

3671 系列

矢量网络分析仪

用户手册



中电科思仪科技股份有限公司

该手册适用下列型号矢量网络分析仪：

- 3671 系列矢量网络分析仪

除标准配件外的选件如下：

- 四端口测量
- 英文选件
- 自动夹具移除
- 时域测量
- 高级时域分析

服务咨询: 0532-86889847 400-1684191
技术支持: 0532-86880796
质量监督: 0532-86886614
传 真: 0532-86889056
网 址: www.ceyear.com
电子信箱: techbb@ceyear.com
地 址: 山东省青岛市黄岛区香江路98号
邮 编: 266555
版本: B.5 2023年5月 中电科思仪科技股份有限公司

前 言

非常感谢您选择、使用中电科思仪科技股份有限公司生产的 3671 系列矢量网络分析仪! 为方便您的使用, 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。

手册编号

AV2.733.1181SSCN

版本

B.5 2023.05

通过 ISO 9001 和 ISO 14001 管理体系。

手册授权

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

本手册版权属于中电科思仪科技股份有限公司，任何单位或个人非经本所授权，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，中电科思仪科技股份有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

产品质保

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

产品质量证明

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

质量/环境管理

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

安全事项



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



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

目 录

1 手册导航	15
1.1 关于手册	15
1.2 关联文档	17
2 概述	19
2.1 产品综述	19
2.2 安全使用指南	24
2.2.1 安全标识	25
2.2.2 操作状态和位置	27
2.2.3 用电安全	27
2.2.4 操作注意事项	29
2.2.5 维护	31
2.2.6 电池与电源模块	31
2.2.7 运输	32
2.2.8 废弃处理/环境保护	32
3 使用入门	35
3.1 准备使用	35
3.1.1 操作前准备	35
3.1.2 分析仪的系统恢复及安装程序	49
3.1.3 例行维护	54
3.2 前、后面板说明	55
3.2.1 前面板说明	55
3.2.2 后面板说明	66
3.3 分析仪的界面	73

3.3.1 前面板界面	74
3.3.2 显示界面	75
3.4 分析仪的轨迹、通道和窗口	77
3.4.1 轨迹	77
3.4.2 通道	77
3.4.3 窗口	78
3.5 分析数据	79
3.5.1 光标	80
3.5.2 轨迹运算与统计	94
3.5.3 极限测试	97
3.5.4 纹波测试	100
3.5.5 带宽测试	102
3.5.6 公式编辑器	104
3.6 数据输出	112
3.6.1 保存和回调文件	112
3.6.2 打印显示测量	117
4 测量设置	121
4.1 复位分析仪	121
4.1.1 默认的复位状态	121
4.1.2 用户复位状态	126
4.1.3 复位分析仪	127
4.2 选择测量参数	128
4.2.1 S 参数	128
4.2.2 差分平衡 S 参数	130
4.2.3 任意比值	133
4.2.4 非比值功率测量	134
4.2.5 改变轨迹的测量类型	135
4.3 设置频率范围	135

4.4 设置信号功率电平	137
4.5 设置扫描	140
4.5.1 扫描类型概述	140
4.5.2 扫描类型设置	141
4.5.3 扫描时间	144
4.5.4 扫描设置	145
4.6 触发方式	146
4.6.1 简单的触发设置	146
4.6.2 详细的触发设置	147
4.6.3 触发对话框	148
4.7 设置数据格式和比例	154
4.7.1 数据格式	154
4.7.2 设置数据格式	158
4.7.3 比例	159
4.8 观察多条轨迹和开启多个通道	161
4.9 设置分析仪的显示	164
4.9.1 状态栏	164
4.9.2 工具栏	166
4.9.3 列表	168
4.9.4 显示内容	170
4.9.5 标题栏	172
5 菜单	173
5.1 菜单结构	173
5.1.1 文 件	174
5.1.2 轨 迹	175
5.1.3 通 道	176
5.1.4 激 励	177

5.1.5 响 应.....	180
5.1.6 校 准.....	184
5.1.7 光 标.....	185
5.1.8 分 析.....	188
5.1.9 系 统.....	191
5.1.10 帮 助.....	193
5.2 菜单说明.....	195
5.2.1 文 件.....	195
5.2.2 轨 迹.....	200
5.2.3 通 道.....	203
5.2.4 激 励.....	207
5.2.5 响 应.....	220
5.2.6 校 准.....	238
5.2.7 光 标.....	243
5.2.8 分 析.....	260
5.2.9 系 统.....	279
5.2.10 帮 助.....	284
6 优化测量.....	287
6.1 降低附件的影响.....	287
6.2 提高低损耗二端口器件的反射精度.....	289
6.3 增加动态范围.....	292
6.3.1 提高装置的输入功率.....	293
6.3.2 减小接收机噪声基底.....	294
6.4 改进电长度器件的测量结果.....	297
6.5 提高相位测量精度.....	298
6.5.1 电延时.....	299
6.5.2 端口延伸.....	299

目 录

6.5.3 相位偏移	303
6.5.4 频率点间隔	304
6.5.5 具体操作	305
6.6 降低迹线噪声	308
6.6.1 扫描平均	308
6.6.2 轨迹平滑	310
6.6.3 中频带宽	311
6.7 增加数据点数	312
6.8 提高测量稳定性	314
6.9 提高扫描速度	317
6.10 提高多状态测量的效率	322
6.10.1 通过测量设置提高测量效率	322
6.10.2 自动改变测量设置	325
6.10.3 快速调用测量	325
6.11 快速进行数据传输	325
6.11.1 使用单次触发模式	325
6.11.2 传输尽可能少的数据	326
6.11.3 使用实数格式	326
6.11.4 使用 LAN	326
6.11.5 使用 COM 程序	326
6.12 使用宏	326
6.12.1 新建宏	327
6.12.2 宏设置对话框	328
6.12.3 宏设置窗口对话框	329
7 校准	331
7.1 校准概述	331

7.1.1 校准的定义	332
7.1.2 校准的意义	332
7.1.3 校准的应用场合	332
7.1.4 校准的简单过程	332
7.2 选择校准类型	333
7.3 校准向导	337
7.3.1 向导校准	338
7.3.2 非向导校准	343
7.4 高精度的测量校准	347
7.5 测量误差	349
7.5.1 漂移误差	350
7.5.2 随机误差	350
7.5.3 系统误差	351
7.6 编辑校准件定义	355
7.6.1 校准件定义	356
7.6.2 自定义校准件	356
7.6.3 创建校准件	357
7.6.4 编辑校准件	358
7.6.5 编辑校准件对话框	360
7.6.6 增加或修改连接器对话框	362
7.6.7 类信息对话框	364
7.6.8 增加标准对话框	365
7.6.9 开路器对话框	365
7.6.10 短路器对话框	367
7.6.11 负载对话框	368
7.6.12 直通/传输线/适配器对话框	369
7.6.13 数据模型标准	370
7.7 校准标准	370

7.8 TRL 校准	373
7.9 夹具补偿校准	375
7.9.1 夹具仿真器术语	376
7.9.2 使能夹具仿真功能	377
7.9.3 夹具仿真处理顺序	377
7.9.4 匹配电路嵌入	378
7.9.5 双端口夹具去嵌入	382
7.9.6 端口阻抗转换	384
7.9.7 四端口夹具嵌入/去嵌入	386
7.10 电子校准	388
8 网络测量基础	395
8.1 反射测量	395
8.1.1 反射测量的表达	396
8.1.2 反射测量表达总结	398
8.2 相位测量	399
8.2.1 什么是相位测量	399
8.2.2 为什么进行相位测量	400
8.2.3 使用分析仪的相位格式	400
8.2.4 相位测量的类型	401
8.2.5 线性相位偏离与群时延	401
8.3 放大器参数说明	403
8.3.1 增益	403
8.3.2 增益平坦度	403
8.3.3 反向隔离	403
8.3.4 增益漂移随时间（温度，偏置）的变化	403
8.3.5 线性相位偏差	404
8.3.6 群时延	404

8.3.7 回波损耗 (驻波比, ρ)	404
8.3.8 复阻抗	405
8.3.9 AM-PM 转换系数	405
8.4 复阻抗	406
8.4.1 什么是复阻抗	406
8.4.2 提高阻抗测量精度	406
8.4.3 复阻抗测量的步骤	407
8.5 群时延	408
8.5.1 什么是群时延	409
8.5.2 为什么测量群时延	410
8.5.3 什么是群时延孔径	410
8.5.4 提高群时延的测量精度	412
8.5.5 群时延测量步骤	412
8.6 绝对输出功率	413
8.6.1 什么是绝对输出功率	414
8.6.2 为什么要测量绝对输出功率	414
8.6.3 绝对输出功率测量步骤	414
8.7 AM-PM 变换	415
8.7.1 什么是 AM-PM 变换	415
8.7.2 为什么要测量 AM-PM 变换	415
8.7.3 与测量精度相关的因素	416
8.7.4 AM-PM 变换的测量步骤	417
8.8 线性相位偏差	417
8.8.1 什么是线性相移	418
8.8.2 什么是线性相位偏离	418
8.8.3 为什么要测量线性相位偏离	418
8.8.4 利用电延时功能	418
8.8.5 与测量精度有关的因素	419
8.8.6 线性相位偏离测量步骤	419

8.9 反向隔离	420
8.9.1 什么是反向隔离	420
8.9.2 为什么要测量反向隔离	421
8.9.3 与测量精度有关的因素	421
8.9.4 反向隔离测量步骤	422
8.10 小信号增益和平坦度	422
8.10.1 什么是增益	422
8.10.2 什么是平坦度	423
8.10.3 为什么要测量小信号增益和平坦度	423
8.10.4 与测量精度有关的因素	423
8.10.5 小信号增益和平坦度测量步骤	424
9 故障诊断与返修	425
9.1 工作原理	425
9.1.1 被测件对射频信号的响应	425
9.1.2 整机原理	427
9.2 故障诊断与排除	428
9.2.1 系统问题	428
9.2.2 曲线显示不正常	429
9.2.3 扫描问题	430
9.2.4 显示问题	430
9.2.5 前面板按键不响应	430
9.2.6 菜单无法操作	431
9.3 错误信息	431
9.3.1 本地错误信息	431
9.3.2 程控错误信息	433
9.4 返修方法	460
9.4.1 联系我们	460

9.4.2 包装与邮寄	460
附录	463
附录 1 典型测量示例	463
1.1 开机预热 30 分钟，复位分析仪	464
1.2 进行频率和功率设置	464
1.3 选择测量和新建轨迹	465
1.4 校准	466
1.5 连接被测件	467
1.6 调节比例和数据分析	467
1.7 记录或保存数据	469
附录 2 时域测量	470
2.1 时域测量原理	470
2.2 时域测量分辨率与范围	472
2.3 窗口滤波	480
2.4 时间门滤波	483
2.5 时域测量数据	490
2.6 带通和低通的时域模式	497
2.7 时域变换测量设置	501
2.8 时域反射（TDR）阻抗测试	503
附录 3 高级时域分析	507
3.1 概述	507
3.2 测量设置	509
3.3 测量过程	518
3.4 眼图及眼图模板测量	523
3.5 眼图波形的高级分析	530
附录 4 自动夹具移除	535
4.1 概述	535
4.2 自动夹具移除原理	536
4.2.1 夹具参数提取方法	537

目 录

4.2.2 多端口夹具去嵌入方法.....	538
4.3 自动夹具移除操作步骤.....	539
4.4 自动夹具移除结果.....	549

1 手册导航

本章介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的用户手册功能、章节构成和主要内容，并介绍了提供给用户使用的仪器关联文档。

- 关于手册.....15
- 关联文档.....17

1.1 关于手册

本手册介绍了中电科思仪科技股份有限公司生产的 3671 系列矢量网络分析仪的用途、性能指标、基本工作原理、使用方法、使用注意事项等，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，并按照书中指导进行正确操作。

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

用户手册共包含的章节如下：

- 概述

概括地讲述了3671系列矢量网络分析仪的特点和使用时的注意事项，主要包括产品综述和安全使用指南。

- 使用入门

本章介绍了3671系列矢量网络分析仪的使用前的准备事项、系统和仪器的例行维护、前面板概述、后面板概述、操作界面、分析仪的菜单、轨迹、通道和窗口及如何分析和保存测量数据等。

- 测量设置

本章详细介绍了网络分析仪使用过程中的各种设置项，主要包括：复位分析仪、选择测量参数、设置频率范围、设置信号功率电平、设置扫描、选择触发方式、选择数据格式和比例、观察多条轨迹和开启多个通道、设置分析仪的显示等。

- **菜单**

按照功能分类介绍菜单结构和菜单项说明，方便用户查询参考。

- **优化测量**

本章给出了如何通过合理的设置调整来优化测量精度，其方法主要包括：降低附件的影响、提高低损耗二端口器件的反射精度、增加动态范围、改进电长度器件的测量结果、提高相位测量精度、降低迹线噪声、降低接收机串扰、增加数据点数、提高测量稳定性、提高扫描速度、提高多状态测量的效率、快速进行数据传输、使用宏等。

- **校准**

介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的校准类型及方法，以提高测量过程中的精度。

- **网络测量基础**

本章为用户介绍了高级网络参数测量的基本概念及相关理论知识。

- **远程控制**

概述了仪器远程控制操作方法，目的使用户可以对远程控制操作快速上手。分四部分介绍：程控基础，介绍与程控有关的概念、软件配置、程控端口、SCPI命令等；仪器端口配置方法，介绍3671系列矢量网络分析仪程控端口的连接方法和软件配置方法；VISA接口基本编程方法，以文字说明和示例代码的方式给出基本编程示例，使用户快速掌握程控编程方法；I/O函数库，介绍仪器驱动器基本概念及IVI-COM/IVI-C驱动的基本安装配置说明。

- **故障诊断和返修**

包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法、错误信息说明及返修方法。

- **技术指标和测试方法**

介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的主要技术指标和推荐用户使用的测试方法指导说明。

- **附录**

列出3671系列矢量网络分析仪的软件选件的使用说明。

1.2 关联文档

3671 系列矢量网络分析仪的产品文档包括：

- 用户手册
- 程控手册
- 快速使用指南
- 在线帮助

用户手册

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

- 手册导航
- 概述
- 使用入门
- 测量设置
- 菜单
- 优化测量
- 校准
- 网络测量基础
- 远程控制
- 故障诊断与返修

1.2 关联文档

- 技术指标和测量方法
- 附录

程控手册

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

- 远程控制
- 程控命令
- 编程示例
- 错误说明
- 附录

快速使用指南

本手册介绍了仪器的配置和启动测量的基本操作方法，目的是：使用户快速了解仪器的特点、掌握基本设置和基础的操作方法。包含的主要章节是：

- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助

在线帮助

在线帮助集成在仪器产品中，提供快速的文本导航帮助，方便用户本地和远控操作。仪器前面板硬键或用户界面工具条都有对应的快捷键激活该功能。包含的主要章节同用户手册。

2 概述

本章介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的主要性能特点、主要用途范围及主要技术指标。

同时说明了如何正确操作仪器及用电安全等注意事项。

- 产品综述.....19
- 安全使用指南.....24

2.1 产品综述

3671 系列矢量网络分析仪是中电科思仪科技股份有限公司推出的矢量网络分析仪的更新换代产品。在硬件方面，采用全新的设计理念与技术方案，使整机的扫描速度、系统动态范围等关键技术性能指标获得显著提高；在软件方面，应用配置高性能微处理器芯片的嵌入式计算机和基于 Windows 7 操作系统的平台环境，使整机的互联性和易用性得到极大提升。

3671 系列矢量网络分析仪提供频响、单端口、响应隔离、增强型响应、全双端口、电校准等多种校准方式，内设对数幅度、线性幅度、驻波、相位、群时延、Smith 圆图、极坐标等多种显示格式，外配 USB、LAN、GPIB、VGA、HDMI 等多种标准接口，能精确测量微波网络的幅频特性、相频特性和群时延特性等。

该产品可广泛应用于各种微波无源器部件、线缆组件、放大器等领域高效、精确测量，是工业生产、高校科研过程中必不可少的测试设备。

产品特点：

- 12.1 英寸高分辨率多点电容式触摸显示屏；
- Windows 操作系统，中文菜单，兼备英文语言选项；
- 具有单端口、全双端口、响应隔离、TRL、向导校准、电校准等多种校准方式；

2 概述

2.1 产品综述

- 具有多达 32 个显示窗口，每个窗口同时显示多达 16 条轨迹，64 个独立测量通道，快速执行复杂测试方案；
- 录制/运行，一键式操作大大简化测量设置步骤，提高工作效率；
- 具有对数幅度、线性幅度、驻波、相位、群时延、Smith 圆图、极坐标等多种显示格式；
- 具有 USB、GPIB、LAN 互联接口以及 VGA、HDMI 显示输出接口；
- 单源激励二端口矢量网络分析仪和双源激励四端口矢量网络分析仪可选；
- 除经典 S 参数测量功能，还具有时域测量、频偏测量、增益压缩二维扫描测量等选件功能。

1) 人性化用户界面简洁直观，便于操作，可提高测试效率

利用显示屏触摸、面板按键、鼠标可有效引导用户正确地操作和使用本产品，在 Windows 系统环境下，用户的操作快速、直观，可大大提高测试工作效率。



3671 系列矢量网络分析仪采用

12.1 英寸 1280*800 分辨率触摸显示

图 2.1 12.1 英寸 1280*800 分辨率触摸显示屏



图 2.2 软面板界面

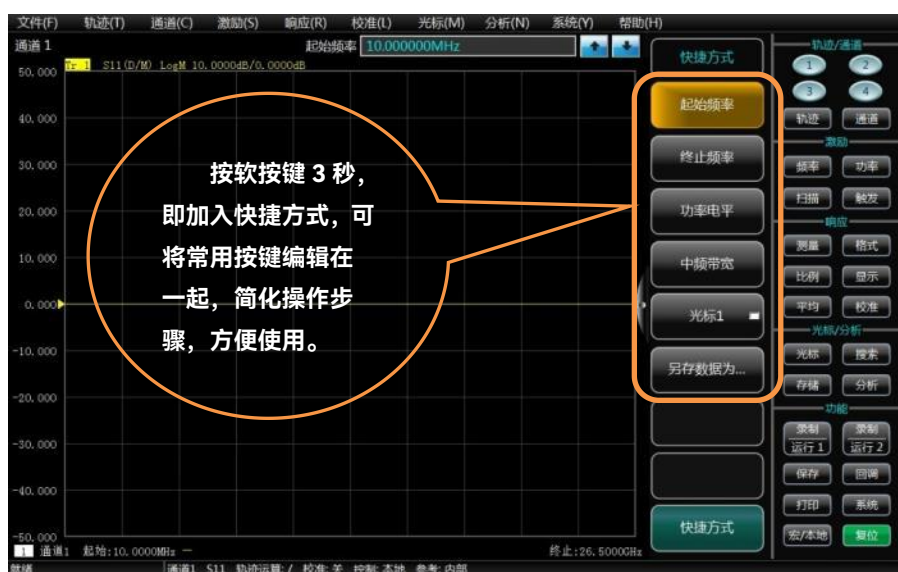


图 2.3 快捷方式软按键

2) 多窗口多通道测量显示

3671 系列矢量网络分析仪最多支持 64 个通道，最多可同时显示 32 个测量窗口，每个窗口最多可同时显示 16 条测试轨迹，无需多次仪器状态调用，即可实现被测件多个参数测量，简化测试过程。

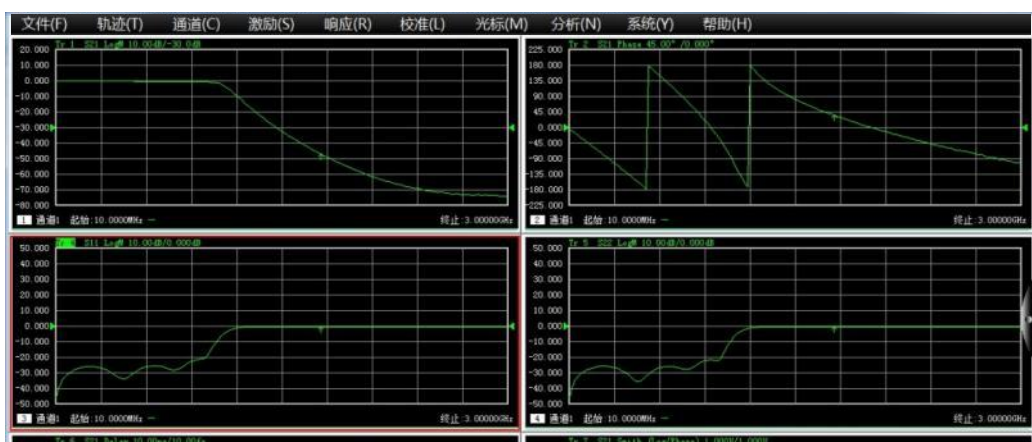


图 2.4 多窗口多通道测量显示

3) 宽动态范围

3671 系列矢量网络分析仪采用基波混频接收的设计理念，有效扩展整机的测试动态范围，满足用户日益增长的对大动态范围的测试需求。

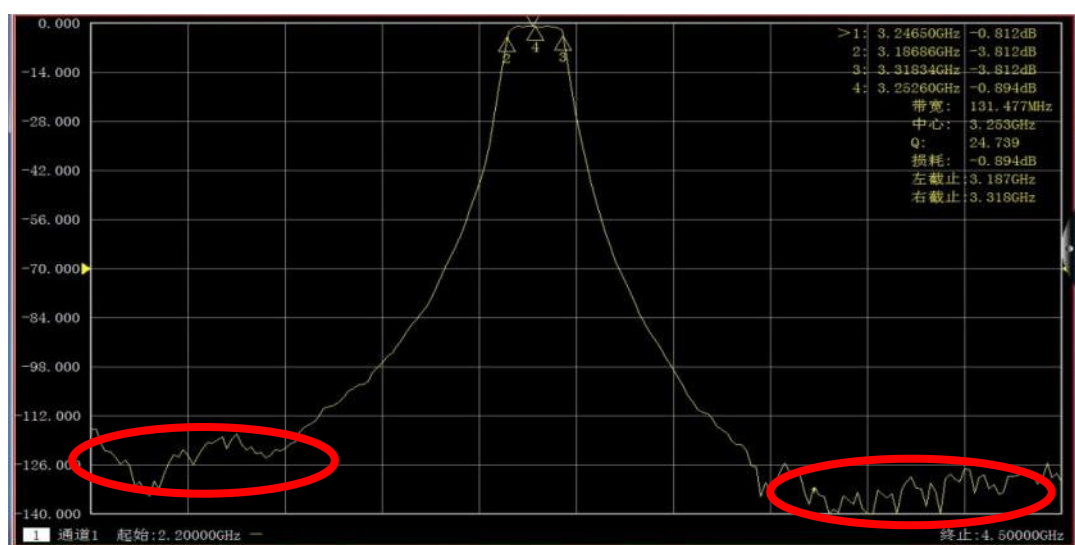
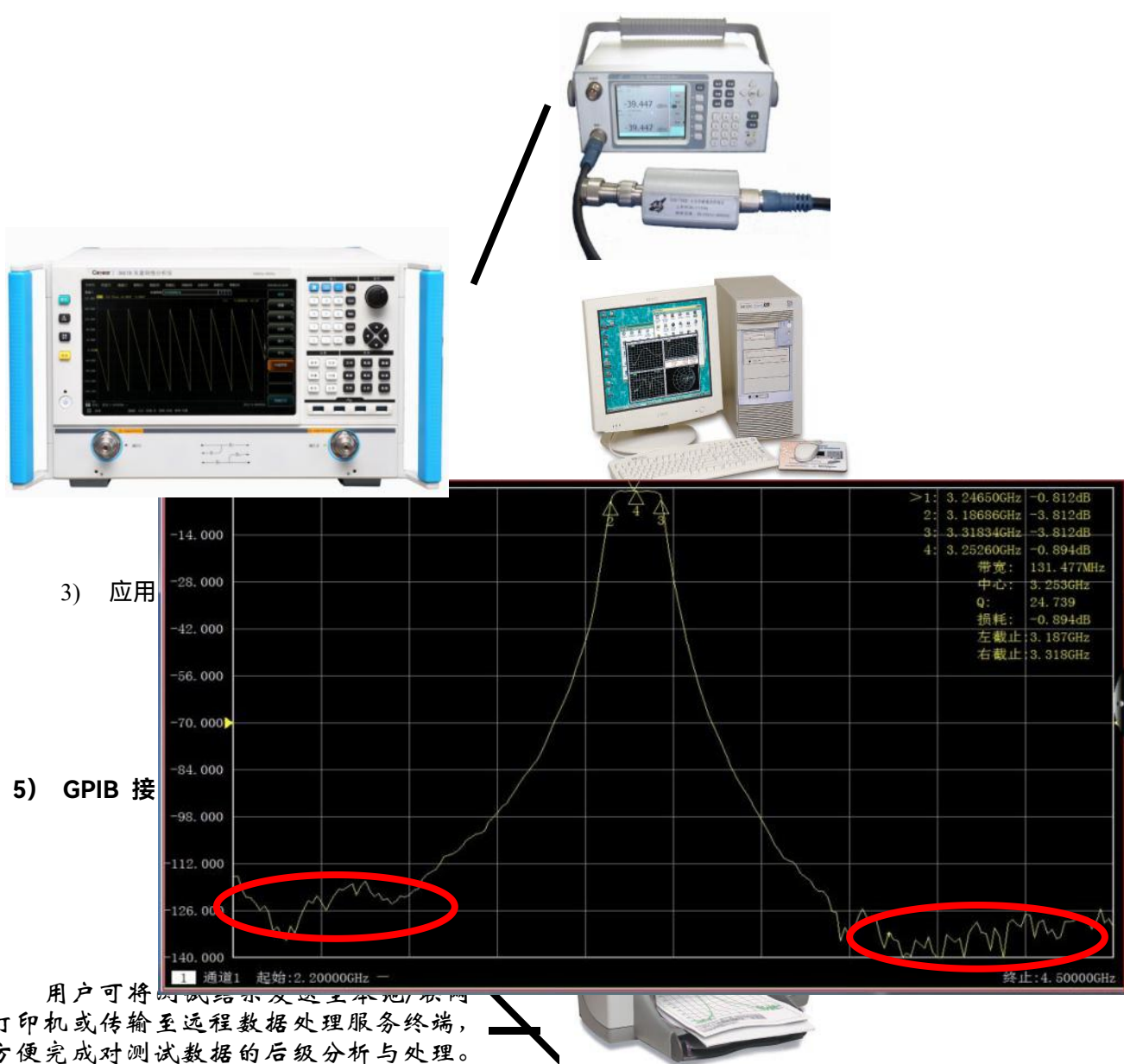


图 2.5 滤波器测量结果

4) 自动化测试

自动化测试在测试过程中可以节省大量时间, 利用灵活的自动化环境能够有效降低测试成本:

- 1) 利用 SCPI 命令对矢量网络分析仪进行控制, 完成自动化测试;
- 2) 直接从矢量网络分析仪或外部 PC 机通过 LAN、USB 或 GPIB 接口执行代码;



3671 系列矢量网络分析仪提供一个 24 针 D 型阴头 GPIB 连接器,符合 IEEE-488.2 标准,用于发送和接收 GPIB/SCPI 命令。

6) USB 接口

3671 系列矢量网络分析仪提供了 9 个快速的 USB 接口 (其中 6 个 USB3.0 A 型配置, 2 个 USB2.0 A 型配置, 1 个 B 型配置), 便于与键盘、鼠标、打印机、电子校准件以及具有 USB 接口的其它外围设备相连。

7) 打印功能

3671 系列矢量网络分析仪提供了强大的打印功能, 可以将测量显示的内容通过打印机输出或打印到指定的文件中。打印机可以是本地或网络打印机, 打印机的类型可以是 LAN 接口或 USB 接口打印机, 只要在 Windows 7 操作系统中完成打印机的添加即可实现测量打印。

2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项!

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

另外, 正确的使用本产品也是您的责任。在开始使用本仪器之前, 请仔细阅读并遵守安

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







● 安全标识.....	25
● 操作状态和位置.....	27
● 用电安全.....	27
● 操作注意事项.....	29
● 维护.....	3
● 电池与电源模块.....	31
● 运输.....	32
● 废弃处理/环境保护.....	32

2.2.1 安全标识





2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下（表 2.1）：

表2.1 产品安全标识

符号	意义	符号	意义
	注意，特别提醒用户注意的信息。 提醒用户应注意的操作信息或说明。		开/关 电源
	注意，搬运重型设备。		待机指示
	危险！小心电击。		直流电（DC）

2.2 安全使用指南

	警告！小心表面热。		交流电（AC）
	防护导电端		直流/交流电（DC/AC）
	地		仪器加固绝缘保护
	接地端		电池和蓄电池的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。
	注意，小心处理经典敏感器件。		单独收集电子器件的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。
	警告！辐射。 具体说明请参考本节2.2.4 “操作注意事项”中的第7项。		

2.2.1.2 手册相关

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



危险标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



警告标识，若不可避免，会带来人身和设备伤害。



小心标识，若不可避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。

注 意

注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。

提 示

提示标识，仪器及操作仪器的信息。

2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

- 1) 除非特别声明，3671 系列矢量网络分析仪的操作环境需满足：平稳放置仪器，IP 保护 2X，室内操作。操作仪器时所处的海拔高度最大不超过 2000 米，运输仪器时，海拔高度最大不超过 4500 米。实际供电电压允许在标注电压的 $\pm 10\%$ 范围内变化，供电频率允许在标注频率的 $\pm 5\%$ 范围内变化。超压级别是 2，污染强度是 2。
- 2) 请勿将仪器放置在有水的表面、车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。
- 3) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。

2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

2.2 安全使用指南

- 1) 仪器加电前,需保证实际供电电压需与仪器标注的供电电压匹配。若供电电压改变,需同步更换仪器保险丝型号。
- 2) 参照仪器后面板电源要求,采用三芯电源线,使用时保证电源地线可靠接地,浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏,甚至对操作人员造成伤害;
- 3) 请勿破坏电源线,否则会导致漏电,损坏仪器,甚至对操作人员造成伤害。若使用外加电源线或接线板,使用前需检查以保证用电安全。
- 4) 若供电插座未提供开/关电开关,若需对仪器断电,可直接拔掉电源插头,为此需保证电源插头可方便的实现插拔。
- 5) 请勿使用损坏的电源线,仪器连接电源线前,需检查电源线的完整性和安全性,并合理放置电源线,避免人为因素带来的影响,例如:电源线过长绊倒操作人员。
- 6) 仪器需使用 TN/TT 电源网络,其保险丝最大额定电流 16A (若使用更大额定电流的保险丝需与厂家商讨确定)。
- 7) 保持插座整洁干净,插头与插座应接触良好、插牢。
- 8) 插座与电源线不应过载,否则会导致火灾或电击。
- 9) 若在电压 $V_{rms} > 30\text{ V}$ 的电路中测试,为避免仪器损伤,应采取适当保护措施(例如:使用合适的测试仪器、加装保险丝、限定电流值、电隔离与绝缘等)。
- 10) 仪器需符合 IEC60950-1/EN60950-1 或 IEC61010-1/EN 61010-1 标准,以满足连接 PC 机或工控机。

- 11) 除非经过特别允许, 不能随意打开仪器外壳, 这样会暴露内部电路和器件, 引起不必要的损伤。
- 12) 若仪器需要固定在测试地点, 那么首先需要具备资质的电工安装测试地点与仪器间的保护地线。
- 13) 采取合适的过载保护, 以防过载电压 (例如由闪电引起) 损伤仪器, 或者带来人员伤害。
- 14) 仪器机壳打开时, 不属于仪器内部的物体, 不要放置在机箱内, 否则容易引起短路, 损伤仪器, 甚至带来人员伤害。
- 15) 除非特别声明, 仪器未做过防水处理, 因此仪器不要接触液体, 以防损伤仪器, 甚至带来人员伤害。
- 16) 仪器不要处于容易形成雾气的环境, 例如在冷热交替的环境移动仪器, 仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

2.2.4 操作注意事项

- 1) 仪器操作人员需要具备一定的专业技术知识, 以及良好的心理素质, 并具备一定的应急处理反映能力。
- 2) 移动或运输仪器前, 请参考本节“[2.2.7 运输](#)”的相关说明。

2.2 安全使用指南

- 3) 仪器生产过程中不可避免的使用可能会引起人员过敏的物质（例如：镍），若仪器操作人员在操作过程中出现过敏症状（例如：皮疹、频繁打喷嚏、红眼或呼吸困难等），请及时就医查询原因，解决症状。
- 4) 拆卸仪器做报废处理前，请参考本节“[2.2.8 废弃处理/环境保护](#)”的相关说明。
- 5) 射频类仪器会产生较高的电磁辐射，此时，孕妇和带有心脏起搏器的操作人员需要加以特别防护，若辐射程度较高，可采取相应措施移除辐射源以防人员伤害。
- 6) 若发生火灾，损坏的仪器会释放有毒物质，为此操作人员需具备合适的防护设备（例如：防护面罩和防护衣），以防万一。
- 7) 激光产品上需根据激光类别标识警告标志，因为激光的辐射特性及此类设备都具备高强度的电磁功率特性，会对人体产生伤害。若该产品集成了其它激光产品（例如：CD/DVD 光驱），为防止激光束对人体的伤害，除产品手册描述的设置和功能外，不会提供其他功能。
- 8) 电磁兼容等级（符合 EN 55011/CISPR 11、EN 55022/CISPR 22 及 EN 55032/CISPR 32 标准）
 - A 级设备：

除住宅区和低压供电环境外，该设备均可使用。

注：A 级设备适用于工业操作环境，因其对住宅区产生无线通信扰动，为此操作人员需采取相关措施减少这种扰动影响。
 - B 级设备：

适用于住宅区和低压供电环境的设备。

2.2.5 维护

- 1) 只有授权的且经过专门技术培训的操作人员才可以打开仪器机箱。进行此类操作前，需断开电源线的连接，以防损伤仪器，甚至人员伤害。
- 2) 仪器的修理、替换及维修时，需由厂家专门的电子工程师操作完成，且替换维修的部分需经过安全测试以保证产品的后续安全使用。

2.2.6 电池与电源模块

电池与电源模块使用前，需仔细阅读相关信息，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。某些情况下，废弃的碱性电池（例如：锂电池）需按照 **EN 62133** 标准进行处理。关于电池的使用注意事项如下：

- 1) 请勿损坏电池。
- 2) 勿将电池和电源模块暴露在明火等热源下；存储时，避免阳光直射，保持清洁干燥；并使用干净干燥的柔软棉布清洁电池或电源模块的连接端口。
- 3) 请勿短路电池或电源模块。由于彼此接触或其它导体接触易引起短路，请勿将多块电池或电源模块放置在纸盒或者抽屉中存储；电池和电源模块使用前请勿拆除原外包装。
- 4) 电池和电源模块请勿遭受机械冲撞。
- 5) 若电池泄露液体，请勿接触皮肤和眼睛，若有接触请用大量的清水冲洗后，及时就医。

2.2 安全使用指南

- 6) 请使用厂家标配的电池和电源模块，任何不正确的替换和充电碱性电池（例如：锂电池），都易引起爆炸。
- 7) 废弃的电池和电源模块需回收并与其它废弃物品分开处理。因电池内部的有毒物质，需根据当地规定合理丢弃或循环利用。

2.2.7 运输

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

2.2.8 废弃处理/环境保护

- 1) 请勿将标注有电池或者蓄电池的设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集，且在合适的收集地点或通过厂家的客户服务中心进行废弃处理。
- 2) 请勿将废弃的电子设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集。厂家有权利和责任帮助最终用户处置废弃产品，需要时，请联系厂家的客户服务中心做相应处理以免破坏环境。

- 3) 产品或其内部器件进行机械或热再加工处理时，或许会释放有毒物质（重金属灰尘例如：铅、铍、镍等），为此，需要经过特殊训练具备相关经验的技术人员进行拆卸，以免造成人身伤害。
- 4) 再加工过程中，产品释放出来的有毒物质或燃油，请参考生产厂家建议的安全操作规则，采用特定的方法进行处理，以免造成人身伤害。

3 使用入门

本章介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的使用前注意事项、前后面板浏览、常用基本测量方法及数据文件管理等。以使用户初步了解仪器本身和测量过程。

● 准备使用.....	35	
● 前、后面板说明.....	55	
● 分析仪的界面.....	73	
● 分析仪的轨迹、通道和窗口.....	77	
● 分析数据.....	79	
● 数据输出.....		
1	1	2

3.1 准备使用

● 操作前准备.....	35
● 分析仪的系统恢复及安装程序.....	49
● 例行维护	
5	4

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 3671 系列矢量网络分析仪初次设置使用前的注意事项。



防止损伤仪器

为避免电击、火灾和人身伤害：

- 请勿擅自打开机箱；

3.1 准备使用

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

注 意

静电防护

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

注 意

操作仪器时请注意：

不恰当的操作位置或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙至少 10cm；

- 保持仪器干燥；
- 平放、合理摆放仪器；
- 环境温度符合数据页中标注的要求；
- 端口输入信号功率符合标注范围；
- 信号输出端口正确连接，不要过载。

提示

电磁干扰（EMI）的影响：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

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

● 开箱.....	3	8
● 环境要求.....	4	0
● 开/关电.....		42
● 正确使用连接器.....	4	5

3.1 准备使用

3.1.1.1 开箱

1) 外观检查

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

步骤 2. 开箱，检查主机和随箱物品是否有破损；

步骤 3. 按照表 3.1 仔细核对以上物品是否有误；

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

注 意

搬运：因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬运，并轻放。

2) 型号确认

表 3.1 3671 随箱物品及选件清单

名 称	数 量	功 能
主机：		
✧ 3671 系列矢量网络分析仪	1	—
标配：		
✧ 三芯电源线	1	—
✧ USB 鼠标	1	—
✧ 用户手册	1	—
✧ 装箱清单	1	—

◇ 产品合格证	1	—
---------	---	---

选件:

◇ 006 英文选件	1	配置英文前后面板、英文操作系统
------------	---	-----------------

◇ 400 四端口测量	1	扩展为四端口矢量网络分析仪
-------------	---	---------------

◇ S07 自动夹具移除选件	1	用于单端及平衡器件测量夹具自动测试及移除 (AFR)
----------------	---	----------------------------

◇ S10 时域测量选件	1	用于时域测量, 可确定器件、夹具或电缆中不连续位置并进行分析
--------------	---	--------------------------------

◇ S11 高级时域分析选件	1	用于 TDR 时域阻抗测试、眼图分析等
----------------	---	---------------------

3671C/D/E 选件:

◇ 31121 机械校准件	1	用于整机校准
---------------	---	--------

◇ 20403 电子校准件	1	两端口整机电子校准 (10MHz~26.5GHz)
---------------	---	------------------------------

◇ 20405 电子校准件	1	四端口整机电子校准 (10MHz~20GHz)
---------------	---	-------------------------

◇ FB0HA0HB025.0	1	3.5mm 稳幅稳相电缆, 用于整机测量
-----------------	---	----------------------

◇ FB0HA0HC025.0	1	3.5mm 稳幅稳相电缆, 用于整机测量
-----------------	---	----------------------

3671G 选件:

◇ 31123 机械校准件	1	用于整机校准
---------------	---	--------

◇ 20404 电子校准件	1	用于整机电子校准 (10MHz~50GHz)
---------------	---	------------------------

◇ FE0BN0BM025.0	1	2.4mm 稳幅稳相电缆, 用于整机测量
-----------------	---	----------------------

◇ FE0BN0BL025.0	1	2.4mm 稳幅稳相电缆, 用于整机测量
-----------------	---	----------------------

提示

更多选件详情请以最新版产品样本为准，或直接向我司咨询。

3.1.1.2 环境要求

3671 系列矢量网络分析仪的操作场所应满足下面的环境要求：

1) 操作环境

操作环境应满足下面的要求：

表 3.2 3671 操作环境要求

温 度	0°C ~ 40°C
误差调整时温度范围	23°C ±5°C（误差调整时允许温度偏差 <1°C）
湿 度	<+29 °C 时，湿度计测量值范围：20% — 80%（未冷凝）
海拔高度	0 ~ 2,000 米（0 ~ 6,561 英尺）
振 动	最大 0.21 G, 5 Hz — 500 Hz

注意

上述环境要求只针对仪器的操作环境因素，而不属于技术指标范围。

2) 散热要求

为了保证仪器的工作环境温度在操作环境要求的温度范围内,应满足仪器的散热空间要求如下:

表 3.3 3671 散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥120 mm
左右侧	≥100 mm

3) 静电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性,通常我们使用两种防静电措施:导电桌垫与手腕组合;导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用,只有前者可以提供保障。为确保用户安全,防静电部件必须提供至少 1MΩ的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏:

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



电压范围

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合。

3.1 准备使用

3.1.1.3 开/关电

1) 加电前注意事项

仪器加电前应注意检查如下事项:

a) 确认供电电源参数

3671 系列矢量网络分析仪采用三芯电源线接口, 符合国际安全标准。在分析仪加电前, 必须确认供电电源插座的保护地线已可靠接地, 方可将电源线插入标准的三芯插座中。浮地或接地不良都可能毁坏仪器, 甚至造成人身伤害, 千万不要使用没有保护地的电源线。表 3.4 列出了网络分析仪正常工作时对外部供电电源的要求。

表 3.4 3671 工作电源参数要求

电源参数	适应范围
电压、频率	110V/220V±10%, 60Hz/50Hz±5%
额定输出电流	>5A
提示 功耗	>500W

防止电源互扰

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

b) 确认及连接电源线

3671 系列矢量网络分析仪采用三芯电源线接口, 符合国家安全标准。在网络分析仪加电前, 必须确认网络分析仪的电源线中的**保护地线已可靠接地**, 浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏, 甚至对操作人员造成伤害。严禁使用不带保护地的电源线。当接上合适电源插座时, 电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压值应大于等于 250V,

额定电流应大于等于 6A。

仪器连接电源线时：

步骤 1. 确认工作电源线未损坏；

步骤 2. 使用电源线连接仪器后面板供电插头和接地良好的三芯电源插座。

警告

接地

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

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

2) 初次加电

仪器开/关电方法和注意事项如下：

a) 连接电源

初次加电前，请确认供电电源参数及电源线，具体可参考用户手册中的章节 3.1.1.3 中的加电前注意事项部分。

步骤 1. 连接电源线：用包装箱内与网络分析仪配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入网络分析仪的后面板电源插座（如图 3.1），电源插座旁标注网络分析仪要求的电压参数指标，提醒用户使用的电压应该符合要求。电源线的另一端连接符合要求的交流电源；

步骤 2. 打开后面板电源开关：如图 3.2，观察前面板电源开关（如图 3.3）上方待机指示灯变亮为黄色；

步骤 3. 打开前面板电源开关：如图 3.3，开机前请先不要连接任何设备到网络分析仪，若一切正常，可以开机，开机后前面板电源开关上方的指示灯会变为绿色。



图3.1 3671电源插座



图3.2 3671后面板电源开关



图3.3 3671前面板电源开关

3.1 准备使用

b) 开/关电

i. 开机

步骤 1. 打开后面板电源开关 (“I”);

步骤 2. 按一下前面板左下角电源开关按键, 此时电源开关上方电源指示灯颜色由黄色变为绿色。

步骤 3. 网络分析仪将花大约 1 分钟时间启动 Windows 7 系统, 执行一系列自检和调整程序后, 开始运行测量主程序。

仪器进入可操作状态。

提 示

仪器冷启动预热

3671 系列矢量网络分析仪冷启动时, 为使仪器达到符合规定的性能指标, 在进行测量前应该让网络分析仪至少预热 30 分钟以上。

提 示

运行分析仪应用程序

网络分析仪开机时自动运行应用程序, 如果退出应用程序, 可以通过如下方法重新运行测量程序:

方法 1. 在屏幕左下角任务栏中点击**[开始]**, 在开始菜单中指向**[程序]**, 在程序子菜单

中指向**[矢量网络分析仪]**，在弹出的子菜单中点击**[矢量网络分析仪]**，分析仪开始运行测量应用程序，也可以双击桌面上的快捷方式运行程序。

方法 2. 按功能键区**[复位]**键，分析仪开始运行 3671 系列矢量网络分析仪应用程序。

ii. 关机

步骤 1. 关闭前面板左下角电源开关（如图 3.3），此时，仪器进入关机过程（软硬件需要经过一些处理后才能关闭电源），经过十几秒后，仪器断电，此时电源开关上方电源指示灯颜色由绿色变为黄色；

步骤 2. 关闭后面板电源开关（“O”），或者断开仪器电源连接。

仪器进入关机状态。

注意

仪器断电

仪器在正常工作状态时，只能通过操作前面板电源开关实现关机。**不要直接操作后面板电源开关或直接断开与仪器的电源连接**，否则，仪器不能进入正常的关机状态，会损伤仪器，或丢失当前仪器状态/测量数据。**请采用正确的方法关机**。如果因为操作系统或应用程序异常而不能正常关机，可以长按**[开机/待机]**键至少 4 秒钟关闭分析仪。

c) 切断电源

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

3.1.1.4 正确使用连接器

在网络分析仪进行各项测试过程中，经常会用到连接器。尽管校准件、测试电缆和分析仪测量端口的连接器都是按照最高的标准进行设计制造，但是所有这些连接器的使用寿命都是有限的。由于正常使用时不可避免的存在磨损，导致连接器的性能指标下降甚至不能满足测量要求，因此正确的进行连接器的维护和测量连接不但可以获得精确的、可重复的测量结果，还可以延长连接器的使用寿命，降低测量成本，在实际使用过程中需注意以下几个方面：

1) 连接器的检查

在进行连接器检查时，应该佩带防静电腕带，建议使用放大镜检查以下各项：

1) 电镀的表面是否磨损，是否有深的划痕；

3.1 准备使用

- 2) 螺纹是否变形;
- 3) 连接器的螺纹和接合表面上是否有金属屑等异物;
- 4) 内导体是否弯曲、断裂;
- 5) 连接器的螺套是否旋转不良。



连接器检查防止损坏仪器端口

任何已损坏的连接器即使在第一次测量连接时也可能损坏与之连接的良好连接器, 为保护网络分析仪本身的各个接口, 在进行连接器操作前务必进行连接器的检查。

2) 连接器的清洁

清洁连接器时应该佩带防静电腕带, 按以下步骤清洁连接器:

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

3) 连接方法

测量连接前应该对连接器进行检查和清洁, 确保连接器干净、无损。连接时应佩带防静电腕带, 正确的连接方法和步骤如下:

步骤 1. 如图 3.4, 对准两个互连器件的轴心, 保证阳头连接器的插针同心地滑移进阴头连接器的接插孔内。



图 3.4 互连器件的轴心在一条直线上

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

相对 的旋转运动。

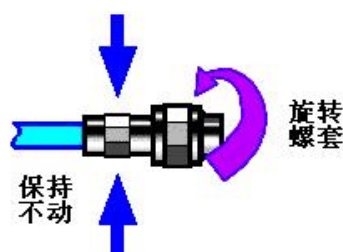


图 3.5 连接方法

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

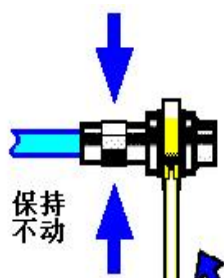


图 3.6 使用力矩扳手完成最后连接

4) 断开连接的方法

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

5) 力矩扳手的使用方法

力矩扳手的使用方法如图 3.7 所示，使用时应注意以下几点：

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



图 3.7 力矩扳手的使用方法

6) 连接器的使用和保存

- 1) 连接器不用时应加上保护护套；
- 2) 不要将各种连接器、空气线和校准标准散乱的放在一个盒子内，这是引起连接器损坏的一个最常见原因；
- 3) 使连接器和分析仪保持相同的温度，用手握住连接器或用压缩空气清洁连接器都会显著改变其温度，应该等连接器的温度稳定下来后再使用它进行校准；
- 4) 不要接触连接器的接合平面，皮肤的油脂和灰尘微粒很难从接合平面上去除；
- 5) 不要将连接器的接触面向下放到坚硬的台面上，与任何坚硬的表面接触都可能损坏连接器的电镀层和接合表面；
- 6) 佩戴防静电腕带并在接地的导电工作台垫上工作，这可以保护分析仪和连接器免受静电释放的影响。

7) 适配器的使用

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

8) 连接器的接合平面

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

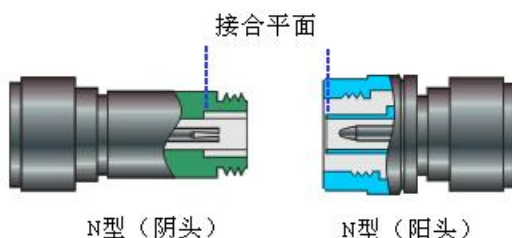


图 3.8 校准平面

3.1.2 分析仪的系统恢复及安装程序

3.1.2.1 网络分析仪的系统恢复

由于用户非正常关闭分析仪、感染病毒或在分析仪上自行安装其它软件,可能导致分析仪操作系统工作不正常,此时需要进行系统恢复,将分析仪恢复到出厂时的默认状态,系统恢复步骤如下:

- 1) 关闭分析仪,在USB接口上连接键盘;
- 2) 按一下分析仪前面板左下角的【开机/待机】键,当外接键盘上的指示灯亮起,出现图3.9页面时立刻按键盘的【↑】【↓】键选择System Recovery,然后按键盘的【Enter】键仪器将自动恢复系统;

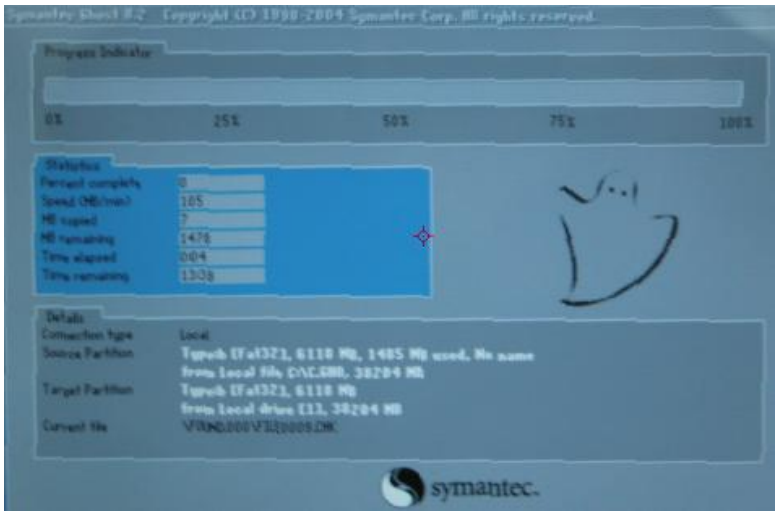
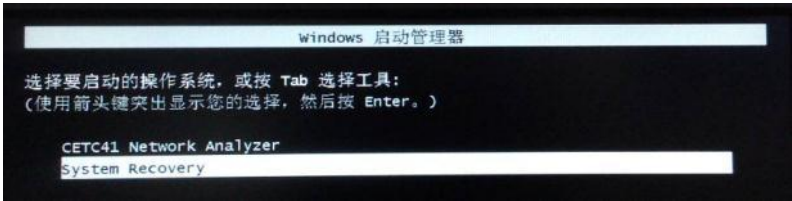


图3.9 开机页面显示

图3.10 系统恢复界面

- 3) 系统恢复开始后，出现图3.10页面，开始进行系统恢复。整个过程大约需要10分钟，恢复完成后需要重新启动分析仪。

3.1.2.2 网络分析仪程序的更新安装

3671 系列矢量网络分析仪若需要更新程序文件，安装新程序，双击 D:\3671 安装程序，按照[3671 系列矢量网络分析仪安装程序]菜单向导，直接按[下一步]，当出现[选择安装类型]时选择[完全]安装，其间出现任何其它菜单直接点[取消]即可。然后，双击桌面上的 3671 系列矢量网络分析仪图标或者按【复位】，即可启动程序。

具体操作步骤如图 3.11 ~ 3.17。

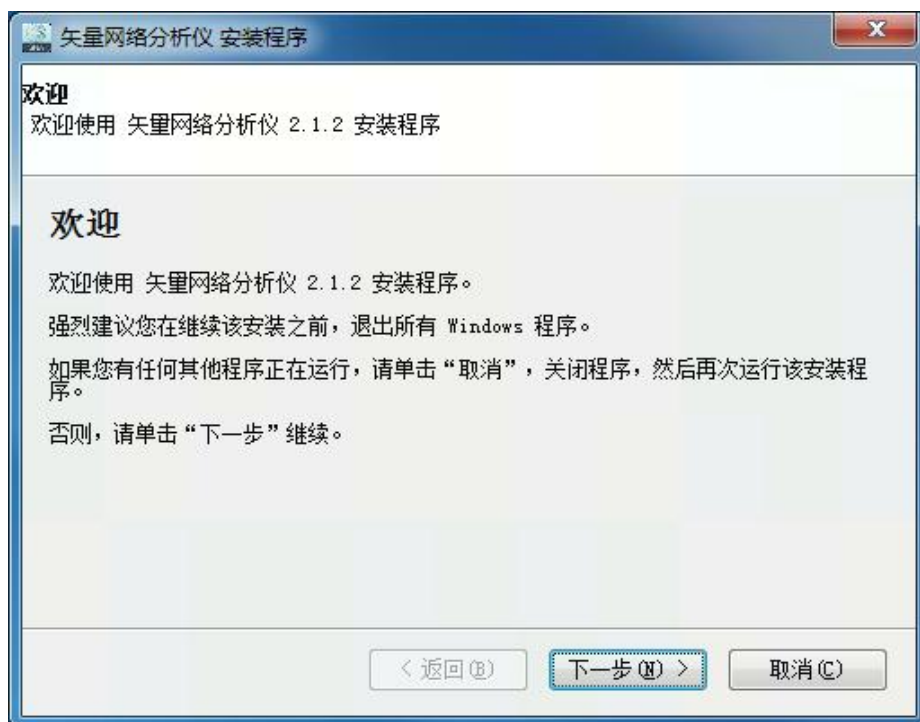


图3.11 安装程序启动界面



图 3.12 许可协议界面



图 3.13 用户信息输入界面

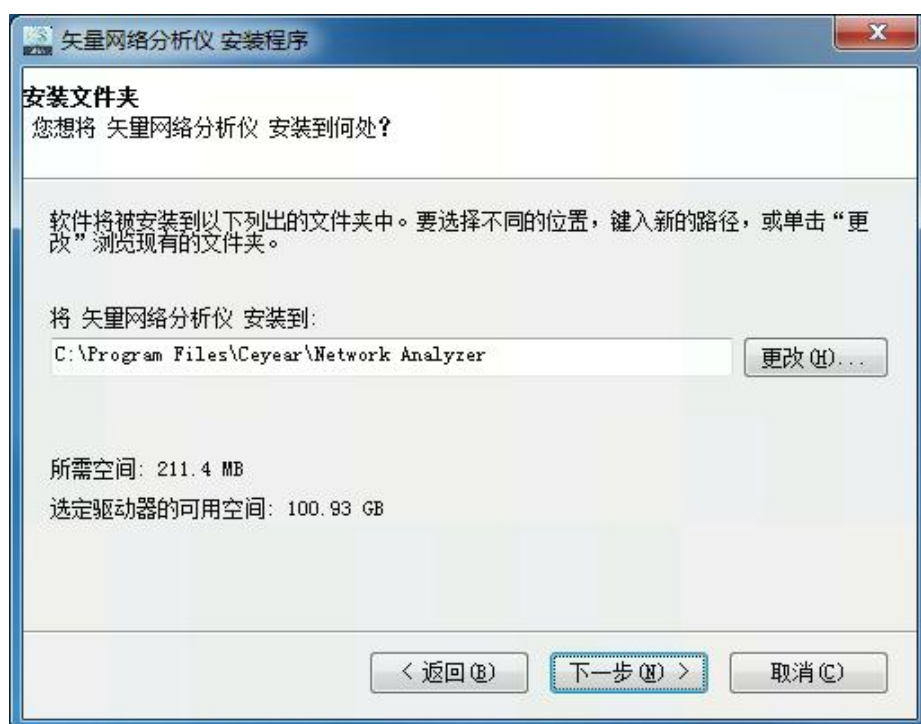


图 3.14 选择安装目录界面

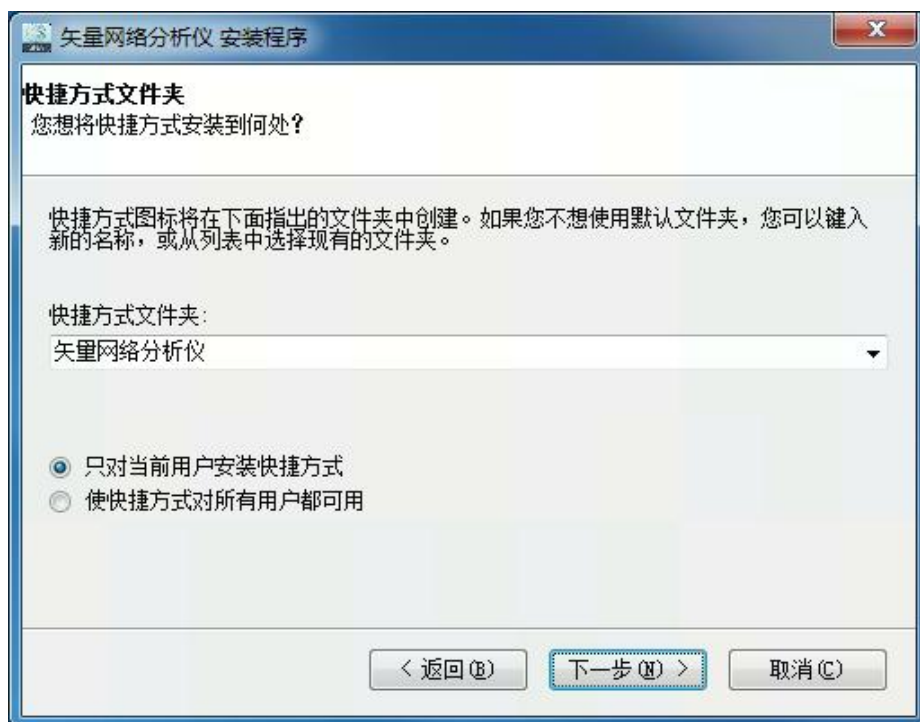


图 3.15 安装类型选择界面

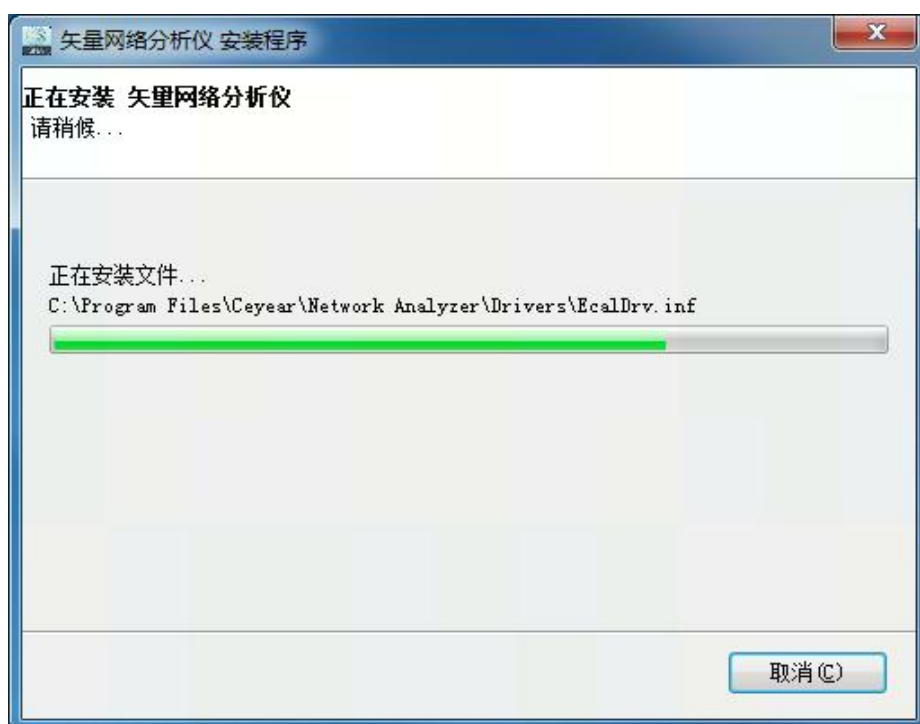


图 3.16 安装过程等待界面

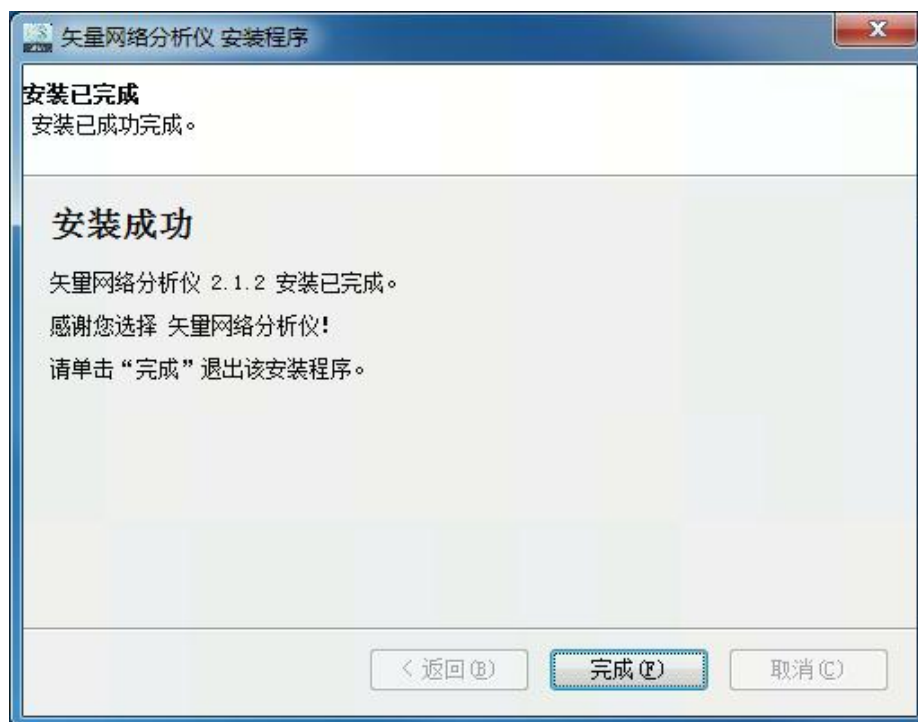


图 3.17 安装完成界面

3.1.3 例行维护

该节介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的日常维护方法。

3.1.4.1 清洁方法

1) 清洁仪器表面

清洁仪器表面时，请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面，禁止擦拭仪器内部；

步骤 3. 请勿使用化学清洁剂，例如：酒精、丙酮或可稀释的清洁剂等。

2) 清洁显示器

使用一段时间后，需要清洁显示器。请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板；

步骤 3. 再用干净柔软的棉布将显示擦干；

步骤 4. 待清洗剂干透后方可接上电源线。

注 意

显示器清洁

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

3.2 前、后面板说明

该章节介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- 前面板说明.....55
- 后面板说明.....66

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的前面板组成及功能，前面板如图 3.18 所示。



图 3.18 3671 前面板

1) 输入键区

3.2 前、后面板说明

这些按键用来输入测量设置值，如图 3.19 所示。



图 3.19 3671 输入键区

a) **【Windows】键**

用于调出Windows系统开始菜单和任务栏。

b) **【软键盘】键**

用于调出Windows 7系统软键盘。

c) **【退格/←】键**

输入数值后按此键光标后退删除原先的输入。

d) **数字键**

包括0-9的数字，在设置测量时用来输入数值，然后按对应的单位键完成输入。

e) **单位键**

用来结束数值输入，并给输入值分配一个单位，各键对应的单位如下：

【T/p】 太/皮 ($10^{12}/10^{-12}$)

【G/n】	吉/纳 ($10^9/10^{-9}$)
【M/μ】	兆/微 ($10^6/10^{-6}$)
【k/m】	千/毫 ($10^3/10^{-3}$)
【↵】	基本单位：dB、dBm、度、秒、Hz或dB/GHz，也可以用于无单位数值的输入，并具有回车键的功能。

2) 调节键区

包括导航键和调节旋钮，如图 3.20 所示。

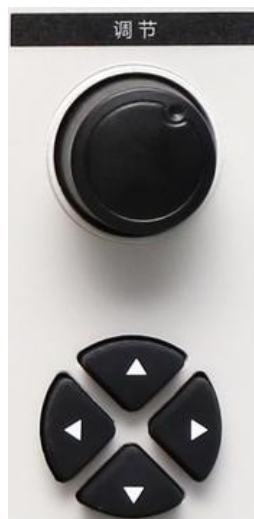


图 3.20 3671 调节键区

a) 调节旋钮

旋转旋钮可以调节当前激活输入框的设置值。

b) 【←Tab】和【→Tab】键

- 向左或向右移动选择菜单。
- 在对话框中切换激活的选项。

c) 【↑】和【↓】键

3.2 前、后面板说明

在菜单中上下移动选择菜单项。同时，在对话框中有如下作用：更改数值、选择下拉列表中的项目、在一组选项按钮中选择希望的选项。

3) 设置键区

功能键区包括 6 个常用设置键，如图 3.21 所示。



图 3.21 3671 设置键区

a) 【频率】键

进行频率设置的快捷键，在普通模式下可以进行起始频率、终止频率、中心频率、频率跨度、频率偏移等设置，在多功能选件测量中可以进行对应测量的频率设置。

b) 【功率】键

进行功率设置的快捷键，在普通模式下可以进行功率电平、功率状态开/关、功率、功率和衰减、功率斜坡等设置，在多功能选件测量中可以进行对应测量的功率设置。

c) 【测量】键

进行测量设置的快捷键，设置当前轨迹的测量参数，普通模式下可以设置 S 参数和接收机，在多功能选件测量中可以设置对应模式的测量参数，如放大器增益压缩测量模式下可以设置为“压缩点的增益 CompGain21”。

d) 【扫描】键

进行扫描设置的快捷键，可以进行扫描时间，扫描点数，扫描类型等设置。

e) **【触发】键**

进行触发设置的快捷键，可以将当前的扫描设置为保持、单次、组扫描、连续扫等模式。

f) **【比例】键**

进行比例设置的快捷键，设置当前轨迹的比例，参考值，参考位置等，方便观察轨迹。

4) 菜单键区

菜单键区包括除帮助之外的 9 个主菜单设置键，如图 3.22 所示。



图 3.22 3671 菜单键区

a) 【文件】键

打开文件主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：保存、回调、打印、最小化应用程序、退出。

b) 【轨迹】键

打开轨迹主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：新建轨迹、删除轨迹、选择轨迹、移动轨迹、轨迹标题、轨迹最大化。

c) 【通道】键

打开通道主菜单，自动选择当前通道，在辅助菜单栏显示一级菜单：通道 1/2/3/4、打开通道、关闭通道、选择通道、拷贝通道、硬件设置。

d) 【激励】键

打开激励主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：频率、功率、扫描、触发。

e) 【响应】键

3.2 前、后面板说明

打开响应主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：测量、格式、比例、显示、平均。

f) **【校准】键**

打开校准主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：校准、修正开/关、内插开/关、端口延伸、夹具、编辑校准件、属性、功率校准。

g) **【光标】键**

打开光标主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：光标、光标功能、光标搜索、光标属性、光标显示。若当前没有光标打开，则默认自动打开光标 1。若之前已有光标打开，则自动选择当前光标。

h) **【分析】键**

打开分析主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：存储、测试、轨迹统计、门、窗、时域、结构回波损耗、公式编辑器。

i) **【系统】键**

打开系统主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：配置、录制/运行、扩频、Windows 任务栏、复位、定义用户复位状态、语言。

5) 功能键区

功能键区包括 4 个常用功能键，在显示屏左侧，如图 3.23 所示。



图 3.23 3671 功能键区

a) 【帮助】键

打开帮助主菜单，在辅助菜单栏显示一级菜单：用户手册、编程手册、技术支持、错误信息、关于。

b) 【宏/本地】键

如果分析仪处于程控状态，则按此键切换到宏，若分析仪无程控，则按此键打开宏菜单。

c) 【录制/运行】键

分析仪录制/运行的快捷键，按此键自动开始录制，若已有录制操作，则按此键自动开始运行。该键只对录制/运行 1 有效，不能控制录制/运行 2。

d) 【复位】键

分析仪的复位快捷键，若用户已保存复位状态而且勾选使能用户复位状态，则按此键恢复到用户所保存的状态，否则，恢复到系统复位状态。

6) USB 接口

USB 接口可以用来连接键盘、鼠标或其他 USB 设备，前面板共提供四个 USB 接口，均符合 USB2.0 规范，接口插孔为 A 型配置（内嵌 4 触点：触点 1 在左边），每个接口的特性如下：

- 触点 1: Vcc, 4.75V ~ 5.25V, 最大输出电流 500mA。
- 触点 2: 数据-。
- 触点 3: 数据+。
- 触点 4: 地。



图 3.24 USB 接口

7) 显示屏幕

分析仪的屏幕显示如图 3.25 所示，分析仪的屏幕显示采用 TFT 液晶显示屏，技术指标如下：

- 12.1 英寸触摸显示屏
- 分辨率：1280×800
- 垂直刷新率：60Hz
- 水平刷新率：48.4kHz

关于屏幕各显示要素的功能和设置的详细信息请参考“4.9 设置分析仪的显示”。



图 3.25 分析仪的显示屏幕

8) 【开机/待机】键和指示灯

【开机/待机】键和指示灯如图3.26 所示，电源开关用来开启分析仪或使分析仪处于待机状态。

- 分析仪开机时指示灯呈绿色。
- 分析仪待机时指示灯呈桔黄色。
- 分析仪开启时按电源按钮，分析仪自动运行 Windows 7 操作系统，加载分析仪应用测量程序。
- 待机状态按电源按钮时，分析仪将自动退出应用程序关闭电源，进入待机状态。
- 这个开关仅仅是一个待机开关，不与外部电源直接相连，不能切断仪器与外部电源的连接，可通过后面板的电源开关关断分析仪的外部供电，移去电源线可完全切断分析仪与外部供电电源的连接。



图 3.26 【开机/待机】键和指示灯

9) 测试端口

测试端口如图 3.27 所示，分析仪的测试端口为两个 50Ω、3.5mm/2.4mm（阳性）端口，可以进行射频源和接收机之间相互切换，以便在两个方向上进行被测器件测量，绿色灯用来指示源输出端口。

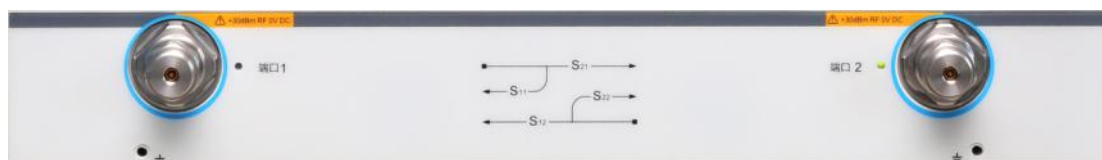


图 3.27 分析仪的测试端口

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 3671 系列矢量网络分析仪的后面板组成及功能，后面板如下图 3.28 所示。



图 3.28 3671 矢量网络分析仪后视图

1) 10MHz参考连接器



图 3.29 10MHz 参考连接器

a) 10MHz 参考输入

如图 3.29 所示，这个 BNC（阴）连接器可以使分析仪与外部参考信号配用。若 10MHz 外部参考信号在这个端口上被检测到，它将作为仪器的频率基准而代替内部的频率基准。

10MHz 参考输入端口有如下特性：

- 输入频率：10MHz±1ppm
- 输入电平：0 ~ +20dBm
- 输入阻抗：200 欧姆

b) 10MHz 参考输出

通过 BNC（阴）连接器可以向外提供具有下列特性的参考信号：

- 输出频率：10MHz±1ppm
- 信号类型：正弦波
- 输出电平：13dBm±4dB into 50 欧姆
- 输出阻抗：50 欧姆

2) 通用接口总线连接器

3.2 前、后面板说明

如图 3.30 所示，这是一个 24 针 D 型阴头连接器，符合 IEEE-488.2 标准。用于发送和接收 GPIB/SCPI 命令。



图 3.30 通用接口总线连接器

3) 局域网连接器

如图 3.31 所示，这是一个 10/100/1000BaseT 以太网连接器，具有标准 8 针结构，可在三种数据速率中自动选择。



图 3.31 局域网连接器

4) USB 连接器

如图 3.32 所示，连接器的插孔分为 A 型配置（内嵌 4 触点：触点 1 在左边）和 B 型配置两种，A 型配置连接器可以连接 USB 鼠标、键盘或其他 USB 接口设备，后面板共 4 个。

接口特性如下：

- 触点 1: Vcc, 4.75V ~ 5.25V, 最大 500mA
- 触点 2: 数据-

➤ 触点 3: 数据+

➤ 触点 4: 地

B 型配置连接器为预留接口，主要完成控制功能，网络仪可通过 SCPI 被控从而实现与外部计算机或远程设备互联。



图 3.32 USB 连接器（左侧为 B 型配置，右侧为 A 型配置）

5) 视频图形适配器输出连接器

如图 3.33 所示，本产品配置外部显示器连接接口，分别为 HDMI 和 VGA 接口。监视器（VGA）接口是一个 15 针阴型 D-sub 连接器，连接外部相应的分辨率的 VGA 显示器，这样用户可以同时观察内部和外部的显示。HDMI 接口支持 HDMI 1.4 版本协议接口。



图 3.33 视频图形适配器输出连接器

在 Windows 桌面上单击鼠标右键，通过右键菜单可以对多显示器模式进行配置，如图



3.34 所示。

图 3.34 配置多显示器模式

- 当勾选**[监视器]**时，只能使用外部的 VGA/HDMI 显示器观察测量显示，分析仪内部的液晶显示器无显示。
- 当勾选**[笔记本电脑]**时，只能使用分析仪内部的液晶显示器观察测量实现，外接的 VGA/HDMI 显示器无显示。
- 当勾选**[监视器+笔记本电脑]**时，可同时使用内部的液晶显示器和外接的 VGA/HDMI 显示器观察测量结果。

6) 自动测试接口连接器

如图 3.35 所示，该接口为 36 管脚阴口连接器。网络仪和自动机械装置（Material Handler）可通过该接口进行信令交互，从而可为用户提供一个稳定、可靠的自动测试环境。

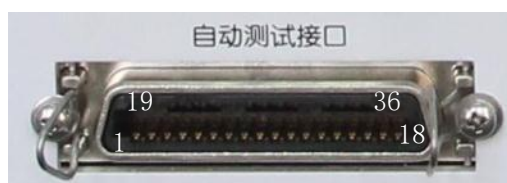


图3.35 自动测试接口连接器

端口由 TTL 阵列构成，其电气特性如下：

- a) 输入电压范围：-0.5V ~ 5.5V

TTL 高电平：2.0V ~ 5.0V

TTL 低电平：0V ~ 0.5V

- b) 输出电流/电压范围：-10mA ~ 10mA

输出电流:

TTL 高电平: -5mA

TTL 低电平: 3mA

输出电压:

TTL 高电平: 2.0V ~ 3.3V

TTL 低电平: 0V ~ 0.8V

管脚定义及描述如下:

表 3.6 自动测试接口连接器管脚说明

管脚	功能描述
1 (左下角)	地线
2	输入 1
3、4	输入 1、2
5 ~ 12	输出端口 A0-A7
13 ~ 17、19	输出端口 B0-B5
22 ~ 25	输入/输出端口 C0-C3
26 ~ 29	输入/输出端口 D0-D3
18	外部触发
20	输出端口 B6/指示 (Index) 信号
21	输出端口 B7/触发就绪
30、31	端口 C/D 状态

3.2 前、后面板说明

32	输出端口写确认
33	Pass/Fail 状态信息
34	扫描结束
35、36	+5V、Pass/Fail 状态信息确认

7) 触发输入/输出接口连接器

如图 3.36 所示，该接口为外部及辅助触发输入输出接口。具体功能如下：

- 外触发输入一使能后，矢量网络分析仪将由该连接器信号触发；
- 外触发就绪一使能后，矢量网络分析仪通过该接口向外部设备发送一个“就绪”信号；
- 辅助触发输入 1/2一使能后，外部设备通过该接头向矢量网络分析仪发送一个“确认”信号（外部设备准备好接收触发信号）；
- 辅助触发输出 1/2一使能后，在一次测量前（或后）矢量网络分析仪通过该接口发射一个“确认”信号。



图 3.36 触发输入/输出接口连接器

3.3 分析仪的界面

分析仪的界面指用户使用和设置分析仪的方法，包括前面板界面和用户界面。

3.3 分析仪的界面

- 前面板界面.....74
- 鼠标界面.....75

3.3.1 前面板界面

如图 3.37 所示，用户可以通过两种方式使用前面板的按键进行分析仪的设置和操作，
可以通过如下 4 个步骤快速完成分析仪的设置：

- 按相应的前面板按键激活辅助菜单栏。
- 观察辅助菜单栏的功能项。
- 按相应的键选择需要的功能。
- 输入数值（如果需要的话）。



图 3.37 前面板界面

3.3.2 显示界面

如图 3.38 所示，可以使用鼠标或触摸屏进行如下操作：

- 点击**菜单栏**显示下拉菜单；
- 点击**输入**工具栏调整输入数值的大小；
- 点击**光标**工具栏使用光标功能；
- 点击**测量**工具栏添加测量轨迹；
- 点击**扫描**工具栏控制分析仪的扫描；
- 点击**激励**工具栏设置扫描激励；
- 点击**时域**工具栏设置时域参数；
- 在屏幕上按鼠标右键显示右键菜单；
- 点击**轨迹**栏选择当前的激活轨迹；
- 在**轨迹**栏上按鼠标右键显示右键菜单设置当前激活轨迹；
- 点击**辅助菜单栏**和**快捷工具栏**进行相应的设置。

3.3 分析仪的界面

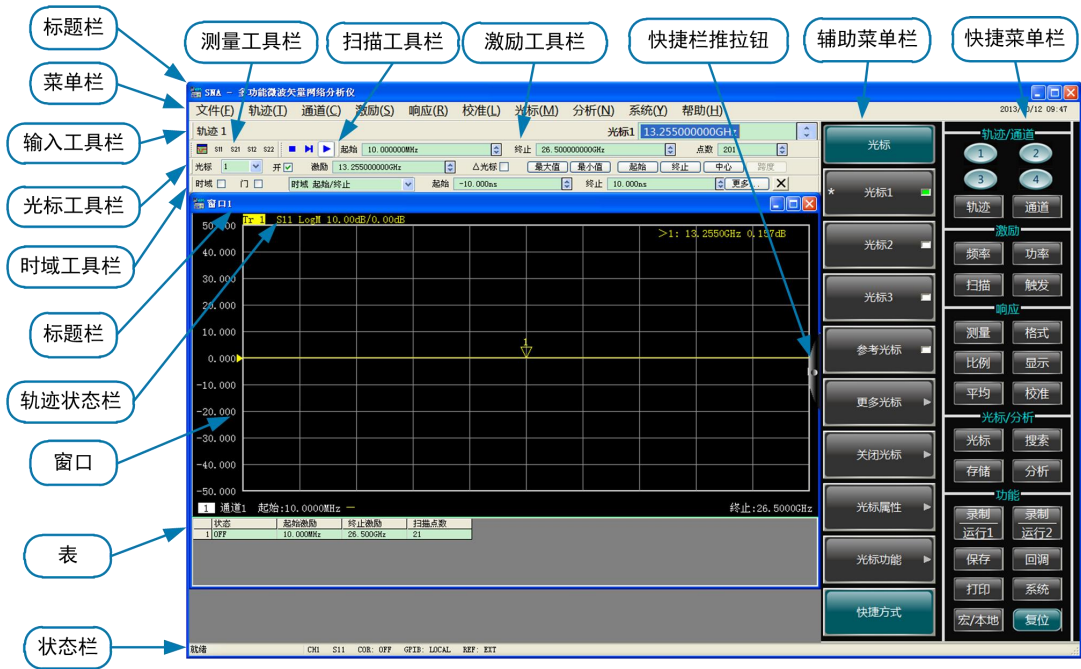


图 3.38 分析仪显示屏幕

快捷键推拉钮：通过该按钮可以实现侧按键面板的推拉操作，可以全部拉出，也可以只拉出辅助菜单栏部分，侧面板可以推拉到窗口左侧或右侧，推拉按钮有时会遮挡部分显示，软件提供一个选项，按住推拉按钮 5 秒钟自动隐藏推拉按钮，隐藏后软面板仍然可以拖动，点击软按键区边缘 5 秒钟可以复现推拉按钮。

输入工具栏：工具栏上的激活输入框是定做的，只接收有效数字、小数点及单位字符，会根据不同显示单位、显示方式采用确定的显示精度，这是个通用控件，在很多对话框上使用。

3.4 分析仪的轨迹、通道和窗口

● 轨迹.....	77
● 通道.....	77
● 窗口.....	78

3.4.1 轨迹

轨迹是一连串的测量数据点，轨迹的设置将影响测量数据的数学运算和显示，只有轨迹处于激活状态时，才可以更改它的设置。点击对应的轨迹状态按钮可激活轨迹，详细的设置方法请参见“4.2 选择测量参数”中“[改变轨迹的激活状态](#)”部分。轨迹的设置包括：

- 测量参数
- 显示格式
- 比例
- 轨迹运算
- 光标
- 电延时
- 相位偏移
- 平滑
- 时域变换

3.4.2 通道

每个通道中可以包含多条轨迹，分析仪最多支持 64 个通道。通道设置决定了如何对通

3.4 分析仪的轨迹、通道和窗口

道中的轨迹进行测量，同一个通道中的轨迹有相同的通道设置。不同的通道可以进行不同的通道设置。通道只有处于激活状态时才能更改它的设置，只要激活通道中的轨迹，通道也同时被激活。激活轨迹的详细设置方法请参见“4.2 选择测量参数”中“[改变轨迹的激活状态](#)”部分。通道设置包括：

- 频率跨度
- 功率
- 标准数据
- 中频带宽
- 扫描点数
- 扫描设置
- 平均
- 触发（某些设置）

3.4.3 窗口

窗口是用来观察测量轨迹的，分析仪最多支持 32 个窗口，每个窗口中最多显示 16 条轨迹。通过[\[查看\]](#)菜单，可以设置窗口显示，详细信息请参见“4.9 [设置分析仪的显示](#)”。

1) 新建一个窗口

菜单路径：[\[响应\]](#)→[\[显示\]](#)→[\[窗口\]](#)→[\[新窗口\]](#)，分析仪将新建一个窗口，窗口

中轨迹的默认设置为： S_{11} ，通道 1。



图 3.39 新建窗口菜单

2) 使用全屏观察窗口

当同时打开的窗口过多时，会因窗口过小而使轨迹不清晰，这时可以用全屏来显示某一个窗口，以便更好的观察窗口中的轨迹。

使用鼠标操作时，有如下 3 种方法使某一个窗口全屏显示：

- 标题栏已打开状态下，点击窗口标题栏中的**最大化**按钮。
- 标题栏已关闭状态下，鼠标在所要最大化的窗口双击即可。
- 用菜单【显示】→【窗口】→【最大化】。

3.5 分析数据

● 光标.....	80	
● 轨迹运算与统计.....	94	
● 极限测试.....	97	
● 纹波测试.....		
1	0	0
● 带宽测试.....		
1	0	2

3.5 分析数据

- 公式编辑器.....104

3.5.1 光标

使用光标可以读取测量数据、对特定类型的值进行搜索或改变激励设置。每条轨迹最多可以使用 9 个正常光标和 1 个参考光标。

- 创建光标.....80
- 移动光标.....83
- 光标搜索.....84
- 光标功能.....89
- 高级光标选项设置.....91
- 光标表.....93

3.5.1.1 创建光标

1) 使用光标功能的步骤

a) 光标工具栏

菜单路径: **[响应]**→**[显示]**→**[工具栏]**, 在**工具栏**子菜单中点击**[光标]**, 显示**光标工具栏**。

在**[光标]**框选择要打开的光标。

在**[激励]**框设置光标的激励值。

点击**[开]**复选框。

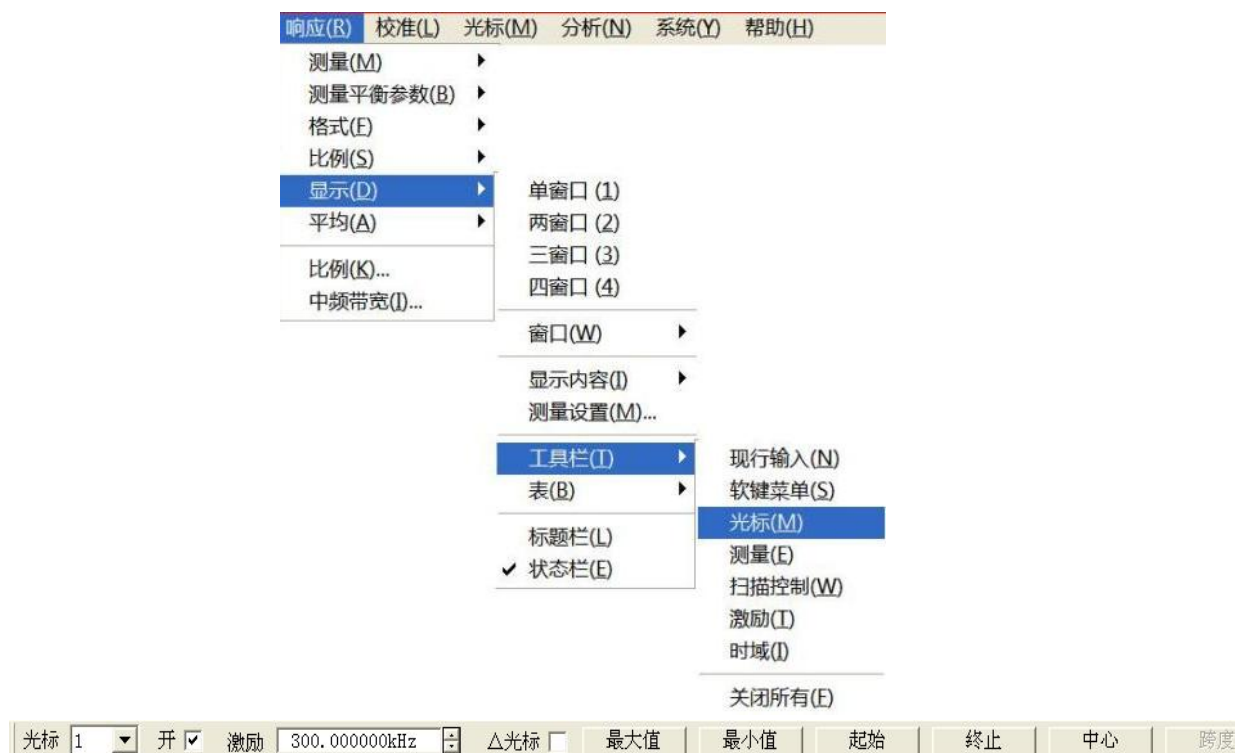


图 3.40 使用光标工具栏创建光标

b) 光标菜单

菜单路径：**[光标]→[光标]**，显示光标子菜单。

在子菜单中点击选择要打开的光标。



图 3.41 使用光标菜单创建光标

c) 光标对话框

菜单路径：**[光标]→[光标]→[光标...]**，显示**光标**对话框。

在**[光标]**框选择要打开的光标。

在**[激励]**框设置光标的激励值。



点击**[打开]**复选框。

图 3.42 使用光标对话框创建光标

2) 光标对话框

a) [光标]框

选择要定义的光标。

b) [激励]框

定义所选光标的 X 轴的激励值。

c) [打开]复选框

复选时打开光标对话框中的光标，清除时关闭光标对话框中的光标。

d) [Δ 光标]复选框

复选时显示选择的光标和参考 R 光标间的相对值，若光标 R 没有打开，自动开启

参考 R 光标。

e) [高级光标...]按钮

点击时显示高级光标对话框。

f) [关闭所有光标]按钮

点击时关闭所有打开的光标。

3.5.1.2 移动光标

1) 使用上面介绍的三种方法中的一种选择要移动的光标来激活它。

2) 使用下面的一种方法移动光标：

a) 在光标对话框中点击[激励]框，用下面的方法移动光标：

- i. 直接输入光标激励值。
- ii. 旋转旋钮移动光标。
- iii. 点击[激励]框上下箭头按钮改变光标激励值。
- iv. 按调节键区【↑】或【↓】键改变光标激励值。

b) 在光标工具栏中点击[激励]框，用下面的方法移动光标：

3.5 分析数据

- i. 直接输入激励值。
 - ii. 旋转旋钮移动光标。
 - iii. 点击**【激励】**框上下箭头按钮改变光标激励值。
 - iv. 按**调节**键区**【↑】**或**【↓】**键改变光标激励值。
- c) 在输入工具栏中，用下面的方法移动光标：
- i. 直接输入激励值。
 - ii. 旋转旋钮改变激励值。
 - iii. 按**调节**键区**【↑】**或**【↓】**键改变光标激励。
 - iv. 点击输入框上下箭头按钮改变光标激励值。

3.5.1.3 光标搜索

使用光标搜索功能可以搜索特定的测量值，如果没有匹配的测量数据，光标将保持在当前位置不变。

1) 实现光标搜索的方法

菜单路径：**【光标】→【光标搜索】**。

在对话框中完成光标搜索的设置，点击**【执行】**按钮进行光标搜索，点击**【确定】**按钮关闭对话框。



图 3.43 光标搜索

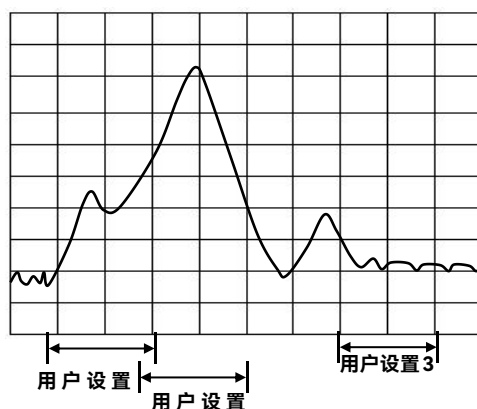
2) 光标搜索对话框

a) 光标区

选择进行搜索定义的光标。

b) 搜索域区

定义光标搜索的范围，默认的搜索域为**全带宽**，另外支持 9 个**用户设置**的搜索范围，当选择**用户设置**时，必须在**用户域范围区**对用户设置进行定义，**用户设置**搜索域的范围可以互相重叠，不同光标可以使用同一个搜索域，图 3.44 显示了一组用户设置的搜索域：



范围可以互相重叠，不同光标可以使用同一个搜索域，图 3.44 显示了一组用户设置的搜索域：

图 3.44 光标的用户设置搜索域示意图

c) 用户域范围区

用户域范围区的**[起始]**框和**[终止]**框用来定义用户设置的搜索域。

d) 搜索类型区

定义光标搜索的类型，分析仪支持如下 10 种搜索类型：

- **最小值** 搜索最小的测量数据点。
- **最大值** 搜索最大的测量数据点。
- **右峰值** 搜索光标位置右侧下一个有效的峰值，首先必须对峰进行定义。

峰通过**[门限]**和**[偏移]**进行定义，**[门限]**框定义了最小的峰值点，有效峰的峰值点

必须在门限值以上, 两侧的谷值点可以低于门限值; **【偏移】**框定义峰值和谷值点的最小垂直距离, 有效峰的峰值与两侧谷值的垂直距离必须大于偏移值, 在图 3.45 中, 分析仪的设置如下:

门限: -50dB

偏移: 10dB

比例: 10dB/格

- i. 峰值 A 是有效的峰值, 门限和峰值都满足要求;
- ii. 峰值 B 不是有效的峰值, 偏移不满足要求;
- iii. 峰值 C 不是有效的峰值, 门限不满足要求;

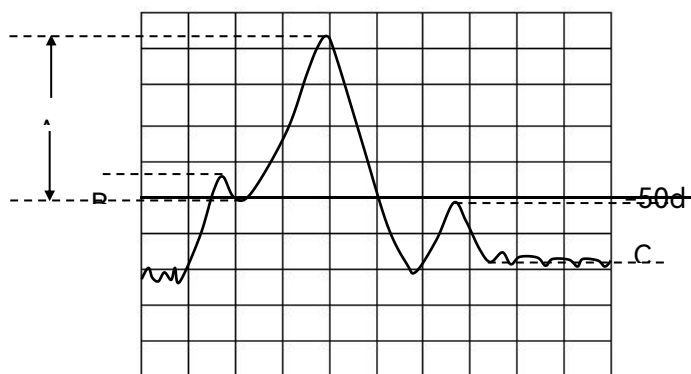


图 3.45 光标域内峰值示意图

- **左峰值** 搜索光标位置左侧下一个有效的峰值, 首先必须对峰进行定义。
 - **下一个峰值** 搜索比当前光标幅值低的下一个峰值, 首先必须对峰进行定义。
 - **目标** 在**【对数值】**框输入搜索的目标值, 点击**【执行】**按钮, 光标移到当前光标位置右侧的第一个目标值, 再连续点击**【执行】**按钮, 光标移到右侧的下一个目标值直到激励值的最高端, 然后返回激励值的最低端搜索目标值。
- ① 在**高级光标**对话框中复选**【离散光标】**复选框, 光标移到等于目标值的离散

数据点。

- ② 在高级光标对话框中清除**[离散光标]**复选框，光标移到等于目标值的内插数据点。

- **左目标** 只搜索当前光标左侧的目标值。
- **右目标** 只搜索当前光标右侧的目标值。
- **带宽** 选择带宽搜索功能时，在**电平**框中设置两侧从峰值下降的电平（默认为-3dB），在此电平下进行带宽测量，如图 3.46 所示。测量时使用光标 1—光标 4，光标 1 搜索最大的峰值，光标 2 搜索峰值左侧下降指定电平的点，光标 3 搜索峰值右侧下降指定电平的，光标 4 搜索带宽的中心点，测量完成后显示如下信息：

带宽：右截止频率点和左截止频率点之间的频率差；

中心：右截止频率点和左截止频率点之间中点的频率；

Q：中心频率除以带宽所得的值；

损耗：带宽中心频率点的测量值；

左截止：低于信号峰值特定带宽电平的两个点中的最低频率；

右截止：低于信号峰值特定带宽电平的两个点中的最高频率。

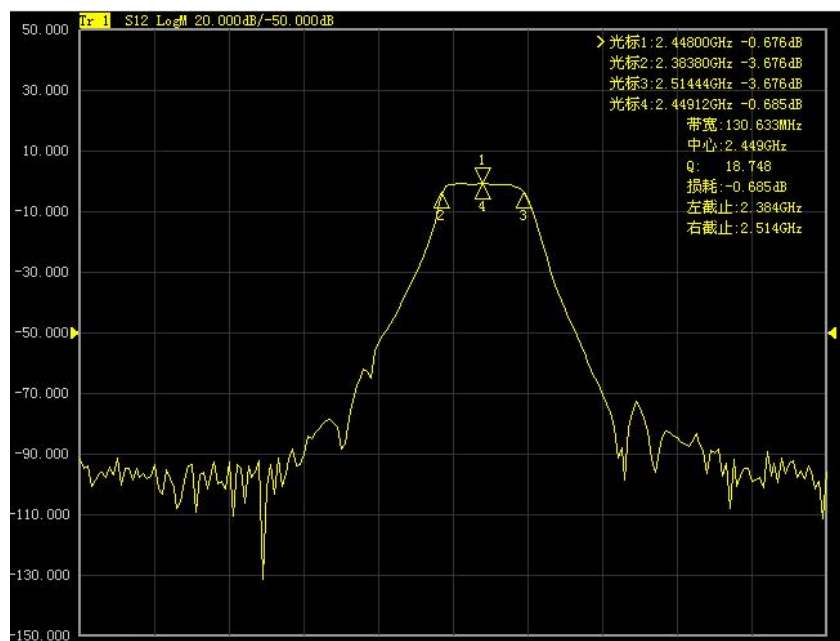


图 3.46 带宽搜索

- **滤波器测试** 分析仪针对滤波器方面的测试专门设置了一项快捷功能, 测试得出的各项参数会自动显示在屏幕上, 可以方便用户直观的看到测试结果。滤波器测试功能由于减少了测试过程中的手动设置, 对测试速度有很大的提高。如图 3.46 所示。

在轨迹的左上方显示滤波器测试的八个参数, 打开**滤波器测试**会自动打开**带宽搜索**功能, 带宽测试的六个参数同时也会显示在轨迹右上方。

带宽 1 电平: 在输入框中设置带宽 1 的电平值;

带宽 2 电平: 在输入框中设置带宽 2 的电平值;



频差百分比：在输入框中设置频差百分比值。

图 3.47 滤波器测试

e) **【执行】按钮**

点击**【执行】**按钮进行一次指定类型的光标搜索。

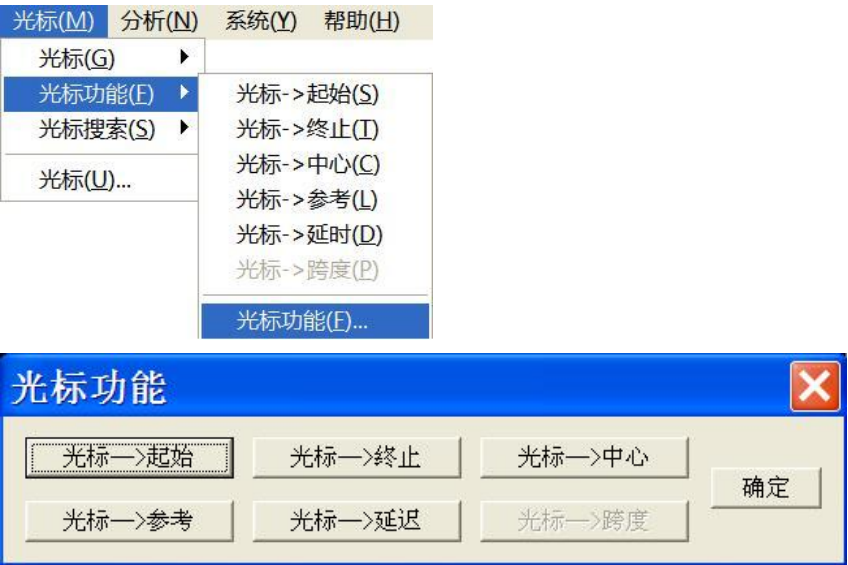
f) **【跟踪】复选框**

当选择**【跟踪】**复选框时，分析仪在每次扫描结束后都根据当前的搜索类型和搜索域的设置执行搜索功能，这样可以保证在每次扫描后光标在希望的位置上。

3.5.1.4 光标功能

1) 使用光标功能的步骤

通过激活光标的位置可以改变一些仪器的设置，如起始频率、终止频率等，设置方法如下：



菜单路径：[光标]→[光标功能]。

图 3.48 使用光标功能对话框设置测量

提示

光标功能软键工具栏

光标功能软键工具栏提供起始、终止、中心、参考和延时 5 种分析仪设置功能。

2) 光标功能对话框

a) [光标->起始]按钮

点击时设置扫描的起始值等于激活光标的激励值。

b) [光标->终止]按钮

点击时设置扫描的终止值等于激活光标的激励值。

c) **【光标一>中心】按钮**

点击时设置扫描的中心值等于激活光标的激励值。

d) **【光标一>参考】按钮**

点击时设置扫描的参考值等于激活光标的激励值。

e) **【光标一>延时】按钮**

点击【光标→延时】按钮时，分析仪使用激活光标处的相位斜率来调整接收路径的电延时，这样可以使激活光标附近的相位轨迹变平，可以使用这个功能进行电长度和相位偏移测量，本功能仅适用于比值测量。

f) **【光标一>跨度】按钮**

点击时设置扫描的跨度值等于激活光标和参考光标之间激励的差值（ Δ 光标值），只有激活光标开启 Δ 光标功能时此按钮才有效。

3.5.1.5 高级光标选项设置

1) 使用光标高级选项功能的步骤

菜单路径：**【光标】→【光标】→【光标...】**，显示光标对话框。

点击**【高级光标...】**按钮，显示高级光标对话框。

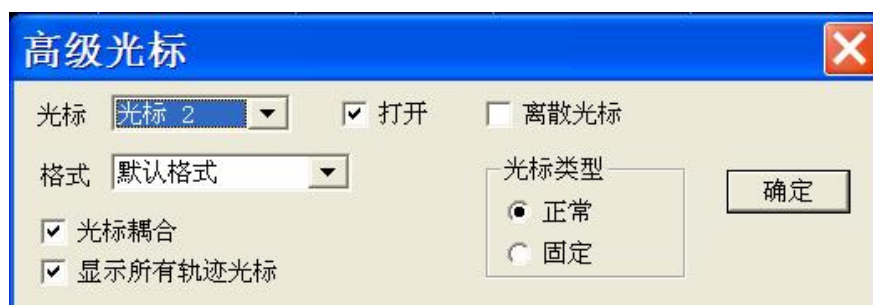


图 3.49 高级光标对话框

2) 光标高级选项对话框

a) [光标]框

选择进行设置的光标。

b) [打开]复选框

复选时在屏幕上显示对应的光标，清除时关闭光标显示。

c) [离散光标]复选框

复选时光标仅显示实际测量点的数据，清除时还显示测量点之间内插的数据点。

d) [格式]框

选择光标显示数据的格式，光标数据的格式可以与屏幕轨迹数据的格式不同，默认情况下二者数据相同。

e) 光标类型区

i. [正常]单选框

标准光标有固定的 X 轴位置，Y 轴位置随轨迹数据的幅度改变，可以通过改变光标激励值左右移动光标在 X 轴上的位置。

ii. [固定]单选框

根据被设置成**固定**类型光标时在轨迹上的位置，光标保持固定的 X 轴和 Y 轴坐标不变，不随轨迹数据幅度的变化而移动，可以通过改变光标激励值移动它在 X 轴的位置，但 Y 轴的坐标保持不变。这种类型的光标主要用来观察轨迹数据的变化，例如可以用固定类型的光标来比较滤波器调谐前后插损的变化。

3.5.1.6 光标表

1) 光标表

可以打开光标表显示激活轨迹的所有光标数据，光标数据按每个光标指定的格式显示。

通过如下方法打开和关闭光标表的显示：

2) 打开/关闭方式



菜单路径 1: **[光标]→[光标]→[显示光标表]**打开光标表/**[隐藏光标表]**关闭光标表。

图 3.50 通过光标菜单设置光标表显示

菜单路径 2: **[响应]→[显示]→[表]→[光标表]**



选项前面有“√”表示打开，否则表示关闭。

图 3.51 通过查看菜单设置光标表显示

3.5.2 轨迹运算与统计

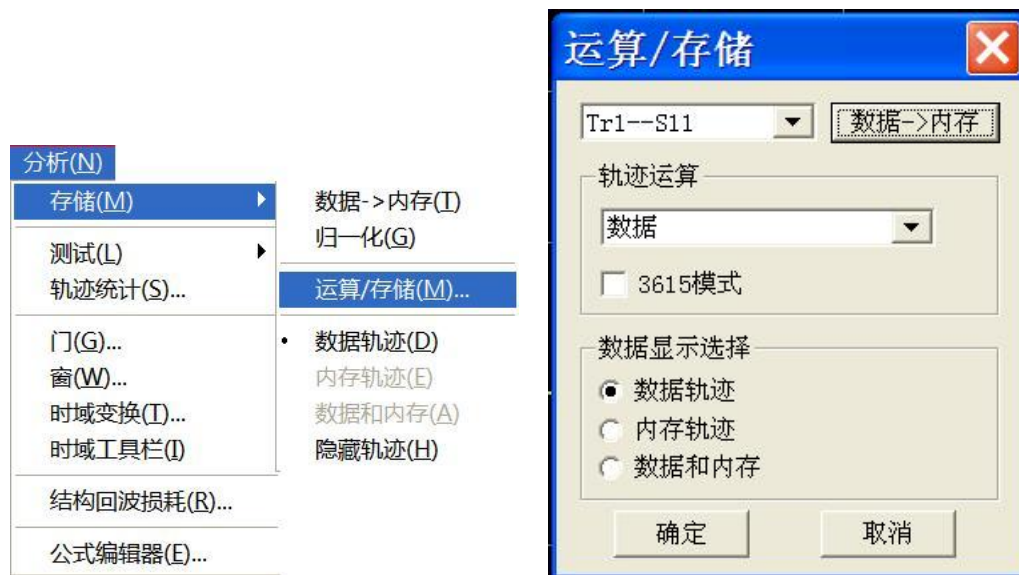
分析仪对当前的激活轨迹和内存轨迹可以执行 4 种类型的数学运算，此外还提供 3 种轨迹统计功能：平均值、偏差值和峰峰值。

- 轨迹运算.....94
- 轨迹统计.....96

3.5.2.1 轨迹运算

1) 设置轨迹运算的方法

执行任何类型的轨迹运算之前，必须在内存中存储一条轨迹，轨迹运算是在格式化显示之前的复数据上进行的矢量运算，设置轨迹运算的方法如下：



菜单路径：[分析]→[存储]→[运算/存储...], 显示运算/存储对话框。

图 3.52 设置轨迹运算

2) 运算/存储对话框

a) [数据->内存]按钮

将当前的测量数据存储到内存中。

b) [轨迹运算]选择框

[轨迹运算]框用来选择轨迹运算的类型，分析仪支持如下的轨迹运算操作：

i. 数据

不进行任何类型的数学运算。

ii. 数据 + 存储

显示的轨迹数据为测量的数据加存储的轨迹数据。

iii. 数据-存储

显示的轨迹数据为测量的数据减存储的轨迹数据，可以用这个功能进行简单的误差修正：首先将测量的矢量误差存储到内存中，然后再从被测件的测量数据中减去测量误差。

iv. 数据*存储

显示的轨迹数据为测量的数据乘存储的轨迹数据。

v. 数据/存储

显示的轨迹数据为测量的数据除以存储的轨迹数据，主要用来进行比值测量，如增益和衰减测量。

c) 数据显示选择区

i. [数据轨迹]单选框

3.5 分析数据

- 仅显示数据轨迹。
- ii. **[内存轨迹]**单选框
仅显示内存轨迹。
- iii. **[数据和内存]**单选框
同时显示数据轨迹和内存轨迹。

3.5.2.2 轨迹统计

分析仪提供平均值、偏差值、峰峰值、最大值和最小值 5 种轨迹统计功能，可以计算全激励带宽或用户定义带宽内的统计值。每个通道支持 9 个用户设置的范围，这些范围与光标搜索中用户设置的搜索域相同，它们使用相同的内存地址，因此共享同样的激励设置。如果通过光标搜索功能定义了通道用户设置的搜索域，在轨迹统计中通过选择对应的用户设置就可以调用相同的激励设置，这些用户设置的范围也是可以相互重叠的。

使用轨迹统计功能无须搜索最大值和最小值，可以方便的测量通带纹波的峰峰值。轨迹的统计值是根据数据显示的格式计算的：

- **直角坐标格式**：根据显示的标量数据计算统计值；
- **极坐标和史密斯圆图格式**：根据数据在对数幅度格式的显示值计算统计值。

1) 激活轨迹统计



菜单路径：**[分析]→[轨迹统计]**，显示**轨迹统计**对话框。

图 3.53 轨迹统计对话框

2) 轨迹统计对话框

- a) **[统计-平均值,偏差值,峰峰值]**复选框

选中时打开轨迹统计功能，清除选中时关闭轨迹统计功能。

b) [跨度]框

选择轨迹统计的跨度设置，可以选择全带宽或自定义 9 个用户设置，也可以通过光标搜索对话框进行自定义的用户设置。

c) 用户域定义区

i. [起始]框

定义用户设置跨度的起始值。

ii. [终止]框

定义用户设置跨度的终止值。

3.5.3 极限测试

极限测试功能将测量数据同定义的约束（极限）进行比较，用户定义的极限以极限线的形式直观的显示在屏幕上，使用极限线有如下优点：

- 为器件调试者提供一个直观的指示。
- 提供一个器件特性指标满足要求的标准。
- 提供器件的测量数据与指标要求间直观的比较。

极限测试功能将测量数据和定义的极限进行比较，并提供 PASS 和 FAIL 信息，每条轨迹支持多达 100 条分立的极限线段对极限进行精确定义。

● 创建和编辑极限线.....	97
● 极限表.....	98
● 设置极限测试.....	99

3.5.3.1 创建和编辑极限线

分析仪支持为所有的测量轨迹创建极限线，极限线由多条分立的极限线段组成，每条线段由 4 个坐标值确定：X 轴的起始和终止激励值，Y 轴的起始和终止响应值，极限线通过极限表创建和编辑。

- 1) 菜单路径：**[分析]→[测试]→[极限测试]**，显示测试对话框；
- 2) 在对话框中单击**[显示表]**按钮打开极限表显示；
- 3) 单击**[确定]**按钮关闭对话框；
- 4) 点击**极限测试对话框的[极限类型]**框，在下拉框中选择极限测试类型。

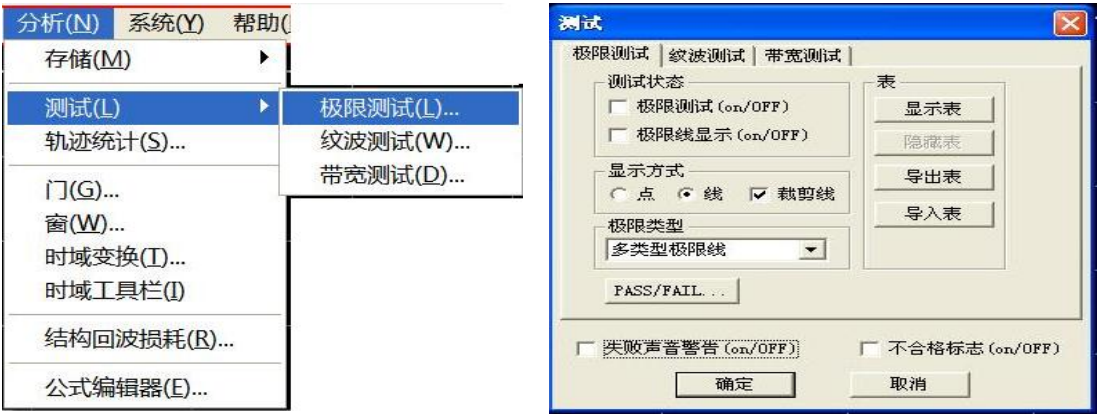


图 3.54 极限测试

	类型	起始激励	终止激励	起始响应	终止响应	极限类型
1	MAX	100.000kHz	100.000kHz	-100.000dB	-100.000dB	SLOP
2	MIN	100.000kHz	3.000GHz	-100.000dB	-100.000dB	FLAT
3	OFF	100.000kHz	3.000GHz	-100.000dB	100.000dB	SLOP

3.5.3.2 极限表

图 3.55 极限表

类型框

类型框设置极限测试的类型：

- MAX：当轨迹在极限线段的上面时，极限测试失败
- MIN：当轨迹在极限线段的下面时，极限测试失败
- OFF：关闭本极限段测试

起始激励框和终止激励框

设置极限线段的起始和终止激励值（极限线段的 X 轴起始、终止坐标）

起始响应框和终止响应框

设置极限线段的起始和终止响应值（极限线段的 Y 轴起始、终止坐标）。

极限类型框

设置极限测试以什么样的极限线显示：

- SLOP：显示倾斜的极限线
- FLAT：显示水平的极限线
- POINT：显示点状的极限线

3.5.3.3 设置极限测试

完成极限线的创建后，可以选择显示或隐藏某条轨迹的极限线，当极限线被隐藏后，对应的极限测试仍然有效。对存储轨迹不能执行极限测试，可以选择极限测试失败时发出警告声和显示不合格标志（FAIL）对极限测试进行指示。当打开极限测试功能时，极限测试失败部分的轨迹显示默认为红色，可以通过鼠标右键菜单的**设置颜色**中**极限失败颜色**进行更改，而极限测试通过部分颜色保持不变。

1) 设置方法

- a) 菜单路径：**[分析]→[测试]→[极限测试]**，显示测试对话框。
- b) 在对话框中对极限测试进行设置。
- c) 单击**[确定]**按钮关闭对话框。

极限测试仅在实际的扫描测量点进行，当扫描点数很少时，被测件的性能指标可能不满足要求但仍能通过极限测试，因此在实际测量时，一定要采用足够的扫描点数进行极限测试。

2) 极限测试对话框

[极限测试(ON/off)]复选框

勾选时打开激活轨迹的极限测试功能，清除时关闭激活轨迹的极限测试功能。

[极限线显示(ON/off)]复选框

勾选时在屏幕上显示激活轨迹的极限线，清除时关闭激活轨迹的极限线显示，但不影响极限测试功能。

[失败声音警告]复选框

勾选时当有轨迹数据点测试失败时蜂鸣器发出警告提示音。

[不合格标志(ON/off)]复选框

勾选时当有轨迹数据点测试失败时屏幕上显示不合格的标志。

[点]单选框

选择时用符号“v”（测量类型为 MAX）和“^”（测量类型为 MIN）指示测量数据点对应的离散极限值。

[线]单选框

选择时用线连接所有的离散极限设置点。

[显示表]按钮

单击时显示极限表进行编辑，当极限表打开时此按钮变为禁用状态。

[隐藏表]按钮

单击时关闭极限表显示，当极限表关闭时此按钮变为禁用状态。

[导出表]按钮

单击时弹出存储对话框，可以选择存储路径，以*.csv 格式的文件进行保存。

[导入表]按钮

单击时弹出存储对话框，选择所要打开文件的存盘路径，可以打开*.csv 格式的文件。

3.5 分析数据

[极限测试类型]下拉选择框

单击下拉选择框，可以选择极限测试类型，共有四种：多类型极限线、倾斜极限线、单点极限线和水平极限线。

3.5.4 纹波测试

纹波测试可以通过设置波动极限来评估测试结果是否合格。测试将测量数据和定义的波动极限进行比较，并提供 PASS 和 FAIL 信息，测试结果直观的显示在屏幕上。每条轨迹支持最多 12 段分立的极限段，每个极限段可以设置起始激励、终止激励和最大波动值，不同段的激励设置可以重叠。

3.5.4.1 创建和编辑纹波极限线

可以同时多条轨迹进行纹波极限测试，只需激活轨迹后进行纹波极限设置。

1) 设置方法

- a) 菜单路径：**[分析]→[测试]→[纹波测试]**，显示测试对话框；
- b) 在对话框中单击**[显示表]**按钮,打开纹波极限表。



图 3.56 显示纹波测试对话框

	类型	起始激励	终止激励	最大波动
1	ON	100.000kHz	2.000GHz	5.000dB
2	ON	2.000GHz	3.000GHz	10.000dB
3	OFF	100.000kHz	3.000GHz	100.000dB

2) 纹波极限表

图 3.57 纹波极限表

类型框

类型框设置极限测试的类型：

ON：激活本极限段测试。

OFF：关闭本极限段测试。

起始激励框和终止激励框

设置纹波极限线段的起始和终止激励值。

最大波动框

设置该纹波极限段测试中极限线可以显示的最大波动值。

3.5.4.2 设置纹波测试

完成纹波极限线的创建后，可以选择显示或隐藏某条轨迹的纹波极限线，当极限线被隐藏后，对应的纹波测试仍然有效。可以选择纹波测试失败时发出警告声和显示不合格标志（FAIL）对测试进行指示。当打开纹波测试功能时，测试失败部分的轨迹显示默认为红色，可以通过鼠标右键菜单的**设置颜色**中**极限失败颜色**进行更改，而极限测试通过部分颜色保持不变。

菜单路径：**[分析]→[测试]→[纹波测试]**，显示**测试**对话框。

纹波测试仅在实际的扫描测量点进行，当扫描点数很少时，被测件的性能指标可能不满足要求但仍能通过纹波测试，因此在实际测量时，一定要采用足够的扫描点数进行测试。

纹波测试对话框：

[纹波测试(on/OFF)]复选框

勾选时打开激活轨迹的纹波测试功能，清除时关闭激活轨迹的纹波测试功能。

[波动线显示(on/OFF)]复选框

勾选时在屏幕上显示激活轨迹的波动线，清除时关闭激活轨迹的波动线显示，但不影响纹波测试功能。

[失败声音警告(on/OFF)]复选框

勾选时当有轨迹数据点测试失败时蜂鸣器发出警告提示音。

[不合格标志(on/OFF)]复选框

勾选时当有轨迹数据点测试失败时屏幕上显示不合格的标志（FAIL）。

[显示表]按钮

3.5 分析数据

单击时显示纹波极限表进行编辑，当表打开时此按钮变为禁用状态。

[隐藏表]按钮

单击时关闭纹波极限表显示，当表关闭时此按钮变为禁用状态。

[导出表]按钮

单击时弹出存储对话框，可以选择存储路径，以*.csv 格式的文件进行保存。

[导入表]按钮

单击时弹出存储对话框，选择所要打开文件的存盘路径，可以打开*.csv 格式的文件。

[纹波值类型]下拉选择框

单击下拉选择框，可以选择纹波值的类型：**无、绝对值、余量**。分析仪开机默认为**绝对值**。

[波动极限段]下拉选择框

单击下拉选择框，可以选择打开的波动极限段数，最多可以打开 12 段。

3.5.4.3 显示纹波测试结果

纹波测试的测量结果通过，会在屏幕的左上方显示“PASS”，反之则显示“FAIL”。多条轨迹同时测试的话，每条轨迹分别显示“PASS”或“FAIL”。不同的纹波极限段的激励范围可以重叠并设置不同的波动极限。

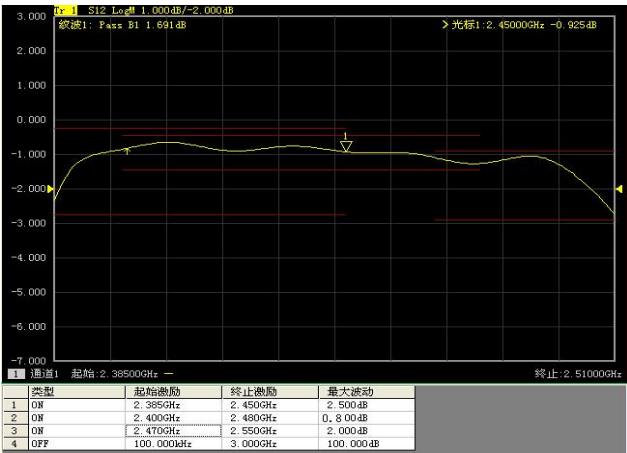


图 3.58 纹波测试结果

3.5.5 带宽测试

带宽测试功能主要用于测试带通滤波器的带宽。

带宽测试能找出通带内的信号峰值，并将两个点分别定位在通带两侧的特定幅度上，这个幅度低于信号峰值，可以通过设置 **N dB 点** 进行调整（默认设置为 3dB）。这两点之间的频率范围就是所测滤波器的带宽。

带宽测试可以在测试之前将用户允许的**最小带宽**和**最大带宽**设置出来，实测的带宽会自动与这两个值比较，如果不满足会在屏幕上提示带宽测试不合格的信息（**FALL**）或进行声音提示，方便用户能更直观的看到被测件的特性是否满足要求。

3.5.5.1 打开和设置带宽测试

在进行带宽测试前，需要首先设置带宽阈值（N dB 点）、最大带宽和最小带宽。可以对多条轨迹进行设置。

- 1) 菜单路径：**[分析]→[测试]→[带宽测试]**，显示测试对话框；
- 2) 在对话框中勾选**[带宽测试(on/OFF)]**复选框，打开带宽测试；
- 3) 在对话框中勾选**[带宽值显示(on/OFF)]**复选框，在屏幕上显示被测带宽值；
- 4) 在对话框中勾选**[带宽标记显示(on/OFF)]**复选框，在屏幕上显示带宽的定位标记；
- 5) 单击**[N dB 点]**框，设置带宽阈值；
- 6) 单击**[最小带宽]**框，设置最小带宽；
- 7) 单击**[最大带宽]**框，设置最大带宽；
- 8) 在对话框中勾选**[失败声音警告(on/OFF)]**复选框，可以在带宽测试失败时进行声音提示；
- 9) 在对话框中勾选**[不合格标志(on/OFF)]**复选框，可以在带宽测试失败时显示 **FALL** 提示；
- 10) 点击**[确定]**，完成带宽测试设置。

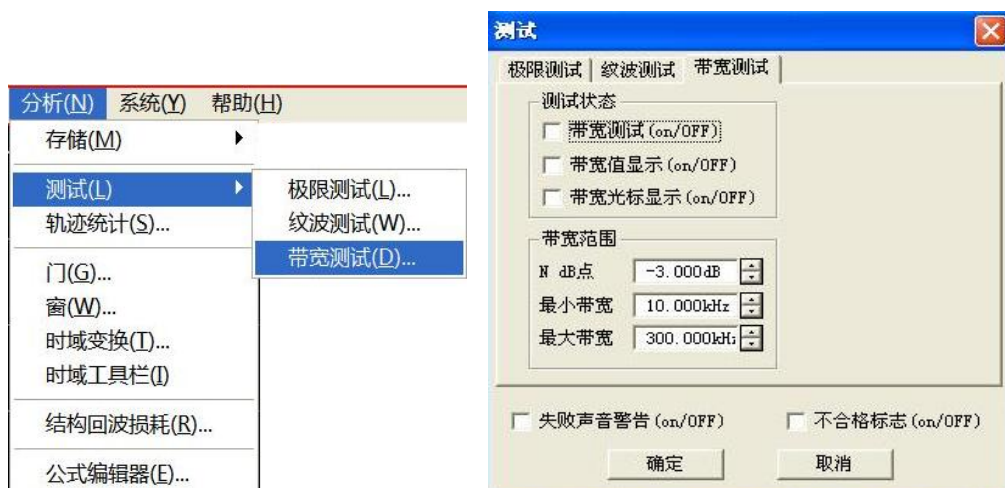


图 3.59 带宽测试对话框

3.5.5.2 显示带宽测试结果

带宽测试结果显示在轨迹左上角，测试通过会显示 **PASS** 提示。红色 T 状的带宽标记分布在带宽两侧。

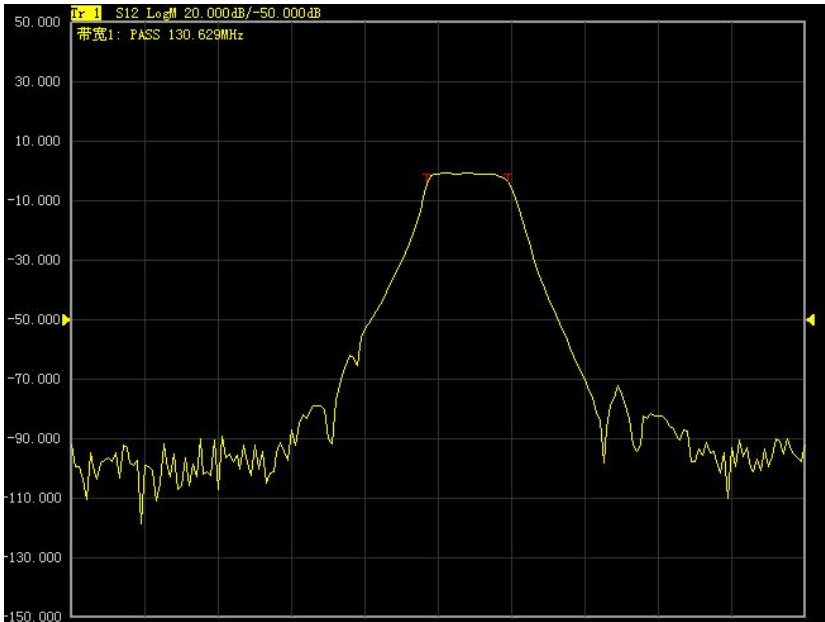


图 3.60 带宽测试显示结果

3.5.5.3 关闭带宽测试

- 1) 单击[分析]→[测试]→[带宽测试]，显示测试对话框；
- 2) 单击[带宽测试(on/OFF)]复选框，去掉勾选关闭带宽测试；。
- 3) 单击[带宽值显示(on/OFF)]复选框，去掉勾选关闭被测带宽值显示；
- 4) 单击[带宽标记显示(on/OFF)]复选框，去掉勾选关闭带宽定位标记的显示；
- 5) 点击[确定]，关闭带宽测试。

3.5.6 公式编辑器

● 概 述.....		
1	0	5
● 公式编辑器使用方法.....		
1	0	6
● 公式编辑器使用的数据及注意事项.....		
1	1	0
● 公式编辑器数据的保存.....		
1	1	1

3.5.6.1 概述

为了便于说明，首先要定义以下2个名词：

参考轨迹：公式中使用到轨迹，这个轨迹是被作为数据使用的。

公式轨迹：就是公式运算后的轨迹，会在当前激活轨迹显示。

公式编辑器允许用户输入一个代数表达式，这个代数表达式可以对测量数据进行数学运算，运算结果可以通过数据轨迹的方式显示。公式轨迹所使用的测量数据可以是同一通道或不同通道的数据。用户输入的数学表达式可以由基本的运算符、内置函数以及参数组成。公式中所使用的测量参数或轨迹数据取自于矢量网络分析仪。当一个可计算的公式输入到公式输入框并且勾选了激活框时，当前激活轨迹将变成公式轨迹，公式轨迹的数据是运算后的数据，并且公式轨迹曲线可随数据变化进行实时更新。例如，输入公式 $S_{21}/(1-S_{11})$ ，此表达式所计算得到的公式轨迹上每一点的数据都是由相应点的 S_{21} 数据除以 1 减去 S_{11} 的数据计算所得。如果轨迹有 201 点，则此表达式就会运算 201 次，即一个点运算一次。

例如：如果测量一个三端口被测件，对于分析仪来说这不是一个常规测量任务，此任务可以通过公式编辑器来完成。如果用户所期望的一个结果是一个对数格式的公式轨迹，可以表示为： $S_{21}+S_{23}-S_{13}$ 。然而，公式编辑器使用的数据是无格式的复数数据，因此用户就需要输入的公式就要改为 $S_{21}*S_{23}/S_{13}$ 才能达到目的，如图 3.61 所示；当输入公式后，在矢量网络分析仪当前激活轨迹上就显示为 $Eq=S_{12}*S_{23}/S_{13}$ ，如图 3.62 所示。



图 3.61 公式编辑器对话框

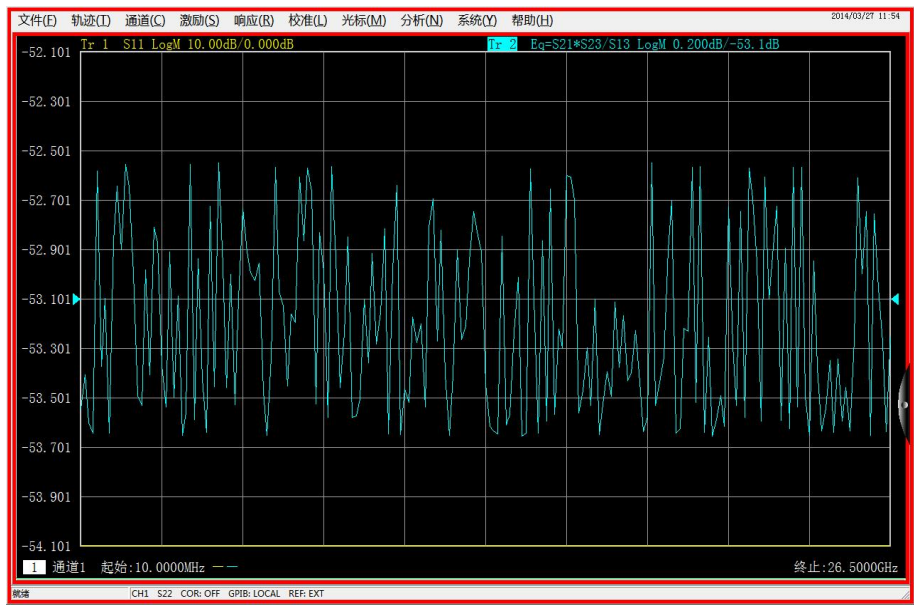


图 3.62 公式轨迹的显示

3.5.6.2 公式编辑器使用方法

1) 打开公式编辑器对话框

用户点击矢量网络分析仪菜单[分析]→[公式编辑器], 就可以打开公式编辑器的对话框, 如图 3.63 所示。



图 3.63 公式编辑器菜单

2) 如何在公式编辑器对话框输入公式

a) 函数的输入

可以通过单击图 3.61 中的[函数和常量]下面的函数列表在公式输入框内输入函数，也可以通过键盘直接输入函数。

b) 运算符的输入

可以通过单击[运算符]下面的运算符列表在公式输入框内输入运算符，也可以通过键盘输入运算符。

c) 轨迹和通道的输入

可以通过鼠标单击[轨迹]或[通道参数]下面的下拉列表选项输入轨迹、通道参数作为公式的参数或变量，也可以通过键盘输入运算符。

d) 数据的输入

可以通过单击右侧数字按钮输入数字，也可以通过键盘输入运算符。

3) 激活勾选框

激活勾选框的默认状态是处在勾选状态，只有处在勾选状态的情况下才会判断用户输入的公式是否正确，如果公式是可计算的就会进行计算，可以通过矢网的当前的激活窗口的激活轨迹显示当前公式的表达式 $Eq=XXX$ 。如果不勾选激活勾选框，则无论输入的表达式是否可以计算都不会进行运算。另外，如果勾选激活勾选框，但是输入的公式是不可计算的（如输入“ $2+1+$ ”），则此勾选框就会变为灰色的按钮。

4) 公式的保存与删除

用户可以通过点击[存储公式]按钮保存用户在公式输入框内所输入的任何一个表达式，这些公式都保存到公式输入框的下拉菜单里。用户可通过点击公式输入框右侧下拉箭头，然后在其下拉列表中单击要用的公式进行选择。

另外，用户可以通过点击[删除公式]删除公式输入框内的公式。

5) 退格按钮

【<-退格】：此按钮用于删除光标的前一个字符，如果左侧没有字符，则光标位置不变。

6) 左移光标和右移光标

【<-】：左移光标按钮，用于让当前光标向左移动一个字符，不会删除光标左侧字符，如果左侧没有字符则光标位置不变。

【->】：右移光标按钮，用于让当前光标向右移动一个字符，不会删除光标右侧字符，如果右侧没有字符则光标位置不变。

7) 函数/常量的选择

3.5 分析数据

默认是内置函数库选项，内置函数库选项下面有常用的公式以及常数变量，可以通过单击的方式进行选择，函数/常量的作用如表 3.10 所示。需要说明的是如果一个函数的参数是复数类型，用户使用的时候也可以用标量作为其参数，标量数据就是虚部为零的复数。

表 3.10 函数/常量列表

acos(scalar a)	返回参数 a 的反余弦值，单位是弧度，参数 a 是标量类型
asin(scalar a)	返回参数 a 的正弦值，单位是弧度，参数 a 是标量类型
atan(scalar a)	返回参数 a 的正切值，单位是弧度，参数 a 是标量类型
atan2	<p>返回复数 a 的相位，单位是弧度，</p> <p>有以下两种参数形式：</p> <p>atan2 (complex a) -返回相位，单位是弧度，参数 a 是复数类型；</p> <p>atan2 (scalar a, scalar b) -返回相位，单位是弧度，参数 a、b 是标量类型</p>
conj(complex a)	返回复数 a 的共轭复数
cos(complex a)	求复数 a 的余弦值；a 的实部与虚部单位都是是弧度
cpx(scalar a, scalar b)	返回一个复数值 (a+jb)，a、b 都是标量类型
getNumPoints()	返回当前扫描的点数
im(complex a)	返回复数 a 的虚部值
kfac(rComplex a, rComplex b, rComplex c, rComplex d)	返回值 $k = (1 - a ^2 - d ^2 + a*d - b*c ^2) / (2 * b*c)$ ，参数 a、b、c、d 是复数类型
ln(complex a)	返回复数 a 的自然对数
log10(complex a)	返回复数 a 的 10 的对数

mag(complex a)	返回复数 a 的模值，参数 a 是复数
mu1(complex a, complex b, complex c, complex d)	返回值 $\mu_1 = (1 - a ^2) / (d - \text{conj}(a) * (a*d - b*c) + b*c)$ ，参数 a、b、c、d 是复数类型
mu2(complex a, complex b, complex c, complex d)	返回值 $\mu_2 = (1 - d ^2) / (a - \text{conj}(d) * (a*d - b*c) + b*c)$ ，参数 a、b、c、d 是复数类型
phase(complex a)	返回 atan2(a)，也就是计算相位，单位是弧度，参数是复数类型
PI	常量圆周率，值为 3.141592
re(complex a)	返回复数 a 的实部；参数 a 是复数类型
sin(complex a)	返回复数 a 的正弦值；参数 a 是复数类型，单位是弧度
sqrt(complex a)	返回复数 a 模的平方根；参数 a 是复数类型
tan(complex a)	返回复数 a 的正切值；参数 a 是复数类型，单位是弧度

8) 运算符的选择

运算符如表 3.11 所示，用户可以通过鼠标单击的方式选择要用的运算符如“+”、“-”、“*”、“/”四个基本运算符以及左括号或右括号。另外，公式编辑器还支持直接输入复数数据进行运算。例如用户要输入一个复数常量是 2+j3，在公式编辑器里就要输入<2:3>来表示复数常量 2+j3。若用户想输入的公式是 (2+j3)*S11，就要输入表达式是<2:3>*S11 才能计算。

表 3.11 运算符列表

+	加法运算符
-	减法运算符
*	乘法运算符
/	除法运算符

3.5 分析数据

(左括号
)	右括号
,	逗号，用于多个参数的分隔
<	输入复数的开始符
:	用于分离复数的实部与虚部
>	输入复数的结束符

9) 轨迹数据

用户可以在其下面的列表中选择轨迹或轨迹存储数据，但是不能选择当前激活轨迹。

10) 通道参数数据

用户只能选择当前激活通道的 S 参数作为输入表达式的参数数据。

11) 数字键区

用户可以通过点击数字键区的数字键输入数字，通过点击[+/-]输入正、负符号，通过点击[•]输入小数点。

3.5.6.3 公式编辑器使用的数据及注意事项

公式轨迹的每一个点的数据都会使用参考轨迹相应点的数据运算得到。假如轨迹有201点，公式就会计算201次，即每一个数据点计算一次。例如：当前轨迹是Tr4,公式是Tr2+S11,那么Tr4就会变为公式轨迹，Tr1和S11都是方程轨迹的参考轨迹。并且在矢量网络分析仪的显示窗口上当前激活轨迹Tr4会显示为 Tr4 Eq= Tr2+S11。如图3.64所示。

注 意

公式编辑器使用注意

- 1) 如果公式是激活的并且是可计算的，当前激活轨迹就不显示原来的测量参数名，而

3.5 分析数据

是变成公式轨迹,例如当前激活轨迹是Tr4 S22,输入公式Tr2+S11后就会立即变成公式轨迹Tr4 Eq= Tr2+S11。但是如果输入的公式是不可计算的就会显示为原来的轨迹名,例如用户输入的是Tr2+S11+,当前激活轨迹就会显示为原来的Tr4 S22。

- 2) 公式轨迹不能使用当前激活轨迹作为参考轨迹,比如当前激活轨迹是Tr4,公式中就不能再输入Tr4作为参数。
- 3) 参考轨迹可以从S参数,内存轨迹中选择,如果使用内存轨迹作为参数必须保证内存轨迹的是已存在的,不然公式是不可计算的。
- 4) 使用别的通道的轨迹作为参考轨迹时要注意参考轨迹必须是已显示的轨迹,并且必须使用Trx的方式加以引用,还要满足参考轨迹和公式轨迹的数据点数相同才可以计算。例如参考轨迹的数据点数是201点,公式轨迹的数据点数也是201点。



图 3.64 公式轨迹显示窗口

3.5.6.4 公式编辑器数据的保存

公式数据可以保存为*.cti、*.prn、*.dat格式数据,但是在保存的文件里测试参数的名字还是原始测量参数的名字,比如Tr2的原来的名字是S22,如果输入的公式是10+S22,保存的测量参数名字不变,还是S22,但是数据会变为10+S22的值,方程轨迹不能保存为*.snr格式的数据文件。

3.6 数据输出

● 保存和回调文件.....		
1	1	2
● 打印显示测量.....		
1	1	7

3.6.1 保存和回调文件

3671 系列矢量网络分析仪支持多种格式文件的保存和回调功能。

3.6.1.1 保存文件

1) 保存文件的方法



菜单路径：[文件]→[保存]→[保存]/[另存为...]

图 3.65 保存文件

2) [保存]文件菜单项

当点击[保存]时，分析仪将仪器状态和校准数据保存到规定目录的默认文件中 (defaut.cst)，如果默认的文件已经存在，分析仪显示对话框确认是否进行覆盖。

3) [另存为...]文件菜单项

打开另存为对话框进行文件保存。

a) **【保存在】下列框**

显示和设置文件保存的路径。

b) **文件列表框**

显示当前路径下的文件夹及与保存类型匹配的所有文件, 点击其中的文件设置保存的文件名, 点击文件夹改变当前路径。

c) **【文件名】框**

显示输入的文件名或在文件列表框中点击的文件名。

d) **【保存类型】框**

选择文件保存的类型, 分析仪支持以下文件类型:

- i. **cst 类型文件**
cst 文件保存仪器的状态和校准数据。
- ii. **sta 类型文件**
sta 文件仅保存仪器的状态数据。
- iii. **cal 类型文件**
cal 文件仅保存仪器的校准数据。
- iv. **dat 类型文件**
当用户选择 dat 类型文件时, 分析仪打开**数据保存设置**对话框, 按用户的要求保存轨迹数据文件。
- v. **prn**
prn 文件仅保存当前激活轨迹的数据。
- vi. **bmp 文件**
bmp 文件以位图格式保存屏幕的显示信息。

4) 自动保存

通过前面板按键及侧按键菜单**【文件】→【保存】→【定义自动保存...】**, 打开定义自动保存对话框, 可以根据用户配置, 每扫描一遍自动保存测量数据。



图 3.66 自动保存

- a) **存储目录**
选择欲存储的文件目录；
- b) **文件前缀**
指定文件前缀，文件命名将采用前缀+序号的方式，序号根据循环次数自动增加；
- c) **文件类型**
选择保存文件类型；
- d) **启用循环保存**
循环保存和保存次数是成对设置的，选择确定后程序会按照保存次数在每次扫描完成后自动保存，同时保存次数-1，打开对话框后显示更新为目前剩余保存次数，如果大于 0，自动保存默认选中，否则自动保存不勾选，即为自动保存已经完成。
- e) **合并文件**
选中后所有保存数据顺序合并到一个大文件中；

3.6.1.2 回调文件

1) 可回调状态和校准数据：

- f) **sta 文件**
sta 文件中保存了仪器的状态数据，包括仪器设置、轨迹数据、极限线和光标。
- g) **cal 文件**
cal 文件中仅保存校准数据，不包含仪器状态数据。校准数据的修正精度是与仪器的状态设置有关的，因此为了获得最高的测量精度，要保证回调文件时的仪器设置与校准时一致，否则校准的精度无法保证。
- h) **cst 文件**
cst 文件保存了仪器中所有测量状态和校准数据，因此调用 cst 文件可以节省测试时间。

2) 回调文件的方法：

菜单路径：**[文件]→[回调...]**，显示打开对话框。

在**[文件类型]**框选择装载文件的类型。

通过**[查找范围]**框和下面的**[文件列表]**框设置回调文件的目录。



图 3.67 回调文件

采用下面的方法装载回调文件：

- i. 在【文件列表】框中双击回调文件。
- ii. 在【文件列表】框中点击回调文件，点击【打开】按钮。
- iii. 在【文件名】框输入回调的文件名，点击【打开】按钮。

3.6.1.3 数据文件

数据文件以 ASCII 格式保存测量结果，这些文件可以使用文本编辑软件、电子制表软件进行编辑，但不能被分析仪本身调用，分析仪可以保存三种类型的数据文件：

1) dat 文件

dat 文件保存激活轨迹或所有轨迹的测量数据，数据以格式化或非格式化的形式存储，通过**数据保存设置**对话框定义数据的存储方式。

dat 文件保存方法如下：

- a) 菜单路径：**【文件】→【另存为...】**，显示**另存为**对话框。
- b) 在**【保存类型】**框设置保存文件的类型为**数据文件 (*.dat)**。
- c) 通过**【保存在：】**框和**【文件列表】**框设置文件保存的目录。
- d) 在**【文件名】**框设置保存文件的名称。
- e) 单击**【保存】**按钮，显示**数据保存设置**对话框。
- f) 在对话框中对保存文件的内容和格式进行设置，单击**【格式化数据】**或**【非格式化】**按钮保存数据文件，关闭对话框。

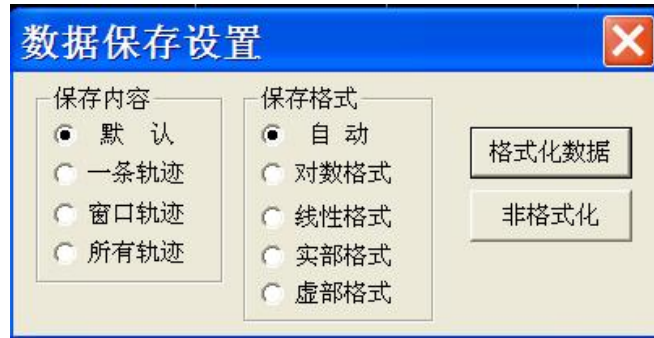


图 3.68 数据保存设置对话框

保存内容区

保存内容区定义将哪些轨迹数据保存到文件中。

a) [默认]单选框

保存所有窗口激活轨迹的数据。

b) [一条轨迹]单选框

保存当前激活轨迹的数据。

c) [窗口轨迹]单选框

保存当前激活窗口中所有轨迹的数据。

d) [所有轨迹]单选框

保存所有轨迹的数据。

保存格式区**a) [自动]单选框**

按轨迹的实际显示格式保存数据。

b) [对数格式]单选框

按对数幅度格式保存轨迹数据。

c) [线性格式]单选框

按线性幅度格式保存轨迹数据。

d) [实部格式]单选框

按实部格式保存轨迹数据。

e) [虚部格式]单选框

按虚部格式保存轨迹数据。

[格式化数据]按钮

按保存格式区设置的格式保存轨迹数据。

[非格式化]按钮

按实部/虚部格式保存轨迹数据。

2) snp(s1p 和 s2p)文件

snp 格式的文件可以被计算机辅助工程 (CAE) 软件 (如 Agilent 公司的 ADS) 调用, 是一种数据输出文件, 但不能被分析仪本身调用。s1p 文件保存单端口器件的特性, 只包含

1 个 S 参数 (S_{11} 或 S_{22})，s2p 文件保存双端口器件的特性，包含 4 个 S 参数。如果全双端口修正打开，在 s2p 文件中将保存全部 4 个 S 参数。如果全双端口修正关闭，分析仪将在 s2p 文件中保存尽可能多的测量数据。例如，如果全双端口修正关闭，当前的激活轨迹是 S_{11} ，通道中还存在 S_{21} 测量，在 s2p 文件中将保存 S_{11} 和 S_{21} 的测量结果，因为没有 S_{22} 和 S_{12} 的有效测量数据，在 s2p 文件中对应的数据为 0。

snp 文件保存方法如下：

- 菜单路径：**【文件】→【保存】→【另存为...】**，显示另存为对话框。
- 在**【保存类型】**框设置保存文件的类型为**数据文件 (*.s1p)** 或**数据文件 (*.s2p)**。
- 通过**【保存在：】**框和**【文件列表】**框设置文件保存的目录。
- 在**【文件名】**框设置文件的名称。
- 单击**【保存】**按钮，完成数据保存。

3) prn 文件

prn 文件以行和列的形式保存激活轨迹的测量数据，每一行对应一个测量点，第一列对应测量的激励值，第二列对应测量的响应值，列之间通过逗号 (,) 分隔，格式如下：

S_{11}	Log Mag
LIN_SWEEP(Hz)	LOG_FORMAT(dB)
3.000000e+005	-9.232986e+000
7.502250e+008	-3.219671e-001
1.500150e+009	-6.892332e+000
2.250075e+009	-1.146303e+000
3.000000e+009	-1.245240e+001

prn 文件保存方法：

菜单路径：**【文件】→【保存】→【另存为...】**，显示另存为对话框。

在**【保存类型】**框设置保存文件的类型为**列表文件 (*.prn)**。

通过**【保存在：】**框和**【文件列表】**框设置文件保存的目录。

在**【文件名】**框设置文件的名称。

单击**【保存】**按钮保存文件，关闭对话框。

3.6.2 打印显示测量

分析仪支持将测量显示的内容通过打印机输出或打印到指定的文件中。打印机可以是本地或网络打印机，打印机的类型可以是并口、串口或 USB 接口打印机，只要通过 Windows 操作系统添加打印机就可以使用。

3.6.2.1 打印内容设置

打印内容设置的方法

3.6 数据输出

菜单路径：[文件]→[打印]→ [页面设置]，显示页面设置对话框。

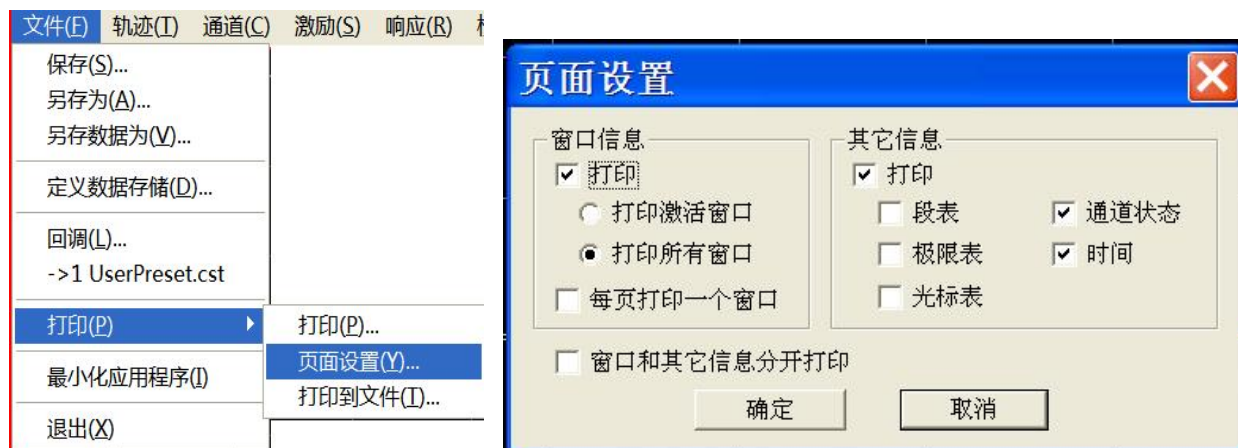


图 3.69 设置打印内容

页面设置对话框

1) 窗口信息区

a) [打印]复选框

选中时打印窗口轨迹信息，清除时不打印。只有选择此复选框时下面的两个复选框才有效：

b) [每页打印一个窗口]复选框

选中时每页只打印一个窗口，清除时连续打印所有窗口内容不加强制的分页符。

c) [打印激活窗口]单选框

选中时只打印当前激活窗口。

d) [打印所有窗口]单选框

选中时只打印当前激活窗口。

2) 其它信息表区

a) [打印]复选框

选中时打印通道设置信息，选择时下面的复选框才有效；

b) [段表]、[极限表]、[光标表]、[通道状态]、[时间]复选框。

选中时打印相应的信息。

3) 【窗口和其它信息分开打印】复选框

选中时窗口和其它信息分开打印，清除时合并打印。

3.6.2.2 打印

在分析仪中完成打印机的添加和打印内容的设置后，就可以将测量信息通过打印机输出，方法如下：

菜单路径：**【文件】→【打印】→【打印...】**，显示打印设置对话框。

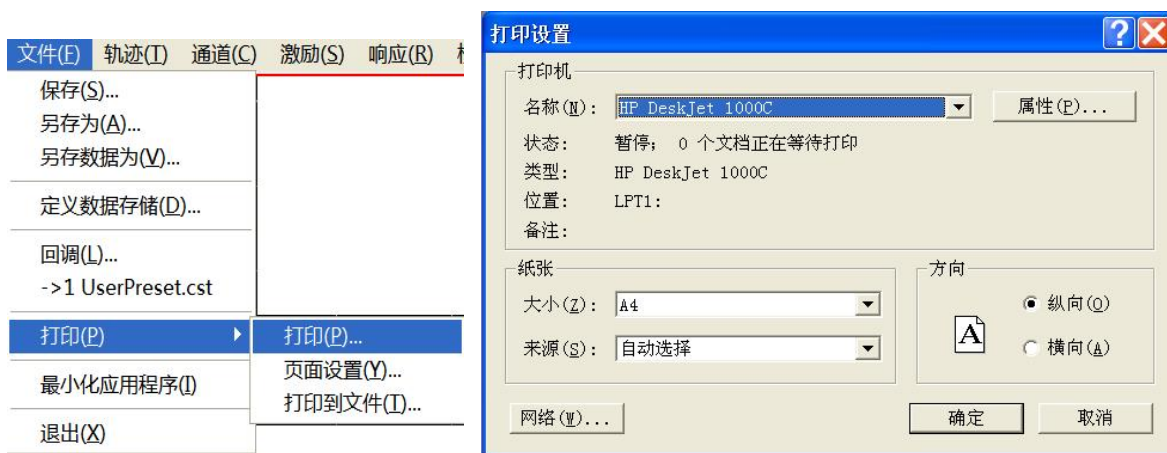


图 3.70 打印测量信息

3.6.2.3 打印到文件

分析仪支持将打印的内容输出到位图（bmp）文件中，如果需要多页打印，将自动建立多个位图文件，每个文件对应一页，其他的文件以‘文件名（数字）.bmp’的形式标识，如 amp.bmp、amp(1).bmp、amp(2).bmp，打印的方法如下：

菜单路径：**【文件】→【打印】→【打印到文件...】**。

在对话框中设置文件存储的目录和文件名。

点击**【保存】**按钮存储文件。

4 测量设置

本章主要介绍了 3671 系列矢量网络分析仪测量过程中的操作方法，如何通过复位分析仪来新建一个已知状态的测量，然后选择测量设置、调整分析仪的显示以便更好的观察测量结果，本章内容包括：

● 复位分析仪.....			121
● 选择测量参数.....			
1	2		8
● 设置频率范围.....			
1	3		5
● 设置信号功率电平.....			
1	3		7
● 设置扫描.....			140
● 触发方式.....			146
● 设置数据格式和比例.....			
1	5		4
● 观察多条轨迹和开启多个通道.....			
1	6		1
● 设置分析仪的显示.....			
1	6		4

4.1 复位分析仪

● 默认的复位状态.....		
1	2	1
● 用户复位状态.....		
1	2	6
● 复位分析仪.....		
1	2	7

4.1.1 默认的复位状态

按前面板【复位】键，分析仪回到一个已知的默认状态，称为复位状态，复位状态的设置如下：

- 1) 测量参数：S11

4.1 复位分析仪

2) 频率设置:

- a) 起始频率: 100kHz
- b) 终止频率: 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz
- c) 点频频率: 2GHz

3) 功率设置:

- a) 测试端口功率: -5dBm
- b) 耦合端口功率: 开
- c) 衰减: 自动衰减
- d) 衰减值: 0dB
- e) 功率斜坡: 关
- f) 斜率: 0dB/GHz

4) 扫描设置:

- a) 扫描类型: 线性频率
- b) 扫描时间: 自动
- c) 扫描点数: 201

5) 段扫描设置:

- a) 开启段数: 1
- b) 起始频率: 100kHz
- d) 终止频率: 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz
- c) 点数: 21

- d) 功率：-5dBm
- e) 中频带宽：100kHz

6) 触发设置：

- a) 触发源：内部
- b) 触发方式：连续扫

7) 显示格式：

格式：对数幅度

当选择不同的格式时，对应的详细设置如表 4.1 所示：

表 4.1 3671 系列矢量网络分析仪默认格式设置

格式	比例	参考位置	参考值
对数幅度	10dB	5	0dB
相位	45°	5	0°
群时延	10ns	5	10fs
线性幅度	100mU	5	500mU
驻波比	1U	5	6U
实部	2U	5	0U
虚部	2U	5	0U
极坐标	1U	无	1U
史密斯圆图	1U	无	1U

8) 响应设置：

4.1 复位分析仪

- a) 通道数: 1
- b) 中频带宽: 100kHz
- c) 平均: 关
- d) 平均因子: 1
- e) 平滑: 关
- f) 平滑因子: 取值范围的 2.49%
- g) 电延时: 0s
- h) 速度因子: 1
- i) 相位偏移: 0°
- j) 显示轨迹: 数据轨迹

9) 校准设置:

- a) 修正: 关
- b) 内插: 开
- c) 校准类型: 无
- d) 校准件号: 当前校准件号
- e) 系统阻抗: 50Ω
- f) 端口延伸: 关
- g) 端口延伸值: 0s

10) 光标设置:

- a) 初始频率: 满量程中心频率

- b) 参考光标 R: 关
- c) 离散光标: 关
- d) 格式: 轨迹格式
- e) 类型: 标准
- f) 光标搜索类型: 最小值
- g) 搜索域: 全带宽
- h) 光标表: 空

11) 极限测试设置:

- a) 极限测试: 关
- b) 极限线显示: 关
- c) 失败声音警告: 关

12) 极限表设置:

- a) 类型: OFF
- b) 起始激励: 100kHz
- c) 终止激励: 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz
- d) 起始响应: -100dB
- e) 终止响应: 100dB

13) 时域变换设置 (选项):

- a) 时域变换: 关
- b) 变换模式: 带通

4.1 复位分析仪

- c) 变换开始: -5ns
- d) 变换终止: 5ns
- e) 凯撒窗 β 因子: 6.0
- f) 门状态: 关
- g) 门开始: -5ns
- h) 门终止: 5ns
- i) 门形状: 标准
- j) 门类型: 带通

14) 全局显示设置:

- a) 轨迹状态: 开
- b) 频率/激励: 开
- c) 光标读数: 开
- d) 状态栏: 关

4.1.2 用户复位状态

分析仪可以复位到一个已知的默认状态或用户定义的状态。默认情况下, 分析仪复位到默认状态, 可以通过设置使分析仪复位到一个用户定义的状态。具体设置用户复位状态步骤如下:

- 1) 菜单路径[系统]→[定义用户状态...], 显示定义用户复位状态对话框;
- 2) 点击[使用用户复位状态]勾选复选框;

说明 : a) 若勾选[保存最后状态作为用户复位状态], 则将退出程序之前的最后状态保存为用户复位状态;

b) 点击[保存当前状态作为用户复位状态]按钮, 分析仪将当前的仪器设置保存为用户复位状态;

c) 如果想使用已存在的状态, 点击[装载存在的文件作为用户复位状态]按钮, 在打开对话框中选择状态文件打开, 分析仪将选择的文件作为用户复位的状态文件。

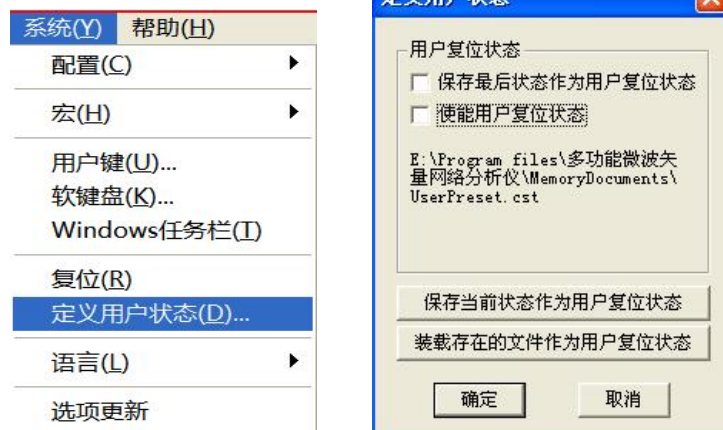


图 4.1 定义用户复位状态

4.1.3 复位分析仪

菜单路径：**【系统】→【复位】**

若已设置用户复位状态则此处点击**【用户复位】**。



图 4.2 复位分析仪

提示

【复位】快捷键

在**功能键区**和快捷菜单栏设有**【复位】**快捷键。

4.2 选择测量参数

3671 系列矢量网络分析仪可以设置使用下列参数来测量一个器件的电特性：

➤ S参数（固定比值）		
➤ 任意比值（自定义比值测量）		
➤ 非比值功率测量（绝对功率测量）		
● S参数.....		128
● 任意比值.....		
1	3	3
● 非比值功率测量.....		
1	3	4
● 改变轨迹的测量类型.....		
1	3	5

4.2.1 S 参数

1) S 参数概述

S 参数（散射参数）用来描述一个器件如何改变输入的信号，它描述了被测件的反射和传输特性。S 参数用约定的数字排列形式表示包含幅度和相位信息的两个复向量的比值关系： $S_{\text{输出 输入}}$ ，输出指被测件的输出信号端口号；输入指被测件的输入信号端口号。分析仪有四个测试端口，可以测量单端口、双端口、三端口和四端口器件。

例如，将一个双端口器件接入端口 1 和端口 2 时可以同时进行 4 个 S 参数的测量。

这时双端口器件的 4 个 S 参数是 S11、S12、S21、S22，图 4.3 将对 S 参数进一步加以说明，图中：

- a 代表输入到被测件的激励信号
- b 代表被测件的反射和传输信号（响应信号）

S 参数为复数线性值，它的测量精度取决于校准件的指标和采用的测量连接技术，也与非测量端口（没有被激励的端口）的端接情况有关。

2) S 参数的应用

用 S 参数可以进行以下参数的测量：

- a) 反射测量： $S_{XX}(X=1,2,3,4)$
 - i. 回波损耗
 - ii. 驻波比 (SWR)
 - iii. 反射系数
 - iv. 阻抗
 - v. S11、S22、S33、S44

b) 传输测量: SXY(X=1,2,3,4;Y=1,2,3,4;X≠Y)

- i. 插入损耗
- ii. 传输系数
- iii. 增益
- iv. 群时延
- v. SXY

下面以端口 1、端口 2 测量双端口器件为例介绍 S 参数:

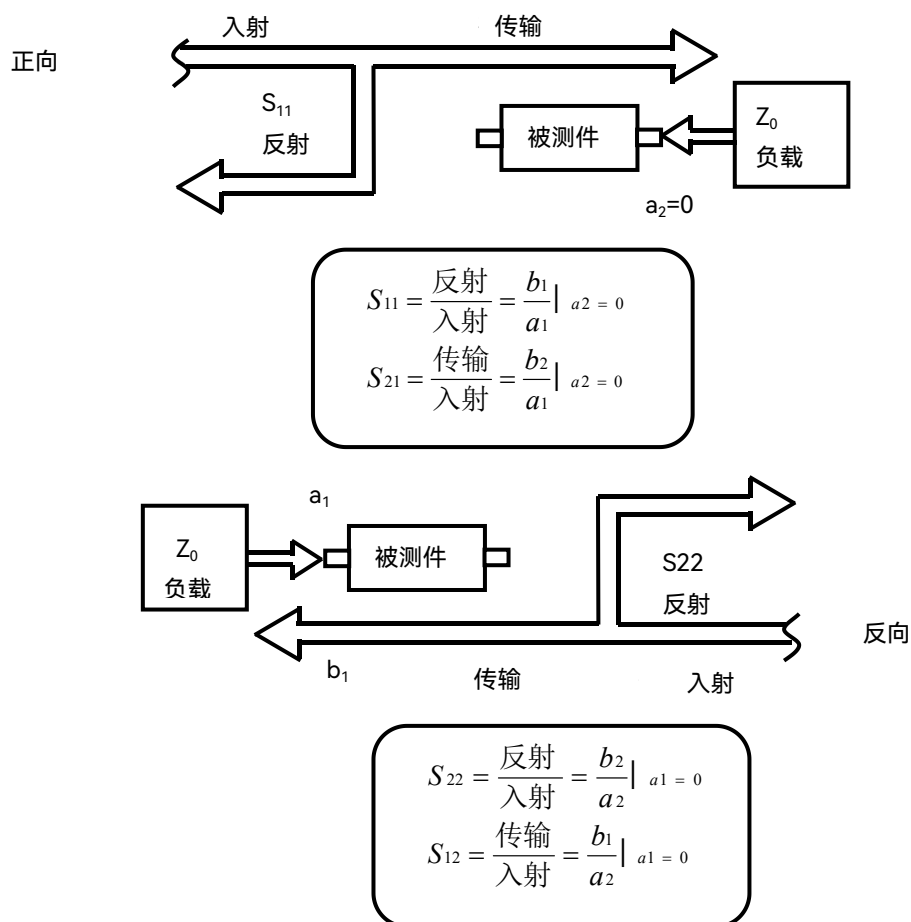


图 4.3 S 参数定义

3) 新建 S 参数测量轨迹

菜单路径: [轨迹]→[新建轨迹] , 在对话框中点击 **S-参数**:



图 4.4 S 参数定义

4) 新建轨迹对话框

- a) **参数选择区**
用于选择要新建的 S 参数测量轨迹。
- b) **[接收机]按钮**
打开对话框用于新建任意比值或非比值功率测量轨迹。
- c) **[平衡参数]按钮**
打开对话框用于新建平衡参数测量轨迹。
- d) **[通道选择]框**
用于选择新建轨迹所在的通道。
- e) **[在新窗口中创建]复选框**
勾选时新建窗口创建轨迹，清除时在当前激活窗口中创建轨迹。

4.2.2 差分平衡 S 参数

1) 差分平衡 S 参数概述

传统的射频微波器件是单端的，即单输入单输出，且输入输出接口上的信号有共同的参考地平面，图 4.5 所示。



图 4.5 单端器件

但随着先进的 MMIC 集成电路的出现，越来越多的射频电路开始使用差分平衡形式来设计。计算机、服务器中背板的差分平衡时钟速率已到达上百 Gbps，速率如此之高也必须按照射频和微波器件来考虑。



图 4.6 平衡器件

平衡器件的输入或输出都是两端口的。平衡器件所传输的信号是两个端口之间电平的差值或平均值，输入的两端口或输出的两个端口之间互为参考，而不是以地为参考，如图 4.6 所示。

理想情况下，当差分平衡器件的输入端加上幅度相等、相位相差 180 度的差模信号时，输出端得到的也是差模信号，这种工作模式称为“差模/差模”模式。理想差分传输线不会传输幅度相等相位相同的信号，即共模信号，对共模干扰有很好的抑制作用。实际上差分传输线输入和输出的信号都不可能是理想的，输入和输出信号中都有以地为参考的共模信号存在。由差模信号激励得到共模信号的工作模式称为“差模/共模”模式。如果输入信号中含有共模信号，同样也会激励得到差模和共模信号，对应的工作模式分别为“共模/差模”和“共模/共模”模式。其中“共模/差模”模式会在输出的差模信号中引入噪声，于是差分传输线抑制由共模信号激励产生差模信号的能力将是判断一个该器件性能优劣的重要指标。传统的 S 参数并不能区分差模信号和共模信号，更不能反映差分传输线各模式的传输和不同模式的转化特性，因此无法准确衡量一个差分平衡器件的性能。为完整表征一个差分平衡器件的特性，需要知道它在差模和共模激励下的响应，以及在这两种激励下的模式转换信息，以 4 端口的平衡参数为例，混合模 S 参数矩阵来可以完整表征其特性指标。

$$S_{mm} = \begin{bmatrix} S_{dd11} & S_{dd12} & S_{dc11} & S_{dc12} \\ S_{dd21} & S_{dd22} & S_{dc21} & S_{dc22} \\ S_{cd11} & S_{cd12} & S_{cc11} & S_{cc12} \\ S_{cd21} & S_{cd22} & S_{cc21} & S_{cc22} \end{bmatrix}$$

其中，混合模 S 参数用 Sabxy 的形式表示，前面两个下标分别表示响应和激励信号的模式，d 代表差模信号，c 代表共模信号，后两位数字下标分别表示响应和激励的端口。矩阵的左上象限表示传输线在差模激励下的差模响应，右下象限表示传输线在共模激励下的共模响应；矩阵的左下象限表示传输线在差模激励下的共模响应，右上象限表示传输线在共模激励下的差模响应，这两个象限描述了差分传输线的模式转换信息。

2) 设置差分平衡 S 参数的方法

设置轨迹的方法如下：

菜单路径：**[轨迹]→[新建轨迹]→[平衡参数]**，显示新建轨迹对话框。



a) 菜单位置 b) 轨迹创建对话框

图 4.7 差分平衡 S 参数的轨迹创建

3) 平衡器件拓扑设置方法

设置平衡器件拓扑的方法如下：

路径：【新建轨迹】对话框→【改变】按钮，显示被测件配置对话框。

逻辑端口是用来描述矢量网络分析仪物理测试端口新的平衡测试中的映射关系。

- a) 任意两个物理测试端口可以被映射成一个平衡逻辑端口；
- b) 任意一个物理测试端口可以被映射成一个单端逻辑端口



图 4.8 差分平衡 S 参数拓扑设置对话框

四端口矢量网络分析仪支持四种平衡器件拓扑形式，可在图所示对话框进行设置，具体如下：

- a) 平衡/平衡（2 个差分平衡逻辑端口和 4 个 3671 物理端口）



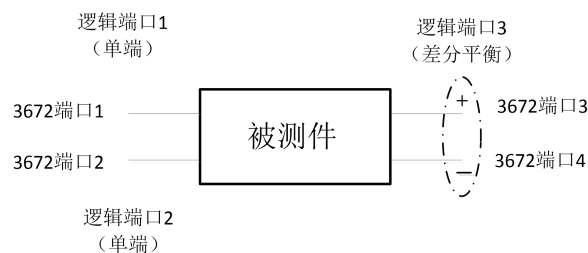
b) 单端/平衡 (2 个逻辑端口和 3 个 3671 物理端口)



c) 平衡/单端 (2 个逻辑端口和 3 个 3671 物理端口)



d) 单端-单端/平衡 (3 个逻辑端口和 4 个 3671 物理端口)



4.2.3 任意比值

任意比值允许从 A、B、C、D、R1、R2、R3 和 R4 接收机中选择输入信号和参考信号进行比值测量。

1) 新建任意比值测量轨迹

菜单路径: **[轨迹]→[新建轨迹]**, 在对话框中点击**接收机**



图 4.9 S 参数定义

4.2.4 非比值功率测量

非比值功率测量参数能测量 A、B、C、D、R1、R2、R3 和 R4 接收机的绝对功率，非比值功率测量不能进行相位、群时延和其他任何打开平均功能的测量。

1) 新建非比值功率测量轨迹

菜单路径：[轨迹]→[新建轨迹]，在对话框中点击接收机

2) 新建轨迹对话框（任意比值和非比值功率测量）

- a) **【激活】复选框**
勾选时新建轨迹。
- b) **【分子】区**
选择任意比值测量的分子或者非比值功率测量的测量接收机。
- c) **【分母】区**
选择任意比值测量的分母；非比值功率测量时选为 1。
- d) **【源端口】框**
选择分析仪的源信号输出端口。
- e) **【通道选择】框**
选择增加新轨迹的通道。

f) **【在新窗口中创建】复选框**

勾选时在新建的窗口中创建轨迹，清除时在当前激活窗口中创建轨迹。

g) **【自动创建窗口】复选框**

勾选时:若窗口中轨迹数量超过 8 条，超出轨迹将自动在新窗口下创建。

清除时:若窗口中轨迹数量超过 8 条，超出轨迹将不被创建。

4.2.5 改变轨迹的测量类型

在分析仪中,如果需要对某条轨迹进行设置和修改,必须使该轨迹成为当前的激活轨迹。

1) 改变轨迹的激活状态

在窗口中点击**轨迹状态**按钮，对应的轨迹成为当前的激活轨迹。



图 4.10 改变轨迹的激活状态

2) 改变当前激活轨迹测量参数

菜单路径：**【响应】→【测量】**，显示测量子菜单。或者在轨迹标题栏右击，在菜单中点击**测量**，如图 4.7 所示。



图 4.11 设置当前激活轨迹的 S 参数测量类型

4.3 设置频率范围

频率范围: 100kHz ~ 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz

4.3 设置频率范围

频率分辨率: 1Hz

1) 有两种设置频率范围的方式

- a) 指定起始频率和终止频率。
- b) 指定中心频率和频率跨度。

2) 设置起始频率和终止频率

菜单路径: [激励]→[频率]

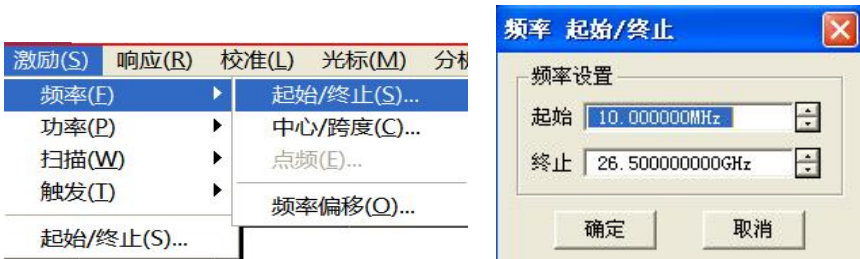


图 4.12 设置起始频率和终止频率

3) 设置中心频率和频率跨度

菜单路径: [激励]→[频率]

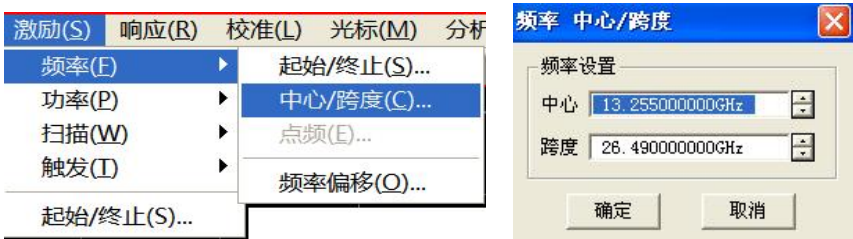


图 4.13 设置中心频率和频率跨度

提示

【频率】快捷键

在前面板功能键区有【频率】快捷键，可以快速进行频率设置。

4.4 设置信号功率电平

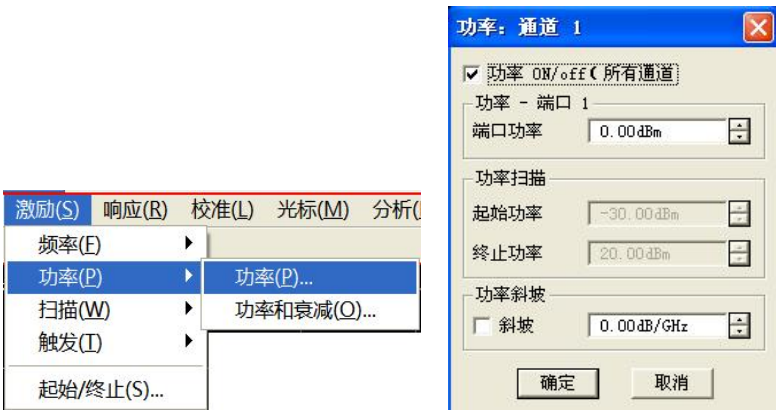
功率电平是指分析仪测试端口源输出信号的功率电平，3671 系列矢量网络分析仪端口可设置功率电平的指标如下：

表 4.2 源输出信号功率电平指标

频率范围	源功率范围 (dBm)	配置情况
100kHz~14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz	-40 ~ +20	标准配置

1) 设置功率电平

菜单路径：【激励】→【功率】，另外在前面板功能键区和快捷菜单栏有【功率】快捷键。



4 测量设置

4.4 设置信号功率电平



图 4.14 设置功率电平

2) 关断端口功率

菜单路径：[激励]→[功率]→[功率状态开/关]或者通过更改功率设置对话框中的[功率 ON/off]复选框实现功率的开关切换。

3) 手动设置衰减

菜单路径：[激励]→[功率]→ [功率和衰减...]显示功率和衰减对话框；

点击清除自动衰减区复选框。点击衰减输入框，输入衰减值。

4) 设置功率斜坡

菜单路径： [激励] →[功率]→ [功率...]显示功率对话框；

点击[斜坡]勾选复选框。点击斜坡输入框，输入功率斜坡值。

5) 功率对话框

- a) [功率 ON/off]复选框
勾选时端口正常输出功率，清除时关断端口输出功率。
- b) [功率-端口 1]
选择设置端口 1 的功率电平。
- c) [功率斜坡]复选框
勾选[功率斜坡]复选框，在[斜坡]输入框中输入斜坡值，便可以启用功率斜坡功能。
功率斜坡用来补偿电缆和测试夹具随频率升高而增加的功率损耗。
 - 开启功率斜坡功能时，测试端口的输出功率将随扫描频率的升高而增大（或减

少)。

- 功率斜坡的单位是：dB/GHz。
- 功率斜坡能设置范围为-2 ~ +2。

6) 功率和衰减对话框

a) [功率 ON/off]复选框

勾选时端口正常输出功率，清除时关断端口输出功率。

b) [耦合端口功率]复选框

默认情况下，勾选[耦合端口功率]复选框，分析仪两个端口的功率电平设置相同。但一些测量应用需要各端口有不同的功率电平。例如，想要测量一个高增益放大器的增益和反向隔离，因为放大器输入端口需要的功率比输出端口要低得多，必须分别设置每个端口的功率。当清除[耦合端口功率]复选框时，分析仪允许分别设置每一个端口的功率电平。

c) [状态]栏

默认情况下为[自动]，这时根据测量需要切换端口功率开关状态，[开]表示端口功率一直开启，[关]表示端口功率一直关闭。

d) [端口功率]栏

用来设置端口的功率电平。

e) [自动衰减]栏

当勾选复选框时，可以设置仪器允许范围内的任何功率电平。当清除复选框时，可以手动设置源功率和衰减值来进行某些测量，如反射放大器（振荡器或某些状态非稳定放大器）测量，在这些测量中，需要在宽的频率范围内有非常好的源阻抗匹配（如优于 20dB 的回波损耗）。

f) [衰减]栏

用来设置衰减值。

g) [稳幅模式]栏

用来设置稳幅模式，有三种稳幅模式，分别为[内稳幅]、[接收机]和[开环]。[开环]即为不进行稳幅

h) [功率斜坡]复选框

勾选[斜坡]复选框，在[斜坡]输入框中输入斜坡值，便可以启用功率斜坡功能。功率斜坡用来补偿电缆和测试夹具随频率升高而增加的功率损耗。

- 开启功率斜坡功能时，测试端口的输出功率将随扫描频率的升高而增大（或减少）。
- 功率斜坡的单位是：dB/GHz。
- 功率斜坡能设置范围为-2 ~ +2。

i) 衰减器设置与功率范围

分析仪用程控衰减器来覆盖整个功率范围，衰减器调整进入被测件的功率电平而不改变分析仪参考路径上的功率电平，这可以使源输出信号有更高的精度和特性指标，及更精确的源匹配。

在执行测量校准的功率点上，可以进行完全精确的误差修正。在与测量校准相同的衰减器设置上改变功率电平时，比值测量可以达到较好的误差修正精度，

4.5 设置扫描

而非比值测量的精度要差。

4.5 设置扫描

扫描是以指定顺序的激励值进行连续数据点测量的过程。

- 扫描类型概述..... 1 4 0
- 扫描类型设置..... 1 4 1
- 扫描时间..... 1 4 4
- 扫描设置..... 1 4 5

4.5.1 扫描类型概述

网络分析仪支持以下六种扫描类型：

1) 线性频率

这是仪器默认的扫描类型，频率线性连续的覆盖整个频率范围。

2) 对数频率

在对数频率设置下，源频率以对数步进量递增，两个相临频率点的频率比值相同。

3) 功率扫描

功率扫描在点频上进行，可设置的最大扫描范围为 80dB，默认功率扫描范围为 -60dBm ~ +20dBm。

4) 点频

点频扫描方式设置分析仪为单一的扫描频率, 按由扫描时间和测量点数决定的时间间隔对测量数据精确连续取样, 显示测量数据随时间的变化。

5) 段扫描

段扫描设置启动由多个段组成的扫描, 每个段可以独立定义的功率电平、中频带宽和扫描时间。当在所有段上完成校准后, 便可以对一个或几个段进行已校准的测量。段按照频率递增的顺序定义, 频率范围不能重叠。所有段的功率电平必须有相同的衰减器设置, 以防因衰减器频繁切换而损坏, 当前定义段与已定义段有不同的衰减器设置时, 分析仪自动改变已定义段的功率电平和衰减器设置。

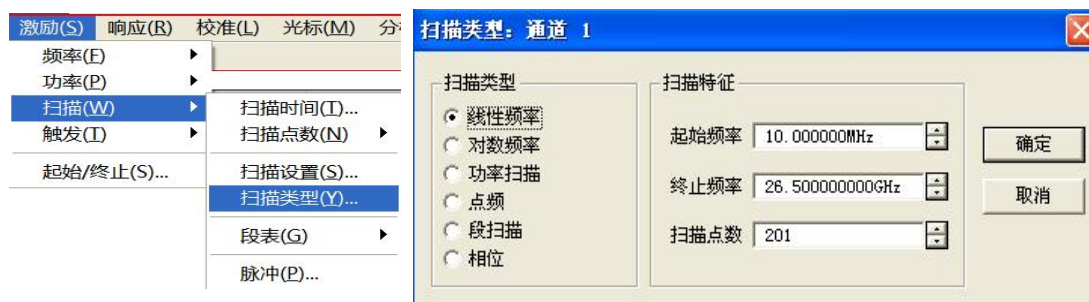
6) 相位扫描

扫描一个或多个源相对于另一个源的相位, 测量值 $-360^{\circ} \sim +360^{\circ}$ 。

4.5.2 扫描类型设置

1) 设置扫描类型

菜单路径: **[激励]→[扫描]→[扫描类型]**。



在辅助菜单栏选择相应扫描类型或者在扫描类型设置对话框中选择扫描类型。

图 4.15 设置线性频率扫描类型

2) 设置段扫描类型

菜单路径：[激励]→[扫描]→[扫描类型]。

辅助菜单栏：点击**段扫描**或者在扫描类型对话框中选择**段扫描**。

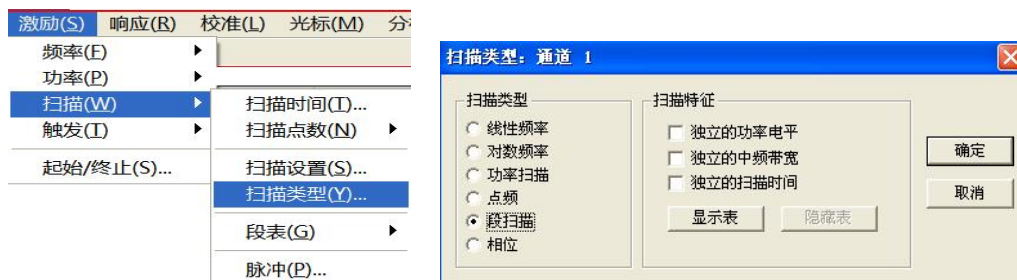


图 4.16 设置段扫描类型

对话框设置说明：

- a) **[独立的功率电平]**复选框：勾选时每个段可设置独立的功率电平，但必须是相同的衰减器设置。
- b) **[独立的中频带宽]**复选框：勾选时每个段可设置独立的中频带宽。
- c) **[独立的扫描时间]**复选框：勾选时每个段可设置独立的扫描时间。
- d) **[显示表]**按钮：点击按钮创建和编辑段扫描的列表。
- e) **[隐藏表]**按钮：点击时隐藏段扫描列表。

3) 插入和删除段

只有段表处于显示状态时，才能对其进行编辑。

菜单路径：[激励]→[扫描]→[段表]→[显示段表]，显示段表子菜单。

在**段表**子菜单中点击勾选**[显示段表]**。在**段表**子菜单中单击**[插入段]**，在所选段之前插入一个新段。在**段表**子菜单中单击**[删除段]**，删除所选段，单击**[删除全部]**，删除整个段表。

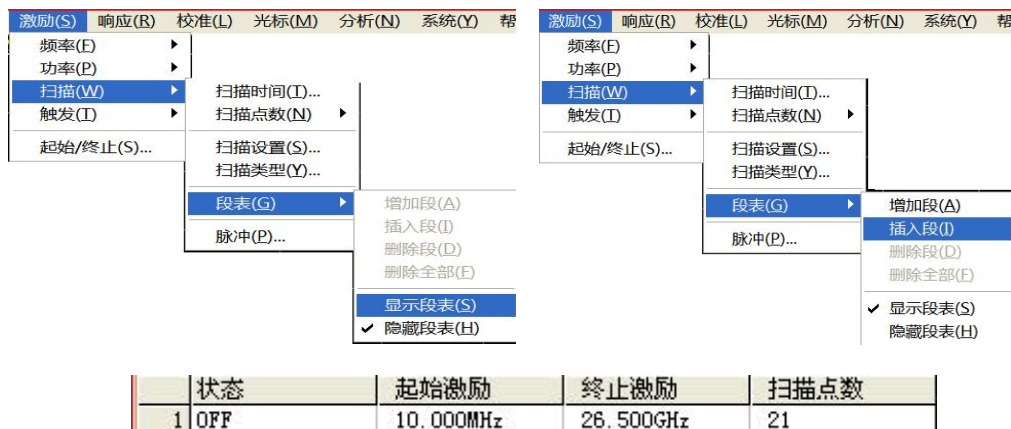


图 4.17 插入和删除段

4) 编辑段表

- 双击段的[状态]框，选择 ON 或 OFF 打开或关闭段。
- 双击段的[起始激励]框，输入段的起始频率。
- 双击段的[终止激励]框，输入段的终止频率。
- 双击段的[扫描点数]框，输入段的扫描点数。
- 双击段的[功率电平]框，输入段的功率电平（如果打开独立的功率电平选项）。
- 双击段的[中频带宽]框，输入中频带宽（如果打开独立的中频带宽选项）。
- 双击段的[扫描时间]框，设置扫描时间（如果打开独立的扫描时间选项）。

5) 设置相位扫描类型

菜单路径：[激励]→[扫描]→[扫描类型]显示扫描类型子菜单。

点击辅助菜单栏中的**相位扫描**或者在扫描类型设置对话框中选择**相位扫描**。

4 测量设置

4.5 设置扫描



图 4.18 设置相位扫描类型

4.5.3 扫描时间

完成测量设置后，分析仪将采用尽可能快的扫描时间，但可以增加扫描时间来满足一些特定的测量需要。如果设置扫描时间为 0，分析仪将自动选择最快的扫描时间。当扫描时间大于等于 300ms 时，分析仪将显示一个扫描指示符来指示点到点的测量扫描。测量指示符是一个向上的小箭头，指向轨迹上刚刚完成测量的点。

1) 设置扫描时间

菜单路径：**[激励]→[扫描]→[扫描时间...]**，显示**扫描时间**对话框。

直接在**[扫描时间]**框中输入扫描时间。如果通过按键和辅助菜单栏进行设置，则可以直

接在输入工具栏中输入扫描时间。

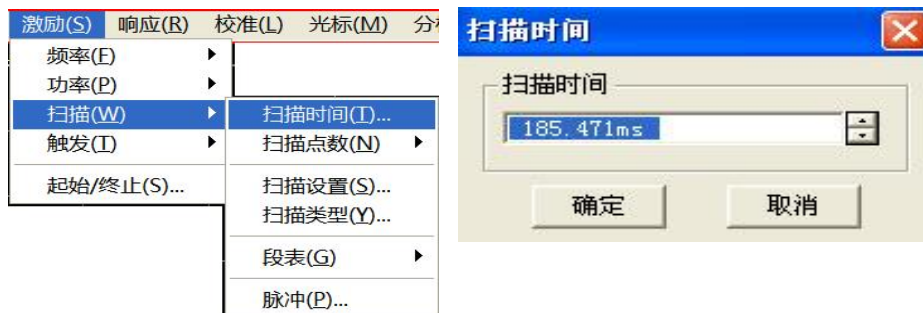


图 4.19 设置扫描时间

4.5.4 扫描设置

1) 扫描设置

菜单路径：**[激励]→[扫描]→[扫描设置...]**，显示扫描设置对话框。

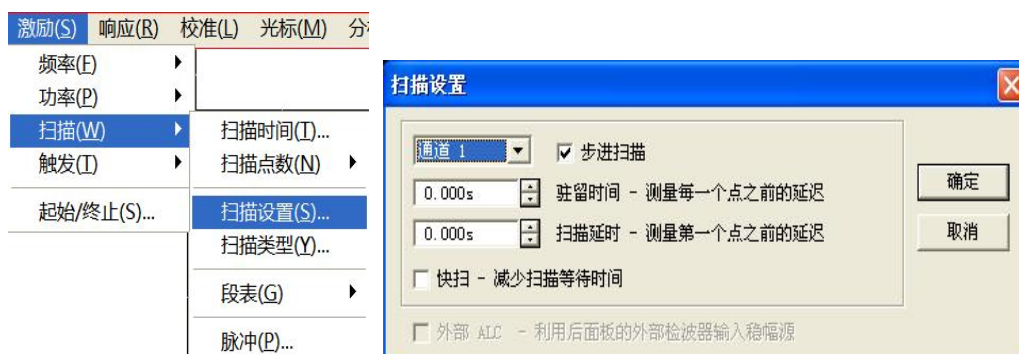


图 4.20 扫描设置

2) 扫描设置对话框

a) 【通道】框

选择扫描设置适用的通道。

b) 【步进扫描】复选框

当选择**步进扫描**方式时，源被调谐到一个频率点，等待指定的驻留时间后进行该

4.6 触发方式

频率点的测量，然后调谐到下一个频率点，可以对长电延时器件进行精确的测量。

当清除该复选框时，分析仪可能工作在**模拟扫描**方式下，也可能工作在**步进扫描**方式下，取决于扫描时间和中频带宽的设置。

c) **[驻留时间]输入框**

指定分析仪在获取测量数据前在每个点的停留时间，只适合于**步进扫描**工方式。

d) **[扫描延时]输入框**

指定分析仪在获取测量数据前的等待时间，指测量第一个点之前的延迟。

e) **[快扫]复选框**

当选中**快扫**复选框，表示分析仪进行模拟扫，扫描过程中进行数据采集，可以减少扫描等待时间。

4.6 触发方式

触发信号是使分析仪进行测量扫描的信号，触发设置决定了分析仪扫描的方式及何时停止扫描返回到保持状态，在触发功能设置上，矢量网络分析仪提供了极高的灵活性。

- 简单的触发设置..... 1 4 6
- 详细的触发设置..... 147
- 触发对话框..... 1 4 8

4.6.1 简单的触发设置

简单的触发设置只能设置当前激活通道的触发方式。

菜单路径：**[激励]→[触发]**，显示**触发**子菜单。



在子菜单中点击**连续**、**单次**或**保持**选择的触发方式。

图 4.21 简单的触发设置

4.6.2 详细的触发设置

菜单路径：**激励**→**触发**→**触发...**，显示触发对话框。



图 4.22 触发子菜单

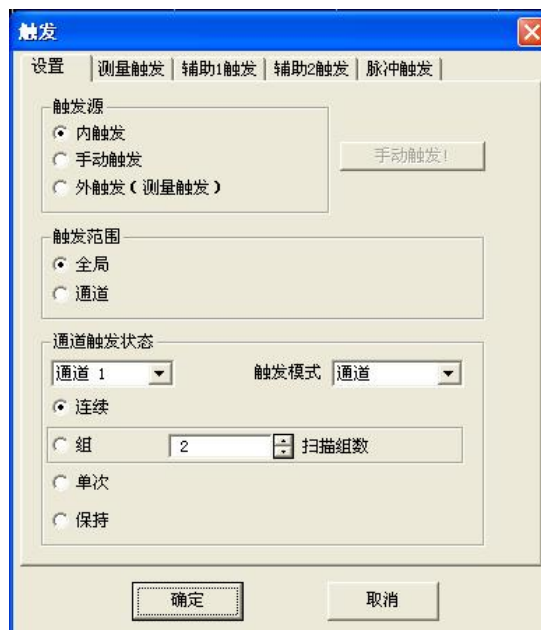


图 4.23 触发设置对话框

4.6.3 触发对话框

1) 触发设置选项

a) 触发源区

触发源设置决定了通道的触发信号来自何处, 只有当矢量网络分析仪不在扫描时才能产生有效的触发信号。分析仪可选择的触发源有**内部**、**手动**或**外部**三种。触发源一旦被设定后, 分析仪将此触发源作为所有通道的触发源。

➤ **【内部】(默认)**

- 1) 由分析仪自动控制产生触发信号。
- 2) 分析仪完成一次测量后立刻产生一个触发信号。

➤ **【手动】**

手动触发信号可以用下面的方法产生:

- 1) 点击**[触发]**对话框的**[手动触发]**按钮。
- 2) 点击菜单栏**[激励]**菜单**[触发]**子菜单中的**[手动触发]**菜单项。

➤ **[外部]**

- 1) 触发信号通过后面板 BNC 连接器**外触发输入**输入。
- 2) 信号为 TTL 电平。
- 3) 电平触发：高有效或低有效，可通过**外部触发**对话框设置。
- 4) 脉宽至少 1us，不能长于扫描时间（脉冲宽度大于扫描时间可能引起多次触发）。

b) 范围区

触发范围的设置决定了分析仪哪些测量通道将接收触发信号，有两种触发范围的设置：**全局**和**通道**。

➤ **[全局]**

这是分析仪的默认设置，除了处于**保持**模式的通道，所有其他的通道都接收触发信号。

➤ **[通道]**

只有不处于**保持**模式的下一个通道接收触发信号，当前通道完成测量后，分析仪自动选择下一个通道，除了处于**保持**模式的通道外，所有的通道都将被顺序选择。若使这一设置有效，需将**触发源**设置到**手动**状态。选择**通道**设置将使**点扫描**功能可用。

c) 触发设置区

触发设置决定了一个通道将接收多少触发信号，有四种通道触发状态：

➤ **[连续]**

通道接收无限个触发信号，连续进行扫描。

➤ **[组]**

通道只接收**[组]**输入框中指定数目的触发信号，进行指定次数的扫描，然后进入**保持**模式。

➤ **[单次]**

通道接收一个触发信号，进行一次扫描，然后进入**保持**模式。

➤ **[保持]**

通道不接收触发信号，停止扫描。

➤ **[点]（触发模式复选框）**

只有**触发源**为**手动或外部**，**触发范围**为**通道**时，才能选择**点扫描**触发方式。在**点扫描**模式下，通道接收到触发信号后，测量扫描中的下一个数据点，通道将一直接收触发信号直到通道中的所有测量完成，然后触发下一个处于非**保持**模式的通道。

➤ **[通道]（触发模式复选框）**

通道内所有轨迹将被触发。

➤ **[扫描]（触发模式复选框）**

只有**触发源**为**手动或外部**，**触发范围**为**通道**时，才能选择**扫描**触发方式。通道内共享一个源端口的轨迹将被触发。

2) 测量触发选项

a) 主触发输入区

在触发输入区设置接收外触发信号的性质。

➤ **【全局/通道触发延时】**

【延时】在延时输入框中输入延时时间，当仪器接收到外触发信号，经过这个延时时间后再进行扫描。

➤ **【触发源】**

用于设置外触发信号输入的接口，有 BNC 接口及自动测试接口 18 管脚。

➤ **【电平/边沿】**

设置接收外触发信号的触发形式，包括高电平、低电平、上升沿和下降沿。

➤ **【准备好触发前接收到的触发信号有效】**

勾选此项，矢量网络分析仪在接收到触发信号之后立即执行相应扫描状态，否则在未准备就绪之前所接收到的所有触发信号将被忽略。

➤ **【准备好接收触发提示】**

有 BNC 接头及自动测试接口 21 脚发起触发准备就绪信号，信号高低电平有效选项可供选择。

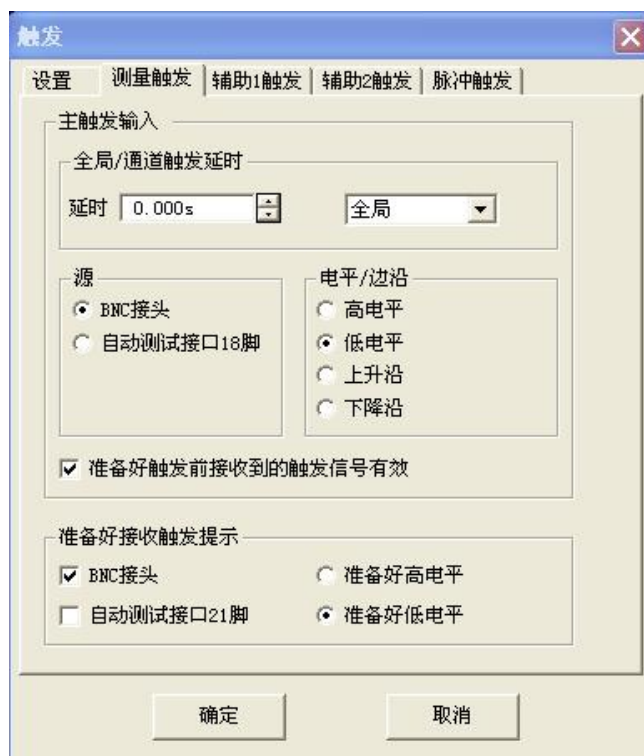


图 4.24 测量触发对话框

3) 辅助 1/2 触发选项

a) 辅助触发输出区

- **【使能】**
复选框选中时开启相应通道外触发输出，不选时关闭外触发输出。
- **【极性】**
在单选框中设置触发输出信号的极性，**【正脉冲】**或**【负脉冲】**。
- **【位置】**
在单选框中设置发送触发输出信号的时机，**【数据捕获前】**或**【数据捕获后】**。
- **【脉冲宽度】**
在输入框中输入发送触发输出信号的脉冲宽度。
- **【使能等待外部设备握手信号】**
复选框选中时，矢量网络分析仪直到接收到来自后面板**辅助触发输入（1&2）连接器的特定电平**才开始获取数据。此信号代表外部设备已经准备就绪，允许网络仪进行数据捕获。否则，网络仪将不会等待，但此时网络仪就绪之后会发出一个触发信号，此信号并不是用来触发网络仪，而是由内部、手动或者外部源产生的信号。
- **【辅助触发输入】**
网络仪准备就绪后，向辅助 1&2 接口发送确认信号，信号形式可以设置为上升沿、下降沿、高电平或者低电平。

➤ **【延时】**

网络仪接收到握手信号后，等待相应的延迟时间再进行数据捕获。

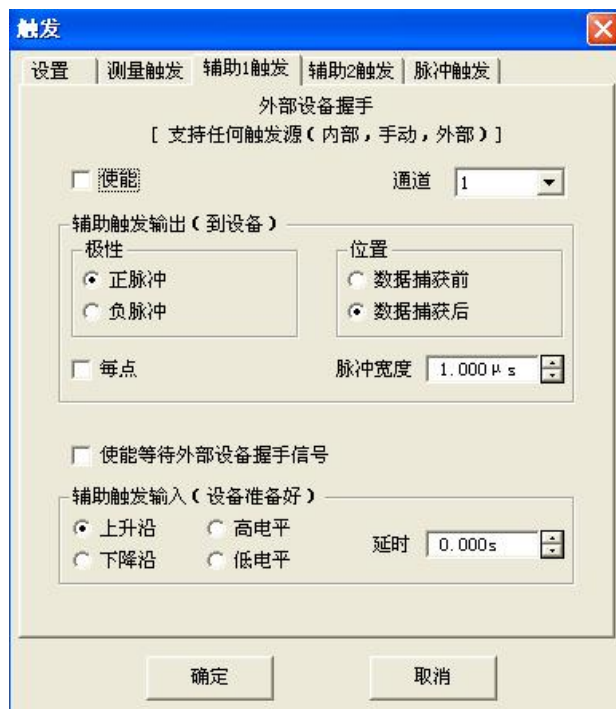


图 4.25 辅助 1/2 触发对话框

4) 脉冲触发选项

a) 脉冲同步输入区

选择采用内部源还是外部源来同步分析仪内部脉冲发生器。

➤ **【同步源】**

- 1) **内部**: 脉冲发生器由分析仪内部产生的周期信号同步，输出的脉冲串周期由脉冲测量界面中的脉冲重复周期指定。
- 2) **外部**: 此时忽略用户指定的脉冲重复周期，分析仪每检测到一个有效的外部脉冲同步信号即输出一串脉冲串。脉冲发生器的延迟和宽度可通过脉冲测量界面分别设置。外部脉冲同步输入信号从分析仪后面板**脉冲输入/输出接口**输入。脉冲同步输入信号可向分析仪输入可配置的同步触发信号。电平触发时，分析仪输出一串脉冲串后电平持续有效，则分析仪继续输出另一串脉冲串；边沿触发时，一个有效沿信号触发分析仪输出一串脉冲串。脉冲串长度等于使能的全部脉冲发生器中（延时+宽度）的最大值。

➤ **【电平/边沿】**

设置分析仪接受外部脉冲同步输入信号时的有效信号特性：高电平、低电平、上升沿或下降沿。

b) 接收机输出区

4.7 设置数据格式和比例

- **【接收机与脉冲发生器 0 同步】**
用于宽带同步脉冲测量，使能时则允许脉冲发生器输出与数据采集同步。
- **【延时】**
设置分析仪采集 AD 数据之前的延时时间。

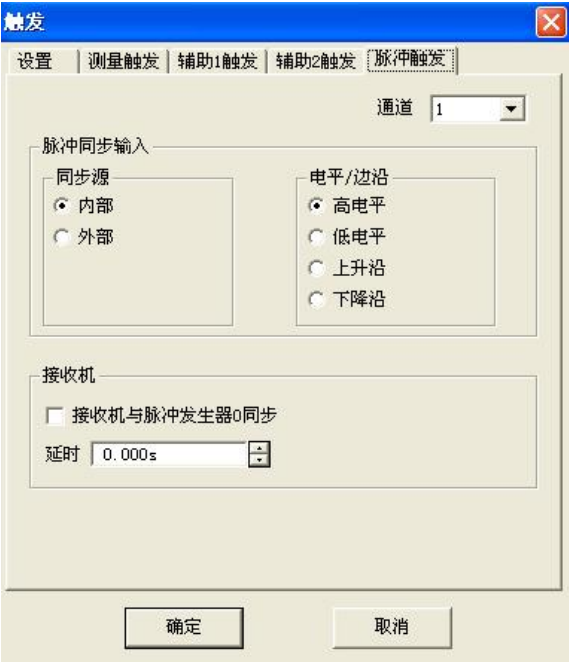


图 4.26 脉冲触发对话框

4.7 设置数据格式和比例

数据格式是分析仪图形化显示测量数据的方式，测量时应选择最适合了解被测件特性信息的数据格式。本节将介绍九种不同的数据格式，及如何设置比例以便更好的显示测量信息。

- 数据格式.....154
- 设置数据格式.....158
- 比例.....159

4.7.1 数据格式

1) 直角坐标格式

9 种数据格式中 7 种以直角坐标的方式显示测量数据信息，这种显示格式也被称为笛卡尔格式、X/Y 格式或直线格式，这种方式非常适合显示被测件的频率响应信息，如图 4.27

所示的直角坐标显示以下信息：

- X 轴默认情况下以线性比例的方式显示激励值（频率、功率或时间）。
- Y 轴显示不同激励值下对应的响应值。

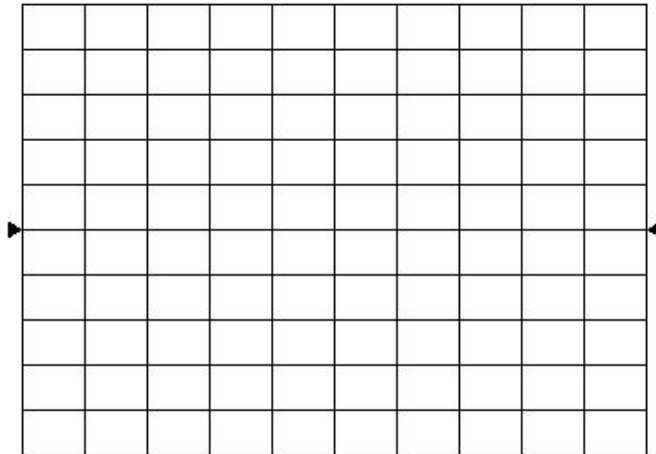


图 4.27 直角坐标格式

a) 对数幅度格式

- 显示幅度信息（无相位信息）
- Y 轴单位：dB
- 适合的典型测量：回波损耗、插入损耗和增益

b) 相位格式

- 显示相位信息（无幅度信息）
- Y 轴单位：相位（度）
- 适合的典型测量：线性相位偏离

c) 群时延格式

- 显示信号通过被测件的传输时间
- Y 轴单位：时间（秒）

4.7 设置数据格式和比例

- 适合的典型测量：群时延
- d) 线性幅度格式
 - 仅显示正值
 - Y 轴：进行比值测量时无单位（U），进行非比值测量时单位为毫瓦（mW）
 - 适合的典型测量：反射和传输系数（幅度值）、时域变换
- e) 驻波比格式
 - 显示通过公式： $(1+\rho)/(1-\rho)$ 计算的反射测量数据， ρ 为反射系数
 - 仅进行反射测量时才有效
 - Y 轴：无单位
 - 适合的典型测量：驻波比
- f) 实数格式
 - 显示测量复数据的实部
 - 与线性幅度格式相似，但可以显示正负值
 - Y 轴：无单位
 - 适合的典型测量：时域、用于维修目的的辅助输入电压测量
- g) 虚数格式
 - 仅显示测量数据的虚部
 - Y 轴：无单位
 - 适合的典型测量：设计匹配网络时的阻抗测量

2) 极坐标格式

如图 4.28 所示的极坐标格式包含幅度和相位信息，矢量数值通过以下方式读取：

- a) 任何一点的幅度值由该点到中心点（或零点）的位移决定，默认情况下幅度为线性比例，外圆被设置成比值 1。
- b) 任何一点的相位值由到 X 轴的角度决定。
- c) 因为没有频率信息，频率信息通过光标读取，默认的光标格式是实部和虚部，也可以通过**光标/分析**菜单打开**光标对话框**，在**高级光标**中选择其他格式。

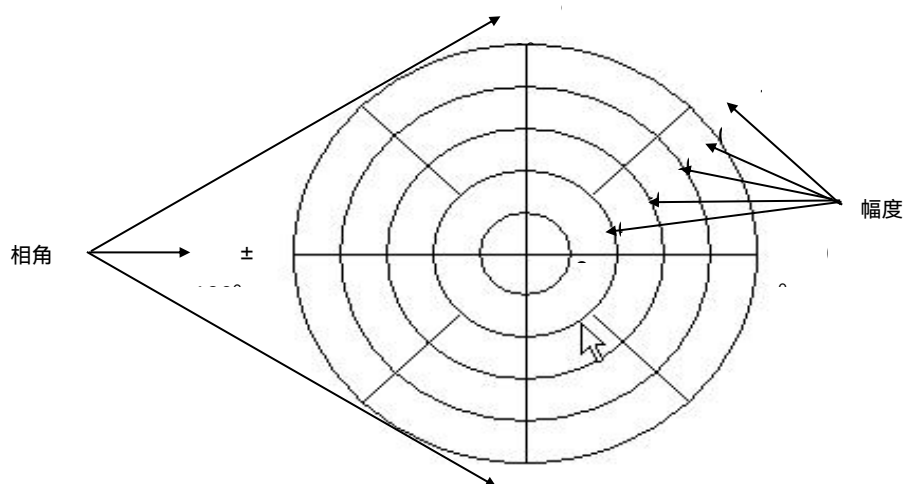


图 4.28 极坐标格式

3) 史密斯圆图格式

如图 4.29 所示的史密斯圆图是将被测件的反射测量数据映射成阻抗的工具，图上的每个点都代表由一个实电阻 (R) 和虚电抗 ($\pm jX$) 组成的复阻抗，通过光标可以读取被测件的电阻值、电抗值及电抗等效的电容值和电感值。

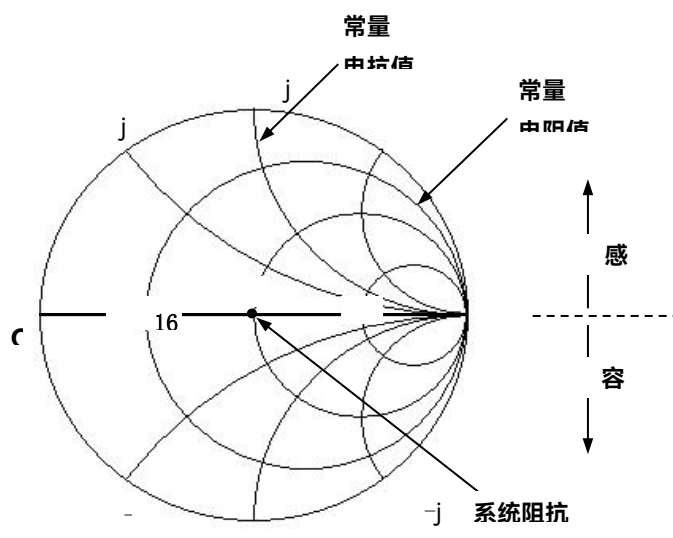


图 4.29 史密斯圆图格式

- a) 史密斯圆图的中心水平轴线代表纯电阻，水平轴的中心点代表系统阻抗；水平轴的最左边电阻为零，代表短路；水平轴的最右边电阻无穷大，代表开路。
- b) 史密斯圆图上与水平轴相交圆上的点有相等的电阻值。
- c) 史密斯圆图上与水平轴相切弧线上的点有相等的电抗值。
- d) 史密斯圆图上半部分的电抗为正，因此为感性区。
- e) 史密斯圆图下半部分的电抗为负，因此为容性区。

4.7.2 设置数据格式

菜单路径：**【响应】→【格式】**，弹出**格式**子菜单。



图 4.30 设置数据格式

4.7.3 比例

比例用来设置显示栅格垂直部分的比例，在极坐标和史密斯圆图格式下，用来设置外圆的满比例值，比例和格式的设置决定了测量数据在屏幕上的显示方式，对数格式下，比例的设置范围为：0.001dB/格 ~ 500dB/格。

1) 设置比例

菜单路径：【响应】→【比例】，弹出比例子菜单。

点击相应的输入区或按钮设置合适的比例、参考位置和参考电平。

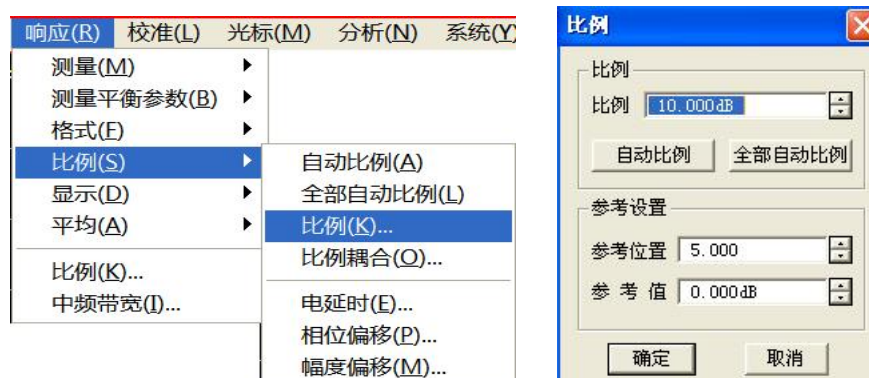


图 4.31 设置比例

2) 比例设置对话框

a) 比例区

➤ **【比例】框**

输入比例设置值。

➤ **【自动比例】按钮**

点击**【自动比例】**按钮，分析仪自动选择垂直比例使激活轨迹更好的显示在屏幕的垂直栅格内，激励值不受影响，仅改变比例值和参考值。

- i. 分析仪选择合适的比例因子使数据显示在屏幕 80%的区域。
- ii. 参考值选择屏幕上轨迹的中心值。

➤ **【全部自动比例】按钮**

点击**【全部自动比例】**按钮，分析仪为窗口中所有轨迹设置合适的比例使它们更好的显示在窗口的垂直栅格内。

b) 参考设置区

➤ **【参考位置】按钮**

参考位置指直角坐标图中参考线的位置，图中最底部线的位置为 0，最顶部线的位置为 10，参考位置的默认值为 5。

➤ **【参考值】按钮**

参考值指直角坐标格式中参考线的值，极坐标和史密斯圆图格式中外圆的值，对数幅度格式下的设置范围为：-500dB ~ +500dB。

4.8 观察多条轨迹和开启多个通道

分析仪的预配置功能提供了一种非常方便的方法进行多轨迹、多通道、多窗口测量，分析仪共提供四种预配置的测量设置，选择每一种设置时都将关闭当前的轨迹和窗口，创建新的轨迹和窗口，四种预设置的窗口排列如下：

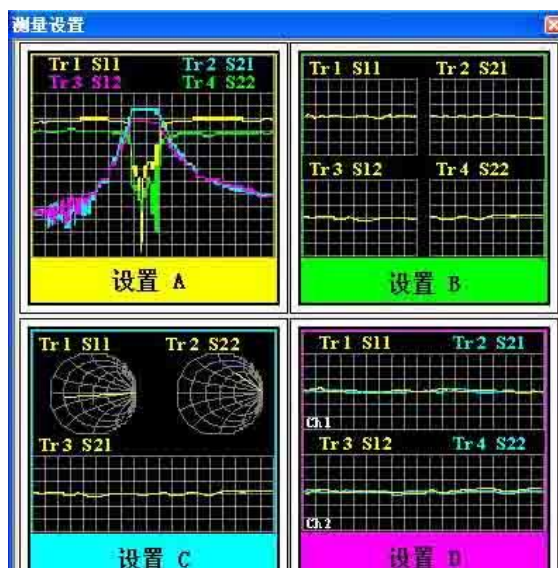


图 4.32 预配置窗口排列

➤ 设置 A

设置 A 在窗口 1 中创建四条轨迹：S11、S21、S12、S22，对数格式，通道 1 设置。

➤ 设置 B

设置 B 在四个窗口中创建四条轨迹，对数格式，通道 1 设置。窗口 1 中显示 S11，窗口 2 中显示 S21，窗口 3 中显示 S12，窗口 4 中显示 S22。

➤ 设置 C

设置 C 在三个窗口中创建三条轨迹，通道 1 设置。窗口 1 中显示 S11，史密斯圆图格式；窗口 2 中显示 S22，史密斯圆图格式；窗口 3 中显示 S21，对

4.8 观察多条轨迹和开启多个通道

数格式。

➤ 设置 D

设置 D 在两个窗口中创建四条轨迹，两个通道设置，对数格式。窗口 1 中显示 S11 和 S21，通道 1 设置；窗口 2 中显示 S12 和 S22，通道 2 设置。

1) 设置预配置的测量设置

菜单路径：[响应]→[显示]→[测量设置...]，显示测量设置对话框。

在对话框中选择预配置的测量设置。



图 4.33 设置预配置测量

2) 窗口排列

- a) 分析仪提供了多种调整窗口显示的方法：
- 用鼠标移动窗口和调整分析仪的窗口大小。
 - 用窗口菜单中的[平铺]、[层叠]、[最大化]和[最小化]菜单项排列分析仪的窗口。
 - 用显示菜单中的[单窗口]、[两窗口]、[三窗口]、[四窗口]菜单项选择四种不同配置的窗口排列。

- 用窗口右上角的**[最小化]**、**[最大化/向下还原]**和**[关闭]**按钮调整或隐藏分析仪的窗口显示。

- b) 分析仪显示菜单提供了四种不同的窗口排列方式, 将已经存在的轨迹按一定的算法分配到不同的窗口中。

- 单窗口排列

这种窗口排列方式在一个窗口中显示所有的轨迹, 所有的轨迹互相层叠覆盖。

- 两窗口排列

这种窗口排列方式在两个窗口中显示所有轨迹, 两个窗口垂直堆叠排列。

- 三窗口排列

这种窗口排列方式在三个窗口中显示所有轨迹, 三个窗口的排列方式为两个在上面, 一个在下面。

- 四窗口排列

这种窗口排列方式在四个窗口中显示所有轨迹, 每个窗口占四分之一屏幕。

- c) 设置窗口排列

菜单路径: **[响应]**→**[显示]**, 弹出**显示**子菜单。

在**显示**子菜单中选择窗口排列方式。

4.9 设置分析仪的显示



图 4.34 设置窗口排列

4.9 设置分析仪的显示

我们可以通过分析仪的**显示**菜单显示或隐藏屏幕的显示要素来定制屏幕显示。这些显示要素对于观察、设置和修改测量是非常有用的，包括：状态栏、工具栏、列表、测量显示、数据轨迹、内存轨迹和标题栏。

● 状态栏.....		
1	6	4
● 工具栏.....		
1	6	6
● 列表.....		
1	6	8
● 显示内容.....		
1	7	0
● 标题栏.....		
1	7	2

4.9.1 状态栏



1) 当打开状态栏时，它显示在屏幕的底部，显示以下内容：

- 当前激活的通道
- 激活轨迹的测量参数
- 激活轨迹所进行的数学运算
- 激活轨迹的误差修正状态
- 当打开平均功能时，显示当前激活通道的平均因子和已进行的平均次数
- 当打开平滑功能时，显示平滑的点数
- 打开时域变换功能时，显示“TRANSFORM: ON”
- 打开门设置功能时，显示“GATE: ON”
- GPIB 状态: LOCAL 或 REMOTE
- 参考 (REF) 信号状态: INT 或 EXT

2) 触发状态栏显示

菜单路径: **[响应]→[显示]**，在**显示**子菜单中点击勾选**[状态栏]**打开状态栏显示，

清除勾选关闭状态栏显示。或者在辅助菜单栏的按键**状态栏开/关**，来进行状态栏的

关。



图 4.35 触发状态栏显示

4.9.2 工具栏

1) 分析仪最多可以同时显示六个不同的工具栏，通过工具栏可以很容易的进行测量设置。

a) 输入工具栏



当需要设定测量参数的时候，输入工具栏用来输入数值。

b) 光标工具栏



光标工具栏用来设置和修改光标，它显示：


- 光标号
- 光标开/关复选框
- 激励值
- 光标功能：△光标、最大值/最小值、起始/终止、中心/跨度


如果想通过前面板的旋钮改变光标的位置，首先点击光标工具栏的【激励】框，再旋转旋钮改变光标位置。

c) 测量工具栏



测量工具栏用来在当前激活窗口或新窗口中创建需要的 S 参数轨迹，当测量工

具栏最左边的按钮为抬起状态时 ()，在当前激活窗口中创建 S 参数轨迹，当按

钮为按下状态时 ()，在新建窗口中创建 S 参数轨迹。

d) 扫描控制工具栏



扫描控制工具栏上的按钮按顺序分别设置激活通道为：

- 保持模式
- 单次扫描
- 连续扫描

e) 激励工具栏



f) 激励工具栏用来观察、设置和修改扫描激励，它显示：

- 起始激励值（点频模式下为点频频率）
- 终止激励值（点频模式下为时间）
- 扫描点数

g) 时域工具栏

- 时域开/关复选框
- 门开/关复选框
- 扫描设置类型
- 起始激励值
- 终止激励值
- 更多设置

2) 触发工具栏显示

菜单路径：**[响应]→[显示]**，在显示子菜单中指向工具栏。

在**工具栏**子菜单中点击要设置的工具栏项，勾选时打开工具栏显示，清除勾选时关闭工具栏显示。

4.9 设置分析仪的显示



图 4.36 触发工具栏显示

4.9.3 列表

- 1) 可以显示光标、极限、段表来观察和修改它们的设置（光标表除外）。列表显示在窗口的下面，每个窗口一次只能显示一个表格。

a) 光标表

光标	参考	激励	响应
1		20.023GHz	-6.413dBm
2		25.217GHz	-4.614dBm
3		13.030GHz	-5.823dBm
R		3.042GHz	-4.534dBm

图 4.37 光标表

光标表用来显示光标参数的，这些参数包括：

- 光标号
- 参考光标（用于相对测量）
- 激励值

➤ 响应值

b) 极限表

	类型	起始激励	终止激励	起始响应	终止响应
1	MAX	45.000MHz	20.000GHz	10.000dB	10.000dB
2	MIN	45.000MHz	20.000GHz	-10.000dB	-10.000dB
3	OFF	45.000MHz	20.000GHz	-100.000dB	100.000dB

图 4.38 极限表

极限列表用来显示、设置和修改极限测试参数，这些参数包括：

- 类型（最小值、最大值或关闭）
- 起始和终止激励值
- 起始和终止响应值

c) 段表

	状态	起始激励	终止激励	扫描点数	功率电平	中频带宽	扫描时间
1	ON	45.000MHz	2.000GHz	5	-5.000dBm	1.000kHz	6.569ms
2	ON	2.000GHz	10.000GHz	21	-5.000dBm	1.000kHz	27.378ms
3	ON	10.000GHz	20.000GHz	21	-5.000dBm	1.000kHz	29.378ms
4	ON	20.000GHz	40.000GHz	21	-5.000dBm	1.000kHz	39.378ms
5	OFF	40.000GHz	40.000GHz	21	-5.000dBm	360.000kHz	49.686 μ s

图 4.39 段表

段表用来显示、设置和修改段扫描参数，这些参数包括：

- 状态（ON/OFF）
- 起始和终止激励值
- 扫描点数
- 功率电平（每个段可单独设置）
- 中频带宽（每个段可单独设置）
- 扫描时间（每个段可单独设置）

4.9 设置分析仪的显示

2) 触发列表显示

菜单路径：**[响应]→[显示]**，在**显示**子菜单中指向**[表]**。

在**表**子菜单中点击要触发显示的表，勾选时显示列表，清除勾选时隐藏表。



图 4. 40 触发列表显示

4.9.4 显示内容

1) 我们可以显示和隐藏六种类型的测量信息来观察当前测量状态，这些信息包括：

- 标题
- 轨迹状态
- 频率/激励状态
- 光标显示
- 显示时间状态

a) 标题

每个窗口都可以有一个标题，标题通过**标题输入**对话框创建，输入的标题显示

在窗口的左上角。如果想要清除标题，在**标题输入**对话框的**[输入]**框删除标题，再

点击**[确定]**按钮关闭对话框。



图 4.41 标题输入对话框

b) 轨迹状态

轨迹状态显示在屏幕上每个窗口的左上角，它显示以下内容：

- 测量参数
- 格式
- 比例
- 参考值

点击轨迹状态按钮，可使对应的轨迹变成当前的激活轨迹，以便对轨迹进行设置。在按钮上单击鼠标右键，通过右键菜单可以删除轨迹或设置轨迹的比例、颜色和线型。

c) 频率/激励状态

频率/激励信息显示在屏幕上每个窗口的下面，可以出于保密目的隐藏这个显示，它显示如下信息：

- 通道号
- 起始激励值
- 终止激励值

d) 光标显示

光标显示信息包括光标读数开/关、每轨迹光标开/关、大字体开/关、显示位置左移、显示位置下移，其中，光标读数信息显示在屏幕上每个窗口的右上角，它显示如下信息：

- 光标号
- 激励值
- 响应值

e) 显示时间状态

显示时间开时，系统时间显示在屏幕的右上角。

2) 触发显示内容

菜单路径：**[响应]→[显示]**，在**显示**子菜单中指向**[显示内容]**。

通过菜单栏下拉菜单的勾选或者点击辅助菜单栏按键，来选择相应内容的显示与隐藏。



图 4. 42 触发显示内容

4.9.5 标题栏

标题栏包括应用程序标题栏和窗口标题栏，显示标题名称和窗口控制按钮。隐藏标题栏会隐藏屏幕上所有的标题栏，这样有最大的屏幕区域显示测量结果。

触发标题栏显示

菜单路径：**[响应]→[显示]**，在**显示**子菜单中点击**[标题栏]**，勾选时显示标题栏，清除勾选时隐藏标题栏。

5 菜单

菜单是对矢量网络分析仪进行操作和设置的途径，3671 系列矢量网络分析仪拥有复杂的菜单系统以及各级菜单下的各种设置对话框。熟悉网络分析仪的菜单系统有利于对分析仪进行熟练操作。3671 系列矢量网络分析仪的菜单系统分为主菜单、一级菜单、二级菜单等。通过各级菜单可以对分析仪直接进行部分设置和操作，对于有些设置和操作需要通过各级菜单打开各类设置和输入等对话框来进行。

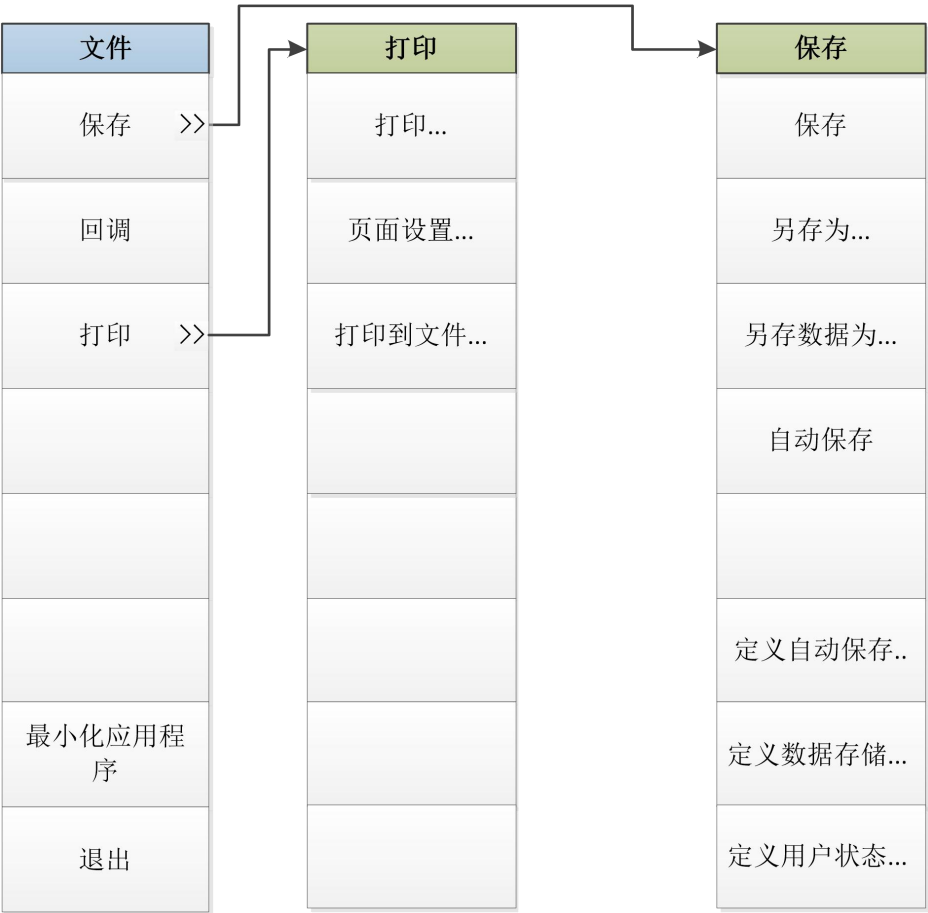
● 菜单结构.....	173
● 菜单说明.....	195

5.1 菜单结构

各级菜单如下所示：

● 文 件.....	174
● 轨 迹.....	175
● 通 道.....	176
● 激 励.....	177
● 响 应.....	180
● 校 准.....	184
● 光 标.....	185
● 分 析.....	188
● 系 统.....	191
● 帮 助.....	193

5.1.1 文 件



注：后面带省略号（...）的菜单按下之后打开相应对话框，下同。

图 5.1 文件菜单

5.1.2 轨 迹



图 5.2 轨迹菜单



图 5.3 通道菜单

5.1.4 激励

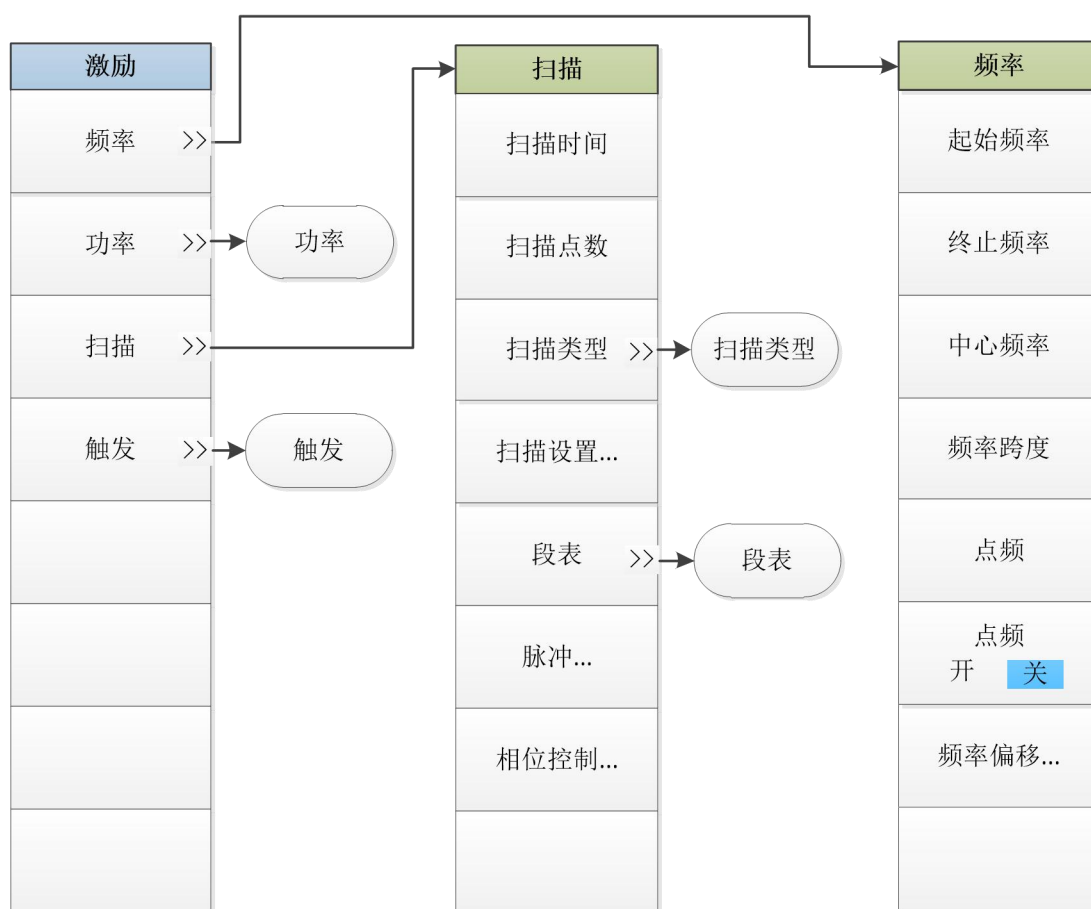


图 5.4 激励菜单一



图 5.5 激励菜单二

触发	扫描类型	段表
电源触发	扫描类型	段表
保持	线性频率	段表 开 关
单次	对数频率	增加段
组扫描	功率扫描	插入段
连续扫	点频	删除段
重扫	段扫描	独立功率电平 开 关
手动触发	相位扫描	独立中频带宽 开 关
触发...	段表 开 关	独立扫描时间 开 关

图 5.6 激励菜单三

5 菜单

5.1 菜单结构

5.1.5 响 应

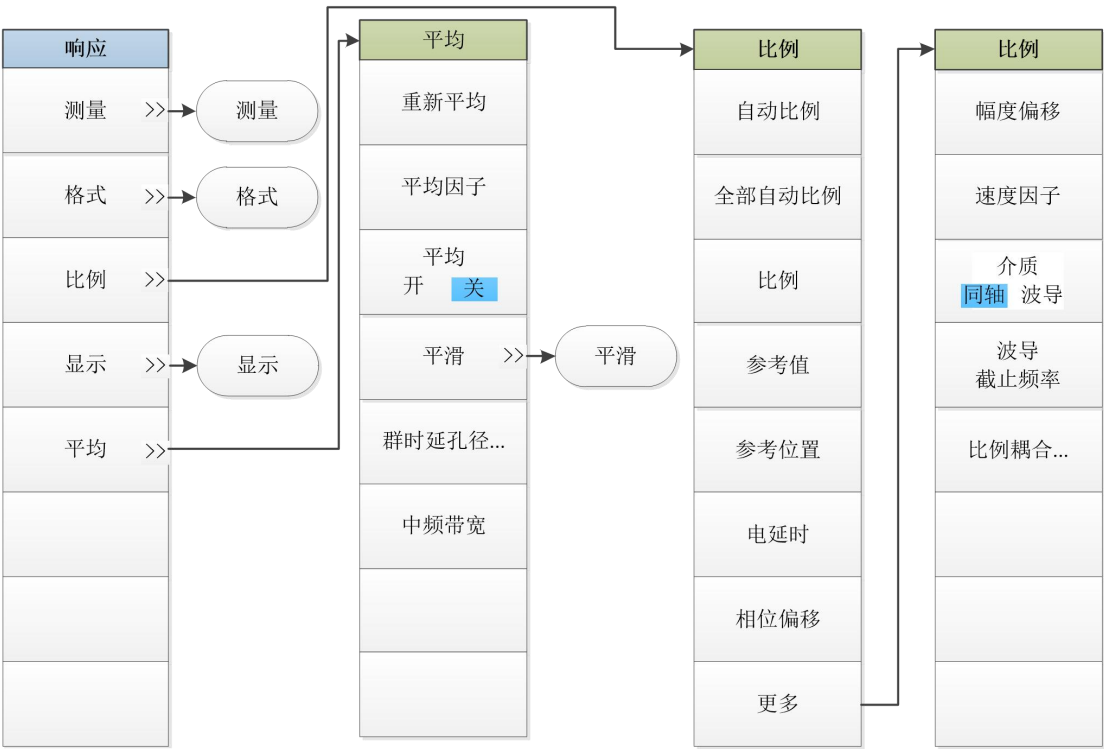


图 5.7 响应菜单一



图 5.8 响应菜单二

5 菜单

5.1 菜单结构

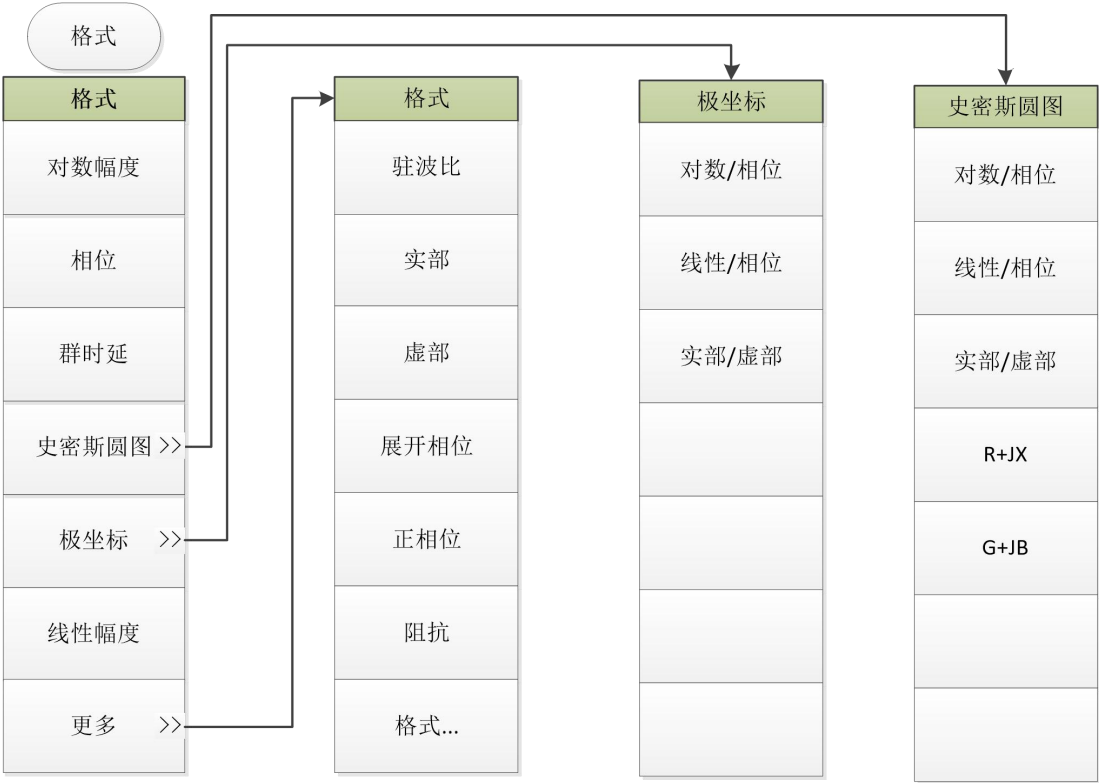


图 5.9 响应菜单三

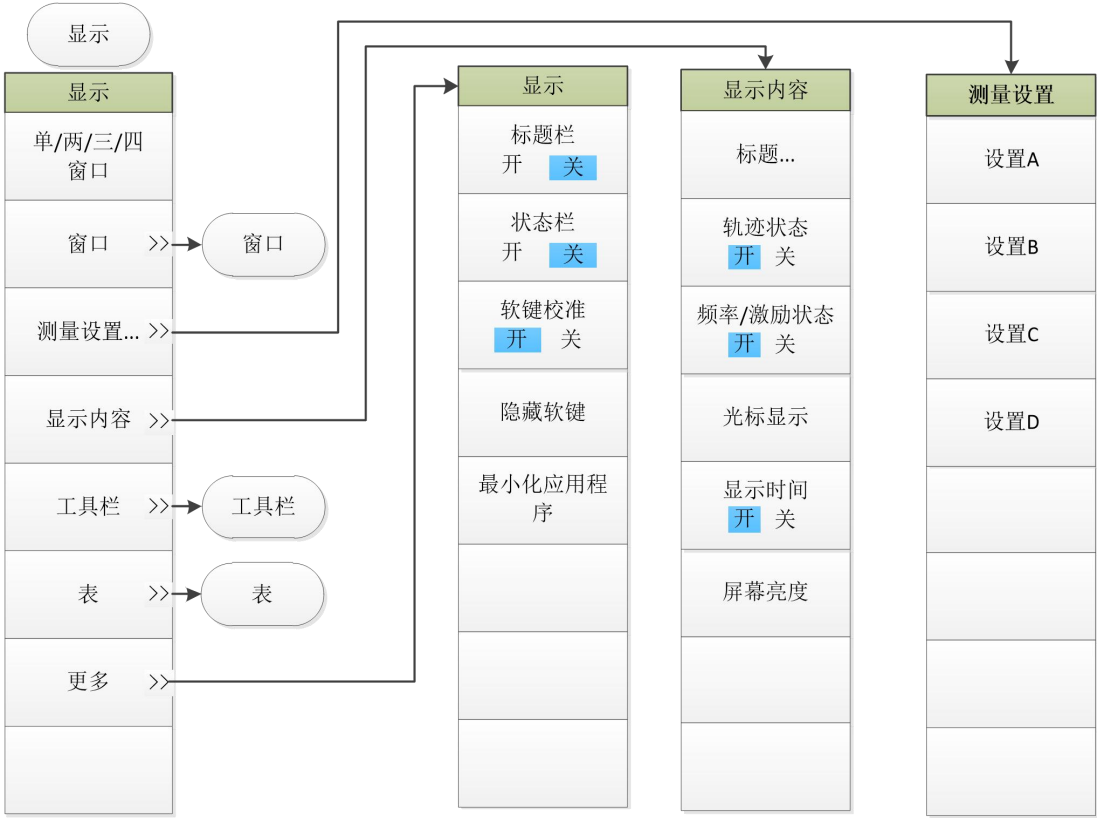


图 5.10 响应菜单四

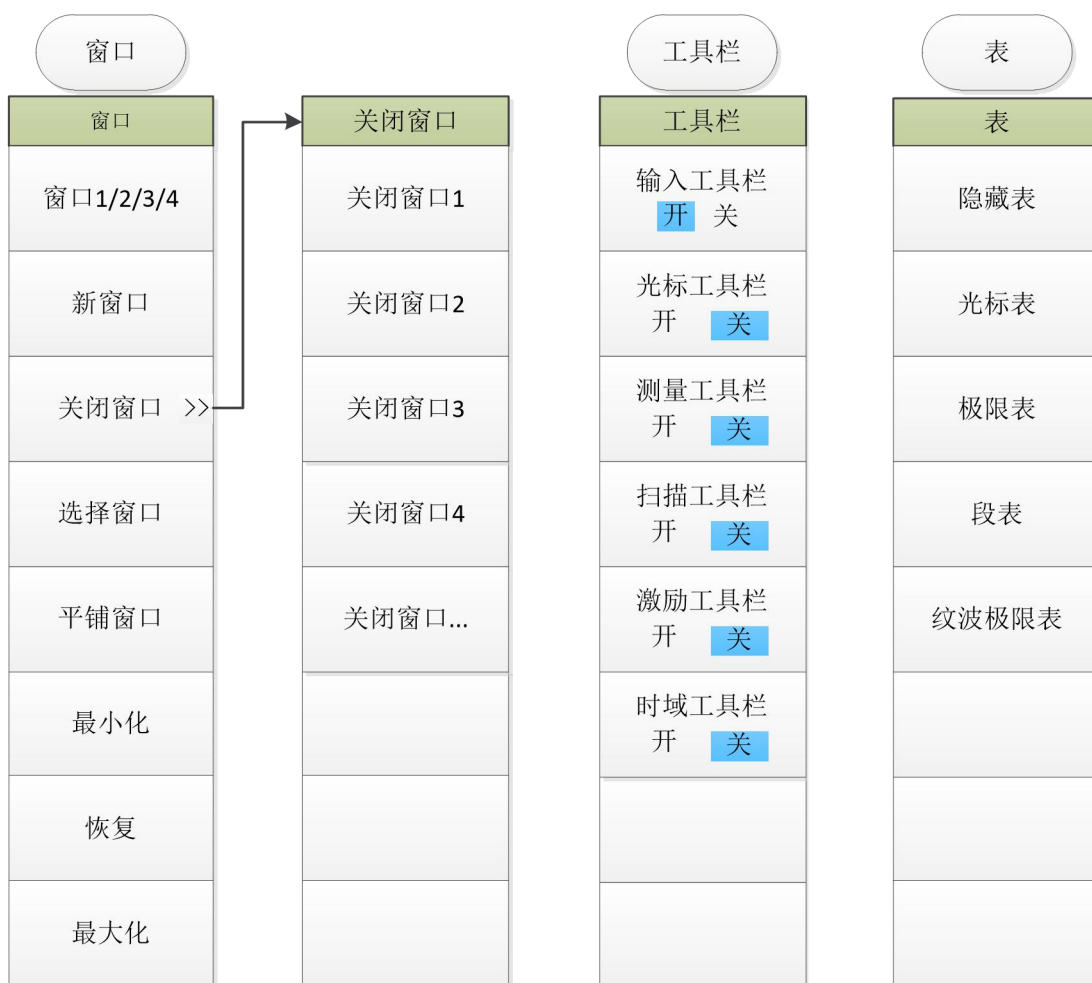


图 5.11 响应菜单五

5.1.6 校准

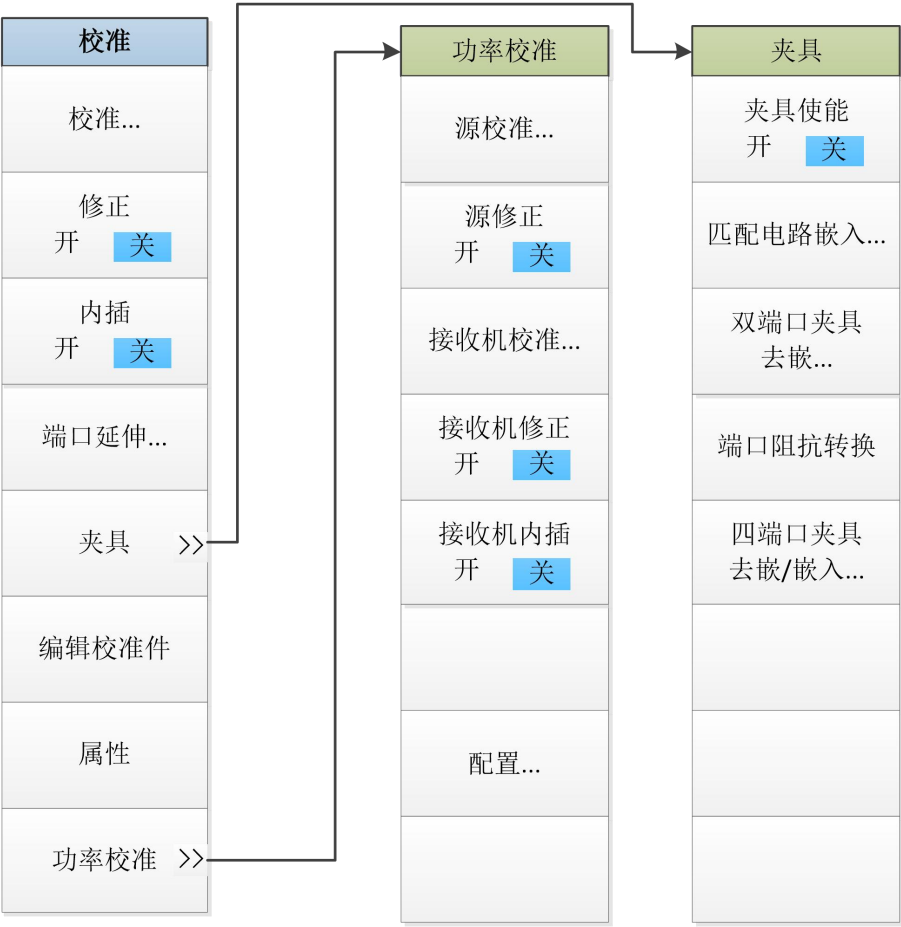


图 5.12 校准菜单

5.1.7 光标

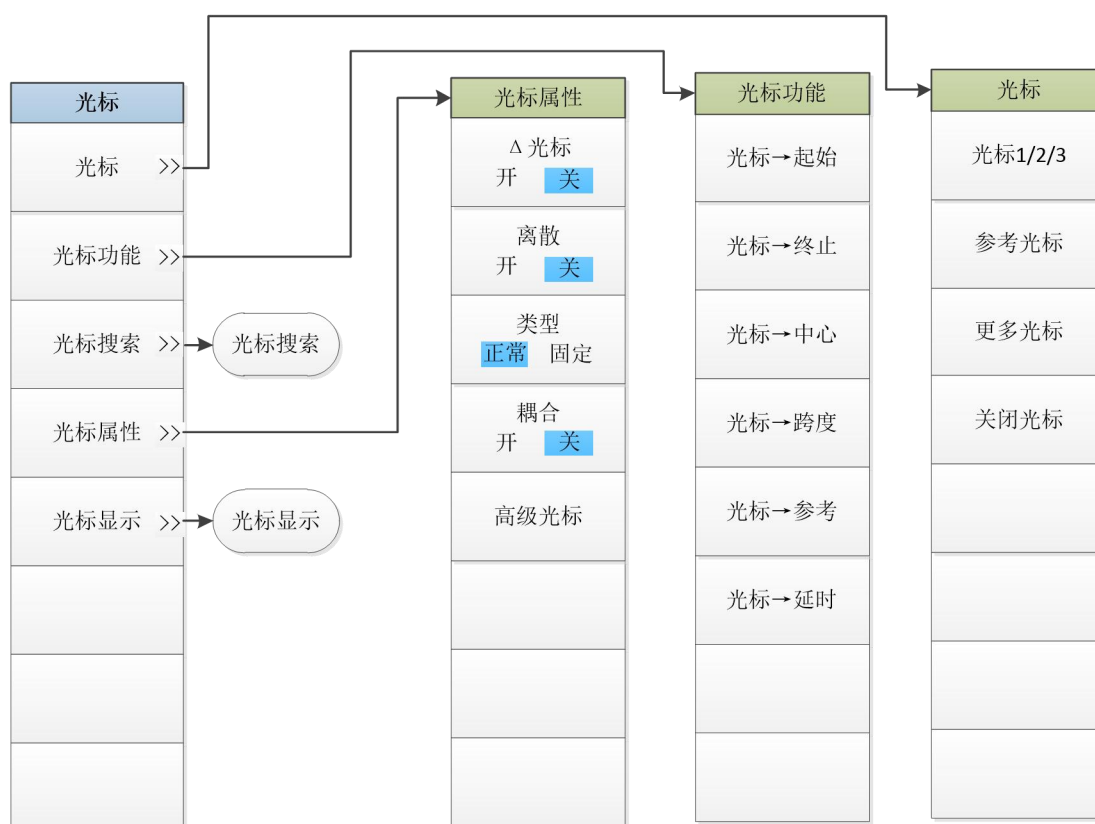


图 5.13 光标菜单一

5 菜单

5.1 菜单结构

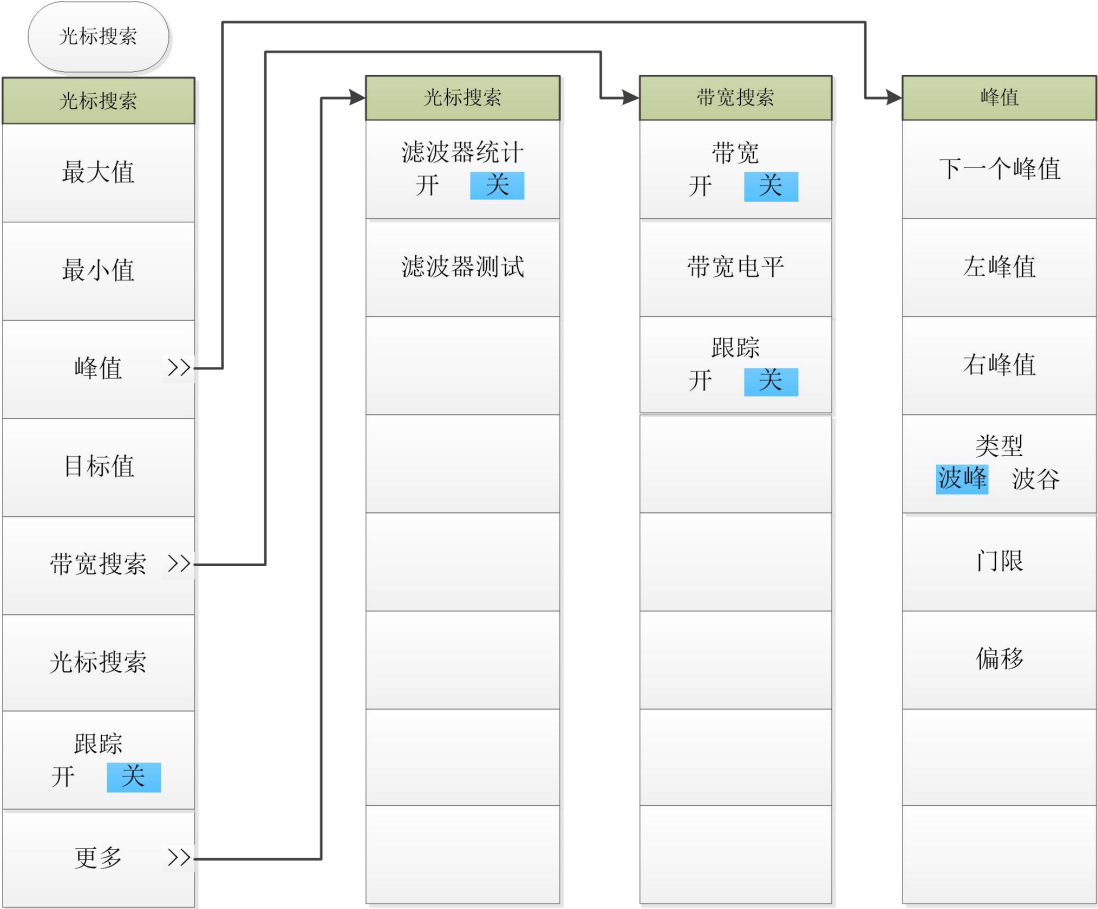


图 5.14 光标菜单二



图 5.15 光标菜单三

5 菜单

5.1 菜单结构

5.1.8 分析

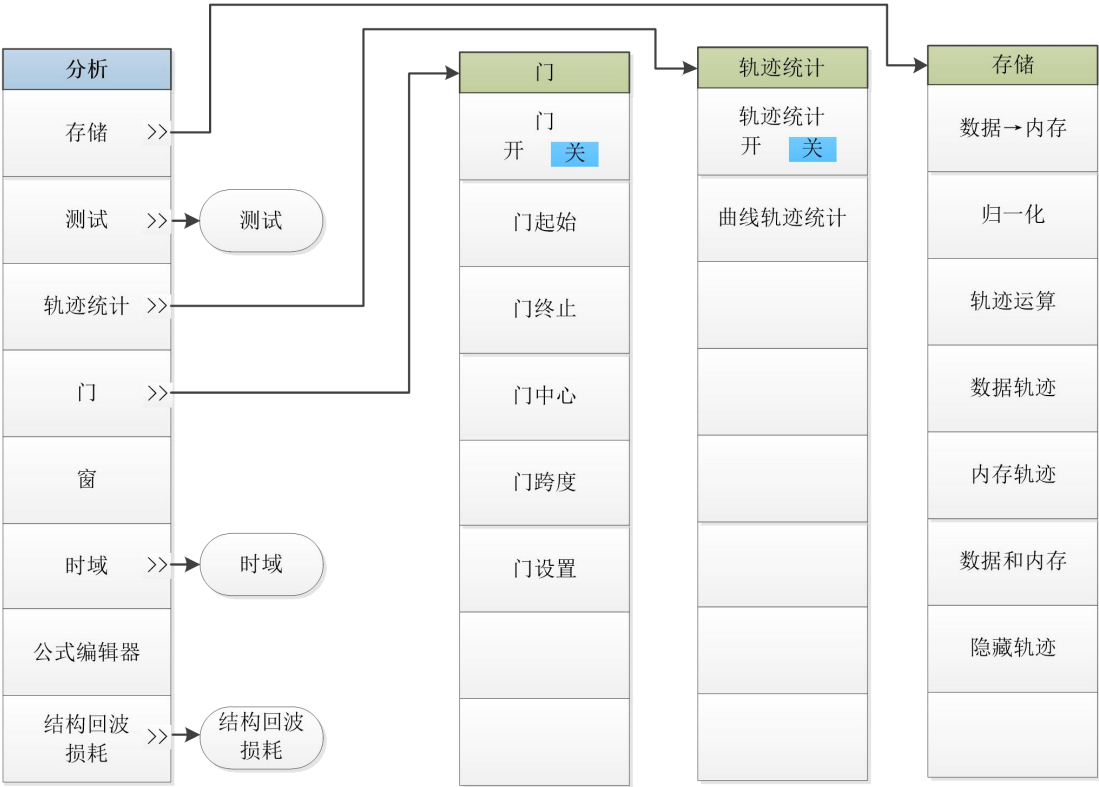


图 5.16 分析菜单一

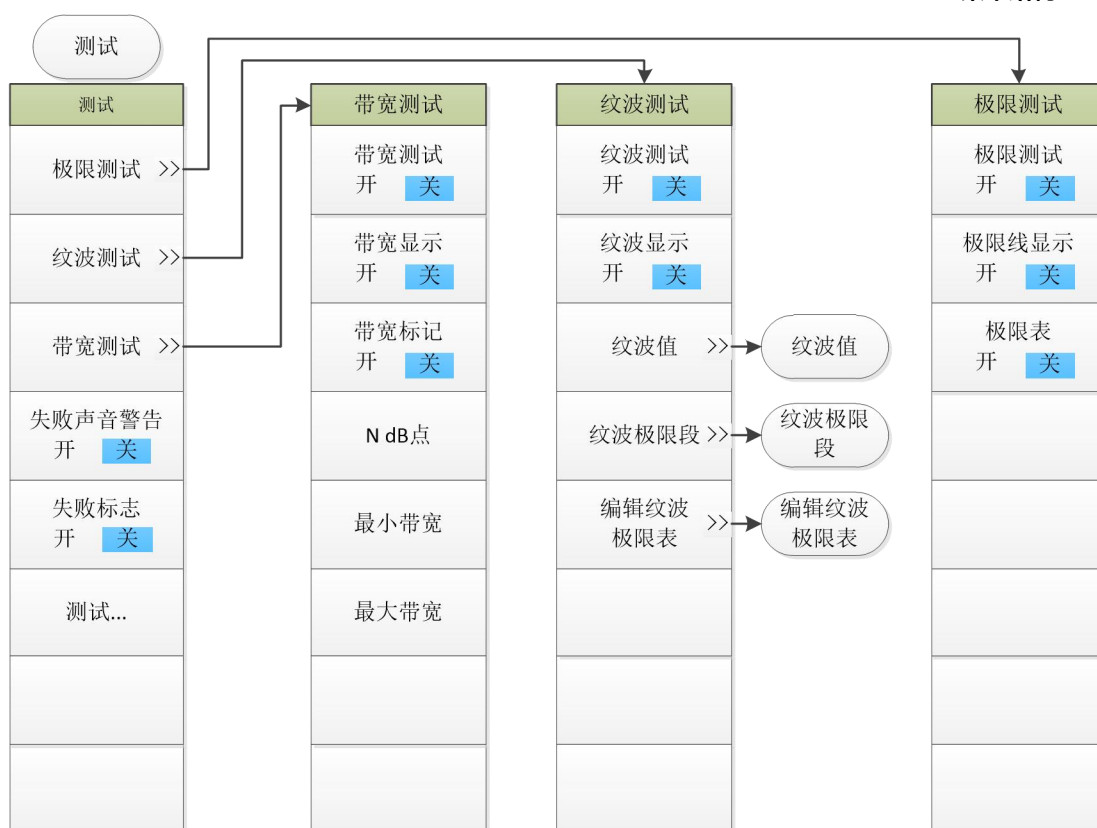


图 5.17 分析菜单二



图 5.18 分析菜单三

5.1.9 系 统

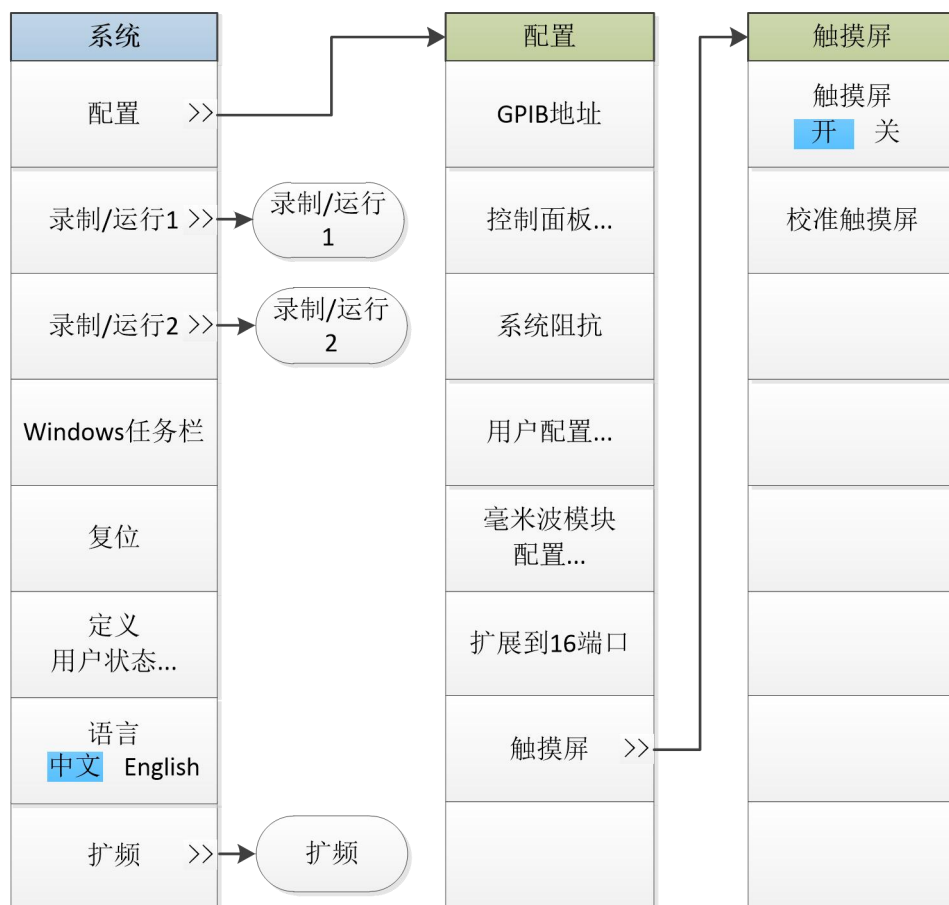


图 5. 19 系统菜单一



图 5. 20 系统菜单二

5.1.10 帮 助



图 5.21 帮助菜单

1) 主菜单

3671 系列矢量网络分析仪拥有 10 个主菜单。

- **文件**：可以对测试数据进行保存、回调、打印等，还可以进行窗口最小化以及退出程序；
- **轨迹**：对分析仪的轨迹进行相关操作；
- **通道**：对分析仪的通道进行相关操作；
- **激励**：对分析仪的激励信号进行相关设置；
- **响应**：对分析仪的信号接收和测量显示进行相关设置；
- **校准**：对分析仪进行校准以及校准设置；
- **光标**：对分析仪的光标系统进行相关操作；
- **分析**：对分析仪的测试结果进行分析和统计，对分析仪的时域功能进行相关设置；
- **系统**：对分析仪进行相关配置设置、宏设置、脉冲功能设置、语言设置，对分析仪进行复位操作和设置；
- **帮助**：调出分析仪的用户手册、编程手册、技术支持，查看错误日志和软件版本信息。

2) 子菜单

主菜单的子菜单为一级菜单，一级菜单的子菜单为二级菜单，以此类推。原则上想要打开某一级菜单需要先打开其上一级菜单，但是为了用户使用方便，将某些较常使用的二级菜单与其上级菜单并列显示。

3) 各级菜单打开方式

打开各级菜单有以下三种方式：

- 通过菜单栏：点击主菜单，便会显示出其一级菜单，点击相应的菜单便会显示其下一级菜单或者弹出相应对话框。
- 通过前面板按键：按前面板功能键区的主菜单按键，便会弹出辅助菜单栏显示其一级菜单，点击辅助菜单栏中的相应菜单按键便会显示其下一级菜单或者弹出相应对话框。
- 为使用方便，在辅助菜单栏的右侧设置快捷菜单栏，将部分常用菜单在此显示，通过拖曳辅助菜单栏左侧的快捷栏推拉钮可以实现快捷菜单栏和辅助菜单栏的显示和隐藏。

提示

为方便介绍，本手册所使用截图均为通过菜单栏打开各级菜单的方式。

5.2 菜单说明

本节详细介绍菜单项功能，参数等信息。

- 文件.....195
- 轨迹.....200
- 通道.....203
- 激励.....207
- 响应.....220
- 校准.....238
- 光标.....243
- 分析.....260
- 系统.....279
- 帮助.....284

5.2.1 文件

按前面板按键【文件】或者单击用户界面上方菜单项[文件]，弹出与文件相关的菜单，具体包括：

[保存>>]、[回调>>]、[打印>>]。菜单项说明如下：

5.2.1.1 保存>>

该菜单用于保存数据。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.2 保存

菜 单
✧ 保存
✧ 另存为...
✧ 另存数据为...
✧ 自动保存

1) 保存

功能说明：

保存用户设置及校准信息数据 (*.CST) 文件。

系统将当前用户的设置状态及校准信息保存到最新的用户数据文件中。点击后，系统弹出是否覆盖之前数据的对话框，点击“是”，则覆盖并保存数据；点击“否”，则放弃。

参数说明：

无

2) 另存为...

功能说明：

保存用户需要的数据文件。

系统将用户需要的数据以不同的文件形式保存，用户可以自己设置文件名称。文件类型包括：状态、校准文件 (*.CST)、状态文件 (*.STA)、校准文件 (*.CAL)、数据文件 (*.DAT、*.CTI、*.S1P)、图形文件 (*.BMP) 等。

参数说明：

无

3) 另存数据为...

功能说明：

保存用户需要的文件。

系统将用户需要的参数以不同的文件形式保存，用户可以自己设置文件名称。文件类型包括：数据文件 (*.DAT、*.CTI、*.S1P、*.S2P) 和列表文件 (*.PRN) 等。

参数说明：

无

4) 自动保存

功能说明：

保存用户设置及校准信息数据 (*.CST) 文件。

点击后，系统将新建一个状态、校准 (*.CST) 文件，并将当前用户的设置状态及校准信息保存到该文件中。

参数说明：

无

5.2.1.2 回调>>

该菜单用于回调已经保存的数据。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.3 回调

菜 单
◇ 回调

1) 回调

功能说明：

回调已经保存的状态文件或校准文件。

点击后，系统将回调一个状态文件或校准文件，该文件类型可以为：状态、校准文件 (*.CST)、状态文件 (*.STA)、校准文件 (*.CAL)、数据文件 (*.DAT、*.CTI、*.S1P)。

参数说明：

无

5.2.1.3 打印>>

该菜单用于打印数据。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.4 打印

菜 单

- ✧ 打印
- ✧ 打印到文件
- ✧ 页面设置

1) 打印

功能说明:

点击该菜单，进入打印机设置界面。

根据提示可以进行打印机选择、纸张和方向的设置。

参数说明:

无

2) 打印到文件

功能说明:

点击该菜单，用户可以将测试曲线保存成图片。

根据提示可测试曲线保存成图片 (*.BMP、*.JPJ)。

参数说明:

无

3) 页面设置

功能说明:

点击该菜单，进入页面设置界面。

5.2 菜单说明

该页面可以进行窗口信息和其他信息的设置。窗口信息包括：打印激活窗口、打印所有窗口和
每页打印一个窗口。其他信息包括：打印段表、极限表、光标表、通道状态和时间。用户可以根据
需要打印相应的页面信息。

参数说明：

无

5.2.2 轨 迹

按前面板按键【轨迹】或者单击用户界面上方菜单项[轨迹]，弹出与轨迹相关的菜单，具体包括：
[新建轨迹]、[删除轨迹>>]、[选择轨迹]、[移动轨迹]、[轨迹标题]、[轨迹最大化 开 关]。菜单项说
明如下：

提 示

设置轨迹

轨迹是一连串的测量数据点，轨迹的设置将影响测量数据的数学运算和显示，只有轨迹处于激
活状态时，才可以更改它的设置，点击对应的轨迹状态按钮可激活轨迹。

5.2.2.1 新建轨迹

功能说明：

点击该菜单，系统弹出新建轨迹对话框，用户可以选择新建不同类型的轨迹，包括：S-参数 (S11、

S12、S22、S21) 和接收机 (R1、R2、A、B)。

参数说明:

无

5.2.2.2 删除轨迹>>

该菜单用于删除轨迹。单击菜单进入下级菜单，如下表:

表 5.5 删除轨迹

菜 单
✧ 删除轨迹 1
✧ 删除轨迹 2
✧ 删除轨迹 3
✧ 删除轨迹 4
✧ 删除激活轨迹
✧ 删除轨迹...

1) 删除轨迹 1-删除轨迹 4

功能说明:

点击该菜单，用户可以快速删除已存在的数据轨迹（存在的轨迹显示为高亮，删除后变暗）。

参数说明:

无

2) 删除激活轨迹

功能说明:

点击该菜单，系统删除当前激活的轨迹（点击一次删除一条激活轨迹，直至全部删除）。

参数说明:

无

3) 删除轨迹...

功能说明:

点击该菜单，系统弹出删除轨迹列表，列表中显示了所有已存在的轨迹，选择需要删除的轨迹，点击[应用]，删除轨迹并继续，点击[确定]，删除并退出。

参数说明:

无

5.2.2.3 移动轨迹

功能说明:

点击该菜单，系统弹出移动轨迹列表，列表中显示了所有已存在的窗口，用户可以将当前激活轨迹移动到任意一个窗口中（选择[新窗口]，将新建一个窗口），点击[应用]，移动轨迹并继续，点击[确定]，移动并退出。

参数说明:

无

5.2.2.4 轨迹标题

功能说明：

点击该菜单，可以更改当前激活曲线的系统默认名称。输入曲线标题后，选中[使能]复选框，点击[确定]完成轨迹标题的更改。

参数说明：

无

5.2.2.5 轨迹最大化 开 关

功能说明：

点击该菜单，系统将当前激活轨迹显示最大化，并隐藏其他轨迹曲线。单击一次，轨迹最大化，按钮显示[轨迹最大化 开 关]；再次单击，所有轨迹恢复，按钮显示[轨迹最大化 开 关]。

参数说明：

关 [关 | 开]。

5.2.3 通 道

按前面板按键【通道】或者单击用户界面上方菜单项[通道]，弹出与通道相关的菜单，用于设置与通道相关的参数，具体包括：[打开通道]、[关闭通道]、[选择通道]、[拷贝通道]、[硬件设置]。菜单项说明如下：

提 示

通道与轨迹

通道中包含轨迹，分析仪最多支持 64 个通道。同一个通道中的轨迹有相同的通道设置。通道只有处于激活状态时才能更改它的设置，只要激活通道中的轨迹，通道也同时被激活。

5.2.3.1 打开通道

功能说明：

点击该菜单，系统弹出打开通道列表，列表中显示了已关闭的通道，用户可以选择需要打开的通道（选择[新窗口]，将新建一个窗口），点击[应用]，打开通道并继续，点击[确定]，打开通道并退出。

参数说明：

无

5.2.3.2 关闭通道

功能说明：

点击该菜单，系统弹出关闭通道列表，列表中显示了所有已打开的通道，用户可以选择一个通道，点击[应用]，关闭通道并继续，点击[确定]，关闭通道并退出。

参数说明：

无

5.2.3.3 选择通道

功能说明：

点击该菜单，系统弹出选择通道列表，列表中显示了所有已存在的通道，用户可以选择需要激活的通道，点击[应用]，选择通道并继续，点击[确定]，选择通道并退出。

参数说明:

无

5.2.3.4 拷贝通道

功能说明:

点击该菜单，系统弹出拷贝通道列表，用户可以从拷贝通道下来菜单中选择已存在的通道，并选择目标通道，点击[应用]，拷贝通道并继续，点击[确定]，拷贝通道并退出。

参数说明:

无

5.2.3.5 硬件设置

该菜单用于硬件设置。单击菜单进入下级菜单，如下表:

表 5.6 硬件设置

菜 单
✧ 路径配置
✧ 图形配置
✧ 中频选择
✧ 扩展接口控制

1) 路径配置

功能说明:

点击该菜单，用户可以完成相应的射频路径配置。

参数说明:

无

2) 图形配置

功能说明:

点击该菜单，用户可以对源的滤波/高功率模式和参考混频器开关进行配置。

参数说明:

无

3) 中频选择

功能说明:

选择该菜单，进行中频选择，包括内中频和外中频。

参数说明:

无

4) 扩展接口控制

功能说明:

点击该菜单，用户可以对后面板扩展接口的输入/输出引脚进行配置。

参数说明:

无

5.2.4 激 励

按前面板按键【激励】或者单击用户界面上方菜单项[激励]，弹出与激励相关的菜单，用于设置与激励相关的参数，具体包括：[频率]、[功率]、[扫描]、[触发]。菜单项说明如下：

5.2.4.1 频 率

该菜单用于频率设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.7 频率

菜 单
◇ 起始频率
◇ 终止频率
◇ 中心频率
◇ 频率跨度
◇ 频率偏移
◇ 点频
◇ 点频 开 关

提示

频率单位

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

注意

终止频率不能超过起始频率

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

1) 起始频率

功能说明：

设置扫描频率的起点。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明：

100kHz [100kHz ~ 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz]。

2) 终止频率

功能说明:

设置扫描频率的终点。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz

[100kHz ~ 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz]。

3) 中心频率

功能说明:

设置扫描频率的中点。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

6.755GHz/13.255GHz/21.755 GHz /25.005 GHz /33.505 GHz

[100kHz ~ 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz]。

4) 频率跨度

功能说明:

设置频率的跨度。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

13.49GHz/26.49GHz/43.49GHz

[100kHz ~14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz]。

5) 频率偏移

功能说明:

设置频率的偏移。

该菜单用于频率偏移的相关设置，详见“附录 3-频偏测量”。

参数说明:

无

6) 点频

功能说明:

设置点频频率。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

2GHz [100kHz ~14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz]。

7) 点频 开 关

功能说明:

激活点频状态并允许设置点频频率。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.4.2 功 率

该菜单用于功率设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.8 功率

菜 单
◇ 功率
◇ 功率和衰减

提 示

功率单位

所有功率参数，都以 dBm 为单位。当输入结束后，点击面板[确认]键，完成功率设置。

1) 功率

功能说明：

设置功率开关、功率电平、功率扫描起/止功率、功率斜坡。

参数说明：

无

2) 功率和衰减

功能说明:

设置功率衰减方式、稳幅方式等。

参数说明:

无

5.2.4.3 扫 描

该菜单用于扫描设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.9 扫描-段表

菜 单	子菜单
◇ 扫描时间	
◇ 扫描点数	
◇ 扫描类型	
◇ 扫描设置	
◇ 相位控制	
◇ 脉冲	
◇ 段表>>	段表开关
	增加段
	插入段
	删除段

独立功率电平 开 关
独立中频带宽 开 关
独立扫描时间 开 关

1) 扫描时间

功能说明:

设置从起始频率扫描至终止频率的总时间。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明: (201 点)

198ms[198ms ~ 86400s]。

2) 扫描点数

功能说明:

设置从起始频率扫描至终止频率的总点数。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

201[1 ~ 32001]。

3) 扫描类型

功能说明:

设置扫描类型。

可供选择的扫描类型包括：线性频率、对数频率、功率扫描、点频、段扫描、相位扫描。

参数说明：

无

4) 扫描设置

功能说明：

设置扫描功能。

扫描功能包括步进扫描、快扫及驻留时间和扫描延时。

参数说明：

无

5) 相位控制

功能说明：

设置测试端口的相位，包括初始相位、终止相位及相位开关等。

参数说明：

0°[0°~ 360°]

6) 脉冲

功能说明：

设置脉冲测量功能，详见附录 4-脉冲测量。

参数说明：

脉冲宽度：33ns ~ 60s

脉冲上升/下降时间：30ns。

7) 段表

该菜单用于段表的相关设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.10 段表

菜 单
✧ 段表开关
✧ 增加段
✧ 插入段
✧ 删除段
✧ 独立功率电平 开 关
✧ 独立中频带宽 开 关
✧ 独立扫描时间 开 关

注 意

段表编辑功能只在标准测量类下有效，其它测量类有独立的段表编辑界面。

a) 段表 开 关

功能说明:

选择该菜单，所有菜单项点亮，允许用户设置段扫描功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

b) 增加段

功能说明:

在所有已存在的分段之后增加一个新的分段。

参数说明:

无

c) 插入段

功能说明:

在选中的分段之前插入一个新的分段。

参数说明:

无

d) 删除段

功能说明:

删除选中的分段。

参数说明:

无

e) 独立功率电平 开 关

功能说明:

允许不同分段设置不同的功率电平。

参数说明:

关 [关 | 开]。

f) 独立中频带宽 开 关

功能说明:

允许不同分段设置不同的中频带宽。

参数说明:

关 [关 | 开]。

g) 独立扫描时间 开 关

功能说明:

允许不同分段设置不同的扫描时间。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.4.4 触 发

该菜单用于触发设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.11 触发

菜 单
✧ 保持
✧ 单次
✧ 组扫描
✧ 连续扫
✧ 重扫
✧ 手动触发
✧ 触发

1) 保持

功能说明：

选择该菜单，系统停止扫描并保持在当前点频。

参数说明：

无

2) 单次

功能说明：

选择该菜单，系统完成一次扫描后自动进入保持状态。

参数说明：

无

3) 组扫描

功能说明：

选择该菜单，系统完成设定扫描过程后自动进入保持状态。

参数说明：

无

4) 连续扫

功能说明：

选择该菜单，系统完成一次扫描后重新开始扫描。

参数说明：

无

5) 重扫

功能说明：

选择该菜单，系统从起始频率重新开始扫描。

参数说明：

无

6) 手动触发

功能说明:

通过触发菜单设置点亮该菜单，选择该菜单完成一次手动触发。

参数说明:

无

7) 触发

功能说明:

选择该菜单，进入触发功能设置界面，详见 4.6-触发方式。

参数说明:

无

5.2.5 响 应

按前面板按键【响应】或者单击用户界面上方菜单项[响应]，弹出与响应相关的菜单，具体包括：
[测量]、[格式]、[比例]、[显示]、[平均]。菜单项说明如下：

5.2.5.1 测 量

该菜单用于测量设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.12 测量

菜 单

- ◇ 测量 S 参数
- ◇ 测量平衡参数
- ◇ 测量类
- ◇ 测量接收机
- ◇ 非线性测量

1) 测量 S 参数

功能说明:

选择该菜单，完成 S 参数选择。

参数说明:

无

2) 测量平衡参数

功能说明:

选择该菜单，完成平衡参数选择。

参数说明:

无

3) 测量类

功能说明:

5.2 菜单说明

选择该菜单，进入多功能测量选件设置界面，如混频器测量，详见“附录 6-混频器测量”。

参数说明：

无

4) 测量接收机

功能说明：

选择该菜单，完成接收机参数选择，如 R1、R2、A、B 等。

参数说明：

无

5) 非线性测量

功能说明：

选择该菜单，打开非线性测量对话框，可以进行非线性测量设置，参数选择等。

参数说明：

无

5.2.5.2 格 式

该菜单用于格式设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.13 格式

菜 单

- ◇ 对数幅度
- ◇ 相位
- ◇ 群时延
- ◇ 史密斯圆图
- ◇ 展开相位
- ◇ 线性幅度
- ◇ 驻波比
- ◇ 实部
- ◇ 虚部
- ◇ 极坐标
- ◇ 正相位
- ◇ 阻抗
- ◇ 格式

1) 对数幅度

功能说明:

选择该菜单，以对数格式的方式进行扫描。

参数说明:

无

2) 相位

功能说明:

选择该菜单，显示相位曲线。

参数说明:

无

3) 群时延

功能说明:

选择该菜单，显示群时延曲线。

参数说明:

无

4) 史密斯圆图

功能说明:

选择该菜单，显示史密斯圆图曲线。

参数说明:

无

5) 展开相位

功能说明:

选择该菜单，显示展开相位曲线。

参数说明:

无

6) 线性幅度**功能说明:**

选择该菜单，显示线性幅度曲线。

参数说明:

无

7) 驻波比**功能说明:**

选择该菜单，显示驻波比曲线。

参数说明:

无

8) 实部**功能说明:**

选择该菜单，显示实部曲线。

参数说明:

无

9) 虚部

功能说明:

选择该菜单，显示虚部曲线。

参数说明:

无

10) 极坐标

功能说明:

选择该菜单，显示极坐标曲线。

参数说明:

无

11) 正相位

功能说明:

选择该菜单，显示正相位曲线。

参数说明:

无

12) 阻抗

功能说明:

选择该菜单，显示阻抗曲线。

参数说明:

无

13) 格式

功能说明:

选择该菜单，系统弹出显示格式类表，多种格式曲线可供选择。

参数说明:

无

5.2.5.3 比 例

该菜单用于比例设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.14 比例

菜 单
✧ 自动比例
✧ 全自动比例
✧ 比例
✧ 电延时
✧ 相位偏移
✧ 幅度偏移
✧ 比例耦合

1) 自动比例

功能说明:

选择该菜单，自动选择垂直比例使激活轨迹更好的显示在屏幕的垂直栅格内，激励值不受影响，仅改变比例值和参考值。

分析仪选择合适的比例因子使数据显示在屏幕 80%的区域。

参考值选择屏幕上轨迹的中心值。

参数说明:

无

2) 全自动比例

功能说明:

选择该菜单，窗口中所有轨迹设置合适的比例使它们更好的显示在窗口的垂直栅格内。

参数说明:

无

3) 比例

功能说明:

选择该菜单，输入比例设置值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

10dB[0.001dB~500dB]。

4) 电延时

功能说明:

选择该菜单，设定电延时值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

0s[-1000s ~ 1000s]。

5) 相位偏移

功能说明:

选择该菜单，相位偏移值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

0°[-1000°~ 1000°]。

6) 幅度偏移

功能说明:

选择该菜单，幅度偏置值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

0dB[-1000dB ~ 1000dB]。

7) 比例耦合

功能说明:

选择该菜单，对比例耦合进行设置。

参数说明:

无

5.2.5.4 显示

该菜单用于显示设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.15 显示

菜 单
◇ 单/双/三/四窗口
◇ 窗口
◇ 测量设置
◇ 显示内容
◇ 软键校准 开 关
◇ 隐藏软键
◇ 最小化应用程序
◇ 工具栏
◇ 标题栏 开 关
◇ 状态栏 开 关

◇ 表

1) 单/双/三/四窗口

功能说明:

选择该菜单，分别以单/双/三/四窗口显示。

参数说明:

无

2) 窗口

功能说明:

选择该菜单，可以新建更多窗口，并可以关闭不需要的窗口。

参数说明:

无

3) 测量设置

功能说明:

选择该菜单，提供了多种默认的系统设置。

设置 A 在窗口 1 中创建四条轨迹：S11、S21、S12、S22，对数格式，通道 1 设置。

设置 B 在四个窗口中创建四条轨迹，对数格式，通道 1 设置。窗口 1 中显示 S11，窗口 2 中显示 S21，窗口 3 中显示 S12，窗口 4 中显示 S22。

设置 C 在三个窗口中创建三条轨迹，通道 1 设置。窗口 1 中显示 S11，史密斯圆图格式；窗口

5.2 菜单说明

2 中显示 S22，史密斯圆图格式；窗口 3 中显示 S21，对数格式。

设置 D 在两个窗口中创建四条轨迹，两个通道设置，对数格式。窗口 1 中显示 S11 和 S21，通道 1 设置；窗口 2 中显示 S12 和 S22，通道 2 设置。

参数说明：

无

4) 显示内容

功能说明：

选择该菜单，可以对部分显示内容进行控制，如标题、轨迹状态、频率/激励状态、光标显示、显示时间等。

参数说明：

无

5) 软键校准 开 关

功能说明：

选择该菜单，使用软键盘方式进行校准按键，方便老用户使用。

参数说明：

关 [关 | 开]。

6) 隐藏软键

功能说明：

选择该菜单，隐藏显示器右侧的软键盘，曲线全屏显示。

参数说明：

无

7) 最小化应用程序

功能说明：

选择该菜单，正在运行的矢量网络分析仪软键最小化显示。

参数说明：

无

8) 工具栏

功能说明：

选择该菜单，可以对工具栏的显示进行控制，如输入工具栏、光标工具栏、测量工具栏、扫描工具栏、激励工具栏和时域工具栏。

参数说明：

无

9) 标题栏 开 关

功能说明：

选择该菜单，显示标题栏。

参数说明：

无

10) 状态栏 开 关

功能说明:

选择该菜单，显示状态栏。

参数说明:

无

11) 表

功能说明:

选择该菜单，可以选择显示光标表|极限表|段表。

参数说明:

无

5.2.5.5 平 均

该菜单用于平均设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.16 平均

菜 单

◇ 重新平均

- ✧ 平均因子
- ✧ 平均 开 关
- ✧ 平滑
- ✧ 群延时孔径
- ✧ 中频带宽

1) 重新平均

功能说明:

选择该菜单，分析仪进行一组新的平均扫描。

参数说明:

无

2) 平均因子

功能说明:

选择该菜单，设定平均扫描曲线的次数。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

1 [1 ~ 1024]。

3) 平均 开 关

功能说明:

5.2 菜单说明

选择该菜单，打开轨迹平均功能。

平均的次数越多，噪声削减的越多，动态范围越大。

应用扫描平均来降低噪声的效果和减小中频带宽的降噪效果是一样的。

参数说明：

关 [关 | 开]。

4) 平滑

该菜单用于平滑设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.17 平滑

菜 单
◇ 平滑 开 关
◇ 平滑百分比
◇ 平滑点数

a) 平滑 开 关

功能说明：

选择该菜单，使能平滑功能。

平滑功能可以减小宽带测量数据的峰-峰噪声。

分析仪通过对显示轨迹的某一部分实施数据平均，将其在一起平均的相邻数据点数目亦称为平滑孔径，可以将孔径指定为数据点数目或者 X 轴跨度的百分数。

参数说明：

关 [关 | 开]。

b) 平滑百分比

功能说明:

选择该菜单，设置平滑百分比值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

0 [0 ~ 25%]。

c) 平滑点数

功能说明:

选择该菜单，设置平滑点数。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

0 [0 ~ $N_{\text{扫描点数}} * 25\%$]。

5) 群时延孔径

功能说明:

选择该菜单，设定群时延孔径的点数/百分比/频率范围。该设置仅针对于群时延测量时有效。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

点数: 11 [2 ~ $N_{\text{扫描点数}}$]

5.2 菜单说明

百分比: 5% [1% ~ 100%]

频率范围: $F_{\text{频率跨度}}$ [$F_{\text{两点频率跨度}}$ ~ $F_{\text{频率跨度}}$]。

6) 中频带宽

功能说明:

选择该菜单，设置中频带宽。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

1kHz [1Hz ~ 5MHz]。

5.2.6 校准

按前面板按键【校准】或者单击用户界面上方菜单项[校准]，弹出与校准相关的菜单，具体包括：
[校准]、[修正 开 关]、[内插 开 关]、[端口延伸]、[夹具>>]、[编辑校准件]、[属性]、[功率校准]。

菜单项说明如下：

5.2.6.1 校准

功能说明:

选择该菜单，系统进入校准界面，提供向导校准、非向导校准和电子校准三种校准类型，测量时要根据测量类型和测量精度的要求选择合适的校准方法。详细信息请参见 6.3“校准向导”。

参数说明:

无

5.2.6.2 修正 开 关

功能说明:

选择该菜单，打开修正功能，加入校准数据。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.6.3 内插 开 关

功能说明:

选择该菜单，打开内插功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.6.4 端口延伸

功能说明:

选择该菜单，可以以电方式移动测量参考面。这样避免进行其他校准。

进行校准后，需要增加一段电缆。利用端口延伸特性“告诉”分析仪已向特定端口增加的电缆长度；无法直接校准时，用端口延伸可以补偿由夹具引起的时间延时（相移）。设置端口延伸的方法请参考 5.5“提高相位测量精度”中“设置端口延伸”部分。

参数说明:

无

5.2.6.5 夹具>>

该菜单用于设置夹具功能。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.18 夹具

菜 单
✧ 夹具使能 开 关
✧ 匹配电路嵌入
✧ 双端口夹具去嵌
✧ 端口阻抗转换
✧ 四端口夹具去嵌/嵌入

1) 夹具使能 开 关

功能说明：

选择该菜单，使能夹具仿真器功能，在此状态下夹具仿真器的其他功能才有效。

参数说明：

关 [关 | 开]。

2) 匹配电路嵌入

功能说明：

选择该菜单，进入匹配电路嵌入功能。设置匹配电路嵌入的方法请参考“7.9 夹具补偿校准”中“7.9.3 匹配电路嵌入”部分。

参数说明:

无

3) 双端口夹具去嵌**功能说明:**

选择该菜单，进入双端口夹具去嵌功能。设置双端口夹具去嵌的方法请参考“7.9 夹具补偿校准”中“7.9.4 双端口夹具去嵌”部分。

参数说明:

无

4) 端口阻抗转换**功能说明:**

选择该菜单，进入端口阻抗转换功能。设置端口阻抗转换的方法请参考“7.9 夹具补偿校准”中“7.9.5 端口阻抗转换”部分。

参数说明:

无

5) 四端口夹具去嵌/嵌入**功能说明:**

选择该菜单，进入四端口夹具去嵌/嵌入功能。设置四端口夹具去嵌/嵌入的方法请参考“7.9 夹具补偿校准”中“7.9.6 四端口夹具去嵌/嵌入”部分。

参数说明：

无

5.2.6.6 编辑校准件

功能说明：

选择该菜单，用户可以定义、编辑自己的校准件信息。设置编辑校准件的方法请参考[“7.6 编辑校准件定义”](#)中[“7.6.3 编辑校准件”](#)部分。

参数说明：

无

5.2.6.7 属性

功能说明：

该菜单在仪器校准完成后有效。选择该菜单，显示当前的校准属性，如通道、校准时间、校准类型、频率、扫描点数、扫描时间、端口功率、扫描类型等。

参数说明：

无

5.2.6.8 功率校准

功能说明：

选择该菜单，可以进行源功率、接收机校准及相关设置。设置功率校准的方法请参考[“附录 6 混频器测量”](#)中的[“6.3 标量混频器测量校准”](#)部分的[“端口功率校准”](#)说明。

参数说明:

无

5.2.7 光标

按前面板按键【光标】或者单击用户界面上方菜单项[光标]，弹出与光标相关的菜单，具体包括：
[光标]、[光标功能]、[光标搜索]、[光标属性]、[光标显示]。菜单项说明如下：

5.2.7.1 光标

该菜单用于光标设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.19 光标

菜 单
✧ 光标 1/2/3
✧ 参考光标
✧ 更多光标
✧ 关闭光标

1) 光标 1/2/3

功能说明:

选择该菜单，使能光标 1/2/3 功能。可以读取测量数据、对特定类型的值进行搜索或改变激励设置。

参数说明:

无

2) 参考光标

功能说明:

选择该菜单，使能参考光标功能，用于相对测量。

参数说明:

无

3) 更多光标

功能说明:

选择该菜单，进入更多光标界面，系统提供光标 4、光标 5、光标 6、光标 7、光标 8、光标 9。

参数说明:

无

4) 关闭光标

功能说明:

选择该菜单，关闭需要关闭的光标。

参数说明:

无

5.2.7.2 光标功能

该菜单用于光标功能设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.20 光标功能

菜 单
✧ 光标→起始
✧ 光标→终止
✧ 光标→中心
✧ 光标→跨度
✧ 光标→参考
✧ 光标→延时

1) 光标→起始

功能说明：

选择该菜单，将激活光标的频率设置为起始频率。

参数说明：

无

2) 光标→终止

功能说明：

选择该菜单，将激活光标的频率设置为终止频率。

参数说明：

无

3) 光标→中心

功能说明：

选择该菜单，将激活光标的频率设置为中心频率。

参数说明：

无

4) 光标→跨度

功能说明：

选择该菜单，将激活的 Δ 光标频率设置为频率跨度。

参数说明：

无

5) 光标→参考

功能说明：

选择该菜单，将激活光标的功率值设置为功率参考值。

参数说明：

无

6) 光标→延时

功能说明:

选择该菜单，将激活光标点的群延时归一化为 0。

参数说明:

无

5.2.7.3 光标搜索

该菜单用于光标搜索设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.21 光标搜索

菜 单
✧ 最大值
✧ 最小值
✧ 峰值
✧ 目标值
✧ 带宽搜索
✧ 光标搜索
✧ 跟踪开关
✧ 滤波器统计
✧ 滤波器测试

1) 最大值

功能说明:

选择该菜单，光标搜索最大的测量数据点。

参数说明:

无

2) 最小值

功能说明:

选择该菜单，光标搜索最小的测量数据点。

参数说明:

无

3) 峰值

该菜单用于峰值搜索设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.22 峰值

菜 单	
◇	下一个峰值
◇	右峰值
◇	左峰值
◇	类型 波峰/波谷

✧ 门限

✧ 偏移

a) 下一个峰值

功能说明:

选择该菜单，搜索比当前光标幅值低的下一个峰值。

参数说明:

无

b) 右峰值

功能说明:

选择该菜单，搜索光标位置右侧下一个有效的峰值。

参数说明:

无

c) 左峰值

功能说明:

选择该菜单，搜索光标位置左侧下一个有效的峰值。

参数说明:

关 [关 | 开]。

d) 类型 波峰/波谷

功能说明:

选择该菜单，进行峰值类型选择。

参数说明:

波峰 [波谷 | 波峰]。

e) 门限

功能说明:

选择该菜单，定义最小的峰值点，有效峰的峰值点必须在门限值以上，两侧的谷值点可以低于门限值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

-100dB [-500dB ~ 500dB]。

f) 偏移

功能说明:

选择该菜单，定义峰值和谷值点的最小垂直距离,有效峰的峰值与两侧谷值的垂直距离必须大于偏移值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

3dB [-500dB ~ 500dB]。

4) 目标值

功能说明:

选择该菜单，输入搜索的目标值，每点击一次，光标移到当前光标位置右侧的第一个目标值，直到激励值的最高端，然后返回激励值的最低端搜索目标值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

0dB [-500dB ~ 500dB]。

5) 带宽搜索

该菜单用于带宽搜索设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.23 带宽

菜 单
✧ 带宽 开 关
✧ 带宽电平
✧ 跟踪 开 关

a) 带宽 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能带宽搜索功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

b) 带宽电平

功能说明:

选择该菜单，设置两侧从峰值下降的电平值。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

-3dB [-500dB ~ 500dB]。

c) 跟踪 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能带宽搜索跟踪功能，每次扫描结束后都根据当前的搜索类型和搜索域的设置

执行搜索功能，保证在每次扫描后光标在希望的位置上。

参数说明:

关 [关 | 开]。

6) 光标搜索

功能说明:

选择该菜单，系统进入光标搜索快捷菜单。

参数说明:

无

7) 跟踪 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能光标搜索跟踪功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

8) 滤波器统计 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能滤波器统计功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

9) 滤波器测试

该菜单用于滤波器测试设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.24 滤波器测试

菜 单	
◇	滤波器测试 开 关
◇	带宽电平
◇	频差百分比
◇	跟踪开关

a) 滤波器测试 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能滤波器测试功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

b) 带宽电平

功能说明:

选择该菜单，设置滤波器带宽电平。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

-3dB [-500dB ~ 500dB]。

c) 频差百分比

功能说明:

选择该菜单，设置频差百分比。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

10% [0% ~ 100%]。

d) 跟踪 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能滤波器测试光标跟踪功能。

参数说明：

关 [关 | 开]。

5.2.7.4 光标属性

该菜单用于光标属性设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.25 光标属性

菜 单
✧ Δ光标 开 关
✧ 离散 开 关
✧ 类型 正常/固定
✧ 耦合 开 关
✧ 高级光标

1) Δ光标 开 关

功能说明：

选择该菜单，使能Δ光标功能。

参数说明：

关 [关 | 开]。

2) 离散 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能离散光标功能，光标移到等于目标值的离散数据点。

参数说明:

关 [关 | 开]。

3) 类型 正常/固定

功能说明:

选择该菜单，选择光标类型。

正常：标准光标有固定的 X 轴位置，Y 轴位置随轨迹数据的幅度改变，可以通过改变光标激励值左右移动光标在 X 轴上的位置。

固定：光标保持固定的 X 轴和 Y 轴坐标不变，不随轨迹数据幅度的变化而移动，可以通过改变光标激励值移动它在 X 轴的位置，但 Y 轴的坐标保持不变。

参数说明:

正常 [正常 | 固定]。

4) 耦合 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能光标耦合功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5) 高级光标

功能说明:

选择该菜单，系统进入高级光标快捷菜单。

参数说明:

无

5.2.7.5 光标显示

该菜单用于光标显示设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.26 光标显示

菜 单
✧ 光标读数 开 关
✧ 每轨迹一光标 开 关
✧ 所有轨迹光标 开 关
✧ 大字体 开 关
✧ 小数位
✧ 显示位置右移
✧ 显示位置下移

1) 光标读数 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能光标读数功能。

参数说明：

开 [关 | 开]。

2) 每轨迹一光标 开 关

功能说明：

选择该菜单，使能每条轨迹显示一个光标功能。

参数说明：

关 [关 | 开]。

3) 所有轨迹光标 开 关

功能说明：

选择该菜单，同时开启/关闭所有轨迹上的光标。

参数说明：

关 [关 | 开]。

4) 大字体 开 关

功能说明：

选择该菜单，使能光标显示大字体功能。

参数说明：

关 [关 | 开]。

5) 小数位

功能说明:

选择该菜单，设置光标显示小数位个数。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

2 [0 ~ 4]。

6) 显示位右移

功能说明:

选择该菜单，设置光标水平位置。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

80% [-200% ~ 200%]。

7) 显示位下移

功能说明:

选择该菜单，设置光标垂直位置。

可通过鼠标/键盘或者前面板旋轮、数字键和步进键设置、调整参数值。

参数说明:

80% [-200% ~ 200%]。

5.2.8 分 析

按前面板按键【分析】或者单击用户界面上方菜单项[分析]，弹出与分析相关的菜单，具体包括：
[存储]、[测试]、[轨迹统计]、[门]、[窗]、[时域]、[结构回波损耗]、[公式编辑器]。菜单项说明如下：

5.2.8.1 存储

该菜单用于存储设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.27 存储

菜 单
◇ 数据→内存
◇ 归一化
◇ 轨迹运算
◇ 数据轨迹
◇ 内存轨迹
◇ 数据和内存
◇ 隐藏轨迹

1) 数据→内存

功能说明：

选择该菜单，将当前测试曲线数据存储至内存。

参数说明：

无

2) 归一化

功能说明:

选择该菜单, 将当前测试曲线数据存储至内存, 并做数据/内存运算。

参数说明:

无

3) 轨迹运算

功能说明:

选择该菜单, 系统对当前的激活轨迹和内存轨迹可以执行 4 种类型的数学运算, 包括数据/内存、数据*内存、数据+内存和数据-内存。

参数说明:

无

4) 数据轨迹

功能说明:

选择该菜单, 只显示数据轨迹曲线。

参数说明:

无

5) 内存轨迹

功能说明:

选择该菜单，只显示内存轨迹曲线。

参数说明:

无

6) 数据和内存

功能说明:

选择该菜单，显示数据轨迹和内存轨迹曲线。

参数说明:

无

7) 隐藏轨迹

功能说明:

选择该菜单，隐藏数据轨迹和内存轨迹。

参数说明:

无

5.2.8.2 测试

该菜单用于测试设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.28 测试

菜 单
◇ 极限测试
◇ 纹波测试
◇ 带宽测试
◇ 失败声音警告 开 关
◇ 失败标志 开 关

1) 极限测试

该菜单用于极限测试设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.29 极限测试

菜 单
◇ 极限测试 开 关
◇ 极限线显示 开 关
◇ 极限表 开 关

a) 极限测试 开 关

功能说明：

选择该菜单，使能极限测试功能，清除时关闭激活轨迹的极限测试功能。

参数说明：

5.2 菜单说明

关 [关 | 开]。

b) 极限线显示 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能极限线显示功能，清除时关闭激活轨迹的极限线显示功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

c) 极限表 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能极限表功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

2) 纹波测试

该菜单用于纹波测试设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.30 纹波测试

菜 单
◇ 纹波测试 开 <u>关</u>
◇ 纹波显示 开 <u>关</u>
◇ 纹波值

- ◇ 纹波极限段
- ◇ 编辑纹波极限表

a) 纹波测试 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能纹波测试功能，清除时关闭激活轨迹的纹波测试功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

b) 纹波显示 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能纹波显示功能，清除时关闭激活轨迹的波动线显示，但不影响纹波测试功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

c) 纹波值

功能说明:

选择该菜单，设置纹波类型，可以选择纹波值的类型：无、绝对值、余量。

参数说明:

无

d) 纹波极限段

功能说明:

选择该菜单，选择打开的波动极限段数，最多可以打开 12 段。

参数说明:

无

e) 编辑纹波极限表

功能说明:

选择该菜单，编辑纹波极限表，可以增加、删除和便捷纹波极限表。

参数说明:

无

3) 带宽测试

该菜单用于带宽测试设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.31 带宽测试

菜 单
✧ 带宽测试 开 关
✧ 带宽显示 开 关
✧ 带宽标记 开 关
✧ N dB 点

◇ 最小带宽

◇ 最大带宽

a) 带宽测试 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能带宽测试功能，用于测试带通滤波器的带宽。

参数说明:

关 [关 | 开]。

b) 带宽显示 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能带宽显示功能，在屏幕上显示被测带宽值。

参数说明:

关 [关 | 开]。

c) 带宽标记 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能带宽标记功能，在屏幕上显示带宽的定位标记。

参数说明:

关 [关 | 开]。

d) N dB 点

功能说明:

选择该菜单，调整 N dB 点，确定通带的两个频率点与信号峰值之间的幅度差。

参数说明:

3dB [-500dB ~ 500dB]。

e) 最小带宽

功能说明:

选择该菜单，设置用户允许的最小带宽。当测试带宽小于该带宽时，系统会在屏幕上提示带宽测试不合格的信息（FALL）或进行声音提示，方便用户能更直观的看到被测件的特性是否满足要求。

参数说明:

10kHz [0Hz ~ 300kHz]。

f) 最大带宽

功能说明:

选择该菜单，设置用户允许的最大带宽。当测试带宽大于该带宽时，系统会在屏幕上提示带宽测试不合格的信息（FALL）或进行声音提示，方便用户能更直观的看到被测件的特性是否满足要求。

参数说明:

300kHz [300kHz ~ ∞]。

4) 失败声音警告 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能失败声音警告功能，当有轨迹数据点测试失败时蜂鸣器发出警告提示音。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5) 失败标志 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能失败标志功能，当有轨迹数据点测试失败时屏幕上显示不合格的标志。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.8.3 轨迹统计

该菜单用于轨迹统计设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.32 轨迹统计

菜 单	
◇	轨迹统计 开 关

◇ 曲线轨迹统计

1) 轨迹统计 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能轨迹统计功能，无须搜索最大值和最小值，可以方便的测量通带纹波的峰峰值。

参数说明:

关 [关 | 开]。

2) 曲线轨迹统计

功能说明:

选择该菜单，进入曲线轨迹统计界面，提供平均值、偏差值和峰峰值 3 种轨迹统计功能，可以计算全激励带宽或用户定义带宽内的统计值。

参数说明:

无

5.2.8.4 门

该菜单用于门设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.33 门

菜 单

- ◇ 门 开 关
- ◇ 门起始
- ◇ 门终止
- ◇ 门中心
- ◇ 门跨度
- ◇ 门设置

1) 门 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能门功能，通过门可以选择或移去时域中的某个响应，然后变换到频域进行观察。

参数说明:

关 [关 | 开]。

2) 门起始

功能说明:

选择该菜单，设置门起始值。

参数说明:

-10ns [-14.825797ns ~ 14.825797ns]。

3) 门终止

功能说明:

选择该菜单，设置门终止值。

参数说明:

10ns [-14.825797ns ~ 14.825797ns]。

4) 门中心

功能说明:

选择该菜单，设置门的中心值。

参数说明:

0ns [-14.825797ns ~14.825797ns]。

5) 门跨度

功能说明:

选择该菜单，设置门跨度值。

参数说明:

20ns [0ns ~ 29.651594ns]。

6) 门设置

功能说明:

选择该菜单，进入时域变换功能窗口，可以进行时域变换、门、窗及选项的设置。

参数说明:

无

5.2.8.5 窗

功能说明:

选择该菜单，进入时域变换功能窗口，可以进行时域变换、门、窗及选项的设置。

参数说明:

无

5.2.8.6 时域

该菜单用于时域设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.34 时域

菜 单
◇ 时域 开 关
◇ 起始时间
◇ 终止时间
◇ 中心时间
◇ 时间跨度
◇ 时域变换
◇ 时域窗口

- ◇ 耦合设置
- ◇ 时域工具栏

1) 时域 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能时域功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

2) 起始时间

功能说明:

选择该菜单，设置起始时间。

参数说明:

-10ns [-14.825797ns ~ 14.825797ns]。

3) 终止时间

功能说明:

选择该菜单，设置终止时间。

参数说明:

10ns [-14.825797ns ~ 14.825797ns]。

4) 中心时间

功能说明:

选择该菜单，设置中心时间。

参数说明:

0ns [-14.825797ns ~ 14.825797ns]。

5) 时间跨度

功能说明:

选择该菜单，设置时间跨度。

参数说明:

20ns [0ns~ 29.651594ns]。

6) 时域变换

功能说明:

选择该菜单，进入时域变换功能窗口，可以进行时域变换、门、窗及选项的设置。

参数说明:

无

7) 时域窗口

功能说明:

选择该菜单，进入时域变换功能窗口，可以进行时域变换、门、窗及选项的设置。

5.2 菜单说明

参数说明:

无

8) 耦合设置

功能说明:

选择该菜单，计入耦合设置功能窗口。

参数说明:

无

9) 时域工具栏

功能说明:

选择该菜单，使能时域工具栏功能，便于更清楚的观察设置改变对于测量的影响。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.8.7 结构回波损耗

该菜单用于结构回波损耗设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括:

表 5.35 结构回波损耗

菜 单
✧ SRL 开 关

- ✧ 端口连接器 1/2/3/4
- ✧ 自动 Z 开 关
- ✧ Z 截止频率
- ✧ 手动 Z

1) SRL 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能 SRL 功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

2) 端口连接器 1/2/3/4

功能说明:

选择该菜单，设置端口连接器 1/2/3/4 的长度和电容。

参数说明:

无

3) 自动 Z 开 关

功能说明:

选择该菜单，使能使能自动 Z 功能。

参数说明:

5.2 菜单说明

关 [关 | 开]。

4) Z 截止频率

功能说明:

选择该菜单，设置 Z 截止频率。

参数说明:

2100kHz [100kHz ~ 26.5GHz]。

5) 手动 Z

功能说明:

选择该菜单，使能手动 Z 功能。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.8.8 公式编辑器

功能说明:

选择该菜单，进入公式编辑器界面。

参数说明:

关 [关 | 开]。

5.2.9 系 统

按前面板按键【系统】或者单击用户界面上方菜单项[系统]，弹出与系统相关的菜单，具体包括：[配置]、[录制/运行 1]、[录制/运行 2]、[Windows 任务栏]、[复位]、[定义用户复位状态]、[语言 中文/EN]、[扩频]。菜单项说明如下：

5.2.9.1 配置

该菜单用于配置设置。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

表 5.36 配置

菜 单
✧ GPIB 地址
✧ 控制面板
✧ 系统阻抗
✧ 用户配置
✧ 毫米波模块配置
✧ 扩展到 16 端口
✧ 触摸屏

1) GPIB 地址

功能说明：

选择该菜单，配置 GPIB 地址。

参数说明:

16 [0 ~ 30]。

2) 控制面板

功能说明:

选择该菜单，系统弹出控制面板菜单，用户可以对操作系统设置。

参数说明:

无

3) 系统阻抗

功能说明:

选择该菜单，设置系统阻抗，当进行非 50Ω阻抗器件如波导器件的测量时，必须改变系统阻抗。

参数说明:

50Ω [0Ω~ 1kΩ]。

4) 用户配置

功能说明:

选择该菜单，用户配置选择菜单，可供配置的选项包括：使能触摸屏、校准文件以当前时间为存储名、校准完成后不自动存储、光标在所有存在的轨迹上全部显示、在所有存在的轨迹上显示极限测试、按上/下键光标逐点变化、安装杀毒软件、多端口校准，标识端口扫描状态。

参数说明:

无

5) 毫米波模块配置

功能说明:

选择该菜单，对毫米波模块进行配置，包括型号选择、端口及频率设置。

参数说明:

无

6) 扩展到 16 端口

功能说明:

选择该菜单，将仪器端口扩展到 16 端口。16 端口扩展装置是通过 USB 连接的，因为 USB 支持热插拔，程序会实时检测给用户正确提示。该选择需要用户手动切换，程序即使检测不到测试装置也不会自动切回常规模式。

参数说明:

无

7) 触摸屏

功能说明:

选择该菜单，可以使能触摸屏功能，并进行触摸屏校准。

参数说明:

无

5.2.9.2 录制/运行 1

功能说明:

选择该菜单，自动开始录制，若已有录制操作，则按此键自动开始运行。

参数说明:

无

5.2.9.3 录制/运行 2

功能说明:

选择该菜单，自动开始录制，若已有录制操作，则按此键自动开始运行。

参数说明:

无

5.2.9.4 Windows 任务栏

功能说明:

选择该菜单，打开操作系统任务栏。

参数说明:

无

5.2.9.5 复位

功能说明:

选择该菜单，开始运行 3671 系列矢量网络分析仪应用程序。

参数说明:

无

5.2.9.6 定义用户复位状态**功能说明:**

选择该菜单，进入定义用户状态界面，用户可以自由定义用户复位状态。

参数说明:

无

5.2.9.7 语言 中文/EN**功能说明:**

选择该菜单，对操作语言进行选择（中文|EN）。

参数说明:

中文 [中文 | EN]。

5.2.9.8 扩频**功能说明:**

选择该菜单，扩频功能选择，包括 3644A、3645A、3646A、3649、3649A 等。

参数说明:

无

5.2.10 帮 助

按前面板按键【帮助】或者单击用户界面上方菜单项[帮助]，弹出与帮助相关的菜单，具体包括：

[用户手册]、[编程手册]、[技术支持]、[错误信息]、[关于]。菜单项说明如下：

5.2.10.1 用户手册

功能说明：

选择该菜单，打开《3671 系列矢量网络分析仪用户手册》。

参数说明：

无

5.2.10.2 编程手册

功能说明：

选择该菜单，打开《3671 系列矢量网络分析仪编程手册》。

参数说明：

无

5.2.10.3 技术支持

功能说明：

选择该菜单，进入中国电子科技集团公司第 41 研究所主页。

参数说明：

无

5.2.10.4 错误信息

功能说明:

选择该菜单，可以进行错误参数选择和查看错误日志。

参数说明:

无

5.2.10.5 关于

功能说明:

选择该菜单，可以查看仪器的基本信息及公司信息。

参数说明:

无

6 优化测量

利用下面的方法调整设置，优化测量精度，方法如下：

● 降低附件的影响.....	287
● 提高低损耗二端口器件的反射精度.....	289
● 增加动态范围.....	292
● 改进电长度器件的测量结果.....	297
● 提高相位测量精度.....	298
● 降低迹线噪声.....	308
● 增加数据点数.....	312
● 提高测量稳定性.....	314
● 提高扫描速度.....	317
● 提高多状态测量的效率.....	322
● 快速进行数据传输.....	325
● 使用宏.....	326

6.1 降低附件的影响

配置的一些附件可能影响被测器件的测量结果。可以在分析仪的两个特性中选择一个方法来减小附件的影响。为了降低附件的影响，您可以选择最适合您的测试配置方法。

1) 利用功率斜坡来补偿电缆损耗

6.1 降低附件的影响

在测量配置中，如果您有很长的电缆或其他附件，这样就会在整个频段上产生功率损耗，那么应利用功率斜坡功能。这项功能可以以您定义的比率（dB/GHz）提高分析仪的源功率。下面是补偿电缆损耗的操作过程：

菜单路径：**【激励】→【功率...】**。

如果功率斜坡功能还没有激活，选中**【斜坡】**复选框。在**dB/GHz**框中，输入您想要的源功率在频率扫描时增加的比率。

2) 可选择性的去除响应的选通（仅时域选项）

- a) 选通是时域的一个特征，它使分析仪可以以数学的方式去除响应。可以设置反射响应或传输响应的选通，但是看到的将是不同的结果。

- **选通反射响应**将所需响应（如滤波器的回波损耗）与无用响应（如适配器反射或连接器失配）分离。
- **选通传输响应**将具有长电长度的多路装置中的特定路径分离出来。

为了将选通应用在时域模式下，可以断开变换并用仍然有的选通脉冲来研究装置的频率响应。时间滤波选通脉冲可能具有下列形状和特性：

- **带通形状**能去除通带区外的响应。
- **陷波形状**能去除不需要频率区的响应。

- b) 去除不想要的回应的操作过程

菜单路径：**【分析】→【时域】→【时域变换...】**。

在**时域变换**对话框中，点击**【时域变换】**复选框，来激活转换模式。在**变换模式**中点击需要的模式：低通冲激、低通阶跃、带通。如果您选择低通，点击**【设置频率.低通】**。在**门类型**框，点击下拉列表选择门类型选项：带通、陷波。通过设置**开始和结束**或者**中心和跨度**来设置门设置的界限。在**轨迹**菜单，点击**【时域变换】**。

为了单端口校准下的反射测量能精确，应该将没有被测量的端口端接。这种方法尤其适用于低损耗的双向器件，比如滤波器通带和电缆。单端口校准能修正方向性、源匹配和频率响应误差，而不能校准负载匹配误差。因此，必须使得负载匹配误差尽可能的小。

- 在被测件不测量的端口连接一个高性能的终端负载（可以是校准件）。这种方法产生的测量精度接近于全二端口校准的精度。
- 把被测器件的不测量端口直接连接到分析仪上，在器件输出和分析仪之间插入一个 10dB 的精密衰减器。这可将分析仪的有效负载匹配近似提高为衰减器量值的一倍，即 20dB。

匹配负载

图 6.1 显示了被测器件输出终端有和没有 10dB 精密衰减器时测量的不确定度。

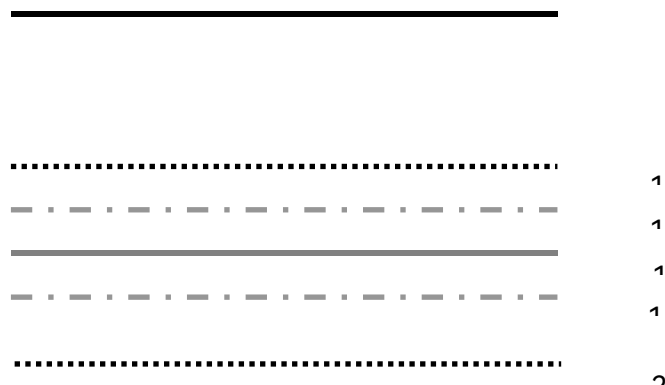


图 6.1 不稳定性的比较

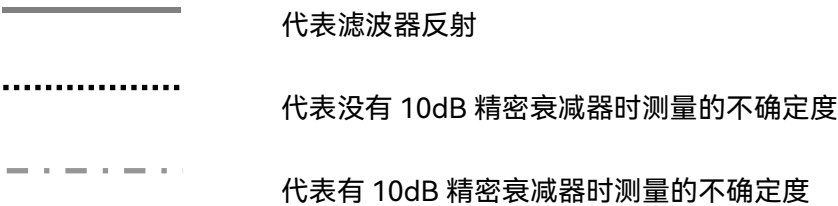


图 6.2 显示双端口器件的精确反射测量，下面的计算表明附加一个高质量的 10dB 衰减器是如何改善分析仪的负载匹配的。

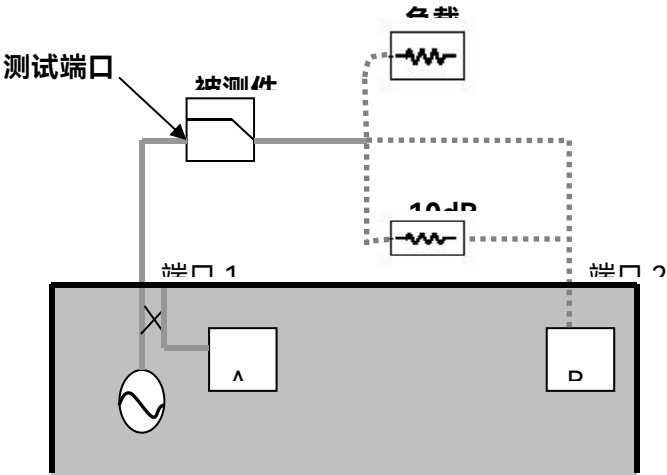


图 6.2 双端口器件的精确反射测量

括号内给出了相应的线性值。

分析仪: 负载匹配 (NA_{LM}) = 18dB (.126)

方向性 (NA_D) = 40dB (.010)

滤波器: 插入损耗 (F_{IL}) = 1dB (.891)

回波损耗 (F_{RL}) = 16dB (.158)

衰减器: 插入损耗 (A_{IL}) = 10dB (.316)

SWR (A_{SWR}) = 1.05 (.024) 回波损耗: 32.26dB

计算:

无衰减器

有衰减器

$$NA = (F_{IL}) * (NA_{LM}) * (F_{IL})$$

$$= (F_{IL}) * (A_{IL}) * (NA_{LM}) * (A_{IL}) * (F_{IL})$$

$$= (.891) * (.126) * (.891)$$

$$= (.891) * (.316) * (.126) * (.316) * (.891)$$

$$=.100$$

$$=.010$$

Attenuator NA

$$= (F_{IL}) * (A_{SWR}) * (F_{IL})$$

$$= (.891) * (.126) * (.891)$$

$$=.019$$

最坏情况 (E_{wc})

NA

$$= NA + Attn.$$

$$\text{下误差} = .1$$

$$=.01+.019$$

$$=.029$$

6.3 增加动态范围

$$\text{不确定} = -20\log(F_{RL}) + (E_{WC}) + (NA_D) = -20\log(F_{RL}) + (E_{WC}) + (NA_D)$$

$$\text{度上限} = -20\log(.158) + (.100) + (.010) = -20\log(.158) + (.029) + (.010)$$

$$= 11.4\text{dB}$$

$$= 14.1\text{dB}$$

$$\text{不确定} = -20\log(F_{RL}) - (E_{WC}) - (NA_D) = -20\log(F_{RL}) - (E_{WC}) - (NA_D)$$

$$\text{度下限} = -20\log(.158) - (.100) - (.010) = -20\log(.158) - (.029) - (.010)$$

$$= 26.4\text{dB}$$

$$= 18.5\text{dB}$$

所以，对低损耗二端口器件进行反射测量，做到下面的其中一项，就可以得到精确的结果：

- 在进行单端口校准后连接一个高质量的负载到被测件的输出端。
- 在进行单端口校准后在被测件输出和分析仪之间插入一个 10dB 的衰减器。
- 在进行二端口测量校准后直接将被测件输出连接到分析仪。

6.3 增加动态范围

动态范围是指分析仪允许输入的（或内部激励源输出的）最大功率和最小可测功率（噪声基底）之间的差值。要使测量正确有效，输入信号必须在这个范围内。如果您需要测量的信号幅度变化很大，如滤波器通带和阻带，则增加动态范围是很重要的，图 6.3 为一个典型测量中的动态范围。

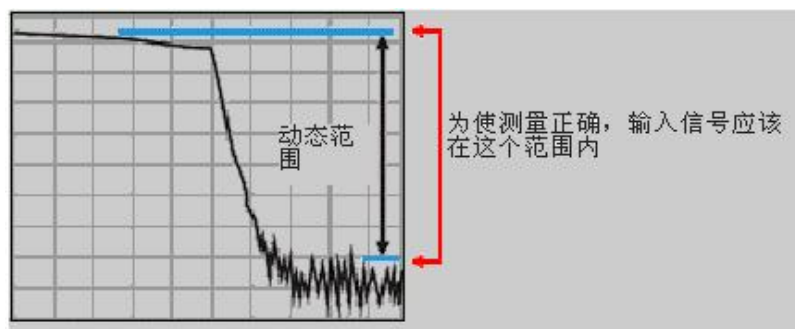


图 6.3 动态范围

为了减小测量的不确定性，分析仪动态范围应该比被测件的响应大。例如，当被测件的响应至少高于噪声基底 10dB 时，就能提高精度。下面的方法可以有助于增加动态范围。

注意

动态范围的例外

由于整机内部某些频点可能存在剩余响应，会影响实际能够达成的动态范围性能。

6.3.1 提高装置的输入功率

- 1) 提高被测件的输入功率可以使网络分析仪更精确的检测和测量被测件的输出功率。
- 2) 分析仪接收机如果有太高输入的话，可能引起压缩失真，并且高到一定程度就会损坏接收机。

警告

整机端口的输入损坏电平：+30dBm。

注意

不能使用最大的源输出功率

如果测试设备有增益，则不能使用最大的源输出功率，这样会损坏接收机

6.3 增加动态范围

菜单路径：**【激励】→【功率】**。辅助菜单栏和前面板有**功率**快捷键。

直接在输入工具栏输入功率值，或者点击**【功率...】**在对话框中设置。

6.3.2 减小接收机噪声基底

可以使用下面方法来降低噪声基底，增加分析仪动态范围。

- a) 减小中频带宽
- b) 利用扫描平均

提示

减小接收机间的串扰

当测量的信号接近于分析仪的噪声基底时，分析仪接收机之间的串扰可能会影响准确测量。

1) 减小中频带宽

图 6.4 所示，中频带宽对测量结果的影响。

- 减小中频接收机的带宽能减小测量中随机噪声的影响。中频带宽每减小 10 倍，噪声基底就降低 10dB。然而，中频带宽越小，扫描时间越长。
- 网络分析仪将接收到的信号从射频/微波频段转换到较低的中间频率或中频，频率为 7.606MHz。中频带通滤波器的带宽可以从 5MHz 向下最小调到 1Hz。
- 可以针对每个通道或分段扫描的每个段落独立地设置中频带宽。

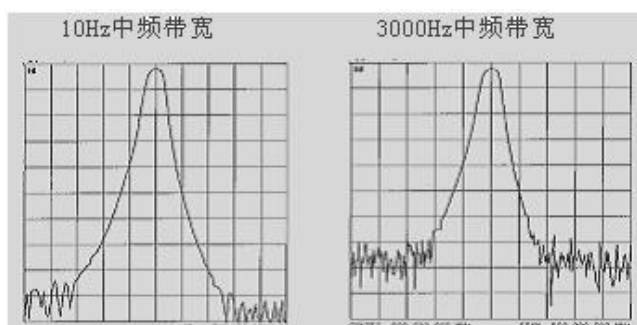


图 6.4 中频带宽对测量结果的影响

a) 设置中频带宽

菜单路径：**[响应]→[平均]→[中频带宽]**。

在**输入工具栏**写入中频带宽值或者**中频带宽**对话框中，直接输入值或按箭头按钮选择一个值。

2) 增加或改变扫描平均值

a) 增加或改变扫描平均值

- 扫描平均是减小测量中随机噪声影响的一种方法。
- 分析仪是在对若干次连续扫描下同一数据点进行平均的基础上计算每一个数据点的。
- 平均的次数越多，噪声削减的越多，动态范围越大。

如图 6.5 所示，扫描平均对测量结果的影响。

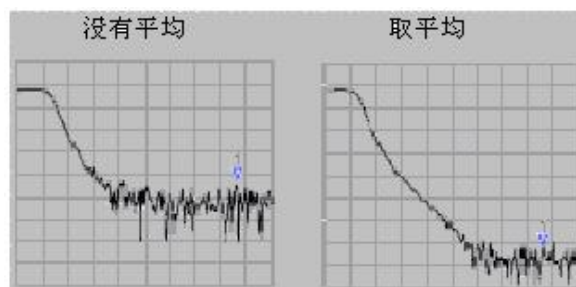


图 6.5 扫描平均对测量结果的影响

提示

减小随机噪声的方法

- 可以为每个通道独立的设置测量平均。
- 总的测量时间随着平均次数的增加而增加。
- 用测量平均和中频带宽的方法都可以最小化一般噪声。
- 为使非常低的频率噪声最小化，用测量平均的方法要比减小系统带宽的方法更有效。

b) 设置扫描平均

菜单路径：**[响应]→[平均]**。辅助菜单栏显示平均功能按键，或者打开平均对话框设置。

通过 **[平均 on/OFF]** 打开或者关闭平均，通过**平均因子**，直接输入值或按箭头按钮来增减分析仪进行平均的次数。

注意

[重新平均]使分析仪进行一组新的平均扫描。

6.4 改进电长度器件的测量结果

从被测件出来的信号频率在给定的瞬间也许和进入被测件的信号频率不是严格的相等，这在有的时候可能导致不准确的测量结果。下面的部分能有助于理解为什么会得到不准确的测量结果以及怎样补偿这种情况。

为什么器件延时会产生不精确的结果？

- 在矢量网络分析仪中，源和接收机一起锁相并且同时扫描经过一个频率间隔。
- 流过被测件（DUT）的信号对不同频率表示为不同颜色。
- 当激励频率经过被测件时，而分析仪刚好在信号到达接收机之前调谐到新的频率，这将引起不准确的测量结果。

例如图 6.6 所示，如果分析仪正在测量一根长电缆，电缆末端的信号的频率将滞后于分析仪的源频率。如果频率偏移相对于网络分析仪的中频检波带宽是明显的（典型是几 kHz），那么测量结果由于中频滤波器的滚降特性就会产生差错。

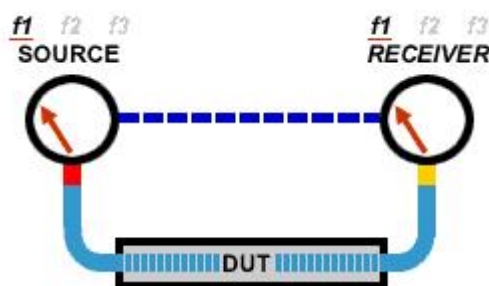


图 6.6 测试长电缆原理示意图

用下面的方法可以补偿电长度设备的延时：

1) 降低扫描速度

6.5 提高相位测量精度

降低扫描速度的方法有：增加扫描时间、减小中频带宽或增加扫描点数。

a) 增加扫描时间

菜单路径：**[激励]→[扫描]→ [扫描时间...]**。

输入时间值或按箭头选择一个时间值。

b) 减小中频带宽

菜单路径：**[响应]→[平均]→ [中频带宽...]**。

直接输入值或按箭头按钮选择一个值。

c) 增加扫描点数

菜单路径：**[激励]→[扫描]→ [扫描点数]**。

子菜单中直接点击想要的点数或点击**[自定义...]**，在**扫描点数**对话框中输入数值或按箭头选择一个数值。

2) 用步进扫描

把分析仪从模拟转换到步进扫描，使源步进过每个测试点，这样可以降低分析扫描速度。

还可以设置分析仪在每一步停留的时间或每个测试点驻留时间。

菜单路径：**[激励]→[扫描]→ [扫描设置...]**。

点击勾选**步进扫描**，在**驻留时间**框，直接输入或用箭头选择一个您想要分析仪在每个测试点停留的时间值。

6.5 提高相位测量精度

利用分析仪下面的几个特性可以增加相位测量的精确度。

● 电延时.....	299
● 端口延伸.....	299
● 相位偏移.....	303
● 频率点间隔.....	304
● 具体操作.....	305

6.5.1 电延时

- 用电延时特性来补偿通过被测件的线性相位漂移，使得被测件的线性相位偏差突出显示。
- 电延时是一种数学功能，它模拟无损耗且长度可变的传输线。
- 可以设置与每个测量轨迹无关的电延时。

6.5.2 端口延伸

- 1) 进行校准之后，可以利用端口延伸以电方式移动测量参考面。这样避免进行其他校准。下面两种情况介绍进行端口延伸的作用。
 - a) 如果已经进行了校准，然后决定是否在测量配置中需要增加一段电缆。利用端口延伸特性“告诉”分析仪已向特定端口增加的电缆长度。
 - b) 当被测件在测试夹具中无法在被测件上进行直接校准时，用端口延伸可以补偿由夹具引起的时间延时（相移）。
- 2) 端口延伸功能使用。
 - a) 若已知被测夹具或增加电缆的电长度，则在**【时间】**框输入即可；
 - b) 若已知被测夹具或增加电缆的物理长度，在**【距离】**框输入即可；
 - c) 若上述两者都未知，则延伸后的参考面必须可以用开路器或者短路器代替被测件。但是通常认为去除被测件后的新参考面处于开路状态。

6.5 提高相位测量精度

3) 可用如下方法得到合适的端口延伸值:

- a) 选择一校准过的 S11 测量，设置显示格式为相位格式。
- b) 在校准平面连接开路器或短路器，确认显示的相位曲线在测量频率范围内位于 0°左右。
- c) 连接夹具或传输电缆，用开路器或短路器替代被测件（去除被测件相当于开路），在端口延伸对话框中，调节[时间]框或[距离]框的值直至得到平坦的相位轨迹。
- d) 如果已知延伸部分的损耗特性，可在[损耗补偿]部分通过一维或者二维方式进行补偿。

注意

非零延迟

大多数的短路标准有一个非零延迟，用这种方法调整端口延伸会引起等于短路校准 2 倍延迟的误差，可以进一步通过查看校准件的定义来确定合适的延伸值。

4) 设置端口延伸

菜单路径: [校准]→[端口延伸]。



图 6.7 设置端口延伸

显示**端口延伸**对话框，点击**[端口延伸]**勾选复选框，端口延伸功能对全部端口起作用。

- **[端口]**: 下拉框选择当前延伸端口，端口延伸设置对当前端口上激活通道下的全部测量起作用。
- **[显示工具栏]**: 显示端口延伸工具栏。
- **[时间]**: 设置端口延伸延时时间。
- **[距离]**: 设置端口延伸延时物理长度。
- **[单位]**: 设置端口延伸距离计算单位，可选择米、英尺、英寸。
- **[DC 损耗]**: 设置全频段偏移值。
- **[损耗] [@频率]**: 设置损耗值与频率。当只选中[损耗 1]时，分析仪利用如下公式进行补偿:

$$\text{损耗}(f) = \text{损耗 1} * (f/\text{频率 1})^{0.5}$$

损耗 1 和损耗 2 都选中时，利用如下公式进行补偿:

$$\text{损耗}(f) = \text{损耗 1} * (f/\text{频率 1})^n, \text{ 其中}$$

$$n = \log_{10}(|\text{损耗 1}/\text{损耗 2}|) / \log_{10}(\text{频率 1}/\text{频率 2})$$

- **[速度因子]**: 设置速度因子。注意此处设置的速度因子与系统的速度因子是相同的。
- **[同轴]**: 设置当前端口延伸部分的特性是同轴特性。
- **[波导]、[截止频率]**: 设置当前端口延伸部分的特性是波导特性。此时可以设置波导的截止频率。注意此处设置的介质类型与系统介质类型是相同的。
- **[复位]**: 恢复系统默认状态，注意端口延伸状态维持不变。
- **[自动延伸]**: 调用自动端口延伸对话框。

6.5 提高相位测量精度

自动端口延伸功能自动完成手动端口延伸的工作，通过在延伸面连接开路器或者短路器，系统自动计算端口延伸的延时和损耗，将测量端面补偿到延伸处。

自动端口延伸步骤：

- 1) 连接增加的传输线或夹具，在新测量端面连接开路器或短路器。通常情况下，不连接校准件相当于开路状态。
- 2) 在端口延伸工具栏，点击[自动端口延伸...]，点击[显示配置]查看更多选项。
- 3) 点击[测量]开始端口延伸计算。计算出来的延时和损耗值将自动显示在工具栏里。



图 6.8 自动端口延伸

- **[开路]、[短路]**：设置自动延伸端口连接开路器还是短路器。
- **[显示配置]、[隐藏配置]**：显示还是隐藏自动端口延伸配置部分。
- **测量端口号**：选择哪些端口进行自动延伸计算。
- **方法**：设置自动端口延伸计算时采集数据的频率范围：

[默认范围]：与当前测量设置频率范围一致。

[激活光标]：利用激活光标处与最高频率处之间的数据进行自动端口延伸计算。

[用户指定]: 用户输入计算频率范围。

- **[包含损耗]**: 选中则自动计算当前端口延伸引入的损耗。
- **[补偿失配]**: 选中则自动补偿失配引入的误差。
- **[提示连接校准件]**: 选中时弹出连接校准件提示框。
- **[关闭]**: 应用当前计算结果到激活通道上, 并退出对话框。

6.5.3 相位偏移

相位偏移是以数学方式调节的相位测量, 偏移范围为 $0 \sim 360^\circ$ 。按下面方法来使用该特性:

- **改善相位测量结果的显示。**

这和幅度测量中改变参考电平的方法有些相似。改变相位响应, 使响应处于屏幕中心或与屏幕在同一直线上。

- **模拟测量中已定的相位漂移。**

例如, 如果已知需要加电缆而且该电缆的长度将对测量结果带来一定的相移, 这样可以用相位偏移增加该相移值, 模拟整个器件测量。

1) 设置相位偏移

菜单路径: **[响应]**→**[比例]**→**[相位偏移...]**, 显示**相位偏移**对话框。

在**[相位偏移]**框中设置相位偏移值。

6.5 提高相位测量精度

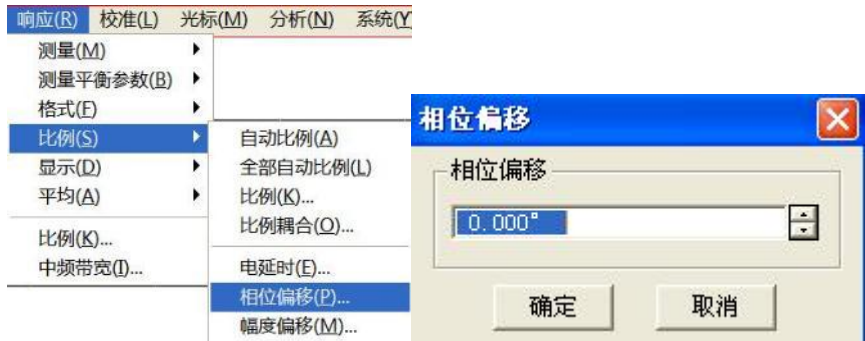


图 6.9 自动端口延伸

6.5.4 频率点间隔

- 1) 分析仪在离散的频率点上采样数据，然后连接各取样点，在屏幕上形成一条轨迹。
- 2) 如果通过器件的两个相邻频率点的相位漂移大于 180° ，则显示的相位斜率看起来是反相的。

这是因为数据欠取样而发生了混淆。

如果您正在测量群时延并且相位斜率是反的，那么群时延将改变符号。例如，图 6.10 显示了表面声波 SAW 带通滤波器的测量结果。

- a) 第一幅图是 51 个点的测量结果，显示群时延是负的，但这在实际上是不可能的，因为响应不可能处于 0 秒参考线下。
- b) 第二幅图是 201 个点的测量结果，显示的群时延是正的，即响应处于 0 秒参考线上。

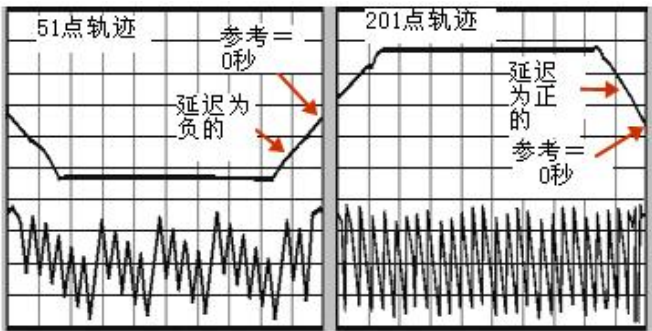


图 6.10 频率间隔对相位测量的影响

提示

检查混淆现象的方法

要检查测量中是否产生了混淆现象，可以通过减小频率间隔来看分析仪上显示数据是否有变化。

如果发生了混淆现象，可以增加频率点数或减小频率间隔来避免。

6.5.5 具体操作

1) 补偿线性相位漂移

菜单路径：**[响应]**→**[比例]**→**[电延时...]**。

在**电延时**框中，输入您想要的值或按箭头选取该值。

在**速度因子**框中，输入值或在 0 和 1.0 之间按箭头选择一个值。

- 1.0 对应真空中的光速
- 0.66 对应聚乙烯介质中的典型光速
- 0.70 对应聚四氟乙烯介质中的典型光速

6.5 提高相位测量精度



图 6.11 设置电延时

2) 电移动参考面

菜单路径：【校准】→【端口延伸...】。

选择【端口延伸 on/OFF】复选框。

在您想要扩展参考面的端口增加端口扩展值。

在速度因子框，选择一个介于 0 和 1.0 之间的值作为您校准后已经增加的电缆或设备的媒介相对速度。然后点击【确定】。

- 1.0 对应真空中的光速
- 0.66 对应聚乙烯介质中的典型光速
- 0.70 对应聚四氟乙烯介质中的典型光速

提 示

为了知道何时您已增加了足够的延时，可以进行以下操作：

- 连接一个短路器来代替器件；
- 调整端口扩展，直到相位相应变得平坦。

注 意**确定标准短路器的偏移延时**

大多数短路器校准件的延时是非零的。因此，用这种方法调整延时会导致延时误差是短路器延时的两倍。通过检查标准定义来确定标准短路器的偏移延时。

3) 相位偏移测量

菜单路径：[响应]→[比例]→[相位偏移...]。

在**相位偏移**对话框中，输入值或按箭头选择您想要的值。

4) 混淆检查

菜单路径：[激励]→[扫描]→[扫描点数]。

选择列表值中的一个，或点击[自定义...]从键盘或输入区的数字键输入任意比当前值要小的值。

如果显示的数据发生变化，可以增加点数或减小频率跨度来解决。

6.6 降低迹线噪声

可以应用网络分析仪功能减小测量轨迹上的噪声。利用分析仪下面的功能有助于降低迹线噪声的影响。

- 扫描平均.....308
- 轨迹平滑.....310
- 中频带宽.....311

6.6.1 扫描平均

1) 扫描平均

- a) 扫描平均是一种可降低随机噪声对测量影响的功能。
- b) 分析仪在对若干次连续扫描下同一数据点进行平均的基础上计算每一个数据点。通过对平均因子的设置来决定连续扫描的次数。
- c) 轨迹平均被加到一个通道中的所有测量上，对每个通道显示其平均的计数。
- d) 平均的次数越多，噪声削减的越多，动态范围越大。
- e) 应用扫描平均来降低噪声的效果和减小中频带宽的降噪效果是一样的。

2) 扫描平均的影响

如图 6.12 所示，扫描平均对测量结果的影响。

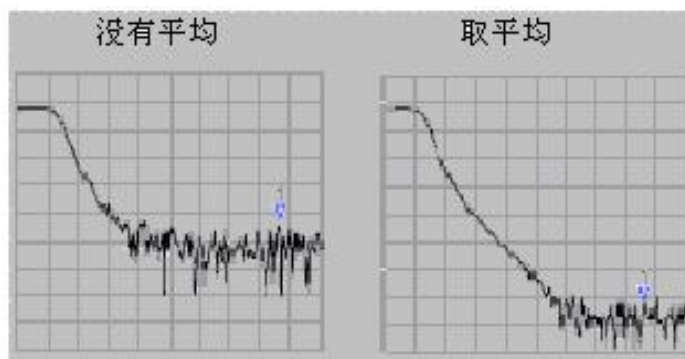


图 6.12 扫描平均对测量结果的影响

3) 扫描平均设置

菜单路径：**【响应】→【平均】→【平均...】**。

选择 **【平均 on/OFF】**，打开平均功能。

在**平均因子**框中，直接输入值或按箭头按钮来增减分析仪进行平均的次数。

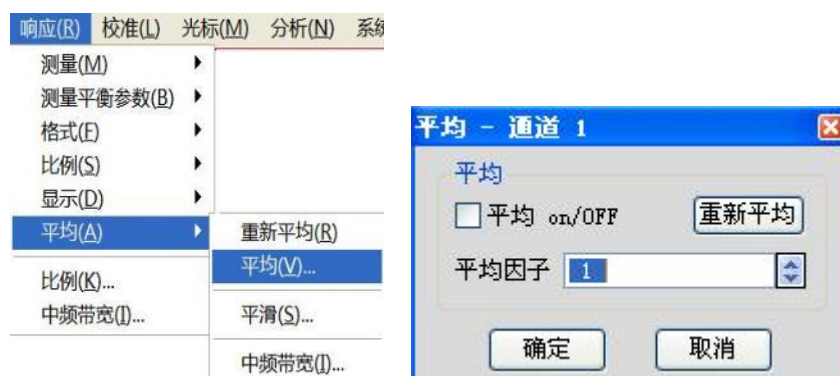


图 6.13 设置扫描平均

注 意

子菜单中的**【重新平均】**使分析仪进行一组新的平均扫描。

6.6.2 轨迹平滑

平滑功能可以减小宽带测量数据的峰-峰噪声，分析仪通过对显示轨迹的某一部分实施数据平均，将其在一起平均的相邻数据点数目亦称为平滑孔径，可以将孔径指定为数据点数目或者 X 轴跨度的百分数。

提示

平滑的使用

- 用足够多的点显示以避免产生使人误解的结果。
- 对高度谐振器件或有宽广轨迹变化的器件不要使用平滑，他可能会导致测量错误。
- 可以独立为每条轨迹设置平滑功能。

1) 轨迹平滑的影响

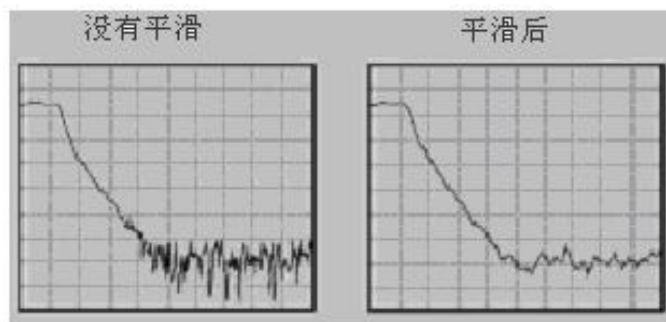


图 6.14 轨迹平滑对测量结果的影响

2) 轨迹平滑设置

菜单路径：**[响应]→[平均]→ [平滑...]**。

点击选中**[平滑]**，打开平滑功能。

选择一种您想要指定平滑孔径的值的方法：

- a) 在**平滑百分比**框中，输入平滑的百分比值。（最大值是 25%）
- b) 在**平滑点数**框中，输入平滑点数值。（最大值是测试扫描设置总点数的 25%）



图 6.15 设置平滑

6.6.3 中频带宽

减小中频接收机带宽可以减小测量中随机噪声的影响。中频带宽每减小 10 倍就可以降低噪声基底 10dB。然而，窄的中频带宽会使得扫描时间变长。分析仪将接收到的信号从射频/微波频段转换到较低的 7.606MHz 中频，中频带通滤波器的带宽或中频带宽可以从 5MHz 向下最小调到 1Hz。

可以独立的设置每一个通道或分段扫描的中频带宽。

1) 减小中频带宽的影响

中频带宽对测量结果的影响如图 6.16 所示：

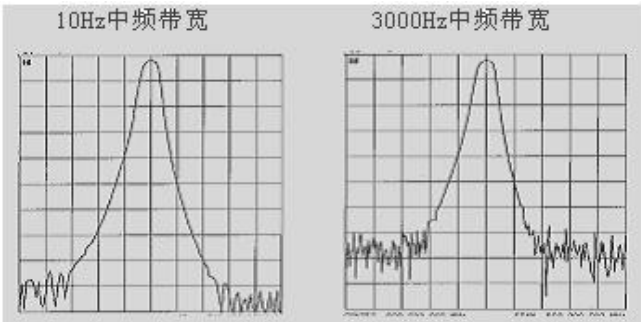


图 6.16 中频带宽对测量结果的影响

2) 中频带宽的设置

菜单路径：[响应]→[平均]→ [中频带宽...]

在中频带宽对话框中，直接输入值或按箭头按钮选择一个值。



图 6.17 设置中频带宽

6.7 增加数据点数

一个数据点或“点”是代表在一次激励下的一个数据的取样结果。您可以定义分析仪一次扫描中测量的点数。

- 大量的数据点能更好的扫描出轨迹从而更好的定义设备响应。
- 大多数的数据处理操作是在相邻点与点之间进行的。一次“扫描”是一串连续的数据点测量

结果，对应一序列的激励值。

- 默认的每次扫描点数为 201 点。

分析仪扫描时间是可以根据扫描点数按比例变化的。然而，总的测量周期时间却不是根据扫描点数按比例变化，还要受其他因素影响，如：回扫时间、数据计算和成型时间等。参考理解技术说明书部分可以知道更多关于点数和其他设置怎样影响扫描时间。

提 示

数据点的使用

- 为了得到最好的迹线分辨率，可以采用最大的数据点数。
- 为了实现更快的吞吐量，应利用能给出可接受的精度的最少数据点数。
- 为了找到一个最佳点数，应找一个值，使您继续增加测量点数与该值的测量结果没有显著的差别。
- 为了确保一个精确的测量校准，应进行用于测量的相同点数的校准。

1) 具体操作

菜单路径：**【激励】→【扫描】→【扫描点数】**。

在**扫描点数**子菜单中直接点击想要的点数或点击**【自定义...】**，在**扫描点数**对话框中输入数值或按箭头选择一个数值。

6.8 提高测量稳定性



图 6.18 设置扫描点数

2) 优化测量结果

一次测量有很多相互依赖的设置。您可以修改设置达到您测量应用的目的：更快的吞吐量或更精确的数据。通过选择您可以平衡设置来优化测量。

- 增加测量吞吐量
- 提高测量精确度

6.8 提高测量稳定性

有几种情况能引起测量的不稳定。为了确保您进行重复测量，您可以应用几种方法产生一个稳定的测量环境。下面所说的对您的测量精度有不利的影响。

1) 频率漂移

分析仪频率精度取决于内部 100kHz 频率振荡器的精度。如果您的测量应用需要更高的频率精度和稳定度，您可以不考虑内部频率标准，通过后面板上的 100kHz 参考输入连接器提供一个高稳定度的外部频率源。

2) 温度漂移

a) 热膨胀和紧缩可改变下面组件的电特性。

- 分析仪内部装置
- 校准件的标准
- 测试装置
- 电缆
- 适配器

b) 减小温度漂移在您测量中的影响的方法：

- 应用一个温度可控的环境。
- 保证校准件的温度稳定性。
- 在校准过程中避免对校准件进行不必要的操作。
- 保证周围环境温度与测量校准温度的偏差是 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

3) 错误的测量校准

如果测量校准是不正确的，就测不到被测件的正确响应。为了保证您的校准是正确的，您应该考虑下面的做法：

a) 对您连接被测件的连接处也就是参考面处进行测量校准。

6.8 提高测量稳定性

- b) 如果您在进行了一次测量校准后，在被测件中插入任何额外的附件（电缆，适配器，衰减器），则可以用端口扩展功能来补偿附加的电长度和延时。

- c) 应用与校准过程中的定义一致的校准标准。

看精确测量校准部分可以得到更多的细节。

4) 设备连接器

好的连接器对可重复测量来说是必须的。为了更好的连接，方法如下：

- a) 检查和清洁测试装备中所有组件的连接器。
- b) 采用正确的连接方法。
- c) 避免在测量中移动电缆。

5) 采用一个外部的频率参考

输入外部的频率参考信号到后面板连接器。

- a) 输入频率：100kHz \pm 10ppm
- b) 输入电平：-15 ~ +20dBm
- c) 输入阻抗：200ohms

6) 控制房间温度

- a) 在进行一次测量校准或一次设备测量前要运行分析仪 30 分钟以上。
- b) 在一个温度可控的环境中进行设备测量。所有的说明和特性应用都在一个 23°C \pm 3°C 范围内（除非有其他的规定）。
- c) 保证周围环境温度与测量校准温度的偏差是 \pm 1°C。

7) 稳定校准标准温度

- a) 在进行测量校准之前一个小时，打开校准件盒，从保护泡沫中拿出标准件。
- b) 当在进行一次测量校准时，避免对校准件不必要的操作。

8) 获得好的连接器

- a) 用放大镜检查所有的连接器。寻找下面的损坏迹象：磨损、弯曲，折断、深度刮擦、凹痕、圆肩、污垢或金属碎末。
- b) 用异丙基酒精和棉药签清洁所有的连接器。
 - 让酒精蒸发
 - 用压缩空气逐渐的风干连接器
- c) 正确地连接器件
 - 用一个防静电垫子和腕带把自己和所有器件接到地上。
 - 排列连接器并把他们排成一排。
 - 只旋转连接螺母。
 - 最后连接时用一个力矩扳手。

6.9 提高扫描速度

采用最快的扫描速度可以提高测量效率，在测量中优化以下各项设置使分析仪达到最快的扫描速度：

1) 扫描设置

6.9 提高扫描速度

通过仔细进行下面的每项设置获得最快的扫描速度：

- **频率跨度：**仅测量被测件关心的频率范围，设置方法请参见“4.3 设置频率范围”。
- **段扫描：**用段扫描进行最关心频段的测量，设置方法请参见“4.5 设置扫描”中“4.5.2 扫描类型设置”部分的“设置段扫描类型”说明。
- **关断步进扫描：**如果测量允许，不要使用步进扫描模式，这样可以获得最小的扫描时间，设置方法请参见“4.5 设置扫描”中“4.5.3 扫描设置”部分。
- **自动扫描时间：**对当前设置用默认的扫描时间可以获得最快的扫描，设置方法请参见“4.5 设置扫描”中“4.5.3 扫描时间”部分。
- **扫描点数：**使用测量需要的最小扫描点数，设置扫描点数的方法请参见“6.7 增加数据点数”。

2) 降低噪声设置

合理进行下面两项设置，可以减小扫描时间而仍能获得可接受的测量结果。

- **中频带宽：**用能给出可接受的迹线噪声和动态范围的最宽的中频带宽，设置中频带宽的方法请参见“6.6 降低迹线噪声”中“6.6.3 中频带宽”部分。
- **平均：**尽可能的减小平均因子，或关断平均功能，设置方法请参见“6.6 降低迹线噪声”中“6.6.1 扫描平均”部分。

3) 选择校准类型

选择满足测量精度要求的最快的校准测量，不进行误差修正的扫描测量和进行响应校准修正的扫描测量需要的时间大概是相同的，而全双端口校准测量需要通过正向和反向扫描测量进行误差修正来更新测量参数，即使只显示一个 S 参数时也是这样，因此所需的测量时间最长。

关于校准类型的详细信息请参见“6.2 选择校准类型”。

4) 关闭不必要的功能

分析仪必须更新所有激活功能的信息，为了加快扫描速度，关断以下所有的对于测量应用来说并不是必要的分析仪功能：

- 不需要的轨迹
- 不用的光标
- 平滑
- 极限测试
- 轨迹运算
- 显示

分析仪的扫描速度依赖于各种测量设置，需要进行多次尝试以获得最快的扫描速度和满足要求的测量结果。

a) 删除不需要的轨迹

在要删除轨迹的状态栏按钮上按鼠标右键，显示右键菜单；

在右键菜单中单击**[删除轨迹]**。

6.9 提高扫描速度



图 6.19 删除不需要的轨迹

b) 关闭不用的光标

菜单路径：[光标]→[光标]→[关闭光标]；

选择所要关闭的光标。



图 6.20 关闭不用的光标

c) 关断平滑功能

菜单路径：[响应]→[平均]→[平滑...], 显示平滑对话框；

点击[平滑 ON/off]关断平滑功能。



图 6.21 关断平滑功能

d) 关闭极限测试

菜单路径：[分析]→[测试]→[极限测试...], 显示极限测试对话框；

单击[极限测试 ON/off]清除复选框关断极限测试功能。

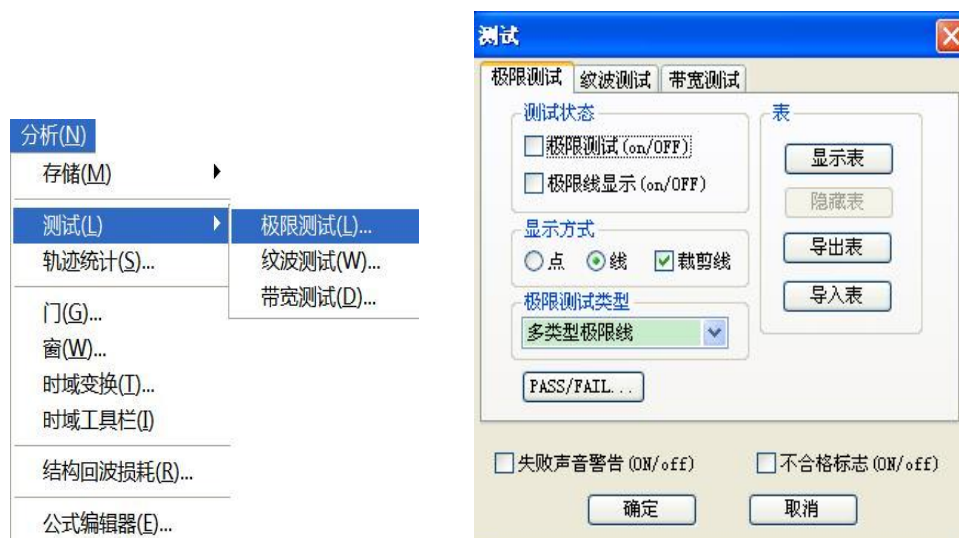


图 6.22 关闭极限测试

e) 关断轨迹运算功能

6.10 提高多状态测量的效率

菜单路径：[分析]→ [存储]→[存储/运算]；

在[轨迹运算]框中选择数据。

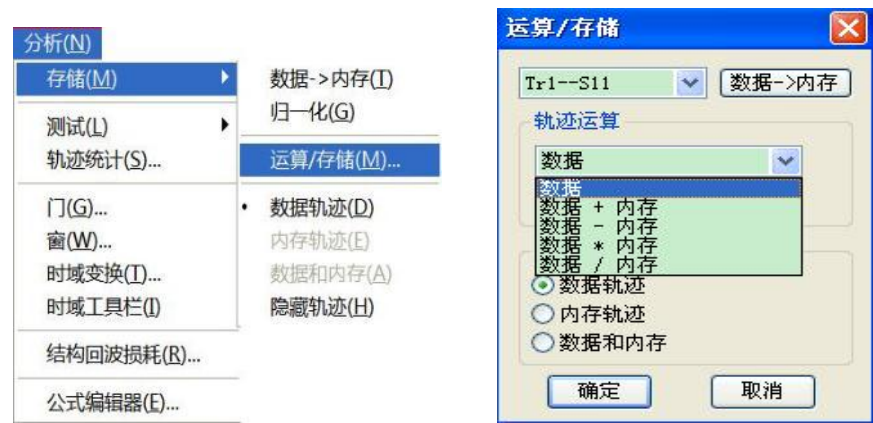


图 6.23 关断轨迹运算功能

6.10 提高多状态测量的效率

如果需要进行多个参数测量来表征一个器件的特性，可以运用多种方法提高测量效率。尝试下面的各种方法找出最适合自己的测量应用方案。

- 通过测量设置提高测量效率.....322
- 自动改变测量设置.....325
- 快速调用测量.....325

6.10.1 通过测量设置提高测量效率

为了提高需要进行多个参数测量的被测件的测量效率，熟悉分析仪的操作是非常有帮助的，这些知识有助于建立最优的测量应用方案。与多参数测量有关的轨迹、通道和窗口的详细信息请参见“3.4 分析仪的轨迹、通道和窗口”。

1) 合理安排一组测量

将被测件的一组测量安排在一个仪器状态下，存储仪器状态可方便以后通过回调功能进行以上的一组测量。也可以通过分析仪的预配置测量设置功能进行一组测量，详细信息请参见“4.8 观察多条轨迹和开启多个通道”中“预配置的测量设置”部分。

2) 使用段扫描

在进行表征一个器件的多参数测量时需要改变以下的设置时，使用段扫描非常方便。

- 频率范围
- 功率电平
- 中频带宽
- 扫描点数

段扫描允许定义一组有各自属性的频率范围，这样就可以通过一次扫描完成需要多种测量设置的被测件的测量。关于段扫描的详细信息请参见“4.5 设置扫描”中“4.5.2 扫描类型设置”部分的“设置段扫描类型”说明。

3) 选择性的触发测量

使用触发功能如下设置进行测量：

- 不断的更新那些数据快速变化的测量。
- 偶尔更新那些数据很少变化的测量。

例如，可以这样设置进行一个滤波器的调谐测量：

- 一个通道测量滤波器的通带响应用于调谐。
- 一个通道用于测量滤波器的带外响应。

6.10 提高多状态测量的效率

这样就可以连续的观察滤波器的调谐测量。如果不断的更新所有的通道，就会降低分析仪的响应速度，不能快速的调谐滤波器，下面将介绍如何建立如下的测量设置：

- 通道 1 中的测量数据将连续更新。
- 通道 2 中的测量数据将在需要时进行更新。

a) 使用鼠标

- 1) 建立一个两通道测量。

菜单路径：**[响应]→[显示]→[测量设置]→[设置 D]**。

- 2) 设置通道 1 的触发：连续更新测量数据。

菜单路径：**[激励]→[触发]→[触发...]**，显示触发对话框。

在**触发源区**选择**[内部]**单选框。

在**触发设置区**点击**[通道]**框选择**通道 1**。

在**触发设置区**点击选择**[连续]**单选框。

- 3) 设置通道 2 的触发：需要时更新测量数据。

在**触发设置区**点击**[通道]**框选择**通道 2**。

在**触发设置区**点击选择**[单次]**或**[组]**单选框，如果选择**组触发**模式，在**[组]**输入框中输入组数。

- 4) 在**[系统]**菜单中单击**[软键盘]**，显示软键盘对话框，在对话框中单击**[激励]→[触发]**，显示触发对应软键工具栏。

- 5) 点击下面的窗口使通道 2 成为当前激活通道。

- 6) 更新通道 2 中的测量数据。

- 7) 单击**触发**对应软键工具栏上的**[单次]**、**[组扫描]**或**[重扫]**按钮更新通道 2 中的测量数据。

6.10.2 自动改变测量设置

通过编程自动改变测量设置可有效提高多状态多参数测量的效率。

6.10.3 快速调用测量

最有效的调用测量方式是将一组测量存储为一个仪器状态。

- 调用包括多个测量的仪器状态与调用只有一个测量的仪器状态所用的时间相差很小。
- 每个调用都需要相应的时间，通过建立一组测量成组的调用它们，可以节省调用时间。

6.11 快速进行数据传输

使用最快的数据传输有助于提高测量效率，可以使用下面的方法提高数据传输速度：

- 使用单次触发模式.....325
- 传输尽可能少的数据.....326
- 使用实数格式.....326
- 使用LAN.....326
- 使用COM程序.....326

6.11.1 使用单次触发模式

使用单次触发模式保证在开始数据传输之前已完成测量。

菜单路径：**[激励]**→**[触发]**→**[触发...]**，显示**触发**对话框。

在**触发源**区选择**[内部]**单选框。

6.12 使用宏

在**触发设置**区点击**[通道]**框选择进行数据传输的测量通道。

在**触发设置**区点击选择**[连续]**单选框，单击**[确定]**按钮关闭对话框。

更新测量结果:

- 1) 单击对应的轨迹状态按钮使要更新的轨迹和通道成为激活的轨迹和通道。
- 2) 在[系统]子菜单中单击**[软键盘]**，在**软键盘**对话框中单击**[激励]→[触发]**。
- 3) 在**触发**软键工具栏中单击**[单次]**。

6.11.2 传输尽可能少的数据

例如使用段扫描，减少轨迹的点数，而不是传输整条有许多线性点的轨迹。

6.11.3 使用实数格式

在使用 SCPI 的自动测量中选择实数格式可以获得最快的传输速度。

6.11.4 使用 LAN

通过 LAN 可以提高 SCPI 自动测量应用程序传输数据的速度。

6.11.5 使用 COM 程序

在自动测量应用程序中使用 COM 可以获得最快的数据传输速度。

6.12 使用宏

宏是装入分析仪，在分析仪上运行的可执行文件，3671 系列矢量网络分析仪最多支持 10 个宏。

- 新建宏.....327
- 宏设置对话框.....328

● 宏设置窗口对话框		
3	2	9

6.12.1 新建宏

菜单路径：**[系统]→[宏]→[宏设置...]**，显示宏设置对话框。



图 6.24 设置宏

在宏设置对话框中点击激活已存在宏设置下面的空白行，单击**[编辑...]**按钮，显示宏编辑窗口对话框。

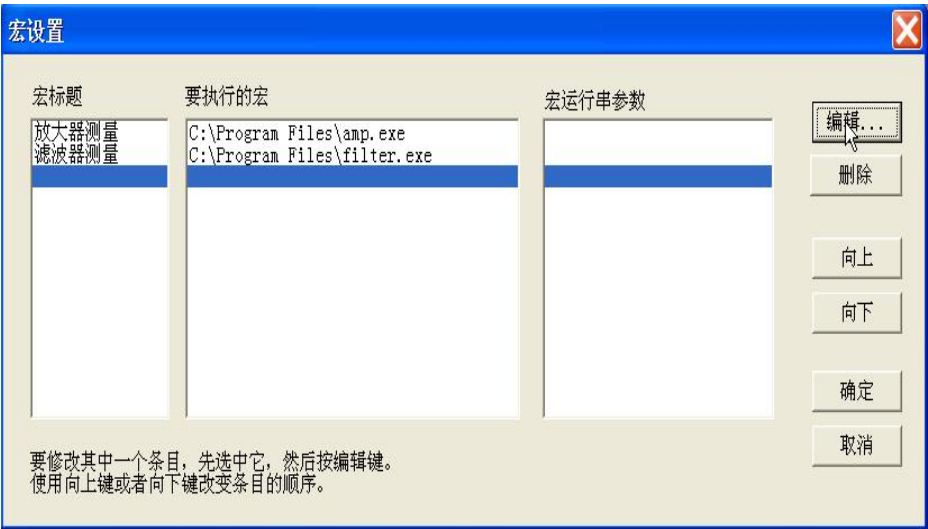


图 6.25 宏设置对话框

6.12 使用宏

- 在**[宏名称]**框中输入描述宏的标题文字。
- 在**[可执行文件]**框输入可执行文件的详细路径，或单击**[浏览...]**按钮查找可执行文件。
- 在**[参数]**框输入传递给可执行文件的字符串参数。



图 6.26 宏编辑窗口对话框

6.12.2 宏设置对话框

1) **【宏标题】框**

显示宏标题，当按**【宏/本地】**键时，**宏**现用项目工具栏按钮显示宏标题的名字。当在**系统菜单**中单击**【宏】**时，**宏**子菜单项中显示宏标题的名字。为了在现用项目工具栏按钮中完整的显示宏标题，标题最好不要超过 14 个字符。宏标题与可执行文件相关联，最好能描述宏的功能以便容易区分不同的宏。例如一个可以访问 41 所主页的宏，可以将标题取名为“41 所主页”。

2) **【要执行的宏】框**

显示可执行文件的完全路径，例如访问 41 所主页的宏，可执行文件的路径为：C:\Program Files\Internet Explorer\IEXPLORE.EXE。

3) 【宏运行串参数】框

显示传递给可执行文件，被可执行文件引用的参数。例如访问 41 所主页的宏，宏运行需要的参数为：http://www.ceyear.com。

4) 【编辑】按钮

单击时显示宏编辑窗口对话框，对选择的宏进行设置和修改。

5) 【删除】按钮

单击时删除选择的宏。

6) 【向上】按钮

单击【向上】按钮将选择的宏向上移动一行，用来重排宏的顺序。对话框中宏的顺序与在宏现用项目工具栏中出现的顺序一致。工具栏中每次显示四个宏，当再次按【宏/本地】键时显示下四个宏。

7) 【向下】按钮

单击【向下】按钮将选择的宏向下移动一行。

6.12.3 宏设置窗口对话框

1) 【宏名字】框

用来设置宏标题的名字。

2) 编辑区

a) **【可执行文件】框**

用来设置可执行文件的完整路径。

b) **【浏览...】按钮**

用来浏览驱动器和目录，定位可执行文件，建立可执行文件的完整路径。

c) **【参数】框**

用来设置传递给可执行文件引用的字符串参数。

7 校准

校准能降低测量误差，本章包括以下内容：

- 校准概述.....331
- 选择校准类型.....333
- 校准向导.....337
- 高精度的测量校准.....347
- 测量误差.....349
- 编辑校准件定义.....355
- 校准标准.....370
- TRL校准.....373
- 夹具补偿校准.....375
- 电子校准.....388

7.1 校准概述

测量校准是通过测量特性已知的标准来确定系统误差，然后在进行被测件测量时去除这些系统误差影响的过程，通过校准可减小测量误差，提高分析仪的测量精度。

- 校准的定义.....332
- 选择的意义.....332
- 校准的应用场合.....332
- 校准的简单过程.....332

7.1.1 校准的定义

校准是用误差模型来消除一项或多项系统误差，分析仪通过测量高质量的校准标准（如开路器、短路器、负载和直通件）求解误差模型中的误差项，有关系统误差的详细信息请参见本章“7.5 测量误差”中“7.5.3 系统误差”部分。

测量时要根据测量类型和测量精度的要求选择合适的校准方法，详细信息请参见“7.2 选择校准类型”。

通过分析仪的校准向导可以完成各种类型的校准，详细信息请参见“7.3 校准向导”。

校准后的测量精度取决于校准标准的质量和校准件定义文件中校准标准的模型定义精度。校准件定义文件保存在分析仪中，为了确保测量的精度，实际所用的校准件必须与校准件定义文件一致。关于进行精确校准的详细信息请参见“7.4 高精度的测量校准”。

如果用户使用自己定制的校准件（如进行夹具测量校准），必须正确的进行校准标准的定义，在用户校准件定义文件中进行校准标准的定义，详细信息请参见“7.6 编辑校准件定义”。

7.1.2 校准的意义

制作不需要任何误差修正的理想分析仪，在硬件电路是不可能的，即使这些硬件电路能够做得特别好，可以忽略误差修正的需要，费用也将是极其昂贵的。另外，分析仪的测量精度很大程度上受分析仪外部附件的影响，测试的组成部分，如：连接电缆和适配器，它们的幅度和相位的变化会掩盖被测件的真实响应。因此权衡硬件的性能和成本，将硬件做得尽可能好，并通过校准来提高测量精度是最好的方法。

7.1.3 校准的应用场合

- 希望获得尽可能高的测量精度。
- 采用不同类型的连接器或阻抗。
- 在被测件和分析仪测试端口之间连接了电缆。
- 在很宽的频率范围内对被测件进行测量或测量长电延时器件。
- 在被测件的输入或输出口连接了衰减器或其它类似的器件。

7.1.4 校准的简单过程

- 1) 按测量要求连接分析仪。

- 2) 选择合适的分析仪设置优化测量。
- 3) 移走被测件，利用校准向导选择校准类型和校准件。
- 4) 按照校准向导的提示，连接已选校准类型中需要的校准标准进行测量。分析仪通过对校准标准进行测量计算出误差项，存储在分析仪的存储器里。
- 5) 重新连接被测件进行测量，当在器件测量中使用误差修正时，误差项的影响将从测量中被去除。

7.2 选择校准类型

3671 系列矢量网络分析仪常用的 9 种校准类型，这些校准类型可以在“7.3.2 非向导校准”中进行选择,各校准类型的详细信息如下：

1) 开路响应

- a) 校准精度：低到中等
- b) 测量参数：S11、S22、S33 和 S44
- c) 需要的校准标准：开路器
- d) 修正的系统误差：反射跟踪
- e) 测量应用：在任何端口的反射测量

2) 短路响应

- a) 校准精度：低到中等
- b) 测量参数：S11、S22、S33 和 S44
- c) 需要的校准标准：短路器
- d) 修正的系统误差：反射跟踪

7.2 选择校准类型

- e) 测量应用：在任何端口的反射测量

3) 直通响应

- a) 校准精度：中等
- b) 测量参数：传输测量 S 参数
- c) 需要的校准标准：直通件
- d) 修正的系统误差：传输跟踪
- e) 测量应用：任何方向上的传输测量

注意

适配器作为直通件

校准件定义文件中定义直通件为零长度、零损耗，如果在校准过程中使用适配器做为直通件，为了进行精确的校准，必须在校准件定义文件中表征适配器的特性，详细信息请参考“[7.4 高精度的测量校准](#)”。

4) 直通响应和隔离

- a) 校准精度：中等
- b) 测量参数：传输测量 S 参数
- c) 需要的校准标准：直通件，两个负载（每个端口需要一个负载）
- d) 修正的系统误差：
 - 传输跟踪
 - 串扰
- e) 测量应用：
 - 任何方向上的传输测量
 - 需要通过隔离校准提高系统的动态范围

注意

隔离校准

如果不能同时在每个端口各连接一个负载，不能进行隔离校准。

5) 单端口（反射）

- a) 校准精度：高
- b) 测量参数：S11、S22、S33 和 S44
- c) 需要的校准标准：开路器、短路器和负载
- d) 修正的系统误差：
 - 方向性
 - 源匹配
 - 反射跟踪
- e) 测量应用：任意单端口的反射测量

6) 增强型响应

- a) 校准精度：高
- b) 测量参数：单侧反射参数和传输参数
- c) 需要的校准标准：开路器、短路器、负载和直通件
- d) 修正的系统误差：
 - 方向性
 - 源匹配
 - 反射跟踪
 - 负载匹配
 - 传输跟踪
- e) 测量应用：
 - 长电缆测试等大衰减测试
 - 放大器等大增益测试

7) 快速 SOLT

- a) 校准精度：高
- b) 测量参数：单侧反射参数和传输参数
- c) 需要的校准标准：开路器、短路器、负载和直通件
- d) 修正的系统误差：

7.2 选择校准类型

- 方向性
- 源匹配
- 反射跟踪
- 负载匹配
- 传输跟踪
- e) 测量应用：
 - 只进行一侧端口和直通标准测量，完成全双端口的所有误差修正
 - 简化反射标准测量

8) 全双端口 SOLT

- a) 校准精度：高
- b) 测量参数：所有
- c) 需要的校准标准：开路器、短路器、负载和直通件
- d) 修正的系统误差：
 - 方向性
 - 源匹配
 - 反射跟踪
 - 负载匹配
 - 传输跟踪
- e) 测量应用：
 - 所有 S 参数的测量
 - 需要通过 12 项误差修正来提高测量的精度

9) 全双端口 TRL

- a) 校准精度：高
- b) 测量参数：所有
- c) 需要的校准标准：反射、直通件和空气线
- d) 修正的系统误差：

- 方向性
- 源匹配
- 反射跟踪
- 负载匹配
- 传输跟踪
- e) 测量应用:
 - 高精度测试
 - 夹具/波导等测试

7.3 校准向导

网络仪标准测量下有三种校准方式：向导校准、非向导校准和电校准。其中电校准在第 7.10 节进行介绍。

- 向导校准.....338
- 非向导校准.....343

菜单路径：【校准】→【校准...】，显示校准向导对话框。



图 7.1 启动校准

7.3.1 向导校准

3671 系列矢量网络分析仪不仅给用户提供如 7.2 中多种多样的校准方式，还提供了更加简明的向导校准。其有以下特点：

- 1) 提供图片、文字的向导提示；
- 2) 支持源功率与接收机校准；
- 3) 自动识别 SOLT、SOLR、SSLT、SSST、TRM、TRL 等校准；
- 4) 自动判断并支持多端口简化校准（扩展至 16 端口）；
- 5) 支持 2040X 系列电子校准件；
- 6) 支持波导校准件；
- 7) 支持参数型和数据型机械校准件；
- 8) 支持部分国外厂商的机械校准件（Keysight、Maury）。

通过网络仪的校准向导，选择向导校准，用户可以自由配置校准端口、校准件及校准类型。具体校准步骤为：

- 1) 点击选择**[向导校准]**，点击**[下一步]**。

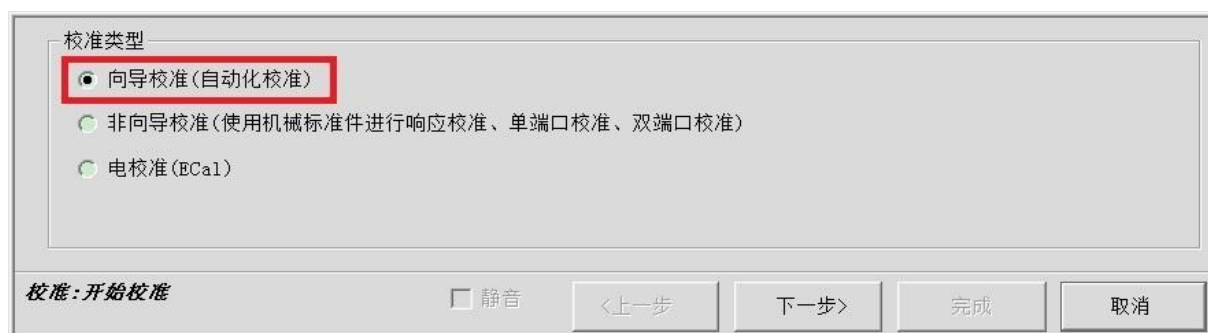


图 7.2 校准类型选择页面

- 2) 进入选择端口界面。

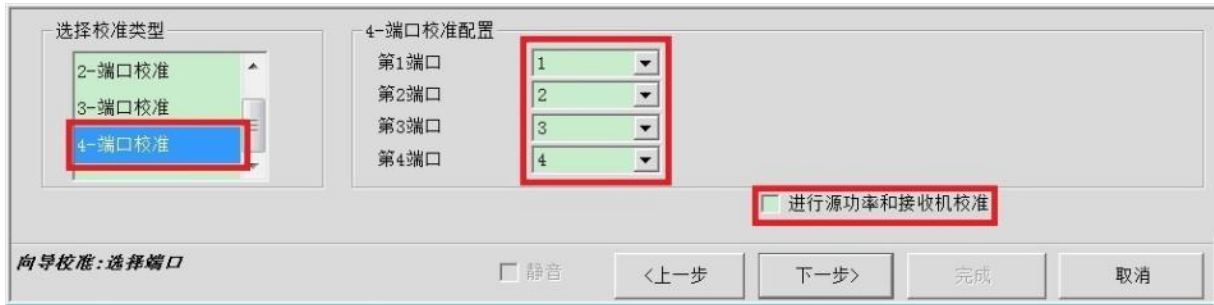


图 7.3 向导校准：选择端口页面

在左侧校准类型列表中选择**[N-端口校准]**(N 为需要校准的端口数),在**[N-端口校准配置]**中进行校准端口的设置。若勾选**[进行源功率和接收机校准]**，则会进行端口源功率及接收机的校准，并在测量时修正由于被测件匹配引起的接收机测量误差。设置完成后，点击**[下一步]**。

3) 进入选择被测件的连接类型和校准件界面。



图 7.4 向导校准：选择被测件的连接类型和校准件页面

首先进行连接类型的设置，然后选择对应的校准件。图中显示了端口 1 使用电子校准件，端口 2 使用是德科技的数据型机械校准件，端口 3、4 使用无极性的波导校准件。此种设置下，默认 3、4 端口进行 TRL 校准，1、2 端口和 1、3 端口进行 SOLR 校准，其他直通省略。

若需要手动配置直通连接及校准方法，可勾选**[编辑校准]**复选框。

在多端口下，若需要快速设置连接类型及校准件一致，可勾选**[耦合选项]**复选框，再进行设置。

7.3 校准向导

设置完成后，点击[下一步]。

4) 进入修改直通连接方式界面。



图 7.5 修改直通连接方式页面

界面中显示由之前设置得到的默认直通方法及校准方法。

用户可通过[增加直通]和[移除直通]按钮进行测量直通的增加或删除。直通方式提供[零长度直通]、[定义直通]、[未知直通]三种初始选择。若两个端口可以进行非插入连接时，默认配置[定义直通]。典型如两端口为 3.5mm 一阴一阳接头或均为 WR22 接头等情况。若两端口不能进行非插入连接时，默认配置[未知直通]。若两端口可以使用端口选择的校准件进行连接，则直通方法中增加[定义直通(ESol)]、[未知直通(ESol)]的选择，且默认选择为[定义直通(ESol)]。

校准方法提供[SOLT]、[QSOLT]、[TRL]三种选择。3671 将 SOLT、SOLR、SSLT、SSST 校准方法并入[SOLT]，将 TRL、TRM 校准方法并入[TRL]。当直通方法为[定义直通]、[零长度直通]或[定义直通(ESol)]时，校准方法可修改为[QSOLT]；当直通方法为[定义直通]或[零长度直通]，且端口使用校准件为 TRL 校准件时，校准方法可修改为[TRL]，且默认为[TRL]。

设置完成后，点击[下一步]。



图 7.6 频率修改页面

若之前未设置频率范围，则会出现修改频率范围的对话框。因为 20402 电子校准件的频率范围为 300kHz~18GHz，85058B Databased 的频率范围为 DC~67GHz，而 32114 的频率范围为 3.71GHz~7.421GHz，所以修改频率为最小交集。设置好起始和终止频率，点击**【确定】**后，系统自动进入下一页面。

5) 进入功率校准设置界面。



图 7.7 功率校准设置页面

若在图 7.3 选择端口页面勾选了**【进行源功率和接收机校准】**，则会在完成校准件设置后出现功率设置页面，主要包含**【功率校准端口】**、**【功率偏移】**、校准的**【容差】**、**【最大读取次数】**的设置。其中功率偏移+功率电平=端口的输出功率；容差为判断功率校准的限制范围；最大读取次数为校准不通过时，读取功率的限制次数。若要更改使用的功率计，则通过**【功率计配置...】**进行修改。

设置完成后，点击**【下一步】**。

7 校准

7.3 校准向导

6) 进行校准测量。



图 7.8 标准测量页面

按照上述设置，测量共需 4 个端口功率测量+10 次校准件测量。通过红色标注的界面提示信息，连接校准件标准，点击**【测量】**完成对标准的测量。

用户可以点击**【下一步】**、**【上一步】**来自由选择标准测量的顺序。

若**【静音】**复选框未被选择，测量完成后会有提示音。

当完成所有标准测量后，点击**【下一步】**，进入保存用户校准集页面。

7) 进入保存用户校准集页面。

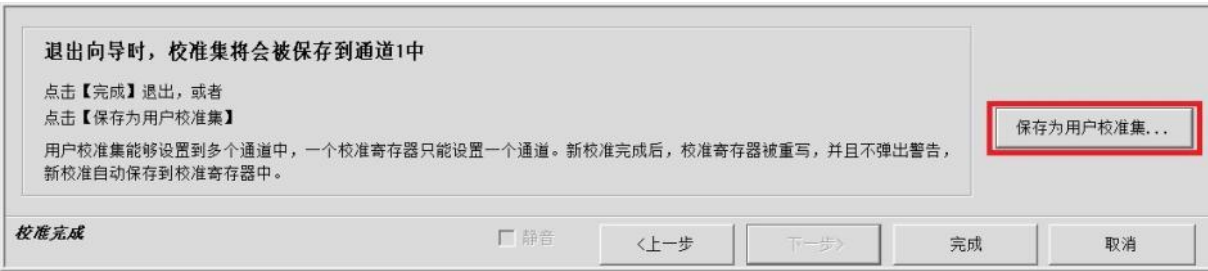


图 7.9 保存用户校准集页面

完成所有标准测量后，进入保存用户校准集页面。点击**[保存为用户校准集...]**，会弹出校准集名称编辑页面。点击完成自动保存当前校准数据到寄存器中，若用户校准集有用户设置的名称，则同时保存校准数据到文件中。

7.3.2 非向导校准

通过网络仪的校准向导，选择非向导校准，用户根据需要进行退化的校准。下面以未知直通校准为例，具体校准步骤为：

- 1) 点击选择**[非向导校准]**，点击**[下一步]**。

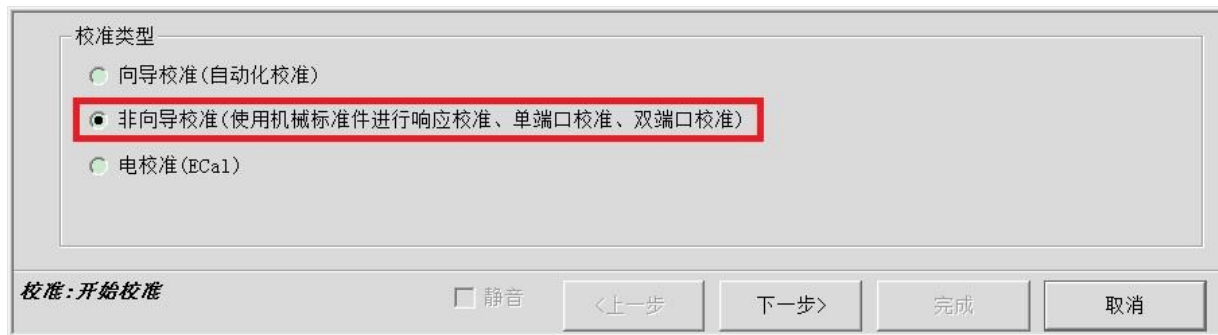


图 7.10 校准类型选择页面

- 2) 点击选择**[全双端口 SOLT]**，点击**[下一步]**。

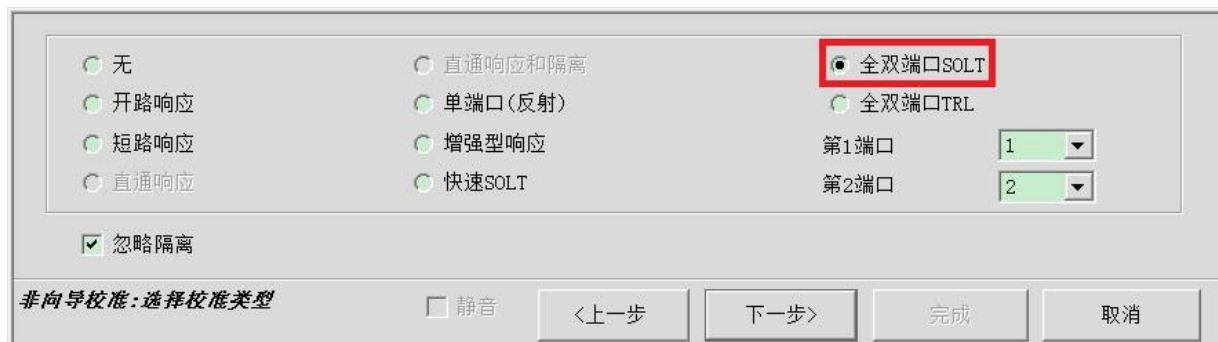


图 7.11 为机械校准选择校准类型

- 3) 如果需要改变校准件，点击[选择校准件]按钮，显示选择校准件对话框，完成校准件选择后点击[确定]按钮关闭对话框。

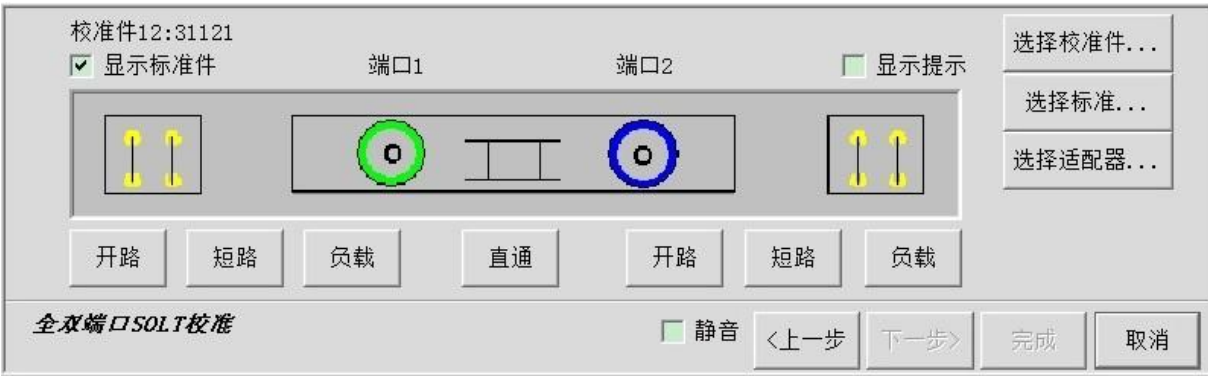


图 7.12 校准对话框



图 7.13 校准件选择对话框

- 4) 如果需要设置校准标准，点击[选择标准]按钮，显示类信息对话框，设置完成后点击[确定]按钮关闭对话框。



图 7.14 类信息对话框

- 5) 当进行非插入器件（被测件两端口为双阴或者双阳或者接头类型不一致）测试校准时，可以使用未知直通校准来消除适配器带来的误差。点击**[选择适配器]**按钮，将被测件两端口均设置成 3.5mm Male，并选择好校准件，在**[直通或适配器]**下拉菜单中选择**未知直通**。点击**[确定]**，完成设置。

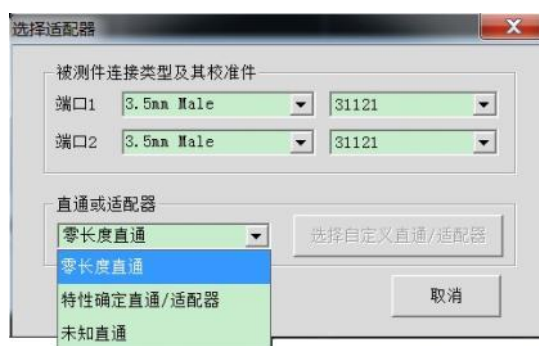


图 7.15 适配器选择对话框

- 6) 进行标准的测量，点击图 7.12 中的**[开路]**、**[短路]**、**[负载]**、**[直通]**，点击**标准件类型及接口形式**下方按键（此处因所选择校准件类型不同而显示不同），完成后点击**[确定]**。如果需

7 校准

7.3 校准向导

要限定校准频率范围，在[最小频率]和[最高频率]输入框内进行修改。完成相关测量后，校准对话框中的对应标准按钮变成绿色。



图 7.16 多标准件测量对话框

7) 所有校准完成后点击校准对话框的[下一步]，进入图 7.9 保存用户校准集页面。



图 7.17 非插入校准对话框

注意

1、正确选择校准标准以获取最高校准精度

在多标准件测量对话框中，显示的连接器的类型为校准标准的连接器的类型，而非测试端口的连接

器类型，为了获得最高的校准精度，必须正确选择校准标准。

2、可选择的校准类型与当前激活通道的测量参数有关

如测量参数为 S_{11} 时，不能选择直通响应及直通响应和隔离校准。

7.4 高精度的测量校准

校准的精度由选择的校准类型、校准件的质量和校准过程决定，本节主要讨论如何进行高精度的校准。

1) 测量参考平面

绝大多数的测量都不是将被测件直接连接到分析仪的端口上，更多的可能是通过测试夹具或电缆来连接。如果要获得最高的测量精度，必须在被测件的连接点进行校准，这个点称为测量参考平面。如果在测量参考平面上进行校准，与测量组成（如电缆、测试夹具和分析仪端口和参考平面间的适配器）相关的误差通过校准被测量并去除。

2) 使用错误的校准件带来的影响

正常情况下，校准件中的校准标准与被测件的连接器类型相同，但在有些情况下，可能没有与被测件连接器类型相同的校准件，如被测件端口为 2.4mm，分析仪和校准件的连接器类型为 3.5mm。如果使用 2.4mm 校准件进行校准，再连接 2.4mm/3.5mm 的适配器进行测量，因为在校准过程中不包含适配器，在测量特别是反射测量时会引入明显的测量误差。如果使用的校准件与校准过程中指定的校准件不同，同样会降低校准的精度，精度降低的程度取决于指定校准件与实际使用校准件间的差别。

3) 内插测量的精度

当仪器设置状态与校准时不同时，分析仪可以自动内插校准数据，这时会导致测量精度无法预测，测量精度可能显著下降，也可能不受影响，必须根据实际情况来确定测量误差。当两个测量点增加的相移超过 180° 时，由于分析仪不能内插出正确的相位数据，会显著降低测量精度。总的来说，在下列情况下，内插导致测量精度下降的几率会增加：

- 当增加测量点间的频率跨度时。
- 当测量点间的频率跨度特别大时。
- 当测量频率很高，特别是在 10GHz 以上时。

4) 功率电平的影响

为了获得最高的误差修正精度，执行校准后不要改变功率电平。不过在与校准时衰减器设置相同的状态下改变功率电平，S 参数测量的精度降低很少，如果改变了衰减器的设置，误差修正的精度会进一步下降。

5) 系统阻抗

菜单路径：**[系统]→[配置]→[系统阻抗...]**。

在**阻抗**框输入系统阻抗值，点击**[确定]**按钮关闭对话框。

注 意

当进行非 50Ω 阻抗器件如波导器件的测量时，必须选择对应阻抗的校准件。在校准时，系统根据校准件的阻抗进行端口阻抗设置并校准。且校准后，系统阻抗与校准件阻抗绑定，系统阻抗设置对话框中的阻抗不再起作用。

6) 端口延伸

校准后连接附加的电缆、适配器或夹具，会导致测量参考平面的改变而引入附加的相移，这时可以使用端口延伸功能来补偿附加的相移。端口延伸是补偿校准平面和被测件平面之间附加相移最简单的方法，但不补偿校准平面和被测件平面间路径的损耗和失配，因此应当尽量减小损耗和失配，获得最高的测量精度。设置端口延伸的方法请参考“6.5 提高相位测量精度”中“设置端口延伸”部分。

7) 正确进行隔离校准

全双端口校准的隔离校准部分修正端口间的串扰误差，当需要进行高插入损耗测量如滤波器的带外抑制、开关的隔离度时才需要进行隔离校准。当串扰信号非常接近分析仪的噪声基底时，隔离校准测量会在误差模型中引入噪声，因此为了提高校准精度，应该：

- 只有必要时才进行隔离校准。
- 使用窄中频带宽。
- 使用扫描平均减小噪声。

在进行隔离校准测量时，需要在分析仪的测试端口连接负载，为了获得最高的校准精度，最好在两个测量端口上同时连接负载进行隔离校准测量，如果只有一个负载，可以在非测量端口连接一个匹配非常好的器件。

7.5 测量误差

理解测量误差的来源和如何进行误差修正有助于提高测量的精度，因为在测量中无论多么仔细，仍存在一定程度的不确定性。用分析仪进行测量时，存在以下三种误差：漂移误差、随机误差和系

统误差。

- 漂移误差.....350
- 随机误差.....350
- 系统误差.....351

7.5.1 漂移误差

- 漂移误差是由于校准之后仪器或测试系统性能改变产生的。
- 仪器内部互连电缆的热膨胀特性以及微波混频器特性改变是引起漂移误差的主要原因，漂移误差可以通过重新校准来消除。
- 测试环境决定了精确校准保持的时间，稳定的环境温度能将漂移误差减小到最小。

7.5.2 随机误差

随机误差不可预测，不能通过校准来消除，但是可以用一些方法来减小它们对测量结果的影响，随机误差主要包括以下三种：

1) 仪器随机噪声误差

- a) 分析仪内部元器件的电扰动会产生随机噪声，这些电扰动主要包括：
 - 由于接收机宽带的本底噪声引起的低电平噪声。
 - 高电平噪声或数据迹线的抖动，主要是由仪器内部本底噪声和本振源相位噪声引起的。
- b) 可以通过以下方法减小随机噪声误差：

- 增加输入到被测件的源功率。
- 减小中频带宽。
- 使用扫描平均。

2) 开关重复性误差

分析仪中采用开关来切换源衰减器的设置，开关动作时，有时触点闭合会异于上次动作闭合的状态，当出现这种情况时，将严重影响测量精度，因此在高精度测量中，避免改变衰减器设置减小开关重复性误差。

3) 连接器重复性误差

连接器磨损会导致其电性能的改变，采用正确的连接器保养方法能减小连接器重复性误差。

7.5.3 系统误差

系统误差是由于分析仪硬件特性的不理想引起的，这种误差是可重复的（因此可以预测），并假设不随时间改变。通过校准可以确定系统误差，测量时通过数学计算来消除这些误差。

系统误差并不能完全消除，由于校准过程的局限性，总有一些残留误差，校准后的残留系统误差主要来自：

- 校准标准的不理想
- 连接器连接
- 互连电缆
- 仪器本身

所有的测量都受动态精度和频率误差的影响，对于反射测量，有关的残留误差为：

- 有效方向性

- 有效源匹配
- 有效反射跟踪

对于传输测量，相关的残留误差为：

- 串扰
- 有效负载匹配
- 有效传输跟踪

1) 方向性误差

分析仪用定向耦合器或电桥来做反射测量，理想耦合器的耦合端只有反射信号输出到接收机进行测量。实际上，将有少量的入射信号通过耦合器的主路泄漏到耦合端口，这会在测量时引起方向性误差，分析仪通过如下方法确定和减小方向性误差：

- 在校准时，将负载连接到测量端口，并认为负载端口不发生反射。
- 耦合端口的输出信号就是泄漏的误差信号。
- 在反射测量时减去方向性误差信号。

2) 串扰误差

理想情况下，只有通过被测件的传输信号到达接收机，实际上有少量的信号通过分析仪中的其它路径到达接收机，这部分信号称为串扰信号，分析仪通过如下方法确定和减小串扰误差：

- 校准时在端口 1 和端口 2 同时连接负载。
- 测量接收机中测量的信号就是分析仪内的泄漏信号。
- 在传输测量时误差修正去除串扰误差。

3) 源匹配误差

理想情况下在反射测量时，测量接收机接收从被测件反射回的所有信号，实际上，从被测件反射回来的一部分信号又被测量端口反射回被测件，这部分信号测量接收机是测量不到的，这会引起源匹配误差，分析仪通过如下方法确定和减小源匹配误差：

- 校准时将短路器连接到测量端口，接收机测量来自短路器反射的信号，将测量值保存到分析仪里。
- 将开路器连接到端口，接收机测量来自开路器反射的信号，将测量值保存到分析仪里。
- 分析仪将测量值和开路器、短路器的已知值进行比较，确定源匹配误差项。
- 在进行反射和传输测量时通过误差修正去除源匹配误差。

4) 负载匹配误差

理想的传输测量，测量接收机接收通过被测件的传输信号，实际上，有一部分信号被测试端口反射而无法测量，这就会引起负载匹配误差，分析仪通过如下方法确定和减小负载匹配误差：

- 将端口 1 和端口 2 连接到一起进行零长度直通。
- 当源在 1 端口时，A 接收机中的测量信号中包括端口 2 的反射信号，当源在端口 2，B 接收机中的测量信号包括端口 1 的反射信号，这样就可以确定负载匹配误差。
- 在进行反射和传输测量时通过误差修正去除源匹配误差。

5) 反射跟踪误差

反射测量是通过比较 A 与 R1 或 B 与 R2 接收机中的信号进行的，这称为比值测量。对于

理想的反射测量，A 与 R1 或 B 与 R2 接收机的频响应该是完全相同的。实际上这是不可能的，这就会引起反射跟踪误差，是由各种测试偏差引起的矢量和误差，误差的幅度和相位都会随频率变化，这些偏差主要由以下的原因引起：

- 信号分离器件。
- 测试电缆与适配器。
- 参考和测试信号路径间的差异。

分析仪通过如下方法确定和减小反射跟踪误差：

- 校准时将短路器连接到测量端口，接收机测量来自短路器反射的信号，将测量值保存到分析仪里。
- 将开路器连接到端口，接收机测量来自开路器反射的信号，将测量值保存到分析仪里。
- 分析仪将测量值和开路器、短路器的已知值进行比较，确定源匹配误差项。
- 在进行反射和传输测量时通过误差修正去除反射跟踪误差。

6) 传输跟踪误差

传输测量是通过比较 A 与 R2 或 B 与 R1 接收机中的信号进行的，这称为比值测量。对于理想的传输测量，A 与 R2 或 B 与 R1 接收机的频响应该是完全相同的。实际上这是不可能的，这就会引起传输跟踪误差，是由各种测试偏差引起的矢量和误差，误差的幅度和相位都会随频率变化，这些偏差主要由以下的原因引起：

- 信号分离器件。
- 测试电缆与适配器。
- 参考和测试信号路径间的差异。

分析仪通过如下方法确定和减小传输跟踪误差：

- 将端口 1 和端口 2 连接到一起进行零长度直通。
- 测量 A 与 R2 或 B 与 R1 接收机中的信号。
- 通过比较两个接收机中的信号确定传输跟踪误差。
- 在进行传输测量时通过误差修正去除传输跟踪误差。

7.6 编辑校准件定义

编辑校准件对话框用来编辑校准件的定义或创建用户自定的校准件。

● 校准件定义.....	356
● 自定义校准件.....	356
● 创建校准件.....	357
● 编辑校准件.....	358
● 编辑校准件对话框.....	360
● 增加连接器对话框.....	362
● 类信息对话框.....	364
● 增加标准对话框.....	365
● 开路器对话框.....	365
● 短路器对话框.....	367
● 负载对话框.....	368
● 直通/传输线/适配器对话框.....	369

7.6.1 校准件定义

校准件中的每个标准（用标准件 ID 代表）都是特定的、精确定义的物理器件，例如 31121 校准件中的 ID1 是一个 3.5mm 阳头开路器。标准件有五种基本类型：开路器、短路器、负载、直通件/适配器/空气线及数据模型标准，每种类型都有特定的模型结构，模型中描述了标准件的数字、物理特征。绝大多数校准件中都有一组适配器，它们都是相位精确匹配的。可以使用校准件以外其它的校准标准，不过必须首先定义标准件的特性。

7.6.2 自定义校准件

有时可能需要编辑校准件定义文件或创建用户自定义的校准件。虽然对于大多数的测量应用来说，使用默认的校准件模型已经可以进行足够精确的校准，但是在下面的几个测量应用中，需要用户创建自定义的校准件：

- 连接器类型与校准件模型中的定义不一致。
- 使用与校准件定义中不同的标准，例如可以使用三个不同的偏移短路器代替开路器、短路器和负载执行单端口校准。
- 提高预定义校准件模型的精度，当模型能更好的描述标准的实际特性时，校准会更精确。

例如将负载的阻抗值该为实际值 50.1Ω 而不是定义中的 50Ω 。

当创建用户自定义的校准件时，必须首先定义连接器的类型，如 N 型、3.5mm、2.4mm 等，虽然允许定义不止一种连接器类型，但最好限制每种校准件只有一种连接器类型。如果连接器有阴头和阳头之分，必须分别进行定义。

7.6.3 创建校准件

- 1) 点击 **【校准】**，在校准子菜单中点击**【编辑校准件...】**，显示**编辑校准件**对话框。
- 2) 点击**【插入新校准件】**按钮，显示**编辑校准件**对话框：
 - a) 在**校准件名称**框输入自定义校准件的名称。
 - b) 点击**接头形式**区的**【增加】**按钮，显示**增加连接器**对话框。
- 3) 在**增加连接器**对话框中：
 - a) 在**名称**框输入接头的名称。
 - b) 在**接头形式**区选择校准件的连接器类型：**【阴头(Female)】**、**【阳头(Male)】**或**【无性(No Gender)】**。
 - c) 在**频率范围**区设置连接器的最小和最大工作频率范围。
 - d) 在**阻抗**区**【Z0】**框输入连接器的特性阻抗值，如 50Ω。
 - e) 在**介质**框选择连接器的介质类型：**同轴或波导**。
 - f) 检查输入无误后点击**【确定】**按钮关闭对话框，以后不能对接头的内容进行编辑。
 - g) 如果想增加另外一种极性的连接器，在**编辑校准件**对话框的**接头形式**区点击**【增加】**按钮，重复上面的步骤完成连接器的添加。
- 4) 在**编辑校准件**对话框中点击**标准**框下的**【增加】**按钮，显示**增加标准**对话框，选择要增加的标准：**【开路器】**、**【短路器】**、**【负载】**、**【直通】**、**【适配器】**、**【传输线】**，点击**【确定】**按钮关闭**增加标准**对话框，同时显示所选择标准的编辑对话框。
- 5) 在**标准**（如开路器）的编辑对话框中，完成标准的定义数据输入，对于带限的标准件，其

7.6 编辑校准件定义

频率范围可能不同于连接器的工作频率范围，根据实际输入标准件的最小和最大频率，设置完成后点击**[确定]**按钮关闭对话框。

- 6) 重复 4)和 5)完成自定义校准件中所有标准的定义。

7.6.4 编辑校准件

- 1) 点击 **[校准]**，在校准子菜单中点击**[编辑校准件...]**，显示**编辑校准件**对话框。
- 2) 在对话框中点击选择要修改的校准件。
- 3) 点击**[编辑校准件]**按钮，显示**编辑校准件**对话框编辑校准件。



图 7.18 编辑校准件对话框

- 4) **[打开]**按钮

打开校准件列表及校准件定义文件。

5) **【另存为】按钮**

将当前的校准件列表及校准件定义另存为一个文件。

6) **【恢复全部校准件】按钮**

重新安装网络分析仪默认的所有校准件。

7) **安装校准件区**a) **【导入校准件】按钮**

调用**打开**对话框导入在硬盘或其他驱动器上的校准件定义。

b) **【另存为】按钮**

打开**另存为**对话框保存选择的校准件定义。

c) **【插入新校准件】按钮**

打开**编辑校准件**对话框创建一个新的校准件定义。

d) **【编辑校准件】按钮**

显示**编辑校准件**对话框修改选择的校准件定义。

e) **【删除校准件】按钮**

删除选择的校准件定义。

f) **【恢复校准件】按钮**

恢复对所选择校准件的修改，到厂家的默认状态。

g) **【^】、【v】按钮**

点击**【^】**、**【v】**按钮选择校准件。

7.6.5 编辑校准件对话框



图 7.19 编辑校准件对话框

1) 校准件标识区

a) 【校准件 ID】框

对于已存在的校准件，显示或编辑(插入新校准件)校准件的 ID 编号。

b) 【校准件名称】框

显示或编辑校准件的名称。

c) 【校准件描述】框

显示或编辑校准件的特性描述。

2) 接头形式区



图 7.20 更改连接器名称对话框

a) **【接头】框**

点击**【接头】**框或**箭头**按钮选择连接器类型。

b) **【增加】按钮**

点击**【增加】**按钮显示**增加连接器**对话框增加校准件的新连接器类型。

c) **【修改】按钮**

显示如下的**更改连接器名称**对话框修改连接器的名称。

3) **类区**a) **【校准方法】框**

点击**【校准方法】**框选择类分配的校准方法。

b) **【编辑类】按钮**

点击**【编辑类】**按钮显示**类信息**对话框进行校准件的类设置。

4) **标准区**a) **【校准件】框**

显示分析仪当前支持校准件的 ID、名称和描述。

b) **【增加】按钮**

7.6 编辑校准件定义

显示**增加标准**对话框进行新增校准标准的定义。

c) **【编辑】**按钮

点击**【编辑】**按钮显示**校准标准(如开路器、短路器、负载、直通/空气线/适配器)**对话框

修改选择的校准标准的定义。

d) **【删除】**按钮

删除选择的校准标准的定义。

e) **【删除全部】**按钮

删除校准件中全部校准标准的定义。

f) **【^】**、**【v】**按钮

用来选择校准件的校准标准。

7.6.6 增加或修改连接器对话框



图 7.21 增加或修改连接器对话框

1) 特性区

a) 【名称】框

定义校准件连接器的名称。

b) 【描述】框

定义校准件连接器的特征描述。

2) 频率范围区

a) 【最小频率】框

定义校准时校准标准允许使用的最低频率。

b) 【最大频率】框

定义校准时校准标准允许使用的最高频率。

3) 接头形式区

选择校准标准连接器接头的极性：【阳头(Male)】、【阴头(Female)】、【无性(No Gender)】。

4) 阻抗区

定义校准标准的特性阻抗。

5) 介质区

定义校准标准的介质：【同轴】或【波导】。

6) 波导特性

定义波导的截止频率和高宽比。

7.6.7 类信息对话框



图 7.22 类信息对话框

1) 校准件类区

选择要编辑或观察的校准类别。

2) [>>]、[<<]按钮

[>>]、[<<]按钮用来增加或删除选择校准类的校准标准，在未选标准框中选择校准标准，点击[>>]按钮将选择的标准加到已选标准框中，在已选标准框中选择校准标准,点击[<<]按钮删除校准类的校准标准。

3) [^]、[v]按钮

[^]、[v]按钮用来调整已选标准框中校准标准的排列顺序，在校准过程中，已选标准框中的校准标准都会在多标准件测量对话框中出现，需要根据测量端口的阴阳极性和测量的频率范围选择对应的校准标准。

在已选标准框中选择校准标准，点击[^]或[v]按钮改变校准标准的排列顺序，这在下面测量应用中非常有用：一个校准类需要多个校准标准来覆盖整个频率范围，已选标准框中标准的

排列顺序与**多标准件测量**对话框中校准标准的排列一致。

7.6.8 增加标准对话框



图 7.23 增加标准对话框

校准件支持的标准包括**[开路器]**、**[短路器]**、**[负载]**、**[直通]**、**[适配器]**、**[传输线]**及**[数据模型标准]**。

7.6.9 开路器对话框



图 7.24 开路器对话框

1) 特性区

a) **【标准 ID】**框

用来显示或编辑标准的序号。

b) **【名称】**框

用来显示或编辑标准的名称。

c) **【描述】**框

用来显示或编辑标准的特征描述。

2) 频率范围区

a) **【最小频率】**框

定义校准时开路器可以工作的最低频率。

b) **【最大频率】**框

定义校准时开路器可以工作的最高频率。

3) 连接器区

定义开路器连接器的极性: **阳头、阴头或无极性。**

4) 开路特性区

【C0】、【C1】、【C2】或【C3】用来定义开路器的边缘电容。

5) 延时特性区

a) **【延时】**框

定义从校准平面到标准的单向传输时间。

b) **【损耗】**框

定义校准标准由于趋肤效应引起的能量损耗，单位为 ohms/S，对应的频率为 1GHz。

计算损耗时，分别测量校准标准在 1GHz 处的损耗和延时，并使用下面的公式进行计

算：

$$Loss(\frac{\Omega}{S}) = \frac{Loss(dB) \times Z_0(\Omega)}{4.3429(dB) \times Delay(S)}$$

c) **【阻抗】**框

定义标准的阻抗。

7.6.10 短路器对话框

图 7.25 短路器对话框

1) **短路特性区**

[L0]、**[L1]**、**[L2]**和**[L3]**用来定义短路器的残留电感。

7.6.11 负载对话框



图 7.26 负载对话框

1) 负载类型区

a) 【固定阻抗】单选框

选中时指定负载的类型为固定负载。

b) 【滑动阻抗】单选框

选中时指定负载的类型为滑动负载。

c) 【特定阻抗】单选框

选中时指定负载有不同于系统阻抗 Z0 的阻抗值，只有选中【特定阻抗】时，复阻抗区的设置才有效。

2) 复阻抗区

a) **【实部】**框

定义阻抗的实部。

b) **【虚部】**框

定义阻抗的虚部。

7.6.12 直通/传输线/适配器对话框



图 7.27 直通/空气线/适配器对话框

1) 连接器区

【端口 1】、**【端口 2】**框定义两个标准端口连接器的类型。

7.6.13 数据模型标准



图 7.28 数据模型标准对话框

1) 更新标准的数据区

[导入文件]实现对标准数据文件的读取。

7.7 校准标准

本节主要介绍校准件的基本原理和校准件定义文件中的一些术语。

1) 校准件

校准件由一套称为校准标准的物理器件组成，每个标准随频率变化的幅度和相位响应都精确已知或可以预知。为了使分析仪能够使用这些校准标准的定义，每个标准的响应值必须使用数学的方法进行定义，然后组织成与分析仪使用的误差修正模型对应的校准类。

2) 校准标准

校准标准提供了分析仪在进行误差修正测量时的参考基准，每个标准的电延时、阻抗、损

耗等特性都已进行了精确的定义。分析仪存储这些定义并通过它们来计算误差模型中的各误差项。在校准时，分析仪测量这些校准标准的响应，通过比较测量值和模型的已知值，就得到各误差项。在测量时通过称为误差修正的数学运算过程去除这些误差项对测量结果的影响。

3) 校准标准的类型

校准标准有 4 种类型，对应不同的标准定义结构或形式，这 4 种校准标准类型如下：

校准标准	终端阻抗
开路器	$\infty \Omega$
短路器	0Ω
负载	系统阻抗
直通/空气线/适配器	无终端阻抗

4) 校准标准的定义

校准标准的定义描述了标准的电特性和它们可以使用的频率范围，包括：

a) 最小频率

指定校准时标准可以使用的最低频率。

b) 最大频率

指定校准时标准可以使用的最高频率。

c) Z0

指定标准的特性阻抗，不是系统的特性阻抗，也不指标准的终端阻抗。

d) Delay

指定定义的校准标准和实际的校准平面间传输线的均匀长度。

e) 类型

指定校准标准的类型：开路器、短路器、负载、直通/空气线/适配器。

f) Loss

指定由于趋肤效应引起的能量损耗。

g) 损耗模型的定义

损耗的单位为 ohms/S, 对应的频率为 1GHz。计算损耗时, 分别测量校准标准在 1GHz 处的损耗和延时, 并使用下面的公式进行计算:

$$Loss(\frac{\Omega}{S}) = \frac{Loss(dB) \times Z_0(\Omega)}{4.3429(dB) \times Delay(S)}$$

h) 开路器边缘电容模型

在高频段, 由于边缘电容的影响, 开路器很少有理想的反射特性, 其相移随频率变化, 这些影响是不可消除的。但开路器的模型中定义了边缘电容, 该电容模型是一个以频率为函数三次多项式, 多项式的系数由开路器的实际特性确定, 边缘电容模型等式为:

$$C = (C0) + (C1 \times F) + (C2 \times F^2) + (C3 \times F^3) \quad (F \text{ 是测量频率})。$$

i) 短路器残留电感模型

在高频段, 由于残留电感的影响, 短路器很少有理想的反射特性, 其相移随频率变化, 这些影响是不可消除的。但短路器模型定义了边缘电感, 该电感模型是一个以频率为函数的三次多项式, 多项式的系数由开路器的实际特性确定, 残留电感模型等式为:

$$L = (L_0) + (L_1 \times F) + (L_2 \times F^2) + (L_3 \times F^3) \quad (F \text{ 是测量频率})。$$

7.8 TRL 校准

TRL (Thru-Reflect-Line) 校准包括一系列的校准技术, 如 TRM(Thru-Reflect-Match)。TRL 校准通过测量两个传输标准和一个反射标准来确定 12 项误差系数, 而传统的 SOLT 校准通过测量一个传输标准 (T) 和三个反射标准 (SOL) 来确定同样多的误差系数。

1) 为何要进行 TRL 校准

TRL 校准非常精确, 在有些情况下比 SOLT 校准还要精确, 不过支持 TRL 的校准件很少。当要求很高的测量精度, 并且没有与被测件连接器类型相同的校准件时, 例如使用夹具进行测量或使用探针进行晶片上测量时, 经常需要进行 TRL 校准。此时, 必须构建和定义与被测件介质相同的校准件, 而制造 3 个 TRL 标准比制造 4 个 SOLT 标准要更容易。TRL 校准的一个不足是当进行宽带校准时必须使用多个传输线标准, 例如 2GHz ~ 26GHz 频段需要两个传输线标准, 而在低频段, 传输线标准会特别长。

2) TRL 校准标准

TRL 校准件中需要定义三个标准: 直通标准、反射标准和传输线标准。

a) 直通标准

直通标准可以是零长度或非零长度, 零长度直通因为没有损耗和特征阻抗要更精确一些。直通标准的电延时不能与传输线标准相同, 如果精确的定义了其相位和电长度, 可以用它在校准时建立测量参考平面。

b) 反射标准

反射标准可以是有高反射系数的任何物理器件，连接到两个测量端口反射标准的特性必须完全相同。在校准时并不需要知道标准件反射的幅度，但必须知道相位，而且其电长度必须在 $1/4$ 波长以内。如果精确的定义了反射标准的幅度和相位，可以用它来建立测量参考平面。

c) 传输线标准

传输线标准用来建立校准后的测量参考阻抗，TRL 校准由于传输线标准的限制存在以下不足：

- 传输线标准必须与直通标准的阻抗相同。
- 传输线标准的电长度不能与直通标准相同。
- 传输线标准在整个频率范围内必须有适当的电长度，在每个频率点，传输线标准与直通标准的相位差必须大于 20° 小于 160° ，因此实际单根传输线能覆盖的频率范围为 8: 1。为了覆盖更宽的频率范围，需要多个传输线标准。
- 在低频段，传输线标准会特别长，传输线标准的最优长度为频率跨度几何平均频率（起始频率 \times 终止频率的平方根）的 $1/4$ 波长。

d) 匹配标准

当所需长度或损耗的传输线不能制造时，可以使用匹配标准来代替传输线。

- 匹配标准为连接到端口上的低反射终端。
- 在 TRL 校准的误差系数计算时，将匹配标准作为高损耗、无限长度的传输线。

- 匹配标准的阻抗变为测量的参考阻抗。

7.9 夹具补偿校准

夹具仿真器功能提供用户在数学意义上对网络的端口阻抗转换、双端口夹具的去嵌入、匹配电路嵌入及四端口夹具嵌入/去嵌入功能。用户可以用它来模拟生产应用中基于测量结果的多种测量情形，能快速、实时地模拟相应的测量结果。端口阻抗转换可以将端口阻抗为 50Ω 的测量结果转换为任意阻抗值的测量结果。双端口夹具去嵌入功能能够去除测量端面 and DUT 端面之间由 Touchstone 数据文件定义的任意网络的特性，从而可以延伸相应的校准面。匹配电路嵌入功能将原始测量结果转换为在 DUT 和测试端口（单端）之间插入匹配电路的条件下确定的一个特定的模拟结果。四端口夹具嵌入/去嵌入功能可以实现对四端口夹具的模拟嵌入/去嵌入操作，以得到被测件在嵌入/去嵌入部分网络后的仿真结果。

● 夹具仿真器术语.....	376
● 使能夹具仿真功能.....	377
● 夹具仿真处理顺序.....	377
● 匹配电路嵌入.....	378
● 双端口夹具去嵌入.....	382
● 端口阻抗转换.....	384
● 四端口夹具嵌入/去嵌入.....	386

整个夹具仿真器的处理流程如图 7.29 所示。

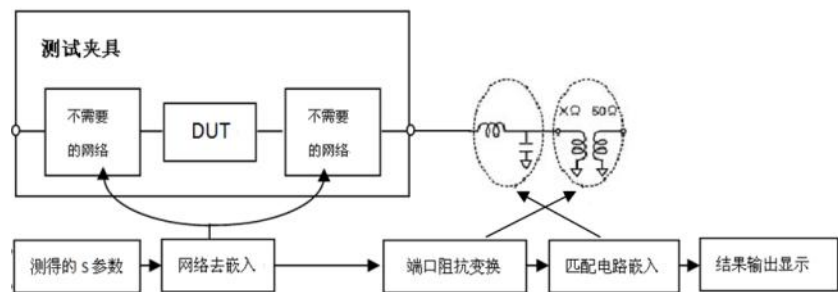


图 7.29 夹具仿真器处理流程

提示

S参数

实现此部分功能，必须首先获得夹具或匹配电路的S参数，S参数通过电路模型或者Touchstone数据文件的形式体现。利用已知夹具的S参数，来实现对夹具的嵌入/去嵌入。

7.9.1 夹具仿真器术语

- 夹具
存在于被测件和电缆之间的，用来固定被测件的器件被称作夹具。夹具嵌入和去嵌入的关键是获取夹具的 S 参数，而确定夹具的 S 参数很难。现有可行方法中，一种方法是用线性仿真对夹具建模或用三维电磁结构仿真；另一种方法是用端口延伸技术确定夹具的损耗和时延。
- Touchstone 数据文件（SnP 文件）
EEsoft 公司在没有被 HP 公司收购前，创造的数据格式，或更广泛的称为 S2P 格式。当其扩展至多端口时，通常被称为 SnP 文件，n 代表端口数。其保存的是 n 个端口对应的 S 参数数据。
- 电路参数模型
微波元器件及电路设计阶段，通常需要对设计的元器件和电路进行阻抗匹配的设计中。阻

抗匹配设计一般使用用电阻(R)、电感(L)、电容(C)、电导(G)组成共轭匹配的电路。在夹具仿真其中，共轭匹配电路的参数形式被称作电路参数模型。

7.9.2 使能夹具仿真功能

菜单路径：**【校准】→【夹具仿真器】**。在**【夹具仿真器】**子菜单中点击**【夹具使能 on/OFF】**，此选项变为**【夹具使能 ON/off】**，此时，表示**夹具仿真器**功能打开（在此状态下，夹具仿真器的各个分功能才能有效）；默认情况下，此选项为**【夹具使能 on/OFF】**，表示**夹具仿真器**功能关闭。

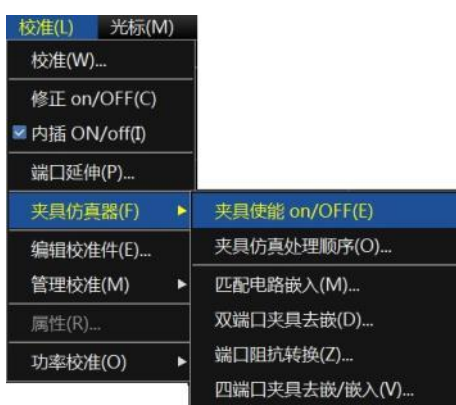


图 7.30 夹具仿真功能使能

7.9.3 夹具仿真处理顺序



图 7.31 夹具仿真功能使能

夹具仿真器使用时，会涉及多个处理功能，默认的处理流程为：端口延伸->双端口夹具去嵌->

匹配电路嵌入->端口阻抗转换->四端口夹具嵌入/去嵌入。用户可以通过夹具仿真处理顺序对话框更改顺序。

菜单路径：**[校准]**→**[夹具仿真器]**。在**[夹具仿真器]**子菜单中点击**[夹具仿真处理顺序...]**，出现夹具仿真处理顺序对话框。通过更改对应编号的下拉菜单，实现对夹具仿真处理顺序的更改。

7.9.4 匹配电路嵌入

此功能将原始测量结果转换为在 DUT 和测试端口（单端）之间插入匹配电路的条件下确定的一个特性。要插入的匹配电路或是从五个预定的电路模型中选择，或是由二端口 Touchstone 文件中定义的指定任意电路提供。

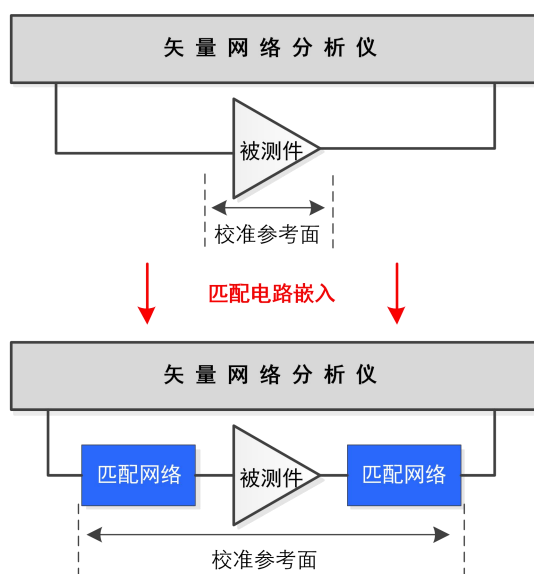


图 7.32 匹配电路嵌入示意图

1) 匹配电路嵌入对话框

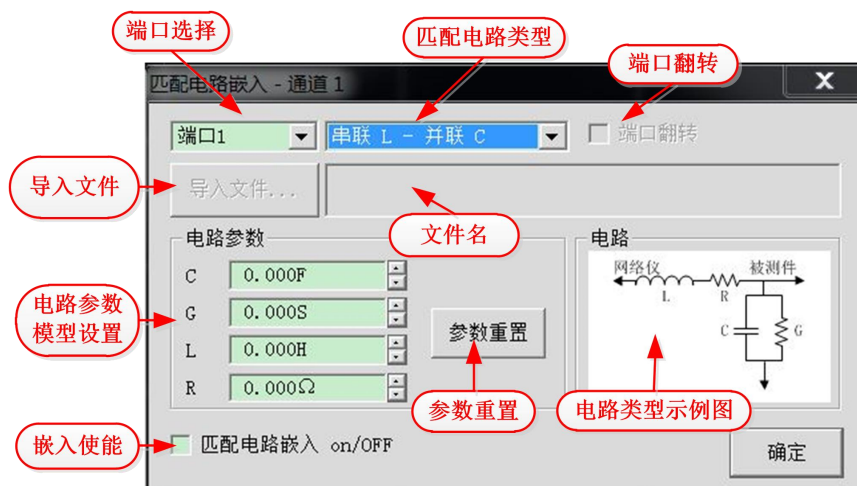


图 7.33 匹配电路嵌入界面

a) 【端口选择】下拉菜单

选择匹配电路嵌入到网络仪的端口号。

b) 【匹配电路类型】下拉菜单

选择嵌入的匹配电路类型。网络仪提供无（不嵌入电路）、5 种电路参数模型及 S2P 文件导入格式供选择。当选择不同类型时，在【电路】栏中，会有不同的示例图显示。



图 7.34 【匹配电路类型】下拉菜单

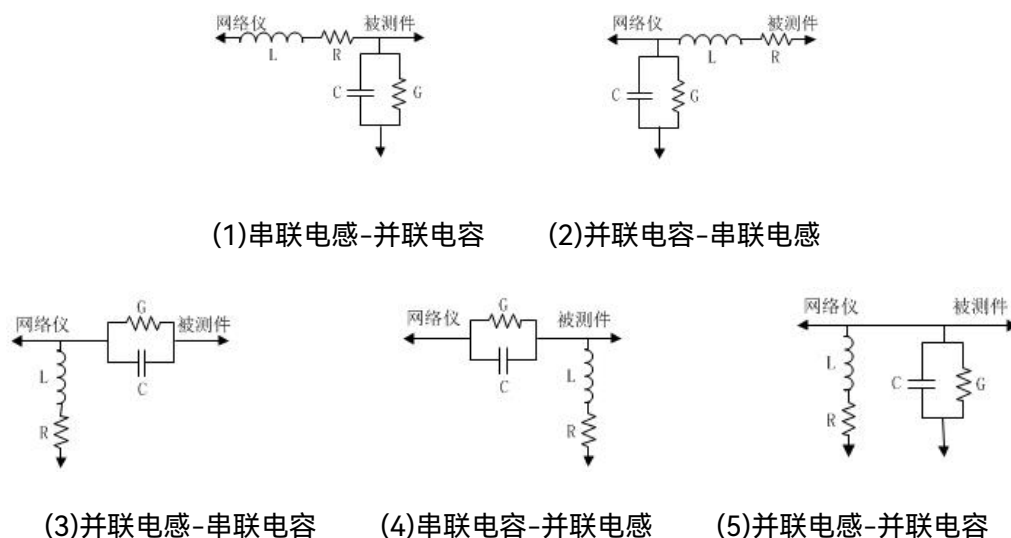


图 7.35 嵌入匹配电路的 5 种电路参数模型

c) 【导入文件】按钮

此按钮默认状态为不可用。当【匹配电路类型】下拉菜单选择为【用户】时，此按钮变为可用。点击此按钮，在弹出的对话框中选择需要导入夹具 S 参数的 **S2P** 文件。当选择文件后，【导入文件】按钮右侧的框中显示导入的文件名。

d) 【端口翻转】复选框

此复选框默认状态为不可用。当【匹配电路类型】下拉菜单选择为【用户】时，此复选框变为可用。点击此复选框，将使导入的 **S2P** 文件的端口号翻转。

e) 【电路参数模型设置】编辑框

此类编辑框默认状态为不可用。当【匹配电路类型】下拉菜单选择为 5 种电路参数模型之一时，此类编辑框变为可用。修改此类编辑框中的参数，将改变对应电路参数模型中的相关参数数值。

f) **【参数重置】**按钮

此按钮默认状态为不可用。当**【匹配电路类型】**下拉菜单选择为 5 种**电路参数模型**之一时，此按钮变为可用。点击此按钮，将使**【电路参数模型设置】**编辑框中的内容全部复位。

g) **【匹配电路嵌入 on/OFF】**复选框

复选时，打开匹配电路嵌入功能。

h) **【确定】**按钮

点击确认按钮，此对话框中的设置对当前激活通道有效。

2) **匹配电路嵌入的步骤**

菜单路径：**【校准】→【夹具仿真器】**，在**【夹具仿真器】**子菜单中点击**【匹配电路嵌入...】**，显示**匹配电路嵌入**对话框。

在对话框中勾选**【匹配电路嵌入 on/OFF】**按钮,打开匹配电路嵌入功能。

点击**【端口选择】**下拉菜单，选择匹配电路嵌入的端口。

在端口选择下拉菜单右侧的下拉菜单中，选择嵌入电路的类型，网络仪提供 5 种嵌入**电路参数模型及自定义模式**，示例图在**电路框**中显示。

当电路类型为**电路参数模型**时，在相应的**电路参数**栏，编辑相应的**电容、电感、电阻、电导**数值，当点击**【参数重置】**时，参数恢复默认数值。当电路类型选择**用户**时，**【导入文件】**按钮变为可用状态，点击**【导入文件】**按钮，在弹出的对话框中选择要使用的 **S2P** 文件，文件名即显示在旁边的方框中，此时**【端口翻转】**复选框功能打开，点击此复选框，则自定义 **S2P** 文件中的端

口翻转。

点击**[确定]**完成设置。

7.9.5 双端口夹具去嵌入

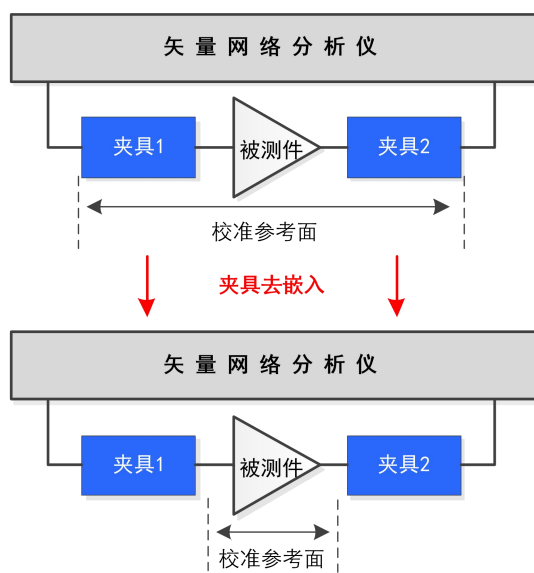


图 7.36 夹具去嵌入示例图

网络去嵌入功能能够去除测量端面和 DUT 端面之间由 Touchstone 数据文件定义的任意网络的特性，从而可以延伸相应的校准面。

1) 双端口夹具去嵌入对话框



图 7.37 双端口夹具去嵌入界面

a) 【端口选择】下拉菜单

选择需要去嵌入夹具的网络仪端口号。

b) 【去嵌入类型】下拉菜单

在端口选择下拉菜单右侧的下拉菜单中，选择去嵌入类型，网络仪提供**用户**模式的去嵌入类型。当选择不同类型时，示例图显示部分会有变化。

c) 【导入文件】按钮

此按钮默认状态为不可用。当【去嵌入类型】下拉菜单选择为**用户**时，此按钮变为可用。

点击此按钮，将弹出对话框提示选择导入夹具 S 参数的 **S2P** 文件。当选择文件后，【**导入文件**】按钮右侧的框中显示导入的文件名。同时，在网络仪端口及文件的频率范围显示栏，会更新相关的最大/最小频率显示。

d) 【端口翻转】复选框

此复选框默认状态为不可用。当【去嵌入类型】下拉菜单选择为**用户**时，此复选框变为可用。点击此复选框，将使导入的 **S2P** 文件的端口号翻转。

e) **【夹具去嵌 on/OFF】**复选框

复选时，打开双端口夹具去嵌入功能。

f) **【确定】**按钮

点击确认按钮，此对话框中的设置对当前激活通道有效。

2) **双端口夹具去嵌入的步骤**

菜单路径：**【校准】→【夹具仿真器】**，在**【夹具仿真器】**子菜单中点击**【双端口夹具去嵌...】**，显示**双端口夹具去嵌**对话框。

在对话框中勾选**【夹具去嵌 on/OFF】**按钮,打开双端口夹具去嵌入功能。

点击**【端口选择】**下拉菜单，选择需要去嵌入夹具的端口。

在端口选择下拉菜单右侧的下拉菜单中，选择去嵌入类型，网络仪网络仪提供**用户**模式的去嵌入类型。

当去嵌入类型选择**用户**时，**【导入文件】**按钮变为可用状态。点击**【导入文件】**按钮，在弹出的对话框中选择要使用的**S2P**文件，文件名即显示在旁边的方框中。在下方的网络仪频率信息和文件频率信息会有更新。

点击**【端口翻转】**复选框功能，则自定义**S2P**文件中的端口翻转。其相应的示例图会有相应改变。

点击**【确定】**完成设置。

7.9.6 端口阻抗转换

可以将端口阻抗为系统阻抗的测量结果转换为任意阻抗值的测量结果。

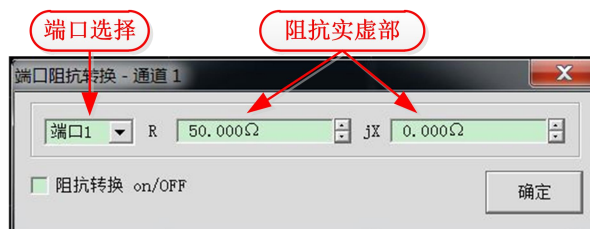


图 7.38 端口阻抗转换界面

1) 端口阻抗转换对话框

a) 【端口选择】下拉菜单

选择需要进行阻抗转换的网络仪端口号。

b) 【阻抗实虚部】编辑框

修改此类编辑框中的参数，将设置想要转换到的阻抗数值。

c) 【阻抗转换 on/OFF】复选框

复选时，打端口阻抗转换功能。

d) 【确定】按钮

点击确认按钮，此对话框中的设置对当前激活通道有效。

2) 端口阻抗转换的步骤

菜单路径：【校准】→【夹具仿真器】，在【夹具仿真器】子菜单中点击【端口阻抗转换...】，显示端口阻抗转换对话框。

在对话框中勾选【阻抗转换 on/OFF】按钮，打开端口阻抗转换功能。

点击【端口选择】下拉菜单，选择进行阻抗转换的端口。

在 R（阻抗实部）和 jX（阻抗虚部）编辑框中编辑需要转换的阻抗实、虚部。

点击**[确定]**完成设置。

7.9.7 四端口夹具嵌入/去嵌入

可以实现对四端口夹具的模拟嵌入/去嵌入操作，以得到被测件在嵌入/去嵌入部分网络后的仿真结果。

1) 四端口夹具嵌入/去嵌入对话框

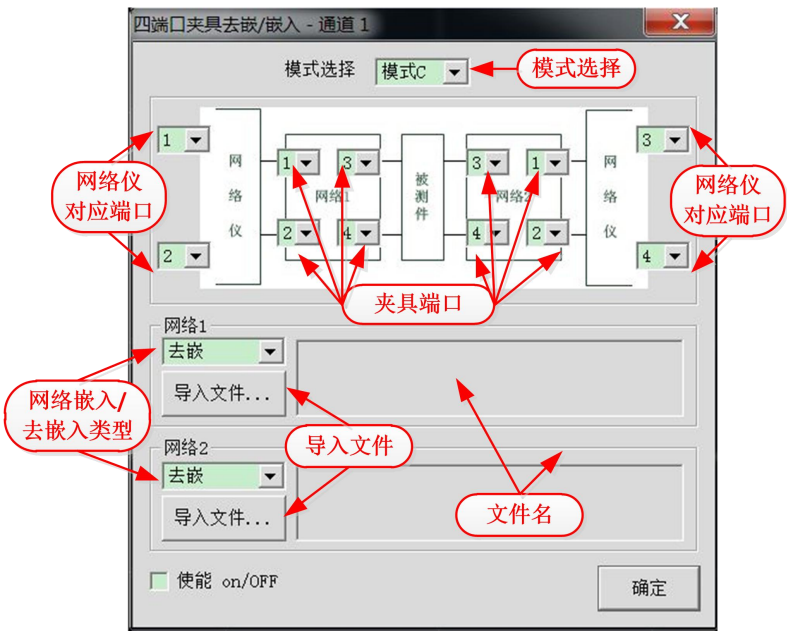
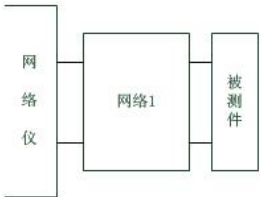


图 7.39 四端口夹具嵌入/去嵌入界面

a) **[模式选择]**下拉菜单

选择夹具嵌入/去嵌入的模式。矢量网络分析仪提供 3 中网络模型（模式 A、B、C）。



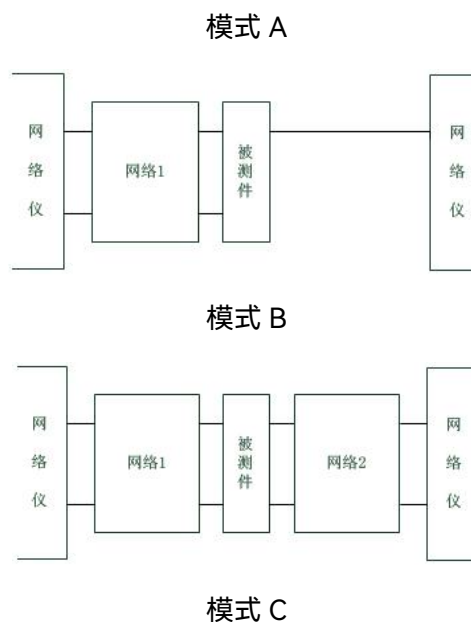


图 7.40 夹具嵌入/去嵌入的 3 种模式

b) 【网络嵌入/去嵌入类型】下拉菜单

网络 1（当选择**模式 C** 时，**网络 2** 打开）的下拉菜单中，第一个下拉菜单为网络嵌入/去嵌入类型选择。下拉菜单包括**无**、**去嵌**、**嵌入**共 3 种选择。

c) 【导入文件】按钮

点击此按钮，将弹出对话框（如图 7.26 所示）提示选择导入夹具 S 参数的 **S4P** 文件。

当选择文件后，【导入文件】按钮右侧的框中显示导入的文件名。

d) 【端口选择】下拉菜单

端口选择部分包括网络仪对应端口和夹具对应端口，其中夹具端口下拉菜单在默认状态下不显示。当选择相应的模式及网络嵌入/去嵌入类型时，会在示例图上显示出来。

通过选择相应的端口对应关系，来确定嵌入/去嵌入的端口号及与导入文件的端口对应关系。

e) **【使能 on/OFF】**复选框

复选时，打开夹具嵌入/去嵌入功能。

f) **【确定】**按钮

点击确认按钮，此对话框中的设置对当前激活通道有效。

2) **四端口夹具嵌入/去嵌入的步骤**

菜单路径：**【校准】→【夹具仿真器】**，在**【夹具仿真器】**子菜单中点击**【四端口夹具去嵌/嵌入...】**，

显示**四端口夹具去嵌/嵌入**对话框。

在对话框中勾选**【使能 on/OFF】**按钮，打开四端口夹具嵌入/去嵌入功能。

点击**模式选择**下拉菜单，选择嵌入/去嵌入的网络模型。矢量网络分析仪提供 3 中网络模型

(模式 A、B、C)。

在**网络 1**（当选择**模式 C** 时，**网络 2** 打开）的下拉菜单中选择网络 1 的嵌入/去嵌入类型。

当网络为**嵌入**或**去嵌**时，**【导入文件】**按键可用。点击**【导入文件】**按钮，在弹出的对话框中选择要使用的 **S4P** 文件，文件名即显示在旁边的方框中。

点击**【确定】**完成设置。

7.10 电子校准

电子校准是通过网络仪对电子校准件多个标准测量，并与电子校准件标准定标值计算，得到系统误差的过程。电子校准能够提供与机械校准相近的校准精度。同时，它大大减小了矢量网络分析仪校准操作中由于连接测量标准导致的人为误差，从而提高了校准精度、校准速度和校准结果的一致性，同时也可减小测试端口和昂贵测试电缆的损耗。

每个电子校准件具有自己唯一的 S 参数并且保存在内部存储器中。校准时，矢量网络分析仪调用该电子校准件的标准 S 参数并通过复杂的测量和计算获取本机的矢量误差系数。

与机械校准相比，电子校准具有明显的优势：

- 1) 校准速度快，操作自动化。一次连接即可完成全部校准，减少校准件连接次数、减化菜单按钮选择操作、节省大量时间的同时，也减少了对连接头的磨损，可以降低维修测试仪器测试端口连接器和校准件连接头的成本。
- 2) 校准风险低，测量精度高。对操作人员要求比较低，可以降低操作人员可能引入误差的机会，有利于矢量网络分析仪在科研、生产中的推广与普及。
- 3) 校准技术新，校准质量高。采用的新型校准与误差修正技术，使其校准精度高于一般机械校准。



图 7.41 四端口网络仪与电子校准件连接

提示

电子校准件及电子校准：

关于此部分的更多内容请参考《2040X 电子校准件用户手册》。

注 意**电子校准注意事项：**

1. 请勿在 USB 接口正在通讯时断开连接或者插拔、连接 USB 接口设备；校准刚刚结束时，也不要马上拔下 USB 电缆，数据通讯可能还没有结束。
2. 校准过程中勿改变电缆连接状态；校准过程中请尽量保证环境温度的稳定，否则会影响校准指标。

电子校准过程如下：

- A、USB 电缆的一端连接到电子校准件的 USB 接口，另一端连接到矢量网络分析仪前面板或者后面板上的 USB 接口，打开矢量网络分析仪预热至少 30 分钟，同时电子校准件的红色等待指示灯会点亮，电子校准件开始预热。双端口电子校准件一般需要预热 10 分钟，四端口通常需要 18 分钟，电子校准件内部达到设定温度后，绿色就绪灯点亮（预热时间与环境温度有关）。
- B、根据被测件的特性，设置矢量网络分析仪的频率范围，中频带宽、功率电平激励信息。
- C、预热结束后，用测试电缆连接电子校准件的端口和矢量分析仪的测试端口，根据矢量网络分析仪的提示执行所需的校准，校准步骤如下：

步骤 1：使用菜单进行校准选择，选择[校准(W)...]



图 7.42 校准菜单

步骤 2：请选择[电校准(ECal)]，点击[下一步]进入电子校准功能。

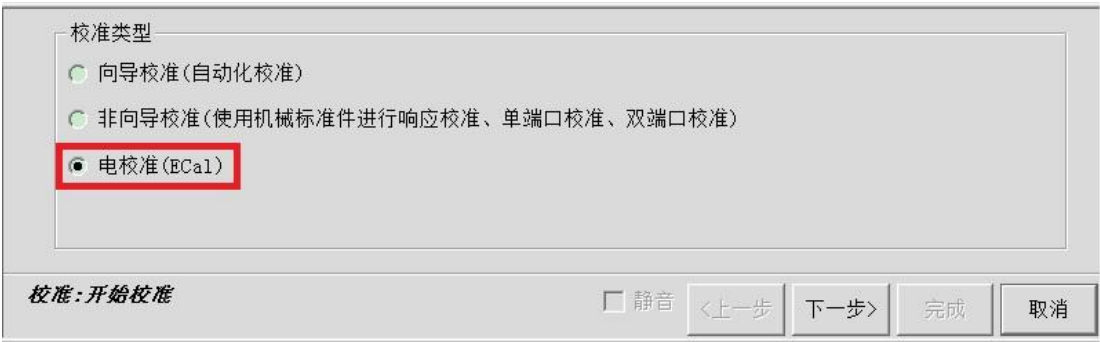


图 7.43 校准类型选择

步骤 3：通过[校准件选择...]按键，进行电子校准件的模块及表征数据的选择，如下图所示。



图 7.44 电子校准页面

7 校准

7.10 电子校准



图 7.45 校准件及表征数据选择

注意

电子校准件及表征数据选择：

当仅有一个电子校准件连接到矢量网络分析仪上时，可不进行校准件选择，直接进行下面的校准步骤。

步骤 4：通过[校准类型选择]下面的选项进行选择可以进行多端口或单端口校准，如下图所示。



图 7.46 校准端口设置

步骤 5：勾选[自动检测校准件端口]功能

在校准选择组合框的还可以选择是否勾选“自动检测校准件端口”功能，如果勾选此项（默认），则网络仪能够检测电子校准件的端口与网络仪的测量端口的连接情况，如下图所示；如果不勾选此项，网络仪直接按用户设定的连接方式进行校准。（如果网络仪设置的频率测量范围超过电子校准件的频率范围就会有下图的提示信息，需要退出窗口重新设置校准频段，再重复电校准过程。）



图 7.47 自动检测校准件端口连接选项

步骤 6：点击[测量]进行电子校准的测量过程。必要时，可以点击[中断扫描]按键来中断扫描。



图 7.48 中断扫描

步骤 7：测量完成后，自动进入图 7.9 所示的保存用户校准集界面，点击[完成]，保存校准结果。

步骤 8：校准完成后可以把测试电缆对接后看直通曲线（S21），能够大致看到校准是否成功。

在一个硬件性能较好的网络仪上能够看到直通曲线的幅度都在正负 0.2dB 之内将测试电缆从电子校准件端口上取下，连接被测件，即可开始测量。

8 网络测量基础

本章介绍包括以下内容:

●	反射测量.....	395
●	相位测量.....	399
●	放大器参数说明.....	403
●	复阻抗.....	406
●	群时延.....	408
●	绝对输出功率.....	413
●	AM-PM变换.....	
4		5
●	线性相位偏差.....	417
●	反向隔离.....	420
●	小信号增益和平坦度.....	422

8.1 反射测量

反射测量是网络测量的重要组成部分，我们首先讨论什么是反射测量，为了更好的理解反射测量，我们用光波模拟行波沿传输线传播的情形：

当入射光遇到某种光学元件如透镜时，一部分光被反射离开透镜，但大部分光通过透镜继续传输，如果光学元件的表面是镜面，大部分光将被反射，只有很少的光或没有光继续传输。

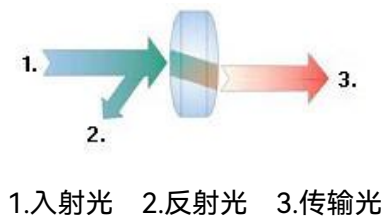


图 8.1 光的反射和传输

对于射频信号，当两个连接器件的阻抗不同时就会发生反射。反射测量就是测量反射信号和入射信号间的比值关系。分析仪用 R 接收机测量入射信号，用 A 接收机测量反射信号，因此反射测量经常表示为 A 与 R 的比值 (A/R) 我们可以用 A 和 R 接收机信号的幅度和相位信息完全量化表征被测件的反射特性。在 S 参数术语中， S_{11} 表示被测件端口 1 (输入端口) 的反射， S_{22} 示被测件端口 2 (输出端口) 的反射。进行反射测量的目的是确保射频能量有效的传输，如果能量被反射，就意味着有很少的能量被传输到希望到达的地方，另外，如果反射的能量太大，可能会烧毁器件，如输出功率放大器。

● 反射测量的表达	396
● 反射测量表达总结	
3	9
	8

8.1.1 反射测量的表达

在进行反射测量时，根据想要了解的内容，反射数据能用多种方式表达。不同的表达方式都是根据同样的反射测量数据计算出来的，每一种表达方法能用一种或多种图形格式显示出来，详细信息请参见“4.7 选择数据格式和比例”。

8.1.1.1 回波损耗

表示反射数据最容易的方式是回波损耗，回波损耗是一个标量，单位为 dB。回波损耗是反射信号和入射信号之间的 dB 差值，当阻抗完全匹配时，回波损耗为无穷大，对于开路、短路或无损的电抗电路，回波损耗为 0dB。例如，在分析仪上使用对数格式进行测量时，显示的反射测量数据为-18dB，表示回波损耗时，忽略负号，说器件有 18dB 的回波损耗。

8.1.1.2 驻波比

两组波在同一根传输线上沿相反的方向传输时就会引起驻波，这种情况可以用电压驻波比 (VSWR 或简写为 SWR) 表示。SWR 定义为在给定频率上最大射频包络电压与最小射频包络电压

的比值，是一个标量，当阻抗完全匹配时，SWR 等于 1，对于开路、短路或无损的电抗电路为无穷大。

8.1.1.3 反射系数

另一种表示反射测量的方法是反射系数 (Γ)， Γ 包括幅度和相位信息， Γ 的幅度部分称为 ρ ，反射系数是反射电压与入射电压的比值， ρ 的取值范围为 $0 \sim 1$ 。当传输线用特性阻抗进行端接时，所有的能量都传递给负载，没有能量被反射， $\rho = 0$ 。当传输线用开路器或短路器进行端接时，所有的能量都被反射， $\rho = 1$ ， ρ 没有单位。

现在讨论反射的相位信息。在高频时，当信号的波长比导体的长度小时，可以将反射波理解为与入射波沿相反方向传输的波，入射和反射波组合就会产生驻波现象，引起电压包络的幅度随着传输线的位置改变。

当传输线用特征阻抗进行端接时，没有反射信号，能量沿传输线向一个方向传输，所有入射信号的能量都传递给负载，如下图所示：

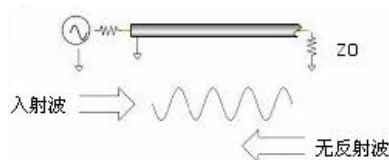


图 8.2 用负载端接的传输线的信号传输

当传输线用短路器端接时，所有的能量被反射回信号源，反射波的幅度等于入射波的幅度 ($\rho=1$)，短路器两端的电压等于 0，因此短路点反射的电压波与入射的电压波 180° 反相，电压彼此抵消。

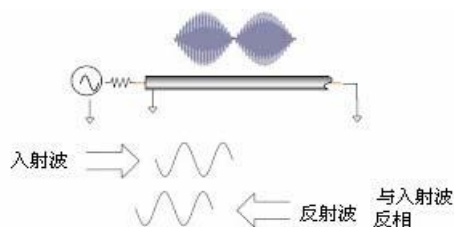


图8.3 用短路器端接的传输线的信号传输

当传输线用开路器端接时，所有的能量被反射回信号源，反射波的幅度等于入射波的幅度 ($\rho = 1$)，开路器中无电流流过，反射的电压波与入射的电压波同相。

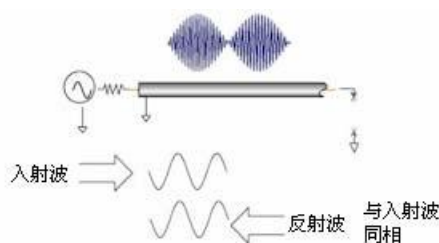
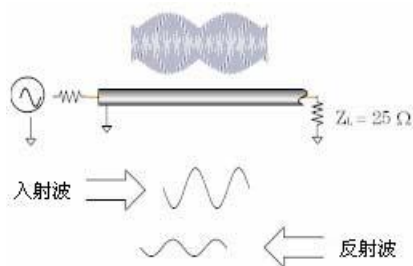


图 8.4 用开路器端接的传输线的信号传输

当传输线用 25Ω 电阻端接时，一部分能量被吸收，一部分能量被反射回信号源。反射波的幅度是入射波的 $1/3$ ，电压在电阻处 180° 反相，两者的相位关系沿传输线随着与端接电阻的距离变化而改变。驻波图形的波谷不再趋于零，波峰也要比开路器和短路器的要小。

图 8.5 用 25Ω 电阻端接的传输线的信号传输

8.1.1.4 阻抗

阻抗是表示反射数据的另外一种方式，关于阻抗的详细信息请参见“4.7选择数据格式和比例”中的“史密斯圆图格式”部分。

8.1.2 反射测量表达总结

各种表达反射的数据都是根据相同的测量数据计算出来的，它们之间的关系如图8.6所示：

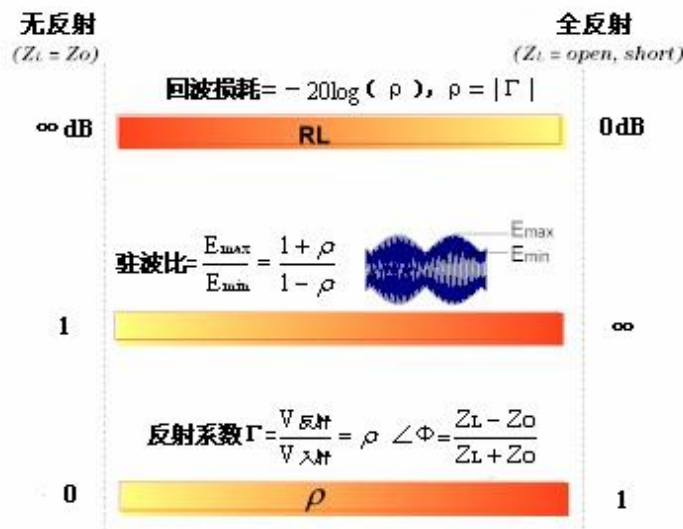


图8.6 各种反射表达之间的关系

8.2 相位测量

8.2.1 什么是相位测量

同时了解被测件的幅度和相位信息对于高水平的器件集成是非常重要的。同幅度测量一样，相位测量也是利用S参数来完成的。相位测量是相对（比值）测量而不是绝对测量，测量时将进入器件信号（入射信号）的相位与器件响应信号的相位进行比较，响应信号既可以是反射信号也可以是传输信号。假定分析仪已进行过精确校准，则两个信号之间的相位差（即相移）便是被测件相位特性的测量结果，下图显示了可以通过示波器观察到的入射信号与传输信号之间的相移。

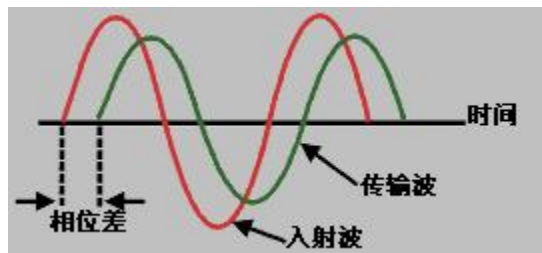


图 8.7 信号间的相移

8.2.2 为什么进行相位测量

相位测量是矢量网络分析仪的一项重要测量功能，图8.8列出了对幅度和相位进行精确测量的原因。

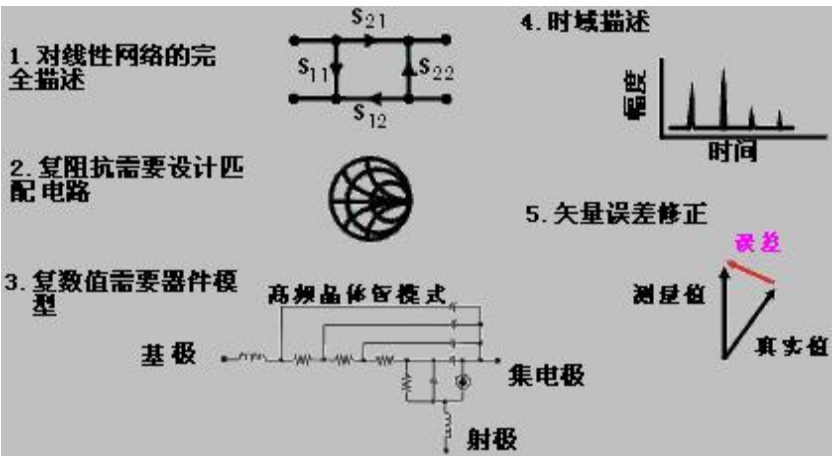


图 8.8 进行精确幅度和相位测量的原因

当元件和电路用在通信系统中传输信号时，不允许产生超过正常限度的信号失真，信号失真包括以下两类：

- 1) 线性失真：指的是随频率变化在所关注的频段内不能保持平坦的幅度和线性相移。
- 2) 非线性失真：指电路会产生新的频谱分量，例如AM-PM的转换。

精确测量元器件或电路的幅度和相位特性非常重要，可以确保这些电路有效的传输或吸收能量，防止传输的信号失真，对天线的复阻抗进行测量便是一个防止失真的好实例。

8.2.3 使用分析仪的相位格式

分析仪的相位格式显示相位随频率或功率的变化，分析仪不能测量参考信号与响应信号间大于 $\pm 180^\circ$ 的相差，当相位值在 $+180^\circ$ 与 -180° 之间变化时，分析仪显示锯齿形的相位测量轨迹。锯齿波形并不是总能到达 $+180^\circ$ 和 -180° ，这是因为测量是在离散的频率点上进行的， $+180^\circ$ 和 -180° 处的数据点可能不在扫描测量点中。

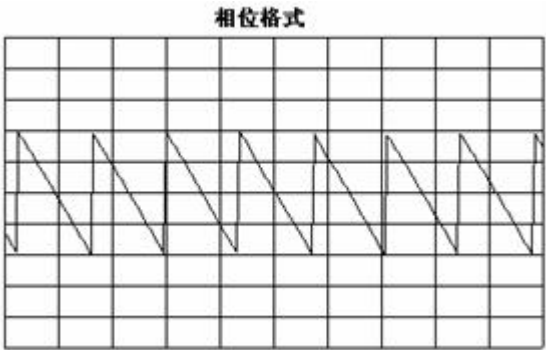


图 8.9 分析仪的相位格式

8.2.4 相位测量的类型

- 1) 复阻抗：复阻抗数据如电阻、电抗、幅度和相位可以通过测量S11和S22确定，复阻抗数据可以利用史密斯圆图和极坐标格式进行观察，详细信息请参见“8.4 复阻抗”。
- 2) AM-PM变换：AM-PM变换测量由于系统幅度变化而产生的不希望出现的相位偏离，定义为输入到放大器的功率增加1dB时输出相位的变化，单位是“度/dB”，在1dB增益压缩点处进行测量，详细信息请参见“8.7 AM-PM变换”。
- 3) 线性相位偏离：测量被测件所产生的相位失真。理想情况下，被测件的相移和频率成线性关系，相对于理论相移而产生的偏差量称为线性相位偏离（也叫相位线性度），详细信息请参见“8.9线性相位偏离”。
- 4) 群时延：群时延是另一种测量器件相位失真的方法，群时延测量特定频率的信号通过器件的渡越时间，分析仪根据所测相位响应的导数计算群时延，详细信息请参见“8.5 群时延”。

8.2.5 线性相位偏离与群时延

线性相位偏离和群时延都是测量器件的相位信息，但二者是用于不同目的的测量。

- 1) 线性相位偏离测量的优点：
 - a) 噪声比群时延小。
 - b) 可以更好的表征传输调相信号器件的特性，此时以相位为单位比以秒为单位更合适。
- 2) 群时延测量的优点：
 - a) 比线性相位偏离更容易解释相位失真现象。

8.2 相位测量

- b) 能最精确的表征被测器件的特性。因为在测量群时延时，分析仪计算相位纹波的斜率，相位纹波斜率取决于单位频率内的纹波数量，将具有相同相位波纹峰峰值的相位响应进行比较，更大的相位斜率响应会导致：更大的群时延变化和更大的信号失真。

8.3 放大器参数说明

本节讨论以下放大器的测量参数：

8.3.1 增益

增益是放大器的输出功率（输出到特性阻抗负载）与输入功率（由特性阻抗源输出）之比，可

用下面的公式计算增益：

$$\tau = \frac{V_{\text{trans}}}{V_{\text{inc}}}$$

$$\text{Gain (dB)} = -20 \log_{10} |\tau|$$

$$\text{Gain (dB)} = P_{\text{out}} \text{ (dBm)} - P_{\text{in}} \text{ (dBm)}$$

在小信号情况下，放大器的输出功率和输入功率是成正比的，小信号增益是在线性区内的增益。随着输入信号功率电平逐渐增大，放大器进入饱和状态，输出功率达到极限从而引起增益下降，大信号增益是在非线性区的增益，详细信息请参见“附录5 放大器增益压缩测量”。

8.3.2 增益平坦度

增益平坦度指在放大器工作频率范围内的增益变化，详细信息请参见“8.10 小信号增益和平坦度”。

8.3.3 反向隔离

反向隔离测量输出端与输入端之间的传输，类似于增益测量，只是激励信号加到放大器的输出端，详细信息请参见“8.9 反向隔离”。

8.3.4 增益漂移随时间（温度，偏置）的变化

指的是当所有其他参数保持不变时，增益随时间的最大变化值，它是一个关于时间的函数。也

8.3 放大器参数说明

可以测量与其他参数有关的增益漂移，如增益随温度、湿度和偏置电压的偏移。

8.3.5 线性相位偏差

指的是与线性相移间的偏离量，理想情况下，放大器的相移是频率的线性函数。详细信息请参见“8.8 线性相位偏离”。

8.3.6 群时延

群时延测量信号通过放大器的渡越时间，是一个与频率相关的函数。理想的线性相移随频率具有恒定的变化速率，此时群时延是一个常量，实际测量时通过下面的公式计算群时延：

$$\begin{aligned}\tau_g(\text{sec}) &= - \frac{\Delta \theta}{\Delta \omega} \\ &= - \frac{1}{360} * \frac{\Delta \theta}{\Delta f}\end{aligned}$$

详细内容请参见“8.5 群时延”。

8.3.7 回波损耗（驻波比， ρ ）

回波损耗在输入或输出端口测量放大器相对于系统阻抗 Z_0 的反射匹配，测量时通过下面的公式计算回波损耗：

$$\begin{aligned}\Gamma &= \frac{V_{\text{refl}}}{V_{\text{inc}}} = \rho \angle \theta \\ \text{Reflection coefficient} &= \rho \\ \text{Return loss (dB)} &= -20 \log_{10} \rho \\ \text{SWR} &= \frac{1+\rho}{1-\rho}\end{aligned}$$

8.3.8 复阻抗

器件反射能量的大小与器件的复阻抗有关，复阻抗由电阻分量和电抗分量组成，可以通过系统特征阻抗和反射系数得到，如下面的公式所示：

$$\begin{aligned} Z &= \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} * Z_0 \\ &= -R + jX \end{aligned}$$

详细信息请参见“[8.4 复阻抗](#)”。

8.3.9 AM-PM 转换系数

AM-PM 变换测量由于放大器输入信号幅度变化所引起的输出信号相位的变化量，AM-PM 变换的单位是“度/dB”，在 1dB 增益压缩点进行测量，详细信息请参见“[8.7 AM-PM 转换](#)”。

8.4 复阻抗

在对被测件进行 S11 或 S22 测量时，可以观察复阻抗数据，如串联电阻、串联电抗以及阻抗的相位和幅度信息，复阻抗数据可以利用史密斯圆图或极坐标格式进行观察。

8.4.1 什么是复阻抗

复阻抗数据可以通过被测件的 S11 或 S22 测量结果确定，被测件反射功率的大小与器件和测量系统的阻抗值都有关。例如，只有当器件和系统的阻抗完全相同时，复反射系数（ Γ ）才为 0（也就是说，从源到负载的功率传输效率最高）。每一个 Γ 值都对应唯一的器件复阻抗值，复阻抗是频率的函数。

$$Z_L = [(1 + \Gamma) / (1 - \Gamma)] Z_0$$

式中 Z_L 为被测器件阻抗， Z_0 为测量系统的特性阻抗。史密斯圆图和极坐标格式最适合用于进行阻抗测量，详细信息请参见“4.7 选择数据格式和比例”中“史密斯圆图格式”和“极坐标格式”部分。

8.4.2 提高阻抗测量精度

- 1) 当使用满刻度值为 1 时，史密斯圆图格式是最容易理解的。
- 2) 当在史密斯圆图或极坐标格式中使用光标时，使用离散光标模式可以获得更高的测量精度。
- 3) 反射测量的不确定度受以下因素影响：
 - a) 方向性
 - b) 反射跟踪
 - c) 源匹配

d) 负载匹配

当使用全双端口校准时，可以减小这些因素的影响，如果被测件的输出端接高质量的负载时，单端口校准也可以提供同样的测量精度。

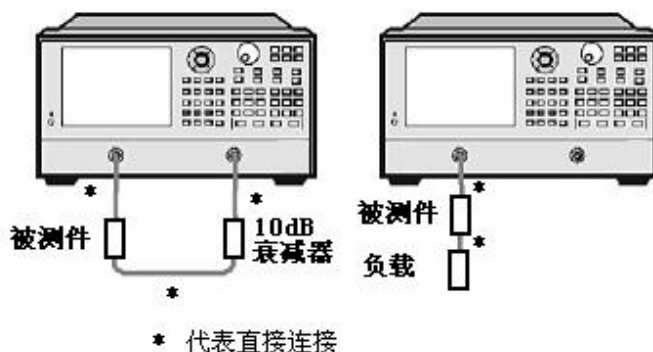


图 8.10 阻抗测量连接

- 1) 单端口校准后如果在分析仪的两个端口之间连接被测件，推荐在被测件的输出端连接10dB的衰减器提高测量精度，如果已进行全双端口校准，不必连接此衰减器，因为全双端口校准修正了负载匹配误差。
- 2) 单端口校准后如果只连接双端口器件到分析仪的一个端口，必须在器件的输出端口连接高质量的负载（如校准件中的负载标准）。

8.4.3 复阻抗测量的步骤

- 1) 复位分析仪。
- 2) 对分析仪进行设置、校准。
- 3) 如上图8.10连接器件，进行 S11 或 S22 测量。
- 4) 观测阻抗数据：

8.5 群时延

- a) 选择史密斯圆图格式。
 - b) 对显示的测量结果设置比例以便进行最佳观察。
 - c) 打开光标，沿着轨迹移动光标读取需要数据点复阻抗的电阻和电抗分量。
 - d) 打印或存储数据。
- 5) 观察导纳数据（如果需要）：
- a) 打开光标，选择光标格式为 $G+jB$ 读取导纳数据。
 - b) 对显示的测量结果设置比例以便进行最佳观察。
 - c) 沿着轨迹移动光标读取需要数据点复导纳的电导和电纳分量，电导和电纳的单位为西门子（S）。
 - d) 打印或存储数据。
- 6) 观察反射系数的幅度和相位：
- a) 选择史密斯圆图或极坐标格式。
 - b) 打开光标，选择光标格式为对数/相位或线性/相位。
 - c) 对显示的测量结果设置比例以便进行最佳观察。
 - d) 沿着轨迹移动光标读取需要数据点的幅度和相位信息。
 - e) 打印或存储数据。

8.5 群时延

群时延测量被测件的相位失真，是信号通过被测件的实际渡越时间，随频率而变化。当说明群时延指标时，一定要指定用于群时延测量的孔径。

8.5.1 什么是群时延

群时延是：

- 1) 器件相位失真的测度。
- 2) 信号通过器件的渡越时间与频率的关系。
- 3) 器件的相位特性对频率的导数。

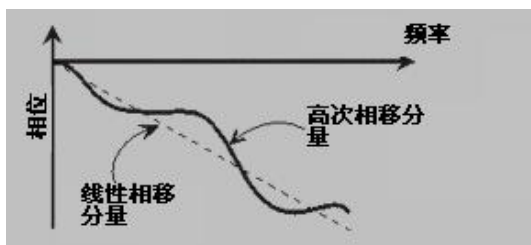


图 8.11 相移与群时延

$$\text{群时延} = \frac{-d\phi}{d\omega} = \frac{-1}{360^\circ} \cdot \frac{d\theta}{df}$$

ϕ 的单位为弧度， ω 的单位为弧度/秒， θ 的单位为度， f 的单位为赫兹。

器件的相位特性中包括线性相移分量和高次相移分量：

- 1) 线性相移分量：代表信号的平均渡越时间，表明了器件的电长度。
- 2) 高次相移分量：代表渡越时间随频率的变化，是引起信号失真的原因。

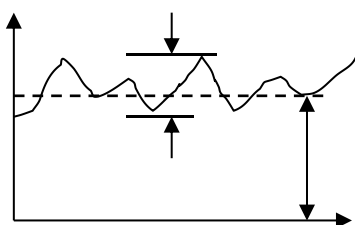


图 8.12 群时延

在群时延测量中：

- 1) 线性相移分量代表平均群时延。
- 2) 高次相移分量代表对平均群时延的偏离（群时延纹波）。
- 3) 正如线性相位偏离将引起失真一样，群时延偏离也将引起信号失真。
- 4) 群时延测量迹线显示了每个频率信号经过被测件所用的时间。

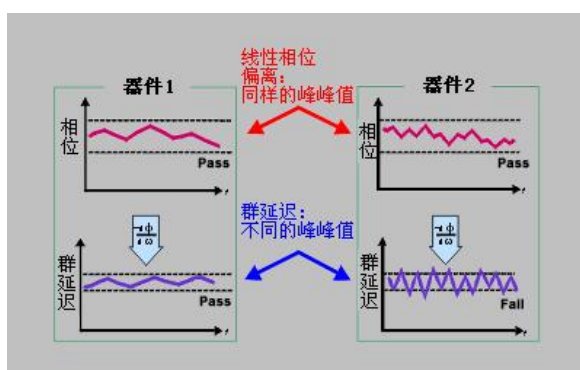
分析仪采用下面的方法计算群时延：

$$\text{群时延} = \frac{-d\phi}{d\omega} = \frac{-1}{360^\circ} \cdot \frac{d\theta}{df}$$

ϕ 的单位为弧度， ω 的单位为弧度/秒， θ 的单位为度， f 的单位为赫兹。

- 1) 根据相位数据求出相位变化 ($-d\phi$)。
- 2) 指定的频率孔径作为频率变化 ($d\omega$)。
- 3) 利用以上两个值，计算出相位随频率变化速率的近似值，这个近似值就是群时延（假定在指定的频率孔径内相位线性变化）。

8.5.2 为什么测量群时延



群时延往往比线性相位偏离能更精确的显示相位失真信息，如图8.13所示：

图8.13 群时延与线性相位偏离比较

- 1) 图的上半部分显示了器件1和器件2的线性相位偏离的测量结果，尽管轨迹的形状不同，但两个器件的线性相位偏离相同。
- 2) 图的下半部分显示了器件1和器件2的群时延测量结果，两个器件的群时延不同，这是因为分析仪根据相位纹波的斜率计算群时延，相位纹波斜率决定于单位频率内的纹波数量。

8.5.3 什么是群时延孔径

测量群时延时，分析仪测量两个相邻频点上的相位，然后计算相位斜率。两个相位测量点之间的频率间隔（频率差值）称为孔径。改变孔径可以得到不同的群时延值，这就是为什么对群时延数据进行比较时，必须知道进行测量时所用的孔径。

分析仪默认的群时延孔径为两个相邻扫描点的频率间隔，可以采用以下两种方法改变孔径的大小：

- 1) 改变测量点数或频率跨度
 - a) 增加点数或减小频率跨度使孔径变窄。
 - b) 减少点数或增大频率跨度使孔径变宽。

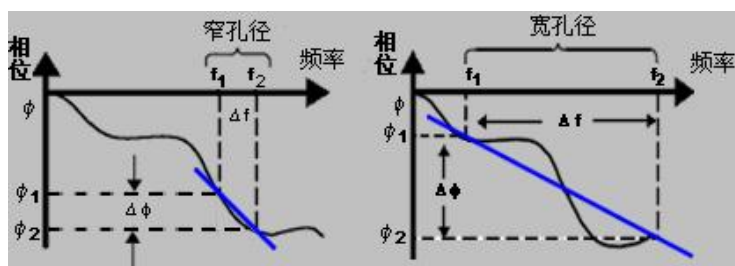


图 8.14 群时延孔径对测量结果的影响

注意

孔径与群时延的关系

若孔径太宽，相邻频点之间的相移大于 180° 时，群时延的计算就会发生错误。

2) 利用分析仪的平滑功能

进行单次扫描，打开平滑功能，改变平滑设置中取值范围的百分比，这样做的效果与改变扫描点之间的频率间隔类似。这种方法允许更宽的群时延孔径，在平滑孔径内可以发生超过 180° 相移。

群时延测量可以在下面的扫描类型下进行：

8.5 群时延

- a) 线性频率
- b) 对数频率
- c) 段扫描

群时延孔径取决于频率间隔和扫描点的密度, 因此在对数频率和段扫描时群时延孔径是变化的。

8.5.4 提高群时延的测量精度

在群时延测量时, 保证相邻测量点之间的相位差小于 180° 是非常重要的, 否则会得到错误的相位和群时延信息, 如图 8.15 所示)。在对长电延时器件进行测量时, 可能出现欠取样现象, 可以通过调节下列设置, 直到测量轨迹不再改变来确保两个相邻点之间的相位差小于 180° 。

- 1) 增加点数
- 2) 减小频率跨度

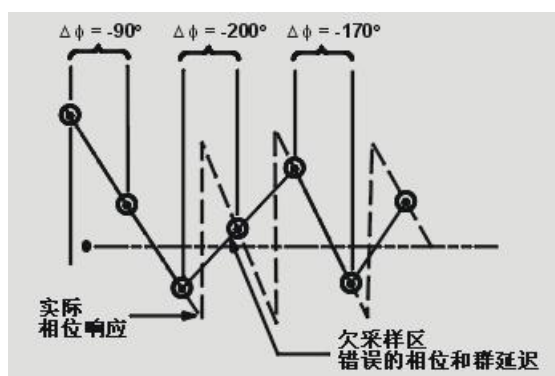


图 8.15 欠采样对群时延测量的影响

频响是群时延测量中的主要误差。进行直通响应校准能显著减小这个误差。为了获得更高的精度, 应进行全双端口校准。对于放大器而言, 响应可能随温度而变化, 测试应在放大器处于所要求的工作温度下进行。

8.5.5 群时延测量步骤

- 1) 复位分析仪, 若被测件是放大器, 则必须调节分析仪的源功率:
 - a) 将分析仪的源功率设定在放大器响应的线性区 (通常至少低于输入 1dB 压缩点 10dB)。
 - b) 如需要的话, 在放大器的输出端口连接衰减器, 使放大器的输出功率充分衰减, 以免

引起分析仪接收端口接收机压缩或烧毁。

- 2) 如图8.16所示连接被测件。



图 8.16 群时延测量连接

- 3) 选择 S21 测量。
- 4) 为被测件选择设置，包括：
 - a) 格式：相位；
 - b) 比例：自动比例；
 - c) 测量点数：选择合适的点数确保不发生欠采样。
- 5) 移去被测件，进行校准。
- 6) 重新连接被测件。
- 7) 设置显示格式为群时延，为测量显示设置比例以便进行最佳观察。
- 8) 利用分析仪的平滑功能来增大孔径，减小迹线上的噪声，同时保持有意义的细节信息，为了增大孔径，可以采取以下步骤：
 - a) 打开分析仪的平滑功能；
 - b) 改变平滑孔径（最大为频率跨度的 25%）。
- 9) 利用光标读取关注频率处的群时延。
- 10) 打印或保存数据。

8.6 绝对输出功率

绝对输出功率是测量显示绝对功率（dBm 或 W）与频率的关系。

8.6 绝对输出功率

8.6.1 什么是绝对输出功率

绝对输出功率测量分析仪接收端口上存在的功率。这个功率是绝对功率，不是以入射功率或源功率为参考（或是比值关系）的。此时在对数幅度格式中，与栅格纵轴相联系的值以 dBm 为单位，dBm 是以 1mW 为参考测出的功率：

$$0\text{dBm} = 1\text{mW}$$

$$-10\text{dBm} = 0.1\text{mW}$$

$$+10\text{dBm} = 10\text{mW}$$

在线性幅度格式中，与栅格垂直轴相联系的值是以 W 为单位。

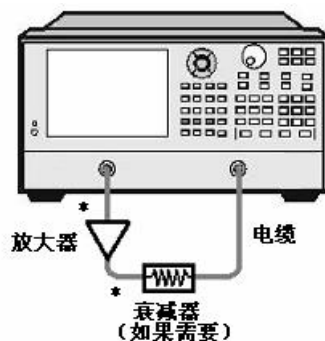
8.6.2 为什么要测量绝对输出功率

当放大器的输出必须用绝对功率，而不是用相对功率测量来表示其大小时，便要测量绝对输出功率，例如，在增益压缩测量时，通常要测量 1dB 压缩时放大器的绝对输出功率。为提高测量精度，必须考虑以下因素：

- 1) 必要时放大器的输出功率应进行充分衰减，输出功率太大可能导致以下结果：
 - a) 超过分析仪接收机的输入压缩电平，导致测量结果不精确；
 - b) 烧毁分析仪的接收机。
- 2) 可以用衰减器或耦合器实现对放大器输出功率的衰减。
- 3) 放大器在不同温度下有不同的响应值，只有当放大器处于所需的工作温度时才能进行测试。

8.6.3 绝对输出功率测量步骤

- 1) 复位分析仪。
- 2) 选择非比值功率测量（源在端口1，B接收机输入）。
- 3) 设置分析仪的源功率为0dBm。
- 4) 按图8.17所示，连接放大器并提供直流偏置。如果必要的话，使用外部衰减器，使放大器



的输出功率充分衰减，以免引起分析仪端口2的接收机压缩或烧毁。

图 8.17 绝对输出功率测量连接

- 5) 根据待测放大器，选择分析仪的设置。
- 6) 移去放大器，在两个端口间连接衰减器和电缆，使用轨迹运算功能将数据轨迹保存到内存中，使用数据/存储功能进行归一化。如在放大器测量时需要使用衰减器和电缆，归一化测量时必须包括它们。
- 7) 重新连接放大器。
- 8) 为测量显示设置比例以便进行最佳观察，利用光标读取所需频率上的绝对输出功率。
- 9) 打印或保存数据。

8.7 AM-PM 变换

放大器的AM-PM变换是表征因系统幅度变化引起的相位偏离的大小。

8.7.1 什么是 AM-PM 变换

AM-PM 变换是表征系统的幅度变化（AM）引起的不希望相位偏离（PM），在通信系统中不希望相位偏离（PM）可能由以下原因引起：

- 1) 非有意幅度变化（AM）
 - a) 电源波动
 - b) 热漂移
 - c) 多径衰落
- 2) 有意的信号幅度调制
 - a) QAM（正交调幅）
 - b) 突发脉冲调制

AM-PM 变换通常定义为加到放大器输入端的扫描功率增加 1dB（在 1dB 增益压缩点处）时输出相位的变化，用“度/dB”表示，一个理想放大器其相位响应与输入信号的功率电平无关。

8.7.2 为什么要测量 AM-PM 变换

在下面的相位（角度）调制系统中，AM-PM 变换是非常关键的参数：

8.7 AM-PM 变换

- 1) FM
- 2) QPSK
- 3) 16QAM

不希望的相位偏离 (PM) 会引起模拟信号性能恶化或数字通信系统中误码率 (BER) 增大。虽然测量数字系统的误码率 (BER) 十分容易, 但这一测量并不能帮助了解产生误码的根本原因。AM-PM 变换是造成误码的主要因素之一, 因此, 在通信系统中定量测量这个参数至关重要, 从下面的 I/Q 图 8.18 中, 我们就会知道为什么 AM-PM 变换会引起误码。

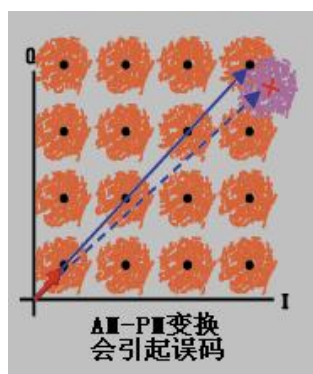


图 8.18 AM-PM 变换引起误码

- 1) 所希望的状态变化是从小实线矢量至大实线矢量。
- 2) 由于AM-PM变换, 大实线矢量实际上可能像虚线所示那样结束, 这是由于输入功率电平变化引起的相移造成的。
- 3) 对于如图8.18所示的64QAM信号 (只画出一个象限), 围绕每个状态的噪声圆相重叠就意味着在统计上会出现误码。

8.7.3 与测量精度相关的因素

利用网络分析仪测量 AM-PM 变换, 调幅信号的频率近似为扫描时间的倒数, 即使设置最快的功率扫描, 调制频率也相当低 (通常低于 10Hz)。这可能引起扫描过程中被测件轻微的温度变化, 若放大器具有小的热质量 (典型的例子是未封装器件) 时更是如此。若放大器的非线性特性对热变化极其敏感, 利用这种方法得到的测量结果可能存在误差, 为提高测量精度, 测量时应考虑以下因素:

- 1) 放大器在不同的温度下响应可能截然不同, 测试应在放大器所需的工作温度下进行。
- 2) 若有必要, 应对放大器的输出功率进行充分衰减。太大的输出功率可能导致下列后果:
 - a) 超过分析仪接收机的输入压缩电平, 造成测量结果不精确。
 - b) 烧毁分析仪的接收机。
- 3) 可利用衰减器或耦合器对放大器的输出功率进行衰减。

- 4) 校准期间必须考虑衰减器和耦合器频响的影响，因为它们都是测试系统的一部分，校准时必须包括它们，完善的误差修正技术可以减小或去除这些附件的影响。
- 5) 频响是AM-PM变换测量组成中起支配作用的误差，采用直通响应校准能显著减小此误差。

8.7.4 AM-PM 变换的测量步骤

- 1) 复位分析仪。
- 2) 在功率扫描模式下选择 S21 测量。
- 3) 设置分析仪功率扫描的起始和终止功率电平，起始功率电平应在放大器响应的线性区（通常至少低于输入输入 1dB 压缩点 10dB），终止功率电平应该在放大器响应的压缩区。
- 4) 如果需要的话，使用外部衰减器或耦合器，使放大器的输出功率充分衰减，避免引起分析仪端口2的接收机压缩或烧毁。
- 5) 如图8.19所示连接放大器并提供直流偏置。

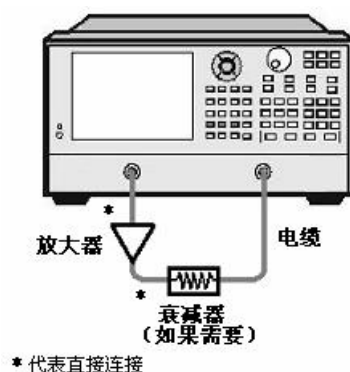


图 8.19 AM-PM 变换测量连接

- 6) 根据被测放大器选择分析仪设置，以便在选定的频率上进行功率扫描增益压缩测量，详细信息参见“附录5 放大器增益压缩测量”。
- 7) 移去放大器进行校准，如果在对放大器进行测量时要用到衰减器、耦合器和电缆，那么在校准时一定要包含它们。
- 8) 重新连接放大器，打开光标R，将其置于放大器的1dB增益压缩点处，打开第二个光标，激活Δ光标模式，设置第二个光标的激励值为-1dBm。
- 9) 将S21测量从对数幅度格式变为相位格式（无需重新进行校准）。
- 10) 读取光标之间的相位差值，该值便是在1dB增益压缩点上的AM-PM变换系数。
- 11) 打印或存储数据。

8.8 线性相位偏差

线性相位偏离测量器件的相位失真，测量时使用分析仪的电延时功能去除相移的线性部分，从

8.8 线性相位偏差

而高分辨率显示相移的非线性部分：线性相位偏离。

8.8.1 什么是线性相移

在进行信号传输时，随着入射信号频率的升高，信号的波长越来越短就会发生明显的相移。当器件的相位响应与频率成正比时，发生的是线性相移，在分析仪上显示的相位与频率关系轨迹是一条斜线，斜率与器件的电长度成正比。要进行无失真的信号传输，必须有线性的相移。

8.8.2 什么是线性相位偏离

在实际中，许多器件对某些频率的延时大于对另一些频率的延时，从而形成非线性相移，引起包括多个频率分量信号的失真，测量线性相位偏离是确定这类非线性相移大小的一种方法。

由于引起相位失真的只是线性相位偏离，因此希望从测量中去除相位响应的线性部分，这一点可以利用分析仪的电延时功能实现，通过数学处理去除被测件的电长度，剩余下来的便是线性相位偏离或相位失真。

8.8.3 为什么要测量线性相位偏离

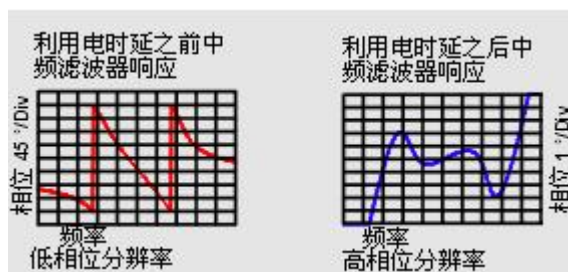
线性相位偏离测量有如下优点：

- a) 测量结果为相位数据而不是以秒为单位的群时延数据。对于传输调制信号的器件，相位数据可能更有用。
- b) 提供一种比群时延噪声低的测量方法。

8.8.4 利用电延时功能

分析仪的电延时特性有如下功能：

- 1) 模拟可变长度无耗传输线，可以方便的加到信号路径中或从中去除。
- 2) 补偿被测件电长度的变化。
- 3) 使分析仪显示的相位测量轨迹变得平直，高分辨率的观察轨迹，以便发现相位的非线性细节信息。



- 4) 提供一种方便的观察被测件线性相位偏离的方法。

图 8.20 使用电延时功能观察线性相位偏离

关于电延时的详细信息请参见“6.5.1 电延时”。

8.8.5 与测量精度有关的因素

测试组成的频响是线性相位偏离测量中起主要作用的误差，进行直通响应校准能显著减小这个误差，为了获得更高的精度，应进行全双端口校准。

8.8.6 线性相位偏离测量步骤

- 1) 复位分析仪，若被测件是一个放大器，可能需要调节分析仪的源功率：
 - a) 设置分析仪的源功率使放大器工作在线性区（通常功率至少比输入 1dB 压缩点低 10dB）。
 - b) 如果需要，使用外部衰减器或耦合器使放大器的输出功率充分衰减，以免分析仪端口 2 的接收机压缩或烧毁。
- 2) 选择 S21 测量。
- 3) 按图 8.21 所示连接被测件。

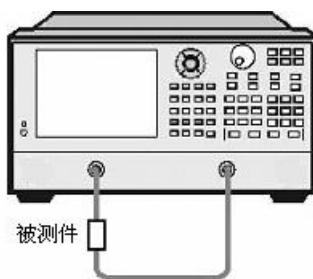


图 8.21 线性相位偏离测量连接

- 4) 根据被测件对分析仪进行设置，包括设置格式为相位。
- 5) 移去被测件，进行校准。
- 6) 重新连接被测件，对测量显示设置比例以便进行最佳观察。
- 7) 改变电延时使相位轨迹平。
- 8) 利用光标读取线性相位偏离。
- 9) 打印或保存数据。

8.9 反向隔离

反向隔离测量放大器从输出到输入的反向传输响应。

8.9.1 什么是反向隔离

反向隔离对器件输出到输入端的隔离程度进行测量，反向隔离的测量类似于正向增益的测量，

但有以下不同：

- 1) 激励信号被加到放大器的输出端口。
- 2) 响应信号在放大器的输入端口测量。
- 3) 其等效的 S 参数是 S12。

8.9.2 为什么要测量反向隔离

理想的放大器应具有无穷大的反向隔离，没有信号从输出端传回输入端。然而实际中信号有可能在反方向通过放大器，这种不希望有的反向传输可能使输出端口的反射信号干扰正向传输的所需信号，因此定量表示反向隔离是很重要的。

8.9.3 与测量精度有关的因素

由于放大器通常在反向呈现出高损耗，故在反向传输测量时一般无须使用衰减器或耦合器来保护端口 1 的接收机，去掉衰减器将增加动态范围，从而改善测量精度。可以通过增大源功率来提供更大的动态范围和更高的精度。



正向扫描或者全双端口校准时，功率不要过载

随着衰减器的去除和射频功率的增加，正向扫描时可能会烧毁分析仪端口 2 的接收机，因此不要进行正向扫描或执行全双端口校准，除非正向功率设置的足够低，不会烧毁分析仪端口 2 接收机。

如果被测放大器的隔离非常大，则反向传输信号的电平可能会接近接收机的噪声基底或串扰电平，为了降低噪声基底，可以使用平均，增加平均次数，或减小中频带宽改善测量的动态范围和精度，但要牺牲测量的速度。

- 1) 当串扰电平影响测量精度时，可通过执行直通响应和隔离校准降低串扰误差，校准和测量期间必须采用相同的平均因子和中频带宽。
- 2) 在反向隔离测量时，测试组成的频响是主要的误差源，进行直通响应或直通响应和隔离校

8.10 小信号增益和平坦度

准可以去除这一误差。。

- 3) 在不同的温度下，放大器的响应可能截然不同，测试应使放大器处于所要求的工作温度下进行。

8.9.4 反向隔离测量步骤

- 1) 复位分析仪。
- 2) 选择 S12 测量。
- 3) 如图 8.22 所示连接放大器，并提供直流偏置。

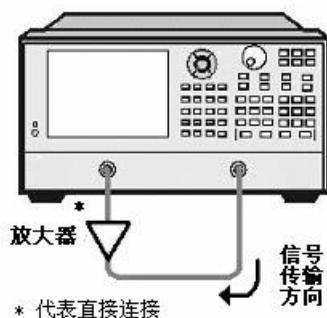


图 8.22 反向隔离测量连接

- 4) 根据被测放大器设置分析仪。
- 5) 移去放大器，进行直通响应校准或直通响应和隔离校准。
- 6) 重现连接放大器，设置测量显示比例以便进行最佳观察。
- 7) 利用光标读取关心频率点的反向隔离。
- 8) 打印或保存数据。

8.10 小信号增益和平坦度

小信号增益是放大器在线性工作区的增益，通常，这是在扫频范围内的恒定输入功率下测量的。增益平坦度是测量在规定的频率范围内增益的变化情况。

8.10.1 什么是增益

放大器的增益定义为放大器输出信号与输入信号之间的功率差（功率单位为 dBm），并假定放大器的输入和输出阻抗相同，为系统的特征阻抗。

- 1) 增益用 S 参数术语称为 S21。

- 2) 增益用 dB 即输出功率与输入功率的对数比表示。
- 3) 当输入和输出电平都用 dBm (相对于 1mW 的功率) 表示时, 可以通过从输出电平减去输入电平计算增益。
- 4) 放大器增益通常指工作频率范围内的最小增益, 某些放大器同时给出最小和最大增益, 以保证系统的后续各级不会欠激励或过激励。

8.10.2 什么是平坦度

平坦度指在规定的频率范围内放大器增益变化的大小, 放大器增益的变化可能引起通过放大器信号的失真。

8.10.3 为什么要测量小信号增益和平坦度

增益在关注带宽内的偏差使信号各频率分量未被同等的放大, 会引起传输信号失真。小信号增益表示在 50Ω 系统中特定频率上放大器的增益, 平坦度表示 50Ω 系统中规定频率范围内放大器增益的偏离。

8.10.4 与测量精度有关的因素

- 1) 放大器在不同温度下的响应可能截然不同, 测试应在放大器处在所要求的工作温度下进行。
- 2) 如有必要, 放大器的输出功率应加以充分衰减, 输出功率太大可能导致以下结果:
 - a) 超过分析仪接收机的输入压缩电平, 使测量结果不精确;
 - b) 烧毁分析仪的接收机。
- 3) 衰减放大器的输出功率可以用衰减器或耦合器来完成, 由于衰减器和耦合器本身是测试组成的一部分, 在校准时必须考虑它们失配和频响对测量精度的影响, 正确的误差修正可以减小这些附件的影响。
- 4) 测试组成的频响是小信号增益和平坦度测量中最主要的误差, 进行直通响应校准能显著减小这个误差, 进行全双端口校准可以获得更高的测量精度。
- 5) 减小中频带宽或利用测量平均可以改善动态范围和精度, 但要牺牲测量速度。

8.10 小信号增益和平坦度

8.10.5 小信号增益和平坦度测量步骤

- 1) 复位分析仪。
- 2) 选择 S21 测量参数。
- 3) 设置分析仪的源功率使放大器工作在线性区，通常功率至少低于输入 1dB 压缩点 10dB。
- 4) 如果需要，使用外部衰减器或耦合器使放大器的输出功率充分衰减，以免分析仪端口 2 的接收机压缩或烧毁。
- 5) 如图 8.23 所示连接放大器，并为放大器提供直流偏置。

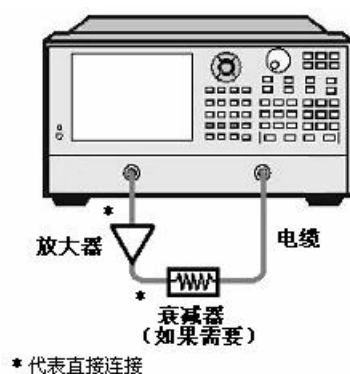


图 8.23 小信号增益和平坦度测量连接

- 6) 根据被测放大器设置分析仪。
- 7) 移去放大器，执行校准，校准时必须包括在测量时使用的衰减器、耦合器和电缆。
- 8) 重新连接放大器。
- 9) 设置测量显示的比例以便进行最佳观察，使用光标读取希望频率点的小信号增益。
- 10) 使用光标观察整个频率范围内的峰峰值纹波来测量增益平坦度。
- 11) 打印数据或保存。

9 故障诊断与返修

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。并说明网络分析仪出错信息。

如果您购买的 3671 系列矢量网络分析仪，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买矢量网络分析仪相关部件或附件，本所将提供完善的售后服务。

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的矢量网络分析仪处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的仪器进行免费维修；如果超过保修期，我们也只收取成本费。

- 工作原理.....425
- 故障诊断与排除.....428
- 错误信息.....431
- 返修方法.....460

9.1 工作原理

9.1.1 被测件对射频信号的响应

矢量网络分析仪的信号源产生测试信号输入到被测件，当测试信号通过被测件时，一部分信号被反射，另一部分则被传输，图 10.1 说明了测试信号通过被测器件后的响应。

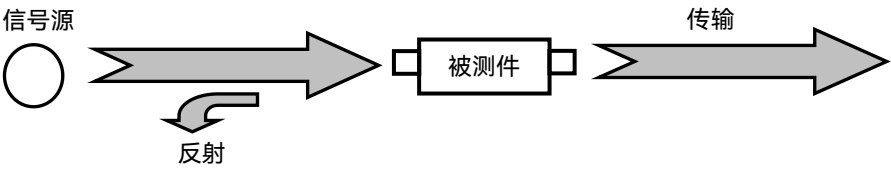


图 9.1 被测件对信号的响应

9.1.2 整机原理

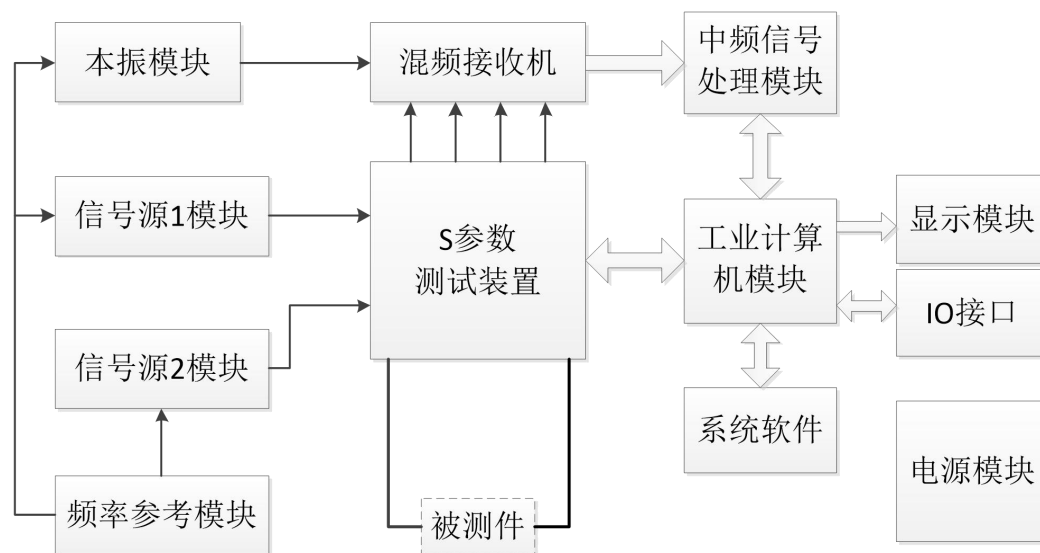


图 9.2 整机原理框图

3671 系列矢量网络分析仪是智能化的测试仪器，采用模块化思想进行设计，以嵌入式工业计算机模块为控制中心，采用“基于多处理器的嵌入式计算机硬件平台+测试模块”的设计思想，实现测试仪器和工业计算机的完美结合，采用 Windows 操作系统的测控软件，使仪器的人机界面更友好，操作更方便。仪器的模块化设计框图如图 10.2 所示，系统主要包括本振信号源模块、信号源 1 模块、信号源 2 模块、频率基准模块、S 参数测试装置模块、混频接收机模块、中频信号处理模块、数字信号处理模块、嵌入式计算机模块、电源模块、显示模块、I/O 接口模块、系统软件模块等。

频率基准模块锁相在内部或外部的 10MHz 参考信号上，产生本振源和信号源所需的锁相参考信号和整机的同步信号。

本振信号源模块、激励信号源模块都锁相在频率基准模块输出的参考信号上，通过开关倍频、分波段带通滤波和自动电平控制电路(ALC)，产生需要的本振信号和射频信号。

S 参数测试装置模块为信号分离装置，它分离出被测件的入射信号，反射信号和传输信号。

在混频接收机模块中，含有被测件幅度和相位信息的入射、反射和传输信号与本振信号进行混频，产生的中频信号送入中频信号调理模块作进一步的处理。

在中频信号调理模块中完成对中频信号的调理，以满足数字信号处理模块对中频信号的要求。

在数字信号处理模块中，将模拟中频信号变为数字信号，再经过数字信号处理，得到被测件幅度和相位信息，并将测量结果通过高速 PCI 总线传给主 CPU。

运行于嵌入式 PC 平台上的系统测控软件将被测件幅相信息做各种格式变换处理后，将结果送入显示模块。此外，系统软件还要负责各种接口的管理和整机各种进程的调度。

9.2 故障诊断与排除

提示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 3671 系列矢量网络分析仪出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

若网络分析仪用户界面的状态指示区出现错误信息提示，请查看菜单“帮助→错误信息→查看错误日志”，以了解具体错误信息说明。

- 系统问题.....428
- 曲线显示不正常.....429
- 扫描问题.....430
- 显示问题.....430
- 前面板按键不响应.....430
- 菜单无法操作.....431

9.2.1 系统问题


9.2.1.1 待机灯不亮

检查网络分析仪 220V 交流电输入是否正常，最大允许偏差 $220V \pm 10\%$ ，如果太高或太低都可能使仪器不能正常工作。如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新给仪器上电，开机。如果 220V 交流电输入正常，查看仪器后面板电源开关是否打开，正常状态下后面板电源开关应处于“|”。如果是仪器本身电源引起的故障则需拿回厂家维修。

9.2.1.2 开机无法进入系统

若开机无法进入系统，首先检查后面板硬盘是否有松动，若硬盘有松动将固定螺钉拧紧或者拔出硬盘重新插入。如果硬盘无松动，尝试进行系统恢复，具体步骤参考“[3.1.2.1 网络分析仪的系统恢复](#)”。

9.2.1.3 开机无法自动启动网络分析仪软件

如果开机进入系统后无法自动启动网络分析仪软件，尝试手动双击桌面矢量网络分析仪图标  或者按前面板【复位】键或者从 windows 开始菜单→程序→矢量网络分析仪，点击矢量网络分析仪启动矢量网络分析仪程序，如果能顺利启动，请安装杀毒软件查毒并重启。如果还不能自动启动，请卸载矢量网络分析仪程序并在 D 盘或者 E 盘根目录下双击矢量网络分析仪安装程序，参照“[3.1.2.2 网络分析仪程序的更新安装](#)”重新安装矢量网络分析仪程序。

9.2.2 曲线显示不正常

曲线显示不正常有多种原因造成，首先检查是否已存用户复位状态，在菜单栏点击**系统→定义用户复位状态**，打开定义用户状态窗口，将“保存最后状态作为用户复位状态”和“使能用户复位状态”前的复选框 ☒ 中的对勾去掉，点击确定关闭定义用户状态窗口。按前面板【复位】键，在端口不接任何负载的情况下所显示 S11 曲线应在 0dB 附近。

如果以上方法尝试之后曲线仍然显示不正常，请联系我所技术支持人员前往解决。

9.2.3 扫描问题

9.2.3.1 扫描似乎停止

在系统复位状态下，端口开路所显示曲线会给人一种没有在扫描的假象，这是由于矢量网络分析仪稳定度高，扫描速度快所致。按**激励**→**扫描**→**扫描时间**，输入 20 并回车，即可看到扫描光标。

9.2.3.2 扫描停止

检查仪器触发状态是否为保持状态，若为保持状态，需要修改触发方式，按**激励**→**触发**→**连续扫**，或打开触发对话框，修改触发方式为自动触发。

9.2.3.3 白色扫描光标处于屏幕下方

在完成全双端口校准之后，为进行双端口修正，每次都要对两个端口进行扫描，当显示轨迹只有激励源在端口 1 的轨迹时，扫描端口 2 时会出现白色光标在屏幕下方扫描。这属于正常仪器扫描状态，无需做更改设置。

9.2.4 显示问题

当任务栏挡住显示窗口时，可以在任务栏处右键，点击属性，勾选自动隐藏任务栏，点击确定关闭对话框，这时任务栏会自动隐藏不会遮挡网络分析仪测试窗口。

9.2.5 前面板按键不响应

如果发生前面板按键不响应现象，这是由于仪器驱动程序损坏所致，这时需要将矢量网络分析仪程序卸载并重新安装，具体步骤参考“[3.1.2.2 网络分析仪程序的更新安装](#)”，注意在选择安装类型

时选择“完全”即可将驱动程序重新安装。如果还不能解决，请将系统恢复，具体步骤参考“3.1.2.1 网络分析仪的系统恢复”。

9.2.6 菜单无法操作

如果出现菜单无法操作问题，首先检查窗口最下侧状态栏 GPIB 状态是否为 LOCAL，若程序已进入程控状态，可按前面板【宏/本地】键或者接入键盘按【Esc】键即可回复为本地状态。

9.3 错误信息

当矢量网络分析仪发生错误时，SCPI（远程接口）错误队列和前面板显示错误队列都会报告错误。两个队列在显示和处理方面相互独立，关于前面板错误队列的详细信息请参考用户手册。

当使用 SCPI（远程接口）错误队列访问错误消息时，错误队列响应的错误号和<错误描述>显示在主机终端。

矢量网络分析仪的错误信息可以显示并记录到错误文件中，用户可以选择如何显示或者选择根本不显示错误提示信息。

9.3.1 本地错误信息

9.3.1.1 错误信息查看

通过界面操作方法：

如果使用过程中在矢量网络分析仪的测试界面中显示有错误或警告提示信息，则说明矢量网络分析仪软件运行或硬件出现问题。矢量网络分析仪错误日志记录了矢量网络分析仪运行过程中发生的所有提示、警告和错误事件，通过错误日志，用户可以查看选择所关心的提示、警告和错误详细

9.3 错误信息

信息所发生的日期、时间等信息，并可以通过点击帮助来获得进一步的信息。在一个时刻，矢量网络分析仪只能显示一条错误提示信息。由于仪器可能同时存在若干问题，执行下面的操作就可以看到所有错误提示信息：

- 步骤 1. 按【帮助】，然后按 [错误信息]，然后按 [查看错误日志]，将会弹出错误日志窗口。
- 步骤 2. 提示信息会显示在窗口中。
- 步骤 3. 用鼠标可以浏览错误信息，关闭对话窗口。
- 步骤 4. 选择清除错误列表按钮可以清除历史错误信息。

9.3.1.2 错误信息说明

矢量网络分析仪测量过程中若检测到错误，在测试界面会显示告警或错误信息，缺省情况下，错误信息将在屏幕上显示一段时间。用户可以选择让它们继续显示在屏幕上直到按“确定”键，或者选择根本不让它们显示。当它们显示在屏幕上时，可以选择帮助菜单以获得进一步的帮助信息，如图9.3所示：



图9.3 错误信息显示模式对话框

表9.1 字体颜色区分错误级别

颜色	错误级别	错误说明
红色	错误	测量过程中出现的错误，例如因数据丢失或错误的设置导致测量无法正

蓝色	警告	测量过程中不规律出现的工作状况,例如：仪器设置与显示结果不匹配,
黑色	提示	步骤设置或测量信息

9.3.2 程控错误信息

错误信息格式说明

远程控制模式下，错误信息记录在错误日志中，可由命令“SYSTem:ERRor?”查询错误信息，格式如下：

“时间：”
“错误号：”
“错误等级：”
“错误类型：”

举例：

时间：2014/11/16 20:40:21
错误号：1400
错误等级：错误
错误类型：语法错误
程控错误信息包括两种类型：
➢ SCPI标准定义的负值错误代码，该类错误信息在此不做具体说明。
➢ 仪器特性正值错误代码，具体说明如下表：

表9.2 仪器特性错误信息说明列表

错误代码	错误级别	错误说明
512	提示	校准状态的次要参数（功率，中频带宽，扫描时间，步进模式） 已改变。 类型： 在校准完成之后进行这些次要参数的改变可能会使测量不准确。
513	提示	未完成全部标准的测量，校准无法完成。

9.3 错误信息

		出现该信息可能是因为在完成全部校准标准测量之前试图使能误差修正功能。
515	提示	<p>修正无法打开（通道<x>，测量<x>没有相应的误差修正数据），请先进行校准。</p> <p>对于指定的通道和测量没有相应的误差修正数据。</p>
516	提示	<p>当前仪器状态的关键参数与校准集不匹配，修正关闭。</p> <p>关键参数包括：扫描类型，起始频率，频率跨度，点数。</p>
517	提示	<p>因内插功能关闭且激励设置已改变，修正关闭。</p> <p>最精确的校准是使用原来的激励设置。</p>
518	提示	内插功能关闭且选择了打开修正功能，恢复先前的激励设置。
519	提示	<p>激励范围超出了原校准设置，修正关闭。</p> <p>超出激励设置的修正数据不存在。</p>
520	提示	<p>通道<x>测量<x>的校准类型为‘无’；请通过校准菜单或者按键选择校准类型。</p> <p>没有选择校准类型或者校准不存在，不能执行校准。产生这样的错误是由于未发现校准或在未选择校准类型的情况下执行校准。</p>
521	提示	<p>校准类型和所选择的测量不匹配，修正关闭或者不允许进行修正。</p> <p>有些校准仅应用于一定的S参数。 例如，对S11进行的1-端口校</p>

		准不能应用于S22的1-端口校准。
522	提示	需要测量更多标准件。
524	提示	非全双二端口校准。
525	提示	使用了两套校准件。
526	提示	未发现适合于本通道的用户校准数据。 校准不存在，不能进行修正。
527	提示	本校准类型不需要该标准。 在校准程序期间请求测量一个不需要的校准标准时会产生这样的错误。
528	提示	不能配置电校准系统。 请检查模块是否正确接入。 在电校准操作时，网络分析仪要首先建立与电校准模块之间的正常通讯，并进行模块确认，否则电校准无法进行。
529	提示	数据超界：超出设计取值范围。 关键参数包括：扫描类型，起始频率，频率跨度，点数。
530	提示	执行错误：数组维数不匹配。
531	提示	执行错误：数组被零除。
532	提示	执行错误：数组功能无效。
533	提示	执行错误：数组下标错误。

9.3 错误信息

534	提示	执行错误:数组下标超界。
535	提示	执行错误: 错误的矩阵秩。
536	提示	执行错误: CPU。
537	提示	执行错误: 不能删除模块。
538	提示	执行错误: 不能写模块。
539	提示	执行错误: 没有输入。
540	提示	执行错误: 系统忙, 命令无效。
541	提示	电校准: 模块不在射频通路上。 请将其连接到指定的端口。 射频没有连接到电校准模块, 在相应的校准测量过程中没有发现信号。
542	提示	执行错误: 没有空间用于存储新的校准, 请删除一个。 关键参数包括: 扫描类型, 起始频率, 频率跨度, 点数。
543	提示	执行错误: 空间不够。
544	提示	执行错误: 其它矩阵错误。
545	提示	执行错误: 不等秩。
546	提示	执行错误: 常数秩太少。
547	提示	执行错误: 可变秩太少。
548	提示	执行预调校准。

549	提示	执行错误: 电校准驱动动态库的bug或无效的模块号。
550	提示	执行错误: 来自电校准驱动的意外错误。
551	提示	执行错误: 内置驱动器错误。
552	提示	硬件错误: 不能访问电校准模块。
553	提示	硬件错误: 不能释放LPT口, 重启动。
554	提示	硬件错误: 矢量网络分析仪错误。
555	提示	硬件错误: 未能从电校准模块读出足够的数据。
556	提示	主控计算机中止操作。
557	提示	用户中止操作。
558	提示	内存超界。
559	提示	终止的查询:消息被放弃。
560	提示	未完成的查询: 不完整的程序消息。
561	提示	未完成的查询: 无内容。
562	提示	队列溢出。
563	提示	设置冲突: 需要额外的标准。
564	提示	设置冲突: 不能进行适配器校准。
565	提示	设置冲突: 命令队列溢出。

9.3 错误信息

566	提示	设置冲突：校准停止 - 分析仪设置改变。
567	提示	设置冲突：校准未进行。
568	提示	设置冲突：无法找到指定的GPIB板。
569	提示	设置冲突：无法找到/装入gpib32.dll。
570	提示	设置冲突：无法找到/装入sicl32.dll。
571	提示	设置冲突：无法初始化网络分析仪（错误的地址？）。
572	提示	设置冲突：无法加载打印端口驱动程序或者USB驱动动态库。
573	提示	设置冲突：无效的校准扫描模式。
574	提示	设置冲突：无效的校准类型。
575	提示	设置冲突：无效的校准。
576	提示	设置冲突：指定的GPIB板号无效。
577	提示	设置冲突：指定的GPIB板类型无效。
578	提示	设置冲突：模块状态无效。
579	提示	设置冲突：状态无效。
580	提示	设置冲突：LPT端口必须为1~4。
581	提示	无法配置电校准系统，检查模块是否已正确连接。
582	提示	设置冲突：指定的LPT端口不存在。

583	提示	设置冲突: 请使用频域进行校准。
584	提示	设置冲突: 请使用步进扫描类型进行校准。
585	提示	设置冲突: 分析仪地址必须为0~30。
586	提示	设置冲突: 错误的打印端口驱动或USB驱动动态库。
587	提示	语法错: ECAL:DELAY命令必须有两个数字。
588	提示	语法错: 不正确的语法。
589	提示	语法错: 未知命令。
590	提示	射频通路上的模块端口错误。
591	提示	非用户所描述的模块。
592	提示	未找到当前测量通道和源端口所对应的源功率校准数据。 试图打开源功率校准但是没有校准数据。
593	提示	无法执行源功率校准扫描, 当前测量所对应的通道和源端口不能 进行修正。 试图打开源功率校准但是没有完整的校准数据。
594	提示	保留。
595	提示	保留。
596	提示	在校准打开的情况下, 端口 %1 通道 %2 上的源功率校准的校 准功率已经改变。校准不会关闭, 但功率值可能无法再表征该校

9.3 错误信息

		<p>准。</p> <p>源功率校准精度可能有问题。</p>
597	提示	此软件版本暂不支持电校准功能。
598	提示	<p>测量滑动负载标准时，滑动不合适将不能正确地拟合一个圆。标准的原始阻抗被用于确定一个或多个点的方向性。。</p> <p>要精确地描述标准，必须正确地滑动滑动负载以保证沿复数圆或史密斯圆图获得足够的采样。欠采样会导致结果不精确。</p>
599	提示	该特性需要一个未使用的通道，但无法找到。请释放一个通道并重试。
600	提示	段扫描方式下不能对原始校准进行内插操作。 校准关闭。
601	错误	不能完成校准(未完成必须的标准测量)。
602	错误	未打开修正。
603	错误	功率修正无法打开，请先进行功率计校准。
604	错误	扫描状态改变,功率修正数据无效，功率修正关闭。
605	错误	<p>功率修正打开，扫描状态恢复到原来状态。</p> <p>关键参数包括：扫描类型，起始频率，频率跨度，点数。</p>
608	错误	<p>没有设置校准类型。</p> <p>只有校准存在或者选择了正确的校准类型后才能进行校准操作。</p>

609	错误	<p>校准特性不能实现。</p> <p>指定的校准可能是多个选择中的一个，例如：响应校准需要单一标准，1-端口校准需要3个标准，全双端口校准需要12个标准。</p>
610	错误	<p>校准类对当前校准类型无效，请选择一个不同的校准类或者不同的校准类型。</p>
611	错误	<p>未发现对应于所选校准类型的校准标准数据。</p> <p>当前测量缓冲区中未找到指定标准的原始测量数据。</p>
612	错误	<p>未发现对应于所选校准类型的误差项数据。</p> <p>误差修正缓冲区中无指定的误差项（该缓冲区包含了当前校准的全部误差系数）。</p>
613	错误	<p>保留。</p> <p>访问校准集未成功，该校准集可能已被删除或破坏。</p>
614	错误	<p>指定的测量和当前的校准不兼容，请选择一个不同的测量，或装入另一个不同的校准类型，或重新校准。</p> <p>阻止测量选择以使测量校准不关闭。不是每种校准类型都支持所有测量，例如：S11 1-PORT校准不能被用于校准S12的测量。当选择了一个当前校准不支持的测量时，会显示提示信息，同时校准关闭。</p>

9.3 错误信息

615	错误	<p>新校准集已创建。</p> <p>新创建的校准集将被自动命名并加盖时间戳。只有校准过程完成，校准集才会保存；如果校准中止或没有完成，校准集将删除。</p>
617	错误	<p>预调校准失败。</p>
620	错误	<p>测量状态改变,关闭天线、RCS校准。</p>
621	错误	<p>测量状态改变，无法打开天线、RCS校准。</p>
622	错误	<p>校准数据无效，无法打开天线、RCS校准。</p>
634	错误	<p>校准集文件: <x> 载入失败。</p> <p>校准集文件是校准集的集合，该文件存储在硬盘上。</p>
635	错误	<p>校准集文件: <x> 保存失败。</p> <p>文件操作错误，保存操作被中止。</p>
636	提示	<p>一个校准集被删除。</p> <p>一个校准集被成功删除，这可能是用户申请或者有意操作的结果。</p>
637	错误	<p>校准集文件版本: <x> 和当前测量不兼容。</p> <p>版本不符使校准集不可用，这可能由于仪器软件升级造成。</p>
638	错误	<p>找到不兼容的校准集: <x> of <y> 存储的校准集被装入。</p> <p>校准集文件中的某些校准集存在错误。</p>
639	提示	<p>校准集文件: <x> 未找到，将创建一个新文件。</p>

		校准集文件存储在硬盘上，当网络分析仪程序启动后，将搜索该文件是否存在，如果存在则装入，否则会创建一个新文件并提示该信息。
640	错误	指定的校准集正在使用。 表明多个校准集用户正在试图进行校准任务操作而造成冲突。
641	错误	指定的校准集无法打开。 多个用户可能试图访问该校准集。
642	错误	达到校准集最大寄存器号。在试图创建新校准集之前删除旧的或者无用的校准集。 网络分析仪可以设置100个校准集。
644	错误	在误差修正打开之前必须进行一个有效的校准。 这通常表明校准过程没有完成或者在当前选择的校准集中没有与所选择测量相匹配的校准。
646	错误	校准集没有载入，版本太新。 老版本的软件试图使用新的校准文件，版本不兼容。
772	错误	DSP板驱动程序不能正常工作，请检查硬件，软件将采用仿真数据! 网络分析仪无法和DSP板进行通讯。硬件或者驱动程序可能有故

9.3 错误信息

		障。
773	错误	仪器串行总线不能正常工作。 仪器串行EEPROM可能全部为‘1’或者全部为‘0’，可能是串行总线硬件有问题。
774	错误	中频过载。
848	错误	失锁<x>。 源不能正确锁相。这可能是硬件故障、校准不好或者串行EEPROM中的数据被破坏导致。
849	错误	锁相失败<x>。
850	错误	未知的硬件错误。 硬件故障使得无法和DSP进行通讯。
855	错误	源未稳幅。 源无法正确地稳幅到需要的功率上。指示功率不准确。
856	错误	本振未稳幅。
859	错误	YIG校准失败。 YIG振荡器的内部自校准调谐失败。
861	错误	模拟斜坡校准失败。 内部模拟斜坡校准失败。

865	错误	<p>EEPROM写失败。</p> <p>试图存储校准数据到EEPROM失败。 可能是硬件故障。</p>
867	错误	<p>试图写输入或只读I/O端口。</p> <p>试图对一个输入或只读I/O端口进行写操作。</p>
868	错误	<p>试图读只写I/O端口。</p> <p>试图从一个输出或只写I/O端口进行读操作。</p>
1025	错误	<p>仪器无法正常关机。 程序处于不稳定状态，需要重新启动。</p> <p>当矢网程序崩溃时显示此消息。 如果本条消息持续出现，请咨询服务中心。</p>
1026	错误	<p>极限段类型错误。</p> <p>极限段有三种类型：OFF，MAX，MIN。</p>
1027	警告	<p>点频或功率扫描方式下不能使用群延迟格式。</p> <p>单频率点扫描方式下，不能使用群延迟格式，否则会生成无效数据。</p>
1028	警告	<p>极限线测试失败。</p> <p>极限线测试失败。</p>
1029	提示	<p>极限线测试成功。</p> <p>极限线测试成功。</p>

9.3 错误信息

1030	警告	<p>超过允许的最大测试数。</p> <p>最多只能创建512个测量。</p>
1031	错误	<p>分析仪内部错误。 添加新的测量时出错。</p> <p>如果持续显示此消息，请咨询服务中心。</p>
1032	警告	<p>未发现可进行所选操作的测量。 操作不能执行。</p> <p>冲突。</p>
1033	警告	<p>不能创建同名测量。</p>
1034	警告	<p>所选轨迹没有存储过存储轨迹，请在执行轨迹运算之前，先存一存储轨迹。</p> <p>在执行轨迹运算前，首先要有保存的存储轨迹。</p>
1035	提示	<p>扫描平均操作完成。</p> <p>COM编程信息。 扫描平均完成，达到设置的平均因子。</p>
1036	错误	<p>复位扫描平均完成。</p> <p>COM编程信息。 扫描平均未完成，未达到设置的平均因子。</p>
1037	提示	<p>时域变换、门操作至少需要3个点，小于3个点时取消时域变换、门操作。</p>
1038	提示	<p>步进类型只能在时域测量类型为低通时才能使用；带通只有当激励类型为脉冲时才能用。</p>

1039	警告	点数太少不能进行平滑处理。
1040	警告	时域低通点数太多超过频率范围，系统自动转为带通模式。
1041	警告	当前配置无法设置低通频率。
1103	提示	重复的测量名。
1104	错误	超出测量数限制。 最多只能创建512个测量。
1105	错误	参数无效。 编程输入的测量参数无效。
1106	错误	未发现测量。 冲突。
1107	错误	存储轨迹无效，无法操作。 在进行轨迹运算之前，需要存储轨迹。
1108	错误	无参考光标。 试图在没有创建参考光标之前就执行创建△光标功能(仅用于COM)。
1109	错误	数据和存储轨迹不匹配，关闭轨迹运算。 警告—在执行轨迹运算时改变了通道设置。
1110	错误	数据和存储轨迹不匹配，要进行轨迹运算，内存和数据轨迹应有

9.3 错误信息

		<p>相似的测量条件。</p> <p>试图在不匹配的数据和存储轨迹上执行轨迹运算。</p>
1111	错误	<p>未找到光标带宽。</p> <p>无法找到符合指定带宽标准的轨迹部分。</p>
1112	错误	<p>未找到峰值。</p> <p>无法找到符合指定峰值标准的轨迹部分。</p>
1113	错误	<p>未找到目标搜索值。</p> <p>没有找到符合搜索值的内插数据点。</p>
1114	错误	<p>反射测量（如S11）必须提供一个辅助端口，以明确标识多端口仪器上的2端口测量。</p>
1115	警告	<p>由于测量类型或源端口变化，接收机功率校准无效而关闭。</p>
1116	警告	<p>接收机功率校准要求激活非比率功率测量。</p>
1117	警告	<p>当前激活测量没有合适的与通道和源端口相匹配的源功率校准。</p> <p>在执行接收机功率校准之前，应该先做源功率校准或者回调一源功率校准。</p>
1118	错误	<p>欲进行的操作只适合于标准测量类型。</p>
1119	错误	<p>由于和网络分析仪硬件不匹配，自定义测量无法装载。</p>
1120	错误	<p>由于和网络分析仪软件不匹配，自定义测量无法装载。</p>

1121	错误	由于未明原因，自定义测量装载失败。
1122	错误	自定义测量数据处理产生异常，将终止执行。网络分析仪软件可能处于不稳定状态，建议关闭程序，重新运行。
1123	错误	试图进行的操作只适用于自定义测量类型。
1124	错误	请求的自定义测量不可用。
1125	错误	请求的自定义算法不存在。
1126	错误	无法进行归一化操作，因为测量没有有效的除数存储区。
1127	警告	无法提供测量所需的原始数据。
1128	提示	所选扫描类型不允许进行时域变换或加门操作，时域变换或加门操作被禁止。
1284	提示	仪器状态字改变。
1285	提示	接收的SCPI命令导致的错误号为<x>: "<x>"。
1400	警告	<x>命令错误。
1401	警告	<x>必须输入命令参数。
1402	警告	<x>输入的命令参数不正确。
1403	错误	<x>命令不能查询。
1405	错误	<x>命令跟的参数太少。。
1406	错误	<x>命令跟的参数太多。

9.3 错误信息

1407	错误	<x>输入的参数类型错误。
1408	错误	<x>参数单位错误。
1409	错误	<x>参数单位不匹配。
1411	错误	<x>字符串参数输入错。
1412	错误	<x>整型参数输入错。
1413	错误	<x>浮点型参数输入错。
1414	错误	<x>char型参数输入错。
1415	错误	<x>参数不能跟单位。
1416	错误	<x>字符串的字符个数超过了50。
1419	错误	<x>命令必须被查询。
1420	错误	<x>实际输入的字符数与要求输入的不符。
1421	错误	输入的ASCII码有错。
1422	错误	<x>科学计数输入有误。
1425	错误	内存分配失败。
1427	错误	MIN或者MAX参数输入错误。
1535	提示	语法分析得到的命令: <x>。
1536	警告	每个窗口最多支持8条轨迹, 轨迹 <x> 无法建立在窗口<x>上。

1537	警告	超过32个数据窗口的限制，不能创建新窗口。
1538	警告	数据窗口不存在，不能完成测量。 程控SCPI操作试图在没有窗口显示时创建新的测量。
1539	警告	选择的窗口上没有数据轨迹，无法完成操作。
1540	警告	超出每个窗口最多<x>条轨迹的限制，无法在<x>个窗口上完成已存在测量的排列。 超出每个窗口最多8条轨迹的上限，无法将存在的测量放入指定的窗口。参见排列存在的测量帮助。
1541	警告	无法与指定的打印机建立连接。
1542	提示	取消打印输出。
1616	错误	未发现窗口。 程序中指定的窗口不存在。
1617	错误	复制指定窗口的ID。
1618	错误	超出最多只能显示32个窗口限制，新窗口不能创建。 每屏限定32个窗口。
1619	错误	超出一个窗口最多只能显示8条轨迹限制，轨迹<x>不能创建。 每窗口限定8条轨迹。 参见轨迹、通道和窗口的相关帮助。
1620	错误	没有发现轨迹。

9.3 错误信息

1621	错误	操作系统无法识别该款打印机。
1622	错误	无激活轨迹。
1623	错误	该轨迹已经存在。
1624	错误	在“全带宽”态下不能设置起始值或终止值。
1625	错误	指定的光标不存在。
1626	提示	指定的窗口已存在。
1792	提示	扫描完成。
1793	提示	所有触发请求已经完成。
1794	提示	未找到光标带宽。 无法找到符合指定带宽标准的轨迹部分。
1795	提示	使用段扫描方式须确保段列表中至少存在一个扫描点数大于0的 激活段。 试图改变扫描方式为段扫描方式，但没有定义段或者定义的段中 没有扫描点。
1796	提示	设置通道垃圾消息。 提示这条消息是因为通道设置已经改变，但数据仍是按照先前的 通道设置获得的。而当按照新通道设置的数据获得时就会产生清 除通道垃圾消息。

1797	提示	<p>清除通道垃圾消息。</p> <p>先前的设置消息发生在通道设置已改变、但通道仍有利用原来的通道设置获取的数据的时候。当新通道数据获得后本清除消息将发生。</p>
1798	提示	<p>删除段出错。</p>
1870	错误	<p>没有选择测量。</p> <p>没有选择测量。</p>
1871	错误	<p>通道号超出范围。</p> <p>指定的通道号超出允许的范围。</p>
1872	错误	<p>通道未发现。</p> <p>在程序控制下指定了一个不存在的通道。</p>
1873	错误	<p>请求的扫描段未发现。</p> <p>在程序控制下指定了一个不存在的扫描段。</p>
1874	错误	<p>扫描段表空。</p> <p>段表扫描方式下，应至少定义了一个段。该错误仅在远程控制时会发生。</p>
1875	错误	<p>激活扫描段列表的扫描点数为0。</p> <p>段列表扫描方式下，须确保至少有一个段存在数据点。该错误仅</p>

9.3 错误信息

		发生在远程控制时。
1876	错误	指定的源衰减无效。 试图在一个没有源衰减器的矢网上设置通道衰减特性。
1877	错误	当前扫描点数太多，无法使用对数扫描方式，请减少扫描点数。 对于对数扫描方式，能用的最大扫描点数是401。
1878	错误	设置的点数大于对数扫描方式可以选择的点数。 对于对数扫描方式，能用的最大扫描点数是401。
2048	错误	该功能需要在标准的分析仪基础上增加选项方可使用。
2049	错误	当前的测量仪器没有您所需要的功能。
2050	错误	您所需要的功能和当前的仪器状态相矛盾。
2051	提示	文件<x>已保存。
2052	错误	文件 <x> 保存失败。
2053	错误	试图打开文件失败，没有找到文件<x> 。
2054	错误	<x> 头错误。
2055	错误	状态文件无效，无法装载！
2056	错误	请求进入休眠状态。
2057	错误	从休眠状态唤醒。 程序收到 PBT_APMRESUMEAUTOMATIC 消息。

2058	错误	从待机状态唤醒。 程序收到 PBT_APMRESUMESUSPEND消息。
2059	警告	从待机状态唤醒。 程序收到 PBT_APMRESUMECRITICAL 消息。
2060	警告	从未知的休眠状态唤醒。 程序在分配和试图恢复的这段时间内收到NO PBT_Message消息。
2061	错误	<x>文件已经存在。 正在覆盖文件。 只用在远程应用中。
2063	错误	文件<x>已经恢复。 只用在远地应用中。
2064	错误	<x>版本比当前的版本低。 你试图恢复一个不再有效的文件。
2065	错误	<x>版本比最近的版本还要新。 试图恢复一个网络分析仪软件最新生成的文件版本。
2066	错误	读取文件<x>时出现错误。 这个文件可能已经损坏。
2067	错误	窗口内核错误: <x>。
2068	错误	<x>GPIB:不能设置和清除REN。

9.3 错误信息

2069	提示	变换GPIB模式为系统控者模式。
2070	提示	变换GPIB模式为听讲模式。
2071	提示	网络分析仪只有在GPIB状态为本地时才能被设置为GPIB系统控者模式。停止任何远控网络分析仪的程序，并按 Macro/Local 键后重试。 参考LCL 和 RMT 操作。
2072	错误	范围设置错误。
2073	错误	配置已经改变，请重新扫描。 无法找到符合指定带宽标准的轨迹部分。
2074	错误	GPIB不能成为系统控者。
2075	错误	GPIB不能清除IFC。
2076	错误	GPIB不能写。
2077	错误	GPIB不能调用回调。
2078	错误	EDVR:系统错误。
2079	错误	ECIC:函数要求GPIB接口是CIC模式。
2080	错误	ENOL:GPIB没有听者。
2081	错误	EADR:GPIB接口寻址不正确。
2082	错误	EARG:参数对此函数无效。

2083	错误	ESAC: 不是需求的系统控者的GPIB接口。
2084	错误	EABO: I/O操作取消(超时)。
2085	错误	ENEB: 不存在的GPIB接口。 无法找到符合指定带宽标准的轨迹部分。
2086	错误	EDMA: DMA错误。
2087	错误	EOIP: 正在执行异步I/O操作。
2088	错误	ECAP: 无法进行操作。
2089	错误	EFSO: 文件系统错误。
2090	错误	EBUS: GPIB总线错误。
2091	错误	ESTB: 串行轮询状态字节队列溢出。
2092	错误	ESRQ: 查询请求信号阻塞。
2093	错误	ETAB: 表出现问题。
2094	错误	GPIB 读取错误。
2095	错误	查询被中断。
2120	错误	后期绑定的COM无法调用该方法。
2123	错误	位权数超界。
2124	错误	文件扩展名不一致。

9.3 错误信息

2126	错误	文件缺少扩展名。
2127	错误	文件夹或者文件不存在。
2128	错误	未找到指定的文件。
2129	错误	WINNT 异常出现在自动控制层。
2130	错误	无效的端口。
2131	错误	没有找到打印机。
2132	错误	手动触发忽略。
2133	错误	设置触发失败。
2134	错误	宏执行错误。
2135	错误	宏定义不完全。
2136	错误	触发太快，多余的触发被忽略。
2137	错误	数据块长度错。 参加如何从网络分析仪获取数据的相关章节。
2139	错误	未找到请求的数据。
2142	错误	提供的参数超界， 在应用之前将被限制在可用范围之内。
2144	错误	请求失败，未找到许可。
2145	错误	前面板功能远程调用返回hresult<x>。

		这表明可能前面板出现问题。
2146	错误	数据超界。
2147	错误	保留。
2148	错误	保留。
2149	错误	保留。
2150	错误	<x>超出了范围。
2152	错误	前面板<x>。
2153	错误	前面板信息。
2154	错误	电源服务 <x>。 有多个电源服务程序正在运行，应该只有一个服务例程。产生这种现象一般是因为运行了安装程序，尤其是CPU板升级。
2155	错误	电源服务<x>。
2156	错误	GPIB驱动不能装载或卸载。
2157	错误	GPIB驱动不能装载和卸载。
2158	错误	GPIB驱动已经装载但无法正常工作。
2163	错误	网络分析仪执行了复位功能。
2164	错误	拒绝访问文件。 这意味着系统无法打开输出文件，就好像文件处于写保护状态—

9.4 返修方法

		样。
2165	提示	文件类型是结构化存储。
2166	错误	触发操作失败。
2167	错误	参数超出范围。
2168	提示	<x>文件已经保存。

9.4 返修方法

9.4.1 联系我们

若3671系列矢量网络分析仪出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“9.2 故障诊断与排除”中提供的方法，予以先期排查解决问题。若未解决，请根据下面的联系方式与我所服务咨询中心联系并提供收集的错误信息，我们将以最快的速度协助您解决问题。

联系方式：

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

9.4.2 包装与邮寄

当您的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。如果经联系确认是网络分析仪需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装网络分析仪，并按下面的步骤进行包装：

- 1) 写一份有关网络分析仪故障现象的详细说明，与网络分析仪一同放入包装箱。
- 2) 用原包装材料将网络分析仪包装好，以减少可能的损坏。
- 3) 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。

- 4) 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
- 5) 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。
- 6) 请按精密仪器进行托运。
- 7) 保留所有运输单据的副本。

注 意

包装网络分析仪需注意

使用其它材料包装网络分析仪，可能会损坏仪器。禁止使用聚苯乙烯小球作为包装材料，它们一方面不能充分保护仪器，另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中，对仪器造成损坏。

另外网络分析仪重量大，为避免运输损坏，请优先使用原包装材料并双层包装！如确实需要自行包装，请确保仪器在运输过程中免遭损坏。

提 示

仪器的包装和运输

运输或者搬运本仪器时，请严格遵守章节“[3.1.1.1 开箱](#)”中描述的注意事项。

附录

- 附录1 典型测量示例.....463
- 附录2 时域测量.....470
- 附录3 高级时域分析.....507

附录 1 典型测量示例

- 开机预热30分钟，复位分析仪.....
4 6 4
- 进行频率和功率设置.....464
- 选择测量和新建轨迹.....465
- 校准.....466
- 连接被测件.....467
- 调节比例和数据分析.....467
- 记录或保存数据.....469

3671 系列矢量网络分析仪选件多样，测量设置复杂，要熟练使用需要一定的技术功底和实际操作经验。为了您能够快速熟悉矢量网络分析仪测量流程，下面以测量衰减器为例介绍测量普通双端口器件的流程及相关设置。

测量前准备：3671 系列矢量网络分析仪一台、3.5mm 测试电缆一对、校准件一套（31121）、被测件（衰减器）、适配器（如有必要）。

1.1 开机预热 30 分钟，复位分析仪



此处复位应为系统复位状态，以保证分析仪各项设置是已知的。

1.2 进行频率和功率设置

更多内容见章节“4.3 设置频率范围”与“4.4 设置信号功率电平”。

按前面板【频率】和【功率】键，点击辅助菜单栏中的修改项，然后通过前面板输入键区进行输入，回车即完成设置。如下图所示：



提示

设置频率功率

- 1) 系统默认频率范围 100kHz ~ 14GHz/20GHz/26.5GHz/43.5GHz，功率电平-5dBm。

- 2) 频率范围根据测量需要设置，功率电平为激励源输出端口的功率值，原则上只要保证被测件输出端口的功率不超过+10dBm，改变功率电平不影响测量。

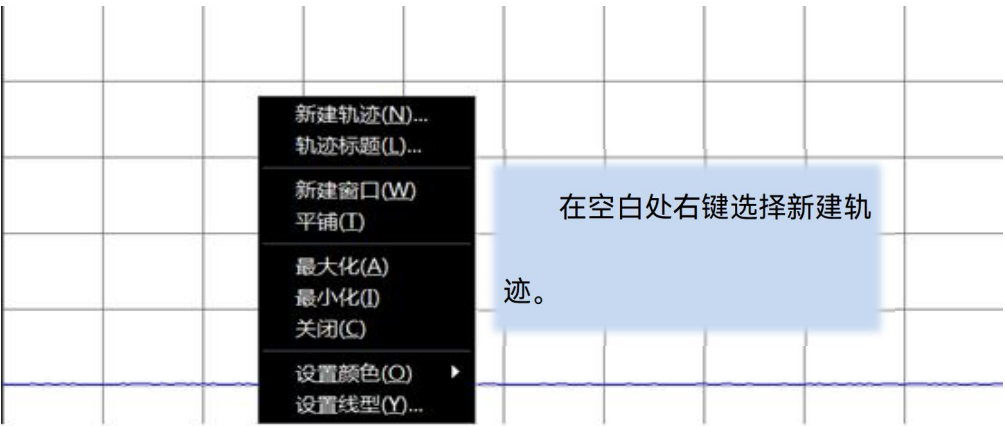
1.3 选择测量和新建轨迹

更多内容见章节“4.2 选择测量参数”。

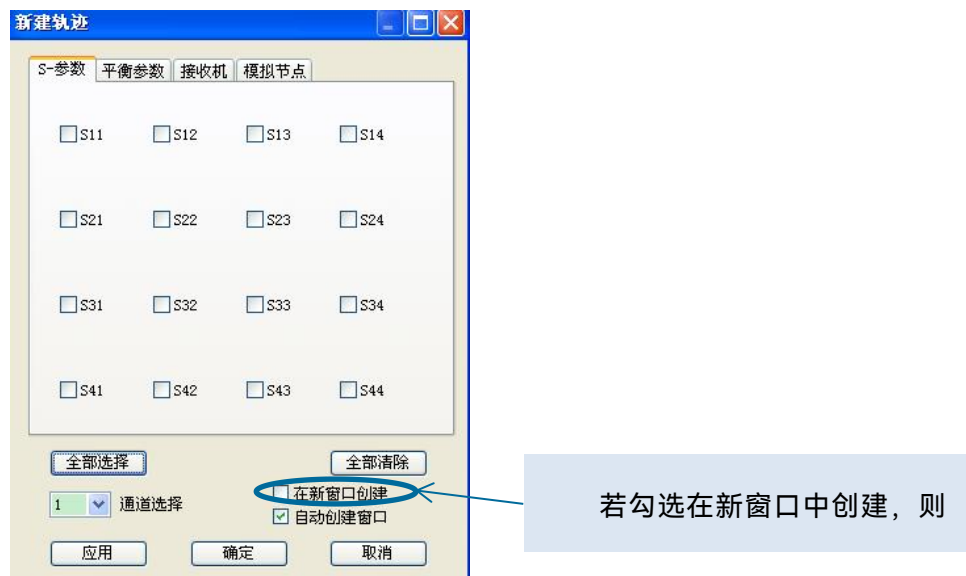
如果要更改当前轨迹的 S 参数，在标题栏处右键选择测量。在对话框中勾选所要测量的 S 参数，点击确定。



如果要增加测量轨迹，在空白处右键选择新建轨迹。选择要增加的 S 参数，点击确定。



附录 1 典型测量示例



1.4 校准

更多内容见章节“7 校准”。
按前面板【校准】键，在辅助菜单栏点击[校准]。





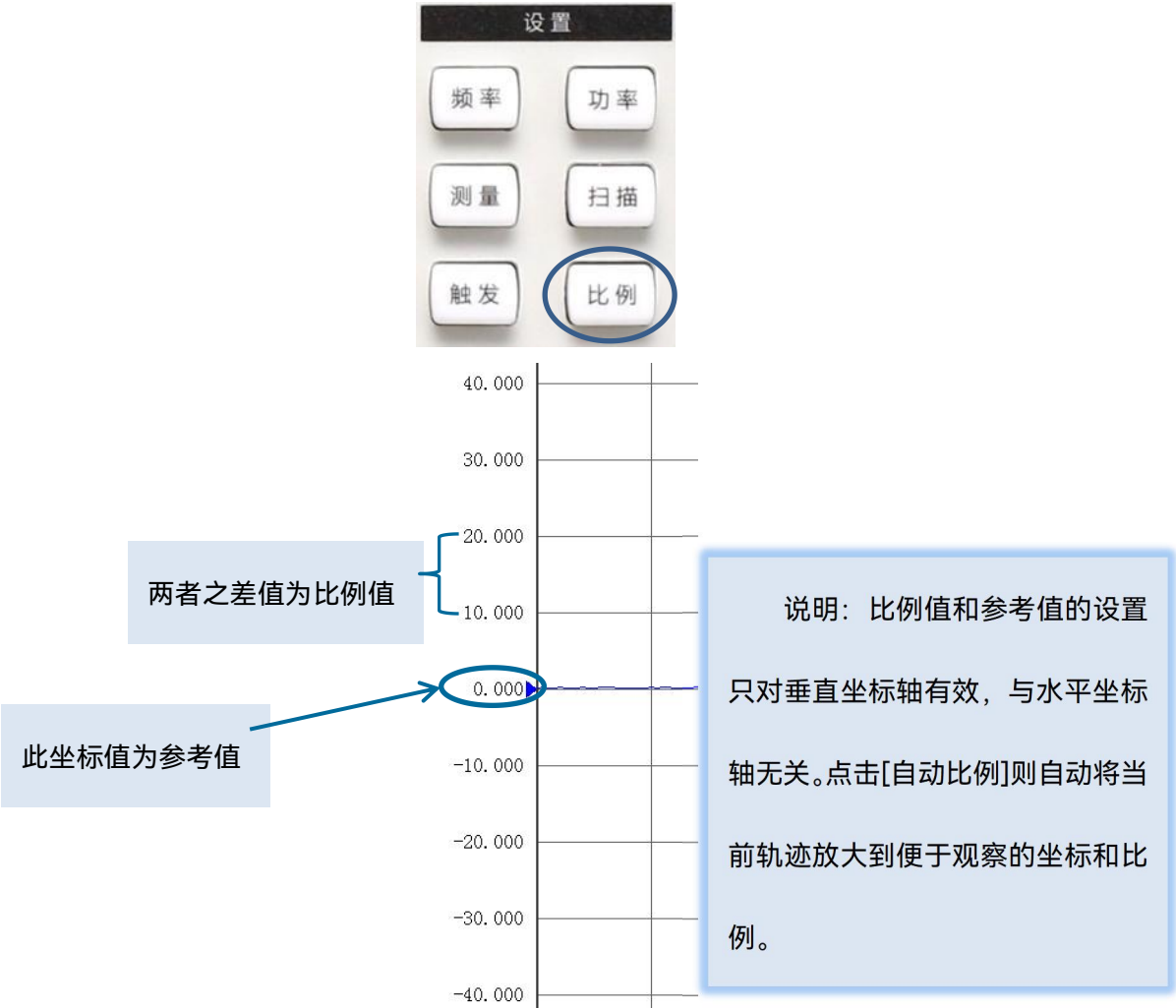
1.5 连接被测件



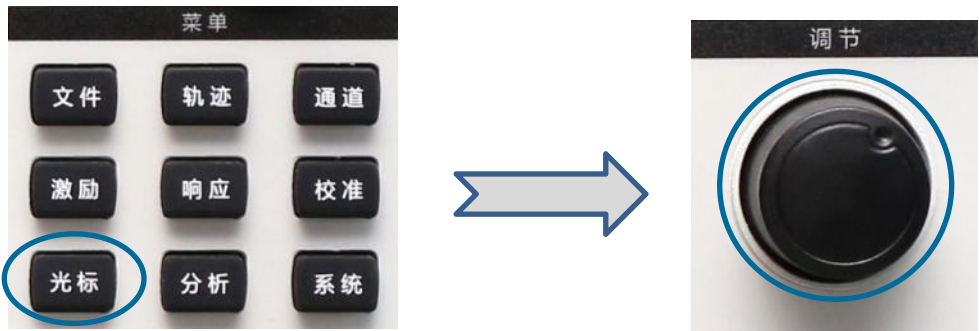
1.6 调节比例和数据分析

更多内容见章节“4.7 设置数据格式和比例”。

如有必要, 按前面板【响应】键, 点击辅助菜单栏[比例]进行相应的设置。



按前面板【光标】键，打开光标，转动调节旋钮调节光标所对应频率。屏幕右上角显示光标读数。



1.7 记录或保存数据

更多内容见章节“3.6 数据输出”。

菜单路径：[文件]→[另存为]，然后选择保存路径和保存类型，点击保存。



说明：

- 1) 状态文件和校准文件可以被主程序回调，但是无法用其他程序进行编辑和处理。
- 2) 数据文件可以导出和打印，同时可以用其他软件进行编辑和数据处理，无法回调。
- 3) 图形文件可以导出和打印，无法回调。文件默认保存路径为 C:\Program Files\CETC41\Network Analyzer\MemoryDocuments.用户可以根据自己的需要设置保存路径。

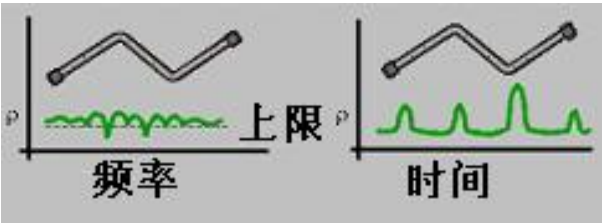
附录 2 时域测量

- 时域测量原理.....470
- 时域测量分辨率与范围.....472
- 窗口滤波.....480
- 时间门滤波.....483
- 时域测量数据.....490
- 带通和低通的时域模式.....497
- 时域变换测量设置.....501

2.1 时域测量原理

如果分析仪具有时域选件，就能观察器件在时域上的响应。

在通常的测量中，分析仪显示被测件随频率变化的响应，称为频域测量，而在进行时域测量时，分析仪将频域数据进行反傅立叶变化得到时域数据，测量结果以时间作为 X 轴显示，响应值在分立的时间点出现，可以对被测件的特性或局限性进行分析。下图显示了同一根电缆的频域和时域反射测量结果，这根电缆有两个弯，每个弯曲点都会造成传输线失配或阻抗变化。



附图 2.1 频域和时域测量

- 1) 在输入端口测量的 S_{11} 频域响应显示了由于电缆失配波相互作用引起的组合反射响应，但很难确定电缆失配发生的确切物理位置。
- 2) 时域响应显示了每个失配发生的位置和大小，从响应中我们可以看出电缆的第二个弯曲处发生了明显的失配。

在时域中，分析仪可以使用门功能滤除不想要的响应，然后再将时域数据转换为频域数据，使用这个功能可以测量网络中特定信号的响应，去除连接器或适配器等外部器件的影响。

时域测量功能模拟传统的时域反射计（TDR），时域反射计发射一个冲击或阶跃信号到被测件，然后观察反射的信号能量，通过分析反射信号的幅度、持续时间和波形，就可以确定被测件的阻抗变化情况。网络分析仪实际上并没有产生入射的冲击或阶跃信号，而是进行扫频测量，再通过傅立叶算法从频域测量结果计算时域信息。到目前为止，大多数通常的网络分析仪通过 S_{11} 比值测量来进行时域变换测量。 S_{11} 反射测量不是简单的显示通过 A 或 B 接收机测量的反射信号，它显示测量接收机与参考接收机之间的比值测量结果。此外 S_{11} 比值测量能通过校准去除系统误差，这对时域测量特别重要，因为通过校准建立了测量参考平面，校准点变成了 X 时间轴的零点，所有的时间和距离数据都以这个点为参考点，这样时间和幅度数据都因经过了校准而非常精确。分析仪的时域测量通过如下几个步骤：

- 1) 采集原始接收机（A 和 R）数据。
- 2) 进行比值运算。
- 3) 进行校准误差修正。
- 4) 将频域数据变换到时域。
- 5) 显示测量结果。

2.2 时域测量分辨率与范围

本节讨论如何才能观察到被测件所有有效的时域数据，及如何进行设置以获得最高的分辨率和最大的测量范围。

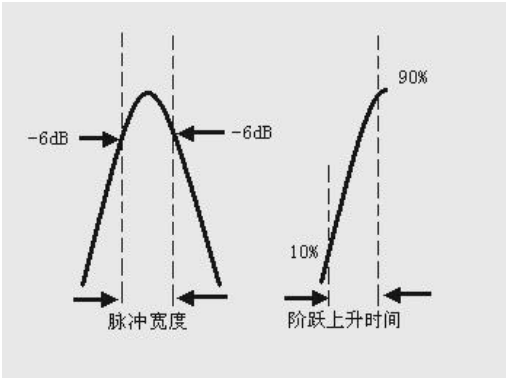
- 响应的分辨率.....472
- 显示分辨率.....476
- 测量范围.....478

2.2.1 响应的分辨率

- 响应分辨率的概念.....472
- 影响时域响应分辨率的几个因素.....473
- 优化响应分辨率的技巧.....476

2.2.1.1 响应分辨率的概念

分析仪的时域响应分辨率是指分析仪区分两个邻近响应的能力，对于相等幅度的响应，等于以 50%（6dB）幅度点定义的冲击响应的脉宽，或以 10%~90%幅度点定义的阶跃响应的上升时间，如附图 2.2 所示：

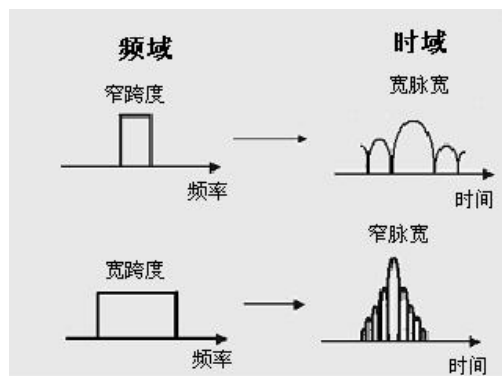


附图 2.2 时域响应分辨率

2.2.1.2 影响时域响应分辨率的几个因素

1) 频率跨度

附图 2.3 显示了频率跨度对响应分辨率的影响：



附图 2.3 频域跨度对响应分辨率的影响

- a) 在窄频率跨度下测量的响应表现为本应独立分开的冲击响应脉冲彼此重叠在一起。
- b) 在宽的频率跨度下进行测量时，分析仪能够区分不同的响应脉冲。
- c) 频率跨度和脉冲宽度成反比，频率跨度越宽，冲击响应脉冲越窄，阶跃响应上升沿时间越短。

2) 窗宽度 (β参数)

- a) 响应分辨率也是时域变换窗宽度的函数。
- b) 近似的响应分辨率能用下面的公式计算，这些公式仅适用于等幅响应和计算 50%脉宽或是 10%-90%阶跃上升时间。

低通阶跃

$$\text{响应分辨率} = \frac{0.45}{\text{频率跨度}} \times \begin{cases} 1.0 \text{ 最小窗口} \\ 2.2 \text{ 标准窗口} \\ 3.3 \text{ 最大窗口} \end{cases}$$

低通冲击

$$\text{响应分辨率} = \frac{0.6}{\text{频率跨度}} \times \begin{cases} 1.0 \text{ 最小窗口} \\ 1.6 \text{ 标准窗口} \\ 2.2 \text{ 最大窗口} \end{cases}$$

带通冲击

$$\text{响应分辨率} = \frac{1.2}{\text{频率跨度}} \times \begin{cases} 1.0 \text{ 最小窗口} \\ 1.6 \text{ 标准窗口} \\ 2.2 \text{ 最大窗口} \end{cases}$$

窗宽度的选择取决于被测件的响应，如果响应是电平相等的信号，采用最小窗提高测量的分辨率，如果响应是电平不等的信号，采用最大窗提高测量的动态范围。

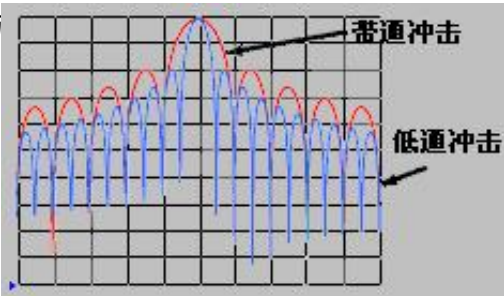
提示

时域变换测量时计算脉冲宽度

在实际进行时域变换测量时，并不需要手动计算脉冲宽度，在时域变换对话框中，分析仪会根据当前设置自动计算出脉冲宽度。

3) 时域变换模式

在低通和带通变换模式下，测量响应的分辨率是不同的，对于同样的频率跨度和扫描点数，低通模式有更高的分辨率，与



下图给出了两种模式分辨率的

比较:

附图 2.4 变换模式对分辨率的影响

2.2.1.3 优化响应分辨率的技巧

- 1) 在大多数情况下，选择最大的频率跨度来获得最高的时间分辨率，不过频率设置必须满足被测件的工作频率要求。
- 2) 分辨率受频率跨度、窗宽度和时域模式的影响。

2.2.2 显示分辨率

时域显示分辨率是指在时间上精确定位一个信号响应的能力，好的显示分辨率可以提高响应的峰值点和零点的定位精度，显示分辨率受时间跨度和扫描点数的影响：

$$\text{显示分辨率} = \text{时间跨度} / (\text{扫描点数} - 1)$$

可以通过以下两种方法调整显示分辨率：

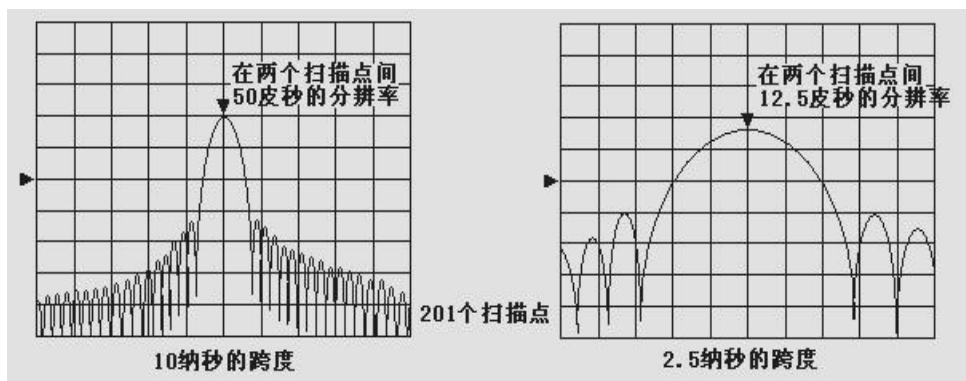
- 1) 减小时间跨度
- 2) 增加扫描点数

提 示

改变测量点数可能会降低校准精度。

附图 2.5 中给出了同一被测件在不同时间跨度下的测量结果：

- 1) 10 纳秒的时间跨下可以得到 50 皮秒的分辨率；
- 2) 2.5 纳秒的时间跨度下可以得到 12.5 皮秒的分辨率。



附图 2.5 显示分辨率

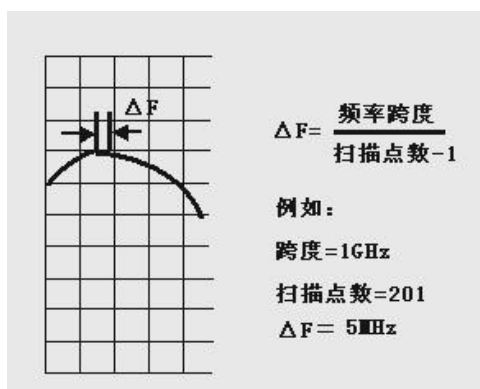
提 示

- 1) 改变时间跨度不会影响分析仪区分两个彼此靠近信号的能力;
- 2) 在低通模式下改变扫描点数会改变频率跨度, 对响应的分辨率有一定影响。

2.2.3 测量范围

在时域测量中, 测量范围定义为可设置的最大时间长度, 在此时间长度内进行测量时不会发生重复响应。测量范围与响应分辨率成反比关系, 提高一个, 就会使另一个降低。

如附图 2.6 所示, 时域波形是随时间重复的周期信号, 因此会发生重复响应。重复响应(假响应)不是被测件的真实响应, 它仅会在特定的时间间隔(1/扫描点频率间隔)出现, 因此测量范围也由扫描点的频率间隔 ΔF 决定:



附图 2.6 扫描点频率间隔定义

在进行时域测量时, 最大可设置的终止时间为: $1/\Delta F$, 测量范围与扫描点数-1 成正比, 与频率跨度成反比, 为了提高测量范围, 你可以修改下面两项设置:

- 1) 增加扫描点数;
- 2) 减小频率跨度。

注意

必须在校准之前进行上面所说的修改。

用真空的光速除以频率间隔 ΔF ，可以得到以米为单位的测量范围，为了计算实际测量范围的物理长度，要再乘以传输介质的相对速率，一些介质的相对速率如下：

1) V 聚乙烯=0.66

2) V 聚四氟乙烯=0.70

$$\text{实际测量范围的物理长度} = \frac{V}{\Delta F} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

2.3 窗口滤波

由于旁瓣和脉冲宽度的影响，时域变换在时间分辨率上存在一定的局限，可以使用窗口滤波功能来减轻这些因素带来的影响。分析仪在时域变换中提供了窗功能可以更有效的区分各种响应，它可以改变响应脉冲的宽度、旁瓣电平和阶跃响应的上升时间。

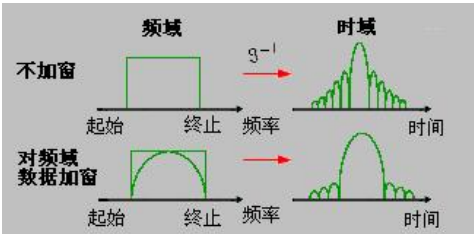
- 窗口滤波.....480
- 正确设置窗口值.....481
- 窗口特性.....482

2.3.1 窗口滤波

2.3.1.1 窗口滤波概念

频域测量在起始和终止频率处存在着突变，这会在时域阶跃响应中引起过冲和振铃现象，使用窗口滤波功能可以减少频域突变带来的影响，在网络分析仪中还存在以下的不足：

- 1) **冲击响应的脉冲宽度或阶跃响应的上升时间：**这是由系统本身的带限特点引起的，限制了分析仪区分两个彼此邻近响应信号的能力。脉冲宽度与测量的频率跨度成反比，如果要减小脉宽需增加频率跨度。
- 2) **冲击响应旁瓣：**这是由终止频率处的突变引起的，邻近高电平响应的旁瓣会隐藏低电平响应信号，限制了时域测量的动态范围，使用窗口滤波可以抑制旁瓣，如附图 2.7 所示：

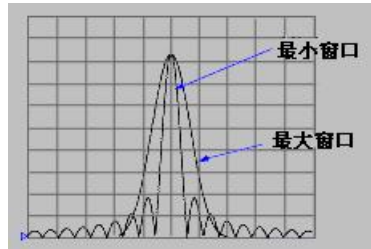


附图 2.7 使用窗口滤波抑制旁瓣

2.3.1.2 使用窗口滤波的优点

- 1) 使用窄的窗口减小冲击响应脉冲的宽度，提高响应分辨率，可以更好的分辨两个邻近响应。
- 2) 使用宽的窗口减小冲击响应的旁瓣电平，提高动态范围，可以更好的测量低电平响应。

2.3.1.3 使用窗口滤波的影响



附图 2.8 窗口对响应信号的影响

如附图 2.8 所示，分析仪通过对频域测量数据进行窗口滤波，对被测件的时域测量响应有如下

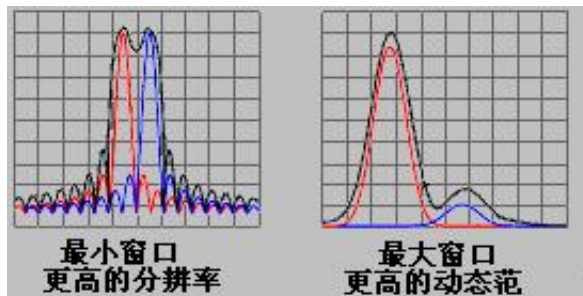
影响：

- 1) 在冲击变换模式中，影响旁瓣电平和脉冲宽度，改变测量分辨率。
- 2) 在低通阶跃变换模式中，可以减小过冲和振铃现象。

2.3.2 正确设置窗口值

如附图 2.9 所示，必须根据被测件的响应类型选择适当的窗口值：

- 1) **被测件有等幅度的响应：**选择小的窗口获得窄的脉冲宽度，提高时域测量的分辨率。
- 2) **被测件有不同幅度的响应：**选择大的窗口获得低的旁瓣电平，提高时域测量的动态范围。



附图 2.9 正确设置窗口

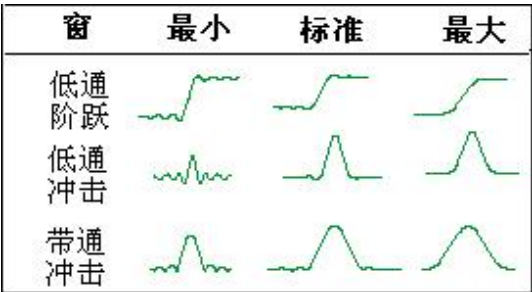
2.3.3 窗口特性

在时域测量中，旁瓣电平与选择的窗口有关，而响应分辨率与频率跨度和所选窗口有关，附表 2.1 给出了在 2.997GHz 频率跨度下的窗口特性指标：

附表 2.1 在 2.997GHz 频率跨度下的窗口特性指标

变换模式	窗口	响应分辨率		旁瓣电平
		阶跃上升时间	脉冲宽度	
低通阶跃	最小	150ps		-21dBc
	标准	330ps		-60dBc
	最大	494ps		<-70dBc
低通冲击	最小		200ps	-13dBc
	标准		320ps	-44dBc
	最大		481ps	<-75dBc
带通冲击	最小		400ps	-13dBc

	标准		641ps	-44dBc
	最大		941ps	<-75dBc



附表 2.2 对短路器反射测量加窗的时域波形

2.4 时间门滤波

使用时间门功能可以选择或移去时域中的某个响应，然后分析仪可以将经过处理的时域数据再变换到频域进行观察。也就是说，对时域数据进行了时间门滤波后，可以关闭时域变换功能，在时间门功能有效的情况下观察被测件的频域响应。例如，在传输测量时，可以使用时间门去除多径传输的影响，也可以每次只观察一个单独的时域响应信号，在频域中分析每个单独响应对测量结果的影响。

- 如何使用门功能.....484

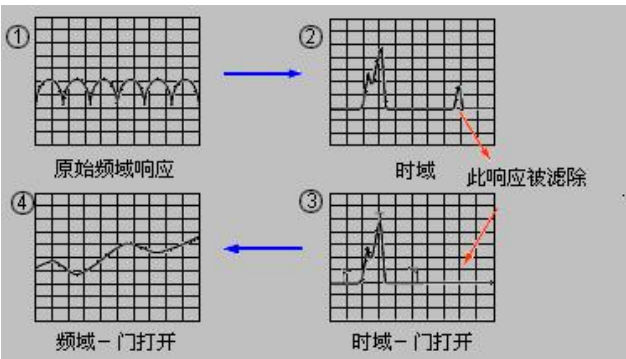
- 门设置.....485
- 门形状.....485

2.4.1 如何使用门功能

在实际的测量中，使用时间门功能测量的步骤如下：

- 1) 在频域中对被测件进行测量。
- 2) 打开时域变换功能，分析仪计算被测件的时域响应。
- 3) 选择门的形状：
 - a) **带通**：将门置于想要保留的响应的中心，打开门功能，门之外的响应通过数学运算从显示的测量中被去除。
 - b) **带阻**：将门置于想要去除的响应的中心，打开门功能，门之内的响应通过数学运算从显示的测量中被去除。
- 4) 关闭时域变换功能，观察被测件的频域响应，了解去除的响应对测量结果的影响。

附图 2.10 显示了一个带通时间门的测量应用：



附图 2.10 带通时间门的测量应用

2.4.2 门设置

可以通过如下设置定义门的边界和功能：

- 1) **起始和终止**：定义门的-6dB 截止时间。
- 2) **中心**：定义门的中心时间。
- 3) **跨度**：等于终止时间减起始时间。
- 4) **门类型**：
 - a) **带通**：滤除门之外的响应。
 - b) **带阻**：滤除门之内的响应。

2.4.3 门形状

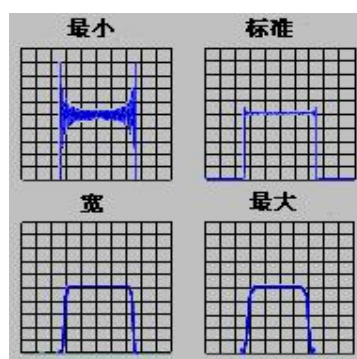
2.4.3.1 门形状

门与窗口滤波器类似也有滤波器的形状，可以通过选择合理的滤波器形状：最小、标准、宽和最大来优化测量：

- 1) **最小门形状**：滤波器的旁瓣电平最高，边沿跌落最陡峭，通带纹波最大。
- 2) **最大门形状**：滤波器的旁瓣电平最低，边沿跌落最缓慢，通带纹波最小。

2.4.3.2 通带纹波

门是一个带通（或带阻）形状的滤波器，每一种形状的滤波器都有不同的滤波器特性，下图显示了四种不同形状滤波器的通带纹波，图中的比例为 0.5dB/格，从附图 2.11 中可以看出最小的门有最大的纹波：



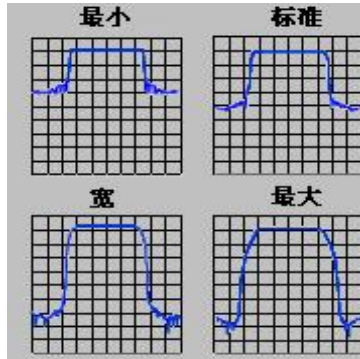
附图 2.11 不同门滤波器的通带纹波

2.4.3.3 旁瓣电平

如附图 2.12 所示，四种不同形状的滤波器有不同的旁瓣电平，在实际测量时，必须要在更低的

旁瓣电平和更快的截止率之间进行平衡：

- 1) 最小门的旁瓣电平最高，截止速度最快，非常适合用来滤除测量响应附近不希望出现的响应。
- 2) 最大门的旁瓣电平最低，截止速度最慢，门的通带最宽，在门的带外有最大的衰减。



附图 2.12 不同门的旁瓣电平

2.4.3.5 门特性

不同形状的门有不同的特性，附表 2.3 给出不同门的特性指标，门的特性通过以下指标定义：

- 1) **通带波纹和旁瓣电平**：描述门的形状。
- 2) **截止时间**：是门的终止时间（滤波器边缘-6dB 处）和第一个旁瓣峰值点之间的时间。
- 3) **最小门跨度**：是截止时间的两倍。

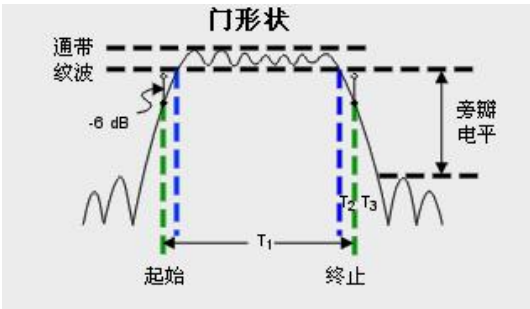
附表 2.3 不同门的特性指标

门形状	通带波纹	旁瓣电平	截止时间	最小门跨度
最小	$\pm 0.10\text{dB}$	-48dB	1.4/频率跨度	2.8/频率跨度
标准	$\pm 0.01\text{dB}$	-68 dB	2.8/频率跨度	5.6/频率跨度
宽	$\pm 0.01\text{dB}$	-57 dB	4.4/频率跨度	8.8/频率跨度
最大	$\pm 0.01\text{dB}$	-70 dB	12.7/频率跨度	25.4/频率跨度

附图 2.13 给出了一个完整门的形状及其特性指标的含义：

- 1) T_1 是门的跨度，它等于终止时间减去起始时间。
- 2) T_2 是通带边缘和 -6dB 点间的时间，表示滤波器的截止率。
- 3) T_3 是 -6dB 点和门阻带边缘间的时间。

对于所有形状的门， T_2 和 T_3 相等，滤波器中心点的两侧是完全对称的。



附图 2.13 门形状示意图

2.4.3.6 最小门跨度

每一种形状的门都有一个推荐的最小门跨度以便能正确的进行工作，这是由门有限的截止率决定的，这个最小的门跨度由下面的公式给出，此时滤波器的通带等于 0。

$$T_{1\text{MIN}}=2\times T_2$$

如果设置的门跨度比这个最小值还要小，那么分析仪将会产生下面的效应：

- 1) 门的形状失真没有通带；
- 2) 门的形状失真；
- 3) 起始和终止时间的指示不正确；
- 4) 可能会使旁瓣电平增大。

2.5 时域测量数据

为了帮助用户理解在时域内的设备响应，这一节给出了多种方式测量的例子。

- 掩 蔽.....490
- 在带通模式下的反射测量.....492
- 在带通模式下的传输测量.....492
- 应用低通模式时的错误定位.....494
- 低通模式下的反射测量.....495
- 低通模式下的传输测量.....496

2.5.1 掩蔽

2.5.1.1 掩蔽的作用

因为掩蔽影响了在时域测量时用户观察到的响应，所以它有助于用户理解时域的测量数据。

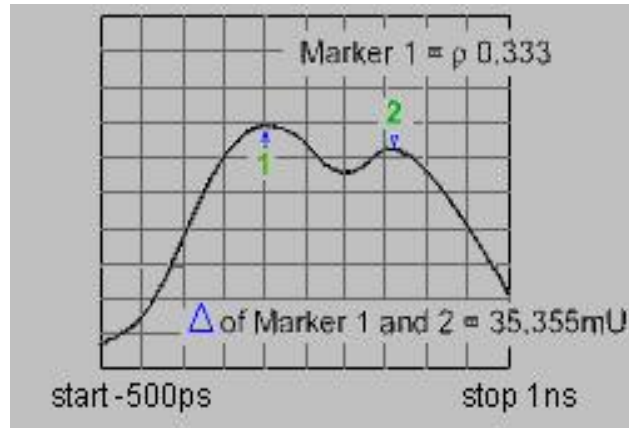
- 1) 当一个间断或者最靠近参考通道的一个损失发生时掩蔽就会出现，它将影响每一个并发的间断响应。
- 2) 从第一个间断反射或者吸收的能量不能到达第二个或者后面的间断点。
- 3) 效果就是每一个间断响应都要比它将要有的而不可见的第一个响应要小。

2.5.1.2 由于能量反射引起的掩蔽

反射引起的掩蔽在遇到任何一个比较大的错误配置时都会发生。如附图 2.14 所示，这一现象在

下面线性阻抗的例子中被显示出来。

- 1) 一个 50 欧姆的线连接一个 25 欧姆的空气线，再连接一个 50 欧姆的传输线上。
- 2) 第一个断点大概有一个系数为 0.333 的反射（恰好相当于一个 25 欧姆的电阻）。
- 3) 在 25 欧姆末端后面，响应就不在是系数为 0.333 的反射了（将是一个相当于 50 欧姆的电阻）。通过两个 Δ markers 的显示，在这个数量级上它们的差是 35.355mU。原因是在第二个脉冲的发生点要比由于在第一次失谐点上反射能量的单位要有一个小的衰减。

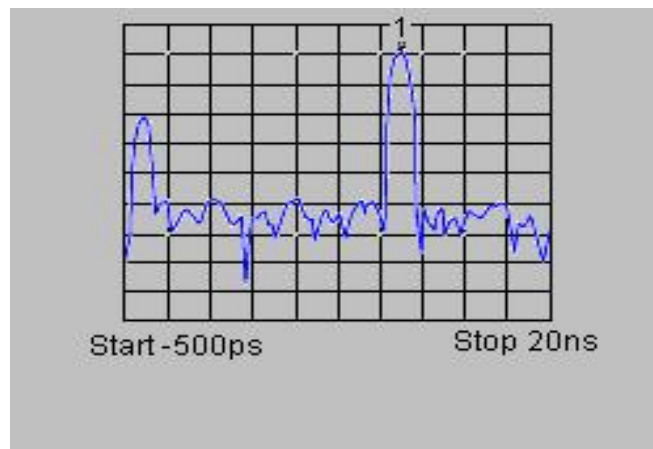


附图 2.14 由于能量反射引起的掩蔽对测量的影响

2.5.1.3 由于能量吸收引起的掩蔽

由于能量吸收引起的掩蔽是指在测量有损耗电路时引起的掩蔽。附图 2.15 是关于在开环下一个电缆的掩蔽事例。

- 1) 在 MARKER 1 上显示了开环响应的回波损耗是-2.445dB（注意是在 LOG MAG 模式下）。
- 2) 这个预期的响应在开环下是一个比较典型的值。
- 3) 这个标记值表示的是向前和反向的路径损耗的总和。



附图 2.15 由于能量吸收引起的掩蔽对测量的影响

2.5.2 在带通模式下的反射测量

2.5.2.1 横轴上的数据

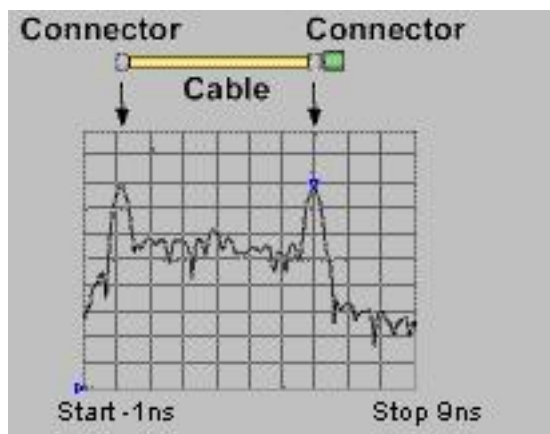
一个脉冲所用的时间是指从测试端口到断点然后返回到测试端口的时间。

2.5.2.2 纵轴上的数据

- 1) 如果用 LOG MAG 方式是指返回损耗 (dB)。
- 2) 如果用 LIN MAG 方式是指反射系数。

如附图 2.16 所示, 下面的例子是用来说明在带通模式下的反射测量。

- 3) 在时间轴的 0 点有一个脉冲, 表示从测试端口的输出到第一个断点的时间。
- 4) 并发的脉冲表示脉冲遇到的下一个断点。



附图 2.16 带通模式下的反射测量

2.5.3 在带通模式下的传输测量

2.5.3.1 横轴上的数据

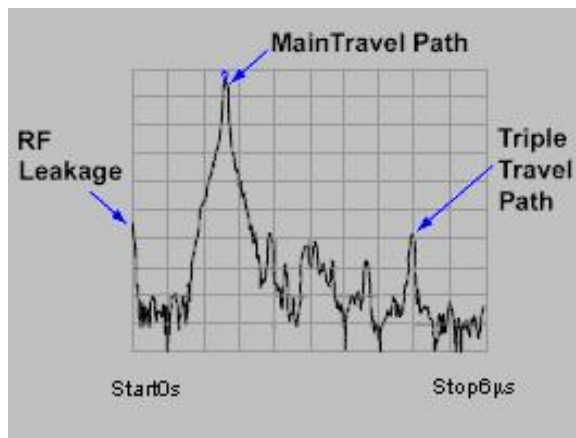
表示在测试装置下的传播延时。

2.5.3.2 纵轴上的数据

- 1) 如果用 LOG MAG 方式是指传输损耗或传输增益。
- 2) 如果用 LIN MAG 方式是指传输系数。

如附图 2.17 所示，下面的例子是用来说明带通模式下的传输测量

- 3) 这个例子说明的是在这种模式下提供的关于在表面声波（SAW）滤波器里传输的多重路径的信息。
- 4) 最接近 0 时间点的脉冲描述了网络仪从输出到输入在最短路径上的传播时间。它可能是也可能不是最大的脉冲或最佳的传播路径。
- 5) 每个并发的脉冲从输入到输出都可能其他的传播路径，但无论那种都要比最短路径长。



附图 2.17 带通模式下的传输测量

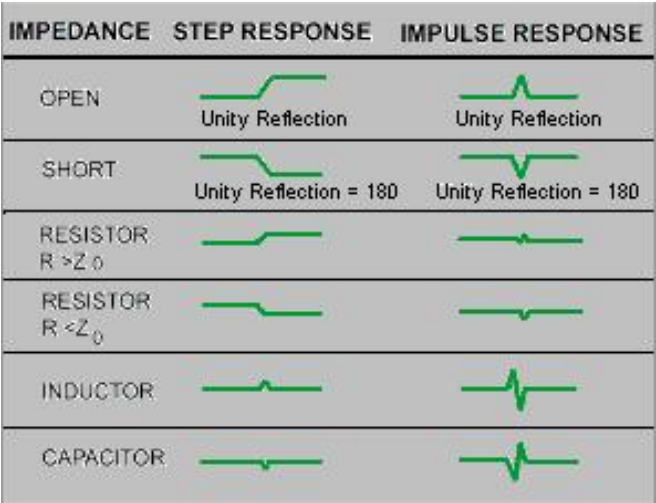
提示

观察 SAW 滤波器响应的主通路

为了看到 SAW 滤波器响应的主通路，你可以设置阻碍除了主要脉冲以外的所有脉冲的门。之后在频域里，只有主路上的频率响应被显示出来。

2.5.4 应用低通模式时的错误定位

低通模式可以模拟测试装置时域反射计（TDR）响应。这个响应包含了在间断点上的有用的决定的信息。下图说明了已知断点的低通响应。每一个电路元件都通过低通时域 S_{11} 响应下的相应的模拟波形。低通模式允许你观察或者是一个步进响应或者是脉冲激励响应。



附图 2.18 不连续电路的低通时域响应波形

提示

步进响应让你更容易了解断点的特性。这种模式更接近于传统的 TDR 测量。

2.5.5 低通模式下的反射测量

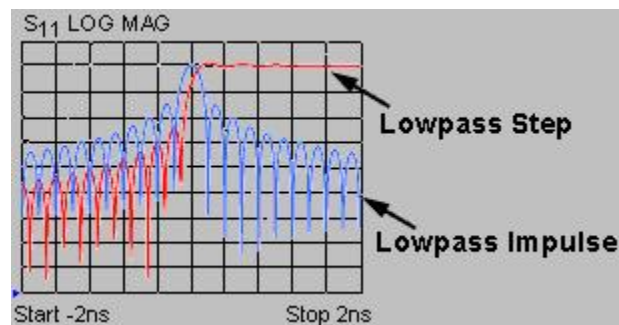
2.5.5.1 横轴上的数据

横轴上的数据是指脉冲从测试端口开始到达断点和返回测试端口的时间。

注意：为了确认实际的物理长度，请输入适当的速率因子。

2.5.5.2 纵轴上的数据

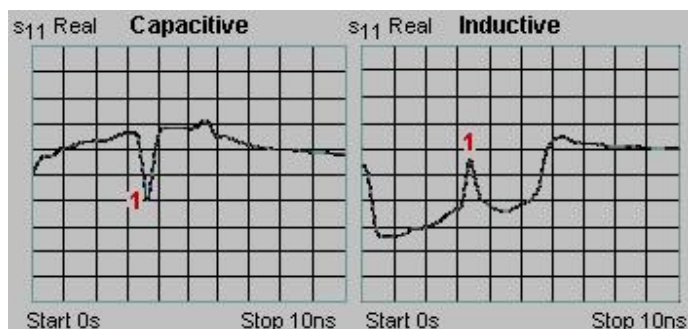
如果用 REAL 方式表示反射系数 (ρ)。下面的例子是在低通模式下的 LOG MAG 方式时脉冲响应和步进响应的反射测量。



附图 2.19 低通模式下的反射测量

下面的例子说明了低通下 REAL 方式时的两个不同电缆的反射测量。

- 1) 低通响应包含了断点被定位阻抗校准方式等信息。



附图 2.20 不同电缆的低通阶跃测量结果

- 2) 左面测量——是指卷曲电缆的响应有一个呈容性的断点。
- 3) 右面测量——是指磨损电缆的响应有一个呈感性的断点。

2.5.6 低通模式下的传输测量

2.5.6.1 横轴上的数据

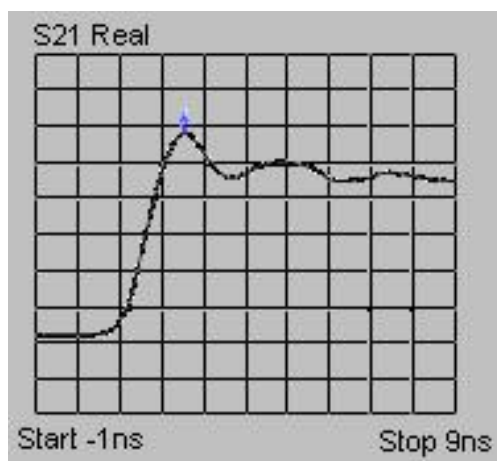
- 1) 在一个频率范围里通过装置的平均时间。
- 2) 一个装备的在时间上的电延时。

2.5.6.2 纵轴上的数据

- 1) 如果用 REAL 方式就是真实的单位（如电压）。
- 2) 如果用 LOG MAG（只在脉冲模式下）方式是指传输损耗或增益（dB）。

下面的例子说明了一个放大器的低通步进响应。

- 1) 覆盖全部测量频率范围的平均组延时在时间上步进响应和放大器响应之间是不同的。
- 2) 在频域扫描里步进时间是均衡的达到最高频率点的；越高的频率上升时间越快。
- 3) 在放大器响应的上升中有一个抑止信号。



附图 2.21 放大器的低通阶跃测量结果

提示

纵轴格式适用范围

对低通步进响应，最有用的是 REAL（放射系数）方式；对脉冲响应，可以用 REAL 方式，但为了得到那些观察到的大的小的断点的最好动态范围，还是用 LOG MAG 方式。

2.6 带通和低通的时域模式

在用户设置测量值之前必须选择在时域模式下测量。

- 模式比较.....497
- 模式的挑选依据测试装置.....498
- 频率范围和数据点数.....498
- 脉冲和步进响应.....499
- 使用数据格式.....500

2.6.1 模式比较

2.6.1.1 带通模式

- 1) 简易的应用。
- 2) 只对那些不能向下操作到 0Hz 的带通装置有用。
- 3) 允许测量一些已经设置了开始和结束频率的频率。
- 4) 只允许测量脉冲响应因为转换数据不能包括 0Hz 的情况。
- 5) 工作在反射和传输测量时。
- 6) 允许错误的位置存在。

2.6.1.2 低通模式

- 1) 应用于那些能向下操作到 0Hz 的低通设备。
- 2) 模拟传统的时域反射计 (TDR)。
- 3) 需要测量和 0Hz 情况有缓和联系的频率, 推算出在频域里第一个新的数据点。
- 4) 允许脉冲和步进响应测量因为转换数据包括 0Hz 的情况。
- 5) 允许错误定位和在断点上阻抗 (容性还是感性) 呈现类型的证明。
- 6) 工作在反射和传输测量时。
- 7) 在同样的频率跨度下低通模式要比带通模式的响应分辨率高 (2 倍)。

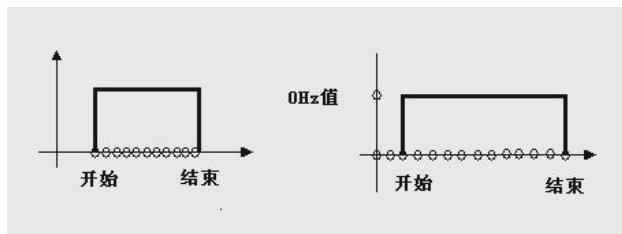
2.6.2 模式的挑选依据测试装置

- 1) 选择带通模式——如果测试装置操作在带通、带阻或者是高通滤波器。
- 2) 选择低通模式——如果测试装置能通过包括向下到 0Hz 的所有的频率, 甚至装置响应在频率跨度的低端有复制, 仍然要选择低通模式。

2.6.3 频率范围和数据点数

2.6.3.1 带通模式

- 1) 用户可以选择一些在测量范围之内的起始和终止频率值。
- 2) 分析仪将从起始到终止频率内获得数据。
- 3) 只提供脉冲响应。



附图 2.22 带通模式

2.6.3.2 低通模式

- 1) 在频域里要求一个从开始几个点就能推断出来的 DC 条件。
- 2) 要求等于空间的数据点数。
- 3) 分析仪设置好测量频率的所以起始频率的谐波。

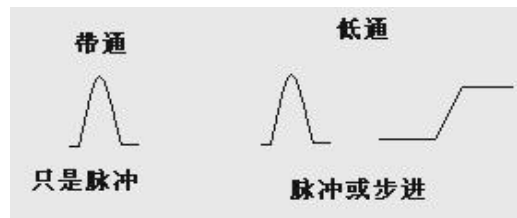
- 4) $F_{\text{截止}} = N \times F_{\text{开始}}$ (N =扫描点数) 这个等式在截止频率上对 N 的每一个值都做了限制。

注意

F 开始与 F 截止参数

由于对 $F_{\text{开始}}$ 来说可能最小值是 300kHz，所以 $F_{\text{截止}}$ 至少是 $N \times 300\text{kHz}$ 。

2.6.4 脉冲和步进响应



附图 2.23 低通模式

一旦测试下的装置有一个脉冲功能或一个步进功能的刺激，网络分析仪就能呈现这个时域响应。

- 1) **低通冲激**——是一个从 0 到最大然后在到 0 的电压波形。脉冲宽度是通过在频域测量时的频率跨度确定的。
- 2) **低通阶跃**——是一个从 0 到最大的电压波形。步进上升时间是通过在频域测量是最高频率确定的。

注意

两种低通时域变换模式的适用范围

附录 2 时域测量

在低通模式下的低通阶跃是最容易解释断点方式的时域变换模式。通过这两种方式可以给出一般的感性和容性的断点的 TDR 显示。

- 3) 在频率响应数据里, 分析仪依靠你选择的转换方式来计算步进、脉冲或者设置的带通响应。
- 4) 分析仪在时域响应里显示这些数据。

要了解更多的关于频率跨度对脉冲宽度和上升时间的影响的信息请参考**响应和范围**。

2.6.5 使用数据格式

2.6.5.1 线性量级

- 1) 对于反射测量这种格式显示了你测量范围内的反射系数的平均线性量级。
- 2) 对于传输测量这种格式显示了你测量频率范围内的传输路径里的平均传输系数。
- 3) 这种格式适合用来观察接近量级的响应。

2.6.5.2 Log 格式

- 1) 对于反射测量, 这种格式显示了返回损耗 (dB) 的单位里的响应。显示的值表示在测量的频率范围内断点的返回损耗的平均值。
- 2) 对于传输测量, 这种格式显示了在传输损耗或增益 (dB) 的单位里的响应。这表示在测量的频率范围内传输路径上的平均损耗。
- 3) 这种格式适合观察传输响应的一个宽的动态范围。

2.6.5.3 驻波比

对于反射测量, 这种格式显示了测量的频率范围内断点的平均驻波比 (SWR)。

2.6.5.4 对于低通可用的格式——REAL

- 1) 这种格式显示的是在真正的单位下的响应。
- 2) 如果测试下的装置有一个向下到 DC 的响应, 那么用低通模式。
- 3) 如果测试下的装置在 DC 上没有测量响应, 那么用带通模式。

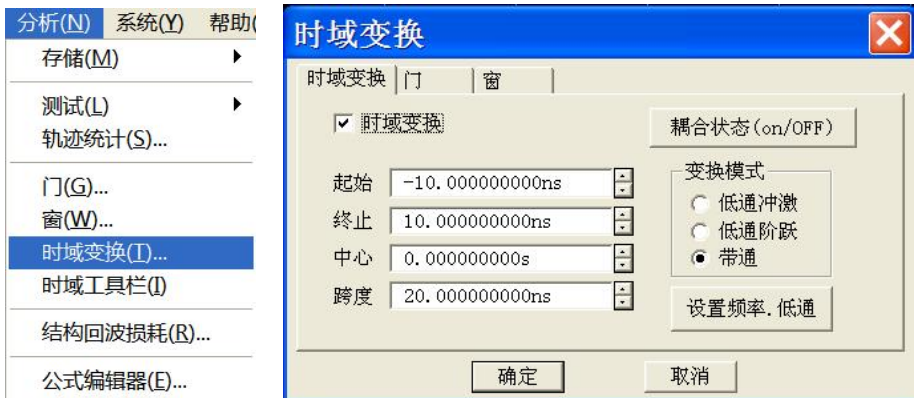
2.7 时域变换测量设置

菜单路径：**[分析]→[时域]→[时域变换...]**，显示**时域变换**对话框。

点击勾选**[时域变换]**复选框，激活时域变换功能。

单击**[起始]**、**[终止]**或**[中心]**、**[跨度]**框，设置时域测量范围。

在**变换模式**区中选择变换模式：**[低通冲激]**、**[低通阶跃]**或**[带通]**。



附图 2.24 设置时域变换测量

设置窗功能：在**时域变换**对话框中单击**[窗]**选项按钮，使用下面三种方法设置窗滤波器：

- 用鼠标拖动滑块，直到脉冲宽度或旁瓣电平满足要求；
- 单击**[凯撒窗β参数]**框，调整β值设置，直到脉冲宽度或旁瓣电平满足要求；
- 单击**[脉冲宽度]**框，直接设置响应脉冲宽度。



附图 2.25 时域变换测量—设置窗

设置时域门滤波功能：在**时域变换**对话框中单击**[门]**选项按钮，点击勾选**[门]**复选框打开时域门滤波功能。




- 单击**[起始]**、**[终止]**或**[中心]**、**[跨度]**框，设置门的边界；
- 在**[门类型]**框选择门类型：**带通**、**带阻**；
- 在**[门形状]**框选择门形状：**最小**、**标准**、**宽**、**最大**。



附图 2.26 时域变换测量-设置门

如果想在门功能仍有效的情况下观察被测件的频域响应，在**时域变换**对话框中单击**[时域变换]**选项按钮，点击清除**[时域变换]**复选框。

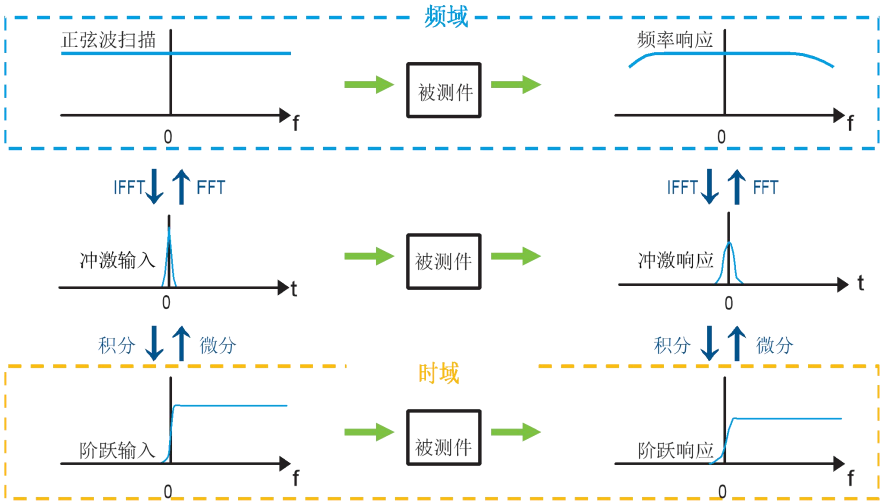
时域变换设置的一些技巧

- 在开启时域变换和时域门的情况下关闭**时域变换**对话框时，可以通过鼠标拖动改变时域门的边界设置：门的起始和终止分别用符号“”和“”指示，用鼠标指向门的起始或终止指示符，按住鼠标的左键不放，鼠标指针变成水平调整指示“”时，拖动鼠标将门的边界指示符移到需要的位置，放开鼠标左键，即完成了门起始或终止的设置。
- 通过**时域变换**对话框完成时域测量的设置后，可以关闭**时域变换**对话框，开启**时域**工具栏调整时域测量的设置，这样可以更清楚的观察设置改变对于测量的影响。关于**时域**工具栏的设置方法请参见 4.9“设置分析仪的显示”中“触发工具栏显示”部分。

2.8 时域反射（TDR）阻抗测试

随着信息产业的高速发展，对网络带宽的需求也越来越高，这就需要信息设备（如大型服务器、计算机和交换机等）能够承载的数据速率越来越快。信息设备生产商对高速互连通道中的信号完整性问题也愈发重视，TDR 差分阻抗是其中一个重要测试项。

传统上，TDR 差分阻抗测试是一种通过使用时域反射计（TDR）示波器来评估传输线路的常见方法。而基于矢量网络分析仪（VNA）的 TDR 测量作为一种这种时域分析的替代方法，越来越受到人们的关注。两种方法的测试原理如下图所示。



附图 2.27 两类时域反射阻抗测试原理对比

2.8.1 测试轨迹设置

菜单路径：**[轨迹]→[新建轨迹]→[平衡参数...]**，显示平衡参数拓扑对话框。

修改平衡拓扑设置，选择**[平衡到平衡]**，并根据被测件连接情况设置平衡端口和网络仪端口的关系。

建立差分测试轨迹 Sdd11。



附图 2.28 测试轨迹的建立

2.8.2 时域变换方式设置

菜单路径：**[分析]→[时域]→[时域变换...]**，显示**时域变换**对话框。

点击勾选**[时域变换]**复选框，激活时域变换功能。

单击**[起始]**、**[终止]**或**[中心]**、**[跨度]**框，设置时域测量范围。

在**变换模式**区中选择变换模式：**[低通阶跃]**。



附图 2.29 时域变换方式的设置

2.8.3 校准

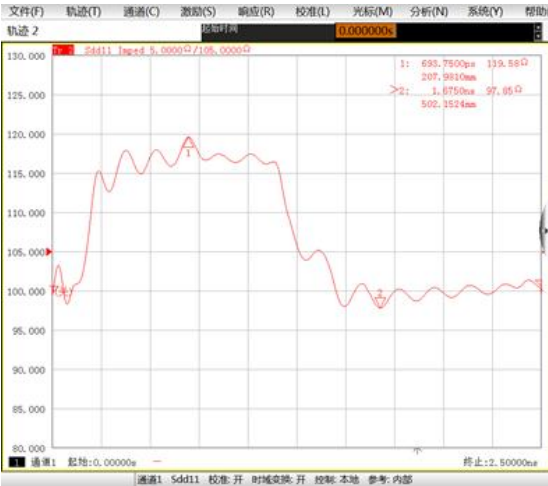
首先根据校准件和被测件选择校准方式和连接方式；接着进行校准件和被测件选择；随后按照向导步骤进行四端口校准，最后点击完成。



附图 2.30 校准过程

2.8.4 阻抗格式选择

菜单路径：**[响应]→[格式]**，选择阻抗格式。



附图 2.31 时域反射（TDR）阻抗显示

注意

时域测量的校准

如果在进行时域低通模式测量前要执行校准，必须先在时域测量对话框中选择低通测量模式或单击[设置频率.低通]按钮设置测量的起始频率，推荐在完成所有时域测量设置后再执行校准。

附录 3 高级时域分析

本章包括以下内容：

● 概述.....	507
● 测量设置.....	509
● 测量过程.....	518
● 眼图及眼图模板测量.....	523
● 眼图波形的高级分析.....	530

3.1 概述

矢量网络分析仪高级时域分析选件提供以下功能：

- 宽频率覆盖，并提供四端口选件，使最新高速数据标准的测试成为可能
- 大动态范围用于测试被测件的真实性能
- 优异的噪声基底保证测试的精确性与可重复性
- 快速的测量速度用于实时分析被测件的特性
- 先进校准技术减少测量误差
- 自动夹具移除技术确保轻松去除夹具和探头对测试结果的影响
- 可同时准确获得被测件的TDR/TDT和S参数数据
- 同时完成时域和频域分析，帮助找到造成损耗、反射和串扰的源头
- 单次连接完成正、反向传输和反射测量
- 提供所有传输模式的测试结果(单端、差分和模式转换)
- 通过仿真眼图对高速互连的传输性能进行评价

附录 3 高级时域分析

- 提供仿真码型生成器得到PRBS、K28.5和ABS等码型，并支持用户自定义
- 内置预定义高速串行标准眼图模板
- 无需脉冲发生器，眼图基于频域数据生成

3.1.1 屏幕显示



附图3.1 高级时域选件主操作界面

➤ 图形区域

显示测量结果，如TDR/TDT，S参数，眼图显示在图形区域。

➤ 配置向导

用户可根据向导设置测试状态

➤ 仪器状态栏

➤ 测试模式选择

您可以从三种高级时域分析模式进行选择

- 配置
- TDR/TDT
- 眼图

当其中一个选项卡被选中时，模式就会改变。选中后，模式将突出显示。所显示的设置区域

将根据所选模式进行相应的更改。

➤ 参数设置

设置区域会根据所选模式改变和显示。

3.1.2 启动和退出高级时域分析选件

确保安装并启用了高级时域分析选件。

开始高级时域分析选件

- 单击**[分析]**→ **[TDR]**，打开TDR。启动高级时域分析选件。
- 退出时，单击3671高级时域分析选件应用程序界面**上的[X]**按钮关闭它。



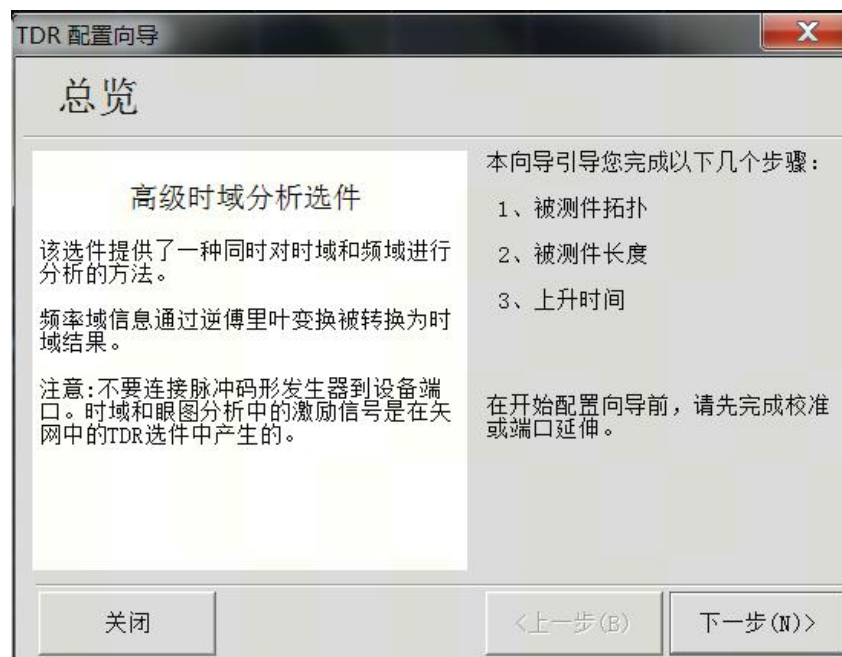
附图3.2 高级时域选件菜单选择

3.2 测量设置

3.2.1 配置向导的使用

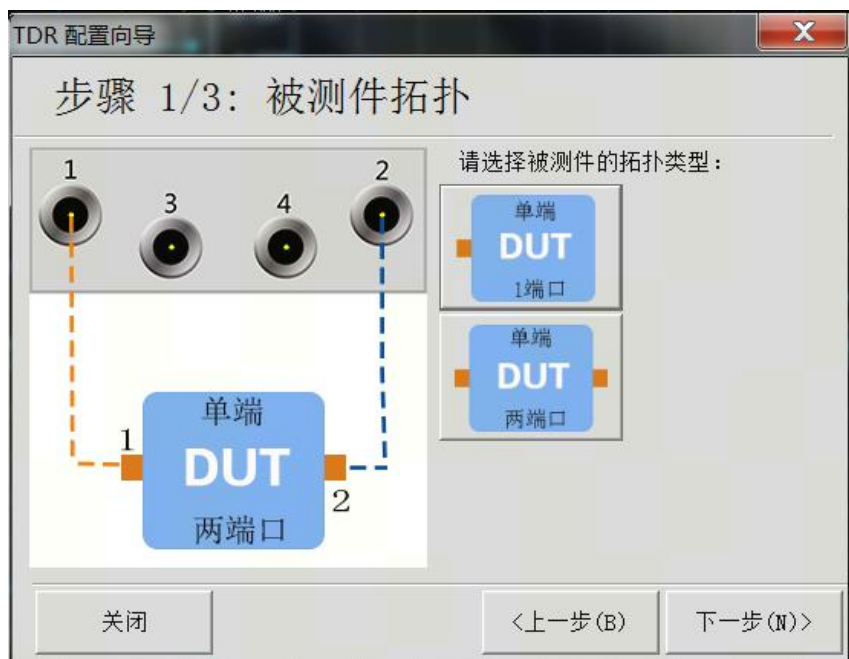
配置向导指导您逐步执行高级时域分析测量设置。当您第一次执行高级时域分析选件时，设

置将自动出现。



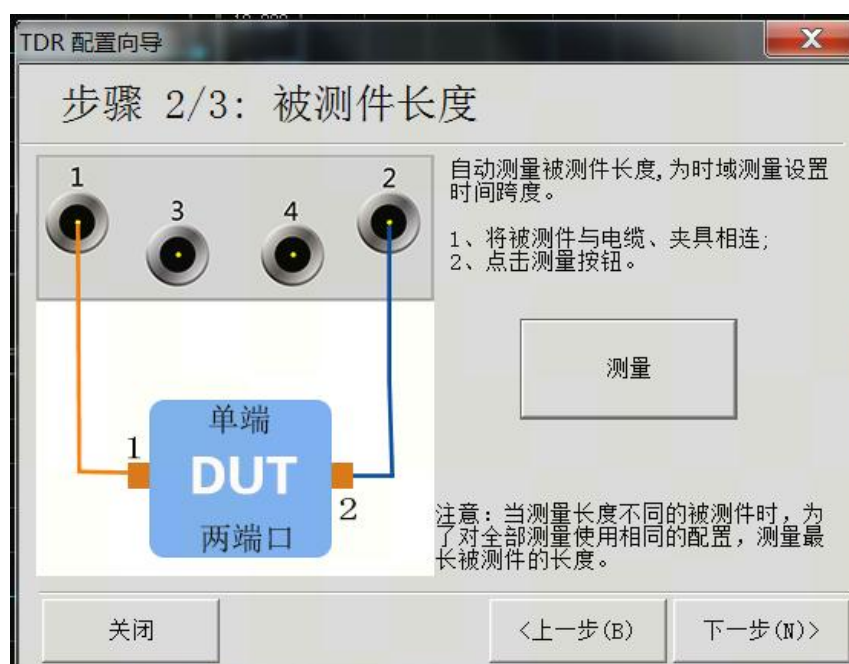
附图3.3 TDR配置向导总览

- a) 如果不希望使用配置向导执行高级时域分析设置, 请单击【关闭】按钮关闭配置向导。
- b) 单击【下一步】→启动设置过程。
- c) 选择被测件的拓扑结构。



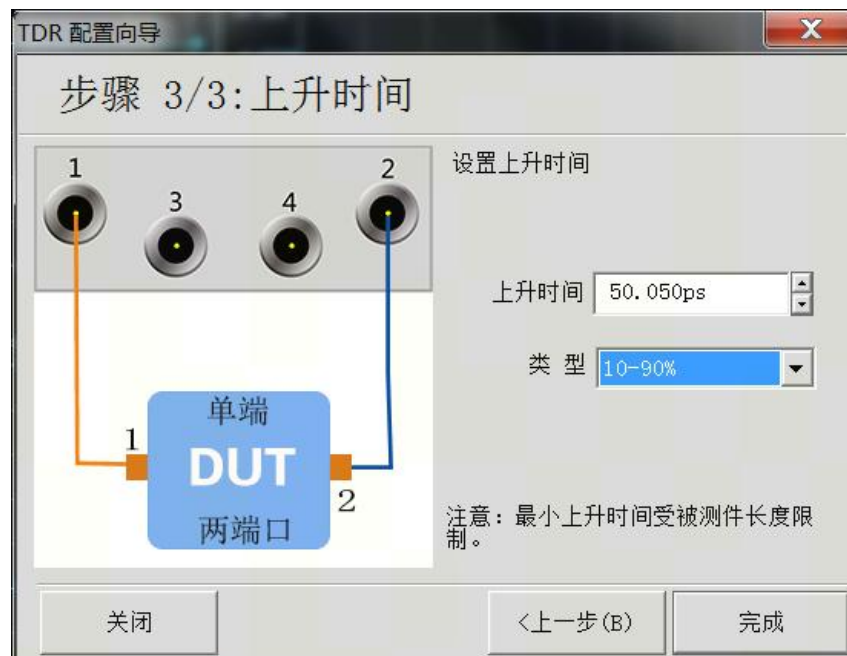
附图3.4 TDR配置的被测件拓扑设置

- d) 点击【下一步】。
- e) 将出现配置向导的被测件长度对话框，点击【测量】，被测件长度是自动测量的，用来设置测量时间基准。



附图3.5 TDR配置的被测件长度测试

- f) 点击【下一步】。
- g) 显示配置向导的上升时间设置对话框，点击【上升时间】和【类型】。



附图3.6 TDR配置的上升时间测试设置

- h) 点击【完成】，配置向导设置完成

3.2.2 手动配置

除了使用配置向导，用户还可以手动执行高级时域分析测量设置。手动设置在“配置”选项卡

上执行。主要包括

- 重置
- 选择DUT拓扑
- 设置激励振幅水平
- 设置DUT长度
- 端口延伸

- 校准
- 平均
- 通道配置

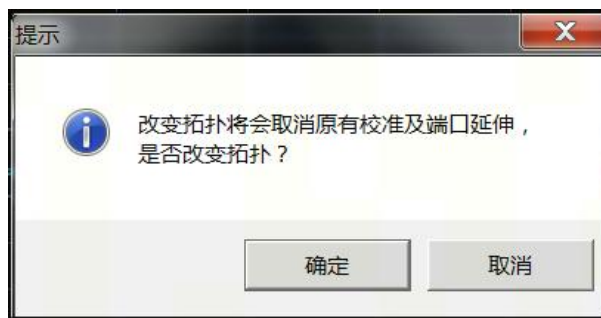
➤ **重置**

- a) 单击“基本配置”下的【重置】按钮可重置高级时域分析选件。
- b) 基本区域中显示的所有设置都更改为默认设置。

注意：当您点击【重置】按钮，校准和端口延伸数据将被清除。重置后除了DUT类型外所有的设置都是默认值。

➤ **被测件拓扑结构设置**

- a) 在“基本配置”下的拓扑中, 从下拉列表框中选择一个可用选项。这个函数与步骤3.2.1节【配置向导】中的被测件拓扑相同。
- b) 将出现一个请求确认的对话框。单击【确定】继续。



附图3.7 被测件拓扑结构改变提示对话框

注意：选择拓扑将执行高级时域分析选件重置。因此，当您从一个拓扑结构更改到另一个拓扑结构时，校准和端口延伸数据将被清除。

➤ **设置激励电平**

用于设置激励电平的幅度

注意：激励电平幅度与实际施加的测试电平无关。

a) 双击基本设置中的【激励电平】文本框，将出现一个输入对话框。输入激励电平值

并单击【回车】。设置的新值显示在【激励电平】文本框。



附图3.8 软键盘对话框

➤ 设置被测件长度

被测件长度设置主要用于设置时域测量的时间跨度。测量可以在较长的被测件上进行，但是最小上升时间值可能是有限的。

被测件长度可以自动设置，也可以手动设置。

a) 自动设置（推荐）

1. 点击“基本配置”下的被测件长度中的【自动】按钮。
2. 将出现配置向导的被测件长度对话框。
3. 点击【测量】。
4. 被测件长度是自动测量的，用来设置时间基准。
5. 完成后，在【测量】旁边会出现一个勾号。



附图3.9 被测件长度测试设置对话框（手动配置）

注意：自动设置功能可以作为配置向导中的一个步骤使用。

b) 手动设置

如果DUT的长度已知，则可以手动设置被测件长度。

1. 在“基本配置”下的被测件长度文本框中输入长度值。

注意：任何比被测件长度设置短的被测件都可以测量。因此，当测试多个不同长度的被测件时，使用最长的被测件设置长度值，以允许对所有测量使用相同的仪器设置。

➤ 执行校准

高级时序分析选件有三个校准方式可用，具体如下。

- 端口延伸
- 端口延伸和损耗补偿
- 常规校准

➤ 更多功能

a) 参考阻抗设置

1. 在“更多”下的【参考阻抗】处，双击一次。将出现一个输入对话框。键入参考阻抗值，然后单击OK。新值显示在【参考阻抗】处。

b) 介电常量和速率因子

$$\text{速率因子} = 1 / \sqrt{(\text{介电常数})}。$$

当更改其中任意一项时，其他值将自动更改。

1. 改变介电常数的值。在“更多”下【介电常数】，双击一次。将出现一个输入对话框。键入介电常数值并单击【回车】。新值在【介电常数】处显示。

2. 在“更多”【速率因子】处，可以设置速率因子的值，方法与介电常数相同。

c) 端口功率

1. 在“更多”下的【端口功率】处，双击一次。将出现一个输入对话框。输入端口功率并单击【回车】。新值显示在【端口功率】处。

d) 平均

平均功能可以减少轨迹噪声。当扫描平均功能打开时，它执行平均因子指定的扫描次数。要激活平均值选项，请选择平均值。

1. 若要打开平均功能，请选择“平均”前复选框。

2. 输入平均次数(需要执行扫描的次数)。

e) 中频带宽

在【中频带宽】上，双击一次。将出现一个输入对话框。输入中频带宽值并单击【回车】。

新值显示在中频带宽上。减少中频带宽会提高动态范围，降低测量噪声水平。

➤ 通道配置

参考眼图波形的高级分析一节。

3.2.3 误差修正

从测量中消除测试夹具和电缆的影响有许多不同的方法。3671高级时域分析选件为您提供三个可用的误差修正方法，如下所示：

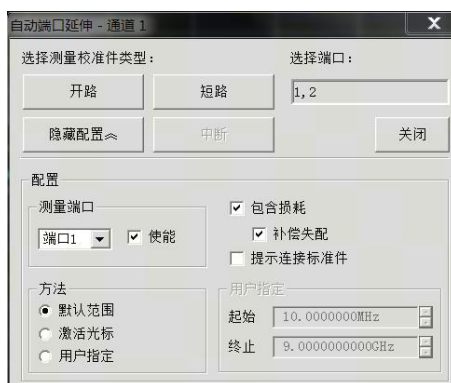
- 端口延伸
- 端口延伸和损耗补偿
- 常规校准

可以在“配置”选件卡【基本配置】中执行误差修正。



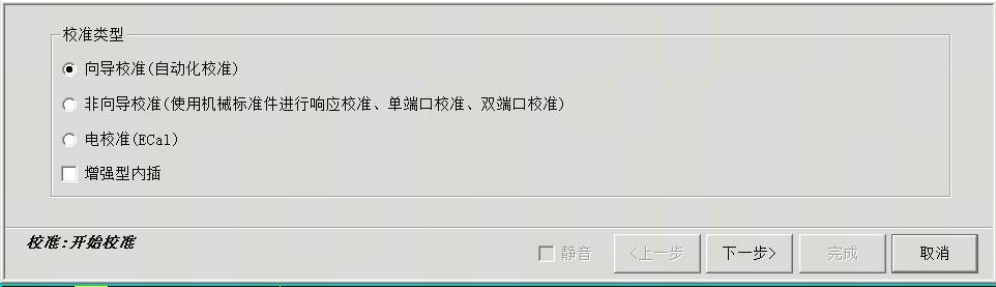
附图3.10 基本配置

点击【端口延伸】按钮，弹出“自动端口延伸”对话框，端口延伸和损耗补偿具体步骤参见6.5.2节。



附图3.11 端口延伸对话框

点击【校准】按钮，弹出“校准”对话框，常规校准具体步骤参见第7章。



附图3.12 向导校准对话框

3.3 测量过程

3.3.1 轨迹参数设置

➤ 轨迹选择

两种方式选择显示的轨迹:

- a) 使用鼠标
 - 1. 双击图形框的任何区域以退出完整视图。
 - 2. 单击所需的轨迹以选择轨迹。
- b) 使用列表框

单击【轨迹】列表框并从列表中选择轨迹编号，如下所示。



附图3.13 轨迹控制

注意： 轨迹的数量是可变的，最多可在此选项中显示16条轨迹。并选择所有时域、频域和混合模参数轨迹。

➤ **选择参数**

单击TDR/TDT选项卡可以对如下所示参数进行选择。

下表给出了所有的测量和格式:

测量	格式
频域参数格式	对数幅度
	线性幅度
	实部
	虚部
	群时延
	驻波比
	相位
	展开相位

	正相位
	史密斯(Lin/Phase)
	史密斯(Log/Phase)
	史密斯(Re/Im)
	史密斯(R + jX)
	史密斯(G + jB)
	极坐标(Lin/Phase)
	极坐标(Log/Phase)
	极坐标(Re / Im)
时域参数格式	阻抗
	电压
	对数幅度
	线性幅度
	实部



附图3.14 参数设置

“参数”区域中的各项列表框随着测量的选择变化而变化，具体如下：

测量		表的内容开头
S 参数	单端	S
	差分	Sc、Sd
时域	单端	T
	差分	Tc,Td

➤ 激励方式的选择

在激励类型下有两种选择：

- 低通阶跃
- 低通冲激

上升时间有两种选择：

- 10 - 90%
- 20 - 80%

TDR/TDT模式和眼图模式的上升时间设置是独立的。

3.3.2 光标及光标搜索功能

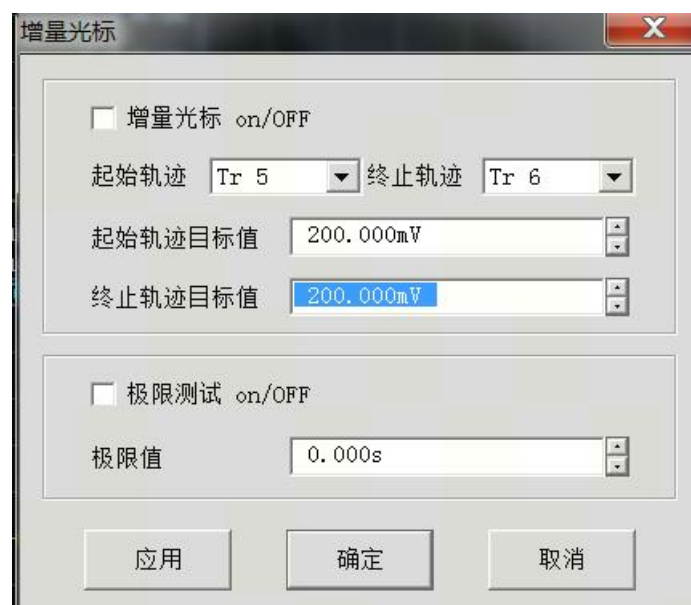
常规的光标及光标搜索功能参考5.2.7节。

➤ 增量光标

增量光标可用于时域的时间增量测量。除时域外的轨迹不能用于时间增量测量。

- 单击需要测量时间增量的起点轨迹。

- b) 点击“轨迹控制”里的【增量光标】按钮。
 - c) 弹出“增量光标”对话框，选择终止轨迹，并设置【起始轨迹目标值】和【终止轨迹目标值】，勾选【增量光标】复选框，完成测试。
 - d) 设置【极限值】文本框，勾选【极限测试】复选框，可完成增量时间的极限测试。
- 极限测试时，时间增量的绝对值小于极限值表示测试成功。



附图3.15 增量光标设置

时间增量数据显示在应用程序界面图形区域的左上角。

3.3.3 时域门的使用

时域门功能通过算法移除不需要的响应,提供了一种测量特殊电路元件在频域上的响应的能力。当你在时域响应曲线上定义一个时域门时,时域门控部分被移除或被保留。通过观察原始频域响应与加时域门后的频域响应,可以看出时域门功能对S参数数据的影响。

时域门的具体操作步骤参见附录2的2.4节。

3.4 眼图及眼图模板测量

3.4.1 眼图测量

在示波器中，常用眼图来分析信号质量。你可以通过使用一个眼图来判断问题，例如衰减，噪声，抖动，色散对系统的影响。

3671的高级时域分析选件提供了仿真眼图分析功能，消除了对硬件脉冲模式发生器的需求。仿真码型发生器用于定义一个仿真码型，然后将定义的仿真码型与被测件的脉冲响应进行卷积，以创建一个非常精确的基于眼图的测量。

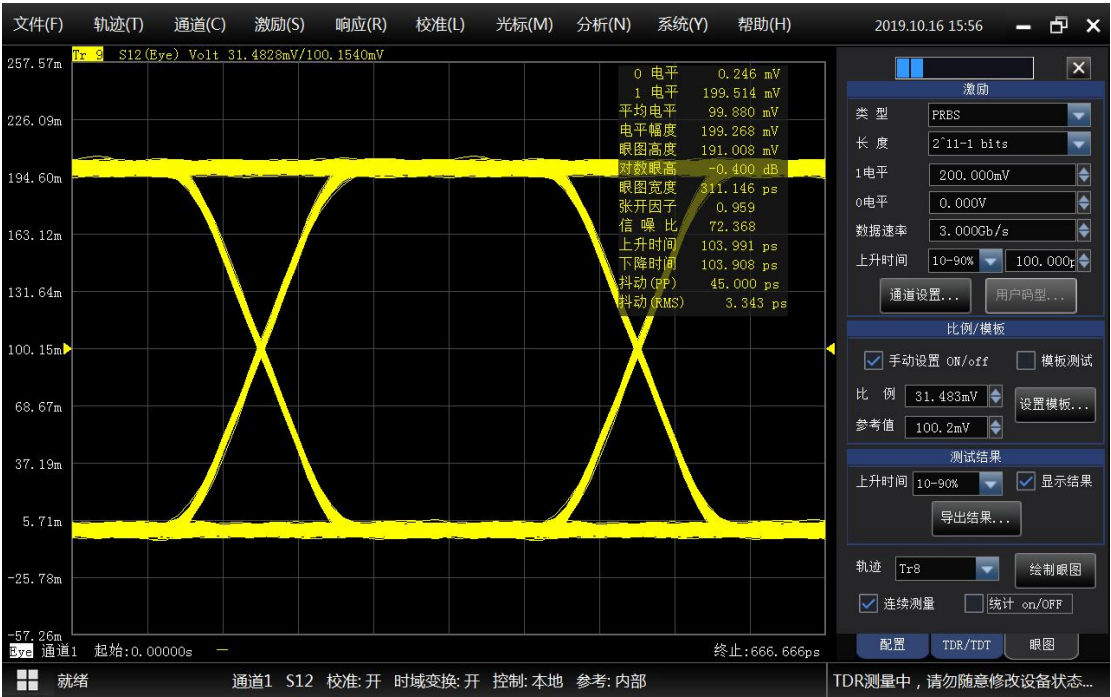
a) 眼图测试

1. 选择你想要观察的眼图的轨迹。
2. 单击【绘制眼图】以显示眼图。
3. 当你更改激励类型的设置时，需要单击【绘制眼图】将设置反映到波形上。

b) 显示结果

1. 在“测试结果”下选择【上升时间】。
2. 单击【绘制眼图】以显示结果。当你更改“上升时间”的设置时，需要单击【绘制眼图】来反映结果。

附录 3 高级时域分析



附图3.16 眼图测量主界面

名称	单位	说明
上升时间	皮秒	上升时间定义=10%-90%: 90%电平的时间-10%电平的时间 上升时间定义=20%-80%: 80%电平的时间-20%电平的时间
下降时间	皮秒	下降时间定义=10%-90%: 时间在 90%电平-时间在 10%电平 下降时间定义=20%-80%: 时间在 80%电平-时间在 20%电平
抖动方均根	皮秒	眼交点处直方图的 1 σ 宽度
抖动峰峰	皮秒	眼交点处直方图的全宽度
交叉百分比	%	$\text{交叉高度} / \text{幅度} \times 100$

张开因子	无	$(1 \text{ 电平} - \sigma_1) - (0 \text{ 电平} + \sigma_0) / \text{幅度}$
信号/噪声比	无	$(1 \text{ 电平} - 0 \text{ 电平}) / (\sigma_1 + \sigma_0)$
占空比失真	皮秒	$ T_{\text{上升中部}} - T_{\text{下降中部}} $
占空比失真(%)	%	占空比失真 (s) / 位周期 $\times 100$
0 电平	电压	0 电平的直方图平均
1 电平	电压	1 电平的直方图平均
平均电平	电压	$(0 \text{ 电平} + 1 \text{ 电平}) / 2$
电平幅度	电压	1 电平 - 0 电平
眼图高度	电压	$(1 \text{ 电平} - 3\sigma_1) - (0 \text{ 电平} + 3\sigma_0)$
眼图宽度	皮秒	位周期 - $2 \times 3 \times \text{抖动方均根}$
<ul style="list-style-type: none"> • 位周期 = $1 / \text{比特率}$ • 输入幅度 = 设置 1 电平 - 设置 0 电平 • $T_{\text{上升中部}}$ = 上升沿穿过中间阈值的时间(50%) • $T_{\text{下降中部}}$ = 下降沿穿过中间阈值的时间(50%) 		

c) 将结果保存至文件中

可以将结果保存为文本文件。

1. 单击【导出到csv】，将会显示【保存眼图结果】对话框。
2. 键入所需的文件名后，然后单击【保存】。

案例结果

```
1 # Ceyear 3661 TDR Eye Results,
2 # 2019-10-16 15:43:02,
3 #,
4 Level Zero,      -0.000,
5 Level One,       0.200,
6 Level Mean,      0.100,
7 Amplitude,       0.200,
8 Eye Height,      0.190,
9 Eye Height,      -0.459,
10 Eye Width,       0.000,
11 Open Factor,     0.948,
12 SNR,             57.336,
13 Rise Time,       0.000,
14 Fall Time,       0.000,
15 Jitter PP,       0.000,
16 Jitter RMS,      0.000,
```

附图3.17 眼图参数文本文件

d) 眼图缩放

默认情况下，眼图被设置为自动设置，也可以手动设置比例。

1. 在“比例/模板”区域，选择【手动设置】复选按钮，这将会激活【比例】和【参考值】选项。
2. 单击输入框【比例】并输入Y坐标值。
3. 单击输入框【参考值】并输入Y坐标参考值。



附图3.18 比例/模板设置

e) 连续测量

默认情况下，眼图被设置单击【绘制眼图】按钮单次触发测量，也可以连续触发测量。

1. 在“测试结果”区域，选择【连续测量】复选按钮。
2. 单击【绘制眼图】按钮，眼图将被连续触发测量。

f) 统计

默认情况下，眼图采用单色线条绘制，也可以统计线条密度，采用色阶显示眼图。

1. 在“测试结果”下选择【统计】复选按钮。
2. 单击【绘制眼图】以显示结果。

3.4.2 仿真码型选择

3671的高级时域分析选件能够提供仿真眼图分析的能力，消除了对硬件脉冲模式生成器的需求。仿真码型从以下选择：

- PRBS
- ABS
- K28.5
- 用户自定义

a) 仿真码型选择

1. 在“激励”区域在下的【类型】中选择你需要的仿真码型。
2. 如果你选择的是【PRBS】或【ABS】，【长度】将被激活，之后选择【长度】。



附图3.19 激励码型设置

3. 用户自定义仿真码型

附录 3 高级时域分析

用户可以轻松地创建自定义仿真码型。比特长度应在8-32768 (2^{15}) 之间。仅包含0或1、或只有1个变化沿的仿真码型是不允许设置的（例如00,111,0000）。

a) 仿真码型设置

可以为仿真码型以下参数

标签	说明
1 电平	以伏特表示的眼图 Y 坐标刻度比特“1”，允许负电压。对于差分的眼图，这些刻度值变为双倍。
0 电平	以伏特表示的眼图 Y 坐标刻度比特“0”，允许负电压。对于差分的眼图，这些刻度值变为双倍。
数据速率	在电路或通信线路上传输数据的速度，以比特/秒为单位。
上升时间	一个信号从低电平到高电平所需要的时间，最大值是比特带宽的 40%（比特带宽=1/比特速率）。时间可被定义为“10%-90%”或“20%-80%”。上升时间在【眼图】和【TDR/TDT】中的设置是独立的。

3.4.3 眼图模板测试

眼图模板测试允许你验证一个眼图是否符合行业标准的眼图模板定义。为了符合行业标准，输入波形必须保持在阴影模板区域之外。模板测试可以在“比例/模板”下找到。

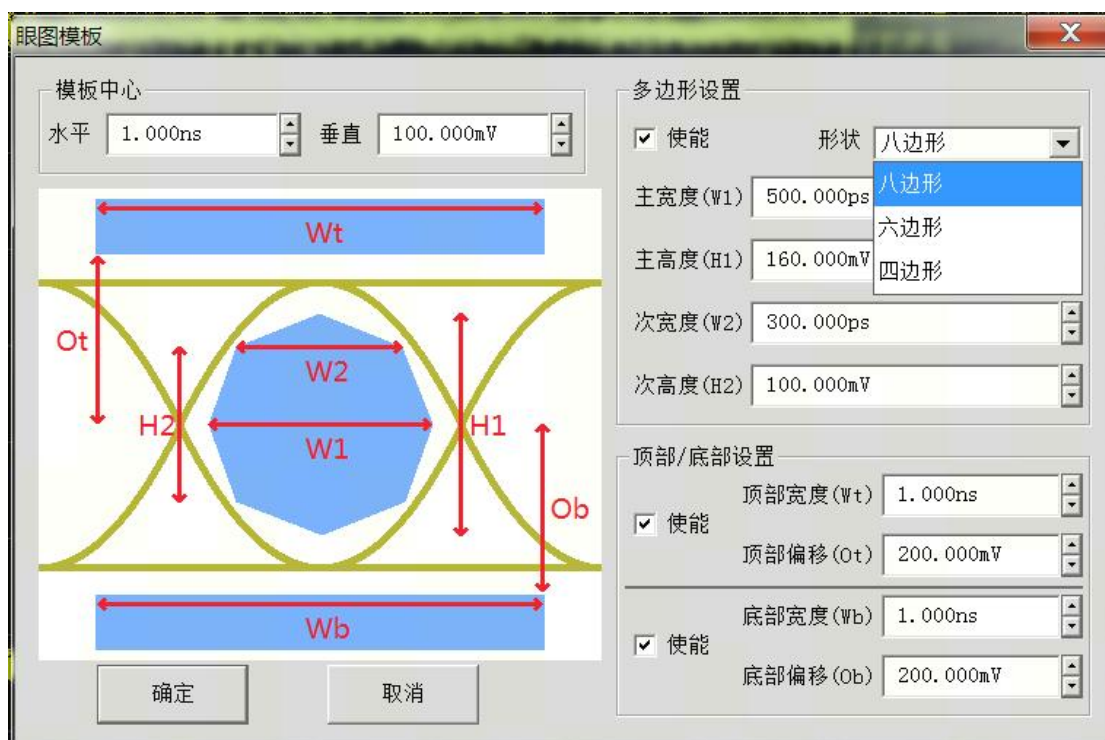


附图3.20 模板设置

a) 定义模板

根据被测件的指标要求在眼图模板设置窗口设置使用顶部/底部模板以及眼图中心的多边形模板，设置完成以后点击确定并勾选眼图设置面板的模板测试功能以启用眼图模板测试。

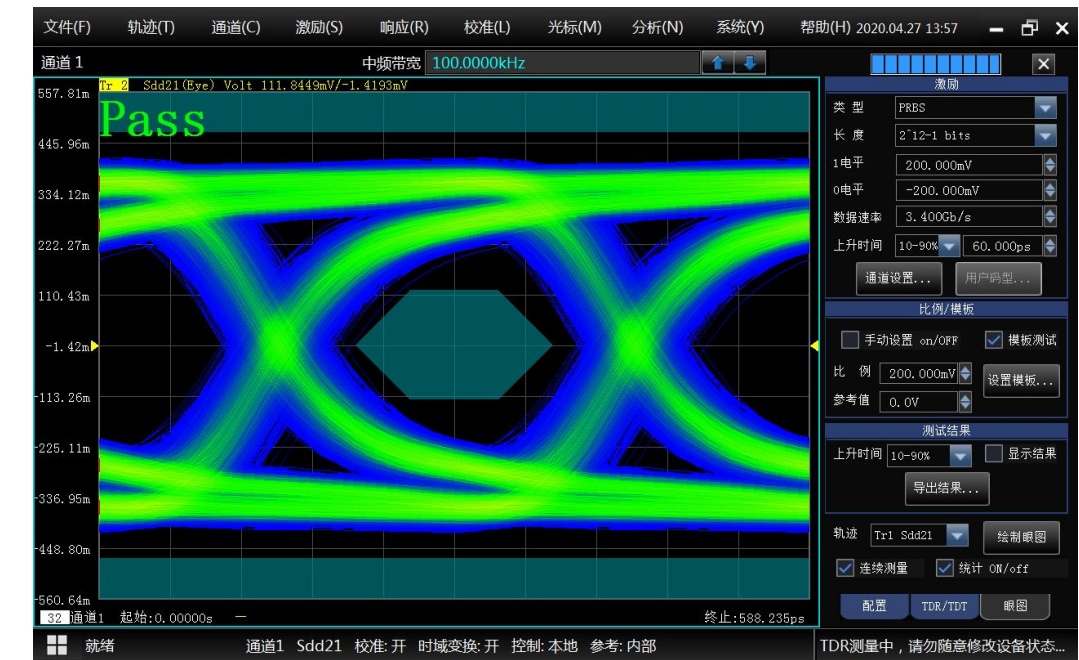
可选的模板形状有“八边形”，“六边形”和“四边形”。



附图3.21 模板定义对话框

b) 执行模板测试

1. 选择“比例/模板”下的【模板测试】复选框。
2. 单击【绘制眼图】重新绘制眼图模式与模板。
3. 屏幕上将显示模板和成功/失败结果。



附图3.22 模板测试

3.5 眼图波形的高级分析

在眼图波形的高级分析中,预加重和均衡有助于提高接收端波形质量,进而提高眼图的质量。

- a) 单击【眼图】页下的【通道设置】按钮,进入眼图波形的高级分析功能。



附图3.23 通道设置对话框

根据左右按钮，可选择眼图的观测点。

- 被测件之前的观察表示源的眼图。
- 被测件之后的观察表示接收机的眼图。

3.5.1 抖动注入

- 单击【抖动】按钮并选中【使能】，对源进行抖动注入，
- 当抖动注入开启时，【抖动】按钮上会出现对号标记。

有三种类型的抖动注入可供选择：

- 随机抖动——遵循高斯分布并表示为随机抖动分布的均方根值。
- 周期抖动——表示为峰峰值。
- 狄拉克抖动。



附图3.24 抖动注入设置对话框

3.5.2 噪声注入

- 单击【噪声】按钮并选中【使能】，对源进行噪声注入。

- b) 当噪声注入开启时，【噪声】按钮上会出现对号标记。



附图3.25 噪声注入设置对话框

3.5.3 预加重

- a) 为了执行预加重，单击【预加重】按钮并选中【使能】。
- b) 当预加重开启时，【预加重】按钮上会出现对号标记。

- 预光标是Vd和Vc的比值：

$$\text{预光标} = 20 \log_{10} (V_d/V_c)$$

- 后1光标是Vb和Va的比值：

$$\text{后1光标} = 20 \log_{10} (V_b/V_a)$$

- 后2光标是Vc和Vb的比值：

$$\text{后2光标} = 20 \log_{10} (V_c/V_b)$$

注意：当预加重开启时，预加重的FIR滤波器的绝对值之和是归一化的。



附图3.26 预加重设置对话框

3.5.4 均衡

- 为了执行均衡，单击【均衡】按钮并选中【使能】。
- 当预加重开启时，【均衡】按钮上会出现对号标记。



附图3.27 均衡设置对话框

用户可以通过指定变量或方程文件来选择使用该方程。

为了生成滤波器，必须在这个方程中指定四个变量。

这些变量是：

附录 3 高级时域分析

- 直流增益
- 零点频率
- 极点1频率
- 极点2频率

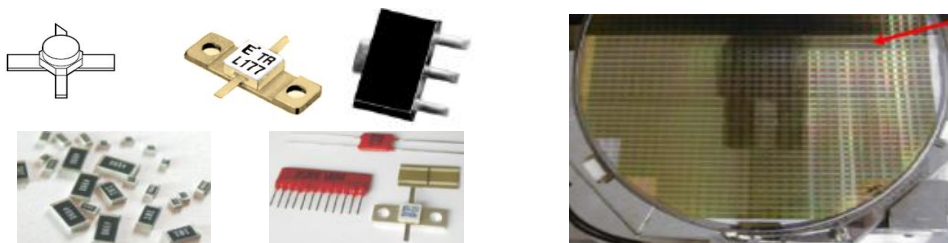
附录 4 自动夹具移除

本章包括以下内容：

- 概述.....535
- 自动夹具移除原理.....536
- 自动夹具移除操作步骤.....539
- 自动夹具移除结果.....549

4.1 概述

矢量网络分析仪的测量领域主要集中在元器件 S 参数上，特别是标准同轴接头和波导接头的器件。随着测试需求的不断增多，矢量网络分析仪的测量对象涉及到了非标准接头器件上，如封装微波器件、在片器件等。此类器件最显著的特点是，无法与矢量网络分析仪直接相连。此时，就需要使用测试夹具（或转接器）将被测件与仪器端口进行连接。



附图 4.1 非标准接头器件

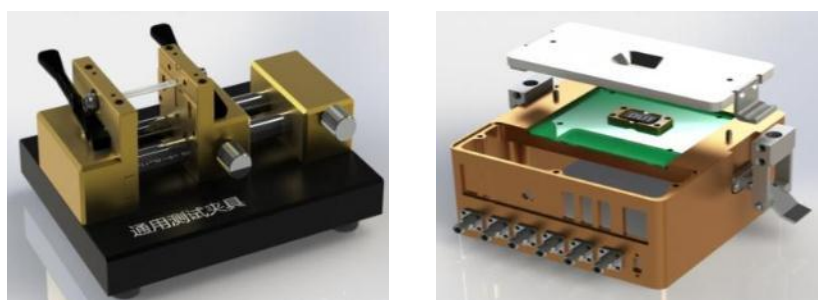
测试夹具能很好地解决矢量网络分析仪与被测件连接的问题。但随着测试指标要求的提高，夹具的影响必须要去除。此前，消除夹具影响最有效的手段是 TRL 校准。但是 TRL 校准件需要单独定制，校准过程繁琐，对操作人员要求高。而且 TRL 校准无法消除差分夹具所带来的近端串扰及远端串扰等误差。



附图 4.2 多种类型的转接器



附图 4.3 连接器的测试夹具(左侧是 Type-C,右侧是 QSFP+)



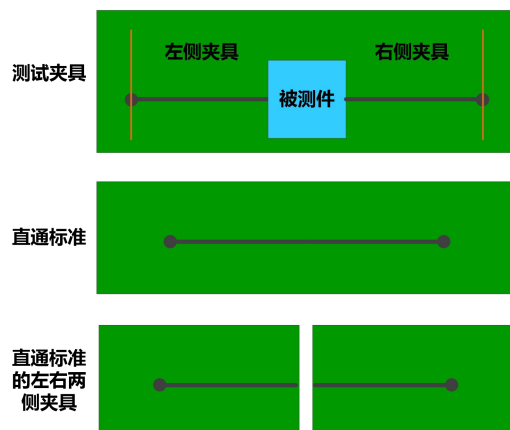
附图 4.4 通用微带测试夹具和芯片测试夹具

使用矢量网络分析仪的自动夹具移除功能,可进行夹具的参数提取、存储和夹具的去嵌入,以获得被测件的真实参数。此功能相对于 TRL 校准,具有操作简便、精度高的优势,而且可以消除差分夹具的近端串扰和远端串扰。自动夹具移除功能还适用于夹具一端开路的情况。

4.2 自动夹具移除原理

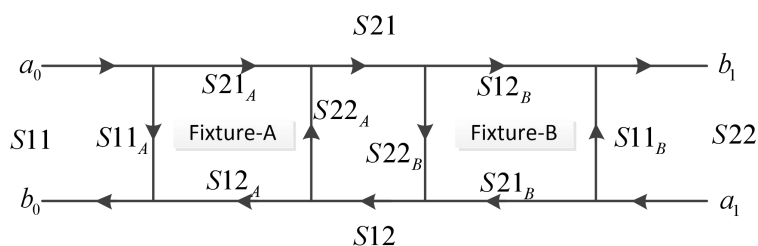
自动夹具移除分为两个过程: 夹具参数提取和多端口夹具去嵌入。

4.2.1 夹具参数提取方法

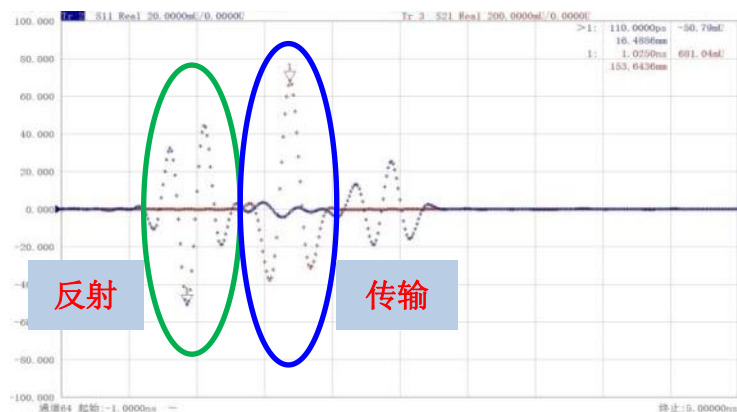


附图 4.5 单端夹具示意图

测试夹具通常以直通或者左右两侧夹具的形式呈现，如附图 4.5。并且测试夹具和直通标准通常使用相同的材料制作。直通标准可用信号流图进行描述：



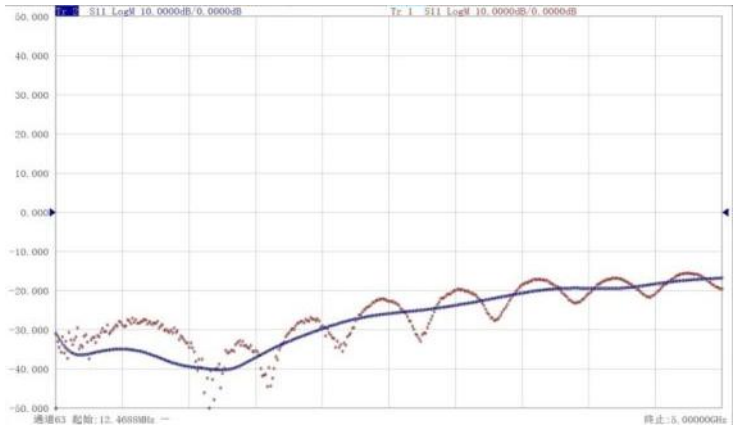
附图 4.6 直通标准的信号流图



附图 4.7 反射参数和传输参数的时域变换

附录 4 自动夹具移除

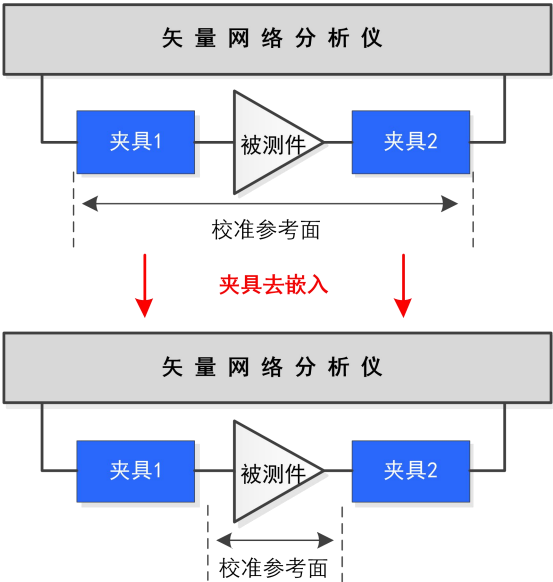
通过对传输参数和反射参数的时域变换，并通过时域门截取，如附图 4.7 所示。进而得到夹具的 $S11_A$ 和 $S11_B$ 。附图 4.8 为夹具 $S11_A$ 和夹具原始的 $S11$ 对比曲线。



附图 4.8 $S11_A$ (蓝色) 与 $S11$ (红色) 对比

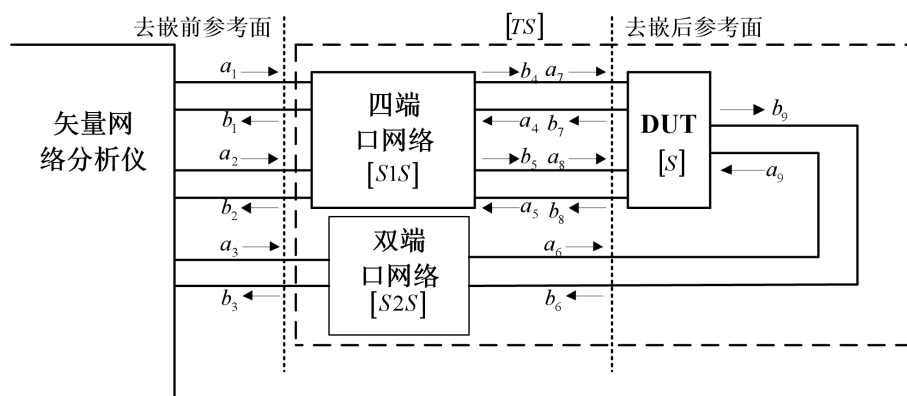
4.2.2 多端口夹具去嵌入方法

夹具去嵌入功能能够去除测量端面 and DUT 端面之间由.snp 数据文件定义的任何网络的特性，从而将校准面从同轴端口延伸到被测件测量端面。



附图 4.9 夹具去嵌入示例图

多端口夹具的去嵌入，可以用信号流图进行描述，如附图 4.10 所示。被测件左侧连接四端口网络，右侧连接双端口网络。网络仪测量得到整体的 S 参数[TS]，而操作者希望得到的是去嵌后的被测件真实参数[S]。



附图 4.10 被测件去嵌入示意图

将网络仪与被测件的入射波和反射波用矩阵形式进行表示，并进行变换求解后得到：

$$[S] = [C(TS - A)^{-1}B + D]^{-1}$$

4.3 自动夹具移除操作步骤

4.3.1 复位仪器

4.3.2 扫描参数的设置

注 意

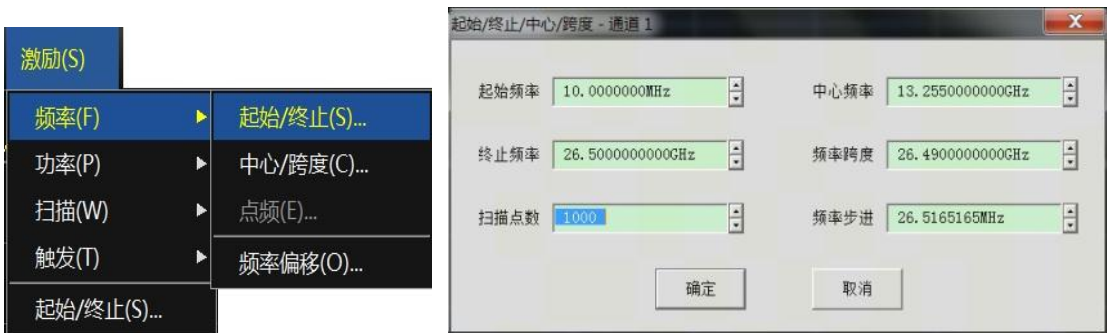
夹具参数提取与去嵌入可以理解为两个不同的过程。因为去嵌入是针对实际被测件的，

附录 4 自动夹具移除

其扫描参数根据实际测试设置即可。而**夹具参数提取是与夹具特性相关的，与被测件的特性无关**，为了更精确的获取夹具参数，需要针对夹具特性单独设置扫描参数。

根据夹具的特性设置频率、功率、中频带宽、扫描点数等。

1) 设置频率和扫描点数。



附图 4.11 频率设置界面

点击菜单**[激励] → [频率] → [起始/终止...]**，在频率设置对话框中设置仪器起始和终止频率，并同时设置扫描点数。

注 意

频率跨度尽量设置宽

由于自动夹具移除功能是基于时域的参数提取，在时域变换过程中，被测频率越宽，计算效果越好，所以尽量把扫描频率设置宽一些。

比如提取 SMA-SMP 接头的参数，可以将终止频率设置到 26.5GHz，尽管此类接头不能工作到这么高的频率。

注 意

扫描点数适当多一些

1、由于自动夹具移除功能是基于时域的参数提取。在时域变换过程中，被测点数越多，计算效果越好，所以尽量把扫描点数设置多一些。

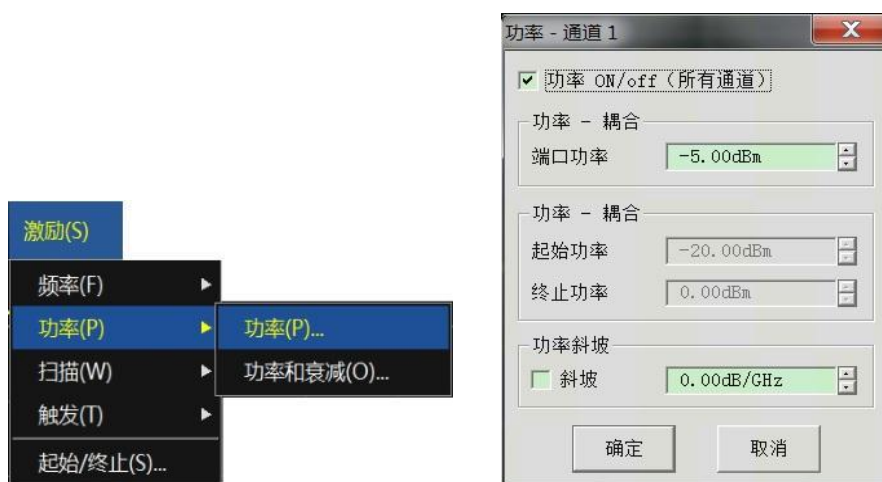
2、由于提取后的夹具用于去嵌入计算，而去嵌入计算不一定与本次提取的频率设置一样，所以尽量将扫描点数设置的多一些。

由于扫描点数的增多影响测试速度，所以建议保证 30MHz 扫描间隔内有一个扫描点。

如 24.5GHz 频率跨度，可以设置 1000 点。

2) 设置功率。

点击菜单[激励] → [功率] → [功率...]，在功率设置对话框中设置仪器输出功率。通常仪器复位后的默认功率即可。



附图 4.12 功率设置界面

3) 设置中频带宽。

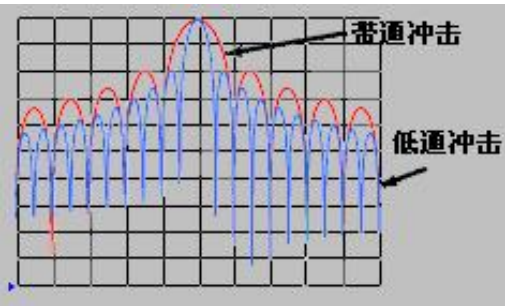
点击菜单**[响应] → [平均] → [中频带宽...]**，在中频带宽设置对话框中设置仪器的中频带宽。通常设置 1kHz 或更小，来提高测量的精度。



附图 4.13 中频带宽设置界面

4.3.3 设置频率为低通

前面提到夹具参数提取是基于时域的计算。在低通和带通变换模式下，测量响应的分辨率是不同的，对于同样的频率跨度和扫描点数，低通模式有更高的分辨率，与带通模式相比，脉冲宽度可以减少一半，下图给出了两种模式分辨率的比较：



附图 4.14 变换模式对分辨率的影响



附图 4.15 设置频率低通界面

点击菜单[分析] → [时域变换...], 在时域变换对话框中设置仪器的点击[设置扫描频率。

低通 按键, 仪器根据当前设置, 自动将频率间隔设置为低通的形式。

4.3.4 夹具参数提取

- 1) 校准矢量网络分析仪。
- 2) 进入自动夹具移除界面。

菜单路径: [校准] → [自动夹具移除...], 显示自动夹具移除向导对话框。



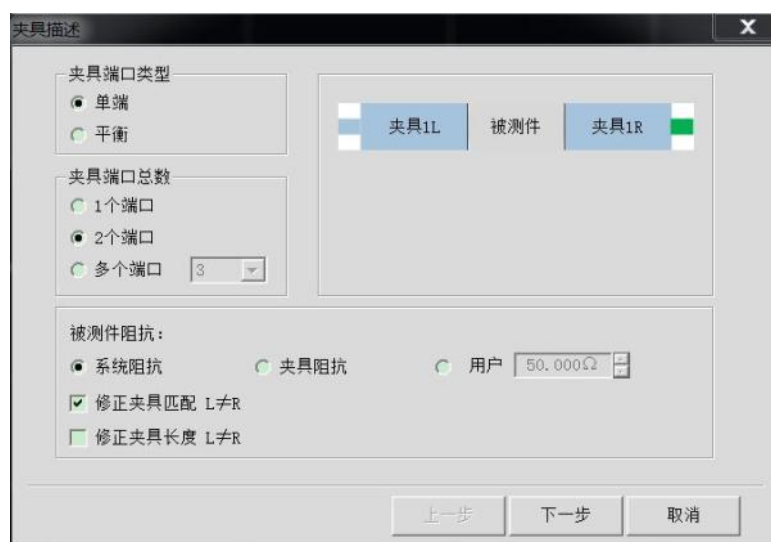
附图 4.16 进入自动夹具移除功能

3) 进行夹具的描述。

在夹具描述界面进行夹具类型、夹具端口数的选择。

针对附图 4.2 所示的转接器, 设置夹具端口类型为单端, 夹具端口总数为 1 个端口, 点击[下一步]。

针对附图 4.3 所示的差分连接器, 设置夹具端口类型为平衡, 夹具端口总数为 4 个端口, 点击[下一步]。



附图 4.17 夹具描述界面

4) 进行标准的描述。



附图 4.18 标准描述界面

注 意

标准与夹具的关系

多数情况下夹具也可以作为标准使用。此种情况下，夹具标准通常是开路，即夹具不连接被测件，一端悬空。

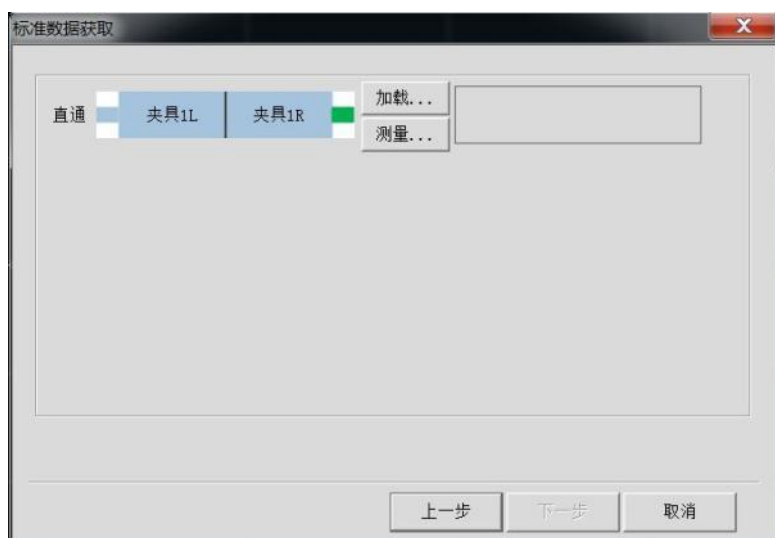
为了更精确的获取夹具的参数，在制作夹具的同时，可以设计对应的标准。此种情况特别适用于电路板的夹具，因为电路板的夹具在制作过程中，可以很方便地设计直通线标准，如附图 4.3 和附图 4.5 所示。

进行夹具参数的提取，需要对夹具标准进行测量。在标准描述界面，夹具标准包含三种类型：直通标准、开路标准、短路标准。其中直通标准为附图 4.5 所示的直通标准，其长度为左右两侧夹具之和。当左右两侧夹具连接开路或短路时，可构成开路标准或短路标准。

完成标准描述的设置，点击**[下一步]**，进入标准数据获取界面。

5) 进行标准数据的获取。

在标准数据获取界面，提供[加载...]和[测量...]两种方式进行标准数据的获取。完成对所有夹具标准的数据获取后，点击[下一步]，进入夹具去嵌入界面。



附图 4.19 标准数据获取界面

6) 进行夹具的去嵌入。

将夹具及被测件连接到网络仪端口，并配置[网络仪端口]号。勾选[夹具去嵌入 on/OFF]，完成对当前夹具的去嵌入。点击[下一步]，进入夹具数据保存界面。

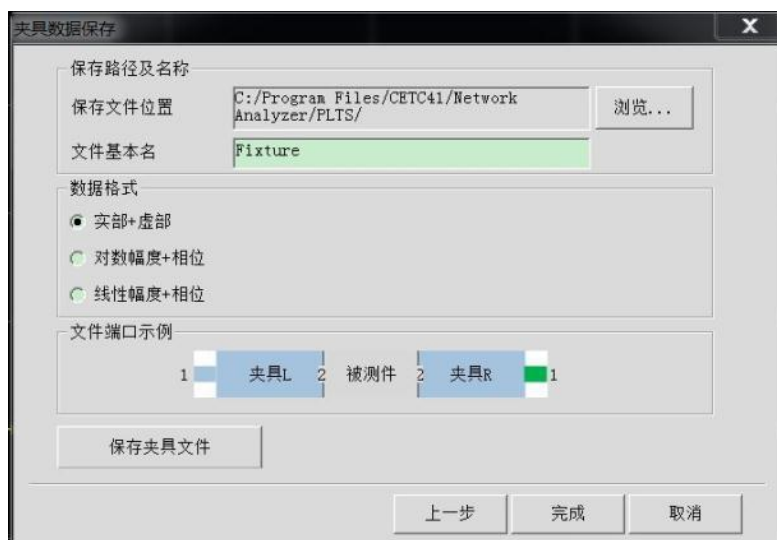


附图 4.20 夹具去嵌入界面

7) 进行夹具的数据保存。

通过点击[浏览...]来更改保存文件的位置,在[文件基本名]编辑框中进行基本名的编辑。

点击[保存夹具文件]实现对夹具数据的保存。夹具参数会保存成.snp 文件。点击[完成],退出自动夹具移除的设置。



附图 4.21 夹具数据保存界面

4.3.5 夹具去嵌入

除了 4.3.4 过程的第 6) 步可以直接实现夹具参数的去嵌入。更多的时候是：第一步通过自动夹具移除功能提取夹具的参数 (.snp 文件)；第二步在后续对被测件的测试中，利用夹具仿真功能进行夹具去嵌入操作。

1) 打开夹具仿真功能。

点击[校准] → [夹具] → [夹具使能 on/OFF]，打开夹具仿真功能。



附图 4.22 夹具仿真菜单

2) 设置夹具去嵌。

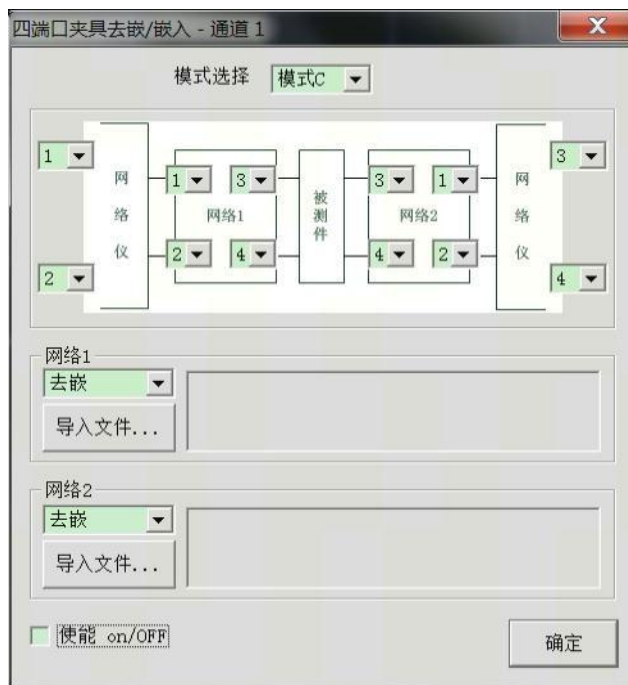
对于单端夹具，点击[校准] → [夹具] → [双端口夹具去嵌..]，进入双端口夹具去嵌入对话框，如附图 4.23 所示。根据夹具与矢量网络分析仪的连接方式，设置去嵌夹具的端口、snp 文件，然后使能[夹具去嵌 on/OFF]复选框。



附图 4.23 双端口夹具去嵌界面

对于差分夹具，点击[校准] → [夹具] → [四端口夹具去嵌/嵌入..]，进入四端口夹具

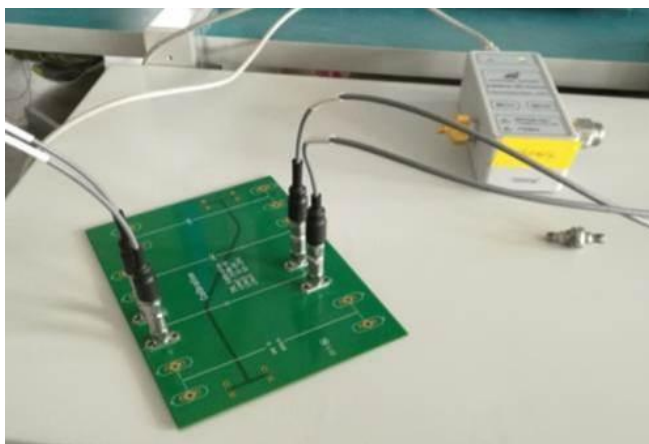
去嵌入对话框，如附图 4.24 所示。根据夹具与矢量网络分析仪的连接方式，设置去嵌夹具的端口、去嵌类型、snp 文件，然后使能[使能 on/OFF]复选框。



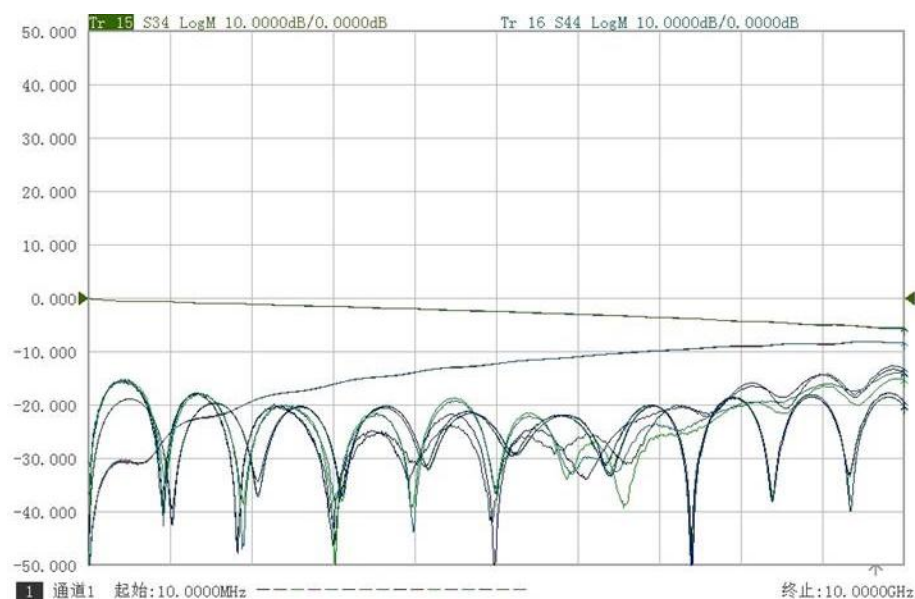
附图 4.24 四端口夹具去嵌界面

4.4 自动夹具移除结果

本文对差分的夹具进行了验证测试。附图 4.25、附图 4.26 分别为测试的差分夹具及夹具的直通原始参数（在同轴端口校准后）。



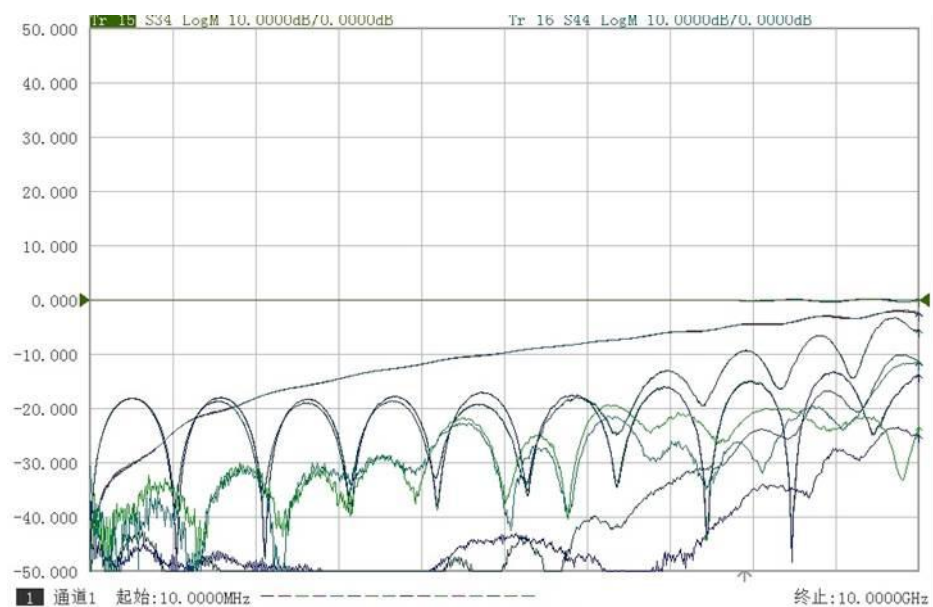
附图 4.25 差分夹具



附图 4.26 差分夹具直通的原始参数

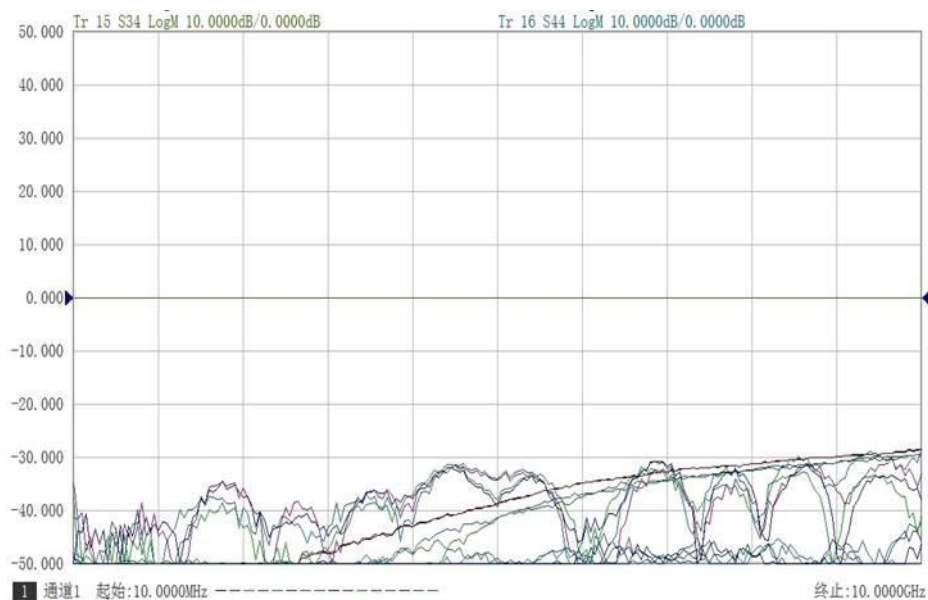
然后利用上文提到的自动夹具移除功能，通过两种方式进行参数提取和去嵌入。

1) 把差分直通当成无耦合关系的单端器件，进行单端参数提取。然后在差分直通各端口并进行双端口的去嵌入。此过程与使用自制 TRL 校准件进行校准思路一致。测试结果如附图 6.27 所示，传输参数能很好的去除掉，但是差分对中的近端串扰及远端串扰没有去除掉。



附图 4.27 单端参数提取及双端口去嵌的结果

2) 把被测件作为一个整体, 进行平衡参数提取, 并进行四端口的去嵌入。测试结果如附图 4.28 所示, 传输参数能够很好的去除掉, 同样近端串扰和远端串扰也去除了。



附图 4.28 平衡参数提取及四端口去嵌的结果