

Wilton 54 系列标量网络分析仪维修实例

赵玉波

(总参第六十三研究所, 南京 210016)

Wilton 54 系列标量网络分析仪是对微波部件的传输参数和反射参数的模值(标量)进行测量的仪器, 在微波部件的研制和测量中有着广泛地应用。此类仪器多数采用标记产生电路来产生 500MHz 标记信号, 并将该标记进行相关处理后用于控制 YIG 振荡器输出信号的频率准确度和稳定度。该电路发生故障时首先将导致仪器自检失败。

一、500MHz 标记产生电路的工作原理

500MHz 标记产生电路主要由采样器(SAMPLER)和 500MHz 标记模块(MARKER MODULE)组成。如图 1 所示。采样器是一个微波部件, 其混频二极管和匹配元件均做在微带电路上。来自 500MHz VCO/功率放大器(POWER AMP)的 500MHz 梳状信号和从控制/调制器组件(CONTROL MODULATOR)耦合而来的射频信号 f_s (通常信号电平应大于 -27dBm) 分别加到采样器的采样器驱动端口[1]和射频输入端口[2]进行混频。采样器的输出信号(频率 $f_{IF} = f_s \pm N \times 500$) 进入 500MHz 标记模块后, 先由微波单片放大器 Q1 进行缓冲放大, 随后分成两路。一路经放大、滤波后形成 DC-250MHz 的信号并送到 25MHz 标记模块, 信号的放大由微波单片放大器 Q2、Q3 完成; 另一路经微波单片放大器(Q4、Q5、Q6)放大和窄带低通滤波器滤波后, 先形成峰峰值电压大于 1V 的窄脉冲信号, 然后将窄脉冲信号加到运算放大器 U_1 (LM311) 的同相端, 经与反相端的负电压(由灵敏度电位器调整)进行比较后, 形成幅值为 5V 的脉冲信号, 即 500MHz 标记信号。该标记信号送到 A6 自动电平控

制/频率指令板(ALC/FREQUENCY INSTRUCTION PCB)和 A7 中央处理器板后(CENTRAL PROCESSOR PCB), 经相应的处理形成频率误差校正信号, 控制 YIG 振荡器驱动线圈的电流, 达到控制 YIG 振荡器输出频率的准确度和稳定度的目的。由于加到运算放大器 U_1 同相端的脉冲信号强度会因微波单片放大器的增益不同等因素而不同, 调整灵敏度控制电位器 W1 可改变 U_1 反相端的直流电压, 从而保证标记产生电路工作于最佳状态。

二、500MHz 标记产生电路的故障分析与维修方法

Wilton 54 系列标量网络分析仪拥有自动故障诊断程序, 在执行故障诊断程序时通过检查 500MHz 标记信号在一个扫描周期内的个数、及形状对该电路进行检查。一旦发现故障即输出相应的故障代码和自检失败提示, 且不能自动转入工作状态。依据故障代码所表示的可能的故障部位并经相应的测量即可查出故障元件。由电路的工作原理可知对采样器的输入信号电平、微波单片放大器 Q6 的输出信号电平的测量, 是判断和排除电路故障的一条捷径。经对比测量确定该电路中所使用的微波单片放大器的增益应大于 20dB, 电源电压为 3.5V 左右。采样器的结构相当复杂, 只有在显微镜下才能看清其内部元件, 而且内部元件的安装、拆卸需用专用设备, 因此它几乎是一个不可维修部件。通常根据采样器驱动端口和射频输入端口的对地电阻, 射频输入端口对平衡输出端的 G、T1、T2 电阻, 对采样器是否有故障进行初步判断。采样器驱动端口和射频输入端口的对地电阻应是 50Ω; 射频输入端口

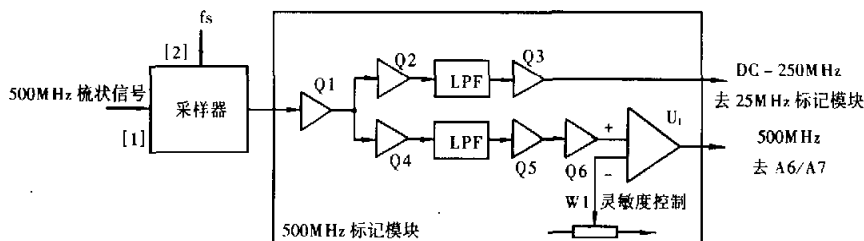


图 1

对 G 的电阻为 0Ω , 对 T1、T2 为 $4k\Omega$ (或 $15k\Omega$, 因三用表红、黑表笔的接地不同产生的结果)。

因位置和结构问题, 对采样器驱动信号的测量较为困难, 一般不进行直接测量, 而是通过测量 $500MHz$ VCO/POWERAMP 组件中的 $500MHz$ 信号做出判断。若对采样器驱动信号进行直接测量则不仅要关注其电平值和频谱的覆盖范围, 还要关注频率的准确度。因为 $500MHz$ 正弦信号的准确度决定了标记信号的准确度。维修过程中一定要采取防静电措施, 以避免造成混频二极管和微波单片放大器的损坏。

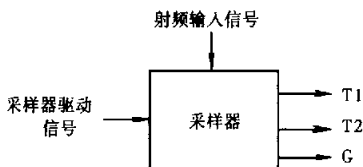


图 2

故障实例 1: 一台 Wiltron 5447 标量网络分析仪, 开机自检不能通过, 其故障代码为“no 500”, 意味着 CPU 没有检测到 $500MHz$ 标记。

检修: 将仪器断电, 把与采样器输入端口相接的 $6dB$ 隔离器分开。用测试电缆将 $6dB$ 隔离器的输出接到频谱分析仪的输入端, 以便测试采样器的射频输入信号。给仪器加电, 待仪器自检结束后按 [SELECT] 键, 强迫仪器进入非正常工作状态。随后依次按 [FREQUENCY]、[START FREQUENCY]、[2][ENTER] 键。按 [STOP FREQUENCY]、[8][ENTER] 键。将仪器的输出频率范围置于 $2GHz \sim 8GHz$ 。结果测得 $6dB$ 隔离器的输出信号电平在 $2GHz \sim 8GHz$ 的范围内大于 $-26dBm$, 显然采样器的射频输入信号电平正常。

将仪器断电, 把 $6dB$ 隔离器与采样器连接起来, 恢复原状。加电待仪器自检结束后按 [SELECT] 键, 令仪器进入工作状态。用示波器测 Q6 的输入、输出信号电平, 发现 Q6 的输入、输出信号均为 $0V$ 。测 Q5 的输入信号电平, 其峰值电压为 $20mV$, 基本正常。此现象表明 Q5 或 Q6 可能有故障。测 Q6 的电源的电压值为 $15V$ 而正常工作时应是 $3.3V$, 此现象表明 Q6 已经损坏。将仪器断电, 用微波单片放大器 (A_{01}) 更换 Q6。加电后仪器自检顺利通过, 自动转入工作状态, 故障消失。

对标记信号进行校准: 激活标记, 检查标记读值的准确度。结果发现其误差达 $30MHz$ (经了解此现象早就存在)。

在 $500MHz$ VCO/POWER AMP 组件中, $500MHz$ 压控振荡器的输出信号放大后加到阶跃恢复二极管, 计量技术 2001 No 11

经整型形成了 $500MHz$ 梳状信号, 而 $500MHz$ 正弦信号锁相于 $10MHz$ 晶体振荡器。因此 $500MHz$ 标记信号的准确度与 $10MHz$ 参考振荡器的输出频率的准确度有关, 在 $500MHz$ 标记信号的准确度存在误差时应首先对 $10MHz$ 参考振荡器的输出频率进行校准。

将 $500MHz$ VCO/POWERAMP 组件打开, 在频率计的监视下将 $10MHz$ 参考振荡器的输出频率校准到最佳值后, 误差消失, 维修结束。

在这一过程中应特别注意不能损坏连接放大器和阶跃恢复二极管间的那条极为精细的微带传输线, 否则将造成该部件彻底报废。

故障实例 2: 一台 Wiltron 54147 标量网络分析仪, 出现了大多数情况下自检不能通过的故障现象, 其故障代码为“no 500”, 意味着 CPU 检测不到 $500MHz$ 标记。

检修: 根据故障现象可推测出 $500MHz$ 标记产生电路中的某个元件工作不稳定。将仪器断电并打开 $500MHz$ 标记模块的屏蔽盒。给仪器重新加电, 待仪器自检结束按 [SELECT] 键, 强迫仪器进入非正常工作状态。随后依次按 [FREQUENCY]、[START FREQUENCY]、[2][ENTER] 键。按 [STOP FREQUENCY]、[2][6][ENTER] 键。将仪器的输出频率范围置于 $2GHz \sim 26GHz$ 。用示波器测量 Q6 的输出信号, 发现其输出信号的峰值电压为 $2V$, 正常。测运算放大器 U_1 的输出信号, 发现其输出信号为一些杂乱脉冲。测运算放大器 U_1 反相端的电压, 测量值为 $0V$ 。调整灵敏度控制电位器 W1, U_1 的输出信号和反相端的电压没有变化, 显然此电位器已坏。给仪器断电, 更换该电位器。

给仪器重新加电, 待仪器自检结束按 [SELECT] 键, 强迫仪器进入非正常工作状态。用示波器监视运算放大器 U_1 的输出信号, 调整灵敏度控制电位器 W1 使其输出信号成为稳定、清晰的负脉冲信号。令仪器执行自检程序, 自检顺利通过。反复执行自检程序的结果证明故障确已消失。

校准后仪器恢复正常。

小结: 本文的多数数据是实测数据, 电路原理解释是基于对各部件的解剖, 其维修方法也是在这一基础上形成的。使用上述方法, 使我们多次成功地解决了不同型号的 Wiltron54 系列标量网络分析仪的 $500MHz$ 标记产生电路不能正常工作的故障, 大大地缩短了维修的时间和费用。由此可见在进口精密仪器的维修中, 对故障部件进行解剖, 弄清其组成及工作原理是达到元件级维修的一条行之有效的办法。

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>