
Spike 频谱分析软件用户手册

南京舜特科通信技术有限公司

1 概述

本文档概述了Signal Hound频谱分析仪软件的操作和功能。Spike兼容Signal Hound的频谱分析仪和跟踪发生器产品线，包括：SM 系列 – SM200A/SM200B，BB 系列 - BB60A / BB60C，SA 系列 - SA44 / SA44B / SA124A / SA124B，TG 系列 - TG44 / TG124。只有在Spike软件中连接了兼容的频谱分析仪后，才能连接TG系列设备。

本文档将指导用户完成软件的设置和操作。用户可以使用本文档来学习软件能够进行哪些测量、如何执行这些测量以及如何配置软件。

1.1 新特性

在 3.0 版中，该软件已更名为 Spike。该软件现在支持所有 Signal Hound 频谱分析仪和跟踪发生器。有些早期版本的 SA44 和 SA124 需要固件更新才能与 Spike 一起使用。

1.2 软件更新

最新版本的 Spike 软件始终可以在 www.signalhound.com/Spike 上获得，或者 www.sainty-tech.com 中文版主页上下载。从 Spike 版本 3.0.10 开始，该软件还将在有较新版本的软件时提醒用户。该警报将显示在状态栏中以及“帮助”->“关于 Spike”对话框中。该软件将提供可下载最新版本的链接。

2 准备

2.1 软件安装

该软件在随货的CD上，也可以在我们的网站www.SignalHound.com/Spike上找到。软件的最新版本始终在网站上。

找到软件后，运行Spike Installer (x64) .msi或Spike Installer (x86) .msi，然后按照屏幕上的说明进行操作。必须具有管理员权限才能安装软件。安装程序将安装BB和SM系列设备驱动程序。SA和TG系列驱动程序须单独安装，可在www.signalhound.com/Spike上下载。

建议将应用程序文件夹安装在默认位置。

注意：客户需要在“控制面板”->“电源选项”菜单中启用“高性能”电源计划。如果您使用的是低功率/超便携式 PC 或笔记本电脑，请考虑此步骤以确保最佳性能。有关更多信息，请参见电源管理设置。

2.1.1 系统要求

支持的操作系统：

- Windows 7 (32 和 64位) *
- Windows 8 (32 和 64位) *
- Windows 10 (32 和64位) *
- 最低系统要求

处理器要求取决于您计划运行的设备

- SA系列：Intel双核处理器
- SM / BB系列：英特尔桌面级四核i5 / i7处理器，第四代或更高版本***。
- RAM需求
 - 最小-4 GB
 - 推荐-8 GB
- 该软件平均需要少于1GB的内存，某些BB和SM产品的配置可能消耗几GB的内存。
- 外设接口支持
 - SA系列：USB 2.0

-
- SM / BB系列：原生支持USB 3.0（英特尔USB 3.0扩展主控制器）

- 产品与Renesas和ASMedia USB 3.0硬件一起使用时容易有问题。原生支持USB 3.0是指通过英特尔的CPU和芯片组，典型是第四代以后的英特尔i系列处理器提供的USB硬件。

- 图形驱动

- 最低要求：支持OpenGL 2.0

- 建议要求：支持OpenGL 3.0

（不建议在虚拟机（即Parallels / VMWare 等）中运行Signal Hound产品。）

推荐使用英特尔处理器，Spike 软件针对英特尔 CPU 进行了高度优化。不建议使用某些 Xeon 处理器，因为它们缺乏原生 USB 3.0 支持，GOLD 系列 CPU 属于 Intel 原生 USB3.0 支持。（当 CPU 不支持原生 USB3.0 的时候，CPU 会限制 USB 带宽而降速，导致 SignalHound 的设备跟 PC 之间的数据丢失）

2.2 驱动安装

SA系列设备的驱动程序必须单独下载和安装访问www.signalhound.com/Spike页面下载USB驱动程序。须以管理员身份运行安装程序。

BB和SM系列设备的驱动程序在安装过程中放置在应用程序文件夹中。\\drivers\\x86\\文件夹用于32位系统，\\drivers\\x64\\文件夹用于64位系统。在安装程序的过程中会自动安装驱动。

如果由于某些原因驱动程序未正确安装，则可以按照以下说明以两种方式进行手动安装。

要手动安装BB系列驱动程序（例如BB60C），请导航至应用程序文件夹（安装Spike软件的位置）并找到Drivers64bit.exe文件。（如果在32位系统上，请找到Drivers32bit.exe文件。右键单击，然后以管理员身份运行。控制台输出将告诉您安装是否成功。如果手动运行驱动程序安装程序无效，请确保驱动程序文件位于各自的文件夹中，然后按照以下说明进行操作。

可以通过Windows设备管理器手动安装驱动程序。在插入了设备的Windows 7系统上，单击开始菜单，然后单击设备和打印机。找到FX3未知USB 3.0设备，然后右键单击该图标，然后选择“属性”。从那里选择硬件选项卡，然后选择属性。选择更改设置按钮。单击更新驱动程序按钮，然后浏览我的电脑以获取驱动程序。导航到BB60应用程序文件夹，然后选择文件夹名称 driver / x64。单击确定，等待驱动程序安装。

在 Windows 10 系统上，可以右键单击相应驱动程序文件夹中的.inf 文件，然后选择“安装”。

如果由于某些原因驱动程序仍然无法正确安装，请联系 Signal Hound 或者南京舜特科通信技术有限公司。

2.3 连接设备

安装软件和设备驱动程序后，就可以连接设备了。随附的设备 USB 电缆应首先连接到 PC，然后再连接到设备。如果您的设备提供了 Y 型电缆，则在连接设备之前，请确保两个 USB 端均已连接到 PC。

首次将设备连接到 PC 时，PC 可能需要花费几秒钟的时间来识别该设备并安装最新的驱动程序。

启动软件之前，请等待此过程完成。

设备准备就绪后，前面板 LED 指示灯对于 SA 和 BB 设备应显示为绿色。对于 SM 设备应显示为橙色。

2.4 首次运行软件

软件和驱动程序安装完成并将设备连接到PC后，即可启动软件。可以通过桌面快捷方式或在安装目录中找到Spike.exe文件来完成。Windows上Spike的默认安装目录为C: \ Program Files \ Signal Hound \ Spike。如果在启动软件时将设备连接到PC，则软件将尝试立即打开设备。

如果没有设备连接到PC或找到了多个设备，软件将通知提示您。此时，连接设备，然后使用

“文件”>“连接设备”菜单选项打开设备。

如果设备已连接到 PC，而 Spike 软件仍然报告未找到任何设备，请参阅“故障排除”部分以获取更多信息。

注意：如果在程序启动时看到 IF 过载消息。请参阅此故障排除提示。

3 入门

启动Spike软件会弹出用户图形界面（GUI）。本节详细介绍了GUI以及如何通过GUI控制Signal Hound频谱分析仪。

下图是启动时软件的图像。如果启动应用程序时已连接设备，则软件开始扫描做全频段扫描：

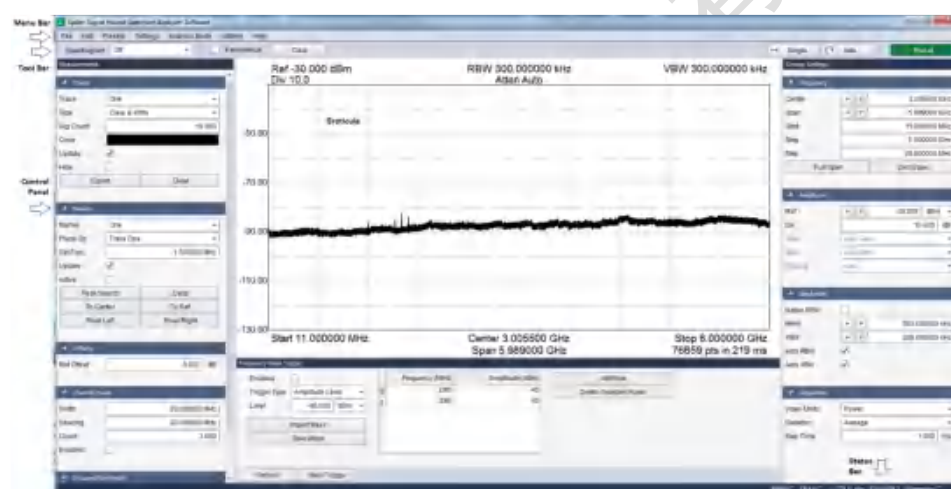


图 1: Spike 图形用户界面

3.1 格线

格线是显示扫描和进行测量时用作参考的方形网格。该软件会为大多数测量显示刻度的 10x10 网格。刻度内部和周围是文字，可以帮助理解刻度和其中显示的数据。

3.2 菜单

3.2.1 文件菜单

- 加载用户预设-加载用户选择的预设。有关更多信息，请参见预设。

-
- 保存用户预设-保存用户选择的预设。有关更多信息，请参见预设。
 - 打印-打印当前的网格视图。打印结果将不包括控制面板或菜单/工具栏。
 - 另存为图像-将当前的网格视图另存为PNG，JPG或BMP格式图像。
 - 快速保存图像-在不指定文件名或保存位置的情况下，将当前的网格视图捕获为PNG图像。图像文件以递增顺序命名，并以Spike Image作为前缀。保存目录是保存图像文件的最后一个目录。如果从未保存过图像文件，则默认为My Documents / Signal Hound。
 - 管理校正数据-弹出对话框以查看和清除Signal Hound设备的校正数据文件。有关更多信息，请参见校正数据。
 - 连接设备-如果未连接任何设备，这个菜单将显示所有连接到PC的Signal Hound设备并标明其序列号的列表。从该列表中，可以选择任何一个设备。
 - 断开设备连接-此选项断开当前连接的设备的连接。此选项与“连接设备”结合使用，可以在不关闭Signal Hound软件的情况下重启设备电源或交换设备。
 - 退出-断开设备并关闭软件。

3.2.2 编辑菜单

- 恢复默认布局-选择此选项后，软件将在下次启动应用程序后恢复其原始布局。
- 标题-启用或禁用自定义标题。标题出现在刻度上方，并通过打印以及会话记录包含在屏幕截图中。
- 清除标题-删除当前标题。
- 隐藏控制面板-临时隐藏所有可见的控制面板，对于演示或在小分辨率显示器上查看非常有用。
- 显示控制面板-显示以前隐藏的所有控制面板。如果模式更改或加载了预设，则软件将自动显示任何隐藏的控制面板。

-
- 颜色-加载各种默认的方格和迹线配色方案。
 - 程序样式-为应用程序的主窗口选择颜色主题。
 - 首选项-打开配置对话框，允许进一步配置软件。

3.2.3 预设

预设是存储和加载测量配置的简便方法。每个预设都存储了完整的软件配置，因此可以轻松地在测量配置之间进行切换，并从上次中断的地方恢复。

预设文件的扩展名为 “.ini”，这是 Windows 的初始化文件。Spike 软件可以两种方式存储和加载预设：在文件菜单中，用户可以通过直接选择 .ini 文件来保存和加载显式预设文件。或者，在“预设文件”菜单中，最多可以使用 9 个预设进行快速使用。这些预设始终可用，并且可以使用键盘快捷键快速加载。

预设只能由保存预设时使用的相同类型的设备加载。

通过“预设”菜单访问的预设存储路径 C:\Users\YourUserName\AppData\Roaming\SignalHound\中的预设。在 Windows 系统上，默认情况下，AppData 是一个隐藏文件夹。每个预设都存储在其自己的标记为“预设[1-9]”的文件夹中。主文件具有.ini 扩展名，并命名为“Preset [1-9].ini”。要在另一台计算机上使用预设，只需将预设文件夹以正确的路径复制到新计算机。

3.2.4 设置

- 参考-更改参考源，可以选择内部或外部参考。如果选择了外部参考，请确保将10MHz基准连接到适当的BNC端口。
- 内部-使用内部10MHz参考时钟
- 外部正弦波-使用外部交流10MHz参考时钟
- 外部CMOS-TTL -使用外部10MHz CMOS参考时钟。

- 参考电平偏移-调整测量幅度以补偿衰减器、探头或前置放大器。偏移量指对所有频点都固定的dB偏移量。然后将此偏移量应用于测量。有关更多信息，请参见使用参考电平偏移。

- 杂散抑制-有关更多信息，请参见杂散抑制。

- 启用手动增益/衰减-启用手动更改增益和衰减的功能

3.2.5 分析模式

- 空闲-停止运行。

- 扫描-进入标准扫描分析。有关更多信息，请参见扫描分析。

- 实时-进入实时分析模式。有关更多信息，请参见实时频谱分析。

- 零扫宽-进入零扫宽模式。有关更多信息，请参见零扫宽分析。

- 谐波-测量指定载波频率的谐波。有关更多信息，请参见谐波分析。

- 标量网络分析仪-如果SA或BB系列频谱分析仪设备当前处于活动状态，且Signal Hound跟踪生成器已连接到PC，则该软件会将系统设置为标量网络分析仪。有关更多信息，请参见标量网络分析。

- 相位噪声-进入相位噪声测量模式。有关更多信息，请参见相位噪声。

- 数字调制分析-启动软件的数字调制分析部分。有关更多信息，请参见数字解调。

- EMC预检测-使用BB60或SM200，访问多个与EMC相关的测量。有关更多信息，请参见EMC预检测。

- 模拟解调-使用此模式可以测量和查看AM和FM信号的调制特性。有关更多信息，请参见模拟解调。

- 干扰搜寻-多种用于干扰搜寻和频谱监测的有用工具。有关更多信息，请参见干扰搜寻。

- 频谱发射模板-有关更多信息，请参见频谱发射模板。

- WLAN 802.11b / a / n / ac -有关更多信息，请参见WLAN调制分析。

3.2.6 实用工具

- 路径损耗表-弹出对话框以添加和删除路径损耗表和天线校正。有关更多信息，请参见管理损失表。
- 控制线-弹出对话框以配置极限控制线。有关更多信息，请参见管理极限线。
- 音频播放器-弹出对话框以使用和自定义音频播放软件。有关更多信息，请参见音频播放器。
- 测量接收机-启用测量接收器实用程序。有关更多信息，请参见使用测量接收机。
- 频差表-有关更多信息，请参见频差表。
- 时基调整-有关更多信息，请参见调整时基。
- 跟踪源控制-如果SA或BB系列频谱分析仪是当前软件中的运行设备，且Signal Hound跟踪源已连接到PC，选择此实用程序会引入一个附加的控制面板，用于手动控制跟踪源的输出。仅当标量网络分析模式未激活时，跟踪源才会响应。
- SA124 中频输出-弹出一个对话框，以控制SA124频谱分析仪的中频变频器。当SA124中频变频器处于活动状态时，设备无法执行其他任务。
- 自检-弹出对话框，以手动自检SA44B和SA124B设备。对话框将解释设置设备进行自检的过程，并在执行测试后立即显示结果。
- SM200诊断-弹出对话框，其中包含SM200的校准信息和实时温度传感器读数。
该对话框还包含用户可调节的SM200-Opt1的风扇开启阈值。该值确定主动冷却模块的风扇何时开启。该阈值的设置是对应传感器测试到的FPGA温度。
- GPS控制面板-配置外部GPS设备。有关更多信息，请参见GPS。

3.2.7 帮助

- 用户手册-在系统默认的PDF阅读器中打开Spike用户手册。
- Signal Hound网站-在系统默认的Web浏览器中打开www.signalhound.com。

- 支持论坛–在系统默认Web浏览器中打开Signal Hound支持论坛网页。

- 关于Spike –显示Spike和设备API的版本和产品信息。

3.3 控制面板

控制面板是用于配置设备和软件的测量实用程序的界面菜单的集合。每个控制面板都可以编辑以适应用户的偏好。面板可以垂直堆叠或者彼此叠放（带标签），也可并排放置，可通过拖动控制面板的标题栏来实现。

不同的测量模式将显示不同的控制面板。这些控件在“分析模式”中有更详细的描述。

3.4 工具栏

工具栏位于应用程序菜单下。工具栏包含常用功能并可查看当前软件配置的相关控件。所有测量模式共享一组控件，而某些测量提供其他控件。

共享功能如下所述。

- 单次–暂停之前，请求软件再执行一次测量。
- 连续–要求软件连续执行测量。
- 从新校准–重新校准设备以防止任何潜在的温度漂移。每当软件显示Perform Cal提示时，或者当用户认为最近的温度变化影响测量精度时，都应按下此按钮。当测量到2C温度漂移时，大多数测量模式将自动重新校准设备。
- 预设–通过执行设备主设备重置，将软件和硬件恢复到其初始开机状态。

3.4.1 扫描工具栏

当设备在正常扫描和实时测量模式下运行时，扫描控件可见。

- 频谱图–启用频谱图显示。请参阅显示模式：频谱图。
- 余晖图–启用/禁用余晖图显示。请参阅显示模式：余晖图。

-
- 强度-控制余晖显示的强度。

3.4.2 零扫宽工具栏

这些控件在零扫宽测量模式下可用。

- 添加测量-将新的测量图添加到视图区域。
- 自动调整-选择自动调整后，可见视图将自动缩放至合适的大小。禁用“自动调整”使用户可以缩放视图并将其移动到自定义配置中，而不会干扰软件。
- 重置视图-将视图区域重置为默认配置。

3.4.3 数字解调工具栏

当软件进入调制分析模式时，数字解调工具栏即可见。该工具栏提供了多个控件来帮助用户自定义视图布局。

- 添加测量-使用此控件，用户可以将默认数据视图之一添加到视图区域。
- 自动调整-选择自动调整后，可见视图将自动缩至合适的大小。禁用“自动调整”使用户可以缩放视图并将其移动到自定义配置中，而不会干扰软件。
- 选择设置-从多个默认配置中选择。

3.4.4 干扰搜寻工具栏

- 频谱图-启用频谱图显示。请参阅显示模式：频谱图。

3.5 偏好设置

偏好设置菜单可在“编辑菜单”→“偏好”下找到。偏好菜单包含一组设置，以进一步配置Spike软件。

- 迹线宽度-确定在刻度线上绘制的迹线的宽度。
- 网格宽度-确定组成网格的线的宽度。
- 点划线-设置无边界线是虚线还是实线。

-
- 导出扫描最小值-选择此控件后，“导出迹线”按钮将以格式（频率（MHz），最小幅度，最大幅度）而不是正常形式（频率（MHz，最大幅度））导出CSV。
 - 实时帧速率-设置以实时模式运行时设备和软件的更新速率。更高的帧速率可提高事件的分辨率，但也需要更高的PC性能。帧速率可以设置在4到30 fps之间，此设置仅影响SA和BB设备。
 - 最大保存文件大小-控制扫描记录文件的大小。达到文件最大值后，软件将停止记录。对于32位计算机，文件最大为1GB。在64位计算机上，文件最大可为128GB。
 - 颜色-控制软件各种功能的颜色。
 - 启用SCPI-启用后，Spike软件将在选定的IP端口上侦听传入的连接。如要更改此选择，须重新启动软件才能生效。
 - IP端口-Spike软件用来侦听传入连接的端口，以通过TCP / IP进行SCPI控制。

3.5.1 语言选择

Spike软件为大多数面向用户的文本和字符串提供多种语言选择。第一次在PC上启动该软件时，Spike将根据语言环境确定最佳翻译。加载后，Spike会记住上一次使用的语言。

在偏好设置菜单中，用户可以更改Spike使用的翻译。只需选择所需的语言，然后按“应用”即可。确认应用，该软件将需要重新启动才能生效。在下一次启动程序时，将加载所选的语言。

3.6 状态栏

状态栏贯穿应用程序的底部。当鼠标进入格线内时，状态栏将显示x轴的频率/时间值和y轴的振幅/频率值。状态栏读数不应用于精确测量，但对于快速估算非常有用。

状态栏还会显示当前连接设备（如果有）的相关信息。如设备类型，设备温度，设备电源，设备序列号和固件版本。

3.7 报警器清单

告警器是警告和指示器，可为操作员提供有用的信息。告警器通常显示在标线的左上角。以下是所有告警器及其含义的列表。

•IF过载-当所显示的扫描上存在硬压缩时，指示器会出现。该信号器将出现在刻度的顶部中心，并会触发UNCAL指示器。当输入RF信号达到最大数字电平时，就会发生这种情况。要解决此问题，请减小输入信号幅度，增加参考电平，增加衰减或降低增益。

•USB -当USB上的数据丢失导致无法获取扫描时，此告警出现。在这种情况下，软件将继续尝试获取扫描，直到可以检索到完整的扫描为止。如果您经常看到此消息，则表明存在潜在的PC问题，例如驱动程序过时，USB硬件故障或系统负担过重。仅对于固件版本7或更高版本的BB60C设备，将显示此消息。

•执行校准-自从设备上一次温度校准后，设备偏差超过2°C时，此指示器出现。Spike软件将在大多数测量模式下自动重新校准设备。对于某些测量模式（例如IQ流盘），用户可以通过按下用户界面上的Recal按钮重新校准设备。

•电压低-当设备未通过USB 3.0接口得到足够的电压时，此告警信息出现。出现此信息时会显示电压值。设备默认电压不小于4.4V，此信号出现，也可能表示其他问题。如果您无法确定此问题的根源，请与Signal Hound联系。

•温度过高-只适用于SM200。当FPGA内部温度达到95°C时，将显示此警告。应关闭软件，并让设备冷却。

•范围受预选器限制-只适用于SM200。启用预选器并且用户配置的范围受预选器过滤器的带宽限制时，将显示此警告。

•PLT -表示路径损耗表处于活动状态。

•超出CPU资源-指示由于CPU资源不足或由于在测量过程中系统中断而导致当前测量无法正确完成。Signal Hound设备的很多测量需在满足最低的处理要求时才能完成任务。如果处理器无

法满足软件处理所需的资源，您将看到此警告。此时测量数据应被忽略。

- 未校准-当前设备可能不符合规格指标时，此指示器就会激活通知用户。在标量网络分析模式下也会指出这一点，表示尚未执行直通校准。

- 实时扫描-当SM200配置为实时模式且扫宽大于160MHz时激活。

南京舜特科通信技术有限公司

4 分析模式

Spike软件为频谱分析仪提供了几种分析模式。每种模式及其测量功能如下所述。请注意，并非所有模式都可用于所有Signal Hound频谱分析仪。

4.1 扫描分析

此操作模式是频谱分析仪通常关联的模式。通过该软件，您将配置设备并请求设备在所需扫宽上执行一次扫描。比设备瞬时带宽大的扫宽是通过获取多个IF数据包并将这些IF的FFT处理结果串联在一起得到的结果

在每个IF数据包上执行的处理取决于所提供的设置。每次返回跟踪时，设备都会等到下一个跟踪请求。对于软件用户，您可以选择连续扫描，也可以使用“扫描工具栏”上的“单次”和“连续”按钮手动请求一次。

4.1.1 扫描设置控制面板

扫描设置控制面板在标准扫描分析和实时模式下控制设备的扫描采集参数。

4.1.1.1 频率控制

- 中心—指定扫描的中心频率。如果中心频率的变化导致开始或停止频率落在工作范围之外，则扫宽将减小。使用箭头可以按步长改变中心频率。
- 扫宽（频宽）—指定以中心频率为中心的起始和终止频率之间的频率差。如果新的扫宽导致开始或停止频率落在运行范围之外，则将选择减小的扫宽。使用箭头以1/2/5/10顺序更改频宽。
- 起始/截止—指定设备的起始和截止频率。不能选择超出当前设备工作范围的频率。
- 步进—指定中心频率控件上箭头的步进大小。
- 全频宽—这将更改开始，截止，中心频率，以选择可能的最大扫宽。
- 零扫宽—进入零扫宽模式，使用当前中心频率作为零扫宽捕获的起始中心频率。

4.1.1.2 幅度控制

- 参考电平-更改参考电平可设置顶部刻度线的功率电平。选择的单位将更改在整个系统中显示的单位。当设置了自动增益和衰减（默认）时，测量的最大信号幅度可以至参考电平值。使用箭头可通过Div设置指定的量更改参考水平。
 - Div -指定y轴的比例。可将其设置为任何正值。选择的值表示刻度上一个正方形的垂直高度。在线性模式下，将忽略Div控制，并且刻度上的一个正方形的高度是参考水平的1/10。
 - Atten-设置内部电子衰减器。默认情况下，衰减设置为自动。建议将衰减设置为自动，以使设备在测量时可以最佳地优化动态范围和压缩点。
 - 增益-增益用于控制输入RF电平。更高的增益会增加RF电平。当增益设置为自动时，将根据参考电平选择最佳增益，以优化动态范围。选择手动控制增益而非“自动”可能会导致低于参考电平的输入信号产生削波，建议由经验丰富的Signal Hound用户来完成。
 - 前置放大器-如果连接的设备具有内部前置放大器，则此设置可用于控制其状态。
- 有关BB60C以及手动配置增益和衰减的信息，请参见附录

4.1.1.3 带宽控制

- RBW形状-选择RBW滤波器形状。详细信息请参见RBW滤波器形状。
- RBW-控制分辨率带宽。对于每个扫宽，可以使用一定范围的RBW。RBW控制FFT大小和信号处理，类似于在模拟频谱分析仪上选择IF带通滤波器。带宽根据所选的RBW形状而变化。
- VBW-控制视频带宽（VBW）。信号通过RBW滤波器后转换为幅度，然后由视频带宽滤波器过滤。当VBW设置为等于RBW时，不执行VBW过滤。
 - o所有RBW选项都可以作为VBW使用，但VBW必须小于或等于RBW。
 - o在实时模式下，无法选择VBW。
- 自动RBW -自动选择相对于扫宽（频宽）合理且快速的RBW。更改扫宽时，建议与Auto

VBW一起启用。

- 自动VBW –启用后，VBW将等于RBW。

4.1.1.4 采集控制

•视频单位–在系统中，未处理的幅度数据可以表示为电压、线性功率或对数功率。选择线性功率进行RMS功率测量。在对数刻度上，对数功率最接近传统频谱分析仪。

- 检波器–在处理视频数据时，选择是否存储最小/最大或平均幅度。

- 扫描时间

对于SA系列设备，扫描时间值将被忽略。

对于BB和SM系列设备，扫描时间用于控制频谱仪获取多长时间的数据用以完成所配置的扫描。实际的扫描时间可能与请求的时间明显不同，具体取决于RBW，VBW和扫宽设置以及硬件限制。

- 扫描间隔–对于所有设备，设备将以不超过配置的扫描间隔的间隔进行扫描。例如，扫描间隔将导致设备每秒最多扫描一次。

4.1.2 测量控制面板

测量控制面板允许用户配置与频谱相关的测量。当软件处于标准扫描分析和实时操作模式时，此控制面板可见。

4.1.2.1 迹线（谱线）控制

该软件最多提供六个可配置的迹线（谱线）。可以通过测量控制面板自定义和控制所有的六条迹线。首次启动该软件时，只有一种“实时更新”的迹线可见。

- 迹线–选择一条迹线。迹线控件将显示新选定的迹线。之后所有操作都会影响此迹线。
- 类型–类型控制所有迹线的显示方式。
- 关–禁用当前迹线。

-
- 清除和写入-持续扫描，实时更新显示扫描轨迹。
 - 最大保持-对于每次扫描，仅保留并显示最大值。
 - 最小保持-对于每次扫描，仅保留并显示最小值。
 - 最小/最大保持-对于每次收集的扫描，将保留并显示最小和最大点。
 - 平均-平均连续扫描。平均扫描次数由“平均计数”设置确定。
 - 平均计数-选择平均值的跟踪类型时，更改一起平均的扫描次数。
 - 颜色-更改所选迹线的颜色。选定的迹线颜色将在关闭软件时保存，且下次启动软件时恢复。
 - 更新-如果未选中更新，则所选跟踪将保持可见，但不再针对每次设备扫描进行更新。
 - 隐藏-如果选中，则选定的迹线将隐藏。
 - 清除-重置所选跟踪的内容。
 - 导出-将所选跟踪的内容保存到CSV文件。保存文件之前必须选择文件名。CSV文件存储（频率，最大振幅），频率以MHz为单位，最小/最大以dBm / mV为单位，具体取决于选择的是对数还是线性单位。

4.1.2.2 标记控件

该软件允许六个可配置的标记（频标）。所有六个标记均可通过测量控制面板进行配置。

- 标记（频标）-选择一个标记。采取的所有标记动作都会影响当前选择的标记。
- 类型-指定标记的测量类型。对于正常和增量标记读数，请选择“正常”，对于噪声测量，请选择“噪声标记”。
- 放置-选择所选标记将放置在哪个迹线上。如果在放置标记时此处选择的迹线不活动，则将使用下一个活动迹线。
- 更新-更新打开时，标记幅度会更新每次扫描。禁用时，除非移动标记幅度，否则不会更新。
- 激活-激活确定所选标记是否可见。这是禁用标记的主要控件。

-
- 峰值跟踪-启用后，在每次跟踪更新时，所选标记将位于峰值信号幅度上。
 - 峰值阈值-为左/右峰值按钮指定将信号视为峰值所需的最小振幅。
 - 峰值出现-指定多远振幅需求下降约一峰的峰左/右按键被认为是一个高峰。
 - 设置频率-以选定的频率标记手动放置选定的迹线上。如果当前禁用标记，则启用它。标记频率将四舍五入到最接近的可用频率槽。
 - 峰值搜索-将所选标记放置在“放置在”指定的轨迹上的最高振幅信号上。如果选定的迹线为“关”，则使用第一个启用的迹线。
 - 差值-将参考标记放置在标记当前所在的位置。放置后，相对于参考点的位置进行测量。
 - 居中频率-将中心频率更改为所选标记的频率位置。
 - 到参考水平-将参考水平更改为活动标记的幅度。
 - 左峰值-如果选定的标记处于激活状态，请将标记移到左侧的下一个峰值。
 - 右峰值-如果选定的标记处于激活状态，请将标记移到右侧的下一个峰值。

对于左/右峰值，峰值由一组频率框组定义，其频率比扫描的平均幅度高1个标准偏差。

4.1.2.3 带宽占用

- 启用-启用后，占用带宽测量将在屏幕上变为激活状态。
- 目标-选择执行占用功率测量的迹线。
- 功率百分比-功率百分比允许调整占用带宽测量值的集成功率百分比。

4.1.3 信道功率控制面板

有关进行信道功率测量的更多信息，请参见信道功率。

4.1.4 扫描记录控制面板

有关扫描记录的更多信息，请参见扫描记录和回放。

4.1.5 峰值表

峰值表是除频标之外的另一项功能，用户可一次测量频谱中存在信号的绝对和相对幅度和频率。峰值表可用于扫描和实时测量模式。峰值表最多显示16个峰值，这些峰值按频率或幅度排序，峰值阈值和偏移设置与频标可用的设置相似（请参阅“测量控制面板”）。

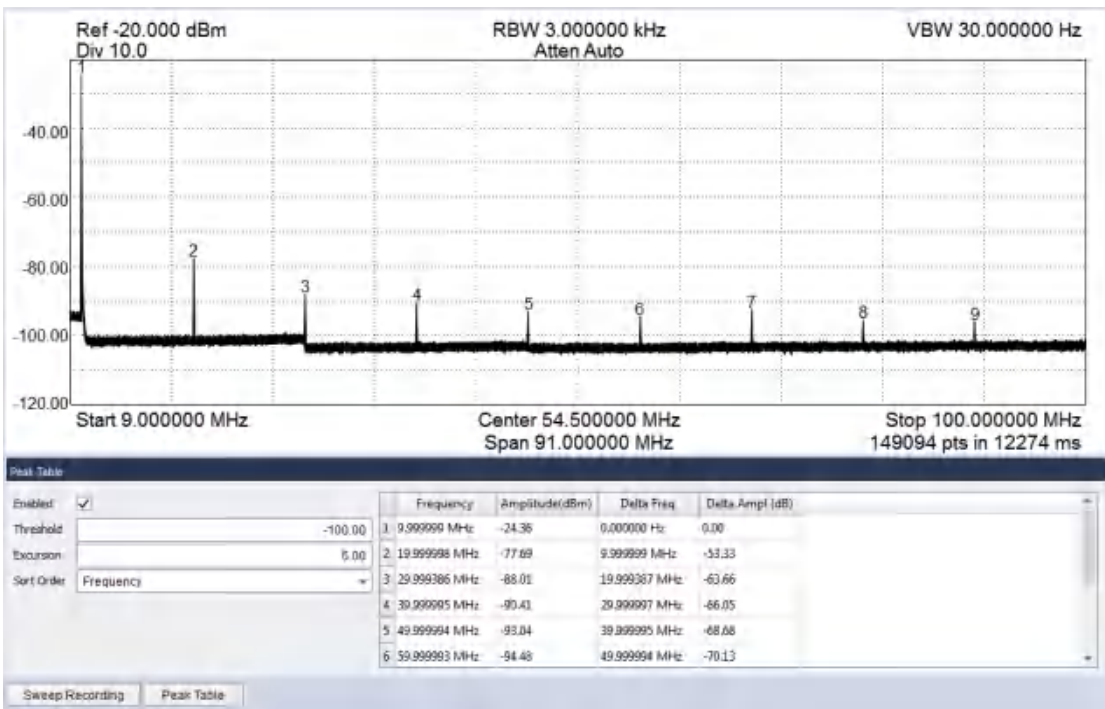


图 2：峰值表，用于测量 10MHz 输入 CW 信号的谐波。

4.2 实时频谱分析

所有的 Signal Hound 频谱分析仪都可以充当实时频谱分析仪。Spike 软件为每个频谱分析仪提供了此功能。通过在主文件菜单中选择分析模式->实时，开始实时频谱分析。当设备处于实时分析模式时，带宽被限制为实时带宽，每个 Signal Hound 设备的实时带宽互不相同。实时分析对于表征短时频谱事件例如杂散发射或干扰搜寻至关重要。实时分析对于监测扩频信号和观察跳频通信信道有很大作用。

实时频谱分析确保对特定持续时间的信号进行截获的概率为 100%。该持续时间取决于 Signal Hound 频谱分析仪和分辨率带宽。任何超过该持续时间的信号都会被 Spike 软件截获和显示。在实时模式下，将呈现特殊的余晖图。实时模式下的软件屏幕截图如下所示。

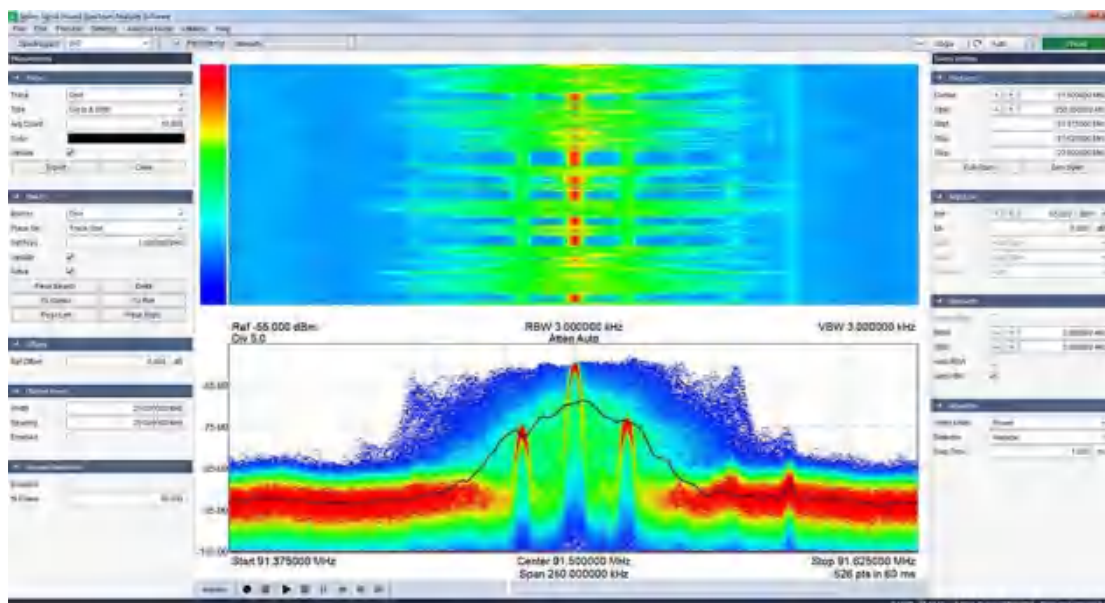


图 3: SA44B 以实时频谱分析模式分析 FM 广播电台。余晖显示在应用程序的下半部分显示，而二维瀑布图显示在顶部。

余晖图显示给定扫宽中信号密度的三维视图，其中 X 轴和 Y 轴显示幅度随频率的变化，曲线图的颜色显示的给定点处的频谱密度。随着频谱密度在给定点增加，图的颜色将从蓝色变为绿色再变为红色。Signal Hound 频谱分析仪以每秒处理从数千到百万不等的的数据，来生成复杂的图形（取决于 RBW）。余晖图显示是实时数据采集大约 2/3 秒的累积。

4.2.1 控制面板

实时频谱分析与标准频谱分析共享控制面板。有关更多信息，请参见扫频分析模式。

4.3 零扫宽分析

零扫宽分析模式允许用户在时域中观察分析复杂信号。Spike 可以实现 AM、FM 和 PM 解调，可通过多个配置图同时显示结果。用户可使用“分析模式”下拉文件菜单或“扫描设置”控制面板上的零扫宽按钮进入。下图是在零扫宽模式下运行的软件的界面。

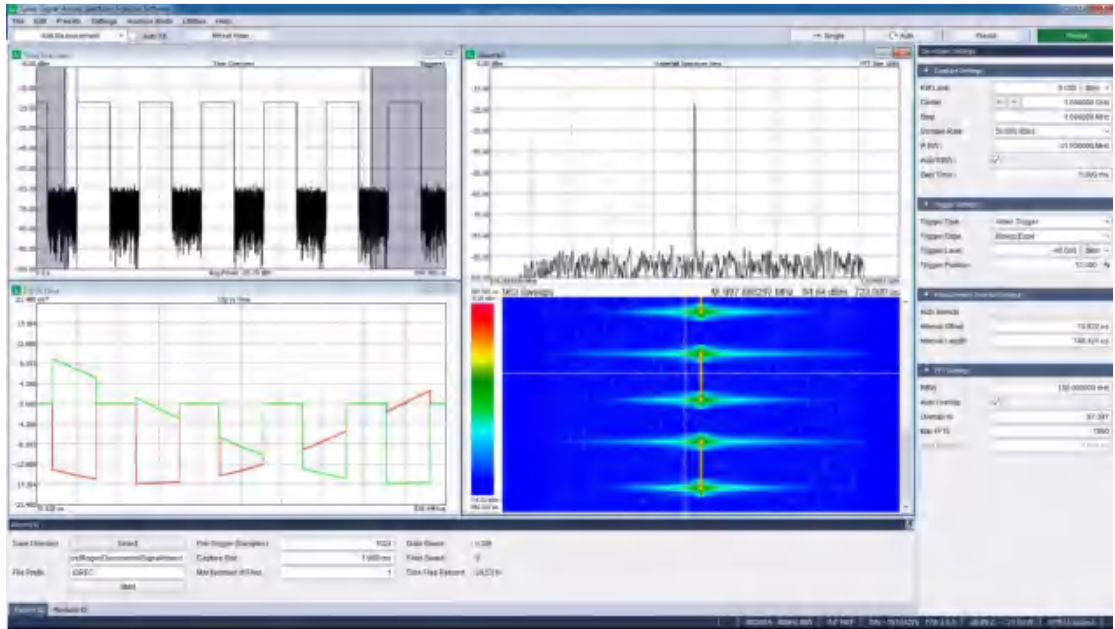


图 4：在零扫宽模式下触发和测量脉冲波形。

控制面板包含用于控制设备的捕获设置以及为零扫宽扫描指定触发条件的输入。可用的触发器是视频和外部触发器。仅当信号超过视频触发输入指定的幅度后，视频触发才开始扫描。这对分析周期性传输很有用。选择外部触发时，频谱分析仪在触发输入端检测到触发时，将进行采集。控制面板还包含一个用于定义测量间隔的区域，该区域是零扫宽捕获的子集，可在各种图形中测量。时间概览图显示整个捕获的时间间隔，并提供了以图形方式控制相同参数的界面。

零扫宽模式有频谱（IQ 数据）录制及回放的功能。有关 IQ 数据录制和回放功能的深入讨论，请参见进行测量：IQ 捕获。

Spike应用程序可分成多个视图，并提供用于控制零扫宽采集的控制面板。零扫宽模式目前最多提供十个视图。

4.3.1 零扫宽设置控制面板

零扫宽控制面板允许配置零扫宽捕获。仅在零扫宽模式下可见。

4.3.1.1 捕获设置

- 输入功率—信号的预期输入功率。输入功率控制参考电平及增益和衰减。建议将增益和衰减设置为“自动”。

-
- 中心—指定捕获信号的频率中心，或以其他方式指定I/Q数据捕获的0Hz频率。
 - 步进—控制按下中心频率箭头键或使用键盘上的向上/向下箭头键时中心频率偏移量。
 - 抽取—控制I/Q数据捕获的整体抽取。例如，抽取2会将接收器采样率除以2。增加抽取率会增加软件的捕获时间，但会降低每次捕获的时间分辨率。
 - 采样率—显示当前可见的I/Q数据捕获的采样率。此数字等于设备采样率除以抽取值。
 - 中频带宽—控制应用于I/Q数据流的通带滤波器的带宽。带宽不能超过I/Q数据流的奈奎斯特频率。
 - 自动中频带宽—设置为“自动”时，“中频带宽”将通过I/Q数据捕获的整个带宽。
 - 扫描时间—扫描时间控制零扫描数据捕获的长度。长度与抽取选择的采样率有关。

4.3.1.2 触发设置

- 触发类型—选择数据捕获的触发类型。触发类型分为立即触发、视频触发、外部触发和频率模板触发。
 - 立即触发立即导致采集。
 - 采样幅度超过用户指定的触发电平，视频触发就会触发采集。
 - 频谱分析仪的外部触发输入端口检测到信号事件时触发采集。并非所有的Signal Hound频谱分析仪都可使用此触发类型。
 - 频率标记触发，请参阅“频率标记触发”以获取更多信息。
- 边沿触发—选择是在上升沿还是下降沿触发。适用于外部和视频触发器。
- 视频触发—选择视频触发的触发幅度。如果未选择视频触发，则忽略此值。
- 位置触发—选择视频触发或外部触发时，触发位置决定触发前显示扫描样本的百分比。例如，在具有10%触发位置的100点扫描中，扫描将在触发前显示10个点，在触发后显示前90个点。
- 频率标记触发编辑—打开频率标记触发编辑器对话框。有关更多信息，参见频率模板触发。

4.3.1.3 测量间隔设置

零扫宽的测量间隔设置菜单控制测量间隔或全部截取子集，由除时间概述和瀑布图以外的所有曲线图显示。

- 自动间隔-启用自动间隔时，测量间隔是整个捕获时间。
- 间隔偏移-开始获取测量间隔的时间。
- 间隔长度-测量间隔的长度。

4.3.1.4 FFT设置

零扫宽的FFT设置菜单可控制频谱和瀑布图以及瀑布图频谱图的FFT参数。

- RBW-频谱图所需的RBW。较低RBW需要更长的FFT窗口长度。如果FFT窗口长度不足以达到所需的RBW，频谱窗口将显示告警，增加RBW大小或FFT窗口长度或总体捕获大小以显示频谱图。
- 自动重叠-启用自动重叠时，选择重叠百分比以产生最大数量的FFT，直至最大FFT。
- 重叠百分比-FFT之间的重叠百分比。
- 最大FFT-最大FFT数。即使仅捕获了部分内容，达到最大值时，计算也会停止。
- 步长-从一个FFT开始到下一个FFT开始的时间长度。

4.3.2 记录/播放IQ控制面板

请参见 IQ 捕获。

4.3.3 频率模板触发

频率标记触发（FMT）在零扫宽测量模式下可用。FMT 的工作原理是对输入 I / Q 数据进行重叠的 FFT，并根据用户定义的频率掩码检查每个 FFT 结果。当 FFT 结果超过用户定义的掩码时，软件将在超出掩码的 FFT 的开始处触发采集。FFT 大小基于当前 RBW，重叠率为 50%。

平顶窗适用零扫宽模式下的所有频谱处理。可以使用 FMT 编辑器配置频率标记。

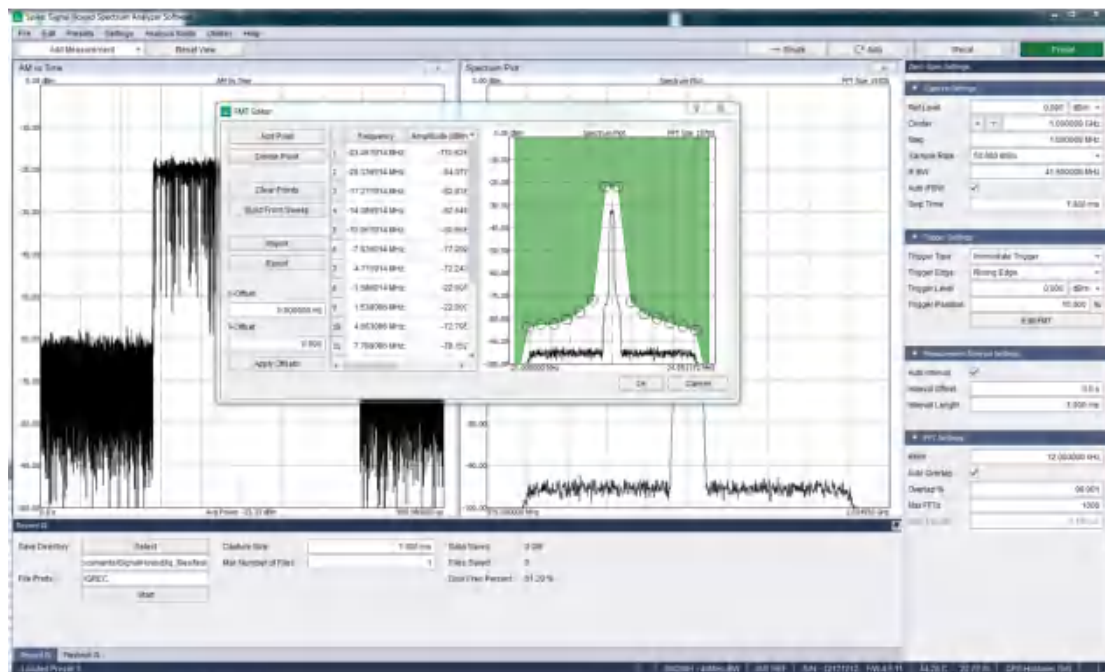


图 5: FMT 编辑器

编辑器镜像标准零扫宽频谱图，作为构建标记的指南。使用编辑器按钮，可添加或删除标记点，使用频谱图作为基线创建标记，可应于频率和幅度偏移，以及导入/导出现有标记以供后续使用。另外可使用鼠标左键在频谱图上拖动标记中的每个点，以快速构建标记。完成编辑后，在对话框上选择“确定”，然后将更新标记。

4.3.4 零扫宽图

零扫宽模式的所有视图都遵循 Spike 中的基本界面。

4.3.4.1 时域总览

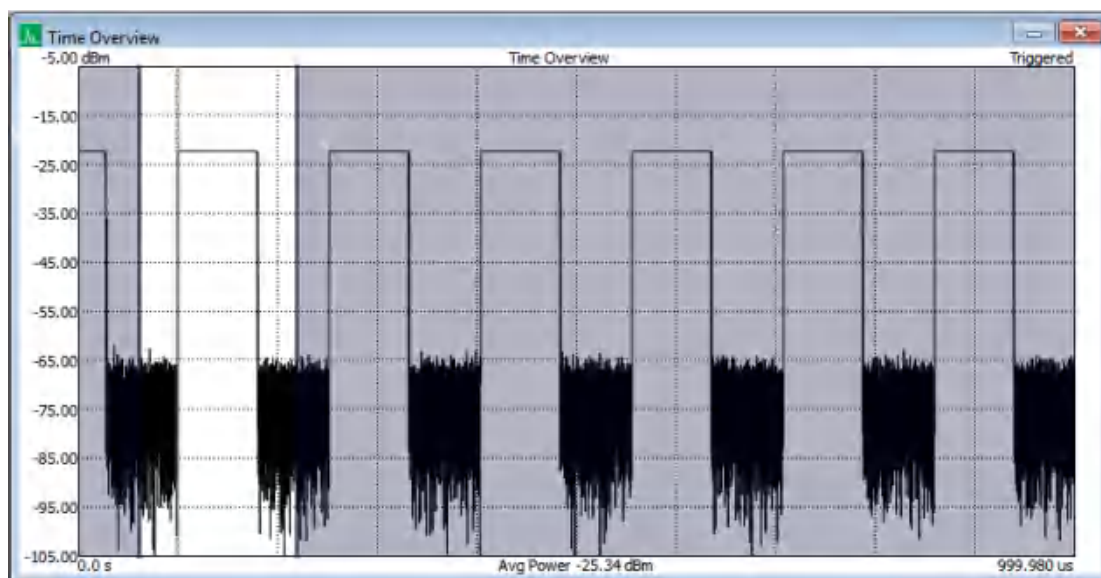


图6：时域概览图，其中测量间隔设置为包含触发脉冲。

显示并允许调整与整个捕获相关的测量间隔。测量间隔是截获的一部分，每隔一个绘图显示一次，但瀑布图除外，瀑布图显示整个截获过程中计算的所有 FFT。

测量间隔由非阴影区域表示。通过拖动间隔或拖动其起点和终点来调整间隔

4.3.4.2 AM vs Time

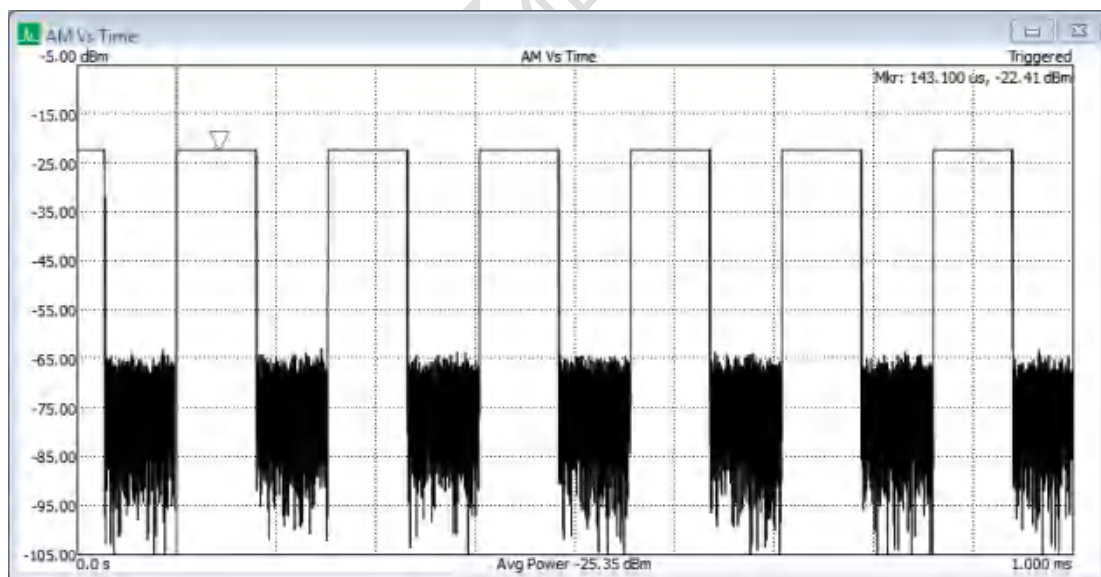


图7：触发波形上的AM vs Time

显示随时间变化的AM波形。可以在对数（dBm）或线性（mV）y轴单位之间进行选择。

启用触发后，垂直灰色条会出现在触发位置。

将频谱采集设置设为手动时，灰色阴影区域覆盖所选的FFT区域。

通过单击右键并在菜单中选择“导出 I / Q (.csv)”来导出采集的 I / Q 值。

4.3.4.3 FM vs Time

波形绘制为频率与时间的关系。

4.3.4.4 PM vs Time

波形绘制为相位与时间的关系。可以选择弧度或度数作为 y 轴单位。

4.3.4.5 I/Q Vs Time

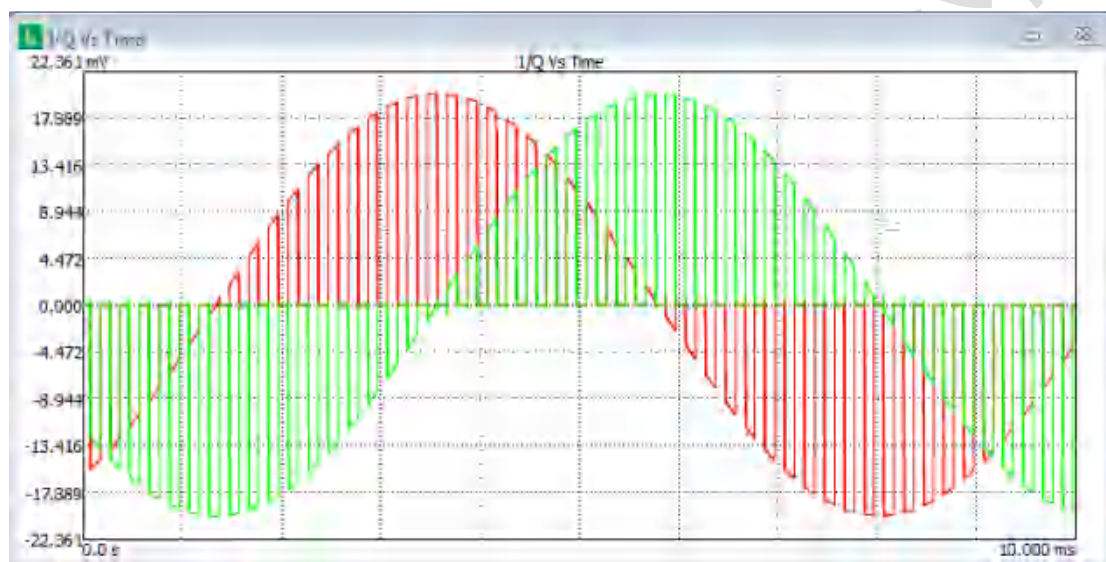


图8：脉冲连续波

I和Q通道绘制为幅度mv与时间的关系。

4.3.4.6 I/Q Polar Plot

在笛卡尔平面上将 I / Q 值绘制为 mV。绘图比例设置为截获选定参考电平。

4.3.4.7 频谱图

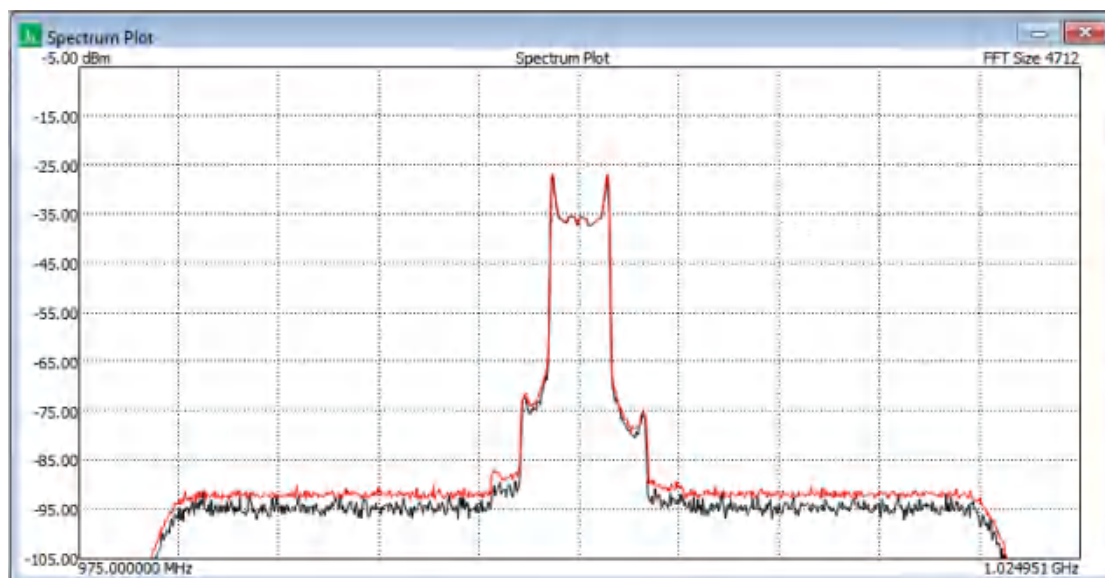


图9：最大保持的FM信号。

显示由测量间隔定义的零扫宽模式下载获内容的频谱。该图显示了波形信号在整个频率上的幅度。

在控制面板的 FFT 设置下，选择最大扫描点数的 RBW。平顶窗与零填充一起使用以实现选定的 RBW。生成该图的最大 FFT 必须全部在测量间隔内开始和结束。因此该间隔必须至少为一个 FFT 的大小，以使绘图具有数据。如果所选 RBW 无法满足获取数据大小的测量间隔部分，则会显示告警消息，其中包含满足 RBW 所需的时间长度。

4.3.4.8 CCDF Plot

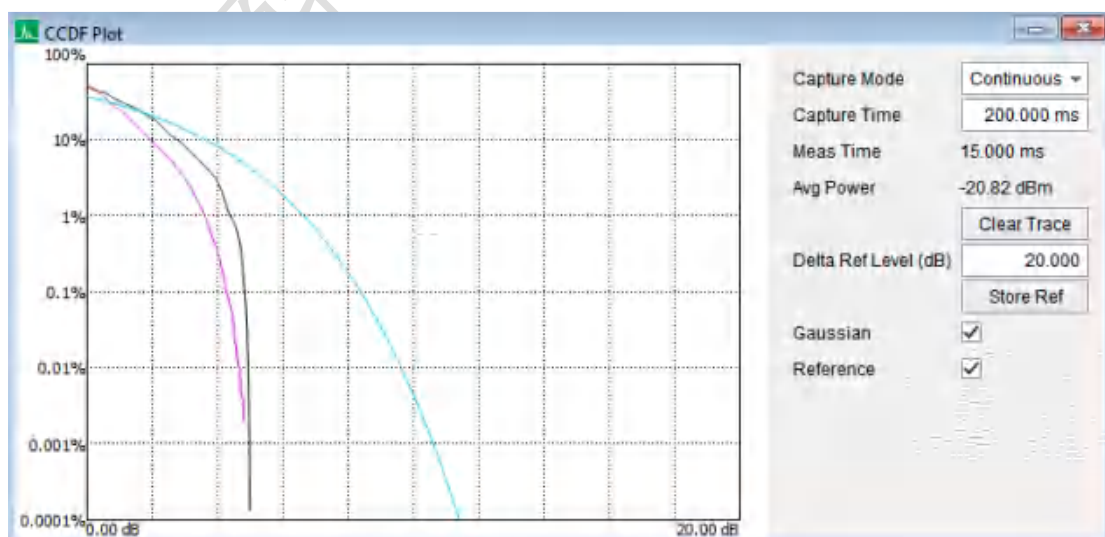


图10：将合成噪声信号与高斯参考信号和理想测试信号进行比较

互补累积分布函数（CCDF）图显示信号高于平均信号功率的频率。曲线图的 x 轴从信号平均

值的 0dB 到用户选择的参考电平。y 轴是信号出现在特定幅度以上的时间百分比。

通过选择截获模式，可以将绘图配置为对单个 IQ 截获或一系列 IQ 截获进行操作。当截获模式设置为连续时，截获时间控件将设置连续截获缓冲区的大小。新样本移入该缓冲区，旧的样本移出。

可绘制理想高斯分布的高斯参考曲线。通过“存储参考”按钮存储用户存储的参考波形。

4.3.4.9 瀑布图

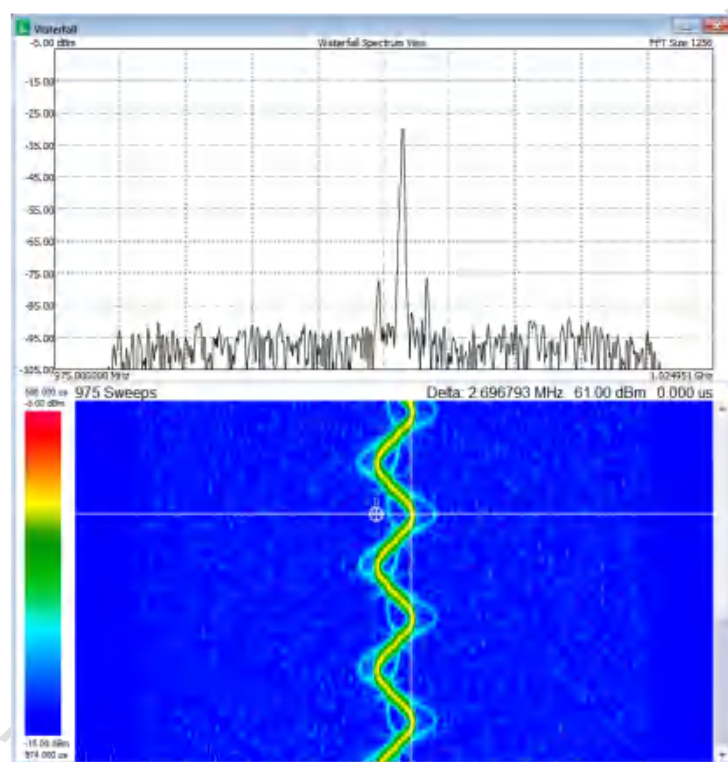


图11：使用参考标记测量FM信号的偏差及峰值的频谱图

显示随时间变化的信号频谱。使用标记选择 FFT 扫描后，它将显示在上方的“瀑布频谱视图”。可通过菜单的“首选项”中启用和禁用“频谱图”。

该图在功能上与频谱图相同。

4.4 谐波分析

谐波测量模式提供测量指定载波频率的多达 10 次谐波的能力。每次谐波测量都包含一次基波和所有谐波频率的扫描。可以控制扫宽，RBW 和 VBW。依次扫描绘制所有谐波，幅度为 dBc。总

谐波失真值在频谱图的右上角显示。。

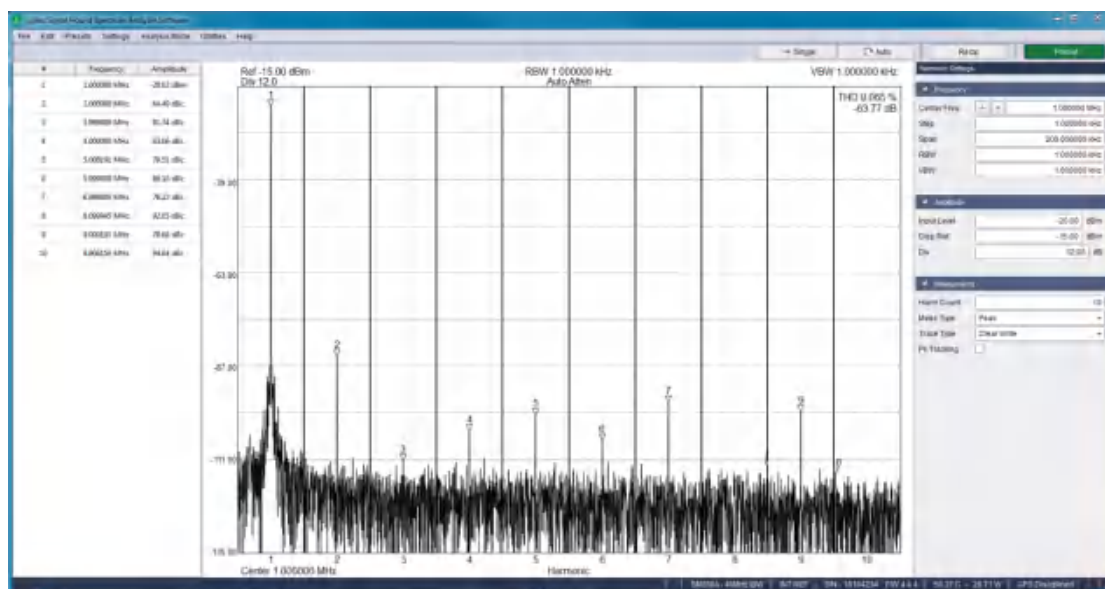


图12：1MHz载波的9次谐波

4.4.1 测量程序

第一次扫描以选定的中心频率为中心进行。如果启用峰值跟踪，测得的中心频率是先前测得的基本频率。测量基频的频率和幅度，根据测量类型选择峰值搜索或信道功率来测量振幅。当选择信道功率时，使用 90% 占用带宽的中心来测量频率。

所有后续谐波都是在测量基频的倍数上测量的。振幅以相同的方式测量并存储为 dBc。

频谱图和谐波列表随着谐波测量的进行而更新。测量和绘制所有谐波都被视为一次测量。

4.4.2 谐波控制

- 中心频率—基本测量的中心频率。
- 步进—控制中心频率控件上箭头的频率步进。
- 扫宽—每个谐波使用的测量扫宽。
- RBW—在每个谐波上使用的测量RBW。
- VBW—在每个谐波上使用的测量VBW。
- 输入电平—最大预期输入电平。建议将此值设置为比最大预期输入电平高5 dB。

- 参考显示-显示的频谱图参考水平。
- Div-垂直频谱图的划分高度。
- 谐波统计-要测量和绘制的谐波数。
- 测量类型-选择每个谐波的测量类型。选择峰值后，执行峰值搜索确定每个谐波的频率和幅度。选择信道功率时，信道功率测量用于确定振幅，占用带宽测量用于确定每个谐波的频率。
- 迹线类型-选择迹线类型。
- 峰值追踪-启用时，基频在之前测量的基频上测量。更改任何设置后，追踪的中心频率将重置为所选的中心频率。

4.5 标量网络分析

将 BB 或 SA 系列频谱分析仪和跟踪生成器都连接到 PC，在文件菜单中选择分析模式>标量网络分析。标量网络分析可在频率范围内测量诸如滤波器、衰减器或放大器之类设备的插入损耗。与定向耦合器一起使用时，也可测量回波损耗。

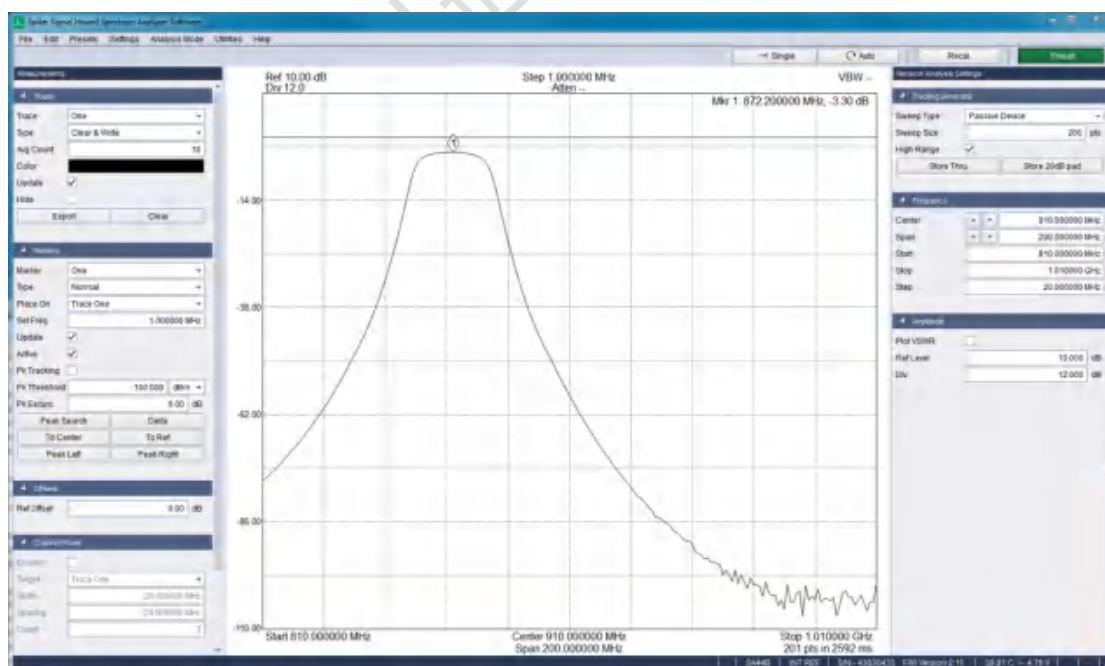


图 13 SA44B 和 TG44A 测量无源带通滤波器。

了解有关标量网络分析及Signal Hound设备如何执行此任务的更多信息，请参考Signal

Hound Tracking Generator用户手册。

确保跟踪发生器上的TG Sync端口已连接到SA系列频谱分析仪上的Sync Out端口。

4.5.1 标量网络分析控制面板

4.5.1.1 跟踪发生器设置

- 扫描类型-指定要扫描的是主动设备还是被动设备。这将影响扫描期间使用的衰减和增益。未能正确设置该值可能会导致动态范围减小或中频过载。
- 扫描大小-指定建议的扫描大小。最终扫描大小受此值及硬件限制的影响。
- 高范围-如果选择了高范围，则当执行20dB的pad存储时，软件将针对动态范围优化扫描。取消选择时，扫描速度将提高，但动态范围较低。
- 直通存储-按下此按钮可在下一次采集的扫描中标准化扫描。如果标准化不佳，可重新按下。
- 20dB pad 存储-在射频路径插入20dB pad 时执行归一化。仅在正常的“直通存储”后执行。

4.5.1.2 频率设置

- 中心-指定扫描的中心频率。如果中心频率的变化导致开始或停止频率落在工作范围之外，则扫宽将减小。使用箭头按步长改变中心频率。
- 扫宽-指定以中心频率为的起始和终止频率之间的频率差。如果新的扫宽导致开始或停止频率落在频率范围之外，将减小的扫宽。使用箭头以1/2/5/10顺序更改扫宽。
- 启动/停止-指定设备的启动和停止频率。不能选择超出设备工作范围的频率。
- 步进-指定中心频率控件上箭头的步进大小

4.5.1.3 幅度设置

- 绘制VSWR-将回波损耗绘制为VSWR。
- 参考电平-指定显示的绘图参考电平。改变此值会导致显示立即更新，并且不会影响测量的校准状态。根据是否选择Plot VSWR将其指定为dB或SWR。

•Div –指定垂直图的划分。绘制VSWR时，标线的范围从图底部的1.0到顶部的 $1.0 + 10 * \text{div}$ 。

在对数刻度上绘制时，刻度线的范围从图顶部的参考电平到图底部的参考电平 $-10 * \text{div}$ 。

4.5.2 测量控制面板

请参见“扫频分析”模式下的“测量控制面板”。

4.5.3 配置标量网络分析仪

用于配置扫描频率、振幅和跟踪发生器的控件，如下所示：

- 使用“频率”控件配置所需的中心频率和扫宽。

- o对于大多数设备，建议起始频率 $> 250 \text{ kHz}$ ，扫宽 $> 100 \text{ kHz}$ 。这样可以最大程度地提高动态范围、扫描速度和精度。

- o（仅适用于SA44 / SA124）对于晶体或带宽为 50 Hz - 10 kHz 的其他高Q值的电路，选择 100 kHz 或更小的扫宽。设备自动选择较慢的窄带模式，一次扫描100个点大约需要7秒钟。

- 幅度控件设置参考电平，通常起始值选择 $+10 \text{ dB}$ 。

- 使用跟踪生成器控件：

- o选择所需的扫描范围。通常起始点选择100个点。

- o如果要测量放大器，请选择有源设备

- o除非选择更快的扫描速度（以牺牲动态范围为代价），否则请选中“高范围”。

- o如果需要在 -45 dB 以下进行精确测量，请选择无源设备和高范围的默认设置。

4.5.4 扫频

在进行精确测量之前，软件必须建立一个基线，称为 0 dB 插入损耗。在Spike软件中，这是通过单击Store Thru来完成的。

1.将跟踪发生器的射频输出连接到频谱分析仪的射频输入。可通过随附的SMA-SMA转接头或

或软件建立0dB参考的其他内容（例如，阶跃衰减器上的0dB设置，或放大器测试设置中的20dB衰减器）。

2.单击直通存储，然后等待扫描完成。此过程完成后，扫描应标准化为0 dB。此时，校准0dB至约45dB的读数。

3.（可选）如果需要在-45 dB以下进行精确测量，请插入固定的SMA衰减器，然后单击“存储20 dB衰减器”。实际的衰减值无关紧要，但必须将来自TG的信号衰减至少16 dB且不超过32 dB。这样校准高范围扫频和低范围扫频之间的偏移，从而提供直至底噪准确的测量。

4.将待测件接入跟踪发生器和频谱分析仪之间进行测量。在网络分析仪扫描期间，所有迹线和标记可控。

注意：更改扫描设置（频率、幅度等）需要重复步骤1-4。

4.5.4.1 精度提高

信号跟踪发生器的一个缺点是电压驻波比/回波损耗性能差。然而通过在跟踪发生器的输出或频谱分析仪的输入端添加良好的3dB或6dB的焊盘（固定SMA衰减器），可以有效解决这一问题。一个好的6dB焊盘将使回波损耗从12dB提高到> 20dB，并且能够进行精确测量。

4.5.4.2 测量高增益放大器

当测量增益为20-40 dB的放大器时，需使用20 dB的衰减器。在Store Thru之前插入20dB pad，连接到放大器时，将pad保留在SA或TG上。对于最大输出超过+20 dBm的放大器，pad应位于放大器的输出上。如果放大器不能安全地处理-5 dBm，将pad放在放大器的输入端。

4.5.5 测量回波损耗

可以使用适当频率范围的定向耦合器（单独出售）进行回波损耗测量。

- 将跟踪发生器连接到定向耦合器的 “ OUT”端口。
- 将频谱分析仪连接到定向耦合器的 “ COUPLED”端口。

-
- 使用“IN”端口作为测试端口。保持打开状态（反射100%的功率）。
 - 如果在测试端口和天线之间使用电缆，将其连接至IN端口，但使电缆的另一端保持开放。
 - 单击Store Thru。扫描应归一化为0 dB。
 - 将待测件（例如天线）连接到“IN”端口或电缆。回波损耗将被绘制。

在 Store Thru 之前，在Signal Hound设备上使用3-6dB pad将提高测量精度。虽然这种方法测得的精度不如使用矢量网络分析仪，但如果高性能定向耦合器，测量精度通常可控制在10dB内。

4.5.5.1 调整天线

要将天线调整为特定频率，使用上面的回波损耗设置，延长、缩短和调整阻抗匹配元件，直到获得所需的回波损耗。

4.5.6 手动跟踪生成器扫描

要测试带宽低于50 Hz的设备或超过90 dB的动态范围，不要使用标量网络分析模式，保持扫频分析模式，并使用实用程序→跟踪生成器控件将跟踪生成器设置为CW频率输出。使用峰值搜索和来差量建立相对幅度，然后插入DUT并在小频率范围内手动调谐TG。 -10 dBm的TG输出与10 Hz的RBW相结合，在大部分频率下可提供约130 dB的动态范围。必须小心放置电缆和设备，以免发生串扰。

4.6 相位噪声测量

使用BB60、SA44、SA124或SM200设备，使用相位噪声测量模式在对数缩放的频谱图上显示单边带相位噪声。下图是典型的相位噪声频谱图。

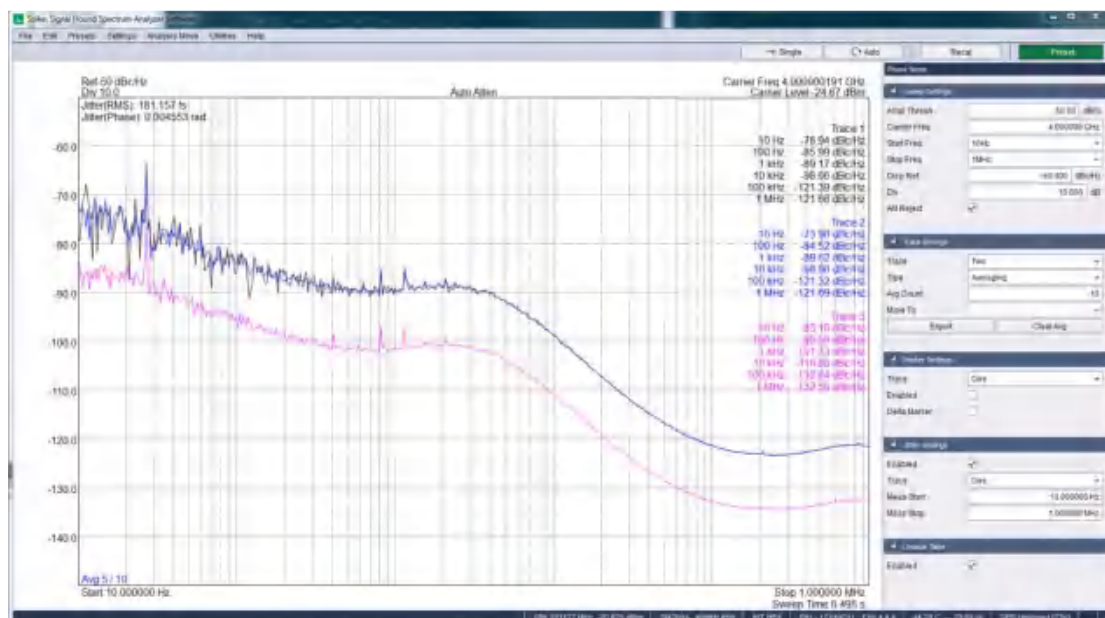


图14：SM200A在1个和4个GHz载波上测量信号发生器的相位噪声

对数标度显示相位噪声绘制为 dBc / Hz （相对于输入信号功率），其中频率被测量为相对于所测量输入载波频率的偏移频率。Spike 软件的可选频率范围在 10Hz 到 1MHz 之间。

相位噪声扫描开始时测量载波频率和幅度。允许软件跟踪输入信号的频率和幅度中的小偏差。如果在给定的最小幅度阈值和所选中心频率 100kHz 范围内未找到载波，则不会更新相位噪声图。

有三个可配置的迹线，可设置为普通、平均和参考类型。选择平均值后，将 N 条迹线平均在一起，以创建曲线图上所示的平均迹线，其中 N 是控制面板中选择的平均计数。当前平均计数显示在图表左下角，以 dBc / Hz 为单位。更改测量配置后，按 Clear Avg 按钮以重新启动平均迹线累积。

参考迹线是相位噪声扫描中固定的迹线。可通过两种方式创建参考迹线：选择参考作为迹线类型，或使用“move to”控件将一条迹线设为参考。参考迹线可用于比较结果，例如与两个信号源或不同频率信号源的相位噪声。

单个标记可进行测量。可通过在标线内的任意位置按下鼠标左键来放置标记。放置标记后，可以通过在鼠标左键按下时拖动鼠标或使用键盘上的箭头键来移动标记。该标记可用于通过差值标记进行绝对测量（默认）或相对测量。按下控制面板中的 Delta 按钮，将参考标记放置在当前位

置，所有将来的标记读数将作为当前标记和参考标记之间的相对偏移量进行。

RMS 抖动测量可以随时通过控制面板启用。抖动测量值显示在图的左上角。通过对两个频率之间的相位噪声进行积分来进行抖动测量，可在控制面板中进行选择。测量值显示为 RMS 相位抖动/偏差（以秒和弧度为单位）。抖动配置的更改会立即反映在图中。

信号最大输入电平为 10dBm，且信号应在控制面板中选择的载波频率的 $\pm 100\text{kHz}$ 之内。输入信号应超过 -50dBm 输入电平。

4.6.1 相位噪声控制面板

当测量模式更改为“相位噪声”时，控制面板将显示，控制扫描、轨迹、标记输出及抖动测量配置的采集参数。

4.6.1.1 扫频设置

- 幅度阈值—指定执行相位噪声测量所需的最低载波电平。如果未达到此阈值，软件将继续寻找载波频率。
- 载波频率—指定输入信号的载波频率。
- 起始频率—将扫描的起始频率指定为与测量的载波频率的偏移量。
- 停止频率—将扫描的停止频率指定为与测量的载波频率的偏移量。
- 显示参考—显示的参考电平为 dBc / Hz。
- Div—以 dB 为单位指定绘图分区的高度。
- AM Reject—启用后，软件将迹线振幅归一化，使幅度调制不会影响相位噪声的测量。

4.6.1.2 跟踪设置

- 迹线—选择活动的迹线。所有其他迹线设置都适用于此活动迹线。
- 类型—选择活动的迹线类型。
- 平均计数—启用迹线平均时，设置平均在一起的迹线数量以创建输出迹线。

-
- 移至-将当前迹线移至所选迹线。该迹线将成为参考迹线。

4.6.1.3 标记设定

- 迹线-指定标记放置在哪个迹线上。
- 启用-启用/禁用标记。
- 差值标记-切换差值标记测量。启用差值测量后，会将参考标记放置在当前标记位置。

4.6.1.4 抖动设定

- 启用-启用后，将执行集成的RMS抖动计算并将其显示在图中。
- 迹线-指定执行抖动测量的迹线。
- 开始测量-指定积分RMS抖动计算的开始频率。
- 结束测量-指定积分RMS抖动计算的停止频率。

4.6.1.5 Decade Table

- 已启用-切换迹线显示。

4.6.2 测量速度

扫描速度很大程度上受开始和停止频率的影响。10Hz和100Hz的起始频率最慢。根据频率范围，标准扫描时间在3-5秒之间。

在扫描完成之前不允许更改配置，其他操作（如更改测量模式或关闭软件）同样不被允许。

4.7 数字解调

在这种模式下，用户可以通过均衡滤波器来测量诸如 EVM、幅度和相位误差之类的调制质量，并表征诸如 I / Q 偏移、幅度下降和群延迟等。

Spike 软件允许多种标准滤波器类型对 PSK、QAM、ASK、FSK 和自定义星座图进行解调。

4.7.1 数字解调控制面板

4.7.1.1 解调器设置

- 中心频率-指定调制信号的载波频率。
- 频率步进-指定使用中心频率阵列时应用的步长。
- 输入功率-指定输入信号的最大预期输入功率。
- 采样率-指定已调制输入信号的采样率。
- 结果长度-指定测量中的符号数。
- 调制-指定输入信号的调制方式。参阅附录：星座映射中每种支持方案的符号映射。
- 编辑自定义模型-调出星座图编辑器。参阅自定义调制。
- 源滤波器-指定要由解调器执行的滤波。有关更多信息，参见选择测量滤波器。
- Alpha滤波器-指定测量滤波器的带宽系数。有关更多信息，参见选择测量过滤器。
- 自动中频带宽-指定软件根据配置自动选择中频带宽。如果选择自动带宽，则带宽选择为采样率的2倍。
- 中频带宽-指定在解调IF带宽滤波器的宽度。该滤波器用于抑制带外干扰或相邻信道。
- I / Q反转-指定在解调发生之前是否交换I / Q通道。
- 平均-选中后将进行测量平均。
- 平均计数-在“错误摘要”面板上选择调制质量度量的平均计数。
- 点/符号-显示每个符号的样本或过采样率。无法选择。
- IQ偏移-启用后，在错误计算之前删除IQ偏移。
- 幅值下降-启用后，在误差度量计算之前校正任何线性振幅误差。

4.7.1.2 触发器设置

这些设置会影响用于构成结果/搜索窗口的触发器。

- 触发类型-指定触发源。

- 触发级别-指定视频触发级别。达到该幅度阈值，会进行测量。

- 触发延迟-指定在视频或外部触发之后延迟测量的符号数量。

4.7.1.3 同步搜索

有关更多信息，请参见同步搜索。

- 启用-启用后，在测量结果中同步搜索。

- 模式（十六进制）-指定同步搜索模式。

- 模式长度-指定同步模式中的符号数。模式位在模式条目中指定。如果模式条目中的位数大于满足指定长度所需的位数，则使用最低有效位。如果模式短于指定的长度，则模式将填充零以达到指定的符号数。

- 搜索长度-指定搜索窗口的大小，用符号表示。该模式将在此窗口中搜索。

- 偏移量-从成功同步搜索开始时偏移结果窗口的符号数。

4.7.1.4 均等化

有关更多信息，请参见均衡。

- 启用-启用自适应均衡。

- 滤波器长度-滤波器长度用符号表示。

- 收敛-每个自适应步骤的自适应率。

- 保持-启用后，停止调整步骤。

- 重置滤波器-将滤波器内核重置为单位脉冲响应。

4.7.2 选择测量滤波器

可以指定应用接收数据的基带滤波器。必须指定正确的滤波器才能解调被测系统。下表是该软件提供可能配置的表格。

Selected Source Filter	Meas. Filter Used	Ref. Filter Used
Raised Cosine	None	Raised Cosine
Root Raised Cosine	Root Raised Cosine	Root Raised Cosine
Gaussian	None	Gaussian
Rectangular	None	Rectangular

用户必须选择滤波器带宽，有时也称为alpha滤波器。如果测量滤波器是根升余弦，则必须提供发射机滤波器的alpha滤波器才能生成准确的解调结果。

所有滤波器的脉冲长度均为32个符号。

选择矩形滤波器后，矩形滤波器在参考波形上生成的旁瓣将被滤除。参考波形中仅存在主瓣。

使用等于采样率的滤波器截止值。换句话说，应用此滤波器后，I / Q基带参考波形的带宽是采样率的2倍。

4.7.3 自定义调制

Spike可解调自定义星座。可以在星座编辑器中配置这些星座，须遵守以下规则。

- 符号数量必须是2的幂次。
- 星座必须关于180、90、45或22.5度角对称。
- 星座图不能有重复点。

差分编码无法使用自定义星座图编辑器，任何I或Q的时间偏移（即OQPSK）也无法自定义。

当前配置的任何自定义调制都存储在用户预设中。如果自定义调制无效，则测量默认为

QPSK。

4.7.3.1 星座编辑器

使用数字解调控制面板上的编辑自定义按钮打开星座图编辑器。

可直接在符号表中输入I / Q值。星座图显示了当前输入的I / Q值。要加载较大的星座图，建议加载CSV格式文件。

- 添加符号-在符号表的末尾插入新的符号行。
- 删除符号-删除当前所选单元格的行。如果未选择任何单元格，则删除最后一行。

- 加载-加载包含已保存的自定义星座图的CSV格式文件。
- 保存-保存CSV格式文件，描述自定义星座图。
- 清除表格-删除所有符号。
- 验证-验证星座，如果星座有效，则将该星座存储为自定义调制。

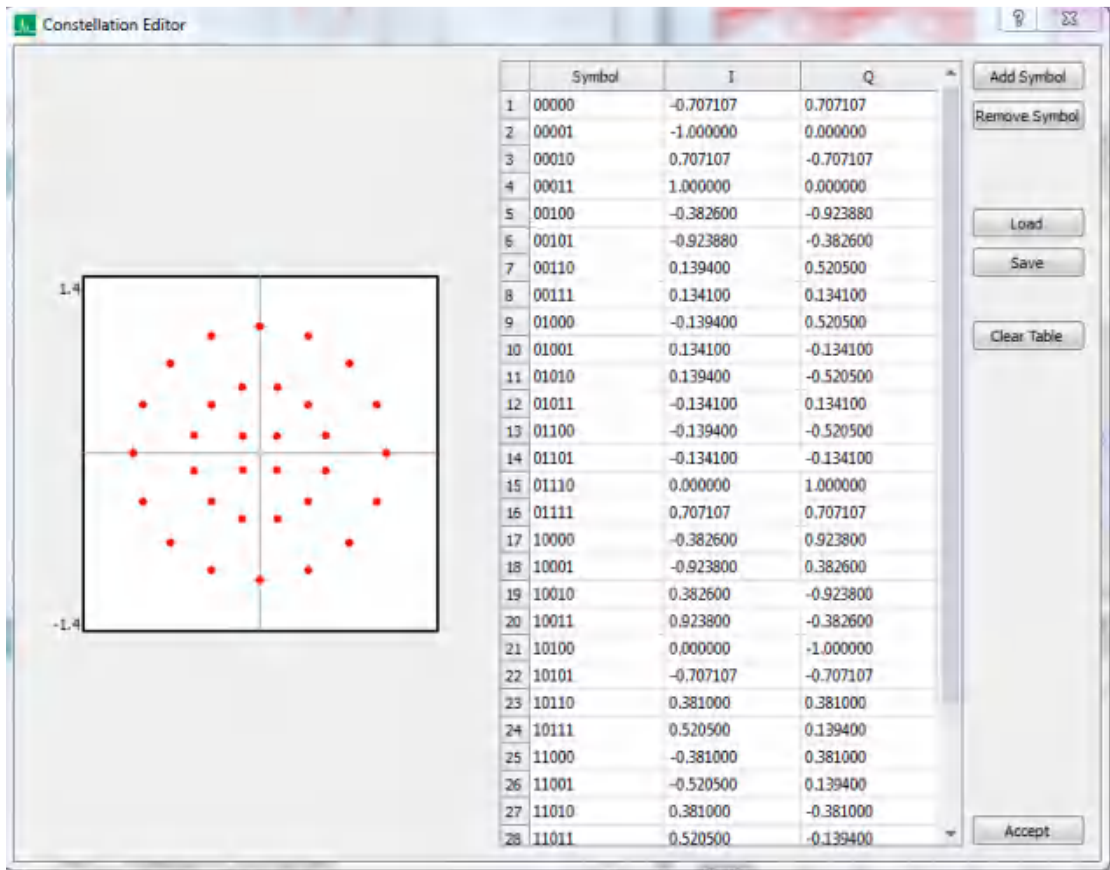


图15：星座编辑器中的APSK32。

4.7.4 同步搜索

启用同步搜索后，将在搜索持续时间内进行解调。然后在此搜索内搜索同步模式。如果找到同步模式，则使用与该模式匹配的符号的位置来构成测量范围。可以将额外的偏移量用于框架。请参见下图。

搜索长度必须大于测量长度。理想情况下，搜索长度需远大于测量长度。如果偏移量在搜索窗口之外调整结果，则认为未找到同步模式。

同步搜索可与触发结合使用。在脉冲波形上执行同步搜索时，确保搜索长度不超过脉冲持续时间，

因为在整个搜索长度上都会发生解调。例如，如果脉冲持续时间为512个符号，则搜索长度应不超过512个符号，从而将结果长度限制为小于512个。

如果搜索模式在搜索长度中出现多次，则仅考虑第一次出现。如果找不到搜索模式，则在解调位图上将显示“模式未找到”。

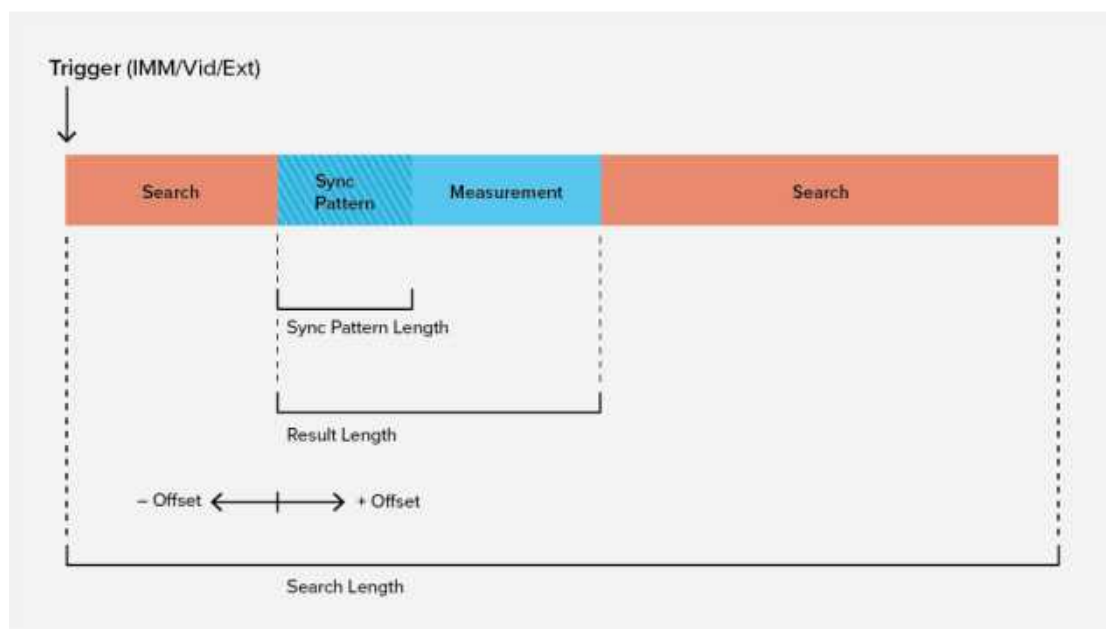


图16：此图说明了如何执行同步搜索以及如何在搜索长度内构建测量范围。

4.7.5 均等化

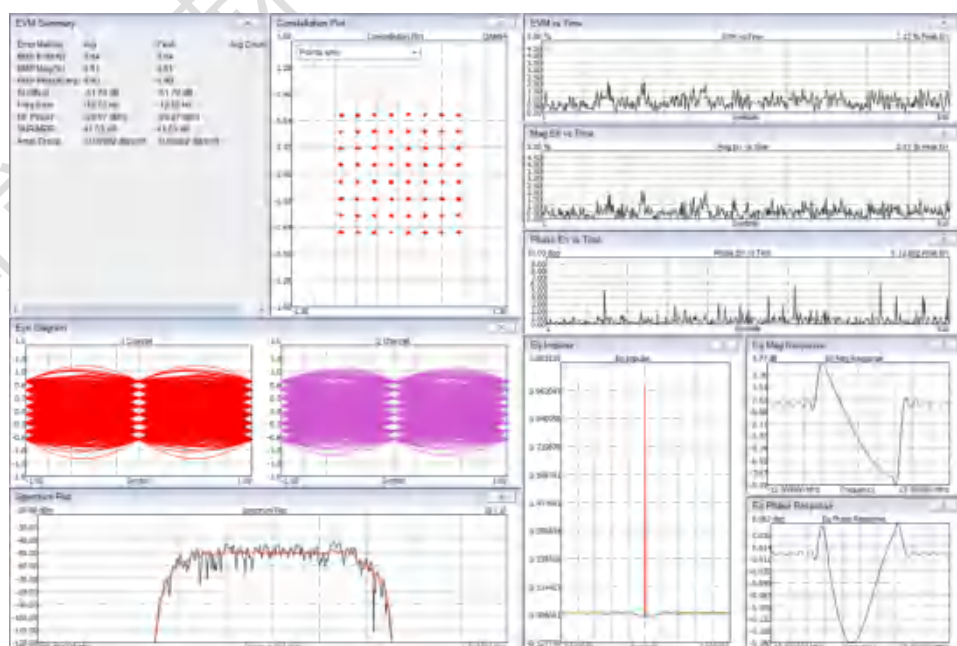


图 17：使用均衡器在严重受损的通道上表征 QAM64 波形。

均衡用于测量校正由衰落、多径、反射或系统组件（例如滤波器，放大器等）引起测量通道幅度和相位频率响应（群延迟）。允许从系统中消除一些线性效应/损害，从而隔离非线性误差。均衡仅适用于 PSK 和 QAM 调制。

Spike 软件使用复杂的自适应 LMS FIR 滤波器实现自适应均衡。在符号锁定、载波恢复和解调之前，对测量波形和参考波形执行自适应步骤，并将从自适应步骤输出的滤波器权重应用于下一次测量的 I/Q 数据。

由于均衡是盲目执行的（无训练序列），因此较大的 EVM 和误码可能会导致均衡滤波器难以适应和收敛。

确保信号频率误差占采样率的一小部分。建议频率误差不超过 1%。小型均衡滤波器将更能抵抗频率误差。建议在进行均衡之前将接收机调谐到理想的中心频率。

重置滤波器后，将使用单位脉冲响应初始化滤波器。以下是重置均衡滤波器的条件列表。

- 程序启动
- 退出并进入数字解调测量模式。
- 测量滤波器已更改。
- 采样率已更改。
- 均衡器滤波器长度改变。
- 按下了复位滤波器按钮。

滤波器长度由以下公式计算

- 分接计数=（用户选择的滤波器长度- 1）*分/符号+ 1

用户选择收敛因子按 $1.0e-6$ 的归一化因子进行缩放。较大的收敛值可使均衡器更快地适应当前通道条件，但更容易受到噪声的影响，并可能导致滤波器变得不稳定。较小的收敛值会导致均衡滤波器更慢地适应通道，但会抵抗噪声和信号中的其他非周期性波动。

建议从 1-100 之间的值开始，在信道条件下快速收敛，并随着 EVM 的提高而减小收敛因子。

如果滤波器变得不稳定，不适合用于测量数据，需等待重置滤波器。可在均衡图上看到滤波器何时不稳定。

可以使用均衡器图查看均衡器滤波器的脉冲、频率响应和相位响应。

均衡器脉冲响应可在响应图的上下文菜单中导出。

4.7.6 高阶QAM信号

本节包含使用高阶QAM调制测量的技巧。

- 测量长度应为调制阶数的2-4倍。例如，当测量256QAM信号时，选择 512-1024。
- 确保样本/数据中有足够的随机性。理想情况下，所有样本点都在表示随机位序列的测量中。
- 确保频率误差较小。即使很小的中心频率误差也会导致无效的测量结果。用户低阶调制可预先测量和补偿频率，或者在适用的情况下使用公共时基。
- 使用高阶QAM进行大型捕获时，测量可能需要花费几秒钟至1分钟。一旦开始测量，它必须完成后才能接受新的设置更改。在选择高阶QAM调制之前，尽可能确保所有其他设置正确。

4.7.7 自定义显示

Spike允许用户添加和组织测量显示。通过选择工具栏上的“添加视图”组合框并选择测量显示，可以将显示添加到主视图区域。如果启用“自动调整”，则视图将添加到组织的视图网格中。如果禁用了“自动调整”，则用户可以根据自己的喜好移动和调整视图的大小。关闭应用程序并在下一次程序调用时恢复时保存视图组织。

数字解调模式下的所有绘图均遵循Spike中的基本绘图界面。

4.7.7.1 错误摘要

Spike软件提供了一个错误摘要读数，可显示调制质量指标，例如矢量幅度（EVM）误差、相位误差、幅度误差和频率误差。误差值表示测量信号特征和质量。大多数误差值是在用户选择

的样本量之上得出的峰值和RMS平均值。首先在每个样本的捕获间隔内平均，然后保持峰值和RMS平均以生成显示值。有关单次捕获的峰值样本错误值，参阅错误与时间图。

调制质量指标如下所述

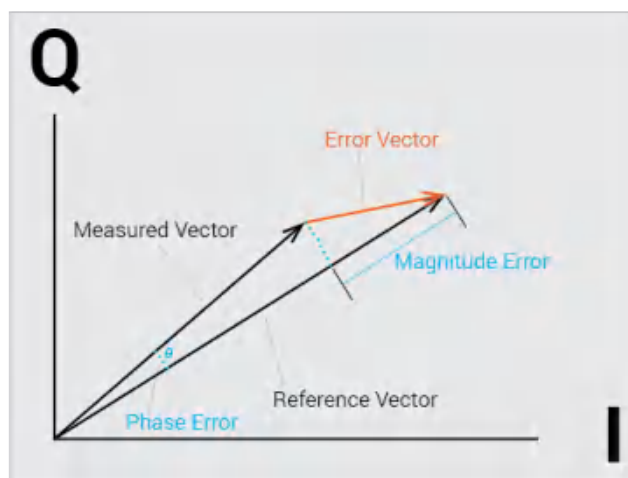


图18: 可视化EVM，幅度和相位误差计算

EVM 是一种衡量通信系统质量的常用方法。EVM 被定义为误差向量的均方根（RMS）。它在 Spike 软件中计算为

$$\%EVM = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (I_{error}^2 + Q_{error}^2)}}{Normalization\ Reference} * 100\%$$

幅度误差定义为每个样本。RMS 平均值和峰值是用给定捕获窗口所有幅度测量误差计算得出。

相位误差定义为

$$Phase\ Error[n] = Angle_{reference}[n] - Angle_{measured}[n]$$

FSK 误差定义

$$FSK\ Error = \frac{RMS(FSK\ Error\ at\ each\ symbol)}{Deviation}$$

$$FSK\ Error\ at\ Symbol\ i = FSK\ Measured[i] - FSK\ Reference[i]$$

频率误差定义为参考载波频率与测得的载波频率之差，其中参考频率是用户提供的中心频率。

Spike 软件使用归一化参考，定义为最大星座幅度的值。Spike 软件强制每个可选调制的最大星座幅度为一。

4.7.7.2 星座图

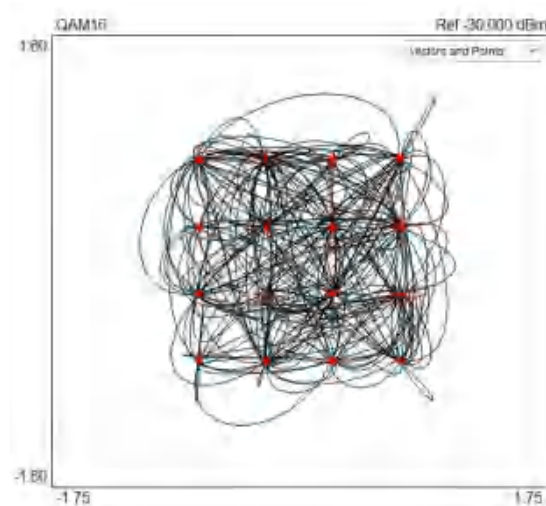


图 19: QAM 16 输入信号的星座图

星座图可帮助用户可视化信号质量并识别信号损害，例如相位噪声、幅度不平衡和正交误差。

星座图显示了复平面中输入信号的调制状态和跃迁。

4.7.7.3 符号表

符号表显示输入信号的解调位。显示的位数等于所选符号计数乘以每个符号代表所选调制类型的位数。这些位可以二进制或十六进制格式显示。

符号表还将显示触发模式及其是否被检测到。

4.7.7.4 眼图

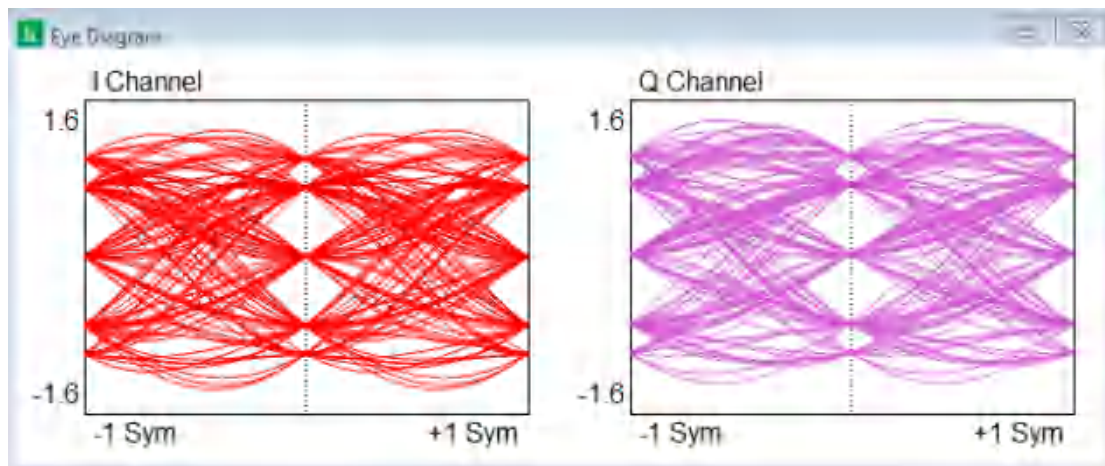


图 20: Pi / 4DQPSK 信号的眼图

Spike允许在调制分析模式下添加眼图。眼图用于可视化系统性能特征，例如信号失真、符号间干扰、信噪比和时序误差。

4.7.7.5 误差与时间

Spike 提供了多种错误-时间显示，提供了常见质量指标（例如 EVM、幅度误差和相位误差）的符号分辨率视图。如下 EVM 与时间的关系图，显示了已配置捕获中所有样本上的单个 EVM 错误。

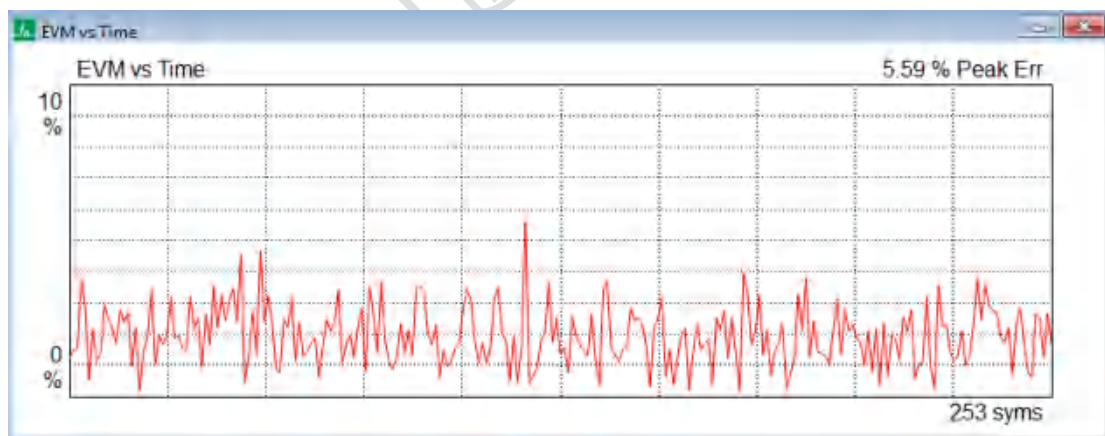


图 21 EVM 与时间关系图

4.8 EMC预兼容

测量适用于BB60A和BB60C。通过分析模式-> EMC预兼容文件菜单选项访问预兼容测量。

预兼容模式提供有效的测量功能，测量功能包括：

- 自定义限制和扫描参数可设置10个对数刻度的扫描范围
- 用于校准测试设置的路径损耗和天线系数表
- 杂散表，显示所有打破用户定义的限制和阈值的杂散
- 条形图显示测试目标信号的准峰值、峰值和平均值检测器
- 仪表存储检测器的结果条形图

这些功能提供了一个有用的工作流程，可以对产品进行传导和辐射的一致性测量。

相关功能在下面进一步详述。

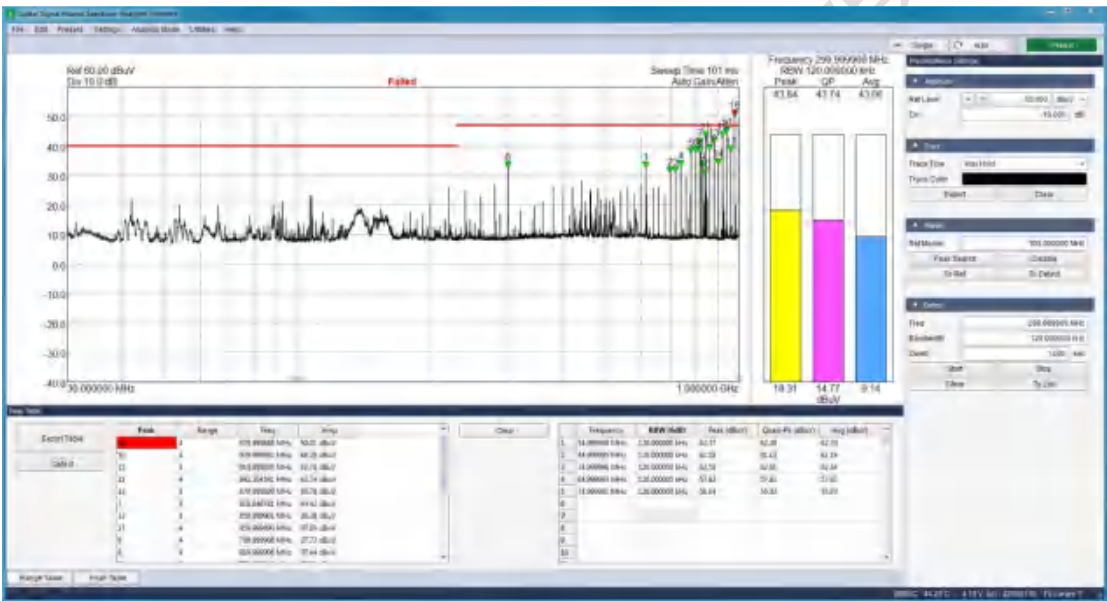


图 22: VSG25A 的辐射发射预一致性测试

4.8.1 控制面板

- 显示开始-禁用自动频率显示范围时使用的开始频率。请参阅下面的自动频率。
- 显示停止-禁用自动频率显示范围时使用的停止频率。请参阅下面的自动频率。
- 自动频率-启用自动频率后，迹线显示将显示由所有活动EMI扫描确定的完整频率范围。当禁用自动频率时，迹线显示将仅跨越显示开始/停止控件选择的频率范围。可用来选择地显示感兴趣的区域。
- 显示参考-用于显示轨迹的参考水平。

范围表允许自定义十个扫描范围。每个范围可以有频率范围、RBW、VBW和测试极限。范围表的更改会立即反映在软件中。该表可以保存到磁盘并在以后导入。

- 加载默认值-加载默认范围表输入。
- 保存表-将当前范围表保存到CSV文件。
- 加载表-加载以前保存的设置。这将覆盖当前设置。
- 启用-启用或禁用所选范围。扫描启用范围并在屏上显示。
- 起始频率-选择所选范围的起始频率。
- 停止频率-选择所选范围的停止频率。
- RBW形状-在6dB CISPR RBW（高斯）或FlatTop 3dB RBW滤波器之间选择。
- RBW-分辨率带宽
- VBW-视频带宽。
- 自动VBW-启用后，将跟踪RBW。禁用后，VBW必须等于或低于RBW。
- 视频单元-视频处理单元类型。
- 检测器-在峰值和平均检测器之间选择。
- 停留时间-选择频谱分析仪在任何给定频率下的停留时间。这对于捕获定期事件很有帮助。建议增加驻留时间时启用峰值检测器。
- 阈值-信号的最小信号电平被认为是杂散信号。该值须低于限制设置。
- 极限开始-将极限设置为认为信号未通过测试设置的起始频率。
- 极限停止-在信号被认为无法通过测试设置的停止频率处设置极限。
- 在极限开始值和停止值之间绘制极限。如需一个固定的限制，将它们设置为相等。极限线以对数刻度插值。
- 选择性-确定杂散检测器的灵敏度。较高的值会增加将信号视为杂散信号所需的必要间隔。

4.8.3 频率扫描显示

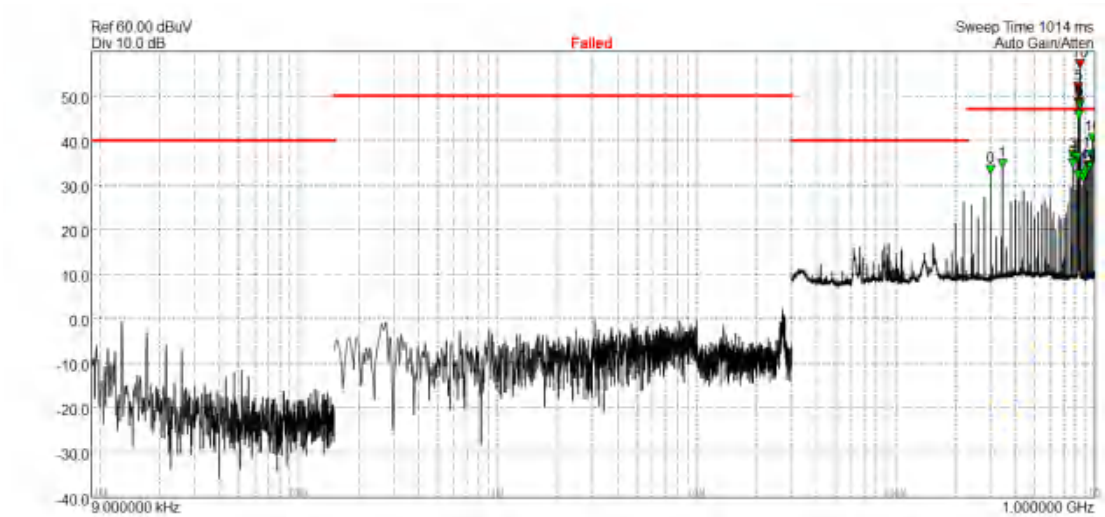


图 24：频率扫描显示，显示四个已配置的扫描范围。

对于预兼容测量，主图显示频率扫描。该图显示了一个图上所有已配置的扫描范围。频率轴是对数比例的。

该图从最小配置频率延伸到最大配置频率。显示每个扫描范围以及可见的红线，这些红线表示输入的极限，并标记了正齿标记。通过单击频谱中的任意位置，可以使用单个标记。

可以使用控制面板将可见扫描配置为最大保持或正常轨迹。将扫描配置为最大保持可以帮助找到感兴趣的信号，例如间歇性事件和突发事件。

4.8.4 杂散表

Spur	Range	Freq	Amp (dBuV)	Limit (dBuV)
2	1	12.855528 kHz	13.29	10.00
3	1	17.127989 kHz	10.92	10.00
0	1	9.841918 kHz	8.51	10.00
4	1	21.400449 kHz	7.64	10.00
5	1	25.672910 kHz	6.46	10.00
1	1	11.253356 kHz	2.89	10.00
8	1	47.092432 kHz	1.35	10.00
7	1	42.800898 kHz	0.55	10.00
6	1	29.983517 kHz	0.30	10.00

图25：杂散表按杂散幅度排序

杂散表列出了每个扫描范围设置最小阈值以上的所有信号。杂散列值与频率扫描显示的编号杂散相关。仅显示前100个杂散。违反范围表中设置上限的杂散将突出显示为红色。

一旦确定了一个或多个感兴趣的杂散，容易开始测量每个感兴趣的频率。使用“单个”按钮并暂停扫描后杂散表停止更新。然后可以按频率或幅度进行排序，并使用“选定的杂散到仪表”按钮独立地测量每个感兴趣的频率。

- 导出表-将峰表和仪表列表都导出到CSV文件。

- 选择-将选定的杂散频率移至仪表频率输入。

- 峰值-峰值数。默认情况下，峰值按频率排序。

- 范围-表示当前处于峰值的配置范围。

- 频率-杂散的频率。

- 幅度-杂散的幅度。

4.8.5 条形表

条形表是进行预兼容测试的第二种测量工具。条形表在一个中心频率上显示三个不同的检测器读数。

使用控制面板上的“开始”和“停止”按钮可以激活条形表的测量。这些检测器测量处于活动状态时，扫描不再更新。

可以通过控制面板选择频率和带宽，并且有几种快速的方法来填充感兴趣的信号的配置，例如，标记为“仪表”按钮将检测器频率设置为当前标记值，以及“选定杂散”到“仪表”按钮，该按钮可将杂散表中当前选定的杂散的频率移至仪表设置。

条形表最多显示4个检测器的输出。始终显示峰值和准峰值检测器，平均检测器可以设置为RMS或线性平均值。

仪表以“仪表时间”在仪表设置控制面板上设置的速率进行更新。

仪表存储并显示自上次按下“清除”按钮以来读取的最大保持探测器值。按下“到列表”按钮会将当前的峰值检测器值存储到仪表列表中。

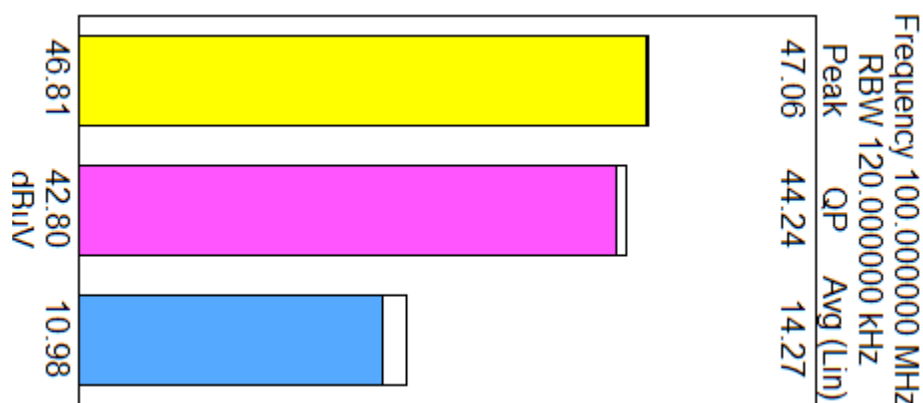


图26：条形表测量脉冲信号

4.8.6 仪表清单

	Frequency	RBW (6dB)	Peak (dBuV)	Quasi-Pk (dBuV)	Avg (dBuV)
1	54.999994 MHz	120.000000 kHz	62.37	62.30	62.33
2	44.999995 MHz	120.000000 kHz	61.18	61.10	61.14
3	34.999996 MHz	120.000000 kHz	62.50	62.41	62.44
4	64.999993 MHz	120.000000 kHz	57.92	57.82	57.87
5	74.999991 MHz	120.000000 kHz	56.04	55.92	55.97
6					
7					
8					
9					
10					

图27：五次读书结果

仪表列表是通过在不同频率下获取探测器测量值并使用“To list”按钮保存它们来生成的。此

列表可以导出到CSV文件中。

- 清除仪表列表-从列表中删除所有读数。

- 频率-抄表的频率。

- RBW-测量的分辨率带宽。

- 峰/准峰/平均值-检测器的测量结果。

4.8.7 准峰值测量

通过条形表执行准峰值测量。按下预兼容设置控制面板的开始按钮时，开始QP测量。

Spike中的QP检波器由CISPR 16.1和ANSI C63.2标准定义。特性如下所示。

Frequency Range	Charge Time Constant	Discharge Time Constant
9 - 150 kHz	45 ms	500 ms
150kHz - 30 MHz	1 ms	160 ms
30 MHz - 1 GHz	1 ms	550 ms

充电时间定义为在仪器输入端施加瞬时恒定RF正弦波电压后，输出电压达到其最终值63%所需的时间。放电时间常数是去除施加到仪器输入端的恒定正弦波电压，使输出电压降至其初始值的37%所需的时间。

QP检测器在带数字滤波器的Spike软件中实现。

4.8.7.1 阻尼输出

QP检波器的输出模拟为一个临界阻尼计，时间常数为160ms（9KHz-30MHz），100ms（30MHz-1GHz）。

该仪表的输出由Spike软件和数字滤波器实现。

4.9 模拟解调

Spike软件可对AM和FM调制信号执行模拟调制分析。该模式提供了一些用于模拟调制分析的曲线图和测量值。可通过“分析模式”->“模拟解调文件”菜单使用模拟调制测量。

此模式为AM和FM时域和频域提供5个视图。所有处于模拟解调模式的绘图都遵循Spike中的基本绘图界面。

- AM时域图以输入电平设置指定的单位显示随时间的幅度调制。
- AM频谱图显示AM波形的频谱。y轴以100%深度为参考，以对数刻度显示AM深度%。
- FM时域图显示了具有可选频率参考电平的FM解调信号随时间的变化。
- FM频谱显示FM波形的频谱。y轴是以Hz为单位的频率偏差，参考电平等于设备带宽。
- “分析摘要”显示AM FM波形的调制测量结果。

配置软件执行测量包括使用右侧控制面板控件选择输入信号功率电平，载波频率和低通滤波器。在执行调制分析之前，将低通滤波器应用于解调信号。设置的更改会立即反映在采集中。

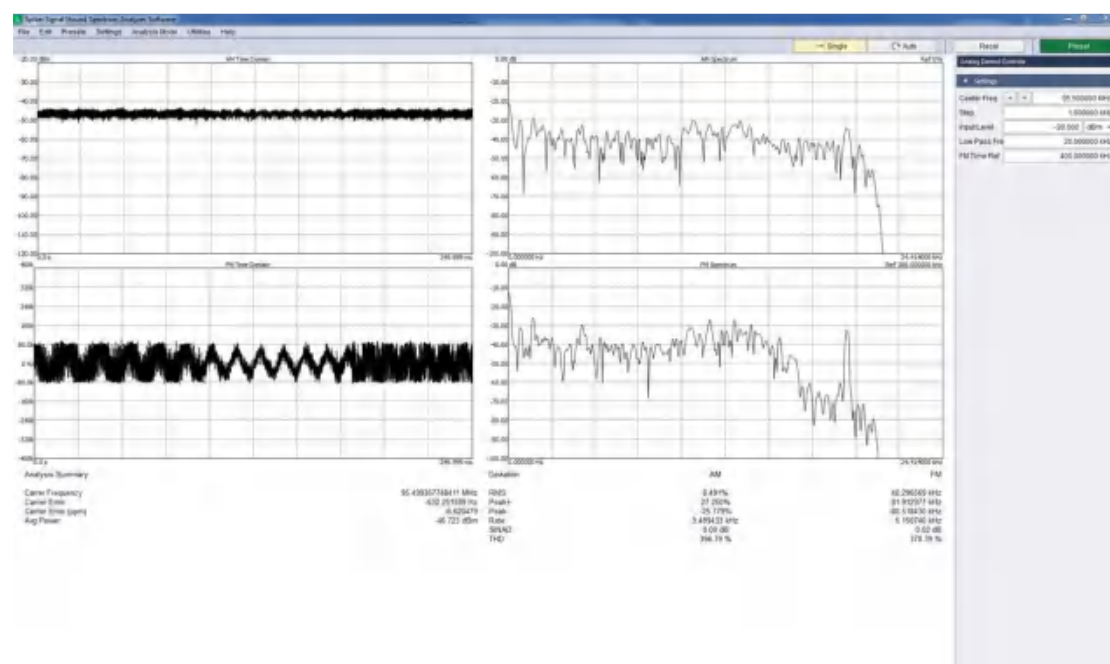


图28：在模拟解调模式下，查看广播的FM信号并观察19kHz FM导频音。

模拟解调模式对音频信号执行基本测量，例如：

- 载波频率记录载波频率。
- 载波错误记录测量的载波频率和配置的中心频率之间的差。
- 平均功率以dBm为单位记录整个捕获的平均功率。
- 峰值 (+/-) 记录音频信号的最小和最大峰值，FM记录为Hz，AM记录深度%
- RMS记录调制的均方根。FM的RMS显示为Hz，AM的显示为深度%。
- 调制速率记录AM / FM调制的频率。
- SINAD（信噪比和失真比）记录函数定义的信号质量

$$SINAD = \frac{P_{signal} + P_{noise} + P_{distortion}}{P_{noise} + P_{distortion}}$$

THD（总谐波失真）记录函数定义的音频信号中谐波失真的存在，也就是说，前四个谐波的均方根到基频的均方根。

$$THD = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_9^2}}{V_1}$$

对于AM或FM，进行SINAD或THD测量，取决于零扫宽选择了哪种解调类型。

4.10 干扰搜寻

无论何时广播或调节RF信号，干扰都是至关重要的问题。当链路嘈杂，信号丢失或数据速率低时，可能是造成干扰的原因。如果存在干扰，则接收通道的本底噪声会升高。干扰信号本身可能不在接收通道上，但是必须在接收器的带宽内。干扰搜寻模式提供工具来帮助发现和表征此类信号。

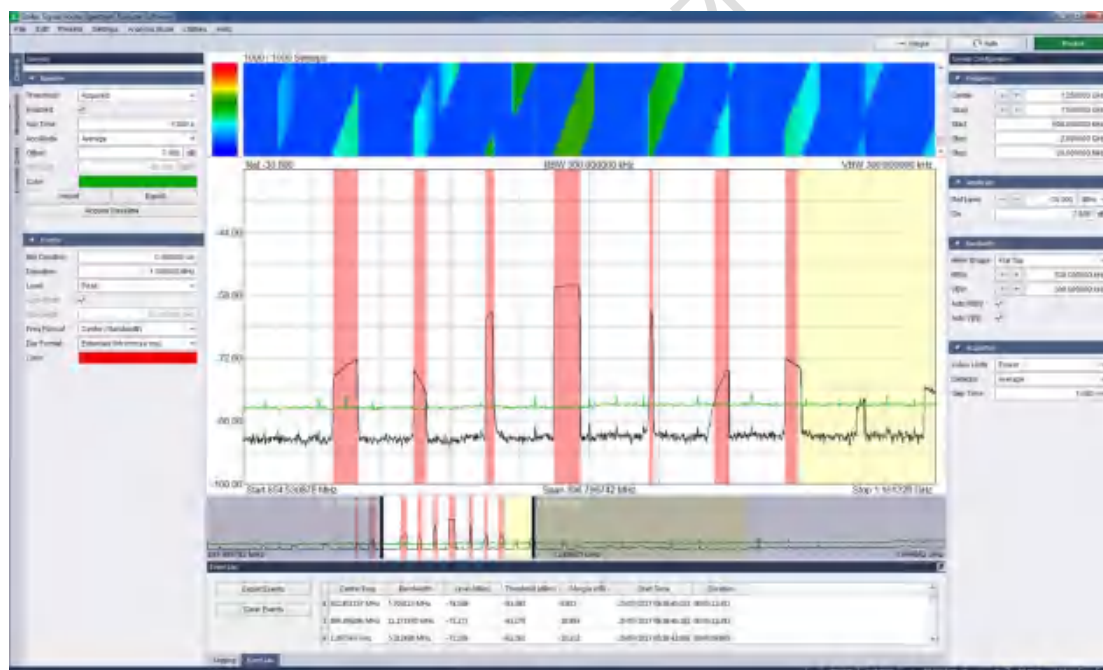


图29：在“干扰搜寻”模式下使用获取的基线检测事件。 右侧的黄色区域是一个禁区

可通过设置基线或幅度阈值来检测信号，在该基线或幅度阈值之上，信号可疑。每当信号发生在该基线水平以上时，软件创建一个“事件”以尽可能详细地描述该实例。事件存储频率、带宽、峰值电平或信道功率、阈值（该频率下的基线电平）、余量（超出阈值的分贝）、信号的开始时间和持续时间。

事件将显示在屏幕列表中，每次扫描后更新，并且可将事件记录为CSV文件。记录过程允许长时间无人操作，对于稀疏的间歇信号特别有用。软件可以放置数天，会自动捕获有趣信号的所有相关细节，并生成数据供以后检查。

4.10.1 设置准线

基线是代表单个幅度水平阈值的平线，也可在扫描期间内获取。在后一种情况下，它可以表示例如本底噪声的最大保留图像。



图30：平坦的基线。



图31：获得的基线。

只需选择阈值水平，即可设置平坦基线。通过设置采集时间间隔和采集模式（最小保持，最大保持或平均）来获取基线。获取后，可以应用分贝偏移量将基线移动到幅度轴上的所需位置。可以使用CSV格式导出和导入获取的基准。

4.10.1.1 基准文件格式

将基线保存为CSV文件，该文件由标头和定义对（频率，幅度）的点列表组成。如果导出活动基准，则将观察以下文件格式。

BASELINE, Version 1	
startFreq,	2.00E+09
binSize,	100.0E+06
RBW,	30.0E+03
VBW,	30.0E+03
refLevel,	-20.00
div,	10.00
timestamp,	1.50714E+12
offset,	5.00
frequency(Hz), amplitude(dBm)	
2.00E+09,	-50.00
2.10E+09,	-51.00
2.20E+09,	-48.00
2.30E+09,	-39.00
...	
...	

表1 基线文件格式举例

从头定义的开始频率和binSize推断出每个点的频率；第一个点的频率等于开始频率，随后的每个频率与之前的频率间隔为binSize。列出的频率仅供参考，在导入基线时不使用。

RBW, VBW, ref Level和div反映了捕获时的扫描设置。偏移量是指“通用控制面板”的“基准”部分中指定的dB偏移量。

使用此格式的自定义基线CSV文件可以在电子表格编辑器中编辑或创建，然后导入。

4.10.2 定义事件

对于单次扫描，事件是信号在基线以上部分。但是，由于事件具有时间维度，并且可能存在于多个扫描中，因此会出现以下问题：何时将单扫描事件视为正在进行的多扫描事件的快照，何时将其视为完整事件，以及何时根本不将其视为事件。

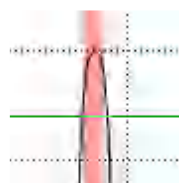


图32：事件的单幅快照。

使用两个参数来微调时域中构成事件的内容-频率偏差和最小持续时间。偏差是指连续快照之间中心频率的最大允许差异，这些快照被视为同一事件的一部分。最小持续时间设置了信号在被视为事件之前必须持续多长时间的下限。

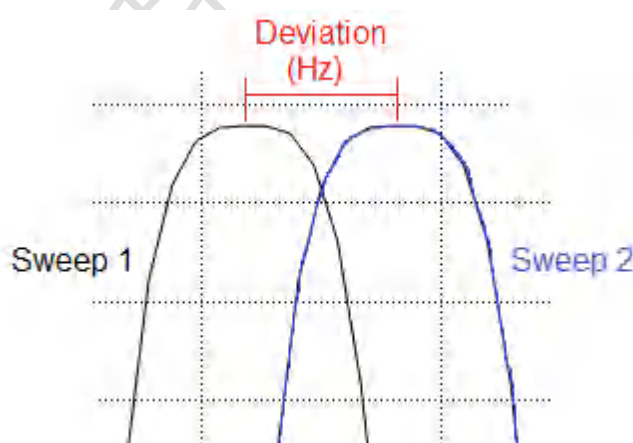


图33：一个事件的两个单扫描快照之间的频率偏差。

为了最大程度地捕获和捕获快速或跳跃信号，将最小持续时间设置为零，将偏差设置为较高的值。更严格地限制事件的构成，以获得更持久和稳定的信号，将最小持续时间设置为较高的值，并降低偏差。

4.10.3 区域缩放

干扰搜寻模式提供区域缩放功能，可在不更改扫宽的情况下对频谱的特定部分进行近距离视觉观察。

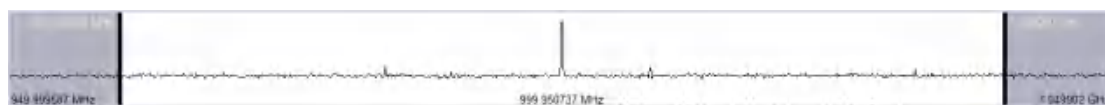


图34：区域缩放控制器。

区域缩放控制器位于主扫描图下方，显示为水平条。通过调整无阴影区域的上下边界来控制扫描部分在主图中可见。这些边界以垂直的黑线呈现，左右两侧是阴影区域，可以沿任一方向拖动，整个无阴影的窗口均可拖动。

当前扫宽下的完整扫描以及任何基线和事件在区域缩放控制器中始终可见。

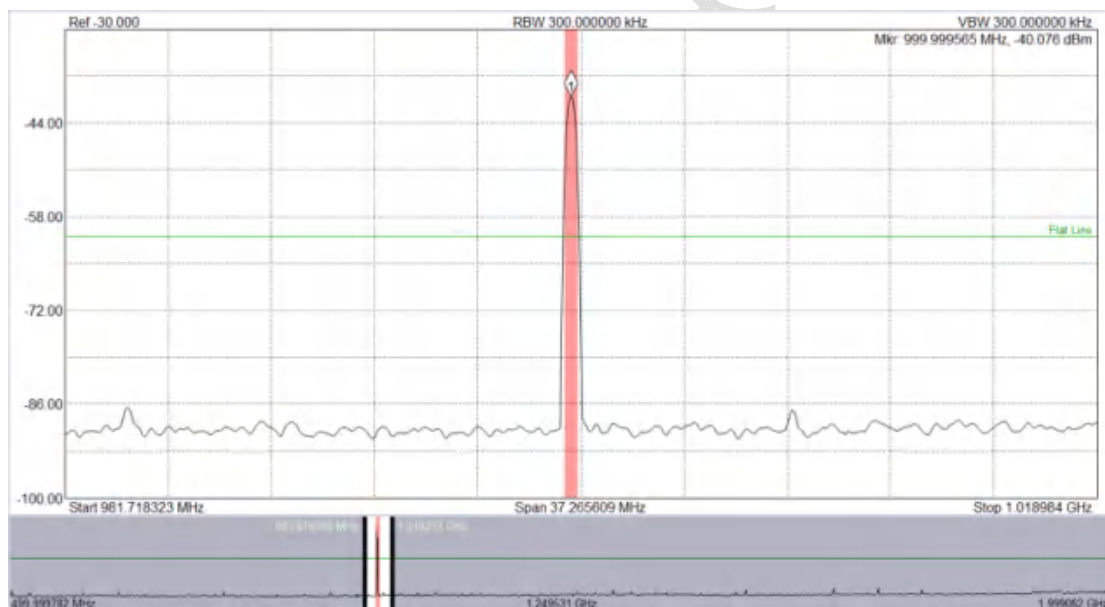


图35：区域缩放用于事件的仔细检查。

4.10.4 禁区

禁区是不可能发生事件的频谱区域。通过排除已知来源，可以在降低误报风险的情况下监视大范围的频谱。禁区由开始和结束频率定义。

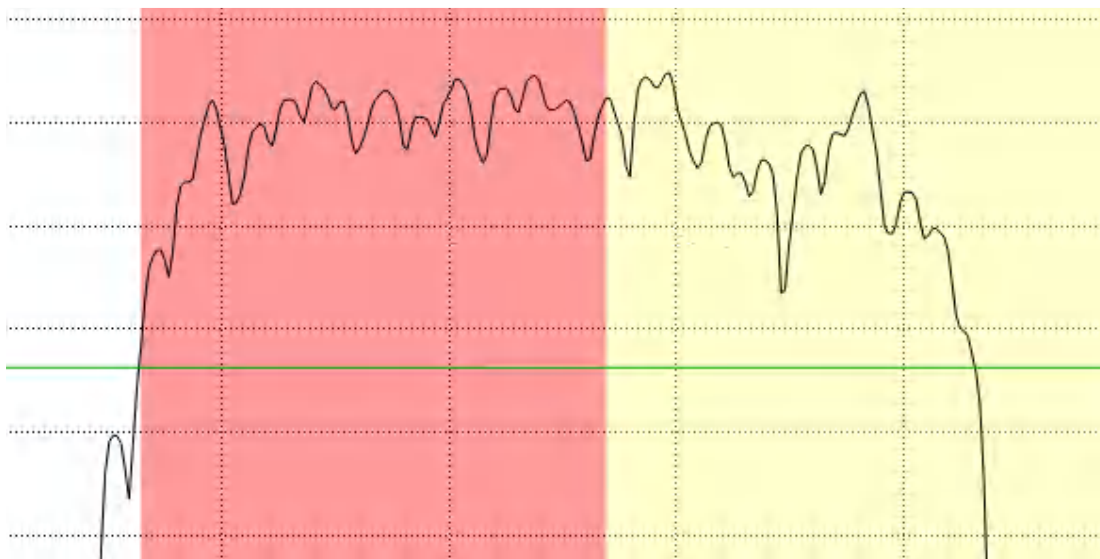


图36：信号突破了平坦的基线阈值并部分落在禁区（黄色阴影部分）内。仅信号的未排除部分被视为事件（红色阴影部分）。

4.10.5 频谱图

频谱图或瀑布图是此模式下的有用视图，可选择显示在主图上方。

4.10.6 扫频设置控制面板

参阅“扫频分析模式”中的“扫频设置控制面板”。

4.10.7 通用控制面板

常规控制面板包含特定于干扰搜寻模式的基本控件。它分为基准和事件两部分，这是该模式引入的两个主要概念。

4.10.7.1 基线

基线定义了在其包含的每个频率处的阈值，在该阈值之上，信号被视为事件。基线可以是一条平坦的线，其中所有频率的阈值都相同，也可以从一段时间内的信号中获取。

- 阈值-指定要使用的基线类型：已采集的基线或一条平线（最小信号）。
- 启用-指定是否将基线显示在绘图上并用于检测事件。
- 获取时间-获取新基线的时间。
- 获取模式-在基线采集期间的连续扫描中使用哪种类型的累加功能。
- 偏移-所获取的基线与其原始水平的幅度偏移。

- 平坦线-幅度是事件的恒定阈值。
- 颜色-图上基线的颜色。
- 导入-加载保存的基准。
- 导出-保存当前基准。
- 获取基准-根据当前的采集规则开始获取新的基准。

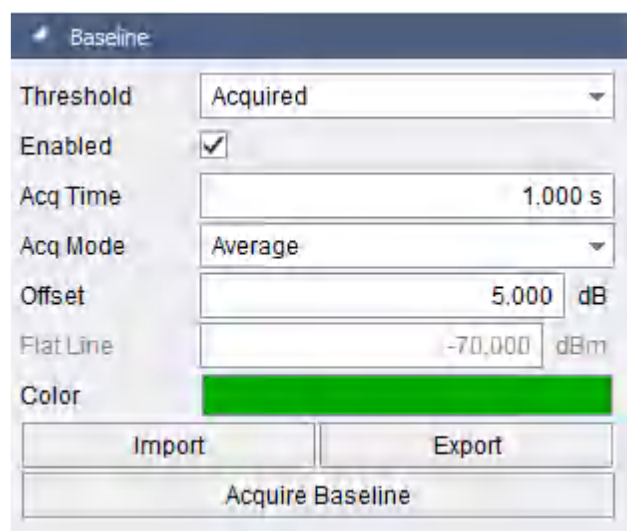


图37：“常规控制面板”的基准子集

4.10.7.2 事件

事件是指输入信号在某个频率范围内跳升到基线所设置的阈值以上的事件。它由频率、带宽、峰值电平或信道功率、阈值（该频率下的基线电平）、余量（超出阈值的分贝）、信号的开始时间和持续时间定义。

- 最小持续时间-信号必须超过基线才能被视为事件的最短时间。
- 偏差-事件中心频率的允许偏差。
- 级别-级别计算的模式。
 - o峰值-事件的最高振幅。
 - o信道功率-围绕中心频率的信道功率事件。
- 自动宽度-在“通道功率”模式下，自动选择带宽进行通道功率计算。

- 带宽-在“信道功率”模式下，手动输入带宽以进行信道功率计算。
- 频率格式-在事件列表和日志记录中使用的频率格式。
- o中心/带宽-使用事件的中心频率和带宽指定事件。
- o开始/停止-使用事件的开始和停止频率指定事件。
- 持续格式-事件列表和日志记录中使用的持续时间格式。
- 基本（s）-以秒为单位显示时间。
- 扩展（hh: mm: ss: ms）-以时钟格式显示时间。
- 颜色-事件图表的颜色。

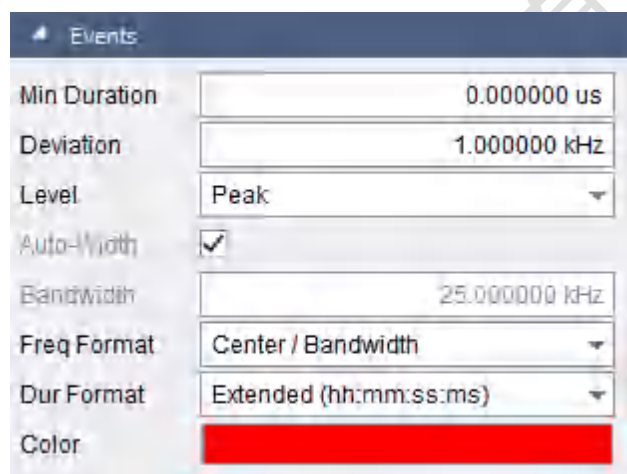


图38：“常规控制面板”的基准子集

4.10.8 测试控制面板

请参阅“扫频分析”模式下的“测量控制面板”。

4.10.9 禁区控制面板

禁区是无法发生事件的频谱区域。禁区由开始和结束频率定义。对于忽略已知来源很有用。

- 添加区域-将新的排除区域定义添加到列表中并激活它。
- 删除区域-从列表中删除突出显示的排除区域定义。
- 清除-从列表中删除所有排除区域定义。
- 全部-激活列表中的所有禁区定义。

- 无-禁用列表中的所有禁区定义。
- 颜色-设置绘图上有效排除区域的颜色。
- 导入-导入一组保存的排除区域定义。
- 导出-导出排除区域定义的当前列表以供以后加载。

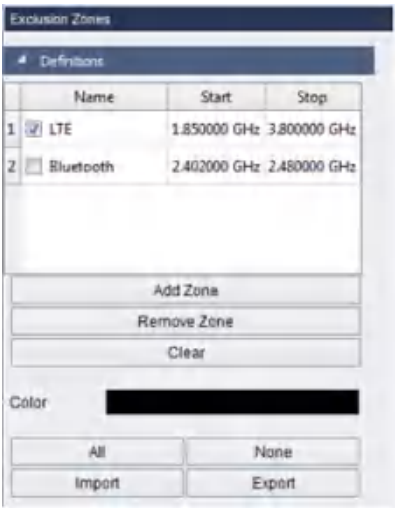


图39：禁区控制面板

4.10.10 记录控制面板

通过将事件自动记录到CSV日志文件中，可以实时记录事件发生的时间。日志记录可能会持续很长时间，并且不需要监视。日志记录将继续进行，直到手动取消日志记录，已设置的时间量或达到一定数量的最大事件为止。

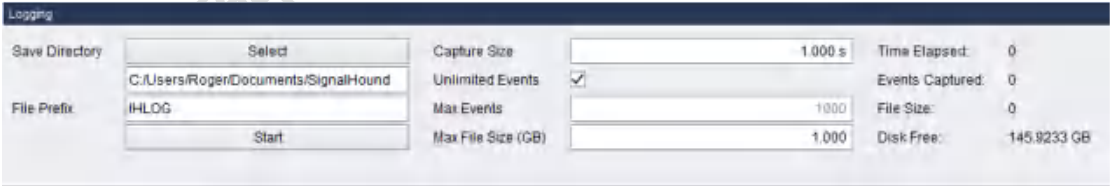


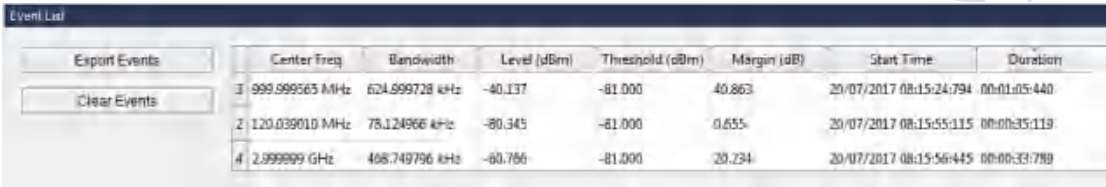
图40：记录控制面板

- 保存目录-要存储的CSV事件列表文件的默认目录。
- 文件前缀-将文件名前缀应用于所有保存的文件。用于创建可识别的文件名。
- 捕获大小-指定进行日志记录的时间长度。
- 无限事件-捕获的事件没有上限-在捕获大小的持续时间内继续。

- 最大事件数—一次捕获期间可以记录的最大事件数。
- 最大文件大小—CSV日志文件允许的最大文件大小。

4.10.11 事件列表

当前事件显示在事件列表中，每次设备收到新扫描时都会更新该列表。事件列表可连续排序，并且可以导出到CSV文件，以快速快照当时发生的事件。清除事件后，所有未来事件都将视为新事件，并且开始时间从收到的时间开始，持续时间从零开始。



	Center Freq	Bandwidth	Level (dBm)	Threshold (dBm)	Margin (dB)	Start Time	Duration
1	999.999563 MHz	624.999728 kHz	-80.137	-81.000	40.863	20/07/2017 08:15:24.794	00:01:05.440
2	120.039010 MHz	75.124966 kHz	-80.345	-81.000	0.655	20/07/2017 08:15:55.115	00:00:35.119
4	2.9999999 GHz	408.749796 kHz	-80.766	-81.000	20.234	20/07/2017 08:15:56.445	00:00:33.789

Figure 41: Event List 图40: 事件列表

- 导出事件—将当前事件列表表保存到CSV文件，并保留当前排序规则。
- 清除事件—删除事件列表中的所有事件。

4.11 频谱发射模板

频谱发射掩模（SEM）测量用于检测带外杂散、干扰和过度发射。针对掩模测试发射，该掩模可以定义为相对于中心频率的频率偏移下信号的带内功率。

掩码需在偏移表中手动输入的。Spike包含多个预设蒙版，可直接加载到表格中。使用阴影区域在刻度上绘制蒙版偏移，绿色表示通过，红色表示不通过。

配置SEM测量时，应选择尽可能接近预期输入功率的输入电平。这将改善测量的动态范围。如果输入功率设置得太低，将出现IF过载信息。

所有配置的偏移都是相对于幅度基准测量的。该基准可以使用峰值测量值、信道功率或用户直接设置来测量。测量峰值或信道功率的扫宽是可选的，默认为第一个配置的偏移量之间的扫宽。

SEM模式下的绘图遵循Spike中的基本绘图界面。

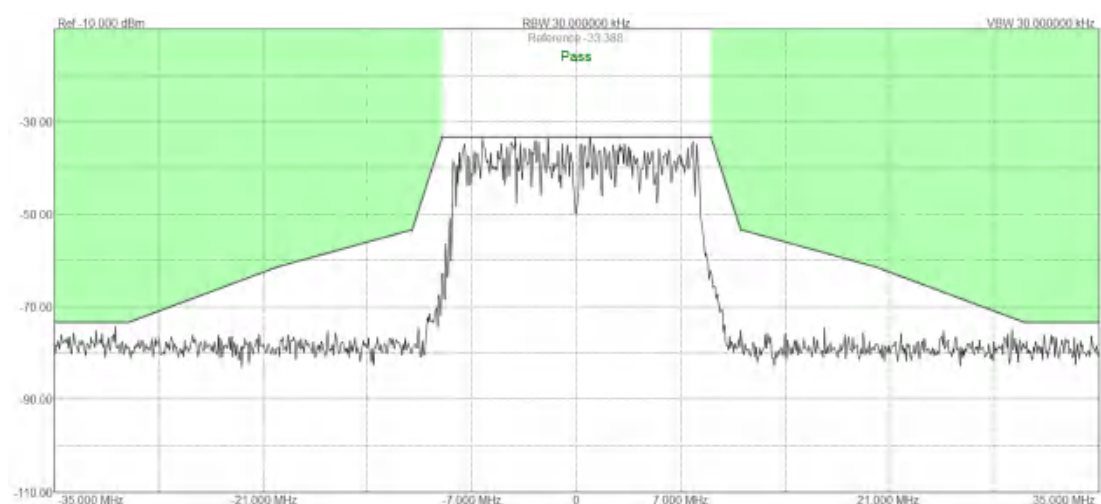


图42：针对802.11 OFDM传输掩码测试输入

4.11.1 控制面板

以下是“SEM设置”控制面板中各种控件的说明。

- 中心频率—偏移表的参考频率和已调整的扫描中心频率。
- 步进—使用中心频率箭头控制频率步进大小。
- 扫宽—中心频率附近的频率扫宽。
- RBW—使用平顶窗口的分辨率带宽。
- VBW—视频带宽。
- 输入电平—信号的最大预期输入电平。
- Div—控制图的y轴比例。
- 视频单位—在系统中，未处理的幅度数据可以表示为电压、线性功率或对数功率。选择线性功率进行RMS功率测量。在对数刻度上，对数功率最接近传统频谱分析仪。
- 检波器—在处理视频数据时，选择是否存储最小/最大或平均幅度。
- 迹线类型—指定使用清除/写入还是最大保持迹线。
- 测量类型—指定如何测量参考振幅。
- 参考—直接指定幅度参考。
- 宽度设置—指定计算信道功率幅度测量参考的频率范围。

o当设置为自动时，将使用中心频率和第一个频率偏移之间的扫宽。

o设置为手动时，使用输入的宽度。

•宽度-直接设置宽度。

•加载掩码-加载基于预定义的偏移表。

4.11.2 上下文菜单

•显示通过/失败指示器-切换位于标线顶部中心的通过/失败指示器的可见性。

4.11.3 配置偏移

最多可配置16个偏移量。可以针对绝对幅度或相对带内通道的测量功率进行偏移测试，偏移可以具有线性形状（平坦或线性斜率）。偏移被配置为上限偏移，但随后被应用为上下偏移，围绕中心频率对称。

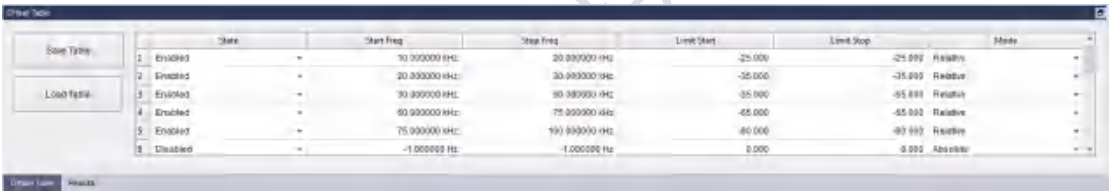


图43：SEM偏移表编辑器

4.11.4 结果

每个已组态偏移的结果将显示在结果表中。结果表在一行中显示了上下偏移的最大边距。结果可以导出到自定义CSV。

频率和电平列显示给定偏移中最差边距的频率和幅度。

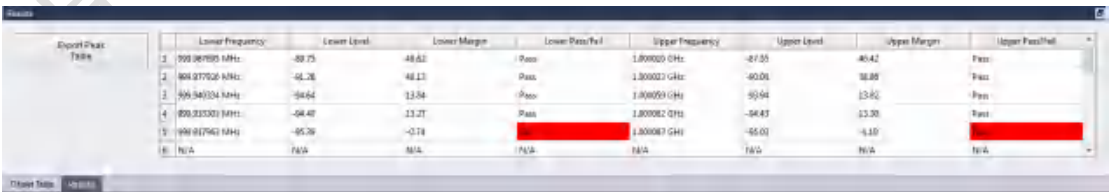


图44：SEM结果表

4.11.5 局限性

并非所有的Signal Hound设备都能执行所有的掩码测量。某些Signal Hound设备（例如

SA44、SA124和BB60系列频谱分析仪)的动态范围限制可能会禁止某些掩码测量,例如外部偏移处的AM / FM掩码。为了避免在这些情况下测量失败,可能有必要禁用外部偏移。

(有关旧版软件广播掩码测量的说明)旧版Signal Hound软件执行自定义扫描,以帮助克服SA系列设备的动态范围限制。这些自定义扫描不会在Spike软件中执行,因此与传统软件进行比较时,尤其是在比较FM广播模板测量值时,可能会得到不同的结果。

4.12 WLAN调制分析

Spike软件可用于802.11a / n / ac OFDM和802.11b DSSS / CCCK测量。该软件执行若干物理层发射机测量,包括RF质量和性能指标以及位/编码级故障排除。根据波形类型,使用预定义的解调参数执行测量。

4.12.1 进行测量

有关进行首次WLAN测量的演练,参阅WLAN测量演练。

设置成功的WLAN测量时,有一些注意事项。

- 中心频率-确保中心频率在OFDM的 $\pm 624\text{KHz}$ 之内,对于信道中心频率的DSSS信号在 $\pm 2.7\text{MHz}$ 内。在这些限制之外,该软件将无法实现正确的载波恢复和符号同步。
- 带宽-确保IF带宽不要太窄,过滤掉测量信号或太宽,以使相邻信道的能量影响测量。
- 参考电平-参考电平必须设置为高于峰值预期输入功率。OFDM受制于高波峰因数,但考虑到峰值信号过高可能会影响接收器的灵敏度。在这些情况下,可能有必要接受少量限幅以换取更高的整体灵敏度。
- 搜索长度-搜索长度控制前期测量采集的大小。该软件捕获了N秒的波形,并在该波形内寻找有效触发。测量在此搜索窗口中的第一个有效触发器上进行。确保搜索长度超过预期突发传输的总突发长度。

4.12.2 控制面板

以下是控制面板上可用的各种设置说明。

- 标准-选择要测量的WLAN标准。
- 最大符号-要测量的最大DSSS符号数。仅适用于802.11b波形。
- 2.4 GHz通道-通过选择标准定义的频道来选择中心频率。
- 5 GHz通道-通过选择标准定义的频道来选择中心频率。
- 载波频率-选择测量的中心频率。
- 步进频率-使用上/下频率按钮时，选择频率步进大小。
- IF BW-选择基带滤波器带宽。
- 参考电平-设置为高于最大预期输入功率的值。
- 测量滤波器- DSSS脉冲整形滤波器应用于波形。当前固定为矩形窗口。
- Bbt 滤波器-调整脉冲整形滤波器系数。应用矩形窗口时不能使用。
- 搜索镜头-搜索获取的大小。
- 触发电平-视频触发电平。

4.12.3 自定义显示

可将几个测量窗口添加到主应用程序。多数测量窗口以OFDM或DSSS调制为目标。快速设置按钮可用于在OFDM和DSSS测量窗口配置之间快速切换。此外，可以通过预设保存和加载测量布局。

5 进行测量

本节帮助用户学习如何使用Spike软件，利用标记、记录/播放和通道功率等内置功能来测量，分析和记录信号。

5.1 测量频率和振幅

5.1.1 使用标记

该软件有多种工具，可用于识别信号的频率和幅度。最容易使用的是标记。最多可有6个标记，每个标记都有其自己的参考。

在刻度内部单击鼠标左键激活并放置标，或按标记控件上的峰值搜索按钮，将标记放置在当前迹线峰值上并同时激活它。标记激活后，标记的频率和幅度读数将显示在刻度的右上角。标记的准确性取决于扫宽和RBW。较小的扫宽和RBW具有较高的标记精度。幅度精度不取决于垂直dB / div，因为I / Q数据的电压呈线性，并且分辨率远高于显示的分辨率。可以随时通过单击刻度线或使用左右箭头将标记向左或向右移动一个样本点来重新放置标记。

5.1.2 使用差量标记

要测量频率或幅度的差异或变化，请使用Delta标记。要使用差量标记，必须首先创建参考点。在标记处于活动状态的情况下，单击标记/轨迹控制面板上的Delta按钮。在网格上放置参考位置，标记读数将显示标记与参考之间的差异。要取消差量标记，再次按Delta按钮。

5.1.3 测量低电平信号

为了测量低电平信号，以下技巧可以获取更准确的读数。将参考电平设置为-50 dBm或更低、在内部选择最高灵敏度设置。使用外部时基和较窄的扫宽（1 KHz或更小）可获得最佳结果。视频平均可能需要稳定的幅度读数。

5.2 扫描和回放

Spike提供Signal Hound频谱分析仪存储和回放扫描的功能。可轻松执行短期采集和分析或长期记录项目，例如频谱监控。扫描记录文件将一系列扫描以及配置信息存储到扩展名为(.shr) 的文件中。

5.2.1 记录

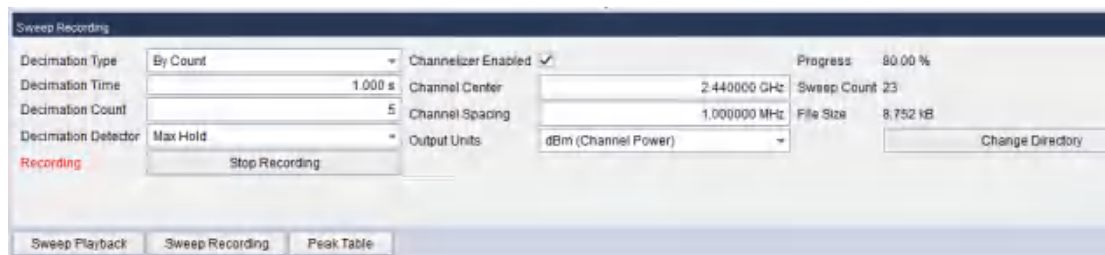


图45：启用了扫描抽取的主动扫描记录。

扫描记录控制面板在扫描和实时分析模式下启用。记录面板上的大多数控件用于控制存储的数据量。如操作不当，Signal Hound频谱分析仪在当前速率扫描下会产生非常大的记录文件，可用控件提供了如下两种减少存储数据量的方法。

1) 时间抽取-时间抽取是指随时间平均或最大保持几次扫描的动作。可以控制希望减少的时间或扫描次数。例如，选择1秒的抽取时间和最大保持抽取检波器，软件将在1秒的持续时间内对扫描执行最大保持检波器，此时最大保持扫描将存储到文件中。将创建一个文件，每1秒存储一次扫描。通过指定扫描次数，除了不等待指定的持续时间外，检波器将以“计数”扫描次数进行操作，达到类似的效果。

2) 频率抽取-频率抽取是指使用信道功率测量扫描的信道化。可以选择通道宽度和中心频率。信道功率测量的输出可以dBm或dBm / Hz单位存储。

可以同时启用两种抽选类型，此时通道化将在及时进行抽选之前发生。如果不需要进行抽取（即存储设备的每次扫描），禁用通道转换器，并选择抽取计数为1的抽取类型“计数”。

按开始记录按钮开始记录。该文件将立即在配置的目录中创建。按下“停止录制”按钮将结束录制。

5.2.2 回放

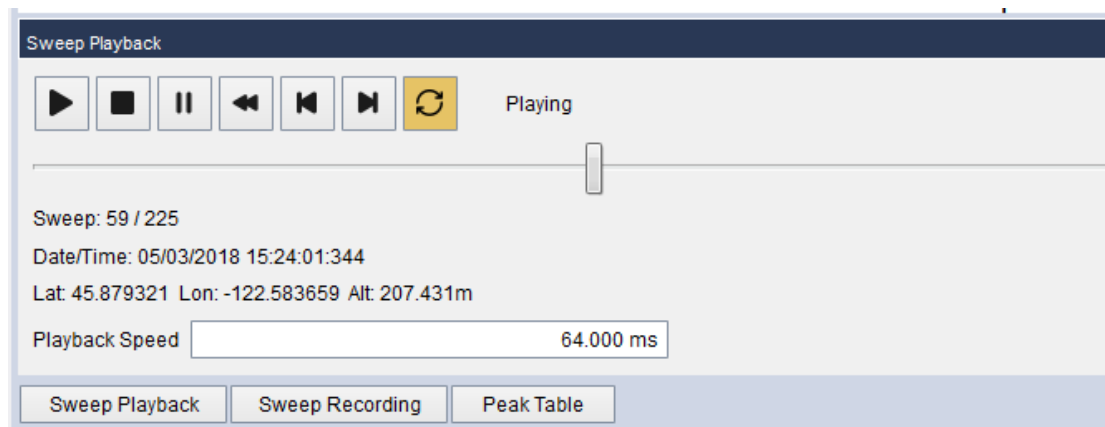


图46：回放记录的SHR扫描文件。

开始播放SHR扫描记录文件，请按Sweep Playback控制面板上的播放图标按钮。选择有效文件后，即开始扫描播放。使用滑动条以及暂停，步进和快退按钮控制播放。播放速度决定了在记录中显示下一个扫描之前要等待的时间。



Tip: The title is also saved and shown during playback. Use a title to describe the session!

5.3 IQ捕捉

警告！ IQ记录数据会在很短的时间内占用硬盘驱动器上的大量空间。必须格外小心，尤其是当将波形存储在Windows磁盘驱动器上时。有关更多信息，请参见“ IQ捕获：注意事项”。

在零扫宽模式下，用户可以保存和播放短时间的IQ波形。使用XML描述文件以二进制格式记录波形。完整文件格式如下所述。

5.3.1 记录

IQ捕获是在零扫宽模式下使用Record IQ控制面板执行的。此控制面板可以更改IQ数据的捕获设置。设置说明如下。

- 保存目录-要存储的IQ波形文件的默认目录。

- 文件前缀-将文件名前缀应用于所有保存的文件。用于创建可识别的文件名。
- 捕获大小-指定单个文件的最小捕获长度。
- 最大文件数-指定要记录的波形数。

按下“记录IQ”控制面板上的“开始”按钮开始采集。如果触发类型设置为“无”，则立即开始采集。

如果选择了外部触发或视频触发，软件将等待直到触发发生后再开始采集。当要保存的文件数大于1，并且触发器处于活动状态时，每个文件都将需要触发器才能开始采集。

Spike软件图表在采集期间不会更新，但是一些统计信息会显示获取状态和所选磁盘驱动器上的当前容量。

5.3.2 回放

“记录IQ”控制面板记录的文件可使用“播放IQ”控制面板查看。

通过按下“打开文件”按钮并选择要查的XML描述文件来开始波形回放，立即开始播放。

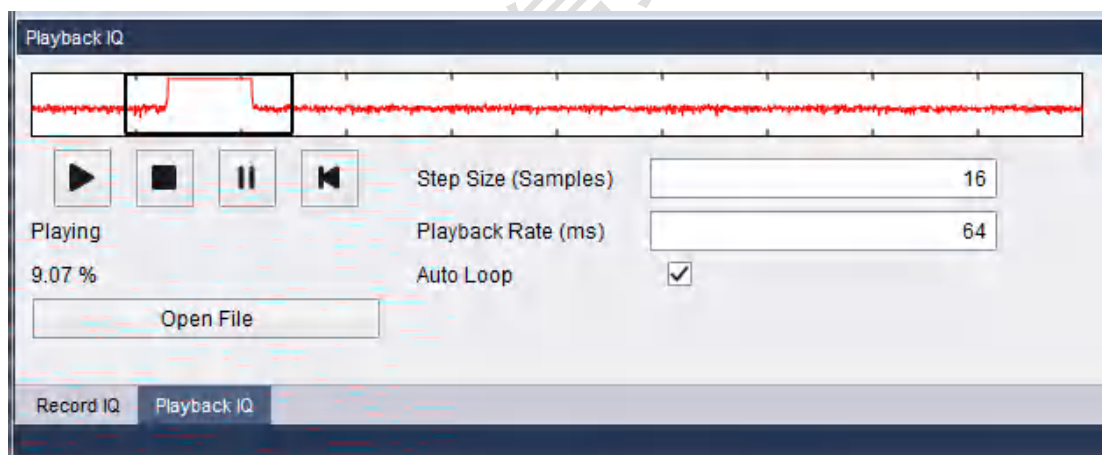


图47：波形回放期间的回放IQ控制面板界面。

有多种工具可在IQ播放期间加快测量速度。

- IQ滚动条提供了完整IQ捕获的预览轨迹和一个可选区域，可快速滚动整个波形捕获。
- 步长控件指定每次更新视图时要前进的样本数。步长控制仅在未激活触发时适用。
- 从IQ文件加载波形时，回放速率控制Spike软件更新的速度。
- 单次/自动按钮可用于手动完成捕获。

- 启用视频触发器将强制Spike软件在更新图表之前搜索捕获的触发器。如果找不到触发器，则捕获将在文件末尾停止。

5.3.2.1 使用IQ播放控制面板分析Spike中的记录

按“打开文件”按钮开始播放。会提示选择要分析的XML记录文件。一次只能打开一个文件。

如果Spike可以打开文件，则看到播放滚动条填充IQ预览轨迹和滚动条下方的“正在播放”消息。

要正常播放文件，确保显示播放消息并按下工具栏中的“自动”按钮，并且未选择任何触发器。当绘图中的文件内容更新时，会看到滚动条右侧的“视图”窗口。

可以随时按工具栏上的单个按钮暂停播放并单步浏览文件。

还可以在滚动条中滑动视图窗口以快速移动文件中的任何位置。执行此操作将导致暂停播放，必须按“播放”按钮才能继续播放。

要对文件内容进行视频触发，确保已正确配置视频触发，请按工具栏上的“单个”按钮，并通过按“播放”按钮确保当前未暂停文件。然后按单次键盘将下一个捕获与找到的下一个视频触发器对齐。如果在文件的其余内容中未找到触发器，则绘图视图将移至文件末尾。

对于任何播放模式，播放工具栏都必须显示“正在播放”消息，否则软件将不会更新波形。如果看到正在播放消息，并且软件仍未更新屏幕上的波形，确保当前未处于单触发模式。

在非常大的文件中查找触发器可能会导致软件延迟几秒钟或更长时间。使用滚动条快速导航到感兴趣的区域或捕获较小的文件以减少此延迟。

5.3.3 IQ文件格式

每个IQ捕获都保存为两个文件，一个XML描述文件和IQ数据二进制文件。

XML文件包含重建原始IQ波形所需的采集设置和比例因子。XML元素如下所述。

- 设备类型—采集中使用的分析仪的产品名称。
- 序列号—采集中使用的设备的序列号。

-
- 数据类型—应为Complex Short，表示二进制IQ文件的二进制格式。
 - 参考电平—在Spike软件中为采集设置的参考电平（以dBm为单位）。
 - 采样率— IQ波形采集的采样率，单位为Hz。
 - 抽样—两个整数的幂，代表IQ波形从接收器的完整采样率中抽样的速率。（BB60C为40MS / s, SA44 / 124为486111kS / s)
 - IF带宽— IQ带通滤波器的截止频率。
 - 比例因子—用于将IQ数据从完整比例缩放到mW。
 - IQ文件名— Spike软件保存的IQ二进制文件的完整文件路径。如果将波形文件移动到系统上的另一个目录，则必须更新此值以反映二进制文件的新位置。否则，Spike软件将无法播放所请求的波形。
 - Epoch Nanos-自1970年1月1日起经过了十亿分之一秒。通常被称为Unix时间，Unix时代或Unix时间戳。时间戳引用IQ波形采集中的第一个样本。
 - 样本计数— IQ二进制文件中存储的IQ值数量。
 - 预览轨迹—用于在IQ播放滚动条上创建波形轨迹的值。这些值是在最大IQ波形捕获时使用最大保持抽取算法创建的。
- 二进制文件包含“样本计数”带符号的16位IQ值。二进制文件具有小端字节顺序。样本按以下顺序存储
- $I1, Q1, I2, Q2 \dots In, Qn$
- 这些值以满量程存储，范围从-32768到+32767，表示介于-1.0和1.0之间的浮点值。要恢复原始值，请执行以下步骤
- 1) 读取二进制文件中带符号的16位复数值。
 - 2) 将满量程的16位I和Q整数值转换为-1.0到+1.0范围内的浮点值。

3) 将每个I和Q值乘以XML文件中比例因子的倒数。

4) 现在应该将IQ样本缩放为mW，其中 $I^2 + Q^2 = mW$ 。

5.3.4 注意事项

执行IQ捕获时必须采取预防措施，以确保现有数据不会损坏，并且IQ波形被捕获而不会出错。

以下是使用Spike软件的IQ记录功能时的建议和注意事项列表。

1) 将波形存储到外部硬盘驱动器，而不是操作系统（OS）硬盘驱动器。如果您的操作系统硬盘驱动器的容量接近100%，则会遇到问题，从而导致操作系统无法正常运行。如果您绝对必须将IQ波形与系统OS存储在同一驱动器上，请保留20%的磁盘可用空间。（Windows建议为15%）

2) 使用此简单公式预先计算预期的捕获大小。

$$4\text{Capture (Bytes)} = \text{SampleRate (S/s)} * \text{CaptureTime (s)} * 4$$

例如，BB60C在全采样率下的5秒捕获为 $40\text{MS/s} * 5 * 4 = 800\text{MB}$

3) 确保您的硬盘驱动器写入速度超过接收器的采集速度。对于BB60C上的许多采样率，标准的硬盘驱动器写入速度将不足以维持长期抓捕数据。这会在数据中造成间隙，从而影响测量质量。记录速度的简单计算是

$$\text{Speed (Speed)} = \text{Sample} * 4$$

预计硬盘驱动器的写入速度会超出合理范围。对于某些最高的BB60采样率，将固态硬盘和/或RAID配置组合在一起是必要的。

4) 理想情况下，操作员应在软件前检查采集状态。在长时间捕获多个触发事件的用例中，请考虑对已知信号执行测试以确保您的采集设置正确，然后再执行较长的采集过程。

5.4 捕捉兴趣信号

可以使用控制面板上的“迹线导出”按钮来创建跟踪的CSV文件。CSV文件可用于在Signal

Hound应用程序外部执行进一步的信号分析或绘图。迹线导出到CSV文件时，将导出当前显示的迹线。因此可能难以获得感兴趣信号的CSV文件。例如，偶尔出现的间歇信号可能难以捕获，或者某些模式（例如实时信号分析）被禁止保存CSV文件。

导出所需信号的一种方法是使用回放工具栏记录频谱。通过录制捕获信号后，可以在感兴趣的信号上播放和暂停会话，信号可以通过标准方式输出或测量。

最小和最大保持迹线是捕获间歇性难以查看信号的另一种方法。最小值和最大值保持在一段时间内跟踪最小值和最大值，并将它们存储在单独的可见迹线中。

5.5 通道功率



图48：通道功率控制面板测量广播FM信号

通道电源控制面板可配置，测量和记录一个主通道和5个相邻的通道，每个通道均由上下部组成。主通道控件在左侧，可以从此处启用通道电源。适用于所有通道功率测量，因此必须启用主通道才能在相邻通道上进行测量。目标指定要用于测量的迹线。通道宽度以Hz为单位指定要测量的频段的宽度。功率显示主通道的通道功率。“开始记录”将创建一个新的CSV文件，并记录每次扫描的主通道和所有已启用的相邻通道。继续记录直到按下“停止记录”。更改目录设置保存日志文件的目录。

相邻通道在右侧表中排列成行。前三个字段用于配置，其余字段用于测量。状态字段用于启用或禁用通道。偏移是指中心通道和相邻通道之间的中心到中心频率差。在通道之间，通常（但不总是）有一个小的保护频带，其功率被忽略。带宽指定相邻通道的宽度（单位：Hz）。

具有上下成分的相邻通道显示通道功率以及中心通道与其自身之间的功率差。在下面的示例中，差异可用于确定是否有任何功率“泄漏”到相邻的FM频带中。

例如，下图显示了180 kHz的信道带宽，其中一个相邻信道的偏移为200 kHz。该图显示了中央频道中的FM电台101.1。每个通道都将被集成，结果功率将显示在表格中。

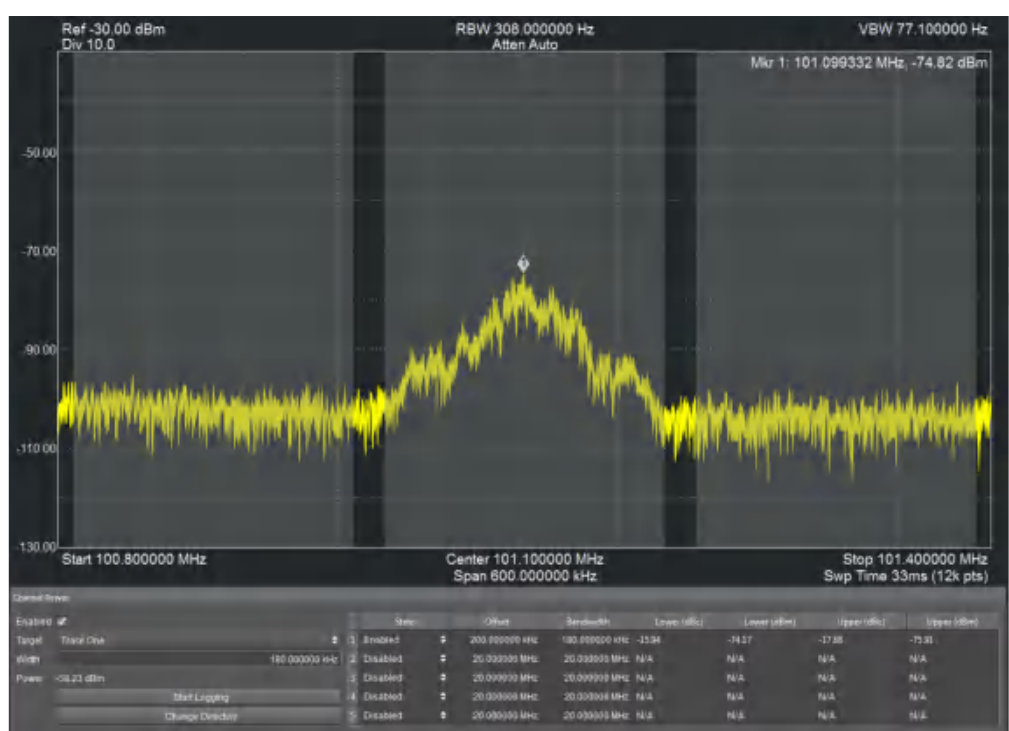


图49：广播FM信号上的频道功率

为了获得最佳效果，请将视频处理设置为平均、功耗然后关闭杂散抑制。如果在激活通道电源时未正确配置设置，软件将发出警告。

5.6 使用参考电平偏移

当测量已衰减或放大的信号时，让软件通过此偏移量来调整测量信号非常有用。在Spike中，可以输入此增益/衰减值，以便直接查看校正后的测量值。

在Spike中设置参考电平偏移的正确方法是先设置参考电平偏移，然后将参考电平设置为应用偏移后要查看的值。例如，如果您正在查看衰减了40dB的30dBm信号，请先将参考电平偏移设置为40dB，然后再将参考电平设置为30dBm。

5.7 噪音标记

使用Spike软件的噪音标记进行噪音测量。启用此测量，将活动标记类型更改为“噪声”，然后将

标记放置在频谱上。

噪声标记测量仅在扫描和实时模式下可用，并且启用了平均视频检波器。为了获得最准确的测量结果，应选择平均检波器和功率视频单元。

噪声测量读数标准化为1Hz，考虑由于对数或电压标度VBW平均导致的欠响应。该测量值平均超过1/2个格。下面是用于计算噪声读数的公式。

$$P_{dBm/Hz} = 10 + \log_{10} \sum_{f1}^{f2} \left(\frac{P_{mW}}{Span_{Hz} * NBW} \right) + C_{dB}$$

其中NBW等于RBW滤波器（窗口函数）的噪声带宽。f1和f2是跨越1/2个显示分度的频率，并以标记频率为中心。C是一个常数，当选择了功率视频单元时，C = 0.0，对于对数视频单元，C = 2.51，对于电压视频单元，C = 1.05。

5.8 RBW过滤器形状

选择RBW滤波器形状会影响频谱分析仪如何实现所需的RBW。不同的形状会影响使用窗口功能以及定义带宽，并非所有形状窗口都适用于所有设备或所有模式。这是Signal Hound提供的关于滤波器形状的简短描述。

平坦顶部-选择此形状时，将在3dB点定义的可变带宽平坦顶部窗口用于实现所需的RBW。默认情况下，选择平顶窗口，因其损耗非常低，建议将其用于最精确的测量。

Nuttall -选择Nuttall后，频谱仪将使用在3dB点定义的固定带宽Nuttall窗口和两个零填充FFT的幂来获得离散的RBW值。Nuttall窗口提供最快的扫描速度，并且扫描中的点数最少，以实现所选的RBW。Nuttall形状的缺点是损耗很高，约为0.8 dB。

CISPR-选择CISPR时，频谱仪使用在6dB带宽点和零填充处定义的高斯窗来获得所选的RBW。

此形状通常用于EMC / EMI预一致性测量。

5.9 使用测量接收器实用程序

Spike软件提供测量接收器的功能，以进行调谐的RF电平测量（TRFL）。TRFL测量对于表征衰减器，信号发生器或用户要在其上测量输出功率增量步进精度的任何设备非常有用。

与标准扫频分析模式相比，TRFL测量能够获得更准确的功率电平读数和载波频率读数，并且能够将功率测量到比扫频模式低得多的电平。

可以通过文件菜单→实用程序→测量实用程序访问测量接收器实用程序。启用该实用程序将弹出如下所示的对话框。

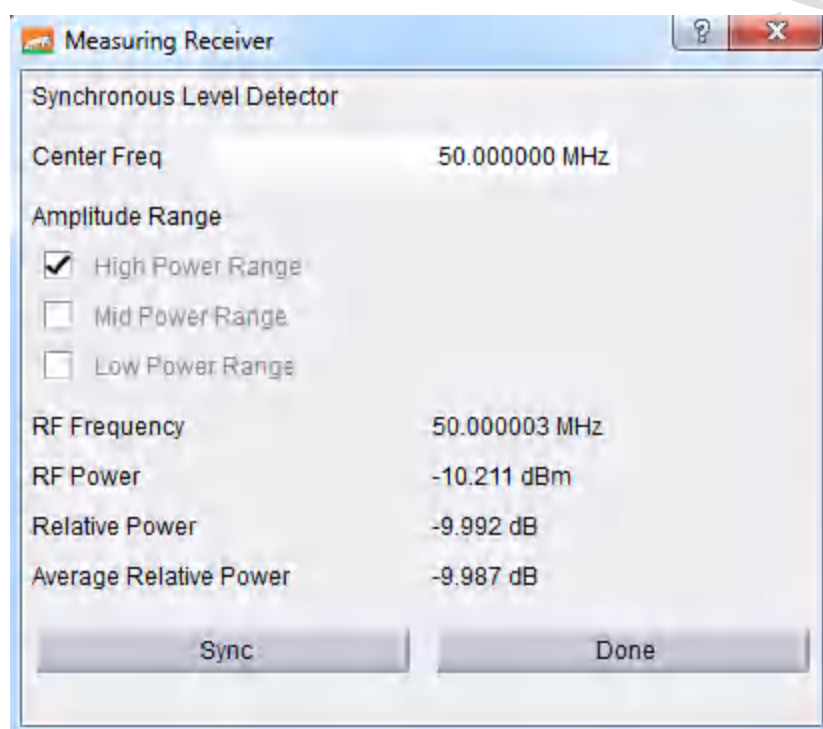


图50：“测量接收机控制”对话框

5.9.1 测量程序

本节概述了使用测量接收器实用程序进行TRFL测量的过程。

- 1.将Signal Hound设备连接到PC并运行应用程序软件的情况下，从Utilities文件菜单中选择 Measurement Receiver。
- 2.测量接收器将打开并执行3秒钟校准。等待此校准完成并连接被测设备（UUT）。
- 3.通过选择设备的最大输出功率和中心频率来准备UUT。确保UUT输出是CW信号。
- 4.输入UUT的中心频率，然后按Sync（同步），为新的中心频率重新校准测量接收机。

注意：为确保正确操作，确保输入的频率接近UUT的输出频率。

在执行上述第4步之后，验证RF功率和RF频率读数是否正确，并确保相对功率读数稳定且接近零。准备开始进行阶梯式输出功率测量，对每个输出功率级步骤执行以下步骤。

5.将UUT的输出功率电平降低/步进不超过10 dB。

6.记录所有相关读数。

7.如果测量接收器机建议在新的功率范围内重新校准设备，请立即进行。重新校准大约需要3秒钟，对于连续准确地测量到较低的功率水平是必要的。

8.返回到步骤5。

要重新开始测试，请选择一个新的中心频率或按“同步”按钮，然后从步骤1重新开始。

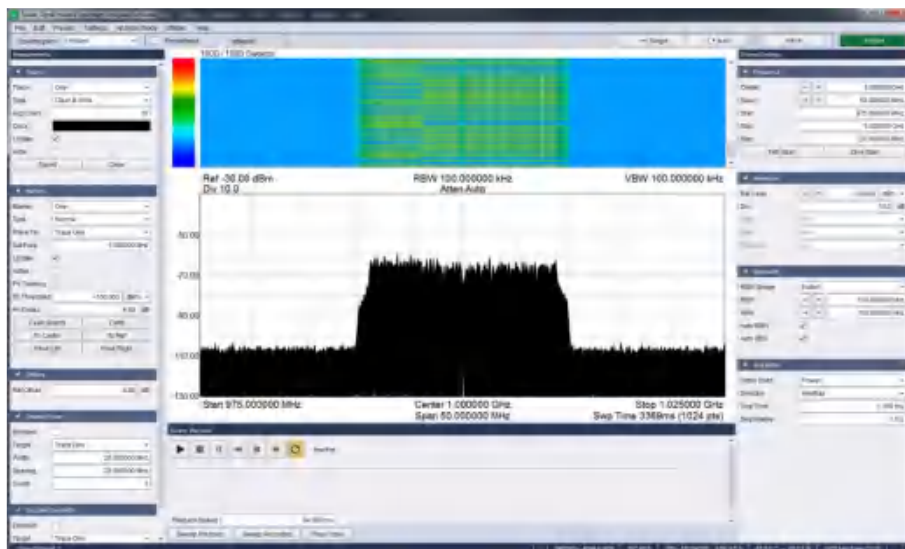
请小心IF过载消息，该消息警告UUT输出功率对于当前功率范围而言过大。通过降低UUT功率或按“同步”按钮将测量接收机实用程序返回到最高功率范围，可以避免这种情况。

作为UUT的输出功率，测量接收机会提示用户输入新的功率范围。范围是有限的，如果用户超过了范围，将发出警告。要解决此问题，缓慢增加UUT输出功率，直到进入下一个较低的功率范围。

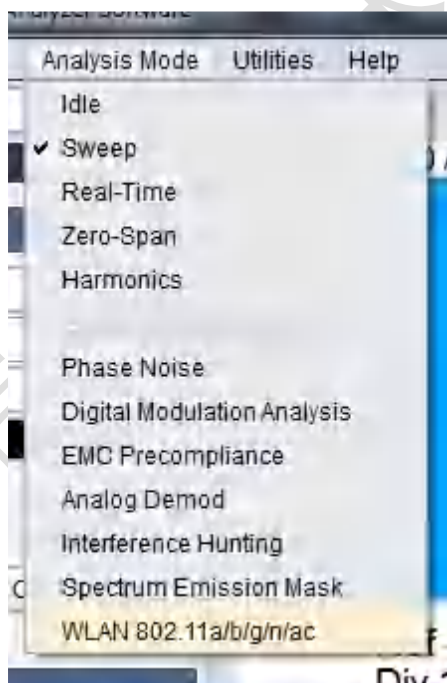
5.10 WLAN测量

本节将指导完成在Spike中的首次WLAN测量。

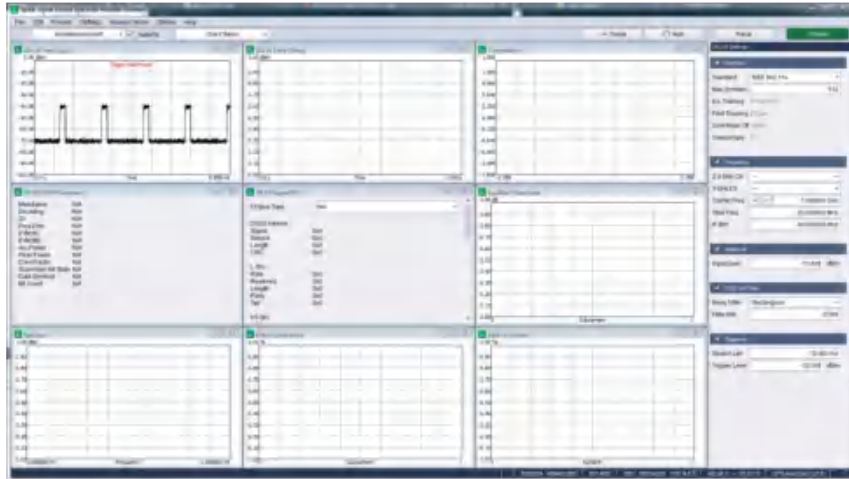
第一步是确定是否存在WLAN信号以及在何处存在WLAN信号。最简单的方法是使用扫描测量模式来找到感兴趣的频率并以其为中心。在下图中，频谱显示信号发生器正在产生1 GHz的WLAN信号。



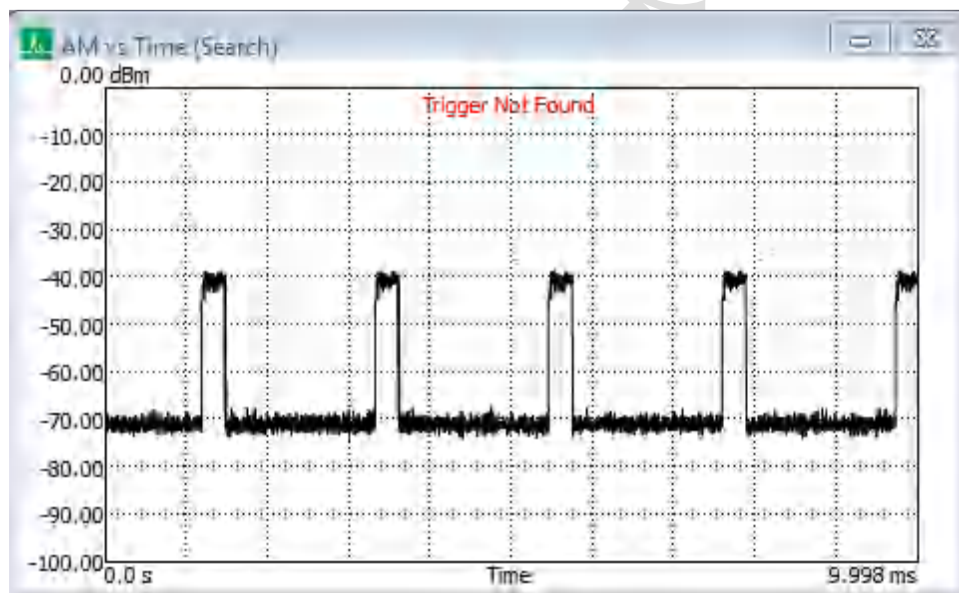
找到感兴趣的信号后，使用“分析模式”下拉文件菜单切换到WLAN测量模式。这还将保留当前的中心频率。



首次启用WLAN测量工具时，将为OFDM测量预设布局，并将默认标准设置为802.11a。您可能看到类似下面的图片。在这种情况下，“AM与时间（搜索）”窗口将显示搜索波形和状态消息，指示未进行测量的原因。



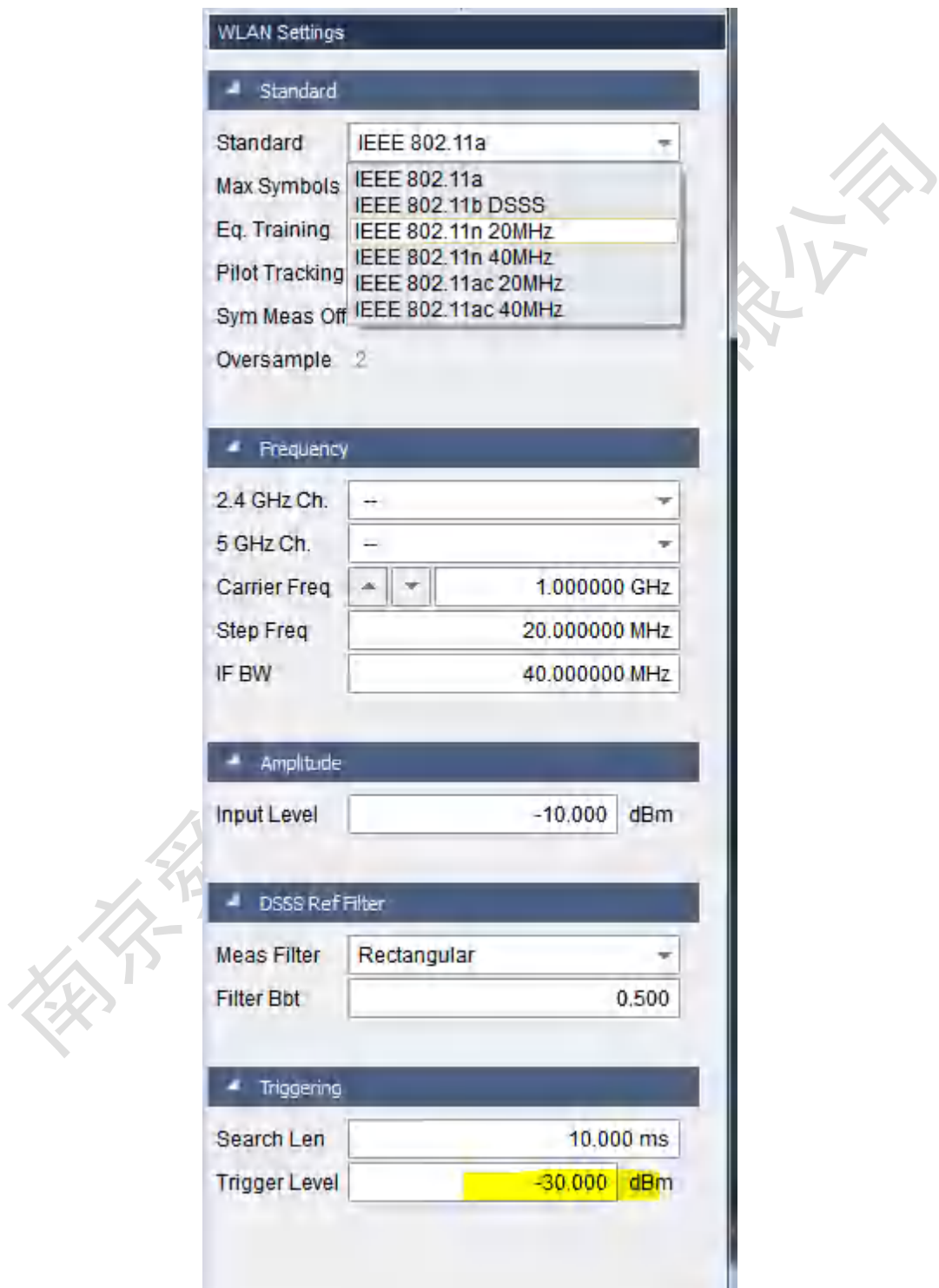
AM VS 时间（搜索）是故障排除的重要部分。从上图获悉未找到视频触发器。从控制面板中可以看到，视频触发电平设置为-30dBm，在搜索窗口中测得的最高幅度是-40dBm。需要降低视频触发级别。



需要使用WLAN设置控制面板来设置测量。

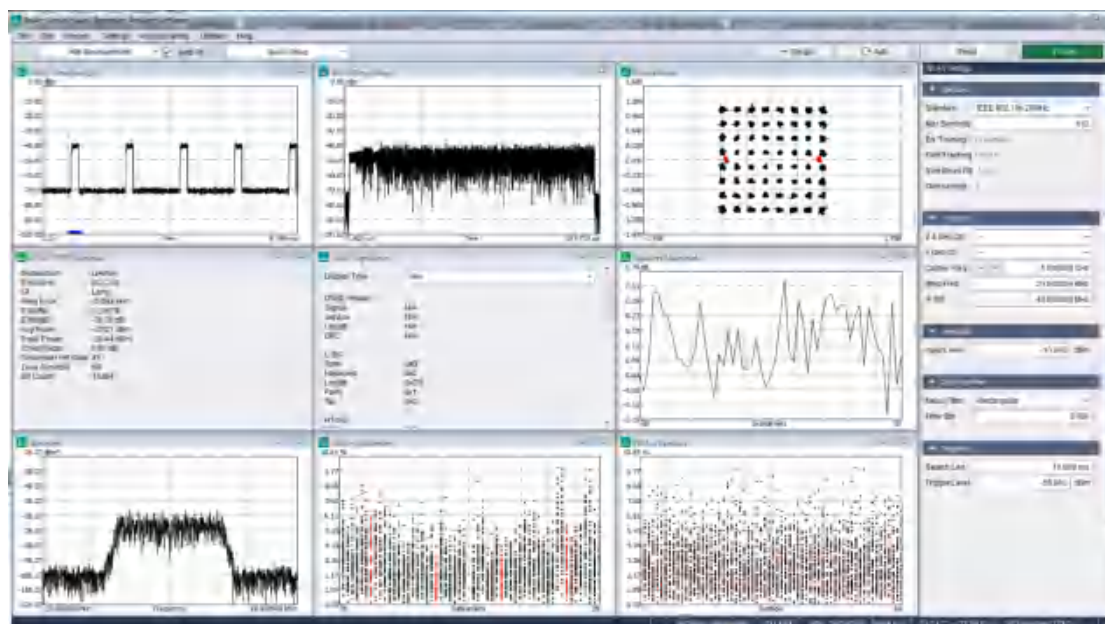
- 选择波形类型。在此示例中，输入波形是802.11n 20MHz波形。从标准下拉菜单项中选择此项。
- 可能需要调整测量的中心频率。可以通过载波频率设置来完成。
- 输入电平控制是参考电平，应设置高于输入波形的最大功率。尽可能减小输入电平控制将有助于提高接收器的灵敏度，并可能改善测量结果。

d.设置触发级别和搜索长度。搜索长度是软件将捕获并寻找有效波形的捕获长度。触发电平是用于在搜索长度内检测波形开始的幅度。在此示例中，我们将基于AM与时间（搜索）图所示的波形将触发电平设置为-55。



更新所有相关设置后，可以看到其他窗口也正在更新，并在AM与时间（搜索）图中不再显示

状态消息。注意，在AM与时间（搜索）中，其中一个信号下方绘制了一个蓝色条，表明搜索波形的这部分用于进行测量。



7) 按“Single”（单次）强制软件进行另一项有效的测量。未找到触发器或测量无效的屏幕更新不会暂停软件。

8) 使用“添加测量”下拉菜单添加更多测量窗口。

9) 使用“保存/加载”预设保存当前配置。将保存所有测量窗口/位置和设置。如果计划以自定义方式组织测量窗口，请取消选中“自动适合”。

5.10.1 故障排除

- 如果搜索窗口报告“无效的数据包格式”，则意味无法使用当前标准对首次触发的测量进行解调。可能意味波形具有不同的标准，或者信号受到损害，无法成功解调。

- 如果搜索窗口报告“采样不足”，则表示已检测到波形，但该波形位于搜索窗口的末尾，无法成功解调。如果您经常看到这种情况，请尝试增加搜索窗口的长度。

- 如果搜索窗口报告“未找到触发器”，请确认搜索窗口中存在波形，并且已将触发电平设置为与在搜索窗口中看到的电平相应的值。

- 使用 “IF带宽”控件拒绝通道外信号。WLAN波形与其他信号共存，包括WLAN和蓝牙。通道外能量可能会干扰测量。

- BB60C仅能测量20MHz BW OFDM波形。

5.11 更好的测量

Signal Hound频谱分析仪具有内部增益和衰减设置，可以针对所选参考电平自动进行调整。尽管该软件允许用户手动控制这些设置，但最好将AUTO用于所有测量。手动控制可能会将压缩点置于参考电平以下、添加杂散或残留信号或提高本底噪声。

有时，用户希望将衰减器增加5或10 dB以改善线性度。这对于减小互调产物的幅度可能很重要。无需更改衰减器设置，只需更改参考电平即可。这比手动控制衰减器更容易且更可预测。

为了获得最佳灵敏度和最低本底噪声，请将参考电平设置为最大输入幅度或刚好高于最大输入幅度。为了提高线性度并减少互调产物，请将参考电平设置为比信号电平高10或20 dB。

对于窄带和CW信号，每降低RBW，本底噪声就会降低约3 dB。测量低电平CW信号时，建议使用较窄的RBW。

为了获得最大灵敏度，建议参考电平为-50 dBm或更低。这会将衰减器设置为最小，并将内部增益设置为最大。

当检测器设置为“平均值”时，这等效于为当前设置最小VBW。将具有最低的峰峰值本底噪声，但也将平均间歇信号。将VBW设置为自动，将检测器设置为“MIN / MAX”或MAX，以测量脉冲或间歇信号。

为进行平均功率测量，确保检测器设置为“平均”和“功率”。如果信号已调制，则将RBW设置为比调制宽，或者将信号居中并使用信道功率实用程序。

6 附加功能

Spike软件具有几个有用的实用程序。 它们在这里描述。

6.1 SCPI

Spike软件可以使用SCPI命令进行编程。Spike软件在端口5025（默认）上维护SCPI TCP / IP套接字连接。可以禁用连接，并且可以通过首选项菜单更改端口号。

当SCPI连接处于活动状态并接收到命令时，Spike软件将进入远程操作模式。在远程操作中，模式对话框出现在Spike应用程序的中央。要返回本地操作，请按“返回本地”按钮或关闭对话框。

如果收到另一个SCPI命令，该对话框将重新出现。

有关Spike和SCPI的编程信息，请参见Signal Hound网站（在任何设备下载页面上）的SDK下载中的Spike SCPI编程手册。

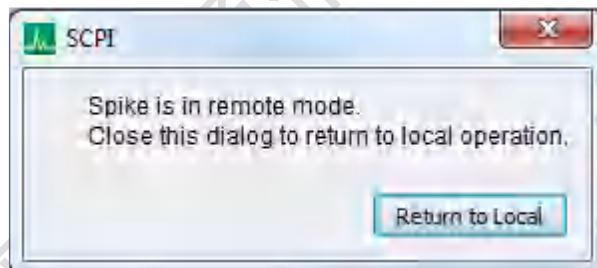
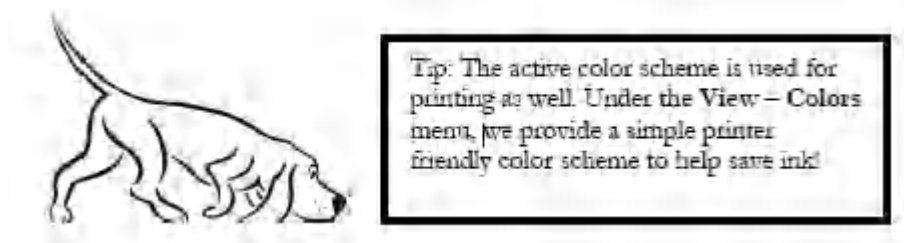


图51: “SCPI远程模式活动警报”对话框

6.2 列印

使用“文件”→“打印”菜单可以精确打印刻度上显示的内容。请注意，如果软件仍在更新迹线，则该软件可能无法打印所需的迹线。使用打印预览选项可以查看要打印的内容。使用单个按钮停止测量更新，以确保您打印所需的信号。



6.3 保存图像

使用文件→保存到图像菜单选项将当前的网格视图另存为PNG，JPG或BMP图像。图像的最终分辨率是保存时刻度的精确分辨率。要获得最高分辨率的图像，请最大化软件并滑出控制面板。在结果图像中使用主动配色方案。

6.4 数据校正

使用文件→管理更正数据菜单选项打开一个对话框，提供了一些有用的更正数据管理功能。

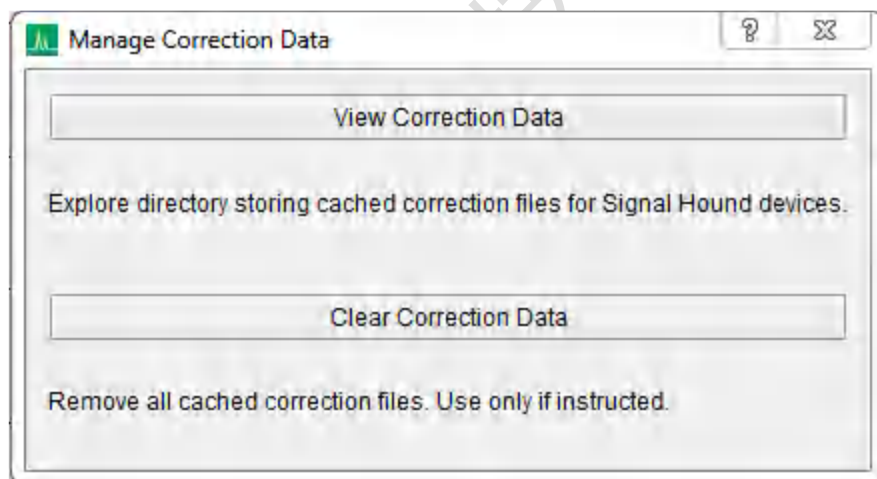


图52：“管理校正数据”对话框

校正数据是从某些Signal Hound设备中提取的，并在本地缓存以加快访问速度。有时有必要管理这些数据。例如，当重新校准设备时，会为其生成一个新的校正文件，从而使旧的文件过时。只需删除旧版本，就会导致软件从设备中拉出新版本。使用“清除校正数据”按钮可以完成此操作。

有两个可用功能。

1) 查看更正数据：在计算机上打开目录，其中包含Windows资源管理器中Signal Hound设备

的更正数据文件。

2) 清除更正数据：删除已缓存在计算机上的Signal Hound设备的所有更正数据文件。连接设备后，其校正文件将被重新缓存。

仅当近期对设备进行了校准或在Signal Hound支持下才应使用这些功能。并非所有频谱仪都将校准数据存储在设备上。如果您使用的是较旧的SA系列设备，请先清除校准数据，然后再清除所有数据。

6.5 路径损失，极限线和天线系数格式

所有校正表和极限表均以CSV文件格式加载到软件中。意味着每个值都用逗号分隔，而每个逻辑值集都由换行符分隔。这些类型的文件可以在电子表格文档软件甚至基本的文本编辑器中进行编辑。

然后对提供的值进行线性插值。

路径损耗表是[频率 (MHz) , 增益 (dB)]对，描述了系统中一个或多个组件的响应。路径损耗表看起来像这样

20.0, 0.1
200.0, 0.4
2000.0, 1.7
...

路径损耗表将在显示或处理之前应用于接收的扫描。第一个和最后一个值扩展到已配置扫描的开始和停止频率。如果不希望将校正扩展到定义的频率范围之外，则需在表的前加上零后缀。

天线系数表是[Frequency (MHz) , Antenna Factor (dB / m)]对，描述了天线的响应。这些表具有与路径损耗表相同的结构和行为，只是它们将测量单位更改为电场强度之一。电场强度测量用于一致性测试。

极限线的形式为[频率 (MHz) , 极限 (dBm)]

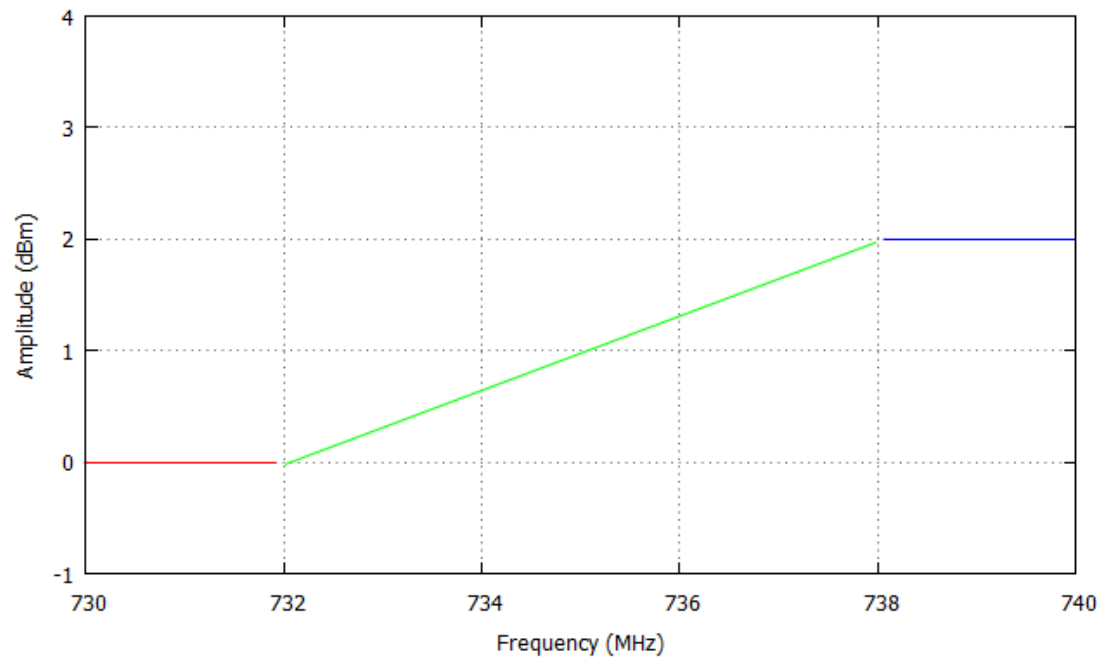
极限线仅在最低和最高频率点的频率范围内进行测试。

限制线绘制在刻度上，并且每次扫描都针对它们进行测试。指示符文本将出现在屏幕中央，指示当前显示的轨迹是通过还是未通过极限线测试。

这是电子表格程序中内置的路径损耗CSV文件的示例。

732	0
738	2

以下是针对以735 MHz为中心的10MHz扫宽的传入走线应用的最终路径损耗校正：



我们可以看到两点之间的线性插值以及侧面的扁平线。

6.6 管理路径损失表

路径损耗表对话框使用户能够管理多达7个路径损耗表和一个天线系数校正表。损耗表是[频率，dB]对，表示系统中的损耗或增益。损耗表的典型用法是校正电缆，放大器或衰减器。天线系数表是[频率，dB / m]对，描述了天线的响应，并通过校准天线来生成。只能加载一个天线系数表，应该将其加载到适当的位置，以确保软件能够识别其存在。

有关更多信息，请参见路径损耗，极限线和天线因子格式。

可以通过对话框加载和删除表。这些表的文件名与预设一起存储，并在以后加载预设时自动加载。如果自保存预设以来文件名已更改或移动，则该表将被删除。

6.6.1 应用路径损耗表

路径损耗表有两种应用方式。

- 1) 满：用户提供的路径损耗表应用于测量中的每个输出频率点。
- 2) 单频：在单个频率上施加的路径损耗：针对单个频率校正测量，通常是所配置测量的中心频率。这等效于整个测量过程中的平坦dB偏移。

Spike中的每种测量模式都以上述方式之一应用路径损耗。下面是应用路径损耗的每种测量模式的列表，并指示使用哪种应用方法

Measurement Mode	Path Loss Method
Swept spectrum analysis	Full
Real-time spectrum analysis	Single
Zero-span	Single
Harmonics viewer	Full
Scalar network analysis	Full
Phase noise	None
Modulation analysis	Single
EMC precompliance	Sweeps: Full, QP Detector: Single
Analog demod	Single
Interference hunting	Full
Measuring receiver	None
Spectrum Emission Mask	Full

6.7 管理极限线

极限线对话框为用户提供了最多配置3条极限线的能力。每个极限都存储为频率幅度对。相对于扫描测试的点是极限线值线性插值的，可以将极限线配置为最大或最小阈值。也可以从CSV文件加载。有关更多信息，请参见路径损耗，极限线和天线因子格式。极限线也存储在预设中。

6.8 音频播放器

使用实用程序→音频播放器菜单选项, 用户可以使用该软件播放广播音频。使用Spike播放音频时, 将出现以下对话框。

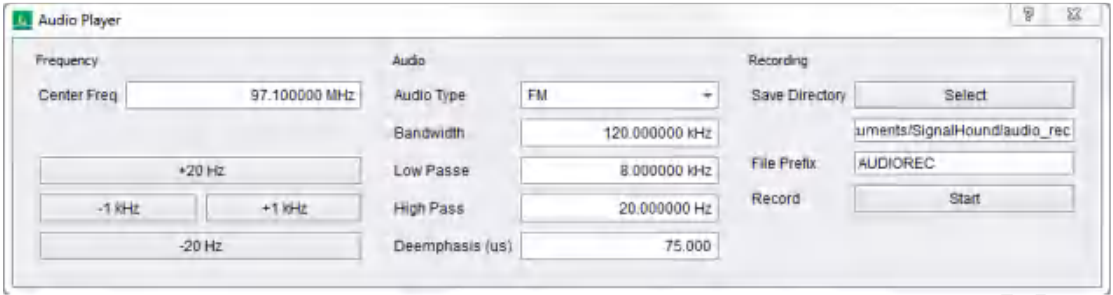
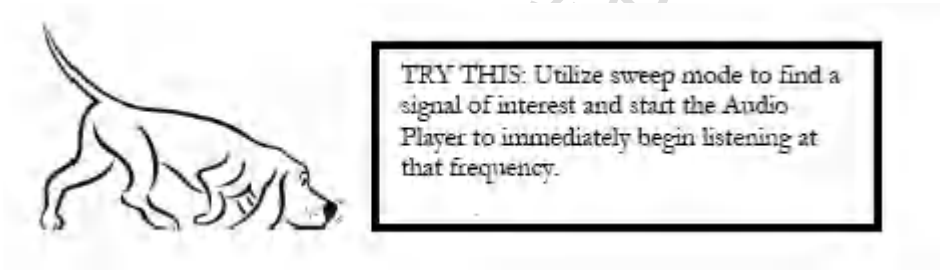


图53: 音频播放器

使用箭头键, 按微调频率调整或通过手动输入来更改中心频率。初始中心频率与选择“音频播放器”菜单选项时在刻度线上显示的中心频率相同。用户还可以手动更改或选择各种带宽和解调类型。用户还可以指定音频低通和音频高通滤波器的截止频率。除中心频率外, 所有与音频有关的变量均与预设一起保存。



6.9 频率差仪

Spike提供了一个频率差实用程序来确定两个稳定振荡器之间的频率差。频率差将显示为数字读数以及零中心仪表, 其零配件位于106、107、108、109、1010和1011中。频率差仪表接受整个频谱工作频率范围内的频率输入分析仪。频率差可提供的测量类型包括: 测量, 补偿和调整振荡器, 以及分析振荡器的稳定性。

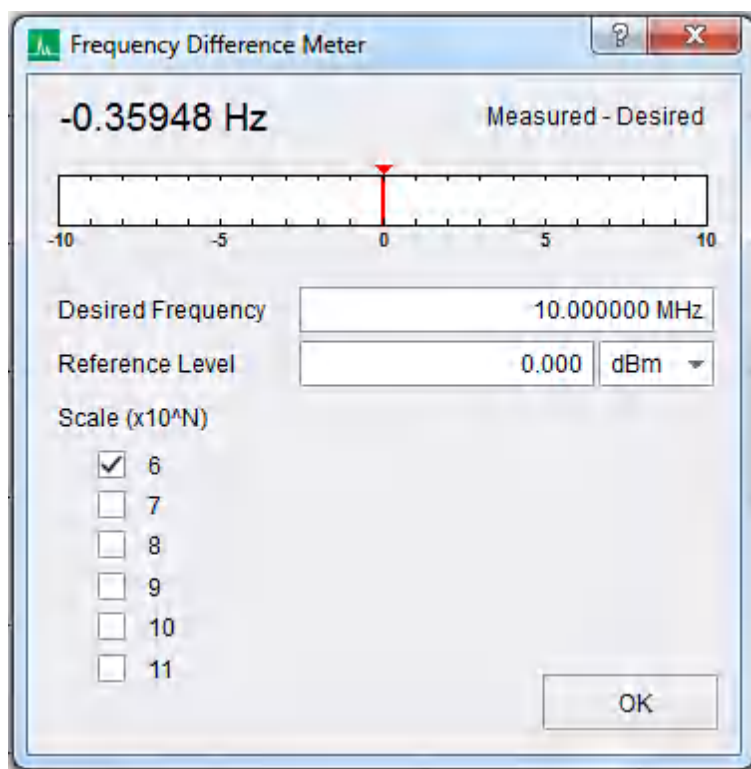


图54：频率差计观察两个10MHz振荡器之间的频率差

确保频谱分析仪的外部基准连接到输入BNC端口，并且已通过菜单激活。如果未连接外部参考且该参考处于活动状态，则使用频谱分析仪的内部时基。将振荡器连接到频谱分析仪的输入RF端口，然后设置所需的频率设置。将参考电平设置为比输入信号电平高约5dB。观察频率偏移（已测量-所需）。调整输入振荡器时，使用比例单选按钮调整输出仪表上显示的频率范围。随着刻度的增加，输出仪表的阻尼也会增加。等待几秒钟，使仪表达达到最小刻度设置。

6.10 调整时基

使用时基调整实用程序，可以半永久性地调整Signal Hound的内部10MHz振荡器。使用实用程序->时基调整选项访问调整实用程序。

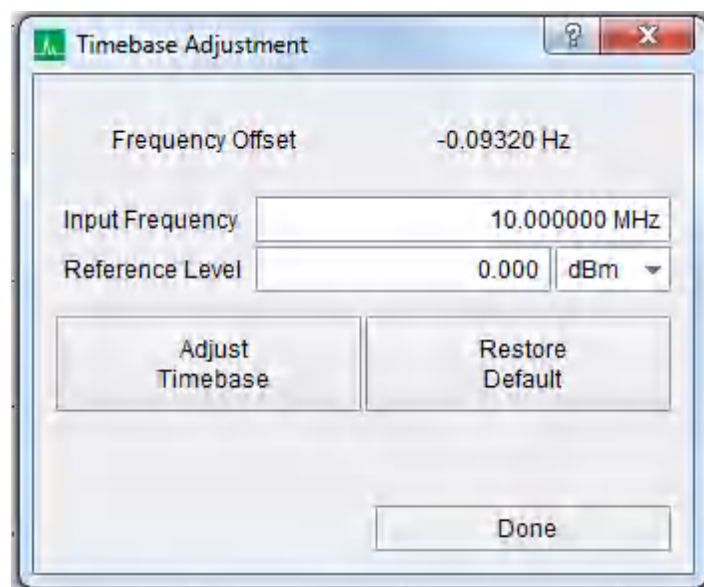


图55：时基调整实用程序

程序允许通过RF输入端口将内部振荡器调整为高精度外部CW源或振荡器。使用时Spike软件可以存储对设备序列号的调整，用于将来的所有程序调用。Spike将此调整存储在本地PC上。如果连接其他设备或使用其他PC，则将不会应用该调整。

如果要恢复默认的出厂调整设置，只需随时按“恢复默认值”按钮。无需提供输入CW信号即可恢复出厂调整设置。

步骤：

- 将高精度源/振荡器连接到频谱分析仪的输入RF端口。
- 断开连接到参考输入/输出BNC端口的所有电缆。
- 将参考电平设置为比预期输入信号高约5dB。
- 设置输入频率以匹配输入振荡器频率。
- 在调整时基之前，确保频率偏移读数稳定且合理。
- 按调整时基按钮。
- 调整后，显示的频率偏移将反映新的调整。

6.11 杂散抑制

启用杂散抑制后，将启用附加信号处理，以尝试消除由混合产物导致的杂散信号。杂散抑制会使扫描时间加倍，并且对于清除稳定的信号非常有用，但不应用于脉冲RF或调制信号。杂散抑制在实时模式下不可用。

6.12 GPS

Spike软件可以利用GPS设备将每次扫描的GPS坐标存储在扫描记录文件中。当在Spike软件中主动连接GPS设备时（通过内部SM200 GPS或通过配置的外部GPS设备），将解析NMEA数据，且每次扫描都将经度、纬度和高度信息相关联。多数GPS设备每秒提供一次NMEA数据。Spike软件提供了两种连接GPS的方法。SM200具有内部GPS，当GPS天线已正确连接并正确放置时，它将自动锁定。您可以在Spike软件的状态栏中确定内部GPS的状态。您也可以使用→实用程序→下拉菜单→GPS控制面板→与外部GPS设备通信。使用控制面板配置与GPS设备的串行连接。按下链接按键尝试与GPS设备通信。

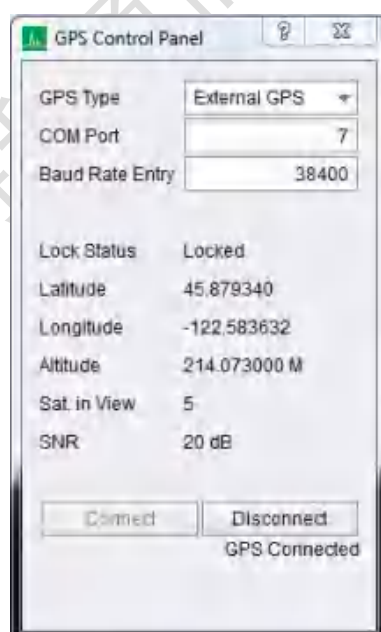


图56：用于配置外部GPS设备的GPS控制面板。

如果无法检测到GPS设备或NMEA数据与有效表格不符，则控制面板会告警。NMEA数据必须包含被视为有效形式的RMC。

如果连接了外部GPS，则外部GPS提供的GPS坐标将覆盖SM200提供的坐标。

使用GPS控制面板可能会遇到一些消息。

- 通讯错误-软件无法在NMEA语句中找到有效的RMC字符串。造成这种情况的主要原因是无效的波特率。通过在设备管理器中的COM设备的属性窗口中查看，验证波特率设置正确。
- 锁定/解锁-在RMC字符串中回显“ A”或“ V”的锁定状态。解锁时不使用坐标。
- 无法连接GPS-再次尝试连接之前，确保COM端口和波特率正确。确保系统正确配置了设备。

6.13 GPS时基

(本部分仅适用于SM200频谱分析仪)

SM200可以使用其内部GPS来训练时基和内部时钟。这可以实现更准确，一致的频率测量以及准确的时间戳功能（使用API时）。默认情况下会启用此行为，并且用户只需连接随附的天线即可开始此过程。

当SM200连接到Spike软件时，状态栏中会出现一个附加文本字段，指示当前GPS状态。显示的可能的GPS状态是

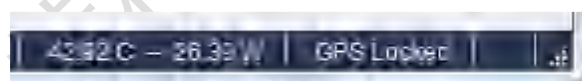


图57: Spike状态栏中的GPS状态读数。 仅限于SM200。

- 1) GPS解锁-GPS天线已断开连接或已连接，但尚未锁定。连接天线后，请等待几分钟。如果几分钟后没有看到锁，则可能需要重新放置天线。
- 2) GPS保持-GPS已解锁，但使用的是自上次训练以来的保持值。这里的典型消息是GPS保持时间（3d19h），表示保持时间为3天19小时。
- 3) GPS锁定- GPS已锁定，但未对SM200进行检查。必须在断开发生之前将GPS锁定几分钟。
- 4) GPS驯服 - SM200已受GPS驯服。如果GPS天线仍保持连接状态，则GPS将继续训练（通常每隔几分钟会更新一次）。

一旦发生GPS调节，该软件将记录最后一个已知的时基校正值，当不存在GPS时，该值将在以后的程序调用中使用。该存储的值称为GPS保持值。此值存储在C: \ ProgramData \ SignalHound \ cal_files目录（隐藏目录）中，并以sm ##### gps.bin的形式命名。删除此文件是安全的。

下图机器状态说明了如何确定在任何给定时间如何校正SM200时基。总而言之，机器状态会在生产过程中生成时基校正值，该值会一直使用到GPS约束系统并将其存储为保持值。如果随时重新校准/调整设备，则将使用较新的校准值代替保持值。（所有时基校正因子均已加上时间戳，并使用最新的校正因子）。

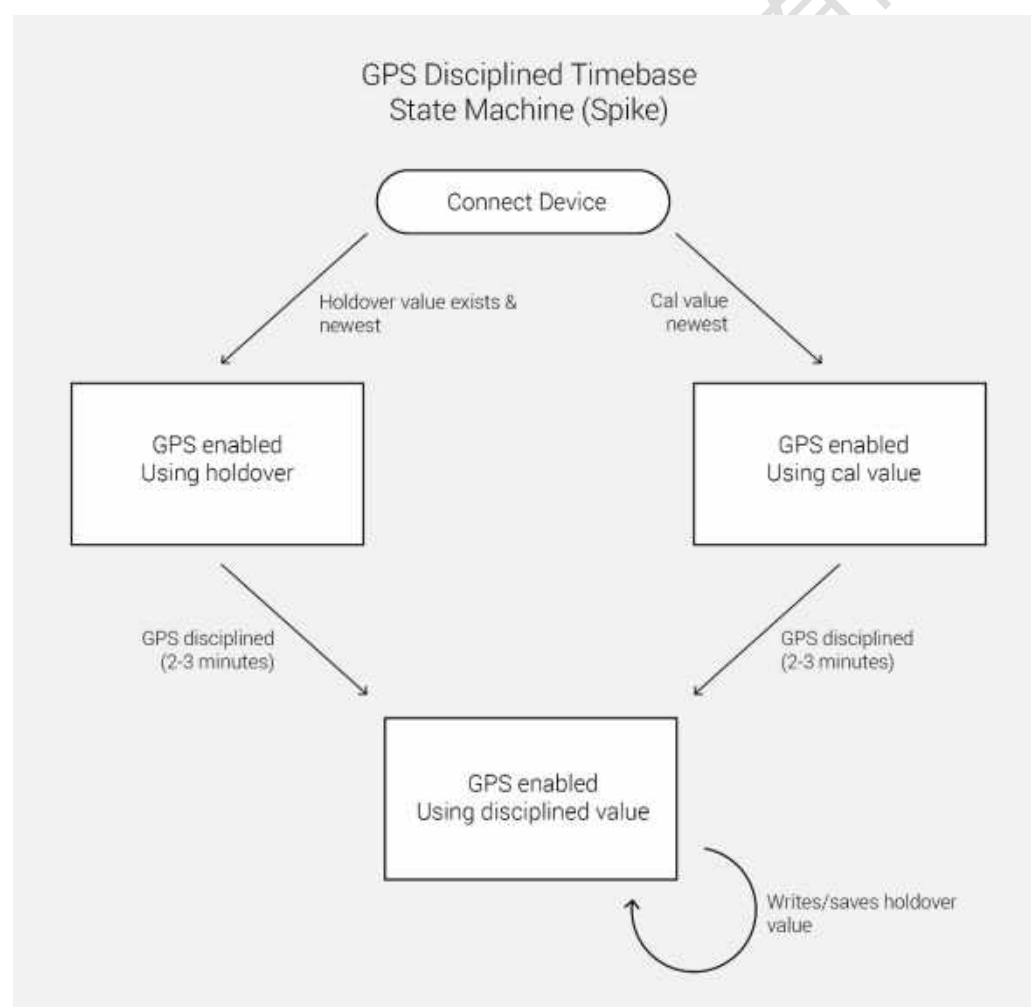


图58：SM200的GPS训练状态机。

7 绘图

本节介绍Spike软件中的各种绘图和显示。

7.1 基本图

Spike软件中的多个绘图均遵循标准界面。如下模式下图遵循标准界面。

- 零扫宽（CCDF除外）

- 模拟解调

- 数字解调

此处未列出的测量模式将具有其各自独特的界面的自定义图。

本节介绍此标准图的功能。下图是零扫宽模式AM与时间的关系图，该图上的关键点被标记并在下面进行描述。

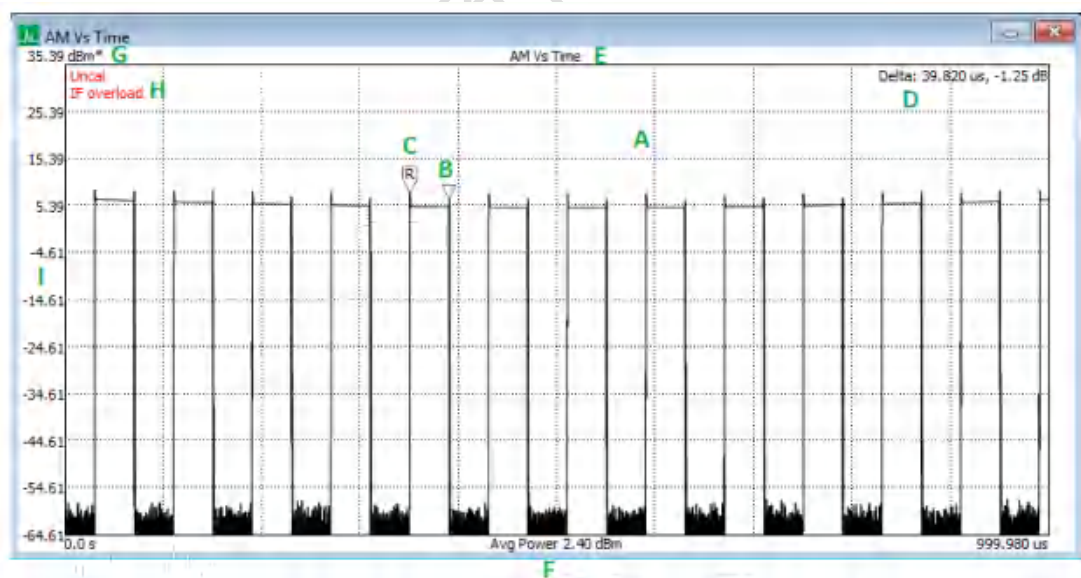


图59：感兴趣的基本绘图区域。

A.主图窗口。

B.标记，在绘图边框的任意位置单击鼠标左键，可将标记放置在图形的封闭点上。

C.差量标记，通过上下文菜单启用。显示与标记进行比较的参考点。

D. 标记读数，显示标记的位置，或者如果启用了增量标记，则显示标记和增量标记参考之间的差异。

E. 图形标题。

F. X轴标签。可能包含与当前图有关的其他测量信息。

G. 参考电平和缩放指示符星号。

H. 错误信号器。

I. y轴左侧的区域。用户可以在该区域控制y轴比例。

7.1.1 缩放和轴操作

有四种主要方法可以操纵图的x / y轴。

1) 在绘图边框内单击鼠标左键并拖动。使用户可以选择要显示的特定兴趣区域。只有在上下文菜单中启用拖动缩放后才能执行此操作。

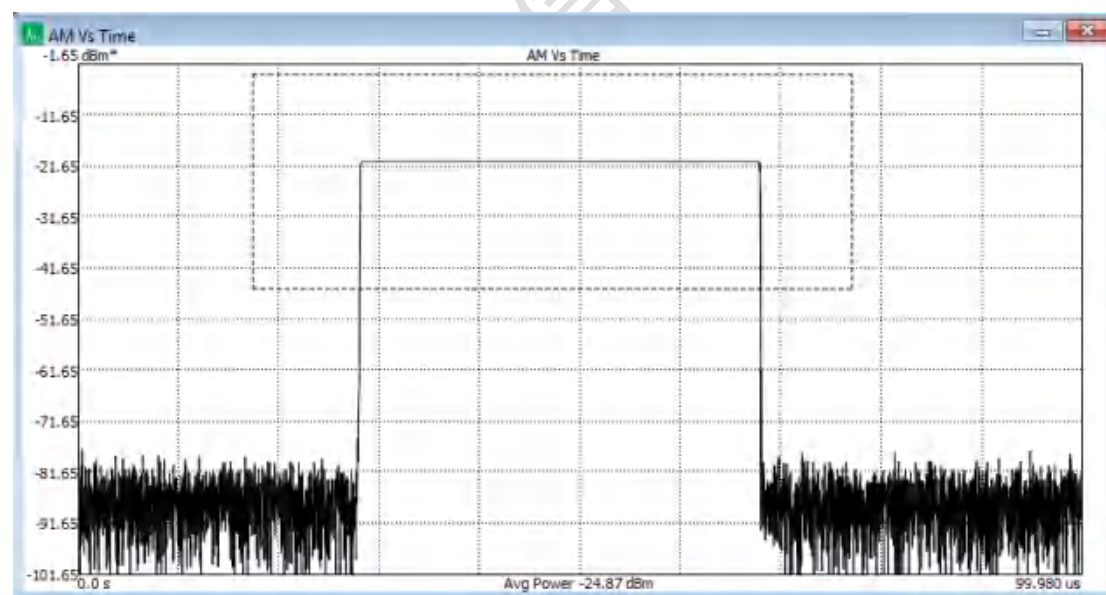


图60：用户正在围绕脉冲的开启周期拖动缩放区域。

2) 单击并拖动到y轴的左侧或x轴下方。允许用户移动绘图的参考水平或时间。

3) 将鼠标悬停在y轴左侧或x轴下方的区域上，并滚动鼠标滚轮。这会收缩/扩展y轴或x轴。

4) 在上下文菜单中，选择“设置轴”，然后手动定义x轴和y轴的范围。

如果用户以任何方式修改轴，则图的单位旁边会出现一个星号，指示用户已覆盖默认比例。用户可以使用上下文菜单还原为先前的或默认的绘图比例。

7.1.2 标记

单个标记可用于控制。左键单击绘图边界内的任何位置，将标记放置在最近的点上。可以通过使用向左/向右箭头键将标记在当前图形上向左或向右移动单个索引来执行对标记的进一步控制。如果该图包含多个图形/线，则使用向上/向下箭头键将使标记在两个图形之间跳转。

当标记处于活动状态时，在上下文菜单中选择增量标记会在当前标记位置放置参考标记。再次选择增量标记会禁用该标记。

7.1.3 菜单

右键单击绘图中的任意位置即可激活上下文菜单。下面提供了每个上下文菜单项的描述。



图61：右键单击绘图中的任意位置后，将显示上下文菜单。

- 上一个缩放-恢复上一个缩放级别。它还将显示有多少级别的用户缩放/缩放处于的活动状态。
- 自动缩放-恢复默认比例。
- 启用缩放/禁用拖动标记-启用后，标记拖动功能将被替换为在绘图上拖动缩放窗口的功能。
- 设置轴-手动定义x轴和y轴的范围。
- 峰值搜索-将标记移到最大y值的位置。如果标记被禁用，请启用它。

- 最小搜索-将标记移到最小y值的位置。如果标记被禁用，请启用它。
- 放置增量标记-如果启用了标记，则将参考标记放置在当前标记位置。
- 禁用标记-禁用标记和增量标记（如果启用）。
- 导出-将图中显示的所有图形导出到CSV文件。
- 另存为图像-将当前绘图另存为图像。

7.2 频谱图

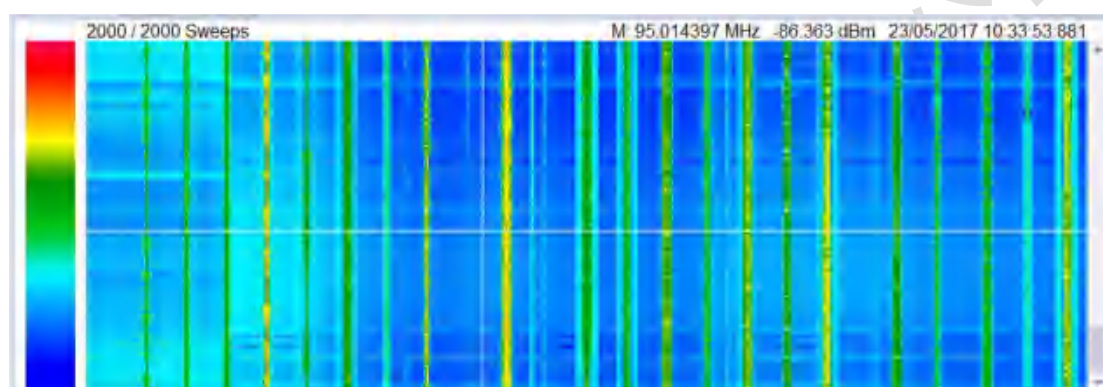


Figure 62: FM broadcast 图62: FM广播

软件提供了一个频谱图（也称为瀑布图）可显示一段时间内的多次扫描。频谱图可用于扫描、实时和干扰搜寻测量模式。

频谱图在可滚动的历史记录中存储了可选的扫描次数。频谱图中的每条水平线代表一个扫描。

x轴表示频率，y轴表示时间，幅度使用颜色编码方案表示。

从工具栏启用频谱图。通过使用鼠标将拆分器栏拖动到频谱图显示下方来调整频谱图的大小。

在频谱图显示上单击鼠标左键可在扫描上放置一个标记，从而提供一种测量频谱图中存储的任何事件的频率，幅度和时间的方法。标记读数出现在显示屏的右上方。可以在右键单击上下文菜单中禁用标记。

在频谱图显示上单击鼠标右键，将显示一个菜单，该菜单具有多个首选项以及清除瀑布现有内容的功能。可用的首选项及其功能描述如下。

- 扫描深度-频谱图中存储的频谱数。一旦累积了此数量的频谱，便会删除最旧的频谱，以便为

新的频谱腾出空间。每条水平像素线代表一个存储的频谱。当前频谱计数和深度显示在频谱图的左上方。

- 时间密度-指定每个存储的频谱所代表的最短时间。如果设备以比该值更快的速率扫描，将累积多次扫描以创建存储在频谱图中的单个频谱。

- 鼠标滚轮滚动像素-控制使用鼠标滚轮滚动时显示器的滚动速度。

- 自动滚动-控制查看过去事件时的显示行为。如果禁用此选项，则在将新频谱添加到显示时，绘图不会前进。（注意：一旦在图中达到最大频谱数，无论设置如何，显示屏都会滚动。

- 活动标记-启用/禁用标记。

- 色阶-在色谱或灰度渐变之间切换。

- 自动颜色缩放-启用后，参考电平和刻度的底部将以映射到颜色渐变的最小和最大幅度使用。

禁用时，将使用最小和最大颜色设置（请参见下文）。

- 最小颜色 (dBm) -禁用自动颜色缩放时，此值将覆盖分划的底部，作为映射到颜色渐变上的最小幅度。

- 最大颜色 (dBm) -当自动颜色缩放被禁用时，该值将作为映射到颜色渐变上的最大幅度覆盖参考电平。

7.3 余晖

余晖显示有助于查看一段时间内的频谱密度。余晖图不是显示单个轨迹，而是使用多次扫描来创建图像，其中颜色代表信号出现的频率。该软件使用色谱表示随时间变化的密度。如果某个位置很少出现信号，则使用浅蓝色为迹线着色。如果信号继续出现在同一位置，则颜色将从蓝色变为绿色再变为红色。红色表示信号在一个位置上持续存在很长时间。

余晖显示有两种类型，一种用于标准频谱分析，另一种用于实时分析。对于标准频谱分析，余晖是最新扫描的累积。显示如下所示。

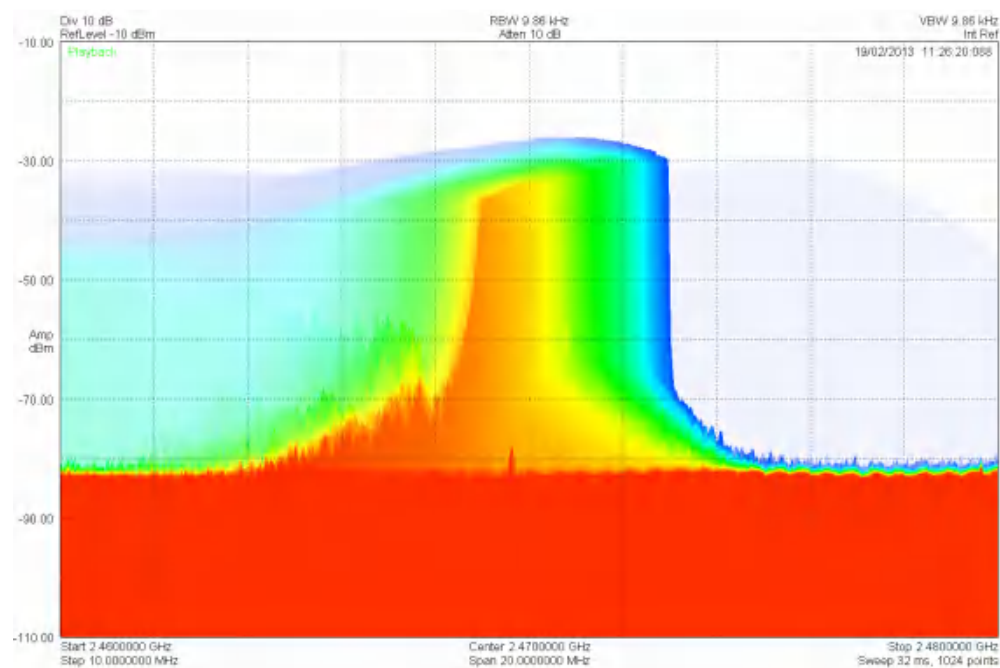


图63：扫频模式余晖显示屏蔽不良的商用微波炉发出的信号。

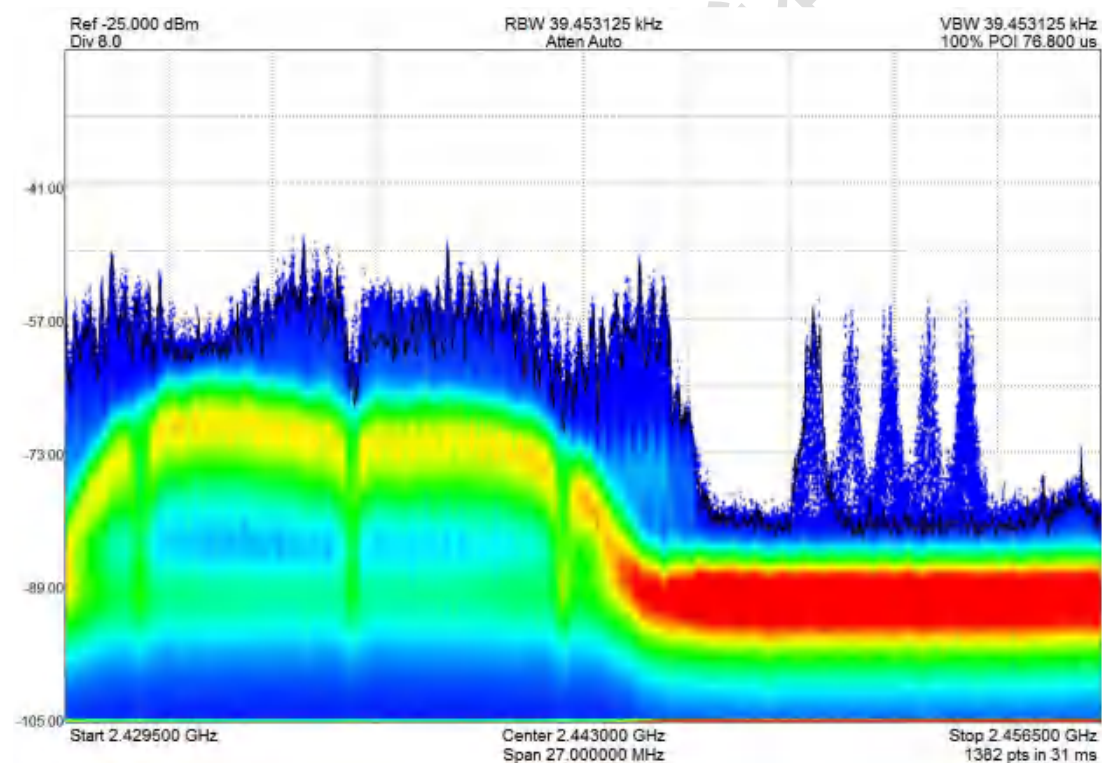


图67：ISM频段中共存的无线路由器和蓝牙耳机的实时余晖显示。

在实时模式下，余晖是2/3秒频谱数据的累积。意味着，余晖显示中的每次更新都是1600–400000个FFT的结果的累积。

8 故障排除

如果在Windows系统上遇到Signal Hound问题，请尝试以下故障排除方法。在Linux系统上，请查阅下载中包含的自述文件。

本节将包含常规故障排除提示以及特定于设备的提示。如果故障排除技巧适用于特定设备，则该技巧会记录下来。

8.1 SPIKE报告“未找到设备”（所有设备）

首先尝试故障排除提示，如果这些方法不起作用，请参阅下面针对特定设备的故障排除提示。

确保设备已插入电源，并且LED为纯绿色。如果不是，请拔下电源插头，然后插入设备。绿灯亮起后，请使用“文件”菜单尝试再次连接设备。

8.1.1 设备指示灯呈绿色常亮，仍然无法连接

早期的BB60A设备有时需要在电脑重新启动或从休眠状态中唤醒后重新开机。对于这些设备，请在重新启动软件之前尝试关闭电源。

如果是第一次将设备连接到PC，则该设备可能需要几秒才能识别并安装该设备的最新驱动程序。通常识别过程完成后PC会显示通知您。当您的PC正确识别了该设备，您可以通过在设备管理器中找到设备来验证这一点。如果已识别，它将带有Signal Hound名称。

如果关机后再开机仍然无法连接设备，则可能未成功安装设备驱动程序。有关更多信息，请参见“驱动程序安装”部分。

8.1.2 设备已连接，但未显示绿色常亮。

对于BB系列频谱分析仪，

- 通过断开频谱分析仪端USB电缆的电源来重启设备。如果提供的电缆是USB Y电缆，则在将USB电缆连接到设备之前，确保两个USB端口均已连接到PC。

- 更新电源管理设置。

- 如果设备连接到充电端口，请将设备移至非充电端口后尝试操作。对于带有Y型电缆的设备（SA124和BB60C），会影响主数据电缆，而不会影响辅助电源电缆。

对于SA系列频谱分析仪，

- 禁用任何防病毒软件。众所周知，激进的防病毒软件会干扰Signal Hound设备。
- 确保系统已正确配置驱动程序。在设备管理器中，在“通用串行总线控制器”选项卡中找到“串行转换A / B”。右键单击并选择属性，选择“高级”选项卡，并确保未选中“加载VCP”框。

8.2 SPIKE “未找到设备（BB60C）”

确保设备LED呈绿色常亮。如果设备呈绿色常亮，转到“设备管理器”展开“通用串行总线控制器”选项卡，并在插入设备后寻找Signal Hound BB60C，确保已正确安装驱动程序。

如果插入设备后设备上的LED指示灯不是绿色常亮，则可能有必要为PC更新USB 3.0驱动程序。您可以使用以下步骤升级驱动程序。

如果是Windows 8或Windows 10，通过Windows Update Utility完全更新PC。通过在制造商网站或您喜欢的搜索引擎上搜索PC型号，还可以查找制造商提供的USB驱动程序。

在开始任何USB驱动程序更新之前，请拔下设备的电源，然后重新启动PC并验证操作。

如果仍然遇到问题，请与Signal Hound联系。

8.3 SPIKE “未找到设备”（SA44 /SA124）

确保正确固定了USB电缆，并且设备上的LED呈绿色常亮。

确保已安装USB驱动程序。从Spike下载页面的相关下载部分下载。

确保驱动程序正确配置，在设备管理器中的“通用串行总线控制器”选项卡中找到“Serial Converter A / B”。右键单击并选择属性，选择“高级”选项卡，并确保未选中“加载VCP”框。

确保设备供电正确，默认情况下某些笔记本电脑/笔记本电脑可能无法提供足够的电源。转到控制面板中的“电源选项”菜单，然后启用“高性能”电源计划。

禁用任何防病毒软件。众所周知，激进的实时防病毒软件会干扰Signal Hound设备。

8.4 设备在运行过程中断开连接

在运行期间，Signal Hound设备可能会遇到问题的原因有很多。大多数问题是与USB相关的问题，有些可能与PC性能有关。您可以尝试以下一些方法来消除这种现象。

- 禁用任何防病毒软件。众所周知，激进的防病毒软件会干扰Signal Hound设备。
- 更新电源管理设置。
- 更新USB驱动程序，请参阅“找不到设备（BB60C）”故障排除提示。

8.5 设备无效

如果设备停止运行或损坏，Spike应用程序可能会显示该设备似乎无效。与我们联系之前，请尝试关闭设备并重新启动，然后重新启动计算机，以确保没有其他原因导致此问题。如果问题仍然存在，请与我们联系。

8.6 设备在程序启动时报告“IF过载”

启动软件或通过“文件”菜单连接设备后，某些Signal Hound设备可能会在短时间内报告IF过载情况。这种情况被认为是正常的，并且是正常硬件启动过程的一部分。这种情况通常持续不到一秒钟。

8.7 电源管理设置

建议在Signal Hound频谱分析仪与PC断开连接的情况下执行此步骤。

许多笔记本电脑和PC都是为了节能而配置的。Signal Hound频谱分析仪是高性能USB设备，

通过配置PC或高性能操作可以提高稳定性和操作性。

要将电源管理设置更改为高性能，您需要访问控制面板菜单中的“电源选项”菜单。您还可以
通过按Windows键并搜索“电源选项”来进入“电源选项”菜单。

进入“电源选项”菜单后，您需要选择“高性能”电源计划。需要单击“显示其他计划”以显示
高性能选项。如果找不到高性能电源计划，请参阅Windows 10上的电源管理设置。

8.8 WINDOWS 10上的电源管理设置

几个故障排除步骤涉及更新电源管理。在较新的Windows 10计算机上，这些设置是隐藏的，
并且需要其他操作进行更改。

1) 在控制面板的电源管理设置中，电源计划设置已移至其中的“高级设置”链接。可以将计划更
改为“高性能”。还需要在“高级电源选项”设置菜单上的“USB设置”选项卡中禁用“选择性挂起”。
根据进入“电源选项”菜单的方式，可能不需要输入“高级设置”，可能只需要扩展电源选项以显示
“高性能”选项，默认情况下它是隐藏的。

8.9 错误代码48：此设备的软件已被阻止

仅适用于BB60C和Windows 10的说明

Spike软件无法找到该设备，并且该设备的驱动程序详细信息报告“错误代码48：该设备的软件
已被阻止，因为已知Windows有问题。请与硬件供应商联系以获取新的驱动程序。”

如果看到此消息，则可能是在Spike安装过程中未正确安装设备驱动程序。手动重新安装驱动
程序对解决此问题有效。首先，通过连接BB60C并导航至“设备管理器”来卸载当前驱动程序。
在“通用串行总线控制器”选项卡下，找到BB60C。右键单击并卸载驱动程序。如果还有其他指
出完全删除或删除BB60C驱动程序的复选框，则也请选择它们。

卸载驱动程序后，将BB60C与PC断开。需要手动重新安装驱动程序。导航到Spike安装目录，

位于C: \ Program Files \ Signal Hound \ Spike, 然后找到驱动程序文件夹。如果使用的是64位系统, 选择x64文件夹, 如果使用的是32位Windows, 选择x86文件夹。右键单击cyusb3.inf文件, 然后选择安装。如安装成功, 请重新连接BB60C, 然后尝试启动Spike软件。

8.10 设备在Windows虚拟机无法使用 (仅BB60C)

Signal Hound设备不支持在Windows虚拟机中运行, 但在进行一些故障排除后成功运行。

最常见问题是设备断开连接问题和Spike无法检测到BB60C。这两个问题表明USB配置错误。

用户反馈在Windows和Apple计算机上使用最新版本的VMware可成功运行。PC必须支持USB 3.0, 最好使用第4代或更高版本的Intel i5 / i7 CPU。

确保为虚拟机启用USB 3.0 SuperSpeed。

Spike安装程序可能无法正确安装BB60C驱动程序, 可能需要手动安装。有关手动安装BB60C驱动程序的说明, 请参阅驱动程序安装。

9 校准与调整

有关校准软件和所需设备的更多信息, 请联系Signal Hound。

10 免责声明

©2013-2018 Signal Hound, 版权所有。

未经版权法禁止, 未经事先书面许可, 不得复制, 改编或翻译。

本手册中包含的信息如有更改, 恕不另行通知。Signal Hound对本材料不做任何形式的保证,

包括但不限于暗示的保证或适销性和对特定目的的适用性。

Signal Hound对本文中包含的错误或由于提供，展示或使用此材料而造成的间接损失或间接损失不承担任何责任。

有关Spike软件的其他保修和免责信息，请参阅《最终用户许可协议》。

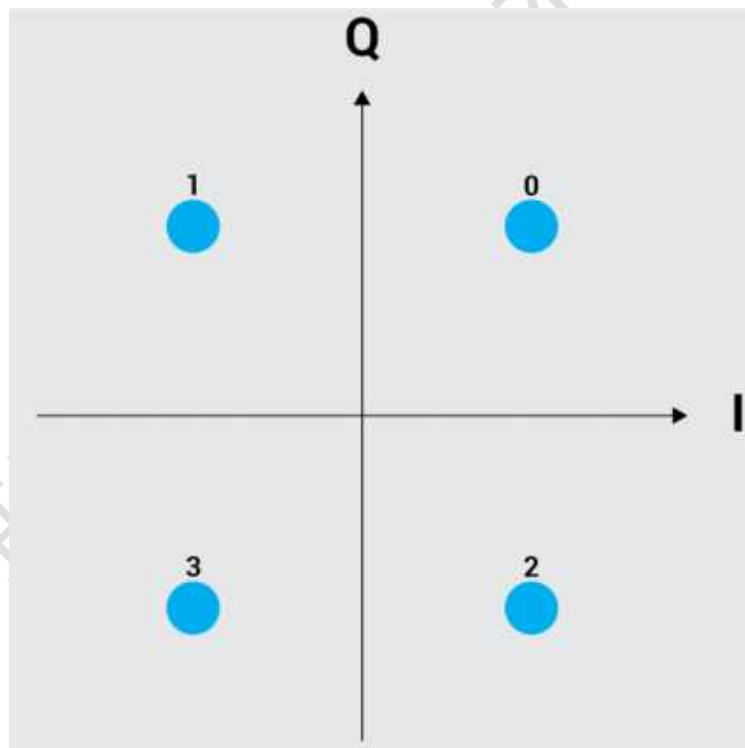
11 附录

11.1 星座图

BPSK

Data	Phase
0	0
1	180°

QPSK



DQPSK

Data	Phase Change
0	0
1	$+\pi/2$
2	$-\pi/2$
3	π

$\pi/4$ DQPSK

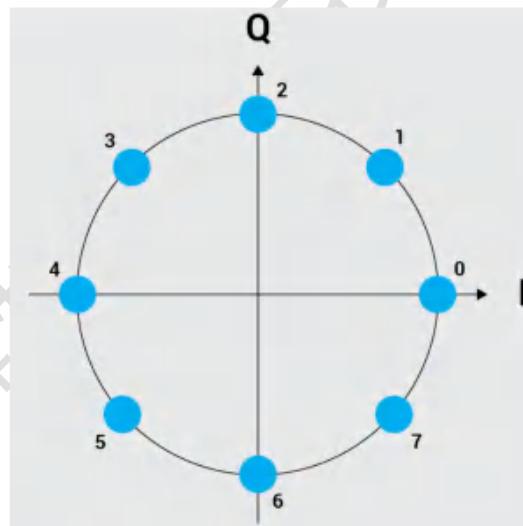
Data	Phase Change
0	$+\pi/4$
1	$+3\pi/4$
2	$-\pi/4$
3	$-3\pi/4$

D8PSK

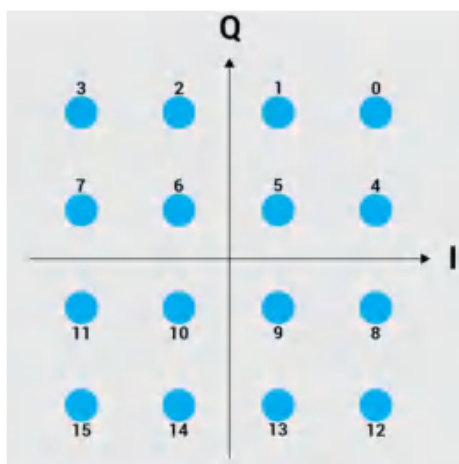
Data	Phase Change
0	0
1	$+\pi/4$
2	$+3\pi/4$

3	$+\pi/2$
4	$-\pi/4$
5	$-\pi/2$
6	π
7	$-3\pi/4$

8-PSK



16-QAM



32/64/256/1024-QAM

64/256 QAM的定义类似于16 QAM。符号从右到左，从上到下递增，从星座图右上角的0开始，到左下角的63/255/1023。

OQPSK

偏移QPSK与QPSK相同，除了Q延迟了 $\frac{1}{2}$ 个符号。

2FSK

Data	Frequency Offset (normalized)
0	-1
1	1

4FSK

Data	Frequency Offset (normalized)
0	-1
1	-1/3
2	1
3	1/3

11.2 手动增益/手势设置 (BB60C)

所有设置必须设置为非自动值才能覆盖自动设置。

前置放大器的设置不会影响BB60C的测量，但应从自动切换为手动选择。

对于增益设置，

- 增益0：关闭前置放大器，向衰减器增加5dB

-
- 增益1：前置放大器关闭，不增加衰减
 - 增益2：前置放大器打开，增加5dB衰减
 - 增益3：前置放大器打开，不增加衰减

对于衰减设置，

- 衰减0-20dB：增加0至20dB的衰减，加上增益设置的任何贡献。
- 衰减30dB：增加30dB衰减，增益0和2的效果与增益1和3相同。

南京舜特科通信技术有限公司