

VNA

# 扩频模块



应用指南

CN01A



深圳市鼎阳科技股份有限公司  
SIGLENT TECHNOLOGIES CO.,LTD



## 版权和声明

### 版权

深圳市鼎阳科技股份有限公司版权所有

### 商标信息

SIGLENT 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标

### 声明

- 本公司产品受已获准及尚在审批的中华人民共和国专利的保护
- 本公司保留改变规格及价格的权利
- 本手册提供的信息取代以往出版的所有资料
- 未经本公司同意，不得以任何形式或手段复制、摘抄、翻译本手册的内容

### 产品认证

SIGLENT 认证本产品符合中国国家产品标准和行业产品标准，并进一步认证本产品符合其他国际标准组织成员的相关标准。

### 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司

地址：广东省深圳市宝安区 68 区安通达工业园四栋&五栋

服务热线：400-878-0807

E-mail: [support@siglent.com](mailto:support@siglent.com)

网址: <https://www.siglent.com>

# 目录

1	引言 .....	1
2	毫米波测量系统 .....	2
2.1	适配仪器 .....	2
2.2	连接框图 .....	2
2.2.1	内部源作本振 .....	2
2.2.2	外部源作本振 .....	3
3	测试指南 .....	5
3.1	文档约定 .....	5
3.2	测试仪器和工具 .....	5
3.3	测试步骤 .....	6
4	订购信息 .....	13

# 1 引言

得益于鼎阳科技 SNA6000A 矢量网络分析仪卓越的软硬件架构，使用扩频模块可将仪器的测量频率拓展至毫米波频段。这一频率的突破，满足当今高速通信和高速测试需求。在 5G/6G 频段的移动通信等应用中，毫米波频段表征放大器、滤波器、混频器和天线等有源和无源器件的特性至关重要。

本应用指南旨在对鼎阳科技 VNA 毫米波扩频模块测试系统进行介绍，并向用户展示如何完成一个完整的毫米波测量任务，以帮助用户快速上手 VNA 毫米波测量功能。



图 1-1 鼎阳科技 VNA 毫米波测量系统

## 2 毫米波测量系统

### 2.1 适配仪器

鼎阳科技 SNA6000A 系列带跳线的矢量网络分析仪具备毫米波扩频测量功能，可配合 SVE 系列扩频模块进行频率扩展，也兼容第三方的扩频模块。

VNA型号	SVE5075系列	SVE75110系列	第三方扩频模块	支持固件版本
SNA6152A	√	√	兼容	V1.0.0.2.15以后
SNA6154A	√	√		
SNA6142A	√	√		
SNA6144A	√	√		
SNA6132A	√	√		
SNA6134A	√	√		
SNA6122A	√			
SNA6124A	√			
其它型号VNA	不支持，无前面板跳线			

### 2.2 连接框图

扩频模块具有射频输入端和本振输入端。通常情况下，射频输入由 VNA 接收机对应的源端口提供，而本振输入由 VNA 其它源端口提供（简称内部源作本振）或外部射频信号源提供（简称外部源作本振），这决定了拓展后毫米波端口的数量，具体如下表：

VNA型号	拓展后毫米波端口数量	
	内部源作本振	外部源作本振
2端口、带跳线的矢量网络分析仪 (SNA6152A/6142A/6132A/6122A)	/	1, 2
4端口、带跳线的矢量网络分析仪 (SNA6154A/6144A/6134A/6124A)	1, 2	1, 2, 3, 4

#### 2.2.1 内部源作本振

使用 4 端口带有跳线的矢量网络分析仪，用户可使用内部源作本振进行频率扩展，最大支持拓展至 2 端口毫米波测量系统。由于无需用到额外的信号源，大大优化了测量系统的硬件成本及连接关系，给频率扩展测量功能带来更方便快速的体验。

使用 4 端口 VNA 拓展至 2 端口毫米波测量系统，需要用到 2 个扩频模块。扩频模块的射频输入由 VNA Port 1 和 Port 2（或 Port 3 和 Port 4）的 NMD 射频端口或 Source Out 跳线端口提供；扩频模块的本振输入由 VNA Port 3 和 Port 4（或 Port 1 和 Port 2）的 NMD 射频端口或 Source Out 跳线端口提供；扩频模块的参考中频输出和测量中频输出分别接至 VNA Port 1 和 Port 2（或 Port 3 和 Port 4）的 Ref In 和 Meas In 跳线端口。该测量系统硬件连接示意如图 2-1 所示。

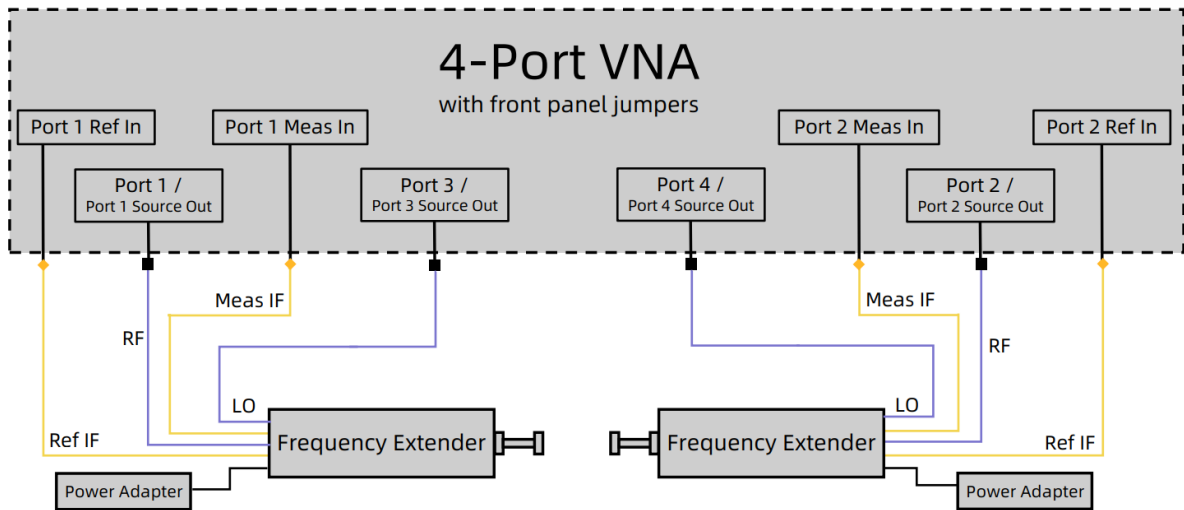


图 2-1 4 端口 VNA 拓展至 2 端口毫米波测量系统（内部源作本振）

### 2.2.2 外部源作本振

当使用 N 端口 VNA，N 个扩频模块组成毫米波测量系统时，需要使用外部源给扩频模块提供信号。为了测量系统的易读性及可靠性，建议使用 VNA 端口给扩频模块提供射频信号，扩频模块的本振信号则由外部源配合功分器提供。VNA 需要对外部源进行控制，以保证扩频模块射频信号与本振信号保持同步。因为使用了功分器功分外部源信号，需要特别关注从外部源到扩频模块的功率损耗，用以计算出外部源的输出功率，在后续手册的章节中会特别说明。此外，为了对齐 VNA 与外部源的频率，请同步两台设备的 10MHz 参考信号。

VNA 对外部源有两种控制模式，一是软件触发，二是硬件触发。当使用软件触发时，外部源需要与 VNA 的 USB 接口进行连接；当使用硬件触发时，除了连接 USB 接口外，还需要将 VNA 的 Trig OUT 与外部源的 Trig IN 相连，通过触发信号来实现设备之间的同步，使用硬件触发可以有效提高测量速率。

使用 2 端口 VNA 拓展至 2 端口毫米波测量系统，需要用到 2 个扩频模块。扩频模块的射频输入由 VNA 前面板各 Port 的 NMD 射频端口（或 Source Out 跳线端口）提供；扩频模块的本振输入由外部信号源提供，信号经 1 个一分二功分器得到 2 个频率、幅度相同的信号，给各扩频模块作为本振输入；扩频模块的参考中频输出和测量中频输出分别接至射频输入对应的 VNA Ref In 和 Meas In 跳线端口。该测量系统硬件连接示意如图 2-2 所示。

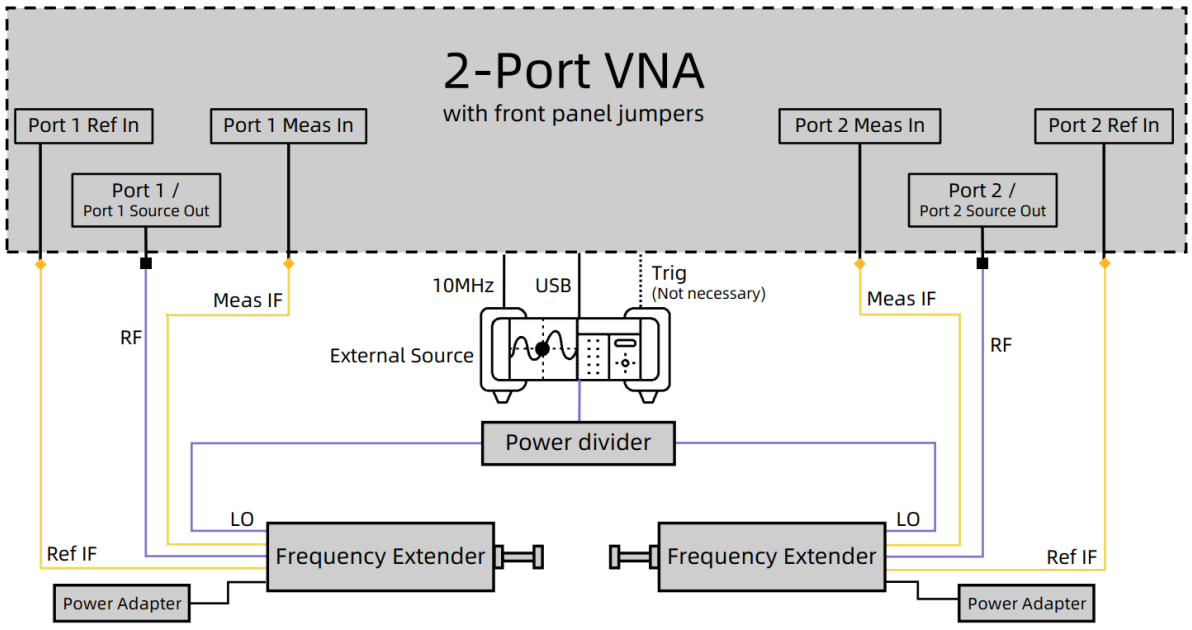


图 2-2 2 端口 VNA 拓展至 2 端口毫米波测量系统（外部源作本振）

使用 4 端口 VNA 拓展至 4 端口毫米波测量系统，需要用到 4 个扩频模块。扩频模块的射频输入由 VNA 前面板各 Port 的 NMD 射频端口（或 Source Out 跳线端口）提供；扩频模块的本振输入由外部信号源提供，信号经 1 个一分四功分器（或 3 个一分二功分器）得到 4 个频率、幅度相同的信号，给各扩频模块作为本振输入；扩频模块的参考中频输出和测量中频输出分别接至射频输入对应的 VNA Ref In 和 Meas In 跳线端口。该测量系统硬件连接示意如图 2-3 所示。

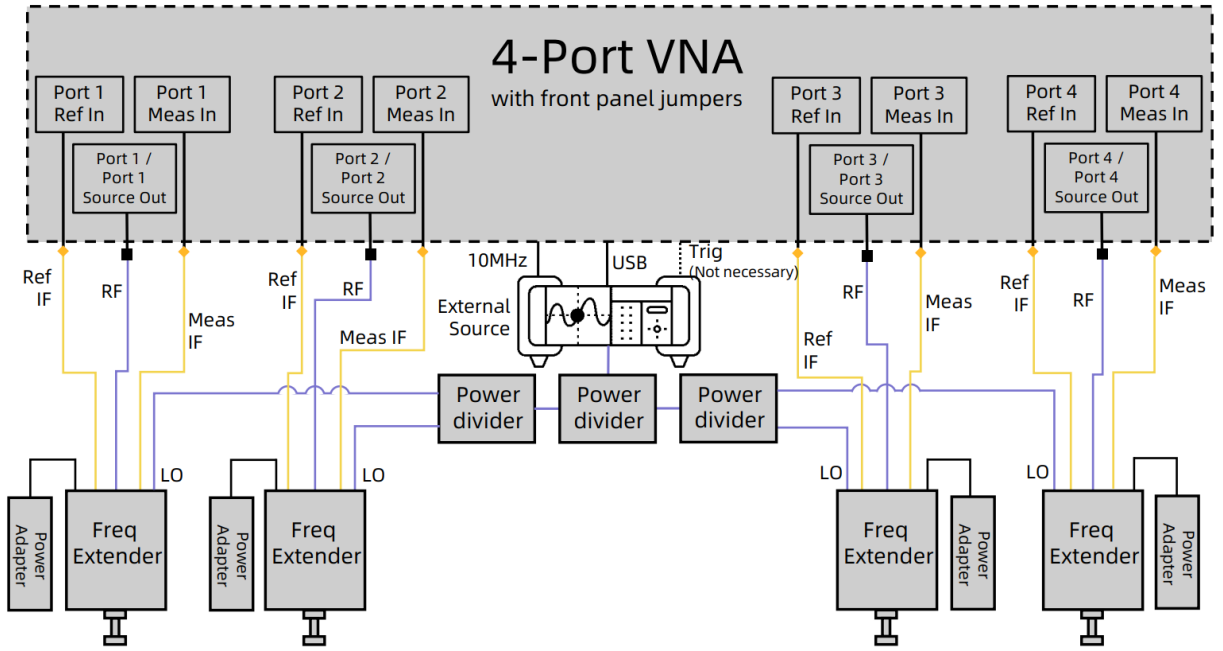


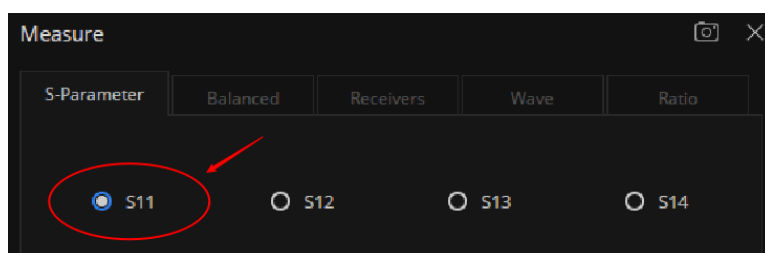
图 2-3 4 端口 VNA 拓展至 4 端口毫米波测量系统（外部源作本振）

## 3 测试指南

### 3.1 文档约定

本章以鼎阳科技 SNA6000A 系列带跳线的矢量网络分析仪作为示例，进行扩频模块的测试指导。

为方便描述，本章中采用带字符边框的文字来表示前面板的按键，如 **Meas** 代表前面板的“Meas”按键；采用斜体加字符底纹的文字来表示触摸显示屏上可触摸或可点击的菜单、选项和虚拟按键，如 *S11* 代表显示屏上的“S11”选项。



对于含有多个步骤的操作，采用“步骤 1 > 步骤 2 > ...”的形式进行描述，如更改扫描类型：

**Sweep** > *扫描类型* > *功率扫描* 代表第 1 步按下前面板的 **Sweep** 按键，第 2 步点击触摸显示屏的 *扫描类型* 选项，第 3 步点击触摸显示屏的 *功率扫描* 选项，即可切换扫描类型为功率扫描。

### 3.2 测试仪器和工具

测量类型	测试仪器和工具	说明
内部源作本振	矢量网络分析仪	SNA6000A四端口、带跳线的矢量网络分析仪
	扩频模块	推荐SVE系列扩频模块，亦兼容其他厂商模块
	机械校准件	
	射频线缆	
外部源作本振	矢量网络分析仪	SNA6000A二或四端口、带跳线的矢量网络分析仪
	扩频模块	推荐SVE系列扩频模块，亦兼容其他厂商模块
	射频信号源	
	功分器	用于一台射频信号源产生多个频率、幅度相同的信号
	USB线缆	用于VNA对射频信号源进行控制
	BNC-BNC线缆	用于VNA与射频信号源的频率同步
	机械校准件	
	射频线缆	

### 3.3 测试步骤

1. VNA 和扩频模块预热。
2. 点击 **Utility** > **外部设备** > **毫米波...** 进入毫米波测量设置界面，如图 3-1 所示。界面中的各配置项含义如下：

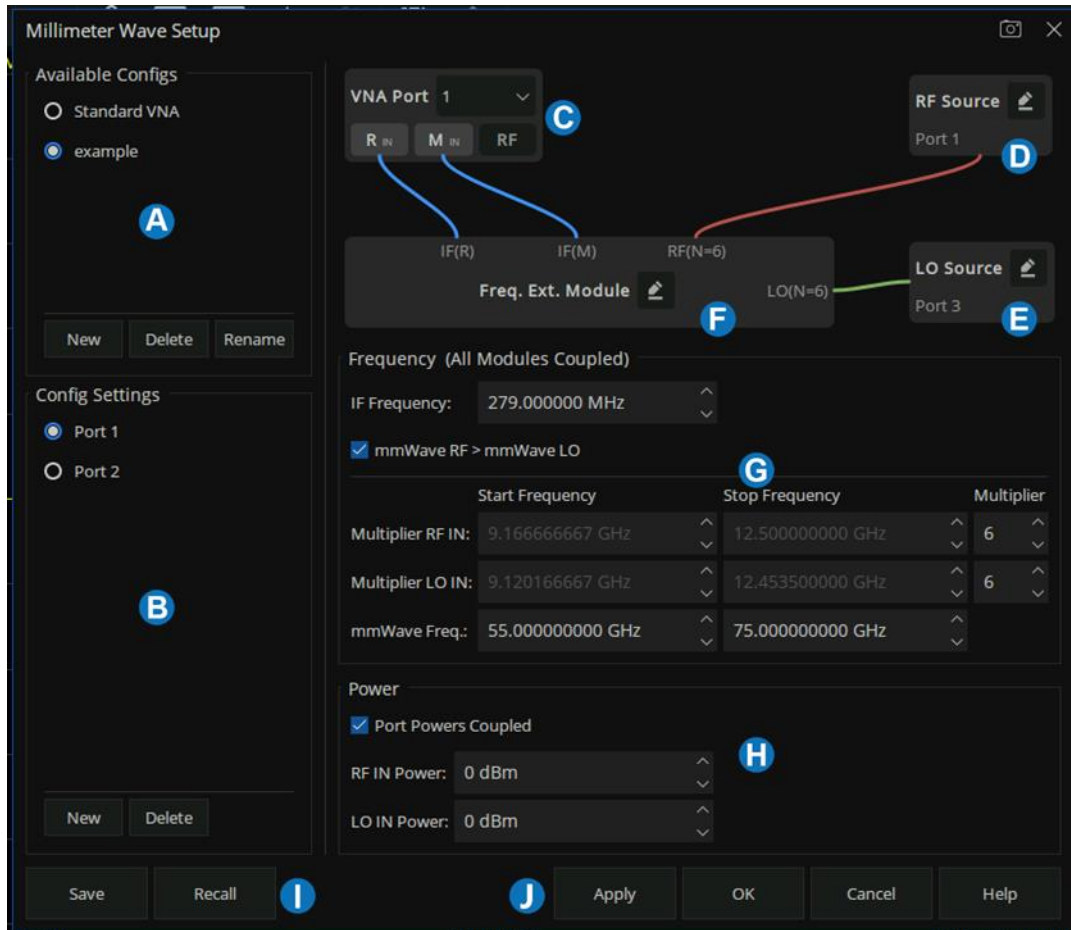


图 3-1 毫米波测试设置界面

- A. 选择毫米波测量配置：**允许用户保存多组毫米波配置，它们的名称必须互不相同。“Standard VNA”为 VNA 固有配置，代表正常模式，当想退出毫米波测量模式时，应选用该配置。
- B. 配置扩频模块接收机端口：**该端口的测量接收机、参考接收机应与扩频模块的测量中频、参考中频输出连接。
- C. 选择扩频模块接收机端口：**可选的端口必须已存在于 B 中。
- D. 选择扩频模块射频输入端口：**射频输入可以选择 VNA 端口或外部源。外部源需使用 USB 线缆与 VNA 相连，以便 VNA 控制外部源。
- E. 选择扩频模块本振输入端口：**本振输入可以选择 VNA 端口或外部源。外部源需使用 USB 线缆与 VNA 相连，以便 VNA 控制外部源。请注意，VNA 的 1、2 端口之间（或 3、4 端口之间）的输出信号是耦合的，无法独立配置 1、2 端口（或 3、4 端口）的频率与功率。
- F. 选择扩频模块：**选择扩频模块型号。

### G. 设置扩频模块频率:

- 设置扩频模块中频输出频率，该频率决定 VNA 测量接收机、参考接收机的工作频率。
- 设置扩频模块射频输入频率是否大于本振输入频率。
- 设置扩频模块测量起始频率、终止频率。
- 设置扩频模块射频倍频系数，设置好后扩频模块的射频输入频率自动计算，计算公式为：

$$\text{射频输入频率} = \text{测量频率} / \text{射频倍频系数}$$

- 设置扩频模块本振倍频系数，设置好后扩频模块的本振输入频率自动计算，如果射频输入频率大于本振输入频率，则有：

$$\text{本振输入频率} = (\text{测量频率} - \text{中频输出频率}) / \text{本振倍频系数}$$

如果射频输入频率小于本振输入频率，则有：

$$\text{本振输入频率} = (\text{测量频率} + \text{中频输出频率}) / \text{本振倍频系数}$$

- 各个扩频模块的工作频率是耦合的，即只需要设置一个扩频模块的频率即可以将其应用于该毫米波测量配置的所有扩频模块。

### H. 设置扩频模块功率:

- 设置扩频模块射频输入功率、本振输入功率。
- 设置各个扩频模块射频输入功率是否耦合、本振输入功率是否耦合。
- 扩频模块功率无法通过 VNA 的 **Power** 按钮设置，必须通过毫米波测量配置对话框设置。

I. 保存调用毫米波测量：毫米波配置文件格式为.mwc。

J. 应用取消毫米波配置：设置好毫米波测量配置后，点击 **Apply** > **OK** 应用 A 中选中的毫米波测量配置。点击 **Cancel** 将会退出对话框，注意这会丢弃已修改但未应用的毫米波配置。

3. 在毫米波测量设置界面的 **Available Configs** 选项卡中，点击 **New**，创建一个毫米波测量任务，本文将其命名为“example”，如图 3-2 所示。

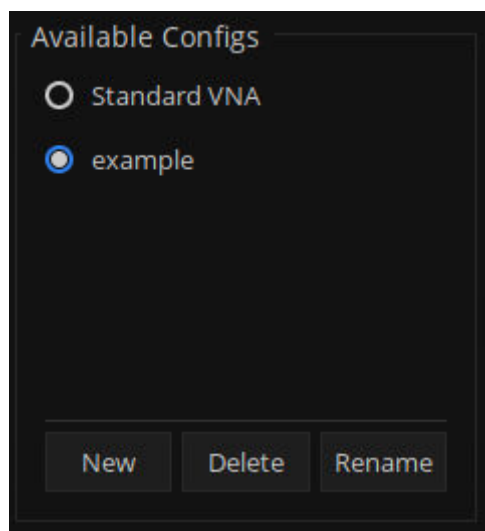


图 3-2 创建毫米波测量任务

4. 在毫米波测量设置界面的 **Available Settings** 选项卡中，点击 **New**，根据扩频模块数量启用 VNA 的接收机端口。以使用 2 端口 VNA 拓展至 2 端口毫米波测量系统为例，VNA 需启用 2 个端

口的接收机以接收 2 个扩频模块的测量中频输出和参考中频输出，因此 Port 1 和 Port2 的接收机需要启用，如图 3-3 所示。

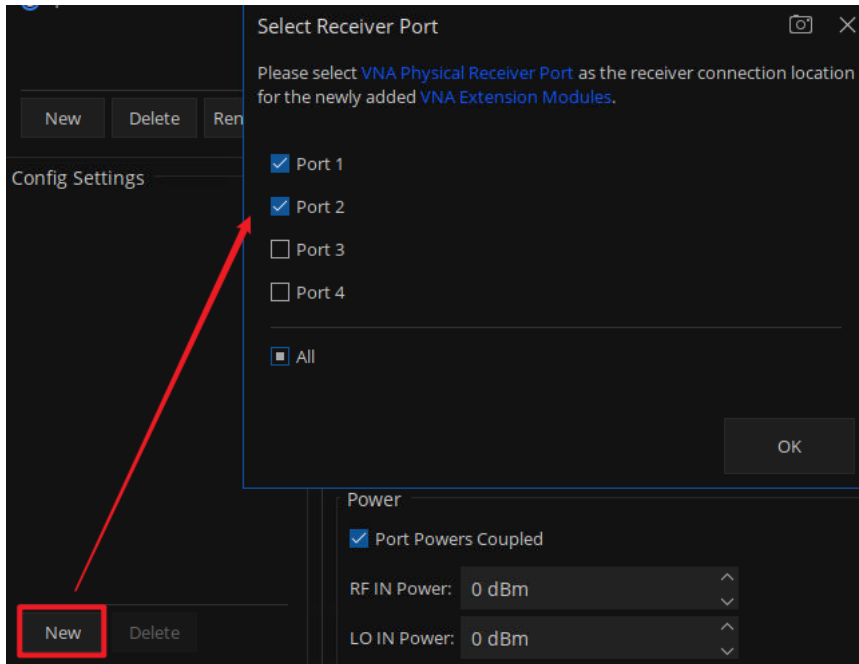


图 3-3 启用 VNA 接收机端口

5. 配置扩频模块的射频输入和本振输入的连接关系。可以选择 VNA 内部源 (Internal Source) 的端口，如图 3-4 所示；或在连接 VNA 和外部源后，选择并配置外部源 (External Source)，如图 3-5 所示。建议扩频模块射频输入选用接收机对应的内部源端口，本振输入选择内部源或外部源。

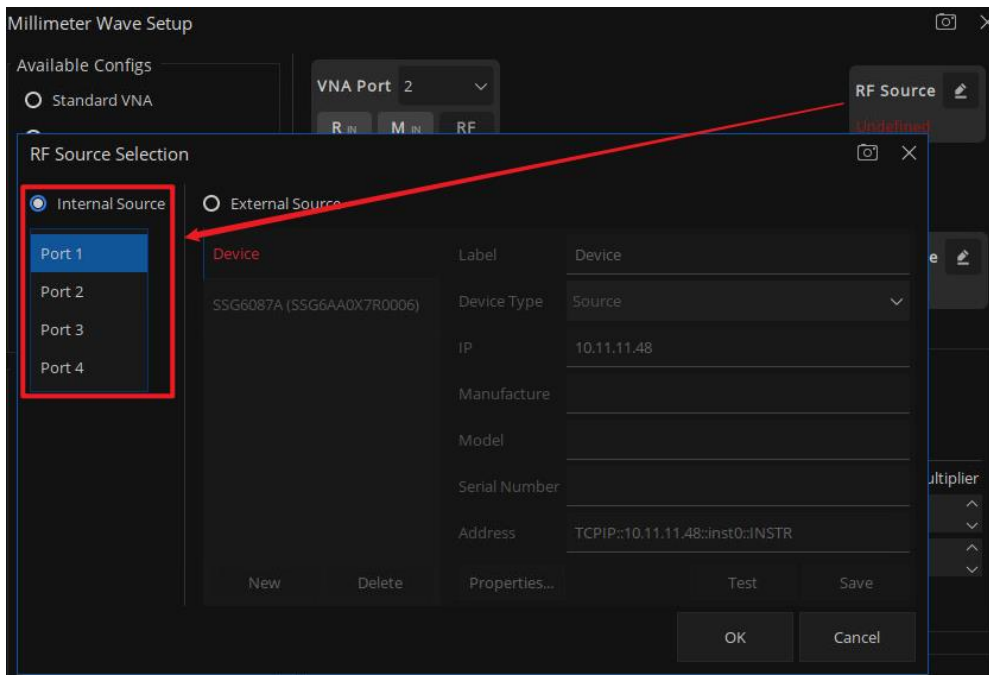


图 3-4 配置内部源

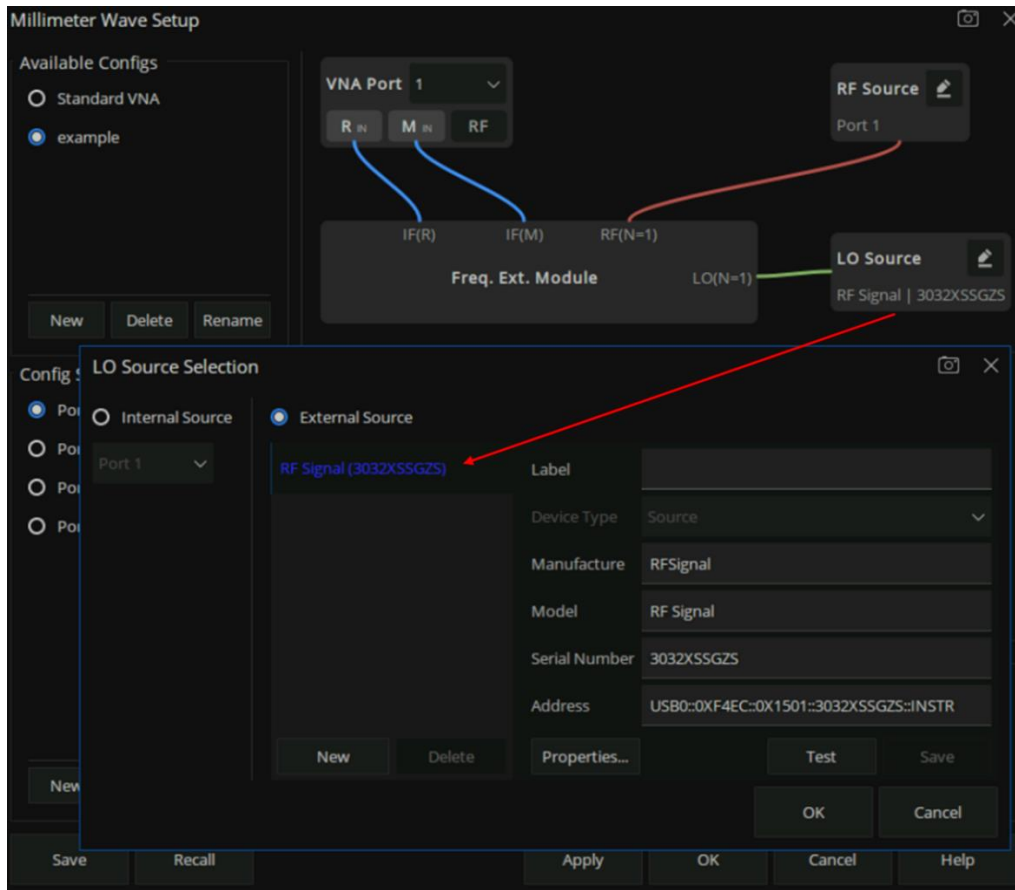


图 3-5 配置外部源

6. 配置扩频模块参数，如倍频系数、频率、功率等，如图 3-6 所示。

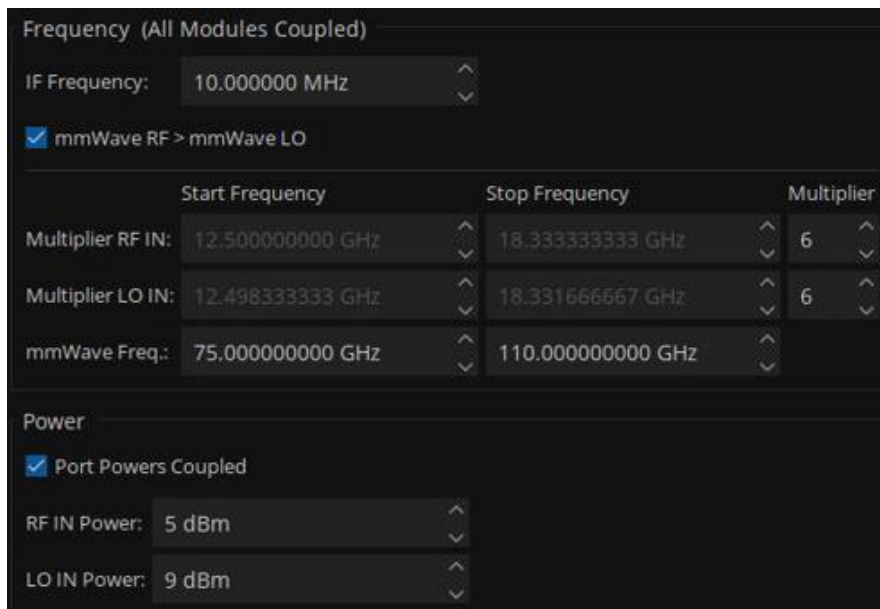



图 3-6 配置扩频模块参数

	<p><b>提示：</b></p> <p>在外部源作本振时，LO IN Power 为外部源设置的输出功率，此时需要考虑从外部源输出端口到扩频模块本振输入端口之间的功率损耗。以使用 4 端口 VNA 拓展至 4 端口毫米波测量系统为例，来自外部源的信号需要经过 2 个一分二功分器才能到达扩频模块本振输入端口，假设扩频模块的本振工作功率为 1dBm，每个功分器的插入损耗为 1dB，分配损耗为 3dB，则需设置的 LO IN Power 为：</p> $2 * (1 + 3) + 1 = 9 \text{ dBm}$
---	---

7. 点击毫米波测量设置界面底部的 **Apply** > **OK** 应用毫米波测量配置。
8. 根据设置好的连接关系，连接 VNA 与扩频模块。若扩频模块使用外部源作本振，还需要使用 USB 线缆和 BNC 线缆把外部源与 VNA 相连。
9. 点击 **Freq**，设置扫描频率、点数等基本参数，如图 3-7 所示。

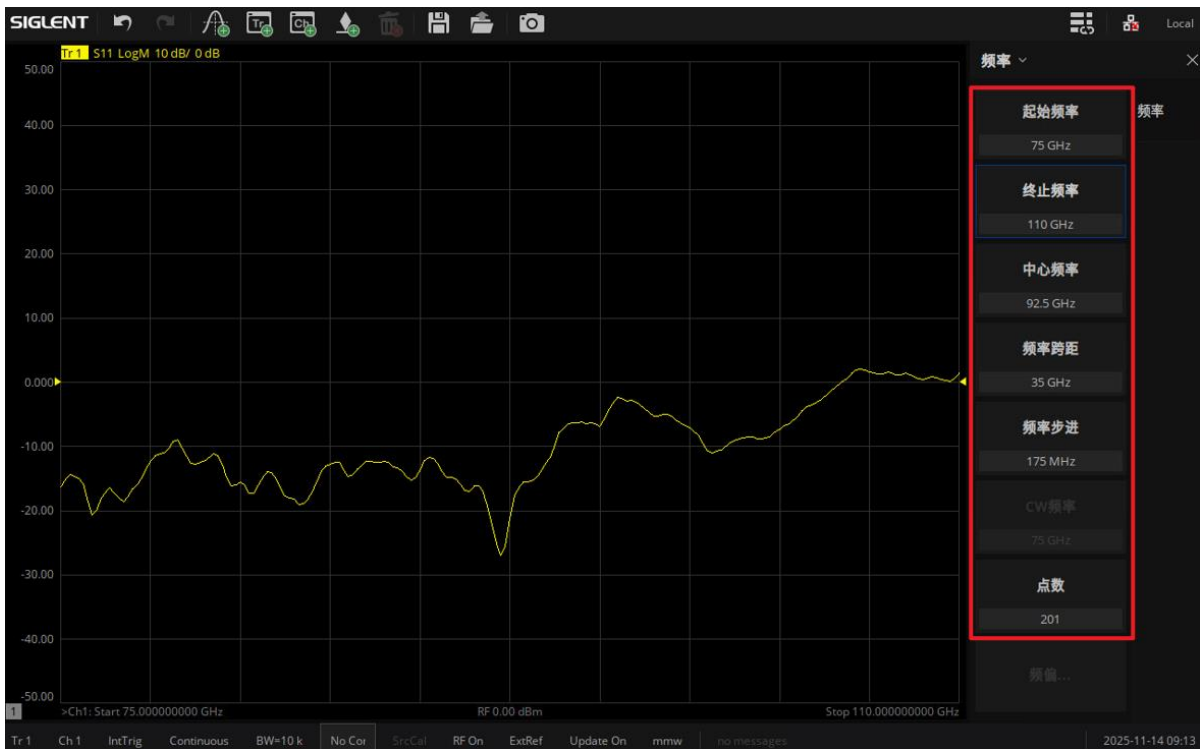



图 3-7 配置基本扫描参数

	<p><b>提示：</b></p> <p>毫米波测量配置界面的 mmWave Freq 为倍频模块的起止频率，VNA 实际的扫描频率要单独在图 3-7 的菜单栏中进行设置，设置范围不能超过倍频模块的起止频率。</p>
---	--

10. 点击 **Cal** > **基础校准...**，选用对应的校准件，在扩频模块端口处进行校准，界面如图 3-8 所示。

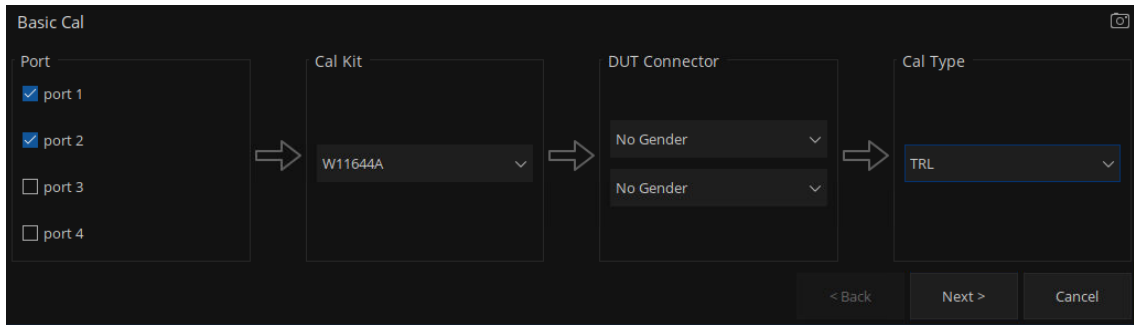


图 3-8 校准界面

11. 校准完成后，可连接 DUT 至扩频模块校准平面处进行测试。作为演示，本处接入了一个 10dB 的 WR-15 波导衰减件，如图 3-9 所示。

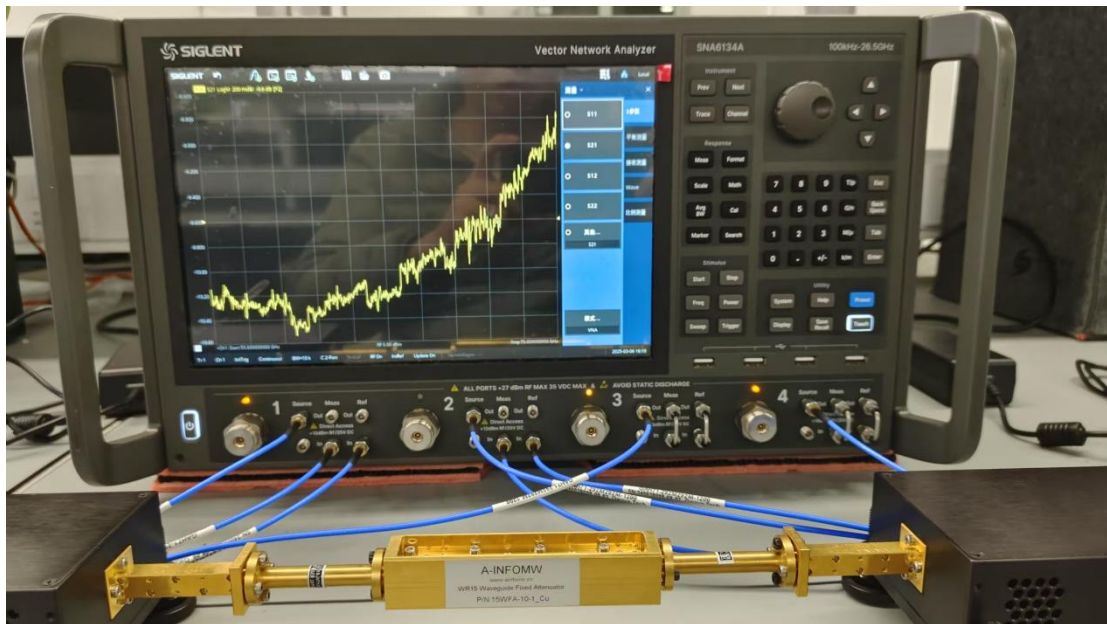


图 3-9 WR-15 波导衰减件实测图

12. 该波导衰减件的 S21 幅度和相位测试结果如图 3-10 所示，S11、S22 驻波比测试结果如图 3-11 所示。

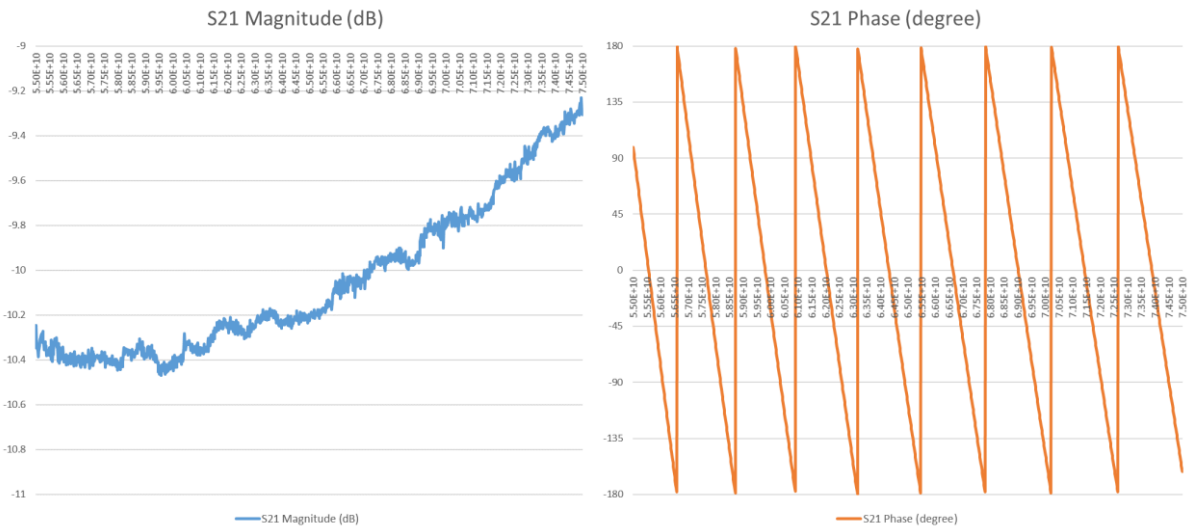


图 3-10 WR-15 波导衰减件 S21 幅度和相位测试结果

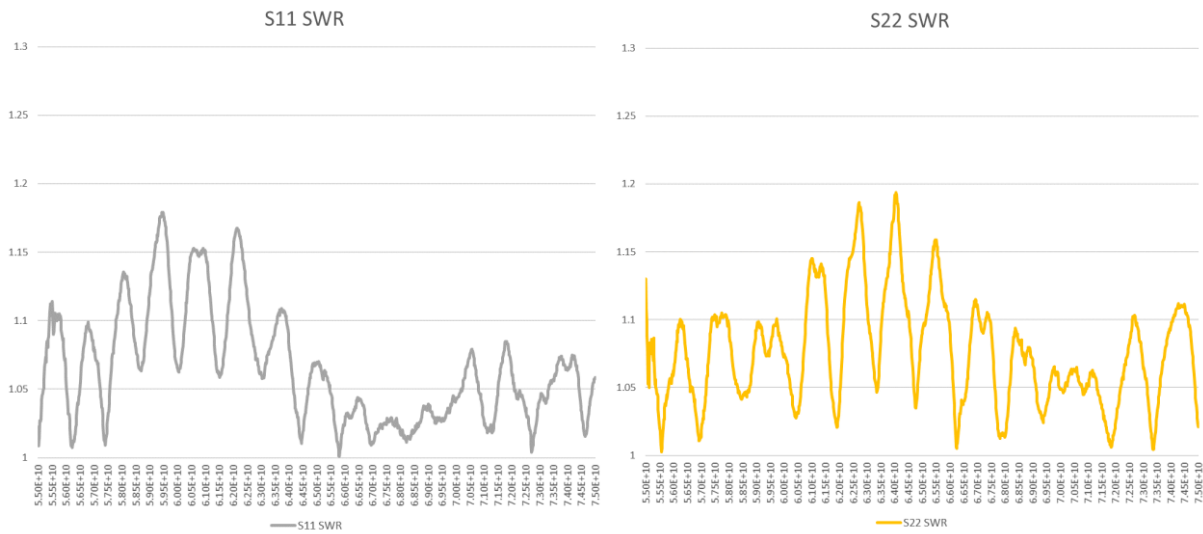


图 3-11 WR-15 波导衰减件 S11、S22 驻波比测试结果

## 4 订购信息

产品	描述	订货号
矢量网络分析仪	4端口, 13.5 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6124A
	2端口, 13.5 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6122A
	4端口, 26.5 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6134A
	2端口, 26.5 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6132A
	4端口, 44 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6144A
	2端口, 44 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6142A
	4端口, 50 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6154A
	2端口, 50 GHz矢量网络分析仪 (包含前面板跳线接口)	SNA6152A
VNA扩频模块	VNA扩频模块, 50-75 GHz	SVE5075-16
	VNA扩频模块, 输出配备机械可调衰减器, 50-75 GHz	SVE5075-16-A
	VNA扩频模块, 75-110 GHz	SVE75110-10
	VNA扩频模块, 输出配备机械可调衰减器, 75-110 GHz	SVE75110-10-A
波导校准件	50Ω 波导校准件, WR15, 50-75 GHz	VWR15A
	50Ω 波导校准件, WR10, 75-110 GHz	WWR10A

## 关于鼎阳


鼎阳科技 (SIGLENT) 是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业, A 股上市公司。

2002 年, 鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发, 2005 年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展, 鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载、精密源表等基础测试测量仪器产品, 是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一, 国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳, 在马来西亚槟城州设有生产基地, 在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司, 在成都成立了分公司, 产品远销全球 80 多个国家和地区, SIGLENT 已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

## 联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司  
全国免费服务热线: 400-878-0807  
网址: [www.siglent.com](http://www.siglent.com)

## 声明

 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标, 事先未经过允许, 不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。

本资料中的信息代替原先的此前所有版本。  
技术数据如有变更, 恕不另行通告。

## 技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件, 仅在得到许可的情况下才会提供, 并且只能根据许可进行使用或复制。

