

频谱仪能测哪些指标？

Original 皮诺曹 射频通信链 2025年06月09日 16:03 江苏



射频通信链

学射频，学通信，就看射频通信链。

320篇原创内容

公众号

在射频领域，频谱仪是工程师们手中的“利器”，它能将复杂的信号以直观的频谱形式展现出来，帮助我们洞察信号的奥秘。但你真的了解并会使用频谱仪吗？

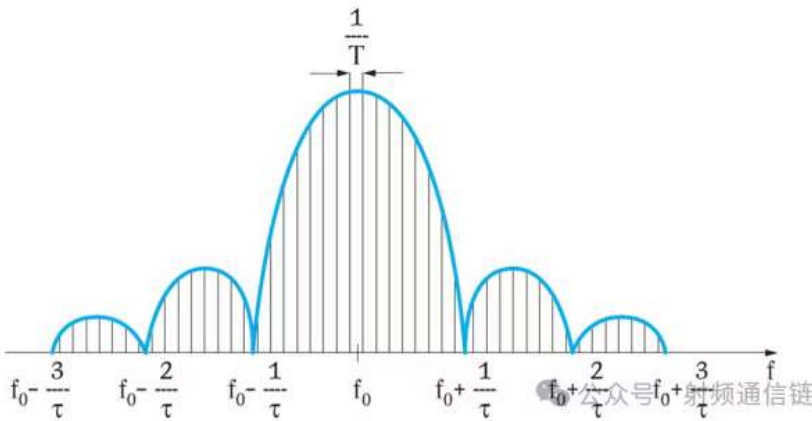
频谱仪基础：关键参数与原理

两个核心参数：RBW与VBW

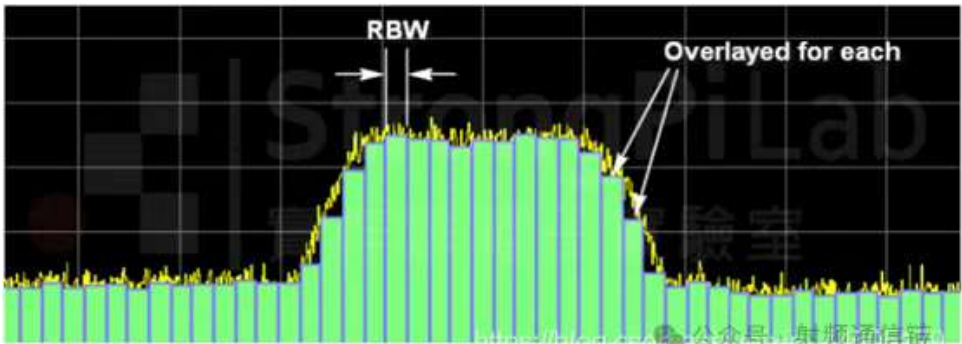
RBW（分辨率带宽）

定义：它是频谱仪中中频滤波器的3dB带宽，相当于对信号频谱进行“切割”的最小频率单位。

RBW是频谱仪中中频滤波器的3dB带宽。



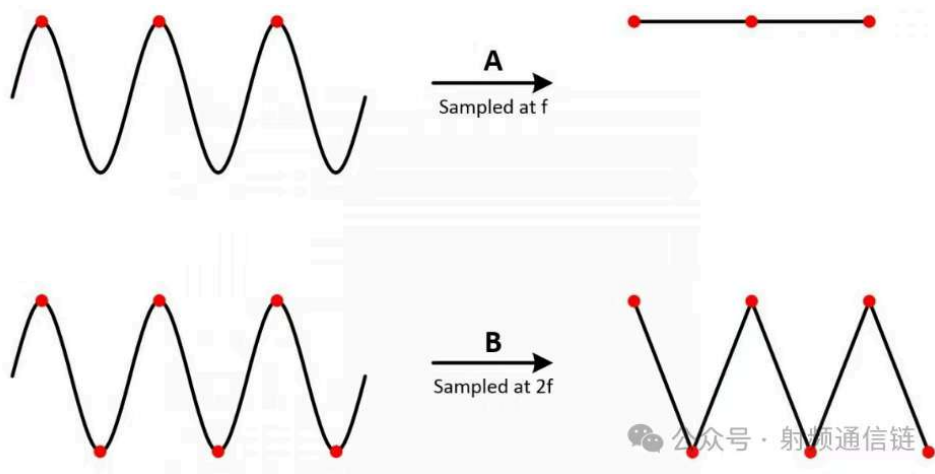
当测量分辨率带宽（RBW）设置为明显小于脉冲重复频率（ $=1/T$ ）的值，可以分辨单个谱线。



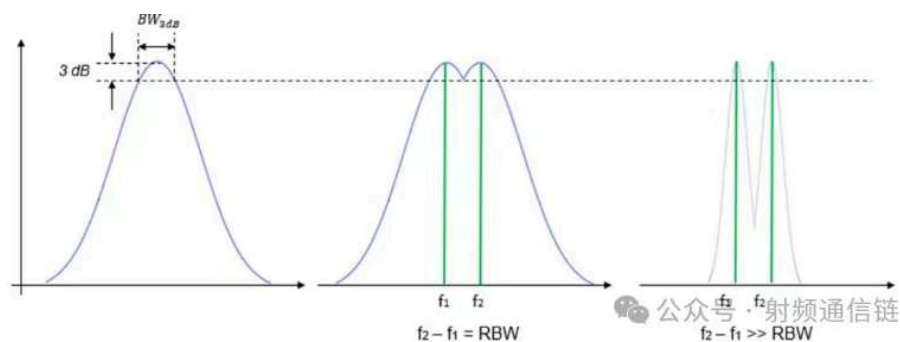
RBW 裡面的能量就是频谱中的最小频率切割

从采样的角度来说，要想区分两个信号，必须把RBW的设置要小于两个信号的间隔才能完全区分两个信号。

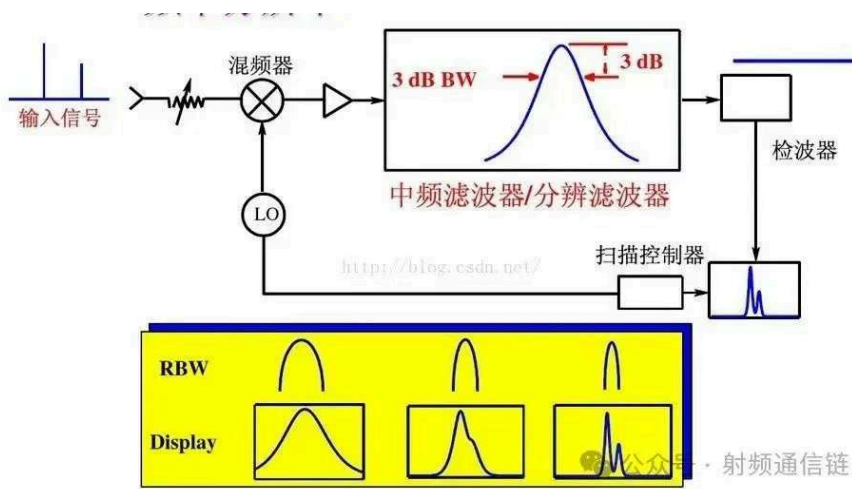
RBW的设置要小于采样的间隔，根据ADC的采样定理，数字信号如果要能够恢复模拟信号，一个周期内至少要采集两个点。



如果双音信号频间距远远小于中频滤波器的带宽，那么频谱仪是无法“分辨”出这两根谱线的，而是“误认为”是一根谱线。当频间距与中频滤波器带宽相等时，频谱仪测得的频谱将如图所示，通常认为此时为可分辨的临界点。如果将RBW设置得远远小于频间距，则可以非常清晰的将两个信号分辨出来，如图(右)所示。



举例来说一下RBW的设置怎么影响我们测试指标

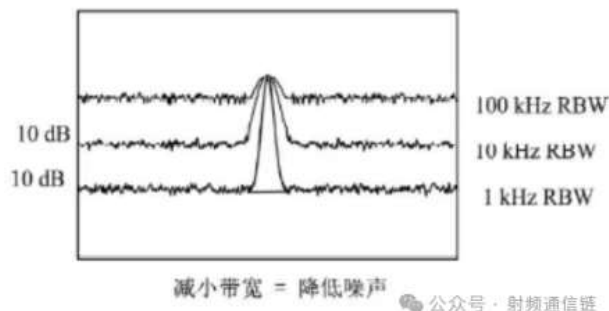


在测试一个设备有没有杂散的时候，我们通常会把RBW打的很宽，因为这样可以观测到更宽的范围。但是这时候如果近端有带外杂散，如果我们的RBW打的比较宽，可能就无法发现这个杂散。

RBW除了影响分辨率还影响什么？

底噪声影响：RBW越大，频谱仪测量到的底噪声越高。

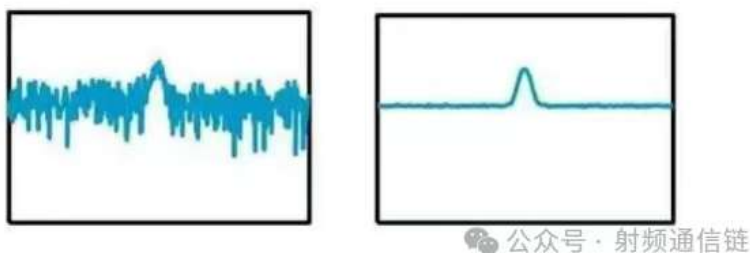
公式表明，RBW增大10倍，底噪抬高10dB（Noise Floor, rms = $-174\text{dBm/Hz} + \text{NFSA} + 10\lg(\text{RBW})$ ）。因此，减小RBW可降低噪底，提升小信号的观测能力。



VBW（视频带宽）

定义：检波后视频滤波器的带宽，用于平滑检波包络。

作用：VBW越小，测试曲线越光滑，测量精度越高。通常可根据RBW自适应调整，或在需要细腻显示时手动调小。



工作原理：超外差结构的奥秘

频谱仪多采用超外差结构，核心流程如下：

信号输入：射频信号经衰减器调整电平，避免混频器过载。

混频处理：与本振信号混频，将射频信号转换为固定中频信号，便于后续处理。

滤波与放大：中频信号通过分辨率带宽滤波器，筛选出目标频率分量并放大。

广告

全国在职研究生

NATIONWIDE ADULT UNDERGRADUATE

发布日期: 2025年4月

招生通知:

即日起, 各大学正式面向专科及以上在职人员招生, 2年制硕士, 全部学费12800元, 无需到校, 毕业证+学生证, 国家认可。

招生名额有限, 招满即止!

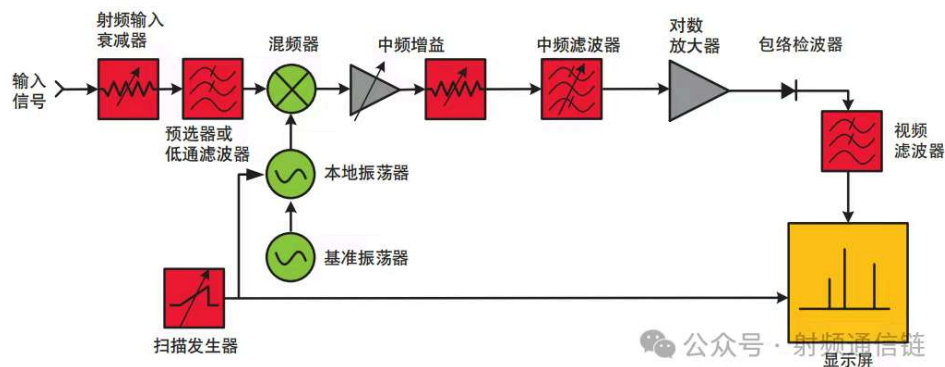
张老师教育

在职硕士=1.5年制+学费7980元（无需到校上课）

张老师教育

[查看详情](#)

检波与显示：包络检波器提取信号幅度信息，经视频滤波后在屏幕上显示频谱。



重要指标：

动态范围与灵敏度

动态范围：能同时测量的最大信号与最小信号的幅度差，受混频器非线性和底噪声限制。例如，测量谐波失真时，需确保被测信号与杂散信号均在动态范围内。

灵敏度：频谱仪能检测到的最小信号电平，取决于底噪声和噪声系数。灵敏度越高，越适合弱信号测量，如无线通信中的基站覆盖测试。

频谱仪使用全流程

开机与校准：确保测量准确

开机预热：多数频谱仪需预热15-30分钟，使内部器件稳定，尤其是本振源。

自动校准：通过内部校准信号（幅度参考信号）校准幅度精度，部分高端机型支持温度漂移自动补偿。

参数设置：精准定位信号

中心频率与扫宽

中心频率：设置为被测信号的中心频率，使信号出现在屏幕中央。

扫宽：根据信号带宽选择，若已知信号频率范围为100MHz-200MHz，扫宽可设为100MHz（起始100MHz，终止200MHz）。



RBW与VBW设置

初始设置：先粗设RBW为信号带宽的2-3倍，观察信号轮廓；再逐步减小RBW，直至信号频谱稳定。

VBW建议：通常设为RBW的1/3-1/10，如RBW=10kHz时，VBW可设为3kHz，以平衡平滑度与响应速度。

衰减器调整：根据输入信号强度，调整衰减器使信号电平在混频器线性范围内（避免压缩），通常从0dB开始逐步增加，直至信号幅度稳定。

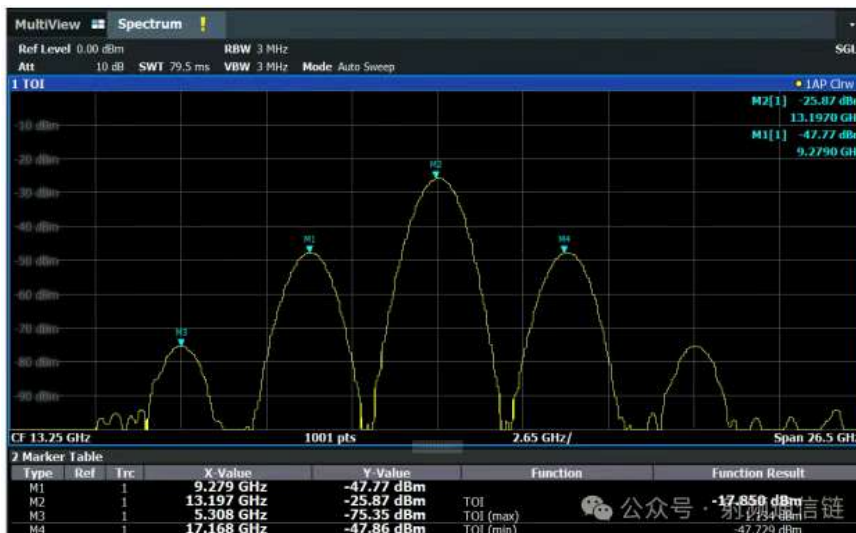
（三）信号测量：从基础到进阶

单音信号测量

- 直接读取屏幕上信号峰值的频率和幅度，注意使用峰值检波器确保最大幅度被捕获。

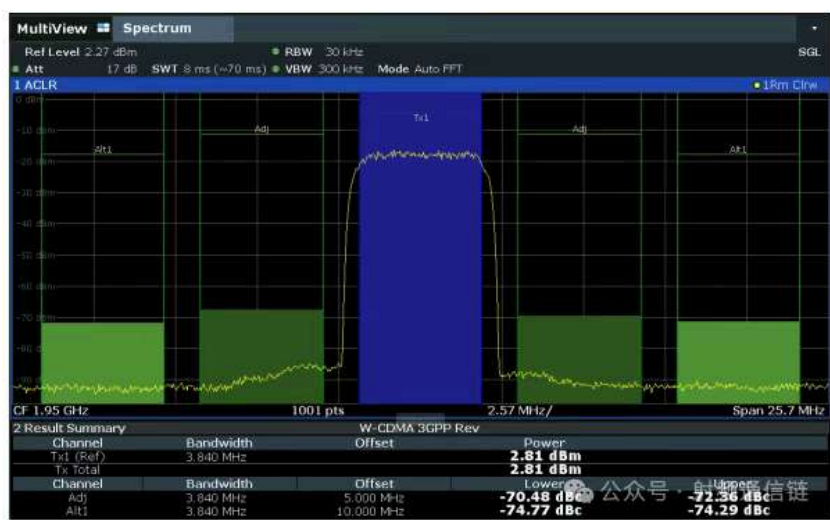
双音信号测量（互调失真）

输入两个等幅信号，设置RBW小于两信号频间距，观测中间的三阶互调产物（ $2f_1-f_2$ 、 $2f_2-f_1$ ），计算其与基波的幅度差。



邻道功率测量（ACPR）

- 针对数字通信信号，设置合适的信道带宽和频偏，利用频谱仪内置模板测试信号能量泄漏到邻道的程度。




CCDF

CCDF是直接测量和可视化信号峰均比统计特性 的最常用工具。峰均比本身是一个瞬时的或平均的概念，而CCDF则完整地展示了峰均比的概率分布。CCDF描述信号瞬时功率超过其平均功率某一特定值的概率 。用 “在多长时间” 来表述概率（更严谨的说法是 “信号在多大比例的时间内” ）非常直观。



工作太忙没时间玩游戏？挂机也能变强！

 天衍录-热门仙侠游戏

[进入小游戏](#)



相位噪声测量

连接高稳定度信号源，启用相位噪声测量功能，设置偏移频率范围，读取指定频偏处的噪声电平（dBc/Hz）。

Zero span

Zero Span 模式在频谱分析仪中是一种强大的工具，主要用于时域分析，能够帮助用户深入理解信号的特性及其在时间上的变化.可以测量功放的爬坡时间，分析信号特性等。



杂散辐射测试

杂散辐射测量用于监测放大器产生的、在指定频率范围之外的无用信号。通常，杂散辐射是在宽频率范围内进行测量的。杂散辐射测量允许用户灵活定义所有测量参数。

Spurious Emissions				
	Range 1	Range 2	Range 3	Range 4
Range Start	9 kHz	150 kHz	30 MHz	1 GHz
Range Stop	150 kHz	30 MHz	1 GHz	12.75 GHz
Filter Type	Normal(3dB)	Normal(3dB)	Normal(3dB)	Normal(3dB)
RBW	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz
VBW	3 kHz	30 kHz	300 kHz	3 MHz
Sweep Time Mode	Auto	Auto	Auto	Auto
Sweep Time	14.1 ms	29.9 ms	32.1 ms	35.3 ms
Detector	RMS	RMS	RMS	RMS
Ref Level	-10 dBm	-10 dBm	-10 dBm	-10 dBm
RF Att Mode	Auto	Auto	Auto	Auto
RF Attenuation	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
Preamplifier	Off	Off	Off	Off
Sweep Points	701	4001	32001	32001
Stop After Sweep				
Transducer	None	None	None	None
Limit Check	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute
Abs Limit Start	-30 dBm	-30 dBm	-30 dBm	-30 dBm
Abs Limit Stop	-30 dBm	-30 dBm	-30 dBm	-30 dBm

Insert before Range

Insert after Range

Delete Range

Adjust Range

公众号·射频通信链

占用带宽（OBW ）

调制信号的一个重要特性是其占用带宽，即必须包含一定百分比功率的带宽。例如，在无线通信系统中，必须限制占用带宽，以实现相邻通道中无失真的传输。

Access: "Overview" > "Select Measurement" > "OBW" > "OBW Config"

Occupied Bandwidth

X

OBW Settings

% Power Bandwidth

99.0 %

Channel Bandwidth

14.0 kHz

Adjust Settings

Search Limits

Left Limit

0.0 Hz

Right Limit

26.5 GHz

Search Limits Off

公众号 · 射频通信链

数字调制与实时分析

-数字调制分析：利用频谱仪的矢量信号分析功能解调QPSK、256QAM等信号，查看星座图、误差矢量幅度（EVM）等指标，评估调制质量。

EVM/Frequency Error/Power

Mode

CCs

Bandwidth

Cell ID

Uplink

1

100MHz

0

Input

Frequency

Ref Level

Att

13.25 GHz

0.0 dBm

10.0 dB

RF

13.25 GHz

0.0 dBm

10.0 dB

Capture Time

Max No of Slot

Source

Offset

20.1 ms

1

Free Run

0.0 s

Channel Est

Pilot&Payload

Phase Tracking

Gain Imbalance /

Quadrature Error

Off

Off

Off

Off

Signal Description

Input/Frontend

Trigger/Signal Capture

Estimation/Tracking

Demodulation

Evaluation Range

Analysis

Display Config

Use MC Filter

Demod Data

Before Descramb...

BWP

Subframe

Slot

All

All

All

Marker 1

Y Axis

Off

-90.0 ~ 30.0 dBm

Capture Buffer

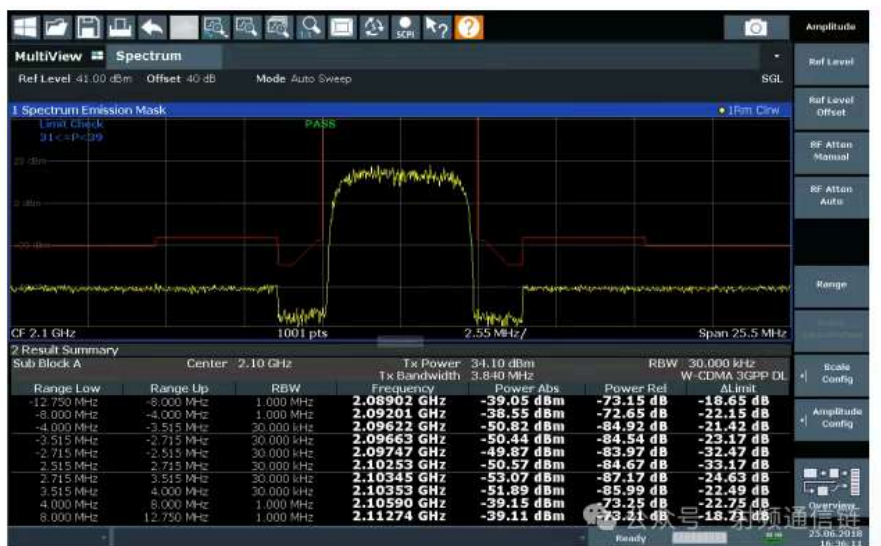
Preset Channel

Select Measurement

Specifications for 1: Capture Buffer

公众号 · 射频通信链

实时频谱分析：针对捷变信号（如雷达脉冲、跳频通信），启用实时模式捕获瞬态频谱，通过密度显示（Histogram）观察信号出现概率，避免传统扫频模式的漏测问题。



总结：

频谱仪的使用不仅是操作按钮的组合，更是对信号理论、仪器原理和工程实践的综合运用。

基础层

需掌握RBW/VBW的物理意义与设置逻辑，

应用层需熟悉各类测量场景的参数配置，

进阶层则需结合仪器特性优化测量方案（如本振稳定、预选器协同）。初学者可从单音信号测量起步，逐步尝试双音、调制信号等复杂场景，同时注重校准与误差分析

下次拿起频谱仪时，不妨带着这些思考：我是否选对了RBW？噪声对测量的影响有多大？这个杂散是真实存在还是仪器失真？带着问题探索，你将解锁更多频谱仪的隐藏技能。

最后的话

射频的学习是一个系统的学习过程，理论复杂且知识点多，书看的很多还找不到头绪。射频通信链提供专业的培训，十多年的大厂工作经验分享（产品经验丰富实用），教你如何高效的学习射频——射频入门及提高。入门针对射频小白，详细讲解射频设计与器件。

提高：射频收发系统的指标设计与分解可以系统的学习射频设计，从器件到方案，从模块到系统，全方位学习射频的设计。

相信能帮助你走的更快、更稳、更远！感兴趣扫码咨询。





皮诺曹

“ 射频工程师加油 ”

Like the Author

Reads 3912

广告

开局抽到五星李逍遥，战力+900w，全屏大招狂虐土豪！



仙剑奇侠传之新的开始

[进入小游戏](#)

1 comment(s)

Comment



Rainight 四川 12小时前

请问现代fft频谱仪的rbw和横坐标显示点pts之间有啥关系呢，一直没搞懂