Ceyear 思仪

4000 系列

频谱仪扩频模块

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频谱仪扩频模块，基于固件版本 Version 1.0 及以上。

- 4000 系列频谱仪扩频模块

除标准配件外的选件如下：

- 低噪放选件：提供射频信号低噪声放大能力，优化扩频模块接收灵敏度。
- 本振频率扩展：适配外扩频最高本振输出频率低于 15GHz 的频谱仪主机。

版　　本：　A.2　2024年6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：　400-1684191
质量监督：　0532-86886614
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 4000 系列频谱仪扩频模块！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

YQ2.983.2194SSCN

版本

A.2　2024.6

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

警告标识表示存在危险。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

注意标识代表重要的信息提示，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 1

- 用户手册 1
- 快速使用指南 1
- 手册导航 1
- 概述 1
- 操作指南 2
- 故障诊断与返修 2
- 技术指标与测试方法 2
- 附录 2
- 手册导航 2
- 准备使用 2
- 典型应用 2
- 获取帮助 2

2 概述 3

2.1 产品综述 3

2.2 安全使用指南 4

目 录

3 操作指南 9

3.1 准备使用 9

3.2 前、后面板说明 20

3.3 功能操作指南 21

4 故障诊断与返修 22

4.1 工作原理 22

4.2 故障诊断与排除 23

4.3 返修方法 24

5 技术指标与测试方法 26

5.1 声明 26

5.2 产品特征 26

5.3 技术指标 27

5.4 测试方法 27

附 录 31

附录 A 输入波导接口型号说明 31

1 手册导航

本章介绍了 4000 系列频谱仪扩频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.....1

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 4000 系列频谱仪扩频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、故障诊断与返修和技术指标与测试方法等内容，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4000系列频谱仪扩频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。

- **操作指南**

  详细介绍仪器使用方法和面板界面说明等，使用户理解掌握4000系列频谱仪扩频模块的一些基本用法和产品面板以及对应接口如何进行连接和使用。

- **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 4000 系列频谱仪扩频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4000系列频谱仪扩频模块的必要的参考信息。

1.2 关联文档

4000 系列频谱仪扩频模块的产品文档包括：

- 用户手册
- 快速使用指南

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

1.2 关联文档

- 操作指南
- 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：

- 手册导航
- 准备使用
- 典型应用
- 获取帮助

2 概述

本章介绍了4000系列频谱仪扩频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……4

2.1 产品综述

4000 系列频谱仪扩频模块产品主要为信号/频谱分析仪进行毫米波与太赫兹扩频测量而设计。可进行毫米波与太赫兹信号频谱测量，信号分析以及电磁环境监测等。该系列扩频模块还可用作毫米波与太赫兹信号发射和接收机的前端。4000 系列频谱仪扩频模块输入接口采用相应频段的标准矩形波导，本振输入、中频输出均采用 3.5mm 同轴接头。

- 产品特点……3
- 典型应用……3

2.1.1 产品特点

4000 系列频谱仪扩频模块主要性能特点是：

1) 使用方便；
2) 频谱测量灵敏度高；
3) 体积小、重量轻；
4) 本振功率适用范围宽；
5) 采用智能 USB 接口与主机互联，实现自动识别扩频模块、自动配置频段和变频损耗信息等功能；

2.1.2 典型应用

1) 毫米波太赫兹频谱测试

4000 系列频谱仪扩频模块可与频谱分析仪 4051/4052/4082 等系列主机组成毫米波频谱测试系统，用于测量毫米波和太赫兹频段信号的频谱信息。

2) 变频性能测试

4000 系列频谱仪扩频模块可作为待测系统的前端下变频装置，输出低损耗中频信号用于链路变频性能指标的测试。

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.....4
- 操作状态和位置.....5
- 用电安全.....6
- 操作注意事项.....6
- 维护.....7
- 电池与电源模块.....7
- 运输.....8
- 废弃处理/环境保护.....8

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
	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。
	待机指示

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。



注意标识，代表重要的信息提示，但不会导致危险。



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，4000 系列频谱仪扩频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 2000 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) 保持插座整洁干净，插头与插座应接触良好、插牢。

7) 插座与电源线不应过载，否则会导致火灾或电击。

8) 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）。

9) 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。

10) 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。

11) 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。

12) 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。

13) 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。

14) 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“2.2.7 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 EN 55011/CISPR 11、EN 55022/CISPR 22 及 EN 55032/CISPR 32 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 电池与电源模块

电池与电源模块使用前，需仔细阅读相关信息，以免发生爆炸、火灾甚至人身伤害。某些情况下，废弃的碱性电池（例如：锂电池）需按照 EN 62133 标准进行处理。关于电池的使用注意事项如下：

1) 请勿损坏电池。

2) 勿将电池和电源模块暴露在明火等热源下；存储时，避免阳光直射，保持清洁干燥；并使用干净干燥的柔软棉布清洁电池或电源模块的连接端口。

3) 请勿短路电池或电源模块。由于彼此接触或其它导体接触易引起短路，请勿将多块电池或电源模块放置在纸盒或者抽屉中存储；电池和电源模块使用前请勿拆除原外包装。

4) 电池和电源模块请勿遭受机械冲撞。

5) 若电池泄露液体，请勿接触皮肤和眼睛，若有接触请用大量的清水冲洗后，及时就医。

6) 请使用厂家标配的电池和电源模块，任何不正确的替换和充电碱性电池（例如：锂电池），都易引起爆炸。

7) 废弃的电池和电源模块需回收并与其它废弃物品分开处理。因电池内部的有毒物质，需根据当地规定合理丢弃或循环利用。

2.2.7 运输

1) 若仪器较重请小心搬放，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。

2.2.8 废弃处理/环境保护

1) 请勿将标注有电池或者蓄电池的设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集，且在合适的收集地点或通过厂家的客户服务中心进行废弃处理。

2) 请勿将废弃的电子设备随未分类垃圾一起处理，应单独收集。厂家有权利和责任帮助最终用户处置废弃产品，需要时，请联系厂家的客户服务中心做相应处理以免破坏环境。

3) 产品或其内部器件进行机械或热再加工处理时，或许会释放有毒物质（重金属灰尘例如：铅、铍、镍等），为此，需要经过特殊训练具备相关经验的技术人员进行拆卸，以免造成人身伤害。

4) 再加工过程中，产品释放出来的有毒物质或燃油，请参考生产厂家建议的安全操作规则，采用特定的方法进行处理，以免造成人身伤害。

3 操作指南

本章介绍了 4000 系列频谱仪扩频模块的使用前注意事项、前后面板浏览、常用基本测量方法等。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.....9
- 前、后面板说明.....20
- 功能操作指南.....22

3.1 准备使用

- 操作前准备.....9
- 例行维护 19

3.1.1 操作前准备

本章介绍了4000系列频谱仪扩频模块初次设置使用前的注意事项。

- 开箱.....10
- 环境要求.....11
- 开/关电.....12
- 正确使用连接器.....16
- 用户检查.....19

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

操作仪器时请注意：

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。

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 4000 系列频谱仪扩频模块随箱物品清单

名 称	数 量	功 能
主机：		
✧ 4000 系列频谱仪扩频模块	1	—
标配：		
✧ 电源线组件	1	标准三芯电源线
✧ 电源适配器	1	扩频模块供电
✧ 用户手册	1	1 本或电子版文件 1 份
✧ USB 电缆	1	用于主机与频谱仪扩频模块信息交互
✧ 装箱清单	1	—
✧ 产品合格证	1	—
✧ 铝质金属箱	1	—
选件：		
✧ 2.4/3.5-JJ 电缆组件	1	频谱仪外扩频连接电缆
✧ SMA/SMA-JJ 电缆组件	1	频谱仪外扩频连接电缆

3.1.1.2 环境要求

- 4000 系列频谱仪扩频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 操作环境要求

温 度	10°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）
海拔高度	0 ~ 2,000 米 (0 ~ 6,561 英尺)
振 动	最大 0.21 G，5 Hz ~ 500 Hz

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 散热要求

仪器部位	散热距离
后侧	≥180 mm
左右侧	≥100 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。

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

4000 系列频谱仪扩频模块配备专用外接适配器，工作时需要所配备适配器进行供电。因此，请您在使用 4000 系列频谱仪扩频模块前请仔细查看仪器后面板的电源要求。

表 3.4 列出了 4000 系列频谱仪扩频模块正常工作时外接适配器对外部供电电源的要求。

表 3.4　工作电源参数要求

电源参数	适应范围	
外部电源电压、频率	220 V±10%，50 Hz±5%	
电源适配器电压	12 V	
功耗(开机)	基本配置	全部配置
	≤30 W	≤30 W

提 示

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 220V 流稳压电源为电源适配器的供电。

b) 确认及连接电源线

4000 系列频谱仪扩频模块的电源适配器采用三芯电源线接口，符合国家安全标准。在 4000 系列频谱仪扩频模块加电前，必须确认三芯电源线中的**保护地线已可靠接地**，浮地或接地不良都可能导致电源适配器和仪器被毁坏,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后面板供电插头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 4000 系列频谱仪扩频模块加电开机之前，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适配器 ,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：用包装箱内与扩频模块配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入外接电源适配器的电源插孔（图 3.1），电源适配器上写明了要求的电压参数指标，提醒用户使用的电压应该符合要求。电源线的另一端连接符合要求的交流电源；



图 3.1　适配器电源插孔

步骤 2. 连接频谱仪扩频模块：如图 3.2，将电源适配器另一端的多芯连接到频谱仪扩频模块的“直流电源”端口。



图 3.2　电源适配器多芯接口

b) 开/关电

i. 开机过程

步骤 1. 根据用户配备主机产品使用说明进行参数配置。

步骤 2. 连接直流电源到模块上的电源输入接口（图 3.3）。



图 3.3 频谱仪扩频模块电源输入接口

步骤 3. 进行射频输入端口、本振输入端口和中频输出端口连接，其中频谱仪扩频模块的本振输入端口连接频谱仪主机的本振输出端口 ;频谱仪扩频模块的中频输出端口连接频谱仪主机的中频输入端口。

步骤 4. 打开电源适配器电源开关(图 3.1),此时电源开关指示灯颜色变为绿色，模块开始进入工作状态。

ii. 关机

步骤 1. 关闭适配器电源开关，此时电源开关电源绿色指示灯熄灭。此时**模块进入关机状态。**

步骤 2. 断开模块**直流电输入。**

注 意

仪器断电

模块在正常工作状态时，只能通过操作适配器电源开关实现关机。**非紧急情况不要直接断开电源连接**，否则，模块不能进入正常的关机状态，会损伤仪器，或丢失当前仪器状态/测量数据。**请采用正确的方法关机。**

c) 切断电源

非正常情况下，为了避免人身伤害，需要 4000 系列频谱仪扩频模块紧急断电。此时，只需拔掉电源线（从交流电插座或从仪器后面板电源插座）。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 4000 系列频谱仪扩频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：

⚠ 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 4000 系列频谱仪扩频模块本身的各个接口，在进行连接器操作前务必进行连接器的检查。

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。

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。

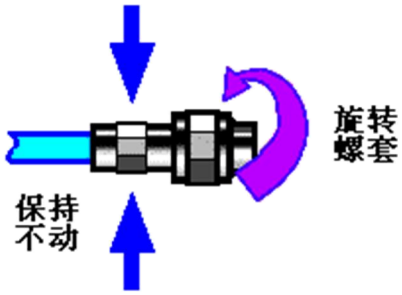

图 3.5　连接方法

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。

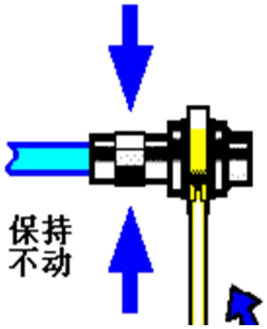

图 3.6　使用力矩扳手完成最后连接

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。

力矩方向

手柄折曲时停止加力



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。

3.1.1.5 用户检查

4000 系列频谱仪扩频模块初次加电后，需要检查仪器是否工作正常，以备后续测量操作。

1) 自测试

将 4000 系列频谱仪扩频模块连接电源。轻触适配器电源开关，观察电源指示灯变为绿色，表示模块加电正常。

2) 功能验证

将 4000 系列频谱仪扩频模块开机并预热至少 30min。如下进行模块检测：

步骤 1. 将频谱分析仪的 USB 端口与频谱分析仪主机的 USB 端口连接紧密，频谱分析仪主机应能识别扩频模块并自动完成频率范围设置，无错误提示出现；

步骤 2. 按前面板【输入/输出】按键，进入外扩频菜单，选择“外扩频信息”；
此时，弹出扩频模块信息显示画面，检查频谱分析仪显示的扩频模块型号和频率范围、变频损耗等信息；注意观测前面板显示器信息显示区，若无任何告警指示，表明模块工作正常；若有告警信息，表明模块工作不正常。此时，请根据本手册中的“4.4 返修方法”中提供的联系方式与服务咨询中心联系，我们将根据情况迅速维修或调换。

3.1.2 例行维护

该节介绍了 4000 系列频谱仪扩频模块的日常维护方法。

- 清洁方法.....19
- 测试端口维护.....20

3.1.2.1 清洁方法

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。

3.1.2.2 测试端口维护

4000系列频谱仪扩频模块后面板有两个3.5mm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。

3.2 前、后面板说明

该章节介绍了 4000 系列频谱仪扩频模块的前、后面板及操作界面的元素组成及其功能。

- 前面板说明.....20
- 后面板说明.....21

3.2.1 前面板说明

本节介绍了 4000 系列频谱仪扩频模块的前面板组成及功能，前面板如下（图 3.8），



图 3.8　4000 系列频谱仪扩频模块前面板

表 3.5　前面板说明

序号	名 称	说 明
1	射频输入	频谱仪扩频模块的射频输入由此端口输入。

3.2.2 后面板说明

本节介绍了 4000 系列频谱仪扩频模块的后面板组成及功能，后面板如下图（图 3.9），具体列项说明如表 3.6。



图 3.9　4000 系列频谱仪扩频模块后面板

表 3.6　后面板说明

序号	名 称	说 明
1	电源输入	电源适配器连接插头。通过产品配备的电源适配器进行供电，不可直接接入 220V 交流电源。
2	USB 接口	用于连接频谱仪主机进行数据传输等。
3	中频输出端口	3.5 mm 同轴接头，中频信号输出端口。
4	本振输入端口	3.5 mm 同轴接头，本振信号输入端口。本振输入功率应在 5～15 dBm 范围内。
5	电源指示灯	通/断电指示。

3.3 功能操作指南

频谱测试功能操作方式详见频谱分析仪主机使用说明书。

4 故障诊断与返修

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。并说明 4000 系列频谱仪扩频模块出错信息。

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 4000 系列频谱仪扩频模块处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的信号源进行免费维修；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.....22
- 故障诊断与排除.....23
- 返修方法.....24

4.1 工作原理

为了便于用户了解 4000 系列频谱仪扩频模块的功能，更好的解决操作过程中遇到的问题，本节介绍 4000 系列频谱仪扩频模块的基本工作原理及硬件原理框图。

4.1.1 整机工作原理和硬件原理框图

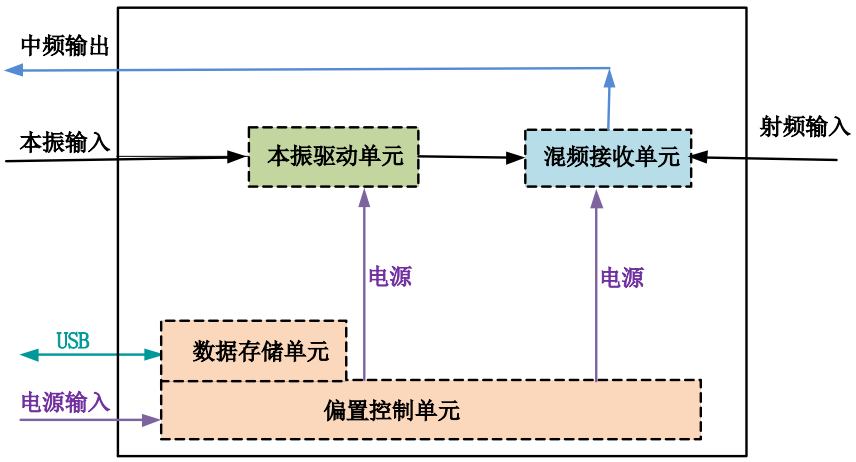

图 3.1 整机工作原理与硬件原理框图

频谱仪扩频模块的基本实现单元包括混频接收链路，偏置控制单元、本振驱动单元和数据存储单元。

其中本振驱动单元将频谱仪主机输入的本振信号经过多次放大、倍频、滤波和增益均衡后，馈入混频接收单元。

偏置控制单元主要是稳压、存储功能和开关控制逻辑转换功能，通过稳压电路将适配器

输入的电压调节为各电路需要的偏置电压，对本振切换链路、接收链路和信息存储单元供电。

数据存储单元将混频接收链路的基本信息存储于其存储器中，在与主机通过 USB 互联后，主机可直接调取该扩频模块的基本信息，进行测试前的必要参数设置。

混频接收单元将输入的射频信号进行下变频，混频后产生的中频信号经中频信号输出接口输出，传输至频谱仪主机进行处理，根据其处理结果在频谱仪主机上显示输入射频信号的频率和幅度等信息。

4.2 故障诊断与排除

提 示

故障诊断与指导

本部分是指导您当 4000 系列频谱仪扩频模块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。

- 连接问题……24
- 射频输入功率问题……24

4.2.1 连接问题

- 接线关系错误……24
- 电缆与接头连接处松动……24

4.2.1.1 接线关系错误

当频谱仪扩频模块与频谱仪主机连接后无法正常工作时，首先检查频谱仪扩频模块与频谱仪主机的连接方式是否正确，连接方式参见 3.1.1 操作前准备。

如正确连接后，故障扔无法排除，需联系技术支持或返回厂家进行故障排查。

4.2.1.2 电缆与接头连接处松动

当频谱仪扩频模块与频谱仪主机连接后无法正常工作时，需检查频谱仪扩频模块与频谱仪主机之间的连接器连接处是否松动，操作参见 3.1.1.4 正确使用连接器。

如正确连接后，故障扔无法排除，需联系技术支持或返回厂家进行故障排查。

4.2.2 频谱显示异常问题

- 输入功率过大……25

- 未开启信号识别.....25

4.2.2.1 输入功率过大

当频谱仪扩频模块的输入射频功率过大时，将会造成接收机压缩，在屏幕上显示多个假谱信号，此时需检查频谱仪扩频模块的输入功率是否超标。

如正确操作后，故障扔无法排除，需联系技术支持或返回厂家进行故障排查。

4.2.2.2 未开启信号识别

当频谱仪主机屏幕上显示的信号谱线均是“成对”出现时，判断此现象是未开启信号识别功能导致，此时需手动开启信号识别功能。打开方式为：点击[输入/输出]菜单，进入外扩频选项，点击开启信号识别功能。

如正确操作后，故障扔无法排除，需联系技术支持或返回厂家进行故障排查。

注 意

中频过载

当输入 4000 系列频谱仪扩频模块的功率电平超出指标范围时，可能会出现“中频过载”，提示用户此时 4000 系列频谱仪扩频模块的输入功率过大，需采取措施降低输入信号功率至要求范围内。

4.3 返修方法

- 联系我们.....24
- 包装与邮寄.....24

4.3.1 联系我们

若4000系列频谱仪扩频模块出现问题，首先观察错误信息并保存，分析可能的原因并参考章节“4.2 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： 400-1684191

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 4000 系列频谱仪扩频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 4000 系列频谱仪扩频模块需要返修时，请您用原包装材料和包装箱包装 4000 系列频谱仪扩频模块，并按下面的步骤进行包装：

1) 写一份有关 4000 系列频谱仪扩频模块故障现象的详细说明，与 4000 系列频谱仪扩频模块一同放入包装箱。
2) 用原包装材料将 4000 系列频谱仪扩频模块包装好，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 4000 系列频谱仪扩频模块需注意

使用其它材料包装 4000 系列频谱仪扩频模块，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“3.1.1 开箱”中描述的注意事项。

5 技术指标与测试方法

本章介绍 4000 系列频谱仪扩频模块的技术指标和主要测试方法。

- 声明.....26
- 产品特征.....26
- 技术指标.....27
- 测试方法.....27

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 min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5.1　产品特征

一般特性	
电源输入形式	电源适配器
操作温度范围	+0°C ~ +40°C
存储温度范围	-40°C ~ +70°C
最大重量	≤5kg
功耗	≤ 30W
外形尺寸（宽×高×深）	85mm×44.5mm×240mm（不包括把手和防护底角）

5.3 技术指标

- 变频损耗.....27
- 显示平均噪声电平.....27

5.3.1 变频损耗

表5.2 变频损耗

型号	频率范围（GHz）	变频损耗（dB）
4000N	60 ~ 90	≤15
4000P	75 ~ 110	≤15
4000Q	110 ~ 170	≤15

5. 3. 2 显示平均噪声电平特性

表5.3 显示平均噪声电平特性

型号	频率范围（GHz）	显示平均噪声电平（ dBm/Hz）
4000N	60 ~ 90	≤-150
4000P	75 ~ 110	≤-150
4000Q	110 ~ 170	≤-150

5.4 测试方法

- 变频损耗测试.....27
- 显示平均噪声电平测试.....29

5.4.1 变频损耗测试

- 测试项目说明.....27
- 测试步骤.....28

5.4.1.1 测试项目说明

用以测试 4000 系列频谱仪扩频模块的变频损耗指标，具体指标见表 5.2。

5.4.1.2 测试步骤

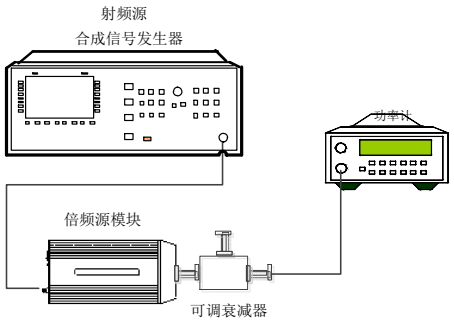

图 5.1　输入射频信号功率测试框图

1)　射频输入功率（倍频源输出功率）测试：

步骤 1. 按图 5.1 连接测试仪器。打开各仪器电源,预热 30min。
步骤 2. 对功率计进行校准后将功率探头接在可调衰减器的输出端口。
步骤 3. 根据所测频谱仪扩频模块型号不同，选择进行信号源参数设置（详见表 5.2）。例：测试 4000N 时，选择倍频源为 1400N，设置信号源倍频系数为 6，设置射频源起始频率为 60GHz，终止频率 90GHz，频率步进 5GHz，输出功率为+6dBm，记录相应频率点的功率计读数 Prf 于测试表中。

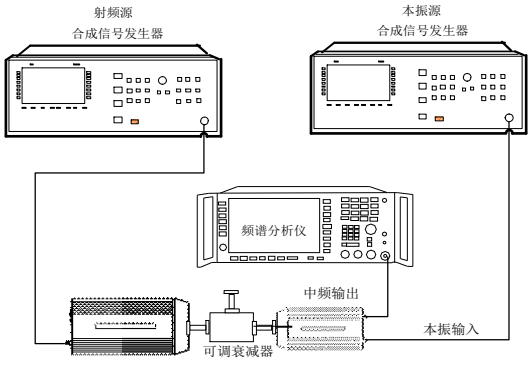

图 5.2　中频信号功率测试框图

2)　中频输出功率测试：

步骤 1. 根据图 5.2 连接测试系统。打开各仪器电源,预热 30min。
步骤 2. 根据所测 4000 系列频谱仪扩频模块工作频率不同，进行本振源和频谱分析仪参数设置。设置本振源的倍频次数为对应频谱仪扩频模块的变频因子次数，起始频率和终止频率为对应频谱仪扩频模块的起始频率和终止频率，保持频率偏移 425MHz，输出

功率为+6dBm ,频率步进 5GHz ,记录频谱分析仪显示的中频信号功率(详见表 5.2)。例：测试 4000N 时，设置射频源倍频系数 6，点频 60GHz，输出功率+6dBm；设置本振源倍频系数为 6，点频 60GHz，频率偏移 425MHz，输出功率为+6dBm；设置频谱分析仪中心频率为 425MHz，带宽设置为 2MHz，参考幅度设置为-20dBm；保持频率偏移 425MHz 不变，频率步进 5GHz，读取频谱分析仪显示的相应中频信号功率 Pif 并记录在测试表中。

3) 变频损耗计算：

首先将测试得到的 mW 格式的射频信号功率转换为 dBm 格式。
各频率点变频损耗 C_L 可由公式 $CL = P_{rf} - P_{if}$ 计算得到，各频点变频损耗中最大值即为 4000 系列频谱仪扩频模块变频损耗指标。

5.4.2 显示平均噪声电平

- 测试项目说明.....29
- 测试步骤.....29

5.4.2.1 测试项目说明

用以测试 4000 系列高性能频谱仪扩频模块的平均噪声电平指标，具体指标见表 5.4。

5.4.2.2 测试步骤

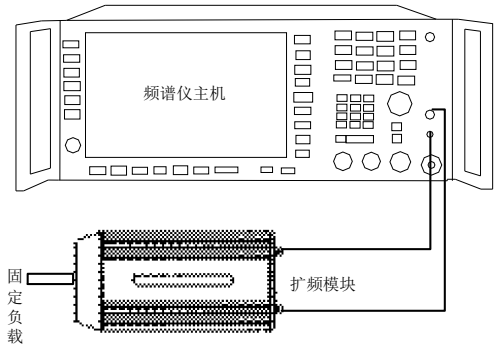

图 5.3 平均噪声电平测试框图

步骤 1. 按图 5.3 连接测试系统。打开各仪器电源,预热 30min。
步骤 2. 连接扩频模块的 USB 接口与频谱分析仪主机的 USB 接口。
步骤 3. 连接扩频模块的本振输入与频谱分析仪主机的本振输出。

步骤 4. 连接扩频模块的中频输出与频谱分析仪主机的中频输入。

步骤 5. 频谱分析仪面板上点击【测量设置】,进入【射频增益】-设置【灵敏度优先】。

步骤 6. 频谱分析仪面板上点击【标记功能】，进入【噪声标记】，设置为【开】。

步骤 7. 频谱分析仪面板上点击【幅度/纵轴】,进入【参考电平】,设置参考电平至-60dBm及以下，使屏幕上曲线迹线不再跟随参考电平的降低而变化。

步骤 8. 频谱分析仪面板上点击【峰值搜索】，读取频标幅度值，此时数值即为毫米波频谱测试系统的显示平均噪声电平指标。

附 录

- 附录A 输入波导接口型号.....31

附录 A 输入波导接口型号

附表 1 输入波导接口型号

型号	频率范围（GHz）	输入波导接口
4000N	60 ~ 90	WR12
4000P	75 ~ 110	WR10
4000Q	110 ~ 140	WR6.5