

标量网络分析仪的工作原理及常见故障检修

彭浩

(河北半导体研究所 计量中心, 石家庄 050051)

摘要: 为克服仪器板级维修费用高的问题, 通过对 ANRITSU54147A 标量网络分析仪工作原理的研究, 列举了 ANRITSU 54147A 标量网络分析仪主机、信号源、检波器的常见故障及其维修方法, 实现了关键部件的元件级维修。分析表明, 对仪器原理框图、信号流程图的了解, 对测试点信号进行判断, 正确选择需要的测量仪器对维修很重要。指出了常见故障维修过程中如何做到思路清晰的放矢, 迅速判断出故障部位所在, 以提高维修工作效率。

关键词: 标量网络分析仪; 原理; 故障检修; 检波器; 射频源

中图分类号: TN206.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-353X (2009) 03-0275-04

Operating Principle and Troubleshooting of Scalar Network Analyzer

Peng Hao

(Metrology Center, HSRI, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: In order to lower down the high cost of board level maintenance, through studying the operating principle of ANRITSU 54147A scalar network analyzer, some common troubles of and some maintenance methods were listed for the CPU, RF signal source, detector to realize level maintenance of key components. The analysis reveals that it is important to understand the overall operating principle block diagram, signal flow chat, judging the test point signals and correctly choosing the needed instrument. How quickly to determine where the fault site locates with a clear idea is pointed out in the common fault maintenance for improving the efficiency of maintenance work.

Key words: scalar network analyzer; operating principle; troubleshooting; detector; RF source

EEACC: 7200

0 引言

标量网络分析仪在射频微波测量领域有着广泛的应用, 主要测量射频微波网络的幅频特性, 包括传输测量和反射测量。标量传输参数测量是指衰减(无源元件)或增益(有源器件)的测量。传输测量一般采用归一化测量或比值测量; 反射测量可以回波损耗形式或驻波比形式显示。由于校准技术的运用, 标量网络分析仪可用于绝对功率的测量且精度越来越高, 采用智能检波器技术测量精度已达到或接近功率计的水平。几个主要仪器公司如安捷伦公司、ANRITSU 公司、马可尼公司等都不断提高标量网络分析仪的性能。较为典型的有 Agilent8757、ANRITSU 54100 系列、马可尼 6500 系列等, 其性能

指标各有特点, 代表了标量网络分析仪的国际水平。标量网络分析仪良好的用户界面和大量的校准技术依赖软硬件的升级, 性能指标也随之得到了很大的提高。标网指标提高的另一个主要因素是检波二极管的发展, 随着 GaAs 半导体材料技术的发展, 这种器件在微波频率上表现出超过 Si 材料的优越性能^[1]。对现代设备仪器的故障, 制造商和维修公司通常采用板级维修, 本工作通过对 ANRITSU54147A 标量网络分析仪的工作原理深入研究, 实现关键部件故障元件级维修。因此做好该类标网的维修工作, 具有很好的经济效益和现实意义。

1 标量网络分析仪工作原理

图 1 是 ANRITSU 54147A 网络分析仪工作原理

方框图。该仪器内部主要包括中央处理器及其软件、信号源、图形处理模块、信号测量通道、用户接口、电源等部分，检波器和驻波比测试电桥为外置配件^[2]。

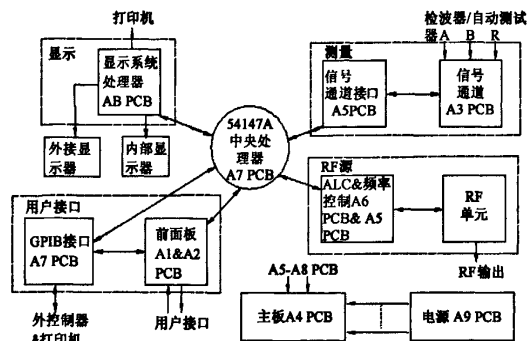


图1 ANRITSU 54147A 网络分析仪基本原理方框图
Fig.1 Overall block diagram of ANRITSU 54147A scalar network analyzer

由中央处理器 A7 控制完成整机工作的协调及各种数据处理。待测微波信号首先由检波器或电桥接收并放大处理，通过 A3 信号测量通道 CPU 将所获得的数据进行处理，加入相对应的补偿校准，变换成显示数据，送图形处理模块 A8 进行图形显示。为了确保标网测量的高精度、大动态范围，软件采用了很多补偿和校准技术，如通道精度补偿、检波器精度补偿、平方率检波补偿、各通道及检波器温度补偿及自动零和手动零技术，所有这些都需要大量的硬件设计和软件设计^[2]。

1.1 射频源原理

图 2 是 ANRITSU 54147 射频单元方框图。YIG 振荡器产生 2~20 GHz 的信号，控制模块选出 6.31~8.3 GHz 信号到下变频器与 6.3 GHz 本振产生 0.01~2.0 GHz 信号进入开关滤波器。0.01~20 GHz 信号送入方向耦合器后进入 70 dB 步进衰减器。频率控制通过 500 MHz 频标盒和 25 MHz 频标发生器去控制 A6/A7 板达到锁定频率的目的^[2]。

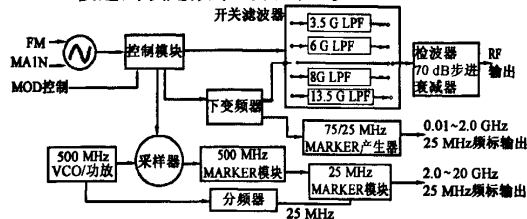


图2 ANRITSU 54147A 射频单元方框图
Fig.2 Block diagram of RF decks for ANRITSU 54147A

1.2 信号测量通道

整机采用三个完全相同的独立通道对信号进行处理。从检波器输出信号接收并放大处理，输出低频调制信号然后通过选频滤波、对数放大器进行放大整形，再经过解调成为直流信号，通过采样保持送入 A/D 变换单元及扫描同步电路。A/D 变换后的数据由 CPU 直接读取。

1.3 检波器工作原理

检波器是标量网络分析仪至关重要的部件，标网使用的频率范围主要也是由检波器决定的。标量网络分析仪是一种测量线性网络的传输和反射特性的仪器，一般有交流（AC）和直流（DC）两种基本类型的检波器。

在 AC 检波时，必须将源信号进行 27.778 kHz 的方波调制，检波器模式选择置为 AC 方式，这时检波头输出的交流信号，斩波器直通，经过后级处理后送入标网主机；当使用 DC 检波时，源信号为连续波，检波器模式选择置为 DC 方式，检波器输出的直流信号经斩波器被振荡器产生 27.778 kHz 的方波信号调制后变为交流信号，进入交流通路。

2 常见故障的检修

2.1 ANRITSU 54147A 标量网络分析仪主机检修

ANRITSU 54147A 标量网络分析仪有完善的自检功能，仪器开机执行自检，自检程序一旦启动 CPU 通过 I/O 接口及系统接口总线，对仪器内部的每一个功能模块进行测试。CPU 设立了一个特征信号作为触发源，发现此信号时，CPU 就中断其他工作，来执行功能模块自检测试。此过程完成后，将检查结果与 ROM 内存中的设定值比较，相同则执行下一个功能模块的测试。不同时则显示错误代码，表示失败。加电自检可检查出大部分引起故障的功能模块，前提是必须保证电源、时钟、显示电路正常工作。当然，CPU 或 ROM 内存程序丢失也将导致自检失败。

ROM 故障：对 ROM 自检一般是通过 ROM 内存的奇偶校验来完成，但若出现两处或多处丢失，内存的奇偶数不变时将无法确诊。在维修时可以首先排除片选信号、地址线缓冲器、数控输出缓冲线故障。倘若确诊 ROM 损坏由于其内部有程序则只能向生产厂家求助购买。

RAM 故障检测。对于 RAM 可能通过数据的写

人和读出来鉴别，首先检查地址寻址缓冲器数据缓冲器，RAM 读写控制信号、时钟信号、片选信号等的刷新电路是否正常，内部电池的电量是否充足，可用替换法确诊。

2.2 信号源检修

信号通道因处理的都是小信号，故障率比较低，因此重点分析信号源的一些故障。表 1 列举了开机自检过程中相关的故障信息及诊断信息^[3]。

表 1 显示的错误信息标题及内容（与校准相关的故障）

Tab.1 Displayed error message headings and message text for cablibration related faults/errors

显示的错误信息标题		错误信息描述	
标题	故障类型	显示信息	故障含义
GENERAL	主要故障	no 500	测量中 500 MHz 频标丢失
START-MAIN	START DAC 校准 (YIG 主线圈)	500 miss	START-MAIN DAC 或者 WIDTH-MAIN DAC 校准时 500 MHz 频标信号丢失
ERROR	ERROR DAC 校准 (YIG 副线圈)	1st wrong	START-MAIN DAC 或 WIDTH-MAIN DAC 校准时第一频标和第二频标二者之间的间距不正确，HET BAND 校准时 500 MHz 频标和 25 MHz 频标超出范围
WIDTH-MAIN	WIDTH DAC 校准 (YIG 主线圈)	500 size	在 START-MAIN DAC 或者 WIDTH-MAIN DAC 校准时 500 MHz 频标信号宽度不够
WIDTH-FM	WIDTH DAC 校准 (YIG 副线圈)	spacing	WIDTH-FM 或 HET BAND 校准时发现频标之间宽度不正确
HET BAND	校验下变频器 和 25 MHz 频标盒	Error codes 210 to 212	该类代码表示频率校准时频率不准确

当自检测出现 GENERAL no500、500miss、1st wrong、START-MAIN、WIDTH-MAIN、WIDTH-FM、HETBAND 等信息时表示频率通道出现故障；出现 GENERAL no500、500miss、1st wrong、START-MAIN、WIDTH-MAIN、WIDTH-FM 时表示 500 MHz 频标盒出现了故障。出现 HET BAND 时，表示 25 MHz 频标发生器出现了故障。按 < selftest > 键时，当通道灯 1 和 2 闪动时，依次按下 < frequency >、< markers >、< leveling > 键后，出现维修菜单，选择 2 再选择 1，然后再按 < selftest > 键，出现主界面，中心频率设为 2.5 GHz，宽度设为 0.05 GHz 时，出现如图 3 的画面。如果出现宽度不够，调节 500 MHz 频标盒里

的宽度电位器，使之达到规定的宽度。如果没有 25 MHz 的频标出现时，维修 25 MHz 频标发生器。

当自检时出现 unlevelled 灯闪烁，表示输出信号不稳幅。设置输出电平为 0 dBm，接入检波器，输入通道设为 A 通道，测量方式设为功率测量。频率设定为 10 MHz ~ 20 GHz。从显示屏上可以清晰地看到出现故障的情况。

当 10 MHz ~ 2 GHz 出现故障时，引起故障的原因主要是下变频器或是 A6 板的自动稳幅电路。当 2 ~ 20 GHz 出现故障时，引起故障的原因主要是开关滤波器或是 A6 板的自动稳幅电路。通过调整 A6 板的电位器一般都能够排除此类故障。

2.3 检波器的维修

检波器是一种易损部件。尽可能避免触及到检波器的输入端芯子，因为在不经意间静电电极有可能导致检波器二极管的损坏或部分损坏。使用时应特别注意输入信号不能超过检波器的额定输入功率。当检波器出现故障时，往往是由于检波器二极管损坏。使用万用表判断，如果是二极管坏，更换，在实际操作中操作台注意接地良好^[3]。

2.4 元件级维修实例

介绍一个没有 500 MHz 频标（no 500）故障元件级维修实例。图 4 为 500 MHz 频标放大器模块部

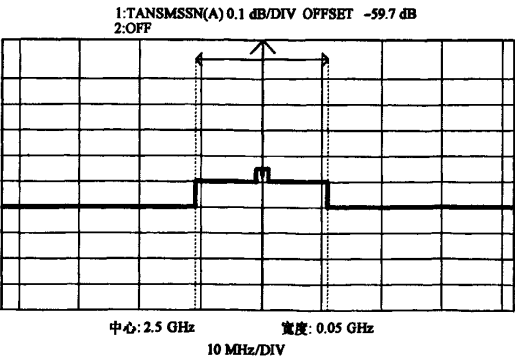


图 3 典型的 500 MHz 频标图形
Fig.3 Typical 500 MHz marker display

分原理图。使用 HP8563E 频谱仪检测 A06 放大器的输入和输出的信号, 从后级向前级逐级测量, 信号幅度大约相差 10 dBm。测量到第三级放大器时,

发现有输入信号，而输出没有信号。更换 A06 放大器单片，故障排除。

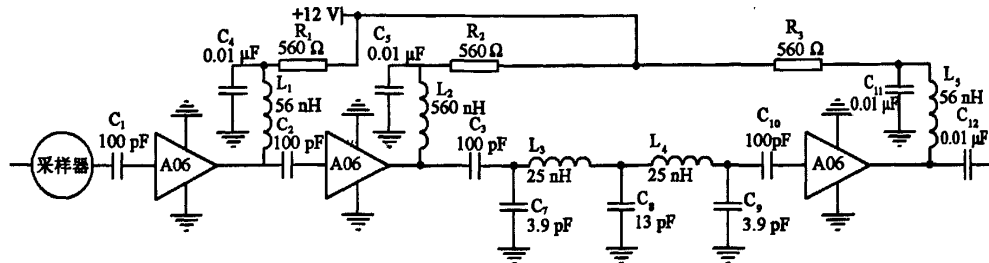


图 4 500 MHz 频标放大器模块原理图
Fig.4 Diagram of 500 MHz marker amplifier module

3 结语

维修人员应对仪器的工作原理有全面的了解，掌握仪器的原理框图、信号流程图。对测试点信号判断进而正确选择使用测量仪器维修也很重要。信号的频率和幅度决定了仪器的选择，如使用频谱仪测量信号的纯度和幅度、功率计测量信号幅度大小以及示波器测量信号的频率和幅度。在更换元件时，要仔细小心，切莫扩大故障。焊接微波元件时，操作台接地良好，戴上防静电腕带，以免静电损坏元件。维修过程中做到思路清晰、有的放矢，提高维修工作效率。

参考文献:

- [1] 李长海, 吴申贤. 现代通讯测量仪器[M]. 北京: 军事科学出版社, 1999.
- [2] Series 541 $\times \times$ A scalar network analyzer maintenance manual [K]. ANRITSU Co. 1997.
- [3] Series 541 $\times \times$ A scalar network analyzer operation manual [K]. ANRITSU Co. 1997.

(收稿日期:2008-11-13)

作者簡介：

彭浩(1970—),男,湖南浏阳人,工程师,主要从事电子设备仪器维修。



(上接第 213 页)

参考文献:

- [1] HOPKINS D C, KELLERMAN D W, WUNDERLICH R A, et al. High density packaging of a 60 kW converter for > 200 °C embeded operation [C]// Proc IEEE Applied Power Electronics Conf. Dallas, TX, USA, 2006: 19-24.
- [2] CHEN L Y. Survey report of current status of high temperature microdevices packaging [EB/OL]. <http://www.piwg.org>
- [3] HOPKINS D C, KELLERMAN D W, BASARAN C, et al. Aluminum-based high temperature (> 200 °C) packaging for SiC power converters [EB/OL]. http://www.dchopkins.com/professional/Aluminum-Based_Packaging 11 Oct 2006. pdf
- [4] CHINTHAVALI M, TOLBEKT L M, OZPINECI B, et al. High temperature power electronics-application issues of SiC devices [EB/OL]. <http://www.grc.nasa.gov/WWW/SiC/publication>
- [5] GALBRAITH L. High density microelectronics packaging roadmap for space applications [EB/OL]. <http://www.semiconductor.net/article/CA47380.html>

- [6] WILLANDER M, FRIESEL M, WAHAB Q U, et al. Silicon carbide and diamond for high temperature device applications [J]. J of Materials Science: Materials in Electronics, 2006, 17 (1):1-25.
- [7] Ender Savrun. Packaging considerations for very high temperature Microsystems [EB/OL]. <http://www.sienatech.com/packaging-systems.pdf>

(收稿日期:2008-10-08)

作者简介:

陈岩(1963—),女,甘肃天水人,博士,副教授,主要从事微电子技术及无线传感器方面的研究;



郭宏(1964—),男,山西洪洞人,天津大学博士研究生,主要从事传感器产业化研究。

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>