

# **AV4036 系列频谱分析仪**

## **用户手册**

**中电科仪器仪表有限公司**

**2016 年 3 月**



# 前 言

非常感谢您选择、使用中电科仪器仪表有限公司生产的 AV4036 系列频谱分析仪！

AV4036 系列频谱分析仪为本所 2008 年推出的新一代高性能频谱分析仪，包括：AV4036、AV4036A、AV4036B、AV4036C、AV4036D、AV4036E、AV4036F、AV4036G 八款产品。

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，同时带给您一流的技术支持和售后服务。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。我们竭诚欢迎您的垂询，联系方式：

服务咨询 0532-86889847

技术支持 0532-86891085

传 真 0532-86889056

网 址 <http://www.ei41.com>

电子信箱 [5117@ei41.com](mailto:5117@ei41.com)

地 址 山东省青岛市经济技术开发区香江路 98 号

邮 编 266555

本手册介绍了 AV4036 系列频谱分析仪的使用注意事项、用途、使用方法、性能特性、基本工作原理等内容，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。

由于时间紧迫和笔者水平有限，本手册错误和疏漏之处在所难免，恳请各位用户批评指正！对于因我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。

---

本手册是《AV4036 系列频谱分析仪用户手册》第六版，版本号是 AV2.731.1024SSV6.0。



声明：本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语最终解释权属于中电科仪器仪表有限公司。

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

---

编 者

2016 年 3 月

---

# 目 录

第一章 概述 .....	1
第一节 产品综述.....	1
第二节 安全说明、环境保护及注意事项.....	4
第一篇 使用说明.....	7
第二章 基本操作入门.....	9
第一节 初始检查.....	9
第二节 加电前的注意事项.....	10
第三节 频谱分析仪的初次加电.....	12
第四节 正确使用连接器.....	14
第五节 关于频谱分析仪系统配置部分说明.....	16
第六节 前面板说明.....	20
第七节 后面板说明.....	27
第八节 显示区说明.....	29
第九节 基本测量方法.....	31
第三章 测 量.....	37
第一节 应用分辨率带宽分辨频率相距很近的信号.....	37
第二节 应用幅度修正功能提高幅度测量准确度.....	42
第三节 提高频率测量精度.....	44
第四节 小信号的测量.....	46
第五节 音频解调（选件）.....	51
第六节 三阶交调失真测量.....	57
第七节 漂移信号的测量.....	60
第八节 噪声信号的测量.....	63
第九节 进行失真测量.....	66
第十节 脉冲射频信号测量.....	72
第十一节 时间门测量.....	77
第四章 菜单说明.....	89
第一节 菜单结构.....	89
第二节 菜单说明.....	100
第二篇 技术说明.....	127
第五章 工作原理和关键技术.....	129
第六章 主要技术指标及测试方法.....	133
第一节 技术指标.....	133
第二节 推荐测试方法.....	137
第三篇 维修说明.....	179
第七章 故障诊断.....	181

第一节 故障判断和排除 .....	181
第二节 查看提示信息 .....	183
第三节 提示信息说明 .....	184
第八章 频谱分析仪的返修 .....	193
附录 A .....	195
附录 B .....	211
附录 C .....	235
附录 D .....	253
附录 E .....	257
附录 F .....	263

# 第一章 概述

## 第一节 产品综述

AV4036 系列频谱分析仪包括 AV4036 (3Hz ~ 40GHz)、AV4036A (3Hz ~ 4GHz)、AV4036B (3Hz ~ 8GHz)、AV4036C (3Hz ~ 13.2GHz)、AV4036D (3Hz ~ 18GHz)、AV4036E (3Hz ~ 26.5GHz)、AV4036F (3Hz ~ 43GHz)、AV4036G (3Hz ~ 50GHz) 等八款产品, 具有宽频带、高分辨率、高灵敏度、大动态范围、高精度、低相噪、快速测量等特点, 采用了全数字中频处理、自动频谱识别与实时校准、宽带微波毫米波集成等多项创新技术, 性能优异, 环境适应性强, 可靠性高。采用了模块化、标准化的设计思想, 通过软、硬件功能模块的组合, 可形成系列化产品, 并且各个功能模块易于互换, 方便仪器后续功能的升级和扩展。

### 1 主要特点

#### 1.1 高性能

- 测量频率范围宽, 可方便进行 3Hz ~ 50GHz 宽频段范围的信号测量。
- 载波 1GHz 频偏 10kHz 时, 噪声边带-118dBc/Hz (典型值)。
- 频率计数分辨率可达 0.001Hz。
- 可达-152dBm 的显示平均噪声电平。
- 1dB 增益压缩+7dBm (典型值)。
- TOI(三阶截获点)+17dBm (典型值)。
- 幅度精度  $\pm 0.24$ dB(典型值)。
- 全数字中频设计, 减小了中频误差。
- 扫描速度快, 非零频宽扫描时间最小为 5ms, 零频宽扫描时间最小为 1  $\mu$ s。
- 最快每秒 30 条轨迹刷新率。
- 大于 15 次/秒的远控速率。
- 采用自动校准技术, 环境适应能力强。

#### 1.2 灵活性

- 可以使用数字分辨率带宽滤波器的连续扫频模式或步进模式两种方式进行测量, 可灵活优化测量速度和灵敏度。
- 160 档数字分辨率带宽设置, 可实现频宽和分辨率带宽的最佳组合, 优化测量结果。
- 提供标准、正峰值、负峰值、取样、平均值等多种检波方式, 保证得到更准确的测量结果。
- 衰减器 2dB 步进, 可提供最佳的测量动态范围。
- 采用嵌入式计算机及多任务操作系统, 方便对测量结果的存储、打印及数据共享。
- 支持 GPIB、USB、LAN、串口等多种接口, 方便组建自动测试系统。
- 具有 21.4MHz、321.4MHz、70MHz/140MHz 等多种中频输出, 以及视频信号和宽带调频解调信号输出, 方便对信号进行后续处理和分析。
- 系列化产品、多种选件配置方式, 可满足不同用户的需求。

#### 1.3 友好的人机界面

- 中、英文双语操作界面, 内嵌使用说明和联机帮助信息。

- 8.4 英寸、170 度视角、高亮度、高分辨率液晶显示器。

## 1.4 强大的连通能力

- 具有强大的连通能力，提供符合规范要求的仪器驱动库，方便用户搭建综合测试系统。
- 具有 USB2.0 接口，使得仪器对移动存储、即插即用外设具有很强的支持力。
- 支持 USB 打印，可选并口打印，可快速设置纵/横模式和打印份数。
- 10M/100M 自适应的网络互联，预留 1000M 以太网的扩展能力。
- 支持网络和 GPIB 程控，命令符合 SCPI1999.0 规范。
- 符合 LXI 的 C 类仪器标准，通过 Web 浏览器可控制仪器全部功能；可被 NI-MAX 及 Agilent-Connection Expert 等 LXI 仪器自动查找软件查找。

## 2 典型应用

AV4036 系列频谱分析仪可对调制信号、谐波失真、三阶交调、激励响应、相位噪声等多种类型的信号进行频率、功率、带宽、调制等参数测量分析。可应用于通信、雷达、频谱管理、信号监测、信息安全等测试领域，以及用于电子元器件、部件和设备的科研、生产、测试、试验、计量等方面。

### 2.1 多领域测试

- 雷达、通信系统性能测试  
可用于各类军用和民用雷达系统以及通信系统的研发过程中，既可对信号发生过程中的各类信号进行精确的频率测试、功率测试、相位噪声测试，也可对各种杂散信号、寄生信号、谐波失真及信号的调制特性进行测试。
- 频谱监测管理  
可对控制范围内空中射频信号进行管理，迅速判别和查找各类干扰信号。比如对军用电台、广播电台、通讯设备、机场、基站、敏感区域等进行频谱监测和管理。由于具有音频解调功能，也可用于电台的监听。
- 通信卫星监测  
可用于监测通信卫星的信号频谱质量、功率以及功率控制状态，对干扰信号进行判别与查找，保障通信卫星网安全、可靠、稳定地运行。
- 射频识别（RFID）领域测试  
可用于射频识别系统的询问器传输杂散辐射和场强测试、频率偏差测试、占用带宽测试、轮询和定时测量等。
- 蓝牙领域测试  
可用于蓝牙系统的发信机功率测试、功率谱测试、调制测试、收发信机的杂散辐射测试等。

### 2.2 元器件、部件及整机的测试

可以对电缆、连接器、放大器、滤波器、混频器、衰减器、隔离器、耦合器等元器件或部件进行增益、频率响应、带宽、插损、变频损耗、隔离度、失真等参数的测试。

可以应用于多种整机和设备的测试，如在信号发生器的研发、生产、维护、计量等方面，进行频率、功率、相位噪声、寄生、谐波失真、调制特性等性能指标的测试。

## 3 配置及选件

AV4036 系列频谱分析仪除基本配置为外，还包括以下选件：

相位噪声测试、音频解调、前置放大器(4GHz)、宽带中频 70MHz 输出、宽带中频 140MHz



---

输出、宽带调频解调输出、辅助视频输出、21.4MHz 中频输出、外扩频、英文、铝合金运输箱、上机柜。

3.1 相位噪声测试

具有快捷的相位噪声测试功能，可方便地测量输入信号的相位噪声，给出相位噪声曲线。

3.2 音频解调

可解调 AM/FM 信号，并通过内置的扬声器输出。

3.3 前置放大器(4GHz)

频率范围 100kHz~4GHz，增益大于 25dB，噪声系数小于 7dB，可以整体改善整机 100kHz~4GHz 频段显示平均噪声电平约 12dB，利于对弱信号的测量。

3.4 宽带中频 70MHz 输出

可以输出 70MHz 中频信号，可用其它设备对其进行分析处理。70MHz 中频输出中频输出不能同时提供。

3.5 宽带中频 140MHz 输出

可以输出 140MHz 中频信号，可用其它设备对其进行分析处理。140MHz 中频输出不能同时提供。

3.6 宽带调频解调输出

可解调 FM 信号并输出解调信号。

3.7 辅助视频输出

同步视频信号输出，可用其它设备进一步分析。

3.8 21.4MHz 中频输出

后面板输出 21.4MHz 中频信号，可用其它设备对其进行分析处理。

3.9 外扩频

提供本振输出接口、中频输入接口和控制软件，利用外置谐波混频器实现扩展频率测量范围。

3.10 英文

提供英文面板、英文界面和自适应电源。

3.11 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。

---

**本手册中有关指标标注典型值和额定值的说明：**

典型值：表示80%的单元在20℃ ~ 30℃能够达到的性能。该数据并非确保的性能特点，并且不包括测量不确定性。

额定值：表示预期的平均性能或者设计性能特征，比如50Ω输入接头等。该数据没有保证，并在20℃ ~ 30℃范围下测得，不包含在产品保修范围之内。

---

## 第二节 安全说明、环境保护及注意事项

请认真阅读并严格遵守以下注意事项！

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

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

### 1 基本安全说明

- a) 本产品的使用条件和环境必须符合规定。应在良好的通风条件下使用。除非另有说明，否则产品需在下列条件下使用：
  - 1) 仪器工作环境温度范围 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
  - 2) 仪器在使用时应该正向水平放置，只能在有遮挡的空间内使用。
  - 3) 额定电压误差为 $\pm 10\%$ ，额定频率误差为 $\pm 5\%$ 。
  - 4) 禁止在仪器上放置重物，以免对仪器造成挤压，损坏仪器。
- b) 为了防止事故的发生，工作中必须遵守相关地方性或全国性安全规定。本产品只能由经过专门培训和授权的人员打开。仪器在打开或进行其它操作之前，必须首先切断电源。仪器调整、零件更换、维护或维修工作只能由我们的技术人员进行，需要更换涉及安全方面的零部件（例如电源开关）时，只能使用原厂零部件。每次在更换涉及安全方面的零部件之后，都必须进行安全测试。**禁止用户私自拆机。**
- c) 禁止在电源线发生损坏的情况下使用本产品。应定期检查电源线是否正常。应采取适当的安全保护措施并且妥善放置电源线，以确保电源线不被损坏，人员不会被电源线绊倒或遭受电击。
- d) 禁止将插头插入有灰尘或脏污的插座内，插头的连接应该牢固，以免发生电火花、火灾或造成人身伤害。
- e) 禁止插座、电源线或接线板在过载条件下使用，以免发生火灾或电击事故。
- f) 对于带有可插拔电源线和插头的一类安全产品，只允许使用配备接地端和保护接地的插座。
- g) 禁止故意破坏电源馈线或产品自身的保护性接地连接线，否则将有可能导致产品发生电击危险。如果产品采用延长线或接线板连接，则需要定期进行检查，以确保使用安全。
- h) 产品应采用适当的过压保护装置（例如防雷保护），以防出现触电事故。
- i) 工作人员在使用产品之前需经过专门培训，使用过程中注意力要高度集中。必须由身体、心智适合的人员操作产品，否则会造成人身伤害或财产损失。
- j) 本产品电磁兼容性符合 GJB 3947-2000 的有关规定，使用过程中产品可能会产生一定程度的电磁辐射。为了保护尚未出生的生命，孕妇应该采用适当的保护措施。另外，电磁辐射还会危及佩戴心律调整器的人员的健康。产品的使用人员需要考察工作环境中是否存在特殊的电磁辐射危险，必要时采取相应的措施以避免危险的发生。
- k) 与其它工业产品一样，过敏性材料（过敏原，例如铝）的使用无法完全避免。一旦出现过敏反应（例如皮疹、反复打喷嚏、眼部刺激或者呼吸困难等），请立即就诊以查明原因。

- l) 除非有特殊说明，禁止在产品运行中拆除产品盖罩或外壳，避免因电路和元件暴露而导致人身伤害、火灾或者损坏设备。
- m) 禁止随便通过仪器外壳上的开口向仪器内塞入任何物体，严禁向仪器外壳表面或内部倾倒任何液体，以免导致产品内部发生短路和/或造成电击、火灾或人身伤害。
- n) 除非特别说明，所有产品均不得与液体接触。否则，将会导致电击危险或产品损坏，还会造成人身伤害事故。
- o) 在清洗产品之前，应断开产品电源。应使用不起毛软布清洗产品。禁止使用化学清洗剂（例如酒精或纤维素清漆）。
- p) 严禁在使仪器内部或表面发生冷凝的条件下使用本产品，例如将产品从寒冷的环境移到温暖的环境。
- q) 禁止遮盖产品机箱的槽口或开口，因为其作用在于使产品内部通风，防止产品变得过热。禁止将产品置于沙发、毛毯或封闭外壳内，除非通风条件良好。
- r) 禁止将产品置于暖气或暖风扇等发热的设备上。环境温度不得超过本说明书中规定的最高温度。
- s) 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。
- t) 产品重量约 23kg，在搬运时应小心。产品上的把手用于把持或搬运，禁止用于产品固定或运输（例如起重机和叉车等）。用户在运输仪器过程中应遵守有关运输安全规定，否则可能会导致人身伤害或财产损失。

## 2 环境保护

### 2.1 包装箱的处理

我单位承诺产品包装物为无害废弃物，请保留好包装箱和衬垫，以备将来需要运输时使用，也可以按照当地环境法规要求处理产生的包装物。

### 2.2 报废处理

- a) 仪器在维修及升级过程中更换下来的零部件由中电科仪器仪表有限公司集中回收处理；仪器报废后禁止随意丢弃或处置，请通知中电科仪器仪表有限公司或交由具有资质的专业回收单位进行回收处理。
- b) 仪器内部使有电池，请勿随便丢弃更换下来的电池，应按照化学废品单独回收！
- c) 除非另有规定，以上操作请按照国家《废弃电器电子产品回收处理管理条例》和当地环境法律法规处置。

## 3 基本注意事项

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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，以免烧毁仪器。  
最大安全电平：  
连续波(输入衰减器  $\geq 10\text{dB}$ ): +30dBm (1W)  
峰值脉冲功率(脉宽  $< 10\ \mu\text{s}$ , 占空比  $< 1\%$ , 输入衰减器  $\geq 30\text{dB}$ ): +50dBm(100W)
- d) 测量时射频输入端口禁止直流信号输入，否则会导致仪器内部部件毁坏。
- e) 禁止对不准热插拔的接口如 GPIB、并口、串口、监视器接口进行热插拔。
- f) 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。
- g) 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。

- h) 为了保证测量精度，需要预热 30 分钟后进行测试。
- i) 用户需要了解被测信号的特性，以便合理设置各项参数。
- j) 为保证最佳测量效果，仪器应尽量工作在关联状态。
- k) 当被测信号过载，调整衰减器或参考电平，使被测信号峰值显示在屏幕顶格下方。
- l) 禁止用户删除出厂数据。
- m) 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。
- n) 用户只能删除自己保存的文件，禁止删除系统文件。
- o) 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。
- p) 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。
- q) **仪器出现故障，禁止用户私自拆机，需返回厂家维修。**

本手册使用下面这些安全符号，操作仪器前请先熟悉这些符号及其含义！



**警告：**

“警告”表示存在危险。它提请用户对某一过程的特别注意。如果不能正确操作或遵守相应的规则，则可能造成仪器损坏或人身伤害。



**请注意：**

“请注意”特别提请用户注意的信息。它提醒用户应注意的操作信息或说明。

---

# 第一篇 使用说明



## 第二章 基本操作入门

### 第一节 初始检查

请您开箱后按下面步骤检查、核对包装箱内物品，并在使用前请阅读本章第二节“加电前的注意事项”，以便尽早发现问题，防止意外事故的发生。当您发现问题时，请速与我们联系，我们将尽快予以解决。

- a) 检查包装箱和衬垫材料是否有被挤压的迹象。
- b) 保留原有的包装材料，以备将来需要运输时使用。
- c) 将仪器从包装箱中取出，检查仪器是否在运输过程中出现损坏。
- d) 对照装箱清单核实仪器型号，所有附件及文件是否随仪器配齐。

如果包装箱或箱内的减振材料有所损坏，首先检查箱内仪器和附件是否完好，然后方可对频谱分析仪进行电性能的测试。

若仪器在运输过程中出现损坏或附件不全现象，请通知我们，我们将按您的要求尽快进行维修或调换。请保留运输材料以备将来装箱运输时使用。处理方式参见“频谱分析仪的返修”。

## 第二节 加电前的注意事项

### 1 检查电源

AV4036 系列频谱分析仪采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在频谱分析仪加电前，必须确认频谱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被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。严禁使用不带保护地的电源线。

### 2 供电电源参数允许变化范围

AV4036 系列频谱分析仪内部电源模块可以配备 220V 交流电源模块或者 110V/220V 自适应交流电源模块。配备 220V 交流电源模块的仪器只能用 220V 交流电源供电；配备 110V/220V 自适应交流电源模块的仪器可以使用 110V 交流或 220V 交流电源供电，此时内部交流电源模块采用自适应工作方式，根据外部交流供电电源的电压自动切换工作状态。因此，请您在使用频谱分析仪前请仔细查看仪器后面板的电源要求。表 2-1 列出了频谱分析仪正常工作时对外部供电电源的要求。

表 2-1 工作电源变化范围

电源参数	适应范围			
电压, 频率	220V $\pm$ 10%, 50-60Hz		110V $\pm$ 10%, 50-60Hz/360-440Hz	
功耗(开机)	基本配置	全部配置	基本配置	全部配置
	<280W	<320W	<300W	<340W
功耗(待机)	<20W		<20W	

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频谱分析仪硬件的毁坏，建议使用 220V 或 110V 的交流稳压电源为频谱分析仪供电。

### 3 电源线的选择

频谱分析仪使用符合国家安全标准的三芯电源线。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。在给频谱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。请确定使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果一定需要使用自耦变压器，一定要把公共端连接到电源接头的保护地上。



**警告：**

如果需要擦拭频谱分析仪，请断电操作，以防止发生触电，可以用干的或稍微湿润的软布擦拭频谱分析仪的外表，禁止擦拭频谱分析仪的内部。

初次加电前，请阅读本章第三节的“频谱分析仪的初次加电”。



#### 4 静电防护

静电防护是常被用户忽略的问题，它对仪器造成的伤害通常不会立即表现出来，但会大大降低仪器的可靠性。因此，有条件的情况下应尽可能采取静电防护措施，并在日常工作中采用正确的防静电措施。

通常我们采取两种防静电措施：

- a) 导电桌垫及手腕带组合。
- b) 导电地垫及脚腕带组合。

以上二者同时使用可提供良好的防静电保障。若单独使用，只有前者能提供保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少  $1M\Omega$  的与地隔离电阻。



**警告：** 上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合！

---

正确应用防静电措施减少元器件的损坏：

- a) 将同轴电缆与频谱分析仪连接之前，应将电缆的内外导体分别与地短暂接触。
- b) 工作人员在接触接头芯线或做任何装配之前，必须佩带防静电腕带。
- c) 保证所有仪器正确接地，防止静电积累。

### 第三节 频谱分析仪的初次加电

用包装箱内与频谱分析仪配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入频谱分析仪的后面板电源插座，如图 2-1 所示。电源插座上标有该频谱分析仪需要的电压指标，提醒用户使用的电压应该符合该要求。电源线的另一端与符合要求的交流电源相连，然后打开后面板上的电源开关。后面板电源开关上标有开和关，如图 2-2 所示。观察前面板电源开关上方待机灯变亮为黄色。开机前请先不要连接任何设备到频谱分析仪上，如果一切正常则可以开机了，开机后前面板电源上方的灯会变为绿色。前面板电源开关如图 2-3 所示。



**警告：**

在频谱分析仪加电开机之前，请先验证电源电压是否正常，否则有可能造成设备毁坏。



**请注意：**

必须使用频谱分析仪规定的电压，必须保证该电源接地良好，否则不能使用！



图 2-1 频谱分析仪电源插座



图 2-2 频谱分析仪后面板电源开关



图 2-3 频谱分析仪前面板电源开关



请注意：

本手册中所有带【】的键表示硬键，即前面板上的按键，如【频率】。软键对应的软菜单用[ ]表示，如[起始频率]。

---

- a) 按频谱分析仪前面板左下角的【电源】键开机，电源键上方电源指示灯颜色由黄色变为绿色。
  - b) 显示器界面将逐步显示仪器的启动过程相关信息，首先短暂显示制造商信息，随后进入操作系统选单。选单中有两个选项，正常使用时，用户无需操作选单。计时器到 0 后 Windows XP 自动启动。
  - c) 当 Windows XP 启动成功后，系统自动运行频谱分析仪的初始化程序，显示频谱分析仪的测试界面。
- 



请注意：

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

---



请注意：

进入主机程序后，会听到由于设置衰减器而产生的声音。此时，不要误以为频谱分析仪出错。

---

## 第四节 正确使用连接器

在频谱分析仪进行各项测试过程中，必然会用到连接器，连接器的使用需要注意以下事项：

### 1 连接器的检查

在进行连接器检查时，应该佩带防静电腕带，建议使用放大镜检查以下各项：

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



**警告：**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，为保护频谱分析仪自身的各个接口，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：

- a) 如图 2-4，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。

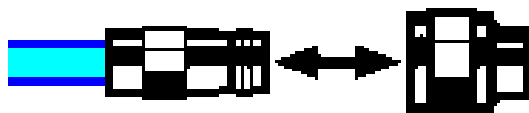


图 2-4 互连器件的轴心在一条直线上

- b) 如图 2-5，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。

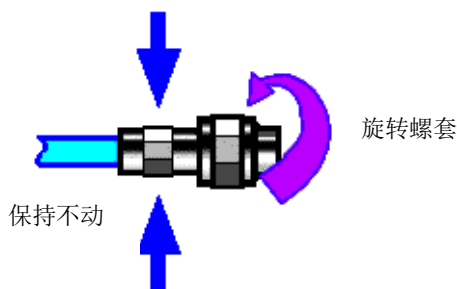


图 2-5 连接方法

- c) 如图 2-6，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。

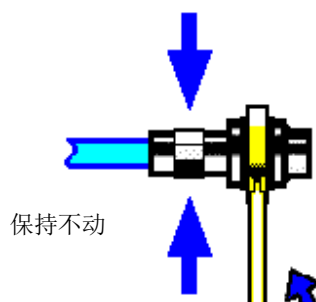


图 2-6 使用力矩扳手完成最后连接

### 3 断开连接的方法

- 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。
- 可使用一支开口扳手防止连接器主体旋转。
- 利用另一支扳手拧松连接器的螺套。
- 用手旋转连接器的螺套，完成最后的断开连接。
- 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示意图如图 2-7 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。

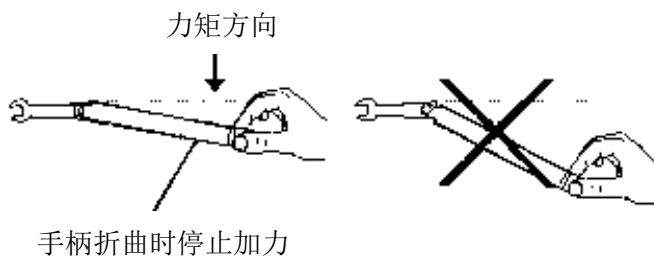


图 2-7 力矩扳手的使用方法

## 第五节 关于频谱分析仪系统配置部分说明

### 1 仪器软件说明

AV4036 系列频谱分析仪应用软件安装在仪器的硬件平台上，所有软件在仪器出厂前都已安装完毕。

### 2 Windows XP 使用

使用管理员帐户可以进行以下操作：

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



**警告：** AV4036 系列频谱分析仪采用的是开放式的 Windows 环境，安装其它的第三方软件，可能会影响频谱分析仪性能。

### 3 Windows XP 配置

在仪器出厂前，频谱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。



**警告：** 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。

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

#### 3.1 配置打印机

使用 Windows 的控制面板可以进行打印机配置。使用外接的 USB 鼠标和键盘可以使打印机配置工作更容易进行。

如果需要安装一个新的打印机，则只需要安装该打印机的驱动程序。打印机的制造商会提供打印机的驱动安装程序。可以通过外接的 USB 光驱安装驱动程序。

#### 3.2 配置 GPIB

用户在利用频谱分析仪搭建系统时，可能需要修改 GPIB 地址，本机的 GPIB 地址默认为 18。

更改 GPIB 地址的方法如下：

按【系统】 [配置>>] [GPIB 地址]，进入如图 2-8 所示的界面，就可以在屏幕的左上角，利用前面板数字键在 GPIB 地址栏进行更改。

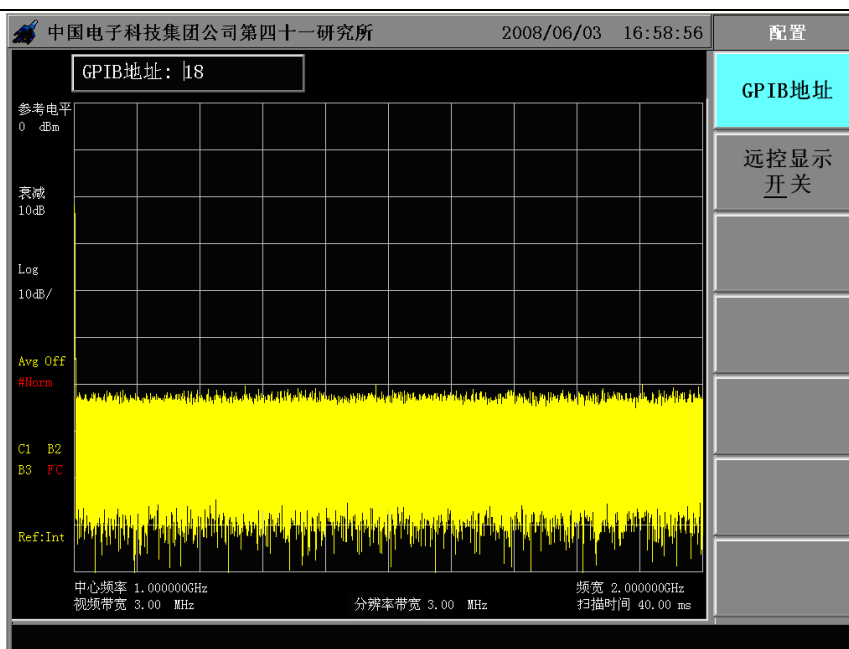


图 2-8 更改 GPIB 地址

### 3.3 配置网络

#### 3.3.1 更改主机名称

主机名称（计算机名）在出厂前已经被预置为“频谱分析仪”。为了避免出现网络重名现象，对于一个网络连接多台 AV4036 的情况，用户可自行更改主机名。更改主机名称的具体操作可以参考 Microsoft Windows XP 帮助文档。

#### 3.3.2 配置 IP 地址和网关

IP 地址和网关在出厂前被预置为自动获得 IP 地址。IP 地址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 Windows XP 帮助文档。

### 3.4 配置 BIOS

BIOS 中已经针对频谱分析仪做了针对性设置。



**警告：** 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！

## 4 Windows XP 系统安全和维护

### 4.1 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。

一旦频谱分析仪系统平台感染病毒，将会对其运行和用户的使用带来负面影响，此时建议用户进行系统恢复操作。系统恢复操作参见本节“4.2 系统维护”和“5 系统备份恢复软件”相关内容。

## 4.2 系统维护

### 4.2.1 Windows XP 备份

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

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

Windows XP 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 XP 的帮助和参考来获得更多信息。同时，也可以使用第三方的备份软件，但是需要确保第三方备份软件与仪器系统软件互不冲突。建议将系统数据备份在外接的设备上，比如网络硬盘或者 USB 硬盘等。

### 4.2.2 Windows XP 系统恢复

Windows XP 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。

## 4.3 硬盘分区和使用

硬盘分为 2 个分区：“C:”和“D:”。

C 盘包括 Windows XP 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 D 盘上的备份数据拷贝至外接的存储介质上，这样即使需要更换硬盘，也只需要把备份数据恢复到新硬盘上即可。

## 5 系统备份恢复软件

### 5.1 硬盘操作系统或者数据恢复

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

恢复原始出厂数据会对以下条目产生影响：

- a) 用户自定义的 Windows XP 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。
- b) 用户安装的其它的第三方软件，系统恢复以后，这些软件需要重新安装。

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

### 5.2 如何使用仪器恢复程序

- a) 确认仪器处于关闭状态。
- b) 从仪器后面板 PS/2 接口插入标准键盘。
- c) 打开仪器，在制造商信息显示之后，会出现带计时器的操作系统选单：

Microsoft Windows XP Professional

系统恢复工具

在计时器到 0 之前，使用标准键盘上的上下箭头移动高亮选择“系统恢复工具”。选中后按确认键。



- d) 进入恢复程序界面后，按照如下步骤进行恢复操作：
- 1) 选择运行 GHOST 8.2 向导工具盘，等待进入下一个操作提示界面。
  - 2) 选择第 5 项启动 GHOST8.2 版手动操作，等待进入 GHOST8.2 操作界面，并在出现带 OK 按钮的对话框时按回车键。
  - 3) 选择 Local→Partition→From Image；在打开文件对话框中通过 Tab 按键激活“File name”输入框，输入 d:\system.gho。
  - 4) 在弹出的选择源分区选择文件对话框中用 Tab 键切换至点选 OK 并回车。在此后弹出的选择目的设备的对话框中用 Tab 切换至点选 OK 并回车。在此后弹出的选择目的分区的对话框中选择第 1 分区，用 Tab 切换至点选 OK 并回车。
  - 5) 在警告和确认对话框中选择 Yes 并回车。
  - 6) 等待系统恢复进度完毕，根据提示选择重启。
- e) 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。
- f) 系统恢复后，建议用户在开机 30 分钟后仪器工作稳定状态下执行全部中频校准。

## 第六节 前面板说明

AV4036 系列频谱分析仪前视图及前面板外观如图 2-9 所示。

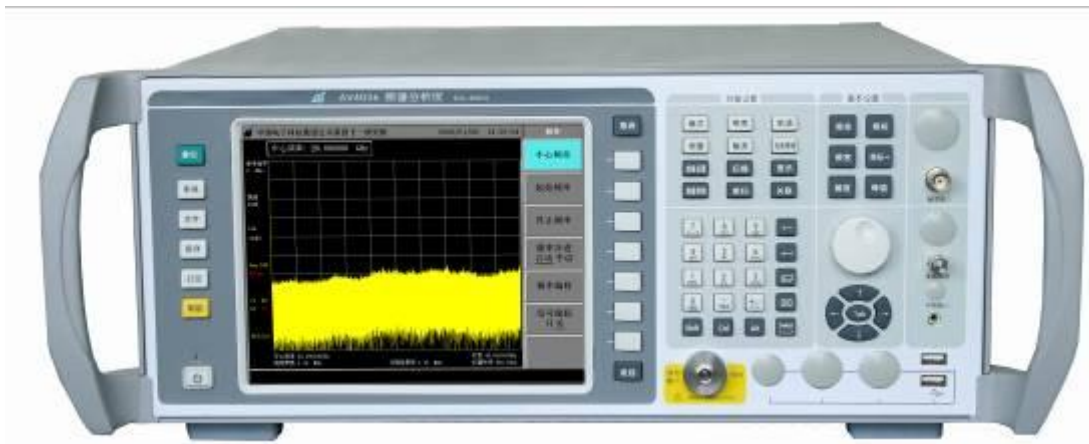


图 2-9 AV4036 系列频谱分析仪前面板外观图

前面板各部分功能键的介绍：

### a) 系统控制区



包括【复位】、【系统】、【文件】、【保存】、【打印】和【帮助】6 个按键，用于打印屏幕信息、对系统默认初始状态、内存和外设通讯方式等的设置。

### b) 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。取消激活的功能，退出数字区操作，退出文件对话框。

## c) 软键区



频谱分析仪的前面板显示屏幕右侧有七个没有标识的白色键，这些键被称为“软键”。软键的功能对应于用户激活的菜单层，功能直接显示在该键左侧的显示屏幕上。按下软键其对应功能将会高亮度显示。七个软键下面有个【返回】键，按下【返回】键，软菜单将返回到相应的上一级菜单。



**请注意：**在非频谱分析仪软件主窗口下，七个软键分别对应于标准键盘的 F1~F7。

## d) 测量设置区



测量设置区的键分为四行，上面两行键为白色，下面两行键为黑色，包含 12 个键分别为：

【模式】、【带宽】、【轨迹】。

【测量】、【触发】、【检波/解调】。

【测量设置】、【扫描】、【显示】。

【测量控制】、【单扫】、【关联】。

通过设置这些键可以选择工作模式，改变分辨率带宽、视频带宽、扫描时间、检波方式、触发方式等，完成与测量键有关的功能。

## e) 基本设置区



包含频谱分析仪基本的设置功能键，用于设置频谱分析仪的状态，包括以下几个键：

【频率】、【频标】。

【频宽】、【频标→】。

【幅度】、【峰值】。

f) 旋轮



通过顺时针或逆时针旋转旋轮增大或减小激活参数的数值

g) 上下左右键和 Tab 键



通过上下键增大或减小激活参数的数值。在频谱分析仪出现对话框时，左右键和 Tab 键可以改变光标的位置。

h) 数字键区



通过数字键可以将选择的参数对应值输入，在软菜单中选择相应的单位即可将数据输入。



退格键，在有输入区的情况下点击该按键清除光标之前的一个字符。



回车键，在有输入区的情况下点击该按键将按照默认的单位接收输入。



窗口切换键，用于切换工作窗口，作用类似 Windows 下 Alt+Tab 的作用。



关闭窗口键，将当前窗口关闭，如一些模式对话框、具有关闭按钮的应用程序等。但该键不能关闭频谱分析应用软件主窗口。



空格/选择键，作用类似于标准键盘的空格键。



Alt 可以和面板上 7 个软菜单键以及 Tab 键组合，组合键的作用与 Windows 下应用对照如表 2-2。

表 2-2 Alt 组合键

频谱分析仪面板键盘	Windows 标准键盘
Alt+第 1 个软菜单键	Alt+F1
Alt+第 2 个软菜单键	Alt+F2
Alt+第 3 个软菜单键	Alt+F3
Alt+第 4 个软菜单键	Alt+F4
Alt+第 5 个软菜单键	Alt+F5
Alt+第 6 个软菜单键	Alt+F6
Alt+第 7 个软菜单键	Alt+F7
Alt+Tab	Alt+Tab

Alt 组合键使用方法：首先按下 Alt 按键，按键弹起后再按要组合的按键，即可实现相应的组合功能键。



请注意：

不同于标准键盘的同时按下两个按键实现组合功能，本系列频谱分析仪要先按下 Alt 键，松开后再按下与其组合的另一个按键才能实现组合功能。建议用户若需操作频谱分析仪 Windows 平台下非频谱分析应用软件的相关功能时，最好使用标准键盘。



Ctrl 按键同样参与按键的组合，比如 Ctrl+Select 组合按键，切换当前输入法。反复按下 Ctrl+Select，可在不同输入法之间切换。

仪器面板的 Ctrl 组合键使用方法：首先按下 Ctrl 按键，按键弹起后再按要组合的按键，即可实现相应的组合功能键。



请注意：

不同于标准键盘的同时按下两个按键实现组合功能，本系列频谱分析仪要先按下 Ctrl 键，松开后再按下与其组合的另一个按键才能实现组合功能。建议在操作频谱分析应用软件或者 Windows 平台下其它功能软件时，用户不要使用频谱分析仪前面板提供的 Ctrl 相关的按键组合。



当按下 Shift 键，数字按键区的输入从数字转变为相应的字符，再次按下则转换为数字。在接收字符的情况下，按键 A↔a 提供大小写的切换。此按键主要用于后续开发的信号分析软件中，基本频谱分析功能中无此组合键定义。

i) 标准键盘键码映射关系表：

在频谱分析仪使用过程中，往往会使用到一些对话框或者退出频谱分析界面到 Windows 系统平台上，此时建议使用鼠标进行相关操作。本仪器的面板按键在这种情况下也可以使用，以便紧急情况下的一些事件能够获得基本的处理。标准键盘键码的映射关系如表 2-3 所示。

表 2-3 标准键盘键码映射关系

仪器面板按键	标准键盘按键	仪器面板按键	标准键盘按键
模式	J	返回	U
测量	L	取消	Esc
测量设置	H	软菜单按键 1	F1
测量控制	O	软菜单按键 2	F2
带宽	B	软菜单按键 3	F3
触发	R	软菜单按键 4	F4
扫描	W	软菜单按键 5	F5
单扫	V	软菜单按键 6	F6
轨迹	T	软菜单按键 7	F7
检波	E	(退格)	BackSpace
显示	D	↵	Enter (回车)
关联	N	小数点	小数点
频率	F	+/-	- (负号)
频宽	S	Shift	Shift
幅度	A	Ctrl	Ctrl
频标	M	Alt	Alt
频标→	K	Select	空格
峰值	P	Tab	Tab
复位	Y	←	←(左方向键)
系统	X	→	→(右方向键)
文件	I	↑	↑(上方向键)
保存	C	↓	↓(下方向键)
打印	Z	双窗口切换	Alt + Tab
帮助	G	窗口关闭	Alt + F4
仪器面板上的数字按键 0-9 和标准键盘上的十个数字键一一对应			

## j) 前面板电源开关键



位于频谱分析仪前面板的左下角，待机时该键上方的电源指示灯为黄色，按下此键，开机，指示灯由黄色变为绿色，界面将显示仪器的启动信息。

## k) 端口区 1

端口区 1，位于前面板右侧，从上而下依次包括触发输入、本振输出、中频输入、耳机插座四个端口。



各个端口特性如下：

外部/门触发输入

阻抗：50Ω。

转接器：BNC 阴头。

触发电平范围：-5 V ~ +5 V。

本振输出接口（选件，外混频功能时使用）

频率范围为：4.0GHz ~ 9.0GHz。

功率 $\geq$ +10dBm。

中频输入接口（选件，外混频功能时使用）

频率：321.4MHz。

最大安全输入电平：+10dBm。

耳机插座（选件，AM/FM 音频解调）

适用于 3.5mm 接头的耳机。

#### 1) 端口区 2



前面板下端的端口区包括：射频输入端口、USB 端口，表 2-4 列出了 AV4036 系列频谱分析仪射频输入端口的类型。



**警告：**



当输入衰减器的设置不小于 10dB 时，射频输入端口输入信号最大功率为+30dBm。禁止输入直流信号，否则会造成仪器内部器件的损坏！

表 2-4 AV4036 系列频谱分析仪输入 50  $\Omega$  接头类型

对应型号	频率范围	接头类型
AV4036	3Hz ~ 40GHz	2.4mm (阳)
AV4036A	3Hz ~ 4GHz	N 型 (阴)
AV4036B	3Hz ~ 8GHz	N 型 (阴)
AV4036C	3Hz ~ 13.2GHz	N 型 (阴)
AV4036D	3Hz ~ 18GHz	N 型 (阴)
AV4036E	3Hz ~ 26.5GHz	N 型 (阴)
AV4036F	3Hz ~ 43GHz	2.4mm (阳)
AV4036G	3Hz ~ 50GHz	2.4mm (阳)



## 第七节 后面板说明

AV4036 系列频谱分析仪后面板接口分布如图 2-10 所示，每个接口的对应名称见表 2-5。

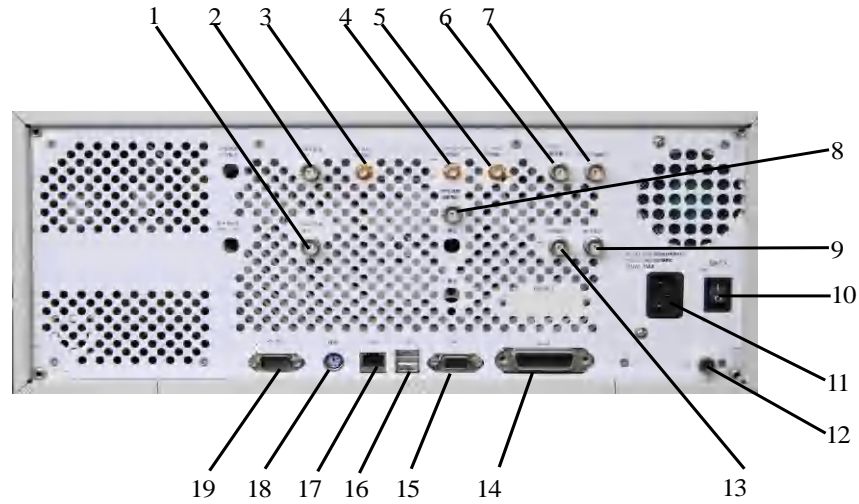


图 2-10 AV4036 系列频谱分析仪后面板接口分布

表 2-5 后面板连接器数据

序号	接口名称
1	10MHz 参考输出
2	10MHz 参考输入
3	321.4MHz 中频输出
4	宽带中频 70MHz/140MHz 输出 (选件)
5	21.4MHz 中频输出 (选件)
6	外部门触发输入
7	同步扫描输出
8	宽带调频解调输出(选件)
9	触发输出
10	电源开关
11	电源输入
12	接地端子
13	辅助视频输出 (选件)
14	GPIB 接口
15	监视器接口
16	USB 接口
17	LAN 接口
18	键盘接口
19	串行接口 (选件) (功能待开发)

各端口特性说明：

- a) 10MHz 参考输出：50 $\Omega$  阻抗、BNC 阴头转接器、幅度大于 0dBm（额定值）。
- b) 10MHz 参考输入：50 $\Omega$  阻抗、BNC 阴头转接器、幅度-5dBm~+10dBm（额定值）。
- c) 321.4MHz 中频输出：50 $\Omega$  阻抗、SMA 阴头转接器，带宽大于 20MHz。参考电平 0dBm、衰减器衰减 10dB 状态下，增益约-10dB（额定值）；参考电平改变至-40dBm 以下时，再增加 20dB（额定值）固定增益。如果接收信号幅度很小，需要进一步提高增益，还可以将衰减器衰减量由 10dB 减小至 0dB，此时增益还可提高 10dB。利用该输出时，请将仪器频宽设置为 0Hz。
- d) 宽带中频 70MHz/140MHz 输出输出：50 $\Omega$  阻抗、SMA 阴头转接器，带宽大于 20MHz。参考电平 0dBm、衰减器衰减 10dB 状态下，增益约-10dB（额定值）；参考电平改变至-40dBm 以下时，再增加 20dB（额定值）固定增益。如果接收信号幅度很小，需要进一步提高增益，还可以将衰减器衰减量由 10dB 减小至 0dB，此时增益还可提高 10dB。利用该选件输出时，请将仪器频宽设置为 0Hz。
- e) 21.4MHz 中频输出：50 $\Omega$  阻抗、SMA 阴头转接器，增益和带宽随分辨率带宽设置不同而变化。参考电平由 0dBm 改变至-40dBm 以下时，增益增加约 20dB（额定值）。
- f) 外部/门触发输入：50 $\Omega$  阻抗、BNC 阴头转接器。触发电平-5V~+5V。
- g) 同步扫描输出：BNC 阴头转接器，TTL 电平。
- h) 宽带调频解调输出：BNC 阴头转接器。仪器具有宽带解调和窄带解调两条通路，当选择窄带解调时，最大调制带宽 10MHz，鉴频灵敏度为 $\pm 0.1\text{V}/\text{MHz}$ （额定值）；当选择宽带解调时，最大调制带宽 40MHz，鉴频灵敏度为 $\pm 0.025\text{V}/\text{MHz}$ （额定值）。电压范围为 $\pm 0.5\text{V}$ 。利用该选件输出时，请将仪器频宽设置为 0Hz。
- i) 触发输出：BNC 阴头转接器，TTL 电平。
- j) 辅助视频输出：50 $\Omega$  阻抗、BNC 阴头转接器，电压范围 0V~1V（额定值）。
- k) 后面板 USB 接口：A 型，两个。
- l) GP-IB 接口：GP-IB 码：SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, C0。
- m) 监视器接口：15 芯 D-SUB 型电缆转接器。
- n) USB 接口：A 型，两个。
- o) LAN 接口：标准 RJ-45 型。
- p) 键盘接口：接 PS/2 键盘。
- q) RS-232（串口）：选件，目前仪器不提供此功能。

## 第八节 显示区说明

图 2-11 是一个频谱分析仪显示信号的例子，以 1 至 17 来标注各个显示部分，表 2-6 将列出各个部分的对应功能。

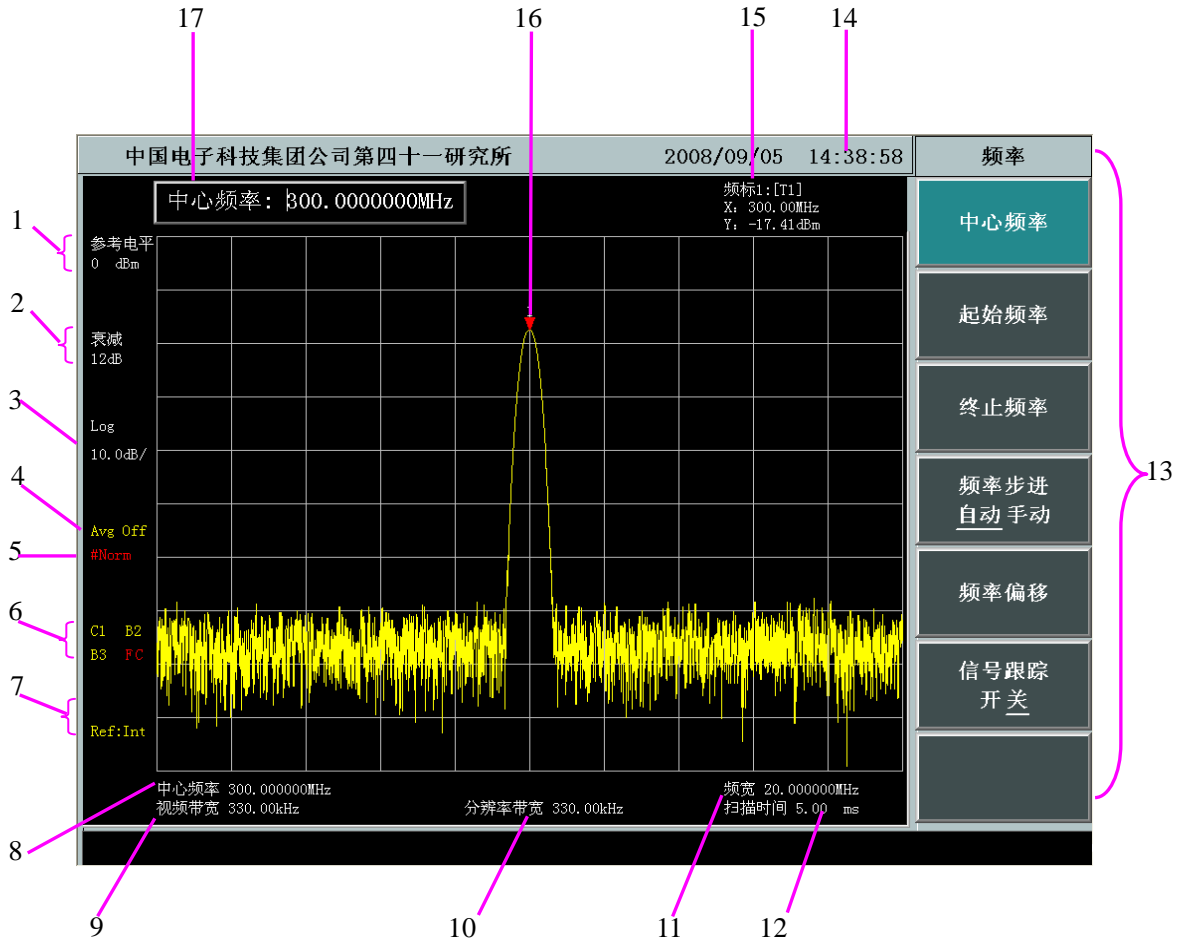


图 2-11 显示区注释

表 2-6 显示区说明

标号	描述	对应功能键
1	参考电平值	【幅度】[参考电平]
2	射频衰减量	【幅度】[衰减 <u>自动</u> 手动]
3	每格显示的幅度刻度	【幅度】[幅度刻度]
4	视频平均开关区	【带宽】[视频平均 开 关]
5	检波显示区	【检波/解调】
6	轨迹、触发区	【轨迹】【触发】【扫描】[扫描 <u>连续</u> 单次] 【频率】[信号跟踪 开 关]
7	状态显示区	【系统】[输入输出][频率参考 <u>内部</u> 外部]或【频率】
8	中心频率或起始频率	【频率】[中心频率]或[起始频率]
9	视频带宽	【带宽】[视频带宽]
10	分辨率带宽	【带宽】[分辨率带宽]
11	频宽或终止频率	【频宽】或【频率】[终止频率]
12	扫描时间	【扫描】[扫描时间 <u>自动</u> 手动]
13	软键菜单区	与所选择的功能相关
14	日期/时间显示区	【系统】[日期时间>>]
15	频标显示区	【频标】【峰值】
16	频标	【频标】【峰值】
17	输入区	与激活的功能相关

## 第九节 基本测量方法

### 1 软菜单形式的介绍

软菜单就是在激活前面板某一按键后,在频谱分析仪显示屏幕右面出现的菜单,图 2-12 为按【峰值】键对应出现的软菜单。



图 2-12 软菜单形式

软菜单提供了很多频谱分析仪的功能，以下举例列出不同类型的软菜单的含义：

- a) 选择功能软键：通过选择来激活或不激活对应功能。



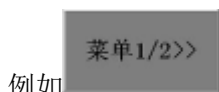
第一次激活的为默认状态，下划线在自动和手动方式之间可以切换，通过来回按相应软键，可以实现切换，下划线所在的项为被激活项，此时表示检波方式为手动有效。

- b) 包含子菜单的软键。



带有“>>”符号的软菜单，表明激活该软菜单后还会弹出下一级子软菜单。

- c) 多页菜单



表示还有下一页软菜单可选择。如果要返回上一页，则按软键下方的 键。

### 2 基本的测量

基本测量包括在频谱分析仪屏幕上用频标标出信号的频率和幅度。按以下步骤即可测量输入信号，并利用文件菜单保存打印当前的测量结果：

- 设置中心频率。
- 设置频宽。

- c) 激活频标。
- d) 调整幅度参数。
- e) 保存测量结果。
- f) 打印测试结果。

例如，测量 300MHz 校准信号。如图 2-13 所示。

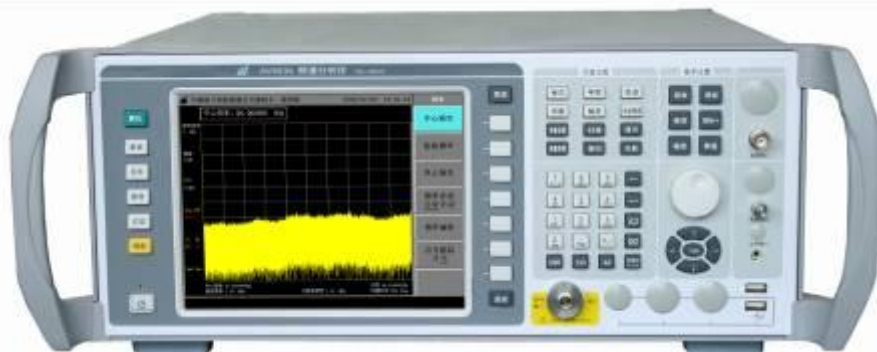


图 2-13 300MHz 校准信号的测量

按下面步骤执行：

- a) 将内部 300MHz 校准信号设置为频谱分析仪的输入信号。  
在频谱分析仪上按【系统】[输入输出][输入端口 射频 300M]，选择内部校准信号 300MHz 输入。
- b) 设置频谱分析仪中心频率。
  - 1) 按【频率】。该操作激活中心频率参数，同时还调出其它与频率参数相关的软菜单，当用软键点亮对应软键菜单时表示选中该参数（例如 [中心频率]）。大多数前面板的键都有可访问的软键功能菜单。
  - 2) 设置中心频率为 300MHz。用前面板数据区的键直接输入【3】【0】【0】[MHz]，这些数字键可对当前参数设置确切的值，步进键和旋轮也可用于改变中心频率值，如图 2-14 所示。

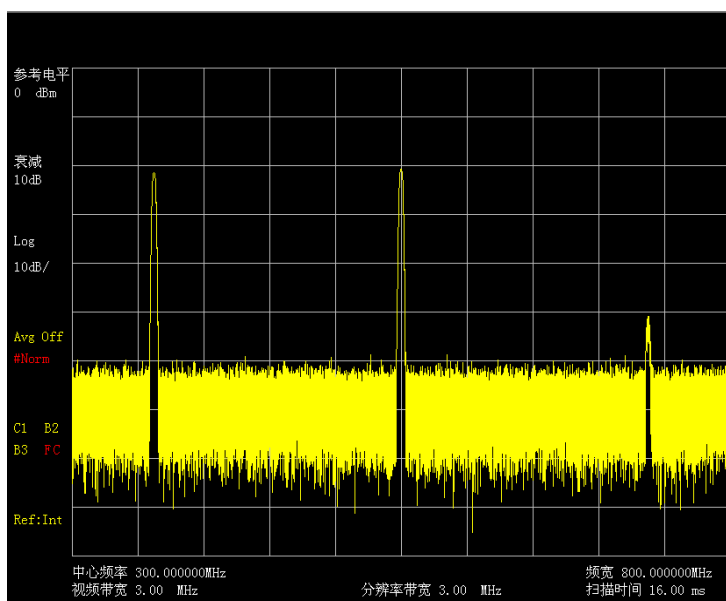


图 2-14 中心频率为 300MHz

- c) 设置频宽。  
按【频宽】。注意活动功能区内是否显示频宽数据，以确定当前激活的参数。减小频宽，例

如至20MHz，用数据键盘键入【2】【0】，选择单位 [MHz]，或者用【↓】键步进减小至此值（数据键和步进键都可用于改变当前参数的数值）。显示结果如图2-15。注意分辨带宽和视频带宽与频宽是自适应的，它们根据给定的频宽值自动调整到合适的值。扫描时间也具有自适应功能。

d) 设置扫描时间

按【扫描】键，选择[扫描时间 自动 手动] 软键。该软键可用于设置扫描时间的控制方式为自动控制或手动控制，下划线指明当前激活的选项。例如，当“自动”标记下划线时，扫描时间会自适应其它相关参数设置。

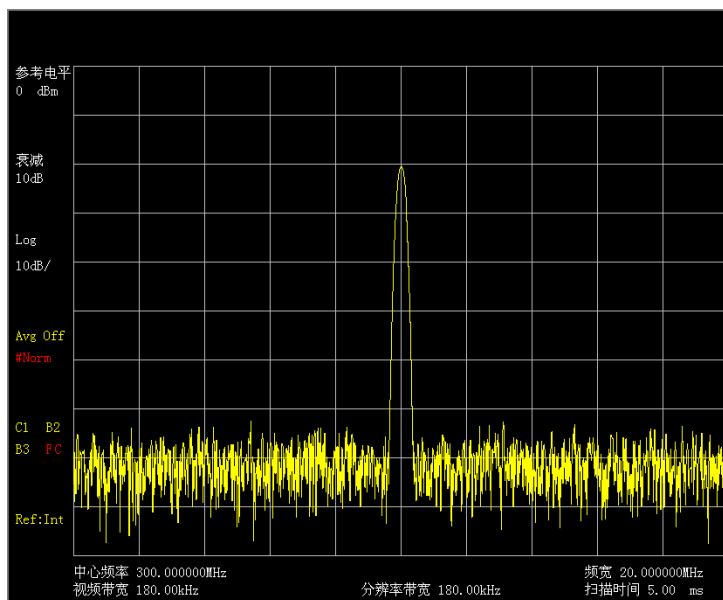


图 2-15 设置 20MHz 频宽

e) 激活频标。

1) 按【频标】，该操作激活常态频标并显示在水平坐标的中央位置（此时位于信号的峰值或其附近）。由频标可读出频率和幅度值并显示在活动功能区。此时频标读数频率为300.00MHz，幅度约为-20dBm，如图 2-16 所示。

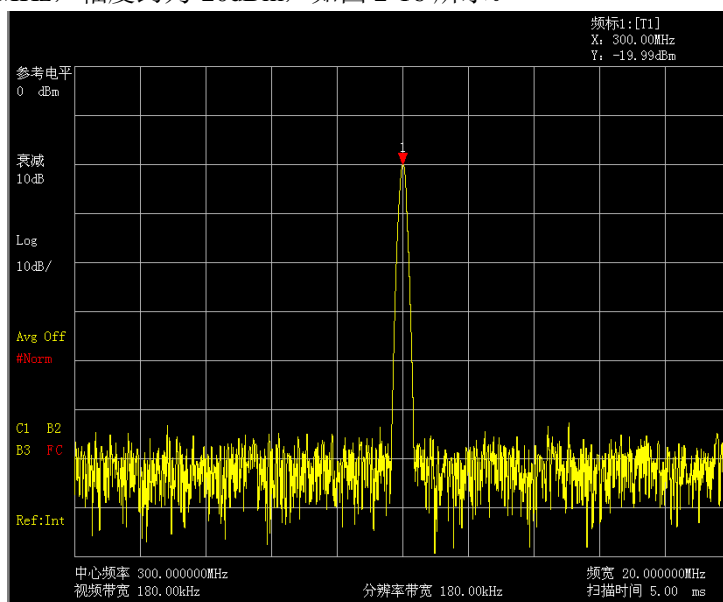


图 2-16 激活频标

2) 如果频标不在信号的峰值点上，可按【峰值】键使频标自动跳至信号峰值点上，或利用前面板旋转轮手动使其位于信号的最大值点上。

## f) 调整幅度参数。

通常，将信号峰值置于参考电平位置可获得最佳的幅度测量精度，如图2-17。按【频标→】[频标→参考]，将参考电平设置为频标幅度值，这是将信号峰值调整至参考电平位置的最快途径。

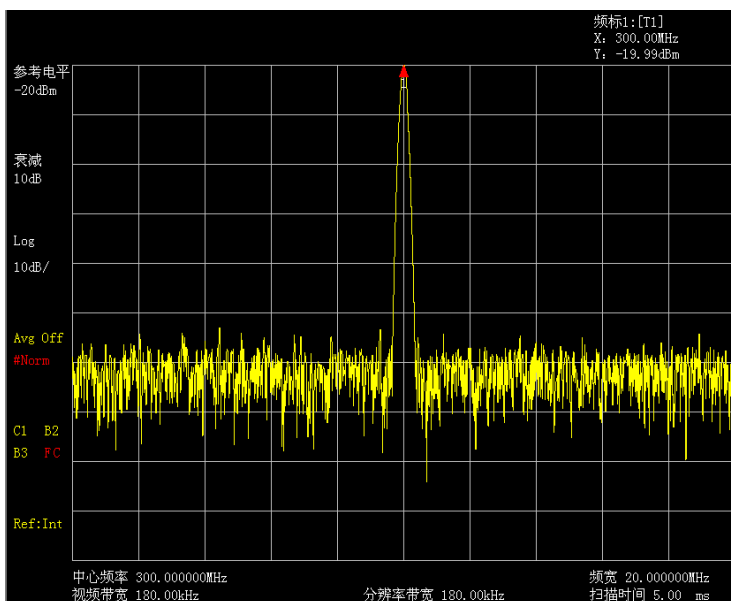


图 2-17 -20dBm 参考电平

## g) 保存测试结果。

按【文件】、[保存>>]、[保存类型>>]（文件保存类型分为状态、轨迹、图像，用户可以根据需要选择保存类型），然后按[立即保存]，弹出如图2-18的窗口，就可以将选择的文件类型保存。



图 2-18 文件保存

## h) 打印。

可以通过USB口或串口将打印机与频谱分析仪相连。在已经安装了使用打印机驱动程序的情况下，按下前面板系统区的【打印】键，此时会弹出与打印相关的对话框，直接打印，如图2-19。如果未安装打印机驱动程序，请先安装再进行上述操作。



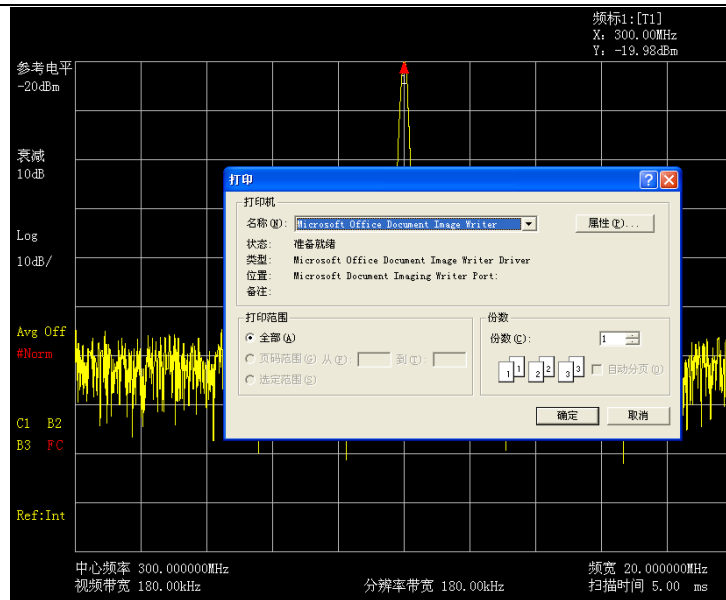


图 2-19 打印窗口



## 第三章 测 量

本章将举例说明频谱分析仪测量技术的典型应用。每一项应用都针对 AV4036 系列频谱分析仪的不同特点。本章内容覆盖以下测量方法及应用：

- a) 应用分辨率带宽分辨频率相距很近的信号。
- b) 应用幅度修正功能提高幅度测量准确度。
- c) 提高频率测量精度。
- d) 测量小信号。
- e) AM 和 FM 信号解调。
- f) 三阶交调失真测量。
- g) 漂移信号测量。
- h) 噪声信号测量。
- i) 进行失真测量。
- j) 脉冲射频信号测量。
- k) 时间门测量。



请注意：

本节内容中，为保证行文的连续性，数字单位键的表示省略了“【 】”符号，例如【3】【0】【0】[MHz]简写为300[MHz]！

### 第一节 应用分辨率带宽分辨频率相距很近的信号

#### 1 分辨率带宽说明

信号分辨能力是由频谱分析仪中频（IF）滤波器带宽即分辨率带宽（RBW）决定的。当有信号通过中频滤波器时，频谱分析仪就利用信号扫描出中频滤波器的带通形状。因此，当频谱分析仪接收到两个幅度相等而频率相距很近的信号时，就会出现其中一个信号扫描出的带通滤波器波形的顶部几乎覆盖了另一个信号，从而使两个信号看起来像一个信号。如果两个信号不等幅而频率仍然靠的很近时，则有可能出现小信号被大信号的响应淹没的现象。

#### 2 分辨两个等幅信号的测量

通常，要分辨两个等幅信号，分辨率带宽必须小于等于两个信号的频率间隔。以分辨两个相距 100kHz 的等幅信号为例，用户应选择频谱分析仪的分辨率带宽小于等于 100kHz。

- a) 利用一个 T 型连接器，将两台信号发生器的输出连接到频谱分析仪的射频输入端口，如图 3-1 所示。

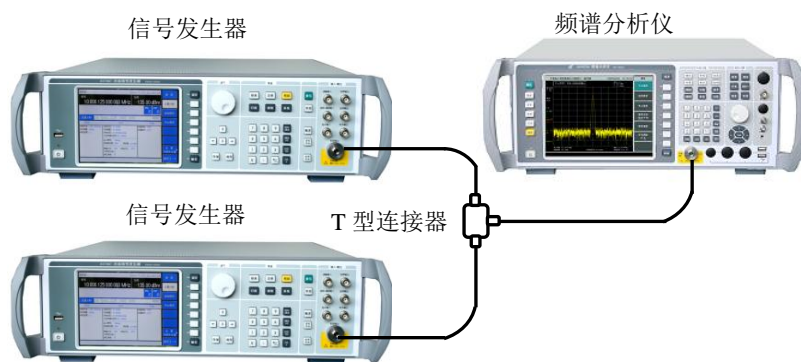


图 3-1 测试两个输入信号的仪器连接图

- b) 设置其中一台信号发生器的频率为 300MHz，另一台信号发生器的频率为 300.1MHz，两台信号发生器的输出幅度均设置为 -20dBm，调节两台信号发生器的信号输出幅度，观察频谱分析仪的显示信号，使得频谱分析仪显示的两个信号幅度相等。
- c) 设置频谱分析仪观测信号。设置频谱分析仪中心频率为 300MHz，分辨率带宽为 300kHz，频宽为 2MHz。

按【复位】。

按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。

按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、300[kHz]。

按【频宽】、2[MHz]。

- d) 可以看到频谱分析仪显示屏幕中只有一个信号峰值，如图 3-2 所示。
- e) 设置分辨率带宽为 100kHz，使分辨率带宽小于或等于两个信号的频率间隔。  
按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、100[kHz]。  
可以看到屏幕上信号峰值变平坦了，说明可能存在两个信号。
- f) 降低视频带宽到 10kHz。

按【带宽】、[视频带宽 自动 手动]、10[kHz]。

可以看到屏幕上出现两个信号，如图 3-3 所示。使用前面板的旋轮或【↓】键继续降低分辨率带宽，可以更清楚的看到两个信号。

对于分辨率带宽按照 1-3-10 步进的频谱分析仪，要分辨两个频率间隔为 200kHz 的信号，必须用 100kHz 的分辨率带宽。因为频谱分析仪上一级滤波器为 300kHz，超过了 200kHz 的频率间隔，故不能分辨两个信号。而 AV4036 系列频谱分析仪分辨率带宽可以按照 10% 的步进方式精细调节，可以提供 180kHz 的分辨率带宽，从而达到分辨率带宽和扫描速度最优化的目的。



请注意：

如果信号峰值没有显示在频谱分析仪的屏幕上，可采用信号跟踪功能查找信号，将频宽设置为 20MHz，打开信号跟踪，再将频宽设置为 2MHz，关闭信号跟踪。

按【频宽】、20[MHz]。

按【峰值】。

按【频率】、[信号跟踪 开 关]。

按【频宽】、2[MHz]。

按【频率】、[信号跟踪 开 关]。

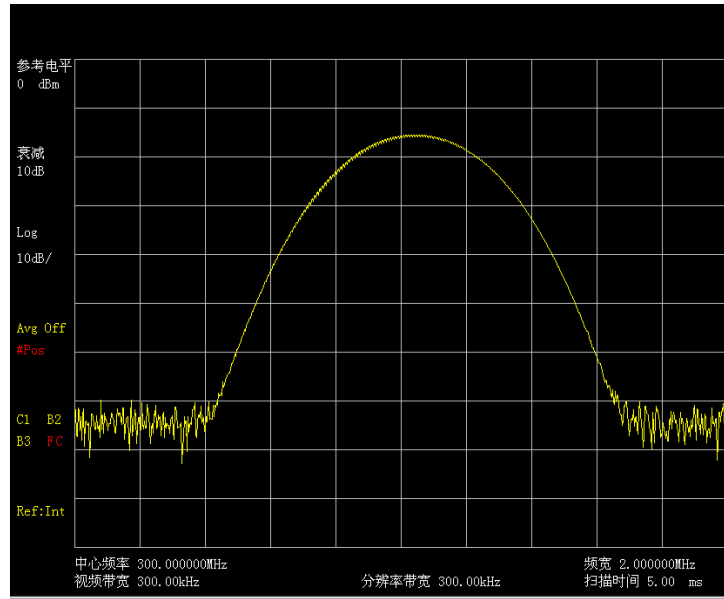


图 3-2 不能区分两个等幅信号

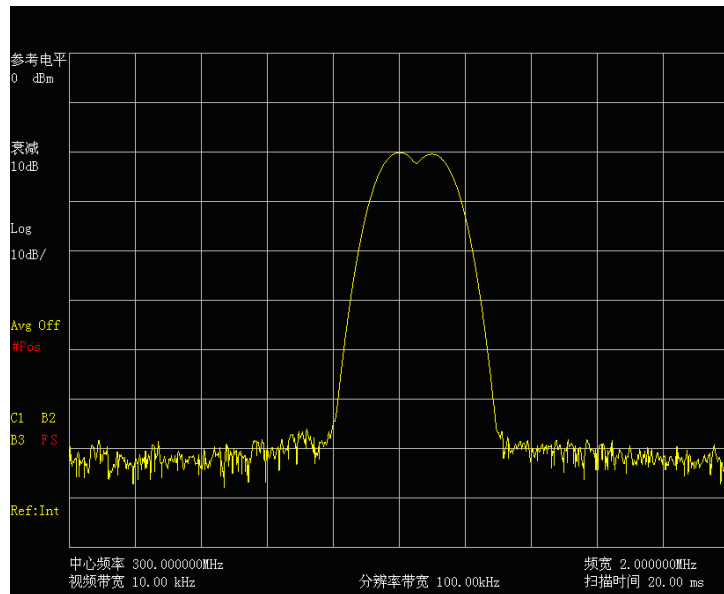


图 3-3 区分两个等幅信号

### 3 分辨两个不等幅信号

本例为分辨一个频差为 50kHz，幅度落差为 60dB 的两个不等幅的信号。要分辨两个不等幅信号，分辨率带宽必须小于两个信号的频率间隔（与分辨两个等幅信号相同）。然而，分辨两个不等幅信号的最大分辨率带宽主要是由中频滤波器的矩形系数决定的，而非 3dB 带宽。矩形系数定义为中频滤波器的 60dB 带宽与 3dB 带宽之比，如图 3-4 所示。

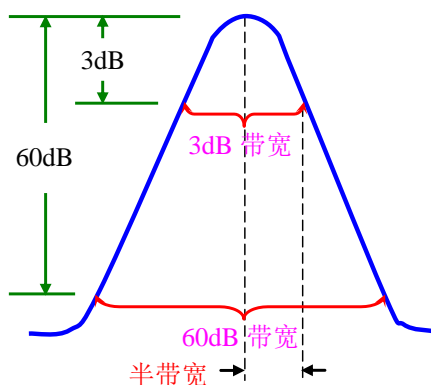


图 3-4 带宽与矩形系数的示意图

- a) 如图 3-1, 连接两台信号发生器的输出到频谱分析仪的输入端口。
- b) 设置其中一台信号发生器的频率为 300MHz, 幅度为-10dBm。另一台信号发生器的频率为 300.05MHz, 信号输出幅度为-70dBm。将两台信号发生器的射频输出打开。
- c) 设置频谱分析仪。  
按【复位】键。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、30[kHz]。  
按【频宽】、500[kHz]。



请注意:

如果信号峰值没有显示在频谱分析仪的屏幕上, 可采用信号跟踪功能查找信号, 将频宽设置为 20MHz, 打开信号跟踪, 再将频宽设置为 500kHz, 关闭信号跟踪。

按【频宽】、20[MHz]。

按【峰值】。

按【频率】、[信号跟踪 开 关]。

按【频宽】、500[kHz]。

按【频率】、[信号跟踪 开 关]。

- d) 设置 300MHz 信号到参考电平。  
按【峰值】。  
按【频标→】、[频标→参考]。  
AV4036系列频谱分析仪的分辨率带宽滤波器的矩形系数约为4.1: 1, 在分辨率带宽为30kHz时60dB带宽是123kHz, 一半带宽为61.5kHz, 比50kHz的频率间隔大, 因此不能区分两个输入信号, 如图3-5所示。
- e) 减小分辨率带宽, 观测被淹没的小信号。  
按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、1[kHz]。  
如图3-6所示, 此时半带宽为2.05kHz, 小于50kHz的频率间隔, 因此能区分两个输入信号。  
按【峰值】、【频标】、[差值频标]、【峰值】、[次峰值]可以读出这两个不等幅信号的频率差和幅度差。

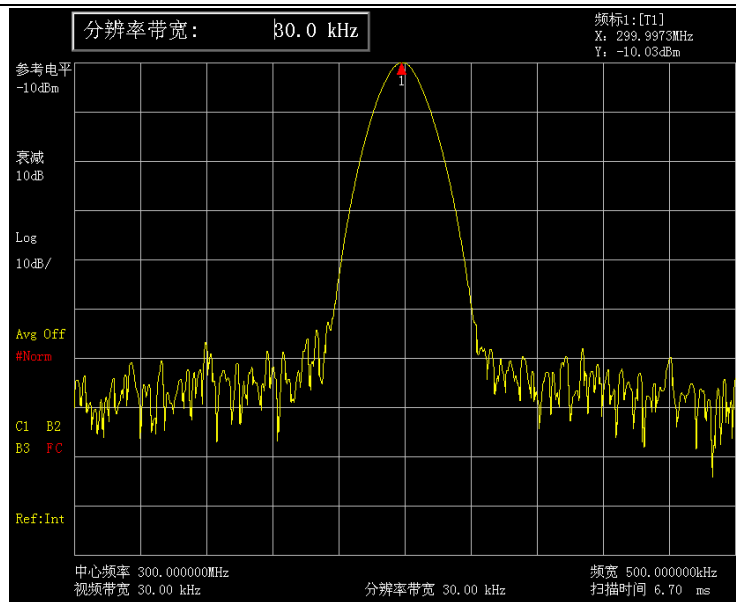


图 3-5 30kHz 分辨率带宽设置下的测试

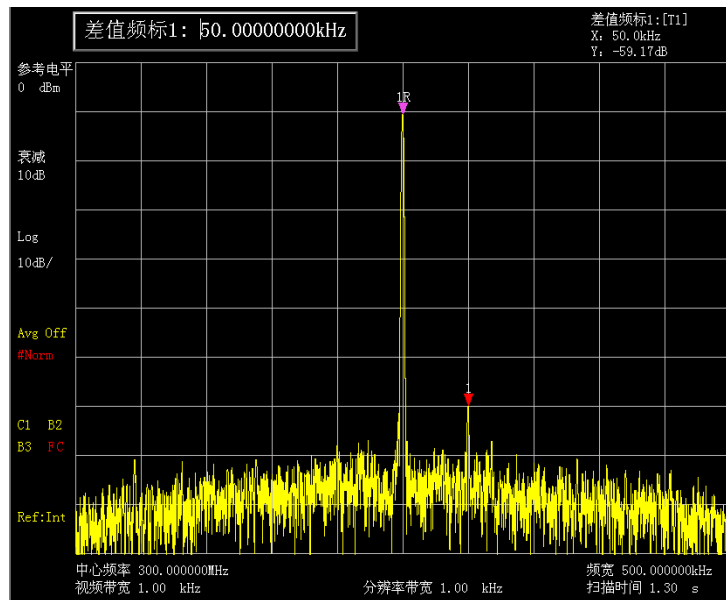


图 3-6 1kHz 分辨率带宽设置下的测试

## 第二节 应用幅度修正功能提高幅度测量准确度

### 1 幅度修正定义

幅度修正功能用于提高测量系统的幅度准确度。由于受电缆和转接器损耗在内的许多因素的影响，系统的平坦度常常变差。应用幅度修正功能对这些系统影响进行归一化处理，就可消除它们对测量结果的影响。当成对的频率/幅度修正数据被输入频谱分析仪后，打开幅度修正功能，频谱分析仪就会用这些修正数据对测量结果进行实时修正。AV4036 系列频谱分析仪幅度修正功能包括，用户修正、天线增益修正和线缆修正，用户可根据需要选择相应的修正菜单。

### 2 需要使用的频谱分析仪的功能

本节将用到幅度修正功能。其中阐述了幅度修正数据的输入和编辑功能的使用方法，以便于输入频率-幅度修正数据对。一组修正数据一经输入，就可将其存贮并在以后的使用中调用。

### 3 幅度修正测量步骤

幅度修正功能用于校准测量系统的平坦度变化。假设我们想利用频谱分析仪测量一台设备，其输出信号频率范围从 1GHz 到 3GHz。我们需要利用电缆和连接器连接该设备和频谱分析仪，由于电缆和转接器存在损耗，甚至在被测频率范围内频谱分析仪本身频响也可能存在波动，幅度修正功能就可以修正以上因素带来的测量误差。

用一台信号发生器来模拟该设备，并用电缆和连接器与频谱分析仪组建测量系统。确定幅度修正值之后输入并存贮这些值。修正值需应用在同一测量设备中。

- a) 如图 3-7，将一台频率范围覆盖 1GHz 至 3GHz 的信号发生器与频谱分析仪通过电缆和连接器相连。

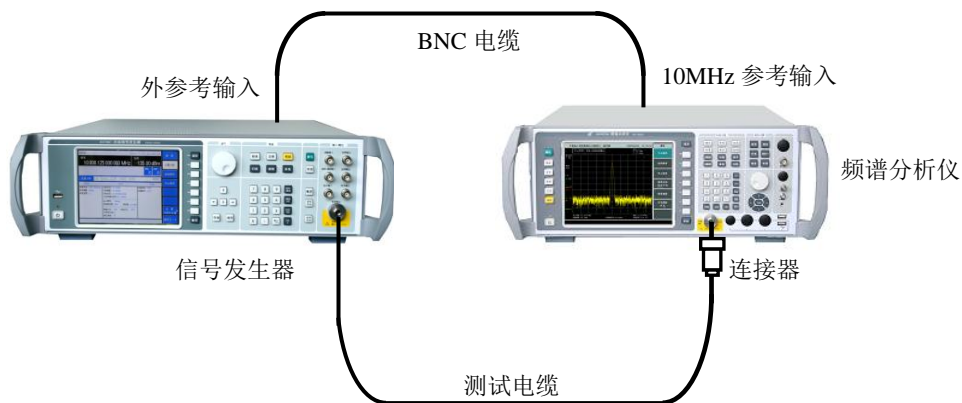


图 3-7 幅度修正测量系统连接

- b) 将信号发生器的频率设为 1GHz，幅度设为 -10 dBm，打开射频输出。
- c) 按照如下参数设置频谱分析仪：
- 按【复位】键。
  - 按【频率】、1[GHz]。
  - 按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、1[MHz]。
  - 按[视频带宽 自动 手动]、1[MHz]。
  - 按【幅度】、[参考电平]、-6[dBm]。
  - 按[幅度刻度]、1[dB]。
  - 按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、50[ms]。
- d) 调整信号发生器，使频谱分析仪上显示信号的幅度读数为 -10dBm，记录此时信号发生器的



值，然后减去-10dBm 得到的数值就是需要修正的幅度值，记录此值作为该频率点的幅度修正值。

- e) 将信号发生器的频率设置为下一个需要修正的点，将频谱分析仪的频率也设为修正频率。重复步骤 c)~d)，直到将所有需要修正点的修正值记录完毕。
- f) 准备输入修正值。  
按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[幅度修正>>]、[用户修正>>]、[编辑用户修正]。  
如果已装载有修正数据，先将其清除（或者先将其存贮，再清除，参看下文）。
- g) 输入修正点。
  - 1) 按软键 [增加编辑点]。编辑需要进行修正的频率点和需要修正的幅度值。将步骤 d) 中记录的每个修正点对应的幅度修正值输入，增加下一个修正点需再按下[增加编辑点]软键。本系列频谱分析仪最多可以输入 50 个独立的修正点。每一个序号对应一个频率点及该频率点需要修正的幅度值。
  - 2) 如果数据输入中出现错误，可以按[删除编辑点]删除输入数据，按 [增加编辑点] 即可继续修正点输入过程。
  - 3) 按【返回】 [保存用户修正]。可以将修正数据以扩展名为 AMP 的文件保存到硬盘中。
- h) 幅度修正数据的使用。
  - 1) 如果想关闭幅度修正数据，按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[幅度修正>>]、[用户修正>>]、[用户修正 开关] 使关有效。此时幅度修正数据无效。
  - 2) 如果想清除幅度修正数据，按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[幅度修正>>]、[用户修正>>]、[清空用户修正]键，即可清空幅度修正数据。
  - 3) 幅度修正指针输入过程完毕，此时可将频谱分析仪与信号发生器断开，并用同一系统电缆接入测量信号。调用幅度修正数据指针，按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[幅度修正]、[用户修正]、[调用用户修正]，选择正确的幅度修正文件，按文件对话框上的确认键，选择 [用户修正 开 关]可以将以前存贮的修正数据调入，对修正数据中定义频率范围中轨迹幅度进行修正。
- i) 幅度修正应用条件。  
在下列情况下使用幅度修正功能时会出现误差：
  - 1) 迹线数据高于或低于格线坐标  
如果未修正的迹线数据有任何一处高于或低于频谱分析仪显示格线，幅度修正功能都将无法正确地修正它。频谱分析仪的幅度精度在迹线数据高于或低于格线坐标时是不确定的。为避免此类错误，应用幅度修正数据前必须确信迹线数据在显示在频谱分析仪显示格线区域内。
  - 2) 在显示格线底部附近进行修正测量  
若使用 10dB/格的坐标刻度，并且屏幕显示测量信号在底部格线区域，则频谱分析仪自身存在的对数失真会在幅度修正中引起误差。
  - 3) 平坦度修正与温漂  
如果温度对平坦度恶化起决定性作用，则修正是无效的。

### 第三节 提高频率测量精度

本节将以测量频谱分析仪内部 300MHz 校准信号为例，介绍如何利用频谱分析仪的频标计数功能，提高测量的频率读出准确度。

- a) 复位频谱分析仪。  
按【复位】。
- b) 将频谱分析仪内部 300MHz 的校准信号输入。  
按【系统】、[输入输出>>]、[输入端口 射频 300M]。
- c) 设定频谱分析仪中心频率为 300MHz，频宽为 80MHz。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、80[MHz]。
- d) 打开频标计数功能。  
按【峰值】，激活频标。  
按【频标】、[频标功能]、[频标计数 开 关]。

观察此时频标读数，频率项的数值分辨率可达 0.001Hz。如图 3-8 所示。

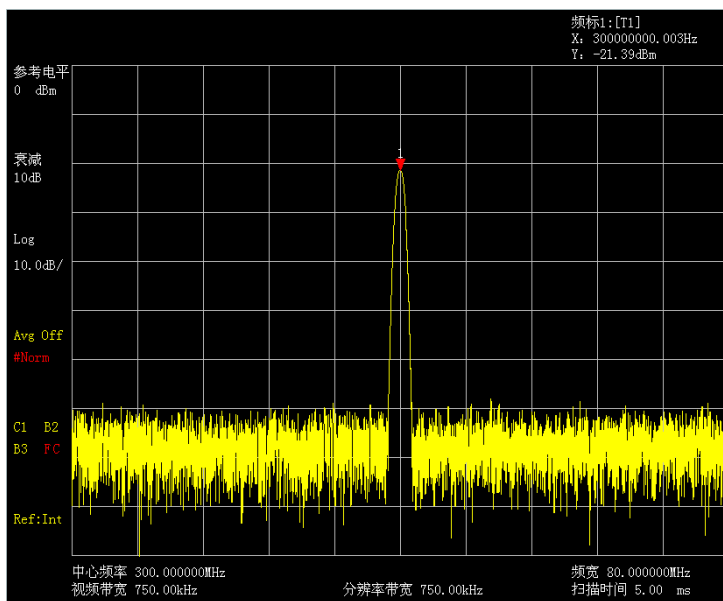


图 3-8 利用频标功能提高频率测量精度

频标计数功能只能测量连续波信号或者离散频谱分量，信号幅度大于-50dBm，且信号幅度须高于噪声电平 30dB。

- e) 改变频标计数的门控时间。  
按【峰值】、【频标】、[频标功能]、[门控时间 自动 手动]。  
改变门控时间的数值，可以改变计数准确度。门控时间越大，计数准确度越高，如图 3-9 所示。门控时间大于等于 2s，可保证计数精度为 0.1Hz。
- f) 关闭频标计数功能。  
按【频标】、[频标功能>>]、[频标计数 开 关]。

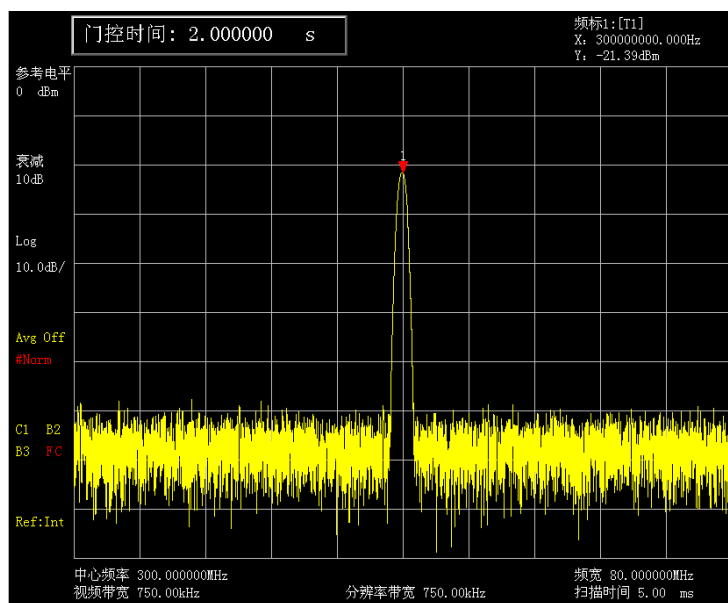


图 3-9 改变门控时间提高计数准确度



请注意:

在执行频率计数功能时, 如果用户发现频谱分析仪扫描速度降低, 是因为频谱分析仪正在后台花费较长时间进行信号精确定位和中频计数, 这属于正常现象!



请注意:

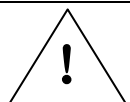
在执行频率计数功能时, 为了精确测量频率, 应该将被测信号发生器和频谱分析仪共时基!

## 第四节 小信号的测量

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

### 1 减小射频衰减器的衰减量测量小信号

输入衰减器影响着输入仪器的信号电平，如果输入信号非常接近于噪声基底，减小衰减器的衰减量，可以将信号从噪声中提取出来。



**请注意：** 输入频谱分析仪的所有信号的总功率要确保小于+30dBm (1W)!

- a) 复位频谱分析仪。  
按【复位】。
- b) 设定信号发生器，连接频谱分析仪。  
设定信号发生器的频率为 300MHz，幅度为-80dBm，连接信号发生器的射频输出端到频谱分析仪的射频输入端。
- c) 设定频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、5[MHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、-40[dBm]。
- d) 移动信号峰值到中心频率（本例为 300MHz）。  
按【峰值】、[频标→中心]。
- e) 减小频宽到 1MHz，必要的话，可重复步骤 d) 保证信号峰值在频谱分析仪的中心频率。  
按【频宽】、1[MHz]。  
显示如图 3-10 所示。

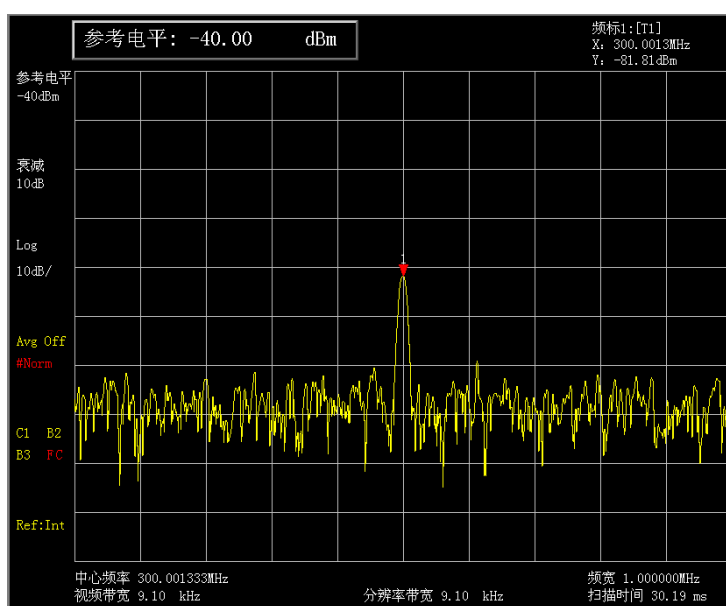


图 3-10 衰减器 10dB 时的小信号

f) 设置衰减器衰减量为 20dB。

按【幅度】、[衰减 自动 手动]、20[dB]。

如图 3-11 可以看到，增加衰减器的衰减量，噪声基底更加接近信号电平了。

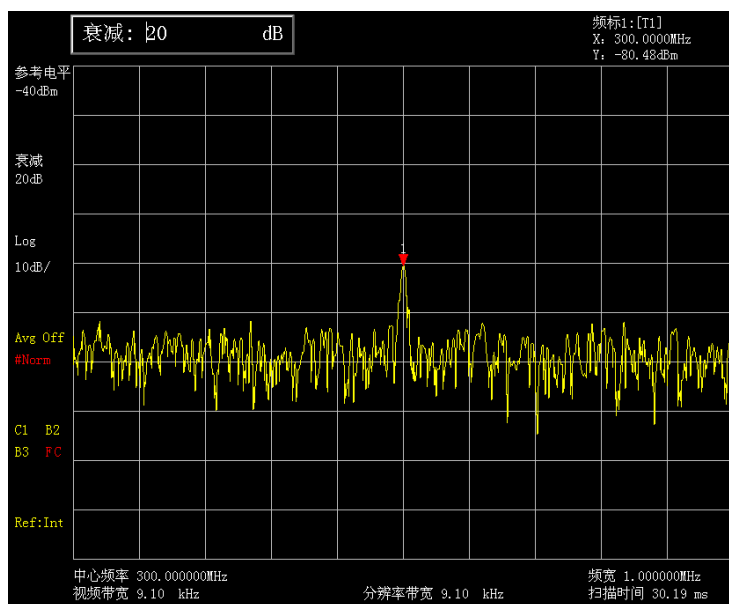


图 3-11 衰减器 20dB 时的小信号

g) 为了更加清楚地观察到被测信号，设置衰减器为 0dB。

按【幅度】、[衰减 自动 手动]、0[dB]。

图 3-12 是衰减器衰减为 0dB 时频谱分析仪显示的被测信号。

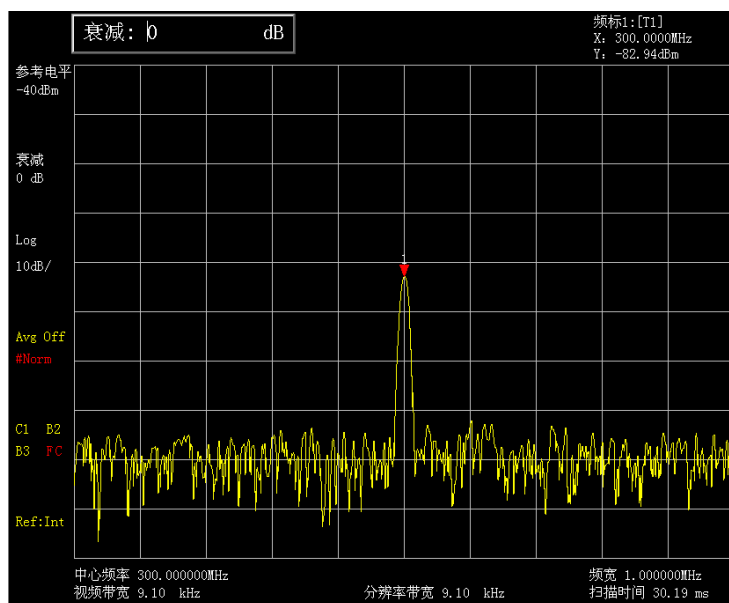


图 3-12 衰减器 0dB 时的小信号



请注意：

该测试完成后，请记住将频谱分析仪的衰减量增加以保护频谱分析仪的射频输入端口。

按【幅度】、[衰减 自动 手动]或者按【关联】、[关联所有]。

## 2 减小分辨率带宽测量小信号

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

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

其中： $\Delta L$ —噪声幅度变化量，单位为 dB。

$BW_1$ ， $BW_2$ —不同的分辨率带宽，单位为 Hz。

所以当分辨率带宽减小 10 倍，噪声基底下降 10dB。

- a) 复位频谱分析仪。  
按【复位】。
- b) 设定信号发生器，连接频谱分析仪。  
设定信号发生器的频率为 300MHz，幅度为-80dBm，连接信号发生器的射频输出端到频谱分析仪的射频输入端。
- c) 设定频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、[频宽]、5[MHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、-40[dBm]。
- d) 用步进键【↓】减小分辨率带宽。  
按【带宽】、【↓】。  
如图 3-13 所示，因为噪声基底降低了，可以看到信号逐渐变得清楚了。

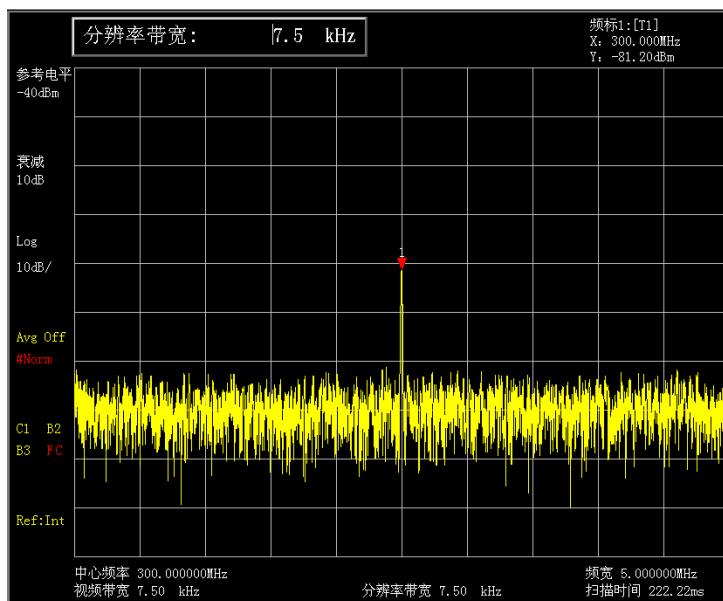


图 3-13 减小分辨率带宽测量小信号

由于降低分辨率带宽，会造成扫描时间的增加，AV4036 系列频谱分析仪中，分辨率带宽 1Hz~3MHz 是以 10% 步进的，加上 4MHz、5MHz、6MHz、8MHz，选择合适的分辨率带宽，可以在扫描时间和分辨率带宽间作出更加精细的折衷。

### 3 使用平均值检波和增加扫描时间测量小信号

当频谱分析仪噪声基底掩盖了小信号时，采用平均值检波方式和增加扫描时间可以平滑噪声从而提高信号的可见度。更慢的扫描速度可以得到更好的平均噪声方差。

- a) 复位频谱分析仪。  
按【复位】。
- b) 设定信号发生器，连接频谱分析仪。  
设定信号发生器的频率为 300MHz，幅度为-80dBm，连接信号发生器的射频输出端到频谱分析仪的射频输入端。
- c) 设定频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、5[MHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、-40[dBm]。
- d) 选择频谱分析仪的检波方式为平均值检波。  
按【检波/解调】、[平均值]。  
此时，显示屏幕左侧中间显示出“#Avg”的字样，说明检波方式以手动设置为平均值检波。
- e) 增加频谱分析仪的扫描时间。  
按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、用步进键【↑】增加扫描时间。  
增加扫描时间可以有更多的时间平均每一个轨迹像素点的数据。

### 4 使用视频平均测量小信号

视频平均是采用数字处理的方法将当前扫描的轨迹点和以前相同轨迹位置的平均值再做平均。打开视频平均，频谱分析仪自动将检波方式设置为取样检波。取样检波对信号峰值的测量不如标准检波准确，因为取样检波经常无法找到信号的真实峰值。视频平均功能和平均检波得到的效果是不同的。

- a) 复位频谱分析仪。  
按【复位】。
- b) 设定信号发生器，连接频谱分析仪。  
设定信号发生器的频率为 300MHz，幅度为-80dBm，连接信号发生器的射频输出端到频谱分析仪的射频输入端。
- c) 设定频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、5[MHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、-40[dBm]。
- d) 将视频平均功能打开。  
按【带宽】、[视频平均 开 关]。  
随着平均程序对轨迹的平均，小信号变得越来越清晰。默认的平均次数是 100 次。
- e) 设定平均次数为 25 次。  
从前面板的数字输入区输入数字 25，按【←→】，或软菜单中[确认]键，如图 3-14。  
此时显示屏幕区左侧的注释窗口将显示平均的次数，一旦达到您设置的平均次数，频谱分析仪将继续在该数据基础上进行平均运算。如果您希望达到平均次数后测量停止，可以使用单扫功能。按【扫描】、[扫描 连续 单扫]。

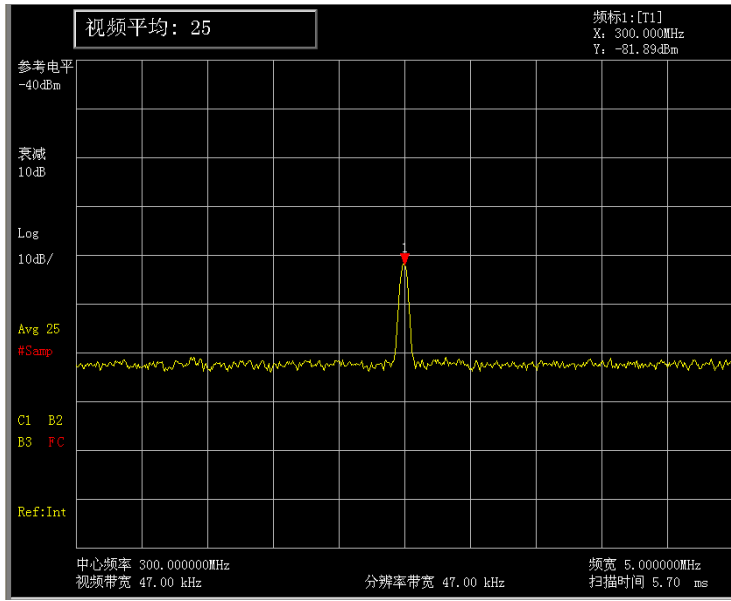


图 3-14 采用轨迹平均测量小信号



## 第五节 音频解调（选件）

本节内容仅对选配了“音频解调选件”的频谱分析仪适用。

### 1 调制定义

调制就是将低频或基带信号（声音、音乐、数据）转换成高频信号。在调制过程中，载波信号的某些特征（通常是频率或幅度）随基带信号幅度的瞬时变化做相应比例变化。使用频谱分析仪解调 AM 信号，可作为固定调谐的接收机使用（时域），即零频宽模式可以恢复载波信号上的幅度调制信号。

AV4036 系列频谱分析仪进行以下操作可以清楚的显示 AM 信号的波形。

- a) 通过在调制包络上触发可以获得稳定触发的轨迹，如果信号的调制是稳定的，视频触发可以同步扫描出解调后的波形。
- b) 线性显示可以应用在幅度调制（AM）测量中，避免在解调信号时对数显示造成的失真。
- c) 利用扫描时间可以观察 AM 信号的调制速率。
- d) 根据被测信号带宽选择分辨率带宽和视频带宽。

下面将介绍如何测量调幅信号和调频信号，描述如何将信号显示在频谱分析仪上，如何监听 AM 广播信号和 FM 广播信号。

### 2 利用射频频谱测量 AM 幅度调制速率和调制深度

获得一个 AM 信号，可以通过接一台信号发生器来产生 AM 信号，或者接一根天线到频谱分析仪射频输入端，解调出一个 AM 广播信号。本例中的 AM 信号是利用信号发生器产生的。

- a) 将信号发生器输出与频谱分析仪的射频输入 50Ω 端口相连。设置信号发生器输出载波为 100MHz，幅度为 -10dBm，调制深度 5%，调制速率为 34kHz 调幅信号。
- b) 设置频谱分析仪中心频率为 100MHz，频宽为 500kHz。

按【复位】。

按【频率】、[中心频率]、100[MHz]。

按【频宽】、500[kHz]。

图 3-15 是在频谱分析仪屏幕上看到的调幅信号。确定载波信号频率，只须按【峰值】即可。



请注意：

上下边带的幅度差异表明输入信号上有剩余调频。剩余调频会降低调制深度和测量精度。

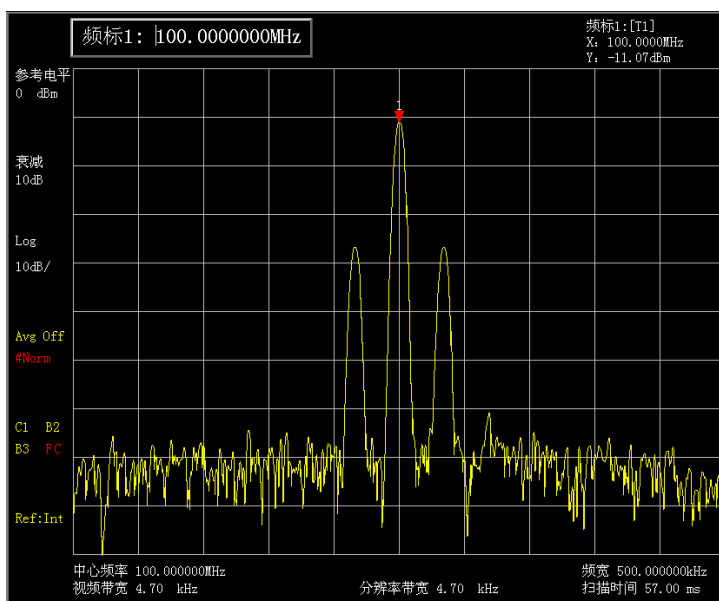


图 3-15 幅度调制信号

通过下面操作，可方便地由载波和边带来确定调制信号相关参数。按【峰值】、[差值频标]、[次峰值]得到载波与边带信号的差值。由差值频标可读出两个信号的频率差，该值即被测调幅信号的调制速率，两个信号的幅度差可用于确定调制深度，如图 3-16。

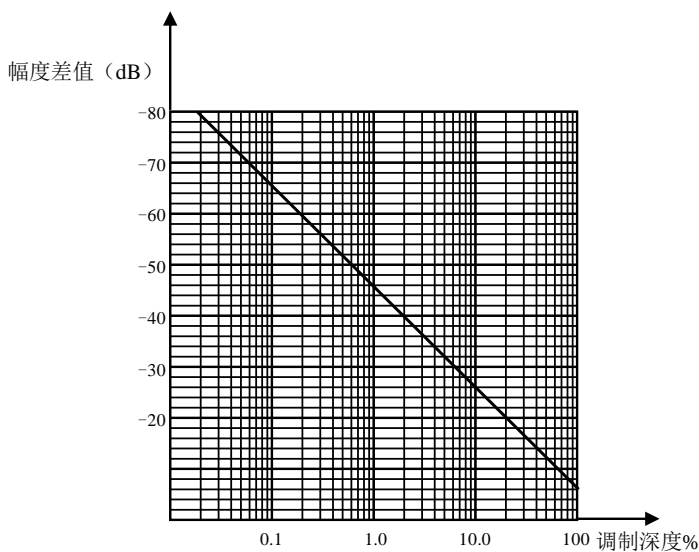


图 3-16 调制深度与幅度差的关系图

得到了以 dB 为单位的幅度差值，也可根据下式求出调制深度：

$$AM \% = 200 \times 10^{-(\Delta dB / 20)} \%$$

式中：

$\Delta dB$  —— 为载波和边带的幅度差

### 3 利用解调波形测量 AM 幅度调制速率

- 将信号发生器输出与频谱分析仪输入 50Ω 端口相连。设置信号发生器输出载波为 300MHz、幅度为 -10dBm、调制信号为 1kHz、AM 调制深度为 80% 的调幅信号，AM 调制为开。
- 复位频谱分析仪，设置中心频率、频宽、带宽及扫描时间。  
按【复位】。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。

按【频宽】、500[kHz]。

按【带宽】【分辨率带宽 自动 手动】、30[kHz]。

按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、20[ms]。

- c) 设置 Y 轴幅度刻度单位为电压。  
按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[纵轴刻度单位]、[Volts]。
- d) 将信号峰值放到靠近参考电平处。  
按【幅度】、[参考电平]，转动旋轮调整参考电平。
- e) 改变 Y 轴显示刻度为线性刻度。  
按【幅度】、[幅度刻度 对数 线性]。
- f) 设置频谱分析仪为零频宽做时域测量。  
按【频宽】、[零频宽]。  
按【扫描】，输入扫描时间为 5[ms]。
- g) 使用视频触发功能来稳定显示轨迹。  
按【触发】、[视频触发]。

由于调制是稳定的，可以通过视频触发在波形上触发扫描，使轨迹稳定，类似于示波器，如图 3-17 所示。在视频触发模式下，若视频触发电平设置太高或太低，扫描会停止，这时可以通过前面板旋轮调整视频触发电平，直到重新开始扫描。

- h) 利用差值频标测量 AM 调制速率。  
按【峰值】、【频标】、[差值频标]、【峰值】、[峰值搜索]、[左邻峰值]或[右邻峰值]，先将频标置于峰值上，然后用差值频标测量峰值之间的时间差。以上测量过程中，要确保上述差值频标置于相邻的峰值上，如图 3-17。用 1 除以相邻峰值之间的时间差就是频率或 AM 信号的调制速率。

在该例中是通过计算 AM 信号时域峰值之间的时间差来获得 AM 信号速率的。若想测量更为精确，可以将中心频率置于 AM 信号边缘陡峭的点上，设置频谱分析仪为零频宽模式，扫描时间设为调制速率的两倍，这样增加了扫描点数，从而达到提高测量精度的目的。

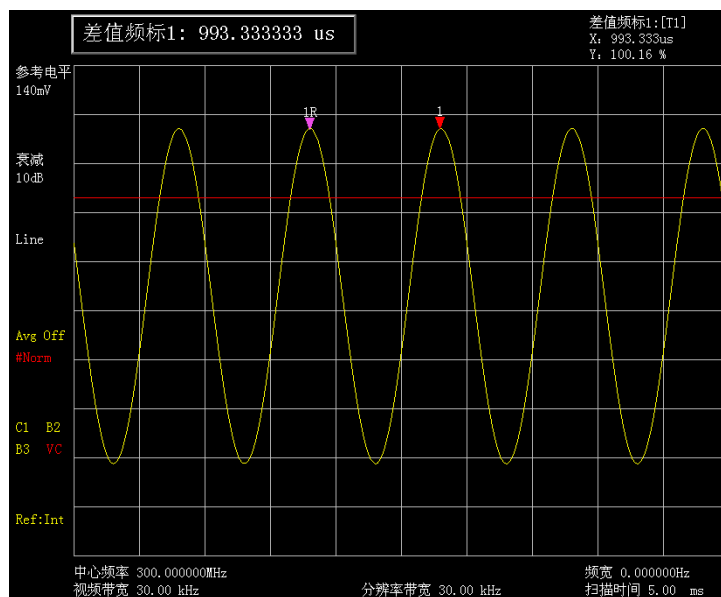


图 3-17 利用解调波形测量 AM 信号的调制速率

#### 4 利用解调波形测量 AM 调制深度

本例给出怎样将频谱分析仪作为固定调谐（时域）的接收机来测量 AM 信号的调制深度，测量结果是一个百分数。

- a) 将信号发生器输出与频谱分析仪射频输入 50Ω 端口相连。设置信号发生器输出载波为 300MHz、幅度为 -10dBm、调制信号为 1kHz、AM 调制深度为 80% 的调幅信号，AM 调制为开。
- b) 复位频谱分析仪，设置中心频率、频宽、带宽及扫描时间。  
按【复位】。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、500[kHz]。  
按【带宽】、【分辨率带宽 自动 手动】、30[kHz]。  
按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、20[ms]。
- c) 设置 Y 轴幅度刻度单位为电压。  
按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[纵轴刻度单位]、[Volts]。
- d) 将信号峰值置于靠近参考电平处。  
按【幅度】、[参考电平]，转动旋轮调整参考电平。
- e) 改变 Y 轴显示刻度为线性刻度。  
按【幅度】、[幅度刻度 对数 线性]。
- f) 设置频谱分析仪为零频宽做时域测量。  
按【频宽】、[零频宽]。  
按【扫描】，输入扫描时间为 5[ms]。
- g) 使用视频触发功能来稳定显示轨迹。  
按【触发】、[视频触发]。  
由于调制是稳定的，可以通过视频触发在波形上触发扫描，使轨迹稳定，类似于示波器，如图 3-17。在视频触发模式下，若视频触发电平设置太高或太低，扫描会停止，这时可以通过前面板旋轮调整视频触发电平，直到重新开始扫描。
- h) 关闭所有频标，将频谱分析仪设为自由触发模式。  
按【频标】、[频标关]。  
按【触发】、[自由触发]。
- i) 增加扫描时间，降低视频带宽，使波形显示为一个水平的信号。  
按【扫描】、[扫描时间]，输入 5[s]。  
按【带宽】、[视频带宽]，输入 30[Hz]。
- j) 将水平信号置于 Y 轴的中间位置，然后增加视频带宽，降低扫描时间，使波形显示为一个正弦波。  
按【幅度】、[参考电平]，转动旋轮调整参考电平，将水平信号置于 Y 轴的中间位置。  
按【带宽】、[视频带宽]、100[kHz]。  
按【扫描】输入为 5[ms]。
- k) 测量 AM 信号的调制深度。  
为了测得的调制深度为百分比，可以通过如下步骤读取轨迹：100%AM 调制深度，是从顶格到底格，80%AM（本例所示）是当信号峰值位于顶格以下一格，底格以上一格的情况。为了确定信号的调制深度百分比，可以数 Y 轴以 10% 分了几格，如图 3-18。

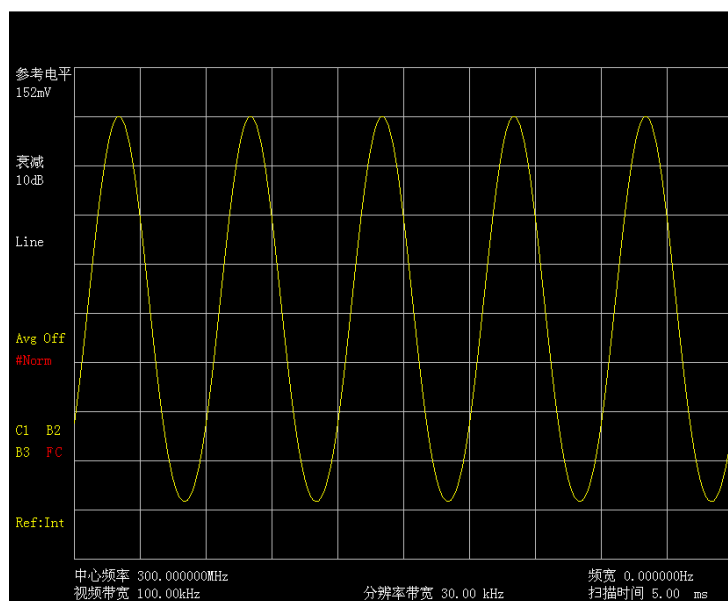


图 3-18 利用解调波形测量 AM 信号的调制深度

## 5 监听 AM 广播信号和 FM 广播信号

幅度调制（AM）和频率调制（FM）是广播信号常用的调制技术。在中国，调幅广播波段覆盖 535kHz 到 1605kHz，调频广播波段覆盖 88MHz 到 108MHz。

为简便起见，在此仅以调频信号的解调举例。要解调并听到调幅信号，只需重复相同的步骤，注意将解调类型设置为 AM 解调，按【检波/解调】、[菜单1/2>>]、[解调类型>>]、[AM]。

- 在频谱分析仪信号输入端口连接一天线用以接收信号，如图 3-19。
- 设置频谱分析仪起始频率为 88MHz，终止频率为 108MHz，这样频谱分析仪就调整到调频波段了。  
按【频率】。  
按 [起始频率]、88[MHz]。  
按 [终止频率]、108[MHz]。（参阅图 3-20）

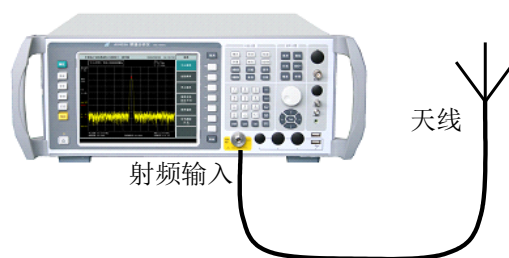


图 3-19 调幅和调频监听测试

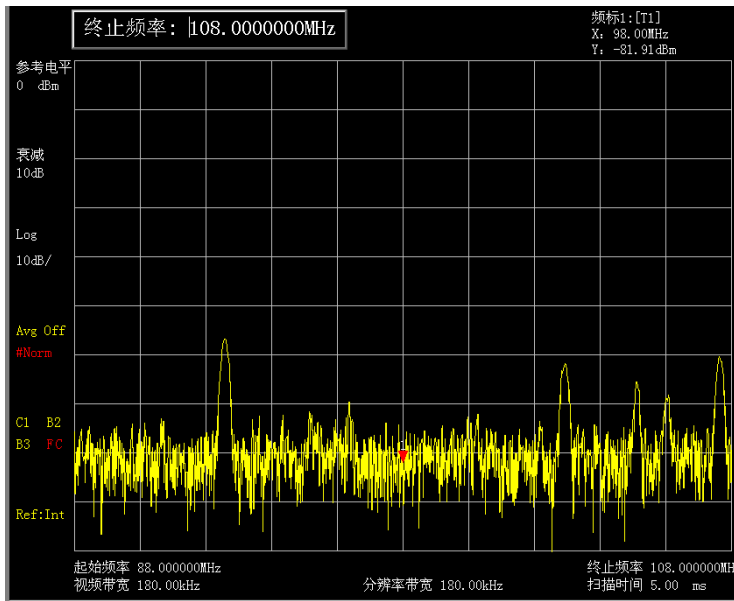


图 3-20 调频波段

- c) 解调调频信号，在打开解调器之前必须先激活频标，选择解调类型。  
按【频标】激活频标。  
按【检波/解调】、[菜单 1/2>>]、[解调类型>>]、[FM]。  
此时即可听到声音，将频标定位在关注的信号上，若关注的信号具有最高的幅度，直接按【峰值】。如果声音效果较差，按【频标】细调旋轮至声音效果最佳。在实际解调信号时，AV4036 系列频谱分析仪是利用回扫期间来解调信号的，出厂默认解调时间是 60 秒。
- d) 设置解调时间。  
按【检波/解调】、[菜单 1/2>>]、[解调时间]、10[s]。  
该操作设定内置解调器的实际解调信号时间，以便能够更长时间地听到信号声音。若不关心频谱轨迹，只想监听关注的信号声音，可以将解调方式设置为连续，按【检波/解调】、[菜单 1/2>>]、[解调方式 间歇 连续]。此时频谱分析仪将不再扫描，处于连续解调状态。
- e) 关闭解调。  
按【检波/解调】、[菜单 1/2>>]、[解调类型]、[关闭]。
- f) 要解调并听到调幅信号，只需重复相同的步骤，注意将解调类型设置为 AM 解调，按【检波/解调】、[菜单 1/2>>]、[解调类型>>]、[AM]。

## 第六节 三阶交调失真测量

### 1 三阶交调失真定义

在通信系统工作拥挤的环境中，设备间的相互干扰是普遍存在的问题。例如在窄带系统中常遇到二阶、三阶交调失真的问题。当一个系统中存在两个信号（ $F_1$  和  $F_2$ ）时，它们与产生的二次谐波失真信号（ $2F_1$  和  $2F_2$ ）混频生成与原始信号靠的很近的三阶交调产物  $2F_2-F_1$  和  $2F_1-F_2$ 。高阶交调失真也会发生。这些失真产物大多是由系统中的放大器和混频器等器件产生的。

### 2 需要用到的频谱分析仪功能

下面讲述如何测量三阶交调失真。其中将举例说明如何在频谱分析仪屏幕上同时显示两个信号，并介绍如何设置分辨率带宽、混频器电平和参考电平，以及结合一些频标功能的使用。

### 3 测量步骤

a) 将被测仪器如图 3-21 与频谱分析仪相连。

本例中用到一个 6dB 定向耦合器和两个分别设置为 50MHz 和 51MHz 的信号发生器。当然，信号发生器的频率也可以是其它值，但在本例中频率间隔须保持在 1MHz 左右。被测设备是一个 26dB 前置放大器，低通滤波器用于滤除信号发生器的谐波，并防止反射信号造成信号发生器的失真。

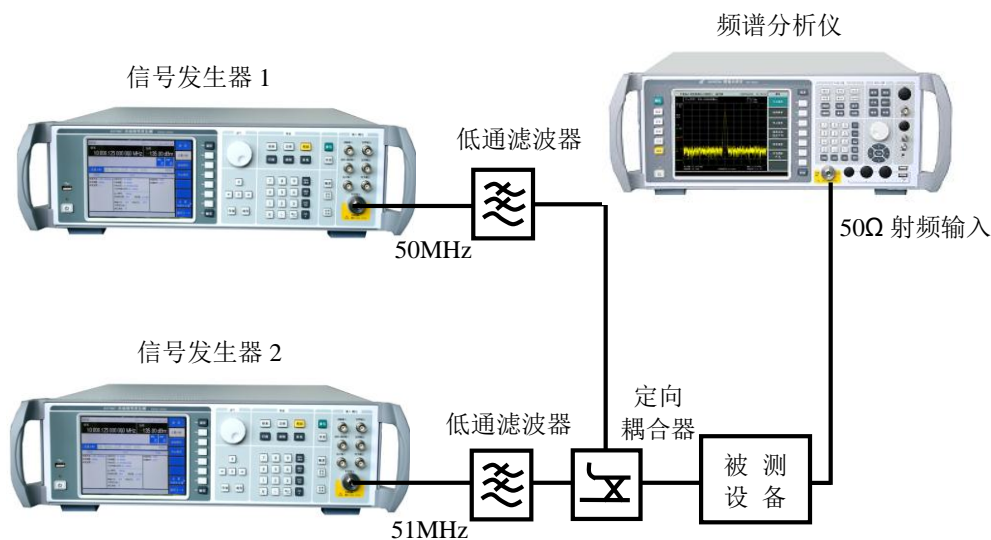


图 3-21 连接三阶交调失真测量系统

设置其中一台信号发生器输出频率为 50MHz，另一台信号发生器输出频率为 51MHz，使输入频谱分析仪的两个信号频率间隔为 1MHz。

设置两台信号发生器的输出幅度相等（在本例中设置为-10dBm）。

b) 设置频谱分析仪，使两个信号同时显示在频谱分析仪屏幕上。

按【复位】。

按【频率】、[中心频率]、50.5[MHz]。

按【频宽】、5[MHz]。

可以看到两个信号在屏幕中央，如图 3-22 所示。如果所用频率间隔与本例不同，应选择大于信号发生器频率间隔三倍的频宽。

c) 减小分辨率带宽直至可以看到失真产物。

按【带宽】，用步进键【↓】减小分辨率带宽。

- d) 调整两台信号发生器以确定输入信号幅度相等。

按【频标】、[差值频标]、【峰值】、[次峰值]。

调整频标相对应的信号发生器直至幅度差值读数为零。如果需要，减小视频带宽。

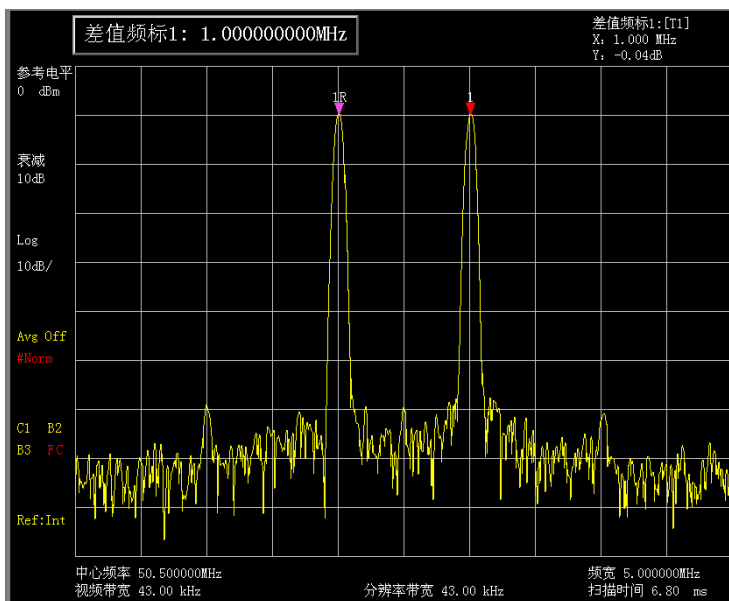


图 3-22 信号在频谱分析仪显示器中央

- e) 设置参考电平，将信号峰值置于参考电平处。

按【峰值】、[频标]。

按【频标→】、[频标→参考]。

为了得到最佳测量精度，应将信号发生器信号峰值置于参考电平处，如图 3-23 所示。

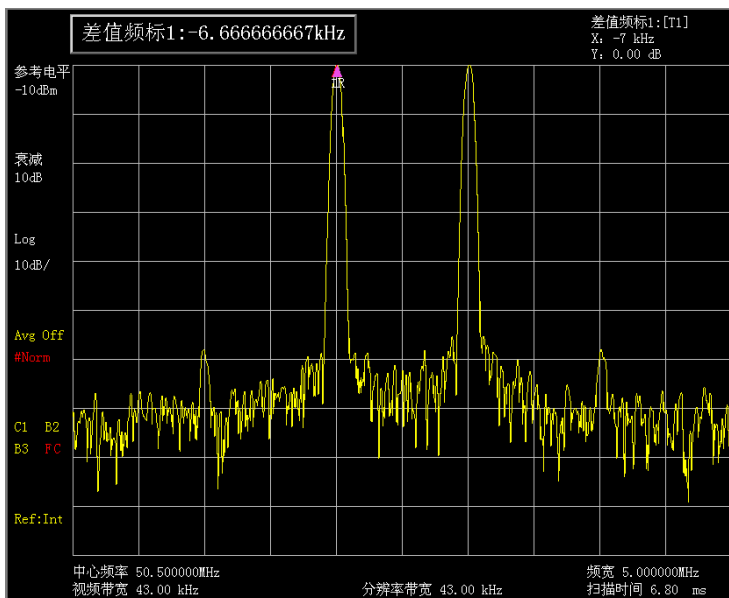


图 3-23 将信号峰值置于参考电平处

- f) 设置第二频标并测量失真产物。

频标一旦被激活，差值频标功能就可生成第二频标并显示两个频标的差。此时可方便地进行相对测量。



按【峰值】键，激活一频标。

按【频标】 [差值频标] 激活第二频标。

按 [左邻峰值] 或 [右邻峰值] 将第二频标设置在信号发生器信号旁的失真产物峰值点上。参看图 3-24，两频标的频率和幅度差显示在频标显示区，频标幅度差即为三阶交调失真测量值。

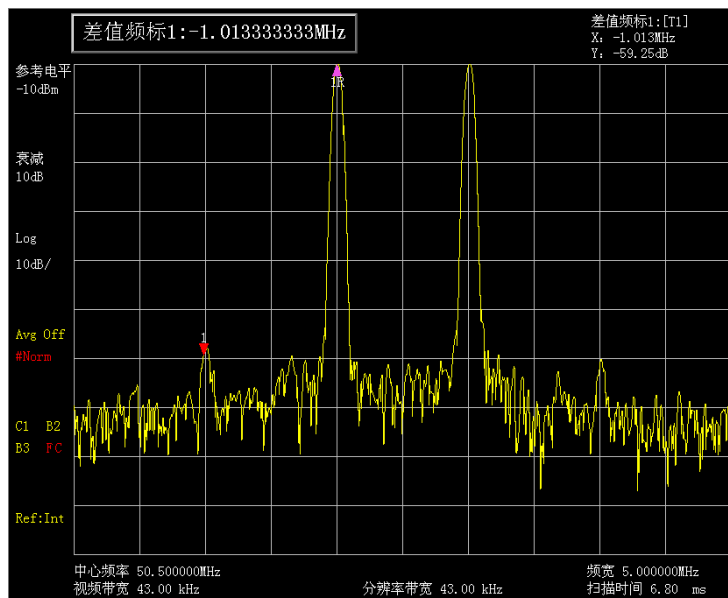


图 3-24 对内部调制失真进行相对测量

g) 三阶截获点 TOI 的计算方法。

失真分量电平与信号电平之比（以 dB 表示）规定系统的失真意义并不大，除非信号电平也被规定。截获点的概念可以用来规定并预先估计系统的失真电平，三阶失真分量电平与基波信号电平之差是基波信号电平与三阶截获点之差的两倍。因此按照下式可计算出三阶截获点 TOI:

$$TOI = L_{in} - \frac{\Delta dB_{im3}}{2}$$

式中:

$L_{in}$ : 表示两个输入信号电平，单位为 dBm。

$\Delta dB_{im3}$ : 表示三阶互调产物与输入信号电平的差值，单位为 dB。

如图 3-24 中，差值频标读数为-59.25dB，信号电平为-10dBm，则输入三阶截获点 TOI 为:

$$TOI = -10 - (-59.25/2) = 19.625(\text{dBm})$$

## 第七节 漂移信号的测量

### 1 漂移信号的定义

如果被测信号是漂移信号，用频谱分析仪测量时，在不同的时间需要不停地变换中心频率才能观察到。如果利用频谱分析仪的信号跟踪功能，频标峰值将一直显示在频谱分析仪的中心频率上，可以方便地进行测量。

### 2 需要用到的频谱分析仪的功能

本节将介绍如何测量漂移信号，将用到频谱分析仪信号跟踪、频标功能及最大保持功能来观察漂移信号的幅度轨迹和占有的带宽。

### 3 测量信号发生器的频率漂移

频谱分析仪能够测量信号发生器的短期稳定性和长期稳定性，使用轨迹最大保持功能频谱分析仪能显示输入信号的最大峰值幅度和频率漂移。如果您想测量信号占用带宽也可使用轨迹最大保持功能。

该实例将使用频谱分析仪的信号跟踪功能来保持漂移信号一直显示在中心位置，使用频谱分析仪的轨迹最大保持功能捕获漂移。

- a) 连接信号发生器输出到频谱分析仪的输入端口。
- b) 将信号发生器输出频率为 300MHz，幅度为-20dBm 的信号，将其射频输出打开。
- c) 设置频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平。  
按【复位】。  
按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。  
按【频宽】、[频宽]、10[MHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、-10[dBm]。
- d) 将频标放到信号峰值位置，打开信号跟踪功能。  
按【峰值】、[峰值搜索]。  
按【频率】、[信号跟踪 开 关]。
- e) 减小频宽到 500kHz。  
按【频宽】、500[kHz]，可以看到信号一直保持在中心位置。
- f) 关闭信号跟踪功能。  
按【频率】、[信号跟踪 开 关]。
- g) 使用最大保持功能测量信号漂移。  
按【轨迹】、[最大保持]。  
当信号变化时，最大保持功能将维持对输入信号的最大响应。注意屏幕左方的轨迹模式指示，例如 M1、B2、B3 表示轨迹 1 处于最大保持，轨迹 2 和轨迹 3 处于隐藏显示状态。
- h) 激活轨迹 2，并设置为连续刷新模式。  
按【轨迹】、[轨迹 1 2 3]、[刷新显示]。
- i) 慢慢改变信号发生器的输出频率，使其以 1kHz 步进，在  $\pm 50\text{kHz}$  变化，频谱分析仪显示如图 3-25 所示。

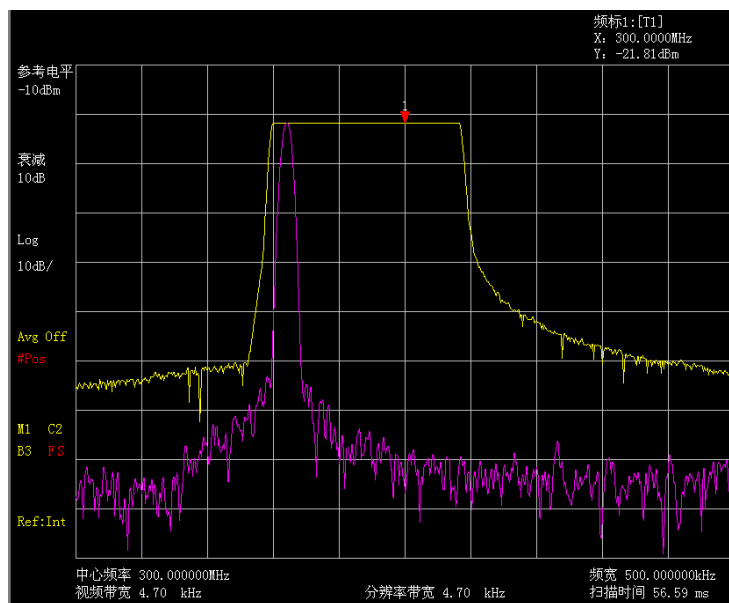


图 3-25 使用最大保持观测漂移信号

#### 4 跟踪信号

信号跟踪功能对于漂移比较缓慢的信号是非常有用的，它可以将漂移信号一直处于显示屏幕的中心位置。

注意信号跟踪功能是为了跟踪不稳定的信号，而不是当频谱分析仪中心频率改变了才跟踪信号。如果改变频谱分析仪中心频率时，使用信号跟踪功能，一定要确保跟踪的信号是正确的信号。

- a) 将信号发生器输出信号设置为频率 300MHz，幅度-20dBm，频率步进 1kHz，打开信号发生器的射频输出。
- b) 设定频谱分析仪的中心频率在 1MHz 频偏处。  
按【复位】。  
按【频率】、[中心频率]、301[MHz]。  
按【频宽】、[频宽]、10[MHz]。
- c) 打开信号跟踪功能。  
按【频率】[信号跟踪 开 关]。  
注意信号跟踪将频标放到信号最大峰值幅度处，然后将信号置于频谱分析仪的显示中心位置，每次扫描都将自动调整频谱分析仪的中心频率。
- d) 打开差值频标功能。  
按【频标】、[差值频标]。
- e) 以 100kHz 步进调整信号发生器的输出频率。
- f) 可观察到频谱分析仪的中心频率也以 100kHz 的频率步进在改变，每次步进信号始终处于显示屏幕的中心位置。如图 3-26 所示。

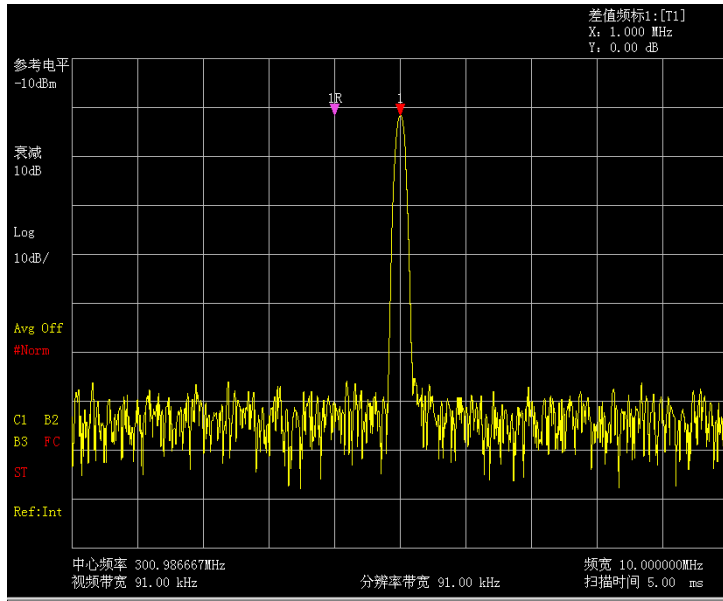


图 3-26 使用信号跟踪功能测量漂移信号

## 第八节 噪声信号的测量

### 1 概念

通信系统中通常用信噪比来表征噪声的大小，系统中加入的噪声电平越大，信噪比越差，对调制信号的解调也就越困难。在通信系统中，通常信噪比测量也指载波与噪声的比值测量。

### 2 需要用到的频谱分析仪的功能

下面介绍如何使用 AV4036 系列频谱分析仪的频标功能来测量信噪比、噪声。实例中描述的是信号（载波）为单一频点情况下的信噪比测量。如果被测系统中是调制信号，该测试过程需要修改以修正调制信号的电平。

### 3 测量信噪比

a) 复位频谱分析仪。

按【复位】。

b) 使用 300MHz 的内部校准信号作为频谱分析仪的输入。

按【系统】、[输入输出>>]、[输入端口 射频 300M]选择 300MHz。

c) 设定中心频率、频宽、参考电平和衰减器。

按【频率】、[中心频率]、300[MHz]。

按【频宽】、[频宽]、1[MHz]。

按【幅度】、[参考电平]、-10[dBm]。

按【幅度】、[衰减 自动 手动]、40[dB]。

d) 将频标放置于信号峰值位置，然后放置差值频标位于频偏 200kHz 的噪声位置。

按【峰值】、[峰值搜索]。

按【频标】、[差值频标]、200[kHz]。

e) 打开噪声频标功能观看信噪比。

按【频标】、[频标功能>>]、[噪声频标 开 关]。如图 3-27。

读得的信噪比是以 dBc/Hz 为单位，因为该噪声值是归一化到 1Hz 的噪声带宽的数值。该比值是按照  $10 \times \log(BW)$  下降的。如果希望得到不同信道带宽下的噪声值，则测量结果需要根据当前带宽进行修正。例如，若频谱分析仪读得的数据是 -86.07dBc/Hz，如果此时信道带宽为 30kHz，则信噪比为：

$$S/N = -86.07 \text{ dBc/Hz} - 10 \times \log(30 \text{ kHz}) = -41.3 \text{ dBc/Hz} \text{ (30 kHz)}$$

此时如果差值频标小于信号峰值到响应的边沿距离的四分之一，那么噪声测量会存在潜在的误差。

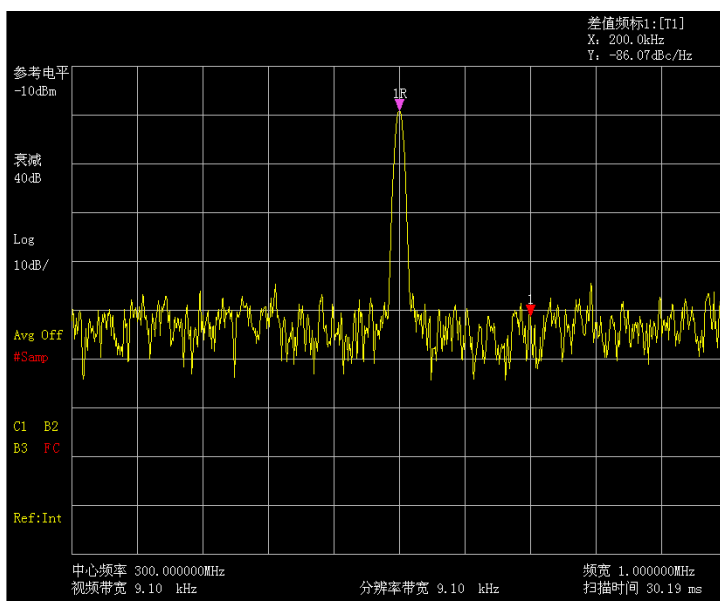


图 3-27 测量信噪比

#### 4 用噪声频标功能测量噪声

该实例将使用噪声频标功能测量 1Hz 带宽的噪声，采用 300MHz 的内部校准信号进行测量。

a) 使用 300MHz 的内部校准信号输入到频谱分析仪。

按【系统】、[输入输出>>]、[输入端口 射频 300M]选择 300MHz。

b) 设定中心频率、频宽、参考电平和衰减器。

按【频率】、[中心频率]、299.98[MHz]。

按【频宽】、100[kHz]。

按【幅度】、[参考电平]、-10[dBm]。

按【幅度】、[衰减 自动 手动]、40[dB]。

c) 激活噪声频标。

按【频标】、[频标功能]、[噪声频标 开 关]。

注意此时的检波方式将自动设置为取样检波，如果希望得到不同带宽下的噪声功率值，应根据当前带宽按照  $10 \times \log(BW)$  进行修正。例如，若想得到 1kHz 带内的噪声功率，应在读出数据上加上  $10 \times \log(1000)$  或者 30dB。

d) 通过增加扫描时间减小测量误差。

按【扫描】、[扫描时间]、3[s]。

当采用平均检波时，增加扫描时间，可使得轨迹数据在更长的时间间隔内平均，从而减小测量误差。

e) 移动频标到 300MHz。

按【频标】，转动前面板的旋轮使得噪声频标读数为 300MHz。

噪声频标数值是基于整个扫描轨迹点数的 5% 计算得到，这些点以频标位置为中心。噪声频标的位置不会位于信号的峰值点处，因为信号峰值位置没有足够的轨迹点进行计算，因此当分辨率带宽较窄时，噪声频标也会平均信号峰值以下的轨迹点。如图 3-28 所示。

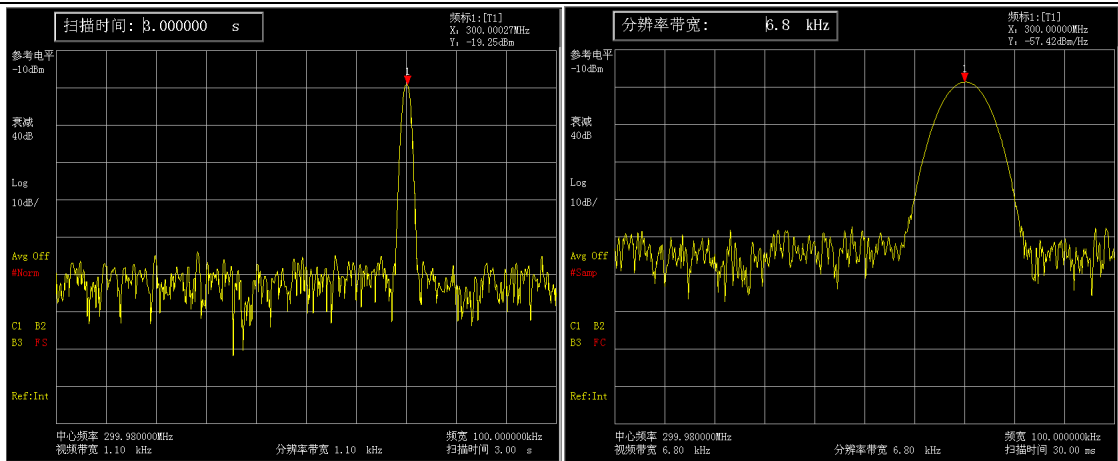


图 3-28 使用噪声频标功能测量噪声

f) 以频标位置为中心设定频谱分析仪为零频宽。

按【频标→】、[频标→中心]。

按【频宽】、[零频宽]。

按【频标】。

此时噪声频标的幅值读数是正确的，因为所有点的平均都是基于同一个频率上，不受分辨率带宽滤波器形状的影响。噪声频标是基于感兴趣的频率点的平均计算得到的。当要进行离散频点的功率测量时，首先应将频谱分析仪调谐到感兴趣的频点上，然后在零频宽下进行测量。

## 第九节 进行失真测量

在通信系统工作拥挤的环境中，设备间的相互干扰是普遍存在的问题。例如在窄带系统中常遇到二阶、三阶交调失真的问题。当一个系统中存在两个信号（ $F_1$  和  $F_2$ ）时，它们与产生的二次谐波失真信号（ $2F_1$  和  $2F_2$ ）混频生成与原始信号靠的很近的三阶交调产物  $2F_2-F_1$  和  $2F_1-F_2$ 。高阶交调失真也会发生。这些失真产物大多是由系统中的放大器和混频器等器件产生的。大多数传输装置和信号发生器都含有谐波，谐波成分是常常需要测量的。

### 1 识别频谱分析仪产生的失真

当频谱分析仪输入大信号时，会引起频谱分析仪产生失真从而影响真实信号的失真测量结果。使用衰减器设置，您可以确定哪台信号是频谱分析仪内部产生的失真信号。本实例将使用信号发生器产生的输入信号，讲解频谱分析仪是否产生了谐波失真。

- 连接信号发生器射频输出到频谱分析仪的输入端口。
- 设置信号发生器输出频率为 200MHz，幅度为 0dBm。
- 设置频谱分析仪的中心频率和频宽。

按【复位】。

按【频率】、[中心频率]、400[MHz]。

按【频宽】、500[MHz]。

从频谱分析仪轨迹上可以看到信号产生的谐波失真距离原始 200MHz 信号有 200MHz 频偏，如图 3-29 所示。

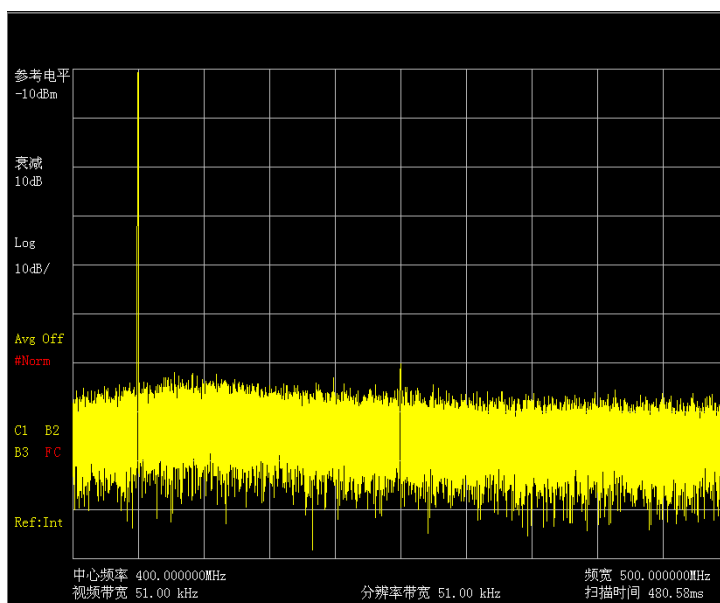


图 3-29 观测谐波失真

- 将频谱分析仪中心频率设置到第一个谐波失真的位置。  
按【峰值】、[峰值搜索]、[次峰值]。  
按【频标→】、[频标→中心]。
- 设置频宽到 50MHz，重新设置中心频率。  
按【频宽】、50[MHz]。  
按【频标→】、[频标→中心]。



- f) 设置衰减器为 0dB。  
按【幅度】、[衰减 自动 手动]、0[dB]。  
按【峰值】、[峰值搜索]。  
按【频标】、[差值频标]。
- g) 将衰减器设置增加到 10dB：  
按【幅度】、[衰减 自动 手动]、10[dB]。  
注意观测差值频标的读数，如图 3-30，该读数是衰减器 0dB 和 10dB 时产生的失真差值。当衰减器改变时，如果差值频标读数大于等于 1dB，说明频谱分析仪产生了一定的失真。当差值频标读数不明显时，也可增大衰减。

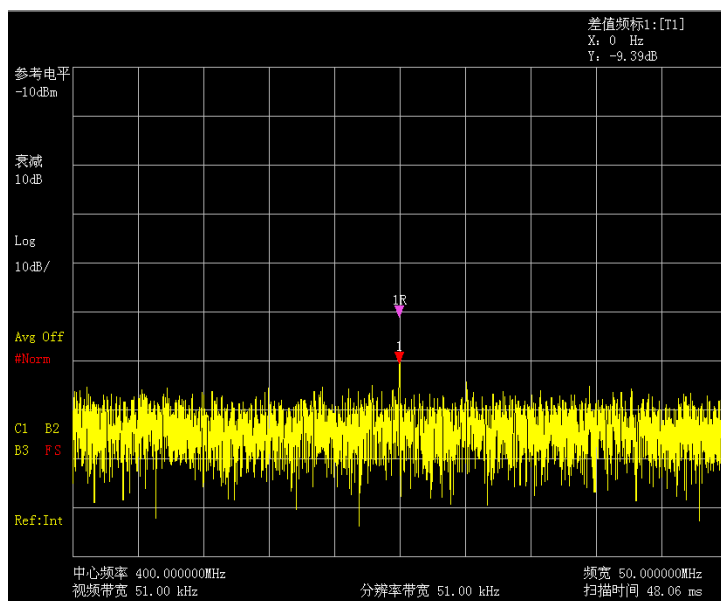


图 3-30 衰减器设置为 10dB

差值频标的幅度读数有两个来源：第一，增加射频衰减会造成信噪比降低，会造成该读数偏正；第二，频谱分析仪电路产生的谐波失真减小，会引起该读数偏负。该读数越大，说明测量误差越大，可以通过改变衰减器来减小该差值频标读数的绝对幅度。

## 2 快速谐波测量方法

本例测量信号发生器产生的频率 1GHz、功率 -10dBm 的信号的谐波成分。您也可使用频谱分析仪的 300MHz 校准信号，但一定要将频谱分析仪的起始频率和终止频率调整到与信号的频率及其谐波相适应。

- 将信号发生器输出与频谱分析仪的射频输入端口相连。
- 复位频谱分析仪。  
按【复位】键。
- 设置频谱分析仪起始频率和终止频率。  
按【频率】、[起始频率]、800[MHz]、[终止频率]、2.5[GHz]。  
如图 3-31 所示，基波和二次谐波显示在屏幕上。
- 设置视频带宽平滑噪声以提高分辨率。  
按【带宽】、[视频带宽 自动 手动] 使手动有效。  
用步进递减键【↓】减小视频带宽。

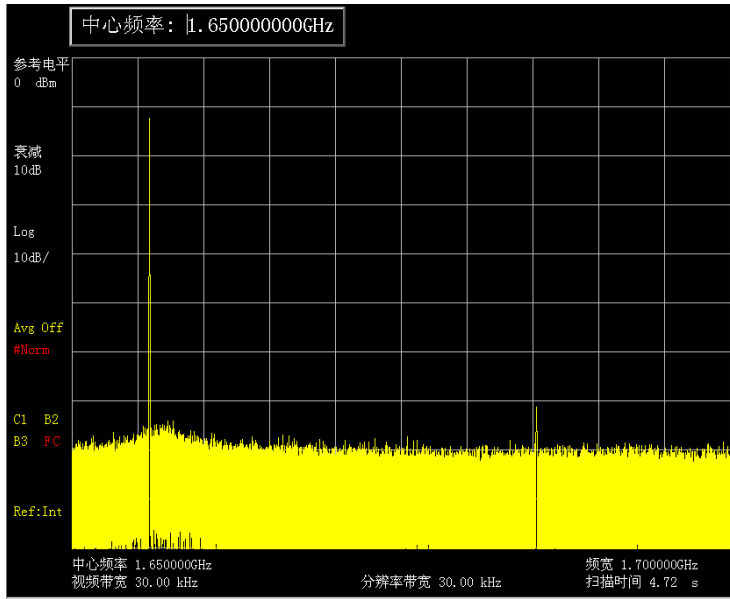


图 3-31 输入信号和谐波

- e) 为提高测量精度，设置基波峰值电平值为参考电平。  
按【峰值】、【频标→】、[频标→参考]。结果如图 3-32 所示。

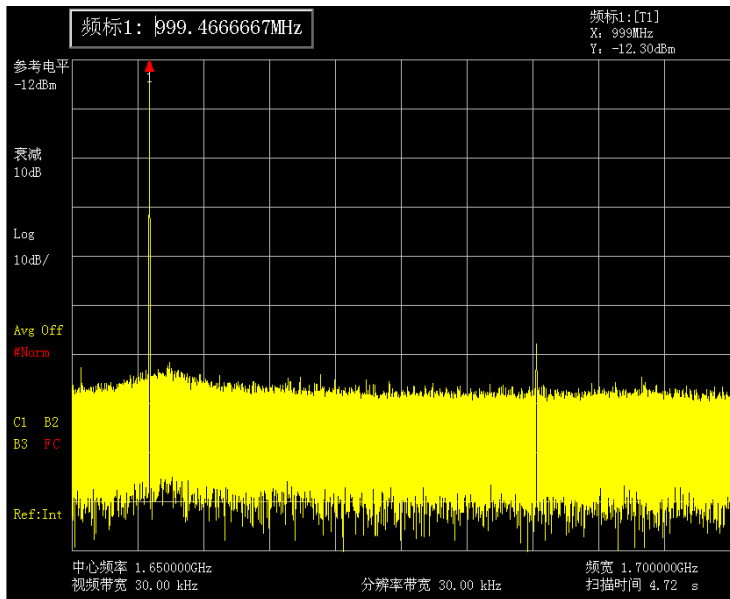


图 3-32 将信号峰值置于参考电平处以获得最高精度

- f) 激活第二频标。  
按【峰值】、【频标】[差值频标]、【峰值】[次峰值]。  
此时固定频标标注在基波上，活动频标位于二次谐波的峰值点上，如图 3-33 所示。

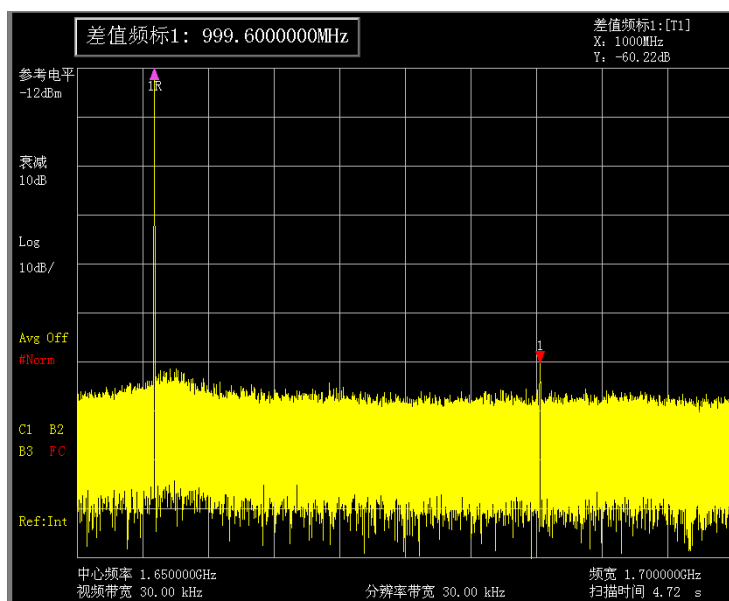


图 3-33 用频标差值测量二次谐波

## g) 测量谐波失真（方法 1）。

图中显示基波与二次谐波幅度差约为-60dB，或百分之 0.1 的谐波失真（参看图 3-34）。

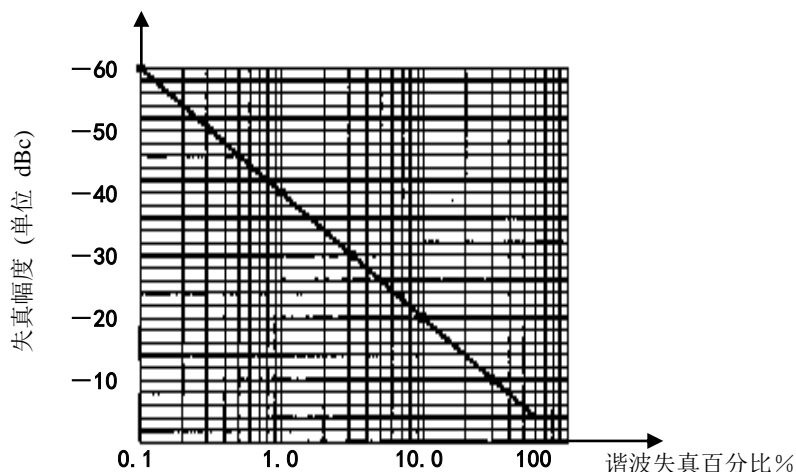


图 3-34 谐波失真幅度百分比变换

要测量三次谐波，再按[右邻峰值]键，继续读取想要测量的其它谐波与基波的幅度比值。

## h) 测量谐波失真（方法 2）。

按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[纵轴刻度单位]、[V]。

此时差值频标单位自动变为伏特。确定失真百分比的简便方法是将单位改为伏特。将差值频标所示比例的小数点向右移动两位就得到失真百分比。所能显示的最小比例为 0.01 或百分之一。

## 3 精确谐波测量方法

该方法步骤略长，但因为每个信号都在较小的频宽和分辨率带宽下进行测量，提高了信噪比，测量结果则更加精确。下面讲述如何测量 1GHz 信号的谐波。

- 将信号发生器输出与频谱分析仪的射频输入端口相连。
- 复位频谱分析仪。  
按【复位】键。
- 设置频谱分析仪起始频率和终止频率。

按【频率】、[起始频率]、800[MHz]、[终止频率]、2.5[GHz]。

如图 3-31 所示，基波和二次谐波显示在屏幕上。

- d) 设置视频带宽平滑噪声以提高分辨率。  
按【带宽】、[视频带宽 自动 手动] 使手动有效。  
用步进递减键【↓】减小视频带宽。
- e) 利用信号跟踪功能减小频宽。  
按【峰值】键，激活频标搜索信号峰值。  
按【频率】键，[信号跟踪 开 关]。  
按【频宽】1[MHz]。
- f) 关闭信号跟踪。  
按【频率】、[信号跟踪 开 关]。
- g) 将信号峰值移到顶格格线处可得到最佳幅度测量精度。  
按【频标→】、[频标→参考]。结果如图 3-35 所示。

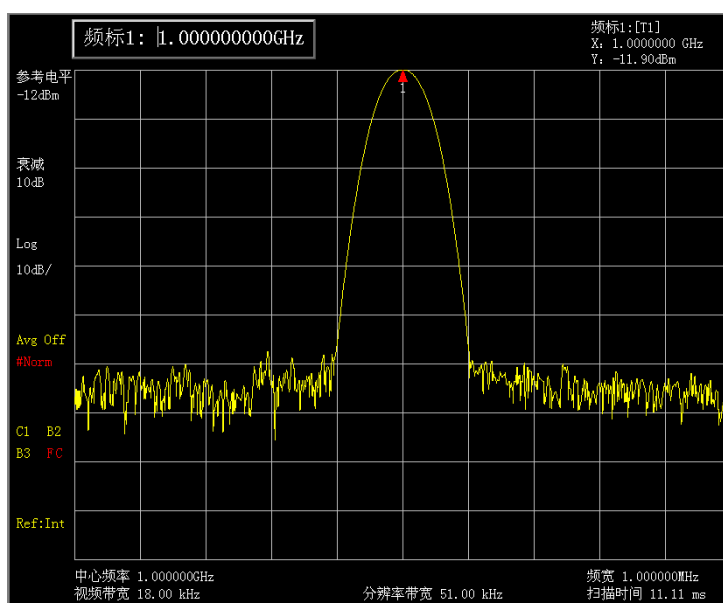


图 3-35 1MHz 频宽下显示的输入信号

- h) 设置中心频率步进量为基波信号频率值。  
按【频率】键、[频率步进 自动 手动]、1[GHz]。
- i) 测量二次谐波。  
按【频标】、【频率】和步进键【↑】。  
步进操作将频谱分析仪中心频率变换到二次谐波处。按【频标→】、[频标→参考]调整谐波峰值至参考电平，二次谐波幅度如图 3-36 所示。

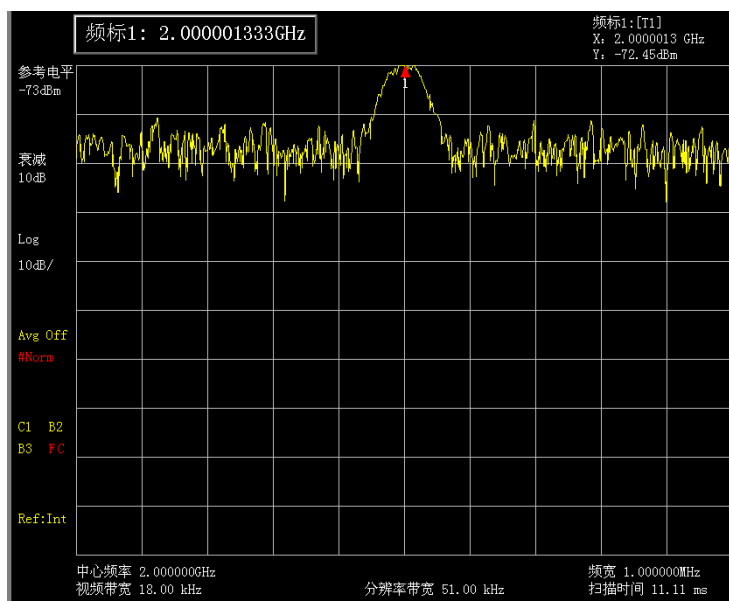


图 3-36 二次谐波幅度

j) 计算谐波失真。

用图 3-34 来变换二次谐波与基波间的失真百分比。单位可再变换成伏特以便读出两信号的电压比。

k) 测量其它谐波。

对想要测量的其它谐波重复 (i) 至 (j) 步。计算各次谐波失真百分比。

信号总的谐波失真百分比也是经常需要测试的参量。要测试该参量，必须在线性单位下（如伏特）测出每一谐波的幅度，不能用相对单位 dBc。按【幅度】、[菜单 1/2>>]、[纵轴刻度单位]、[V]，幅度单位即为伏特。可将测量得到的信号幅度值用于下面的等式中计算出总的谐波失真：

$$\text{总谐波失真} = \frac{100 \times \sqrt{(A_2)^2 + (A_3)^2 + \dots + (A_n)^2}}{A_1} \%$$

式中：

$A_1$  —— 基波幅度，单位伏特

$A_2$  —— 二次谐波幅度，单位伏特

$A_3$  —— 三次谐波幅度，单位伏特

$A_n$  —— n 次谐波幅度，单位伏特

如果能按照前面的例子对信号幅度进行仔细地测量，该过程测得的谐波失真百分比是非常精确的。

## 第十节 脉冲射频信号测量

### 1 脉冲射频信号定义

脉冲射频信号是一系列重复频率相同、脉宽恒定、形状和幅度恒定的射频脉冲串。在本节中，将介绍几种测量脉冲射频信号参数的方法。方法中将说明如何测量中心频率、脉冲宽度和脉冲重复频率。另外，还要讨论峰值脉冲功率的测量等问题。

### 2 要使用的频谱分析仪功能

分辨率带宽对脉冲射频信号测量的影响是很大的。必须要理解分辨率带宽与脉冲重复频率之间的关系。当分辨带宽比脉冲重复频率窄时，屏幕上只出现组成脉冲射频信号的个别频率成分，这称之为窄带模式。当分辨率带宽比脉冲重复频率宽时称为宽带模式，这时可以看到被脉冲重复频率等分的脉冲段描绘出的频谱包络。

### 3 脉冲射频信号中心频率、旁瓣比和脉冲宽度测量

a) 将信号发生器与频谱分析仪的输入  $50\Omega$  端口相连，将信号发生器输出频率 1GHz，幅度 -20dBm，脉冲调制设置为重复频率 1kHz，脉冲宽度 900ns，打开脉冲调制，打开射频输出。

b) 设置频谱分析仪，脉冲射频信号的测量一般是在宽带模式下进行。为了保证视频滤波器不影响测量结果，设置视频带宽为 3MHz。

按【复位】键。

按【频率】、1[GHz]。

按【频宽】10[MHz]，【扫描】[扫描时间 自动 手动] 100[ms]。

按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、300[kHz]，[视频带宽 自动 手动]、3[MHz]。

按【检波/解调】、[正峰值] 激活正峰值检波。

选择中心频率功能，调整扫频宽度使中心旁瓣和至少一对旁瓣出现在屏幕上如图 3-37。

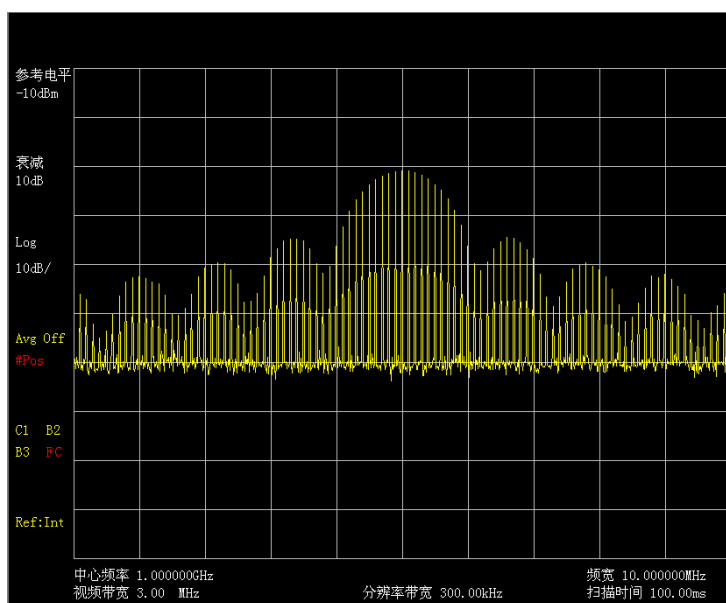


图 3-37 主瓣和旁瓣

c) 增加扫描时间（扫描变慢）直到图形填满并变成一条实线，如图 3-38。如果谱线填不进来，则仪器不是在宽带模式，在这种情况下，后面对旁瓣比例、脉冲宽度和峰值脉冲功率的测

量步骤都不适用了，需要将分辨率带宽设置成大于 1kHz。

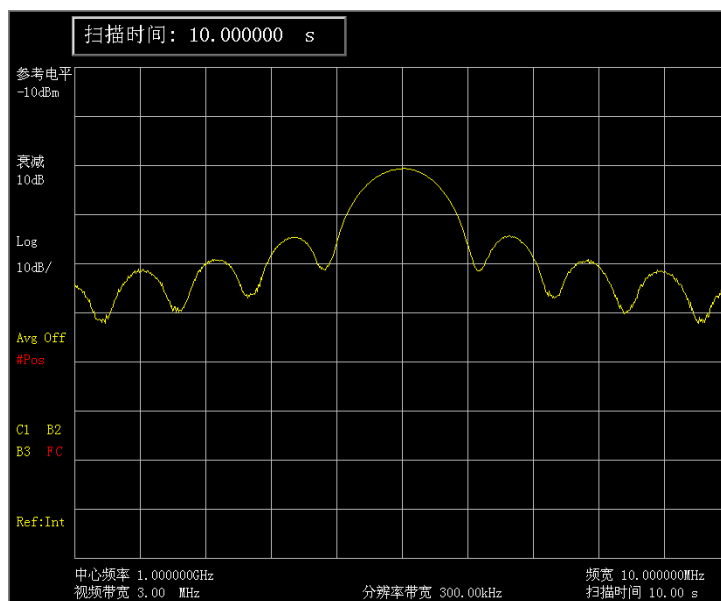


图 3-38 轨迹显示为实线

- d) 读出脉冲中心频率和主瓣幅度。

按【峰值】。

此时频标读数就是脉冲中心频率和主瓣幅度，如图 3-39 所示。

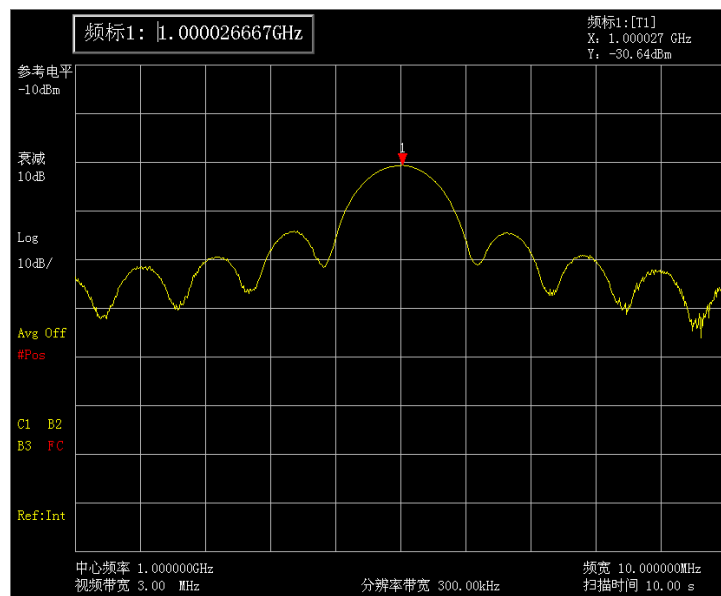


图 3-39 主瓣的中心频率

- e) 在频标位于主瓣中心频率处时，测量旁瓣比。

按【峰值】、【频标】、[差值频标]、【峰值】、[次峰值]。

主瓣与旁瓣之间的幅度差就是旁瓣比，如图 3-40 所示。

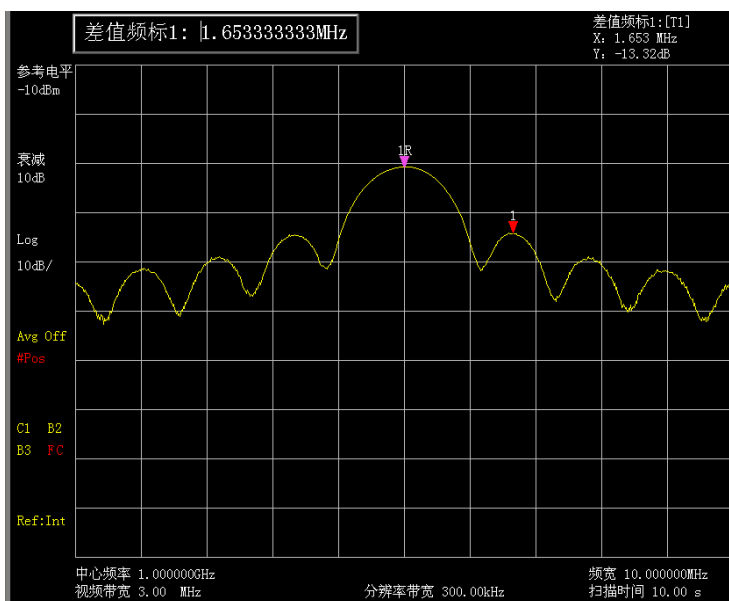


图 3-40 频标显示旁瓣比例

- f) 测量脉冲宽度，脉冲宽度等于两个旁瓣包络峰值点之间频率差的倒数。  
按【频标】、[差值频标]、【峰值】、[右邻峰值]、[右邻峰值]。

此时读出的差值频标的频率差的倒数就是脉冲宽度，如图 3-41 所示。要获得最准确的脉宽值，可以手动调节频标位置测量出两个相邻旁瓣过零点之间的距离。如果减小分辨率带宽以使过零点更尖锐，测量精度更高。

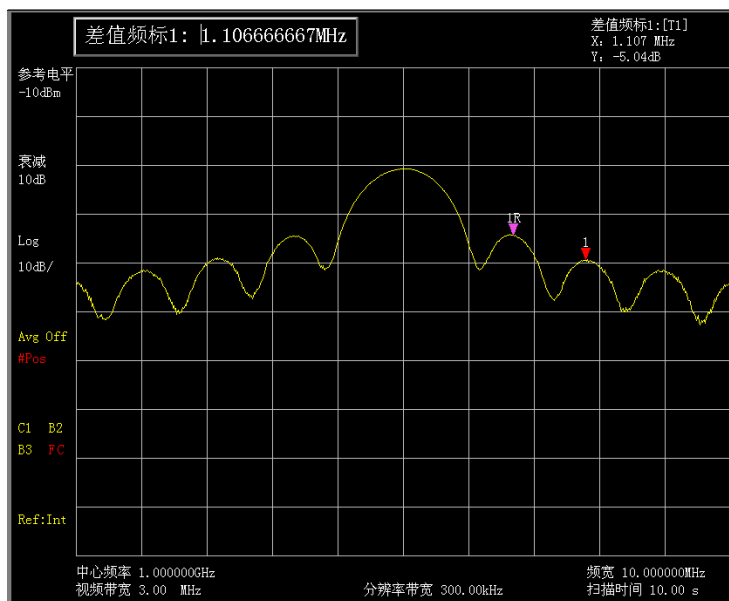


图 3-41 利用频标显示脉宽

#### 4 脉冲重复频率（PRF）测量

脉冲重复间隔（PRI）是任意两个相邻脉冲响应之间的时间间距。

- a) 将信号发生器与频谱分析仪的输入 50Ω 端口相连，将信号发生器按下面设置，频率 1GHz、幅度 -20dBm、脉冲调制打开，设置脉冲重复频率 1kHz、脉冲宽度为 900ns，打开射频输出。



- b) 设置频谱分析仪，脉冲射频信号的测量一般是在宽带模式下进行。  
按【复位】键。  
按【频率】、1[GHz]。  
按【频宽】10[MHz]，【扫描】[扫描时间 自动 手动] 100[ms]。  
按【带宽】、[分辨率带宽 自动 手动]、100[kHz]。  
按【带宽】、[视频带宽 自动 手动]、3[MHz]。  
按【检波/解调】、[正峰值]激活正峰值检波。  
调整频宽使主瓣和至少一对旁瓣出现在屏幕上（参看图 3-37）。增加扫描时间（即使扫描变慢）直到图形填满并变成一条实线（参看图 3-38）。
- c) 要测量 PRI，设置频宽为 0 Hz，并调整主瓣幅度至参考电平。  
按【峰值】、【频标→】、[频标→参考]。  
按【频宽】、[零频宽]。
- d) 设置幅度刻度为线性刻度。  
按【幅度】、[幅度刻度 对数 线性]。  
重新调整信号发生器输出幅度，使之位于屏幕上，减小扫描时间（即加快扫描速度）直到显示与图 3-42 类似。
- e) 测量脉冲重复间隔。  
按【单扫】。  
按【峰值】、【频标】[差值频标]、【峰值】[次峰值]。所显示的两个频标差值就等于脉冲重复间隔 PRI，其倒数就是脉冲重复频率 PRF。

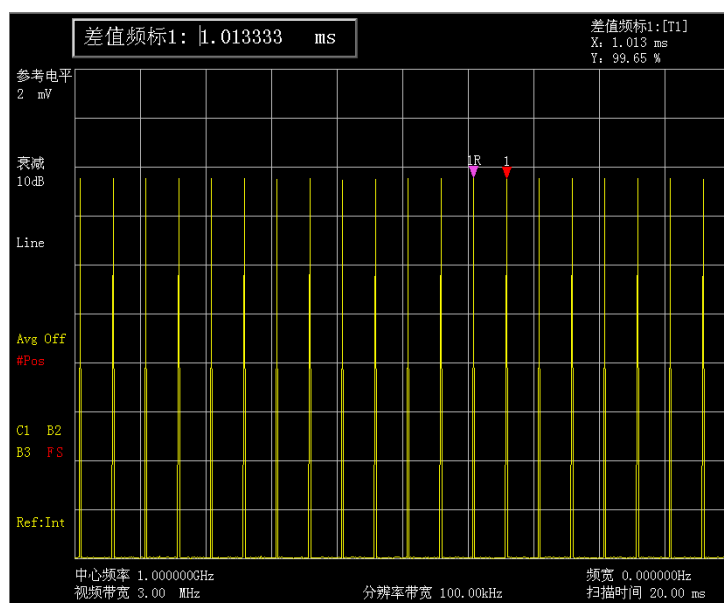


图 3-42 测量脉冲重复频率

## 5 峰值脉冲功率测量

现在已经知道了主瓣幅度、脉冲宽度，并且能很容易知道频谱分析仪的分辨率带宽，根据这些参量可得峰值脉冲功率。

当频谱分析仪处于宽带测量模式下：

$$\text{峰值脉冲功率} = (\text{主瓣幅度}) - (20 \log T_{\text{eff}} \times BW_i)$$

式中：

$T_{\text{eff}}$  ——脉冲宽度，单位：秒

$BW_i$  ——冲击带宽，单位：赫兹（值为  $1.5 \times$  测量脉冲宽度所用的分辨率带宽）

---

当频谱分析仪处于窄带测量模式下：

$$\text{峰值脉冲功率} = (\text{主瓣幅度}) - (20 \log T_{\text{eff}}/T)$$

式中：

$T_{\text{eff}}$  ——脉冲宽度，单位：秒

$T$  ——脉冲重复频率

峰值脉冲功率与主瓣幅度不相等的现象叫作脉冲失敏。脉冲信号不会降低频谱分析仪敏感度，确切地说，表面上出现失敏是由于脉冲调制的连续波（CW）载波的功率被分配给大量的频谱成分（即载波和边带）。因此，每个频谱成分所包含的只是总功率的一部分。

---



请注意：

在测量主瓣幅度时，改变频谱分析仪衰减器并验证主瓣幅度不随之而改变。如果变化超过 1dB，则频谱分析仪处于增益压缩状态，必须增大衰减器的衰减量。

---

## 第十一节 时间门测量

### 1 时间门的概念

对某些信号在频域进行传统的频谱分析只能获得有限的信息。这些难以分析的信号包括下列类型：

- a) 脉冲射频信号。
- b) 时分复用信号。
- c) 时分多址 (TDMA) 信号。
- d) 隔行信号或间歇信号。
- e) 脉冲串调制信号。

在某些情况下，时间门功能使您能够对用传统方法很难测量的信号进行测量。例如，图 3-43 所示的简单数字移动通讯信号中有两路无线电通讯信号#1 和#2 分时使用同一信道。每路通讯占用时间为 1ms。

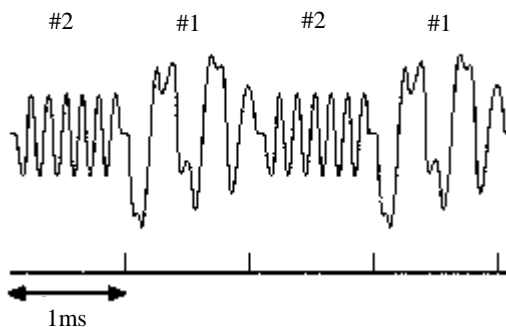


图 3-43 简单数字移动通讯信号的时域波形

用什么来对每一路发射机进行单独的频谱分析呢？遗憾的是，传统的频谱分析仪不能进行这样的测量。在频谱分析仪完成一次扫描的同时——持续大约 50ms——无线电发射机已经前后转换了 25 次。因为两路无线电信号是用同一频率发射的，它们的频谱将发生交迭，如图 3-44 所示。频谱分析仪显示的是混合信号，您无法辨别出哪一部分频谱对应哪一路信号。

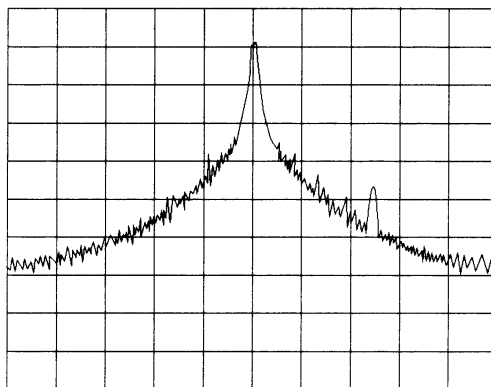


图 3-44 混合无线电信号的频率

时间门是由用户定义执行测量的时间窗口。这允许您指定想要测量的部分信号，并排除或屏蔽

干扰信号。

应用时间门功能和外部触发信号，您就可以看到无线电信号 1（或信号 2）的分离频谱，并象识别信号发生器的假信号一样在图 3-45 和图 3-46 中识别它们。

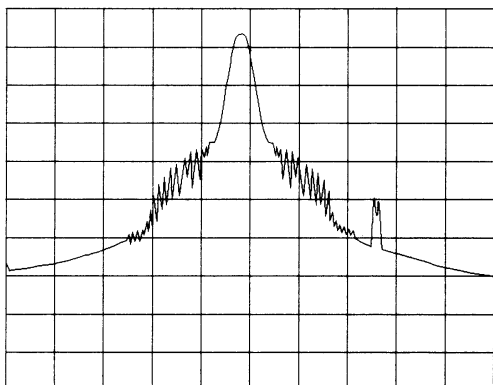


图 3-45 信号 1 的时间门频谱

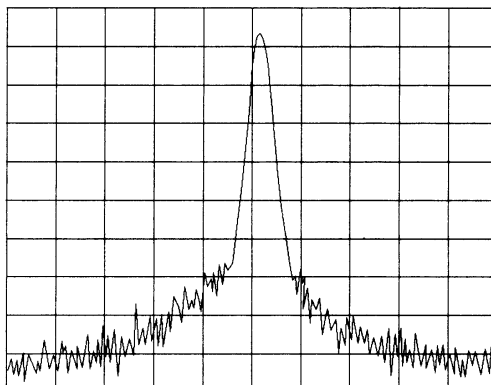


图 3-46 信号 2 的时间门频谱

## 2 时间门的工作原理:

时间门测量是对频谱分析仪进行有选择的通路中断来实现的，如图 3-47 所示。门决定了捕获测量数据的时间（门开时信号通过，门关时信号不通过）。在合适的条件下，频谱分析仪测量的信号只是门开时的频谱分析仪输入端的信号，若设置正确，其它信号都被屏蔽掉。

AV4036 系列频谱分析仪的时间门功能是通过门控本振的方式实现的，门控本振是一个很巧妙地实现时间门的方式，它只在门开的时候扫描本振，并通过信号。图 3-47 所示是门控本振的简单工作框图。可以看出，门控信号控制着扫描发生器什么时候扫描，什么时候通过或屏蔽信号。这就使得频谱分析仪只在门通过信号的时候扫描，也就是说门控本振只在门开的时候扫描本振并通过信号。

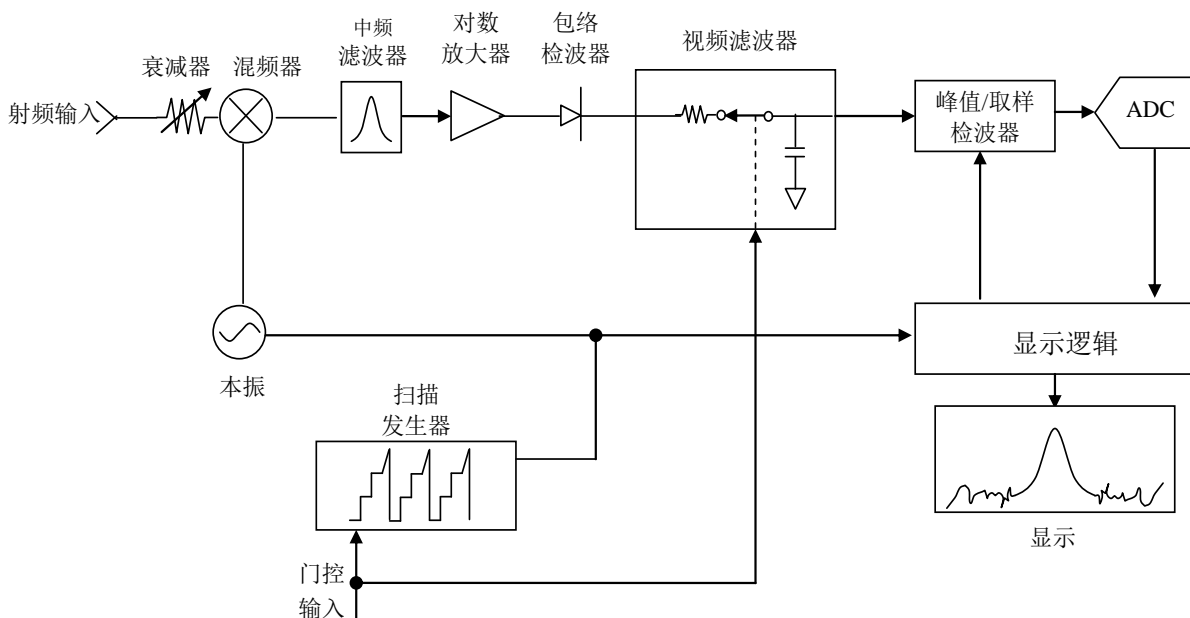


图 3-47 门控本振工作原理

门选通时，门控时间是由用户设定的（门延迟和门宽度），之后是触发信号极性的选择（上升或下降）。触发信号边沿上，门通过一台信号（门延迟结束时），当门宽度时间结束后信号被屏蔽。

边沿门控时，门控信号通常是外部周期 TTL 信号，其上升和下降与脉冲无线信号的上升与下降同步。门延迟时间是频谱分析仪在触发之后等待门使能的时间（参看图 3-48）。

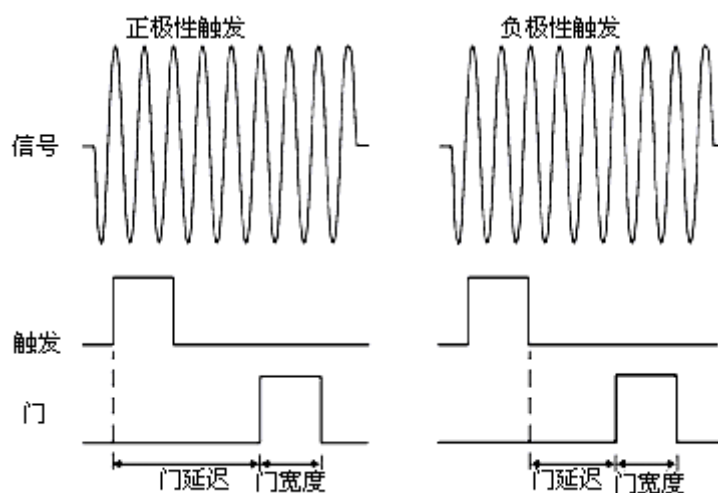


图 3-48 门控触发的时序关系图

在具备如下条件时，门将通过或屏蔽信号：

触发条件：通常对于边沿触发，触发信号是一个 TTL 周期信号，对于电平触发，则是高/低电平。

门延迟：触发条件满足之后的一段时间，门即将通过信号（针对边沿）。

门宽度：门宽度的设置决定了门通过信号的时间（针对边沿触发）。

要想更好地理解时间门，您可以研究对双脉冲射频信号的频谱测量。您首先需要考虑测量中存在的三个关键信号之间的时间分配影响。这三个信号是：

- 被测脉冲射频信号。
- 由信号发生器提供的时间门触发信号。
- 由频谱分析仪后面板 BNC 接头输出的门输出信号。该信号在门“关”（屏蔽）时为 TTL 低电平，门“开”（测量）时为 TTL 高电平。

如果您先用一台示波器观察这三个信号，就能很好地理解它们之间的时间分配影响。图 3-49 为示波器上显示的这三个信号。

记住测量的主要目的是：测量脉冲序列 1 的频谱，并判断信号上是否有低电平调制或假信号。因为信号 1 和信号 2 的脉冲序列的载波频率几乎完全一样，故它们的频域谱是交迭的。但信号 2 的幅度更高，因此其脉冲序列的频谱更强。若没有时间门，您将无法看到信号 1 脉冲序列的频谱，它被信号 2 脉冲序列的频谱掩盖了。

要测量脉冲序列 1，则时间门必须只在脉冲序列 1 出现时打开。在其它时间，门应该是关闭的，这样，其它信号就都被滤除掉了。如图 3-49 所示，设置门延迟和门宽度，以使门只在脉冲中央某一区域时打开。一定要避免将门定位在脉冲的上升或下降沿。如图中标有“门”的线，当门被激活时，门输出信号就表示在时间轴上实际门的位置。

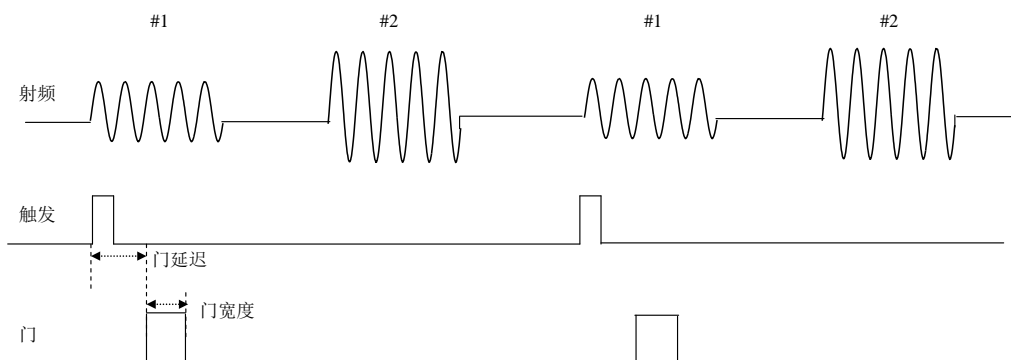


图 3-49 信号与门的时间关系

现在，您应完成执行门测量的频谱分析仪设置了，您将只会看到如图 3-50 所示的脉冲串 1 的脉冲频谱；脉冲串 2 被屏蔽掉了。另外，在观察脉冲串 1 时，您必须将脉冲边缘产生的脉冲频谱消除，即将门放置于脉冲串的中间位置。

移动时间门，将其定位在脉冲串 2 的中间位置，产生如图 3-51 所示的结果。此时，看到的只是脉冲信号 2 的频谱；信号 2 的边沿脉冲频谱和信号 1 都被滤除了。

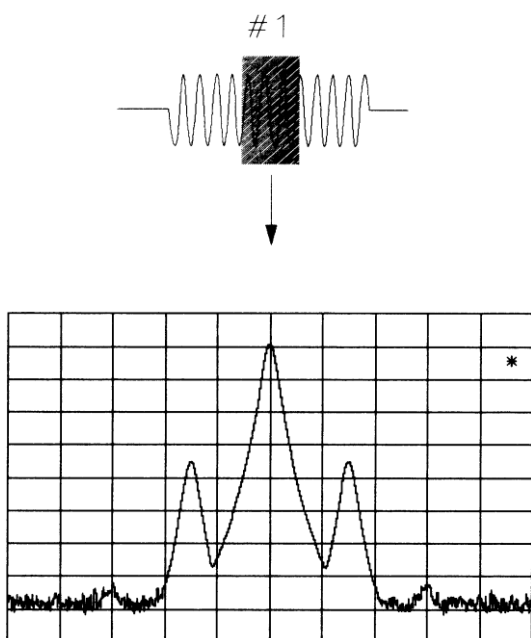


图 3-50 用时间门观察信号 1

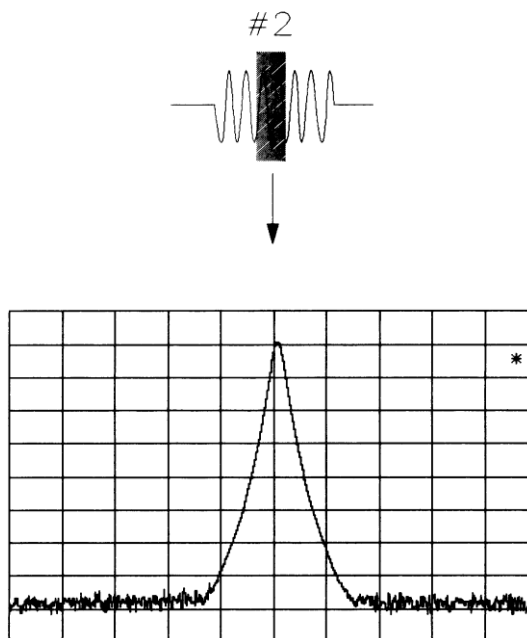


图 3-51 用时间门观察信号 2

时间门是对许多不同类型的信号进行测量和分析的有用工具。但是，信号必须重复出现，且含有使时间门同步的 TTL 时间触发信号。

是否应用时间门技术测量噪声，所得结果是不一样的。不使用时间门的典型测量方法是采用取样检波模式，但结果会含有由仪器引起的一些误差。误差来源于分辨带宽滤波器的形状与理想滤波器之间的差异及频谱分析仪先对噪声进行对数处理再平均的信号处理流程。

时间门测量也受这些因素的影响，并且它采用峰值检波而非取样检波，这又会引入其它误差因素。因为每段时间间隔内噪声的峰值功率比平均功率（采用取样检波）要高。而随着时间的增加，测量值受到的影响也越大，因为在统计学上检波器检测到更大峰值的可能性也在增加。要用时间门功能非常精确地测量噪声，就必须根据当前频谱分析仪的设置计算出这些因素的影响。

下面的公式可以计算出噪声测量的校准值。用测量值减去校准值就得到噪声功率的测量结果。

$$\text{校准值} = 10 \log [\ln(2 \times \pi \times BW_i \times \tau) + e]$$

式中：

$BW_i$  ——当分辨带宽 大于等于 300Hz 时的冲击带宽，其值为 1.62 倍的分辨带宽

$\tau$  ——峰值检波的时间间隔，其值等于扫描时间的 1/600

$e$  ——为自然常数，数值约为 2.71828183

### 3 简单 AM 调制的射频脉冲信号时间门测量

本时间门测量的实例是针对一个简单的幅度调制脉冲射频信号，最终目的是要消除脉冲频谱来看 AM 载波的频谱，使其看起来像一个连续信号而不是脉冲信号。这样可以揭示出隐藏于脉冲频谱之后的简单的调制成分。

a) 利用信号发生器产生射频脉冲调制的 AM 信号。

本例采用 AV1463 信号发生器产生测试信号，按下面对信号发生器进行设置：  
频率 400MHz，幅度-10dBm，脉冲调制开，脉冲宽度 10ms，脉冲周期 20ms，脉冲输入内部自动，幅度调制开，调制率 500kHz，调制深度 30%，调幅输入内部，波形选择正弦波，射频输出开，前面板调制开。

- b) 如图 3-52 连接频谱分析仪和信号发生器。  
信号发生器的射频输出连接至频谱分析仪的射频输入端口，信号发生器的同步输出端口连接至 AV4036 频谱分析仪的前面板外部触发输入端口。

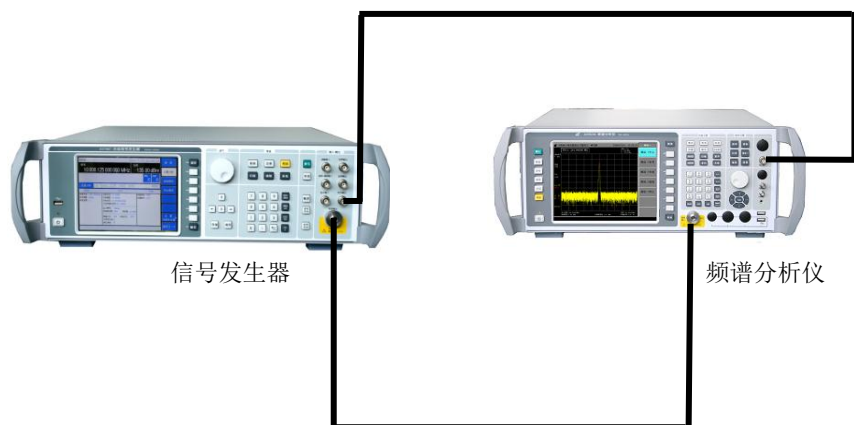


图 3-52 时间门测量

- c) 设置频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平：  
按【复位】。  
按【频率】、[中心频率]、400[MHz]。  
按【频宽】、[频宽]、10[MHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、0dBm。  
按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、100ms。  
移动的尖刺信号是脉冲信号，利用差值频标功能可以判断尖刺的周期是 10ms（与脉冲信号的脉冲宽度相同），利用时间门可以将这些信号屏蔽，再现原始的 AM 信号。如图 3-53。

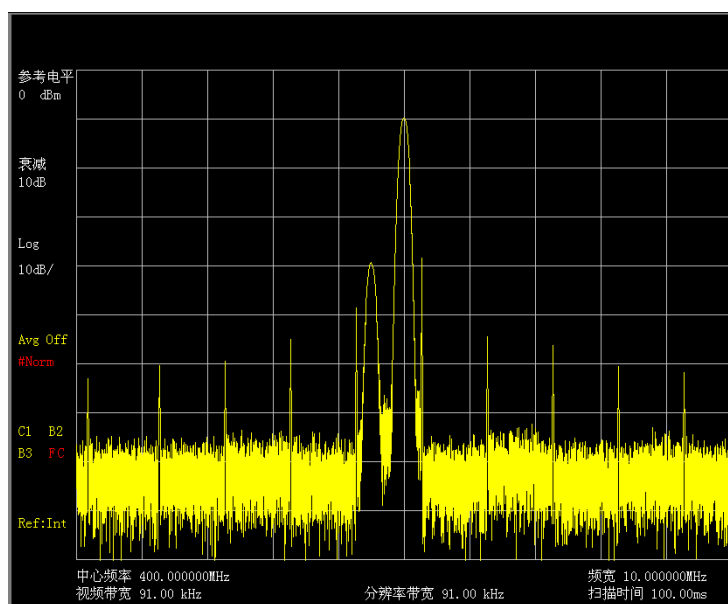


图 3-53 未加时间门观测的信号频谱

- d) 设置门延迟和门宽度，并将触发方式设置为外部触发。

按【扫描】、[时间门>>]、[时间门 开 关]、[门延迟]、1[ms]、[门宽度]、8[ms]、[边沿极性 正 负]。

按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、100[ms]如图 3-54 所示。

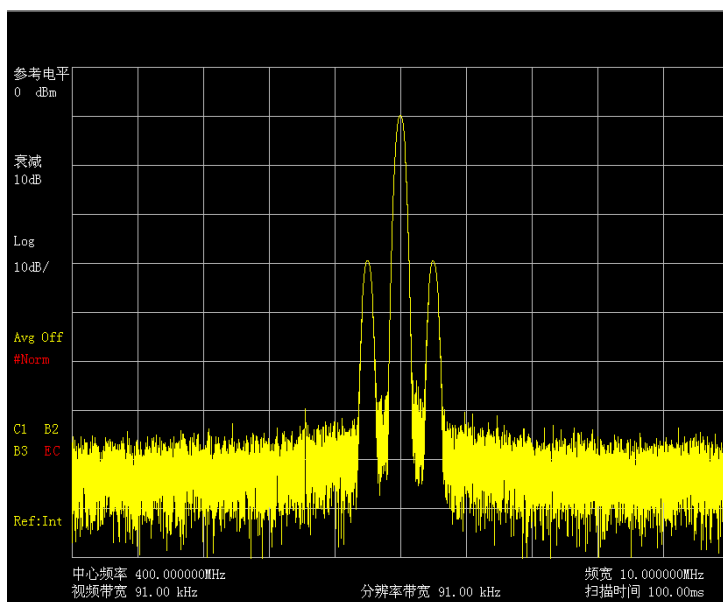


图 3-54 加时间门观测的调幅信号频谱

- e) 选择信号发生器脉冲调制关，关闭脉冲调制。在频谱分析仪上按【触发】[自由触发]。可以看到时间门下的频谱比非时间门下的频谱更干净一些（参看图3-54）。时间门下的频谱和没有脉冲调制的幅度调制信号频谱相同。两种情况下显示的频谱没有变化。

#### 4 简单 FM 调制的射频脉冲信号的时间门测量

本时间门测量的实例是针对一个简单的频率调制脉冲信号，最终目的是要消除脉冲频谱来看 FM 载波的频谱，使其看起来像一个连续信号而不是脉冲信号。这样可以揭示出隐藏于脉冲频谱之后的简单的调制成分。

- a) 利用信号发生器产生射频脉冲调制的 FM 信号。  
本例子采用 AV1463 信号发生器产生测试信号，将其如下进行设置：  
频率 400MHz，幅度 -10dBm，打开脉冲调制，脉冲宽度 4ms，设置脉冲周期 5ms，脉冲输入内部自动，频率调制开，调制率 50kHz，调频频偏 1kHz，调频输入内部，波形选择正弦波，将其射频输出打开，前面板调制打开。
- b) 如图 3-52 连接频谱分析仪和信号发生器。  
信号发生器的射频输出连接至频谱分析仪的射频输入端口，信号发生器的同步输出端口连接至 AV4036 频谱分析仪的前面板外部触发输入端口。
- c) 设置频谱分析仪的中心频率、频宽和参考电平。  
按【复位】。  
按【频率】、[中心频率]、400[MHz]。  
按【频宽】、[频宽]、500[kHz]。  
按【幅度】、[参考电平]、0dBm。  
按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]。  
移动的信号是脉冲信号，利用差值频标功能可以判断尖刺的周期是 5ms（与脉冲信号的脉冲周期相同），利用时间门可以将这些信号屏蔽，再现原始的 FM 信号，如图 3-55 所示。



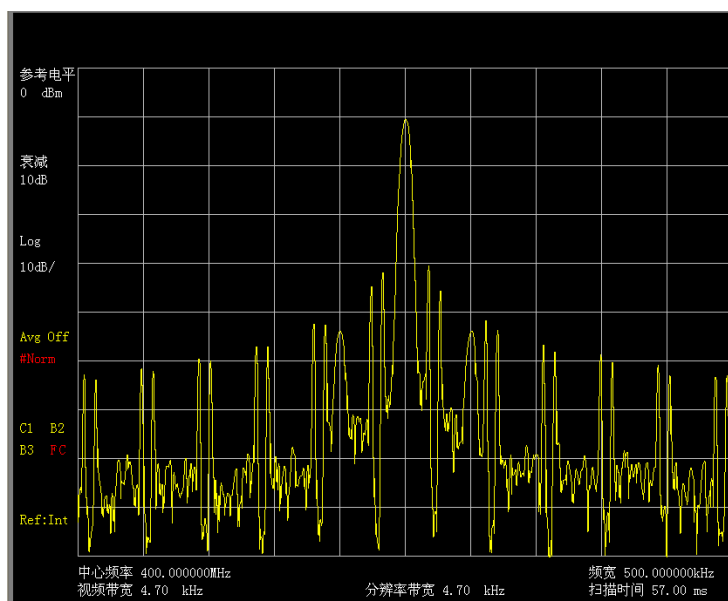


图 3-55 未加时间门观测的信号频谱

- d) 设置门延迟和门宽度，并将触发方式设置为外部触发。  
 按【扫描】、[时间门>>]、[时间门 开 关]、[门延迟]、2[ms]、[门宽度]、1[ms]、[边沿极性 正 负]。  
 按【扫描】、[扫描时间 自动 手动]、100[ms]。

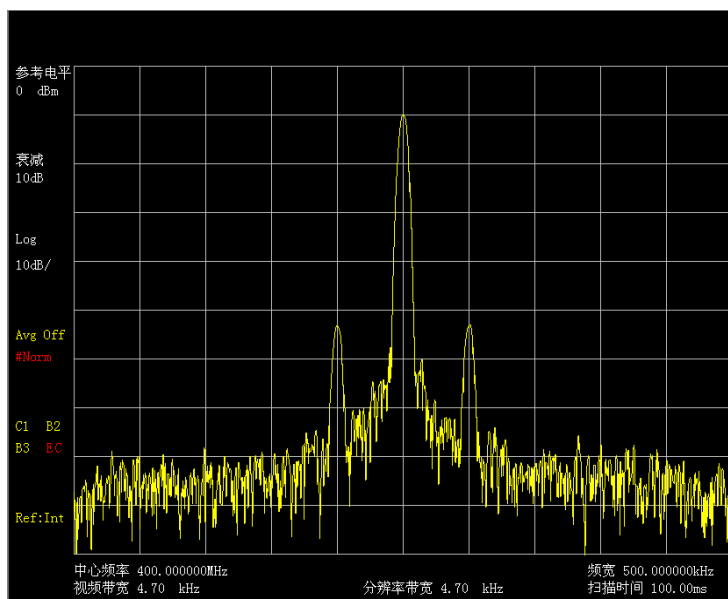


图 3-56 加时间门观测的 FM 信号频谱

- e) 选择信号发生器脉冲调制关，关闭脉冲调制。在频谱分析仪上按【触发】[自由触发]。  
 可以看到时间门下的频谱比非时间门下的频谱更干净一些（参看图 3-56）。时间门下的频谱和没有脉冲调制的频率调制信号频谱相同。两种情况下显示的频谱没有变化。

## 5 复杂未知信号的时间门测量

本例将说明如何利用时间门测量一个特定信号。大多数需要时间门测量的信号都相对比较复杂，有些情况还需要附加一些步骤来测量。

- a) 确定待测信号在时域中的情况以及与触发信号怎样同步。

通过设置与触发信号相关的门延时参数来调整门的位置。为了设置门延时参数，需要知道触发信号与待测信号在时间上的关系。如果不知道它们的确切关系的话，就需要用示波器确定信号的以下几个参数：

- 1) 触发极性（正极性还是负极性）。
- 2) 脉冲重复周期（PRI），是指两个触发事件之间的间隔时间。
- 3) 脉冲宽度（ $\tau$ ）。
- 4) 信号延迟时间（SD），是指触发事件和信号稳定之间的间隔时间，如果触发事件和信号同时出现，则信号延迟时间为 0。

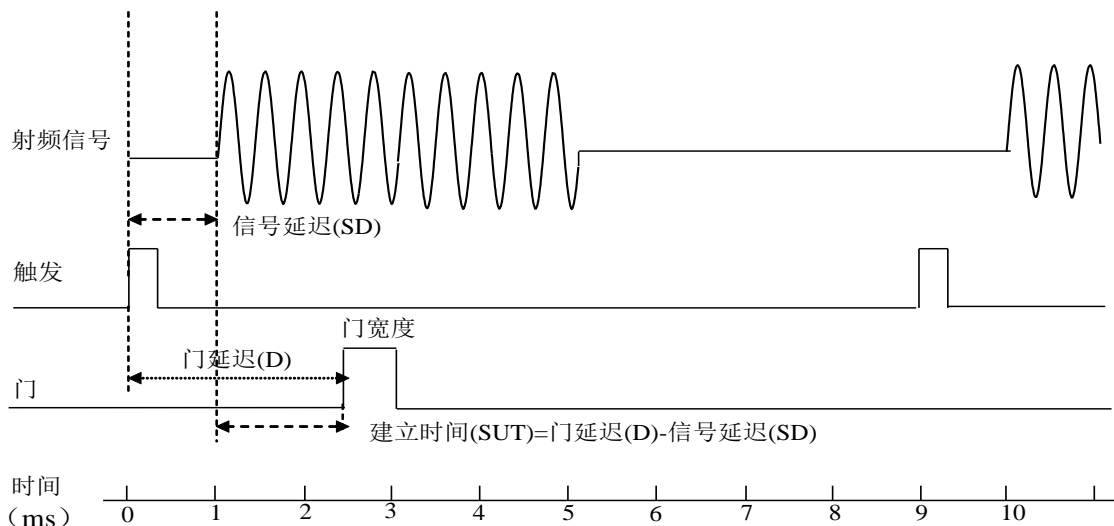


图 3-57 时域参数的关系

在图 3-57 中，相关参数如下：

脉冲重复周期（PRI）为 9ms。

脉冲宽度（ $\tau$ ）为 3ms。

上升沿触发时，信号延迟时间（SD）为 1ms，下降沿触发时，信号延迟时间（SD）为 0.8ms。

门延迟时间(D)为 2.5ms。

建立时间（SUT）为 1.5ms。

- b) 设置频谱分析仪的扫描时间。

扫描时间虽然不会影响门控本振的测量结果，但是扫描时间设置的太小，屏幕上会出现两次门控间隔的轨迹衔接不连续问题，需要增加扫描时间。

- c) 在频谱分析仪上显示信号。

设置扫描时间和频宽来看感兴趣的信号特性。对于时间门测量来说，此时频谱分析仪的设置还不是很合适，仍需要确定大概的频率和频宽。如果信号不正常或间歇出现时，需要用最大保持功能来确定该频率点的最大幅值。为了优化测量速度，可以将频宽设的小一些显示出被测信号的特性。例如，想看一个 200kHz 频率范围内的假信号，需要将频宽设的大于 200kHz。

- d) 确定建立时间和信号延迟时间来设置门信号。

通常，门需要放置在信号稳定部分，而不是脉冲边沿上或者过渡带上，否则会干扰频谱。门开始于脉冲中心部分，则建立时间大概是半个脉冲宽度。建立时间（SUT）指的是信号稳定之后，门到来之前的时间。对于瞬态突发脉冲的分辨率带宽滤波器，建立时间（SUT）需要设置的足够长。信号延迟时间（SD）是指触发事件和信号稳定之间的间隔时间，如果触发事件和信号同时出现，则信号延迟时间为 0，建立时间（SUT）和门延迟的时间相等，否则建立时间（SUT）等于门延迟的时间减去信号延迟时间（SD），见图 3-58 所示。

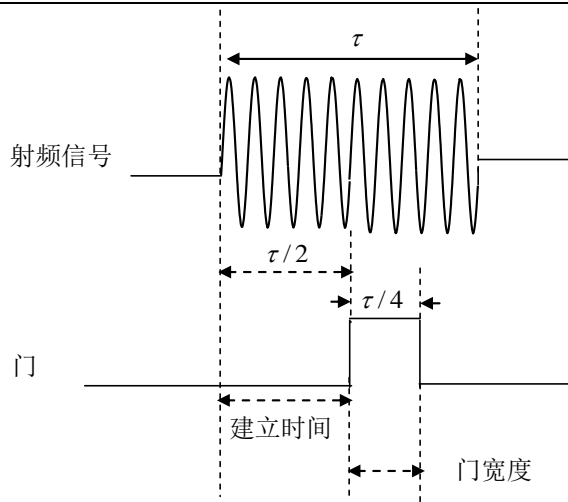


图 3-58 定位时间门

门的设置是任意的，但是有些位置可以为分辨率带宽提供更多的选择，如图 3-59 所示，时间门 1 和时间门 2 延伸到脉冲的边沿上或信号的过渡带上，无法得到准确的测量结果，一个较好的规则是将门放在脉冲的 20%~80%，如时间门 3 和时间门 4，时间门放置的最好位置为脉冲的中间位置，如时间门 4，这使得建立时间和门宽度之间有一个比较好的配合。

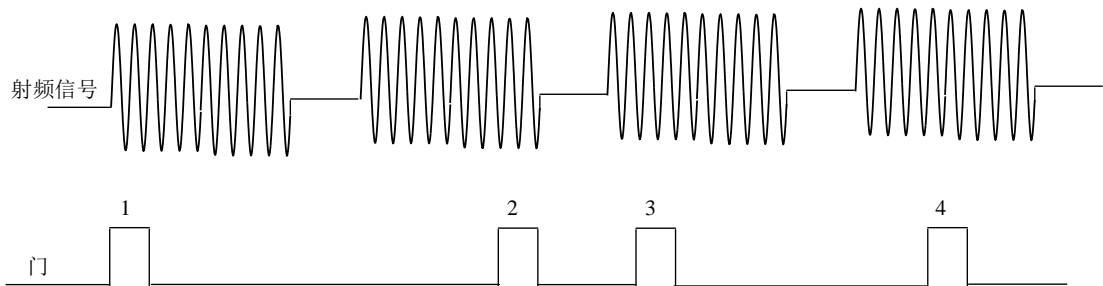


图 3-59 时间门的最佳位置

通常，将门放置在相对于感兴趣信号晚一点，即放到感兴趣信号内部，只要不延伸到脉冲的边沿上或信号的过渡带上，就可以得到最佳的测量结果。在进行时间门测量之前，将建立时间取到最大，为频谱分析仪的分辨率带宽滤波器提供足够的时间达到稳态。这里，将门放置在相对于感兴趣信号晚一点意思是，允许建立时间=4/ 分辨率带宽。举例来说，如果想用 1kHz 的滤波器进行测量，那么最小的建立时间需要 4ms。

注意，信号不能是 RF 脉冲信号，它可以是一个特定周期性调制信号，连续作用于全功率上或者在脉冲低的时候也起作用。对于特定的应用，调整门的位置，保证足够长的建立时间（注意不要放在其它信号的变化过程中，比如脉冲边沿上或过渡带上）。选择合适的门延迟和门宽度，达到最好的信噪比。

如果测量两个脉冲之间的频谱，在脉冲结束之后与门开之前之间也必须有足够的建立时间，使得分辨率带宽滤波器对于脉冲高电平可以充分的放电，来测量脉冲间的低电平信号。

e) 分辨率带宽和视频带宽的设置。

分辨率带宽的值是根据门的位置来决定的，小的分辨率带宽值需要较长的建立时间，因为在门到来之前分辨率带宽滤波器需要足够的时间去充电，而建立时间又是指门到来之前信号达到稳态的时间。如图 3-60 所示。

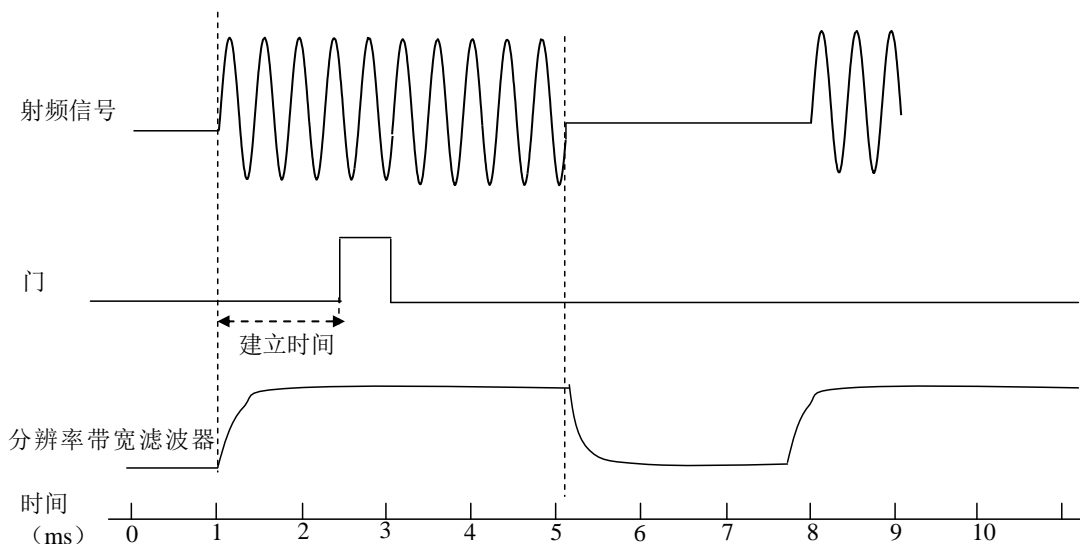


图 3-60 分辨率带宽滤波器充电影响

由于分辨率带宽滤波器是一个带通滤波器，它需要一定的时间进行反应并改变条件。频谱分析仪测量脉冲信号的时候，该滤波器需要一定的时间进行完全充电。

建立时间必须大于滤波器的充电时间：

建立时间  $SUT > (4/\text{分辨率带宽})$ 。

门宽度  $< \tau - SUT$ 。

本例中，假定信号延迟时间为 0，则建立时间（SUT）等于门延迟的时间，若信号延迟时间不为 0，则门延迟时间等于建立时间加上信号延迟时间。时间门的定位参数如图 3-61 所示。

与分辨率带宽滤波器类似，视频滤波器也需要一定的时间去充放电，它是一种后检波器，用来平滑轨迹。不论实际的脉冲长度多少，视频滤波器所能看到的脉冲长度不会比门宽度长，并且还要消耗一定的时间去充电。减小视频带宽的值太快的话，会使得屏幕上的幅值下降。如果要正确选择视频滤波器的值，可以先将其设置到最大，然后逐渐减小，直到信号电平有轻微下降，可以将其视频带宽的值设为信号电平有轻微下降之前的值。将分辨率带宽和视频带宽的值都设为手动模式，而不是自动模式，这样在频宽变化的时候，它们的值将不会改变。

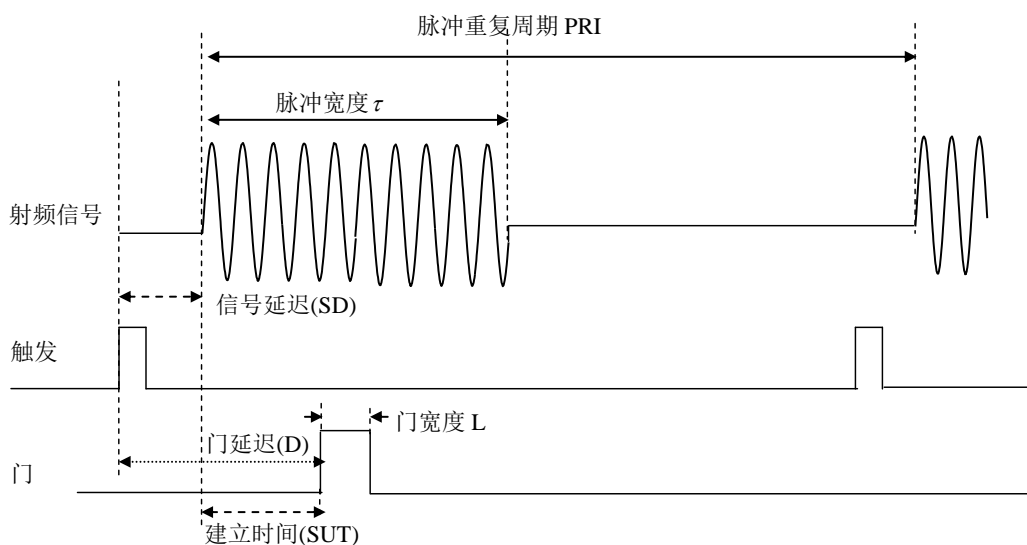


图 3-61 时间门定位参数

观察脉冲射频信号时频谱分析仪的设置原则如表 3-1 所示。

表 3-1 观察脉冲射频信号时频谱分析仪的设置

频谱分析仪的功能函数	频谱分析仪的设置	注释
扫描时间	不受限制	扫描时间不会影响门控本振的测量结果，除非扫描时间设置的太小，需要增加扫描时间。
门延迟	门延迟=信号延迟+4/分辨率带宽	门延迟的设置要保证门开时可以捕获到脉冲。如果门延迟太小或太大，就会丢失脉冲或者把分辨率带宽滤波器的过渡带响应也包括进去。
门宽度	门宽度= $\tau$ -SUT	门宽度太大，会把分辨率带宽滤波器的过渡带响应也包括进去。 门的设置推荐在脉冲的 25%
分辨率带宽	分辨率带宽 > (4/建立时间)	分辨率带宽值必须足够大，保证分辨率带宽滤波器的充电时间小于信号脉冲宽度。
视频带宽	视频带宽>分辨率带宽	视频带宽值必须足够大，保证视频带宽滤波器不会在上升时间削弱信号

f) 时间门测量的一般规则。

大多数的控制设置，都是由信号的两个关键参数决定的，即脉冲重复周期（PRI）和脉冲宽度  $\tau$ ，如果知道这些参数，开始可以采用标准设置。表 3-2 进行了参数设置的总结，主要针对信号的触发事件和脉冲同时到来的情况，即信号延迟为 0 的情况。如果信号是非零延迟，就将其加到推荐的门延迟的值上。

表 3-2 时间门测量参数推荐值

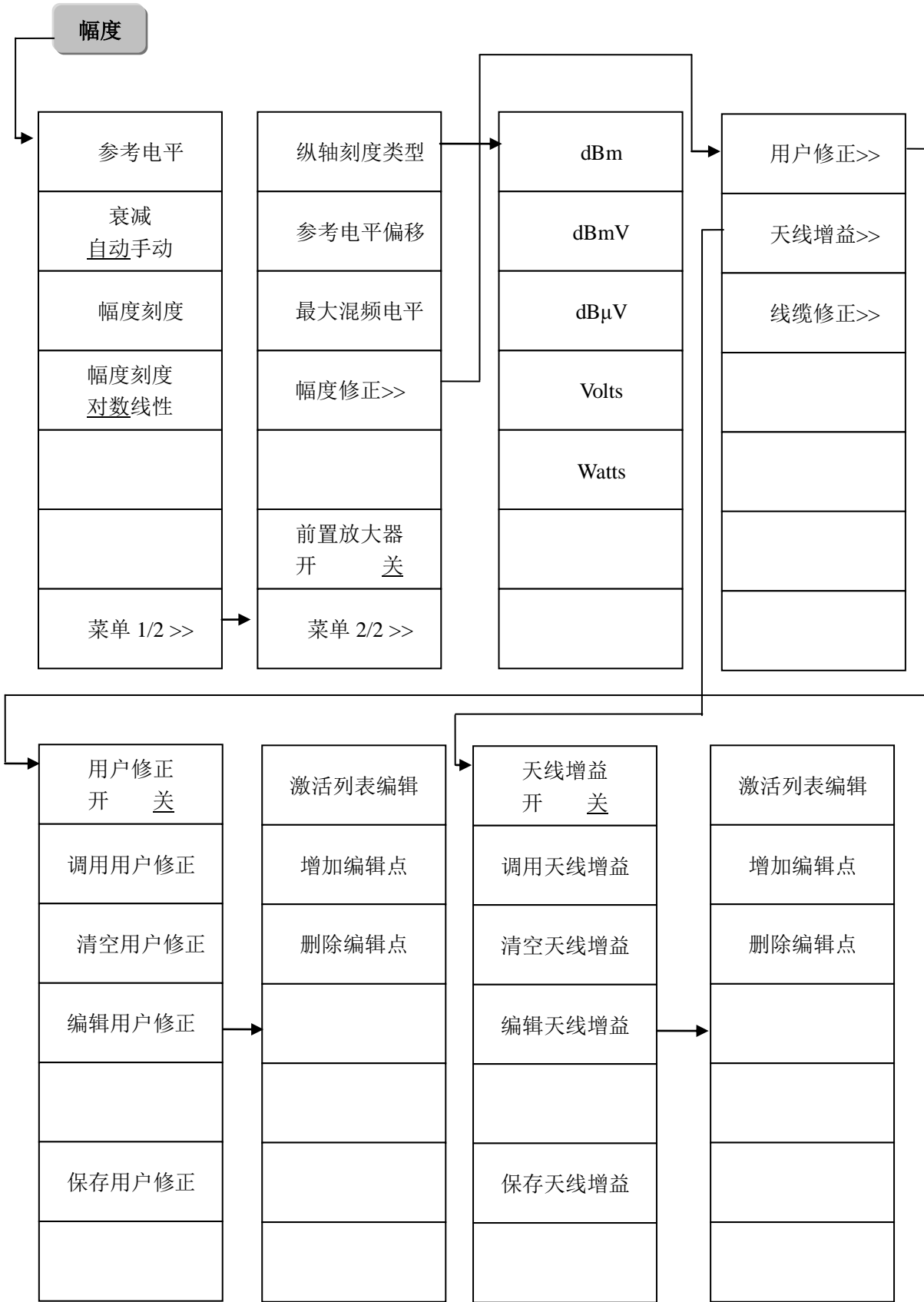
脉冲宽度	门延迟	最小分辨率带宽	门宽度
20 $\mu$ s	8 $\mu$ s	1MHz	8 $\mu$ s
50 $\mu$ s	40 $\mu$ s	100kHz	8 $\mu$ s
100 $\mu$ s	40 $\mu$ s	100kHz	48 $\mu$ s
500 $\mu$ s	400 $\mu$ s	10kHz	80 $\mu$ s
1ms	600 $\mu$ s	10kHz	200 $\mu$ s
5ms	4ms	1kHz	0.8ms
10ms	6ms	1kHz	2.4ms
50ms	30ms	1kHz	12ms
100ms	50ms	1kHz	24ms



## 第四章 菜单说明

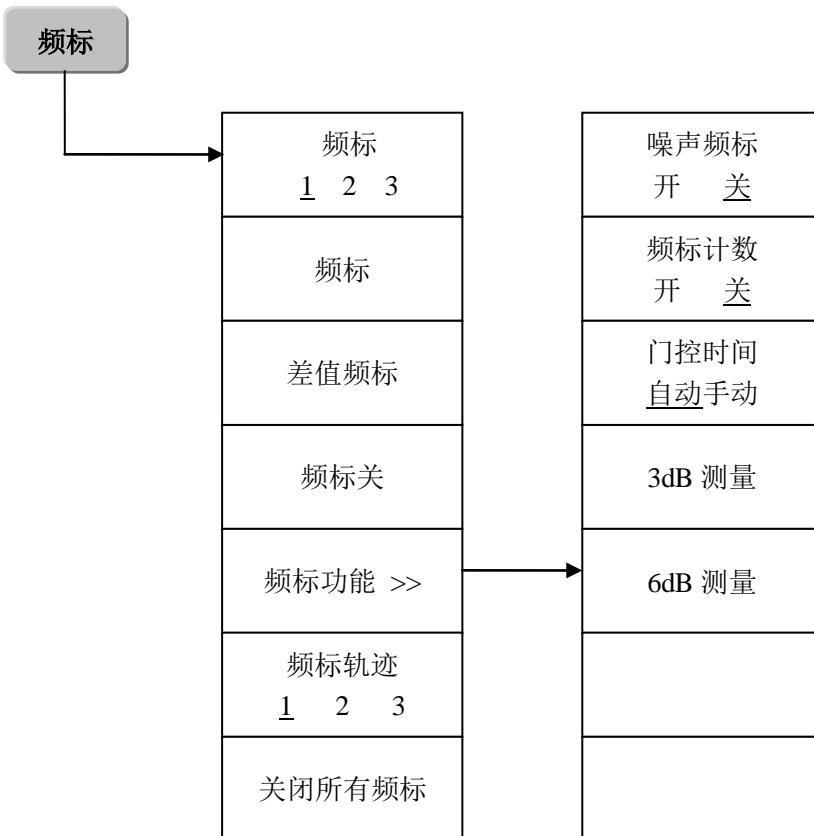
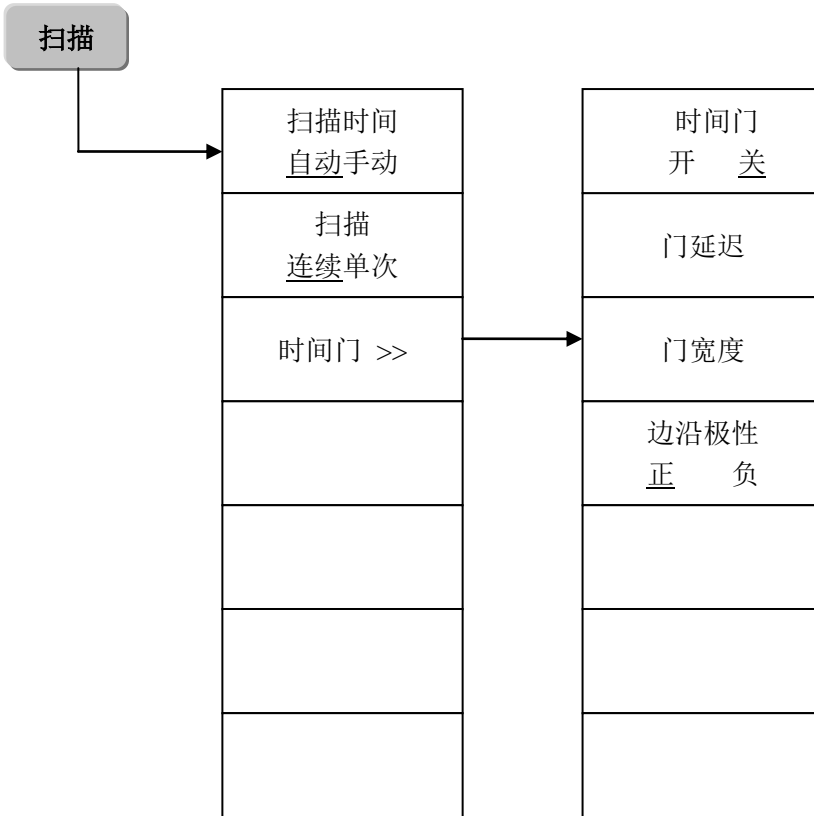
### 第一节 菜单结构



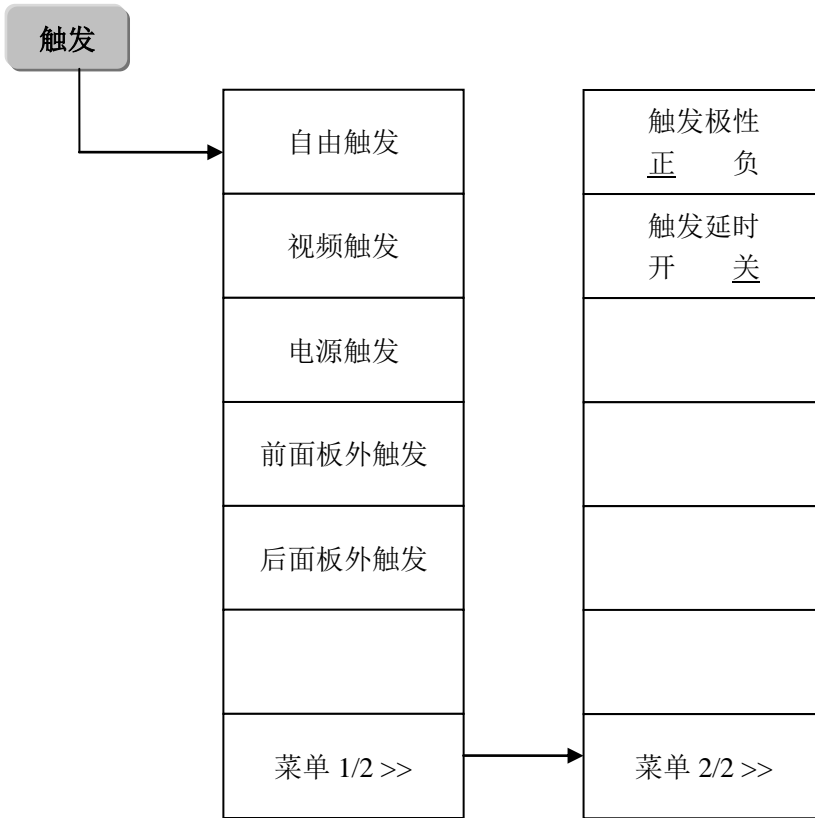


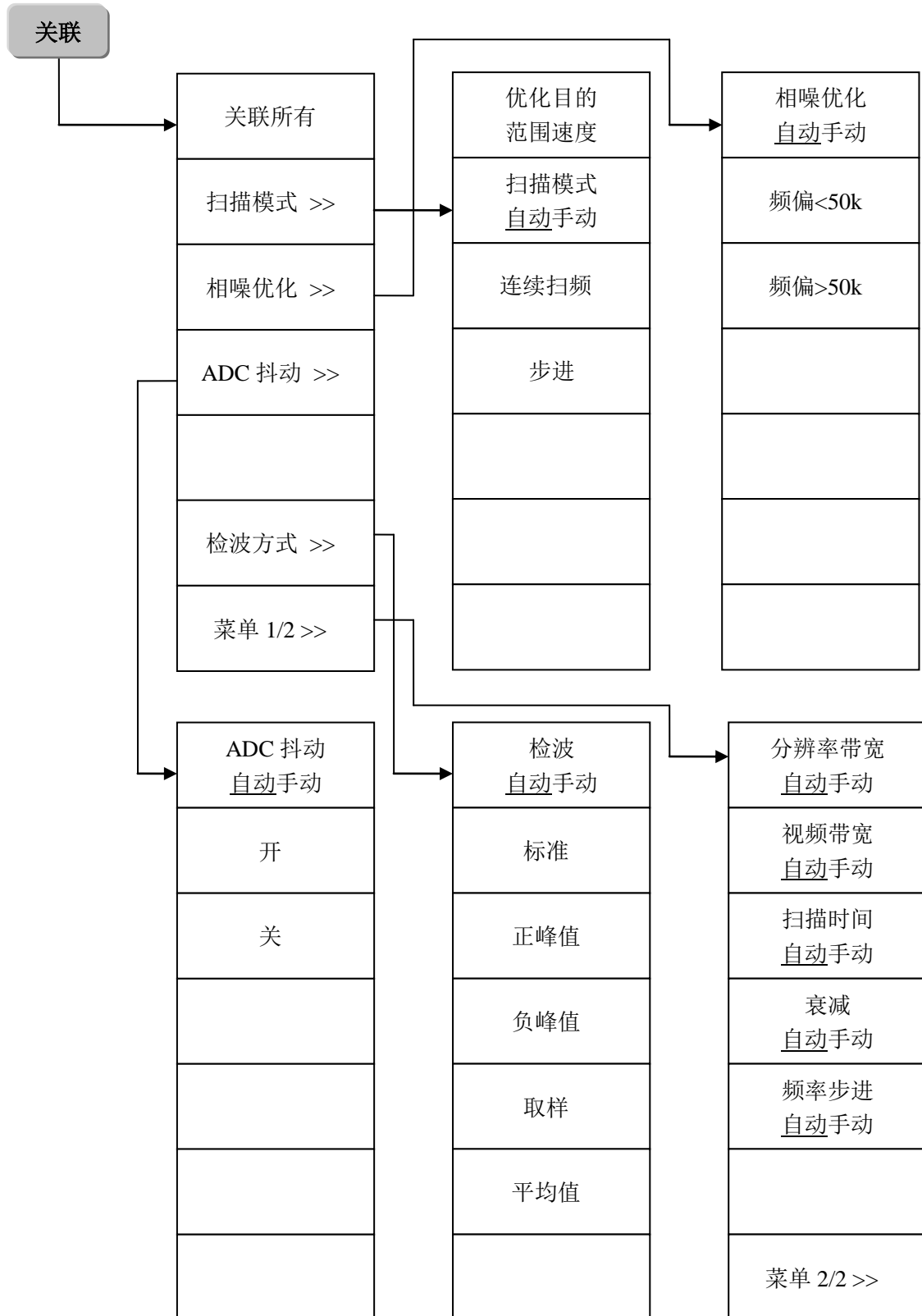


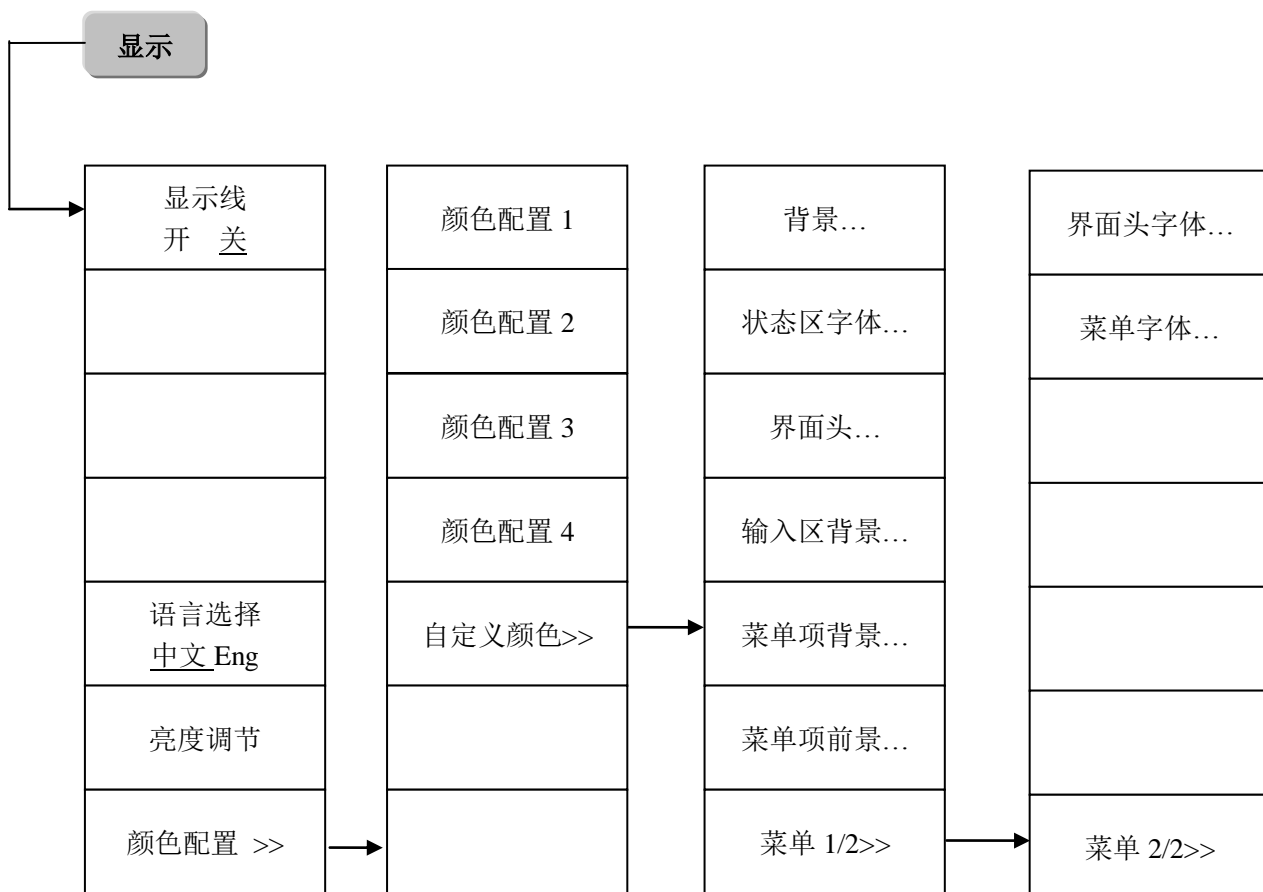
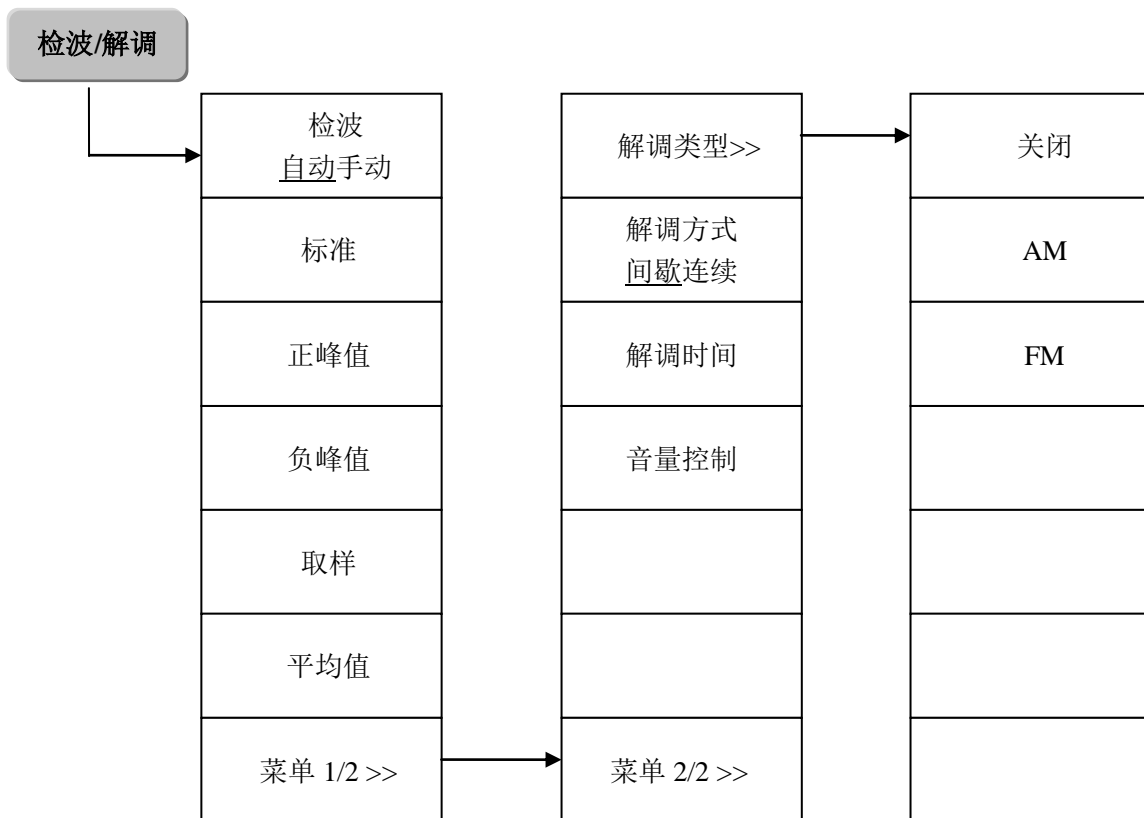


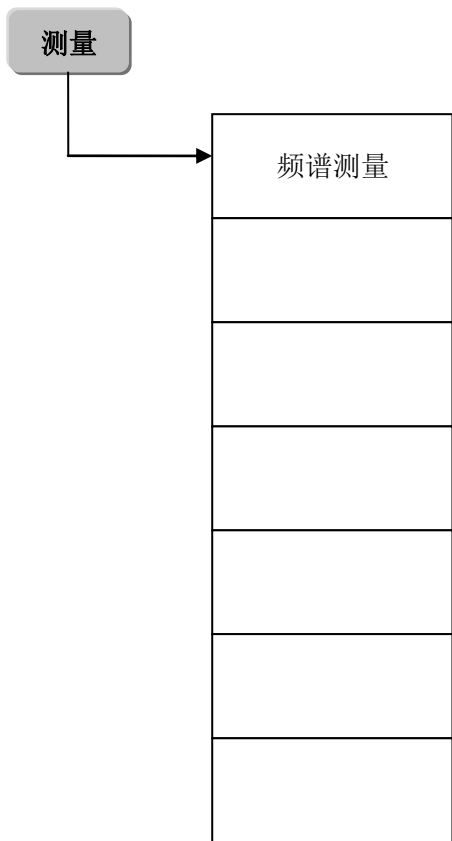
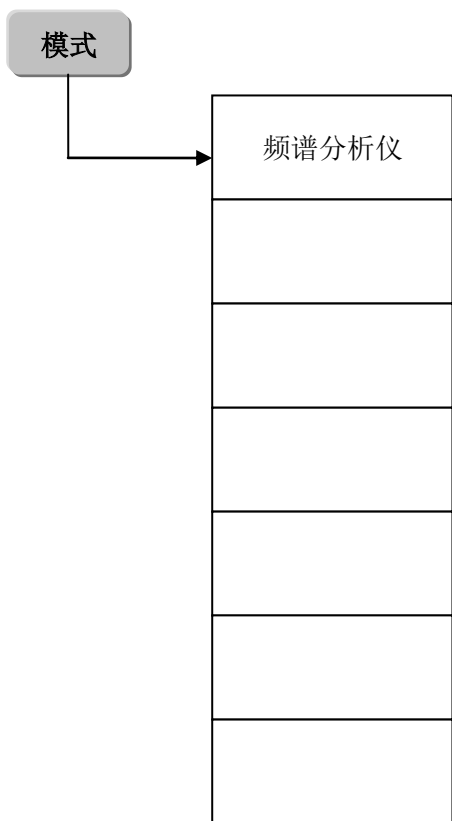


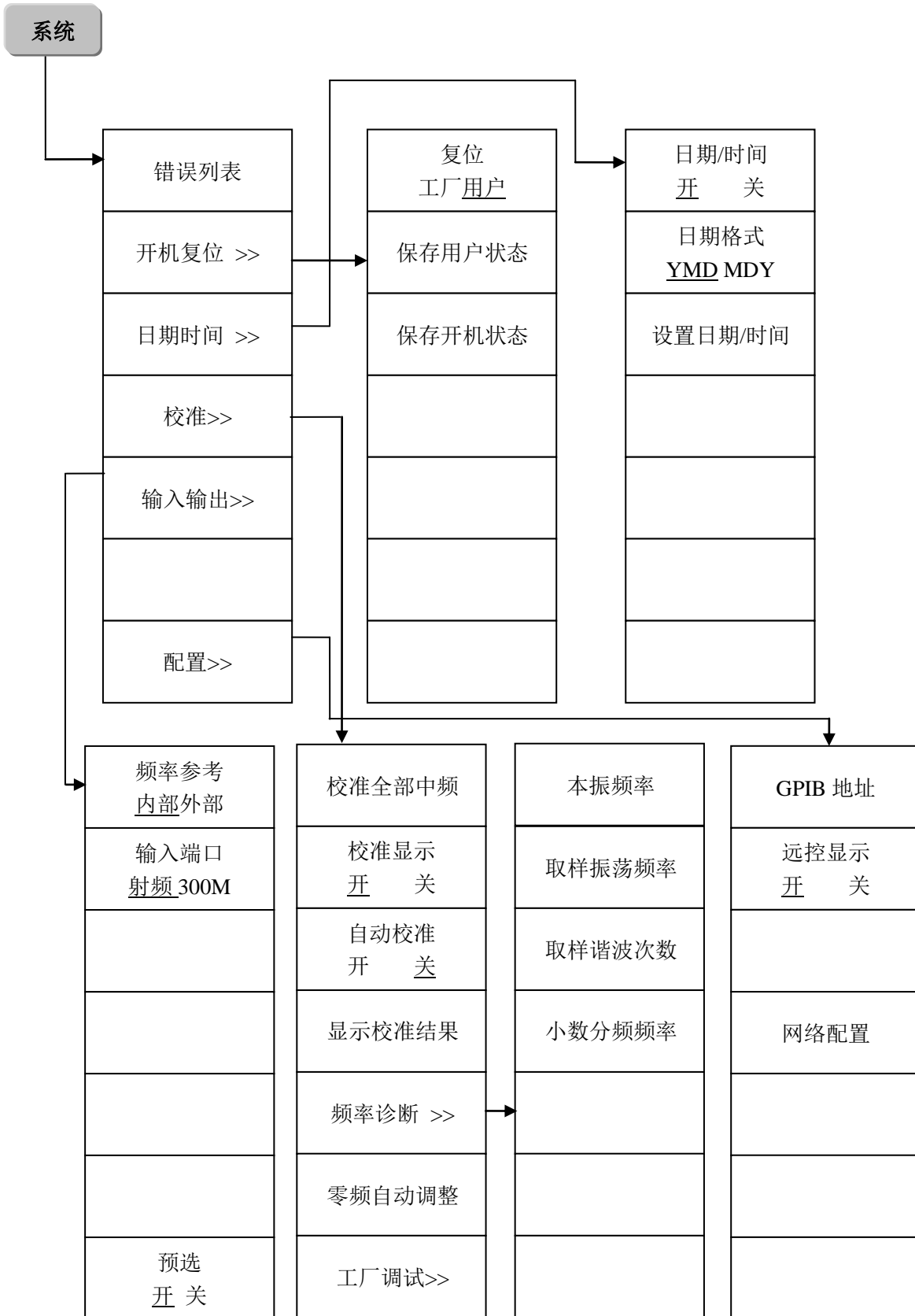




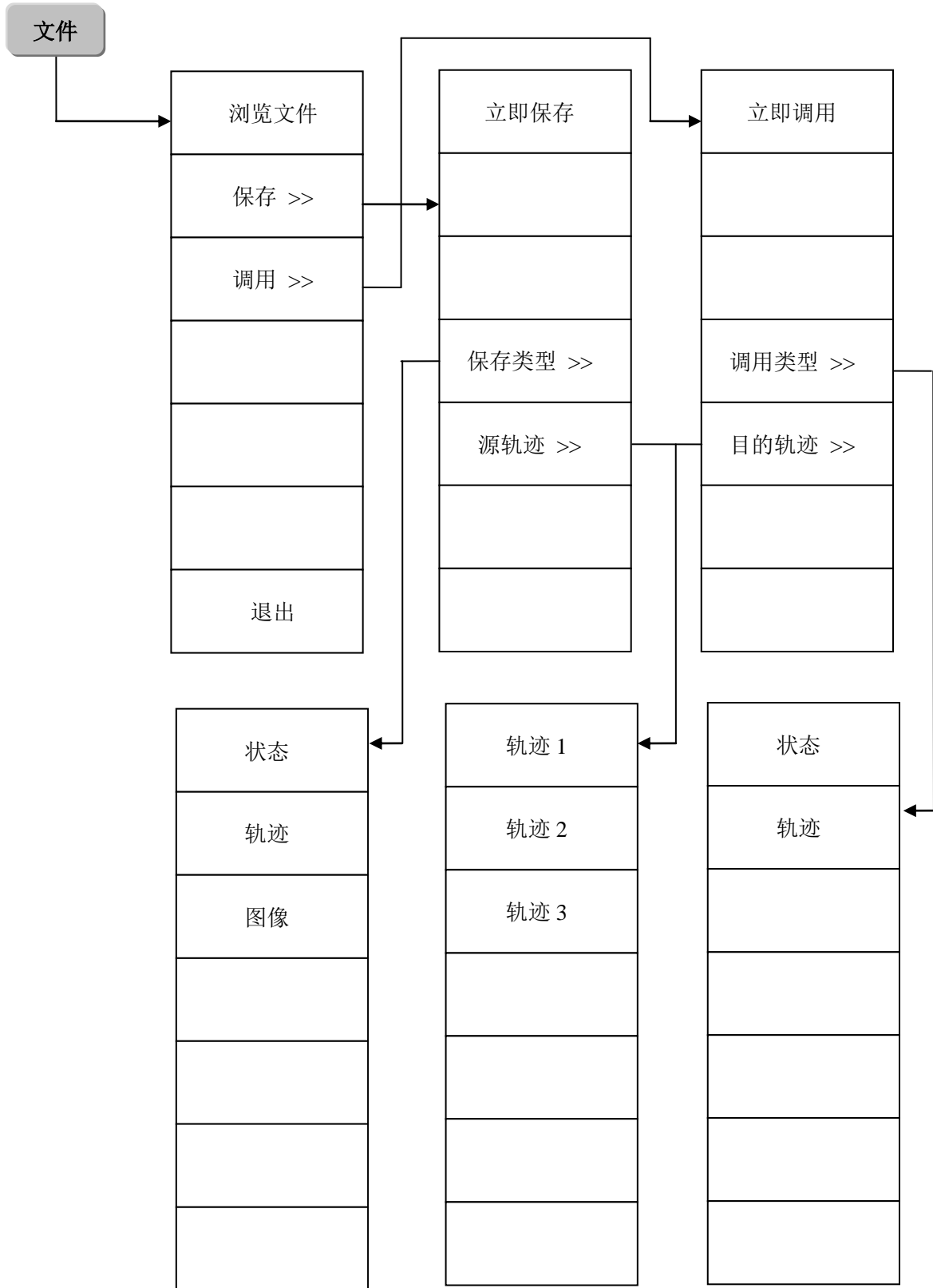












单扫

## 第二节 菜单说明

### 【频率】

弹出与频率相关的菜单包括[中心频率]、[起始频率]、[终止频率]、[频率步进 自动 手动]、[频率步进]、[频率偏移]、[信号跟踪 开 关]。

#### [中心频率]

激活中心频率，设置频谱分析仪为中心频率/频宽模式。可用数字键、步进键或旋轮对中心频率进行调整。如果设置的中心频率和当前频宽不协调，频宽将自动调整到与期望的频率相适应的最佳值。

程控命令：

**[[:SENSe]:FREQuency:CENTer <frequency>**

**[[:SENSe]:FREQuency:CENTer?**

例：

**:FREQ:CENT 5 GHz**

#### [起始频率]

激活起始频率，设置频谱分析仪为起始频率/终止频率模式。可用数字键、步进键或旋轮调整起始频率。在调整起始频率时，如果选择的起始频率超过终止频率，则终止频率将自动增大，最后等于起始频率加上最小的频宽（100Hz 乘以 N，N 为本地振荡器的谐波次数）。

程控命令：

**[[:SENSe]:FREQuency:STARt <freq>**

**[[:SENSe]:FREQuency:STARt?**

例：

**FREQ:STAR 200 MHz**

#### [终止频率]

激活终止频率，并同时设置频谱分析仪为起始频率/终止频率模式。可用数字键、步进键或旋轮调整终止频率。在调整终止频率时，如果选择的终止频率小于起始频率，则起始频率将自动减小，最后等于终止频率减去最小的频宽（100Hz 乘以 N，N 为本地振荡器的谐波次数）。

程控命令：

**[[:SENSe]:FREQuency:STOP <frequency>**

**[[:SENSe]:FREQuency:STOP?**

例：

**:FREQ:STOP 1600**

#### [频率步进

#### 自动手动]

调整中心频率步进量。当此功能为自动模式且中心频率被激活时，按一次步进键，频率步进以 1、2、5、10 变化。在手动模式中，可用数字键、步进键或旋轮对中心频率的步进量进行调整，此时再激活 [中心频率]，按步进键，中心频率即以设定的步进量变化。该功能对于快速调整中心频率至输入信号的谐波是非常有用的。例如：观察 300MHz 输入信号的谐波，设置[频率步进 自动 手动]

为手动，输入 300MHz。如果此时的中心频率为 300MHz，按步进键可以递增中心频率至 600MHz。再按步进键递增，中心频率将再增加 300MHz，达 900MHz。[频率步进 自动 手动]菜单中下划线选择的状态表明步进量的设置是处在自动方式还是手动方式。当步进量处于手动方式时，选择[频率步进 自动 手动]中自动，则返回自动方式。

程控命令：

**[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement] <freq>**

**[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement]?**

**[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO OFF|ON|0|1**

**[[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO?**

例：

**:FREQ:CENT:STEP 100 MHz**

**:FREQ:CENT:STEP:AUTO ON**

#### [频率偏移]

将设置的频率偏移量加到显示的频率值上，包括频标频率值，这并不影响信号显示的位置。可用数字键、步进键或旋轮改变偏移量。

程控命令：

**[[:SENSe]:FREQuency:OFFSet <freq>**

**[[:SENSe]:FREQuency:OFFSet?**

例：

**:FREQ:OFFS 10 MHz**

#### [信号跟踪

开 关]

打开或关闭信号跟踪功能。信号跟踪功能将已激活的频标放置在信号的峰值点上，并将此峰值频率设置为中心频率。在每次扫描后执行此功能，然后将频标信号放置在中心频率处。用[信号跟踪 开 关]使得缓慢漂移的信号保持在显示屏幕的中心位置。当信号跟踪打开时会在屏幕左边轨迹触发区显示字母 ST。

程控命令：

**[[:CALCulate]:MARKer<1|2|3>:TRCKing[:STATe] OFF|ON|0|1**

**[[:CALCulate]:MARKer<1|2|3>:TRCKing[:STATe]?**

例：

**:MARKer2:TRCK ON**

#### 【频宽】

激活频宽功能，同时设置频谱分析仪为中心频率/频宽模式。按【频宽】键同时弹出 [频宽]、[全频宽]、[零频宽]和[前次频宽]。频宽的大小可通过数字键、步进键或旋轮改变。用数字键或选择[零频宽]将频宽设置为零。

程控命令：

**[[:SENSe]:FREQuency:SPAN <frequency>**

**[[:SENSe]:FREQuency:SPAN?**

例：

**:FREQ:SPAN 22 GHz**

**[全频宽]**

设置频谱分析仪为中心频率/频宽模式，同时将频宽置为最大值。

**程控命令：**

**[:SENSe]:FREQuency:SPAN:FULL**

例：

**:FREQ:SPAN:FULL**

**[零频宽]**

将频宽设置为 0。这有利于在时域观察信号，特别有利于观测调制信号。

**程控命令：**

**[:SENSe]:FREQ:SPAN 0 Hz**

**[前次频宽]**

使频谱分析仪返回前一次选择的频宽值。

**程控命令：**

**[:SENSe]:FREQuency:SPAN:PREVious**

例：

**:FREQ:SPAN:PREV**

**【幅度】**

弹出幅度功能菜单，包括：[参考电平]、[衰减 自动 手动]、[幅度刻度]、[刻度类型]、[纵轴刻度单位]、[参考电平偏移]、[最大混频电平]、[幅度修正>>]功能。

**[参考电平]**

激活参考电平功能。可用数字键、步进键或旋轮对参考电平进行调整。参考电平对应坐标网格的顶部。在参考电平位置测量信号的准确度最好。频谱分析仪的输入衰减器与参考电平相关联，能够自动进行调整以避免输入信号产生压缩。0dB 衰减的情况下，对数刻度下的最小参考电平是 -170dBm；线性为 -0.71 $\mu$ V。

**程控命令：**

**:DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y:[SCALe]:RLEVel <ampl>**

**:DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y:[SCALe]:RLEVel?**

例：

**:DISP:WIND:TRAC:Y:RLEV 20 dBm**

**[衰 减  
自动手动]**

用于调整频谱分析仪的输入衰减器。在自动模式中，输入衰减器与参考电平相关联。在手动模式中，可用数字键、步进键或旋轮调整衰减器的衰减量。衰减量的范围为 0dB ~70dB，以 10dB 增减（在仪器配置 2dB 步进衰减器的情况下以 2dB 增减）。

衰减器通常设置成自动状态，当参考电平改变时，衰减量能自动进行调整；但衰减量的改变并不影响参考电平。衰减器调整的目的是使输入混频器的最大信号幅度小于或等于 -10dBm。例如：如果参考电平是 +23dBm，混频器的输入电平为 -17dBm，则衰减量为 40dB（23 - 40 = -17），其最终目的是防止信号产生压缩。可以通过 [衰减 自动 手动] 将衰减器设置为手动模式，人工调整衰减器。

选择的开关状态将表明衰减器是处于自动关联模式还是手动设置模式。当衰减器处于手动设置模式时，按[衰减 自动 手动]可将衰减器重新与参考电平相关联。

注意：输入衰减器（至少 10dB 输入衰减量）的最大输入信号幅度为+30dBm，超过此功率的信号将会损坏输入衰减器或输入混频器。

程控命令：

```
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation <rel_power>
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation?
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO OFF|ON|0|1
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO?
```

例：

```
:POW:ATT 30 dB
:POW:ATT:AUTO ON
```

[幅度刻度]

可以在 0.1dB/格至 20dB/格之间选择。默认值为 10dB/格。

程控命令：

```
:DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y:[SCALe]:PDIVision <rel_ampl>
:DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y:[SCALe]:PDIVision?
```

例：

```
:DISP:WIND:TRAC:Y:PDIV 5 dB
```

[刻度类型

对数线性]

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

程控命令：

```
:DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y:[SCALe]:SPACing LINear|LOGarithmic
:DISPlay:WINDow[1]:TRACe:Y:[SCALe]:SPACing?
```

例：

```
:DISP:WIND:TRAC:Y:SPAC LOG
```

[纵轴刻度单位]

选择纵轴的单位包括[dBm]、[dBmV]、[dB $\mu$ V]、[Volts]、[Watts]。

程控命令：

```
:UNIT:POWer DBM|DBMV|DBUV|V|W
:UNIT:POWer?
```

例：

```
:UNIT:POW dBmV
```

[参考电平偏移]

对所有幅度读出值（如参考电平和频标幅度）引入偏移量，它不会改变迹线在屏幕的位置。此偏移量以 dB 为单位，不随所选刻度和单位变化，可以用数字键、步进键或旋轮输入偏移值。

程控命令：

```
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y:[SCALe]:RLEVel:OFFSet <rel_power> (in dB)
```

**:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y:[SCALe]:RLEVel:OFFSet?**

例:

**:DISP:WIND1:TRAC:Y:RLEV:OFFS 12.7**

#### [最大混频电平]

在混频器的输入端选择最大的输入信号幅度。该值等于参考电平的值减去衰减器的衰减量。当参考电平变化时，输入衰减器也随着变化，以确保显示在参考电平的信号不会超出最大混频电平。

程控命令:

**[:SENSe]:POWer[:RF]:MIXer:RANGe[:UPPer] <power>**

**[:SENSe]:POWer[:RF]:MIXer:RANGe[UPPer]?**

例:

**POW:MIX:RANG -15 dBm**

#### [幅度修正>>]

弹出用于设置幅度修正功能的软菜单用于提高测量系统的准确性。

#### [用户修正>>]

弹出设置用户修正功能的软菜单用于提高测量系统的准确性，也可以在用户需要修正测量结果时使用。

#### [用户修正 开 关]

当用户没有编辑修正数据时，此菜单不能置为开状态。此菜单选择为关时，用户编辑的修正数据不起作用。此菜单选择为开时，用户编辑的修正数据将反映到轨迹上。

#### [调用用户修正]

调用出用户保存的修正文件，弹出文件打开对话框。

#### [清空用户修正]

将当前编辑的用户修正数据清空。

#### [编辑用户修正]

弹出具体编辑用户修正的子菜单[激活列表编辑]、[增加编辑点]、[删除编辑点]。

#### [激活列表编辑]

选择此菜单将激活列表编辑。

#### [增加编辑点]

选择此菜单将增加一个修正点。

#### [删除编辑点]

选择此菜单，将删除当前激活的修正点。

**[保存用户修正]**

将用户编辑的用户修正数据保存成文件。

**[天线增益>>]**

弹出用于设置天线修正因子功能的软菜单用于频谱分析仪配置的外接天线进行修正。

**[天线增益 开 关]**

当用户没有编辑天线增益修正数据时，此菜单不能置为开状态。此菜单置为关时，用户编辑的天线增益修正数据不起作用。此菜单置为开时，用户编辑的修正数据将反映到轨迹上。

**[调用天线增益]**

调用出用户保存的天线增益修正文件。

**[清空天线增益]**

将当前编辑的天线增益数据清空。

**[编辑天线增益]**

弹出具体的编辑天线增益的子菜单[激活列表编辑]、[增加编辑点]、[删除编辑点]。

**[保存天线增益]**

将用户编辑的天线增益数据保存成文件。

**[线缆修正]**

弹出用于设置线缆修正功能的软菜单用于提高测量系统的准确性。

**[前置放大器 开 关]**

用来控制前置放大器的开关状态。此菜单只有在硬件配置了前置放大器的情况下才显示。

**【带宽】**

弹出对带宽进行设置的软菜单，包括：[分辨率带宽 自动 手动]、[视频带宽 自动 手动]、[VBW/RBW]、[SPAN/RBW 自动 手动] 和 [视频平均 开 关]。

**[分辨率带宽**

**自动 手动]**

调整分辨率带宽，范围从 1Hz~8MHz，3MHz 以上取 4，5，6，8MHz 四档，1Hz~3MHz 之间以 10% 步进变化。可用数字键、步进键和旋轮改变分辨率带宽。下划线选择的模式为当前模式。

**程控命令：**

**[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution] <freq>**

**[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]?**

**[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]:AUTO OFF|ON|0|1**

**[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]:AUTO?**

**例：**

**BAND 1 kHz****BWID:AUTO On****[视频带宽****自动手动]**

调整显示在活动功能区的视频带宽，范围从 1Hz~8MHz，3MHz 以上取 4，5，6，8MHz 四档，1Hz~3MHz 之间以 10% 步进变化。该值能用数字键、步进键或旋轮进行调整。下划线选择的模式为当前模式。当视频带宽为手动模式时，按[视频带宽 自动 手动]选择自动开，则返回自动模式。

**程控命令：****[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo <freq>****[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo?****[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:AUTO OFF|ON|0|1****[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:AUTO?****例：****:BAND:VID 1 kHz****:BWID:VID:AUTO ON****[VBW/RBW]**

设置当前视频带宽和分辨率带宽的比值，默认值为 1。当分辨率带宽改变时，视频带宽也要改变以满足该比值。比值显示在输入区内，用于两种带宽的关联模式中。当选择新的比值时，将改变视频带宽来满足新的比值，而分辨率带宽不变。

**程控命令：****[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:RATio <number>****[[:SENSe]:BANDwidth|BWIDth:VIDeo:RATio?****例：****:BAND:VID:RAT 2****[SPAN/RBW]**

设置当前频宽和分辨率带宽的比率，并显示在输入区。该比率用于分辨率带宽的关联模式中。

**程控命令：****[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio <integer>****[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio?****[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio:AUTO OFF|ON|0|1****[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio:AUTO?****例：****:SPAN:BAND:RAT 20****[视频平均****开 关]**

打开或关闭视频平均功能。视频平均不用减小的视频带宽就可以平滑显示迹线。此功能将检波器设置为取样模式，同时对迹线进行连续平均从而达到平滑迹线的效果。当视频平均关时在屏幕左侧会显示 Avg off，开时显示 Avg on。

**程控命令：****[[:SENSe]:AVERage[:STATe] OFF|ON|0|1**



```
[:SENSe]:AVERAge[:STATe]?
[:SENSe]:AVERAge:COUNT <integer>
[:SENSe]:AVERAge:COUNT?
```

例:

```
:AVER ON
:AVER:COUN 100
```

### 【扫描】

激活扫描时间功能，弹出与扫描时间有关的软菜单，包括：[扫描时间 自动 手动]、[扫描 连续 单次]、[时间门 开 关]、[门延迟]、[门宽度]和[边沿极性 正 负]。

#### [扫描时间 自动手动]

调整频谱分析仪的扫描时间。可用数字键、步进键或旋轮对扫描时间进行调整。下划线选择手动表明扫描时间可手动设置，当选择自动状态时，扫描时间将根据分辨率带宽、频宽和视频带宽的设置进行自动关联。

在连续扫描模式下，扫描时间在满足最小扫描时间限制的情况下，从 5ms~2000s 可选。在零频宽状态下，扫描时间最小可至 1 $\mu$ s。在步进扫描模式下，扫描时间主要用来满足 FFT 的取样和处理时间需求。

扫描时间和扫描模式、分辨率带宽、视频带宽、频宽相互关联，改变这些参数就会引起扫描时间的变更或者触发扫描时间的极值限定。

程控命令：

```
[:SENSe]:SWEep:TIME <seconds>
[:SENSe]:SWEep:TIME?
[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO OFF|ON|0|1
[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO?
```

例

```
:SWE:TIME 500 ms
:SWE:TIME:AUTO OFF
```

#### [扫 描 连续单次]

允许设置连续扫描模式或单次扫描模式。按[扫描 连续 单次]选择连续开关状态时，将激活连续扫描模式，连续扫描模式也是默认的扫描模式，按[扫描 连续 单次]选择单次开关状态时，将激活单次扫描模式。按【单扫】将在下一个触发信号到来时重新开始扫描。当单次扫描模式激活后，屏幕左边的轨迹触发区内的标识“FC”将变为“FS”。

程控命令：

```
:INITiate:CONTInuous OFF|ON|0|1
:INITiate:CONTInuous?
```

例

```
:INIT:CONT OFF
```

#### [时间门 开 关]

允许设置时间门功能。当选择时间门开时，根据设置的时间门参数执行门控下的扫描；当选择时间门关时，按照正常模式进行扫描。

时间门使用后面板外触发作为门控的触发源。



**请注意：** 在频率计数开、音频解调开、信号跟踪开以及扫描模式为步进的任何一种情况下信号跟踪等功能不可用，时间门不能设置为开！在时间门开的情况下，频率计数、音频解调、信号跟踪都不能用！

程控命令：

**[:SENSe]:SWEep:EGATe[:STATe] OFF|ON|0|1**

**[:SENSe]:SWEep:EGATe[:STATe]?**

例：

**SWE:EGAT ON**

**SWE:EGAT?**

[门延迟]

设置从触发到时间门开之间的延迟时间。

程控命令：

**[:SENSe]:SWEep:EGATe:DELay <time>**

**[:SENSe]:SWEep:EGATe:DELay?**

例：

**SWE:EGAT:DEL 100US**

**SWE:EGAT:DEL?**

[门宽度]

设置边沿触发后时间门开的时间长度。

程控命令：

**[:SENSe]:SWEep:EGATe:LENGth <time>**

**[:SENSe]:SWEep:EGATe:LENGth?**

例：

**SWE:EGAT:LENG 1ms**

**SWE:EGAT:LENG?**

[边沿极性

正 负]

设置进行时间门测量时边沿触发的极性，时间门能由后面板（外部触发输入）输入正或负边沿触发。

时间门电路触发的极性设定后，仪器正常扫描触发也将设为相同的极性。

程控命令：

**[:SENSe]:SWEep:EGATe:POLarity NEGative|POSitive**

**[:SENSe]:SWEep:EGATe:POLarity NEGative|POSitive?**

例：

**SWE:EGAT:POL NEG**

**SWE:EGAT:POL?**

**【频标】**

弹出[频标选择 1 2 3]、[频标]、[差值频标]、[频标关]、[频标功能]、[频标轨迹 1 2 3]、[关闭所有频标]等菜单。

程控命令：

```
:CALCulate:MARKer<1|2|3>:MODE POSition|DELTA|NOISe|OFF  
:CALCulate:MARKer<1|2|3>:MODE?
```

例：

```
:CALC:MARK1:MODE POS
```

**[频标选择**

**1 2 3]**

选择不同的频标，激活单个频标，并将频标置于迹线的中心位置。每个频标都有[频标]、[差值频标]、[频标关]三个状态，并对应有[频标轨迹 123]、[关闭所有频标]等相关功能。

从频标上可读出幅度和频率信息（在频宽为 0Hz 时为时间信息），并且在屏幕右上角的频标显示区内显示出这些值。被选择的频标在[频标]、[差值频标]、[频标关]这三个互斥状态中只能对应一个状态，对应的状态显示为绿色。

程控命令：

```
:CALCulate:MARKer<1|2|3>:STATe OFF|ON|0|1  
:CALCulate:MARKer<1|2|3>:STATe?
```

例：

```
:CALC:MARK2:STAT ON
```

**[频标]**

激活当前所选择的单个活动频标（1、2 或者 3），并将其置于迹线的中心位置。如果已激活差值频标，则将参考频标关闭。从频标显示区内可读出幅度和频率信息（在频宽为 0Hz 时为时间信息）。可用数字键、步进键或旋轮移动活动频标。

程控命令：

例：

```
:CALC:MARK1:MODE POS
```

**[差值频标]**

在屏幕右上角的频标显示区内，显示两频标间的幅度差和频差（频宽为零的情况下为时间差）。如果单个频标已经存在，则 [差值频标]的操作将在活动频标的位置产生一个参考频标。用旋轮、步进键或数字键可移动活动频标。显示的幅度差值以 dB 为单位。

程控命令：

例：

```
CALC:MARK3:MODE DELT
```

**[频标关]**

关闭当前所选择的频标以及与所选频标相关的功能如：[噪声频标]。

程控命令：

例：

```
:CALC:MARK3:STAT OFF
```

**[频标轨迹****1 2 3]**

切换当前频标所在的轨迹。

**程控命令:**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:TRACe 1|2|3**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:TRACe?**

**例:**

**:CALC:MARK1:TRAC 2**

**[关闭所有频标]**

关闭所有频标。此软键关闭所有已被激活频标以及与该频标相关的频标功能软键，如 [噪声频标]。

**程控命令:**

**:CALCulate:MARKer:AOFF**

**例:**

**:CALC:MARK:AOFF**

**[噪声频标****开 关]**

此菜单开关为开时，激活噪声频标。读出激活频标附近将噪声归一化到 1Hz 带宽的噪声功率，此时检波器为取样检波模式，噪声频标平均了频率轴或时间轴频标附近 32 个数据点的值（包括频标左面 16 个数据点和频标及频标右面 15 个数据点）。如果测量信号与噪声的比值，先将频标放在信号峰值，然后选择差值频标模式，将活动频标用数字键或旋轮置于需要测量的噪声处，然后选择[噪声频标 开 关]，这时频标显示区显示值的单位为 dBc/Hz。

**程控命令:****例:**

**CALC:MARK3:MODE NOIS**

**[频标计数****开 关]**

打开或者关闭频标计数功能。如果当前没有激活频标，打开频标计数功能时，将在屏幕中间激活一个活动频标。频标计数的读数不受频率偏移功能的影响。在频标计数开时，时间门功能不能使用。

为使频标计数功能正常工作，SPAN/RBW 必须小于 500。



**请注意：** 在时间门开或音频解调开的情况下，频率计数不能设置为开！

零频宽时，频标计数继续工作，对频谱分析仪中心频率附近的信号进行计数。

**程控命令:**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FCOunt[:STATe] OFF|ON|0|1**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FCOunt[:STATe]?**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FCOunt:X?**

例:

**CALC:MARK2:FCO ON**

**CALC:MARK2:FCO:X?**

[门控时间

自动手动]

门控时间是用来控制频标计数对信号频率进行计数的时间长度。当门控时间为 500ms 或者更长时，计数精度可达到小于 0.1Hz。但是门控时间越长，按键的响应速度越慢。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime:AUTO OFF|ON|0|1**

**:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime:AUTO?**

**:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime <time>**

**:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime?**

例:

**CALC:MARK:FCO:GAT:AUTO On**

**CALC:MARK:FCO:GAT 1e-2**

[3dB 测量]

测量从信号峰值点下降 3dB 的带宽值。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FUNction:NDBDown <numeric\_value>设置求取多少dB带宽)**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FUNction:NDBDown:RESult? (读取带宽数值)**

例:

**:CALCulate:MARKer1:FUNction:NDBDown 3**

**:CALCulate:MARKer1:FUNction:NDBDown:RESult?**

[6dB 测量]

测量从信号峰值点下降 6dB 的带宽值。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FUNction:NDBDown <numeric\_value>设置求取多少dB带宽)**

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:FUNction:NDBDown:RESult? (读取带宽数值)**

例:

**:CALCulate:MARKer1:FUNction:NDBDown 6**

**:CALCulate:MARKer1:FUNction:NDBDown:RESult?**

**【频标 →】**

弹出与频标功能相关的软菜单，这些菜单与频谱分析仪的频率、频宽和频标是否处于正常或差值频标模式相关：

表 4-1 频宽与频标模式的关系

	频宽>0Hz	零频宽
频标模式	[频标→中心] [频标→参考] [频标→步进] [频标→起始] [频标→终止]	[频标→参考]

这些频标功能允许用户用频标作为参考改变频谱分析仪设置。

#### [频标 → 中心]

设置中心频率等于频标频率。此功能可快速将信号移到屏幕的中心位置。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>[:SET]:CENTer**

例:

**:CALC:MARK2:CENT**

#### [频标 → 参考]

设置参考电平等于频标的幅度值。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>[:SET]:RLEVEL**

例:

**:CALC:MARK2:RLEV**

#### [频标 → 步进]

设置中心频率的步进量，即频率步进的值得等于频标频率，差值频标功能激活时，频率步进值等于差值频标的频率。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>[:SET]:STEP**

例:

**:CALC:MARK1:STEP**

#### [频标 → 起始]

设置起始频率等于频标频率。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>[:SET]:START**

例:

**:CALC:MARK1:STAR**

#### [频标 → 终止]

设置终止频率等于频标频率。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>[:SET]:STOP**

例:

**:CALC:MARK1:STOP**

### 【峰值】

#### [峰值搜索]

将一个频标放置到迹线的最高点，并在屏幕的右上角显示此频标的频率和幅度。[峰值搜索]并不改变已激活的功能。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:MAXimum**

例

**:CALC:MARK2:MAX**

#### [频标 → 中心]

设置中心频率等于频标频率。此功能可快速将信号移到屏幕的中心位置。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>[:SET]:CENTer**

例

**:CALC:MARK2:CENT**

#### [次峰值]

将活动频标移到迹线上与当前频标位置相联系的下一个最高点处。当此键被重复按下时，可快速的找到较低的峰值点。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:MAXimum:NEXT**

例:

**:CALC:MARK2:MAX:NEXT**

#### [右邻峰值]

寻找当前频标位置右边的下一个峰值。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:MAXimum:RIGHT**

例:

**:CALC:MARK2:MAX:RIGH**

#### [左邻峰值]

寻找当前频标位置左边的下一个峰值。

程控命令:

**:CALCulate:MARKer<1|2|3>:MAXimum:LEFT**

例:

**:CALC:MARK2:MAX:LEFT**

#### [峰值跟踪]

## 开 关]

当峰值跟踪为开时，频标 1 将在每次扫描结束后，进行一次峰值搜索操作。峰值跟踪为关时，不进行任何操作。

程控命令：

**:CALCulate:MARKer:PEAK<1|2|3>:SEARch:MODE OFF|ON|0|1**

**:CALCulate:MARKer:PEAK<1|2|3>:SEARch:MODE?**

例：

**:CALC:MARKer:PEAK1:SEARch:MODE On**

## 【触发】

选择扫描或测量的触发方式，包括[自由触发]、[视频触发]、[电源触发]、[前面板外触发]、[后面板外触发]、[视频触发电平]、[触发极性 正 负]、[触发延时 开 关]。对于不同的触发，显示屏幕的轨迹触发区会显示不同的表示，自由触发：FC， 视频触发：VC， 电源触发：LC， 前后面板触发为 EC。

程控命令：

**:TRIGger[:SEQuence]:SOURce IMMEDIATE|VIDeo|LINE|EXTernal**

**:TRIGger[:SEQuence]:SOURce?**

**IMM = Free Run**

**VID = Video**

**LINE = Line**

**Ext1 = External Front**

**Ext2 = External Rear**

例：

**:TRIG:SOUR VID**

## [自由触发]

当上一次连续扫描或单扫结束后设置自由触发则开始一次新的扫描或测量。

程控命令：

例：

**:TRIG:SOUR IMM**

## [视频触发]

将触发模式设置为视频触发。只要输入触发信号的正斜坡部分通过了由 [触发极性 正 负] 命令设定的视频触发电平，就会触发扫描。触发电平值可通过数字键、步进键或旋轮进行设置，屏幕上的红线提示选择的触发电平。

程控命令：

例：

**:TRIG:SOUR VID**

## [电源触发]

设置频谱分析仪为电源触发模式。选择扫描和测量与下一个电压周期同步。

程控命令：

例：



**:TRIG:SOUR LINE****[前面板外触发]**

设置外部触发方式。外触发源与频谱分析仪前面板的外部触发输入相连接，源的输出范围必须是-5V~+5V。由 [边沿极性 正 负] 设定是采用上升沿触发，还是下降沿触发。

程控命令：

例：

**:TRIG:SOUR EXT1**

按下前面板外触发菜单将激活触发电平的输入。当触发模式为前面板外触发时，该输入项用于确定触发扫描的电平。出厂时该值为 1.5V，当外部触发电平穿越 1.5V 时，触发扫描。

程控命令：

**:TRIGger[:SEQuence]:EXT1:LEVel <volt>**

**:TRIGger[:SEQuence]: EXT1:LEVel?**

例：

**:TRIG: EXT1: LEVel 1.5V**

**:TRIG: EXT1: LEVel?**

**[后面板外触发]**

设置外部触发方式。外触发源与频谱分析仪后面板的外部触发输入相连接，源的输出范围必须是-5V~+5V。由 [边沿极性 正 负] 设定是采用上升沿触发，还是下降沿触发。

程控命令：

例：

**:TRIG:SOUR EXT2**

按下后面板外触发菜单将激活触发电平的输入。当触发模式为后面板外触发时，该输入项用于确定触发扫描的电平。出厂时该值为 1.5V，当外部触发电平穿越 1.5V 时，触发扫描。

程控命令：

**:TRIGger[:SEQuence]:EXT2:LEVel <volt>**

**:TRIGger[:SEQuence]: EXT2:LEVel?**

例：

**:TRIG: EXT2: LEVel 1.5V**

**:TRIG: EXT2: LEVel?**

**[触发极性**

**正 负]**

控制触发极性的正负，正极性时是利用上升沿进行触发，负极性则利用下降沿进行触发。

程控命令：

**:TRIGger[:SEQuence]:SLOPe POSitive|NEGative**

**:TRIGger[:SEQuence]:SLOPe?**

例：

**:TRIG:SLOP NEG**

**[触发延时**

**开 关]**

允许设定时间延时，频谱分析仪在该时间内将等待直到接收到外部或电源触发信号。时间延时

可以开也可以关。

程控命令：

```
:TRIGger[:SEQuence]:DELay <time>
:TRIGger[:SEQuence]:DELay?
:TRIGger[:SEQuence]:DELay:STATe OFF|ON|0|1
:TRIGger[:SEQuence]:DELay:STATe?
```

例：

```
:TRIG:DEL:STAT ON
:TRIG:DEL 100 ms
```

#### 【轨迹】

弹出与迹线有关的软菜单。包括：[轨迹 1 2 3]、[刷新显示]、[最大保持]、[最小保持]、[显示保持]、[隐藏显示]。

程控命令：

```
:TRACe<1|2|3>:MODE WRITe|MAXHold|MINHold|VIEW|BLANk
WRITe = Clear Write
MAXHold = Max Hold
MINHold = Min Hold
VIEW = View
BLANk = Blank
:TRACe<1|2|3>:MODE?
```

[轨 迹

1 2 3]

选择轨迹，频谱分析仪提供 1、2、3 轨迹线，被选中的轨迹序号及其轨迹所处的状态菜单项将被标识下划线。

[刷新显示]

刷新先前显示的轨迹的所有数据并持续显示频谱分析仪在扫描状态接收的信号。此时在轨迹触发区里，将显示 C 和轨迹编号，如 C1，则表示轨迹 1 处于刷新显示状态。

程控命令：

例：

```
:TRAC1:MODE WRIT
```

[最大保持]

对所选择的迹线上的点保持其最大值，并用每次扫描中检波出的新的最大值进行更新。此时在轨迹触发区里，将显示 M 和轨迹编号，如 M1，则表示轨迹 1 处于最大保持状态。

程控命令：

例：

```
:TRAC1:MODE MAXH
```

[最小保持]

对所选择的迹线上的点保持其最小值，并用每次扫描中检波出的新的最小值进行更新。此时在轨迹触发区里，将显示 m 和轨迹编号，如 m1，则表示轨迹 1 处于最小保持状态。

程控命令：

例：

:TRAC1:MODE MINH

#### [显示保持]

保持和显示所选迹线的幅度数据，但在频谱分析仪扫描时并不进行更新。此时在轨迹触发区里，将显示 V 和轨迹编号，如 V1，则表示轨迹 1 处于显示保持状态。

程控命令：

例：

:TRAC1:MODE VIEW

#### [隐藏显示]

对信号只做后台处理而不再在屏幕上显示。此时在轨迹触发区里，将显示 B 和轨迹编号，如 B1，则表示轨迹 1 处于隐藏显示状态。

程控命令：

例：

:TRAC1:MODE BLAN

#### 【关联】

弹出与关联相关的软菜单。包括：[关联所有]、[扫描模式>>]、[相噪优化>>]、[ADC 抖动>>]、[检波方式>>]，以及其它一些具有关联性质的参数菜单如 [分辨率带宽 自动 手动]、[视频带宽 自动 手动]、[扫描时间 自动 手动]、[衰减 自动 手动]、[频率步进 自动 手动]。

#### [关联所有]

将扫描模式、分辨率带宽、视频带宽、扫描时间、输入衰减器、中心频率步进量设为自动关联模式。频谱分析仪依据设定的频率和频宽（或起始频率和终止频率）为这些功能选择最合适的值。这些值根据频宽以及存贮在[VBW/RBW]或[SPAN/RBW]下的关联比例进行设置。如果事先没存贮比值关系，则用默认比值。

程控命令：

:COUPlE ALL|NONE

例：

:COUP ALL

#### [扫描模式]

扫描模式菜单中包括[优化目的 范围 速度]、[扫描模式 自动 手动]、[连续扫频]、[步进]四个菜单项。主要用于设置频谱分析仪当前所采用的扫描类型，以及选择扫描类型的判断准则。

#### [扫描模式

#### 自动手动]

当扫描模式选择为自动时，按照优化目的是范围或者速度，根据当前的分辨率带宽，选择相应的扫描模式。

当扫描模式切换到手动时，扫描模式不随当前分辨率带宽的选择变化，但仍然受限于不同分辨率带宽滤波器实现模式（FFT 或者 FIR）。

程控命令:

**[[:SENSe]:SWEep:TYPE:AUTO|FFT|SWEep**

**[[:SENSe]:SWEep:TYPE?**

例:

**:SWE:TYPE AUTO**

**:SWE:TYPE FFT**

**:SWE:TYPE SWE**

### [连续扫频]

连续扫频模式下, 本振按照设置的起始和终止频率线性递增, 并采用数字 FIR 滤波器实现中频分辨率带宽滤波器。

连续扫频模式的应用受 FIR 滤波器的限制, 在分辨率带宽处于 10Hz~8MHz 可以使用 FIR 滤波器及其相应的连续扫频模式。

当选择连续扫频菜单项时, [扫描模式 自动 手动]将切换到手动状态。若因分辨率带宽受限的原因导致强制切换扫描模式, 则[扫描模式 自动 手动]将切换到自动状态。

### [步进]

步进模式下, 本振按照固定的频率步进向上递增, 并采用 FFT 方式实现中频分辨率带宽滤波器。

步进模式的应用受 FFT 滤波器的限制, 在分辨率带宽处于 1Hz~3MHz 之间的话可以使用 FFT 滤波器及其相应的步进模式。

当选择步进菜单项时, [扫描模式 自动 手动]将切换到手动状态。若因分辨率带宽受限的原因导致强制切换扫描模式, 则[扫描模式 自动 手动]将切换到自动状态。

### [ADC 抖动]

ADC 抖动菜单中包括[ADC 抖动 自动 手动]、[开]、[关]三个菜单项。主要用于设置频谱分析仪 ADC 抖动状态。

### [ADC 抖动

#### 自动手动

当 ADC 抖动为自动时, 抖动开关取决于频宽、分辨率带宽和扫描类型 (连续扫频或者步进扫描) 的设置; 当扫描类型为连续扫频时, ADC 抖动的状态会强制切换至自动并且关闭抖动状态; 当扫描类型为步进扫描时, 在自动情况下, 2MHz 及以下频宽打开抖动, 2MHz 以上频宽关闭抖动, 在手动情况下, 根据用户选择设置抖动状态, 但频宽在 2MHz 以上时, 打开 ADC 抖动会对测量结果产生影响。

程控命令:

**[[:SENSe]:ADC:DITHer[:STATe] OFF|ON|AUTO**

**[[:SENSe]:ADC:DITHer[:STATe]?**

例:

**:ADC:DITH OFF**

### [关]

正常状态下 ADC 抖动为关时会导致噪声基底的小幅降低。

在连续扫频模式下, 尽管 ADC 抖动是关状态, 但仍然无法使用关闭抖动菜单项。在步进扫描

模式下选择[关]菜单项时，[ADC 抖动 自动 手动]将切换到手动状态。

### [开]

正常状态下 ADC 抖动为开时，可以提高低电平信号的线性。

在连续扫频模式下，无法使用打开抖动菜单项。在步进扫描模式下选择[开]菜单项时，[ADC 抖动 自动 手动]将切换到手动状态。

### 【检波/解调】

弹出设置检波模式和解调方式的软菜单，检波模式包括：标准、正峰值和负峰值、取样、平均值检波方式。分别在屏幕检波显示区显示#Norm、#Pos、#Neg、#Samp、#Avg。解调模式包括：解调类型、解调方式、解调时间、音量控制。解调类型分为 AM 和 FM。

#### 程控命令：

**[[:SENSe]:DETECTOR[:FUNCTION] NEGative[NORMal]POSitive[SAMPle]AVERage**

**[[:SENSe]:DETECTOR[:FUNCTION]?**

例：

**:DET POS**

表 4-2 检波方式比较

检波方式	测 量
正常检波	这是最常用的检波方式。能够同时看见信号和噪声基底，而不丢失任何信号。
正峰值检波	确保不漏掉任何峰值信号，利于测量非常靠近噪声基底的信号。
负峰值检波	绝大多数情况下都用于频谱分析仪的自检中，而很少用在测量中。能很好地重现 AM 信号的调制包络。
取样检波	利于测量噪声信号，与正常检波方式相比，它能更好地测量噪声。
平均值检波	对取样区间内的数据，根据当前刻度类型进行不同种类的平均处理。

### [标准]

设置检波器为标准检波模式（默认模式）。在此模式中，当检测到噪声时，同时显示正峰值和负峰值的测量结果，以达到与模拟仪器相类似的显示效果，检测信号时则只显示正峰值。

#### 程控命令：

例：

**:DET NORM**

### [正峰值]

选择正峰值检波模式。用该模式可检测迹线中的正峰值电平。[最大保持] 时选择的的就是正峰值检波器。

#### 程控命令：

例：

**:DET POS**

**[负峰值]**

选择负峰值检波模式。用该模式可使迹线显示负峰值电平。

**程控命令:**

**例:**

**:DET NEG**

**[取样]**

设置检波器为取样检波模式。该模式通常用于视频平均和噪声频标功能。

**程控命令:**

**例:**

**:DET SAMP**

**[平均值]**

设置检波器为平均值检波模式。平均值检波模式显示的是轨迹在每个取样区间中采样数据的平均值。

**程控命令:**

**例:**

**:DET AVER**

**【显示】**

弹出与显示有关的软菜单，包括 [显示线 开 关] [语言选择 中文 Eng][亮度调节][颜色配置]等菜单。

**[显示线  
开 关]**

此菜单为开时，在屏幕上激活一条可调整的水平参考线。此线显示的是相对于参考电平的一个幅度值。显示线可用旋轮、步进键或者数字键进行调整。显示线的单位由【幅度】菜单下的[纵轴刻度单位]菜单设置所决定。

**程控命令:**

**:DISPlay: TRACe:Y:DLINe <ampl>**

**:DISPlay:TRACe:Y:DLINe?**

**:DISPlay:TRACe:Y:DLINe:STATe OFF|ON|0|1**

**:DISPlay:TRACe:Y:DLINe:STATe?**

**例:**

**:DISP:TRAC:Y:DLIN -32 dBm**

**:DISP:TRAC:Y:DLIN:STAT OFF**

**[亮度调节]**

此菜单用以调节显示屏幕亮度，调节范围为 0~100。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

**[语言选择****中文 Eng]**

选择显示语言的种类为中文或英文。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

#### [颜色配置]

此菜单弹出一系列设置界面颜色的子菜单。通过这些子菜单，用户可以对界面各部分的颜色进行调整。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

#### [颜色配置 1]

将主界面的显示风格设为风格 1。

#### [颜色配置 2]

将主界面的显示风格设为风格 2。

#### [颜色配置 3]

将主界面的显示风格设为风格 3。

#### [颜色配置 4]

将主界面的显示风格设为风格 4。

#### [自定义颜色>>]

此菜单弹出一系列对界面各部分单独进行颜色设置的子菜单，比如背景色，菜单底色等。不建议用户在正常测量活动中使用此菜单。在特殊情况下，用户需要使用特别的显示效果时，可以使用该功能。

#### 【模式】

选择分析仪的测量模式。除频谱分析模式外，还可选配 Basic 模式、相位噪声、毫米波扩频等测量模式。

#### [频谱分析仪]

设置频谱分析仪为频谱分析测量模式。

#### 【系统】

弹出与系统设置有关的软菜单包括[错误列表]、[开机复位>>]、[校准>>]、[时间日期>>]、[输入输出>>]、[配置>>]。

#### [错误列表]

弹出一个显示目前仪器发生错误的列表。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

#### [开机复位>>]

弹出[复位 工厂 用户]、[保存用户状态]、[保存开机状态]三个软菜单。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

#### [时间日期>>]

弹出与时间及日期设置相关的软菜单包括[时间/日期 开 关]、[日期格式 YMD MDY]、[设置日期/时间]。时间显示在屏幕的右上角的时间显示区内。

程控命令：

```
:DISPlay:ANNotation:CLOCK:[:STATe] ON|OFF
:DISPlay:ANNotation:CLOCK:[:STATe]?
:DISPlay:ANNotation:CLOCK:DATE:FORMat MDY|YMD
:DISPlay:ANNotation:CLOCK:DATE:FORMat?
:SYSTEM:DATE?
:SYSTEM:TIME?
```

例：

```
:DISPlay:ANNotation:CLOCK ON
:SYSTEM:DATE?
```

#### [校准>>]

弹出与校准有关的子菜单包括[校准全部中频]、[校准显示 开 关]、[自动校准 开 关]、[显示校准结果]、[频率诊断>>]菜单。

#### [校准全部中频]

对频谱分析仪所有的中频参数进行校准。校准一次通常需要花费几分钟的时间。

#### [校准显示

#### 开 关]

此菜单为开时，将显示出校准过程的迹线。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

#### [自动校准

#### 开 关]

控制自动中频校准的开和关，通常此功能为开。主机根据开机时间和检测仪器内部温度变化判断是否进行自动校准。当[自动校准 开 关]为开时，开机 10 分钟时将进行自动校准。如果 10 分钟内主机检测到内部温度变化超过 10℃，则仪器立即进行自动校准。机箱内温度每变化 10℃，将执行自动校准一次。如果您不希望仪器执行自动校准打断您的正常测量，请您设置自动校准为关的状态。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，则会对测量结果造成一定影响。

程控命令：

```
:CALibration:AUTO OFF|ON
:CALibration:AUTO?
```

例：

```
:CAL:AUTO ON
```

#### [显示校准结果]

用于显示中频的校准结果，通过对参数的解读能够判断中频校准是否有异常。



**[频率诊断>>]**

显示频率诊断功能的软菜单。

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。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

**[本振频率]**

显示对应当前波段第一本振的起始点频率。

**[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。

**[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。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

**[取样谐波次数]**

显示当前波段起始频率对应的取样振荡器的谐波次数。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

**[小数分频频率]**

显示当前波段起始频率对应的小数分频环的频率。

该菜单无对应程控命令，主要用于本机使用。

**[输入输出>>]**

该菜单弹出[频率参考 内部 外部]、[输入端口 射频 300M]

**[频率参考****内部外部]**

选择内部频率参考或外部频率参考。外部的参考频率必须是 10MHz±100Hz、幅度 0dBm（限制范围：-2dBm~+10dBm）。外参考频率必须从后面板“10MHz 参考输入”接口输入，选择外参考时，显示格线左边的状态区内出现提示字母 Ext。

**程控命令：**

**[[:SENSe]:ROSCillator:SOURce INTernal|EXTernal**

**[[:SENSe]:ROSCillator:SOURce?**

例：

**:ROSC:SOUR INT**

**[输入端口****射频 300M]**

选择输入端口类型为射频输入信号或者内部 300MHz 校准信号。

**[配置>>]**

弹出与频谱分析仪配置相关的软菜单[GPIB 地址]、[远控显示 开 关]。

### [GPIB 地址]

设置 GPIB 的地址。该地址默认为 18。

程控命令:

**:SYSTem:COMMunicate:GPIB[:SELF]:ADDRess <integer>**

**:SYSTem:COMMunicate:GPIB[:SELF]:ADDRess?**

例:

**:SYST:COMM:GPIB:ADDR 20**

### [远控显示

### 开 关]

设置远控状态下，测量频谱分析仪是否进行显示处理。

程控命令:

**:DISPlay:ENABle OFF|ON|0|1**

**:DISPlay:ENABle?**

例:

**:DISP:ENAB OFF**

### [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 Windows XP 帮助文档。

### 【文件】

弹出与文件有关的软菜单包括：[浏览文件]、[保存>>]、[调用>>]。

该菜单树无对应程控命令，主要用于本机使用。

### [浏览文件]

弹出一个 Windows 标准文件打开对话框，如下图 4-1 所示：



图 4-1 浏览文件对话框

## [保存&gt;&gt;]

可以通过以下三步完成保存文件功能。

- 首先选择需要保存的文件类型，依次按下菜单【文件】、[保存>>]、[保存类型>>]选择所保存的类型。
- 如果保存的是轨迹数据，则依次按下菜单[保存>>]、[源轨迹>>]选择需要保存的轨迹。
- 按下[立即保存]菜单，弹出一个 Windows 标准文件另存为对话框。选择文件保存目录，对需要保存的文件命名，然后按下保存按钮，完成文件保存操作。如果不想保存文件，则按取消按钮即可终止文件保存操作。

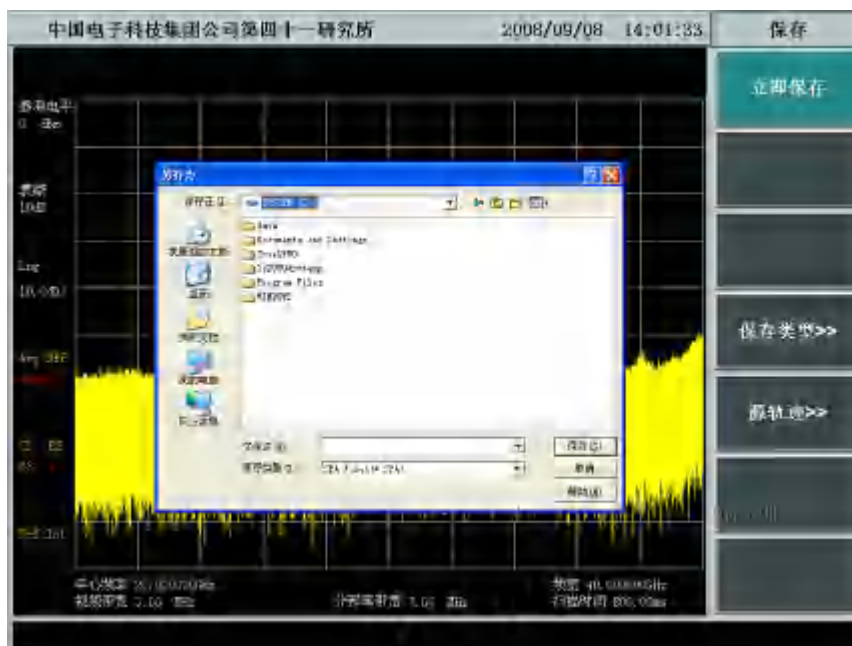


图 4-2 立即保存文件

**[调用]**

调用文件，主要通过以下几个步骤完成：

- 先选择需要调用的文件类型，依次按下菜单【文件】[调用类型>>]选择所调用的类型。
- 如果调用的是轨迹文件，则返回到[目的轨迹]选择目的轨迹，即确定把文件中的轨迹数据调入当前哪一条轨迹中。
- 按下[立即调用]菜单，弹出一个 Windows 标准文件打开对话框。选择好调用文件的目录和文件名，然后按下打开按钮，完成文件调用操作。如果不想调用此文件，则按取消按钮即可终止文件调用操作。

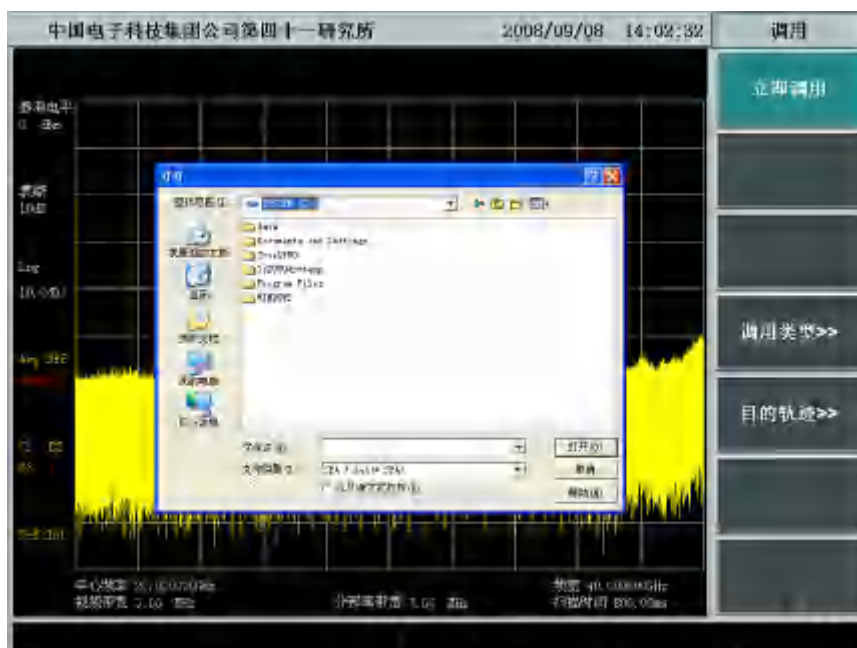


图 4-3 立即调用文件

**【单扫】**

单扫主要用来手动触发一次扫描，当视频平均开时，单扫执行视频平均次数所指定次数的扫描。

单扫功能在进行程控编程和系统组建时，与\*WAI 配合可以有效地同步扫描过程，并使得在 \*WAI 结束后获取的轨迹数据能够直接和扫描过程一一对应。

**程控命令：**

**:INITiate**

## 第二篇 技术说明



## 第五章 工作原理和关键技术

### 1 整机工作原理及硬件原理框图

AV4036 系列频谱分析仪是一台由工控机控制，操作系统为 Windows XP，四次变频的超外差扫频式频谱分析仪。它由微波射频部分、中频部分、微波驱动部分、本振合成部分、数据采集 DSP 处理部分、控制显示部分和电源部分组成。其整机原理框图如图 5-1 所示。

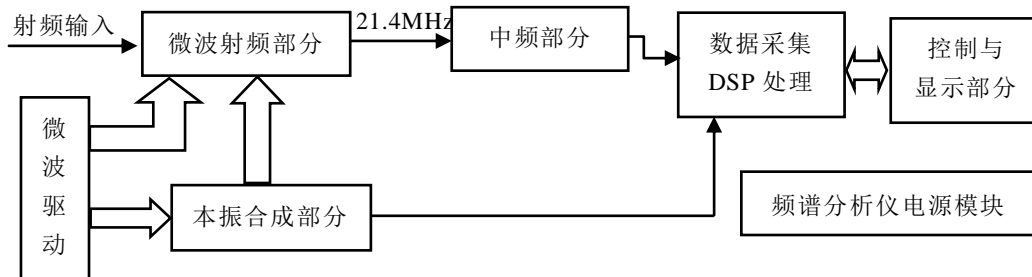


图 5-1 AV4036 系列频谱分析仪原理框图

在 0 波段，3Hz~4GHz 的信号由射频信号输入端经 10dB 开关程控步进衰减器、60dB 程控步进衰减器、毫米波开关预选混频组件（简称毫米波 SYTX）、宽带开关预选混频组件（简称宽带 SYTX）、4GHz 低通滤波器进入 0 波段变频组件中的基波混频器，与第一本振 YIG 调谐振荡器（简称 YTO）的基波（4.0GHz~9.0GHz）混频得 4.9214GHz 中频，经 4.9214GHz 带通滤波器和中频放大开关到 0 波段变频器组件中的第二变频器，4.9214GHz 中频信号与第二本振 4.6GHz 差频得第二中频 321.4MHz。

在 1、2、3 波段，4GHz~26.5GHz 的信号，经 10dB 开关程控步进衰减器、60dB 程控步进衰减器、毫米波 SYTX、宽带 SYTX，与第一本振相应的谐波差频得 321.4MHz 的中频信号。

在 4、5 波段，26.5GHz~50GHz 的信号经 10dB 开关程控步进衰减器、60dB 程控步进衰减器、毫米波 SYTX，与第一本振（4.0GHz~9.0GHz）的二倍频进行相应的 3 次谐波混频产生 4.9214GHz 的中频，经 4.9214GHz 带通滤波器和中频放大开关到 0 波段变频器组件中的第二变频器，4.9214GHz 信号与第二本振 4.6GHz 差频得第二中频 321.4MHz。

YTO 调谐方程如下：

0 波段：	3Hz~4GHz
	$F_{YTO} - F_{SIG} = F_{1st\ IF}$
	$F_{1st\ IF} - F_{2LO} = F_{2nd\ IF}$
1、2、3 波段：	4GHz~9GHz
	9GHz~18GHz
	18GHz~26.5GHz
	$N \times F_{YTO} - F_{SIG} = F_{2nd\ IF}$ （N 为谐波次数）
4 波段：	26.5GHz~40GHz
	$2 \times N \times F_{YTO} - F_{SIG} = F_{1st\ IF}$
	$F_{1st\ IF} - F_{2LO} = F_{2nd\ IF}$
5 波段：	40GHz~50GHz
	$F_{SIG} - 2 \times N \times F_{YTO} = F_{1st\ IF}$
	$F_{1st\ IF} - F_{2LO} = F_{2nd\ IF}$

按调谐方程计算出的信号频率与 YTO 的频率对应关系如表 5-1 所示：

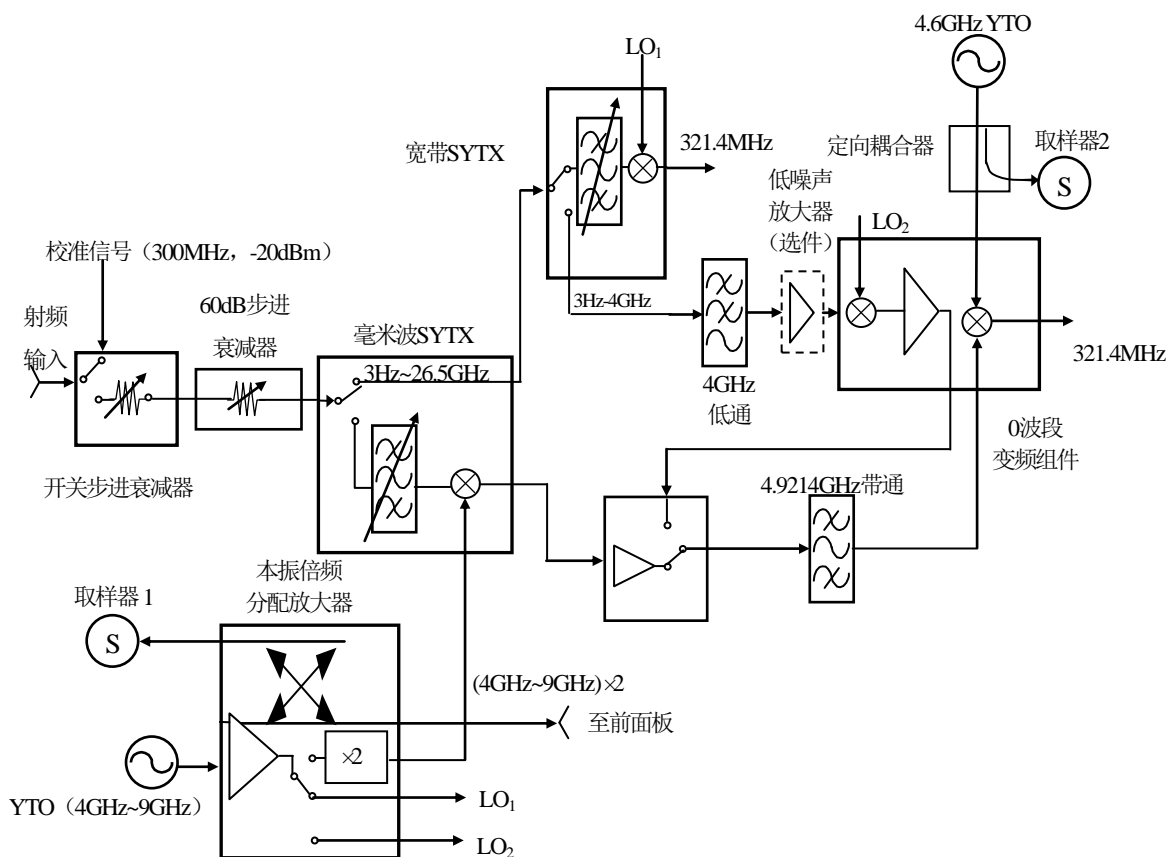


图 5-2 微波部分原理框图

表 5-1 信号频率与本振频率的对应关系

频段	信号频率	YTO 频率	混频谐波次数 (N)	YTO 倍数
0	3Hz~4GHz	4.9~8.9GHz	1	1
1	4GHz~9GHz	4.3~9.3GHz	1	1
2	9GHz~18GHz	4.6~9.1GHz	2	1
3	18GHz~26.5GHz	4.5~6.7GHz	4	1
4	26.5GHz~40GHz	5.2~6.7GHz	3	2
5	40GHz~50GHz	5.8~7.5GHz	3	2

微波部件变频得到的 321.4MHz 第二中频信号经缓冲放大、滤波后进入第三变频器，与第三本振 300MHz 差频得 21.4MHz 中频。21.4MHz 中频信号通过预滤波器、增益补偿放大器、抗混叠滤波器和第四变频器，得到 7.5MHz 的第四中频信号，该信号被 30MHz 的采样信号取样并数字化处理后进入 FPGA，进行数字下变频和 FIR 滤波。从 FPGA 出来的信号可在高性能的 DSP 芯片中对数字滤波信号实施快速傅立叶变换，计算不同点数的傅立叶变换，选择不同的窗函数，得到符合数字分辨率带宽要求的频谱。



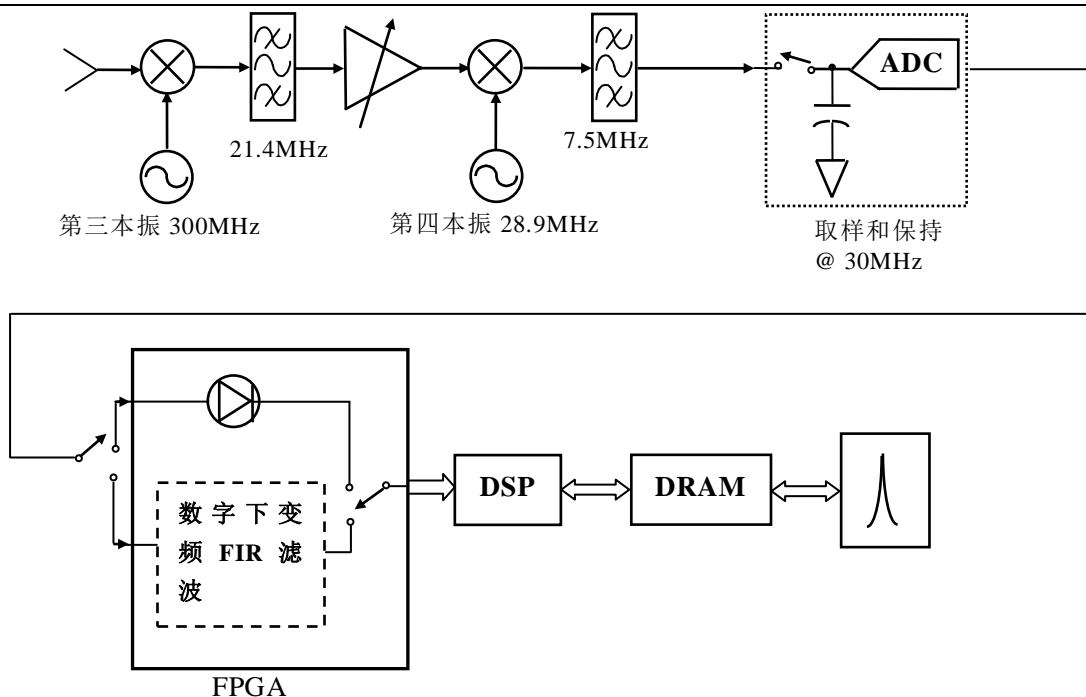


图 5-3 数字中频部分原理框图

第一本振是以 1mHz 步进的快速扫频合成本振，合成部分主要由 4 个环路构成，即参考环、取样环、YTO 环和小数环，如图 5-4 所示。根据频宽的不同，第一本振有两种不同的工作方式：当在频宽小于等于 2MHz 时，取样环输出进入取样器与 YTO 本振信号进行混频产生 25MHz~50MHz 的取样中频，小数环振荡器的信号经 20 分频，也输出 25MHz~50MHz 的信号作为 YTO 环的频率参考，与取样中频进行鉴相，误差信号使 YTO 锁定；当在频宽大于 2MHz 时，取样环不参与锁相，YTO 的输出与小数环输出频率 500MHz~1GHz 的谐波混频，产生的取样中频与固定频率参考 50MHz 鉴相，误差信号使 YTO 锁定。第二本振合成原理框图也参见图 5-4 所示，它利用参考环输出的 100MHz 信号作为参考信号，利用参考环输出的 500MHz 信号作为本振取样信号。

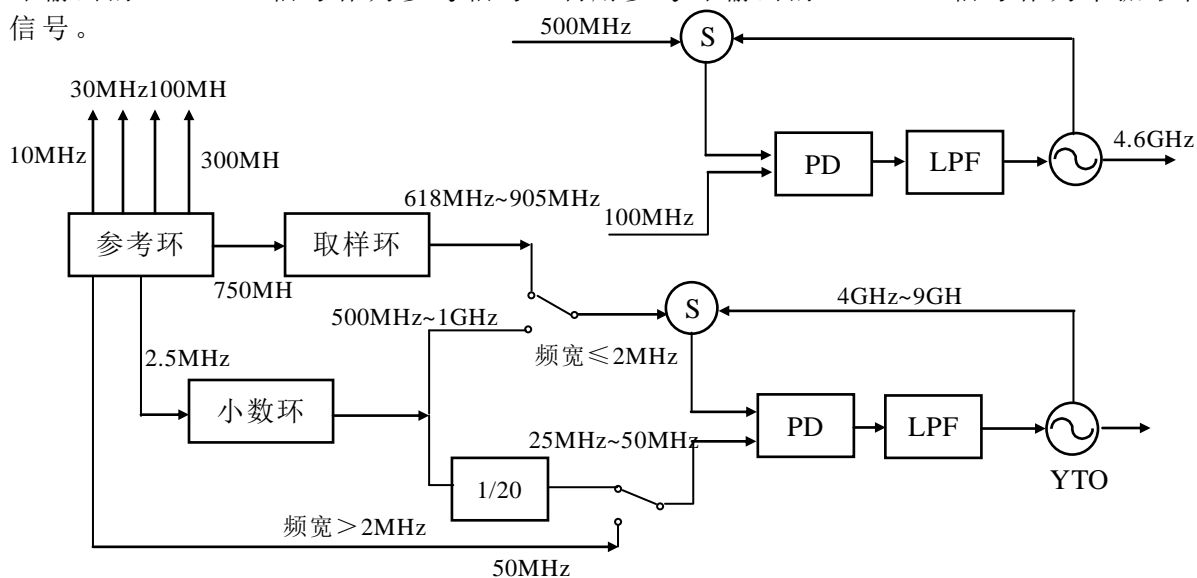


图 5-4 本振部分原理框图

主控制器部分控制频谱分析仪的内部操作，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。

## 2 关键技术

AV4036 系列频谱分析仪采用了先进的测试技术、微电子技术、信号处理技术、计算机技术等，自主创新并突破了宽带微波毫米波部件设计制造与集成技术（包括宽带开关预选/混频器组件设计制造技术、宽带同轴开关步进衰减器设计制造技术、低相噪/低谐波 YIG 振荡器设计制造技术等）、低相噪全程锁相合成扫频本振设计、大动态范围全数字中频处理和全自动频谱识别与校准、基于多处理器的嵌入式计算机与系统软件技术等多项关键技术。

## 第六章 主要技术指标及测试方法

### 第一节 技术指标

AV4036频谱分析仪在环境温度下存放两小时,开机预热30分钟,自校准后应满足下列性能特性。

#### 1 频率范围

AV4036	3Hz ~ 40GHz
AV4036A	3Hz ~ 4GHz
AV4036B	3Hz ~ 8GHz
AV4036C	3Hz ~ 13.2GHz
AV4036D	3Hz ~ 18GHz
AV4036E	3Hz ~ 26.5GHz
AV4036F	3Hz ~ 43GHz
AV4036G	3Hz ~ 50GHz

#### 2 频率参考 (10MHz)

频率准确度:	$\pm$ (至上次校准日期 $\times$ 老化率+温度稳定度+校准准确度)
老化率:	$\pm 1\times 10^{-7}$ /年, $\pm 1\times 10^{-9}$ /天
温度稳定度:	$\pm 1\times 10^{-8}$ (20℃ ~ 30℃) $\pm 5\times 10^{-8}$ (0℃ ~ 55℃)
校准准确度:	$\pm 7\times 10^{-8}$

#### 3 频率读出准确度

频率准确度:  $\pm$  (频率读出 $\times$ 频率参考误差+0.25%频宽+5%分辨率带宽+2Hz+0.5 水平分辨率\*)  
水平分辨率=频宽/ (扫描点数-1), 仪器自适应状态下默认扫描点数值为 751 点

#### 4 频率计数准确度和计数分辨率(连续波, 信号幅度>-50dBm, 信噪比优于 30dB)

频率计数准确度	$\pm$ (频率读数 $\times$ 频率参考误差+0.100Hz $\times$ N) (N 为谐波次数)
计数分辨率:	0.001Hz

#### 5 频宽准确度

范围:	0Hz (零频宽), 100 Hz ~ 该型号的最高频率
分辨率:	2Hz
准确度:	$\pm$ (0.2% $\times$ 频宽+频宽/ (扫描点数-1))

#### 6 扫描时间

范围: 零频宽	1 $\mu$ s ~ 2000s
频宽 $\geq$ 100Hz	5ms ~ 2000s
准确度: 频宽 = 0 Hz	$\pm 0.01\%$

#### 7 分辨率带宽

带宽范围:	1Hz ~ 3MHz (10%步进), 4MHz, 5MHz, 6MHz, 8MHz
准确度(3.01dB) :	1Hz ~ 1MHz $\pm 6\%$ (1、3、10 步进)

	3MHz ~ 8MHz (< 4GHz)	±20%
选择性(B <sub>-60dB</sub> /B <sub>-3dB</sub> ):	优于 5:1	
8 分辨率带宽转换不确定度		
± 0.20dB	1Hz ~ 1MHz	
± 0.30dB	1.1MHz ~ 3MHz	
± 1.00dB	4、5、6、8MHz	
9 边带噪声 (载波 1GHz, 20°C~30°C)		
< -91dBc/Hz	100Hz	
< -103dBc/Hz	1kHz	
< -114dBc/Hz	10kHz	
< -117dBc/Hz	100kHz	
< -145dBc/Hz	1MHz	
< -154dBc/Hz	6MHz	
< -156dBc/Hz	10MHz	
10 剩余调频 (零频宽)		
< 1Hz×N (N 为谐波次数)		
11 1dB 增益压缩 (双音法测试)		
混频器电平	频率范围	
0dBm	20MHz ~ 200MHz	
+3dBm	200MHz ~ 4.0GHz	
+3dBm	4.0GHz ~ 9.0GHz	
-2dBm	9.0GHz ~ 26.5GHz	
0dBm	26.5GHz ~ 50.0GHz	
12 显示平均噪声电平 (输入端接 50Ω 负载, 取样检波方式, 平均, FFT, 1HzRBW, 20°C~30°C)		
AV4036/A/B/C/D/E/F/G 显示平均噪声电平指标如下:		
无前置放大器	前置放大器选通	频率范围
-142dBm/Hz	-163dBm/Hz	10MHz~200MHz
-152dBm/Hz	-162dBm/Hz	200MHz~1.0GHz
-151dBm/Hz	-161dBm/Hz	1.0GHz~2.0GHz
-148dBm/Hz	-158dBm/Hz	2.0GHz~3.0GHz
-147dBm/Hz	-158dBm/Hz	3.0GHz~4.0GHz
-150dBm/Hz	/	4.0GHz~9.0GHz
-143dBm/Hz	/	9.0GHz~18.0GHz
-138dBm/Hz	/	18.0GHz~20.0GHz
-137dBm/Hz	/	20.0GHz~26.5GHz
-129dBm/Hz	/	26.5GHz~40.0GHz
-127dBm/Hz	/	40.0GHz~43.0GHz
-123dBm/Hz	/	43.0GHz~50.0GHz

- 13 镜像、多重与带外响应
- |          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| < -80dBc | 10MHz ~ 26.5GHz (混频器电平-10dBm)   |
| < -55dBc | 26.5GHz ~ 50.0GHz (混频器电平-40dBm) |
- 14 剩余响应
- |         |                  |
|---------|------------------|
| <-90dBm | 200kHz ~ 9.0 GHz |
|---------|------------------|
- 15 参考电平不确定度
- |         |                         |
|---------|-------------------------|
| ±0.50dB | 10dB 衰减, 参考电平 0 ~-80dBm |
|---------|-------------------------|
- 16 刻度保真度
- |         |                       |
|---------|-----------------------|
| ±0.13dB | -50dBm<输入混频器电平<-10dBm |
| ±0.50dB | 输入混频器电平≤-50dBm        |
- 17 频率响应 (10dB 衰减, 20°C~30°C)
- AV4036/A/B/C/D/E/F/G 频率响应指标如下:
- |          |                              |
|----------|------------------------------|
| ±1.20 dB | 3Hz~4.0GHz                   |
| ±1.50 dB | 3Hz~4.0GHz (配备前置放大器(4GHz)选件) |
| ±2.00 dB | 4.0GHz~9.0GHz                |
| ±2.80 dB | 9.0GHz~18.0GHz               |
| ±3.00dB  | 18.0GHz~26.5GHz              |
| ±3.50 dB | 26.5GHz~50.0GHz              |
- 18 二次谐波失真
- |               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| <-76dBc (额定值) | 10MHz ~ 2.0GHz (混频器电平-40dBm)     |
| <-94dBc (额定值) | 2.0GHz ~ 4.5GHz (混频器电平-10dBm)    |
| <-96dBc (额定值) | 4.5GHz ~ 13.25GHz (混频器电平-10dBm)  |
| <-82dBc (额定值) | 13.25GHz ~ 25.0GHz (混频器电平-10dBm) |
- 19 三阶交调失真 (混频器电平-30dBm, 双音法频率间隔>15kHz, 20~30°C)
- |               |                  |
|---------------|------------------|
| <-88dBc (额定值) | 10MHz ~ 4.0GHz   |
| <-92dBc (额定值) | 4.0GHz ~ 9.0GHz  |
| <-84dBc (额定值) | 9.0GHz ~ 50.0GHz |
- 20 参考电平范围
- |       |                               |
|-------|-------------------------------|
| 对数刻度: | -170dBm ~ +30 dBm, 0.01 dB 步进 |
| 线性刻度: | 0.71nV ~ 7.07 V, 0.1% 步进      |
- 21 显示刻度
- |       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| 对数刻度: | 0.1~20dB 每格, 最小 0.01dB 步进 (10 格显示) |
| 线性刻度: | 10 格显示                             |
| 刻度单位: | dBm、dBmV、dBμV、V、W                  |
- 22 视频带宽
- |       |   |
|-------|---|
| 带宽范围: | 1Hz ~ 3MHz (10%步进), 4MHz、5MHz、6MHz、8MHz |
|-------|---|



## 第二节 推荐测试方法

本节内容提供了 AV4036 频谱分析仪主要技术指标的推荐测试方法，这些指标能够全面反映频谱分析仪的性能和状况。待测的频谱分析仪需要开机预热 30 分钟，不出现错误显示后方能进行下面的指标测试。推荐的测试方法中用到的仪器有：信号发生器 AgilentE8254A 或 AV1463，信号发生器 AgilentE8257D 或 AV1487，函数发生器 Agilent33250A，微波功率计 AgilentE4419B，功率探头 8487A，也可以使用指标相当的其它测试设备，但测试设备须经计量合格，确保设备准确、可靠。在连接各个仪器时，请选用正确的连接器和电缆，按照推荐方法所得的测试数据将得到我方认可，在交接时可作为仪器是否合格的判定依据。



请注意：

测试步骤中提到的复位操作，均指厂家复位模式，如设备处于用户定义复位状态，应改为厂家复位状态并进行再次复位，以保证设备初始状态处于已知状态。

### 1 频率范围

#### a) 测试设备

合成信号发生器.....E8257D

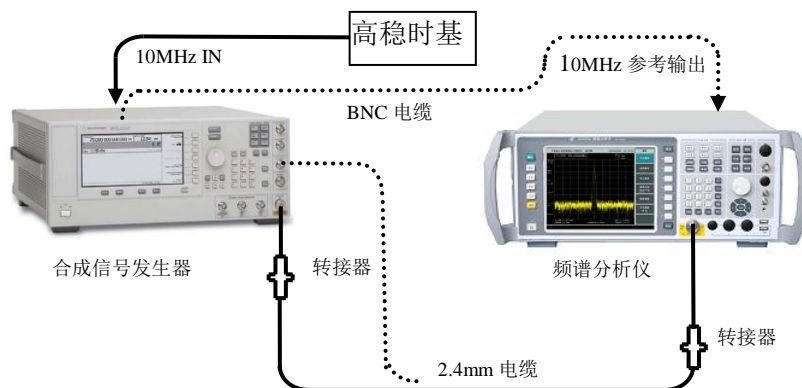


图 6-1 频率范围的测试

- 按照图 1 连接测试设备，由高稳定时基为合成信号发生器 E8257D 提供频率参考（如图 1 所示实线所示），如不具备高稳定时基，可由 AV4036 系列频谱分析仪（以下简称频谱分析仪）为合成信号发生器提供频率参考，合成信号发生器的 LF OUTPUT 输出端接到频谱分析仪的信号输入端。
- 将信号发生器如下设置：【AM】[AM Off On] [AM Depth] 80%，[AM Rate] 3Hz，【Mod On/Off】（On），【LF Out】[LF Out Off On] [LF Out Amplitude Into 50 Ohms 0mvp]200mvp。
- 设置 AV4036 的中心频率为 3Hz，频宽 100Hz，参考电平 0dBm，分辨率带宽、扫描时间等自动。在 AV4036 上按峰值键，读出峰值频标的频率值，在“AV4036 频谱分析仪性能测试记录表”（以下简称“AV4036 记录表”）对应测试项中记录测量结果。。
- 用连接器和电缆连接微波合成信号发生器 E8257D 的输出与频谱分析仪的输入端（如图 6-1 实线所示）。将信号发生器的输出频率设为 AV4036 系列频谱分析仪对应被测型号的最高频率，输出功率-10dBm。

- 5) 设置 AV4036 的中心频率为对应型号的最高频率, 频宽 1kHz, 参考电平 0dBm, 分辨率带宽、扫描时间等自动。在 AV4036 上按峰值键, 读出峰值频标的频率值, 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录测量结果。

## 2 频率读出准确度

**描述:** 用一个已知频率的输入信号测试频谱分析仪频率读出准确度, 频谱分析仪为合成扫频信号发生器提供频率参考, 以消除 (频率读出×频率参考准确度) 这一误差项。

### a) 测试设备

合成信号发生器.....E8254A

### b) 测试步骤

- 1) 按照图 1 连接测试设备 (用实线所示的电缆连接位置), 如不具备高稳定时基, 可由 AV4036 系列频谱分析仪 (以下简称为频谱分析仪) 为合成信号发生器提供频率参考, 信号发生器的信号输出端接到频谱分析仪的信号输入端。
- 2) 在信号发生器上按复位键, 设置点频频率 1.5GHz, 功率电平-10dBm。
- 3) 在 AV4036 上按【复位】键, 【频率】[中心频率]1.5[GHz], 【频宽】100[kHz], 【幅度】[参考电平]0[dBm], 分辨率带宽、扫描时间等自动。
- 4) 在 AV4036 上按【频标】此时对应频标值为理想频率读出值, 然后按[差值频标], 【峰值】。
- 5) 将读出的峰值频标的差值频率作为测试结果记录在“AV4036 记录表”对应测试项中记录测量结果。
- 6) 在 AV4036 上按【频标】, [频标关], 对列在“AV4036 记录表”对应测试项中的所有频率和频宽的组合重复 2 到 5 步。

## 3 频率计数准确度和计数分辨率

**描述:** 用一个已知频率的输入信号测试频谱分析仪频率计数准确度, 频谱分析仪为合成扫频信号发生器提供频率参考, 以消除 (频率读出×频率参考准确度) 这一误差项。

### a) 测试设备

合成信号发生器.....E8254A

### b) 测试步骤

- 1) 按照图 6-1 频率范围连接测试设备 (用实线所示的电缆连接位置), 将 AV4036 与合成信号发生器共参考频率, 将 AV4036 的 10MHz 输出端接 E8254A 的 10MHz 参考输入端, 信号发生器的信号输出端接到 AV4036 的信号输入端。在 AV4036 上按【复位】键。
- 2) 按照“AV4036 记录表”第 6 项设置 E8254A 的频率和频谱分析仪中心频率, 按【峰值】, 在频谱分析仪上按【频宽】1MHz 【频标】[频标功能>>][频标计数 开 关][门控时间 自动 手动]2s。并在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频标计数准确度:

频标计数准确度=频标计数值-信号发生器的频率值。

## 4 频宽准确度

**描述:** 由一个频率稳定的信号发生器提供 300MHz 的信号和合成扫频信号发生器提供一个已知频率的输入信号给频谱分析仪的输入。将频谱分析仪的中心频率置为这两个频率的中间值。利用频标功能测量这两个信号的频差。计算并记录测量的差值频标和频宽之间的误差百分比。要求两个信号与频谱分析仪共频率参考。

**注:** 也可用一台信号发生器测试。首先设置频谱分析仪的中心频率和频宽, 将信号发生器设置为第一台信号发生器的频率值, 在频谱分析仪设置差值频标, 然后将信号发生器设置为第二台信号



发生器的频率值，在频谱分析仪上读取两个信号的差值频标，作为测量值进行记录。

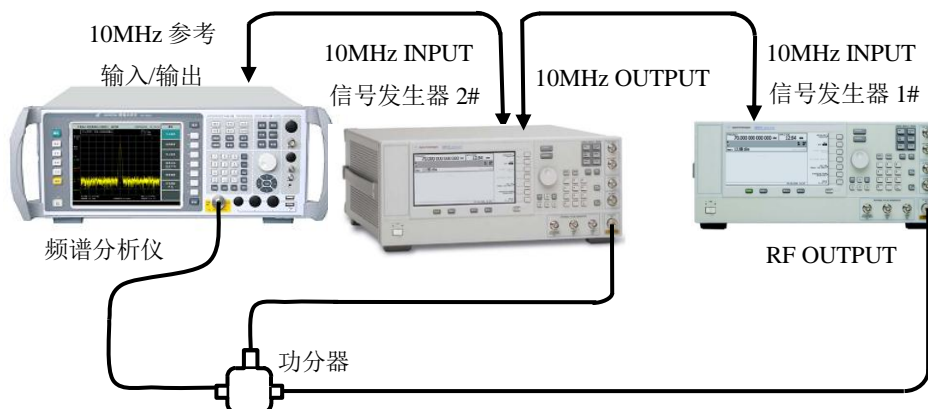


图 6-2 频宽准确度测试设置

a) 测试设备

合成信号发生器1#.....	E8257D
合成信号发生器2#.....	E8254A
功分器.....	HP11667C

b) 测试步骤

- 1) 如图 6-2 连接仪器，频谱分析仪为两台合成信号发生器提供频率参考。
- 2) 将合成信号发生器 2# E8254A 复位后，将其点频频率设为 300.008MHz，功率设为 -20dBm，射频输出打开。
- 3) 设置合成信号发生器 1# E8257D，频率 300MHz，功率 -10dBm，射频输出打开。在频谱分析仪上按【复位】。  
中心频率.....300.004MHz  
频宽.....10kHz  
参考电平.....-10dBm  
VBW/RBW.....0.01
- 4) 在频谱分析仪上按【单扫】并等待新扫描完成，然后按【峰值】，【频标】，[差值频标]【峰值】和[次峰值]键。
- 5) 记录显示在频谱分析仪上的差值频标频率值，如下计算频宽的准确度：  
频宽准确度=100×(差值频标频率- (0.8×频宽)) / (0.8×频宽) %  
将结果记录在“AV4036 记录表” 对应测试项中。
- 6) 根据记录表中频谱分析仪的频宽分别设置频谱分析仪的中心频率(频谱分析仪的中心频率=300MHz+频宽×40%)和合成信号发生器 #2 E8254A 频率 (E8254A 的中心频率 =300MHz+频宽×80%)，重复 4 到 6 步。

## 5 扫描时间准确度

**描述:** 幅度调制信号在零频宽下显示在频谱分析仪上，并且调整调制信号的频率使得峰值间隔均匀地分布在屏幕上。对调制信号频率进行计数并计算实际的扫描时间，然后与指定的时间比较。

注：合成扫频信号发生器和函数发生器也可用带内调幅的合成信号发生器代替。

a) 测试设备

合成信号发生器.....	E8254A
函数发生器.....	Agilent 33250A

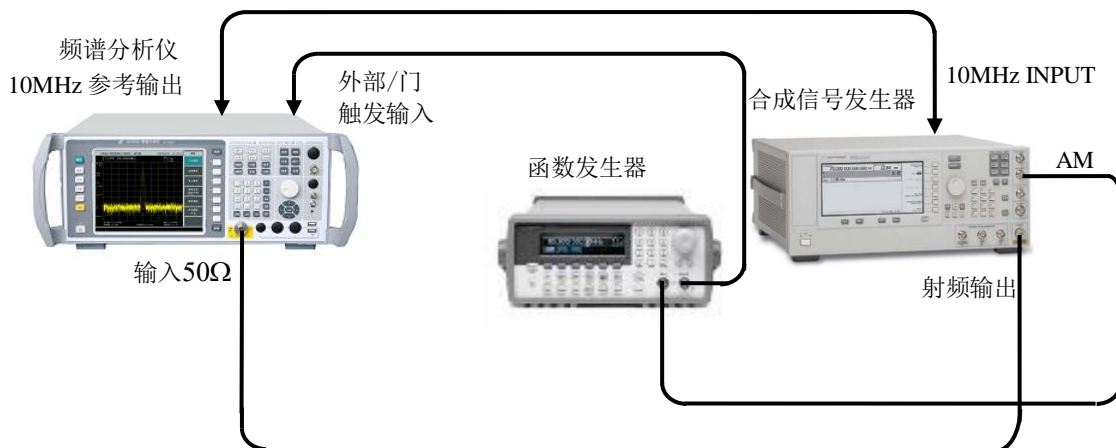


图 6-3 扫描时间准确度测试设置

## b) 测试步骤

- 1) 如图 6-3 连接设备。
- 2) 如下设置频谱分析仪 AV4036:
 

【频率】300[MHz], 【频宽】0[Hz], 【幅度】[幅度刻度 对数 线性], 【带宽】[分辨率带宽 自动 手动] 3[MHz], [视频带宽] 100[kHz], 【触发】[后面板外触发], 在激活功能区内将后面板外触发电平设为 2[V]。
- 3) 将 E8254A 复位后设置【Frequency】300[MHz], 【Amplitude】-5[dBm], 【AM】[AM Type Lin][AM Path]1, [AM ON] [AM Depth]80[%], [AM Source] [Ext1], 【MOD On/Off】, 【RF On/Off】。
- 4) 在 Agilent 33250A 上如下设置: 【Amplitude】500[mVrms], 【Offset】0[V], 【Output】, 设置输出波形为【RAMP】。
- 5) 在 Agilent 33250A 上设置【Frequency】100[kHz]。设置 AV4036 【扫描】100[ $\mu$ s]。
- 6) 设置 AV4036, 按【峰值】, 通过 [左邻峰值] 或 [右邻峰值] 使频标处在左边第二峰值上。按【频标】[差值频标]按【峰值】, 通过 [左邻峰值] 或 [右邻峰值] 使频标处在第十个峰值上。读出差值频标读数, 如下计算(扫描时间误差=100×((频标差值读数×1.25-设置的扫描时间)/设置的扫描时间), 并将计算数据记录在“AV4036 记录表”对应测试项中的 100 $\mu$ s 扫描时间处。
- 7) 对列在表中的 1ms 到 10s 之间的扫描时间重复 5 到 7 步。根据下式设置第 5 步中 Agilent 33250A 的频率:

$$\text{Agilent 33250A 频率} = 10 / \text{扫描时间设置}$$

## 6 分辨率带宽准确度

**描述:** 信号源的输出接到频谱分析仪的输入端, 频谱分析仪的频宽近似置为当前分辨率带宽的 2 倍 (为方便测量 -3dB 带宽)。信号源输出幅度减小 3dB 来决定实际的 -3dB 点。频标参考被设置后信号源的输出增加 3dB 返回以前的电平上, 然后扫描开始。差值频标被用于测量 3dB 带宽。频谱分析仪的频宽误差也会对分辨率带宽准确度带来一定误差。在 AV4036 系列频谱分析仪的设计中, 频宽误差相对于分辨率带宽自身误差可忽略不计, 因此本测量忽略频谱分析仪的频宽误差。

## a) 测试设备

合成信号发生器.....E8254A

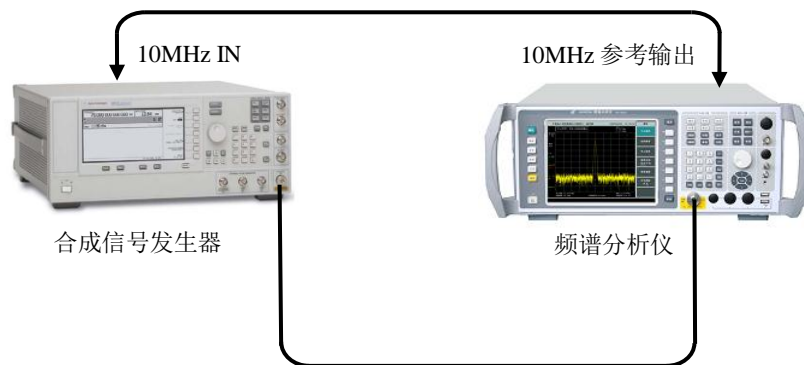


图 6-4 分辨率带宽准确度测试设置

## b) 测试步骤

- 1) 如图 6-4 连接仪器。频谱分析仪为信号发生器提供频率参考。
- 2) 设置 E8254A, 频率 40MHz, 功率-2dBm, 功率步进 1dB。在 AV4036 上按【复位】, 并进行全部中频校准。然后如下设置:  
【频率】40 [MHz], 【频宽】15[MHz], 【幅度】[幅度刻度]1[dB]。  
【带宽】[分辨率带宽 自动 手动] 8[MHz], [VBW/RBW] 0.1[确认]。
- 3) 调整 E8254A 输出幅度, 使信号显示在参考电平以下 2 到 3 格 (2dB 到 3dB), 设置 E8254A 功率步进 3dB。
- 4) 按 E8254A 功率向下步进一次。
- 5) 在频谱分析仪上按【峰值】, 【频标】[差值频标], 按信号发生器向上步进一次。
- 6) 在频谱分析仪上按【单扫】并等待完成一次新的扫描。
- 7) 在频谱分析仪上按【频标】, 逆时针旋转前面板旋轮直到差值频标读数为 0dB±0.017dB。此时活动频标应该在信号的左边, 如果差值频标不能设置成精确的 0dB, 注意活动频标是否刚好在实际的-3dB 点上方或下方。
- 8) 在频谱分析仪上按[差值频标], 顺时针旋转前面板旋轮直到差值频标读数为 0dB±0.017dB。活动频标应该在信号的右边。如果在前一步活动频标被设置在-3dB 点上方, 则把活动频标设置在-3dB 点下方。如果在前一步活动频标被设置在-3dB 点下方, 则把活动频标设置在-3dB 点上方。
- 9) 对于当前的分辨率带宽, 按照如下公式计算 (3dB 带宽误差=100 (频标差值读数-分辨率带宽设置) /分辨率带宽设置) % 并将结果作为测量值记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。
- 10) 在频谱分析仪上按【频标】[关闭所有频标], 【扫描】[扫描 连续 单次]。
- 11) 根据“AV4036 记录表”对应测试项中所列的分辨率带宽, 设置 AV4036 为下一分辨率带宽, 频宽置为分辨率带宽的近似 2 倍关系, 重复 5 到 11 步。

## 7 分辨率带宽转换不确定度

**描述:** 信号发生器接到频谱分析仪的输入, 调整输出信号幅度来把信号放在频谱分析仪的参考电平下两格上。信号发生器幅度固定, 改变频谱分析仪分辨率带宽, 它们之间的差值等于分辨率带宽转换不确定度。

由于 AV4036 系列频谱分析仪的分辨率带宽步进为 10%, 共有 160 档, 测试时以 1、3、10 步进测量典型带宽。

## a) 测试设备

信号发生器.....E8254A

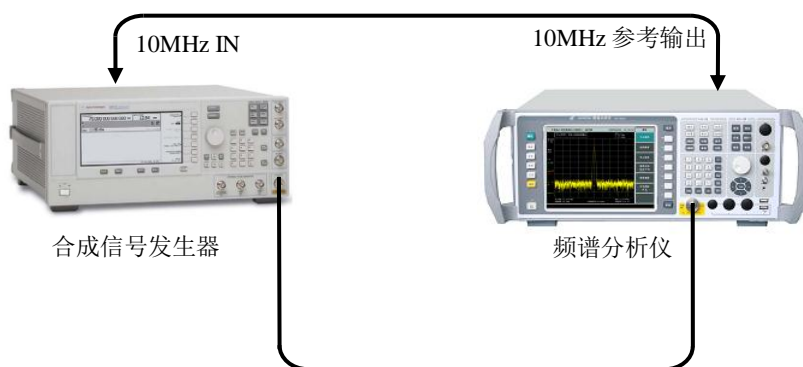


图 6-5 分辨率带宽转换不确定度测试设置

## b) 测试步骤

- 1) 如图 6-5 连接设备。频谱分析仪为 E8254A 提供频率参考。
- 2) 设置 E8254A 频率为 40MHz，幅度为 -5dBm，幅度步进量为 0.02dB。
- 3) 在频谱分析仪上按【复位】，【系统】[校准>>] [校准全部中频]等待中频校准结束，然后如下设置：
 

中心频率 .....	40MHz
频宽 .....	500kHz
对数刻度 dB/格 .....	1dB
分辨率带宽 .....	200kHz
- 4) 按【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 5) 如下设置频谱分析仪：
 

频宽 .....	20MHz
分辨率带宽 .....	8MHz
VBW/RBW .....	0.1
- 6) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 7) 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频标差值读数作为 8MHz 分辨率带宽转换不确定度。
- 8) 对于“AV4036 记录表”的对应测试项中其余的频谱分析仪分辨率带宽设置重复 6 到 8 步，其中频宽与分辨率带宽的比值近似为 2 倍关系。

## 8 边带噪声

**描述:** 从偏离载波 100Hz、1kHz、10kHz、100kHz、1MHz 处测量 1.0GHz、0dBm 信号的噪声边带。从偏离载波 6MHz、10MHz 处测量 1.0GHz、10dBm 信号的噪声边带。用噪声频标和视频平均功能对每个频率偏离点上的噪声边带进行平均。如果在设定频偏处有寄生响应，应该将频标偏离寄生响应，保证测量的准确度。



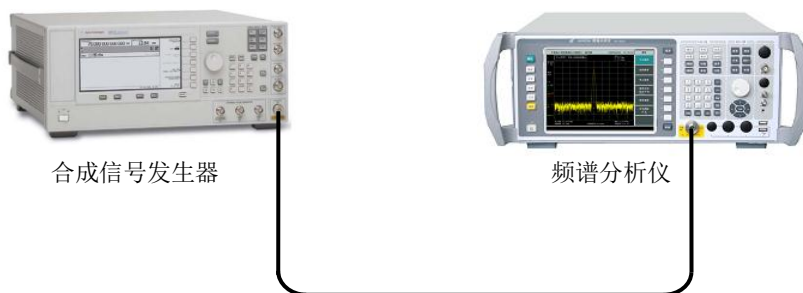
图 6-6 噪声边带测试设置

- a) 测试设备  
合成信号发生器.....E8254A
- b) 测试步骤
- 1) 如图 6-6 连接仪器, 合成信号发生器的信号输出端接到 AV4036 的信号输入端。设置 E8254A:  
Frequency..... 1.0GHz  
Amplitude..... 0dBm
  - 2) 在 AV4036 上按【频率】1[GHz], 【频宽】100[kHz], 【参考电平】0[dBm]。
  - 3) 在 AV4036 上按【峰值】, 【频率】[信号跟踪 开 关], 【频宽】, 按【↓】, 每步进一次等待扫描完成两次, 直至频宽为 200Hz, 等待在 200Hz 频宽下的两次扫描的完成, 然后按【频率】[信号跟踪 开 关]。
  - 4) 在 AV4036 频谱分析仪上按【峰值】, 【频标→】[频标→中心], 用旋轮调整合成信号发生器幅度使信号峰值放在频谱分析仪的参考电平上。
  - 5) 在 AV4036 上按【峰值】, 【频标】[差值频标] [频标功能>>] [噪声频标 开 关], 【带宽】[视频平均 开 关] 10[确认], 【单扫】。
  - 6) 在 AV4036 上按【频标】100[Hz], 并等待扫描完成。
  - 7) 在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值, 作为+100Hz 偏离处的单边带噪声。
  - 8) 在 AV4036 上按【频标】-100[Hz]。在“AV4036 记录表” 对应测试项中中记录差值频标幅度值作为-100Hz 偏离处的单边带噪声。
  - 9) 在 AV4036 上按【扫描】 [扫描 连续 单扫]。
  - 10) 在 AV4036 上频宽依次设置为 2kHz、20kHz、200kHz, 重复步骤 6 至 9, 依次测试±1kHz、±10kHz、±100kHz 偏离处的单边带噪声, 并在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值。
  - 11) 设置 AV4036【频率】[频率步进] 1 [MHz], 频率【↑】, 【幅度】-40[dBm], [衰减自动 手动]8dB, 【频标】1[MHz], 【带宽】[视频平均 开 关] 10[确认], 【单扫】, 并等待扫描完成。
  - 12) 在 AV4036 上按【频标】1[MHz], 将此时的差值频标幅度作为 1MHz 偏离处的单边带噪声。并在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值。
  - 13) 设置 AV4036【频率】【↓】【↓】, 【频标】-1[MHz], 【单扫】, 将此时的差值频标幅度作为-1MHz 偏离处的单边带噪声。并在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值。频率【↑】。
  - 14) 设置 AV4036【幅度】[参考电平]为 10[dBm], 【扫描】, [扫描 连续 单次], 【频标】[频标关], 置 E8254A 频率为 1.0GHz, 幅度为 10dBm。
  - 15) 在 AV4036 上按【峰值】, 【频标】[差值频标] [频标功能>>] [噪声频标 开 关]。
  - 16) 【频率】[频率步进] 6 [MHz], 频率【↑】, 【幅度】-40[dBm], [衰减自动 手动]6dB, 【频标】6[MHz], 【带宽】[视频平均 开 关] 10[确认], 【单扫】, 并等待扫描完成。将此时的差值频标幅度作为 6MHz 偏离处的单边带噪声。并在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值。
  - 17) 在 AV4036 上按【频率】【↓】【↓】, 【单扫】, 并等待扫描完成。【频标】-6[MHz], 将此时的差值频标幅度作为 -6MHz 偏离处的单边带噪声。并在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值。按【频率】【↑】。

- 18) 对于 10MHz 频率步进重复 16 到 17 步,并在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标幅度值, 作为+10MHz 和-10MHz 偏离处的单边带噪声。

## 9 剩余调频

**描述:** 该项目测量频谱分析仪固有的短期频率不稳定性。把一个稳定的信号加在频谱分析仪输入上,把频谱分析仪设置成零频宽,并且信号为在 10Hz 分辨率带宽的边带上检测出来的幅度的偏离量。频谱分析仪本振系统的任何不稳定性通过混频过程传输到中频。通过乘以 10Hz 滤波器斜



率测试设备斜率,幅度偏离量转化为频率偏离,即剩余调频。

图 6-7 剩余调频测试设置

### a) 测试设备

合成信号发生器..... E8254A

### b) 测试步骤

- 1) 如图 6-7 接测试设备。
- 2) 设置 E8254A 的频率为 1GHz,幅度为 0dBm。
- 3) 在 AV4036 上按【复位】,如下设置 AV4036:  
中心频率 ..... 1GHz  
频宽 ..... 1MHz
- 4) 在 AV4036 上按【峰值】,【频率】[信号跟踪 开 关],【频宽】5[kHz]。等待信号在 5kHz 频宽下居于中心。
- 5) 在 AV4036 上按【带宽】10[Hz],【频宽】100[Hz]。等待信号在 100Hz 频宽下居于中心。
- 6) 在 AV4036 上按【频率】 [信号跟踪 开 关],【幅度】[幅度刻度] 2 [dB]。
- 7) 在 AV4036 频谱分析仪上按【峰值】,【频标→】[频标→中心][频标→参考],【峰值】,【频标】[差值频标]。
- 8) 在 AV4036 上逆时针旋转转轮直到差值频标幅度是-5dB,此时的频标点为 1Hz 步进,选取最接近-5dB 的频标点。在 AV4036 上按【频标】[差值频标]。
- 9) 在 AV4036 上逆时针旋转转轮直到差值频标幅度是-10dB,此时的频标点为 1Hz 步进,选取最接近-10dB 的频标点。
- 10) 记录此时的差值频标的频率差值  $\Delta F$  和幅度差值  $\Delta L$ ,计算此时的解调灵敏度  $S$  并记录:

$$S = \Delta F / \Delta L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz/dBc}$$

- 11) 在 AV4036 上按【峰值】,【频标】[差值频标],在 AV4036 上逆时针旋转转轮直到差值频标幅度是-10dB,此时的频标点为 1Hz 步进,选取最接近-10dB 的频标点。【频标→】[频标→中心],【频宽】[零频宽]。
- 12) 如果显示的轨迹不在参考电平以下大约 5 格,则按【频率】并用转轮来调整中心频率直到轨迹在参考电平下接近 5 格。



中心频率 .....	100MHz
频宽 .....	10MHz
参考电平 .....	-20dBm
幅度刻度 .....	1dB

- 6) 调整合成扫频信号发生器#1E8257D 输出功率电平使得 E4419B 显示读数在  $+10\text{dBm} \pm 0.01\text{dB}$ 。
- 7) 将 E8257D 射频输出关。
- 8) 从射频定向耦合器上卸掉功率探头。用连接器而不是电缆连接射频定向耦合器和频谱分析仪输入端口连接。
- 9) 在 E8254A 上调整功率电平使得信号在频谱分析仪参考电平下 2dB 到 3dB(2 到 3 格)。
- 10) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 11) 将 E8257D 射频输出开。
- 12) 在频谱分析仪上按【峰值】[次峰值]。频标应该在较低的幅度信号上，而不是在远离屏幕顶的信号上。如果它不在较低的幅度信号上，则用前面板的旋轮重新置频标到它的峰值。读出差值频标幅度。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度读数的绝对值作为 20MHz~200MHz 频段增益压缩。

#### 1dB 增益压缩，200MHz~4GHz

- 13) 设置频谱分析仪中心频率 2GHz，E8257D 频率为 2.003GHz 和 E8254A 频率为 2GHz。
- 14) 设置 E4419B 频率为 2.003GHz。
- 15) 从频谱分析仪卸掉射频定向耦合器，使用 AV70603 定向耦合器，连接它到 HP8487A 功率探头上。
- 16) 调整 E8257D 输出功率电平，使 E4419B 读数在  $+13\text{dBm} \pm 0.01\text{dB}$ 。
- 17) 将 E8257D 射频输出关掉。
- 18) 连接定向耦合器到频谱分析仪输入端口。关闭频谱分析仪的频标。
- 19) 在 E825A 上调整功率电平使得信号在频谱分析仪参考电平下 2dB 到 3dB (2 到 3 格)。
- 20) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 21) 将 E8257D 射频输出打开。
- 22) 在频谱分析仪上按【峰值】[次峰值]。频标应该在较低的幅度信号上。如果它不在较低的幅度信号上，则用前面板的旋轮重新置频标到它的峰值，读出差值频标幅度。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度读数的绝对值作为 200MHz~4GHz 频段增益压缩。

#### 1dB 增益压缩，4GHz~9GHz

- 23) 设置频谱分析仪中心频率 5GHz，E8257D 频率为 5.003GHz 和 E8254A 频率为 5GHz。
- 24) 设置 E4419B 频率为 5.003GHz。
- 25) 从频谱分析仪卸掉定向耦合器，重新连接它到 HP8487A 功率探头上。
- 26) 调整 E8257D 输出功率电平，使 HP4419 读数在  $+13\text{dBm} \pm 0.01\text{dB}$ 。
- 27) 将 E8257D 射频输出关掉。
- 28) 连接定向耦合器到频谱分析仪输入端口。关闭频谱分析仪的频标。
- 29) 在 E8254A 调整功率电平使得信号在频谱分析仪参考电平下 2dB 到 3dB (2 到 3 格)。
- 30) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 31) 将 E8257D 射频输出打开。



- 32) 在频谱分析仪上按【峰值】[次峰值]。频标应该在较低的幅度信号上。如果它不在较低的幅度信号上，则用前面板的旋轮重新置频标到它的峰值。读出差值频标幅度。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度读数的绝对值作为 4GHz~9GHz 频段增益压缩。

#### 1dB 增益压缩, 9GHz~26.5GHz

- 33) 设置频谱分析仪中心频率 10GHz, E8257D 频率为 10.003GHz 和 E8254A 频率为 10GHz。  
 34) 设置 E4419B 【FREQ】10.003GHz。  
 35) 从频谱分析仪卸掉定向耦合器，重新连接它到 HP8487A 功率探头上。  
 36) 调整 E8257D 输出功率电平，使 E4419B 读数在+8dBm±0.01dB。  
 37) 将 E8257D 射频输出关掉。  
 38) 连接定向耦合器到频谱分析仪输入端口。关闭频谱分析仪的频标。  
 39) 在 E8254A 调整功率电平使得信号在频谱分析仪参考电平下 2dB 到 3dB（2 到 3 格）。  
 40) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标】[差值频标]。  
 41) 将 E8257D 射频输出打开。  
 42) 在频谱分析仪上按【峰值】[次峰值]。频标应该在较低的幅度信号上。如果它不在较低的幅度信号上，则用前面板的旋轮重新置频标到它的峰值。读出差值频标幅度。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度读数的绝对值作为 9GHz~26.5GHz 频段增益压缩。

#### 1dB 增益压缩, 26.5GHz~50GHz

- 43) 设置频谱分析仪中心频率 30GHz, E8257D 频率为 30.003GHz 和 E8254A 频率为 30GHz。  
 44) 设置 E4419B 【FREQ】30.003GHz。  
 45) 从频谱分析仪卸掉定向耦合器，重新连接它到 HP8487A 功率探头上。  
 46) 调整 E8257D 输出功率电平，使 E4419B 读数在+10dBm±0.01dB。  
 47) 将 E8257D 射频输出关掉。  
 48) 连接定向耦合器到频谱分析仪输入端口。关闭频谱分析仪的频标。  
 49) 在 E8254A 调整功率电平使得信号在频谱分析仪参考电平下 2dB 到 3dB（2 到 3 格）。  
 50) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标】[差值频标]。  
 51) 将 E8257D 射频输出打开。  
 52) 在频谱分析仪上按【峰值】[次峰值]。频标应该在较低的幅度信号上。如果它不在较低的幅度信号上，则用前面板的旋轮重新置频标到它的峰值。读出差值频标幅度。“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度读数的绝对值作为 26.5GHz~50GHz 频段的增益压缩。

### 11 显示平均噪声电平

**描述:** 测量频谱分析仪的每个波段的显示平均噪声电平。频谱分析仪的输入端接 50Ω 匹配器。用频标来定位每个波段具有最大响应的频率点，然后读出窄频宽下的平均噪声。如果在设定频标处有剩余响应，应该将频标偏离剩余响应，保证测量的准确度。噪声频标读数被归一化为 1Hz 噪声带宽，用来对选取频率处的峰值进行平均和归一化修正。对于高斯白噪声，将测量结果减去 2.5dB 的修正量，即为显示平均噪声电平。2.5dB 为取样检波器对噪声的欠加重和对数电平值的平均。

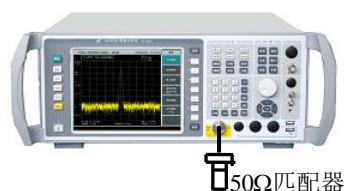


图 6-9 显示平均噪声测试设置

- a) 测试设备  
50Ω 匹配器
- b) 测试步骤
- 1) 按图 6-9 所示把 50Ω 匹配器和连接器连在频谱分析仪的输入 50Ω 上。在 AV4036 上按【复位】，并进行全部中频校准。

#### 显示平均噪声，0 波段（10MHz~200MHz）

- 2) 如下设置频谱分析仪：
 

起始频率 .....	10MHz
终止频率 .....	200MHz
参考电平 .....	-50dBm
频标 .....	所有频标关
分辨率带宽 .....	1MHz
视频带宽 .....	10kHz
检波方式 .....	取样检波
- 3) 按【频标】[频标功能][噪声频标 开 关]，【峰值】。
- 4) 按【频标→】[频标→中心]。如下设置：
 

频宽 .....	100Hz
参考电平 .....	-70dBm
衰减器 .....	0dBm
- 5) 按【带宽】[分辨率带宽 自动 手动][视频平均 开 关] 5[确认]，【单扫】，等待直到 Avg 5 出现在屏幕左边。
- 6) 读出频标幅度值，作为 10MHz 到 200MHz 频段的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，0 波段（200MHz~1GHz）

- 7) 如下设置频谱分析仪：
 

扫描 .....	连续
起始频率 .....	200MHz
终止频率 .....	1GHz
参考电平 .....	-50dBm
频标 .....	所有频标关
分辨率带宽 .....	1MHz
视频带宽 .....	10kHz
检波方式 .....	取样检波
- 8) 重复 3 到 5 步。
- 9) 读出频标幅度值，作为 200MHz 到 1GHz 频段的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，0 波段（1GHz~2GHz）

- 10) 如下设置频谱分析仪：
 

扫描 .....	连续
起始频率 .....	1GHz
终止频率 .....	2GHz
参考电平 .....	-50dBm

频标.....	所有频标关
分辨率带宽.....	1MHz
视频带宽.....	10kHz
检波方式.....	取样检波

11) 重复 3 到 5 步。

12) 读出频标幅度值，作为 1GHz 到 2GHz 频段的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，0 波段（2GHz~3GHz）

13) 如下设置频谱分析仪：

扫描.....	连续
起始频率.....	2GHz
终止频率.....	3GHz
参考电平.....	-50dBm
频标.....	所有频标关
分辨率带宽.....	1MHz
视频带宽.....	10kHz
检波方式.....	取样检波

14) 重复 3 到 5 步。

15) 读出频标幅度值，作为 2GHz 到 3GHz 频段的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，0 波段（3GHz~4GHz）

16) 如下设置频谱分析仪：

扫描.....	连续
起始频率.....	3GHz
终止频率.....	4GHz
参考电平.....	-50dBm
频标.....	所有频标关
分辨率带宽.....	1MHz
视频带宽.....	10kHz
检波方式.....	取样检波

17) 重复 3 到 5 步。

18) 读出频标幅度值，作为 3GHz 到 4GHz 频段的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，1 波段（4GHz~9GHz）

19) 如下设置频谱分析仪：

扫描.....	连续
参考电平.....	-50dBm
起始频率.....	4GHz
终止频率.....	9GHz
频标.....	所有频标关
分辨率带宽.....	1MHz
视频带宽.....	10kHz
视频平均.....	关
检波方式.....	取样检波

- 20) 重复 3 到 5 步。
- 21) 读出频标幅度值, 作为 4GHz 到 9GHz 频段的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声, 2 波段 (9GHz~18GHz)

- 22) 如下设置频谱分析仪:
- |             |        |
|-------------|--------|
| 扫描 .....    | 连续     |
| 参考电平 .....  | -50dBm |
| 起始频率 .....  | 9GHz   |
| 终止频率 .....  | 18GHz  |
| 频标 .....    | 所有频标关  |
| 分辨率带宽 ..... | 1MHz   |
| 视频带宽 .....  | 10kHz  |
| 视频平均 .....  | 关      |
| 检波方式 .....  | 取样检波   |
- 23) 重复 3 到 5 步。
- 24) 读出频标幅度值, 作为 9GHz 到 18GHz 的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声, 3 波段 (18GHz~20GHz)

- 25) 如下设置频谱分析仪:
- |             |        |
|-------------|--------|
| 扫描 .....    | 连续     |
| 参考电平 .....  | -50dBm |
| 起始频率 .....  | 18GHz  |
| 终止频率 .....  | 20GHz  |
| 频标 .....    | 所有频标关  |
| 分辨率带宽 ..... | 1MHz   |
| 视频带宽 .....  | 10kHz  |
| 视频平均 .....  | 关      |
| 检波方式 .....  | 取样检波   |
- 26) 重复 3 到 5 步。
- 27) 读出频标幅度值, 作为 18GHz 到 20GHz 的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声, 3 波段 (20GHz~26.5GHz)

- 28) 如下设置频谱分析仪:
- |             |        |
|-------------|--------|
| 扫描 .....    | 连续     |
| 参考电平 .....  | -50dBm |
| 起始频率 .....  | 20GHz  |
| 终止频率 .....  | 26.5GH |
| 频标 .....    | 所有频标关  |
| 分辨率带宽 ..... | 1MHz   |
| 视频带宽 .....  | 10kHz  |
| 视频平均 .....  | 关      |
| 检波方式 .....  | 取样检波   |
- 29) 重复 3 到 5 步。

- 30) 读出频标幅度值，作为 20GHz 到 26.5GHz 的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，4 波段 (26.5GHz~40GHz)

- 31) 如下设置频谱分析仪：
- |            |         |
|------------|---------|
| 扫描.....    | 连续      |
| 参考电平.....  | -50dBm  |
| 起始频率.....  | 26.5GHz |
| 终止频率.....  | 40GHz   |
| 频标.....    | 所有频标关   |
| 分辨率带宽..... | 1MHz    |
| 视频带宽.....  | 10kHz   |
| 视频平均.....  | 关       |
| 检波方式.....  | 取样检波    |
- 32) 重复 3 到 5 步。
- 33) 读出频标幅度值，当作 26.5GHz 到 40GHz 的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

#### 显示平均噪声，5 波段 (40GHz~50GHz)

- 34) 如下设置频谱分析仪：
- |            |        |
|------------|--------|
| 扫描.....    | 连续     |
| 参考电平.....  | -50dBm |
| 起始频率.....  | 40GHz  |
| 终止频率.....  | 50GHz  |
| 频标.....    | 所有频标关  |
| 分辨率带宽..... | 1MHz   |
| 视频带宽.....  | 10kHz  |
| 视频平均.....  | 关      |
| 检波方式.....  | 取样检波   |
- 35) 重复 3 到 5 步。
- 36) 读出频标幅度值，当作 40GHz 到 50GHz 的显示平均噪声电平并记录在“AV4036 记录表”对应测试项中。设置 AV4036【带宽】[视频平均 开 关]。

## 12 镜像 多重和带外响应

**描述：** 在所有频率波段上测试镜像，多重和带外响应。信号加在频谱分析仪的输入 50Ω上，进行参考幅度测量。然后把合成扫频信号发生器调在一个能引起镜像、多重或带外响应的频率上，测量并记录显示在频谱分析仪上的幅度。测试步骤中如果输入测试频率点超出仪器最高工作频率不作测试。

### a) 测试设备

合成信号发生器.....	E8254A
--------------	--------

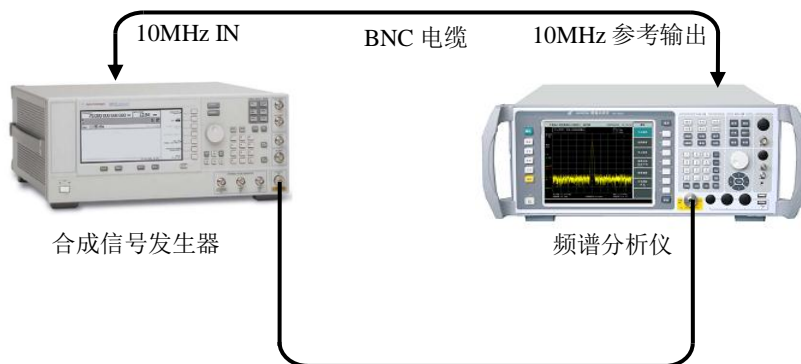


图 6-10 镜像，多重和带外响应测试设置

## b) 测试步骤

**波段 0 (3Hz~4GHz)**

- 1) 如图 6-10 连接仪器。
- 2) 在 E8254A 复位后，设置频率为 2GHz，功率为-10dBm，外参考。
- 3) 在 AV4036 上按【复位】，如下设置：
 

中心频率 .....	2GHz
频宽 .....	10kHz
参考电平 .....	-10dBm
衰减器 .....	0dB
分辨率带宽 .....	100Hz
视频带宽 .....	10Hz
- 4) 调整 E8254A 功率电平使信号峰值接近 AV4036 的参考电平。
- 5) 在 AV4036 上按【峰值】【频标→】[频标→参考]【峰值】【频标】[差值频标]。
- 6) 设置 E8254A 为“AV4036 记录表”对应测试项中列出的对应 2GHz 可能出现镜像，多重和带外响应的每个频率点。
- 7) 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度值作为响应幅度，重复 6 到 7 步。

**波段 1 (4GHz~9GHz)**

- 8) 在 AV4036 上按【频率】[中心频率] 5[GHz]。
- 9) 设置 E8254A 的频率为 5GHz，幅度为-10dBm。
- 10) 调整 E8254A 功率电平使信号峰值接近 AV4036 的参考电平。
- 11) 在 AV4036 上按【峰值】，【频标→】[频标→参考]，【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 12) 设置 E8254A 为“AV4036 记录表”对应测试项中列出的对应 5GHz 可能出现镜像，多重和带外响应的每个频率点。
- 13) 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度值作为响应幅度，重复 12 到 13 步。

**波段 2 (9GHz~18GHz)**

- 14) 在 AV4036 上按【频率】[中心频率] 9[GHz]。
- 15) 设置 E8254A 频率为 9GHz，幅度为-10[dBm]。
- 16) 调整 E8254A 功率电平使信号峰值接近 AV4036 的参考电平。
- 17) 在 AV4036 上按【峰值】，【频标→】[频标→参考]，【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 18) 设置 E8254A 为“AV4036 记录表”对应测试项中列出的对应 9GHz 可能出现镜像，多

重和带外响应的每个频率点。

- 19) 在“AV4036 记录表”对应项中记录差值频标幅度值作为响应幅度，重复 18 到 19 步。

### 波段 3 (18GHz~26.5GHz)

- 20) 在 AV4036 上按【频率】[中心频率] 18[GHz]。  
 21) 设置 E8254A 频率为 18GHz，幅度为-10dBm。  
 22) 调整 E8254A 功率电平使信号峰值接近 AV4036 的参考电平。  
 23) 在 AV4036 上按【峰值】，【频标→】[频标→参考]，【峰值】，【频标】[差值频标]。  
 24) 设置 E8254A 为“AV4036 记录表”对应测试项中列出的对应 18GHz 可能出现镜像，多重和带外响应的每个频率点。  
 25) 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度值作为响应幅度，重复 24 到 25 步。

### 波段 4、5 (26.5GHz~50GHz)

- 26) 在 AV4036 上按【频率】[中心频率] 35[GHz]，【幅度】30[-dBm]。  
 27) 设置 E8254A 频率为 35GHz，幅度为 -10[dBm]。  
 28) 调整 E8254A 功率电平使信号峰值接近 AV4036 的参考电平。  
 29) 在 AV4036 上按【峰值】【频标→】[频标→参考]，【峰值】【频标】[差值频标]。  
 30) 设置 E8254A 为“AV4036 记录表”对应测试项中列出的对应 35GHz 可能出现镜像，多重和带外响应的每个频率点。  
 31) 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标幅度值作为响应幅度，重复 30 到 31 步。

## 13 剩余响应

**描述:** 测试波段 0 和波段 1 的剩余响应，测试频谱分析仪的剩余响应，信号输入 50Ω端口接 50Ω匹配负载。

- a) 测试设备  
 50Ω匹配负载  
 b) 测试步骤

### 剩余响应，波段 0 (200kHz~4GHz)

- 1) 按照图 6-9 连接仪器。在频谱分析仪信号输入 50Ω端口上连接一个 50Ω匹配器。按【复位】，如下设置频谱分析仪：
- |            |         |
|------------|---------|
| 中心频率.....  | 15.2MHz |
| 频率步进.....  | 28.5MHz |
| 频宽.....    | 30MHz   |
| 参考电平.....  | -50dBm  |
| 衰减器.....   | 0dB     |
| 分辨率带宽..... | 10kHz   |
- 2) 噪声电平应该在显示线下至少 6dB。如果不是，则有必要减小频宽和分辨率带宽来减小噪声电平。如果频宽减小，则把频率步进减小到不超过频宽的 95%。如果此时零频信号幅度高于-90dBm，需要用旋轮调节起始频率点，使噪声电平小于-90dBm。
- 3) 如果怀疑有剩余响应，则再按【单扫】。剩余响应将持续出现，而噪声峰值将消失，注意观察任何在显示线上的响应的频率和幅度，记录最大的响应信号的幅度值。
- 4) 如果响应是在边缘的，则如下检测响应幅度：  
 按【文件】[保存][保存类型][状态][返回][立即保存]。

按【频标】，把频标放在被怀疑响应的峰值上。

按【频标→】和[频标→中心]。

按【频宽】【↓】【↓】【↓】【↓】，【扫描】[扫描 单次 连续]，【峰值】，【频标→】[频标→中心]。

按【带宽】 [分辨率带宽 自动 手动]。

继续减小频宽直到分辨率带宽为 1kHz。如果响应是与合成有关的，则当频宽减小时它可能消失。如果是这种情况，则尽可能在最窄的频宽和 1kHz 分辨率带宽下测量幅度。

- 5) 按 2 到 4 步检查频率到 4.05GHz 的剩余响应。按【频率】[中心频率] 【↑】，改变中心频率。
- 6) 将测得响应最大值记录在“AV4036 记录表”对应测试项中“200kHz 到 4GHz”结果测量值处，作为 0 波段的剩余响应。

#### 剩余响应，波段 1 (4GHz~9GHz)

- 7) 在频谱分析仪上按【频率】 [中心频率] 4[GHz]。
- 8) 按[中心频率] 【↑】，按照 2 到 6 步检查 4GHz 到 9GHz 的剩余响应。
- 9) 将测得响应最大值记录在“AV4036 记录表”对应测试项中“4GHz 到 9GHz”结果测量值处作为 1 波段的剩余响应。

#### 14 参考电平不确定度

**描述：**考核 AV4036 中频开关增益的误差。对于每次测试，一个信号显示在参考电平附近。输入信号电平减小时也减小频谱分析仪参考电平（中频增益增大）。因此信号电平在精确的步进下减小，参考电平和信号电平之间的任何误差都是由频谱分析仪的中频增益产生的。信号发生器和频谱分析共时基。

##### a) 测试设备

信号发生器..... E8254A

##### b) 测试步骤

- 1) 如图 6-10 连接设备。频谱分析仪为 E8254A 提供频率参考。
- 2) 设置 E8254A 频率为 50MHz，幅度为 0dBm，幅度步进量为 10dB。
- 3) 在频谱分析仪上按【复位】【系统】[校准>>][校准全部中频]等待中频调整结束，然后如下设置：
 

中心频率 .....	50MHz
频宽 .....	100Hz
幅度刻度 .....	1dB
分辨率带宽 .....	10Hz
- 4) 按【峰值】。
- 5) 用旋轮调整 E8254A 的输出幅度，使得信号在频谱分析仪参考电平下 2 到 3 格。
- 6) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标】[差值频标]。
- 7) 在 E8254A 上将其输出功率向下步进一次。
- 8) 设置频谱分析仪参考电平【幅度】 [参考电平] 10[-dBm]，【单扫】，等待扫描完成。
- 9) 记录频谱分析仪差值频标幅度读数，并如下计算（频谱分析仪差值频标幅度读数-当前设置的参考电平），在“AV4036 记录表”对应测试项中把计算值作为当前参考电平的中频增益不确定度记录下来。
- 10) 对于“AV4036 记录表”对应测试项中所列剩余的频谱分析仪参考电平设置重复 7 到 9 步。



## 15 刻度保真度

**描述:** 在 10dB/格下测试保真度, 测试设置在分辨率带宽为 10Hz 下, 输入信号起始幅度设置在 0dBm 参考电平上。当信号幅度降低时, 显示的信号幅度同参考电平相比较。频谱分析仪为信号发生器提供 10MHz 参考。

## a) 测试设备

信号发生器..... E8254A

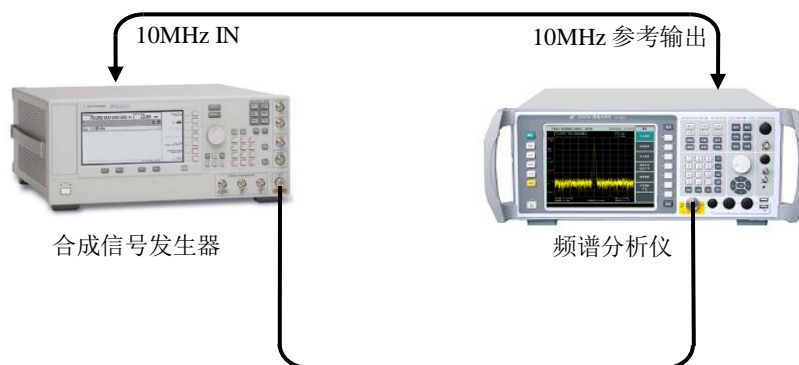


图 6-11 刻度保真度测试设置

## b) 测试步骤

1) 如图 6-11 连接仪器。AV4036 为 E8254A 提供频率参考。

2) 如下设置 AV4036:

扫描..... 连续  
中心频率..... 45MHz  
参考电平..... 0dBm  
频标..... 关  
频宽..... 100Hz  
分辨率带宽..... 10Hz

3) 设置 E8254A 频率为 45MHz, 幅度为 0dBm, 幅度步进量为 0.02dB。

4) 在 AV4036 上按【峰值】。

5) 在 E8254A 上按【Amplitude】并使用【↑】和【↓】键调整幅度直到频谱分析仪频标精确地读出 0dBm±0.02dB。设置 E8254A 幅度步进量为 10dB。

6) 在频谱分析仪上按【单扫】, 【峰值】, 【频标】[差值频标]。

7) 在 E8254A 上按【↓】键, 在频谱分析仪上按【单扫】并等待完成新扫描。当频谱分析仪差值频标的读数小于等于 -70dBm 时, 应该在频谱分析仪上按下【带宽】[分辨率带宽 自动 手动] [视频平均 开 关] 10[确认], 等待频谱分析仪显示屏左面 Avg 10 显示后读出差值频标的幅度读数。

8) 如下计算 (频谱分析仪差值频标幅度读数-当前设置的参考电平), 并将计算数据记录在“AV4036 记录表”对应测试项中, 重复 7 到 8 步。

## 16 频率响应

**描述:** 合成扫频信号发生器的输出经过功分器到功率探头和频谱分析仪。对每个频率点, 频谱分析仪的频标读数与功率计的读数之差就是频率响应数据。

## a) 测试设备

合成信号发生器..... E8254A  
功率计..... E4419B  
功率探头..... HP8487A

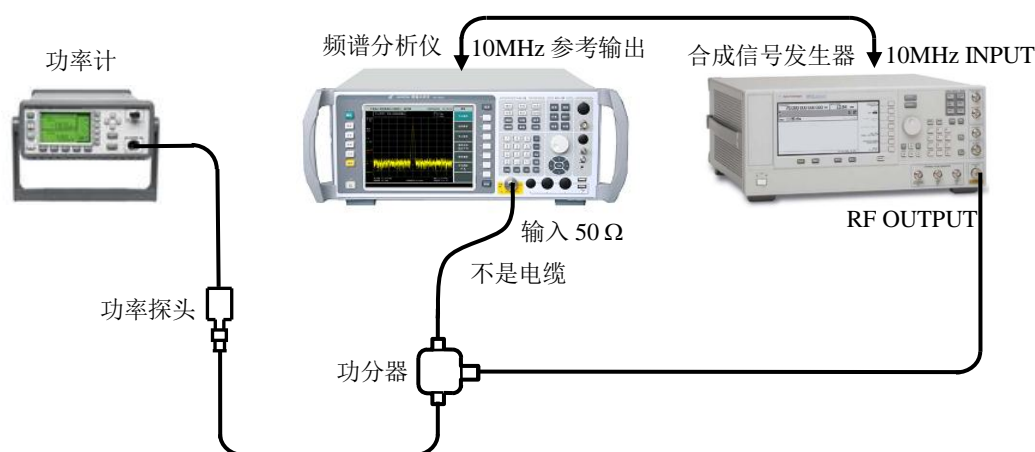


图6-12 频率响应测试设置，50MHz到40GHz

## b) 测量步骤

**300MHz 校准信号幅度准确度**

- 1) 接功率探头 HP8487A 到 E4419B 功率计上，并校零。
- 2) 如图 6-12 连接测试设备。
- 3) 将 E8254A 复位后频率设为 300MHz，频率步进为 200MHz，幅度为-14dBm。
- 4) 在频谱分析仪上按【复位】，并进行全部中频校准。如下设置
 

中心频率 .....	300MHz
频率步进 .....	200MHz
频宽 .....	0Hz
参考电平 .....	0dBm
分辨率带宽 .....	1MHz
视频带宽 .....	1kHz

 在频谱分析仪上按【频标】。
- 5) 设置功率计【FREQ】为 300【MHz】，调节合成信号发生器输出幅度，使功率计读数为-20dBm。读取频谱分析仪此时的频标幅度值，记录在表 6-1 中作为频谱分析仪频标读数 1。
- 6) 设置频谱分析仪，【系统】，[输入输出] [输入端口 射频 300M]，在表 6-1 中记录频谱分析仪频标读数作为频谱分析仪频标读数 2。计算并记录 300MHz 校准信号幅度准确度：

$$300\text{MHz 校准信号幅度准确度} = \text{频谱分析仪频标读数 1} - \text{频谱分析仪频标读数 2}。$$

**频率响应，波段 0 (10MHz~4GHz) ( $\geq 50\text{MHz}$ )**

- 7) 设置 E8254A 中心频率为 50MHz。
- 8) 在 AV4036 上按【频率】 [中心频率] 50[MHz]。
- 9) 设置功率计【FREQ】为 50【MHz】。
- 10) 在表 6-2 中记录 AV4036 频标读数和功率计读数。计算并记录相应频率点的频率响应数据：

$$\text{频率响应数据} = \text{AV4036 频标读数} - \text{功率计读数}$$

- 11) 在 E8254A 上按【FREQUENCY】【↑】。在频谱分析仪上按【频率】【↑】。

- 12) 设置功率计频率为“AV4036”表 6-2 中所列的下一频率，表 6-2 中的每个频率点上，重复 10 到 12 步。

#### 频率响应，波段 1 (4GHz~9GHz)

- 13) 在 AV4036 上按【频率】4.05[GHz]。  
14) 设置 E8254A 中心频率为 4.05GHz。  
15) 在表 6-3 中记录 AV4036 频标读数和功率计读数。计算并在表 6-3 中记录相应频率点的频率响应数据：

$$\text{频率响应数据} = \text{AV4036 频标读数} - \text{功率计读数}$$

- 16) 在 E8254A 上按【FREQUENCY】【↑】，在 AV4036 上按【频率】【↑】。  
17) 设置功率计频率为表 6-3 中所列的下一频率，在表 6-3 中的每个频率上，重复到 15 到 17 步。

#### 频率响应，波段 2 (9GHz~18GHz)

- 18) 在 AV4036 上按【频率】9.05[GHz] [频率步进] 500 [MHz]。  
19) 设置 E8254A 频率为 9.05GHz 频率步进为 500MHz。  
20) 在表 6-4 中记录 AV4036 频标读数和功率计读数。计算并在表 6-4 中记录相应频率点的频率响应数据：

$$\text{频率响应数据} = \text{AV4036 频标读数} - \text{功率计读数}$$

- 21) 在 E8254A 上按【FREQUENCY】【↑】，在 AV4036 上按【频率】【↑】  
22) 设置功率计频率为在“AV4036”表 6-4 中所列的下一频率。在表 6-4 中的每个频率上，重复 20 到 22 步。

#### 频率响应，波段 3 (18GHz~26.5GHz)

- 23) 在 AV4036 上按【频率】18.05[GHz]， [频率步进] 500 [MHz]。  
24) 设置 E8254A 频率为 18.05GHz，频率步进为 500MHz。  
25) 在表 6-5 中记录 AV4036 频标读数和功率计读数。计算并在表 6-5 中记录相应频率点的频率响应数据：

$$\text{频率响应数据} = \text{AV4036 频标读数} - \text{功率计读数}$$

- 26) 在 E8254A 上按【FREQUENCY】【↑】，在 AV4036 上按【频率】【↑】。  
27) 设置功率计频率为在表 6-5 中所列的下一频率。在表 6-5 中的每个频率上，重复 25 到 27 步。

#### 频率响应，波段 4 (26.5GHz~40GHz)

- 28) 在 AV4036 上按【频率】26.55[GHz] [频率步进] 500[MHz]。  
29) 设置 E8254A 频率为 26.55GHz，频率步进为 500MHz。  
30) 在表 6-6 中记录 AV4036 频标读数和功率计读数。计算并在表 6-6 中记录相应频率点的频率响应数据：

$$\text{频率响应数据} = \text{AV4036 频标读数} - \text{功率计读数}$$

- 31) 在 E8254A 上按【FREQUENCY】【↑】，在 AV4036 上按【频率】【↑】  
32) 设置功率计频率为在表 6-6 中所列的下一频率。在表 6-6 中的每个频率上，重复 30 到 32 步。

#### 频率响应，波段 5 (40GHz~50GHz)

- 33) 在 AV4036 上按【频率】40.05[GHz] [频率步进] 500[MHz]。  
34) 设置 E8254A 频率为 40.05GHz，频率步进为 500MHz。  
35) 在表 6-7 中记录 AV4036 频标读数和功率计读数。计算并在表 6-7 中记录相应频率点的

频率响应数据：

频率响应数据 = AV4036 频标读数 - 功率计读数

- 36) 在 E8254A 上按【FREQUENCY】【↑】，在 AV4036 上按【频率】【↑】
- 37) 设置功率计频率为在表 6-7 中所列的下一频率。在表 6-7 中的每个频率上，重复 35 到 37 步。

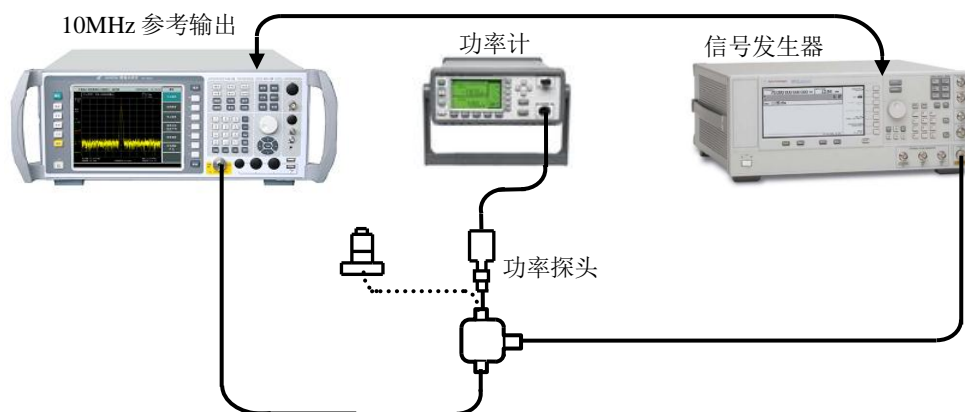


图 6-13 频率响应测试设置，<50MHz

#### 频率响应，波段 0（3Hz~4GHz）（<50MHz）

- 38) 如下设置 AV4036:
 

中心频率 .....	50MHz
频宽 .....	1kHz
分辨率带宽 .....	100Hz
频标 .....	所有频标关
- 39) 如图 6-13 连接测试设备，把功率探头连接在功分器上。
- 40) 设置 E8254A 频率为 300MHz，幅度为-4dBm，幅度步进量为 0.02dB。
- 41) 设置 E4419B 频率为 300MHz。
- 42) 调整 E8254A 的幅度直到 E4419B 显示读数与第 6 步记录的值相同。
- 43) 用 50Ω 匹配器代替 HP8487A 功率探头。
- 44) 在 AV4036 上按【峰值】【频标】[差值频标]。
- 45) 设置 AV4036 中心频率和 E8254A 的频率为表 6-8 中所列的频率，在每个频率点上，记录差值频标读数在“相对 50MHz 频率响应”栏里。
- 46) 对表 6-8 中所列的每个频率点，从第 45 步记录的相对“300MHz 频率响应”加上在表 6-1 中的第 3 栏的 300MHz 频响。在表 6-8 中的 3 栏把结果作为当前点频率响应记录下来。

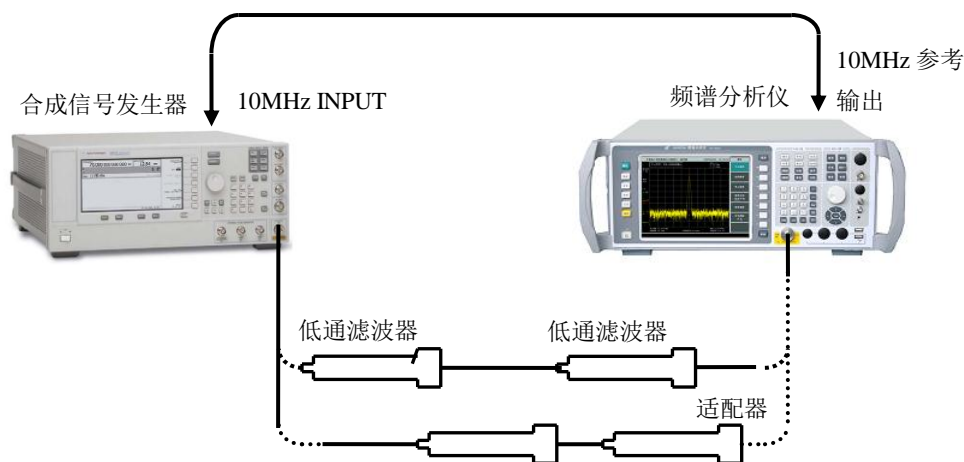
#### 测试结果

- 47) 频率响应：从表 6-1 和表 6-8 中找出频率小于 3GHz 的测试点中的最正的数和最负的数分别记录在《AV4036 记录表》对应测试项中“3Hz~4GHz: 最大正响应”和“3Hz~4GHz: 最大负响应”的测量值处。
- 48) 频率响应：从表 6-2 中找出最正的数和最负的数分别记录在《AV4036 记录表》对应测试项中“4GHz~9GHz: 最大正响应”和“4GHz~9GHz: 最大负响应”的测量值处。
- 49) 频率响应：从表 6-3 中找出最正的数和最负的数分别记录在《AV4036 记录表》对应测试项中“9GHz~18GHz: 最大正响应”和“9GHz~18GHz: 最大负响应”的测量值处。

- 50) 频率响应: 从表 6-4 中找出最正的数和最负的数分别记录在《AV4036 记录表》对应测试项中“18GHz~26.5GHz:最大正响应”和“18GHz~26.5GHz:最大负响应”的测量值处。
- 51) 频率响应: 从表 6-5、6-7 中找出最正的数和最负的数分别记录在《AV4036 记录表》
- 52) 对应测试项中“26.5GHz~50GHz 最大正响应”和“26.5GHz~50GHz 最大负响应”的测量值处。

### 17 二次谐波失真

**描述:** 合成扫频信号发生器经低通滤波器为频谱分析仪测量二次谐波失真提供信号。低通滤波器消除来自于信号发生器的任何谐波失真。合成扫频信号发生器锁定在频谱分析仪的 10MHz 参



考上。

图 6-14 二次谐波失真测试设置

- a) 测试设备
- 合成信号发生器 ..... E8254A
- 1.6GHz低通滤波器2个
- 3.1GHz低通滤波器 2个
- 7GHz低通滤波器2个
- 26.5GHz低通滤波器2个

b) 测试步骤

#### 谐波失真 <2GHz

- 1) 用 1.6GHz 低通滤波器和 BNC 电缆如图 6-14 连接仪器，频谱分析仪为合成扫频信号发生器提供频率参考。
- 2) 将 E8254A 设置频率为 1.6GHz，幅度为-30dBm，幅度步进 0.05dB，射频输出开，外参考。
- 3) 在频谱分析仪上按【复位】，如下设置：  
中心频率.....1.6GHz  
频宽.....1kHz  
参考电平.....-30dBm
- 4) 在频谱分析仪上按【峰值】。调整 E8254A 功率电平使频谱分析仪读数为-30dBm±0.1dB。
- 5) 在频谱分析仪上按【单扫】然后等待扫描结束。按【峰值】，【频标→】[频标→步进]，然后再按【频标】[差值频标]，【频率】[↑]。
- 6) 按【单扫】。
- 7) 在频谱分析仪完成一次新扫描后按【峰值】。把差值频标读数记录在“AV4036 记录表”对应测试项中作为二次谐波失真值 (<2GHz)。

**谐波失真 2GHz 到 4.5GHz**

- 8) 如图 6-14 连接仪器, 使用 4GHz 低通滤波器。
- 9) 设置 E8254A 的频率为 4GHz, 幅度为 0dBm。
- 10) 如下设置频谱分析仪:
 

中心频率 .....	4GHz
频宽 .....	1kHz
幅度 .....	0dBm
频标 .....	关闭所有频标
- 11) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 12) 调整 E8254A 功率电平使频谱分析仪读数为 0dBm。
- 13) 在频谱分析仪上按【单扫】按【峰值】, 【频标→】[频标→步进], 然后再按【频标】[差值频标], 【频率】【↑】。
- 14) 按【幅度】30[-dBm], 【单扫】。
- 15) 等待新扫描完成, 然后按【峰值】。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标读数, 作为“2GHz~4GHz”二次谐波失真值。

**谐波失真 4.5GHz 到 13.25GHz**

- 16) 如图 6-14 连接仪器, 使用 9GHz 低通滤波器。
- 17) 设置 E8254A 的频率为 9GHz, 幅度为 0dBm。
- 18) 如下设置频谱分析仪:
 

中心频率 .....	9GHz
频宽 .....	1kHz
频标 .....	关闭所有频标
- 19) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 20) 调整 E8254A 功率电平使频谱分析仪读数为 0dBm。
- 21) 在频谱分析仪上按【单扫】按【峰值】, 【频标→】[频标→步进], 然后再按【频标】[差值频标], 【频率】【↑】。
- 22) 按【幅度】30 [-dBm] 【单扫】。
- 23) 等待新扫描完成, 然后按【峰值】。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录差值频标读数, 作为“4GHz~13.25GHz”二次谐波失真值。

**谐波失真 13.25GHz 到 25GHz**

- 24) 如图 6-14 连接仪器, 使用 26.5GHz 低通滤波器。
- 25) 设置 E8254A 的频率为 20GHz, 幅度为 0dBm。
- 26) 如下设置频谱分析仪:
 

中心频率 .....	20GHz
频宽 .....	1kHz
频标 .....	关闭所有频标
- 27) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 28) 调整 E8254A 功率电平使频谱分析仪读数为 0dBm。
- 29) 在频谱分析仪上按【单扫】按【峰值】, 【频标→】[频标→步进], 然后再按【频标】[差值频标] 【频率】【↑】。

30) 按【幅度】30 [-dBm] 【单扫】。

31) 等待新扫描完成，然后按【峰值】。在“AV4036 记录表” 对应测试项中记录差值频标读数，作为 13.25GHz~25GHz 二次谐波失真值。

### 18 三阶交调失真

**描述:** 两台合成信号发生器为测量三阶交调失真提供所需的信号。在 3Hz 到 4GHz 波段，使用滤波器来滤除最接近正在测量的信号失真产物。在预选波段没有必要使用滤波器。频谱分析仪为合成信号发生器提供 10MHz 参考。

注：由于不同的定向耦合器的隔离度与驻波不同，可能引起两台信号发生器之间的干扰，如果有必要，可以在定向耦合器的两个输入端接对应频段的隔离器。

#### a) 测试设备

功率计.....	E4419B
功率探头.....	HP8487A
合成信号发生器#1.....	E8257D
合成信号发生器#2.....	E8254A
定向耦合器.....	AV70603
射频定向耦合器	
1.6GHz低通滤波器	

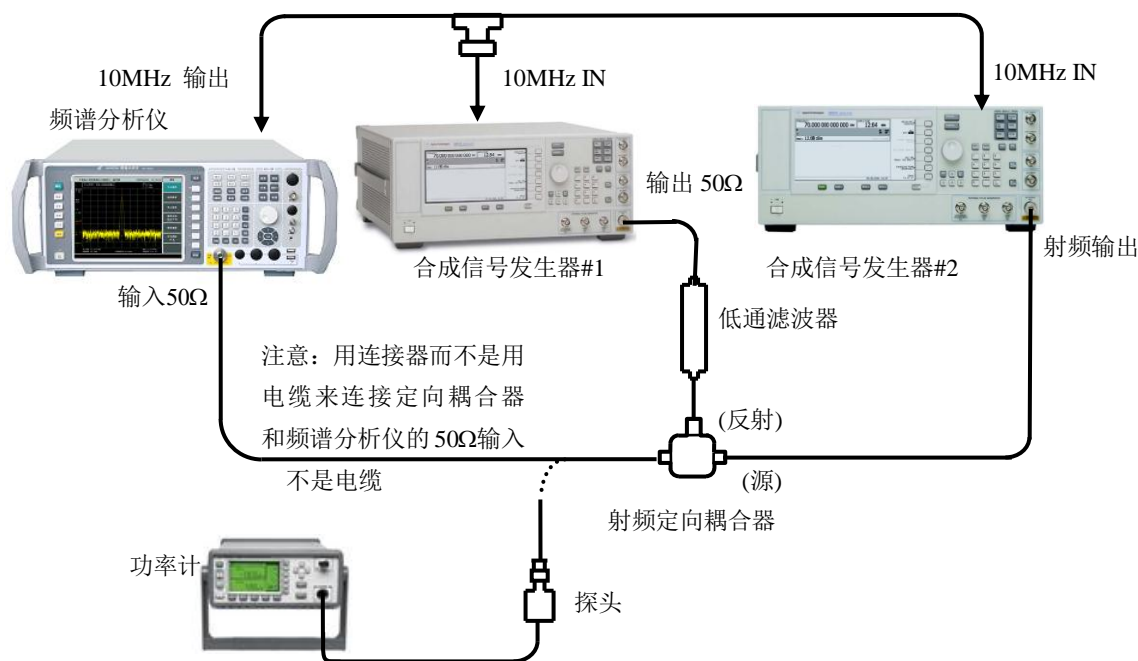


图 6-15 三阶交调失真测试设置 (10MHz 到 4.0GHz)

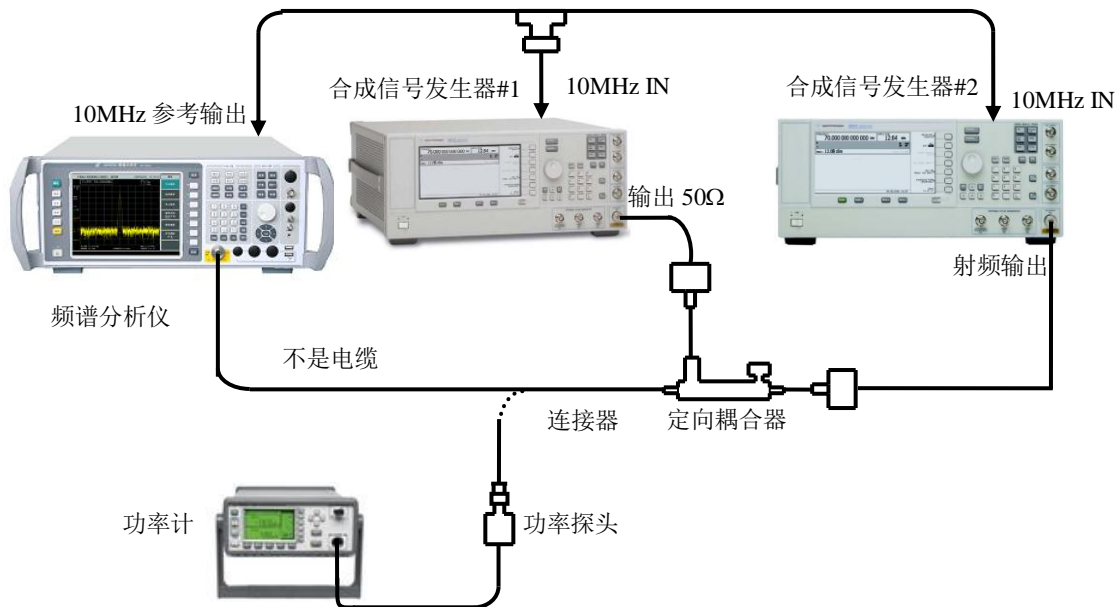


图 6-16 三阶交调失真测试设置 (4GHz 到 50GHz)

## b) 测试步骤

## 三阶交调失真 (&lt;4GHz)

- 1) 如图 6-15 连接仪器，但先不把定向耦合器接到频谱分析仪上。
- 2) 设置合成信号发生器#1 E8257D 的频率为 1.5GHz，幅度为-14dBm，幅度步进量为 0.05dB。
- 3) 将合成信号发生器#2 E8254A 复位后，设置频率为 1.50005GHz，功率为-110dBm，射频输出关，外参考。
- 4) 功率计 E4419B 校零后，设置其频率为 1.5GHz。
- 5) 在频谱分析仪上按【复位】，如下设置：
 

中心频率 .....	1.5GHz
频率步进 .....	50kHz
频宽 .....	200Hz
参考电平 .....	-20dBm
- 6) 用连接器而不是电缆把功率探头接到射频定向耦合器的输出。
- 7) 调整合成信号发生器#1E8257D 的输出幅度使功率计 E4419B 显示的读数在 -20dBm±0.1dB。
- 8) 从射频定向耦合器卸掉功率探头。用连接器而不是电缆把射频定向耦合器直接连接到频谱分析仪输入上。
- 9) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标→】[频标→参考]。等待新扫描完成。按【频标】[差值频标]，【频率】【↑】。
- 10) 在合成信号发生器#2 E8254A 上将射频输出打开，功率置为-5dBm。
- 11) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 12) 调整合成信号发生器#2E8254A 功率电平，使频谱分析仪的差值频标读数在 0dB±0.17dB。
- 13) 在频谱分析仪上按【频标】[差值频标]，【频率】【↓】【↓】。等待新扫描完成。按【峰值】。按【带宽】[视频平均 开 关] 5 [确认]，【单扫】。等待视频平均 5 显示在栅格上。



- 14) 在“AV4036 记录表”相应项中记录频谱分析仪差值频标读数作为低端产物抑制。
- 15) 在合成信号发生器#1E8257D 上将频率置为 1.50005GHz。
- 16) 在合成信号发生器#2 E8254A 上将频率置为 1.5GHz。
- 17) 在频谱分析仪上按【频率】【↑】【↑】【↑】。【单扫】等待新扫描完成。按【峰值】。
- 18) 在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频谱分析仪差值频标读数作为高端产物抑制。

### 三阶交调失真 (4GHz 到 9GHz)

- 19) 如图 6-16 连接仪器，但是不把定向耦合器 AV70603 接到频谱分析仪上。频谱分析仪为合成扫频信号发生器提供 10MHz 参考。
- 20) 在将合成信号发生器#1 E8257D 上按复位后设置功率为-14dBm，射频输出关，外参考。
- 21) 在合成信号发生器#2 E8254A 复位后。设置信号功率为-110dBm，射频输出关
- 22) 将合成信号发生器#1E8257D 的频率设置为 5GHz。
- 23) 将合成信号发生器#2 E8254A 的频率设置为 5.00005GHz。
- 24) 设置 E4419B 频率为 5GHz。
- 25) 在频谱分析仪上按【复位】，如下设置：
 

中心频率.....	5GHz
频率步进.....	50kHz
频宽.....	1kHz
参考电平.....	-15dBm
带宽.....	10Hz
- 26) 用连接器而不是电缆连接功率探头和定向耦合器。
- 27) 将合成信号发生器#1E8257D 的射频输出打开，调整其功率电平使得 E4419B 上显示的读数为-15dBm±0.1dB。
- 28) 从定向耦合器上卸掉功率探头。用连接器而不是电缆把定向耦合器接到频谱分析仪输入 50Ω上。
- 29) 在频谱分析仪上按【峰值】，【频标→】[频标→参考]。等待新扫描完成。按【频标】[差值频标]，【频率】【↑】。
- 30) 将合成信号发生器#2 E8254A 的射频输出打开。
- 31) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 32) 调整合成信号发生器#2 E8254A 的功率电平，使频谱分析仪上的差值频标读数在 0.0dB±0.17dB。
- 33) 在频谱分析仪上按【频标】[差值频标]，【频率】【↓】【↓】。等待新扫描完成。按【峰值】。按【带宽】[视频平均 开 关] 5 [确认]【单扫】。等待视频平均 5 显示在栅格上。
- 34) 按【峰值】。此时的频标差值为未修正的交调产物。由于未修正的三阶交调失真表现在输入混频器电平-25dBm 的失真产物。在输入-30dBm 失真产物将比测量的失真产物低 10dB。从未修正的三阶交调失真中减去 10dB。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频谱分析仪差值频标读数，减去 10dB 作为高端产物抑制。
- 35) 在频谱分析仪上按【频率】【↓】【↓】【↓】。
- 36) 按【单扫】并等待视频平均 5 次结束。按【峰值】。此时的频标差值为未修正的交调产物。由于未修正的三阶交调失真表现在输入混频器电平-25dBm 的失真产物。在输入-30dBm 失真产物将比测量的失真产物低 10dB，从未修正的三阶交调失真中减去 10dB。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频谱分析仪差值频标读数，减去 10dB 作为低端产物抑制。

## 三阶交调失真 (9GHz 到 50GHz)

- 37) 如图 6-16 连接仪器, 但是不把定向耦合器 AV70603 接到频谱分析仪上。频谱分析仪为合成扫频信号发生器提供 10MHz 参考。
- 38) 在将合成信号发生器#1 E8257D 上按复位后下设置功率为-14dBm, 射频输出关, 外参考。
- 39) 在合成信号发生器#2 E8254A 复位后。设置信号功率为-110dBm, 射频输出关
- 40) 将合成信号发生器#1E8257D 的频率设置为 10GHz。
- 41) 将合成信号发生器#2 E8254A 的频率射置为 10.00005GHz。
- 42) 设置 E4419B 频率 10GHz。
- 43) 在频谱分析仪上按【复位】, 如下设置:
- |            |        |
|------------|--------|
| 中心频率 ..... | 10GHz  |
| 频率步进 ..... | 50kHz  |
| 频宽 .....   | 1kHz   |
| 参考电平 ..... | -15dBm |
| 带宽 .....   | 10Hz   |
- 44) 用连接器而不是电缆连接功率探头和定向耦合器。
- 45) 将合成信号发生器#1E8257D 的射频输出打开, 调整其功率电平使得 E4419B 上显示的读数为-15dBm±0.1dB。
- 46) 从定向耦合器上卸掉功率探头。用连接器而不是电缆把定向耦合器接到频谱分析仪输入 50Ω上。
- 47) 在频谱分析仪上按【峰值】, 【频标→】[频标→参考]。等待新扫描完成。按【频标】[差值频标], 【频率】【↑】。
- 48) 将合成信号发生器#2 E8254A 的射频输出打开。
- 49) 在频谱分析仪上按【峰值】。
- 50) 调整合成信号发生器#2 E8254A 的功率电平, 使频谱分析仪上的差值频标读数在 0.0dB±0.17dB。
- 51) 在频谱分析仪上按【频标】[差值频标], 【频率】【↓】【↓】。等待新扫描完成。按【峰值】。按【带宽】[视频平均 开 关] 5[确认], 【单扫】。等待视频平均 5 显示在栅格上。
- 52) 按【峰值】。此时的频标差值为未修正的交调产物。由于未修正的三阶交调失真表现在输入混频器电平-25dBm 的失真产物。在输入-30dBm 失真产物将比测量的失真产物低 10dB。从未修正的三阶交调失真中减去 10dB。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频谱分析仪差值频标读数, 减去 10dB 作为高端产物抑制。
- 53) 在频谱分析仪上按【频率】【↓】【↓】【↓】。
- 54) 按【单扫】并等待视频平均 5 次结束。按【峰值】。此时的频标差值为未修正的交调产物。由于未修正的三阶交调失真表现在输入混频器电平-25dBm 的失真产物。在输入-30dBm 失真产物将比测量的失真产物低 10dB, 从未修正的三阶交调失真中减去 10dB。在“AV4036 记录表”对应测试项中记录频谱分析仪差值频标读数, 减去 10dB 作为低端产物抑制。

## 19 选件功能检查

若用户配置了选件，根据选定的选件进行如下功能检查。

- 1) 相位噪声测试：按【复位】，设置输入为内部 300MHz。设置【模式】，[相位噪声]，依次设置载波频率为 300MHz，最小频偏 100Hz，最大频偏为 10MHz，然后进入主菜单，选择对数曲线测试，等待扫描结束将显示测试曲线，设置频标值将显示对应载波频偏频标值的相位噪声。
- 2) 音频解调选件：连接一天线到 AV4036 的信号输入端口。设置中心频率为 105MHz，频宽为 10MHz，衰减器为 0dB，分辨率带宽自动，【峰值】。设置【检波/解调】[菜单 1/2>>][解调类型][FM]，可解调 FM 信号，声音通过内置的扬声器输出，【返回】[音量控制]调整音量至适中；[解调类型][AM]可解调 AM 信号，声音通过内置扬声器输出，【返回】[音量控制]调整音量至适中。
- 3) 前置放大器（4GHz）选件：按【复位】，设置中心频率为 300MHz，频宽为 1MHz。输入频率为 300MHz、幅度为-50dBm 的测试信号。设置【幅度】，[参考电平]-40dBm，[菜单 1/2]，[前置放大器 开 关]。观察显示屏幕的测量迹线，与没有打开前置放大器前比较，打开前置放大器后，测试迹线本底噪声降低，而信号幅度读数几乎没有变化，说明前置放大器起作用，工作正常。
- 4) 宽带中频 70MHz 输出选件：按【复位】，设置输入为内部 300MHz，中心频率为 300MHz，频宽为 0Hz。测量后面板 70/140MHz 输出端口的中频信号，频率为 70MHz。输出幅度随参考电平变化关系，请参照第二章第七节有关内容。
- 5) 宽带中频 140MHz 输出选件：按【复位】，输入为内部 300MHz，中心频率为 300MHz，频宽为 0Hz。测量后面板 70/140MHz 输出端口的中频信号，频率为 140MHz。输出幅度随参考电平变化关系，请参照第二章第七节有关内容。
- 6) 宽带调频解调输出选件：设置信号发生器 E8254A 中心频率为 300MHz、幅度为 -10dBm、调制率为 1MHz、频偏 10MHz 的正弦波信号。将 E8254A 的输出连接到 AV4036 的输入。设置 AV4036 中心频率为 300MHz，频宽为 0Hz，参考电平 0dBm。用示波器测量宽带调频解调输出，应为频率 1MHz 的正弦波信号。
- 7) 辅助视频输出选件：按【复位】，中心频率为 300MHz，频宽为 1MHz，分辨率带宽为 100kHz，扫描时间为 100ms。设置信号源中心频率为 300MHz，幅度为 0dBm，连接信号发生器的输出到 AV4036 的信号输入端口，用示波器测量 AV4036 后面板的辅助视频输出，对应为一个与仪器前面板显示信号形状一致的信号轨迹，信号电平范围是 0V~1V。（当仪器处于步进扫描模式时，辅助视频输出是无效的）。
- 8) 21.4MHz 中频输出选件：按【复位】，设置输入为内部 300MHz，中心频率为 300MHz，频宽为 0Hz，测试 21.4MHz 中频输出端口信号，对应频率为 21.4MHz，幅度大于-45dBm（由于输出端口在分辨率带宽转换误差前，当设置不同的分辨率带宽，对应幅度有改变，均属正常，如果想得到最大带宽，需设置分辨率带宽大于 1.2MHz）。
- 9) 外扩频选件：按照谐波混频器的说明书进行仪器连接。开机后，输入谐波混频器 60GHz 信号。复位 AV4036，按【模式】[外扩频测量][测量设置][全波段][V 波段]，此时在频谱分析仪显示屏幕应该能够看到一组信号。将 AV4036 中心频率设置为 60GHz，频宽减小到 300MHz，60GHz 信号存在，说明外扩频功能正常。
- 10) 英文选件：提供英文面板、英文界面和自适应电源。
- 11) 铝合金运输箱选件：铝合金运输箱结构牢固防止机械冲击，利于保护仪器，有滚轮方便移动，多种提手组合，利于搬运。
- 12) 上架架：用于搭建系统，在装入机柜时使用。



## AV4036\_\_\_\_ 频谱分析仪频响测试辅助表格

仪器编号: \_\_\_\_\_  
 测试条件: \_\_\_\_\_

测试人员: \_\_\_\_\_  
 测试日期: \_\_\_\_\_

表 6-1 300MHz 校准信号准确度

校准信号	AV4036 频标读数 1 (dBm)	AV4036 频标读数 2 (dBm)	频率响应
300MHz			

表 6-2 频率响应, 波段 0 (50MHz~4GHz)

频率(MHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
50			
250			
450			
650			
850			
1050			
1250			
1450			
1650			
1850			
2050			
2250			
2450			
2650			
2850			
3050			
3250			
3450			
3650			
3850			

表 6-3 频率响应, 波段 1 (4GHz~9GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
4.05			
4.25			
4.45			
4.65			
4.85			
5.05			
5.25			
5.45			
5.65			
5.85			
6.05			
6.25			
6.45			
6.65			
6.85			
7.05			
7.25			
7.45			
7.65			
7.85			
8.05			
8.25			
8.45			
8.65			
8.85			
9.05			

表 6-4 频率响应, 波段 2 (9GHz~18GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
9.05			
9.55			
10.05			
10.55			
11.05			
11.55			
12.05			
12.55			
13.05			
13.55			
14.05			
14.55			
15.05			
15.55			
16.05			
16.55			
17.05			
17.55			

表 6-5 频率响应, 波段 3 (18GHz~26.5GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
18.05			
18.55			
19.05			
19.55			
20.05			
20.55			
21.05			
21.55			

表 6-5 (续) 频率响应, 波段 3 (18GHz~26.5GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
22.05			
22.55			
23.05			
23.55			
24.05			
24.55			
25.05			
25.55			
26.05			

表 6-6 频率响应, 波段 4 (26.5GHz~40GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
26.55			
27.05			
27.55			
28.05			
28.55			
29.05			
29.55			
30.05			
30.55			
31.05			
31.55			
32.05			
32.55			
33.05			
33.55			
34.05			
34.55			



表 6-6 (续) 频率响应, 波段 4 (26.5GHz~40GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
35.05			
35.55			
36.05			
36.55			
37.05			
37.55			
38.05			
38.55			
39.05			
39.55			

表 6-7 频率响应, 波段 5 (40GHz~50GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
40.05			
40.55			
41.05			
41.55			
42.05			
42.55			
43.05			
43.55			
44.05			
44.55			
45.05			
45.55			
46.05			
46.55			
47.05			
47.55			

表 6-7 (续) 频率响应, 波段 5 (40GHz~50GHz)

频率(GHz)	AV4036 频标读数 (dBm)	E4419B 功率计读数 (dBm)	频率响应
48.05			
48.55			
49.05			
49.55			

表 6-8 频率响应, 波段 0 (&lt;50MHz)

频率	300MHz 频率响应	相对 300MHz 频率响应	频率响应
300MHz		0 (ref)	
20MHz	/		
10MHz			
5MHz			
1MHz			
250kHz			

表 6-9 AV4036 频谱分析仪性能测试记录表

仪器编号: \_\_\_\_\_  
 测试条件: \_\_\_\_\_

测试人员: \_\_\_\_\_  
 测试日期: \_\_\_\_\_

序号	检验项目	标准要求	检验结果
1	频率范围	频率范围下限: $\leq 3\text{Hz}$	Hz
		频率范围上限: $\geq$ (见仪器型号说明)	GHz
2	频率读出准确度	1.5GHz(频宽 100kHz): $\pm 0.63\text{kHz}$	kHz
		1.5GHz(频宽 1MHz): $\pm 3.9\text{kHz}$	kHz
		1.5GHz(频宽 10MHz): $\pm 36\text{kHz}$	kHz
		1.5GHz(频宽 1GHz): $\pm 3.3\text{MHz}$	MHz
		15GHz(频宽 100kHz): $\pm 3.0\text{kHz}$	kHz
		15GHz(频宽 1MHz): $\pm 6.3\text{kHz}$	kHz
		15GHz(频宽 10MHz): $\pm 39\text{kHz}$	kHz
		15GHz(频宽 1GHz): $\pm 3.3\text{MHz}$	MHz
		35GHz(频宽 100kHz): $\pm 6.6\text{kHz}$	kHz
		35GHz(频宽 1MHz): $\pm 9.9\text{kHz}$	kHz
		35GHz(频宽 10MHz): $\pm 42\text{kHz}$	kHz
		35GHz(频宽 1GHz): $\pm 3.3\text{MHz}$	MHz
3	频率计数准确度	1.5GHz: $\pm 0.100\text{Hz}$	Hz
		15GHz: $\pm 0.200\text{Hz}$	Hz
		35GHz: $\pm 0.600\text{Hz}$	Hz
4	频宽读出准确度	10kHz: $\pm 0.033\text{kHz}$	kHz
		100kHz: $\pm 0.33\text{kHz}$	kHz
		1MHz: $\pm 3.3\text{kHz}$	kHz
		10MHz: $\pm 33\text{kHz}$	kHz
		100MHz: $\pm 0.33\text{MHz}$	MHz
		1GHz: $\pm 3.3\text{MHz}$	MHz
5	扫描时间准确度	100 $\mu\text{s}$ : $\pm 0.01\%$	%
		1ms: $\pm 0.01\%$	%
		10m: $\pm 0.01\%$	%
		100ms: $\pm 0.01\%$	%
		1s: $\pm 0.01\%$	%
		10s: $\pm 0.01\%$	%
6	分辨率带宽准确度	8MHz: $\pm 20\%$	%
		6MHz: $\pm 20\%$	%
		5MHz: $\pm 20\%$	%
		4MHz: $\pm 20\%$	%
		3MHz: $\pm 20\%$	%
		1MHz: $\pm 6\%$	%
		300kHz: $\pm 6\%$	%
		100kHz: $\pm 6\%$	%

表 6-9 (续) AV4036 频谱分析仪性能测试记录表

序号	检验项目	标准要求	检验结果
6	分辨率带宽 准确度	30kHz $\pm 6\%$	%
		10kHz $\pm 6\%$	%
		3kHz $\pm 6\%$	%
		1kHz $\pm 6\%$	%
		300Hz $\pm 6\%$	%
		100Hz $\pm 6\%$	%
7	分辨率带宽 转换不确定度	8MHz $\pm 1.00\text{dB}$	dB
		6MHz $\pm 1.00\text{dB}$	dB
		5MHz $\pm 1.00\text{dB}$	dB
		4MHz $\pm 1.00\text{dB}$	dB
		3MHz $\pm 0.30\text{dB}$	dB
		1MHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		300kHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		100kHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		30kHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		10kHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		3kHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		1kHz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		300Hz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		100Hz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		30Hz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
		10Hz $\pm 0.20\text{dB}$	dB
3Hz $\pm 0.20\text{dB}$	dB		
1Hz $\pm 0.20\text{dB}$	dB		
8	边带噪声	+100Hz $< -91\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-100Hz $< -91\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		+1kHz $< -103\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-1kHz $< -103\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		+10kHz $< -114\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-10kHz $< -114\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		+100kHz $< -117\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-100kHz $< -117\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		+1MHz $< -145\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-1MHz $< -145\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		+6MHz $< -154\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-6MHz $< -154\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		+10MHz $< -156\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz
		-10MHz $< -156\text{dBc/Hz}$	dBc/Hz

表 6-9 (续) AV4036 频谱分析仪性能测试记录表

序号	检验项目	标准要求	检验结果		
9	剩余调频	<1Hz	Hz		
10	增益压缩	20MHz~200MHz	<1.00dB		
		200MHz~4GHz	<1.00dB		
		4GHz~9GHz	<1.00dB		
		9GHz~26.5GHz	<1.00dB		
		26.5GHz~50GHz	<1.00dB		
11	显示平均噪声电平	AV4036/ AV4036A/ AV4036B/ AV4036C/ AV4036D/ AV4036E/ AV4036F/ AV4036G	<-142dBm	10MHz~200MHz	dBm
		<-152dBm	200MHz~1.0GHz	dBm	
		<-151dBm	1.0GHz~2.0GHz	dBm	
		<-148dBm	2.0GHz~3.0GHz	dBm	
		<-147dBm	3.0GHz~4.0GHz	dBm	
		<-150dBm	4.0GHz~9.0GHz	dBm	
		<-143dBm	9.0GHz~18.0GHz	dBm	
		<-140dBm	18.0GHz~20.0GHz	dBm	
		<-138dBm	20.0GHz~26.5GHz	dBm	
		<-129dBm	26.5GHz~40.0GHz	dBm	
		<-127dBm	40.0GHz~43.0GHz	dBm	
		<-123dBm	43.0GHz~50.0GHz	dBm	
		12	镜像、多重与带外响应	2GHz (输入: 2042.8MHz)	<-80dBc
2GHz (输入: 2642.8MHz)	<-80dBc			dBc	
2GHz (输入: 2342.8MHz)	<-80dBc			dBc	
2GHz (输入: 2600.0MHz)	<-80dBc			dBc	
2GHz (输入: 8921.4MHz)	<-80dBc			dBc	
2GHz (输入: 11842.8MHz)	<-80dBc			dBc	
5GHz (输入: 5042.8MHz)	<-80dBc			dBc	
5GHz (输入: 5642.8MHz)	<-80dBc			dBc	
5GHz (输入: 5342.8MHz)	<-80dBc			dBc	
5GHz (输入: 5600MHz)	<-80dBc			dBc	
5GHz (输入: 10321.4MHz)	<-80dBc			dBc	
5GHz (输入: 10964.2MHz)	<-80dBc			dBc	
10GHz (输入: 10042.8MHz)	<-80dBc			dBc	
10GHz (输入: 10642.8MHz)	<-80dBc			dBc	
10GHz (输入: 10342.8MHz)	<-80dBc			dBc	
10GHz (输入: 10600.0MHz)	<-80dBc			dBc	
10GHz (输入: 20321.4MHz)	<-80dBc			dBc	
10GHz (输入: 20964.2MHz)	<-80dBc			dBc	
20GHz (输入: 20042.8MHz)	<-80dBc			dBc	
20GHz (输入: 20642.8MHz)	<-80dBc	dBc			
20GHz (输入: 20342.8MHz)	<-80dBc	dBc			

表 6-9 (续) AV4036 频谱分析仪性能测试记录表

序号	检验项目	标准要求	检验结果	
12	镜像、多重与带外响应	20GHz (输入: 20600MHz)	<-80dBc	dBc
		20GHz (输入: 40321.4MHz)	<-80dBc	dBc
		20GHz (输入: 40964.2MHz)	<-80dBc	dBc
		35GHz (输入: 35042.8MHz)	<-55dBc	dBc
		35GHz (输入: 35642.8MHz)	<-55dBc	dBc
		35GHz (输入: 44842.8MHz)	<-55dBc	dBc
		35GHz (输入: 35342.8MHz)	<-55dBc	dBc
		35GHz (输入: 24882.1MHz)	<-55dBc	dBc
		35GHz (输入: 15039.3MHz)	<-55dBc	dBc
		45GHz (输入: 44957.2MHz)	<-55dBc	dBc
		45GHz (输入: 44357.2MHz)	<-55dBc	dBc
		45GHz (输入: 35157.2MHz)	<-55dBc	dBc
		45GHz (输入: 44657.2MHz)	<-55dBc	dBc
		45GHz (输入: 15117.9MHz)	<-55dBc	dBc
		45GHz (输入: 24960.7MHz)	<-55dBc	dBc
13	剩余响应	200kHz~4GHz:	<-90dBm	dBm
		4GHz~9GHz:	<-90dBm	dBm
14	参考电平 不确定度	-10dBm	±0.50dB	dB
		-20dBm	±0.50dB	dB
		-30dBm	±0.50dB	dB
		-40dBm	±0.50dB	dB
		-50dBm	±0.50dB	dB
		-60dBm	±0.50dB	dB
		-70dBm	±0.50dB	dB
		-80dBm	±0.50dB	dB
15	刻度保真度	-10dBm	±0.13dB	dB
		-20dBm	±0.13dB	dB
		-30dBm	±0.13dB	dB
		-40dBm	±0.50dB	dB
		-50dBm	±0.50dB	dB
		-60dBm	±0.50dB	dB
		-70dBm	±0.50dB	dB
		-80dBm	±0.50dB	dB
		-90dBm	±0.50dB	dB

表 6-9 (续) AV4036 频谱分析仪性能测试记录表

序号	检验项目	标准要求	检验结果	
16	频率响应	AV4036/ AV4036A/ AV4036B/ AV4036C/ AV4036D/ AV4036E/ AV4036F/ AV4036G	3Hz~4.0GHz: 最大正响应 +1.20dB	dB
		3Hz~4.0GHz: 最大负响应 -1.20dB	dB	
		4GHz~9GHz: 最大正响应 +2.00dB	dB	
		4GHz~9GHz: 最大负响应 -2.00dB	dB	
		9GHz~18GHz: 最大正响应 +2.80dB	dB	
		9GHz~18GHz: 最大负响应 -2.80dB	dB	
		18GHz~26.5GHz: 最大正响应 +3.00dB	dB	
		18GHz~26.5GHz: 最大负响应 -3.00dB	dB	
		26.5GHz~50GHz: 最大正响应 +3.50dB	dB	
		26.5GHz~50GHz: 最大负响应 -3.50dB	dB	
17	二次谐波失真	10MHz~2GHz (混频器电平-40dBm)	-76dBc	dBc
		2GHz~4.5GHz (混频器电平-10dBm)	-94dBc	dBc
		4.5GHz~13.25GHz (混频器电平-10dBm)	-96dBc	dBc
		13.25GHz~25GHz (混频器电平-10dBm)	-82dBc	dBc
18	三阶交调失真	10MHz~4GHz 高端产物抑制	-88dBc	dBc
		10MHz~4GHz 低端产物抑制	-88dBc	dBc
		4GHz~9GHz 高端产物抑制	-92dBc	dBc
		4GHz~9GHz 低端产物抑制	-92dBc	dBc
		9GHz~50GHz 高端产物抑制	-84dBc	dBc
		9GHz~50GHz 低端产物抑制	-84dBc	dBc
19	选件	相位噪声测试		
		音频解调		
		前置放大器(4GHz)		
		宽带中频 70MHz 输出		
		宽带中频 140MHz 输出		
		宽带调频解调输出		
		辅助视频输出		
		21.4MHz 中频输出		
		外扩频		
		英文		
		铝合金运输箱		
		上机柜		





# 第三篇 维修说明



## 第七章 故障诊断

### 第一节 故障判断和排除

频谱分析仪出现故障可能表现为以下几种现象：

- 开机异常。
- 无信号显示。
- 信号频率读数异常。
- 信号幅度读数异常
- 仪器无法上网。

#### 1 开机异常：

开机异常可以细分为上电后一直黑屏、BIOS检测当机、Windows启动异常等几种现象。

##### a) 黑屏：

如果屏幕不亮，请按下面所列步骤进行检查：

- 1) 频谱分析仪的后面板电源开关是否处于开状态。
- 2) 电源插座是否通电，电源是否符合频谱分析仪工作要求。
- 3) 检查前面板电源指示灯和风扇运转情况。电源指示灯不亮且风扇不转，则可能是频谱分析仪电源出了故障。
- 4) 开机后前面板电源开关上指示灯是否由黄变为绿色。若电源指示灯在待机和启动状态交替闪烁，如果排除供电电源的原因，则可能是仪器内部负载异常。

若上述情况排除，请按如下步骤进行：

- 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出现显示信息，则说明BIOS配置参数被更改，用户需关机，连接PS/2接口的标准键盘，开机，长按"F2"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，保存退出后应能解决问题。
- 2) 若接入CRT设备处理后仍然无显示，联系厂家进行返修。

##### b) BIOS检测当机

如果频谱分析仪上电后一直处于显示厂家商标信息状态，则为BIOS检测当机，请按下面所列步骤进行检查：

- 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。
- 2) 关机，连接PS/2接口的标准键盘，开机，长按"F2"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，联系厂家进行维修。

##### c) Windows启动异常

若Windows启动过程中出现蓝屏、启动当机、自动重启的现象，请按照下面所列步骤进行检查：

- 1) 重新启动频谱分析仪，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。
- 2) 关机，连接PS/2接口的标准键盘。开机，长按"F2"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，否则请进行下一步。

3) 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。

d) 系统提示找不到系统盘。

请关闭频谱分析仪后端的电源开关，等1~2分钟，再打开，然后开启频谱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，请联系厂家。

e) 主程序运行后无轨迹。

打开频标，看频标读数是否变化。

如果有频标读数变化可能是由于设置原因，如打到了线性状态，或者参考电平过高等原因导致轨迹在屏幕下方，从而看不到轨迹。

如果频标读数一直不动，且错误列表中有DSP程序下载错误提示，则是因为DSP设备故障。如果没有下载错误提示，可能是轨迹回传错误，请尝试重新开机，如果故障仍然不能消除，请联系厂家进行维修。

f) 轨迹不刷新或刷新不正常。

看是否触发设置是否是自由触发模式，扫描模式是否是连续模式，如果设置正确，轨迹仍然不刷新，请联系厂家进行维修。

g) FFT模式下输入一个稳定的单频信号，而频谱分析仪轨迹在跳动。

判断此时屏幕格线区右上角是否出现“中频过载”提示信息，如无此信息，请联系厂家。

## 2 无信号显示

如果所有波段没有信号显示，请按以下步骤检验：按【系统】[输入输出][输入端口 射频 300MHz]是否选择了射频。如果没有，将其选择到射频端口。如果还没有信号显示，那么可能是频谱分析仪硬件电路出现故障，请联系厂家进行维修。

## 3 信号频率读出不准确

如果在测量信号时发现信号在频谱分析仪的屏幕上左右晃动或者频率读数超出误差范围，首先检查输入频谱分析仪的信号频率是否是稳定的。如果输入信号频率稳定，再检查频谱分析仪的参考是否设置正确，根据不同的测试情况选择参考为内参考或外参考：按【系统】[输入输出][频率参考 内部 外部]，如果此时频率读数还不准，那么可能是频谱分析仪内部本振发生了失锁，需要返回厂家维修。

通常情况，本振失锁包括以下几种类型：频宽 $\leq 180\text{kHz}$ 时失锁； $180\text{kHz} < \text{频宽} \leq 2\text{MHz}$ 时失锁； $2\text{MHz} < \text{频宽} \leq 20\text{MHz}$ 时失锁；频宽 $> 20\text{MHz}$ 时失锁；信号只在某些频率点下失锁等。

## 4 信号幅度读出不准确

如果信号幅度读数不准确，请先按【频标】[频标偏移]，看频标偏移值是否为0，如果不为0，将其设置为0，再进行全部中频校准，如果校准完毕后，信号幅度读数仍然不正确，那么可能频谱分析仪内部电路出现了问题，请联系厂家进行维修。

幅度异常可能会出现以下几种情况：低波段读数异常，高波段读数正常；高波段读数正常，低波段读数异常；所有波段信号幅度读数都异常；衰减器设置不同档信号幅度读数差异很大等。

## 5 仪器无法上网

a) 首先确保网络支持上网功能。

b) 确保从系统管理员获得适当的IP设置。

c) 检查接入仪器网络接口的网线是否完好。

检查接入网线是否插在频谱分析仪后面板的LAN接口，接口处是否有橘黄色灯闪烁。如果还是无法上网，请联系厂家进行维修。

## 第二节 查看提示信息

如果使用过程中在频谱分析仪的右下角显示有错误提示信息，则说明频谱分析仪软件运行或硬件出现问题。您根据错误代码可以大致判断问题类型，并采取相应措施排除故障。

在一个时刻，频谱分析仪错误显示区只能显示一条错误提示信息。由于仪器可能同时存在若干问题，执行下面的操作就可以看到所有错误提示信息：

- 按【系统】，然后按 [错误列表]，将会弹出错误列表窗口。
- 提示信息会显示在窗口中。
- 用鼠标可以浏览错误信息，关闭对话框。
- 选择清除错误列表按钮可以清除历史错误信息。

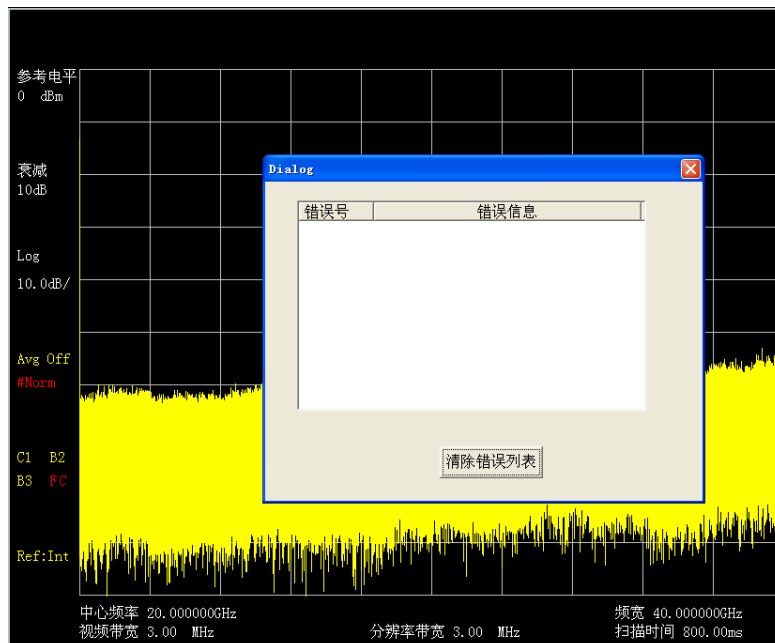


图 7-1 错误列表显示窗口

### 第三节 提示信息说明

频谱分析仪的出错信息显示在屏幕的左下角，用数值或代码表示，这些信息能提醒用户频谱分析仪在使用中的错误或本身的功能性故障。

表 7-2 错误列表

错误代码	错误信息	备注
1	USBINIT ERR	USB 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	SOCKETBAND 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
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
38	DSP FILE ERR	DSP 文件打开错误
39	FILEDATA ERR	DSP 文件中数据错误
40	CRET EVT	创建系统同步事件错误
41	NO MEMRY	动态分配内存失败
100	LO ALLOT	本振分配算法成功检测
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 值超出 0-255 的范围，小于 0

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
108	CORS UPR	在粗调过程中细调 DAC 值小于 65 引起的粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 小于 0
109	CORS UPR	在细调过程中细调 DAC 值大于 255 引起的粗调 DAC 值超出 0-255 的范围, 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
300	1k BW	1k 分辨率带宽校准错误
301	1.1k BW	1.1k 分辨率带宽校准错误
302	1.2k BW	1.2k 分辨率带宽校准错误
303	1.3k BW	1.3k 分辨率带宽校准错误
304	1.5k BW	1.5k 分辨率带宽校准错误
305	1.6k BW	1.6k 分辨率带宽校准错误
306	1.8k BW	1.8k 分辨率带宽校准错误
307	2.0k BW	2.0k 分辨率带宽校准错误
308	2.2k BW	2.2k 分辨率带宽校准错误
309	2.4k BW	2.4k 分辨率带宽校准错误
310	2.7k BW	2.7k 分辨率带宽校准错误
311	3k BW	3k 分辨率带宽校准错误
312	3.3k BW	3.3k 分辨率带宽校准错误
313	3.6k BW	3.6k 分辨率带宽校准错误
314	3.9k BW	3.9k 分辨率带宽校准错误
315	4.3k BW	4.3k 分辨率带宽校准错误
316	4.7k BW	4.7k 分辨率带宽校准错误
317	5.1k BW	5.1k 分辨率带宽校准错误
318	5.6k BW	5.6k 分辨率带宽校准错误
319	6.2k BW	6.2k 分辨率带宽校准错误
320	6.8k BW	6.8k 分辨率带宽校准错误
321	7.5k BW	7.5k 分辨率带宽校准错误
322	8.2k BW	8.2k 分辨率带宽校准错误

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
323	9.1k BW	9.1k 分辨率带宽校准错误
324	10k BW	10k 分辨率带宽校准错误
325	11k BW	11k 分辨率带宽校准错误
326	12k BW	12k 分辨率带宽校准错误
327	13k BW	13k 分辨率带宽校准错误
328	15k BW	15k 分辨率带宽校准错误
329	16k BW	16k 分辨率带宽校准错误
330	18k BW	18k 分辨率带宽校准错误
331	20k BW	20k 分辨率带宽校准错误
332	22k BW	22k 分辨率带宽校准错误
333	24k BW	24k 分辨率带宽校准错误
334	27k BW	27k 分辨率带宽校准错误
335	30k BW	30k 分辨率带宽校准错误
336	33k BW	33k 分辨率带宽校准错误
337	36k BW	36k 分辨率带宽校准错误
338	39k BW	39k 分辨率带宽校准错误
339	43k BW	43k 分辨率带宽校准错误
340	47k BW	47k 分辨率带宽校准错误
341	51k BW	51k 分辨率带宽校准错误
342	56k BW	56k 分辨率带宽校准错误
343	62k BW	62k 分辨率带宽校准错误
344	68k BW	68k 分辨率带宽校准错误
345	75k BW	75k 分辨率带宽校准错误
346	82k BW	82k 分辨率带宽校准错误
347	91k BW	91k 分辨率带宽校准错误
348	100k BW	100k 分辨率带宽校准错误
349	110k BW	110k 分辨率带宽校准错误
350	120k BW	120k 分辨率带宽校准错误
351	130k BW	130k 分辨率带宽校准错误
352	150k BW	150k 分辨率带宽校准错误
353	160k BW	160k 分辨率带宽校准错误
354	180k BW	180k 分辨率带宽校准错误



表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
355	200k BW	200k 分辨率带宽校准错误
356	220k BW	220k 分辨率带宽校准错误
357	240k BW	240k 分辨率带宽校准错误
358	270k BW	270k 分辨率带宽校准错误
359	300k BW	300k 分辨率带宽校准错误
360	330k BW	330k 分辨率带宽校准错误
361	360k BW	360k 分辨率带宽校准错误
362	390k BW	390k 分辨率带宽校准错误
363	430k BW	430k 分辨率带宽校准错误
364	470k BW	470k 分辨率带宽校准错误
365	510k BW	510k 分辨率带宽校准错误
366	560k BW	560k 分辨率带宽校准错误
367	620k BW	620k 分辨率带宽校准错误
368	680k BW	680k 分辨率带宽校准错误
369	750k BW	750k 分辨率带宽校准错误
370	820k BW	820k 分辨率带宽校准错误
371	910k BW	910k 分辨率带宽校准错误
372	1M BW	1M 分辨率带宽校准错误
373	1.1M BW	1.1M 分辨率带宽校准错误
374	1.2M BW	1.2M 分辨率带宽校准错误
375	1.3M BW	1.3M 分辨率带宽校准错误
376	1.5M BW	1.5M 分辨率带宽校准错误
377	1.6M BW	1.6M 分辨率带宽校准错误
378	1.8M BW	1.8M 分辨率带宽校准错误
379	2M BW	2M 分辨率带宽校准错误
380	2.2M BW	2.2M 分辨率带宽校准错误
381	2.4M BW	2.4M 分辨率带宽校准错误
382	2.7M BW	2.7M 分辨率带宽校准错误
383	3M BW	3M 分辨率带宽校准错误
384	4M BW	4M 分辨率带宽校准错误
385	5M BW	5M 分辨率带宽校准错误

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
386	6M BW	6M 分辨率带宽校准错误
387	8M BW	8M 分辨率带宽校准错误
388	LC UCAL	LC 滤波器不能校准
389	LC_CTR	LC 中心频率校准错误
390	XTAL UCAL	晶体滤波器不能校准
391	XTAL_CTR	晶体中心频率校准错误
392	XTAL_SYM	晶体对称度校准错误
393	BW_SYM	晶体带宽对称度校准错误
394	1k ERR	1k 分辨率带宽的转换误差
395	1.1k ERR	1.1k 分辨率带宽的转换误差
396	1.2k ERR	1.2k 分辨率带宽的转换误差
397	1.3k ERR	1.3k 分辨率带宽的转换误差
398	1.5k ERR	1.5k 分辨率带宽的转换误差
399	1.6k ERR	1.6k 分辨率带宽的转换误差
400	1.8k ERR	1.8k 分辨率带宽的转换误差
401	2.0k ERR	2.0k 分辨率带宽的转换误差
402	2.2k ERR	2.2k 分辨率带宽的转换误差
403	2.4k ERR	2.4k 分辨率带宽的转换误差
404	2.7k ERR	2.7k 分辨率带宽的转换误差
405	3k ERR	3k 分辨率带宽的转换误差
406	3.3k ERR	3.3k 分辨率带宽的转换误差
407	3.6k ERR	3.6k 分辨率带宽的转换误差
408	3.9k ERR	3.9k 分辨率带宽的转换误差
409	4.3k ERR	4.3k 分辨率带宽的转换误差
410	4.7k ERR	4.7k 分辨率带宽的转换误差
411	5.1k ERR	5.1k 分辨率带宽的转换误差
412	5.6k ERR	5.6k 分辨率带宽的转换误差
413	6.2k ERR	6.2k 分辨率带宽的转换误差
414	6.8k ERR	6.8k 分辨率带宽的转换误差
415	7.5k ERR	7.5k 分辨率带宽的转换误差
416	8.2k ERR	8.2k 分辨率带宽的转换误差
417	9.1k ERR	9.1k 分辨率带宽的转换误差

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
418	10k ERR	10k 分辨率带宽的转换误差
419	11k ERR	11k 分辨率带宽的转换误差
420	12k ERR	12k 分辨率带宽的转换误差
421	13k ERR	13k 分辨率带宽的转换误差
422	15k ERR	15k 分辨率带宽的转换误差
423	16k ERR	16k 分辨率带宽的转换误差
424	18k ERR	18k 分辨率带宽的转换误差
425	20k ERR	20k 分辨率带宽的转换误差
426	22k ERR	22k 分辨率带宽的转换误差
427	24k ERR	24k 分辨率带宽的转换误差
428	27k ERR	27k 分辨率带宽的转换误差
429	30k ERR	30k 分辨率带宽的转换误差
430	33k ERR	33k 分辨率带宽的转换误差
431	36k ERR	36k 分辨率带宽的转换误差
432	39k ERR	39k 分辨率带宽的转换误差
433	43k ERR	43k 分辨率带宽的转换误差
434	47k ERR	47k 分辨率带宽的转换误差
435	51k ERR	51k 分辨率带宽的转换误差
436	56k ERR	56k 分辨率带宽的转换误差
437	62k ERR	62k 分辨率带宽的转换误差
438	68k ERR	68k 分辨率带宽的转换误差
439	75k ERR	75k 分辨率带宽的转换误差
440	82k ERR	82k 分辨率带宽的转换误差
441	91k ERR	91k 分辨率带宽的转换误差
442	100k ERR	100k 分辨率带宽的转换误差
443	110k ERR	110k 分辨率带宽的转换误差
444	120k ERR	120k 分辨率带宽的转换误差
445	130k ERR	130k 分辨率带宽的转换误差
446	150k ERR	150k 分辨率带宽的转换误差
447	160k ERR	160k 分辨率带宽的转换误差
448	180k ERR	180k 分辨率带宽的转换误差
449	200k ERR	200k 分辨率带宽的转换误差

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
450	220k ERR	220k 分辨率带宽的转换误差
451	240k ERR	240k 分辨率带宽的转换误差
452	270k ERR	270k 分辨率带宽的转换误差
453	300k ERR	300k 分辨率带宽的转换误差
454	330k ERR	330k 分辨率带宽的转换误差
455	360k ERR	360k 分辨率带宽的转换误差
456	390k ERR	390k 分辨率带宽的转换误差
457	430k ERR	430k 分辨率带宽的转换误差
458	470k ERR	470k 分辨率带宽的转换误差
459	510k ERR	510k 分辨率带宽的转换误差
460	560k ERR	560k 分辨率带宽的转换误差
461	620k ERR	620k 分辨率带宽的转换误差
462	680k ERR	680k 分辨率带宽的转换误差
463	750k ERR	750k 分辨率带宽的转换误差
464	820k ERR	820k 分辨率带宽的转换误差
465	910k ERR	910k 分辨率带宽的转换误差
466	1M ERR	1M 分辨率带宽的转换误差
467	1.1M ERR	1.1M 分辨率带宽的转换误差
468	1.2M ERR	1.2M 分辨率带宽的转换误差
469	1.3M ERR	1.3M 分辨率带宽的转换误差
470	1.5M ERR	1.5M 分辨率带宽的转换误差
471	1.6M ERR	1.6M 分辨率带宽的转换误差
472	1.8M ERR	1.8M 分辨率带宽的转换误差
473	2M ERR	2M 分辨率带宽的转换误差
474	2.2M ERR	2.2M 分辨率带宽的转换误差
475	2.4M ERR	2.4M 分辨率带宽的转换误差
476	2.7M ERR	2.7M 分辨率带宽的转换误差
477	3M ERR	3M 分辨率带宽的转换误差
478	4M ERR	4M 分辨率带宽的转换误差
479	5M ERR	5M 分辨率带宽的转换误差
480	6M ERR	6M 分辨率带宽的转换误差
481	8M ERR	8M 分辨率带宽的转换误差

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
482	M_GAIN	主增益放大器校准错误
483	DB ERR	幅度定标错误
484	CALSGL	校准信号或者 DSP 错误
485	RF UCAL	射频开关增益不能校准
486	RF SWITCH	射频开关增益校准错误
500	NODSPDEV	打开 DSP 数据采集设备出错
501	DEV INIT	初始化 DSP 设备出错, 设置信号量 复位等
502	WRK PARM	设置 DSP 工作参数错误
503	LOADPROG	DSP 文件写入不成功—写入操作错误
504	DSPDRV R	读取 DSP 双口 RAM 数据时出现驱动接口错误
505	DSP FAIL	DSP 启动失效, 装载出错
509	SET EUNT	设置虚拟的采样事件错误
510	READ TRC	读取轨迹时出现错误—驱动 主机—DSP 接口关系不正确 处理错误
520	DSP ITFC	测试主机—DSP 接口时出现超时错误
521	DUAL RAM	主机—DSP 接口的双口 RAM 读写验证错误
522	SNGL VLT	检测单点电压时出现超时错误
523	CONT SMP	进行连续 N 点采样时出现超时错误
524	TST VREF	检测 AD 参考电压时出现超时错误
525	TST VGND	检测 AD 地电压时出现超时错误
526	TST VPOS	检测数字通道正电位时出现超时错误
527	TST VNEG	检测数字通道负电位时出现超时错误
528	VGND ERR	AD 参考电压不在正常范围内
529	VGND ERR	AD 地电压不在正常范围内
540	4IF FLAT	校准第 4 中频平坦度时出现超时错误
541	FFT CAL	校准过程中使用 FFT 转换出现超时错误
542	FIR CAL	校准过程中使用 FIR 转换出现超时错误
543	TMDM CAL	校准过程中使用时域 FIR 转换出现超时错误
545	FREQ CNT	频率计数时出现超时错误
546	DIG DEMD	数字解调时出现超时错误
550	TMDM SWP	时域扫描时采样出现超时错误
551	ANLG SWP	模拟滤波扫描时采样出现超时错误

表 7-2 (续) 错误列表

错误代码	错误信息	备注
555	FFT SWPT	FFT 数字滤波扫描时采样出现超时错误
556	DIGI AMP	进行数字滤波幅度预检测时出现超时错误
557	IF OVRLD	数字滤波扫描时出现中频过载
559	FIR SWPT	FIR 数字滤波扫描时采样出现超时错误
570	TST VREF	检测 AD 参考电压 0V 和 2V 时出现错误, 超时或者电压超限
571	TST RAMP	检测斜坡计数电压初始值时出现错误, 超时或者数值超限
572	LWNR REF	无法调整低波段窄带参考电平
573	LWWD REF	无法调整低波段宽带参考电平
574	HINR REF	无法调整高波段窄带参考电平
575	HINR REF	无法调整高波段宽带参考电平
600	CMD ERR	命令不允许带参数
601	CMD ERR	命令参数错误
602	CMD ERR	命令文件损坏
603	CMD ERR	无此程控命令

## 第八章 频谱分析仪的返修

当您的频谱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。如果经联系确信是频谱分析仪需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装频谱分析仪，并按下面的步骤进行包装：

- a) 写一份有关频谱分析仪故障现象的详细说明，与频谱分析仪一同放入包装箱。
- b) 用原包装材料将频谱分析仪包装好，以减少可能的损坏。
- c) 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。
- d) 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
- e) 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。
- f) 请按精密仪器进行托运。
- g) 保留所有运输单据的副本。



说明：

使用其它材料包装频谱分析仪，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地保护仪器，另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中，对仪器造成损坏。





## 附录 A

## 功率测量套件

## 1 启动与使用

欢迎您使用 AV4036 系列高性能频谱分析仪功率测量套件用户手册。只要您购买了 AV4036 系列频谱分析仪，您就可以简单地启动与使用功率测量功能。

按下【模式】键，选择[频谱分析仪]模式，在【测量】中提供了一些常用的功率测量功能，如占用带宽、信道功率、邻道功率、多载波功率、功率统计、谐波失真、突发功率、三阶交调、寄生辐射和频谱发射模板等，如图A-1所示。在【测量设置】按键中，可以对这些测量的参数进行详细设置。通过【测量控制】按键进行单次与连续测量方式的切换。



图 A-1 AV4036 频谱分析仪功率测量套件

## 2 信道功率测量

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

在选择 [信道功率] 菜单后，用户可以通过【测量设置】来配置相关测量参数。通过【测量控制】来暂停或重新一个测量，或者进行连续与单次测量的切换。若需自动设置参考电平，选择 [参考电平优化]。

在进行信道功率测量时，需要正确地设置分辨率带宽为信道带宽的 1%~4%，同时由于被测量信号的类噪声(noise-like)特点，视频带宽应该设置为分辨率带宽的 10 倍以上。

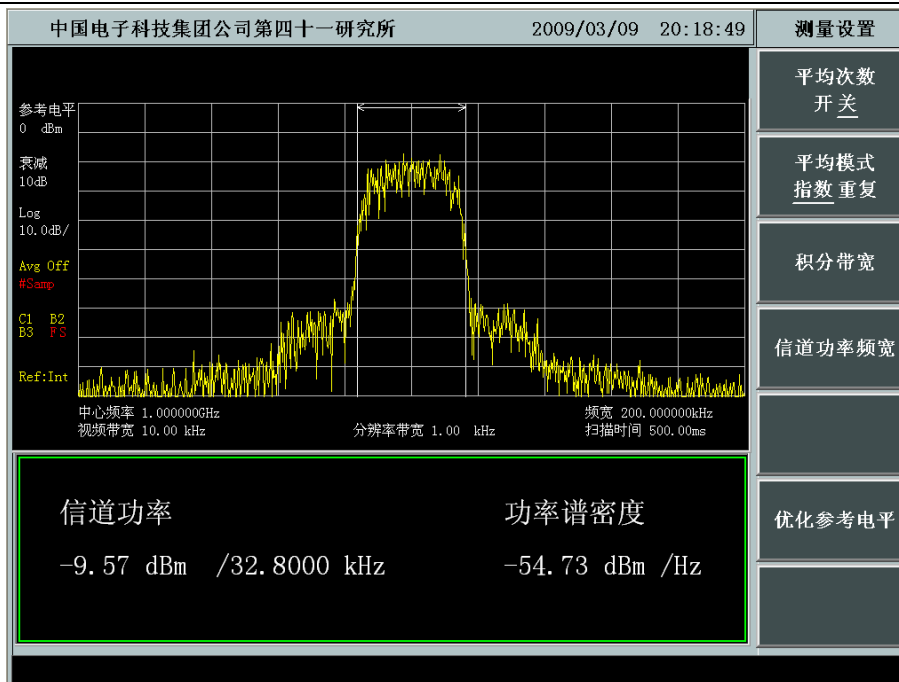


图 A-2 AV4036 频谱分析仪信道功率测量

## 2.1 测量设置

### 2.1.1 平均次数

选择打开或关闭平均。当平均次数为开时，用户可以指定测量需要的平均次数。

按键路径：测量设置

状态保存：保存到仪器状态中

工厂预设：10/关闭

旋钮增量：1

步进键增量：1

范围：1~1000

### 2.1.2 平均模式

在平均次数为开时，用户可以选择需要的平均模式来进行测量。

**指数模式** — 与线性平均不同，指数平均时新数据的权大于老数据的权。这样有利于跟踪数据在时间上的变化。指数平均中，选择的平均次数决定了老数据对新数据的权。随着平均次数的增加，新数据的权逐渐减小。

**重复模式** — 同样进行指数平均，只是当平均次数满以后，清除先前的所有结果，重新开始进行平均到设定的平均次数，并将这个过程重复进行下去。

按键路径：测量设置

状态保存：保存到仪器中

工厂预设：指数

### 2.1.3 积分带宽

用来指定通道内用来计算功率的带宽积分范围。积分带宽显示在轨迹窗口中，由箭头相连的一对竖线表示。确保仪器频宽设置为1到10倍的积分带宽。

按键路径：测量设置

按键注释：如果RRC滤波器状态为开，则实际使用的积分带宽为显示的积分带宽的（1+滤波器因子）倍。

状态保存：保存到仪器状态中

工厂预设：2MHz，或由选择的无线规范决定

单位：GHz，MHz，kHz，Hz

默认单位：Hz

旋钮增量：1%

步进键增量: 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10...

范围: 100Hz到最大的分析仪频宽

### 2.1.4 信道功率频宽

用来设置信道功率测量时的分析仪频宽。

按键路径: 测量设置

状态保存: 保存到仪器状态中

工厂预设: 3MHz, 或由选择的无线规范决定

默认单位: Hz

旋钮增量: 1, 1.5, 2, 3, 5, 7.5, 10...

步进键增量: 1%

范围: 当前的积分带宽~10倍的积分带宽或分析仪的频宽

### 2.1.5 最优化参考电平

设置输入衰减器和参考电平, 优化测量的鲁棒性, 以避免由输入压缩和对数幅度范围限制产生的误差。

按键路径: 测量设置

状态保存: 不保存

## 2.2 轨迹

在[频谱分析]模式下, 选择【测量】按键下的信道功率测量, 进入【轨迹】里选择合适的视图显示。

按键路径: 前面板按键

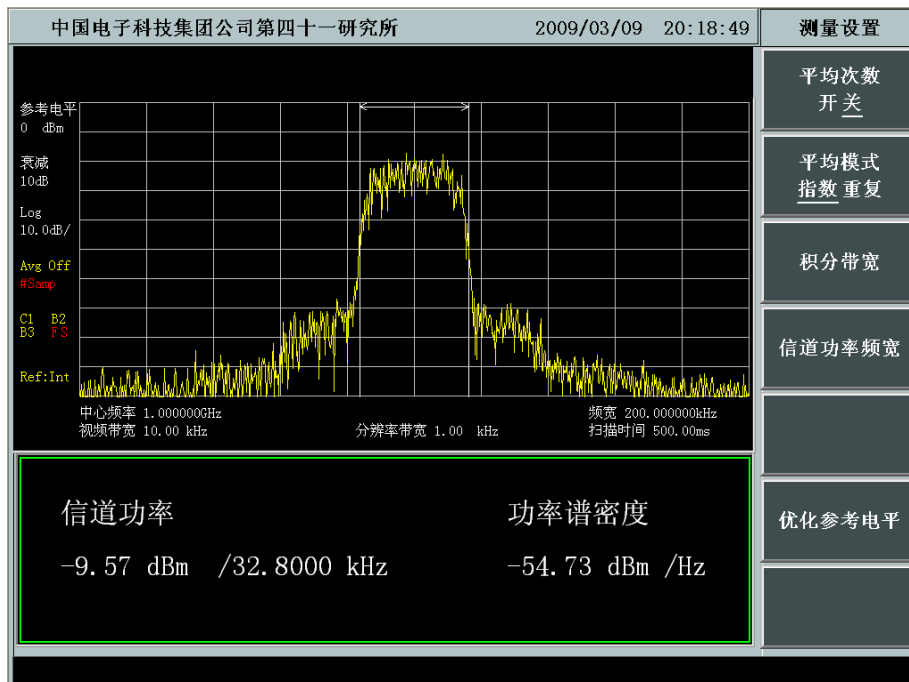
工厂预设: 频谱图

### 2.2.1 频谱图

选择显示方式为频谱图模式。

按键路径: 轨迹 / 视图

工厂预设: 频谱图



图A-3 AV4036频谱分析仪信道功率频谱图

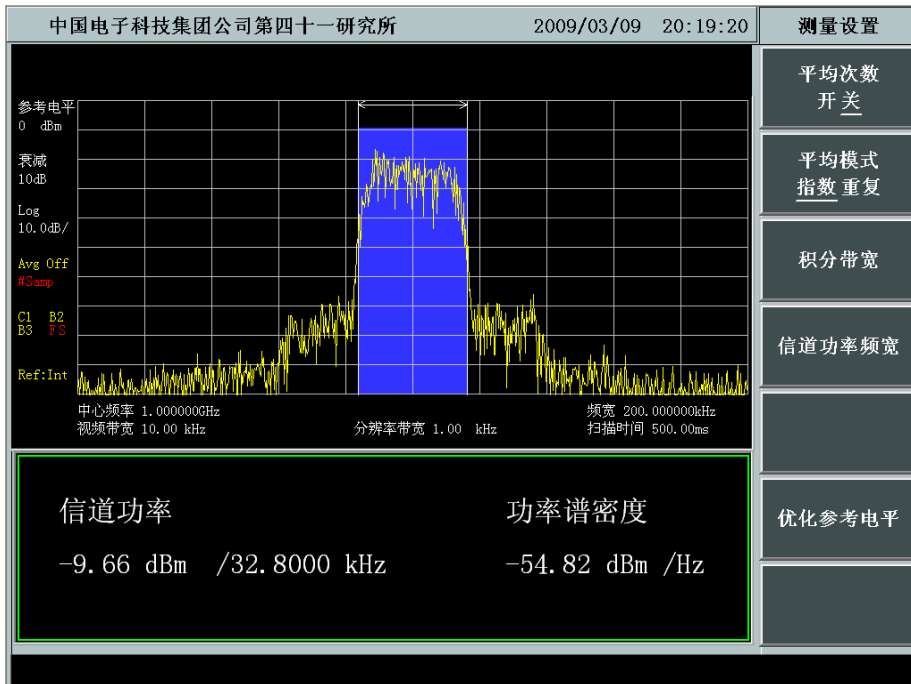
### 2.2.2 联合图

选择显示方式为柱状和频谱的联合图。

按键路径: 轨迹/视图

工厂预设：频谱图

程控命令：无



图A-4 AV4036频谱分析仪信道功率联合图

### 2.2.3 轨迹

一键测量功能不改变该菜单功能。

### 3 占用带宽测量

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

占用带宽测量同时可显示出频谱分析仪的中心频率与信道的中心频率之间的差值，称为载波频率误差。

用户可以自己设置中心频率、参考电平和信道带宽。选择 [占用带宽] 菜单，按【测量设置】键进入占用带宽的测量参数设置菜单，通过【测量控制】按键选择单次或连续测量方式。

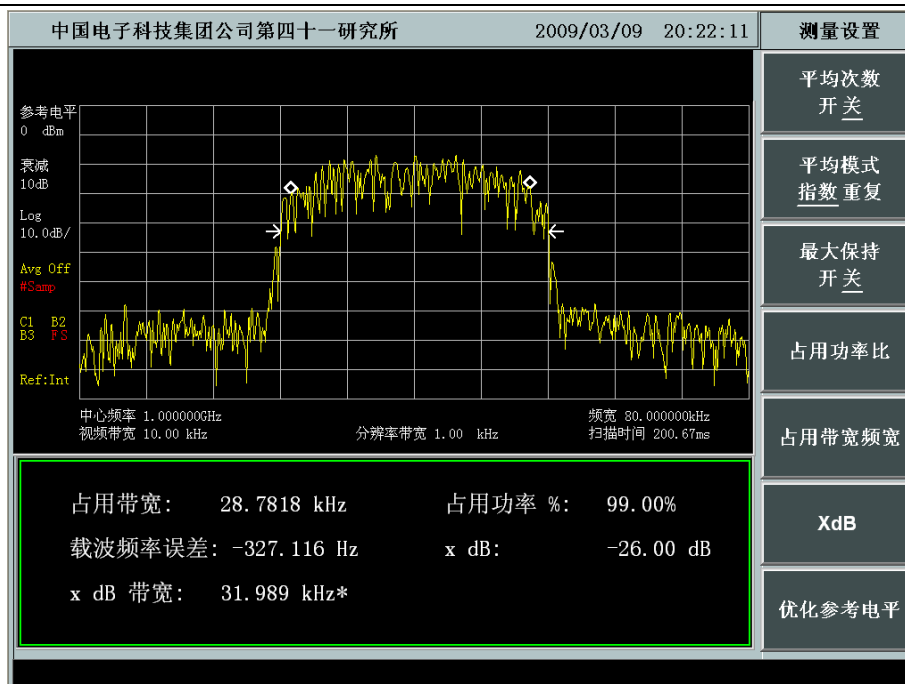


图 A-5 AV4036 频谱分析仪占用带宽测量

### 3.1 测量设置

#### 3.1.1 平均次数

打开或关闭平均。在平均次数开时，用户可以指定测量需要平均的次数。

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：10/关闭

范围：1—1000

#### 3.1.2 平均模式

在平均次数开时，用户可以选择需要的平均模式进行测量。

**指数模式** — 与线性平均不同，指数平均时新数据的权大于老数据的权。这样有利于跟踪数据在时间上的变化。指数平均中，选择的平均次数决定了老数据对新数据的权。随着平均次数的增加，新数据的权逐渐减小

**重复模式** — 同样进行指数平均，只是当平均次数满以后，重新开始进行平均到设定的平均次数，并将这个过程重复进行下去

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：指数

#### 3.1.3 最大保持

打开或关闭轨迹最大保持，最大保持将显示和保持信号响应的最大值。

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：关闭

#### 3.1.4 占用功率%

设置决定占用带宽的信号功率百分比值。

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：99.0%

范围：10%—99.99%

### 3.1.5 占用带宽频宽

指定用来计算特定百分比功率的占用带宽的积分范围。在进行带宽测量时，分析仪的扫宽将设置为占用带宽频宽同样的值。占用带宽频宽应该近似设置成期望的占用带宽值的两倍。

注释：

若存在一个邻道，则不应将占用带宽频宽设置为两倍的占用带宽。占用带宽测量首先计算频宽内的总功率，然后计算出总功率的99%。一对菱形频标设置在带宽的左右，并且占用带宽结果显示在数据窗口中。若邻道功率包含在100%功率中，则占用带宽结果将偏大。占用带宽频宽应该设置成窄到足够包含感兴趣的信道，同时又可将不感兴趣的邻道排除在外。

按键路径：测量设置

工厂预设：3MHz，或者由选择的通信标准决定

默认单位：Hz

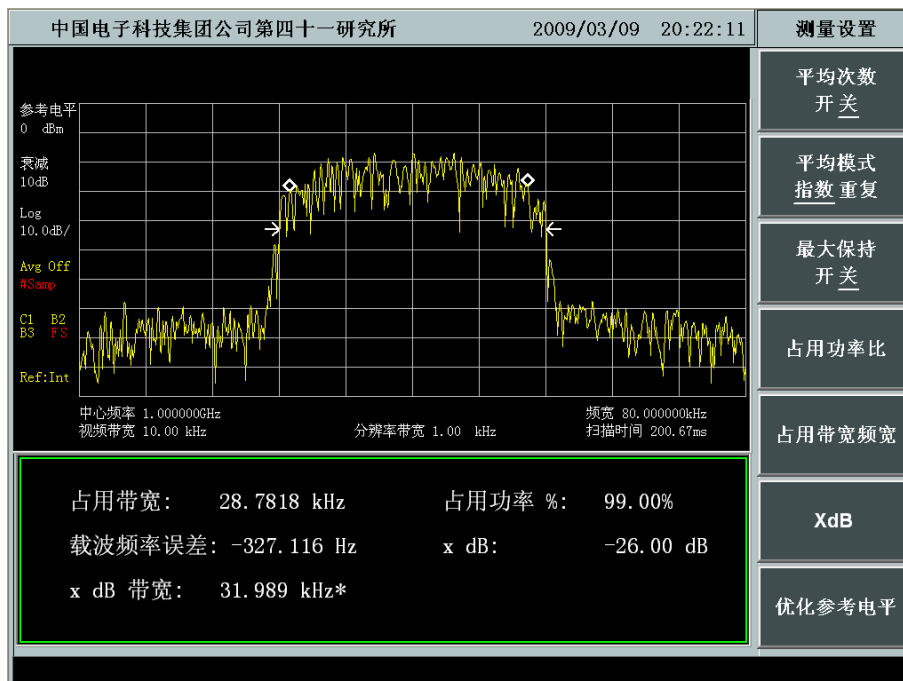
范围：允许的

### 3.1.6 X dB

在占用带宽频宽之内，指定用来决定发射带宽的功率电平。该值为信号峰值点P下降的dB量。该功能独立于占用带宽的计算。**x dB**带宽又称为发射带宽(EBW)，根据指定的最大功率点下降的dB量，设置箭形频标对，并计算两个频标之间的总功率。频率 $f_1$ 和 $f_2$ 分别为P下降x dB时的低端和高端频率。计算 $f_2 - f_1$ 为发射带宽的值，在下图中箭形频标对显示。

注释：

图中x dB带宽结果旁边的星号\*表明该测量结果不是在频谱分析仪的最优设置下得到的值。若用户对发射带宽很感兴趣，应选择**测量设置\最大保持**，然后选择**检波方式\正峰值**。采用峰值数据可以确保该项测量的准确性。



图A-6 AV4036频谱分析仪占用带宽测量

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：-26dB

默认单位：dB

范围：-100.0dB—0.1dB

### 3.1.7 优化参考电平

设置输入衰减器和参考电平，优化测量的鲁棒性，以避免由输入压缩和对数幅度范围限制产生的误差。

按键路径：测量设置

状态保存： 保存在仪器状态中

#### 4 邻道功率测量

邻道功率用来表示泄漏到邻近信道的功率。根据选择不同的无线通信准，邻道功率测量可以用来测量不同类型的信号。

选择带宽积分法，执行一次轨迹扫描，计算出相对于每个偏移的带内功率。根据选择的【测量设置】[测量类型]，结果显示为相应的总功率或功率谱密度。用户可以选择频谱轨迹、柱状图或联合图方式来观察测量结果。

选择 [邻道功率] 之后，按【测量设置】键进行测量参数的详细设置菜单。按【测量控制】键来进行连续与单次测量的切换。

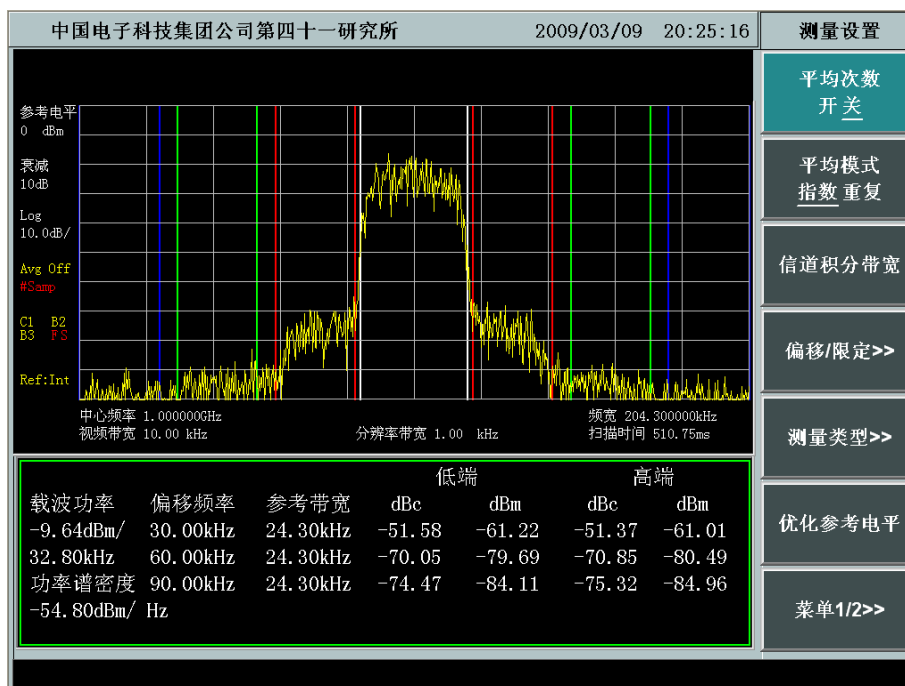


图 A-7 AV4036 频谱分析仪邻道功率测量

#### 4.1 测量设置

##### 4.1.1 平均次数

打开或关闭平均。在平均次数开时，用户可以指定测量需要平均的次数。

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：10 / 关闭

范围：1—1000

##### 4.1.2 平均模式

在平均次数开时，用户可以选择需要的平均模式进行测量。

**指数模式** — 与线性平均不同，指数平均时新数据的权大于老数据的权。这样有利于跟踪数据在时间上的变化。指数平均中，选择的平均次数决定了老数据对新数据的权。随着平均次数的增加，新数据的权逐渐减小

**重复模式** — 同样进行指数平均，只是当平均次数满以后，重新开始进行平均到设定的平均次数，并将这个过程重复进行下去

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：指数

##### 4.1.3 通道积分带宽

指定计算主信道功率时的积分带宽范围。

按键路径：测量设置  
 状态保存：保存到仪器状态中  
 工厂预设：2MHz，或由选择的无线规范决定  
 默认单位：Hz  
 范围：300 Hz~500 MHz

#### 4.1.4 偏移/限定

配置邻道功率测量的偏移信道参数。  
 按键路径：测量设置

##### 4.1.4.1 偏移

选择偏移，被选中的偏移字母将以下划线显示。  
 按键路径：测量设置，偏移设置  
 状态保存：保存在仪器状态中  
 工厂预设：A  
 程控命令：无

##### 4.1.4.2 偏移频率

设置主信道与偏移信道中心频率之间的频差(A-F)，用户可以打开或关闭要测量的偏移。  
 按键路径：测量设置，偏移设置  
 状态保存：保存在仪器状态中  
 工厂预设：见表A-1

表A-1 工厂预设

偏移	状态	偏移频率	参考带宽
A	开	3MHz	2MHz
B	关	0	2MHz
C	关	0	2MHz

默认单位：Hz  
 范围：0 Hz~ 500 MHz

##### 4.1.4.3 参考带宽

设置对应于每个偏移的参考带宽(积分带宽)。  
 按键路径：测量设置，偏移设置  
 状态保存：保存在仪器状态中  
 工厂预设：若没有选择无线通信规范，默认为2MHz；否则，由选择的无线规范决定。  
 默认单位：Hz  
 范围：300Hz~500MHz

##### 4.1.4.4 正偏移限定

设置指定偏移信道的高端信道的功率上限。  
 按键路径：测量设置，偏移设置  
 状态保存：保存在仪器状态中  
 工厂预设：0.00dB  
 默认单位：dB  
 范围：-200dB~200dB

##### 4.1.4.5 负偏移限定

设置指定偏移信道的低端信道的功率下限。  
 按键路径：测量设置，偏移设置



状态保存：保存在仪器状态中  
工厂预设：0.00dB  
默认单位：dB  
范围：-200dB~200dB

#### 4.1.5 测量类型

用来指定测量结果的参考类型：**总功率参考**或**功率谱密度参考**。

按键路径：测量设置  
状态保存：保存在仪器状态中  
工厂预设：总功率参考

#### 4.1.6 最优化参考电平

设置输入衰减器和参考电平来优化测量的鲁棒性，以避免由于输入压缩和对数幅度范围限制产生的误差。

按键路径：测量设置  
状态保存：不保存

#### 4.1.7 测量方法

选择采用的测量方法，带宽积分法。

按键路径：测量设置  
状态保存：保存于仪器状态中  
工厂预设：带宽积分法

##### 4.1.7.1 带宽积分法

选择测量方法为带宽积分法。  
按键路径： 测量设置，测量方法

#### 4.1.8 总功率参考

在测量类型中，选择总功率参考后，可以设置邻道功率参考为自动或手动。若设置为自动，载波功率结果反映了载波中测量到的功率值；若设置为手动，则功率参考值为测量的值或者由用户来输入。

按键路径：测量设置  
状态保存： 保存于仪器状态中  
工厂预设：自动，测量的载波功率值  
单位：dBm  
默认单位：dBm  
范围：-200dBm~200dBm

#### 4.1.9 功率谱密度参考

选择测量类型为功率谱密度参考，设置用来计算对应偏移的相对功率谱密度值的载波(主信道)的功率谱密度。当功率谱密度状态为自动，将设置为测量的载波的功率谱密度。

工厂预设：0dBm  
单位：dBm  
默认单位：dBm  
范围：-999dBm~999dBm

#### 4.1.10 限定测试

打开或关闭限定测试。若限定测试设置为开，每个偏移将与它的高端和低端限定值来进行比较。在功率超过限制的情况中，dBc结果旁边的红色F代表着失败。处于关闭状态的所有偏移将不会被测量，而且它们的结果也不会屏幕上显示出来。

按键路径：测量设置  
状态保存：保存在仪器状态中  
工厂预设：关闭

### 4.1.11 噪声修正

打开或关闭噪声修正功能。若噪声修正为开，将对噪声基地进行校正，增加测量动态范围。若信号跟踪打开，或者在NADC和PDC规范下采用分辨率带宽法时，噪声修正功能无效。

按键路径：测量设置

状态保存：保存在仪器状态中

工厂预设：关闭

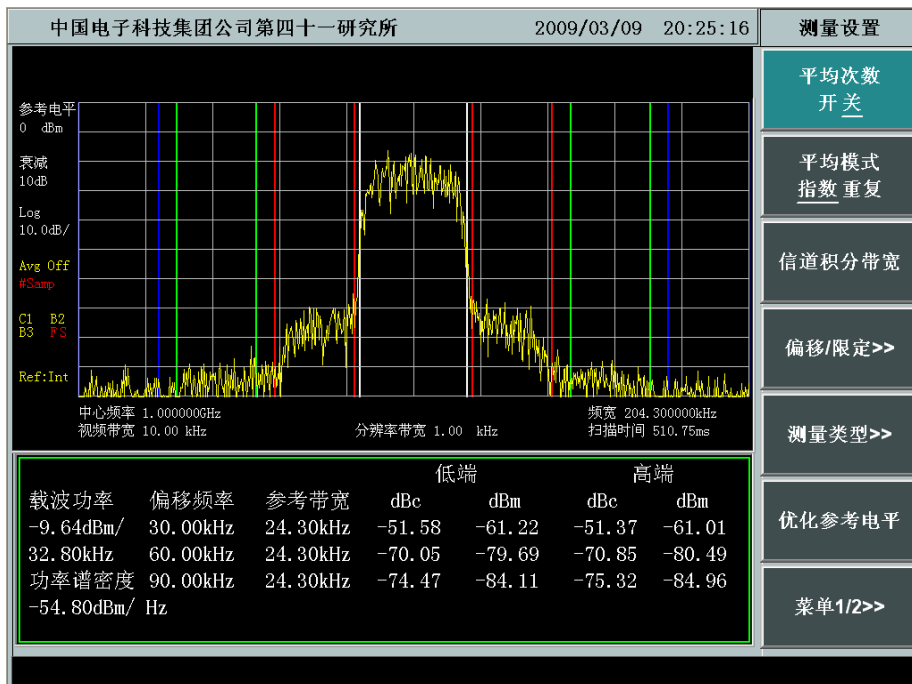
## 4.2 轨迹

### 4.2.1 频谱图

选择视图方式为频谱图。

按键路径：轨迹/视图

工厂预设：频谱图



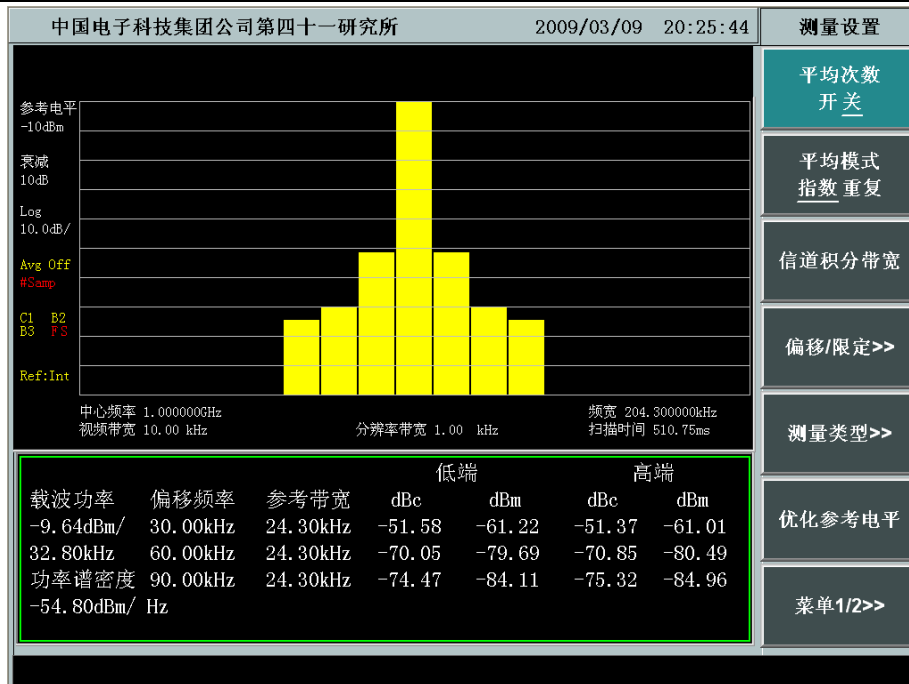
图A-8 AV4036频谱分析仪邻道功率测量频谱图显示

### 4.2.2 柱状图

选择视图方式为柱状图。

按键路径：轨迹/视图

工厂预设：频谱图



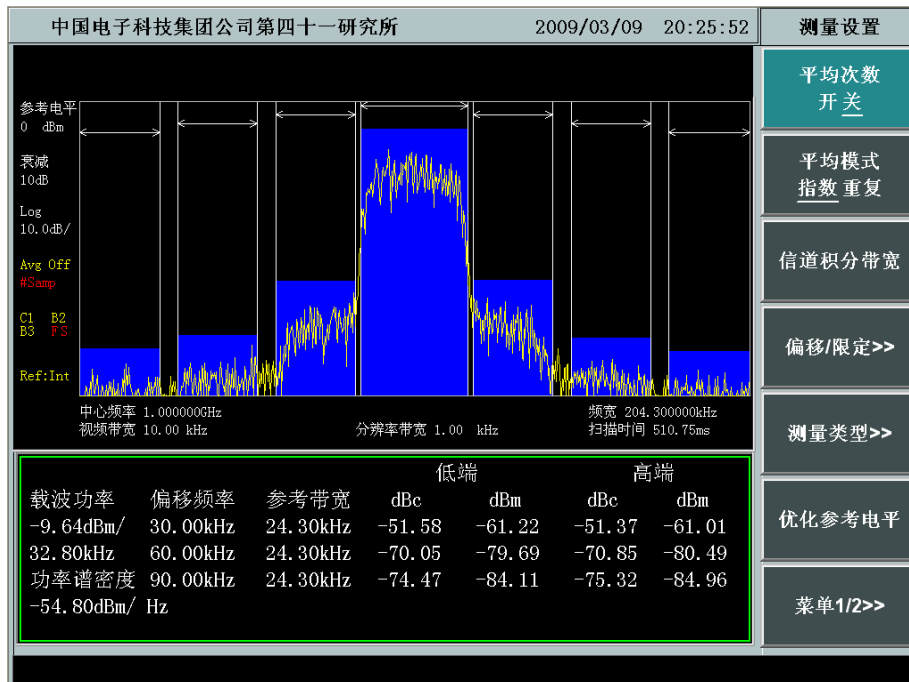
图A-9 AV4036频谱分析仪邻道功率测量柱状图显示

#### 4.2.3 联合图

选择视图方式为联合图。

按键路径：轨迹/视图

工厂预设：频谱图



图A-10 AV4036频谱分析仪邻道功率测量联合图显示

#### 4.2.4 联合图单位

设定联合视图下的单位为dBc或者dBm。

按键路径：轨迹/视图

工厂预设：dBc

#### 4.2.5 轨迹

单建测量功能不改变该菜单功能。

### 5 菜单结构图

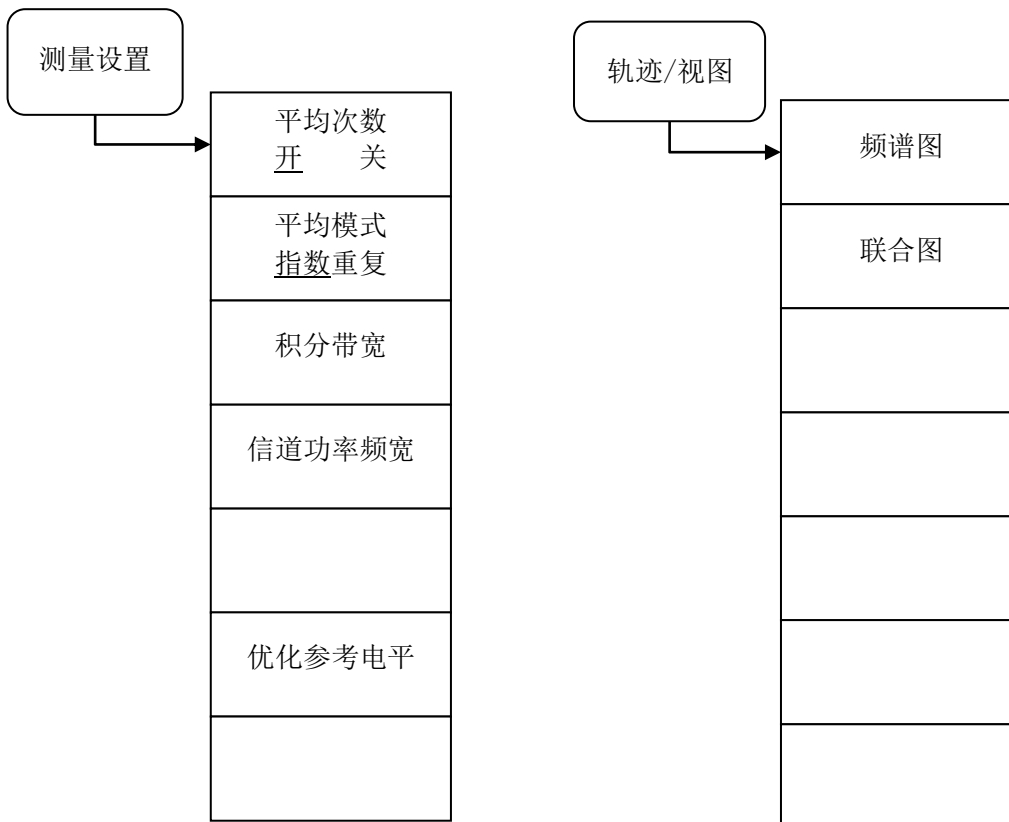
#### 频谱分析模式



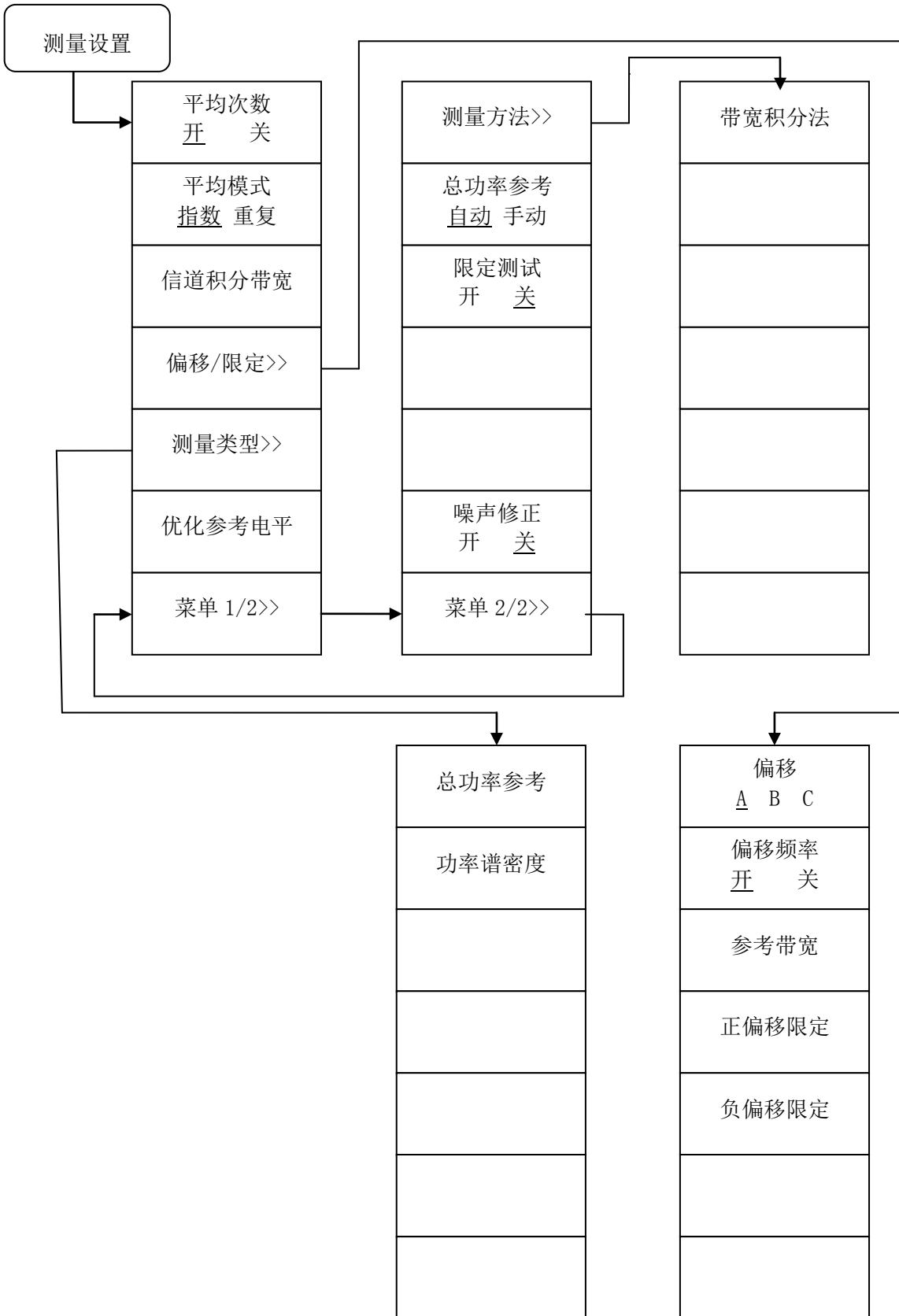
### 占用带宽测量



### 信道功率测量



## 邻道功率测量









## 附录 B

## 相位噪声选件

## 1 相位噪声的启动和使用

## 1.1 启动相位噪声功能

只要您购买了相位噪声选件，则可以简单启动相位噪声软件。

按下【模式】，[相位噪声测试]启动相噪测试功能。

## 1.2 使用相位噪声功能

本节包括下列内容：

- 对数测量
- 点频相噪测量
- 平滑、平均和滤波

## 1.2.1 对数测量

对数测量近似于一组线性扫描组合而成的对数频率扫描。显示出相对于单边带测量的对数频率读数 dBc/Hz。轨迹 1（黄色轨迹）显示出测量出的逐点描述的数据。轨迹 2（洋红色轨迹），显示出轨迹 1 的平滑模式。平滑数值由当前设置的平滑参数决定。默认设置，频标 1 设置在频偏 10kHz 处，此频偏点处的相位噪声用数值显示出来。



请注意：

如果使用工厂默认设置，那么应用上面提到的轨迹号，轨迹数据和频标数据，但是这些都可以改变。

如果分析仪设置为单扫模式，那么按下[对数测量]软键或者[重新测量]软键可以重复一次测量。这对观察在载波信号和关注的频偏处不改变的电路变化的影响是有用的。分析仪同样可以设置为连续扫描模式，在这种情况下，前一次测量结束后，新的一次测量马上开始。一种设置连续扫描的方法是按下前面板的【扫描】键，接下来按下[扫描（连续）]软键。另一种方法是按下【测量控制】[测量（连续）]。

可以用多达 3 个频标来显示测量的不同参数，尽管默认设置只显示一个频标读数。

为了得到一个给定带宽内的均方根噪声，相位噪声测试结果可以在一个选定的频率范围内积分。积分的频率范围可以通过按下【频标】[均方根]来选择。使用 RRG 旋钮或者前面板来选择频率范围的起始点，并且选择显示结果是采用弧度制还是角度制，如果选择了[均方根（抖动）]，显示结果还可以采用以秒为单位显示。接着可以使用 RPG 旋钮或者前面板按键来选择频率范围的结束点。显示结果采用弧度、角度还是秒，取决于之前的选择。

指定范围内的 RMS 剩余调频也可以用频标显示出来。按下[频标]，使用 RPG 旋钮或者前面板键把频标定位到频率范围的起始点。然后按下[剩余调频]，接着使用 RPG 旋钮（或者前面板键）将第二个频标定位到频率范围的结束点。这样就将显示出频率范围以及这个范围内测量出的 RMS 剩余调频。RMS 相位噪声测试是基于单边带测量的对数测量数据，因此 RMS 相位噪声结果也是单边带的。

## 1.2.2 点频测量

点频测量是在偏离主载波信号指定频率点处的相位噪声的单边带测量。屏幕上显示的轨迹点的平均值由一条洋红色线指出。分析仪正常设置为显示连续扫描，尽管可以通过【扫描】选项设置为单扫来进行单次测量。

## 1.2.3 平滑、平均和滤波

可以通过几种不同的方法来提高轨迹的重复性。平滑用在对数测量中，而轨迹平均用在点频测量中，视频滤波两种测量中都可以使用。

平滑过程平均了原始轨迹——一般为轨迹 1，中的许多临近的轨迹点，并将对数测量的平滑结果显示在第二条轨迹上——一般为轨迹 2。平滑比平均和滤波都快，但是不如它们精确。精确度的

丢失在一条轨迹的幅度有突变时需要特别注意，比如，当一个载波信号有一个很大的离散信号，比如一个杂散边带时。为了平滑一条轨迹，在【测量设置】中选择[平滑]软菜单，然后使用前面板键或者RPG旋钮调整平滑度在0.00%和20.0%之间。

视频滤波可以应用在测量中的活动轨迹上。额外的视频滤波可以提高测量的精度和可重复性，但是也会使得测量过程变慢。滤波改变了视频带宽和分辨率带宽之比。滤波比平滑和平均都慢，但是比它们更精确。

平均过程对一个频率点测量多次，然后计算平均值。

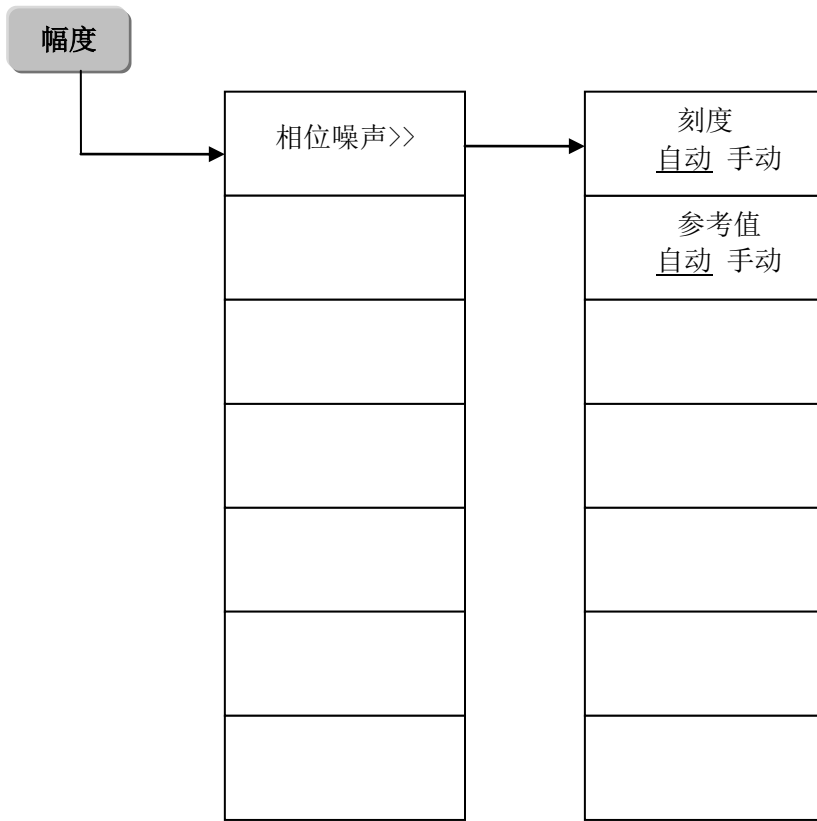
## 2 相位噪声的菜单说明

### 2.1 菜单图

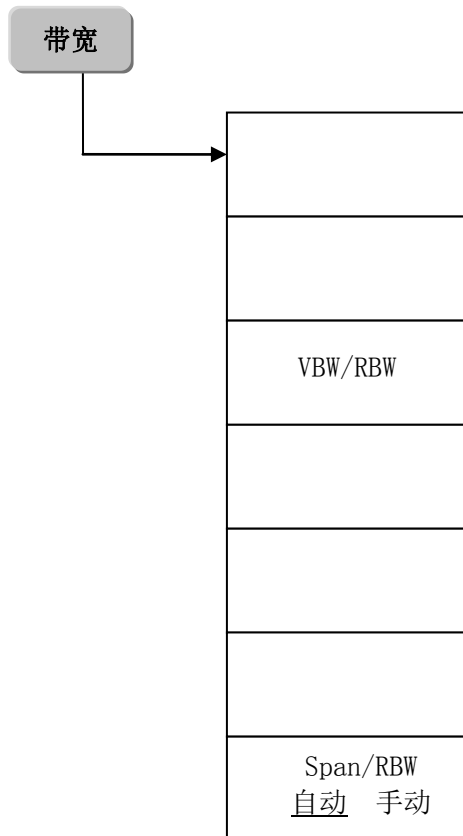
本章提供了前面板键以及相关菜单键的形象的表示。  
幅度菜单——对数测量



幅度菜单——点频



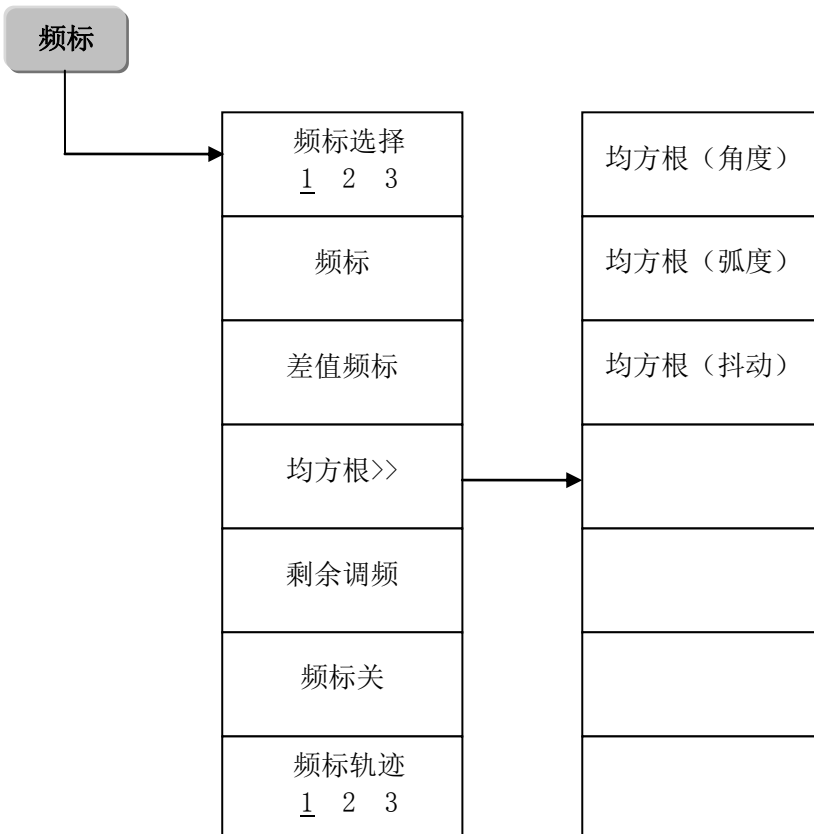
带宽菜单



频率菜单



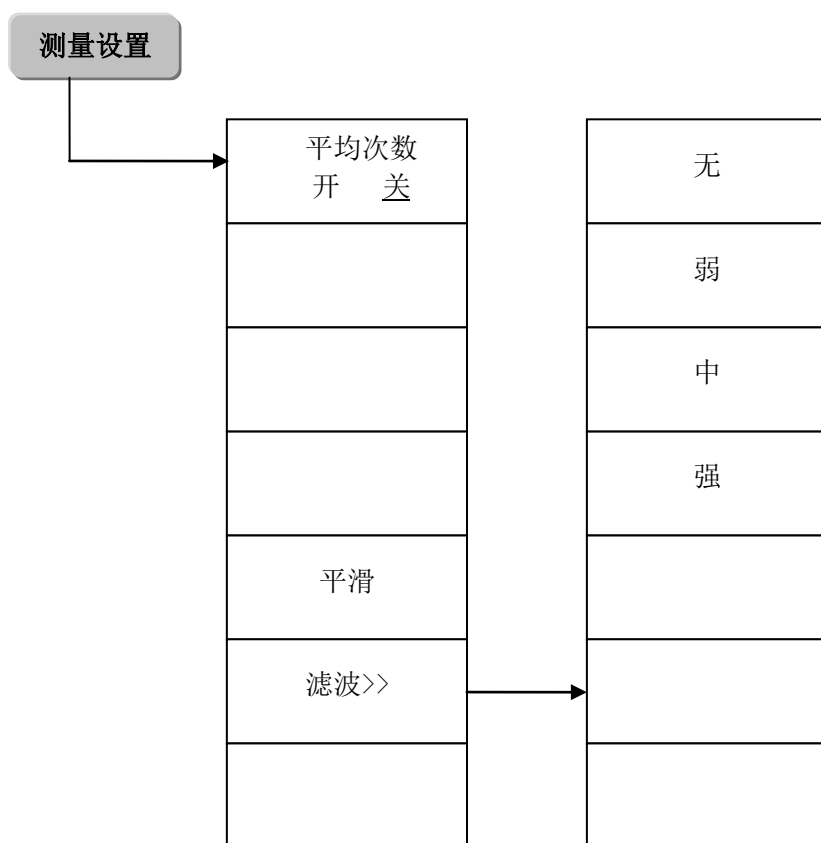
频标菜单——对数测量



测量菜单



测量设置菜单——对数测量



测量设置菜单——点频



模式菜单



频宽菜单——对数测量



频宽菜单——点频



扫描菜单——对数测量

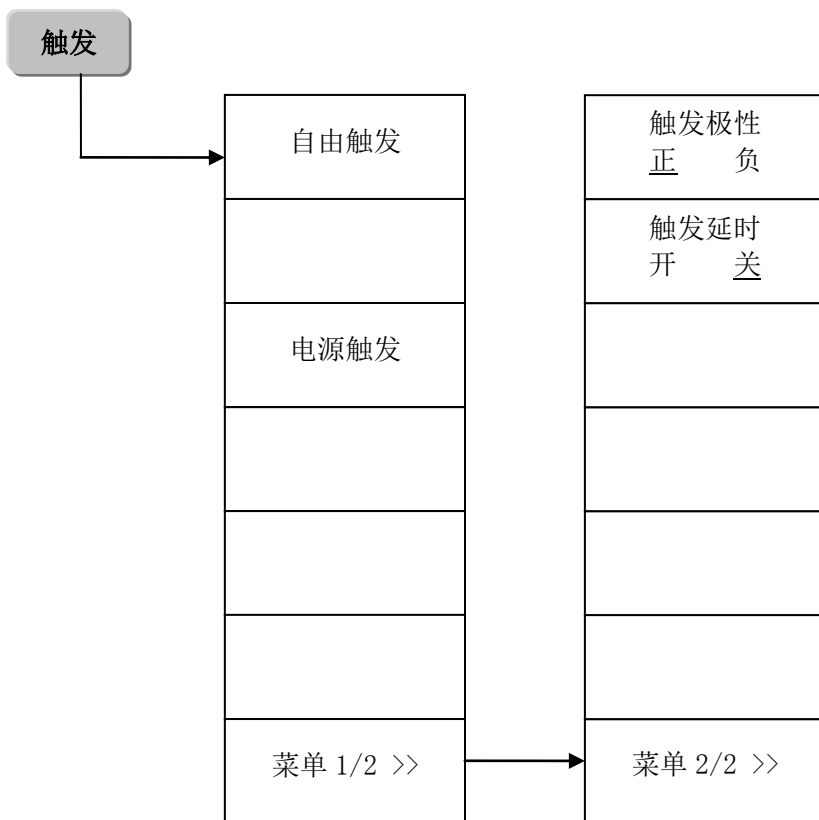


扫描菜单——点频





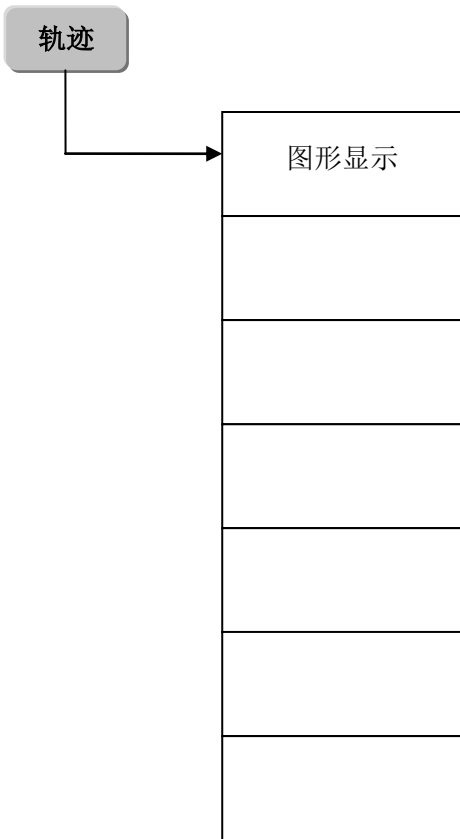
触发菜单



轨迹菜单——对数测量



## 轨迹菜单——点频



### 2.2 菜单具体描述

本节介绍出现在前一节菜单图中的菜单按键。

#### 【幅度】

幅度菜单按键被用来设置影响显示在纵轴的数据。

#### [幅度刻度]

设置显示上纵轴格线每格的单位。

#### [参考值]

设置屏幕上参考线的值。

#### 【频率】

访问频率功能菜单。

#### [载波频率]

允许指定想要进行相位噪声测试的载波频率。

#### [载波搜索]

自动将分析仪调整到它能找到的最强的信号上。

#### [搜索频宽 自动 手动]

决定[载波搜索]菜单将要搜索信号的频谱范围。此按键在自动设置和手动设置之间切换，当设置为手动时，允许手动设置一个频率范围。当[搜索频宽]设置为自动时，搜索将从一个很小的极限值 100Hz 到分析仪所允许的最大极限值中进行搜索。当[搜索频宽]设置为手动时，搜索将在[搜索频宽]指定的频率范围中进行，并将当前载波频率置为中心频率。

**【频标】**

显示一个菜单，允许设置在某种特定的测量中，三个频标中哪个做标记，或者显示。

**[频标选择 1 2 3]**

允许选择三个可能的频标中的一个。已经选择了其中的一个频标，使用此菜单中的其它软菜单来指定频标的类型或者测量。

**[频标]**

设置指定的频标为正常频标。即它标定在所指的频率点上，分析仪测量和显示这点上的相位噪声。

**[差值频标]**

一个差值频标实际上是一个频标对。按下[差值频标]，在当前的频偏处设置了一对频标。频标对中的一个（在显示上用“R”标注）固定，另外一个可以使用RPG旋钮或者数字键移动。两个频标的频率差和相位噪声差被显示出来。

**[均方根]**

显示第二级允许访问的菜单，有三种RMS噪声功能。一个RMS噪声频标实际上是一个频标对。按下[RMS噪声度数]，在当前频偏处设置了一对频标。频标对中的一个（在显示上用“R”标注）固定，另外一个可以使用RPG旋钮或者数字键移动。

**[均方根（角度）]**

两点之间的均方根（RMS）相位噪声计算出来，以角度的形式显示。

**[均方根（弧度）]**

两点之间的均方根（RMS）相位噪声计算出来，以度的形式显示。

**[均方根（抖动）]**

两点之间的均方根（RMS）抖动计算出来，以时间为单位显示，比较具有代表性的是皮秒（“ps”或者 $10^{-12}$ 秒）或者非秒（“fs”或者 $10^{-15}$ 秒）

**[剩余调频]**

一个剩余调频频标实际上是一个频标对。按下[剩余调频]，在当前频偏处设置了一对频标。频标对中的一个（在显示上用“R”标注）固定，另外一个可以使用RPG旋钮或者数字键移动。两点之间的均方根（RMS）剩余调频计算出来并显示。

**[频标关]**

将指定频标置为关。

**[频标轨迹 1 2 3]**

允许选择当前选择的频标应用到三条轨迹中的哪一条上。

**【测量设置】**

显示一个菜单，允许为一个测量输入用户设置的参数。测量菜单取决于在测量菜单中选择了频谱分析测量、点频相噪测量还是对数测量。一些按键和在基本频谱分析仪模式中的按键一样。

**[平均次数 开 关]**

允许指定将被平均的测量次数。指定平均次数以后，平均模式的设置决定了平均行为。也可以设置平均功能为开或者关。

**[平均模式 指数 重复]**

允许选择终止视频平均功能的类型。这决定了到达指定测量次数以后的平均行为。指数模式，到达平均次数以后，每一个成功获得的数据在已有的平均上以指数增加合并。重复模式，到达平均次数以后，平均复位，开始一个新的平均。

**[点频]**

确定在哪个频率点上进行相噪测量。

**[平滑]**

允许指定在测量完成后轨迹要进行的平滑数。平滑数可以从 0.00% 到 20.0%。默认情况下，原始轨迹和被平滑后的轨迹都显示出来。

**[滤波]**

允许指定是否对信号进行滤波。如果选择了滤波，有四种滤波水平可供选择：无、弱、中和强。

**[无]**

不进行滤波。视频带宽和分辨率带宽之比（VBW/RBW）固定在 1.000。

**[弱]**

进行很小程度的滤波。视频带宽和分辨率带宽之比（VBW/RBW）固定在 0.300。

**[中]**

进行中等程度的滤波。视频带宽和分辨率带宽之比（VBW/RBW）固定在 0.100。

**[强]**

进行大程度的滤波。视频带宽和分辨率带宽之比（VBW/RBW）固定在 0.030。



请注意：

平滑比滤波快。然而，有一个风险就是平滑可能会隐藏可能发生在在一个很小频率范围内的幅度上的一个跳变。

**【测量】**

提供菜单入口，允许进行频谱分析测量、点频相噪测量和对数测量。

**[频谱分析]**

显示频率频谱。

**[点频相噪测量]**

测量一个输入信号在一个离散频率偏移处的相位噪声。

**[对数测量]**

显示在一个频率偏移范围内测量相位噪声的对数测量。

**【模式】**

提供菜单按键，允许选择分析仪的测量模式。

**[频谱分析]**

访问频谱分析菜单按键及其相关功能。

**[相位噪声]**

访问相位噪声测试功能菜单按键及其相关功能。这允许设置并进行有效的相位噪声测试。

**【频宽】**

提供菜单软键，允许选择对数相噪测量的起始频偏和终止频偏。

**[起始频偏]**

允许指定对数测量开始的偏移频率。

**[终止频偏]**

允许指定对数测量终止的偏移频率。

**【扫描】**

提供菜单软键，允许设置扫描相关设置。

**[扫描时间 自动 手动]**

允许为测量指定扫描时间或者让分析仪自动设置。这个菜单在对数测量中无效，因为对数测量中会为每一段线性扫描自动计算出最好的设置。

**[扫描 单次 连续]**

指定分析仪连续扫描（或测量）或者执行一次单扫然后停止。单次状态时，分析仪执行单次测量然后停止。如果想再进行一次测量，只需按**【测量控制】**[重新测量]即可。连续状态时，分析仪连续测量接收的信号并且重复更新测量和对数频率刻度显示。

**【轨迹】**

提供访问轨迹菜单的入口，允许设置显示测量结果信息的方式。菜单项因**【测量】**菜单下选择的测量不同而有所不同。

**[图形显示]**

测量数据图形化显示，只有最近的测量值用数值显示。

**[轨迹 1 2 3]**

允许选择三条轨迹中的任意一条，然后指定它的显示模式。

**[原始]**

在**【轨迹】**（上面提到的）中选择的轨迹记录和显示原始测量数据。

**[平滑]**

在**【轨迹】**（上面提到的）中选择的轨迹记录和显示平滑后的测量数据。

**[参考]**

在**【轨迹】**（上面提到的）中选择的轨迹设置为参考。显示在屏幕上。轨迹 1 显示为黄色，轨迹 2 显示为洋红色，轨迹 3 为蓝绿色。

**[隐藏]**

在**【轨迹】**取消被选择的轨迹，屏幕不再显示。

**3 相位噪声模式程控命令说明**

这些命令只在通过使用 analyzer :SElect 或者 analyzer :NSElect 选择了相位噪声模式时有效。如果选择了相位噪声模式，为其它模式独有的一些命令无效。

**计算子系统**

这个子系统用来执行数据查询后的处理。实际上，新数据的收集触发了 CALCulate 子系统。在这个仪器中，子系统的基本功能是频标和极限。

SCPI 默认数据输出格式是 ASCII。可以用 FORMat:DATA 将格式转化为二进制，这种格式在总线上传输的速度要快。

**CALCulate:LPLot 子系统**

对数测量显示了一幅由偏离载波一定频偏处的对数频率组合而成的相噪功率图。

**轨迹模式**

**:CALCulate:LPLot:TRACe<1|2|3> :MODE RAW|SMOothed|VIEW|BLANK**

**:CALCulate:LPLot:TRACe<1|2|3>:MODE?**

这决定了在选择的轨迹中存储和显示的轨迹类型。

工厂复位：轨迹 1：原始  
 轨迹 2：平滑  
 轨迹 2：隐藏  
 范围：原始，平滑，参考或者隐藏  
 前面板入口：【轨迹】[轨迹 1|2|3][Raw|Smoothed|View|Blank]  
 CALCulate:MARKers 子系统

### 频标模式

**:CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:MODE  
 POSition|DELTA|RMSDegree|RMSRadian|RFM|RMSJitter|OFF  
 :CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:MODE?**

这个命令为三个频标中的每一个指定计算模式。

- POSition——把指定的频标设置为一个“normal”频标。即，在指定的频率偏移处测量相位噪声。
- DELTA——把指定的频标设置为测量第一个和第二个频标的频率差。
- RMSDegree——将指定的频标设置为测量第一个和第二个频标之间的 RMS 相噪。结果以角度为单位显示。
- RMSRadian——将指定的频标设置为测量第一个和第二个频标之间的 RMS 相噪。结果以弧度为单位显示。
- RFM——将指定的频标设置为测量第一个和第二个频标之间的 RMS 剩余调频。结果以 Hz 为单位显示。
- RMSJitter——将指定的频标设置为测量第一个和第二个频标之间的 RMS 抖动。结果以时间为单位显示。
- OFF——设置频标关。

例子：CALC:LPLot:MARK1:MODE RMSD

注释：必须在命令中指定 LPLOTT 关键字。

前面板入口：【频标】

### 频标轨迹

**:CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:TRACe <tracenum>  
 :CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:TRACe?**

这个命令指定频标将放置的轨迹。

例子：CALC:LPLot:MARK1:TRAC 3

注释：必须在命令中指定 LPLOTT 关键字。

前面板入口：【频标】[选择频标][频标轨迹]

### 频标 X 轴值

**:CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:X <number>  
 :CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:X?**

这个命令将选择的频标定位在 X 轴指定位置上。

范围：图表的起始偏移频率和终止偏移频率之间。

工厂复位：所有三个频标都复位在 10kHz 处。

例子：CALC:LPLot:MARK1:X 2.5 MHz

前面板入口：【频标】

### 频标 Y 轴值

**:CALCulate:LPLot:MARKer<1|2|3>:Y?**

这个命令查询并返回选定频标的当前 Y 轴值。值以当前轨迹的 Y 轴单位返回（通常是 dBc/Hz）。

范围：取决于频标类型，-200.0 到 200.0 dBc/Hz, dB/Hz, 弧度或者角度。

例子：CALC:LPLot:MARK3:Y?

前面板入口：【频标】

### CONFigure 子系统

CONFigure 命令和一些其它的命令一起使用，用来控制测量过程。

使用命令 CONFigure/FETCh/MEASure/READ 选择测量，为本次测量或者进行单次测量设置仪

器状态为默认状态。对每一个测量有一些其它的命令可以使用，允许改变：设置，显示，极限等等。  
参考：

```
SENSE:<measurement>,SENSE:CHANnel,SENSE:CORRection,
SENSE:DEFaults,SENSE:DEVIation,SENSE:FREQuency,
SENSE:PACKet,SENSE:POWEr,SENSE:RADio,SENSE:SYNC
CALCulate:<measurement>,CALCulate:CLIMits
DISPlay:<measurement>
```

### 配置选择的测量

**:CONFigure:LPLot**

**:CONFigure:SFRequency**

CONFigure 命令进入设置的测量。它将以测量的标准默认值设置仪器，并初始化。在测量子系统中描述了有效的测量。



**请注意：** CONFigure 命令会强制退出当前的测量。

### 配置查询

**:CONFigure?**

CONFigure 查询返回当前测量的名字。

### FETCh 子系统

FETCh? 查询命令和其它几个命令一起使用，用来控制测量过程。这些命令只应用在测量菜单中能找到的测量中。

这个命令把从最新测量中选择的数据放入输出缓冲中（新数据被初始化/测量）。如果已经进行了一个很好的测量并且想要看看从单次测量中得到的几个类型的数据（不同的[n]值）就使用 FETCh 命令。FETCh 保存重新进行测量的时间。只能从当前激活的测量中取回结果。

如果需要进行一次新的测量，使用 READ 命令，这个命令等同于紧跟 FETCh 命令后的一个初始化命令:INITiate:LPLot (:INITiate:SFRequency)。

### 取回当前测量结果

**:FETCh:LPLot<1|2|3|4|5|6>?**

**:FETCh:SFRequency<1|2|3|4>?**

FETCh 命令不开始一次测量，仅仅返回当前有效的测量结果。只能从当前选择的测量中取回结果。代码数字 n 选择将返回结果的类型。

### 格式化子系统

FORMat 子系统为传输数字和排列信息设置数据格式。

### 测量结果格式

**:FORMat:MEASure[:DATA] ASCii|REAL32**

**:FORMat:MEASure[:DATA]?**

这个命令控制传输到远端用户的测量数据格式。REAL 和 ACSII 格式将以当前的幅度单位格式化轨迹数据。

ASCII – 以幅度单位为单位的 ASCII 格式的幅度值，以逗号分开。ASCII 格式比二进制格式需要更多内存。因此，处理大量这种类型的数据将要花费更多的时间和存储空间。

Real32 – 以幅度单位为单位的二进制 32 位真实值，有确定长度块。真实数据的传输以二进制块的格式进行的。

一个确定长度的数据块开始于一个以“#”打头的 ASCII 头，并说明了块中跟着多少额外的数据点。假设头是#512320。

- 头中的第一个数字（5）标明头中还有多少额外的数字/字节。
- 12320 指的是 12 千，3 百，20 个数据字节跟在头后面。
- 将这个字节数除以选择的数据格式字节/点，即 real32 格式除以 4。在这个例子中，如

果使用 real32 格式，则块中有 3080 个点。

工厂复位：ASCII

前面板入口：没有可用的。这只是一个远控命令。

### 初始化子系统

初始化子系统用来为一个测量开始一个触发。这些命令只初始化从前面板进入的【测量】菜单中的测量。参考 TIRGger 和 ABORt 子系统查看相关命令。

#### 为选择的测量查询新数据

**:INITiate:LPLot**

**:INITiate:SFRequency**

这个命令为指定的测量初始化一个触发循环，但不返回数据。

如果选择的测量不是当前激活的，仪器将切换到命令 INIT:<meas>中的测量并初始化一个触发/测量循环。

这个命令在频谱分析模式下的一键测量功能下不可用。

例子：INIT:LPL

### 测量结果格式

**:INSTrument[:SElect] SA|REC|PNOISE**

**:INSTrument[:SElect]?**

设置仪器进入相应的工作模式，在进行相位噪声测试之前，首相应使用该命令事频谱分析仪进入到相位噪声工作模式，否则本手册里面的指令不适用。

例子：**:INST PNOISE**

### 测量组命令

本组包括进行测量和返回结果的 CONFigure, FETCh, MEASure 和 READ 命令。不同的命令可以用来提供对全面的测量过程进行更好的控制，像改变测量参数的默认值。大部分测量应该在单次测量模式下，而不是在连续测量模式下进行。

任何数据的默认 SCPI 输入格式是 ASCII。格式可以通过 FORMat:MEASure:DATA 改成二进制格式，这种格式在总线上传输速度快。

### 测量命令

**:MEASure:LPLot<1|2|3|4|5|6>?**

**:MEASure:SFRequency<1|2|3|4>?**

这是一个使用工厂默认仪器设置快速进行测量的单命令方法。这是一些符合当前选择的模式设置（比如 radio 标准）中的设置和单位。

- 停止当前测量（如果有）并且使用工厂默认值为指定的测量设置仪器状态。
- 为测量初始化数据查询。
- 阻塞其它 SCPI 通信，在返回结果前一直等待，直到测量完成。
- 如果功能进行平均，则平均开，平均次数设置为 10。
- 数据有效之后，为指定测量返回测量结果或者轨迹数据。返回数据类型可以通过命令送来的 [n] 值来定义。

如果没有包括可选的 [n] 值，或者 [n] 被设置为 1，则将返回 scalar 测量结果。如果 [n] 值设置为非 1，将返回选择的轨迹数据结果。查看每个命令的详细介绍，看看哪种类型的 scalar 结果或者轨迹数据结果有效。

ASCII 是数据输出的默认格式。二进制数据格式应该用来处理大块数据，因为这种格式比 ASCII 格式存储量小，传输速度快。参考 FORMat:DATA 命令得到更多信息。

如果需要改变一些测量参数，使之不为工厂默认设置，可以使用 CONFigure 命令进行测量设置。使用 SENSE:<measurement>和 CALCulate:<measurement>子系统命令来改变设置。然后可以使用 READ? 命令初始化测量以及查询结果。

如果要使用一个非工厂默认设置的设置重复进行一个给定的测量，使用 SENSE:<measurement>和 CALCulate:<measurement>子系统命令来改变设置。然后可以使用 READ? 命令初始化测量以及查询结果。

如果初始化了一个不同的测量，然后再返回前一个测量，那么测量设置被保持住了。如果想要使用那些保持住的设置，使用 READ:<measurement>?。如果想回到默认设置，使用



MEASure:<measurement>?。

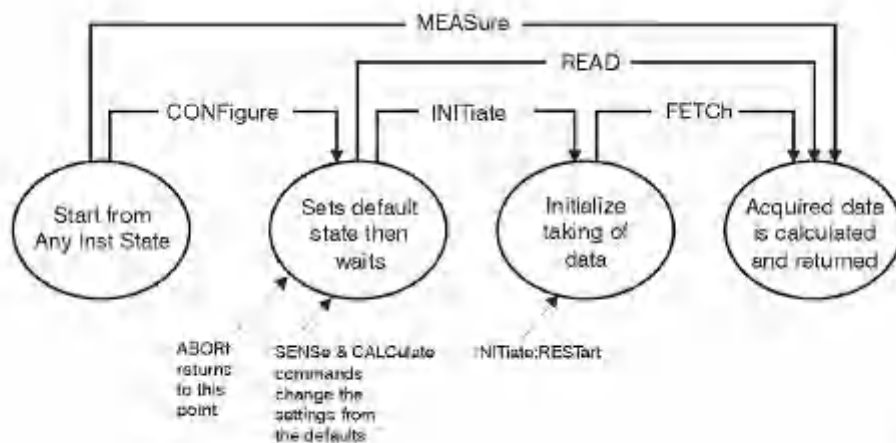


图 B-1 指令示意

### 配置命令

**:CONFigure:LPLot**

**:CONFigure:SFRequency**

此命令终止当前测量（如果有），并且使用工厂默认仪器设置为指定的测量进行状态设置。

CONFigure? 查询返回当前测量名。

### 读取命令

**:READ:LPLot <1|2|3|4|5|6>?**

**:READ:SFRequency <1|2|3|4>?**

- 不会将测量复位到工厂默认设置。例如，如果之前初始化了 ACP 测量，送 READ:ACP?命令将使用相同的仪器设置初始化一个新的测量。
- 初始化测量，将有效数据放入输入缓冲。如果指定一个非当前进行的测量，仪器将在初始化测量和返回结果之前切换到那个测量中。  
比如，假定之前初始化了 ACP 测量，但现在进行的是信道功率测量。然后发送 READ:ACP?，它将使用之前 ACP 的设置，从信道功率切换到 ACP 测量中，初始化测量，返回结果。
- 阻塞其它 SCPI 通信，在返回结果之前一直等待，直到测量完成。  
如果没有包括可选的[n]值，或者[n]被设置为 1，则将返回 scalar 测量结果。如果[n]值设置为非 1，将返回选择的轨迹数据结果。查看每个命令的详细介绍，看看哪种类型的 scalar 结果或者轨迹数据结果有效。二进制数据格式应该用来处理大块数据，因为这种格式比 ASCII 格式存储量小，传输速度快。（FORMat:DATA）

### 相位噪声对数测量

测量信号在偏离主载波信号指定频率范围偏移处的相噪。结果被分成几部分显示在相噪功率图上。使用此命令必须处于相位噪声测试模式下。用 INSTRument:SELEct 设置模式。

CONFigure、FETCh、MEASure 和 READ 的基本功能在本章开头有描述。查看 SENSE:LPLot 命令获取更多测量相关命令。

前面板入口：**【测量】** [对数测量]

表 B-1 可用的测量结果

n	返回结果
n=1	返回七个以逗号分开，符合下列测量结果的 scalar 值： 1. 载波功率 (dBm) 2. 载波频率 (Hz) 3. 整条平滑轨迹上的 RMS 相位噪声 (角度) 4. 整条平滑轨迹上的 RMS 相位噪声 (弧度) 5. 整条平滑轨迹上的剩余调频 (Hz) 6. 起始偏移频率处的点噪声 (dBc/Hz) 7. 终止偏移频率处的点噪声 (dBc/Hz)
n=2	返回三个以逗号分开，符合下列测量结果的 scalar 值： 1. 轨迹 1 中的 x/y 值的对儿数 2. 轨迹 2 中的 x/y 值的对儿数 3. 轨迹 3 中的 x/y 值的对儿数
n=3	返回一个以逗号分开，轨迹 1 数据点的列表。轨迹上数据点的个数取决于测量的执行以及测量的频率范围。可以通过:L PLOT2?命令 (above)查找到：
n=4	返回一个以逗号分开，轨迹 2 数据点的列表。轨迹上数据点的个数取决于测量的执行以及测量的频率范围。可以通过:L PLOT2?命令 (above)查找到：
n=5	返回一个以逗号分开，轨迹 3 数据点的列表。轨迹上数据点的个数取决于测量的执行以及测量的频率范围。可以通过:L PLOT2?命令 (above)查找到：
n=6	返回一个以逗号分开，表示每条轨迹上每个 decade 偏移频率处找到的值的数据点的列表。列表中的点按下列顺序返回：频率偏移，轨迹 1 (黄色)幅度，轨迹 2 (蓝绿色)幅度和轨迹 3 (洋红色)幅度。任何无关联轨迹的数据点，或者未被指定频率覆盖的数据点将返回 SCPI_NAN。列表值的总个数可以通过将 decades 的个数乘以 4，然后加上 4 来计算。

### 相噪点频测量

测量信号在偏离主载波信号指定频率偏移处的相位噪声。使用此命令必须处于相位噪声模式下。用 INSTRUMENT:SElect 设置模式。

CONFigure、FETCh、MEASure 和 READ 的基本功能在本章开头有描述。查看 SENSE:SFRequency 命令获取更多测量相关命令。

前面板入口：**【测量】** [点频相噪测量]

表 B-2 可用的测量结果

n	返回结果
n=1	返回六个以逗号分开，符合下列测量结果的 scalar 值： 1. 载波功率 (dBm) 2. 载波频率 (Hz) 3. 初始化载波频率 (Hz) 4. 载波频率 delta (Hz) 5. 上面或者右边 SSB (单边带) 噪声 (dBc/Hz) 6. 平均 SSB (单边带) 噪声 (dBc/Hz)
n=2	返回 101 个以逗号隔开，表示测量载波相噪踪迹的 scalar 值。
n=3	返回 101 个以逗号隔开，表示测量载波频率踪迹的 scalar 值。
n=4	返回 101 个以逗号隔开，表示测量载波功率踪迹的 scalar 值。

### READ 子系统

READ? 命令和一些其它的命令一起使用《测量组的命令》一节中有文档说明。

**读测量数据**

**:READ:LPLot <1|2|3|4|5|6>?**

**:READ: SFRequency <1|2|3|4>?**

READ 查询必须指定想要进行的测量。它将导致一个测量的发生，不改变任何当前的设置，将返回任何有效的结果。代码号 n 选择将返回结果的类型。有效的测量和数据结果在《测量组命令》中有描述。

**SENSe 子系统**

这些命令用来设置分析仪状态参数，可以测量一个特定的输入信号。一些 SENSE 命令只用来一些在【测量】菜单中能找到或者《测量组的命令》中特定的测量。使用这些命令之前必须激活测量。

**频率命令****载波频率**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier<freq>**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier?**

指定载波的频率。

工厂复位: 20GHz

范围: 50MHz~中心频率上限 (和仪器型号相关)

前面板输入: 【频率】

**载波搜索**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch**

自动搜索并调整当前指定频宽内的最强的信号。

前面板入口: 【频率】

**自动搜索频宽**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:AUTO ON|OFF|1|0**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:AUTO?**

指定频率频宽的自动设置为开或者关。当自动搜索为开时，分析仪在 100Hz 以上的整个频谱上进行搜索。当自动搜索为关时，搜索限制到当前指定频率频宽上，并将当前载波频率置为中心频率。

工厂复位: 开

前面板入口: 【频率】

**搜索频宽**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:SPAN<freq>**

**[[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:SPAN?**

指定分析仪搜索载波的频率范围。

工厂复位: 10 kHz

范围: 100 Hz 到 200 MHz

注释: 只当自动搜索频宽 ([[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:AUTO) 设置为关时应用。

前面板输入: 【频率】

**相位噪声对数测量**

查询对数测量结果和设置为默认状态的命令在《测量组的命令》中。当在菜单【测量】中选择了的对数测量时，和下列命令描述的参数相等的前面板按键在【测量设置】键中可以找到。

**对数测量平均次数**

**[[:SENSe]:LPLot:AVERAge:COUNT <integer>**

**[[:SENSe]:LPLot:AVERAge:COUNT?**

指定当计算平均结果时，进行测量的个数

工厂复位: 10

范围: 1 到 100

前面板入口: 【测量设置】

**对数测量平均状态**

**[[:SENSe]:LPLot:AVERAge:[:STATe] ON|OFF|1|0**

**[[:SENSe]:LPLot:AVERAge:[:STATe]?**

切换平均为开或者关。  
 工厂复位：关。  
 前面板入口：【测量设置】

#### 对数测量分辨率带宽

**[[:SENSe]:LPLot:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]?)**

查询并返回分辨率带宽。  
 默认单位： Hz  
 前面板入口：无

#### 对数测量滤波

**[[:SENSe]:LPLot:FILTering:NONE|LITTL|MEDium|MAXimum**

设置 VBW/RBW 为四个预先确定的其中一个值（1.0， 0.3， 0.1 和 0.03）。  
 复位：无（VBW/RBW 比率 = 1.000）  
 注释：此命令不能查询。想要找出当前的设置，查询 VBW/RBW 参数。  
 前面板入口：【测量设置】 [滤波>>]

#### 对数测量起始频偏

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STARt <freq>**

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STARt?**

指定测量开始的频率偏移。频率测量相对于载波信号，只涉及上边带。  
 工厂复位：100 Hz  
 范围：10Hz~100MHz  
 前面板入口：【频宽】

#### 对数测量终止频偏

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STOP <freq>**

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STOP?**

指定测量终止的频率偏移。频率测量相对于载波信号，只涉及上边带。  
 工厂复位：1 MHz  
 范围：比起始偏移大 10 到比起始偏移大 90（但被分析仪的范围限制）  
 前面板入口：【频宽】

#### 对数测量频宽和分辨率带宽之比

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]:RATio <numeric>**

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]:RATio?**

指定频宽和分辨率带宽之比。  
 工厂复位：106  
 范围：2 到 10000  
 前面板入口：【带宽】 [Span/RBW]

#### 对数测量 Span/RBW 模式

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]**

**:RATio:AUTO ON|OFF|1|0**

**[[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth|BWIDTH[:RESolution]**

**:RATio:AUTO?**

指定是否自动设置 Span/RBW。  
 工厂复位：自动  
 注释：当设置为开或者 1 时，前面板将显示“自动”  
 当设置为关或者 0 时，前面板将显示“手动”  
 前面板入口：【带宽】 [Span/RBW]

#### 对数测量平滑轨迹

**[[:SENSe]:LPLot:SMOoth <percentage>**

**[[:SENSe]:LPLot:SMOoth?**

指出测量结束后进行的平滑量。平滑功能比滤波快很多，但如果噪声随着频率的改变变化很快，例如存在离散信号，比如一个谐波激发，将导致错误。

工厂复位： 4%

范围： 0%到 20%

注释：改变平滑轨迹参数促使重新计算平滑轨迹。

前面板入口：【测量设置】

## 点频测量

从【测量】按键菜单中选择了[点频相噪测量]之后，可以在【测量设置】菜单中找到和下列命令描述的参数等同的前面板按键。

### 点频平均次数

**[[:SENSe]:SFRequency:AVERAge:COUnT <integer>**

**[[:SENSe]:SFRequency:AVERAge:COUnT?**

指定计算平均结果时进行测量的次数。

工厂复位： 10

范围： 1 到 100

前面板入口：【测量设置】

### 点频平均状态

**[[:SENSe]:SFRequency:AVERAge[:STATe] ON|OFF|1|0**

**[[:SENSe]:SFRequency:AVERAge[:STATe]?**

将平均打开或者关闭。

工厂复位： 关

前面板入口：【测量设置】

### 点频平均模式终止控制

**[[:SENSe]:SFRequency:AVERAge:TCONtrol EXPOnential|REPeat**

**[[:SENSe]:SFRequency:AVERAge:TCONtrol?**

选择用来平均功能的终止控制模式类型。这决定了到达指定平均次数后的平均行为。

指数 - 到达平均次数之后，每个连续的获取数据呈指数增长，并且和现有的平均值相结合。

重复 - 到达平均次数之后，平均复位，开始新一轮的平均。

工厂复位： 指数

前面板入口：【测量设置】

### 点频分辨率带宽

**[[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth|BWIDth[:RESolution]?**

查询并返回分辨率带宽。

前面板入口： 无

### 点频视频带宽

**[[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth|BWIDth:VIDEo?**

查询视频带宽。

前面板入口： 无

### 点频视频带宽自动

**[[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth|BWIDth:VIDEo:AUTO?**

查询视频带宽模式。

前面板按键： 无

### 点频视频带宽和分辨率带宽之比

**[[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth|BWIDth:VIDEo:RATio <numeric>**

**[[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth|BWIDth:VIDEo:RATio?**

指定视频带宽和分辨率带宽之比。

工厂复位： 1.0

范围： 0.001 到 10

前面板入口: **【带宽】** [VBW/RBW]

### 点频

**[[:SENSe]:SFRequency:SOFFset <value>**

**[[:SENSe]:SFRequency:SOFFset?**

指定测量相位噪声的频率偏移。

工厂复位: 10 kHz

范围: 3 Hz 到 100 MHz

前面板入口: **【频率】** [点频]

### 点频扫描时间

**[[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME <value>**

**[[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME?**

指定测量的扫描时间。

工厂复位: 800 ms

范围: 1 us 到 2000 s

前面板入口: **【扫描】**

### 点频扫描模式

**[[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME:AUTO ON|OFF|1|0**

**[[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME:AUTO?**

指定扫描时间是自动设置还是手动设置。

工厂复位: 自动

前面板入口: **【扫描】**

表 B-3 SCPI 命令速查表

命令	功能
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:MODE POSITION DELTA RMSDegree RMSR RMSJitter OFF	频标模式
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:MODE?	频标模式查询
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:TRACe	频标到轨迹
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:TRACe?	频标到轨迹查询
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:X <number>	设置频标 X 方向值
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:X?	查询频标 X 方向值
:CALCulate:LPLot:MARKer<1 2 3>:Y?	查询频标 Y 方向值
:CALCulate:LPLot:TRACe<1 2 3>:MODE RAW SMOothed VIEW BLANK	轨迹模式
:CALCulate:LPLot:TRACe<1 2 3>:MODE?	轨迹模式查询
:CONFigure:LPLot	进入对数测量
:CONFigure:SFRequency	进入点频测量
:CONFigure?	查询当前测量模式
:FETCh:LPLot<1 2 3 4 5 6>?	得到对数数据
:FETCh:SFRequency<1 2 3 4>?	得到点频数据
:CALCulate:MARKer:AOff	关闭所有的频标
:FORMat:MEASure[:DATA] ASCii REAL32	数据格式
:FORMat:MEASure[:DATA]?	数据格式查询
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FCOunt:X?	频标记数数值查询
:INITiate:LPLot	初始化对数测量
:INSTrument[:SElect] SA REC PNOISE	选择工作模式
:INSTrument[:SElect]?	查询工作模式
:MEASure:LPLot<1 2 3 4 5 6>?	对数测量数据
:MEASure:SFRequency<1 2 3 4>?	点频测量数据
:READ:LPLot<1 2 3 4 5 6>?	读取对数数据
:READ:SFRequency<1 2 3 4>?	读取点频数据
[:SENSe]:DEFaults	默认状态
[:SENSe]:FREQuency:CARRier <freq>	载波频率
[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch	载波搜索
[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:AUTO ON OFF 1 0	载波搜索范围自动
[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:AUTO?	搜索范围自动查询
[:SENSe]:FREQuency:CARRier:SEARch:SPAN <freq>	载波搜索跨度
:FREQuency:CARRier:SEARch:SPAN?	搜索跨度查询
[:SENSe]:FREQuency:CARRier?	查询载波频率
[:SENSe]:LPLot:AVERAge[:STATe] ON OFF 1 0	平均开关
[:SENSe]:LPLot:AVERAge:COUNt <integer>	平均次数
[:SENSe]:LPLot:AVERAge:COUNt?	平均次数查询
[:SENSe]:LPLot:AVERAge[:STATe]?	平均开关查询
[:SENSe]:LPLot:BANDwidth BWIDth:VIDEo:RATio <numeric>	VBW/RBW
[:SENSe]:LPLot:BANDwidth BWIDth:VIDEo:RATio?	VBW/RBW 查询
[:SENSe]:LPLot:BANDwidth BWIDth:VIDEo?	查询视频带宽
[:SENSe]:LPLot:BANDwidth BWIDth[:RESolution]?	查询分辨率带宽
[:SENSe]:LPLot:FILTerIng NONE LITtle MEDIum MAXimum	滤波选择
[:SENSe]:LPLot:FILTerIng?	滤波选择查询
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STARt <freq>	起始频偏
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STARt?	起始频偏查询
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STOP <freq>	终止频偏
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:OFFSet:STOP?	终止频偏查询

表 B-3 SCPI 命令速查 (续)

[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:RATio <numeric>	比率设置
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:RATio: AUTO ON OFF 1 0	查询日期格式
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:RATio: AUTO?	比率自动查询
[:SENSe]:LPLot:FREQuency:SPAN:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:RATio?	比率查询
[:SENSe]:LPLot:SMOoth <percentage>	平滑
[:SENSe]:LPLot:SMOoth?	平滑查询
[:SENSe]:SFRequency:AVERAge[:STATe] ON OFF 1 0	平均开关设置
[:SENSe]:SFRequency:AVERAge[:STATe]?	平均开关
[:SENSe]:SFRequency:AVERAge:TCONtrol EXPonential REPeat	平均方式
[:SENSe]:SFRequency:AVERAge:TCONtrol?	平均方式查询
[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth BWIDth:VIDeo:AUTO?	比率设置自动
[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth BWIDth:VIDeo:RATio <numeric>	比率设置
[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth BWIDth:VIDeo:RATio?	比率查询
[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth BWIDth:VIDeo?	视频带宽查询
[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:AUTO?	分辨率带宽自动查询
[:SENSe]:SFRequency:BANDwidth BWIDth[:RESolution]?	分辨率带宽
[:SENSe]:SFRequency:SOFFset <value>	载波频偏
[:SENSe]:SFRequency:SOFFset?	频偏查询
[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME <value>	测量时间
[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME:AUTO ON OFF 1 0	测量时间自动
[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME:AUTO?	测量时间自动查询
[:SENSe]:SFRequency:SWEEp:TIME?	测量时间查询
[:SENSe]:LPLot:DIAG:GRAPh:Y:REFerence <level>	参考
[:SENSe]:LPLot:DIAG:GRAPh:Y:REFerence?	查询参考
:INITiate:CONTinuous OFF ON 0 1	扫描模式选择
:INITiate:CONTinuous?	询扫描模式
:INITiate:SFRequency	初始化点频测量



## 附录 C

## 外扩频选件

<b>第一章 概述</b> .....	1
<b>第一节 产品综述</b> .....	1
1 主要特点	1
1.1 高性能	1
1.2 灵活性	1
1.3 友好的人机界面	1
1.4 强大的连通能力	2
2 典型应用	2
2.1 多领域测试	2
2.2 元器件、部件及整机的测试	2
3 配置及选件	2
3.1 相位噪声测试	3
3.2 音频解调	3
3.3 前置放大器(4GHz)	3
3.4 宽带中频 70MHz 输出	3
3.5 宽带中频 140MHz 输出	3
3.6 宽带调频解调输出	3
3.7 辅助视频输出	3
3.8 21.4MHz 中频输出	3
3.9 外扩频	3
3.10 英文	3
3.11 铝合金运输箱	3
<b>第二节 安全说明、环境保护及注意事项</b> .....	4
1 基本安全说明	4
2 环境保护	5
2.1 包装箱的处理	5
2.2 报废处理	5
3 基本注意事项	5
<b>第一篇 使用说明</b> .....	7
<b>第二章 基本操作入门</b> .....	9
<b>第一节 初始检查</b> .....	9
<b>第二节 加电前的注意事项</b> .....	10
1 检查电源	10
2 供电电源参数允许变化范围	10
3 电源线的选择	10
4 静电防护	11
<b>第三节 频谱分析仪的初次加电</b> .....	12
<b>第四节 正确使用连接器</b> .....	14
1 连接器的检查	14
2 连接方法	14
3 断开连接的方法	15
4 力矩扳手的使用方法	15
<b>第五节 关于频谱分析仪系统配置部分说明</b> .....	16
1 仪器软件说明	16
2 Windows XP 使用	16
3 Windows XP 配置	16
3.1 配置打印机	16

3.2	配置 GPIB	16
3.3	配置网络	17
3.3.1	更改主机名称	17
3.3.2	配置 IP 地址和网关	17
3.4	配置 BIOS	17
4	Windows XP 系统安全和维护	17
4.1	防病毒软件	17
4.2	系统维护	18
4.2.1	Windows XP 备份	18
4.2.2	Windows XP 系统恢复	18
4.3	硬盘分区和使用	18
5	系统备份恢复软件	18
5.1	硬盘操作系统或者数据恢复	18
5.2	如何使用仪器恢复程序	18
第六节	前面板说明	20
第七节	后面板说明	27
第八节	显示区说明	29
第九节	基本测量方法	31
1	软菜单形式的介绍	31
2	基本的测量	31
<b>第三章</b>	<b>测 量</b>	<b>37</b>
第一节	应用分辨率带宽分辨频率相距很近的信号	37
1	分辨率带宽说明	37
2	分辨两个等幅信号的测量	37
3	分辨两个不等幅信号	39
第二节	应用幅度修正功能提高幅度测量准确度	42
1	幅度修正定义	42
2	需要使用的频谱分析仪的功能	42
3	幅度修正测量步骤	42
第三节	提高频率测量精度	44
第四节	小信号的测量	46
1	减小射频衰减器的衰减量测量小信号	46
2	减小分辨率带宽测量小信号	48
3	使用平均值检波和增加扫描时间测量小信号	49
4	使用视频平均测量小信号	49
第五节	音频解调 (选件)	51
1	调制定义	51
2	利用射频频谱测量 AM 幅度调制速率和调制深度	51
3	利用解调波形测量 AM 幅度调制速率	52
4	利用解调波形测量 AM 调制深度	54
5	监听 AM 广播信号和 FM 广播信号	55
第六节	三阶交调失真测量	57
1	三阶交调失真定义	57
2	需要用到的频谱分析仪功能	57
3	测量步骤	57
第七节	漂移信号的测量	60
1	漂移信号的定义	60
2	需要用到的频谱分析仪的功能	60
3	测量信号发生器的频率漂移	60
4	跟踪信号	61
第八节	噪声信号的测量	63
1	概念	63

2	需要用到的频谱分析仪的功能	63
3	测量信噪比	63
4	用噪声频标功能测量噪声	64
第九节	进行失真测量	66
1	识别频谱分析仪产生的失真	66
2	快速谐波测量方法	67
3	精确谐波测量方法	69
第十节	脉冲射频信号测量	72
1	脉冲射频信号定义	72
2	要使用的频谱分析仪功能	72
3	脉冲射频信号中心频率、旁瓣比和脉冲宽度测量	72
4	脉冲重复频率 (PRF) 测量	74
5	峰值脉冲功率测量	75
第十一节	时间门测量	77
1	时间门的概念	77
2	时间门的工作原理:	78
3	简单 AM 调制的射频脉冲信号时间门测量	80
4	简单 FM 调制的射频脉冲信号的时间门测量	82
5	复杂未知信号的时间门测量	83
第四章	菜单说明	89
第一节	菜单结构	89
第二节	菜单说明	100
第二篇	技术说明	127
第五章	工作原理和关键技术	129
1	整机工作原理及硬件原理框图	129
2	关键技术	132
第六章	主要技术指标及测试方法	133
第一节	技术指标	133
1	频率范围	133
2	频率参考 (10MHz)	133
3	频率读出准确度	133
4	频率计数准确度和计数分辨率(连续波, 信号幅度 > -50dBm, 信噪比优于 30dB)	133
5	频宽准确度	133
6	扫描时间	133
7	分辨率带宽	133
8	分辨率带宽转换不确定度	134
9	边带噪声 (载波 1GHz, 20°C~30°C)	134
10	剩余调频 (零频宽)	134
11	1dB 增益压缩 (双音法测试)	134
12	显示平均噪声电平 (输入端接 50Ω 负载, 取样检波方式, 平均, FFT, 1HzRBW, 20°C~30°C)	134
13	镜像、多重与带外响应	135
14	剩余响应	135
15	参考电平不确定度	135
16	刻度保真度	135
17	频率响应 (10dB 衰减, 20°C~30°C)	135
18	二次谐波失真	135
19	三阶交调失真 (混频器电平 -30dBm, 双音法频率间隔 > 15kHz, 20~30°C)	135
20	参考电平范围	135
21	显示刻度	135

22	视频带宽	135
	第二节 推荐测试方法	137
<b>第三篇</b>	<b>维修说明</b>	<b>179</b>
<b>第七章</b>	<b>故障诊断</b>	<b>181</b>
	第一节 故障判断和排除	181
	1 开机异常:	181
	2 无信号显示	182
	3 信号频率读出不准确	182
	4 信号幅度读出不准确	182
	5 仪器无法上网	182
	第二节 查看提示信息	183
	第三节 提示信息说明	184
<b>第八章</b>	<b>频谱分析仪的返修</b>	<b>193</b>
<b>附录 A</b>		<b>195</b>
	1 启动与使用	195
	2 信道功率测量	195
	2.1 测量设置	196
	2.1.1 平均次数	196
	2.1.2 平均模式	196
	2.1.3 积分带宽	196
	2.1.4 信道功率频宽	197
	2.1.5 最优化参考电平	197
	2.2 轨迹	197
	2.2.1 频谱图	197
	2.2.2 联合图	197
	2.2.3 轨迹	198
	3 占用带宽测量	198
	3.1 测量设置	199
	3.1.1 平均次数	199
	3.1.2 平均模式	199
	3.1.3 最大保持	199
	3.1.4 占用功率%	199
	3.1.5 占用带宽频宽	200
	3.1.6 X dB	200
	3.1.7 优化参考电平	200
	4 邻道功率测量	201
	4.1 测量设置	201
	4.1.1 平均次数	201
	4.1.2 平均模式	201
	4.1.3 通道积分带宽	201
	4.1.4 偏移/限定	202
	4.1.5 测量类型	203
	4.1.6 最优化参考电平	203
	4.1.7 测量方法	203
	4.1.8 总功率参考	203
	4.1.9 功率谱密度参考	203
	4.1.10 限定测试	203
	4.1.11 噪声修正	204
	4.2 轨迹	204
	4.2.1 频谱图	204

4.2.2 柱状图	204
4.2.3 联合图	205
4.2.4 联合图单位	205
4.2.5 轨迹	206
5 菜单结构图	206
<b>附录 B</b>	<b>211</b>
1 相位噪声的启动和使用	211
1.1 启动相位噪声功能	211
1.2 使用相位噪声功能	211
1.2.1 对数测量	211
1.2.2 点频测量	211
1.2.3 平滑、平均和滤波	211
2 相位噪声的菜单说明	212
2.1 菜单图	212
2.2 菜单具体描述	220
3 相位噪声模式程控命令说明	223
<b>附录 C</b>	<b>235</b>
1 外扩频选件功能概述	239
2 外扩频菜单结构	239
2.1 菜单图	239
3 菜单功能描述	251
4 外扩频测量步骤	252
4.1 功能描述	252
4.2 测量步骤	252
<b>附录 D</b>	<b>257</b>
1 操作指南	257
1.1 测试操作过程	257
1.2 测试注意事项	257
2 工作原理	257
3 性能指标	259
<b>附录 E</b>	<b>261</b>
<b>附录 F</b>	<b>267</b>

## 1 外扩频选件功能概述

外接毫米波混频器测量选件(以下简称外扩频)可利用本所生产的 AV1271X 系列谐波混频器来扩展频率测量范围。本所生产的 AV1271X 系列谐波混频器不需要外加偏置电压,测量范围覆盖 18GHz 到 110GHz。使用其它谐波混频器,本选件支持将测量范围从 110GHz 扩展到 325GHz。

使用外扩频选件进行频率测量时,频谱结果会出现丰富的多次谐波混频产物,因为谐波混频器输出包含输入信号和本振频率及其多次谐波的混频频率。本手册将告诉您如何从这些信号中识别出正确的输入信号。

外扩频测量功能是 AV4036 的一种测量模式选件,购买此选件即可使用外扩频测量功能。您可以根据感兴趣的信号范围选择一个测量波段进行频谱分析,且一次只能同时工作在一个频段。

## 2 外扩频菜单结构

### 2.1 菜单图

本节提供了前面板键以及相关菜单键的形象的表示。

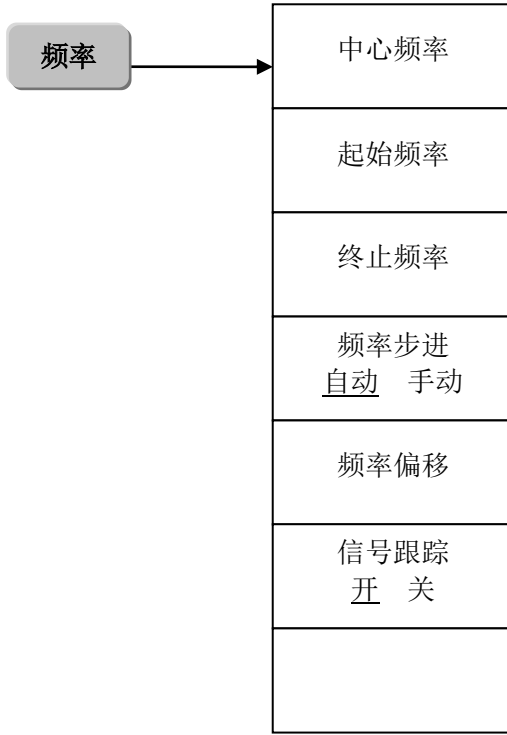
#### 幅度菜单



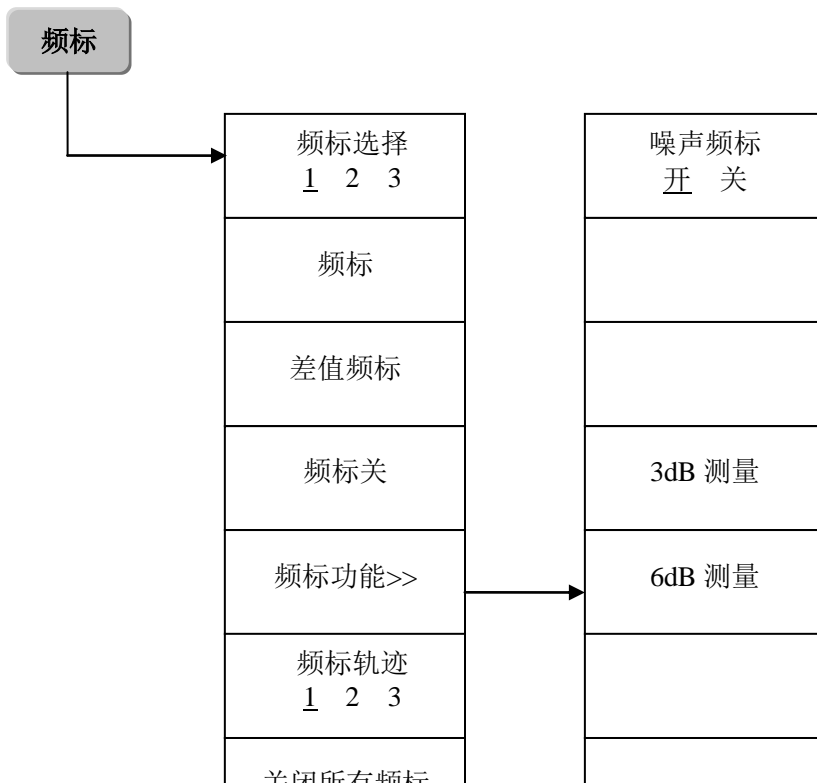
带宽菜单



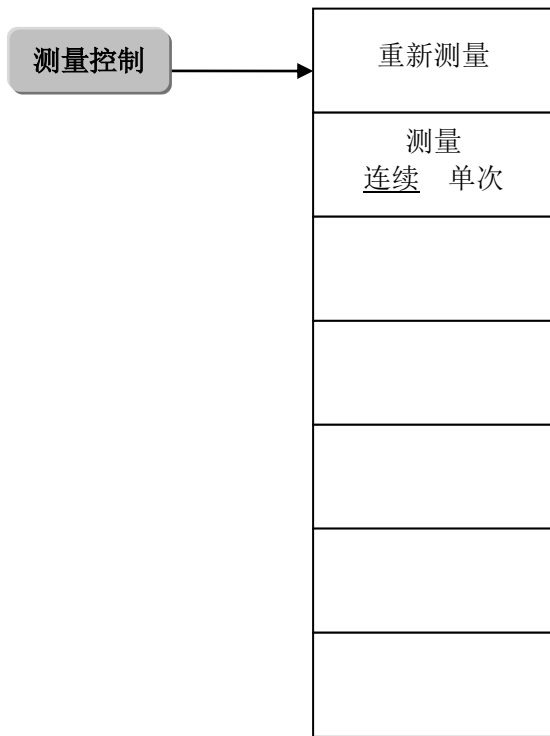
频率菜单



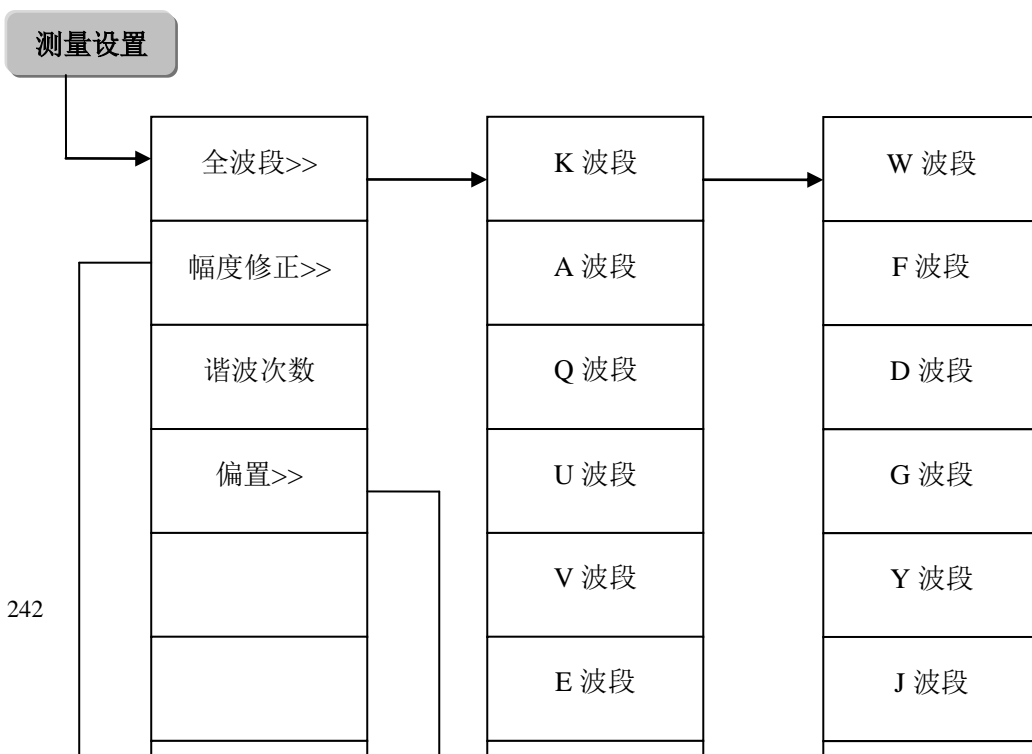
频标菜单



测量控制菜单

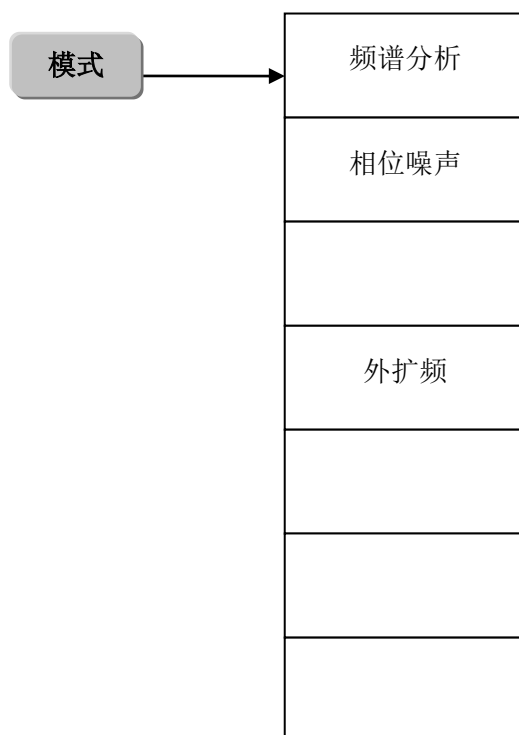


测量设置菜单





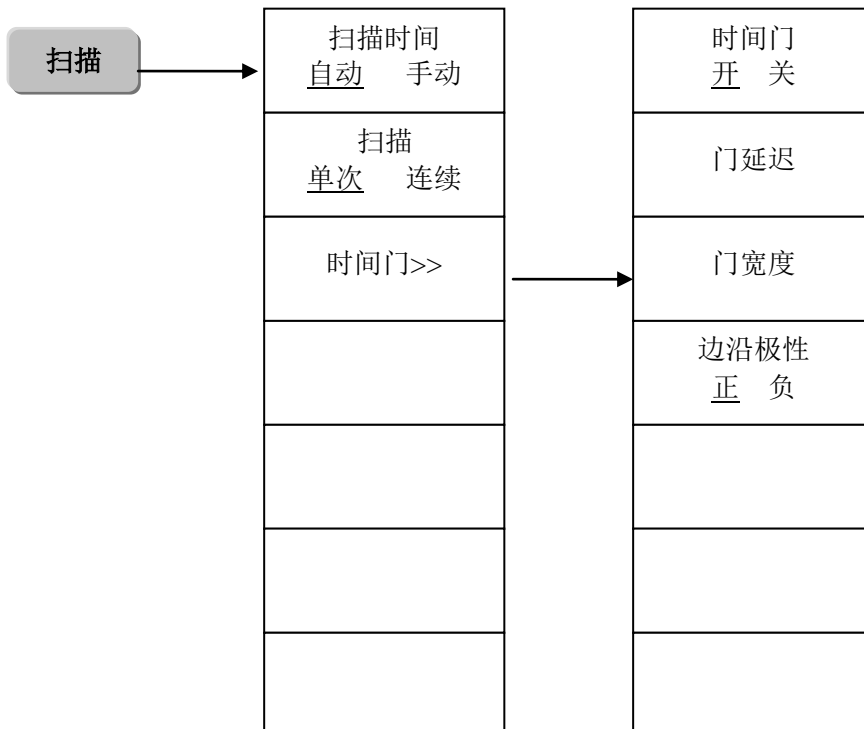
模式菜单



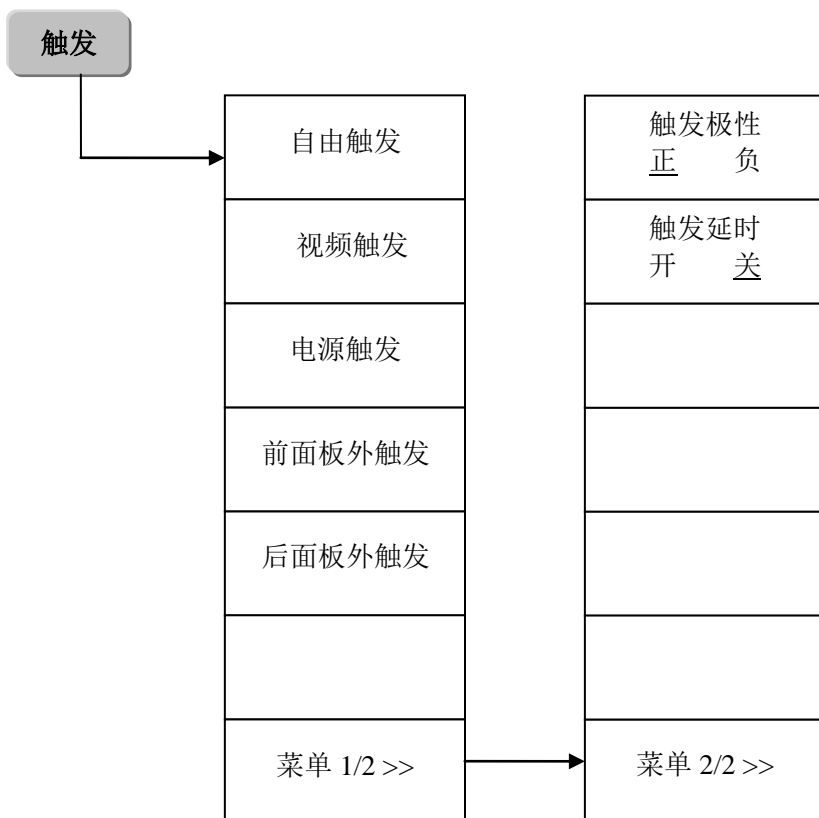
频宽菜单



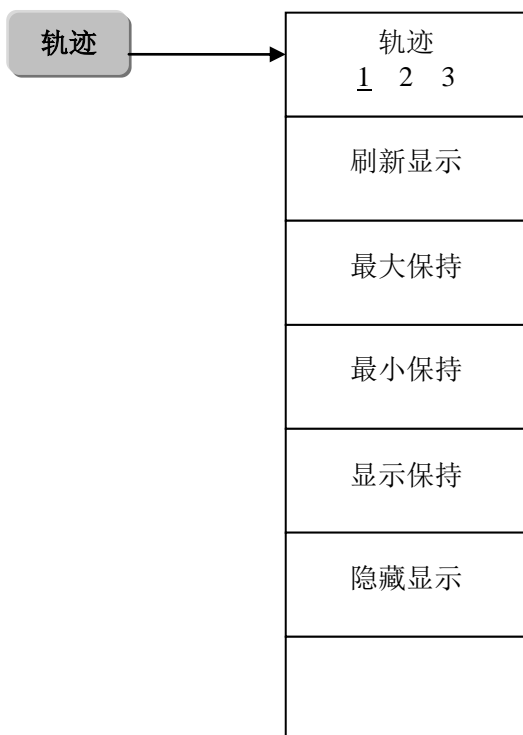
扫描菜单



触发菜单



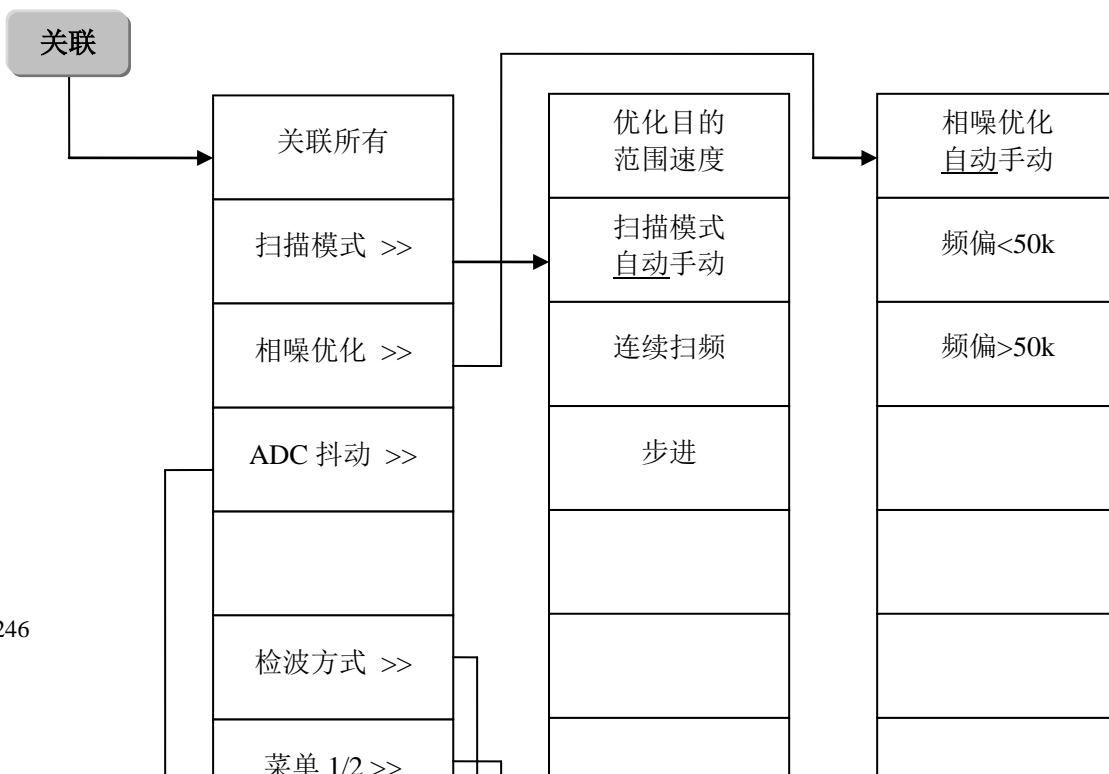
轨迹菜单



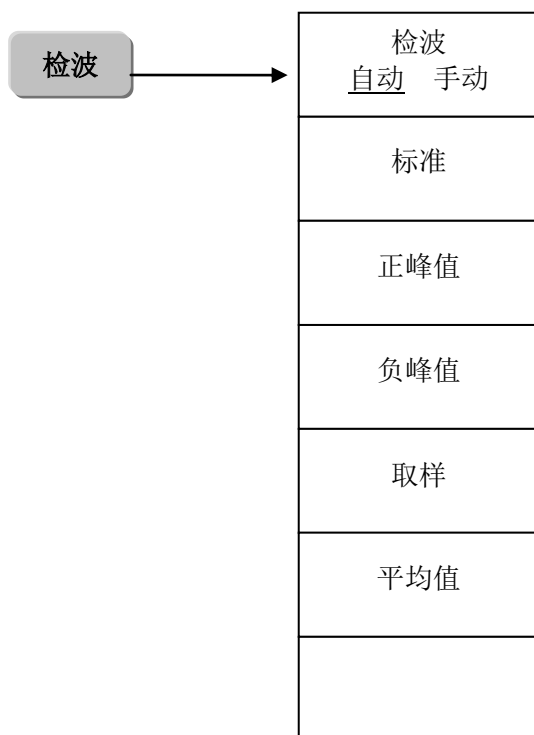
频标→菜单



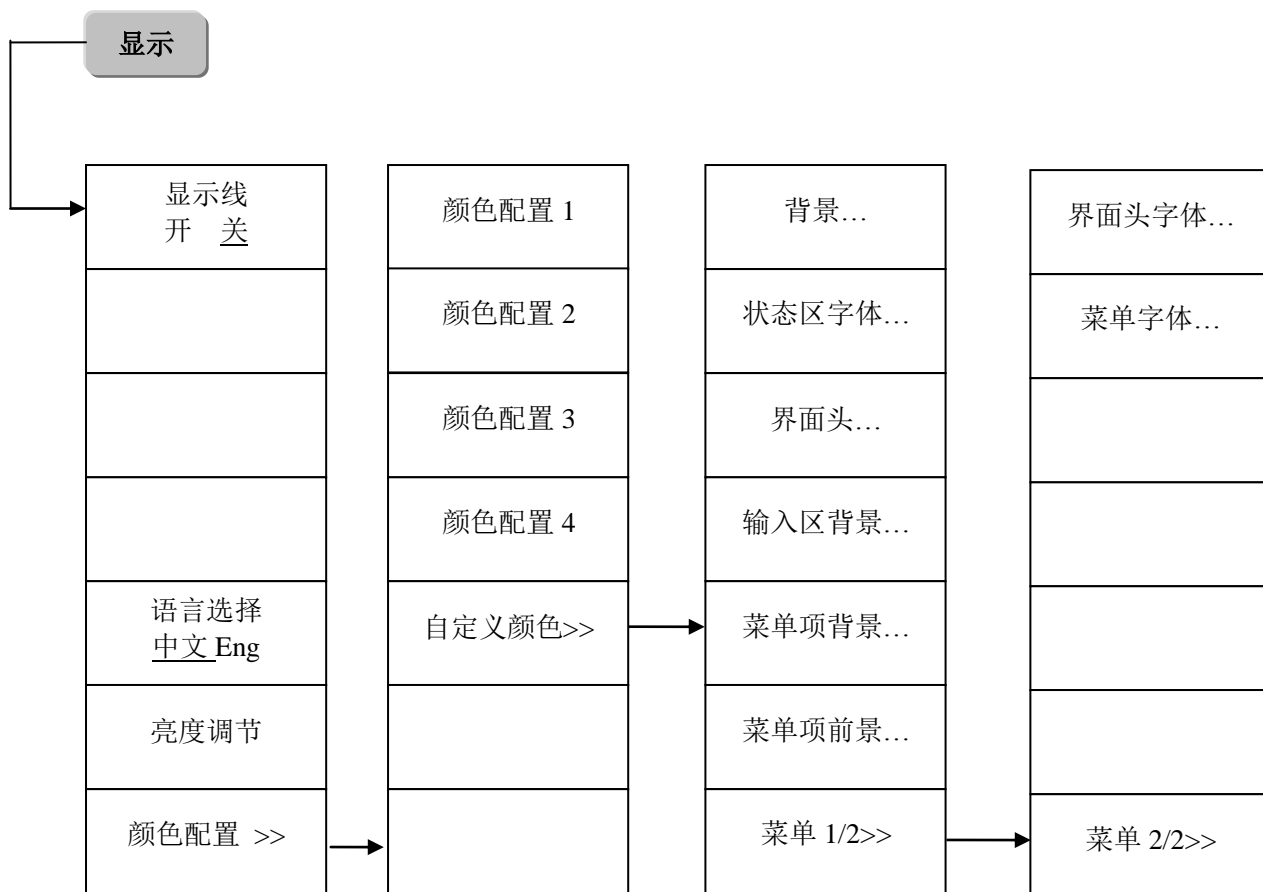
关联菜单



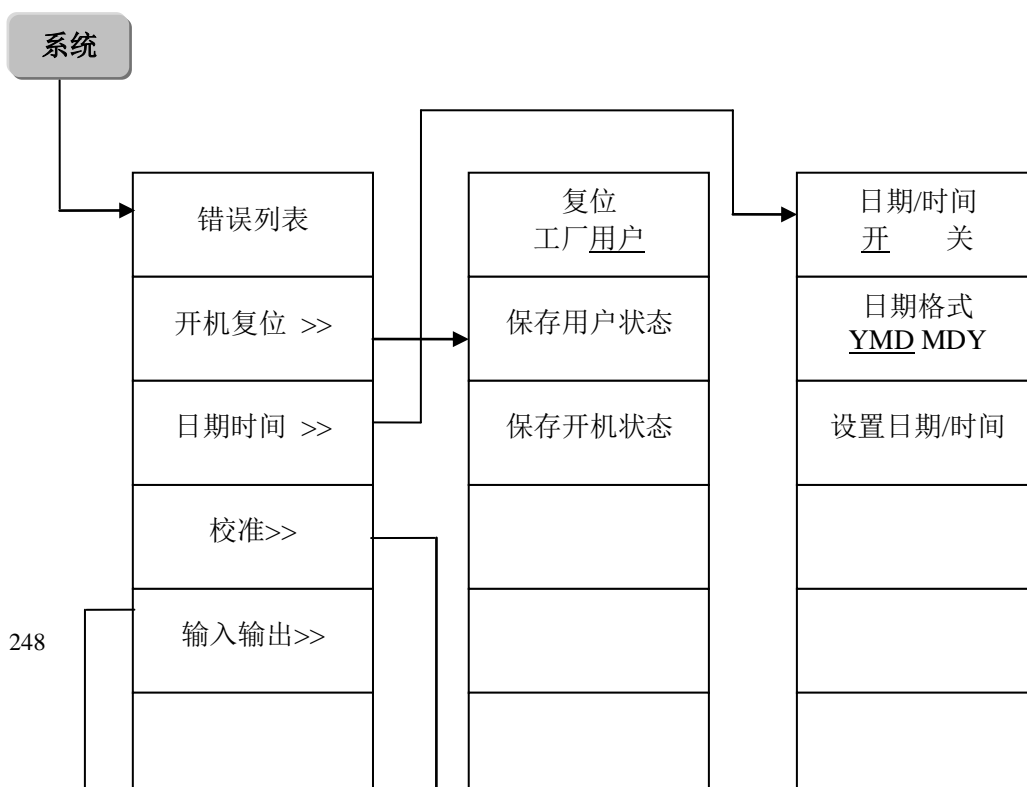
检波菜单



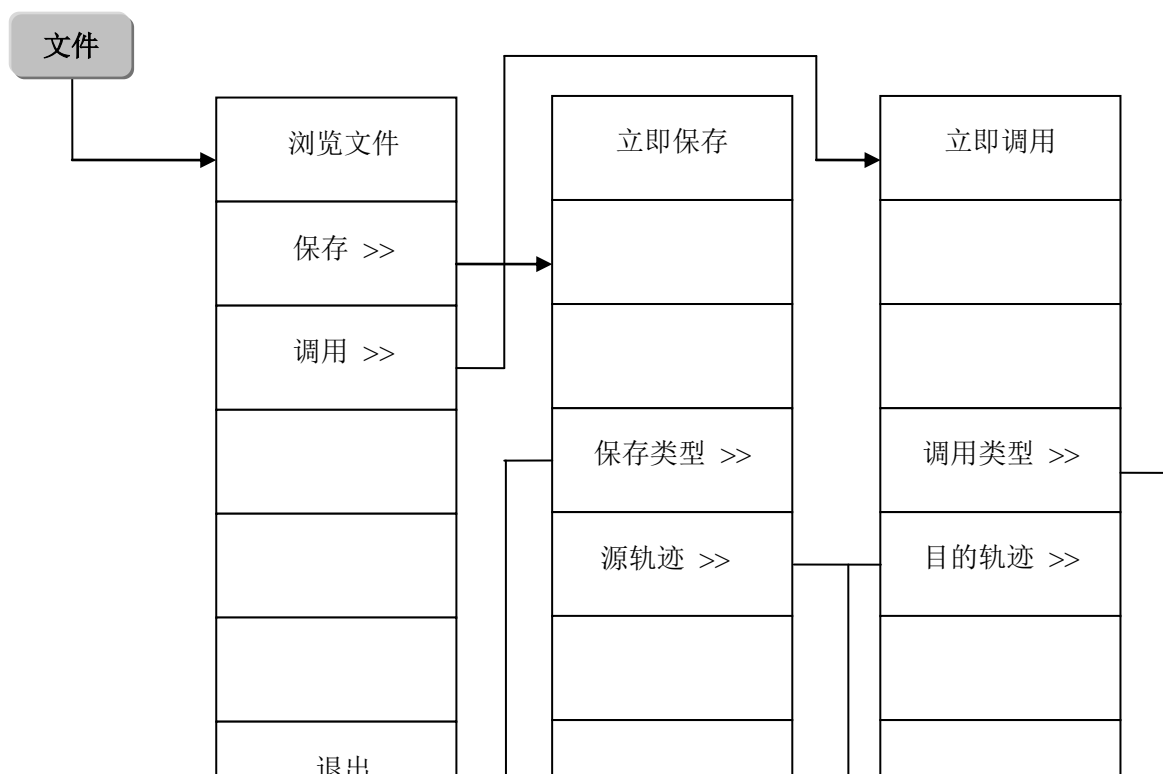
### 显示菜单



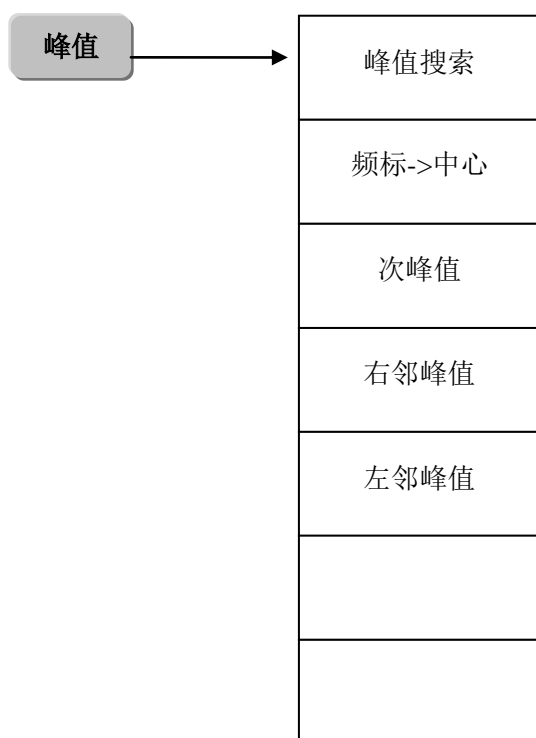
### 系统菜单



文件菜单



峰值菜单





### 3 菜单功能描述

本节介绍出现在前一节菜单图中的菜单按键。由于大部分菜单与 AV4036 频谱分析仪功能相同，这里不再详细介绍，请参照 AV4036 用户手册。现在介绍外扩频测量选件独有的几个菜单功能。

#### 【测量设置】

测量设置菜单，允许您为测量功能输入设置参数。测量菜单下的子菜单因您在【模式】菜单中选择了[频谱分析测量]、[相位噪声测试]或是[外扩频测量]而不同。在外扩频测量中，测量设置主要为您提供扩频波段选择，变频损耗幅度修正，查看混频本振谐波次数以及设置偏置电流功能。

#### [全波段>>]

允许您根据感兴趣的频率范围选择合适的波段。本测量选件共为您提供了 12 个波段号，频率范围覆盖 18GHz 到 320GHz。频段号对应的具体起止频率如下表 C-1 所示。测量时根据您的谐波混频器选择相对应的波段，且一次只能同时选择一个波段。

表 C-1 外接混频器频率范围

波段号	起始频率(GHz)	终止频率(GHz)
K	18.0	26.5
A	26.5	40.0
Q	33.0	50.0
U	40.0	60.0
V	50.0	75.0
E	60.0	90.0
W	75.0	110.0
F	90.0	140.0

D	110.0	170.0
G	140.0	220.0
Y	170.0	260.0
J	220.0	325.0

**[幅度修正>>]**

不同的谐波混频器具有不同的变频损耗，输入的信号经过谐波混频后幅度降低。为了还原真实的信号幅度，本菜单功能允许您进行幅度定标，以修正信号幅度的衰减。根据您选择的谐波混频器，进入相应的波段，定标完成后方可进行外扩频测量。

**[变频损耗>>]**

未编辑变频损耗时，本选件默认使用平均变频损耗的数据作为所有补偿频率点的变频损耗值，您可以根据需要进行修改。点击本菜单项，进入[当前频率][变频损耗]，更改频率点，进行具体频率点的变频损耗补偿。

**[平均变频损耗]**

波段内中心频率点作为本波段的幅度定标频率点，其所使用的变频损耗值作为本波段的平均变频损耗值。修改此参数可以整体改变本波段的平坦度，实现噪底的整体平移。

**[保存数据]**

使用该菜单，可以将编辑的各个频率点的变频损耗值保存到本地文件，以便永久使用。

**[谐波次数]**

显示当前测量波段，本振所使用的混频谐波次数。本参数不可更改。

**[偏置>>]**

本所生产的 AV1271X 系列谐波混频器不需要外加偏置电流。有一些谐波混频器需要外加偏置电流，以提高谐波混频器的混频效率，降低变频损耗。本菜单允许您设置 AV4036 频谱分析仪提供的输出偏置电流，范围-10mA ~ 10mA。

**【模式】**

提供菜单按键，允许选择 AV4036 分析仪的测量模式。

**[频谱分析]**

访问频谱分析菜单按键及其相关功能。

**[相位噪声]**

访问相位噪声测试功能菜单按键及其相关功能。这允许设置并进行有效的相位噪声测试。

**[外扩频]**

访问外扩频测量模式，您可以通过外接毫米波混频器来扩展您的频率测量范围。

**4 外扩频测量步骤****4.1 功能描述**

AV4036 频谱分析仪为毫米波测量设置了丰富的功能菜单，外接毫米波混频器可用于扩展频谱分析仪的频率测量范围。本节将讲述如何在频谱分析仪上连接外接混频器，如何选择关注的波段，如何存贮变频损耗因子，以及如何进行真实信号的识别。

**4.2 测量步骤****连接设备**

图 D-1 示范了如何将外接谐波混频器与频谱分析仪相连。

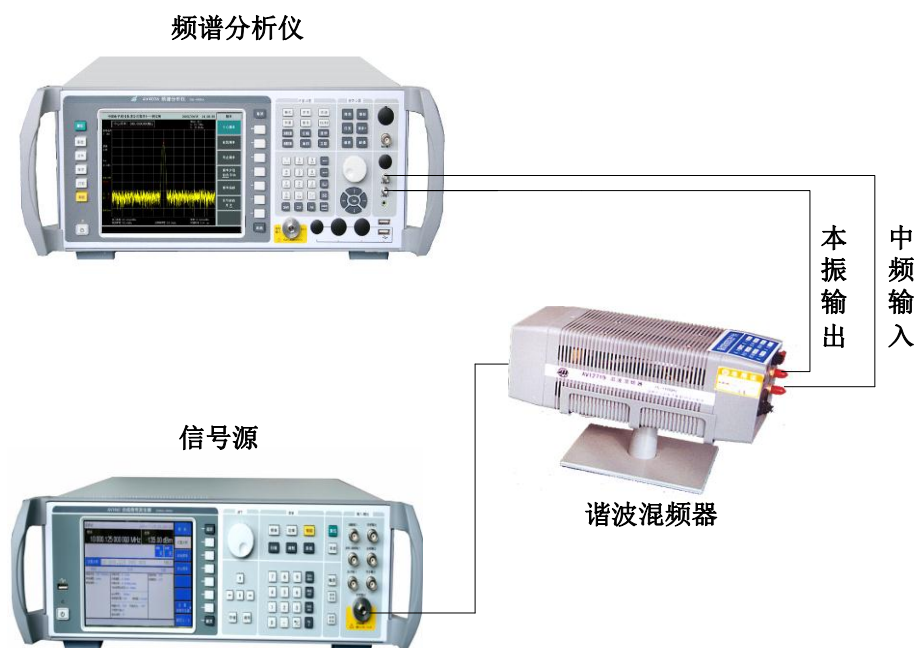


图 C-1 连接外接混频器(无预选器)

**警告:**

频谱分析仪的本振输出功率为 +16dBm 左右，在与频谱仪连接之前要确保外接谐波混频器能适应这样的功率电平。

**请注意:**

应使用高质量的 SMA 接头同轴屏蔽电缆连接频谱仪和混频器，以确保不出现信号衰减。

### 选择频段

按【模式】、[外扩频模式]进入外接毫米波混频器测量模式，从而设定无预选的外接混频器。系统默认进入 A 波段，频率范围 18GHz 到 26.5GHz。各个谐波混频器波段及频率范围对应如表 C-2 所示。可根据感兴趣的频率范围，选择合适的频段。

- a) 注意在表 C-2 中，某些频率是重叠的，即同时包含在两个波段里。参考表 C-2 以确信选择到理想的频段，然后按[全波段]下的[X 波段]菜单键进入该波段。

表 C-2 外接混频器频率范围

频段	频率范围	混频谐波	变频损耗
K	18.0—26.5	6—	28dB
A	26.5—40.0	8—	28dB
Q	33.0—50.0	10—	28dB
U	40.0—60.0	10—	28dB
V	50.0—75.0	14—	40dB
E	60.0—90.0	16—	46dB
W	75.0—110.0	18—	—
F	90.0—140.0	24—	—

D	110.0—170.0	30—	—
G	140.0—220.0	36—	—
Y	170.0—260.0	44—	—
J	220.0—325.0	54—	—

b) 在外扩频测量模式下，可以在设定的波段频率范围内对感兴趣的频率范围进行测试。下面我们观察 A 波段，其频率范围从 26.5GHz 到 40GHz，如图 D-2 所示。

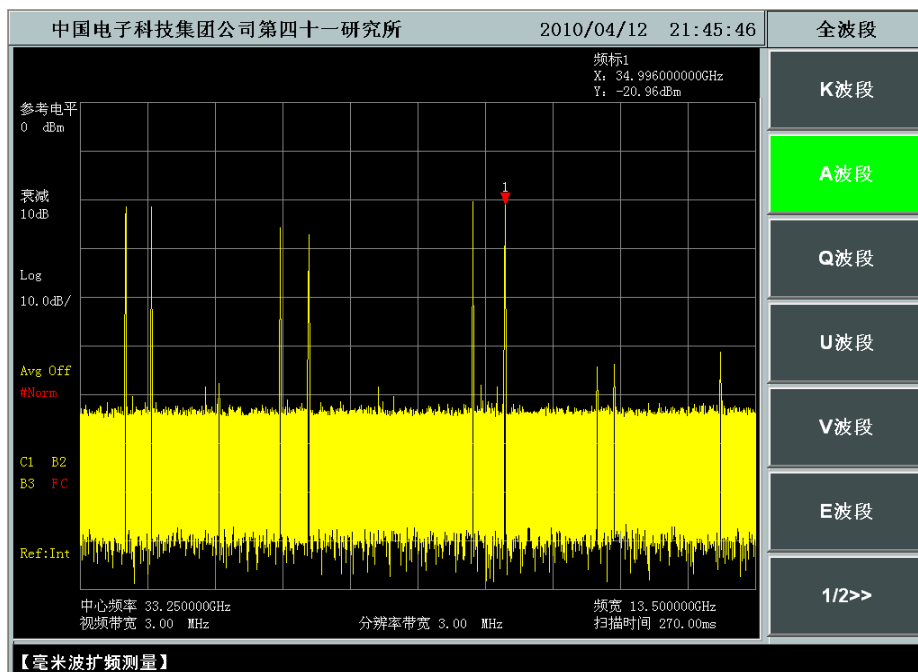


图 C-2 选择观测的波段

### 存贮平均变频损耗值

表 3-2 所列为存贮在频谱分析仪中的每一频段的变频损耗默认值。这些值为 AV1271X 系列混频器的大概值。如果没有输入、更改变频损耗数据，或者变频损耗数据文件调用失败，默认使用这些损耗值。向频谱分析仪输入变频损耗的方法有两种。一种是使用 [平均变频损耗] 存贮平均变频损耗。激活该功能：

- 按【模式】、[外混频模式]、[幅度修正]、[平均变频损耗] 键。
- 输入近似的平均变频损耗值。本例中所用 A 波段混频器的平均变频损耗为 28dB，如图 D-3 所示。

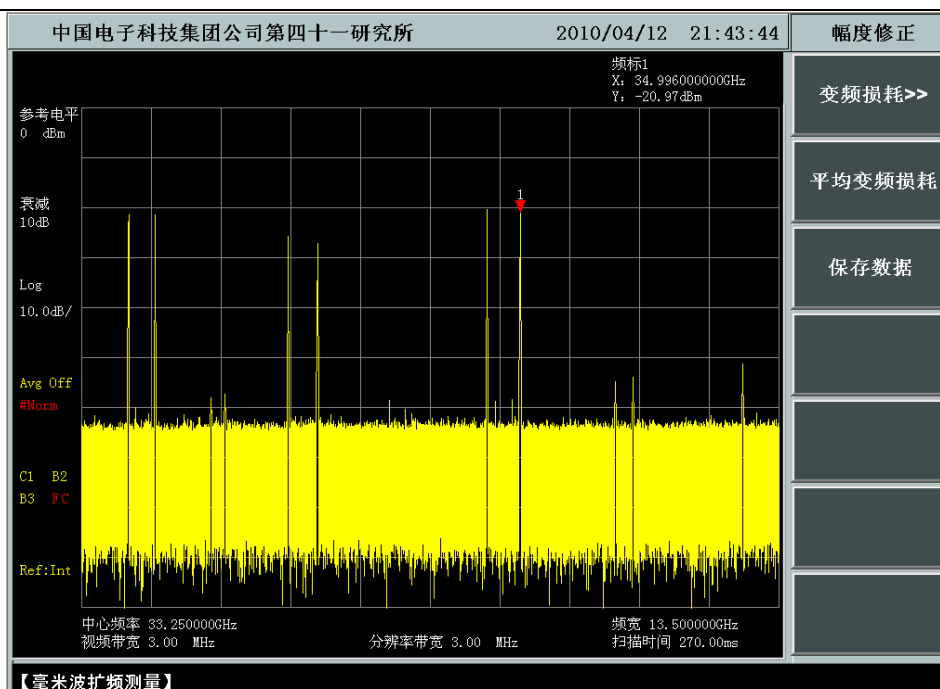


图 C-3 校准和存贮变频损耗

存贮变频损耗数据的第二种方法是，使用 [变频损耗>>] 功能。所选波段内间隔 1GHz(K 波段到 W 波段)或 2GHz(F 波段到 J 波段)的整频率点，可修正其对应的变频损耗值。按[保存数据]键，可将数据保存到本地文件，以便以后使用。

查看或输入变频损耗数据：

- 按 [变频损耗>>][当前频率]，可查看当前编辑的频率点。
- 按 [变频损耗>>][变频损耗]，可查看当前频率点对应的变频损耗值。
- 按 [变频损耗>>][当前频率]，使用步进键【↑】【↓】可在波段内实现频率值步进，每次步进间隔 1GHz(或者 2GHz)。也可使用旋钮实现频率步进功能。
- 按 [变频损耗>>][变频损耗]，使用步进键【↑】【↓】可实现变频损耗值步进，每次步进间隔 1dB。也可使用旋钮实现损耗值步进功能。

#### 信号识别（用于不带频率预选器的混频器）

谐波混频器的中频输出包含许多混频器产物 ( $F_{IF} = N \times F_{LO} \pm F_{IN}$ )。即使在单一谐波波段内单一谱线的输入信号也会产生丰富的响应，但其中只有一根是正确的。

这些响应成对的出现，而其中正确的那对信号之间的频率间隔为 642.8MHz（参看图 D-4），且这对信号中右边的那根谱线为正确的响应（对本频谱分析仪而言，左边的那根是不正确的）。

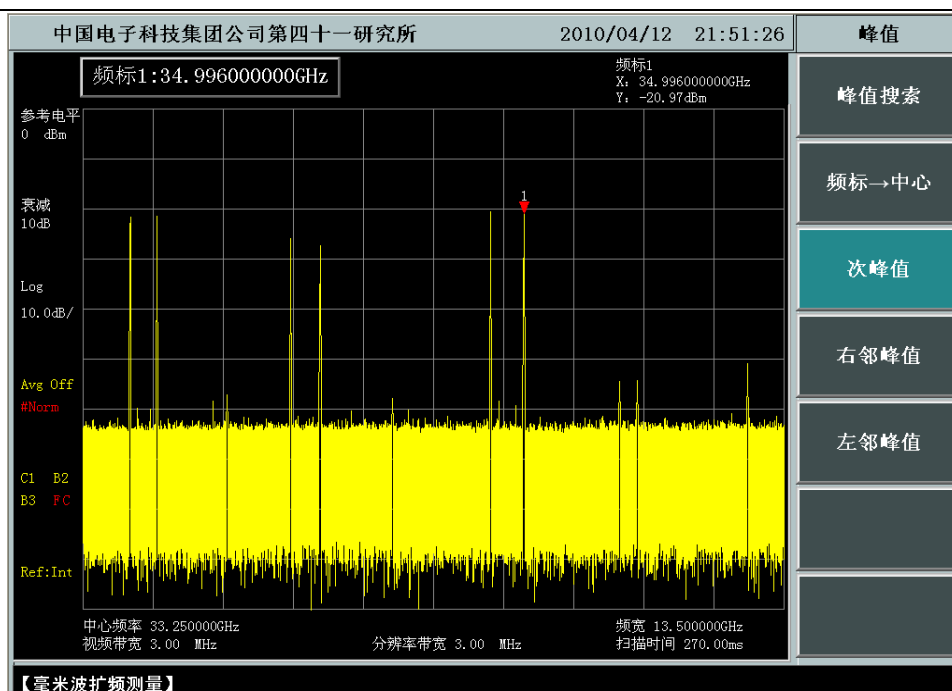


图 C-4 A 波段 35GHz 信号响应产物

## 偏置

AV4036 系列频谱分析仪可为需要偏置的混频器提供偏置电流。偏置电流能减小混频器的变频损耗；但在要测量的各频率点，偏置都要作相应调整。需要偏置的混频器的连接如图 D-1 所示（混频器偏置由中频通路提供）。

要测量信号，如前所述访问某一波段。

激活偏置：

- 按【模式】、[外混频模式]、[偏置]。
- 选择偏置开关为开状态，以激活偏置电流输入功能。
- 用频谱分析仪上的旋钮调整偏置使信号峰值幅度最大。
- 对大多数混频器来说，不同频率对应的最合适的偏置是不同的，因此对于每一被测信号，混频器偏置都应进行调整。



**警告：**

接入 300 欧姆的源阻抗时，开环偏置电压最大可达到+3.5V。当激活调节偏置，并存储在仪器状态中，调用该状态时就会出现所设置的偏置电压。



**请注意：**

频谱分析仪所显示的是电流短路（即假设中频通路接地时的电流）时的偏置电压。实际流到混频器的电流是很小的。

## 附录 D

## 宽带调频解调选件

AV4036 系列频谱分析仪宽带调频解调选件完成调频信号的解调，可解调最高调制频率为 10MHz、最大调频频偏为 20MHz 的宽带调频信号。整机具有宽带解调和窄带解调两条通路，当选择窄带解调时，最大调制带宽 10MHz，鉴频灵敏度为  $\pm 0.1\text{V}/\text{MHz}$ （额定值）；当选择宽带解调时，最大调制带宽 40MHz，鉴频灵敏度为  $\pm 0.025\text{V}/\text{MHz}$ （额定值）。解调信号通过整机后面板 BNC 接头输出，电压范围为  $\pm 0.5\text{V}$ （额定值）。

## 1 操作指南

## 1.1 测试操作过程

如图 E-1 所示连接测量仪器，将被测试调频信号输入 AV4036 系列频谱分析仪，用 BNC 电缆连接 AV4036 后面板宽带调频解调输出至示波器输入，用示波器测量解调信号。

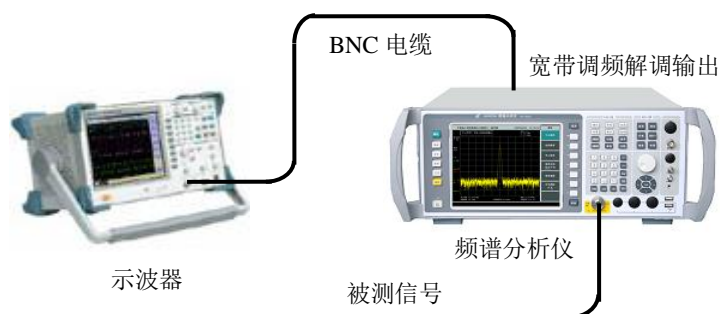


图 D-1 调频解调测试

如果调频信号载波频率已知，则直接设置 AV4036 中心频率为调频信号载波频率；如果调频信号载波频率未知，则设置频谱分析仪为全扫宽状态，利用频标功能搜寻并使调频信号载波位于频谱分析仪的中心频率。将载波频率设置为频谱分析仪的中心频率后，再设置频谱分析仪频宽为 0Hz。

按频谱分析仪【系统】、[输入输出]、[调频输出 宽带 窄带]键，根据被测试调频信号最大频偏选择频谱分析仪工作在宽带解调模式还是窄带解调模式。当选择窄带解调时，最大解调频偏为 5MHz，鉴频灵敏度（解调线性）约为  $\pm 0.1\text{V}/\text{MHz}$ ；当选择宽带解调时，最大解调频偏为 20MHz，鉴频灵敏度约为  $\pm 0.025\text{V}/\text{MHz}$ 。

连接 AV4036 后面板宽带调频解调输出接口至示波器（或者另外一台频谱分析仪）测试解调信号，根据示波器测量信号的周期和幅度计算出调制信号的调制率和调频频偏。如果利用频谱分析仪测试，还可以根据解调信号及其谐波信号幅度判断谐波失真情况。

## 1.2 测试注意事项

- 1) 设置频谱分析仪中心频率为调频信号载波频率值，频宽为零频宽。
- 2) 被测信号功率需大于 -50dBm，否则会导致解调信号淹没在噪声里，不利于后续测试。
- 3) 如果被测功率较小，可以将频谱分析仪衰减器设置为 0dB。必要时还可以将参考电平设置为 -40dBm 以下，此时频谱分析仪内部射频通路可以提供 20dB 增益。
- 4) 输出解调信号直流偏置电平已经在仪器出厂前进行了校零，但由于随外界温度变化或者仪器的老化，直流偏置电平可能会发生变化。如果由于直流偏置电平的变化对您的测试产生了影响，请联系我们，在我们的指导下进行重新校零。

## 2 工作原理

频率调制又称为调频（FM），它是使高频振荡信号的频率按调制信号的规律变化，而振幅保持恒定的一种调制方式。调频信号的解调称为鉴频或频率检波。

FM 信号的瞬时频率是和调制信号的幅度成比例关系，所以调频解调器的输出电压应与 FM 信号的瞬时频率成比例。理想情况下鉴频器输入频率与输出电压之间传输的关系应该是一条直线。

本选件设计的目标是最大能解调在  $2\Delta f_m$  ( $\Delta f_m$  为最大频偏) 等于 40MHz 的频率宽度内的信号。

利用延时线实现的相位鉴频器, 其工作原理框图如图 E-2 所示, 首先将输入的 FM 信号从频率调制信号转化成相位调制信号, 但仍然保留 FM 成分, 即变换成频率和相位都随调制信号变化的 PM-FM 波, 该步骤是通过一个  $\lambda/4$  延时线来实现的, 输入鉴相器的两个信号的相位差与频率成线性关系, 而鉴相器的输出电压是与输入信号相位差成线性关系的, 所以也就与输入信号频率成线性关系。

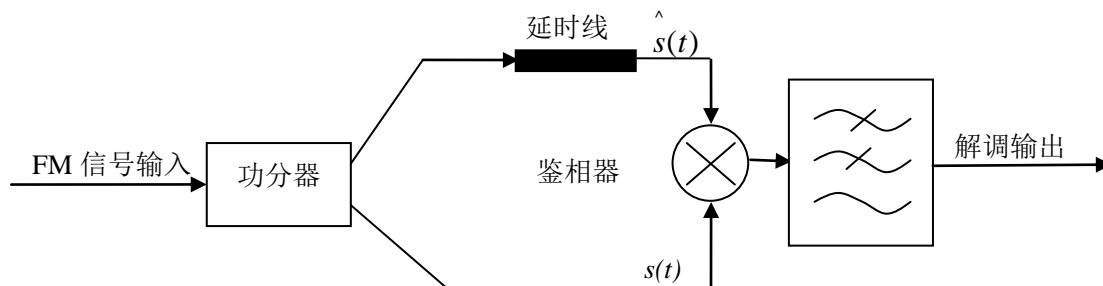


图 D-2 相位延时鉴频器原理框图

用数学公式可以很直观地表达出该解调过程。调频信号可以用公式 1 来表示:

$$s(t) = A_c \cos \left[ 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau \right] \quad \dots\dots\dots 1$$

其中:  $k_f$  为调频灵敏度, 单位为: 1/秒.伏(1/s.V);  $m(\tau)$  为被调制信号;  $f_c$  为调制时载波的频率。

从公式 1 中可以看出其瞬时频率可以用公式 2 来表示:

$$f_i(t) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\theta_i(t)}{dt} = f_c + k_f m(t) \quad \dots\dots\dots 2$$

瞬时频率偏移 (瞬时频率相对于载波频率的变化)

$$f_i(t) - f_c = k_f m(t) \quad \dots\dots\dots 3$$

其中一路 FM 信号经四分之一波长延时线延时后, 调频信号的瞬时频率的变化转化为相应的相位变化, 此时信号表达式变为:

$$\begin{aligned} \hat{s}(t) &\approx A_r \cos \left[ 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau + K_p k_f m(t) - \frac{\pi}{2} \right] \\ &= A_r \sin \left[ 2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau + K_p k_f m(t) \right] \quad \dots\dots\dots 4 \end{aligned}$$

该公式表示延时线对载波频率相位延时 90 度, 随着瞬时频率随调制信号的变化延时线对其相位延时也成线性关系,  $K_p$  为在载波  $f_c$  处相位响应曲线的斜率。图 E-3 可以看出相位延时大小和瞬时频率的关系。经过延时后信号由 FM 信号转变成 FM-PM 信号。经延时线延时后的信号和原 FM 信号经鉴相器鉴相, 鉴相器的功能相当于乘法器, 当  $\alpha$  较小时  $\sin(\alpha) = \alpha$  可以得出:

$$\begin{aligned} s(t) \times \hat{s}(t) &= \frac{A_c \times A_r}{2} \left( \sin[K_p k_f m(t)] + \text{和频} \right) \\ &\approx \frac{A_c \times A_r}{2} \left( K_p k_f m(t) + \text{和频} \right) \quad \dots\dots\dots 5 \end{aligned}$$

经过低通滤波器和频分量被滤除最终输出的信号:



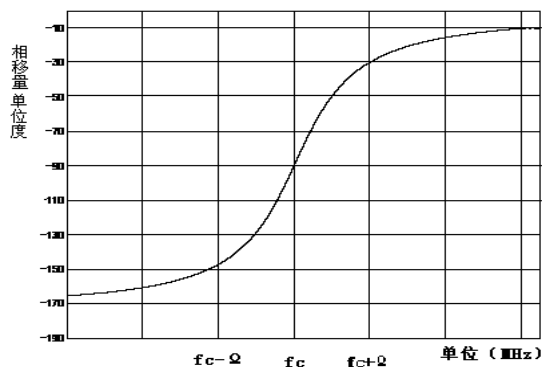


图 D-3 FM 信号经延时线后的相位响应曲线

$$\hat{m}(t) = \frac{A_c \times A_r}{2} [K_p k_f m(t)] = k_{f-DEM} m(t) \dots\dots\dots 6$$

### 3 性能指标

- 最大解调频率为 10MHz，解调带宽为 40MHz。
- 解调电压范围：±0.5V。
- 输出接头：BNC 阴头。
- 调频解调线性：
  - 最大调制带宽 10MHz：±0.1V/MHz。
  - 最大调制带宽 40MHz：±0.025V/MHz。



## 附录 E

## SCPI 命令

附表 E-1 列出频谱分析仪所支持的 SCPI 命令：该表按字母顺序排序，左半部分是 SCPI 命令，右半部分是每一条命令对应的功能。

表 E-1

命令	功能
*CLS	通用指令
*ESE	通用指令
*ESE?	通用指令
*ESR?	通用指令
*IDN?	通用指令
*OPC	通用指令
*OPC?	通用指令
*RST	通用指令
*SRE	通用指令
*SRE?	通用指令
*STB?	通用指令
*TST?	通用指令
*TRG	通用指令
*WAI	通用指令
:CALCulate:MARKer:AOff	关闭所有的频标
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FCOUNT[:STATe] OFF ON 0 1	频标记数
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FCOUNT[:STATe]?	频标记数查询
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FCOUNT:X?	频标记数数值查询
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FUNCTION NOISE OFF	频标功能
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FUNCTION?	频标功能查询
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FUNCTION:NDBDown <numeric_value>	NdB 设定
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FUNCTION:NDBDown?	NdB 设定查询
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:FUNCTION:NDBDown:RESult?	NDB 的测量结果
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:MAXimum	峰值搜索
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:MAXimum:LEFT	左峰值搜索
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:MAXimum:NEXT	次峰值搜索
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:MAXimum:RIGHT	右峰值搜索
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:MODE POSition DELTA OFF	频标模式的选择
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:MODE?	查询频标模式
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:STATe OFF ON 0 1	选择频标
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:STATe?	查询频标是否打开
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:TRACe 1 2 3	频标轨迹
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:TRACe?	查询频标轨迹
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:TRCKing[:STATe] OFF ON 0 1	信号跟踪使能
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:TRCKing[:STATe]?	查询信号跟踪状态
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:X <param>	设置频标的 x 轴坐标
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:X?	频标的 x 方向值
:CALCulate:MARKer<1 2 3>:Y?	频标的 y 方向值
:CALCulate:MARKer<1 2 3>[:SET]:CENTer	频标→中心频率
:CALCulate:MARKer<1 2 3>[:SET]:RLEVel	频标→参考电平
:CALCulate:MARKer<1 2 3>[:SET]:START	频标→起始频率
:CALCulate:MARKer<1 2 3>[:SET]:STEP	频标→步进

附表 E-1 (续)

命令	功能
:CALCulate:MARKer<1 2 3>[:SET]:STOP	频标→终止频率
:CALibration:AUTO OFF ON	自动校准
:CALibration:AUTO?	查询自动校准查询
:CALibration:IF	校准中频
:CALibration:IF?	查询中频校准状态
:COUple ALL NONE	自动关联
:DISPlay:ANNotation:CLOCK:DATE:FORMat MDY YMD	设置日期格式
:DISPlay:ANNotation:CLOCK:DATE:FORMat?	查询日期格式
:DISPlay:ANNotation:CLOCK[:STATE] ON OFF	时间状态打开
:DISPlay:ANNotation:CLOCK[:STATE]?	查询时间状态
:DISPlay:ENABle OFF ON 0 1	屏幕显示
:DISPlay:ENABle?	查询屏幕显示状态
:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe <ampl>	显示线
:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe?	查询显示线
:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe OFF ON 0 1	显示线开关 (41)
:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe?	查询显示线开关状态
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:PDIVision <rel_ampl>	对数刻度
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:PDIVision?	查询对数刻度
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:RLEVel <ampl>	参考电平
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:RLEVel?	查询参考电平
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:RLEVel:OFFSet <rel_power>	参考电平偏移
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:RLEVel:OFFSet?	查询参考电平偏移
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:SPACing LINear LOGarithmic	显示方式
:DISPlay:WINDow<1>:TRACe:Y[:SCALE]:SPACing?	查询显示方式
:FORMat[:TRACe][:DATA] ASCii INTEger,32 REAL,32 REAL,64	数据格式
:FORMat[:TRACe][:DATA]?	查询数据格式
:HCOPY[:IMMEDIATE]	立即打印
:INITiate:CONTInuous OFF ON 0 1	扫描模式选择
:INITiate:CONTInuous?	查询扫描模式
:INITiate[:IMMEDIATE]	立即刷新
:SYSTem:COMMunicate:GPIB[:SELF]:ADDRess <integer>	改变 GPIB 地址
:SYSTem:COMMunicate:GPIB[:SELF]:ADDRess?	查询 GPIB 地址
:SYSTem:ERRor[:NEXT]?	当前错误
:SYSTem:PRESet:TYPE FACTory USER	复位类型选择
:SYSTem:PRESet:TYPE?	查询复位类型
:SYSTem:PRESet[:USER]:SAVE	保存用户复位状态
:TRACe[:DATA]? <trace_name>	轨迹数据
:TRACe<1 2 3>:MODE WRITe MAXHold MINHold VIEW BLANk	轨迹刷新模式
:TRACe<1 2 3>:MODE?	查询轨迹刷新模式
:TRIGger[:SEQuence]:DELay <time>	触发延迟时间
:TRIGger[:SEQuence]:DELay:STATe OFF ON 0 1	触发延迟开关
:TRIGger[:SEQuence]:DELay:STATe?	查询触发延迟开关
:TRIGger[:SEQuence]:DELay?	查询触发延迟时间
:TRIGger[:SEQuence]:SLOPe POSitive NEGative	触发极性
:TRIGger[:SEQuence]:SLOPe?	查询触发极性
:TRIGger[:SEQuence]:SOURce IMMEDIATE VIDeo LINE EXTernal[1] EXTernal2	触发电源

附表 E-1 (续)

命令	功能
:TRIGger[:SEQuence]:SOURce?	查询触发源
:TRIGger[:SEQuence]:VIDeo:LEVel <ampl>	视频电平触发
:TRIGger[:SEQuence]:VIDeo:LEVel?	查询视频电平触发
:UNIT:POWer DBM DBMV DBUV V W	单位
:UNIT:POWer?	查询单位
[:SENSe]:AVERAge:COUNt <integer>	视频平均次数
[:SENSe]:AVERAge:COUNt?	查询视频平均次数
[:SENSe]:AVERAge[:STATe] OFF ON 0 1	视频平均开关
[:SENSe]:AVERAge[:STATe]?	查询视频平均开关
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth:VIDeo <freq>	视频带宽
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth:VIDeo:AUTO OFF ON 0 1	视频带宽关联
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth:VIDeo:AUTO?	查询视频带宽关联
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth:VIDeo:RATio <number>	视频带宽比
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth:VIDeo:RATio?	查询视频带宽比
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth:VIDeo?	查询视频带宽
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth[:RESolution] <freq>	分辨率带宽
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:AUTO OFF ON 0 1	分辨率带宽关联
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth[:RESolution]:AUTO?	查询分辨率带宽关联
[:SENSe]:BANDwidth BWIDth[:RESolution]?	查询分辨率带宽
[:SENSe]:DETEctor:AUTO OFF ON 0 1	检波方式自动
[:SENSe]:DETEctor:AUTO?	检波方式自动查询
[:SENSe]:DETEctor[:FUNCTion] AVERAge NEGAtive NORMAl POSitive SAMPle	检波方式
[:SENSe]:DETEctor[:FUNCTion]?	查询检波方式
[:SENSe]:FREQuency:CENTer <frequency>	中心频率
[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO OFF ON 0 1	自动步进
[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO?	查询自动步进
[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement] <freq>	步进量
[:SENSe]:FREQuency:CENTer:STEP[:INCRement]?	查询步进量
[:SENSe]:FREQuency:CENTer?	查询中心频率
[:SENSe]:FREQuency:OFFSet <freq>	频率偏移
[:SENSe]:FREQuency:OFFSet?	查询频率偏移
[:SENSe]:FREQuency:SPAN <frequency>	频宽
[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio<integer>	频宽与分辨率带宽之比
[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio:AUTO OFF ON 0 1	频宽与分辨率带宽关联
[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio:AUTO?	查询频宽与分辨率带宽关联
[:SENSe]:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio?	查询频宽与分辨率带宽之比
[:SENSe]:FREQuency:SPAN:FULL	全频宽
[:SENSe]:FREQuency:SPAN:PREVious	前次频宽
[:SENSe]:FREQuency:SPAN?	查询频宽
[:SENSe]:FREQuency:STARt <freq>	起始频率
[:SENSe]:FREQuency:STARt?	查询起始频率
[:SENSe]:FREQuency:STOP <frequency>	终止频率
[:SENSe]:FREQuency:STOP?	查询终止频率

附表 E-1 (续)

命令	功能
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation <rel_power>	衰减大小
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO OFF ON 0 1	衰减自动
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO?	查询是否衰减
[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation?	查询衰减大小
[:SENSe]:POWer[:RF]:MIXer:RANGe[:UPPer] <power>	最大混频电平
[:SENSe]:POWer[:RF]:MIXer:RANGe[:UPPer]?	查询最大混频电平
[:SENSe]:ROSCillator:SOURce INTernal EXTernal	频率参考
[:SENSe]:ROSCillator:SOURce?	查询频率参考
[:SENSe]:SWEep:EGATe:DELay <time>	时间门延迟时间
[:SENSe]:SWEep:EGATe:DELay?	查询时间门延迟时间
[:SENSe]:SWEep:EGATe:LENGth <time>	时间门长度
[:SENSe]:SWEep:EGATe:LENGth?	查询时间门长度
[:SENSe]:SWEep:EGATe:POLarity NEGative POSitive	门极性
[:SENSe]:SWEep:EGATe:POLarity?	查询门极性
[:SENSe]:SWEep:EGATe[:STATe] OFF ON 0 1	时间门状态
[:SENSe]:SWEep:EGATe[:STATe]?	查询时间门状态
[:SENSe]:SWEep:POINts <number of points>	扫描点数
[:SENSe]:SWEep:POINts?	查询扫描点数
[:SENSe]:SWEep:TIME <seconds>	设置扫描时间
[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO OFF ON 0 1	扫描时间自动
[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO?	查询扫描时间方式
[:SENSe]:SWEep:TIME?	查询扫描时间
[:SENSe]:SWEep:TYPE AUTO FFT SWEep	扫描方式
[:SENSe]:SWEep:TYPE:AUTO:RULEs SPEed DRANge	扫描方式自动策略
[:SENSe]:SWEep:TYPE:AUTO:RULEs?	扫描方式自动策略查询
[:SENSe]:SWEep:TYPE?	扫描方式查询
[:SENSe]:ADC:DITHer[:STATe] OFF ON AUTO	ADC 抖动开关
[:SENSe]:ADC:DITHer[:STATe]?	ADC 抖动开关查询
[:SENSe]:FREQuency:SYNThesis 1 2	相位噪声优化方式
[:SENSe]:FREQuency:SYNThesis?	查询相位噪声优化方式
[:SENSe]:FREQuency:SYNThesis:AUTO OFF ON 0 1	相位噪声优化开关
[:SENSe]:FREQuency:SYNThesis:AUTO?	相位噪声优化开关查询
:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime <time>	门控时间设置
:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime?	门控时间查询
:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime:AUTO OFF ON 0 1	门控时间自动
:CALCulate:MARKer:FCOunt:GATetime:AUTO?	门控时间自动查询
:STATus:OPERation:ENABle <integer>	Operation 寄存器
:STATus:OPERation:ENABle?	Operation 寄存器
:STATus:OPERation:NTRansition <integer>	Operation 寄存器
:STATus:OPERation:PTRansition <integer>	Operation 寄存器
:STATus:OPERation:PTRansition?	Operation 寄存器
:STATus:OPERation[:EVENT]?	Operation 寄存器
:STATus:PRESet	复位寄存器
:STATus:QUEStionable:CONDition?	Question 寄存器
:STATus:QUEStionable:ENABle <number>	Question 寄存器
:STATus:QUEStionable:ENABle?	Question 寄存器
:STATus:QUEStionable[:EVENT]?	Question 寄存器
:STATus:QUEStionable:NTRansition <number>	Question 寄存器
:STATus:QUEStionable:NTRansition?	Question 寄存器

附表 E-1 (续)

命令	功能
:STATus:QUESTionable:PTRansition <number>	Question 寄存器
:STATus:QUESTionable:PTRansition?	Question 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:CONDition?	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:ENABle <number>	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:ENABle?	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration[:EVENT]?	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:NTRansition <number>	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:NTRansition?	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:PTRansition <number>	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:CALibration:PTRansition?	Calibration 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:CONDition?	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:ENABle <number>	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:ENABle?	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency[:EVENT]?	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:NTRansition <number>	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:NTRansition?	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:PTRansition <number>	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:FREQuency:PTRansition?	Frequency 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:CONDition?	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:ENABle <number>	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:ENABle?	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer[:EVENT]?	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:NTRansition <number>	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:NTRansition?	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:PTRansition <number>	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:POWer:PTRansition?	Power 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:CONDition?	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:ENABle <number>	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:ENABle?	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature[:EVENT]?	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:NTRansition <number>	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:NTRansition?	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:PTRansition <number>	Temperature 寄存器
:STATus:QUESTionable:TEMPerature:PTRansition?	Temperature 寄存器
:CALCulate:MARKer:PEAK<1 2 3>:SEARch:MODE OFF ON 0 1	设置峰值跟踪开关
:CALCulate:MARKer:PEAK<1 2 3>:SEARch:MODE?	查询峰值跟踪开关状态





## 附录 F

## 名词解释

**本振**

本地振荡器的简称。频谱分析仪中本振频率与被接收信号混频产生仪器中频信号。

**本振馈通**

超外差式频谱分析仪的一个显著缺陷是存在本振馈通现象，当本振频率与中频频率相同(或很接近)时，本振信号将通过中频滤波器而在在测量中出现，该本振频率对应于 0Hz(直流)输入频率，可用做 0Hz 频率标记，因此本振馈通也叫做直流响应。对于有限带宽的中频滤波器，本振馈通从 0Hz 延伸到大约  $BW_{RES}/2$ ，形状类似于中频滤波器的滤波曲线。

**标准检波方式**

对信号能量的一种显示检测方法，每个被显示的点对应于用该点表示的频率跨度或时间间隔的某一部分中视频信号的多个检测取样数据点，提取这些数据点中的最大值和最小值，在显示轨迹时两点之间用垂线相连。这样检波方式可以直观的分析噪声信号波动范围，通过增加扫描时间可以使显示噪声带变宽。

**波形因子**

滤波器的 60dB(或 40dB) 带宽与 3dB 带宽之比，也称矩形系数，表示滤波器的陡峭度和选择性。波形因子影响频谱分析仪不等幅信号的分辨能力。

**步进量**

按前面板步进键或通过程控命令进行控制相应活动参数的变化量。

**测量单位**

频谱分析仪常用的测量单位如表 F-1 所示：

表 F-1 测量单位

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

**菜单**

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

**参考电平**

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

**测量范围**

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

**差值频标**

频标的一种标记方式，其中一个固定的参考频标，另一个是可以放在显示轨迹上任何位置的

活动频标，显示的数据为可活动频标与固定的参考频标之间的相对幅度差和频率差(或时间差)。

### 冲击带宽

根据电压等效的原则，将实际频谱分析仪滤波器的电压响应曲线所围的面积，等效为一个同面积的理想矩形滤波器的电压响应曲线，并使两个曲线的高度相等，矩形滤波器宽度称为等效冲击带宽。它与信号带宽、噪声带宽是不同的。在频谱分析仪中，冲击带宽约为 3dB 带宽的 1.5 倍。

### 带宽选择性

带宽选择性也被称为矩形系数，是一项评价频谱分析仪分辨不等幅信号能力的指标，通常定义滤波器的 60dB 带宽与 3dB 带宽的比值，带宽选择性表明滤波器边缘的陡峭程度。

### 动态范围

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

可按下列公式计算最佳二阶和三阶无失真测量动态范围。

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

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

式中：

$MDR_2$ ——最佳二阶无失真测量动态范围

$SHI$  ——二阶失真截获点

$DANL$ ——显示平均噪声电平

$MDR_3$ ——最佳三阶无失真测量动态范围

$TOI$  ——三阶失真截获点

### 对数刻度显示

显示器上的垂直刻度按对数方式显示。在对数方式下，可以用 dBm、dBmV、dB $\mu$ V、W 和 V 等作幅度单位。

### 假响应

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

#### a) 谐波失真

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

#### b) 镜像和多重响应

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

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

#### c) 剩余响应

剩余响应是指频谱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。

### FFT

快速傅立叶变换的简称。它是对时域信号进行特定的数学分析，给出频域分析结果。

## 分辨率

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

## 幅度准确度

与幅度测量结果相关联的、表征合理地赋予幅度测量值分散性的参数。影响幅度测量准确度的因素包括频率响应、显示保真度、输入衰减器转换误差、中频增益、刻度因子和分辨率带宽等。

## 负峰值检波方式

对信号能量的一种显示检测方法，每个被显示的点对应于用该点表示的频率跨度或时间间隔的某一部分中视频信号的多个检测取样数据点，提取这些数据点中的最小值的方法即为负峰值检波。

## 轨迹

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

## 互调

当两个或更多的信号同时加载在有源器件（如放大器、混频器）输入端，由于有源器件的非线性，除了产生信号的谐波以外，各信号本身的多次和频或差频分量会产生互调产物。对于频谱分析仪来说，这些互调产物是干扰信号，电平越低越好。互调产物电平与输入信号电平之间的变化关系为：如果两个正弦输入信号幅度变化  $\Delta\text{dB}$ ，则相应的互调产物电平将变化  $n\cdot\Delta\text{dB}$ ，其中  $n$  为互调产物的阶数，表示所含频率各次项之和，例如频率  $2\cdot f_1 + 1\cdot f_2$ ，阶数就是  $2+1=3$ 。当信号和互调产物幅度相等时的交点，通常称为截获点（或称交截点）。实际上该点是不存在的，因为在输入信号增大到一定程度时，有源器件的输出就会出现压缩。截获点可以用输入电平或输出电平进行定义，因此标称的截获点有输入截获点和输出截获点，在不特殊注明的情况下指的是输入截获点。截获点通常用  $\text{dBm}$  表示，截获点越大说明频谱分析仪的线性越好，这是获得大动态范围的先决条件。在大多数情况下，这些互调产物中，2 阶产物和 3 阶产物对测量造成的影响最大。常常定义 2 阶截获点为  $\text{IP}_2$  或  $\text{SOI}$ （Second Order Intercept），3 阶截获点为  $\text{IP}_3$  或  $\text{TOI}$ （Third Order Intercept）。截获点的标定必须指定频谱分析仪前端输入衰减器的值（通常是  $0\text{dB}$ ），因为随着衰减器衰减量的增加截获点也将升高。

有源器件的线性度随着电流和功率的增大而变化，通常放大器提供的电流越大，或混频器的本振功率越大，线性度越好，所以频谱分析仪的低功耗往往等同较差的线性度。但要注意，这同噪声的要求却又是互相矛盾的，频谱分析仪的接入衰减器可以控制互调产物，在较高的噪声系数下会有较高的  $\text{IP}_3$  值，所以  $\text{IP}_3$  和噪声系数应当在同等的操作模式下进行分析和比较。 $\text{IP}_3$  是衡量频谱分析仪线性度的一个重要指标，它反映了频谱分析仪受到强信号干扰时互调失真的大小。

## 活动功能区

频谱分析仪激活功能及其状态显示的屏幕区域。激活功能是由频谱分析仪最后一次按键或由最后一个程控命令激活的功能。

## 检波方式

模拟信息被数字化并存入存储器之前进行处理的方式，在频谱分析仪中主要作为对信号能量的一种显示检测方法。包括“正峰值”、“负峰值”、“标准”、“取样”和“平均值”。

## 刻度因子

显示器垂直轴每格所代表的数值单位。

## 零频宽

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

## 漂移

本振频率受扫描电压的变化而导致信号位置在显示器上的缓慢变化。发生漂移时，可能需要重

新调整，但不会削弱频率分辨率。

### 频率响应

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

### 频标

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

### 频宽

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

### 频率范围

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

### 频率准确度

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

### 频率稳定度

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

### 频谱分析仪

能在频域上有效地显示出构成时域信号的各个单独频谱分量(正弦波)的仪器。是否保留相位信息取决于分析仪的类型和设计原理。

### 平坦度

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

### 取样检波方式

对信号能量的一种显示检测方法，每点上所显示的值是由该点表示的频率间隔或时间间隔处视频信号在某时刻的瞬时值。

### 扫描时间

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

### 射频衰减器

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

### 剩余调频

在没有任何调制输入时，本振信号的固有短期频率不稳定性。一般指在规定的测试带宽内，在某规定时间间隔内频率抖动的峰值或峰峰值。剩余调频会引起谱线晃动，降低实际的分辨率，影响频谱分析仪的频率读出准确度。

## 视频

频谱分析仪中检波器输出的信号。频率范围从 0Hz 延伸到远超出频谱分析仪所提供的最宽分辨率带宽的频率，视频滤波器的设置决定视频通路的最终带宽。

### 视频带宽

频谱分析仪视频回路中可调低通滤波器的带宽。视频滤波器位于检波器之后，是决定视频放大器带宽的低通滤波器，可对噪声起平滑作用，用于对迹线进行平均或平滑，易于在噪声中检测微弱信号。改变视频带宽不影响频谱分析仪的频率分辨率，但选择的视频带宽过窄，将增加扫描时间。

### 视频放大器

频谱分析仪中在检波器之后的直流耦合放大器。

### 视频滤波和视频平均

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

视频滤波是在包络检波器之后的低通滤波，当视频带宽等于或小于分辨率带宽时，视频电路就无法充分地检波器输出端的快速起伏做出响应，显示轨迹则被平滑。这种平均或平滑的程度与视频带宽和分辨率带宽的比值有关。

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

在多数测量场合下，视频滤波和视频平均基本上是相同的。但两者是有区别的，视频滤波是一种实时的平均，当测量一个随时间漂移的信号时，两种方式的差异变得显著起来，可能会得到完全不同的结果。用视频滤波时，每次扫描可能给出不同的平均值；视频平均是用多次扫描来达到充分平均的，因此，得到的是一个非常接近真实平均值的结果。

### 输入幅度范围

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

### 输入阻抗

频谱分析仪对信号源呈现的终端阻抗。射频和微波分析仪的阻抗通常是  $50\Omega$ 。对于某些系统(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由电压驻波比(VSWR)表示。

### 刷新模式

用于清除屏幕迹线，遇触发条件之后重新进行扫描。满足触发条件时，将显示新的输入信号数据。

### 显示范围

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

### 显示平均噪声电平

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

### 线性显示

显示器上的垂直刻度与输入信号电压成正比的显示方式。屏幕底格线代表 0V，顶格线代表参考电平(取决于特定频谱分析仪的某个非零值)。对于大多数频谱分析仪刻度因子等于参考电平值除以格数。在线性显示方式下，频谱分析仪可以用 dBm、dBmV、dBuV、W 和 V 等作幅度单位。

## 相对幅度精度

幅度测量的不确定度。其中一个信号的幅度与另一个信号的幅度做比较，而不考虑两者中的任何一个绝对幅度如何。影响相对幅度精度的因素包括频率响应、显示保真度、输入衰减量的变化、中频增益、刻度因子和分辨率带宽。

## 预选器

位于频谱分析仪输入混频器之前的中心频率可调的带通滤波器。用于消除超外差频谱分析仪的多重响应和镜像响应，同时还能改善频谱分析仪的动态范围。预选器一般用在 4GHz 以上的频段。

## 灵敏度

频谱分析仪可测量最小电平信号的能力。灵敏度又分为输入信号电平灵敏度和等效输入噪声灵敏度，前者产生的输出约等于两倍平均噪声值的输入信号电平，后者是内部产生的噪声折合到输入端的平均电平。最佳灵敏度可在最窄分辨率带宽、最小输入衰减和充分视频滤波的状态下获得。影响灵敏度的因素有输入衰减器、前置放大器、前端器件的插损、中频滤波器的带宽、噪声边带等。视频滤波器不能改善灵敏度，但可改善鉴别能力和在低信噪比情况下测量的可重复性。最佳灵敏度可能与其它测量需求相冲突。比如较小的分辨率带宽增大扫描时间；0dB 输入衰减增大了输入驻波比(VSWR)，降低测量精度；增加前置放大器影响频谱分析仪的动态范围。灵敏度与分辨率带宽的关系如下：

$$Pd_{Bm} = -174dBm + FdB + 10\log B$$

式中：

$Pd_{Bm}$  —— 频谱分析仪的灵敏度

$FdB$  —— 频谱分析仪的噪声系数

$B$  —— 频谱分析仪的 3dB 带宽(以 Hz 为单位)

## 噪声频标

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

## 相位噪声（噪声边带）

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

## 谐波混频

利用混频器中“产生”的本振谐波参与混频，以扩展频谱分析仪的调谐测量范围。

## 增益压缩

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

## 正峰值方式

对信号能量的一种显示检测方法，每个被显示的点对应于用该点表示的频率跨度或时间间隔的某一部分中视频信号的多个检测取样数据点，提取这些数据点中的最大值的方法即为正峰值检波

## 中频增益/中频衰减

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

---

## 最大输入电平

最大输入电平分为性能无降低的最大输入电平和最大安全输入电平。前者表示在输入端所加的不引起产品性能降低的最大电平，后者表示输入端允许的不损坏产品的最大电平。通常应在产品规范中规定连续波平均功率、峰值脉冲功率（指明脉宽和占空比）和直流电压的最大安全输入电平值。