

# 解析网络分析仪在测量领域中的作用

吴 海

(国家新闻出版广电总局,海南 东方 572600)

**摘要:** 主要是介绍了网络分析仪的使用范围和运用原理,并且通过对网络分析仪运用原理的论述,将矢量网络分析仪在测量领域中的使用方法表述出来。与此同时,还将详细介绍矢量网络分析仪在测量领域中的作用,包括了:怎样解决电缆测量中延迟时间的问题;怎样解决高功率放大器在测量中大功率电平的问题;怎样利用频偏方式来测量变频器、调谐器和混频器等频率转换器;怎样提高非插入式器件测量的精度;怎样改进反射测量。

**关键词:** 网络分析仪;测量领域;作用

**中图分类号:** TM935

**文献标识码:** A

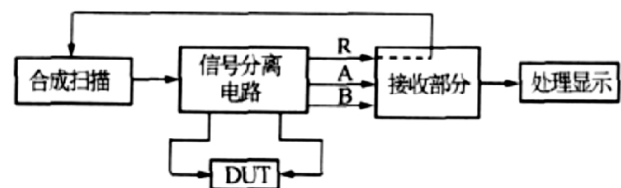
**文章编号:** 1673-1131(2014)11-0007-02

网络分析仪一般情况下是对较为复杂系统电路或者系统内部使用元件的电气性能进行测量,由制造厂家或者制造人员安装进去。一旦系统处于传输信息信号内容的状态时,最主要的就是怎样保证传输信号内容的完整性,以最高的效率和最低的损失率,从一端传输到另一端。矢量网络分析仪就是利用测量元件对功率扫描和频率扫描程度与相位的影响,可以较为精确地表现元件特征的一种重要手段。矢量网络分析仪的适用比较广泛,既可以运用于有源器件,也可以运用于无源器件,比如:双工器、滤波器、放大器、耦合器、衰减器和混频器等。这些元件的特征它都可以较为精确地表述出来,包括了元件中每个端口的输入特征到其他端口的转移性能力,它都可以进行测量。运用了网络分析仪之后,设计人员在设计大型系统配置元件时,就可以拥有较为精确的数据基础。所以,矢量网络分析仪已经成为了测量领域中最重要测量仪器之一,也受到了广泛的关注。

## 1 网络分析仪的运用原理

### 1.1 原理结构图

矢量网络分析仪在使用过程中,主要是由信号分离电路、幅相接收机和激励信号源等元件之间的相互配合。笔者根据多年的从业经验,将微波一体化矢量网络分析仪整体系统结构示意图总结归纳如下图所示:



由图可知,微波合成的扫频信号源可以产生非常细小的信号,单位可以细化到毫米级别的波段,信号经过了分离电路处理之后,就可以分离出被测件(DUT)的入射信号、传输信号和反射信号,在图中分别由 R、B、A 表示。之所以可以出现这种分离效果,主要是运用了变频技术,将传输过来的微波信号转化成固定的中频信号,然后再对相位和幅度之间的关系进行测量。在变频过程中,是使用了系统锁相技术,这主要是为了保证传输信息的完整性,信号中的内容不被丢失,当然,也包括了被测网络相位信息和幅度信息的第一中频信号,信号经过了中频处理,电路变成成为第二中频信号。第二中频信号经过 A/D 转换器的转换处理,变成数字信号,系统内部的数字信号处理器和计算机,会自动从数字信号中找到被测件的相位信息和幅度信息,最后会经过相应公式的运算,得出被测件的 S 参数。

### 1.2 分析误差

众所周知,无论是什么测量系统,都会产生一定程度的误

- [2] Victor A. Machado, Carlos N. Nandamudi, L. Vijaykumar. A New Proposal to Provide Estimation of QoS and QoE over WiMAX Networks: An approach based on computational intelligence and discrete-event simulation [C]. 2011 IEEE Latin-American Conference on Communications (LATIN-COM). 24-26 Oct. 2011, Fed. Univ. of Para (UFPA), Belem, Brazil: 367-373
- [3] 于斌. NS2 与网络模拟[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007
- [4] 方路平. NS-2 网络模拟基础与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008
- [5] 柯志亨, 程荣祥, 邓德隽. NS2 仿真实验——多媒体和无线网络通信[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009
- [6] 阮秋琦. 数字图像处理基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009
- [7] J.Klaue, B.Rathke, and A.Wolisz. Evalvid - A Framework for Video Transmission and Quality Evaluation [J]. Lecture

- Notes in Computer Science, 2003, (2794), 255-272
- [8] 蔡小玲, 范新丽. 不同队列管理机制对多媒体传输品质的影响[J]. 计算机应用, 2009, 29 (S2): 24-26
- [9] 陈正宇. 一种基于 NS 的网络视频 QoS 的分析方法[J]. 现代电子技术, 2008, (12): 138-143
- [10] 吴波, 陈心浩, 刘海华. 一种基于 TFRC 的 MPEG-4 视频传输和评估系统[J]. 现代科学仪器, 2010, (4): 18-20
- [11] 陈正宇. 基于 NS-2 的无线网络视频 QoS 平台的实现[J]. 电子设计工程, 2009, 17(10): 72-76
- [12] 张大陆, 朱小庆, 胡治国, 张俊生. 丢包对视频体验质量影响的分析[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(1): 71-73
- [13] 江雍, 林其伟. 一种基于 Evalvid 的 H.264 视频 QoS 评估改进系统[J]. 电视技术, 2007, 31(10): 59-61

**作者简介:** 赵西洋(1989-), 女, 河南周口人, 硕士, 从事视频质量和优化方向的研究工作。

差, 矢量网络分析仪系统也包括在内, 以笔者的经验来看, 误差包括了三大类。其一是系统误差, 也就是由于测量系统本身的原因, 带来的测量误差, 系统误差一般是不可避免的; 其二是随机误差, 其三是漂移误差, 后两种误差可以通过人为来改善。对于矢量网络分析仪来说, 主要是存在系统误差和随机误差两种。随机误差是不可重复的误差项, 一般情况下包括了: 外界电气干扰、外界环境温度影响电路特性的漂移、测试信号源的相位噪声、测量过程中(校准过程)开关重复性和连接端口的测量重复性, 以及测量系统的噪声。在实践过程中, 为了减少这种随机误差, 使用的最有效方法就是对测试数据进行平均(平滑)处理。对于矢量网络分析仪来说, 系统误差主要是包括了: 信号源失配误差、负载的失配误差、定向耦合器的方向性误差、通道之间的串扰和测试通道之间的频率跟踪误差。这些误差都是由于毫米波和微波元件的不完善性所引入的, 也是矢量网络分析仪测量结果不确定的主要因素。虽然这些系统误差因素会一直存在, 但是它们对于仪器的影响程度, 会随着环境的变化而变化, 在一个稳定的环境中, 它们的影响程度就比较稳定, 在一个变化的环境中, 影响程度就会不断变化。虽然不能使系统误差消失, 但是可以尽可能地减少系统误差, 在实践过程中, 减小系统误差主要是对微波部件的设计工艺不断改进, 提高自身的制造水平, 将制造出高性能的元件为目标。除此之外, 还可以在点频的环境下, 利用复杂的阻抗调配技术来改善微波部件的性能, 这种方法属于物理方法的范畴。

在实践过程中, 我们可以发现: 宽带微波部件的调配方式只能在点频测量中使用, 其它的情况下都不能使用。这种调配方式的操作手法比较复杂, 也是我国宽带扫频测量精确度较低的主要原因。现阶段, 引入了计算机技术之后, 操作人员可以通过精确的数学运算来减小系统误差, 这样就提高了系统测量的精确度, 有效地弥补了系统硬件的不足之处。之所以对网络分析仪进行误差分析, 就是为了保证能够尽可能地提高传输精度, 减少传输损失, 最终达到提高测量精度的目标。通过对测量精度和误差程度进行校准和修正, 我们可以将矢量网络分析仪中的测量精度转移到校准件和校准方法上。对于误差修正来说, 主要是存在四个关键性步骤: 首先应当建立误差模型, 然后运用已经掌握特性的校准件开展校准工作, 再从误差模型中提取误差参数, 最后再提取被测网络的真实 S 参数。

## 2 网络分析仪在测量领域中的作用

对于矢量网络分析仪来说, 工作频率保持在 5Hz—10Hz 之间, 在这个范围内进行测量。设计人员在制造过程中最后的测试, 应当运用经常使用的网络分析仪, 这种仪器是全面测量网络参数的一种高精度智能化机器, 可以显示 S 参数、相位和幅度、插入损耗和增益、反射系数、衰减、驻波比、回波损耗、群延迟和增益压缩。

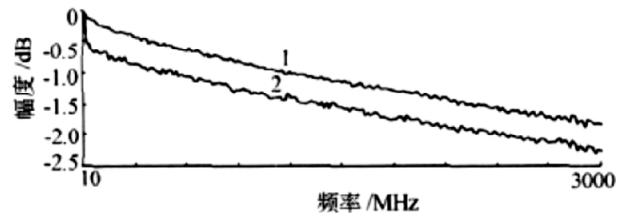
### 2.1 测量高功率放大器

对于高功率放大器的测量工作来说, 主要是需要解决长期碰到的问题。首先, 测量所需要的信号电频经常会超过网络分析仪的激励源范围, 所以对于高功率放大器来说, 需要在输入电频额度更高的环境中进行。然后, 高功率放大器的输出功率也经常超过网络分析仪的上限范围, 这样会造成电频压缩或者电频烧毁的现象。对于被检测元件的输入电频高于网络分析仪电频的上限范围时, 应当充分地运用网络分析仪的开放性接口, 把前置预放大器放在仪表源输出端和定向

耦合器输出端之上。这主要是为了校准并减小高功率放大器的系统误差。

### 2.2 运用于电缆测量中延迟时间

对于网络分析仪来说, 在测量过程中, 激励源的设置主要是根据扫描时间来设置的。因为被测件的信号频率在某一瞬间可能与网络分析仪的频率存在差异, 这样就导致最后的测量结果出现错误。如果被测件中存在一根有时间延迟的长线电缆, 一般情况下用 T 表示, 那么就可以使电缆端口上的信号频率延迟。如果这个信号频率超过了接收机的宽带频率上限, 那么就会出现处在中频滤波器频率响应曲线的范围之外的情况, 进而引发误差。笔者根据经验, 将示意图总结归纳如下:



### 2.3 反射测量

对于二端口的元件来说, 在测量过程中需要将没有测量的端口保持较好的终端负载能力。这种要求对于低损耗双向元件非常重要, 比如: 电缆和通带滤波器。网络分析仪只能进行单端口校准, 主要是修正方向、频率响应和源匹配引起的误差, 需要注意的是: 它不能修正负载匹配引起的误差。如果单端口校准是在被测元件的端口上, 并且这个端口具有较好的匹配负载能力, 在修正过程中, 就应当将高质量的负载接到元件的这个端口上。这主要是为了提高校准的精确度。

### 2.4 精确测量混频器、变频器和调谐器, 运用频偏工作方式

对于射频变频元件来说, 在测量过程中, 可以针对不同元件进行测量, 这些被测元件需要有一个共同的特征, 就是利用其非线性使输入或者输出信号发生频率的变化。

与其它元件一样, 也需要对变频器的传输和反射特性进行测量, 其中包括了: 传输特性、端口间的信号隔离、输入/输出端口及本振输入口的匹配特性等参数。混频器的变频损耗也可以看做是输出信号功率与输入信号功率的比值, 比值的大小与本振的功率紧密相关。

## 3 结语

本文通过对网络分析仪运用原理的论述, 将矢量网络分析仪在测量领域中的使用方法表述出来。与此同时, 还详细介绍了矢量网络分析仪在测量领域中的作用, 包括了: 怎样解决电缆测量中延迟时间的问题; 怎样解决高功率放大器在测量中大功率电平的问题; 怎样利用频偏方式来测量变频器、调谐器和混频器等频率转换器; 怎样提高非插入式器件测量的精度; 怎样改进反射测量。希望对相关工作者有所帮助。

### 参考文献:

- [1] 王敬时, 李捷. 网络分析仪在电缆测量方面的应用研究[J]. 信息化研究, 2014(2): 59-62
- [2] 徐知, 郭海帆. 用于提高微波矢量网络分析仪测量性能的电路框架[J]. 国外电子测量技术, 2014(8): 10-14
- [3] 邱新宇, 鲁芳丽, 张喜洋, 等. 矢量网络分析仪在变频器件群时延测量方面的应用[J]. 中国仪器仪表, 2012(4): 58-60
- [4] 王立华. 虚拟网络分析仪在射频电路设计中的应用[J]. 电子测量技术, 2012(4): 95-97+119

## 微波射频测试仪器使用操作培训

易迪拓培训([www.edatop.com](http://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>