

微波技术与天线实验

实验四 微波微带电路实验一_频谱分析仪的原理及应用

一、实验预习

1、频谱分析仪的原理

频谱分析仪依信号处理方式的不同，一般有两种类型：扫描调谐频谱分析仪 (Sweep-Tuned Spectrum Analyzer) 与实时频谱分析仪 (Real-Time Spectrum Analyzer)。现代实时频谱分析仪基于快速傅里叶变换 (FFT)，通过傅里叶运算将被测信号分解成分立的频率分量，达到与传统频谱分析仪同样的结果。这种新型的频谱分析仪采用数字方法直接由模拟/数字转换器 (ADC) 对输入信号取样，再经 FFT 处理后获得频谱分布图。

2、频谱分析仪中“解析带宽 RBW”和“视频带宽 VBW”对于测量信号的影响

RBW (Resolution Bandwidth) 代表两个不同频率的信号能够被清楚的分辨出来的最低频宽差异，两个不同频率的信号频宽如低于频谱分析仪的 RBW，此时该两信号将重叠，难以分辨。较低的 RBW 固然有助于不同频率信号的分辨与测量，但是低的 RBW 将滤除较高频率的信号成份，导致信号显示时产生失真。失真值与设定的 RBW 密切相关，较高的 RBW 固然有助于宽频带信号的侦测，但是这将增加噪底 (Noise Floor)，降低量测灵敏度，对于侦测低强度的信号易产生阻碍。因此适当的 RBW 宽度是正确使用频谱分析仪的重要参数。

VBW (Video Bandwidth) VBW 滤波器是包络检波器直接连接的一个低通滤波器。VBW 是检波器的信号链的带宽，它决定了频谱分析仪分辨两个不同电平的能力。比较小的 VBW 会移除噪声，使显示更为平滑。与 RBW 相似，若 VBW 小于 RBW，则 VBW 对波形的扫描时间会有较大的影响。

3、无线移动通信频谱分布

频率 (MHz)	分配/占用	用途
450-470		专用双频通信 农村无线接入
470-806		数字电视 微波接力
806-821		数字集群通信上行
√ 821-825	否	无线数据通信
825-840		中国电信CDMA上行
840-845		RFID专用
845-851		微波接力
851-866		数字集群通信下行
√ 866-870	否	无线数据通信
870-885		中国电信CDMA下行
885-890		铁路E-GSM上行
890-909		中国移动GSM上行
909-915		中国联通 GSM上行
915-917		ISM无许可
917-925		立体声广播
925-930		RFID专用
930-935		铁路E-GSM下行
935-954		中国移动GSM下行
954-960		中国联通 GSM下行
960-1215		航空导航
1215-1260		科研、定位、导航
1260-1300		空间科学、定位、导航
1300-1350		航空导航 无线电定位
1350-1400		无线电定位
1400-1427		卫星地球勘探
1427-1525		点对多点微波系统
1525-1559		海事卫星通信
1559-1626		航空、卫星导航
1626-1660		海事卫星通信
1660-1710		气象卫星通信 无绳电话
1710-1725		中国移动GSM上行
√ 1725-1745	否	FDD

二、实时频谱分析仪的使用

1、88~108MHz 的调频广播电台信号的搜寻与解调

频谱分析仪接拉杆天线，拉杆天线全部拉出，长度约 0.8 米左右点击菜单栏设置” setup—settings “功能，在频谱设置窗口选择 “Freq&Span” 标签页，频谱分析仪观测起始频率 “start” 设置为 88MHz，终止频率 “stop” 设置为 108MHz 幅度设置点击自动幅度设置 “autoscale”，按钮此时可以看多个调频广播电台信号分布在不同频率上。点击标记 “markers—peak” 功能可以找到幅度最大的一个广播电台信号。点击标记 “markers—markerstocenter” 功能将该广播电台信号频率置于屏幕中心位置，设置频率观测跨度 “span” 为 500kHz。

点击 “setup—audio” 功能，点击 “run” 按钮，启动 RSA306 频谱分析仪音频解调功能，可以解调收听到该电台广播的音频信号。注意观察电台调频信号频谱随调制音频信号变化情况。

将不同频率的广播电台信号移至屏幕中心位置，解调收听到该电台厂播的音频信号。

2、2.4~2.485GHz 的蓝牙短距信号频谱的观察

将频谱分析仪观测起始频率“Start” 设置为 2.4GHz，终止频率“Stop” 设置为 2.485GHz。在频谱设置窗口选择“Scale” 标签页，在该页面垂直 Vertical 区域，位置“Position” 设置合适的数值（通常为-20dBm 左右），使频谱轨迹位于显示窗口的中部。打开手机或蓝牙设备的蓝牙功能，使其处于蓝牙设备搜索状态，蓝牙设备靠近天线。

可以观察到蓝牙设备在全波段各信道搜索的跳频信号。由于蓝牙信号是跳频信号，信号在一个频率上的驻留时间很短。信号跳跃显示无法观测。此时可利用频谱分析仪的最大值保持“Max Hold” 功能。方法为：在频谱设置窗口选择“Traces” 标签页，在“Trace ” 一下拉菜单中，选择第二条轨迹 Trace2，勾选“Show”，在显示功能“Function” 下拉菜单中，选择“Max Hold” 功能。此时，显示窗口出现两条频谱轨迹，蓝色显示的就是频谱的最大值轨迹。

3、800MHz~2.4GHz 的手机通信信号频谱的观察

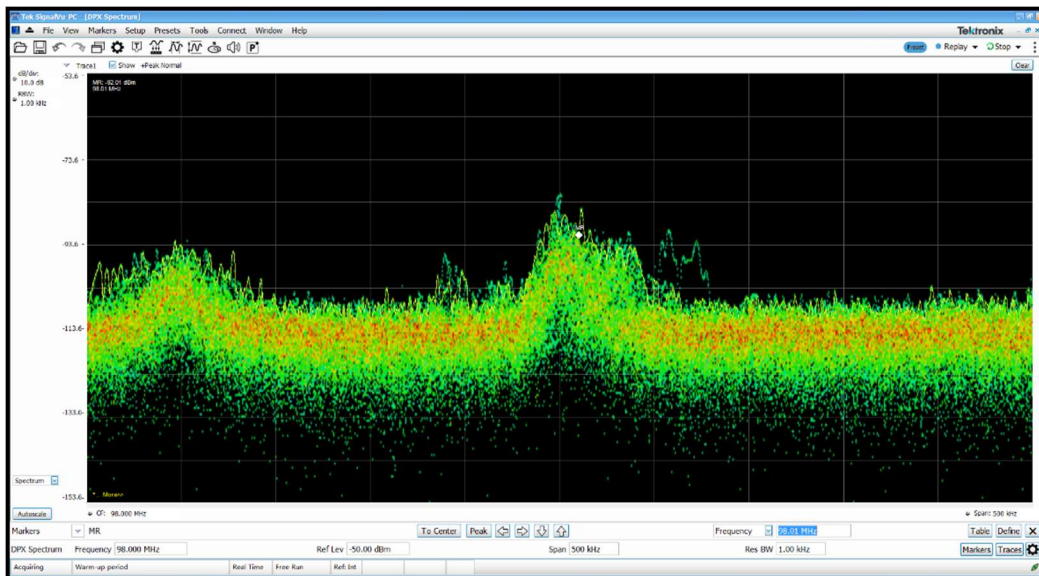
手机通信信号分上行（手机发射至基站）信号和下行（基站发射至手机）信号。国家分配给各运营商的频率各不相同 按照频率范围，结合自己的手机情况设置频谱分析仪观测起始频率和终止频率，幅度设置点击“Autoscale” 按钮，即可看到该频段的信号频谱图。在频谱设置窗口选择“Scale” 标签页，在该页面 Vertical 区域，位置“Position” 设置合适的数值，使频谱轨迹位于显示窗口的中部。下行（基站发射至手机）信号可以看到，拨打手机可以看到上行（手机发射至基站）信号。由于手机信号均采用复杂的数字调制多址复用方式，频谱复杂，变化较快。可以利用最大值保持“Max Hold” 功能。观测其最大占用带宽等指标。

三、频谱分析仪中“解析带宽 RBW” 和“视频带宽 VBW” 对于测量信号的影响

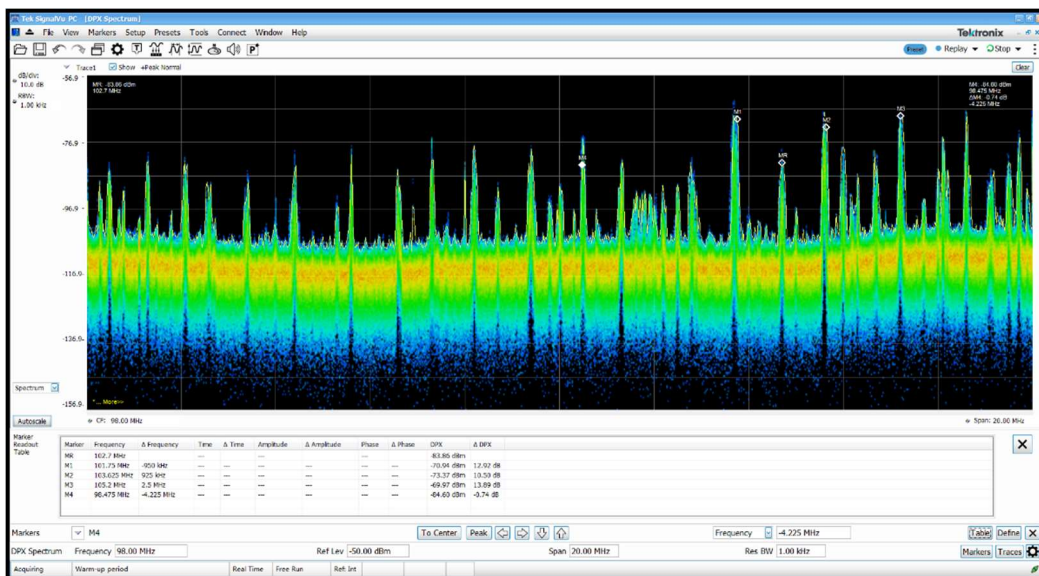
解析带宽 RBW 是用于区分两个不同频率的信号，较低的 RBW 可以有助于不同频率信号的分辨与测量，但是将滤除较高频率的信号。较高的 RBW 有助于宽频带信号的侦测，但是会增加噪底，降低测量灵敏度，对于侦测低强度的信号易产生阻碍。视频带宽 VBW 是峰值检波后的滤波器带宽，主要是使测试信号更加圆滑，当观测的信号需要更精细的时候，则需要减少。

四、实验记录及分析

1、88~108MHz 的调频广播电台信号的搜寻与解调



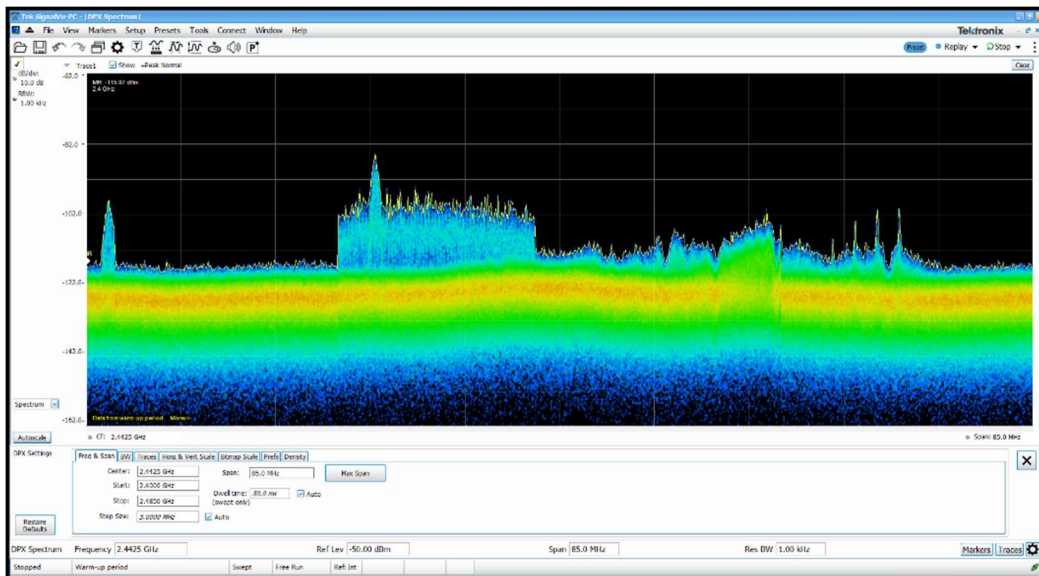
“span” 为 500kHz 时的图像



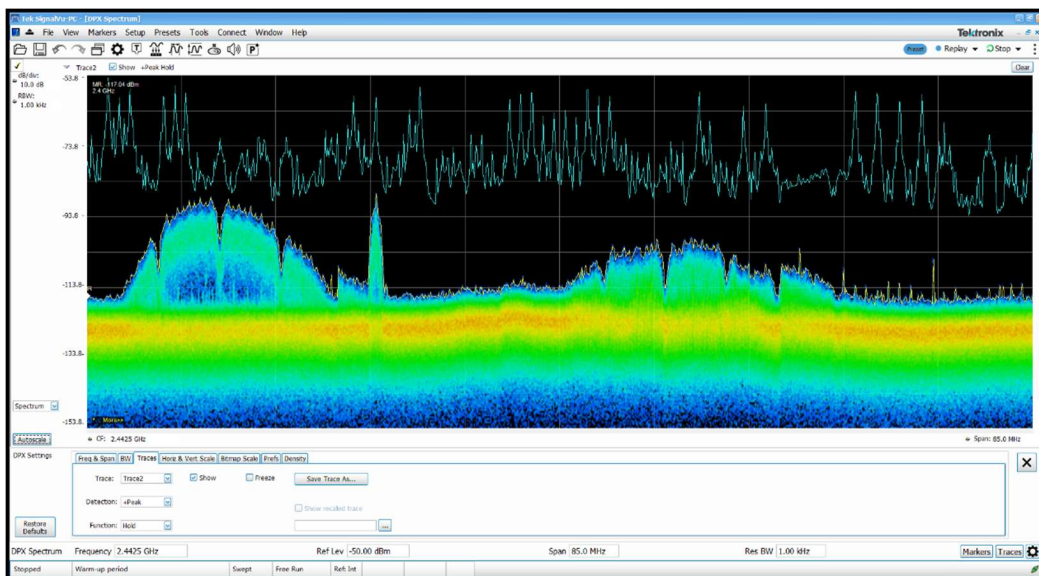
5 个不同的频谱峰值及其对应的电台频率

图中出现了多个峰值，调到不同的频率都能听到对应的电台广播。

2、2.4~2.485Ghz 的蓝牙短距信号频谱的观察



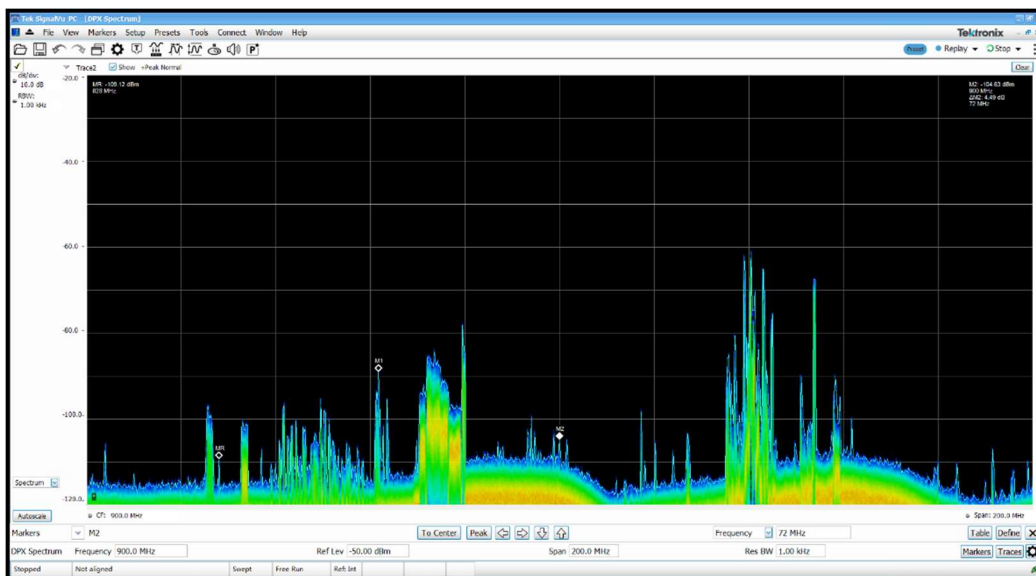
上图为无蓝牙信号时的图像



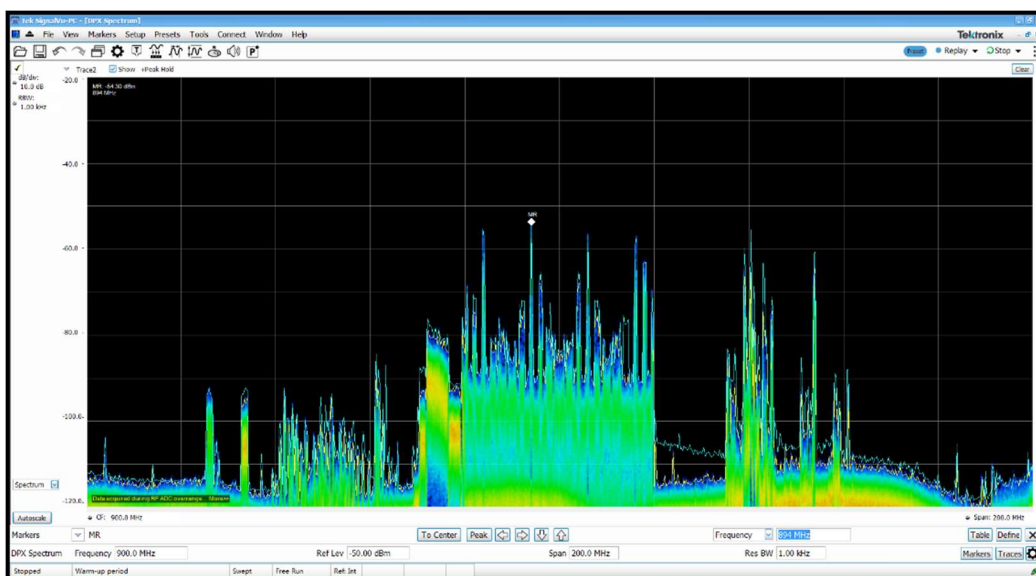
上方的曲线记录下了跳频信号曾达到的最大值

可见从 2.4~2.485GHz 频率，都有蓝牙短距信号频谱的存在。观察蓝色线，可以看到全波段各信道搜索的调频信号。

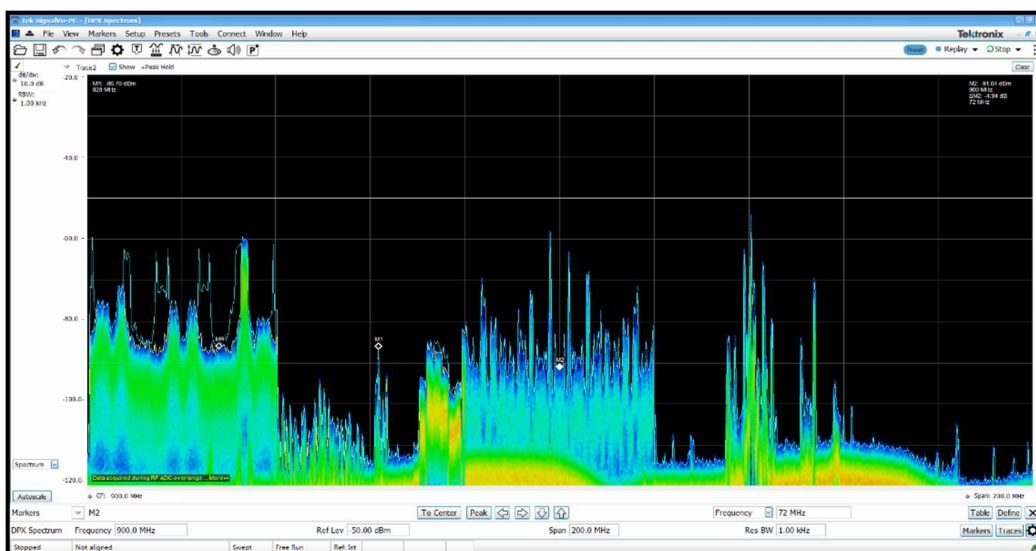
3、800MHz~2.4GHz 的手机通信信号频谱的观察



这是拨号之前的图像

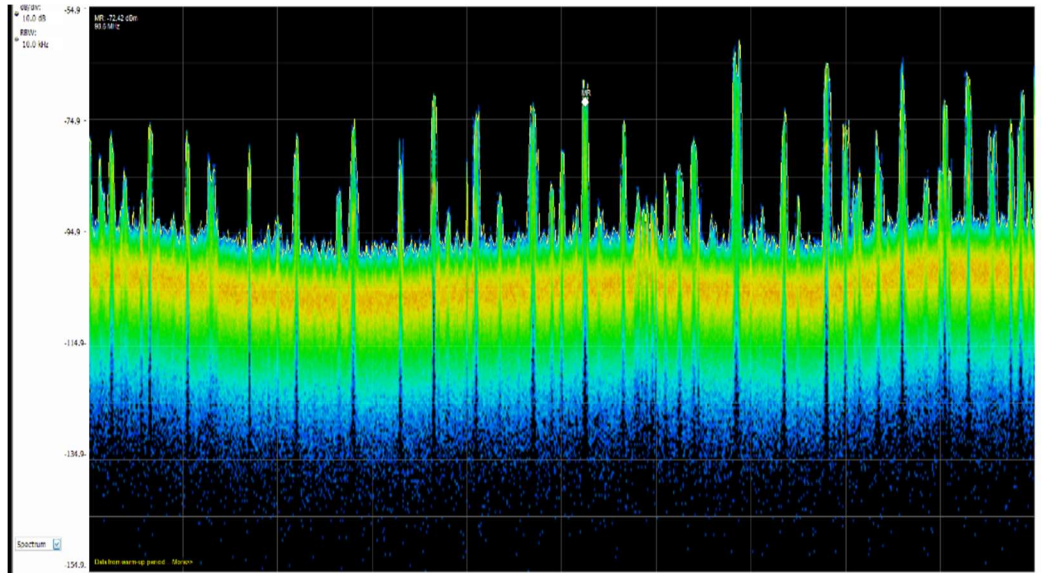


用移动手机拨号后可以观察到在 894Mhz 有高峰值，而在 870MHz 左右有另一个高峰值分别是上行和下行信号；

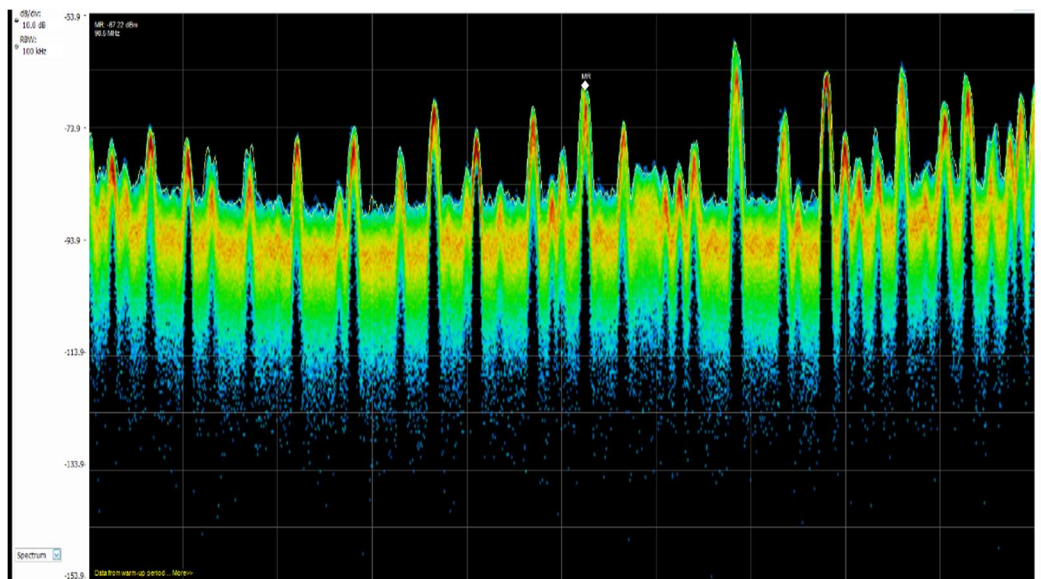


用电信手机拨号后可以观察到在 830MHz 左右有高峰值,而在 870MHz 左右有另一个高峰值,分别是上行和下行信号。

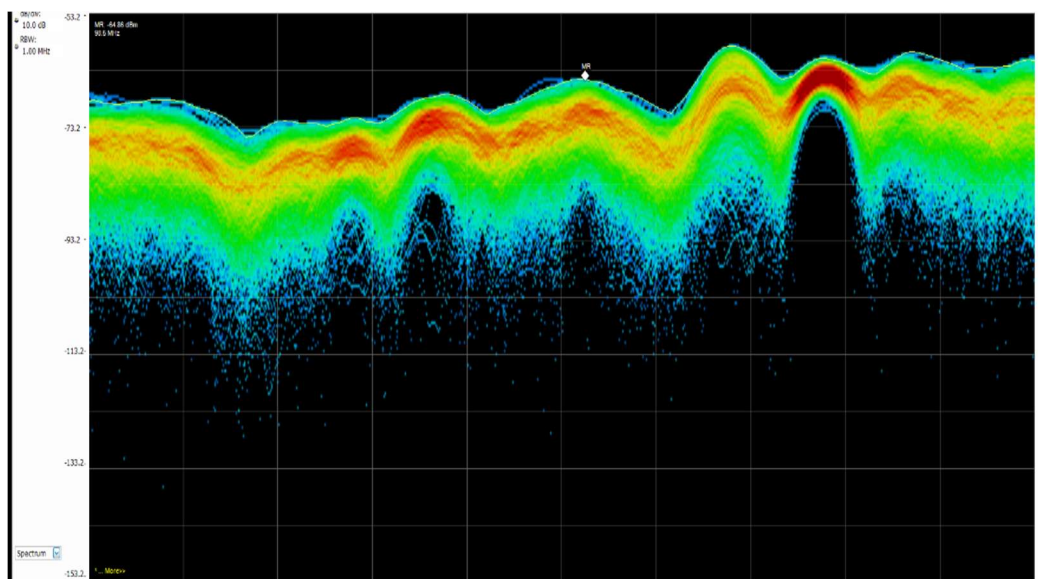
4、取不同的 RBW 对波形的影响



RBW 为 10K



RBW 为 100k



RBW 为 1M

参考左侧的刻度线，可看出随着 RBW 的增大，测量出来的波形幅度也在增大，同时，波形更为平滑，证明预习查询的理论：较低的 RBW 有助于不同频率信号的分离，灵敏度大，同时噪声也比较多，较高的 RBW 波形较为平滑，忽略了很多小的噪声，但是也导致灵敏度小，有些小信号无法检测出来。

六、实验体会

实验完成比较顺利，谢谢蒋老师指导！