

# R&S®FSWP

## 相位噪声分析仪和VCO测试仪

### 信号源和组件的高端分析



产品手册  
版本02.01

**ROHDE & SCHWARZ**  
Make ideas real



# 简介

R&S®FSWP相位噪声分析仪和VCO测试仪结合噪声极低的内部源与互相关技术，具备高灵敏度。它可在数秒内测量雷达等应用中高度稳定的信号源的相位噪声。R&S®FSWP还具备脉冲信号测量、残余相位噪声（包括脉冲噪声）特性测量和集成式高端信号与频谱分析等选件，是一款独特的测试仪器。多点触控显示屏确保操作简单直观。嵌入式SCPI记录器可以轻松创建可执行脚本。

R&S®FSWP相位噪声分析仪和VCO测试仪非常适合雷达应用测试，还可用于开发和制造合成器、恒温晶体振荡器、介质振荡器和压控振荡器。仪器可以轻松配置以满足不同的应用要求。分析仪内置低噪声本振，无需配备其他选件即可测量大部分商用频率合成器和振荡器。

对于高端应用，R&S®FSWP配备第二个接收通路，可以启用互相关，灵敏度最高可增加25 dB（取决于所用的互相关次数）。相较于在鉴相器后对信号进行数字化处理的测试系统，分析仪具有出色的内部信号源并大量采用数字架构，测试速度更为快速。

R&S®FSWP可一键测量脉冲源的相位噪声和脉冲信号的残余相位噪声。分析仪的内部信号源可用于测量残余相位噪声，如果用户自己有优质振荡器，也可以使用外部信号源。以前这种测量需要使用由外部信号源、功分器和移相器组成的昂贵且复杂的系统。

R&S®FSWP不仅可以测量相位噪声，还可用作功能齐全的信号与频谱分析仪，例如帮助用户确定所需信号是否可用。

R&S®FSWP是一款一体化解决方案，便于用户轻松切换不同的测量通道。用户可以概览频谱情况，然后进行相位噪声测量。



# 主要特点

- ▶ 频率范围为1 MHz至8/26.5/50 GHz, 最高325 GHz (使用外部谐波混频器)
- ▶ 得益于互相关技术和极低噪声内部参考源, 为相位噪声测量提供了高灵敏度
  - 典型值  $-174$  dBc (1 Hz): 1 GHz载波频率, 10 kHz偏移
  - 典型值  $-158$  dBc (1 Hz): 10 GHz载波频率, 10 kHz偏移
- ▶ 同时测量幅度噪声和相位噪声
- ▶ 一键测量脉冲源的相位噪声
- ▶ 内部信号源用于测量残余相位噪声, 包括测量脉冲信号
- ▶ 数字架构确保快速的测量速度
- ▶ 低噪声内部直流源, 便于进行VCO特性测量
- ▶ 自动进行VCO特性测量
- ▶ 最高8 GHz跳频 (瞬态) 分析, 自动测量稳定时间
- ▶ 测量阿伦方差
- ▶ SCPI记录器简化代码生成
- ▶ 信号与频谱分析仪及相位噪声分析仪集于一体
  - 高端信号与频谱分析仪, 10 Hz至8/26.5/50 GHz
  - 显示平均噪声电平(DANL)低至 $-156$  dBm (1 Hz) (无噪声消除), 三阶截止点(TOI)高达25 dBm (典型值), 确保具备宽动态范围
  - 320 MHz信号分析带宽
  - 总体测量不确定度: $< 0.3$  dB, 最高3.6 GHz; $< 0.4$  dB, 最高8 GHz

# 优点和主要特性

## 测量速度快

- ▶ 非常适用于生产应用
- ▶ 更快的开发速度
- ▶ 第6页

## 非常灵敏地测量相位噪声和幅度噪声

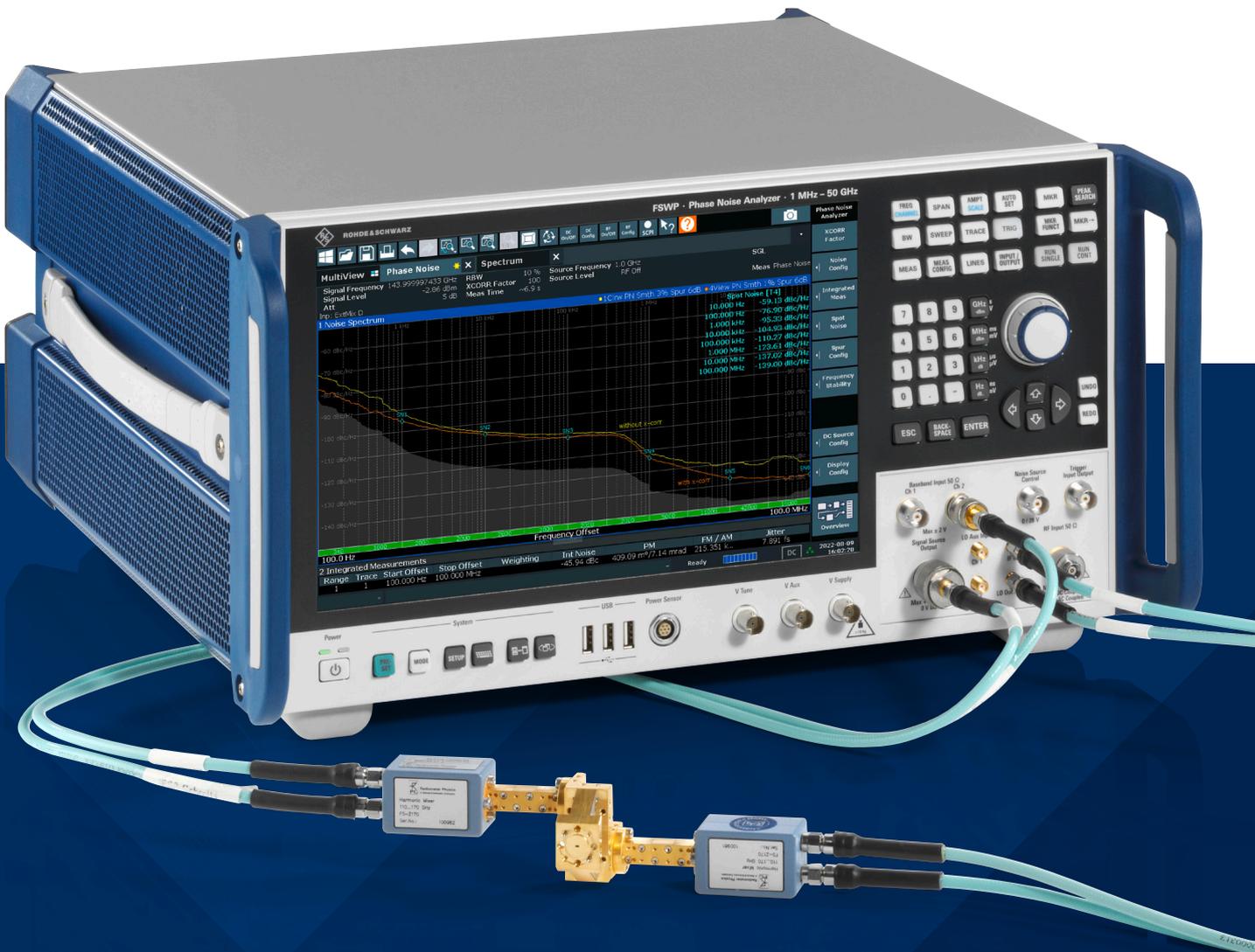
- ▶ 内部信号源的相位噪声非常低
- ▶ 通过互相关提高相位噪声灵敏度
- ▶ 幅度噪声测量精度显著优于二极管检波器测量
- ▶ 显示互相关实现的灵敏度增益
- ▶ 频率偏移达到最大输入频率
- ▶ 测量阿伦偏差和阿伦方差
- ▶ 第7页

## 一键测量脉冲源的相位噪声

- ▶ 简单的测试装置
- ▶ 具有高灵敏度(即使存在脉冲退敏)
- ▶ 自动测量脉冲参数
- ▶ 第10页

## 内部信号源用于测量残余相位噪声, 包括测量脉冲信号

- ▶ 测量简单快速
- ▶ 通过互相关提高灵敏度
- ▶ 脉冲信号的残余相位噪声
- ▶ 测量脉冲信号的相位和幅度稳定性
- ▶ 第12页



## 信号与频谱分析仪和相位噪声分析仪集于一体, 频率高达50 GHz

- ▶ 简单、成本优化的测试装置
- ▶ 投资保障无后顾之忧
- ▶ 高端信号与频谱分析仪
- ▶ [第14页](#)

## 低噪声内部直流源, 便于进行VCO特性测量

- ▶ 全面的VCO特性测量
- ▶ 测量高阶谐波
- ▶ 相对于调谐电压的相位噪声
- ▶ [第16页](#)

## 测量瞬态或跳频(瞬态分析)

- ▶ 最高8 GHz频率和相位分析带宽
- ▶ 通过相位或频率偏差进行触发
- ▶ 分析线性调频连续波信号的线性度
- ▶ 自动测量稳定时间
- ▶ [第18页](#)

## 分析高速数字应用中类时钟信号的随机抖动和周期性抖动

- ▶ 参考时钟的抖动测量
- ▶ 在高速数据通路上使用被测通路(LUT)自身的时钟模式进行抖动测量
- ▶ [第20页](#)



# 测量速度快

## 非常适用于生产应用

R&S®FSWP相位噪声分析仪和VCO测试仪利用快速处理器和FPGA即时处理数据。测量时间完全取决于实际需要的时间(数据采集)。各种测量序列的信号解调和互相关处理无需花费额外时间。

速度在生产应用中尤为关键。高质量内部信号源减少了相位噪声测量所需的互相关次数，灵敏度比其他类似系统高10 dB,有效缩短了数据采集时间。R&S®FSWP提供内部信号源，在测量介质振荡器和恒温晶体振荡器等非常灵敏的振荡器时所需的互相关次数是其他系统的百分之一。这提高了测量效率，尤其是在执行近载波测量时，这种情况下数据采集是决定测量时间的重要因素。

此外，嵌入式SCPI记录器可以轻松创建可执行脚本，在生产应用中节省了自动化测量的设置时间。

## 更快的开发速度

缩短测量时间，还可以加快开发流程。R&S®FSWP只需几分钟即可显示高端振荡器的相位噪声迹线，而之前这种测量通常需要数小时才能完成。

用户只需几分钟即可测量电路调整(例如在恒温晶体振荡器上添加新的电容器或电阻器)产生的影响，能够更加简单快速地开发和优化信号源。

后视图



# 非常灵敏地测量相位噪声和幅度噪声

## 内部信号源的相位噪声非常低

之前, 高端相位噪声测量系统需要使用昂贵的外部信号发生器作为参考信号源。这些信号发生器或外部信号源的质量限制了相位噪声测量的灵敏度。R&S®FSWP无需使用外部参考信号源。仪器内部本振的相位噪声性能几乎优于市面上的所有可用信号发生器。下表显示了1 GHz条件下内部信号源的灵敏度典型值。如果需要更高的灵敏度, 互相关技术还可进一步将灵敏度提高25 dB。

## 通过互相关提高相位噪声灵敏度

为了测量相位噪声非常低的信号源, R&S®FSWP配备第二个本振(R&S®FSWP-B60或R&S®FSWP-B61选件), 以便启用互相关。灵敏度最高可提高25 dB, 具体取决于所用的互相关次数。预期增益如下所示:

$$\Delta L = 5 \cdot \log(n)$$

$\Delta L$ : 通过互相关提高的相位噪声灵敏度(单位: dB)

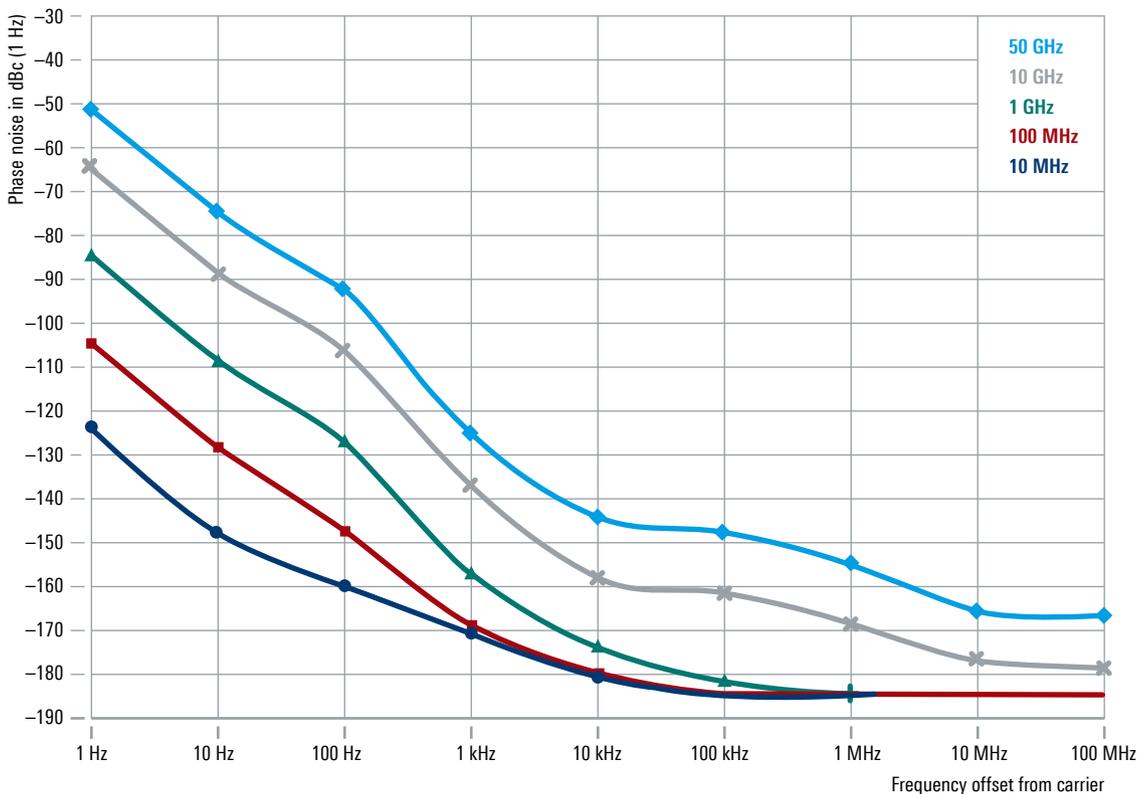
n: 互相关/平均次数

互相关次数每增加10倍, R&S®FSWP的相位噪声将降低5 dB。得益于分析仪的低噪声内部信号源, 通常只需少量互相关即可测量优质振荡器。用户可以更快获得可靠结果, 缩短了开发和生产时间。

配备R&S®FSWP-B61选件时1 GHz输入频率下的典型灵敏度(起始偏移: 1 Hz)

	1 Hz	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz
1 GHz	-84 dBc	-108 dBc	-127 dBc	-157 dBc	-174 dBc	-182 dBc	-185 dBc	-185 dBc

配备R&S®FSWP-B61选件时不同频率下的典型灵敏度(起始偏移: 1 Hz)

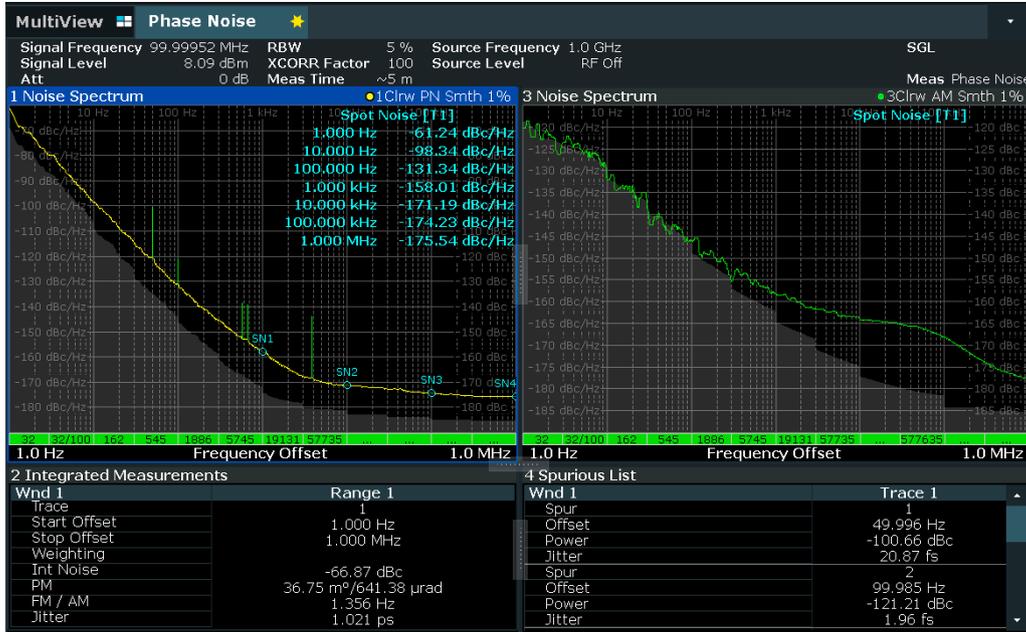


### 幅度噪声测量精度显著优于二极管检波器测量

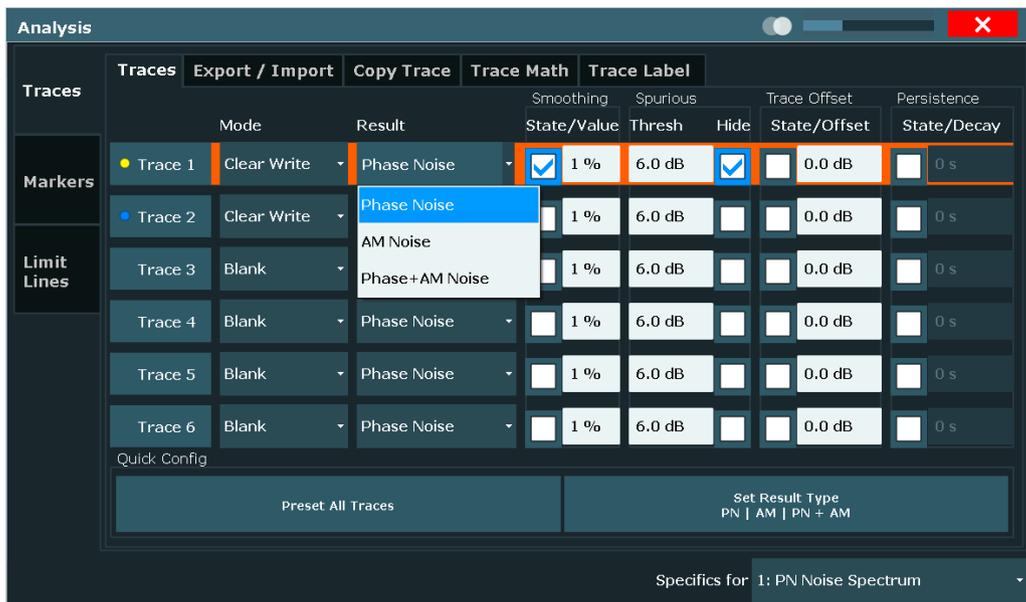
R&S®FSWP测量幅度噪声和相位噪声。两种测量结果可以同时显示在一个图表或单独窗口中。R&S®FSWP高精度信号源与互相关相结合，测量精度优于二极管检波器测量，灵敏度可提高约20 dB。

### 显示互相关实现的灵敏度增益

用户通常并不确定测量信号源所需的互相关次数。因此，迹线下方的灰色区域可以显示所选互相关次数在特定测量中可实现的灵敏度增益。如果增加互相关次数后无法提高灵敏度，可以自动中止互相关过程。



R&S®FSWP可以同时测量相位噪声和幅度噪声。测量结果可以显示在单独的窗口中，或同时显示在一个窗口（灰色区域：R&S®FSWP的互相关增益；绿色迹线：幅度噪声；黄色迹线：相位噪声）。



用户可以在迹线菜单中将迹线分配给相位噪声和/或幅度噪声测量。用户还可以选择是否需要去除杂散、平滑迹线，或在余晖模式下显示迹线。

用户可以根据具体要求轻松调整仪器。生产等诸多应用无需高灵敏度。这些应用通常无需使用第二个本振或信号与频谱分析仪功能。如果测量要求提高，例如需要测量高精度晶体振荡器，用户可以轻松添加这些功能。

### 频率偏移达到最大输入频率

R&S®FSWP可以执行起始偏移频率为1 μHz的相位噪声测量。最大偏移仅取决于R&S®FSWP的输入频率范围，调幅噪声和相位噪声并行显示，频率偏移高达30 MHz。尽管带宽较大，但R&S®FSWP能够快速处理频率，并逐步覆盖测量范围，因此没有动态范围限制。

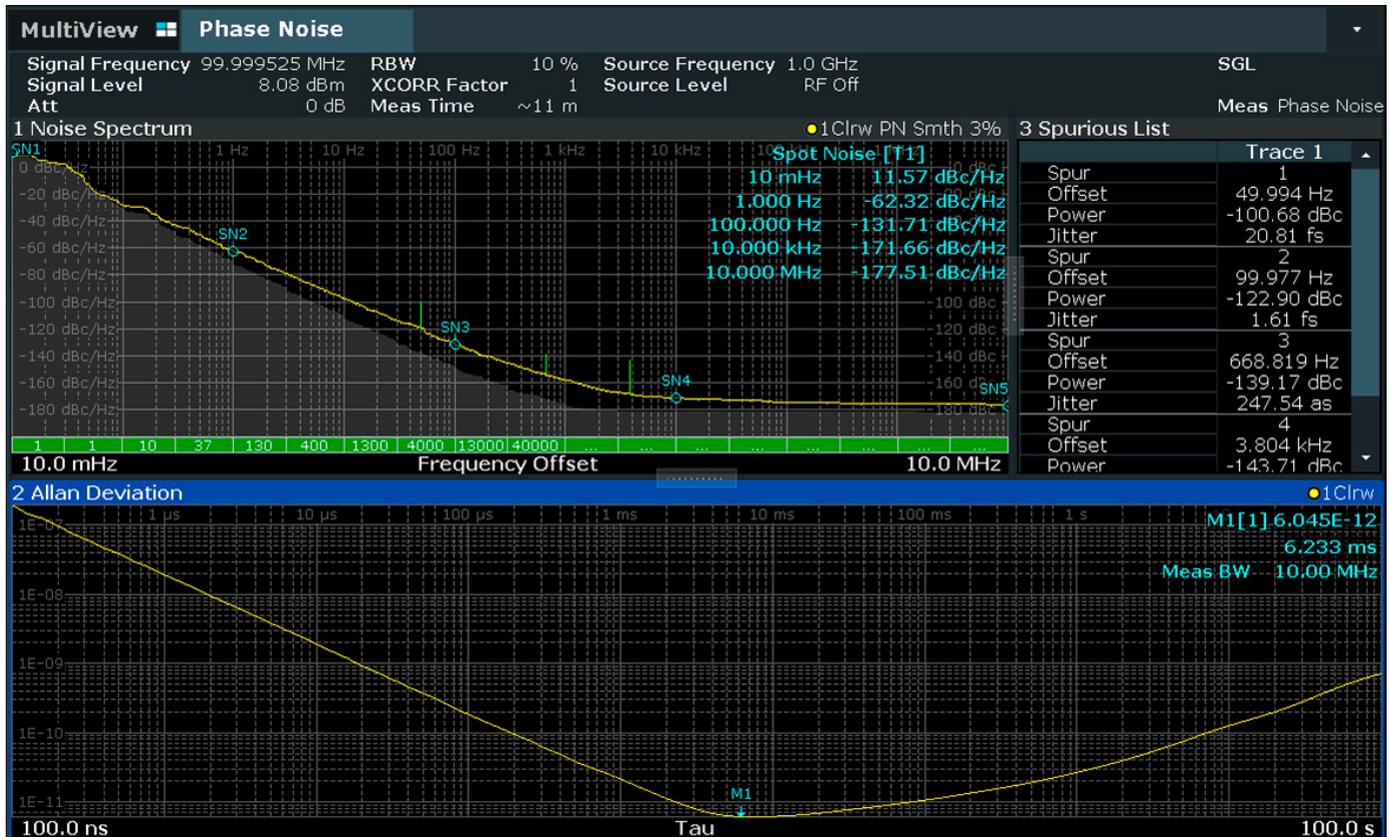
### 测量阿伦偏差和阿伦方差

为了测量振荡器的频率稳定性，以固定时间间隔在时域中测量频率，并确定测量偏差/方差。此参数通常不输出为单个数值，而是制成时间图，在测量卫星导航系统等应用中非常稳定的信号源时尤为重要。

仪器还可以根据近载波相位噪声计算数千秒周期内的长期频率稳定性。R&S®FSWP显示最长一百万秒周期内的阿伦偏差和阿伦方差（最小偏移：1 μHz）。不同于之前的方法，这种方法能够轻松抑制相位噪声频谱中的杂散发射等不良影响。即使是仪器内部信号源的相位噪声引起的短时干扰，也能轻松被抑制。

R&S®FSWP根据相位噪声测量(上方窗口)计算阿伦方差。

例如，100 mHz至10 MHz的偏移范围相当于100 ns至100 s的时域显示。



# 一键测量脉冲源的相位噪声

## 简单的测试装置

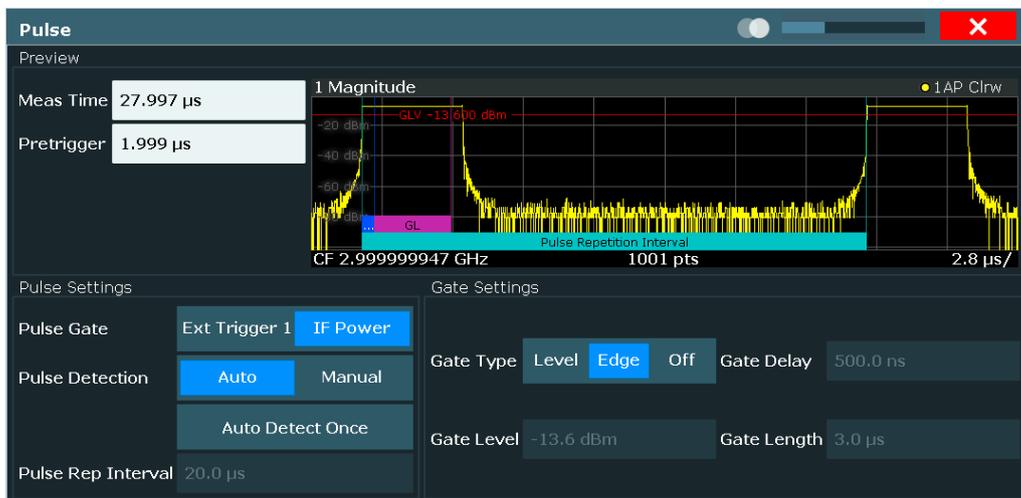
之前,对于雷达等应用中使用的脉冲源,测量其相位噪声需要使用非常昂贵和复杂的系统。用户需要非常耐心,并提供准确的脉冲参数信息,才能确保测量可靠。

R&S®FSWP配备R&S®FSWP-K4选件,能够一键执行此类测量。R&S®FSWP记录信号,并计算所有脉冲参数。之后,仪器解调信号,并显示相位噪声和幅度噪声。分析仪几乎能够实时执行稳定测量。

用户能够一键获取所有结果,从而专注于优化电路设计。

## 具有高灵敏度(即使存在脉冲退敏)

R&S®FSWP提供互相关和选件来定义脉冲源测量的测试端口(门控),补偿因脉冲长时间关断导致平均信号功率减小而引起的灵敏度降低。即使测量脉冲信号的相位噪声,R&S®FSWP也能提供出色的动态范围。

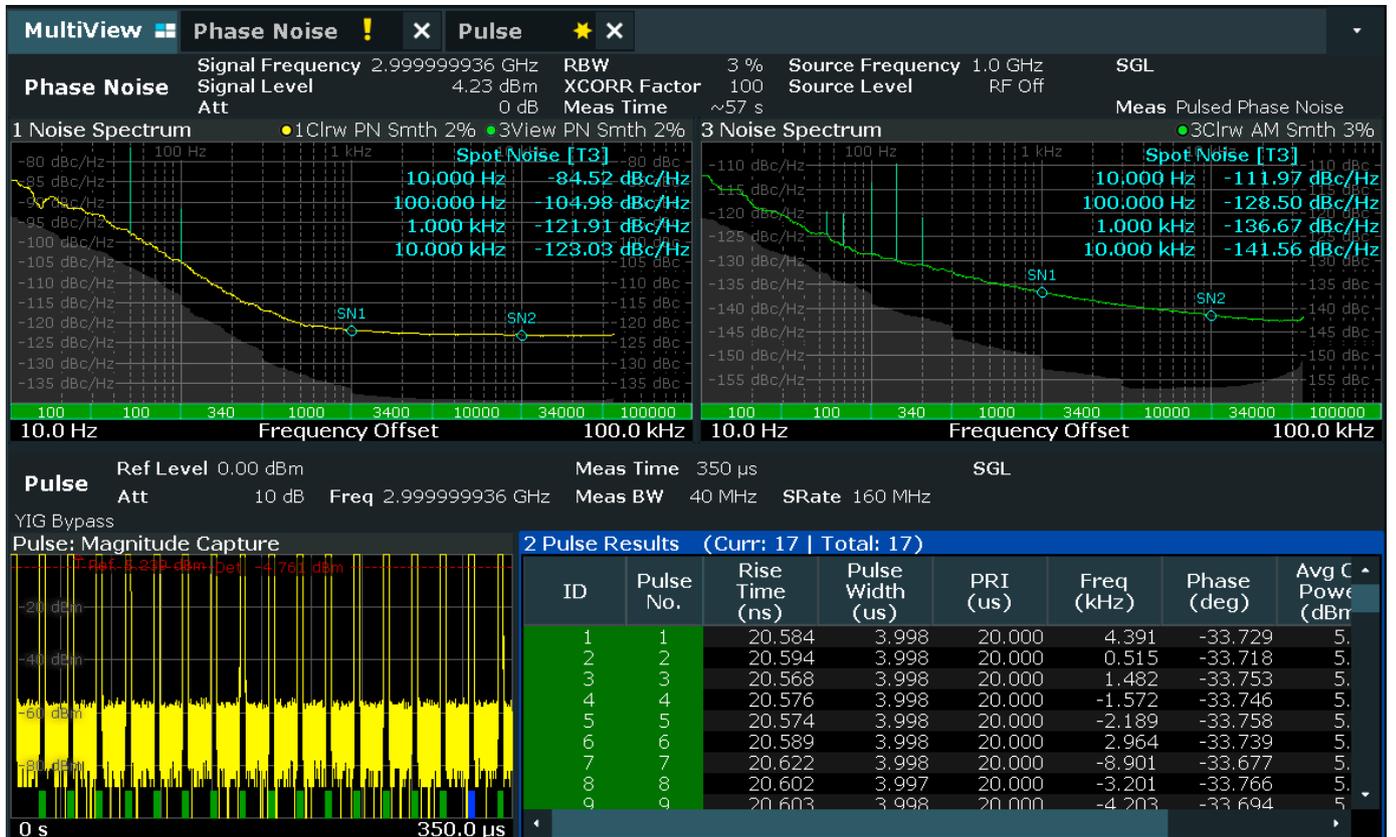


仪器自动测量脉冲参数,用户可以定义门控。

## 自动测量脉冲参数

R&S®FSWP配备R&S®FSWP-K4选项, 在测量脉冲源的相位噪声时能够和专用脉冲测量应用(R&S®FSW-K6/R&S®FSWP-K6)一样自动测定所有相关的脉冲参数(例如脉冲重复率和脉冲宽度)。用户无需担忧如何正确设置这些参数。但是, 用户可以定义门控以抑制瞬态。用户无需进行后续校正、调整迹线或手动限制可用偏移范围。

脉冲信号测量: 左上方窗口显示脉冲源的相位噪声, 偏移相当于脉冲重频的一半。  
右上方窗口中显示幅度噪声。下方表格显示脉冲分析结果和所有重要的脉冲参数。



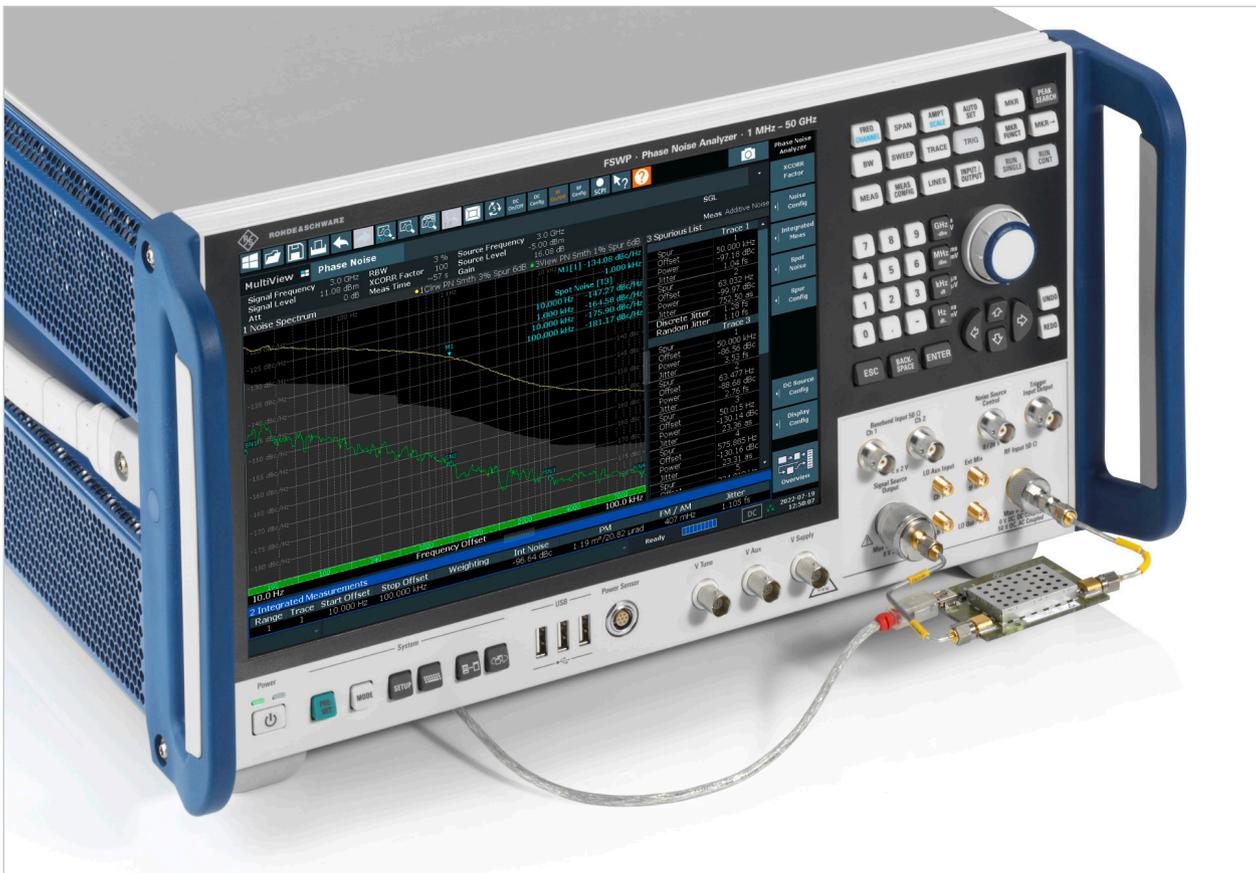
# 内部信号源用于测量残余相位噪声，包括测量脉冲信号

## 测量简单快速

R&S®FSWP提供内部信号源(R&S®FSWP-B64选件)，可以测量残余相位噪声。此外，如果用户希望使用自己的外部信号源进行测量，从而对比其他测试装置的结果，可以借助此选件提供的本振输入。放大器、倍频器、功分器和其他双端口组件无法生成信号，但会产生残余相位噪声。开发高端雷达应用时，需要知道这些组件和本振在信号通路中产生的加性相位噪声。这样才能够开发低噪声发射机。

之前，测量此参数需要使用由高质量外部信号源、功分器和合适的移相器组成的复杂装置。测量非常容易受到电磁干扰和振动的影响。借助R&S®FSWP，用户可以轻松将内部信号源连接到被测设备的输入端，并将被测设备的输出端连接到R&S®FSWP。这样可以一键测量被测设备的残余相位噪声。

用于测量放大器残余相位噪声并显示相应迹线结果的典型装置。绿色迹线显示未连接被测设备时的灵敏度。



### 通过互相关提高灵敏度

R&S®FSWP在此操作模式下也使用互相关技术,以便抑制内部组件的残余相位噪声。分析仪的灵敏度显著优于基于PLL的测量系统,便于用户开发低噪声发射机,例如用于雷达系统的可提高定位和时间分辨率的发射机。

### 脉冲信号的残余相位噪声

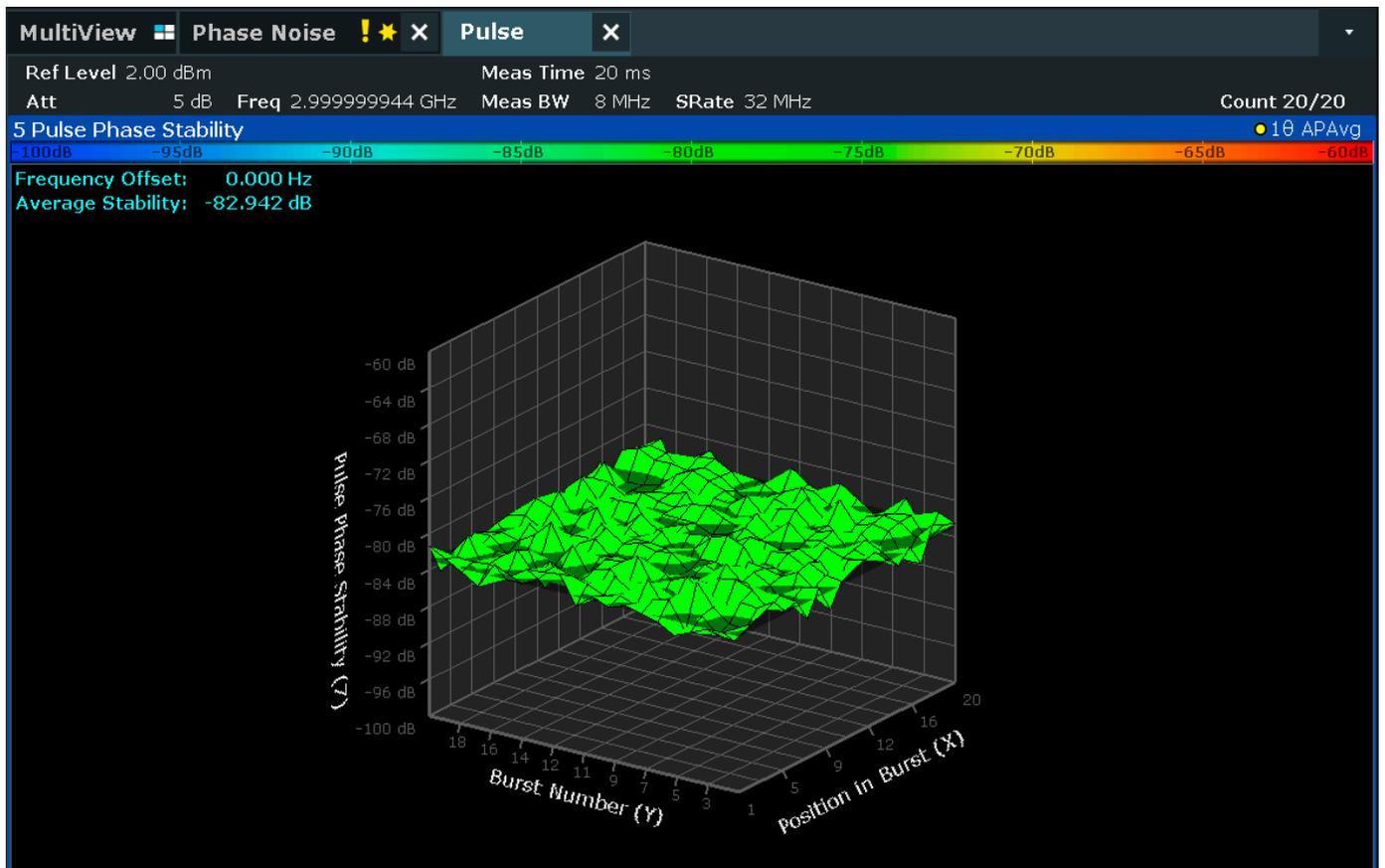
配备R&S®FSWP-K4选件时,R&S®FSWP可以测量脉冲信号的残余相位噪声。

例如,为了测量和优化雷达发射机的组件,必须使用实际条件下的脉冲信号测试这些组件。放大器在脉冲模式和连续波模式下的行为显著不同。之前,这种测量只能借助于非常复杂的测试装置,但R&S®FSWP现可一键执行此类测量。

### 测量脉冲信号的相位和幅度稳定性

对于检测移动目标的雷达应用,脉冲的相位和幅度必须非常稳定。这样才能够明确辨别目标和干扰反射。振荡器和放大器是导致信号不稳定的主要原因。R&S®FSWP配备R&S®FSWP-K6和R&S®FSWP-K6P选件,能够测量和显示这些不稳定性。使用内部信号源(R&S®FSWP-B64)时,仪器还可以测量放大器、电缆和其他双端口组件的残余相位稳定性。R&S®FSWP的灵敏度可媲美以前昂贵且复杂的测量系统。3D图显示单个脉冲和多个脉冲序列(脉冲串)的相位和幅度稳定性,概览更加准确。

多个脉冲序列(脉冲串)的脉冲相位稳定性3D图。



# 信号与频谱分析仪和相位噪声分析仪集于一体, 频率高达50 GHz

## 简单、成本优化的测试装置

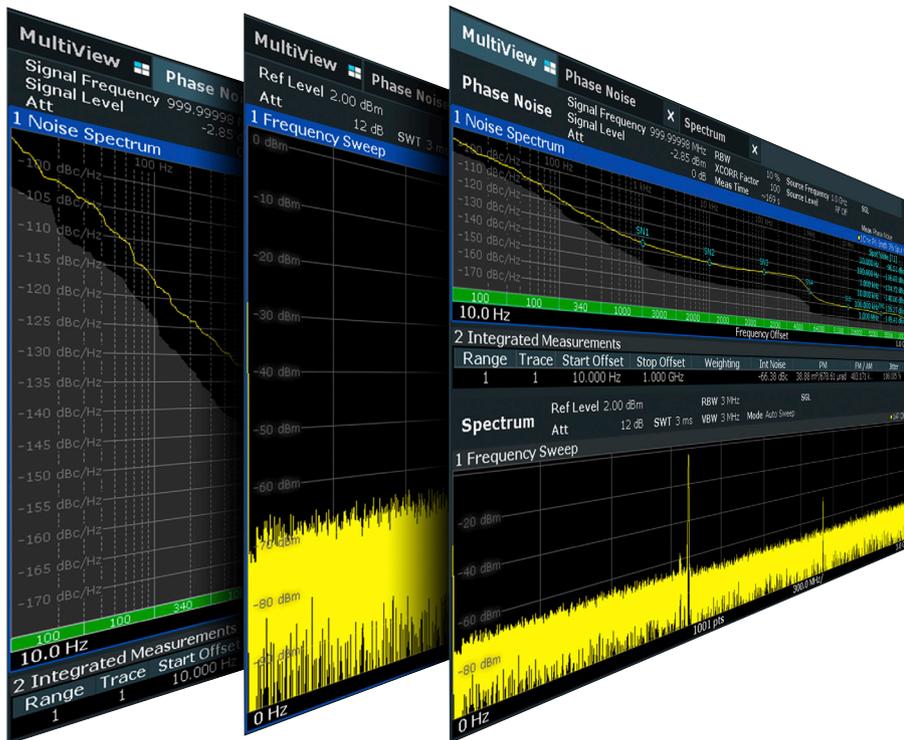
大多数相位噪声分析仪记录鉴相器之后的噪声, 然后将其转换到频域。被测信号的载波不再可见。用户不确定是在正确的频率下测量, 还是在测量无用的杂散信号。用户不清楚测量结果是否因载波不稳定或漂移太快而出错, 或者测量信号和参考信号源的偏差是否过大。用户需要通过频谱分析仪加以确定, 并且需要检查谐波和杂散发射。

R&S®FSWP相位噪声分析仪和VCO测试仪可以添加R&S®FSWP-B1选件, 轻松升级为集成信号与频谱分析仪功能。用户可以在另一个测量通道中监测信号, 并快速有效地优化和启动测量, 无需额外的复杂线缆连接。这项功能在自动化测试系统中也非常有用。

## 投资保障无后顾之忧

通常, 缺少足够的实验室应用来单独购买一台相位噪声分析仪。仪器增加信号与频谱分析仪功能, 可以适用于更常在实验室进行的各种频谱测量, 确保了高利用率。这是一项无后顾之忧的投资, 能够切实地减少仪器停机时间。

采用自动测试系统的生产产线无需购买额外的频谱分析仪, 也节省了空间和成本。



用户可以切换频谱分析仪和相位噪声分析仪测量通道, 或同时查看两个通道

## 高端信号与频谱分析仪

信号与频谱分析仪基于R&S®FSW，具有独特的射频性能和高灵敏度。分析仪具有低相位噪声，便于用户准确分析调制，测量具有高动态范围的邻道功率和非常接近载波频率的发射杂散。内部前置放大器可将显示平均噪声电平(DANL)降到-165 dBm (1 Hz)以下。附加的噪声消除进一步使DANL接近理论限值-174 dBm (1 Hz)。R&S®FSWP可采用比灵敏度较低的频谱分析仪更大的分辨率带宽，能够非常快速地测量发射杂散。

三阶截止点(TOI)典型值高达25 dBm，提供了宽动态范围，便于用户测量存在大输入信号时的小输入信号，并确定宽带调制信号的邻道抑制。

用作信号分析仪时(R&S®FSWP-B1选项)，R&S®FSWP使用最高320 MHz分析带宽(R&S®FSWP-B320选项)，并提供基于I/Q数据的内部选项以进行信号分析。这样能够自动分析脉冲(R&S®FSWP-K6选项)。R&S®FSWP一键记录宽频段范围内的数据并计算所有重要的脉冲参数，例如脉冲宽度、上升时间和脉冲重复率。内部矢量信号分析功能(R&S®FSWP-K70选项)可用于评估数字调制信号。R&S®FSWP-K7选项适用于模拟调制信号。用户还可以将I/Q数据上传到计算机并自行分析。

## 关键特性

- ▶ 噪声电平低至-156 dBm (1 Hz) (无噪声消除和前置放大器)，TOI高达25 dBm (典型值)，确保具备宽动态范围
- ▶ 总体测量不确定度小于0.2 dB (最高3.6 GHz)、小于0.3 dB (最高8 GHz)
- ▶ 1 GHz、100 kHz偏移时相位噪声为-140 dBc (1 Hz)
- ▶ 320 MHz信号分析带宽
- ▶ 可选内部测量应用
  - 脉冲测量(R&S®FSWP-K6/K6S/K6P)
  - 矢量信号分析，用于分析单载波数字调制(R&S®FSWP-K70)
  - 调制分析，用于分析单载波模拟调制(调幅、调频、调相)(R&S®FSWP-K7)
  - 噪声系数测量(R&S®FSWP-K30)
  - 检测和显示低电平杂散信号(R&S®FSWP-K50)
  - 分析跳频信号和线性调频信号(R&S®FSWP-K60/-K60C/-K60H/-K60P)

灵敏的相位噪声测量、频谱分析、矢量信号分析和脉冲信号分析：R&S®FSWP轻松切换测量通道，并同时显示结果。



# 低噪声内部直流源, 便于进行VCO特性测量

R&S®FSWP 配备极低噪声内部直流源, 能够对压控振荡器 (VCO) 和其他组件进行控制和供电, 从而轻松测量 VCO。R&S®FSWP 能够测量 VCO 在各种调谐电压和电源电压下的相位噪声, 提供规格文档中的常见参数值, 便于轻松创建数据表。

## 全面的VCO特性测量

R&S®FSWP 一键测量 VCO 表征所需的所有参数:

- ▶ 频率与电压
- ▶ 调谐斜率与电压
- ▶ 输出功率与电压
- ▶ 电流损耗与电压
- ▶ 输出功率与频率

用户可以决定是否改变调谐电压或电源电压, 以及是否应在调谐电压或电源电压输入端测量电流。

### 内部直流信号源的规格

电源电压	0 V至16 V
最大电流负载	2000 mA
调谐电压	-10 V至+28 V
最大电流负载	20 mA

典型VCO测量。相对于调谐电压测量频率、功率、灵敏度(调谐斜率)和电流损耗等关键参数。多个窗口和表格中的标记可以耦合显示。此外, 高阶谐波的功率也可被测量。



## 测量高阶谐波

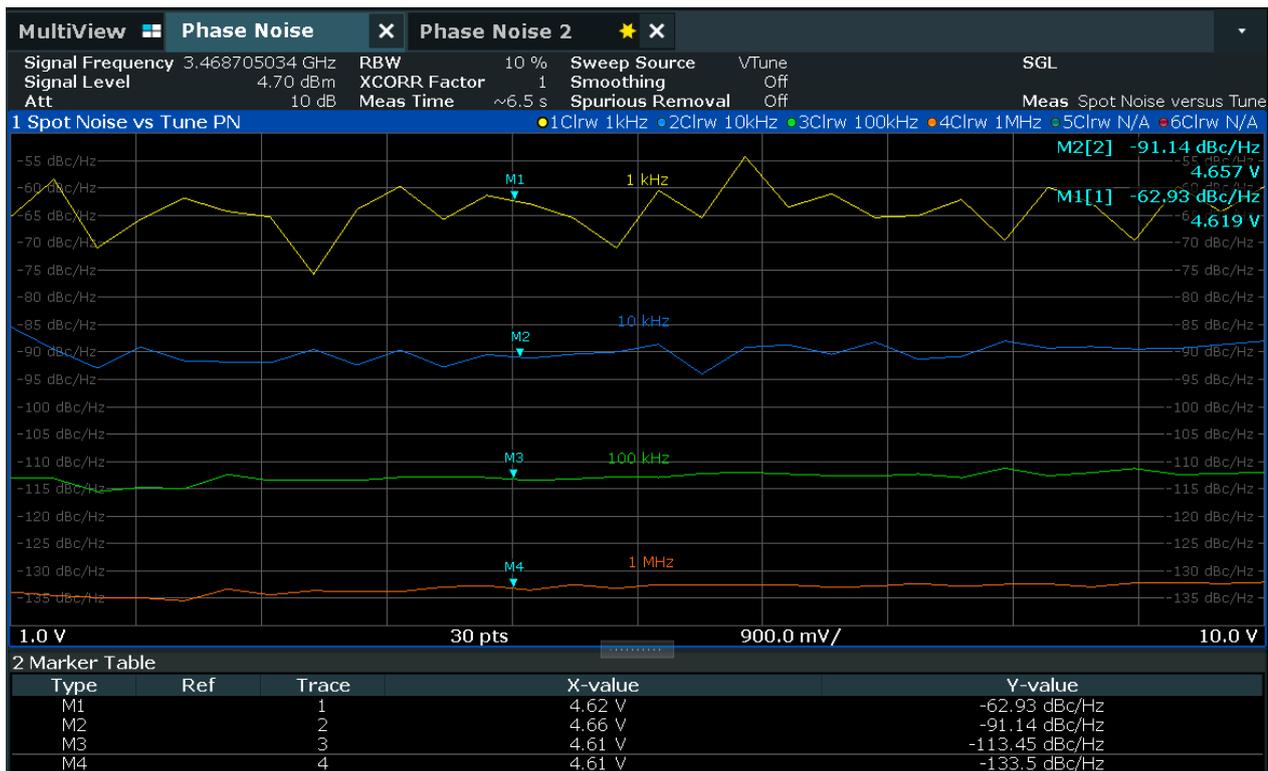
R&S®FSWP不仅可以测量基波,还可以测量相对于调谐电压的VCO高阶谐波的功率。

这一点非常重要,因为VCO的高阶谐波会影响整体的系统。VCO用户希望规格文档中包含高阶谐波抑制这个参数。

## 相对于调谐电压的相位噪声

R&S®FSWP测量速度快,能够在短测量时间内显示不同偏移频率下相对于调谐电压的相位噪声。用户能够验证VCO相位噪声是否如预期一样和频率相关,或验证干扰或寄生振荡产生的加性噪声在特定调谐电压下是否可见。

1 kHz、10 kHz、100 kHz、1 MHz偏移频率下相对于调谐电压的VCO相位噪声



# 测量瞬态或跳频 (瞬态分析)

## 最高8 GHz频率和相位分析带宽

R&S®FSWP具有8 GHz带宽,能够测量一段时间内的频率或相位特性,以便详细测量开关信号源、合成器跳频和频率斜坡。

是否满足频率要求?切换时间有多长?什么情况下频率处于目标容差范围内?用户可一键知晓这些问题的答案。

R&S®FSWP不仅支持宽带分析,还提供低至40 MHz的窄带分析功能以详细分析锁相环的瞬态响应。

表征和优化信号源的整体性能时,时域中的窄带和宽带频率与相位测量(瞬态分析)非常有用,尤其适用于合成器或频率捷变系统的设计人员。所有迹线的余晖显示可以估计参数离散度或是否存在任何异常值。

## 通过相位或频率偏差进行触发

如要详细检查合成器的瞬态响应,建议通过触发来获得可比较、可重复的测量结果。除了外部触发或功率触发,用户还可以通过相位或频率偏差进行触发来进行瞬态分析。实时解调输入信号可实现这个功能。

用户可以定义频率阈值,仅显示高于或低于指定频率的信号。

分析错误或优化合成器时,这样可以轻松实现有选择性的在特定跳频进行触发。

余晖模式下合成器的瞬态响应。红色横线表示频率触发阈值,竖线表示触发偏移。亮黄色迹线表示当前测量,暗黄色迹线表示所有之前的测量。



### 分析线性调频连续波信号的线性度

雷达线性调频信号在频域内的线性偏差会显著影响系统性能，需要进行详细分析。R&S®FSWP可以通过计算用户在触摸屏上轻松设置的两条评估线间的频率斜率来插入一条参考线。如下图所示，新窗口显示信号频率和参考线的频率偏差。

### 自动测量稳定时间

执行触发事件后，R&S®FSWP自动测量合成器频率达到规定容差范围内所需的时间。用户可以根据要求定义容差范围，并在屏幕上显示结果。用户无需配置复杂的限值线和Delta标记功能。

自动测量稳定时间：定义容差频率范围后，在结果摘要中显示稳定时间。



分析线性调频连续波信号的线性。左侧：显示评估线之间的粉色参考线。右侧：显示频率和线性参考线的偏差。



# 分析高速数字应用中类时钟信号的随机抖动和周期性抖动

## 参考时钟的抖动测量

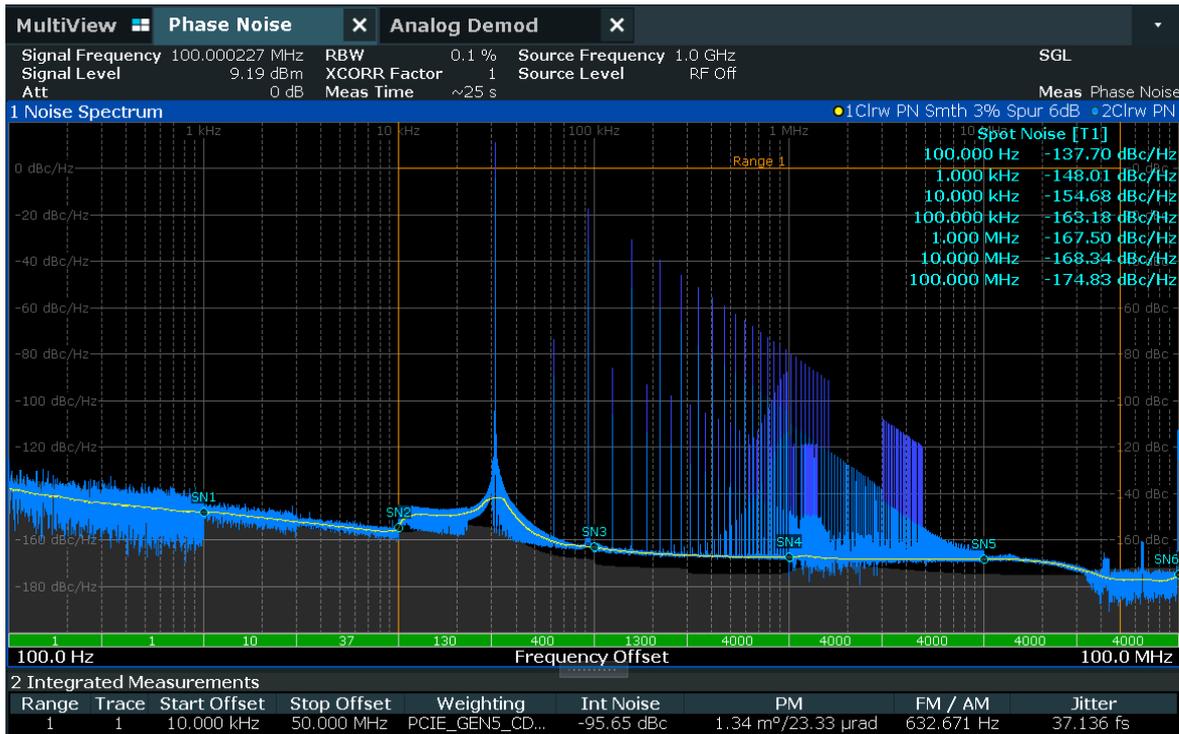
PCIe 6.0、IEEE 802.3ck和其他高速数字接口需要具有低抖动(100 fs或更低)的振荡器和参考时钟(RefClk)。R&S®FSWP非常适合测量设备的抖动性能。仪器具备业内出众的抖动和相位噪声灵敏度,可显示被测设备的真正抖动性能。仪器采用数字解调架构,还可以测量使用扩频时钟(SSC)技术的RefClks。R&S®FSWP显示随机抖动(RJ)和周期性抖动(PJ),并提供加权滤波器,因此可以根据发射机、接收机和时钟数据恢复(CDR)传递函数进行抖动加权。

## 在高速数据通路上使用被测通路(LUT)自身的时钟模式进行抖动测量

高速接口的数据通路也需要非常低的随机抖动。主要影响因素包括参考时钟抖动和锁相环(PLL)抖动,将参考时钟转为符号时钟。

R&S®FSWP可以使用数据通路的时钟测量信号的真实RJ和PJ。将参考时钟替换为抖动可忽略不计的准理想信号源(例如使用R&S®FSWP-B64选件或R&S®SMA100B射频和微波信号发生器),R&S®FSWP甚至可以测量特定PLL导致的抖动。数字解调架构支持进行下扩频率达80 MHz的SSC测量,如PCIe 6.0测量。例如,可以使用CDR行为滤波器对抖动进行加权,以模拟接收机的CDR行为。

测量使用扩频时钟(SSC)的100 MHz时钟。可以应用加权滤波器(参见屏幕截图底部的“PCIE\_GEN5\_CDR\_100MHz”),积分范围可以设置为1 kHz至80 MHz。



# 简要技术参数

## 基本单元

### 频率

频率范围, 射频输入

相位噪声, 幅度噪声测量	R&S®FSWP8	1 MHz至8 GHz
	R&S®FSWP26	1 MHz至26.5 GHz
	R&S®FSWP50	1 MHz至50 GHz
相位噪声测量		
测量结果	SSB相位噪声, 杂散信号, 整体RMS相位偏差, 残余调频, 时间抖动	

## 配备R&S®FSWP-B60选件时的相位噪声灵敏度(互相关因子= 1, 起始偏移= 1 Hz)<sup>1)</sup>

射频输入频率	频偏								
	1 Hz	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz	30 MHz
1 MHz	-118	-136	-148	-166	-176	-176			
10 MHz	-106	-130	-140	-158	-170	-170	-170		
100 MHz	-86	-116	-136	-163	-170	-173	-175	-175	-175
1 GHz	-66	-96	-116	-143	-166	-173	-173	-173	-173
3 GHz	-56	-86	-106	-133	-160	-164	-170	-173	-173
7 GHz	-49	-79	-99	-130	-153	-157	-163	-173	-173
10 GHz	-46	-76	-96	-128	-147	-150	-155	-173	-173
16 GHz	-42	-64	-92	-124	-143	-146	-151	-170	-170
26 GHz	-38	-60	-88	-120	-139	-142	-147	-166	-166
50 GHz	-32	-54	-82	-114	-133	-136	-141	-160	-160

## 配备R&S®FSWP-B61选件时的相位噪声灵敏度(互相关因子= 1, 起始偏移= 1 Hz)<sup>1)</sup>

射频输入频率	频偏										
	0.01 Hz	0.1 Hz	1 Hz	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz	30 MHz
1 MHz	-60	-105	-118	-136	-148	-166	-176	-176			
10 MHz	-40	-86	-115	-132	-142	-160	-170	-170	-170		
100 MHz	-20	-66	-95	-117	-140	-166	-170	-173	-175	-175	-175
1 GHz	0	-46	-75	-97	-120	-150	-166	-173	-173	-173	-173
3 GHz	+10	-36	-65	-87	-110	-140	-160	-164	-170	-173	-173
7 GHz	+17	-29	-58	-80	-103	-133	-153	-157	-163	-173	-173
10 GHz	+20	-26	-55	-77	-100	-133	-152	-153	-157	-173	-175
16 GHz	+24	-22	-51	-73	-96	-129	-148	-149	-153	-170	-171
26 GHz	+28	-18	-47	-69	-92	-125	-144	-145	-149	-166	-167
50 GHz	+34	-12	-41	-63	-86	-119	-138	-139	-143	-160	-161

## 幅度噪声测量

偏移频率范围	输入信号 ≤ 100 MHz	10 mHz至30%的载波频率
	输入信号 > 100 MHz	10 mHz至30 MHz

### 调幅噪声灵敏度<sup>1)</sup>

射频输入频率	频偏								
	1 Hz	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz	≥ 30 MHz
1 GHz	-105	-120	-135	-150	-158	-165	-165	-165	-165
10 GHz	-90	-105	-120	-135	-150	-160	-165	-165	-165

## 残余相位噪声测量 (R&S®FSWP-B64选件), 内部信号源

### 信号源

频率范围	R&S®FSWP8	10 MHz至8 GHz
	R&S®FSWP26	10 MHz至18 GHz
	R&S®FSWP50	10 MHz至18 GHz

### 残余相位噪声测量

偏移频率范围	输入信号 ≤ 100 MHz	10 mHz至30%的载波频率
	输入信号 > 100 MHz	10 mHz至30 MHz

### 灵敏度<sup>1)</sup>

射频输入频率	频偏							
	1 Hz	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	3 MHz
1 GHz	-115	-123	-137	-147	-160	-165	-165	-161
10 GHz	-85	-104	-120	-138	-148	-154	-164	-160

1) 单位: dBc (1 Hz).

## R&S®FSWP-B1信号与频谱分析仪选件

频率范围	R&S®FSWP8	10 Hz至8 GHz
	R&S®FSWP26	10 Hz至26.5 GHz
	R&S®FSWP50	10 Hz至50 GHz
老化率		$1 \times 10^{-7}$ /年
	配备R&S®FSWP-B4选件	$3 \times 10^{-8}$ /年
分辨率带宽	标准滤波器	1 Hz至10 MHz 额外配备R&S®FSWP-B8选件: 20 MHz, 50 MHz, 80 MHz
	RRC滤波器	18 kHz (NADC)、24.3 kHz (TETRA)、3.84 MHz (3GPP)
	通道滤波器	100 Hz至5 MHz
	视频滤波器	1 Hz至10 MHz
I/Q解调带宽		10 MHz
	配备R&S®FSWP-B80选件	80 MHz
	配备R&S®FSWP-B320选件	320 MHz
显示平均噪声电平(DANL)	2 GHz	-150 dBm (1 Hz)
	8 GHz	-150 dBm (1 Hz)
	20 GHz	-145 dBm (1 Hz)
	40 GHz	-137 dBm (1 Hz)
使用前置放大器时的DANL	8 GHz	-162 dBm (1 Hz)
	20 GHz	-160 dBm (1 Hz)
	40 GHz	-156 dBm (1 Hz)
相位噪声	1 GHz载波频率, 10 kHz偏移	典型值-138 dBc (1 Hz)
总体测量不确定度	< 8 GHz	< 0.4 dB

### 保持更新

可使用USB存储设备或通过LAN端口更新分析仪固件。

用户可访问罗德与施瓦茨网站免费下载固件更新:[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)。

Service at Rohde & Schwarz

# YOU'RE IN GREAT HANDS

	SERVICE PLANS	ON DEMAND
Calibration	Up to five years <sup>1)</sup>	Pay per calibration
Warranty and repair	Up to five years <sup>1)</sup>	Standard price repair

<sup>1)</sup> For extended periods, contact your Rohde & Schwarz sales office.

## Instrument management made easy

The R&S®InstrumentManager makes it easy to register and manage your instruments. It lets you schedule calibration dates and book services.

Find out more  
about our service  
portfolio under:



当地的罗德与施瓦茨公司专家会为您制定合适的解决方案。

有关更多信息,联系当地的罗德与施瓦茨销售处:[www.sales.rohde-schwarz.com](http://www.sales.rohde-schwarz.com)

有关详细的规格和订购信息,参阅R&S®FSWP规格文档(PD 3683.7719.22)。

## 罗德与施瓦茨的服务 你会得到很好的照顾

- ▶ 遍及全球
- ▶ 立足本地个性化
- ▶ 可定制而且非常灵活
- ▶ 质量过硬
- ▶ 长期保障

## 关于罗德与施瓦茨公司

作为测试测量、技术系统以及网络安全方面的行业先驱, Rohde & Schwarz 科技集团通过先进方案为世界安全联网保驾护航。集团成立于90年前, 致力于为全球工业企业和政府部门的客户提供可靠服务。集团总部位于德国慕尼黑, 在全球70多个国家和地区设有分支机构, 拥有广阔的销售和服务网络。

## 罗德与施瓦茨(中国)科技有限公司

[www.rohde-schwarz.com.cn](http://www.rohde-schwarz.com.cn)

罗德与施瓦茨公司官方微信

## 可持续性的产品设计

- ▶ 环境兼容性和生态足迹
- ▶ 提高能源效率和低排放
- ▶ 长久性和优化的总体拥有成本

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

## 罗德与施瓦茨培训

[www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com)

## 罗德与施瓦茨客户支持

[www.rohde-schwarz.com/support](http://www.rohde-schwarz.com/support)

