

第三章 离散傅里叶变换

Discrete Forurier Transform

3.1

离散傅里叶级数及其性质

3.2

离散傅里叶变换的定义及性质

3.3

用DFT求解LSI系统输出

3.4

频域采样定理

3.5

模拟信号的谱分析方法



第三章 离散傅里叶变换

Discrete Forurier Transform

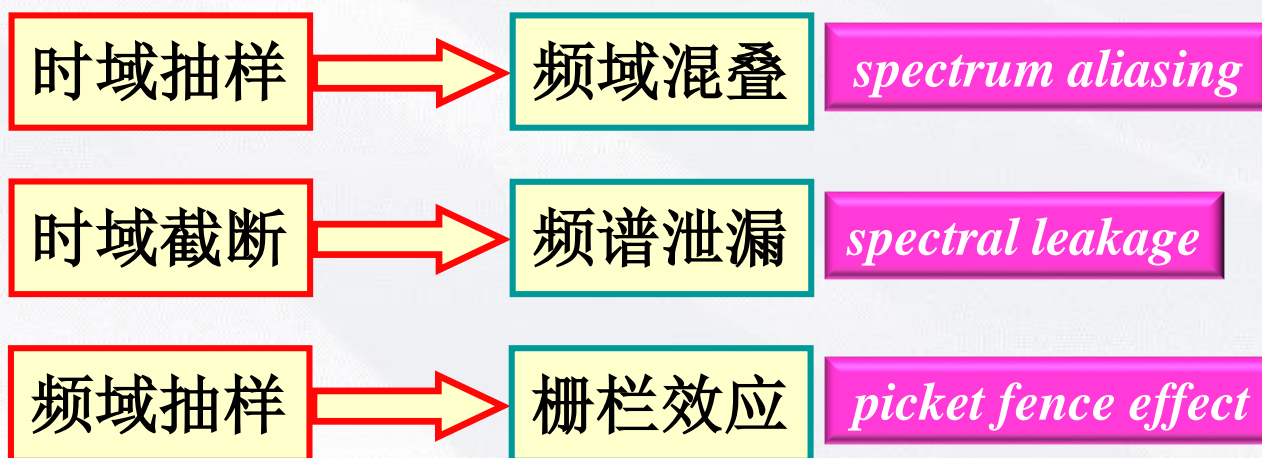
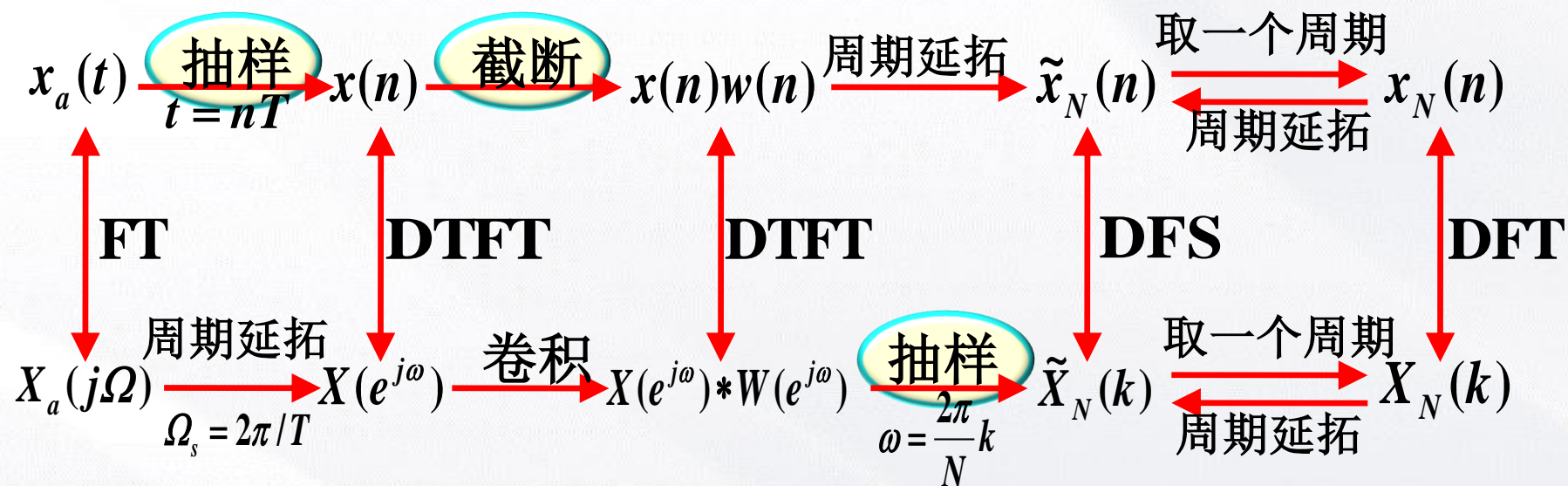
3.5 模拟信号的频谱分析

谱分析方法中存在的问题及应对措施

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁



➤ 用DFT对模拟信号进行谱分析存在的问题



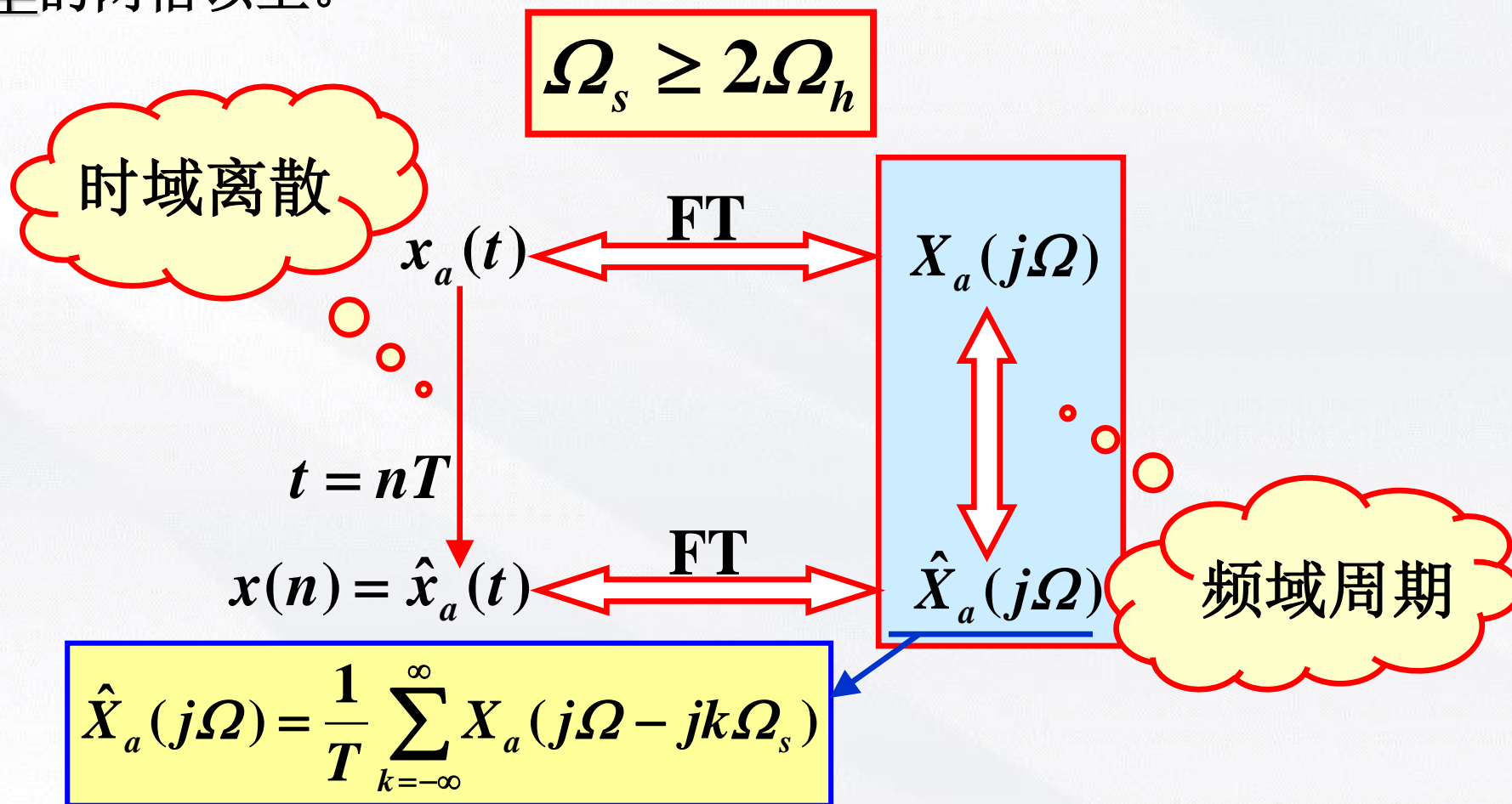


➤ 时域抽样可能带来的问题及解决方法

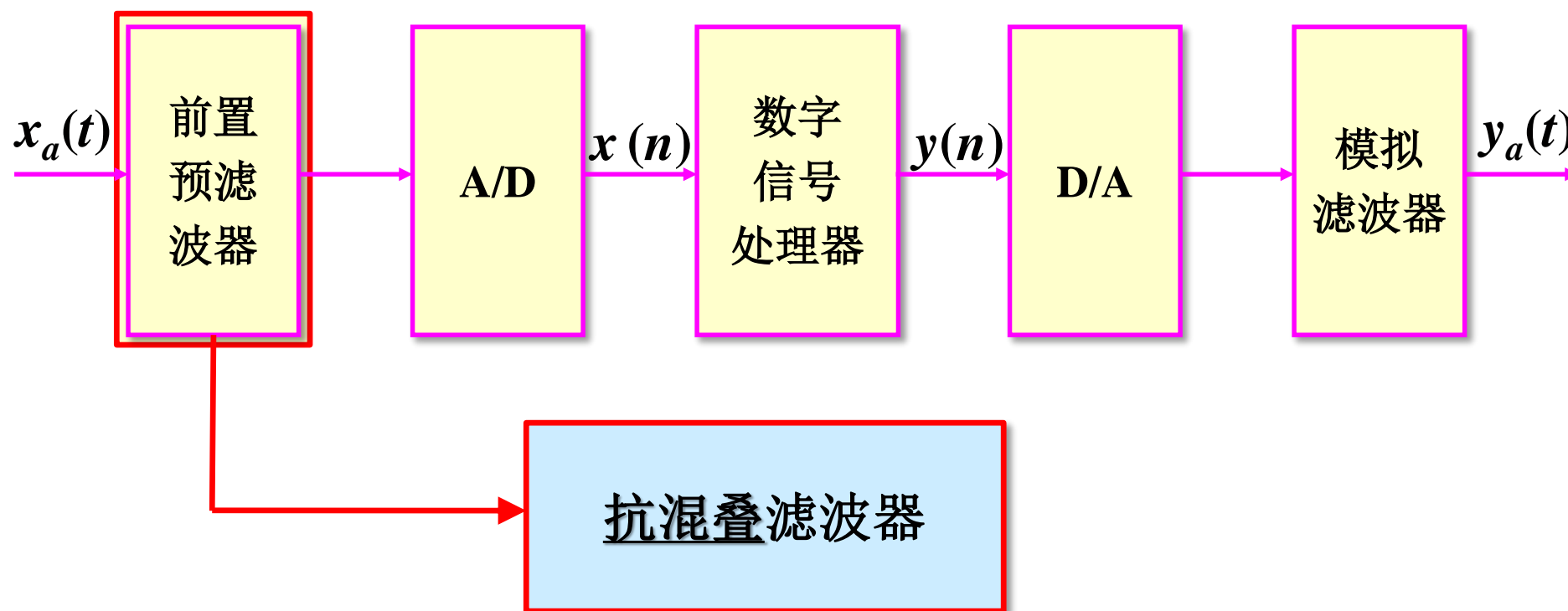


时域抽样定理:

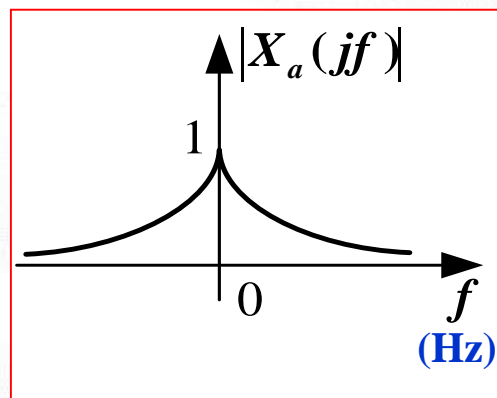
若要从抽样后的信号中不失真的还原出原信号, 则抽样频率必须大于信号最高频率的两倍以上。



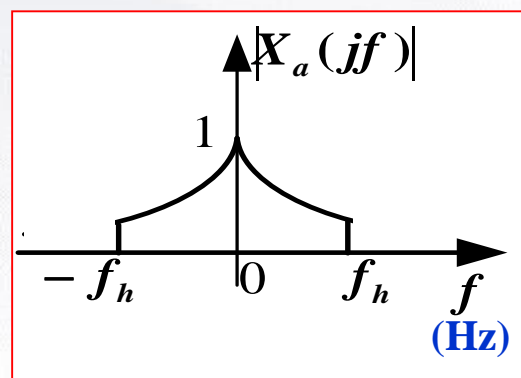
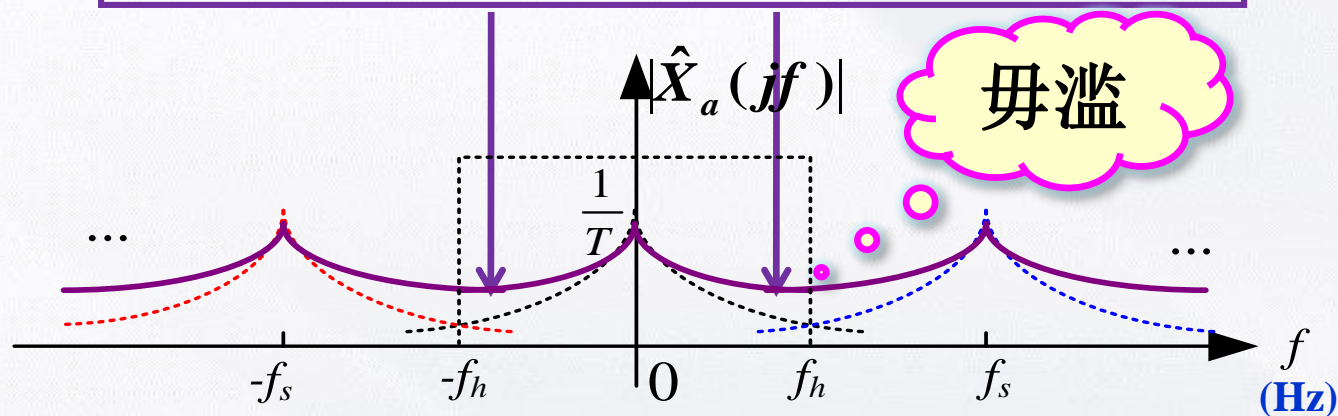
模拟信号的数字处理方法



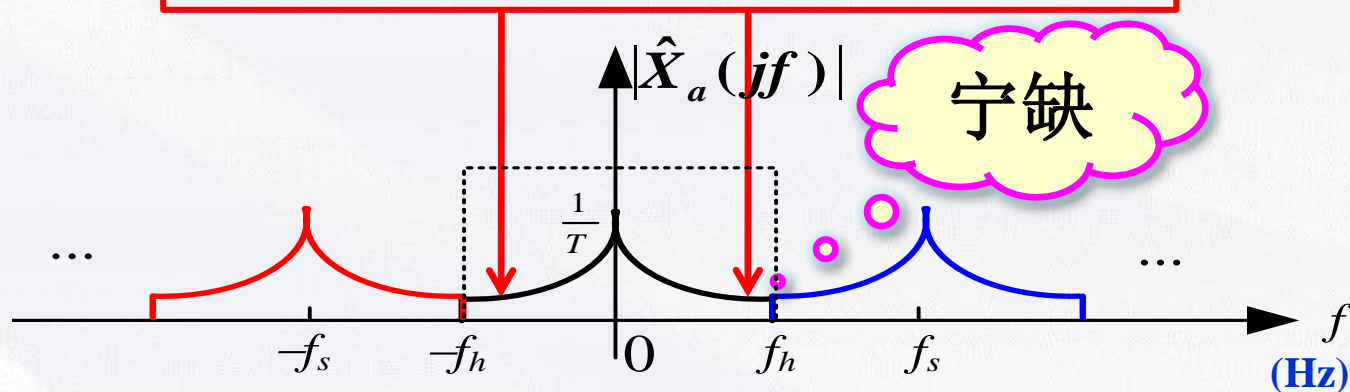
频谱混叠现象的解决方案 —— 抗混叠滤波器



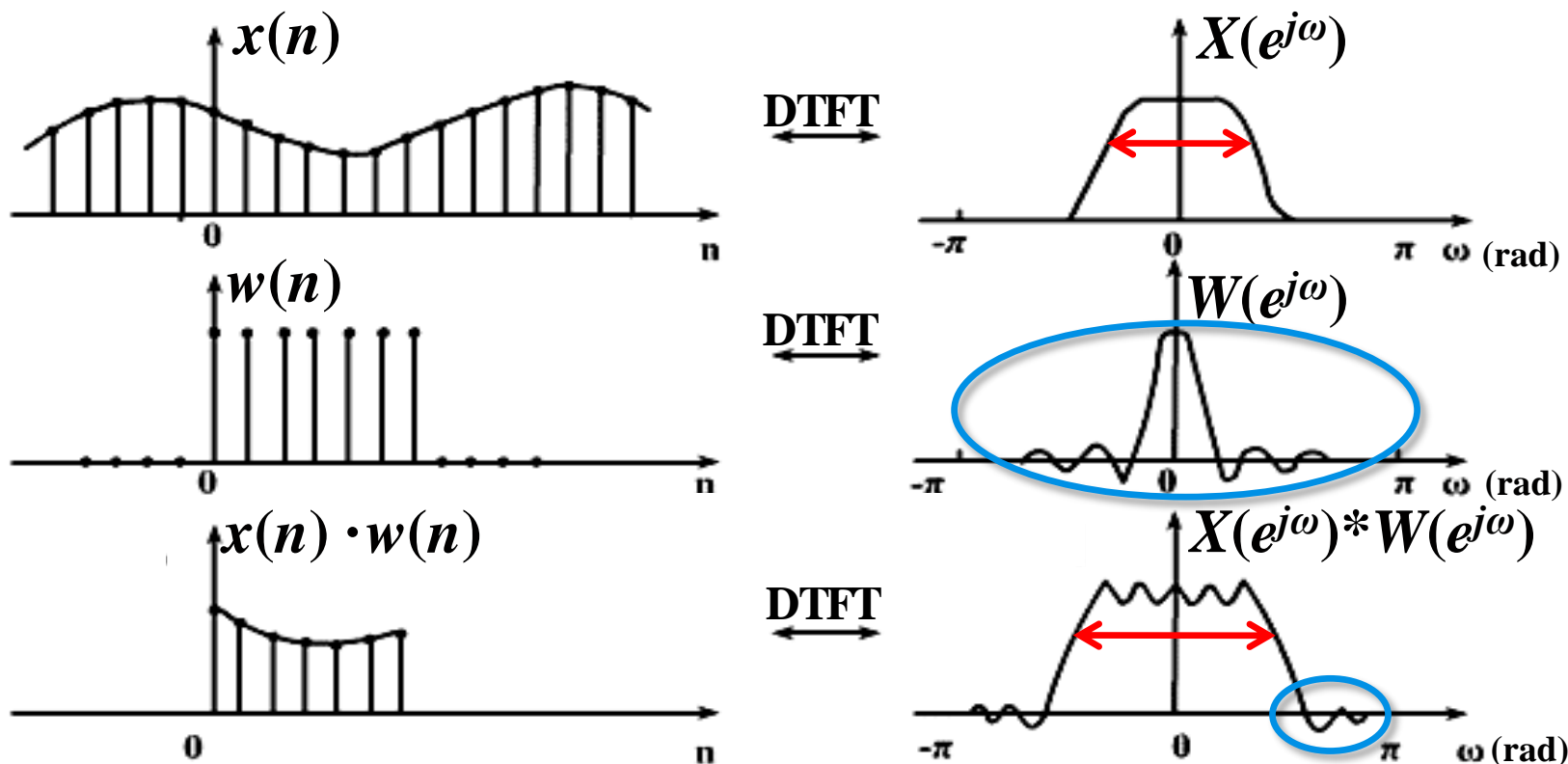
未经抗混叠滤波器，产生频域混叠现象



经抗混叠滤波器后，频域不再混叠



时域截断可能带来的问题及解决方法



信号的频谱与窗函数的卷积后必然产生拖尾、变宽的现象，从而造成截断效应 —— 频谱泄漏现象。

选好窗函数

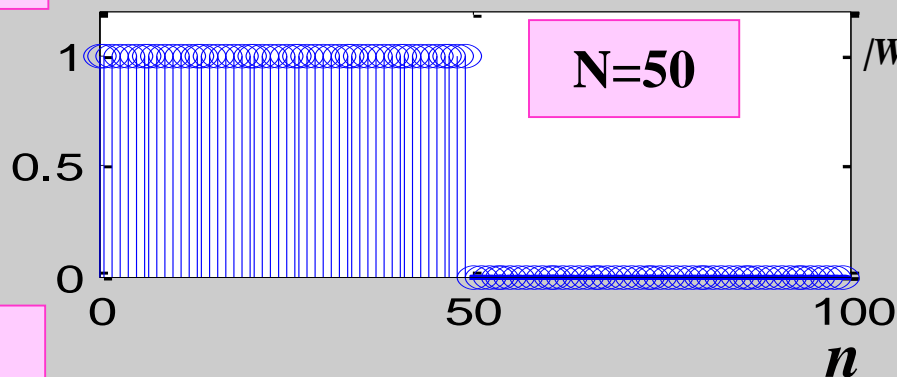


➤ 不同窗函数 $w(n)$ 及其它们的频谱 $W(e^{j\omega})$

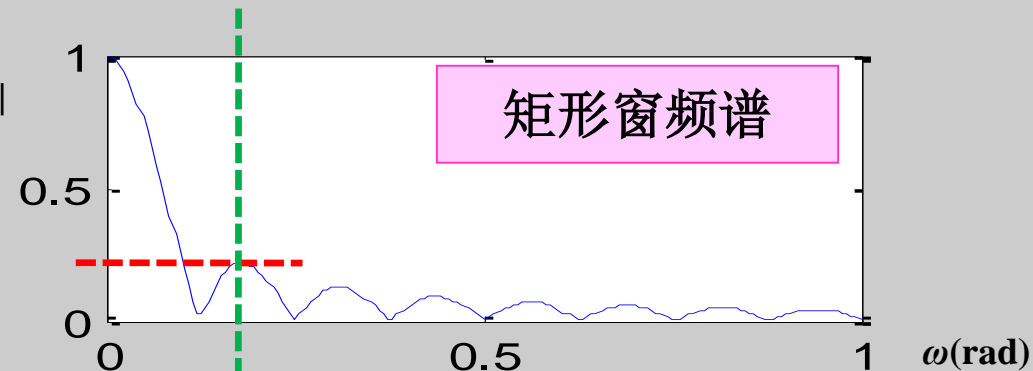


矩形窗

$w_R(n)$

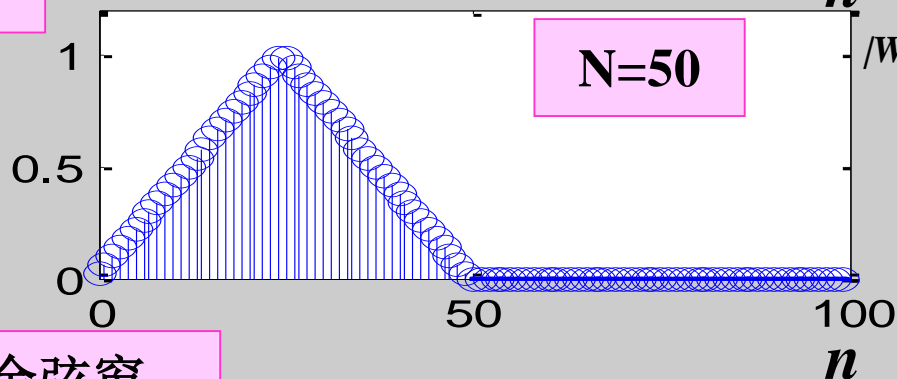


$|W_R(e^{j\omega})|$

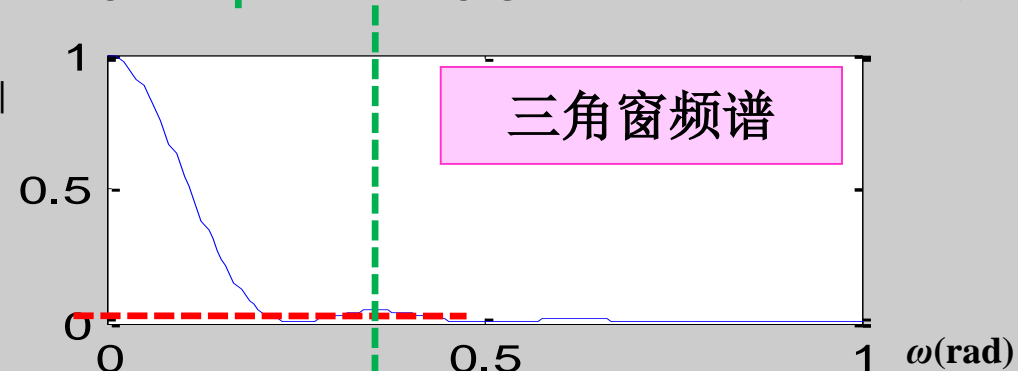


三角窗

$w_{tr}(n)$

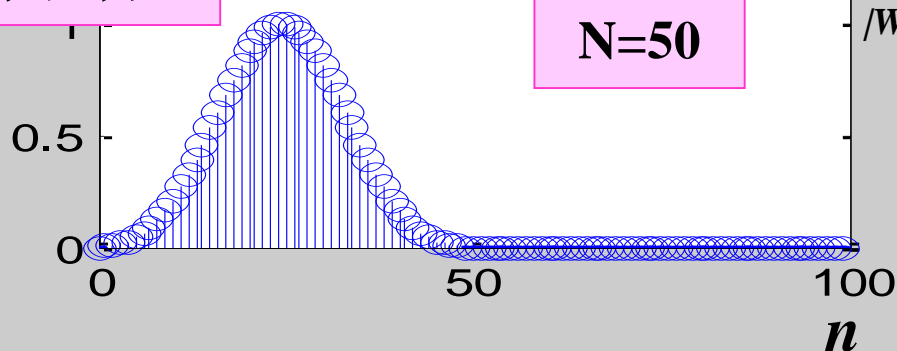


$|W_{tr}(e^{j\omega})|$

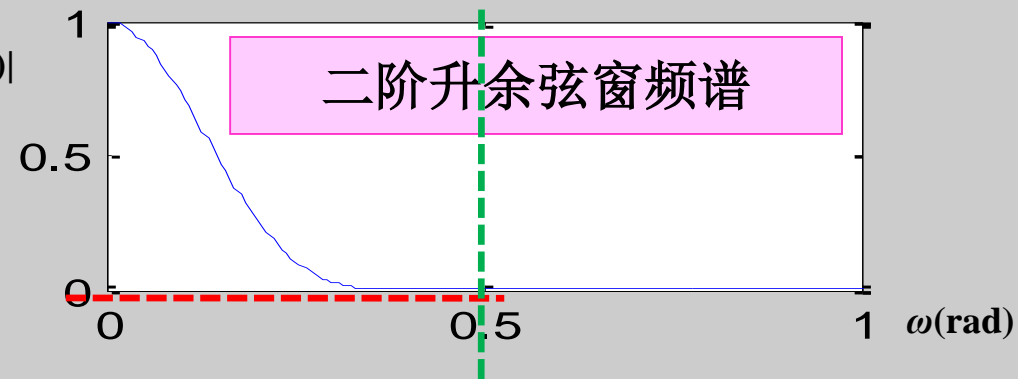


二阶升余弦窗

$w_{bk}(n)$



$|W_{bk}(e^{j\omega})|$





➤ 增加窗函数长度后，窗函数 $w(n)$ 及其它们的频谱 $W(e^{j\omega})$

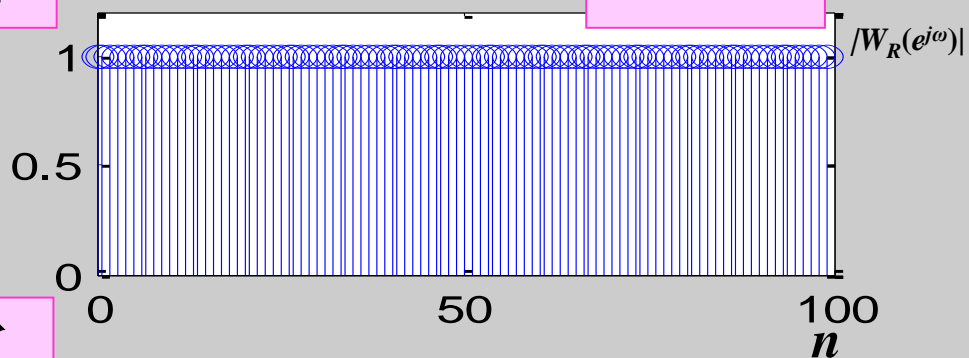


华东理工大学

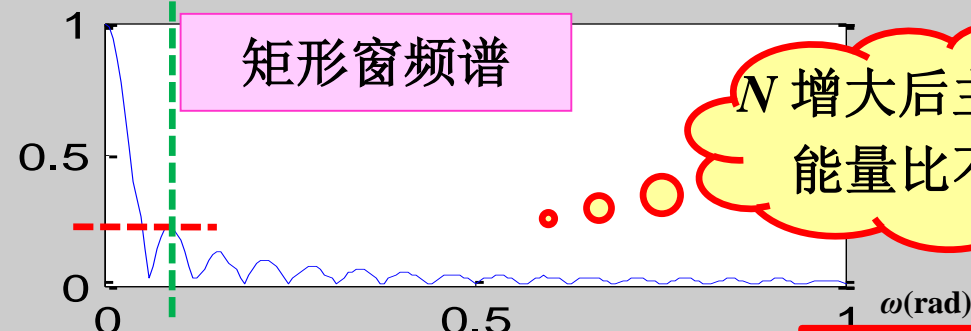
矩形窗

$w_R(n)$

$N=100$



矩形窗频谱



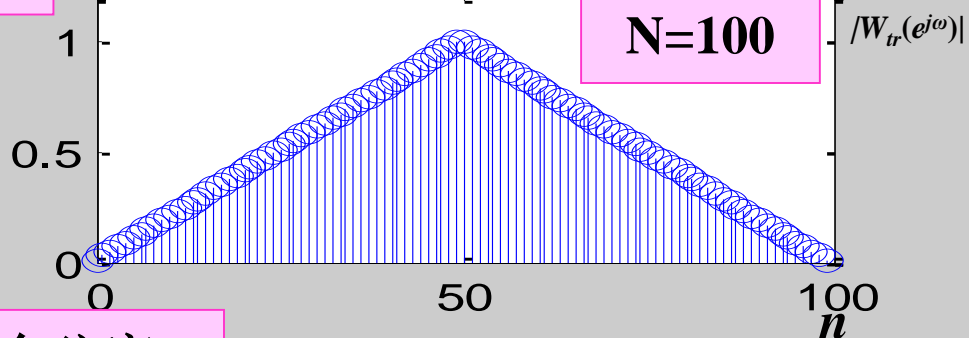
N 增大后主旁瓣
能量比不变

Gibbs现象

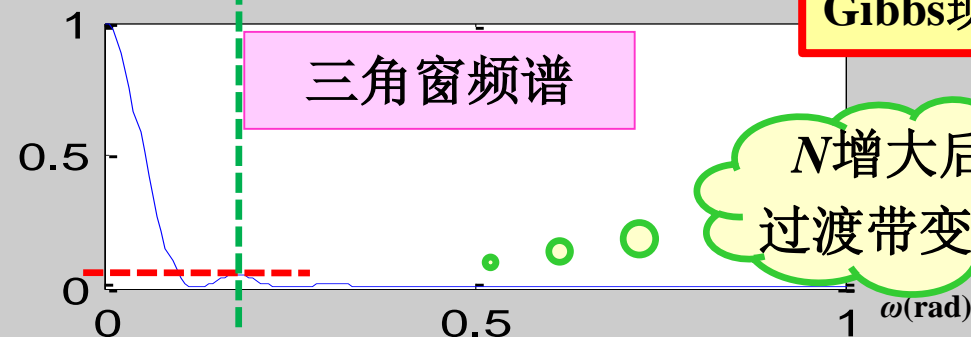
三角窗

$w_{tr}(n)$

$N=100$



三角窗频谱

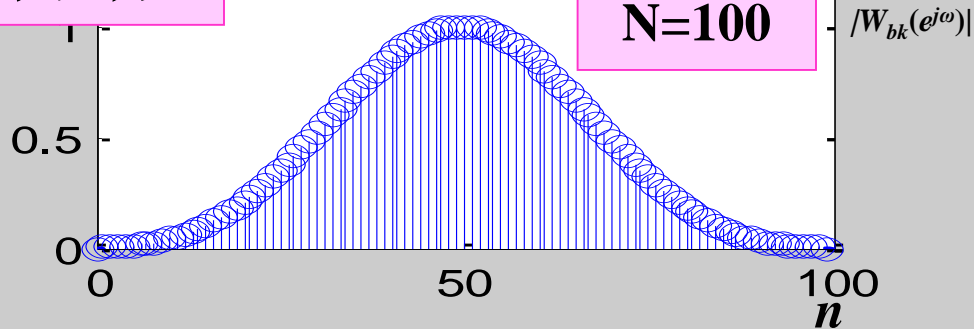


N 增大后
过渡带变窄

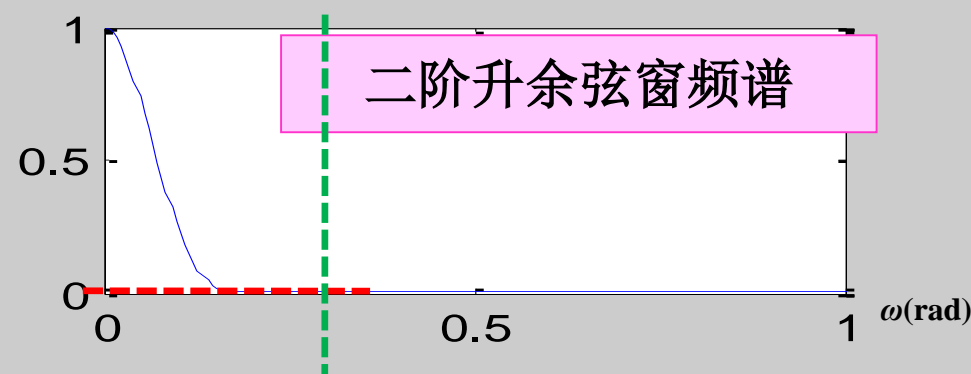
二阶升余弦窗

$w_{bk}(n)$

$N=100$



二阶升余弦窗频谱



➤ 时域截断产生频谱泄漏现象的改善措施

◆ 频谱泄漏产生的原因

时域乘窗函数



频域卷积窗函数的谱

◆ 窗函数及其参数的选择

窗形状：选择缓慢截断的窗函数。

窗长度：延长窗的长度 N 可减小过渡带宽。



➤ 频域抽样可能带来的问题及解决方法

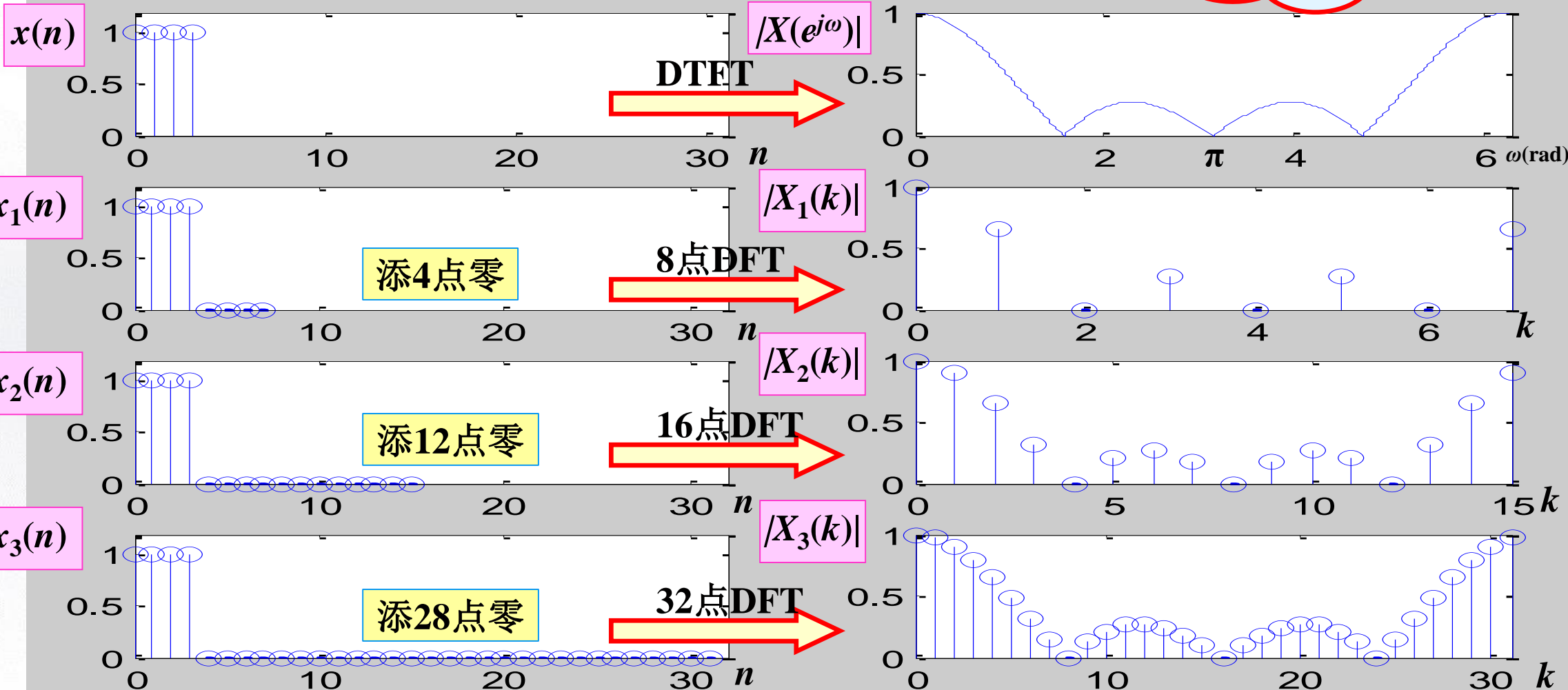


华东理工大学

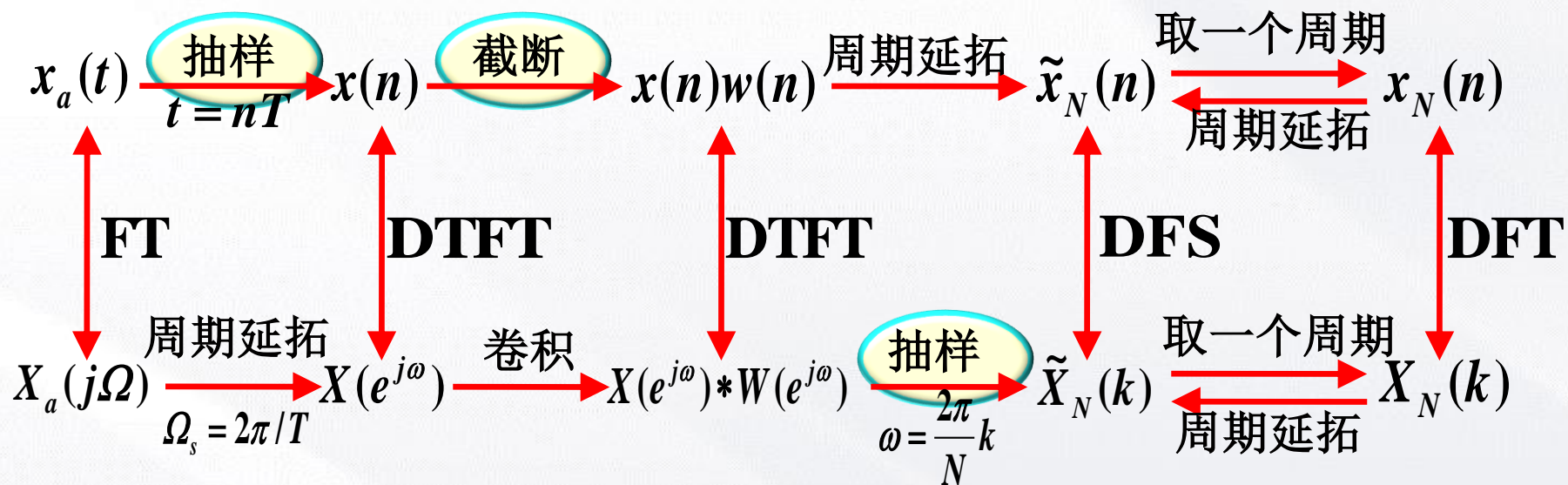
频域抽样

栅栏效应

时域添零增加
观察分辨率



➤ 用DFT对模拟信号进行谱分析存在的问题及应对措施小结



时域抽样

频域混叠

抗混叠滤波器: $f_s \geq 2f_h$

时域截断

频谱泄漏

合适的窗函数长度、形状

频域抽样

栅栏效应

适当添零



第三章 离散傅里叶变换

Discrete Forurier Transform

3.5 模拟信号的频谱分析

谱分析方法中存在的问题及应对措施

华东理工大学信息科学与工程学院 万永菁

