北京化工大学
Beijing University of Chemical Technology

信号与系统

第一章 信号与系统基本概念

主讲教师：袁洪芳

目 录 CONTENTS

2

信号的基本运算

-- 信号波形变换

-- 信号的微积分运算

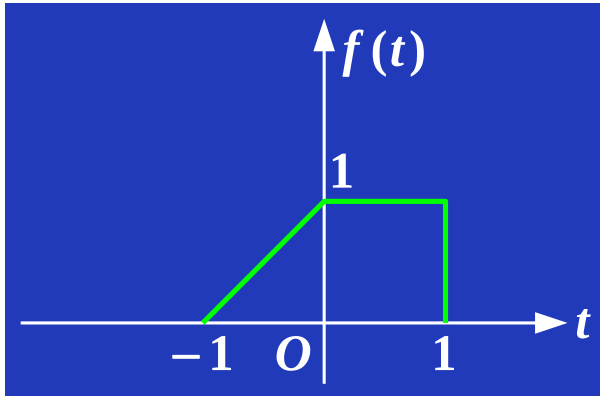
-- 信号的相加和相乘

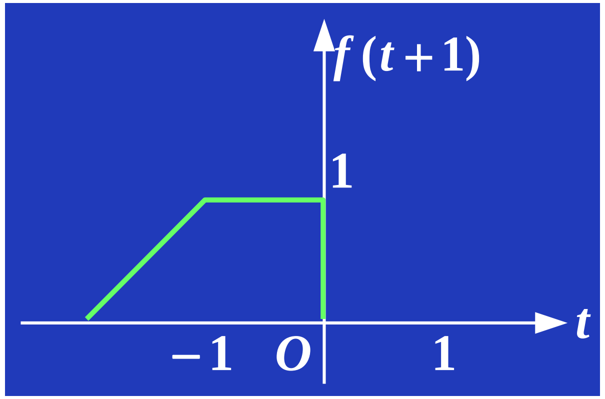
-- 序列的累加和差分

$f(t)$沿着t轴平移τ得到$f(t-\tau)$

τ>0，右移(滞后)

τ<0，左移(超前)



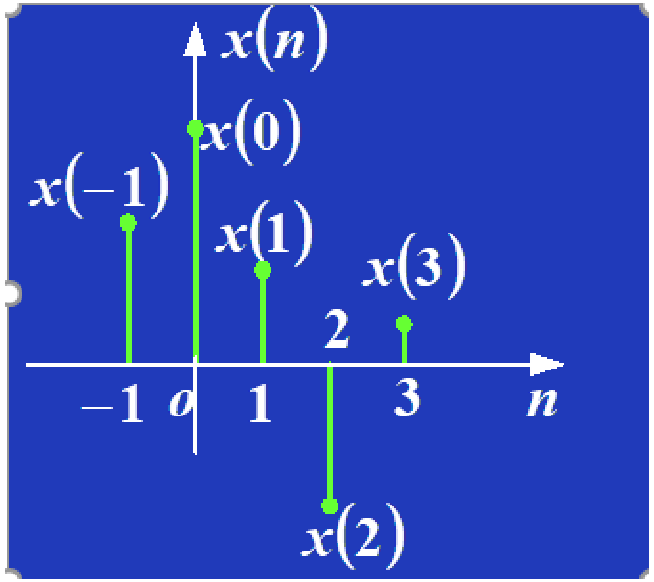


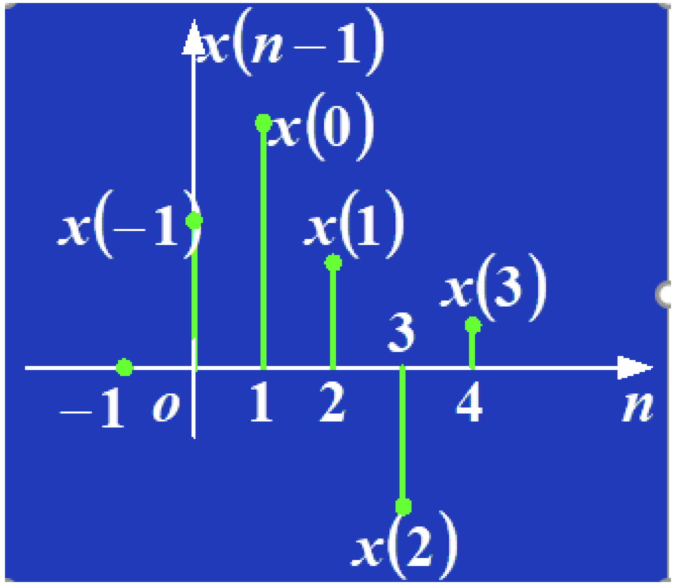
信号的平移表现信号沿着时间轴的移位，信号出现的时间不同，波形并不发生变化

序列中每一个样值逐项依次移m位（整数位）而得到新序列w(n)，设m>0

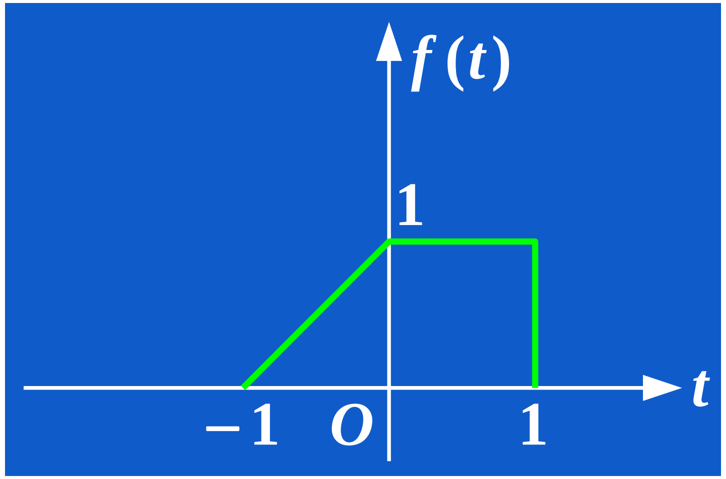
$\{w(n)\} = \{x(n-m)\}$ 右移位

$\{w(n)\} = \{x(n+m)\}$ 左移位

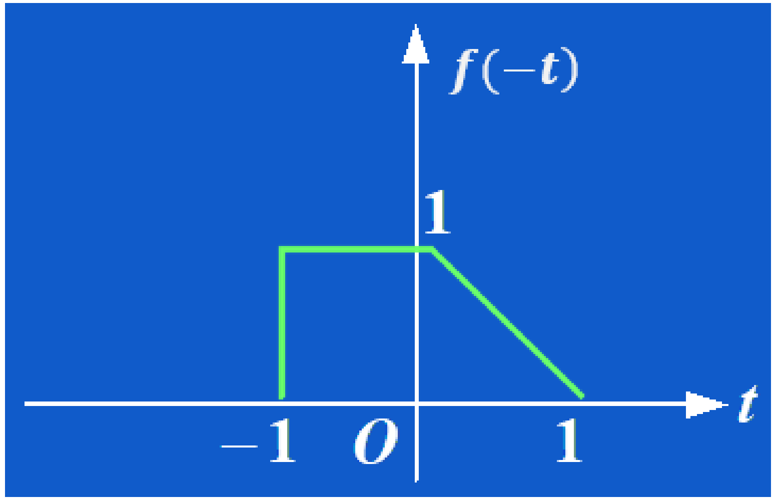




信号的反折以纵轴为轴折叠，把信号的过去与未来对调。



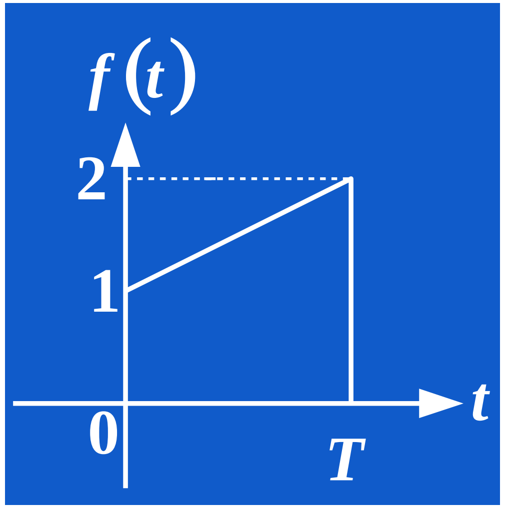
$$f(t) \rightarrow f(-t)$$

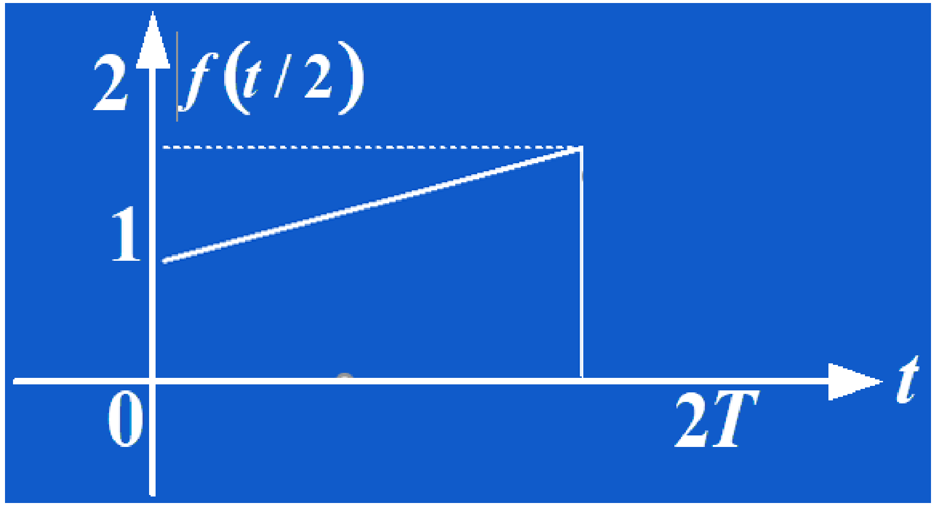


连续信号中没有可实现此功能的实际器件；

数字信号处理中可以实现倒置，例如堆栈中的“后进先出”

$$f(t) \rightarrow f(at) \quad \begin{cases} a > 1 & \text{压缩，保持信号的时间缩短了} \\ 0 < a < 1 & \text{扩展，保持信号的时间增长了} \end{cases}$$





信号的尺度变换就是信号波形的压缩与扩展

$$x(n)=\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{1.5},\ 1,\ -0.5,\ 2,3\}$$

$x(an)$为序列压缩，也叫序列的抽取　$x(2n)=\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{1.5},\ -0.5,\ 3\}$

$x\left(\frac{n}{a}\right)$则为序列扩展，也称为序列的插值

$$x(n/2)=\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{1.5},\ 0,1,0,-0.5,\ 0,2,0,3\}$$

注意：序列的尺度变换需去除某些点或补足相应的零值。

$$f(t) \to f(at \pm b) = f[a(t \pm b/a)] \text{（设}a > 0\text{）}$$

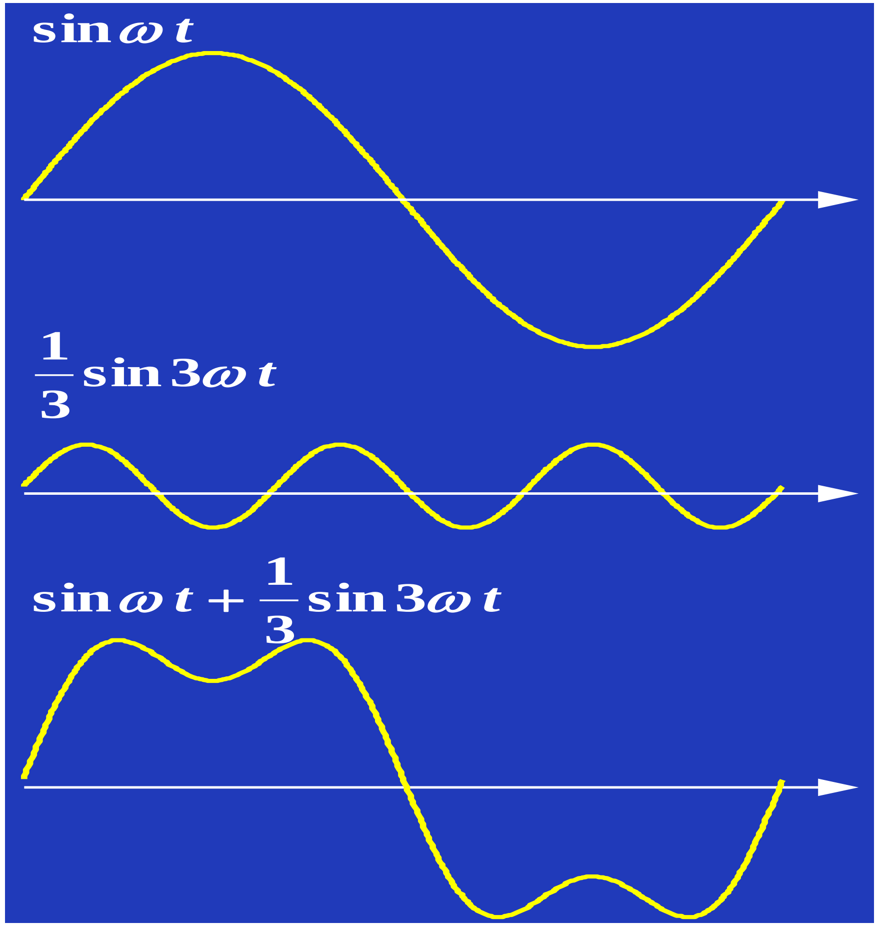
$$f(-at \pm b) = f[-a(t \mp b/a)]$$

a>1，压缩a倍；　a<1，扩展1/a倍

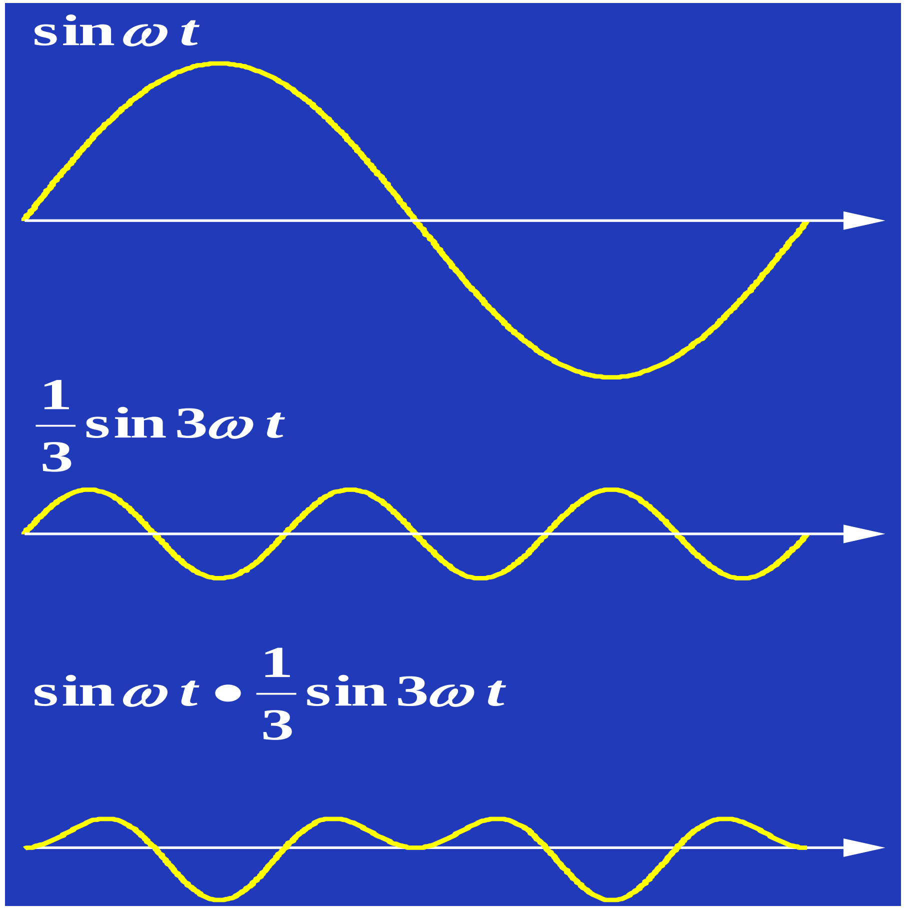
+，左移b/a单位；　-，右移b/a单位

一切变换都是对t而言，最好用先翻缩后平移的顺序

同一瞬时两信号对应值相加



同一瞬时两信号对应值相乘



序列的相加就是用同序号的值对应相加

$$x_1(n) = \{\underset{\substack{\uparrow \\ n=0}}{1.5},\ 1,\ -0.5\}$$

$$x_2(n) = \{\underset{\substack{\uparrow \\ n=0}}{3},\ 2,\ -1\}$$

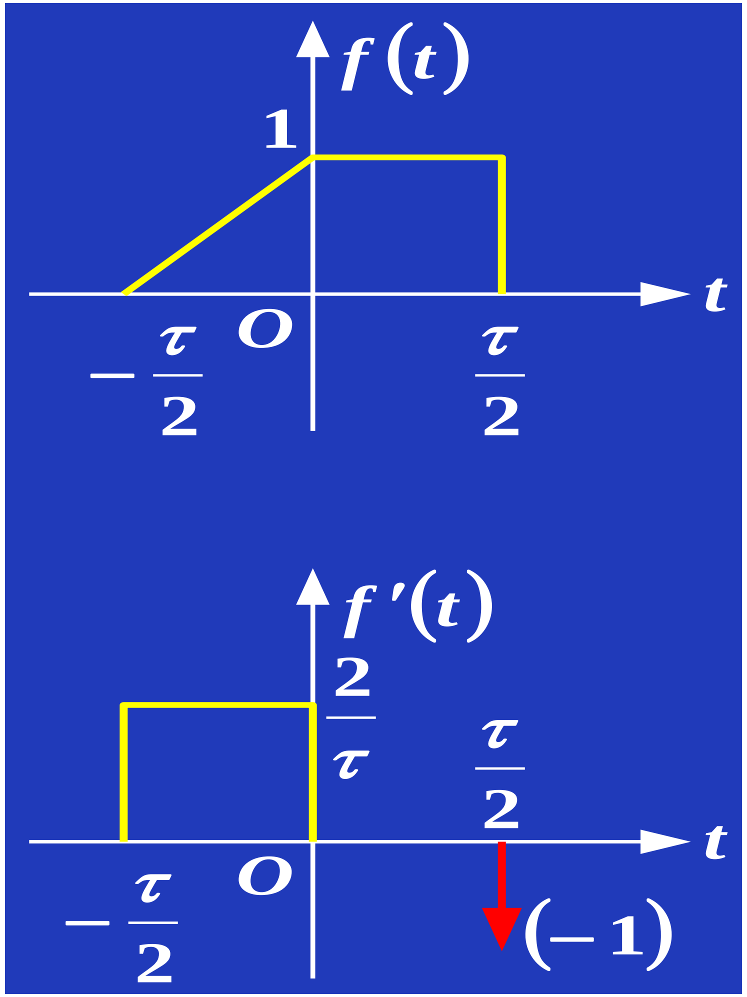
$$\{x(n)\} = \{x_1(n) + x_2(n)\} = \{\underset{\substack{\uparrow \\ n=0}}{4.5},\ 3,\ -1.5\}$$

序列的相乘就是用同序号的数值对应相乘

$$x_1(n)=\Big\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{1.5},\ 1,\ -0.5\Big\} \qquad x_2(n)=\Big\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{3},\ 2,\ -1\Big\}$$

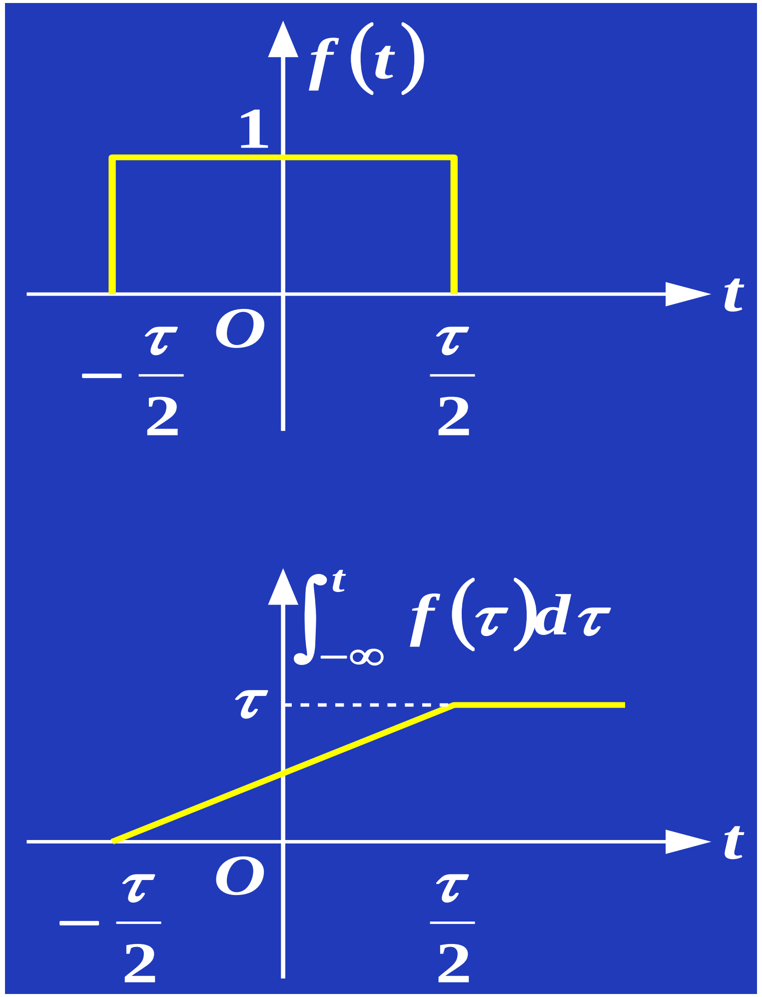
$$\{y(n)\}=\{x_1(n)\cdot x_2(n)\}$$

$$=\Big\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{1.5}\times 3,\ 1\times 2,\ (-0.5)\times(-1)\Big\}=\Big\{\underset{\substack{\uparrow\\ n=0}}{4.5},\ 2,\ 0.5\Big\}$$



微分： $f'(t) = \dfrac{df(t)}{dt}$

积分： $\displaystyle\int_{-\infty}^{t} f(\tau)\, d\tau$



序列的累加和： $y(n)=\sum_{m=-\infty}^{n} x(m)$

后向差分： $y(n)=x(n)-x(n-1)$

前向差分： $y(n)=x(n+1)-x(n)$

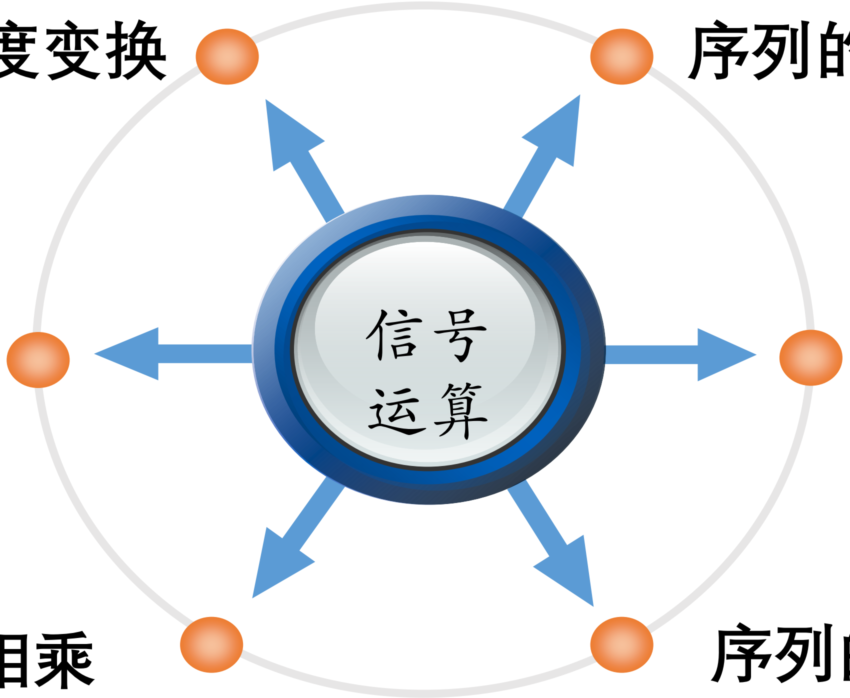
$$x(n)=\{\underset{\substack{\uparrow\\n=0}}{1.5},\ 1,\ -0.5\}$$

$$累加和序列=\{\underset{\substack{\uparrow\\n=0}}{1.5},\ 2.5,\ 2\}$$

后向差分： $y(n)=x(n)-x(n-1)$

$$=\{\underset{\substack{\uparrow\\n=0}}{1.5},-0.5,-1.5,0.5\}$$

2.5 本讲总结



- 信号的反折和移位尺度变换
- 序列的反折移位、抽取和插值
- 信号的相加和相乘
- 信号的微分和积分
- 序列的相加和相乘
- 序列的累加和、差分