

- 窗函数有四个评价指标，泄露指数，主瓣宽度，旁瓣衰减，旁瓣滚降率。

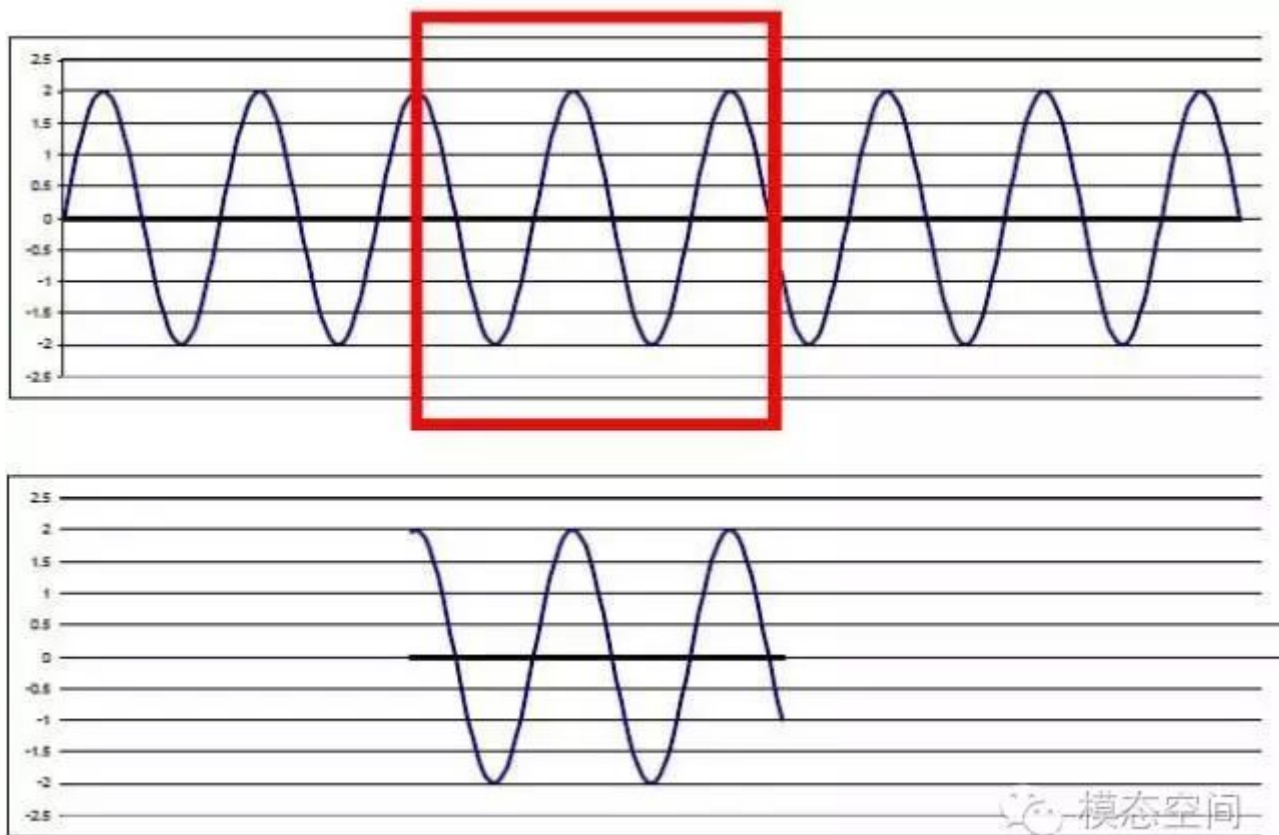
为什么要加窗

加窗主要是为了使时域信号似乎更好地满足FFT处理的周期性要求，减少泄漏。

- 为了减少频谱能量泄漏，可采用不同的截取函数对信号进行截断，截断函数称为窗函数。泄漏与窗函数频谱的两侧旁瓣有关，如果两侧旁瓣的高度趋于零，而使能量相对集中在主瓣，就可以较为接近于真实的频谱，为此，在时间域中可采用不同的窗函数来截断信号。

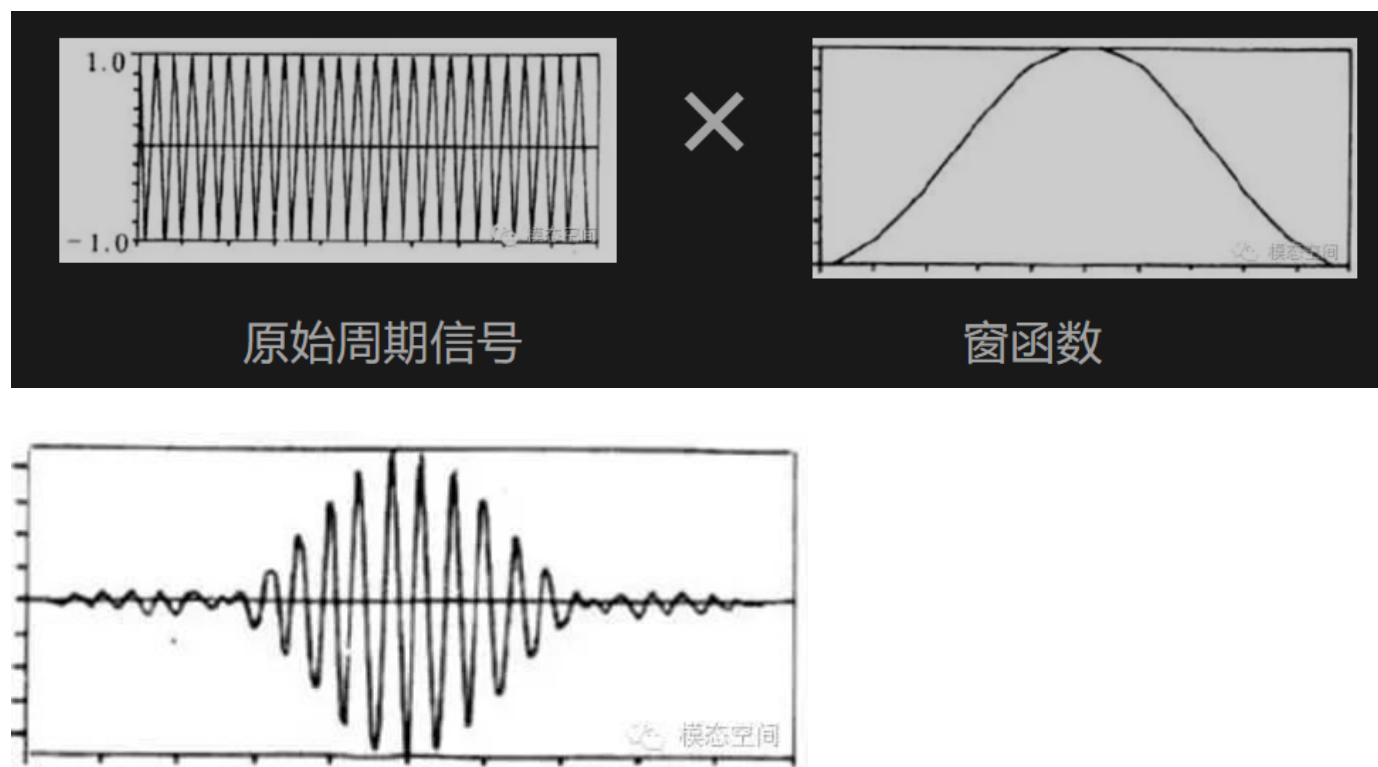
窗函数的定义

信号截断时，只能截取一定长度，哪怕原始信号是无限长的，因此，好像是用一个“窗”（确切地说更像个“框”）去作这样的截取了。如下图所示，原始信号是周期信号，时间很长，截取时用红色的“窗”去截取这个周期信号，截取得到的信号如图中下部所示。



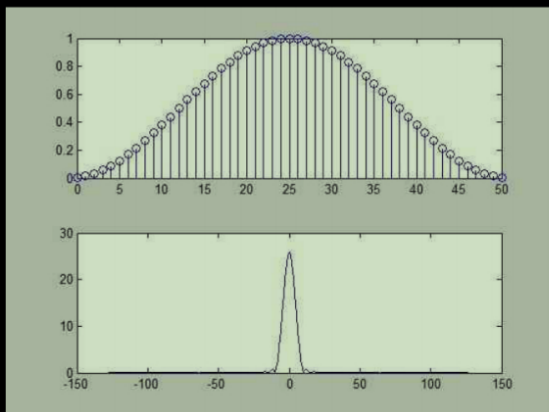
上图中用于截取信号的时域截取函数（就是上图中红色的那个“窗”）就称为窗函数，它是一种计权函数，不同的窗函数计权是不一样的。也就是说，可以用不同的截取函数（窗函数）来做信号截取。到底用何种窗函数基于信号类型和分析目的。常用的窗函数有矩形窗、汉宁窗、平顶窗、指数窗等。

加窗实质是用一个所谓的窗函数与原始的时域信号作乘积的过程（当然加窗也可以在频域进行，但时域更为普遍），使得相乘后的信号似乎更好地满足傅立叶变换的周期性要求。如下图所示，原始的信号是不满足FFT变换的周期性要求的，变换后存在泄漏，如果施加一个窗函数，会在一定程度上减少泄漏。为了减少泄漏，用一个窗函数与原始周期信号相乘，得到加窗后的信号为周期信号，从而满足FFT变换的周期性要求。



- hamming窗两端不能到零，而hanning窗两端是零。hanning窗能够减少很近的旁瓣泄露，但是稍远一点的旁瓣泄露比海宁窗严重。

汉宁 (Hanning) 窗

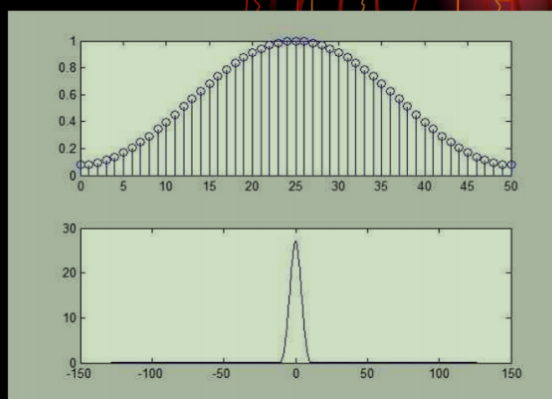


- 汉宁 (Hanning) 窗又称升余弦窗，汉宁窗可以看作是3个矩形时间窗的频谱之和，它可以使用旁瓣互相抵消，消去高频干扰和漏能。
- `clc, clear all, close all`
- `N=51;`
- `w = hanning(N);`
- `W = fft(w, 256);`
- `subplot(2,1,1);`
- `stem([0:N-1],w);`
- `subplot(2,1,2);`
- `plot([-128:127],abs(fftshift(W)))`

汉明窗 (Hamming)

- 汉明 (Hamming) 窗也是余弦窗的一种，又称改进的升余弦窗，汉明窗与汉宁窗都是余弦窗，只是加权系数不同。汉明窗加权的系数能使旁瓣达到更小。

- `clc, clear all, close all`
- `N=51;`
- `w = hamming(N);`
- `W = fft(w, 256);`
- `subplot(2,1,1);`
- `stem([0:N-1],w);`
- `subplot(2,1,2);`
- `plot([-128:127],abs(fftshift(W)))`

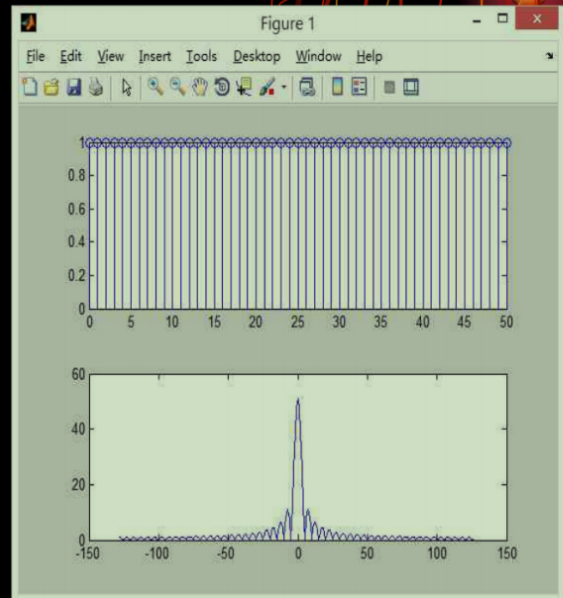


汉明窗加权的系数能使旁瓣达到更小。

- 矩形窗

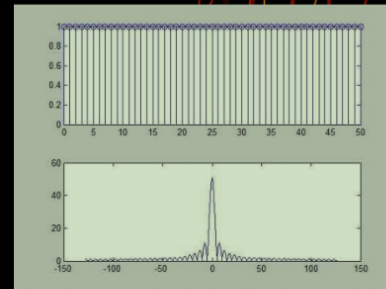
矩形窗

- 矩形窗使用最多，习惯上不加窗就是使信号通过了矩形窗。这种窗的优点是主瓣比较集中，缺点是旁瓣较高，并有负旁瓣，导致变换中带进了高频干扰和泄漏，甚至出现负谱现象。
- **clc, clear all, close all**
- **N=51;**
- **w = boxcar(N);**
- **W = fft(w, 256);**
- **subplot(2,1,1);**
- **stem([0:N-1],w);**
- **subplot(2,1,2);**
- **plot([-128:127],abs(fftshift(W)))**

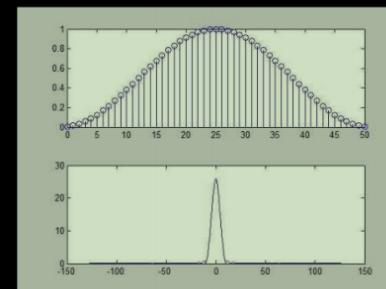


汉宁窗与矩形窗的谱图对比

- 汉宁窗主瓣加宽并降低，旁瓣则显著减小。
- 汉宁窗的旁瓣衰减速度也较快。
- 由以上比较可知，从减小泄漏观点出发，汉宁窗优于矩形窗。但汉宁窗主瓣加宽，相当于分析带宽加宽，频率分辨率下降。



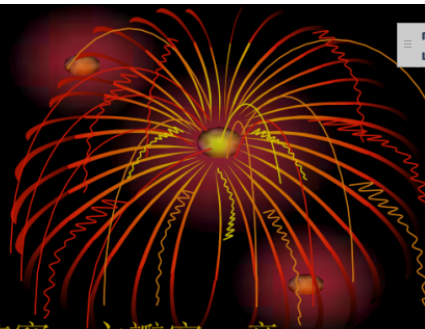
矩形窗



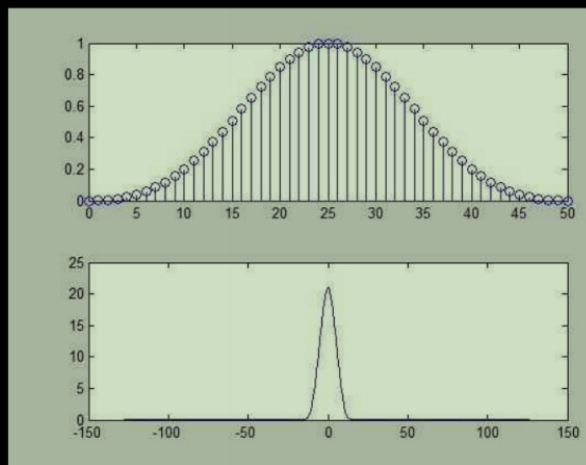
汉宁窗

- 布莱克曼窗Blackman:二阶升余弦窗，主瓣宽，旁瓣比较低，但等效噪声带宽比汉宁窗要大一点，波动却小一点。频率识别精度最低，但幅值识别精度最高，有更好的选择性。

布莱克曼窗Blackman



布莱克曼窗



- 二阶升余弦窗，主瓣宽，旁瓣比较低，但等效噪声带宽比汉宁窗要大一点，波动却小一点。频率识别精度最低，但幅值识别精度最高，有更好的选择性。
- 常用来检测两个频率相近幅度不同的信号

```
clc, clear all, close all
N=51;w = blackman(N);W = fft(w,
256);
subplot(2,1,1);
stem([0:N-1],w);
subplot(2,1,2):plot(f-
```




如何选择窗函数

- ①加窗是为了减小泄漏!
- ②加窗时应该选择主瓣宽度窄,旁瓣衰减大的窗函数.

- 海宁窗 (hann) 大多数情况下都能满足需求。它同时具有很好的频率分辨率和较少的频谱泄露。如果不知道用什么窗。hanning窗是个不错的选择。
- Blackman窗：常用来检测两个频率相近幅度不同的信号