

参数,因此从实际角度出发,并考虑到传输和匹配等系统误差,S参数测量准确度在VNA的校准中是必不可少的一个项目。从误差分析原理中可看出,S参数测量的准确度与仪器自校准有直接关系。自校准过程中使用的校准件的性能对消除多项系统误差起到非常重要的作用,因此,VNA配套校准件是十分重要的校准项目。

3.2 根据需求确定的校准项目

(1)信号源校准

网络分析仪信号源是仪器内部的关键器件之一,其涉及到信号功率准确度、功率线性度、输出信号谐波及频率准确度等多项计量参数。下面我们从VNA工作原理和实际需求等方面逐个分析其计量的必要性。

①频率准确度。网络分析仪的自校准过程是通过在一系列频率点上进行逐点校准,才得以实现系统误差修正的,所以输出信号的频率准确与否关系到系统测量准确度。对于精度要求较高的客户可将该项目作为网络分析仪的一个校准项目。

②功率准确度和功率线性。从VNA工作原理来看,内部信号源输出功率幅度不稳会对S参数的测量引入误差,但由于VNA测量系统自身的功能使其可以通过比值测量消除这项引入误差。另外,某些公司的产品可以提供外接标准,以提高网络分析仪绝对功率准确度,所以在一般情况下,对VNA信号源功率准确度的计量显得不是很重要。只有当客户为了使用网络分析仪测试某些微波元器件,而需要确定功率幅度时,才需将此项列为校准项目。

③信号纯度。矢量网络分析仪之所以广泛应用也在于其测试带宽范围很大,但宽带测试系统也有自身的软肋。如果信号源输出信号不纯,受杂散信号和谐波信号影响,必然给测试结果引入误差。一般来说,信号源谐波含量优于40dB时,其影响可以忽略。目前市面上的网络分析仪中信号源的制造工艺一般都达到这一指标。如客户测试项目对谐波要求较高,可将其作为一个校准项目。

(2)接收机

为了降低产品硬件成本,市面上的VNA系列接收机单元基本上采用3个取样元件(混频器)而不是采样精度更高的4个取样元件。这种结构能够使内部RF开关引起的误差减小到一定范围,但无法通过校准彻底消除。需说明的是,该结构提供的测量精度已经满足了大部分元器件的测试要求。为了对随机误差做出一定控制,在对VNA的校准中应该给出内部噪声的相关指标。

某些客户对开关、宽动态范围滤波器等器件进行测试时,为了将测量的不确定度减至最小,需要测量系统的动态范围大于被测件的动态范围,也就是说客户需要使

用的VNA具有较宽的动态范围。网络分析仪的动态范围是指接收机最大输入电平与系统可测量的最小输入电平的差值,系统可测量的最小输入电平可通过接收机本底噪声进行控制。这类客户就需要我们将VNA的最大输入电平列入计量结果中。

4 校准中需要注意的问题

4.1 器件的连接

校准时,测试电缆与仪器的连接松紧要适度,连接时尽量使用力矩扳手,以减少驻波对测试的影响。测试电缆的位置尽量不要扭曲变形,通常推荐的弯曲半径应不小于电缆直径的10倍,这样才能确保信号幅度和相位的稳定。使用校准件时,要转动外螺套,尽量不要转动内螺套,否则损坏校准件的同时也会给校准结果带来影响。

4.2 器件的清洁

有时校准件或测试线缆连接端口内有污垢或灰尘会造成校准曲线的不理想,这些都是操作人员没有养成对仪器设备的保养习惯所引起的。为了确保仪器设备测量结果的稳定性,通常在测试结束后对仪器设备的测试端口加以保护,如使用面板封盖、橡皮胶套等。另外,还应定期清洁测试设备螺纹内部污垢,确保测量结果的稳定性。

4.3 操作的人员

校准的好坏与操作人员也直接相关。相同的测试设备仪器,经验丰富的人员会得到更为理想的校准结果。另外,矢量网络分析仪的测试端口要特别注意防静电操作,因为放电过程轻则造成测试灵敏度下降,重则会造成仪器内部开关、混频器或定向耦合器的损坏,操作人员应额外注意这些细节问题,以免造成不必要的损失。

5 结束语

矢量网络分析仪无论在军事领域,还是在民用领域都发挥着越来越强大的作用。为了确保测量结果的准确性,计量机构应综合考虑矢量网络分析仪校准中注重的项目,以达到既能满足客户测量精度要求又能提高计量效率的目的。

参考文献

- [1]Agilent Technologies Ins. 2 - Port PNA - L Microwave Network Analyzer Service Guide[S]. 2010.
- [2]高力尔.射频与微波手册[M].孙龙祥等,译.北京:国防工业出版社,2006:334-338.
- [3]王志田.无线电电子学计量[M].北京:原子能出版社,2002:188.
- [4]朱辉.实用射频测试和测量[M].北京:电子工业出版社,2010:21, 22.

作者简介:刘冬冬,男,助理工程师。工作单位:92493部队89分队。通讯地址:125000 辽宁省葫芦岛市龙港区海滨南路1号92493部队89分队。
收稿时间:2010-10-18

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>