

4151 系列调制域分析仪

用户手册

中电科仪器仪表有限公司

前 言

非常感谢您选择使用中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 4151 系列调制域分析仪！本所产品集高、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，我们竭诚欢迎您的垂询，联系方式：

服务咨询 0532-86889847
技术支持 0532-86888007
质量监督 0532-86886614
传 真 0532-86897258
网 址 www.ei41.com
电子信箱 5117@ei41.com
地 址 山东省青岛经济技术开发区香江路 98 号
邮 编 266555

本手册介绍了中电科仪器仪表有限公司研制、生产的 4151 系列调制域分析仪的用途、使用方法、使用注意事项、性能特性、基本工作原理、故障查询等内容，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，请仔细阅读本手册，并正确按照手册指导操作。

由于时间紧迫和笔者水平有限，文字中疏漏和不当之处，恳请各位用户批评指正！由于我们的工作失误给您造成的不便我们深表歉意。

本手册是《4151 系列调制域分析仪用户手册》第一版，版本号是 AV2.740.1001SS。

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仪器仪表有限公司。



声明：

本手册版权属于中电科仪器仪表有限公司，任何单位或个人非经本所授权，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，中电科仪器仪表有限公司保留对侵权者追究法律责任的权利。

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，影响产品的可靠性。若处在保修期内，则我方不再提供无偿维修。

编者

2015 年 12 月

目 录

第一章 概 述	1
第二章 开 箱	5
第一节 型号确认	5
第二节 外观检查	5
第三节 运行环境	5
第四节 静电防护	6
第三章 用户检查	7
第一节 初次加电	7
第二节 初步检查	7
第三节 详细检查	8
第四章 例行维护	9
第一节 定期清洗仪器前面板显示器:	9
第二节 仪器使用注意事项	9
第五章 前、后面板说明	11
第一节 前面板说明	11
第二节 后面板说明	14
第六章 操作指导	16
第一节 用户界面说明	17
第二节 初级使用方法	22
第三节 高级用户指导	24
第七章 菜单说明	32
第一节 系 统	32
第二节 文 件	34
第三节 打 印	35
第四节 帮 助	36
第五节 通道选择	36
第六节 通道 A 设置	37
第七节 通道 B 设置	37
第八节 通道 C 设置	37
第九节 功能选择	38
第十节 测量设置	39
第十一节 触发设置	39
第十二节 数值触发	40
第十三节 参考设置	40
第十四节 测量时间	41
第十五节 光标设置	41
第十六节 横轴设置	42
第十七节 纵轴设置	42
第十八节 显示设置	43
第八章 工作原理	47
第一节 整机工作原理及硬件原理框图	47
第二节 关键技术	47
第九章 主要技术指标	50

第十章 性能特性测试	53
第一节 功能特性检查	54
第二节 性能特性测试	55
第三节 性能特性测试记录	82
第十一章 故障信息说明及返修方法	91
第一节 故障查询及错误信息说明	91
第二节 返修方法	91

第一章 概述

4151 系列调制域分析仪是中电科仪器仪表有限公司立足现有成熟技术基础，研制的一系列调制域测量仪器。该系列调制域分析仪填补了国内相关方向空白，具有以下技术和性能特点：

- ◆ 优异的技术指标；
- ◆ 中/英文操作界面，8.4 英寸、170 度视角、高亮度、高分辨率液晶显示器，方便用户操作；
- ◆ 提供丰富的鼠标键盘操作方式，方便用户查看结果；
- ◆ 支持 LAN、GP-IB 通信，符合 SCPI 规范，支持 IVI-C 仪器驱动库；
- ◆ 具有 USB2.0 接口，并且支持 USB 打印；
- ◆ 内嵌用户手册、智能在线帮助，故障自动检测告警；
- ◆ 可通过 VGA 口外接大屏幕显示器；
- ◆ 提供强大的统计功能，并提供曲线、柱状两种观测结果的方式；
- ◆ 具有较宽的频率测量带宽；
- ◆ 具有载波频率测量、脉冲频率测量、脉冲周期测量、脉冲宽度测量、占空比测量、时间间隔测量、相位测量。



图 1-1 4151 系列调制域分析仪

4151 系列调制域分析仪按波段划分为三种型号机型：

- | | |
|--------------|--------------|
| 10Hz – 4GHz | 4151A 调制域分析仪 |
| 10Hz – 20GHz | 4151D 调制域分析仪 |
| 10Hz – 40GHz | 4151F 调制域分析仪 |

通过本手册，您可以得心应手地使用 4151 系列调制域分析仪。在使用中如果遇到什么问题、有什么意见和建议，请以前言中的方式及时与我们联系。不断地改进产品，最大限度的满足用户的要求是我们的一贯宗旨。

本用户手册共分四个部分，共十一章：

第一章概括地讲述了 4151 系列调制域分析仪的一些基本情况，包括 4151 系列调制域分析仪的一些技术特点；具备的各种功能；同时也对本手册进行了概括的说明。

第二章至第七章是使用说明部分：包括如何打开并检查一台新到的调制域分析仪、调制域分析仪的使用注意事项和日常维护方法以及一些使用注意事项；前、后面板的接头说明；4151 系列调制域分析仪的基本操作方法；操作指导部分先从界面功能描述，让用户对仪器软件有一个总体了解，

在从每个测量功能的一般设置方式来帮助初级用户使用调制域分析仪测量出想要的数
据，最后举例几种典型测量，来方便用户理解仪器功能；随之介绍 4151 系列调制域分析仪前面板所有软键菜单和硬键菜单的功能，提供一个菜单结构的表格，以使用户查找相应菜单说明位置。

第八、九、十章是技术说明部分：详细叙述了 4151 系列调制域分析仪的工作原理和关键技术；给出了 4151 系列调制域分析仪主要技术指标、性能特性测试方法等内容。

第十一章是维修说明部分：包括故障查询步骤及出错信息说明；同时也说明了返修方法。

附录提供给用户性能测试记录表格以及推荐的测试仪器清单。

衷心希望我们的产品能为您工作带来方便和快捷。使用中如有任何问题，欢迎您与我们联系。

【帮助】键



提示：

在前面板中设置有【帮助】键，当按下该键时可调用 4151 系列调制域分析仪的随机用户手册，文档内含有针对整机的详细说明。使用中遇到问题时可以使用【帮助】键求助，用完后按【返回】键返回。

第一篇 使用说明

第二章 开箱

第一节 型号确认

当您打开包装箱后，您会看到以下物品：

4151 系列调制域分析仪	1 台
三芯电源线	1 根
用户手册	1 份
程控手册	1 份
装箱清单	1 份

请您根据订货合同和装箱清单仔细核对以上物品是否有误，如有问题，请通过前言中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系，我们将尽快予以解决。



请注意： 因仪器和包装箱较重，移动时，应由两人合力搬移，并轻放。

第二节 外观检查

仔细观察仪器在运输过程中是否有损伤，当仪器有明显损伤时，严禁通电开机！请根据前言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。

第三节 运行环境

4151 系列调制域分析仪内部电源模块可以配备 220V 交流电源模块或者 110V/220V 自适应交流电源模块（选件）。配备 220V 交流电源模块的仪器只能用 220V 交流电源供电；配备 110V 交流电源模块的仪器仅使用 110V 交流电源供电。因此，请您在使用分析仪前请仔细查看仪器后面板的电源要求。表 2-1 列出了分析仪正常工作对外部供电电源的要求。

表 2-1 工作电源变化范围

电源参数	220V 电源模块		110V 电源模块	
	基本配置	全部配置	基本配置	全部配置
电压，频率	220V±10%，50-60Hz		110V±10%，50-60Hz/360-440Hz	
功耗(开机)	<150W	<200W	<120W	<180W
	<20W		<20W	

为防止或减小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检测分析仪硬件的毁坏，建议使用 220V 或 110V 的交流稳压电源为检测分析仪供电。



请注意： 为防止或减小由于多台设备通过电源产生的相互干扰，特别是大功率设备产生的尖峰脉冲干扰可能导致调制域分析仪内部硬件毁坏，请最好用 220V 交流稳压电源为调制域分析仪供电。



警告： 电源接地不良或错误可能导致仪器损坏，甚至造成人身伤害。在连接调制域分析仪电源之前，一定要确保电源地线与供电电源的地线良好接触。必须使用有保护地的电源插座，不要用外部电缆代替接地保护线。

第四节 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 $1M\Omega$ 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。

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： 上述防静电措施不可用于超过 500V 电压的场合！

第三章 用户检查

在下面的讲述中前面板输入的硬键和软键的描述形式为：



说明：

硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名

软键描述形式：[XXX]，XXX 为软键名

如果软键包括多种状态，那么有效的状态在括号内注明。

例如 [语言 中文 En] (中文)，表示语言中文有效。

第一节 初次加电

用包装箱内与调制域分析仪配套的电源线或符合要求的三芯电源线一端接入调制域分析仪的后面板电源插座，电源插座上标有需要的电压指标，提醒用户使用的电压应该符合该要求。电源线的另一端与符合要求的交流电源相连，然后打开后面板上的电源开关，后面板电源开关上标有开和关，如图 3-1 所示。开机前请先不要连接任何设备到调制域分析仪上，可以观察前面板电源开关上方待机指示灯变亮为黄色，如果一切都满足则可以开机。前面板电源开关如图 3-2 所示。如果电源上方待机指示灯并未变亮，请根据前言中的服务咨询热线与我所服务咨询中心联系。



警告： 在加电开机之前，请先验证电源电压是否正常，否则有可能造成设备毁坏。



注意： 必须使用规定的电压，必须保证该电源接地良好，否则不能使用！



图 3-2 后面板的电源开关

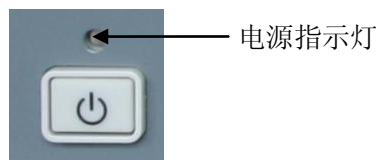


图 3-2 前面板电源开关

第二节 初步检查

先按以下步骤将调制域分析仪开机：

- 按【电源】键（在仪器左下方），如图 3-2，开机后，电源键上方电源指示灯颜色变为绿色；
- 显示器界面将逐步显示仪器的启动过程相关信息，首先短暂显示制造商信息，随后进

- 入操作系统选单，选单中有两个选项，正常使用时，用户无需操作选单，计时器到 0 后 Windows XP 自动启动；
- c) 当 Windows XP 启动成功后，系统自动运行初始化程序，显示调制域分析仪的用户界面。



注意： 本仪器使用了 Windows + x86 计算机的控制平台，在 BIOS 自检和 Windows 装载过程中，用户无需干预，勿中途断电，也不要修改 BIOS 中的设置选项！

预热 10 分钟后，如下设置调制域分析仪：

按【复位】键
调制域分析仪重新启动。
应无任何告警指示。

第三节 详细检查

- a) 将调制域分析仪开机并预热至少 10 分钟
- b) 将后面板十兆输出连接到前面板通道 A 输入上。
- c) 复位后如下设置调制域分析仪：
【参考设置】→[参考输出]（开）
【通道选择】（A）
【通道 A 设置】→[波段选择]（10Hz-50MHz）
【通道 A 设置】→[自动搜索电平]（中）
单击前面板【自动设置】
- d) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 10MHz
- e) 如下继续设置调制域分析仪：
【功能选择】（正时间间隔）
【通道 A 设置】→[脉冲选择]（基带脉冲）
单击前面板【自动设置】
- f) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 100ns（几十皮秒误差）
- g) 将后面板十兆输出连接到前面板通道 B 输入上。
- h) 如下设置调制域分析仪：
【通道选择】（B）
【通道 B 设置】→[脉冲选择]（基带脉冲）
【通道 B 设置】→[自动搜索电平]（中）
单击前面板【自动设置】
- i) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 100ns（几十皮秒误差）
- j) 如下继续设置调制域分析仪：
【功能选择】（载波频率）
【通道 B 设置】→[波段选择]（10Hz-50MHz）
单击前面板【自动设置】
- k) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 10MHz

第四章 例行维护

第一节 定期清洗仪器前面板显示器：

在使用一段时间后，需要清洁显示面板。请按照下面的步骤操作：

- a) 关机
- b) 拔掉电源线。
- c) 用干净柔软的棉布蘸上清洁剂，轻轻擦拭显示面板。
- d) 再用干净柔软的棉布将显示擦干。
- e) 待清洗剂干透后方可接上电源线。



请注意：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。

第二节 仪器使用注意事项

- a) 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；
- b) 仪器工作环境温度范围 $0^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ，工作时应避免堵塞仪器机箱的通风口；
- c) 为防止静电对仪器带来的伤害，操作仪器应利用防静电桌垫、脚垫和腕带等进行防静电处理，防静电电压不超过 500V；
- d) 禁止在仪器上放置重物，以免对仪器造成挤压，损坏仪器；
- e) 选用符合测试条件的连接器和电缆，在进行操作前务必进行连接器和电缆的检查；
- f) 必须确保分析仪射频输入端口输入信号功率小于最大安全输入电平，以免烧毁仪器：
 - 连续波(输入衰减器 $\geq 10\text{dB}$): +20dBm,
 - 峰值脉冲功率(脉宽 $< 5\mu\text{s}$, 占空比 $< 10\%$): +20dBm;
- g) 测量时射频输入端口禁止直流信号输入，否则会导致仪器内部部件毁坏；
- h) 禁止对不准热插拔的接口如 GPIB、并口、串口、监视器接口进行热插拔；
- i) 禁止拆除检测分析仪配带的所有接头保护器及匹配器，以免造成接头损伤和带来测量误差；
- j) 使用前面板电源开关正常关机，禁止强行切断供电电源，否则会引起操作系统异常；
- k) 为了保证测量精度，需要对分析仪预热 30 分钟后进行测试；
- l) 用户需要了解被测信号的特性，以便于合理设置检测分析仪的各项参数；
- m) 为保证最佳测量效果，分析仪应尽量工作在关联状态；
- n) 禁止用户删除检测分析仪出厂数据；
- o) 仪器采用开放式 Windows 环境，禁止用户修改 BIOS 中的设置，否则会引起仪器启动和工作异常；
- p) 用户只能删除自己保存的文件，禁止删除系统文件；
- q) 在利用 USB 口和网络接口传输文件时，确保载体的安全可靠，以免使分析仪染毒；
- r) 在利用分析仪 GPIB 或者网口组成测试系统时，需要正确设置 GPIB 和网口的地址；
- s) 仪器出现故障，禁止用户拆机，需返回厂家维修。

第五章 前、后面板说明

第一节 前面板说明

前面板主要包括以下部分：电源开关、系统控制区、显示区、软键区、测量设置区、基础设置区、输入区、USB 接口及信号输入端口。



图 5-1 4151 系列调制域分析仪前面板

1.1 电源开关

当电源开关按下时，绿色指示灯亮，表示仪器处于“工作”状态；当电源开关再次按下时，黄色指示灯亮，表示仪器处于“待机”状态。

1.2 系统控制区

系统控制区包括【复位】、【本地】、【系统】、【文件】、【打印】、【帮助】：
【复位】用于还原仪器设置，复位后的状态由【系统】→[开机状态 厂家 用户]决定。
【本地】用于将处于程控控制状态的仪器切换回本地前面板/键盘鼠标控制状态。
【系统】用于快速跳转到软件系统的子菜单，详情参见第七章菜单说明
【文件】用于快速跳转到软件文件的子菜单，详情参见第七章菜单说明
【打印】用于快速跳转到软件打印的子菜单，详情参见第七章菜单说明
【帮助】用于弹出帮助手册

1.3 显示区

显示区用于显示不同测量模式的结果，以及软件菜单，详情请参见第六章第一节——用户界面说明。

1.4 软键区

软键区包括【菜单】、【软键】（7个白色按键）、【返回】：
【菜单】用于显示/隐藏软件菜单区，当软件菜单区被隐藏后其他前面板硬按键将处于失效状态。
【软键】用来操作每个键左面显示的菜单功能。
【返回】用于控制软件菜单返回上一层菜单。

1.5 测量设置区

包括【通道选择】、【通道 A】、【通道 B】、【通道 C】、【功能选择】、【参考时基】、【触发设置】、【测量设置】、【测量时间】、【数值触发】、【单次运行】、【连续运行】：

【通道选择】用于选择当前测量通道，详情参见第七章菜单说明。

【通道 A】用于快速跳转到软件通道 A 设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【通道 B】用于快速跳转到软件通道 B 设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【通道 C】用于快速跳转到软件通道 C 设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【功能选择】用于选择测量功能，详情参见第七章菜单说明。

【参考时基】用于快速跳转到软件参考时基的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【触发设置】用于快速跳转到软件触发设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【测量设置】用于快速跳转到软件测量设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【测量时间】用于快速设置总测量时间，详情参见第七章菜单说明。

【数值触发】用于快速跳转到软件数值触发设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【单次运行】用于控制单次测量，详情参见第七章菜单说明。

【连续运行】用于控制连续测量，详情参见第七章菜单说明。

1.6 基本设置区

包括【光标设置】、【自动设置】、【横轴设置】、【纵轴设置】、【显示设置】、【窗口还原】：

【光标设置】用于快速跳转到软件光标设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【自动设置】用于搜索检波电平，合理的显示结果，详情参见第七章菜单说明。

【横轴设置】用于快速跳转到软件横轴设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【纵轴设置】用于快速跳转到软件纵轴设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【显示设置】用于快速跳转到软件显示设置的子菜单，详情参见第七章菜单说明。

【窗口还原】用于在查看细节轨迹后还原成全部结果显示状态，显示在界面上。

1.7 输入区

1 旋轮

功能：通过顺时针或逆时针旋转旋轮增大或减小当前激活的参数数值，如下图：



图 5-2 AV4151 系列调制域分析仪的前面板旋轮

2 上下左右键和 Tab 键

功能：通过上下键增大或减小激活参数的数值。编辑参数时，左右键和 Tab 键可以改变光标的位置。如下图：











图 5-3 AV4151 系列调制域分析仪的前面板上下左右键和 Tab 键

3 数字及控制键

通过前面板数字键可以将选择的参数的对应值输入，在软菜单中选择相应的单位即可将数据输入。如下图：



图 5-4 AV4151 系列调制域分析仪的前面板数字及控制键按键数字键区的其他功能按键的具体说明如下：

-  退格键，编辑参数时，点击该按键清除光标前的一个字符；
-  确认回车键，编辑参数时，点击该按键将按照默认单位确认输入编辑框中的参数值；
-  当打开多个 Windows 程序窗口时，用于窗口的切换；
-  关闭用户界面程序子进程窗口，如弹出式对话框等以及系统运行的除主程序外的进程。但该键不能关闭用户界面的测量窗口和主界面；
-  放大或缩小当前激活的坐标系；
-  截图当前显示界面；
-  空格；
-  同一测量功能下切换测量子窗口。

1.8 USB 接口

用于外接鼠标键盘、系统软件升级及备份数据等。

1.9 通道 A/B 输入端口

BNC 同轴连接器，阴型。



警告： 损坏电平：
2Vrms(1MΩ)——波段选择为 10Hz – 50MHz
20dBm(50Ω)——波段选择为 50MHz – 500MHz / 500MHz – 4GHz

1.10 通道 C 输入端口

2.4mm KJ 转接器：



警告： 损坏电平：
损坏电平 20dBm

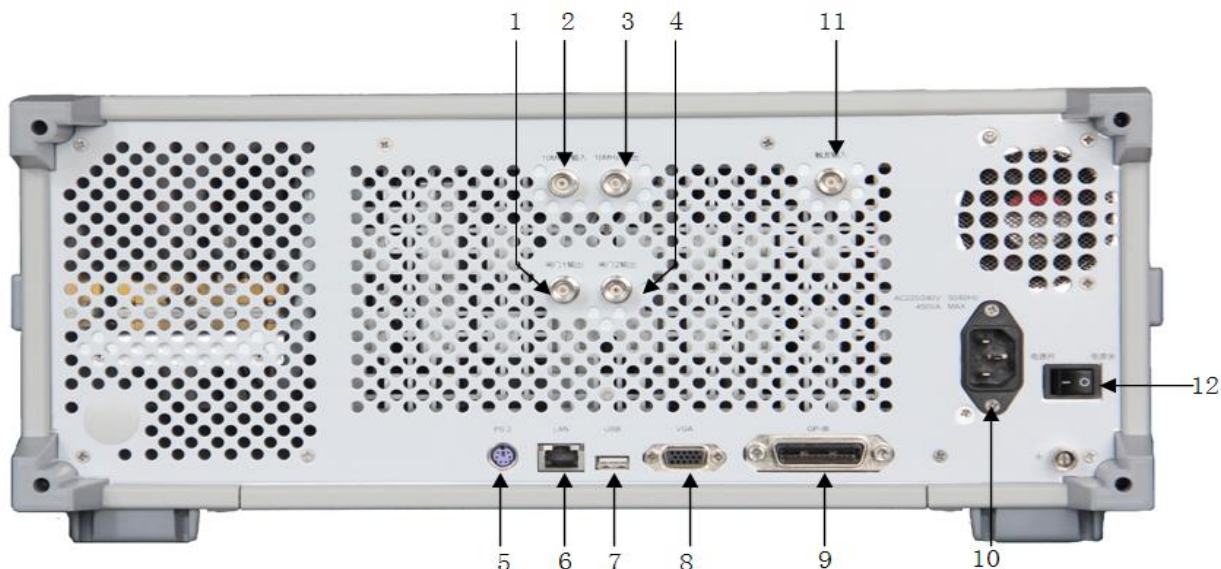
1.11 触发输入：

BNC 同轴连接器，阴型。用于在触发选择外部模式时，接收外部控制触发信号。



警告： 损坏电平：
5Vrms

第二节 后面板说明



1.12 闸门 1 输出

BNC 同轴连接器，阴型。内部测量闸门同步信号 1 输出。

当测量为 A\AB\AC 通道时，输出为测量 A 通道的闸门同步信号；当测量为 C\BC 时，输出为测量 C 通道的闸门同步信号。

1.13 10MHz 输入

BNC 同轴连接器，阴型。用于接收外部 10MHz 时基信号用于测量。

1.14 10MHz 输出

BNC 同轴连接器，阴型。用于输出内部 10MHz 时基信号，供给其他设备使用。

1.15 闸门 2 输出

BNC 同轴连接器，阴型。内部测量闸门同步信号 2 输出。

当测量为 B\AB\BC 通道时，输出为测量 B 通道的闸门同步信号；当测量为 AC 时，输出为测量 C 通道的闸门同步信号。

1.16 PS2 接口

PS2 标准接口，用于外接键盘或鼠标。

1.17 LAN 接口

网络接口，用于软件升级、控制等。

1.18 USB 接口

用于外接鼠标键盘、系统软件升级及备份数据等。

1.19 VGA 接口

用于连接外部显示器。

1.20 GBIP 接口

标准 IEEE488 接口，支持 SCPI 语言。

1.21 交流电源输入插座

通过电源线连接到交流电源，可手动匹配 110V/220V 两种交流电源类型。

1.22 外触发输入口

用于输入外部触发信号。

1.23 电源开关

用于物理开关电源。

第六章 操作指导

本章介绍 4151 系列调制域分析仪的基本操作方法，包括初级操作指导和高级操作指导两部分。

初级操作指导部分面向对于 4151 系列调制域分析仪不熟悉的用户，讲述了调制域分析仪的一些基本用法，此方法可以帮助用户完成 80% 以上的精确测量。

高级操作指导部分面向对于 4151 系列调制域分析仪已具备基本的使用常识，但对一些特殊用法不够熟悉的用户，介绍了如何通过高级设置，得到更加理想的测试结果。



请注意：

如果新打开一台信号发生器的包装箱，请首先参看 4151 系列调制域分析仪说明书。



说明：

在下面的讲述中前面板输入的硬键和软键的描述形式为：

硬键描述形式：【XXX】，XXX 为硬键名

软键描述形式：[XXX]，XXX 为软键名

如果软键包括多种状态，那么有效的状态在括号内注明。

例如 [语言 中文 En] (中文)，表示语言中文有效。



请注意：

如果在前面板按了【复位】键，信号发生器会在简短的自检后开始运行。在以下的例子中，除非特别说明，都是从按【复位】键且[开机状态 厂家 用户] (厂家) 开始的。

第一节 用户界面说明

1 用户界面简介



图 6-1 4151 系列调制域分析仪用户界面

4151 系列调制域分析仪界面，主要分为 8 个部分，如图 6-1 所示，以下按照图中所标顺序进行说明：

1.1 标题栏

显示产品软件名称，其功能与 Windows 系统窗口的标题栏相同。

1.2 曲线图窗口

曲线图窗口用于将测量后的结果通过轨迹曲线图的形式显示在坐标系内。坐标系左上角数字为纵轴的每格比例，横轴的中间部分数字为横轴的每格比例。横纵轴都按 10 个格划分。中间的虚线为数值触发的数值位置标识。坐标系的上方为曲线子窗口的标题，如图 6-1 所示，图中标题用长方形框起来，证明当前曲线子窗口为活动窗口，窗口菜单（参见本小节 1.7 菜单区说明）设置的均为曲线子窗口设置。

1.3 柱状图窗口

柱状图窗口用于将显示测量结果以柱状图的形式显示在坐标系内。柱状图坐标系横纵轴也按 10 个格划分，纵轴为百分比，柱状图与曲线图不同的是，当累积为开时，柱状图的显示结果为累积后柱状图（详情请参考高级用户说明）。软件默认活动子窗口为曲线图，如希望设置柱状图，则请使用【下一窗口】，将活动窗口切换。柱状图根据设置的横轴起始和终止，划分为

100 个柱子，并进行统计。

1.4 统计数据显示区

当累积为开的时候，在 X 通道的后面会显示（次数），用来显示当前统计数据为测量多少次得到的。各个测量功能提供的统计数据如表 6-1 所示：

表 6-1 各测量功能提供的统计分析功能

测量功能	提供的统计分析					
载波频率	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	阿仑偏差
跳频	M1 频率	M1 驻留时间	M2 频率	M2 驻留时间	切换时间	
脉冲频率	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	阿仑偏差
占空比	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	
脉冲周期	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	
脉冲宽度	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	
时间间隔	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	
相位	平均值	标准偏差	最大值	最小值	峰峰值	

当累积开时，显示的统计数据平均值、标准偏差、阿仑偏差为每次测量的当次结果统计值的平均值；最大值、最小值、峰峰值为多次测量中的最大/最小值。

当在跳频测量时，M1，M2 指光标，分别给出所在位置频点的频率，驻留时间，切换时间。

1.5 设置信息显示区

设置信息显示区，用于显示用户选择的设置信息，如当前进行的是载波频率测量，则显示区显示的为：通道选择、触发模式、触发源、采样间隔、采样点数的用户设置信息；其他模式由于无需设置采样间隔则不显示采样间隔。

1.6 状态显示区

左侧为信息显示区，

1.7 菜单区

菜单区显示的为软件菜单，可通过前面板的【菜单】进行开关。每个菜单可用前面板对应的软按键进行选中操作。具体的菜单构成与菜单说明请参见第七章菜单说明相关部分。

1.8 系统时间显示区

系统时间显示区显示系统时间。


2 参数输入区

当选中一个需要输入参数的菜单时，会在软件界面的上部弹出参数输入区，如图 6-2 所示。输入区会显示菜单名称，提供一些软件按键，用于支持用户的鼠标操作。**Step** 按键用于切换到步进设置，即在当前状态点击后，输入框变为步进设置输入框，如图 6-3 所示，用于设置当前菜单整体步进值，再次点击可以切回。挨着 **Step** 按键的两个为步进键，左侧一对用于按位步进，右侧一对用于整体步进。再向右侧为软键盘按键，单击会在输入区下部弹出软件内置软键盘，如图 6-4 所示。最右侧是关闭输入区按键。

2.1 直接输入参数

在输入区弹出后，可以直接输入参数，：

a)可直接通过标准键盘、前面板数值按键在编辑框内输入字符，若参数携带单位可通过鼠标或前面板软按键选择软菜单列出的单位；

b)  点击按键，在编辑框下方显示软键盘，如图 6-4 所示，可保证用户只使用鼠标实现参数编辑，该方式下并不影响标准键盘和前面板数值按键的功能。

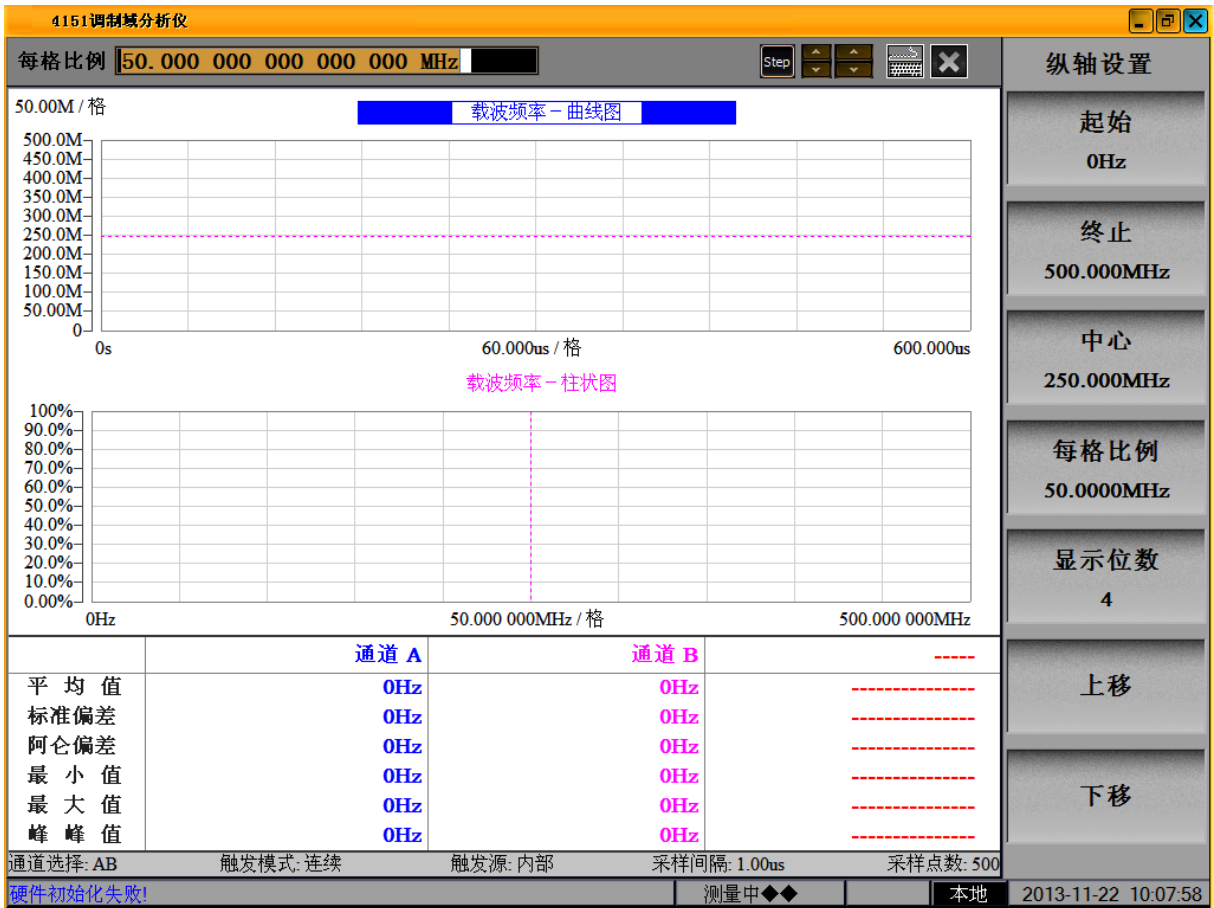


图 6-2 参数输入区显示的用户界面




图 6-3 参数输入区的步进设置显示



图 6-4 参数输入区软键盘显示

2.2 关闭输入

当编辑参数完成后，可用鼠标点击任意非输入区位置或用鼠标点击  或切换到其他菜单，输入区数据会自动保存，同时关闭参数输入区。

2.3 参数步进设置


单击 Step 键，输入区的操作参数变为当前参数的步进值，可按本节 2.1 进行步进设置，对于不同参数可以设置不同的步进值。

2.4 参数步进使用

参数步进使用方式主要有两种，一种为整体步进，一种为按位步进：

整体步进是按照本节 2.3 参数步进设置确定参数的整体步进值，当参数为整体输入时，如图 6-3 所示，即参数被整体选择，利用前面板或键盘的 ↑ 或 ↓ 键，可以对当前参数数值进行+或-整体步进值的操作。

按位步进方式是通过 ←→ 键，选择需要操作的数值位，利用前面板或键盘的 ↑ 或 ↓ 键，可以对当前参数的所选择的数位上的数值进行+或- 1 的操作。

输入区有一组按键：，左侧的一对用于按位操作，右侧的一对用于整体步进操作。

3 光标

4151 系列调制域分析仪为每个子窗口均提供两套光标：1、垂直光标 2、水平光标。每套光标包括 2 个光标与 1 个差值光标。如图 6-5 所示，光标以直线形式显示，差值光标以虚线显示，差值光标上方有数值，为两个光标位置之差。用户可利用光标查看测试结果的细节。垂直光标信息显示在坐标系的左上方，水平光标信息显示在坐标系的右上方。

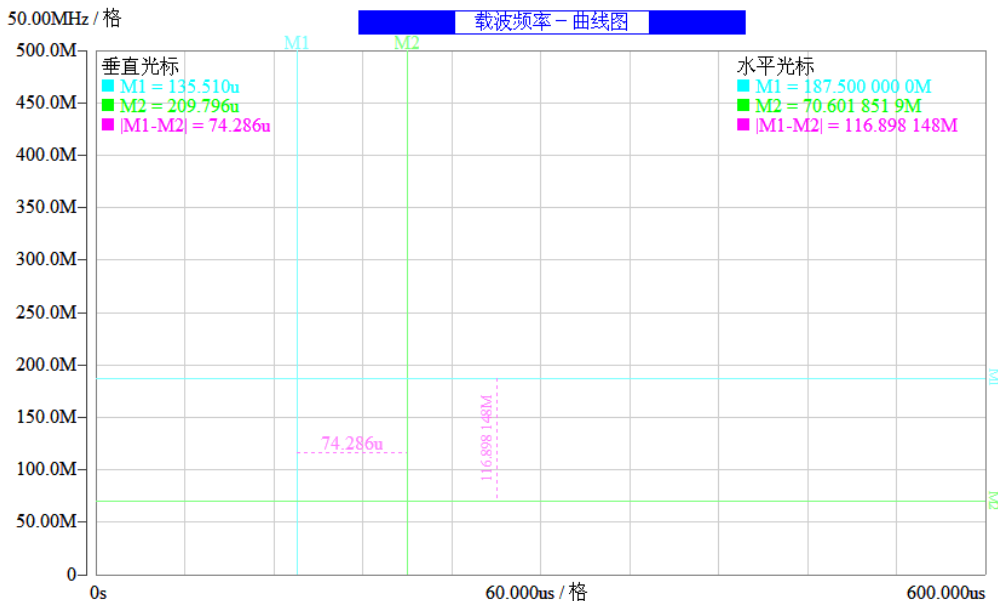


图 6-5 4151 系列调制域分析仪光标显示

4 鼠标操作

4151 系列调制域分析仪提供丰富的鼠标操作功能，使用户操作更加方便。通过单一鼠标可以实现所有的仪器功能，包括：

- 通过点击菜单选择和使用全部非输入菜单
- 通过输入区软键盘及步进按钮使用全部输入菜单功能。
- 更改横轴刻度时，将鼠标移动到横轴刻度区域内，此时鼠标形状呈东西方向的双箭头 ↔ 的形式，按下鼠标左键，向左或向右拖动，会根据当前的每格比例将横轴的刻度左右平移，以便更好的观察图形，相应的修改横轴设置的起始、终止、中心都将随着鼠标移动而同步更改。
- 更改纵轴刻度时，将鼠标移动到纵轴刻度区域内，此时鼠标形状呈南北方向的双箭头（上下箭头），按下鼠标左键，向上或向下拖动，会根据当前的每格比例将纵轴的刻度上下平移，

以便更好的观察图形，相应的修改纵轴设置的起始、终止、中心都将随着鼠标移动而同步更改。

e) 观察信号中的某一部分时,可采用类似Windows操作系统中选中部分文档的操作方法,按下鼠标左键不放,拖动鼠标,直到将想观察部分的信号全部包含,此时会出现一个红色虚线框标注选中区域,松开鼠标左键,则被选中部分的信号将被拉伸到整个窗口的显示频宽。如图6-6所示。注:只有虚线超过一个方格以上才能生效,以防止鼠标误操作。

f) 通过转动鼠标滑轮,改变坐标系横纵轴的每格比例。

g) 当存在打开的光标时(无论是水平、垂直、或者对应的差值光标),可用鼠标拖动的方式移动光标到当前坐标系的任意位置。

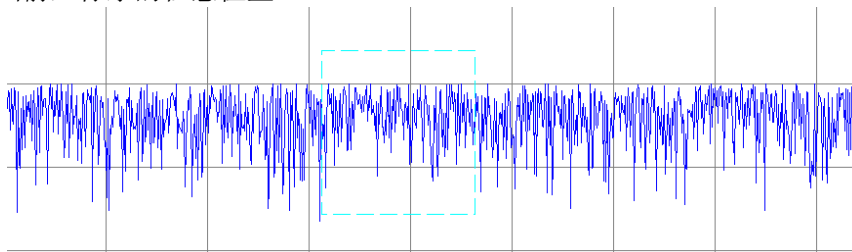


图 6-6 4151 系列调制域分析仪鼠标查看轨迹操作示意图

单击鼠标右键,会弹出如图6-7所示的菜单,具体功能如下:

- 缩放功能:** 因为每一种测量模式的结果显示窗口拥有 2 个坐标系,为了方便观测,可选择坐标系进行缩放,具体操作方法是:鼠标左键单击选择待缩放的坐标系,接着鼠标右键单击弹出菜单,选择“缩放”,此时坐标系扩大为整个测量窗口范围;相同操作步骤再次选择“缩放”坐标系可还原为原来大小。
- 菜单功能:** 由图6-7弹出式菜单得知,提供的菜单功能是:“返回”、“窗口菜单”、“测量菜单”、“通用菜单”
- “返回”**用于返回到当前软菜单的上一级菜单,若当前菜单已经是顶层菜单则菜单不刷新。“窗口菜单”、“测量菜单”、“通用菜单”用于实现菜单切换,4151系列调制域分析仪菜单类型总共有三种:窗口菜单、测量菜单、通用菜单,详情请查看第七章,菜单说明。
- 隐藏显示菜单功能:** 传统仪器菜单可以隐藏和显示:单击鼠标右键,选择隐藏菜单如图6-7左图所示所示,则可将菜单隐藏;单击鼠标右键,选择显示菜单如图6-7右图所示,可显示被隐藏的菜单。

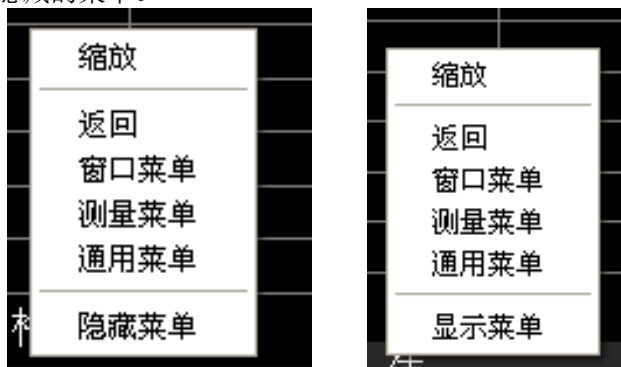


图 6-7 单击鼠标右键,弹出选择菜单

第二节 初级使用方法

本小节主要分模式介绍一种可以满足用户 80%测试需求的简单的设置方法，用户可以通过本小节讲述的内容，方便快捷的得到测试结果。

1 初级设置



说明：

初级设置是在厂家复位的基础之上进行的设置

如用户选用用户复位状态，且用户复位状态与厂家初始状态不同，按下述步骤有少数情况，无法得到结果

敬请见谅

步骤 1、功能选择

通过【功能选择】与软按键配合选择所要测量的功能，4151 系列调制域分析仪共提供以下几种测量功能：

a) 载波频率测量

载波频率测量功能，主要用于测量频率随时间的变化，每次最多可连续无死区的测量 4000 个点，两次测量之间存在间隙。

b) 跳频测量

载波频率测量功能，主要用于测量跳变频率信号随时间变化。

c) 脉冲频率测量

脉冲频率测量用于测量脉冲频率相对于时间的变化，每次测量间没有死区。

d) 脉冲周期测量

脉冲周期测量用于测量脉冲周期时间相对于时间的变化，每次测量间没有死区。

e) 脉冲宽度测量

脉冲宽度测量用于测量脉冲宽度的时间相对于时间的变化，每次测量间没有死区。

f) 占空比测量

占空比测量用于测量脉冲占空比相对于时间的变化，每次测量间没有死区。

g) 正时间间隔测量

正时间间隔测量用于测量通道 A/B/A←B/B←A 的正时间间隔。

h) 正负时间间隔测量

正负时间间隔测量用于测量通道 A/B/A←B/B←A 的正负时间间隔。

i) 相位测量

主要用于测量两个信号之间的相位相对于时间的变化。

步骤 2、通道选择

通过【通道选择】与软按键配合，选择所需要测量的通道，值得注意的是：

a)正负时间间隔测量与相位测量只能选择双通道相对，正时间间隔可以单通道单独测量，也

可以双通道相对测量；

b)其他测量模式均可选择单通道或者双通道测量。

步骤 3、采样点数

通过【采样点数】与输入按键，设置一次测量需要连续测量的点数。

步骤 5、波段选择/脉冲选择

根据所需要测量的通道，选择相应的【通道 A 设置】/【通道 B 设置】/【通道 C 设置】，当测量 AB 通道时，测量载波频率时，通过软按键将[波段选择]选择为正确的波段，当测量脉冲、时间间隔、相位时，听过软按键[脉冲选择]选择需要被测脉冲信号类型。当测量 C 通道时，无论时脉冲信号还是连续波信号都应选择其载波频率波段，如果选择了 4-40GHz 波段，则需要通过软按键选择，输入按键输入 C 通道的目标频率。

4151 系列调制域分析仪包括两种脉冲测量功能：

1、基带脉冲信号

基带脉冲信号，为普通高低电平的脉冲信号

2、检波脉冲信号

检波脉冲信号，为脉冲调制信号

详情参见本章第三节 2 小节脉冲信号测量



说明：

2 结果获取

单击【自动设置】，则 4151 系列调制域分析仪会自行获取测量结果，并结果显示在坐标系内。如图 6-1 所示，每种测量功能会提供曲线图、柱状图两种图形显示，并提供统计功能。按颜色可以区分通道，通道 A 为黄色，通道 B 为绿色，通道 C 为蓝色。

当显示为----，则当前通道没有进行测量。

当统计数据的表格上方显示为通道 A←B 形式的，表示当前为两个通道相对测量，前方的为参考通道，即显示为通道 A←B，则以通道 A 为测量基准，测量通道 B 相对于通道 A 的信号变化。如图 6-8 为 AB 通道单独测量，图 6-9 为测量 AB 通道，B 为参考通道。

	通道 A	通道 B	----
平均值	1.000 60us	1.000 00us	-----
标准偏差	40ps	38ps	-----
最小值	1.000 38us	999.78ns	-----
最大值	1.000 82us	1.000 22us	-----
峰峰值	439ps	439ps	-----

图 6-8 通道 A 通道 B 独立脉冲周期测量

	----	通道 B←A	----
平均值	-----	7.78deg	-----
标准偏差	-----	26mdeg	-----
最小值	-----	7.64deg	-----
最大值	-----	7.91deg	-----
峰峰值	-----	265mdeg	-----

图 6-9 通道 A 相对于通道 B 的相位测量

第三节 高级用户指导

本小节主要介绍了为得到更加理想的测量结果，如何设置 4151 系列调制域分析仪。

1 载波频率

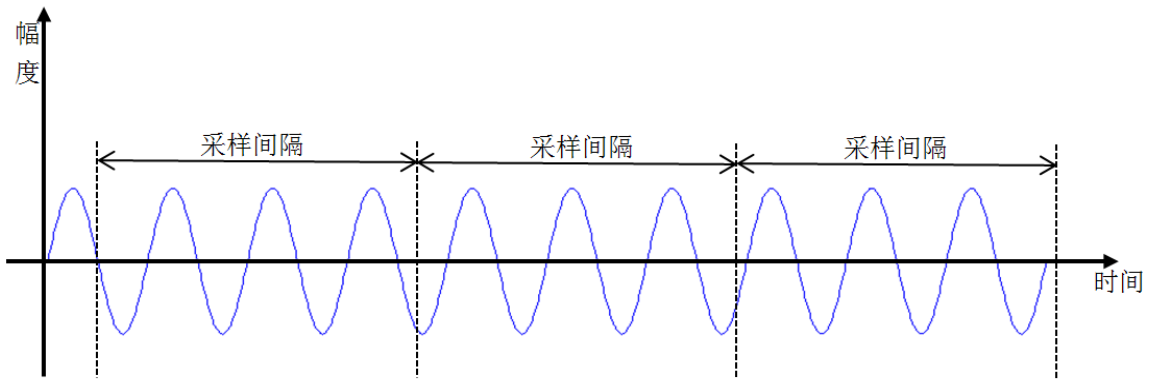


图 6-10 载波频率测量示意图

1.1 采样间隔详解

为了理解 4151 系列调制域分析仪载波频率测量的功能，首先需要了解采样间隔、采样点数与测量结果之间的关系。

4151 系列调制域分析仪是通过无死区的频率计数方法进行载波频率测量的，计量一段时间内信号上升沿的次数，通过计算上升沿次数与计量时间的比值得到载波频率，计量的一段时间就是采样间隔，如图 6-10 所示，【采样间隔】用于设置频率计数的一段时间，无死区表示每个采样间隔是不间断的。每个采样间隔的时间内会计算出一个频率值即为一个采样点。【采样点数】用于设置屏幕中一次测量轨迹显示的测量点的个数，每一屏数据的测量时间为：【采样间隔】*【采样点数】，一次测量内部是无死区的，可以更好的反映频率随时间的变化。采样间隔越大，测量值越精确，但所需测量时间变长，采样间隔越小，测量速度越快，载波频率变化的细节越清晰。用户可根据需要选择合适的采样间隔和采样点数。在测量脉冲载波信号时，为保证测量准确，需要将【采样间隔】设置值需要小于脉冲宽度的 1/3（脉冲宽度可由脉冲宽度测量功能获得），并且采样间隔必须大于脉内载波信号的周期的 3 倍以上。

1.2 双通道同步测量

4151 系列调制域分析仪的采样间隔是无死区的，因此既可测量无变化的连续波频率，也可测量变化的调制载波频率，且无需特殊设置，实时带宽大于 2GHz，即信号频率变化范围小于 2GHz 时，可观测到信号频率随时间的实时变化。

1.3 结果查看

为观察跳变时间，需要将细节放大，可以通过横纵轴设置或者鼠标选择，细节放大后通过【显示设置】→[迹线类型 点 线]可以将轨迹改为点显示，并通过光标，观测时间值与频率值。如图 6-11 所示，左侧为线图，右侧为点图

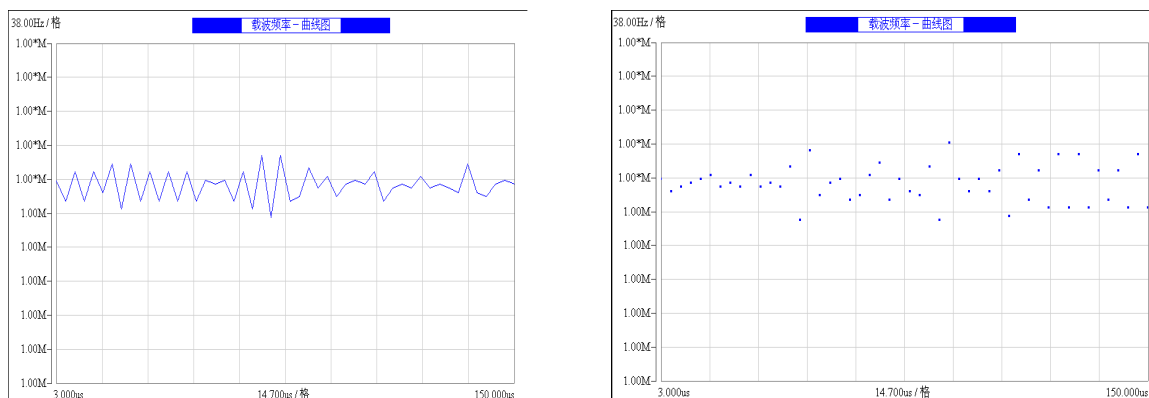


图 6-11 迹线类型对比图（左）线（右）点

2 跳频信号测量

单击【功能选择】，选择跳频测量，可以方便直观的观察跳频信号，包括频率变化稳定性，跳变时间，频率维持时间。其测量方法如下：

1、按照初级用户设置方法设置好参数

注：所选波段需包含所有的跳频信号频率，C 通道 4GHz-40GHz 时测量可测量范围为所设置的目标频率的 $\pm 1\text{GHz}$ 范围内。

2、设置适当的采样间隔：最小频率周期的 3 倍 < 采样间隔应 < 最小频率驻留时间的 1/3。

3、单击【自动设置】，即可得到所要测量的跳频信号。

4、单击【光标设置】→[跳频设置]→[自动识别]，通过选择开关控制跳频分析的频点自动识别方式，如果自动识别开，则采用软件自动识别，识别范围以仪器测量误差为准。如被测信号较差或未定，将自动识别关，设置[频点识别范围]，设置每个频点的识别范围，即对跳频中的某一频点，正负多大范围内依然属于当前频点。例如 1GHz 信号， $\pm 200\text{kHz}$ 内算当前频点，则将菜单设置为 200kHz 即可。

5、单击【光标设置】，通过将光标 1 位置与光标 2 位置设置到需要观测的频点，系统会自动识别出频点的均值、驻留时间、以及两个频点间的切换时间，如图 6-12 所示。

完成上述步骤后，可以按一下步骤得到想要观测的数据：

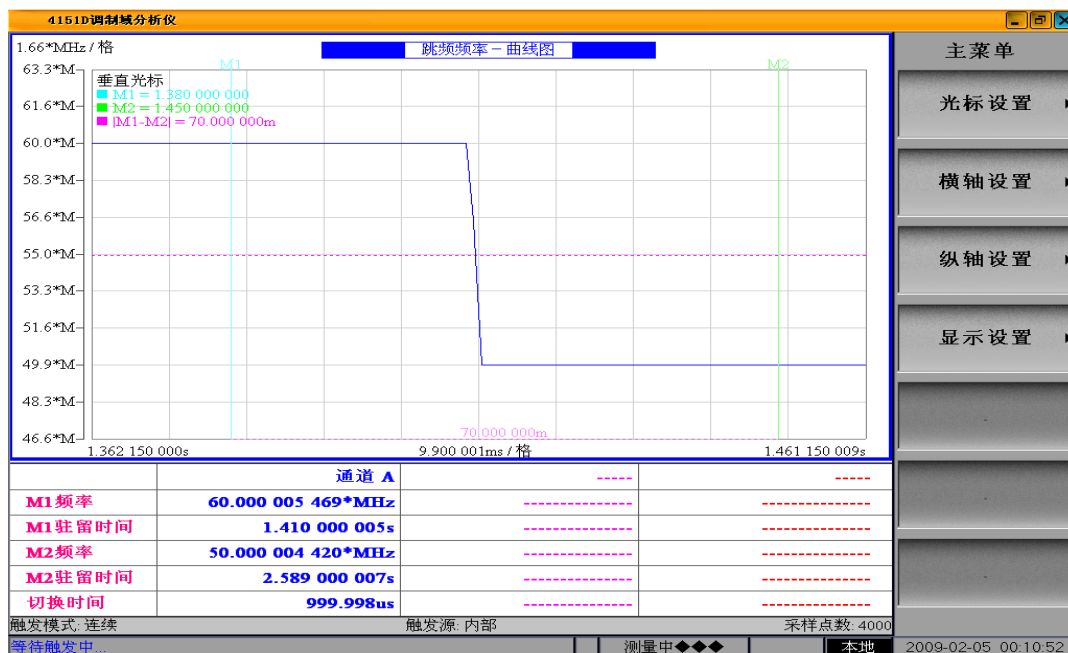


图 6-12 频率切换时间测量结果显示图

2.1 调频测量

可用跳频测量功能观测脉内调频信号。为得到更好的脉冲信号，需要将【采样间隔】设置值需要 $<$ 脉冲宽度（可由脉冲宽度测量功能获得）的 $1/3$ ，且必须大于脉内载波信号的周期的 3 倍以上。图 6-13 为测量以个脉内跳频的脉冲信号的测量结果显示图，纵轴是频率，横轴是时间，图中脉内为正弦调频信号，是频率随时间按正弦变化，载波频率可以清晰的观测频率的变化。

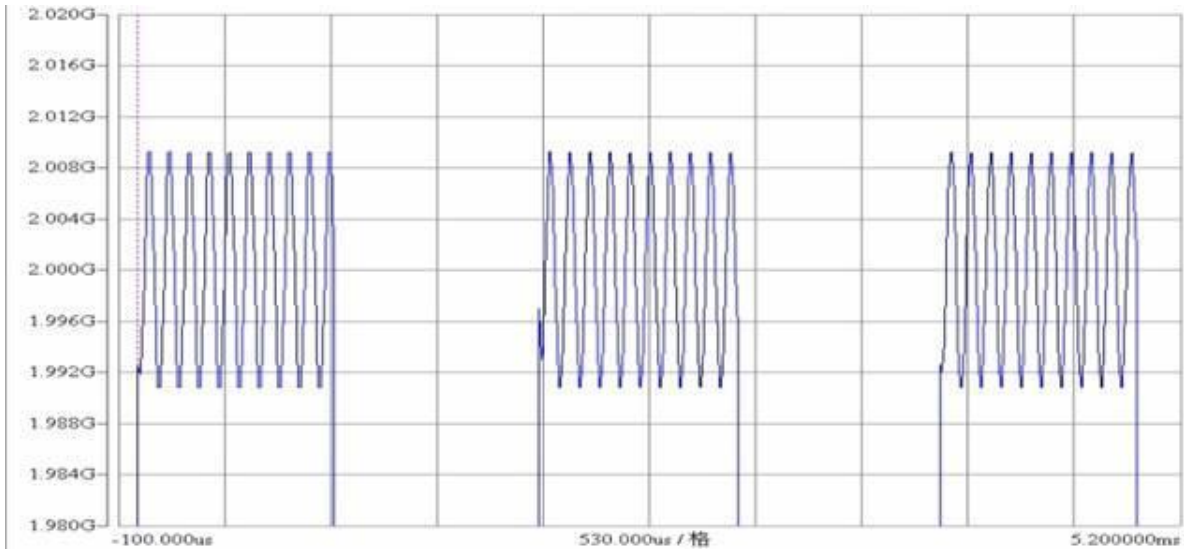


图 6-13 脉内调频信号的载波频率测量结果轨迹显示图

2.2 捕获异常频率信号

为测量频率稳定性，可以用载波频率测量捕获异常信号，特别是对小概率信号，可以通过数值触发与单次测量配合，获取异常频率并进行观测。

按 1.4 步骤设置，并按以下步骤设置数值触发功能：

- 1、【数值触发】→[触发通道] 选择所测信号通道；
- 2、【数值触发】→[触发类型] 选择正常
- 3、【数值触发】→[触发方式] 根据用户需求选择
- 4、【数值触发】→[触发位置] 根据用户需求选择
- 5、【数值触发】→[触发频率] 需要捕获的异常信号频率

当[触发方式]设置为区域时，需要按照需求设置菜单[频率区间值]。

数值触发功能设置接结束后，设置【单次测量】。

3 脉冲信号测量

4151 系列调制域分析仪提供丰富的脉冲信号测量功能，可测量的脉冲信号分为两种，一种为基带脉冲信号如图 6-14 所示，另一种是检波脉冲信号如图 6-15 所示。测量信号可以通过 A/B 的通道设置中的脉冲选择进行选择；C 通道只能测量检波脉冲信号，波段选择为选择脉内载波频率。

脉冲参数测量范围：

频率：0.125Hz – 5MHz

周期：200ns – 8s

脉冲宽度：50ns – 4s

占空比测量用于观测脉冲占空比随时间变化：

占空比 = (脉冲宽度 / 脉冲周期) * 100%

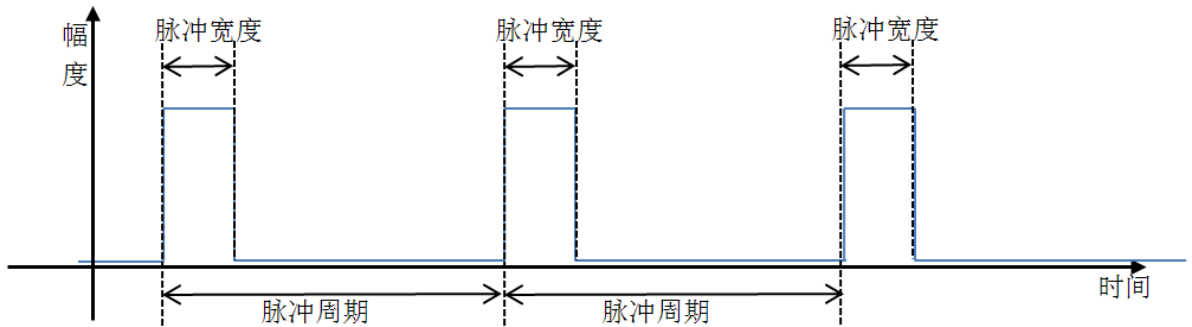


图 6-14 基带脉冲测量图解

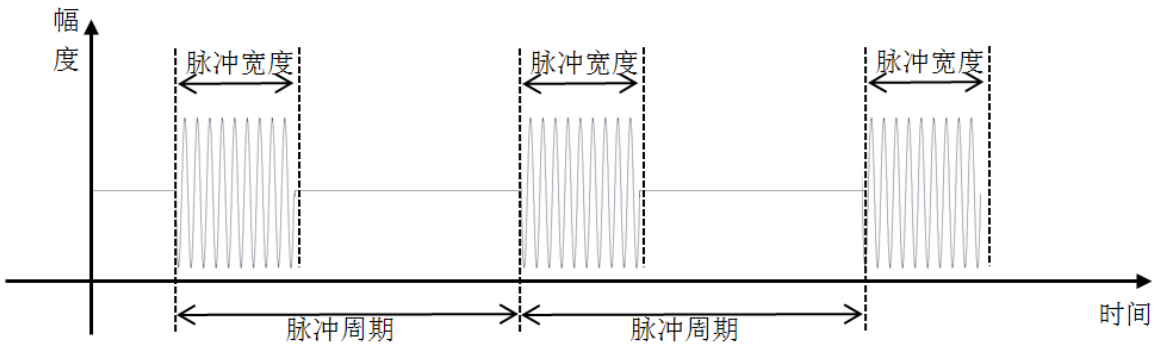


图 6-15 检波脉冲测量图解

4 时间间隔测量

时间间隔测量是测量两个通道的脉冲信号之间的时间差，分为三种测量模式。下文如涉及相对测量，以 AB 通道为例，进行说明，两个通道可以随意设置。时间间隔与脉冲测量一样，波段分成两种一种为基带脉冲信号如图 6-14 所示，另一种是检波脉冲信号如图 6-15 所示，不再赘述，由于检波脉冲信号使用的是包络信息，即将检波脉冲信号转换为基带脉冲信号进行测量，因此一下图解均采用基带脉冲波说明。



说明：

4151 系列调制域分析仪通过菜单进行配置双通道以及相对关系
例如：

【通道选择】AB、【参考通道】A，则用 A←B 表示

【通道选择】AC、【参考通道】无，则 AC 是独立测量互不相关

时间间隔测量配置步骤与初级设置基本相同，但需要进一步选择时间间隔测量类型。路径为【测量设置】→[时间间隔类型]。只有【功能选择】选择为时间间隔，此菜单才会出现，才可

以进行配置。

4.1 正时间间隔测量

正时间间隔可以分为两种情况：

由于此种测量模式，永远从参考点为基准，只能测量之后的时间差，即时间间隔永远为正，因此称为正时间间隔。如当前为 $A \leftarrow B$ ，即参考通道为 A，则以 A 的沿为起始，B 的沿为终止测量时间间隔。

1、双通道相对测量

正时间间隔以参考通道的沿为基准，测量另一个通道相对于参考通道的时间间隔。如图 6-16 所示，↑箭头表示的是[参考通道]A，即 $A \leftarrow B$ ，当确认参考通道 A 的上升沿时，等待 B 的上升沿到达，并记录时间差，记为 B 相对于 A 的正时间间隔。

2、通道独立测量

如图 6-16 所示，正时间间隔只能测量单独一个通道的脉冲信号的相邻两个上升沿或者相邻两个下降沿之间的时间间隔。当被测信号是周期信号且周期大于 200ns 正时间间隔独立相当于测量信号的周期，但与脉冲周期测量功能不同，他每个测量出的点中间会丢掉一个周期，以达到更高的时间分辨率；当周期小于 200ns 且大于 100ns 时，正时间间隔每个测量点中间会有 1 个边沿漏掉如图 6-17 所示。

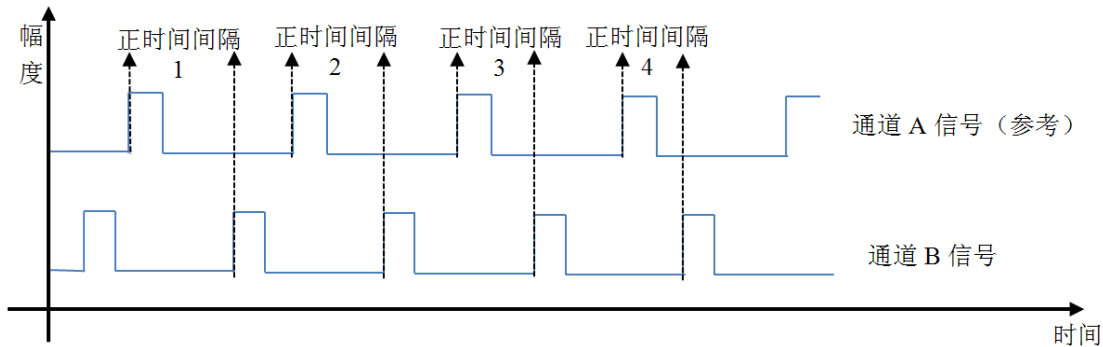


图 6-16 正时间间隔 AB 通道相对测量

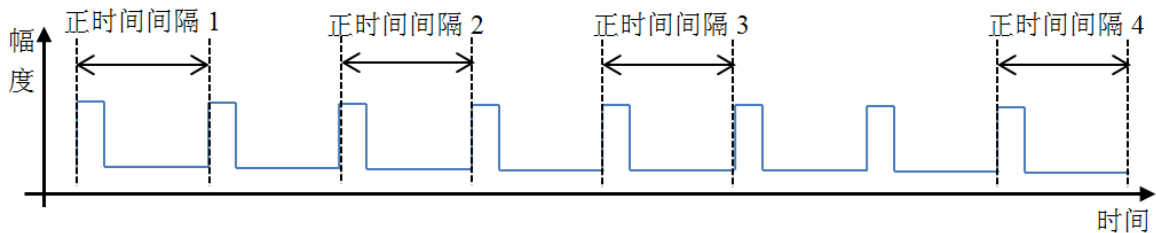


图 6-17 正时间间隔通道独立测量

4.2 正负时间间隔测量

正负时间间隔测量只能测量双通道协同测量，测量结果的正负与测量的启动位置有关，如图 6-18 所示，以 A 通道为参考通道，AB 通道协同测量为例。图中启动点 1 与启动点 2，启动后，通道 B 的上升边沿先到，通道 A 的后到，则以通道 A 上升边沿为 0 时刻，B 相对与 A 的时间间隔为负时间值。同理，对于启动点 3 与 4 而言，B 通道的上升边沿滞后与 A 通道上升边沿，

则测量出的时间间隔为正时间间隔值。

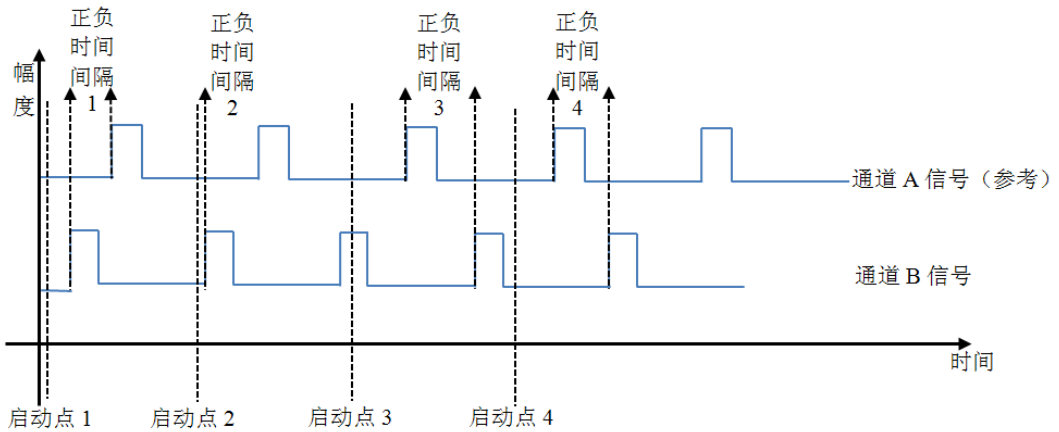


图 6-18 正负时间间隔测量示意图

5 相位测量

相位测量主要是测量双通道输入的脉冲信号之间的相位关系。要求两个信号的周期相同。具有两种结果计算形式：360 度模式、 ± 180 度模式。

相位测量只能测量双通道协同测量，因此需要选择参考信道。当【功能选择】选择为相位时，其模式配置菜单[相位测量类型]才会显示。其路径为【测量设置】→[相位测量类型]。

6 累积功能

4151 系列调制域分析仪提供累积功能，途径为：【测量设置】→[累积测量]，通过选择其开关，控制累积功能。当累积开时，如图 6-19 所示，（）内显示的为累积次数，统计量为每次测量统计值的平均值；当累积开时柱状图也进行累积，可以看到测量的累积后的概率分布。但曲线图内的曲线图并不累积，显示为每次测量的结果的变化趋势。

	通道 A (313)	通道 B (306)	-----
平均值	1.000 00*MHz	1.000 00*MHz	-----
标准偏差	17.593 2*Hz	49.449 4*Hz	-----
阿仑偏差	22.856 8*Hz	61.802 5*Hz	-----
最小值	999.911*kHz	999.489*kHz	-----
最大值	1.000 09*MHz	1.000 50*MHz	-----
峰峰值	183.813*Hz	1.014 17*kHz	-----

图 6-19 累积功能示意图

7 数值触发

4151 系列调制域分析仪提供数值触发功能，在本节载波频率测量功能里已经做了简单的介绍，此处对数值触发功能设置流程进行举例介绍。

在既定模式下，确定需要捕获的数值为多少、或者范围是多少。载波频率/脉冲频率时确认需要捕获的频率值；脉冲宽度/脉冲周期/时间间隔确认需要捕获的时间值。由于时间数值触发设置方法与频率数值触发设置步骤一样，只是对应的触发频率/频率区间值设置变为触发时间/时间

区间值，因此下面只以载波频率进行举例说明，其他数值触发设置过程与载波频率相同。

一、载波频率单数值触发举例说明：

输入信号为 1GHz，需要找:1MHz 以上的频率毛刺(以下菜单路径均为【数值触发】)

- 1、选择[触发方式]为上升沿|下降沿|边沿
 - 2、设置[触发频率]将触发频率设置为 1.001GHz（变大的频率毛刺）/999MHz（变小的毛刺）
 - 3、选择[触发位置]左|中|右（如只关心毛刺前数据，则选择触发位置为“右”；如果只关心毛刺后数据则选择触发位置为“左”；如果即关心毛刺前数据又关心毛刺后数据，选择触发位置为“中”）
 - 4、选择[触发类型]自动|正常（如不关心未触发数据，则选择“正常”；否则则选择“自动”）
- 触发频率绿色虚线的形式显示在坐标系内，曲线图是水平的，柱状图是竖直的。图 6-1 可以看出，此处不再介绍。

二、载波频率数值区域触发举例说明：

输入信号为 1GHz，需要找频率值在 1.0001GHz 附近±50kHz 的区域内频率毛刺(以下菜单路径均为【数值触发】)

- 1、选择[触发方式]为“区域”
- 2、设置[触发频率]将触发频率设置为 1.001GHz
- 3、设置[频率区域] 50kHz
- 4、选择[触发位置]左|中|右（如只关心毛刺前数据，则选择触发位置为“右”；如果只关心毛刺后数据则选择触发位置为“左”；如果即关心毛刺前数据又关心毛刺后数据，选择触发位置为“中”）
- 5、选择[触发类型]自动|正常（如不关心未触发数据，则选择“正常”；否则则选择“自动”）

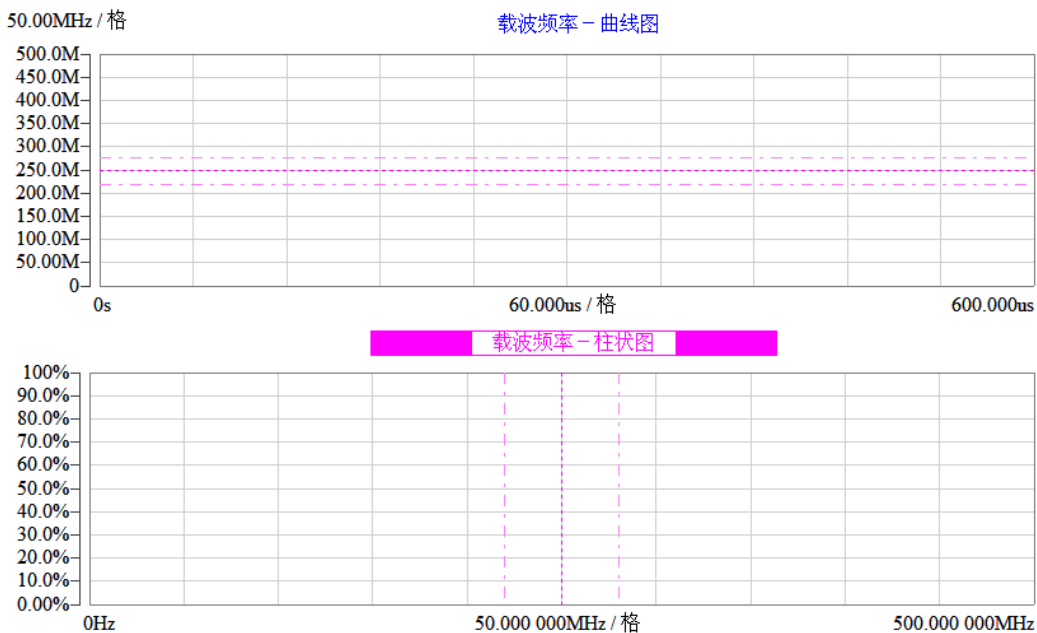


图 6-20 区域数值触发功能

区域触发在坐标系中的现实方式如图 6-20 所示，图中触发频率为 250MHz，，频率区

间值为 30MHz，则区间为 220MHz-280MHz。表现在坐标系中：在保留频率值绿色虚线同时，增加两条虚线分别代表触发频率加减频率区间值后的两条绿色虚线。如果测量结果在此区域内，则触发条件满足。

8 自动设置

前面板的【自动设置】按键，会根据用户所选的[自动搜索电平]的选择，设置搜索时间先搜索电平，自动配置内部检测电平，以得到更好的测量结果。搜索电平如图 6-21 所示，在状态栏可看出当前搜索进行的百分比。搜索电平会占用测量时间，因此还提供窗口的自动比例，路径为【显示设置】→[窗口自动比例]，此菜单只将当前的数据按一定的规则，全面的显示在坐标系内，而不会启动搜索电平与配置电平。



请注意： 每次搜索过程中，必须等搜索结束后，在搜索期间设置的参数才能生效。如果在搜索过程中再一次或多次点击【自动设置】，则在搜索结束后，会按当前参数设置，再次执行一次【自动设置】。



图 6-21 搜索电平状态显示

第七章 菜单说明

本章主要介绍菜单结构与菜单功能，【垂直光标】、【水平光标】、【横轴设置】、【纵轴设置】、【显示设置】这五类菜单是每个测量功能的每个坐标系都有一套，其他菜单均是各个测量功能共用的菜单。

第一节 系 统

该菜单主要设置 4151 系列调制域分析仪系统的相关设置。用于设置开机状态以及界面显示语言、安全等级、程控设置、信息日志、时钟和控制面板的系统操作，具体菜单包括：

[开机状态 厂家|用户] (厂家)

通过下拉菜单选择，开机状态在厂家和用户之间切换。

开机状态“厂家”时，用户开机后使用厂家默认菜单设置。

开机状态“用户”时，用户开机后使用用户复位状态中保存的菜单设置。

[语言 中文|英文] (中文)

单击菜单在“中文”、“英文”选项间切换，默认为“中文”。

语言“中文”时，用户界面的显示语言为中文。

语言“英文”时，用户界面的显示语言为英文。

[安全▶]

该菜单用于设置界面操作的安全等级，包括显示/隐藏参数内容，键盘锁等，具体菜单包括：

[隐藏信息]

单击菜单，显示提示对话框，提示用户输入密码，输入正确的密码回车后，用户界面当前打开的测量窗口相关参数值信息，均显示为“*****”，参数输入编辑框的参数值也显示为多个“*”。

[显示信息]

单击菜单，显示提示对话框，提示用户输入密码，输入正确的密码回车后，用户界面当前打开的测量窗口相关参数值信息，均显示为有效频率数值，参数输入编辑框的参数值也显示为有效参数值。

[统计信息]

单击菜单，切换统计信息开关，如光显示轨迹及柱状图，则关，显示统计结果则开。

[键锁▶]

该菜单用户设置键盘和鼠标的加锁状态，具体菜单包括：

[键盘 关|开] (关)

单击菜单在“关”、“开”，默认为“关”。

键盘“关”时，键盘关闭使用，不提供键盘功能。

键盘“开”时，键盘开始使用，提供键盘功能。

[鼠标 关|开] (关)

单击菜单在“关”、“开”，默认为“关”。

鼠标“关”时，鼠标关闭使用，不提供鼠标功能。

鼠标“开”时，鼠标开始使用，提供鼠标功能。

[程控设置▶]

该菜单用于设置程控接口，具体菜单包括：

[GPIB 地址] 15[0,30]

设置 GPIB 地址，默认地址 15。单击菜单显示参数编辑框，可编辑设置当前 GPIB 接口地址。提供 0-30 的 GPIB 地址。设置一次后，每次重启，依然是上次设置的数值。

[网络▶]

该菜单用于进行网络配置，具体菜单包括：

[网络配置]

单击菜单弹出操作系统的“网络连接”面板，根据需要设置本地连接属性。

[网络标识]

单击菜单弹出操作系统的“系统属性”面板，根据需要设置仪器的网络标识信息。

[信息日志▶]

该菜单用于操作信息日志，具体菜单包括：

[日志显示 关|开]

选择“开”，显示日志表格，显示整机的错误信息。

选择“关”，关闭日志表格。

[选中日志]

单击菜单，选中日志表格后可以通过上下左右进行表格单元选择。

[清除日志]

单击菜单，清除日志表格中的错误信息。

[时钟▶]

该菜单用于设置整机时钟，具体菜单包括：

[设置日期时间]

单击菜单，弹出操作系统的“日期和时间 属性”面板，可根据需要设置整机的年、月、日和时间

[控制面板]

单击菜单弹出操作系统的“控制面板”，根据需要设置相关项。

第二节 文 件

文件菜单用于存储调用整机测量状态文件、轨迹数据文件、设置工作目录等。具体菜单包括：

[存储状态▶]

该菜单用于存储整机测量状态，整机测量状态包括所有测量功能的菜单接口变量状态和窗口状态等。具体菜单包括：

[状态 1]

单击菜单将当前的整机测量状态参数信息自动存储为“状态 1”文件。

[状态 2]

单击菜单将当前的整机测量状态参数信息自动存储为“状态 2”文件。

[状态 3]

单击菜单将当前的整机测量状态参数信息自动存储为“状态 3”文件。

[状态 4]

单击菜单将当前的整机测量状态参数信息自动存储为“状态 4”文件。

[状态 5]

单击菜单将当前的整机测量状态参数信息自动存储为“状态 5”文件。

[用户复位状态]

单击菜单将当前的整机测量状态参数信息自动存储为用户复位状态，下次开机或者复位时将自动调用改文件。

[保存]

单击菜单，弹出文件“另存为”面板，用户可根据需要将当前整机测量状态存储为用户测量状态文件，文件后缀默认为“dat”。

[调用状态▶]

该菜单用于存储整机测量状态，具体菜单包括：

[状态 1]

单击菜单调用“状态 1”文件刷新当前的整机测量状态参数信息。

[状态 2]

单击菜单调用“状态 2”文件刷新当前的整机测量状态参数信息。

[状态 3]

单击菜单调用“状态 3”文件刷新当前的整机测量状态参数信息。

[状态 4]

单击菜单调用“状态 4”文件刷新当前的整机测量状态参数信息。

[状态 5]

单击菜单调用“状态 5”文件刷新当前的整机测量状态参数信息。

[用户复位状态]

单击菜单调用用户复位状态文件，作为当前的整机测量状态，同步刷新当前用户界面的整机测量状态参数信息。

[打开]

单击菜单，弹出文件“打开”面板，用户可根据需要调用用户测量状态文件，文件后缀默认为“dat”，用户界面的测量状态参数会同步刷新为用户测量状态文件中存储的参数值。

[存储轨迹]

单击菜单，弹出文件“另存为”面板，用户可根据需要存储当前活动窗口的活动坐标系的活动轨迹的数据到文件，文件后缀默认为“csv”。

[调用轨迹]

单击菜单，弹出文件“打开”面板，用户可根据需要调用轨迹数据文件，刷新当前活动窗口的活动坐标系的活动轨迹，文件后缀默认为“csv”。

[资源管理器]

单击菜单，弹出操作系统的“资源管理器”面板，根据需要设置工作目录。

第三节 打 印

打印菜单结构用于进行打印设置、打印用户界面等，具体菜单包括：

[开始打印]

单击菜单，会调用系统默认打印机，默认打印机设置可以在[打印设置]中进行配置。



请注意： 打印功能并非支持所有打印机。如果打印失败，可先打印到文件，然后通过系统其他软件打开进行打印。

[取消打印]

单击菜单，取消打印执行过程。

[打印设置]

单击菜单，弹出操作系统的“打印机和传真”面板，可根据需要设置打印机。

[打印方式 正常|反色]（正常）

单击菜单在“正常”、“反色”选项间切换，默认为“正常”。

打印方式“正常”时，打印的用户界面的颜色效果为正常。

打印方式“反色”时，打印的用户界面的颜色效果为反色。

[打印到文件]

单击菜单，弹出“另存为”面板，提示将用户界面存储到“*.bmp”文件，确认存储目录和文件名后，单击“保存”按钮，即可浏览存储好的用户界面位图文件。

第四节 帮助

帮助菜单用于进行显示帮助文档以及软件信息等，具体菜单包括：

[帮助...]



单次帮助菜单，会弹出整机帮助文档，可通过前面板的关闭帮助文档。通过在帮助文档与主程序之间进行切换。也可以直接用鼠标进行操作。



图 7-1 关于示意图

[关于...]

单次关于菜单，显示软件版本信息。如图 7-1 所示，任意键返回

第五节 通道选择

此类菜单主要用于设置与通道相关的测量参数，具体情况如下：

【通道选择 A|B|C|AB|AC|BC|B←A|A←B】（AB）

通道选择的默认值为 AB，通过下拉菜单选择所要测量的通道，可以选择 A|B|C|AB|AC|BC|B←A|A←B；

通道可选择项受测量功能控制，如下表所示。

表 7-1 参考通道设置表

	A	B	C	AB	AC	BC	B←A	A←B
正时间间隔	√	√	×	×	×	×	√	√
正负时间间隔	×	×	×	×	×	×	√	√
相位	×	×	×	×	×	×	√	√
其他	√	√	√	√	√	√		

第六节 通道 A 设置

【通道 A 设置▶】

本父菜单的子菜单用于设置通道 A 相关的测量参数

[波段选择 10Hz-50MHz | 50-500MHz | 0.5-4GHz]

通道 A 波段选择的默认值为 50-500MHz，可选 10Hz-50MHz | 50-500MHz | 0.5-4GHz，载波频率时，根据被测信号载波频率选择波段。

[脉冲选择 基带脉冲 | 检波脉冲]

通道 A 脉冲选择的默认值为检波脉冲，可选基带脉冲 | 检波脉冲，根据被测脉冲信号类型进行选择，除载波频率测量模式，其他模式均通过此菜单选择。

[自动搜索电平 快|中|慢|极慢]（快）

如第六章操作指导第三节第 8 部分自动比例部分介绍的，此菜单影响搜索电平的时间，因为对于不同周期的脉冲，为了准确测量其电平，需要不同的时间，每种选择的测量时间如下：

快 ——200ms

中 ——2s

慢 ——20s

极慢——160s

第七节 通道 B 设置

【通道 B 设置▶】

本父菜单的子菜单用于设置通道 A 相关的测量参数

[波段选择 10Hz-50MHz | 50-500MHz | 0.5-4GHz]

通道 B 波段选择的默认值为 50-500MHz，可选 10Hz-50MHz | 50-500MHz | 0.5-4GHz，根据被测信号选择波段。

[脉冲选择 基带脉冲 | 检波脉冲]

通道 B 脉冲选择的默认值为检波脉冲，可选基带脉冲 | 检波脉冲，根据被测脉冲信号类型进行选择，除载波频率测量模式，其他模式均通过此菜单选择。

[自动搜索电平 快|中|慢|极慢]（快）

如第六章操作指导第三节第 8 部分自动比例部分介绍的，此菜单影响搜索电平的时间，因为对于不同周期的脉冲，为了准确测量其电平，需要不同的时间，每种选择的测量时间如下：

快 ——200ms

中 ——2s

慢 ——20s

极慢——160s

第八节 通道 C 设置

【通道 C 设置▶】



说明： 4151A 调制域分析仪 没有【通道 C 设置】

本父菜单的子菜单用于设置通道 A 相关的测量参数

[波段选择 0.5-4GHz |4-40GHz]

通道 C 波段选择的默认值为 0.5-4GHz，可选 0.5-4GHz |4-40GHz，根据被测信号选择波段。



说明： 4151D 调制域分析仪 [波段选择 0.5-4GHz |4-20GHz]

[目标频率] 4GHz [4GHz, 40GHz]

如[波段选择]为 4-40GHz，此菜单可以设置，范围为 4-40GHz，默认值为 4GHz



说明： 4151D 调制域分析仪 范围为 4-20GHz，默认值为 4GHz

[自动搜索电平 快|中|慢|极慢] (快)

如第六章操作指导第三节第 8 部分自动比例部分介绍的，此菜单影响搜索电平的时间，因为对于不同周期的脉冲，为了准确测量其电平，需要不同的时间，每种选择的测量时间如下：

快 ——200ms

中 ——2s

慢 ——20s

极慢——160s

第九节 功能选择

【功能选择 载波频率|跳频测量|脉冲频率|脉冲周期|脉冲宽度|占空比|正时间间隔|正负时间间隔|相位】 (载波频率)

通过下拉菜单选择，选择测量功能，默认功能为载波频率，可选功能为载波频率|跳频测量|脉冲频率|脉冲周期|脉冲宽度|占空比|正时间间隔|正负时间间隔|相位。

载波频率测量用于测量连续波的频率相对于时间的变化关系；

跳频测量用于测量跳频、调频信号的变化曲线

脉冲频率测量用于测量脉冲信号的脉冲频率相对于时间的变化关系；

脉冲周期测量用于测量脉冲的周期对于时间的变化关系；

脉冲宽度测量用于测量脉冲的宽度相对于时间的变化关系；

正时间间隔测量用于测量通道 X←通道 Y 的时间间隔，结果只能为正；

正负时间间隔分为测量用于测量通道 X←通道 Y 的时间间隔，结果可正可负；

相位用于测量两个周期相同信号之间的相位随时间变化关系。

第十节 测量设置

测量设置菜单用于设置测量相关的参数，菜单不会全部显示在界面上，根据【功能选择】不同，显示相应的菜单。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

[采样间隔] 1us [100ns, 8s]

单击采样间隔，在弹出的输入区通过鼠标、键盘或者前面板按键输入要设置的值，默认值为 1us，范围是 100ns-8s。

其功能是表示测量一个频率时使用的时间为多长，即采样一个频率点所用时间。

当【功能选择】为载波频率时，此菜单才会显示出来。

[采样点数] 500[2, 4000]

单击采样点数，在弹出的输入区通过鼠标、键盘或者前面板按键输入要设置的值，默认值为 500，范围是 2-4000。

采样点数用于设置一次测量采样多少个点。

[累积测量 关|开] (关)

通过点击菜单，切换累积测量开关。

累积测量菜单用于控制累积测量功能的开关，累积测量功能参见本章第二节 6、累积测量功能。

当【功能选择】为载波频率时，此菜单才会显示出来。

第十一节 触发设置

该菜单用于设置调制域分析仪测量的触发功能。单击菜单进入下级菜单，具体菜单包括：

[触发源 内部|外部边沿触发|重复边沿门控|外部直接门控] (内部)

设置触发源。单击菜单，显示菜单选项列表，默认为“内部”。具体触发源选项说明如表 7-2 所示：

表 7-2 触发源说明

触发源	描述
内部	设置触发源为内部连续触发信号，即自动触发
外部边沿触发	设置触发源为外部触发信号，即当外部来一个上升沿的信号才能触发一次采集[采样点数]个点的测量
重复边沿门控	设置触发源为外部触发信号，一个上升沿采集一个测量点
外部直接门控	有外部直接口控制门控，进行测量，不再由仪器控制

[触发电平] 0 [-5V , 5V]

当[触发源]选择的为非内部信号时，通过设置此菜单，设置外部信号的触发电平值。

只有[触发源]选择为外部边沿触发|重复边沿门控|外部直接门控，此菜单才会显示，并可修改。

[触发延迟] 0s [0s, 4s]

当[触发源]选择的为非内部信号时，通过设置此菜单，设置当仪器检测到外部信号的

满足触发电平时，需要延时多长时间开始测量。

只有[触发源]选择为外部边沿触发|重复边沿门控|外部直接门控，此菜单才会显示，并可修改。

第十二节 数值触发

单击【数值触发】功能，相位不支持数值触发功能，具体菜单功能如下：

[触发通道] A|B|C] (A)

选择触发通道，当测量为双通道测量时，如[触发类型]选择为正常，则所选通道没有触发上，两个通道都不进行测量。

[触发类型] 自动|正常]

通过点击菜单，切换触发类型 自动|正常

当触发类型选择“自动”时，不管是否触发上，都会将结果显示在坐标系中。

当触发类型选择“正常”时，只有触发上才会进行测量，触发条件由下述菜单决定。

[触发方式] 上升沿|下降沿|边沿|区域]

[触发方式]选择触发是上升沿、下降沿以及边沿与[触发频率]或[触发时间]配合，如果触发频率/触发时间在结果数值的变化前后值之间，则边沿触发条件满足，如果在满足边沿触发条件下，测量结果变大，则上升沿触发满足；如果在满足边沿触发条件下，测量结果变小，则下降沿触发满足。

[触发方式]选择触发为区域，则会有新菜单[频率区间值]/[时间区间值]出现，通过设置区间值，如果测量结果在此区域内，则触发条件满足。

[触发位置] 左|中|右] (中)

[触发位置]可选择左、中、右，选择左，则结果数据为触发点已经触发后【采样点数】个结果数据；选择中，则触发点前后各有【采样点数】个结果数据；选择右则结果数据为触发点已经触发前【采样点数】个结果数据

[触发频率] 250MHz[-200GHz, 200GHz]

载波频率、脉冲频率测量时，此菜单才会出现，默认值为 250MHz，可设置范围是-200GHz~ 200GHz。

[触发时间] 500us[-10s, 32000s]

脉冲周期、脉冲宽度、时间间隔时，此菜单才会出现，默认值为 500us，可设置范围是-10s-32000s。

[频率区间值] 0Hz[-200GHz, 200GHz]

载波频率、脉冲频率测量且[触发方式]选择区域时，此菜单才会出现，默认值为 0Hz，可设置范围是-200GHz~ 200GHz。设置后区间为目标频率加减频率区间值。

[时间区间值] 0s[-10s, 32000s]

脉冲周期、脉冲宽度、时间间隔且[触发方式]选择区域时，此菜单才会出现，默认值为 0s，可设置范围是-10s-32000s。设置后区间为目标时间加减频率区时间。

第十三节 参考设置

该菜单用于设置调制域分析仪的参考时钟来源以及用户如何进行内部时钟校准，参考

设置菜单结构如图 7-9 所示。具体菜单包括：

[参考选择 内参考|外参考] (内参考)

通过点击菜单，切换参考选择为内参考还是外参考。

当参考选择为“内参考”时，有仪器自己提供时钟信号

当参考选择为“外参考”时，有外部信号提供时钟信号

[参考输出 关|开] (关)

通过点击菜单，切换参考输出是关还是开。

当参考输出为“关”时，不对外输出时钟信号

[内参考校准▶]

[内参考校准] [0, 4095]

通过调整此菜单数值，可以对内部时钟进行校准。默认值根据用户设置后变化而变化。

[恢复默认值]

将[内参考校准]数值恢复到厂家初始状态。

第十四节 测量时间

[测量时间]

设置载波频率测量总时间，不包括搜索电平时间。

第十五节 光标设置

提供两组垂直光标与水平光标主要用于观察曲线图和柱状图图中的数据，具体菜单包括：

[垂直光标 关|开]

通过点击此菜单，控制垂直光标显示状态是“关”不显示、还是“开”显示。两条光标线间显示光标位置差值。

[垂直光标 1] [横轴起始，横轴终止]

点击此菜单，通过鼠标、键盘或者前面板按键设置光标 1 的横轴位置，光标 1 不能超过坐标系的横轴范围。

[垂直光标 2] [横轴起始，横轴终止]

点击此菜单，通过鼠标、键盘或者前面板按键设置光标 2 的横轴位置，光标 2 不能超过坐标系的横轴范围。

[跳频设置▶] (仅跳频测量模式有效)

[自动识别 关|开]

通过点击此菜单，控制频点的识别分析，当开时，以整机的测量误差作为频点识别依据，当关时，以用户设置的识别范围作为频点识别依据。

[频点识别范围]

此菜单用于设置用户所需要的频点识别范围，即频点频率的正负频点识别范围内的频率点均会被当成当前频点的结果，从而实现频点的自动识别与分析。

[水平光标 关|开]

通过点击此菜单，控制水平光标显示状态是“关”不显示、还是“开”显示。两条光标线间显示光标位置差值。

[水平光标 1] [横轴起始，横轴终止]

点击此菜单，通过鼠标、键盘或者前面板按键设置光标 1 的横轴位置，光标 1 不能超过坐标系的横轴范围。

[水平光标 2] [横轴起始，横轴终止]

点击此菜单，通过鼠标、键盘或者前面板按键设置光标 2 的横轴位置，光标 2 不能超过坐标系的横轴范围。

第十六节 横轴设置

横轴设置菜单用于设置坐标系的横轴，与硬件工作状态无关，具体菜单包括：

[起始]

设置横轴的起始值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式是：

$$\text{中心} = (\text{起始} + \text{终止}) / 2$$

$$\text{每格比例} = (\text{起始} - \text{终止}) / 10$$

[终止]

设置横轴的终止值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式同上。

[中心]

设置横轴中心值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式同上。

[每格比例]

设置横轴的每格比例值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。

起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式同上。

[左移]

根据每格比例，将横轴向左平移一个横轴刻度格

[右移]

根据每格比例，将横轴向右平移一个横轴刻度格。

第十七节 纵轴设置

纵轴设置菜单用于设置坐标系的纵轴，与硬件工作状态无关。具体菜单包括：

[起始]

设置纵轴的起始值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式是：

$$\text{中心} = (\text{起始} + \text{终止}) / 2$$

$$\text{每格比例} = (\text{起始} - \text{终止}) / 10$$

[终止]

设置纵轴的终止值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式同上。

[中心]

设置纵轴中心值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式同上。

柱状图坐标系的纵轴设置没有[中心]菜单。

[每格比例]

设置纵轴的每格比例值。单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。

起始、终止、中心和每格比例之间存在自适应关系，计算公式同上。

柱状图坐标系的纵轴设置没有[每格比例]菜单。

[上移]

根据每格比例，将纵轴向上平移一个纵轴刻度格

[下移]

根据每格比例，将纵轴向下平移一个纵轴刻度格。

[显示位数]

设置显示位数，单击菜单激活用户输入区，可用数字键、步进键或旋轮调整该值。

坐标系根据显示位数，由高到低显示设置的位数，剩余低位由一个*代替。

[刻度 对数|线性] (线性)

对于柱状图图显示来说，可以选择纵轴是以线性显示还是以对数显示。

只有柱状图有此菜单。

第十八节 显示设置

该菜单包括与显示相关的功能菜单，具体说明如下：

[脉冲显示 关|开] (关)

用于脉冲周期或脉冲宽度的曲线图坐标系中，当脉冲显示为开时，用竖线标示每个脉冲周期，及两个竖线之间是一个脉冲周期。仅脉冲周期与脉冲宽度中有此菜单。

[光标信息 关|开] (开)

单击菜单，可以切换是否在坐标系内显示光标信息。

[全屏显示]

单击菜单，窗口全屏显示。

[迹线类型 点|线] (线)

此菜单只用于载波频率测量的轨迹坐标系中，点击菜单切换坐标系显示为点还是线。

第二篇 技术说明

第八章 工作原理

第一节 整机工作原理及硬件原理框图

整机硬件原理框图如图 8-1 所示，共分为七个单元，分别是微波信号变频处理单元、下变频本振单元、射频通道处理单元、中频处理单元、测量单元、参考时钟单元和 CPU 单元。其中微波信号变频处理单元主要进行微波通道处理及下变频；下变频本振单元负责提供微波信号变频处理的内部参考源；射频通道处理单元负责对射频通道信号通道选择和调理；中频处理单元负责中频处理及同步和触发控制；测量单元负责对中频信号和时间信号进行计数测量并存储；参考时钟单元负责产生其它功能单元需要的时钟信号；CPU 单元负责整机的控制和界面显示。

整机硬件方案可以支持任意两个通道独立测量，也可以支持任意两个通道相对测量。为了实现上述功能，构建了两个形式完全相同的 10Hz-4GHz 的测量通道，其中一个测量通道由通道 A 和通道 C 共用，通过开关选择使用 A 通道还是 C 通道，另一个测量通道由通道 B 和通道 C 共用，通过开关选择使用 B 通道还是 C 通道。根据用户测量设置，可以实现 A、B、C 通道单独测量，也可以实现 AB、AC、BC 双通道独立测量，还可以实现 AB、AC、BC 双通道相对测量。

以 A 通道和 C 通道共用的测量通道为例，A 通道按频率划分成 10Hz-50MHz、50MHz-500MHz、500MHz-4GHz 三个波段，其中 10Hz-50MHz 信号在射频通道处理单元被送入高阻通道，经增益调理后送入中频处理单元，50MHz-500MHz 信号送入 50 欧姆通道，经增益调理后送入中频处理单元，500MHz-4GHz 信号送入 50 欧姆通道，经分频和增益调理后送入中频处理单元。C 通道按频率划分成 500M-4GHz 和 4GHz-40GHz(4151D 为 4GHz-20GHz 原理相同一下按 4GHz-40GHz 讲述) 两个波段，这两个波段在微波信号变频处理单元进行选择，500M-4GHz 信号直接送入射频通道处理单元，4GHz-40GHz 波段通过微波信号变频处理单元变换到 1GHz-3GHz 中频后再送入射频通道处理单元，然后经分频和增益调理后送入中频处理单元。中频处理单元对输入信号进行同步、调理、整形及触发处理后，送给测量单元进行计数，最终计数结果返回给 CPU 单元做最终计算及显示。

第二节 关键技术

4151 系列调制域分析仪采用了先进的电子测试技术、微电子技术、信号处理技术和计算机技术等，其中自主创新并突破的关键技术如下：宽带微波毫米波部件设计与制造技术（包括宽带微波毫米波同轴开关的设计与制造、宽带微波毫米波程控衰减器的设计与制造、宽带微波毫米波混频器的设计与制造、低相位噪声 YIG 振荡器的设计与制造）、低相位噪声锁相合成扫频本振技术、小数分频与 $\Sigma \Delta$ 调制技术、数字滤波环路锁相技术、微波毫米波扩频测量技术、宽带基波混频设计技术、宽带脉冲包络检波技术、高速零空闲计数技术、模拟内插频率计数技术、延期内插高精度误差修正技术、高速数据采集技术、数字滤波技术、高速数字信号处理（DSP）技术与双通道互相关测试技术等。

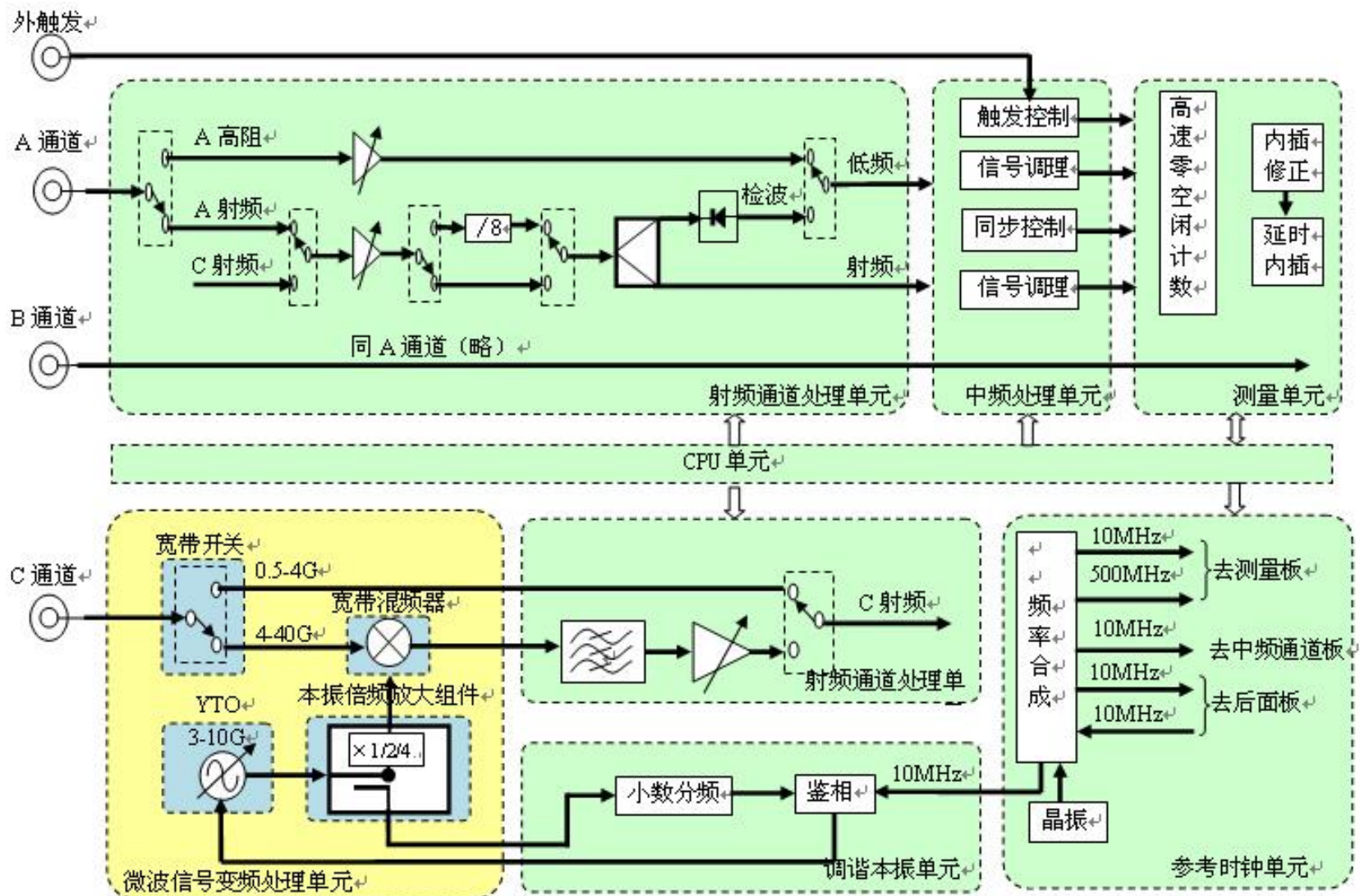


图 8-1 整机原理框图

第九章 主要技术指标

4151 系列调制域分析仪在稳定的环境温度下存放 2 小时，开机预热 30 分钟，经全部校准后应满足下列技术特性。

在稳定的环境温度下存放 2 小时，开机预热 30 分钟，经全部校准后应满足下列技术特性。

9.1 频率测量

9.1.1 频率测量范围

通道 A、B: 10Hz~4GHz;

通道 C: 500MHz~20GHz (4151D);

500MHz~40GHz (4151F)。

9.1.2 频率测量最低显示位:

$\pm 100\text{ps}/\text{采样间隔} \times \text{被测信号频率}$ 。

9.1.3 频率测量分辨率

12 位 (1 秒采样间隔, 平均模式);

$\pm (100\text{ps rms} + 1.4 \times \text{触发误差}) / \text{采样间隔} \times \text{被测信号频率}$ (正常模式) (10Hz~4GHz);

$\pm (100\text{ps rms} + 1.4 \times \text{触发误差}) / \text{采样间隔} \times 4\text{GHz}$ (正常模式) (4GHz~40GHz);

其中, 触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$, 最小 10ps。

9.1.4 频率测量准确度

$\pm \text{频率测量分辨率} \pm \text{时基误差} \times \text{被测信号频率}$ 。

9.1.5 最小采样间隔

100ns。

9.1.6 最大瞬态频率测量带宽:

通道 A、B: 3.5GHz;

通道 C: 3.5GHz (500MHz~4GHz);

2GHz (4GHz~40GHz)。

9.2 脉冲周期测量

9.2.1 周期测量范围

100ns~8s;

9.2.2 周期测量显示最低位:

$\pm 100\text{ps}$ 。

9.2.3 周期测量分辨率

$\pm 100\text{ps rms} \pm \text{起始触发误差} \pm \text{终止触发误差}$;

其中, 起始触发误差和终止触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$, 最小 10ps。

9.2.4 周期测量准确度

$\pm \text{周期测量分辨率} \pm \text{时基误差} \times \text{被测信号周期} \pm \text{触发误差} \pm 1\text{ns}$ 系统误差;

其中, 触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$, 最小 10ps。

9.3 脉冲宽度测量

9.3.1 脉冲宽度测量范围

10ns~8s。

9.3.2 脉冲宽度测量最低显示位

$\pm 100\text{ps}$ 。

9.3.3 脉冲宽度测量分辨率

$\pm 100\text{ps rms}$ 起始触发误差 \pm 终止触发误差；

其中，起始触发误差和终止触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$ ，最小 10ps。

9.3.4 脉冲宽度测量准确度

\pm 脉冲宽度测量分辨率 \pm 时基误差 \times 被测信号脉冲宽度 \pm 触发误差 $\pm 1\text{ns}$ 系统误差；

其中，触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$ ，最小 10ps。

9.4 占空比测量范围

0.0001%~99.9999%。

9.5 脉冲调制包络测量

9.5.1 脉冲调制包络宽度测量范围

100ns~8s (50MHz~500MHz)；

50ns~8s (500MHz~40GHz)。

9.5.2 脉冲调制包络宽度测量准确度

\pm 时基误差 \times 被测脉冲包络宽度 \pm 被测脉冲包络宽度 $\times 0.01\% \pm 20\text{ns}$ 检波误差。

9.5.3 脉冲调制包络周期测量范围

200ns~8s。

9.5.4 脉冲调制包络周期测量准确度

\pm 时基误差 \times 被测脉冲包络周期 \pm 被测脉冲包络周期 $\times 0.01\% \pm 20\text{ns}$ 检波误差。

9.6 时间间隔与相位测量

9.6.1 正时间间隔范围

10ns~8s。

9.6.2 正负时间间隔范围

-4s~4s。

9.6.3 时间间隔测量分辨率

$\pm 100\text{ps rms}$ 起始触发误差 \pm 终止触发误差；

其中，起始触发误差和终止触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$ ，最小 10ps。

9.6.4 时间间隔测量准确度

\pm 时间间隔测量分辨率 \pm 时基误差 \times 时间间隔 \pm 触发误差 $\pm 1\text{ns}$ 系统误差；

其中，起始触发误差和终止触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$ ，最小 10ps。

9.6.5 相位测量准确度

(\pm 时间间隔测量分辨率 \pm 时基误差 \times 时间间隔 \pm 触发误差 $\pm 1\text{ns}$ 系统误差) / 脉冲周期 $\times 360^\circ$ ；

其中，起始触发误差和终止触发误差 $\leq 10\text{ps} \times \frac{1\text{V/ns}}{\text{信号转换速率}}$ ，最小 10ps。

9.7 测量幅度范围

通道 A、B：

25mVrms~1Vrms (10Hz~50MHz, 1M Ω 阻抗)；

-30dBm~+10dBm (50MHz~500MHz, 50 Ω 阻抗)；

-18dBm~+10dBm (500MHz~4GHz, 50 Ω 阻抗)；

通道 C (50 Ω 阻抗)：

-20dBm~+10dBm (500MHz~13.5GHz)；

-13dBm~+10dBm (13.5GHz~40GHz)；

9.8 最大无损电平

+20dBm。

9.9 内时基性能

标准配置:

频率: 10MHz;

老化率: $< \pm 5 \times 10^{-8}$ /年;

温度稳定性: $< \pm 5 \times 10^{-8}$ ($-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$);

时基误差: \pm 老化率 \pm 稳定性。

高稳时基选件:

频率: 10MHz

老化率: $< \pm 5 \times 10^{-9}$ /年;

温度稳定性: $< \pm 1 \times 10^{-10}$ ($-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$);

时基误差: \pm 老化率 \pm 稳定性。

注: 该指标由生产厂家保证或由具有资质的测试机构出具测试报告, 本规范不做检验测试。

9.10 内参考输出端口性能

频率: 10MHz;

功率: ≥ 0 dBm。

9.11 外参考输入端口性能

频率: 10MHz;

功率: 0dBm \sim +10dBm。

9.12 外触发端口性能

频率范围: DC \sim 50MHz;

触发电平范围: ± 5 V, 3mV 步进;

阻抗: 1M Ω ;

最小脉宽: 5ns。

第十章 性能特性测试



说明:

下列各个指标测试时的具体操作步骤是根据图示中的测试仪器编写的,当采用同等性能特性的其它测试仪器时,具体操作方法应参照该仪器的使用说明书进行。测试步骤中提到的复位仪器,均指厂家复位模式,如设备处于用户定义复位状态,应改为厂家复位状态并进行再次复位,以保证设备初始状态处于已知状态。

表 10-1 4151 系列调制域分析仪推荐使用仪器设备

序号	仪器名称	主要技术指标	推荐型号
1	函数发生器	频率范围: 10Hz~50MHz 分辨率: 1uHz 准确度(1年): 2ppm(18°C~28°C) 3ppm(0°C~55°C)	Agilent 33250A
2	射频信号发生器	频率范围: 10MHz~4GHz 频率准确度: $\pm 0.02\%$ 脉冲宽度: 50ns~10s 输出功率范围: -35dBm~+20dBm 精度(1年): 2.1ppm(0°C~55°C)	41 所 AV1485 Agilent N5182A
3	微波信号发生器	频率范围: 10MHz~40GHz 频率准确度: $\pm 0.02\%$ 功率范围: -35dBm~+20dBm 脉冲宽度: 50ns~10s	41 所 AV1487 Agilent E8257C
4	数字存储示波器	带宽: 2.5GHz 采样率: 20GSa/s	Agilent DS090254A
5	频率计	频率范围: 10~40GHz	41 所 AV3212 Anritsu MF2414B
6	脉冲发生器	频率范围: DC~50MHz 最小脉冲宽度: 5ns 双通道输出	Agilent 81110A Tek AFG3252
7	功率计	频率范围: 50MHz~40GHz 读数形式: dB 相对模式; 读数分辨率: 0.01dB; 参考准确度: $\pm 1.2\%$ 。	41 所 AV2436 Agilent N1911A
8	功率探头	频率范围: 50MHz~40GHz 功率范围: -30~+20dBm	41 所 AV81703/AV81704 Agilent N1922A
9	万用表	位数: 3 位半	FLUKE 15B
10	铷原子钟	频率 5/10MHz	俄罗斯 41-82/5
11	计算机	WinXP 或 NT 平台	通用 PC

第一节 功能特性检查

1 彩色液晶显示

信号发生器通电后，信号发生器电源开关附近绿色指示灯发亮，液晶显示器显示彩色界面，界面应该亮度适中，字体清晰完整，并无失锁、不稳幅等告警指示。否则即为故障。

2 帮助

以下步骤检查信号发生器内帮助功能是否正常。

按信号发生器前面板【帮助】键，应该能够使用方向键查看4151系列调制域分析仪的嵌入式用户手册。否则即为故障。

3 简单功能检查

- a) 将调制域分析仪开机并预热至少 10 分钟
- b) 将后面板十兆输出连接到前面板通道 A 输入上。
- c) 如下设置调制域分析仪：
 - 【参考设置】→[参考输出]（开）
 - 【通道选择】（A）
 - 【通道 A 设置】→[波段选择]（10Hz-50MHz）
 - 【通道 A 设置】→[自动搜索电平]（中）单击前面板【自动设置】
- d) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 10MHz
- e) 如下继续设置调制域分析仪：
 - 【功能选择】（时间间隔）
 - 【通道 A 设置】→[脉冲选择]（基带脉冲）单击前面板【自动设置】
- f) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 10ns
- g) 将后面板十兆输出连接到前面板通道 B 输入上。
- h) 如下设置调制域分析仪：
 - 【通道选择】（B）
 - 【通道 B 设置】→[脉冲选择]（基带脉冲）
 - 【通道 B 设置】→[自动搜索电平]（中）单击前面板【自动设置】
- i) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 10ns
- j) 如下继续设置调制域分析仪：
 - 【功能选择】（载波频率）
 - 【通道 B 设置】→[波段选择]（10Hz-50MHz）单击前面板【自动设置】
- k) 先在左下角状态栏可以看到搜索电平进程从 0%上升为 100%；轨迹与柱状图显示在界面上且统计值的平均值约为 10MHz。

第二节 性能特性测试

1 频率测量范围

测试项目说明

频率测量范围是指在满足频率测量准确度规定的条件下调制域分析仪的工作频带宽度。本次测试采用高稳定性和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供测试信号，被测信号源时基由铷钟提供。如没有铷钟，被测源时基准确度需高于调制域分析仪一个数量级，在规定的频率范围内，调制域分析仪应能够正常测量。

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|-------------------------|-----|
| a) 函数发生器 Agilent 33250A | 1 台 |
| b) 信号发生器 Agilent N5182A | 1 台 |
| c) 信号发生器 Agilent E8257C | 1 台 |

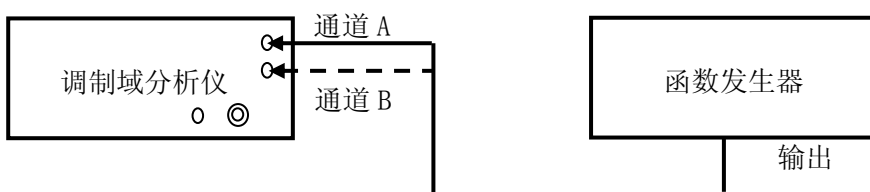


图 10-1 通道 A、B 频率范围测试 10Hz~50MHz

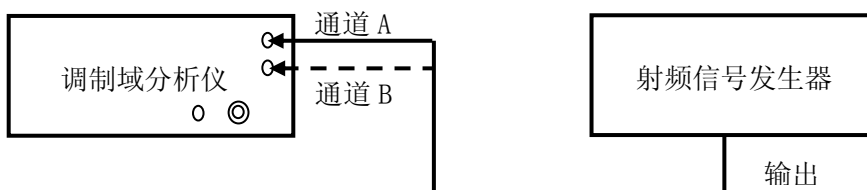


图 10-2 通道 A、B 频率范围测试 50MHz~4GHz



图 10-3 通道 C 频率范围测试 500MHz~40GHz

测试步骤

通道 A、B 10Hz~50MHz 连续波频率范围测试：

a) 如图 10-1 所示连接测试仪器，将函数发生器连接到调制域分析仪 A 通道；

b) 设置调制域分析仪：

【复位】；

【功能选择】→[载波频率]；

【通道选择】→[A] 或 [B]；

【通道 A】或【通道 B】→[10Hz-50MHz]；

【测量设置】→[采样间隔]→1us；[采样点数]→1000；

c) 设置函数发生器：输出波形正弦，频率 50MHz，幅度 500mVrms，偏置 0V，输出开；

- 设置调制域分析仪：【自动设置】；
- d) 调整函数发生器输出频率，观察调制域分析仪能正确测量的最大频率；记入表 10-2 中；
- e) 设置调制域分析仪：
【测量设置】→[采样间隔]→500ms；[采样点数]→5；
- f) 设置函数发生器：频率 10Hz；
- g) 调整函数发生器频率，观察调制域分析仪能正确测量的最小频率；并记入表 10-2 中；
- h) 将函数发生器连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 b)～g) 进行测试。

通道 A、B 50MHz～4GHz 连续波频率范围测试：

- a) 如图 10-2 所示连接测试仪器，将信号发生器连接到调制域分析仪 A 通道；
- b) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【功能选择】→[载波频率]；
【通道选择】→[A] 或 [B]；
【通道 A】或【通道 B】→[50MHz-500MHz]；
【测量设置】→[采样间隔]→1us；[采样点数]→1000；
- c) 设置信号发生器：频率 50MHz，功率 -10dBm，射频输出开；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
- d) 调整信号发生器输出频率，观察调制域分析仪能正确测量的最小频率；记入表 10-2 中；
- e) 设置调制域分析仪：
【通道 A】或【通道 B】→[500MHz-4GHz]；
- f) 设置信号发生器：频率 4GHz；
- g) 调整信号发生器频率，观察调制域分析仪能正确测量的最大频率；记入表 10-2 中；
- h) 将信号发生器连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 b)～g) 进行测试。

(4151A 测试到此结束)

通道 C 频率范围测试：

4151D (500MHz～20GHz) 测试：

- a) 如图 10-3 所示连接测试仪器；
- b) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【测量选择】→[载波频率]；
【通道选择】→[C]；
【通道 C】→[500MHz-4GHz]；
【测量设置】→[采样间隔]→1us；[采样点数]→1000；
- c) 设置信号发生器：频率 500MHz，功率 -10dBm，射频输出开；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
- d) 调整信号发生器输出频率，观察调制域分析仪能正确测量的最小频率；记入表 10-2 中；
- e) 设置调制域分析仪：
【通道 C】→[4GHz-20GHz]→[目标频率]→20GHz；
- f) 设置信号发生器：频率 20GHz；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
- g) 调制域分析仪应能正确测量，调整信号发生器频率，观察调制域分析仪能正确测量的最大频率，记入表 10-2 中。

4151F (500MHz～40GHz) 测试：

- a) 如图 10-3 所示连接测试仪器；
- b) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【测量选择】→[载波频率]；
【通道选择】→[C]；

- 【通道 C】→[500MHz-4GHz]；
- 【测量设置】→[采样间隔]→1us；[采样点数]→1000；
- c) 设置信号发生器：频率 500MHz，功率 -10dBm，射频输出开；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
- d) 调整信号发生器输出频率，观察调制域分析仪能测量的最小频率；记入表 10-2 中；
- e) 设置调制域分析仪：
【通道 C】→[4GHz-40GHz]→[目标频率]→40GHz；
- f) 设置信号发生器：频率 40GHz；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
- g) 调制域分析仪应能正确测量，调整信号发生器输出频率，观察调制域分析仪能测量的最大频率；并记入表 10-2 中。

2 频率测量显示最低位

测试项目说明

频率测量显示最低位是频率显示值的最右侧的显示位（最低位），最低显示位会根据采样间隔和被测频率而自动调整。

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|-------------------------|-----|
| a) 信号发生器 Agilent N5182A | 1 台 |
| b) 信号发生器 Agilent E8257C | 1 台 |

测试步骤

通道 A、B 显示最低位测试：

- a) 如 2 所示连接测试仪器，将信号发生器连接到调制域分析仪 A 通道；
- b) 设置信号发生器：频率 10MHz，功率 -10dBm，射频输出开；
- c) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【测量选择】→[载波频率]；
【测量设置】→[采样间隔]→100us；[采样点数]→100；
【通道选择】→[A] 或 [B]；
【通道 A】或【通道 B】→[10Hz-50MHz]；
【自动设置】
- d) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- e) 设置调制域分析仪：
【测量设置】→[采样间隔]→1s；[采样点数]→5；
- f) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- g) 设置信号发生器：频率 4GHz；
- h) 设置调制域分析仪：
【测量设置】→[采样间隔]→100us；[采样点数]→100；
【通道 A】或【通道 B】→[500MHz-4GHz]；
【自动设置】
- i) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- j) 设置调制域分析仪：
【测量设置】→[采样间隔]→1s；[采样点数]→5；
- k) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- l) 将信号发生器连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 b)～k) 进行测试。
(4151A 测试到此结束)

通道 C 显示最低位测试：

- a) 如图 10-3 所示连接测试仪器；

- b) 设置信号发生器：频率 1GHz，功率 -10dBm，射频输出开；
- c) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【测量选择】 → [载波频率]；
【测量设置】 → [采样间隔] → 100us； [采样点数] → 100；
【通道选择】 → [C]；
【通道 C】 → [500MHz-4GHz]；
【自动设置】
- d) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- e) 设置调制域分析仪
【测量设置】 → [采样间隔] → 1s； [采样点数] → 5；
- f) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- g) 设置信号发生器：频率 20GHz
- a) 设置调制域分析仪：
【测量设置】 → [采样间隔] → 100us； [采样点数] → 100；
【通道 C】 → [4GHz-20GHz] → [目标频率] → 20GHz； (4151D)
【通道 C】 → [4GHz-20GHz] → [目标频率] → 20GHz； (4151F)
【自动设置】
- h) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；
- b) 设置调制域分析仪：
【测量设置】 → [采样间隔] → 1s； [采样点数] → 5；
- i) 读调制域分析仪的频率测量读数最低位，并记入表 10-3 中；

3 频率测量分辨率和准确度

测试项目说明

频率测量分辨率是指频率测量 RMS 分辨率，表示对频率变化的分辨能力，用频率测量值的标准偏差来表征。频率测量准确度用频率测量均值偏离理想值的大小来表征。本次测试用铷原子钟给高稳定度的信号发生器提供参考时基，如没有铷钟，被测源时基准确度需高于调制域分析仪一个数量级，在不共时基的条件下，用被测调制域分析仪对高稳定度的信号发生器进行测量得到实测频率值，实测频率值减去信号源频率设置值即为频率测量准确度。

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|-------------------------|-----|
| a) 函数发生器 Agilent 33250A | 1 台 |
| b) 信号发生器 Agilent N5182A | 1 台 |
| c) 信号发生器 Agilent E8257C | 1 台 |
| d) 铷原子钟 Q1-82/5 | 1 个 |

测试步骤

通道 A、B 低端频率测试：

- a) 如图 10-1 所示连接测试仪器，将函数发生器连接到调制域分析仪 A 通道；
- b) 设置函数发生器：输出波形正弦，频率 10MHz，幅度 1Vpp，输出开；
- c) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【测量选择】 → [载波频率]；
【测量设置】 → [采样间隔] → 100ns； [采样点数] → 1000；
【通道选择】 → [A] 或 [B]；
【通道 A】 或 **【通道 B】** → [10Hz-50MHz]；
【自动设置】

读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-4 中正常模式栏；

d) 设置调制域分析仪：

【连续运行】→[累积测量开]；

e) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；

f) 设置调制域分析仪：

【连续运行】→[累积测量关]；

【测量设置】→[采样间隔]→100us；[采样点数]→1000；

读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-4 中正常模式栏；

g) 设置调制域分析仪：

【连续运行】→[累积测量开]；

h) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；

i) 将函数发生器连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 b) ~h) 进行测试。

通道 A、B 高端频率分辨率测试：

a) 如图 10-2 所示连接测试仪器，将信号发生器连接到调制域分析仪 A 通道；

b) 设置信号发生器：频率 2GHz，功率 0dBm，射频输出开；

c) 设置调制域分析仪：

【复位】；

【测量选择】→[载波频率]；

【测量设置】→[采样间隔]→100ns；[采样点数]→1000；

【通道选择】→[A] 或 [B]；

【通道 A】或【通道 B】→[500MHz-4GHz]；

【自动设置】

读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-4 中正常模式栏；

d) 设置调制域分析仪：

【连续运行】→[累积测量开]；

e) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；

f) 设置调制域分析仪：

【连续运行】→[累积测量关]；

【测量设置】→[采样间隔]→100us；[采样点数]→1000；

读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-5 中正常模式栏；

g) 设置调制域分析仪：

【连续运行】→[累积测量开]；

h) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；

i) 将信号发生器连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 b) ~h) 进行测试。

(4151A 测试到此结束)

通道 C 频率分辨率测试：

4151D (500MHz~20GHz) 测试：

a) 如图 10-3 所示连接测试仪器；

b) 设置信号发生器：频率 2GHz，功率 0dBm，射频输出开；

c) 设置调制域分析仪：

【复位】；

【测量选择】→[载波频率]；

【测量设置】→[采样间隔]→100ns；[采样点数]→1000；

- 【通道选择】→[C];
- 【通道 C】→[500MHz-4GHz];
- 【自动设置】
- 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-4 中正常模式栏;
- d) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量开];
- e) 观察累积次数大于 100 次后, 记录调制域分析仪均值读数的位数(到第一个变动位数为止), 并记入表 10-4 中平均模式栏; 读调制域分析仪的均值读数, 记入表 10-5 中;
- f) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量关];
- 【测量设置】→[采样间隔]→100us; [采样点数]→1000;
- 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-4 中正常模式栏;
- 【连续运行】→[累积测量开];
- g) 观察累积次数大于 100 次后, 记录调制域分析仪均值读数的位数(到第一个变动位数为止), 并记入表 10-4 中平均模式栏; 读调制域分析仪的均值读数, 记入表 10-5 中;
- h) 设置信号发生器: 频率 20GHz;
- i) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量关];
- 【测量设置】→[采样间隔]→100ns; [采样点数]→1000;
- 【通道 C】→[4GHz-20GHz]→[目标频率]→20GHz;
- 【自动设置】
- 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-4 中正常模式栏;
- j) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量开];
- k) 观察累积次数大于 100 次后, 记录调制域分析仪均值读数的位数(到第一个变动位数为止), 并记入表 10-4 中平均模式栏; 读调制域分析仪的均值读数, 记入表 10-5 中;
- l) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量关];
- 【测量设置】→[采样间隔]→100us; [采样点数]→1000;
- 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-5 中正常模式栏;
- m) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量开];
- n) 观察累积次数大于 100 次后, 记录调制域分析仪均值读数的位数(到第一个变动位数为止), 并记入表 10-4 中平均模式栏; 读调制域分析仪的均值读数, 记入表 10-5 中;
- 4151F (500MHz~40GHz) 测试:
- a) 如图 10-3 所示连接测试仪器;
- b) 设置信号发生器: 频率 2GHz, 功率 0dBm, 射频输出开;
- c) 设置调制域分析仪:
- 【复位】;
- 【测量选择】→[载波频率];
- 【测量设置】→[采样间隔]→100ns; [采样点数]→1000;
- 【通道选择】→[C];
- 【通道 C】→[500MHz-4GHz];
- 【自动设置】
- 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-4 中正常模式栏;
- d) 设置调制域分析仪:
- 【连续运行】→[累积测量开];
- e) 观察累积次数大于 100 次后, 记录调制域分析仪均值读数的位数(到第一个变动位数

- 为止)，并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；
- f) 设置调制域分析仪：
【连续运行】 → [累积测量关]；
【测量设置】 → [采样间隔] → 100us； [采样点数] → 1000；
 读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-4 中正常模式栏；
- g) 设置调制域分析仪：
【连续运行】 → [累积测量开]；
- h) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；
- i) 设置信号发生器：频率 40GHz
- j) 设置调制域分析仪：
【连续运行】 → [累积测量关]；
【测量设置】 → [采样间隔] → 100ns； [采样点数] → 1000；
【通道 C】 → [4GHz-40GHz] → [目标频率] → 40GHz；
【自动设置】
 读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-4 中正常模式栏；
- k) 设置调制域分析仪：
【连续运行】 → [累积测量开]；
- l) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；
- m) 设置调制域分析仪：
【连续运行】 → [累积测量关]；
【测量设置】 → [采样间隔] → 100us； [采样点数] → 1000；
 读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-4 中正常模式栏；
- n) 设置调制域分析仪：
【连续运行】 → [累积测量开]；
- o) 观察累积次数大于 100 次后，记录调制域分析仪均值读数的位数（到第一个变动位数为止），并记入表 10-4 中平均模式栏；读调制域分析仪的均值读数，记入表 10-5 中；

4 最小采样间隔

测试项目说明

最小采样间隔是在载波频率测量模式，表征载波频率测量速度的参数。本次测试采用高稳定性和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供信号，在满足最小采样间隔的条件下测量载波频率，观察调制域分析仪的测量结果是否在每个采样间隔下都能正确测量。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 信号发生器 Agilent N5182A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-2 所示连接测试仪器，将信号发生器连接到调制域分析仪 A 通道；
- b) 设置信号发生器：输出波形正弦，频率 500MHz，功率 0dBm，射频输出开；
- c) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【测量选择】 → [载波频率]；
【通道选择】 → [A] 或 [B]；
【通道 A】 或 **【通道 B】** → [波段选择] → [50MHz-500MHz]；
【测量设置】 → [采样间隔] → 100ns； [采样点数] → 10；
【显示设置】 → [迹线类型点]；
【自动设置】；

- d) 观察调制域分析仪载波频率测量曲线，应可以观测到载波频率每采样间隔时间变化一次；
- e) 以 1ns 为步进减小采样间隔，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- f) 将能测量的最小采样间隔记入表 10-6 中；
- g) 将信号发生器连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 c) ~f) 进行测试。
- h) 将信号发生器连接到调制域分析仪 C 通道；
- i) 设置调制域分析仪：
 - 【通道选择】→[C]；
 - 【通道 C】→[500MHz-4GHz]；
 - 【测量设置】→[采样间隔]→100ns；[采样点数]→10；
 - 【显示设置】→[迹线类型点]；
 - 【自动设置】；
- j) 观察调制域分析仪载波频率测量曲线，应可以观测到载波频率每采样间隔时间变化一次；
- k) 以 1ns 为步进减小采样间隔，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- l) 将能测量的最小采样间隔记入表 10-6 中；

5 最大瞬态频率测量带宽

测试项目说明

最大瞬态频率测量带宽是指在满足频率测量准确度规定的条件下，不改变调制域分析仪设置时，所能正确测量的最大频率范围。本次测试采用高稳定性和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供测试信号，通过不断调整信号发生器输出频率并观察调制域分析仪是否能够正确测量来验证频率测量最大带宽。在不共时基条件下，连续波频率测量准确度指标： $\pm(\text{分辨率} + \text{被测信号频率} \times \text{时基误差})$ 。

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|-------------------------|-----|
| a) 信号发生器 Agilent N5182A | 1 台 |
| b) 信号发生器 Agilent E8257C | 1 台 |

测试步骤

通道 A、B 最大带宽测试：

- a) 如图 10-2 所示连接测试仪器，将信号发生器连接到调制域分析仪 A 通道；
 - b) 设置调制域分析仪：
 - 【复位】；
 - 【功能选择】→[载波频率]；
 - 【通道选择】→[A] 或 [B]；
 - 【通道 A】或【通道 B】→[500MHz-4GHz]；
 - 【测量设置】→[采样间隔]→1us；[采样点数]→1000；
 - c) 设置信号发生器：频率 500MHz，功率 -10dBm，射频输出开；
 - d) 观察调制域分析仪应能正确测量；
 - e) 以 100MHz 为步进增加信号发生器输出频率，观察调制域分析仪能测量的最大频率；
 - f) 将调制域分析仪所能测量的最大频率值减去 500MHz 的差值记入表 10-7 中；
- (4151A 测试到此结束)

通道 C 最大带宽测试：

4151D (500MHz~20GHz) 测试：

- a) 如图 10-3 所示连接测试仪器；
- b) 设置调制域分析仪：
 - 【复位】；
 - 【功能选择】→[载波频率]；
 - 【通道选择】→[C]；

- 【通道 C】→[500MHz-4GHz];
- 【测量设置】→[采样间隔]→1 μ s; [采样点数]→1000;
- c) 设置信号发生器: 频率 500MHz, 功率 -10dBm, 射频输出开;
- d) 观察调制域分析仪应能正确测量;
- e) 以 100MHz 为步进增加信号发生器输出频率, 观察调制域分析仪能测量的最大频率;
- f) 将调制域分析仪所能测量的最大频率值减去 500MHz 的差值记入表 10-7 中;
- g) 设置调制域分析仪:
- 【通道 C】→[4GHz-20GHz] →[目标频率]→19GHz;
- h) 设置信号发生器: 频率 20GHz;
- i) 设置调制域分析仪: 【自动设置】
- 观察调制域分析仪应能正确测量;
- j) 以 100MHz 为步进减小信号发生器输出频率, 观察调制域分析仪能测量的最小频率;
- k) 将 20GHz 减去调制域分析仪所能测量的最小频率值的差值记入表 10-7 中;

4151F (500MHz~40GHz) 测试:

- c) 如图 10-3 所示连接测试仪器;
- d) 设置调制域分析仪:
- 【复位】;
- 【功能选择】→[载波频率];
- 【通道选择】→[C];
- 【通道 C】→[500MHz-4GHz];
- 【测量设置】→[采样间隔]→1 μ s; [采样点数]→1000;
- e) 设置信号发生器: 频率 500MHz, 功率 -10dBm, 射频输出开;
- f) 观察调制域分析仪应能正确测量;
- g) 以 100MHz 为步进增加信号发生器输出频率, 观察调制域分析仪能测量的最大频率;
- h) 将调制域分析仪所能测量的最大频率值减去 500MHz 的差值记入表 10-7 中;
- i) 设置调制域分析仪:
- 【通道 C】→[4GHz-40GHz] →[目标频率]→39GHz;
- j) 设置信号发生器: 频率 40GHz;
- k) 设置调制域分析仪: 【自动设置】
- 观察调制域分析仪应能正确测量;
- l) 以 100MHz 为步进减小信号发生器输出频率, 观察调制域分析仪能测量的最小频率;
- m) 将 40GHz 减去调制域分析仪所能测量的最小频率值的差值记入表 10-7 中;

6 脉冲周期测量范围和最低显示位

测试项目说明

本次测试采用高稳定性和准确度的脉冲发生器给被测调制域分析仪提供测试信号, 对脉冲周期范围的边界点和最低显示位进行测试。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-1 所示连接测试仪器, 将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 A; 脉冲发生器设置锁相为开状态。
- b) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 100ns, 脉冲宽度 50ns, 幅度高电平 0.5V, 低电平 -0.5V,
- c) 设置调制域分析仪:
- 【复位】;
- 【测量选择】→[脉冲周期];

【通道选择】→[A]或[B];

【通道 A】或【通道 B】→[脉冲选择]→[基带脉冲];

【测量设置】→[采样点数]→1000;

【自动设置】

- d) 以 1ns 为步进减小信号发生器脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
- e) 将能测量的最小脉冲周期记入表 10-8 中; 观察测量显示最低位, 记入表 10-9 中;
- f) 设置脉冲发生器: 脉冲宽度 4s, 脉冲周期 8s,
- g) 设置调制域分析仪:
 - 【采样点数】→3;
- h) 以 0.1s 为步进增加信号发生器脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止; 将能测量的最大脉冲周期记入表 10-8 中;
- i) 将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 B, 重复测试步骤 b) ~h) 进行测试。

7 脉冲周期测量分辨率和准确度

本次测试采用高稳定性和准确度的脉冲发生器给被测调制域分析仪提供测试信号, 被测脉冲发生器时基由铷钟提供。如没有铷钟, 被测源时基准确度需高于调制域分析仪一个数量级, 脉冲宽度测量准确度用脉冲宽度测量均值偏离理想值的大小来表征, 脉冲宽度测量分辨率由用脉冲宽度测量值的标准偏差来表征。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-1 所示连接测试仪器, 将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 A;
- b) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 2us, 脉冲宽度 1us, 幅度高电平 0.5V, 低电平 -0.5V,
- c) 设置调制域分析仪:
 - 【复位】;
 - 【测量选择】→[脉冲周期];
 - 【通道选择】→[A]或[B];
 - 【通道 A】或【通道 B】→[脉冲选择]→[基带脉冲];
 - 【测量设置】→[采样点数]→1000;
 - 【自动设置】
 - 【连续运行】→[累积测量开];
- d) 观察累积次数大于 100 次后, 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-10 中; 读调制域分析仪的脉冲周期均值读数, 将脉冲周期均值与脉冲发生器脉冲周期差值记入表 10-11 中;
- e) 设置脉冲发生器: 脉冲宽度 10ms, 脉冲周期 20ms,
- f) 设置调制域分析仪:
 - 【测量设置】→[采样点数]→100;
 - 【自动设置】
- g) 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-10 中; 读调制域分析仪的脉冲周期均值读数, 将脉冲周期均值与脉冲发生器脉冲周期差值记入表 10-11 中;
- h) 将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 B, 重复测试步骤 b) ~g) 进行测试。

8 脉冲宽度测量范围和最低显示位

测试项目说明

本次测试采用高稳定性和准确度的脉冲发生器给被测调制域分析仪提供测试信号, 对脉冲宽度范围的边界点和最低显示位进行测试。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-1 所示连接测试仪器，将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 A；
 b) 设置脉冲发生器：脉冲周期 1 μ s，脉冲宽度 10ns，幅度高电平 0.5V，低电平 -0.5V，
 c) 设置调制域分析仪：
 【复位】；
 【测量选择】 → [脉冲宽度]；
 【通道选择】 → [A]或[B]；
 【通道 A】 或 **【通道 B】** → [脉冲选择] → [基带脉冲]；
 【测量设置】 → [采样点数] → 1000；
 【自动设置】
 d) 以 1ns 为步进减小信号发生器脉冲宽度，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
 e) 将能测量的最小脉冲宽度记入表 10-12 中；观察测量显示最低位，记入表 10-13 中；
 f) 设置脉冲发生器：脉冲宽度 8s，脉冲周期 8.1s，
 g) 设置调制域分析仪：
 【采样点数】 → 3；
 h) 以 0.1s 为步进增加信号发生器脉冲宽度和脉冲周期，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
 将能测量的最大脉冲宽度记入表 10-12 中；
 i) 将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 B，重复测试步骤 b) ~h) 进行测试。

9 脉冲宽度测量分辨率和准确度

本次测试采用高稳定性和准确度的脉冲发生器给被测调制域分析仪提供测试信号，被测脉冲发生器时基由铷钟提供。如没有铷钟，被测源时基准确度需高于调制域分析仪一个数量级，脉冲宽度测量准确度用脉冲宽度测量均值偏离理想值的大小来表征，脉冲宽度测量分辨率由用脉冲宽度测量值的标准偏差来表征。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-1 所示连接测试仪器，将脉冲发生器输出连接到调制域分析仪通道 A；
 b) 设置脉冲发生器：脉冲周期 2 μ s，脉冲宽度 1 μ s，幅度高电平 0.5V，低电平 -0.5V，
 c) 设置调制域分析仪：
 【复位】；
 【测量选择】 → [脉冲宽度]；
 【通道选择】 → [A]或[B]；
 【通道 A】 或 **【通道 B】** → [脉冲选择] → [基带脉冲]；
 【测量设置】 → [采样点数] → 1000；
 【自动设置】
 【连续运行】 → [累积测量开]；
 d) 观察累积次数大于 1000 次后，读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-14 中；读调制域分析仪的脉冲宽度均值读数，将脉冲宽度均值与脉冲发生器脉冲宽度差值记入表 10-15 中；
 e) 设置脉冲发生器：脉冲宽度 10ms，脉冲周期 20ms，
 f) 设置调制域分析仪：
 【测量设置】 → [采样点数] → 100；
 【自动设置】
 g) 观察累积次数大于 100 次后，读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-14 中；读调制

- e) 将能测量的最小脉冲宽度记入表 10-18 中;
- f) 设置信号发生器: 频率 500MHz, 脉冲宽度 50ns, 以 10ns 为步进减小信号发生器脉冲宽度, 直到调制域分析仪无法正确测量为止; 将能测量的最小脉冲宽度记入表 10-18 中;
- g) 设置信号发生器: 脉冲宽度 8s, 脉冲周期 8.1s, 稳幅环路开;
- h) 设置调制域分析仪:
【采样点数】 → 3;
- i) 以 100ns 为步进增加信号发生器脉冲宽度和脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
 将能测量的最大脉冲宽度记入表 10-18 中;
 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 B, 重复测试步骤 b) ~h) 进行测试。
- j) 如图 10-3 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 C;
- k) 设置信号发生器: 频率 2GHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 50ns, 脉冲周期 1us, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- l) 设置调制域分析仪:
【复位】 ;
【测量选择】 → [脉冲宽度];
【通道选择】 → [C];
【通道 C】 → [500MHz-4GHz];
【测量设置】 → [采样点数] → 100;
【自动设置】 ;
- m) 以 10ns 为步进减小信号发生器脉冲宽度, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
- n) 将能测量的最小脉冲宽度记入表 10-18 中;
- o) 设置信号发生器: 脉冲宽度 8s, 脉冲周期 8.1s, 稳幅环路开;
- p) 设置调制域分析仪
【测量设置】 → [采样点数] → 3;
- q) 以 100ns 为步进增加信号发生器脉冲宽度和脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
- r) 将能测量的最大脉冲宽度记入表 10-18 中;

12 脉冲调制包络宽度测量准确度

测试项目说明

脉冲调制包络宽度测量准确度用脉冲宽度测量均值偏离理想值的大小来表征。本次测试采用高稳定性和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供测试信号进行测试。

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|-------------------------|-----|
| a) 信号发生器 Agilent N5182A | 1 台 |
| b) 信号发生器 41 所 AV1464 | 1 台 |

测试步骤

通道 A、B 脉冲宽度测量准确度测试:

- a) 如图 10-2 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 A;
- b) 设置信号发生器: 频率 2GHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 1us, 脉冲周期 2us, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- c) 设置调制域分析仪:
【复位】 ;
【测量选择】 → [脉冲宽度];
【通道选择】 → [A] 或 [B];
【通道 A】 或 **【通道 B】** → [脉冲选择] → [检波脉冲];
【测量设置】 → [采样点数] → 1000;
【自动设置】 ;

- d) 读调制域分析仪的脉冲宽度均值读数, 将脉冲宽度均值与信号源输出脉冲宽度差值记入表 10-19 中;
- e) 设置信号发生器: 脉冲宽度 0.1s, 脉冲周期 0.2s, 稳幅环路开;
- f) 设置调制域分析仪:
【测量设置】→ [采样点数]→5;
- g) 读调制域分析仪的脉冲宽度均值读数, 将脉冲宽度均值与信号源输出脉冲宽度差值记入表 10-19 中;
- h) 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 B, 重复 b) ~g) 进行测试;
- (4151A 测试结束)

通道 C 脉冲宽度测量准确度测试:

- i) 如图 10-3 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 C;
- j) 设置信号发生器: 频率 10GHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 1us, 脉冲周期 2us, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- k) 设置调制域分析仪:
【复位】;
【测量选择】→ [脉冲宽度];
【通道选择】→ [C];
4151D: 【通道 C】→ [4GHz-20GHz] → [目标频率] → 10GHz;
4151F: 【通道 C】→ [4GHz-40GHz] → [目标频率] → 10GHz;
【测量设置】→ [采样点数]→1000;
【自动设置】;
- l) 读调制域分析仪的脉冲宽度均值读数, 将脉冲宽度均值与信号源输出脉冲宽度差值记入表 10-19 中;
- m) 设置信号发生器: 脉冲宽度 0.1s, 脉冲周期 0.2s, 稳幅环路开;
- n) 设置调制域分析仪:
【测量设置】→ [采样点数]→5;
- o) 读调制域分析仪的脉冲宽度均值读数, 将脉冲宽度均值与信号源输出脉冲宽度差值记入表 10-19 中;

13 脉冲调制包络周期测量范围

测试项目说明

本次测试采用高稳定性和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供测试信号, 对脉冲周期范围的边界点附近进行测试。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 信号发生器 Agilent N5182A 1 台
- b) 信号发生器 41 所 AV1464 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-2 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 A;
- b) 设置信号发生器: 频率 100MHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 100ns, 脉冲周期 200ns, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- c) 设置调制域分析仪:
【复位】;
【测量选择】→ [脉冲周期];
【通道选择】→ [A]或[B];
【通道 A】或【通道 B】→ [脉冲选择] → [检波脉冲];
【测量设置】→ [采样点数]→100;
【自动设置】
- d) 以 10ns 为步进减小信号发生器脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;

- e) 将能测量的最小脉冲周期记入表 10-20 中;
- f) 设置信号发生器: 脉冲宽度 4s, 脉冲周期 8s, 稳幅环路开;
- g) 设置调制域分析仪:
【测量设置】 → [采样点数] → 3;
- h) 以 0.1s 为步进增加信号发生器脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
 将能测量的最大脉冲宽度记入表 10-20 中;
 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 B, 重复测试步骤 b) ~h) 进行测试。
- i) 如图 10-3 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 C;
- j) 设置信号发生器: 频率 2GHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 100ns, 脉冲周期 200ns, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- k) 设置调制域分析仪:
【复位】 ;
【测量选择】 → [脉冲周期];
【通道选择】 → [C];
【通道 C】 → [500MHz-4GHz];
【测量设置】 → [采样点数] → 100;
【自动设置】 ;
- l) 以 10ns 为步进减小信号发生器脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
- m) 将能测量的最小脉冲周期记入表 10-20 中;
- n) 设置信号发生器: 脉冲宽度 4s, 脉冲周期 8s, 稳幅环路开;
- o) 设置调制域分析仪
【测量设置】 → [采样点数] → 3;
- p) 以 100ns 为步进增加信号发生器脉冲周期, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;
- q) 将能测量的最大脉冲周期记入表 10-20 中;

14 脉冲调制包络周期测量准确度

测试项目说明

脉冲调制包络周期测量准确度用脉冲周期测量均值偏离理想值的大小来表征。本次测试采用高稳定度和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供测试信号进行测试。

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|-------------------------|-----|
| a) 信号发生器 Agilent N5182A | 1 台 |
| b) 信号发生器 41 所 AV1464 | 1 台 |

测试步骤

通道 A、B 脉冲调制周期测量准确度测试:

- a) 如图 10-2 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 A;
- b) 设置信号发生器: 频率 2GHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 1us, 脉冲周期 2us, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- c) 设置调制域分析仪:
【复位】 ;
【测量选择】 → [脉冲周期];
【通道选择】 → [A] 或 [B];
【通道 A】 或 **【通道 B】** → [脉冲选择] → [检波脉冲];
【测量设置】 → [采样点数] → 1000;
【自动设置】 ;
- d) 读调制域分析仪的脉冲周期均值读数, 将脉冲周期均值与信号源输出脉冲周期差值记入表 10-21 中;
- e) 设置信号发生器: 脉冲宽度 0.1s, 脉冲周期 0.2s, 稳幅环路开;
- f) 设置调制域分析仪:

- 【测量设置】→[采样点数]→3;
- g) 读调制域分析仪的脉冲周期均值读数, 将脉冲周期均值与信号源输出脉冲周期差值记入表 10-21 中;
- h) 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 B, 重复 b) ~g) 进行测试;
- (4151A 测试结束)
- 通道 C 脉冲调制周期测量准确度测试:
- i) 如图 10-3 所示连接测试仪器, 将信号发生器输出连接到调制域分析仪通道 C;
- j) 设置信号发生器: 频率 10GHz, 功率 0dBm, 稳幅环路关, 脉冲宽度 1us, 脉冲周期 2us, 脉冲调制开, 调制开, 射频输出开;
- k) 设置调制域分析仪:
- 【复位】;
- 【测量选择】→[脉冲周期];
- 【通道选择】→[C];
- 4151D: 【通道 C】→[4GHz-20GHz] →[目标频率] →10GHz;
- 4151F: 【通道 C】→[4GHz-40GHz] →[目标频率] →10GHz;
- 【测量设置】→[采样点数]→1000;
- 【自动设置】;
- l) 读调制域分析仪的脉冲周期均值读数, 将脉冲周期均值与信号源输出脉冲周期差值记入表 10-21 中;
- m) 设置信号发生器: 脉冲宽度 0.1s, 脉冲周期 0.2s, 稳幅环路开;
- n) 设置调制域分析仪:
- 【测量设置】→[采样点数]→3;
- o) 读调制域分析仪的脉冲周期均值读数, 将脉冲周期均值与信号源输出脉冲周期差值记入表 10-21 中;

15 正时间间隔范围

测试项目说明

正时间间隔对两个通道信号的相对时间关系进行测量, 正时间间隔范围是指在满足时间间隔准确度规定的条件下调制域分析仪的正时间间隔的正确测量范围。测量前选择某个通道作为参考通道, 测量时每个测量点都先检测参考通道信号上升沿, 把该时刻作为参考值, 随后检测另外一个通道信号上升沿, 把该时刻作为终止值, 终止值减去参考值即为该测量点的正时间间隔, 随后的测量点循环上述测量过程。本次测量采用高稳定性和准确度的双通道脉冲发生器给被测调制域分析仪提供信号, 通过调节脉冲发生器两个通道信号边沿之间的时间差值, 来测试调制域分析仪正时间间隔测量范围。时间间隔准确度指标: \pm 时间间隔测量分辨率 \pm 时基误差 \times 时间间隔 \pm 触发误差 \pm 1ns 系统误差。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

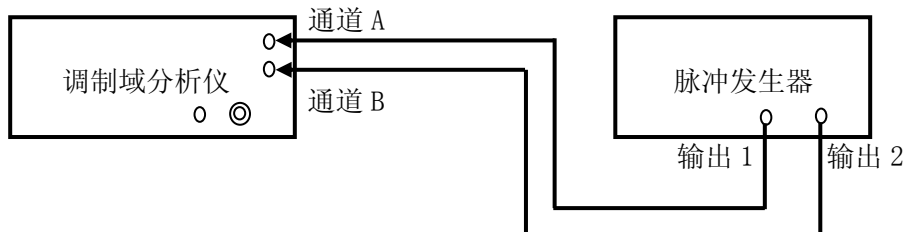


图 10-4 正时间间隔范围测试

测试步骤

- a) 如图 10-4 所示连接测试仪器;
- b) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 10us, 输出 1 脉冲宽度 5us, 输出 2 脉冲宽度 5us, 输出 1 脉

- 冲延时 0ns, 输出 2 脉冲延时 10ns, 输出 1 高电平 0.5V, 输出 1 低电平 -0.5V, 输出 2 高电平 0.5V, 输出 2 低电平 -0.5V, 脉冲输出 1 开, 脉冲输出 2 开;
- c) 设置调制域分析仪:
- 【复位】**;
- 【功能选择】** → [正时间间隔];
- 【通道选择】** → [A←B];
- 【通道 A】** → [脉冲选择] → [基带脉冲];
- 【通道 B】** → [脉冲选择] → [基带脉冲];
- 【测量设置】** → [采样点数] → 1000;
- 【自动设置】**
- d) 调整脉冲发生器输出 2 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 ≤ 10ns, 记入表 10-22 中;
- e) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 10s, 输出 1 脉冲宽度 5s, 输出 2 脉冲宽度 5s, 输出 2 脉冲延时 8s;
- f) 设置调制域分析仪:
- 【采样点数】** → 3;
- g) 调整脉冲发生器输出 2 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 ≥ 8s, 记入表 10-22 中;
- h) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 10us, 输出 1 脉冲宽度 5us, 输出 2 脉冲宽度 5us, 输出 1 脉冲延时 10ns;
- i) 设置调制域分析仪:
- j) **【通道选择】** → [B←A];
- 【测量设置】** → [采样点数] → 1000;
- k) 调整脉冲发生器输出 1 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 ≤ 10ns, 记入表 10-22 中;
- l) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 10s, 输出 1 脉冲宽度 5s, 输出 2 脉冲宽度 5s, 输出 1 脉冲延时 8s;
- m) 设置调制域分析仪:
- 【测量设置】** → [采样点数] → 3;
- n) 调整脉冲发生器输出 1 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 ≥ 8s, 记入表 10-22 中;

16 正负时间间隔范围

测试项目说明

正负时间间隔对两个通道信号的相对时间关系进行测量, 正负时间间隔范围是指在满足时间间隔准确度规定的条件下调制域分析仪的正负时间间隔的正确测量范围。测量前选择某个通道作为参考通道, 测量时以两个通道中先检测到的信号上升沿的时刻作为起始时刻, 随后检测另外一个通道信号上升沿, 把该时刻作为终止时刻, 每次都用非参考通道的时刻减去参考通道的时刻, 由于检测时不区分先后顺序, 无论检测到哪个通道的上升沿都启动测量, 因此按照上述算法得到的时间间隔有正负之分。本次测量采用高稳定性和准确度的双通道脉冲发生器给被测调制域分析仪提供信号, 通过调节脉冲发生器两个通道信号边沿之间的时间差值, 来测试调制域分析仪正时间间隔测量范围。时间间隔准确度指标: \pm 时间间隔测量分辨率 \pm 时基误差 \times 时间间隔 \pm 触发误差 \pm 1ns 系统误差。

测试框图及测试仪器和设备

- b) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-4 所示连接测试仪器;
- b) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 6s, 输出 1 脉冲宽度 3s, 输出 2 脉冲宽度 3s, 输出 1 脉冲延时 0ns, 输出 2 脉冲延时 4s, 输出 1 高电平 0.5V, 输出 1 低电平 -0.5V, 输出 2 高电平 0.5V, 输出 2 低电平 -0.5V, 脉冲输出 1 开, 脉冲输出 2 开;
- c) 设置调制域分析仪:
- 【复位】**;
- 【参考设置】** → [参考输出开];

- 【功能选择】→[正负时间间隔];
- 【通道选择】→[A←B];
- 【通道 A】→[脉冲选择] →[基带脉冲];
- 【通道 B】→[脉冲选择] →[基带脉冲];
- 【测量设置】→ [采样点数]→3;
- 【自动设置】
- d) 调整脉冲发生器输出 2 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 $\geq 4s$, 记入表 10-23 中;
- e) 设置脉冲发生器: 输出 1 脉冲延时 4s, 输出 2 脉冲延时 0s;
- f) 调整脉冲发生器输出 1 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 $\leq -4s$, 记入表 10-23 中;
- g) 设置调制域分析仪:
- h) 【通道选择】→[B←A];
- i) 调整脉冲发生器输出 1 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 $\geq 4s$, 记入表 10-23 中;
- j) 设置脉冲发生器: 输出 1 脉冲延时 0s, 输出 2 脉冲延时 4s;
- k) 调整脉冲发生器输出 2 脉冲延迟参数, 使调制域分析仪的均值读数 $\leq -4s$, 记入表 10-23 中;

17 时间间隔测量分辨率和准确度

测试项目说明

时间间隔测量分辨率是指时间间隔测量 RMS 分辨率, 表示对时间间隔变化的分辨能力, 一般用时间间隔测量值的标准偏差来表征。时间间隔测量准确度用时间间隔测量均值偏离理想值的大小来表征。本次测试采用采用累积多次测量, 累积测量次数至少 100 次。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台
- b) 数字存储示波器 Agilent DS090254A 1 台

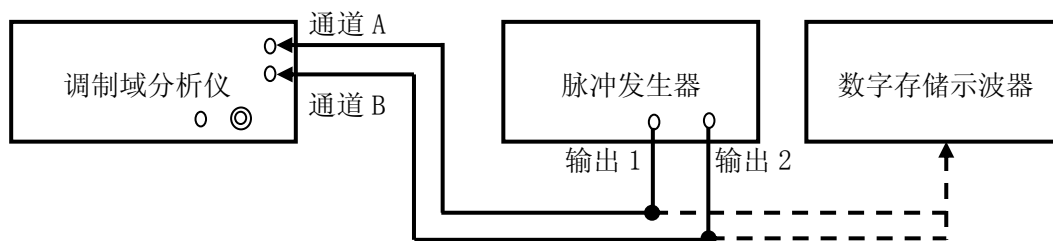


图 10-5 时间间隔测量分辨率

测试步骤

- a) 如图 10-5 所示连接测试仪器, 将脉冲发生器连接到调制域分析仪;
- b) 设置脉冲发生器: 脉冲周期 10us, 输出 1 脉冲宽度 5us, 输出 2 脉冲宽度 5us, 输出 1 脉冲延时 0ns, 输出 2 脉冲延时 1us, 输出 1 高电平 0.5V, 输出 1 低电平 -0.5V, 输出 2 高电平 0.5V, 输出 2 低电平 -0.5V, 脉冲输出 1 开, 脉冲输出 2 开;
- c) 设置调制域分析仪:
- 【复位】;
- 【功能选择】→[时间间隔];
- 【通道选择】→[A←B];
- 【通道 A】→[脉冲选择] →[基带脉冲];
- 【通道 B】→[脉冲选择] →[基带脉冲];
- 【测量设置】→ [采样点数]→1000;
- 【自动设置】
- p) 读调制域分析仪的标准差读数, 并记入表 10-24 中; 读调制域分析仪的均值读数, 将其与

- 信号源输出脉冲时间间隔差值记入表 10-25 中；
- d) 设置脉冲发生器：输出 1 脉冲延时 1 μ s，输出 2 脉冲延时 0ns
 - e) 设置调制域分析仪：
 - f) 【通道选择】 \rightarrow [B \leftarrow A]；
 - q) 读调制域分析仪的标准差读数，并记入表 10-24 中；读调制域分析仪的均值读数，将其与信号源输出脉冲时间间隔差值记入表 10-25 中；

18 相位测量准确度

测试项目说明

相位测量对两个通道信号的相对相位关系进行测量，测量前选择某个通道作为参考通道，测量时每个测量点都先检测参考通道信号上升沿，把该时刻作为参考值，随后检测另外一个通道信号上升沿，把该时刻作为终止值，终止值减去参考值即为该测量点的时间间隔，时间间隔除以脉冲周期即为相位，随后的测量点循环上述测量过程。本次测量采用高稳定性和准确度的双通道脉冲发生器给被测调制域分析仪提供信号。

测试框图及测试仪器和设备

脉冲发生器 Agilent 81110A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-5 所示连接测试仪器，将脉冲发生器连接到调制域分析仪；
- b) 设置脉冲发生器：脉冲周期 10 μ s，输出 1 脉冲宽度 5 μ s，输出 2 脉冲宽度 5 μ s，输出 1 脉冲延时 0ns，输出 2 脉冲延时 1 μ s，输出 1 高电平 0.5V，输出 1 低电平 -0.5V，输出 2 高电平 0.5V，输出 2 低电平 -0.5V，脉冲输出 1 开，脉冲输出 2 开；
- c) 设置调制域分析仪：
 - 【复位】；
 - 【功能选择】 \rightarrow [相位]；
 - 【通道选择】 \rightarrow [A \leftarrow B]；
 - 【通道 A】 \rightarrow [脉冲选择] \rightarrow [基带脉冲]；
 - 【通道 B】 \rightarrow [脉冲选择] \rightarrow [基带脉冲]；
 - 【测量设置】 \rightarrow [采样点数] \rightarrow 1000；
 - 【自动设置】
- d) 读调制域分析仪的相位均值读数，记入表 10-26 实测相位列中；
- e) 设置脉冲发生器：输出 1 脉冲延时 1 μ s，输出 2 脉冲延时 0ns
- f) 设置调制域分析仪：
 - 【通道选择】 \rightarrow [B \leftarrow A]；
 - 【自动设置】
- g) 读调制域分析仪的相位均值读数，记入表 10-26 实测相位列中；

19 测量幅度范围

测试项目说明

测量幅度范围是调制域分析仪在满足测量准确度条件下，能正确测量的信号幅度范围。本次测试在被测调制域分析仪与信号发生器共时基的条件下，采用高稳定性和准确度的信号发生器给被测调制域分析仪提供测试信号，选择几个典型的频率点，在规定的动态范围的上下边界点附近进行测量，调制域分析仪应能够正常测量。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 函数发生器 Agilent 33250A 1 台
- b) 信号发生器 Agilent N5182A 1 台
- c) 信号发生器 Agilent E8257C 1 台

- d) 功率计 41 所 AV2436 1 台
 e) 功率探头 41 所 AV81703/AV81704 2 个

测试步骤

通道 A、B (1M Ω) 动态范围测试:

- a) 如图 10-1 所示连接测试仪器, 将函数发生器连接到调制域分析仪 A 通道;
 b) 设置调制域分析仪:

【复位】;

【功能选择】 \rightarrow [载波频率];

【通道选择】 \rightarrow [A] 或 [B];

【通道 A】或【通道 B】 \rightarrow [10Hz-50MHz];

【测量设置】 \rightarrow [采样间隔] \rightarrow 100 μ s; [采样点数] \rightarrow 100;

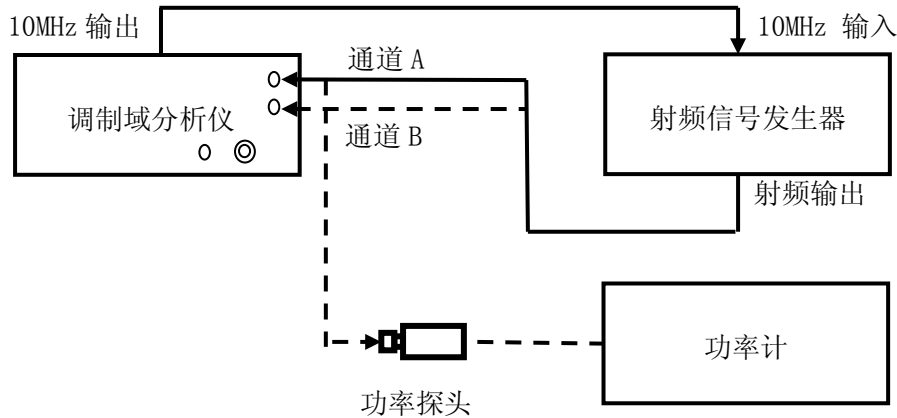


图 10-6 通道 A、B 动态范围测试 50MHz~4GHz

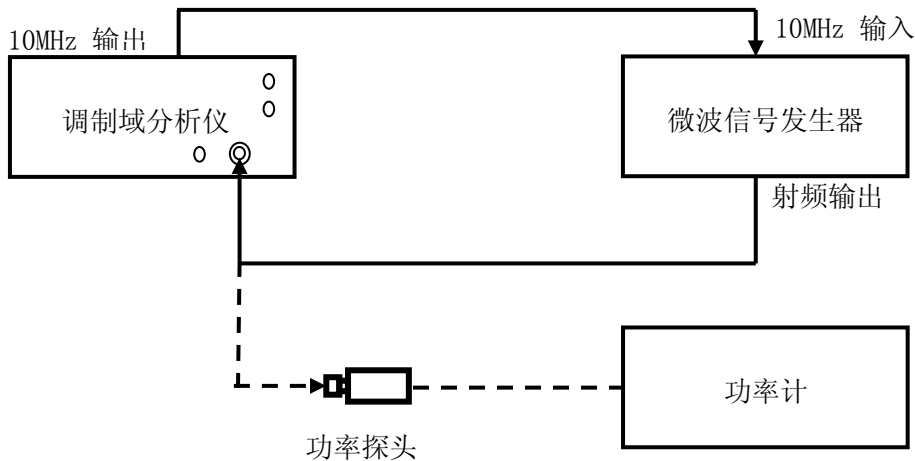


图 10-7 通道 C 动态范围测试 500MHz~40GHz

- c) 设置函数发生器: 输出波形正弦, 频率 10MHz, 幅度 25mVrms, 幅度偏置 0V, 输出开;

设置调制域分析仪: 【自动设置】;

以 1mVrms 步进降低函数发生器输出幅度, 直到调制域分析仪无法正确测量为止;

- d) 将能测量的最小幅度记入表 10-27 中;

- e) 设置函数发生器: 幅度 1Vrms;

设置调制域分析仪: 【自动设置】;

- f) 以 100mVrms 步进增加函数发生器输出幅度，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- g) 将能测量的最大幅度记入表 10-27 中；
- h) 将函数发生器连接到调制域分析仪 B 通道。
- i) 重复测试步骤 b) ~h) 进行测试；

通道 A、B (50Ω) 动态范围测试：

- a) 如图 10-6 所示连接测试仪器，将信号发生器连接到调制域分析仪 A 通道；
- b) 设置调制域分析仪：

【复位】；

【参考设置】→[参考选择外参考]；

【功能选择】→[载波频率]；

【通道选择】→[A] 或 [B]；

【通道 A】或【通道 B】→[50MHz-500MHz]；

【测量设置】→[采样间隔] →100us；[采样点数]→100；

- c) 设置信号发生器：频率 100MHz，功率 -30dBm，射频输出开；

设置调制域分析仪：【自动设置】；

- d) 以 1dB 步进降低信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- e) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- f) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- g) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
- h) 设置信号发生器：功率 10dBm；

设置调制域分析仪：【自动设置】；

- i) 以 1dB 步进增加信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- j) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- k) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- l) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
- m) 设置信号发生器：频率 2GHz，功率 -18dBm；

设置调制域分析仪：【自动设置】；

- n) 以 1dB 步进降低信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- o) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- p) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- q) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
- r) 设置信号发生器：功率 10dBm；

设置调制域分析仪：【自动设置】；

- s) 以 1dB 步进增加信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- t) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- u) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- v) 将信号发生器连接到调制域分析仪 B 通道。
- w) 重复测试步骤 b) ~v) 进行测试；

通道 C 动态范围测试：

4151D (500MHz~20GHz) 测试：

- a) 如图 10-7 所示连接测试仪器；
- b) 设置调制域分析仪：

- 【复位】**；
- 【参考设置】** → [参考选择外参考]；
- 【功能选择】** → [载波频率]；
- 【通道选择】** → [C]；
- 【通道 C】** → [4GHz-20GHz] [目标频率] → 10GHz；
- 【测量设置】** → [采样间隔] → 100 μ s； [采样点数] → 100；
- c) 设置信号发生器：频率 10GHz，功率 -20dBm，射频输出开；
设置调制域分析仪：**【自动设置】**；
- d) 以 1dB 步进降低信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- e) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- f) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- g) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
- h) 设置信号发生器：功率 10dBm；
设置调制域分析仪：**【自动设置】**；
- i) 以 1dB 步进增加信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- j) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- k) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- l) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
- m) 设置调制域分析仪：
【通道 C】 → [目标频率] → 20GHz；
- n) 设置信号发生器：频率 20GHz，功率 -13dBm；
设置调制域分析仪：**【自动设置】**；
- o) 以 1dB 步进降低信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- p) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- q) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
- r) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
- s) 设置信号发生器：功率 10dBm；
设置调制域分析仪：**【自动设置】**；
- t) 以 1dB 步进增加信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
- u) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
- v) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；

4151F (500MHz~40GHz) 测试：

- a) 如图 10-7 所示连接测试仪器；
- b) 设置调制域分析仪：

【复位】；

【参考设置】 → [参考选择外参考]；

【功能选择】 → [载波频率]；

【通道选择】 → [C]；

【通道 C】 → [4GHz-40GHz] [目标频率] → 10GHz；

【测量设置】 → [采样间隔] → 100 μ s； [采样点数] → 100；

- c) 设置信号发生器：频率 10GHz，功率 -20dBm，射频输出开；

设置调制域分析仪：**【自动设置】**；

- d) 以 1dB 步进降低信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；

- e) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生

- 器经过电缆后的实际功率；
- f) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
 - g) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
 - h) 设置信号发生器：功率 10dBm；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
 - i) 以 1dB 步进增加信号发生器输出功率，设置调制域分析仪：【自动设置】，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
 - j) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
 - k) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
 - l) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
 - m) 设置调制域分析仪：
【通道 C】→[目标频率] →40GHz；
 - n) 设置信号发生器：频率 40GHz，功率 -13dBm；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
 - o) 以 1dB 步进降低信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
 - p) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
 - q) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；
 - r) 重新连接信号发生器和调制域分析仪；
 - s) 设置信号发生器：功率 10dBm；
设置调制域分析仪：【自动设置】；
 - t) 以 1dB 步进增加信号发生器输出功率，直到调制域分析仪无法正确测量为止；
 - u) 将信号发生器与调制域分析仪相连接的电缆端连接到功率计探头，用功率计测量信号发生器经过电缆后的实际功率；
 - v) 将功率计的功率测量值记入表 10-27 中；

20 最大无损电平

测试说明

本次测试检验频率计能承受的最大信号幅度，注意确定信号源输出幅度在调制域分析仪的损坏电平范围内，如果信号源在所列频率点输出功率不能满足要求，可以改变此测试频率点，选取能满足功率要求的频率点进行检测。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 函数发生器 Agilent 33250A
- b) 微波信号源 AV1464/ Agilent E8257
- c) 功率计 Agilent E4417A
- d) 功率探头 Agilent V8486A

测试步骤

通道 A、B 测试

- a) 如图 10-2 连接测试设备，微波信号源输出连接到调制域分析仪 A 通道；
- b) 设置调制域分析仪：
【复位】；
【功能选择】→[载波频率]；
【通道选择】→[A] 或 [B]；
【通道 A】或【通道 B】→[50MHz-500MHz]；
【测量设置】→[采样间隔] →1us；[采样点数]→1000；
- c) 设置微波信号源：频率：50MHz，幅度：+20dBm，射频输出：0n，保持 1 分钟后，改变信号源的输出幅度到调制域分析仪的动态范围内，频率计应能准确测量，将最大不烧毁电平记

录到测试记录表 10-28 中。

d) 将微波信号源输出连接到调制域分析仪 B 通道，重复测试步骤 b) ~c) 进行测试。

通道 C 测试：

e) 如图 10-3 连接测试设备，微波信号源输出连接到调制域分析仪 C 通道；

f) 设置调制域分析仪：

【复位】；

【功能选择】→[载波频率]；

【通道选择】→[C]；

【通道 C】→[4GHz-20GHz] [目标频率] →20GHz (4151D)；

【通道 C】→[4GHz-40GHz] [目标频率] →20GHz (4151F)；

【测量设置】→[采样间隔] →1us；[采样点数]→1000；

g) 设置微波信号源：频率：20GHz，幅度：+20dBm，射频输出：开，保持 1 分钟后，改变信号源的输出幅度到调制域分析仪的动态范围内，频率计应能准确测量，将最大不烧毁电平记录到测试记录表 10-28 中。

21 内时基性能

测试项目说明

本次测试检查内部时基的日老化率指标。在满足规定的预热时间和环境条件下，用标准时基和微波信号源对仪器内部时基的频率漂移进行测量，连续测量 15 天以上，其平均频率漂移即为内部时基老化率。**内部时基老化率指标由时基生产厂家或具有相关资质的权威部门出具的测试报告数据为准。本规范中不做具体测试，但下面给出了一般的验证方法。**

在进行测试前，应对内部时基进行充分的预热，仪器从交流电源断开 2 小时后，需预热 7 天才能达到规定的时基老化率指标。对如果内部时基和频率标准在频率上相差很大，应首先进行时基校准，调整内部时基的频率准确度与标准时基一致。

因测试环境的影响对内部时基准确度的影响较大，因此测试应保证：

- 环境温度变化在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 内。
- 仪器保持和地球磁场一致的方向。
- 仪器处于同样的高度。
- 仪器不能受到任何机械撞击。

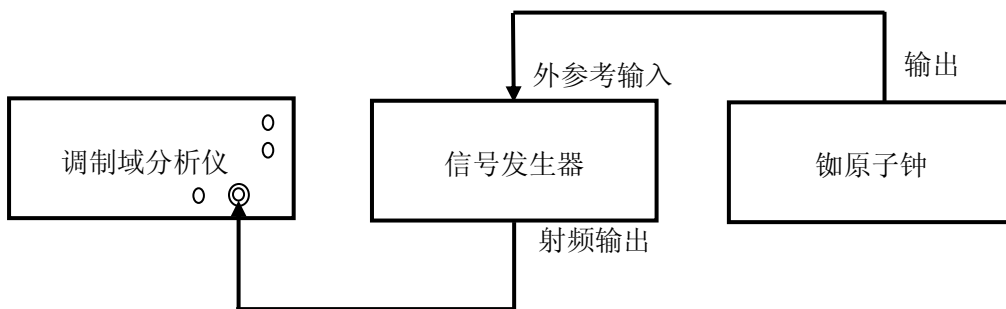


图 10-8 内时基测试

测试框图及测试仪器和设备

- | | |
|------------------------|-----|
| a) 铷原子钟俄罗斯 Ч1-82/5 | 1 个 |
| b) 微波信号源 Agilent E8257 | 1 台 |

测试步骤

- a) 测试设备按规定要求预热，按图 8 连接测试设备，调制域分析仪与微波信号源不共时基，将微波信号源输出连接到调制域通道 C；
- b) 设置微波信号源：频率 10GHz，幅度 -10dBm，射频输出开，调制输出关；

- c) 每隔 2 小时测量频率计读数 1 次, 将结果记入测试记录表中。连续测量 15 天以上;
d) 用最小二乘法按下式计算老化率 A

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_p)(t_i - t_p)}{\sum_{i=1}^N (t_i - t_p)^2} \times \frac{24}{1 \times 10^{10}}$$

式中: Y_i ——为第 i 次测量的频率值, 单位为 Hz;
 Y_p ——为 N 次测量的平均频率值, 单位为 Hz;
 t_i ——为第 i 次测量时的时间, 单位为 h;
 t_p ——为第 N 次测量的时间, 单位为 h;
 N ——为测量次数。

22 内参考输出端口性能

测试说明

本次测试检验频率计内参考输出信号的频率和幅度。所选测试设备的时基指标应优于调制域分析仪频率计至少 1 个数量级或者使用铷钟给测试设备提供时钟。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 频率计 CNT-90XL
b) 功率计 Agilent E4417A
c) 功率探头 Agilent V8486A

测试步骤

- a) 开机预热至少 30 分钟, 如图 10-9 连接测试设备;
b) 用外置频率计测量 10MHz 参考输出信号频率, 将结果记入测试记录表 10-29 中;
c) 如图 10-10 连接测试设备;
d) 用功率计测量 10MHz 参考输出信号功率, 将结果记入测试记录表 10-29 中。

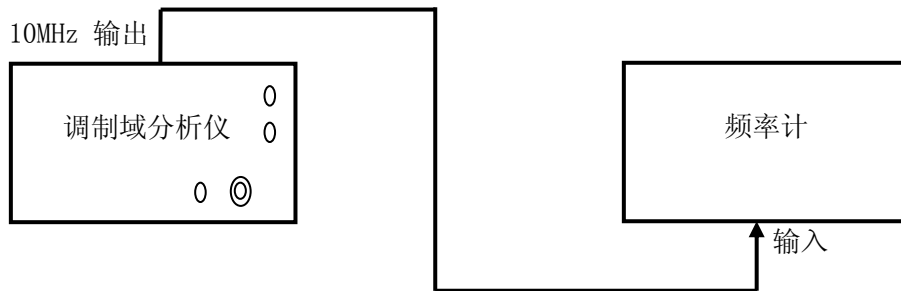


图10-9 内参考输出端口测试

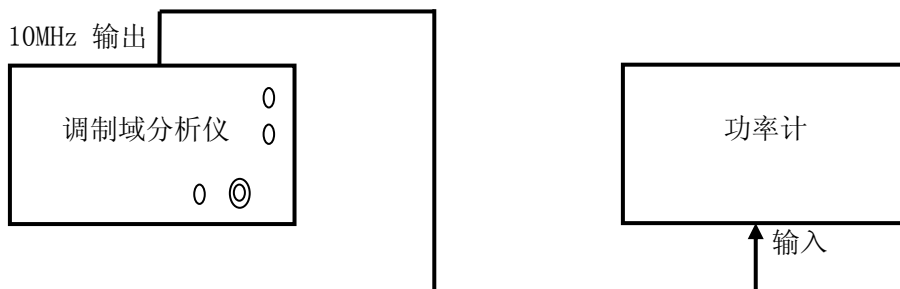


图10-10 内参考输出端口测试

23 外参考输入端口性能

测试说明

本次测试检验外参考输入端口的频率锁定输入功率范围。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 函数发生器 Agilent 33250A
- b) 微波信号源 AV1464/ Agilent E8257

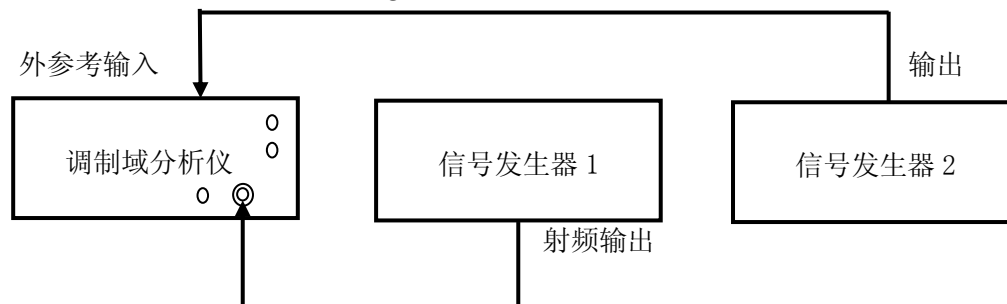


图 10-11 外时基测试

测试步骤

- a) 如图 10-11 所示连接测试设备，将微波信号源连接到调制域分析仪通道 A；
- b) 设置信号发生器 1：【频率：100MHz】，【幅度：-10dBm】，【射频输出：On】，【调制输出：Off】；
- c) 设置频率计：
 - 【复位】；
 - 【功能选择】→[载波频率]；
 - 【通道选择】→[A]；
 - 【通道 A】→[50MHz-500MHz]；
 - 【参考时基】→[参考选择]→外参考
- d) 设置信号发生器 2：【频率：10MHz】，【射频输出：On】，【调制输出：Off】；
- e) 设置信号发生器 2，使其幅度在 0dBm~10dBm 范围内变化，调制域分析仪应能够准确测量，将调制域分析仪能够准确测量的输入参考信号幅度变化范围记入测试记录表 10-30 中。

24 外触发性能

测试项目说明

本次测试检验外触发输入端口的频率范围、阻抗、最小脉宽性能。

测试框图及测试仪器和设备

- a) 万用表 FLUKE 15B
- b) 函数发生器 Agilent 33250A

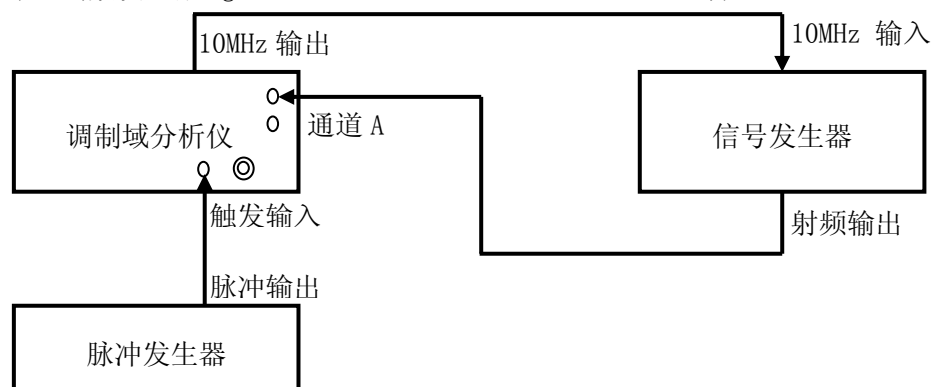


图 10-12 外触发测试

- c) 信号发生器 Agilent N5182A 1 台

测试步骤

- a) 如图 10-12 所示连接测试仪器;
- b) 设置调制域分析仪:
- 【复位】;
 - 【参考时基】→[参考输出: 开];
 - 【功能选择】→[载波频率];
 - 【通道选择】→[A];
 - 【通道 A】→[50MHz-500MHz];
 - 【触发设置】→[触发源]→[外部边沿];
 - 【测量设置】→[采样间隔]→1ms; [采样点数]→100;
- c) 设置信号发生器: 频率 100MHz, 功率 0dBm, 射频输出开;
- d) 设置脉冲发生器通道 1: 脉冲宽度 1s, 脉冲周期 5s, 输出开;
- e) 调制域分析仪应能正确测量, 将 DC 记入表 10-22 中;
- f) 设置脉冲发生器通道 1: 脉冲宽度 10ns, 脉冲周期 20ns;
- g) 调制域分析仪应能正确测量, 将频率上限值记入表 10-22 中;
- h) 设置脉冲发生器通道 1: 脉冲宽度 5ns, 脉冲周期 100ns;
- i) 调制域分析仪应能正确测量, 将最小脉宽值记入表 10-22 中;

第三节 性能特性测试记录

测试地点： 测试环境： 测试时间： 被测机号： 测试人员：

表 10-1 外观与结构、功能正常性测试记录表

检验项目	要求	检验结果
外观与结构	外观整洁、表面应无锈蚀、霉斑、污迹、镀涂层剥落及明显的划痕、毛刺；塑料件应无起泡、开裂、变形；文字、符号、标志和各种显示应清晰、牢固。结构件及控制件应完整、无机械损伤；各控制件均需安装正确、牢固可靠，操作灵活。	
功能正常性	本地功能检查：调制域分析仪开机启动后，应正常显示测量界面，无错误提示；操作前面板键盘按键，应能正常响应。	
	程控功能检查：外置主控计算机，连接 GPIB 电缆和 LAN 电缆，主控计算机分别通过 GPIB 和网口发送“*IDN?;”命令，功能正常情况下应返回“CETC41, 4151, XXXXXXX, Y. Y. Y”信息，其中“XXXXXX”代表产品批次号，“Y. Y. Y”代表产品软件版本号。	

表 10-2 频率范围测试记录表

检验项目	要求			检验结果
	频率准确度		频率范围	
通道 A (1M Ω)	10Hz	$\pm 14\text{mHz}$	低端频率 $\leq 10\text{Hz}$	
	50MHz	$\pm 5.7\text{kHz}$	高端频率 $\geq 50\text{MHz}$	
通道 B (1M Ω)	10Hz	$\pm 14\text{mHz}$	低端频率 $\leq 10\text{Hz}$	
	50MHz	$\pm 5.7\text{kHz}$	高端频率 $\geq 50\text{MHz}$	
通道 A (50 Ω)	50MHz	$\pm 5.7\text{kHz}$	低端频率 $\leq 50\text{MHz}$	
	4GHz	$\pm 456\text{kHz}$	高端频率 $\geq 4\text{GHz}$	
通道 B (50 Ω)	50MHz	$\pm 5.7\text{kHz}$	低端频率 $\leq 50\text{MHz}$	
	4GHz	$\pm 456\text{kHz}$	高端频率 $\geq 4\text{GHz}$	
通道 C (4151D)	500MHz	$\pm 57\text{kHz}$	低端频率 $\leq 500\text{MHz}$	
	20GHz	$\pm 458\text{kHz}$	高端频率 $\geq 20\text{GHz}$	
通道 C (4151F)	500MHz	$\pm 57\text{kHz}$	低端频率 $\leq 500\text{MHz}$	
	40GHz	$\pm 460\text{kHz}$	高端频率 $\geq 40\text{GHz}$	

表 10-3 频率最低显示位测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A 10MHz	100us	$\pm 10\text{ Hz}$	
	1s	$\pm 0.001\text{ Hz}$	
通道 A 4GHz	100us	$\pm 4\text{ kHz}$	
	1s	$\pm 0.4\text{ Hz}$	
通道 B 10MHz	100us	$\pm 10\text{ Hz}$	
	1s	$\pm 0.001\text{ Hz}$	
通道 B 4GHz	100us	$\pm 4\text{ kHz}$	
	1s	$\pm 0.4\text{ Hz}$	

表 10-3 频率显示最低位测试记录表 (续)

检验项目		要求	检验结果
通道 C 1GHz	100us	± 1 kHz	
	1s	± 0.1 Hz	
通道 C 20GHz	100us	± 20 kHz	
	1s	± 2 Hz	

表 10-4 频率测量分辨率测试记录表

检验项目		要求		检验结果	
		正常模式	平均模式	正常模式	平均模式
通道 A 10MHz 1Vpp	100ns	± 11.4 kHz	≥ 4 位		
	100us	± 11.4 Hz	≥ 7 位		
通道 A 2GHz 0dBm	100ns	± 2.28 MHz	≥ 4 位		
	100us	± 2.28 kHz	≥ 7 位		
通道 B 10MHz 1Vpp	100ns	± 11.4 kHz	≥ 4 位		
	100us	± 11.4 Hz	≥ 7 位		
通道 B 2GHz 0dBm	100ns	± 2.28 MHz	≥ 4 位		
	100us	± 2.28 kHz	≥ 7 位		
通道 C 2GHz 0dBm	100ns	± 2.28 MHz	≥ 4 位		
	100us	± 2.28 kHz	≥ 7 位		
通道 C 20GHz 0dBm (4151D)	100ns	± 4.56 MHz	≥ 4 位		
	100us	± 4.56 k	≥ 7 位		
通道 C 40GHz 0dBm (4151F)	100ns	± 4.56 MHz	≥ 4 位		
	100us	± 4.56 k	≥ 7 位		

表 10-5 频率测量准确度测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A 10MHz 1Vpp	100ns	± 11.4 kHz	
	100us	± 11.4 Hz	
通道 A 2GHz 0dBm	100ns	± 2.28 MHz	
	100us	± 2.28 kHz	
通道 B 10MHz 1Vpp	100ns	± 11.4 kHz	
	100us	± 11.4 Hz	

通道 B 2GHz 0dBm	100ns	$\pm 2.28\text{MHz}$	
	100us	$\pm 2.28\text{kHz}$	
通道 C 2GHz 0dBm	100ns	$\pm 2.28\text{MHz}$	
	100us	$\pm 2.28\text{kHz}$	
通道 C 20GHz 0dBm (4151D)	100ns	$\pm 4.56\text{MHz}$	
	100us	$\pm 6.56\text{k}$	
通道 C 40GHz 0dBm (4151F)	100ns	$\pm 4.56\text{MHz}$	
	100us	$\pm 8.56\text{k}$	

表 10-6 最小采样间隔测试记录表

检验项目	要求	检验结果
A 通道	100ns	
B 通道	100ns	
C 通道	100ns	

表 10-7 最大带宽测试记录表

检验项目	要求		检验结果
	频率准确度	最大带宽	
通道 A	500MHz	$\pm 57\text{kHz}$	(高端频率-低端频率) $\geq 3.5\text{GHz}$
	4.0GHz	$\pm 456\text{kHz}$	
通道 B	500MHz	$\pm 57\text{kHz}$	(高端频率-低端频率) $\geq 3.5\text{GHz}$
	4.0GHz	$\pm 456\text{kHz}$	
通道 C (4151D)	500MHz	526kHz	(高端频率-低端频率) $\geq 3.5\text{GHz}$
	4GHz	827kHz	
	18GHz	$\pm 458\text{kHz}$	(高端频率-低端频率) $\geq 2\text{GHz}$
	20GHz	$\pm 458\text{kHz}$	
通道 C (4151F)	500MHz	$\pm 57\text{kHz}$	(高端频率-低端频率) $\geq 3.5\text{GHz}$
	4GHz	$\pm 456\text{kHz}$	
	38GHz	$\pm 460\text{kHz}$	(高端频率-低端频率) $\geq 2\text{GHz}$
	40GHz	$\pm 460\text{kHz}$	

表 10-8 脉冲周期范围测试记录表

检验项目		要求		检验结果
		测量准确度	脉冲周期范围	
脉冲 周期 范围	通道 A 最小周期	$\pm 1.1\text{ns}$	$\leq 100\text{ns}$	
	通道 A 最大周期	$\pm 0.8\mu\text{s}$	$\geq 8\text{s}$	
	通道 B 最小周期	$\pm 1.1\text{ns}$	$\leq 100\text{ns}$	
	通道 B 最大周期	$\pm 0.8\mu\text{s}$	$\geq 8\text{s}$	

表 10-9 脉冲周期最低显示位测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	脉冲周期 100ns	$\pm 100\text{ps}$	
通道 B	脉冲周期 100ns	$\pm 100\text{ps}$	

表 10-10 脉冲周期测量分辨率测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	脉冲周期 2 μs	$\pm 120\text{ps}$	
	脉冲周期 20ms	$\pm 120\text{ps}$	
通道 B	脉冲周期 2 μs	$\pm 120\text{ps}$	
	脉冲周期 20ms	$\pm 120\text{ps}$	

表 10-11 脉冲周期测量准确度测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	脉冲周期 2 μs	$\pm 1.1\text{ns}$	
	脉冲周期 20ms	$\pm 3.1\text{ns}$	
通道 B	脉冲周期 2 μs	$\pm 1.1\text{ns}$	
	脉冲周期 20ms	$\pm 3.1\text{ns}$	

表 10-12 脉冲宽度范围测试记录表

检验项目	要求		检验结果
	测量准确度	脉冲宽度范围	
通道 A 最小宽度	$\pm 1.1\text{ns}$	$\leq 10\text{ns}$	
通道 A 最大宽度	$\pm 0.8\mu\text{s}$	$\geq 8\text{s}$	
通道 B 最小宽度	$\pm 1.1\text{ns}$	$\leq 10\text{ns}$	
通道 B 最大宽度	$\pm 0.8\mu\text{s}$	$\geq 8\text{s}$	

表 10-13 脉冲宽度最低显示位测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	脉冲宽度 10ns	$\pm 100\text{ps}$	
通道 B	脉冲宽度 10ns	$\pm 100\text{ps}$	

表 10-14 脉冲宽度测量分辨率测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	脉冲宽度 1 μs	$\pm 120\text{ps}$	
	脉冲宽度 10ms	$\pm 120\text{ps}$	
通道 B	脉冲宽度 1 μs	$\pm 120\text{ps}$	
	脉冲宽度 10ms	$\pm 120\text{ps}$	

表 10-15 脉冲宽度测量准确度测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	脉冲宽度 1us	$\pm 1.1ns$	
	脉冲宽度 10ms	$\pm 2.1ns$	
通道 B	脉冲宽度 1us	$\pm 1.1ns$	
	脉冲宽度 10ms	$\pm 2.1ns$	

表 10-16 脉冲占空比范围测试记录表

检验项目	要求		检验结果
	测量准确度	脉冲占空比范围	
通道 A 最小脉冲占空比	$\pm 0.00005\%$	0.0001%	
通道 A 最大脉冲占空比	$\pm 0.00005\%$	99.9999%	
通道 B 最小脉冲占空比	$\pm 0.00005\%$	0.0001%	
通道 B 最大脉冲占空比	$\pm 0.00005\%$	99.9999%	

表 10-18 脉冲调制包络宽度范围测试记录表

检验项目	要求		检验结果
	测量准确度	脉冲宽度范围	
通道 A 最小脉宽 (50MHz)	$\pm 20ns$	$\leq 100ns$	
通道 A 最小脉宽 (500MHz)	$\pm 20ns$	$\leq 50ns$	
通道 A 最大脉宽	$\pm 80us$	$\geq 8s$	
通道 B 最小脉宽 (50MHz)	$\pm 20ns$	$\leq 100ns$	
通道 B 最小脉宽 (500MHz)	$\pm 20ns$	$\leq 50ns$	
通道 B 最大脉宽	$\pm 80us$	$\geq 8s$	
通道 C 最小脉宽	$\pm 20ns$	$\leq 50 ns$	
通道 C 最大脉宽	$\pm 80us$	$\geq 8s$	

表 10-19 脉冲调制包络宽度测量准确度测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A	1us	$\pm 20ns$	
	2GHz	$\pm 10us$	
通道 B	1us	$\pm 20ns$	
	2GHz	$\pm 10us$	
通道 C	50ns	$\pm 20ns$	
	10GHz	$\pm 10us$	

表 10-20 脉冲调制包络周期范围测试记录表

检验项目	要求		检验结果
	测量准确度	脉冲周期范围	
通道 A 最小周期	$\pm 20ns$	$\leq 200ns$	
通道 A 最大周期	$\pm 80us$	$\geq 8s$	
通道 B 最小周期	$\pm 20ns$	$\leq 200ns$	

通道 B 最大周期	$\pm 80\mu\text{s}$	$\geq 8\text{s}$	
通道 C 最小周期	$\pm 20\text{ns}$	$\leq 200\text{ns}$	
通道 C 最大周期	$\pm 80\mu\text{s}$	$\geq 8\text{s}$	

表 10-21 脉冲调制包络周期准确度测试记录表

检验项目		要求	检验结果
通道 A 2GHz	2 μs	$\pm 20\text{ns}$	
	0.2s	$\pm 20\mu\text{s}$	
通道 B 2GHz	2 μs	$\pm 20\text{ns}$	
	0.2s	$\pm 20\mu\text{s}$	
通道 C 10GHz	2 μs	$\pm 20\text{ns}$	
	0.2s	$\pm 20\mu\text{s}$	

表 10-22 正时间间隔范围测试记录表

检验项目	测量准确度	要求	检验结果
A→B 最小正时间间隔	$\pm 1.1\text{ns}$	$\leq 10\text{ ns}$	
A→B 最大正时间间隔	$\pm 0.8\mu\text{s}$	$\geq 8\text{ s}$	
B→A 最小正时间间隔	$\pm 1.1\text{ns}$	$\leq 10\text{ ns}$	
B→A 最大正时间间隔	$\pm 0.8\mu\text{s}$	$\geq 8\text{ s}$	

表 10-23 正负时间间隔范围测试记录表

检验项目	测量准确度	要求	检验结果
A→B 最小正负时间间隔	$\pm 0.4\mu\text{s}$	$\leq 4\text{ s}$	
A→B 最大正负时间间隔	$\pm 0.4\mu\text{s}$	$\geq 4\text{ s}$	
B→A 最小正负时间间隔	$\pm 0.4\mu\text{s}$	$\leq 4\text{ s}$	
B→A 最大正负时间间隔	$\pm 0.4\mu\text{s}$	$\geq 4\text{ s}$	

表 10-24 时间间隔测量分辨率测试记录表

检验项目	分辨率	检验结果
A→B 1 μs	$\pm 120\text{ps}$	
B→A 1 μs	$\pm 120\text{ps}$	

表 10-25 时间间隔测量准确度测试记录表

检验项目	准确度	检验结果
A→B 1 μs	$\pm 1120\text{ps}$	
B→A 1 μs	$\pm 1120\text{ps}$	

表 10-26 相位测量准确度测试记录表

检验项目	准确度	检验结果
A→B 36°	±0.4°	
B→A 36°	±0.4°	

表 10-27 测量幅度范围测试记录表

检验项目		要求		检验结果
通道 A 动态范围	10MHz (1MΩ)	下限	≤25 mVrms	
		上限	≥1 Vrms	
	100MHz (50Ω)	下限	≤-30 dBm	
		上限	≥10 dBm	
	2GHz (50Ω)	下限	≤-18 dBm	
		上限	≥10 dBm	
通道 B 动态范围	10MHz (1MΩ)	下限	≤25 mVrms	
		上限	≥1 Vrms	
	100MHz (50Ω)	下限	≤-30 dBm	
		上限	≥10 dBm	
	2GHz (50Ω)	下限	≤-18dBm	
		上限	≥10 dBm	
通道 C 动态范围 (4151D)	10GHz	下限	≤-20 dBm	
		上限	≥10dBm	
	20GHz	下限	≤-13dBm	
		上限	≥10 dBm	
通道 C 动态范围 (4151F)	10GHz	下限	≤-20 dBm	
		上限	≥10dBm	
	40GHz	下限	≤-13dBm	
		上限	≥10 dBm	

表 10-28 最大不烧毁电平测试记录表

测试项		指标要求	检验结果
分类	信号源频率		
通道 A 幅度+20dBm	50MHz	+20dBm (保持 1min)	
通道 B 幅度+20dBm	50MHz	+20dBm (保持 1min)	
通道 C 幅度+20dBm	40GHz	+20dBm (保持 1min)	

注：如果信号源在所选频率点不能满足输出功率要求，可以改变频率点，只要在整个频率范围内有满足要求的点即可进行测试。

表 10-29 内参考输出端口性能测试记录表

测试项	指标要求	测试结果
频率	10MHz	
功率	$\geq 0\text{dBm}$	
时基准确度 $\leq \pm 5 \times 10^{-8}$		

表 10-30 外参考输入端口性能测试记录表

测试项	指标要求	测试结果
幅度范围	0dBm~+10dBm	

表 10-31 外触发测试记录表

检验项目	要求		检验结果
外触发阻抗	1 M Ω		
外触发频率范围	下限	DC	
	上限	50 MHz	
外触发最小脉宽	≤ 5 ns		

第三篇 维修说明

第十一章 故障信息说明及返修方法

本章将告诉您如何发现问题并接受售后服务。其中也包括对调制域的出错信息进行解释。

如果您购买了 4151 系列调制域分析仪，在操作过程中遇到一些问题，本所将提供完善的售后服务。

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。如果您所购买的调制域分析仪尚处于保修期，我们将按照保修单上的承诺对您的调制域分析仪进行免费维修；如果超过保修期，我们也只收取成本费。

第一节 故障查询及错误信息说明



说明： 本部分是指导您当 4151 系列调制域分析仪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。

1 待机灯不亮

检查信号发生器 220V 交流电输入是否正常，最大允许偏差 $220V \pm 10\%$ ，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。。如果是仪器本身电源引起的则需拿回厂家维修或更换电源。

2 开机风扇不转

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。

3 本振失锁

若显示屏告警指示区出现“本振失锁”，请详细记录每步测量值然后按前言中的信息和厂家联系。

搜索电平失败

如状态栏显示：“搜索电平失败,请尝试调整"自动搜索电平!”，则应该调整【通道设置】→【通道 A/B/C】→[自动搜索电平]更改为更慢的等级。

第二节 返修方法

如果仪器需送返我所进行维修，请根据前言中的联系方式与我所服务咨询中心联系。并将仪器故障现象和错误信息的详细资料或将仪器测试报告的复印件附送给我们，请用原仪器的包装箱打包运送。

如果没有原包装箱，您可以用以下所列举的，商业上一些通用步骤对仪器进行再包装：

- a) 为仪器附贴完整的服务标记。
- b) 为仪器装上面板保护罩，如果没有面板保护罩，用厚纸板保护控制面板。
- c) 为防止静电损坏，将仪器装入防静电袋内。

- d) 使用坚固的运输箱。如双层褶皱硬纸板箱，强度为 159kg。纸箱必须足够大、足够结实，纸箱与仪器的各面至少要留有 3~4 英寸的空隙来填充包装材料。
- e) 用强力尼龙胶带加固运输箱。在箱体上标明“易碎！勿碰！小心轻放”等字样。
- f) 保留所有运输单据的副本。