

微波技术与天线实验报告

学院：	电子与信息工程学院	专业：	
姓名：		学号：	
组员：		日期：	

实验三 矢量网络分析模块使用

一、实验目的

- 1 掌握矢量网络分析仪的使用方法。
- 2 掌握用矢量网络分析仪测量回波损耗和驻波比。

二、实验仪器

矢量网络分析仪、天线

三、实验原理

（一）矢量网络分析仪的功能

网络分析仪是微波电路设计和测试工程师必不可少的测量仪器，广泛使用在天线测试、元器件测试和计量检定等领域。矢量网络分析仪可以同时测量被测网络的幅度信息和相位信息，通过测量被测网络对幅度扫描和功率扫描测试信号的幅度与相位的影响，来精确表述被测网络。网络分析仪沿传输线行进的入射波、反射波和传输波如下图3-1所示，网络分析仪可提供入射能量，测量反射能量和传输能量。

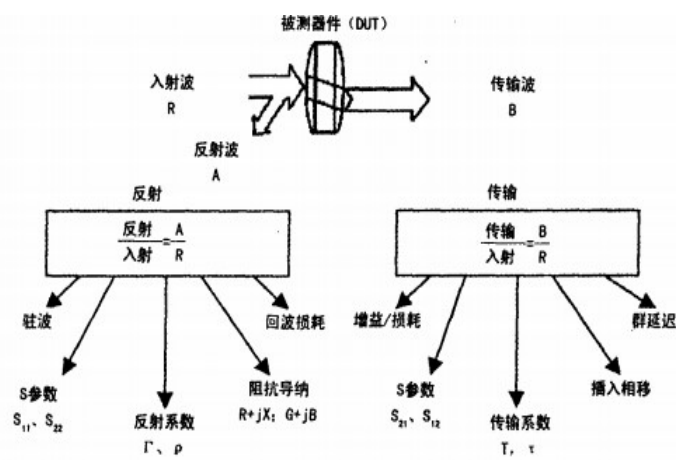


图3-1 网络分析仪包括提供入射能量，测量反射能量和传输能量

传输介质特性阻抗、器件或负载阻抗、反射系数、电压驻波比、传输系数、插入损耗、回波损耗、增益可通过矢量网络分析仪计算。其中S参数的计算方法如下图3-2所示：

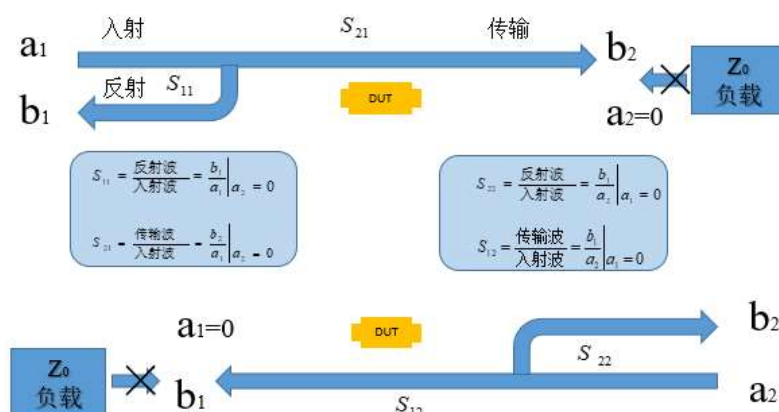


图3-2 S参数的计算

(二) 矢量网络分析仪的测量误差

矢量网络分析仪的测量误差：系统误差、随机误差、漂移误差。

(a) 随机误差是不可重复的误差项：信号源和接收机中的噪声、测量过程或校准过程中连接端口的测量重复性和开关重复性等都属于随机误差。在测量过程中减小随机误差的最有效的方法是对数据进行平均或平滑处理。

(b) 漂移误差主要是由于温度变化引起的。

(c) 系统误差是最大的误差源：微波、毫米波部件的不完善性。可通过校准技术进行消除。对短路、开路、负载这些标准物理件进行测量，再通过数学运算消除实际测量中的系统误差。

(二) 矢量网络分析仪的校准

二端口校准：用于二端口器件做高精度的传输或反射测量，具有最高的精度。

Reflection--SOLT校准法：三个标准件（短路、开路、负载）和一个直通连接，能消除二端口的12项系统误差。

四、实验内容

1、矢量分析测试仪的校准

在矢量分析测量仪上电5-15分钟后，做设备校准后才开始进行测算。避免温度变化造成测量精度的误差。采用Reflection--SOLT校准法：

①：设置并测试串口：选择Analyzer，选择miniVNA Tiny，再选择电脑中的COM4，进行test，当出现Selected driver and port working 时，则串口测试通过。然后点击“Updata”，就可以使用本软件了，接下来就要对设备进行校准。

②：将“OPEN”校准件连接到设备的“RFOUT”口，并点击上图的“read OPEN”；完成后将“SHORT”校准件连接到设备上的“RFOUT”口，并点击如上图的“read SHORT”；最后将“LOAD”校准件连接到设备上的“RFOUT”口，并点击如上图所示的“read LOAD”。完成后出现下图4-1-1所示：

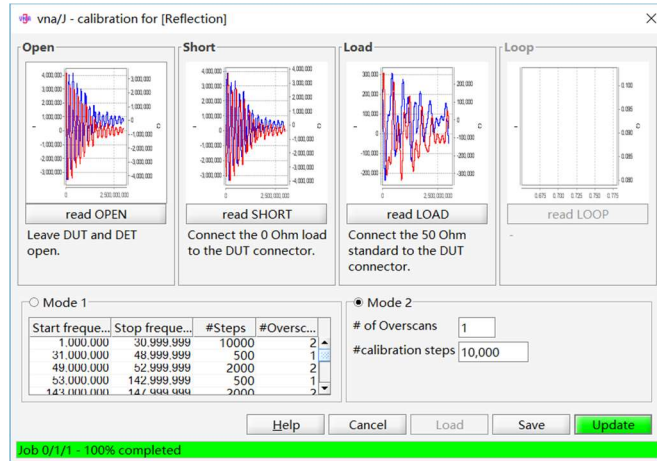


图4-1-1：三个标准件的校准

③：RFOUT和RFIN口不要接任何端子或连线，点击上图右下角的Single scan，如出现下图4-1-2所示的RP的曲线，表示校准完成，正常。



图4-1-2：RP曲线 校准完成且正常

2、用矢量网络分析模块对天线进行测量

①将RFOUT端口连接至天线被测端，点击single scan按键，软件测试界面显示微带小天线测试曲线图，（此时显示的是各频点的回波损耗值）。调出mark点进行标记，如下图4-2所示：



图4-2：天线测试回波损耗曲线图

②改变扫频范围，再次扫描测量天线的回波损耗。通过RL（dB）曲线，找出天线的输入阻抗带宽：

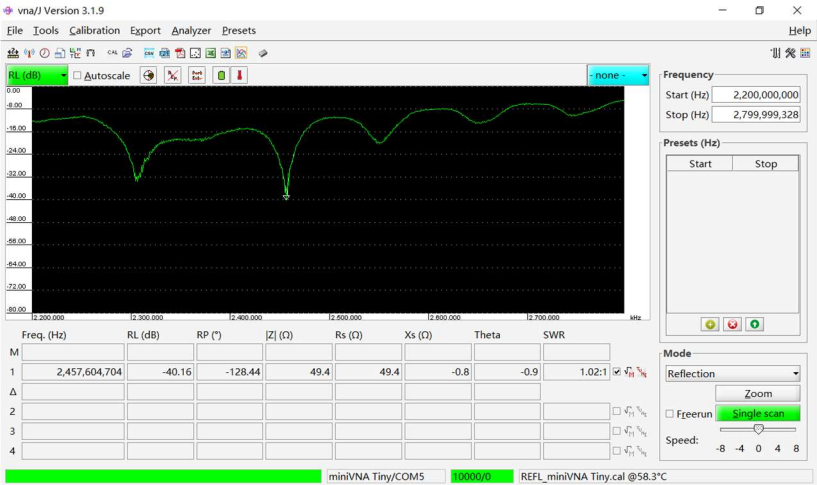


图4-3：天线测试回波损耗曲线图

图中可以看出，天线的中心频率为2.46GHz，对应的回波损耗为-40.16dB，驻波比SWR = 1.02:1
驻波比和反射系数的关系：

$$SWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

回波损耗（绝对值）和反射系数的关系：

$$RL(dB) = 10 \log \frac{P_i}{P_r} = -20 \log |\Gamma|$$

得反射系数 $\Gamma=0.0098$

S参数：S12为反向传输系数，也就是隔离。S21为正向传输系数，也就是增益。S11为输入反射系数，也就是输入回波损耗，S22为输出反射系数，也就是输出回波损耗。

S11:端口2匹配时，端口1的反射系数；

S22:端口1匹配时，端口2的反射系数；

S12:端口1匹配时，端口2到端口1的反向传输系数；

S21:端口2匹配时，端口1到端口2的正向传输系数；

对于互易网络，有：S12=S21；

对于无耗网络，有：（S11）²+（S12）²=1；

S11 = 回波损耗RL = -40.16dB

天线的输入阻抗：

$$Z_{in} = Z_0 \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} = 50.99 \Omega$$

从图中读出天线的带宽BW = 0.0025GHz

④：调出史密斯圆图，查看与回波损耗低点对应的阻抗、驻波比

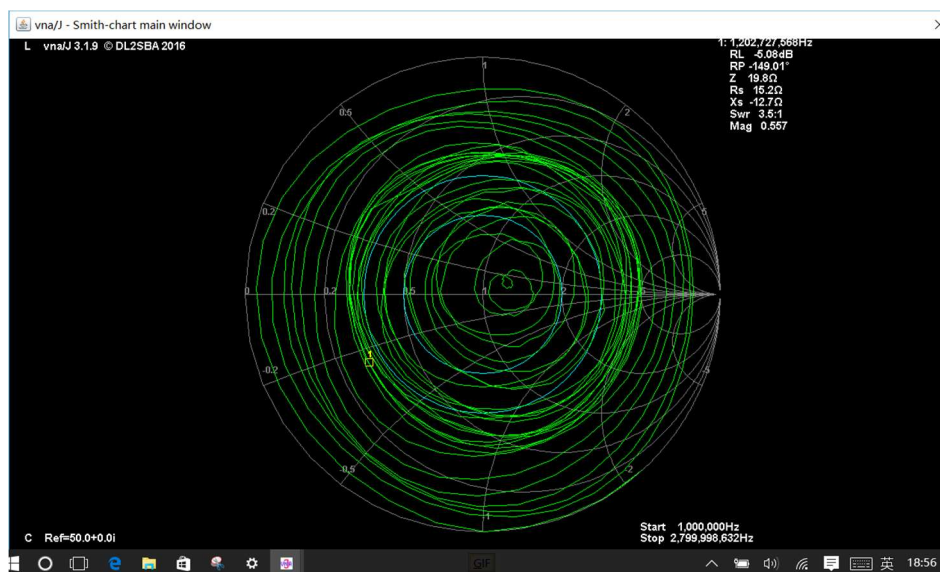


图4-4：Smith图 扫频范围1M~2.8G

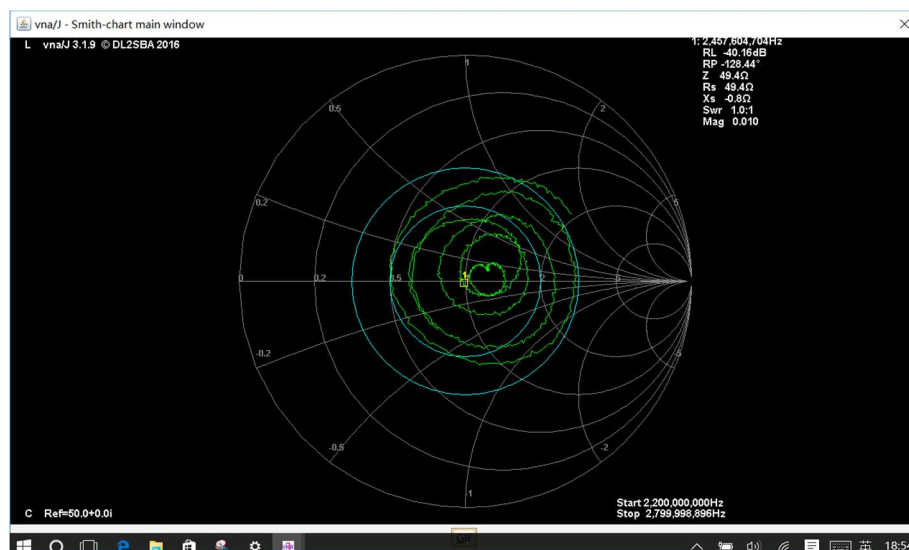


图4-5：Smith图 扫频范围2.2G~2.8G

史密斯圆图的用途是多方面的：根据归一化负载阻抗 $\frac{Z_L}{Z_C}$ ，可求得反射系数 Γ ，在 $\Gamma = |\Gamma| \angle \theta$ 已知的情况下可得到 $\frac{Z_L}{Z_C}$ 。当 $\frac{Z_L}{Z_C}$ 、归一化长度 $(\frac{1}{\lambda})$ 已知时可查出 $\frac{Z_{in}}{Z_C}$ 。在 $\frac{Z_{in}}{Z_C}$ 和归一化长度已知时可得到 $\frac{Z_L}{Z_C}$ ，而当 $\frac{Z_{in}}{Z_C}$ 和 $\frac{Z_L}{Z_C}$ 已知时可求出这段传输线的长度。在驻波比及第一个电压最小点到传输线终端的距离已知时，利用此图可以查出的 $\frac{Z_L}{Z_C}$ 数值。

从图4-5可以看出，回波损耗低点为-40.16dB，阻抗为49.4Ω，驻波比SWR为1.0:1

五 实验体会

这是我们第三次实验，我们学会了如何使用矢量网络分析仪，学会了如何用三个标准件来对矢量网络分析仪进行校准，学会了如何用矢量网络分析仪测量天线的回波损耗和驻波比等参数。综合实验内容来看，这次实验比较简单，完成比较顺利，多谢蒋老师的指导。