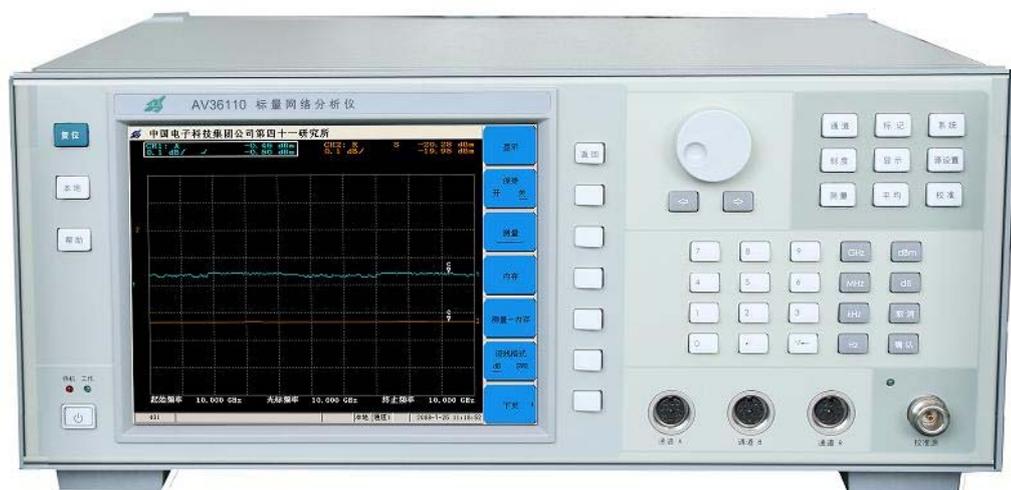


AV36110

标量网络分析仪

用户手册



中电科仪器仪表有限公司

前言

非常感谢您选用中电科仪器仪表有限公司生产的 AV36110 标量网络分析仪！本所产品集高、精、尖于一体，在同类产品中质量性价比最高，为方便您使用，请仔细阅读本手册。我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺，我们竭诚欢迎您的垂询，联系方式如下：

服务咨询 0532-86889847

技术支持 0532-86888007

质量监督 0532-86886614

传 真 0532-86897258

网 址 <http://www.ei41.com>

电子信箱 5117@ei41.com

地 址 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号

邮 编 266555

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司研制生产的 AV36110 标量网络分析仪的用途、使用方法、使用注意事项、性能特性、基本工作原理、故障查询、编程指南等内容，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，请仔细阅读本手册，并正确按照手册指导操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，文字中疏漏和不当之处，恳请各位用户批评指正！

本手册是《AV36110 标量网络分析仪》第二版，版本号是 AV2.733.1022SS2.1

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。



声明：

本手册内容及所用术语最终解释权属于中电科仪器仪表有限公司。

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，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

2015 年 12 月

目 录

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 第一章 概述 | 1 |
| 第一篇 使用说明 | 3 |
| 第二章 用户必读 | 5 |
| 第一节 初始检查 | 5 |
| 第二节 加电前的注意事项 | 5 |
| 第三节 标量网络分析仪的初次加电 | 7 |
| 第三章 快速操作入门 | 9 |
| 第一节 AV36110 标量网络分析仪简介 | 9 |
| 第二节 面板与后面板说明 | 10 |
| 第三节 显示区说明 | 14 |
| 第四章 菜单说明 | 17 |
| 第一节 菜单结构 | 17 |
| 第二节 菜单注释 | 24 |
| 第五章 测量操作说明 | 39 |
| 第一节 标网与信号源的连接 | 39 |
| 第二节 传输测量 | 42 |
| 第三节 反射测量 | 46 |
| 第四节 平均功率测量 | 54 |
| 第五节 测量中的其他问题 | 56 |
| 第六章 软件使用说明 | 61 |
| 第二篇 技术说明 | 89 |
| 第七章 整机工作原理和特点 | 91 |
| 第一节 整机工作原理及框图 | 91 |
| 第二节 整机特点和主要功能 | 92 |
| 第三节 仪器结构特点及环境适应性 | 93 |
| 第八章 主要技术指标 | 95 |
| 第三篇 维修说明 | 97 |
| 第九章 故障诊断与维护 | 99 |
| 第一节 故障诊断和排除 | 99 |
| 第二节 查看错误信息 | 100 |
| 第三节 标量网络分析仪的日常维护 | 101 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 第十章 标量网络分析仪的返修 | 103 |
| 附录 A 编程指南 | 105 |
| 第一节 远程控制设备的安装 | 105 |
| 第二节 SCPI 语法简介 | 106 |
| 第三节 GP-IB 命令一览表 | 115 |

第一章 概述

AV36110 标量网络分析仪是由中电科仪器仪表有限公司研制的新一代标量网络分析与功率测量仪器。

作为分体式标量网络测试仪器，AV36110 标量网络分析仪（有时简称标网）具有良好的性能价格比，集大动态范围、多功能、高精度、快速测量分析、使用方便等特点于一身，采用嵌入式计算机和嵌入式操作系统，精度更高、功能更强大，可以与 AV1487 超宽带合成扫频信号发生器和带模拟扫选项的 AV1464 系列合成源组成全自动标量网络测试系统，配接系列化的检波器、电桥及定向耦合器等模块，可快速、准确的进行传输测量、回波损耗和驻波比等参数测量。同时，AV36110 标量网络分析仪配备功率校准源后，可进行微波连续波信号绝对功率的精确测量。AV36110 标量网络分析仪还具有模块化、标准化的体系结构，可靠性高、开放性好，具有中英文双语操作界面，使 AV36110 标量网络分析仪的使用更为方便。



图 1-1 AV36110 标量网络分析仪

AV36110 标量网络分析仪具有以下主要功能：

- 配接系列检波器及高方向性驻波比测试设备，可与 AV1487/AV1464 合成扫源组成标量网络测试系统，具有射频、微波频段元件和部件的传输损耗、反射损耗，驻波比等参数测量功能；
- 内置校准源，能对检波器进行功率自动校准，使仪器具有绝对功率测量功能；
- 具有自适应归一化功能；
- 具有内外部存储和调用功能；
- 具有强大的标记搜索功能，可搜索最大点、最小点、带宽等；
- 完备的显示功能，具有驻波比显示方式、绝对功率显示方式和相对功率显示方式；
- 具有 USB 接口、LAN 接口，方便信息存储、打印和软件升级。

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司生产的 AV36110 标量网络分析仪，着重说明仪器的用途、性能特性、基本工作原理、使用方法、编程指导和维护维修等，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。请仔细阅读本手册，并按照本手册的说明进行操作。

本手册详细描述了如何利用 AV36110 和 AV1487 合成扫源组成标量网络测试系统，利用该系统可实现射频、微波频段元器件和部件的传输损耗、反射损耗，驻波比等参数的测试和分析。同时介绍了如何利用 AV36110 标量网络分析仪实现射频、微波连续波信号绝对功率的准确测量。同时，本手册还介绍了 AV36110 标量网络分析仪的基本工作原理和技术指标，以及标量网络分析仪主机前面板接口的连接和配置方法。

需要指出的是，AV36110 标量网络分析仪主机的某些特征和性能是由所连接的检波器和合成扫源的性能决定的，其他的常规特征是标量网络分析仪主机本身所具有的，与外接设备无关。

本手册主要由四部分组成，共分为十章。

- **第一篇 使用说明**

第二章介绍了用户在初次使用本产品时的注意事项；

第三章在详细介绍仪器前面板和显示区的基础上，重点说明仪器的基本测量功能，使用户对仪器的使用有一个初步了解；

第四章给出了仪器的菜单结构，并简要说明了各个菜单的功能和应用；

第五章详细说明了仪器的测量功能和测量中的注意事项，对仪器的校零校准、检波器选用、传输测量、反射测量和功率测量进行了详细介绍，并给出了具体的测量步骤；

第六章对软件编程命令进行了详细说明，分别介绍了各个 SCPI 编程命令的功能、语法、参数和适用范围，方便用户进行二次开发，便于系统集成。

- **第二篇 技术说明**

第七章讲述了 AV36110 标量网络分析仪的基本工作原理和仪器特点；

第八章详细介绍了本机的技术指标。

- **第三篇 维修说明**

第九、十章分别讲述了 AV36110 标量网络分析仪的故障诊断、维护与维修。

- **附录部分**

附录 A 介绍了本机支持的 SCPI 编程指令；

我们衷心希望通过本手册，您可以得心应手地使用 AV36110 标量网络分析仪。在使用过程中如果遇到什么问题或有好的意见和建议，请以前言中的方式及时与我们联系。不断地改进产品，生产出用户满意的产品是我们的一贯宗旨。

第一篇 使用说明

第二章 用户必读

本章介绍了用户初次接收到 AV36110 标量网络分析仪后，对仪器的初始检查，并逐步帮助用户熟悉本仪器的正确使用和环境要求，主要包括以下几部分：

- 检查发货和运输情况
- 检查使用环境是否符合电气及其它环境要求
- 熟悉仪器的开机、关机和重启

第一节 初始检查

开箱后请按下面步骤检查、核对包装箱内物品，并在使用前阅读本手册“加电前的注意事项”一节，以便尽早发现问题，防止意外事故的发生。当您发现问题时，请与我们联系，我们将尽快予以解决。

- a) 检查包装箱是否损坏。
- b) 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。
- c) 对照装箱清单核实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整，然后方可对标量网络分析仪进行电性能的测试。

包装箱内必备的附件和文件包括：

- | | |
|-----------------------|-----|
| ● AV36110 标量网络分析仪主机 | 1 台 |
| ● AV36110 标量网络分析仪用户手册 | 2 本 |
| ● 电源线 | 1 根 |
| ● 装箱清单 | 1 份 |

若仪器在运输过程中出现损坏或附件不全，请及时通知我们，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。处理方式参见第十章“AV36110 标量网络分析仪的返修”。

第二节 加电前的注意事项

1 检查电源

AV36110 标量网络分析仪采用三芯电源线接口，符合国际安全标准。在给 AV36110 标量网络分析仪加电前，必须保证地线可靠接地。浮地或接地不良都可能导致仪器毁坏，甚至可能对人身造成伤害。

开机之前，必须确保电源地线可靠接地，方可将电源线插头插入标准的三芯插座中。千万不要使用不带保护地的电源线。

2 供电电源参数允许变化范围

AV36110 标量网络分析仪使用 220V、50Hz 交流电源，表 2-1 列出了 AV36110 标量网络分析仪正常工作时对电源的要求。

为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能造成标量网络分析仪硬件的毁坏，建议使用 220V 交流稳压电源为仪器供电。

表 2-1 工作电源变化范围

| 电源参数 | 适应范围 |
|--------|-------------|
| 输出电压 | 220V±10% 交流 |
| 额定输出电流 | > 2.0A |
| 工作频率 | 50Hz±5% |

本机后面板的电源接插件上安装有保险丝，可以防止外部电源对设备造成意外伤害。更换保险丝时，需要从电源插座上拔出保险丝底座，然后更换同型号的保险丝。本机采用的保险丝长度为 20mm，直径 5mm，额定电流 3A，额定电压 250V。



警告： 更换保险丝时，请用同等型号和参数的保险丝（250V/3A），以防引起火灾！
严禁使用其它材料或其它型号的保险丝！

3 电源线的选择

AV36110 标量网络分析仪使用三芯电源线，符合国际安全标准。当电源线接入正确配置的电源插座时，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 AV36110 标量网络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。

请确保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。如果必须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。

初次加电前，请参阅本章第三节的“AV36110 标量网络分析仪的初次加电”。

4 静电防护

静电防护是常被用户忽略的问题，静电对仪器造成的伤害或许不会立即表现出来，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。

通常我们推荐两种防静电措施：

- 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更好的静电防护效果。若单独使用，只有前者能提供有力的保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少 1MΩ 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！

正确应用防静电技术可以最大限度的减少元器件的损坏，用户在使用过程中需要注意以下几点：

- a) 第一次将检波器连接到标量网络分析仪之前，将检波器的金属外壳与地短暂接触。

- b) 工作人员在接触接插件和电缆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 标量网络分析仪的初次加电

利用符合要求的三相电源线，将标量网络分析仪与符合要求的交流电源相连，观察电源开关左上方红色待机指示灯变亮。



警告：

在标量网络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，造成严重后果。

1 标量网络分析仪的开机

- a) 按位于标量网络分析仪前面板的左下角标识为  的【开关】键，打开标量网络分析仪，此时【开关】键右上方的绿色电源指示灯点亮；
- b) 液晶屏将显示系统初始化过程，并在约 90 秒后进入标量网络测量初始界面。



警告：

如果将仪器放在机柜中工作时，必须保证仪器内外空气对流通畅。机柜内每产生 100 瓦特的热功率就要求环境温度（机柜外）比仪器工作的最高温度低 4 摄氏度。若机柜内总热功率超过 800 瓦特，则必须采取强制通风措施。

2 标量网络分析仪的关机

可以采用多种方式关闭标量网络分析仪，具体方法介绍如下。

2.1 使用电源开关键关机

- a) 在开机状态下，按位于标量网络分析仪前面板左下角标识为  的【开关】键，但不要长按或按住不放。在关闭应用程序后，系统自动启动关机程序，进入关机画面，约 30 秒后关闭系统，【开关】键右上方的绿色工作指示灯熄灭，红色待机指示灯点亮；
- b) 拔下后面板上的电源线，【开关】键左上方的红色待机指示灯熄灭。



注意：

分析仪有时可能会因操作系统或应用程序异常而不响应前面板的操作，甚至不响应正常的关机操作，此时可通过长按【开关】键至少 4 秒钟关闭标量网络分析仪。正常情况下应避免这样做，因为可能会使系统变得不稳定，虽然大多数情况下分析仪都可以恢复正常，但并不意味这是一种安全的操作方式。

2.2 使用菜单软键关机

- a) 在任意菜单下，多次按【返回】键，系统最终回到标量网络分析仪的根菜单。按[关机]软键，进入关机控制子菜单，然后按[确认]软键。系统在关闭应用程序后，自动启动关机程序，进入关机画面，约 30 秒后关闭系统。同时电源开关上方的绿色指示灯灭，红色待机指示灯亮；
- b) 拔下后面板上的电源线，【开关】键左上方的红色待机指示灯熄灭。

3 标量网络分析仪的重启

用户可以按照正常的先关机再开机的步骤重新启动系统，也可以使用【复位】键直接重新启动标量网络分析仪。

在开机状态下，按位于 AV36110 标量网络分析仪前面板的左上角【复位】键，按[重启]软键后再按[确认]软键。系统在关闭应用程序后，自动启动关机程序，进入关机画面，约 30 秒后开始重新启动系统。在系统重启过程中，【开关】键右上方的绿色指示灯始终点亮。

第三章 快速操作入门

本章面向不熟悉 AV36110 标量网络分析仪的用户，介绍了 AV36110 标量网络分析仪的用户交互界面，详细介绍仪器的前、后面板和显示界面。主要内容包括：

- AV36110 标量网络分析仪简介
- 仪器前、后面板介绍
- 仪器液晶显示区说明



注意： 如果新打开一台 AV36110 标量网络分析仪的包装箱，请首先阅读 AV36110 标量网络分析仪的用户手册。



说明：

在以后的讲述中，前面板输入的硬键和软键的描述形式为：

硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名

软键描述形式：[XXX]，XXX 为软键名

如果软键包括两种状态，那么有下划线的选项表示有效选择：

例如，[通道 1 开 关]，表示[通道 1]软键对应的有效选择为“开”状态。



说明：

在前面板中设置有【帮助】键，当按该键时可调用 AV36110 标量网络分析仪的在线帮助文本，这些文本是对软件菜单的设置说明。使用中遇到问题时可以使用【帮助】键求助，用完后再按【帮助】键退出帮助模式，返回原操作界面。

在显示帮助内容的同时，用户也可以进行测量设置，在线帮助程序将同步显示软键的帮助信息。

第一节 AV36110 标量网络分析仪简介

标量网络分析仪是用于测量射频、微波频段元器件和部件的传输特性、回波损耗和反射系数的一种测量仪器，AV36110 标量网络分析仪可与 AV1487 超宽带合成扫频信号发生器或者 AV1464 系列合成源组成全自动标量网络测试系统，配接系列化的检波器、电桥及定向耦合器等模块，可快速、准确的进行传输测量、回波损耗、反射系数和 SWR 的测量。可用于广播电视、CATV、微波中继、卫星通信、雷达等领域，尤其方便了放大器、混频器、滤波器、接收机及双工器的测试。同时，由于 AV36110 标量网络分析仪内置功率校准源，检波器经过自动校准后，可进行射频微波连续信号绝对功率电平的精确测量。

第二节 面板与后面板说明

AV36110 标量网络分析仪采用台式机箱结构，外壳整洁美观，面板标识字迹清晰，各接头接插方便、齐全，能够很好的满足实验室和现场使用。

1 前面板说明

AV36110 标量网络分析仪前面板由液晶显示器、各种按键和信号输入输出接口或连接器构成，布局简洁合理，方便用户的使用，如图 3-1 所示。

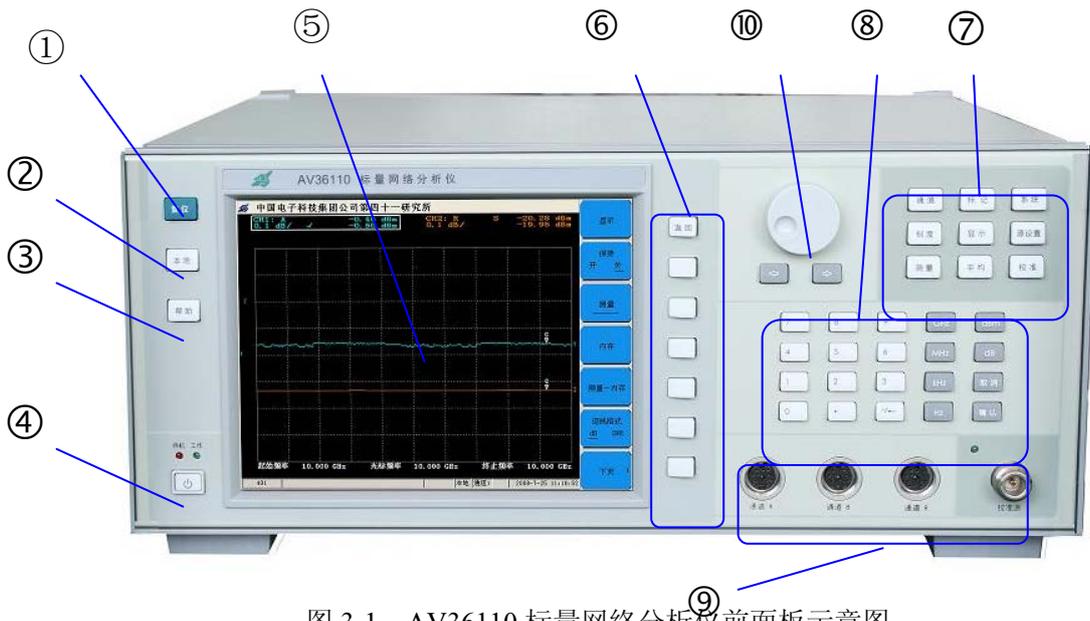


图 3-1 AV36110 标量网络分析仪前面板示意图

① 【复位】键

根据用户设置不同，复位键可以实现两种功能：重新启动系统或恢复到仪器出厂设置。

② 【本地】键

使标量网络分析仪由远程控制状态返回到本地状态。在远程模式下，其他所有的面板控制键都失效，只有【本地】键和电源开关键有效。

③ 【帮助】键

用户可以在任何时候按【帮助】键，系统将启动帮助模式，并显示于当前菜单相关的帮助信息。在帮助模式下，仪器继续运行，并且所有的控制均有效。多次按【帮助】键可以来回切换选择是否显示帮助信息。

④ 电源开关

仪器接入电源后处于“待机”状态，电源开关左上方的红色待机指示灯亮；此时按电源开关键，电源开关右上方的绿色指示灯亮，后面板风扇转动，系统启动进入开机画面；系统完全启动进入测量界面后，此时再次按电源开关，系统将进入关机程序，显示关机界面，完全关闭后进入待机状态，红色待机指示灯变亮。

⑤ 液晶显示区

AV36110 标量网络分析仪选用 TFT 8.4 寸液晶显示器，分辨率 800*600，仪器执行不同操作时，具有以下显示功能：

- a) 显示仪器生产厂商标识和名称；
- b) 显示各通道当前标记处的功率测量值；
- c) 显示测试迹线和波形；
- d) 显示系统状态或出错信息；
- e) 显示系统软键对应的名称；
- f) 其他需要与用户交互的内容。

⑥ 软键区

AV36110 标量网络分析仪在显示器右侧设有七个键，最上一个为【返回】键，其他在不同界面下具有不同的名称，称为“软键”，每个软键的对应功能直接显示在该键左侧的显示屏上。软键选中的功能用下划线标识出来。

软键区最上方的按键为【返回】键，单击该键可以返回上一级菜单或者将控制权交还给更高一级的菜单，具体功能随当前所处的菜单有关。重复按该键将回到根菜单。

⑦ 功能区

AV36110 共有九个功能键，这些功能键可以访问 AV36110 的基本控制菜单。利用这些功能键，进入相关的子菜单，可实现仪器的相关配置和功能设置，具体功能请参考菜单说明。

功能区由【通道】键、【刻度】键、【测量】键、【标记】键、【显示】键、【平均】键、【系统】键、【源设置】键、【校准】键组成，如图 3-2 所示。



图 3-2 AV36110 前面板的功能键区

⑧ 设置输入区

输入区包括旋转脉冲发生器（旋钮）、数字键、单位键、【取消】键、【.】键（小数点）和【确认】键和左右方向键组成，分别如图 3-3 和图 3-5 所示。所有的输入都可由输入区的按键、旋转脉冲发生器进行设置。

单位键：在数值置入后，使用单位键确定数据的单位。

【-/←】：负号/退格键，如果正在置数，该键撤消最后置入的数据，其它情况下置入一个负号。

数字键：在置入数字时，后面必须跟上单位键或【确认】键。

【确认】：确认输入的数值。

【取消】：取消输入的数值，也可以中断系统正在进行的操作，如终止自动校准程序。



图 3-3 AV36110 前面板的数字小键盘区

⑨ 信号输入/输出区

由通道 A、通道 B 和通道 R 三个输入接口和校准源输出端口组成。通道 A、B 和 R 接口用来连接 AV8030X 系列检波器的多芯电缆，如图 3-4 所示。校准源输出端口采用 50 欧姆 N 型连接器，可以输出功率动态范围 60dB（-40dBm~+20dBm）的功率扫描信号，不仅用来实现功率溯源，同时又用来自动建立二极管检波器的功率线性度数据。当校准源打开时，N 型连接器左上方的绿色发光二极管亮。



图 3-4 检波器连接端口

⑩ 旋钮及方向键



图 3-5 前面板的旋钮

即旋转脉冲发生器，用来增大或减小活动窗口中的数值，逆时针旋转可以减小数值，顺时针旋转增加数值。每转动一个卡点，数值增加或减小一个离散的值。

按左右方向键，可以减小或增加一个既定的步进值。



说明： 为方便进行设置，旋动旋钮或者按下左右方向键的步进可能不同。

2 后面板说明

后面板上含有系统各种接口和部分输入输出连接器，以及电源插座、整机散热风扇和电源散热风扇出风口组成，如图 3-6 所示。

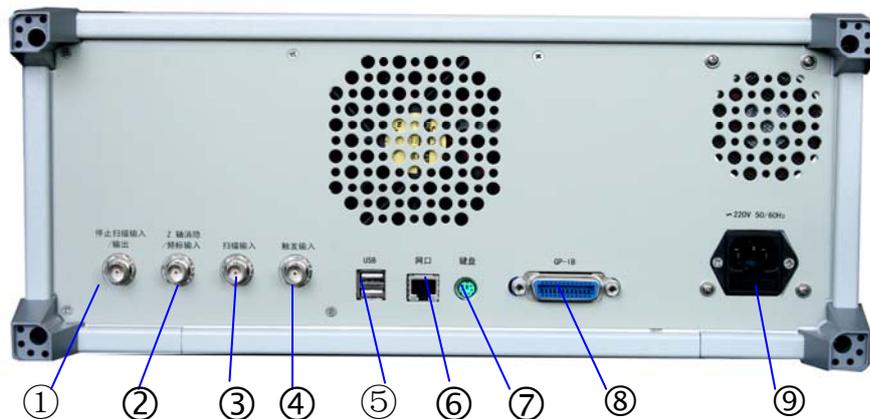


图 3-6 AV36110 标量网络分析仪后面板

① 停止扫描输入/输出

BNC 阴头，用于连接合成扫源输入的扫源门控信号。

② Z 轴消隐/频标输入

BNC 阴头，暂不用。

③ 扫描输入

BNC 阴头，暂不用。

④ 触发输入

BNC 阴头，用于连接合成扫源输入的扫描同步触发脉冲信号。

⑤ 网口

标准网络端口，用于系统控制、软件升级等。

⑥ USB 口

两个通用串行总线 (USB2.0) 接口，用于连接 USB 口打印机，同时用于系统软件升级及波形文件、设置数据的备份和调用等，也可以用来连接键盘、鼠标或其他 USB 设备。

⑦ 键盘接口

可以直接接入标准 101/102 键盘或 PS/2 键盘，或者通过 Y 型转接电缆，同时连接 PS/2 键盘和 PS/2 鼠标。目前不对普通用户开放，仅供调试使用。



注意： 键盘/鼠标、串口主要供调试和维修使用，我们不建议普通用户接入键盘和鼠标，以防止误操作可能造成的系统或文件损坏，造成系统瘫痪。

⑧ GP-IB 接口

标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。

⑨ 电源输入

标准三芯电源插座，电源 220V ($\pm 10\%$)，50Hz ($\pm 5\%$)，6A。



请注意： 在使用过程中，请注意不要堵住风扇的出风口和位于仪器前端两侧的进风口，保证设备散热良好。

第三节 显示区说明

AV36110 标量网络分析仪的显示部分为 8.4 寸的彩色液晶显示器，视角宽，亮度大，并且显示内容安排合理，其显示界面迹线波形、文本框等，在标量网络测量时，典型的窗口如图 3-7 所示，其构成如下：

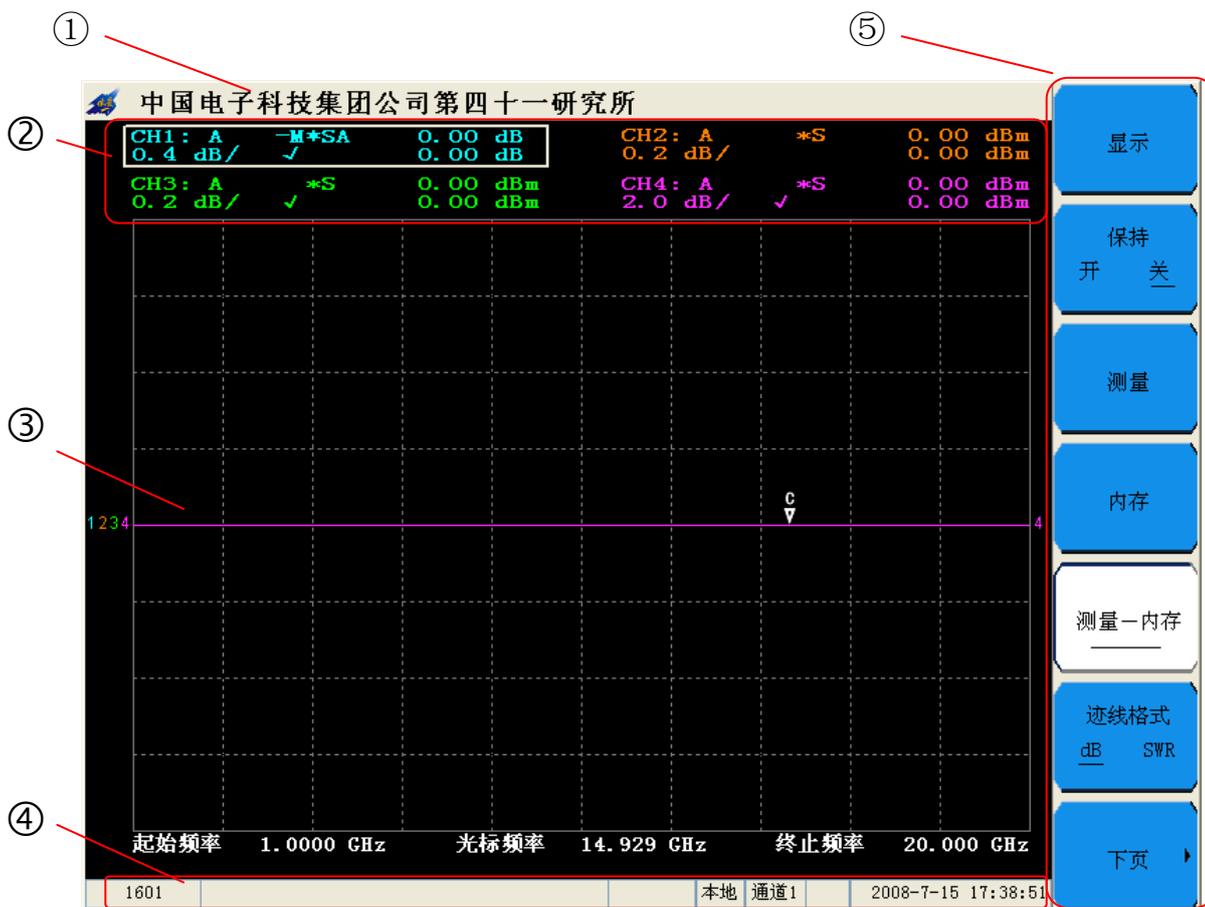


图 3-7 AV36110 标量网络分析仪的显示区

① 标题栏

标题栏可以显示仪器生产厂家的标识和名称。

② 通道测试配置区

共有四个部分构成，分别为 CH1、CH2、CH3 和 CH4 的测量配置信息和光标处的测量结果，其中通道 1 的测量模式标识如图 3-8 所示，共由六部分组成，



图 3-8 通道 1 测量模式标识

其中：

| | |
|----------------|---|
| CH1 : A | 表示逻辑通道 1 测量通道为通道 A，可以设置为 MEM 或 B、R 或者 A、B、R 任意两者之比； |
| 0.4 dB/ | 表示逻辑通道 1 的显示刻度，“0.4 dB/”表示 0.4dB/格； |
| -M*SA | 表示当前通道的状态标志，具体说明见表 3-1； |
| ✓ | 表示符合极限设置要求，否则显示“X”号。可在【系统】菜单内设置极限参数； |
| 1.10 dB | 当前光标处的功率电平，位于上侧；当打开光标Δ时，显示两光标之间的差值。 |
| 0.00 dB | 当前通道的参考电平，位于下侧。 |

可以利用菜单【通道】>[当前通道]选择当前操作通道，选择的当前通在用白色外框表示。平均、刻度、参考电平等设置只对当前通道有效。

表 3-1 状态标志符号的含义

| 状态符号 | 运行特征 | 功能键/系统状态键 |
|------|-----------|-----------|
| -M | 显示测量值减内存值 | 【显示】 |
| * | 自适应状态打开 | 【系统】 |
| S | 平滑功能打开 | 【平均】 |
| A | 平均功能打开 | 【平均】 |

③ 波形显示区

波形显示区位于屏幕中央，由 8*10 窗格构成，在正常测试情况下，可以显示所有打开通道的测试迹线；在部分菜单设置下，显示输入对话框，用户可以进行输入设置。

不同逻辑通道采用不同的颜色表示，与图 3-7 所示的通道测试配置区的颜色一致。显示区左侧相应颜色的数字 1、2、3、4 表示相应通道的参考电平，显示区右侧对应颜色的数字 1、2、3、4 表示相应通道的测试迹线。

通道测试配置区及波形显示区对应的波形颜色一致，方便用户观察，其中，CH1 为浅蓝色，CH2 为黄色，CH3 为绿色，CH4 为粉色。

④ 状态显示区

显示系统配置信息、出错信息、当前状态等信息，如迹线点数、本地控制（LCL）还是远程控制（RMT）、当前测量通道、时间和日期等。

⑤ 软键名称区

显示软键对应的名称和选项，按对应的软键，其底色将变为白色，标记有下划线的选项为当前有效选择，软键名称右侧标有右向箭头的说明其下还有子菜单，按相应软键将进入子菜单。

第四章 菜单说明

本章主要介绍 AV36110 标量网络分析仪的菜单结构和各菜单的功能，主要包括以下内容：

- 菜单结构图解
- 各菜单的详细说明



说明：

AV36110 标量网络分析仪提供中英文两种操作界面，这里我们仅给出中文的菜单结构和菜单说明，英文操作界面与中文操作界面一致。

第一节 菜单结构

1 根菜单

在任意菜单下，多次按【返回】键，系统最终回到标量网络分析仪的根菜单，如图 4-1 所示。其中，[菜单选择]下各选项即为前面板对应的功能键。

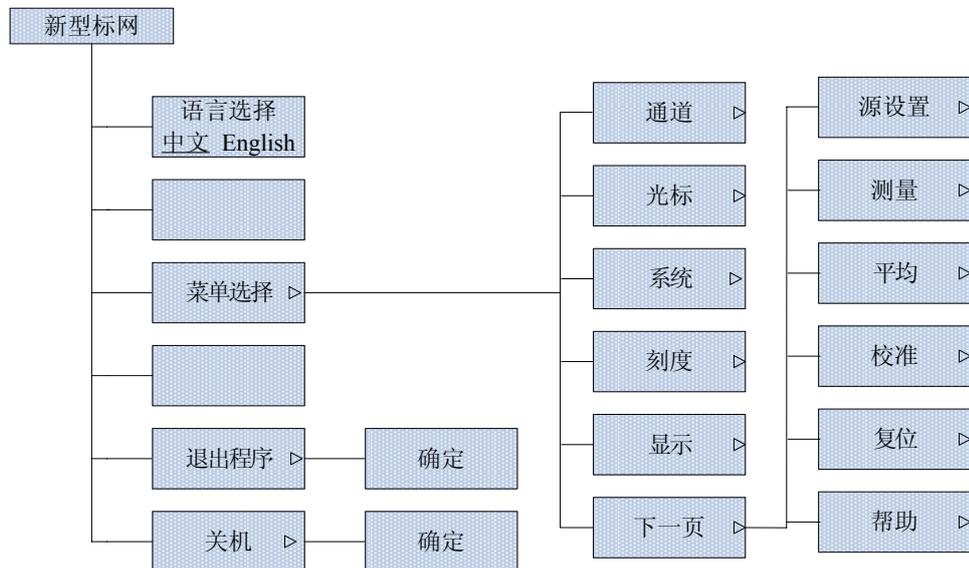


图 4-1 根菜单



说明:

当按对应的软键，软键对应的功能背景为白色时，表示该软键当前处于活动状态，用户可以进行设置。

在某些菜单下，部分软键名称显示为灰色背景，表示该软键在当前配置下不起作用。



说明:

在本文论述中，前面板输入的硬键和软键的描述形式为：

硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名

软键描述形式：[XXX]，XXX 为软键名

如果软键包括两种状态，那么有下划线的选项表示有效选择：

例如，[保持 开 关]，表示[保持]软键对应的有效选择为“开”显示。

2 通道菜单

按【通道】键，系统显示通道设置菜单，如图 4-2 所示。

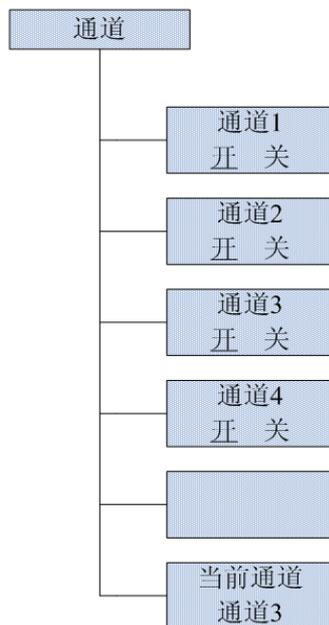


图 4-2 通道菜单

3 刻度菜单

按【刻度】键，系统显示刻度设置菜单，如图 4-3 所示。

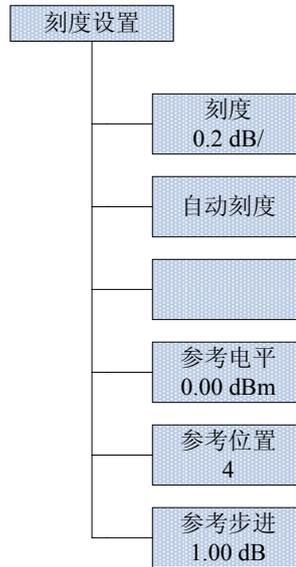


图 4-3 刻度菜单

4 测量菜单

按【测量】键，系统显示测量设置菜单，如图 4-4 所示。

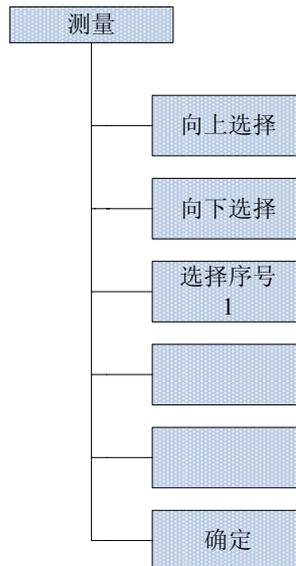


图 4-4 测量菜单

5 标记菜单

按【标记】键，系统显示标记设置菜单，如图 4-5 所示。

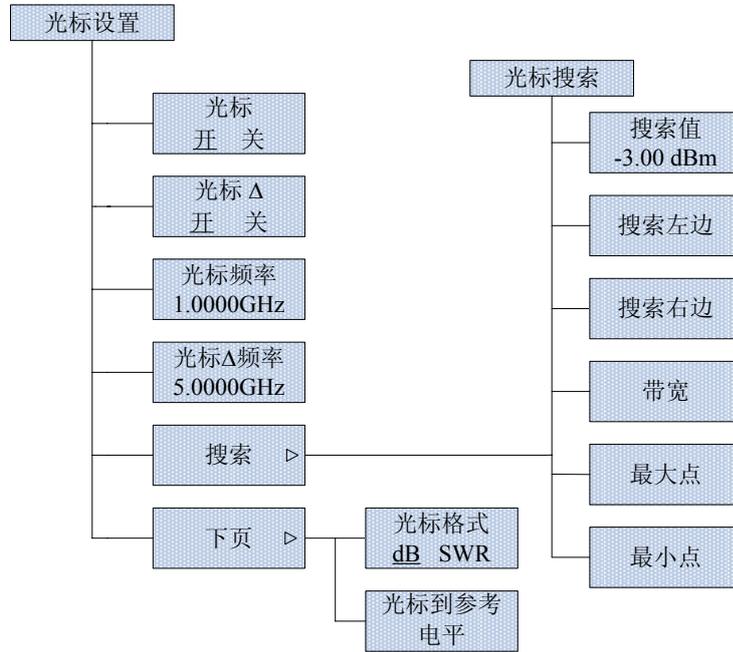


图 4-5 标记菜单

6 显示菜单

按【显示】键，系统打开显示设置菜单，如图 4-6 所示。

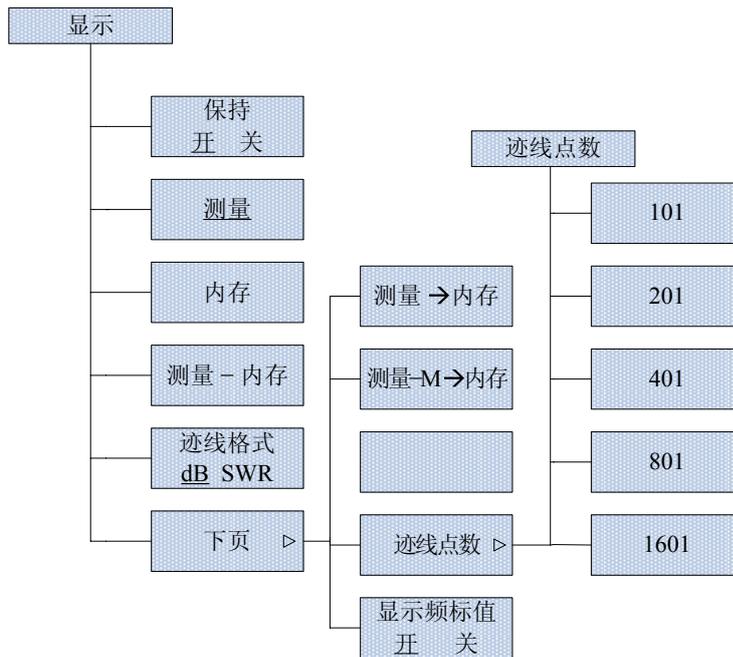


图 4-6 显示菜单

7 平均菜单

按【平均】键，系统打开平均设置菜单，如图 4-7 所示。

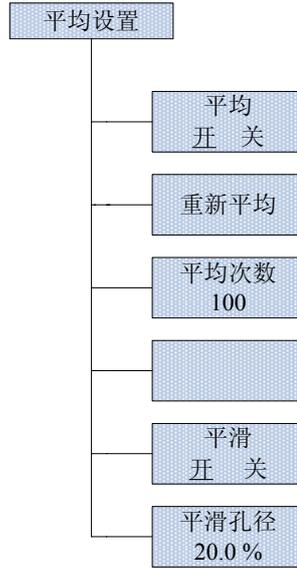


图 4-7 平均菜单

8 系统菜单

按【系统】键，系统显示系统菜单，如图 4-8、图 4-9 和图 4-10 所示所示。

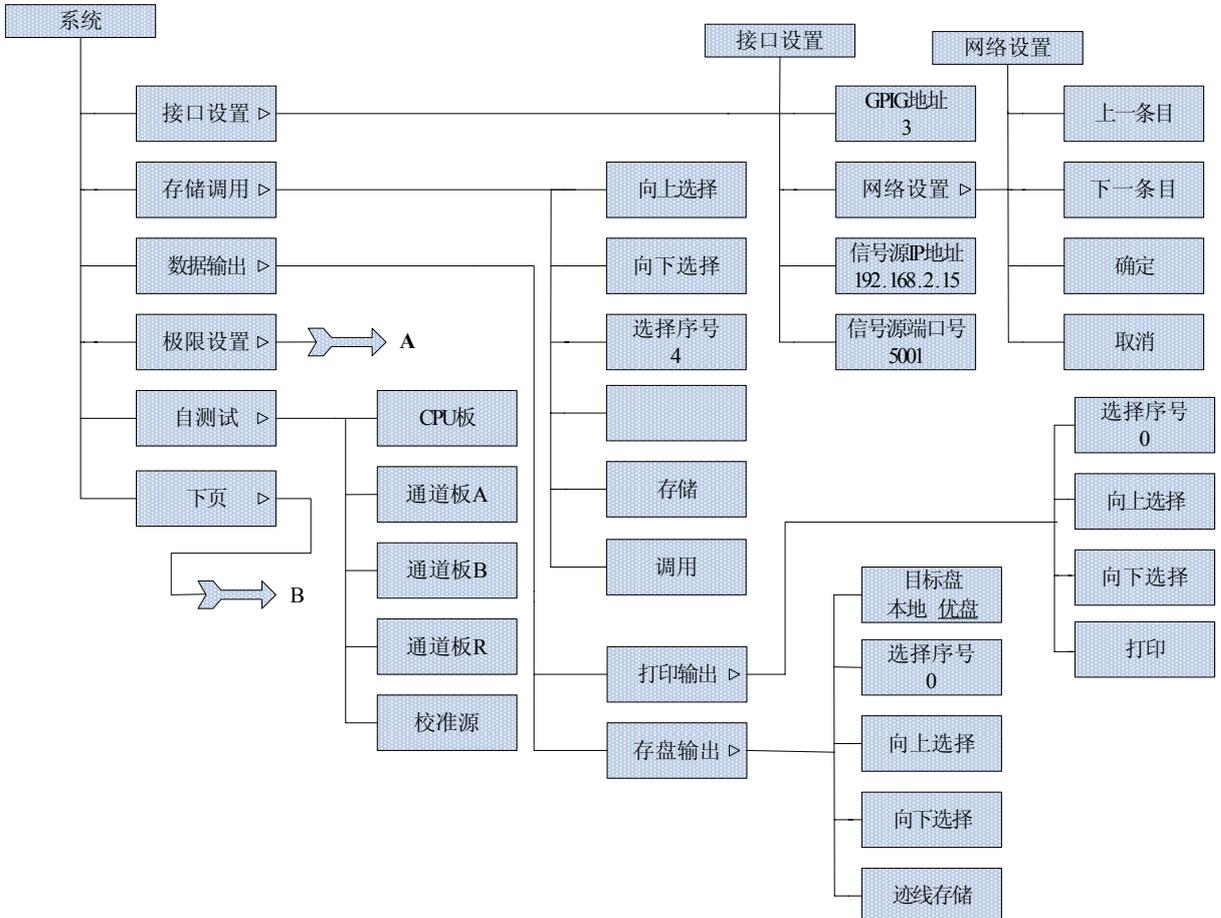
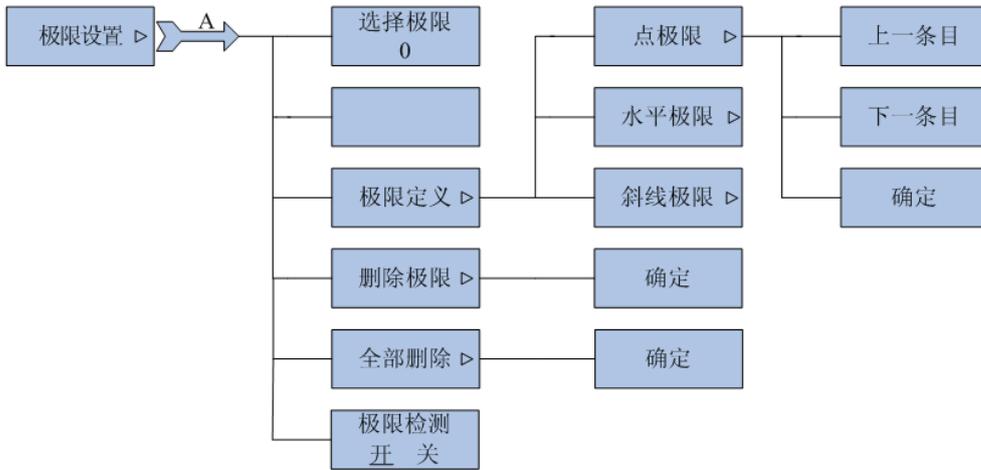


图 4-8 系统菜单 1



说明：点极限、水平极限和斜线极限的编辑菜单相同

图 4-9 系统菜单下的极限设置菜单

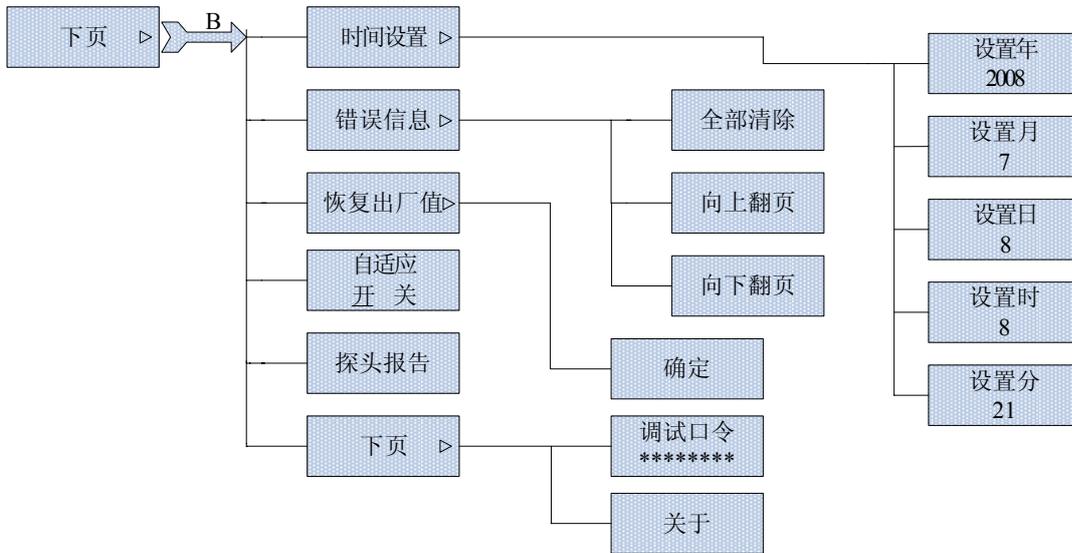


图 4-10 系统设置菜单 2

9 源设置菜单

按【源设置】键，系统显示源设置设置菜单，如图 4-11 所示。

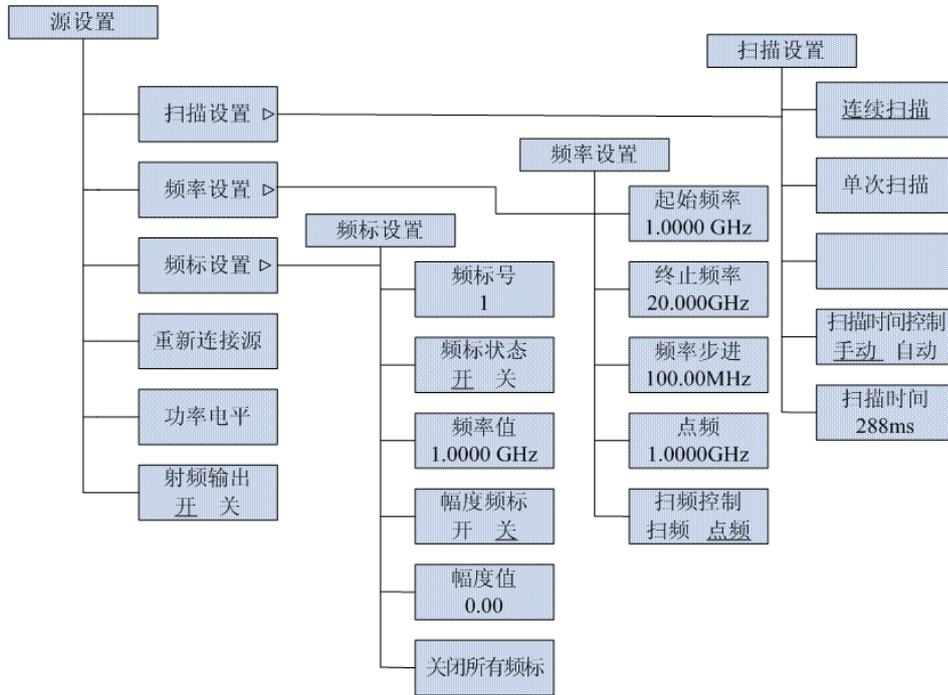


图 4-11 源设置设置菜单

10 校准菜单

按【校准】键，系统显示校准菜单，如图 4-12 所示。

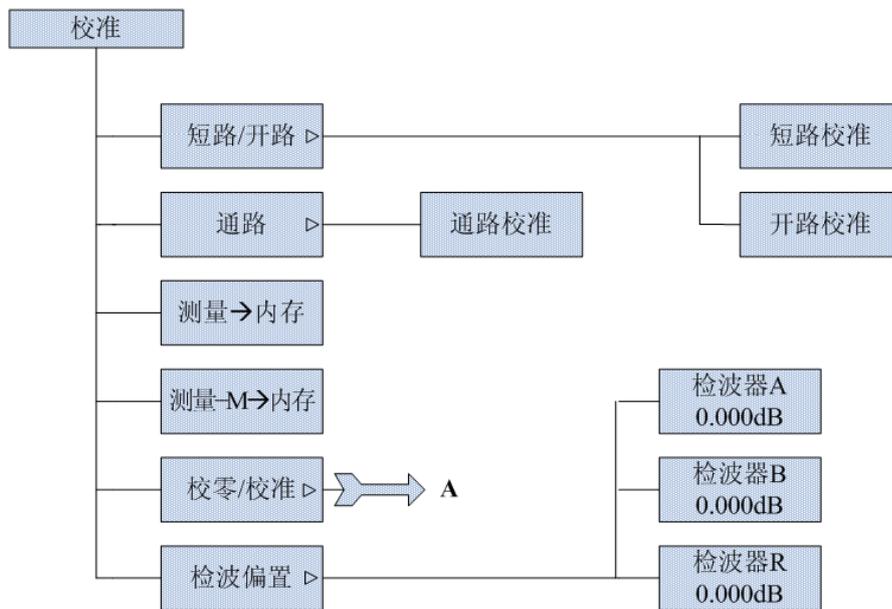


图 4-12 校准设置菜单

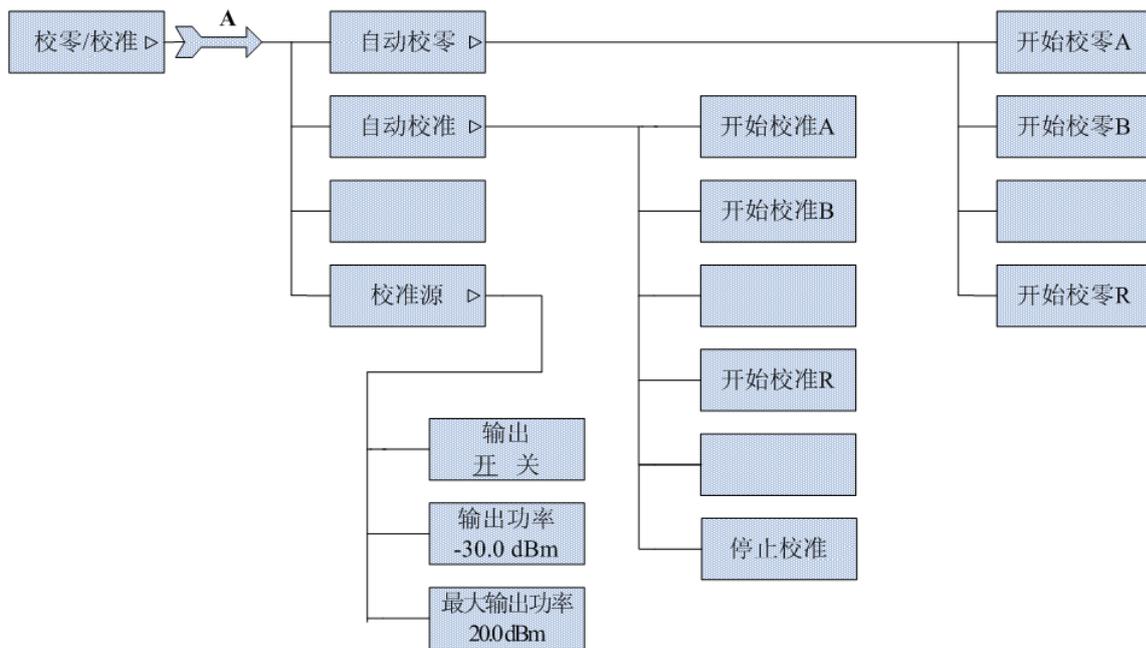


图 4-13 校准源设置菜单

第二节 菜单注释

1 根菜单

在任意菜单下，多次按【返回】键，系统最终回到根菜单，如图 4-1 所示。本菜单各软键功能解释如下。

[语言选择 中文 English]

可以在中文、英文之间选择。选择中文，操作界面为全中文显示；选择英文，操作界面为全英文显示。

[关机]

关闭仪器电源。为了防止用户误操作，该选项生效之前需要用户再次确认。



说明：

当按对应的软键，软键对应的功能背景为白色时，表示该软键当前处于活动状态，用户可以进行设置。

在某些菜单下，部分软键名称显示为灰色背景，表示该软键在当前配置下不起作用。

2 通道菜单

在 AV36110 标量网络分析仪中，存在逻辑通道和物理通道两种类型的通道。其中，逻辑通道表示为通道 1/2/3/4，物理通道为前面板输入的通道 A/B/R，可以通过【测量】功能键，指定任何逻辑通道的测量模式为任意物理通道或任意两者之比。

按【通道】键，系统显示通道设置菜单，可打开或关闭各个通道，并选择操作的当前通道，如图 4-2 所示。本菜单各软键功能如下。

[通道 1 开关]

打开或关闭通道 1，当打开后，显示器上部会显示该通道的配置和测量信息。

[通道 2 开关]

打开或关闭通道 2，当打开后，显示器上部会显示该通道的配置和测量信息。

[通道 3 开关]

打开或关闭通道 3，当打开后，显示器上部会显示该通道的配置和测量信息。

[通道 4 开关]

打开或关闭通道 4，当打开后，显示器上部会显示该通道的配置和测量信息。

[当前通道 通道 1/2/3/4]

多次按下对应的软键，系统将在所有打开的通道中循环选择某一通道为当前通道。在屏幕上部，当前通道用白色边框包围起来，同时在屏幕底部状态栏标示出来。**【刻度】**、**【测量】**、**【平均】**、极限设置等功能都是相对于当前通道的。

3 刻度菜单

按**【刻度】**键，系统显示刻度设置菜单，可以配置迹线显示的垂直刻度和参考线。如图 4-3 所示。本菜单各软键功能解释如下。

[刻度]

选择波形显示的垂直刻度。垂直刻度是指标量网络分析仪图形显示时垂直方向上每格所代表的信号功率值，垂直刻度参数表明了标量网络分析仪显示测量最大和最小信号的能力。可以以对数和线性两种方式显示。

可以使用任何一种输入方式改变该参数。在 dB 显示格式下，刻度可以在 0.1dB/ ~ 20dB/ 之间以 0.1dB 步进调节；在 SWR 显示格式下，刻度可以在 0.02/ ~ 10.00/ 之间以 0.01 步进调节。

[自动刻度]

按该软键，系统将根据功率迹线的形状，自动调整当前通道的垂直刻度和参考电平，参考位置不变。

[参考电平]

设置当前通道测试迹线的参考电平，参考电平在屏幕上表现为一条水平线，由位于屏幕左侧相应通道的数字编号表示，编号的颜色与通道迹线的颜色相同。

可以使用任何一种输入方式改变该参数。参考电平的设置范围与刻度有关。

数据输入方式可以有以下几种：

说明：

1. 按前面板数字键，然后按**【确定】**或单位键使输入生效；
2. 利用旋转脉冲发生器改变输入的数字；
3. 利用左、右方向键改变输入的数字。

[参考位置]

设置参考电平的水平线所在的位置，共有 9 个参考位置可供选择。当参考电平为 0 时，参考位置与屏幕上的九条水平线重合。

可以使用任何一种输入方式改变该参数，取值范围为 0 ~ 9。

[参考步进]

设置增大或减小参考电平值时的步进幅度。在利用左右箭头进行操作时，将采用该步进；而在使用需旋钮时，系统仍采用默认的 0.18dB 的步进设置。

可以使用任何一种输入方式改变该参数。

4 测量菜单

按【测量】键，系统显示测量设置菜单，可以设置当前测量通道的测量模式，如图 4-4 所示。用户可以选择单输入或比例输入。

[向上选择]

向上选择当前通道的测量模式。选中的文件背景为蓝色。

[向下选择]

向下选择当前通道的测量模式。选中的文件背景为蓝色。

[选择序号]

选择当前通道的测量模式所对应的序号。

可以使用任何一种输入方式改变该参数，取值范围为 0~15。

[确定]

确认选择当前通道的测量模式。

| 序号 | 测量选择 |
|----|------|
| 0 | A |
| 1 | B |
| 2 | R |
| 3 | A/R |
| 4 | B/R |
| 5 | A/B |
| 6 | B/A |
| 7 | R/A |
| 8 | R/B |

图 4-14 测量模式选择窗口

图 4-14 位测量菜单下的测量模式选择窗口。在实际应用中，当前通道若选择单输入 A，则当前通道显示输入端口 A 的功率值（dBm 格式）。如果选择 A/R，分析仪显示输入端口 A（dBm 格式）的值减去输入端口 R（dBm 格式）的值（对数值相减就等于线性相除），并以 dB 格式显示。

5 标记菜单

按【标记】键，系统打开标记设置菜单，在该菜单下，可以同时激活所有通道的光标，搜索当前通道的最大、最小功率电平，查看带宽大小。菜单结构如图 4-5 所示，具体说明如下。

[光标 开关]

打开或关闭光标显示。光标对所有打开的通道均有效，打开光标后，各通道测量迹线相应频率位置的上方显示 ，在波形显示区底部中间位置显示当前光标对应的频率。

[光标Δ 开关]

打开或关闭光标Δ。在Δ模式下，可以读出当前光标与参考光标的差值，当前光标的值作为参考值。打开光标Δ后，各通道测量迹线相应频率位置的上方显示 ，在波形显示区底部中间位置将显示两光标之间的频率差值。

[光标频率]

设置光标的频率。可以使用任何一种输入方式改变该参数，取值范围与扫宽一致。

[光标Δ频率]

设置光标Δ的频率值。可以使用任何一种输入方式改变该参数，取值范围与扫宽一致。

[搜索]

利用该菜单，可以利用光标，可以搜索当前通道测量迹线的特定功率电平、最大值、最小值。

[搜索值]

设定要搜索的值。可以使用任何一种输入方式改变该参数，光标单位与选择的测量模式和显示模式有关。

[搜索左边]

依次向左搜索设定的电平值。当搜索不到设定的电平值时，系统给出警告提示：光标搜索没有成功。

[搜索右边]

依次向右搜索设定的电平值。当搜索不到设定的电平值时，系统给出警告提示：光标搜索没有成功。

[带宽]

以整个测量曲线的最大值为基准点，确定特定搜索值下的带宽，如-3dB 带宽等。当按下该键时，系统自动打开光标和光标Δ，并分别定位到相应的频率点上，同时系统给出提示：降-3dB 带宽为 100MHz。

该命令相当于以下各功能的组合：

- a) 【标记】；
- b) [光标Δ 开 关]；
- c) [搜索]；
- d) [搜索值]，设定搜索功率电平；
- e) [最大点]或[最小点]；
- f) [搜索左边]，记下光标对应的频率值 f_1 ；
- g) [搜索右边]，记下光标对应的频率值 f_2 ；
- h) 计算带宽 $BW = f_2 - f_1$ 。

[最大点]

将光标置于当前通道的显示迹线的最大值上。分析仪不会连续主动搜索最大值，需要再次按下该软键，重新将光标定位于最大值点。

[最小点]

将光标置于当前通道的显示迹线的最小值上。分析仪不会连续主动搜索最小值，需要再次按下该软键，重新将光标定位于最小值点。

[光标格式 dB SWR]

选择光标显示的格式。在以 dB 显示当前通道测试迹线时，允许用户采用 SWR 格式显示光标。光标格式与显示格式是相互独立的。

[光标到参考电平]

把参考电平值设置为等于当前光标处的功率值，将光标处迹线移至参考电平处，方便用户观察光标处的迹线。参考位置不变。

6 显示菜单

按【显示】键，系统打开显示设置菜单，可以设置测试数据的显示。标量网络分析仪可以显示测量迹线、当前通道内存中的数据，或者两者之差。同时，允许将测量结果保存到存储器中。

菜单结构图 4-6 所示。本菜单各软键功能解释如下。

[保持 开关]

将显示的测量迹线冻结在屏幕上，方便观察和处理。

[测量]

使屏幕显示所有打开通道的测试迹线。

当触发该功能后，“MEM”的字样会出现在屏幕上方当前通道的配置区内。

[内存]

使屏幕显示前次保存到内存中的测试数据。

当触发该功能后，“-M”的字样会出现在屏幕上方当前通道的配置区内的状态标志栏内。

[测量-内存]

使屏幕显示当前测试数据与前次保存的测试数据的差，主要是用于测量时的归一化。

[迹线格式]

设置迹线的显示格式。在反射测试中，有驻波比（SWR）和回波损耗（dB）两种格式可供选择。

[测量→内存]

将测量结果保存到存储器中。

[测量-内存→内存]

将测量数据减去内存数据的结果保存到存储器中

[迹线点数]

设置迹线显示的水平分辨率。择较少的点数将获得低水平分辨率，但有比较快的扫描速度。

7 平均菜单

按【平均】键，系统打开平均设置菜单，可以设置测试数据的平均和平滑功能。平均是指在多个扫描周期内，对显示轨迹进行加权平均，该功能可以提高校准或测量轨迹的精确度和分辨率。通常情况下，分析仪针对对数数据完成平均功能，当选择 SWR 格式时，它会以平均过的数据完成 SWR 转换。菜单结构图 4-7 所示。本菜单各软键功能解释如下。

[平均 开关]

打开或关闭加权平均功能。对于打开平均功能的通道，屏幕上方各通道配置区的状态标志栏显示符号“A”。

[重新平均]

重新开始加权平均过程。

[平均次数]

设置加权平均的次数。可以使用任何一种输入方式改变该参数

[平滑 开关]

打开或关闭平滑功能。平滑和平均功能不同，平滑是在一个扫描周期内，对每个数据点进行的实时平均，各个数据点是其前后一定范围内测量值的算术平均，能达到平滑波形的效果。

对于打开平均功能的通道，屏幕上方各通道配置区的状态标志栏显示符号“S”。

[平滑孔径]

设置平滑的孔径大小。平滑孔径不同，参与平滑的数据点的个数相同，这与选择的数据点数有关。比如取迹线点数为 801 点，平滑孔径设置为 10%，则参与平滑的点数为该点前后的 40 点。

复位后，平滑功能默认关闭，平滑孔径缺省设置为 5%。可以使用任何一种输入方式改变该参数，输入范围为 0.1%至 20%。

8 系统菜单

按【系统】键，系统显示系统菜单，如图 4-8、图 4-9、图 4-10 所示。

在系统设置菜单中，用户可以完成接口设置、数据保存和调用、时间设置、出错信息管理、硬件自测试和调试等操作。本菜单各软键功能解释如下。

[接口设置]

设置外部接口参数，包括 GPIB 地址、网络参数、信号源 IP 地址和信号源端口号。

[GPIB 地址 3]

设置仪器的 GPIB 地址。仪器的地址可以设置为 0 至 30 之间的任意值。总线上所有仪器的地址必须是唯一的。

[网络设置]

配置本机的网络参数，包括 IP 地址、子网掩码和网关地址。

[上一条目]

向上选择设置条目。

[下一条目]

向下选择设置条目。

[确定]

确定所作的设置。

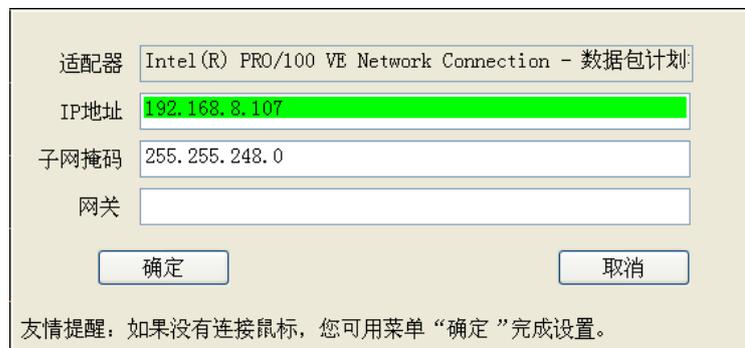


图 4-15 网络设置窗口

网络设置窗口如图 4-15 所示。在各个条目下，可以使用数字小键盘输入适当的 IP 地址，按[确定]即可。如果用户输入的 IP 地址格式不正确，系统会提示错误。

[信号源 IP 地址]

设置信号源的 IP 地址。可以使用数字小键盘直接输入恰当的 IP 地址。

[信号源端口号]

设置信号源的端口号。可以使用任何一种输入方式改变该参数。

[存储调用]

存储或调用仪器的状态设置。方便用户进行相同类型的重复测试，可以保存 10 组设置状态。

[向上选择]

向上选择当前通道的测量模式。选中的文件背景为蓝色。

[向下选择]

向下选择当前通道的测量模式。选中的文件背景为蓝色。

[选择序号]

选择当前通道的测量模式所对应的序号。可以使用任何一种输入方式改变该参数，取值范围为 0~9。

| 仪器状态 | 有效性 | 修改时间 |
|------|-----|--------------------|
| 0 | 有效 | 2008-7-17 16:25:25 |
| 1 | 有效 | 2008-7-17 16:25:41 |
| 2 | 有效 | 2008-7-17 16:25:49 |
| 3 | 无效 | |
| 4 | 无效 | |
| 5 | 有效 | 2008-6-18 11:03:14 |
| 6 | 无效 | |
| 7 | 无效 | |
| 8 | 无效 | |
| 9 | 无效 | |

图 4-16 存储/调用选择窗口

[存储]

将当前的配置文件保存到给定文件名的文件中，系统将显示文件的有效性和修改时间（即文件创建时间）。

[调用]

将选中的配置文件调用到系统，满足需要进行同样配置的重复应用。

[数据输出]

数据输出有打印机打印和硬件存储两种。请参考第五章第六节的“数据输出”部分。

[打印机]

利用仪器支持的打印机，打印输出数据波形。

[向上选择]

在列表中向上选择要操作的打印机，选中的打印机背景为蓝色。

[向下选择]

在列表中向下选择要操作的打印机，选中的打印机背景为蓝色。

[打印]

打印输出波形文件及各脉冲参数的测量值。

[存盘输出]

将波形图像输出到本机 CF 卡或者外部 U 盘中，图像文件为 BMP 格式。

用户可以将数据文件保存到非易失性的存储器或者磁盘，包括本机 CF 卡或者外接 U 盘上，方便数据的共享、打印输出或进行其他编辑。

[目标盘 本地 优盘]

选择数据存储的介质，可以使用本机硬盘（本地）或者可移动磁盘（优盘或移动硬盘）。

[向上选择]

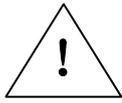
在列表中向上选择要操作的文件对象，选中的文件背景为蓝色。

[向下选择]

在列表中向下选择要操作的文件对象，选中的文件背景为蓝色。

[存储]

保存波形图像。



请注意：

保存数据时会将原保存位置处的数据覆盖。请及时更新保存的数据，避免引起意外损失。在保存仪器数据到磁盘上时，确保存储操作完成后取走磁盘。

[极限设置]

设置各通道的极限。利用极限设置菜单，可以对各通道的极限进行设置，极限可包括一个频率点上的上下极限或一个频段上的上下极限。当打开极限时，它们便会显示在屏幕上，并且把测量数据与定义的极限范围进行比较，当测量数据超出极限范围时，屏幕会在模式标志区域下方显示“X”提示。可选择极限测试的三种类型：(1) 点极限 (2) 水平线段 (3) 斜线。

[选择极限]

选择定义的极限编号。可以使用任何一种输入方式改变该参数，取值范围为 0~15。

[极限定义]

对选中的极限进行定义。如图 4-17 所示。其中，0 号为点极限，1 号为水平极限，2 号为斜线极限。

[点极限]

定义点极限。如图 4-17 极限 0 所示，定义 1.0GHz 频率点的上下限分别为 1.00dBm 和 10dBm。

[水平极限]

定义水平极限。如图 4-17 极限 1 所示，定义 1.0GHz 频率至 10.0GHz 频段内的上下限分别为 1.00dBm 和 10dBm。

[斜线极限]

定义斜线极限。如图 4-17 极限 2 所示，定义 1.0GHz 频率至 10.0GHz 频段内的上限为 10.0dBm 到 9.0dBm 的一条斜线，下限为 1.0dBm 和 2.0dBm 的一条斜线。

[上一条目]

向上选择设置条目。

[下一条目]

向下选择设置条目。

[确定]

确定所做的设置。

[删除极限]

删除当前的极限。

[确定]

确定删除操作。

[全部删除]

删除设置的所有极限。

[确定]

确定全部删除所有极限设置。

[极限检测 开关]

打开或关闭极限检测。当打开极限检测，并且测试数据符合所定义的极限设置时，在模式标志区域下方显示“√”；否则，显示“X”。

| 编号 | 频率 | 下限 | 上限 | 频率 | 下限 | 上限 |
|----|------------|------|-------|------------|------|------|
| 0 | 1.0000 GHz | 1.00 | 10.00 | | | |
| 1 | 1.0000 GHz | 1.00 | 10.00 | 10.000 GHz | | |
| 2 | 1.0000 GHz | 1.00 | 10.00 | 10.000 GHz | 2.00 | 9.00 |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |

| | | | |
|------|---|------|---|
| 极限编号 | <input type="text" value="1"/> | 极限类别 | <input type="text" value="水平极限"/> |
| 下限频率 | <input type="text" value="1.0000 GHz"/> | 上限频率 | <input type="text" value="10.000 GHz"/> |
| 测量下限 | <input type="text" value="1.00 dBm"/> | 测量下限 | <input type="text"/> |
| 测量上限 | <input type="text" value="10.00 dBm"/> | 测量上限 | <input type="text"/> |

图 4-17 极限设置菜单

[自测试]

按该软键，仪器进入自测试菜单，可以查看系统各硬件的当前电压是否正确。

[CPU 板]

按该软键，仪器显示 CPU 板各电压的当前值和正确值范围，并给出自测试结果。方便用户查错。

[通道板 A]

按该软键，仪器显示通道板 A 各电压的当前值和正确值范围，并给出自测试结果。方便用户查错。

[通道板 B]

按该软键，仪器显示通道板 B 各电压的当前值和正确值范围，并给出自测试结果。方便用户查错。

[通道板 R]

按该软键，仪器显示通道板 R 各电压的当前值和正确值范围，并给出自测试结果。方便用户查错。

[校准源]

按该软键，仪器显示校准源板上各电压的当前值和正确值范围，并给出自测试结果。方便用户查错。

[时间设置]

设置系统的日期和时间。

[设置年]

设置系统的年份。有效输入年份为 1980 至 2099，可使用任一数值输入方法修改该参数。

[设置月]

设置系统的月份。有效输入月份为 1 至 12，可使用任意一种数值输入方法修改该参数。

[设置日]

设置系统的日期。有效输入日期为 1 至 31，可使用任意一种数值输入方法修改该参数。

[设置时]

设置系统的整点时刻。有效输入数值为 0 至 23，可使用任意一种数值输入方法修改该参数。

[设置分]

设置系统的分钟数。有效输入数值为 0 至 59，可使用任意一种数值输入方法修改该参数。

[出错信息]

按该软键，仪器显示错误信息列表，可以查看系统提示的出错信息。

[全部清除]

清除当前显示的所有错误信息。

[向上翻页]

显示上一页错误列表。

[向下翻页]

显示下一页错误列表。

[恢复出厂设置]

恢复到仪器出厂时的默认设置。

[自适应 开关]

打开或关闭自适应开关，用于改变扫频频率范围时，调整存储器中的校准数据。

当打开该功能时，将在模式标记区的状态符号区显示*。在这种情况下，如果改变了频率范围而没有重新校准，AV36110 也将重新生成新的校准数据。如果将频率范围变窄，分析仪将在变化范围内对频率校准数据进行内插，以达到不改变测量分辨率的目的。但如果使用频率范围超过已校准的频率范围则分析仪将对校准数据进行外插，即将频率范围外区域校准的校准数据，等于原校准数据的开始频率或截止频率的校准数据，用户需要重新对新的扫频范围进行归一化。

[检波器报告]

显示检波器或检波器的信息。

[调试口令 *****]

不对用户开放，仅用于出厂调试。

只有正确输入调试口令后，系统才在当前页面下打开[仪器序列号]、[设置调试口令]等菜单。

[关于]

显示本产品的型号、名称和版本号。

9 源设置

按【源设置】键，系统显示信号源设置菜单，在该菜单下可通过网络，实现对信号源的扫描控制、频率、功率设置。



说明：

要实现对本源的正确设置，必须保证标网与源的网络连接有效。具体请参考“标网与扫源的连接”部分。

[扫描设置]

进行信号源扫描模式和扫描时间的设置。

[连续扫描]

设置源的扫描方式为连续扫描。按下该软键，“连续扫描”将显示下划线，同时“单次扫描”划线消失。

连续扫描方式是信号发生器几种扫描方式中的一种，如果不触发其它方式的扫描，信号发生器将会持续地正扫—回扫—正扫—回扫。信号源的扫描进度条循环扫描。

[单次扫描]

设置源的扫描方式为单次扫描。“单次扫描”将显示下划线，同时“连续扫描”下划线消失。

按下该键后，信号发生器中断当前正在进行的连续扫并切换到单次扫描方式。在单次扫描状态下，每按一次[单次扫描]软键，信号发生器就扫描一次，同时扫描进度指示条扫描一次。扫描进度条扫描结束即信号发生器扫描停止。

[扫描时间控制 自动 手动]

设置源的扫描时间控制方式。

在如果设置[扫描时间]为“自动”，则扫描时间为系统自动设置的扫描时间。信号发生器在扫描时间自动状态下，信号源根据扫宽自动设置扫描时间。

[扫描时间 500 ms]

设置源的手动扫描时间。在扫描时间控制选择“手动”设置后，该菜单生效。用户可以使用任何一种数据输入方式输入扫描时间。其输入范围与扫宽有关。

[频率设置]

进行信号源扫描起始频率、终止频率和扫频控制的设置。

[起始频率]

设置源的扫频正弦的起始频率。用户可以使用任何一种数据输入方式输入扫描时间。其输入范围与扫宽有关。

[终止频率]

设置源的扫频正弦的终止频率。用户可以使用任何一种数据输入方式输入扫描时间。其输入范围与扫宽有关。

[点频]

设置源在点频模式下的频率值。用户可以使用任何一种数据输入方式输入点频频率。

[频率步进]

设置频率设置时的步进大小，默认位 200MHz。用户可以使用任何一种数据输入方式输入步进频率。

[扫频控制 扫频 点频]

设置源的扫频模式。

[频标设置]

设置信号源的频标，可以同时进行频标的状态、频率和幅度的设置。

[频标号 1]

选择当前频标序号，共可以设置 5 个频标。用户可以使用任何一种数据输入方式输入选择不同的频标。

[频标状态 开 关]

打开或者关闭频标号对应的频标。当前频标打开后，在标网迹线上方显示带标号的三角标记。其他打开的标记则出现在迹线下方。

[频率值]

设置当前频标的频率值，与所配接的信号源有关。用户可以使用任何一种数据输入方式输入该参数。如果设置的频率超出扫源的频率范围，则不能打开频标。

[幅度频标 开关]

打开或者关闭当前频标出的幅度频标功能。

[幅度值]

设置当前频标处频率的幅度。当源扫描到该频标处时，源的输出功率变换到设定的值，产生幅度脉冲。

用户可以使用任何一种数据输入方式输入该参数。其有效输入范围为-10~+10dBm。对于AV1487，所有频标共用一个幅度频标设置。

[关闭所有频标]

关闭当前打开的所有频标。用户也可以选中不同的频标，分别关闭。

[重新连接源]

当更改标网或源的网络设置后，重新建立与信号源的连接。

[功率电平]

设置源在扫频方式和点频方式下的输出功率。标网只控制信号源的频率扫描，不进行功率扫描。用户可以使用任何一种数据方式输入信号源的功率电平，其取值范围-70dBm至+20dBm。

[射频输出 开关]

打开或者关闭信号源的功率输出。

10 校准菜单

按【校准】键，系统显示校准设置菜单，在该菜单下可完成标量网络测量的开路/短路校准和功率测量时校零校准，完成校准源的设置操作和检波器偏置设置等。

[短路/开路]

进行反射测量时的短路和开路校准操作，即测量短路和开路时的响应。

[短路校准]

对当前通道进行短路校准。连接短路器到电桥或检波器测试端口，按下该键，系统提示“正在进行短路校准”。

[开路校准]

对当前通道进行开路校准。连接开路器到电桥或检波器测试端口，按下该键，系统提示“正在进行开路校准”。

[通路]

进行直通校准，即测量直通时的响应。

[存储通路]

对当前通道进行直通校准。

[测量→内存]

以 dB 或 dBm 格式存储当前测量的数据。

[测量-M→内存]

以 dB 或 dBm 格式，将测量结果减去内存值保存到内存中。只有在比值模式下才能使用该功能。

[校零/校准]

对通道进行校零和校准操作。

[自动校零]

在连续波功率测量模式下，进行零点的自动调准。校零是指测量并存储通道噪声，在测量过程中，需要扣除通道噪声。因此在校零之前必须保证没有信号输入，需要关闭射频信号源。

如果检波器连接到 AV36110 的校准源输出上，当启动校零操作时系统会自动关闭校准源，校零完毕后再恢复到先前的输出状态。

在自动校准时，系统会首先关闭校准源输出，先进行校零操作，校零完毕后重新启动校准源输出，按顺序输出不同功率电平的信号，完成校准操作。具体请参考“连续波校零”一节。

[开始校零 A]

对 A 通道进行校零操作。

[开始校零 B]

对 B 通道进行校零操作。

[开始校零 R]

对 R 通道进行校零操作。

[自动校准]

启动检波器自动校准过程。注意需要将检波器接到校准源的输出端口。自动校准是指在当前测量条件下（当前温度、当前功率参考等）将功率溯源于校准源。

在测量条件发生变化，如温度变化、更换检波器、测量信号功率非常小等情况下，需要启动自动校准过程。具体请参考“自动校准”一节。

[开始校准 A]

对 A 通道进行校准操作。

[开始校准 B]

对 B 通道进行校准操作。

[停止校准]

终止自动校准操作。

[校准源]

按【校准源】键，系统显示校准源设置菜单，如图 4-13 所示。

利用该菜单，可以打开或关闭校准源的输出，并调整校准源输出信号的参数，如信号功率电平、脉冲宽度、脉冲周期等。本菜单各软键功能解释如下。

[输出 关 开]

打开或关闭校准源输出。

[输出功率]

设置校准源的输出功率，其分辨率为 0.1dBm，可设置的功率电平范围为-45dBm 至菜单[最大输出功率]所设定的值。用户可以使用任何一种数据输入方式调整输出信号的功率到期望的电平上。

需要提醒用户注意的是，校准源的输出功率只有在连续波输出的时候才准确。

[最大输出功率]

设置校准源的输出功率的上限值，其分辨率为 0.1dBm，可设置的功率电平范围为 -45dBm 至+20dBm，用以保护外接设备。用户可以使用任何一种数据输入方式调整该参数。

[检波偏置]

设置各个检波器的偏置。用户可以使用任何一种数据输入方式调整该参数，分辨率为 0.001dB，允许的输入范围为-60dB 至+60dB。

检波器的偏置在校准和测量期间一直保持有效。

[检波器 A]

设置检波器 A 的偏置。

[检波器 B]

设置检波器 B 的偏置。

[检波器 R]

设置检波器 R 的偏置。

第五章 测量操作说明

本章针对 AV36110 标量网络分析仪的功能特性和技术指标，主要介绍自动标量网络测试系统的应用，包括传输测量、反射测量和连续波平均功率的测量，具体内容如下：

- 自动标量网络测试系统的搭建
- 传输测量
- 反射测量
- 连续波功率测量

第一节 标网与信号源的连接

AV36110 标量网络分析仪可以与 AV1487 和 AV1464 扫频信号发生器构成自动标量网络测试系统，配接必要的检波器、电桥或定向耦合器后，可实现传输和反射的测量。

AV36110 标量网络分析仪利用局域网或点对点网络连接与信号发生器进行通信，同时信号发生器的脉冲同步和触发信号也需要接入标网中，实现数据采集与超宽带合成扫频信号发生器扫频周期的同步。



说明：

信号发生器有时也称为信号源，扫频信号发生器也称为扫源，例如 AV1487 合成扫频信号发生器有时也称为 AV1487 信号源或 AV1487 合成扫源，在本论述中，我们对信号发生器和信号源不加区分。

1 物理连接

1.1 与 AV1487 的链接

下面以 AV1487 超宽带合成扫频信号发生器为例，利用点对点网线，说明标网与扫源的连接。AV1487 后面板如图 5-1 所示。



注意：

可以将标网和信号源接入同一局域网内，也可以利用点对点网线直接连接标网和信号源，我们建议用户使用点对点网线进行连接。

如果用户欲将标网和信号源放入同一局域网内，与其他仪器共同组成网络测试系统，此时标网和信号源的 IP 应处于同一网段内，具体请咨询我们的技术支持。

需要的电缆附件：

- 点对点网线 1 根
- 并口转 BNC 电缆 1 根
- 双端 BNC 电缆 1 根



图 5-1 AV1487 后面板

连接步骤:

- a) 将点对点网线一端 AV1487 后面板的网口，另一端接入标网后面板的网口；
- b) 将并口转 BNC 电缆的并口端接入 AV1487 后面板的附属接口，另一端接入标网后面板的停止扫描输入/输出 BNC 接口；
- c) 将双端 BNC 电缆的一端接入 AV1487 后面板的触发输出端口，另一端接入标网后面板的触发输入端口。

1.2 与 AV1464 的链接

下面以 AV1464 超宽带合成扫频信号发生器为例，利用点对点网线，说明标网与扫源的连接。AV1464 后面板如图 5-2 所示。

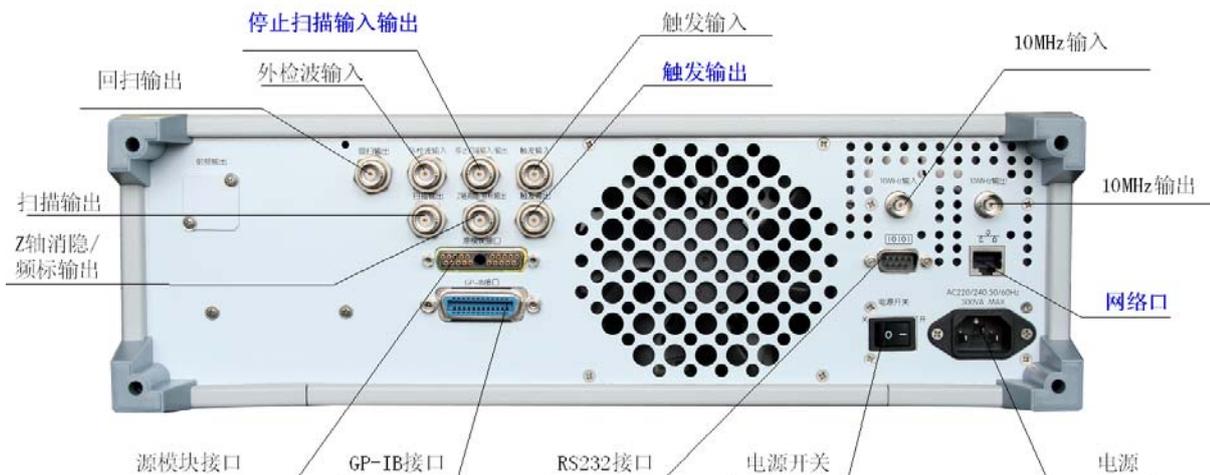


图 5-2 AV1464 后面板

需要的电缆附件:

- 点对点网线 1 根
- 双端 BNC 电缆 2 根

连接步骤:

- a) 将点对点网线一端 AV1464 后面板的网口，另一端接入标网后面板的网口；
- b) 将双端 BNC 电缆一端接入 AV1464 后面板的停止扫描输入输出接口，另一端接入标网后面板的停止扫描输入/输出 BNC 接口；
- c) 将双端 BNC 电缆的一端接入 AV1464 后面板的触发输出端口，另一端接入标网后面板的触发输入端口。

2 网络配置

要实现标网和信号源的网络互联，除了保证物理连接正确外，还需要对标网和信号源进行网络设置，需要设置信号源和标网各自的 IP 地址、信号源端口号，在利用点对点网线连接应用中，无需设置网关。其中，两者的 IP 地址必须在同一网段内。

2.1 信号源的网络配置

请参考 AV1487 超宽带合成扫频信号发生器的使用说明书，进行信号源的网络设置。具体配置步骤如下：

- a) 按 AV1487【系统】> [系统配置] > [互联端口配置] > [网口] > [本机 IP]，设置本机 IP 地址（即信号源 IP）；例如，设置信号源 IP 地址为 192.168.8.18；
- b) 按 AV1487【系统】> [系统配置] > [互联端口配置] > [网口] > [子网掩码]，当 AV1487 版本低于 V2.72 时，设置本机子网掩码为 0.0.0.0；当 AV1487 版本为 V2.72 或更高版本时，设置本机子网掩码为 255.255.255.0；



说明：

按 AV1487 的【系统】> [显示系统状态] > [显示版本信息]，可查看 AV1487 版本号。

- c) AV1487 主机 IP 和网关可为任意值；
- d) 按【复位】键，重新启动 AV1487 超宽带合成扫频信号发生器，使网络设置生效。

2.2 标网端网络配置

在正确配置 AV1487 超宽带合成扫频信号发生器的网络参数以后，还需要根据信号源的网络设置，配置标网的网络参数，使其与信号源的设置一致。

配置步骤：

- a) 按【系统】> [接口设置] > [网络设置]，设置标网 IP 地址、子网掩码。例如，根据前述信号源设置，设置标网 IP 为 192.168.8.17，子网掩码为 255.255.255.0；
- b) 按【系统】> [接口设置] > [信号源 IP 地址]，设置信号源的 IP 地址。例如，设置信号源 IP 地址为 192.168.8.18；
- c) 按【系统】> [接口设置] > [信号源端口号]，设置信号源的端口号为 5001。由于 AV1487 采用 5001 端口号，一般不能更改；
- d) 按【源设置】> [重新连接源]，同时确保在每次重新连接 AV1487 信号源之前，先复位或重启 AV1487 信号源。



注意： AV36110 的 IP 地址与 AV1487 的 IP 地址须保证在同一个网段内，即 IP 的前三段相同，只是最后一段不同。

如果网络连接成功，信号源提示“远控”，标网对信号源设置生效，可利用标网的【源设置】设置信号源的扫描参数；如果配置不正确，标网提示“与信号源通讯错误，请检查网络连接和网络配置”。

第二节 传输测量

传输特性是微波网络的一个关键的参量，在不考虑相位特性的情况下，因输入端信号而引起的网络输出端的响应以及幅度响应随频率变化的曲线将能反映出网络的特性及性能的好坏。由于各种原因，传输测量会引入测量误差，这些误差的机制可以定量地分析，在后面我们将做简单的分析。

1 插入增益和损耗

传输参数测量是指插入增益和损耗（衰减）的测量，用信号发生器和标量网络分析仪可以实现插入增益和损耗的测量，如图 5-3 和图 5-4 所示，用标网测量信号发生器输出的绝对功率，然后将被测器件（DUT）插入到发生器与检波器之间，被测器件的增益或损耗由输入功率减去输出功率确定（以分贝表示）。

如图 5-4 所示，用信号发生器和标网可以实现插入增益（或损耗）的测量。其中，图 5-5 中 ρ_s 为信号源输出端口的标量反射系数， ρ_L 为检波器输入端口的标量反射系数， ρ_1 、 ρ_2 分别为被测件输入输出端口的标量反射系数。

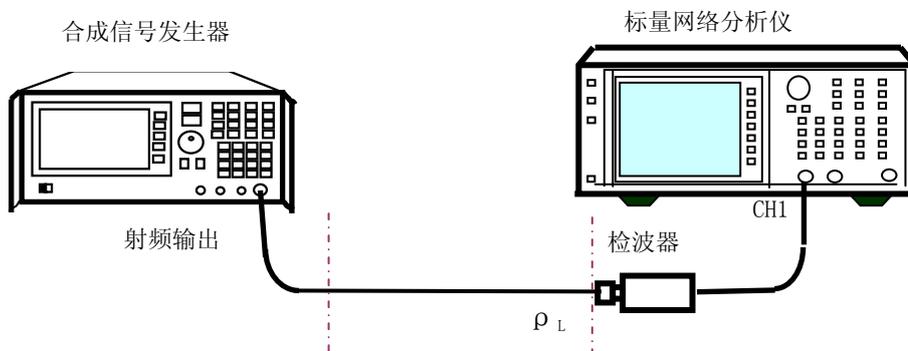


图 5-3 参考测量获得参考功率 P_{ref}

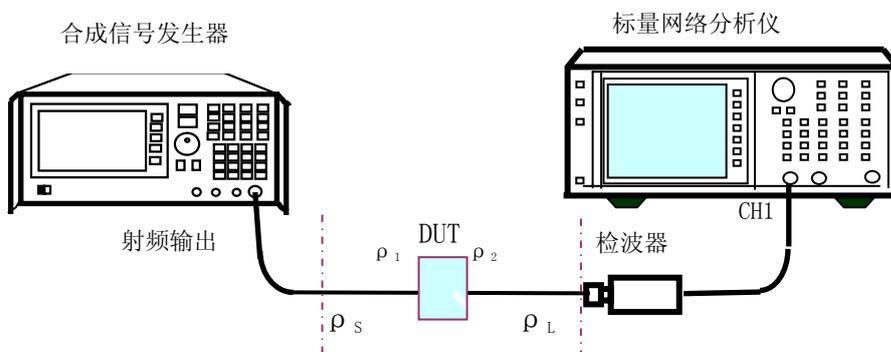


图 5-4 接入 DUT 获得测量功率 P_{MEAS}

令 P_{ref} = 参考功率, P_{meas} = 在 DUT 输出端测到的功率, 则:

$$\text{插入损耗 (dB)} = 10 \log(P_{ref}/P_{meas}) \quad (5-1)$$

$$\text{或 插入增益 (dB)} = 10 \log(P_{meas}/P_{ref}) \quad (5-2)$$

参考功率 P_{ref} 和 DUT 输出端测得功率 P_{meas} 由下式确定:

$$P_{ref} = K_b P_s \quad (5-3)$$

$$P_{meas} = K_b P_s K_{DUT} \quad (5-4)$$

其中, K_b 是对应于功率测量失配误差的一个常数 (一般认为是校准因子), P_s 是信号源输出功率, K_{DUT} 为 DUT 的功率传输函数。

将(5-3)、(5-4)代入(5-2)得:

$$\text{插入增益(dB)} = 10 \times \log\left(\frac{K_b P_s K_{DUT}}{K_b P_s}\right) = 10 \times \log(K_{DUT}) \quad (5-5)$$

由上式可以看出, 插入增益测量只取决于被测器件的传输特性, 而与检波器的失配误差及源的绝对功率无关。也就是说, 作为标量网络分析仪, 在传输测量中, 必须要求有很高的相对测量精度, 而对绝对功率测量精度要求不高。另外, 上式忽略了对测量精度有较大影响的其它误差, 仅是理想情况下的分析。

2 传输测量的误差分析

由于测量仪器的不理想, 在测试中必然存在着各种各样的误差, 为了使测量结果尽可能地可信, 我们必须了解误差产生的机制, 并在测量中加以避免或扣除。在传输测量中可将误差分为三类:

2.1 失配误差

失配误差是由于信号源、网络仪或功率计和被测器件的不理想阻抗所造成的误差。在实际应用中, 源可以是仪器 (信号源) 或被测器件, 负载则是诸如功率计、频谱分析仪、网络分析仪等测量仪器。由于它们之间以及它们与传输线之间阻抗的不匹配, 而产生失配误差。在进行相对测量时, 失配误差由于前后两次测量相同而被消除。但在标量网络分析仪的测量过程中, 产生的失配误差主要表现为失配不确定度, 即由于网络仪的反射再次在信号源处被反射造成的。第二次反射波和入射波在网络仪的输入端口进行叠加, 由于二者相位差是随机的, 因此, 无法知道反射波是叠加还是相抵消。信号源与标网之间会有多次反射, 但以后的反射对测量的影响可忽略不计, 这里仅考虑双重反射波对测量产生的误差。

首先让我们看一下参考测量的情况, 信号源输出表示为 V_s , 负载入射电压为 V_L , 可以推出:

$$\frac{V_L}{V_s} = \frac{1}{(1 \pm \rho_s \rho_L)} \quad (5-6)$$

由式 (5-6) 不难得出 P_{ref} 的更精确的公式:

$$P_{ref} = \frac{K_b P_s}{(1 \pm \rho_s \rho_L)^2} \quad (5-7)$$

同样我们可以得到 P_{meas} 的较为精确的公式:

$$P_{meas} = \frac{K_b P_s K_{DUT}}{(1 \pm \rho_s \rho_1)^2 (1 \pm \rho_2 \rho_L)^2} \quad (5-8)$$

式 (5-7)、(5-8) 已将失配不确定度考虑进去, 将其代入式 (5-2) 可得:

$$\begin{aligned}
 \text{插入增益(dB)} &= 10\log\left(\frac{P_{meas}}{P_{ref}}\right) \\
 &= 10\log\frac{K_b P_s K_{DUT} (1 \pm \rho_s \rho_L)^2}{K_b P_s (1 \pm \rho_s \rho_1)^2 (1 \pm \rho_2 \rho_L)^2} \quad (5-9) \\
 &= 10\log(K_{DUT}) + 20\log(1 \pm \rho_s \rho_L) - 20\log(1 \pm \rho_s \rho_1) - 20\log(1 \pm \rho_2 \rho_L)
 \end{aligned}$$

式中第一项是插入测量的理想结果，其余各项为测量的失配不确定度，即：

$$\text{失配不确定度} = 20\log(1 \pm \rho_s \rho_L) - 20\log(1 \pm \rho_s \rho_1) - 20\log(1 \pm \rho_2 \rho_L) \quad (5-10)$$

2.2 仪器精度

由于标量网络分析仪内部的不完善（不包括输入端的失配）所产生的误差。仪器精度包括绝对精度和相对精度两种，绝对精度是指测量信号功率所能达到的精确程度，相对精度则是指测量信号功率变化的精确程度。在标量网络分析仪中就存在绝对通道精度和相对通道精度。从上文已知，在进行标量网络测量中，我们关心的主要是相对通道精度，只要标网的相对精度高，它的绝对精度是不重要的，也就是说，不要求标网能够精确测量信号功率的功率电平值，而只要它精确地测量功率电平的变化，检波器功率线性度的好坏直接影响到这一结果。在插入增益测量中，必须测量的功率电平变化是由于被测器件插入测量系统所造成的功率变化，测量达到的精确程度乃是标网能正确测量这一变化的程度。另外，还包括诸如校准件的不理想所引起的误差等因素。

2.3 仪器漂移

仪器漂移是指由于测量仪器，特别是信号源中的漂移所造成的误差。信号源输出功率必须足够稳定，使得在进行参考测量和插入测量所用的全部时间内它的功率输出不发生变化。否则，将引起测量误差，即所谓的仪器漂移误差。标网主机及检波器的性能不稳定也是仪器漂移的一项主要内容，如零点漂移、温度漂移等。

3 自动标量网络测量

前面介绍的插入增益和损耗的测量技术是在单一频率上进行测量的，其原理可以推广到自动标量网络分析仪的多个或连续频率测量上，即对被测件的传输特性采用归一化的测量。所谓的归一化就是在测量被测件之前，将系统直通连接，存储系统幅度随频率变化的响应曲线，随后的测量将相对于它们来进行。在完成归一化后，当系统仍是直通连接时，分析仪的显示将是一条频响为 0dB 的直线，被测器件插入测量通道后，分析仪将很直观地显示出它的特性曲线。归一化数据仅在归一化操作时的仪器状态下才正确，如改变系统设置，则须重新归一化。

归一化的优点是明显的，它是从测量中消除误差的简单而有效的方法。它可以消除扫频信号源的频率响应和绝对功率误差，以及网络分析仪自身存在的频响和绝对精度误差，同时可消除系统连接所带来的固定误差，以及环境变化所产生的漂移，但它要求信号源和网络分析仪在随时间变化的过程中稳定，如果在归一化后仪器就产生漂移，其测量就引入漂移误差。当系统存在明显的漂移时，为尽可能减小测量误差，必须经常对系统进行归一化。当系统较为稳定时，对网络分析仪的唯一要求是对功率电平的测量要有很好的相对测量精度。例如，我们在系统归一化后，测量一个 10dB 衰减器时，关心的是网络分析仪是否能真实地反映出在整个频段内相对于归一化时的功率电平的变化，即 10dB 衰减器衰减值的曲线。因此，标量网络分析仪的绝对精度并不重要，它的相对精度才是关键，在这个例子中，网络分析仪所看到的输出功率将下降 10dB，我们关心的是分析仪可以多么精确地测量这 10dB 的变化，这就是通常由仪器厂家所给出的动态精度指标。

4 传输特性测量

利用 AV36110 标量网络分析仪可以进行插入损耗和增益的传输特性测量。可以使用任何一个逻辑通道与单个物理通道相配合，也可以使用任何一个逻辑通道和两个物理通道（A/R 或 B/R），利用功分器进行测量。

4.1 单通道传输测量

利用 AV36110 标量网络分析仪可以进行插入损耗和增益的传输特性测量。可以使用任何一个逻辑通道与物理通道相配合，使 DUT 的输出直接连接到检波器，DUT 的输入直接连接到源的输出，实现传输特性的测量，这是最简单的一种方式，配置如图 5-5 所示。

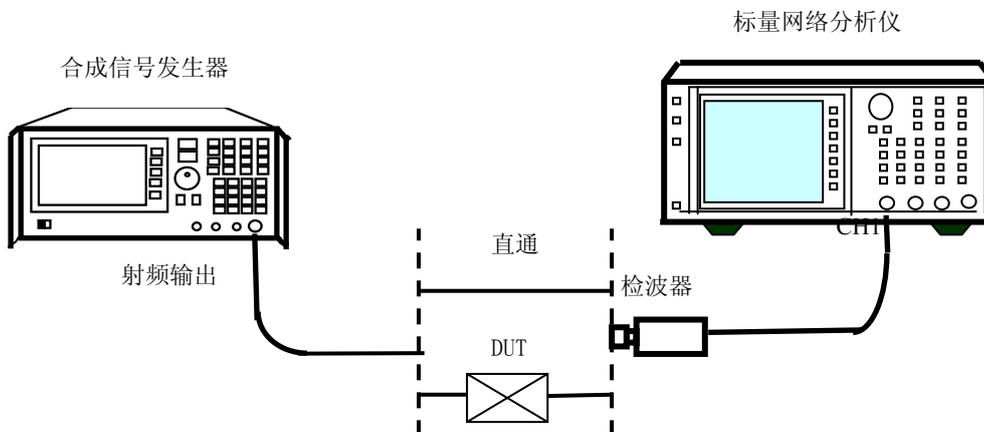


图 5-5 单通道传输测量系统配置

在这种方式下，可以不用功分器，仅使用一个检波器即可实现传输特性的测量。但应该注意到，这种方式仅适用源输出功率非常稳定且 DUT 反射系数较小的情况下。特别是当 DUT 的反射系数较大时，需要利用本章 4.2 介绍的利用功分器的双通道测量方法。

单通道测量系统配置如图 5-5 所示，在进行传输测量的一般步骤如下：

- a) 搭建自动标量网络测试系统；
- b) 进行直通校准，实现测量归一化；
- c) 接入 DUT，进行传输测量。

具体操作步骤如下：

- a) 按照“标网与扫源的连接”，实现标网与源的正确连接和网络配置；
- b) 按【复位】>[恢复出厂值]>[确认]，恢复标网默认设置；
- c) 按标网【源设置】，设置扫源的扫描方式、起止频率、扫描功率电平等设置；
- d) 按【通道】，打开通道 1，设置当前通道为通道 1；
- e) 按【测量】，设置通道 1 为通道 A 测量模式；
- f) 进行归一化。将通道 A 检波器直接连到扫源的输出端口，按【校准】>[通路]>[存储通路]，将测量结果保存到内存中；
- g) 进行传输测量。将通道 A 检波器连接到 DUT 输出端，将 DUT 输入端连接到扫源输出端口，按【显示】>[测量-内存]，系统将显示 DUT 在设定起止频率上的传输特性；
- h) 按【刻度】>[自动刻度]，系统自动将曲线调整到合适的位置；
- i) 按【标记】>[搜索]>[搜索值]，设搜索值为-3dB，按【标记】>[搜索]>[带宽]，系统显示器件的-3dB 带宽。

4.2 利用功分器的传输测量

当 DUT 与源不能良好匹配时，常利用功分器的双通道比值测量方法，其系统配置如图 5-6。这种方法可以消除参考端口（R）和 DUT 输入端功率差异的影响，特别适用于插入损耗低、输入阻抗匹配差或者信号源稳定性差等情况下的传输测量。而且，在测量有源器件的增益时，这种测量方案不需要在每次变更功率电平时进行校准，能够降低源失配造成的纹波。

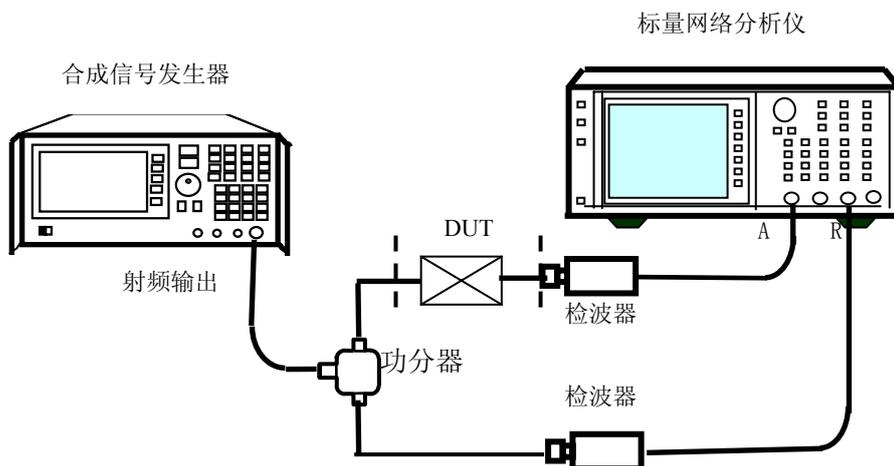


图 5-6 双通道传输测量系统配置

双通道测量系统配置如图 5-6 所示，在进行传输测量的一般步骤如下：

- a) 如图 5-6 所示搭建自动标量网络测试系统；
- b) 进行直通校准，存储测量结果。
- c) 接入 DUT，进行传输测量。

具体操作步骤如下：

- a) 按照“标网与扫源的连接”，实现标网与源的正确连接和网络配置；
- b) 按图 5-6 搭建自动标量网络测试系统；
- c) 按【复位】>[恢复出厂值]>[确认]，恢复标网默认设置；
- d) 按标网【源设置】，设置扫源的扫描方式、起止频率、扫描功率电平等设置；
- e) 按【通道】，打开通道 1，设置当前通道为通道 1；
- f) 按【测量】，设置通道 1 为通道 A/R 测量模式；
- g) 进行归一化。将通道 A 检波器直接连接到功分器的输出端口，将通道 R 检波器直接连接到功分器的另一输出端口，按【校准】>[通路]>[存储通路]，将测量结果 A/R 保存到内存中；
- h) 进行传输测量。将通道 A 检波器连接到 DUT 输出端，将 DUT 输入端连接到功分器的输出端口，按【显示】>[测量-内存]，系统将显示 DUT 在设定起止频率上的传输特性；
- i) 按【刻度】>[自动刻度]，系统自动调整参考电平和垂直刻度，使曲线正常显示；
- j) 按【标记】>[搜索]>[搜索值]，设搜索值为-3dB，按【标记】>[搜索]>[带宽]，系统显示器件的-3dB 带宽。

第三节 反射测量

反射测量就是测量有多少入射信号被网络端口反射。即测量单口网络或双口网络某个端口的反射系数 Γ 。利用标网系统测量只能测出 $|\Gamma|$ ，且通常以分贝值显示，从而成为回波损耗。除了用反射系数、回波损耗来反映端口阻抗匹配特性外，还可以用驻波比（SWR）表示，它们相互之间存在固定的换算关系。

1 反射的三个基本概念

1.1 反射系数

微波元器件与传输线之间相互连接时，都力求阻抗匹配。当传输线终端负载阻抗不匹配时，在传输线上将产生驻波，我们用反射系数 Γ 来表示。

$$\Gamma = U_- / U_+ \quad (5-11)$$

式中, Γ --- 反射系数的模;

U_- --- 传输线上反射电压的模;

U_+ --- 传输线上入射电压的模;

我们知道, 当 $|\Gamma|=1$ 时, $U_- = U_+$ 为全反射情况, 这时传输线工作在纯驻波状态, 相当于终端开路或短路; 当 $\Gamma=0$ 时, $U_- = 0$ 为无反射情况, 这时传输线工作在行波状态, 相当于终端完全匹配。反射是由终端不匹配造成的, Γ 可以由下式计算:

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (5-12)$$

其中, Z_L 表示负载的阻抗, Z_0 表示传输线的阻抗, 对于短路负载, $Z_L=0$, 则 $\Gamma=-1$; 对于开路负载, $Z_L=\infty$, 则 $\Gamma=1$; 而对于完全匹配情况, $Z_L = Z_0$, 则 $\Gamma=0$ 。通常标量的反射系数用 ρ 表示, 对于开短路负载, ρ 都等于 1。

1.2 回波损耗

微波射频系统中比较常见的反射测量是回波损耗, 一个特定系统的回波损耗是以分贝表示的标量反射系数。

$$R_L = -20 \log(\rho) \quad (5-13)$$

上式中的负号是以分贝形式表示从入射波到反射波的损耗量, 故而称之为回波损耗, 它是相对于入射波来说有多大反射波的量度。例如, 如果回波损耗为 30dB, 则 0dBm 的入射波将产生一个 -30dBm 的反射波。一个系统的回波损耗可以在 0 到 $-\infty$ dB 之间取值, 0dB 的回波损耗表示入射波全被反射的情况, 即终端开路或短路; 而 ∞ dB 的回波损耗仅在入射波没有被反射的情况下出现, 即完全终端匹配。

1.3 驻波比

当信号为正弦信号的情况下, 入射电压与反射电压都是正弦波, 当它们交汇时, 在传输线上为正反两个方向行进, 于是便产生了某种干涉图形, 如图 5-7 所示。也就是说当传输线上存在反射现象时, 在传输线上就出现由入射波和反射波叠加而形成的驻波, 就存在驻波波腹和波节, 也称波峰和波谷。

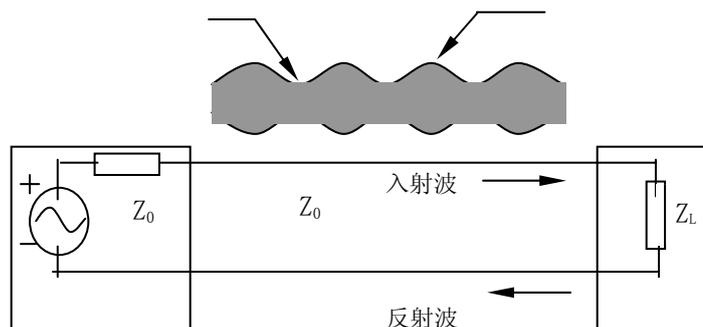


图 5-7 在传输线上入射波与反射波叠加形成驻波

入射波和反射波叠加而成的包络固定为正弦波, 波峰为 V_{\max} , 波谷为 V_{\min} , 包络的最大值与最小值之比为电压驻波比 (V_{SWR}) 或简称为驻波比 (SWR)。

$$\text{SWR} = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (5-14)$$

由此我们可以得到:

$$SWR = \frac{1+\rho}{1-\rho} \quad (5-15)$$

同样在已知 SWR 的情况下，我们也可求出反射系数 ρ ：

$$\rho = \frac{SWR-1}{SWR+1} \quad (5-16)$$

反射系数、回波损耗和驻波比以不同的形式表示出阻抗匹配的好坏，三者之间可相互换算。例如，通过阻抗值我们已算得短路和开路负载的反射系数 $\rho=1$ ，于是可求出：

$$\text{回波损耗 } R_{L\text{short}} = R_{L\text{open}} = -20\log(1) = 0 \text{ dB}$$

$$\text{驻波比 } SWR = \frac{1+\rho}{1-\rho} = \infty$$

表 5-1 列出了三者的数值对照。通过该表我们可以看到短路和开路负载的反射系数为 1.00，回波损耗为 0 dB，驻波比为 ∞ ，匹配负载的反射系数为 0，回波损耗为 ∞ ，驻波比为 1。

表 5-1 反射系数、回波损耗和驻波比的对应关系

| 反射系数 | 回波损耗 | 驻波比 |
|------|----------|----------|
| 1.00 | 0.00 | ∞ |
| 0.90 | 0.92 | 19.00 |
| 0.80 | 1.94 | 9.00 |
| 0.70 | 3.10 | 5.67 |
| 0.60 | 4.44 | 4.00 |
| 0.50 | 6.02 | 3.00 |
| 0.40 | 7.96 | 2.33 |
| 0.30 | 10.46 | 1.86 |
| 0.20 | 13.98 | 1.50 |
| 0.10 | 20.00 | 1.22 |
| 0.09 | 20.92 | 1.20 |
| 0.08 | 21.94 | 1.17 |
| 0.07 | 23.10 | 1.15 |
| 0.06 | 24.44 | 1.13 |
| 0.05 | 26.02 | 1.11 |
| 0.04 | 27.96 | 1.08 |
| 0.03 | 30.46 | 1.06 |
| 0.02 | 33.98 | 1.04 |
| 0.01 | 40.00 | 1.02 |
| 0.00 | ∞ | 1.00 |

2 反射测量原理

在微波反射参数的测量应用中，常采用定向耦合器和定向电桥两种测量方法。定向耦合器和定向电桥是用来分离传输线上或被测器件端口的入射电压或反射电压的器件。二者具有相同的基本功能，但采用的技术不同，定向电桥采用的是惠斯登平衡电桥技术，定向耦合器多采用波导技术分离行波，我们将其统称为定向器件。图 5-8 为定向电桥和定向耦合器的功能示意图。

在定向电桥简化电路图中，当测试端口所接的负载阻抗等于 Z_0 时，电桥处于平衡状态，检波器检测到的电压为零，这表明输入与输出完全隔离，不存在反射波。当负载阻抗偏离 Z_0 时，电桥失衡，检波电压与负载的反射系数成正比。

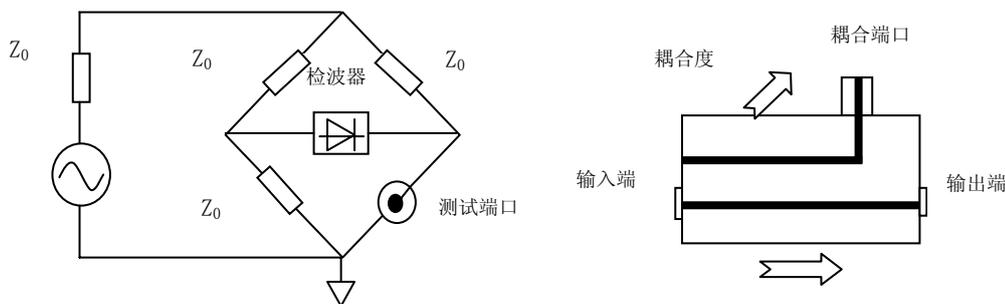


图 5-8 (a) 定向电桥简化电路 (b) 定向耦合器示意图

定向器件有三个基本参数：插入损耗、耦合度和方向性。插入损耗是指输入功率对输出功率以分贝表示的比值。定向电桥由于是电阻构成的桥，其插入损耗较为明显，一般在 6dB 以上，而定向耦合器的插入损耗则较小，通常在 0.1 到 1dB 之间。耦合系数（即耦合度）是输入功率对耦合端口输出功率以分贝表示的比值。对于定向电桥来说，耦合度约为 6dB，而定向耦合器可以根据需要来设计，经常用的有 10dB、16dB、20dB 等。对定向器件来说，最重要的参数是方向性（又称定向性），它表明定向器件分离反向行波的能力。对于定向耦合器而言，方向性定义为当信号在正方向传输时耦合端输出的功率与信号反向传输时耦合端输出的功率以分贝表示的比值。对于定向电桥，方向性可定义为：

$$\text{电桥方向性 (dB)} = 10 \log \frac{\text{接短路负载时的反射功率}}{\text{接匹配负载时的反射功率}} \quad (5-17)$$

定向电桥方向性一般在 30 到 40dB 之间，而定向耦合器可做到 40dB 以上。定向耦合器做反射测量时，以图 5-8(b)中所示的输出端作输入端，图中的输入端作测试端口，耦合端输出的就是负载的反射波。

标量网络分析仪与定向电桥或定向耦合器可组成标量的反射测量系统。图 5-9 示出了采用定向电桥（在这里称为驻波比测试电桥）进行反射测量的系统。测试端口接被测件以前，首先要进行开短路校准，即反射测量归一化。标网的 A 通道测量被测件的回波损耗或驻波比（SWR）。

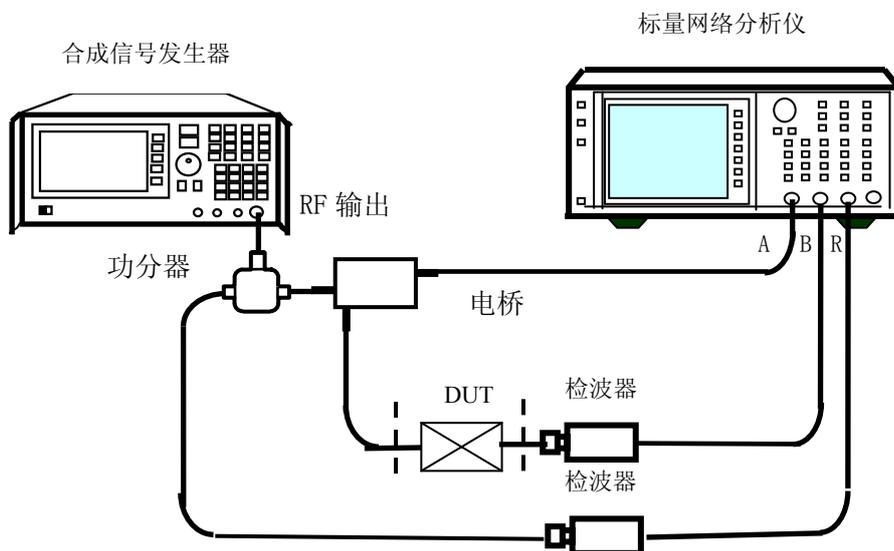


图 5-9 双通道传输测量系统配置

3 反射测量的误差分析

反射测量的误差主要来源于定向器件的方向性、校准用的开路器和短路器的不理想以及标网的误差等，最主要的是定向器件的方向性。开路器和短路器引起的测量误差是显而易见的，在进行反射测量前都要先进行开/短路校准，它的不理想将直接影响到反射测量的准确度。标网的误差主要指

通道的线性度、通道电路的漂移等。定向器件的方向性直接限制了反射测量的动态范围。例如，具有 30dB 方向性的电桥，只能测量回波损耗小于 30dB 的器件，且当回波损耗接近 30dB 时，误差已经非常大了。

定向耦合器的标准误差模型可由下式给出：

$$\Gamma_M = D + \frac{1+T_R}{1-M_S\Gamma_A} \Gamma_A \quad (5-18)$$

式中： Γ_M = 测量的反射系数；

Γ_A = 实际的反射系数；

D = 方向性误差；

T_R = 频率响应误差；

M_S = 源匹配误差；

于是我们可以得到反射系数测量的不确定度：

$$\begin{aligned} \Delta\Gamma &= \Gamma_M - \Gamma_A \\ &= D + \frac{1+T_R}{1-M_S\Gamma_A} \Gamma_A - \Gamma_A \end{aligned} \quad (5-19)$$

我们以标量反射系数 ρ_A 替代复反射系数 Γ_A ，同时忽略 $M_S\Gamma_A$ ，可得到反射测量不确定度的简化式：

$$\Delta\Gamma = D + T_R\rho_A \quad (5-20)$$

4 反射特性测量

AV36110 除了可以测量微波元器件的传输特性，还可以测量其反射特性，如回波损耗、驻波比等参数。

4.1 信号的分离

在反射测量中，需要同时测量入射到器件和从器件反射的信号功率电平，电桥和定向耦合器可以实现该功能。电桥和定向耦合器种类繁多，主要技术指标由频率范围、方向性和连接器类型，具体请参考前述的“反射测量原理”。

4.2 DUT 的端接

在反射测量中，由于只涉及一个端口的测量，当 DUT 包含多个端口时，必须根据各个端口的特性阻抗（比如 50Ω 或 75Ω），采用高质量的负载或检波器，对其他所有端口进行正确端接。否则，来自空置端口的反射会导致错误的测量结果。

4.3 反射测量

在反射测量中，最终测量结果的精度取决于信号分离器件、适配器和 DUT 的端接。

方法有两种，可以直接利用电桥进行测量，也可利用功分器进行测量。

利用电桥直接测量，主要是利用了电桥在开路和短路时电桥能全反射输入信号的原理实现的。首先需要将电桥接入系统的校准源端口进行校准，然后再进行开路和短路校准，将开、短路时的测量数据平均后存入内存，经接入 DUT 后的测试数据键入内存值即可。具体操作步骤如下：

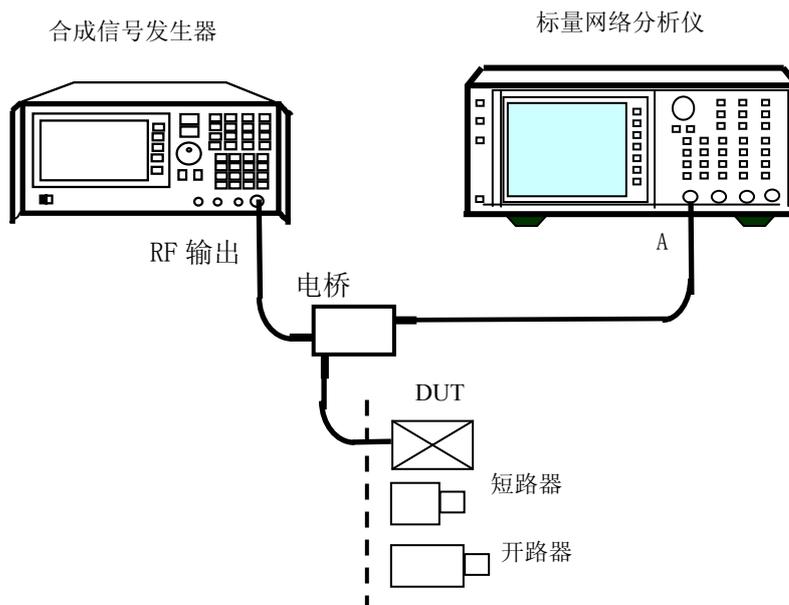


图 5-10 单通道反射测量系统配置

- 按照“标网与扫源的连接”，实现标网与源的正确连接和网络配置；
- 按图 5-10 搭建自动标量网络测试系统；
- 按【复位】>[恢复出厂值]>[确认]，恢复标网默认设置；
- 按标网【源设置】，设置扫源的扫描方式、起止频率、扫描功率电平等设置；
- 按【通道】，打开通道 1，设置当前通道为通道 1；
- 按【测量】，设置通道 1 为通道 A 测量模式；
- 短路/开路校准。将短路器接到电桥输出，按【校准】>[短路/开路]>[短路校准]，然后将开路器接到电桥输出，按【校准】>[短路/开路]>[开路校准]；
- 进行反射测量。将 DUT 输入端连接到电桥输出端口，按【显示】>[测量-内存]，系统将显示 DUT 在设定起止频率上的反射特性；
- 按【显示】>[迹线格式 dB SWR]，选择以 SWR 方式显示；
- 按【刻度】>[自动刻度]，系统自动将曲线调整到合适的位置。

在实际应用中，由于采用 DUT 不可避免的存在反射，并且合成扫源也存在一定的功率漂移，因此常采用功分器进行反射测量，如图 5-10 所示，利用功分器能准确测量电桥输入信号的功率电平，并可以消除信号源功率漂移的影响。利用功分器进行反射测量的一般分为以下几个步骤：

- 系统搭建；
- 短路/开路校准；
- 进行反射测量。



注意：

在使用电桥进行反射测量前，需要将电桥输入端接到 AV36110 的校准源输出端口进行校准。校准步骤与检波器的自动校准步骤相同。

具体测试操作步骤如下：

- 按照“标网与扫源的连接”，实现标网与源的正确连接和网络配置；
- 按图 5-11 搭建自动标量网络测试系统；

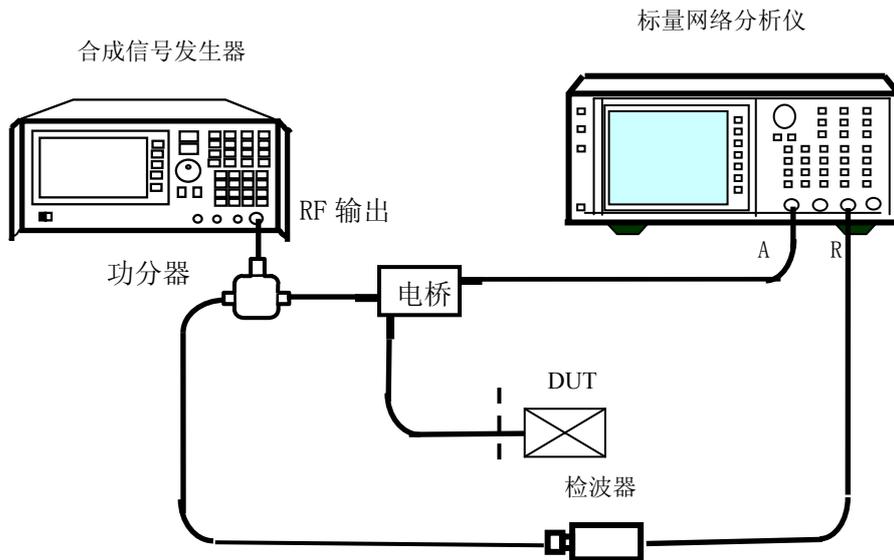


图 5-11 应用功分器进行传输测量的系统配置

- c) 按【复位】>[恢复出厂值]>[确认]，恢复标网默认设置；
- d) 将电桥连接到 AV36110 的校准源输出端口，按【校准】>[校零/校准]>[自动校准]>[开始校准*]，系统开始自动校准程序，窗口下部显示校准进度，整个过程大约持续一分钟；
- e) 按标网【源设置】，设置扫源的扫描方式、起止频率、扫描功率电平等设置；
- f) 按【通道】，打开通道 1，设置当前通道为通道 1；
- g) 按【测量】，设置通道 1 为通道 A/R 测量模式；
- h) 短路/开路校准。将短路器接到电桥输出，按【校准】>[短路/开路]>[短路校准]，然后将开路器接到电桥输出，按【校准】>[短路/开路]>[开路校准]；
- i) 进行反射测量。将 DUT 输入端连接到电桥输出端口，按【显示】>[测量-内存]，系统将显示 DUT 在设定起止频率上的反射特性；
- j) 按【显示】>[迹线格式 dB SWR]，选择以 SWR 或回波损耗方式显示；
- k) 按【刻度】>[自动刻度]，系统自动将曲线调整到合适的位置。



注意： 在进行多端口 DUT 的反射特性测量时，需要根据 DUT 的输出阻抗，对其他端口进行匹配负载，如使用 50Ω 或 75Ω 匹配负载。



注意： 使用定向耦合器进行反射测量时，通道 A 接定向耦合器的耦合端，通道 B 接定向耦合器的输入端，源信号接定向耦合器的输出端。

5 同时测量传输特性和反射特性

由于 AV36110 标量网络分析仪可以同时显示多路信号迹线，可以同时测量 DUT 的传输特性和反射特性。

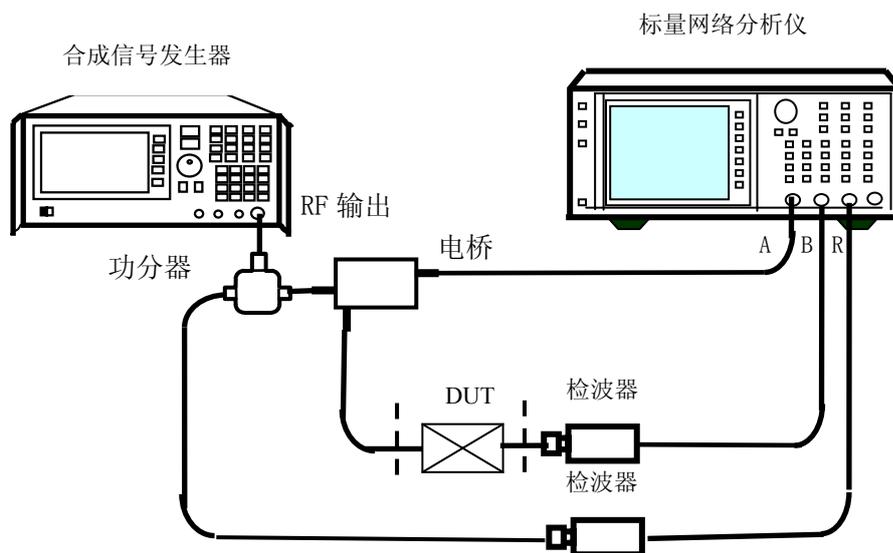


图 5-12 传输和反射测量系统配置

同时进行传输和反射测量的系统框图如图 5-12 所示，具体测量操作步骤如下：

- a) 按照“标网与扫源的连接”，实现标网与源的正确连接和网络配置；
- b) 按图 5-12 搭建自动标量网络测试系统；
- c) 按【复位】>[恢复出厂值]>[确认]，恢复标网默认设置；
- d) 将电桥连接到 AV36110 的校准源输出端口，按【校准】>[校零/校准]>[自动校准]>[开始校准*]，系统开始自动校准程序，窗口下部显示校准进度，整个过程大约持续一分钟；
- e) 按标网【源设置】，设置扫源的扫描方式、起止频率、扫描功率电平设置；
- f) 按【通道】，打开通道 1，设置当前通道为通道 1；
- g) 按【测量】，设置通道 1 为通道 A/R 测量模式；
- h) 短路/开路校准。将短路器接到电桥输出，按【校准】>[短路/开路]>[短路校准]，然后将开路器接到电桥输出，按【校准】>[短路/开路]>[开路校准]，将开短路时的测量结果平均值保存到内存中；
- i) 按【显示】>[测量-内存]，则系统显示反射测量结果；
- j) 按【显示】>[迹线格式 dB SWR]，选择以 SWR 格式显示迹线；
- k) 按【通道】，打开通道 2，设置当前通道为通道 2；
- l) 按【测量】，设置通道 2 为通道 B/R 测量模式；
- m) 进行归一化。将通道 B 检波器直接连到电桥输出端口，按【校准】>[通路]>[存储通路]，将测量结果 B/R 保存到内存中
- n) 进行传输和反射测量。将通道 B 检波器连接到 DUT 输出端，将 DUT 输入端连接到电桥输出端口，则通道 1 显示反射特性，通道 2 显示传输特性
- o) 按【显示】>[测量-内存]，则系统显示传输测量结果；
- p) 按【刻度】>[自动刻度]，系统自动将曲线调整到合适的位置。



注意：

在同时进行传输和反射测量时，对于反射测量来说，DUT 的端接是由检波器实现的，与采用标准匹配负载进行端接的效果不同，这可能引入反射测量误差，在测量的时候需要注意这一点。

第四节 平均功率测量

1 检波器的选用

AV8030X 系列功率检波器具有测量速度快、精度高、动态范围大、重量轻的特点，具体指标请参考第七章第一节“主要技术指标”的相关部分。

AV8030X 系列功率检波器能够实现连续波平均功率的测量，其性能指标不尽相同，用户需要根据所测信号的特性和测量要求，结合各检波器的指标参数来选用合适的检波器。

为了提高仪器的测量精度，在利用 AV36110 标量网络分析仪进行功率测量之前，必须对仪器进行校零和校准。



注意： 如果检波器连接器与被测信号源的输出端口的类型不匹配，请根据连接器结构和信号频率选用恰当的适配器。

AV36110 标量网络分析仪内部含有一个精确的参考校准源，校准源能够溯源于国家标准。当用户按照厂家所推荐的校准周期进行定期维护后，校准源可以使用户更准确的实现连续波信号的功率测量。

2 校零与校准

2.1 校零

校零操作是指测量并存储通道噪声。在测量过程中，需要从实际测量值中扣除校零值，即扣除通道的噪声，此时的读数才是真实的通道输入信号电平。

如果检波器连接到 AV36110 内部的校准源上，当启动校零例程时，如果已经打开校准源，系统将自动关闭校准源输出，并且在校零完毕后重新启动校准源输出。校零完毕后，系统提示“CW 校零完毕”。

操作步骤：

- a) 将检波器连接到待测源的输出端口，关闭待测源的输出；
- b) 按标量网络分析仪的【校准】> [校零/校准]> [自动校零]> [开始校零 X]，对选定的通道进行校零操作。

建议在以下几种情况下对标量网络分析仪进行校零：

- 当环境温度变化超过 5℃时；
- 当更换功率检波器后；
- 时隔 24 小时后；
- 在测量小功率连续波信号之前。例如，测量比所用的功率检波器的最低可测功率高 10dB 的小信号时。

2.2 自动校准

校准是指在当前测量条件下（当前温度、当前功率参考等）测量校准源各标准功率点的功率 ADC 采样值，与检波器功率线性校准条件下（常温、准确的功率参考等）对应功率点的功率 ADC 进行比较，通过特定算法得到一组系数，利用该组校准系数进行数据的修正。

操作步骤:

- a) 将检波器连接到标量网络分析仪内置校准源的前面板输出端口上;
- b) 按标量网络分析仪的【校准】>[校零/校准]>[自动校准]>[开始校准 X]，对选定的通道进行自动校准操作。

在自动校准过程中，系统先关闭校准源进行校零操作，然后进行校准操作。在校准过程中，系统会在状态栏显示进程的执行情况，如果有必要，用户可以随时按[停止校准]键，取消自动校准操作。如果通道关闭或者检波器没有连接到校准源上，则不能进行自动校准操作，系统提示错误。



注意: 如果设备提示“自动校准电平太低”，自动校准被终止，则可能是由于探头没有连接好，或者信号通道中接有衰减器。

在下列情况下，需要对仪器进行自动校准:

- 每次更换检波器时。在启动自动校准例程之前，检波器至少需要预热 30 分钟达到稳定状态;
- 当屏幕的系统消息区显示“通道#需要校准”时;
- 当屏幕的系统消息区显示温度漂移警告消息时。如果检波器周围的环境温度变化过大，系统就会显示温度漂移过高消息，当温度恢复到规定的范围时系统会自动清除警告消息。

3 连续波平均功率的测试步骤

AV36110 标量网络分析仪配接 AV8030X 系列检波器能够实现连续波信号的测量，功率测量动态范围覆盖-50dBm 到+20dBm，频率范围覆盖 10MHz 到 40GHz。

AV36110使用校准因子对检波器进行不同频率信号的响应补偿，提高了测量准确度。

连续波功率测量分为以下三个主要步骤:

- 校零、校准标量网络分析仪主机和检波器;
- 设置待测信号的频率;
- 进行连续波功率测量。

以通道A为例，具体操作过程如下:

- a) 按【复位】>[恢复出厂值]>[确认]，恢复标网默认设置;
- b) 按【通道】>[通道1 开 关]，打开逻辑通道1;
- c) 按【测量】>[选择序号 0]，选择通道1的测量模式为通道A;
- d) 将通道A检波器连接到AV36110的校准源输出端口，按【校准】>[校零/校准]>[自动校准]>[开始校准A]，系统开始自动校准程序，窗口下部显示校准进度，整个过程大约持续一分钟;
- e) 按【源设置】>[频率设置]>[点频]，使用任何一种输入方式调整点频频率为待测信号频率，保证系统调用正确的校准因子，确保测量准确度;
- f) 将通道A检波器连接到待测信号源，关闭待测信号源的信号输出;按【校准】>[校零/校准]>[自动校零]>[开始校零A]，系统开始自动校零;
- g) 打开待测信号源的信号输出。此时，显示区将显示一条水平线，通道1配置区上方的功率读数即为被测信号的功率值。



说明:

也可以使用通道 2 选择物理通道 B 或通道 R 进行连续波信号的测量，或者使用通道 1 和通道 2 选择不同的物理通道同时进行两路射频信号的比较测量，其设置与单通道测量类似。



注意:

在测量较低电平信号，需要先自动校零校准，然后再进行测量，这样才能保证测量的准确性。



警告:

需要特别提醒用户的是，为了提高仪器的测量精度，在利用 AV36110 标量网络分析仪进行测量之前，必须将所有配接的检波器或者电桥接到自身校准源进行校零和校准。

第五节 测量中的其他问题

1 参数的输入控制

在实际测量应用中，用户需要设置多种配置参数，来满足不同的测试要求。

图 3-3 和图 3-4 分别为前面板参数输入小键盘和旋钮，由图可以看出小键盘可分为三部分：10 个数字键、6 单位键和其他控制键。其中，10 个数字键、小数点键和【-/←】（负号/退格）键用来输入数字，单位键表示相应单位（有时表示单位/格），【确认】键表示完成输入。设置时间和频率参数时，可以按相应的单位键完成输入，在输入功率电平、点数、百分比等情况下，在输入数字后可以直接按【确认】键完成输入。



说明:

在有些情况下，输入的数值不是该参数的有效值，系统会自动修改到邻近的有效值上，当小键盘输入的参数超出该参数的设置边界时，系统会自动返回到输入之前的有效值上；如果使用 RPG，参数将停留在边界值上。

在输入数值参数时，除了可以使用数字小键盘外，还可以利用旋钮和左右方向键来完成。旋转旋钮或按左右方向键，参数值按照预先设定的步进离散变化，并使其保持在有效数值上，不会出现设置超出边界的问题。

【-/←】（负号/退格）键有双重功能，如果正在置数，该键撤消最后置入的数据，其它情况下置入一个负号。【取消】键可以取消已经输入的数值，也可以中断系统正在进行的操作，如取消自动校准程序。

2 测量结果输出

为了方便用户保存观测到的数据和波形，AV36110 提供打印输出和磁盘保存功能。

2.1 数据的打印输出

按【系统】键，然后按[数据输出]、[打印机]软键，进入打印操作界面。仪器能够打印波形显示区的全部内部。

目前，AV36110 支持 USB 打印机。打印机加电后，只需要将打印机的 USB 电缆连接到后面板的 USB 接口上，系统会自动识别打印机，在打印设置窗口中显示出打印机名称，按[向上选择]或[向下选择]软键，选择正确的打印机，然后按下[打印]软键，仪器打印输出波形及相关参数。

打印机为仪器选件，如果用户需要安装打印机，请联系我们的技术支持人员。

2.2 数据的磁盘保存

用户按【系统】>[数据输出]>[存盘输出]，进入磁盘保存配置菜单。

在该菜单下，用户可以按[目标盘]软键，选择要保存文件的目标磁盘，可以选择本仪器内部使用的 CF 卡，如果后面板的 USB 口上接有 USB 存储盘或移动硬盘，用户也可以选择可移动盘。将数据保存到外部移动磁盘上，方便数据的共享。注意，仪器后面板有两个 USB 接口，如果同时接入多个移动存储设备，系统只选择其中的一个。

可以将当前通道的数据保存成 BMP 图像格式，文件名称为 Wfm0*.bmp。如果选择保存在 CF 卡上，保存路径为 C:/SNA/User/，如果选择保存在 U 盘上，则保存在 U 盘根目录下。

最多可以保存 10 条，文件名称和保存时间同时出现在屏幕上。

3 配置数据的存储与调用

为了减小重复设置过程，用户可以存储多达 10 种标量网络分析仪的配置信息，这些配置参数保存在系统中，用户在进行类似测量时可以方便的调用。

系统配置数据的存储和调用可以面向特定传输、反射或功率测量应用，自动设置标量网络分析仪各个参数，具体操作步骤如下：

- 进行参数配置，如起始频率、平均点数等参数；
- 按【系统】键，再按[配置数据]软键，进入配置数据操作界面，如图 5-13 所示；
- 按[向上选择]或[向下选择]软键，选择要操作的配置数据文件；
- 按[存储]或[调用]软键，存储或调用配置参数。

| 仪器状态 | 有效性 | 修改时间 |
|------|-----|--------------------|
| 0 | 有效 | 2008-8-6 11:01:14 |
| 1 | 无效 | |
| 2 | 有效 | 2008-8-6 11:01:28 |
| 3 | 无效 | |
| 4 | 无效 | |
| 5 | 有效 | 2008-6-18 11:03:14 |
| 6 | 无效 | |
| 7 | 无效 | |
| 8 | 无效 | |
| 9 | 无效 | |

图 5-13 配置数据操作窗口

4 功率测量中衰减器和微波放大器的使用

衰减器可以衰减高功率电平的信号，而放大器可以提高小功率电平信号，从而使入仪器的电平位于其规定范围之内。要显示未经衰减的信号功率电平，请利用各通道下的[偏置]菜单，输入衰减器或放大器的已知偏移值。

如果有必要，可以按照如下的方法确定衰减器的准确衰减量。首先将连接有衰减器的检波器连接到校准源输出上，然后按如下步骤操作：

- a) 设置校准源输出为连续波模式，设置校准源输出功率电平为 15dBm；
- b) 打开校准源输出，用旋钮调整测量通道菜单下的偏置参数，直到标记读数为 15.00dBm 为止；
- c) 偏置参数的读数即为衰减器在该频率下的精确衰减量。

微波放大器的放大值也可以通过类似的步骤进行测量。



警告： 在使用放大器时，必须正确估计放大器的放大倍数，确保输入到检波器的功率电平低于 20dBm，否则会损坏功率检波器。

5 极限设置

在传输、反射测量或功率测量中，可以利用极限设置检查测试数据是否超出特定的电平范围。AV36110 可为每个逻辑通道配置 16 个极限设置，可以是某个频率点上的点极限，或者某段频率上的水平极限或斜线极限，分别对应三种类型的极限设置：(1) 点极限 (2) 水平极限 (3) 斜线极限。当测试数据位于极限设定的上下限之间时，对应通道的测试数据显示区域为出现“√”，否则显示“X”。

点极限用于确定某一个频率点上，测试数据所允许的上下限范围。当极限打开后，屏幕相应频率点上会显示一对上下对应的三角形。

水平极限用于确定某段频率上，测试数据所允许的上下限范围。当极限打开后，屏幕相应频率段上会显示一对上下对应的水平线段。

斜线极限用于确定某段频率上，测试数据所允许的上下限范围。当极限打开后，屏幕相应频率段上会显示一对上下对应的斜线段。

可以组合设定点极限、水平极限和斜线极限，构成较为复杂的上下限设置，用于检查被测件指标是否超出预定范围。

既可以在 dBm 显示格式下进行极限设置，也可以在 SWR 显示格式下进行极限设置。

图 5-14 为某型号带通滤波器的传输特性，其中心频率为 1.024GHz，信号源扫频范围为 800MHz 至 1.2GHz，点极限和水平极限参数设置如图 5-15 所示。从图可以看出，该带通滤波器-3dB 带宽为 103.56MHz，并且满足点极限和水平极限的设置。

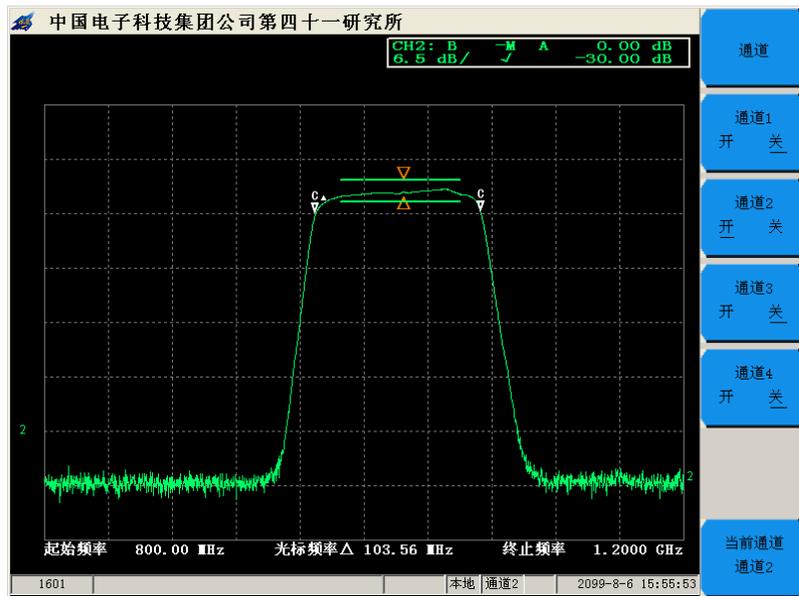


图 5-14 -3dB 带宽和水平极限设置示例

| 编号 | 频率 | 下限 | 上限 | 频率 | 下限 | 上限 |
|----|------------|-------|------|------------|----|----|
| 0 | 1.0240 GHz | -2.00 | 0.00 | | | |
| 1 | 985.00 MHz | -2.50 | 0.00 | 1.0600 GHz | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |

| | | | |
|------|------------|------|------------|
| 极限编号 | 1 | 极限类别 | 水平极限 |
| 下限频率 | 985.00 MHz | 上限频率 | 1.0600 GHz |
| 测量下限 | -2.50 dBm | 测量下限 | |
| 测量上限 | 0.00 dBm | 测量上限 | |

图 5-15 极限参数设置

第六章 软件使用说明

本章详细介绍 AV36110 支持的所有 SCPI 远程控制命令，其他有关远程控制的内容请参考附录 A。本章涉及的命令集如表 6-1 所示。

表 6-1 SCPI 命令集

| 小节号 | 命令集 |
|-----|-----------------|
| 1 | IEEE 488.2 通用命令 |
| 2 | CALCulate 子系统 |
| 3 | CALibration 子系统 |
| 4 | DISPlay 子系统 |
| 5 | INITiate 子系统 |
| 6 | OUTPut 子系统 |
| 7 | SENSe 子系统 |
| 8 | SOURce 子系统 |
| 9 | STATus 子系统 |
| 10 | SYSTem 子系统 |

1 IEEE 488.2 通用命令

通用命令用来控制仪器状态寄存器、状态报告、同步、数据存储及其它通用功能。所有的通用命令都可以通过命令字中的第一个“*”被识别，在IEEE488.2中详细地定义了这些通用命令。

以下是 IEEE488.2 通用命令的解释和说明。

*CLS

功能：清空仪器状态数据结构，包括 SCPI 寄存器（如可疑状态、操作状态等）、标准事件寄存器、状态字、错误/事件队列。

查询：不支持

设置：*CLS

举例：*CLS 清空仪器状态

*ESE

功能：查询或设置标准事件状态使能寄存器。0 禁止，1 使能。

查询：*ESE?

设置：*ESE <NRf>

NRf 表示数值，2 的倍数。位映射见表 6-1-1。

举例：*ESE? 查询该寄存器的当前设置。返回格式为<NR1>，
0~255

*ESE 60 使能 4+8+16+32 相应位

表 6-1-1 标准事件位映射

| 位 | 值 | 说明 |
|---|---|--------|
| 0 | 1 | 操作完成 |
| 1 | 2 | 未用 |
| 2 | 4 | 查询错误 |
| 3 | 8 | 设备相关错误 |

| | | |
|---|-----|------|
| 4 | 16 | 执行错误 |
| 5 | 32 | 命令错误 |
| 6 | 64 | 未用 |
| 7 | 128 | 未用 |

***ESR?**

功能: 查询标准事件状态寄存器的值, 并清 0 该寄存器。见表 3-1-1

查询: *ESR?

设置: 不支持

举例: *ESR? 查询标准事件状态寄存器的值, 并清 0。

【注意】: 该命令只能查询。该命令将执行一个破坏性的读, 即标准事件状态寄存器的值将被放到一个缓冲区中, 直到该数据被查询成功, 随即, 该寄存器将被清空。

***IDN?**

功能: 查询仪器的标识串。

查询: *ESR?

设置: 不支持

举例: *IDN? 查询仪器的标识串

***OPC**

功能: 当所有等待执行的操作完成时, 设置标准事件状态寄存器中的操作结束位。

查询: *OPC?

设置: *OPC

举例: *OPC? 如果等待的操作完成时, 返回 1, 否则等待。

***OPT?**

功能: 查询仪器选项配置。

查询: *OPT?

设置: 不支持

举例: *OPT? 查询仪器选项配置。

***RCL**

功能: 调用指定的存储调用寄存器中的仪器状态。

查询: 不支持

设置: *RCL <NRf>
<NRf>范围为 0 到 9

举例: *RCL 8 查询仪器选项配置。

错误信息: 如果寄存器不位于 0 到 9, 则提示“参数超出范围”。

***RST**

功能: 复位仪器, 请参考 SYSTEM:PRESet.

查询: 不支持

设置: *RST

***SAV**

功能： 调用指定的存储调用寄存器中的仪器状态。

查询： 不支持

设置： *SAV <NRf>
<NRf>范围为 0 到 9

举例： *SAV 9 存储仪器状态到寄存器 9 中。

错误信息： 如果寄存器不位于 0 到 9，则提示“参数超出范围”。

***SRE**

功能： 查询或设置服务请求寄存器。0 禁止，1 使能。

查询： *SRE?

设置： *SRE <NRf>
<NRf>表示数值，2 的倍数，位映射如表 6-1-2。

举例： *SRE? 查询仪器选项配置。

*SRE 316 分别设置第 2, 3, 4, 5, 8 位 (4+8+16+32+256)

错误信息： 如果寄存器不位于 0 到 9，则提示“参数超出范围”。

表 6-1-2 服务请求寄存器位映射

| 位 | 值 | 说明 |
|---|-----|-------|
| 0 | 1 | 未用 |
| 1 | 2 | 未用 |
| 2 | 4 | 设备相关 |
| 3 | 8 | 可疑状态 |
| 4 | 16 | 信息接收 |
| 5 | 32 | 事件状态位 |
| 6 | 64 | 必须为 0 |
| 7 | 128 | 操作状态 |

***STB?**

功能： 查询状态字。

查询： *STB?

设置： 不支持

举例： *STB? 查询状态字

表 6-1-3 状态字

| 位 | 值 | 说明 |
|---|-----|---------|
| 0 | 1 | 未用 |
| 1 | 2 | 设备相关 |
| 2 | 4 | 错误/事件队列 |
| 3 | 8 | 可疑状态 |
| 4 | 16 | 信息接收 |
| 5 | 32 | 事件状态位 |
| 6 | 64 | 服务请求 |
| 7 | 128 | 操作状态 |

***TST?**

功能： 执行自测试，自测试时间较长。

查询： *TST?

设置: 不支持
 举例: *TST? 返回 0 时表示通过, 其它表示失败。

***WAI**

功能: 使标量网络分析仪处于等待状态, 直到以下任意一种满足:
 1) 所有等待的操作已经完成
 2) 接收到设备清除命令
 3) 重启。
 查询: 不支持
 设置: *WAI

2 CALCulate 子系统

CALCulate 命令集用于配置数据采集后的信号处理。CALCulate 命令集中的函数可以用来配置测量模式, 控制数据的采集过程并最终生成结果数据。除了配置测量模式外, CALCulate 命令还用来定义数据运算、测量单位和超限监控。CALCulate 语句中的数字后缀表示处理和显示的通道, 比如 CALCulate1 表示面向通道 1 的函数, CALCulate2 表示面向通道 2 的函数, CALCulate3 表示面向通道 3 的函数, CALCulate4 表示面向通道 4 的函数, CALCulate0 或 CALCulate 表示面向当前通道的函数。CALCulate 命令通常不影响测量过程。

CALCulate:CHANnel:CURRent

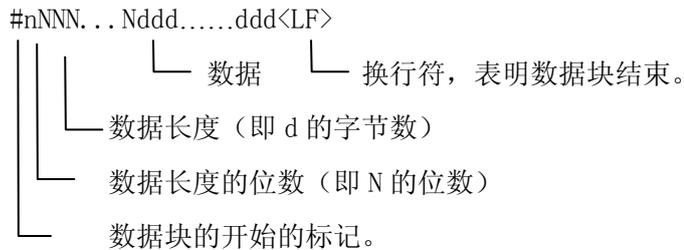
功能: 查询或设置仪器的当前逻辑通道。
 查询: CALCulate:CHANnel:CURRent? [MIN|MAX]
 返回值为 1 到 4, 分别对应于 4 个逻辑通道。
 设置: CALCulate:CHANnel:CURRent <数值数据>
 参数的范围为 1, 2, 3, 4, MIN, MAX
 举例: CALC:CHAN:CURR 2 设置当前逻辑通道为 2。
 CALCulate:CHAN:CURR? 查询当前逻辑通道。
 复位状态: 当前逻辑通道设置为通道 1。

CALCulate[0]|1|2|3|4:CORRection:OFFSet[:MAGNitude]

功能: 查询或设置检波偏置。
 查询: CALCulate[0]|1|2|3|4:CORRection:OFFSet[:MAGNitude]? [MIN|MAX]
 查询给定逻辑通道的检波偏置, 单位为 dB。
 设置: CALCulate[1]|2|3|4:CORRection:OFFSet[:MAGNitude] <数值数据>
 参数的范围为-60 到 60, 或者 MIN 和 MAX。
 举例: CALC:CORR:OFFS 2 设置当前逻辑通道的检波偏置为 2dB。
 CALC2:CORR:OFFS? 查询逻辑通道 2 的检波偏置。
 复位状态: 当前逻辑通道设置为通道 1。

CALCulate[0]|1|2|3|4:DATA?

功能: 查询指定通道的迹线数据。
 返回的数据格式为 IEEE488.2 的第 7.7.6 节的<任意数据块>。



每个迹线的数据元素的格式为 IEEE754 32 位浮点数据，即 4 个字节。由于迹线的点数与扫描点数相同，如果扫描点数为 101 时，数据块的形式为 #3404.....<LF> 中， $n = 3$ ， $N = 404$ 。

查询：:CALCulate[0]|1|2|3|4:DATA?

设置：不支持

举例：CALC2:DATA? 查询通道 2 的迹线数据。

复位状态：无

说明：用网络程控时，二进制数据块中可能包含换行符(0x0A)，发送该命令后，读数据之前，必须将 VI_ATTR_TERMCHAR_EN 设置为 VI_FALSE。先读取前二个字节（#n），确定后面数据块的长度。再读取 n 个字节，计算后面共有多少个字节 N，最后读取 N 个字节。N 个字节才是真正的迹线数据。对于 GPIB 程控，不用分次读取，可一次性全部读回。

CALCulate[0]|1|2|3|4:FORMat

功能：查询或设置指定逻辑通道的显示方式。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:FORMat?

CALCulate[0]|1|2|3|4 表示逻辑通道（下同，不再说明）。

返回值为 0 到 1，分别表示对数（dB）和驻波比（SWR）。

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:FORMat <字符数据>

有效的字符数据有：

MLOGarithmic 或 0：对数显示。

SWR 或 1：驻波比显示。

举例：CALC2:FORM SWR 设置逻辑通道 2 为驻波比显示。

CALCulate:FORM? 查询当前逻辑通道的显示方式。

复位状态：所有逻辑通道设置为对数显示方式。

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:AOFF

功能：删除指定逻辑通道的所有极限。

查询：不支持。

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:AOFF

举例：CALC2:LIM:AOFF 删除逻辑通道 2 的所有极限。

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:FAIL

功能：查询指定逻辑通道是否超出极限。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:FAIL?

设置：不支持

举例：CALC2:LIM:FAIL? 查询逻辑通道 2 是否超出极限。

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGment[0]|1|2|...|15:AMPLitude[1]|2:STARt

功能：查询或设置指定逻辑通道的极限测量下限，单位与该通道的显示方式有关。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:AMPLitude[1]|2:STARt?

SEGMent[0]|1|2|...|15 表示极限段 0 到 15。

AMPLitude[1]|2 表示哪个频率的测量，1 或省略表示起始频率处对应的测量，2 表示终止频率处对应的测量。

下同，不再说明。

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:AMPLitude[1]|2:STARt <数值数据>

举例：CALC2:LIM:SEGM1:AMP:STAR -60 设置逻辑通道 2 的极限 1 的起始频率处的测量下限为-60。

CALC2:LIM:SEGM1:AMP2:STAR 0 设置逻辑通道 2 的极限 1 的终止频率处的测量下限为 0。

CALC1:LIM:SEGM:AMP:STAR? 查询逻辑通道 1 的极限 0 起始频率处测量下限

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:AMPLitude[1]|2:STOP

功能：查询或设置指定逻辑通道的极限测量下限，单位与该通道的显示方式有关。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:AMPLitude[1]|2:STOP?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:AMPLitude[1]|2:STOP <数值数据>

举例：CALC2:LIM:SEGM1:AMP:STOP -20 设置逻辑通道 2 的极限 1 的起始频率处的测量上限为-60。

CALC2:LIM:SEGM1:AMP2:STOP 20 设置逻辑通道 2 的极限 1 的终止频率处的测量上限为 20。

CALC1:LIM:SEGM:AMP:STOP? 查询逻辑通道 1 的极限 0 起始频率处测量上限

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:CLEar

功能：删除指定逻辑通道的指定极限。

查询：不支持

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:CLEar

举例：CALC2:LIM:SEGM1:CLE 删除逻辑通道 2 的极限 1。

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:STIMulus:STARt

功能：查询或设置指定逻辑通道的极限起始频率，单位为 Hz。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:STIMulus:STARt?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:STIMulus:STARt <数值数据>

举例：CALC2:LIM:SEGM1:STIM:STAR 1e9 设置逻辑通道 2 的极限 1 的起始频率 1GHz。

CALC1:LIM:SEGM:STIM:STAR? 查询逻辑通道 1 的极限 0 起始频率

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:STIMulus:STOP

功能：查询或设置指定逻辑通道的极限终止频率，单位为 Hz。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:STIMulus:STOP?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:SEGMent[0]|1|2|...|15:STIMulus:STOP <数值数据>

举例：CALC2:LIM:SEGM1:STIM:STOP 10GHz 设置逻辑通道 2 的极限 1 的终止频率 10GHz。

CALC1:LIM:SEGM:STIM:STOP? 查询逻辑通道 1 的极限 0 终止频率

CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:STATe

功能：查询或设置指定逻辑通道的极限的开关状态。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:STATe?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:STATe <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：CALC2:LIM:STAT 1 启用逻辑通道 2 的极限检测。
 CALC1:LIM:STAT? 查询逻辑通道 1 的极限检测状态。

复位状态：关闭所有逻辑通道的极限检测状态。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:AOFF

功能：关闭指定逻辑通道的光标。

查询：不支持。

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:AOFF

举例：CALC2:MARK:AOFF 关闭逻辑通道 2 的光标。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:BANDwidth|BWIDth

功能：查询或设置指定逻辑通道的标记的搜索值（带宽）。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:BANDwidth|BWIDth?

BANDwidth 与 BWIDth 等价，二者取其一即可。

返回以逗号隔开的三个数，分别为 bandwidth hz, centerfreq hz, 搜索值。如
“1000000 Hz, 10000000 Hz, -3”

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:BANDwidth|BWIDth <数值数据>
<数值数据>的范围为-60 到 60。

举例：CALC2:MARK:BAND -3 设置逻辑通道 2 的标记搜索值为-3。
 CALC1:MARK:BWID? 查询逻辑通道 1 的标记带宽、中心频率和搜索值。

复位状态：所有逻辑通道的标记搜索值为-3。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:DELTA

功能：查询或设置指定逻辑通道的标记 Δ 的开关状态。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:DELTA?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:LIMit:DELTA <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：CALC2:LIM:DELT 1 启用逻辑通道 2 的标记 Δ 。
 CALC1:LIM:DELT? 查询逻辑通道 1 的标记 Δ 开关状态。

复位状态：关闭所有逻辑通道标记 Δ 。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:FORMat

功能：查询或设置指定逻辑通道的标记显示格式。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:FORMat?

返回值为 0 到 1，分别表示对数（dB）和驻波比（SWR）。

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:FORMat <字符数据>
有效的字符数据有：

MLOGarithmic 或 0: 对数显示。

SWR 或 1: 驻波比显示。

举例: CALC2:MARK:FORM SWR 设置逻辑通道 2 标记为驻波比显示。

CALCulate:MARK:FORM? 查询当前逻辑通道的标记显示格式。

复位状态: 所有逻辑通道标记设置为对数显示方式。

CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:FUNCTION[:SElect]

功能: 查询或设置指定逻辑通道的标记搜索方式。

查询: CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:FUNCTION[:SElect]?

返回值为 0 到 4, 分别表示搜索“最小值”、“最大值”、“左边”、“右边”、“带宽”。

设置: CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:FUNCTION[:SElect] <字符数据>

有效的字符数据有:

MINimum 或 0: 搜索最小值;

MAXimum 或 1: 搜索最大值;

LTARget 或 2: 搜索左边;

RTARget 或 3: 搜索右边;

BANDwidth 或 BWIDth 或 4: 搜索带宽。

举例: CALC2:MARK:FUNC MAX 设置逻辑通道 2 标记搜索最大值。

CALCulate:MARK:FUNC:SEL? 查询当前逻辑通道的标记搜索方式。

CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:SET

功能: 查询或设置指定逻辑通道的标记设置方式。

查询: CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:SET?

返回值为 0 到 3, 分别表示设置标记到“参考电平”、“中心频率”、“起始频率”、“终止频率”。

设置: CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:FUNCTION[:SElect] <字符数据>

有效的字符数据有:

RLEVel 或 0: 设置标记到参考电平;

MAXimum 或 1: 设置标记到中心频率 (本案暂不支持);

START 或 2: 设置标记到起始频率 (本案暂不支持);

STOP 或 3: 设置标记到终止频率 (本案暂不支持)。

举例: CALC2:MARK:SET RLEV 设置逻辑通道 2 标记到参考电平。

CALCulate:MARK:SET? 查询当前逻辑通道的标记设置方式。

CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer[:STATe]

功能: 查询或设置指定逻辑通道的标记的开关状态。

查询: CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer[:STATe]?

设置: CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer[:STATe] <布尔数据>

<布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON

举例: CALC2:MARK 1 启用逻辑通道 2 的标记。

CALC1:MARK:STAT? 查询逻辑通道 1 的标记开关状态。

复位状态: 打开所有逻辑通道的标记。

CALCulate[0|1|2|3|4]:MARKer:TARGet

功能：查询或设置指定逻辑通道的标记的搜索值，单位与逻辑通道的迹线单位相同。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:TARGet?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer:TARGet <数值数据>

举例：CALC2:MARK:TARG -3 设置逻辑通道 2 的标记搜索值为-3。

CALC1:MARK:TARG? 查询逻辑通道 1 的标记搜索值。

复位状态：所有逻辑通道的标记搜索值为-3。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:X

功能：查询或设置指定逻辑通道的标记的频率值，单位为 Hz。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:X?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:X <数值数据>

举例：CALC2:MARK:X 1GHz 设置逻辑通道 2 的标记的频率为 1GHz。

CALC2:MARK2:X 2GHz 设置逻辑通道 2 的标记 Δ 的频率为 2GHz。

CALC1:MARK1:X? 查询逻辑通道 1 的标记频率。

限制：仅适用于扫频方式。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:X:POINT

功能：查询或设置指定逻辑通道的标记的扫描点位置。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:X:POINT?

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:X:POINT <数值数据>

<数值数据>的有效范围与当前迹线点数有关，为 0 到 1600 或 MIN 和 MAX。

举例：CALC2:MARK:X:POIN 66 设置逻辑通道 2 的标记的扫描点为 66。

CALC2:MARK2:X:POIN 88 设置逻辑通道 2 的标记 Δ 的扫描点为 88。

CALC1:MARK1:X:POINT? 查询逻辑通道 1 的标记扫描点位置。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:Y

功能：查询指定逻辑通道的标记处的测量值。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MARKer[1]|2:Y?

设置：不支持。

举例：CALC2:MARK:Y? 查询逻辑通道 2 的标记的测量值。

CALC2:MARK2:Y? 设置逻辑通道 2 的标记 Δ 测量值。

CALCulate[0]|1|2|3|4:MATH:FUNCTION

功能：查询或设置指定逻辑通道的显示方式。

查询：CALCulate[0]|1|2|3|4:MATH:FUNCTION?

返回值为 0 到 2，分别表示显示“测量”、“内存”、“测量-内存”。

设置：CALCulate[0]|1|2|3|4:MATH:FUNCTION <字符数据>

有效的字符数据有：

NORMal 或 0：显示方式为“测量”；

MEM 或 1：显示方式为“内存”；

SUBTract 或 2：显示方式为“测量-内存”。

举例：CALC2:MATH:FUNC NORM 设置逻辑通道 2 的显示方式为“测量”。

CALCulate:MATH:FUNC? 查询当前逻辑通道的显示方式。

CALCulate[0]1|2|3|4:MATH:MEMorize

功能：将指定逻辑通道的“测量”存储到“内存”。

查询：不支持。

设置：CALCulate[0]1|2|3|4:MATH:MEMorize

举例：CALC2:MATH:MEM 将逻辑通道 2 的测量存储到“内存”。

CALCulate[0]1|2|3|4:MATH:SUBTract:MEMorize

功能：将指定逻辑通道的“测量-内存”存储到“内存”。

查询：不支持。

设置：CALCulate[0]1|2|3|4:MATH:SUBTract:MEMorize

举例：CALC2:MATH:SUBT:MEM 将逻辑通道 2 的“测量-内存”存储到“内存”。

CALCulate[0]1|2|3|4:NORMalize:INTerpolation[:STATe]

功能：查询或设置指定逻辑通道的自适应开关状态。

查询：CALCulate[0]1|2|3|4:NORM:INTerpolation[:STATe]?

设置：CALCulate[0]1|2|3|4:NORM:INTerpolation[:STATe] <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：CALC2:NORM:INT:STAT 1 启用逻辑通道 2 的自适应。

CALC1:NORM:INT? 查询逻辑通道 1 的自适应开关状态。

复位状态：关闭所有逻辑通道的自适应状态。

CALCulate[0]1|2|3|4:PARAmeter:DEFine

功能：查询或设置指定逻辑通道的测量输入。

查询：CALCulate[0]1|2|3|4:PARAmeter:DEFine?

设置：CALCulate[0]1|2|3|4:PARAmeter:DEFine <字符数据>
<字符数据>的有效形式为：

A: 测量输入为通道 A;

B: 测量输入为通道 B;

R: 测量输入为通道 R;

AR: 测量输入为通道 A/通道 R;

BR: 测量输入为通道 B/通道 R;

AB: 测量输入为通道 A/通道 B;

BA: 测量输入为通道 B/通道 A;

RA: 测量输入为通道 R/通道 A;

RB: 测量输入为通道 R/通道 B。

举例：CALC2:PAR:DEF A 设置逻辑通道 2 的测量输入为通道 A。

CALC1:PAR:DEF? 查询逻辑通道 1 的测量输入。

复位状态：逻辑通道 1 的测量输入为通道 A，逻辑通道 2 的测量输入为通道 B，逻辑通道 3 的测量输入为通道 R，逻辑通道 4 的测量输入为通道 R。

CALCulate[0]1|2|3|4:SMOothing:APERture

功能：查询或设置指定逻辑通道的平滑孔径。

查询: CALCulate[0]|1|2|3|4:SMOothing:APERture? [MIN|MAX]

设置: CALCulate[0]|1|2|3|4:SMOothing:APERture <数值数据>
<数值数据>的范围为 0.1 到 20 或 MIN 和 MAX, 单位为%。

举例: CALC2:SMO:APER 8 设置逻辑通道 2 的平滑孔径为 8%。
CALC1:SMO:APER? 查询逻辑通道 1 的平滑孔径。
CALC:SMO:APER? MAX 查询当前逻辑通道可设置的最大平滑孔径。

复位状态: 所有逻辑通道 1 的平滑孔径设置为 5%。

CALCulate[0]|1|2|3|4:SMOothing[:STATe]

功能: 查询或设置指定逻辑通道的平滑开关状态。

查询: CALCulate[0]|1|2|3|4:SMOothing[:STATe]?

设置: CALCulate[0]|1|2|3|4:SMOothing[:STATe] <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON

举例: CALC2:SMO 1 启用逻辑通道 2 的平滑。
CALC1:SMO:STAT? 查询逻辑通道 1 的平滑开关状态。

复位状态: 关闭所有逻辑通道的平滑功能。

CALCulate[0]|1|2|3|4:STATe

功能: 查询或设置指定逻辑通道的开关状态。

查询: CALCulate[0]|1|2|3|4:STATe?

设置: CALCulate[0]|1|2|3|4:STATe <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON

举例: CALC2:STAT 1 打开逻辑通道 2 的开关。
CALC1:STAT? 查询逻辑通道 1 的开关状态。

复位状态: 逻辑通道 1 和 2 打开, 其它关闭。

3 CALibration 子系统

CALibration 子系统用来控制微波功率探头和通道的自动零偏设置和线性度调整。如果没有射频信号加载到探头上, 可以随时进行校零设置。校准需要将探头连接到标量网络分析仪的校准源上。

CALibration 命令中的数字后缀表示测量通道, CALibration1 和 CALibration2 分别表示 CHA 和 CHB, CALibration4 表示通道 R, CALibration3 表示通道 C (本案不支持通道 C)。

CALibration[1]|2|4:AUTO

功能: 使用内部校准源, 对选定探头执行多点探头增益校准。该操作能够在探头的整个动态范围内, 在多个点上校准探头的线性度。

查询: 不支持

设置: CALibration[1]|2|4:AUTO

举例: CAL:AUTO 对通道 1 进行自动校准。
CALibration1:AUTO 对通道 1 进行自动校准。

复位状态: 无。

CALibration[1]|2|4:ZERO

功能：对指定通道进行校零。

查询：不支持

设置：CALibration[1]|2|4:ZERO

举例：CAL:ZERO 对通道 A 进行自动校零。

 CAL4:ZERO 对通道 R 进行自动校零。

 CALibration1:ZERO 对通道 A 进行自动校零。

复位状态：无。

4 DISPLAY 子系统

DISPlay 子系统用于控制文本、图形和迹线的显示。

DISPlay:ANNOtation:MARKer:STATe

功能：查询或设置频标值的显示开关状态。

查询：DISPlay:ANNOtation:MARKer:STATe?

设置：DISPlay:ANNOtation:MARKer:STATe <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：DISP:ANN:MARK:STAT 1 打开频标值显示开关。

 DISP:ANN:MARK:STAT? 查询频标值显示开关状态。

复位状态：显示频标值。

DISPlay:HELP

功能：查询或设置帮助显示开关状态。

查询：DISPlay:HELP?

设置：DISPlay:HELP <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：DISP:HELP 1 打开帮助显示开关。

 DISP:HELP? 查询帮助显示开关状态。

复位状态：显示频标值。

DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4[:STATe]

功能：查询或设置指定逻辑通道的开关状态。等价命令“CALCulate[0]|1|2|3|4:STATe”

查询：DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:STATe?

设置：DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:STATe <布尔数据>
<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：DISP:WIND2 1 打开逻辑通道 2 的开关。

 DISP:WIND1:STAT? 查询逻辑通道 1 的开关状态。

复位状态：逻辑通道 1 和 2 打开，其它关闭。

DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:AUTO

功能：对指定逻辑通道进行自动刻度设置。

查询：不支持。

设置：DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:AUTO

举例: DISP:WIND2:TRAC:Y:AUTO 对逻辑通道 2 进行自动刻度设置。

DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision

功能: 查询或设置指定逻辑通道的垂直刻度, 单位与该通道的迹线格式有关。

查询: DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision? [MIN|MAX]

设置: DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision <数值数据>

<数值数据>的范围与迹线格式有关, 对数显示时, 范围为 0.1 到 20 或 MIN 和 MAX, 驻波比 (SWR) 显示时, 范围为 0.02 到 10 或 MIN 和 MAX。

举例: DISP:WIND2:TRAC:Y:PDIV 8 设置逻辑通道 2 的垂直刻度为 8。

DISP:WIND1:TRAC:Y:SCAL:PDIV? 查询逻辑通道 1 的垂直刻度。

DISP:WIND2:TRAC:Y:PDIV? MAX 查询当前逻辑通道可设置的最大垂直刻度。

DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel

功能: 查询或设置指定逻辑通道的参考电平, 单位与该通道的迹线格式有关。

查询: DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel? [MIN|MAX]

设置: DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel <数值数据>

<数值数据>的范围与迹线格式有关, 对数显示时, 范围为-90 到 90 或 MIN 和 MAX, 驻波比 (SWR) 显示时, 范围为 1 到 37 或 MIN 和 MAX。

举例: DISP:WIND2:TRAC:Y:RLEV 8 设置逻辑通道 2 的参考电平为 8。

DISP:WIND1:TRAC:Y:SCAL:RLEV? 查询逻辑通道 1 的参考电平。

DISP:WIND2:TRAC:Y:RLEV? MAX 查询当前逻辑通道可设置的最大参考电平。

DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:RPOStion

功能: 查询或设置指定逻辑通道的参考位置。

查询: DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:RPOStion? [MIN|MAX]

设置: DISPlay:WINDow[0]|1|2|3|4:TRACe:Y[:SCALe]:RPOStion <数值数据>

<数值数据>的范围为 0 到 8 或 MIN 和 MAX。

举例: DISP:WIND2:TRAC:Y:RPOS 6 设置逻辑通道 2 的参考位置为 6。

DISP:WIND1:TRAC:Y:SCAL:RPOS? 查询逻辑通道 1 的参考位置。

DISP:WIND2:TRAC:Y:RPOS? MAX 查询当前逻辑通道可设置的最大参考位置。

5 INITiate 子系统

INITiate 子系统用来控制控制信号扫描方式和触发扫描。

INITiate:CONTInuous

功能: 查询或设置扫描方式 (连续扫描、单次扫描)。

查询: INITiate:CONTInuous?

设置: INITiate:CONTInuous <布尔数据>

<布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON

举例: INIT:CONT 1 设置为连续扫描方式。

INIT:CONT? 查询扫描方式, 0 表示单次扫描, 1 表示连续扫描。

复位状态: 设置为连续扫描方式。

INITiate[:IMMediate]:ALL

功能：如果为单步扫描，则触发一次扫描，如果为连续扫描模式，则忽略。

查询：不支持。

设置：INITiate[:IMMediate]:ALL

举例：INIT:ALL 如果为单步扫描，则触发一次扫描。

6 OUTPut 子系统**OUTPut:LEVel:LIMit**

功能：查询或设置校准源的最大输出功率，单位为 dBm。相关命令：OUTPut:LEVel:POWer。

OUTPut:LEVel:POWer 命令的功率设计范围受该命令限制，例如该命令将校准源的输出范围设置为 10dBm 时，OUTPut:LEVel:POWer 命令的功率设置范围为-40.0 到 10.0dBm。

查询：OUTPut:LEVel:LIMit? [MIN|MAX]

设置：OUTPut:LEVel:LIMit <功率电平数值>

参数的范围为-40.0 到 20.0dBm 或者 MIN 和 MAX

举例：OUTP:LEV:POW? 查询校准源功率大小

OUTPut:LEVel:POWer? MAX 查询最大可设置的校准源功率大小

OUTP:LEV:POW 8.8 设置校准源功率为 8.8dBm

OUTP:LEV:POW MIN 设置校准源功率为-40dBm

复位状态：设置为 0dBm

OUTPut:LEVel:POWer

功能：查询或设置校准源的功率电平，单位为 dBm。

查询：OUTPut:LEVel:POWer? [MIN|MAX]

设置：OUTPut:LEVel:POWer <数值数据>

数值数据的有效值为：MIN, MAX, <NRF>, <NRF>仅用于设置。

<NRF>的范围为-40 到 20。

举例：OUTP:LEV:POW? 查询当前校准源的输出功率电平

OUTP:LEV:POW? MAX 查询校准源的输出功率电平的上线。

OUTP:LEV:POW 0 设置校准源的输出功率电平为 0dBm

复位状态：设置为 0dBm

OUTPut:ROSCillator[:STATe]

功能：查询或设置校准源的输出开关状态。

查询：OUTPut:ROSCillator[:STATe]?

返回值为 0 到 1，分别对应于 OFF 和 ON

设置：OUTPut:ROSCillator[:STATe] <布尔数据>

<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：OUTP:ROSC ON 打开校准源射频输出开关。

OUTP:ROSC:STAT 1 打开校准源射频输出开关。

OUTPut:ROSCillator:STATe 1 打开校准源射频输出开关。

OUTP:ROSC? 查询校准源射频输出状态

复位状态：关闭校准源射频输出开关。

7 SENSE 子系统

SENSE子系统对应于逻辑通道1~4，即SENSE1对应于通道1，SENSE2对应于通道2，SENSE3对应于通道3，SENSE4对应于通道4，SENSE对应于当前逻辑通道。另，对于设置频率和扫描的命令，所有通道共享设置。

SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage:CLEar

功能：对指定的逻辑通道进行重新平均。

查询：不支持

设置：SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage:CLEar

举例：SENS2:AVER:CLE 对逻辑通道 2 进行重新平均。

 SENS:AVER:CLE 对当前逻辑通道进行重新平均。

SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage:COUNT

功能：查询或设置指定的逻辑通道的平均次数。

查询：SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage:COUNT? [MIN|MAX]

设置：SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage:COUNT <数值数据>

数值数据的有效值为：MIN, MAX, <Nrf>, <Nrf>仅用于设置。
<Nrf>的范围为 1 到 512。

举例：SENS2:AVER:COUN 8 设置逻辑通道 2 平均次数为 8。

 SENS1:AVER:COUN? 查询逻辑通道 1 的平均次数。

 SENS:AVER:COUN? MAX 查询当前逻辑通道可设置的最大平均次数。

复位状态：平均次数为 8。

SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage[:STATe]

功能：查询或设置指定的逻辑通道的平均状态。

查询：SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage[:STATe]?

设置：SENSE[0|1|2|3|4]:AVERage[:STATe] <布尔数据>

<布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON

举例：SENS2:AVER 1 打开逻辑通道 2 平均开关。

 SENS1:AVER:STAT? 查询逻辑通道 1 的平均开关状态。

 SENS:AVER? 查询当前逻辑通道的平均开关状态。

复位状态：打开平均开关。

SENSE:FREQuency:CW

功能：查询或设置 CW 频率（点频）。所有通道共享设置。

查询：SENSE:FREQuency:CW? [MIN|MAX]

设置：SENSE:FREQuency:CW <数值数据>

数值数据的有效值为：MIN, MAX, <Nrf>, <Nrf>仅用于设置。

<Nrf>的范围为由所连接的信号源的频率范围决定，如连接的信号源的频率范围为 10MHz 到 40GHz，则<Nrf>的范围为 10MHz 到 40GHz。如果未连接信号源，则<Nrf>的范围为 10MHz 到 170GHz。

举例：SENS:FREQ:CW 1GHz 设置点频为 1GHz。

 SENS:FREQ:CW? 查询当前点频。

SENS:FREQ:CW? MAX 查询可设置的最大点频。

复位状态：点频设置为 1GHz。

SENSe:FREQuency:STARt

功能：查询或设置起始频率。所有通道共享设置。

查询：SENSe:FREQuency:STARt? [MIN|MAX]

设置：SENSe:FREQuency:STARt <数值数据>

数值数据的有效值为：MIN, MAX, <NRF>, <NRF>仅用于设置。

<NRF>的范围为由所连接的信号源的频率范围决定，如连接的信号源的频率范围为 10MHz 到 40GHz，则<NRF>的范围为 10MHz 到 40GHz。如果未连接信号源，则<NRF>的范围为 10MHz 到 170GHz。

举例：SENS:FREQ:STAR 1GHz 设置起始频率为 1GHz。

SENS:FREQ:STAR? 查询当前起始频率。

SENS:FREQ:STAR? MAX 查询可设置的最大起始频率。

复位状态：起始频率设置为 1GHz。

SENSe:FREQuency:STOP

功能：查询或设置终止频率。所有通道共享设置。

查询：SENSe:FREQuency:STOP? [MIN|MAX]

设置：SENSe:FREQuency:STOP <数值数据>

数值数据的有效值为：MIN, MAX, <NRF>, <NRF>仅用于设置。

<NRF>的范围为由所连接的信号源的频率范围决定，如连接的信号源的频率范围为 10MHz 到 40GHz，则<NRF>的范围为 10MHz 到 40GHz。如果未连接信号源，则<NRF>的范围为 10MHz 到 170GHz。

举例：SENS:FREQ:STOP 10GHz 设置终止频率为 1GHz。

SENS:FREQ:STOP? 查询当前终止频率。

SENS:FREQ:STOP? MAX 查询可设置的最大终止频率。

复位状态：终止频率设置为 10GHz。

SENSe:SWEep:MODE

功能：查询或设置扫描模式（单次扫描、连续扫描）。所有通道共享设置。

查询：SENSe:SWEep:MODE?

设置：SENSe:SWEep:MODE <字符数据>

<字符数据>的有效值为：

HOLD|0：单次扫描；

CONT|1：连续扫描。

举例：SENS:SWE:MODE 1 设置连续扫描。

SENS:SWE:MODE? 查询当前连续扫描（0：单次扫描；1：连续扫描）。

复位状态：连续扫描。

SENSe:SWEep:POINTs

功能：查询或设置扫描点数。所有通道共享设置。

查询：SENSe:SWEep:POINTs? [MIN|MAX]

设置：SENSe:SWEep:POINTs <数值数据>

数值数据的有效值为：MIN, MAX, <NRF>, <NRF>仅用于设置。

<NRf>的为 101 到 1601。由于有效扫描点数为 101, 201, 401, 801, 1601, 故不位于这些值的其它值将自动调整到其中的一个上面。

小于等于 101 时, 自动调整为 101;
 大于 101, 小于等于 201, 自动调整为 201;
 大于 201, 小于等于 401, 自动调整为 401;
 大于 401, 小于等于 801, 自动调整为 801;
 大于 801, 自动调整为 1601。

举例: SENS:SWE:POIN 801 设置扫描点数为 801。
 SENS:SWE:POIN? 查询当前扫描点数。
 SENS:SWE:POIN? MAX 查询可设置的最大扫描点数。
 复位状态: 扫描点数设置为 401。

SENSe:SWEep:TIME

功能: 查询或设置扫描时间。所有通道共享设置。
 查询: SENSE:SWEep:TIME?
 设置: SENSE:SWEep:TIME <数值数据>
 数值数据的有范围为: 0.040 秒到 100 秒。
 举例: SENS:SWE:TIME 0.1 设置扫描时间为 100ms。
 SENS:SWE:TIME? 查询当前扫描时间。
 复位状态: 扫描时间设置为 200ms。

SENSe:SWEep:TIME:AUTO

功能: 查询或设置扫描时间控制方式。所有通道共享设置。
 查询: SENSE:SWEep:TIME:AUTO?
 设置: SENSE:SWEep:TIME:AUTO <布尔数据>
 <布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON
 举例: SENS:SWE:TIME:AUTO 1 设置扫描时间控制为“自动”
 SENS:SWE:TIME:AUTO? 查询当前扫描时间控制。
 复位状态: 设置为自动扫描时间控制。

8 SOURCE 子系统

SOURCE子系统对应于扫频信号发生器进行操作, 所有通道共享设置。

SOURCE:FREQuency:MODE

功能: 查询或设置扫频控制方式。所有通道共享设置。
 查询: SOURCE:FREQuency:MODE?
 设置: SOURCE:FREQuency:MODE <字符数据>
 <字符数据>的有效形式为: CW, SWEEP, SWE
 举例: SOUR:FREQ:MODE SWE 扫频控制设置“扫频”
 SOUR:FREQ:MODE? 查询当前扫频控制。
 复位状态: 设置为扫频控制。

SOURCE:MARKer[1|2|3|4|5]:AMPLitude[:STATe]

功能: 查询或设置信号源的频标幅度开关状态。
 查询: SOURCE:MARKer[1|2|3|4|5]:AMPLitude[:STATe]?
 MARKer1 或 MARKer 表示频标 1;
 MARKer2 表示频标 2;

MARKer3 表示频标 3;
 MARKer4 表示频标 4;
 MARKer5 表示频标 5。
 下同。

设置: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:AMPLitude[:STATe] <布尔数据>
 <布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON

举例: SOUR:MARK2:AMPL 1 打开频标 2 的幅度频标。
 SOUR:MARK:AMPL:STAT? 查询频标 1 的幅度频标开关状态。
 复位状态: 关闭幅度频标。

SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:AMPLitude:VALue

功能: 查询或设置信号源的频标幅度值, 单位为 dB。

查询: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:AMPLitude:VALue? [MIN|MAX]

设置: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:AMPLitude:VALue <数值数据>
 数值数据的有效值为: MIN, MAX, <NRf>, <NRf>仅用于设置。
 <NRf>的为-10 到 10。

举例: SOUR:MARK2:AMPL:VAL 1 设置频标 2 的幅度频标值为 1dB。
 SOUR:MARK:AMPL:VAL? 查询频标 1 的幅度频标值。
 SOUR:MARK:AMPL:VAL? MAX 查询频标 1 最大可设置的幅度频标值。
 复位状态: 幅度频标值设置为 0dB。

SOURce:MARKer:AOff

功能: 关闭所有频标。

查询: 不支持。

设置: SOURce:MARKer:AOff

举例: SOUR:MARK:AOff 关闭所有频标

SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:FREQuency

功能: 查询或设置信号源的频标频率值, 单位为 Hz。

查询: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:FREQuency? [MIN|MAX]

设置: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:FREQuency <数值数据>
 数值数据的有效值为: MIN, MAX, <NRf>, <NRf>仅用于设置。
 <NRf>位于起始频率和终止频率之间。

举例: SOUR:MARK2:FREQ 1e9 设置频标 2 的频率值为 1GHz。
 SOUR:MARK:FREQ? 查询频标 1 的频率值。
 SOUR:MARK:FREQ? MAX 查询频标 1 最大可设置的频率值。
 复位状态: 频标频率设置为 1GHz。

SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:STATe

功能: 查询或设置信号源的频标开关状态。

查询: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:STATe?

设置: SOURce:MARKer[1]|2|3|4|5:STATe <布尔数据>
 <布尔数据>的有效形式为: 0, OFF, 1, ON

举例: SOUR:MARK2:STAT 1 打开频标 2。
 SOUR:MARK:STAT? 查询频标 1 开关状态。

复位状态: 关闭所有频标。

SOURce:OUTPut[:STATe]

功能：查询或设置信号源的射频开关状态。
 查询：SOURce:OUTPut[:STATe]?
 设置：SOURce:OUTPut[:STATe] <布尔数据>
 <布尔数据>的有效形式为：0, OFF, 1, ON
 举例：SOUR:OUTP 1 打开信号源的射频开关。
 SOUR:OUTP:STAT? 查询信号源的射频开关状态。
 复位状态：打开信号源的射频开关。

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

功能：查询或设置信号源的功率电平，单位为 dBm。
 查询：SOURce:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?
 设置：SOURce:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <数值数据>
 数值数据的有效值为：为-70 到 20。
 举例：SOUR:POW? 查询当前信号源的输出功率电平
 SOUR:POW 0 设置信号源的输出功率电平为 0dBm。
 复位状态：设置为 0dBm

SOURce:REConnect

功能：重新连接源。
 查询：不支持。
 设置：SOURce:REConnect
 举例：SOUR:REC 重新连接源

9 STATus 子系统

:STATus:DEVice:CONDition?

功能：查询设备状态条件寄存器中的值。
 返回值中，如果位 1 非零，表示通道 1 检测到探头；如果位 2 非零，表示通道 2 检测到探头；如果位 3 非零，表示通道 1 探头错误；如果位 4 非零，表示通道 2 探头错误；如果位 5 非零，表示 USB 通道检测到探头。
 查询：:STATus:DEVice:CONDition?
 设置：不支持
 举例：STAT:DEV:COND?

:STATus:DEVice:ENABle

功能：查询或设置设备状态事件使能寄存器。按位操作，0 表示禁止报告状态事件到上一级状态字的位 1 (Bit1) 中。1 表示使能。
 查询：:STATus:DEVice:ENABle?
 设置：:STATus:DEVice:ENABle <NRf>|<非十进制数>
 参数范围为 0 到 32767。
 举例：STAT:DEV:ENAB?
 STAT:DEV:ENAB 6 使能位 1 和位 2，即允许报告探头检测事件到状态字中。

:STATus:DEVice[:EVENT]?

功能：查询设备事件寄存器。查询完毕后，标量网络分析仪自动清零该寄存器。
 查询：:STATus:DEVice[:EVENT]?
 设置：不支持
 举例：STAT:DEV?

:STATus:DEVIce:NTRansition

功能：查询或设置设备负跳变过滤器。

查询：:STATus:DEVIce:NTRansition?

设置：:STATus:DEVIce:NTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:DEV:NTR?

STAT:DEV:NTR 6 意义同上，使用了十进制数。

:STATus:DEVIce:PTRansition

功能：查询或设置设备正跳变过滤器。

查询：:STATus:DEVIce:PTRansition?

设置：:STATus:DEVIce:PTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:DEV:PTR?

STAT:DEV:PTR 6 意义同上，使用了十进制数。

:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:CONDition?

功能：查询校准操作状态条件寄存器中的值。

返回值中，如果位 1 非零，表示通道 1 正在校零或校准；如果位 2 非零，表示通道 2 正在校零或校准；如果位 3 非零，表示 USB 接口通道正在校零或校准。例如返回 2，表示正在校零校准通道 1。

查询：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:CONDition?

设置：不支持

举例：STAT:OPER:CAL:COND?

:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:ENABLE

功能：查询或设置校准操作事件使能寄存器。按位操作，0 表示禁止报告状态事件到操作状态的位 0 (Bit0) 中。1 表示使能。

查询：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:ENABLE?

设置：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:ENABLE <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:OPER:CAL:ENAB?

STAT:OPER:CAL:ENAB 6 使能位 1 和位 2，允许报告校准操作事件到操作状态。

:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY][:EVENT]?

功能：查询校准操作事件寄存器。查询完毕后，标量网络分析仪自动清零该寄存器。

查询：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY][:EVENT]?

设置：不支持

举例：STAT:OPER:CAL?

:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:NTRansition

功能：查询或设置校准操作负跳变过滤器。

查询：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:NTRansition?

设置：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:NTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:OPER:CAL:NTR?

STAT:OPER:CAL:NTR 6 负跳变过滤位 1 和位 2 的状态到事件寄存器中。

:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMary]:PTRansition

功能：查询或设置校准操作正跳变过滤器。

查询：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMary]:PTRansition?

设置：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMary]:PTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:OPER:CAL:PTR?

STAT:OPER:CAL:PTR 6 正跳变过滤位 1 和位 2 的状态到事件寄存器中。

:STATus:OPERation:CONDition?

功能：查询操作状态条件寄存器中的值。

返回值中，如果位 0 非零，表示检测到校准事件；如果位 5 非零，表示检测到等待触发事件；如果位 10 非零，表示检测到探头接入或移去事件；如果位 11 非零，表示检测到下限检测事件；如果位 12 非零，表示检测到上限检测事件。

例如：如果通过该组寄存器检测校准事件，需要设置校准操作使能寄存器(STAT:OPER:CAL:ENAB)的相应位非 0。其它类同。

查询：:STATus:OPERation:CONDition?

设置：不支持

举例：STAT:OPER:COND?

:STATus:OPERation:ENABle

功能：查询或设置操作状态事件使能寄存器。按位操作，0 表示禁止报告状态事件到状态字的位 7 (Bit7) 中。1 表示使能。

查询：:STATus:OPERation:ENABle?

设置：:STATus:OPERation:ENABle <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:OPER:ENAB?

STAT:OPER:ENAB 1 使能位 1，即允许报告操作事件到状态字中。

:STATus:OPERation[:EVENT]?

功能：查询操作状态事件寄存器。查询完毕后，标量网络分析仪自动清零该寄存器。

查询：:STATus:OPERation[:EVENT]?

设置：不支持

举例：STAT:OPER?

:STATus:OPERation:NTRansition

功能：查询或设置操作状态负跳变过滤器。

查询：:STATus:OPERation:NTRansition?

设置：:STATus:OPERation:NTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:OPER:NTR?

STAT:OPER:NTR 1 负跳变过滤位 0 的状态到事件寄存器中。

:STATus:OPERation:PTRansition

功能：查询或设置操作状态正跳变过滤器。

查询：:STATus:OPERation:PTRansition?

设置：:STATus:OPERation:PTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:OPER:NTR?

STAT:OPER:NTR 6 意义同上，使用了十进制数。

:STATus:PRESet

功能：预置一些状态寄存器如下，其它寄存器不变：清零操作使能寄存器、操作负跳变过滤器、可疑使能寄存器和可疑负跳变过滤器，操作正跳变过滤器和可疑正跳变过滤器置 1。

查询：不支持

设置：:STATus:PRESet

举例：STAT:PRES

表 3-13-8 状态寄存器复位状态描述

| 寄存器 | 子寄存器 | 预置状态 |
|--------------|--------|------|
| OPERation | ENABle | 全 0 |
| | PTR | 全 1 |
| | NTR | 全 0 |
| QUEStionable | ENABle | 全 0 |
| | PTR | 全 1 |
| | NTR | 全 0 |
| 其它 | ENABle | 全 0 |
| | PTR | 全 1 |
| | NTR | 全 0 |

:STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:CONDition?

功能：查询校准可疑状态条件寄存器中的值。

返回值中，如果位 1 非零，表示通道 1 校零校准错误；如果位 2 非零，表示通道 2 表示校零或校准错误。例如返回 2，表示通道 1 校零校准错误。

查询：:STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMary]:CONDition?

设置：不支持

举例：STAT:OPER:CAL:COND?

:STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:ENABle

功能：查询或设置校准可疑事件使能寄存器。按位操作，0 表示禁止报告状态事件到可疑状态的位 8 (Bit8) 中。1 表示使能。

查询：:STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:ENABle?

设置：:STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:ENABle <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:QUES:CAL:ENAB?

STAT:QUES:CAL:ENAB 6 使能位 1 和 2，允许报告校准可疑事件到可疑状态。

:STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary][:EVENT]?

功能：查询校准可疑事件寄存器。查询完毕后，标量网络分析仪自动清零该寄存器。

查询：:STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary][:EVENT]?

设置：不支持

举例：STAT:QUES:CAL?

:STATus:QUESTionable:CALibration[:SUMMARY]:NTRansition

功能：查询或设置校准可疑负跳变过滤器。

查询：:STATus:QUESTionable:CALibration[:SUMMARY]:NTRansition?

设置：:STATus:QUESTionable:CALibration[:SUMMARY]:NTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:QUES:CAL:NTR?

STAT:QUES:CAL:NTR 6 负跳变过滤位 1 和位 2 的状态到事件寄存器中。

:STATus:QUESTionable:CALibration[:SUMMARY]:PTRansition

功能：查询或设置校准可疑正跳变过滤器。

查询：:STATus:QUESTionable:CALibration[:SUMMARY]:PTRansition?

设置：:STATus:QUESTionable:CALibration[:SUMMARY]:PTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:QUES:CAL:PTR?

STAT:QUES:CAL:PTR 6 正跳变过滤位 1 和位 2 的状态到事件寄存器中。

:STATus:QUESTionable:CONDition?

功能：查询可疑状态条件寄存器中的值。

返回值中，如果位 3 非零，表示检测到功率可疑事件；如果位 8 非零，表示检测到校准可疑事件；如果位 9 非零，表示开机自测试失败。

例如：如果通过该组寄存器检测校准可疑事件，需要设置校准可疑使能寄存器（STAT:QUES:CAL:ENAB）的相应位非 0。其它类同。

查询：:STATus:QUESTionable:CONDition?

设置：不支持

举例：STAT:QUES:COND?

:STATus:QUESTionable:ENABle

功能：查询或设置可疑状态事件使能寄存器。按位操作，0 表示禁止报告状态事件到状态字的位 3（Bit3）中。1 表示使能。

查询：:STATus:QUESTionable:ENABle?

设置：:STATus:QUESTionable:ENABle <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例：STAT:QUES:ENAB?

STAT:QUES:ENAB 8 使能位 1，即允许报告校准可疑事件到状态字中。

:STATus:QUESTionable[:EVENT]?

功能：查询可疑状态事件寄存器。查询完毕后，标量网络分析仪自动清零该寄存器。

查询：:STATus:QUESTionable[:EVENT]?

设置：不支持

举例：STAT:QUES?

:STATus:QUESTionable:LIMit[:SUMMARY]:CONDition?

功能：查询极限可疑状态条件寄存器中的值。

返回值中，如果位 1 非零，表示通道 1 校零校准错误；如果位 2 非零，表示通道 2 表示校零或校准错误。例如返回 2，表示通道 1 校零校准错误。

查询: :STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMary]:CONDition?

设置: 不支持

举例: STAT:OPER:CAL:COND?

:STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary]:ENABle

功能: 查询或设置极限可疑事件使能寄存器。按位操作, 0 表示禁止报告状态事件到可疑状态的位 8 (Bit8) 中。1 表示使能。

查询: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:ENABle?

设置: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:ENABle <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例: STAT:QUES:CAL:ENAB?

STAT:QUES:CAL:ENAB 6 使能位 1 和 2, 允许报告校准可疑事件到可疑状态。

:STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary][:EVENT]?

功能: 查询极限可疑事件寄存器。查询完毕后, 标量网络分析仪自动清零该寄存器。

查询: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary][:EVENT]?

设置: 不支持

举例: STAT:QUES:CAL?

:STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary]:NTRansition

功能: 查询或设置极限可疑负跳变过滤器。

查询: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:NTRansition?

设置: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:NTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例: STAT:QUES:CAL:NTR?

STAT:QUES:CAL:NTR 6 负跳变过滤位 1 和位 2 的状态到事件寄存器中。

:STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary]:PTRansition

功能: 查询或设置校准可疑正跳变过滤器。

查询: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:PTRansition?

设置: :STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMary]:PTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例: STAT:QUES:CAL:PTR?

STAT:QUES:CAL:PTR 6 正跳变过滤位 1 和位 2 的状态到事件寄存器中。

:STATus:QUEStionable:NTRansition

功能: 查询或设置可疑状态负跳变过滤器。

查询: :STATus:QUEStionable:NTRansition?

设置: :STATus:QUEStionable:NTRansition <NRf>|<非十进制数>
参数范围为 0 到 32767。

举例: STAT:QUES:NTR?

STAT:QUES:NTR 8 负跳变过滤位 3 的状态到事件寄存器中。

:STATus:QUEStionable:PTRansition

功能: 查询或设置可疑状态正跳变过滤器。

查询: :STATus:QUEStionable:PTRansition?

设置: :STATus:QUEStionable:PTRansition <NRf>|<非十进制数>

参数范围为 0 到 32767。

举例: STAT:QUES:PTR?

STAT:QUES:PTR 8 正跳变过滤位 3 的状态到事件寄存器中。

10 SYSTem 子系统

SYSTem:DATE

功能: 设置标量网络分析仪的系统日期。

查询: 不支持。

设置: SYSTem:DATE <年>, <月>, <日>

举例: SYST:DATE 2013, 12, 31 设置为标量网络分析仪的系统日期为 2013 年 12 月 31 日。

复位状态: 无

SYSTem:DATE:DAY

功能: 设置或返回当前日期中的“日”。

查询: :SYSTem:DATE:DAY?

设置: :SYSTem:DATE:DAY <数值数据>

数值数据的有效值为: 1 到 31。

举例: SYST:DATE:DAY? 查询当前日期。

SYST:DATE:DAY 1 设置为 1 号。

复位状态: 无

SYSTem:DATE:MONTH

功能: 设置或返回当前日期中的“月”。

查询: :SYSTem:DATE:MONTH?

设置: :SYSTem:DATE:MONTH <数值数据>

数值数据的有效值为: 1 到 12。

举例: SYST:DATE:MONT? 查询当前月份。

SYST:DATE:MONT 1 设置为 1 月。

复位状态: 无

SYSTem:DATE:YEAR

功能: 设置或返回当前日期中的“年”。

查询: :SYSTem:DATE:YEAR?

设置: :SYSTem:DATE:YEAR <数值数据>

数值数据的有效值为: 2000 到 2099。

举例: SYST:DATE:YEAR? 查询当前年份。

SYST:DATE:YEAR 2012 设置为 2012 年。

复位状态: 无

SYSTem:DISPlay:BMP?

功能: 返回 BMP 格式的标量网络分析仪的图象。

查询: :SYSTem:DISPlay:BMP?

设置: 不支持

举例: SYST:DISP:BMP? 返回的数据块的格式见附录 A 第二节第 2.9.11 小节。去掉格式后的二进制数据可以存为位图文件。

SYSTem:ERRor[:NEXT]

功能: 从标量网络分析仪的错误队列中返回标量网络分析仪的错误代码和错误信息。当产生错误时, 错误代码和错误信息存入错误队列中。该命令每执行一次, 错误队列中的该信息将被移去。错误信息出队列的顺序是先进先出 (FIFO), 即最老的信息最先出队列。可以用 *CLS 命令清空错误队列。当错误队列为空时, 执行该命令, 将返回“0, “No Error””。

查询: :SYSTem:ERRor[:NEXT]?

设置: 不支持

举例: SYST:ERR?

复位状态: 无影响。

SYSTem:LOCal

功能: 该命令解除对前面板键盘的锁定, 允许从前面板键盘控制标量网络分析仪。在状态栏显示“本地”(LCL)。该命令等价键盘操作为前面板“本地”按键。

查询: 不支持

设置: :SYSTem:LOCal

举例: SYST:LOC

SYSTem:PRESet

功能: 复位标量网络分析仪到参数指定的状态。本案中共提供 22 种状态。

查询: 不支持

设置: :SYSTem:PRESet

举例: SYST:PRES 复位。

SYSTem:TIME

功能: 设置标量网络分析仪的系统时间。

查询: 不支持

设置: :SYSTem:TIME <时>, <分>, <秒>

举例: SYST:TIME 8, 18, 28 设置为标量网络分析仪的系统日期为 8:18:28。

SYSTem:TIME:HOuR

功能: 设置或返回当前时间中的“小时”。

查询: :SYSTem:TIME:HOuR?

查询: :SYSTem:TIME:HOuR <数值数据>

数值数据的有效值为: 0 到 23。

举例: SYST:TIME:HOuR? 查询当前时间

SYST:TIME:HOuR 8 设置为 8 点。

复位状态: 无影响。

SYSTem:TIME:MINute

功能: 设置或返回当前时间中的“分钟”。

查询: :SYSTem:TIME:MINute?

设置: :SYSTem:TIME:MINute <数值数据>

数值数据的有效值为：0 到 59。

举例：SYST:TIME:MIN? 查询当前时间

 SYST:TIME:MIN 18 设置为 18 分。

复位状态：无影响。

SYSTem:VERSion

功能：返回 SCPI 兼容版本号。

查询：:SYSTem:VERSion?

设置：不支持

举例：SYST:VERS?

复位状态：无影响。

第二篇 技术说明

第七章 整机工作原理和特点

本章简要介绍了 AV36110 标量网络分析仪的整机工作原理和特点，同时介绍了仪器的结构特点和环境适应性。具体内容如下：

- 整机工作原理
- 整机特点和主要功能
- 主机结构和环境适应性

第一节 整机工作原理及框图

标量网络分析仪整机原理框图如图 7-1 所示，标量网络分析仪由标量网络分析仪主机以和检波器等附件组成，标量网络分析仪主机主要由以下单元构成：电源单元、CPU 单元、键盘单元、显示单元、通道单元、数据处理单元、校准源单元、同步触发电路单元、控制接口单元以及微波单元（检波器、电桥）。

待测微波信号首先由检波器或电桥接收检波并放大处理，送入标量网络分析仪前置通道，然后通过放大、滤波等处理后送到 AD 进行采样。标网在作扫频测量时，首先要接收微波信号源的同步输出的触发信号，使数据采集与微波信号源扫频同步。DSP 读取 A/D 变换器的转换数据进行处理，加入相对应的补偿数据，转换成显示数据，送 CPU 进行显示。为保证标网在大动态范围内测量的高精度，需要采用一系列数据补偿和修正技术，包括通道量程准确度补偿、检波器检波特性的频响补偿、非平方率补偿、温度补偿等。

功率扫描校准源部分提供一个功率动态范围为-40dBm~+20dBm 的校准信号，校准源一方面为标量网络分析仪提供一绝对功率参考，使功率可溯源于厂家或国家标准，另一方面以 0.1dB 为步进在-40dBm~+20dBm 进行功率扫描校准，建立检波器准确的功率线性数据。

嵌入式计算机控制部分由微处理器、系统 ROM、系统 RAM、逻辑控制电路、按键及 LCD 显示控制、对接口单元控制等部分组成。主要完成各种控制、数据传输、波形测量分析、显示处理、界面操作等功能。

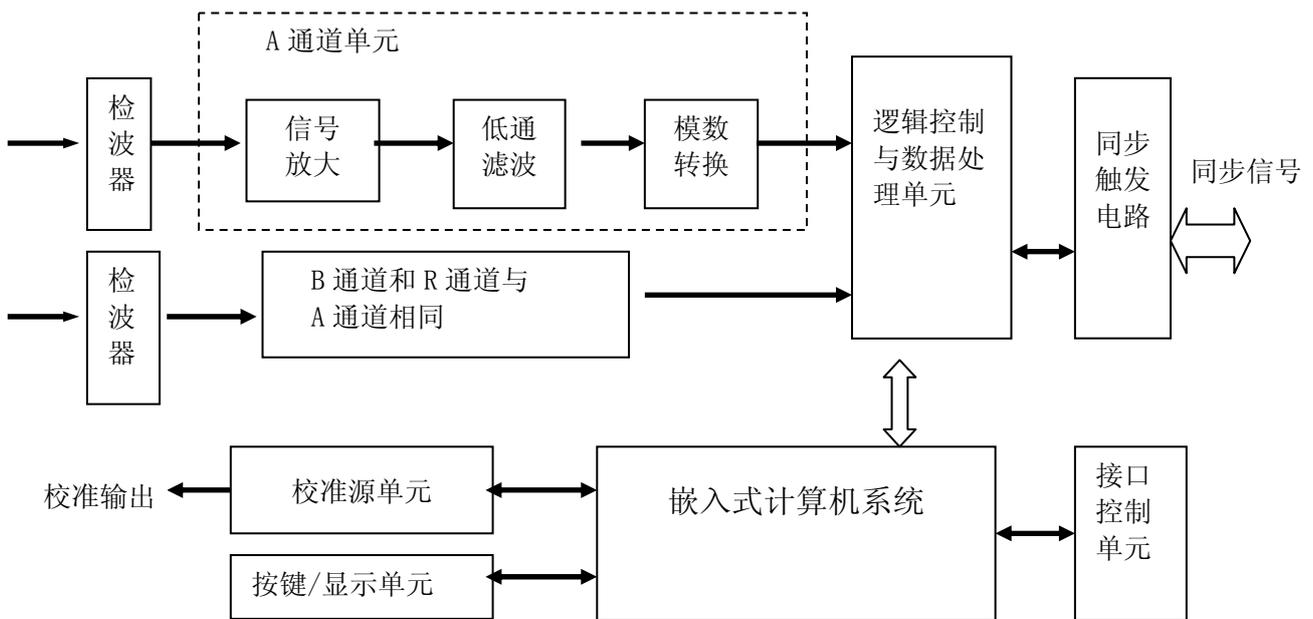


图 7-1 标量网络分析仪整机原理框图

第二节 整机特点和主要功能

AV36110 标量网络分析仪配接检波器及高方向驻波比测试器，可方便测试射频、微波频段元件和部件的传输损耗、反射损耗及绝对输出功率等参数，广泛用于广播电视、CATV、微波中继、卫星通信、雷达等领域，尤其方便了放大器、混频器、滤波器、接收机及双工器的测试。

1. 整机特点

■ 软件

AV36110 标量网络分析仪采用 Windows XP®操作系统，所有通道采用一个浮点数 DSP、FPGA 和存储器，加之采用面向对象的模块化编程技术，在各种校零、校准和数据补偿和各种内插算法的基础上，系统更稳定，测量更精确。

■ 基于菜单的操作

仪器的设置和控制都是基于菜单的，这简化了用户操作。用户可以利用“软键”选择参数或激活输入数据，然后通过数字键、旋钮输入数据。

■ 自动校零校准功能

仪器内置精确校准源，用户可以选择自动校准，在整个动态范围上对检波器和仪器进行校准。

■ 高分辨率液晶显示

仪器采用 8.4 寸液晶显示器，分辨率为 800*600 像素，背光亮度高，即使在室外阳光下也有很好的显示效果。

■ 平衡二极管式功率检波器

平衡二极管检波器能够提供高的灵敏度，并抑制偶次谐波。可追溯到国家标准的频率校准因子保存在检波器内的 EEPROM 中，并在加载应用程序时下载到仪器中。检波器内的温度传感器可以跟踪温度的变化。

■ 内置精确校准源

内置精密校准源，可追溯到国家功率标准，提高了仪器测量的准确度。同时，可以做为固定频率点的宽动态范围信号源，供其它测试使用。

■ 多种外部接口

仪器后面板装有 GPIB、以太网接口、两个 USB 口等通信接口，方便用户组建系统、软件升级和数据调用与存储等操作。

2. 主要功能

AV36110 标量网络分析仪功能强大，主要具有以下功能：

■ 多通道

具有 A、B、R 三个输入通道。

■ 扫描时间

| 扫描点数 | 最小扫描时间 (ms) | | | |
|------|-------------|-----|-----|-----|
| | 一输入 | 二输入 | 三输入 | 四输入 |
| 101 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 201 | 40 | 40 | 52 | 68 |
| 401 | 40 | 72 | 104 | 136 |
| 801 | 80 | 144 | 208 | 272 |
| 1601 | 160 | 288 | N/A | N/A |

- 具有可测试射频、微波频段元器件和部件的传输损耗、反射损耗，驻波比等参数功能；
- 具有多种校零校准数据处理和实时补偿技术；
- 增加校准源，能对功率检波器进行功率自动校准，使仪器具有绝对功率测量功能；
- 自适应归一化功能；
- 标记搜索功能：最大点、最小点、带宽等；
- 显示功能：驻波比显示方式、绝对功率显示方式、相对功率显示方式；
- 内部存储/调用功能，外部存储/调用功能；
- 增加 USB 接口、LAN 接口，USB 接口主要有测量信息存储功能、打印功能、软件升级功能；LAN 接口主要有软件升级功能。

第三节 仪器结构特点及环境适应性

AV36110 标量网络分析仪采用台式机箱结构，机箱四角用装有保护垫脚，携带方便，外壳整洁美观，面板标识字迹清晰，各接头接插方便、齐全，能够很好的满足实验室和现场使用。

1 重量、外形尺寸及机械稳定性

- 重量：最重 15kg。
- 外形尺寸：最大 460mm×430mm×195mm。
- 机械稳定性：仪器在正常操作和工作时不应翻转、倒置。

2 环境适应性

- 存储温度：-20℃~+70℃；
- 工作温度：0℃~40℃；
- 正弦振动：频率 5~55Hz，振幅峰峰值 0.33mm；
- 功能冲击：30g 半正弦冲击。

3 可靠性要求

- MTBF (θ0) ≥3000h

4 电源

仪器的电源最大功耗为 120W，供电电源为 50Hz 单相 220V，稳态电压允许范围是额定值±10%，稳态频率允许范围是额定值±5%。具体请参考“标量网络分析仪的初次加电”一节。

第八章 主要技术指标

AV36110 标量网络分析仪配接其附件在环境温度下存放 2h，预热 30 分钟并进行自动校准后，可以满足下列各项指标性能。

1 标量网络分析仪主机

频率范围： 10MHz~110GHz（取决于配置检波器）

通道动态范围： -50dBm~+20dBm

校准源：

校准源频率：50MHz±1MHz

校准源功率输出范围： -40dBm~+20dBm

校准源输出功率分辨率： 0.1dB

校准源功率准确度： ±1.5%（0dBm 和 25℃）

2 附件

AV36110 标量网络分析仪的附件有：AV80302 射频检波器、AV80303 微波检波器；AV10618 宽带电桥；AV82301；8mm 波导检波器、AV82302 6mm 波导检波器、AV82303 5mm 波导检波器和 AV82304 3mm 波导检波器。附件具体指标如下：



警告： 需要特别提醒用户的是，为了提高仪器的测量精度，在利用 AV36110 标量网络分析仪进行测量之前，必须将所有配接的检波器或者电桥连接到自身校准源进行校零和校准。

2.1 宽带电桥

频率范围： 10MHz~18GHz

方向性： 10MHz~2GHz: 36dB

2GHz~12.4GHz: 34dB

12.4GHz~18GHz: 32dB

最大驻波比： 10MHz~2GHz: 1.20

2GHz~12.5GHz: 1.50

12.5GHz~18GHz: 1.80

2.2 同轴检波器

频率范围： AV80302: 10MHz~18GHz

AV80303: 50MHz~40GHz

动态范围： AV80302、AV80303： -50dBm~+20dBm

最大驻波比： AV80302： 50MHz~2GHz： 1.15

2GHz~18GHz： 1.25

AV80303： 50MHz~2GHz： 1.15

2GHz~18GHz： 1.25

18GHz~26.5GHz： 1.35

26.5GHz~40GHz： 1.60

功率平坦度（0dBm）： AV80302： ± 0.3 dB

AV80303： 50MHz~18GHz： ± 0.3 dB

18GHz~40GHz： ± 0.5 dB

功率准确度（50MHz）： +20dBm~-40dBm： ± 0.6 dB

-40dBm~-50dBm： ± 1.2 dB

2.2 波导检波器

频率范围： AV82301： 26.5GHz~40GHz

AV82302： 40GHz~60GHz

AV82303： 50GHz~75GHz

AV82304： 75GHz~110GHz

动态范围： AV82301： -40dBm~+20dBm

AV82302/AV82303/AV82304： -35dBm~+20dBm

最大驻波比： AV8230X： 1.90

功率平坦度（0dBm）： AV8230X： ± 1.5 dB

测量准确度（以 0dBm 为基准）： $\pm (1.5+0.03\text{dB/dB})$

第三篇 维修说明

第九章 故障诊断与维护

本章简要介绍了 AV36110 标量网络分析仪的故障诊断和排除方法，具体内容如下：

- 故障判断和排除
- 硬件故障自测试
- 标量网络分析仪的日常维护

第一节 故障诊断和排除

本章主要帮助用户对 AV36110 标量网络分析仪的故障进行判断，并确定是否需要寻求售后服务，其中也包括对本机的内部出错信息进行解释。



说明：

本部分可以在 AV36110 标量网络分析仪出现故障时，帮助用户对故障进行简单的判断和处理，如果必要请尽可能准确地把问题反馈回厂家，以便我们尽快为您解决。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，AV36110 标量网络分析仪可能出现以下几类故障：

- ◆ 屏幕无显示
- ◆ 意外现象，如死机、执行错误操作、测量结果明显错误等
- ◆ 硬件故障

1 屏幕无显示

如果加电后按启动开关而屏幕不亮，请按下面所列步骤进行检查：

- ◆ 电源插座是否通电，电源是否符合本仪器工作要求。
- ◆ 检查红色电源待机指示灯是否点亮。如果市电有输入，而仪器红色电源待机指示灯不亮，则可能仪器电源坏。
- ◆ 是否有效按下电源开关，可尝试多次按电源开关。
- ◆ 检查绿色工作指示灯和风扇运转情况。如果电源工作指示灯不亮且风扇不转，则可能是电源出了故障；如果绿色指示灯正常且风扇运转正常，屏幕呈白色，则可能是仪器控制器出故障，如果仍黑屏，则可能是控制器或者逆变等显示控制电路出现故障。

2 意外现象

在使用过程中，产生意外现象的原因很多。用户可以参照下面的检测步骤，确定仪器产生问题的原因，通常这些检测方法能解决问题或判断清楚产生问题的原因，如果确定是硬件问题，请参照“硬件故障”部分。

如果有其他设备、电缆或者连接器连接到标量网络分析仪上，请检查这些组件的机械连接是否正确，电气特性是否兼容。

当做了某些设置后出现问题时，请回顾所做的操作，确定所有的设置都正确。如果测试完成，请检查测量结果是否与被测信号相符，是否符合标量网络分析仪及配接检波器的性能指标。

当仪器出现意外结果时，如果不能确定所做的设置是否正确，请按【复位】键，选择[恢复出厂值]，然后再根据被测信号和测试需求进行设置。

表 9-1 给出了仪器可能出现的问题及其可能原因，用户可以参照。

表 9-1 现象和可能的原因

| 现象 | 检测内容 |
|-----------|--|
| 不能有效控制信号源 | 连接电缆接触不好或者电缆坏； IP 地址设置错误，如地址冲突； 系统控制程序出错，不能与信号源正常通信。 |
| 不能打印 | 参考“功率测量中的常见操作”一节中的打印机配置部分。 |

3. 硬件故障

| 序号 | 测量项 | 测试值 (V) | 最小值 (V) | 最大值 (V) | 结果 |
|----|-------------|---------|---------|---------|----|
| 0 | 设置校准源参考电压1V | 0.97 | 0.5 | 1.5 | √ |
| 1 | 设置校准源参考电压3V | 2.92 | 2.5 | 3.5 | √ |
| 2 | 校准源GND电压 | 0.00 | -0.5 | 0.5 | √ |
| 3 | 校准源ALC电压 | 0.81 | 0 | 8 | √ |
| 4 | 校准源+5V电压 | 5.00 | 4.5 | 5.5 | √ |
| 5 | 校准源GND电压 | 0.00 | -0.5 | 0.5 | √ |
| 6 | 校准源-5V电压 | -4.98 | -5.5 | -4.5 | √ |
| 7 | 校准源GND电压 | 0.00 | -0.5 | 0.5 | √ |

图 9-1 校准源自测试典型结果

AV36110 标量网络分析仪能够对自身各整件的电路进行测试，检查仪器各整件工作是否正常，具体操作步骤如下：

测试步骤：

- 按【系统】键，按[自测试]软键，进入自测试控制菜单。
- 分别按[CPU 板]、[通道板 A/B/R]和[校准源]软键，查看各整件的自测试结果。
- 查看各整件自测试结果是否标有“√”，如果某项标有“x”，则表明该整件的电路故障，需要返修。

校准源的电路测试典型结果如图 9-1 所示，其他整件的自测试结果与校准源的类似。

第二节 查看错误信息

在使用过程中，如果操作不当在标量网络分析仪的下方会提示出错信息，则说明 AV36110 标量网络分析仪软件运行或硬件遇到问题。用户可根据错误提示大致判断问题类型，并采取相应措施排除故障或决定返修。依次按【系统】键、[下页]、[错误信息]软键，可以查看过去的出错信息，如图 9-2 所示。按[全部清除]软键可以清除所有的错误记录。

| 序号 | 错误信息 |
|----|------------------------|
| 0 | 与信号源通讯错误，请检查网络连接与网络配置。 |
| 1 | 与信号源通讯错误，请检查网络连接与网络配置。 |
| 2 | 与信号源通讯错误，请检查网络连接与网络配置。 |
| 3 | 高量程校准起始功率偏低 |
| | |
| | |

图 9-2 系统错误信息

第三节 标量网络分析仪的日常维护

1 定期清洗仪器机身和前面板

在仪器使用一段时间后，请清洁仪器机身和前面板，请按照下面的步骤操作：

- a) 关机，拔掉电源线。
- b) 用干净柔软的棉布蘸上仪器专用清洁剂（中性清洁剂，禁止用酒精），轻轻擦拭机身和前面板，然后再用干净柔软的棉布擦干。
- c) 待专用清洗剂晾干后方可连接电源线。



注意：

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

2 更换保险丝

仪器主机的电源插座上安装有保险丝，可以防止外部电源对设备造成意外伤害。更换保险丝时，需要从电源插座上拔出保险丝底座，然后更换同型号的保险丝。保险丝长 20mm，直径 5mm，额定电流 3A，额定电压 250V。更换保险丝时，请按照下面的步骤操作：

- a) 关机。
- b) 拔掉电源线。
- c) 取下保险丝底座。
- d) 更换保险丝。
- e) 将保险丝底座放回电源插座上。
- f) 接上电源线。



警告：

替换保险丝时，请用同等型号和参数的保险丝（250V/3A），以防引起火灾！

严禁使用其他材料或其它型号的保险丝！

第十章 标量网络分析仪的返修

当 AV36110 标量网络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。当确定是标量网络分析仪硬件损坏需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装标量网络分析仪，并按下面的步骤进行包装：

- 写一份有关标量网络分析仪故障现象的详细说明，与标量网络分析仪一同放入包装箱。
- 将仪器装入防尘/防静电塑料袋，以减少可能的损坏。
- 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。
- 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
- 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。
- 请按精密仪器进行托运。
- 保留所有运输单据的副本。

联系方式：

地址：青岛经济技术开发区香江路 98 号

中电科仪器仪表有限公司

邮编：266555

电话：(0532) 86889847、86888026

传真：(0532) 86897258

附录 A 编程指南

首先介绍了远程控制设备的安装和 GPIB 基础，随后介绍有关 SCPI 的基本概念，随后介绍了 AV36110 标量网络分析仪支持的 SCPI 命令、命令格式、功能和详细使用说明。最后给出了 AV36110 标量网络分析仪支持的 SCPI 命令集。

第一节 远程控制设备的安装

1 GP-IB 基础

1.1 GP-IB 仪器术语

根据设备当前在系统中的实际作用，可将 GP-IB 仪器分为听者 (Listener)、讲者 (Talker) 和控者 (Controller)。

听者 (Listener)

听者指能从其它设备接收数据或命令的设备。GP-IB 系统中的大多数设备能够充当听者。

讲者 (Talker)

讲者指能够向其它设备传送数据的设备。为了避免混乱，在任一时刻 GP-IB 系统中只能有一台设备作讲者。

控者 (Controller)

控者是一种能够管理各种 GP-IB 系统活动的设备，具有代表性的设备是计算机。在任一时刻 GP-IB 系统中只能有一台设备作为责任控者。

1.2 仪器地址

每一台仪器在 GP-IB 系统里都必须有一个唯一的地址，且只能是 0~30 的任一整数。这一地址就是仪器的 GPIB 地址。

AV36110 标量网络分析仪默认的 GP-IB 地址是 3，可以通过仪器的前面板菜单【系统】>[接口设置]>[GPIB]>[地址]菜单更改。

1.3 AV36110 的程控

AV36110 配备了符合标准 IEC 625.1/IEEE488.2 的 GPIB 接口。连接器位于标量网络分析仪的后面板上，允许与控者通过电缆相连，进行远程控制。

AV36110 支持 SCPI (可程控仪器标准命令) 版本 1999.0，可以通过计算机远程自动控制完成仪器所有功能，并且个别的功能只能被计算机程控。

2 设备连接

下面讲述为了远程控制 AV36110 标量网络分析仪而对各种设备进行的连接：

用 GP-IB 电缆连接计算机、AV36110 和别的外围设备。

连接好 GP-IB 电缆后，要复位所有与总线连接的设备（如果不能确定如何复位这些设备，可以直接断开电源，然后再打开电源即可）。

在 AV36110 上按【系统】，【接口设置】，【GPIB】，【地址】，可以检查 AV36110 的 GP-IB 的地址。

第二节 SCPI 语法简介

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

本节从三个方面介绍 SCPI:

- a) 术语
- b) SCPI 语法

如果有兴趣了解更多关于 SCPI 的内容, 可以参考:

- [1] IEEE Standard 488.1-1987, IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation. New York, NY, 1998.
- [2] IEEE Standard 488.2-1987, IEEE Standard Codes, Formats, Protocols and Comment Commands for Use with ANSI/IEEE Std488.1-1987. New York, NY, 1998.
- [3] Standard Commands for Programmable Instruments(SCPI) VERSION 1999.0

1 术语

为了更好的理解以后章节的内容, 首先介绍一些相关的术语。

控制器

控制器是任何用来与 SCPI 设备通讯的计算机。控制器可能是个人电脑、小型计算机或者卡槽上的插卡。一些人工智能的设备也可作为控制器使用。

设备

设备是任何支持 SCPI 的装置。大部分的设备是电子测量或者激励设备, 并使用 GP-IB 接口或者网络、USB 和控制器通讯。

程控消息

程控消息是一个或者多个正确格式化的 SCPI 命令的组合。程控消息告诉设备怎样去测量和输出信号。

查询

查询是一种特殊类型的命令。查询指导设备去产生适合控制器要求的响应消息。查询语句总是以问号结束。

响应消息

响应消息是指定 SCPI 格式的数据集合。响应消息总是从设备到控制器或者侦听设备。响应消息告诉控制器关于设备的内部状态或测量值。

命令

命令是指满足 SCPI 标准的指令。控制设备命令的组合形成消息。通常来说, 命令包括关键字、参数和标点符号。

用户可以参考 ANSI-IEEE Std 488.1-1987、IEEE Std 488.2-1992。

2 SCPI 语法

2.1 记忆形式

每个关键字有“长”和“短”两个形式。“短”形式是关键字中的大写部分, “长”形式包含短形式, 以及关键字中的小写部分。例如, “CALibration”的短形式为“CAL”。

2.2 冒号(:)的使用

当命令的首字符为冒号，表明该命令为根级命令。当在两个命令之间插入冒号时，表明进入命令树下的一级路径。在命令中的每个关键字之间必须用冒号隔开。如果命令为一系列命令的第一个命令，命令中的第一个冒号可以省略。

例如：

```
:CALibration:AUTO
```

```
CALibration:AUTO
```

2.3 分号 (;) 的使用

用分号将同一命令串中的两条命令隔开。分号不改变命令树的当前路径。例如，如下两个表述是等价的。注意，前一个表述中，第一冒号可以省略，第四个不可以省略。

例如：

```
:SENS:TRAC:LIM:LOW 0;:SENS:TRAC:LIM:UPP 10
```

```
:SENS:TRAC:LIM:LOW 0;UPP 10
```

2.4 逗号 (,) 的使用

如果命令中的参数超过一个，则用逗号将它们分开。

2.5 空白字符的使用

命令关键字与参数之间必须用空白字符，制表符 (\t) 或空格隔开。

2.6 问号 (?) 的使用

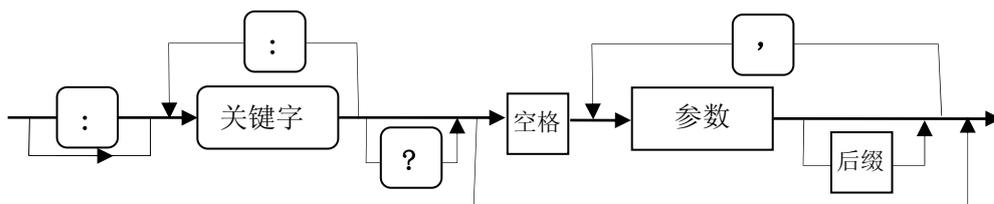
总线控者可能在任意时候发送命令。但 SCPI 仪器仅在收到特定命令时才发送响应 (responses)。仅查询命令 (以 “?” 为结束符) 发送响应消息。查询要么返回测量值，要么返回仪器内部设置。

2.7 “*” 的使用

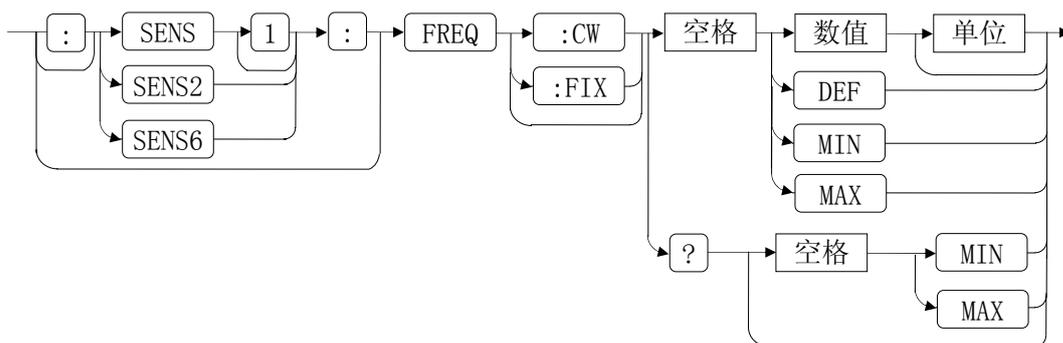
以 “*” 开头的命令称为通用 (common) 命令。这些命令要求执行与 IEEE488.2 接口标准相兼容的所有仪器等同的功能。例如控制复位、自测试、状态操作等。

2.8 语法规范

- | 表示或者
- 方括号 ([]) 表示可省关键字或参数
- 尖括号 (< >) 表示不可以省略
- 大括号 ({ }) 表示可包含一个或多个参数 0 遍或多遍
- 简化语法规范如下图：



如 “[:SENSe[1]|2|6]:FREQuency[:CW|FIXed] <数值型参数>” 的语法表达式可表示如下。



备注:

- 1) 上图中，未标明需要空格的地方，不得加入空格。空格可以是 1 个或多个。如果单位省略，则用频率的标准单位 Hz（时间的标准单位为秒）。
- 2) 圆角矩形表示关键字或命令所需的实际字符，如“:”、“,”、“?”、“1”等；直角矩形表示需要用实际字符、数字等代替。如“数值”不能出现在命令中，需要用实际数值代替，如 5e+007 等。
- 3) 不考虑关键字的长短格式，设置通道 1 的频率为 50MHz，上图共有如下几种形式（只取关键字的短格式。由于频率的单位比较多，如 Hz, kHz, MHz, GHz, THz 等，限于篇幅，不再一一给出，仅需要将 5.0e+007 用相应的单位代替即可，如 50MHz, 5e+007Hz, 0.05GHz 等）。
 - a) :SENS1:FREQ:CW 5.0e+007 不省略关键字
 - b) SENS1:FREQ:CW 5.0e+007 SENS1 前的“:”省略。
 - c) SENS:FREQ:CW 5.0e+007 “1”省略。
 - d) FREQ:CW 5.0e+007 SENS 省略。
 - e) :SENS1:FREQ:FIX 5.0e+007 不省略关键字
 - f) SENS1:FREQ:FIX 5.0e+007 SENS1 前的“:”省略。
 - g) SENS:FREQ:FIX 5.0e+007 “1”省略。
 - h) FREQ:FIX 5.0e+007 SENS 省略。
 - i) :SENS1:FREQ 5.0e+007 CW 或 FIX 省略
 - j) SENS1:FREQ 5.0e+007 SENS1 前的“:”和 CW 或 FIX 省略。
 - k) SENS:FREQ 5.0e+007 “1”和 CW 或 FIX 省略。
 - l) FREQ 5.0e+007 SENS 和 CW 或 FIX 省略。
- 4) 对于通道 2 和通道 6 的频率，SENS2 和 SENS6 不可省略。
- 5) MIN 和 MAX 可以作为设置命令的参数，也可以作为查询命令的参数。DEF 仅能作为设置命令的参数。MIN、MAX、DEF 的具体值与仪器有关。本案中，通道 1 和通道 2 的频率的范围相同，最小、最大、缺省频率分别为 1kHz、1THz、1GHz，USB 通道的值相应为 1kHz、1THz、50MHz。
 - a) FREQ DEF 设置通道 1 的频率为缺省值
 - b) FREQ? MAX 查询通道 1 最大可设置频率，返回一个没有单位的数值。
- 6) 如果考虑关键字的长短形式，且不考虑带单位的命令，则上图的命令共有 1632 种形式。用户不用关心所有形式，能灵活使用就足够了。下面进行简单的计算，感兴趣的用户可以进行自己计算。
 - a) 先算 SENS 缺省的情况，记为 N1。
 FREQ/FREQuency 有 2 种形式，记为 N11。
 CW/FIX/FIXed/省略有 4 种形式，记为 N12。
 设置命令的参数有数值/DEF/DEFault/MIN/MINimum/MAX/MAXimum 共 7 种。
 查询命令的参数有 MIN/MINimum/MAX/MAXimum/省略共 5 种，即参数形式共 12 种，记为 N13，则

$$N1 = N11 \times N12 \times N13 = 2 \times 4 \times 12 = 96$$
 - b) 再计算 SENS 不缺省的情况，记为 N2
 第一个“:”有省略和不省略 2 种，记为 N21。
 SENS/SENSe 有 2 种。尾缀有 1/2/6/省略共 4 种，即 SENS 关键字有 2×4 共 8 种，记为 N22
 SENS 关键字与后面的关键字形成组合关系，则

$$N2 = N21 \times N22 = 2 \times 8 \times N1 = 16 \times N1$$
 - c) 记总共有 N 种形式，则。

$$N = N1 + N2 = 17 \times N1 = 1632$$

2.9 SCPI 数据类型

SCPI 语言定义不同的数据格式用于程控消息和响应消息。仪器是灵活的听者，能够接收任意格式的命令和参数。然后，SCPI 仪器是个明确的讲者。这意味着 SCPI 仪器始终以预定义、严格的格式响应特定的查询。

2.9.1 <布尔数据>

<布尔数据> 的值为 0|OFF|1|ON，查询时仅返回 0 或 1。

2.9.2 <字符数据>

<字符数据> 不含引号表示的字符串，如 DBM。

2.9.3 <非十进制数>

本案中暂不支持<非十进制数>。用于扩展。

<非十进制数>见 IEEE 488.2 第 7.7.4 节。是指十六进制、八进制、二进制等数。

表达形式为：#XY...Y

对于十六进制，X 为 H 或 h；Y 的范围为 0~9/A~B/a~b，如#H12ef，#habcd

对于八进制，X 为 Q 或 q；Y 的范围为 0~7，如#Q1267，#q67

对于二进制，X 为 B 或 b；Y 的范围为 0~1，如#B1010，#b10

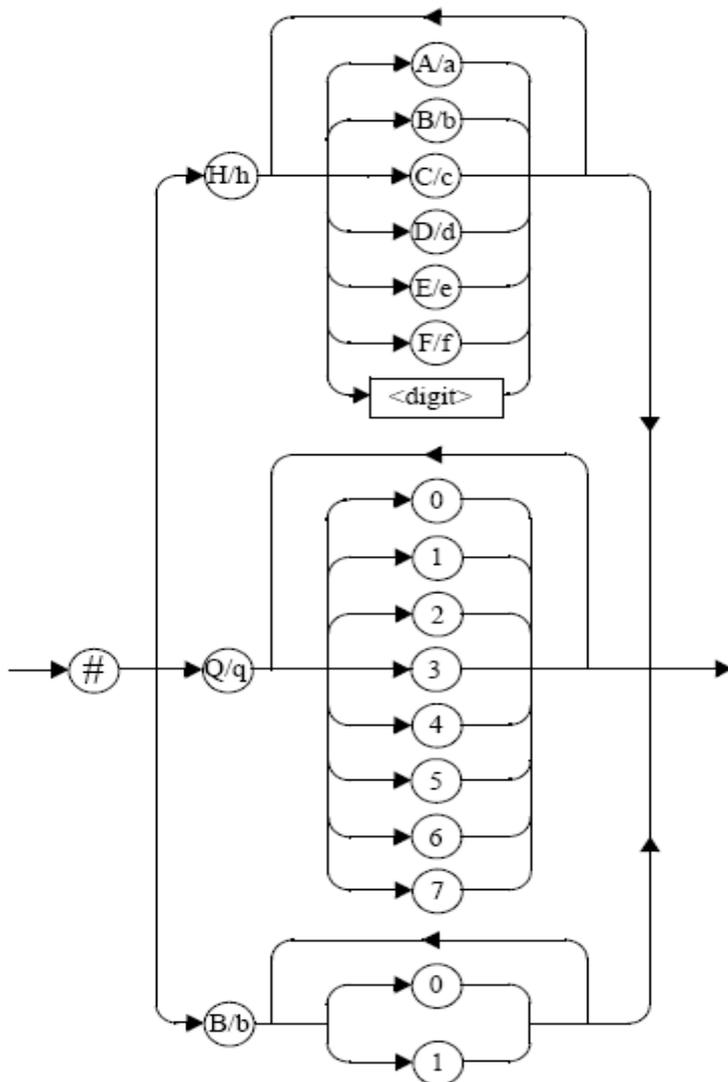


图 2-1 <非十进制数>格式

2.9.4 <NR1>

<NR1>见 IEEE 488.2 第 8.7.2 节，正负号加数字（不含小数点），如-123456，+99，99

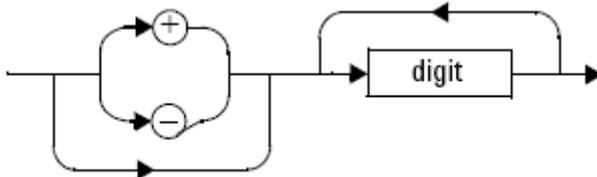


图 2-2 <NR1>格式。

2.9.5 <NR2>

<NR2> 见 IEEE 488.2 第 8.7.3 节，正负号加数字加小数点，如 98.76，-0.168，+179.01

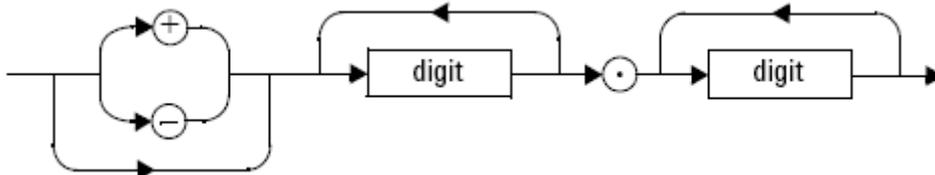


图 2-3 <NR2>格式

2.9.6 <NR3>

<NR3> 见 IEEE 488.2 第 8.7.4 节，科学方法表示的数据，如 1.08E+06，-12.34E-07

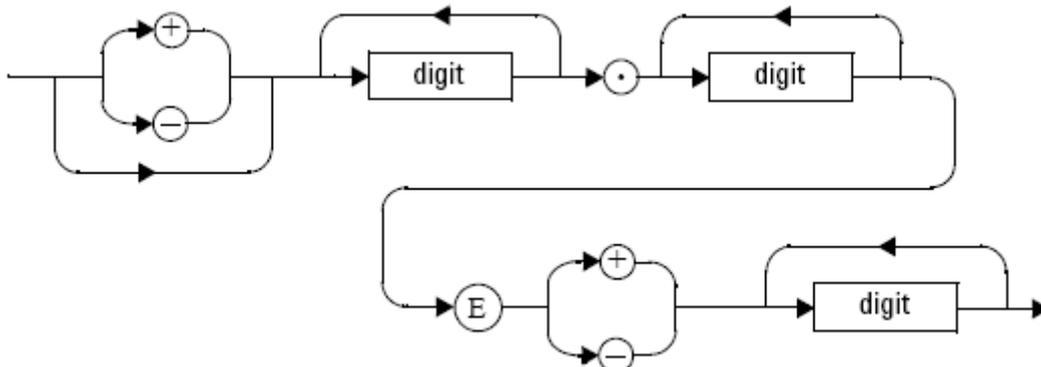


图 2-4 <NR3>格式

2.9.7 <NRf>

<NRf> 见 IEEE 488.2 第 7.7.2.1 节，可以是 NR1，NR2，NR3 之中的任意形式，是比较灵活的方式。

2.9.8 <NAN>

<NAN> 见 IEEE 488.2 第 8.7.4.4 节，表示不是数值（Not-a-number），定义为 9.91E+37。

2.9.9 <字符串>

本档中，<字符串>代表 7 比特（Bit）的 ASCII 字符。

<字符串> 用单引号或双引号表示的字符串，如“(SENS1)”。

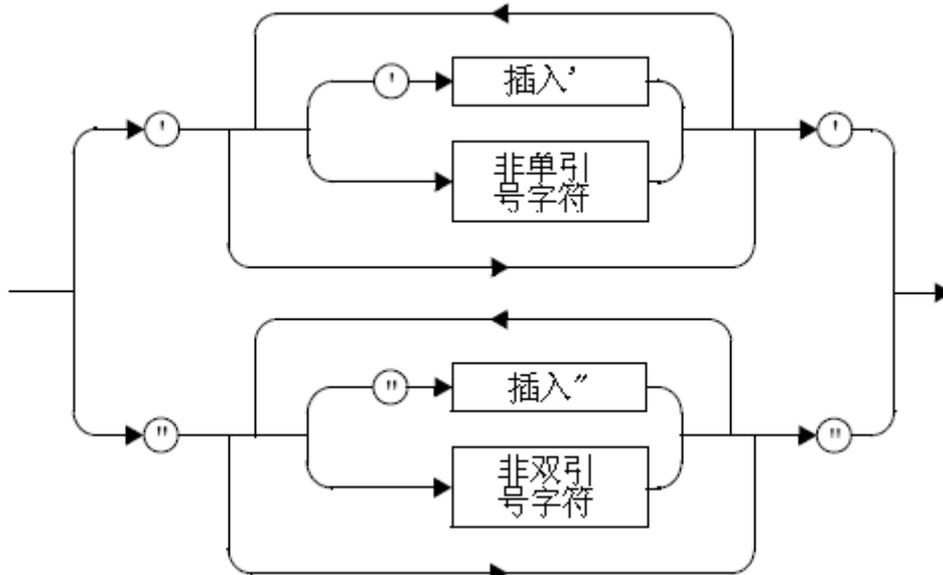


图 2-5 指令数据的 <字符串> 格式

3 SCPI 命令树

大部分编程任务会涉及到分系统命令。在大多数计算机中，SCPI 对分系统命令使用一个类似于文件系统的结构。在 SCPI 中，这种命令结构被称为命令树，如下图所示：

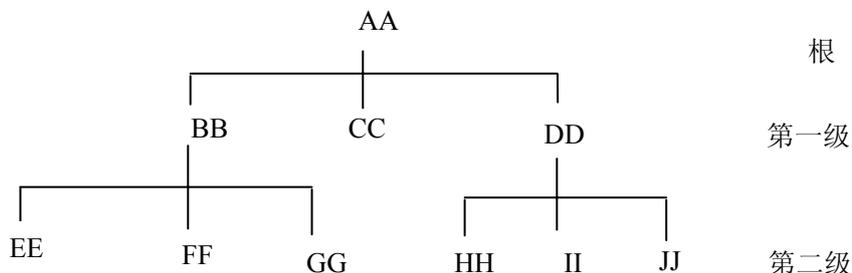


图 A-1 简化的命令树

最靠近顶端的命令是根命令，简单地说就是“根”。你必须根据一个特定的路径到达下一层命令。在下面的例子中，:STATus 代表 AA，:DEvice 代表 BB，:ENABle 代表 GG。整个命令路径是:STATus:DEvice:ENABle (:AA:BB:GG)。

为了在命令树中按照不同的路径访问命令，您必须明白设备怎样解释命令。设备软件中的一个特殊部分——解释器，负责解码每一个送到设备的消息。编译器利用一系列的辨认命令树路径的规则，把消息分成单独的命令元。在你发送下一个命令时，编译器保持跟踪当前路径，即在命令树中对应的级别。这是十分重要的，因为同样的命令关键字可能出现在不同的路径中，而你使用的特定路径决定了命令关键字的解释结果。

在开机或在*RST（复位）后，置当前路径为根。

第三节 编程示例

这些程控示例都是使用不同的 I/O 库和程序设计语言来说明对微波功率计的控制，并且对设备的控制都是通过 GPIB 和 LAN 接口来实现通信的。本章中的示例许多都是交互式的，使用者将被提示执行确定的动作或者检查功率计的操作或其功能性。

本章内容包括：

- ◆ 示例运行环境
- ◆ GPIB 设计示例

3.1 示例运行环境

1) C/C++的示例

本章所描述的编程示例，已在如下配置的计算机上运行成功。

- ◆ IBM 兼容、奔腾级以上的 PC 机
- ◆ Windows 2000/Windows XP/WIN7/WIN8 操作系统
- ◆ VC6.0/VC2005/VC2008/VC2010/VC2012 集成开发环境
- ◆ NI 公司的 PCI-GPIB 接口卡或 Agilent 公司的 GPIB 接口卡
- ◆ NI 的 VISA 库或者 Agilent 的 VISA 库
- ◆ 网卡

2) 运行 C/C++设计程序

运行 C/C++编写的程序示例，您必须在 VC6.0/VC2005 的项目中包含必须的文件

如果您使用 VISA 库必须进行以下步骤：

- ◆ 添加 visa32.lib 到源文件
- ◆ 添加 visa.h 到头文件

如果您使用 NI-488.2 库必须进行以下步骤：

- ◆ 添加 GPIB-32.OBJ 文件到源文件
- ◆ 添加 windows.h 文件到头文件
- ◆ 添加 ni488.h 文件到头文件

3.2 GPIB 程控示例

1) 使用示例之前

如果您使用 Agilent 公司的 GPIB 接口卡，那么您必须正确的安装 Agilent 的 VISA 库；同样如果使用 NI 公司的 PCI-GPIB 接口卡，您必须也要正确的安装 NI-488.2 库。

本程序中假定系统中仅连接了一个 GPIB 卡，如果有多个 GPIB 卡，则 GPIB0 表示第一块 GPIB 卡，GPIB1 表示第二块，依此类推。

设置功率计的 GPIB 地址为 13。

2) 使用 VISA 库和 C 语言来实现设置和查询功能

```

/*****
本例用于查询和设置CW频率,并最终恢复设置前的频率。
启动VC6.0或VC2005,添加必须的文件。把下述代码输入您的.cpp文件
*****/
#include "stdafx.h"
#include <visa.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

#define GPIB_CARD_ID    0    //GPIB卡号
#define SNA_GPIB_ADDR  13    //功率计GPIB地址

void GpibTest1(void)
{
    ViSession defaultRM;
    ViSession vi;
    ViStatus vistatus = 0;
    ViChar cBuffer[256];
    ViByte cRead[256];
    ViReal64 nFreq[2];
    ViUInt32 nRetCnt;

    sprintf(cBuffer, "GPIB%d::%d::INSTR", GPIB_CARD_ID, SNA_GPIB_ADDR);
    vistatus = viOpenDefaultRM(&defaultRM); //打开GPIB任务
    if (vistatus)
    {
        printf("任务无法打开,请重新检查设备并连接\n");
    }
}

```

```

}
else
{
    vistatus = viOpen(defaultRM, cBuffer, VI_NULL, 2000, &vi);
    if (vistatus)
    {
        printf("设备无法打开, 请重新检查设备并连接\n");
    }
    else
    {
        //1) 先查询CW频率, 并存入nFreq[0]
        viPrintf(vi, "SENS:FREQ:CW?\n");
        Sleep(10);
        viRead(vi, cRead, sizeof(cRead), &nRetCnt);
        cRead[nRetCnt] = 0;
        ShowMsg((PCHAR) cRead);

        sscanf((PCHAR)&cRead[0], "%lf", &nFreq[0]);
        sprintf(cBuffer, "CW频率为: %lg\n", nFreq[0]);
        ShowMsg(cBuffer);

        //2) 设置CW频率为16.78GHz
        viPrintf(vi, "SENS:FREQ:CW %lfGHz\n", 16.78);

        //3) 查询CW频率, 并存入nFreq[1]
        viPrintf(vi, "SENS:FREQ:CW?\n");
        viScanf(vi, "%t", cBuffer); //把查询结果放入数组
        ShowMsg(cBuffer);

        sscanf(cBuffer, "%lf", &nFreq[1]);
        sprintf(cBuffer, "CW频率为: %lg\n", nFreq[1]);
        ShowMsg(cBuffer);

        //4) 还原CW频率
        viPrintf(vi, "SENS:FREQ:CW %lg\n", nFreq[0]);

        viClose(vi); //关闭设备
    }
    viClose(defaultRM); //关闭默认任务
}
}

```

第四节 程控命令一览表

下表操作列中，“仅查询”表示仅查询；“仅设置”表示不能查询。空表示既可查询，又可设置，查询命令需要在命令最后增加“？”，例如对于命令：SENS:FREQ，查询时用：SENS:FREQ?，设置时用：SENS:FREQ<参数>。

表 A-1 命令一览表

| 命令 | 操作 | 功能简要说明 |
|------|-----|------------|
| *CLS | 仅设置 | 清空仪器状态数据结构 |

| | | |
|--|-----|-----------------------------------|
| *ESE | | 查询或设置标准事件状态使能寄存器 |
| *ESR? | 仅查询 | 查询标准事件状态寄存器的值 |
| *IDN? | 仅查询 | 查询标量网络分析仪的标识串 |
| *OPC | | 当所有等待执行的操作完成时，设置标准事件状态寄存器中的操作结束位。 |
| *OPT? | 仅查询 | 查询选项配置 |
| *RCL | 仅设置 | 调用指定的存储调用寄存器中的状态 |
| *RST | 仅设置 | 复位标量网络分析仪 |
| *SAV | 仅设置 | 存储仪器状态到指定的寄存器中 |
| *SRE | | 查询或设置服务请求寄存器 |
| *STB? | 仅查询 | 查询状态字 |
| *TST? | 仅查询 | 执行自测试 |
| *WAI | 仅设置 | 使标量网络分析仪处于等待状态 |
| CALCulate:CHANnel:CURRent | | 查询或设置仪器的当前逻辑通道 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:CORREction:OFFSet[:MAGNitude] | | 查询或设置检波偏置 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:DATA? | 仅查询 | 查询指定逻辑通道的迹线数据 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:FORMat | | 查询或设置指定逻辑通道的显示方式 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:AOFF | 仅设置 | 删除指定逻辑通道的所有极限 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:FAIL? | 仅查询 | 查询指定逻辑通道是否超出极限 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:SEGment[0] 1 ... 15:AMPLitude:STARt | | 查询或设置指定逻辑通道的极限测量下限，单位与该通道的显示方式有关 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:SEGment[0] 1 ... 15:AMPLitude:STOP | | 查询或设置指定逻辑通道的极限测量下限，单位与该通道的显示方式有关 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:SEGment[0] 1 ... 15:CLEar | 仅设置 | 删除指定逻辑通道的指定极限 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:SEGment[0] 1 ... 15:STIMulus:STOP | | 查询或设置指定逻辑通道的极限起始频率，单位为 Hz |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:SEGment[0] 1 ... 15:STIMulus:STOP | | 查询或设置指定逻辑通道的极限终止频率，单位为 Hz |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:LIMit:STATe | | 查询或设置指定逻辑通道的极限的开关状态 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:AOFF | 仅设置 | 关闭指定通道的光标。 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:BANDwidth BWIDth | | 查询或设置指定逻辑通道的标记的搜索值（带宽） |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:DELTA | | 查询或设置指定逻辑通道的标记 Δ 的开关状态 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:FORMat | | 查询或设置指定逻辑通道的标记显示格式 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:FUNCTion[:SElect] | | 查询或设置指定逻辑通道的标记搜索方式 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:SET | | 查询或设置指定逻辑通道的标记设置方式 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer[:STATe] | | 查询或设置指定逻辑通道的标记的开关状态 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer:TARGet | | 查询或设置指定逻辑通道的标记的搜索值，单位与逻辑通道的迹线单位相同 |

| | | |
|--|-----|----------------------------------|
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer[1] 2:X | | 查询或设置指定逻辑通道的标记的频率值，单位为 Hz |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer[1] 2:X:POINT | | 查询或设置指定逻辑通道的标记的扫描点位置 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MARKer[1] 2:Y | | 查询指定逻辑通道的标记处的测量值 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MATH:FUNCTioN | | 查询或设置指定逻辑通道的显示方式 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MATH:MEMorize | 仅设置 | 将指定逻辑通道的“测量”存储到“内存” |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:MATH:SUBTRact:MEMorize | 仅设置 | 将指定逻辑通道的“测量-内存”存储到“内存”（即存储归一化数据） |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:NORMalize:INTerpolation[:STATe] | | 查询或设置指定逻辑通道的自适应开关状态 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:PARAmeter:DEFine | | 查询或设置指定逻辑通道的测量输入 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:SMOothing:APERture | | 查询或设置指定逻辑通道的平滑孔径 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:SMOothing[:STATe] | | 查询或设置指定逻辑通道的平滑开关状态 |
| CALCulate[0] 1 2 3 4:STATe | | 查询或设置指定逻辑通道的开关状态 |
| CALibration[1] 2 4:AUTO | 仅设置 | 对指定通道进行自动校准 |
| CALibration[1] 2 4:ZERO | 仅设置 | 对指定通道进行自动校零 |
| DISPlay:ANNotation:MARKer[:STATe] | | 查询或设置频标值的显示开关状态 |
| DISPlay:HELP | | 查询或设置帮助显示开关状态 |
| DISPlay:WINDow[0] 1 2 3 4[:STATe] | | 查询或设置指定逻辑通道的开关状态 |
| DISPlay:WINDow[0] 1 2 3 4:TRACe:Y[:SCALe]:AUTO | 仅设置 | 对指定逻辑通道进行自动刻度设置 |
| DISPlay:WINDow[0] 1 2 3 4:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision | | 查询或设置指定逻辑通道的垂直刻度，单位与该通道的迹线格式有关 |
| DISPlay:WINDow[0] 1 2 3 4:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel | | 查询或设置指定逻辑通道的参考电平，单位与该通道的迹线格式有关 |
| DISPlay:WINDow[0] 1 2 3 4:TRACe:Y[:SCALe]:RPOSITioN | | 查询或设置指定逻辑通道的参考位置 |
| INITiate:CONTInuous | | 查询或设置扫描方式（连续扫描、单次扫描） |
| INITiate[:IMMediate]:ALL | 仅设置 | 如果为单步扫描，则触发一次扫描，如果为连续扫描模式，则忽略 |
| OUTPut:LEVel:LIMit | | 查询或设置校准源的最大输出功率 |
| OUTPut:LEVel:POWer | | 查询或设置校准源的功率电平 |
| OUTPut:ROSCillator[:STATe] | | 查询或设置校准源的输出开关状态 |
| SENSe[0] 1 2 3 4:AVERAge:CLEar | 仅设置 | 对指定的逻辑通道进行重新平均 |
| SENSe[0] 1 2 3 4:AVERAge:COUNT | | 查询或设置指定的逻辑通道的平均次数 |
| SENSe[0] 1 2 3 4:AVERAge[:STATe] | | 查询或设置指定的逻辑通道的平均状态 |
| SENSe:FREQUency:CW | | 查询或设置 CW 频率（点频）。所有通道共享设置 |
| SENSe:FREQUency:START | | 查询或设置起始频率。所有通道共享设置 |
| SENSe:FREQUency:STOP | | 查询或设置终止频率。所有通道共享设置 |
| SENSe:SWEep:MODE | | 查询或设置扫描模式（单次扫描、连续扫描）。所有通道共享设置 |
| SENSe:SWEep:POINTs | | 查询或设置扫描点数。所有通道共享设置 |

| | | |
|---|-----|---|
| SENSe:SWEep:TIME | | 查询或设置扫描时间。所有通道共享设置 |
| SENSe:SWEep:TIME:AUTO | | 查询或设置扫描时间控制方式。所有通道共享设置 |
| SOURce:FREQuency:MODE | | 查询或设置扫描频控制方式 |
| SOURce:MARKer[1] 2 3 4 5:AMPLitude[:STATE] | | 查询或设置信号源的频标幅度开关状态 |
| SOURce:MARKer[1] 2 3 4 5:AMPLitude:VALue | | 查询或设置信号源的频标幅度值 |
| SOURce:MARKer:AOFF | 仅设置 | 关闭所有频标 |
| SOURce:MARKer[1] 2 3 4 5:FREQuency | | 查询或设置信号源的频标频率值 |
| SOURce:MARKer[1] 2 3 4 5:STATE | | 查询或设置信号源的频标开关状态 |
| SOURce:OUTPut[:STATE] | | 查询或设置信号源的射频开关状态 |
| SOURce:POWEr[:LEVEl][:IMMediate][:AMPLitude] | | 查询或设置信号源的功率电平 |
| SOURce:REConnect | 仅设置 | 重新连接源 |
| STATus:DEVIce:CONDition? | 仅查询 | 查询设备状态条件寄存器中的值 |
| STATus:DEVIce:ENABle | | 查询或设置设备状态事件使能寄存器 |
| STATus:DEVIce[:EVENT]? | 仅查询 | 查询设备事件寄存器 |
| STATus:DEVIce:NTRansition | | 查询或设置设备负跳变过滤器 |
| STATus:DEVIce:PTRansition | | 查询或设置设备正跳变过滤器 |
| STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:CONDition? | 仅查询 | 查询校准操作状态条件寄存器中的值 |
| STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:ENABle | | 设置或查询当前校准操作的使能状态 |
| STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY][:EVENT]? | 仅查询 | 查询校准操作事件寄存器 |
| STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:NTRansition | | 查询或设置校准操作负跳变过滤器 |
| STATus:OPERation:CALibrating[:SUMMARY]:PTRansition | | 查询或设置校准可疑正跳变过滤器 |
| STATus:OPERation:CONDition? | 仅查询 | 查询操作状态条件寄存器中的值 |
| STATus:OPERation:ENABle | | 查询或设置操作状态事件使能寄存器 |
| STATus:OPERation[:EVENT]? | 仅查询 | 查询操作状态事件寄存器 |
| STATus:OPERation:NTRansition | | 查询或设置操作状态负跳变过滤器 |
| STATus:OPERation:PTRansition | | 查询或设置操作状态正跳变过滤器 |
| STATus:PRESet | 仅设置 | 预置一些 SCPI 寄存器，清零操作使能寄存器、操作负跳变过滤器、可疑使能寄存器和可疑负跳变过滤器，操作正跳变过滤器和可疑正跳变过滤器置 1。 |
| STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMARY]:CONDition? | 仅查询 | 查询校准可疑状态条件寄存器中的值 |
| STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMARY]:ENABle | | 查询或设置校准可疑事件使能寄存器 |
| STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMARY][:EVENT]? | 仅查询 | 查询校准可疑事件寄存器 |
| STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMARY]:NTRansition | | 查询或设置校准可疑负跳变过滤器 |
| STATus:QUEStionable:CALibration[:SUMMARY]:PTRansition | | 查询或设置校准可疑正跳变过滤器 |
| STATus:QUEStionable:CONDition? | 仅查询 | 查询可疑状态条件寄存器中的值 |
| STATus:QUEStionable:ENABle | | 查询或设置可疑状态事件使能寄存器 |
| STATus:QUEStionable[:EVENT]? | 仅查询 | 查询可疑状态事件寄存器 |
| STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMARY]:CONDition? | 仅查询 | 查询极限可疑状态条件寄存器中的值 |
| STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMARY]:ENABle | | 查询或设置极限可疑事件使能寄存器 |

| | | |
|---|-----|--|
| STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary][:EVENT]? | 仅查询 | 查询极限可疑事件寄存器 |
| STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary]:NTRansition | | 查询或设置极限可疑负跳变过滤器 |
| STATus:QUEStionable:LIMit[:SUMMary]:PTRansition | | 查询或设置校准可疑正跳变过滤器 |
| STATus:QUEStionable:NTRansition | | 查询或设置可疑状态负跳变过滤器 |
| STATus:QUEStionable:PTRansition | | 查询或设置可疑状态正跳变过滤器 |
| SYSTem:DATE | 仅设置 | 设置标量网络分析仪的系统日期 |
| SYSTem:DATE:DAY | | 设置或返回当前日期中的“日” |
| SYSTem:DATE:MONTH | | 设置或返回当前日期中的“月” |
| SYSTem:DATE:YEAR | | 查询或设置当前日期中的“年” |
| SYSTem:DISPlay:BMP? | 仅查询 | 返回 BMP 格式的标量网络分析仪的图象 |
| SYSTem:ERRor[:NEXT]? | 仅查询 | 从标量网络分析仪的错误队列中返回标量网络分析仪的错误代码和错误信息。当产生错误时，错误代码和错误信息存入错误队列中。该命令每执行一次，错误队列中的该信息将被移去。错误信息出队列的顺序是先进先出（FIFO），即最老的信息最先出队列。可以用*CLS 命令清空错误队列。当错误队列为空时，执行该命令，将返回“0,“No Error”” |
| SYSTem:LOCal | 仅设置 | 该命令解除对前面板键盘的锁定，允许从前面板键盘控制标量网络分析仪 |
| SYSTem:PRESet | 仅设置 | 复位标量网络分析仪到参数指定的状态 |
| SYSTem:TIME | 仅设置 | 设置标量网络分析仪的系统时间 |
| SYSTem:TIME:HOuR | | 查询或设置当前时间中的“小时” |
| SYSTem:TIME:MINUte | | 查询或设置当前时间中的“分钟” |
| SYSTem:VERSion? | 仅查询 | 返回 SCPI 兼容版本号 |