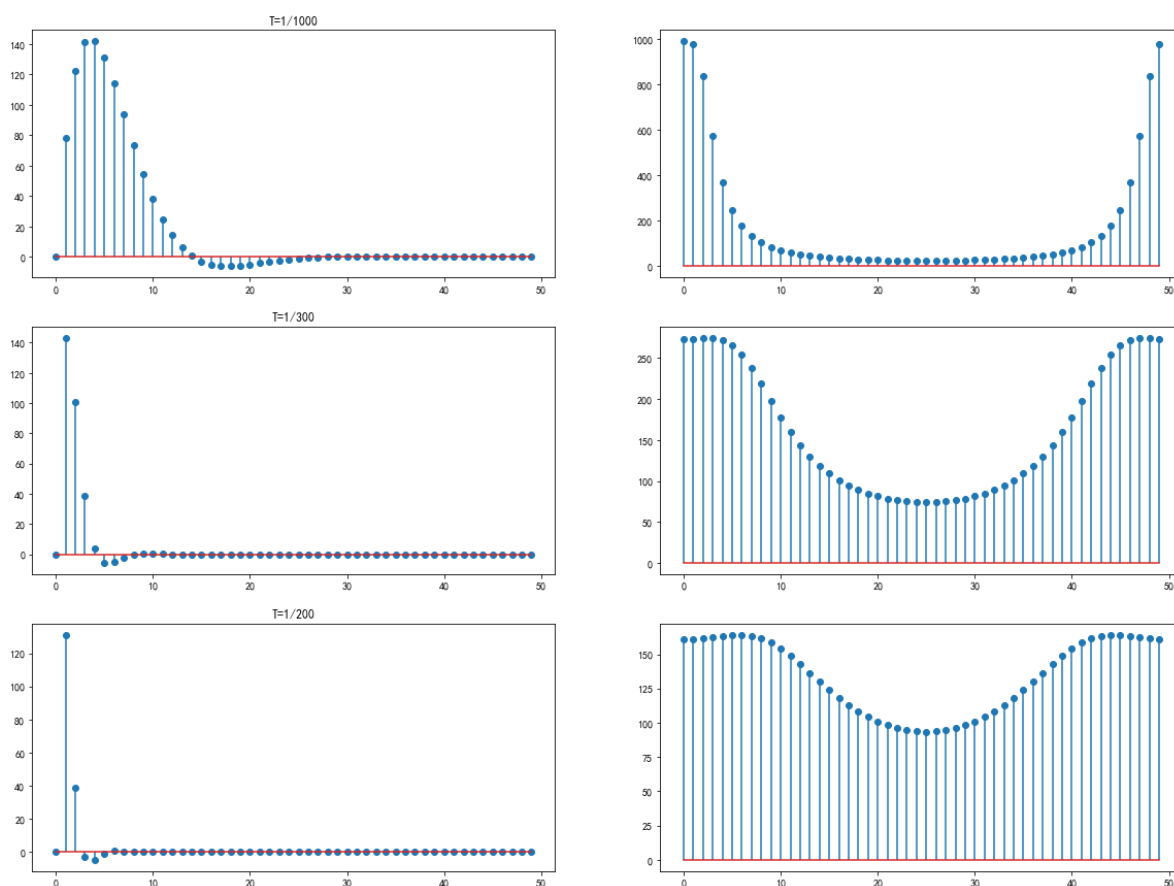


# 实验一报告

学号：PB20051061 姓名：牟真伟

## 1.3.2 理想采样信号序列的特性分析

以不同采样率进行采样得到的采样信号和频谱特性为：

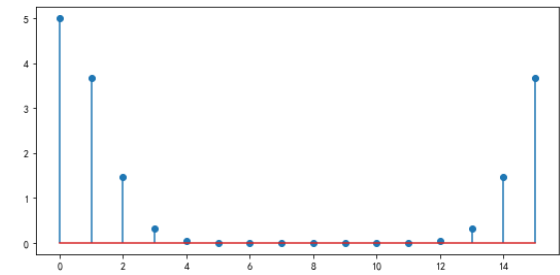
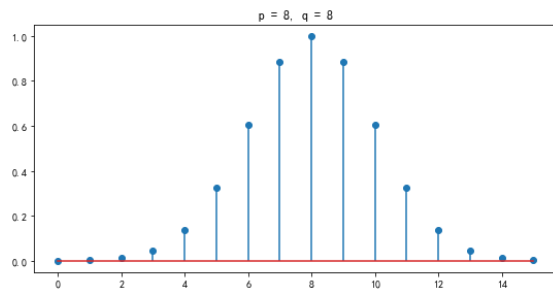
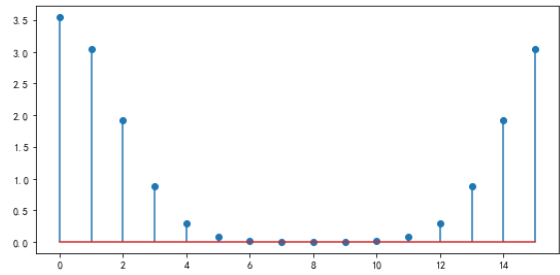
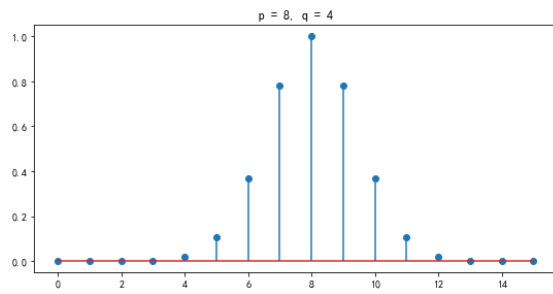
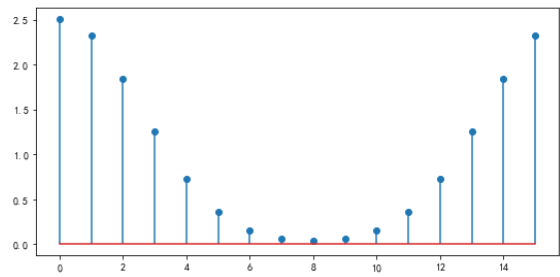
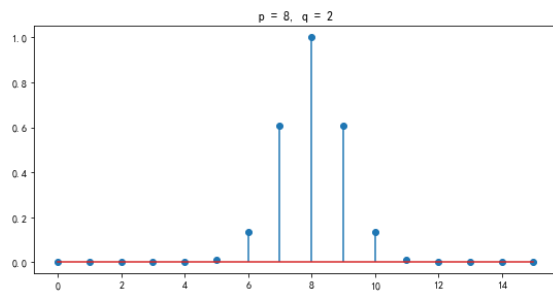


由上图可以看出，随着采样频率的下降，采样信号的各个频率分量之间的界限不再明显，出现频谱混叠现象。因为采样频率小于2倍信号最大频率，不满足奈奎斯特采样定理。

## 1.3.3 典型信号序列的特性分析

### 1.3.3.2 观察高斯序列的时域和频域特性

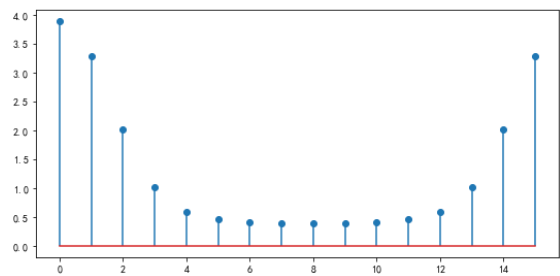
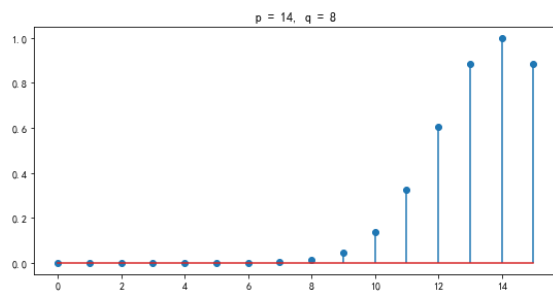
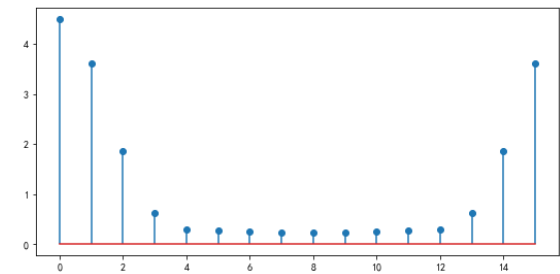
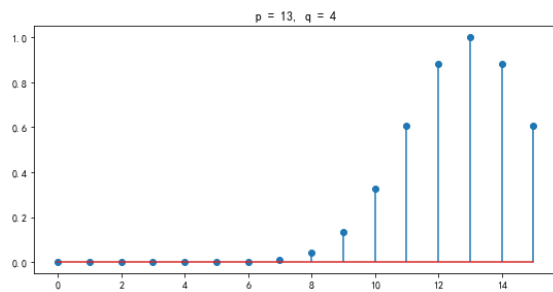
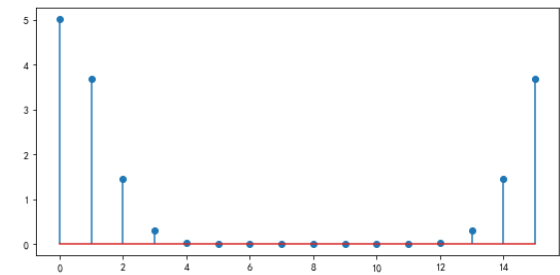
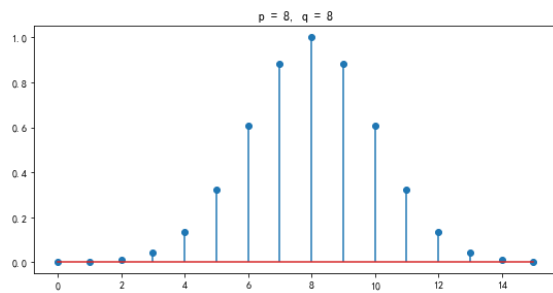
- $p=8$ ，改变 $q$  的值，使 $q$  分别等于2, 4, 8



当 $p$ 保持不变，随着 $q$ 增大，时域波形变宽且变得平滑，而频域波形变陡峭，频谱分量变少，不易发生混叠

高斯序列中 $q$ 表示时域波形的陡峭程度

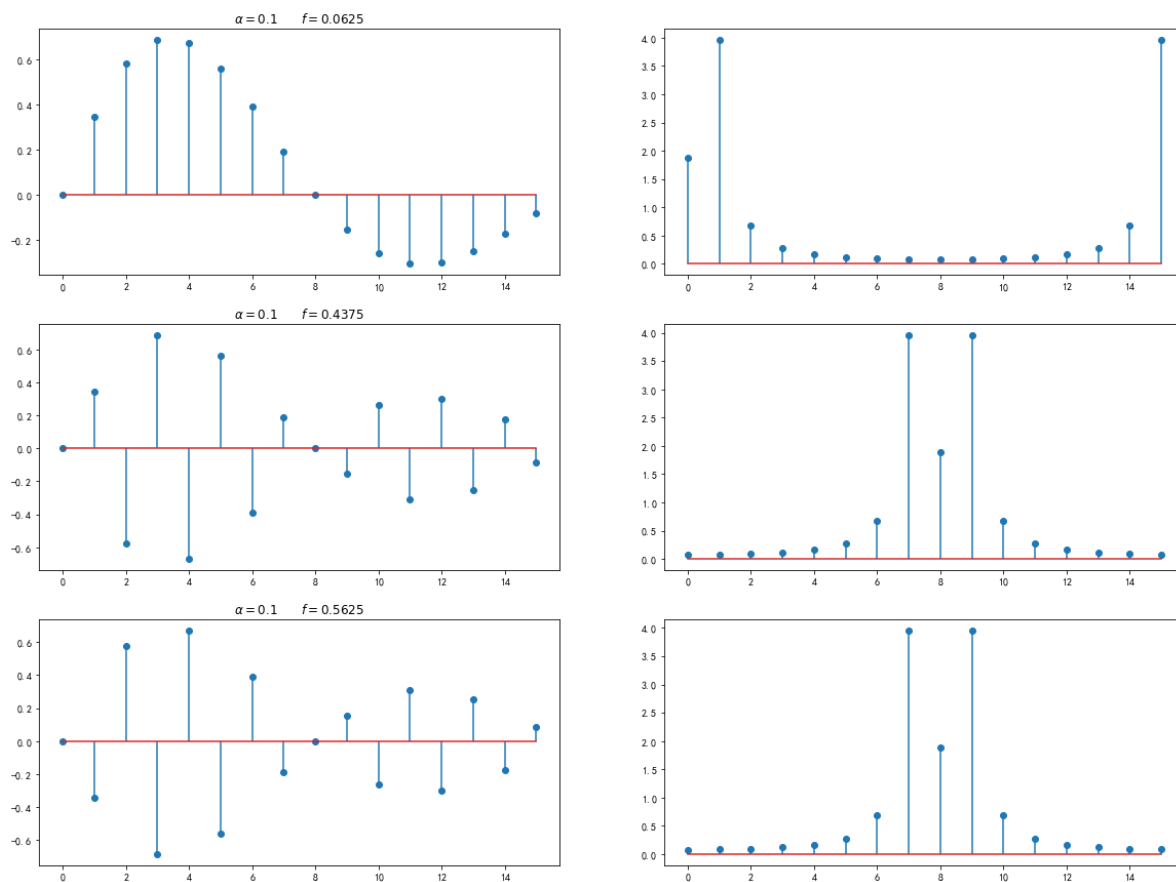
- 固定 $q=8$ ,  
改变 $p$ , 使 $p$  分别等于8, 13, 14



当 $q$ 保持不变，随着 $q$ 增大时，时域波形的中心整体向右移， $q$ 表示时域波形峰值的位置。

$p=13, p=14$ 时由于时域窗口限制导致一部分时域分量丢失，频域波形随 $p$ 的增大频率分量增多，容易产生混叠

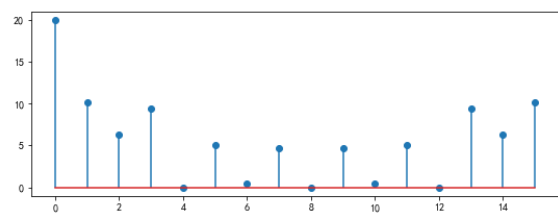
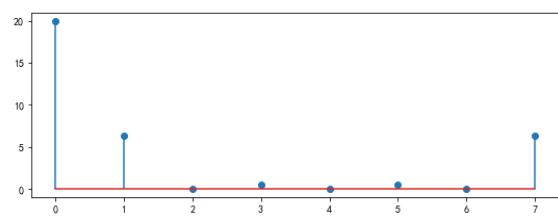
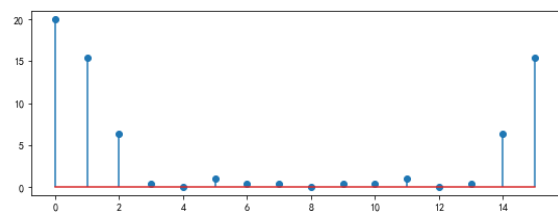
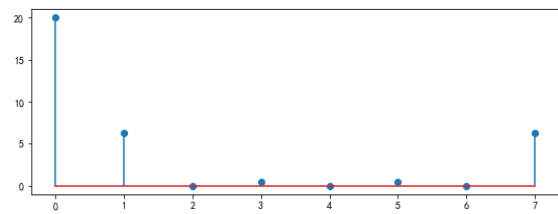
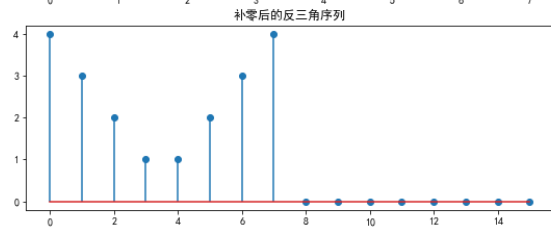
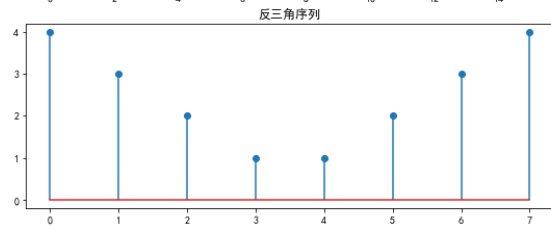
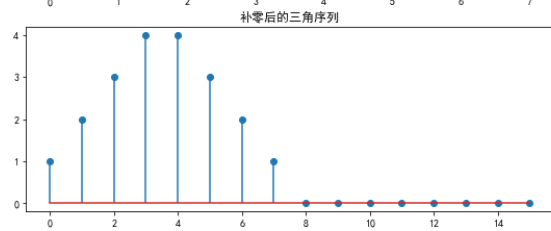
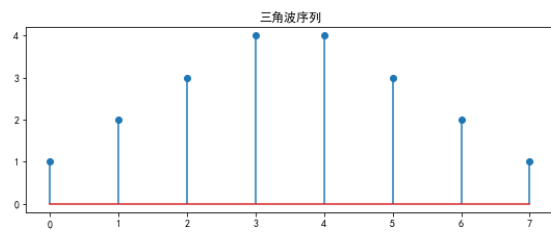
### 1.3.3.3 观察衰减正弦序列的时域和幅频特性



$f$ 相当于对以采样频率归一化后的信号频率，当 $f < 0.5$ 时满足奈奎斯特采样准则，频谱混叠较弱

当 $f = 0.5625$ 时不满足奈奎斯特采样准则，频谱混叠明显， $f = 0.5625$ 和 $f = 0.4375$ 属于镜像频率，二者频谱相同。

### 1.3.3.4 观察三角波序列和反三角波序列的时域和幅频特性

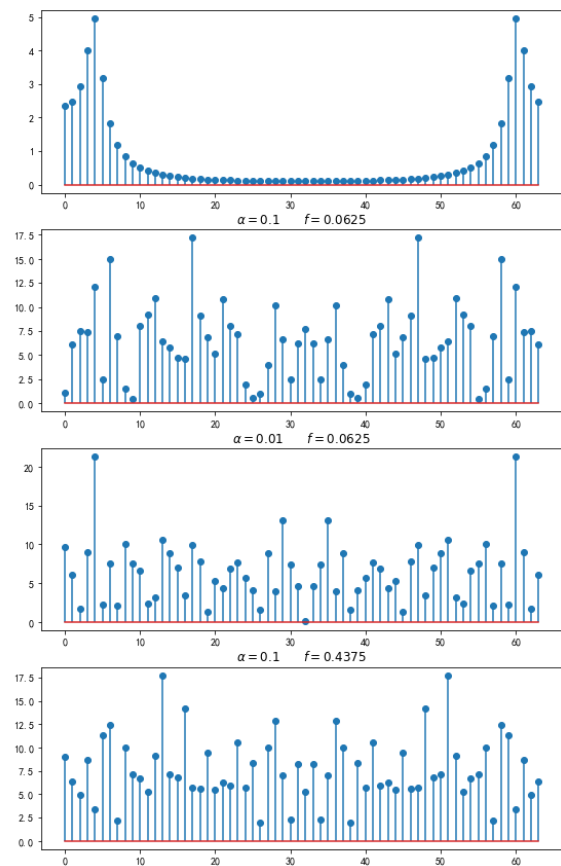
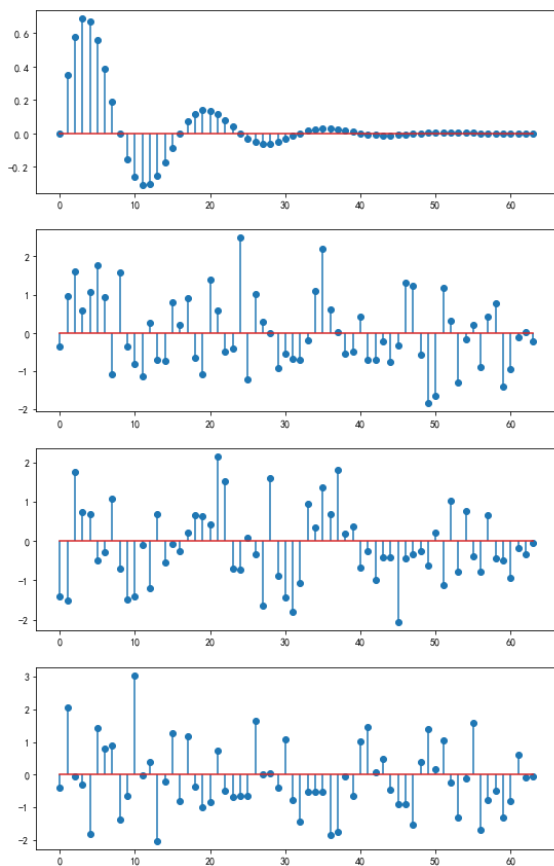


N=8的正三角序列和反三角序列频谱相同,因为DFT要原信号做周期延拓后再取主值部分,而正三角序列和反三角序列做完周期延拓后,二者只有一定的延时关系,二者频域只有相位不同,频谱相同。

补零后,二者时域周期延拓不再相同,频谱也不同,反三角序列补零后时域再N=8处出现了突变,其频率分量增多。

补零使得谱线增多,频谱看上去更光滑,但频谱形状不变,时域补零只是频域插值,并不能提高频率分辨率。

### 1.3.3.5 \* 选作内容



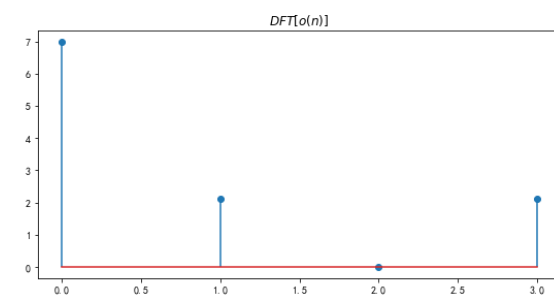
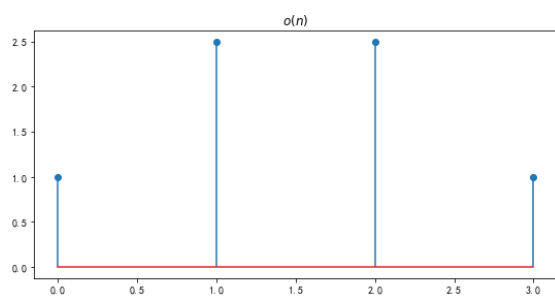
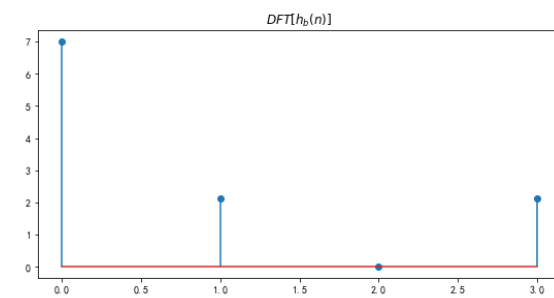
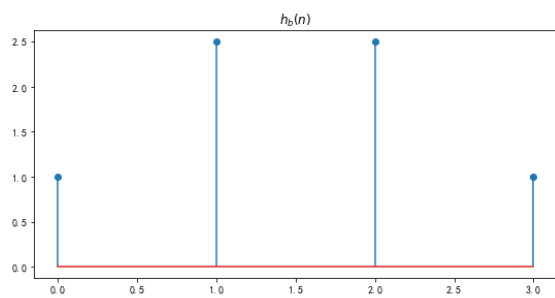
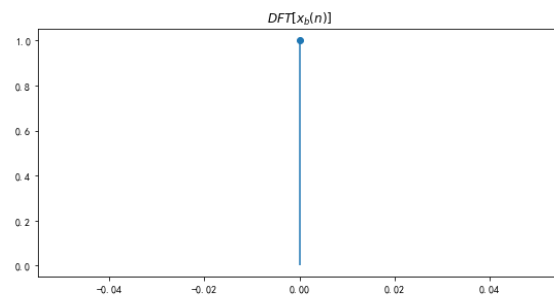
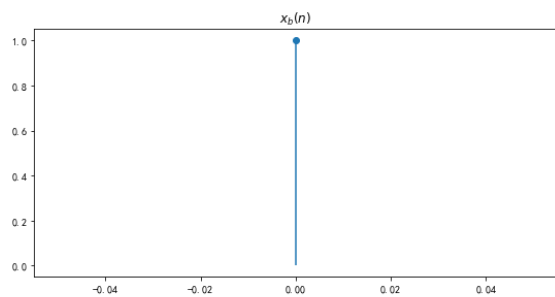
信号未加噪声时,频率分量较少,频谱混叠不严重.

信号加入噪声后,频率分量增多,之前占主要成分的频率分量变得不再占优势.改 $\alpha = 0.01$ 后,降低了原信号得衰减,使得原信号中的频率成分再加入噪声后仍然分得清.改 $f = 0.4375$ 后,原信号得频率成分改变,再加入噪声后,也能略微看到频率分量得改变.

## 1.3.4 离散信号、系统和系统响应的分析

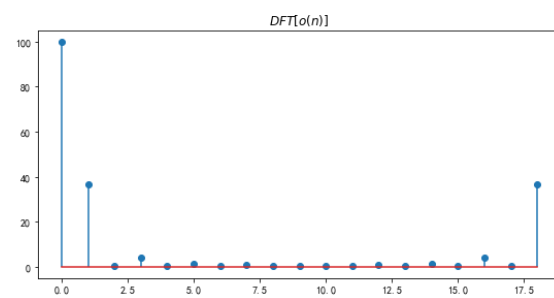
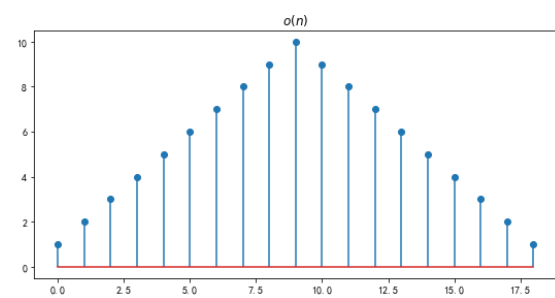
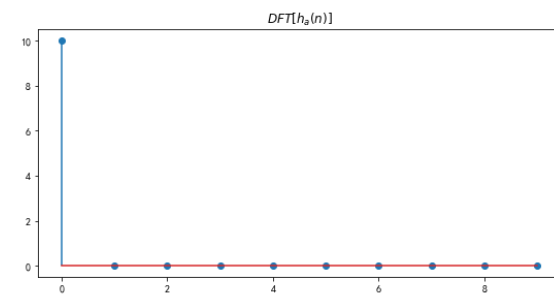
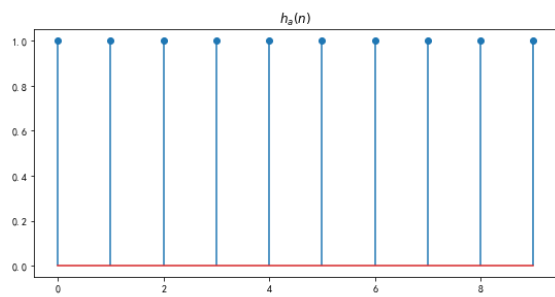
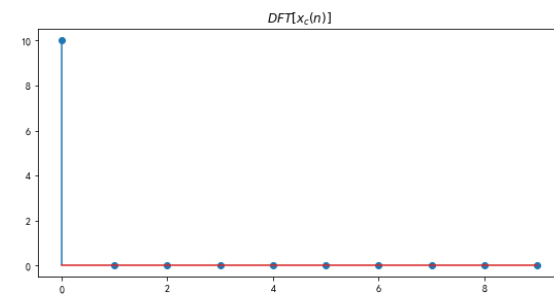
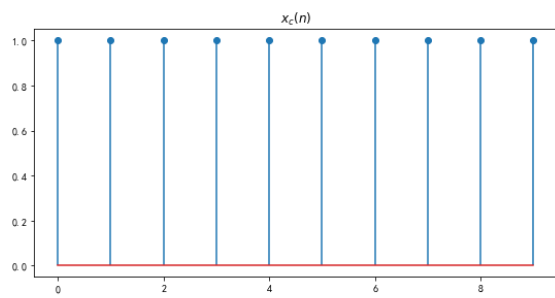
### 1.3.4.2 离散信号、系统和系统响应的分析

- (1)



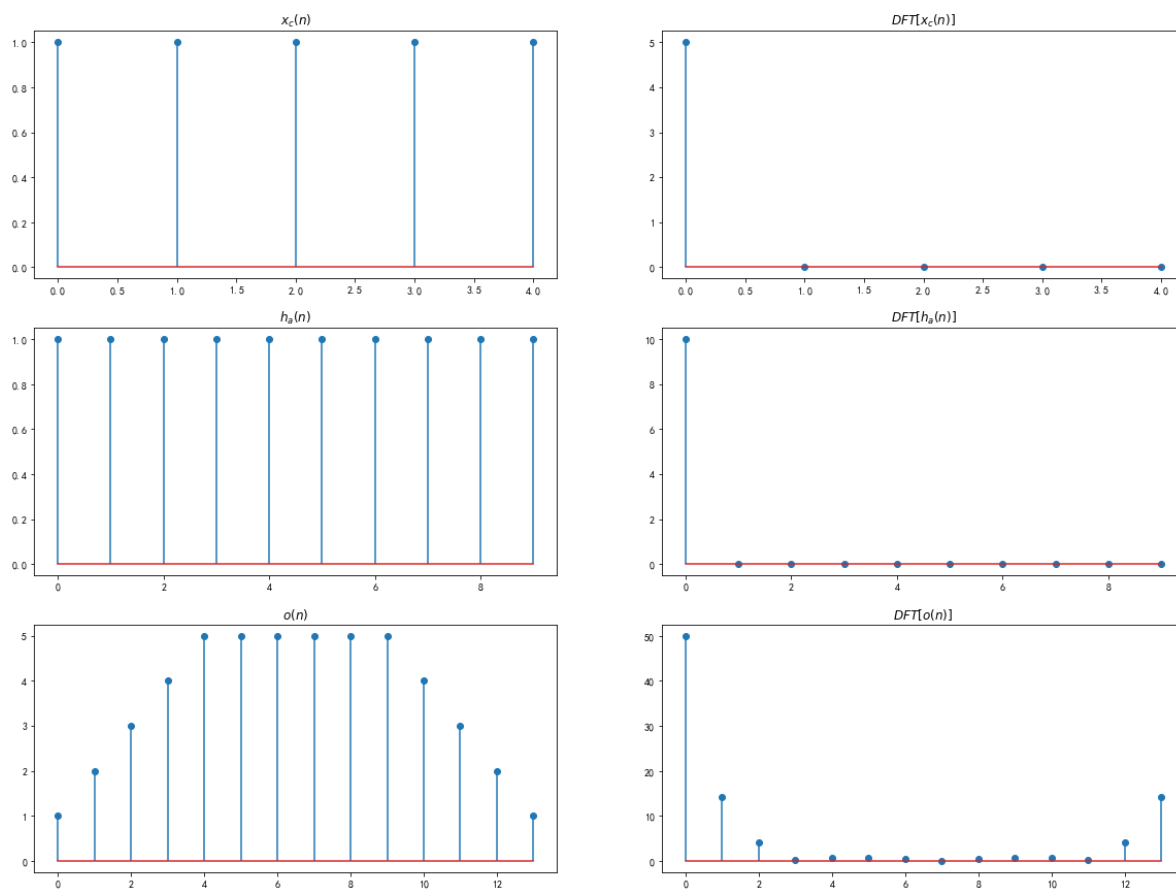
时域上,由于输入为单位冲激,所以系统得输出为其单位冲激响应,输出频谱即为系统频谱

- (2)



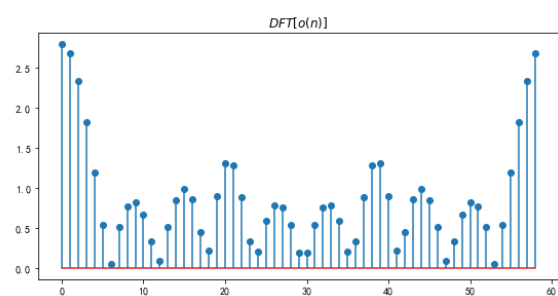
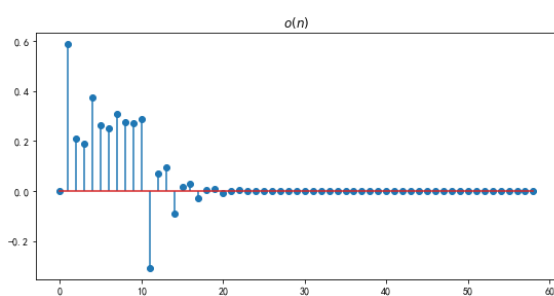
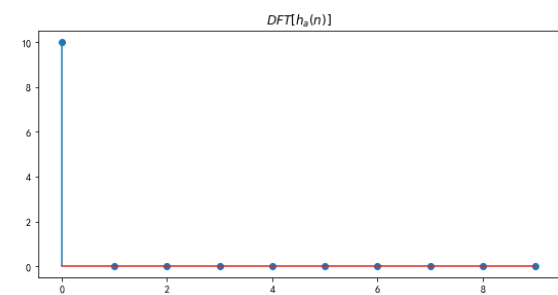
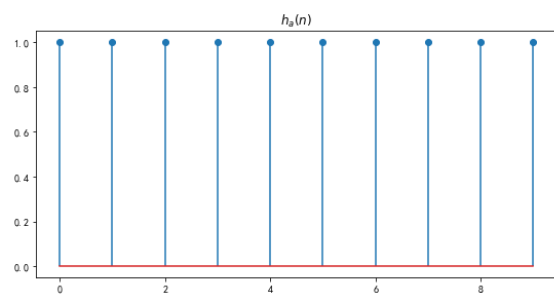
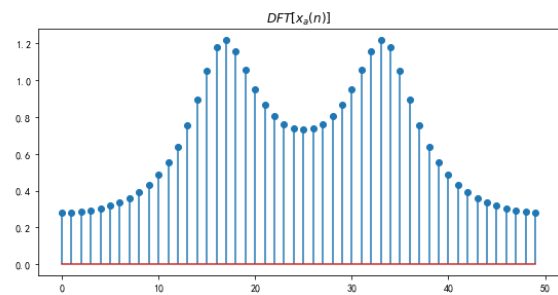
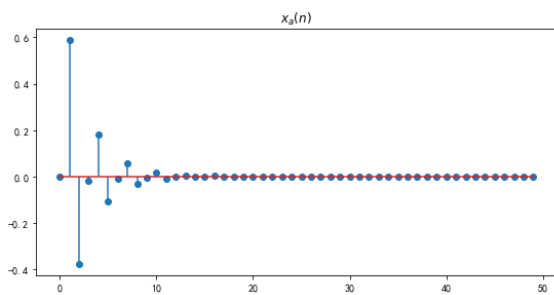
卷积得两个信号得长度均为10,因此卷积后得信号长度应为 $10+10-1=19$ ,与实验结果相符.由于卷积得两个信号均为长度为10的矩形窗,卷积结果应为以10为对称轴的长度为19的序列

改变 $x_c(n)$ 长度为5

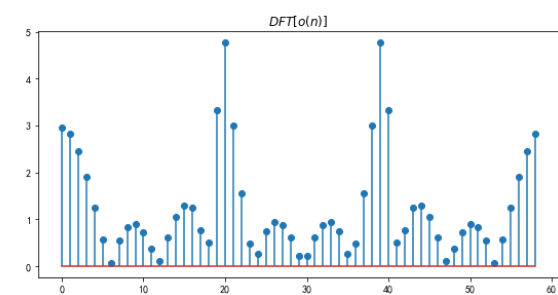
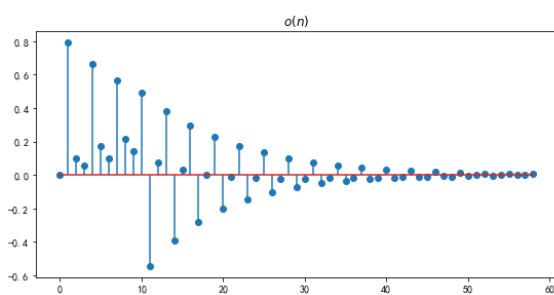
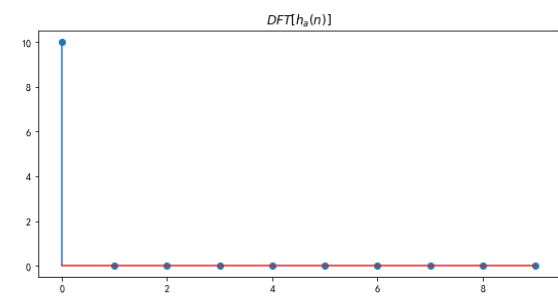
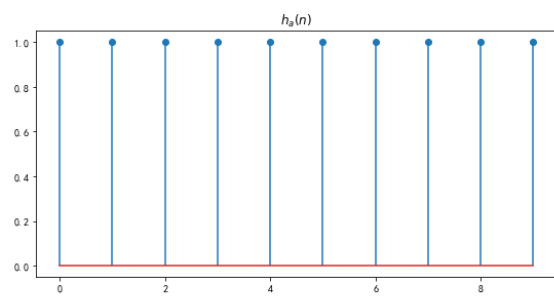
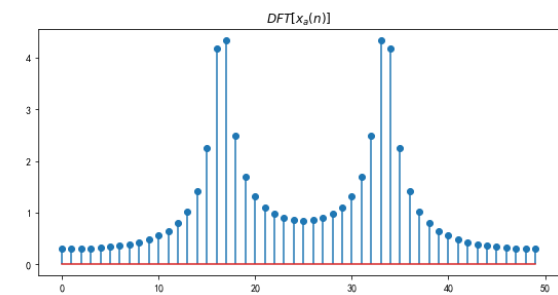
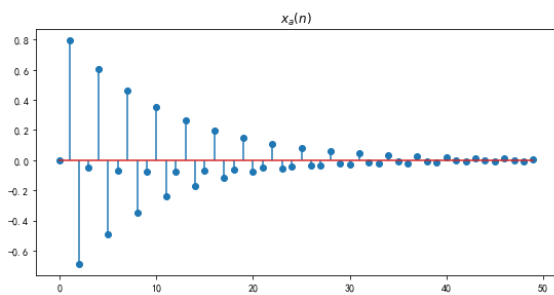


$x_c(n)$ 长度改为5后卷积结果的长度变为 $5+10-1=14$

- (3)



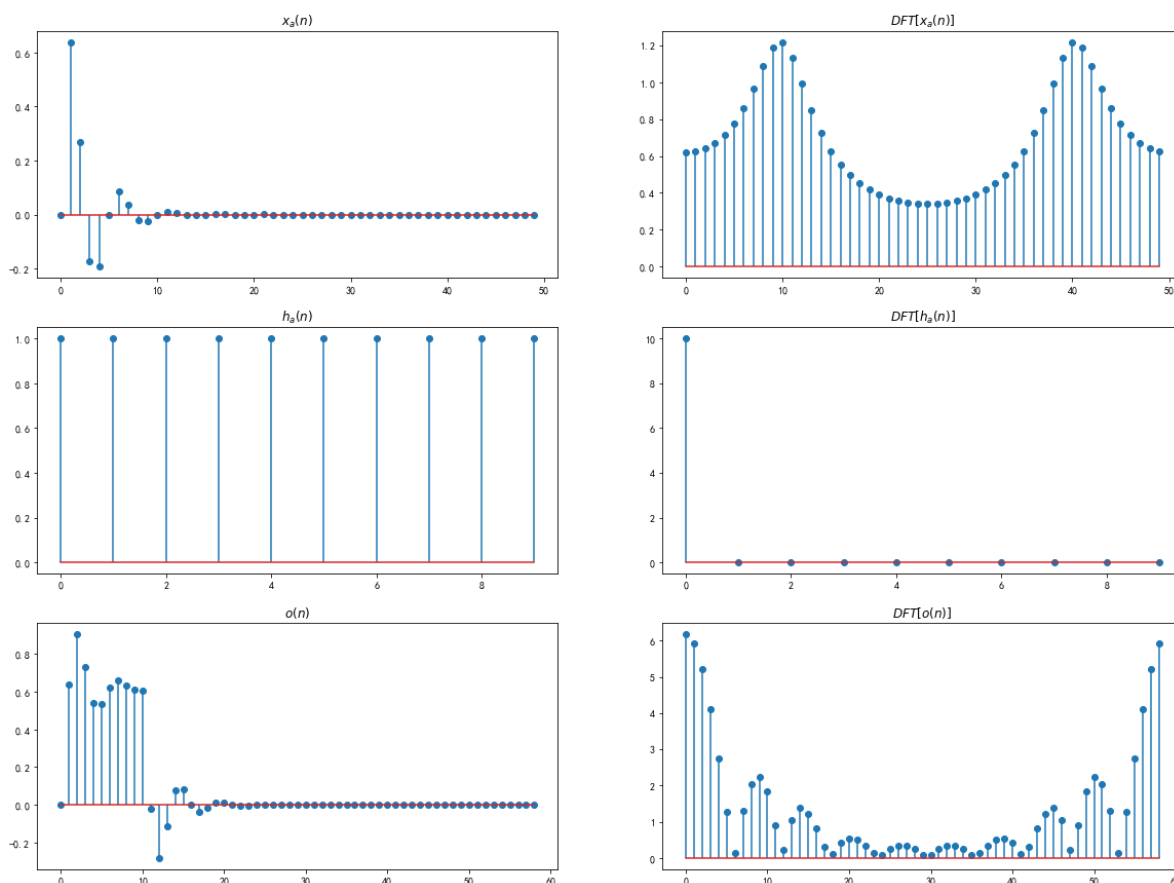
改变参数 $\alpha$ 为0.1



改变 $\alpha$ 为0.1,减小衰减速率,输入信号和输出信号中特定频率分量更加突出。

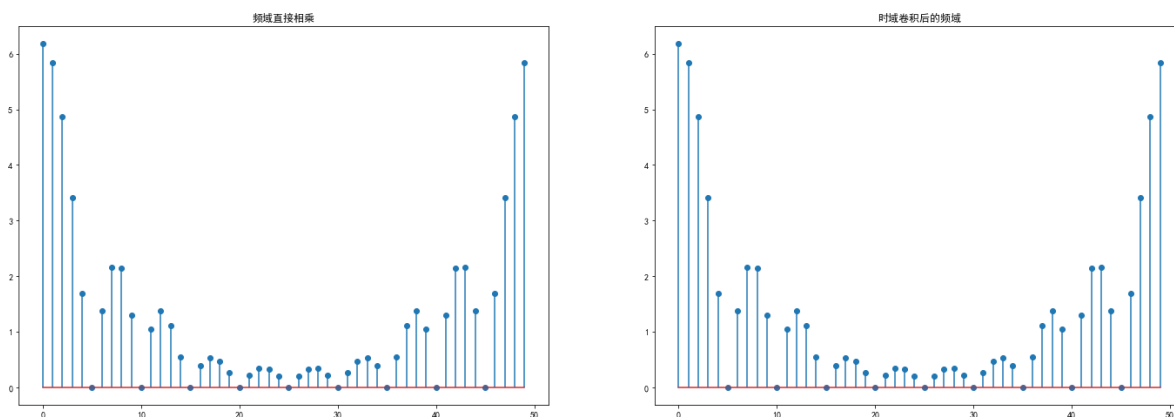


改变参数 $\Omega_0$ 为1.2516



改变 $\Omega_0$ 后输入信号和输出信号中的主要频率成分均做相应改变.

### 1.3.4.3 卷积定律的验证



左图为DFT后频域直接相乘，右图为时域做圆周卷积后再做DFT,可以看出二者结果完全相同，满足卷积定律。

## 用Python进行数字信号处理实验项目的时候常用的函数及其功能

使用Python进行数字信号处理实验项目时用到的库主要为numpy,matplotlib,scipy

- scipy
  - `fft()` 实现fft函数

- matplotlib
  - subplot() 用于绘制多个子图
  - stem() 用于绘制茎叶图
  - plot() 用于绘绘图
- numpy
  - dot() 实现点积函数
  - abs() 取向量幅度,计算幅频响应
  - linspace() 生成等间隔点,用于绘制连续图
  - convolve() 实现线性卷积

## 实验总结

---

本次实验通过对常见信号和系统的时域和频域分析,对离散信号与系统的一些基本特性进行了分析和总结,再对时域的无线长信号进行分析时,首先要对其加窗进行截断,该过程会造成频谱泄露现象,在对有限长信号进行采样时,采样频率小容易造成严重的频谱混叠现象,要选取合适的采样频率.对采样得到的离散信号进行DFT变换时,会产生栅栏效应,在时域补零可以减小栅栏效应,但无法改变频率分辨率,要改变频率分辨率,要延长时域采样的总长度.对于LTI系统,系统单位冲激响应和输入信号的圆周卷积的DFT,与系统单位冲激响应和输入信号的DFT的卷积相同.