Ceyear 思仪

3601 系列
S 参数测试模块
用户手册



中电科思仪科技股份有限公司

该手册适用下列型号 S 参数测试模块。

- 3601 系列 S 参数测试模块包括如下型号：

3601N、3601P、3601Q

除标准配件外的选件如下：

- 英文选件：英文标牌、英文面板等，出口使用。

版　　本：　A.1　2024年05月，中电科思仪科技股份有限公司
地　　址：　山东省青岛市黄岛区香江路98号
服务咨询：　0532-86889847　400-1684191
技术支持：　0532-86880796
质量监督：　0532-86886614
传　　真：　0532-86889056
网　　址：　www.ceyear.com
电子信箱：　techbb@ceyear.com
邮　　编：　266555

前　言

非常感谢您选择使用中电科思仪科技股份有限公司研制、生产的 3601 系列 S 参数测试模块！该产品集高、精、尖于一体，在同类产品中有较高的性价比。

我们将以最大限度满足您的需求为己任，为您提供高品质的测量仪器，同时带给您一流的售后服务。我们的一贯宗旨是“质量优良，服务周到”，提供满意的产品和服务是我们对用户的承诺。

手册编号

YQ2.737.1194SS

版本

A.2　2025.02

中电科思仪科技股份有限公司

手册授权

本手册中的内容如有变更，恕不另行通知。本手册内容及所用术语最终解释权属于中电科思仪科技股份有限公司。

本手册版权属于中电科思仪科技股份有限公司，任何单位或个人非经本公司授权，不得对本手册内容进行修改或篡改，并且不得以赢利为目的对本手册进行复制、传播，中电科思仪科技股份有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

产品质保

本产品从出厂之日起保修期为 18 个月。质保期内仪器生产厂家会根据用户要求及实际情况维修或替换损坏部件。具体维修操作事宜以合同为准。

产品质量证明

本产品从出厂之日起确保满足手册中的指标。校准测量由具备国家资质的计量单位予以完成，并提供相关资料以备用户查阅。

质量/环境管理

本产品从研发、制造和测试过程中均遵守质量和环境管理体系。中电科思仪科技股份有限公司已经具备资质并通过 ISO 9001 和 ISO 14001 管理体系。

安全事项

警 告 危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作，则可能造成人身伤害。在完全理解和满足所指出的警告条件之后，才可继续下一步。

注 意 的信息提示，但不会导致危险。它提示用户注意某一操作过程、操作方法或者类似情况。若不能遵守规则或者正确操作，则可能引起的仪器损坏或丢失重要数据。在完全理解和满足所指出的小心条件之后，才可继续下一步。

目 录

1 手册导航 1
1.1 关于手册 1
1.2 关联文档 2
2 概述 3
2.1 产品综述 3
2.2 安全使用指南 5
3 操作指南 11
3.1 准备使用 11
3.2 前、后面板说明 21
3.3 基本测量方法 23
4 故障诊断与返修 29
4.1 工作原理 29
4.2 故障诊断与排除 31
4.3 返修方法 32
5 技术指标与测试方法 33
5.1 声明 33
5.2 产品特征 34
5.3 技术指标 34
5.4 测试方法 35

目 录

附 录 43

附录 A 术语说明 43

1 手册导航

本章介绍了 3601 系列 S 参数测试模块的用户手册功能、章节构成和主要内容，并介绍了提供给用户使用的仪器关联文档。

- 关于手册.....1
- 关联文档.....2

1.1 关于手册

本手册介绍了中电科思仪科技股份有限公司所生产的 3601 系列 S 参数测试模块的基本功能和操作使用方法。描述了仪器产品特点、基本使用方法、测量配置操作指南、菜单、维护及技术指标和测试方法等内容，以帮助您尽快熟悉和掌握仪器的操作方法和使用要点。为方便您熟练使用该仪器，请在操作仪器前，仔细阅读本手册，然后按手册指导正确操作。

用户手册共包含的章节如下：

- **概述**

  概括地讲述了3601系列S参数测试模块的主要性能特点、典型应用示例及操作仪器的安全指导事项。目的使用户初步了解仪器的主要性能特点，并指导用户安全操作仪器。

- **使用入门**

  本章介绍了3601系列S参数测试模块的操作前检查、仪器浏览、基本测量方法、测量窗口使用说明等。以便用户初步了解仪器本身和测量过程，并为后续全面介绍仪器测量操作指南做好前期准备。该章节包含的部分内容与快速使用指南手册相关章节一致。

- **操作指南**

  详细介绍仪器各种测量功能的操作方法，包括：配置仪器、启动测量过程和获取测量结果等。主要包括两部分：功能操作指南和高级操作指南。功能操作指南部分针对不熟悉3601系列S参数测试模块使用方法的用户，系统、详细地介绍、列举每种功能，使用户理解掌握S参数测试模块的一些基本用法，如设扩频系统设置、本振射频驱动功率设置等。高级操作指导部分针对已具备基本的S参数测试模块使用常识，但对一些特殊用法不够熟悉的用户，介绍相对复杂的测试过程、高阶的使用技巧、指导用户实施测量过程。

- **菜单**

  按照功能分类介绍菜单结构和菜单项说明，方便用户查询参考。

- **故障诊断与返修**

  包括整机工作原理介绍、故障判断和解决方法、错误信息说明及返修方法。

- **技术指标与测试方法**

  介绍了 3601 系列 S 参数测试模块的产品特征和主要技术指标以及推荐用户使用的测试方法指导说明。

- **附录**

  列出3601系列S参数测试模块的必要的参考信息如：术语说明。

1.2 关联文档

3601 系列 S 参数测试模块的产品文档包括：

- 用户手册
- 快速使用指南
- 在线帮助

用户手册

本手册详细介绍了仪器的功能和操作使用方法，包括：配置、测量和维护等信息。目的是：指导用户如何全面的理解产品功能特点及掌握常用的仪器测试方法。包含的主要章节是：

- 手册导航
- 概述
- 使用入门
- 操作指南
- 菜单
- 故障诊断与返修
- 技术指标与测试方法
- 附录

快速使用指南

本手册介绍了仪器的配置和启动测量的基本操作方法，目的是：使用户快速了解仪器的特点、掌握基本设置和基础的操作方法。包含的主要章节是：

- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助

2 概述

本章介绍了 3601 系列 S 参数测试模块的主要性能特点、主要用途范围及主要技术指标。同时说明了如何正确操作仪器及用电安全等注意事项。

- 产品综述.....3
- 安全使用指南.....6

2.1 产品综述

3601系列S参数测试模块在硬件方面，采用全新的设计理念与技术方案，特别是倍频链路设计，使整机的关键技术性能指标获得显著提高；在软件方面，应用高性能电源处理芯片，使整机的互联性和易用性得到极大提升。提供射频信号倍频放大、中频预处理等多种稳定性方式，配置标准电缆连接接口，可以与中电科思仪科技股份有限公司生产的网络分析仪共同组建成毫米波扩频系统，也可以与安捷伦公司的PNA-X系列及RS的ZNA系列的网络分析仪组建成扩频系统。广泛应用于毫米波无源器件、有源器件、MMIC测量、天线和RCS、材料分析、隐身和反隐身技术开发应用等军事和其它民用电子领域，是相控阵雷达、通信、毫米波元器件等系统的科研、生产过程中必不可少的测试设备。

- 产品特点.....3
- 典型应用.....5

2.1.1 产品特点

2.1.1.1 基本功能

3601 系列 S 参数测试模块主要性能特点是：

- **配合思仪科技的 3674 系列矢量网络分析可实现端口输出功率的大范围、高精度程控输出功率的电调谐；**
- **具有频响、单端口、响应隔离、全双端口、TRL 等多种校准方式；**
- **具有对数幅度、线性幅度、驻波、相位、群时延、Smith 圆图、极坐标等多种显示**
- **兼容安捷伦公司的 PNA-X 系列及 RS 的 ZNA 系列的网络分析仪组建成扩频系统注实现 S 参数测试，但不具备端口输出功率程控电调谐功能；**
- **覆盖频段范围宽，通过配置不同型号的扩频模块可实现 50GHz-500GHz 的 S 参数测量，输出端口均采用国际标准矩形波导。**

2.1.1.2 高性能

1) 出色的幅度稳定性

3601系列S参数测试模块具有较高的幅度稳定性，如110GHz-170GHz S参数实测幅度稳定性±0.1dB以内，从而可以保证用户测量的可重复性。

2) 大动态范围

3601系列S参数测试模块，采用低谐波混频的接收方案，有效扩展了模块的动态范围，典型的动态测试曲线如下图1-3图所示。

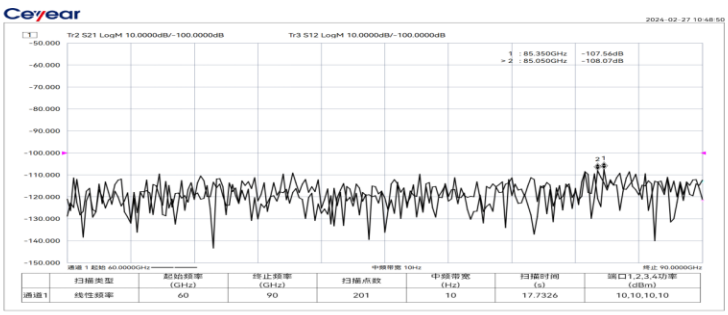


图1 3601N动态范围测试曲线

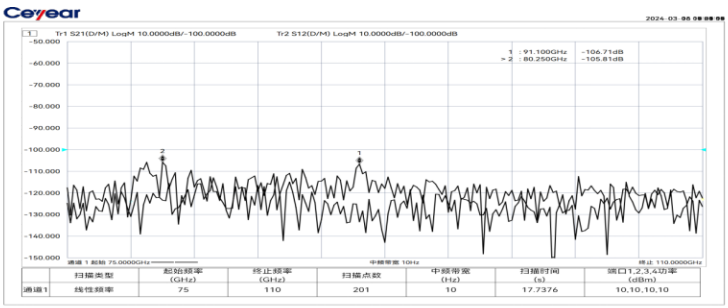


图2 3601P动态范围测试曲线

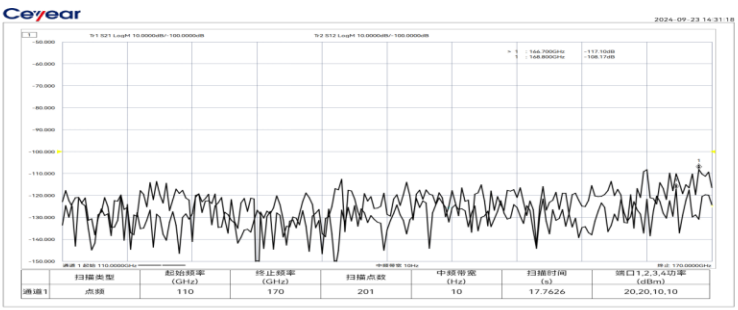


图3 3601Q动态范围测试曲线

2.1.2 典型应用

1) 各种类型无源部件S参数测试

由于 3601 系列 S 参数测试模块具有优异的幅度稳定性和大动态测量范围、能够满足导波、天线、RCS 及滤波器等大动态范围的测试需求。具有出色的测量重复性，充分考虑了部件及模块的各项漂移，具有较高的测试一致性，能够满足用户长时、高精度的测试要求。

2) 有源器部件及雷达隐身相关性能测试

由于 3601 系列 S 参数测试模块具有较高的端口输出功率、大范围的功率电调谐、接收机灵敏度，因此可以满足 MMIC 芯片在片及接收机相关的测试。

2.2 安全使用指南

请认真阅读并严格遵守以下注意事项！

我们将不遗余力的保证所有生产环节符合最新的安全标准，为用户提供最高安全保障。我们的产品及其所用辅助性设备的设计与测试均符合相关安全标准，并且建立了质量保证体系对产品质量进行监控，确保产品始终符合此类标准。为使设备状态保持完好，确保操作的安全，请遵守本手册中所提出的注意事项。如有疑问，欢迎随时向我们进行咨询。

另外，正确的使用本产品也是您的责任。在开始使用本仪器之前，请仔细阅读并遵守安全说明。本产品适合在工业和实验室环境或现场测量使用，切记按照产品的限制条件正确使用，以免造成人员伤害或财产损害。如果产品使用不当或者不按要求使用，出现的问题将由您负责，我们将不负任何责任。**因此，为了防止危险情况造成人身伤害或财产损坏，请务必遵守安全使用说明。**请妥善保管基本安全说明和产品文档，并交付到最终用户手中。

- 安全标识.....5
- 操作状态和位置.....7
- 用电安全.....8
- 操作注意事项.....9
- 维护.....9
- 运输.....9

2.2.1 安全标识

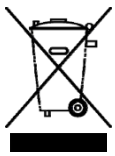
2.2.1.1 产品相关

产品上的安全警告标识如下（表 2.1）：

表2.1 产品安全标识

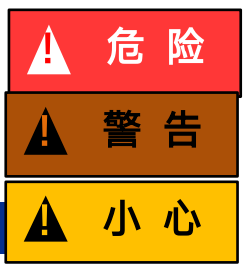
符号	意义	符号	意义

1.1 关于手册

	注意，特别提醒用户注意的信息。提醒用户应注意的操作信息或说明。		开/关 电源
	注意，搬运重型设备。		待机指示
	危险！小心电击。		直流电（DC）
	警告！小心表面热。		交流电（AC）
	防护导电端		直流/交流电（DC/AC）
	地		仪器加固绝缘保护
	接地端		电池和蓄电池的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第1项。
	注意，小心处理经典敏感器件。		单独收集电子器件的EU标识。 具体说明请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”中的第2项。
	警告！辐射。 具体说明请参考本节“2.2.4 操作注意事项”中的第7项。		

2.2.1.2 手册相关

为提醒用户安全操作仪器及关注相关信息，产品手册中使用了以下安全警告标识，说明如下：



危险标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。

警告标识，若不避免，会带来人身和设备伤害。

小心标识，若不避免，会导致轻度或中度的人身和设备伤害。

注 意 注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。

提 示 提示标识，仪器及操作仪器的信息。

2.2.2 操作状态和位置

操作仪器前请注意：

1) 除非特别声明，3601 系列 S 参数测试模块的操作环境需满足：平稳放置仪器，室内操作。操作仪器时所处的海拔高度最大不超过 4600 米，运输仪器时，海拔高度最大不超过 4500 米。实际供电电压允许在标注电压的±10%范围内变化，供电频率允许在标注频率的±5%范围内变化。

2) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，请勿将仪器放置在有水的表面、车辆、橱柜和桌子等不固定及不满足载重条件的物品上。请将仪器稳妥放置并加固在结实的物品表面（例如：防静电工作台）。

3) 请勿将仪器放置在容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

4) 请勿将仪器放置在散热的物品表面（例如：散热器）。操作环境温度不要超过产品相关指标说明部分，产品过热会导致电击、火灾等危险。

5) 请勿随便通过仪器外壳上的开口向仪器内部塞入任何物体，或者遮蔽仪器上的槽口或开口，因为它们的作用在于使仪器内部通风、防止仪器变得过热。

2.2.3 用电安全

仪器的用电注意事项：

1) 仪器加电前，需保证实际供电电压需与仪器标注的供电电压匹配。若供电电压改变，需同步更换仪器保险丝型号。

2) 参照仪器后面板电源要求，采用三芯电源线，使用时保证电源地线可靠接地，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。

3) 请勿破坏电源线，否则会导致漏电，损坏仪器，甚至对操作人员造成伤害。若使用外加电源线或接线板，使用前需检查以保证用电安全。

4) 若供电插座未提供开/关电开关，若需对仪器断电，可直接拔掉电源插头，为此需保证电源插头可方便的实现插拔。

5) 请勿使用损坏的电源线，仪器连接电源线前，需检查电源线的完整性和安全性，并合理放置电源线，避免人为因素带来的影响，例如：电源线过长绊倒操作人员。

6) 仪器需使用 TN/TT 电源网络，其保险丝最大额定电流 16A（若使用更大额定电流的保险丝需与厂家商讨确定）。

7) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。

8) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。

9) 若在电压 Vrms > 30 V 的电路中测试，为避免仪器损伤，应采取适当保护措施（例如：使用合适的测试仪器、加装保险丝、限定电流值、电隔离与绝缘等）。

10) 仪器需符合 IEC60950-1/EN60950-1 或 IEC61010-1/EN 61010-1 标准，以满足连接 PC 机或工控机。

11) 除非经过特别允许，不能随意打开仪器外壳，这样会暴露内部电路和器件，引起不必要的损伤。

12) 若仪器需要固定在测试地点，那么首先需要具备资质的电工安装测试地点与仪器间的保护地线。

13) 采取合适的过载保护，以防过载电压（例如由闪电引起）损伤仪器，或者带来人员伤害。

14) 仪器机壳打开时，不属于仪器内部的物体，不要放置在机箱内，否则容易引起短路，损伤仪器，甚至带来人员伤害。

15) 除非特别声明，仪器未做过防水处理，因此仪器不要接触液体，以防损伤仪器，甚至带来人员伤害。

16) 仪器不要处于容易形成雾气的环境，例如在冷热交替的环境移动仪器，仪器上形成的水珠易引起电击等危害。

2.2.4 操作注意事项

1) 仪器操作人员需要具备一定的专业技术知识，以及良好的心理素质，并具备一定的应急处理反映能力。

2) 移动或运输仪器前，请参考本节“2.2.6 运输”的相关说明。

3) 仪器生产过程中不可避免的使用可能会引起人员过敏的物质（例如：镍），若仪器操作人员在操作过程中出现过敏症状（例如：皮疹、频繁打喷嚏、红眼或呼吸困难等），请及时就医查询原因，解决症状。

4) 拆卸仪器做报废处理前，请参考本节“2.2.8 废弃处理/环境保护”的相关说明。

5) 射频类仪器会产生较高的电磁辐射，此时，孕妇和带有心脏起搏器的操作人员需要加以特别防护，若辐射程度较高，可采取相应措施移除辐射源以防人员伤害。

6) 若发生火灾，损坏的仪器会释放有毒物质，为此操作人员需具备合适的防护设备（例如：防护面罩和防护衣），以防万一。

7) 激光产品上需根据激光类别标识警告标志，因为激光的辐射特性及此类设备都具备高强度的电磁功率特性，会对人体产生伤害。若该产品集成了其它激光产品（例如：CD/DVD 光驱），为防止激光束对人体的伤害，除产品手册描述的设置和功能外，不会提供其他功能。

8) 电磁兼容等级（符合 GJB 3947A-2009 中第 3.9.1 标准）
   — A 级设备：
     除住宅区和低压供电环境外，该设备均可使用。
     注：A 级设备适用于工业操作环境，因其对住宅区产生无线通信扰动，为此操作人员需采取相关措施减少这种扰动影响。
   — B 级设备：
     适用于住宅区和低压供电环境的设备。

2.2.5 维护

1) 只有授权的且经过专门技术培训的操作人员才可以打开仪器机箱。进行此类操作前，需断开电源线的连接，以防损伤仪器，甚至人员伤害。

2) 仪器的修理、替换及维修时，需由厂家专门的电子工程师操作完成，且替换维修的部分需经过安全测试以保证产品的后续安全使用。

2.2.6 运输

1) 若模块和其他测试仪器组装成系统较重时请小心搬放，必要时借助工具（例如：起重机）移动仪器，以免损伤身体。

2) 仪器把手适用于个人搬运仪器时使用，运输仪器时不能用于固定在运输设备上。为防止财产和人身伤害，请按照厂家有关运输仪器的安全规定进行操作。

3) 在运输车辆上操作仪器，司机需小心驾驶保证运输安全，厂家不负责运输过程中的突发事件。所以请勿在运输过程中使用仪器，且应做好加固防范措施，保证产品运输安全。

4) 仪器为精密测试仪器，运输过程中严禁和其他有毒、有害及强磁性物质一同运输。

3 操作指南

本章介绍了 3601 系列 S 参数测试模块的使用前注意事项、前后面板浏览、常用基本测量方法及数据文件管理等。以便用户初步了解仪器本身和测量过程。该章节包含的内容与快速入门手册相关章节一致。

- 准备使用.....11
- 前、后面板说明.....21
- 基本测量方法.....23

3.1 准备使用

- 操作前准备.....11
- 操作系统配置.....20
- 例行维护.....20

3.1.1 操作前准备

本章介绍了 3601 系列 S 参数测试模块初次设置使用前的注意事项。

警 告

防止损伤仪器

为避免电击、火灾和人身伤害：

- 请勿擅自打开机箱。
- 请勿试图拆开或改装本手册未说明的任何部分。若自行拆卸，可能会导致电磁屏蔽效能下降、机内部件损坏等现象，影响产品可靠性。若产品处于保修期内，我方不再提供无偿维修。
- 认真阅读本手册“2.2 安全使用指南”章节中的相关内容，及下面的操作安全注意事项，同时还需注意数据页中涉及的有关特定操作环境要求。

注 意

静电防护

注意工作场所的防静电措施，以避免对仪器带来的损害。具体请参考手册“2.2 安全使用指南”章节中的相关内容。

注 意

操作仪器的请注意：

1.1 关于手册

不恰当的操作位置或测量设置会损伤仪器或其连接的仪器。仪器加电前请注意：

- 为保证风扇叶片未受阻及散热孔通畅，仪器距离墙壁至少 10cm，并确保所有风扇通风口均畅通无阻；
- 保持仪器干燥；
- 平放、合理摆放仪器；
- 环境温度符合数据页中标注的要求；
- 端口输入信号功率符合标注范围；
- 信号输出端口正确连接，不要过载。

提 示

电磁干扰（EMI）的影响：

电磁干扰会影响测量结果，为此：

- 选择合适的屏蔽电缆。例如，使用双屏蔽射频/网络连接电缆；
- 请及时关闭已打开且暂时不用的电缆连接端口或连接匹配负载到连接端口；
- 参考注意数据页中的电磁兼容（EMC）级别标注。

- 开箱.....12
- 环境要求.....13
- 开/关电.....14
- 正确使用连器.....16
- 用户检查.....20

3.1.1.1 开箱

1） 外观检查

步骤 1. 检查外包装箱和仪器防震包装是否破损，若有破损保存外包装以备用，并按照下面的步骤继续检查。

步骤 2. 开箱，检查主机和随箱物品是否有破损；

步骤 3. 按照表 3.1 仔细核对以上物品是否有误；

步骤 4. 若外包装破损、仪器或随箱物品破损或有误，严禁通电开机！请根据封面中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

注 意

搬移：因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬移，并轻放。

2） 型号确认

表 3.1 3601N S 参数测试模块随箱物品清单

名 称	数 量	功 能

主机：		
✧ 3601N S 参数测试模块	2	—
标配：		
✧ 电源线	1	—
✧ 适配器	1	—
✧ 用户手册	1	—
✧ 装箱清单	1	—
✧ 产品合格证	2	—
✧ 铝质金属箱	1	—

3.1.1.2 环境要求

3601 系列 S 参数测试模块的操作场所应满足下面的环境要求：

1) 操作环境

操作环境应满足下面的要求：

表 3.2 3601 系列 S 参数测试模块操作环境要求

温 度	0°C~40°C
误差调整时温度范围	23°C±5°C（误差调整时允许温度偏差<1°C）
湿 度	<+29°C 时，湿度计测量值范围：20%~80%（未冷凝）
海拔高度	0~2,000 米（0~6,561 英尺）
振 动	最大 0.21g，5Hz~500Hz

注 意

上述环境要求只针对仪器的操作环境因素，而不属于技术指标范围。

2) 散热要求

为了保证仪器的工作环境温度在操作环境要求的温度范围内，应满足仪器的散热空间要求如下：

表 3.3 3601 系列 S 参数测试模块散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥180 mm
左右侧	≥60 mm

3) 静电防护

静电对电子元器件和设备有极大的破坏性，通常我们使用两种防静电措施：导电桌垫与手腕组合；导电地垫与脚腕组合。两者同时使用时可提供良好的防静电保障。若单独使用，

只有前者可以提供保障。为确保用户安全，防静电部件必须提供至少 1MΩ的对地隔离电阻。

请正确应用以下防静电措施来减少静电损坏：

- 保证所有仪器正确接地，防止静电生成；
- 将同轴电缆与仪器连接之前，应将电缆的内外导体分别与地短暂接触；
- 工作人员在接触接头、芯线或做任何装配操作以前，必须佩带防静电手腕或采取其他防静电措施。

警 告

电压范围

上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合，S 参数测试模块测试中频和参考中频内部为静电敏感元器件，禁止外部超过 100mV 的电压输入，否则会导致模块损坏。

3.1.1.3 开/关电

1） 加电前注意事项

仪器加电前应注意检查如下事项：

a） 确认供电电源参数

3601 系列 S 参数测试模块使用的适配器配备 220V 交流电。表 3.4 列出了 S 参数测试模块正常工作时对外部供电电源的要求。

表 3.4 3601 系列 S 参数测试模块工作电源参数要求

提 示	适应范围
电压、频率	220V，50 ~ 60Hz
额定输出电流	2A
功耗	< 50W

防止电源互扰

为防止由于多台设备之间通过电源产生相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰对仪器硬件的毁坏，建议使用出厂包装清单里的电源为 S 参数测试模块供电。

b） 确认及连接电源线

3601 系列 S 参数测试模块外部电源模块采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在 S 参数测试模块加电前，必须确认 S 参数模块的电源线中的**保护地线已可靠接地**，浮地或接地不良都可能导致仪器被毁坏，甚至对操作人员造成伤害。严禁使用不带保护地的电源线。当接上合适电源插座时，电源线将仪器的机壳接地。电源线的额定电压值应大于等于 250V，额定电流应大于等于 6A。

仪器连接电源线时：

步骤 1. 确认工作电源线未损坏；

步骤 2. 使用电源线连接仪器外部电源模块和接地良好的三芯电源插座。

警 告

接地

接地不良或接地错误很可能导致仪器损坏，甚至对人身造成伤害。在给频谱分析仪加电开机之前，一定要确保地线与供电电源的地线良好接触。

请使用有保护地的电源插座。不要用外部电缆、电源线和不具有接地保护的自耦变压器代替接地保护线。如果一定需要使用自耦变压器，必须把公共端连接到电源接头的保护地上。

2) 初次加电

仪器开/关电方法和注意事项如下：

a) 连接电源

初次加电前，请确认供电电源参数及电源线，具体可参考用户手册中的章节"3.1.1.3 加电前注意事项"部分。

步骤 1. 连接电源线：用包装箱内与 3601 配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入适配器的电源插座（如图 3.1）。

步骤 2.连接适配器直流电源接口：使用 S 参数测试模块和适配器专用的连接电缆将电源接口连接到适配的直流输出接头（如图 3.2）。

步骤 3 连接模块后面板集束接口：使用 S 参数测试模块和适配器专用的连接电缆将后面板集束接口连接模块后面板插座（如图 3.3），插入完成后需用一字螺丝刀紧固。

步骤 4. 打开适配器后面板电源开关：如图 3.4，观察 S 参数测试模块后面板电源开关周围开机指示灯变亮为绿色



图 3.1 适配器输入插座

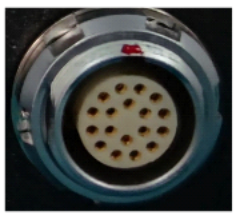


图 3.2 适配器输出插座

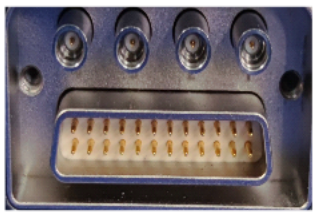


图 3.3 S参数测试模块输入插座



图 3.4 后面板指示灯

提 示

仪器冷启预热

3601 系列 S 参数测试模块冷启动时，为使仪器达到符合规定的性能指标，在进行测量前应该让 S 参数测试模块至少预热 30 分钟以上。

i. **关机**

步骤 1. 关闭模块后面板电源开关（如图 3.4）此时模块断电，S 参数测试模块后面板指示灯熄灭。

步骤 2. 拔掉模块后面板直流电源插头，或者断开仪器电源线。

仪器进入关机状态。

b) 切断电源

非正常情况下，为了避免人身伤害，需要 S 参数测试模块紧急断电。此时，只需拔掉电源线（从交流电插座）。为此，操作仪器时应当预留足够的操作空间，以满足必要时直接切断电源的操作。

3.1.1.4 正确使用连接器

在 S 参数模块进行各项测试过程中，经常会用到连接器，尽管校准件、测试电缆和分析仪测量端口的连接器都是按照最高的标准进行设计制造，但是所有这些连接器的使用寿命都是有限的。由于正常使用时不可避免的存在磨损，导致连接器的性能指标下降甚至不能满足测量要求，因此正确的进行连接器的维护和测量连接不但可以获得精确的、可重复的测量结果，还可以延长连接器的使用寿命，降低测量成本，在实际使用过程中需注意以下几个方面：

1) 连接器的检查

在进行连接器检查时，应该佩带防静电腕带，建议使用放大镜检查以下各项：

a） 电镀的表面是否磨损，是否有深的划痕；
b） 螺纹是否变形；
c） 连接器的螺纹和接合表面上是否有金属微粒；
d） 内导体是否弯曲、断裂；
e） 连接器的螺套是否旋转不良。

⚠ 小 心

连接器检查防止损坏仪器端口

任何已损坏的连接器即使在第一次测量连接时也可能损坏与之连接的良好连接器，为保护信号发生器本身的各个接口，在进行连接器操作前务必进行连接器的检查。

2) 连接方法

测量连接前应该对连接器进行检查和清洁，确保连接器干净、无损。连接时应佩带防静电腕带，正确的连接方法和步骤如下：

步骤 1. 如图 3.4，对准两个互连器件的轴心，保证阳头连接器的插针同心地滑移进阴头连接器的接插孔内。



图 3.4 互连器件的轴心在一条直线上

步骤 2. 如图 3.5，将两个连接器平直地移到一起，使它们能平滑接合，旋转连接器的螺套（注意不是旋转连接器本身）直至拧紧，连接过程中连接器间不能有相对的旋转运动。

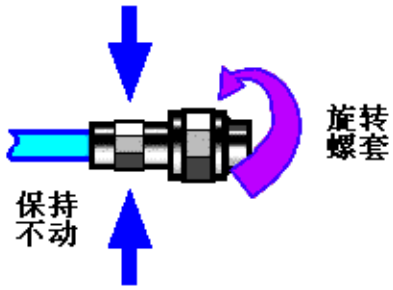


图 3.5 连接方法

步骤 3. 如图 3.6，使用力矩扳手拧紧完成最后的连接，注意力矩扳手不要超过起始的折点，可使用辅助的扳手防止连接器转动。

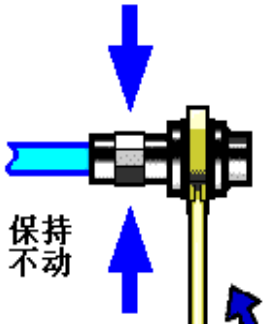


图 3.6 使用力矩扳手完成最后连接

3) 断开连接的方法

步骤 1. 支撑住连接器以防对任何一个连接器施加扭曲、摇动或弯曲的力量；
步骤 2. 可使用一支开口扳手防止连接器主体旋转；
步骤 3. 利用另一支扳手拧松连接器的螺套；
步骤 4. 用手旋转连接器的螺套，完成最后的断开连接；
步骤 5. 将两个连接器平直拉开分离。

4) 力矩扳手的使用方法

力矩扳手的使用方法如图 3.7 所示，使用时应注意以下几点：

- 使用前确认力矩扳手的力矩设置正确；
- 加力之前确保力矩扳手和另一支扳手（用来支撑连接器或电缆）相互间夹角在 90°

以内；

➤ 轻抓住力矩扳手手柄的末端，在垂直于手柄的方向上加力直至达到扳手的折点。

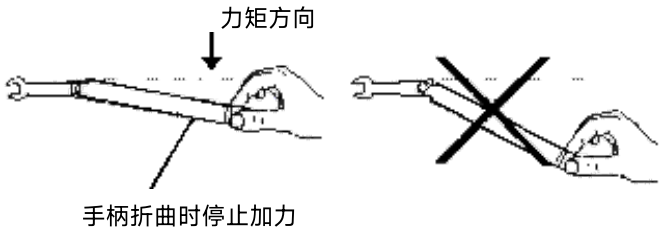


图 3.7 力矩扳手的使用方法

5) 连接器的使用和保存

a) 连接器不用时应加上保护护套；
b) 不要将各种连接器、空气线和校准标准散乱的放在一个盒子内，这是引起连接器损坏的一个最常见原因；
c) 使连接器和分析仪保持相同的温度，用手握住连接器或用压缩空气清洁连接器都会显著改变其温度，应该等连接器的温度稳定下来后再使用它进行校准；
d) 不要接触连接器的接合平面，皮肤的油脂和灰尘微粒很难从接合平面上去除；
e) 不要将连接器的接触面向下放到坚硬的台面上，与任何坚硬的表面接触都可能损坏连接器的电镀层和接合表面；
f) 佩带防静电腕带并在接地的导电工作台垫上工作，这可以保护分析仪和连接器免受静电释放的影响。

6) 连接器的清洁

清洁连接器时应该佩带防静电腕带，按以下步骤清洁连接器：

a) 使用清洁的低压空气清除连接器螺纹和接合平面上的松散颗粒，对连接器进行彻底检查，如果需要进一步的清洁处理，按以下步骤进行；
b) 用异丙基酒精浸湿（但不浸透）不起毛的棉签；
c) 使用棉签清除连接器接合表面和螺纹上的污物和碎屑。当清洁内表面时，注意不要对中心的内导体施加外力，不要使棉签的纤维留在连接器的中心导体上；
d) 让酒精挥发，然后使用压缩空气将表面吹干净；
e) 检查连接器，确认没有颗粒和残留物；
f) 如果经过清洁后连接器的缺陷仍明显可见，表明连接器可能已经损坏，不应该再使用，并在进行测量连接前确认连接器损坏的原因。

7) 适配器的使用

当分析仪的测量端口和使用的连接器类型不同时，必须使用适配器才能进行测量连接，另外即使分析仪的测量端口和被测件端口的连接器类型相同，使用适配器也是一个不错的主意。这两种情况都可以保护测量端口，延长其使用寿命，降低维修成本。将适配器连接到分

析仪的测量端口前应对其进行仔细的检查和清洁，应该使用高质量的适配器，减小失配对测量精度的影响。

8) 连接器的接合平面

微波测量中的一个重要概念是参考平面，对于分析仪来说，它是所有测量的基准参考面。在进行校准时，参考平面被定义为测量端口和校准标准接合的平面，良好连接和校准取决于连接器间在接合面的各点上是否可以完全平直的接触。

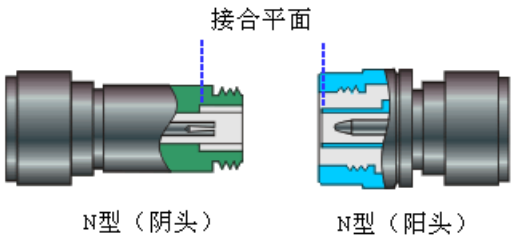


图 3.8 校准平面

3.1.1.5 用户检查

3601 系列 S 参数测试模块初次加电后，需要检查仪器电源开关以及风扇是否工作正常，以备后续测量操作。

3.1.2 例行维护

由于 3601 系列 S 参数测试模块内部无操作系统，需结合本单位 3674 系列矢量网络分析仪主机使用，因此系统操作配置、分析仪的操作显示界面、分析仪的轨迹、通道和窗口、分析数据、数据输出等功能，可参照 3674 系列主机的用户使用手册进行操作，在此不再赘述。

3.1.3.1 清洁方法

1) 清洁仪器表面

清洁仪器表面时，请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干的或稍微湿润的软布轻轻擦拭表面，禁止擦拭仪器内部。

步骤 3. 请勿使用化学清洁剂，例如：酒精、丙酮或可稀释的清洁剂等。

2) 清洁显示器

使用一段时间后，需要清洁显示 LCD 显示器。请按照下面的步骤操作：

步骤 1. 关机，断开与仪器连接的电源线；

步骤 2. 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦试显示面板；

步骤 3. 再用干净柔软的棉布将显示擦干；

步骤 4. 待清洗剂干透后方可接上电源线。

注 意

显示器清洁

显示屏表面有一层防静电涂层，切勿使用含有氟化物、酸性、碱性的清洗剂。切勿将清洗剂直接喷到显示面板上，否则可能渗入机器内部，损坏仪器。

3.1.3.2 测试端口维护

3601系列S参数测试模块后面板有四个SMP微型端口（阴头）。若该接头损伤或内部存在灰尘会影响射频波段测试结果，请按照的下面的方法维护该类接头：

- 接头应远离灰尘，保持干净；
- 为防止静电泄露（ESD），不要直接接触接头表面；
- 不要使用损伤的接头；
- 请使用电吹风清洁接头，不要使用例如砂纸之类的工具研磨接头表面。

注 意

端口阻抗匹配

3601系列S参数测试模块后面板的射频、本振、中频端口是50 Ω SMP微型接头(阴头)。若连接不匹配阻抗连接器会损伤该接头。

3.2 前、后面板说明

该章节介绍了 3601 系列 S 参数测试模块前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- 前面板说明.....21
- 后面板说明.....22

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 3601 系列 S 参数测试模块的前面板组成及功能，前面板如下（图 3.9），列项说明如表 3.5：

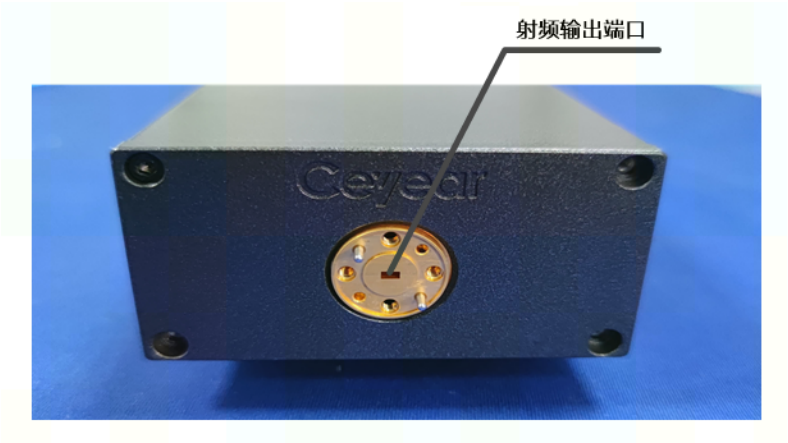


图 3.9 3601 系列 S 参数测试模块前面板

表 3.5 前面板说明

序号	名 称	说 明
1	射频输出端口	将 S 参数经过倍频放大的信号，通过矩形波导口输出，该端口输入功率严禁超过 25dBm，测试最佳输入功率≤20dBm。

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 3601 系列 S 参数测试模块的后面板组成及功能，后面板如下图（图 3.10），具体列项说明如表 3.6。

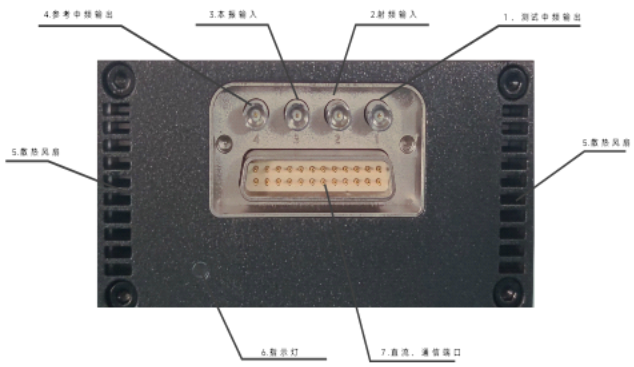


图 3.10 3601 系列 S 参数测试模块后面板

序号	名 称	说 明
1	本振输入	SMP 阴头，主机本振信号输入端口，输入阻抗 50Ω，最优输入本振功率 6dBm ~ 12dBm。
2	测试中频输出	SMP 阴头，S 参数测试模块测试混频器中频输出端口，输出阻抗 50Ω，输出频率 7.4MHz。

（续）图 3.10 3601 系列 S 参数测试模块后面板

3	参考中频输出	SMP 阴头，S 参数测试模块参考混频器中频输出端口，输出阻抗 50Ω，输出频率 7.4MHz。

4	射频输入	SMP 阴头，主机射频信号输入端口，输入阻抗 50Ω，最优输入射频功率 6dBm ~ 12dBm。
5	散热风扇	将模块内部热量导出，最大供电电压 6V。
6	USB 口	该 USB 口在 S 参数功率可调版本中可与主机通信，并调用存储的各个频率的功率信息。
7	直流及 USB 通信集束电缆	仪器直流供电线缆，参数要求 12V，最大不超过 13V；USB 线缆控制 S 参数测试模块与主机通信，实现模块端口功率电调谐及调用存储的校准数据、型号、编号等模块信息。

3.3 基本测量方法

本节介绍了3601系列S参数测试模块的基本的设置和测量方法，包括：

- 基本设置说明.....23
- 操作示例.....30

3.3.1 基本设置说明

本节介绍了 3601 系列 S 参数测试模块与 3674 系列主机的连接以及太赫兹矢量网络分析系统设置，后续的不同测量任务都会用到这些基本的测量设置方法。本节包括：

- 太赫兹矢量网络分析系统搭建.....23
- 太赫兹矢量网络分析系统设置.....25

3.3.1.1 太赫兹矢量网络分析系统搭建

3601系列S参数模块与3674系列主机连接有两种方法，具体如下：

1）3674 矢量网络分析仪+控制机+S 参数测试扩频模块：

在使用 3601 系列 S 参数测试模块之前，需搭建 3674 系列矢网主机+控制机+S 参数扩频模块的测试系统，系统主要包括以下步骤：

步骤1. 按图3.11用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频机扩频系统电缆将矢网主机后面板的A、B、C/R1和D/R2四个中频端口分别与控制机后面板A、B、C/R1和D/R2一一对应连接。**强调说明：S参数测试模块具有标签PORT1连接至3674主机射频1端口位置，S参数测试模块具有标签PORT2连接至3674主机射频2端口位置，以下类同不再重复说明。**

步骤 2. 按图 3.11 用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频机扩频系统电缆将矢网主机后面板的【射频输出】接口与控制机的【射频输入】接口连接，【本振输出】接口与控制机【本振输入】接口连接，USB 接口连接 3674 前面板的通信接口。

步骤 3. 按图 3.11 用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频机扩频系统电缆将矢网主机后面板【外部测试装置接口】与控制机后面板【外部测试装置接口】连接。

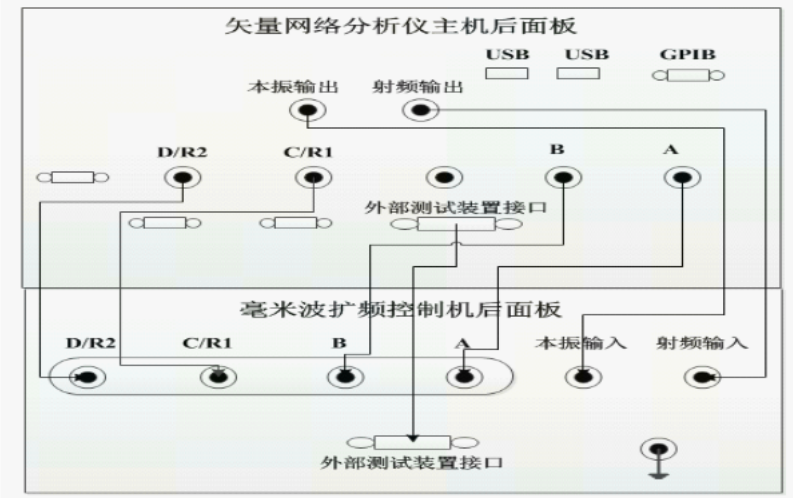


图 3.11　3674 矢网分析仪主机与控制机连接图

步骤 4. 按图 3.12 用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频机扩频系统电缆非集束端与毫米波扩频控制机前面板 1 端口的射频输出、本振输出、参考中频和测试中频连接，集束端直接插入扩频模块 1 的后面板集束端口即可。

步骤 5. 按图 3.12 用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频机扩频系统电缆非集束端与毫米波扩频控制机前面板 2 端口的射频输出、本振输出、参考中频和测试中频连接，集束端直接插入扩频模块 2 的后面板集束端口即可。

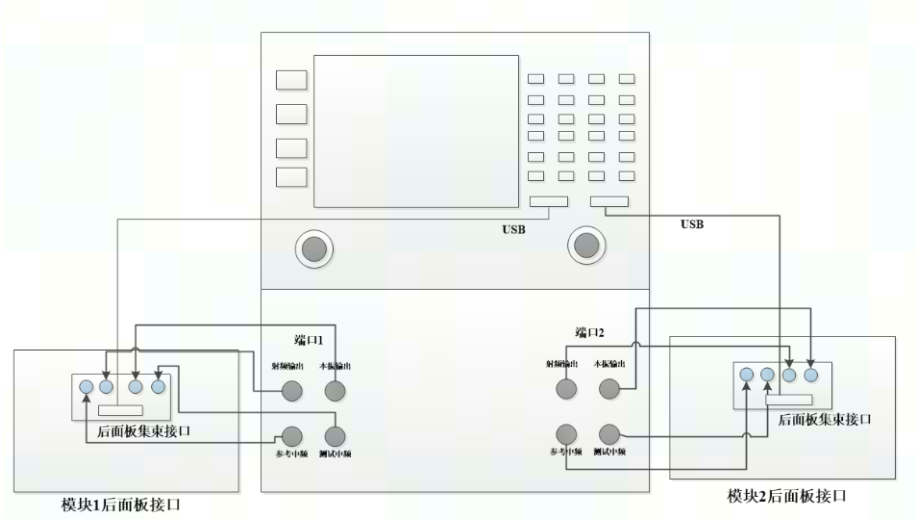


图 3.12 3601 系列 S 参数测试模块与毫米波扩频控制机连接图

2）四端口 3674 矢量网络分析仪+S 参数测试扩频模块：

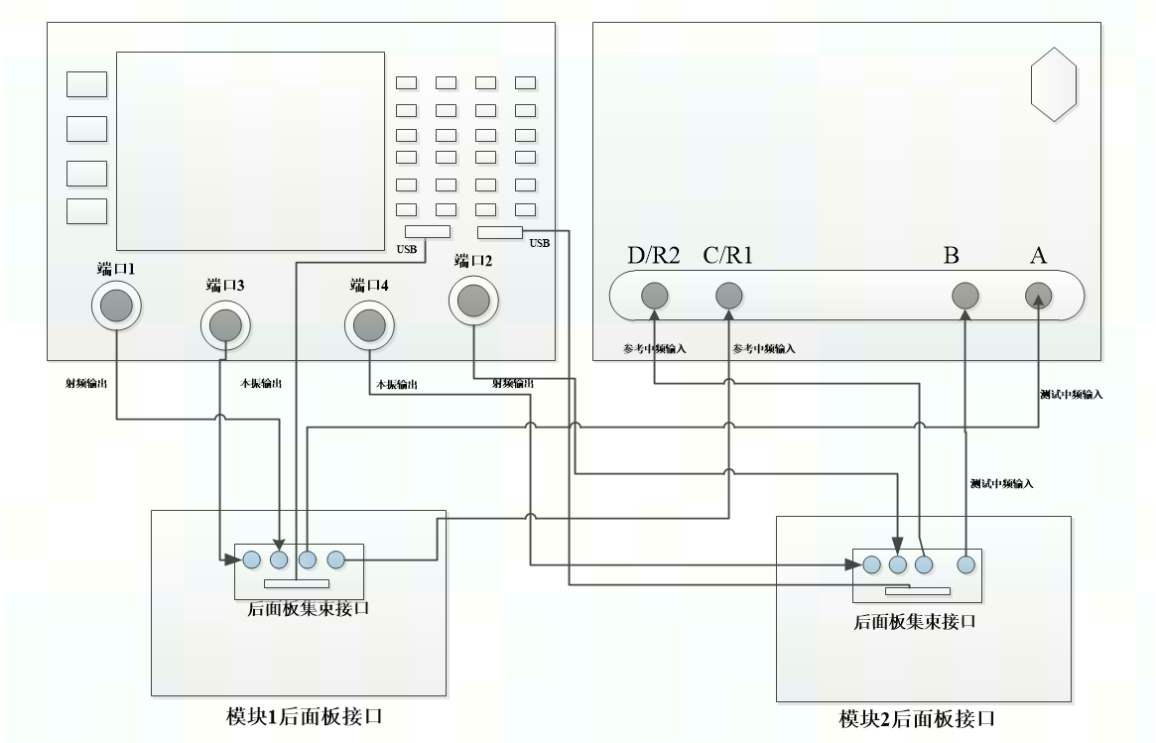


图 3.13 四端口 3674 矢网+S 参数测试扩频模块连接图

中电科思仪科技股份有限公司所研发的四端口 3674 系列矢网主机开通扩频选件可与 3601 系列 S 参数测试模块搭建扩频测试系统，该系统搭建可通过以下步骤实现：

步骤 1. 按图 3.13 用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频系统电缆非集束的一端与矢网主机后面板的 A、C/R1，前面板的 1、3 端口连接，集束端口直接与 3601 系列 S 参数测试模块 1 后面板的集束插头连接，USB 接口连接 3674 前面板的通信接口。

步骤 2. 按图 3.13 用中电科思仪科技股份有限公司配套的扩频系统电缆非集束的一端与矢网主机后面板的 B、D/R2，前面板的 2、4 端口连接，集束端口直接与 3601 系列 S 参数测试模块 2 后面板的集束插头连接即可。

3.3.1.2 太赫兹矢量网络分析系统设置

提 示

3601 系列太赫兹矢量网络分析系统采用 3674 系列主机进行操作和显示，因此关于 3674 主机相关的基本操作再次就不在赘述，详情可查主机 help 文档。太赫兹矢量网络分析扩频系统连接好后，进行扩频系统软件设置，具体分为控制机连接扩频和四端口直接连接扩频两种设置方法，具体如下：

1) 操作矢量网络分析仪+扩频控制机+3601 S 参数测试模块扩频系统设置

步骤 1: 系统搭建完成后开启 3674 系列主机，依次打开毫米波扩频控制机前面板“开关”按钮 和 S 参数模块供电适配器后面板“开关”按钮 。

步骤 2: 按 3674 仪器前面板点触控屏【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【自动检测】→【确定】自动识别对应频段扩频模块相关信息。若扩频模块型号未录入系统，或者模块参数发生变化，可手动设置扩频模块倍频系数和频率范围。依次点击主机键盘【系统】，触控屏【配置】，触控屏【毫米波模块配置】，选择【自定义】，设置倍频次数和频率范围，相同型号产品可能随着方案改进和更新迭代倍频次数产生变动，具体根据实际情况为准，各型号倍频次数如表 3.11 所示。**自动检测模式推荐对端口输出功率程控调节有需求时使用；自定义模块不具备端口输出功率调节功能，但扫描速度快。**

图 3.11　3601 系列 S 参数各型号扩频模块射频、本振倍频次数

型号	3601N	3601P	3601Q
射频	6	6	12
本振	6	8	12

提 示

程控成功标志

进行控制机扩频时，若设置完成后【程控】LED 指示灯未亮，【源】LED 指示灯全部亮起，请按动主机【复位】按钮，主机将重新进行通信连接。

2) 四端口 3674 矢量网络分析仪主机+3601 S 参数测试模块扩频系统设置

步骤 1: 系统连接完成后，对 3674 主机复位，依次点击【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【自动检测】→【确定】。若 3674 无法识别模块配置信息可通过手动设置扩频模块倍频系数和频率范围。依次点击主机键盘【系统】，触控屏【配置】，触控屏【毫米波模块配置】，选择【自定义】，设置倍频次数和频率范围，本振、射频驱动功率设置 10dBm，相同型号产品可能随着方案改进和更新迭代倍频次数产生变动，具体根据实际情况为准。各型号倍频次数如表 3.11 所示：

提 示

扩展选项设置

进行四端口扩频时，必须在扩展选项卡下点击确定，设置完成后，打开 S 参数扩频模块电源，屏幕显示一条平滑稳定的曲线。

3.3.2 操作示例

本节通过示例按步骤详细介绍了 3601 系列 S 参数测试模的一些常用且重要的基本设置和功能，目的是使用户快速了解仪器的特点、掌握基本测量方法。本节主要介绍太赫兹矢量网络分析系统的校准，3674 矢网主机的常用操作如：测量设置、扫描设置、设置数据格式和比例、设置分析仪显示等在此不再详细赘述，如需要可从配套 3674 系列主机【帮助】中查找。

首先，太赫兹矢量网络分析系统校准使用前需按照下面的步骤完成操作前预准备工作：

步骤 1. 加电开机；

步骤 2. 进入系统后初始化设置；

步骤 3. 预热 30 分钟后；

步骤 4. 前面板操作主界面无任何错误信息提示后，再开始下面的操作。

- 太赫兹矢量网络分析系统校准.....27

3.3.2.1 太赫兹矢量网络分析系统校准

1) 太赫兹矢量网络分析系统校准数据导入操作

提 示

校准数据

3674 系列矢量网络分析仪软件系统中已有部分型号的校准数据，系统中无所需型号的校准数据时采取下列操作步骤，下面以 3674 系列主机为例说明。

步骤 1. 存储校准数据。

- 将存储所需校准数据的 U 盘插入 3674 矢网 USB 接口—> 打开 U 盘—>复制校准数据到 C 盘并记住存储路径。

步骤 2. 导入校准数据。

- 选择【校准】—> 选择【编辑校准件】—>选择【导入】—>找到存储校准数据—>选择【确定】。

2) 太赫兹矢量网络分析系统单端口校准

若使用端口 1 进行被测件测量，请预先将曲线选为 S11。使用端口 2 进行测量时，请预先将曲线选为 S22。示例选择 1 端口，单端口校准步骤如下：

步骤 1. 选择校准端口。

- 选择【轨迹】—> 【新建轨迹】—> 【S11】。

步骤 2. 进入校准页面。

- 选择【校准】—>【向导校准】—>校准端口选择【1】—>被测件接头类型 WRxx（根据波导频段选择对应型号）—>选择校准件对应型号—>选择【下一步】。

步骤 3. 执行校准。

- 连接校准件【短路面】到 S 参数前面板波导输出端口—> 选择【短路】，完成短路校准；
- 连接校准件【1/4 偏移片】+【短路面】到 S 参数前面板波导输出端口—> 选择【偏移】，完成偏移校准；
- 连接校准件【负载】到 S 参数前面板波导输出端口—> 选择【负载】，完成负载校准；
- 校准完成后点击【完成】；

3) 太赫兹矢量网络分析系统双端口校准

进行双端口校准时无需对曲线进行选择，校准完成可满足 S11、S22、S21、S12 的测试。

步骤 1. 进入校准页面。

按【复位】→【功率】→【+25】，按回车键，按【平均】→【中频带宽】并键入 100Hz，按回车键；选定【校准】→【向导校准】→【校准端口数】选择 2；【校准件】根据应用的匹配校准件型号进行选择，勾选【修改校准方法】，校准方法选择【SOLT】。

步骤 2. 执行校准。

- 连接校准件【短路面】至 1 端口 S 参数前面板波导输出端口—> 选择 3674 显示屏【SHROT】，按钮变灰，完成短路校准；
- 连接校准件【1/4 偏移片】+【短路面】至 1 端口 S 参数前面板波导输出端口—>选择 3674 显示屏【L/4OFFS】—>按钮变灰，完成偏移校准；
- 连接校准件【负载】至 1 端口 S 参数前面板波导输出端口—>选择 3674 显示屏【LOAD】—>按钮变灰，完成负载校准；
- 连接校准件【短路面】至 2 端口 S 参数前面板波导输出端口—>选择 3674 显示屏【SHROT】—>按钮变灰，完成短路校准；
- 连接校准件【1/4 偏移片】+【短路面】至 2 端口 S 参数前面板波导输出端口—>选择 3674 显示屏【L/4OFFS】—>按钮变灰，完成偏移校准；
- 连接校准件【负载】至 2 端口 S 参数前面板波导输出端口—>选择 3674 显示屏【LOAD】—>按钮变灰，完成负载校准；
- 直通连接两个 S 参数测试模块，选择 3674 显示屏【1-2】完成直通校准
- 校准完成后点击【完成】；

提 示

系统校准

系统校准需在太赫兹矢量网络分析系统充分预热完成后。当需要测双端 S 参数时需进行双端口校准，只测单端 S 参数时可只进行单端口校准。

4 故障诊断与返修

章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。并说明 3601 S 参数模块出错信息。

如果您购买的 3601 S 参数模块，在操作过程中遇到一些问题，或您需要购买 S 参数测试模块相关部件或附件，将提供完善的售后服务。

1.1 关于手册

通常情况下，产生问题的原因来自硬件、软件或用户使用不当，一旦出现问题请您及时与我们联系。如果您所购买的 S 参数测试模块处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的 S 参数测试模块进行免费维修；如果超过保修期，具体维修费用按照合同要求收取。

- 工作原理.....29
- 故障诊断与排除.....31
- 返修方法.....32

4.1 工作原理

毫米波太赫兹矢量网络分析系统有两种组成方式，均采用分体式系统组成形式：一种是四端口矢量网络分析仪主机搭配 S 参数测试模块进行扩频；另一种是矢量网络分析仪主机连接控制机，采用 TEST I/O 总线作为系统控制总线的结构体系，搭配 S 参数测试模块进行扩频。两种形式都是通过更换不同频段的 S 参数测试模块来完成不同频段的网络参数的测量。

4.1.1 整机工作原理和硬件原理框图

A.四端口矢网主机+S 参数测试模块扩频系统原理框图如图 6.1 所示。

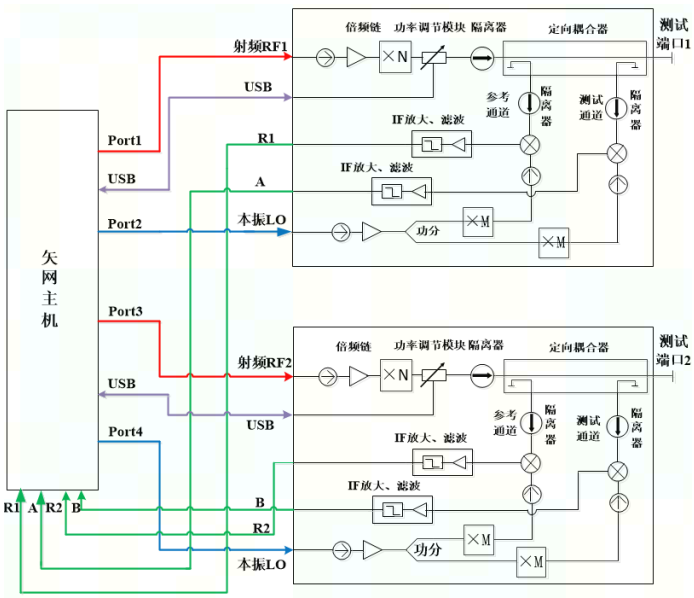


图 6.1　四端口扩频矢量网络分析系统工作原理框图

四端口矢网主机内置两个微波源可以为 S 参数测试模块所需的射频激励和本振激励，当进行正向 S 参数测试时，矢网主机微波激励信号由 PORT 1 端口输出到端口 1 毫米波太赫兹 S 参数测试模块射频输入端口中，射频激励信号推动毫米波太赫兹 S 参数测试模块中的功率放大器和倍频器产生毫米波太赫兹激励信号，毫米波太赫兹激励信号通过扩频模块内双定向耦合器的主路加在被测网络上，其中代表被测件入射波的信号通过定向耦合器参考端口取出，用 R1 表示，被测件的反射信号由定向耦合器的测试端口取出，用 A 表示。被测件的传输信号通过端口 2 的扩频模块定向耦合器的测试端口取出，用 B 表示。来自矢网主机的

本振信号，由矢网的 PORT 3 和 PORT 4 两个端口同时输出，输入到扩频模块的本振输入端口，由功分器功分成四路本振信号，然后经过本振链路的倍频和放大提供给接收混频器，代表被测件特性的毫米波太赫兹入射波 R1、反射波 A 和传输波 B 与本振信号混频变换为 7.47MHz 左右中频信号。混频器输出的中频信号通过矢网后面板的 A、B、R1 和 R2 四个中频输入端口送矢网主机中进行处理，求取被测件的正向 S 参数：S11=A/R1，S21=B/R1；同理，反向测试时，由矢网 PORT 2 端口输出射频激励信号输入到端口 2 扩频模块的射频输入接口，可求得被测网络的反向 S 参数：S12=A/R2，S22=B/R2。通过主控计算机，可以读取、打印、存储测试结果。

B.矢网+控制机+S 参数测试模块扩频系统的原理框图如图 6.2 所示。

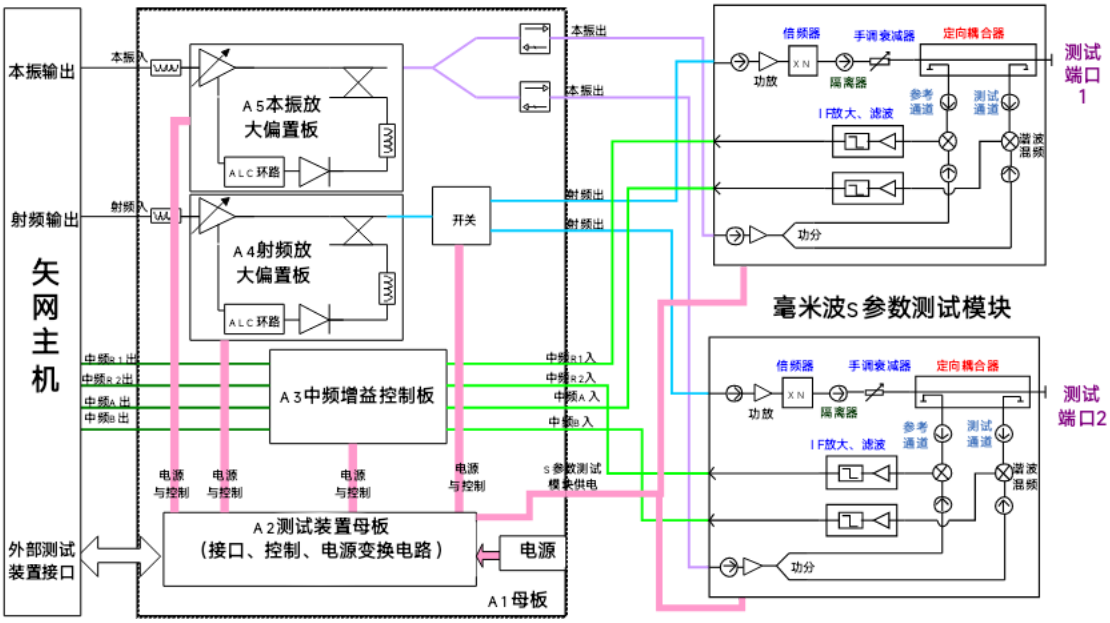


图 6.2　矢量网络分析系统工作原理框图

控制机扩频矢量网络分析系统的核心是控制机及毫米波太赫兹 S 参数测试模块。在控制机中，来自矢网的射频信号通过微波稳幅放大组件进行放大，PIN 电子开关是实现正向和反向 S 参数测试的关键部件，当进行正向 S 参数测试时，微波激励信号输出到端口 1 的毫米波太赫兹 S 参数测试模块中，射频激励信号推动毫米波太赫兹 S 参数测试模块中的功率放大器和倍频器产生毫米波太赫兹激励信号，毫米波太赫兹激励信号通过扩频模块内双定向耦合器的主路加在被测网络上，其中代表被测件入射波的信号通过定向耦合器参考端口取出，用 R1 表示，被测件的反射信号由定向耦合器的测试端口取出，用 A 表示。被测件的传输信号通过端口 2 的 S 参数测试模块定向耦合器的测试端口取出，用 B 表示。来自矢网主机本振输出的本振信号，经控制机稳幅放大后，由功分器功分成四路本振信号，然后经过本振链路倍频和放大输入混频器，代表被测件特性的毫米波太赫兹入射波 R1、反射波 A 和传输波 B 与本振信号混频变换为 7.47MHz 左右的中频信号。混频器输出的中频信号通过控制机放大后送矢网主机中进行处理，求取被测件的正向 S 参数：S11=A/R1，S21=B/R1；同理，可求得被测网络的反向 S 参数：S12=A/R2，S22=B/R2。通过主控计算机，可以读取、打印、存储测试结果。

4.2 故障诊断与排除

提 示 **指导**

本部分是指导您当 3601 S 参数测试模出现故障时如何进行简单的判断和处理，如果必要请您尽可能准确的把问题反馈给厂家，以便我们尽快为您解决。

下面按照功能类型，分类列出故障现象和排除方法。

- 系统问题 31
- 指标异常 31

4.2.1 系统问题

- 待机灯不亮 31
- 开机后风扇不转 31

4.2.1.1 待机灯不亮

检查 3601 S 参数测试模交流电输入是否正常，最大允许偏差 220V±10%，如果太高或太低都可能使仪器不能正常工作。如果不正常，检查外部线路，找出故障，排除后，重新给仪器上电，开机。如果 220V 交流电输入正常，检查仪器电源线和电源适配器是否连接正常，电源适配器是否按正确方式插入模块供电位置。如果是仪器本身电源引起的则需拿回厂家维修或更换电源。

4.2.1.2 开机后风扇不转

若开机风扇不转，请检查风扇是否有物体阻挡或是灰尘太多，此时应关机除掉障碍物或清理风扇。然后重新开机上电，如果风扇还不转就需返回厂家维修或更换风扇。

4.2.2 指标异常

- 射频连接电缆 31

4.2.2.1 射频连接电缆

用户界面界面测试模块指标全部异常，请执行以下操作予以排除：

操作步骤：

步骤 1. 检查射频输入电缆是否连接正确，接头连接是否松动。

步骤 2. 检查射频的输入功率是否达到要求。

4.3 返修方法

- 联系我们.....32
- 包装与邮寄.....32

4.3.1 联系我们

若3601系列S参数测试模块出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“6.1故障诊断与排除”中提供的方法，予以先期排查解决问题。若未解决，请根据下面的联系方式与我公司服务咨询中心联系并提供收集的错误信息，我们将以最快的速度协助您解决问题。

联系方式：

服务咨询：　0532-86889847　400-1684191

技术支持：　0532-86880796

传　　真：　0532-86889056

网　　址：　www.ceyear.com

电子信箱：　techbb@ceyear.com

邮　　编：　266555

地　　址：　**中国山东省青岛市黄岛区香江路98号**

4.3.2 包装与邮寄

当您的 3601 S 参数测试模块出现难以解决的问题时，可通过电话或传真与我们联系。如果经联系确认是 S 参数测试模块需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装信号发生器，并按下面的步骤进行包装：

1) 写一份有关 S 参数测试模块故障现象的详细说明，与 S 参数测试模块一同放入包装箱。
2) 用原包装材料将 S 参数测试模块包装好，以减少可能的损坏。
3) 在外包装纸箱四角摆放好衬垫，将仪器放入外包装箱。
4) 用胶带密封好包装箱口，并用尼龙带加固包装箱。
5) 在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放！”字样。
6) 请按精密仪器进行托运。
7) 保留所有运输单据的副本。

注 意

包装 S 参数测试模块需注意

使用其它材料包装 S 参数测试模块，可能会损坏仪器。禁止使用聚苯乙烯小球作为包装材料，它们一方面不能充分保护仪器，另一方面会被产生的静电吸入仪器风扇中，对仪器

造成损坏。

提 示

仪器的包装和运输

运输或者搬运本仪器时，请严格遵守章节“2.1.1 开箱”中描述的注意事项。

5 技术指标与测试方法

本章介绍 3601 系列 S 参数测试模块的技术指标和主要测试方法。

- 声明.....33
- 产品特征.....34
- 技术指标.....34
- 测试方法.....36

5.1 声明

除非特别声明，所有的指标测试条件是：温度范围是：23°C ± 5°C，开机半小时后。仪器补充信息是帮助用户更加了解仪器性能，而不属于技术指标范围内的信息。重要词条说明如下：

技术指标（spec）: 除非另行说明，已校准的仪器在 0°C 至 40°C 的工作温度范围内放置至少两小时，再经过 45 分钟预热之后，可保证性能；其中包括测量的不确定度。对于本文中的数据，如无另行说明均为技术指标。

典型值（typ）: 表示 80% 的仪器均可达到的典型性能，该数据并非保证数据，并且不包括测量过程中的不确定性因素，只在室温（约 25°C）条件下有效。

额定值（nom）: 表示预期的平均性能、设计的性能特征或受限测试手段无法测试的性能，比如 50 Ω 连接器等。标注为额定值的产品性能不包含在产品质量保证范围内，在室温（大约 25°C）条件下测得。

测量值（meas）: 表示为了和预期性能进行比较，在设计阶段所测得的性能特征，比如幅度漂移随时间的变化。该数据并非保证数据，并且是在室温（约 25°C）条件下测得。

5.2 产品特征

表7.1 产品特征

一般特性	
电源要求	100-120 VAC, 50/60/400Hz

	220-240 VAC, 50/60 Hz 100W（最大） 安全：EN61010-1, UL3111-1, CDA C22.2 No.1010-1,IEC1010-1
操作温度范围	+0°C~+40°C
存储温度范围	-40°C~+70°C
工作湿度（额定值）	40°C 时,75%相对湿度
海拔高度	0~3000m
最大重量	约 5kg
外形尺寸（宽×高×深）	（85.0±0.8）mm×(44.5±0.8)mm×(240.0±1.2)mm

5.3 技术指标

按照功能分类给出技术指标列表：描述/特征值

- 端口最大输出功率指标.....34
- 端口功率电调节范围指标.....34
- 端口输出功率准确度指标.....35
- 系统动态范围.....35
- 传输跟踪、有效负载匹配、反射跟踪、有效方向性指标.....35
- 端口输出谐杂波抑制指标.....35
- 端口稳定性指标.....35

5.3.1 端口最大输出功率

表7.2 端口最大输出功率指标

产品型号	3601N	3601P	3601Q
频率范围（GHz）	60 ~ 90	75 ~ 110	110 ~ 170
端口输出功率（dBm）	≥+10.0	≥+10.0	≥+10.0
测试端口形式	WR12	WR10	WR6.5

5.3.2 端口功率电调节范围

表7.3 端口功率电调节范围指标

产品型号	3601N	3601P	3601Q
端口功率电调节范围（dB）	≥30	≥30	≥30

5.3.3 端口输出功率准确度

表7.4 端口输出功率准确度指标（功率设置-5dBm）

产品型号	3601N	3601P	3601Q
端口输出功率准确度（dB）	±1.0	±1.0	±1.0

5.3.4 系统动态范围指标

表7.5 系统动态范围指标

产品型号	3601N	3601P	3601Q
动态范围（dB@10Hz）	≥100	≥100	≥100

5.3.4 传输跟踪、有效负载匹配、反射跟踪和有效方向性

表7.6 传输跟踪、有效负载匹配、反射跟踪和有效方向性指标

产品型号	3601N	3601P	3601Q
传输跟踪（dB）	±0.10	±0.10	±0.10
有效负载匹配（dB）	≥35	≥35	≥35
反射跟踪（dB）	±0.10	±0.10	±0.10
有效方向性（dB）	≥35	≥35	≥35

5.3.4 端口输出谐杂波抑制

表7.7 端口输出谐杂波抑制指标

产品型号	3601N	3601P	3601Q
谐杂波抑制（dBc）	≥20	≥20	≥15

5.3.4 稳定性

表7.8 端口稳定性指标

产品型号	3601N	3601P	3601Q
幅度稳定性（dB）	±0.10	±0.10	±0.10
相位稳定性（°）	±4.0	±4.0	±4.0

5.4 测试方法

- 端口最大输出功率测试.....36
- 端口功率电调节范围测试.....37
- 端口输出功率准确度测试.....37
- 系统动态范围测试.....38
- 传输跟踪、有效负载匹配、反射跟踪、有效方向性测试.....39
- 端口输出谐杂波抑制测试.....41
- 端口稳定性测试.....42

5.4.1 端口最大输出功率测试

a）所需测试仪器及附件

1）功率计主机　　N1914A/2438

2）对应频段功率计探头

3）对应频段直波导 1 根

b）测试步骤

）如图 7.1 所示连接系统，预热 1h 以上。

2）将功率计进行功率校准，连接功率计探头到端口 1;

3）按【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【自动检测】→【确定】自动识别对应频段扩频模块相关信息。（说明：S 参数测试模块 PORT1 连接至 3674 主机 1 端口，S 参数测试模块 PORT2 连接至 3674 主机 2 端口，以下类同不再重复）

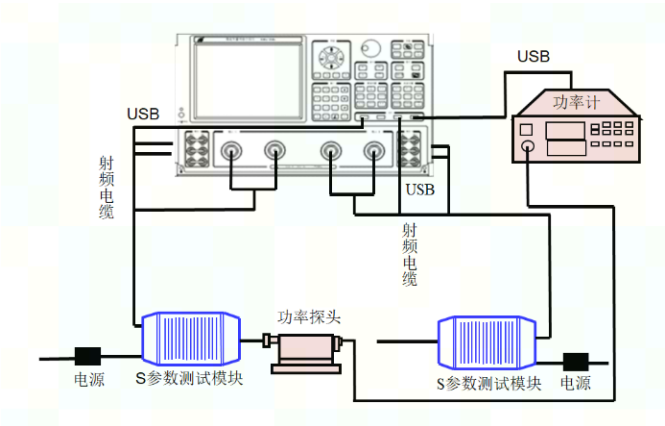


图 7.1 端口输出功率测试框图一

测试端口 1 端口最大输出功率

4）按【复位】→【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【扩频功率控制】→勾选【使能端口一功率控制】→【最小功率 DAC】→键入【0】→【最大功率 DAC】→键入【1000】→【端口步进】→【10】→【选择端口 1】→【启动校准】→完成点【确定】；

5）按【轨迹】→【新建轨迹】→【接收机参数】→【激活】→【R1，1】→【确定】；

6）按【功率】→【功率电平】→【25dBm】→【标记】→【最小值】此时光标显示频率点即为频段输出最小功率值；

7）按功率计主机【本地】→【频率】设置成步骤 6）显示频率点，按功率计主机【本地】

→【频率】设置成步骤 6）显示频率点，功率计显示功率为该频点端口饱和输出功率最大值（其为全频段端口饱和输出功率最小值），测试结果应满足要求。

测试端口 2 端口最大输出功率

8）连接功率计探头到端口 2；按【复位】→【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【扩频功率控制】→勾选【使能端口二功率控制】→【最小功率 DAC】→键入【0】→【最大功率 DAC】→键入【1000】→【端口步进】→【10】→【选择端口 2】→【启动校准】→完成点【确定】；

9）按【轨迹】→【新建轨迹】→【接收机参数】→【激活】→【R2，2】→【确定】。

10）重复 6）7）即得 2 端口最大输出功率，测试结果应满足要求。

5.4.2 端口功率电调节范围测试

a）所需测试仪器及附件

1）功率计主机　　N1914A/2438

2）对应频段功率计探头

3）对应频段直波导 1 根

b）测试步骤

1）如图 7.1 所示连接系统，预热 1h 以上；按【复位】→【轨迹】→【新建轨迹】→【接收机参数】→【激活 R1，1】→【确定】；功率计探头可不连接；

测试端口 1 端口功率电调节范围

2）按【功率】→【功率电平】，键入 25dBm，按【标记】→【最小值】，记录接收机 R1,1 饱和输出功率最小值标记值 A1，键入-20dBm，按【标记】→【最大值】，记录接收机 R1,1 曲线最大值标记值 A2；

3）将标记值 A1 和标记值 A2 作差值作为 1 端口输出功率电调节范围，测试结果应满足要求；

测试端口 2 端口功率电调节范围

3）删除网络分析仪主机界面的其他测试曲线，按【轨迹】→【新建轨迹】→【接收机参数】→【激活 R2，2】→【确定】；重复步骤 2）3）记录测量结果，测试结果应满足要求。

5.4.3 端口输出功率准确度测试

a）所需测试仪器及附件

1）功率计主机　　N1914A/2438

2）对应频段功率计探头

3）对应频段直波导 1 根

b）测试步骤

1）如图 7.1 所示连接系统，预热 1h 以上；按【复位】→【轨迹】→【新建轨迹】→【接收机参数】→【激活 R1，1】→【确定】；将功率计探头如图 1 所示连接到端口 1；

测试端口 1 端口功率准确度

2）按【功率】→【功率电平】→【-5】，按回车；按【标记】，勾选标记 1，【最大值】，【跟踪开】，记录光标所在频点最大值，按【标记】，勾选标记 2，【最小值】，【跟踪开】记录光标所在频点最小值；

3）按【频率】→【点频扫描】→【开】，按【点频频率】，键入 2）步骤最大值点频；按功率计主机【本地】→【频率】设置主机相同频率，此时功率计主机显示功率为最大值；
4）按步骤 3）设置步骤 2）的最小光标频率点，功率计主机显示功率为最小值；
5）用最大值和最小值分别与所设功率求差，选取差值结果中绝对值大的作为端口 1 功率准确度指标，并记录测试结果，测试结果应满足要求；
测试端口 2 端口功率准确度
6）将功率计探头如图 7.1 所示连接到端口 2，删除界面所有轨迹，按【轨迹】→【新建轨迹】→【接收机参数】→【激活 R2，2】→【确定】；
7）重复步骤 2）3）4）5）即可得端口 2 功率准确度指标，并记录测试结果，测试结果应满足要求。

5.4.4 端口系统动态范围测试

a）所需测试仪器及附件
1）对应频段波导校准件
2）对应频段直波导 2 根
b）测试步骤
1）如图 7.2 所示连接系统，预热 30 分钟以上。
2）选择【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【自动检测】→【确定】，按【复位】→【功率】→【+25】，按回车键；
测试 1 端口系统动态范围
3）选定【轨迹】→【新建轨迹】→【S12】；
4）选定【扫描】→【扫描点数】→【201】；
5）选定【平均】→【中频带宽】]并键入 10Hz；
6）选定【分析】→【存储】→【归一化】，进行归一化校准；
7）归一化校准完毕后，按图 7.3 系统动态范围校准测试框图二所示将两个模块分开，在两个模块端口连接负载，此时矢量网络分析仪显示的曲线，为 1 端口 S 参数测试模动态范围曲线，待 S12 扫描完成一遍，选定【平均】→【平均因子开】并键入 10，打开平均，选定[光标]→[光标搜索]并选定[搜索类型]为“最大值”，记录光标值；此值绝对值即为矢网端口动态范围指标；
8）测量结果应满足动态范围指标要求。
测试 2 端口系统动态范围
9）选定[轨迹]→[新建轨迹]→[S21] 。
10）重复上述步骤 6）至步骤 8），测量结果应满足动态范围指标要求。

图7.2 系统动态范围校准测试框图一　　图7.3 系统动态范围校准测试框图二

5.4.5 传输跟踪、有效负载匹配、有效方向性和反射跟踪测试

a）所需测试仪器及附件
1）对应频段波导校准件

2）对应频段直波导 2 根

b）测试步骤

1）如图 7.4 所示连接系统，预热 30min 以上；

2）选择【系统】→【配置】→【毫米波扩频配置】→【自动检测】→【确定】，按【复位】→【功率】→【+25】，按回车键，按【平均】→【中频带宽】并键入 100Hz，按回车键；

3）选定【校准】→【向导校准】→【校准端口数】选择 2；

4）【校准件】根据应用的匹配校准件型号进行选择，勾选【修改校准方法】，校准方法选择【SOLT】；

5）分别在两个扩频模块端口连接短路、偏移、负载，并选定【SHROT】→【L/4OFFS】→【LOAD】进行校准；

6）完成后如图 7.5 所示连接系统，选定【1-2】直通校准；

7）完成全双端口校准后，选定【完成】；

测试端口 1 传输跟踪

8）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S12】等待扫描完成，打开光标搜索对话框，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值和最小值，两者之间绝对值较大的光标值即为端口 1 传输跟踪指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 2 传输跟踪

9）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S21】等待扫描完成，打开光标搜索对话框，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值和最小值，两者之间绝对值较大的光标值即为端口 2 传输跟踪指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 1 有效负载匹配

10）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S22】等待扫描完成，打开光标搜索对话框，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值，即为端口 1 有效负载匹配指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 2 有效负载匹配

11）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S11】等待扫描完成，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值，即为端口 2 有效负载匹配指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 1 有效方向性

12）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，在测试端口 1 连接负载，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S11】等待扫描完成，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值，即为端口 1 有效方向性指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 2 有效方向性

13）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，在测试端口 2 连接负载，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S22】等待扫描完成，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值，即为端口 2 有效方向性指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 1 反射跟踪

14）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，在测试端口 1 连接短路器，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S11】等待扫描完成，按【分析】→【存储】→【归一化】，打开光标搜索对话框，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值和最小值，两者之间绝对值较大的光标值即为端口 1 反射跟踪指标，测试结果应满足指标要求；

测试端口 2 反射跟踪

15）删除矢量网络分析仪主机界面所有曲线，在测试端口 2 连接短路器，按【轨迹】→【新建轨迹】→【S22】等待扫描完成，按【分析】→【存储】→【归一化】，打开光标搜索对话框，用光标搜索功能搜索相关 S 参数测试模块频率范围内的最大值和最小值，两者之间绝对值较大的光标值即为端口 2 反射跟踪指标，测试结果应满足指标要求。

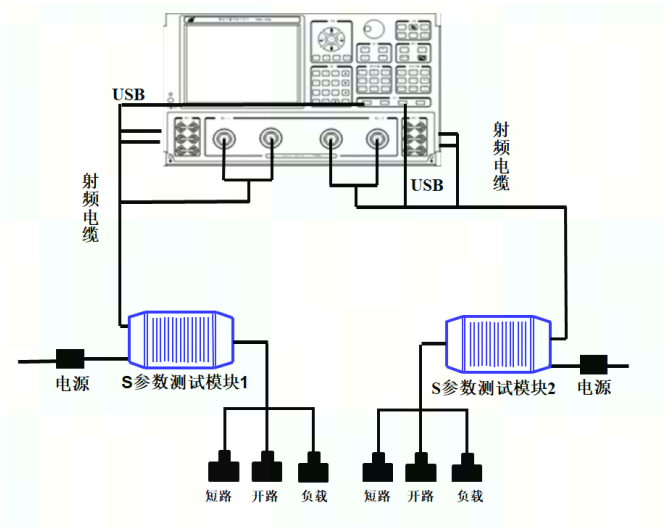


图 7.4 全双端口校准连接框图一

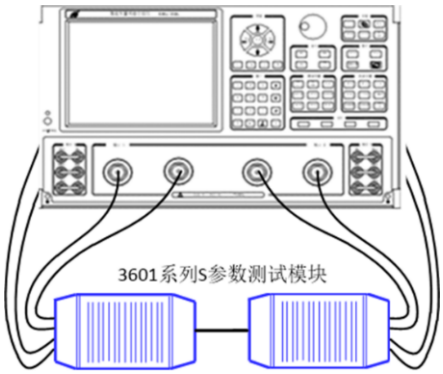


图 7.5 全双端口校准连接框图二

5.4.6 端口输出谐杂波抑制

a）所需测试仪器及附件

1）频谱分析仪 1 台　　4051L

2）对应频谱仪扩频模块 1 台

3）对应频段波导可调衰减器 1 个

4）对应频段直波导 2 个

b）测试步骤

测试端口 1 输出谐杂波抑制

1）如图 7.6 连接系统，将波导衰减器调至最大衰减，按 3674 主机【复位】→【功率】→【功率电平】，键入 25dBm，预热 1h 以上；

2）按【频率】→【点频】→【开】，按回车键；

3）按 4051 频谱分析仪【输入/输出】→【菜单 2/2】→【外扩频】→【开】→【信号识别】

→【开】→【频宽/横轴】→【全频宽】→【带宽 500kHz】→【峰值搜索】；
4）调整波导衰减器使步骤 3）功率最大值在-15dBm，
5）按频谱分析仪【峰值搜索】记录该值 P1，按【次峰值】记录该值 P2，P1-P2 即为改点的输出谐杂波抑制；
6）开启 3674 扫频，按【扫描】→【扫描点数】（扫描数量，每个频段模块按 1GHz 一个点计算），【扫描】→【扫描时间】（按每个扫描点停留 8S，乘以扫描点数计算），每个扫描频点重复步骤 5）将输出谐杂散抑制最差值应满足指标要求；

测试端口 2 输出谐杂波抑制

7）删除界面所有轨迹后按【轨迹】→【新建轨迹】→【S22】，重复步骤 5）即为 2 端口输出谐杂散指标，该值应满足指标要求。

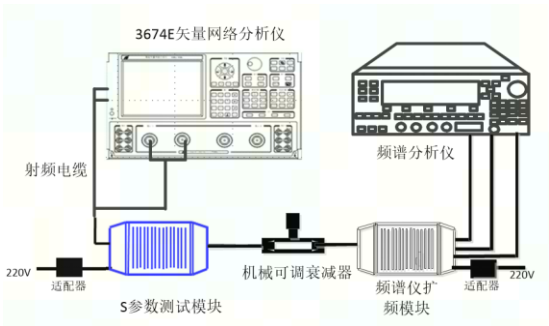


图 7.6 谐杂波抑制测试图

5.4.7 稳定性测试

a）所需测试仪器及附件

1）波导短路器　　波导校准件选取见表 11
2）对应频段直波导 2 个测试步骤

b）测试步骤

测试端口 1 幅度稳定性和相位稳定性

1）如图 7.7 连接系统，按【复位】→【功率】→【功率电平】，键入 25dBm，预热 1h 以上；按【响应】→【中频带宽】，键入 1kHz；
2）按【轨迹】→【新建轨迹】→【S11】→【分析】→【存储】→【归一化】→【标记 1】→【跟踪开】→【最大值】→【标记 2】→【跟踪开】→【最小值】；
3）按【轨迹】→【新建轨迹】→【S11】→【格式】→【相位】→【分析】→【存储】→【归一化】→【标记 1】→【跟踪开】→【最大值】→【标记 2】→【跟踪开】→【最小值】；
4）5min 后记录标记值 1 和 2 绝对值最大值作为 1 端口幅度和相位稳定性，测试结果应满足指标要求；

测试端口 2 幅度稳定性和相位稳定性

5）按【轨迹】→【新建轨迹】→【S22】→【分析】→【存储】→【归一化】→【标记 1】→【跟踪开】→【最大值】→【标记 2】→【跟踪开】→【最小值】；
6）按【轨迹】→【新建轨迹】→【S22】→【格式】→【相位】→【分析】→【存储】→【归一化】→【标记 1】→【跟踪开】→【最大值】→【标记 2】→【跟踪开】→【最小值】；
7）5min 后记录标记值 1 和 2 绝对值最大值作为 2 端口幅度和相位稳定性，测试结果应满

足指标要求。

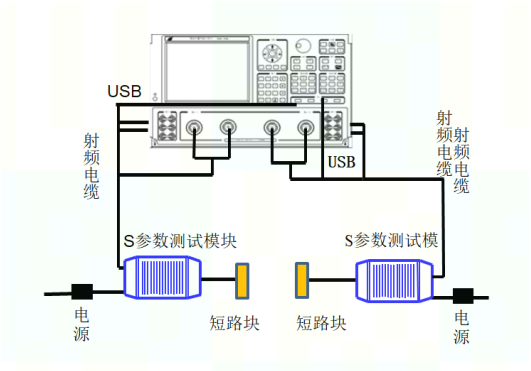


图 7.7 稳定性测试图

附 录

- 附录A 术语说明.....43

附录 A 术语说明

- 术语1.....43
- 术语2.....43

术语 1

术语 2

测量设置

1) 平均次数

选择打开或关闭平均。当平均次数为开时，用户可以指定测量需要的平均次数。
范围：1 ~ 1000

2) 平均模式

在平均次数为开时，用户可以选择需要的平均模式来进行测量。
指数模式 — 与线性平均不同，指数平均时新数据的权大于老数据的权。这样有利于跟踪数据在时间上的变化。指数平均中，选择的平均次数决定了老数据对新数据的权。随着平均次数的增加，新数据的权逐渐减小。
重复模式 — 同样进行指数平均，只是当平均次数满以后，清除先前的所有结果，重新开始进行平均到设定的平均次数，并将这个过程重复进行下去。
按键路径：测量设置
状态保存：保存到仪器中
工厂预设：指数