

PNA 矢量网络分析仪在 RF/微波电缆组件测试中的应用

孙新莉 陈 钢

(中国电子科技集团公司第二十研究所,陕西 西安 710068)

摘 要 通过对 RF/微波电缆组件在测试时一些常见问题的描述,结合 PNA 矢量网络分析仪的特点,介绍了 PNA 矢量网络分析仪在 RF/微波电缆组件测试时的应用及测试技巧,指出了只有对仪器各参数进行正确的设置,才能得到满意的结果。

关键词 矢量网络分析仪 电缆组件 S 参数

The Application of RF/Microwave Coaxial Cables Testing With PNA Vector Network Analyzer

SUN Xin - li CHEN Gang

(The No. 20 Institute of China Electronic Technology Corporation, Shanxi Xi'an 710068)

Abstract Introduces the application and testing skills with PNA Vector Network Analyzer in RF/microwave Coaxial cables testing via the description of some common problems when RF/microwave Coaxial cables testing and with PNA Vector Network Analyzer features. Point That only the correct settings of the parameters on the instrument can be satisfied with the results.

Key words Vector Network Analyzer Coaxial cable S Parameter

1 引 言

RF/微波电缆组件在测试中的应用非常广泛,也非常重要,电缆组件的质量直接影响着测试结果的准确性,其参数的测量不确定度也直接影响着测量结果的测量不确定度。矢量网络分析仪是 RF/微波电缆组件最理想的测试仪器。下面将结合 PNA 矢量网络分析仪的特点,对电缆组件的测试应用及测试技巧逐步进行介绍。

2 测试应用

2.1 S 参数的测试

电缆组件在测试时通常都是 S 参数的测试,包

括驻波、插损、相位及延时。而网络分析仪是 S 参数测试最常用的仪器。网络分析仪在进行 S 参数各项指标测试前都要先经过校准,才能进行准确的测试。传统的网络分析仪都是采用机械校准件(开路、短路、负载及直通校准件)完成校准任务,校准过程分步进行,需要进行多次连接。而 PNA 矢量网络分析仪除了进行常规的机械校准外,还可以采用电子校准件,在只进行一次连接的情况下快速完成校准任务,减少了连接次数,使校准结果的重复性更好。节省了时间,更重要是降低了对连接头的磨损,延长了仪器的使用寿命。

电子校准件能够把工厂的校准精度传递到网络分析仪的标准传递部件,它们全部都是经过由安捷伦科技使用一种可溯源至美国国家标准和技术研究机构(NIST)的精密校准技术(在精度上类似于TRL

校准技术的精度)校准过的。每个校准模块的独特的 s 参数数据存储在模块内部的存储器中,电子校准件使用这些数据计算出网络分析仪的各个误差项,对可插入适配器或不可插入适配器器件的全部测试结果都可以溯源至 NIST。

2.2 故障点的诊断

以反射测量为例,在对电缆组件测试时,通常会发生驻波或反射指标超差的情况,这时就要查找超差的原因,是电缆线质量不好?还是接头没有焊接好?在频域状态下测量驻波和反射,只能代表被测系统中若干个不同来源的反射到达测试端口端面时互相迭加的总效果,而它们迭加时的相位关系又随信号频率不同而有显著的改变。因此,仅测出一个或几个频率上总反射的大小和相位不足以达到分析多个反射点的目的,而 PNA 矢量网络分析的 010 时域功能选件,可以在时间轴上观察电缆的反射情况,找到问题的原因所在。时域反射测量不仅可以测出一个反射的大小,还能确定产生该反射的不连续点的位置,特别是当被测系统中包含有多个不连续点时,还能分辨出它们之间的距离和大小,这对于寻找和消除各项产生反射的根源有很大的便利。

在进行时域测量前,先进行有关频域方面的校准,即选择适当的频率范围,也就是被测件工作的频率范围,进行相应的校准操作,然后转换到时域进行测量及分析。在时域测量中,应尽量选择比较宽的频率范围,但必须确信被测件应工作在相同的带宽内,这是因为带内响应通常是人们希望测量的,时域测量是整个频率范围内测量的一个平均响应,如果频域数据超出带外,则时域测量也将超出带外响应,然而,因为时域的响应分辨力和频率跨度成反比,有时将频率跨度设置成比设备的带宽稍宽一点以获得好的响应分辨力。

在时域测量时还可以利用门的功能观察某一点在转换到频域上时全频段的响应情况。

3 测试技巧

3.1 扫描时间的设置

如果被测件是一根有时间延迟 T 的电缆,则可能会出现如图 1 所示的现象,这是由于测试时电缆产生了时间延迟造成的。矢量网络分析仪的扫描速率为 df/dt ,则在电缆终端(矢量网络分析仪

接收机的输入端)上的信号源频移的大小为 $F = T \times df/dt$ 。若这个频移大于矢量网络分析仪的中频检波带宽(典型情况下为数 kHz),那么将产生由于处在中频滤波器频率响应曲线的范围之外而引起的误差。

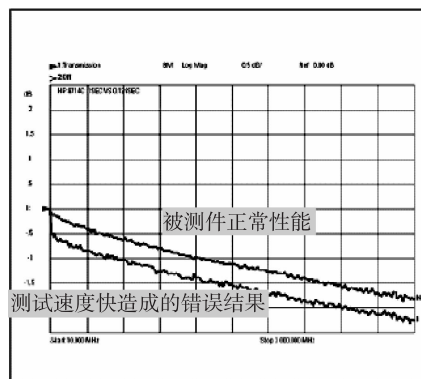


图 1 由时间延迟造成的错误结果曲线图

解决的办法是:

a. 增加矢量网络分析仪的扫描时间,补偿被测电缆时间延迟。

b. 如果有与被测电缆相同的第二根电缆,不用增加扫描时间,借助于 PNA 矢量网络分析仪的开放式接口,取消矢量网络分析仪上的 R 通道接线而连接上第二根电缆,这使得参考路径与测试路径中的延迟相等,结果便可得到修正。因此矢量网络分析仪按比值计算的传输测量便不会有频移误差。

3.2 大衰减量的测试

在测量大衰减量的被测电缆时,必须提高仪器的测试动态范围,可以通过以下两种方法解决:

- a. 高源的输出功率;
- b. 提高接收机灵敏度。

PNA 矢量网络分析仪具有高性能的测量接收机,具有很好的灵敏度指标。接收机的带宽可在较宽的范围之间选择。如图 2 所示,通过降低接收机中频带宽,可以提高矢量网络分析仪的动态范围。一般而言,中频带宽减小 10 倍,背景噪声可降低 10 dB。同样的,低中频带宽可以降低显示轨迹的噪声电平,使测量的重复性更好,增加测量平均次数,也能减小噪声的影响,提高读数的测量不确定度。

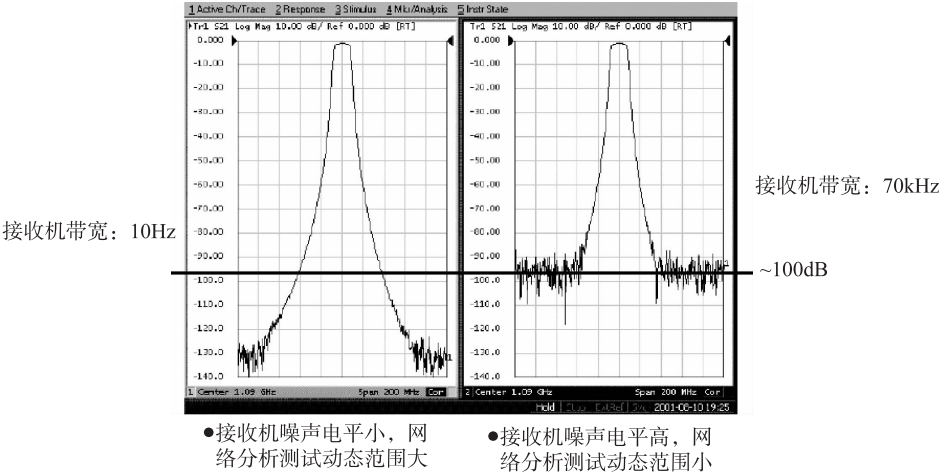


图 2 测试曲线图

3.3 相位与延时测试时频率范围和点数的设置

在进行相位测试,有时会发现显示的被测电缆相位特性被颠倒,显示的被测件延时参数为负值,如图 3 所示。产生这种现象的原因是测试频率范围和点数的设置不正确,使相邻测量间相位变化超过 180 度,就相当于对信号采用速率不够而引起显示波形的失真。当然不能正确反映被测电缆的相位和延时特性。通过降低测量频率范围和增加测量点数可以解决这个问题。如图 4 所示。

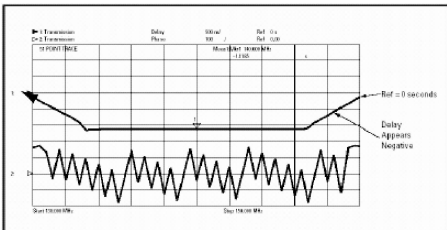


图 3 被测件延时参数为负值的测试曲线图

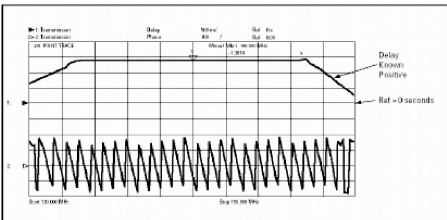


图 4 解决后的测试曲线图

4 结束语

矢量网络分析仪在 RF/微波领域的测试应用是

非常广泛的,特别是现在 PNA、ENA 等高性能网络分析仪的出现,校准、测试的速度、准确度进一步提高,使得网络分析仪的应用越来越方便,在放大器、混频器、滤波器等测试中的应用也越来越多。其开放式结构给了用户极大的方便性,用户可以根据自己的需求灵活配置,完成诸如脉冲、高功率等参数的测试。可见,PNA 系列矢量网络分析仪真是一台集多种功能于一身的综合性仪器,RF/微波测试领域离不开它。

参考文献

[1] 汤世贤. 微波测量[M]. 国防工业出版社,1983.
[2] Agilent PNA Network Analyzer Operating and Programming Manual.

微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,推出多套微波射频以及天线设计培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>

微波射频测量仪器操作培训课程合集



搞硬件、做射频,不会仪器操作怎么行!对于射频工程师和硬件工程师来说,日常电路设计调试工作中,经常需要使用各种测试仪器测量各种电信号来发现问题、解决问题。因此,熟悉各种测量仪器原理,正确地使用这些测试仪器,是微波射频工程师和硬件工程师必须具备和掌握的工作技能,该套射频仪器操作培训课程合集就可以帮助您快速熟练掌握矢量网络分析仪、频谱仪、示波器等各种仪器的原理和使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/67.html>

矢量网络分析仪使用操作培训课程套装

矢量网络分析仪是最常用的测试仪器是射频工程师和天线设计工程师最常用的测试仪器;该套培训课程套装是国内最专业、实用和全面的矢量网络分析仪培训教程套装,包括安捷伦科技和罗德施瓦茨公司矢量网络分析仪的 5 套视频培训课程和一本矢网应用指南教材,能够帮助微波、射频工程师快速地熟练掌握矢量网络分析仪使用操作...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/vna/34.html>



示波器使用操作培训课程套装



示波器是硬件和射频工程师几乎在每天的工作中都会用到仪器,因此掌握示波器的原理并能够正确使用示波器是所有从事电子硬件电路设计和调试的工程师必须具备的最基本的技能。本站推出的示波器视频培训课程套装既有示波器的基本原理以及示波器性能参数对测量结果影响的讲解,也有安捷伦和泰克多种常用示波器的实际操作讲解,能够帮助您更加深入地理解手边常用的示波器从而更加正确地使用示波器...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rftest/osc/49.html>