

# MS4623B 网络分析仪的故障分析与检修

赵玉波 王杰行

(总参第六十三研究所, 南京 210007)

**摘要** MS4623B 矢量网络分析仪的维修难点有以下几个方面:没有元件级电路图;在微电子线路中信号测量受到空间制约和量值不确定的影响,导致故障追踪十分困难;微电子器件识别困难,对技术人员的经验、阅历要求较高;微电子器件不易替代更换且受到许多工艺条件限制。针对这些问题我们进行了相关研究,掌握了相关的维修技术,本文结合维修实例介绍了该仪器的故障的分析与检修方法。

**关键词** MS4623B 网络分析仪;故障分析;检修

DOI:10.3969/j.issn.1000-0771.2011.08.000

## 0 引言

MS4623B 矢量网络分析仪由安立公司生产,主要用于微电子器件或组件的 S 参数准确测量,在 6GHz 以下通信产品研制领域应用广泛。由于其微电子电路制造工艺复杂,厂家只提供部件级维修,致使维修成本居高不下。但是通过研究发现实施元件或微电子芯片级维修可最大限度地降低维修成本,取得较好的时效性。

## 1 检修 MS4623B 网络分析仪基本要求

### 1.1 故障分析

故障分析是快速、有效地修复仪器的前提。接到故障仪器后不要急于维修,应先研究仪器的组成和工作原理,分析故障现象,初步确立故障的部位,制定后续分析中应进行的测试步骤和列出应获取的相关数据。

### 1.2 尽可能绘制出受损部件或组件的简化电原理图或故障检修信号流程图

国外仪器有一个共同特点,微电子线路设计以微带传输线理论为主导,其设计过程复杂,实际电路却简洁、明了,只要能弄清楚微带电路上所使用的微电子器件的性质,即是做放大、开关、变频、增益控制、检波的,还是做振荡器的,就可以弄清楚信号的传输流程,并绘制出简化的电原理图或故障检修信号流程图,以指导检修中进行信号追踪及故障诊断。

### 1.3 采用相对电平测量法判别微波器件的特性

应当注意的是使用频谱仪进行信号追踪时,频谱仪的输入耦合应设在 AC 状态,以防止供电电流流入频谱仪,引起频谱仪损坏,或引起器件的供电电压下降引入测量误差。若频谱仪没有 AC 耦合功能,就必须使用带有隔直电容的探头。

### 1.4 微电子器件技术参数的获取

微电子器件的工作参数是进行故障诊断的依据,由于尺寸过小难以看清,因此,维修中应借助于显微观察弄清其公司标识、器件序号,然后查阅其技术参数,或根据维修、电路设计过程中积累技术资料的查找器件的真实型号、参数。对于某些无从考究的器件则应找到电路上相同器件,利用比对测试法,获取其技术参数。

## 2 实际维修

仪器的故障状况为:“起初该 MS4623B 只是 800 ~ 1600MHz 频带内出现 ALC1 告警,失锁不能测量,因工作需要采取了限用措施;后因操作失误导致仪器受到严重损坏,丧失了测量功能。”

### 2.1 故障分析

研究该 MS462XX 系列矢量网络分析仪维修手册<sup>[1]</sup>后确知该仪器是一台双四端口矢量网络分析仪,其中 A4 源模块提供了该仪器的本振信号和激励信号,产生这两个信号的电路组成和工作原理基本一样。压控振荡器产生 800 ~ 1600MHz 的基波信号经变频、倍频、下变频、滤波、合路和放大后形成

10MHz ~ 3GHz 的信号,分为 300kHz ~ 400MHz、400 ~ 800MHz、800 ~ 1600MHz 和 1600MHz ~ 3GHz 四个频段。相对本振信号产生电路,形成激励信号的电路中多用了一级中功率放大器,将信号电平放大到 +16dBm 以上,两个输出端口的信号电平表如下:RF 输出频率范围:10MHz ~ 3GHz;不稳幅源输出口功率:最大 27dBm,最小 16dBm;LO 输出口电平:最大 12dBm,最小 1dBm。

接收模块 PORT1、PORT2 端口的定向耦合器、信号自动切换开关组件、下变频器组件完成了传输、反射信号的分离、变频。来自 A4 的激励信号在接收机模块中由开关/倍频/滤波组件处理后将频率范围扩展到 6GHz。激励信号被检波后用于 ALC 控制,若来自 A4 的激励信号电平低于仪器的设定值,将产生 ALC1 告警。显然该仪器的早期故障在其激励信号的生成电路。

## 2.2 故障检修

该仪器的工作原理决定了维修的次序应是电源部分、CPU 模块、源模块、接收机模块、软盘及接口、校正。对该仪器而言应先检修源部件后修接收机组件。

### 2.2.1 A4 源组件检修

确定故障范围:将 E4405B 频谱分析仪的频率测量范围置于 100kHz ~ 3GHz,参考电平置于 20dBm,踪迹显示方式置于 trace max hold 状态;拆下 A4 LO、Source 输出口的电缆,分别用频谱仪测量其输出信号,结果发现 LO 信号的平坦度、幅度、频率范围电平正常,而激励信号在 800 ~ 1600MHz 幅度低于 -20dBm,其它波段信号电平均大于 19dBm 均正常。此结果表明只有基波信号处理支路存在故障。

拔下电源线,将 A4 从仪器中抽出并拆去其屏蔽外壳,取出印制板,结合相关资料识别出微带电路上的电子器件,并查清性质,绘制 SOURCE 支路的故障检修信号流程图,见图 1。LO 支路与 SOURCE 支路的差别是 SOURCE 支路多了一级中功率放大器,维修中可参照进行。

给 A4 印制板上的四个电源调整管装上散热器(由于工作电流较大,散热不好将导致电源调整管过热,引起输出电压下降)并放置于防静电绝缘垫上。用延伸电缆将 A4 印制板与主机相接后给仪器

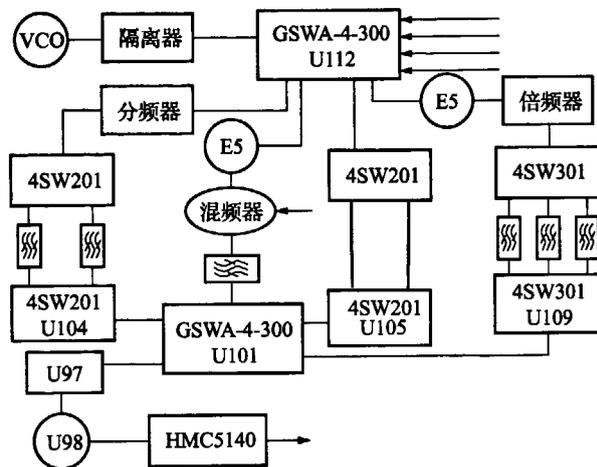


图 1 SOURCE 支路故障检修信号流程图

重新加电。

为便于测量将 MS4623B 工作状态设定为点频,输出频率为 1GHz,扫描时间为 1s;将频谱仪的 RF 输入耦合方式置于 AC 状态,参考电平设置于 30dBm,SPAN 于 10MHz,RF 输入口与带有探针的专用电缆相接。依据仪器的故障现象决定从 U101 微波开关开始进行在线信号追踪,以压缩故障范围。结果发现 U101 差损高达 50dB,过大。对比检查 LO 支路的合路开关 U101 的逻辑控制信号,二者一样,由此怀疑 U101 已经损坏。更换 U101 后,加电检查 SOURCE 信号,发现基波信号电平已恢复正常,A4 的故障已经排除。给仪器断电,去掉 A4 的延伸电缆并安装好屏蔽外壳,把 A4 插入仪器并将连接电缆复位,然而 ALC 告警故障提示仍然存在。

### 2.2.2 接收机模块的故障检修

鉴于该仪器的频率扩展功能由其接收机模块上的倍频/开关滤波器组件完成,因此,应继续对激励信号进行检查。

从仪器拔出接收机模块,并放置于防静电绝缘垫上,通过专用延伸电缆将其与主机和原模块连接起来。将倍频/开关滤波器组件输出口 JO 的电缆卸下,用测试电缆将 JO 与频谱仪相接。将频谱仪的频率测量范围设定于 10MHz ~ 6GHz,扫描时间设为 1s,参考电平置于 30dBm,踪迹显示方式置于 trace max hold 状态。给 MS4623B 加电,结果发现该组件的输出信号电平小于 -10dBm,已经损坏。关掉电

源,拆下倍频/开关滤波组件。

借助维修手册上的示意图、显微观察和对微带电路及其所用器件的分析,识别出有关器件并绘制出组件的简化电路,如图 2 所示。信号流向是由两个 SPT210 PIN 开关、两个 SPT310 PIN 开关控制的。每一个信号输出支路都由串、并两个 PIN 二极管构成,传输信号时控制电压使串臂上的 PIN 管正向导通,并联臂上的 PIN 管反偏、截至,使得信号以最小差损传输;与此同时另一支路上的串接 PIN 管被反偏截止,并接 PIN 管正偏导通,以对信号进行衰减、阻断。鉴于全频段的输出信号均不正常,首先检查 U1、U2。结果发现 U1 开关的 D3 已经击穿,损坏。根据器件的构造及芯片上的编号,查出了该开关的工作参数和安装工艺要求,依据这些参数编制好相关技术要求后交由微电子工艺师实施更换。更换完毕后故障消除,倍频/开关滤波器组件恢复正常。

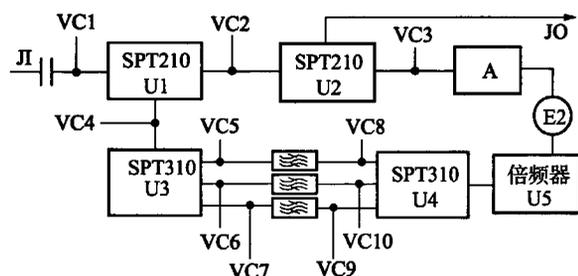


图 2 倍频/滤波器组件简化原理图

将倍频/开关滤波器组件装回接收机组件,给仪器恢复供电,将 PORT1 与 PORT2 用校准电缆连接起来,检查 S 参数。结果发现 S22 斯密斯图杂乱,不是一个圆点, S11 基本正常,仪器还存在其它故障。

S22 是 PORT2 定向耦合器的反射量与从源信号在信号传输控制开关(简化电路组成如图 3 所示)中的耦合量的比值。当校准电缆将 PORT1、PORT2 连接在一起时,信号传输控制开关中的负载电阻 R11 和 R22 就是激励信号源的负载,接入的时序由电子开关控制。因此先检查 PORT2 的信号传输状况。拆下连接 PORT2、PORT1 端口的校准电缆,将标准负载(50Ω)接到 PORT2 端口,此时发现 S22 斯密斯图回归为一个圆点,由此可以确定 S22

的信号接收、解调、处理部分正常,故障仍可能在信号传输控制开关中。检查控制开关 D22 和负载电阻 R22,发现 D22 正常而 R22 虚焊了。焊接后故障消失。

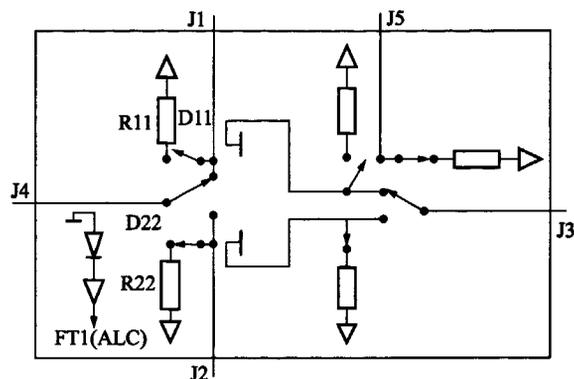


图 3 信号传输控制开关简化电路组成图

### 2.3 参数校正

鉴于该仪器受损程度较为严重,且受损部位对仪器的技术参数都有较大影响,必须进行校正,以消除测量误差,使仪器参数恢复到原始状态。参照仪器的维修手册进行相关操作,校正完毕后各项参数恢复正常。

## 3 结语

MB4623B 仪器维修手册中所提供的示意图与实际电路有很大差异,对于元件级或微电子芯片级故障检修该手册仅具有原理性或者方向性的指导价值;熟悉微电子器件的型号、应用领域,是正确、顺利地分析微波组件的基础,工程技术人员要尽可能多地获取微电子器件的技术参数,尤其是要清楚厂家的芯片编号与器件型号的对应关系;国外的仪器设计者在器件的选择上有一定的规律,即在同一仪器中,同一部件上尽可能地多地使用了同一厂家的器件。

### 参考文献

- [1] MS462XX Vector Network Measurement System Maintenance Manual 2004 ANRITRU CO
- [2] Secrets of RF Circuits Design, Joseph J. Carr

## 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>