



北京交通大学

信号与系统



主讲人：陈后金
电子信息工程学院



离散时间信号的基本运算

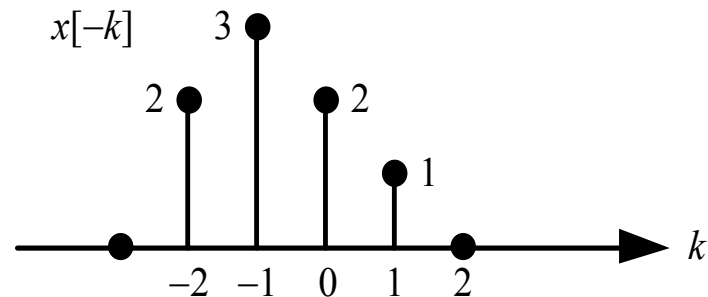
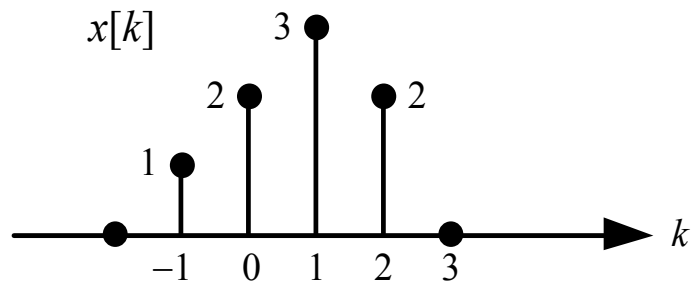
- ※ 翻转
- ※ 位移
- ※ 抽取与内插
- ※ 序列相加
- ※ 序列相乘
- ※ 差分
- ※ 求和



1. 翻转

$$x[k] \rightarrow x[-k]$$

将 $x[k]$ 以纵轴为中心作 180° 翻转

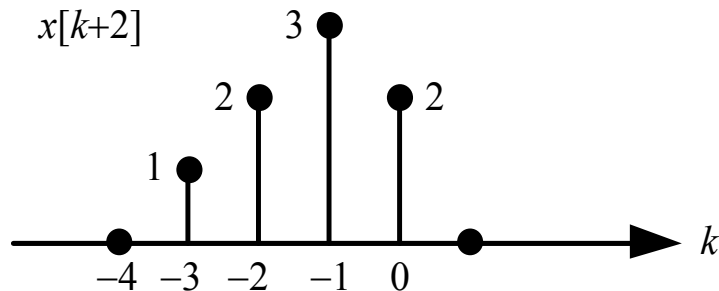
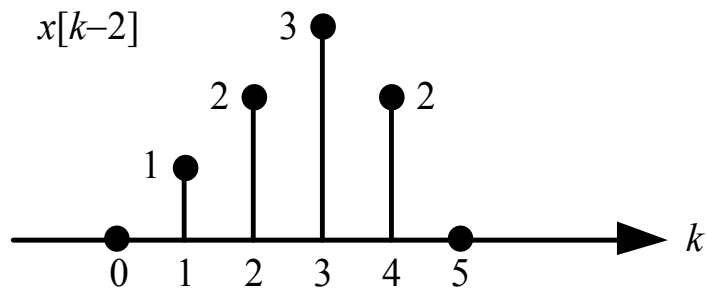
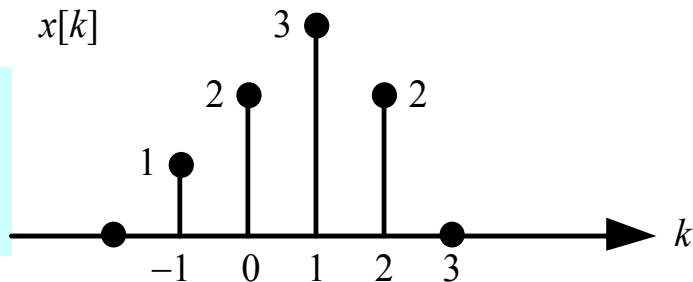




2. 位移

$$x[k] \rightarrow x[k \pm n] \quad n > 0$$

$x[k-n]$ 表示将 $x[k]$ 右移 n 个单位;
 $x[k+n]$ 表示将 $x[k]$ 左移 n 个单位。

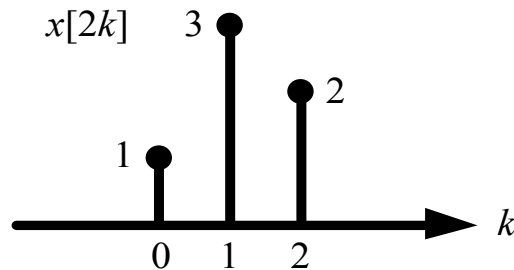
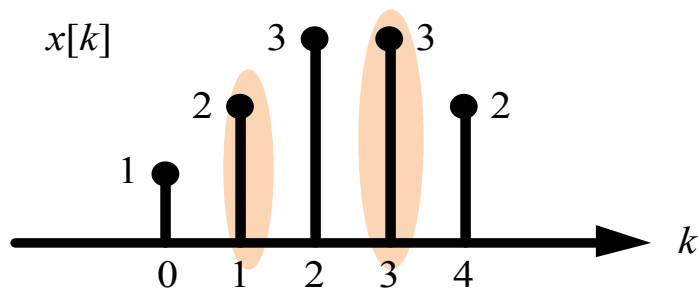




3. 尺度变换

抽取(Decimation) $\downarrow M$

$x[k] \rightarrow x[Mk]$ M 为正整数



在原序列中每隔 $M-1$ 点抽取一点



3. 尺度变换



原信号x

```
[x,Fs,bits] = wavread('我的祖国');  
% Fs=22,050 Hz
```



4倍抽取后信号x1

```
x1=x(1:4:end);  
% Fs=22,050/4 Hz
```



8倍抽取后信号x2

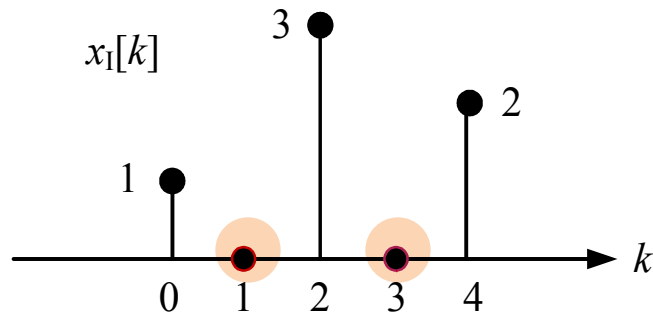
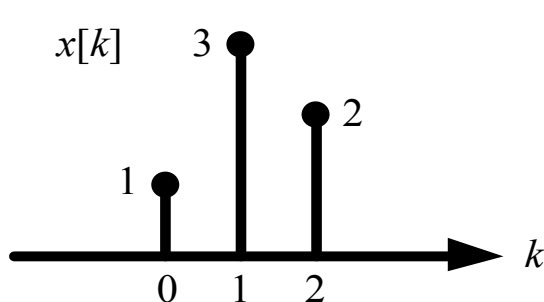
```
x2=x(1:8:end);  
% Fs=22,050/8 Hz
```



3. 尺度变换

内插(Interpolation) $\uparrow L$

$$x_1[k] = \begin{cases} x[k/L] & k \text{ 是 } L \text{ 的整数倍} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$



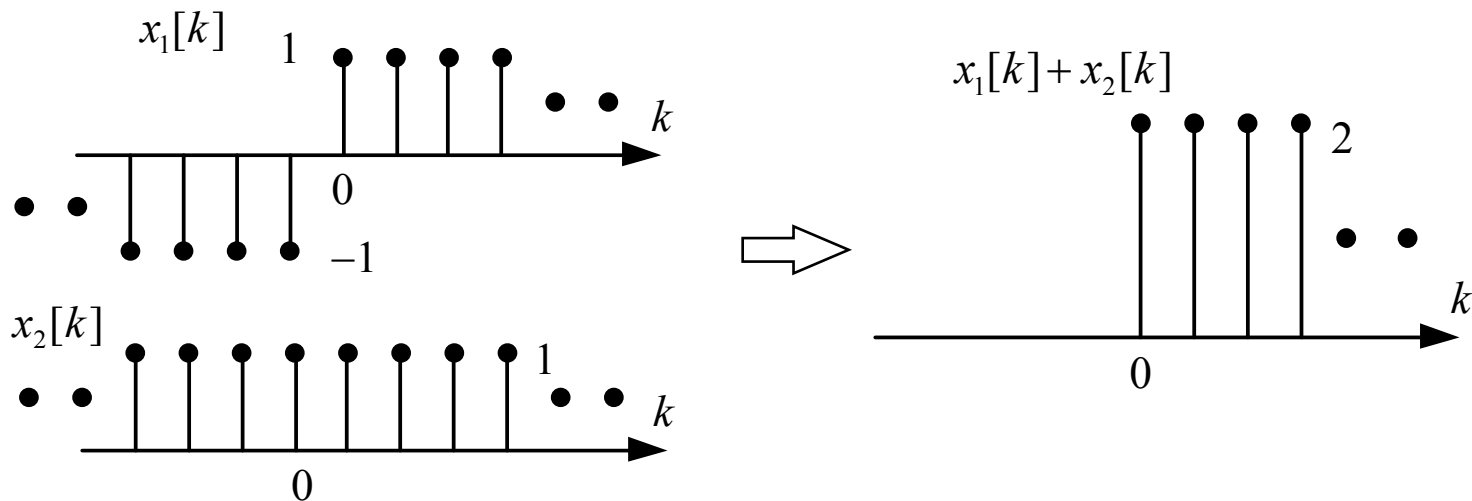
在原序列各点之间插入 $L-1$ 个点



4. 序列相加

$$y[k] = x_1[k] + x_2[k] + \dots + x_n[k]$$

若干离散序列对应点信号值相加

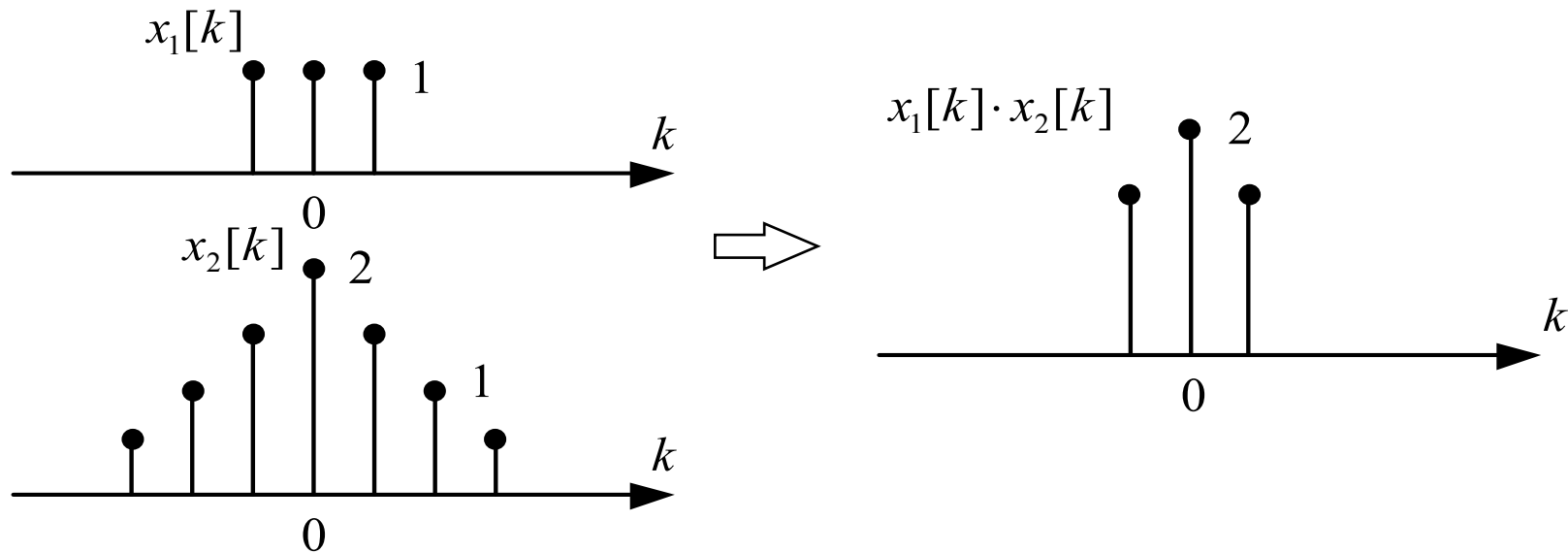




5. 序列相乘

$$y[k] = x_1[k] \cdot x_2[k] \cdot \dots \cdot x_n[k]$$

若干离散序列对应点信号值相乘





6. 差分

一阶后向差分

$$\nabla x[k] = x[k] - x[k-1]$$

二阶后向差分

$$\nabla^2 x[k] = \nabla \{ \nabla x[k] \} = x[k] - 2x[k-1] + x[k-2]$$

...

N 阶后向差分

$$\nabla^n x[k] = \nabla \{ \nabla^{n-1} x[k] \}$$

单位脉冲序列可用单位阶跃序列的一阶后向差分表示

$$\delta[k] = u[k] - u[k-1]$$

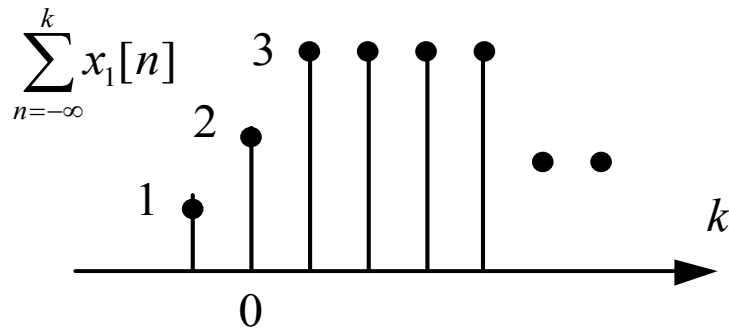
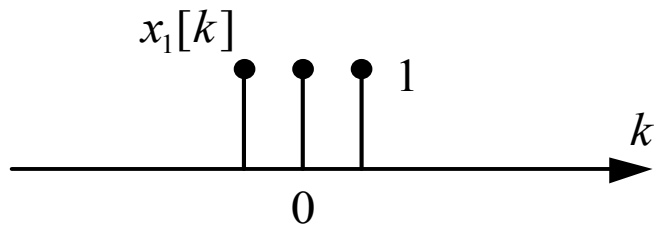
一阶前向差分

$$\Delta x[k] = x[k+1] - x[k]$$



7. 求和

$$y[k] = \sum_{n=-\infty}^k x[n]$$



单位阶跃序列可用单位脉冲序列的求和表示

$$u[k] = \sum_{n=-\infty}^k \delta[n]$$



离散时间信号的基本运算

谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事、同行、朋友的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！