

实验一：时域采样和频域采样

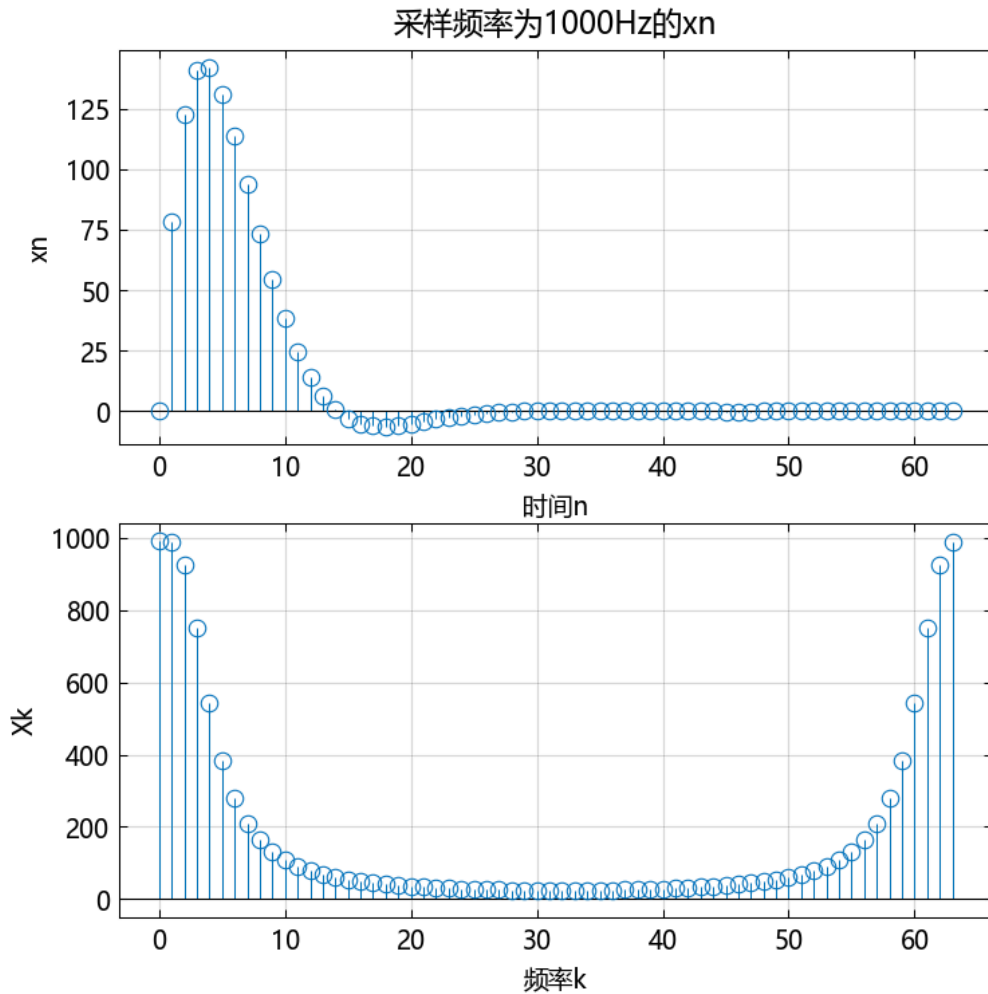
任务一：时域采样理论的验证

```
1  %experiment1_1
2  clear,clc,clf
3  A=444.128;
4  a=50*1.414*pi;
5  w=50*1.414*pi;
6  Tp=0.064;
7  M=64;
8
9  %时域采样，采样频率为1000Hz
10 f1=1000;%采样频率
11 N=Tp*f1;%采样点数
12 n=(0:N-1);%生成离散时间向量，即信号的横坐标
13 n_t=n/f1;%生产采样时间
14 xn=A*exp(-a*n_t).*sin(w*n_t);%对信号采样
15 %FFT
16 xk=fft(xn,M);%对xn进行M点FFT得到DFT
17 k=(0:M-1);
18 figure(1)
19 subplot(211),stem(n,xn)
20 title('采样频率为1000Hz的xn'),xlabel('时间n'),ylabel('xn')
21 grid on
22 subplot(212),stem(k,abs(xk))
23 xlabel('频率k'),ylabel('Xk')
24 grid on
25
26
27 %时域采样，采样频率为300Hz
28 f1=300;%采样频率
29 N=Tp*f1;%采样点数
30 n=(0:N-1);%生成离散时间向量，即信号的横坐标
31 n_t=n/f1;%生产采样时间
32 xn=A*exp(-a*n_t).*sin(w*n_t);%对信号采样
33 %FFT
34 xk=fft(xn,M);%对xn进行M点FFT得到DFT,M>xn的长度时自动补零
35 k=(0:M-1);
36 figure(2)
37 subplot(211),stem(n,xn)
38 title('采样频率为300Hz的xn'),xlabel('时间n'),ylabel('xn')
39 grid on
40 subplot(212),stem(k,abs(xk))
41 xlabel('频率k'),ylabel('Xk')
42 grid on
43
44
45 %时域采样，采样频率为200Hz
46 f1=200;%采样频率
47 N=Tp*f1;%采样点数
48 n=(0:N-1);%生成离散时间向量，即信号的横坐标
```

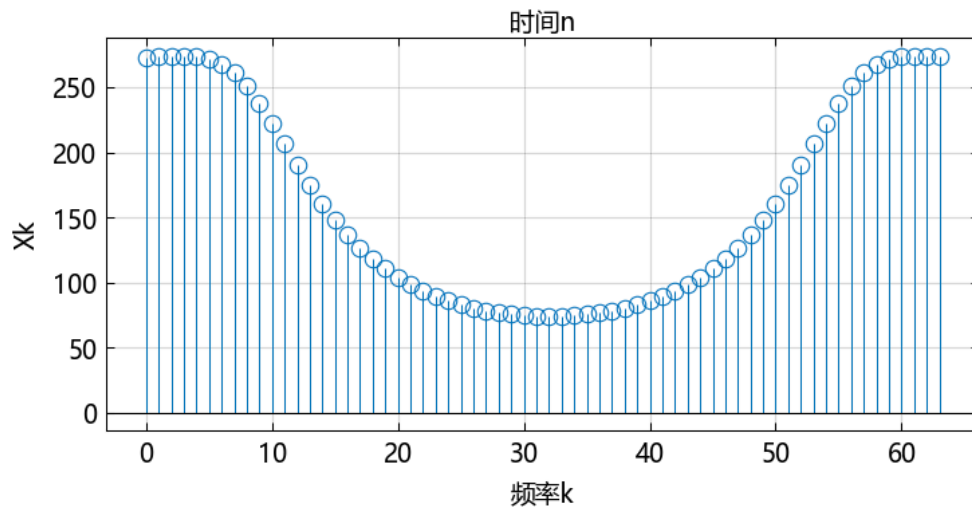
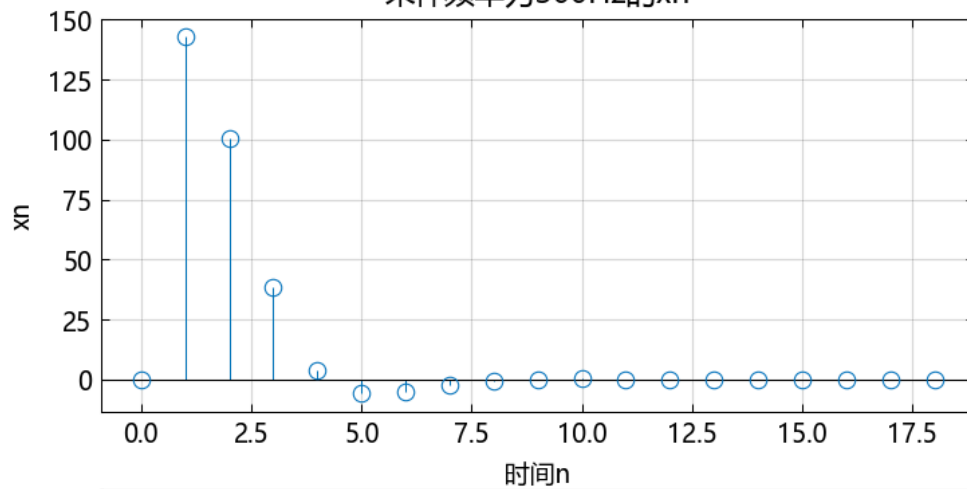
```

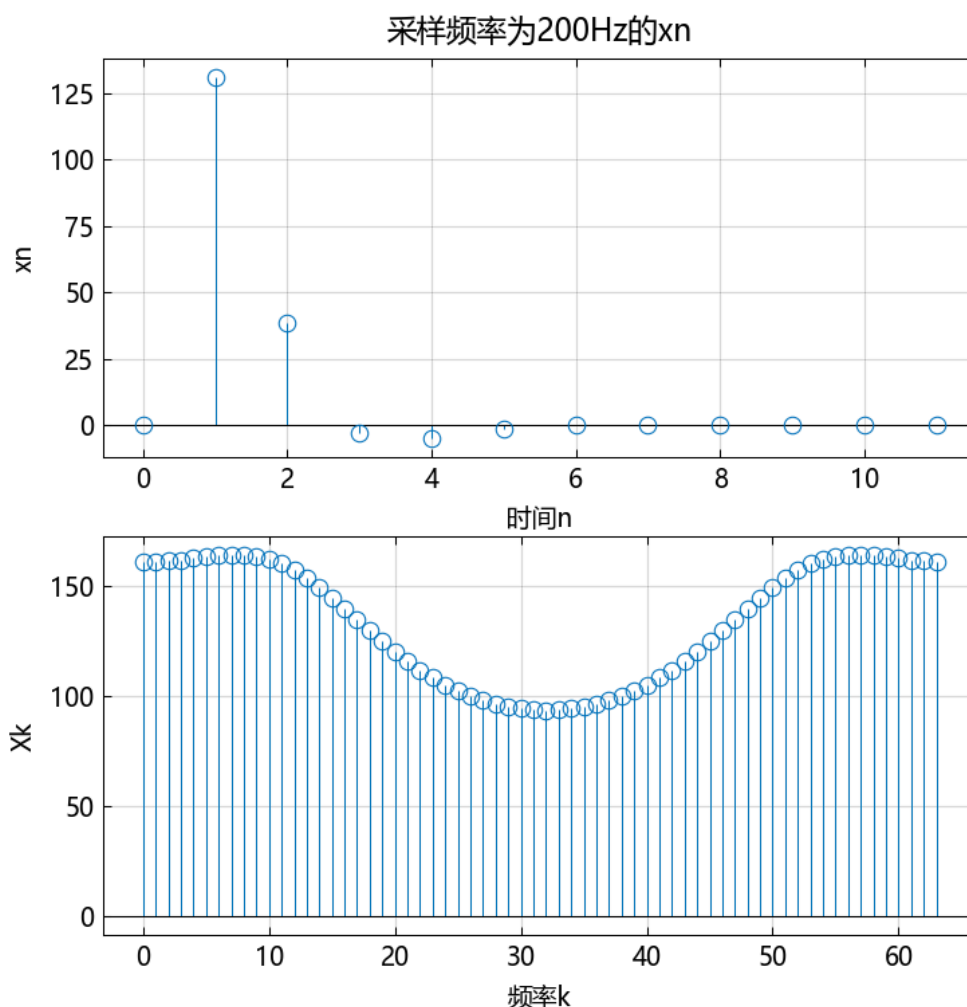
49 n_t=n/f1;%生产采样时间
50 xn=A*exp(-a*n_t).*sin(w*n_t);%对信号采样
51 %FFT
52 Xk=fft(xn,M);%对xn进行M点FFT得到DFT
53 k=(0:M-1);
54 figure(3)
55 subplot(211),stem(n,xn)
56 title('采样频率为200Hz的xn'),xlabel('时间n'),ylabel('xn')
57 grid on
58 subplot(212),stem(k,abs(Xk))
59 xlabel('频率k'),ylabel('Xk')
60 grid on

```



采样频率为300Hz的 x_n





由于对时域波形进行间隔为 T 的采样，会使频域波形以 $1/T(f_s)$ 为周期进行周期延拓。可以很明显的看到，随着采样频率的减小，频谱混叠的情况越严重

任务二：频域采样理论的验证

```

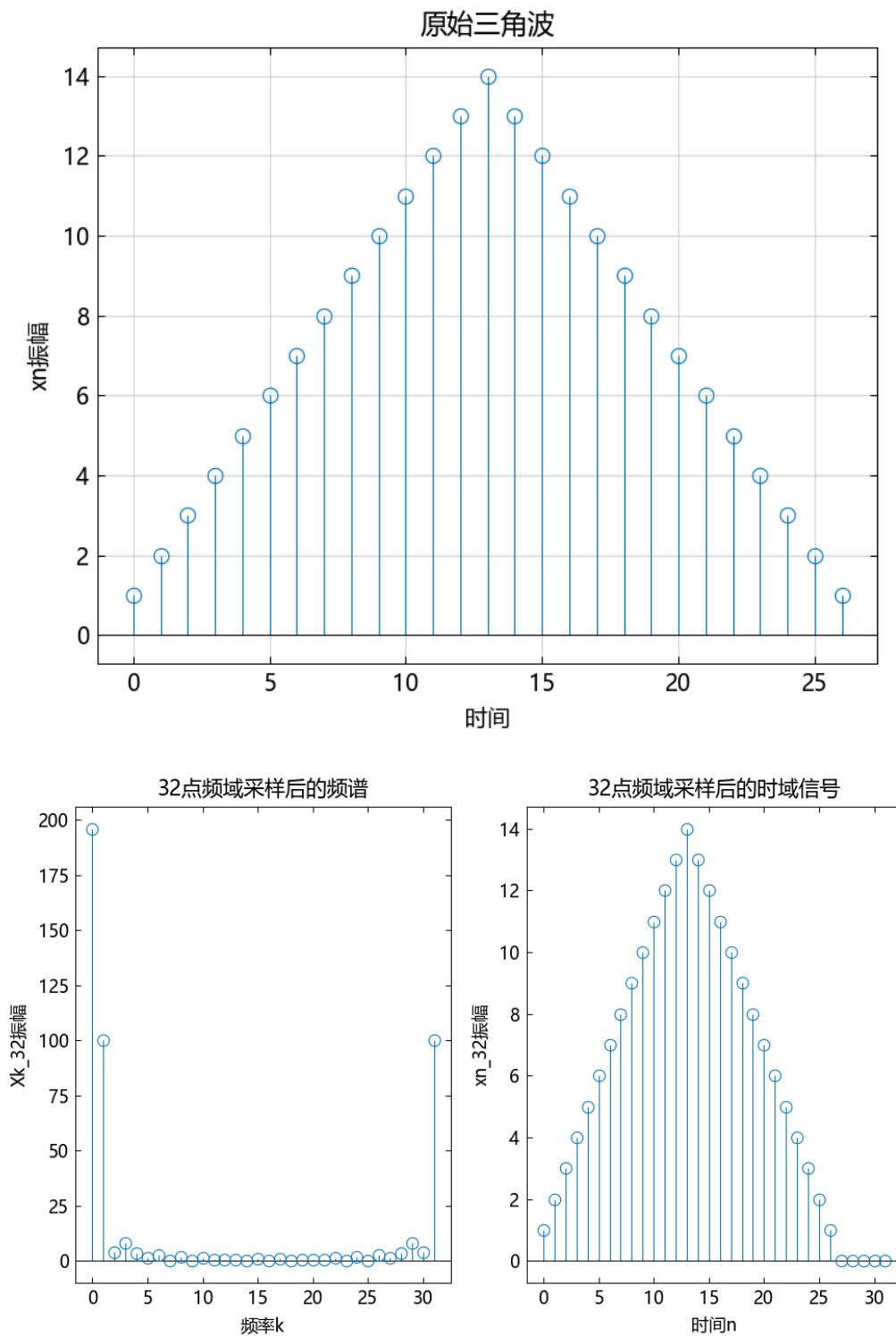
1  %experiment1_2
2  clear,clc,clf
3  %原始三角波
4  xn=14*triang(27) '%生成27点三角波； triang(N)函数生成N点归一化的三角波（列向量形式）'
5  n=0:26;
6  figure(1)
7  stem(n,xn)
8  title('原始三角波'),xlabel('时间'),ylabel('xn振幅')
9  grid on
10
11 %32点频率采样
12 Xk_32=fft(xn,32); %对xn进行32点DFT相当于对其进行32点频率采样
13 k=0:31;
14 xn_32=ifft(Xk_32); %得到xn以32为周期的周期延拓的主值序列
15 figure(2)
16 subplot(121),stem(k,abs(Xk_32))
17 title('32点频域采样后的频谱'),xlabel('频率k'),ylabel('Xk_32振幅')
18 subplot(122),stem(abs(xn_32))

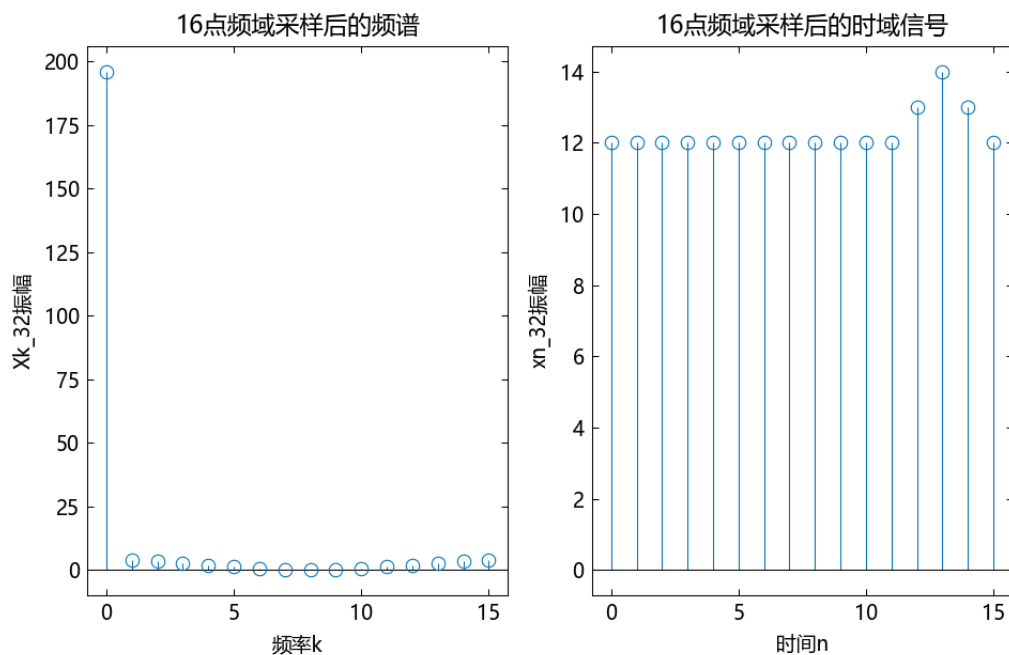
```

```

19 title('32点频域采样后的时域信号'),xlabel('时间n'),ylabel('xn_32振幅')
20
21 %16点频率采样
22 xk_16=xk_32(1:2:32);%抽取xk_32的偶数点即可得到xk_16
23 k=0:15;
24 xn_16=ifft(xk_16);%得到xn以16为周期的周期延拓的主值序列
25 figure(3)
26 subplot(121),stem(k,abs(xk_16))
27 title('16点频域采样后的频谱'),xlabel('频率k'),ylabel('xk_32振幅')
28 subplot(122),stem(abs(xn_16))
29 title('16点频域采样后的时域信号'),xlabel('时间n'),ylabel('xn_32振幅')

```



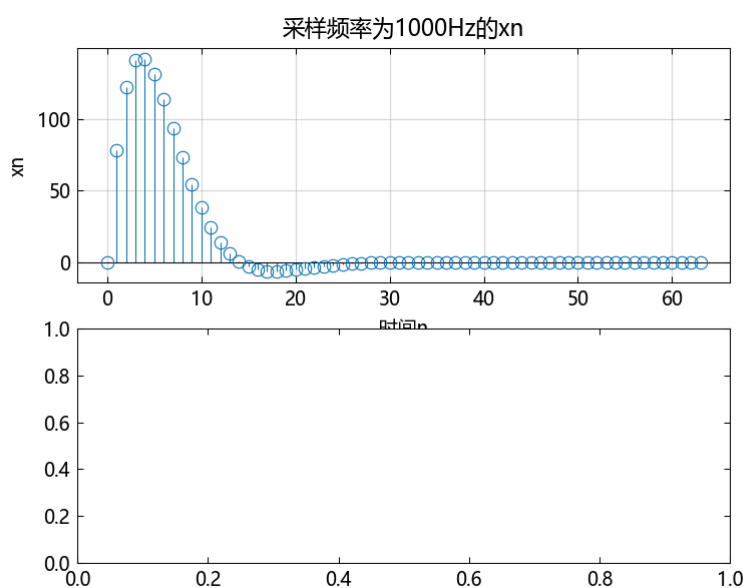


从图中可以看出，当采样点数小于信号本身长度时， xn_{16} 确实等于原三角序列 xn 以16为周期的周期延拓的主值序列。由于存在时域混叠失真，因而 xn_{16} 不等于 xn ；当采样点数大于等于信号本身长度时， xn_{32} 确实等于原三角序列 xn 以32为周期的周期延拓的主值序列。不存在时域混叠失真，因而 xn_{32} 等于 xn 。

遇到的问题

1. 第一次使用`fft()`函数求出 xn 的傅里叶变换 Xk 后，没有注意到 Xk 是复数数组，直接使用`stem()`画图导致频谱图画不出来

```
1 subplot(212),stem(k,Xk)
```



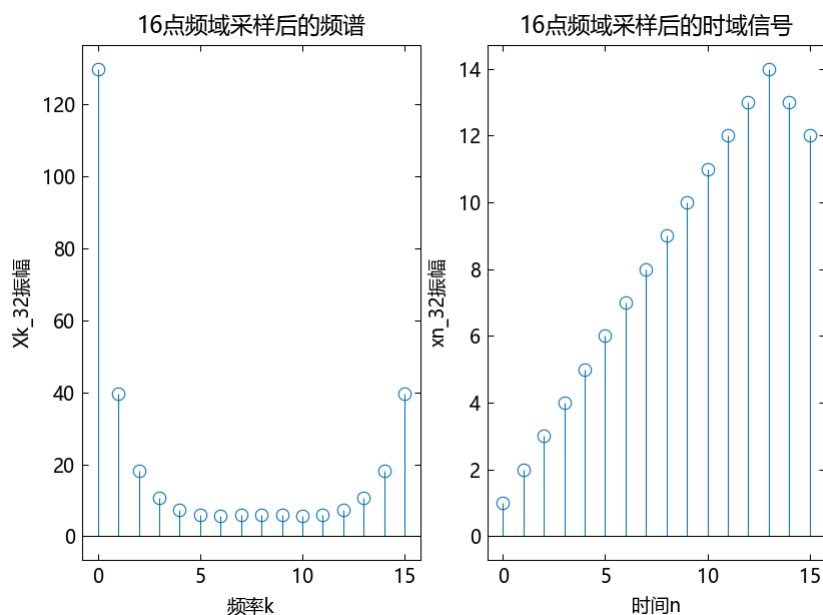
所以应当对 Xk 取模：

```
1 subplot(212),stem(k,abs(Xk))
```

2. 由于没有意识到 $\text{fft}(x_n, N)$ 函数当 N 小于 x_n 的点数时会对 x_n 进行截断处理，然后再FFT，所以在算16点频域采样时直接用了 x_n 的16点 $\text{fft}()$ 。这个时候出来的结果 X_{k_16} 其实是 x_n 的前16的点的16点FFT， x_{n_16} 是以16为周期对 x_n 的前16的点进行周期延拓并取主值的结果，并不符合实验要求。正确的做法应当是抽取 X_{k_32} 的偶数点得到 X_{k_16} ，这样出来的结果 X_{k_16} 才是 x_n 的16点FFT， x_{n_16} 是以16为周期对 x_n 进行周期延拓并取主值的结果。

错误代码如下：

```
1 %16点频率采样
2 xk_16=fft(xn,16);
3 k=0:15;
4 xn_16=ifft(xk_16);
```



改正后的代码：

```
1 %16点频率采样
2 xk_16=xk_32(1:2:32);%抽取Xk_32的偶数点即可得到Xk_16
3 k=0:15;
4 xn_16=ifft(xk_16);%得到xn以16为周期的周期延拓的主值序列
```