



# 雷达脉冲测量

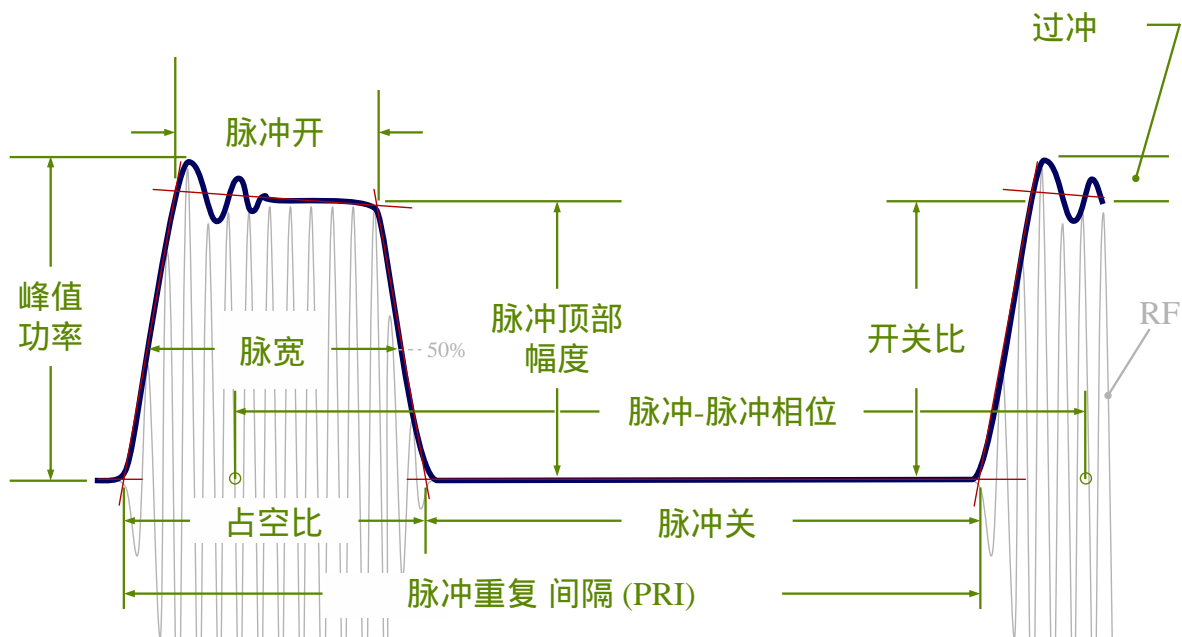
实时频谱分析仪技术

## 日程安排

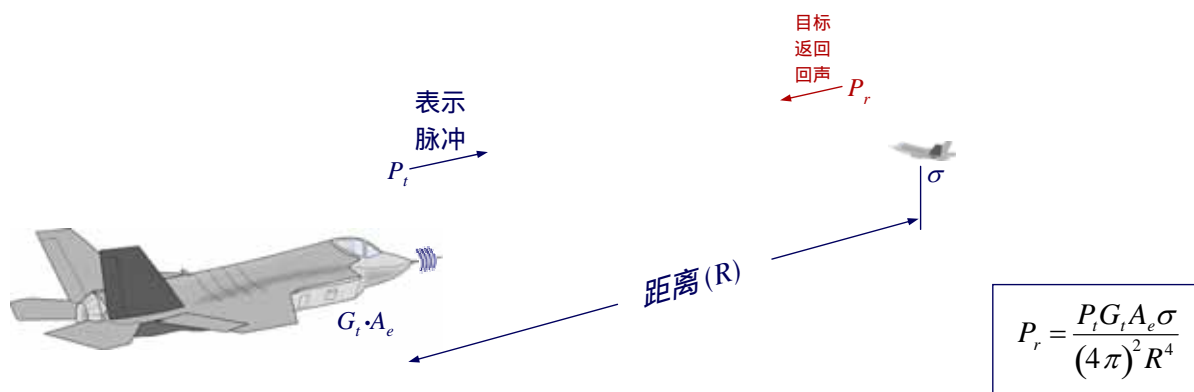
- ▶ 雷达信号的概念
- ▶ RTSA介绍
- ▶ 捕获瞬时脉冲
- ▶ 分析脉冲特征
- ▶ 小结和总结



# 常见的雷达脉冲特点

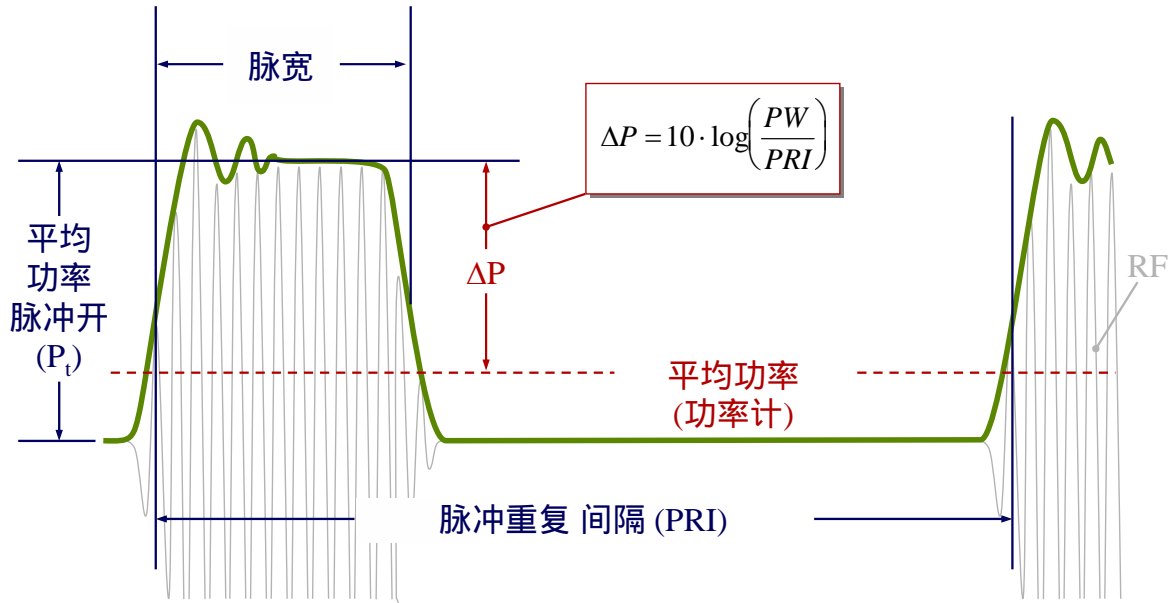


# 雷达等式

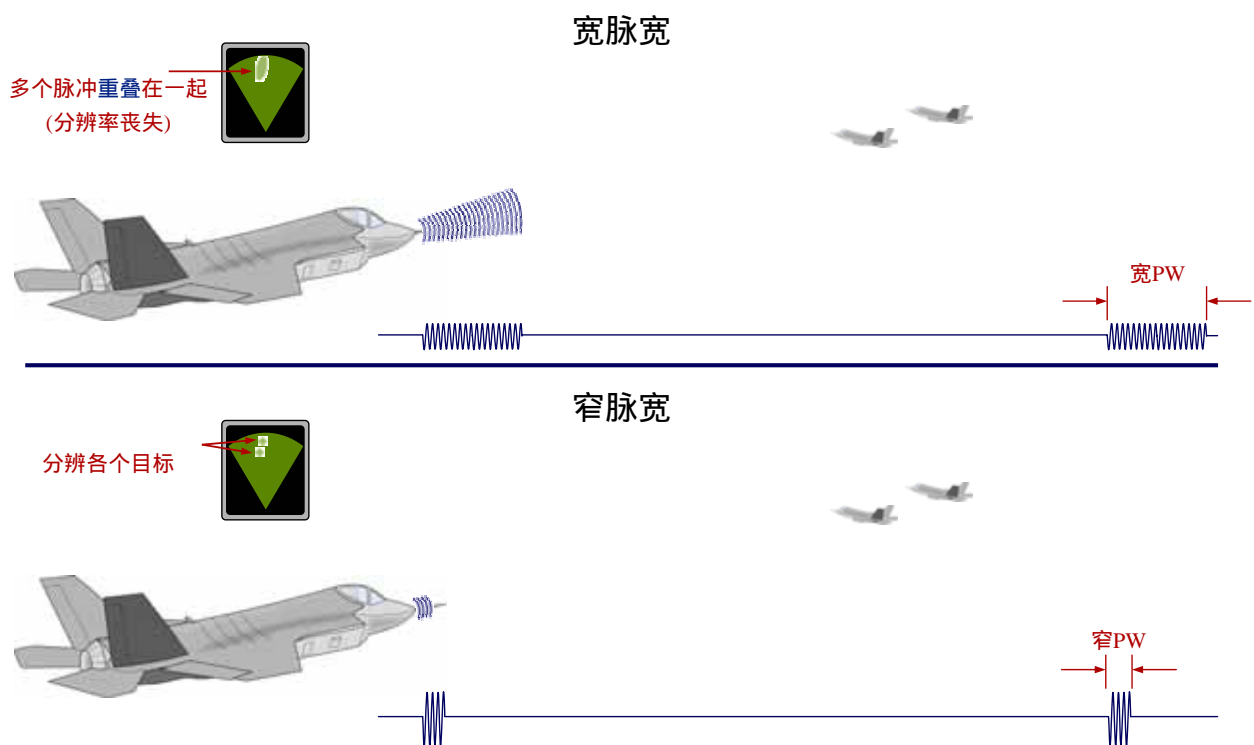


- ▶ 雷达目标使用脉冲调制的RF突发脉冲表示
- ▶ 反射的回波反弹回到雷达接收机
- ▶ 回波返回时间与距离成正比
- ▶ 雷达等式用来确定收到的回声功率

# 脉冲功率



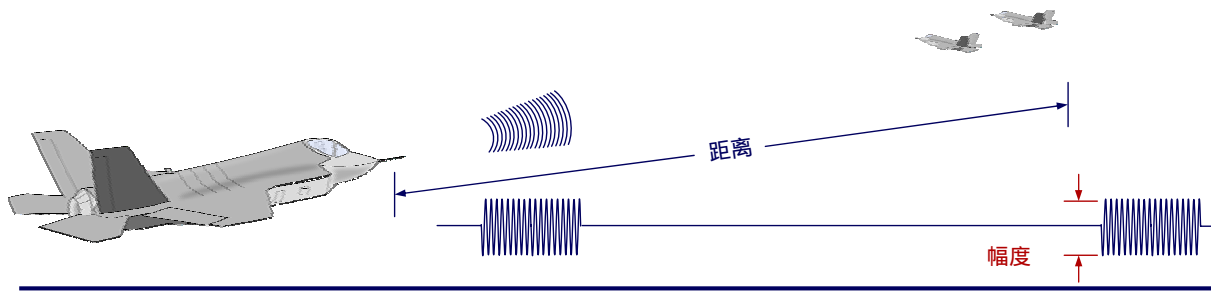
# 雷达分辨率



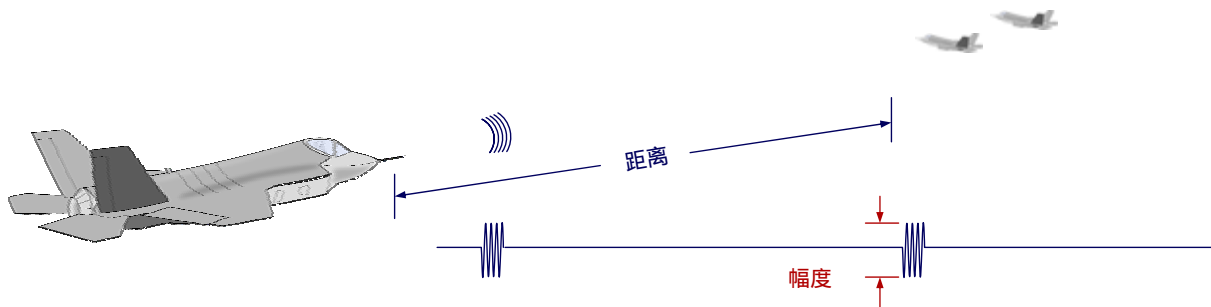
# 距离与分辨率的关系



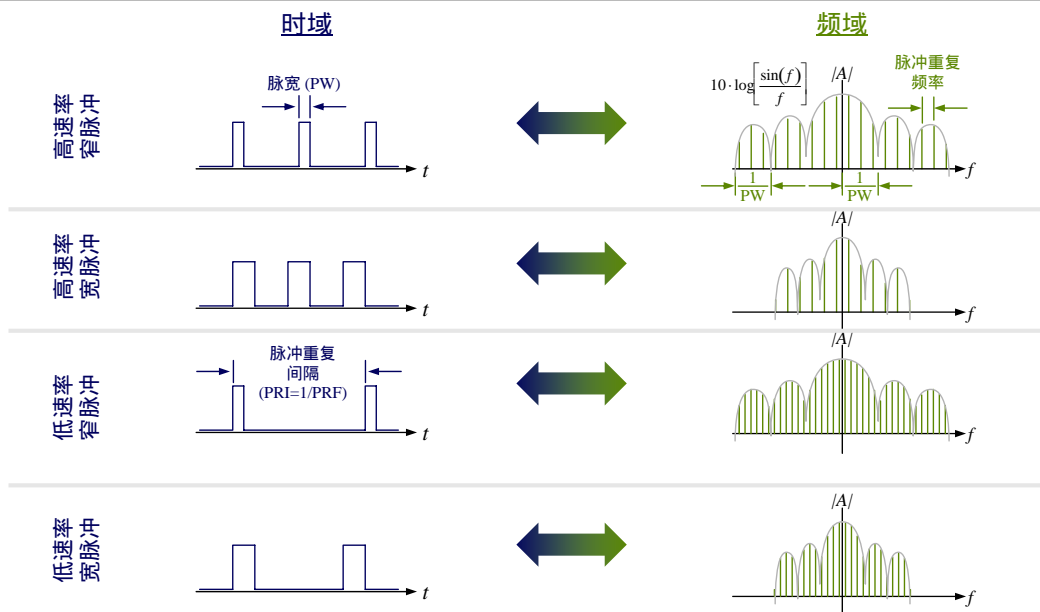
宽脉宽



窄脉宽



# PW和PRI的频谱效应



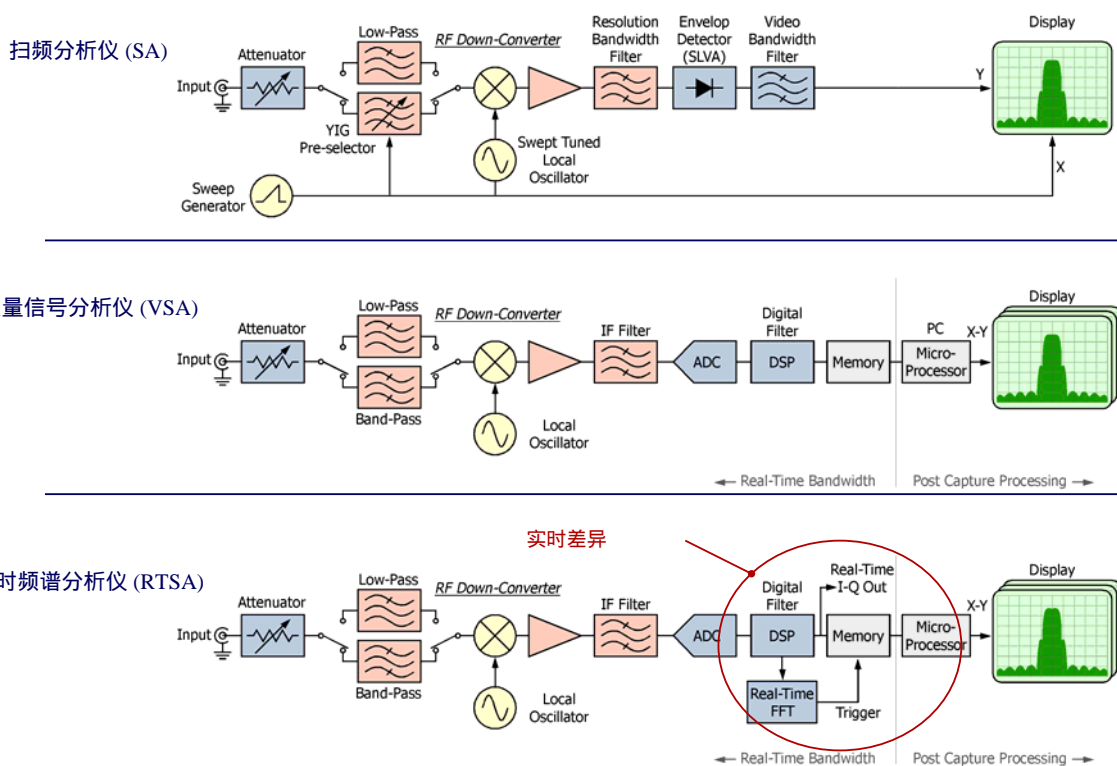
注：频域中的频谱线是扫频分析仪中的假信号。  
实时频谱分析仪直接在时域中测量脉冲重复频率

# 日程安排

- ▶ 雷达信号的概念
- ▶ **RTSA介绍**
- ▶ 捕获瞬时脉冲
- ▶ 分析脉冲特征
- ▶ 小结和总结

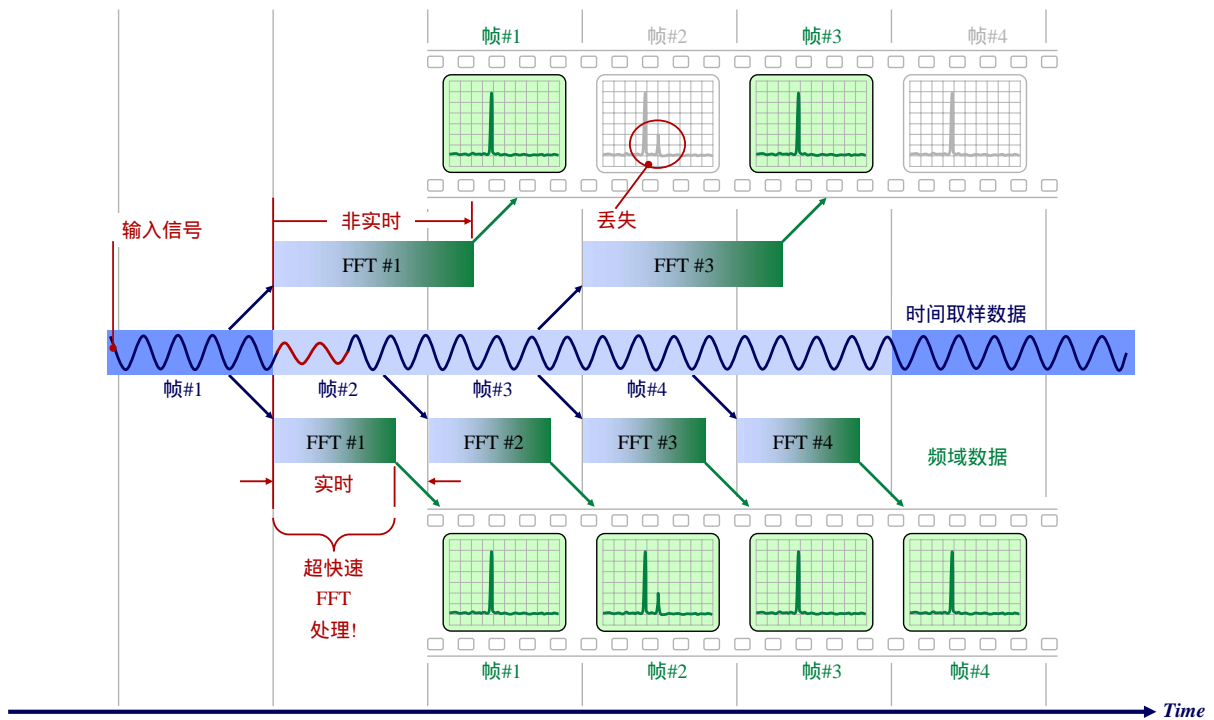


## 简化的分析仪方框图

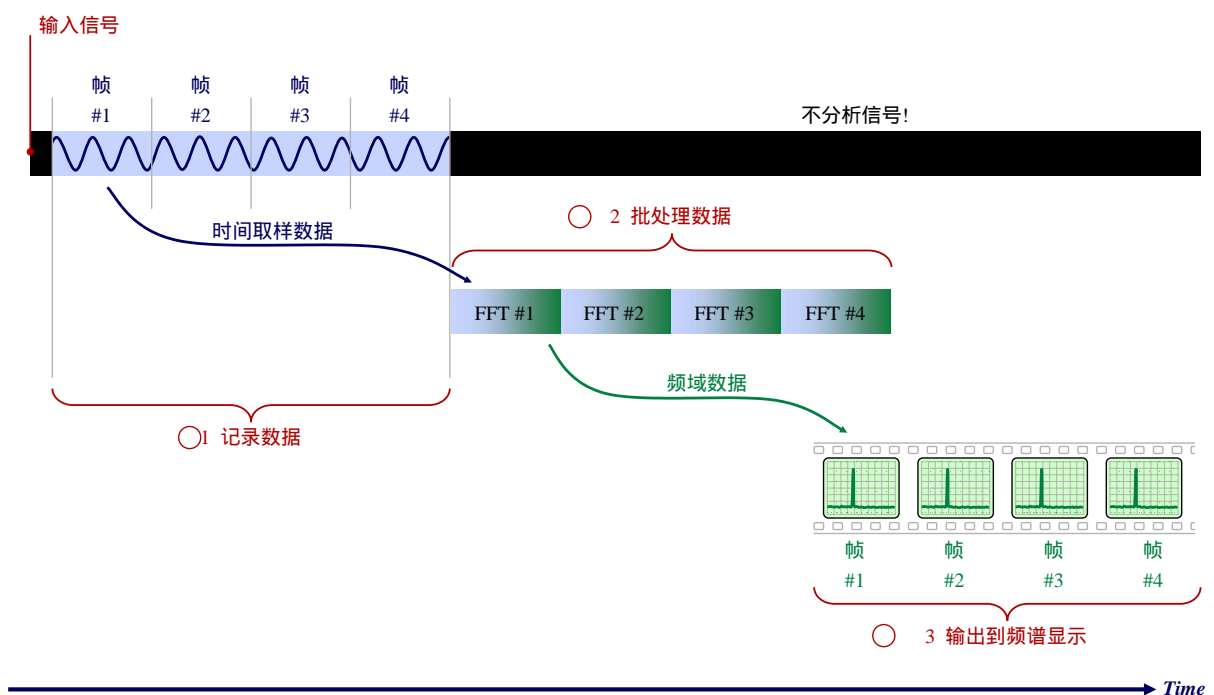


基于FFT的现代分析仪

# 实时信号处理



# 批信号处理



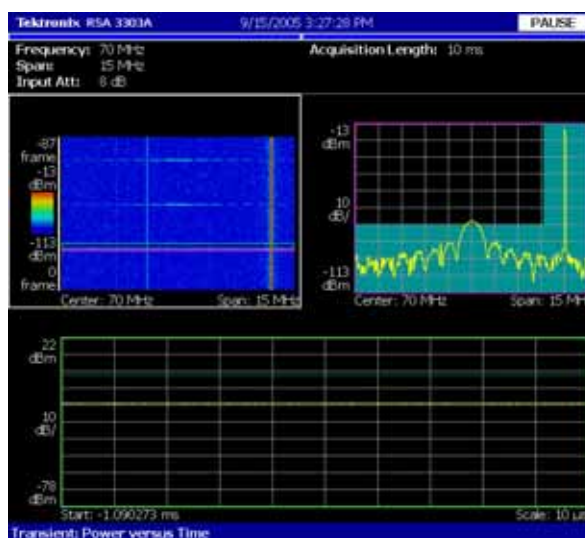
# 日程安排

- ▶ 雷达信号的概念
- ▶ RTSA介绍
- ▶ 捕获瞬时脉冲
- ▶ 分析脉冲特征
- ▶ 小结和总结



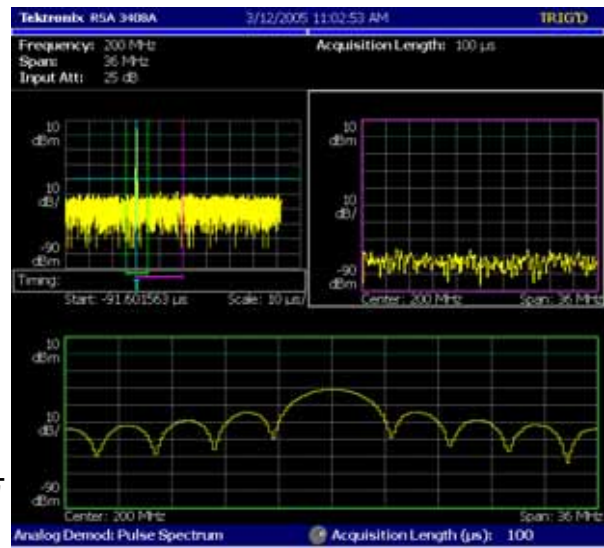
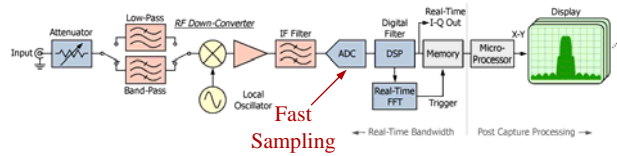
# 频率模板触发(FMT)

- ▶ 复杂的频谱环境
- ▶ 辐射波, 干扰发射台, 本振泄漏 等
- ▶ 希望的信号低于其它信号...
- ▶ 频率模板触发解决方案
- ▶ 围绕无关信号扩展模板
- ▶ 实时FFT和模板比较
- ▶ 捕获超过频率模板的任何信号



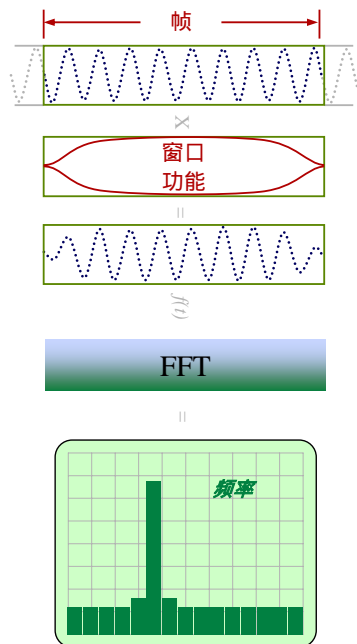
# 快速采样和 20 ns 显示分辨率

- ▶ RSA3408A快速采样功能
- ▶ 102.4 MS/s 采样速率
- ▶ 20 ns的时间分辨率
- ▶ 36 MHz实时带宽
- ▶ 独特的窄脉冲频谱分析功能
- ▶ FFT不能显示窄脉冲
- ▶ 通过脉冲频谱模式分析窄脉冲信号

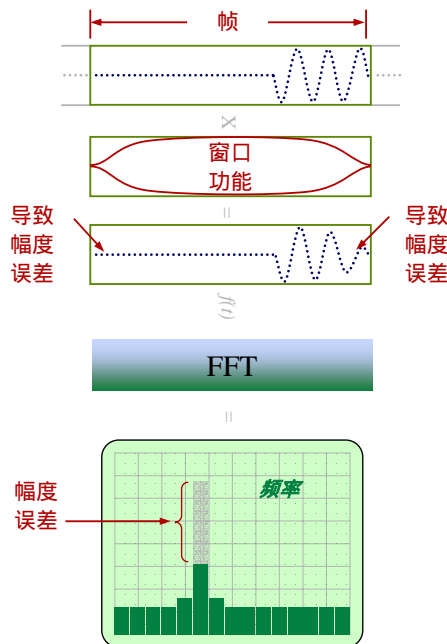


# 快速傅立叶变换 (FFT)

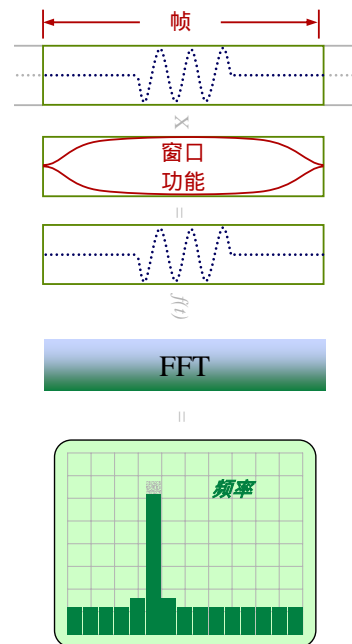
FFT假设信号是连续的



出现在帧尾的的脉冲会引起幅度误差



脉冲应位于窗口的中央





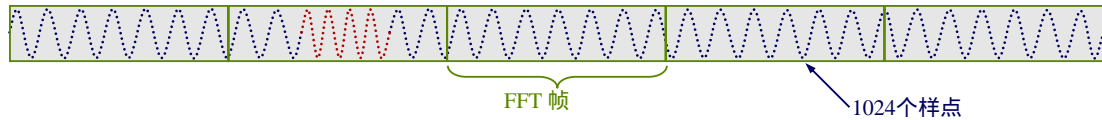
# 重叠FFT



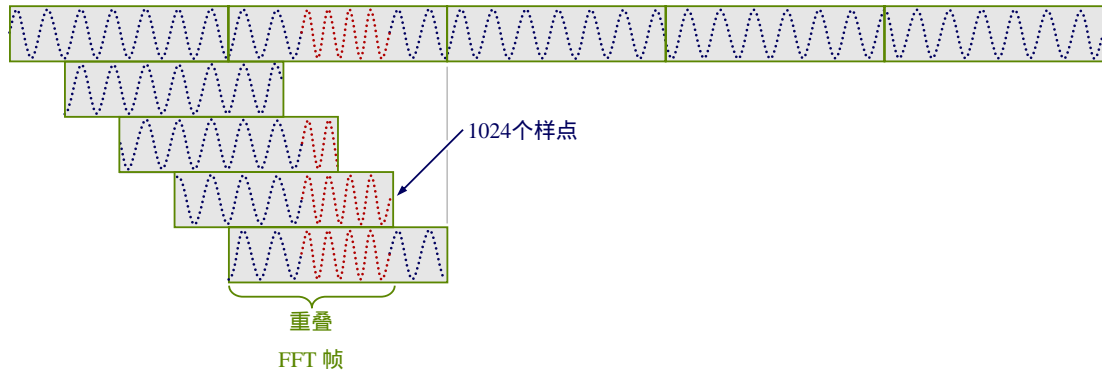
模拟信号



捕获的时间取样记录

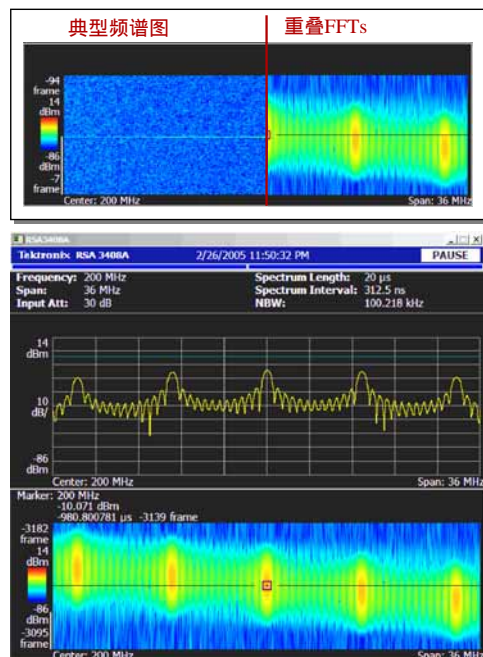


捕获的时间取样记录



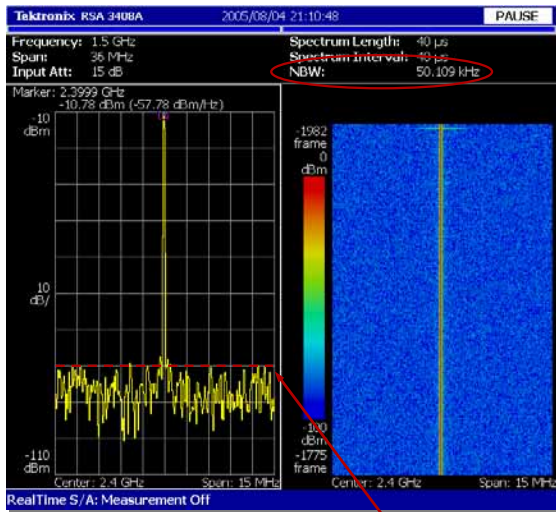
# 重叠FFT三维频谱图

- ▶ 三维频谱图分辨率有限
- ▶ 通常对脉冲信号难以观测
- ▶ 重叠FFT ‘扩展’视图
- ▶ 大大增强的细节
- ▶ 三维频谱图显示调制
- ▶ 频谱更加平滑
- ▶ 改善诊断细节



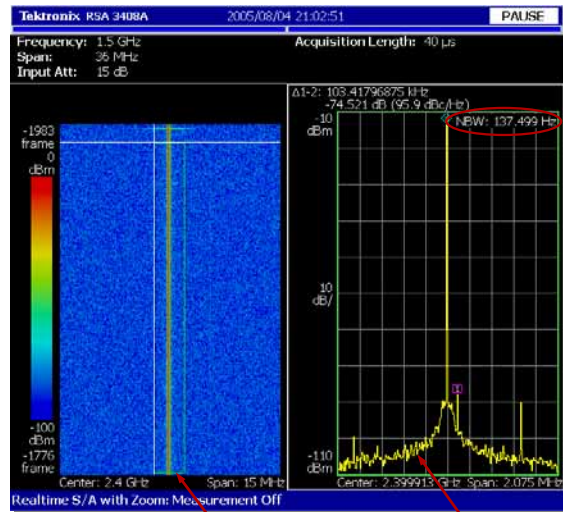
# 三维频谱图缩放

宽带宽信号捕获



本底噪声高

频谱图缩放

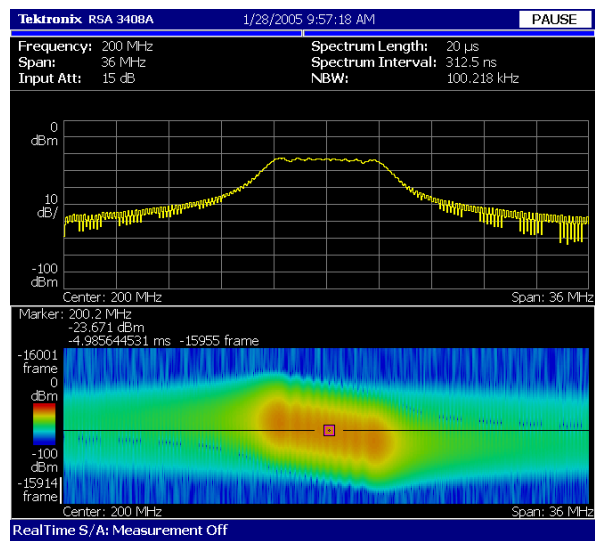


拖动的缩放框

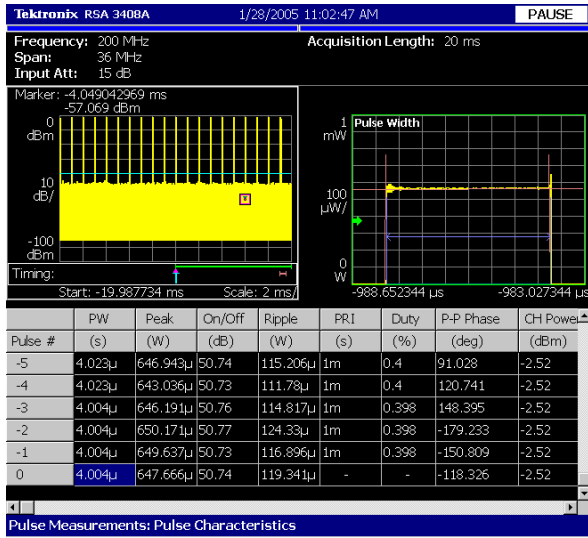
本底噪声低

# 日程安排

- ▶ 雷达信号的概念
- ▶ RTSA介绍
- ▶ 捕获瞬时脉冲
- ▶ 分析脉冲信号特征
- ▶ 小结和总结



# 脉冲测量套件



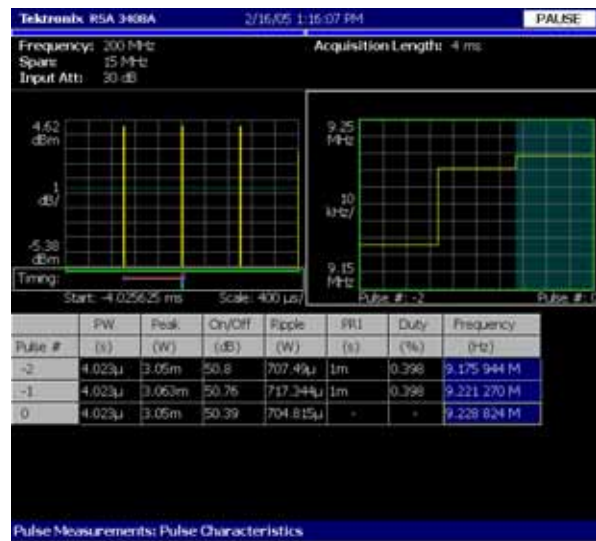
- ▶ 自动进行脉冲测量
- ▶ 提供了速度和便利性
- ▶ 可以代替军事分析仪
- ▶ 多个脉冲分析功能和变化趋势
- ▶ 表格数据显示格式
- ▶ 时间相关显示能力
- ▶ 图形测量显示画面

## 包括的脉冲测量:

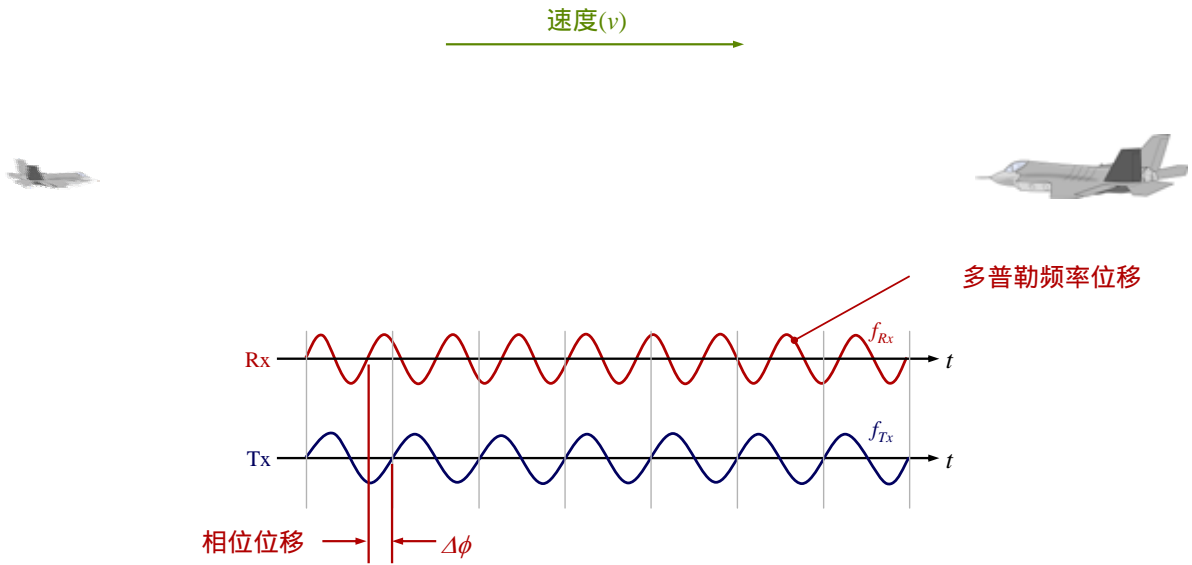
- PRI和PW
- 峰值功率
- 脉冲-脉冲相位
- 占空比
- 开关比
- 频率偏差
- 通道功率
- 脉冲波纹
- OBW和EBW

# 多个脉冲测量

- ▶ 分析多个脉冲
- ▶ 发现趋势进行诊断
- ▶ 根据脉冲编号进行显示
- ▶ 脉冲之间的频率漂移
- ▶ 从表格中很难观测
- ▶ 在图表中查看更简便
- ▶ 消除了脉冲关闭周期

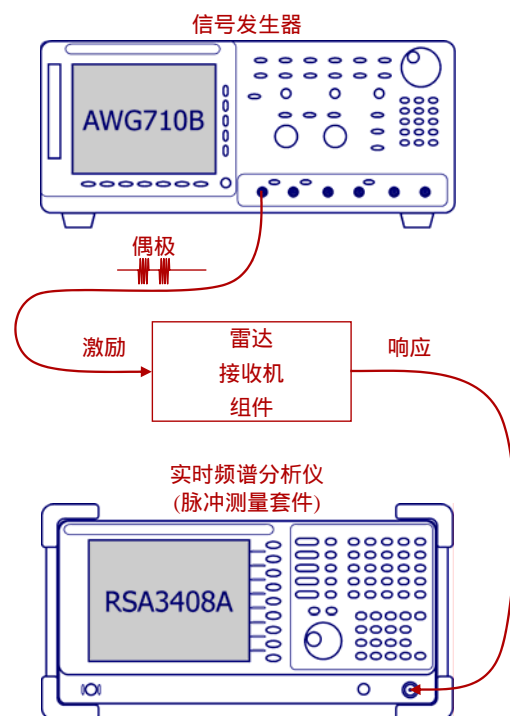


# 多普勒速度测量



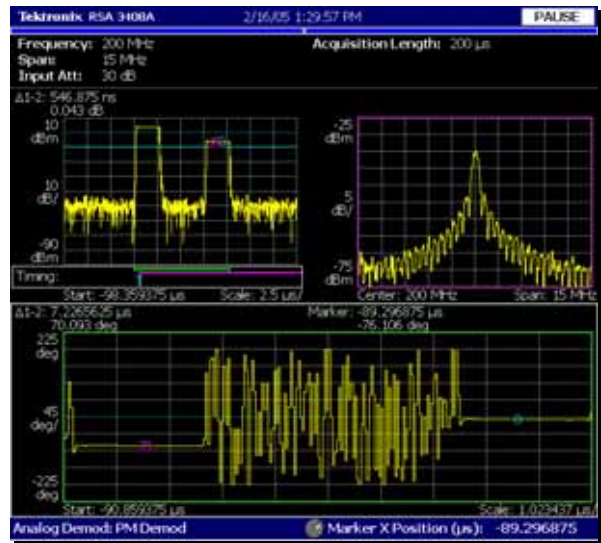
# 激励/响应测试

- ▶ 双脉冲的接收机测试
- ▶ 两个相距很近的脉冲
- ▶ 模拟相距很近的回波
- ▶ 特别适合测试雷达分辨率
- ▶ 也用于相位线性度
- ▶ 要求激励源
- ▶ AWG710B 4.2 GS/s 发生器

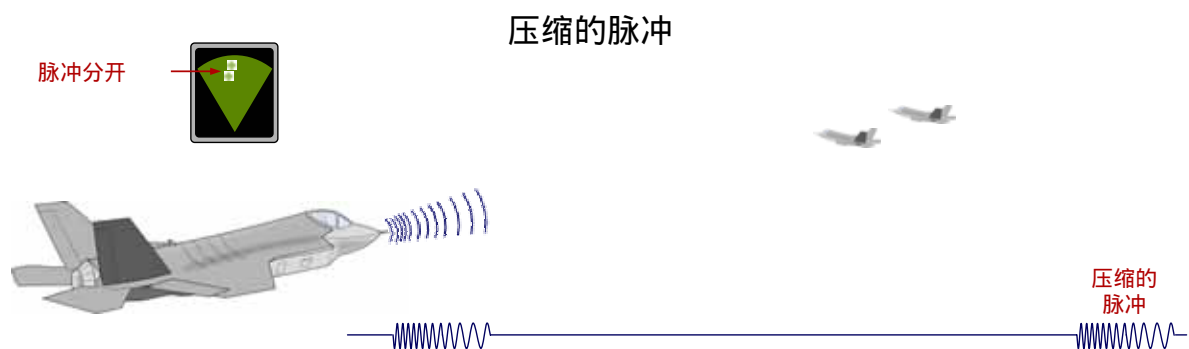


# 双脉冲线性度

- ▶ 多普勒频移和相位位移
- ▶ 准确的速度  $\Rightarrow$  线性度
- ▶ 接收机中的AM/PM增加了误差
- ▶ 相位随电平变化
- ▶ 双脉冲具有不同的幅度
- ▶ 脉冲与脉冲相位位移
- ▶ 要求相干源



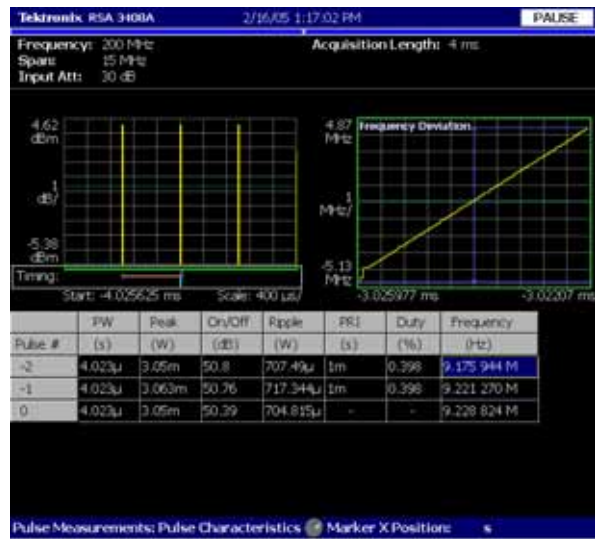
# 脉冲压缩



- ▶ 宽脉冲距离与窄脉冲分辨率相互矛盾
- ▶ 脉冲压缩 (调制) 可以分开回声
- ▶ 获得宽脉冲距离及典型窄脉冲的分辨率
- ▶ 同时实现两者的优势，但要求提高被调制脉冲的复杂性!

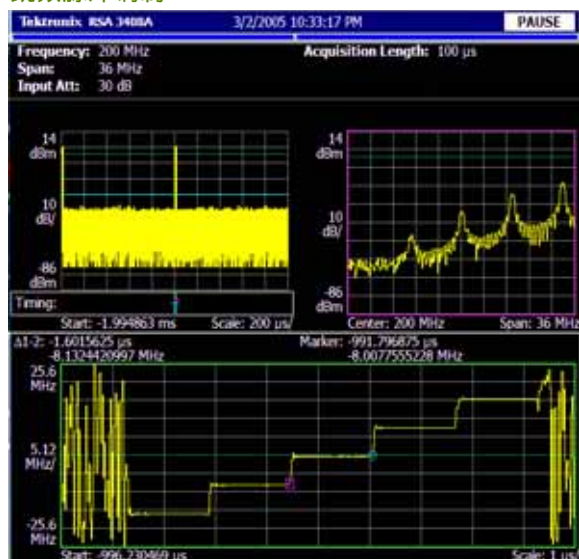
# 线性调频

- ▶ 多个压缩调制方法
- ▶ 线性调频非常流行
- ▶ 扫描线性度非常重要
- ▶ 要求FM解调才能查看信息
- ▶ 脉冲套件揭示了线性度
- ▶ 脉冲测量表格显示
- ▶ 图形与表格显示时间相关



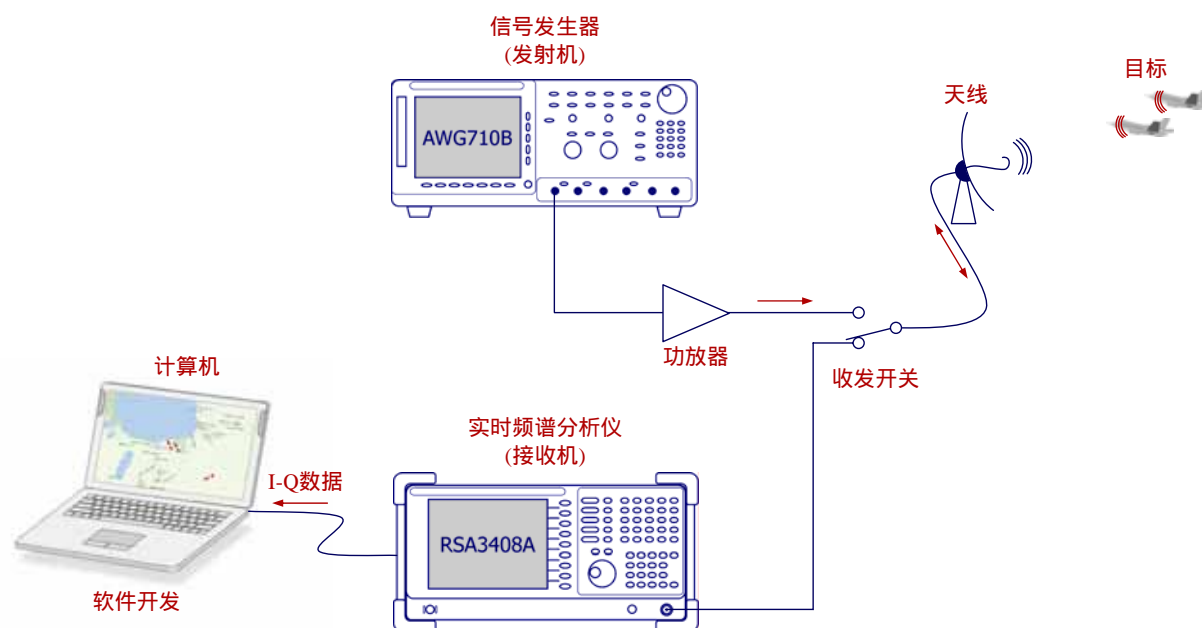
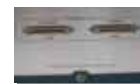
# 解调LPI信号

跳频脉冲调制



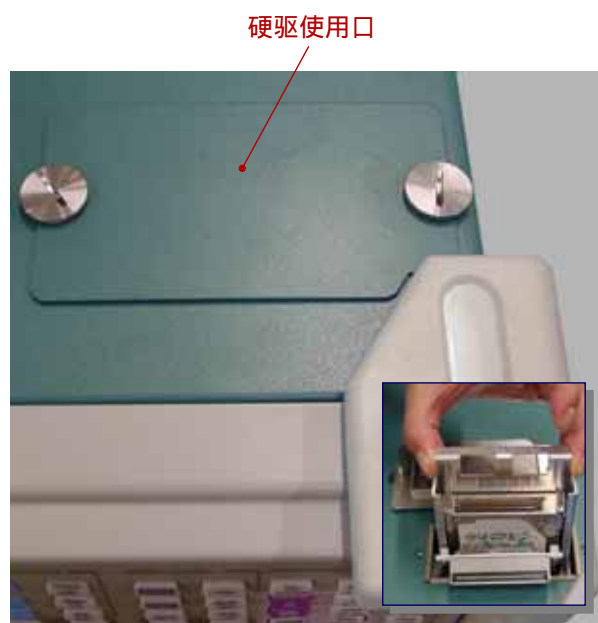
双相位脉冲调制



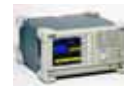


## 在安全环境中工作

- ▶ EW 和 ELINT ⇒ 敏感的信息
- ▶ 限制进入区域!
- ▶ 在分析仪中捕获数据
- ▶ 需要全面删除数据!
- ▶ RTSA硬驱使用口
- ▶ 去掉非易失性内存
- ▶ 迅速处理数据...



## 小结和总结



- ▶ 在传统上，脉冲式雷达信号一直很难测试
- ▶ RSA3408A是为测量瞬时脉冲优化的
- ▶ FMT可以在困难的条件下可靠地捕获数据
- ▶ 重叠FFT、居中和缩放功能提供了无可比拟的详细信息
- ▶ 脉冲测量套件自动检定脉冲特点
- ▶ RTSA的时间相关显示功能增强了诊断能力
- ▶ 便携式RTSA特别适合雷达, EW和ELINT应用



谢谢!

RSA3408A – 触发... 捕获... 分析!!!