

矢量网络分析仪实验报告

一、 实验内容

单端口：测量 Open, Short, Load 校准件的三组参数，分别进行单端口的校准。

a. 设置测量参数

- 1) 预设：preset OK
- 2) 选择测试参数 S11：Meas->S11;
- 3) 设置数据显示格式为对数幅度格式：Format->LogMag;
- 4) 设置频率范围：Start->1.5GHz, Stop->2.5GHz（面板键盘上“G”代表 GHz，“M”代表 MHz，“k”代表 kHz;
- 5) 设置扫描点数：Sweep Setup->Points->101->x1（或”Enter”键或按下大按钮）;
- 6) 设置信号源扫描功率：Sweep Setup->Power->Foc->-10->x1->Entry Off（隐藏设置窗）。

b. 单端口校准与测量

- 1) 设置校准件型号：Cal->Cal Kit->85032F（或自定义 /user）（F 指 female 母头校准件，M 指 male 公头校准件）;
- 2) Modify Cal Kit->Specify CLSs->Open->SetAll->Open(m/f), 返回到 Specify CLSs->Short->SetALL->Short(m/f);
- 3) 选择单端口校准并选择校准端口：Cal-Calibrate->1-Port Cal->Select Port->1（端口 1 的校准，端口 2 也可如此操作）;
- 4) 把 Open 校准件连接到端口（或与校准端口相连的同轴电缆另一连接端），点击 Open，校准提示（嘀的响声）后完成 Open 校准件的测量；得到的结果如 **Fig 1: 单口 Open 校准件测量**
- 5) 把 Short 校准件连接到端口（或与校准端口相连的同轴电缆另一连接端），点击 Short，校准提示（嘀的响声）后完成 Short 校准件的测量；得到的结果如 **Fig 2: 单口 Short 校准件测量**
- 6) 把 Load 校准件连接到端口（或与校准端口相连的同轴电缆另一连

接端)，点击 Load，校准提示（嘀的响声）后完成 Load 校准件的测量；得到的结果如 Fig 3：单口 Load 校准件测量

c. 双端口校准与测量

- 1) 在单端口校准完成后，直接进行双端口的校准，不能按 Preset 按钮，否则要重新选择校准件进行校准；
- 2) 选择二端口校准：Cal->Calibrate->2-Port Cal；
- 3) 点击 Reflect，进入界面后，在 1 端口和 2 端口分别接入 Open,Short,Load 三种校准件，每接入一个校准件后，点击相应选项完成校准。所有步骤完成后，点击 Retrun 返回。
- 4) 点击 Transmission，在 1 端口和 2 端口之间接入直通连接，点击 Port 1-2 Thru，进行校准。
- 5) 完成后，点击 Retrun 返回。
- 6) 点击 Done，完成双端口的校准
- 7) 双端口校准测量图为 Fig4：双端口校准测量

二、实验数据

实验结果图如下：

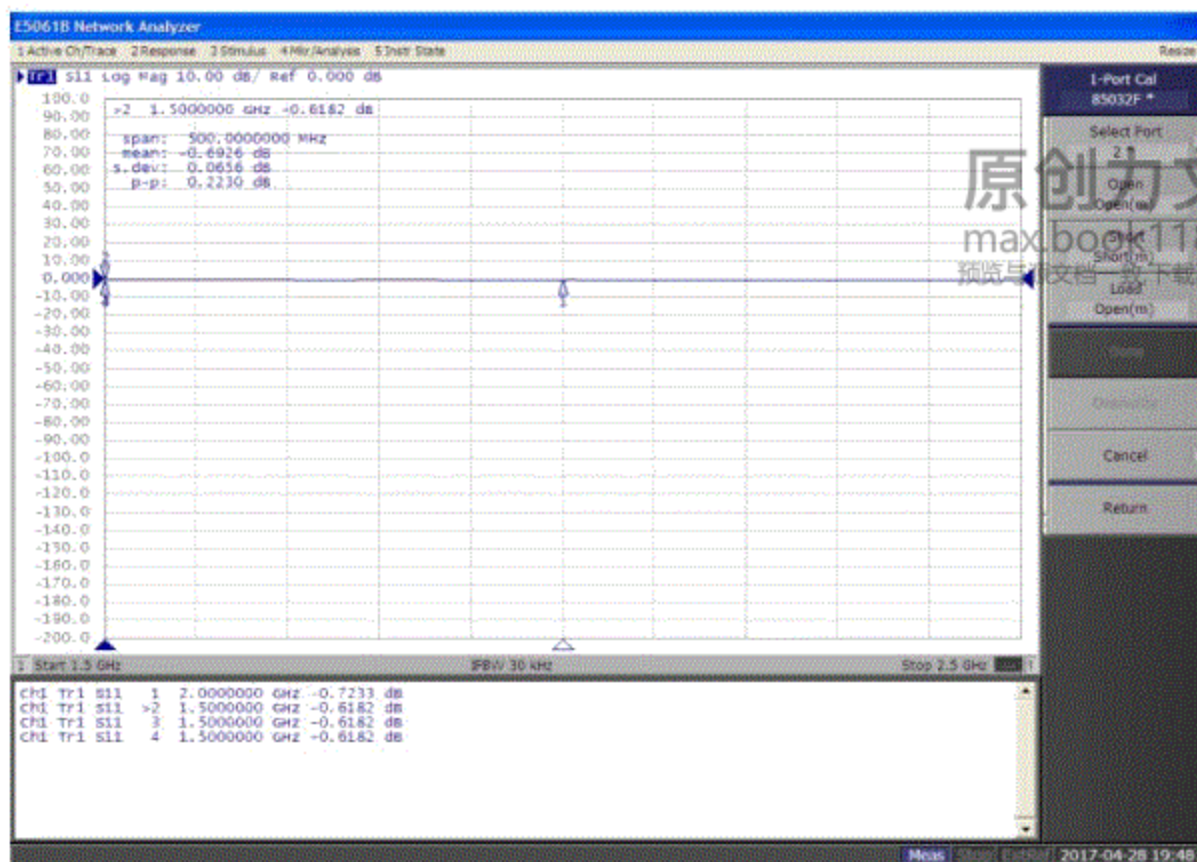


Fig 1: 单口 Open 校准件测量

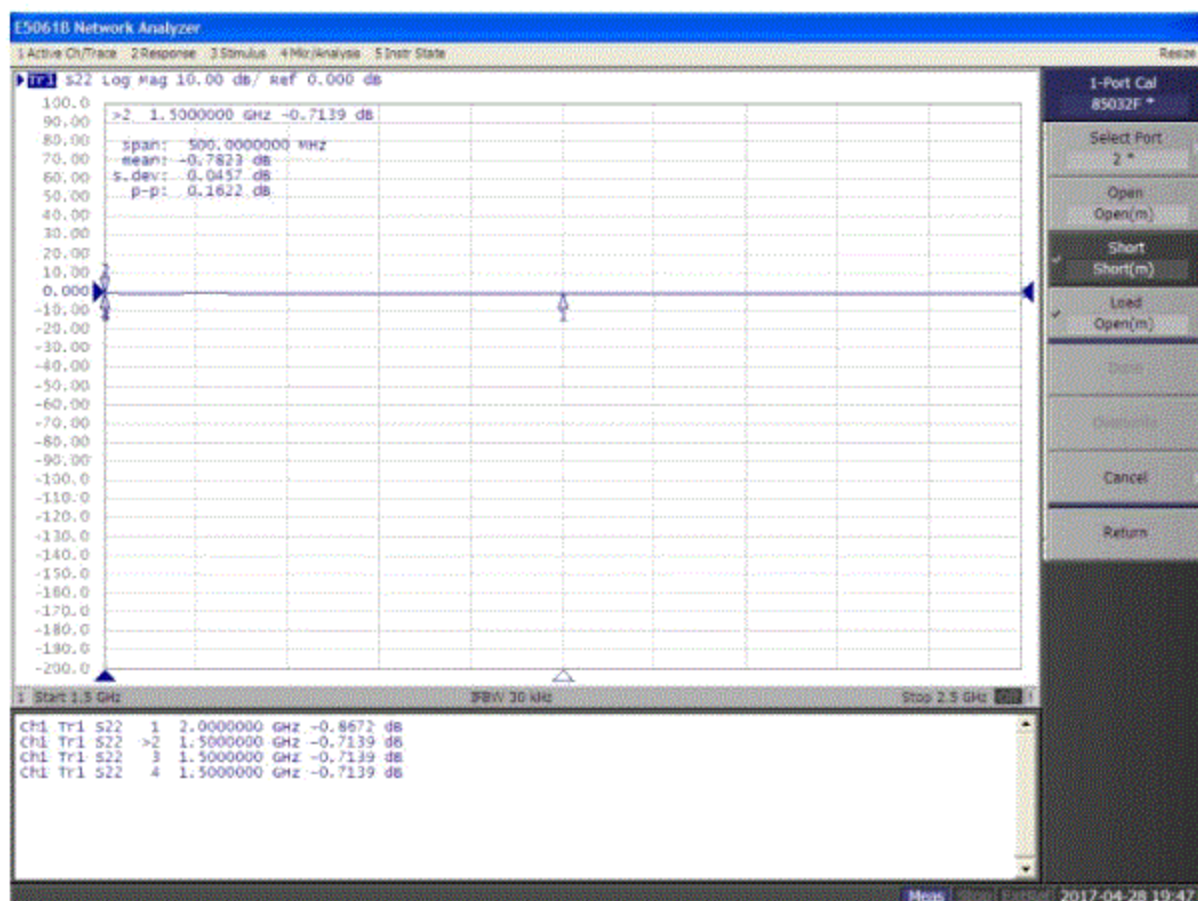


Fig 2: 单口 Short 校准件测量

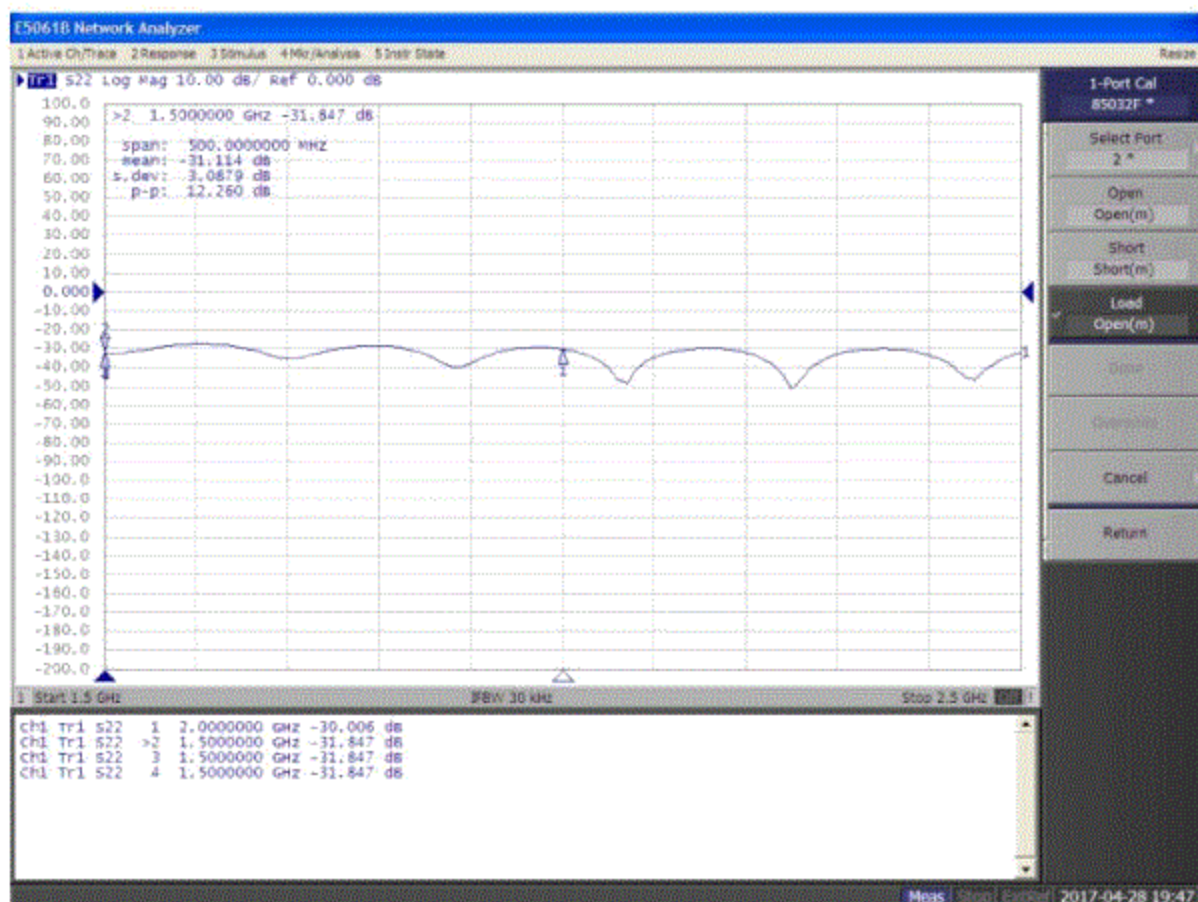


Fig 3: 单口 Load 校准件测量



Fig4: 双端口校准测量

分析：由图可以发现，测量扫宽为 500MHz，Open 标准件测量的输出幅度为 -0.7233dB（2GHz）和-0.6182dB（1.5GHz），频率越高，最大值越小。Short 标准件测量的输出幅度均为 -0.8672dB（2GHz）和 -0.7139dB（1.5GHz），频率高的部分输出更小。单口 Load 校准测量的数据幅度值最大值为 -30.006dB（2GHz）和 -31.847dB（1.5GHz），频率高的时候幅度最大值更大。

三、 拓展

1. 矢量网络分析仪的主要构成

矢量网络分析仪主要由：本振信号源、信号源、频率基准、混频接收机、S 参数测试、中频处理、数字信号处理、嵌入式计算机、显示、I/O、系统软件、电源等部分电路构成。矢量网络分析仪的原理框图如图 1 所示。

当对被测件（DUT）进行测试时，信号源模块产生的宽带激励信号经 S 参数测试模块分离出被测件的正向入射信号 R1、反射信号 A 和传输信号 B 或者反向入射信号 R2、反射信号 B 和传输信号 A，在四通道

混频接收机模块中进行混频产生中频信号，中频信号经过调理后进入中频处理模块进行取样、保持，直接进行高速数据采集 A/D 量化转换变为数字信号，最后在嵌入式计算机的控制下经宽带数字中频处理滤波得到信号的幅度与相位信息，进而通过比值运算得出被测件的双向 S 参数并显示出测试曲线。

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致, 下载高清无水印

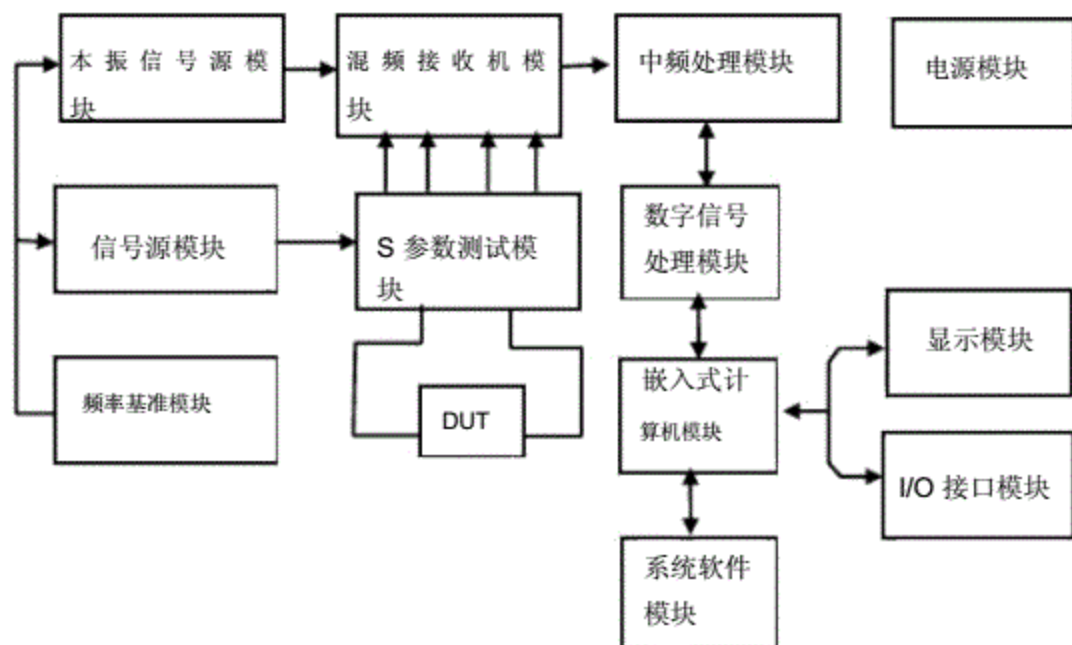


图 1 矢量网络分析仪整机原理框图

2. 矢量网络分析仪在射频测量、设计、调试中的应用

矢量网络分析仪是微波毫米波测试仪器领域中最重要、应用最为广泛的一种高精度智能化测试仪器，在业界享有“微波 / 毫米波测试仪器之王”的美誉，主要用于被测网络散射参量双向 S 参数的幅频、相频及群时延等特性信息的测量，广泛应用于以相控阵雷达为代表的新一代军用电子装备研制、生产、维修和计量等领域，还可以应用于精确制导、隐身及反隐身、航空航天、卫星通信、雷达侦测和监视、教学实验以及天线与 RCS 测试、元器件测试、材料测试等诸多领域。

3. 矢量网络分析仪在测量中的校准要求及方法

校准过程可提供测试系统的系统误差的准确表示，来用于后来待测期间 DUT 的准确测量。

校准分为矢量校准和频响校准，矢量校准需要测试更多的校准件，可以消除更多误差项目，要求适量测试能力。频响校准简单，只能消除跟踪误差，相当于归一化的处理。

校准方法有：频响校准，1-PORT 单端校准，FULL2-Port 双端校准，优缺点如下：

频响校准

- a. 方便；
- b. 消除频率相应误差
- c. 不要求高精度
- d. 传输测试 = 直通
- e. 反射测试 = 短路

1-PORT 单端校准

- a. 反射测试
- b. 消除测试端口所有误差
- c. Directivity
- d. Source match
- e. Reflection tracking
- f. 校准件：
- g. Open, Short, load

FULL2-Port 双端校准

- a. 复杂,校准件多次连接
- b. 高精度
- c. 消除测试中所有误差：

除了 ppt 上列举的以外，一些论文中还有提到 OSL 校准，TSD 校准，TRL-TSD 校准技术

4. 矢量网络分析仪在测量中引入的误差来源及处理方法

矢量网络分析仪的测量的误差主要有漂移误差、随机误差、系统误差这三大种类。

1、漂移误差

漂移误差是由于进行校准之后仪器或测试系统性能发生变化所引起，主要由测试装置内部互连电缆的热膨胀特性以及微波变频器的变换稳定性引起，且可以通过重新校准来消除。校准维持精确的时间范围取决于在测试环境下测试系统所经受到的漂移速率。通常，提供稳定的环境温度便能将漂移减至最小。

2、随机误差

随机误差是不可预测的且不能通过误差予以消除，然而，有若干可以将其对测量精度的影响减至最小的方法，以下是随机误差的三个主要来源：

（1）仪器噪声误差

噪声是分析仪元件中产生的不希望的电扰动。这些扰动包括：接收机的宽带本底噪声引起的低电平噪声；测试装置内部本振源的本底噪声和相位噪声引起的高电平噪声或迹线数据抖动。

可以通过采取以下一种或多种措施来减小噪声误差：提高馈至被测装置的源功率；减小中频带宽；应用多次测量扫描平均。

（2）开关重复性误差

分析仪中使用了用来转换源衰减器设置的机械射频开关。有时，机械射频开关动作时，触点的闭合不同于其上次动作的闭合。在分析仪内部出现这种情况时，便会严重影响测量的精度。

在关键性测量期间，避免转换衰减器设置，可以减小开关重复性误差的影响。

（3）连接器重复性误差

连接器的磨损会改变电性能。可以通过实施良好的连接器维护方法来减小连接器的重复性误差。

3、系统误差

系统误差是由分析仪和测试装置中的不完善性所引起。系统误差是重复误差（因而可预测），且假定不随时间变化，可以在校准过程中加以确定，且可以在测量期间用数学方法减小。系统误差决不能完全消除，由于校准过程的局限性而总是存在某些残余误差，残余（测量校准后的）系统误差来自下列因素：校准标准的不完善性、连接器界面、互连电缆、仪表。反射测量

产生三项系统误差：方向性、源匹配、频率响应反射跟踪。传输测量产生三项系统误差：隔离、负载匹配、频率响应传输跟踪。