



USB
实时频谱分析仪

SAN 系列
4.5/6/9 GHz



SAN 系列

产品概要

标杆级 USB 频谱分析仪

SAN 系列采用高性能超外差接收机架构，配备多达 14 段的高性能预选滤波器。提供同级别产品中突出的噪声、动态范围、抗干扰能力与分析速度，同时保持了超乎想象的经济性。

易用性与小型化设计

出色的小型化设计，可轻松集成于各类系统中，在保证射频性能例如频谱纯净度的同时，显著降低了部署与使用成本，特别适用于空间、成本受限的应用场景。

强大的 API 与完善的支持

多系列、型号采用统一的 API 接口，无需修改代码即可实现硬件的无缝迁移。支持 C/C++、C#、Python、Matlab、QT、Labview 和 GNU Radio 等开发环境。支持 Windows 与 Linux 系统。

标配丰富的测量功能

标配信道功率、占用带宽、XdB、谐波测量、自动相位噪声、AM/FM 解调等丰富的高级测量功能。

关键特性

- 高性能超外差接收机，预选滤波器最高达 14 段
- 频率范围：9 kHz - 4.5/6/9 GHz
- 1 GHz DANL: -168 dBm/Hz
- 9 GHz DANL: -167 dBm/Hz
- 1 GHz 相位噪声： $< -110 \text{ dBc/Hz}$ @ 10 kHz
- 1 GHz 相位噪声测量： $< -125 \text{ dBc/Hz}$ @ 10 kHz
- 分析带宽：50 MHz / 100MHz (选件 50)
- 扫描速度： $\geq 1 \text{ THz/s}$ (RBW = 250 kHz)
- 中频抑制与镜像抑制： $> 95 \text{ dBc}$
- 内部集成 GNSS，支持通过 GNSS 进行频率校准
- USB3.0/2.0 Type-C 接口
- 提供丰富的 API 接口与范例程序
- 支持 Windows 11/10/8/7 (x86、x64)
- 支持 Debian 12/11/10 (x64、AArch64)
- 支持 Ubuntu 24.04/22.04/20.04/18.04 (x64、AArch64)
- 支持标准 SCPI 协议

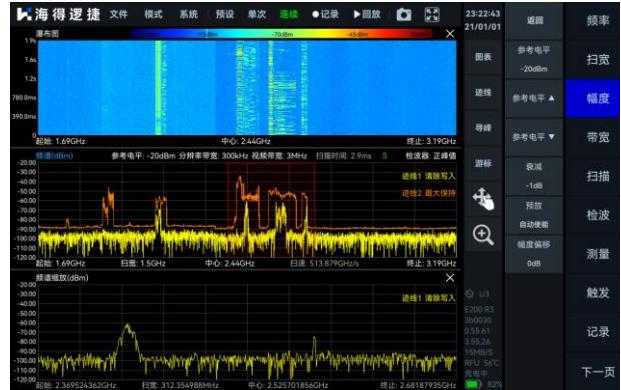
主要工作模式介绍

提供多种主要工作模式：标准频谱分析模式、接收机/IQ 流模式、检波分析模式、实时频谱分析模式、相位噪声测量模式、基础矢量调制分析（选件 71）、脉冲分析（选件 72）、谐波分析以及热力图模式。

SAS studio4 主要工作模式说明

■ 标准频谱分析模式

该模式提供多样的测量功能，包括频谱全景扫描、信道功率、占用带宽、邻道功率比、IM3 及频谱发射模板（SEM）等，并支持瀑布图的显示与记录、频谱数据记录与回放。结合信号追踪、峰值表和幅度修正等辅助工具，为用户构建一站式信号性能评估平台。



■ IQ 流模式

该模式支持最大 100 MHz 的分析带宽，可通过多种触发方式获取 IQ 数据。支持 IQ 时域波形图显示、频谱与瀑布图显示、AM/FM 解调以及数字下变频 (DDC)。



■ 检波分析模式

该模式可对分析带宽内的时域信号进行检波分析，适合于关注带内功率-时间关系的应用，例如脉冲类信号的测量。



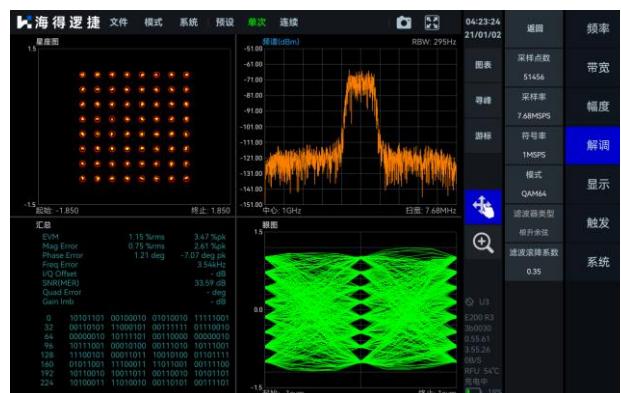
■ 实时频谱分析模式

该模式由 FPGA 内置的高速 FFT 引擎驱动，具备帧率压缩与迹线检波功能，确保 FFT 帧之间严格无空隙、无交叠，真正实现全带宽覆盖下的实时监测。



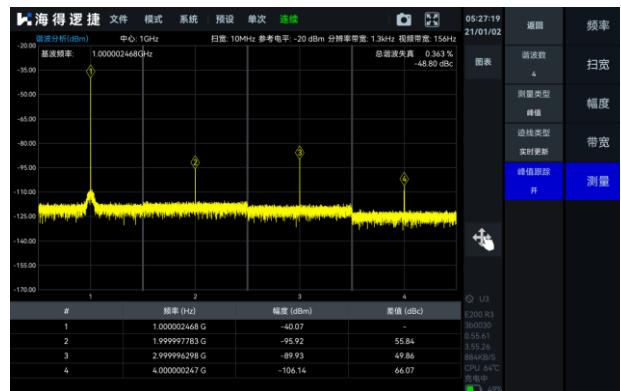
■ 基础矢量调制分析（选件 71）

该模式支持 2ASK、2FSK、4FSK、GMSK、BPSK、QPSK、8PSK、16QAM、32QAM、64QAM、128QAM 和 256QAM 信号的解调。



■ 谐波分析模式

该模式支持对 10 次以内的谐波分量进行检测与测量，包括谐波峰值、谐波信道功率测量和 THD。



■ 相位噪声测量模式

该模式支持 1 Hz 至 10 MHz 偏移范围，用于评估载波的相位稳定性。系统内置的载波自动搜索功能，无需用户手动调整即可快速定位目标载波。



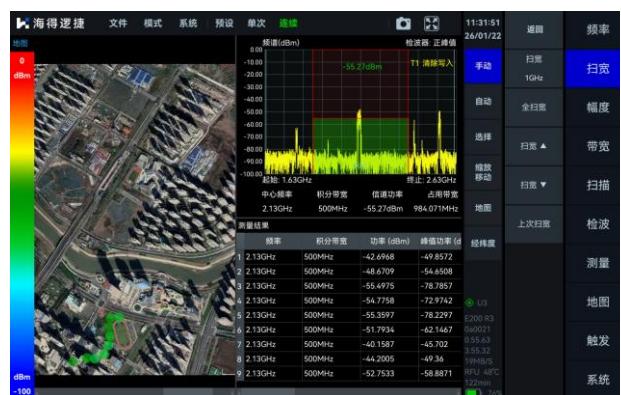
■ 脉冲分析 (选件 72)

该模式下支持测量脉冲宽度为 32 ns 及以上的脉冲信号，并返回被测信号的峰值电平(dBm)、基准电平(dBm)、峰基比、下垂、过冲、纹波、上升/下降时间、上升/下降沿、脉宽、周期和占空比等参数。



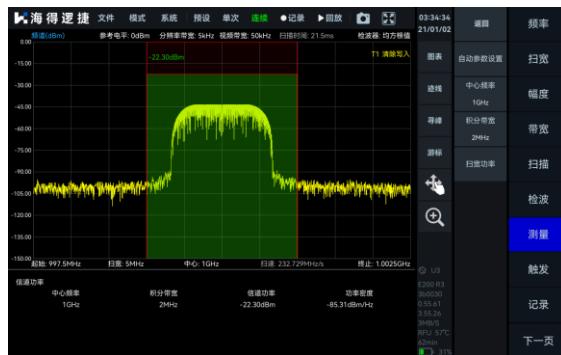
■ 热力图

该工作模式集成了 GNSS 定位功能，可在地图模式下生成热力图等可视化图表，并显示区域内的关键信息，如：信道功率、占用带宽、时间、经纬度、海拔、像素位置以及方位角，是无线监测和干扰分析等应用场景的理想选择。

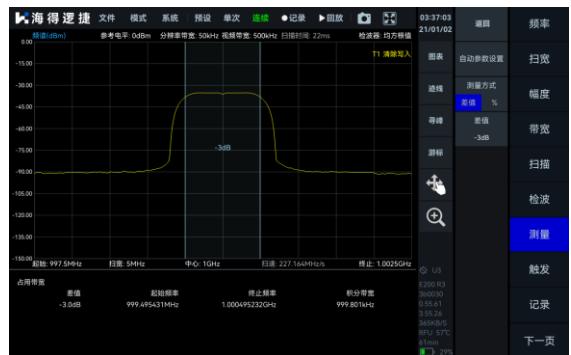


主要功能介绍

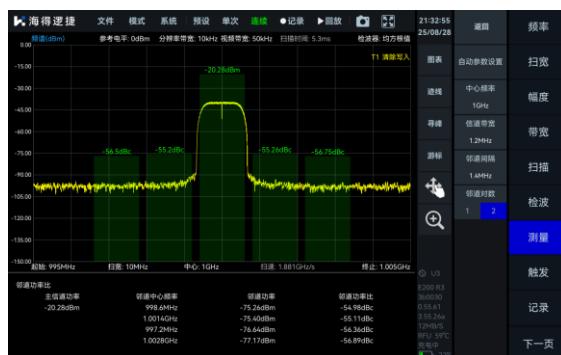
■ 信道功率



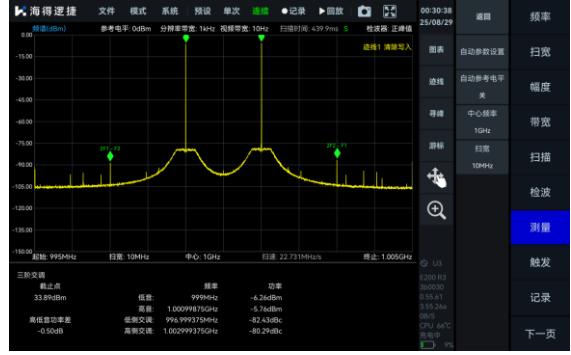
■ 占用带宽



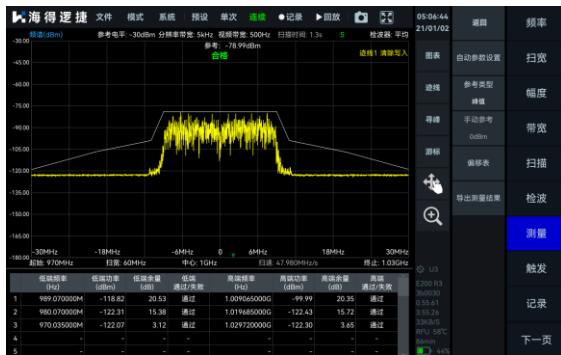
■ 邻道功率比



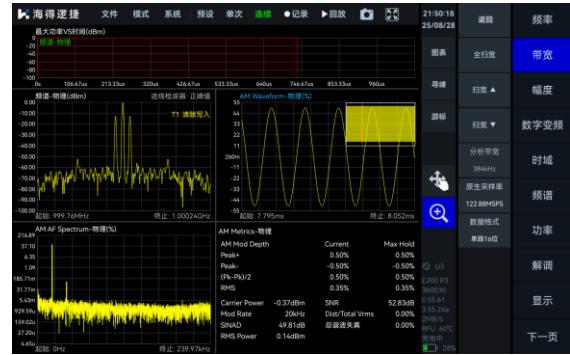
■ IM3



■ 频谱发射模板 (SEM)



■ AM/FM 解调



■ 天线因子



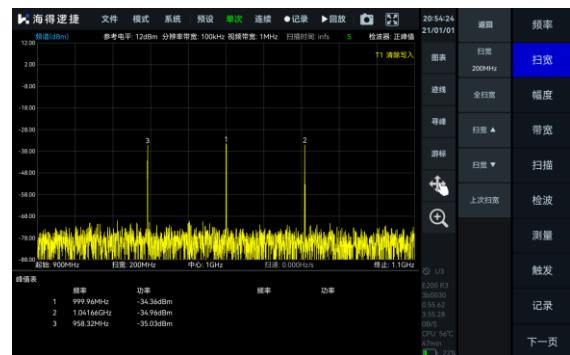
■ 幅度修正



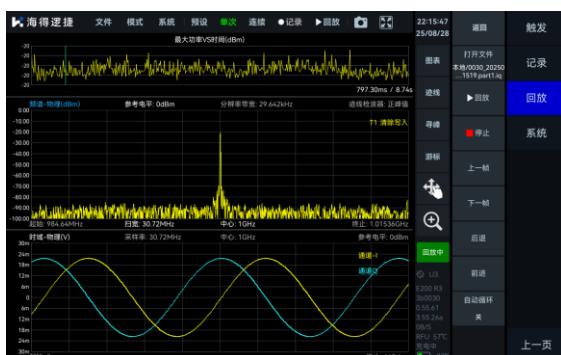
■ 信号追踪



■ 峰值表



■ 数据记录与回放



■ 多种单位显示



技术指标*

频率

	SAN-45	SAN-60	SAN-90
频率范围	9 kHz-4.5 GHz	9 kHz-6 GHz	9 kHz-9 GHz
参考时钟	内部或外部，支持人工修正或通过内置 GNSS 进行校准		
频率精度	TCXO OCXO (选件 01) OCXO 通过 GNSS 进行频率修正	<0.5 ppm, 支持手动修正 <0.2 ppm, 支持手动修正 <0.05 ppm, 当 GNSS 锁定	
老化率和温漂	TCXO OCXO (选件 01)	<1 ppm/年, <1 ppm <1 ppm/年, <0.15 ppm	
内置 GNSS 1PPS 精度		± 100 ns	

频谱纯度

单边带相位噪声 (dBc/Hz)	1 GHz	4.5 GHz	6 GHz	9 GHz
保证值/典型值				
载波频率				
100 Hz	-85 / -88	-78 / -81	-75 / -78	-74 / -77
1 kHz	-97 / -99	-90 / -93	-86 / -89	-88 / -91
10 kHz	-110 / -112	-103 / -106	-100 / -103	-99 / -102
100 kHz	-114 / -115	-104 / -107	-104 / -107	-99 / -102
1 MHz	-131 / -132	-119 / -122	-118 / -121	-116 / -119

剩余响应 (dBm)

RBW=1 kHz, 保证值/典型值

参考电平 (R.L.)	0 dBm	-50 dBm
9 kHz - 100 MHz	-90 / -94	-115 / -117
100 MHz - 4.5 GHz	-90 / -95	-120 / -128
4.5 GHz - 6 GHz	-90 / -96	-120 / -130
6 GHz - 9 GHz	-90 / -98	-120 / -129

镜频抑制

>90 dBc, >95 dBc (典型值)

中频抑制

>90 dBc, >95 dBc (典型值)

本振相关杂散

<-65 dBc 偏离中心频率 ± (N/M) × 125 MHz, N, M=1, 2, 3, 4, 5...

IIP3/IIP2 (dBm)

典型值

载波频率	1 GHz	4.5 GHz	6 GHz	9 GHz
R.L. = 20 dBm	42/80	37/80	32/80	36/80
R.L. = 0 dBm	23/80	22/80	20/80	14/80
R.L. = -20 dBm	3/60	3/45	-1/45	-5/45

幅度

最大损毁输入功率 (连续波) 23 dBm 50 MHz 至最高频率 且 预放关闭

10 dBm 9 kHz-50 MHz 或 预放开启

最大直流电压 ±10 VDC

显示范围 DANL 至 30 dBm

电平精度 ±1.0 dB 20°C 至 30°C, 典型状态 ±1.5 dB 全温度, 全状态

中频带内平坦度 < ±1.5 dB 50 MHz 分析带宽 < ±2.0 dB 100 MHz 分析带宽

参考电平 -70 dBm 至 23 dBm

射频前置放大器 自动 或 手动

输入端口驻波比 < 2.0:1 标称值, 90 MHz 至最大频率

显示平均噪声电平 (DANL)

dBm/Hz 保证值/典型值

RBW=1 kHz

	SAN-45		SAN-60		SAN-90	
参考电平	-20 dBm	-70 dBm	-20 dBm	-70 dBm	-20 dBm	-70 dBm
9 kHz - 1 MHz	-131 / -134	-141 / -144	-131 / -134	-141 / -144	-131 / -134	-141 / -144
1 MHz - 100 MHz	-151 / -154	-163 / -166	-151 / -154	-163 / -166	-151 / -154	-163 / -166
100 MHz - 3.0 GHz	-141 / -144	-165 / -168	-141 / -144	-165 / -168	-141 / -144	-165 / -168
3.0 GHz - 4.5 GHz	-142 / -145	-165 / -168	-142 / -145	-165 / -168	-142 / -145	-165 / -168
4.5 GHz - 6 GHz	-	-	-143 / -146	-165 / -168	-143 / -146	-165 / -168
6 GHz - 9 GHz	-	-	-	-	-144 / -147	-164 / -167

标准频谱分析

迹线设置

检波器 正峰值, 负峰值, 取样, 平均, RMS 和最大功率

分辨率带宽 (RBW) 0.1 Hz-10 MHz

视频带宽 (VBW) 0.1 Hz-10 MHz

数据图表 SAStudio4 软件提供常规频谱图, 瀑布图和历史迹线

测量功能	信道功率, 占用带宽, XdB 带宽, 邻道功率比, IM3 等		
扫描速度	RBW = 250 kHz	FPGA 运算	$\geq 1 \text{ THz/s}$
	RBW = 25kHz	FPGA 运算	$\geq 300 \text{ GHz/s}$
	RBW = 1kHz	CPU 运算	$\geq 4 \text{ GHz/s}$

IQ 记录

连续记录带宽	最大值: 50 MHz
突发记录带宽	最大值: 50 MHz / 100 MHz (选件 50) 内置存储器深度为 128 Mbytes
IQ 采样率	最高 62.5 MSPS / 125 MSPS (选件 50) 支持抽取倍数: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048
外触发响应	最大频响为 500 次/秒

检波分析

最小时间分辨率	16 ns / 8 ns (选件 50)
最大分析带宽	50 MHz / 100 MHz (选件 50)
检波器	正峰值, 负峰值, 取样, 平均, RMS 和最大功率

实时频谱分析

FFT 分析	FPGA 实现 FFT 分析引擎, 支持帧率压缩, 迹线检波。FFT 帧之间严格无空隙也无交叠 FFT 刷新率= $10^9 \text{ ns} / (N \times D \times \text{最小时间分辨率})$, POI= $2 \times N \times D \times \text{最小时间分辨率}$ N 为 FFT 点数 (4096, 2048, 1024, 512, 256, 128, 64, 32) D 为抽取倍数 (1, 2, 4, 8...)				
	典型设置	FFT 刷新率	100%POI		
		标配	选件 50	标配	选件 50
	N = 4096, D = 1	15,258 次/s	30,517 次/s	131.072 us	65.536 us
	N = 32, D = 1	1,953,125 次/s	3,906,250 次/s	1.024 us	0.512 us
最大分析带宽	50 MHz / 100 MHz (选件 50)				
窗函数	B-Nuttall, Flat-top, LowSideLobe, Kaiser				
分辨率带宽 (RBW) 档位	≥ 12 档位				
幅度分辨率	0.5 dB				

通用规格

输入与输出

RF 输入	N (F), 阻抗 50 Ω
电源	Type-C, 5V 3A 供电 电压范围 4.75~5.25 V, 纹波<200 mVpp
数据	Type-C, USB3.0 (USB2.0 带宽受限) 该端口需要提供 5V 0.9A 供电
外触发输入	集成于 AUXIO 中, 3.3V CMOS, 阻抗高阻
触发输出	集成于 AUXIO 中, 3.3V CMOS
GNSS 天线输入	SMA (F)
模拟中频输出	MMCX (F), 最大输出功率-25 dBm 阻抗 50 Ω, 312.5 MHz ± 50 MHz
外参考时钟输入	MMCX (F), 10 MHz, 幅度≥1.5 Vpp, 阻抗 330 Ω
参考时钟输出	MMCX (F), 100 MHz, 幅度≥0.3 Vpp, 可程控开启或关闭
整机/内核重量	≤ 420 g / ≤ 195 g
整机/内核尺寸 (长*宽*高)	≤ 163 x 66 x 37 mm / ≤ 109 x 50 x 16 mm
功耗	≤ 20 W
包装附件	闪存盘 *1, USB3.0 数据线 *1, USB 电源线 *1, 电源适配器 *1
系统要求	Windows 11/10/8/7 (x86、x64)、Debian 12/11/10 (x64、AArch64) Ubuntu 24.04/22.04/20.04/18.04 (x64、AArch64)
工作/存储温度 (环境)	T0 温度等级 0 - 50 °C / -20 - 70 °C T1 温度等级 (选件 40) -20 - 65 °C / -40 - 85 °C T2 温度等级 (选件 41), 仅限内核 -40 - 65 °C / -40 - 85 °C
工作相对湿度	环境温度 0 - 40 °C 5 - 75% 环境温度 > 40 °C 5 - 45%

相位噪声测量

最小频偏设置	1 Hz			
最大测量频偏	10 MHz			
迹线平滑	支持			
单边带相位噪声 (dBc/Hz)				
保证值/典型值				
载波频率	1 GHz	4.5 GHz	6 GHz	9 GHz
100 Hz	-90 / -94	-80 / -83	-80 / -83	-78 / -81
1 kHz	-113 / -117	-102 / -105	-100 / -103	-95 / -98
10 kHz	-120 / -125	-112 / -115	-109 / -112	-106 / -109
100 kHz	-126 / -129	-114 / -117	-111 / -114	-108 / -111
1 MHz	-136 / -139	-125 / -128	-123 / -126	-119 / -122
10 MHz	-140 / -143	-137 / -140	-137 / -140	-136 / -139

脉冲分析

最小检测脉宽	64 ns / 32 ns (选件 50)
测量参数	峰值电平, 基准电平, 峰基比, 下垂, 过冲, 波纹, 上升时间, 上升沿, 下降时间, 下降沿, 脉宽, 周期, 占空比

AM 解调

测量参数	调制深度, 载波功率, 调制速率, 信纳德, 信噪比, RMS 功率, 总谐波失真等
调制速率测试范围	20 Hz - 10 MHz
调制速率测试精度	< 1Hz, 调制速率 < 1 kHz < 0.1%, 调制速率 ≥ 1 kHz
调制深度测试范围与精度	5% - 95%, ± 5% (标称值)

FM 解调

测量参数	调制频偏, 载波功率, 调制速率, 信纳德, 信噪比, RMS 功率, 总谐波失真等
调制速率测试范围	20 Hz - 2 MHz
调制速率测试精度	< 1Hz, 调制速率 < 1 kHz < 0.1%, 调制速率 ≥ 1 kHz
频率偏移测试范围与精度	1 kHz - 10 MHz, ± 6% (标称值)

基础矢量调制分析

调制类型	ASK: 2ASK FSK: 2FSK, 4FSK MSK: GMSK PSK: BPSK, QPSK, 8PSK QAM: 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM 128QAM 和 256QAM: 4000 其他: 2000
符号长度	
符号速率	(1/4 ~ 1/64) *采样率, ≤ 32.5MSPS
滤波器	根升余弦
滤波器滚降系数	0.01 - 0.99
显示	调制信号的频谱图, 星座图、眼图、测量结果
测量	EVM、幅度误差、相位误差、频率误差、信噪比和部分比特流

*技术指标适用于以下条件

- (1) 开机预热 10 min。
- (2) 环境温度 25 °C。
- (3) 典型值与标称值并非保证值，且不包含测量不确定度。
- (4) 指标可能随硬件与软件版本变化，恕不另行通知。

选件

代码	选件	类型
01	内置 OCXO 参考时钟	内置硬件
05	内置较高精度 GNSS	内置硬件
20	AUXIO IO 拓展板	外置配件
34	外部全向天线, 400 - 8000MHz, 增益<2 dBi	外置配件
35	外部有源定向天线, 频率范围 0.5 - 10 GHz 增益 < 5 dBi (放大器关闭), 增益 < 25 dBi (放大器开启)	外置配件
40	T1 温度等级	内置硬件
41	T2 温度等级, 仅适用于内核	内置硬件
50	100 MHz 分析带宽	内置硬件
71	基础矢量调制分析	软件
72	脉冲分析	软件

-  www.harogic.cn
-  cninfo@harogic.com
-  +025-8330 5049