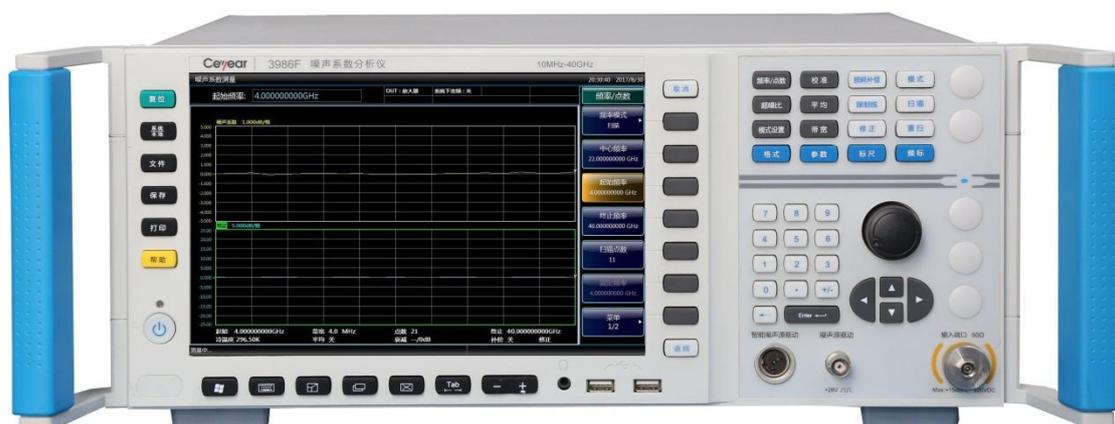


# Ceyear 思仪

## 3986 系列

## 噪声系数分析仪

## 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噪声系数分析仪：

- 3986A 噪声系数分析仪（10MHz-4GHz）
- 3986D 噪声系数分析仪（10MHz-18GHz）
- 3986E 噪声系数分析仪（10MHz-26.5GHz）
- 3986F 噪声系数分析仪（10MHz-40GHz）
- 3986H 噪声系数分析仪（10MHz-50GHz）
- 3986L 噪声系数分析仪（10MHz-67GHz）

除标准配件外的选件如下：

- 3986-H01, 16603/16604 系列噪声源：用于噪声系数测量的噪声功率标准。
- 3986-H02, 711XX 系列高性能同轴转接器：用于噪声源和噪声系数分析仪连接。
- 3986-H03, 多芯电缆：用于噪声系数分析仪智能噪声源驱动接口和智能噪声源连接。
- 3986-H04, BNC(m)-BNC(m)：用于噪声系数分析仪标准噪声源驱动接口和标准噪声源的连接。
- 3986-H05, 铝合金运输箱：高强度轻便铝合金运输箱，带提把和滚轮，方便运输。
- 3986-H98, 英文套件：英文面板、英文说明书、英文操作界面和英文操作系统。

版 本：A.2 2021年09月，中电科思仪科技股份有限公司

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](http://www.ceyear.com)

电子邮箱：[techbb@ceyear.com](mailto:techbb@ceyear.com)

地 址：山东省青岛市黄岛区香江路98号

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 3986 系列噪声系数分析仪！

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

## 手册编号

AV2.735.1012SS

## 版本

A.2 2021.09

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。

## 产品质量保

本产品从出厂之日期保修期为 18 个月。质保期内仪器生产厂家会根据实际情况维修或替换损坏部件。为此用户需要将产品返回厂家并预付邮寄费用，厂家维护产品后会同产品一并返回用户此费用。

## 产品质量证明

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

## 质量/环境管理

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

## 安全事项



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



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





# 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 .....	5
2.1 产品综述 .....	5
2.2 安全使用手册 .....	5
2.2.1 安全标识 .....	6
2.2.2 操作状态和位置 .....	7
2.2.3 用电安全 .....	7
2.2.4 操作注意事项 .....	8
2.2.5 维护 .....	9
2.2.6 运输 .....	9
2.2.7 废弃处理/环境保护 .....	9
3 使用入门 .....	11
3.1 准备使用 .....	11
3.1.1 操作前准备 .....	11
3.1.2 操作系统配置 .....	21
3.1.3 例行维护 .....	28
3.2 前、后面板说明 .....	30
3.2.1 前面板说明 .....	30
3.2.2 后面板说明 .....	36
3.3 基本操作说明 .....	40
3.3.1 显示区信息 .....	40

## 目 录

3.3.2 用户交互 .....	44
3.3.3 设置仪器复位和开机状态 .....	45
3.3.4 执行文件操作 .....	46
3.3.5 输入超噪比 .....	51
3.3.6 设置测量频率 .....	58
3.3.7 设置带宽和平均 .....	61
3.3.8 校准噪声系数分析仪 .....	62
3.3.9 显示测量结果 .....	66
3.3.10 进行固定频率测量 .....	75
<b>4 操作指南 .....</b>	<b>79</b>
4.1 基本操作指南 .....	79
4.1.1 测量模式 .....	79
4.1.2 模式设置 .....	80
4.1.3 系统连接 .....	86
4.1.4 外部本振选择 .....	89
4.1.5 基本放大器测量举例 .....	91
4.2 高级操作指南 .....	95
4.2.1 上、下变频器模式测量指南 .....	96
4.2.2 上、下变频器模式测量举例 .....	105
4.2.3 系统下变频模式测量指南 .....	113
4.2.4 系统下变频模式测量举例 .....	118
4.2.5 频率限制 .....	126
4.2.6 损耗补偿功能 .....	132
4.2.7 限制线功能 .....	136
<b>5 按键分组和菜单说明 .....</b>	<b>141</b>
5.1 测量键组 .....	141
5.1.1 【频率/点数】键 .....	142
5.1.2 【校准】键 .....	143
5.1.3 【超噪比】键 .....	145

5.1.4	【平均】键	148
5.1.5	【模式设置】键	149
5.1.6	【带宽】键	151
5.2	控制键组	152
5.2.1	【损耗补偿】键	153
5.2.2	【模式】键	155
5.2.3	【限制线】键	156
5.2.4	【扫描】键	158
5.2.5	【修正】键	159
5.2.6	【重扫】键	161
5.3	显示键组	161
5.3.1	【格式】键	161
5.3.2	【参数】键	163
5.3.3	【标尺】键	164
5.3.4	【频标】键	167
5.4	系统键组	169
5.4.1	【复位】键	169
5.4.2	【系统/本地】键	169
5.4.3	【文件】键	174
5.4.4	【保存】键	175
5.4.5	【打印】键	175
5.4.6	【帮助】键	175
6	远程控制	177
6.1	远程控制基础	177
6.1.1	程控接口	177
6.1.2	消息	179
6.1.3	SCPI 命令	180
6.1.4	命令序列与同步	188
6.1.5	状态报告系统	189

## 目 录

6.1.6 编程注意事项.....	191
6.2 仪器程控端口与配置.....	192
6.2.1 LAN.....	192
6.2.2 GPIB.....	193
6.3 VISA 接口基本编程方法.....	193
6.3.1 安装 VISA 库.....	193
6.3.2 初始化控者.....	193
6.3.3 初始化仪器.....	194
6.3.4 发送设置命令.....	194
6.3.5 读取测量仪器状态.....	194
6.3.6 读取频标.....	195
6.3.7 命令同步.....	195
6.4 I/O 库.....	196
6.4.1 I/O 库概述.....	197
6.4.2 I/O 库安装与配置.....	197
7 故障诊断与返修.....	199
7.1 工作原理.....	199
7.2 故障诊断与排除.....	200
7.2.1 故障诊断基本流程.....	201
7.2.2 常见故障现象和排除方法.....	201
7.3 返修方法.....	204
7.3.1 联系我们.....	204
7.3.2 包装与邮寄.....	204
8 技术指标和测试方法.....	207
8.1 声明.....	207
8.2 产品特征.....	207

8.3 技术指标.....	209
8.3.1 频率范围.....	209
8.3.2 频率参考准确度.....	209
8.3.3 频率调谐准确度.....	209
8.3.4 噪声系数测量范围和测量不确定度.....	209
8.3.5 增益测量范围和测量不确定度.....	210
8.3.6 输入端口驻波比.....	210
8.3.7 本机噪声系数.....	210
8.3.8 抖动.....	210
8.3.9 噪声源驱动电压准确度.....	210
8.4 补充信息.....	210
8.4.1 测量带宽.....	211
8.4.2 扫描点数.....	211
8.4.3 前面板端口.....	211
8.4.4 后面板端口.....	211
8.5 性能特性测试.....	212
8.5.1 推荐测试方法.....	212
8.5.2 3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表.....	224
8.5.3 3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格.....	226
附 录.....	231
附录 A 术语说明.....	231
噪声.....	231
热噪声.....	231
散弹噪声.....	231
资用噪声功率.....	231
资用噪声功率谱密度.....	231
噪声温度.....	231
等效输入噪声温度.....	232
标准噪声温度.....	232

## 目 录

噪声系数 .....	232
热、冷态 .....	232
热、冷噪声功率 .....	233
Y 因子法 .....	233
超噪比 .....	233
噪声系数分析仪 .....	233
噪声源 .....	233
噪声边带 .....	234
测量模式 .....	234
损耗补偿 .....	234
预选器 .....	234
本振 .....	234
假响应 .....	234
频率范围 .....	235
射频衰减器 .....	235
输入阻抗 .....	235
增益压缩 .....	236
中频衰减器 .....	236
附录 B SCPI 命令速查表 .....	237
附录 C 错误信息速查表 .....	245

## 1 手册导航

本章介绍了 3986 系列噪声系数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 3986 系列噪声系数分析仪的基本功能和基本操作使用方法。描述了安全使用事项、使用入门、操作指南、按键分组和菜单说明、远程控制、故障诊断与返修、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。

用户手册包含的章节如下：

- **概述**

概括地讲述了 3986 系列噪声系数分析仪的主要性能特点、典型应用及操作仪器的安全指导事项。使用户初步了解仪器的主要性能特点，并指导用户安全操作仪器。

- **使用入门**

本章介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的使用准备、后面板说明、仪器复位状态设置、执行文件操作、表格处理、基本测量说明等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程，使用户尽快熟悉 3986 系列噪声系数分析仪的使用方法。

- **操作指南**

详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，主要包括两部分：基本操作指南和高级操作指南。基本操作指南部分针对不熟悉 3986 系列噪声系数分析仪使用方法的用户，系统详细地介绍、列举每种设置，使用户理解掌握噪声系数分析仪的一些基本用法，高级操作指导部分针对已具备基本的噪声系数分析仪使用常识，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、使用技巧、指导用户实施测量过程。例如：变频器的噪声系数测量、系统下变频模式的扩频测量、损耗补偿功能和限制线功能等。

- **按键分组和菜单说明**

按照按键功能分组介绍菜单结构和菜单说明，方便用户查询参考。

- **远程控制**

概述了仪器远程控制操作方法，使用户可以对远程控制操作快速上手。分四部分介绍：

## 1.2 关联文档

远程控制基础，介绍与程控有关的概念、软件配置、程控端口、SCPI 命令等；仪器端口配置方法，介绍 3986 系列噪声系数分析仪程控端口的连接方法和软件配置方法；VISA 接口基本编程方法，以文字说明和示例代码的方式给出基本编程示例，使用户快速掌握程控编程方法；I/O 库，介绍仪器驱动器基本概念及 IVI-COM/IVI-C 驱动的基本安装配置说明。

- **故障诊断与返修**

包括整机工作原理介绍、故障判断基本流程、常见故障现象和排除方法及返修方法。

- **技术指标和测试方法**

本章详细列出了 3986 系列噪声系数分析仪的性能指标及技术参数以及推荐用户使用的测试方法。通过对本章的阅读，用户可以对本产品的主要性能指标有一个较确切的了解。3986 系列噪声系数分析仪的正常工作条件为环境温度 0°C ~ +40°C，1 个标准大气压，测试数据的环境温度为 23°C±3°C。

- **附录**

列出 3986 系列噪声系数分析仪必要的参考信息，包括：术语说明、SCPI 命令速查表、错误信息速查表等。

## 1.2 关联文档

3986 系列噪声系数分析仪的产品文档包括：

- 快速入门
- 在线帮助
- 用户手册
- 程控手册

### 快速入门

该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本地、程控操作方法。包含的主要章节是：

- 手册导航
- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助

### 用户手册

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

- 手册导航

- 概述
- 使用入门
- 操作指南
- 按键分组和菜单说明
- 远程控制
- 故障诊断与返修
- 技术指标和测试方法
- 附录

### **程控手册**

该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、全面的掌握仪器程控命令和程控方法。包含的主要章节是：

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例
- 错误说明
- 附录

### **在线帮助**

在线帮助集成在仪器产品中，提供快速的文本导航帮助，方便用户本地和远程操作。包含的主要章节同用户手册。

## 1 手册导航

---

### 1.2 关联文档

## 2 概述

本章介绍了3986噪声系数分析仪的主要功能特点、主要用途范围，同时说明了如何正确操作仪器及安全用电等注意事项。

- [产品综述.....5](#)
- [安全使用指南.....5](#)

### 2.1 产品综述

3986 系列噪声系数分析仪最宽可覆盖 10MHz ~ 67GHz 频率范围，具有接收灵敏度高、频率范围覆盖广、用户界面友好、双通道高清显示、外设接口丰富、双噪声源驱动等特点。能够测量放大器和上、下变频器的噪声系数；支持多级变频链路的噪声系数测量；支持扩频测量。具备完善的损耗补偿功能，能以固定和表格的形式补偿被测件前、后测量通道引入的损耗。提供通过/失败通知的限制线功能，简化了合格/不合格测试判定。该产品可广泛应用于微波毫米波放大器、混频器、衰减器等器部件和接收机前端的噪声系数和增益测量，适用于通信和集成电路等领域科研、生产、试验和技术保障测试。

3986D/E/F/H/L 噪声系数分析仪输入端口处安装了机械开关，用于在 10MHz ~ 4GHz、4GHz ~ 18/26.5/40/50GHz 以及 50GHz ~ 67GHz 频率范围之间切换。机械开关有一个有限的可靠切换次数。欲最大限度延长开关的可靠使用寿命，应尽量避免所设频率范围跨越 4GHz 和 50GHz。

### 2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项！

我们将不遗余力地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。

正确使用本产品也是您的责任。在开始使用本产品之前，请仔细阅读并遵守安全说明。本产品适合实验室环境或现场测量，切记按照产品的限制条件正确使用，以免造成人员伤亡或财产损失。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，我们将不承担任何责任。因此，为了防止危险情况造成人身伤害或财产损失，请务必遵守安全使用手册。请妥善保管产品文档，并交付到最终用户手中。

- [安全标识.....6](#)
- [操作状态和位置.....7](#)
- [用电安全.....7](#)
- [操作注意事项.....8](#)
- [维护.....9](#)
- [运输.....9](#)

## 2.2 安全使用指南

- [废弃处理/环境保护](#) ..... 9

## 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 所示：

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“ <a href="#">2.2.7 废弃处理/环境保护</a> ”中的第1项。
	注意，小心处理静电敏感器件。		单独收集电子器件的EU标识。 具体说明请参考本节“ <a href="#">2.2.7 废弃处理/环境保护</a> ”中的第2项。
	警告！辐射。 具体说明请参考本节“ <a href="#">2.2.4 操作注意事项</a> ”中的第5项。		

### 2.2.1.2 手册相关

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



危险标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



警告标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



小心标识，若不可避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。



注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。



提示标识，仪器及操作仪器的信息。

### 2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

- 1) 除非特别声明，3986 系列噪声系数分析仪的操作环境需满足：平稳放置仪器。操作仪器及运输仪器时所处的海拔高度最大不超过 4600 米。实际供电电压允许在标注电压的 $\pm 10\%$ 范围内变化，供电频率允许在标注频率的 $\pm 5\%$ 范围内变化。
- 2) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，请勿将仪器放置在有水的表面以及车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。
- 3) 请勿将仪器放置在容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。
- 4) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。
- 5) 请勿随便通过仪器外壳上的开口向仪器内部塞入任何物体，或者遮蔽仪器上的槽口或开口，因为它们的作用在于使仪器内部通风、防止仪器变得过热。

### 2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

- 1) 仪器加电前，需保证实际供电电压需与仪器标注的供电电压匹配。
- 2) 参照仪器后面板电源要求，采用三芯电源线，使用时保证电源地线可靠接地，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。

## 2.2 安全使用指南

- 3) 请勿破坏电源线，否则会导致漏电，损坏仪器，甚至对操作人员造成伤害。若使用外加电源线或接线板，使用前需检查以保证用电安全。
- 4) 若供电插座未提供开/关电开关，若需对仪器断电，可直接拔掉电源插头，为此需保证电源插头可方便的实现插拔。
- 5) 请勿使用损坏的电源线，仪器连接电源线前，需检查电源线的完整性和安全性，并合理放置电源线，避免人为因素带来的影响，例如：电源线过长绊倒操作人员。
- 6) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。
- 7) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。
- 8) 除非经过特别允许，不能随意打开仪器外壳，这样会暴露内部电路和器件，引起不必要的损伤。
- 9) 若仪器需要固定在测试地点，那么首先需要具备资质的电工安装测试地点与仪器间的保护地线。
- 10) 采取合适的过载保护，以防过载电压（例如由闪电引起）损伤仪器，或者带来人员伤害。
- 11) 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，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地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) 微波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。
- 6) 为防止静电对仪器带来的伤害，操作仪器应利用防静电桌垫、脚垫和腕带等进行防静电处理，防静电电压不超过 500V。
- 7) 选用符合测试条件的连接器和电缆，在进行操作前务必进行连接器和电缆的检查。
- 8) 必须确保仪器射频输入端口输入信号功率小于最大安全输入电平+15dBm，以免烧毁仪器。
- 9) 禁止对不允许热插拔的接口如 GPIB、监视器接口进行热插拔。
- 10) 禁止拆除仪器配带的所有接头保护器及匹配器，以免造成接头损伤和带来测量误差。
- 11) 使用前面板电源开关正常关机，禁止强行切断供电电源，否则会引起操作系统异常。
- 12) 为了保证测量精度，需要预热 30 分钟后进行测试。
- 13) 禁止用户删除出厂数据。
- 14) 仪器采用开放式 Windows 环境，禁止用户修改 BIOS 中的设置，否则会引起仪器启动和工作异常。
- 15) 用户只能删除自己保存的文件，禁止删除系统文件。
- 16) 在利用 USB 口和网络接口传输文件时，确保载体的安全可靠，以免使仪器染毒。
- 17) 在利用 GPIB 或者网口组成测试系统时，需要正确设置 GPIB 和网口的地址。
- 18) 仪器出现故障，禁止用户私自拆机，需返回厂家维修。

### 2.2.5 维护

- 1) 只有授权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) 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。

## 2 概述

---

### 2.2 安全使用指南

## 3 使用入门

本章介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的准备使用、后后面板说明、仪器复位状态的设置、文件操作、表格处理的使用和基本测量说明等，以使用户初步了解仪器本身和测量过程。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。

- [准备使用](#) ..... 11
- [前、后面板说明](#) ..... 30
- [基本操作说明](#) ..... 40

### 3.1 准备使用

- [操作前准备](#) ..... 11
- [操作系统配置](#) ..... 21
- [例行维护](#) ..... 28

#### 3.1.1 操作前准备

本章介绍了 3986 系列噪声系数分析仪初次使用前的注意事项。

#### 警告

##### 防止人身伤害和损伤仪器：

为避免电击、火灾和人身伤害：

- 1) 请勿擅自打开机箱。
- 2) 请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。产品处于保修期内，若用户自行拆卸，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，我方将不提供无偿维修。
- 3) 认真阅读本手册“[2.2 安全使用指南](#)”章节中的相关内容，以及下面的操作安全注意事项，同时还需注意技术指标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。具体请参考本手册“[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：

不恰当的放置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：

- 1) 为保证风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙壁至少 15cm，并确保所有风扇通风口均畅通无阻；
- 2) 保持仪器干燥；
- 3) 平放、合理摆放仪器；
- 4) 环境温度符合技术指标中标注的要求；
- 5) 端口输入信号功率符合标注范围，不要过载。

## 提示

### 电磁干扰 (EMI) 的影响：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

- 1) 选择合适的屏蔽电缆。例如，使用双屏蔽射频/网络连接电缆。
- 2) 经常用保护套盖上暂时不用的电缆连接端口。
- 3) 注意参考技术指标中的电磁兼容 (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 仔细核对以下物品是否有误；

**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！请根据本手册中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

## 注意

**搬移：**因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬移，并轻放。

#### 2) 型号确认

3986 系列噪声系数分析仪的随箱物品如表 3.1 所示。

表 3.1 3986 随箱物品清单

名称	数量	功能
<b>主机</b>		
3986	1	—
<b>标配</b>		
三芯电源线	1	—
USB 鼠标	1	—
用户手册	1	—
程控手册	1	—
装箱清单	1	—
<b>噪声源选件</b>		
16603	1	—
16604	1	—

### 3.1.1.2 环境要求

3986 系列噪声系数分析仪的操作场所应满足下面的环境要求：

#### 1) 操作环境

操作环境应满足表 3.2 的要求：

表 3.2 3986 操作环境要求

<b>工作温度</b>	0°C ~ 40°C
<b>相对湿度</b>	温度范围为 0°C ~ 10°C 时，湿度不加控制 温度范围为 10°C ~ 30°C 时，相对湿度为 (5 ~ 95) % 温度范围为 30°C ~ 40°C 时，相对湿度为 (5 ~ 75) %
<b>海拔高度</b>	(0 ~ 4600) 米

## 注意

上述环境要求只针对仪器的操作环境因素，而不属于技术指标范围。

#### 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，如表 3.3：

## 3.1 准备使用

表 3.3 3986 散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥150mm
左右侧	≥60mm

## 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。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。

请正确采用以下防静电措施来减少静电损坏：

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

 **警告**

**电压范围：**

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合。

## 3.1.1.3 开/关机

## 1) 加电前注意事项

仪器加电前应注意检查如下事项：

## a) 确认供电电源参数

3986 系列噪声系数分析仪内部电源模块配备 220V 交流电源模块（使用 220V 交流电源供电）或 110V/220V 自适应交流电源模块（选件，可以使用 110V 交流或 220V 交流电源供电，内部交流电源模块采用自适应工作方式，根据外部交流供电电源的电压自动切换工作状态）。因此，请您在使用噪声系数分析仪前请仔细查看仪器后面板的电源要求。表 3.4 列出了噪声系数分析仪正常工作时对外部供电电源的要求。

表 3.4 3986 工作电源参数要求

电源参数	适应范围	
电压、频率	220V±22V, 50Hz ~ 60Hz	110V±11V, 50Hz ~ 60Hz/400Hz
功耗(开机)	< 250W	< 250W
功耗(待机)	< 20W	< 20W

## 提示

### 防止电源互扰:

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

### b) 确认及连接电源线

3986 系列噪声系数分析仪采用三芯电源线接口,符合国家安全标准。在噪声系数分析仪加电前,必须确认噪声系数分析仪的电源线中的**保护地线已可靠接地**,浮地或接地不良都可能导致仪器毁坏,甚至对操作人员造成伤害。严禁使用不带保护地的电源线。当接上合适电源插座时,电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压值应大于等于 250V,额定电流应大于等于 6A。

## 警告

### 接地:

接地不良或接地错误很可能导致仪器损坏,甚至对人身造成伤害。在给噪声系数分析仪加电开机之前,一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

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

仪器连接电源线时:

**步骤 1.** 确认工作电源线未损坏;

**步骤 2.** 使用电源线连接仪器后面板供电插头和接地良好的三芯电源插座。

### 2) 初次加电

仪器开/关电方法和注意事项如下:

#### a) 连接电源

初次加电前,请确认供电电源参数及电源线,具体可参考“[加电前注意事项](#)”部分。

连接电源线时,用包装箱内与噪声系数分析仪配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入噪声系数分析仪的后面板电源插座,如图 3.1,电源插座旁标注噪声系数分析仪要求的电压参数指标,提醒用户使用的电压应该符合要求,电源线的另一端连接符合要求的交流电源。

3.1 准备使用



110V/220V 自适应交流电源模块



220V 交流电源模块

图 3.1 3986 后面板电源插座

b) 开/关机

i. 开机

**步骤 1.** 打开后面板电源开关，如图 3.2，观察前面板电源开关上方待机指示灯变亮为黄色，仪器处于待机状态。



图 3.2 3986 后面板电源开关

**步骤 2.** 开机前请先不要连接任何设备到噪声系数分析仪，打开前面板电源开关，如图 3.3，开机后前面板电源开关上方的指示灯会由黄色变为绿色。

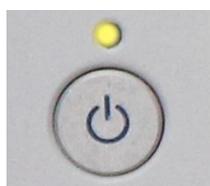


图 3.3 3986 前面板电源开关

**步骤 3.** 噪声系数分析仪前面板用户界面将逐步显示仪器启动过程的相关信息：首先短暂显示制造厂商名称及标志，随后进入操作系统选单。选单中有两个选项，正常使用时，用户无需操作选单。计时器到 0 后 Windows 7 自动启动。

**步骤 4.** Windows 7 启动成功后，系统自动运行噪声系数分析仪的初始化程序，显示噪声系数分析仪的操作主界面，仪器处于可操作状态。

## 提示

### 10MHz 时基及预热：

3986 系列噪声系数分析仪冷启动（仪器从完全关闭状态启动）时，为使仪器的 10MHz 时基处于操作温度，需预热一段时间。如果仪器从待机状态启动，则不需要时基预热时间。测试指标时，仪器需预热 0.5 小时（具体请参考技术指标中相关说明）。

## 注意

### 系统启动：

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

## ii. 关机

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

**步骤 2.** 将后面板上的电源开关拨到位置“关”，或者断开仪器电源连接。

## 注意

### 仪器断电：

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

## c) 切断电源

非正常情况下，为了避免人身伤害，需要噪声系数分析仪紧急断电。此时，只需拔掉电源线（从交流电插座或从仪器后面板电源插座）。为此，操作仪器时应当预留足够的操作空间，以满足必要时直接切断电源的操作。

### 3.1.1.4 正确使用连接器

在噪声系数分析仪进行各项测试过程中，经常会用到连接器，连接器的使用需要注意以下事项：

### 3.1 准备使用

#### 1) 连接器检查

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：

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



#### 检查连接器防止损坏仪器端口：

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，为保护噪声系数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 3.4，对准两个互连器件的轴心，保证阳头连接器的插针同心地滑移进阴头连接器的接插孔内；



图 3.4 连接器连接示意图

**步骤 2.** 如图 3.5，将两个连接器平直地移到一起，使它们能平滑接合，旋转连接器的螺套（注意不是旋转连接器本身）直至拧紧，连接过程中连接器间不能有相对的旋转运动；

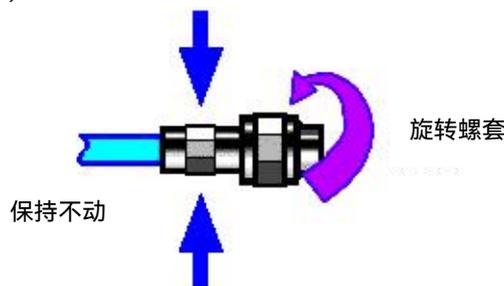


图 3.5 旋转连接器示意图

**步骤 3.** 如图 3.6，使用力矩扳手拧紧完成最后的连接，注意力矩扳手不要超过起始的折点，可使用辅助的扳手防止连接器转动。

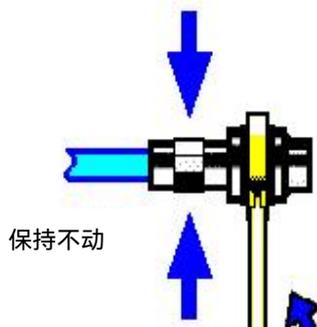


图 3.6 扳手使用示意图

### 3) 断开连接的方法

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

### 4) 力矩扳手的使用方法

力矩扳手的使用方法如图 3.7 所示，使用时应注意以下几点：

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

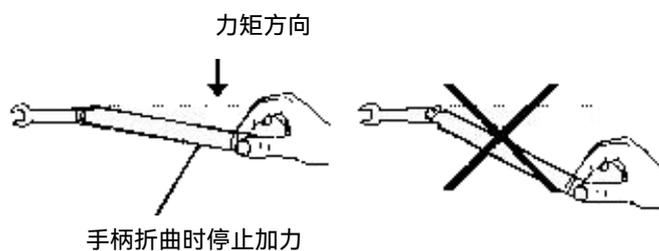


图 3.7 力矩扳手的使用方法

### 3.1 准备使用

#### 3.1.1.5 用户检查

3986 系列噪声系数分析仪初次加电后，需要检查仪器是否工作正常，以备后续测量操作。

## 提示

前面板硬按键和菜单软按键，在以下内容中的描述形式为：

- 1) 硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名称；
- 2) 软键描述形式：[XXX]，XXX 为菜单软键或按钮的名称。

若软键条目对应多种状态，那么被选中的条目增加蓝色的背景表示其状态有效。例如：[扫描模式 连续 单次]，表示单次扫描有效。

#### 1) 功能验证`

在对 3986 系列噪声系数分析仪开机预热之后，按下图 3.8 连接噪声系数分析仪和噪声源。

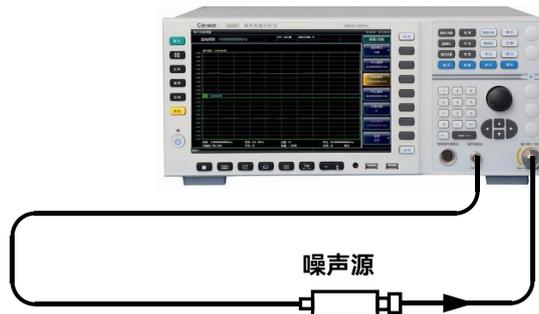


图 3.8 噪声源和噪声系数分析仪连接

如下设置仪器：

- 步骤 1.** 加载所使用噪声源的超噪比，设置仪器的起始频率 10MHz，终止频率 4GHz，观察本机噪声系数测试轨迹显示正常，噪声系数测量值应满足本机噪声系数指标要求；
- 步骤 2.** 设置仪器的起始频率 4GHz，根据型号设置相应的终止频率 18/26.5/40/50/67 GHz，观察本机噪声系数测试轨迹显示正常，噪声系数测量值应满足本机噪声系数指标要求；
- 步骤 3.** 按【校准】键，进入校准菜单，按两次[校准]，仪器能够进行校准，校准后噪声系数和增益显示值接近 0dB。

## 2) 自测试

并不需要在每次仪器开机时都进行自检。只有当仪器出现异常时，才需要进行自检。

**步骤 1.** 按前面板按键【系统/本地】键，进入系统菜单；

**步骤 2.** 按前面板选中软菜单[自测试]键，进入自测试界面；

**步骤 3.** 选中想要进行测试的项并点击[启动自测试]软菜单，启动测试，在结果一栏会显示所做测试的测试结果，如图 3.9 所示。观察测试结果：若全部通过则表明仪器工作正常；若某项失败，则表明仪器在该方面工作不正常，此时，请根据本手册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。上面两个步骤成功完成之后，即为操作仪器做好了准备。

测试项名称	编号	类型	最小值	最大值	测试值	结果
整机自测试	0					
接口板	100					
本振板	200					
取样环测试	201	过程	-2.00	2.00	明细	
Y0环测试(单环)	202	过程	-0.50	0.50	明细	
Y0环测试(多环)	203	过程	-0.50	0.50	明细	
温度传感器一测试	204	量化	-10.00	100.00		
温度传感器二测试	205	量化	-10.00	100.00		
微波驱动板	300					
+10V测试	301	量化	9.80	10.20		
+3.3V测试	302	量化	3.10	3.50		
+1.2V测试	303	量化	1.00	1.40		
+2.5V测试	304	量化	2.30	2.70		
YTF调谐测试	305	量化	0.00	10.00		
射频板	400					
温度测试	401	量化	-40.00	90.00		
窄带板	500					
温度测试	501	量化	-40.00	105.00		

图 3.9 3986 自测试界面

### 3.1.2 操作系统配置

本章介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的操作系统，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，请参照下面有关噪声系数分析仪操作系统的注意事项。

#### 3.1.2.1 仪器软件说明

3986 系列噪声系数分析仪主机软件运行的操作系统为 Windows 7，已经按照噪声系数分析仪的特性需求安装配置完成。

### 3.1 准备使用

#### 3.1.2.2 Windows 7 使用

使用管理员帐户可以进行以下操作：

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

### 注意

#### 第三方软件影响仪器性能：

3986 系列噪声系数分析仪采用的是开放式的 Windows 环境，安装其它的第三方软件，可能会影响噪声系数分析仪性能。只能运行经过厂家测试并与主机软件兼容的软件。

#### 3.1.2.3 Windows 7 配置

在仪器出厂前，3986 系列噪声系数分析仪的操作系统已配置为最佳状态，任何操作系统设置更改都有可能造成仪器测量性能的下降。通常情况下，Windows 操作系统的设置不需要做任何更改。

### 注意

#### 更改系统配置导致问题：

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

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

#### 1) 配置 USB 设备

3986 系列噪声系数分析仪的前面板和后面板提供 USB 接口，用户可直接连接 USB 设备。若端口数量不足，可通过 USB 接口外接 USB 集线器以满足需求。噪声系数分析仪可连接的 USB 设备是：

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

Windows 7 操作系统支持即插即用设备，因此安装 USB 设备十分方便，当设备连接到

**3.1 准备使用**

USB 端口时，Windows 7 会自动搜寻匹配的设备驱动程序。若未找到，系统会提示自行查找驱动程序目录完成安装。

若 USB 设备从 USB 端口移除，Windows 7 会自动检测到硬件配置发生变化，USB 设备的插拔，不影响噪声系数分析仪的工作状态，连接 USB 设备的方法说明如下：

**a) 连接存储器或 CD-ROM 驱动器**

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

**b) 连接键盘**

Windows 7 系统会自动检测连接到仪器的 USB 键盘，输入语言默认为“中文(中国) - 简体中文 - 美式键盘”，可通过[开始]→[控制面板]→[语言和区域]→[键盘和语言]菜单和按钮配置键盘属性。

**c) 连接鼠标**

Windows 7 系统会自动检测连接到仪器的鼠标，可通过[开始]→[控制面板]→[鼠标]菜单和按钮配置鼠标属性。

**d) 连接打印机**

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

**2) 配置 GPIB**

用户在利用噪声系数分析仪搭建系统时，可能需要修改 GPIB 地址，本机的 GPIB 地址默认为 8。更改 GPIB 地址的方法如下：

按【系统/本地】→[接口配置]→[GPIB 地址]，进入如图 3.10 所示的界面，可以利用前面板上的数字键在“GPIB 地址”输入框内进行更改。

### 3 使用入门

#### 3.1 准备使用



图 3.10 更改 GPIB 地址

### 3) 配置网络

#### a) 更改主机名称

3986 系列噪声系数分析仪主机名称（计算机名）在出厂前已经被预置为“3986-PC”。为了避免出现网络重名现象，对于一个网络连接多台 3986 的情况，用户可自行更改主机名。更改主机名称的具体操作步骤如下（可以参考 Microsoft Windows 7 帮助文档）：

- 步骤 1.** 按[开始]菜单，选中[计算机]按鼠标右键，点击[属性]→[更改设置]→[更改]，如图 3.11 所示；
- 步骤 2.** 在“计算机名”框中编辑键入新的主机名，点击[确定]并重启仪器。



图 3.11 更改主机名称

### b) 配置 IP 地址、子网掩码和默认网关

按【系统/本地】→[接口配置]→[网络配置], 弹出网络连接设置页面, 双击[本地连接 2]→[Internet 协议版本 4(TCP/IPv4)]→[属性], 如图 2.13 所示, 即可修改本机 IP 地址、子网掩码与默认网关。

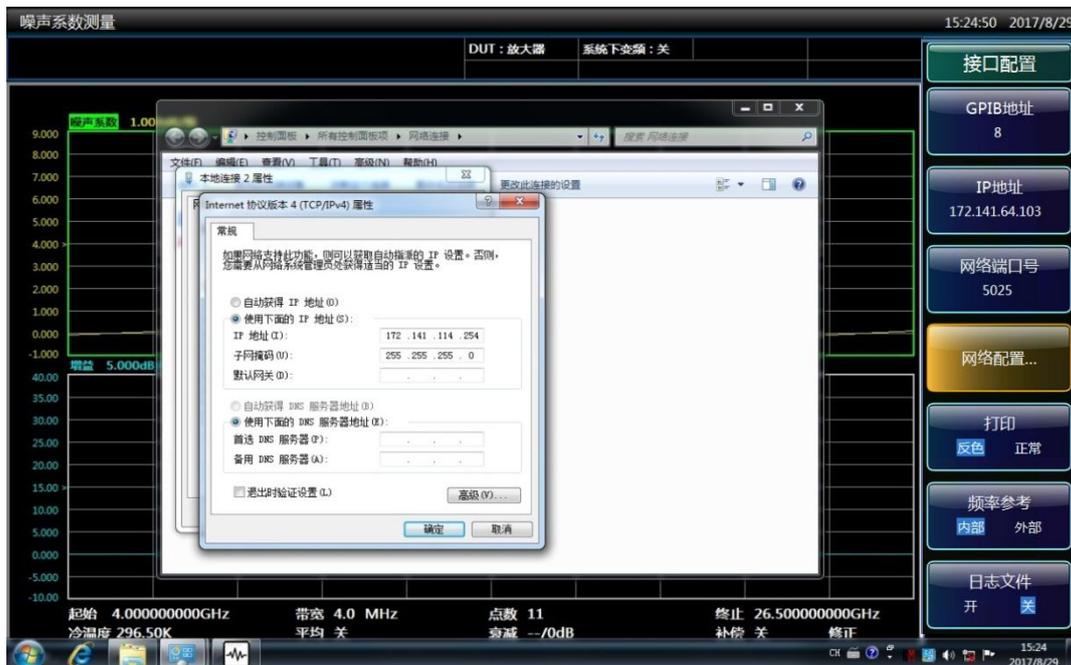


图 3.12 配置 IP 地址、子网掩码和默认网关

### 3.1 准备使用

#### c) 改变系统防火墙设置

防火墙用于防止未授权用户从远程操作仪器，因此厂家建议打开防火墙保护。3986 系列噪声系数分析仪出厂时已经使能系统和所有远程操作相关的端口连接的防火墙保护。

管理员具备唯一的改变防火墙设置权限。

#### 4) 配置 BIOS

BIOS 中已经对噪声系数分析仪做了针对性设置。

### 注意

#### BIOS 设置不可修改：

BIOS 中已经对噪声系数分析仪做了针对性设置，用户不要修改 BIOS 中的设置，否则会引起仪器启动和工作异常。

#### 5) 外接监视器

外部监视器(或投影机)可以连接至仪器后面板上的“显示器端口”连接器上，连接步骤如下：

- 步骤 1. 将外部监视器连接到 3986 后面板的“显示器端口”连接器上。
- 步骤 2. 仪器出厂设置为自动双屏显示，若需要其他显示方式可通过系统任务栏右下角的显卡设置进行选择。
- 步骤 3. 点击显卡设置的[图形选项]→[输出至]选择用于显示的设备：
  - “监视器”：仅外部监视器显示；
  - “内置显示器”：仅仪器自身的液晶屏幕显示；
  - “克隆显示”：仪器自身的液晶屏幕和外部监视器同时显示。
- 步骤 4. 必要时，更改需要使用的屏幕分辨率。

#### 6) 设置日期/时间

3986 系列噪声系数分析仪操作界面的右上角状态条上显示时间/日期，文件存储同步存储时间信息，用户可以在 Windows 7 系统中进行日期/时间的设置。

### 3.1.2.4 Windows 7 系统安全和维护

#### 1) 防病毒软件

安装防病毒软件可能会对仪器性能产生一些负面影响，强烈建议用户不要将仪器做为浏

览网页或者传递文件的普通计算机使用，以免感染病毒。

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

一旦噪声系数分析仪系统平台感染病毒，将会对系统测控程序运行和用户使用带来负面影响，此时建议用户进行系统恢复操作。系统恢复操作参见本节“[系统维护](#)”的相关内容。

## 2) 系统维护

### a) Windows 7 系统备份

建议用户定期地进行系统备份工作，使用本仪器的“系统恢复工具”可以完整地备份仪器数据和系统，具体操作请参考“[3.1.2.5 系统备份恢复](#)”。

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

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

### b) Windows 7 系统恢复

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

## 3) 硬盘分区和使用

硬盘分为 3 个分区：“C:”、“D:”和“E:”。

C 盘包括 Windows 7 操作系统和仪器应用程序。也可以安装第三方软件到 C 盘。C 盘是备份程序和恢复的唯一盘符。

D 盘主要是按键的响应程序 KeyMap 软件 and 用户存储数据。

E 盘主要用作数据存储。包括用户存储的软件数据和 C 盘系统备份。可以把 E 盘上的备份数据拷贝至外接的存储介质上，这样即使需要更换硬盘，也只需要把备份数据恢复到新硬盘上即可。

### 3.1.2.5 系统备份恢复

#### 1) 硬盘操作系统或者数据恢复

噪声系数分析仪硬盘恢复系统用来修复 C 盘的软件错误（可能是由于系统文件或者数

### 3.1 准备使用

据的丢失造成的), 或者恢复原始的出厂数据。

恢复原始出厂数据会对以下条目产生影响:

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

使用数据恢复功能修复硬盘错误时, 会导致数据或文件的丢失, 因此用户在测量过程中产生的数据, 应存放在 E 盘中, 并建议用户定期将这些数据通过局域网络连接传送到计算机或者其它存储介质上保存。

## 2) 如何使用仪器恢复程序

**步骤 1.** 确认仪器处于关闭状态。

**步骤 2.** 从仪器后面板 PS/2 接口插入标准键盘。

**步骤 3.** 打开仪器, 在系统信息显示之后, 会出现带计时器的操作系统选单:

[Windows 7]

[系统恢复工具]

在计时器到 0 之前, 使用标准键盘上的上下箭头移动高亮选择[系统恢复工具], 选中后按回车键。

**步骤 4.** 进入恢复程序界面后, 按照如下步骤进行恢复操作:

- 1) 选择第 1 项[GHOST, DISKGEN, PQMAGIC, MHDD, DOS], 等待进入下一个操作提示界面;
- 2) 选择第 3 项启动[GHOST11.2]操作, 等待进入 GHOST11.2 操作界面并在出现带[OK]按钮的对话框时按回车键;
- 3) 选择[Local]→[Partition]→[From Image]; 在打开文件对话框中通过 Tab 按键激活“File name”输入框, 输入“E:\SystemGhost.GHO”;
- 4) 在弹出的选择源分区选择文件对话框中用 Tab 键切换至点选[OK]并回车; 在此后弹出的选择目的设备的对话框中用 Tab 切换至点选[OK]并回车; 在此后弹出的选择目的分区的对话框中选择第 1 分区, 用 Tab 切换至点选[OK]并回车;
- 5) 在警告和确认对话框中选择[Yes]并回车;
- 6) 等待系统恢复进度完毕, 根据提示选择重启。

**步骤 5.** 恢复完成仪器重新启动后, 系统进入到上次备份的系统状态。

### 3.1.3 例行维护

该节介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的日常维护方法。

### 3.1.3.1 清洁方法

#### 1) 清洁仪器表面

清洁仪器表面时，请按照下面的步骤操作：

**步骤 1.** 关机，断开与仪器连接的电源线；

**步骤 2.** 用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面，禁止擦拭仪器内部；

**步骤 3.** 请勿使用化学清洁剂，例如：酒精、丙酮或可稀释的清洁剂等。

#### 2) 清洁 LCD 显示器

使用一段时间后，需要清洁 LCD 显示器。请按照下面的步骤操作：

**步骤 1.** 关机，断开与仪器连接的电源线；

**步骤 2.** 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板；

**步骤 3.** 再用干净柔软的棉布将显示面板擦干；

**步骤 4.** 待清洁剂干透后方可接上电源线。

## 注意

### 显示器清洁：

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

### 3.1.3.2 输入端口维护

3986系列噪声系数分析仪前面板有一个输入端口（50Ω），若该端口损伤或内部存在灰尘会影响测试结果，请按照下面的方法维护测试端口：

- 1) 端口内导体应远离灰尘，保持干净。
- 2) 为防止静电释放（ESD），不要直接接触端口的内导体。
- 3) 不要使用有损伤的端口连接器。
- 4) 请使用吹风机清洁端口，不要使用例如砂纸之类的工具研磨端口表面。

## 注意

### 端口阻抗匹配：

3986系列噪声系数分析仪前面板的输入端口是50Ω接头。若连接不匹配阻抗连接器会影响测试结果。

3.2 前、后面板说明

3.2 前、后面板说明

该节介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的前、后面板及其功能。

- [前面板说明.....30](#)
- [后面板说明.....36](#)

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的前面板组成及功能，前面板如图 3.13 所示。

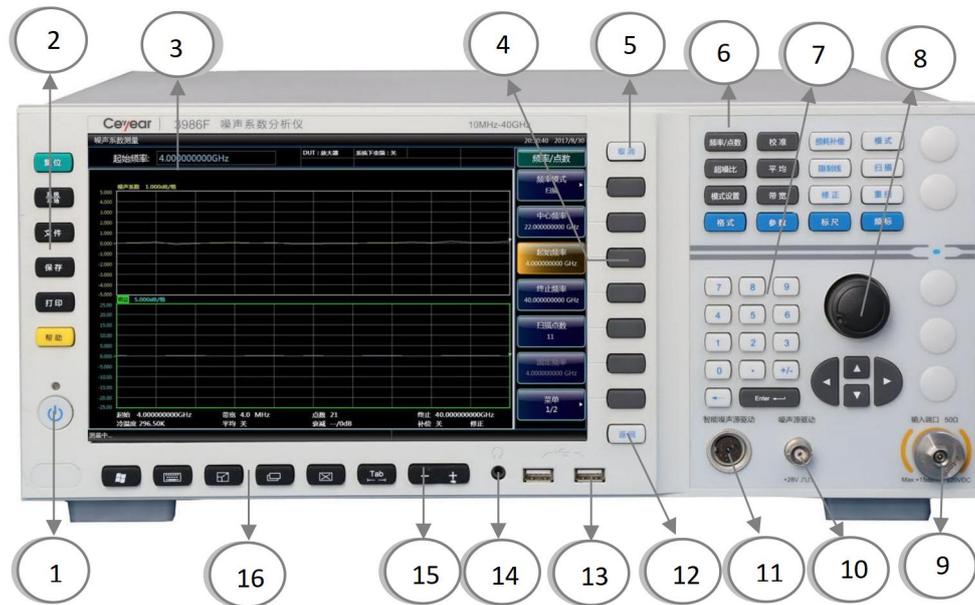


图 3.13 3986 噪声系数分析仪前面板

- |           |               |            |
|-----------|---------------|------------|
| 1. 电源按钮   | 7. 数字键区       | 13. USB 接口 |
| 2. 系统功能键区 | 8. 旋钮、箭头键     | 14. 耳机插孔   |
| 3. 显示区    | 9. 输入端口       | 15. 音量键    |
| 4. 软键     | 10. 标准噪声源驱动端口 | 16. 窗口键区   |
| 5. 取消键    | 11. 智能噪声源驱动端口 |            |
| 6. 测量设置键区 | 12. 返回键       |            |

3.2.1.1 电源按钮

电源按钮位于前面板的左下角，它用于启动和关闭仪器。

### 3.2.1.2 系统功能键区

系统功能键区按键用于设置系统级功能，各按键详细功能如表 3.5 所示。

表 3.5 系统功能键区说明

按键名称	功能描述
复位	把仪器恢复为默认状态。
系统/本地	提供了与系统设置有关的功能：错误列表、开机复位、校准、自测试、配置信息等。
文件	提供文件的保存和调用等操作。
保存	提供了屏幕图像文件的保存功能。
打印	自定义打印输出、选择和配置打印机。
帮助	显示在线帮助。

### 3.2.1.3 显示区

所有测量结果均显示在前面板的屏幕上。此外，屏幕显示还提供状态和设置信息，允许您在不同的测量任务之间切换。

### 3.2.1.4 软键

前面板显示屏幕右侧有七个没有标识的深灰色按键，这些键被称为“软键”。这些软键对应的指令是动态的，所显示的功能依赖于当前所选模式和测量，并直接与最近所使用的按键相关。按下软键，其对应功能将会高亮度显示。图 3.14 为【频率/点数】按键对应的软键菜单。

#### 1) 选择软键

- 直接按菜单右侧对应的软键；
- 使用鼠标指针点击屏幕上的按键。

#### 2) 在软键菜单中导航

- [菜单 1/2]表示该菜单包含一次无法显示出来的多个软按键。按下菜单后，显示下一组软键；
- 如果软键选项卡包含“▶”符号，表示该软键包括下一级子菜单。按下该软键后，显示子菜单；
- 【返回】键用于切换到上一级菜单。

### 3.2 前、后面板说明

#### 3) 软键操作

按下软键时，执行下列动作之一：

- 打开一个对话框输入数据；
- 打开或关闭某种功能；
- 打开一个子菜单（仅对于带有“▶”符号的软键）。



图 3.14 软键菜单

#### 4) 通过颜色识别软键状态

选中的软键高亮显示。如果由于特定设置暂时无法使用某个仪器功能，则相关软按键被禁用，且其文字是灰色的。

##### 3.2.1.5 【取消】键

作用是在不改变当前参数的状况下退出任何功能性操作，包括：取消激活的功能、退出数字区操作、退出文件对话框等。

##### 3.2.1.6 测量设置键区

测量设置键区提供最通用的测量设置和功能，如表 3.6 所示。具体功能描述请参考本手册“[5 按键分组和菜单说明](#)”。

表 3.6 测量设置键区说明

按键名称	功能描述
频率/点数	该键会进入频率模式、中心频率、起始频率、终止频率、扫描点数等设置菜单。
校准	该键会进入校准菜单。进入校准菜单后，按两次[校准]软键，仪器执行校准程序。校准功能用于二级修正的噪声系数测量，即扣除噪声系数分析仪本机附加的噪声，得到被测件的噪声系数和增益。
超噪比	该键进入超噪比设置和编辑菜单。
平均	该键进入测量平均参数设置菜单。
模式设置	该键进入模式设置菜单，包括DUT设置、外部本振配置、不确定度计算及扩频模块设置等。
带宽	设置测量带宽。
损耗补偿	该键进入损耗补偿操作菜单。
模式	用于噪声系数分析仪功能扩展，默认为噪声系数分析仪单机模式。
限制线	该键进入限制线设置菜单，限制线标记轨迹的界限。
扫描	该键进入扫描设置菜单键。
修正	该键打开或关闭修正测量。默认状态取决于之前是否已经进行校准，校准后，默认值为修正开；未校准，默认值为未修正。
重扫	在测量进行过程中若按下该键，会终止当前测量，开始一个新测量。
格式	该键选择测量数据的显示格式，包括图形、表格和测试仪三种格式。
参数	该键进入轨迹参数设置菜单键。测量和显示参数包括噪声系数、增益、Y因子、等效温度、热功率和冷功率。
标尺	该键为每一个激活测量参数指定单位和显示限制。
频标	该键进入相应的频标设置菜单键。

### 3.2.1.7 数字键区



### 3.2 前、后面板说明

用于输入数字参数。它包括下列按键：

#### 1) 数字键

在编辑对话框里输入数字。

#### 2) 小数点

在光标位置插入一个小数点“.”。

#### 3) 符号键

改变数字参数的符号。在输入数字参数时，会在光标位置插入一个“-”符号。

#### 4) 【←】键

删除光标左边的输入。

#### 5) 【Enter↵】键

确认无量纲数的输入，设定为新值。

#### 3.2.1.8 旋钮、箭头键

##### 1) 旋钮功能



- 在输入数字时，以指定步进增大（顺时针方向）或减小（逆时针方向）仪器参数；
- 移动屏幕上的频标、显示轨迹位置等；
- 按下时，其作用与【Enter↵】键一样。

##### 2) 【▲】和【▼】键

在数字编辑对话框中，增大或减小仪器参数。

### 3) 【◀】和【▶】键

- 在字母数字编辑对话框中，移动光标；
- 在频率列表中，向前和向后滚动列表项；
- 在表格中，水平移动选择条。

#### 3.2.1.9 输入端口 50Ω

可通过转接器或电缆连接噪声源或被测件的输出至噪声系数分析仪的输入端口，进行本机噪声系数的测量、校准和被测件的噪声系数和增益测量。

### 注意

不要使输入端口过载，输入的信号不要超过最大允许值。噪声系数分析仪射频端口输入的射频功率电平不得超过+15dBm，输入的直流电压不得超过±20V。如不满足上述条件，将首先损坏仪器内部接收机前端部件。

#### 3.2.1.10 标准噪声源驱动端口

提供标准噪声源+28V 脉冲电压。+28V 输出时，打开噪声源；+28V 无输出时，关闭噪声源。

#### 3.2.1.11 智能噪声驱动端口

提供智能噪声源驱动及通讯接口，用于加载超噪比数据、监测环境温度以及打开和关闭智能噪声源等。

#### 3.2.1.12 【返回】键

按【返回】键，软菜单将返回到相应的上一级菜单。

#### 3.2.1.13 USB 接口

标准的 USB2.0 接口、A 型。用于连接 USB 接口类型的外设，如键盘、鼠标、光驱、硬盘等。

#### 3.2.1.14 耳机插孔

用于连接耳机。

## 3.2 前、后面板说明

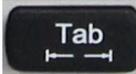
## 3.2.1.15 【- +】键

音量键，用于设置耳机音量大小。

## 3.2.1.16 窗口键区

窗口键区图标及功能描述见表 3.7。

表 3.7 测量设置键区说明

窗口键图标	窗口键名称	窗口键功能描述
	Windows 系统开始菜单键	显示 Windows“开始”菜单，以便进行其他操作或设置。按下该键后，系统测控程序会因失去焦点导致前面板键盘不可用，此时可再按一下该键关闭“开始”菜单，使测控程序重新获得焦点。
	虚拟键盘按键	在屏幕键盘显示界面之间切换
	窗口键	单双显示窗口切换
	激活轨迹切换键	切换轨迹的激活状态
	关闭键	关闭测量程序
	Tab 键	在 Windows 对话框的不同区域切换激活功能。

## 3.2.2 后面板说明

本节介绍了 3986 系列噪声系数分析仪的后面板组成及功能，后面板如图 3.15 所示。

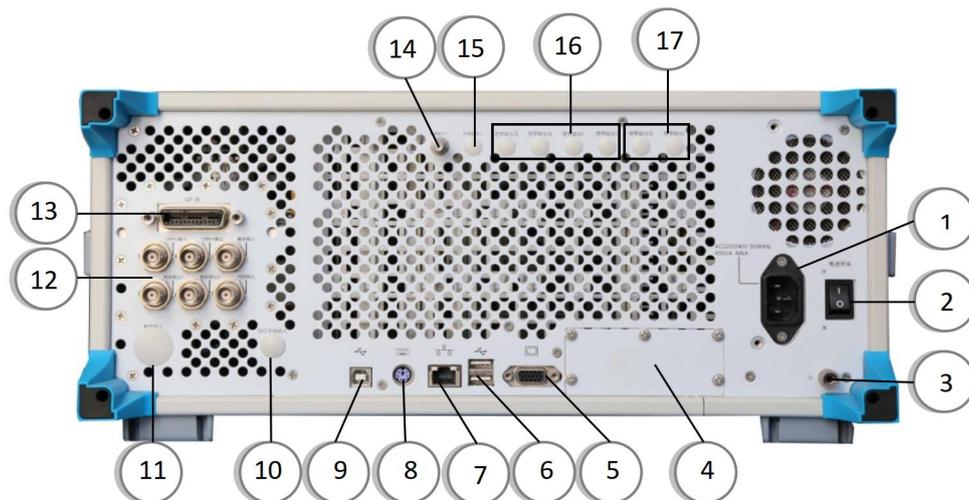


图 3.15 3986 噪声系数分析仪后面板

- |            |                   |             |
|------------|-------------------|-------------|
| 1. 电源输入接口  | 7. LAN 接口         | 13. GPIB 接口 |
| 2. 电源开关    | 8. 键盘鼠标接口         | 14. 中频输出 1  |
| 3. 接地端子    | 9. USB 从接口        | 15. 中频输出 2  |
| 4. 选件模块    | 10. 定位天线输入        | 16. 宽带输出    |
| 5. 外部监视器接口 | 11. 后面板射频输入       | 17. 窄带输出    |
| 6. USB 接口  | 12. 后面板 BNC 输入/输出 |             |

### 3.2.2.1 电源输入接口

仪器交流电源输入。

### 3.2.2.2 电源开关

仪器总电源控制开关。

### 3.2.2.3 接地端子

用于仪器可靠接地。

### 3.2.2.4 选件模块

噪声系数分析仪暂不提供。

## 3.2 前、后面板说明

### 3.2.2.5 外部监视器接口

VGA 接口，用于外接 VGA 显示设备。

### 3.2.2.6 USB 接口

标准的 USB2.0 接口，A 型。用于连接 USB 接口类型的外设，如键盘、鼠标、光驱、硬盘等。

### 3.2.2.7 LAN 接口

RJ45 接口，TCP/IP 接口，10/100/1000M 自适应，用于远程操作。

### 3.2.2.8 键盘鼠标接口

PS/2 键盘鼠标接口，集成键盘鼠标功能，默认为键盘接口，如使用鼠标接口，需要一拖二的转接电缆，该接口为选件。

### 3.2.2.9 USB 从接口

USB2.0 接口，B 型。USB TMC 链接到外部计算机设备控制器用于控制仪器和高速数据传输。

### 3.2.2.10 定位天线输入

噪声系数分析仪不提供该项功能。

### 3.2.2.11 后面板射频输入

选件接口，接口类型根据仪器频率范围决定，便于搭建测试系统时输入连接。

### 3.2.2.12 后面板 BNC 输入/输出

后面板 BNC 端口及说明见表 3.8 和图 3.16。

表 3.8 测量设置键区说明

端口名称	端口说明
10MHz 输入	BNC 阴头, 用于 10MHz 参考信号输入, 要求幅度大于 0dBm。
10MHz 输出	BNC 阴头, 仪器内部 10MHz 参考信号输出。用于其它测试设备的频率锁定到噪声系数分析仪频率参考上。
触发输入	BNC 阴头, 用于后面板外部触发信号输入, 输入电压范围 [-5V, +5V], 噪声系数分析仪暂不提供该项功能。
触发输出 1	BNC 阴头, TTL 电平, 触发信号输出用于同步其他测试设备。输出信号类型, 由输入输出菜单配置, 噪声系数分析仪暂不提供该项功能。
触发输出 2	BNC 阴头, TTL 电平, 触发信号输出用于同步其他测试设备。输出信号类型, 由输入输出菜单配置, 噪声系数分析仪暂不提供该项功能。
检波输出	BNC 阴头, 用于视频检波信号输出, 噪声系数分析仪暂不提供该项功能。



图 3.16 后面板 BNC 接口

### 3.2.2.13 GPIB 接口

标准 IEEE488 接口, 支持 SCPI 语言, 用于远程控制噪声系数分析仪。

### 3.2.2.14 中频输出 1

第二中频输出, 用于通道测试, 噪声系数分析仪暂不提供该项功能。

### 3.2.2.15 中频输出 2

第三中频输出, 用于通道测试, 噪声系数分析仪暂不提供该项功能。

### 3.3 基本操作说明

#### 3.2.2.16 宽带输出

噪声系数分析仪暂不支持，噪声系数分析仪暂不提供该项功能。

#### 3.2.2.17 窄带输出

噪声系数分析仪暂不支持，噪声系数分析仪暂不提供该项功能。

## 3.3 基本操作说明

● 显示区信息.....	40
● 用户交互.....	44
● 设置仪器复位和开机状态.....	45
● 执行文件操作.....	46
● 输入超噪比.....	51
● 设置测量频率.....	58
● 设置带宽和平均.....	61
● 校准噪声系数分析仪.....	62
● 显示测量结果.....	66
● 进行固定频率测量.....	75

### 3.3.1 显示区信息

图3.17为噪声系数分析仪的测量显示界面。各个信息区域都做了标记，测量显示界面说明如表3.9所示，下面会对它们进行详细介绍。

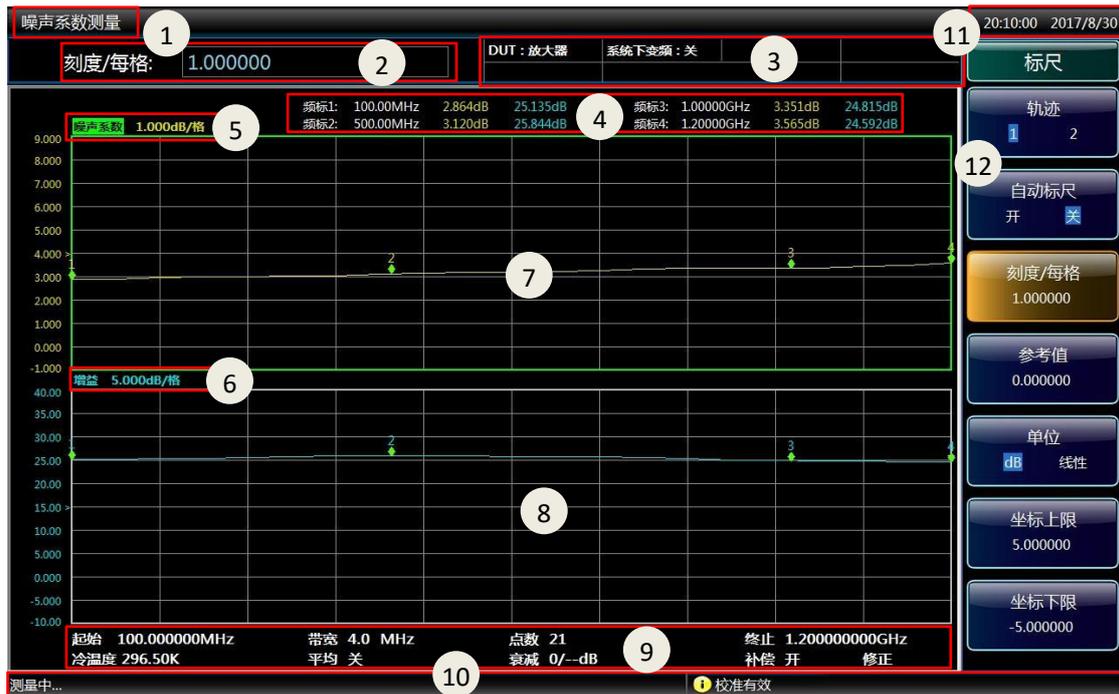


图 3.17 3986 显示界面

表 3.9 操作界面说明

图形编号	功能说明
1	标题栏，显示正在进行的测量功能。
2	参数输入区，用于测量设置数据输入。
3	模式设置显示区，用于显示仪器当前模式设置信息，如被测件类型、边带、LO 控制、LO 模式、频率属性等信息。
4	频标显示区。
5	上图测量参数，受[参数-轨迹 1]菜单键控制。
6	下图测量参数，受[参数-轨迹 2]菜单键控制。
7	参数-轨迹 1 测量显示区。
8	参数-轨迹 2 测量显示区。
9	测量设置信息显示区，本图例显示：起始频率、带宽、点数、终止频率、冷温度、平均、衰减、补偿、修正状态等信息。
10	仪器状态信息显示区，用于显示测量进度、状态和提示错误信息。
11	时间和日期显示区。
12	软键菜单区，显示与最近一次按键操作对应的软键菜单。

### 3.3.1.1 标题栏

显示正在进行的测量功能。

## 3.3 基本操作说明

## 3.3.1.2 参数输入区

刻度/每格: 1.000000

当前激活功能的数字输入区。

## 3.3.1.3 模式设置显示区

DUT : 放大器      系统下变频 : 关

显示仪器设置有关信息，供用户查看，详细信息说明如表 3.10 所示。

表 3.10 模式设置显示区说明

信息内容	对应的设置选择项	
DUT	放大器	系统下变频: 关
		系统下变频: 开
	下变频器	
	上变频器	
边带	下边带	
	上边带	
	双边带	
LO 控制	开	
	关	
LO 模式	固定	
	可变	
频率属性	RF 输入或 IF 输入	

## 3.3.1.4 频标显示区

频标显示图形模式下已开启频标在轨迹 1 和轨迹 2 上的 X 轴和 Y 轴对应值。

频标1: 6.350GHz    4.940dB    9.948dB      频标3: 18.000GHz    5.218dB    8.830dB  
 频标2: 11.790GHz    4.700dB    10.636dB     频标4: 23.630GHz    5.675dB    8.508dB

## 3.3.1.5 上图测量参数

上图轨迹测量参数，通过[参数-轨迹 1]菜单键选择需要测量显示的参数，可选的测量参数包括噪声系数、增益、Y 因子、等效温度、热功率和冷功率。

### 3.3.1.6 下图测量参数

下图轨迹测量参数，通过[参数-轨迹 2]菜单键选择需要测量显示的参数，可选的测量参数包括噪声系数、增益、Y 因子、等效温度、热功率和冷功率。

#### 注意

上、下图不能同时设置相同的测量参数。

### 3.3.1.7 参数-轨迹 1 测量显示区

上图测量参数的轨迹线显示区。

### 3.3.1.8 参数-轨迹 2 测量显示区

下图测量参数的轨迹线显示区。

### 3.3.1.9 测量设置信息显示区

起始 100.000000MHz	带宽 4.0 MHz	点数 21	终止 1.200000000GHz
冷温度 296.50K	平均 关	衰减 0/-dB	补偿 开 修正

各设置信息的含义如表 11 所示。

表 3.11 测量设置信息说明

信息内容	代表含义
起始	显示测量扫描的起始频率值。
终止	显示测量扫描的终止频率值。
带宽	测量带宽，噪声系数分析仪具有 4MHz、2MHz、1MHz、400kHz、200kHz、100kHz 六种带宽，供用户选择使用。
点数	显示测量频率点数，扫描测量点数 2 ~ 401，默认点数为 11。
冷温度	显示当前测量的环境温度，噪声系数分析仪连接智能源时，能够实时探测环境温度变化，并刷新冷温度数值。
平均	显示测量的平均次数。
衰减	显示射频/微波接收波段的衰减值。
补偿	显示补偿状态关或开。
修正	显示当前测量结果为修正或未修正。

### 3.3 基本操作说明

#### 3.3.1.10 仪器状态信息显示区

在图表下方的状态栏，显示仪器状态或错误信息（如有错误）。

##### 1) 测量进度



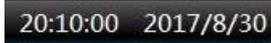
在图表下方状态栏中的左侧显示当前操作进度。

##### 2) 校准状态



显示当前校准有效，如果检测到错误或者异常，该处显示错误编号和错误信息。

#### 3.3.1.11 时间和日期显示区



在显示屏幕的右上角显示当前时间和日期信息。

#### 3.3.1.12 软键菜单区

显示最近一次按键对应的软键菜单。

### 3.3.2 用户交互

可使用下列交互方法：

- 1) 仪器键盘；
- 2) 旋钮；
- 3) 箭头键；
- 4) 软键。

操作仪器时需要完成的所有任务都可以通过这些用户接口来进行。除了仪器专用按键，其它所有按键都对应于外部键盘操作（如箭头键、Enter 键），且符合 Microsoft 标准。

### 3.3.2.1 激活轨迹切换键

用于切换当前的激活轨迹，以便对其进行相应设置，当轨迹处于激活状态时，显示轨迹的窗口也同时被激活。只有轨迹处于激活状态时，才可对其进行设置。

### 3.3.2.2 输入数据

采用如下方法，可以将数据输入对话框：

- 1) 使用前面板提供的按键，例如，键盘、旋钮或者箭头键；
- 2) 使用前面板提供的虚拟键盘按键；
- 3) 采用连接的外部键盘。

Windows 对话框的特性：在某些情况下，例如您想安装一台打印机，那么您使用的是 Windows 自带的对话框，这些对话框中，旋钮和功能键不起作用。

在向某个字段输入数字参数时，键盘只提供数字输入：

- 4) 利用键盘输入参数值，也可利用旋钮或按【▲】、【▼】向上向下箭头键更改当前的参数值；
- 5) 在通过键盘输入数字值之后，按下软键菜单对应的单位键，单位即添加到输入中；
- 6) 如果该参数不需要单位，则按下【Enter↵】键或其中一个单位键可以确认输入的值。编辑行高亮显示，以确认该输入。

## 3.3.3 设置仪器复位和开机状态

3986系列噪声系数分析仪存在以下几种工作状态设置：

**工厂状态：**指仪器开发人员定义并保存的一组仪器工作状态设置，从整体上对仪器的工作状态做最优设置，可满足大部分用户测量需求，用户无法改变其具体设置。

**用户复位状态：**指用户根据自身具体测量需求保存的一组仪器工作状态设置。

**用户开机状态：**指仪器开机后的初始测量状态设置，用户可以根据自身具体测量情况设置和保存开机状态文件，仪器出厂时将工厂状态作为用户开机状态。

**复位状态：**指用户按【复位】键后仪器的工作状态设置，用户可设置复位开关将复位状态设置为工厂状态或用户复位状态，如用户设置仪器工作状态错误导致噪声系数分析仪不能正确进行测试测量时，可选择将仪器复位到工厂状态。

### 3.3.3.1 保存用户复位/开机状态

- 步骤 1.** 根据测量需要完成仪器各种状态参数设置。
- 步骤 2.** 按下前面板【系统/本地】键。
- 步骤 3.** 按[开机复位]菜单键。
- 步骤 4.** 按[保存用户复位状态]菜单键，即可完成用户复位状态的保存；按[保存用户开机状态]菜单键，即可完成用户开机状态的存。

### 3.3 基本操作说明

#### 3.3.3.2 设置复位状态

- 步骤 1. 按前面板【系统/本地】键。
- 步骤 2. 按[开机复位]菜单键。
- 步骤 3. 按软菜单[复位]，进行复位开关的选择。如果需要复位到工厂状态，则将复位开关置为[复位 工厂 用户]；如果需要复位到用户保存的复位状态，则将复位开关置为[复位 工厂 用户]。

#### 3.3.3.3 保存工厂状态为用户复位/开机状态

- 步骤 1. 按前面板【系统/本地】键。
- 步骤 2. 按[开机复位]菜单键。
- 步骤 3. 按软菜单[复位]，设置为[复位 工厂 用户]状态。
- 步骤 4. 按前面板【复位】键将仪器复位到工厂状态。
- 步骤 5. 按前面板【系统/本地】键。
- 步骤 6. 按[开机复位]菜单键。
- 步骤 7. 按[保存用户复位状态]菜单键，即将工厂状态保存为用户复位状态，按[保存用户开机状态]菜单键，即将工厂状态保存为用户开机状态。

### 3.3.4 执行文件操作

#### 3.3.4.1 文件类型

保存文件类型包括：

- 1) 超噪表 ENR Files (\*.ENR)，包括 Meas ENR Files 和 Cal ENR Files
- 2) 仪器状态 State Files (\*.STA)
- 3) 限制线 LimitLine Files(\*.LIM)，包括 LimitLine1/2/3/4 Files
- 4) 频率列表 Freq List Files (\*.LST)
- 5) 损耗补偿表 LossComp Files (\*.LOS)，包括 Before/After LossComp Files 两种
- 6) 轨迹线 Trace Files (\*.TRC)

调用文件类型包括：

- 1) 超噪表 ENR Files (\*.ENR)，包括 Meas ENR Files 和 Cal ENR Files
- 2) 仪器状态 State Files (\*.STA)
- 3) 限制线 LimitLine Files(\*.LIM)，包括 LimitLine1/2/3/4 Files
- 4) 频率列表 Freq List Files (\*.LST)
- 5) 损耗补偿表 LossComp Files(\*.LOS)，包括 Before/ After LossComp Files 两种

## 注意

除轨迹文件外，其它用户保存的文件都能重新调用至噪声系数分析仪。

### 3.3.4.2 文件保存/调用方法

3986 系列噪声系数分析仪提供了文件保存/调用功能。

#### 1) 保存文件

文件保存是指将文件（限制线、超噪表、轨迹线、频率列表、损耗补偿表）保存至指定的目录文件中。

## 提示

限制线、超噪表、轨迹线、频率列表或损耗补偿表文件建议保存在用户（D:）磁盘中。

保存文件的步骤：

- 步骤1.** 按【文件】键，进入文件保存/调用操作菜单。
- 步骤2.** 按[保存...]菜单键，仪器显示“另存为”对话框，如图3.18所示。
- 步骤3.** 在计算机中选择文件保存的磁盘分区，如“用户（D:）”。
- 步骤4.** 文件要保存的路径和文件命名用户可根据需要确定。例如保存在D: 盘根目录下。
- 步骤5.** 在“保存类型”对话框中选择要保存的文件类型，例如，如果要保存仪器的状态文件，使用鼠标点击选择“State Files (\*.STA)”。
- 步骤6.** 在“文件名”对话框中，使用数字键、屏幕键盘或外接键盘输入文件名。

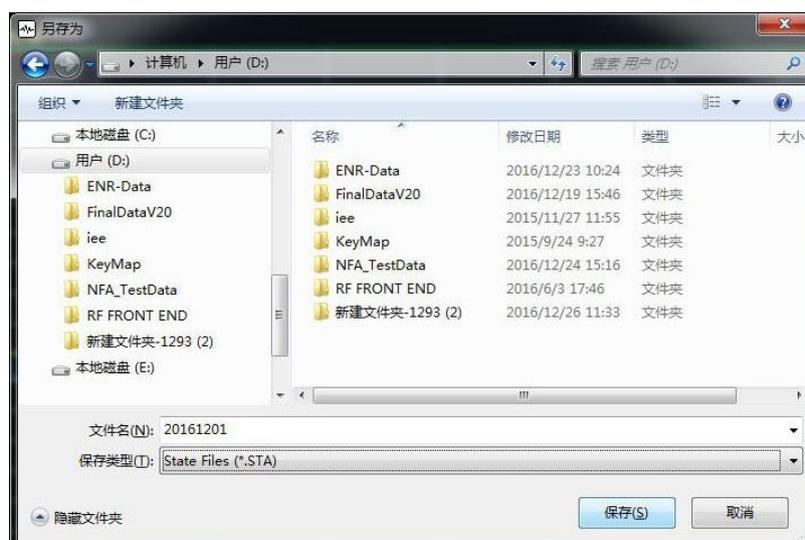


图3.18 文件保存界面

## 注意

如果使用屏幕键盘输入文件名，需要在弹出Windows操作界面之前打开屏幕键盘，即在步骤2操作前，打开屏幕键盘。

**步骤7.** 点击对话框的[保存...]按钮，将文件存入指定文件目录中。

## 2) 调用文件

调用文件是指将已保存在存储介质中的数据文件和状态文件回调至噪声系数分析仪测量程序中，方便用户使用。

可调用的文件类型包括：

- 超噪表 ENR Files (\*.ENR)，包括 Meas ENR Files 和 Cal ENR Files
- 仪器状态 State Files (\*.STA)
- 限制线 LimitLine Files (\*.LIM)，包括 LimitLine1/2/3/4 Files
- 频率列表 Freq List Files (\*.LST)
- 损耗补偿表 LossComp Files (\*.LOS)，包括 Before/After LossComp Files 两种，

调用文件步骤：

**步骤1.** 按【文件】键，进入文件保存/调用操作菜单键。

**步骤2.** 按[调用...]菜单键，仪器显示“打开”文件操作对话框，如图3.19所示。

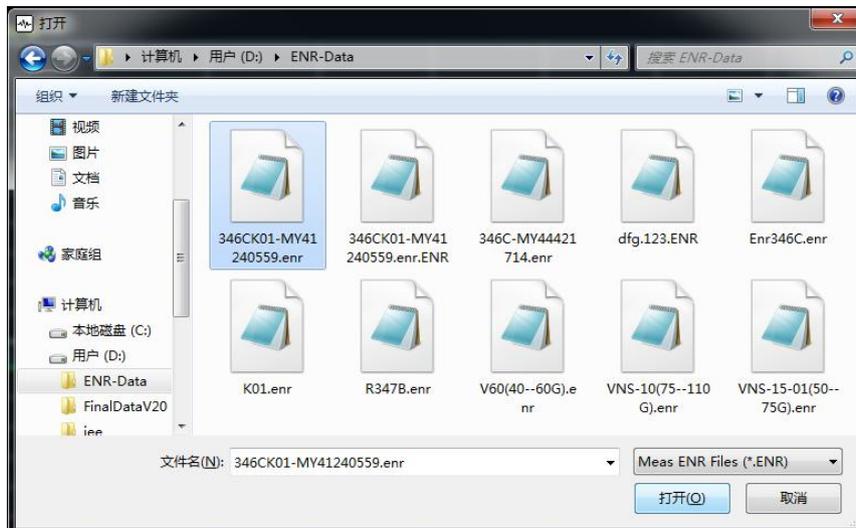


图3.19 文件调用界面

**步骤3.** 在计算机中选择文件保存的磁盘分区，如“用户 (D:)”。

**步骤4.** 选择要调用文件的保存路径，如“D: \ENR-Data”。

**步骤5.** 在“文件名”输入框中选择要调用的文件类型，如“Meas ENRFiles (\*.ENR)”。

**步骤6.** 选择要调用的文件，如“346CK01-MY41240559.enr”。

**步骤7.** 点击对话框[打开]按钮，将文件从用户磁盘调用至噪声系数分析仪测量程序中。

### 3.3.4.3 打印/保存屏幕快照

3986系列噪声系数分析仪提供了存储屏幕快照到图形文件（bmp格式）及打印屏幕快照功能。

#### 1) 保存屏幕快照

保存屏幕快照文件的步骤:

**步骤1.** 按【保存...】键，仪器显示如下“另存为”文件操作对话框，如图3.20所示。

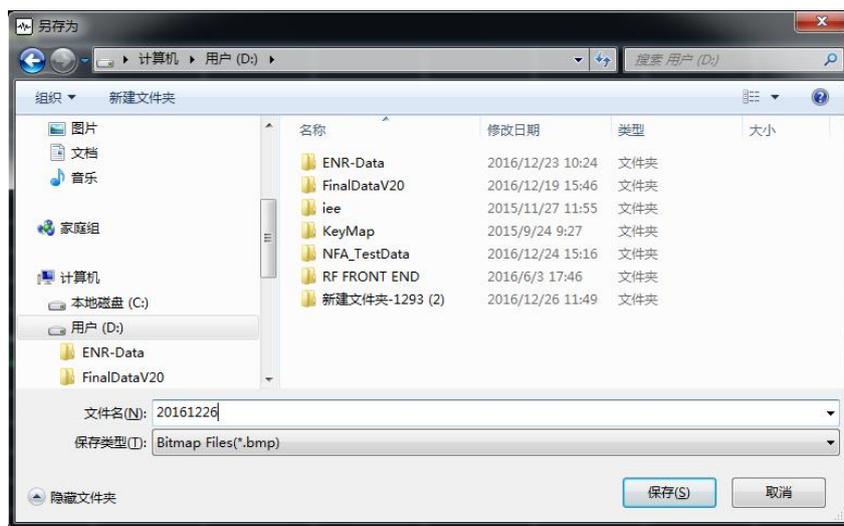


图3.20 保存屏幕图像

**步骤2.** 在计算机中选择用户保存文件的磁盘分区，如“用户 (D:)”盘。

**步骤3.** 文件要保存的路径和文件命名用户可根据需要确定。例如，要保存在D: 盘根目录下。

**步骤4.** 在“文件名”输入框中，使用数字键或外接键盘输入文件名。

**步骤5.** 点击对话框[保存...]按钮，将文件存入指定存储位置。

#### 2) 打印屏幕快照

### 提示

**安装打印机驱动程序:**

打印前，3986 系列噪声系数分析仪需要首先安装配套的打印机驱动程序。

**步骤 1.** 按下前面板【打印】键，弹出“打印”设置对话框，如图 3.21 所示。

### 3.3 基本操作说明

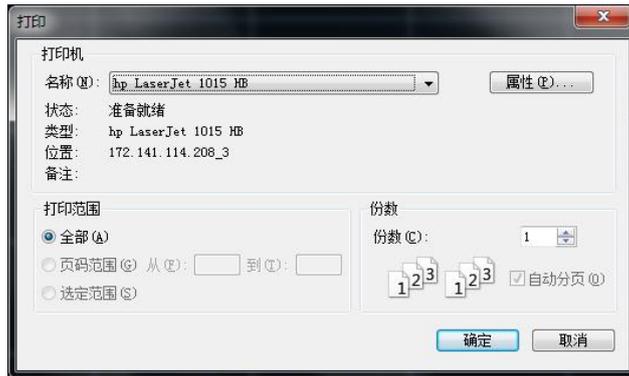


图 3.21 打印对话框

**步骤 2.** 配置打印机。选择相应的打印机，如果需要进行特殊配置，可点击属性进行打印机的体配置，如图 3.22 所示。

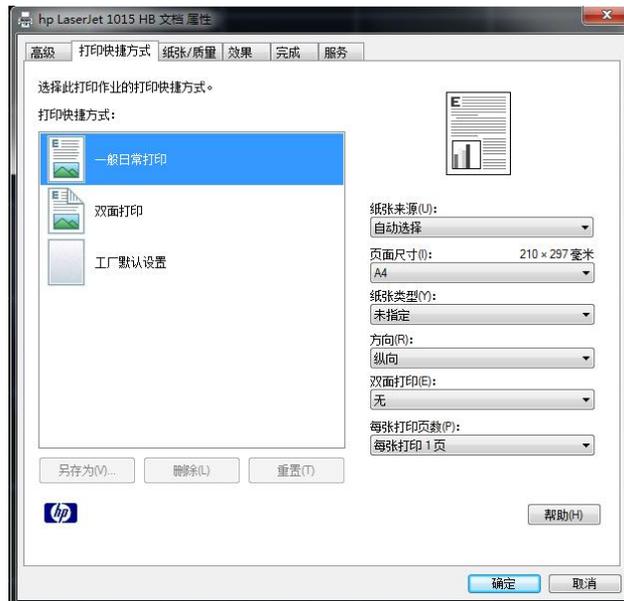


图 3.22 打印属性界面

**步骤 3.** 点击对话框[确定]按钮，完成当前屏幕快照打印。

#### 3.3.4.4 文件目录管理

3986系列噪声系数分析仪未单独提供文件目录管理功能，关于文件浏览、剪切、粘贴和删除等操作。请退出噪声系数分析仪程序，在Windows界面下进行具体操作。

### 3.3.4.5 表格处理

超噪比表、频率列表、限制线和损耗补偿表等均采用表格形式，表3.12概述如何进行各种表格编辑和处理功能。

表 3.12 使用表格

欲.....	使用.....
移动表格中的激活条目	左右箭头键: 【◀】和【▶】键
清除表格中所有条目	[清空表格]菜单键
删除一行条目	[删除一行]菜单键
增加一个新条目	[添加一行]菜单键
将激活条目前移一行	[上一行]菜单键
将激活条目下移一行	[下一行]菜单键
将表格向上移动一个页	[上一页]菜单键
将表格向下移动一个页	[下一页]菜单键
输入一个数值	数字小键盘、上下键【▲】和【▼】或旋钮
完成数值输入	单位菜单键
是否连接限制线点	上下键 (【▲】和【▼】) 或旋钮

### 3.3.5 输入超噪比

噪声源超噪比数据可以以表格或固定值的形式输入到噪声系数分析仪中，表格用于扫描测量，固定值用于点频或整个测量频率范围测量。

与3986系列噪声系数分析仪兼容的噪声源有两种，第一种是标准噪声源，如16603系列标准噪声源、Keysight 346系列标准噪声源等。标准噪声源的超噪比数据输入方法有两种：一是使用小键盘以手动方式输入定标频率和对应的超噪比数据，二是从硬盘中调用已保存的超噪比数据。另一种是智能噪声源，如16604系列智能噪声源、Keysight 4000系列智能噪声源，智能噪声源的超噪比数据可以自动加载至噪声系数分析仪中。

#### 3.3.5.1 超噪比共用表的设置

校准和测量过程中使用相同的噪声源时，校准和测量时使用相同超噪比表；在校准和测量过程中使用不同的噪声源时，须在校准和测量中使用不同的超噪比表。

##### 1) 共用表开模式

在校准和测量中使用相同的超噪比表，分别按【超噪比】键，[共用表]软菜单键，设置为[共用表 开]状态，请参阅图3.23，此为默认设置。

在该模式中，[ENR表]保存和调用对应的文件类型均为“Meas ENR Files(\*.ENR)”。

### 3.3 基本操作说明



图3.23 共用表开菜单

#### 2) 共用表关模式

在校准和测量时使用不同的超噪比表，分别按【超噪比】键，[共用表]软菜单键，设置成[共用表 开 关]状态，请参阅图3.24。



图3.24 共用表关菜单

在该模式中，“测量ENR表”和“校准ENR表”可以独立进行编辑、调用、保存等操作，用于校准和测量过程。

在[共用表 开 关]模式下，[ENR表格]中噪声源超噪比数据为“测量ENR表”中的数据。

### 提示

如果使用智能噪声源，选择[共用表 开 关]模式时，则需要设置自动加载ENR为[自动加载ENR 开 关]模式，并使用[从SNS 填充]菜单键，将智能噪声源超噪比数据填充至“校准ENR表”或“测量ENR表”中。

#### 3.3.5.2 以手动方式输入超噪比

按照下列方法以手动方式输入超噪比：

- 步骤1.** 按【超噪比】键。
- 步骤2.** 按[ENR表格]菜单键，界面出现超噪比表格，表中的第一个频率点被激活，请参阅图3.25。有关表格使用详情，请参阅“[3.3.4.5 表格处理](#)”。



图3.25 空超噪比表格

- 步骤3.** 按[噪声源型号]菜单键，并用外接键盘和数字键输入所用噪声源型号。
- 步骤4.** 按[噪声源序号]菜单键，并用外接键盘和数字键输入噪声源序号。
- 步骤5.** 按[编辑]菜单键，此时会出现表格编辑和浏览菜单项目，用来选择或浏览需要编辑的频点。
- 步骤6.** 使用数字键在表中输入频率值，使用单位菜单键完成数值输入。

## 提示

为方便用户以手动方式输入噪声源的频率/超噪比数据对，如果频率栏已默认按超噪比标称频率点顺序设置好，在频率栏输入过程中，不用再次输入频率值，只需按【Enter↵】键即可完成默认频率输入。

- 步骤7.** 频率值输入后，激活条目会自动移至“ENR值”栏，使用数字键输入对应的超噪比值，可以使用[dB]、[K]、[C]、或[F]单位菜单键，完成ENR值的输入。K、C或F单位被自动转换为dB，在ENR表中，ENR值均以dB单位显示。
- 步骤8.** ENR值输入后，激活条目自动移至频率栏下一个频率点，便于超噪比表中的下一个频率/超噪比的输入。
- 步骤9.** 重复步骤6和7，直至输入所有需要频率的ENE值都输入完毕，如图3.26所示。

## 3.3 基本操作说明



图 3.26 输入数据后的典型 ENR 表

**步骤10.** 超噪比数据输入完成后，按【文件】键保存超噪比表。有关保存超噪比文件的详情，请参阅“3.3.4 执行文件操作”。

## 提示

仪器复位后当前超噪比表中的数据依然存在。可以按任何顺序在超噪比表中插入频率/超噪比对，仪器会自动按频率从低到高的顺序排列超噪比表。当测试频率点为非标称超噪比数据点时，噪声系数分析仪会根据就近两个频率点的超噪比数据自动使用线性内插值。

## 3.3.5.3 从存储器中调用超噪比表

如果所使用噪声源的超噪比表已保存在存储介质中，可以将该超噪比表按照下列步骤回调到噪声系数分析仪中。

- 步骤1.** 按【文件】键。
- 步骤2.** 按[调用...]菜单键。
- 步骤3.** 使用鼠标选择已保存的超噪表文件的路径。
- 步骤4.** 使用鼠标选择文件类型为Meas ENR Files (\*.ENR)。
- 步骤5.** 按选择要调用的文件名称，然后按[打开 (O)]按钮。有关保存超噪比文件调用的详情，请参阅“3.3.4.2 文件保存/调用方法”。

### 3.3.5.4 保存超噪比表

可以按照下列方法将超噪比表保存至噪声系数分析仪的硬盘中：

- 步骤1. 按【文件】键。
- 步骤2. 按[保存...]菜单键显示“另存为”对话框。
- 步骤3. 选择超噪表文件要保存的路径。
- 步骤4. 选择要保存的超噪比文件类型，包括Meas ENR Files(\*.ENR)和Cal ENR File (\*.ENR) 两种。
- 步骤5. 使用噪声系数分析仪数字键、屏幕键盘或外接键盘输入文件名。
- 步骤6. 点击对话框[保存...]按钮，保存文件,有关文件保存的详情，请参阅[“3.3.4.2 文件保存/调用方法”](#)。

## 提示

[共用表 开 关]模式时，超噪比文件保存时需要指定文件类型是Meas ENR Files(\*.ENR)还是Cal ENR Files(\*.ENR)，这样就可以保存相应的超噪比表。但是保存的超噪比文件，可以根据指定的超噪比文件类型（Meas ENR Files或Cal ENR Files）回调到相应的表格中。

### 3.3.5.5 输入固定超噪比值

在点频频率模式测量中，可以输入一个与固定频率点对应的超噪比固定值。固定超噪比值也可以应用于整个测量频率范围。

#### 1) 输入固定超噪比值

- 步骤1. 按【超噪比】键。
- 步骤2. 按[ENR模式]菜单键，设置为[ENR模式 表格 固定]模式。
- 步骤3. 按[固定值]菜单键。
- 步骤4. 按[固定值类型]菜单键，设置为[固定值类型 ENR 热温度]模式。
- 步骤5. 按[固定ENR]，用数字键输入一个超噪比值，用单位菜单键完成该数值输入。可以使用[dB]、[K]、[C]、或[F]菜单键完成超噪比值输入，K、C或F单位的数据被自动转换为dB值显示，固定ENR值均以dB显示，默认值为15.200dB。

#### 2) 启用固定超噪比模式

- 步骤1. 按【超噪比】键。
- 步骤2. 按[ENR模式]菜单键，设置为[ENR模式 表格 固定]模式。
- 步骤3. 按[固定值]菜单键。
- 步骤4. 按[固定类型]菜单键，设置为[固定值类型 ENR 热温度]模式，此为默认设置。

### 3.3 基本操作说明

#### 3.3.5.6 输入固定热温度值

##### 1) 输入固定热温度值

- 步骤1. 按【超噪比】键。
- 步骤2. 按[ENR模式]菜单键，设置为[ENR模式 表格 固定]模式。
- 步骤3. 按[固定值]菜单键。
- 步骤4. 按[固定值类型]菜单键，设置为[固定值类型 ENR 热温度]模式。
- 步骤5. 按[固定热温度]菜单键，用数字键输入固定热温度值，用单位菜单键完成该数值输入。可以用[K]、[C]、或[F]单位菜单键完成固定热温度值输入，以C或F为单位的输入数值被自动转换为K单位值显示，默认值为9892.80K。

##### 2) 启用固定热温度模式

- 步骤1. 按【超噪比】键盘。
- 步骤2. 按[ENR模式]菜单键，设置为[ENR模式 表格 固定]模式。
- 步骤3. 按[固定值]菜单键。
- 步骤4. 按[固定类型]菜单键，设置为[固定值类型 ENR 热温度]模式。

#### 3.3.5.7 使用智能噪声源

### 提示

如果有智能噪声源与3986系列噪声系数分析仪的智能噪声源驱动端口连接，噪声系数分析仪默认优先选择智能噪声源。如果智能噪声源未与噪声系数分析仪连接则默认标准噪声源。

##### 1) 选择噪声源首选项

如果有两个噪声源分别与两个噪声源驱动端口连接，需要选择噪声源类型首选项是“智能”还是“标准”，默认设置是“智能”。

##### 2) 设置噪声源首选项的步骤

- 步骤1. 按【超噪比】键。
- 步骤2. 按[SNS设置]菜单键。
- 步骤3. 按[噪声源选择]菜单键，根据实际测量需要选择首选项类型是“智能”或“标准”。

### 3) 将智能噪声源超噪比数据加载至共用表

可以设置3986系列噪声系数分析仪的超噪比自动加载功能，在连接智能噪声源后将超噪比数据自动加载至共用表，此时需要设置自动加载ENR开关为“开”。如果不希望自动加载智能噪声源的超噪比数据，应将自动加载ENR开关设置为“关”。

如果已经选择[自动加载ENR 开 关]模式，可以使用[从SNS填充]菜单键，从智能噪声源加载超噪比数据，该菜单键只有在智能噪声源已连接时才能生效。

#### 警告

当正在加载智能噪声源超噪比数据时，请勿将噪声源从噪声系数分析仪的智能噪声源驱动端口断开，否则可能会导致噪声源内部存储数据受到影响。

### 4) 将智能噪声源超噪比数据加载至测量表格或校准表格

步骤1. 按【超噪比】键。

步骤2. 按[SNS设置]菜单键。

步骤3. 按[自动加载ENR]菜单键，设置为[自动加载ENR 开 关]模式。

步骤4. 按[共用表]菜单键，设置成[共用表 开 关]模式。

步骤5. 按[测量表格]或[校准表格]菜单键。

步骤6. 按[从SNS填充]菜单键，等待所有数据加载。

#### 提示

当已经连接智能噪声源并且处于[自动加载ENR 开 关]模式时，“共用表”被自动设置，智能噪声源超噪比数据自动加载到“共用表”。可以使用[从SNS填充]菜单键手动加载智能噪声源超噪比数据，这样就能够选择将智能噪声源数据加载到“测量ENR表”或者“校准ENR表”。

#### 3.3.5.8 设置冷温度值

在不同的环境温度下测量时，可以更改冷温度值。默认温度值被设为296.50K。

有三种更改冷温度值的方法。这取决于使用的噪声源类型。

- 1) 第一种方法以手动方式输入冷温度值，适用于任意噪声源。
- 2) 第二种方法适用于使用智能噪声源，噪声系数分析仪从智能噪声源中读取冷温度数值，并在每一次扫描后更新数值。
- 3) 第三种方法适用于使用智能噪声源设置状态，并根据需要更新冷温度数值。

#### 1) 以手动方式更改用户冷温度值

步骤1. 按【超噪比】键。

### 3.3 基本操作说明

- 步骤2. 按[冷温度]菜单键。
- 步骤3. 按[用户冷温度]菜单键。
- 步骤4. 用数字键输入实测冷温度值，用单位菜单键完成该数值输入，可以用[K]、[C]、或[F]单位菜单键完成冷温度的输入，以C或为F单位的数值自动转换为以K为单位显示。

#### 提示

使用智能噪声源时，SNS冷温度菜单键必须设为[SNS冷温度 开 关]，此功能才能生效。

#### 注意

冷温度下限值为0K，上限值为29,650,000K，默认值为296.50K。冷温度值始终显示以K为单位的数值，输入以C和F为单位的数值会自动转换为以K为单位的数值。

### 2) 将智能噪声源冷温度值设为自动更新

该功能只有在智能噪声源与3986系列噪声系数分析仪连接时才能使用。

- 步骤1. 按【超噪比】键。
- 步骤2. 按[冷温度]菜单键。
- 步骤3. 按[SNS冷温度]菜单键，设置[SNS冷温度 开 关]模式，此为默认设置。

### 3) 从智能噪声源中手动加载冷温度值

该功能只有在智能噪声源与3986系列噪声系数分析仪连接时才能使用。

- 步骤1. 按【超噪比】键。
- 步骤2. 按[冷温度]菜单键。
- 步骤3. 按[SNS冷温度]菜单键，设置[SNS冷温度 开 关]状态。
- 步骤4. 按[从SNS加载用户冷温度]菜单键，3986系列噪声系数分析仪从智能噪声源中加载冷温度，并且加载的数值在用户值冷温度菜单键中显示。

#### 提示

使用智能噪声源时，SNS冷温度菜单键必须设为[SNS冷温度 开 关]，此功能才能生效。

### 3.3.6 设置测量频率

在设置测量频率之前，需要首先选择频率模式，3986系列噪声系数分析仪提供三种频率模式供用户选择使用：

- 1) **扫描** --测量频率从起始频率和终止频率（或中心频率和频宽）以及扫描点数设置数据中获得。
- 2) **点频** --在单一固定频率进行测量。
- 3) **列表** --从频率列表中获取测量频率点。

### 3.3.6.1 选择扫描频率模式

在扫描频率模式中，设置扫描的起始、终止频率（或中心、扫宽频率）和测量点数。这些测量频率点在频率范围中均匀分布。最大点数为401，默认点数为11，按下面的步骤设置扫描测量：

- 步骤1.** 按【频率/点数】键。
- 步骤2.** 按[频率模式]、[扫描]菜单键，将频率模式设为“扫描”模式，此为默认设置。
- 步骤3.** 分别按[起始频率]和[终止频率]菜单键，用数字小键盘输入频率数值，用单位菜单键完成该数值输入。
- 步骤4.** 按[扫描点数]菜单键，使用数字键输入测量点数，按【Enter.↵】键或[确认]菜单键完成该输入。也可使用【▲】和【▼】上、下箭头键，或旋转旋钮，以步进量1更改扫描点数。  
步骤3和4也可以用下面的步骤操作：
- 步骤5.** 或者按[中心频率]、[菜单1/2]和[频宽]，用数字小键盘输入中心频率和频宽数值，用单位菜单键完成该数值。
- 步骤6.** 按[菜单2/2]。
- 步骤7.** 按[扫描点数]菜单键。
- 步骤8.** 使用数字键输入测量点数，按【Enter.↵】键或[确认]菜单键完成输入，也可使用【▲】和【▼】上、下箭头键，或旋转旋钮，以步进量1更改扫描点数。

### 3.3.6.2 选择点频频率模式

点频频率模式是在单个频率进行测量时使用的频率模式。按下列步骤设置点频测量：

- 步骤1.** 按【频率/点数】键。
- 步骤2.** 按[频率模式]、[点频]菜单键。
- 步骤3.** 按[固定频率]菜单键，使用数字键和单位菜单键输入频率值。

### 3.3.6.3 选择列表频率模式

列表频率模式仅就用户关心的频率点进行测量，按下列步骤设置列表测量：

- 步骤1.** 按【频率/点数】键。
- 步骤2.** 按[频率模式]菜单键。
- 步骤3.** 按[列表]菜单键，将频率模式设置为“列表”。

可以按照下列方法建立频率列表：

- 1) 以手动方式指定每个频率点。

## 3.3 基本操作说明

2) 根据设置的扫描测量点建立频率列表。

## 1) 以手动方式建立频率列表

**步骤1.** 按3.3.6.3步骤建立列表频率模式。

**步骤2.** 按[菜单1/2]，按[频率列表]菜单键，显示的空频率列表如图3.27所示，当前第一个频率点被激活。

**步骤3.** 用数字键输入使用的频率值，用显示的单位菜单键完成该数值输入。

**步骤4.** 高亮光标会自动移动到频率列表编辑对话框的下一行，用数字键输入使用的频率值，用显示的单位菜单键完成数值输入。也可使用[上一行]、[下一行]、[添加一行]或[删除一行]软菜单对表格进行相应的编辑。

**步骤5.** 重复步骤4，直至频率列表输入完成，输入数据后的频率列表如图3.28所示。

## 提示

不管按何种顺序输入频率值，3986系列噪声系数分析仪会不断自动按从小到大的顺序排列频率数值。



图3.27 空频率列表

**步骤6.** 根据需要，用【文件】键和[保存...]菜单键将已经编辑好的频率列表保存至3986噪声系数分析仪的硬盘中。保存文件详细步骤请参阅“[3.3.4 执行文件操作](#)”。



图3.28 输入数据后的典型频率列表

## 2) 根据设置的扫描测量点建立频率列表

可以根据扫描模式设置频率范围和点数建立频率列表。

**步骤1.** 按3.3.6.3步骤建立列表频率模式。

**步骤2.** 按[菜单1/2]。

**步骤3.** 按[频率列表]。

**步骤4.** 按[填充]。执行上述步骤后，会清除当前频率列表，并用扫描频率模式生成的频率列表来填充。

## 3.3.7 设置带宽和平均

### 3.3.7.1 带宽和平均对速度、抖动和测量准确度的影响

抖动是随机噪声具有的自然规律，在噪声系数测量过程中，欲降低抖动，必须增加平均次数或测量带宽。如果带宽降低，则需要增加平均值数目，以降低抖动。

设置的平均次数越多，测量越准确，因为这样会降低测量的抖动，但是测量速度较慢。因此，应当在测量的速度和准确性之间作出权衡和选择。

### 3.3 基本操作说明

#### 3.3.7.2 设置带宽

默认带宽为4MHz，设置带宽步骤如下：

**步骤1.** 按【带宽】键。

**步骤2.** 按[带宽]菜单键，设置带宽模式为“手动”模式，用数字小键盘输入带宽数值，用单位菜单键完成该数值输入。也可以使用上、下箭头键：【▲】和【▼】键，或旋转旋钮，以3986系列噪声系数分析仪提供4MHz、2MHz、1MHz、400kHz、200kHz和100kHz六种带宽步进更改带宽值。

#### 3.3.7.3 设置平均

增加平均次数会减少抖动，并提供更准确的测量结果，但是会减慢测量速度，最大的平均值数目为512，默认值为1，相当于将平均设为关。

设置平均次数：

**步骤1.** 按【平均】键。

**步骤2.** 按[平均]菜单键，选择平均模式为“开”，默认设置平均模式为“关”。

**步骤3.** 用数字小键盘输入平均次数，按【Enter.␣】键或[确认]菜单键完成平均值设置，也可以使用上、下箭头键：【▲】和【▼】键，或旋转旋钮，以步进量1更改平均次数。

### 3.3.8 校准噪声系数分析仪

为修正噪声系数分析仪接收通道、测量连接电缆等引入的附加噪声，有必要进行校准。校准在无被测件连接的情况下测量噪声系数分析仪的噪声系数，然后在被测件连接的情况下，将校准过程中得到的数值应用于测量中进行误差修正，这种误差修正通常被称为第二级误差修正。执行校准前，需要首先输入超噪比值，并设置测量模式、频率范围、测量点数、带宽和平均等。

#### 1) 内插结果

当更改某些测量参数时，噪声系数分析仪会获得内插测量结果。例如更改测量点数值或减小测量频率范围时。

#### 2) 修正指示

当噪声系数分析仪测量设置改变使当前校准无效时，位于显示器右下角的“修正”会转换为“未修正”，图3.29显示了该指示标记。



图3.29 修正/未修正指示标记

## 提示

如果校准噪声系数分析仪后更改频率范围，更改后频率范围覆盖超过校准范围时，噪声系数分析仪状态自动更改为未修正；更改后频率范围覆盖小于校准范围时，或更改测量点数时，仪器的修正状态不变，但会提示“用户校准被插值”。

当出现下列情形时均须进行校准：

- 1) 仪器重启。
- 2) 复位噪声系数分析仪。
- 3) 测量频率超出当前校准范围。
- 4) 在固定中频模式中，更改固定中频频率。
- 5) 更改频率模式。
- 6) 更改测量模式。
- 7) 当前工作温度相比校准时的温度出现了很大变化。
- 8) 校准的输入衰减器范围无法满足测量要求，如测量大增益被测件。

### 3.3.8.1 执行校准的步骤

**步骤1.** 确认已在噪声系数分析仪中加载了当前使用噪声源的超噪比表，或已在噪声系数分析仪中输入了当前使用噪声源的超噪比值。详情请参阅“[3.3.5 输入超噪比](#)”。

**步骤2.** 设置测量参数（测量模式、频率范围、点数、带宽和平均次数等）。

**步骤3.** 校准连接，将噪声源输出直接与噪声系数分析仪输入连接，如图3.30所示。

## 注意

在校准过程中需要使用连接器、适配器将噪声源输出与噪声系数分析仪输入连接，使用的连接器应当包括在测量中。如果从测量中去除连接器，需要应用损耗补偿，以便补偿因移除连接器而造成的任何损耗。有关这方面的详细说明解释，请参阅“[4.2.6 损耗补偿功能](#)”。



图 3.30 校准连接

**步骤4.** 如果需要选择输入衰减器范围，按【修正】键，设置RF/ $\mu$ W校准最小衰减值和

### 3.3 基本操作说明

RF/ $\mu$ W校准最大衰减值。

**步骤5.** 按【校准】键，进入校准菜单。

**步骤6.** 按[校准]菜单键两次，进行校准。第一次按下[校准]菜单键时，会出现提示，要求再按一次。提示信息如图3.31所示：



图3.31 校准提示

## 注意

该两次按键是一种安全设置，以防意外按下[校准]菜单键，清除已有的校准数据。校准目的是为了修正噪声系数分析仪本身的第二级噪声，校准完成后，位于右下角的“未修正”提示自动更改为“修正”提示。

#### 3.3.8.2 选择射频段校准衰减范围

3986系列噪声系数分析仪工作在10MHz ~ 4GHz射频频率范围内时，默认的射频衰减校准范围是20dB ~ 0dB，5dB步进校准。在默认设置中，校准需要进行5次扫描，因为有5个衰减器量程需要校准。选择的衰减器范围越大，校准扫描次数越多，因而执行校准程序需要的时间越长。

在测量高增益被测件时，需要增加输入衰减量。如果被测件的增益未知，可以使用默认射频校准范围执行校准。

如果被测件增益过大，则需增加额外衰减器连接在被测件之后，并使用损耗补偿功能修正此衰减量。有关如何使用该功能的详细说明，请参阅“[4.2.6 损耗补偿功能](#)”。

按下面的步骤选择RF校准衰减范围：

**步骤1.** 按【修正】键，进入修正/衰减设置菜单。

**步骤2.** 按[RF校准最小衰减值]菜单键，使用数字键输入衰减值，使用单位菜单键完成衰减值输入。也可以使用上、下箭头键：【▲】和【▼】键，或旋转旋钮，以5dB步进量更改衰减量。

**步骤3.** 按[RF校准最大衰减值]菜单键，使用数字键输入衰减值，使用单位菜单键完成衰减值输入。也可以使用上、下箭头键：【▲】和【▼】键，或旋转旋钮，以5dB步进量更改衰减量。

#### 3.3.8.3 选择微波段校准衰减范围

3986系列噪声系数分析仪在4GHz ~ 18/26.5/40/50GHz的微波频率范围内工作时，有一个10dB校准的默认输入衰减范围。用户可以手动设置微波频段的校准衰减值范围，仪器按用户设置校准衰减范围进行校准，但是与射频衰减不同，仪器校准后进行测量时无法自动

切换微波频段衰减器的衰减范围，因此当被测件增益和噪声系数过大时，需要用户手动更改微波频段衰减量。在大多数情况下，0dB 衰减很合适。微波段最大输入功率和可测量被测件的指标范围如表 3.13 所示。

表3.13 微波段最大输入功率和可测量被测件的指标范围

衰减	最大输入功率	近似测量范围
0dB	-35dBm	被测件噪声系数+增益 < 35dB
5dB	-30dBm	被测件噪声系数+增益 < 40dB
10dB	-25dBm	被测件噪声系数+增益 < 45dB

表3.13给出的测量范围是按照噪声源的超噪比为6dB、被测件的工作带宽为5GHz计算得出的，如果所使用的噪声源的超噪比增大或被测件的工作带宽更宽，可测量的指标范围将会减小。

按下面的步骤选择微波频段校准衰减范围：

- 步骤1.** 按【修正】键，进入修正/衰减设置菜单。
- 步骤2.** 按[ $\mu$ W校准最小衰减值]，使用数字键输入衰减值，使用单位菜单键完成该输入。也可以使用上、下箭头键：【▲】和【▼】键，或旋转旋钮，以5dB步进量更改衰减值。
- 步骤3.** 按[ $\mu$ W校准最大衰减值]，使用数字键输入衰减值，使用单位菜单键完成该输入。也可以使用上、下箭头键：【▲】和【▼】键，或旋转旋钮，以5dB步进量更改衰减值。

#### 3.3.8.4 设置测量时微波段输入衰减值

在测量过程中，微波频段衰减量无法根据被测件的增益和噪声系数范围自动调整，因此在微波频段测量时，必须以手动方式设置微波输入衰减值，以防止被测件输出功率超过噪声系数分析仪线性工作时的最大允许输入功率。

按以下步骤设置微波频段测量时的衰减：

- 步骤1.** 按【扫描】键。
- 步骤2.** 按[手动测量]菜单键。
- 步骤3.** 按[衰减设置]。
- 步骤4.** 按[ $\mu$ W衰减]菜单键，设置微波衰减为“固定”模式。
- 步骤5.** 按[ $\mu$ W衰减值]菜单键，选择相应的衰减值。

### 提示

射频频段输入衰减量的设置，可参照以上微波频段输入衰减的设置步骤，不同之处是在步骤4中需将射频衰减设置成[射频衰减值 自动 固定]模式，并按[射频衰减值]菜单键选择合适的射频衰减值。

### 3.3 基本操作说明

#### 3.3.9 显示测量结果

下列显示格式功能可供使用：

- 1) 图形、表格或测试仪模式显示。
- 2) 单图显示或任意两个参数类型同时显示的双图显示。
- 3) 组合选项，在同一图形中显示两个参数类型。
- 4) 打开和关闭指示轨迹值的频标。
- 5) 打开或关闭网格显示。
- 6) 打开或关闭显示批注。

##### 3.3.9.1 选择显示格式

可以选用下面任意一种格式显示测量结果：

- 1) 图形
- 2) 表格
- 3) 测试仪

默认双图显示，上图显示噪声系数测量轨迹，下图显示增益测量轨迹。可以在图形和测试仪两种显示格式中选择显示的两个不同参数的测量结果。在表格显示格式最多可以显示六个不同参数的测量结果。

##### 1) 设置显示格式的步骤

**步骤1.** 按前面板【格式】键。

**步骤2.** 按[显示格式]菜单键，进入显示格式选择菜单。

**步骤3.** 按[图形格式]菜单键，选择图形显示格式，此为默认设置。  
按[表格]或[测试仪]菜单键，选择相应的显示模式，如图3.32所示。



图 3.32 显示格式菜单

##### 2) 更改激活轨迹

在图形显示模式下，激活轨迹的图形窗口用绿色边框突出显示，同时激活轨迹的名称用

绿色背景突出显示。在表格和测试仪显示模式下，激活轨迹的名称用绿色边框突出显示。

更改激活轨迹形有两种方法：

方法一：按位于显示器下方的【】键。

方法二：按前面板【参数】键，按[参数-轨迹1]或[参数-轨迹2]菜单键选择激活轨迹。

### 3.3.9.2 选择显示的参数类型

可选择的测量参数类型如下图3.33所示，可以按括号中列出的单位选择测量参数的单位：

- 1) 噪声系数 (dB或线性)
- 2) 增益 (dB或线性)
- 3) Y因子 (dB或线性)
- 4) 等效温度 (开氏-K; 摄氏-C; 华氏-F)
- 5) 热功率 (dB或线性)
- 6) 冷功率 (dB或线性)

设置显示测量参数的步骤：

**步骤1.** 按【参数】键，进入轨迹参数选择菜单。

**步骤2.** 按[参数-轨迹1]或[参数-轨迹2]菜单键选择需更改测量显示参数的轨迹。

**步骤3.** 按[噪声系数]、[增益]、[Y因子]、[等效温度]、[热功率]或[冷功率]菜单键，选择需要的测量显示参数。



图3.33 测量参数菜单

## 3.3.9.3 设置图形模式显示方式

## 1) 切换单图和双图显示

默认图形模式采用双图显示方式，此时按位于显示器下方的【】键，切换为单图显示方式，激活图形以单图显示方式填满显示器，如图3.34所示，再次按该键返回双图显示模式。

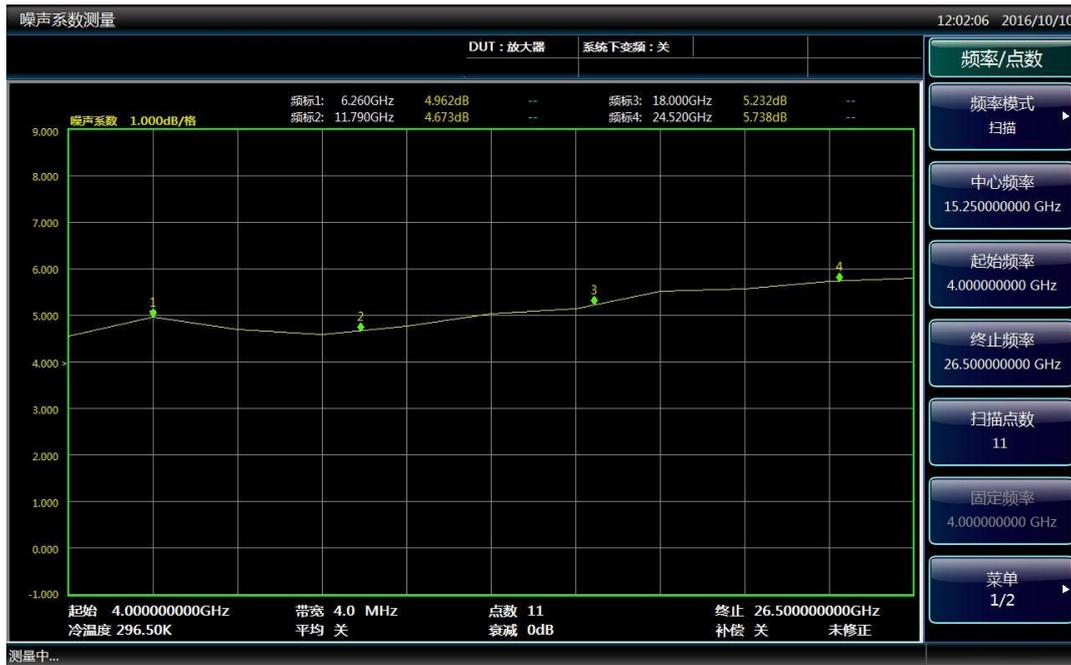


图 3.34 单图显示典型显示

## 提示

处于单图显示方式时按激活轨迹切换键，切换为另一个激活轨迹的单图显示。

## 2) 组合单图显示

可以将双图显示中上图和下图的轨迹以组合单图显示方式同时显示出来，此时激活轨迹的名称以绿色背景突出显示。默认设置为[组合显示 开 关]，轨迹未组合显示，设置两条轨迹组合单图显示的步骤：

**步骤1.** 按前面板【格式】键。

**步骤2.** 分别按[显示格式]、[图形]菜单键，选择图形显示方式，此为默认设置。

**步骤3.** 按[组合显示]菜单键，设置组合显示开关为“开”状态，打开组合单图显示模式，如3.35所示，默认设置为[组合显示 开 关]

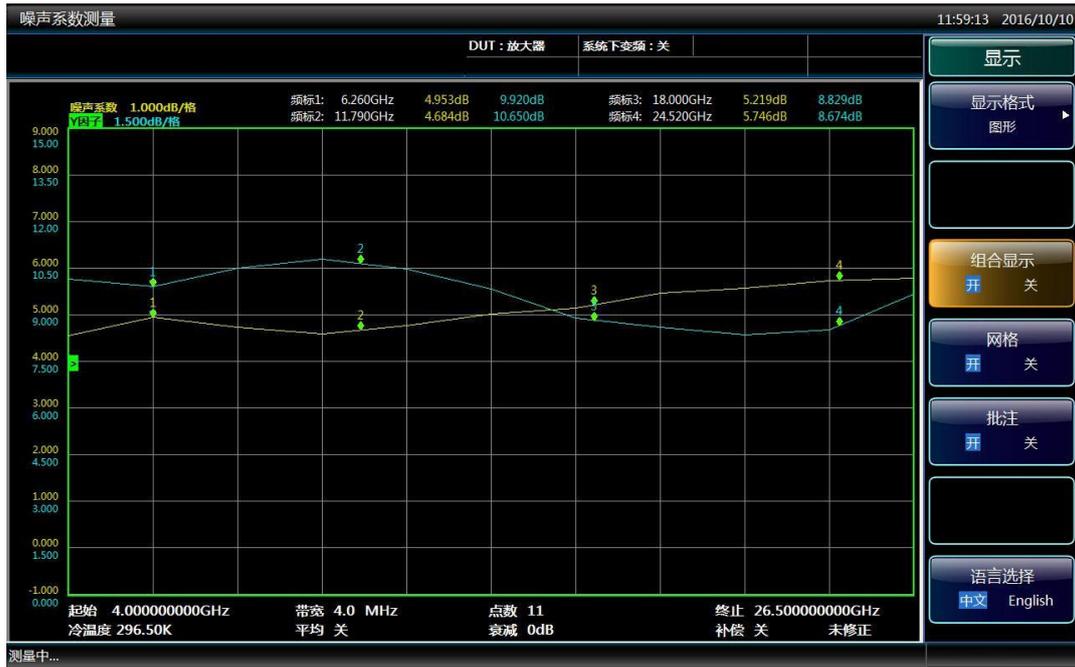


图 3.35 两条轨迹组合单图模式典型显示

### 3) 打开或关闭网格

设为[网格 开 关]时，屏幕中显示方格，此为默认设置。设为[网格 开 关]时，屏幕中不显示方格。打开或关闭网络显示的步骤：

**步骤1.** 按前面板【格式】键，进入格式控制菜单。

**步骤2.** 按[网格]菜单键，打开或关闭网格显示开关，关闭网格的显示如图3.36所示，[网格 开 关]模式为默认设置。

### 3 使用入门

#### 3.3 基本操作说明



图 3.36 网格关闭时典型图形显示

#### 4) 打开或关闭显示批注

设为[批注 开 关]时，屏幕显示各种测量设置和频标等信息，此为默认设置，设为[批注 关 开]时，屏幕关闭各种测量设置和频标信息显示，如图3.37所示。

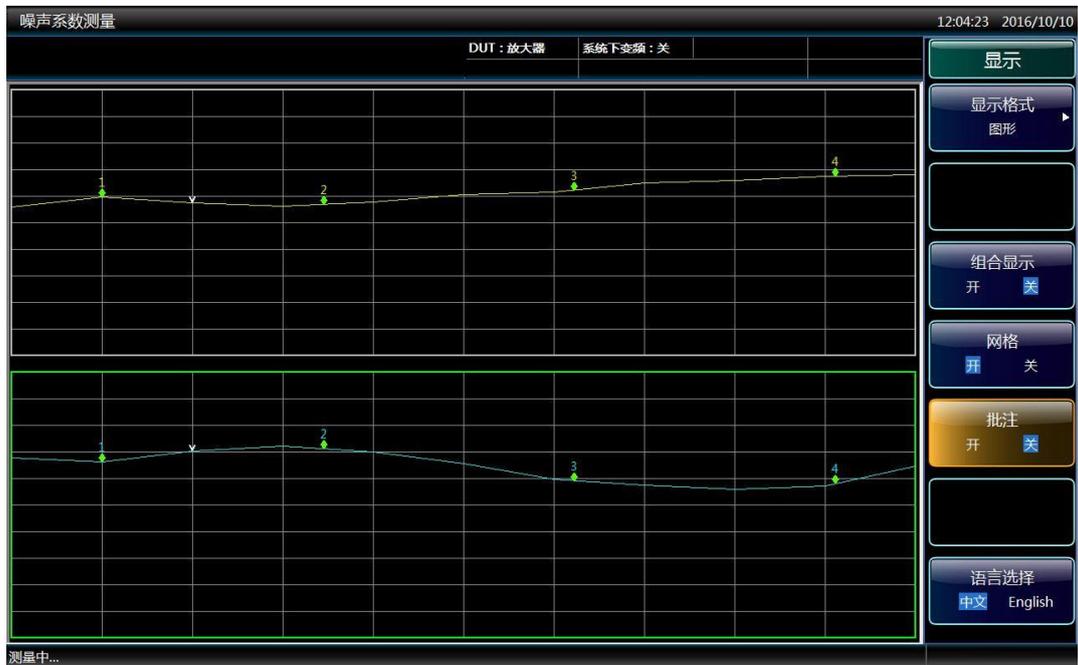


图 3.37 批注关闭时典型图形显示

打开或关闭批注的步骤:

**步骤1.** 按前面板【格式】键, 进入格式控制菜单。

**步骤2.** 按[批注]菜单键打开或关闭测量设置信息显示。

### 3.3.9.4 设置标尺

可以设置激活轨迹图形显示的标尺参数以便更好观察测量结果显示。

## 提示

打开自动标尺功能, 分析仪在每次扫描时自动对坐标上限、坐标下限和刻度/格等参数进行设置, 将轨迹显示在窗口近80%的区域, 以便优化测量轨迹显示。

#### 1) 设置图形轨迹显示的标尺

选择激活轨迹并设置标尺参数的步骤:

**步骤1.** 按前面板【标尺】键。

**步骤2.** 按[轨迹]菜单键激活进行标尺设置的轨迹, 在图形格式下噪声系数的典型显示如图3.38所示。

**步骤3.** 按[单位]菜单键, 设置以“dB”或“线性”为单位显示测量轨迹。

**步骤4.** 按[坐标上限]菜单键, 用数字键输入坐标上限数值, 按[确认]菜单键完成输入。

**步骤5.** 按[坐标下限]菜单键, 用数字键输入坐标下限数值, 按[确认]菜单键完成输入。

**步骤6.** 按[刻度/每格]菜单键, 用数字键输入刻度/每格值, 按[确认]菜单键完成输入。



图3.38 在图形显示格式中噪声系数典型显示

## 提示

[坐标上限]、[坐标下限]和[刻度/每格]设置相互关联，因此更改坐标上限、坐标下限和刻度/每格其中任一项设置，可能会影响其它设置。

## 2) 设置参考值

**步骤1.** 按前面板【标尺】键，进入标尺设置菜单，标尺中的一些设置功能只有在图形格式中才有效。

**步骤2.** 按[参考值]菜单键，用数字键输入数值，用[确认]菜单键完成输入。

## 3.3.9.5 使用频标

## 提示

只有在图形格式中时才能使用频标功能。

频标功能通过在轨迹的一个点上放置一个钻石形的频标，指示测量频率和测量结果，显示测量结果取决于所选的测量参数类型。

噪声系数分析仪最多支持四个频标：频标1、频标2、频标3、频标4，上下图轨迹同一频标的设置是相互关联的。

每个频标均可作为普通和差值两种类型的频标用，激活频标的频率在参数输入区中显示，所有启用频标的值显示在图3.39所示的屏幕上方的频标显示区中。

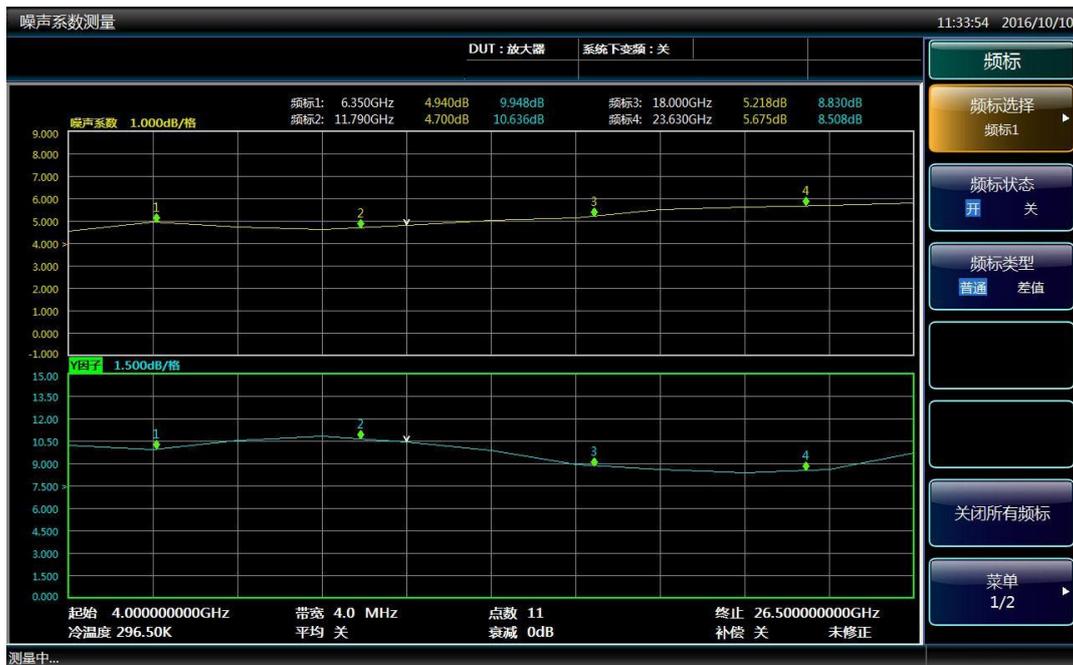


图 3.39 四个普通类型的频标显示

## 1) 设置普通频标

- 步骤1.** 按前面板【频标】键，进入频标设置菜单。
- 步骤2.** 按[频标选择]菜单键。
- 步骤3.** 按[频标1]、[频标2]、[频标3]或[频标4]菜单键，选择要进行设置的频标，[频标1]为默认选项。
- 步骤4.** 按[频标状态]菜单键，设置频标状态为“开”，默认设置为[频标状态 开 关]。
- 步骤5.** 按[频标类型]菜单键，启用普通类型频标，此为默认设置，如图3.39所示。频标激活时，旋转旋钮，或者用数字键和单位菜单键输入目标频率，将频标放置在测量轨迹需要显示测量结果的频点，频标频率和测量参数结果显示在图形上方的频标显示区中，当前激活频标对应的频率值在参数输入区中显示。

## 2) 设置差值频标

差值频标能够测量轨迹中参考频标和差值频标结果（包括频率和测量参数）的差值。

- 步骤1.** 按前面板【频标】键，进入频标设置菜单。
- 步骤2.** 按[频标选择]菜单键。
- 步骤3.** 按[频标1]、[频标2]、[频标3]或[频标4]菜单键，选择要进行设置的频标，[频标1]为默认选项。
- 步骤4.** 按[频标状态]菜单键，设置为[频标状态 开 关]状态开启对应的频标显示。
- 步骤5.** 按[频标类型]菜单键，设置为[频标类型 普通 差值]模式，如图3.40所示。

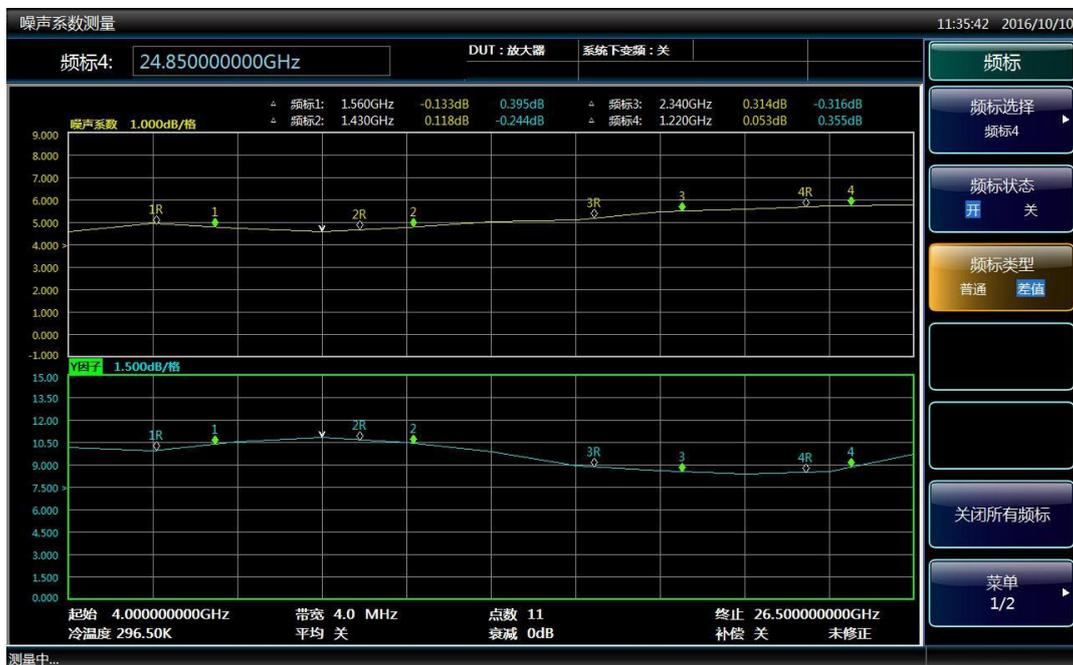


图 3.40 四个差值类型的频标显示

### 3.3 基本操作说明

#### 3) 关闭已开启的频标

- 步骤1. 按前面板【频标】键，进入频标设置菜单。
- 步骤2. 按[频标选择]菜单键。
- 步骤3. 按[频标1]、[频标2]、[频标3]或[频标4]菜单键，选择欲关闭的频标。
- 步骤4. 按[频标状态]菜单键，设置[频标状态 开 关]模式关闭频标显示。

#### 4) 关闭所有已激活的频标

- 步骤1. 按前面板【频标】键，进入频标设置菜单。
- 步骤2. 按[关闭所有频标]菜单键。

#### 5) 频标搜索

当频标设置为普通或差值类型频标时，频标搜索功能可以将一个激活频标放置在轨迹的最小值或最大值上。普通频标显示搜索到的最小值或最大值，差值频标显示搜索到最小值或最大值和参考值之间的差值。

搜索最大值或最小值的步骤：

- 步骤1. 按前面板【频标】键，进入频标设置菜单。
- 步骤2. 按[频标选择]菜单键。
- 步骤3. 按[频标1]、[频标2]、[频标3]或[频标4]菜单键，选择用于最大值或最小值搜索的频标。
- 步骤4. 按[频标状态]菜单键，设置为[频标状态 开 关]模式开启对应的频标显示。
- 步骤5. 按[频标类型]菜单键，根据需要设置频标为“普通”或“差值”类型频标。
- 步骤6. 按[菜单1/2]菜单键。
- 步骤7. 按[搜索类型]菜单键。
- 步骤8. 按[最大值]或[最小值]菜单键选择需要搜索的数值类型。
- 步骤9. 按[查找]菜单键，实现对轨迹上最大值或最小值的搜索。如果每次测量扫描后都需要查找轨迹上最大值或最小值点，按[连续搜索]菜单键设置为[连续搜索 开 关]模式，默认设置是[连续搜索 开 关]，图4.41显示的是搜索最大值点。

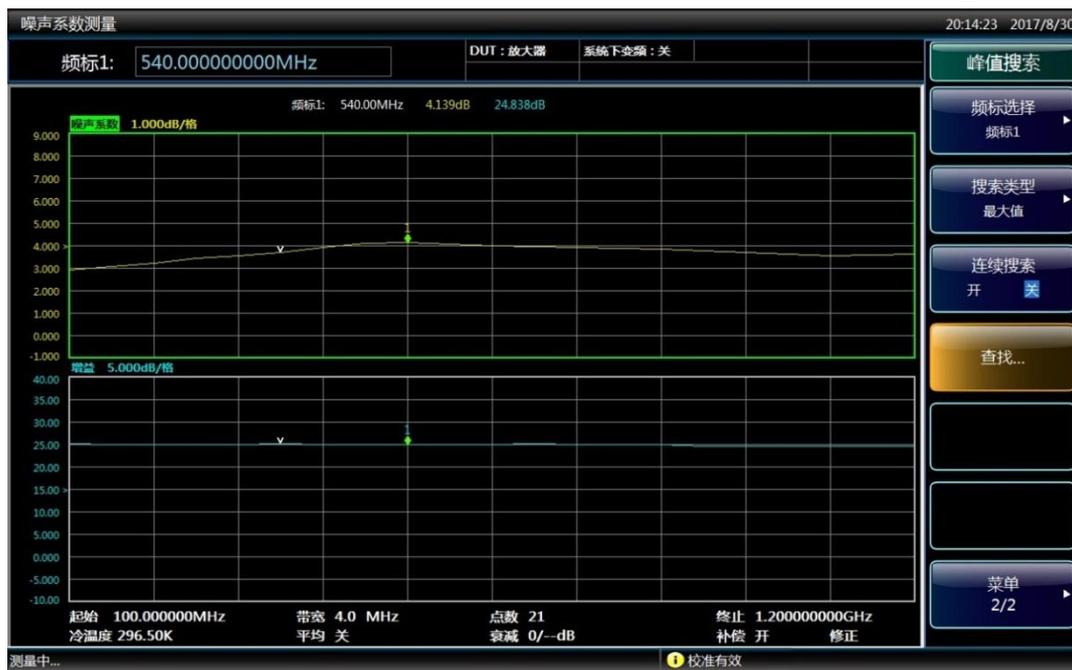


图 3.41 最大值搜索功能

### 3.3.10 进行固定频率测量

固定频率测量是最容易掌握的测量类型，是在特定频率点上对被测件进行测量，测试仪显示格式是固定频率测量模式的理想显示格式。

下面举例对一个放大器进行固定频率点的测量，放大器的工作频率范围位于噪声系数分析仪频率范围内。

选择适当的噪声源：标准噪声源或智能噪声源。标准噪声源驱动输入使用BNC电缆与噪声系数分析仪前面板+28V噪声源驱动接口连接，噪声源输出与噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）连接。智能噪声源使用智能噪声源专用多芯电缆与噪声系数分析仪前面板智能噪声源驱动接口连接，其输出与噪声系数分析仪前面板输入端口（50Ω）连接。

下面举例在50MHz频率点下对被测件进行校准的噪声系数和增益测量，被测件的指标如表3.15中所列。打开平均功能并设平均次数10，带宽设为默认值4MHz。

表3.15 被测件技术指标

频率范围	增益范围	噪声系数典型值
50MHz	30dB ~ 35dB	1.1dB

固定频率测量步骤：

**步骤1.** 按【电源】键，打开仪器，等候仪器完成测量初始化，进入测量状态。欲获得更高的精确性，建议噪声系数分析仪预热30分钟以上。

**步骤2.** 按【复位】键。

**步骤3.** 按【超噪比】键，按[ENR模式]菜单键，选择“固定”ENR模式。

### 3.3 基本操作说明

- 步骤4.** 按[固定值]菜单键, 按[固定值类型]菜单键选择固定值类型为“ENR”, 此为默认设置。
- 步骤5.** 按[固定ENR]菜单键, 使用数字键输入对应的超噪比值, 按与输入者对应的[dB]、[K]、[C]或[F]单位菜单键, 完成输入设置。K、C或F单位数据被自动转换为dB值显示。如果测量频率不是噪声源超噪比定标频率点, 则需要用户自己线性内插计算得到超噪比数值。固定ENR默认值为15.200dB。

## 提示

如果所用噪声源超噪比定标数据已输入噪声系数分析仪并保存, 可以跳过步骤3~步骤5。需要使用非定标频率点超噪比数据时, 噪声系数分析仪会自动线性内插数据。标准噪声源超噪比定标数据通常位于噪声源机体上、校准证书或随噪声源提供的磁盘中。噪声系数分析仪能够自动加载智能噪声源的超噪比数据。

- 步骤6.** 按【频率/点数】键。
- 步骤7.** 按[频率模式]菜单键, 按[点频]菜单键选择点频模式。
- 步骤8.** 按[固定频率]菜单键, 使用数字键输入50, 按[MHz]单位菜单键完成固定频率的输入。
- 步骤9.** 按【平均】键, 按[平均]菜单键设置为[平均 开 关]模式, 使用数字键输入平均次数4, 按[确认]菜单键完成平均次数输入。
- 步骤10.** 按【带宽】键, 按[带宽]菜单键设置为[带宽 自动 手动]模式, 使用数字键输入4, 按[MHz]单位键完成输入, 4MHz为默认设置。
- 步骤11.** 如图3.42所示进行校准连接, 按【校准】键, 连续按两次[校准]菜单键开始进行校准。

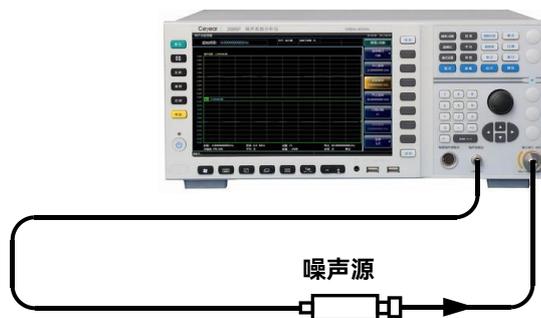


图 3.42 校准连接图

- 步骤12.** 按【格式】键, [显示格式]菜单键, [测试仪]菜单键选择测试仪模式。
- 步骤13.** 将被测件连接在噪声源输出和噪声系数分析仪输入端口之间。测量结果用测试仪格式显示, 与图3.43类似。



图3.43 测试仪格式显示固定频率测量结果

在图3.43中显示被测件在50MHz频率点时噪声系数和增益测量结果。符合表3.15中所列的技术要求。



## 4 操作指南

本章介绍了 3986 系列噪声系数分析仪不同测量功能的操作方法，详细介绍了测量步骤及测量注意事项。

- [基本操作指南](#) .....79
- [高级操作指南](#) .....95

### 4.1 基本操作指南

这部分主要介绍 3986 系列噪声系数分析仪测量模式、模式设置、系统连接、外部本振的选择等通用的操作方法。并通过示例，按步骤介绍 3986 系列噪声系数分析仪基本放大器测量，目的是使用户快速了解仪器的特点，掌握基本测量方法。

- [测量模式](#) .....79
- [模式设置](#) .....80
- [系统连接](#) .....86
- [外部本振选择](#) .....89
- [基本放大器测量举例](#) .....91

#### 4.1.1 测量模式

3986 系列噪声系数分析仪能够对放大器类线性器件或系统进行噪声系数测量，并显示被测件的增益测量结果；也能够对上、下变频器、接收机前端等准线性器件或系统的噪声系数和增益进行测量。测量模式分为以下三种：放大器、下变频器和上变频器。

按前面板【模式设置】键，进入模式设置菜单，按[DUT 设置]菜单键选择被测件类型，DUT 类型分为三种，如图 4.1 所示：



图 4.1 DUT 类型选择菜单

**1) 放大器**——被测件是一个无频率变换的放大器类器件。放大器模式包括基本放大器测量模式和系统下变频模式。当被测件的频率范围位于噪声系数分析仪本机的频率范围内时，使用基本放大器模式，此为基本测量模式，测试步骤和测量注意事项详见“[4.1.5 基本放大](#)

## 4 操作指南

### 4.1 基本操作指南

#### 器测量举例”。

当被测件的工作频率范围超出噪声系数分析仪的频率覆盖范围时,开启系统下变频测量模式,在该模式下,通过外加混频器的方式实现噪声系数的扩频测量,测试步骤和测量注意事项详见“4.2.4 系统下变频模式测量举例”。

2) **下变频器**——下变频发生在被测件本身而不是在测试系统中,包括固定本振可变中频和可变本振固定中频两种模式设置。

3) **上变频器**——上变频发生在被测件本身而不是在测试系统中,包括固定本振可变中频和可变本振固定中频两种模式设置。

涉及到变频噪声系数测量的包括以下两种情形:

1) 变频是被测件的一个部分,例如,被测件是混频器或接收机。

2) 变频是测试系统的一部分(系统下变频器),当所测量被测件的频率超出噪声系数分析仪的频率范围时,需要增加一台外接混频器和本振源,与噪声系数分析仪组成测试系统,以便将被测件的频率范围变换到噪声系数分析仪可接收的频率范围内。

3986系列噪声系数分析仪既可以进行单级变频器测量,也支持多级变频器测量。当变频器工作在可变本振、固定中频模式时,噪声系数分析仪还可以使用SCPI指令远程控制外部本振源的输出频率和功率,实现噪声系数的自动扫频测量。

### 4.1.2 模式设置

#### 4.1.2.1 放大器测量模式设置

3986噪声系数分析仪具有直观的测量模式设置引导界面,提供集成化的测量参数输入交互方式,无需其它设置切换即可完成测量模式对应的各种设置。测量模式设置界面如图4.2所示,各模式设置项均可通过鼠标点击或按【◀】、【▶】左右箭头键激活。



图 4.2 测量模式设置界面

## 1) 基本放大器模式设置

基本放大器测量模式是3986系列噪声系数分析仪开机默认的模式设置。也可以按下面的方法进行基本放大器测量模式设置。

- 步骤1.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 按[DUT设置]菜单键，[放大器]菜单键选择放大器测量模式。
- 步骤3.** 在模式设置界面中设置系统下变频为“关”状态。
- 步骤4.** 分别激活RF起始和RF终止设置项，用数字键输入测量的频率数值，用单位键完成输入。也可以通过按【频率/点数】键，[起始频率]和[终止频率]菜单键完成测量频率设置。

## 2) 系统下变频模式设置

被测件是一个放大器类输入输出频率相同的器件，例如放大器或滤波器，但其工作频率超出3986系列噪声系数分析仪的测量频率范围，测量时需要进行系统下变频，通过外接系统下变频器，将被测件工作频率变换到3986系列噪声系数分析仪测量频率范围内，实现噪声系数的扩频测量，系统下变频测量共有两种模式设置可供选择：

### a) 可变本振固定中频

执行该模式测量时，噪声系数分析仪工作在固定中频频率点，扫描本振和系统下变频器将射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收的固定中频频率点，相应的模式设置步骤如下：

- 步骤1.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 分别按[DUT设置]菜单键，[放大器]菜单键选择放大器测量模式。
- 步骤3.** 在模式设置界面中设置系统下变频为“开”状态。
- 步骤4.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“可变”。
- 步骤5.** 激活边带设置选项，根据系统下变频器的实际工作边带进行相应的边带设置，该模式可提供“下边带”、“上边带”和“双边带”三种选项供用户选择。
- 步骤6.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，可变本振模式下，建议选择外部LO控制为“开”状态。
- 步骤7.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。
- 步骤8.** 激活频率模式设置项，选择频率扫描模式，有“扫描”和“列表”两种模式可供选择，一般选择“扫描”模式。
- 步骤9.** 激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入测量频率数值，用单位键完成输入，如选择“列表”模式需编辑扫描频率列表。
- 步骤10.** 激活固定IF频率输入框，设置中频频率，用数字键输入中频频率数值，用单位键完成输入。

## 提示

系统下变频器工作在可变本振固定中频模式，外部LO控制选项设置为“开”时，噪声系数分析仪可通过GPIB、LAN等接口控制外部本振的输出频率和功率，本振输出频率同步跟踪射频频率，实现噪声系数自动扫描测量。如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时需要用户手动设置作为本振的外部信号源的频率和功率值，本振频率的计算公式为： $F_{LO}=F_{RF} + F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO}=F_{RF}-F_{IF}$ (上边带)， $F_{LO}=F_{RF}$ (双边带)。

### b) 固定本振可变中频

执行该模式测量时，系统下变频器的外部本振锁定在一个固定频率点，噪声系数分析仪工作在系统下变频器的中频频率范围内，固定本振和系统下变频器将射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收的中频频率范围内，相应的模式设置步骤如下：

- 步骤1. 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键进入模式设置菜单。
- 步骤2. 分别按[DUT设置]菜单键，[放大器]菜单键选择放大器测量模式。
- 步骤3. 在模式设置界面中设置系统下变频为“开”状态。
- 步骤4. 激活LO模式设置项，选择LO模式为“固定”。
- 步骤5. 激活边带设置选项，根据系统下变频器的实际工作边带进行相应的边带设置，该模式提供“下边带”和“上边带”两种选项供用户选择。

## 警告

系统下变频器工作在固定本振、可变中频模式时，只能进行单边带（包括上边带和下边带）测量设置。

- 步骤6. 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，LO固定模式下，一般设置本振控制为“关”。
- 步骤7. 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。
- 步骤8. 激活频率模式设置项，选择频率扫描模式，有“扫描”、“点频”和“列表”三种模式可供选择，一般选择“扫描”模式。
- 步骤9. 激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入测量频率数值，用单位键完成输入，如选择“列表”频率模式需编辑扫描频率列表。
- 步骤10. 激活固定LO频率输入框，用数字键输入本振频率数值，用单位键完成输入。

## 提示

如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时用户需要手动设置作为本振的外部信号源输出信号的频率和功率值。

### 4.1.2.2 下变频器测量模式设置

在下变频器测量模式中，被测件的中频输出频率小于射频输入频率，例如被测件为混频器或接收机，下变频器共有两种测量模式设置可供选择：

#### 1) 可变本振固定中频

执行该模式测量时，噪声系数分析仪工作在被测件的固定中频频率点，相应的模式设置步骤如下：

- 步骤1.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 分别按[DUT设置]菜单键，[下变频器]菜单键选择下变频器测量模式。选择该测量模式时系统下变频设置项为禁用状态，即下变频器测量时不支持系统下变频模式。
- 步骤3.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“可变”。
- 步骤4.** 激活边带设置选项，根据下变频器的工作边带，进行相应的边带设置，噪声系数分析仪提供“下边带”、“上边带”和“双边带”三种边带设置选项。
- 步骤5.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，可变本振模式下，建议选择外部LO控制模式为“开”状态。
- 步骤6.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。

## 提示

下变频器工作在可变本振固定中频模式，外部LO控制选项设置为“开”时，噪声系数分析仪可通过GPIB、LAN等接口控制外部本振的输出频率和功率，本振输出频率同步跟踪射频频率，实现噪声系数的自动扫描测量。如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时用户需要手动设置作为本振的外部信号源输出信号的频率和功率值，本振频率按下面的公式计算：  
 $F_{LO}=F_{RF}+F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO}=F_{RF}-F_{IF}$ (上边带)， $F_{LO}=F_{RF}$ (双边带)。

- 步骤7.** 激活频率模式设置项，选择频率扫描模式，有“扫描”、“点频”和“列表”三种模式可供选择，一般选择“扫描”模式。
- 步骤8.** 激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入测量频率数值，用单位键完成输入，如选择“列表”模式需编辑扫描频率列表。
- 步骤9.** 激活固定IF频率输入框，设置中频频率，用数字键输入中频频率数值，用单位键完成输入。

#### 2) 固定本振可变中频

执行该模式测量时，被测混频器的外部本振锁定在一个固定频率上，噪声系数分析仪工作在被测混频器的中频频率范围内，相应的模式设置步骤如下：

#### 4.1 基本操作指南

- 步骤1.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 分别按[DUT设置]菜单键，[下变频器]菜单键选择下变频器测量模式。该模式下系统下变频模式设置项为禁用状态，下变频器测量时不支持系统下变频模式。
- 步骤3.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“固定”。
- 步骤4.** 根据下变频的工作边带，进行相应的边带设置，噪声系数分析仪提供“下边带”、“上边带”和“双边带”三种选项供用户选择。
- 步骤5.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，固定本振模式下，一般设置外部LO控制为“关”。
- 步骤6.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。
- 步骤7.** 激活频率模式设置项，选择频率扫描模式，有“扫描”、“点频”和“列表”三种模式可供选择，一般选择“扫描”模式。
- 步骤8.** 激活测量频率类型设置项，选择对被测件的射频频率或中频频率值进行设置。本测量实例选择测量频率类型为“IF-输入”，即设置被测件的中频频率，仪器自动计算被测件的射频频率。
- 步骤9.** 激活固定LO频率输入框，用数字键输入混频器本振频率，用单位键完成输入设置。
- 步骤10.** 激活IF起始频率和IF终止频率输入框，用数字键输入中频的频率数值，用单位键完成输入。

### 提示

下变频器工作在固定本振可变中频模式下时，在模式设置引导界面中，测量频率类型默认为“IF-输入”，建议用户优先选用默认设置。如果用户设置测量频率类型为“RF-输入”，对应步骤10，需要激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入混频器的射频起始频率和终止频率，用单位键完成输入。如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时用户需要手动设置作为本振的外部信号源输出信号的频率和功率值。

#### 4.1.2.3 上变频器测量模式设置

该模式中被测件中频输出频率大于射频输入频率，例如被测件是一个发射机，上变频器共有两种模式设置可供选择：

##### 1) 可变本振固定中频

执行该模式测量时，噪声系数分析仪工作在被测件的固定中频频率点，相应的模式设置步骤如下：

- 步骤1.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 分别按[DUT设置]菜单键，[上变频器]菜单键选择上变频器测量模式。使用该测量模式时系统下变频设置项为禁用状态，即上变频器测量时不支持系统下变

频模式。

- 步骤3.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“可变”。
- 步骤4.** 激活边带设置选项，根据被测件的工作边带，进行相应的边带设置，噪声系数分析仪提供“下边带”和“上边带”两种边带设置选项。
- 步骤5.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，可变本振模式下建议选择外部LO控制模式为“开”状态。
- 步骤6.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。

## 提示

上变频器工作在可变本振固定中频模式下，外部LO控制选项设置为“开”时，噪声系数分析仪可通过GPIB、LAN等接口控制外部本振的输出频率和功率，本振输出频率同步跟踪射频频率，实现噪声系数的自动扫描测量。如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时用户需要手动设置作为本振的外部信号源输出信号的频率和功率值，本振频率的计算公式为： $F_{LO}=F_{RF} + F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO} = F_{IF} - F_{RF}$ (上边带)。

- 步骤7.** 激活频率模式设置项，选择频率扫描模式，有“扫描”、“点频”和“列表”三种模式可供选择，一般选择“扫描”模式。
- 步骤8.** 激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入测量频率数值，用单位键完成输入，如选择“列表”模式需编辑扫描频率列表。
- 步骤9.** 激活IF频率输入框，设置中频频率，用数字键输入中频频率数值，用单位键完成输入。

## 2) 固定本振可变中频

执行该测量模式时，被测件本振锁定在一个固定频率上，噪声系数分析仪工作在被测件的中频频率范围内，固定本振和上变频器将射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收到的中频频率范围内，相应的模式设置步骤如下：

- 步骤1.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态，按【模式设置】键，进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 分别按[DUT设置]菜单键，[上变频器]菜单键选择上变频器测量模式。使用该测量模式时系统下变频设置项为禁用状态，即上变频器测量时不支持系统下变频模式。
- 步骤3.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“固定”。
- 步骤4.** 根据被测上变频器的工作边带，进行相应的边带设置。噪声系数分析仪提供“下边带”和“上边带”两种边带设置选项。

## 警告

上变频器测量模式中，只有上边带和下边带两种边带设置。本振频率的计算公式为： $F_{LO}=F_{RF} + F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO} = F_{IF} - F_{RF}$ (上边带)。

#### 4.1 基本操作指南

- 步骤5.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，LO固定模式下一般设置外部LO控制模式为“关”。
- 步骤6.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。
- 步骤7.** 激活频率模式设置项，选择频率扫描模式，有“扫描”、“点频”和“列表”三种模式可供选择，一般选择扫描模式。
- 步骤8.** 激活测量频率类型设置项，选择对混频器的射频频率或中频频率值进行设置，本测量实例选择测量频率类型为“IF-输入”，即设置被测混频器的中频频率，仪器自动计算混频器的射频频率。
- 步骤9.** 激活固定LO频率输入框，用数字键输入混频器本振频率，用单位键完成输入设置。
- 步骤10.** 激活IF起始频率和IF终止频率输入框，用数字键输入测量的频率数值，用单位键完成输入。

### 提示

上变频器工作在固定本振可变中频模式下，在模式设置引导界面下，测量频率类型默认为“IF-输入”，建议用户优先选用默认设置。如果用户测量频率类型为“RF-输入”，对应步骤10，需要激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入被测上变频器的射频起始频率和射频终止频率，用单位键完成输入。此外，如果用户设置外部LO控制为“关”时，必须手动设置作为被测上变频器本振的外部信号源输出信号的频率和功率值。

#### 4.1.3 系统连接

##### 4.1.3.1 基本放大器测量模式

基本放大器测量模式校准连接如图4.3所示。当使用标准噪声源时，用BNC电缆将噪声源驱动输入端和噪声系数分析仪面板上的+28V噪声源驱动端口连接，将噪声源输出连接至噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）。当使用智能噪声源时，需要用多芯电缆将智能噪声源连接至噪声系数分析仪的智能噪声源驱动端口，将噪声源输出连接至噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）。



图 4.3 基本放大器测量模式校准连接图示

校准完成后，在噪声源输出和噪声系数分析的输入端口（50Ω）之间插入被测件，进行测量，基本放大器测量模式测量连接如图4.4所示。



图 4.4 基本放大器测量模式测量连接图示

#### 4.1.3.2 系统下变频模式

##### 系统连接步骤:

- 步骤1.** 当使用标准噪声源时，用BNC电缆将噪声源驱动输入端和噪声系数分析仪面板上的+28V噪声源驱动端口连接，将噪声源输出连接至系统下变频器的射频输入端口。使用智能噪声源时，需要用多芯电缆将智能噪声源连接至噪声系数分析仪的智能噪声源驱动端口，将噪声源输出连接至系统下变频器的射频输入端口。系统下变频器的中频输出端口与噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）连接。
- 步骤2.** 噪声系数分析仪通过（GPIB或LAN）接口控制外部本振。用GPIB电缆或网线将噪声系数分析仪和本振源对应的接口连接起来。在可变本振固定中频模式设置中，用噪声系数分析仪的通用总线接口（GPIB或LAN）控制本振源的输出频率和功率，可实现噪声系数的自动扫频测量，系统变频模式的校准连接如图4.5所示。

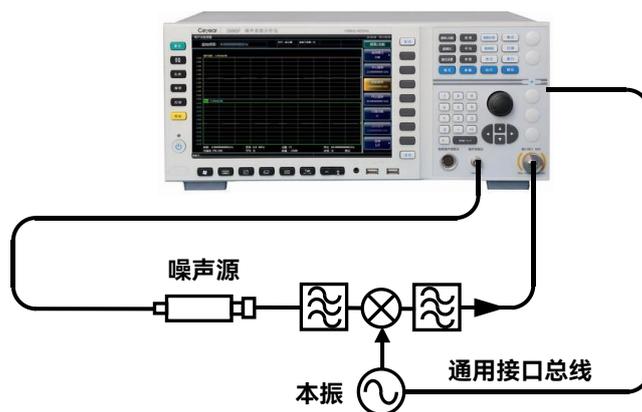


图 4.5 系统下变频模式校准连接图示

## 注意

系统下变频模式是针对放大器类被测件的扩频测量。外接混频器作为测试系统的一部分，用于校准和测量全过程中。在该模式中，频率变换是在测量系统中而不是在被测件中进行。为减小测量不确定度，尽可能选用变频损耗和噪声系数小的系统下变频器，且系统下变频器的中频输出端口对本振信号要有良好的隔离。

- 步骤3.** 校准完成后在噪声源输出和系统下变频器的射频输入端口之间插入被测件，进行测量，系统下变频模式的测量连接如图4.6所示。

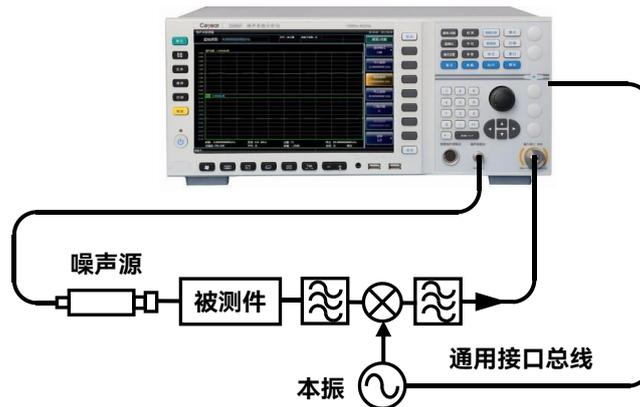


图 4.6 系统下变频模式测量连接图示

## 提示

可以连接10MHz时基频率参考，使噪声系数分析仪和本振锁定在相同的频率参考上，方法是把噪声系数分析仪10MHz参考输出/输入连接到本振的10MHz参考输入/输出端口上。

### 4.1.3.3 上、下变频器测量模式

#### 系统连接步骤：

- 步骤1.** 噪声系数分析仪通过（GPIB或LAN）接口控制外部本振。用GPIB电缆或网线将噪声系数分析仪和本振源对应的接口连接起来。在可变本振固定中频模式设置中，用噪声系数分析仪的通用总线接口（GPIB或LAN）控制本振源的输出频率和功率，可实现噪声系数的自动扫频测量。
- 步骤2.** 变频器测试模式的校准连接如图4.7所示，打开仪器，按复位键使噪声系数分析仪恢复至工厂预置状态。



图 4.7 上、下变频器测试模式校准连接

**步骤3.** 校准完成后在噪声源输出和噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）之间插入被测件进行测量，变频器测试模式的测量连接如图4.8所示。

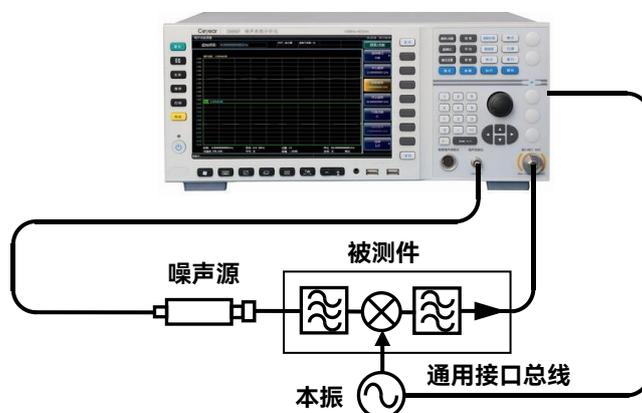


图 4.8 上、下变频器测量模式测量连接

## 提示

上变频器和下变频器模式校准和测量连接相同。可以连接10MHz时基频率参考，使噪声系数分析仪和本振被锁定在相同的频率参考上，方法是把噪声系数分析仪10MHz参考输出/输入连接到本振的10MHz参考输入/输出端口上。

### 4.1.4 外部本振选择

在进行上变频器和下变频器测量时，需要通过外部本振将上、下变频器的射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收的中频频率范围内。在系统下变频模式测量过程中，需要通过外部本振和系统下变频器将被测件的射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收的中频频率范围内，外部本振、系统下变频器和噪声系数分析仪一起组成噪声系数测量系统，实现噪声系数的扩频测量，本节主要介绍外部本振选择相关的细节。

### 4.1 基本操作指南

#### 4.1.4.1 设置外部本振

通过设置噪声系数分析仪，可实现对外部本振输出频率和功率的自动控制。特别提醒：当上、下变频器或系统下变频器工作的可变本振固定中频模式下，用噪声系数分析仪的通用总线接口（GPIB或LAN）控制本振源的输出频率和功率，可实现噪声系数的自动扫频测量，外部本振控制相关的设置如下：

- 1) 设置外部本振GPIB地址。
- 2) 设置本振稳定时间。
- 3) 设置本振的倍频值。
- 4) 设置本振分频值。
- 5) 设置本振频偏。

#### 4.1.4.2 外部本振信号的噪声对噪声系数测量的影响

在变频过程中，本振信号的噪声也可能进入噪声系数分析仪的接收频带内。由于本振噪声的影响，会使变频器的实测噪声系数高于实际噪声系数。

本振的寄生信号功率必须很低，在某一频率下本振的寄生信号电平很高，那么在相应频率点进行噪声系数测量时中频上会出现一个尖峰值。理想的情况是本振的噪声（包括寄生信号功率）一般应当保持在-90dBm以下。

如果变频器有较高的隔离性能，能够很好的抑制本振噪声，可降低本振的噪声和寄生信号对测量结果的影响。如果混频器本振至中频的隔离较差，就更要求本振具有更低的寄生信号功率。否则由于隔离不好，本振噪声就很容易通过变频器进入噪声系数分析仪，这样就会使噪声系数的测量值偏高。

### 注意

如果上、下变频器在实际应用中采用特定的本振信号，对其进行噪声系数测量时，最好也选用该本振信号作为噪声系数测量的本振源，这样能够测得被测件在实际工作状态下的噪声系数。在进行系统下变频模式的扩频测量时，本振信号在频率为 $F_{LO} \pm F_{IF}$ 的范围内必须有一个低噪声基底，这样能够减小噪声系数扩频测试系统的噪声系数，提高噪声测量精度。

#### 4.1.4.3 选择本振时遵循的原则

- 1) 本振的频率范围应当满足被测件的频率范围、中频范围和进行边带选择的要求。
- 2) 进行可变本振扫描测量，噪声系数分析仪可通过GPIB接口或网络控制本振的输出频率和功率，实现噪声系数的自动扫描测量。
- 3) 本振应当能够提供足够的功率以驱动混频器。
- 4) 本振应当有很好的频率精确度和重复性。

### 4.1.5 基本放大器测量举例

基本放大器测量是噪声系数分析仪最通用的一种测量模式，用于无频率变换被测件的测量，如放大器、衰减器、滤波器、隔离器等，且选用噪声系数分析仪的频率范围能够覆盖被测件工作频率范围。

本节通过衰减器的测量实例，介绍如何执行基本噪声系数测量以及各种相关操作。范例中衰减器的频率范围是1GHz ~ 4GHz，其技术指标见表4.1。

表 4.1 衰减器的技术指标

频率范围	增益典型值	噪声系数典型值
1GHz ~ 4GHz	-3dB	3dB

#### 4.1.5.1 校准

第一步是校准噪声系数分析仪，以便进行二级误差修正的噪声系数测量。

- 步骤1.** 打开前面板电源开关，等候仪器启动程序完成。要获得更高的测量精确性，建议噪声系数分析仪预热30分钟以上。
- 步骤2.** 按前面板绿色的【复位】键，使噪声系数分析仪返回至工厂设置状态。
- 步骤3.** 参照“3.3.5 输入超噪比”的操作说明，输入所用噪声源超噪比数值。
- 步骤4.** 按前面板【频率/点数】键，设置测量频率参数。
- 1) 频率模式—扫描，此为噪声系数分析仪默认的频率模式。
  - 2) 起始频率—1GHz。
  - 3) 终止频率—4GHz。
  - 4) 扫描点数—21，噪声系数分析仪默认的扫描点数为11。
- 步骤5.** 分别按前面板【平均】键，[平均]菜单键，设置为[平均 开]模式，按数字键输入平均次数2，按[确认]键完成输入。
- 步骤6.** 按前面板【修正】键，根据要求设置RF校准最小衰减值和RF校准最大衰减值。默认的RF校准最小衰减值为0dB，RF校准最大衰减值为20dB。使用默认衰减量时，该步骤可以省略。
- 步骤7.** 根据图4.9所示，用BNC电缆将噪声源驱动输入端和噪声系数分析仪面板上的+28V噪声源驱动端口连接（当使用智能噪声源时，需要用多芯电缆将智能噪声源连接至噪声系数分析仪的智能噪声源驱动端口），将噪声源输出连接至噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）。

## 4 操作指南

### 4.1 基本操作指南



图 4.9 配备标准噪声源的校准连接图示

**步骤8.** 按【校准】键，进入校准菜单，按两次[校准]菜单键，进行校准。

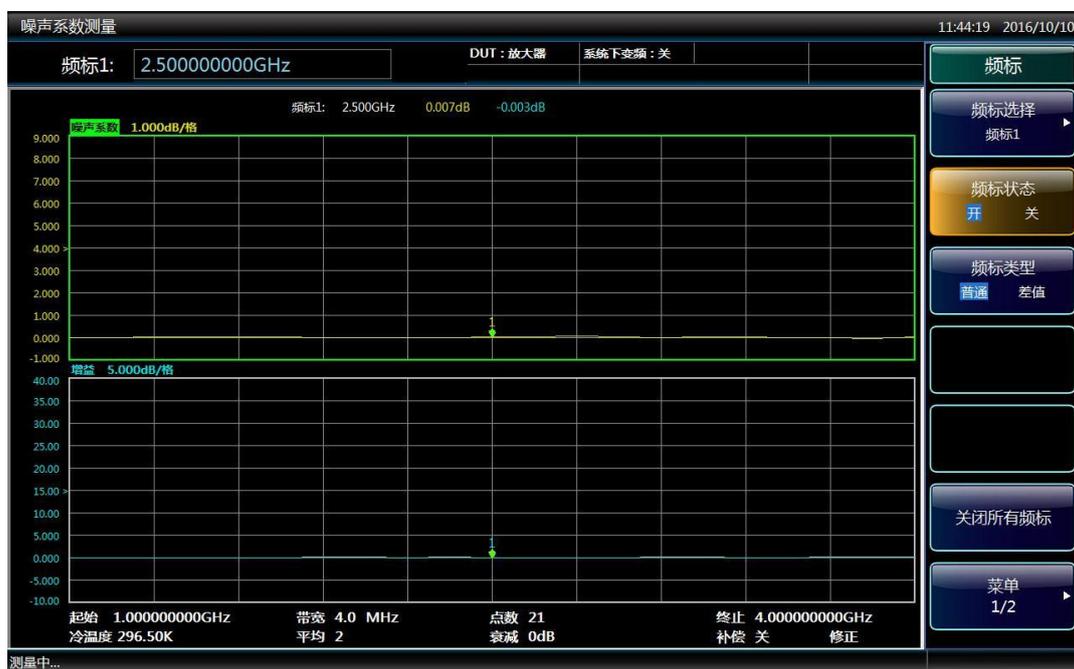


图4.10 校准完成后的典型图形显示结果

校准完成后，显示屏幕下方修正状态由“未修正”自动转为“修正”，如果未接入被测件，此时噪声系数和增益显示值接近于0dB，图形显示类似于图4.10，表格显示类似于图4.11。由于激励为白噪声信号，校准后噪声系数和增益显示值会在0dB附近上下抖动。

频率 (GHz)	噪声系数 (dB)	增益 (dB)
1.0000	-0.024	-0.006
1.1500	-0.002	-0.001
1.3000	0.004	-0.003
1.4500	0.006	-0.014
1.6000	0.032	-0.001
1.7500	-0.002	-0.007
1.9000	-0.057	0.011
2.0500	-0.054	0.013
2.2000	-0.002	-0.001
2.3500	-0.008	-0.003
2.5000	-0.009	0.004
2.6500	0.032	-0.010
2.8000	0.014	-0.015
2.9500	0.031	-0.008
3.1000	-0.012	0.012
3.2500	-0.008	0.007
3.4000	0.017	0.007
3.5500	0.016	-0.003
3.7000	-0.009	0.005
3.8500	-0.073	0.004
4.0000	0.004	0.000

起始 1.000000000GHz 带宽 4.0 MHz 点数 21 终止 4.000000000GHz  
冷温度 296.50K 平均 2 衰减 0dB 补偿 关 修正

测量中...

图 4.11 校准完成后的典型表格显示结果

#### 4.1.5.2 测量

校准完成后进行被测件噪声系数测量：

- 步骤1. 将噪声源输出端口从噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）断开。
- 步骤2. 将被测件输出连接至噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）。
- 步骤3. 根据图4.12所示，将噪声源输出与被测件输入连接。连接好后，测量结果显示在噪声系数分析仪显示屏中，图形显示结果类似于图4.13。

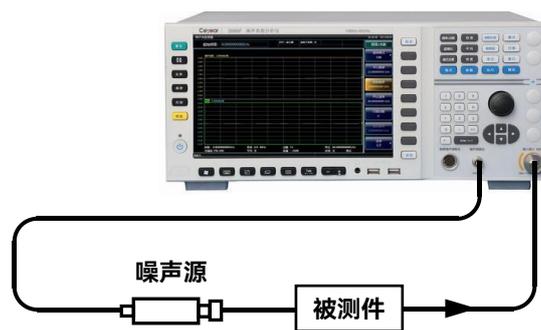


图 4.12 连接 DUT 进行测量

## 4 操作指南

### 4.1 基本操作指南

#### 注意

噪声系数分析可精确测量的增益范围是 $-20\text{dB} \sim +40\text{dB}$ ，如果被测件的增益超过噪声系数分析仪最佳增益测量范围，可以通过在被测件之后加衰减器，使用噪声系数分析仪的损耗补偿功能提高噪声系数的测量精度。



图4.13 测量结果的图形显示

**步骤4.** 分别按前面板【格式】键，[显示格式]菜单键，[表格]菜单键，选择表格显示方式，显示结果如图4.14所示。

噪声系数测量

15:20:16 2016/10/10

DUT: 放大器 系统下变频: 关

频率 (GHz)	噪声系数 (dB)	增益 (dB)
1.0000	2.739	-2.671
1.1500	2.685	-2.631
1.3000	2.873	-2.732
1.4500	2.495	-2.577
1.6000	2.970	-2.765
1.7500	2.370	-2.500
1.9000	3.118	-2.874
2.0500	2.418	-2.500
2.2000	2.989	-2.821
2.3500	2.583	-2.528
2.5000	2.689	-2.709
2.6500	2.873	-2.776
2.8000	2.674	-2.691
2.9500	2.909	-2.798
3.1000	2.818	-2.654
3.2500	2.743	-2.719
3.4000	2.669	-2.665
3.5500	2.853	-2.726
3.7000	2.650	-2.708
3.8500	2.715	-2.680
4.0000	2.829	-2.777

起始 1.000000000GHz 带宽 4.0 MHz 点数 21 终止 4.000000000GHz  
 冷温度 296.50K 平均 4 衰减 0dB 补偿 关 修正

测量中...

图 4.14 测量结果的表格显示

图 4.13 和图 4.14 中显示的结果说明被测件的噪声系数为 3.0dB 左右，增益为 -3dB 左右，符合表 4.1 的技术指标要求。

### 警告

#### 防止损伤仪器:

测量放大器类的有源被测件时，要求被测件和噪声系数分析仪的电源必需共地，否则可能会导致噪声系数分析仪内部接收机前端部件毁坏。

## 4.2 高级操作指南

这部分介绍 3986 系列噪声系数分析仪相对复杂一些的测量操作过程。主要包括上、下变频器测量指南及测量举例，系统下变频器模式测量指南和测量举例，频率限制，损耗补偿功能和限制线功能等，以使用户灵活使用噪声系数分析仪并熟练掌握其扩展功能。

- [上、下变频器模式测量指南](#).....96
- [上、下变频器模式测量举例](#).....105
- [系统下变频器模式测量指南](#).....113
- [系统下变频器模式测量举例](#).....118
- [频率限制](#).....126
- [损耗补偿功能](#).....132
- [限制线功能](#).....136

### 4.2.1 上、下变频器模式测量指南

在上变频器和下变频器测量模式中，被测件本身进行频率变换，但是在校准通道中无变频。校准时，将噪声源接在噪声系数分析仪的输入端口，测量噪声源开、关时的热、冷噪声功率，噪声系数分析仪调用超噪比表中和中频频率相对应数值，计算噪声系数分析仪的本机噪声系数。热、冷噪声功率和噪声系数分析仪的本机噪声系数用于二级修正的被测件的噪声系数和增益计算中。测量进行时，噪声系数分析仪测量噪声源开、关时的被测件和噪声系数分析仪级联的热、冷噪声功率，噪声系数分析仪计算被测件的射频输入频率，并调用超噪比表中和射频频率相对应数值，计算被测件和噪声系数分析仪级联的噪声系数。测量点不在标称超噪比频率点时，仪器采用线性内插的方法得到相应的超噪比数值。

#### 注意

在上、下变频器测量模式下，3986系列噪声系数分析仪仅在上、下变频器的中频频率范围内进行校准。变频器工作在本振扫描模式时，3986系列噪声系数分析仪起始频率、终止频率的默认设置和被测件的射频频率范围相对应；工作在本振固定模式时，3986系列噪声系数分析仪起始频率、终止频率的默认设置和被测件的中频频率范围相对应。

#### 上、下变频器测量有两种模式设置：

##### 1) 可变本振固定中频

上、下变频器的本振扫描，输出固定中频，噪声系数分析仪工作在被测件输出的固定中频频率点，该模式用于测量被测件的射频响应特性。

##### 2) 固定本振可变中频

上、下变频器的本振固定，输出扫描中频，噪声系数分析仪工作在被测件输出的扫描中频频率范围，该模式用于测量被测件的中频响应特性。

下面对上、下变频器噪声系数测量过程中相关的技术细节做一汇总说明，以便帮助您更好地使用噪声系数分析仪进行上、下变频器噪声系数的精确测量。

#### 4.2.1.1 边带和镜频

在上、下变频器噪声系数测量中，作为测量标准激励的噪声源输出宽带白噪声，通常将高于本振的噪声边带称为上边带，即USB；将低于本振的噪声边带称为下边带，即LSB。简单分析，在理想情况下混频器的输出包括射频和本振频率的和频与差频信号。因此，对于固定中频频率和固定本振频率，有两种不同的射频输入频率被变换为中频输出频率，此种情形如图4.15所示。

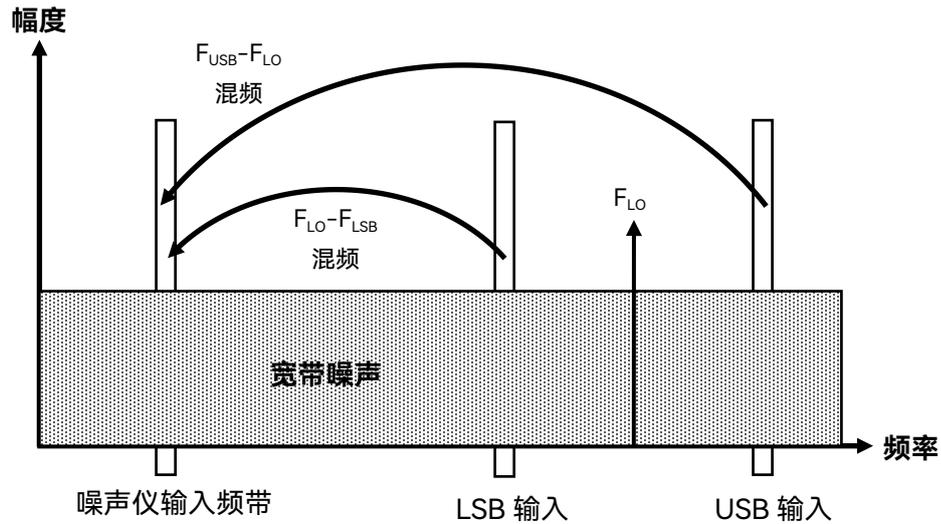


图 4.15 边带说明

3986 系列噪声系数分析仪具备单边带和双边带测量能力，提供单边带（上边带和下边带）和双边带测量设置、控制和数据处理能力，边带设置界面如图 4.16 所示。

如果混频器输入端连接滤波器，保证只有上边带或下边带的噪声才能进入混频器，变换成中频输出频带输入至噪声系数分析仪这种测量称为单边带测量，即单边带（SSB），包括（LSB 和 USB）。如果混频器输入端不加滤波器，上、下边带的噪声都可能进入混频器，变换成相同中频输出频带输入至噪声系数分析仪，这种测量称为双边带测量，即双边带（DSB）。



图 4.16 边带设置

## 4.2.1.2 单边带测量

## 1) 单边带 (SSB) 测量说明

大多数混频器为单边带(SSB)混频(包括下边带或上边带)应用,因此需要对混频器进行单边带噪声系数测量。进行单边带测量要求采用合适的滤波器滤除镜频边带、本振漏泄以及其它高次谐波的混频器产物。单边带测量需要配备价格昂贵的滤波器,因此也可选用双边带测量并加以修正补偿。

通常要根据具体的测量要求选用相应适当的滤波器,选用滤波器时需要考虑的因素包括:

- 首先确定被测件的工作频率范围: 射频输入、本振输入和中频输出。
- 计算镜频覆盖的频率范围。
- 计算本振谐波混频模式覆盖的频率范围。
- 选择一个位于噪声源和被测件之间的滤波器,该滤波器将通过有用的输入频带,并阻止不需要的边带信号通过。
- 考虑本振频率范围(谐波),确定是否需要一个滤波器保护噪声系数分析仪输入,避免因本振漏泄导致仪器灵敏度下降。
- 如有必要选择一个滤波器,放置在被测件和噪声系数分析仪之间,避免本振至中频端口的泄漏影响噪声系数测量精度。

如果上述任何频率范围间相互冲突,导致滤波器无法同时满足全部要求,可以根据频率范围进行分段测量,每一个分段频率范围使用不同的滤波器。

如果被测件是一个复杂混频器,其内部已经包含相应频段的滤波器,确保混频器工作在单边带模式。对这样的混频器进行噪声系数测量,就不需要额外选择外部滤波器。

图4.17显示了一个单边带混频器测量实例(下变频器、下边带),混频器内部的滤波器抑制上边带信号,保证混频器工作在单边带模式。随着中频频率的降低,上边带和下边带频带更靠近本振频率,这会使滤波变得更加困难。如果中频进一步降低,则无法进行滤波和单边带测量。滤波器的带宽限制了测量时本振或中频的扫描范围。

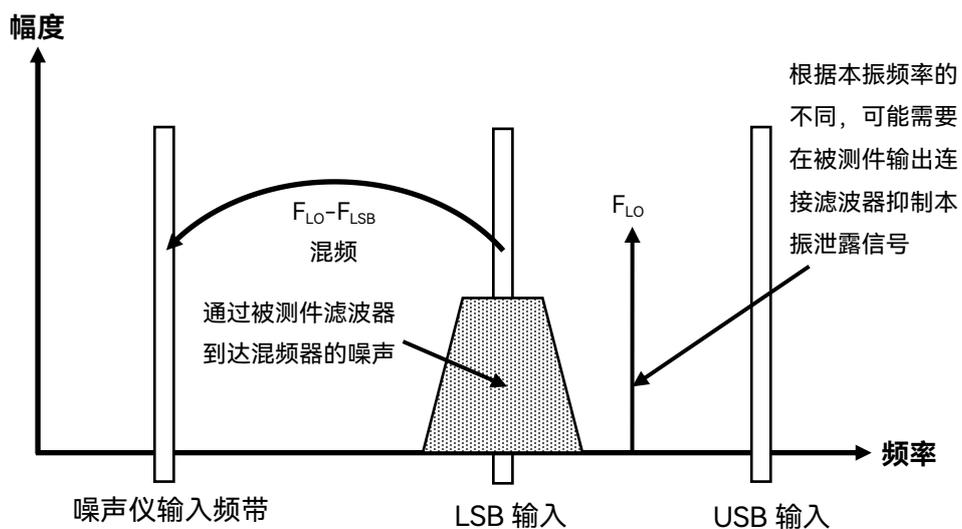


图4.17 单边带混频器测量

噪声系数分析仪根据混频器的模式设置，进行相应的频率计算，控制噪声系数分析仪的工作频率和外部本振的输出频率，进行正确的噪声系数测量。

## 2) 本振模式设置

### a) 可变本振

在可变本振（固定中频）模式中，执行测量时变频器的本振频率为扫描状态，输入至噪声系数分析仪端口的变频器的中频频率为固定值。

#### i. 下边带可变本振固定中频

图4.18显示是进行下边带可变本振固定中频模式的下变频器扫描测量时，滤波器通带、射频输入频率、扫描本振频率及固定中频的频率变化情况。本模式测量被测件输入频率范围内的噪声系数，此为单边带模式的典型应用。

滤波器用于通过下边带（LSB），抑制上边带（USB）。实际的滤波器具有一定过渡带宽，因此在下边带的最大频率和上边带的最小频率之间需要保留一些间距。在实际测量中，选择一个频率更高的中频使上边带（LSB）和下边带（LSB）频率间距更大，可进行更大范围的扫描测量并简化滤波器设计。

滤波器可以是低通或带通形式，滤波器必须保证下边带扫描频率范围内的信号通过，而抑制上边带扫描频率范围内的信号，图4.18显示扫描宽度不得超过中频频率的两倍。

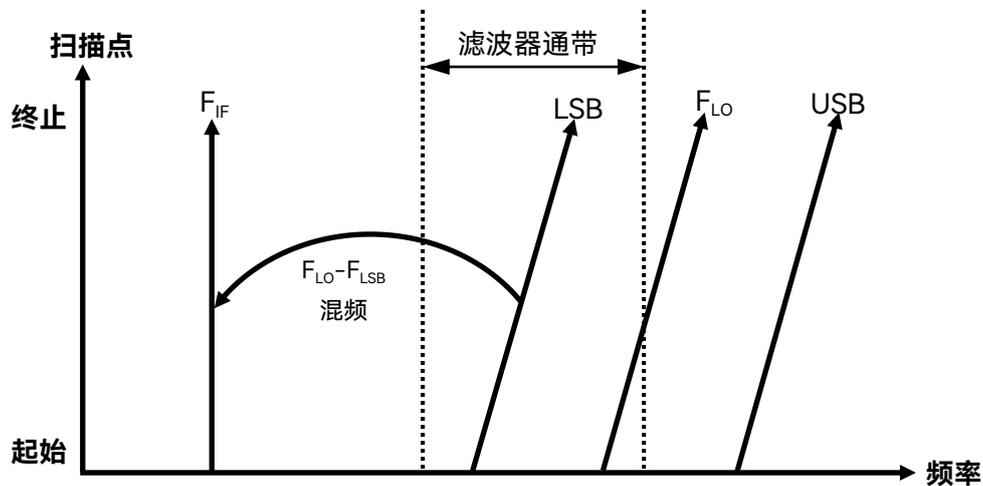
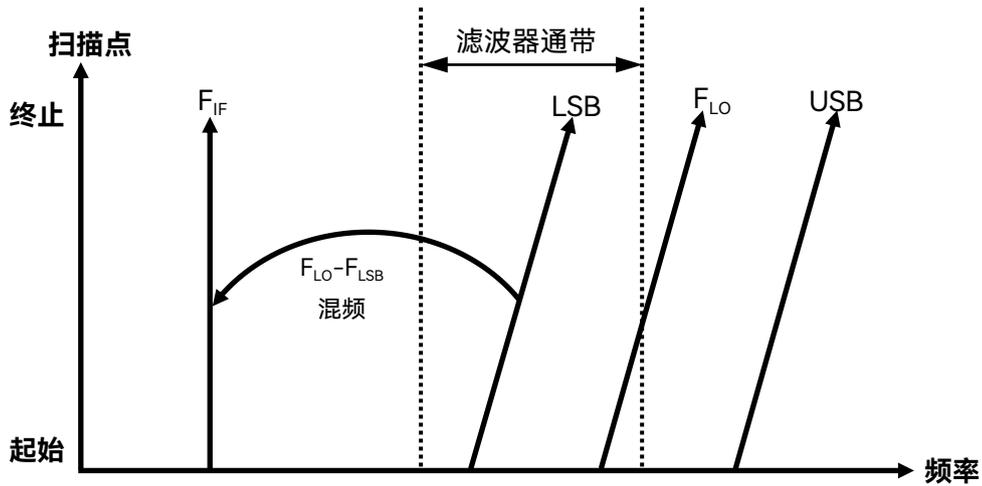


图 4.18 下边带测量

#### ii. 上边带可变本振固定中频

上边带可变本振固定中频模式与下边带可变本振固定中频模式相似，滤波器必须是带通或高通形式。带通滤波器具有抑制寄生谐波混频模式信号的优越性。该模式相关的设置在图4.19中显示，同样扫描宽度限制在小于两倍的中频频率范围减去滤波器过渡带带宽。



4.19 上边带测量

b) 固定本振

固定本振的主要优越性是无须使用可编程本振信号源。不利之处是可供使用的扫描宽度有限，对于边带选择滤波器有更高的要求。在固定本振（可变中频）模式中，噪声系数分析仪输入端的中频频率扫描，执行测量时本振频率固定。

i. 下边带固定本振可变中频

图4.20显示在下边带测量模式中，随着射频频率扫描中增加，噪声系数分析仪是如何由高频至低频反向扫描本机的调谐接收频率的。所需的滤波器可以是低通或带通形式，最大扫描宽度不得超出最大中频频率减去滤波器过渡带带宽。

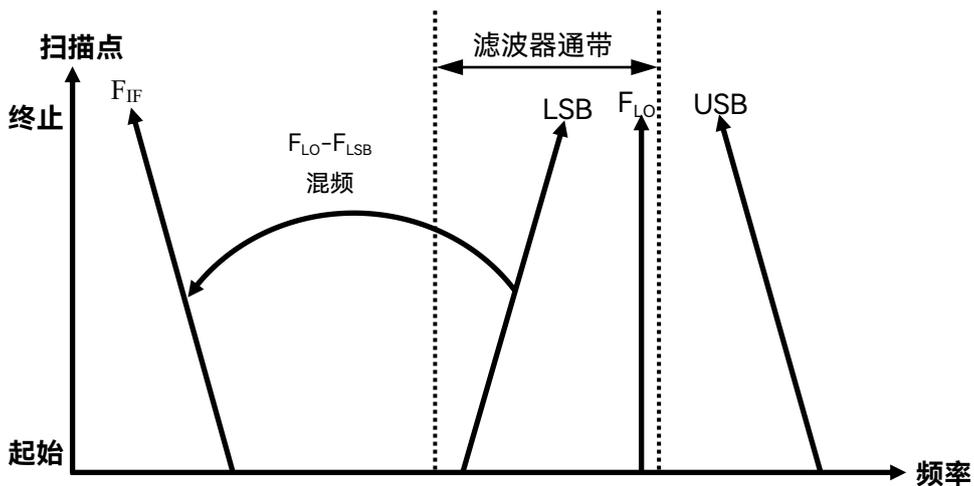


图 4.20 下边带测量

## ii. 上边带固定本振可变中频

图4.21显示在上边带固定本振模式时，噪声系数分析仪按正常方向调谐本机接收频率。滤波器可以是带通或高通形式，同样扫描宽度不得超出最大中频频率减去滤波器过渡带带宽。

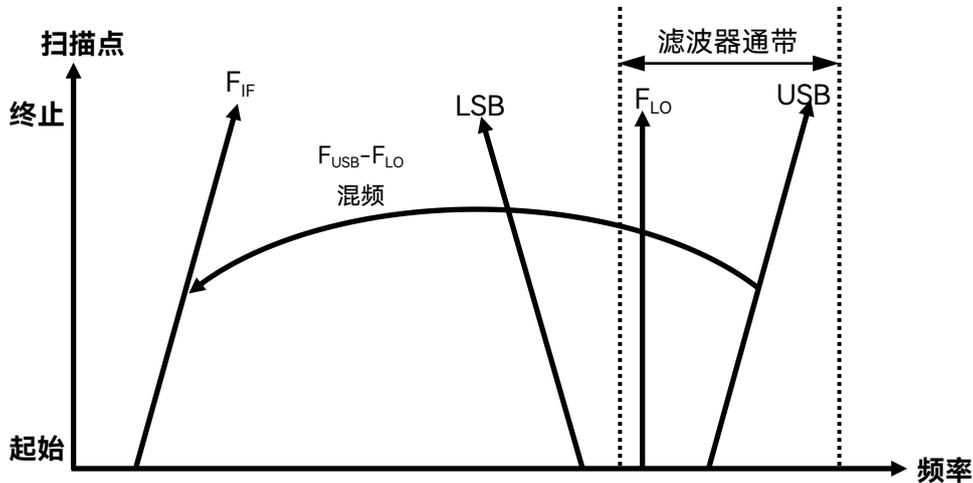


图 4.21 上边带测量

### 4.2.1.3 双边带测量

#### 1) 双边带 (DSB) 测量说明

以下两种情况，需要采用双边带噪声系数测量模式：

- 无法提供用于抑制镜频的滤波器。
- 单边带滤波器无法覆盖必须的测量频率范围。

双边带测量也需要进行滤波，但却可能极大简化对滤波器的性能指标要求，双边带的以上测量优点是以损失频率分辨率和测量精度为代价的。

如果被测件的中频频率较低，可以保证噪声源超噪比、被测件的增益和噪声系数在两个边带间的变化是线性的，对来自两个边带的功率和进行平均所得到的功率等于中心频点，本振频点的噪声功率。

图4.22显示来自两个边带的噪声在测量过程中会组合相加，而在校准过程被测件未连接时，仅测量位于中频频率的一个频带内的噪声功率。如果两个边带间所有参数指标是平坦不变的，将会使测量过程中接收到的噪声功率增加一倍（即3dB），而在校准过程中该情况不会发生。来自噪声源的热态和冷态噪声，也就是被测件的输入噪声，都会发生双边带功率相加现象。这种效应可以使用噪声系数分析仪的损耗补偿功能进行修正，输入-3dB的固定（DUT前）损耗补偿值，并指定用于损耗补偿修正的温度（DUT前）值，且该温度值应等于噪声源的冷温度值，通过采用以上损耗补偿修正方法可以得出与单边带测量类似的结果。

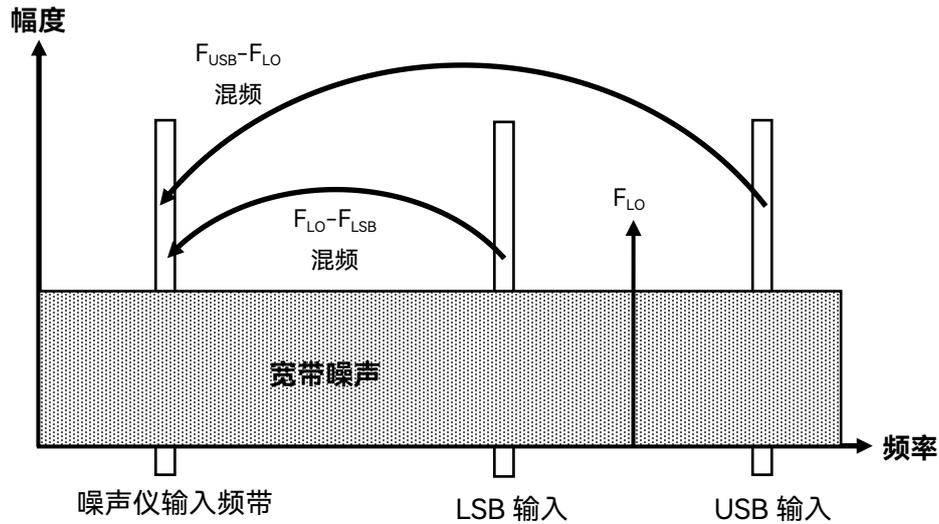


图 4.22 双边带测量

如果必须使用高中频频率，或者性能指标在上、下边带之间的频率范围内有变化，则上述假设难以成立，此时双边带测量会引入较大的测量误差。如果被测件性能或噪声源超噪比在 $[F_{LO} \pm F_{IF}]$ 频率范围内有很大变化，则不适合使用双边带进行测量。

## 2) 本振模式设置

### a) 可变本振

在可变本振固定中频模式中，噪声系数分析仪输入端的中频频率为固定值，执行测量时变频器的本振频率为扫描状态。图4.23显示是双边带下变频器进行扫描本振测量时，上、下边带射频输入频率、扫描本振频率及固定中频的频率变化情况。本模式测量被测件输入频率范围内的噪声系数，为双边带模式的典型应用。

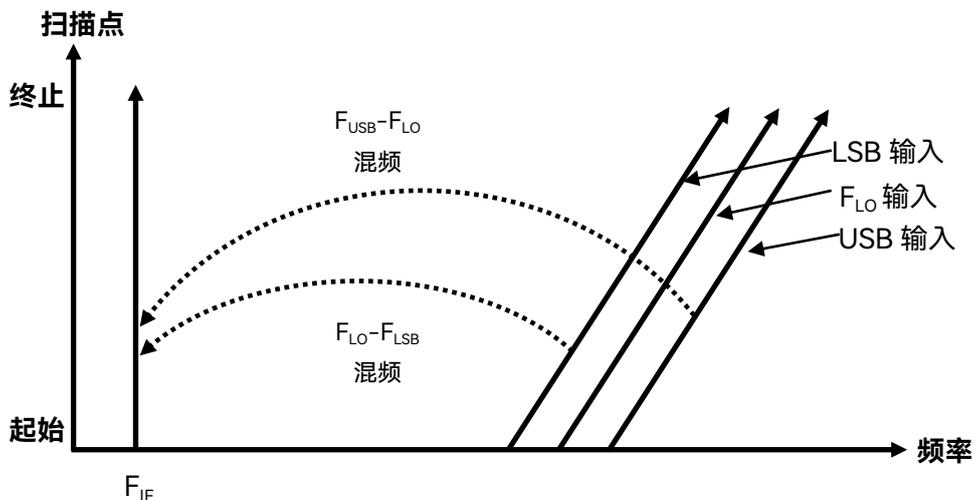


图 4.23 固定中频测量

### b) 固定本振

由于本振频率保持不变，噪声系数分析仪输入端的中频频率处于扫描状态，图4.24说明该模式下各信号频率是如何变化的。

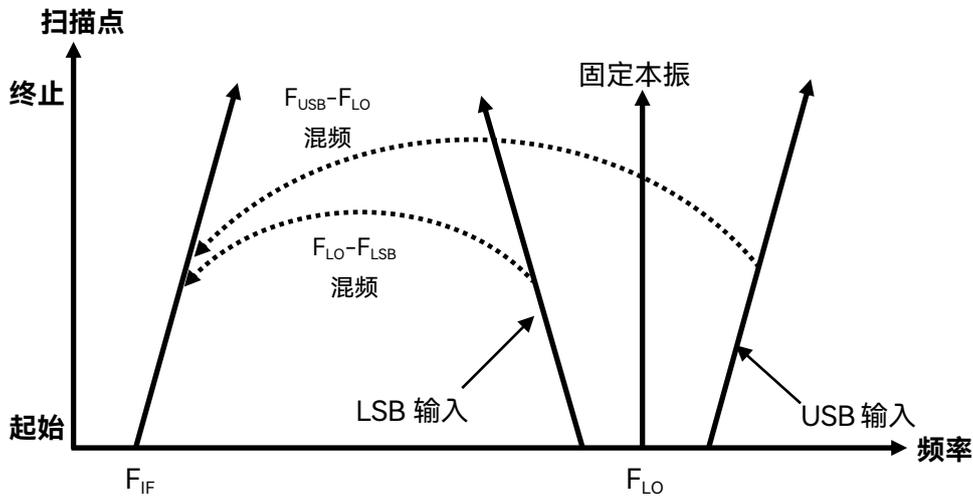


图 4.24 固定本振测量

固定本振可变中频模式用于被测件本振固定，输出扫描中频信号应用情况的噪声系数测量，其上、下边带的射频输入对相对本振频率对称展开，但其平均值保持不变。本模式对于关注被测混频器的噪声性能如何随中频频率扫描而变化的测量应用非常有用。

#### 4.2.1.4 影响上、下变频器噪声系数测量的因素

- 1) 某些射频输入信号直接泄漏到中频输出。
- 2) 某些本振信号及其谐波直接泄漏到中频输出。
- 3) 输入信号和本振谐波产生混频产物。
- 4) 来自噪声系数测试系统的其它干扰信号。

##### 1) 信号漏泄

因为噪声源的频率覆盖范围很广，所以可能会出现输入信号直接泄漏至混频器输出端口的现象。通常信号泄漏对噪声系数测量结果的影响不大，除非混频器的射频至中频漏泄很高。

##### 2) 本振泄漏

本振功率通常远高于混频器工作中使用的射频输入信号的最大功率，与噪声系数测量中涉及的各种信号的电平相比，混频器输出端口的泄漏本振功率电平较高。因此，在测量变频被测件噪声时，需要考虑本振泄漏的影响。

### 警告

#### 防止测量无效甚至损伤仪器:

当噪声系数分析仪工作在射频段时,如果本振频率很低,能够通过噪声系数分析仪射频波段的输入低通滤波器(4.0GHz低通滤波器),本振泄漏信号可能导致前端的高增益低噪声放大器压缩,进而影响被测件的噪声系数测量精度。如果本振在中频端口泄漏功率过大,还有可能导致测量无法进行。可以在被测件输出和噪声系数分析仪之间加适当的滤波器,通过中频频率分量,滤除本振频率分量,来减小本振泄露对噪声系数测量精度的影响。

### 3) 本振谐波

大多混频器所用的本振信号是正弦波信号,但本振谐波混频的产物可能会非常高。对于通常的二极管混频器,会选择合适的本振功率电平使二极管工作在饱和与截止状态,混频器工作在类似开关的状态,因此标准平衡混频器的谐波混频产物与方波驱动的混频器的谐波混频产物类似。因此进行混频器测量时不能仅考虑基波混频状态的射频输入信号频率对 $[F_{LO}\pm F_{RF}]$ ,而是要考虑下面的一系列射频输入频率对:

$[F_{LO}\pm F_{IF}]$ 、 $[2F_{LO}\pm F_{IF}]$ 、 $[3F_{LO}\pm F_{IF}]$ 、 $[4F_{LO}\pm F_{IF}]$ 、 $[5F_{LO}\pm F_{IF}]$ .....

针对这些高阶混频产物,根据需要启用滤波功能。对于高次谐波混频产物,混频器通常对其衰减很大,通常这些混频产物对测量结果的影响不大。

### 4) 来自测试系统的其它干扰信号

噪声系数分析仪本身第一混频器本振漏泄问题也会对噪声系数测量造成干扰。当仪器调谐至10MHz的低端,对于混频器的本振泄漏要有一定指标限制。如果此时本振泄漏过大,可能会影响到中频放大器的工作状态,导致本机噪声系数增大,会影响噪声系数的测量不确定度。

#### 4.2.1.5 提高测量精确的措施

##### 1) 减小本振泄漏对测量精度影响的方法

当噪声系数分析仪工作在射频波段(低于4GHz),对于低频本振漏泄问题,可以调谐本振频率,使其大于4.5GHz予以避免。若本振泄露信号频率低于4.5GHz,本振漏泄会驱动噪声系数分析仪前置低噪声放大器进入压缩状态导致测量错误,而增大射频衰减会降低噪声系数分析仪的接收灵敏度和测量精度。当噪声系数分析仪工作在高于4.0GHz的微波频段,推荐在被测件输出连接合适的滤波器滤除本振泄露信号。对于本振低于4.5GHz的双边带下变频器测量,需要在输出连接一个低通滤波器,同时正确选择截止频率,使测量的中频频率通过,并且能够将本振信号衰减至不影响噪声系数分析仪10MHz~4.0GHz带宽正常工作的幅度。

在大多数双边带下变频器测量中，相对于射频和本振频率而言，中频数值较低，因此滤波器需求不会太复杂。

## 2) 减小谐波相关信号对测量精度影响的方法

很多混频器能够混频输出与本振谐波相关的产物。根据混频器类型的不同，这些混频输出功率可能达到足以使测量的噪声系数结果失真的水平。为了避免这一状况，在噪声源和被测件之间插入一个输入滤波器。如果出现信号漏泄这个问题，可能还需要在该位置放置一个高通滤波器。

至于需要何种滤波器，没有一般性指南可遵循，每一种情形均须分别予以考虑：

- 确定必须包括的频率范围：输入、本振和输出。
- 计算谐波混频模式包括的频率范围。
- 如果谐波混频相关混频产物导致仪器测量失真，必须在噪声源和被测件之间放置一个滤波器，这将使有用输入频带通过，抑制谐波混频模式对应的输入信号成分。如果频率范围很广，测量可能必须分为不同的频率范围，每个范围使用不同的滤波器。
- 考虑本振（和谐波）频率范围决定是否需要滤波器，保护噪声系数分析仪输入，使之不会因本振漏泄而影响测量精度。

### 4.2.2 上、下变频器模式测量举例

被测件是下变频装置，如下变频器或接收机，需要选择下变频器测量模式。被测件是上变频装置，如上变频器或发射机，需要选择上变频器测量模式。

下变频器表示输出频率（中频）低于输入频率（射频）。

上变频器表示输出频率（中频）高于输入频率（射频）。

#### 注意

上下变频器测量，要求被测件的输出中频频率在噪声系数分析仪频率覆盖范围内。上、下变频器可以是单级变频器，也可以是复杂的多级变频接收机链路。

#### 4.2.2.1 可变本振固定中频

本节通过对下变频器的测量举例，介绍如何执行上、下变频器的噪声系数测量和各种相关操作。该范例中，下变频器工作在固定中频、可变本振模式。固定中频频率设置为1.0GHz，射频频率设为3.7GHz~4.2GHz，采用下边带测量，需要4.7GHz~5.2GHz的扫描本振，使用了一个4.4GHz低通滤波器，以便滤除上边带（镜频边带）。相关的频率信息如图4.25所示。

在列举的范例中，噪声系数分析仪执行固定中频、可变本振、下边带的噪声系数测量，噪声系数分析仪被锁定在固定中频频率点。

可修改该范例相应步骤设置，进行固定本振、可变中频模式测量。此外，亦可在该范例基础上修改相应设置进行上边带和双边带模式测量。对于其他几种测量模式，均对如何修改

## 4.2 高级操作指南

范例步骤和设置作了解释和说明。

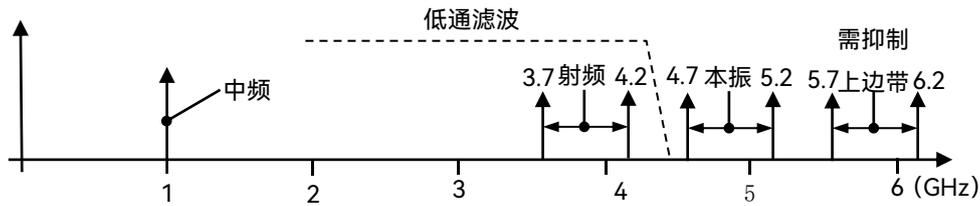


图 4.25 可变本振、固定中频、下边带

## 注意

### 本振泄露对变频被测件测量的影响:

本振功率通常远高于混频器工作中使用的最大射频输入功率,与噪声系数测量中涉及的噪声电平相比,来自混频器输出的本振功率泄漏功率电平较高,因此,在测量变频类被测件噪声系数时,需要考虑本振泄漏的影响。

### 1) 下边带测量

测量步骤:

#### a) 测量初始化设置

- 步骤1. 开启3986噪声系数分析仪和本振源,按建议的时间对测试系统进行预热,以便获得准确的测量结果。
- 步骤2. 如有必要,用噪声系数分析仪控制本振源输出频率和功率以及使噪声系数分析仪和本振源锁定在相同的频率参考上,请参阅以下说明。

## 提示

为使3986系列噪声系数分析仪和本振源锁定在相同的频率参考上,需要将噪声系数分析仪后面板10MHz参考输入或输出连接到本振源的10MHz参考输出或输入上。

- 步骤3. 按前面板绿色的【复位】键,使噪声系数分析仪返回至工厂设置状态。
- 步骤4. 加载所用噪声源超噪比数值。
- 步骤5. 在3986系列噪声系数分析仪上设置本振GPIB地址。
- 步骤6. 设置本振源GPIB地址(本振源地址和噪声系数分析仪设置本振地址必须相同)。
- 步骤7. 连接系统,单边带测量有时需要连接相应的滤波器。

#### b) 选择模式并进行相应的模式设置

- 步骤1. 按前面板【模式设置】键,进入模式设置菜单。

## 4.2 高级操作指南

- 步骤2.** 按[DUT设置]菜单键，[下变频器]菜单键选择下变频器测量模式。选择该测量模式时，系统下变频设置项为禁用状态，即下变频器测量时不支持系统下变频模式。
- 步骤3.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“可变”。
- 步骤4.** 激活边带设置选项，选择边带“下边带”。
- 步骤5.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，可变本振模式下，建议选择外部LO控制模式为“开”状态。
- 步骤6.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。

## 提示

下变频器工作在可变本振固定中频模式，外部LO控制选项设置为“开”时，噪声系数分析仪可通过GPIB、LAN等接口控制外部本振的输出频率和功率，本振输出频率同步跟踪射频频率，实现噪声系数自动扫描测量。如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时需要用户手动设置作为本振的外部信号源的频率和功率值，本振频率的计算公式为： $F_{LO}=F_{RF}+F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO}=F_{RF}-F_{IF}$ (上边带)， $F_{LO}=F_{RF}$ (双边带)。

- 步骤7.** 激活频率模式设置项，选择频率模式为“扫描”。
- 步骤8.** 激活RF起始频率输入框，用数字键输入测量的频率数值3.7，按[GHz]单位键完成输入。激活RF终止频率窗口，用数字键输入测量的频率数值4.2，按[GHz]单位键完成输入。RF起始频率和RF终止频率输入也可以通过按3986系列噪声系数分析仪前面板【频率/点数】键，进入频率/点数菜单输入。
- 步骤9.** 激活固定IF频率输入框，用数字键输入1，按[GHz]单位键完成输入。模式设置界面如图4.26所示：

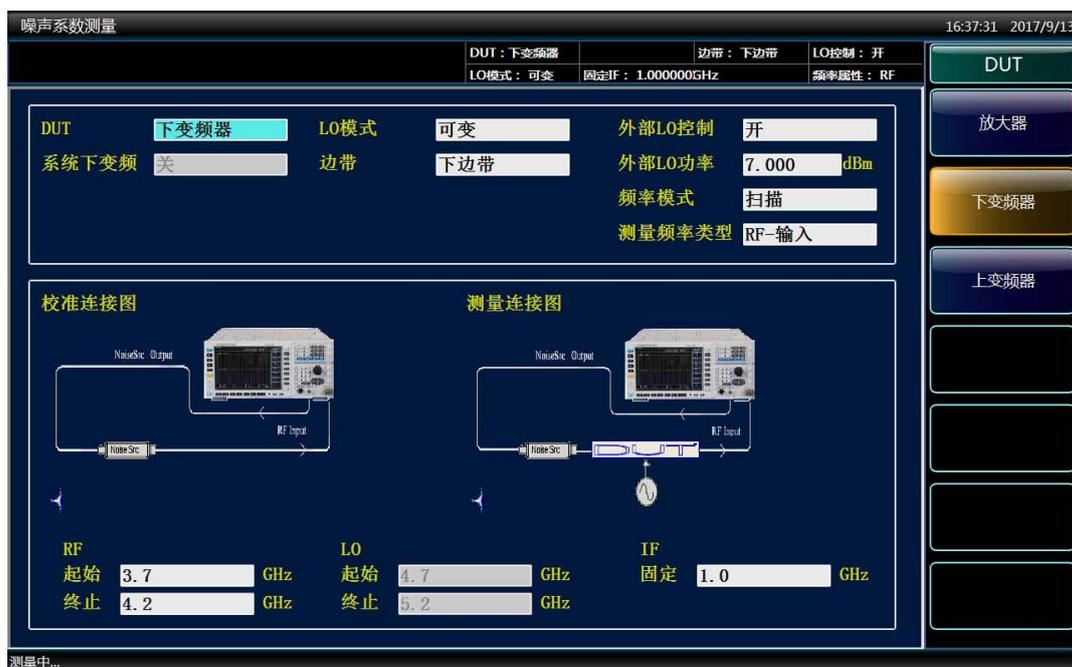


图4.26 模式设置界面

## 4 操作指南

### 4.2 高级操作指南

#### c) 设置扫描点数和平均

- 步骤1.** 按前面板【频率/点数】键，进入频率/点数设置菜单。
- 步骤2.** 按[扫描点数]菜单键，用数字键输入21，按[确认]菜单键完成输入。
- 步骤3.** 按【平均】键，按[平均]菜单键设置为[平均 开 关]模式，默认设置为“关”。
- 步骤4.** 用数字键输入平均次数4，用[确认]菜单键完成输入。

#### d) 校准

在该模式下，校准时系统连接和进行基本放大器测量时的校准连接相同，噪声源输出直接与3986系列噪声系数分析仪的射频输入端口（50Ω）连接，如图4.27所示。



图 4.27 校准连接图示

- 步骤1.** 按【校准】键，进入校准菜单。
- 步骤2.** 按[校准]菜单键两次，进行校准。第一次按下[校准]键时，会出现提示，要求再按一次。校准完成后，用表格格式显示校准后的典型结果，如图4.28所示。

噪声系数测量

16:51:45 2016/10/10

DUT: 下变频器 边带: 下边带 LO控制: 开  
LO模式: 可变 固定IF: 1.000000GHz 频率属性: RF

频率 (GHz)	噪声系数 (dB)	增益 (dB)
3.7000	-0.436	0.423
3.7250	-0.441	0.432
3.7500	-0.423	0.424
3.7750	-0.442	0.422
3.8000	-0.437	0.436
3.8250	-0.437	0.426
3.8500	-0.437	0.426
3.8750	-0.433	0.427
3.9000	-0.434	0.430
3.9250	-0.435	0.423
3.9500	-0.436	0.431
3.9750	-0.449	0.435
4.0000	-0.424	0.429
4.0250	-0.436	0.429
4.0500	-0.434	0.423
4.0750	-0.434	0.426
4.1000	-0.439	0.422
4.1250	-0.454	0.426
4.1500	-0.426	0.422
4.1750	-0.434	0.434
4.2000	-0.448	0.425

起始 3.700000000GHz 带宽 4.0 MHz 点数 21 终止 4.200000000GHz  
冷温度 296.50K 平均 4 衰减 0dB 补偿 关 修正

测量中...

频率/点数  
频率模式 扫描  
中心频率 3.950000000 GHz  
起始频率 3.700000000 GHz  
终止频率 4.200000000 GHz  
扫描点数 21  
固定频率 4.000000000 GHz  
菜单 1/2

图 4.28 下变频器测量模式典型的校准后结果显示

## 注意

在上、下变频器测量模式中，仪器校准后未接入被测件时，增益和噪声系数显示值一般不为零，原因是噪声系数分析仪校准时调用上、下变频器中频频率对应的超噪比值；而校准完毕后，超噪比的调用切换至射频频率所对应的值。此外，如果校准完成后测量组成中增加了射频或中频滤波器，应该使用损耗补偿功能修正额外连入的滤波器引入的测量误差。

### e) 测量

进行误差修正的噪声系数和增益测量，按照图4.29所示，将被测件连入系统，进行测量。噪声系数和增益的测量结果见图4.30。

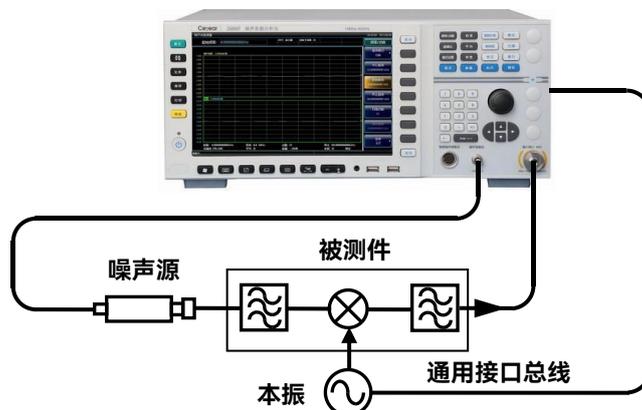


图 4.29 测量连接图示



图 4.30 下变频器测量模式典型的测量结果显示

## 4.2 高级操作指南

### 2) 上边带测量

上边带测量步骤与下边带测量基本相同，但是一般需要提供滤波器，滤除下边带镜频频率分量。在模式设置中，需要选择边带为“上边带”。

### 3) 双边带测量

双边带测量步骤与下边带测量基本相同，但是上、下变频器的射频输入端不需要镜频抑制滤波器。在模式设置中，需要选择边带为“双边带”。双边带测量模式中，为获得近似精确的噪声系数测量结果，建议设置被测件为低中频输出。

## 注意

上变频器测量模式中，只有上边带和下边带两种边带设置，LO频率计算公式为： $F_{LO}=F_{RF}+F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO}=F_{IF}-F_{RF}$ (上边带)。

#### 4.2.2.2 固定本振可变中频

### 1) 下边带测量

执行该测量模式时，被测混频器本振锁定在一个频点上，噪声系数分析仪工作中频频率范围内，固定本振和下变频器将射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收到的扫描中频频率范围内，测量步骤如下：

#### a) 测量初始化设置

**步骤1.** 开启3986噪声系数分析仪和本振源，按建议的时间对测试系统进行预热，以便获得准确的测量结果。如有必要，连接10MHz参考。

## 提示

为使3986系列噪声系数分析仪和本振源锁定在相同的频率参考上，需要将噪声系数分析仪后面板10MHz参考输入或输出连接到本振源的10MHz参考输出或输入上。

**步骤2.** 按前面板绿色的【复位】键，使噪声系数分析仪返回至工厂设置状态。

**步骤3.** 加载所用噪声源超噪比数值。

**步骤4.** 连接系统，单边带测量有时需要增加相应的滤波器。

## b) 选择模式并进行相应的模式设置

- 步骤1. 按前面板【模式设置】键，进入模式设置菜单。
- 步骤2. 按[DUT设置]菜单键，[下变频器]菜单键选择下变频器测量模式。选择该测量模式时，系统下变频设置项为禁用状态，即下变频器测量时不支持系统下变频模式。
- 步骤3. 激活LO模式设置项，选择LO模式为“固定”。
- 步骤4. 激活边带设置选项，选择边带为“下边带”。
- 步骤5. 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，LO固定模式下一般设置为“关”状态。
- 步骤6. 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。如设置LO控制模式为“关”状态，用户需要手动对本振源的输出频率和功率进行设置。

### 注意

上、下变频器工作在本振固定可变中频模式下，一般不需要通过噪声系数分析仪控制本振源的输出频率和功率，但是必须在噪声系数分析仪的模式设置界面中输入本振频率。

- 步骤7. 激活频率模式设置项，选择频率模式为“扫描”。
- 步骤8. 选择测量频率类型为“IF-输入”。
- 步骤9. 激活IF起始频率和IF终止频率输入框，用数字键输入测量的频率数值，用单位键完成输入。

### 提示

IF起始频率和终止频率也可以通过按3986系列噪声系数分析仪前面板【频率/点数】键，进入频率/点数菜单分别进行设置。

### 提示

下变频器工作在固定本振可变中频模式下，在模式设置引导界面下，测量频率类型默认为“IF-输入”，建议用户优先选用默认设置。如果用户设置测量频率类型为“RF-输入”，对应步骤9，需要激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入测量的起始频率和终止频率，用单位键完成输入。

## c) 设置扫描点数和平均

- 步骤1. 按前面板【频率/点数】键，进入频率/点数菜单。
- 步骤2. 按[扫描点数]菜单键，用数字键输入扫描点数，按[确认]菜单键完成输入。

4.2 高级操作指南

步骤3. 按【平均】键，按[平均]菜单键设置平均为“开”状态。

步骤4. 用数字键输入平均次数，用[确认]菜单键完成输入。

d) 校准

在该模式下，校准时连接和进行基本放大器测量时校准连接相同，噪声源输出直接与3986系列噪声系数分析仪的射频输入（50Ω）连接，如图4.31所示。

步骤1. 按【校准】键，进入校准菜单。

步骤2. 按[校准]菜单键两次，进行校准。第一次按下[校准]菜单键时，会出现提示，要求再按一次。

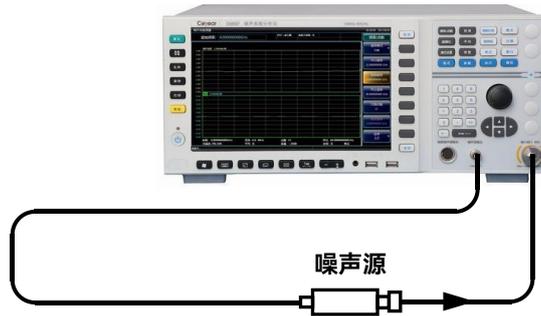


图 4.31 下变频器测量模式校准连接图示

e) 测量

执行误差修正的噪声系数和增益测量，按照图4.32所示，将被测件连入系统，进行测量。

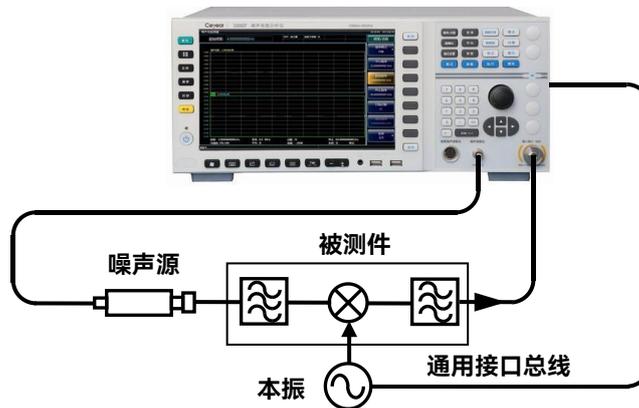


图 4.32 下变频器测量模式测量连接图示

2) 上边带测量

上边带测量步骤与下边带测量相同。但是一般需要提供滤波器，滤除下边带镜频频率分量。在模式设置中，需选择边带选项中的“上边带”。

### 3) 双边带测量

双边带测量步骤与下边带测量相同,上、下变频器的射频输入端不需要镜像抑制滤波器,在模式设置中,需选择边带选项中的“双边带”。

#### 4.2.3 系统下变频模式测量指南

在系统下变频模式中,系统下变频器用于扩展噪声系数分析仪的频率范围,当被测件的频率范围超出噪声系数分析仪频率范围时,通过配置系统下变频器,和噪声系数分析仪组成测试系统,实现噪声系数的扩频测量。

系统下变频器是测试系统的一部分,用于校准和测量设置中。在校准过程中测量系统下变频器和噪声系数分析仪总的噪声性能。因此,再通过执行误差修正测量,得到被测件精确的测量结果。相同频率范围的超噪比数据既用于校准过程,又用于测量过程。

#### 注意

系统下变频模式是针对放大器类被测件的扩频测量。系统下变频器作为测试系统的一部分,用于校准和测量过程中。在该模式中,频率变换是在测量系统中而不是在被测件中进行。为减小测量不确定度,尽可能选用变频损耗和噪声系数小的系统下变频器,且要求其中频输出端口对本振信号要有良好的隔离。

##### 4.2.3.1 边带选择

如果是宽带被测件,系统下变频器可工作在上边带、下边带或双边带模式,并且在校准和测量过程中设置相同,在双边带测试模式时无需进行双边带功率相加的修正。

如果是窄带被测件,并使用双边带系统下变频器,校准设置将在真实双边带模式中操作。但是,测量设置模式会受到被测件带宽的影响。

在系统下变频模式测量中,有以下几种可能的情况:

- 1) 被测件带宽大大超出下边带-上边带的频率覆盖范围,因此可获得正常双边带测量结果。
- 2) 被测件带宽远远小于下边带-上边带的频率覆盖范围,扫描宽度小于上边带-下边带间距,因此产生单边带测量结果。如果是双边带校准,需要进行增益的修正。
- 3) 被测件为宽带器件,仪器设置的扫描宽度足以使测量在上边带、下边带和双边带之间转换,测量结果轨迹的不同部分处于不同的测量边带。上边带、下边带和双边带可能出现在同一测量轨迹的不同位置,整个测量结果需要可变增益修正。该情况在测量设置中应当避免。

##### 4.2.3.2 双边带系统下变频测量模式

系统下变频器工作在可变本振固定中频模式下,噪声系数分析仪支持双边带系统下变频

4.2 高级操作指南

测量模式。双边带测量的优越性是频率覆盖广、对滤波器的要求低。双边带测量适用于宽带被测件。通常设置原则是尽可能地选择低中频频率，以便减小两边带之间的间距，从而尽可能获得相对较高的测量精度和优化频率分辨率。

双边带系统下变频模式，系统假定在上边带和下边带频率范围内被测件特性和噪声源超噪比值是线性变化，因此选用的超噪比值是上下边带的平均频率即本振频率所对应的数值。

固定本振双边带系统下变频测量模式如图4.33所示。

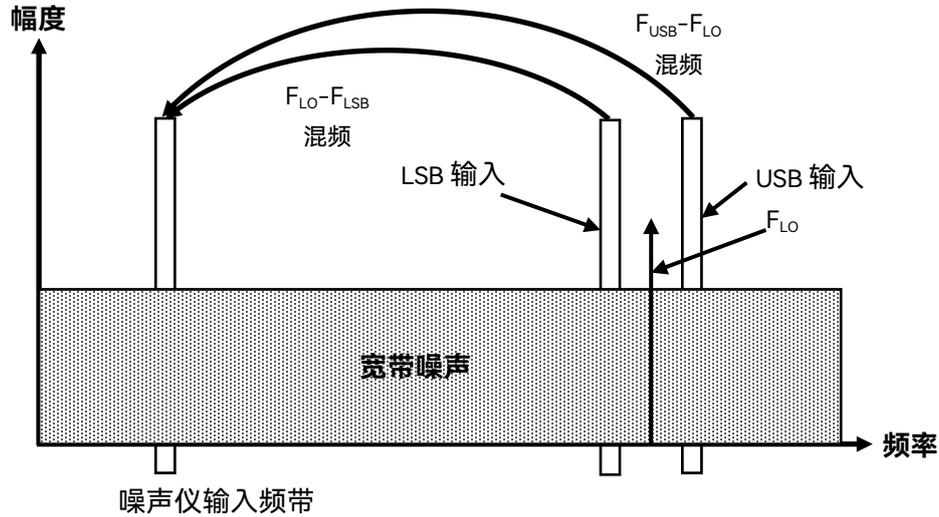


图4.33 固定本振双边带系统下变频测量模式

固定中频双边带系统下变频测量模式频率信息如图4.34所示。

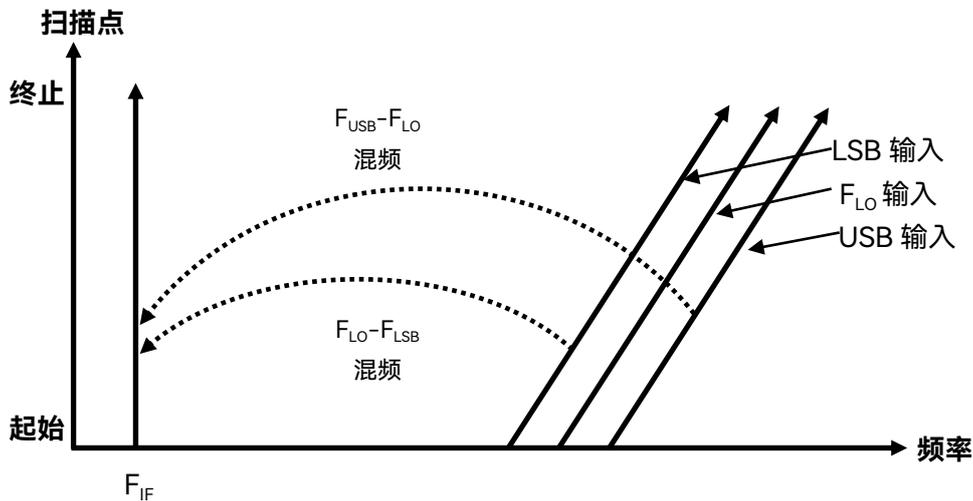


图 4.34 固定中频双边带系统下变频测量模式

4.2.3.3 单边带系统下变频测量模式

在系统下变频测量模式中，噪声系数分析仪可以根据上边带或下边带的设置，执行相应

## 4.2 高级操作指南

的频率换算和本振控制。用户必须进行满足测量精度要求的滤波才能执行正确的上边带和下边带模式测量，滤波需求根据具体测量而定。

在单边带测量过程中，理想的方法是选择一个高中频输出的系统下变频器，从而降低对分离上边带和下边带频带的滤波器的要求。

进行单边带测量所需的滤波器可能是被测件的一部分，但如果被测件中不含滤波器，必须根据具体测量需要选用适当的滤波器，连接至系统下变频器的输入端。

单边带测量时，滤波器的带宽限制测量的扫描带宽。因此，单边带测量不适合宽带被测件。但是，可变本振单边带测量比可变中频测量能获得更宽的扫描频带。

图4.35显示如何选择滤波器进行下边带系统下变频测量，图4.36显示如何选择滤波器进行上边带系统下变频测量。

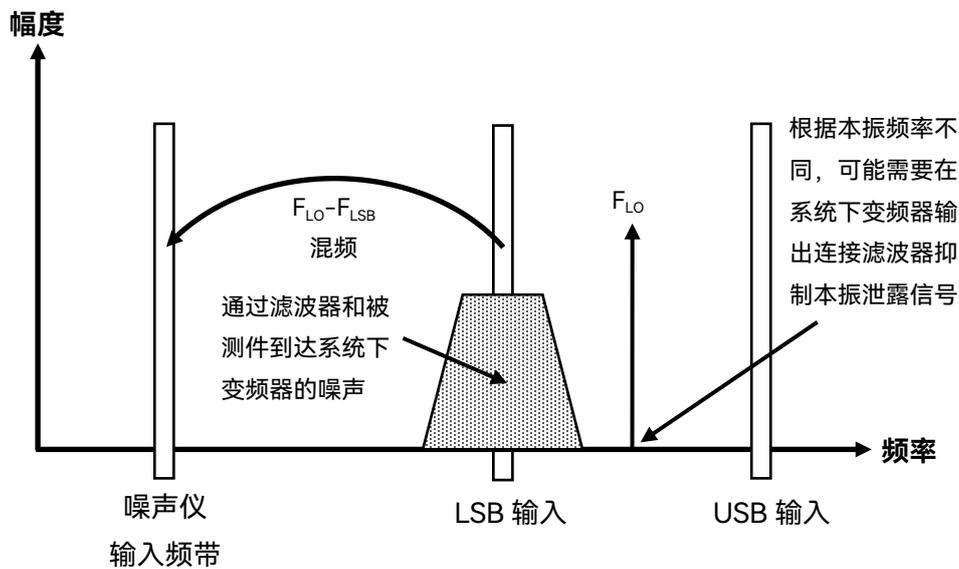


图 4.35 固定本振下边带系统下变频测量模式

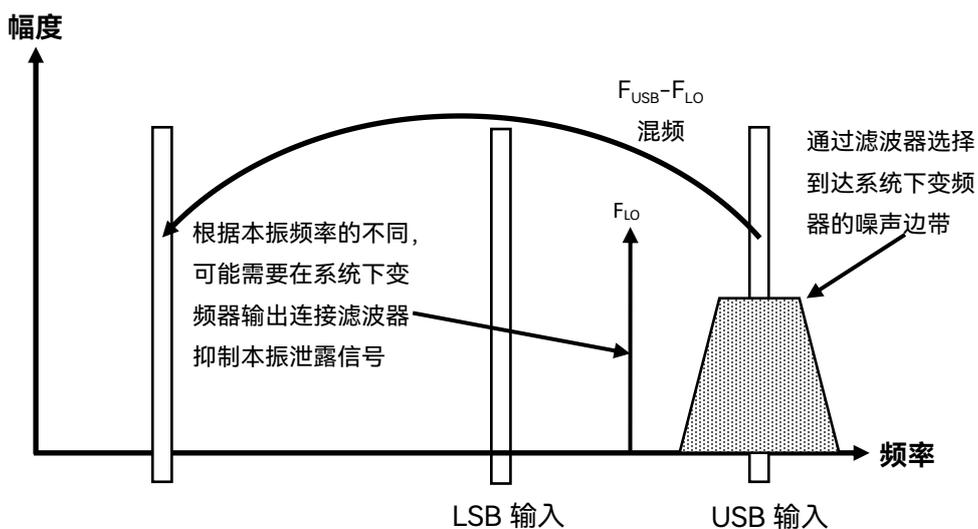


图4.36 固定本振上边带系统下变频测量模式

## 4.2 高级操作指南

噪声系数分析仪可以根据上边带或下边带的设置，执行相应的频率换算和本振控制。可执行可变本振、固定中频（噪声系数分析仪工作在固定中频频率点）和固定本振可变中频（噪声系数分析仪工作在扫描中频范围内）两种模式的测量。对于系统下变频器自带固定本振时，固定本振模式是很有用的。

## 1) 可变本振固定中频

## a) 下边带测量

图4.37显示一个固定中频、下边带、系统下变频测量模式的设置，其中噪声系数分析仪根据设置的边带，控制本振频率，执行扫描测量。

滤波器用于通过下边带，抑制上边带。实际的滤波器具有一定过渡带宽，因此在下边带的最大频率（位于扫描终端）和上边带的最小频率（位于扫描起始端）之间需要保留一些间距。选择一个高中频使上边带和下边带频率间距更大，可进行更大范围的扫描测量或是简化的滤波器的设计。滤波器可以是低通或带通，滤波器必须使下边带频率扫描范围内的信号通过，而抑制上边带频率扫描范围，图4.37显示扫描宽度不得超过中频频率的两倍。

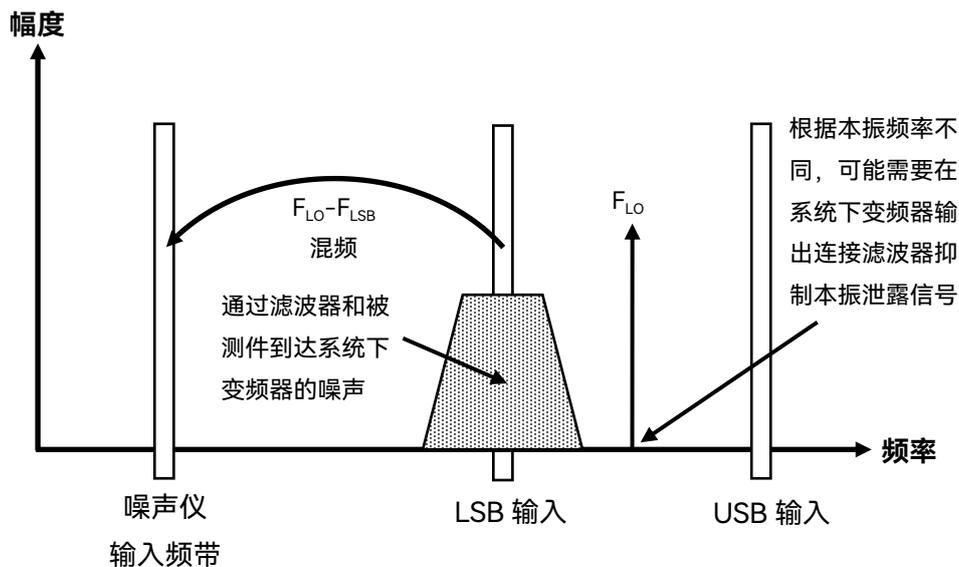


图 4.37 下边带系统下变频模式测量

## b) 上边带测量

固定中频上边带模式与固定中频下边带模式相似，滤波器必须是带通或高通形式，带通滤波器具有抑制谐波混频模式信号的优越性。该模式如图4.38中所示，同样扫描宽度限制在小于两倍的中频频率范围减去滤波器过渡带带宽。

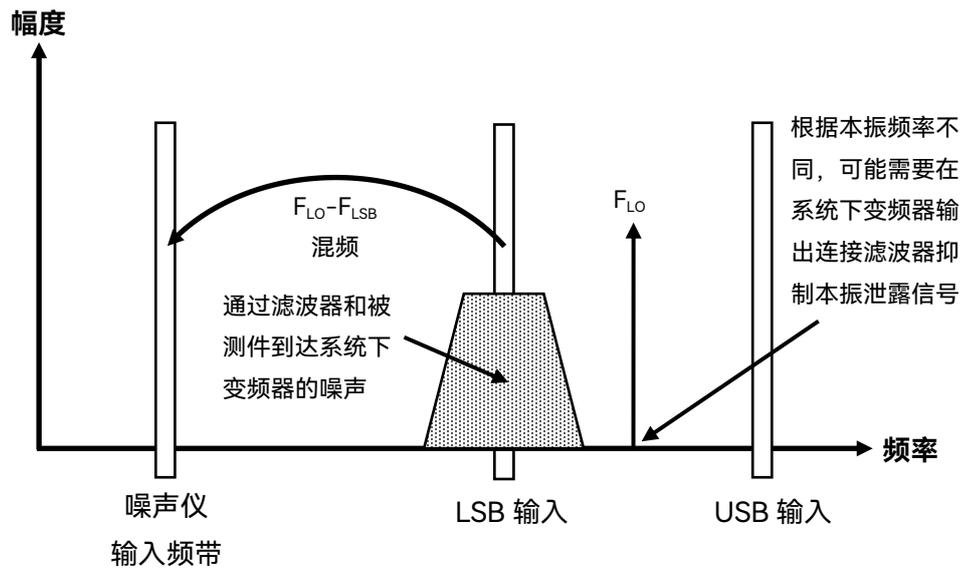


图 4.38 上边带系统下变频测量模式

## 2) 固定本振可变中频

### a) 下边带测量

固定本振系统下变频模式的主要优越性是无须使用可编程本振合成源。不利之处是可供使用的扫描宽度有限，对于边带选择滤波器有更高的要求。这些模式适用于小于4MHz窄频带的被测件测量。

图4.39显示了在固定本振、可变中频、下边带测量模式下，随着测量频率的扫描增加，噪声系数分析仪是如何由高频至低频反向扫描本机的输入接收频率完成测量的，所需的滤波器可以是低通或带通形式，最大扫描宽度不得超出最大中频频率减去滤波器过渡带带宽。

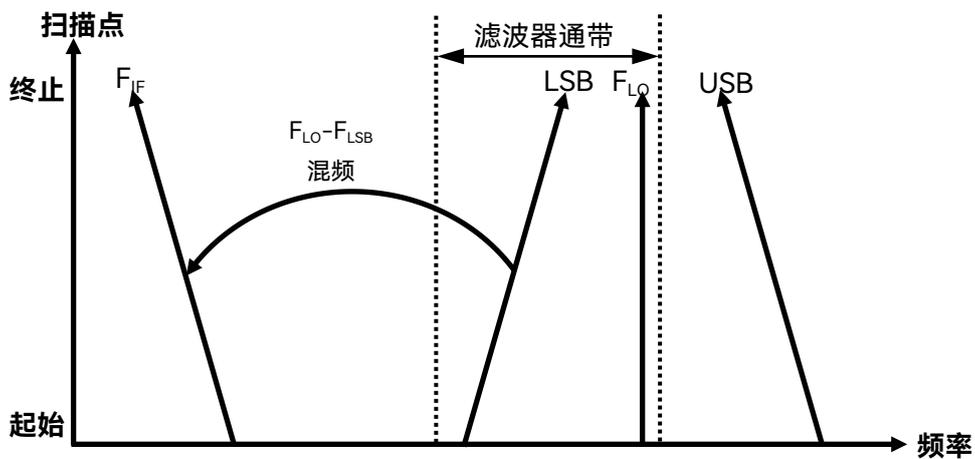


图4.39 下边带系统下变频测量模式

## b) 上边带测量

图4.40显示噪声系数分析仪在本振固定、可变中频、上边带模式下，按正常方向调谐本机接收频率。滤波器可以是带通或高通形式，同样扫描宽度不得超出最大中频频率减去滤波器过渡带带宽。

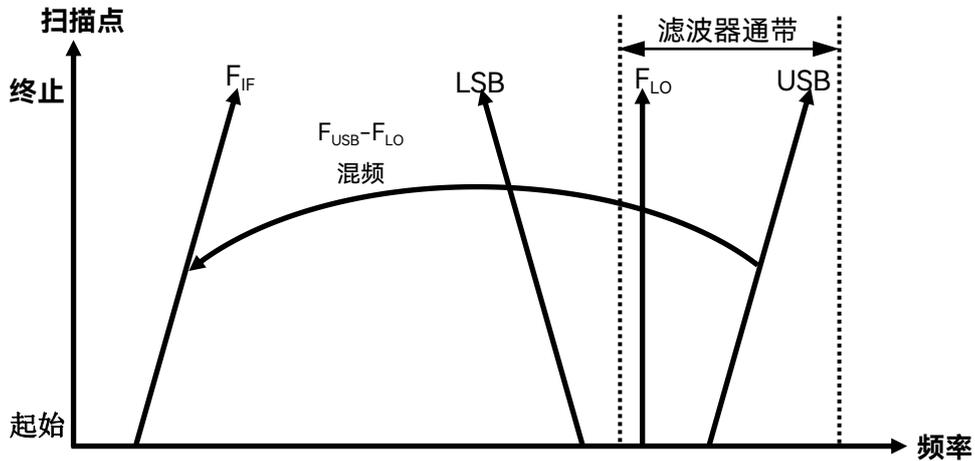


图4.40 上边带系统下变频测量模

## 4.2.4 系统下变频模式测量举例

被测件是一台非变频装置，例如放大器或滤波器，但其工作频率超出噪声系数分析仪的频率覆盖范围。测量时需要进行系统下变频，通过外接混频器，将被测件的工作频率变换到噪声系数分析仪测量频率范围内，外接混频器作为测试系统的一部分。

## 4.2.4.1 可变本振固定中频

本节通过37GHz ~ 42GHz频率范围内的一个放大器测量范例，介绍如何执行系统下变频模式的噪声系数测量和各种相关操作。

所列举的范例中，系统下变频器工作在可变本振固定中频模式下，本振根据射频输入频率的变化而扫描，进行被测件的噪声系数和增益测量。固定中频频率10GHz，射频频率设为37GHz ~ 42GHz，得出47GHz ~ 52GHz的扫描本振频率范围，镜频边带57GHz ~ 62GHz需要抑制，相关的频率信息如图4.41所示。

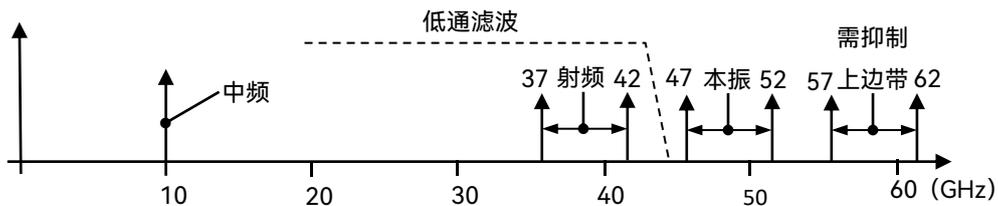


图 4.41 可变本振固定中频下边带系统下变频测量

范例中放大器的主要技术指标见表4.2。可以修改该范例，实现固定本振可变中频模式的下边带测量。此外，也可在范例中进行下边带和双边带测量，在每种方法中均对操作步骤的更改作了相应的解释。

表4.2 放大器的主要技术指标

频率范围	增益典型值	噪声系数典型值
37GHz ~ 42GHz	20dB	3dB

### 1) 下边带测量

测量步骤:

#### a) 测量初始化设置

- 步骤1.** 开启3986噪声系数分析仪和本振源，按建议的时间对测试系统进行预热，以便获得准确的测量结果。
- 步骤2.** 如有必要，用噪声系数分析仪控制本振源输出频率和功率以及使噪声系数分析仪和本振源锁定在相同的频率参考上，请参阅以下说明。

### 提示

为使3986系列噪声系数分析仪和本振源锁定在相同的频率参考上，需要将噪声系数分析仪后面板10MHz参考输入/输出连接到本振源的10MHz参考输出/输入上。

- 步骤3.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态。
- 步骤4.** 加载所用噪声源超噪比数值。
- 步骤5.** 在3986系列噪声系数分析仪上设置本振GPIB地址。
- 步骤6.** 设置本振源GPIB地址（本振源地址和噪声系数分析仪设置本振地址必须相同）。
- 步骤7.** 连接系统，单边带测量一般需要连接相应的滤波器。

#### b) 选择模式并进行相应的模式设置

- 步骤1.** 按前面板【模式设置】键，进入模式设置菜单。
- 步骤2.** 按[DUT设置]菜单键，[放大器]菜单键选择放大器测量模式。
- 步骤3.** 在模式设置界面中激活系统下变频设置项，设置系统下变频为“开”状态。
- 步骤4.** 激活LO模式设置项，选择LO模式为“可变”。
- 步骤5.** 激活边带设置选项，选择边带为“下边带”。
- 步骤6.** 激活外部LO控制选项，选择外部LO控制模式为“开”或“关”，可变本振模式下，建议选择外部LO控制模式为“开”状态。
- 步骤7.** 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。

## 提示

系统下变频器工作在可变本振固定中频模式下，噪声系数分析仪可通过GPIB、LAN接口控制外部本振的输出频率和功率，本振输出频率同步跟踪射频频率，实现噪声系数自动扫描测量。如果设置外部LO控制选项为“关”，测量时需要用户手动设置作为本振的外部信号源的频率和功率值，本振频率的计算公式为： $F_{LO}=F_{RF} + F_{IF}$ (下边带)， $F_{LO}=F_{RF}-F_{IF}$ (上边带)， $F_{LO}=F_{RF}$ (双边带)。

**步骤8.** 激活频率模式设置项，选择频率模式为“扫描”。

**步骤9.** 激活RF起始频率输入框，用数字键输入37，按[GHz]单位键完成输入。激活RF终止频率输入框，用数字键输入42，按[GHz]单位键完成输入。

**步骤10.** 激活固定IF频率输入框，用数字键输入10，按[GHz]单位键完成输入，模式设置界面如图4.42所示。

## 提示

RF起始频率和RF终止频率也可以通过按3986系列噪声系数分析仪前面板【频率/点数】键，进入频率/点数菜单分别进行设置。

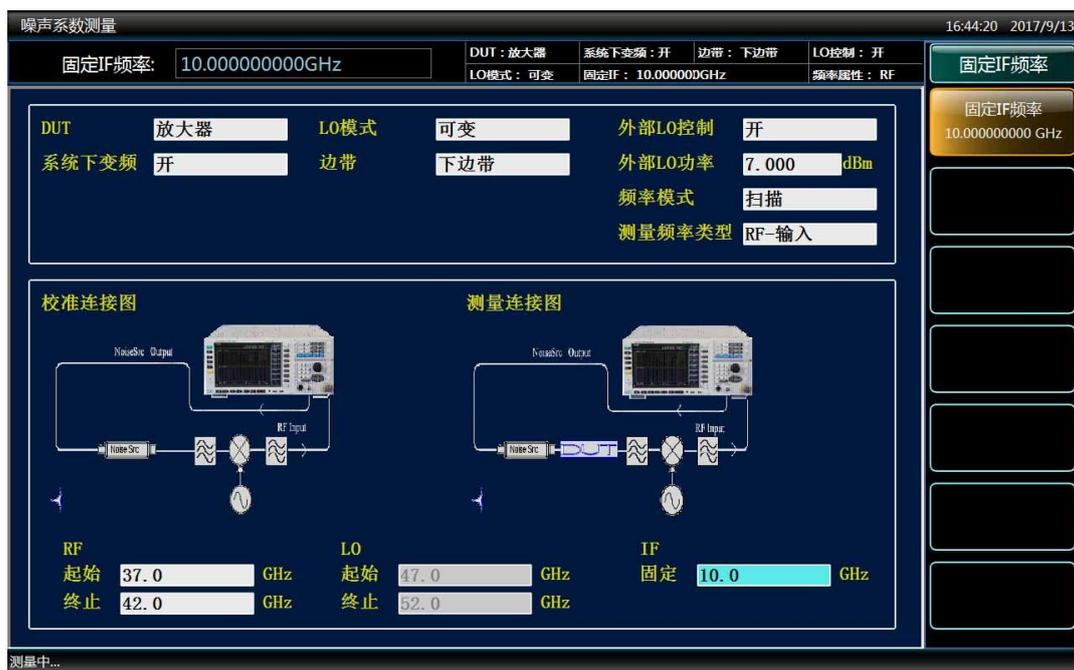


图4.42 系统下变频模式设置界面

## c) 设置扫描点数和平均

**步骤1.** 按前面板【频率/点数】键，进入频率/点数菜单。

**步骤2.** 按[扫描点数]菜单键，用数字键输入21，按[确认]菜单键完成输入。

**步骤3.** 按【平均】键，按[平均]菜单键设置平均为“开”状态。

**步骤4.** 用数字键输入平均次数4，按[确认]菜单键完成输入。

#### d) 校准

进行下边带测量，校准时要求将混频器本振端口与本振源输出连接，将噪声源输出与混频器射频输入抑制镜频响应的滤波器连接，并将混频器中频输出与噪声系数分析仪输入端口（50Ω）连接，校准连接如图4.43所示。

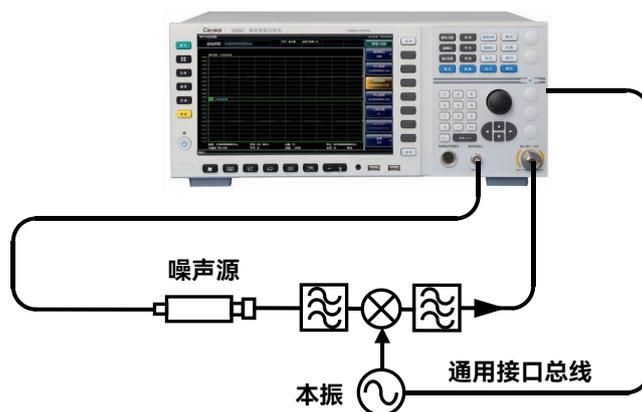


图 4.43 系统下变频器模式校准连接图示

**步骤1.** 按【校准】键，进入校准菜单。

**步骤2.** 按[校准]菜单键两次，进行校准。第一次按下[校准]菜单键时，会出现提示，要求再按一次，用表格格式显示校准后的典型结果如图4.44。

噪声系数测量				20:55:03 2016/12/26	
DUT: 放大器		系统下变频: 开	边带: 下边带	LO控制: 开	
LO模式: 可变		固定IF: 10.000000GHz		频率属性: RF	
频率 (GHz)	噪声系数 (dB) Trc1	增益 (dB) Trc2			
37.0000	0.015	-0.002			
37.2500	0.019	0.005			
37.5000	0.017	-0.028			
37.7500	-0.009	-0.008			
38.0000	-0.005	0.008			
38.2500	0.010	-0.009			
38.5000	0.012	-0.017			
38.7500	0.010	-0.006			
39.0000	-0.002	-0.012			
39.2500	0.016	-0.025			
39.5000	-0.017	0.013			
39.7500	-0.028	0.027			
40.0000	-0.005	-0.003			
40.2500	0.008	-0.013			
40.5000	-0.025	0.020			
40.7500	-0.008	0.003			
41.0000	-0.018	0.013			
41.2500	-0.009	0.030			
41.5000	-0.025	0.009			
41.7500	-0.025	0.030			
42.0000	-0.001	-0.019			

起始 37.000000000GHz 带宽 4.0 MHz 点数 21 终止 42.000000000GHz  
 冷温度 296.50K 平均 开 衰减 --/0dB 补偿 开 修正

图4.44 系统下变频器测量模式典型的校准后结果

## 4 操作指南

### 4.2 高级操作指南

#### e) 测量

执行误差修正的噪声系数和增益测量，按照图4.45所示，将被测件接入系统，进行测量，噪声系数和增益的测量结果见图4.46。

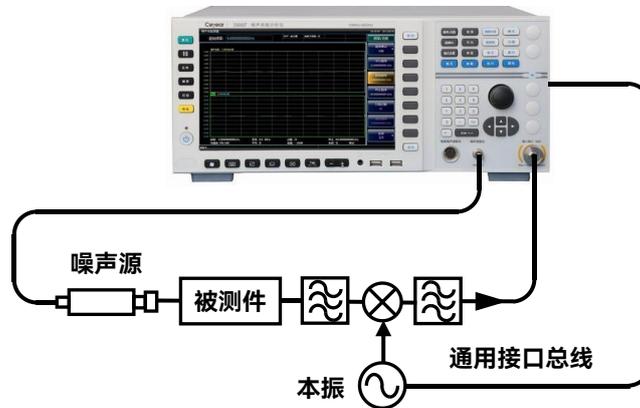


图 4.45 系统下变频器模式测量连接图示



图 4.46 系统下变测量模式典型的测量结果显示

#### 2) 上边带测量

上边带测量设置与下边带测量类似，但需要提供滤波，抑制下边带镜频信号。遵循下边带设置步骤，并在模式设置界面中设置边带选项为“上边带”。系统校准和测量连接和下边带测量相同，相关的频率信息如图4.47所示。

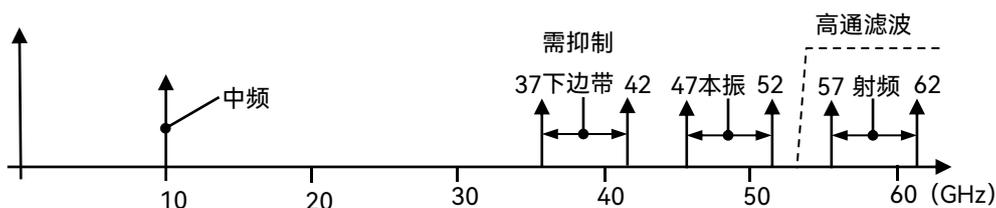


图4.47 可变本振固定中频、上边带、系统下变频测量

### 3) 双边带测量

双边带测量步骤与下边带测量基本相同,但是系统下变频器的射频输入端不需要镜频抑制滤波器。并在模式设置界面中设置边带选项为“双边带”。双边带测量模式中,为获得近似精确的噪声系数测量结果,建议设置被测件为低中频输出。

双边带测量举例:射频频率设为37GHz~42GHz,固定中频设置为1GHz,边带设置为双边带,得出37GHz~42GHz的扫描本振范围。图4.48显示相关的频率设置,校准和测量连接如图4.49和图4.50所示。

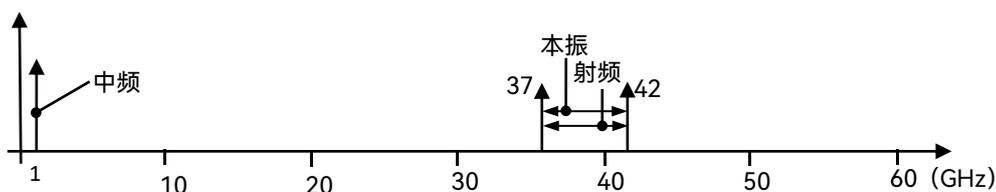


图4.48 可变本振固定中频、双边带、系统下变频测量

## 注意

为了减小双边带测量误差,尽可能选择一个低中频,以减小上、下边带超噪比值差异和两个边带内被测件增益及噪声系数分析仪频响非线性等引起的测量误差。

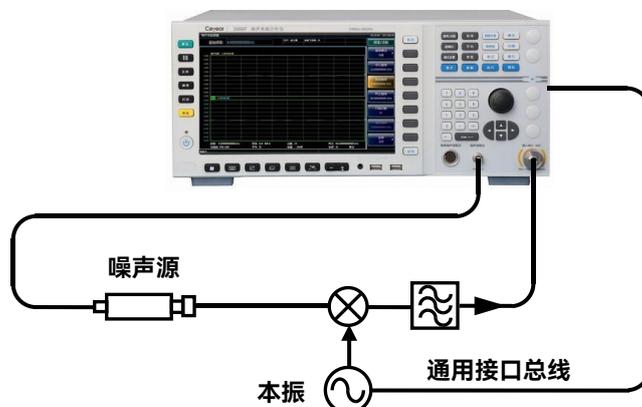


图 4.49 双边带校准连接图示

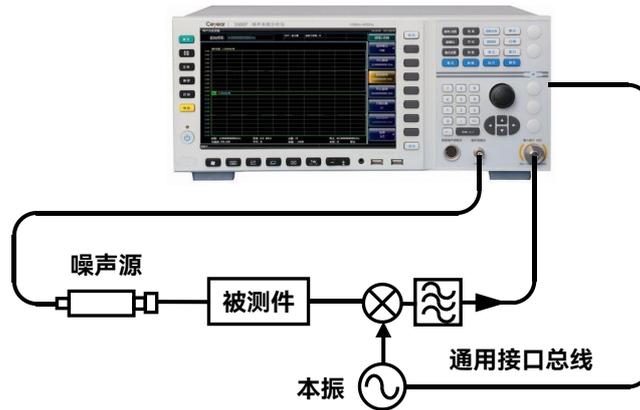


图 4.50 双边带测量连接图示

#### 4.2.4.2 固定本振可变中频

##### 1) 下边带测量

执行该模式测量时，本振锁定在一个频率点，噪声系数分析仪工作在系统下变频器的中频频率范围内，固定本振和系统下变频器将射频频率范围变换到噪声系数分析仪可接收到的中频频率范围内。

**测量步骤：**

##### a) 测量初始化设置

**步骤1.** 开启3986噪声系数分析仪和本振源，按建议的时间对测试系统进行预热，以便获得准确的测量结果。

**步骤2.** 如有必要，连接10MHz参考。

### 提示

为使3986系列噪声系数分析仪和本振源锁定在相同的频率参考上，需要将噪声系数分析仪后面板10MHz参考输入/输出连接到本振源的10MHz参考输出/输入上。

### 注意

本振固定系统下变频模式下，一般不需要噪声系数分析仪控制本振源的输出频率和功率。但是必须在模式设置菜单中，输入本振的频率数值。

**步骤3.** 按前面板【复位】键复位仪器到工厂初始设置状态。

- 步骤4. 加载所用噪声源超噪比数值。
- 步骤5. 连接系统，单边带测量一般需要连接相应的滤波器。

#### b) 选择模式并进行相应的模式设置

- 步骤1. 按前面板【模式设置】键，进入模式设置菜单。
- 步骤2. 按[DUT设置]菜单键，[放大器]菜单键选择放大器测量模式。
- 步骤3. 在模式设置界面中激活系统下变频设置项，设置系统下变频为“开”状态。
- 步骤4. 激活LO模式设置项，选择LO模式为“固定”。
- 步骤5. 激活边带设置选项，选择边带为“下边带”。
- 步骤6. 激活外部LO控制选项，LO固定模式下，一般设置外部LO控制为“关”。
- 步骤7. 激活外部LO功率输入框，用数字键输入外部本振功率值，用单位键完成输入设置。如果设置外部LO控制为“关”，需要在本振源上手动设置频率和功率值。
- 步骤8. 激活频率模式设置项，选择频率模式为“扫描”。
- 步骤9. 激活RF起始频率和RF终止频率输入框，用数字键输入测量的频率数值，按对应单位键完成输入。
- 步骤10. 激活固定LO频率输入框，用数字键输入本振频率值，按对应单位键完成输入。

#### c) 设置扫描点数和平均

- 步骤1. 按前面板【频率/点数】键，进入频率/点数菜单。
- 步骤2. 按[扫描点数]，用数字键输入扫描点数，按[确认]菜单键完成输入。
- 步骤3. 按【平均】键，按[平均]菜单键设置为[平均 开 关]模式。
- 步骤4. 用数字键输入平均次数，按[确认]菜单键完成输入。

### 警告

可变中频系统下变频测量模式下，只能选择单边带测量方式。因此需要选择合适的滤波器对无用的边带进行滤波。用该模式进行的校准与可变本振单边带模式进行的校准相同，需要确保滤波器放置在可进行校准和测量的位置。

#### d) 校准

进行下边带测量，校准时要求将混频器本振端口与本振源输出连接，将噪声源输出与混频器射频输入口抑制镜频响应的滤波器连接，并将混频器中频输出与噪声系数分析仪输入端口连接，如有必要在混频器的中频输出端口连接滤波器，通过中频分量，抑制无用的干扰频率分量，校准连接如图4.51所示。

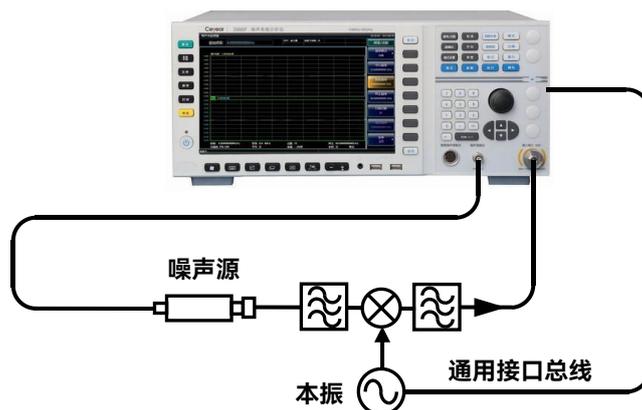


图 4.51 系统下变频器模式校准连接图示

**步骤1.** 按【校准】键，进入校准菜单。

**步骤2.** 按[校准]菜单键两次，进行校准。第一次按下[校准]菜单键时，会出现提示，要求再按一次。

**e) 测量**

执行误差修正的噪声系数和增益测量，按照图4.52所示，将被测件接入系统，进行测量。

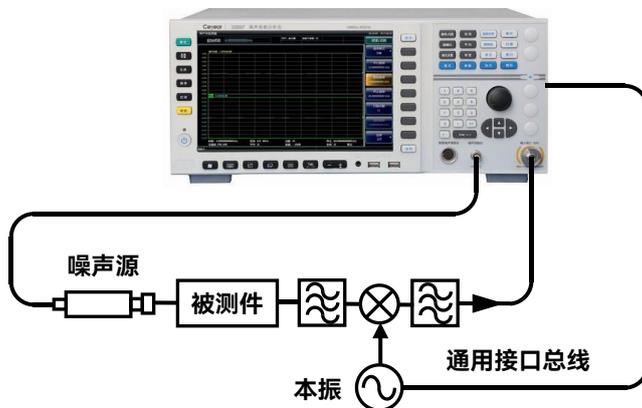


图 4.52 系统下变频器模式测量连接图示

**2) 上边带测量**

上边带模式测量步骤与下边带模式相同。但是需要提供滤波器，滤除下边带镜频频率分量。在模式设置中，需选择边带选项为“上边带”。

**4.2.5 频率限制**

为了帮助用户解决在进行测量模式设置时遇到的问题，作出了适用于操作模式的频率设

置限制规定。

#### 4.2.5.1 常用术语表

表4.3 常用术语表

术语	说明
$f_{\text{FIF}}$	固定中频
$f_{\text{FLO}}$	固定本振频率
$f_{\text{LO}}$	外接本振频率
$f_{\text{SIF}}$	系统输入频率
$f_{\text{START}}$	起始频率
$f_{\text{STOP}}$	终止频率
IF	来自被测件频率或噪声系数分析仪调谐频率
RF	被测件频率输入

#### 4.2.5.2 一般限制

以下一般限制适用于各种测量模式。

- 1) 固定中频频率 $f_{\text{FIF}}$ 限制由3986噪声系数分析仪的测量频率覆盖范围决定。
- 2) 固定本振频率 $f_{\text{FLO}}$ 限制分别由外接本振的最小频率 $f_{\text{LO(MIN)}}$ 和最大频率 $f_{\text{LO(MAX)}}$ 确定。
- 3) 对于具有固定中频的模式，频率范围 $f_{\text{SPAN}}$ 限制为 $f_{\text{STOP}}-f_{\text{START}}$ 。
- 4) 对于具有可变中频的模式，频率范围 $f_{\text{SPAN}}$ 限制为 $f_{\text{SIF(MAX)}}-f_{\text{SIF(MIN)}}$ 。

#### 4.2.5.3 下变频器测量模式频率限制

在该模式中, 被测件的中频输出频率小于射频输入频率, 例如被测件为混频器或接收机。

##### 1) 固定中频可变本振模式

本测量模式的频率设置限制如下:

##### a) 下边带限制

$$\triangleright f_{\text{RF(START)}} > f_{\text{FIF}}$$

如果测量设置不满足该限制条件, 会显示“Err:851 Mode Error”错误提示信息 (RF起始频率必须大于固定IF频率:851)。

欲改正该错误设置状态, 减少 $f_{\text{FIF}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

## 4.2 高级操作指南

### b) 上边带限制

$$\triangleright f_{\text{LO(START)}} > f_{\text{FIF}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:855 Mode Error”错误提示信息（LO起始频率必须大于固定IF频率:855）。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{\text{FIF}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

### c) 双边带限制

$$\triangleright f_{\text{RF(START)}} > f_{\text{FIF}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:851 Mode Error”错误提示信息（RF起始频率必须大于固定IF频率:851）。

欲改正该错误设置状况，减少 $f_{\text{FIF}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

## 2) 可变中频固定本振模式

本测量模式的频率设置限制如下：

### a) 下边带限制

$$\triangleright f_{\text{IF(START)}} < f_{\text{RF(START)}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:853 Mode Error”错误提示信息（RF起始频率必须大于IF起始频率:853）。

注： $f_{\text{RF(STOP)}} = f_{\text{LO}} - f_{\text{IF(STOP)}}$

欲改正该错误设置状态，减小 $f_{\text{FLO}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

### b) 上边带限制

$$\triangleright f_{\text{IF(STOP)}} < f_{\text{FLO}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:861 Mode Error”错误提示信息（IF终止频率必须小于固定LO频率:861）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{\text{FLO}}$ 或减少 $f_{\text{IF(STOP)}}$ 。

### c) 双边带限制

$$\triangleright f_{\text{IF(STOP)}} < f_{\text{RF(STOP)}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:860 Mode Error”错误提示信息（IF终止

频率必须小于RF终止频率:860)。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{FLO}$ 或减少 $f_{IF(STOP)}$ 。

#### 4.2.5.4 上变频器测量模式频率限制

在该模式中，被测件的中频输出频率大于射频输入频率。例如，被测件是发射机。

##### 1) 固定中频可变本振模式

本测量模式的频率设置限制如下：

###### a) 下边带限制

$$\triangleright f_{RF(STOP)} < f_{FIF}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:857 Mode Error”错误提示信息（RF终止频率必须小于固定IF频率:857）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{FIF}$  或减少 $f_{RF(STOP)}$ 。

###### b) 上边带限制

$$\triangleright f_{RF(STOP)} < f_{LO(STOP)}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:859 Mode Error”错误提示信息（RF终止频率必须小于LO终止F频率：859）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{FIF}$  或减少 $f_{RF(STOP)}$ 。

##### 2) 可变中频固定本振模式

本测量模式的频率设置限制如下：

###### a) 下边带限制

$$\triangleright f_{IF(STOP)} < f_{FLO}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:866 Mode Error”错误提示信息（系统输入频率超出范围：866）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{FLO}$ 或减少 $f_{IF(STOP)}$ 。

$$\triangleright f_{IF(START)} > f_{RF(START)}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:854 Mode Error”错误提示信息（IF起始

## 4 操作指南

### 4.2 高级操作指南

频率必须大于RF起始频率：854)。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{FLO}$ 或增加 $f_{IF(START)}$ 。

#### b) 上边带限制

➤  $f_{IF(START)} > f_{FLO}$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:866 Mode Error”错误提示信息（系统输入频率超出范围：866）。

欲清除该错误状况，减少 $f_{FLO}$ 或增加 $f_{IF(START)}$ 。

➤  $f_{RF(STOP)} < f_{FLO}$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:858 Mode Error”错误提示信息（RF终止频率必须小于固定LO频率：858）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{FLO}$ 或减少 $f_{IF(STOP)}$ 。

#### 4.2.5.5 系统下变频模式频率限制

被测件是一个非变频装置，例如放大器或滤波器，其频率超出3986系列噪声系数分析仪的测量范围。在测量系统中要求进行系统下变频，即使用外接混频器将被测件的射频频率变换到噪声系数分析仪频率覆盖范围之内。

#### 1) 固定中频可变本振模式

本测量模式的频率设置限制如下：

##### a) 下边带限制

➤  $f_{RF(START)} > f_{FIF}$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:851 Mode Error”错误提示信息（RF起始频率必须大于固定IF频率：851）。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{FIF}$ 或增加 $f_{RF(START)}$ 。

##### b) 上边带限制

➤  $f_{LO(START)} > f_{FIF}$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:855 Mode Error”错误提示信息（LO起始频率必须大于固定IF频率：855）。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{FIF}$ 或增加 $f_{RF(START)}$ 。

### c) 双边带限制

$$\triangleright f_{\text{RF(START)}} > f_{\text{IF}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:851 Mode Error”错误提示信息（RF起始频率必须大于固定IF频率：851）。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{\text{IF}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

## 2) 可变中频固定本振模式

本测量模式的频率设置限制如下：

### a) 下边带限制

$$\triangleright f_{\text{RF(STOP)}} < f_{\text{FLO}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:866 Mode Error”错误提示信息（系统输入频率超出范围：856）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{\text{FLO}}$ 或减少 $f_{\text{RF(STOP)}}$ 。

$$\triangleright f_{\text{RF(START)}} > f_{\text{IF(START)}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:853 Mode Error”错误提示信息（RF起始频率必须大于IF起始频率：853）。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{\text{FLO}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

$$\triangleright f_{\text{FLO}} - f_{\text{RF(STOP)}} > f_{\text{SIF(MIN)}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:866 Mode Error”错误提示信息（系统输入频率超出范围：866）。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{\text{FLO}}$ 或减少 $f_{\text{RF(STOP)}}$ 。

### b) 上边带限制

$$\triangleright f_{\text{RF(START)}} > f_{\text{FLO}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:866 Mode Error”错误提示信息（系统输入频率超出范围：866）。

欲改正该错误设置状态，减少 $f_{\text{FLO}}$ 或增加 $f_{\text{RF(START)}}$ 。

$$\triangleright f_{\text{IF(STOP)}} < f_{\text{FLO}}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:861 Mode Error”错误提示信息（IF终止

## 4.2 高级操作指南

频率必须小于固定LO频率:861)。

欲改正该错误设置状态，增加 $f_{FLO}$ 或减少 $f_{RF(STOP)}$ 。

$$\triangleright f_{RF(START)} - f_{FLO} > f_{SIF(MIN)}$$

如果测量设置不满足该限制条件，会显示“Err:866 Mode Error”错误提示信息（系统输入频率超出范围：866）。

欲清除该错误状况，减少 $f_{FLO}$  或增加 $f_{RF(START)}$ 。

### 4.2.6 损耗补偿功能

可以使用噪声系数分析仪的损耗补偿功能，补偿测试系统中校准后新增加的连接电缆、连接器等引入的损耗。这些损耗可能出现在噪声源和被测件之间（DUT前）和/或在被测件和噪声系数分析仪输入（DUT后）之间。可以指定一个适用于所有频率的单一固定损耗值，或设置适用于整个频率范围的频率/损耗——对应的损耗补偿表格。在表格模式中，每个表格条目之间损耗值使用线性内插值，此外还需要指定适用于所有频率的温度值。

#### 4.2.6.1 损耗补偿功能的典型应用

- 1) 具有波导输入端口的放大器，测量时要求配备有损耗的波导至同轴适配器。
- 2) 测量晶体管噪声系数时，要求配备输入和输出调配器。
- 3) 非50Ω系统阻抗被测件（例如电视的调谐器和放大器）测量时进行阻抗变换，要求配备用于阻抗匹配的衰减器和变压器。
- 4) 补偿用于改善驻波比的固定衰减器。
- 5) （接收机和混频器）双边带测量修改，获得近似单边带结果。
- 6) 被测件增益超出噪声系数分析仪的增益测量范围，需要被测件后加衰减器，通过使用损耗补偿功能获得较高的测量精度。

#### 4.2.6.2 设置固定损耗补偿

##### 1) 设置被测件前损耗补偿

**步骤1.** 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。

**步骤2.** 按[DUT前]菜单键，[固定]菜单键选择被测件前固定损耗补偿方式。

**步骤3.** 按[固定值（DUT前）]菜单键，用数字键输入损耗值，按对应的[dB]或[线性]单位菜单键完成输入，也可以按【Enter↵】键完成输入，此时对应的单位为dB。损耗值下限为-100.000dB，上限为100.000dB，默认值为0.000dB。

## 2) 设置被测件后损耗补偿

- 步骤1. 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。
- 步骤2. 按[DUT后]菜单键，[固定]菜单键选择被测件后固定损耗补偿方式。
- 步骤3. 按[固定值 (DUT后)]菜单键，用数字键输入损耗值，按对应的[dB]或[线性]单位菜单键完成输入，也可以按【Enter↵】键完成输入，此时对应的单位为dB。损耗值下限为-100.000dB，上限为100.000dB，默认值为0.000dB。。

### 4.2.6.3 设置损耗补偿表

#### 1) 设置被测件前损耗补偿表

- 步骤1. 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。
- 步骤2. 按[DUT前]菜单键，[表格]菜单键选择被测件前表格损耗补偿方式。
- 步骤3. 按[损耗补偿表]、[DUT前表格]菜单键，进入损耗补偿表编辑菜单。详见本节“[建立损耗补偿表](#)”，建立新损耗补偿表；或者参照“[3.3.4.2 文件保存/调用方法](#)”，调用之前保存的损耗补偿表格。

#### 2) 设置被测件后损耗补偿表

- 步骤1. 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。
- 步骤2. 按[DUT后]菜单键，[表格]菜单键选择被测件后表格损耗补偿方式。
- 步骤3. 按[损耗补偿表]、[DUT后表格]菜单键，进入损耗补偿表编辑菜单。详见本节“[建立损耗补偿表](#)”，建立新损耗补偿表；或者参照“[3.3.4.2 文件保存/调用方法](#)”，调用之前保存的损耗补偿表格。

## 注意

可以加载一个以前保存的损耗补偿表，但是需要根据补偿位置指定损耗补偿表类型是“Before LossComp Files (\*.LOS)”还是“After LossComp Files (\*.LOS)”。请参阅“[3.3.4.2 文件保存/调用方法](#)”介绍。

#### 3) 建立损耗补偿表

执行以下步骤，建立损耗补偿表：

- 步骤1. 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。
- 步骤2. 按[DUT前]菜单键，[表格]菜单键选择被测件前表格损耗补偿方式。
- 步骤3. 按[损耗补偿表]、[DUT前表格]菜单键，进入损耗补偿表编辑菜单。此时会出现表格编辑和浏览菜单项目，有关表格使用详情，请参阅“[3.3.4.5 表格处理](#)”。

## 4 操作指南

### 4.2 高级操作指南

同时表中的第一个损耗频率点被激活，请参阅图4.53。



4.53 空损耗补偿表

- 步骤4.** 使用数字键输入损耗频率值，使用单位菜单键完成输入。
- 步骤5.** 频率输入后，激活条目会自动移至损耗值栏，输入损耗值，按对应的[dB]或[线性]单位键完成输入。表格中的结果是以dB为单位显示，也可以通过按【Enter】键完成输入，此时对应的单位为dB。

### 注意

损耗值指的是有损器件的衰减量值，测量时，如果被测件前连接一个3dB的衰减器，输入的损耗值为3dB，而不是-3dB。

- 步骤6.** 损耗值输入后，激活条目会自动移至下一个频率点。
- 步骤7.** 重复步骤4至6，直至输入所有需要的补偿频率/损耗值，输入数据后的一个损耗补偿表实例如图4.54所示。

### 提示

可以按任何顺序在损耗补偿表中插入补偿的频率/损耗值，噪声系数分析仪会自动按频率从低到高的顺序排列表格。



图4.54 输入数据后损耗补偿表

**步骤9.** 完成了损耗补偿数据输入，如想保存损耗补偿表供以后调入，按【文件】键，进入文件操作菜单。损耗补偿文件的保存详情请参阅“3.3.4.2 文件保存/调用”介绍。

**步骤10.** 完成损耗补偿表输入后，按【损耗补偿】键返回损耗补偿设置菜单。

该范例显示如何建立“DUT前表格”，如果需要输入“DUT后表格”，遵循以上步骤，只需要将有关“DUT前”的操作改为“DUT后”即可。

## 注意

“DUT前表格”中的损耗补偿频率用被测件的输入频率表示，“DUT后表格”中的频率值则用被测件的输出频率表示。这在进行频率变换的被测件测量或使用系统下变频模式时十分重要。

### 4.2.6.4 设置损耗温度

#### 1) 设置被测件前损耗温度

**步骤1.** 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。

**步骤2.** 按[DUT前]菜单键，按[固定]或[表格]菜单键选择需要的损耗补偿方式。

**步骤3.** 按[温度 (DUT前)]菜单键，用数字键输入温度值，按对应的[K]、[C]或[F]单位菜单键完成输入。使用[C]或[F]菜单键输入的数值自动变换为K为单位显示。也可以用【Enter↵】键完成输入，此时默认单位为K。温度下限为0.0K，上限

## 4.2 高级操作指南

为296,50000.00K，默认值为290.00K。

### 2) 设置被测件后损耗温度

**步骤1.** 按【损耗补偿】键，进入损耗补偿菜单。

**步骤2.** 按[DUT后]菜单键，按[固定]或[表格]菜单键选择需要的损耗补偿方式。

**步骤3.** 按[温度 (DUT后)]菜单键，用数字键输入温度值，按对应的[K]、[C]或[F]单位菜单键完成输入。使用[C]或[F]菜单键输入的数值自动变换为K为单位显示。也可以用【Enter↵】键完成输入，此时对应的单位为K。温度下限为0.0K，上限为296,50000.00K，默认值为290.00K。

### 4.2.7 限制线功能

限制线用以标记激活轨迹的上限或下限，通过设置限制线，在测量轨迹超过限制线时，噪声系数分析仪会自动提示限制线失败。可将两条限制线应用于一条轨迹，例如指定上限和下限。

3986系列噪声系数分析仪包含四条独立的限制线，均可用于轨迹1、轨迹2，可设置为上限或下限。

#### 4.2.7.1 选择激活的限制线

默认激活的限制线设定为限制线1。

**步骤1.** 按【限制线】键，进入限制线菜单。

**步骤2.** 按[限制线]菜单键。

**步骤3.** 按[限制线1]、[限制线2]、[限制线3]或[限制线4]菜单键，选择要激活设置的限制线号。

#### 4.2.7.2 设置限制线类型

可以将限制线设为上限或下限，并根据该限制线设置选择应用的测试轨迹。

**步骤1.** 按【限制线】键，进入限制线菜单。

**步骤2.** 按[限制线]菜单键。

**步骤3.** 按[限制线1]、[限制线2]、[限制线3]或[限制4]，更改限制线号。默认限制线设定为限制线1。

**步骤4.** 按[类型]菜单键，选择[类型 上限 下限]或[类型 上限 下限]。设置限制线类型为上限或下限。

**步骤5.** 按[测试轨迹]，选择[轨迹1]或[轨迹2]，轨迹1为默认设置。



## 4 操作指南

### 4.2 高级操作指南

件操作”。



图 4.56 典型的限制线表格



图 4.57 限制线连接

#### 4.2.7.4 启用限制线测试

只有按上述步骤，设置好限制类型、测试轨迹，并建立好限制线表格后，才能启动限

制线测试功能。根据限制线设置轨迹测试，如果想得到报告结果，选择测试为“开”状态。此时当测试结果失败，则会在如图4.58所示的位置显示“限制线失败”，四个限制线均需要分别设置。

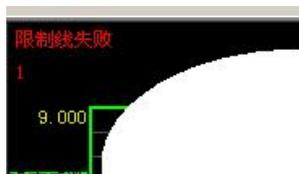


图 4.58 限制线失败指示标记

**步骤1.** 按【限制线】键，进入限制线操作菜单。

**步骤2.** 按[测试]键设置测试为“开”状态，即启用限制线测试功能。

#### 4.2.7.5 显示限制线

只有按上述步骤，设置好限制线类型、测试轨迹，并建立好限制线后，才可以选择显示限制线。

### 提示

限制线只能在图形显示格式下才能显示。

欲在图形中显示限制线，选择显示为“开”状态；若不希望在图形中显示限制线，选择显示为“关”状态，四条限制线均须分别设置。

**步骤1.** 按【限制线】键，进入限制线操作菜单

**步骤2.** 按[显示]菜单键设置显示为“开”状态，即在屏幕上显示限制线。

#### 4.2.7.6 关闭所有限制线显示

**步骤1.** 按【限制线】键，进入限制线操作菜单

**步骤2.** 按[关闭所有限制线]菜单键，即关闭屏幕上显示的所有限制线。

### 提示

是否显示限制线并不影响限制线测试功能和限制线测试结果显示。

## 4 操作指南

---

### 4.2 高级操作指南

## 5 按键分组和菜单说明

本章描述3986系列噪声系数分析仪前面板上按键及其对应的菜单键。所有键均按照按键分组进行描述，同时描述每个按键下对应的菜单键。

- [测量键组..... 141](#)
- [控制键组..... 152](#)
- [显示键组..... 161](#)
- [系统键组..... 169](#)

### 5.1 测量键组

- [【频率/点数】键..... 142](#)
- [【校准】键..... 143](#)
- [【超噪比】键..... 145](#)
- [【平均】键..... 148](#)
- [【模式设置】键..... 149](#)
- [【带宽】键..... 151](#)

本节详细介绍测量键组及其对应的菜单项功能、参数等信息，测量键组按键如图 5.1 所示。



图 5.1 测量键组

## 5.1 测量键组

## 5.1.1 【频率/点数】键

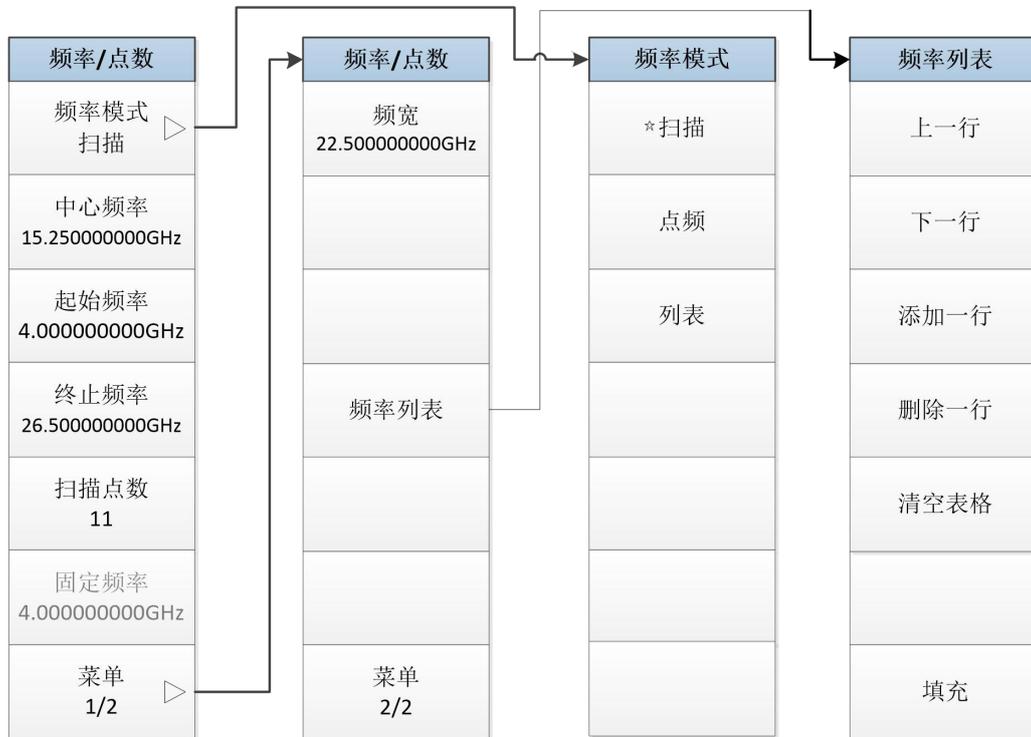


图 5.2 频率/点数菜单

按下该键会进入频率模式、频率设置、扫描点数设置等菜单键，如图5.2所示。当设置扫描频率模式时，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。

**【频率模式】**

按下该菜单键，会进入频率模式选择菜单，噪声系数分析仪提供扫描、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。

**【中心频率】**

该键设置中心频率，用于设置测量频率范围的中心值。当设置中心频率值后，频率范围数值会根据频宽的设置自动转换为起始频率和终止频率数值显示在测量设置信息显示区中。

**【起始频率】**

该键设置扫描测量起始频率，在图形格式中，轨迹从方格左侧开始。当设置起始频率值被后，其数值显示在测量设置信息显示区中。

**【终止频率】**

该键设置扫描测量终止频率，在图形格式中，轨迹在方格右侧终止。当设置终止频率后，

其数值显示在测量设置信息显示区中。

#### **[扫描点数]**

该键在扫描频率模式中, 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, 设置的扫描点数显示在测量设置信息显示区中。

#### **[固定频率]**

该键设置点频频率模式下的测量频率点, 当设定固定频率值后, 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。

#### **[频宽]**

该键设置中心频率为中心的对称的频率范围, 当设置频宽值后, 其数值会根据中心频率的设置自动转换为起始频率和终止频率数值显示在测量设置信息显示区中。

#### **[频率列表]**

按该键后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。

**[上一行]** 通过该键选择表中的一个特定条目, 方法是按该菜单键, 在表中一次向上移动一个条目。

**[下一行]** 通过该键选择表中的一个特定条目, 方法是按该菜单键, 在表中一次向下移动一个条目。

**[添加一行]** 该键增加一个新条目, 将条目增加至表格底部最后一个有效条目之后, 当完成该新添条目编辑后, 表格会按照频率从低到高顺序自动重新排列。

**[删除一行]** 该键从表中清除当前激活的单行条目。

**[清空表格]** 该键清除表中的所有条目。

**[填充]** 该键会清除以前存在的列表, 并用扫描频率模式生成当前的频率来填充频率列表。

### 5.1.2 【校准】键

按该键会执行一个内部校准程序。校准与测量相似, 只是没有连接被测件。该功能用于修正第二级, 即噪声系数测试系统附加的噪声, 以得到被测件的噪声系数和增益, 校准菜单如图5.3所示。

5.1 测量键组



图5.3 校准菜单

**校准步骤:**

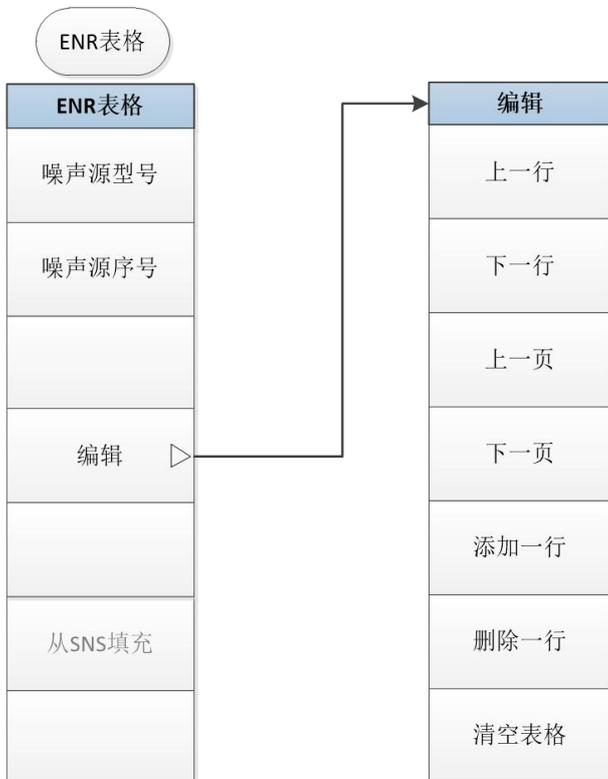
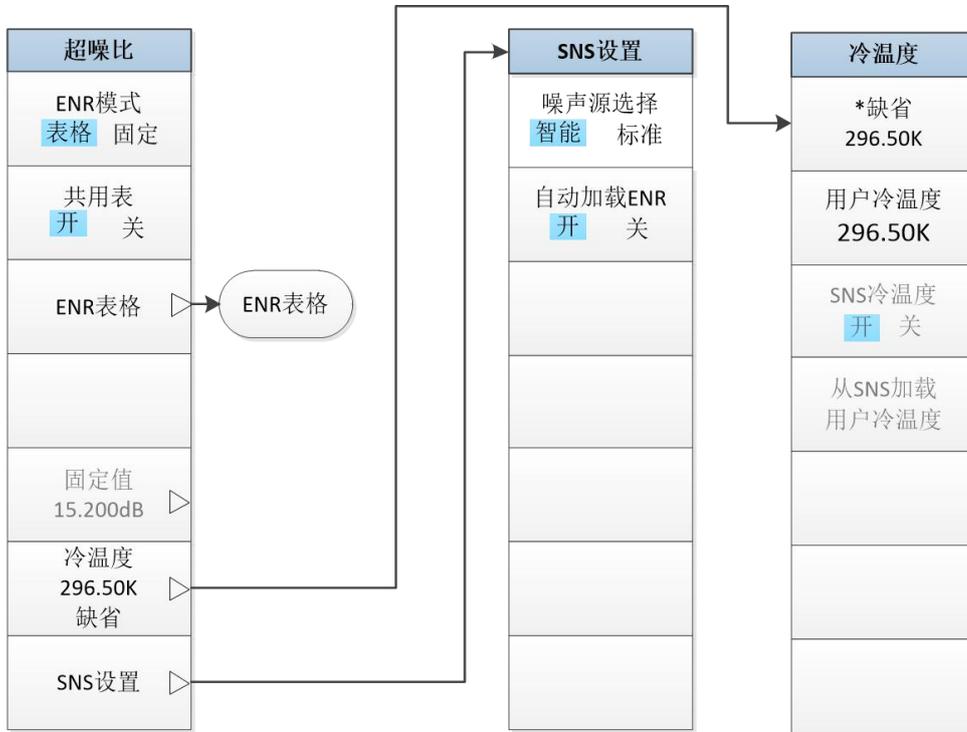
首先按【校准】键，进入校准菜单，然后按[校准]菜单键两次，进行校准。第一次按下[校准]时，会出现提示，要求再按一次，提示信息如下图5.4所示：



图 5.4 校准提示对话框

提示再次按[校准]菜单键，开始校准，或者按【取消】键终止校准。校准过程中生成的数值用于修正被测件噪声系数和增益测量。

5.1.3 【超噪比】键



## 5.1 测量键组

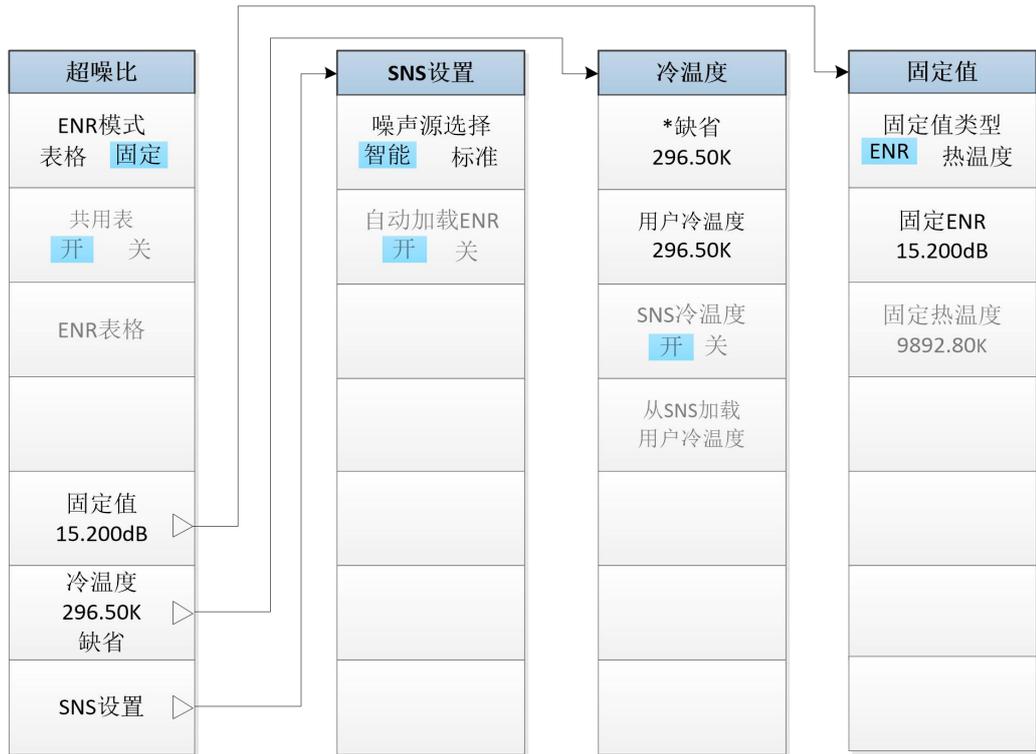


图 5.5 超噪比菜单

该键进入超噪比设置和编辑菜单。包括设置ENR模式、共用表开关、编辑超噪比表、指定一个冷温度、选择一个固定超噪比值和SNS设置等。超噪比菜单结构如图5.5所示。

**[ENR模式]**

该键用于选择[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ENR]或[固定热温度]菜单键设置单一的超噪比数值，超噪比表中数据无效。

**[共用表]**

该键用于设置[共用表]为“开”或“关”状态。默认值设置[共用表]为“开”状态。当设置[共用表]为“关”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。

**[ENR表格]**

该键用于进入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。

**[噪声源型号]** 该键进入噪声源型号输入对话框。用外接键盘和数字小键盘输入噪声源型号，按前面板【Enter↵】键完成输入。

**[噪声源序号]** 该键进入噪声源序号输入对话框。用外接键盘和数字小键盘输入序号，按前面板【Enter↵】键完成输入。

**[编辑]** 该键进入频率/超噪比数据编辑界面，关于编辑表格数据的方法请参阅“3.3.4.5 处理表格”。

## 5.1 测量键组

- 【上一行】** 该键用于选择表中的一个特定条目，方法是按该菜单键，在表中一次向上移动一个条目。
- 【下一行】** 该键用于选择表中的一个特定条目，方法是按该菜单键，在表中一次向下移动一个条目。
- 【上一页】** 该键整页向上移动表格条目。
- 【下一页】** 该键整页向下移动表格条目。
- 【添加一行】** 该键增加一个新条目。将条目增加至表格底部最后一个有效条目之后，完成新添加一行表格编辑时，将按照频率从低到高顺序自动重新排列表格。
- 【删除一行】** 该键从表中清除当前激活的单行条目。
- 【清空表格】** 该键清除表中的所有条目。

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。

**【测量表格】**

该键用于进入ENR表格编辑菜单，用于输入、更改或核实测量ENR表中的数据、噪声源型号和噪声源序号等。

**【校准表格】**

该键用于进入ENR表格编辑菜单，用于输入、更改或核实校准ENR表中的数据、噪声源型号和噪声源序号等。

**【固定值】**

按该键进入固定值设置菜单，用于选择一个固定值类型，包括固定ENR和固定热温度。这个值在校准和测量过程中用于整个频率范围。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15.200dB。

**【固定值类型】** 该键用于选择[固定值类型]是“ENR”还是“热温度”方式，[固定值类型]默认设置是“ENR”。

**【固定ENR】** 该键用于输入一个固定ENR值，该数值在校准和测量过程中应用于整个频率范围。设置[ENR模式]为“固定”模式和[固定值类型]为“ENR”方式后，该菜单键及通过该菜单键设置的数值才有效。默认值为15.200dB。用数字小键盘输入超噪比值，用对应的单位菜单键完成该输入。可以使用[dB]、[K]、[C]或[F]单位键完成超噪比固定值的输入，以K、C或F为单位的数据自动转换以dB为单位显示。

**【固定热温度】** 该键输入一个固定热温度值，该数值在校准和测量过程中应用于整个频率范围。设置[ENR模式]为“固定”模式和[固定值类型]“热温度”方式后，该菜单键及通过该菜单键设置的数值才有效，默认值为9892.80K。用数字小键盘输入热温度值，选择单位菜单键完成该输入。可以使用[K]、[C]或[F]单位键完成固定热温度输入，以C或F为单位输入的数据自动转换以K为单位显示。

**【冷温度】**

该菜单键用于进入冷温度设置和输入菜单。[冷温度]为“缺省”状态时，使用默认冷温度值296.50K。[冷温度]为“用户”状态时，则使用用户输入的冷温度数值。或者如果已经连接了智能噪声源，可按[从SNS加载用户冷温度]菜单键从SNS填充冷温度值。当[SNS冷温度]设置为“开”时，则使用智能噪声源探测到的环境温度值，并在每个测量扫描之后将自动刷新

### 5.1 测量键组

该数值。智能噪声源这个功能使用噪声源内置的温度传感器探测温度，噪声系数分析仪能够加载该数值，并将该冷温度数值用于噪声系数计算的温度修正，提高噪声系数测量精度。

**【缺省 296.50K】** 该菜单键用于选择默认值296.50K作为冷温度值。

**【用户冷温度】** 该键用于设置[冷温度]为“用户”状态，并设置、更改用户冷温度值。用数字小键盘输入冷温度值，选择单位菜单键完成该输入。可以按[K]、[C]或[F]单位完成冷温度输入，以C或F为单位输入的数据自动转换以K为单位显示。

**【SNS冷温度】** 该键用于设置是否自动从智能噪声源内置温度传感器上加载冷温度值。当设置为[SNS冷温度]为“开”时，冷温度数值在每次扫描时更新。当设置为[SNS冷温度]为“关”时，不自动加载冷温度值，该功能只有在智能噪声源已经连接时才有效。

#### **【从SNS加载用户冷温度】**

按该键从智能噪声源内置温度传感器上加载冷温度值，该功能只有在智能噪声源已经连接上才能有效。

#### **【SNS设置】**

该键用于选择使用的噪声源类型。此外，如果使用智能噪声源，则允许选择自动加载该智能噪声源的超噪比数据。

**【噪声源选择】** 设置[噪声源选择]为“标准”方式时，使用连接在+28V噪声源驱动端口上的噪声源；设置[噪声源选择]为“智能”方式时，如果智能噪声源驱动端口上已连接噪声源，则使用该噪声源。可以将智能噪声源和噪声源同时与噪声系数分析仪连接。但是，噪声系数分析仪的+28V驱动器只能驱动一个噪声源，因此，需要选择使用哪一类噪声源。[噪声源选择]默认设置为“智能”方式，这是首选项，但是即使选择该默认设置方式，如果智能噪声源未连接，噪声系数分析仪会自动使用+28V标准噪声源驱动。

**【自动加载ENR】** 设置[自动加载ENR]为“开”状态时，可使噪声系数分析仪自动加载智能噪声源超噪比值，并使相关数据输入共用超噪比表。噪声系数分析仪开机后，智能噪声源连接在智能噪声源端口上，就会自动加载。选择[自动加载ENR]为“关”状态不能自动加载智能噪声源超噪比。

### 5.1.4 【平均】键

按该键进入平均菜单，如图5.6所示。欲启用平均功能，设置[平均]为“开”状态，欲禁用平均功能，设置[平均]为“关”状态。设置[平均]为“开”状态时，使用数字小键盘和按[确认]菜单键在平均次数对话框中输入平均值，也可按【▲】、【▼】上下箭头键或旋转旋钮调整平均次数到合适值，该平均次数显示在测量设置信息显示区中。平均次数的设置范围是1~512，默认值为1，表示未执行平均。



图5.6 平均菜单

### 5.1.5 【模式设置】键

该键进入DUT设置、外部本振配置、不确定度计算及扩频模块设置等菜单，如图5.7所示。

5.1 测量键组

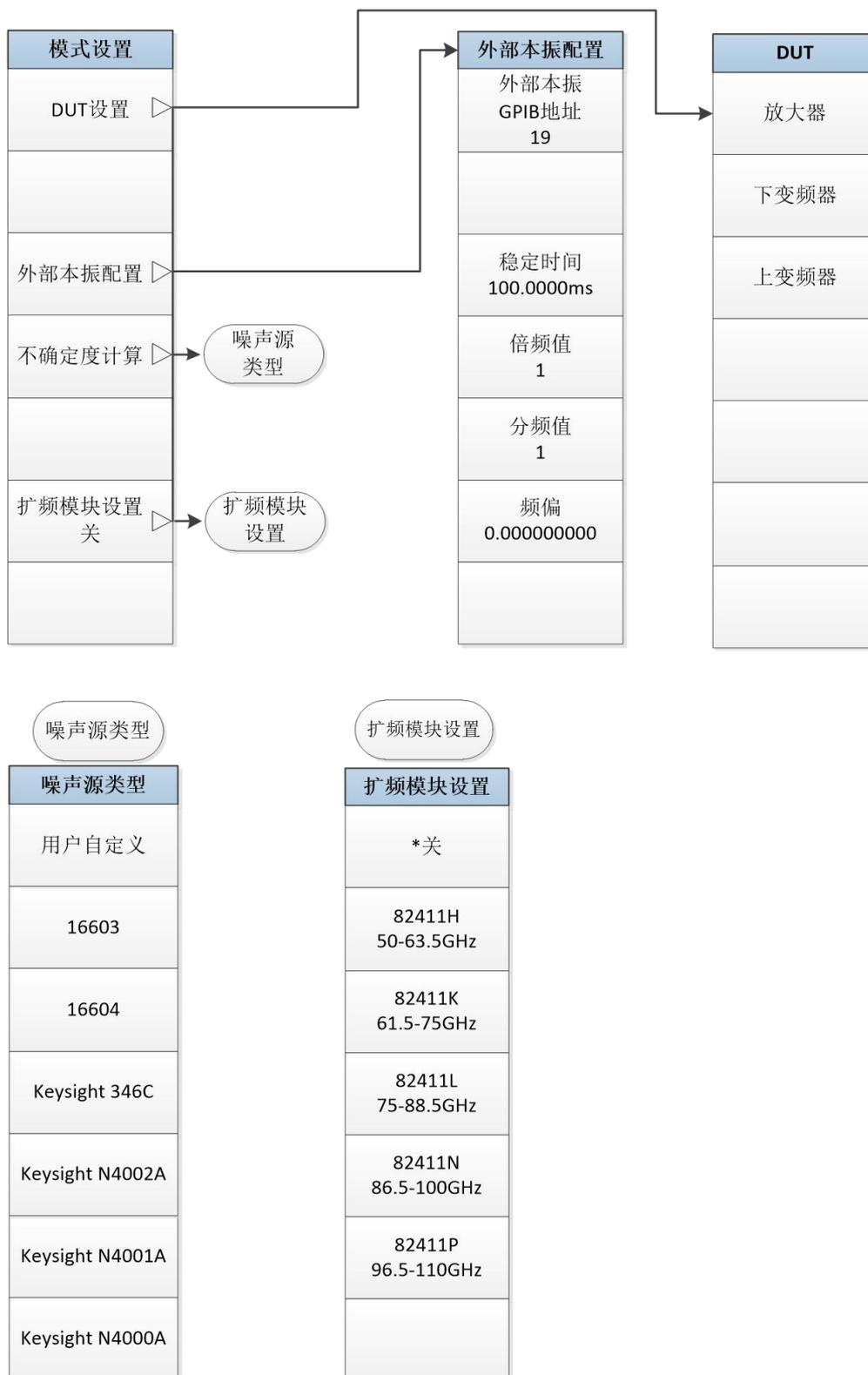


图 5.7 模式设置菜单

**[DUT设置]**

该键用于选择测量的被测件类型。

**[放大器]** 按该键选择被测件类型为放大器。

**[下变频器]** 按该键选择被测件类型为下变频器。

**[上变频器]** 按该键选择被测件类型为上变频器。

**[外部本振配置]****[外部本振GPIB地址]**

该键用于设置外部本振的GPIB地址，默认地址为19。

**[稳定时间]** 该键用于设置本振源输出的稳定时间，用数字小键盘输入时间数值，但对应的单位键完成输入。

**[倍频值]** 该键用于设置本振的倍频值。

**[分频值]** 该键用于设置本振的分频值。

**提示**

被测件是谐波/分谐波混频器，通过设置倍频值和分频值，实现噪声系数分析仪对扫描本振源输出频率自动控制和噪声系数的扫描测量。

**[频偏]** 该键用于设置本振的频偏。

**提示**

被测件是接收机系统，当包含多级变频链路时，通常有一级变频器的混频模式是可变本振，其它各级变频器为固定本振。可以通过设置本振频偏的方法，实现噪声系数分析仪对可变本振的自动控制和多级变频链路噪声系数的自动扫描测量。

**[不确定度计算]**

按该键进入噪声系数测量不确定度计算设置界面，实现噪声系数测量不确定度的量化分析，便于用户对每次测量结果进行综合评定。其中噪声源的类型选择和测量不确定度计算相关。

**[扩频模块设置]**

扩频模块设置及相关菜单键，只有在选择了扩频测量时，才能被激活。

**[关]** 按该键返回基本放大器测量模式。

**[82411H]** 按该键自动完成82411H (50GHz ~ 63.5GHz) 模块扩频测量参数设置。

**[82411K]** 按该键自动完成82411K (61.5GHz ~ 75GHz) 模块扩频测量参数设置。

**[82411L]** 按该键自动完成82411L (75GHz ~ 88.5GHz) 模块扩频测量参数设置。

**[82411N]** 按该键自动完成82411N(86.5GHz ~ 100GHz) 模块扩频测量参数设置。

**[82411P]** 按该键自动完成82411P(96.5GHz ~ z) 模块扩频测量参数设置。

**5.1.6 【带宽】键**

按该键进入带宽菜单，如图5.8所示。欲手动设置带宽，首先按[带宽]键设置[带宽]为“手动”状态；噪声系数分析提供4MHz、2MHz、1MHz、400kHz、200kHz和100kHz六种带宽

### 5.2 控制键组

供用户选择，可按【▲】、【▼】上下箭头键或旋转旋钮选择带宽，也可以用数字小键盘输入带宽数值，按对应单位键完成输入，带宽信息在测量设置信息显示区中显示，默认设置时带宽为4MHz。



图 5.8 带宽菜单

### 5.2 控制键组

- **【损耗补偿】键**.....153
- **【模式】键**.....155
- **【限制线】键**.....156
- **【扫描】键**.....158
- **【修正】键**.....159
- **【重扫】键**.....161

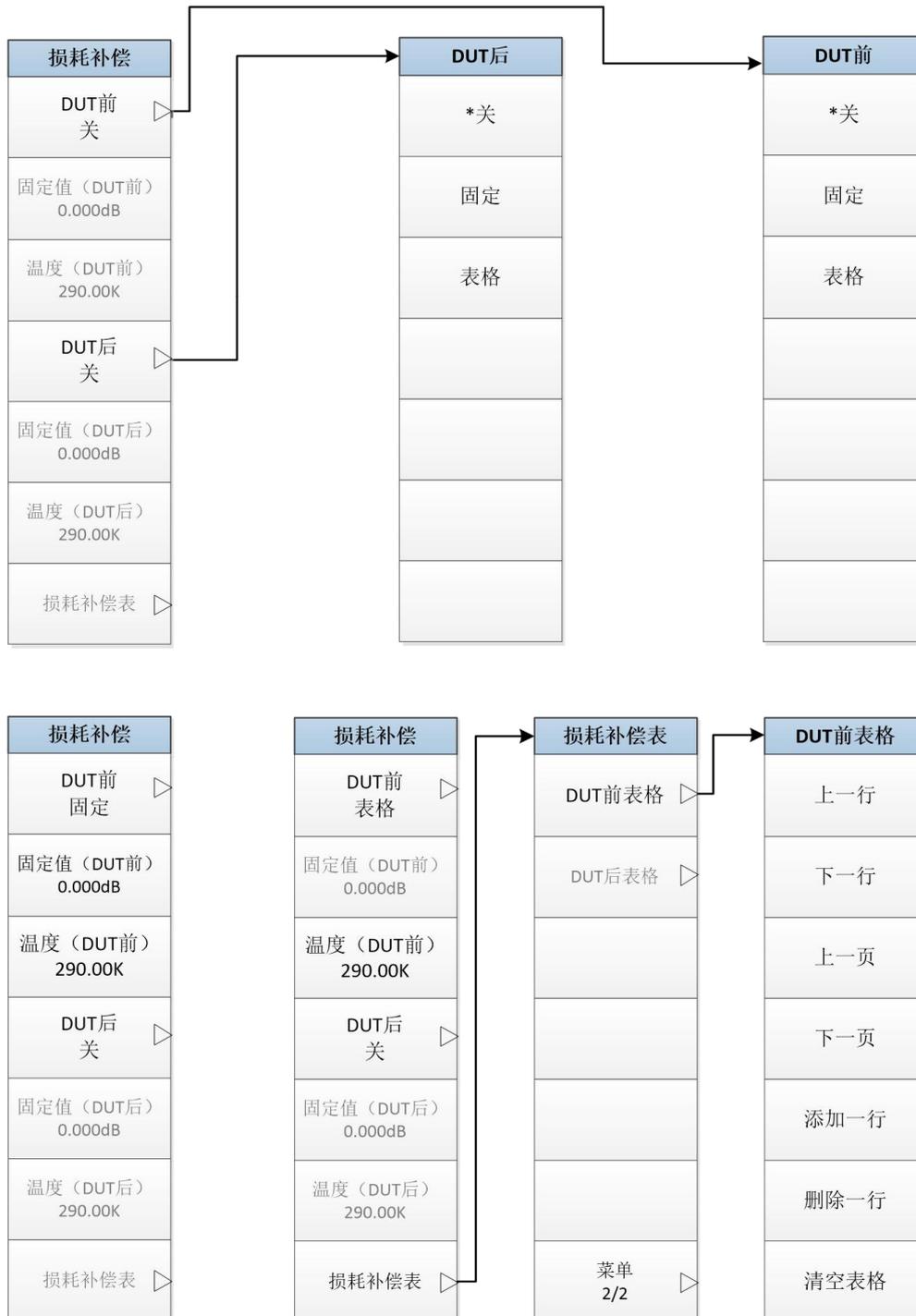
本节详细介绍控制键组及其对应的菜单项功能信息，控制键组按键如图 5.9 所示。



图 5.9 控制键组

## 5.2.1 【损耗补偿】键

按该键进入损耗补偿操作菜单，如图5.10所示。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。



## 5.2 控制键组

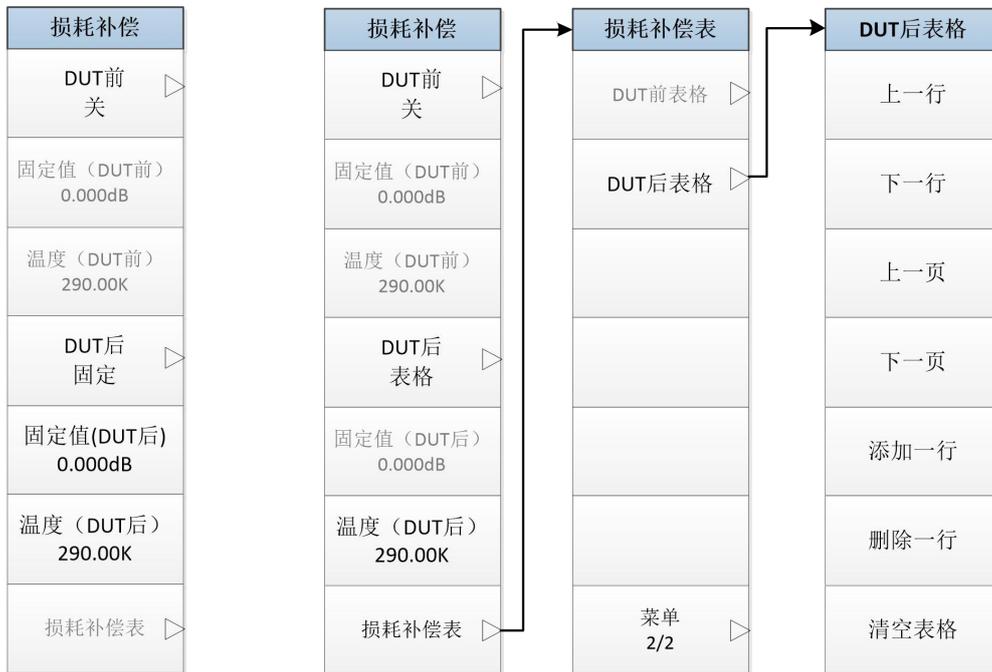


图 5.10 损耗补偿菜单

**[DUT前]**

该菜单键用于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。

**[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]或[线性]单位键完成输入。输入线性数值时自动转换为dB显示，固定值的下限为-100.00dB，上限为100.00dB，默认为0.00dB。

**[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]、[C]或[F]单位键完成输入，以C和F为单位的数值自动转换为以K为单位显示。温度下限为0.00K，上限为296,50000.0K，默认值为290.00K。

**[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。

#### **【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]或[线性]单位键完成输入。输入线性数值时自动转换为dB显示，固定值的下限为-100.00dB，上限为100.00dB，默认为0.00dB。

#### **【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]、[C]或[F]单位键完成输入，以C和F为单位的数值自动转换为以K为单位显示。温度下限为0.00K，上限为29650000.0K，默认值为290.00K。

#### **【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。

**【DUT前表格】** [DUT前]的补偿类型设置为“表格”时才有效。

**【DUT后表格】** [DUT后]的补偿类型设置为“表格”时才有效。

**【上一行】** 该键用于选择表中的某一特定行，按该菜单键后，在表中一次向上移动一个条目。

**【下一行】** 该键用于选择表中的某一特定行，按该菜单键后，在表中一次向下移动一个条目。

**【上一页】** 该键整页向上移动表格条目。

**【下一页】** 该键整页向下移动表格条目。

**【添加一行】** 按该键增加一个新条目。将该条目增加至表格底部，完成该条目输入时，按频率从低到高顺序自动重新排列条目。使用单位菜单键完成损耗值输入，还可以按**【Enter.␣】**键完成损耗值输入，此时对应的单位为dB。

**【删除一行】** 按该键从表中清除当前激活的单行条目。

**【清空表格】** 按该键清除表中的所有条目。

### 5.2.2 【模式】键

该键用于仪器扩展测试功能开发，目前暂时仅支持噪声系数测量。

## 5.2 控制键组

## 5.2.3 【限制线】键

按该键进入限制线设置菜单，如图5.11所示。限制线功能用于标记轨迹的界限，共有四个独立的限制线，代码为1至4，均可用于轨迹1和轨迹2的测试，可设置为上限或下限。当测试轨迹超出其中限制线时会发出“限制线失败”提示。

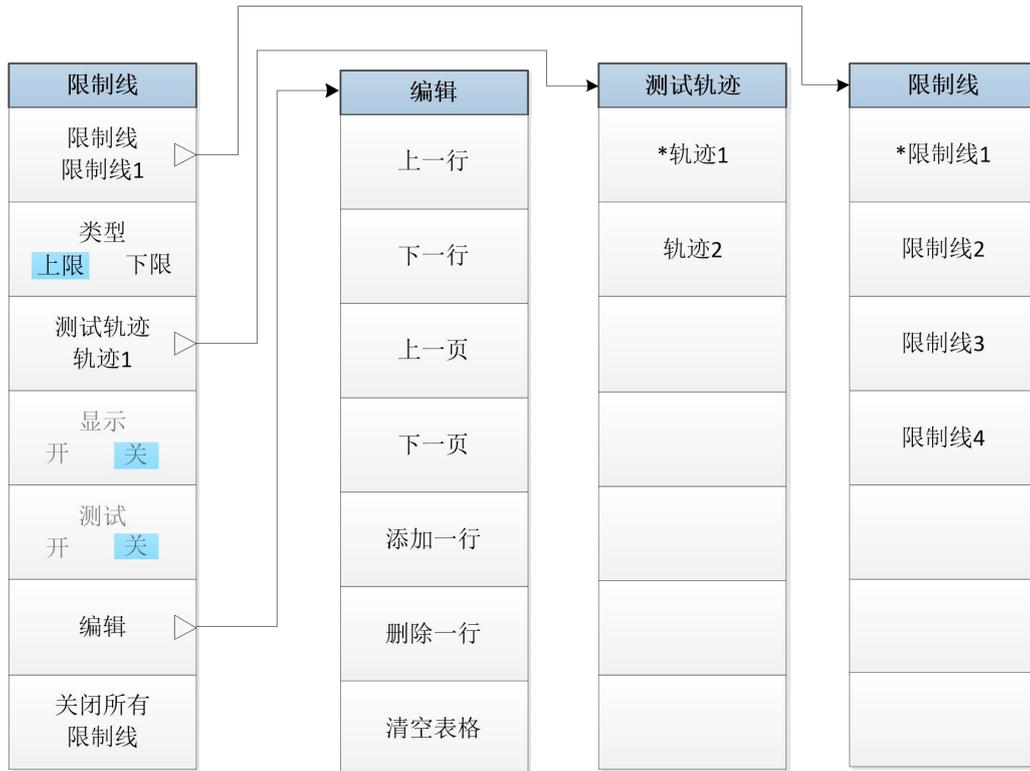


图5.11 限制线菜单

**【限制线】**

用于选择激活的限制线标号，共有4个限制线可供选择，限制线1是默认的限制线标号。选定限制线标号后，其它限制线菜单可对该限制线进行设置。

**【限制线1】** 选择限制线标号1，此为默认设置。

**【限制线2】** 选择限制线标号2。

**【限制线3】** 选择限制线标号3。

**【限制线4】** 选择限制线标号4。

**【类型】**

该键用于选择限制线【类型】为“上限”或“下限”，默认限制线【类型】为“上限”。

**【测试轨迹】**

该键用于选择指定限制线测试适用的轨迹线，默认测试轨迹为“轨迹1”。

**【轨迹1】** 设置指定的限制线测试适用于轨迹1，即图形显示格式的上图测试轨迹。

**【轨迹2】** 设置指定的限制线测试适用于轨迹2，即图形显示格式的下图测试轨迹。

**【显示】**

**5.2 控制键组**

该菜单键在输入限制线数据后才成为激活菜单键,用于设置是否在图形格式中显示激活的限制线。欲显示限制线,设置[显示]为“开”状态,欲关闭限制线显示,设置设置[显示]为“关”状态,此为默认设置。

**[测试]**

该菜单键在输入限制线数据后才成为激活菜单键,用于设置是否开启激活限制线的测试功能。欲启用测试,设置[测试]为“开”状态,欲禁用测试,设置[测试]为“关”状态,此为默认设置。

**[编辑]**

按该菜单键进入限制线表格的编辑界面。输入数值之后,限制线按频率从低到高的顺序自动排列。

**[频率]** 该键设置当前条目的频率值。

**[值]** 该键设置当前条目的限制值。

**[连接]** 该键用于设置当前点与前一个点连接还是断开。设为Yes时,当前点与前一个点连接,设为No时,当前点与前一个点断开。

限制线表格的编辑方法请参阅“[3.3.4.5 处理表格](#)”,或参考下列有关如何在表中输入数值的说明。

**[上一行]** 该键用于选择表中的某一特定条目。按该菜单键后,在表中一次向上移动一行。

**[下一行]** 该键用于选择表中的某一特定条目。按该菜单键后,在表中一次向下移动一行。

**[上一页]** 按该键整页向上移动表格条目。

**[下一页]** 按该键整页向下移动表格条目。

**[添加一行]** 按该键增加一个新条目。将该条目增加至表格底部,并在该行输入完成时按频率从低到高的顺序自动排列表格。

**[删除一行]** 该键从表中清除激活状态的单行条目。

**[清空表格]** 该键清除表中的所有条目。

**[关闭所有限制线]** 该键关闭所有限制线,包括所有测试结果和批注。

5.2 控制键组

5.2.4 【扫描】键

该菜单键用于设置噪声系数分析仪的重扫、扫描模式和手动测量等，如图 5.12 所示。



图 5.12 扫描菜单

**【重扫】**

在测量进行过程中，若按下[重扫]菜单键，噪声系数分析仪会终止当前测量，开始一个新测量，该菜单键和前面板的【重扫】键功能相同。

**【扫描模式】**

该菜单键用于控制噪声系数分析仪的扫描模式，以便进行一次或多次扫描测量。欲设置噪声系数分析仪执行一次测量后进入保持状态，设置[扫描模式]为“单次”方式，欲设置噪声系数分析仪进行持续重复测量，设置[扫描模式]为“连续”方式，此为默认设置。

**【手动测量】**

**【手动测量】** 该键用于设置[手动测量]为“开”或“关”状态，以便启用或关闭手动测量功能，默认设置为“关”状态。

**【手动测量设置】** 该键用于设置手动测量相关操作。

**【噪声源状态】** 该键进入噪声源开和关控制菜单。

**【噪声源】** 若选择[噪声源]为“开”状态，则会在所选频率点执行热功率测量。若选择[噪声源]为“关”，则会在所选频率点执行冷功率测量，默认状态为“关”状态。

**【返回】** 该键用于退出噪声源开关手动设置状态，返回噪声系数分析仪正常的扫描状态。

**【衰减设置】** 该键用于以手动方式设置射频/微波衰减值和中频衰减值。

**【RF衰减】** 该键用于设置射频波段衰减器为“自动”或“固定”状态。默认设置时[射频衰减]为“自动”状态。

**【RF衰减值】** 该键用于手动设置射频波段衰减值，射频衰减值的设置范围是0dB ~ 45dB，5dB步进，默认衰减值为0dB。

**【 $\mu$ W衰减】** 该键用于选择微波波段衰减器为“自动”或“固定”状态，默认设置时[ $\mu$ W衰减]为“自动”状态。

**【 $\mu$ W衰减值】** 该键用于手动设置微波波段衰减值，微波衰减值的设置范围是0dB ~ 15dB，5dB步进，默认衰减值为0dB。

**【IF衰减】** 该键用于选择中频衰减器为“自动”或“固定”状态。默认设置时[IF衰减]是“自动”状态。

**【IF衰减值】** 该键用于手动设置IF衰减值，中频衰减值的设置范围是0dB ~ 30dB，1dB步进，默认衰减值为0dB。

**5.2.5 【修正】键**

按该键会进入修正/衰减设置菜单，如图 5.13 所示。用于打开或关闭测量过程中的误差修正功能，默认状态取决于之前是否已经进行校准，当执行了校准，自动设置[噪声系数修正]为“开”状态，当仪器未进行校准，自动设置[噪声系数修正]为“关”状态。“修正”/“未修”提示会显示在测量设置信息显示区中。该键还用于在校准过程中根据被测件的增益范围选择噪声系数分析仪适当的输入衰减量，这样会使校准变快。

## 5.2 控制键组

修正/衰减
噪声系数修正 开 <input type="checkbox"/> 关 <input checked="" type="checkbox"/>
RF校准最小衰减值 0dB
RF校准最大衰减值 20dB
$\mu$ W校准最小衰减值 0dB
$\mu$ W校准最大衰减值 0dB

图5.13 修正菜单

**[噪声系数修正]**

该键用于设置在测量时是否进行误差修正，设置[噪声系数修正]“开”时进行测量误差修正的噪声系数测量，得到被测件准确的增益和噪声系数，打开修正功能时，会在测量设置信息显示区右下角显示“修正”批注。

下述菜单键用于设置射频和微波波段校准时的最小和最大衰减器值。

**[RF校准最小衰减值]**

该菜单键用于设置校准过程中射频波段衰减器的最小衰减值，射频波段频率范围：10MHz ~ 4GHz，射频波段衰减器可按照 5dB 步进值在 0dB ~ 45dB 之间选择合适衰减值，默认最小衰减值为 0dB。

**[RF校准最大衰减值]**

该菜单键用于设置校准过程中射频波段衰减器的最大衰减值，射频波段频率范围：10MHz ~ 4GHz，射频波段衰减器可按照5dB步进值在0dB ~ 45dB之间选择合适衰减值，默认最大衰减值为20dB。

**[ $\mu$ W校准最小衰减值]**

该菜单键用于设置校准过程中微波波段衰减器的最小衰减值，微波波段频率范围：4GHz ~ 18/26.5/40/50GHz，可按照5dB步进值在0dB ~ 15dB之间选择合适衰减值，默认微波波段最小衰减值为0dB。

**[ $\mu$ W校准最大衰减值]**

该菜单键用于设置校准过程中微波波段衰减器的最大衰减值，微波波段频率范围：4GHz ~ 18/26.5/40/50GHz，可按照5dB步进值在0dB ~ 15dB之间选择合适衰减值，默认微

波波段最大衰减值为0dB。

### 5.2.6 【重扫】键

在测量进行过程中若按下【重扫】键，会终止当前测量，开始一个新测量。取决于扫描模式设置，测量可执行一次或持续执行。

## 5.3 显示键组

- [【格式】键.....161](#)
- [【参数】键.....163](#)
- [【标尺】键.....164](#)
- [【频标】键.....167](#)

本节详细介绍显示键组及其对应的菜单项功能、参数等信息，显示键组按键如图 5.14 所示。



图 5.14 显示键组

### 5.3.1 【格式】键

该键用于选择测量数据的显示格式（包括图形、表格和测试仪三种）、参数表显示、组合显示、网格、批注和语言选择等，如图5.15所示。

## 5.3 显示键组

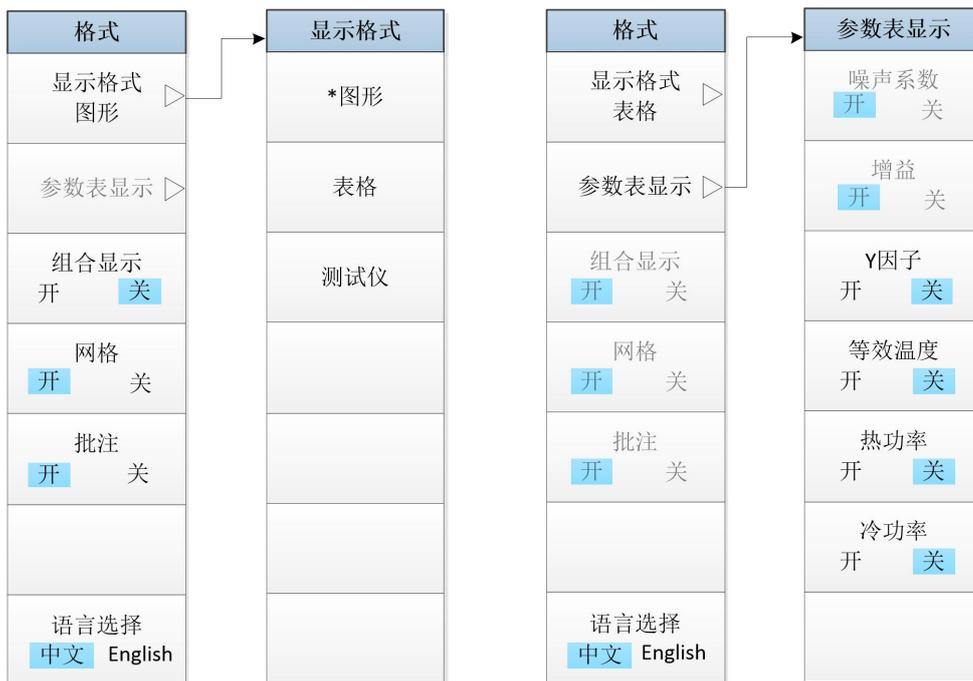


图 5.15 格式菜单

**[显示格式]**

该键用于选择测量数据的显示格式。

**[图形]** 按该键选择以图形格式显示测量结果，此为默认设置。

**[表格]** 按该键选择以表格格式显示测量结果。

**[测试仪]** 按该键选择以测试仪格式显示测量结果。

**[参数表显示]**

该菜单键只有在表格模式下才能被激活，用于设置表格模式下测量参数的显示。在表格模式下，轨迹1和轨迹2选择的参数为默认显示参数，位于表格模式下显示参数的前两列，为固定“开”模式，分别激活轨迹1和轨迹2后，可通过【标尺】键下[单位]菜单键设置测量参数显示单位。其它未显示的测量参数，用户可以通过按对应的参数菜单键设置“开”或“关”状态触发参数显示，并按参数表打开顺序分别显示在表格参数区的三到六列，最多可同时显示六个测量参数。三到六列参数以默认单位显示，等效温度的默认显示单位为K，其它参数的默认单位为dB。

**[噪声系数]** 用于触发噪声系数参数显示，默认设置为开。

**[增益]** 用于触发增益参数显示，默认设置为开。

**[Y因子]** 用于触发Y因子参数显示，默认设置为关。

**[等效温度]** 用于触发等效温度参数显示，默认设置为关。

**[热功率]** 用于触发热功率参数显示，默认设置为关。

**[冷功率]** 用于触发冷功率参数显示，默认设置为关。

**[组合显示]**

该菜单只有在图形显示格式下才有效。[组合显示]设置为“开”时，将双图显示中的上图

和下图组合为一个单图显示，该单图覆盖上图和下图。[组合显示]默认设置为“关”。

#### [网格]

该菜单只有在图形显示格式下才有效。[网格]设置为“开”时，会打开图形网格，此为默认设置。[网格]设置为“关”时，会关闭图形方格，方格从图形中移除。

#### [批注]

[批注]设置为“开”时，会打开图形周围的屏幕批注，显示批注，此为默认设置。设置[批注]为“关”时，会关闭图形周围的屏幕批注，批注从显示器中移除，但是菜单键依然在屏幕上显示。

#### [语言选择]

选择显示语言的种类为中文或 English。中文为默认设置。

### 5.3.2 【参数】键

按该键进入轨迹参数菜单，设置激活轨迹的的显示参数类型，如图 5.16 所示，设置的显示参数适用于所有显示格式。

#### [参数-轨迹1]

按下该菜单键，进入轨迹1测量结果参数的设置界面，默认设置为噪声系数。

- [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]** 该按键选择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。

#### [参数-轨迹2]

按下该菜单键，进入轨迹2测量结果参数的设置界面，默认设置为增益。

- [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。

## 5.3 显示键组

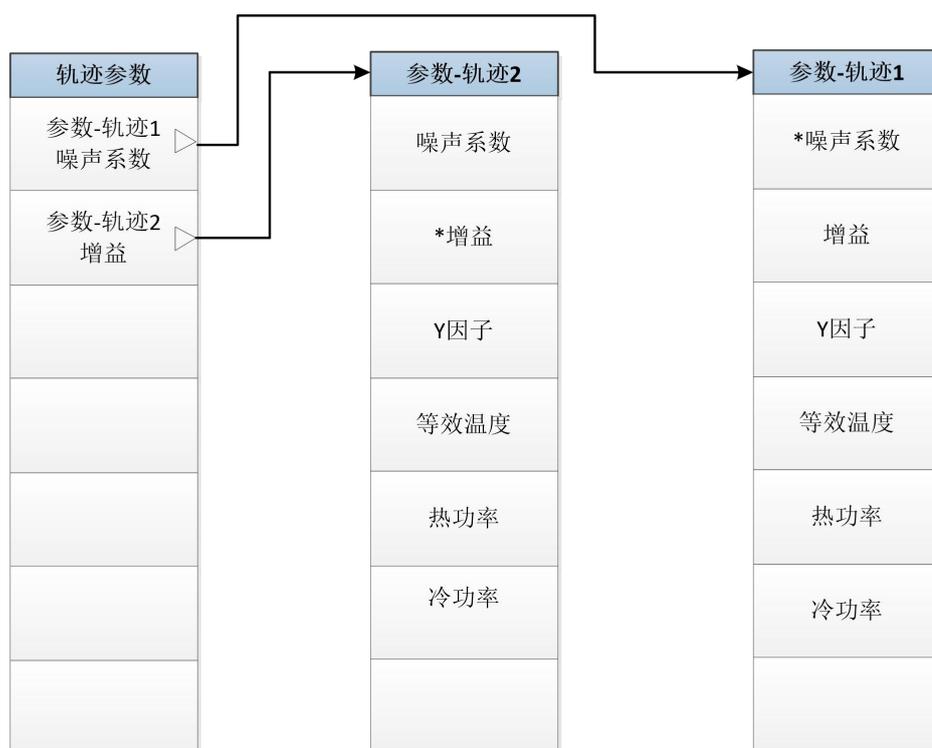


图 5.16 参数菜单

## 5.3.3 【标尺】键

按该键显示标尺菜单，为激活的测量参数指定显示单位和坐标上下限，如图5.17所示。单位设置可用于所有显示格式，但是坐标上下限设置仅适用于图形格式。

显示的标尺菜单取决于当前的激活测量参数。坐标上下限和参考值设置仅会影响数据的显示位置，不会影响测量结果。

标尺
轨迹 <input checked="" type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2
自动标尺 开 <input checked="" type="radio"/> 关
刻度/每格 1.000dB
参考值 4.000dB
单位 <input checked="" type="radio"/> dB <input type="radio"/> 线性
坐标上限 9.000dB
坐标下限 -1.000dB

图 5.17 标尺菜单

**[轨迹]**

该键用于选择当前激活的轨迹，[轨迹]选择为“1”时，轨迹1为激活轨迹，此为默认设置。[轨迹]选择为“2”时，轨迹2为激活参数轨迹。

**[自动标尺]**

选择[自动标尺]为“开”状态时，噪声系数分析仪每次测量后自动设置图形显示的坐标上限和下限，提供结果数据的最佳视图显示。[自动标尺]默认设置为“关”状态，测量结果根据固定的坐标下限值和坐标上限值显示在相应的位置上。

**[刻度/每格]**

该键用于设置Y轴每格的大小。设置刻度/格数值时，使用数字小键盘输入数值，按[确认]菜单键完成输入。也可以使用【▲】和【▼】上、下箭头键和旋转旋钮改变刻度/每格数值，设置该数值使坐标上限和坐标下限随之变化，因为这些参数是相互关联的。

**[参考值]**

该键用于调整测量轨迹在显示窗口中的垂直位置。用数字小键盘输入参考值，按[确认]菜单键完成输入。也可以使用【▲】和【▼】上、下箭头键和旋转旋钮改变参考值。

**[单位 dB 线性]**

该键用于设置数据显示的单位，根据测量参数不同，相应的可选单位如表5.1所示。

## 5.3 显示键组

表5.1 测量参数和单位对照表

测量参数	单位
噪声系数	dB或线性
增益	dB或线性
Y因子	dB或线性
有效温度	K、C或F
热功率	dB或线性
冷功率	dB或线性

**[坐标上限]**

该键用于设置Y轴上限。用数字小键盘输入坐标上限值，按[确认]菜单键完成输入。也可使用【▲】和【▼】上、下箭头键，或旋转旋钮改变坐标上限值。由于刻度/每格与坐标上限相互关联，设置坐标上限会使刻度/每格设置随之调整。

**[坐标下限]**

该键用于设置Y轴下限。用数字小键盘输入坐标下限值，按[确认]菜单键完成输入。也可使用【▲】和【▼】上、下箭头键，或旋转旋钮改变坐标下限值。由于刻度/每格与坐标下限相互关联，设置坐标下限会使刻度/每格设置随之调整。

## 5.3.4 【频标】键



图 5.18 频标菜单

### 5.3 显示键组

该键只有在图形显示格式下才有效，用于选择频标号、频标状态、频标类型、关闭所有频标、搜索类型、连续搜索开关等，如图5.18所示。最多可有四对频标，这些频标可以分布在不同的轨迹上，并可同时显示。一次只能控制一对频标，能被控制的频标称为激活频标。

所有启用频标结果均显示在图形上方的频标显示区中。当一个频标被激活后，其频率值显示在参数输入区中。

#### [频标选择]

噪声系数分析仪提供四个频标，频标号为1、2、3、4。所有频标均可启用（如有必要），但是只能有一个处于激活状态。

**[频标1]** 按该键选择频标1为激活频标，此为默认设置。

**[频标2]** 按该键选择频标2为激活频标。

**[频标3]** 按该键选择频标3为激活频标。

**[频标4]** 按该键选择频标4为激活频标。

#### [频标状态]

按该键选择[频标状态]为“开”或“关”，默认设置时[频标状态]为“关”。

#### [频标类型]

按该键选择[频标类型]为“普通”或是“差值”类型，默认设置时[频标类型]为“普通”，该键只有选择[频标状态]为“开”时才被激活。

#### [离散显示]

该键用于[离散显示]“开”或“关”状态设置。[离散显示]设置为“开”时，频标只指示实际测量频率点的测量结果，[离散显示]默认设置为“关”。

#### [关闭所有频标]

按该键关闭所有频标，包括频标显示区信息。

#### [搜索类型]

按菜单键可以配置轨迹上的频标搜寻类型，搜寻类型取决于设置类型，默认设置为“最大值”。

**[最大值]** 该键用于将激活频标放置在轨迹的最大值上。

**[最小值]** 该键用于将激活频标放置在轨迹的最小值上。

**[峰峰值]** 该键用于将频标放置在轨迹的最高值和最低值上。参考频标放置在最高峰，正常频标放置在最低谷。其频率和测量参数值显示在图形上方的频标显示区中，显示结果为正常频标和参考频标之间的差值。

#### [连续搜索]

[连续搜索]设置为“开”状态时，根据选择的搜索类型，每次测量后激活频标在轨迹上持续查找最大、最小或峰峰值。[连续搜索]设置为“关”状态时，可按[查找]菜单键执行一次频标搜索功能，[连续搜索]默认设置为“关”。

#### [查找]

按[查找]菜单键，执行一次光标搜索功能。

## 5.4 系统键组

- [【复位】键.....169](#)
- [【系统/本地】键.....169](#)
- [【文件】键.....174](#)
- [【保存】键.....175](#)
- [【打印】键.....175](#)
- [【帮助】键.....175](#)

本节详细介绍系统键组对应的菜单项功能和参数等信息，系统键组按键如图 5.19 所示。



图 5.19 系统键组

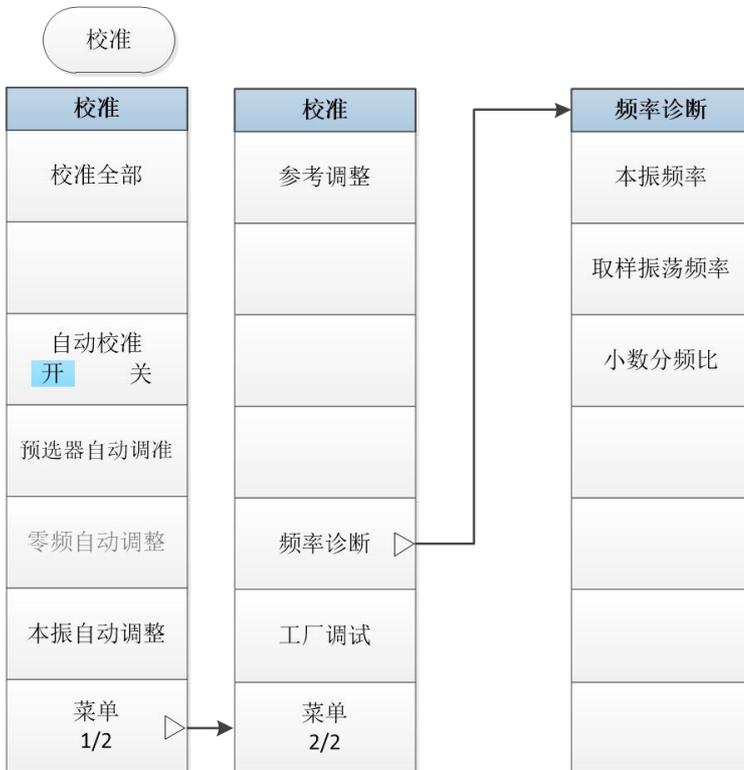
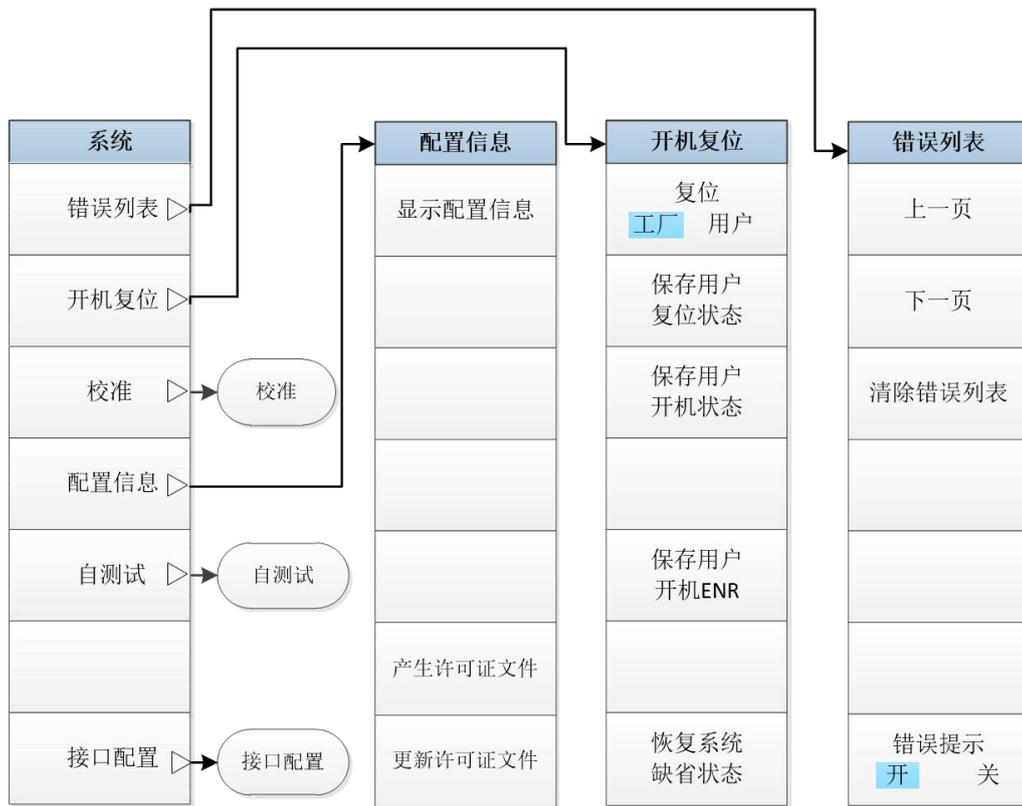
### 5.4.1 【复位】键

按下前面板【复位】键，控制噪声系数分析仪进行复位操作，根据复位状态设置，可复位到工厂初始状态或用户定义的复位状态。

### 5.4.2 【系统/本地】键

【系统/本地】按键对应的菜单如图 5.20 所示。当仪器处于远控状态时，按下该键，可以将仪器返回至本地状态。在本地状态下，按下该键，提供了与系统设置有关的功能，包括错误列表、开机复位、校准、配置信息、自测试和接口配置等相关的信息。

5.4 系统键组



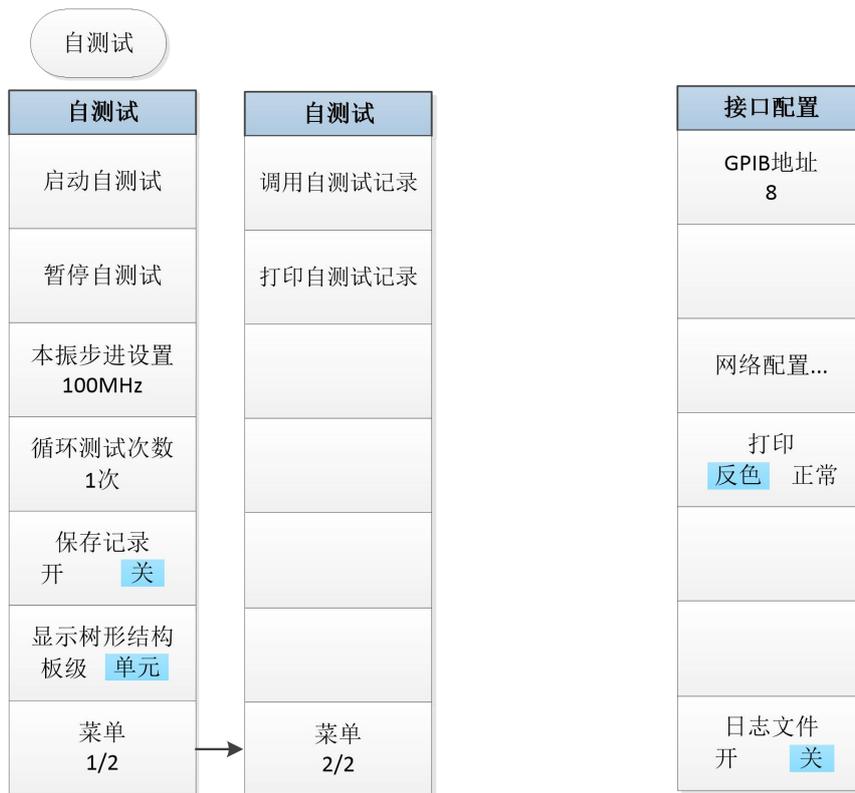


图 5.20 系统/本地菜单

**[错误列表]**

按下该菜单键，显示仪器的错误信息列表。

**[上一页]** 显示上一页的错误信息。

**[下一页]** 显示下一页的错误信息。

**[清除错误列表]** 用于清除错误列表的所有信息。

**[错误提示]** 设置[错误提升]为“开”和“关”状态，控制是否在仪器状态和错误信息显示区显示相关错误状态信息。

**[开机复位]**

**[复位]** 按[复位]键设置复位状态，选择用户按前面板**【复位】**键进行复位操作时，仪器执行的是工厂复位还是用户复位。默认设置[复位]为“用户”状态，仪器执行的是用户复位。如果用户没有保存用户复位状态，则仪器保持目前状态不发生改变。

**[保存用户复位状态]** 按该菜单键将仪器当前工作状态保存成用户复位状态。当菜单[复位]

选择成“用户”方式态时，按前面板**【复位】**键进行复位操作时，仪器工作状态自动恢复到用

户保存的复位状态。

#### 5.4 系统键组

**【保存用户开机状态】** 按该菜单键将仪器当前工作状态保存成用户开机状态。如果用户保存了用户开机状态，每次上电启动时，仪器工作状态将自动进入用户开机状态；如果用户没有保存用户开机状态，每次上电启动时，仪器工作状态将自动进入工厂开机状态。

#### 【校准】

按下该菜单键，进入仪器内部硬件的自动调整和校准菜单。主要包括预选器自动调整、本振自动调整、参考调整、频率诊断和工厂调试等菜单。

**【校准全部】** 按该菜单键可对噪声系数分析仪所有参数进行校准。校准一次通常需要花费几分钟的时间。

**【自动校准】** 控制自动校准的“开”和“关”，[自动校准]默认设置为“开”。噪声系数分析仪根据开机时间和检测仪器内部温度变化等手段自动判断是否进行校准。当[自动校准]设为“开”时，开机 15 分钟时将进行自动校准。如果 15 分钟内仪器检测到内部温度变化超过 10°C，则仪器立即停止当前测试，进行自动校准，待校准完成后，继续执行测量。机箱内温度每变化 10°C，将执行自动校准一次。如果不希望仪器自动执行校准打断正常测量，将 [自动校准] 设置为“关”。但是，如果仪器内部温度变化较大或者较长时间不执行自校准，会对测量结果造成一定影响。

**【预选器自动调整】** 用于实现对预选器中心频率的自动校准，保证仪器测量的准确度和一致性。

**【零频自动调整】** 可以实现零频信号自动幅度调整，保证对低频信号的测试需求。

**【本振自动调整】** 该菜单控制仪器优化设置本振控制参数。当仪器工作环境剧烈变化或内部温度剧烈变化时，仪器内部本振电路模块的控制参数可能需要发生变化，才能保证仪器本振电路正常和稳定的工作。噪声系数分析仪可以根据开机时间和检测仪器内部温度变化等手段自动优化设置本振控制参数。用户也可以通过该菜单手动控制仪器优化设置本振控制参数。

**【参考调整】** 用于调整内部参考时基的输出频率。

**【频率诊断】** 显示频率诊断功能的软菜单，包括[本振频率]、[取样振荡频率]和[小数分频比]。注意：在多波段的扫描中，显示的频率对应振荡器扫过相应波段的起始频率。

**【本振频率】** 显示对应当前波段第一本振的起始点频率。

**【取样振荡频率】** 显示当前波段起始频率对应的取样振荡器频率，同时显示取样环路带宽的补偿值。

**【小数分频比】** 显示当前波段起始频率对应的小数分频器的分频比。

#### 【配置信息】

控制和显示仪器的软硬件信息和选件配置。软菜单包括[显示配置信息]、[产生许可证文件]、[更新许可证文件]。

**【显示配置信息】** 显示当前仪器的软硬件和选件配置信息。

**【产生许可证文件】** 对仪器的软硬件选件进行配置，生成许可证文件。

**【更新许可证文件】** 通过更新许可证文件，对仪器的软硬件进行升级。

#### 【自测试】

## 5.4 系统键组

控制仪器执行自测试，软菜单包括[启动测试]、[暂停测试]、[本振步进设置]、[循环测试次数]、[保存记录]、[显示树形结构]、[调用自测试记录]、[打印自测试结果]等。

**[启动测试]** 在初次进入[自测试]菜单后或暂停自测试时，控制仪器启动自测试。

**[暂停测试]** 在仪器进行自测试时，控制仪器暂停自测试。

**[本振步进设置]** 仪器进行自测试时，设置本振步进频率设置，默认设置为 100MHz。

**[循环测试次数]** 设置仪器进行自测试时的循环测试次数。当仪器执行完设置的循环测试次数后，自动停止自测试。

**[保存记录]** 控制仪器在完成自测试后，是否自动保存自测试记录。默认设置下[保存记录]设置为“关”。

**[显示树形结构]**

控制仪器自测试结果显示方式。设置为“板级”方式时，则显示仪器内部电路板模块的自测试结果；设置为“单元”方式时，则显示仪器单元级模块的自测试结果。默认设置为“单元”方式。

**[调用自测试记录]** 调用上次保存过的自测试结果。

**[打印自测试结果]** 控制仪器打印当前显示的自测试结果。

**[接口配置]**

按下该菜单键，弹出与噪声系数分析仪接口配置相关的软菜单，包括[GPIB 地址]、[网络配置]、[打印]、[日志文件]。

**[GPIB 地址]** 用于设置本机的 GPIB 地址，该地址默认为 8。

**[网络配置]** 弹出设置 IP 地址和网关的 Windows 对话框。IP 地址和网关在出厂前被预置为自动获得 IP 地址。IP 地址和网关均可以手动更改。更改 IP 地址和主机名称的具体操作可以参考 Microsoft Windows7 帮助文档。

**[打印]**

设置打印输出的颜色为仪器屏幕正常颜色还是反向颜色。仪器屏幕轨迹显示区背景为黑色，为了方便使用，仪器打印屏幕轨迹显示区时，默认设置为“反色”方式。

**[日志文件]**

[日志文件]设置为“开”时，将操作仪器的一些信息写入文件，主要信息包括输入的程控命令信息等。日志文件在每次开机时将在程序运行目录下的 Factdir/Log 目录下自动产生，此开关工厂状态默认为“关”状态。

## 5.4 系统键组

### 5.4.3 【文件】键

该键进入文件相关的操作菜单，如图 5.21 所示，提供文件的保存、调用、保存测试数据及退出噪声系数分析仪测试程序等功能。



图 5.21 文件菜单

#### **【保存】**

按下该菜单键，弹出一个 Windows 标准“另存为”对话框。选择文件保存目录，输入需要保存的文件名，选择保存类型，然后按下保存按钮，完成文件保存操作。如果不想保存文件，则按【取消】键即可终止文件保存操作。具体内容请参考本手册章节“[3.3.4 执行文件操作](#)”内容。

#### **【调用】**

按下该菜单键，弹出一个 Windows 标准“打开”对话框。选择好调用文件的目录、文件类型和文件名，点击[打开]按钮，完成文件调用操作。如果不想调用此文件，则按【取消】键即可终止文件调用操作。具体内容请参考本手册章节“[3.3.4 执行文件操作](#)”内容。

#### **【保存测试数据】**

将调整后的参考数据保存到文件中。

#### **【退出】**

退出噪声系数分析仪软件程序，进入 Windows 操作系统界面。

#### 5.4.4 【保存】键

按下该键，能够快速保存屏幕图像，文件类型为“\*.bmp”。

#### 5.4.5 【打印】键

按下前面板【打印】键用于控制噪声系数分析仪进行屏幕快照打印。具体内容请参考本手册章节“[3.3.4 执行文件操作](#)”内容。

#### 5.4.6 【帮助】键

按下前面板【帮助】键，噪声系数分析仪将显示当前仪器菜单对应的电子用户手册相关章节内容。

**5.4 系统键组**

## 6 远程控制

本章提供了通过远程控制方式操作 3986 噪声系数分析仪的基础信息，以方便用户实现远程控制操作。

- [远程控制基础](#) .....177
- [仪器程控端口与配置](#) .....192
- [VISA接口基本编程方法](#) .....193
- [I/O库](#).....196

### 6.1 远程控制基础...

- [程控接口](#).....177
- [消息](#).....179
- [SCPI命令](#) .....180
- [命令序列与同步](#).....188
- [状态报告系统](#).....189
- [编程注意事项](#).....191

#### 6.1.1 程控接口

3986 噪声系数分析仪支持两种远程控制接口：LAN、GPIB。如下表说明：

表 6.1 远程控制接口类型和 VISA 寻址字符串

程控接口	VISA 地址字符串（注释 1）	说明
LAN (Local Area Network)	原始套接字协议： TCPIP::host_address::port::SOCKET	控者通过仪器后面板网络端口连接仪器实现远程控制。具体协议请参考“ <a href="#">6.1.1.1 LAN 接口</a> ”。
GPIB (IEC/IEEE Bus Interface)	GPIB::primary address[::INSTR]	控者通过仪器后面板端口连接仪器实现远程控制。遵守IEC 625.1/IEEE 418总线接口标准。 具体请参考“ <a href="#">6.1.1.2 GPIB接口</a> ”。

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

### 6.1 远程控制基础...

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。

#### 6.1.1.1 LAN 接口

3986 系列噪声系数分析仪可使用 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。噪声系数分析仪为实现局域网内远程控制，已经安装了接口适配器和 TCP/IP 网络协议，并配置了相应基于 TCP 协议的网络服务。

3986 系列噪声系数分析仪安装的网络接口适配器有三种工作模式，分别是：

- 1) 10Mbps 以太网 (IEEE802.3)；
- 2) 100Mbps 以太网 (IEEE802.3u)；
- 3) 1000Mbps 以太网 (IEEE802.3ab)。

接口适配器根据链路状况自动匹配合适的网络速度。通常，连接噪声系数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

通过局域网对噪声系数分析仪进行远程控制时，应保证网络的物理连接畅通。通过噪声系数分析仪的菜单“本机 IP”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，则噪声系数分析仪的 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::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；
- port 标识套接字端口号，3986 噪声系数分析仪的套接字端口号为 5025；
- SOCKET 表示原始网络套接字资源类。

举例：

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) 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) 使噪声系数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。

噪声系数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 命令控制噪声系数分析仪时，程序中建立的套接字程序发出命令。噪声系数分析仪的套接字端口号固定为 5025。

### 6.1.1.2 GPIB 接口

GPIB 是唯一专为仪器控制设计的总线，目前仍广泛应用于自动测试系统中，3986 噪声系数分析仪在后面板集成了 GPIB 接口。为实现远程控制，主控计算机需要首先安装 GPIB 总线卡，驱动程序以及 VISA 库。通信时，主控计算机通过 GPIB 地址寻址被控仪器，用户可更改被控仪器的 GPIB 地址，防止整个系统中由于地址冲突引起的通信失败。

GPIB 及其相关接口定义在 ANSI/IEEE 488.1-1987 标准和 ANSI/IEEE 488.2-1992 标准中有详细的描述。具体标准细节请参考 IEEE 网站：<http://www.ieee.org>。

GPIB 连接时，需注意以下几点：

- 1) 通过 GPIB 总线组件的测试系统，最多含有 15 台设备；
- 2) 传输电缆总长度不超过 20 米，或者不超过系统中仪器数量的两倍；
- 3) 通常，设备间传输电缆最大长度不超过 2 米；
- 4) 若并行连接多台仪器，需要使用“或”连接线；
- 5) IEC 总线电缆的终端应该连接仪器或控者计算机。

## 6.1.2 消息

数据线上传输的消息分为以下两类：

### 1) 接口消息

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“5.1.4 SCPI 命令”。根据传输方向的不同，仪器消息可分为命令和仪器响应。如不特别声明，所有程控接口使用仪器消息的方法相同。

### a) 命令：

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

#### i. 根据对仪器的影响：

- 1) 设置命令：改变仪器设置状态，例如：复位或设置频率等。
- 2) 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。

#### ii. 根据标准中的定义：

- 1) 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。
- 2) 仪器控制命令：仪器特性命令，用于实现仪器功能。例如：设置频率。语法同样遵循SCPI规范。

### b) 仪器响应：

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

## 6.1.3 SCPI 命令

### 6.1.3.1 SCPI 命令简介

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

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

- 1) 程控命令面向测试功能，而不是描述仪器操作。
- 2) 程控命令减少了类似测试功能实现过程的重复，保证了编程的兼容性。

- 3) 程控消息定义在与通信物理层硬件无关的分层中。
- 4) 程控命令与编程方法和语言无关, SCPI 测试程序易移植。
- 5) 程控命令具有可伸缩性, 可适应不同规模的测量控制。
- 6) SCPI 的可扩展性, 使其成为“活”标准。

如果有兴趣了解更多关于SCPI的内容, 可参考:

- 1) IEEE Standard 488.1-1987, IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. New York, NY, 1998.
- 2) 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.
- 3) Standard Commands for Programmable Instruments(SCPI) VERSION 1999.0.

3986噪声系数分析仪的程控命令集合、分类及说明, 具体请参考:

- 1) 本手册“[附录 B SCPI 命令速查表](#)”。
- 2) 程控手册“3 程控命令”章节。
- 3) 程控手册 6.1 附录 A SCPI 命令树。
- 4) 程控手册 6.2 附录 B SCPI 命令按子系统分类速查表。
- 5) 程控手册 6.3 附录 C SCPI 命令按菜单分类速查表。

### 6.1.3.2 SCPI 命令说明

#### 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 GPIB 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。

## 6 远程控制

### 6.1 远程控制基础...

#### 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 6.2 命令语法中的特殊字符

符号	含义	举例
	在关键字和参数之间的竖号代表多种选项。	[:SOURce]:AM: SOURce EXTernal INTernal EXTernal 和 INTernal 是选项

[]	方括号表示被包含的关键字或者参数在构成命令时是可选的。这些暗含的关键字或者参数甚至在它们被忽略时命令也会被执行。	[:SOURce]:AM[:DEPT]h]:EXPo n ential? SOURce 和 DEPT 是可选项。
<>	尖括号内的部分表示在命令中并不是按照字面的含义使用。它们代表必需包含的部分。	[:SOURce]:FREQ:STOP <val><unit> 该命令中, <val>和<unit> 必须用实际的频率和单位替代。 例如: :FREQ:STOP 3.5GHz
{ }	大括号内的部分表示其中的参数可选。	[:SOURce]:LIST:POWer <val>{,<val>} 例如: LIST:POWer 5

表 6.3 命令语法

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

## 6.1 远程控制基础...

其它部分说明见表 6.2 和 6.3。

## 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

表 6.4 SCPI 命令参数和响应类型

参数类型	响应数据类型
数值型	实数或者整数
扩展数值型	整数
离散型	离散型
布尔型	数字布尔型
字符串	字符串
块	确定长度的块
	不确定长度的块
非十进制的数值类型	十六进制
	八进制
	二进制

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。

例如噪声系数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。

### 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：

- 1) 无小数点
- 2) 100                    可选小数点
- 3) 1.23                 带符号位
- 4) 4.56e<space>3    指数标记符 e 后可以带空格
- 5) -7.89E-01         指数标记符 e 可以大写或小写
- 6) +256                允许前面加正号
- 7) 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：

- 1) 101                    数值参数
- 2) 1.2GHz              GHz 可以被用作指数 (E009)
- 3) 200MHz              MHz 可以被用作指数 (E006)
- 4) -100mV             -100 毫伏
- 5) 10DEG              10 度
- 6) MAXimum            最大的有效设置
- 7) MINimum            最小的有效设置
- 8) UP                    增加一个步进
- 9) 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

- 1) BUS                    GPIB,LAN,RS-232 触发
- 2) IMMEDIATE            立刻触发
- 3) EXTernal              外部触发

6.1 远程控制基础...

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：

- 1) ON                    逻辑真
- 2) OFF                   逻辑假
- 3) 1                     逻辑真
- 4) 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) 1.23E+0
- 2) -1.0E+2
- 3) +1.0E+2
- 4) 0.5E+0
- 5) 0.23
- 6) -100.0
- 7) +100.0
- 8) 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：

- 1) 符号位可选
- 2) +100                    允许先行正号
- 3) -100                   允许先行负号
- 4) 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：

- |             |             |
|-------------|-------------|
| 1) INTernal | 稳幅方式为内部     |
| 2) EXTernal | 稳幅方式为外部     |
| 3) 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；

### 6.1 远程控制基础...

➤ EOI 与最后一个数据字节。

命令行中的命令由分号隔开，属于不同子系统的命令以冒号开头。例如：

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

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

```
HCOP:ITEM ALL;HCOP:IMM
```

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

```
HCOP:ITEM ALL;IMM
```

#### 6.1.4 命令序列与同步

IEEE488.2 定义了交迭命令和连续命令之间的区别：

- 1) 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。
- 2) 交迭命令是指下条命令执行前，前条命令未自动执行完成。通常交迭命令的处理时间较长并允许程序在此期间可同步处理其它事件。

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

##### 举例：命令行包含设置和查询命令

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

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

返回值：1000000000 (1GHz)

下面的命令返回值不固定：

```
:FREQ:STAR 1GHZ;STAR?; SPAN 1000000
```

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

## 提示

### 设置命令与查询命令分开发送：

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

#### 6.1.4.1 防止命令交迭执行

为了防止命令的交迭执行，可采用多线程或者命令：`*OPC`、`*OPC?`或者`*WAI`，只有硬件设置完成后，才执行这三种命令。编程时，计算机可强制等待一段时间以同步某些事件。下面分别予以说明：

### 1) 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。

### 2) 三种命令在同步执行中的用法如下表:

表 6.5 命令语法

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

## 6.1.5 状态报告系统

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

### 6.1.5.1 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。

#### ESR, SCPI 状态寄存器

STB接收下列寄存器的信息:



## 提示

### SRE, ESE

服务请求使能寄存器 SRE 可被用作 STB 的使能部分。同理, ESE 可被用作 ESR 的使能部分。

### 6.1.5.2 状态报告系统的应用

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

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

具体使用方法请参考程控手册“2.1.5 状态报告系统的应用”章节部分。

### 6.1.6 编程注意事项

#### 1) 改变设置前请初始化仪器状态

远程控制设置仪器时, 首先需要初始化仪器状态 (例如发送“\*RST”), 然后再实现需要的状态设置。

#### 2) 命令序列

一般来说, 需要分开发送设置命令和查询命令。否则, 查询命令的返回值会根据当前仪器操作顺序而变化。

#### 3) 故障反应

服务请求只能由仪器自己发起。测试系统中的控者程序应指导仪器在出现错误时主动发起服务请求, 进而进入相应的中断服务程序中进行处理。

#### 4) 错误队列

控者程序每次处理服务请求时, 应查询仪器的错误队列而不是状态寄存器, 来获取

## 6.2 仪器程控端口与配置

更加精确的错误原因。尤其在控者程序的测试阶段，应经常查询错误队列以获取控者发送给仪器的错误命令。

## 6.2 仪器程控端口与配置

- LAN.....192
- GPIB.....193

### 6.2.1 LAN

LAN (Local Area Network) 程控系统采用SICL-LAN控制3986噪声系数分析仪。

#### 注意

##### 前面板 USB 主控端口连接器的使用

前面板的 Type-A 连接器是 USB 主控端口连接器，在 3986 噪声系数分析仪中，该端口用来连接 USB 1.1 接口的闪存盘，以实现仪器驻机软件的升级，也可以连接 USB 键盘和鼠标对噪声系数分析仪进行控制。不能通过该端口程控仪器。

#### 6.2.1.1 建立连接

使用网线将3986噪声系数分析仪与外部控者（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。

#### 6.2.1.2 接口配置

通过局域网对噪声系数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，因此噪声系数分析仪的网络程控设置相对简单，按【系统/本地】→[接口配置]→[网络配置]，将其中“IP地址”，“子网掩码”，“默认网关”设置到主控制器所在的子网内即可。

#### 注意

##### 确保噪声系数分析仪通过 10Base-T LAN 或 100Base-T LAN 电缆物理连接正常

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

## 6.2.2 GPIB

### 6.2.2.1 建立连接

使用GPIB电缆连接3986噪声系数分析仪与外部控者（计算机）。

### 6.2.2.2 接口配置

GPIB 接口的设置，通过按【系统/本地】→[接口配置]→[GPIB 地址]，进入设置界面，就可以利用前面板数字键在本机 GPIB 地址输入框进行更改。

## 6.3 VISA 接口基本编程方法

- [安装VISA库.....193](#)
- [初始化控者.....193](#)
- [初始化仪器.....194](#)
- [发送设置命令.....194](#)
- [读取测量仪器状态.....194](#)
- [读取频标.....195](#)
- [命令同步.....195](#)

下面举例说明如何使用VISA库实现仪器程控编程的基本方法。以C++语言为例。

### 6.3.1 安装 VISA 库

为实现远程控制首先需要安装VISA库。其中，VISA库封装了底层的VXI、GPIB、LAN及USB接口的底层传输函数，方便用户直接调用。噪声系数分析仪支持的编程接口为：GPIB、LAN和RS-232。这些接口与VISA库和编程语言结合使用可以远程控制噪声系数分析仪。

### 6.3.2 初始化控者

```
/*.....*/
```

下面的示例说明了如何打开并建立VISA库与仪器（仪器描述符指定）的通信连接。

```
//初始化控者：打开默认资源管理器并且返回仪器句柄analyzer
```

```
/*.....*/
```

```
void InitController()
```

```
{
```

```
    ViStatus status;
```

```
    status = viOpenDefaultRM(&defaultRM);
```

## 6.3 VISA 接口基本编程方法

```

    status = viOpen(defaultRM, analyzerString, VI_NULL, VI_NULL, &analyzer);
}

```

## 6.3.3 初始化仪器

```

/*****/
下面的示例初始化仪器默认状态，并且清空状态寄存器。
/*****/
void InitDevice()
{
    ViStatus status;
    long retCnt;
    status = viWrite(analyzer, "*CLS", 4, &retCnt); //复位状态寄存器
    status = viWrite(analyzer, "*RST", 4, &retCnt); //复位仪器
    status = viWrite(analyzer, ":INST:SEL SA", 12, &retCnt); //设置仪器工作模式（在
    此以噪声系数分析仪命令为例）
}

```

## 6.3.4 发送设置命令

```

/*****/
下面的示例说明如何设置3986系列噪声系数分析仪的中心频率。
/*****/
void SimpleSettings()
{
    ViStatus status;
    long retCnt;
    //设置中心频率128MHz
    status = viWrite(analyzer, ":FREQUENCY:CENTER 128MHz", 22, &retCnt);
}

```

## 6.3.5 读取测量仪器状态

```

/*****/
下面的示例说明了如何读取仪器的设置状态。
/*****/
void ReadSettings()
{
    ViStatus status;

```

```

long retCnt;
char rd_Buf_CW[VI_READ_BUFLEN]; // #define VI_READ_BUFLEN 40

//查询中心频率
status = viWrite(analyzer, ":FREQ:CENT?", 10, &retCnt);
status = viRead(analyzer, rd_Buf_CW, 20, &retCnt);
//打印调试信息
sprintf("Cw is %s", rd_Buf_CW);
}

```

### 6.3.6 读取频标

```

/*****/
下面的示例说明了如何读取频标测量值。
/*****/

void ReadMarker ()
{
    ViStatus status;
    long retCnt;
    char rd_Buf_Marker[VI_READ_BUFLEN]; // #define VI_READ_BUFLEN 20

    //打开频标1并查询频标峰值（频率和幅度）
    status = viWrite(analyzer, ":CALC:MARKER:MAX", 25, &retCnt);
    status = viWrite(analyzer, ":CALC:MARK:Y?", 15, &retCnt);
    //打印调试信息
    sprintf("Marker is %s", rd_Buf_Marker);
}

```

### 6.3.7 命令同步

```

/*****/
下面以扫描过程为例说明了命令同步的方法。
/*****/

void SweepSync()
{
    ViStatus status;
    long retCnt;
    ViEventType etype;
    ViEvent eevent;
}

```

## 6.4 I/O 库

```

int stat;
char OpcOk [2];
/*****/
/* 命令INITiate[:IMMediate]启动单次扫描（连续扫描关闭时INIT:CONT OFF）*/
/* 单次扫描结束时，才能执行命令缓冲区中的下一条命令 */
/*****/
status = viWrite(analyzer, ":INIT:CONT OFF", 13, &retCnt);
//等待扫描结束的方法1：使用 *WAI
status = viWrite(analyzer, ":INIT", 18, &retCnt);
status = viWrite(analyzer, "*WAI", 18, &retCnt);

//等待扫描结束的方法2：使用 *OPC?
status = viWrite(analyzer, ":INIT", 20, &retCnt);
status = viWrite(analyzer, "*OPC?", 18, &retCnt);
status = viRead(analyzer, OpcOk, 2, &retCnt); //等待*OPC返回“1”

//等待扫描结束的方法3：使用 *OPC
//为了使用GPIB服务请求，设置"Disable Auto Serial Poll"为"yes"
status = viWrite(analyzer, "*SRE 32", 7, &retCnt);
status = viWrite(analyzer, "*ESE 1", 6, &retCnt); //使能服务请求ESR
//设置事件使能位，操作完成
status = viEnableEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, VI_QUEUE,
VI_NULL);
//使能SRQ事件
status = viWrite(analyzer, ":INIT ", 18, &retCnt);
status = viWrite(analyzer, "*OPC", 18, &retCnt);

//与OPC同步启动扫描
status = viWaitOnEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, 10000, &etype,
&eevent)
//等待服务请求
status = viReadSTB(analyzer, &stat);
status = viClose(eevent); //关闭事件句柄
//禁止SRQ事件
status = viDisableEvent(analyzer, VI_EVENT_SERVICE_REQ, VI_QUEUE);
//主程序继续.....
}

```

## 6.4 I/O 库

- [I/O库概述.....197](#)
- [I/O库安装与配置.....197](#)

### 6.4.1 I/O 库概述

I/O库是为仪器预先编写的一些软件程序库被称为仪器驱动程序，即：仪器驱动器（Instrument driver），它是介于计算机与仪器硬件设备之间的软件中间层，由函数库、实用程序、工具套件等组成，是一系列软件代码模块的集合，该集合对应于一个计划的操作，如配置仪器、从仪器读取、向仪器写入和触发仪器等。它驻留在计算机中，是连接计算机和仪器的桥梁和纽带。通过提供方便编程的高层次模块化库，用户不再需要学习复杂的针对某个仪器专用的低层编程协议，采用仪器驱动器是快速开发测试测量应用的关键。

从功能上看，一个通用的仪器驱动器一般由功能体、交互式开发者接口、编程开发者接口、子程序接口和I/O接口五部分组成，如图6.2所示。

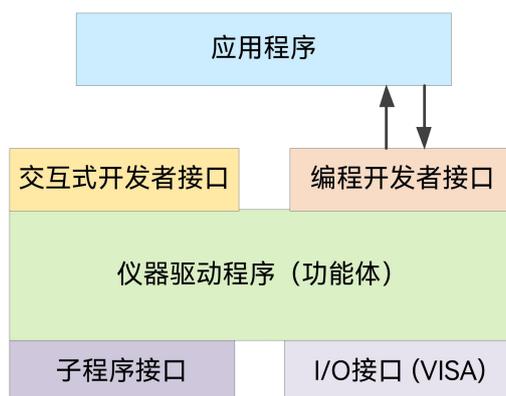


图 6.2 仪器驱动器结构模型

具体说明如下：

- 1) 功能体。这是仪器驱动器的主功能部分，可以理解为仪器驱动器的框架程序。
- 2) 交互开发者接口。为方便用户使用，支持仪器驱动器开发的应用开发环境通常提供图形化的交互开发接口。例如，Labwindows/CVI 中，函数面板就是一种交互开发接口。函数面板中，仪器驱动器函数的各个参数都是以图形化的控件形式表示。
- 3) 编程开发者接口。它是应用程序调用仪器驱动器函数的软件接口，例如 Windows 系统下仪器驱动器的动态链接库文件.dll。
- 4) I/O 接口。它完成仪器驱动器与仪器间的实际通信。可以使用总线专用 I/O 软件，如 GPIB、RS-232；也可以使用跨多个总线使用的通用的标准 I/O 软件：VISA I/O。
- 5) 子程序接口。它是仪器驱动器访问其它一些支持库的软件接口，例如数据库、FFT 函数等。当仪器驱动器为完成其任务而需调用其它软件模块、操作系统、程控代码库及分析函数库时，将用到子程序接口。

### 6.4.2 I/O 库安装与配置

伴随着测试领域的应用经历了从传统仪器到虚拟仪器等不同的发展阶段，并且为了解决自动测试系统中仪器可互换性和测试程序的可重用性，仪器驱动程序经历了不同的发展过程。目前比较流行通用的驱动器是IVI（Interchangeable Virtual Instruments）仪器驱动器，它

### 6.4 I/O 库

基于IVI规范，定义了新的仪器编程接口，以及插入类驱动程序和VPP架构到VISA上，使测试应用程序与仪器硬件完全独立，并增加了独有的仪器仿真、范围检测、状态缓存等功能，提高了系统运行的效率与真正实现了仪器互换。

IVI驱动分为两种类型：IVI-C与IVI-COM，IVI-COM基于微软组件对象模型（COM）技术，采用COM API的形式；IVI-C基于ANSI C，采用C API的方式。这两种驱动类型都是遵照IVI规范定义的仪器类来设计的，它们的应用开发环境也都相同，包括Visual Studio, Visual Basic, Agilent VEE, LabVIEW, CVI/LabWindows 等。

为满足不同用户在不同开发环境下的需求，目前需要提供两种驱动形式。噪声系数分析仪的IVI驱动利用Nimbus Driver Studio开发，直接生成IVI-COM与IVI-C驱动及程序安装包，具体安装配置请参阅您所选择的控制卡及I/O库的随机文档资料。

安装后的IVI驱动分为：IVI固有功能组与仪器类功能组（基本功能组和扩展功能组）。具体功能分类、函数和属性说明可参考驱动自带的帮助文档。

## 7 故障诊断与返修

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。

如果您购买的 3986 系列噪声系数分析仪，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买噪声系数分析仪相关部件或附件，本所将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的噪声系数分析仪处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的仪器进行免费维修；如果超过保修期，我们也只收取成本费。

- [工作原理](#).....199
- [故障诊断与排除](#).....200
- [返修方法](#).....204

### 7.1 工作原理

为了便于用户了解 3986 系列噪声系数分析仪的功能，更好地解决操作过程中遇到的问题，本节介绍噪声系数分析仪的硬件原理框图及基本工作原理。

3986 系列噪声系数分析仪是一台由微处理器控制，三次变频的超外差扫频式高灵敏度接收机，操作系统为 Windows 7。它由高灵敏度噪声接收机前端、低相位噪声本振合成、微波驱动、中频处理、数据采集与处理、嵌入式计算机平台、控制接口、I/O 接口、电源、显示和系统软件等功能模块组成，其整机原理框图如图 7.1 所示。

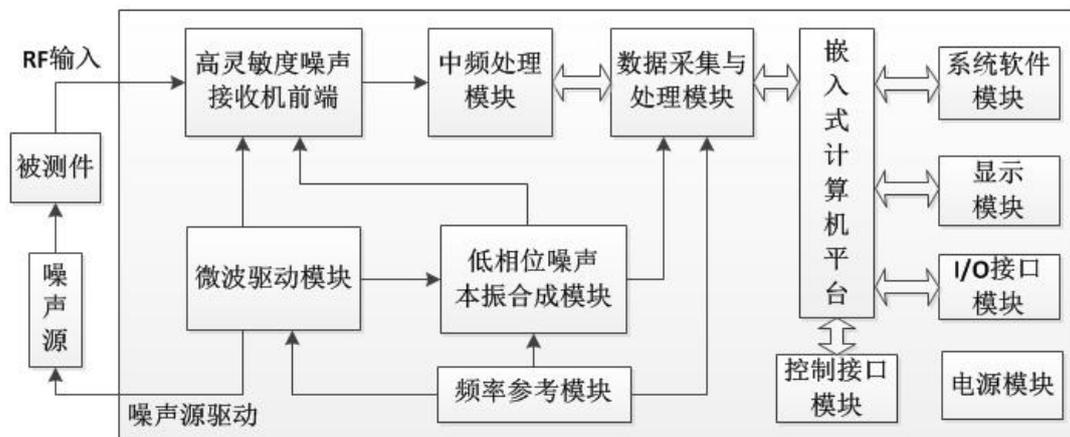


图 7.1 3986 系列噪声系数分析仪原理框图

被测件在噪声源输出噪声信号的激励下，输出端产生的噪声响应信号先经宽带同轴机械开关，将信号分为射频(10MHz ~ 4GHz)、微波(4GHz ~ 18/26.5/40/50GHz)和毫米波(50GHz ~ 67GHz)三个频段，其中射频段 10MHz~4GHz 信号首先经抑频镜频信号及多重响应的低通滤波器滤波，然后经程控步进衰减器进行功率电平调整后进入低波段变频模块，与第一本振(YIG 振荡器)的信号进行混频得 5.225GHz 中频，再经过 5.225GHz 带通滤波器

## 7.2 故障诊断与排除

滤波后输入至低波段变频器组件中的第二变频器，与第二本振的 4.8GHz 差频得 425MHz 第二中频。

微波段共提供 4GHz ~ 18/26.5/40/50GHz 四个频段的产品，微波段的信号首先经低噪声前置放大器放大后进入 YTF 预选器进行滤波，然后输入至本振混频模块，在本振混频模块中与第一本振信号进行基波混频直接输出 425MHz 第二中频。

50GHz ~ 67GHz 毫米波段信号首先经低噪声前置放大器放大后进入毫米波带通滤波器进行滤除镜频响应和多重响应信号，然后输入至毫米波本振混频模块，在本振混频模块中与 45.6GHz 固定本振信号进行基波混频后输出 4.4GHz ~ 21.4GHz 扫描中频信号，该中频信号通过开关切换输入至微波段 YTF 进一步进行处理，45.6GHz 毫米波本振信号由整机内部 4.8GHz 的第二本振信号经分频/倍频/混频等处理产生。

中频处理模块对低波段和高波段中频输出信号进行开关选择后，合成一路信号进行大增益范围的电平调整、增益平坦度补偿、中频滤波等一系列的处理后，与本振模块输出的 500MHz 的第三本振混频输出 75MHz 的中频噪声信号。75MHz 的中频信号经放大、可变带宽的滤波处理后输出至数据采集与处理模块。数据采集与处理模块以 50MHz 的速率量化带宽为 4MHz/2MHz/1MHz/400kHz/200kHz/100kHz（可选择）的 75MHz 中频噪声信号，并且得到噪声功率信号传送到主机。

合成本振模块主要由参考环、取样环、YTO 环和小数环 4 个环路构成。在单环模式下，3GHz ~ 10GHz 的本振信号先经过 2 分频后，进入小数分频模块，产生固定的 50MHz 中频，与来自参考环的 50MHz 参考信号鉴相，误差信号送至 YTO 的驱动线圈，调整 YTO 频率，直到取样中频输出等于 50MHz 为止。在四环模式下，4GHz ~ 10GHz 的本振信号进入取样器，由取样环提供 618MHz ~ 905MHz 的信号作为取样本振。30MHz ~ 64MHz 的取样中频输出和小数环的 20 分频输出进行鉴相，误差信号送至 YTO 的驱动线圈，调整 YTO 频率，直到取样中频输出等于小数环输出为止。锁相合成大大提高了本振频率的稳定度，小数环输出的微步距(mHz)实现了本振以 1mHz 步进，从而实现频率分辨率达到 1Hz。

嵌入式计算机平台控制噪声系数分析仪的内部操作，通过 I/O 口从前面板键盘或外部计算机接收各种请求，由存贮在闪存卡中的控制程序决定主控制器执行的功能。主控制器通过微波驱动板向 YTO、YTF、程控步进衰减器、射频开关等微波部件提供有关控制信号。

## 7.2 故障诊断与排除

- [故障诊断基本流程](#).....185
- [常见故障现象和排除方法](#).....201

通常情况下，仪器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，请首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考本章“[7.2.1 故障诊断基本流程](#)”及“[7.2.2 常见故障现象和排除方法](#)”中提供的方法，予以先期排查解决问题。也可联系我们客户服务中心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。具体请参考本手册提供的联系方式，或者网上查询网址：[www.ceyear.com](http://www.ceyear.com)，以便查询到就近的技术支持联系方式。

## 提示

### 故障诊断与指导:

本部分是指导您当 3986 系列噪声系数分析仪出现故障时如何进行简单的判断和处理, 如有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。

### 7.2.1 故障诊断基本流程

仪器出现问题后, 请首先进行以下检查:

- 1) 电源插座是否有电?
- 2) 噪声系数分析仪是否已开启? 检查电源开关旁边的绿色 LED 是否点亮。并且注意内部风扇噪声, 以判断噪声系数分析仪的冷却风扇是否运转。
- 3) 如果有其它仪器、电缆和连接器与噪声系数分析仪配合使用, 确保它们连接正确且工作正常。
- 4) 如果噪声系数分析仪不能通过 LAN 通信, 检查 LAN 电缆和连接。

如果噪声系数分析仪不能完全加载或运行操作系统, 或者仪器的应用程序没有成功地启动, 问题可能是硬盘损坏; 如果噪声系数分析仪在启动过程中已经运行了系统恢复足够长的时间但并不能完成时, 按照章节“[3.1.2.4 Windows 7 系统安全和维护](#)”, 进行操作。

- 1) 当问题首次发生时, 检查所执行的测量步骤。所有设置是否都正确?
- 2) 如果噪声系数分析仪没有正常运行, 请先设置[复位]为“工厂”方式, 并按【复位】键, 使噪声系数分析仪返回到一个已知状态。
- 3) 所执行的测量及其结果是否符合噪声系数分析仪的性能指标和特性? 请参见噪声系数分析仪用户手册中的章节“[8 技术指标和测试方法](#)”中的相关性能指标数据。

### 7.2.2 常见故障现象和排除方法

下面按照功能类型, 分类列出常见故障现象和排除方法。

#### 7.2.2.1 启动过程存在问题

3986系列噪声系数分析仪如果在启动过程中出现故障, 可能涉及电源、处理器硬件、仪器设置等多个方面。本节将按照3986系列噪声系数分析仪的上电启动步骤, 分析启动过程可能出现的故障及原因。仪器整个启动时间大概需要3分钟, 根据仪器的不同硬件配置、安装选项及测量应用数量的不同, 启动时间会略有不同。

##### 1) 黄色待机灯不亮

为仪器电源插座通电, 并打开后面板的电源开关, 仪器前面板左下角的电源指示灯会变黄。如果黄色待机灯没有点亮, 首先确定噪声系数分析仪的后面板电源开关处于开状态,

## 7.2 故障诊断与排除

然后确定所加电源的电压值及频率值符合3986系列噪声系数分析仪的工作电源参数要求，具体要求请参考本手册“[3.1.1.3 开/关机](#)”章节。如果所用电源参数符合要求，可能是仪器电源出现故障。请根据本手册提供的联系方式联系客户服务中心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。

### 2) 绿色启动灯异常

按下前面板左下角的电源按钮，打开仪器。此时，仪器的电源指示灯应从黄色变为绿色。若电源指示灯没有变为绿色，可能是仪器电源出现故障。若电源指示灯在黄色待机和绿启动状态交替闪烁，排除供电电源的原因，可能是仪器内部负载异常。请根据本手册提供的联系方式联系客户服务中心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。

### 3) 风扇异常

3986系列噪声系数分析仪加电开机后，仪器的全部风扇都应该开始工作。如果风扇都不工作，可能是仪器电源出了故障；如果个别风扇不工作，可能是风扇出了故障。请根据本手册提供的联系方式联系客户服务中心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。

### 4) 黑屏

屏幕不显示的问题可能有多种原因，如果上面三种情况已经排除，请按照以下步骤进行：

**步骤1.** 从仪器后面板监视器接口正确连接一台CRT显示设备并打开其电源，稍等30秒钟。若CRT正常显示信息，则BIOS配置参数有可能被更改，用户需关机，连接PS/2接口的标准键盘，然后开机，长按标准键盘上【F2】键直至进入BIOS设置界面，选择[Exit]选项卡中[Load Setup Defaults]选项，调用BIOS中对显示控制的出厂配置，保存并退出重新启动仪器。若仪器界面仍然无显示，可能是仪器液晶相关部分出现故障，请根据本手册提供的联系方式联系客户服务中心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。

**步骤2.** 若接入CRT设备处理后仍然无显示，可能是仪器硬件出现故障，请根据本手册提供的联系方式联系客户服务中心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。

### 5) BIOS 检测当机

如果噪声系数分析仪上电后一直停留在显示处理器信息状态，则为BIOS检测当机，请按下面所列步骤进行检查：

**步骤1.** 用户是否接入标准键盘并暂停了BIOS检测，若没有请进行下一步。

**步骤2.** 关机，连接PS/2接口的标准键盘，开机，长按标准键盘的【F2】键，直至进入BIOS设置界面，选择[Exit]选项卡中[Load Setup Defaults]选项，调用BIOS中的出厂配置，选择保存并重启后，若问题仍然没有解决，可能是仪器硬件出现故障，请根据本手册提供的联系方式联系客服中心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。

## 6) 系统盘无法找到

如果噪声系数分析仪在上电后显示系统无法找到硬盘，请关闭噪声系数分析仪后端的电源开关，等1~2分钟，再打开，然后开启噪声系数分析仪前面板电源按钮，看是否能正确找到系统盘。如果仍不能找到，加PS/2键盘进入BIOS看IDE设备是否存在，如果不存在，可能是仪器硬盘出了故障，请根据本手册提供的联系方式联系客服中心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。

## 7) Windows 启动异常

在处理器信息显示之后，会出现带计时器的操作系统选单，包括Windows 7启动与系统恢复工具。默认选择是启动Windows 7系统。如果需要恢复系统，请在计时器到0之前，使用标准键盘上的上下箭头移动高亮选择“一键GHOST V2011.07.01”，选中后按[确认]键。

若Windows系统启动过程中出现蓝屏、启动当机、自动重新启动等现象，请按照下面所列步骤进行检查：

- 步骤1.** 首先确认没有外部USB存储设备连接到仪器上。
- 步骤2.** 重新启动噪声系数分析仪，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。
- 步骤3.** 关机，连接PS/2接口的标准键盘。开机，长按标准键盘上【F2】键直至进入BIOS设置界面，选择[Exit]选项卡中[Load Setup Defaults]选项，调用BIOS中的出厂配置，选择保存并重启后，若问题解决，则说明BIOS选项被更改，否则仪器系统可能出现问題，请进行下一步。
- 步骤4.** 关机，连接PS/2接口的标准键盘。开机，在操作系统选单中选择系统恢复选项（对操作系统恢复，使用前用户务必参考本用户手册中有关系统恢复的说明并与厂家联系），按照提示操作，进行系统恢复。具体操作步骤请参考本手册章节“[3.1.2.5 系统备份恢复](#)”。
- 步骤5.** 如果仪器无法正常执行系统恢复操作，可能是仪器硬盘出现故障，请根据本手册提供的联系方式联系客服中心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。

### 7.2.2.2 轨迹显示异常

当3986系列噪声系数分析仪进入测试界面，并成功完成全部开机校准操作后，仪器进入正常扫描测试状态，在界面上可以看到连续刷新的轨迹。但仪器的某些参数设置不当，用户可能就无法看到希望的轨迹，如果轨迹的刷新出现故障，请首先查看以下设置。

### 7.3 返修方法

#### 1) 检查仪器连接

当使用标准噪声源时，用BNC电缆将噪声源驱动输入端和噪声系数分析仪面板上的+28V噪声源驱动端口连接，将噪声源输出连接至噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）。

当使用智能噪声源时，需要用多芯电缆将智能噪声源连接至噪声系数分析仪的智能噪声源驱动端口，将噪声源输出连接至噪声系数分析仪的输入端口（50Ω）。

#### 2) 轨迹不刷新

如果界面上的噪声系数轨迹（此为仪器默认设置）不刷新，请参考以下步骤：

**步骤1.** 按【扫描】，设置[扫描模式]为“连续”方式。

**步骤2.** 再次观察轨迹是否刷新，如果光标不动，请尝试重新开机，如果故障仍然不能消除，请根据本手册提供的联系方式联系客服中心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。

#### 3) 噪声系数轨迹显示不正常

如果本机噪声系数轨迹显示不正常，超出了“8 技术指标和测试方法”章中要求的技术指标范围，那么可能是噪声系数分析仪硬件电路出现故障，请根据本手册提供的联系方式联系客服中心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。

## 7.3 返修方法

- [联系我们.....204](#)
- [包装与邮件.....204](#)

### 7.3.1 联系我们

若3986系列噪声系数分析仪出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“7.2 故障诊断与排除”中提供的方法，予以先期排查解决问题。否则联系我们客户服务中心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。网上查询网址：[www.ceyear.com](http://www.ceyear.com)，以便查询到就近的技术支持联系方式。

**联系方式：**

**电 话： 0532-86889847**

**传 真： 0532-86889056**

**电子信箱： [eiqd@ceyear.com](mailto:eiqd@ceyear.com)**

**邮 编： 266555**

**地 址： 山东省青岛市黄岛区香江路98号**

### 7.3.2 包装与邮寄

当您的噪声系数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。如果经联系确认是噪声系数分析仪需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装噪声系数分析仪，并按下面的步骤进行包装：

- 步骤 1.** 写一份有关噪声系数分析仪故障现象的详细说明，与噪声系数分析仪一同放入包装箱。
- 步骤 2.** 用原包装材料将噪声系数分析仪包装好，以减少可能的损坏。
- 步骤 3.** 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。
- 步骤 4.** 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
- 步骤 5.** 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。
- 步骤 6.** 请按精密仪器进行托运。
- 步骤 7.** 保留所有运输单据的副本。

#### 注意

##### 包装噪声系数分析仪需注意：

使用其它材料包装噪声系数分析仪，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，请严格遵守本手册章节“[3.1.1.1 开箱](#)”中描述的注意事项。



## 8 技术指标和测试方法

本章介绍 3986 系列噪声系数分析仪的技术指标和主要测试方法。

● 声明	207
● 产品特征	207
● 技术指标	209
● 补充信息	210
● 性能特性测试	212

### 8.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：23°C±5°C，开机半小时后。仪器补充信息是帮助用户更加了解仪器性能，而不属于技术指标范围内的信息，重要词条说明如下：

**技术指标(spec):** 除非另行说明，已校准的仪器在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°C）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50Ω连接器等。测量值不是保证数据，在室温（约25°C）条件下测得。

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

### 8.2 产品特征

表8.1 产品特征

一般技术指标	
温度范围	工作时：0°C ~ +40°C 存储时：-40°C ~ +70°C
海拔高度	4600 米
电磁兼容	符合 GJB 3947A-2009 中 3.9.1 规定的以下要求： 1) 电源端骚扰：按照 GB 4824-2013 的规定，其中频率 150kHz ~ 30MHz，符合 1 组 B 类设备电压限值要求； 2) 射频场感应的传导骚扰抗扰度：按照 GB/T 17626.6-2017 的规定，其中试验等级为 2 级，有效值为 3V；频率 150kHz ~ 80MHz；1kHz 正弦波 80%调幅度；

## 8.2 产品特征

		<p>3) 电快速瞬变脉冲群抗扰度: 按照 GB/T 1726.4-2018 的规定, 其中试验等级为 3 级, 交流线 2kV 峰值, 信号、控制及直流线 1kV, 上升时间 <math>T_r=5\text{ns}</math>, 保持时间 <math>T_h=50\text{ns}</math>, 重复频率 (5 ~ 100) kHz;</p> <p>4) 电磁辐射骚扰: 按照 GB 4824-2013 的规定, 频率 30MHz ~ 1000MHz, 符合 1 组 B 类设备电磁辐射骚扰限值要求;</p> <p>5) 电磁辐射抗扰度: 按照 GB/T 17626.3-2016 的规定, 试验等级为 2 级, 场强 3V/m; 频率范围: 80MHz ~ 1000MHz; 1kHz 正弦波, 80%调幅度;</p> <p>6) 静电放电抗扰度: GB/T 17626.2-2018 的规定, 试验等级为 3 级, 6kV 接触放电, 8kV 空气放电。</p>
	<b>安全性</b>	<p>符合 GJB 3947A-2009 中 3.10 的安全认证要求。</p> <p>1) 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 100M<math>\Omega</math>, 在潮湿环境下应不小于 2M<math>\Omega</math>。</p> <p>2) 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。</p> <p>3) 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。</p>
<b>电源</b>	<b>电压和频率 (额定值)</b>	<p>220V, 50Hz;</p> <p>稳态电压允许范围是额定值<math>\pm 10\%</math>, 稳态频率允许范围是额定值<math>\pm 5\%</math></p>
	<b>要求 功耗</b>	<p>最大功耗: 250W</p> <p>最大待机: 20W</p>
	<b>显示屏</b>	<p>1280<math>\times</math>800, XGA</p> <p>10.1"</p>
	<b>数据存储</b>	<p>160G 固态硬盘</p> <p>支持符合 USB 2.0 标准存储器件</p>
	<b>重量</b>	<p>净重: 低于 23kg;</p> <p>包装运重量: 34kg 额定值</p>
	<b>尺寸</b>	<p>宽<math>\times</math>高<math>\times</math>深 (mm) = 426<math>\times</math>177<math>\times</math>460 (不含把手、底脚、垫脚和侧提带), 允许公差<math>\pm 10\text{mm}</math>。</p> <p>宽<math>\times</math>高<math>\times</math>深 (mm) = 510<math>\times</math>190<math>\times</math>534 (含把手、底脚、垫脚和侧提带), 允许公差<math>\pm 10\text{mm}</math>。</p>
	<b>质保</b>	<p>3986 噪声系数分析仪享有 18 个月的标准保修周期</p>
	<b>可靠性</b>	<p>MTBF(<math>\theta_0</math>)<math>\geq 5000\text{h}</math></p>
	<b>校准周期</b>	<p>推荐校准周期是一年, 校准服务由专业校准机构提供。</p>

## 8.3 技术指标

● 频率范围.....	209
● 频率参考准确度.....	209
● 频率调谐准确度.....	209
● 噪声系数测量范围和测量不确定度.....	209
● 增益测量范围和测量不确定度.....	210
● 输入端口驻波比.....	210
● 本机噪声系数.....	210
● 抖动.....	210
● 噪声源驱动电压.....	210

### 8.3.1 频率范围

型号	频率范围
3986A	10MHz ~ 4GHz
3986D	10MHz ~ 18GHz
3986E	10MHz ~ 26.5GHz
3986F	10MHz ~ 40GHz
3986H	10MHz ~ 50GHz
3986L	10MHz ~ 67GHz

### 8.3.2 频率参考准确度

$\pm < 0.2\text{pmm}$

### 8.3.3 频率调谐准确度

4MHz 带宽	
$\pm < (\text{频率参考误差}+100\text{kHz})$	$10\text{MHz}\leq f\leq 4\text{GHz}$
$\pm < (\text{频率参考误差}+400\text{kHz})$	$4\text{GHz} < f\leq 67\text{GHz}$
小于 4MHz 带宽	
$\pm < (\text{频率参考误差}+20\text{kHz})$	$10\text{MHz}\leq f\leq 4\text{GHz}$
$\pm < (\text{频率参考误差}+\text{分辨率带宽}\times 20\%)$	$4\text{GHz} < f\leq 67\text{GHz}$

### 8.3.4 噪声系数测量范围和测量不确定度

测量范围 0dB ~ 30dB, 测量不确定度 $\pm < 0.10\text{dB}$  (超噪比: 12dB ~ 17dB)

测量范围 0dB ~ 35dB, 测量不确定度 $\pm < 0.15\text{dB}$  (超噪比: 20dB ~ 22dB)

## 8.4 补充信息

### 8.3.5 增益测量范围和测量不确定度

测量范围-20dB ~ +40dB, 测量不确定度 $\pm < 0.17\text{dB}$

### 8.3.6 输入端口驻波比

< 1.90: 1	10MHz $\leq$ f $\leq$ 4GHz
< 2.10: 1	4GHz < f $\leq$ 18GHz
< 2.40: 1	18GHz < f $\leq$ 26.5GHz
< 2.40: 1	26.5GHz < f $\leq$ 40GHz
< 2.40: 1	40GHz < f $\leq$ 50GHz
< 2.50: 1	50GHz < f $\leq$ 67GHz

### 8.3.7 本机噪声系数

3986A/D/E/F/H 噪声系数分析仪

< 8.0dB	10MHz $\leq$ f $\leq$ 4GHz
< 7.5dB	4GHz < f $\leq$ 18GHz
< 8.0dB	18GHz < f $\leq$ 26.5GHz
< 10.0dB	26.5GHz < f $\leq$ 40GHz
< 12.0dB	40GHz < f $\leq$ 50GHz

3986L 噪声系数分析仪

< 10.0dB	10MHz $\leq$ f $\leq$ 4GHz
< 15.0dB	4GHz < f $\leq$ 50GHz
< 16.0dB	50GHz < f $\leq$ 67GHz

### 8.3.8 抖动

< 0.17dB (Y-因子偏离)

### 8.3.9 噪声源驱动电压

< 1.0V (噪声源关)  
+28.0V $\pm$ 0.1V (噪声源开)

## 8.4 补充信息

● 测量带宽.....	211
-------------	-----

## 8.4 补充信息

- 扫描点数.....211
- 前面板端口.....211
- 后面板端口.....211

## 8.4.1 测量带宽

4MHz、2MHz、1MHz、400kHz、200kHz、100kHz

## 8.4.2 扫描点数

2 ~ 601

## 8.4.3 前面板端口

表8.2 前面板端口

前面板端口		
输入端口	3986A	3.5mm (阳)
	3986D	3.5mm (阳)
	3986E	3.5mm (阳)
	3986F	2.4mm (阳)
	3986H	2.4mm (阳)
	3986L	1.85mm (阳)
标准噪声源驱动	BNC 阴头转接器	
智能噪声源驱动	多芯连接器	
USB2.0 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据等。	

## 8.4.4 后面板端口

表8.3 后面板端口

后面板端口	
键盘接口	标准 PS/2 接口，用于外接标准计算机键盘。
视频接口	VGA 接口 (15 芯 D-SUB 型转接器)，用于外接显示器接口

## 8.5 性能特性测试

LAN 接口	标准 RJ-45 型, 1000Base-T, 用于软件升级、远程控制等
GPIB 接口	IEEE-488 总线连接器, 24 路插头 ( GPIB 码: SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, C0), 用于远程控制
USB2.0 接口	用于连接鼠标、键盘、进行系统软件升级及备份数据等。
10MHz 参考输入	50Ω阻抗、BNC 阴头转接器, 幅度范围-5dBm ~ +10dBm
10MHz 参考输出	50Ω阻抗、BNC 阴头转接器, 输出幅度≥0dBm
触发输入	BNC 阴头转接器
触发输出 1	BNC 阴头转接器
触发输出 2	BNC 阴头转接器
检波输出	BNC 阴头转接器

## 8.5 性能特性测试

- [推荐测试方法 .....212](#)
- [3986系列噪声系数分析仪性能测试记录表 .....224](#)
- [3986系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格 .....226](#)

## 8.5.1 推荐测试方法

本节提供了3986系列噪声系数分析仪的推荐测试方法（也可采用其它等效的测试方法）。仪器在测试前需开机预热30min，以确保内部各组件达到热平衡状态。试验要求应符合GJB 3947A-2009中4.7.2的要求。用于试验的测试设备，均应满足试验所需的性能要求，并在检定有效期内，同时应在规定的试验环境下，进行适当的维护和校准。按照此方法测试所得的测试数据将受到我方的认可，在交接仪器时可作为判定仪器是否合格的参考依据。

## 8.5.1.1 频率范围测试

按照 3986 系列噪声系数分析仪使用说明书，根据产品频率范围，通过前面板操作，分别设置起始频率 10MHz、终止频率 4GHz；起始频率 4GHz、终止频率 18/26.5/40/50GHz；起始频率 50GHz、终止频率 67GHz；观察仪器扫描状态和屏幕显示正常，则在“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”对应项中填上符合要求。

### 8.5.1.2 频率参考准确度测试

#### 1) 项目说明

频率参考即时间（频率）基准，是整机频率的基准。频率参考准确度应满足“8.3 技术指标”中要求。

#### 2) 测试设备及附件

频率计 Keysight 53230A  
BNC (m-m) 电缆 1 根

#### 3) 测试步骤

**步骤 1.** 如图 8.1 所示连接测试仪器，开机预热 30min。

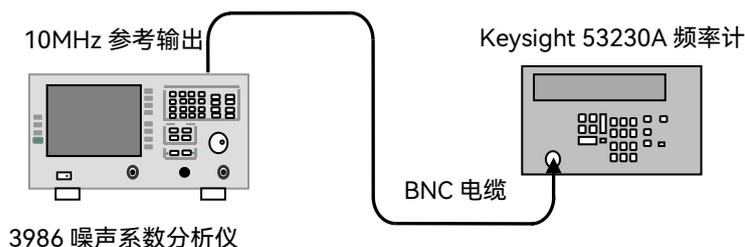


图 8.1 参考频率稳定度测试框图

**步骤 2.** 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。

**步骤 3.** 当频率计读数稳定下来后，将读数记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.1 的读数 1 中。此读数即为 3986 噪声系数分析仪参考频率实测值，实测值和 10MHz 频率参考的差值应在±2Hz 范围内。

**步骤 4.** 将以 Hz 表示的参考准确度测量结果换算为用 ppm 表示，并填入“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”对应项中，换算方法如下：

$$\text{频率参考准确度 (ppm)} = \frac{\text{频率参考准确度 (Hz)}}{10 \times 10^6} \times 10^6 \quad (1)$$

## 8.5 性能特性测试

## 8.5.1.3 频率调谐准确度测试

## 1) 项目说明

3986 系列噪声系数分析仪的频率调谐准确度指标和中频滤波器的形状、时基稳定度及噪声系数分析仪接收通道的稳定性等因素有关系。3986 系列噪声系数分析仪的中心频率定义在功率测量轨迹的半功率点上, 实测中心频率值和设定中心频率值的偏差即为频率调谐准确度。

## 2) 测试设备及附件

信号发生器		1465L
BNC(m)-BNC(m)电缆	1 根	
射频电缆	1 根	

## 3) 测试步骤

**步骤 1.** 如图 8.2 所示连接测试设备, 开机预热 30min。

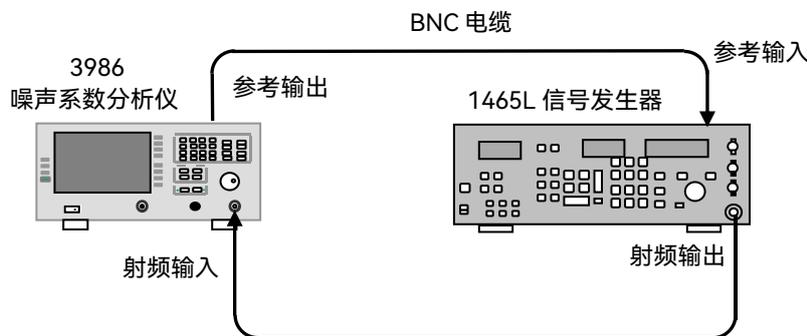


图 8.2 频率调谐准确度测试框图

**步骤 2.** 设置信号发生器输出功率-60dBm, 设置信号发生器功率输出 开。

**步骤 3.** 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。

**步骤 4.** 设置单图显示格式, 按显示器下面的窗口键 。

**步骤 5.** 设置测量参数为热功率。

**步骤 6.** 设置测量点数 201 点。

**步骤 7.** 设置射频和微波衰减值固定 0dB, 中频衰减值固定 30dB。

**步骤 8.** 设置测量单位为线性, 自动标尺开。

**步骤 9.** 设置 3986 噪声系数分析仪扫描模式为单次。

## a) 4MHz 带宽测试

**步骤 10.** 设置 3986 噪声系数分析仪的频宽 8MHz，带宽为 4MHz。

**步骤 11.** 设置信号发生器频率为点频 14MHz。

**步骤 12.** 设置 3986 噪声系数分析仪中心频率 14MHz。

**步骤 13.** 按【重扫】键，重新扫描测试轨迹。

在执行测试记录和数据处理之前，确保得到的热功率值显示近似中频滤波器的形状，如图 8.3 所示。

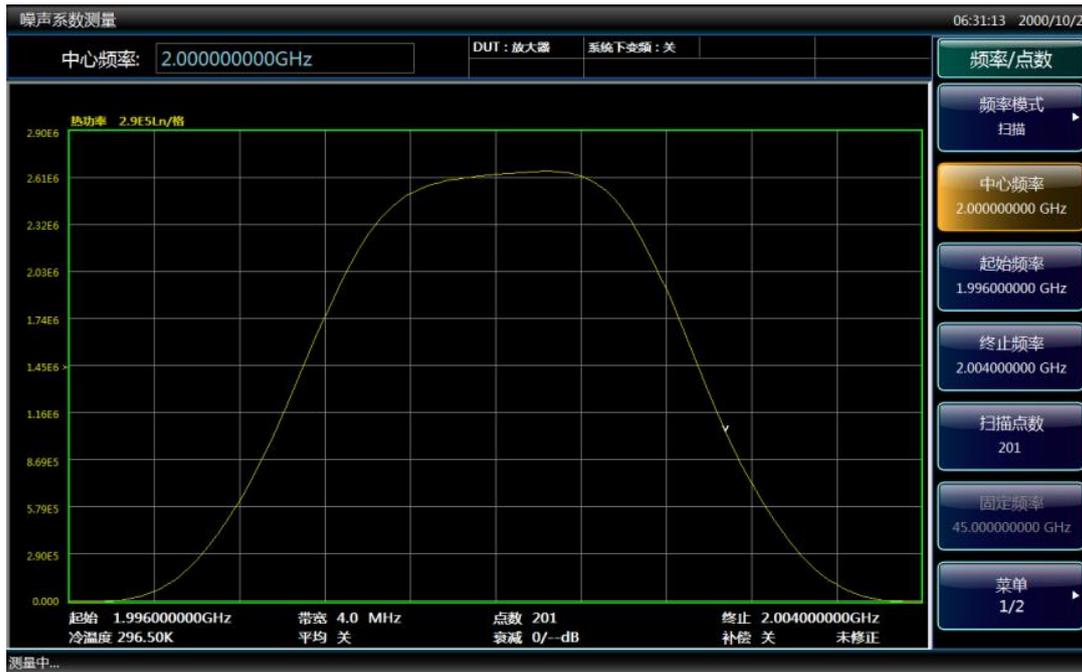


图 8.3 典型中频滤波器形状

**步骤 14.** 按【文件】键，进入文件操作菜单，按[保存...]键，将测得的热功率数值以轨迹线文件保存。

**步骤 15.** 重复步骤 11) ~ 步骤 14)，按照“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.2 中给出的频率点，改变信号发生器的输出频率和 3986 噪声系数分析仪的中心频率值，直至每个测量频率点都测试完毕。

## b) 100kHz 带宽测试

**步骤 16.** 设置信号发生器频率为点频 1GHz。

**步骤 17.** 设置 3986 噪声系数分析仪的带宽为 100kHz，频宽 200kHz。

**步骤 18.** 设置噪声系数分析仪中心频率 1GHz。

**步骤 19.** 保持步骤 1) ~ 步骤 9) 设置不变，按【重扫】键，重新扫描测试轨迹。

**步骤 20.** 待扫描完成后，按【文件】键，进入文件保存菜单，按[保存...]键，将测量的功率数值以轨迹线文件保存。

8.5 性能特性测试

步骤 21. 恢复中频衰减量为自动设置

步骤 22. 使用 Microsoft Excel 工具, 计算出每个测量频率 201 个测量点的功率之和, 求出半功率值, 找出累加值最接近半功率数值对应的频率值作为测量中心频率值, 记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.2 中对应频率的测量中心频率栏中, 测量中心频率与设置中心频率的差值为频率误差, 误差值应满足指标要求。

8.5.1.4 噪声系数测量范围和测量不确定度测试

1) 项目说明

噪声系数测量范围和测量不确定度由噪声系数分析仪模数转换器的线性区和线性度决定, 并且和所用噪声源超噪比标称值有关, 不同超噪比标称值下的测量范围和测量准确度是不同的。

2) 测试设备和附件

信号发生器	1465L
精密步进衰减器*	RSP

3) 测试步骤

- 步骤 1. 如图 8.4 所示连接测试设备, 开机预热 30min。
- 步骤 2. 设置信号发生器点频 50MHz, 输出功率预设为-56dBm。
- 步骤 3. 设置步进衰减器衰减量为 0dB。
- 步骤 4. 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。
- 步骤 5. 设置频率模式为点频, 固定频率 50MHz。
- 步骤 6. 设置显示格式为测试仪。
- 步骤 7. 设置测量参数为热功率。
- 步骤 8. 设置平均开, 平均次数为 8。

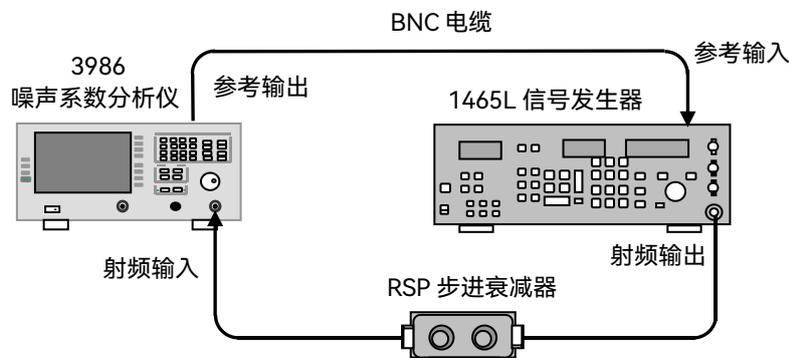


图 8.4 噪声系数测量范围和测量不确定度测试框图

- 步骤 9.** 设置射频和微波衰减值固定 0dB，中频衰减值固定 30dB。
- 步骤 10.** 按【重扫】键。
- 步骤 11.** 测量结果稳定后，将测得的热功率数值记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.3 和 B.4 中热功率测量值栏的 0dB 衰减值对应位置，作为噪声系数分析仪测量参考功率值。
- 步骤 12.** 保持信号发生器输出功率不变，改变步进衰减器的衰减值从 1dB ~ 22dB，每次改变衰减器后要按【重扫】键重新进行一次扫描，将测得的热功率值记录到测试表格相应的位置中。
- 步骤 13.** 恢复中频衰减值为自动设置。
- 步骤 14.** 衰减器设置衰减值作为理论功率变化量，填入理论功率变化量一栏中，小于 1dB 的理论功率变化量采用内插法计算得出。
- 步骤 15.** 以衰减器 0dB 衰减时的热功率测量值为参考，计算衰减器从 1dB 到 22dB 变化时测量功率值的变化量，作为实际功率变化量填入“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.3 和 B.4 中的相应位置，小于 1dB 的实际功率变化量采用内插法计算得出。
- 步骤 16.** 使用下列公式计算理论噪声系数  $NF_{actual}$ （记为 C）和实测噪声系数  $NF_{meas}$ （记为 D）。

$$NF_{actual} = ENR - 10 \lg(10^{\frac{A}{10}} - 1) \quad (2)$$

$$NF_{meas} = ENR - 10 \lg(10^{\frac{B}{10}} - 1) \quad (3)$$

- 步骤 17.** 将计算结果记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.3 中的相应位置。
- 步骤 18.** 理论噪声系数 C 和实测噪声系数 D 的差值即为噪声系数测量不确定度，测得的最大噪声系数系数和最小噪声系数的差即为噪声系数测量范围，填入“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”表 A.1 对应项中。

#### 8.5.1.5 增益测量范围和测量不确定度测试

##### 1) 项目说明

增益测量范围和测量准确度取决于中频衰减器的可调范围和校准准确度，被测件增益的测量结果用于二级修正的噪声系数测量。

##### 2) 测试设备和附件

噪声源	Keysight 346C
放大器	Keysight 8447F
精密步进衰减器*	RSP

8.5 性能特性测试

3) 测试步骤

a) -20dB ~ 0dB 范围测量

步骤 1. 将图 8.5 连接测试系统，开机预热 30min。

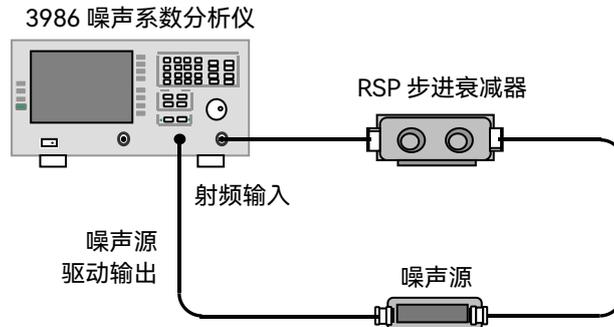


图 8.5 增益测量范围和测量不确定度测试框图

- 步骤 2. 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。
- 步骤 3. 输入所用噪声源的超噪比。
- 步骤 4. 设置显示格式为测试仪。
- 步骤 5. 设置频率模式为点频，固定频率 50MHz。
- 步骤 6. 设置平均开，平均次数为 8。
- 步骤 7. 设置精密步进衰减器衰减量为 0dB。
- 步骤 8. 校准 3986 噪声系数分析仪。
- 步骤 9. 以 1dB 步进增加步进衰减器的衰减量到 20dB，每次改变衰减器后要按【重扫】键，重新进行一次扫描，记下每个步进下噪声仪测得的增益值  $G_2$ ，填入“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.5 中。
- 步骤 10. 以步进衰减器衰减量作为标准增益  $G_1$ ， $G_1$  和  $G_2$  的差值定义为增益测量不确定度。

b) 0dB ~ 40dB 范围测量

- 步骤 1. 如图 8.6 所示连接测试系统，开机预热 30min。
- 步骤 2. 按【复位】键，复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。
- 步骤 3. 输入所用噪声源的超噪比。
- 步骤 4. 设置显示格式为测试仪。
- 步骤 5. 设置频率模式为点频，固定频率 50MHz。
- 步骤 6. 设置平均开，平均次数为 8。
- 步骤 7. 将 8447F 两级放大器级联，预先设置精密步进衰减器衰减量（和 8447F 放大量相当）。
- 步骤 8. 校准 3986 噪声系数分析仪。

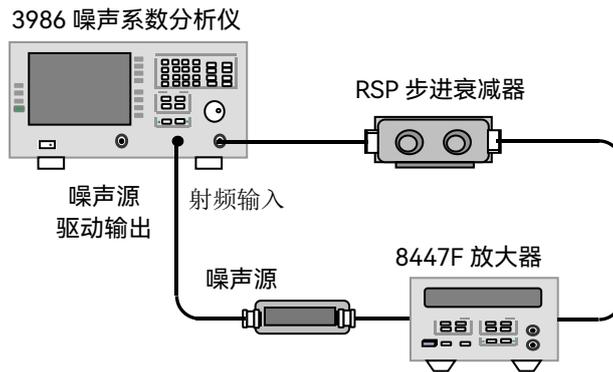


图 8.6 增益测量范围和测量不确定度测试框图

- 步骤 9.** 以 1dB 步进减小步进衰减器衰减量，至衰减量减小值达到 40dB，每次改变衰减器后要按【重扫】键，记下每次步进下噪声仪测得的增益值  $G_2$ ，填入“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.5 中。
- 步骤 10.** 以步进衰减器减小衰减量作为标准增益  $G_1$ ， $G_1$  和  $G_2$  的差值即为增益测量不确定度。

#### 8.5.1.6 输入端口驻波比测试

##### 1) 项目说明

噪声系数分析仪输入端口的额定输入阻抗通常是 50Ω，额定输入阻抗与实际阻抗之间的失配程度通常用电压驻波比(VSWR)表示。该指标影响噪声系数测量的失配误差。

##### 2) 测试设备和附件

矢量网络分析仪  
校准件  
测试电缆

Keysight N5247A  
Keysight 85058E  
N4697F

##### 3) 测试步骤

- 步骤 1.** 如图 8.7 所示连接测试设备，开机预热 30min。

## 8.5 性能特性测试

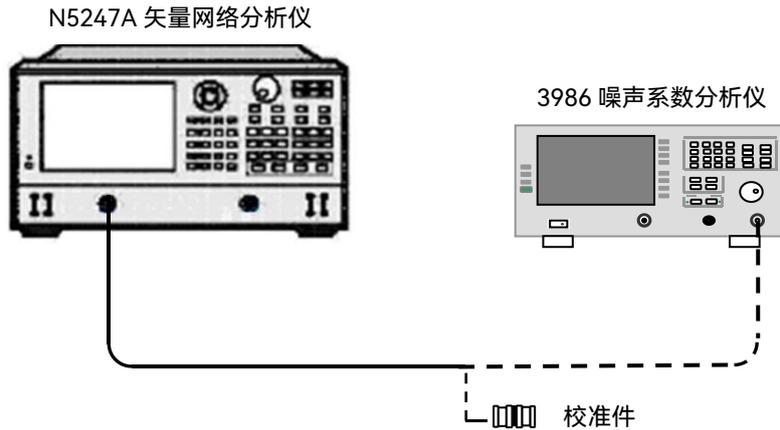


图 8.7 输入端口驻波比测试框图

- 步骤 2.** 设置 N5247A 矢量网络分析仪起始频率 10MHz, 终止频率 4/18/26.5/40/50/67GHz。
- 步骤 3.** 设置 N5247A 矢量网络分析仪输出功率-30dBm, 扫描点数 201 点, 测量模式为 S11, 数据格式为 SWR。
- 步骤 4.** 对 N5247A 矢量网络分析仪进行单端口校准。
- 步骤 5.** 将 3986 噪声系数分析仪设置为 10MHz ~ 4GHz 扫描状态。
- 步骤 6.** 使用 N5247A 矢量网络分析仪光标搜索功能搜索 10MHz ~ 4GHz 范围内的最大驻波比值, 记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”表 A.1 对应项中。
- 步骤 7.** 按照“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”表 A.1 的频段划分要求设置 3986 噪声系数分析仪的频率范围。
- 步骤 8.** 使用 N5247A 矢量网络分析仪光标功能找到对应频率范围内的最大驻波比值, 记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”表 A.1 对应项中, 直至各频段测试完毕, 测量结果应满足端口驻波比的要求。

## 8.5.1.7 本机噪声系数测试

## 1) 项目说明

本机噪声系数是噪声系数分析仪一项重要的技术指标。噪声系数分析仪的本机噪声系数直接决定着可测量被测件的噪声系数和增益范围, 并且也影响着噪声系数测量不确定度指标。使用经过定标的噪声源连接到 3986 噪声系数分析仪射频输入端口, 测量 3986 噪声系数分析仪未经修正时本身的噪声系数。

## 2) 测试设备和附件

噪声源

Keysight 346C

噪声源

噪声源

### 3) 测试步骤

- 步骤 1.** 如图 8.8 所示连接测试设备，开机预热 30min。
- 步骤 2.** 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。
- 步骤 3.** 输入所使用噪声源的超噪比。
- 步骤 4.** 根据性能指标的分段要求，设置起始频率和终止频率。
- 步骤 5.** 设置扫描点数为 101。
- 步骤 6.** 按【重扫】键。

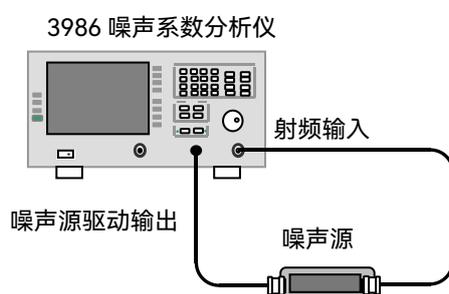


图 8.8 本机噪声系数测试框图

- 步骤 7.** 使用光标搜索功能，分段搜索噪声系数最大值，将结果记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”表 A.1 对应项中。

#### 8.5.1.8 抖动测试

##### 1) 项目说明

抖动即 Y 因子偏离，由于噪声固有的随机性，导致 Y 因子的测量存在一定的不稳定性，即抖动。

##### 2) 测试设备和附件

噪声源

Keysight 346A

##### 3) 测试步骤

- 步骤 1.** 如图 8.8 所示连接测试设备，开机预热 30min。
- 步骤 2.** 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。

## 8.5 性能特性测试

- 步骤 3.** 设置 3986 噪声系数分析仪测量结果为 Y 因子。
- 步骤 4.** 设置 3986 噪声系数分析仪为固定频率 3.5GHz。
- 步骤 5.** 设置 3986 噪声系数分析仪为线性单位显示。
- 步骤 6.** 设置 3986 噪声系数分析仪为测试仪显示方式。
- 步骤 7.** 设置扫描方式为单次扫描。
- 步骤 8.** 按【重扫】键，将结果记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.6 中。
- 步骤 9.** 重复第步骤 8 共 100 次，将测量结果记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格”表 B.6 中。
- 步骤 10.** 按照下式计算标准偏差的线性值：

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

式中：n——测量次数，取 100；  
x——Y 因子测量线性值。

- 步骤 11.** 利用公式 5)，将标准偏差的线性值转化为对数值，其值应满足技术指标要求。

$$A(\text{dB}) = 10 \lg(1 + \sigma) \quad (5)$$

式中：A(dB)——标准偏差的 dB 值；  
 $\sigma$ ——标准偏差的线性值。

## 8.5.1.9 噪声源驱动电压测试

## 1) 项目说明

噪声源驱动电压包括噪声源开和关两种状态，源开时噪声源驱动电压准确度影响噪声源热功率输出的大小，进而影响噪声系数的测量结果。

## 2) 测试设备和附件

数字电压表

34410A

## 3) 测试步骤

- 步骤 1.** 如图 8.9 所示连接测试设备，开机预热 30min。
- 步骤 2.** 按【复位】键复位 3986 噪声系数分析仪为出厂状态。
- 步骤 3.** 按【扫描】键，进入扫描设置菜单。

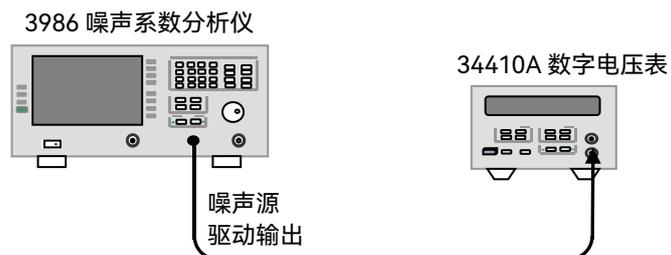


图 8.9 噪声源驱动电压准确度测试框图

- 步骤 4. 按[手动测量]菜单键，进入手动测量设置菜单。
- 步骤 5. 按[噪声源状态]，[噪声源]菜单键分别设置[噪声源 开 关]和[噪声源 开 关]状态。
- 步骤 6. 用数字电压表测量噪声源驱动输出电压，记录到“3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表”表 A.1 对应项中。
- 步骤 7. 按[返回]键，恢复仪器扫描状态。

## 8.5 性能特性测试

## 8.5.2 3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录表

3986 系列噪声系数分析仪性能测试记录

仪器编号: \_\_\_\_\_ 测试人员: \_\_\_\_\_  
 测试条件: \_\_\_\_\_ 测试日期: \_\_\_\_\_

表 A.1 3986A/D/E/F/H/L 型噪声系数分析仪性能测试记录

序号	检验项目	单位	标准要求	测试结果
1	频率范围	GHz	0.01 ~ 4/18/26.5/40/50/67	
2	频率参考 稳定度	ppm	$\pm < 0.2$ ( $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ )	
3	频率调谐 准确度	kHz	$\pm <$ (参考频率误差+100) 10MHz ~ 4GHz $\pm <$ (参考频率误差+400) 4GHz ~ 67GHz	
4	噪声系数 测量范围和 不确定度	dB	测量范围: 0 ~ 30 (超噪比 12dB ~ 17dB) 测量不确定度: $\pm < 0.10$	
			测量范围: 0 ~ 35 (超噪比 20dB ~ 22dB) 测量不确定度: $\pm < 0.15$	
5	增益 测量范围和 不确定度	dB	测量范围: -20 ~ +40	
			测量不确定度: $\pm < 0.17$	
6	输入端口 驻波比	/	$< 1.90:1$ 10MHz $\leq f \leq$ 4GHz	
			$< 2.10:1$ 4GHz $\leq f \leq$ 18GHz	
			$< 2.40:1$ 18GHz $< f \leq$ 26.5GHz	
			$< 2.40:1$ 26.5GHz $< f \leq$ 40GHz	
			$< 2.40:1$ 40GHz $< f \leq$ 50GHz	
			$< 2.50:1$ 50GHz $< f \leq$ 67GHz	
7	本机 噪声系数	dB	3986A/D/E/F/H	
			$< 8.0$ 10MHz $\leq f \leq$ 4GHz	
			$< 7.5$ 4GHz $< f \leq$ 18GHz	
			$< 8.0$ 18GHz $< f \leq$ 26.5GHz	
			$< 10.0$ 26.5GHz $< f \leq$ 40GHz	
			$< 12.0$ 40GHz $< f \leq$ 50GHz	
			3986L	

## 8.5 性能特性测试

序号	检验项目	单位	标准要求	测试结果
			< 10.0      10MHz≤f≤4GHz	
			< 15.0      4GHz < f≤50GHz	
			< 16.0      50GHz < f≤67GHz	
8	抖动	dB	< 0.17      (超噪比典型值 5dB)	
9	噪声源 驱动电压	V	< 1.0      噪声源 (关闭)	
			+28.0±0.10      噪声源 (打开)	

## 8.5 性能特性测试

## 8.5.3 3986 系列噪声系数分析仪性能测试辅助表格

表 B.1 频率参考准确度测试记录

测量参数	计算方法	测试结果 (Hz)	指标要求 (Hz)
读数 1	直接读		
频率参考准确度	读数 1-10MHz		$\pm < 2$

表 B.2 频率调谐准确度测试记录

设置中心频率 (MHz)	频宽 (MHz)	带宽 (MHz)	测量中心频率 (MHz)	频率误差 (kHz)	性能指标 (kHz)
14	8	4			$\pm < (100 + x)$
2000	8	4			$\pm < (100 + x)$
3996	8	4			$\pm < (100 + x)$
10000	8	4			$\pm < (400 + x)$
17996	8	4			$\pm < (400 + x)$
20000	8	4			$\pm < (400 + x)$
26496	8	4			$\pm < (400 + x)$
30000	8	4			$\pm < (400 + x)$
39996	8	4			$\pm < (400 + x)$
45000	8	4			$\pm < (400 + x)$
49996	8	4			$\pm < (400 + x)$
55000	8	4			$\pm < (400 + x)$
60000	8	4			$\pm < (400 + x)$
65000	8	4			$\pm < (400 + x)$
66996	8	4			$\pm < (400 + x)$
中心频率 (MHz)	频宽 (MHz)	带宽 (MHz)	测量中心频率 (MHz)	频率误差 (kHz)	性能指标 (kHz)
1000	0.2	0.1			$\pm < (20 + x)$

注:  $x$ =测试频率点×参考频率准确度

表 B.3 30dB 噪声系数测量范围和测量不确定度测试记录

超噪比 12dB ~ 17dB, 0dB ~ 30dB 测量范围

衰减量 (dB)	热功率 测量值 (dB)	理论功率 变化量 A (dB)	实际功率 变化量 B (dB)	理论 噪声系数 C (dB)	实测 噪声系数 D (dB)	测量 不确定度 =C-D (dB)
0		/	/	/	/	/
0.125	/	0.125				$\pm < 0.10$
0.5	/	0.5				$\pm < 0.10$
1		1				$\pm < 0.10$
2		2				$\pm < 0.10$
3		3				$\pm < 0.10$
4		4				$\pm < 0.10$
5		5				$\pm < 0.10$
6		6				$\pm < 0.10$
7		7				$\pm < 0.10$
8		8				$\pm < 0.10$
9		9				$\pm < 0.10$
10		10				$\pm < 0.10$
11		11				$\pm < 0.10$
12		12				$\pm < 0.10$
13		13				$\pm < 0.10$
14		14				$\pm < 0.10$
15		15				$\pm < 0.10$

## 8.5 性能特性测试

表 B.4 35dB 噪声系数测量范围和测量不确定度测试记录

超噪比 20dB ~ 22dB, 0dB ~ 35dB 测量范围

衰减量 (dB)	热功率 测量值 (dB)	理论功率 变化量 A (dB)	实际功率 变化量 B (dB)	理论 噪声系数 C (dB)	实测 噪声系数 D (dB)	测量 不确定度 =C-D (dB)
0		/	/	/	/	/
0.125	/	0.125				$\pm < 0.15$
0.5	/	0.5				$\pm < 0.15$
1		1				$\pm < 0.15$
2		2				$\pm < 0.15$
3		3				$\pm < 0.15$
4		4				$\pm < 0.15$
5		5				$\pm < 0.15$
6		6				$\pm < 0.15$
7		7				$\pm < 0.15$
8		8				$\pm < 0.15$
9		9				$\pm < 0.15$
10		10				$\pm < 0.15$
11		11				$\pm < 0.15$
12		12				$\pm < 0.15$
13		13				$\pm < 0.15$
14		14				$\pm < 0.15$
15		15				$\pm < 0.15$
16		16				$\pm < 0.15$
17		17				$\pm < 0.15$
18		18				$\pm < 0.15$
19		19				$\pm < 0.15$
20		20				$\pm < 0.15$
21		21				$\pm < 0.15$
22		22				$\pm < 0.15$

表 B.5 增益测量范围和测量不确定度测试记录

增加的 衰减量 (dB)	理论 增益值 G1 (dB)	噪声仪 测量增益 值 G2 (dB)	测量 不确定度 G1-G2 (dB)	增加的 衰减量 G1 (dB)	理论 增益值 G1 (dB)	噪声仪 测量 增益值 G2 (dB)	测量 不确定度 G1-G2 (dB)
1	-1			11	-11		
2	-2			12	-12		
3	-3			13	-13		
4	-4			14	-14		
5	-5			15	-15		
6	-6			16	-16		
7	-7			17	-17		
8	-8			18	-18		
9	-9			19	-19		
10	-10			20	-20		
减小的 衰减量 (dB)	理论 增益值 G1 (dB)	噪声仪 测量增益 值 G2 (dB)	测量 不确定度 G1-G2 (dB)	减小的 衰减量 (dB)	理论 增益值 G1 (dB)	噪声仪 测量 增益值 G2 (dB)	测量 不确定度 G1-G2 (dB)
1	1			21	21		
2	2			22	22		
3	3			23	23		
4	4			24	24		
5	5			25	25		
6	6			26	26		
7	7			27	27		
8	8			28	28		
9	9			29	29		
10	10			30	30		
11	11			31	31		
12	12			32	32		
13	13			33	33		
14	14			34	34		
15	15			35	35		
16	16			36	36		
17	17			37	37		
18	18			38	38		
19	19			39	39		
20	20			40	40		

8.5 性能特性测试

表 B.6 抖动（不平均）测试记录

Y 因子测量值 (Lin)									
1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
频率点 (MHz)			标准偏差 (dB)			性能指标			
3500						< 0.17dB			

## 附录

- 附录A 术语说明 .....231
- 附录B SCPI命令速查表 .....237
- 附录C 错误信息速查表 ..... 1

## 附录 A 术语说明

### 噪声

噪声是一种自然现象，是物质的一种运动形式。广义地讲，噪声就是干扰或扰乱有用信号的不期望的扰动，它使通过网络传输的信号受到干扰或使之失真。常见的噪声是由大量短促脉冲叠加而成的随机过程，噪声功率分布符合概率论的规律，可以用统计的方法进行处理。

### 热噪声

是指处于一定热力学状态下导体中所出现的无规则的电涨落，它是由导体中自由电子的无规则热运动引起的，其大小取决于物体的热力学状态。

### 散弹噪声

散弹噪声又称散粒噪声，它是有源器件（如真空管、P-N晶体管等）中的直流电流或电压的随机起伏造成的。散弹噪声存在一个直流电流，而热噪声电压与直流无关。散弹噪声的平均电流起伏为零，其量值的大小用均方电流、均方电压或功率来描述。

### 资用噪声功率

是单端口网络（噪声发生器）所能传输到负载上的最大功率。

### 资用噪声功率谱密度

单位带宽内的资用噪声功率，常用 $W_n$ 表示。

### 噪声温度

根据尼奎斯特定理，热噪声功率是温度的普适函数，故一个噪声源可以用噪声温度来表示。噪声温度用热力学温度单位K表示。

$$T_n = \frac{W_n}{k} \quad (6)$$

式中:

$T_n$ —— 噪声温度 (K) ;

$W_n$ —— 噪声功率谱密度 (J) ;

$k$  —— 玻尔兹曼常数 ( $1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ ) 。

### 等效输入噪声温度

等效输入噪声温度是描述网络内部噪声性能的一个常用的参量。对于网络内部的噪声可以将它等效至网络的输入端口, 用等效输入噪声温度 $T_e$ 来表示。这样一个实际的网络就可以等效为一个噪声温度为 $T_e$ 的噪声源和一个理想的无噪声的网路的级联, 该等效噪声源通过理想网络后在网络输出端的噪声贡献和实际网络内部产生的噪声在输出端的噪声贡献相等。

### 标准噪声温度

标准噪声温度规定为290K, 通常用 $T_0$ 表示。

### 噪声系数

当网络输入端处于标准噪声温度290K时, 网络输入端信号噪声功率比与输出端信号噪声功率的比值, 定义为网络的噪声系数。

$$F = \frac{S_i/N_i}{S_o/N_o} \quad (7)$$

式中:

$S_i/N_i$ ——  $j_{in}$ 网络输入端的信号噪声功率比;

$S_o/N_o$ —— 网络输出端的信号噪声功率比。

噪声系数 $F$ 用分贝 (dB) 表示为:

$$NF_{(dB)} = 10 \lg F \quad (8)$$

### 热冷态

噪声源开的状态称为热态; 噪声源关的状态称为冷态。

## 热冷噪声功率

噪声源开时的测得的噪声功率定义为热噪声功率，噪声源关时的测得的噪声功率定义为冷噪声功率。

## Y 因子法

Y因子法是一种最常用的噪声系数测量方法。该方法需要精密定标的噪声源作为标准激励源，噪声源必须工作在开关两种状态下，噪声系数分析仪控制噪声源的源开和源关状态并得到相应的热噪声功率和冷噪声功率，热、冷噪声功率的比值定义为Y因子。Y因子是噪声系数测量过程中的一个中间计算量，通过Y因子的测量可计算被测件的等效输入噪声温度，然后再根据等效输入噪声温度和噪声系数的关系求出被测件噪声系数的方法叫Y因子法。

## 超噪比

定义为噪声源源开、源关的等效输出噪声温度之差超出标准噪声温度的倍数，简写为ENR。通常用dB表示。

$$ENR_{(dB)} = 10 \lg \left( \frac{T_h - T_c}{T_0} \right) \quad (9)$$

式中：

$T_h$ —— 噪声源开时的等效输出热噪声温度；

$T_c$ —— 噪声源关时的等效输出冷噪声温度；

$T_0$ —— 标准噪声温度 290K。

## 噪声系数分析仪

是一种能够对线性网络的噪声系数进行测量的仪器。它具有按被测件的类型进行测量校准、自动误差修正的能力。通常噪声系数分析仪能够测量放大器类器件、上变频器、下变频器以及接收机系统前端的噪声系数。

## 噪声源

是一种能产生随机连续频谱的装置。一个好的噪声源应在规定的频带内具有一定的输出噪声功率和均匀的功率谱密度。噪声源的主要技术指标有：频率范围、超噪比、超噪比不确定度、输出端口驻波比等。

## 噪声边带

噪声源输出宽带白噪声信号，用噪声源作激励测量多响应接收机的噪声系数时，宽带噪声会同时进入信号通道和镜频通道。对于单边带响应的接收机，需选择合适的滤波器以滤除相应的镜频响应边带。在进行噪声系数测量时，必须根据接收机的边带类型选择相应的测量边带，噪声系数分析仪提供三种边带选择，分别为：上边带（ $RF > LO$ ）、下边带（ $RF < LO$ ）和双边带（ $RF = LO$ ）。

## 测量模式

噪声系数分析仪一般提供放大器、上变频器和下变频器三种测量模式。在对放大器类的被测件测量时，仪器还提供了系统下变频的扩频测量模式。当噪声系数分析仪的频率范围不能覆盖被测件的工作频段，需要通过外加混频器的方式实现噪声系数测量频率范围的扩展，外混频器作为测试系统的一部分。在进行噪声系数测量时，测量模式的选择必须和被测件类型相对应，在每一种测量模式下，都对应有模式设置和校准测量原理。

## 损耗补偿

噪声系数分析仪具备损耗补偿功能，能够以固定值或表格的形式补偿被测件前后引入的损耗，实现噪声系数的精确测量。

## 预选器

位于噪声系数分析仪低噪声前置放大器输出和混频器输入之间的滤波器。受YIG器件工作频率的影响，一般在噪声系数分析仪的低频段采用固定截止频率的低通滤波器，为减小对滤波器裙边选择性的要求，低波段第一级变频模式选择高中频的方案，第一中频频率远高于对应频段的最高频率；高波段采用中心频率可调的YIG跟踪带通滤波器，以消除超外差接收机的多重响应和镜像响应。

## 本振

本地振荡器的简称。噪声系数分析仪内置本振源，与接收到射频噪声信号混频产生仪器中频噪声信号。

## 假响应

不希望出现在噪声系数分析仪接收通路上的虚假信号。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噪声系数分析仪中显示的异常响应，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:

### 1) 谐波失真

当输入信号的幅度增大至使混频器工作非线性状态时,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。

### 2) 镜频和多重响应

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频。对于本振的每个频率,相应的输入信号都有一个镜频,信号和镜频频率相隔两倍中频。

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。不同噪声系数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。

### 3) 剩余响应

剩余响应是指噪声系数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。

## 频率范围

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

## 射频衰减器

噪声系数分析仪射频输入端口的步进衰减器。射频衰减器用来调节输入至接收机前端的噪声信号电平。

## 输入阻抗

噪声系数分析仪对被测件和噪声源呈现的终端阻抗。噪声系数分析仪的输入阻抗通常是 $50\Omega$ 。某些系统(如有线电视)的标准阻抗是 $75\Omega$ 。额定阻抗与实际阻抗之间的失配程度用电压驻波比(VSWR)表示。

## 增益压缩

输入噪声信号电平增大时可能使噪声系数分析仪的前置放大器、混频器等单元电路接近饱和点工作，此时输出噪声功率不再随输入噪声功率呈线性变化，测量的噪声功率偏低，这是增益压缩造成的。通常用输出偏离线性值低 1dB（或 0.5dB）对应的输入噪声电平值表示 1dB（或 0.5dB）压缩点。

## 中频衰减器

噪声系数分析仪通过中频衰减器调节输入至模数转换器的噪声功率，实现整机的增益测量范围和测量精度。

## 附录 B SCPI 命令速查表

附表 1 通用指令速查表

索引	命令	功能
1	*CLS	状态清零
2	*ESE	设置/查询事件状态使能
3	*ESR?	查询事件状态使能注册
4	*IDN?	查询仪器版本信息
5	*OPC	设置/查询操作完成命令
6	*RST	将设备的大部分功能设置为厂家预先定义的已知状态
7	*RCL	从内部闪存文件系统根文件夹中调用仪器状态文件
8	*SAV	将当前仪器状态存储到内部闪存文件系统根文件夹中的状态文件
9	*SRE	设置/查询服务请求使能寄存器的值
10	*STB?	查询状态字节
11	*TRG	执行触发命令
12	*TST?	执行仪器的基本自检并返回通过/失败指示
13	*WAI	在执行后续的指令之前，等待所有的阻塞仪器作业执行完毕

附表 2 SCPI 命令速查表

索引	命令	功能
1	:CALCulate:LLINe	设置/查询限制线号
2	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:COUNt?	查询选定限制线的数据个数
3	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:DATA	设置/查询限制线数据
4	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:DISPlay[:STATe]	设置/查询限制线显示开关状态
5	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:FAIL?	查询测试失败
6	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:TEST	设置/查询限制线测试开关状态
7	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:TRACe	设置/查询限制线测试轨迹
8	:CALCulate:LLINe1 2 3 4:TYPE	设置/查询限制线类型
9	:CALCulate:LLINe1 2 3 4[:STATe]	设置/查询限制线开和关
10	:CALCulate:MARKer:ALL:CLOSe	关闭所有频标在图形中的显示
11	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:AMPLitude:VALue?	查询当前轨迹所选定频标所设定频率的幅度值
12	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:DISCrete	设置/查询所选频标是否离散显示
13	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:MAXimum?	查询当前轨迹所选定频标的最大值及所对应的频率

## 附录 B SCPI 命令速查表

14	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:MINimum?	查询当前轨迹所选定频标的最小值及所对应的频率
15	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:MODE	设置/查询所选频标类型
16	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:PTPeak?	查询当前轨迹所选定频标的峰峰值及所对应的频率
17	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:SEARch:CONTInuous[:STATe]	设置/查询所选频标连续搜索开关
18	:CALCulate:MARKer1 2 3 4:SEARch:TYPE	设置/查询所选频标搜索类型
19	:CALCulate:MARKer1 2 3 4[:STATe]	设置/查询所选频标在图形中是否显示
20	:CALCulate:UNCertainty:DUT:GAIN	设置/查询被测件增益
21	:CALCulate:UNCertainty:DUT:MATCH:INPut	设置/查询被测件输入匹配
22	:CALCulate:UNCertainty:DUT:MATCH:OUTPut	设置/查询被测件输出匹配
23	:CALCulate:UNCertainty:DUT:NFIGure	设置/查询被测件噪声系数
24	:CALCulate:UNCertainty:INSTrument:GAIN	设置/查询仪器增益不确定度
25	:CALCulate:UNCertainty:INSTrument:MATCH:INPut	设置/查询仪器输入匹配
26	:CALCulate:UNCertainty:INSTrument:NFIGure:UNCertainty	设置/查询仪器噪声系数不确定度
27	:CALCulate:UNCertainty:INSTrument:NFIGure:VALue	设置/查询仪器噪声系数
28	:CALCulate:UNCertainty:RSS?	查询不确定度计算结果
29	:CALCulate:UNCertainty:SOURce:ENR	设置/查询噪声源 ENR 不确定度
30	:CALCulate:UNCertainty:SOURce:MATCH	设置/查询噪声源匹配
31	:CALCulate:UNCertainty:SOURce:TYPE	设置/查询噪声源类型
32	:CALibration	校准
33	:CALibration:AUTO:CALibration	设置校准执行开关
34	:CALibration:AUTO:MODE	设置/查询自动调整的模式
35	:CALibration:AUTO:STATe	设置/查询自动调整开关
36	:DISPlay:ANNotation[:STATe]	设置/查询批注显示开关
37	:DISPlay:DATA:CORRections	设置/查询修正状态开关
38	:DISPlay:DATA:TRACe1 2	设置/查询当前迹线类型
39	:DISPlay:DATA:UNITs	设置/查询参数显示单位
40	:DISPlay:FORMat	设置/查询测量显示格式
41	:DISPlay:GRATICule	设置/查询坐标方格显示开关
42	:DISPlay:PRESet	复位

附录 B SCPI 命令速查表

43	:DISPlay:RESult:TYPE	设置/查询当前轨迹测量参数类型
44	:DISPlay:TABLE:RESUlt:NFIGure GAIN YFACTOR  PHOT PCOLd TEFFective	设置/查询表格显示格式时, 各参数的显示开关状态
45	:DISPlay:TRACe:COMBined	设置/查询图形组合显示开关
46	:DISPlay:TRACe:WINDow	设置/查询当前活动图形区
47	:DISPlay:TRACe:Y[:SCALe]:AUTO	设置/查询自动标尺开关
48	:DISPlay:TRACe:Y[:SCALe]:LOWer	设置/查询轨迹下限值
49	:DISPlay:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision	设置/查询轨迹每格刻度值
50	:DISPlay:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel:VALue	设置/查询某参数参考线的值
51	:DISPlay:TRACe:Y[:SCALe]:UPPer	设置/查询轨迹上限值
52	:DISPlay:WINDow:LANGUage	设置/查询仪器显示语言类型
53	:DISPlay:ZOOM:WINDow	设置/查询上、下图形窗口的缩放显示
54	:FETCh:CORReCted:GAIN?	查询扫频状态已修正的增益
55	:FETCh:CORReCted:NFIGure?	查询扫频状态已修正的噪声系数
56	:FETCh:CORReCted:PCOLd?	查询扫频状态已修正的冷功率
57	:FETCh:CORReCted:PHOT?	查询扫频状态已修正的热功率
58	:FETCh:CORReCted:TEFFective?	查询扫频状态已修正的等效温度
59	:FETCh:CORReCted:YFACTOR?	查询扫频状态已修正的 Y 因子
60	:FETCh:SCALar:CORReCted:GAIN?	查询点频状态已修正的增益
61	:FETCh:SCALar:CORReCted:NFIGure?	查询点频状态已修正的噪声系数
62	:FETCh:SCALar:CORReCted:PCOLd?	查询点频状态已修正的冷功率
63	:FETCh:SCALar:CORReCted:PHOT?	查询点频状态已修正的热功率
64	:FETCh:SCALar:CORReCted:TEFFective?	查询点频状态已修正的等效温度
65	:FETCh:SCALar:CORReCted:YFACTOR?	查询点频状态已修正的 Y 因子
66	:FETCh:SCALar:UNCORReCted:GAIN?	查询点频状态未修正的增益
67	:FETCh:SCALar:UNCORReCted:NFIGure?	查询点频状态未修正的噪声系数
68	:FETCh:SCALar:UNCORReCted:PCOLd?	查询点频状态未修正的冷功率
69	:FETCh:SCALar:UNCORReCted:PHOT?	查询点频状态未修正的热功率
70	:FETCh:SCALar:UNCORReCted:TEFFective?	查询点频状态未修正的等效温度
71	:FETCh:SCALar:UNCORReCted:YFACTOR?	查询点频状态未修正的 Y 因子
72	:FETCh:UNCORReCted:GAIN?	查询扫频状态未修正的增益
73	:FETCh:UNCORReCted:NFIGure?	查询扫频状态未修正的噪声系数
74	:FETCh:UNCORReCted:PCOLd?	查询扫频状态未修正的冷功率
75	:FETCh:UNCORReCted:PHOT?	查询扫频状态未修正的热功率
76	:FETCh:UNCORReCted:TEFFective?	查询扫频状态未修正的等效温度

附录 B SCPI 命令速查表

77	:FETCh:UNCorrected:YFACTOR?	查询扫频状态未修正的 Y 因子
78	:INITiate:CONTinuous	设置/查询连续扫描开关
79	:INITiate:REStart	重扫
80	:INITiate[:IMMediate]	重扫 (兼容 N8975A)
81	:INPut:ATTenuation[:RF]:MAXimum	设置/查询校准射频最大衰减量值
82	:INPut:ATTenuation[:RF]:MINimum	设置/查询校准射频最小衰减量值
83	:INPut:ATTenuation:MWAVE:MAXimum	设置/查询校准微波最大衰减量值
84	:INPut:ATTenuation:MWAVE:MINimum	设置/查询校准微波最小衰减量值
85	:MMEMory:LOAD:ENR	从文件加载测量或校准超噪表
86	:MMEMory:LOAD:FREQuency	从指定文件加载频率列表
87	:MMEMory:LOAD:LIMit	从指定文件加载限制线
88	:MMEMory:LOAD:LOSS	从指定文件加载所选损耗补偿表
89	:MMEMory:LOAD:STATe	从文件加载仪器状态
90	:MMEMory:STORE:ENR	保存测量/校准超噪表到指定文件
91	:MMEMory:STORE:FREQuency	保存频率列表到指定文件
92	:MMEMory:STORE:LIMit	保存限制线到指定文件
93	:MMEMory:STORE:LOSS	保存所选损耗补偿表到指定文件
94		保存图片到指定文件
95	:MMEMory:STORE:STATe	保存仪器状态到指定文件
96	:MMEMory:STORE:TRACe	保存轨迹数据到指定文件
97	:SENSe:AVERage:COUNt	设置/查询平均因子个数
98	:SENSe:AVERage:MODE	设置/查询平均模式 (AV3984/5、N8975)
99	:SENSe:AVERage:STATe	设置/查询平均状态开关
100	:SENSe:BANDwidth[:RESolution]	设置/查询分辨率带宽
101	:SENSe:BANDwidth:AUTO	设置/查询带宽的手动/自动模式
102	:SENSe:CONFigure:LOSCillator:PARAmeter:DI Vider	设置/查询外部本振分频值
103	:SENSe:CONFigure:LOSCillator:PARAmeter:M ULTIplier	设置/查询外部本振倍频值
104	:SENSe:CONFigure:LOSCillator:PARAmeter:OF FSet	设置/查询外部本振频偏值
105	:SENSe:CONFigure:LOSCillator:PARAmeter:SE TTling[:TIME]	设置/查询外部本振稳定时间
106	:SENSe:CONFigure:MODE:DOWNconv:FREQu ency:CONText	设置/查询下变频器的测量频率输入类型

107	:SENSe:CONFigure:MODE:DOWNconv:IF:FREQuency	设置/查询下变频模式固定中频频率
108	:SENSe:CONFigure:MODE:DOWNconv:LOSCillator:FREQuency	设置/查询下变频模式固定本振频率
109	:SENSe:CONFigure:MODE:DOWNconv:LOSCillator:OFFSet	设置/查询下变频模式模式边带类型
110	:SENSe:CONFigure:MODE:DUT	设置/查询 DUT 类型
111	:SENSe:CONFigure:MODE:DUT:EXTend:LO:POWer	设置/查询变频模式中外部 LO 功率
112	:SENSe:CONFigure:MODE:DUT:LO:CONTRol:STATe	设置/查询变频模式中外部本振开关状态
113	:SENSe:CONFigure:MODE:DUT:LOSCillator	设置/查询变频测量模式 LO 模式
114	:SENSe:CONFigure:MODE:SYSTEM:DOWNconv[:STATe]	设置/查询系统下变频模式开关状态
115	:SENSe:CONFigure:MODE:SYSTEM:FREQuency:CONText	设置/查询系统下变频器的测量频率输入类型
116	:SENSe:CONFigure:MODE:SYSTEM:IF:FREQuency	设置/查询系统下变频模式固定中频频率
117	:SENSe:CONFigure:MODE:SYSTEM:LOSCillator	设置/查询系统下变频 LO 模式
118	:SENSe:CONFigure:MODE:SYSTEM:LOSCillator:FREQuency	设置/查询系统下变频模式固定本振频率
119	:SENSe:CONFigure:MODE:SYSTEM:LOSCillator:OFFSet	设置/查询系统下变频模式边带类型
120	:SENSe:CONFigure:MODE:UPConv:FREQuency:CONText	设置/查询上变频器的测量频率输入类型
121	:SENSe:CONFigure:MODE:UPConv:IF:FREQuency	设置/查询上变频模式固定中频频率
122	:SENSe:CONFigure:MODE:UPConv:LOSCillator:FREQuency	设置/查询上变频模式固定本振频率
123	:SENSe:CONFigure:MODE:UPConv:LOSCillator:OFFSet	设置/查询上变频模式边带类型
124	:SENSe:CORRection:ENR:AUTO[:STATe]	设置/查询自动加载 ENR 表开关状态
125	:SENSe:CORRection:ENR:CALibration:TABLE:COUNT?	查询校准 ENR 表的输入个数
126	:SENSe:CORRection:ENR:CALibration:TABLE:	设置/查询校准 ENR 表数据

## 附录 B SCPI 命令速查表

	DATA	
127	:SENSe:CORRection:ENR:CALibration:TABLE:ID:DATA	设置/查询校准 ENR 表 ID
128	:SENSe:CORRection:ENR:CALibration:TABLE:SERial:DATA	设置/查询校准 ENR 表串号
129	:SENSe:CORRection:ENR:CALibration:TABLE:SNS	从智能噪声源加载校准 ENR 表
130	:SENSe:CORRection:ENR:COMMon:STATe	设置/查询 ENR 共用表开关
131	:SENSe:CORRection:ENR:MEASurement:TABLE:COUNt?	查询测量 ENR 表的输入个数
132	:SENSe:CORRection:ENR:MEASurement:TABLE:DATA	设置/查询测量 ENR 表数据
133	:SENSe:CORRection:ENR:MEASurement:TABLE:ID:DATA	设置/查询测量 ENR 表 ID
134	:SENSe:CORRection:ENR:MEASurement:TABLE:SERial:DATA	设置/查询测量 ENR 表串号
135	:SENSe:CORRection:ENR:MEASurement:TABLE:SNS	从智能噪声源加载测量 ENR 表
136	:SENSe:CORRection:ENR:MODE	设置/查询超噪比模式
137	:SENSe:CORRection:ENR:SPOT	设置/查询固定 ENR 值
138	:SENSe:CORRection:ENR:THOT	设置/查询 ENR 固定热温度值
139	:SENSe:CORRection:LOSS:AFTer:MODE	设置/查询 DUT 后损耗补偿值类型
140	:SENSe:CORRection:LOSS:AFTer:TABLE:COUNt?	查询 DUT 后损耗补偿表输入个数
141	:SENSe:CORRection:LOSS:AFTer:TABLE:DATA	设置/查询 DUT 后损耗补偿表数据
142	:SENSe:CORRection:LOSS:AFTer:VALue	设置/查询 DUT 后固定损耗补偿值
143	:SENSe:CORRection:LOSS:AFTer[:STATe]	设置/查询 DUT 后损耗补偿状态开关
144	:SENSe:CORRection:LOSS:BEFore:MODE	设置/查询 DUT 前损耗补偿值类型
145	:SENSe:CORRection:LOSS:BEFore:TABLE:COUNt?	查询 DUT 前损耗补偿表个数
146	:SENSe:CORRection:LOSS:BEFore:TABLE:DATA	设置/查询 DUT 前损耗补偿表数据

147	:SENSe:CORRection:LOSS:BEFore:VALue	设置/查询 DUT 前固定损耗补偿值
148	:SENSe:CORRection:LOSS:BEFore[:STATe]	设置/查询 DUT 前损耗补偿状态开关
149	:SENSe:CORRection:SPOT:MODE	设置/查询固定 ENR 类型
150	:SENSe:CORRection:TCOLd:SNS[:STATe]	设置/查询自动从智能噪声源读取冷温度的状态开关
151	:SENSe:CORRection:TCOLd:USER:SET	从智能噪声源设置用户冷温度
152	:SENSe:CORRection:TCOLd:USER[:STATe]	设置/查询用户冷温度开关状态
153	:SENSe:CORRection:TCOLd:USER:VALue	设置/查询用户冷温度值
154	:SENSe:CORRection:TEMPerature:AFTer	设置/查询 DUT 后损耗补偿温度值
155	:SENSe:CORRection:TEMPerature:BEFore	设置/查询 DUT 前损耗补偿温度值
156	:SENSe:FREQuency:CENTer	设置/查询中心频率
157	:SENSe:FREQuency:SWEep:LIST	查询频率模式为扫描时的扫描频率值
158	:SENSe:FREQuency:FIXed	设置/查询固定频率
159	:SENSe:FREQuency:LIST:COUNT?	查询频率列表频率个数
160	:SENSe:FREQuency:LIST:DATA	设置/查询频率列表
161	:SENSe:FREQuency:MODE	设置/查询频率模式
162	:SENSe:FREQuency:SPAN	设置/查询扫描带宽
163	:SENSe:FREQuency:SPAN:FULL	设置全扫宽
164	:SENSe:FREQuency:START	设置/查询起始频率
165	:SENSe:FREQuency:STOP	设置/查询终止频率
166	:SENSe:MANual:IF:FIXed	设置/查询手动测量固定 IF 衰减量
167	:SENSe:MANual:IF:MODE	设置/查询手动测量 IF 衰减模式
168	:SENSe:MANual:MWAVE:FIXed	设置/查询手动测量固定微波衰减量
169	:SENSe:MANual:MWAVE:MODE	设置/查询手动测量微波衰减模式
170	:SENSe:MANual:NOISe[:STATe]	设置/查询手动测量噪声源开关状态
171	:SENSe:MANual:RF:FIXed	设置/查询手动测量固定射频衰减量
172	:SENSe:MANual:RF:MODE	设置/查询手动测量射频衰减模式
173	:SENSe:RENew:SWEep	重新扫描

## 附录 B SCPI 命令速查表

174	:SENSe:SOURce:NOISe:STYLE	设置/查询噪声源的类型
175	:SENSe:SWEep:POINts	设置/查询扫描点数, 整数
176	:SENSe:SYSTem:COMMunicate:GPIB:EXTLosci llator:ADDReSS	设置/查询仪器外部本振 GPIB 地址
177	[:SENSe]:SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRe SS	设置/查询仪器 GPIB 地址
178	:SYSTem:COMMunicate:LAN:IP:ADDReSS	设置/查询仪器 IP 地址
179	:SYSTem:COMMunicate:LAN:SOCKet:CONTrol	设置/查询仪器网络端口号
180	:SYSTem:PRESet	复位
181	:TRACe[:DATA]:CORReCted:AMPLitude:MAXi mum?	查询指定已修正轨迹的最大幅度 值以及相应的频率 (相当于 Marker Minimum)
182	:TRACe[:DATA]:CORReCted:AMPLitude:MINim um?	查询指定已修正轨迹的最小幅度 值以及相应的频率 (相当于 Marker Maxmum)
183	:TRACe[:DATA]:CORReCted:AMPLitude[:VALu e]?	查询指定已修正轨迹在指定频率 点的幅度值
184	:TRACe[:DATA]:CORReCted:DELTA?	查询指定已修正轨迹中频率 1 和 频率 2 的幅度差值
185	:TRACe[:DATA]:CORReCted:PTPeak?	查询指定已修正轨迹中最大幅度 值与最小幅度值的差值, 以及产生 差值的频率差 (相当于 Marker PTPeak)
186	:TRACe[:DATA]:UNCORReCted:AMPLitude:MAX imum?	查询指定未修正轨迹的最大幅度 值以及相应的频率 (相当于 Marker Minimum)
187	:TRACe[:DATA]:UNCORReCted:AMPLitude:MINi mum?	查询指定未修正轨迹的最小幅度 值以及相应的频率 (相当于 Marker Maxmum)
188	:TRACe[:DATA]:UNCORReCted:AMPLitude[:VAL ue]?	查询指定未修正轨迹在指定频率 点的幅度值
189	:TRACe[:DATA]:UNCORReCted:DELTA?	查询指定未修正轨迹中频率 1 和 频率 2 的幅度差值
190	:TRACe[:DATA]:UNCORReCted:PTPeak?	查询指定未修正轨迹中最大幅度 值与最小幅度值的差值, 以及产生 差值的频率差 (相当于 Marker PTPeak)

## 附录 C 错误信息速查表

附表 3 本地错误信息表

错误代码	错误关键字段	详细错误说明
1	USBINITERR	仪器键盘初始化失败, 请检查硬件及驱动
2	LANINIT ERR	LAN 端口初始化失败, 请检查硬件及驱动
3	HARDINIT ERR	功能硬件初始化失败, 请检查硬件及驱动
4	WINSOCKET ERR	Winsocket 库初始化失败
5	SOCKETCRT ERR	创建 SOCKET 接口失败
6	SOCKETBAND ERR	绑定 SOCKET 接口失败
7	LISTEN ERR	监听接口失败
8	LINK ERR	建立链接失败
9	FMDATA ERR	调用 FM 偏移数据失败
15	CALFILE ERR	校准文件调用失败
20	GPS INIT	GPS 初始化失败
30	FACTDATA ERR	调用工厂调试状态数据失败
31	FLATNESS ERR	调用平坦度数据失败
32	LOADFILE ERR	调用文件失败
33	SAVEFILE ERR	保存文件失败
34	LICENSE ERR	无效的 License
35	LICENSE OPEN	License 打开失败
37	YTFTUNE ERR	调用 YTF 调谐数据失败
38	YTFTRC ERR	调用 YTF 跟踪数据失败
39	SAMPLL ERR	调用取样环数据失败
40	CRET EVT	创建系统同步事件错误
41	NO MEMRY	动态分配内存失败
42	SHUTDOWN FAIL	仪器远程关机失败
43	SPACE LOW	磁盘空间不足
44	CRET DIRY	创建文件夹失败
45	CRET FILE	创建文件失败
46	CHECK DISK	查询磁盘剩余空间失败
47	READ FILE	读取文件失败
48	WRITE FILE	写入文件失败
90	CALCBAND	波段参数计算错误

附录 C 错误信息速查表

100	LO ALLOT	本振分配算法失败
101	FRACNLOW	小数环低端失锁
102	SAMP UPR	取样环高端失锁
103	YTO CHK	YTO 环锁定检测
104	OVERSTEP	误差电压归零调整次数超出 15 次
105	CORS LOW	粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 小于 0
106	CORS UPR	粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 大于 255
107	CORS LOW	在粗调过程中细调 DAC 值小于 65 引起的粗调 DAC 值小于 0
108	CORS UPR	在粗调过程中细调 DAC 值大于 255 引起的粗调 DAC 值大于 255
109	CORS UPR	在细调过程中细调 DAC 值大于 255 引起的粗调 DAC 值大于 255
110	CORS UPR	在细调过程中细调 DAC 值大于 191 引起的粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 大于 255
111	CORS LOW	在细调过程中细调 DAC 值小于 0 引起的粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 大于 255
112	CORS LOW	在细调过程中细调 DAC 值小于 65 引起的粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 大于 255
113	SAMP LOW	取样环低端失锁
114	FRACNUPR	小数环高端失锁
115	LO1 FAIL	本振 1 调整失败
116	LO2 FAIL	本振 2 调整失败
201	LOAD CAL	存储校准数据的文件调用失败
202	DSP DATA	向 DSP 写入校准数据失败
203	SAVE CAL	存储校准数据的文件写入或建立失败
210	GETCALTR	校准时获取校准扫描轨迹失败
220	CALFLTNS	校准带内平坦度时校准数据超限
221	40MFLTNS	40MHz 带内平坦度校准错误
222	13MFLTNS	13MHz 带内平坦度校准错误
223	3M FLTNS	3MHz 带内平坦度校准错误
224	.1MFLTNS	100KHz 带内平坦度校准错误
225	200MFLTN	200MHz 带内平坦度校准错误
226	100MFLTN	100MHz 带内平坦度校准错误
227	50MFLTNS	50MHz 带内平坦度校准错误
230	200MError	200MHz 带宽转换误差校准错误

231	100MError	100MHz 带宽转换误差校准错误
232	50MError	50MHz 带宽转换误差校准错误
233	40MError	40MHz 带宽转换误差校准错误
234	20MError	20MHz 带宽转换误差校准错误
235	10MError	10MHz 带宽转换误差校准错误
236	8MError	8MHz 带宽转换误差校准错误
237	5M Error	5MHz 带宽转换误差校准错误
238	4M Error	4MHz 带宽转换误差校准错误
239	2.5M Err	2.5MHz 带宽转换误差校准错误
240	2M Error	2MHz 带宽转换误差校准错误
241	1.6M Err	1.6MHz 带宽转换误差校准错误
242	1M Error	1MHz 带宽转换误差校准错误
243	800k Err	800KHz 带宽转换误差校准错误
244	500kError	500KHz 带宽转换误差校准错误
245	400kError	400KHz 带宽转换误差校准错误
246	250kError	250KHz 带宽转换误差校准错误
247	200kError	200KHz 带宽转换误差校准错误
248	160kError	160KHz 带宽转换误差校准错误
249	100kError	100KHz 带宽转换误差校准错误
250	80kError	80KHz 带宽转换误差校准错误
251	50kError	50KHz 带宽转换误差校准错误
252	40kError	40KHz 带宽转换误差校准错误
253	25kError	25KHz 带宽转换误差校准错误
254	20kError	20KHz 带宽转换误差校准错误
255	16kError	16KHz 带宽转换误差校准错误
256	10kError	10KHz 带宽转换误差校准错误
257	8kError	8KHz 带宽转换误差校准错误
258	5kError	5KHz 带宽转换误差校准错误
259	4kError	4KHz 带宽转换误差校准错误
260	2.5kError	2.5KHz 带宽转换误差校准错误
261	2kError	2KHz 带宽转换误差校准错误
262	1.6kError	1.6KHz 带宽转换误差校准错误
263	<=1k Err	<=1KHz 带宽转换误差校准错误
291	RF GAIN	射频可变增益校准错误
292	FLATGDAC	平坦度放大器增益校准错误
294	NBIFGAIN	窄带中频可变增益校准错误

附录 C 错误信息速查表

295	WBIFGAIN	宽带中频可变增益校准错误
296	500MAMPL	窄带前放关时绝对幅度误差校准错误
297	500MAMPL	宽带前放关时绝对幅度误差校准错误
298	500MAMPL	窄带前放开时绝对幅度误差校准错误
299	500MAMPL	宽带前放开时绝对幅度误差校准错误
300	NB DEV	打开窄带采集设备失败
301	NB INIT	初始化窄带采集设备失败
302	NB FPGA	配置窄带采集设备 FPGA 失败
303	NB WRKP	设置窄带设备工作参数失败
304	FIR FILE	调用 FIR 文件失败
305	FPGA FILE	打开窄带采集设备 FPGA 文件失败
306	NB EVT	创建窄带采集设备驱动同步事件失败
310	NBOVERTIME	窄带采集设备采样超时
311	DIRVER READ	窄带采集设备驱动读失败
312	DIRVER WRITE	窄带采集设备驱动写失败
313	DRIVER DMA	窄带采集设备驱动 DMA 失败
315	WBOVERTIME"	宽带采集设备采样超时
320	WB DEV	打开宽带采集设备失败
321	WB INIT	初始化宽带采集设备失败
322	WB FPGA	配置宽带采集设备 FPGA 失败
323	WB WRKP "	设置宽带设备工作参数失败
325	FPGA FILE	打开宽带采集设备 FPGA 文件失败
326	WB EVT	创建宽带采集设备驱动同步事件失败
331	DIRVER READ	宽带采集设备驱动读失败
332	DIRVER WRITE	宽带采集设备驱动写失败
333	DRIVER DMA	宽带采集设备驱动 DMA 失败
340	BBS DEV	打开音频采集设备失败
341	BBS INIT	初始化音频采集设备失败
342	BBS FPGA	配置音频采集设备 FPGA 失败
343	BBS WRKP	设置音频设备工作参数失败
345	FPGA FILE	打开音频采集设备 FPGA 文件失败
346	BBS EVT	创建音频采集设备驱动同步事件失败
350	OVERTIME	音频采集设备采样超时
351	DIRVER READ	音频采集设备驱动读失败
352	DIRVER WRITE	音频采集设备驱动写失败
353	DRIVER DMA	音频采集设备驱动 DMA 失败

354	DATA LACK	音频采集设备采集数据长度不足
360	LARGEREF	音频板大量程参考校准错误
361	LARGEEND	音频板大量程地校准错误
362	SMALLREF	音频板大量程参考校准错误
363	SMALLGND	音频板大量程地校准错误
370	500MAMPL	相噪优化前放关时绝对幅度误差校准错误!
371	500MAMPL	相噪优化前放开时绝对幅度误差校准错误!
400	FIR TMOU	连续扫描出现超时错误
401	FIR RDERR	连续扫描出现数据读取错误 读取点数失配
831	ENR Data	频率超出 ENR 范围, ENR 将用外差法得到
832	ENR Data	ENR 表空, 未输入 ENR 值
841	CAL Invalid	用户校准无效, 频率超出范围
842	CAL Invalid	用户校准有效
843	CAL Invalid	用户校准被插值
846	CAL Invalid	用户校准无效, 模式设置改变
847	CAL Invalid	用户校准无效, 测量模式改变
850	Mode Error	模式设置错误
851	Mode Error	模式设置错误: RF 起始频率必须大于固定 IF 频率
852	Mode Error	模式设置错误: RF 起始频率必须大于固定 LO 频率
853	Mode Error	模式设置错误: RF 起始频率必须大于 IF 起始频率
854	Mode Error	模式设置错误: IF 起始频率必须大于 RF 起始频率
855	Mode Error	模式设置错误: LO 起始频率必须大于固定 IF 频率
856	Mode Error	模式设置错误: IF 起始频率必须大于固定 LO 频率
857	Mode Error	模式设置错误: RF 终止频率必须小于固定 IF 频率
858	Mode Error	模式设置错误: RF 终止频率必须小于固定 LO 频率
859	Mode Error	模式设置错误: RF 终止频率必须小于 LO 终止频率
860	Mode Error	模式设置错误: IF 终止频率必须小于 RF 终止频率
861	Mode Error	模式设置错误: IF 终止频率必须小于固定 LO 频率
862	Mode Error	模式设置错误: RF 起始频率必须小于固定 LO 频率
863	Mode Error	模式设置错误: (LO-RF 终止频率)必须大于等于最小仪器输入频率
864	Mode Error	模式设置错误: (RF 起始频率-LO)必须大于等于最小仪器输入频率
865	Mode Error	模式设置错误: 外部本振频率超出范围
866	Mode Error	模式设置错误: 系统输入频率超出范围
867	Mode Error	模式设置错误: (LO-RF 起始频率)必须大于等于最小仪器输入频率

附录 C 错误信息速查表

868	Mode Error	模式设置错误: IF 起始频率必须小于固定 LO 频率
869	Mode Error	模式设置错误: IF 终止频率必须大于 RF 终止频率

附表 4 程控错误信息表

错误代码	错误关键字段	详细错误说明
600	CMD ERR	命令不允许带参数
601	CMD ERR	命令参数错误
602	GPIB ERR	当前模式命令文件损坏
603	CMD ERR	无此程控命令
604	CMD ERR	当前模式下无此命令
605	GPIB ERR	接收机模式命令文件损坏
606	GPIB ERR	相位噪声模式命令文件损坏
607	CMD ERR	带数字关键词过多
608	CMD ERR	关键字不允许带数字
610	SFP ERR	记录仪通路链接失败
650	GPIBINIT ERRO	GPIB初始化错误
651	REGISTER ERRO	GPIB访问注册表失败
652	GPIBMEM ERRO	GPIB存储器初始化失败