

频谱分析

讲座

电子科技大学微波工程系

频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

频谱分析仪基础

频谱仪发展史

粗略扫中频的频谱监视器

扫本振的全景接收机

智能频谱分析仪

多功能频谱分析仪

高性能频谱分析仪

频谱仪主要用途

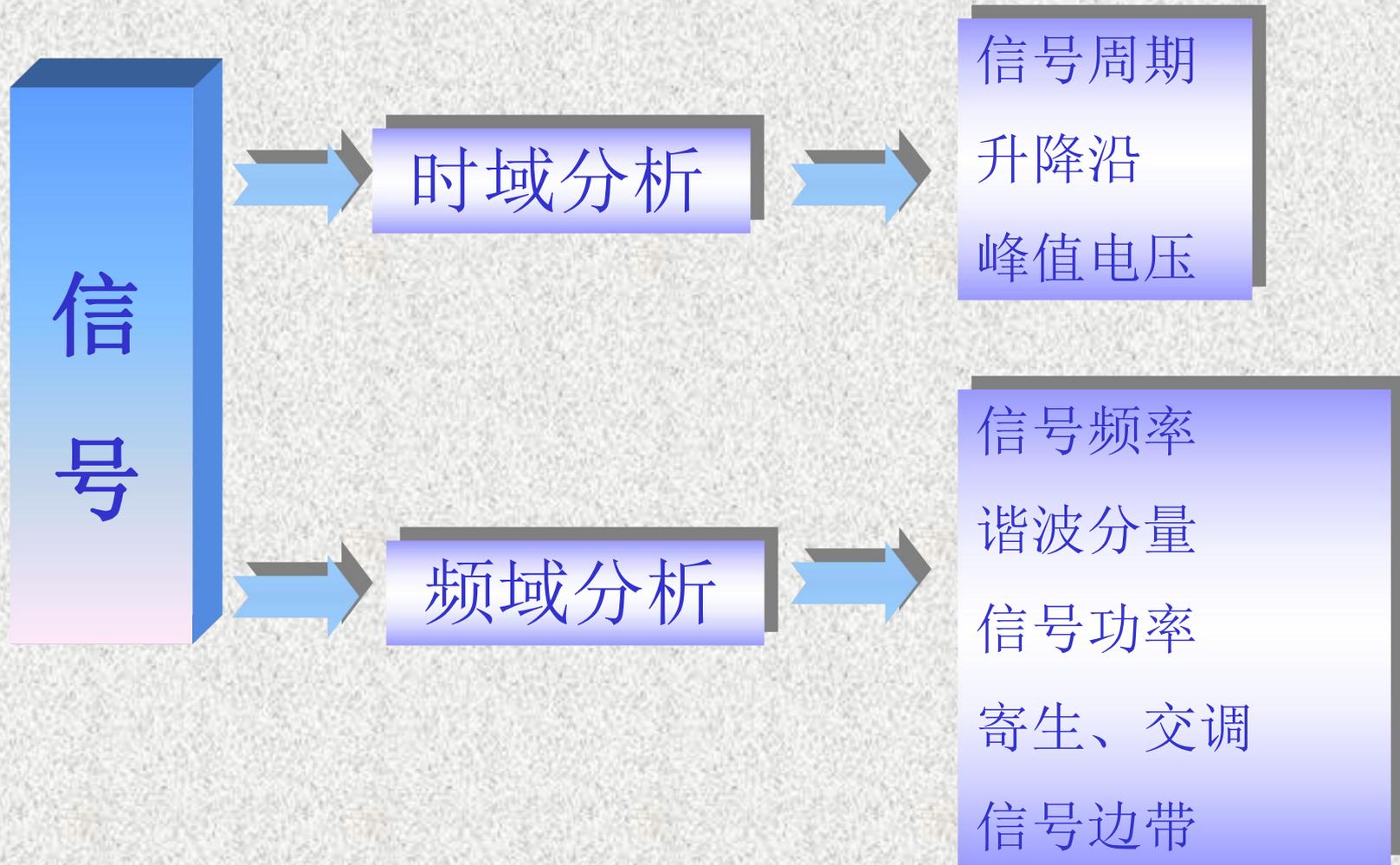
微波通信网络

雷达、导航、电子对抗

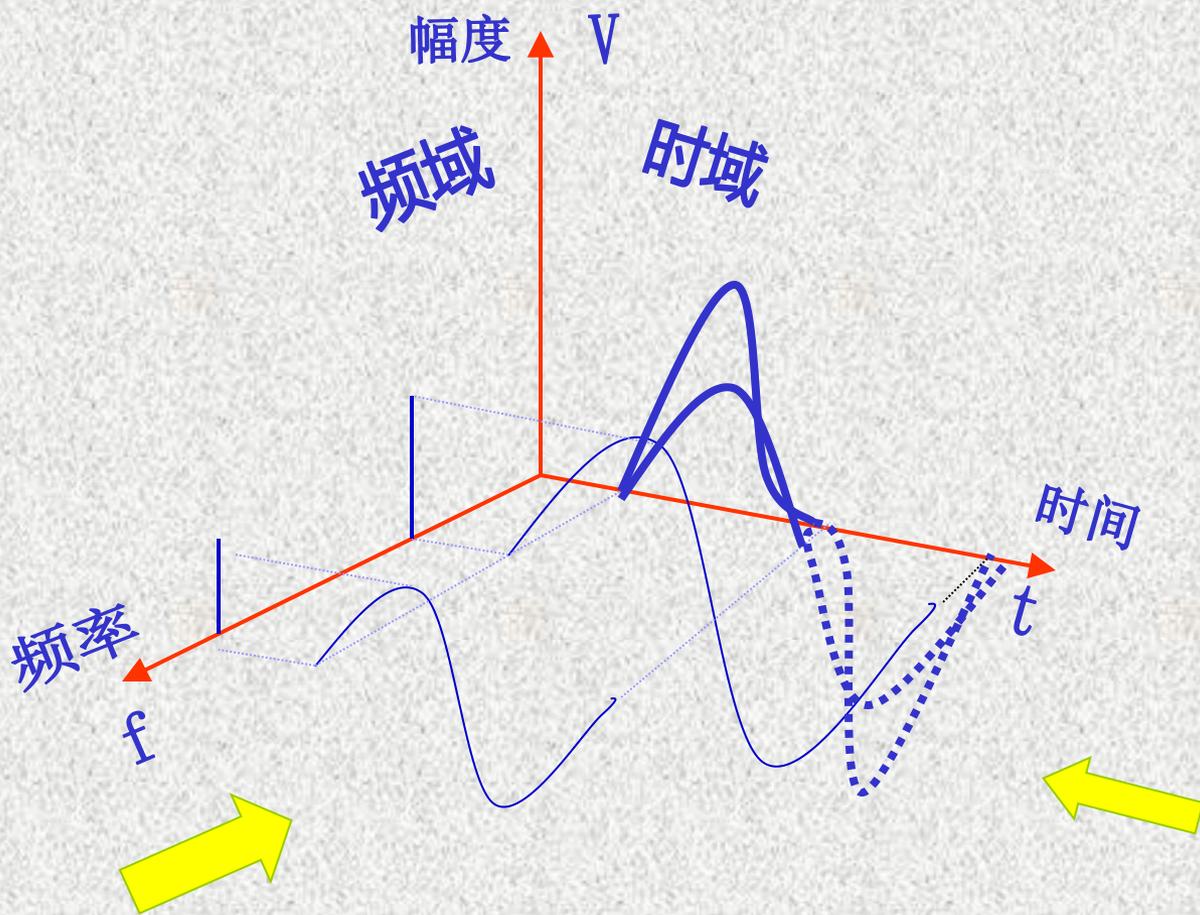
频率管理

信号监测

频谱分析仪基础



频谱分析仪基础

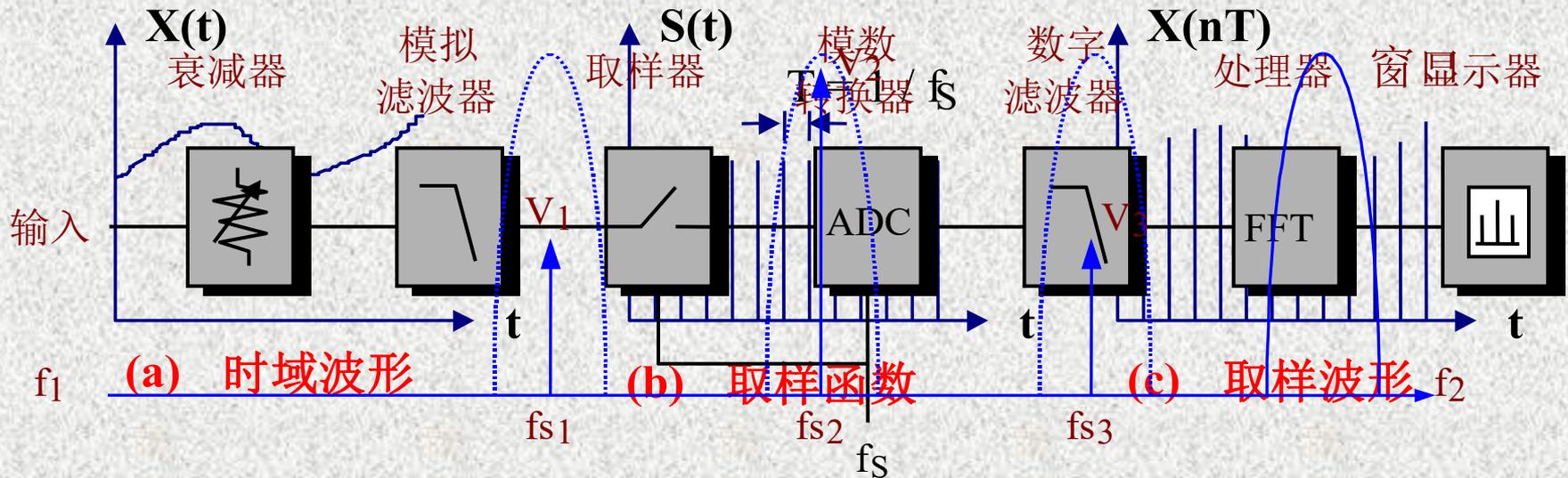


频谱分析仪基础

信号频谱分析

动态信号分析仪

频谱分析仪



频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

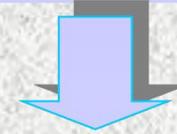
8、频谱仪基本使用

频谱分析仪基本概念

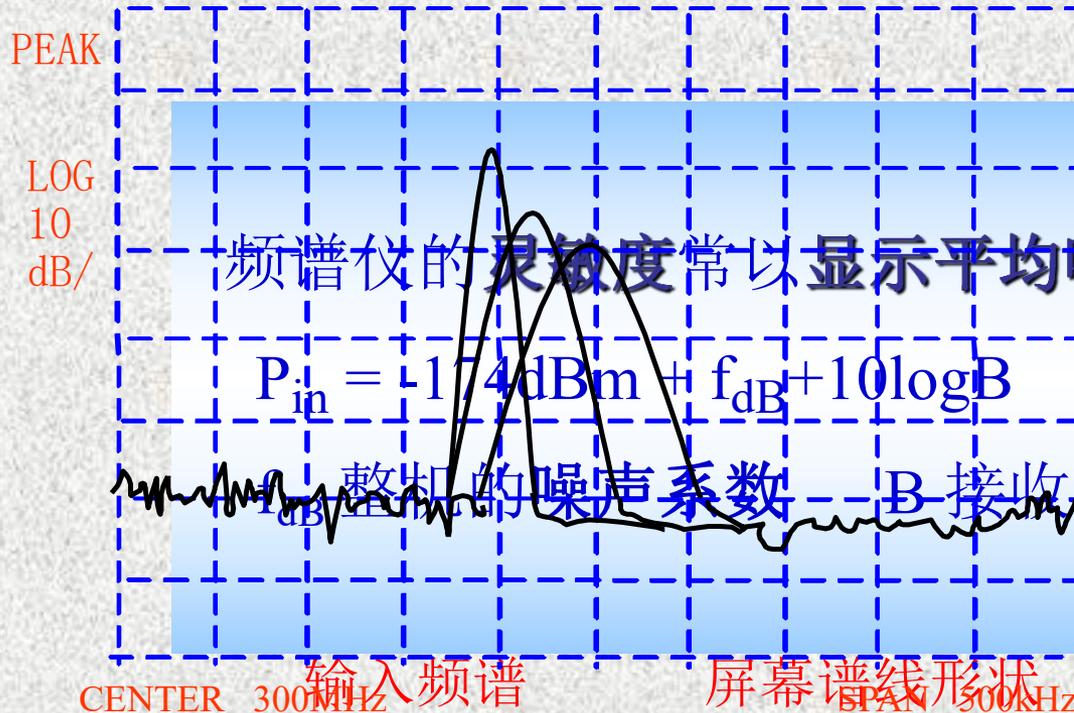
分辨率

灵敏度

扫速



REF 0 dBm ATTEN 10dB



CENTER 300MHz

SPAN 500kHz

#RES BW xx MHz

#VBW xxMHz

SWP xx msec

当 $VBW \geq RBW$ 时:

$$ST \geq K * SPAN / (RBW)^2$$

当 $VBW \leq RBW$ 时:

$$ST \geq K * SPAN / (RBW * VBW)$$

同步调谐滤波器 $K > 2.5$

数字滤波器 $K < 1$

分辨率太低图形

频谱仪的灵敏度常以显示平均噪声电平来表示

$$P_{in} = -174 \text{ dBm} + f_{dB} + 10 \log B$$

1dB 整形的噪声系数

B 接收机

的3dB中频带宽

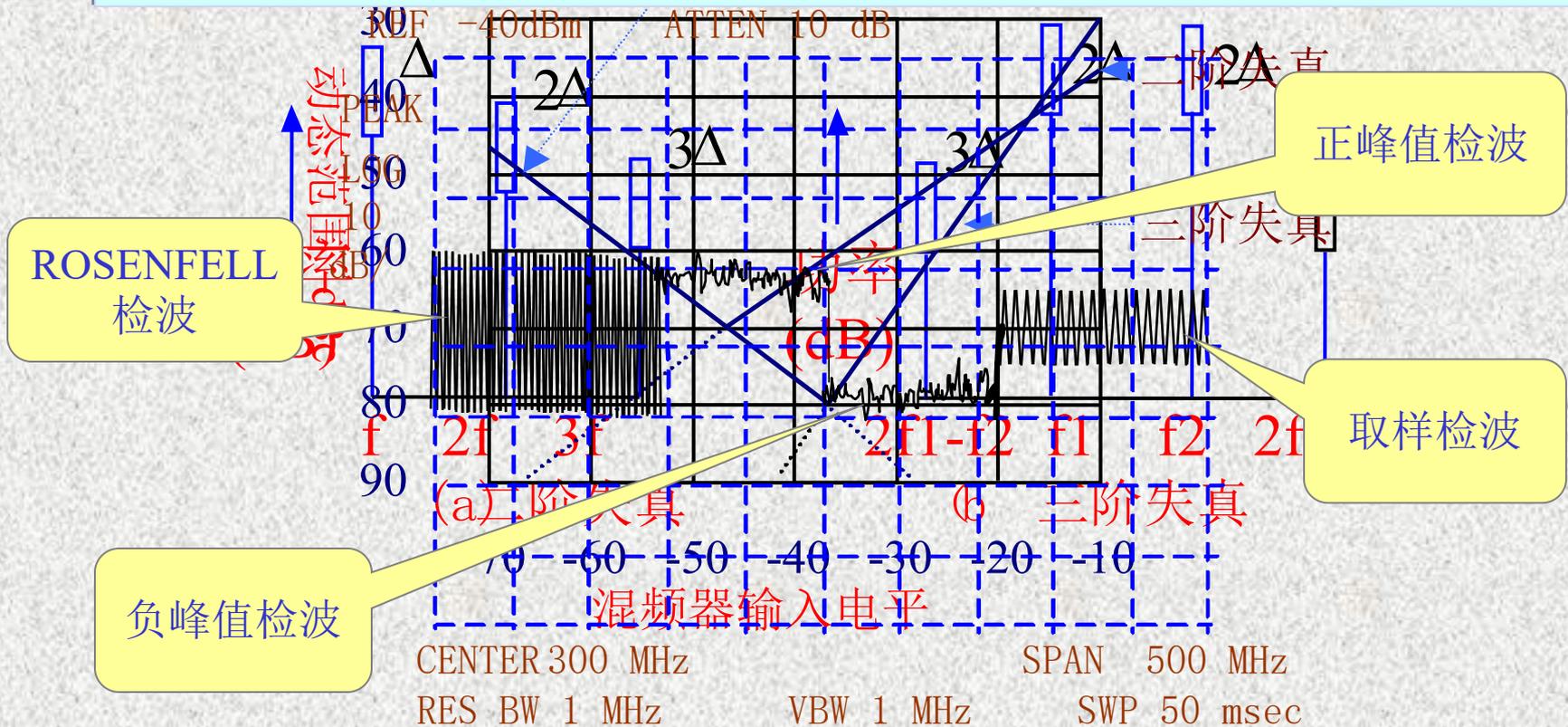
频谱分析仪基本概念

信号失真

动态范围

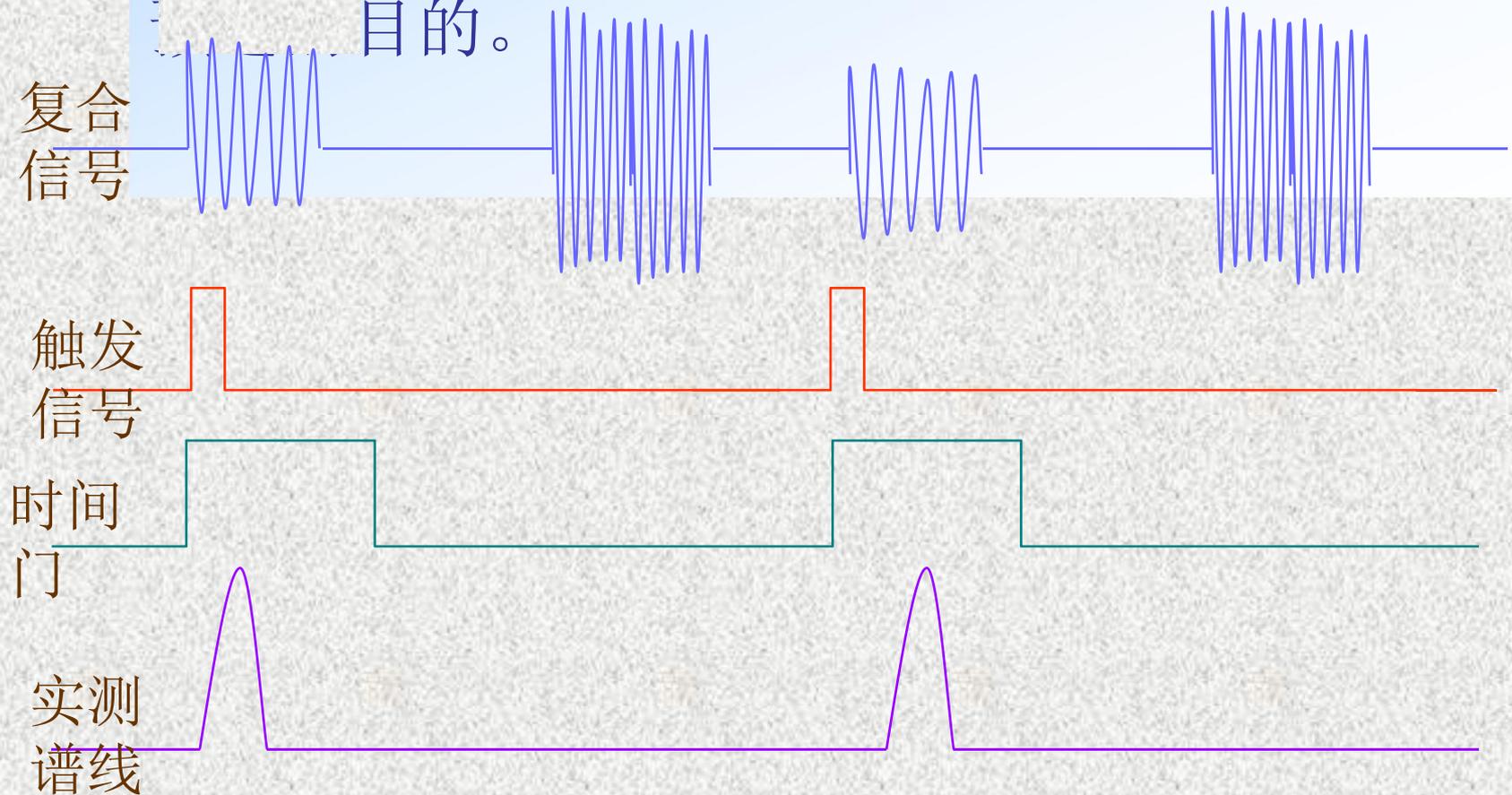
视频检波

中频信号频谱仪经包络检波器后有四中视频检波方式



预选器的特点：

预选器为带通滤波器，其3dB带宽为定值，但中心频率是随流过自身的电流来改变的，频率范围为2GHz~26.5GHz。它与本振同步调谐，对带外信号像响应有很好的抑制，达到对被测信号的目的。



频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

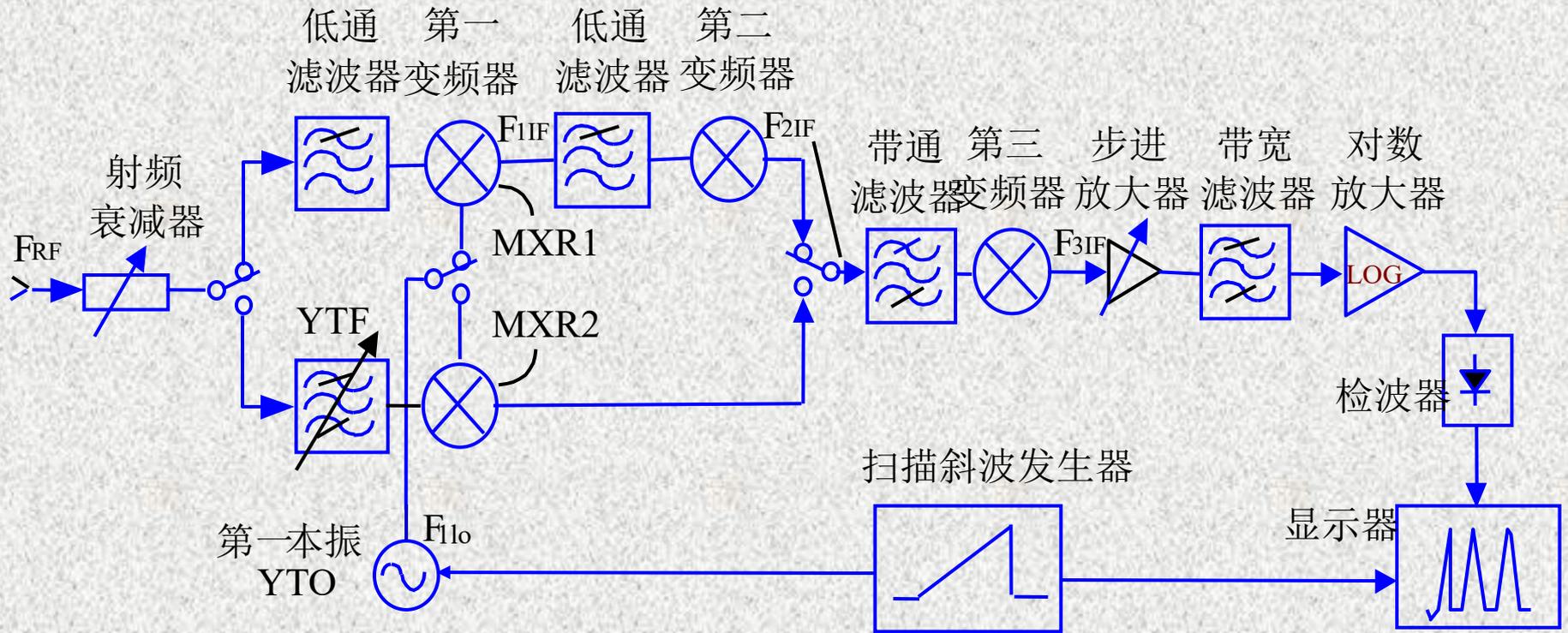
5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

频谱分析仪基本原理实现



频谱分析仪基本原理实 现

频率读出准确度



开环本振频谱仪

锁频本振频谱仪

合成本振频谱仪

信号分辨率带宽



LC 滤波器

晶体滤波器

有源滤波器

数字滤波器

频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

频谱分析仪基本指标

产品型号	AV4031	AV4032	AV4033	HP8593E
生产厂家	电子第41所	电子第41所	电子第41所	美国HP公司
频率范围	50kHz~22GHz	9kHz~26.5GHz	9kHz~26.5GHz	9kHz~22GHz
频率读出	±5MHz	±510Hz 1GHz处	±10Hz 1GHz处	±510Hz 1GHz处
分辨率带宽	1kHz~3MHz	30Hz~3MHz	1Hz~3MHz	30Hz~3MHz
噪声边带	-95dBc/Hz	-105dBc/Hz	-113dBc/Hz	-105dBc/Hz
显示范围	80dB	80dB	100dB	80dB
频率响应	±2dB	±1.5dB	±1.5dB	±1.5dB
噪声电平	-107dBm	-125dBm	-140dBm	-127dBm
卡读写器	无	有	无	有
功能扩充	无	有	无	有

频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

频谱分析仪基本测量

基础测量

被测量信号的频率

被测量信号的功率

直接设置

设置测量范围

基础：对被测信号自身应有一定的了解。

一般：对被测信号应知道所在的频段范围内。

高级：对被测信号一无所知。

大范围内搜索

频谱分析仪基本测量

调制信号测量

调幅信号

调频信号

脉冲信号

扫频测量

时域测量

FFT变换

频域测量

Bessel函数法

Haberly法

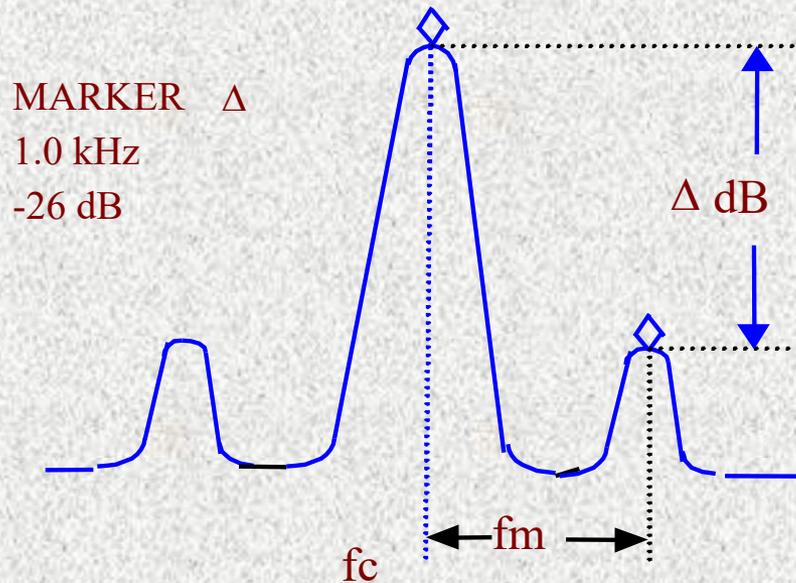
窄带测量

宽带测量

频谱分析仪基本测量

调幅信号

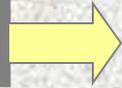
扫频方法测量调幅信号



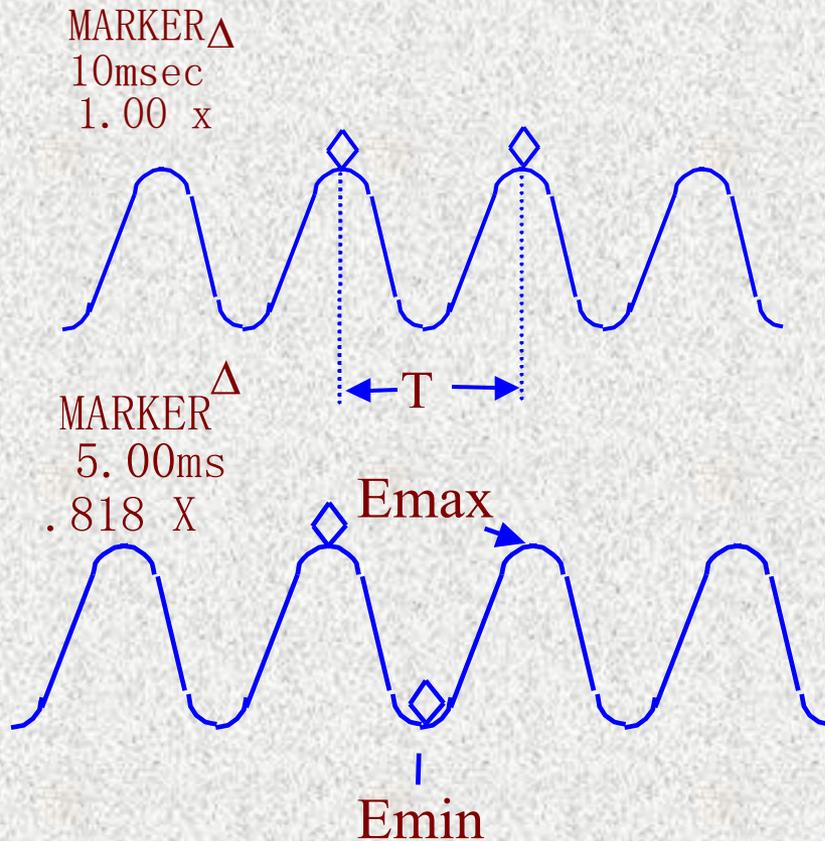
$$AM\% = 200 \cdot 10^{-\left(\Delta dB / 20\right)}$$

频谱分析仪基本测量

调幅信号



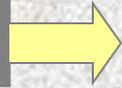
时域方法测量调幅信号



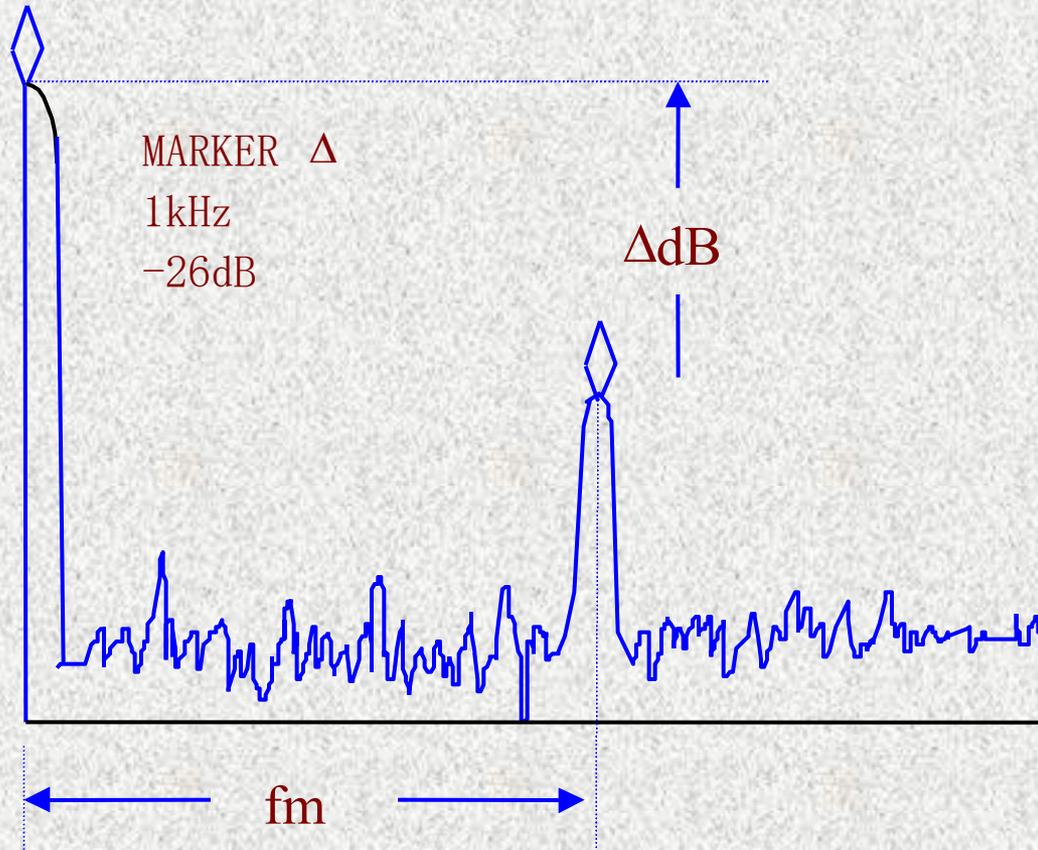
- 最宽的分辨带宽
- 最宽的视频带宽
- 线性方式显示
- 零扫宽

频谱分析仪基本测量

调幅信号

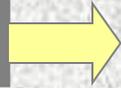


FFT变换测量调幅信号



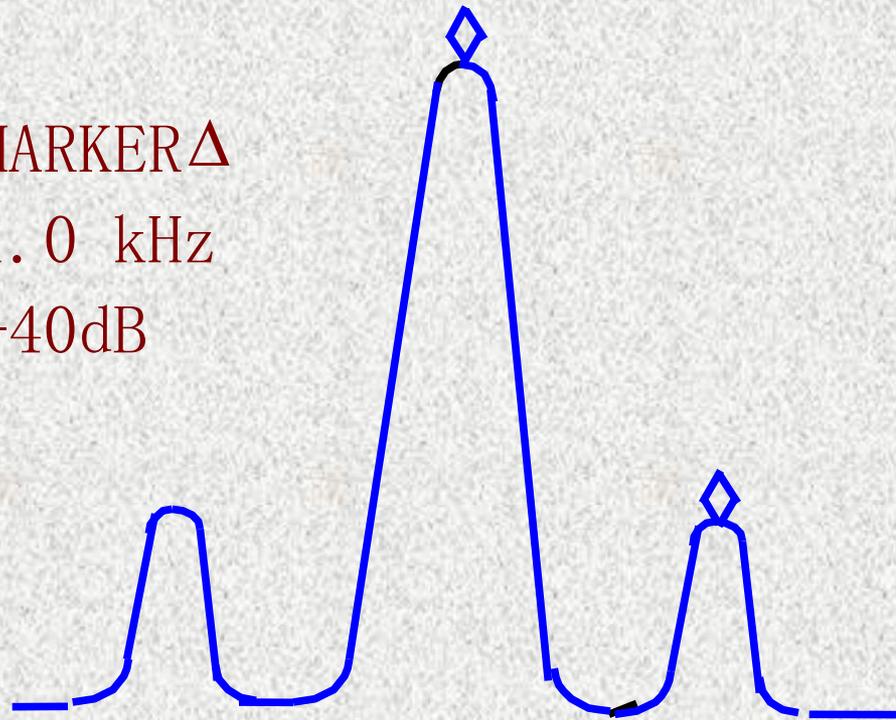
频谱分析仪基本测量

调频信号



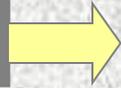
频域法测量调频信号

MARKER Δ
1.0 kHz
-40dB

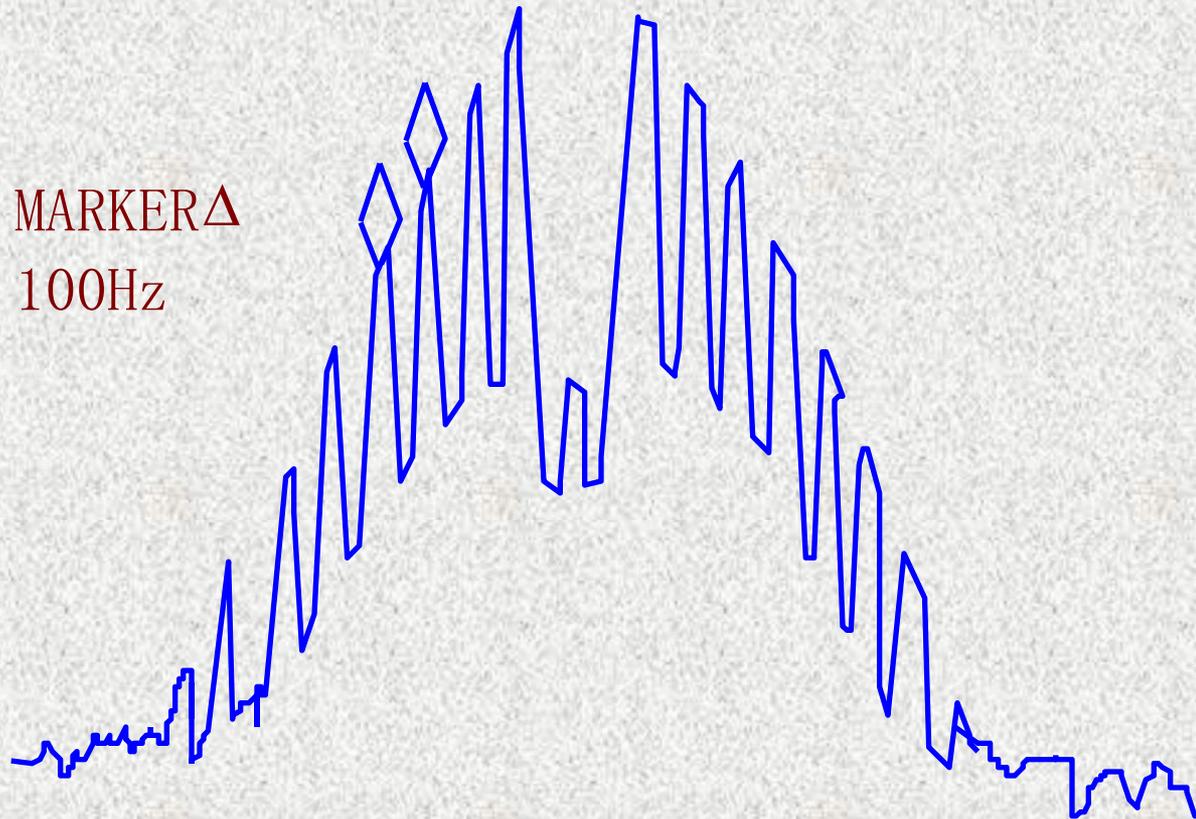


频谱分析仪基本测量

调频信号



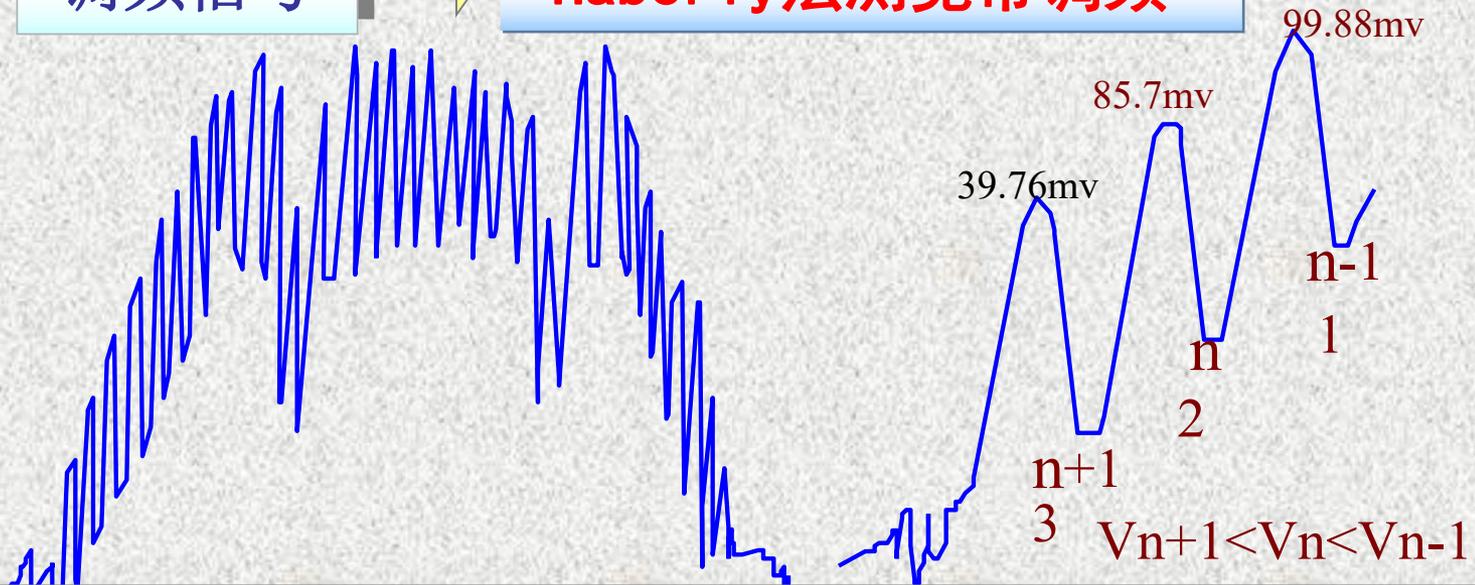
Bessel 函数法测调频信号



频谱分析仪基本测量

调频信号

Haberly法测宽带调频



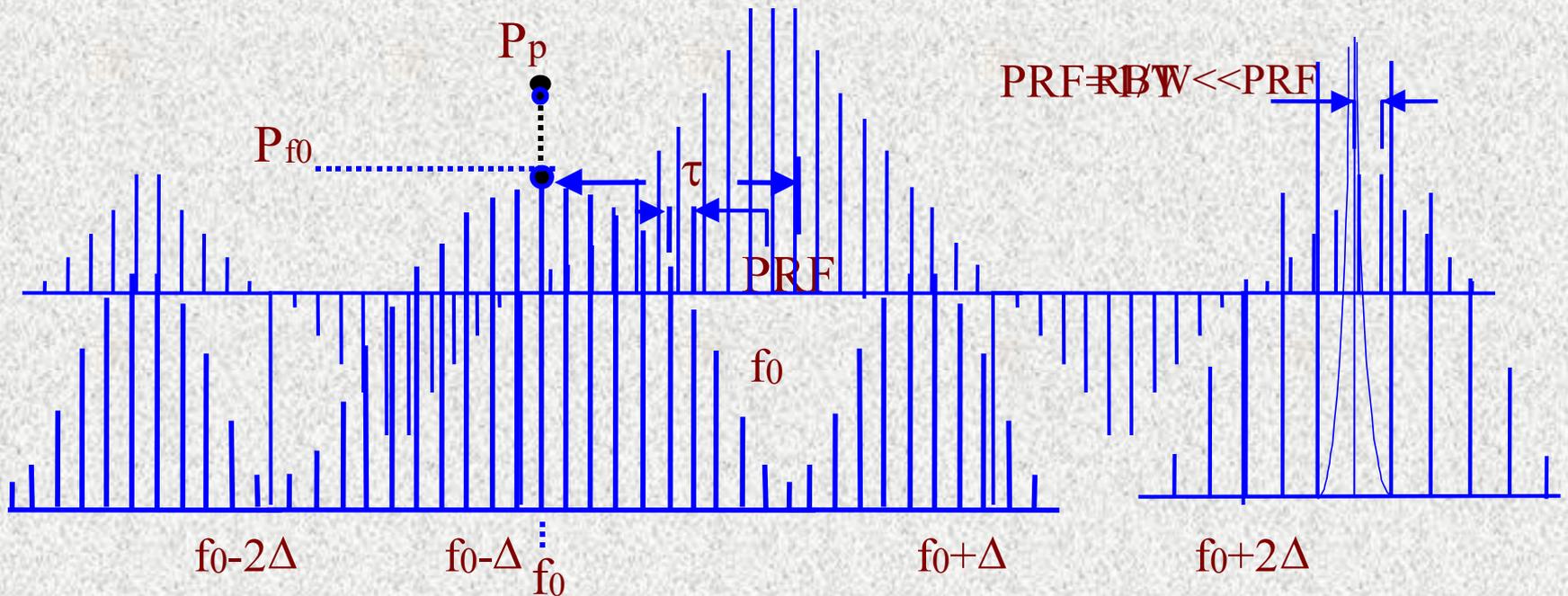
按照规则计算宽带调频参数：

- 寻找三个邻近边带，其幅度随距载波愈远而依次减小
- 对数方式，用电压单位
- 从离开载波算起确定N值，第一对边带N=1，第二对N=2
- $\beta = 2n V_n / (V_{n-1} + V_{n+1})$

频谱分析仪基本测量

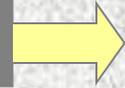
脉冲调制信号

脉冲调制窄带测量



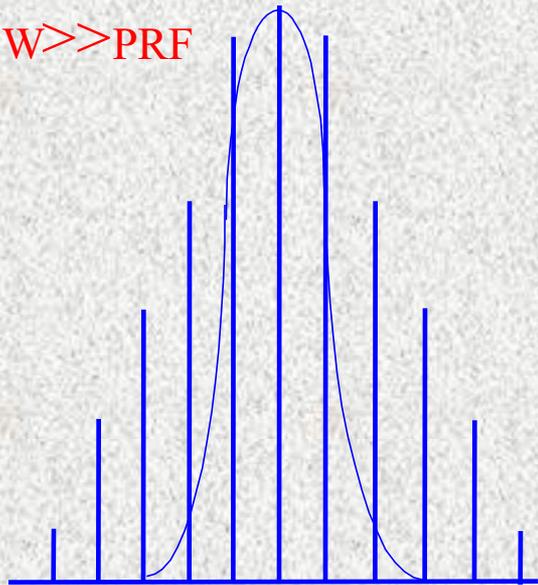
频谱分析仪基本测量

脉冲调制信号

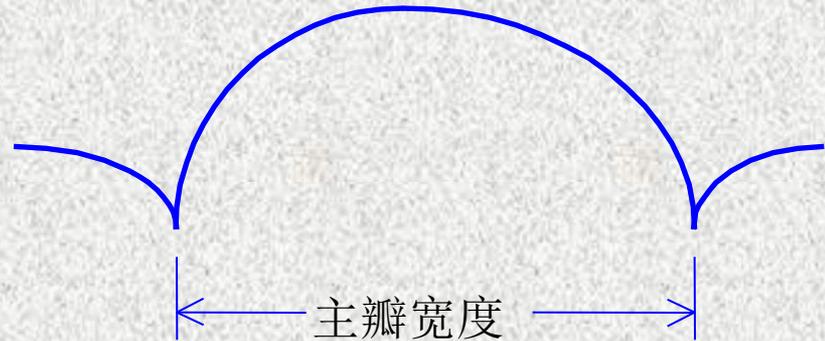


脉冲调制宽带测量

RBW >> PRF



$$T = \frac{1}{\frac{\text{主瓣宽度}}{2}}$$



频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

频谱分析仪误差分析

频率准确度

- 频率参考的稳定度和准确度
- 本振的线性度
- 扫描时间准确度
- 中频带宽滤波器的中心
- 剩余调频
- 显示分辨率

频谱分析仪误差分析

幅度准确度

- 标度准确度
- 输入衰减器准确度
- 参考电平准确度
- 频响平坦度
- 分辨带宽切换误差
- 预选器（YTF）跟踪
- 各种失真

频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

5、频谱仪基本测量

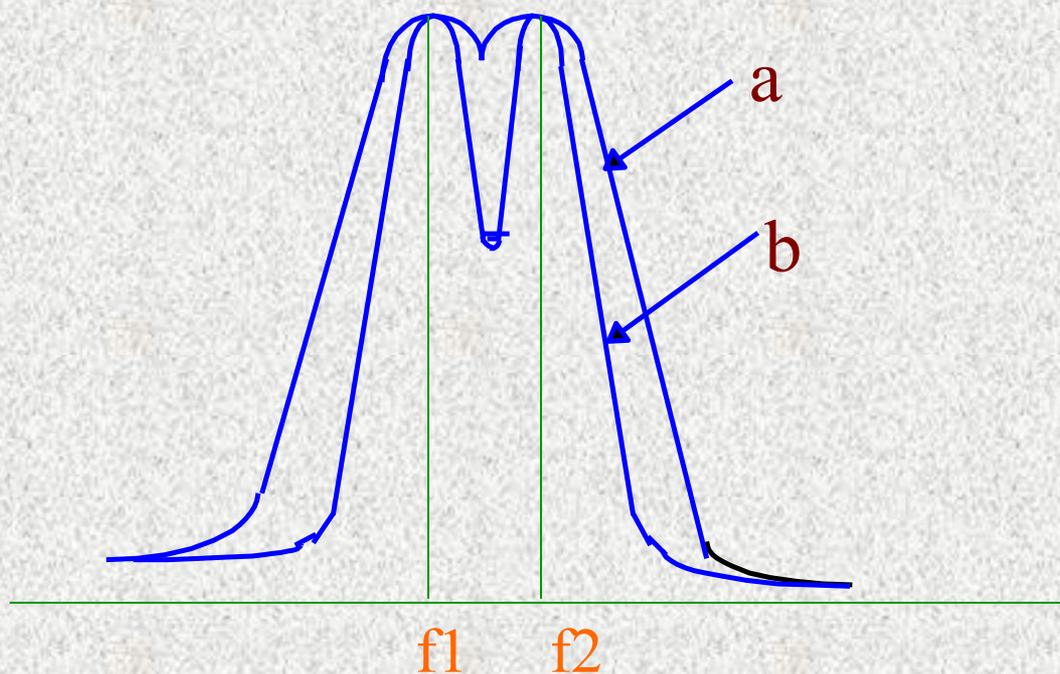
6、频谱仪误差分析

7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

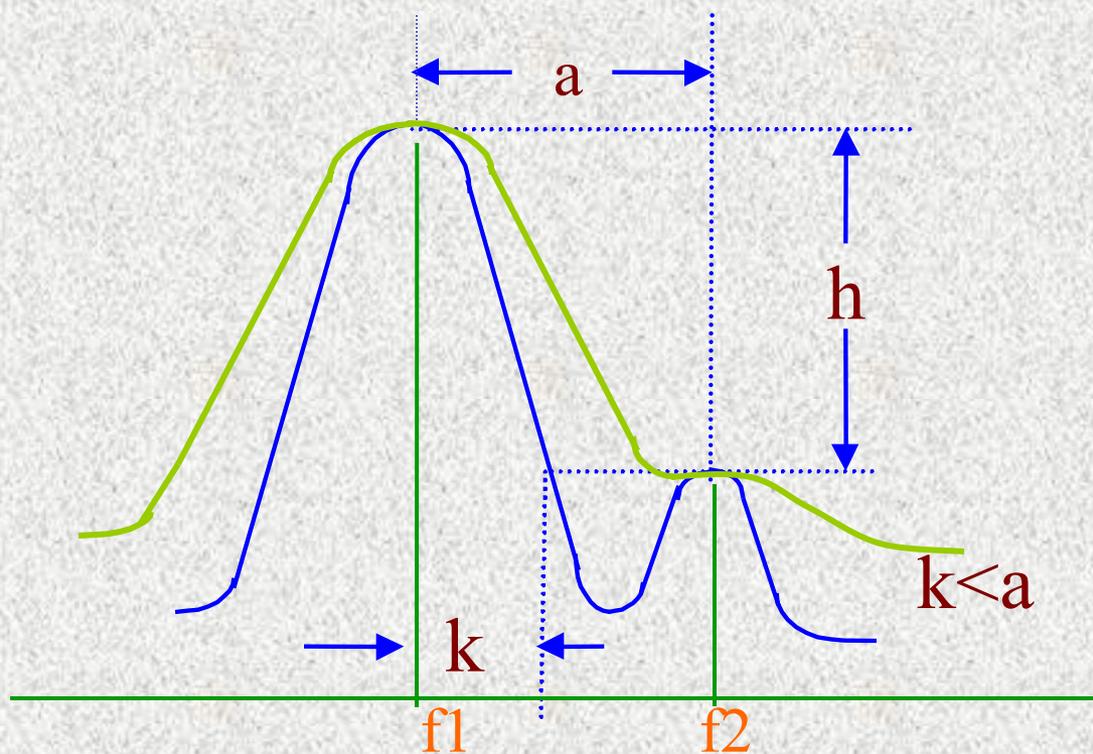
频谱分析仪基本操作

不同分辨率带宽区分等幅信号



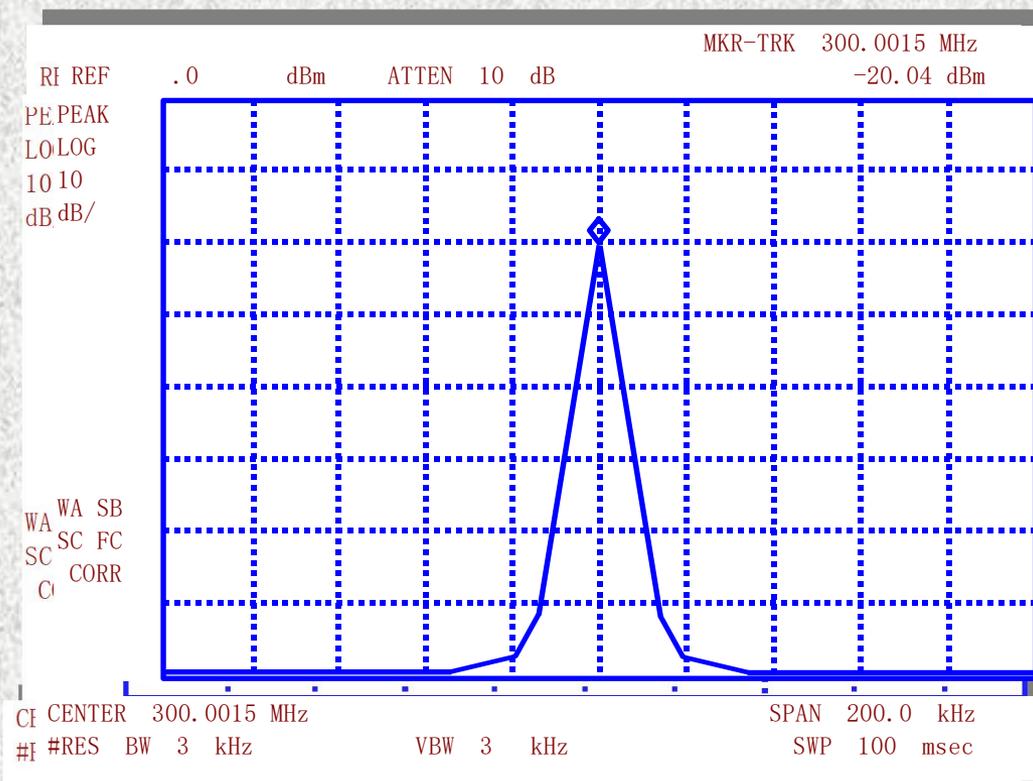
频谱分析仪基本操作

分辨带宽区分大、小信号



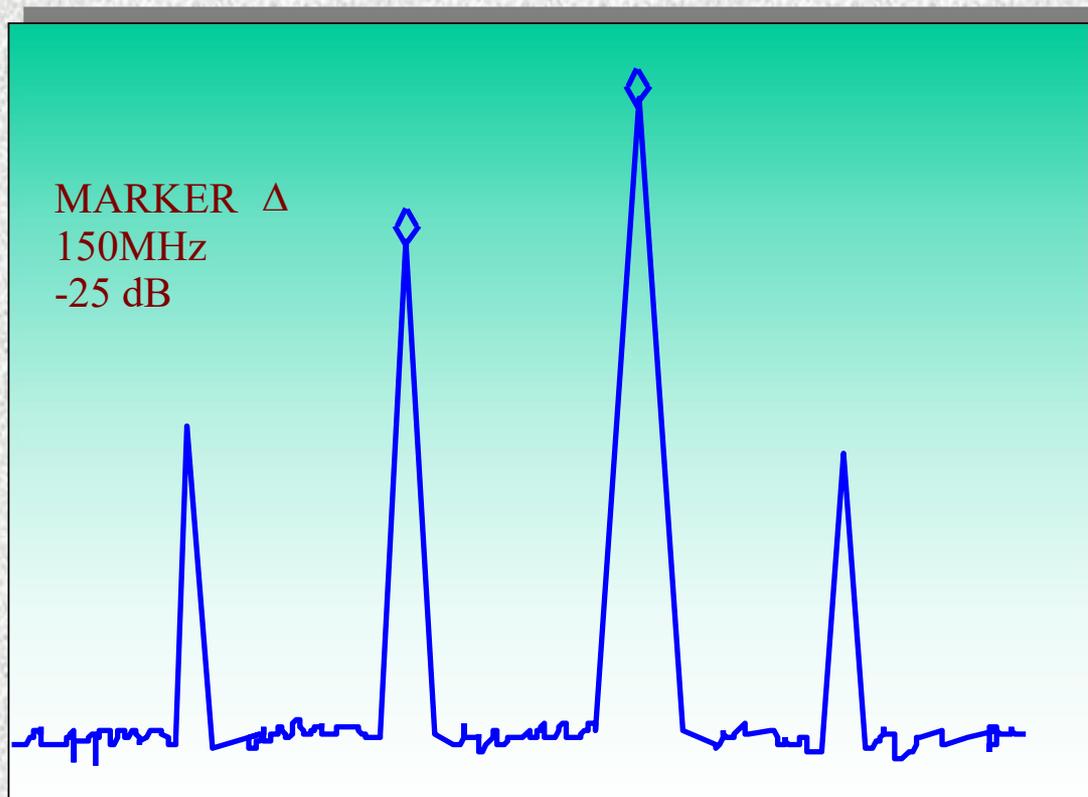
频谱分析仪基本操作

用频率跟踪减小扫宽



频谱分析仪基本操作

频标比较信号



频谱分析仪讲义提纲

1、频谱仪基础

2、频谱仪基本概念

3、频谱仪原理实现

4、频谱仪基本指标

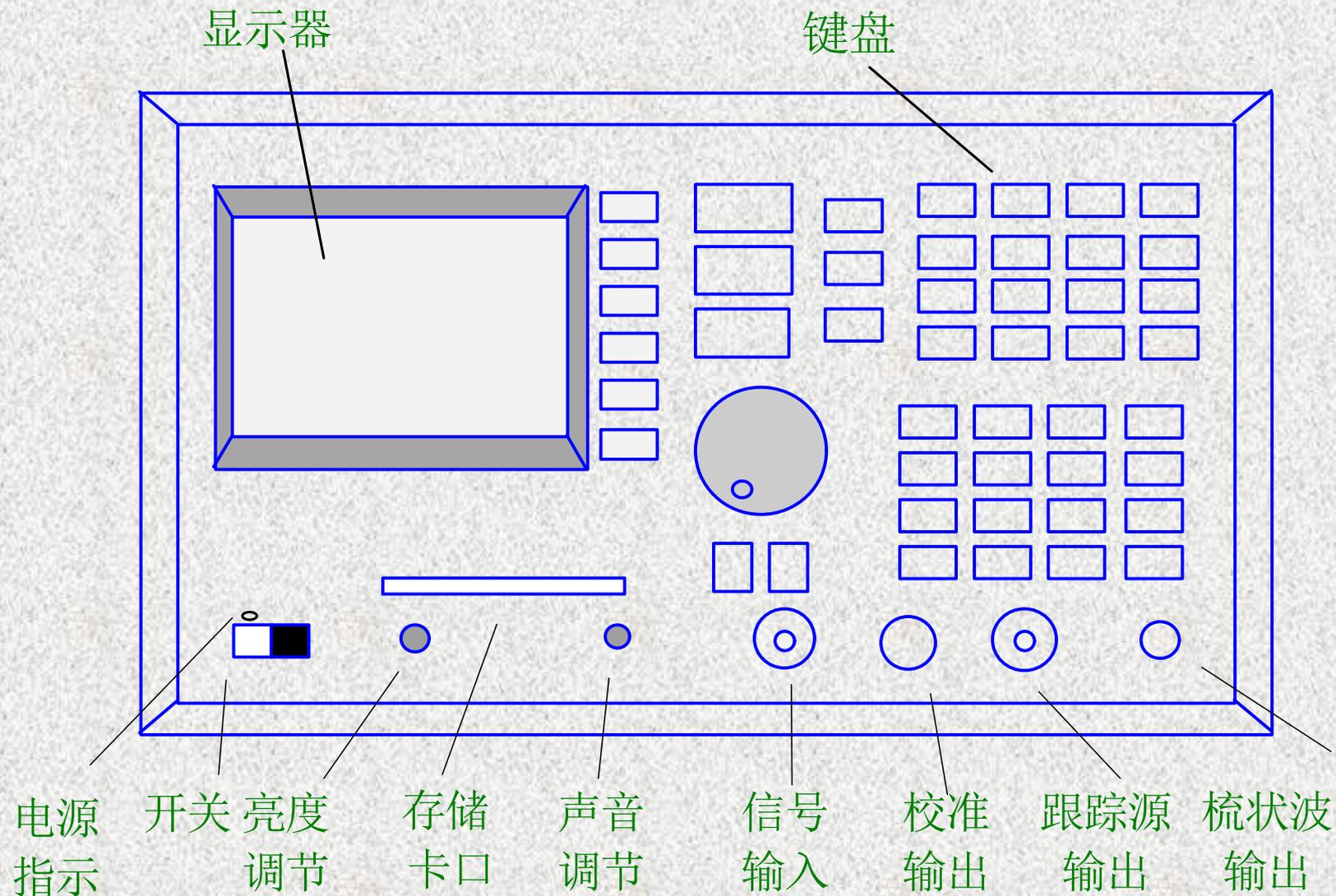
5、频谱仪基本测量

6、频谱仪误差分析

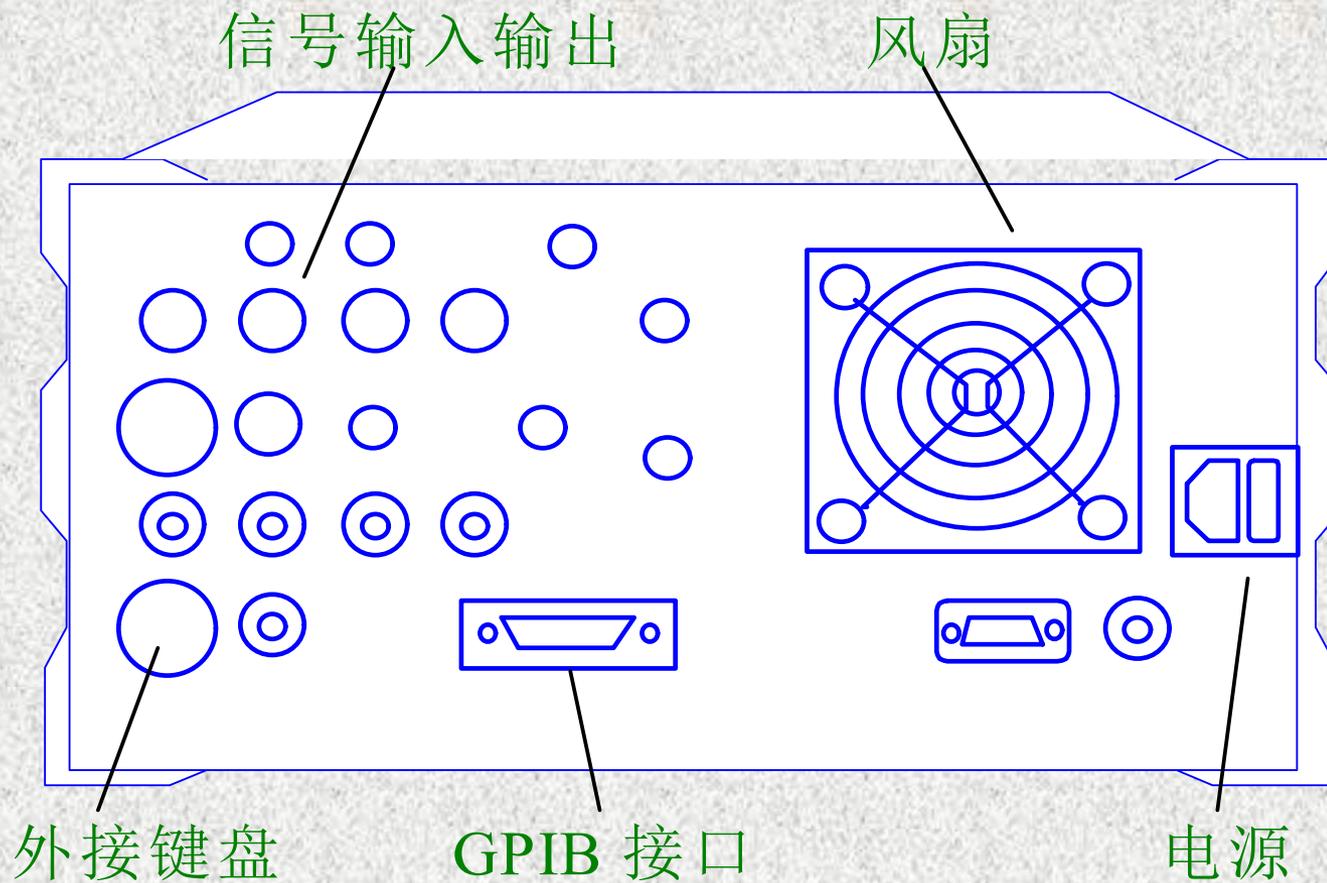
7、频谱仪基本操作

8、频谱仪基本使用

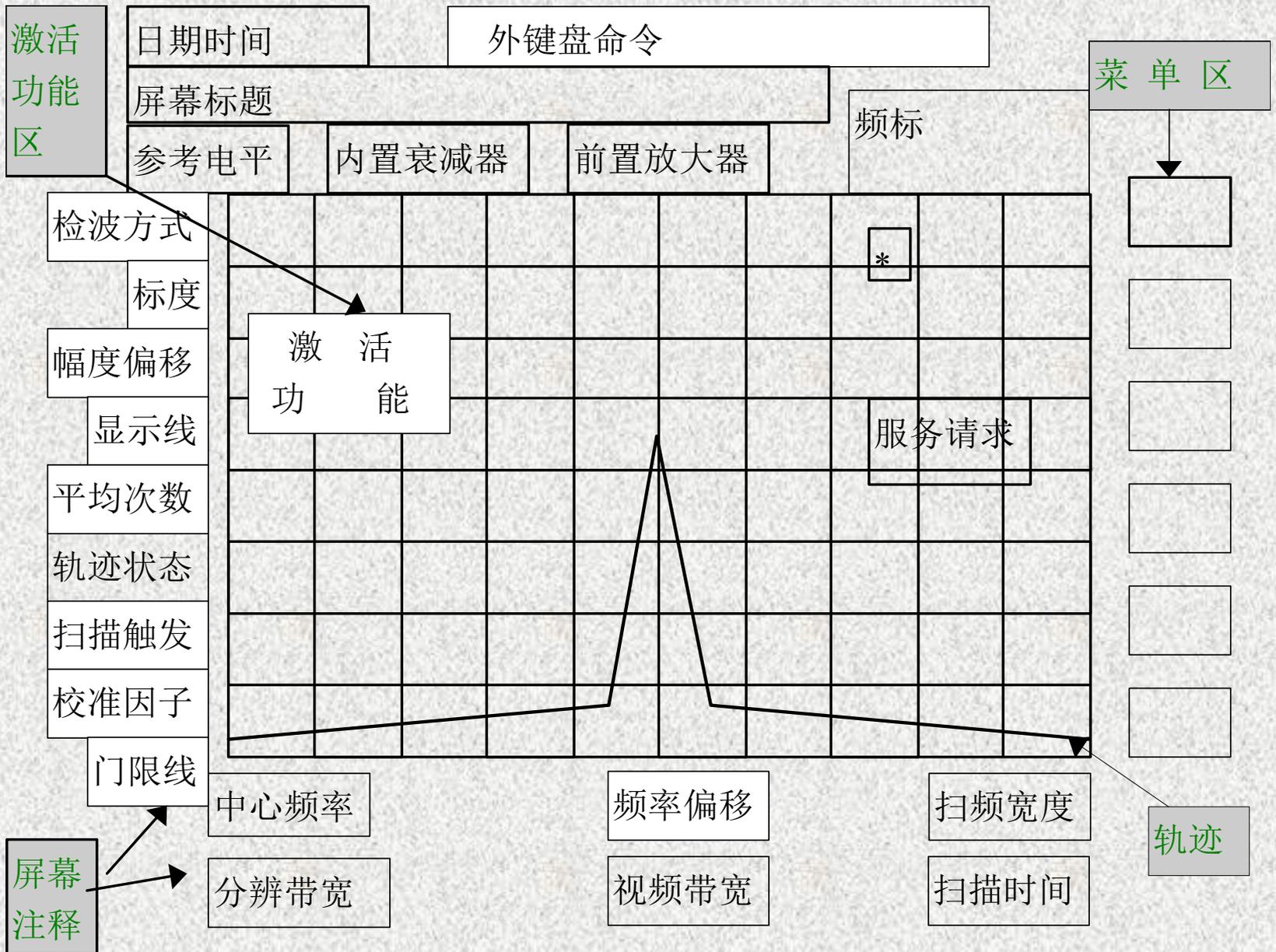
前面板示意图



后面板示意图



显示器注释说明



显示器全貌显示

10:00:00 JULY 15 1998

EXTERNAL KEYBOARD

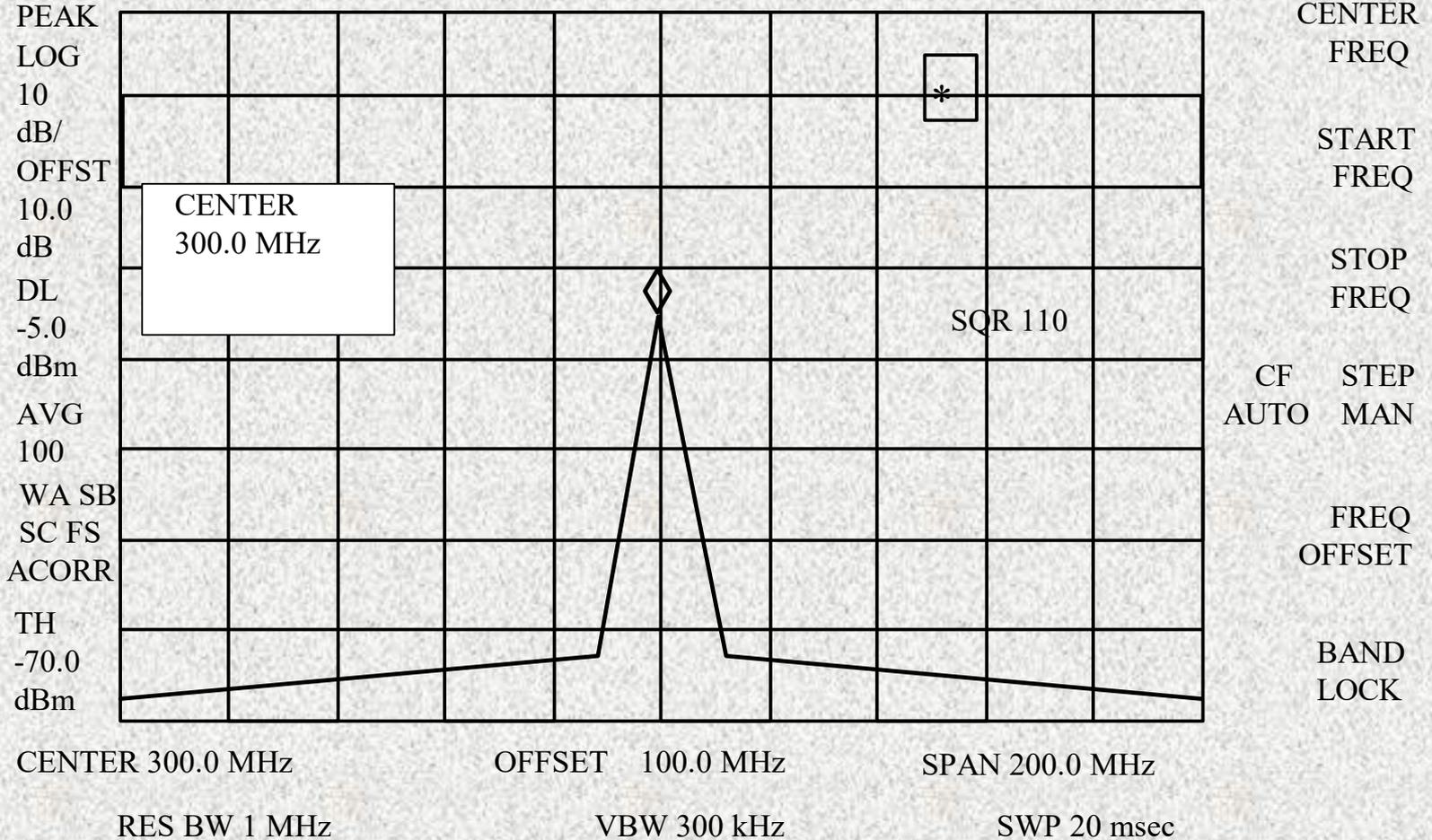
SCREEN TITLE

MKR-TRK 3 00.00MHz

REF 10.0 dBm AT 10 dB

PG 10.0 dB

-20.15dBm



按键说明

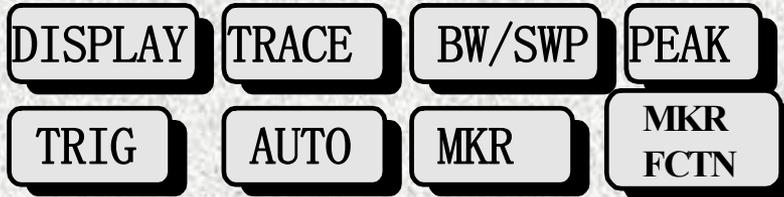
设置区



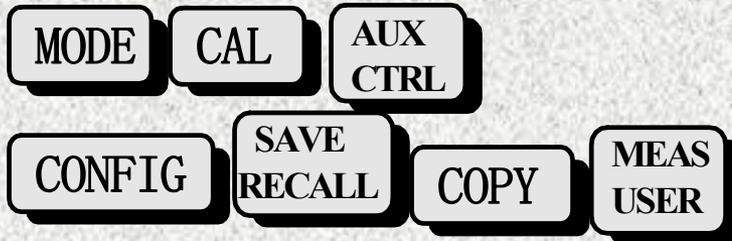
窗口区



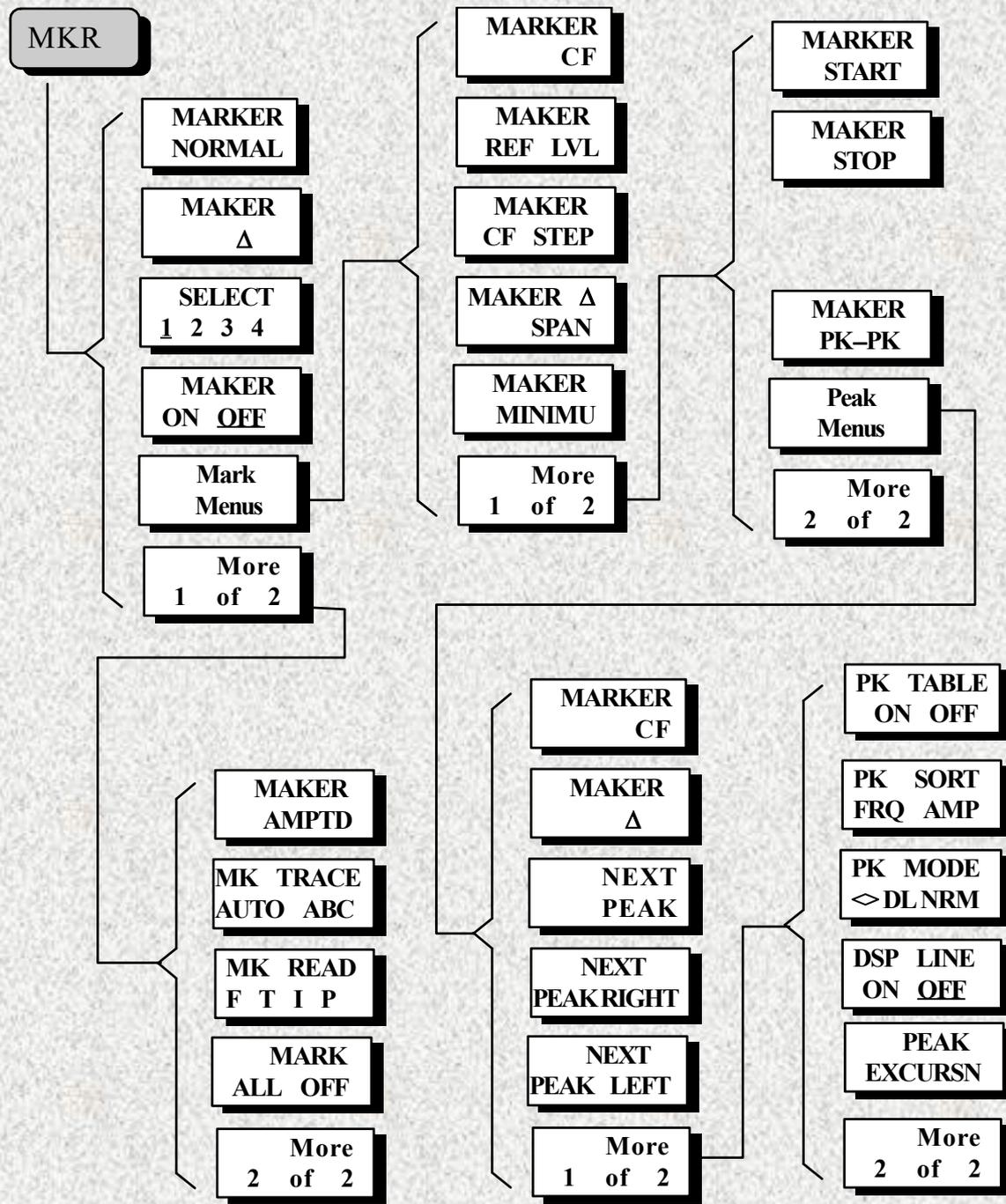
控制区



状态区



菜单链示意图解



使用时注意事项

- (1) 对电网要求
- (2) 对接地线要求
- (3) 对输入信号要求