文 档 编 号： YQ2.731.1227SSCN 版本号：

技术状态标识： 密 级：

# 6951E 信号分析仪

# 使用说明书

拟 制：

审 核：

标准化：

会 签：

批 准：

中电科思仪科技股份有限公司

2022 年 09 月

Ceyear 思仪

# 6951E

# 信号分析仪

# 用户手册

中电科思仪科技股份有限公司

该手册适用下列型号信号分析仪，基于固件版本 Version 1.0 及以上。

- 6951E 信号分析仪

版　　本:　A.3　2022年9月，中电科思仪科技股份有限公司
地　　址:　山东省青岛市黄岛区香江路98号
服务咨询:　0532-86889847　400-1684191
技术支持:　0532-86880796
质量监督:　0532-86886614
传　　真:　0532-86889056
网　　址:　www.ceyear.com
电子信箱:　techbb@ceyear.com
邮　　编:　266555

# 前　言

非常感谢您选择使用中电科思仪科技股份有限公司研制、生产的 6951E 信号分析仪！该产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。

我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺。

## 手册编号

YQ2.731.1227SSCN

## 版本

A.3　2022.9

中电科思仪科技股份有限公司

## 手册授权

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语最终解释权属于中电科思仪科技股份有限公司。

本手册版权属于中电科思仪科技股份有限公司，任何单位或个人非经本公司授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，中电科思仪科技股份有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

## 产品质保

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

## 产品质量证明

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

## 质量/环境管理

本产品从研发、制造和测试过程中均遵守质量和环境管理体系。中电科思仪科技股份有限公司已经具备资质并通过 ISO 9001 和 ISO 14001 管理体系。

## 安全事项

**警　告**

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**

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 ..... 1
1.1 关于手册 ..... 1
1.2 关联文档 ..... 2
2 概述 ..... 3
2.1 产品综述 ..... 3
2.2 安全使用指南 ..... 4
3 操作指南 ..... 9
3.1 准备使用 ..... 9
3.2 面板说明 ..... 19
3.3 基本测量方法 ..... 19
3.4 数据管理 ..... 25
3.5 功能操作指南 ..... 27
3.6 高级操作指南 ..... 38
4 菜单 ..... 52
4.1 菜单结构 ..... 52
4.2 菜单说明 ..... 52
5 远程控制 ..... 79
5.1 远程控制基础 ..... 79

5.2 仪器程控端口与配置 ..... 92

6 故障诊断与返修 ..... 95

6.1 工作原理 ..... 95

6.2 故障诊断与排除 ..... 96

6.3 错误信息 ..... 98

6.4 返修方法 ..... 98

7 技术指标与测试方法 ..... 100

7.1 声明 ..... 100

7.2 产品特征 ..... 100

7.3 技术指标 ..... 101

7.4 补充信息 ..... 104

7.5 性能特性测试 ..... 104

附 录 ..... 131

附录 A 术语说明 ..... 131

附录 B SCPI 命令速查表 ..... 136

# 1 手册导航

本章介绍了 6951E 信号分析仪的用户手册功能、章节构成和主要内容，并介绍了提供给用户使用的仪器关联文档。

- 关于手册.....1
- 关联文档.....2

## 1.1 关于手册

本手册介绍了 6951E 信号分析仪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 6951E 信号分析仪的主要性能特点、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 6951E 信号分析仪的操作前检查、仪器浏览、基本测量方法、测量窗口使用说明及数据管理等。以便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。

- **操作手册**

  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：功能操作手册和高级操作手册。功能操作手册部分针对不熟悉 6951E 信号分析仪使用方法的用户，系统、详细地介绍、列举每种设置，使用户理解掌握信号分析仪的一些基本用法，如设置频率、扫宽、标记等。高级操作指导部分针对已具备基本的信号分析仪使用常识，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，目的使用户可以对远程控制操作快速上手。分四部分介绍：程控基础，介绍与程控有关的概念、软件配置、程控端口、SCPI 命令等；仪器端口配置方法，介绍 6951E 信号分析仪程控端口的连接方法和软件配置方法。

- **故障诊断与返修**

  包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法、错误信息说明及返修方法。

- **技术指标与测试方法**

  介绍了 6951E 信号分析仪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 6951E 信号分析仪的必要的参考信息，包括：术语说明、SCPI 命令速查表等。

## 1.2 关联文档

6951E 信号分析仪的产品文档包括：

- 用户手册
- 程控手册
- 快速使用指南
- 在线帮助

**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
- 操作手册
- 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编程基础、SCPI 基础、SCPI 命令、编程示例和 I/O 驱动函数库等。目的是：指导用户如何快速、全面的掌握仪器的程控命令和程控方法。包含的主要章节是：

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例
- 错误说明
- 附录

**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

**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。仪器用户界面有对应的快捷键激活该功能。包含的主要章节同用户手册。

# 2 概述

本章介绍了 6951E 信号分析仪的主要性能特点、主要用途范围及主要技术指标。同时说明了如何正确操作仪器及用电安全等注意事项。


- 产品综述.....3
- 安全使用指南.....4


## 2.1 产品综述


- 产品特点.....3
- 典型应用.....4


### 2.1.1 产品特点

#### 2.1.1.1 基本功能

6951E 信号分析仪主要功能有:

- 频谱分析
- 信道功率测量
- 邻道功率测量
- 占用带宽测量
- 载噪比测量
- 模拟解调分析
- 噪声系数测量
- 支持用户二次开发

#### 2.1.1.2 高性能

1) 频率范围宽

覆盖 10Hz~26.5GHz，频率范围宽可解决短波、超短波、L、S、C、X，直至 K 波段电台、电子设备的信号频率、功率、杂散、调制信号质量等指标测量问题，满足设备测试需求。

2) 显示平均噪声电平低

显示平均噪声电平优于-160dBm/Hz（@1GHz），方便小信号测量。

3) **多功能**

具备频谱分析、信道功率测量、邻道功率测量、占用带宽测量、载噪比测量等频谱分析功能以及模拟信号解调、噪声系数分析等分析功能。

#### 2.1.1.3 灵活性

体积小，重量轻，非常适合构建各种小型化现场测试系统。

### 2.1.2 典型应用

1) **小型化频谱监测**

2) **收发类设备现场测试**

## 2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项!

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

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

- 安全标识.....5
- 操作状态和位置.....6
- 用电安全.....6
- 操作注意事项.....7
- 维护.....8
- 运输.....8
- 废弃处理/环境保护.....8

## 2.2.1 安全标识

### 2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下:

表2.1　产品安全标识

| 符号 | 意义 | 符号 | 意义 |
|---|---|---|---|
| | 注意，特别提醒用户注意的信息。提醒用户应注意的操作信息或说明。 | | 开/关 电源 |
| | 注意，搬运重型设备。 | | 待机指示 |
| | 危险！小心电击。 | | 直流电（DC） |
| | 警告！小心表面热。 | | 交流电（AC） |
| | 防护导电端 | | 直流/交流电（DC/AC） |
| | 地 | | 仪器加固绝缘保护 |
| | 接地端 | | 电池和蓄电池的EU标识。具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。 |
| | 注意，小心处理经典敏感器件。 | | 单独收集电子器件的EU标识。具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。 |
| | 警告！辐射。具体说明请参考本节“2.2.4 操作注意事项”中的第7项。 | | |

#### 2.2.1.2 手册相关

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

| | |
|---|---|
| ⚠ 危 险 | 危险标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。 |
| ⚠ 警 告 | 警告标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。 |
| ⚠ 小 心 | 小心标识，若不避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。 |
| 注 意 | 注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。 |
| 提 示 | 提示标识，仪器及操作仪器的信息。 |

### 2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

1) 除非特别声明，6951E 信号分析仪的操作环境需满足：平稳放置仪器，室内操作。操作仪器时所处的海拔高度最大不超过 4600 米，运输仪器时，海拔高度最大不超过 4500 米。实际供电电压允许在标注电压的±10%范围内变化，供电频率允许在标注频率的±5%范围内变化。
2) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，请勿将仪器放置在有水的表面、车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。
3) 请勿将仪器放置在容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。
4) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。
5) 请勿随便通过仪器外壳上的开口向仪器内部塞入任何物体，或者遮蔽仪器上的槽口或开口，因为它们的作用在于使仪器内部通风、防止仪器变得过热。

### 2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

1) 仪器加电前，需保证实际供电电压需与 PXIe 机箱标注的供电电压匹配，PXIe 机箱提供的电源符合 PXIe 标准供电要求。
2) 参照 PXIe 机箱电源要求，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，在操作系统关闭后，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) 请注意，一旦仪器着火，将可能释放出对人体有害的有毒气体或液体。

### 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“2.2.6 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“2.2.7 废弃处理/环境保护”的相关说明。
5) 射频类仪器会产生较高的电磁辐射，此时，孕妇和带有心脏起搏器的操作人员需要加以特别防护，若辐射程度较高，可采取相应措施移除辐射源以防人员伤害。
6) 若发生火灾，损坏的仪器会释放有毒物质，为此操作人员需具备合适的防护设备（例如：防护面罩和防护衣），以防万一。
7) 激光产品上需根据激光类别标识警告标志，因为激光的辐射特性及此类设备都具备高强度的电磁功率特性，会对人体产生伤害。若该产品集成了其它激光产品（例如：CD/DVD 光驱），为防止激光束对人体的伤害，除产品手册描述的设置和功能外，不会提供其他功能。
8) 电磁兼容等级（符合 GJB3947A-2009 中 3.9.2 的要求）。
   a) CE102 10kHz ~ 10MHz 电源线传导发射；
   b) CS101 25Hz ~ 50kHz 电源线传导敏感度；
   c) CS114 10kHz ~ 400MHz 电缆束注入传导敏感度；
   d) RE102 2MHz ~ 18GHz 电场辐射发射；

e) RS103 10kHz ~ 18GHz 电场辐射敏感度。

### 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 运输

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

### 2.2.7 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 操作指南

本章介绍了 6951E 信号分析仪的使用前注意事项、前后面板浏览、常用基本测量方法及数据文件管理等。以便用户初步了解仪器本身和测量过程。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。


- 准备使用.....9
- 面板说明.....16
- 基本测量方法.....19
- 数据管理.....25
- 功能操作指南.....27
- 高级操作指南.....38


## 3.1 准备使用


- 操作前准备.....9
- 操作系统配置.....16
- 例行维护.....18


### 3.1.1 操作前准备


- 开箱.....10
- 环境要求.....11
- 开关电.....12
- 正确使用连接器.....13


本章介绍了 6951E 信号分析仪初次设置使用前的注意事项。

**警 告**

**防止损伤仪器**

为避免电击、火灾和人身伤害:

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

注 意

**静电防护**

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

注 意

**操作仪器时请注意：**

不恰当的操作位置或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

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

提 示

**电磁干扰（EMI）的影响：**

电磁干扰会影响测量结果，为此：

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

#### 3.1.1.1 开箱

1） 外观检查

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

**步骤 2.** 开箱，检查主机和随箱物品是否有破损；

**步骤 3.** 按照表 3.1 仔细核对以上物品是否有误；

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

2) 型号确认

表3.1 6951E随箱物品清单

| 名 称 | 数 量 | 功 能 |
|---|---|---|
| *主机:* | | |
| ✧ 6951E | 1 | — |
| *标配:* | | |
| ✧ CD-ROM（用户手册） | 1 | — |
| ✧ 装箱清单 | 1 | — |
| ✧ 产品合格证 | 1 | — |

### 3.1.1.2 环境要求

6951E 信号分析仪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 6951E操作环境要求

| | |
|---|---|
| 温 度 | 10℃ ~ 40℃ |
| 误差调整时温度范围 | 23℃ ±5℃（误差调整时允许温度偏差 <1℃） |
| 湿 度 | <+29 ℃ 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　6951E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 1MΩ 的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

- 保证所有仪器正确接地，防止静电生成；
- 将同轴电缆与仪器连接之前，应将电缆的内外导体分别与地短暂接触；
- 工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕或采取其他防静电措施。

警　告

**电压范围**

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合。

### 3.1.1.3 初次加电

用符合要求的三芯电源线一端接入机箱电源插座。电源线的另一端与符合要求的交流电源相连，然后打开机箱面板上的电源开关。

警　告

在加电开机之前，请先验证电源电压是否正常，否则有可能造成设备毁坏。

提　示

**频率时基及预热**

6951E 信号分析仪冷启动时，为使信号分析仪的 100MHz 时基处于操作温度，需预热一段时间。信号分析仪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，不要误以为信号分析仪出错。

**注 意**

**仪器断电**

仪器在正常工作状态时，只能通过操作 PXIe 机箱电源开关实现关机。**不要直接操作机箱后面板电源开关或直接断开与机箱的电源连接**，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。**

非正常情况下，为了避免人身伤害，需要信号分析仪紧急断电。此时，只需拔掉电源线（从交流电插座或从机箱后面板电源插座）。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

在信号分析仪进行各项测试过程中，经常会用到连接器，尽管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：

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

**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，为保护信号分析仪本身的各个接口，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 3.1，对准两个互连器件的轴心，保证阳头连接器的插针同心地滑移进阴头连接器的接插孔内。

图3.1 互连器件的轴心在一条直线上

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

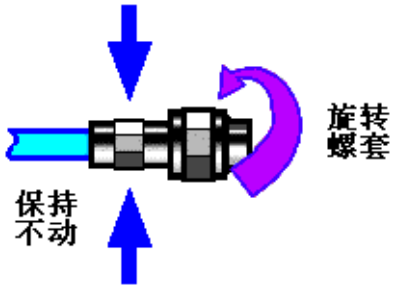


图3.2 连接方法

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

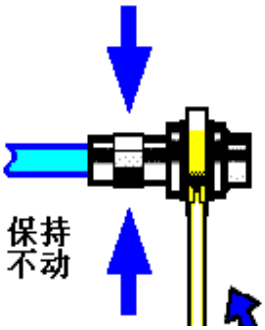


图3.3 使用力矩扳手完成最后连接

### 3) 断开连接的方法

**步骤 1.** 支撑住连接器以防对任何一个连接器施加扭曲、摇动或弯曲的力量；

**步骤 2.** 可使用一支开口扳手防止连接器主体旋转；

**步骤 3.** 利用另一支扳手拧松连接器的螺套；

**步骤 4.** 用手旋转连接器的螺套，完成最后的断开连接；

**步骤 5.** 将两个连接器平直拉开分离。

### 4) 力矩扳手的使用方法

力矩扳手的使用方法如图 3.4 所示，使用时应注意以下几点：

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

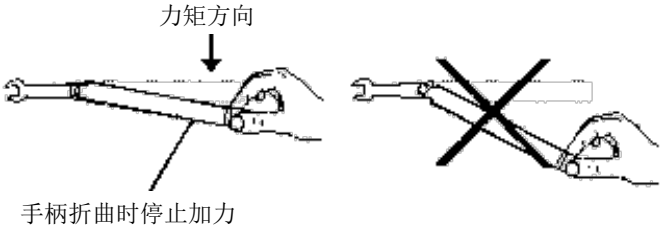


图3.4　力矩扳手的使用方法

### 5) 连接器的使用和保存

a) 连接器不用时应加上保护护套；

b) 不要将各种连接器、空气线和校准标准散乱的放在一个盒子内，这是引起连接器损坏的一个最常见原因；

c) 使连接器和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；

d) 不要接触连接器的接合平面，皮肤的油脂和灰尘微粒很难从接合平面上去除；

e) 不要将连接器的接触面向下放到坚硬的台面上，与任何坚硬的表面接触都可能损坏连接器的电镀层和接合表面；

f) 佩带防静电腕带并在接地的导电工作台垫上工作，这可以保护分析仪和连接器免受静电释放的影响。

### 6) 连接器的清洁

清洁连接器时应该佩带防静电腕带，按以下步骤清洁连接器：

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

#### 7） 适配器的使用

当分析仪的测量端口和使用的连接器类型不同时，必须使用适配器才能进行测量连接，另外即使分析仪的测量端口和被测件端口的连接器类型相同，使用适配器也是一个不错的主意。这两种情况都可以保护测量端口，延长其使用寿命，降低维修成本。将适配器连接到分析仪的测量端口前应对其进行仔细的检查和清洁，应该使用高质量的适配器，减小失配对测量精度的影响。

#### 8） 连接器的接合平面

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

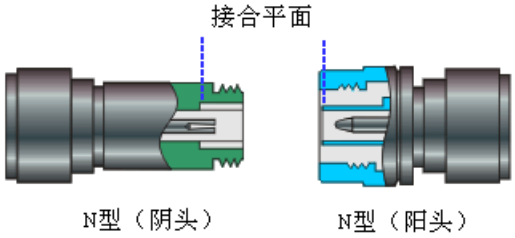


图3.5 校准平面

### 3.1.2 操作系统配置

本节介绍了 6951E 信号分析仪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分析仪操作系统的注意事项。

- 仪器软件说明.....17
- 软件环境.....17
- 软件安装和设置.....17

- 软件启动.....18
- 软件停止和挂起.....18


#### 3.1.2.1 仪器软件说明

信号分析仪软件运行于 PXIe 机箱的零槽控制器上，负责设备人机交互、模块控制等工作。用户通过信号分析仪软件的人机界面实现对信号分析仪的控制。

整机软件具有两个计算机软件配置项，最终形态为 exe 软面板程序及最终形态为 dll 的集成接口动态库。

#### 3.1.2.2 软件环境

操作系统：Microsft Windows7 64 位、Microsft Windows10 64 位；
处理器：intel i7 1.7GHz 以上或相当配置；
内存：2GB 以上；
硬盘可用空间：20GB 以上；

#### 3.1.2.3 软件安装和设置

a) 双击“6951E 信号分析仪安装程序.exe”。

b) 点击“安装”，出现安装进度图。安装过程中，会弹出安装设备驱动的选择框，点击“下一步”：

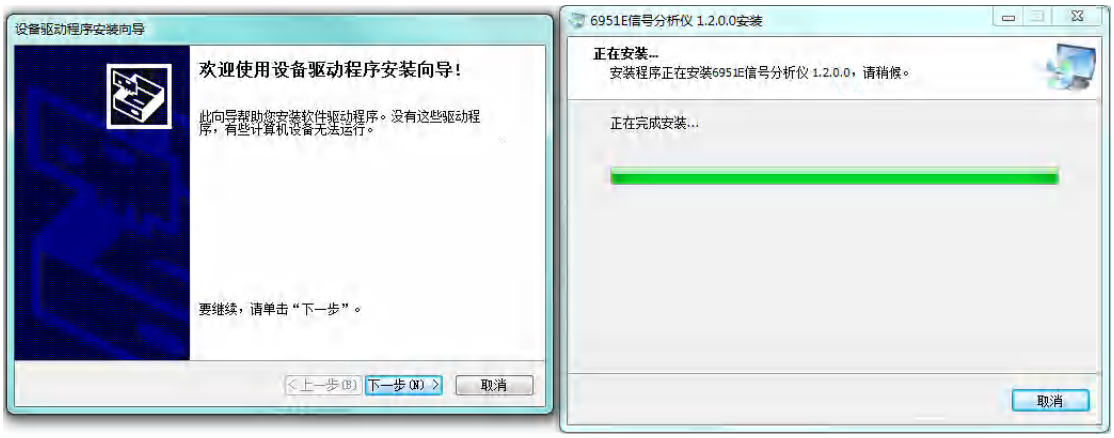


图3.6 软件安装进度及安装设备驱动图

c) 安装后如下图所示。此时再点击“完成”就实现了信号收发软件的安装。

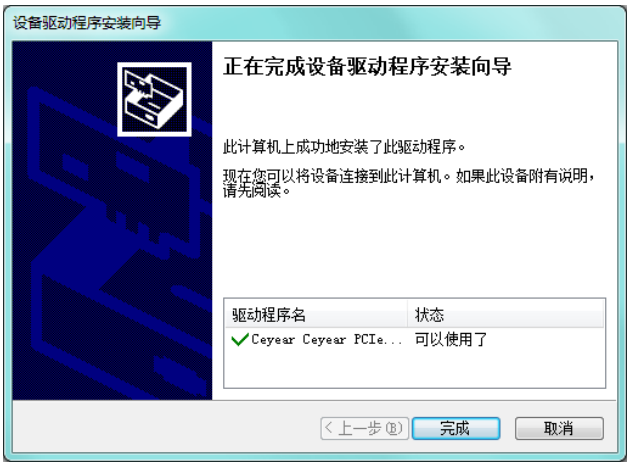


图3.7　软件安装完成图

#### 3.1.2.4 软件启动

点击桌面上快捷方式“6951E 信号分析软件”，或者点击“开始”，再点击“6951E 信号分析软件”、“6951E 信号分析软件”，可启动 6951E 信号分析软件。

#### 3.1.2.5 软件停止和挂起

单击用户软件界面右上角的叉号，停止软件运行程序。

### 3.1.3 例行维护

该节介绍了 6951E 信号分析仪的日常维护方法。

- 清洁方法.....18
- 测试端口维护.....19

#### 3.1.3.1 清洁方法

1)　**清洁仪器表面**

清洁信号分析仪前面板时，请按照下面的步骤操作：

**步骤 1.**　关机，断开与 PXI 机箱连接的电源线；

**步骤 2.**　用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面。

**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。

#### 3.1.3.2 测试端口维护

6951E 信号分析仪的前面板有 3.5mm 端口（阴头）、SMA 端口（阴头）、SMB（阳头）。若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。
- 不要使用有损伤的接头。
- 请使用吹风机清洁接头，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**

6951E 信号分析仪前面板的射频输入端口是 50Ω 接头。若连接不匹配阻抗连接器会影响测试结果。

## 3.2 面板说明

6951E 信号分析仪的面板及连线图外观如图 3.8 所示。

图3.8　6951E信号分析仪面板及连线图

## 3.3 基本测量方法

本节介绍了6951E信号分析仪基本的设置和测量方法，包括：

- 基本操作说明.....20
- 基本操作示例.....23

## 3.3.1 基本操作说明

6951E 型信号分析仪具有频谱分析、信道功率测量、邻道功率测量、占用带宽测量、载噪比测量、模拟信号解调、噪声系数分析和系统集成等功能，显示界面主要有测量功能显示区、软键区、状态栏等。

图3.9　6951E信号分析仪软件主界面

本节介绍了6951E信号分析仪的基本的图形用户界面，包括:

- 主窗口显示区.....20
- 软键区.....21
- 状态栏.....22

### 3.3.1.1 主窗口显示区

显示对应当前测量模式下的不同数据分析方式的测量结果，频谱分析下主要有FFT频谱分析、相位噪声测试、信道功率测试功能;

主窗口显示区主要显示对应当前测量模式下的不同数据分析方式的测量结果，如图3.10所示。

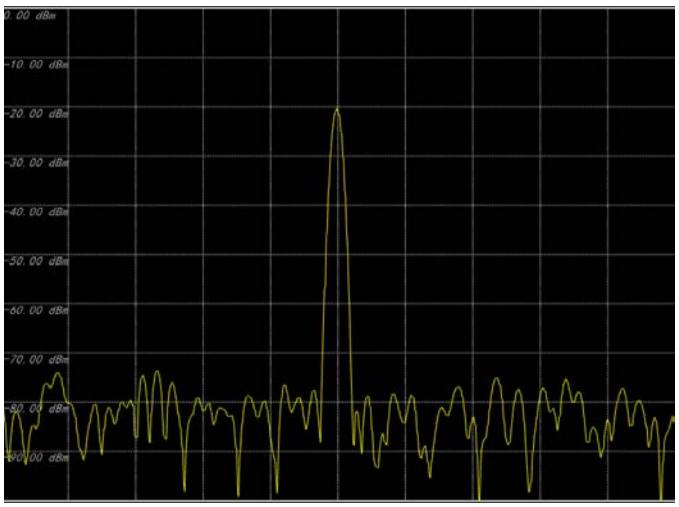


图3.10　主窗口显示区

### 3.3.1.2 软键区

软键区主要包括各个常规功能，配合6951E软面板的菜单栏，使操作变得更为快捷，如图3.11所示。

软键区主要分为四部分：第一部分为实际测量功能的按键，例如频率、幅度、触发等；第二部分为系统功能按键，例如：打印、帮助、复位等；第三部分为数字输入键盘；第四部分为方向键，主要用于输入值的位数选择和步进输入。

图3.11　软键区

### 3.3.1.3 状态栏

状态栏用于显示当前的参数状态，提供有用的参数信息，如图3.10所示。

顶部参数状态栏用于显示当前测量模式下的设置的测量参数。

图3.12　参数状态栏

底部状态栏左半边用于显示软件日志消息，右半边用于显示当前设备信息，如图3.12所示。其中设备信息部分从左到右依次排列为：当前模式缩写、当前设备串号（识别号）、远程控制状态、10MHz参考状态、日期时间。

图3.13　底部状态栏

### 3.3.1.4 使用触发功能

在测量模式的默认设置下，当您通过【扫描】-[扫描方式]/[单次扫描]软菜单启动执行测量任务时，信号分析仪将立即执行测量，此时通常称为自由触发。但有时需要在一定的测量条件满足时，才能执行测量。例如当信号电平超过某一值时执行测量或按照一定的时间周期执行测量。这种情况下，您就需要用到触发测量。

触发测量是指当满足一定测量条件时（也称触发事件）执行测量或捕获感兴趣信号的某段数据，设置不同的触发方式和合适的触发参数可以帮助检测不同的信号事件。通过按前面板【触发】键，选择不同的触发方式（也称触发源），可以让信号分析仪执行不同的触发测量任务，包括自由触发、外部触发、视频触发。在频谱分析模式下，触发功能支持在零扫宽情况下使用。

[外部触发]指的是依据前面板的触发输入端口信号进行触发测量；[视频触发]指的是依据视频信号电平进行触发测量。

除自由触发外，其他触发方式都有[触发极性]参数的设置。正极性是指触发输入信号电平上升到触发电平后产生触发事件，负极性是指触发输入信号电平下降到触发电平后产生触发事件。

除自由触发外，其他触发方式都有触发延迟参数的设置。设置[触发延迟]为0，信号分析仪在触发事件发生后，立即执行测量。设置[触发延迟]为非0值，信号分析仪在触发事件发生后，会延迟一段时间再执行测量。

需要注意的是，触发功能为单次触发，满足触发条件后触发一次将会停止触发，如果需

要进行下一次触发，需要更改触发条件或者将触发模式切换为自由触发再切换为触发状态。

#### 3.3.1.5 其他操作

1) **帮助**

6951E信号分析仪具备在线帮助功能，按系统功能按键面板【帮助】按键，即可调出在线帮助文件。

2) **输入**

当选择可输入数值的菜单按键时，会激活显示区右上角输入框，数值及单位依据功能而显示。通过数值功能面板和方向键面板可以键入数值，输入数值后自动限制数值上下限。单击整个显示域空白处或点击[返回]软键可关闭输入框，再次单击菜单按键，即可再次激活。

3) **文件**

文件功能以特定类型（状态/图像）保存和调用文件。在[保存类型]菜单中选择[状态]，点击[保存]软菜单，软件会将当前模式下的配置参数以状态文件的方式储存在本地文件中；在[保存类型]菜单中选择[图像]，点击[保存]软菜单，软件会将当前显示区截图储存在本地文件中。在[调用类型]菜单中选择[状态]，点击[调用]软菜单并选择先前保存的状态文件，可以将当前模式的配置参数恢复到先前保存的状态。

4) **打印**

点击【打印】按键将弹出操作系统打印设置窗口，可以对当前显示区截图进行打印。

### 3.3.2 基本操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了6951E信号分析仪的最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。

机箱上电开机，双击启动6951E信号分析软件，当有多个模块时，需选择要初始化的模块序列，等待初始化；初始化结束后，当状态栏无错误信息时，可进行操作。信号分析软件启动，默认设定的中心频率为1GHz，参考电平为0.0dBm。

#### 3.3.2.1 优化信号显示

为了更好的观测校准信号，需要调整主要的测量设置。

**步骤 1. 设置信号发生器:**

- 模块前面板射频输入端口接入外部信号发生器，设置信号发生器频率为2GHz，功率为-20dBm，打开“射频”开关。

**步骤 2. 设置信号分析软件中心频率（2GHz）:**

- 按【频率】键。
- 按[中心频率]软按键，通过仪器面板数字按键输入 2GHz。

**步骤 3. 减小扫宽至 100kHz:**

- 按【频率】键。
- 按[扫宽]软按键，通过仪器面板数字按键输入 100kHz。

**步骤 4. 设置参考电平至-10dBm:**

- 按【幅度】键。
- 按[参考电平]软按键，通过仪器面板数字按键输入-10dBm。

这时信号频谱显示在轨迹中间，可以直观清楚的观测信号，如图 3.14 所示。

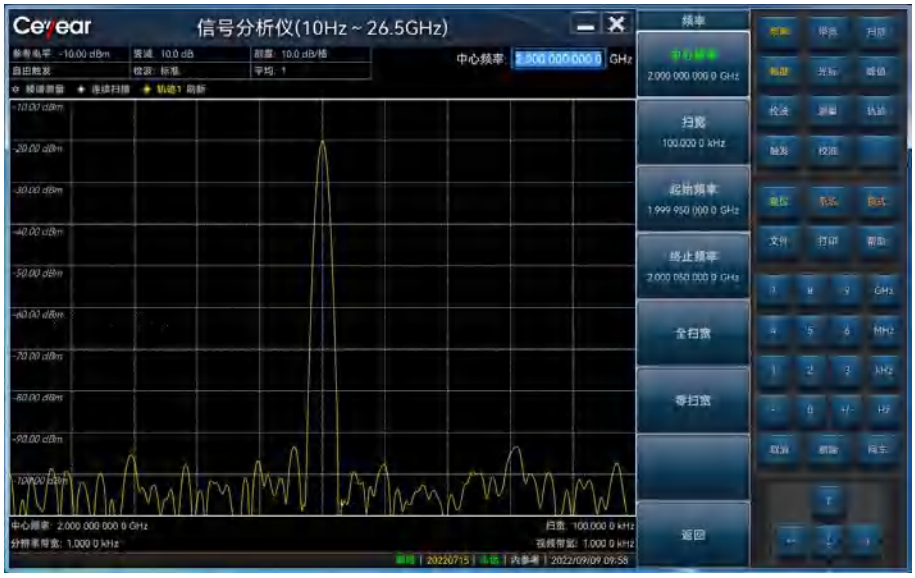


图3.14 设置优化后的信号频谱

### 3.3.2.2 设置光标显示

光标用于显示轨迹中特定位置的点。最常见的用途是确定某个峰值，激活某个光标时，该功能为其默认设置。我们将在频谱轨迹中设置一个峰值标记。

**步骤 1. 复位仪器状态:**

- 按【复位】键，将仪器恢复至一个已定义的仪器配置状态。

**步骤 2. 执行单次扫描:**

- 按下功能面板的【扫描】键。
- 按[单次扫描]执行一次单次扫描，以生成一个轨迹，使得我们可以在其上设置一个标记。

**步骤 3. 打开光标功能:**

- 按下功能面板上的【光标】键，以显示光标软菜单。
- [光标选择]默认为 1，设置[光标]开，此时光标指定在扫宽的最低频率处。输入频率值 1GHz；[光标选择] 切换为“2”，打开【峰值】键，再打开【光标】键，设置[光标模式]为差值；打开【峰值】，选择[次峰值]，显示如图

3.15 所示。

图3.15　光标功能测试

## 3.4 数据管理

本节介绍了6951E信号分析仪的工作状态存储/调用及打印/存储屏幕快照方法。


- 存储/调用工作状态.....25
- 打印/存储屏幕快照.....26


### 3.4.1 存储/调用工作状态

该节介绍了6951E信号分析仪的存储/调用工作状态方法。


- 仪器复位状态.....25
- 存储/调用用户状态.....26


#### 3.4.1.1 仪器复位状态

6951E信号分析仪提供给用户启动复位状态的选项（出厂状态、用户保存状态和前次关闭状态），作为软件开启后的初始测量状态。通常仪器测量出错时，可通过复位仪器状态还原仪器正常工作时初始状态。对于信号分析软件，不同模式下的状态文件独立存储。信号分析仪复位状态的设置为：

**步骤 1.：打开系统配置窗口：**

- 按【系统】。

**步骤 2. 设置复位选项:**

- 选择[复位]-[复位模式]软菜单，在“出厂状态”|“用户保存状态”|“前次关闭状态”选项中切换，选择信号分析仪复位时的设置状态。

**步骤 3. 保存用户状态:**

- 若复位选项为“用户保存状态”，通过相邻软菜单[保存用户状态]可随时保存当前的配置信息，下次开机时，将按照最后一次保存的用户状态参数设置仪器初始状态。选择“厂家状态”|“前次关闭状态”时，不需保存，切换复位选项后软件自动存储/调用仪器状态参数。

#### 3.4.1.2 存储/调用用户状态

6951E 信号分析软件提供存储和调用仪器测量状态（数据）功能，方便用户还原需要的测量状态再次观测评估以及存储需要的测量数据，以便进一步分析。

**步骤 1.打开 存储/调用 配置窗口:**

- 按【系统】。

**步骤 2. 存储/调用状态文件:**

- 鼠标单击[复位]软菜单，单击[另存至状态文件]，当前用户状态会保存为*.sta 格式文件，默认保存路径为安装目录/User/Reset。鼠标单击“调用状态文件”，在文件浏览器中选择准备调用的文件，确认。

### 3.4.2 打印/存储屏幕快照

该节介绍了 6951E 信号分析仪的打印/存储屏幕快照方法。

**提 示**

**安装打印机驱动程序**

打印前，6951E 信号分析仪所使用的 PXI 机箱零槽需要先安装配套的打印机驱动程序。鼠标单击打印按钮，开始打印屏幕快照图像。

## 3.5 功能操作指南

这部分主要介绍了 6951E 信号分析仪测量模式、通用测量参数设置与分析显示等相关的操作方法。

### 3.5.1 测量模式与测量功能介绍

本节主要介绍 6951E 信号分析仪的主要模式以及它们的主要用途。在标准配置下，6951E 信号分析仪的模式有三种：频谱分析模式、模拟解调分析和噪声系数分析模式。用户可以通过软键面板【模式】键进行模式切换。


- 频谱分析模式.....27
- 模拟解调分析模式.....28
- 噪声系数分析模式.....29


#### 3.5.1.1 频谱分析模式

频谱分析模式是一种常规的通用频谱分析测量环境，具有非常灵活的频谱分析能力，可以让用户方便的查找和测量不同类型的信号。

通过软键面板【模式】键，激活[频谱分析]菜单，即可进入频谱分析模式。

在频谱分析模式下，通过按软键面板【测量】键，即可选择您想执行的测量功能。6951E 信号分析仪的一键式测量功能包括：频谱分析、信道功率、邻道功率、占用带宽和载噪比等。通过选择测量功能，设置频率、幅度、分辨率带宽、轨迹检波器等参数，控制频率合成单元、微波变频单元、中频处理单元、中频采集单元等部件完成各项测量功能，并显示测量结果或显示曲线。

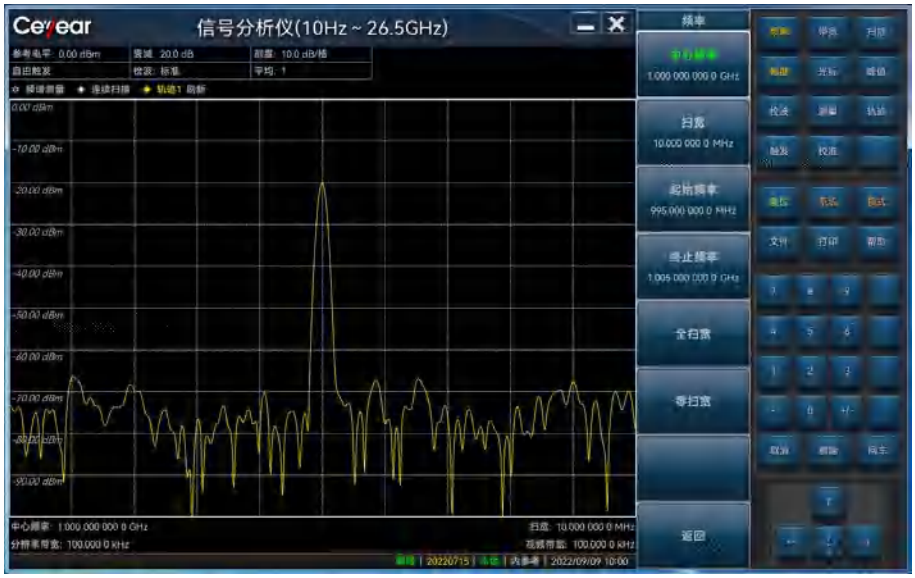


图3.16　频谱分析模式界面

### 3.5.1.2 模拟解调分析模式

模拟解调分析模式可以对 AM、FM、PM 模拟调制信号进行解调和测量,得到模拟调制信号的调制特性，如载波功率、调制率、调制失真、调幅深度、频率偏移、相位偏移等参数。经过调制的 RF 信号被称为载波。调制信号被称为基带信号，调制信号的形式多种多样，例如：声音、音调、噪声。解调就是从载波信号中还原出调制信号的过程。模拟解调分析以数字化的方式评估模拟调制质量。表 3.4 汇总了三种调制方式的测量。

表3.4　AM、FM、PM调制方式

| 调制类型 | 调制特性 | 主要参数 |
|---|---|---|
| 幅度调制（AM） | 载波信号的幅度随着基带信号的瞬时幅度成比例的变化 | 调幅深度、调制率、调制失真 |
| 频率调制（FM） | 载波信号的频率随着基带信号的瞬时幅度成比例的变化 | 频率偏移、调制率、调制失真 |
| 相位调制（PM） | 载波信号的相位偏移随着基带信号的瞬时幅度成比例的变化 | 相位偏移、调制率、调制失真 |

模拟解调分析的特点：

- 对幅度调制、频率调制、相位调制信号进行分析，得到多种分析结果：
  解调后信号的时域图。
  解调后信号的频谱图(通过 FFT 运算)。
  RF 信号的频谱图。
  调制参数图。
- 多次测量后，可以对轨迹数据进行并行处理，得到最大保持、最小保持、平均和当前的轨迹显示。

通过软键面板【模式】键，激活[模拟解调分析]菜单，即可进入模拟解调分析模式。

通过设置解调类型、中心频率、参考电平等参数，完成模拟解调分析，测量结果显示解调后信号的时域图、频谱图、RF 信号的频谱图和调制参数。

图3.17　模拟解调分析模式界面

### 3.5.1.3 噪声系数分析模式

噪声系数测试模式通过外加噪声源，测量放大器等器部件的噪声系数指标，并显示增益、噪声系数等技术指标，显示格式包含图形、表格两种。

通过软键面板【模式】键，激活[噪声系数分析]菜单，即可进入噪声系数分析模式。

通过设置被测件类型（DUT）、频率模式、中心频率、起始频率、终止频率、扫描点数等参数，完成噪声系数测试功能。

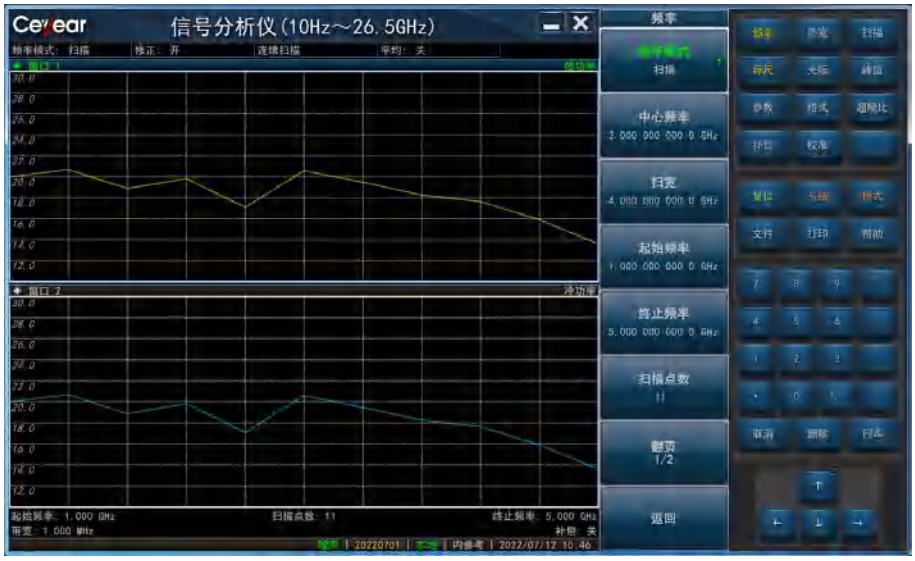


图3.18　噪声系数分析模式界面

## 3.5.2 通用测量参数设置操作指导

本节主要介绍 6951E 信号分析仪频谱分析模式中常用的基本测量设置的概念及其对测量结果的影响，同时介绍其设置方法。无论进入哪种模式或执行哪些测量任务，这些概念和设置方法对于您熟悉并熟练使用 6951E 信号分析仪都是有很大帮助的。如果您正在使用其他测量模式，其中的某些测量设置方法可能略有不同，请参考相应的测量模式使用手册。


- 复位和开机状态设置.....30
- 频率和扫宽设置.....31
- 带宽和扫描设置.....32
- 幅度参数设置.....32
- 触发参数设置.....34
- 测量设置与测量控制参数设置.....34


### 3.5.2.1 复位和开机状态设置

复位状态是指将信号分析仪恢复到某种已知的、确定的测量状态。复位状态有三种类型：出厂状态、用户保存状态、前次关闭状态。通过软键面板【系统】键中的[复位]-[复位模式]软菜单，可以设置按下【复位】键后，仪器恢复到哪种状态。

开机状态是指从操作系统中启动 6951E 信号分析仪软件程序后，仪器自动进入的一种已知的、确定的工作状态。

1) **保存用户复位状态**

**步骤 1.** 首先将仪器设置到您想保存的复位工作状态；

**步骤 2.** 按软键面板【系统】键，按下软菜单[保存用户状态]，完成用户复位状态的保存；

**步骤 3.** 按下软菜单[复位模式]→[用户保存状态]，将复位状态设为用户状态。

2) **执行用户复位**

**步骤 1.** 按软键面板【系统】键，按下软菜单[复位]，设置[复位模式]为[用户保存状态]；

**步骤 2.** 按下软键面板【复位】键，即可完成用户复位。

**注 意**

**复位状态**

如果用户没有保存过用户复位状态，信号分析仪在执行用户复位操作时，将自动回到工厂复位状态。

3) **执行出厂复位**

**步骤 1.** 按软键面板【系统】键，按下软菜单[复位]，设置[复位模式]为[出厂状态]；

**步骤 2.** 按下软键面板【复位】键，即可完成出厂复位。

4) **执行前次关闭状态复位**

**步骤 1.** 将仪器设置到您想保存的开机工作状态；

**步骤 2.** 按软键面板【系统】键，按下软菜单[复位]，设置[复位模式]为[前次关闭状态]；
**步骤 3.** 通过标题栏关闭按钮退出信号分析软件；
**步骤 4.** 重新运行信号分析软件，按下软键面板【复位】键，即可完成前次关闭状态复位。

提 示

**不同模式下的复位状态**

6951E 信号分析仪有多种模式（【模式】键对应的菜单），每一种模式均具有独立的复位状态。执行复位操作时，仅针对当前激活的模式进行复位。

### 3.5.2.2 频率和扫宽设置

软键面板的【频率】键可以用于设置信号分析仪当前激活窗口横轴显示的范围。在非零扫宽下（扫宽大于零），频谱分析模式的激活窗口通常显示信号频谱轨迹，横轴是频率轴，通过【频率】键可以对频率测量范围进行设置；在零扫宽下（扫宽等于零），显示信号功率随时间的变化轨迹，横轴为时间轴。

通过【频率】键和相应软菜单设置信号分析仪的频率测量范围包括以下几种常用的方法，程控方式下的编程方法请参考编程手册：

**方法 1.** 通过[中心频率]和[扫宽]设置频率测量范围。
**方法 2.** 通过[起始频率]和[终止频率]设置频率测量范围。
**方法 3.** 如果您要执行时域功率测量，可通过[中心频率]和[零扫宽]进行设置。
**方法 4.** 如果您要执行整个频率范围的测量，可通过[全扫宽]进行设置。

注 意

手动输入扫宽为 0Hz 时，信号/频谱分析仪将自动进入零扫宽状态，执行时域功率测量。

中心频率、起始频率和终止频率均可手动采用数字键进行设置，也可以通过上下键进行调整。

提 示

**改变中心频率时，扫宽可能会自动改变**

6951E 信号分析仪频率显示范围最小值为 1Hz，最大值为 26.6GHz。

当中心频率调整到接近最低频率下限时，如果当前扫宽 > 2×（中心频率 + 1Hz），则当前扫宽将自动修改为 = 2×（中心频率值 + 1Hz）。当中心频率调整到接近 26.5GHz 时，如果扫宽 > 2×（26.6GHz—中心频率值），则当前扫宽将自动修改为 = 2×（26.6GHz—中心频率值）。

### 3.5.2.3 带宽和扫描设置

本节主要描述【带宽】和【扫描】键对应设置参数的含义，并给出操作指导。信号分析仪在进行频谱测量时，可以用软键面板【带宽】键和【扫描】键进行分辨率带宽、视频带宽、扫描时间、扫描点数等参数的设置，这些参数用于确定信号分析仪频谱数据的获取方式。其他工作模式下可能有所不同，请参考相关使用手册。

1) 【带宽】键设置参数说明

软键面板【带宽】键对应的设置菜单包括[分辨率带宽]、[视频带宽]和[采样率]。

[分辨率带宽]在非零扫宽下可设，用于设置和指示信号分析仪执行频谱测量的频率分辨能力。分辨率带宽（Resolution Bandwidth，RBW）参数决定了频谱区分两个信号的最小频率间隔。分辨率带宽越小，分辨能力越高。

对于一个单频信号，扫描频谱分析显示的轨迹是被选中的中频滤波器的频率响应形状，当改变滤波器带宽时，分析仪显示的轨迹宽度同时改变。对于两个幅度相等并且频率非常接近的信号，如果选择较宽的滤波器，两个信号的频谱轨迹显示为一个信号；如果使用足够窄的滤波器，这两个输入信号就可以被分辨出来且显示为两个单独的谱峰。因此信号分辨能力是由分析仪的中频滤波器来决定的。

改变分辨率带宽设置时，分析仪内部的中频滤波器同时发生改变。通常分辨率带宽定义为滤波器的 3dB 带宽，但有时分辨率带宽也被定义为滤波器的 6dB 带宽。通常为了分辨两个等幅信号，分辨率带宽必须小于或者等于信号频率间隔。如果分辨率带宽等于信号间隔，且视频带宽小于分辨率带宽，在频谱轨迹上的两个信号之间将出现一个 3dB 的凹陷。分辨率带宽越小，凹陷越深，两个相邻信号区分的越明显。

[视频带宽]（VBW）在非零扫宽下可设，是对多次 FFT 频谱轨迹执行平均处理，视频带宽的设置值必须小于分辨率带宽。

[采样率]仅在零扫宽下可以设置。

2) 【扫描】键设置参数说明

软键面板【扫描】键对应的设置参数包括[扫描时间]、[扫描点数]、[扫描方式]、[单次扫描]和[平均次数]。

[扫描时间]仅在零扫宽下可以设置，它用于设置和指示信号分析仪执行一次测量需要花费的时间。该参数信息显示在屏幕轨迹显示区的下方中间位置。扫描时间自动时，信号/频谱分析仪将根据设置自动执行扫描。

[扫描点数]在非零扫宽下可用，用于设置信号分析仪执行一次测量需要获取的轨迹数据点个数。

[扫描方式]用于控制信号分析仪在完成一次测量后，需要用户手动启动下一次测量，还是自动重新测量。

[单次扫描]用于在[扫描方式]为单次时，手动执行一次测量。

### 3.5.2.4 幅度参数设置

本节主要描述了【幅度】键对应设置参数的含义，并给出操作指导。软键面板【幅度】键及对应的设置软菜单用于设置信号分析仪激活窗口的纵轴参考和显示范围，在多个模式和

测量功能中均可使用。在频谱分析模式下，主要用于设置信号分析仪参考电平、衰减器、电平显示范围和幅度单位等。其他测量模式或测量功能下，作用可能略有不同，请参考相应手册。

1) 【幅度】键设置参数说明

软键面板【幅度】键对应的菜单包括[参考电平]、[衰减]、[低噪放] 、[步进]、[刻度/格]、[刻度单位] 、[刻度类型]。

[参考电平]是指在保证测量结果无失真情况下，信号分析仪测量硬件能够接受的信号最大值。输入电平高于这个最大值的信号可能会产生失真。

[衰减]子菜单的主要作用是控制信号分析仪射频接收硬件的增益分配。

[低噪放]子菜单的主要作用是控制前置放大器的开关，在参考电平小于-40dBm 时可用。

[步进]子菜单用于设置方向键调整参考电平时的步进值。

[刻度/格]用于设置轨迹显示区纵轴格线之间的增益值。该参数仅仅在[刻度类型]为对数时有效。当刻度类型为线性时，该菜单自动变成灰色，处于无效状态。

[刻度类型]用于选择显示区轨迹数据是线性还是对数。当选择成“对数”类型刻度时，纵轴格线以对数方式分割，顶格的线对应的是参考电平（参考电平偏移为零时），其他纵轴格线对应的数值可以通过幅度刻度来设置。当选择成“线性”类型刻度时，纵轴格线以线性方式分割，顶格的线对应的是参考电平（参考电平偏移为零时），底部格线对应的是 0V，纵轴中间格线分别对应的是参考电平的 1/10。

[刻度单位]用于改变轨迹显示区的纵轴显示的刻度单位。默认设置下，当刻度类型设置成“对数”时，纵轴刻度单位是 dBm，在默认设置下，当刻度类型设置成“线性”时，纵轴刻度单位是 V。无论刻度类型是对数还是线性，纵轴刻度单位均可以设置成 dBm、dBmV、dBmA、W、V、A、dBuV、dBuA 中的任何一种。

2) 正确设置参考电平

参考电平表示的是轨迹显示区纵轴顶格代表的绝对幅度值，与信号分析仪射频输入端口可接收的最大信号电平和内部混频器可接收的最大输入电平密切相关。参考电平设置不合理，将造成严重的信号失真，直接影响测量结果。

**注 意**

设置参考电平时，应考虑和了解射频输入端口的所有输入信号的总功率，并设置参考电平大于所有输入信号的总功率。

参考电平可以通过软键面板【幅度】键，激活[参考电平]软菜单进行设置。

通常来说，6951E 信号分析仪测量的是输入信号的电平值，测量结果显示的是经过校准和修正的未调整正弦信号电平的有效值。在默认状态下，假定 50Ω 输入阻抗情况，参考电平为转换的功率值=1mW（0dBm）。

3) 如何设置纵轴显示范围

➢ 设置刻度类型

通过按软键面板【幅度】键，激活[刻度类型]菜单，可以选择刻度类型。通常信号分析仪设置为对数刻度类型。

当[刻度类型]选择成线性时，测量数值在显示方格中始终成线性分布。线性刻度对于精确显示小范围的信号电平非常有用。但是如果将信号的最大值和最小值同时显示在屏幕上，精确显示每一个数值或者区分接近的两个信号电平是非常困难的。线性刻度类型通常应用于幅度调制信号的解调波形显示。

当[刻度类型]选择成对数时，较小的测量数值显示会占据屏幕显示区的大部分，因此对于区分低电平的信号非常有效。如果希望将信号电平范围较大的测量数据显示到同一个屏幕上，选择对数刻度类型非常有用。对数刻度类型通常选择单位是对数的数据（例如 dBm，或 dB）。

➢ 通过幅度刻度和参考电平设置纵轴显示范围

当刻度类型为对数时，通过按软键面板【幅度】键，激活[刻度/格]菜单，设置纵轴每格代表的幅度值，单位是 dB。通常信号分析仪设置为 10dB。

通过按软键面板【幅度】键，激活[参考电平]菜单，改变参考电平，纵轴显示范围将发生变化，此时屏幕顶格代表的测量数值为：参考电平，底格代表的测量数值为：参考电平-10×幅度刻度值。

4) 打开前置放大器

通过按软键面板【幅度】键，设置[低噪放]菜单，可以打开信号分析仪内置的前置放大器。该功能仅在参考电平小于-40dBm 时可用。

打开前置放大器，信号分析仪可以获得更好的噪声系数，提高测量灵敏度。

### 3.5.2.5 触发参数设置

在测量模式的默认设置下，当您通过【扫描】-[扫描方式]/[单次扫描]软菜单启动执行测量任务时，信号分析仪将立即执行测量，此时通常称为自由触发。但有时需要在一定的测量条件满足时，才能执行测量。例如当信号电平超过某一值时执行测量或按照一定的时间周期执行测量。这种情况下，您就需要用到触发测量。

触发测量是指当满足一定测量条件时（也称触发事件）执行测量或捕获感兴趣信号的某段数据，设置不同的触发方式和合适的触发参数可以帮助检测不同的信号事件。通过按前面板【触发】键，选择不同的触发方式（也称触发源），可以让信号分析仪执行不同的触发测量任务，包括自由触发、视频触发、外部触发、射频触发。在频谱分析模式下，触发功能仅支持在零扫宽情况下使用。

[外部触发]指的是依据前面板的触发输入端口信号进行触发测量；[视频触发]指的是依据视频信号电平进行触发测量。

除自由触发外，其他触发方式都有[触发极性]参数的设置。正极性是指触发输入信号电平上升到触发电平后产生触发事件，负极性是指触发输入信号电平下降到触发电平后产生触发事件。

除自由触发外，其他触发方式都有触发延迟参数的设置。设置[触发延迟]为 0，信号分析仪在触发事件发生后，立即执行测量。设置[触发延迟]为非 0 值，信号分析仪在触发事件发生后，会延迟一段时间再执行测量。

需要注意的是，触发功能为单次触发，满足触发条件后触发一次将会停止触发，如果需要进行下一次触发，需要更改触发条件或者将触发模式切换为自由触发再切换为触发状态。

## 3.5.3 通用分析与显示功能操作指导

本节主要介绍 6951E 信号分析仪在频谱分析模式下，利用轨迹和标记等进行通用分析和显示的操作说明。这些操作无论在哪种模式或执行哪些测量任务，对于您熟悉并熟练使用 6951E 信号分析仪都有很大帮助。如果您正在使用其他测量模式，测量分析方法可能不同，请参阅相应的测量模式使用手册。


- 轨迹.....35
- 使用光标.....37


### 3.5.3.1 轨迹

轨迹是指一组数据样点，每一个数据点（x，y）都有一个 x 值和一个 y 值，x 值通常表示的是频率或者时间，y 值通常表示的幅度。每一个数据点也称为轨迹点。任何一条轨迹中，第一个数据点称为轨迹 0，最后一个数据点称为轨迹（扫描点数-1），轨迹点数也称为扫描点数。对于频谱轨迹，通常一个轨迹点与一个频率间隔相对应，有时称为一个 Bucket，测量值 Y 表示一个 Bucket 对应的测量数据。软键面板【轨迹】键对应的菜单可以帮助您进行测量轨迹的配置。

每一条轨迹都可以认为是一次对测量数据的分析。6951E 信号分析仪每一个窗口都可以显示 3 条轨迹。轨迹配置决定了测量数据如何分析和显示。本节主要描述如何进行轨迹的配置和轨迹操作。

**1） 轨迹检波**

在频谱分析模式下，信号分析仪通过数字方式控制本振以固定的步进频率扫描，在整个扫描期间，数字中频电路中的 ADC 捕获的采样点数通常远远大于信号分析仪用于显示的扫描点数。

例如，我们假定 ADC 采样速率为 100MSa/s，扫描点数为 1000，扫描时间为 100ms，频宽为 1GHz。当执行一次扫描，信号/频谱分析仪捕获了 100*105 个采样点数，需要将其转变成 1001 个轨迹数据。相当于每 100000 个采样数据对应一点轨迹数据，每一个轨迹数据代表频率范围为 1MHz 内出现的信号。如果增加扫描点数，每一个轨迹数据对应的频宽

也越窄，测量结果越稳定，频率读出准确度越高。

由以上分析可以看出，轨迹显示需要将较多的采样数据点数处理成较少的扫描轨迹点数，这就是轨迹检波需要做的事情。

轨迹检波方式有多种类型，6951E 信号分析仪的轨迹检波方式有 7 种：

- **标准检波**

  从分配到每个轨迹点的采样数据中取最大值和最小值，并同时显示出来。

- **正峰值检波**

  从分配到每个轨迹点的采样数据中取一个最大值显示出来。

- **负峰值检波**

  从分配到每个轨迹点的采样数据中取一个最小值显示出来。

- **取样值检波**

  从分配到每个轨迹点的采样数据中取最后一个值显示出来。

- **有效值平均检波**

  计算分配到每个轨迹点的所有采样数据的均方值。对射频输入信号包络检波后得到线性电压值，对这些电压值平方后求和，再除以每个轨迹点对应的采样数据点数，最后进行开方运算。显示刻度类型为对数时，对这些均方根值进行 20 倍的以 10 为底的对数变换后，得到轨迹数据。显示刻度类型为线性时，这些均方根值就是轨迹数据。

- **电压平均检波**

  也称平均值（AVG）检波，对分配到每个轨迹点的所有采样数据做线性平均。对射频输入信号包络检波后得到线性电压值，对这些电压值求和后，除以每个轨迹点对应的采样数据点数。显示刻度类型为对数时，对这些均方根值进行 20 倍的以 10 为底的对数变换后，得到轨迹数据。显示刻度类型为线性时，这些平均值即为轨迹数据。

- **对数功率平均检波**

  对分配到每个轨迹点的所有数据求对数功率平均值。

通过按软键面板【检波】键，可以手动设置轨迹检波方式。设定的轨迹检波方式对所有轨迹生效。

2) **轨迹状态**

当信号分析仪处于连续扫描状态或连续进行了多次扫描测量时，轨迹处理方式决定了当前测量轨迹如何与前几次的测量轨迹进行处理，从而得到新的轨迹。

6951E 信号分析仪轨迹处理方式有四种：

- **刷新**

  新的轨迹直接被赋值为当前测量轨迹，与以前的测量轨迹无关。

- **平均**

根据【扫描】中设置的平均次数 N，对测量轨迹执行指数平均处理后得到更新轨迹。具体算法如下：

新的轨迹 = （(K-1）前次轨迹 + 当前测量轨迹）/K

其中，K 为累计的平均次数。

在连续测量状态下，一旦 K 值累计到【扫描】中设置的平均次数 N，K 将一直等于 N。

- **最大保持**

  新的轨迹数据被赋值为以往测量轨迹数据的最大值。

- **最小保持**

  新的轨迹数据被赋值为以往测量轨迹数据的最小值。

- **显示保持**

  轨迹数据保持不变，不会被新的轨迹覆盖。

- **隐藏显示**

  隐藏当前激活轨迹。

每次激活一条轨迹，6951E 信号分析仪默认轨迹处理方式为刷新。

#### 3.5.3.2 使用光标

光标可以帮助您快速选择并读取特定的轨迹数据，它可以精确的定位到某个测量数据在轨迹中的位置，获得该数据信息，并将其位置指示出来。6951E 信号分析仪每一个激活窗口最多可以激活设定 3 个光标。

光标功能是光标测量的基础上，执行的更加复杂的测量过程和计算功能，可以帮助您进行噪声测量等测试任务。

本节主要描述了光标和光标功能的基本概念和操作方法。光标功能并不是在所有模式和测量功能下都可以使用。在没有光标或光标功能的测量功能中，对应的菜单不会显示。

1) **光标类型**

6951E 信号分析仪有两种光标类型：

- **标准光标**

  表示光标为位置型光标，标准光标可以通过指定横轴坐标值在轨迹点上移动，对应的轨迹数值为纵轴绝对值。

- **差值光标**

  表示光标为数值型光标，差值光标指示的是选定的光标和其参考光标之间的相对值。差值光标可以通过指定与其参考光标之间的横轴坐标相对值在轨迹数据上移动。

2) **激活光标**

每一个光标都对应一条轨迹，因此光标仅在当前激活窗口中存在轨迹显示时才能激活，

如果关闭当前激活窗口的轨迹显示，相应轨迹的光标和光标功能也自动关闭。激活的光标在对应的屏幕位置以绿色三角指示。

默认情况下，按前面板【峰值】按键，6951E 信号分析仪自动激活光标 1，光标类型为正常标记，光标 1 对应的轨迹为当前选择的轨迹，并将光标的位置放置当前显示区峰值位置。

通过[光标选择]菜单选择其他光标后，信号分析仪自动激活该光标，此时可以对其它光标进行操作。

## 3.6 高级操作指南

这部分介绍了 6951E 信号分析仪相对复杂一些的测量操作过程。


- 使用差值标记比较多个信号.....38
- 测量小信号.....39
- 信道功率测量.....41
- 占用带宽测量.....43
- 邻道功率测量.....44
- 载噪比测量.....46


### 3.6.1 使用差值标记比较多个信号

当两个信号同时出现在一个屏幕上时，信号分析仪的差值标记功能可以得到两个信号的频率差值和幅度差值。

**步骤 1. 设置信号发生器频率为 100MHz，功率 -10dBm，打开射频开关。**

**步骤 2. 设置信号分析仪为频谱分析模式，并复位频谱分析模式：**

- 按【模式】、[频谱分析]。
- 按【复位】。

**步骤 3. 设置信号分析仪中心频率、扫宽、参考电平，以便同时观察到 100MHz 输入信号和它的 200MHz 谐波：**

- 按【频率】、[中心频率]，输入 150MHz。
- 按【频率】、[扫宽]，输入 200MHz。
- 按【幅度】、[参考电平]，输入 0dBm。
- 按【带宽】、[分辨率带宽]，设置分辨率带宽为手动，输入 1kHz。

**步骤 4. 打开一个光标，搜索轨迹峰值：**

- 按【峰值】，确保标记在 100MHz 信号上。
  （峰值菜单中的[左邻峰值]、[右邻峰值]软按键可以方便的使标记从一个峰值移动到另一个峰值。）

**步骤 5. 保留光标位置，激活差值标记：**

- 按【光标】，设置[光标模式]为“差值”。
  光标的位置出现一个紫色的“D1”标记，表示这是一个固定标记（参考点），此标记的位置将保持不变。

**步骤 6. 通过鼠标点击屏幕或使用峰值按键移动光标到另一个信号峰值:**

- 按【峰值】、[次峰值]。
  两个标记之间的幅度和频率的差值在显示区右上角的光标结果区显示。如图 3.34 所示。

图3.19　使用差值标记功能

## 3.6.2 测量小信号

信号分析仪内部产生的噪声决定着信号分析仪测量小信号的能力，用以下几种方法改变测量设置可以提高信号分析仪的测量灵敏度。

**注　意**

输入信号分析仪的所有信号的总功率要确保小于+30dBm（1W）!

### (一) 减小分辨率带宽测量小信号

分辨率带宽影响着信号分析仪内部噪声基底，但对测量的连续波信号的电平没有影响。噪声减小量和分辨率带宽之间的关系可以由下面公式来表述:

$$\Delta L = 10\log\frac{BW_1}{BW_2}$$

其中：ΔL—噪声幅度变化量，dB。

BW1，BW2—不同的分辨率带宽，Hz。

所以当分辨率带宽减小 10 倍，噪声基底下降 10dB。

**步骤 1. 设置信号分析仪为频谱分析模式，并复位频谱分析模式：**

- 按【模式】、[频谱分析]。
- 按【复位】。

**步骤 2. 设定信号发生器，连接信号分析仪：**

- 设定信号发生器的频率为 300MHz，幅度为-80dBm，连接信号发生器的射频输出端到信号分析仪的射频输入端。

**步骤 3. 设定信号分析仪的中心频率、扫宽和参考电平：**

- 按【频率】、[中心频率]，输入 300MHz。
- 按【频率】、[扫宽]，输入 1MHz。
- 按【幅度】、[参考电平]，输入-50dBm。

**步骤 4. 用步进键【↓】减小分辨率带宽：**

- 按【带宽】、[分辨率带宽]，设置分辨率带宽输入模式为手动。
  通过方向键【↓】减小分辨率带宽值，如图 3.20 所示，因为噪声基底降低了，可以看到信号逐渐变得清楚了。
  由于降低分辨率带宽，会造成扫描时间的增加，6951E 信号分析仪中，分辨率带宽在 1Hz~3MHz 以 1,3,10 步进，选择合适的分辨率带宽，可以在扫描时间和分辨率带宽间作出更加精细的折中。

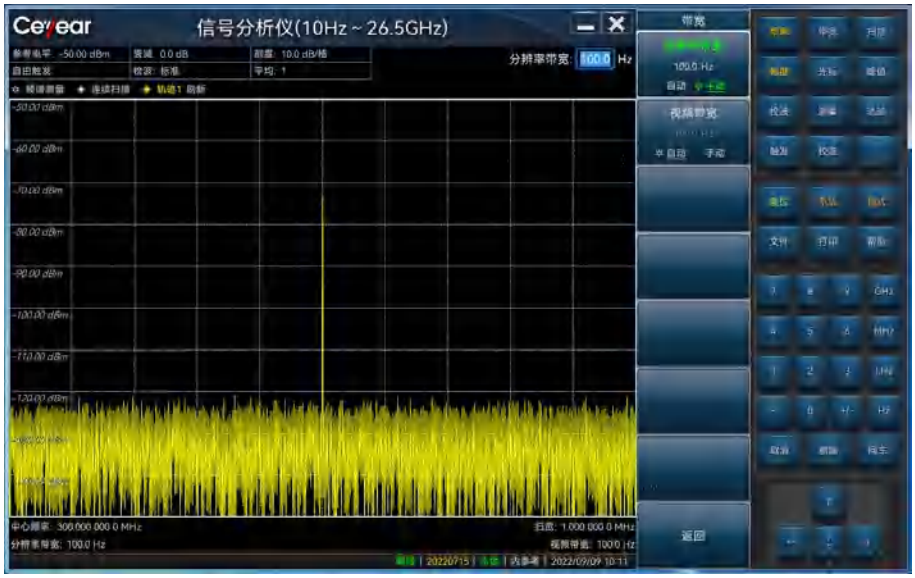


图3.20　减小分辨率带宽测量小信号

## (二) 使用视频平均测量小信号

视频平均是采用数字处理的方法将当前扫描的轨迹点和以前相同轨迹位置的平均值再

做平均。

**步骤 1. 复位信号分析仪:**

- 按【复位】。

**步骤 2. 设定信号发生器，连接信号分析仪:**

- 设定信号发生器的频率为 300MHz，幅度为-80dBm，连接信号发生器的射频输出端到信号分析仪的射频输入端。

**步骤 3. 设定信号分析仪的中心频率、频宽和参考电平:**

- 按【频率】、[中心频率]，输入 300MHz。
- 按【频率】、[扫宽]，输入 5MHz。
- 按【幅度】、[参考电平]，输入-40dBm。

**步骤 4. 将视频平均功能打开:**

- 按【轨迹】、[平均]，显示区上方会显示“轨迹 1 平均”，并显示平均次数。随着仪器对轨迹的不断平均，小信号变得越来越清晰。默认的平均次数是 100 次。

**步骤 5. 设定平均次数为 25 次:**

- 按【扫描】、[平均次数]。
  输入数字 25，按【回车】，或软菜单中[确认]键，如图 3.21。
  此时显示区上方的显示平均的次数变为 25，一旦达到您设置的平均次数，信号分析仪将继续在该数据基础上进行平均运算。

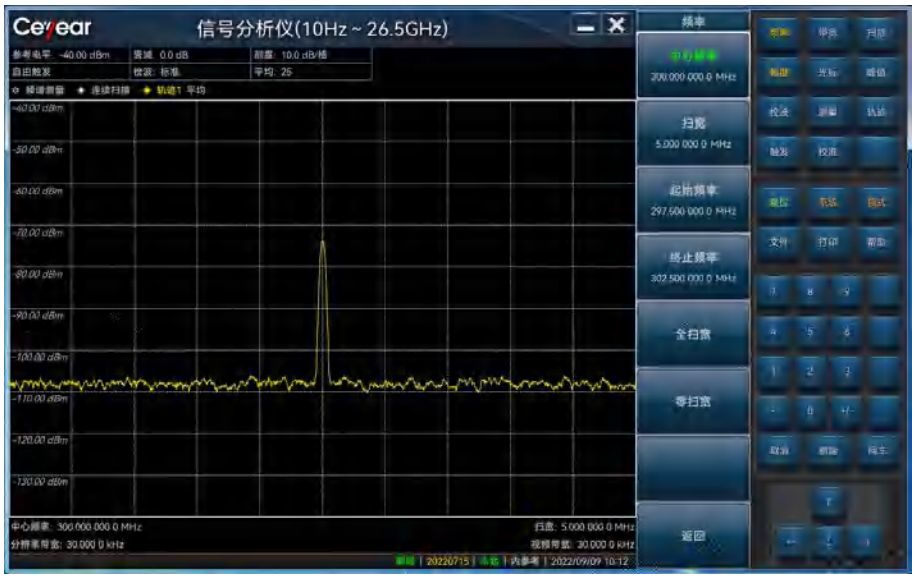


图3.21　采用轨迹平均测量小信号

## 3.6.3 信道功率测量

信道功率用于测量指定的通道带宽下的功率和功率谱密度。显示的一对标记线表示通道

的边沿。用户可以自行设定中心频率、扫宽、积分带宽参数。

在通过【测量】键选择［信道功率］菜单后，软件将自动切换至【测量设置】菜单区，可以配置相关测量参数。

**步骤 1. 按如下设置信号源:**

- 设置模式为矢量调制。
- 设置信号源的频率为 1GHz。
- 设置信号幅度为 0dBm。
- 设置码元速率为 5MHz。

**步骤 2. 将信号源的射频输出端口连接到信号分析仪的射频输入端口。**

**步骤 3. 设置分析仪为频谱分析模式:**

- 按【模式】、[频谱分析]。

**步骤 4. 复位分析仪:**

- 按【复位】键。

**步骤 5. 初始化信道功率测量:**

- 按【测量】、[信道功率]。
  设置测量功能为信道功率测量。

**步骤 6. 设置信号分析仪频率为 1GHz:**

- 设置中心频率 1GHz, 扫宽 10MHz, 积分带宽 6MHz, 检波方式为取样检波。信道功率测量结果显示如图 3.22 所示。图形窗口和文本窗口显示了信道带宽内的绝对功率和平均功率谱密度。

图3.22　信道功率测量结果

### 3.6.4 占用带宽测量

占用带宽积分显示频谱的功率，并且在包含功率特定部分的频率处设置标记。该测量默认情况下为总功率的 99%。首先计算出轨迹中所有信号响应的联合功率。对于占用功率带宽，99%的功率分布在两个竖线标记的里面，1%的功率分布在竖线标记之外。竖线标记之间的差值就是占用 99%功率的带宽。

在通过【测量】键选择［占用带宽］菜单后，软件将自动切换至【测量设置】菜单区，可以配置相关测量参数。

**步骤 1. 按如下设置信号源:**

- 设置模式为矢量调制。
- 设置信号源的频率为 1GHz。
- 设置信号幅度为 0dBm。
- 设置码元速率为 5MHz。

**步骤 2. 将信号源的射频输出端口连接到信号分析仪的射频输入端口。**

**步骤 3. 设置信号分析仪为频谱分析模式:**

- 按【模式】、[频谱分析]。

**步骤 4. 复位分析仪:**

- 按【复位】键。

**步骤 5. 初始化占用带宽测量:**

- 按【测量】、[占用带宽]。
  设置测量功能为占用带宽测量。

**步骤 6. 设置信号分析仪频率为 1GHz:**

- 设置中心频率 1GHz，扫宽 10MHz。
- 设置测量方法为 XdB，XdB 值为-30dB。
- 占用带宽测量结果显示如图 3.23 所示。

**步骤 7. 设置测量方法:**

- 按[测量方法]，设置为 XdB。
- 按[XdB]，输入 XdB 值为-30dB。
  占用带宽测量结果显示如图 3.23 所示。

图3.23　占用带宽测量结果

## 3.6.5 邻道功率测量

邻道功率用来表示泄露到邻近信道的功率。

选择带宽积分法，执行一次轨迹扫描，计算出相对于每个偏移的带内功率。根据选择的参考类型，结果显示为相应的总功率或功率谱密度。

在通过【测量】键选择［邻道功率］菜单后，软件将自动切换至【测量设置】菜单区，可以配置相关测量参数。

**步骤 1. 按如下设置信号源:**

- 设置模式为矢量调制。
- 设置信号源的频率为 1GHz。
- 设置信号幅度为 0dBm。
- 设置码元速率为 5MHz。

**步骤 2. 将信号源的射频输出端口连接到信号分析仪的射频输入端口。**

**步骤 3. 设置信号分析仪为频谱分析模式:**

- 按【模式】、[频谱分析]。

**步骤 4. 复位信号分析仪:**

- 按【复位】键。

**步骤 5. 初始化邻道功率测量:**

- 按【测量】、[邻道功率]。
  设置测量功能为邻道功率测量。

**步骤 6. 设置分析仪频率为 1GHz:**

- 设置中心频率 1GHz，扫宽 20MHz，主信道带宽 6MHz，偏移频率 5MHz，检波方式为取样检波。

  邻道功率测量结果显示如图 3.24 所示。其它测量参数采用默认设置。

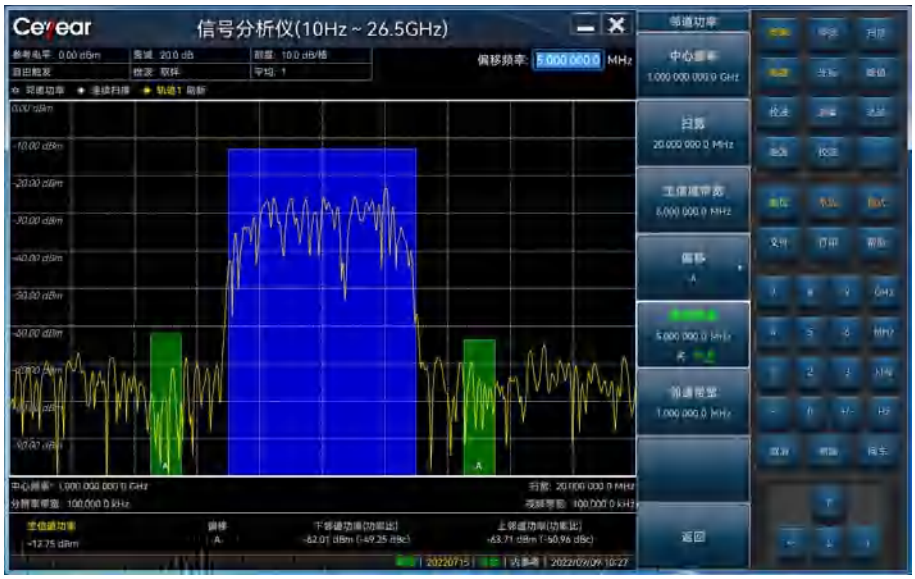


图3.24　邻道功率测量结果

**步骤 7. 定义一个新的偏移:**

- 按[偏移]、[B]。

  选择一个新的偏移信道 B。

- 按[偏移频率 开 关]。

  设置偏移频率为开状态，并输入 8MHz。

图3.25　测量第二邻道

## 3.6.6 载噪比测量

信号分析仪提供了载噪比功能测量，该功能用于测量载波功率与噪声功率的比值。

在通过【测量】键选择［载噪比］菜单后，软件将自动切换至【测量设置】菜单区，可以配置相关测量参数。

**步骤 1. 按如下设置信号源:**

- 设置模式为矢量调制。
- 设置信号源的频率为 1GHz。
- 设置信号幅度为 0dBm。
- 设置码元速率为 5MHz。

**步骤 2. 将信号源的射频输出端口连接到信号分析仪的射频输入端口。**

**步骤 3. 设置分析仪为频谱分析模式:**

- 按【模式】、[频谱分析]。

**步骤 4. 复位分析仪:**

- 按【复位】键。

**步骤 5. 初始化载噪比测量:**

- 按【测量】、[载噪比]。
  设置测量功能为载噪比测量。

**步骤 6. 设置信号分析仪频率为 1GHz:**

- 设置中心频率 1GHz，扫宽 10MHz，载波带宽 6MHz，频率偏移 4MHz。
  载噪比测量结果显示如图 3.26 所示。图形窗口和文本窗口显示了载波功率、噪声功率和载噪比值。

图3.26　载噪比测量结果

### 3.6.7 模拟解调分析

信号分析仪提供了模拟解调分析模式，该功能可以对以下三种调制类型进行解调和测量：幅度调制(AM)、频率调制(FM)、相位调制信号(PM)，得到模拟调制信号的调制特性。。

在通过【模式】键选择[模拟解调分析]菜单后，软件将切换至模拟解调分析测量模式。

**步骤 1. 按如下设置信号源：**

- 设置频率 1GHz，功率-10dBm；
- 设置调制方式为 FM 调制，调制率 10kHz，调制偏移 50kHz。

**步骤 2. 将信号源的射频输出端口连接到信号分析仪的射频输入端口。**

**步骤 3. 设置分析仪为模拟解调分析模式：**

- 按【模式】，选择[模拟解调分析]。

**步骤 4. 根据被测信号设置中心频率、参考电平：**

- 按【频率】，选择[中心频率]，输入 1GHz。
- 按【幅度】，选择[参考电平]，输入-10dBm。

**步骤 5. 设置解调类型为 FM 解调，界面上默认显示的视图为调制参数图和射频图谱，然后打开其它显示窗口：**

- 按【解调】，选择[调制类型]，选择[FM]。
- 按【显示】，选择[预设]，选择[全部显示]。

注：解调参数表在小窗口下可能显示不完整，此时可以按住鼠标在窗口中间进行拖动，窗口内容会随之移动，可查看未完全显示的窗口内容。

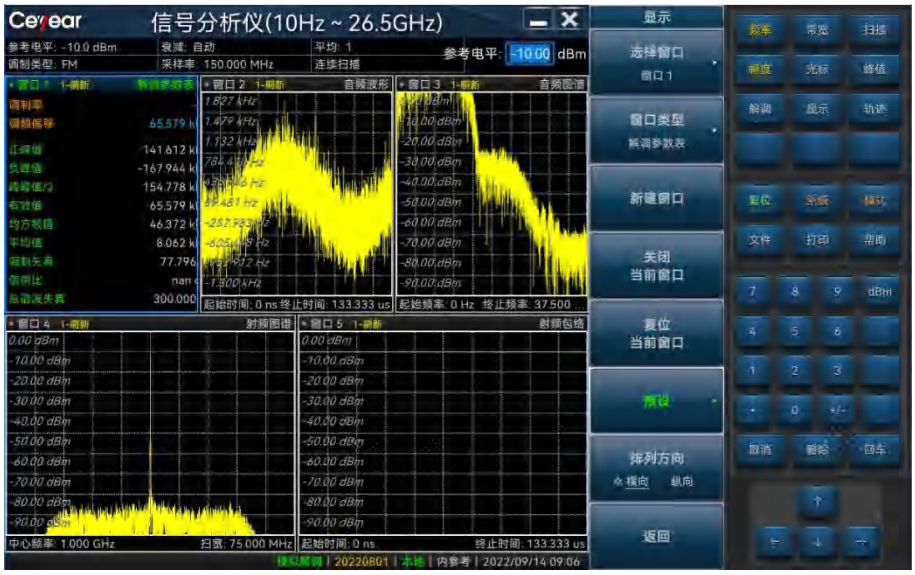


图3.27　显示全部窗口

**步骤 6.设置解调时间 10ms，使音频波形图中显示更多个信号周期：**

- 按【扫描】，选择[扫描时间]，设置扫描时间为手动，输入 10ms。

图3.28　改变扫描时间后的测量结果

**步骤 7.　如图 3.28 所示，信号在测量带宽中只占了很小的一部分，意味着噪声和其他信号也被包含到了测量结果中，会影响测量结果的准确度。因此，将采样率减小为 500kHz，如图 3.29 所示：**

- 按【带宽】，选择[采样率]，输入 500kHz。

图3.29　改变采样率后的测量结果

**步骤 8.　设置音频波形图刻度。每个视图的刻度都是可以独立设置的。刻度的设置有两种方式：自动、手动。**

- 点击显示区第二个窗口，设置当前激活窗口为窗口 2。
- 自动设置：按【幅度】键，选择[自动刻度]，根据当前窗口的测量结果，自动设置参考值和刻度的参数，使轨迹显示在视图的中间位置。

- 手动设置：按【幅度】键，选择[参考值]，选择[参考值]，输入 15Hz；选择[刻度/格]，输入 3Hz。

图3.30　改变窗口刻度

## 3.6.8 噪声系数分析

信号分析仪提供了噪声系数分析模式，该功能可以测量微波毫米波放大器、混频器、衰减器等器部件和接收机前端的噪声系数和增益等参数，适用于电台、通信等领域科研、生产、试验和技术保障测试。

在通过【模式】键选择[噪声系数分析]菜单后，软件将切换至噪声系数分析测量模式。

**步骤 1. 设置分析仪为噪声系数分析模式：**

- 按【模式】，选择[噪声系数分析]。

**步骤 2. 根据被测件设置测量频点：**

- 按【频率】，选择[频率模式]，选择[扫描]。
- 按【频率】，选择[起始频率]，输入 1GHz。
- 按【频率】，选择[终止频率]，输入 26GHz。
- 按【频率】，选择[扫描点数]，输入 26。

**步骤 3. 按如下方式连接噪声源和信号分析仪：**

- 如图 3.31，用 BNC 电缆将标准噪声源和信号分析仪噪声源驱动输入端口连接，然后将噪声源输出连接至信号分析仪的射频输入端口。

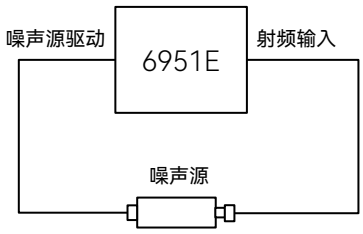


图3.31　噪声源校准连接图

**步骤 4. 进行校准:**

- 按【校准】，点击[校准]，等待校准完成，校准完成后[修正]菜单会自动切换为开。

**步骤 5. 设置显示格式:**

- 按【格式】，设置[显示格式]为表格;
- 由于未接入被测件，此时噪声系数和增益显示值接近于 0dB，表格显示如图 3.32。

图3.32　校准完成后的表格显示结果

**步骤 6. 接入被测件（以 6dB 衰减器为例）:**

- 按图 3.33 所示连接，将 6dB 衰减器接入噪声源和信号分析仪射频输入端口之间。

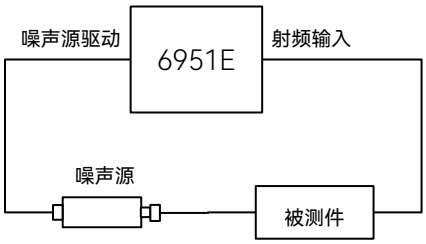


图3.33　连接被测件进行测量

**步骤 7. 获取测量结果:**

- 如图 3.33 所示，显示区的测量结果在接入被测件后随之改变。

图3.34　测量结果的表格显示

# 4 菜单

下面详细介绍仪器菜单，也是 6951E 型信号分析仪主要的菜单操作模式。点击菜单栏的任意一项，都将出现一列子菜单。子菜单将列出更多的功能。点击对应的子菜单，这些功能将被激活。

下面将依次列出信号分析仪包含的所有菜单结构及其详细菜单说明。


- 菜单结构.....52
- 菜单说明.....52


## 4.1 菜单结构

6951E 信号分析仪软件菜单包括：频率、幅度、带宽、扫描、检波、测量、解调、光标、峰值、轨迹、显示、触发、模式、系统、文件等菜单。4.2 节将依次列出所有菜单结构及其详细菜单说明。

## 4.2 菜单说明

本节详细介绍菜单项功能，参数等信息。


- 通用菜单.....52
- 模式.....54
- 频谱分析模式.....54
- 模拟解调分析模式.....66
- 噪声系数分析模式.....71


### 4.2.1 通用菜单

通用功能包括复位功能、系统功能、文件功能、打印功能与帮助功能。

#### 4.2.1.1 复位功能

利用【复位】按键，将仪器的当前测量模式恢复到预先设定的状态并开始测量。可复位的预设状态包括出厂状态、用户保存状态、前次关闭状态 3 种方式，在【系统】→[复位]→[复位模式]下可以配置。

#### 4.2.1.2 系统功能

系统功能菜单可以配置软件的端口号（远程控制）、端口 IP（远程控制）、界面刷新率、复位模式、耦合方式等。点击[温度监测]软菜单可以打开模块温度监测窗口。点击[关于]软菜单查看当前软件的版本信息。

图4.1　系统功能菜单

#### 4.2.1.3 文件功能

信号分析仪提供存储和调用仪器测量状态（数据）功能，方便用户还原需要的测量状态再次观测评估以及存储需要的测量数据，以便进一步分析。通过【文件】按键，进入文件功能菜单。

图4.2　文件功能菜单

#### 4.2.1.4 打印功能

点击【打印】按键，将当前显示区内容输出至系统打印机。

#### 4.2.1.5 帮助功能

点击【帮助】按键，软件自动打开帮助文档。

### 4.2.2 模式

6951E 信号分析模块上位机软件可分为频谱分析模式、模拟解调分析模式、噪声系数分析模式三种分析模式。

图4.3　模式菜单

### 4.2.3 频谱分析模式

#### 4.2.3.1 频率

面板【频率】键用来设置信号/频谱分析仪的频率相关参数，其软菜单包括[中心频率]、[扫宽]、[起始频率]、[终止频率]、[全扫宽]、[零扫宽]。

用户可以通过[起始频率]和[终止频率]设置频率测量范围，也可以通过[中心频率]和[扫宽]设置频率测量范围。按下【频率】键后，激活[中心频率]、[起始频率]、[终止频率]等软

菜单中的任何一个，相应的参数输入区都会显示当前的参数值。

**1） 起始频率、终止频率控制**

起始频率、终止频率控制是对输入的频率数据进行处理，实现频谱分析模式下的频率控制，起始、终止频率范围：10Hz ~ 26.5GHz，数据精度为：0.1Hz。

**2） 中心频率、扫宽控制**

中心频率、扫宽控制是对输入的频率、扫宽数据进行处理，实现频谱分析模式下的频率控制，中心频率、扫宽范围：10Hz ~ 26.5GHz，数据精度为：0.1Hz。

**3） 全扫宽、零扫宽设置**

频率扫描宽度分为两种：全扫宽与零扫宽。频率扫宽范围为 0Hz（零扫宽），10Hz ~ 26.5GHz。

图4.4　频率功能菜单

#### 4.2.3.2 幅度

设置参考电平、衰减器、刻度类型、刻度大小、单位。与幅度测量结果相关联的、表征合理地赋予幅度测量值分散性的参数。影响幅度测量准确度的因素包括频率响应、显示保真度、输入衰减器转换误差、中频增益、刻度因子和分辨率带宽等。参考电平控制是对输入的参考电平数据进行处理，通过控制通道中的放大器和衰减器实现频谱分析模式下的通道功率控制。

**1） 参考电平设置**

参考电平设置关联衰减器的设置，也可手动设置衰减。

a） 按【幅度】→[参考电平]；

b） 用数字键输入参考电平值，按对应软键选择参考电平的单位，也可上下键或旋轮对

参考电平进行调整。

2） 衰减设置

频谱测量模式下的衰减与当前参考电平设置值关联，当参考电平大于等于 0dBm 时，可设置 10~70dB 衰减器，当参考电平小于 0dBm 时，可以设置 0dB 衰减器。

a） 按【幅度】→[衰减器自动/手动]，自动模式下衰减值与参考电平关联，手动模式下可以由用户设置。

b） 用数字键输入衰减值，也可用上下键改变，衰减器的设置范围从 0dB 到 70dB，10dB 步进。

3） 低噪放设置

用来控制前置放大器的开关状态，只能在参考电平低于-40dBm 时开启。

4） 刻度/格设置

用于改变纵坐标刻度类型：按【幅度】→[刻度/格]，菜单用于设置纵坐标每格的刻度值。可以在 0.1dB/格至 100dB/格之间选择。默认值为 10dB/格。

5） 刻度类型设置

选择纵轴刻度类型对数或线性刻度。对数刻度一般以 dBm 为单位，线性刻度一般都以 mV 为单位，其它的单位类型通过纵轴刻度单位手动选择。

6） 刻度单位设置

选择纵轴的单位包括[dBm]、[dBmV]、[dBmA]、[W]、[V]、[A]、[dBμV]、[dBμA]，仪器将根据纵轴刻度单位自动换算轨迹数据和标记读数。

图4.5 幅度功能菜单

#### 4.2.3.3 检波

检波类型控制是对采集的频谱数据进行检波处理，显示频谱曲线。检波功能包括标准（即正常）、正峰值、取样（即采样）、对数功率平均（即视频平均）、有效值平均（即功率平均）和电压平均。

1） 标准检波

从分配到每个轨迹点的采样数据中取最大值和最小值，并同时显示出来。

2） 正峰值检波

从分配到每个轨迹点的采样数据中取一个最大值显示出来。

3） 负峰值检波

从分配到每个轨迹点的采样数据中取一个最小值显示出来。

4） 取样值检波

从分配到每个轨迹点的采样数据中取最后一个值显示出来。

5） 对数功率平均检波

对分配到每个轨迹点的所有数据求对数功率平均值。

6） 有效值平均检波

计算分配到每个轨迹点的所有采样数据的均方值。

7） 电压平均检波

对分配到每个轨迹点的所有采样数据做线性平均。

图4.6　检波功能菜单

#### 4.2.3.4 触发

选择扫描或测量的触发方式，包括[自由触发]、[功率触发]、[外部触发]、[射频触发]。对于不同的触发，显示屏幕的参数提示区会显示不同的表示。

1）[自由触发]

当上一次连续扫描或单扫结束后设置自由触发则开始一次新的扫描或测量。

2）[功率触发]

将触发模式设置为功率触发。只要输入触发信号的正斜坡部分通过了由 [触发极性 正 负]命令设定的功率触发电平，就会触发扫描。触发电平值可通过数字键、上下键进行设置。

3）[外部触发]

设置触发模式为外部触发信号。

4） [触发极性 正 负]

设置触发信号的触发极性。

5）[触发延迟 开 关]

设置信号触发延迟时间。

图4.7 触发功能菜单

#### 4.2.3.5 带宽

带宽控制包括分辨率带宽与视频带宽。

1） 分辨率带宽控制

分辨率带宽控制是对输入的分辨率带宽数据进行处理，通过配置抽取比实现频谱分析模式的中频抽取滤波控制，分辨率带宽的设置范围为 1Hz 至 3MHz（1,3,10 步进）、4、5、6、8MHz。对分辨率带宽数据进行处理，通过配置抽取比实现频谱分析模式的中频抽取滤波控制。

2） 视频带宽控制

视频带宽滤波器用于对迹线进行平滑，以提高频谱分析仪在噪声信号中检测微弱信号的能力。减小视频带宽，频谱分析仪显示的结果是噪声基底压缩为一条单薄的线迹，而线迹的位置保持不变，视频带宽不影响频谱分析仪的频率分辨率，但在测量小功率信号时，视频带宽改善了识别能力和再现性，不过选择小的视频带宽将会增加扫描时间。频谱分析仪支持可变的视频带宽设置，范围 10kHz~3MHz（1,3,10 步进）、4、5、6、8MHz，可用数字键、上下键改变视频带宽。设置视频带宽的操作为：

a） 按【带宽】→[视频带宽自动/手动]；

b） 用数字键输入视频带宽值，按对应软键选择单位；也可以按【↑】【↓】来改变视频带宽。

当改变视频带宽后，视频带宽的模式由自动变为手动。在自动模式下，视频带宽将根据分辨率带宽的设置而自适应改变。

图4.8　带宽功能菜单

#### 4.2.3.6 光标

有关光标的相关设置，包括光标选择、光标开关、光标显示方式等设置。在基本设置区点击【光标】键，在屏幕轨迹上会显示绿色三角形块光标，并在显示区右上角显示当前光标的频率和幅度值。同时软键菜单会调出光标相关菜单。

菜单说明

1） 光标选择

信号分析仪提供了 3 个光标，可以按[光标 1/2/3]键进行切换选择当前光标，在屏幕显示上分别以标号区分。所有光标上方均以 M1 或 M2 或 M3 标记当前光标记号，当显示为差值光标时，差值光标上方的记号显示为 D1 或 D2 或 D3。

2） 光标开关

按[光标 开/关]键可以设置当前光标的开关状态。

3） 光标模式设置

按[光标模式 标准/差值]键可以进行当前光标标准模式和差值模式的切换，用上下键或者数字键可以移动当前活动光标。

4） 光标→某位置

a) 按[光标—>>]→[光标→中心]，将当前光标值置为中心频率值；
b) 按[光标—>>]→[光标→参考]，将当前光标幅度值置为参考电平值；
c) 按[光标—>>]→[光标→起始]，将当前光标值置为起始频率值；
d) 按[光标—>>]→[光标→终止]，将当前光标值置为终止频率值。

5） 光标功能设置

按[光标功能>>]键，软键菜单可弹出噪声光标和峰值追踪设置选项。

噪声光标是用其值来表示 1Hz 等效噪声带宽内噪声电平的一种标记。

按[噪声光标 开/关]键即可进行噪声光标开或关的切换，当噪声光标开时，当前所有打开的光标的幅度值显示为 1Hz 带宽的噪声电平或噪声电平差值。

按[峰值追踪 开/关]键可以对光标进行峰值追踪的设定。也就是光标随着轨迹的刷新不断的搜索峰值点。

6） 光标轨迹选择

按[光标轨迹 1/2/3]键即可进行当前光标指示轨迹的设定，每个光标只可显示一条轨迹的光标数据。

7） 关闭所有光标

关闭所有光标显示。

图4.9 光标功能菜单

#### 4.2.3.7 测量

测量功能包括频谱测量、信道功率、占用带宽、邻道功率与载噪比功能。

**1） 频谱测量**

开机后，选择进入频谱测量界面，设置步骤如下：

a） 设置参考电平

在基本设置区中按【幅度】键，软键菜单显示与幅度有关的设置选项，按[参考电平]软键，设置参考电平为 10dBm。上下键也可改变参考电平值。

b） 设置中心频率

在基本设置区中按【频率】键，软键菜单显示与频率有关的设置选项，按[中心频率]软键，设置中心频率为 300MHz。用输入区的键直接输入【3】、【0】、【0】，然后按软菜单对应的[MHz]按键，这些数字键可对当前参数设置确切的值，上下键也可用于改变中心频率值。

c） 设置扫宽

在基本设置区中按【频率】键，软键菜单显示与频率有关的设置选项，按[扫宽]软键，设置扫宽为 20MHz。用输入区的键直接输入【2】、【0】，然后按软菜单对应的[MHz]按键，这些数字键可对当前参数设置确切的值，上下键也可用于改变扫宽值。

d） 激活光标

在基本设置区中按【峰值】键即可激活光标 1 并将光标置于显示屏幕上信号的峰值位

置，在顶部信息显示区可看到光标的频率、幅度信息。

e） 保存测量结果

如果以图像格式保存，在系统控制区中按【文件】，设置[保存类型]为[图像]，按[保存]软键，即可将测量结果以图像格式保存。

图4.10 测量功能菜单

**2） 信道功率**

信道功率用于测量指定的通道带宽下的功率和功率谱密度。显示的一对标记表示通道的边沿。用户可以自行设定中心频率、参考电平、积分带宽参数测量结果显示总功率(dBm)和功率谱密度(dBm/Hz)。

**3） 占用带宽**

占用带宽积分显示频谱的功率，并且在包含功率特定部分的频率处设置标记。该测量默认情况下为总功率的 99%。首先计算出轨迹中所有信号响应的联合功率。对于占用功率带宽，99%的功率分布在两个竖线标记的里面，1%的功率分布在竖线标记之外。竖线标记之间的差值就是占用 99%功率的带宽。

**4） 邻道功率**

邻道功率用来表示泄露到邻近信道的功率。根据选择不同的无线通信准，邻道功率测量可以用来测量不同类型的信号。选择带宽积分法，执行一次轨迹扫描，计算出相对于每个偏移的带内功率。根据选择的参考类型，结果显示为相应的总功率或功率谱密度。用户可以选择频谱显示或柱状图显示方式来观察测量结果。

**5） 载噪比**

频谱分析仪提供了载噪比功能测量，该功能用于测量载波功率与噪声功率的比值。

#### 4.2.3.8 扫描

扫描控制包括以下控制：

1）[扫描时间 自动 手动]：

零扫宽状态下可用。按【扫描】→[扫描时间 自动 手动]，将设置扫描时间在自动和手动之间切换。扫描时间自动情况下，当改变采样率时，扫频速度也随着改变。采样率的值越大，扫描速度越快，采样率的值越小，扫描速度越慢。信号分析仪扫描时间在满足最小扫描时间限制的情况下，零扫宽最大可以设置到 6000 秒。

2）[扫描方式 连续 单次]：

按【扫描】→[扫描类型 连续 单次]，扫描类型设置决定了扫描的方式及何时停止扫描进入保持状态。按[扫描 连续 单次]选择连续开关状态时，将激活连续扫描模式，连续扫描也是默认的扫描控制方式，按[扫描 连续 单次]选择单次开关状态时，将激活单次扫描。

3）[扫描点数]：

非零扫宽状态下可用。按【扫描】→[扫描点数]，可选择扫描点数为 1~40001。

4）[平均次数]：

按【扫描】→[平均次数]，可设置轨迹平均状态下的最大平均次数。

图4.11 扫描功能菜单

#### 4.2.3.9 峰值

在基本设置区点击【峰值】键，可以将当前活动光标设置到测量迹线的最高点，并在屏幕的右上角显示此光标的频率和幅度值。同时软键菜单会调出峰值相关菜单。【峰值】菜单

**菜单说明**

提供了[峰值]、[次峰值]、[右邻峰值]、[左邻峰值]、[最大值]、[最小值]软键用于光标的高级搜索功能。功能如下:

1） **[峰值搜索]**:

按【峰值】→[峰值搜索]，开始峰值搜索功能。

2） **[次峰值]**:

按【峰值】→[次峰值]，将活动光标移到迹线上与当前光标位置相联系的下一个最高点处。

3） **[左邻峰值]**:

按【峰值】→[左邻峰值]，寻找当前光标位置左边的下一个峰值。

4） **[右邻峰值]**:

按【峰值】→[右邻峰值]，寻找当前光标位置右边的下一个峰值。

5） **[最大值]**:

将一个光标放置到迹线的最高点，并在屏幕的右上角显示此光标的频率和幅度。按下此键，并不改变已激活的功能。

6） **[最小值]**:

按【峰值】→[最小值]，将一个光标放置到迹线的最低点，并在屏幕的右上角显示此光标的频率和幅度。按下此键，并不改变已激活的功能。

7） **[频标→中心]**:

按【峰值】→[频标→中心]，设置中心频率等于光标频率，此功能可快速将信号移到屏幕的中心位置。

图4.12　峰值功能菜单

#### 4.2.3.10 轨迹

在基本设置区点击【轨迹】键，软键菜单会调出轨迹相关菜单。

1）[轨迹 1/2/3]

按[轨迹 1/2/3]键可以进行轨迹的选择，选择哪条轨迹，下划线就在哪条轨迹的编号下面。信号分析仪提供最多 3 条轨迹的显示，轨迹 1 以黄色迹线显示，轨迹 2 以蓝色迹线显示，轨迹 3 以绿色迹线显示。

2）[刷新显示]

按[刷新显示]键当前选择轨迹会刷新先前显示的迹线的所有数据并持续显示在扫描方式设置的扫描状态。

3）[最大保持]

按[最大保持]键对所选择的迹线上的点保持其最大值，并用每次扫描中检波出的新的最大值进行更新。

4）[最小保持]

按[最小保持]键对所选择的迹线上的点保持其最小大值，并用每次扫描中检波出的新的最小值进行更新。

5）[显示保持]

按[显示保持]键保持和显示所选迹线的幅度数据，但在扫描时并不进行更新。

6）[隐藏显示]

按[隐藏显示]键信号只做后台处理而不在屏幕上显示。

图4.13　轨迹功能菜单

## 4.2.4 模拟解调分析模式

### 4.2.4.1 频率

面板【频率】键用来设置信号/频谱分析仪的频率相关参数，其软菜单包括[中心频率]、[扫宽]。

用户可以通过[中心频率]和[扫宽]设置频率测量范围。按下【频率】键后，激活[中心频率]或[扫宽]软菜单，相应的参数输入区都会显示当前的参数值，数值范围：10Hz ~ 26.5GHz，数据精度为：0.1Hz。

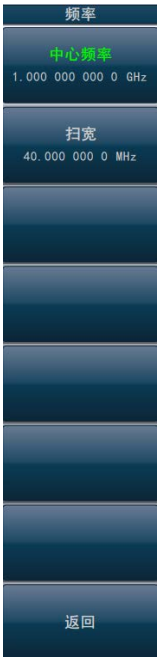


图4.14　频率功能菜单

### 4.2.4.2 幅度

1）**参考电平设置**

参见章节 4.2.3.2。

2）**衰减设置**

参见章节 4.2.3.2。

3）**低噪放设置**

参见章节 4.2.3.2。

4）**参考值设置**

设置当前活动窗口的参考值，参考值对应坐标网格纵轴的顶部。

5） 刻度/格设置

设置当前活动窗口纵轴每格的刻度值。

6） 自动刻度

软件根据当前窗口显示数据大小自动设置窗口的参考值、刻度/格参数。仅在按下该软菜单按键时，仪器才进行一次自动刻度操作。此操作仅对当前活动窗口进行。

图4.15 幅度功能菜单

#### 4.2.4.3 带宽

1） 采样率设置

设置当前采集 IQ 数据的采样率。

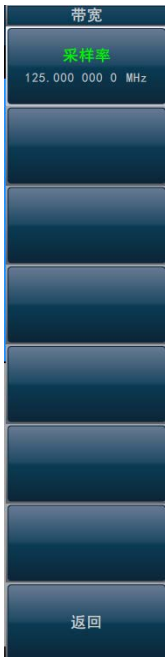


图4.16　带宽功能菜单

#### 4.2.4.4 扫描

1）扫描时间设置

参见章节 4.2.3.8。

2）扫描点数设置

扫描时间手动时可用，设置当前采样率下采集 IQ 数据的长度，输入数值后扫描时间同步改变。

3）扫描方式设置

参见章节 4.2.3.8。

4）平均次数设置

参见章节 4.2.3.8。

图4.17　扫描功能菜单

#### 4.2.4.5 光标

光标功能参见章节 4.2.3.6。

#### 4.2.4.6 峰值

峰值功能参见章节 4.2.3.9。

#### 4.2.4.7 解调

1）**调制类型设置**

设置当前的解调类型，可设置为 AM、FM、PM。

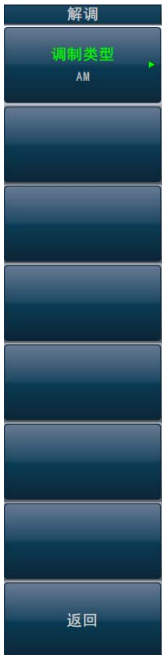


图4.18　解调功能菜单

#### 4.2.4.8 显示

1）**选择窗口**

设置当前的活动窗口，通过鼠标点击显示区各个窗口也可实现同样效果。

2）**窗口类型设置**

设置当前活动窗口的显示内容。

3）**新建窗口**

在显示区打开一个新的窗口，第一次打开的窗口将以预设内容进行显示。

4）**关闭当前窗口**

关闭当前活动窗口。

5）**复位当前窗口**

将当前活动窗口设置参数还原为预设状态。

6）**预设**

用户可选择预设的窗口布局方式，选择后窗口数量与显示内容都会变更为对应的预设状态。

7）**排列方向**

设置窗口在显示区内的排列方向。

图4.19　显示功能菜单

#### 4.2.4.9 轨迹

轨迹功能参见章节 4.2.3.10。

### 4.2.5 噪声系数分析模式

#### 4.2.5.1 频率

当设置[频率模式]时，起始频率和终止频率会出现在显示区下方的测量设置信息显示区中。

输入频率值时，用显示的菜单键指定 Hz、kHz、MHz 或 GHz 单位。

1） **频率模式**

噪声系数分析模式提供扫描、点频和列表三种频率模式供用户选择。

[扫描] 根据设定频率范围和测量点数确定测量频率，此为默认设置。

[列表] 从频率列表中获得测量频率。

[点频] 对固定频率进行测量。

2） **扫描频率模式控制**

通过[中心频率]、[扫宽]、[起始频率]、[终止频率]设置测量的频率范围。

通过[扫描点数]设置离散等距离测量频率点数。最小点数为 2，最大点数为 401，默认值为 11。

3） 点频频率模式控制

设置[点频频率]，其数值在测量设置信息显示区中分别显示为起始频率值和终止频率值。

4） 列表频率模式控制

按[频率列表]软键进入频率列表编辑界面，创建或编辑频率列表。在频率列表输入进行测量的频率点。频率列表限制为 401 个条目，总点数显示在测量设置信息显示区中，频率按从低到高的顺序自动存储。

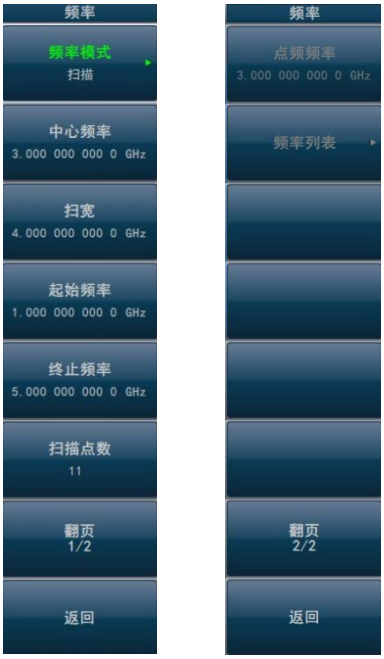


图4.20　频率功能菜单

### 4.2.5.2 标尺

1） 轨迹选择

设置当前的活动轨迹，通过鼠标点击显示区各个窗口也可实现同样效果。

2） 参考值设置

参见章节 4.2.3.2。

3） 刻度/格设置

参见章节 4.2.3.2。

4） 自动刻度

参见章节 4.2.4.2。

图4.21　标尺功能菜单

#### 4.2.5.3 带宽

分辨率带宽参见章节 4.2.3.5。

#### 4.2.5.4 扫描

扫描方式参见章节 4.2.3.8。

#### 4.2.5.5 光标

光标功能参见章节 4.2.3.6。

#### 4.2.5.6 峰值

峰值功能参见章节 4.2.3.9。

#### 4.2.5.7 参数

1） 轨迹选择

参见章节 4.2.5.2。

2） 轨迹参数

设置活动轨迹的显示参数类型，设置的显示参数适用于所有显示格式。

[噪声系数] 按该键选择噪声系数为测量结果的显示参数。

[增益] 按该键选择增益为测量结果的显示参数。

[Y 因子] 按该键选择 Y 因子为测量结果的显示参数。

[等效温度] 按该键选择等效温度为测量结果的显示参数。

[热功率] 按该键选择热功率为测量结果的显示参数。

[冷功率] 按该键选择冷功率为测量结果的显示参数。

图4.22 参数功能菜单

### 4.2.5.8 格式

1） 显示格式

设置轨迹的测量结果显示方式，可选择以图形显示或以表格数值显示。

图4.23　格式功能菜单

#### 4.2.5.9 超噪比

1） ENR 模式

可选择[ENR 模式]为“表格”或“固定”方式，默认设置时[ENR 模式]为“表格”方式，当设置[ENR 模式]为“固定”方式时，使用[固定值]菜单键设置单一的超噪比数值，超噪比表中数据无效。

2） 共用表

[共用表]默认值设置为“开”状态。当设置[共用表]为“开”状态时，在测量和校准过程中都使用相同的测量 ENR 表数据。当设置[共用表]为“关”状态时，在测量和校准过程中使用不同的噪声源超噪比数据。

3） ENR 表格/校准表格

点击[ENR 表格]软件进入 ENR 表格的编辑菜单，用于输入、更改或核实超噪比表中的数据、噪声源型号和噪声源序号等。

当设置[共用表]为“关”状态时，在测量和校准过程中使用不同的噪声源超噪比数据。此时测量表格和校准表格可分别编辑处理。

4） 固定值

必须设置[ENR 模式]为“固定”状态，此菜单才能有效，默认值是固定值 15.20dB。该数值在校准和测量过程中应用于整个频率范围。

5） 冷温度

[冷温度]默认冷温度值 296.50K。

图4.24 超噪比功能菜单

#### 4.2.5.10 补偿

校准后由于附加的电缆连接，被测件前和/或后会增加额外的损耗，此时需要启用损耗补偿功能。该损耗值可以是一个适用于所有频率的单一固定损耗值，或是适用于整个频率范围的频率/损耗对应的损耗补偿表格。

1） DUT 前

用于 DUT 前补偿类型的选择，默认时[DUT 前]为“关”状态。

[关] 按该菜单键，关闭 DUT 前的损耗补偿功能。

[固定] 按该菜单键设定补偿类型为固定，即对被测件前的损耗指定一个适用于所有频率的固定损耗值。

[表格] 按该菜单键设定补偿类型为表格，即采用不同频率点对应不同损耗值的损耗补偿表格设置被测件前的损耗。

2） 固定值（DUT 前）

该菜单键只有在[DUT 前]补偿类型设置为“固定”时才有效。用数字小键盘输入补偿值，按对应的[dB]单位键完成输入。固定值的下限为-100.00dB，上限为 100.00dB，默认为 0.00dB。

3） 温度（DUT 前）

该菜单键只有在[DUT 前]补偿类型设置为“固定”或“表格”时才有效。用数字小键盘输入温度值，按对应的[K]单位键完成输入。温度下限为 0.00K，上限为 296,50000.0K，默认值为 290.00K。

4） DUT 后

该菜单键用于 DUT 后补偿类型的选择，默认时[DUT 后]为“关”状态。

[关] 按该菜单键，关闭 DUT 后的损耗补偿功能。

[固定] 按该菜单键设定补偿类型为固定，即对被测件后的损耗指定一个适用于所有频率的固定损耗值。

[表格] 按该菜单键设定补偿类型为表格，即采用不同频率点对应不同损耗值的损耗补偿表格设置被测件后的损耗。

### 5）固定值（DUT 后）

该菜单键只有在[DUT 后]的补偿类型设置为“固定”时才有效。用数字小键盘输入补偿值，按对应的[dB]单位键完成输入。固定值的下限为-100.00dB，上限为 100.00dB，默认为 0.00dB。

### 6）温度（DUT 后）

该菜单键只有在[DUT 后]补偿类型设置为“固定”或“表格”时才有效。用数字小键盘输入温度值，按对应的[K]单位键完成输入。温度下限为 0.00K，上限为 29650000.0K，默认值为 290.00K。

### 7）[损耗补偿表]

该键只有设置[DUT 前]或[DUT 后]的补偿类型设置为“表格”时才有效。该键进入 DUT 前表格或 DUT 后表格的编辑菜单。

图4.25　补偿功能菜单

# 5 远程控制

本章提供了通过远程控制方式操作 6952A 信号分析仪的基础信息，以方便用户实现远程控制操作。具体内容包括：


- 远程控制基础.....79
- 仪器程控端口与配置.....92


## 5.1 远程控制基础


- 程控接口.....79
- 消息.....81
- SCPI命令.....81
- 命令序列与同步.....88
- 状态报告系统.....89
- 编程注意事项.....92


### 5.1.1 程控接口

6951E 信号分析仪支持 LAN 远程控制接口。如下表说明：

表5.1　远程控制接口类型和VISA寻址字符串

| 程控接口 | VISA 地址字符串（注释 1） | 说 明 |
|---|---|---|
| LAN (Local Area Network) | **VXI-11 协议:**<br>TCPIP::host_address[::LAN_device_name][::INSTR]<br>**原始套接字协议:**<br>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：5.1.2.1 LAN 接口 |

注释 1：VISA 即虚拟仪器软件结构(Virtual Instrumentation Software Architecture)，是一套标准的软件接口函数库，用户可以使用该函数库通过 GPIB、RS232、LAN、USB 等接口控制仪器。用户应首先在控制计算机上安装 VISA 库，使用 VISA 库实现远程仪器控制，具体请参考所安装 VISA 库的用户手册。

信号分析仪可使用 RJ45 通信电缆（屏蔽或者非屏蔽的 5 类双绞线）接入 10Mbps/100Mbps/1000Mbps 以太网，通过局域网内控制计算机进行远程控制。

接口适配器根据链路状况自动匹配合适的网络速度。通常，连接信号分析仪的电缆长度不应超过 100 米。关于以太网的更多信息，请参考：http://www.ieee.org。

下面介绍 LAN 接口相关知识：

### 1) IP 地址

通过局域网对信号分析仪进行远程控制时，应保证网络的物理连接畅通。通过信号分析仪的本地操作系统将地址设置到主控计算机所在的子网内，例如：主控计算机的 IP 地址是 192.168.12.0，则信号分析仪的 IP 地址应设为 192.168.12.XXX，其中 XXX 为 1 ~ 255 之间的数值。

建立网络连接时只需 IP 地址，VISA 寻址字符串形式如下：

TCPIP::host address[::LAN device name][::INSTR] 或

TCPIP::host address::port::SOCKET

其中：

- TCPIP 表示使用的网络协议；
- host address 表示仪器的IP地址或者主机名称，用于识别和控制被控仪器；
- LAN device name 定义了协议和子设备的句柄号（该项可选）；
  - 0号设备选择VXI-11协议；
  - 0号高速LAN仪器选择较新的高速LAN仪器协议；
- INSTR 表示仪器资源类型（该项可选）；
- port 标识套接字端口号；
- SOCKET 表示原始网络套接字资源类。

举例：

- 仪器的IP地址是192.1.2.3，VXI-11协议的有效资源字符串是：
  TCPIP::192.1.2.3::INSTR
- 建立原始套接字连接时可使用：
  TCPIP::192.1.2.3::5025::SOCKET

**提 示**

**程控系统中多仪器识别方法**

若网络中连接多台仪器，采用仪器单独的IP地址和关联的资源字符串区分。主控计算机使用各自的VISA资源字符串识别仪器。

### 2) VXI-11 协议

VXI-11 标准基于 ONC RPC(Open Network Computing Remote Procedure Call)协议，它是 TCP/IP 协议的网络/传输层。TCP/IP 网络协议和相关的网络服务被预先配置好，通信时，这种面向连接的通讯，即遵循按序交换并能识别连接的中断，保证了不丢失信息。

### 3) 套接字通信

TCP/IP 协议通过局域网套接字在网络中连接信号源。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）使信号分析仪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。

信号分析仪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 命令控制信号分析仪时，程序中建立的套接字程序发出命令。信号分析仪的套接字初始端口号默认为 5025。

## 5.1.2 消息

数据线上传输的消息分为以下两类：

1) **接口消息**

接口消息是 GPIB 总线特有的消息，只有具备 GPIB 总线功能的仪器才响应接口消息。主控计算机向仪器发送接口消息时，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。

2) **仪器消息**

有关仪器消息的结构和语法，具体请参考章节“6.1.3 SCPI 命令”。根据传输方向的不同，仪器消息可分为命令和仪器响应。如不特别声明，所有程控接口使用仪器消息的方法相同。

a) **命令：**

命令（编程消息）是主控计算机发送给仪器的消息，用于远程控制仪器功能并查询状态信息。命令被划分为以下两类：

- 根据对仪器的影响：
  - 设置命令：改变仪器设置状态，例如：复位或设置频率等。
  - 查询命令：查询并返回数据，例如：识别仪器或查询参数值。查询命令以后缀问号结束。
- 根据标准中的定义：
  - 通用命令：由IEEE488.2定义功能和语法，适用所有类型仪器（若实现）用于实现：管理标准状态寄存器、复位和自检测等。
  - 仪器控制命令：仪器特性命令，用于实现仪器功能。例如：设置频率。语法同样遵循SCPI规范。

b) **仪器响应：**

仪器响应（响应消息和服务请求）是仪器发送给计算机的查询结果信息。该信息包括测量结果、仪器状态等。

## 5.1.3 SCPI 命令


- SCPI命令简介.....81
- SCPI命令说明.....82


### 5.1.3.1 SCPI 命令简介

SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments——可程控设备的标准命令)是一个基于标准 IEEE488.2 建立的，适合所有仪器的命令集。其主要目的是为了使相同功能具有相同的程控命令，以实现程控命令的通用性。

SCPI 命令由命令头和一个或多个参数组成，命令头和参数之间由空格分开，命令头包含一个或多个关键字段。命令直接后缀问号即为查询命令。命令分为通用命令和仪器专用命令，它们的语法结构不同。SCPI 命令具备以下特点：

1) 程控命令面向测试功能，而不是描述仪器操作。
2) 程控命令减少了类似测试功能实现过程的重复，保证了编程的兼容性。
3) 程控消息定义在与通信物理层硬件无关的分层中。
4) 程控命令与编程方法和语言无关，SCPI 测试程序易移植。
5) 程控命令具有可伸缩性，可适应不同规模的测量控制。
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.

6952A 信号分析仪的程控命令集合、分类及说明，具体请参考本手册附录 B SCPI 命令速查表。

#### 5.1.3.2 SCPI 命令说明


- 通用术语.....82
- 命令类型.....83
- 仪器专用命令语法.....83
- 命令树.....84
- 命令参数和响应.....85
- 命令中数值的进制.....87
- 命令行结构.....88


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。

a) **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。

b) **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 LAN 接口通讯。

c) **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。

d) **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。

e) **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。

f) **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。

g) **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。通用命令由 IEEE 488.2 定义，用来管理宏、状态寄存器、同步和数据存储。因通用令均以一个星号打头，因此很容易辨认。例如*IDN？、*OPC、*RST 都是通用命令。通用命令不属于任何仪器专用命令，仪器采用同一种方法解释该类命令，而不用考虑命令的当前路径设置。

仪器专用命令因包含冒号（:），因此容易辨认。冒号用在命令表达式的开头和关键字的中间，例如：FREQuency[:CW]。根据仪器内部功能模块，将仪器专用命令划分为对应的子系统命令子集合。例如，功率子系统（:POWer）包含功率相关命令，而状态子系统（:STATus）包含状态控制寄存器的命令。

3) **仪器专用命令语法**

表5.2　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<br>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?<br>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><br>该命令中，<val>和<unit>必须用实际的频率和单位替代。<br>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>}<br>例如：LIST:POWer 5 |

表5.3　命令语法

| 字符、关键字和语法 | 举例 |
| --- | --- |
| 大写的字符代表执行命令所需要的最小字符集合。 | [:SOURce]:FREQuency[:CW]?,<br>FREQ 是命令的短格式部分。 |
| 命令的小写字符部分是可选择的；这种灵活性的格式被称为“灵活地听”。更多信息请参照“命令参数和响应”部分。 | :FREQuency<br>:FREQ,:FREQuency 或者:FREQUENCY,<br>其中任意一个都是正确的。 |
| 当一个冒号在两个命令助记符之间，它将命令树中的当前路径下移一层。更多消息请参照“命令树”的命令路径部分。 | :TRIGger:OUTPut:POLarity?<br>TRIGger 是这个命令的最顶层关键字。 |
| 如果命令包含多个参数，相邻的参数间由逗号分隔。参数不属于命令路径部分，因此它不影响路径层。 | [:SOURce]:LIST:DWELl <val>{,<val>} |
| 分号分隔相邻的 2 条命令，但不影响当前命令路径。 | :FREQ 2.5GHZ; :POW 10DBM |
| 空白字符，例如<space>或者<tab>，只要不出现<br>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。 | :FREQ uency 或者:POWer :LEVel6.2 是不允许的。<br>在:LEVel 和 6.2 之间必须由空格隔开。<br>即 :POWer:LEVel 6.2 |

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 5.2 和表 5.3。

**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。

顶端命令是根命令，简称“根”。命令解析时，依据树结构遵循特定的路径到达下一层命令。例如：:POWer:ALC:SOURce?，其中，:POWer 代表 AA，:ALC 代表 BB，:SOURce 代表 GG，整个命令路径是（:AA:BB:GG）。

仪器软件中的一个软件模块——命令解释器，专门负责解析每一条接收的 SCPI 命令。命令解释器利用一系列的分辨命令树路径的规则，将命令分成单独的命令元。解析完当前命令后，保持当前命令路径不变，这样做的好处是，因为同样的命令关键字可能出现在不同的路径中，更加快速有效的解析后续命令。开机或*RST（复位）仪器后，重置当前命令路径为根。

5) 命令参数和响应

SCPI 定义了不同的数据格式在程控和响应消息的使用中以符合“灵活地听”和“精确地讲”的原则。更多的信息请参照 IEEE488.2。“灵活地听”指的是命令和参数的格式是灵活的。

例如信号分析仪设置频率偏移状态命令 :FREQuency:OFFSet:STATe ON|OFF|1|0，

以下命令格式都是设置频率偏移功能开:

:FREQuency:OFFSet:STATe ON

:FREQuency:OFFSet:STATe 1

:FREQ:OFFS:STAT ON

:FREQ:OFFS:STAT 1

不同参数类型都有一个或多个对应的响应数据类型。查询时，数值类型的参数将返回一种数据类型，响应数据是精确的，严格的，被称为“精确地讲”。

例如，查询功率状态（:POWer:ALC:STATe?），当其为开时，不管之前发送的设置命令是:POWer:ALC:STATe 1 或者 :POWer:ALC:STATe ON，查询时，返回的响应数据总是 1。

表5.4 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 |

a) 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 |

b) 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 |

**c) 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 |

**d) 布尔型参数**

布尔参数代表一个真或假的二元条件，它只能有四个可能的值。

布尔参数举例：

| | |
|---|---|
| ON | 逻辑真 |
| OFF | 逻辑假 |
| 1 | 逻辑真 |
| 0 | 逻辑假 |

**e) 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'

**f) 实型响应数据**

大部分的测试数据是实数型，其格式可以为基本的十进制计数法或科学计数法，大部分的高级程控语言均支持这两种格式。

实数响应数据举例：

1.23E+0

-1.0E+2

+1.0E+2
0.5E+0
0.23
-100.0
+100.0
0.5

g) **整型响应数据**

整数响应数据是包括符号位的整数数值的十进制表达式。当对状态寄存器进行查询时，大多返回整数型响应数据。

整数响应数据事例：

| | |
|---|---|
| 0 | 符号位可选 |
| +100 | 允许先行正号 |
| -100 | 允许先行负号 |
| 256 | 没有小数点 |

h) **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 |

i) **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。

j) **字符串型响应数据**

字符串响应数据和字符串参数是同样的。主要区别是字符串响应数据的分隔符使用双引号，而不是单引号。字符串响应数据还可嵌入双引号，并且双引号间可以无字符。下面是一些字符串型响应数据的例子：

“This is a string”

“one double quote inside brackets: (“”)”

6) **命令中数值的进制**

命令的值可以用二进制，十进制，十六进制或者八进制的格式输入。当用二进制，十六进制或者八进制时，数值前面需要一个合适的标识符。十进制（默认格式）不需要标识符，当输入一个数值前面没有表示符时，设备会确保其是十进制格式。下面的列表显示了各个格式需要的表示符：

- #B 表示这个数字是一个二进制数值；
- #H 表示这个数字是一个十六进制数值；
- #Q 表示这个数字是一个八进制数值。

下面是 SCPI 命令中十进制数 45 的各种表示：

#B101101

#H2D

#Q55

下面的例子用十六进制数值 000A 设置 RF 输出功率为 10dBm（或者当前选择单位的等数值的值，如 DBUV 或者 DBUVEMF）。

:POW #H000A

在使用非十进制格式时，一个测量单位，如 DBM 或者 mV，并没有和数值一起使用。

**7） 命令行结构**

一条命令行或许包含多条 SCPI 命令，为表示当前命令行结束，可采用下面的方法：

- 回车；
- 回车与 EOI；
- EOI 与最后一个数据字节。

命令行中的命令由分号隔开，属于不同子系统的命令以冒号开头。例如：

MMEM:COPY "Test1", "MeasurementXY";:HCOP:ITEM ALL

该命令行包含两条命令，第一条命令属于 MMEM 子系统，第二条命令属于 HCOP 子系统。若相邻的命令属于同一个子系统，命令路径部分重复，命令可缩写。例如：

HCOP:ITEM ALL;:HCOP:IMM

该命令行包含两条命令，两条命令均属于 HCOP 子系统，一级相同。所以第二条命令可从 HCOP 的下级开始，并可省略命令开始的冒号。可以缩写为如下命令行：

HCOP:ITEM ALL;IMM

### 5.1.4 命令序列与同步

IEEE488.2 定义了交迭命令和连续命令之间的区别：

- 连续命令是指连续执行的命令序列。通常各条命令执行速度较快。
- 交迭命令是指下条命令执行前，前条命令未自动执行完成。通常交迭命令的处理时间较长并允许程序在此期间可同步处理其它事件。

即使一条命令行中的多条设置命令，也不一定按照接收的顺序依次执行。为了保证命令按照一定的顺序执行，每条命令必须以单独的命令行发送。

**举例：命令行包含设置和查询命令**

一条命令行的多条命令若包含查询命令，查询结果不可预知。下面的命令返回固定值：

:FREQ:STAR 1GHZ;SPAN 100;:FREQ:STAR?

返回值：1000000000（1GHz）

下面的命令返回值不固定：

:FREQ:STAR 1GHz;STAR?;SPAN 1000000

返回结果可能是该条命令发送前仪器当前的起始频率值，因为主机程序会接收完毕命令消息后，才逐条执行命令。若主机程序接收命令后执行，返回结果也可能是 1GHz。

**提 示**

**设置命令与查询命令分开发送**

一般规则：为保证查询命令的返回结果正确，设置命令和查询命令应在不同的程控消息中发送。

#### 5.1.4.1 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5.5　命令语法

| 方法 | 执行动作 | 编程方法 |
|---|---|---|
| *OPC | 命令执行完后，置位 ESR 寄存器中的操作完成位。 | 置位 ESE BIT0；<br>置位 SRE BIT5；<br>发送交迭命令和*OPC；<br>等待服务请求信号（SRQ）<br>服务请求信号代表交迭命令执行完成。 |
| *OPC? | 停止执行当前命令，直到返回 1。只有 ESR 寄存器中的操作完成位置位时，该命令才返回，表明前面命令处理完成。 | 执行其它命令前终止当前命令的处理，在当前命令后直接发送该命令。 |
| *WAI | 执行*WAI 前，等待发送完所有命令，再继续处理未完成的命令。 | 执行其它命令前终止当前命令的处理，在当前命<br>令后直接发送该命令。 |

### 5.1.5 状态报告系统

状态报告系统存储当前仪器所有的操作状态信息及错误信息。它们分别存储在状态寄存器和错误队列中，并可通过程控接口查询。


- 状态寄存器组织结构……89
- 状态报告系统的应用……91


#### 5.1.5.1 状态寄存器组织结构

寄存器分类说明如下：

1) STB, SRE

状态字节（STB）寄存器和与之关联的屏蔽寄存器——服务请求使能寄存器（SRE）组成了状态报告系统的最高层寄存器。STB通过收集低层寄存器信息，保存了仪器的大

致工作状态。

2) ESR, SCPI 状态寄存器

STB接收下列寄存器的信息:

- 事件状态寄存器（ESR）与事件状态使能（ESE）屏蔽寄存器两者相与的值。
- SCPI 状态寄存器包括: STATus:OPERation 与 STATus:QUEStionable 寄存器（SCPI 定义），它们包含仪器的具体操作信息。所有的 SCPI 状态寄存器具备相同的内部结构（具体请参考程控手册 2.1.5.2“SCPI 状态寄存器结构”章节部分）。

3) IST,PPE

类似SRQ，IST标志（Individual STatus）单独的一位，由仪器全部状态组合而成。关联的并行查询使能寄存器（PPE（parallel poll enable register））决定了STB的哪些数据位作用于IST标志。

4) 输出缓冲区

存储了仪器返回给控者的消息。它不属于状态报告系统，但是决定了STB的MAV位的值。

以上寄存器具体说明请参考程控手册“2.1.6 状态报告系统”章节部分。

请参考图6.1的状态寄存器的等级结构图。

**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。

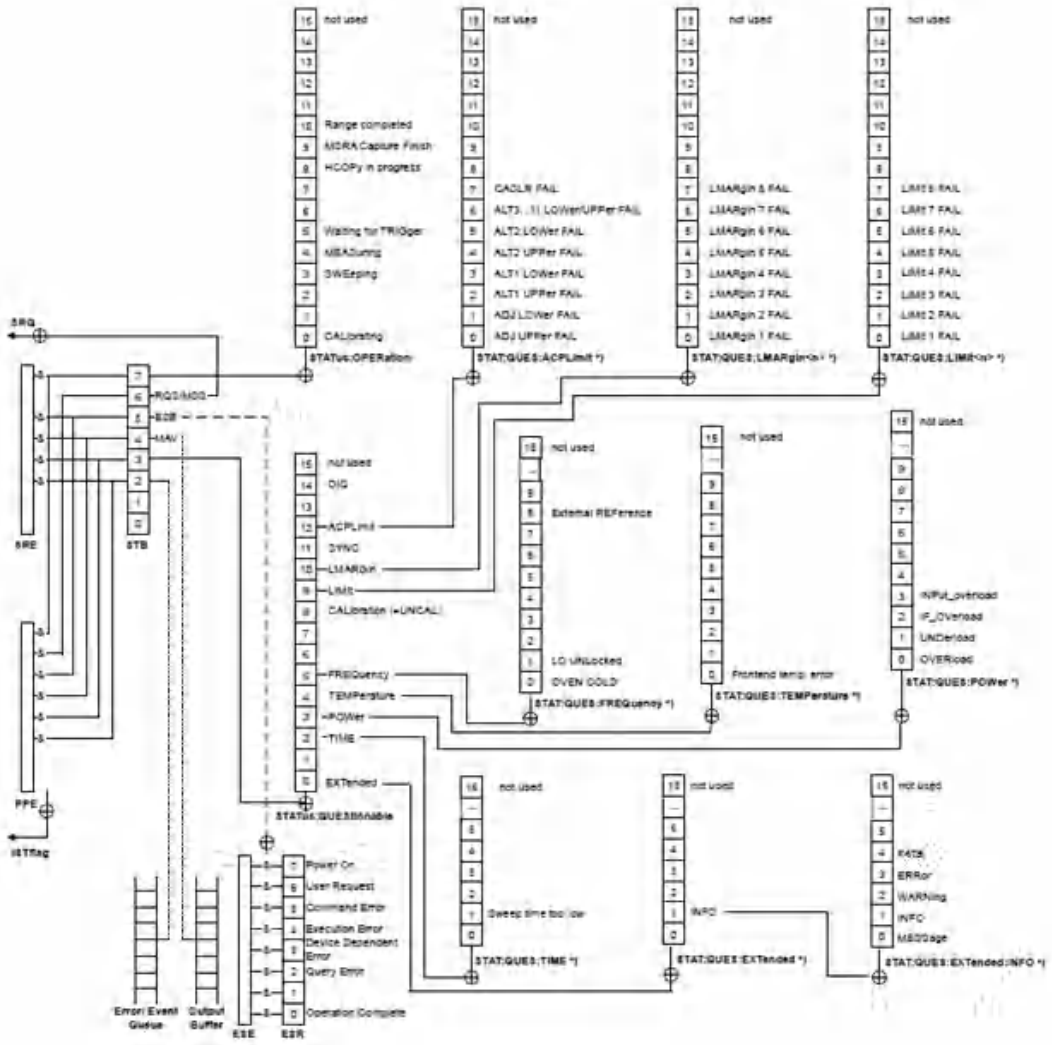


图5.1　状态寄存器分层结构图

### 5.1.5.2 状态报告系统的应用

状态报告系统用于监测测试系统中的一个或多个仪器状态。为了正确实现状态报告系统的功能，测试系统中的控者必须接收并评估所有仪器的信息，使用的标准方法包括：

1) 仪器发起的服务请求（SRQ）；
2) 串行查询总线系统中的所有的仪器，由系统中的控者发起，目的是找到服务请求发起者及原因。
3) 并行查询所有仪器；
4) 程控命令查询特定仪器状态；

具体使用方法请参考程控手册“ 2.1.5 状态报告系统的应用”章节部分。

### 5.1.6 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。

## 5.2 仪器程控端口与配置

### 5.2.1 LAN

LAN（Local Area Network）程控系统采用 SICL-LAN 控制 6951E 信号分析仪。


- 建立连接.....92
- 接口配置.....92


#### 5.2.1.1 建立连接

使用网线将 6951E 信号分析仪与外部控者（计算机）连接到局域网，特别需要注意的是 IP 地址的设置可能会引起地址冲突，在设置之前请与网络管理员确认防止冲突的发生。

#### 5.2.1.2 接口配置

通过局域网对信号分析仪进行远程控制时，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，因此信号分析仪的网络程控设置相对简单，将操作系统中“IP 地址”,“子网掩码”,“默认网关”设置到主控制器所在的子网内即可。

**注 意**

**确保信号分析仪通过 10Base-T LAN 或 100Base-T LAN 电缆物理连接正常**

由于该信号分析仪只支持单一局域网络控制系统的搭建，且只支持静态 IP 地址的设置，不支持 DHCP，也不支持通过 DNS 和域名服务器访问主机，因此不需要用户修改子网掩码，仪器内将其固定设置为：255.255.255.0。

# 6 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。并说明信号分析仪出错信息。

如果您购买的 6951E 信号分析仪，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买信号分析仪相关部件或附件，将提供完善的售后服务。

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


- 工作原理.....95
- 故障诊断与排除.....96
- 错误信息.....98
- 返修方法.....98


## 6.1 工作原理

为了便于用户了解 6951E 信号分析仪的功能，更好的解决操作过程中遇到的问题，本节介绍信号分析仪的基本工作原理及硬件原理框图。

### 6.1.1 整机工作原理

信号分析仪的总体实现框图如图 6.1 所示。从功能上，信号分析仪模块可以划分为微波变频单元、频率合成单元、中频信号处理单元、中频采集处理单元共计 4 个单元。

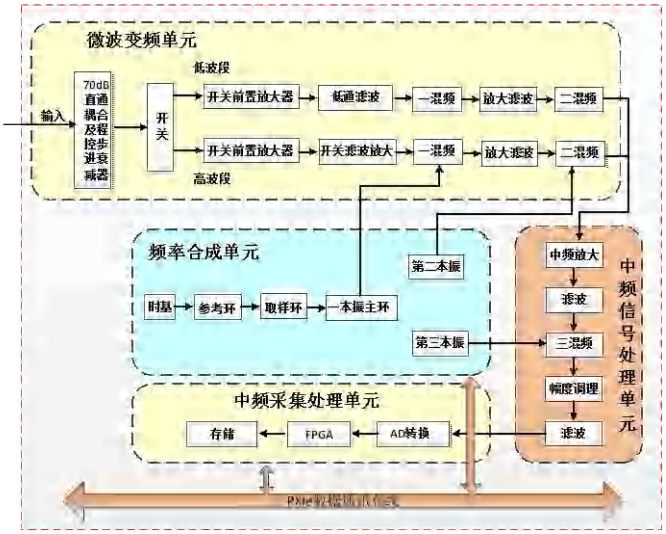


图6.1　PXIe总线微波信号分析模块原理框图

微波变频单元实现微波输入信号的步进衰减、滤波、变频功能，将宽频段输入信号变频到易于处理的固定中频信号并输出；频率合成单元的主要作用是为微波变频单元提供所需要

的本振信号；中频信号处理单元的主要作用是对微波变频模块输出的第二中频进行幅度调理和滤波、并将二中频信号下变频至第三中频信号；数据采集处理单元的主要作用是对中频信号进行采集转换为数字信号，并送至 FPGA 进行数字下变频。

### 6.1.2 整机软件结构

项目将实现信号高速扫描的频谱分析功能以及解调分析功能，软件功能复杂，并且需要支持独立运行和系统集成操作。这些都给软件的开发带来了巨大的工作量和复杂度。为了简化软件开发的复杂度、提高软件的可维护性和可扩展性和质量，PXIe 总线微波信号分析模块软件采用层次化、模块化设计方法。软件层次结构自下向上分为设备驱动层、测试功能层、应用层，在各层又根据软件功能的不同划分成不同的功能，功能模块之间通过规范一致的标准接口提供功能调用，全面实现软部件的组件化、模块化与规范化设计。

PXIe 总线类设备主控软件是运行在零槽控制器，需要与其他测试模块共享 CPU，所有的设备串行与 CPU 进行数据交互，随着测试模块的增多，CPU 的压力逐渐加大，对于 PXIe 总线微波信号分析模块软件这类频繁的与 CPU 交互的高速扫描设备，其控制软件需要合理分配计算机资源，设计软件控制结构，才能保证设备总能具有相同的扫描速度。在本项目中，将采用实时扫描与异步数据送显的方式，有效地解决 CPU 的数据交互、处理的压力。

## 6.2 故障诊断与排除

**提 示**

**故障诊断与指导**

本部分是指导您当 6951E 信号分析仪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。

若信号分析仪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—>错误信息列表……”，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。

- 开机异常……96
- 控制异常……97
- 测试异常……98

### 6.2.1 开机异常

由于系统配置测试仪器设备已多采用 Windows 操作系统，因此系统开机异常对于系统可以细分为上电后一直黑屏、Windows 启动异常等几种现象。

- 黑屏……97
- Windows启动异常……97

#### 6.2.1.1 黑屏

如果是系统液晶显示器不亮，请按下面所列步骤进行检查：

a) 电源插座是否通电，液晶显示器是否已正确连接至电源；

b) 显示器是否已与工控机（主机）显示接口正确连接；

c) 工控机（主机）是否已正确连接至电源并正常开机。

通常该故障原因主要为显示器自身、零槽控制器及之间连接，经检查确认连接无问题，更换无故障显示器问题解决，则问题应该为液晶显示器，请将液晶显示器从系统上拆卸下来联系厂家返修；经检查确认连接无问题，更换无故障显示器问题未解决，则问题应该为零槽控制器，请将零槽控制器从系统上拆卸下来联系厂家返修。

#### 6.2.1.2 Windows 启动异常

如果是系统零槽控制器 Windows 启动过程出现蓝屏、启动当机、自动重启动的现象，可能为操作系统崩溃或硬件方面如硬盘等出现故障，请将零槽控制器从系统上拔下来联系厂家返修。

如果是系统配置模块化仪器设备 Windows 启动过程中出现蓝屏、启动当机、自动重启动的现象，请按照下面所列步骤进行检查：

a) 重新启动 Windows 系统，若能够进入工作状态且该异常现象以后不再频繁出现，则为 Windows 偶然性启动异常，仪器可正常使用，否则请进行下一步。

b) 关机，连接标准键盘。开机，在操作系统列表中选择系统恢复选项，（使用前用户务必参考该配置测试仪器设备的用户手册中有关系统恢复的说明并与厂家技术支持联系），按照提示操作，进行系统恢复。

c) 系统提示找不到系统盘。请关闭系统后面板的电源开关，等 1~2 分钟，再打开，然后开启该配置测试仪器设备前面板电源按钮，看是否能正确找到系统盘。如果仍不能找到，连接键盘进入 BIOS 看 IDE 设备是否存在，如果不存在，请返回厂家维修。

### 6.2.2 控制异常

系统零槽控制器加载运行系统软件，系统软件进行初始化处理时会对系统内模块化仪器设备进行数据通讯检测及自检测试，检测全部通过则说明系统控制正常。

系统控制异常可能分为以下几种情况：

a) PCI 通讯异常；

b) 零槽控制器接口异常；

如出现情况 a)，请联系售后服务，或者返回厂家维修或更换 PXI 机箱；

如出现情况 b)，更换零槽控制器，如确认为零槽控制器故障，请联系售后服务，或者返回厂家维修或更换零槽控制器；

### 6.2.3 测试异常

系统测试异常可能分为以下几种情况:

a) 信号分析模块设备出现异常;

b) 测试电缆、负载等测试附件出现故障;

c) 零槽控制器系统软件的测控及分析处理程序出现故障。

如出现情况 a), 根据测试参数的测试逐一排查出现故障的节点及模块化仪器设备, 确认后请联系售后服务, 或者返回厂家维修;

如出现情况 b), 请逐一排查非测试附件故障原因后使用相应无故障测试附件进行测试检测, 确认后请联系售后服务, 或者返回厂家维修;

如出现情况 c), 请联系售后服务提供软件升级或修改, 如无法解决则返回厂家维修。

## 6.3 错误信息

信号分析仪通过 API 函数错误消息队列记录测量过程中出现的错误。程序运行过程中的错误信息显示在主界面状态栏。错误列表以错误序号和错误说明组成。

## 6.4 返修方法

- 联系我们.....98
- 包装与邮寄.....99

### 6.4.1 联系我们

若6951E信号分析仪出现问题, 首先观察错误信息并保存, 分析可能的原因并参考章节"6.2 故障诊断与排除"中提供的方法, 予以先期排查解决问题。若未解决, 请根据下面的联系方式与我公司服务咨询中心联系并提供收集的错误信息, 我们将以最快的速度协助您解决问题。

**联系方式**:

服务咨询: 0532-86889847 400-1684191
技术支持: 0532-86880796
传　　真: 0532-86889056
网　　址: www.ceyear.com
电子信箱: techbb@ceyear.com
邮　　编: 266555
地　　址: **中国山东省青岛市黄岛区香江路98号**

### 6.4.2 包装与邮寄

当您的信号分析仪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分析仪需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装信号分析仪，并按下面的步骤进行包装：

1) 写一份有关信号分析仪故障现象的详细说明，与信号分析仪一同放入包装箱。
2) 用原包装材料将信号分析仪包装好，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**

**包装信号分析仪需注意**

使用其它材料包装信号分析仪，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。

# 7 技术指标与测试方法

本章介绍 6951E 信号分析仪的技术指标和主要测试方法。


- 声明.....100
- 产品特征.....100
- 技术指标.....101
- 补充信息.....103
- 性能特性测试.....104


## 7.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：23℃ ± 5℃，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至40℃的工作温度范围内放置至少两小时，再经过30分钟预热之后，可保证性能；其中包括测量的误差。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℃）条件下有效。

**额定值（nom）**：表示预期的平均性能或设计的性能特征，比如 50 Ω 连接器等。测量值不是保证数据，在室温（约25℃）条件下测得。

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

## 7.2 产品特征

表7.1　产品特征

| 一般技术指标 | | |
|---|---|---|
| 温度范围 | | 工作时：0 ~ +50℃<br>存储时：-40 ~ ~ +70℃ |
| 海拔高度 | | 4,600 米 |
| 电磁兼容 | | 符合 GJB 3947A-2009 中 3.9.1 规定的以下要求：<br>a）CE102 10kHz ~ 10MHz 电源线传导发射；<br>b）CS101 25Hz ~ 50kHz 电源线传导敏感度；<br>c）CS114 10kHz ~ 400MHz 电缆束注入传导敏感度；<br>d）RE102 10kHz ~ 18GHz 电场辐射发射；<br>e）RS103 10kHz ~ 1GHz 电场辐射敏感度。 |
| 安全性 | | 符合 GJB 3947A-2009 中 3.10 的安全认证要求。<br>a）设备的电源输入端与机壳之间（电源开关置于接通位置）在试验用标准大气压下应不小于 100MΩ，在潮湿环境下应不小于 2MΩ。<br>b）设备的电源输入端与机壳之间施加 1500V 交流电压，应无击穿、飞弧和闪烁等现象。<br>c）设备工作期间，仪器外壳与地之间的泄露电流应不大于 3.5mA。 |
| 电源要求 | 电压和频率(额定值) | 220V，50/60 Hz；<br>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% |
| | 功耗 | 最大功耗：65W |
| 重量 | | 净重：低于 2.2kg；<br>包装运重量：5kg 额定值 |
| 尺寸 | | 宽×高×深（mm）＝（81.4±0.5）×（130.5±2.0）×（211.0±5.0） |
| 质保 | | 6951E 信号分析仪享有 18 个月的标准保修周期 |
| 可靠性 | | MTBF($\theta_0$)≥5000h |
| 校准周期 | | 推荐校准周期是一年，校准服务由专业校准机构提供。 |

## 7.3 技术指标

1）　**频率范围**

10Hz ~ 26.5GHz（直流耦合）

10MHz ~ 26.5GHz（交流耦合）

2）　**频率扫宽**

范围：0Hz（零扫宽），10Hz 至仪器 26.5GHz

分辨率：2Hz

精度：±（2%×扫宽+水平分辨率 1）

（水平分辨率=扫宽/（扫描点-1））

3）　**频率基准**

精度：±[（距离上一次调整的时间×老化率）+温度稳定度+校准精度]

**技术指标**

老化率：±5×10$^{-7}$/年

温度稳定度：

±5×10$^{-8}$（-40℃至+70℃）

校准精度：±9×10$^{-8}$

注：内部频率基准指标由生产厂家保证，可不做测试。

4) **频率读数精度**

±（游标频率×频率基准精度+2%×扫宽+10%×RBW+2Hz+0.5×水平分辨率）

5) **扫描时间和触发**

范围：1μs 至 6000s（零扫宽）

精度：±2%标称值（零扫宽）

触发：自由运行、视频、外部

触发时延：-150 至 500ms（零扫宽），0.1μs（分辨率）

6) **扫描（轨迹）点范围**

1 至 40001

7) **分辨率 RBW**

1Hz 至 3MHz、4、5、6、8MHz（1-3-10 步进）

8) **分析带宽**

最大带宽 ≥40MHz

9) **视频带宽 VBW**

1Hz 至 3MHz、4、5、6、8MHz（1-3-10 步进）

10) **幅度范围**

显示平均噪声电平（DANL）至+30dBm

11) **输入衰减器范围**

0 至 70dB，以 10dB 步进

12) **最大安全输入电平**

+30dBm（1W）（前置放大器断开）

13) **显示范围**

对数标度：

0.1dB/格至 1dB/格，以 0.1 dB 步进

1dB/格至 20dB/格，以 1 dB 步进（10 个显示格）

线性标度：10 格

标度单位：dBm、dBmV、dBμV、dBmA、dBμA、V、W、A

14) **频率响应**

±0.90dB（10MHz 至 2.6GHz）

±1.20dB（2.6GHz 至 7.5GHz）

±1.30dB（7.5GHz 至 9.5GHz）

±1.50dB（9.5GHz 至 12.3GHz）

±1.80dB（12.3GHz 至 15.7GHz）
±1.80dB（15.7GHz 至 18GHz）
±2.20dB（18GHz 至 23GHz）
±2.50dB（23GHz 至 26.5GHz）

15）输入衰减切换不确定度（相对于 10dB（基准设置））
±0.85dB 标称值

16）总体绝对幅度精度（10dB 衰减，20℃至 30℃，输入信号-10dBm 至-50dBm）
±1.80dB（10MHz 至 7.5GHz）
±2.50dB（7.5GHz 至 23GHz）
±2.80dB（23GHz 至 26.5GHz）

17）输入电压驻波比（≥10dB）
＜1.2（10MHz 至 3GHz）
＜1.4（3GHz 至 7.5GHz）
＜1.6（7.5GHz 至 13.6GHz）
＜1.8（13.6GHz 至 24.2GHz）
＜2.0（24.2GHz 至 26.5GHz）

18）参考电平
范围：
-170dBm 至+23dBm 以 0.01dB 步进（对数标度）
同对数（707pV 至 3.16V）（线性标度）
转换不确定度：±1.20dB（参考电平 0dBm~-60dBm）

19）轨迹检波器
正态、峰值、采样、负峰值、对数功率平均、有效值平均和电压平均

20）显示平均噪声电平
≤-160dBm/Hz（10MHz 至 2.6GHz）
≤-158dBm/Hz（2.6GHz 至 7.5GHz）
≤-158dBm/Hz（7.5GHz 至 9.5GHz）
≤-156dBm/Hz（9.5GHz 至 12.3GHz）
≤-150dBm/Hz（12.3GHz 至 15.7GHz）
≤-150dBm/Hz（15.7GHz 至 18GHz）
≤-150dBm/Hz（18GHz 至 23GHz）
≤-144dBm/Hz（23GHz 至 26.5GHz）

21）剩余响应（输入端接负载和 0dB 衰减，前置低噪放开）：
≤-90dBm（10MHz 至 26.5GHz）

22）相位噪声（CF=1GHz）
≤-105dBc/Hz@1kHz
≤-112dBc/Hz@10kHz
≤-112dBc/Hz@100kHz

## 7.4 补充信息

### 7.4.1 前面板端口

表7.2　前面板端口

| 前面板端口 | |
|---|---|
| 10MHz 参考输入 | SMA（阴） |
| 10MHz 参考输出 | SMA（阴） |
| 100MHz 参考输出 1 | SMA（阴） |
| 100MHz 参考输出 2 | SMA（阴） |
| 触发输出 | SMA（阴） |
| 噪声源驱动 | SMA（阴） |
| 触发输入 | SMA（阴） |
| 辅助输入 | 3.5mm（阴） |
| 辅助输出 | SMA（阴） |
| 射频输入 | 3.5mm（阴） |

## 7.5 性能特性测试


- 推荐测试方法.....104
- 信号/频谱分析仪性能测试记录表.....104
- AV4051信号/频谱分析仪性能测试辅助表格.....127
- 性能特性测试推荐仪器.....130


### 7.5.1 推荐测试方法

#### 7.5.1.1 频率范围测试

a）项目说明

通过信号发生器产生 6951E 所标定的上下限测量频率信号，考察 6951E 的频率测量能力是否满足要求。

b）测试设备及测试框图

测试设备:

信号发生器 SMW200A.....1 台

测试框图:

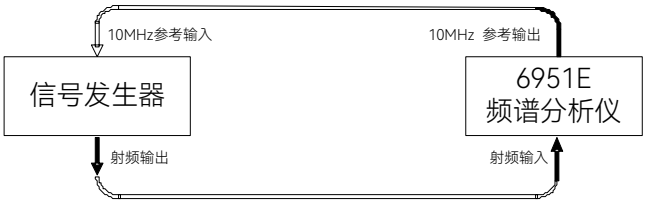


图7.1　频率范围测试

c）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，按图 7.1 连接测试设备，6951E 为信号发生器提供参考频率，信号发生器的射频输出连接到 6951E 的信号输入。

2）设置信号发生器低频输出，AM 调制打开，AM 调制幅度为 80%，调制率为 10Hz，低频输出幅度为 100mVp，调制输出开关开。

3）设置 6951E 为频谱分析模式，选择【系统】【耦合方式】为 DC，选择【频率】【中心频率】为 10Hz，待完成一次测试后，选择【峰值】，标记正确指示在最大信号相应处，标记幅度值无明显抖动，信号清晰可分辨，记录此时的频率值作为频率范围下限测量值，若为 10Hz±2Hz，则满足直流耦合频率下限要求。

4）设置信号发生器的输出频率为 26.5GHz，输出功率-10dBm，射频输出开关开，调制功能关闭。

5）设置 6951E【频率】【中心频率】为 26.5GHz，【扫宽】为 10MHz，选择【峰值】，标记正确指示在最大信号处，标记幅度值无明显抖动，信号清晰可分辨，记录此时的中心频率作为频率范围上限测量值，若为 26.5GHz±50kHz，则满足直流耦合频率上限要求。

6）设置信号发生器的输出频率为 10MHz，输出功率-10dBm，射频输出开关开。

7）设置 6951E 为频谱分析模式，选择【系统】【耦合方式】为 AC，选择【频率】【中心频率】为 10MHz，【扫宽】为 50kHz，待完成一次测试后，选择【峰值】，标记正确指示在最大信号相应处，标记幅度值无明显抖动，信号清晰可分辨，记录此时的频率值作为频率范围下限测量值，若为 10MHz±2kHz，则满足交流耦合频率下限要求。

8）设置信号发生器的输出频率为 26.5GHz，输出功率-10dBm，射频输出开关开。

9）设置 6951E【频率】【中心频率】为 26.5GHz，【扫宽】为 10MHz，选择【峰值】，标记正确指示在最大信号处，标记幅度值无明显抖动，信号清晰可分辨，记录此时的中心频率作为频率范围上限测量值，若为 26.5GHz±50kHz，则满足交流耦合频率上限要求。

d）测试记录和数据处理

在“6951E 记录表”中对应测试项中记录测量结果。

#### 7.5.1.2 频率读数精度（起始、终止、中心、游标）

a）项目说明

频率读出准确度用于表征 6951E 信号分析仪的频率测量指示值与相应真实值之间接近程度。信号分析仪在扫频时的频率测量指示值受参考频率、扫频宽度、分辨率带宽、本振剩余调频等因素的影响。用一个已知频率的输入信号测试信号/频谱分析仪标记读出准确度。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

c）测试步骤

1) 开机预热 30 分钟，按图 7.1 连接测试设备，6951E 为信号发生器提供参考频率，信号发生器的射频输出连接到 6951E 的信号输入。
2) 设置信号发生器频率为 1.5GHz，功率-10dBm，选择 6951E【频率】，设置中心频率为 1.5GHz，扫宽为 200kHz，设置信号发生器射频输出为开。
3) 选择 6951E【峰值】，读出此时光标指示的频率值。
4) 将光标指示频率值与信号发生器设置值做差值，将频率差值作为测试结果记录在“6951E 记录表”对应测试项中。
5) 根据“6951E 记录表”对应测试项中其它扫宽设置 6951E 扫宽，重复步骤 3 和步骤 4。
6) 关闭所有标记，对列在“6951E 记录表”中对应测试项目中的其它频率及其扫宽的组合重复步骤 2 ~ 5。

d）测试记录与数据处理

根据测量标准判定测量结果是否满足精度要求，如果满足精度要求，则判定为合格，否则判定为不合格。

#### 7.5.1.3 频率扫宽测试

a）项目说明

由两台信号发生器提供频差为信号分析仪的 0.8*SPAN 的信号，信号分析仪的中心频率置为这两个信号发生器输出频率的中间值。利用标记功能测量这两个信号的频差。计算并记录测量的标记差值和频宽之间的误差百分比。要求两个信号发生器与信号分析仪共频率参考。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 E8257D#1.....1 台

信号发生器 SMW200A#2.....1 台

测试框图：

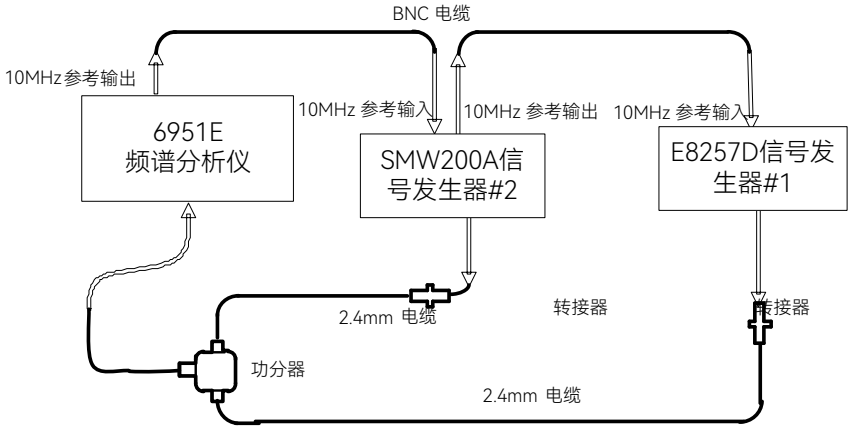


图7.2　频率扫宽测试

c）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，按图 7.2 连接测试设备，6951E 为两台信号发生器提供 10MHz 频率参考。

2）选择 6951E【频率】，设置为【零扫宽】、【全扫宽】，查看显示结果应满足扫宽 0Hz 和 10Hz 至 26.5GHz，设置扫宽为 10Hz，查看显示结果，应满足要求。

3）输入最小扫宽 10Hz，增加扫宽 2Hz，查看显示结果是 12Hz±2Hz，则扫宽分辨率满足分辨率要求。

4）设置信号发生器#1 频率为 1000MHz，功率为-10dBm，设置信号发生器#2 频率为，1000.000008MHz，功率为-10dBm，选择 6951E【频率】，设置中心频率为 1000.000004MHz，扫宽为 10Hz。设置信号发生器#1 和信号发生器#2 射频输出为开。

5）选择 6951E【扫描】，设置扫描方式为单次扫描，等待扫描完成，选择【峰值】，选择【光标】，设置光标模式为差值，选择【峰值】，执行次峰值搜索。记录 6951E 显示的频率差值。

6）按照“6951E 记录表”B.1 中频率设置信号发生器#1、信号发生器#2 的频率和 6951E 的中心频率及扫宽。

7）重复步骤 5，将结果记录到“6951E 记录表”B.1 差值频率对应列中。

d）测试记录与数据处理

按照公式（1）计算频宽精度并记录在“6951E 记录表”中。

$$\delta_{SPAN} = \left( \frac{\Delta f - \quad * SPAN}{* SPAN} \right) \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：$\Delta f$------6951E 显示差值标记频率值，Hz；

SPAN-----6951E 设置频宽值，Hz。

#### 7.5.1.4 扫描时间和触发测试

a）项目说明

**性能特性测试**

幅度调制信号在信号/频谱分析仪零频宽状态解调得到幅度周期变化信号，调制信号的调制率与信号/频谱分析仪扫描时间合理对应后，使解调信号间隔均匀分布在屏幕上。对解调信号峰值进行计算得到实际的扫描时间，然后同指定的时间比较即为扫描时间准确度。扫描时间准确度由设计保证，为降低测试时间，选取典型扫描时间测试验证。

6951E 的触发功能由设计保证。

b）测试设备及测试框图

测试设备:

信号发生器 SMW200A.....1 台

函数发生器.....1 台

测试框图:

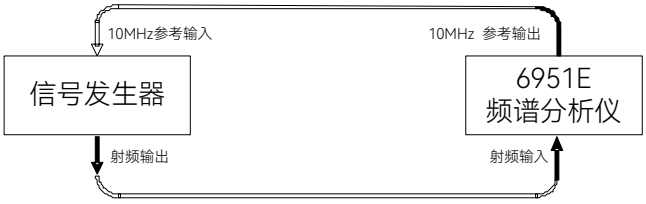


图7.3　扫描时间和触发测试

c）测试步骤

1) 开机预热 30 分钟，按图 7.3 连接测试设备，将信号发生器输出接到被测 6951E 的输入，6951E 的 10MHz 输出端接信号发生器的 10MHz 输入端口。
2) 设置信号发生器输出频率为 1GHz，输出幅度为-5dBm，AM 调制方式，调制深度 80%，设置调制波形为三角波输出。
3) 设置 6951E【频率】【中心频率】为 1GHz，【扫宽】为零扫宽，最小可设置扫描时间为1μs，最大可设置为 6000s，应满足要求。
4) 设置信号发生器为 AM 调制方式，调制深度为 80%，设置调制波形为三角波输出。
5) 根据“6951E 记录表”B.2 中对应测试项，设置 6951E 的扫描时间和信号发生器的 AM 调制频率。
6) 6951E 执行单次测量操作，用差值标记读出左边第 2 个峰值与第 10 个峰值之间的时间差 ΔT，并记录在“6951E 记录表”B.2 中。
7) 根据“6951E 记录表”B.2 中的要求，设置不同的扫描时间，重复步骤 5～6 的操作。
8) 选择 6951E【触发】，触发方式具有自由、视频、外部 3 种，设置为自由触发方式，应可以看到频谱轨迹正常刷新。
9) 设置信号发生器输出频率 2GHz，输出功率-20dBm，脉冲调制输出，脉冲宽度 1ms，脉冲周期 2ms；设置 6951E【频率】【中心频率】为 2GHz，选择【触

发】，设置触发方式为视频触发；减小触发电平，信号频谱轨迹能够刷新，6951E 视频触发方式满足技术要求，否则判为不符合要求。

10）设置信号发生器输出频率 2GHz，输出功率-20dBm，脉冲调试输出，脉冲宽度 0.1ms，脉冲周期 0.2ms，设置信号发生器低频输出，输出频率 1kHz，输出电压 1V；连接低频输出接口至 6951E 触发输入接口；设置 6951E【频率】【中心频率】为 2GHz，选择【触发】，设置触发方式为外部触发；减小触发电平，信号频谱轨迹能够刷新，6951E 外部触发方式满足技术要求，否则判为不符合要求。

11）触发延迟和触发延迟分辨率 0.1μs 可通过参数设置进行检查，此项由设计保证。步骤 9 ~ 10 均完成测试，则 6951E 触发方式满足技术要求，并在“6951E 记录表”相应项中记录符合要求，否则判为不符合要求。

d）测试记录与数据处理

按公式（2）计算扫描时间准确度$\delta$。

$$\delta = \left(\frac{\Delta T - 0.8 \times T}{0.8 \times T}\right) \times 100\% \quad (2)$$

式中：$\Delta T$-----第 2 个峰值与第 10 个峰值之间的时间差；

$T$-----6951E 设置扫描时间。

在“6951E 记录表”B.2 中所有测试项进行量值判断，如果所有计算结果均在误差范围内，在“6951E 记录表”相应项中记录扫描时间准确度计算结果中偏差最大值，否则记录为不符合要求。

#### 7.5.1.5 扫描（轨迹）点范围测试

a）项目说明

扫描点数是指用于设置信号/频谱分析仪执行一次测量需要获取的轨迹数据个数。增加扫描点数，每一个轨迹数据对应的频宽也越窄，频率读出准确度越高。

扫描点数是由信号分析仪厂家在设计制造时保证，可通过扫描点数设置进行检查。

b）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，选择 6951E【扫描】，设置扫描点数，此时可设置的点数范围从 1 ~ 40001。

2）观察设置值，如果所有结果满足要求，在“6951E 记录表”记录为符合要求，否则判为不符合要求。

#### 7.5.1.6 分辨率带宽（RBW）测试

a）项目说明

频率分辨率是指信号分析仪能够分辨最小等幅信号的能力。

b）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，选择 6951E【带宽】，设置【分辨率带宽】手动，输入 1Hz 至 3MHz（1-3-10 步进）、4、5、6、8MHz。

2) 观察设置值，如果分辨率带宽可以设置，则在“6951E 记录表”分辨率带宽范围记录为符合要求，否则判为不符合要求。

#### 7.5.1.7 分析带宽测试

a）项目说明

6951E 最大分析带宽为 40MHz，由两台频率稳定的信号发生器同时为 6951E 提供等幅信号，依次在解调带宽内改两个信号的频率，所有信号的幅度相差不超过 3dB 即为满足最大分析带宽。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

测试框图：

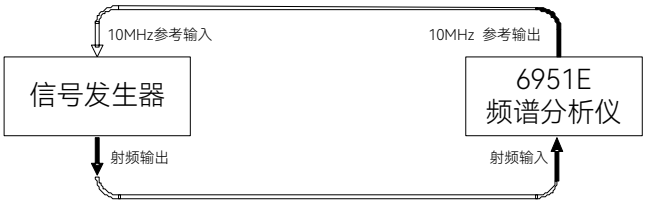


图7.4 最大分析带宽测试

c）测试步骤

1) 开机预热 30 分钟，按图 7.4 连接设备，6951E 为信号发生器提供 10MHz 参考信号。设置信号发生器频率 1GHz，功率为-10dBm。选择 6951E【模式】，设置为模拟解调分析模式，选择【带宽】，设置采样率为 150MHz，设置信号发生器射频输出为开。
2) 选择【峰值】，选择【光标】，设置光标模式为差值，选择【光标】，【光标功能】，设置光标为峰值跟踪，减小信号发生器频率，观察 6951E 差值频标数值，当差值频标读数大于等于-3dB 时，选择【光标】，设置光标模式为标准，设置光标模式为差值。
3) 增大信号源频率，观察 6951E 差值频标读数，当差值频标读数大于等于 0 时，读出此时差值频标的频率值，应满足测试要求。

#### 7.5.1.8 视频带宽测试

a）项目说明

视频带宽是信号分析仪检波器之后视频电路中可调低通滤波器的带宽。视频滤波器位于检波器之后，是决定视频放大器带宽的低通滤波器，可对噪声起平滑作用，用于对迹线进行

平均或平滑，易于在噪声中检测微弱信号。改变视频带宽不影响 6951E 的频率分辨率，但选择的视频带宽过窄，将增加扫描时间。视频带宽是由信号/频谱分析仪厂家在设计制造时保证，可通过视频带宽设置进行检查。

b）测试步骤

1） 开机预热，选择 6951E【频率】，设置中心频率为 1GHz，扫宽为 10MHz。
2） 选择【带宽】，设置分辨率带宽为 8MHz，依次设置视频带宽为 1Hz 至 3MHz（1-3-10 步进）、4、5、6、8MHz，观察设置值应满足测试要求。

#### 7.5.1.9 幅度范围测试

a）项目说明

用于考察 6951E 从最大到最小可测量信号的幅度范围。6951E 最大输入信号电平为最大安全输入电平，最小信号为显示平均噪声电平。

b）测试步骤

1） 最大信号$L_{MAX}$（最大安全输入电平）由 7.5.1.11 进行测试。
2） 最小信号$L_{DANL}$(显示平均噪声电平)由 7.5.1.19 进行测试。
3） 根据测得的 6951E 每个波段的显示平均噪声电平，按照公式（3）计算幅度测量范围。如果 1）和 2）都满足要求，则幅度范围记录为符合要求，否则判为不符合要求。

$$L_{range} = L_{MAX} - L_{DANL} \quad (3)$$

#### 7.5.1.10 输入衰减器范围测试

a）项目说明

6951E 信号输入前端装配 70dB 程控步进衰减器，调整输入信号幅度，扩大射频信号输入范围，70dB 程控步进衰减器步进量为 10dB。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

信号分析仪 FSW67.....1 台

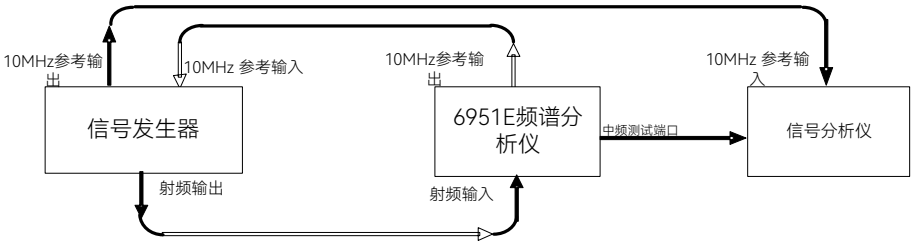


图7.5　输入衰减器范围测试

c）测试步骤

1）开机预热，按图 7.5 连接设备，6951E 为信号发生器和信号分析仪提供 10MHz 参考信号。设置信号发生器频率为 1GHz，功率为-20dBm，选择 6951E【频率】，设置中心频率为 1GHz，扫宽为 1kHz，选择 6951E【幅度】，设置参考点平为-20dB，设置信号分析仪中心频率为 187.5MHz，扫宽为 10kHz，参考电平为-10dB，设置信号发生器射频输出为开，信号分析仪选择光标，差值频标。

2）分别设置 6951E 衰减量为 0dB、20dB、30dB、40dB、50dB、60dB、70dB，观察信号分析仪显示衰减量为设置值±1dB，则满足规定。

### 7.5.1.11 最大安全输入电平测试

a）项目说明

最大安全输入电平是指信号分析仪输入端允许的不损坏产品的最大电平，通过产生与最大安全输入电平值相一致的信号输入信号分析仪，检查信号分析仪是否损坏判断最大安全输入电平是否满足要求。峰值脉冲功率测试和直流电压有一定危险性，该项指标由部件设计保证，最大安全输入电平测试连续波+30dBm 输入验证此项指标。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

大功率放大器 38701D.....1 台

USB 功率计 U2000B.....1 台

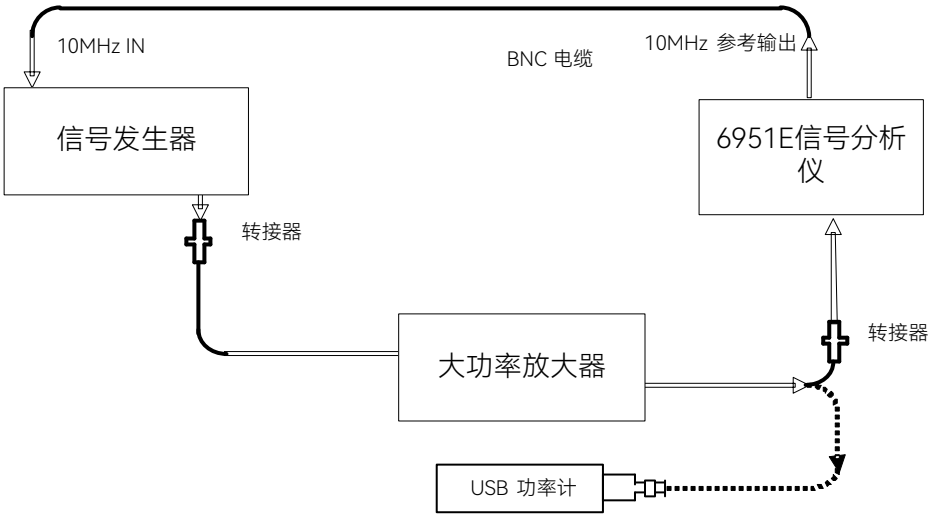


图7.6　最大安全输入电平测试

c）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，按图 7.6 连接设备，大功率放大器的输出通过 20dB 固定衰减器接功率计功率传感器。

2）设置信号发生器频率为 400MHz，功率为-50dBm，信号输出设置为开，逐步增大信号发生器功率，使功率计测试值为 10±0.5dBm，此时大功率放大器的输出连接电缆的端口功率为+30±0.5dBm。

3）关闭信号发生器输出，关闭大功率放大器电源，按图 7.6 所示实线位置改变测试连接关系，将功率放大器的输出电缆接 6951E 的输入。

4）选择 6951E【频率】，设置中心频率为 400MHz，扫宽为 100kHz，选择【幅度】，设置参考电平 30dBm。

5）打开大功率放大器电源，设置信号发生器射频输出为开，选择 6951E【峰值】，测得功率值+30dBm±3dB，应满足 3.8.12 规定。

d）测试记录与数据处理

步骤 1～5 能正确完成测试，说明 6951E 信号最大安全输入电平满足要求，在“6951E 记录表”中，记为符合要求，否则记为不符合要求。

#### 7.5.1.12 显示范围测试

a）项目说明

显示范围是对 6951E 显示刻度类型、对数刻度、刻度单位的规定，由设计保证。

b）测试步骤

1）开机预热，选择 6951E【幅度】，设置刻度类型为对数，刻度单位为 dBm，在刻度/格中输入 0.1dB，并以 0.1dB 步进，直至 1dB/格，以 1dB 步进，直至 20dB/格，显示正常。

2）选择 6951E【幅度】，设置刻度类型为线性，显示窗口显示 10 格，显示正常。

3）选择 6951E【幅度】，设置刻度单位为其它刻度，观察显示结果，应满足规定。

c）测试记录与数据处理

步骤 1 ~ 3 能正确完成测试，说明显示范围符合技术要求，在“6951E 记录表”中记录符合要求，否则记为不符合要求。

### 7.5.1.13 频率响应测试

a）项目说明

频率响应是指在规定频率范围内幅度随频率的变化，即幅度与频率的依赖关系。

通过信号发生器产生频率已知、功率已知（通过功率计定标）的正弦波信号输入信号分析仪，考察信号分析仪在规定频率范围内幅度随频率的变化。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

功率计 2434.....1 台

功率传感器 71712A.....1 台

功分器 11667C.....1 台

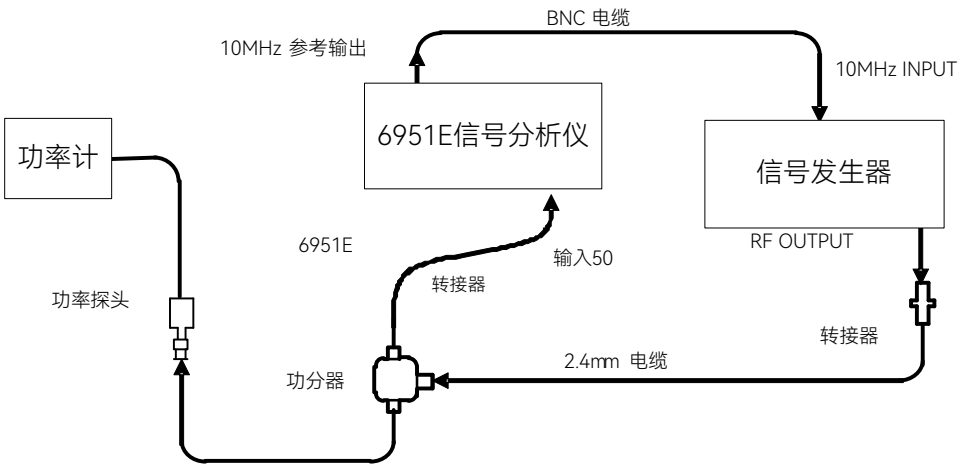


图7.7　频率响应测试（50MHz ~ 26.5GHz）

c）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，按照图 7.7 所示连接测试仪器。
2）设置信号发生器输出频率为 50MHz，幅度为-10dBm。
3）设置 6951E，选择【幅度】，参考点平设置为-10dB。选择【频率】，设置中心频率为 50MHz，扫宽为 20MHz，选择【峰值】，执行峰值搜索。
4）设置功率计频率为 50MHz。
5）在“6951E 记录表”中记录 6951E 标记读数$L_2$和功率计读数$L_1$，并在幅度误差表中记录$L_2 - L_1$。
6）设置信号发生器、6951E、功率计频率为“6951E 记录表”B.3 中下一条待测试

的频率值，在表中的每个频率点，重复步骤 2 ~ 4。

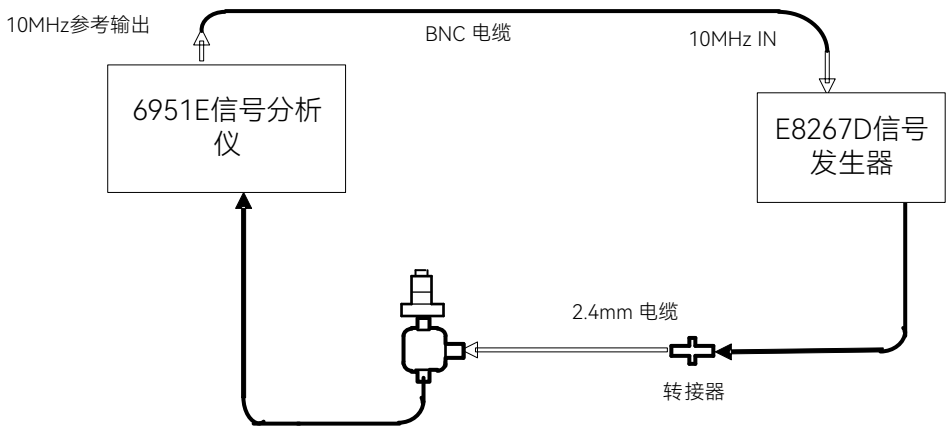


图7.8　频率响应测试示意图（100kHz ~ 50MHz）

7）　按照图 7.8 所示连接测试仪器。
8）　设置信号发生器输出频率为 50MHz，幅度为-10dBm。
9）　设置 6951E，选择【幅度】，参考点平设置为-10dB。选择【频率】，设置中心频率为 50MHz，扫宽为 20MHz，选择【峰值】，执行峰值搜索，调整信号发生器幅度直到与 6951E 读数与第 6 步记录的标记读数相同。
10）选择 6951E【光标】，设置光标模式为差值。
11）设置 6951E 中心频率和信号发生器的频率为表中所列的频率，在每个频率点，记录差值标记读数在“6951E 辅助表”B.3“相对 50MHz 幅度误差”栏里。

d）测试记录与数据处理

在技术指标对应频段中找出正的最大幅度误差数值$\Delta A_{max}$和负的最小幅度误差数值$\Delta A_{min}$，并记录在“频率响应统计结果”中，要求这两个误差数值的绝对值在 6951E 频率响应范围内，否则判为不符合要求。

按公式(4)计算各波段的频率响应$\Delta A_P$，并在“6951E 记录表”相应波段位置记录。

$$\Delta A_P = \pm \frac{\Delta A_{max} - \Delta A_{min}}{2} \quad (4)$$

### 7.5.1.14 输入衰减不确定度测试

a）项目说明

在整个频段内针对输入衰减器 70dB 范围测量衰减切换，测量输入衰减不确定度指标。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

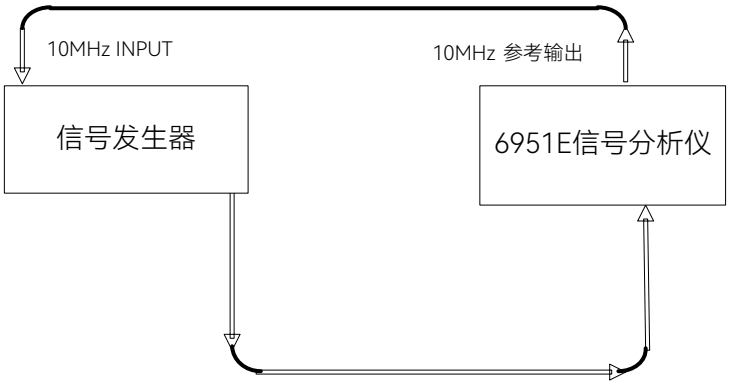


图7.9　输入衰减不确定度测试

c）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，按图 7.9 连接设备，设置信号发生器信号频率为 50MHz，幅度为-10dBm。

2）选择 6951E【频率】，设置中心频率 50MHz，扫宽 200kHz，选择【幅度】，设置参考电平-10dBm，输入衰减设置为 10dB，手动模式，选择【带宽】，设置分辨率带宽 100Hz。打开信号发生器射频输出开关，6951E 选择【峰值】，选择【光标】，光标模式为差值模式，此时以衰减器值 10dB 时为参考。

3）按照“6951E 记录表”B.4 中“输入衰减不确定度”栏里中的频率和衰减值，分别设置 6951E 中心频率和信号发生器的频率，并记录差值标记读数。在“6951E 记录表”各个频段记录差值最大值，要求差值标记读数最大值满足误差指标要求，否则判为不符合要求。

### 7.5.1.15 总体绝对幅度精度测试

a）项目说明

信号发生器输出信号，分别经过 6951E 信号分析仪和功率计测试，两者之间的读数误差认为信号绝对幅度精度。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

功率计 2434.....1 台

功率传感器 71712A.....1 台

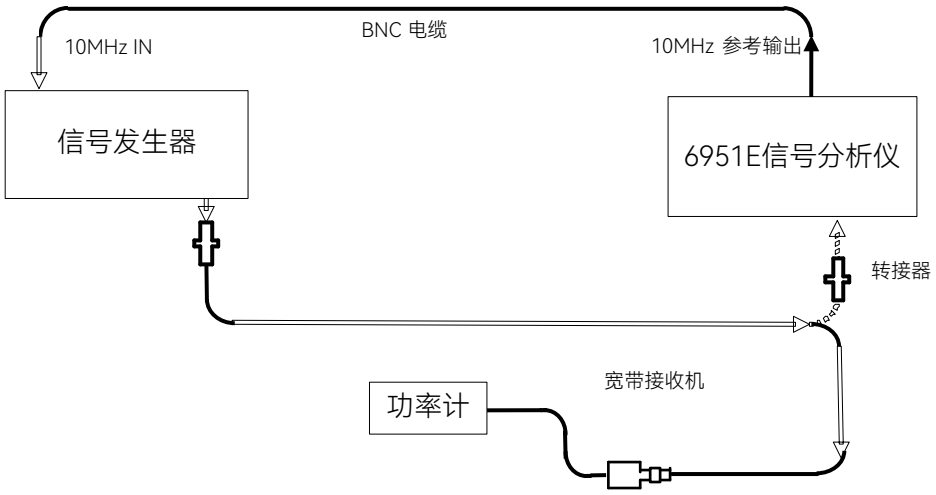


图7.10　总体绝对幅度精度测试

c）测试步骤

见频率响应测试 7.5.1.13 相同。

d）测试记录与数据处理

对 6951E 每个波段依据 7.5.1.13 的测试结果，按照公式（5）计算并将结果作为总体绝对幅度精度：

$$\Delta A_{ALL} = \pm\left|0.70 + \Delta A_P\right| \quad (5)$$

式中：$\Delta A_P$ ----6951E 频响指标标称值，dB。

若 $\Delta A_{ALL}$ 满足误差要求，则在“6951E 记录表”中，记为符合要求，否则记为不符合要求。

### 7.5.1.16 输入电压驻波比测试

a）项目说明

阻抗失配导致产生反射电压。入射电压和反射电压在正反两个方向传输，产生某种干涉图形。驻波比是电压图形包络的最大值与最小值之比。

直接使用矢量网络分析仪的驻波测试功能直接测试信号/频谱分析仪输入端口的输入电压驻波比。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

网络分析仪 3672D.....1 台

图7.11　输入电压驻波比测试

c）测试步骤

1）开机预热 30 分钟，选择网络分析仪选择【响应】，测量为 S11,设置中频带宽为 100Hz，设置格式为驻波比，选择【频率】，分别设置起始频率和终止频率为 10MHz 和 26.5GHz,选择【功率】，设置功率电平为-5dBm，选择【扫描】设置扫描点数为 201，对网络分析仪选用校准电缆进行单端口测量校准(包括开路、短路、负载校准)。

2）按图 7.11 连接设备。

3）选择网络分析仪【光标】，设置光标 1 搜索类型为最大值，设置用户域范围为 10MHz 到 3GHz，选择跟踪，同理按照“6951E 记录表”中的分段要求对其它 4 段进行光标搜索设置。

4）按照“6951E 记录表”中的分段要求记录 5 段光标搜索最大值，应满足测试规定。

### 7.5.1.17 参考电平测试

a）项目说明

信号分析仪屏幕上已校准的垂直刻度位置被用做幅度测量的参考，参考电平通常指刻度线顶格。参考电平精度指标由设计保证。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

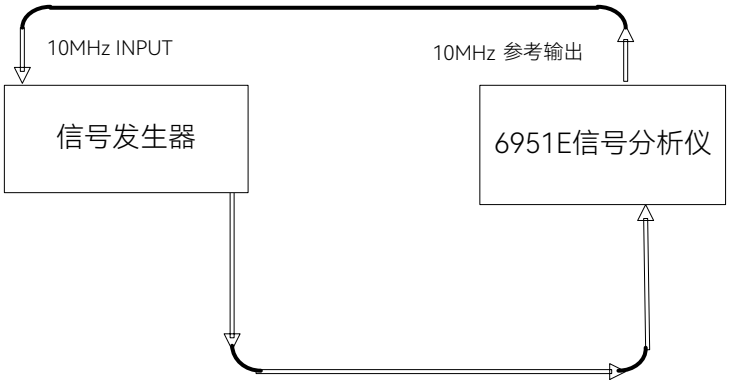


图7.12　参考电平测试

c）测试步骤

1) 开机预热 30 分钟，6951E 选择【幅度】，设置刻度类型为对数。
2) 选择【幅度】【参考电平】，使用鼠标或步进键【↑】【↓】以 0.01dB 步进手动设置，如果最大参考电平可设置为+23dBm，最小参考电平可设置为-170dBm，则参考电平满足对数刻度范围要求。
3) 选择【幅度】，设置刻度类型为线性。
4) 选择【幅度】，设置刻度单位为 V，选择【参考电平】，使用鼠标或步进键【↑】【↓】，如果最大参考电平可设置为 3.16V，最小参考电平可设置为 707pV，则参考电平满足线性刻度范围要求。
5) 按照图 7.12 连接测试仪器，设置信号发生器输出频率 50MHz，功率-60dB。
6) 设置 6951E，选择【频率】，设置中心频率 50MHz，扫宽 100kHz，选择【幅度】，设置参考电平 0dBm。
7) 选择【峰值】，执行峰值搜索，选择【光标】，设置光标模式为差值光标，在“6951E 记录表”B.5 记录当前参考电平下的光标功率值。
8) 依次设置参考电平为-10dBm、-20dBm、-30dBm、-40dBm、-50dBm、-60dBm，分别记录光标功率值，找出记录功率值中最大值作为转换不确定度，在“6951E 记录表”B.5 记录，应满足 3.8.18 转换不确定度要求。

#### 7.5.1.18 轨迹检波器测试

a）项目说明

检波方式是对信号能量的一种显示方法。根据特定需求， 6951E 可提供“标准、正峰值、取样、负峰值、对数功率平均、有效值平均和电压平均”共7种检波方式。

b）测试步骤

1) 设置 6951E，选择【检波】，可设置检波方式应有 7 种，标准、正峰值、取样、负峰值、对数功率平均、有效值平均和电压平均，其中默认检波方式为标准检波方式。
2) 改变 6951E 检波方式，对应轨迹发生改变，按照设定的检波方式显示。

c）测试记录与数据处理

步骤 1 ~ 2 能正确完成测试，说明轨迹检波器符合要求，在“6951E 记录表”中记录符合要求，否则记为不符合要求。

#### 7.5.1.19 显示平均噪声电平测试

a）项目说明

显示平均噪声电平是指在无外加噪声或信号的情况下，信号/频谱分析仪观察到的本底噪声。

通过在无外加噪声或信号且最小输入衰减条件下观测到的归一化噪声值即为显示平均噪声电平测试值。当测试峰值为剩余响应时，应避开此测试频点。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

50 欧姆负载

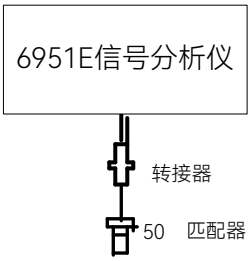


图7.13 显示平均噪声电平测试

c）测试步骤

1) 开机预热 30 分钟，按图 7.13 连接设备。选择 6951E【频率】，设置起始频率为 1MHz，终止频率为 10MHz，选择【带宽】，设置分辨率带宽为 10kHz，选择【幅度】，设置参考电平为-40dBm，低噪放设置为关。
2) 选择【轨迹】，设置为平均。选择 6951E【峰值】，读出标记的功率值。
3) 读出标记幅度值，按公式（6）计算并记录结果。结果应满足测试要求。

$$L_{DAN} = L_{测} - 10\lg\frac{RBW}{Hz} \qquad \text{.....} (6)$$

4) 按照“6951E 记录表”中的分段要求设置 6951E 起始频率和终止频率，其它保持不变。
5) 重复步骤 2 和步骤 3，将计算结果记录到“6951E 记录表”中。
6) 选择 6951E【频率】，设置起始频率为 1MHz，终止频率为 10MHz，选择【带宽】，设置分辨率带宽为 10kHz，选择【幅度】，设置参考电平为-40dBm，低噪放设置为开，重复步骤 2~4。

### 7.5.1.20 剩余响应测试

a）项目说明

剩余响应，是指信号分析仪在未接输入信号情况下，显示器上观测到的离散响应。

b）测试步骤

1) 按图 7.12 连接仪器，将 50 欧姆负载和转接器连在 6951E 的输入端口。
2) 设置 6951E，选择【频率】，设置中心频率 15.2MHz，扫宽 30MHz，选择【幅度】，设置参考电平-50dBm，输入衰减器 0dB，选择【带宽】，设置分辨率带宽 10kHz。
3) 记录当前轨迹的最高响应频率和幅度值在“6951E 记录表”B.6 中。
4) 如果怀疑有剩余响应，则再按单扫。剩余响应将持续出现，而噪声峰值将消失，噪声不应记录为剩余响应。
5) 设置 6951E 频率步进一次，轨迹刷新完成后，比较当前轨迹最大响应幅度值

与上一次响应最大值，并保留两者的之间最大值。

6) 按步骤 3 ~ 6 检查频率至 9GHz 的剩余响应，将测得响应的最大值记录在“6951E 记录表”B.6 中“10MHz ~ 9GHz”结果测量值处。

7) 在 9GHz ~ 26.5GHz 频段由于噪声抬高，需要降低测量过程中的分辨率带宽到合适值，并重复步骤 3 到 6 步。由于 9GHz ~ 26.5GHz 频段宽，分辨率带宽小，测量时间很长，预计在 3h 左右，此项指标作为额定值，由整机设计保证。

c）测试记录与数据处理

对“6951E 记录表”B.6 中的最终测试结果进行量值判断，最大响应值应小于或等于 6951E 剩余响应指标要求，并将结果记录在“6951E 记录表”中，否则判为不符合要求。

#### 7.5.1.21 相位噪声测试

a）项目说明

相位噪声是表征信号/频谱分析仪本振信号频率短期稳定度的指标。

从偏离载波 1kHz、10kHz、100kHz 处测量 1GHz、0dBm 参考正弦信号。参考正弦信号各频偏处的相位噪声指标至少高于信号分析仪 6dB。在测试过程中，如果设定频偏处有寄生响应，应该剔除该寄生响应，并在频偏附近处测量。

b）测试设备及测试框图

测试设备：

信号发生器 SMW200A.....1 台

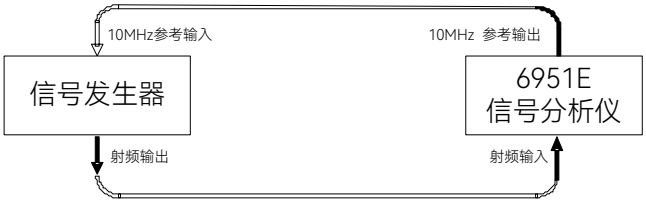


图7.14　相位噪声测试

c）测试步骤

1) 开机预热 30 分钟，按图 7.14 所示连接仪器，6951E 为信号发生器提供 10MHz 参考信号。设置信号发生器频率为 1GHz，功率为 0dBm。选择 6952F【频率】，设置中心频率为 1GHz，扫宽为 2.5kHz，选择【幅度】，设置参考电平为 0dB。

2) 选择 6951E【峰值】，设置光标到中心。选择【光标】，设置光标模式为差值，频偏为 1kHz，选择光标功能，设置噪声光标为开。选择【轨迹】，设置为平均。

3) 读取频偏 1kHz 点处噪声标记的差值幅度值，作为+1kHz 偏离处的相位噪声，读取频偏-1kHz 点处噪声标记的差值，作为-1kHz 偏离处的相位噪声， 取两者之间最大值作为频偏 1kHz 的相位噪声并记录在“6951E 记录表”B.7 中。

4) 依次设置 6951E 扫宽分别为 25kHz、250kHz，重复步骤 2 ~ 3，依次测试并记

录±10kHz、±100kHz 偏离处的相位噪声，应满足测试规定。

## 7.5.2 信号分析仪性能测试记录表

仪器编号：_____　　测试人员：_____

测试条件：_____　　测试日期：_____

表7.3　6951E型信号分析仪功能性能测试记录表

| 序号 | 测试项目 | 单位 | 标准要求 | | | 测试结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 外观 | / | 外观应整洁、表面应无锈蚀、霉斑、污迹、镀层剥落及明显的划痕、毛刺；塑料件应无起泡、开裂、变形；文字、符号、标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，符合GJB3947A-2009 中 3.3 的规定。 | | | |
| | 接口 | / | 10MHz 参考输入：SMB（阳）； | | | |
| | | | 10MHz 参考输出：SMB（阳）； | | | |
| | | | 100MHz 参考输出 1：SMB（阳）； | | | |
| | | | 100MHz 参考输出 2：SMB（阳）； | | | |
| | | | 触发输入：SMB（阳）； | | | |
| | | | 触发输出：SMB（阳）； | | | |
| | | | 辅助输入：SMA（阴）； | | | |
| | | | 辅助输出：SMB（阳）； | | | |
| | | | 噪声源驱动：SMB（阳）； | | | |
| | | | 其他接口：2 个 SMB（阳）； | | | |
| | | | 射频输入：3.5mm（阴）。 | | | |
| | 功能 | / | 具备频谱分析功能 | | | |
| | | | 具备信道功率测试功能 | | | |
| | | | 具备相邻信道功率测试功能 | | | |
| | | | 具备占用带宽测试功能 | | | |
| | | | 具备载噪比测量功能 | | | |
| | | | 具备模拟解调功能 | | | |
| | | | 具备噪声系数测量功能 | | | |
| | 频率范围 | Hz | 直流耦合 | 频率下限 | 10Hz | |
| | | GHz | | 频率上限 | 26.5GHz | |
| | | MHz | 交流耦合 | 频率下限 | 10MHz | |
| | | GHz | | 频率上限 | 26.5GHz | |

表7.3 （续）

| 序号 | 测试项目 | | 单位 | 标准要求 | | 测试结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 频率读数精度 | | kHz | 1.5GHz(频宽 200kHz) | ±5.2 kHz | |
| | | | kHz | 1.5GHz(频宽 5MHz) | ±107.5 kHz | |
| | | | MHz | 1.5GHz(频宽 50MHz) | ±1.0MHz | |
| | | | MHz | 1.5GHz(频宽 200MHz) | ±4.2MHz | |
| | | | MHz | 1.5GHz(频宽 500MHz) | ±10.6MHz | |
| | | | MHz | 1.5GHz(频宽 1GHz) | ±21.0 MHz | |
| | | | kHz | 5GHz(频宽 200kHz) | ±7.4kHz | |
| | | | kHz | 5GHz(频宽 5MHz) | ±109.7kHz | |
| | | | MHz | 5GHz(频宽 50MHz) | ±1.0MHz | |
| | | | MHz | 5GHz(频宽 200MHz) | ±4.2 MHz | |
| | | | MHz | 5GHz(频宽 500MHz) | ±10.6MHz | |
| | | | MHz | 5GHz(频宽 1GHz) | ±21.0MHz | |
| | | | kHz | 15GHz(频宽 200kHz) | ±13.8kHz | |
| | | | kHz | 15GHz(频宽 5MHz) | ±116.1kHz | |
| | | | MHz | 15GHz(频宽 50MHz) | ±1.0MHz | |
| | | | MHz | 15GHz(频宽 200MHz) | ±4.2MHz | |
| | | | MHz | 15GHz(频宽 500MHz) | ±10.6MHz | |
| | | | MHz | 15GHz(频宽 1GHz) | ±21.0 MHz | |
| | | | kHz | 25GHz(频宽 200kHz) | ±20.2kHz | |
| | | | kHz | 25GHz(频宽 5MHz) | ±122.5 kHz | |
| | | | MHz | 25GHz(频宽 50MHz) | ±1.0MHz | |
| | | | MHz | 25GHz(频宽 200MHz) | ±4.2MHz | |
| | | | MHz | 25GHz(频宽 500MHz) | ±10.6 MHz | |
| | | | MHz | 25GHz(频宽 1GHz) | ±21.0MHz | |
| | 频率扫宽 | 范围 | / | 0Hz（零扫宽），10Hz 至 26.5GHz | | |
| | | 分辨率 | Hz | 2Hz | | |
| | | 精度 | / | 中心频率：1000.000004MHz 扫宽：10Hz | ±2% | |
| | | | | 中心频率：2000MHz 扫宽：4GHz | ±2% | |
| | | | | 中心频率：4500MHz 扫宽：9GHz | ±2% | |
| | | | | 中心频率：6600MHz 扫宽：13.2GHz | ±2% | |
| | | | | 中心频率：9000MHz 扫宽：18GHz | ±2% | |

表7.3 （续）

| 序号 | 测试项目 | | 单位 | 标准要求 | | | 测试结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 扫描时间和触发 | 范围 | / | 1μs 至 6000s，扫宽=0Hz | | | |
| | | 精度 | / | 扫宽=0Hz | 1ms | ±2.0% | |
| | | | | | 20ms | ±2.0% | |
| | | | | | 200ms | ±2.0% | |
| | | | | | 1s | ±2.0% | |
| | | 触发方式 | / | 自由运行 | | | |
| | | | | 视频 | | | |
| | | | | 外部 | | | |
| | | 触发时延 | / | -150 至 500ms，扫宽=0Hz | | | |
| | | | | 0.1μs，分辨率 | | | |
| | 扫描（轨迹）点范围 | | / | 1 至 40001 | | | |
| | 分辨率带宽 | | / | 1Hz 至 3MHz（1-3-10 步进）、4、5、6、8MHz | | | |
| | 分析带宽 | | MHz | 最大带宽 40MHz | | | |
| | 视频带宽 | | / | 1Hz 至 3MHz（1-3-10 步进）、4、5、6、8MHz | | | |
| | 幅度范围 | | / | 显示平均噪声电平（DANL）至+30dBm | | | |
| | 输入衰减器范围 | | / | 0 至 70dB，以 10dB 步进 | | | |
| | 最大安全输入电平 | | / | +30dBm（1W）（前置放大器断开） | | | |
| | 显示范围 | 对数标度 | / | 0.1dB/格至 1dB/格，以 0.1 dB 步进 | | | |
| | | | | 1dB/格至 20dB/格，以 1 dB 步进（10 个显示格） | | | |
| | | 线性标度 | / | 10 格 | | | |
| | | 标度单位 | / | dBm、dBmV、dBμV、dBmA、dBμA、V、W、A | | | |
| | 频率响应（20 至 30℃） | | dB | 10MHz 至 2.6GHz | | ±0.90dB | |
| | | | | 2.6GHz 至 7.5GHz | | ±1.20dB | |
| | | | | 7.5GHz 至 9.5GHz | | ±1.30dB | |
| | | | | 9.5GHz 至 12.3GHz | | ±1.50dB | |
| | | | | 12.3GHz 至 15.7GHz | | ±1.80dB | |
| | | | | 15.7GHz 至 18GHz | | ±1.80dB | |
| | | | | 18GHz 至 23GHz | | ±2.20dB | |
| | | | | 23GHz 至 26.5GHz | | ±2.50dB | |

表7.3 （续）

| 序号 | 测试项目 | | 单位 | 标准要求 | | 测试结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 输入衰减切换不确定度 | 相对于10dB | dB | ±0.85dB 标称值 | | |
| | 总体绝对幅度精度 | | dB | ±（0.70dB+频率响应） | | |
| | 输入电压驻波比 | | / | 10MHz 至 3GHz | < 1.2 | |
| | | | | 3GHz 至 7.5GHz | < 1.4 | |
| | | | | 7.5GHz 至 13.6GHz | < 1.6 | |
| | | | | 13.6GHz 至 24.2GHz | < 1.8 | |
| | | | | 24.2GHz 至 26.5GHz | < 2.0 | |
| | 参考电平 | 范围 | / | 范围：-170dBm 至+23dBm 以 0.01dB 步进（对数标度）<br>同对数（707pV 至 3.16V）（线性标度） | | |
| | | 转换不确定度 | dB | ±1.20dB（参考电平 0dBm~-60dBm） | | |
| | 轨迹检波器 | | / | 正态、峰值、采样、负峰值、对数功率平均、有效值平均和电压平均 | | |
| | 显示平均噪声电平 | | dBm/Hz | 10MHz 至 2.6GHz | ≤-160dBm/Hz | |
| | | | | 2.6GHz 至 7.5GHz | ≤-158dBm/Hz | |
| | | | | 7.5GHz 至 9.5GHz | ≤-158dBm/Hz | |
| | | | | 9.5GHz 至 12.3GHz | ≤-156dBm/Hz | |
| | | | | 12.3GHz 至 15.7GHz | ≤-150dBm/Hz | |
| | | | | 15.7GHz 至 18GHz | ≤-150dBm/Hz | |
| | | | | 18GHz 至 23GHz | ≤-150dBm/Hz | |
| | | | | 23GHz 至 26.5GHz | ≤-148dBm/Hz | |
| | 剩余响应 | | dBm | 前置低噪放开 | ≤-90dBm | |
| | 相位噪声（CF=1GHz） | | dBc/Hz | ≤-105dBc/Hz@1kHz | | |
| | | | | ≤-112dBc/Hz@10kHz | | |
| | | | | ≤-112dBc/Hz@100kHz | | |
| | 颜色 | | / | 6951E 型信号分析仪的面板颜色为浅灰白 | | |
| 综合判定 | | | | | | |

### 7.5.3 AV4051 信号/频谱分析仪性能测试辅助表格

6951E 信号分析仪辅助测试记录表

仪器编号：_____ 测试人员：_____

测试条件：_____ 测试日期：_____

表7.4 频率扫宽精度

| 6951E 中心频率（MHz） | 信号发生器#1（MHz） | 信号发生器#2（MHz） | 6951E 扫宽 | 差值频率 | 频宽准确度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1000.000004 | 1000 | 1000.000008 | 10Hz | | |
| 2000 | 400 | 3600 | 4GHz | | |
| 4500 | 900 | 8100 | 9GHz | | |
| 6600 | 1320 | 11880 | 13.2GHz | | |
| 9000 | 1800 | 16200 | 18GHz | | |

表7.5 扫描时间精度

| 模式 | 扫描时间设置 | 函数发生器对应频率 | 时间差$\Delta T$ | 扫描时间精度 |
|---|---|---|---|---|
| 扫宽=0Hz | 1ms | 10kHz | | |
| | 20ms | 500Hz | | |
| | 200ms | 50Hz | | |
| | 1s | 10Hz | | |

表7.6 频率响应

绝对幅度误差

| 频率（MHz） | 6951E 频标读数 $L_2$（dBm） | 功率计读数 $L_1$（dBm） | 幅度误差 |
|---|---|---|---|
| 50 | | | |
| 500 | | | |
| 900 | | | |
| 1200 | | | |
| 2500 | | | |

**性能特性测试**

| 频率（MHz） | 6951E 频标读数 $L_2$（dBm） | 功率计读数 $L_1$（dBm） | 幅度误差 |
|---|---|---|---|
| 5500 | | | |
| 8500 | | | |
| 12000 | | | |
| 13000 | | | |
| 15000 | | | |
| 17000 | | | |
| 19000 | | | |
| 20000 | | | |
| 23000 | | | |
| 24000 | | | |
| 25000 | | | |
| 26000 | | | |

相对幅度误差

| 频率 | 50MHz 绝对幅度误差 | 相对 50MHz 幅度误差 | 绝对幅度误差 |
|---|---|---|---|
| 50MHz | | 0（ref） | |
| 20MHz | | | |
| 10MHz | | | |

频率响应统计结果

| 频率范围 | 最大幅度误差值$\Delta A_{max}$ | 最小幅度误差值$\Delta A_{min}$ | 频率响应 |
|---|---|---|---|
| 10MHz 至 2.6GHz | | | |
| 2.6GHz 至 7.5GHz | | | |
| 7.5GHz 至 9.5GHz | | | |
| 9.5GHz 至 12.3GHz | | | |
| 12.3GHz 至 15.7GHz | | | |
| 15.7GHz 至 18GHz | | | |
| 18GHz 至 23GHz | | | |
| 23GHz 至 26.5GHz | | | |

表7.7　输入衰减切换不确定度

| 频率 | 10dB（参考） | 20dB | 30dB | 40dB | 50dB | 60dB | 70dB | 误差 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50MHz | | | | | | | | |
| 1GHz | | | | | | | | |
| 10GHz | | | | | | | | |
| 25GHz | | | | | | | | |

表7.8　参考电平

| 参考电平（dBm） | 6951E 频标读数（dBm） | 转换不确定度 |
|---|---|---|
| 0 | | |
| -10 | | |
| -20 | | |
| -30 | | |
| -40 | | |
| -50 | | |
| -60 | | |

表7.9　剩余响应

| 频率范围 | 测量值 |
|---|---|
| 10MHz 至 9GHz | |
| | |
| | |

表7.10　相位噪声

| 频偏 | 正频偏相位噪声 | 负频偏相位噪声 |
|---|---|---|
| 1kHz | | |
| 10kHz | | |
| 100kHz | | |

## 7.5.4 性能特性测试推荐仪器

表7.11　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 | 频率计数器 | 频率范围：10Hz ~ 40GHz；分辨率：12位/秒 | 53230A |
| 2 | 信号分析仪 | 频率范围：2Hz ~ 67GHz；频标分辨率：1Hz： | FSW67 |
| 3 | 信号源 | 频率范围：9kHz ~ 6GHz；分辨率：0.01dB； | SMA100A |
| 4 | 信号源 | 频率范围：250kHz ~ 43.5GHz；分辨率：0.01dB； | E8267D |
| 5 | 稳压稳流电源 | 直流电压：大于8Vdc；电压分辨率：0.1V； | DH1715A-3 |
| 6 | 微波功率放大器 | 输出功率：大于33dBm；增益：大于20dB； | AV3866B |
| 7 | 矢量网络分析仪 | 频率范围：10MHz ~ 26.5GHz；动态范围：100dB | 3672D |
| 8 | 微波功率计 | 频率范围：10MHz ~ 26.5GHz； | N1913A |
| 9 | 功率探头 | 频率范围：10MHz ~ 18GHz；<br>功率范围：-70dBm ~ +20dBm；分辨率：0.1dB； | E4413A |
| 10 | 调制域分析仪 | 频率范围：10MHz ~ 6GHz； | 53310A |
| 11 | 任意波形发生器 | 频率范围：≥80MHz | 33250A |
| 12 | 万用表 | 三位半 | FLUKE 15B |
| 13 | 直尺 | 最小分度值：≤1mm | — |
| 14 | 磅秤 | 最小分度值：≤5g | TGT-100 |

# 附 录

- 附录A 术语说明.....131
- 附录B SCPI命令速查表.....136

## 附录 A 术语说明

### 本振

本地振荡器的简称。信号分析仪中本振频率与被接收信号混频产生仪器中频信号。

### 假响应

不希望出现在信号分析仪显示器上的虚假信号。假响应分为寄生响应和剩余响应，其中寄生响应是伴随输入信号而在信号分析仪显示器上引起的异常响应，分为谐波、交调、镜频、多重、带外等响应；假响应也可分为谐波响应和非谐波响应，非谐波响应是交调或剩余响应。分项说明如下：

a） 谐波失真

当输入信号的幅度增大至使混频器工作在非线性状态时，在混频器中将产生该输入信号的谐波成分，这些谐波分量被称为谐波失真。

b） 镜像和多重响应

混频过程中，有两个输入信号能和同一频率本振信号产生相同的中频信号，它们一个信号频率比本振低一个中频，一个信号频率比本振高一个中频，则其中一个信号称为另一个信号的镜像。对于本振的每个频率，相应的输入信号都有一个镜像，信号和镜像频率相隔两倍中频。

多重响应是单一频率的输入信号在显示器上引起的两个或多个响应，即对两个或多个本振频率都有响应，产生多重响应的本振频率间隔为两倍中频。只有当混频模式重叠以及本振扫过足够宽的范围而使输入信号不止在一个混频模式上相混频时，才会发生多重响应。不同信号分析仪原理结构各不相同，引起镜像和多重响应的频率也各不相同。

c） 剩余响应

剩余响应是指信号分析仪在未接输入信号情况下，显示器上观测到的离散响应。

### 测量单位

信号分析仪常用的测量单位如下表所示：

附表1 测量单位

| 测量参数 | 单位名称 | 单位缩写 |
|---|---|---|
| 频率 | 赫兹 | Hz |
| 功率电平 | 分贝相对毫瓦 | dBm |
| 功率比 | 分贝 | dB |
| 电压 | 伏特 | V |
| 时间 | 秒 | s |
| 阻抗（电阻） | 欧姆 | Ω |

## 附录 A 术语说明

### 菜单

在屏幕显示区右侧提示的信号分析仪功能信息，通过按前面板相应的硬键或软键激活相应功能。

### 参考电平

信号分析仪屏幕上已校准的垂直刻度位置被用做幅度测量的参考，参考电平通常选择刻度线顶格。

### 测量范围

在给定精度范围内，信号分析仪输入端可测量的最大信号（通常为最大安全输入电平）和最小信号（显示平均噪声电平）的功率比（dB），该比值通常远大于单次测量中可能实现的动态范围。

### 差值标记

标记的一种标记方式，其中一个是固定的参考标记，另一个是可以放在显示轨迹上任何位置的活动标记，显示的数据为可活动标记与固定的参考标记之间的相对幅度差和频率差(或时间差)。

### 动态范围

以规定的精度测量信号分析仪输入端同时存在的两个或多个信号之间的最大功率比，以dB表示，它表征了测量同时存在的两个或多个信号幅度差的能力。动态范围有多信号动态范围、单信号动态范围、瞬时动态范围、安全动态范围之分，它与显示范围和测量范围的概念不一样。影响动态范围的因素有显示平均噪声电平、内部失真、噪声边带、输入衰减器、对数放大器、检波器及AD变换器等。

可按下列公式计算最佳二阶和三阶无失真测量动态范围。

$$MDR_2 = \frac{1}{2} \times (SHI - DANL)$$

$$MDR_3 = \frac{2}{3} \times (TOI - DANL)$$

式中：

$MDR_2$——最佳二阶无失真测量动态范围

$SHI$ ——二阶失真截获点

$DANL$——显示平均噪声电平

$MDR_3$——最佳三阶无失真测量动态范围

$TOI$ ——三阶失真截获点

### FFT

快速傅立叶变换的简称。它是对时域信号进行特定的数学分析，给出频域分析结果。

### 分辨率

分辨率表征信号分析仪能明确地分离出两个输入信号的能力。它受中频滤波器带宽、矩形系数、本振剩余调频、相位噪声及扫描时间等因素的影响。大多数信号分析仪是采用 LC 滤波器、晶体滤波器、有源滤波器、数字滤波器等方法来实现不同的分辨率带宽。

### 幅度准确度

与幅度测量结果相关联的、表征合理地赋予幅度测量值分散性的参数。影响幅度测量准

确度的因素包括频率响应、显示保真度、输入衰减器转换误差、中频增益、刻度因子和分辨率带宽等。

## 轨迹

迹线由包含频率（时间）和幅度信息的一连串数据点组成，这一连串数据点通常被当作集合看待。轨迹 1、2、3 是信号分析仪经常用到的轨迹名称。

## 检波方式

模拟信息被数字化并存入存贮器之前进行处理的方式，在信号分析仪中主要作为对信号能量的一种显示检测方法。

## 刻度因子

显示器垂直轴每格所代表的数值单位。

## 零频宽

信号分析仪的扫频本振固定在某一频率上，即本振不扫描(频宽等于零)。在零频宽时信号分析仪变为一台固定调谐的接收机，接收机的带宽是分辨率带宽。

## 漂移

本振频率受扫描电压的变化而导致信号位置在显示器上的缓慢变化。发生漂移时，可能需要重新调整，但不会削弱频率分辨率。

## 频率响应

频率响应是指在规定频率范围内幅度随频率的变化，即幅度与频率的依赖关系。频率响应又分绝对频率响应和相对频率响应。绝对频率响应是在给定的频率范围内，以某频率点的信号幅度为参考时其余各频率点的幅度偏差。相对频率响应也称频响平坦度，表示某个频段或整个频率范围内，信号的最大幅度与最小幅度之差或差值的正负二分之一。

## 标记

可以放在屏幕迹线上任何一处的可见指示光标，可用数字显示出标记点上迹线的频率和幅度的绝对值。活动标记指位于迹线上能够被前面板控制键或程控命令直接移动的标记。

## 频宽

信号分析仪上起始频率与终止频率之差。频宽的设置决定了信号分析仪显示器水平轴的标度。

## 频率范围

在满足规定性能的条件下，信号分析仪能测量的最低频率到最高频率之间的范围。频率范围及相应的频段划分应在产品规范中规定。

## 频率准确度

测量的频率显示值与真实值的接近程度。分为绝对准确度和相对准确度，绝对准确度是读出频率误差的实际大小，相对准确度是读出频率误差与理想频率值的比值。

## 频率稳定度

指在短期或长期内，信号频率保持不变的程度。短期频率稳定度可以用剩余调频或相位噪声表征。长期频率稳定度可以用老化率来表征。

## 附录 A 术语说明

### 平坦度

对应于信号分析仪测量频率范围的显示幅度变化量，表明显示的信号幅度变化与频率的对应关系。

### 扫描时间

本振调谐经过选择的频率间隔所需要的时间。扫描时间直接影响完成一次测试所用的时间，它不包括完成一次扫描与开始下一次扫描之间的停滞时间。在零频宽下，水平轴只对时间校准。在非零频宽下，水平轴对频率和时间两者校准。扫描时间通常随频宽、分辨率带宽和视频带宽而改变。

### 射频衰减器

信号分析仪的输入连接器与第一混频器之间的步进衰减器。射频衰减器用来调节输入第一混频器的信号电平。

### 视频平均

信号分析仪所显示的是被测信号加上它自己内部的噪声，为了减小噪声对测量小信号幅度的影响，要对显示的信号进行视频平均。

视频平均是在多次扫描期间逐点进行平均。在每个点上，新测量的数据和先前测量的数据一起求平均，显示会逐渐地集中到若干次测量的平均值上。只用在数字显示的分析仪上，平均值的计算是由用户所选择的扫描次数决定的。平均算法将加权系数(1/n，n 为当前的扫描次数)用于当前扫描给定点的幅值，将另一个加权系数[(n-1) /n]用于前面储存的平均值，再将两者合并为当前的平均值。在指定的扫描次数完成之后，加权系数仍然不变，而显示变为动态平均。

### 输入幅度范围

在给定精度范围内，信号分析仪输入端可测量的最大信号(通常为最大安全输入电平)和最小信号(显示平均噪声电平）的功率比(dB），该比值总是远大于单次测量中可能实现的动态范围。

### 输入阻抗

信号分析仪对信号源呈现的终端阻抗。射频和微波分析仪的阻抗通常是 50Ω。对于某些系统（如有线电视）的标准阻抗是 75Ω。额定阻抗与实际阻抗之间的失配程度由电压驻波比（VSWR）表示。

### 显示范围

在显示器上能够同时观察到最大信号和最小信号之间的差值。对于 10 个幅度刻度区间的信号分析仪而言，显示范围即为刻度因子*10。

### 显示平均噪声电平

在最小分辨率带宽和最小输入衰减的情况下，降低视频带宽以减小噪声的峰-峰值波动，在信号分析仪显示器上观察到的电平即为显示平均噪声电平，用 dBm 表示。信号分析仪的显示平均噪声电平可等效称为信号分析仪的灵敏度。

### 灵敏度

信号分析仪可测量最小电平信号的能力。灵敏度又分为输入信号电平灵敏度和等效输入噪声灵敏度，前者产生的输出约等于两倍平均噪声值的输入信号电平，后者是内部产生的噪

声折合到输入端的平均电平。最佳灵敏度可在最窄分辨率带宽、最小输入衰减和充分视频滤波的状态下获得。影响灵敏度的因素有输入衰减器、前置放大器、前端器件的插损、中频滤波器的带宽、噪声边带等。视频滤波器不能改善灵敏度，但可改善鉴别能力和在低信噪比情况下测量的可重复性。最佳灵敏度可能与其它测量需求相冲突。比如较小的分辨率带宽增大扫描时间；0dB 输入衰减增大了输入驻波比(VSWR)，降低测量精度；增加前置放大器影响信号分析仪的动态范围。灵敏度与分辨带宽的关系如下：

$$PdBm = -174dBm+FdB+10LogB$$

式中：

PdBm —— 信号分析仪的灵敏度

FdB —— 信号分析仪的噪声系数

B —— 信号分析仪的 3dB 带宽(以 Hz 为单位)

## 噪声标记

用其值来表示 1Hz 等效噪声带宽内噪声电平的一种标记。当选择噪声标记时，就启动了取样检波方式，对在标记周围若干迹线点(点数取决于分析仪）进行平均，此平均值对 1Hz 等效噪声带宽内的功率进行归一化。

## 相位噪声（噪声边带）

信号分析仪中的振荡器用来把不同频率的输入信号转换到中频，相位噪声表示相对载波某一频偏处 1Hz 等效噪声带宽内的噪声功率与载波功率的相对值，常用 dBc/Hz 表示。它是振荡器短时间频率稳定度的量度，由相位或频率变化而造成，在振荡器信号中显示为一个钟状的噪声特征。它影响整机对被测信号相位噪声的测量能力，同时也影响整机的灵敏度和动态范围等。

## 增益压缩

输入信号电平增大时可能使信号分析仪的混频器、放大器等单元电路接近饱和点工作，此时输出信号分量不再随输入信号呈线性变化，显示的信号电平偏低，这是增益压缩造成的。通常用输出偏离线性值低 1dB（或 0.5dB）对应的输入电平值表示 1dB（或 0.5dB）压缩点。

## 中频增益/中频衰减

中频增益/中频衰减用来调节信号在显示器上的垂直位置而不影响输入混频器上信号电平的中频控制器。当改变中频增益/中频衰减时，参考电平也相应变化。

# 附录 B SCPI 命令速查表

附表2　SCPI命令速查表

| 命令 | 功能 |
|---|---|
| *IDN? | 通用指令 |
| *RST | 通用指令 |
| :ABORt | 取消(仅远控) |
| :AVERage ON\|OFF\|1\|0 | 设置平均开关 |
| :AVERage? | 查询平均开关 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MAXimum | 峰值搜索 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MAXimum:NEXT | 次峰值 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MAXimum:RIGHt | 右邻峰值 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MAXimum:LEFT | 左邻峰值 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:CPSearch[:STATe] ON\|OFF\|1\|0 | 设置峰值跟踪开关 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:CPSearch[:STATe]? | 查询峰值跟踪开关 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MINimum | 最小值搜索 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MODE POSition\|DELTa\|FIXed\|OFF | 设置标记模式 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:MODE? | 查询标记模式 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:X <freq> | 设置标记 X 轴位置 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:X? | 查询标记 X 轴位置 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:Y? | 查询标记 Y 轴位置 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:TRACe 1\|2\|3 | 设置标记轨迹 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3:TRACe? | 查询标记轨迹 |
| :CALCulate:MARKer:AOFF | 设置关闭所有标记 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3 [:SET]:CENTer | 标记->中心 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3 [:SET]:STARt | 标记->起始 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3 [:SET]:STOP | 标记->终止 |
| :CALCulate:MARKer[1]\|2\|3 [:SET]:RLEVel | 标记->参考 |
| :CALCulate:CHPower:MARKer:AOFF | 信道功率-设置关闭所有标记 |
| :CALCulate:CHPower:MARKer[1]\|2\|3:MODE POSition\|DELTa\|FIXed\|OFF | 信道功率-设置标记模式 |
| :CALCulate:CHPower:MARKer[1]\|2\|3:MODE? | 信道功率-查询标记模式 |
| :CALCulate:CHPower:MARKer[1]\|2\|3:X <freq> | 信道功率-设置标记 X 轴位置 |
| :CALCulate:CHPower:MARKer[1]\|2\|3:X? | 信道功率-查询标记 X 轴位置 |
| :CALCulate:CHPower:MARKer[1]\|2\|3:Y? | 信道功率-查询标记 Y 轴位置 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer:AOFF | 相位噪声-设置关闭所有标记 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:MODE POSition\|DELTa\|FIXed\|OFF | 相位噪声-设置标记模式 |

| | |
|---|---|
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:MODE? | 相位噪声-查询标记模式 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:TRACe 1\|2\|3 | 相位噪声-设置标记轨迹 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:TRACe? | 相位噪声-查询标记轨迹 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:X <freq> | 相位噪声-设置标记 X 轴位置 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:X? | 相位噪声-查询标记 X 轴位置 |
| :CALCulate:LPLot:MARKer[1]\|2\|3:Y? | 相位噪声-查询标记 Y 轴位置 |
| :CONFigure:SANalyzer | 设置为频谱测量 |
| :CONFigure:SANalyzer:NDEFault | 以默认状态进入频谱测量 |
| :CONFigure:CHPower | 设置为信道功率测量 |
| :DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision <rel_ampl> | 设置刻度/格 |
| :DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision? | 查询刻度/格 |
| :DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel <real> | 设置参考电平 |
| :DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel? | 查询参考电平 |
| :DISPlay:CHPower:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision <rel_ampl> | 信道功率-设置刻度/格 |
| :DISPlay:CHPower:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision? | 信道功率-查询刻度/格 |
| :DISPlay:CHPower:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel <real> | 信道功率-设置参考电平 |
| :DISPlay:CHPower:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel? | 信道功率-查询参考电平 |
| :DISPlay:LPLot:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision <rel_ampl> | 相位噪声-设置刻度/格 |
| :DISPlay:LPLot:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision? | 相位噪声-查询刻度/格 |
| DISPlay:LPLot:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel <real> | 相位噪声-设置参考电平 |
| DISPlay:LPLot:VIEW:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel? | 相位噪声-查询参考电平 |
| :FETCh:CHPower[1]\|2? | 信道功率-查询:<br>n=1 查询积分带宽内的信道功率;<br>n=2 查询频宽内的轨迹数据 |
| :FETCh:CHPower:CHPower? | 信道功率-查询信道功率结果 dBm |
| :FETCh:CHPower:DENSity? | 信道功率-查询功率谱密度结果 dBm/Hz |
| :INITiate:CONTinuous OFF\|ON\|0\|1 | 设置单次连续 |
| :INITiate:CONTinuous? | 查询单次连续 |
| :INITiate:SANalyzer | 频谱分析初始化 |
| :INSTrument SA\| PNOISE | 设置测量模式 |

附录 B SCPI 命令速查表

| | |
|---|---|
| :INSTrument? | 查询测量模式 |
| :MEASure:CHPower[1]\|2? | 同:FETCh:CHPower[1]\|2? |
| :MEASure:CHPower:CHPower? | 同 :FETCh:CHPower:CHPower? |
| :MEASure:CHPower:DENSity? | 同 :FETCh:CHPower:DENSity? |
| :READ:CHPower[1]\|2? | 同:FETCh:CHPower[1]\|2? |
| :READ:CHPower:CHPower? | 同 :FETCh:CHPower:CHPower? |
| :READ:CHPower:DENSity? | 同 :FETCh:CHPower:DENSity? |
| [:SENSe]:AVERage:COUNt <integer> | 设置平均次数 |
| [:SENSe]:AVERage:COUNt? | 查询平均次数 |
| [:SENSe]:AVERage:TYPE RMS\|LOG\|SCALar | 设置平均类型 |
| [:SENSe]:AVERage:TYPE? | 查询平均类型 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth[:RESolution] <freq> | 设置分辨率带宽 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth[:RESolution]? | 查询分辨率带宽 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth[:RESolution]:AUTO OFF\|ON\|0\|1 | 设置分辨率带宽自动手动开关 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth[:RESolution]:AUTO? | 查询分辨率带宽自动手动开关 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth:VIDeo <freq> | 设置视频带宽 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth:VIDeo? | 查询视频带宽 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth:VIDeo:AUTO OFF\|ON\|0\|1 | 设置视频带宽自动手动开关 |
| [:SENSe]:BANDwidth\|BWIDth:VIDeo:AUTO? | 查询视频带宽自动手动开关 |
| [:SENSe]:DETector:TRACe[1]\|2\|3 AVERage\|NEGative\|NORMal\|POSitive\|SAMPle\|QPEak\|EAVerage\| RAVerage | 设置轨迹检波方式 |
| [:SENSe]:DETector:TRACe[1]\|2\|3? | 查询轨迹检波方式 |
| [:SENSe]:DETector[:FUNCtion] NORMal\|AVERage\|POSitive\|SAMPle\|NEGative\|QPEak\|EAVerage\| EPOSitive\|MPOSitive\|RMS | 设置轨迹检波方式（对所有轨迹都有效） |
| [:SENSe]:DETector[:FUNCtion]? | 查询轨迹检波方式（对所有轨迹都有效） |
| [:SENSe]:FREQuency:CARRier <freq> | 相位噪声-设置载波频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:CARRier? | 相位噪声-查询载波频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:CENTer <freq> | 设置中心频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:CENTer? | 查询中心频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:STARt <freq> | 设置起始频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:STARt? | 查询起始频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:STOP <freq> | 设置终止频率 |

| | |
|---|---|
| [:SENSe]:FREQuency:STOP? | 查询终止频率 |
| [:SENSe]:FREQuency:SPAN <freq> | 设置频宽 |
| [:SENSe]:FREQuency:SPAN? | 查询频宽 |
| [:SENSe]:FREQuency:SPAN:FULL | 设置全频宽 |
| [:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation <rel_ampl> | 设置机械衰减 |
| [:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation? | 查询机械衰减 |
| [:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO OFF\|ON\|0\|1 | 设置机械衰减自动手动开关 |
| [:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO? | 查询机械衰减自动手动开关 |
| [:SENSe]:POWer[:RF]:GAIN[:STATe] OFF\|ON\|0\|1 | 设置前置放大器开关 |
| [:SENSe]:POWer[:RF]:GAIN[:STATe]? | 查询前置放大器开关 |
| [:SENSe]:ROSCillator:SOURce INTernal\|EXTernal | 设置频率参考内部外部 |
| [:SENSe]:ROSCillator:SOURce? | 查询频率参考内部外部 |
| [:SENSe]:SWEep:TIME <time> | 设置扫描时间 |
| [:SENSe]:SWEep:TIME? | 查询扫描时间 |
| [:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO OFF\|ON\|0\|1 | 设置扫描时间自动手动开关 |
| [:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO? | 查询扫描时间自动手动开关 |
| [:SENSe]:SWEep:TYPE FFT\|SWEep | 设置扫描类型 |
| [:SENSe]:SWEep:TYPE? | 查询扫描类型 |
| [:SENSe]:SWEep:TYPE:AUTO OFF\|ON\|0\|1 | 设置扫描类型自动手动 |
| [:SENSe]:SWEep:TYPE:AUTO? | 查询扫描类型自动手动 |
| [:SENSe]:SWEep:POINts <integer> | 设置扫描点数 |
| [:SENSe]:SWEep:POINts? | 查询扫描点数 |
| [:SENSe]:CHPower:AVERage:COUNt <integer> | 信道功率-设置平均次数 |
| [:SENSe]:CHPower:AVERage:COUNt? | 信道功率-查询平均次数 |
| [:SENSe]:CHPower:AVERage[:STATe] OFF\|ON\|0\|1 | 信道功率-设置平均开关 |
| [:SENSe]:CHPower:AVERage[:STATe]? | 信道功率-查询平均开关 |
| [:SENSe]:CHPower:BANDwidth:INTegration <freq> | 信道功率-设置积分带宽 |
| [:SENSe]:CHPower:BANDwidth:INTegration? | 信道功率-查询积分带宽 |
| [:SENSe]:CHPower:FREQuency:SPAN <freq> | 信道功率-设置频宽 |
| [:SENSe]:CHPower:FREQuency:SPAN? | 信道功率-查询频宽 |
| [:SENSe]:LPLot:AVERage:COUNt <integer> | 相位噪声-设置平均次数 |
| [:SENSe]:LPLot:AVERage:COUNt? | 相位噪声-查询平均次数 |
| [:SENSe]:LPLot:AVERage[:STATe] OFF\|ON\|0\|1 | 相位噪声-设置平均开关 |
| [:SENSe]:LPLot:AVERage[:STATe]? | 相位噪声-查询平均开关 |
| [:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STARt <freq> | 相位噪声-设置起始频偏 |
| [:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STARt? | 相位噪声-查询起始频偏 |
| [:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STOP <freq> | 相位噪声-设置终止频偏 |
| [:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STOP? | 相位噪声-查询终止频偏 |
| :TRACe[1]\|2\|3:DISPlay[:STATe] ON\|OFF\|0\|1 | 设置轨迹显示状态开关 |
| :TRACe[1]\|2\|3:DISPlay[:STATe]? | 查询轨迹显示状态开关 |
| :TRACe[1]\|2\|3:MODE | 设置轨迹显示方式 |

附录 B SCPI 命令速查表

| | |
|---|---|
| WRITe\|AVERage\|MAXHold\|MINHold\|BLANk | |
| :TRACe[1]\|2\|3:MODE? | 查询轨迹显示方式 |
| :TRACe[1]\|2\|3:TYPE WRITe\|AVERage\|MAXHold\|MINHold | 设置轨迹显示方式 |
| :TRACe[1]\|2\|3:TYPE? | 查询轨迹显示方式 |
| :TRACe[:DATA]? TRACE1\|TRACE2\|TRACE3\|TRACE4\|TRACE5\|TRACE6 | 查询轨迹数据（仅远控） |
| :SYSTem:ERRor[:NEXT]? | 查询当前错误信息 |
| :SYSTem:PRESet | 设置系统复位 |