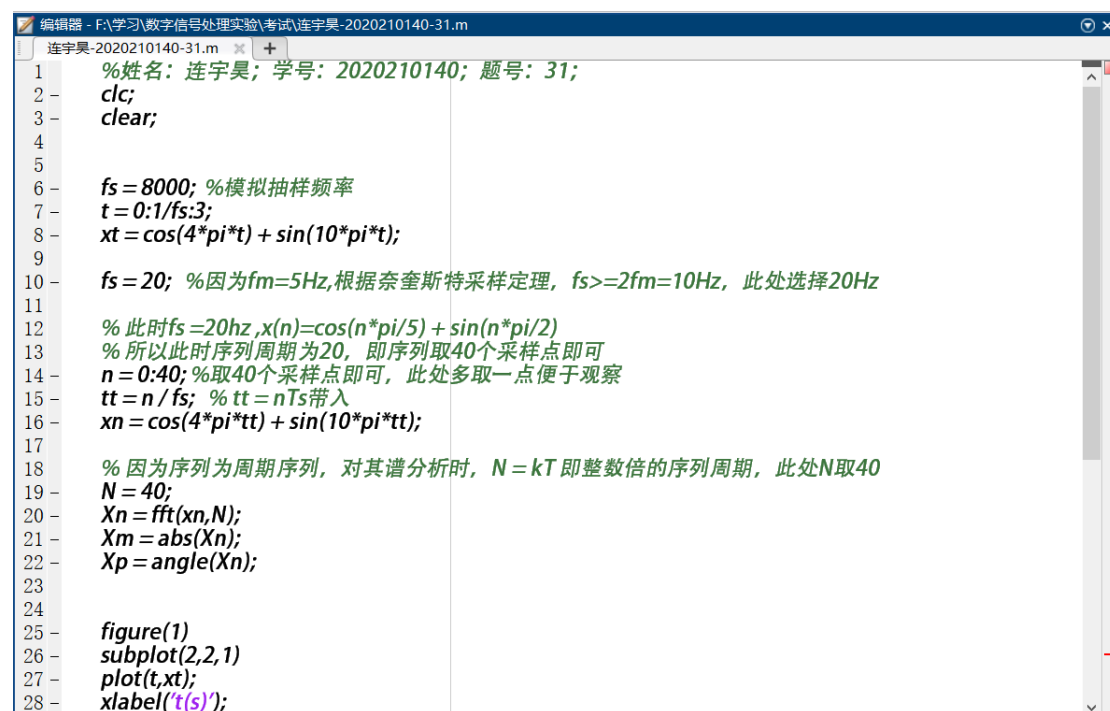


题号 31、采用 FFT 分析连续信号 $x(t) = \cos(4\pi t) + \sin(10\pi t)$ 的频谱，要求频率分辨率的选择要以能分辨出两个频率对应的谱线。用 MATLAB 编程实现：

- (1) 绘制 $x(t)$ 在 0~3 秒内时域连续波形图；
- (2) 以满足采样定理的要求对 $x(t)$ 进行采样，得到序列，画出序列 2 个周期的时域波形图；
- (3) 画出采样信号（或序列）的离散幅度谱和离散相位谱图（取多少个周期，自定）；

要求：上述所有波形图都放在一个图形（figure）窗口中，所有波形图都需标注横坐标和纵坐标变量名称、图形的名称。

脚本截图：



```
1 %姓名：连宇昊；学号：2020210140；题号：31；
2 clc;
3 clear;
4
5
6 fs = 8000; %模拟抽样频率
7 t = 0:1/fs:3;
8 xt = cos(4*pi*t) + sin(10*pi*t);
9
10 fs = 20; %因为fm=5Hz,根据奈奎斯特采样定理, fs>=2fm=10Hz, 此处选择20Hz
11
12 % 此时fs=20hz, x(n)=cos(n*pi/5) + sin(n*pi/2)
13 % 所以此时序列周期为20, 即序列取40个采样点即可
14 n = 0:40; %取40个采样点即可, 此处多取一点便于观察
15 tt = n / fs; % tt = nTs带入
16 xn = cos(4*pi*tt) + sin(10*pi*tt);
17
18 % 因为序列为周期序列, 对其谱分析时, N = kT 即整数倍的序列周期, 此处N取40
19 N = 40;
20 Xn = fft(xn,N);
21 Xm = abs(Xn);
22 Xp = angle(Xn);
23
24
25 figure(1)
26 subplot(2,2,1)
27 plot(t,xt);
28 xlabel('t(s)');
```

```
编辑器 - F:\学习\数字信号处理实验\考试\连宇昊-2020210140-31.m
连宇昊-2020210140-31.m x +
19 - N = 40;
20 - Xn = fft(xn,N);
21 - Xm = abs(Xn);
22 - Xp = angle(Xn);
23
24
25 - figure(1)
26 - subplot(2,2,1)
27 - plot(t,xt);
28 - xlabel('t(s)');
29 - ylabel('x(t)');
30 - title('x(t)在0~3秒内时域连续波形图');
31 - subplot(2,2,2)
32 - stem(n,xn,'fill');
33 - xlabel('n');
34 - ylabel('x(n)');
35 - title('x(n)序列2个周期的时域波形图');
36 - subplot(2,2,3)
37 - stem(0:N-1,Xm,'fill');
38 - xlabel('k');
39 - ylabel('X(k)');
40 - title('X(k)离散幅度谱 (40点FFT) ');
41 - subplot(2,2,4)
42 - stem(0:N-1,Xp,'fill');
43 - xlabel('k');
44 - ylabel('phase');
45 - title('X(k)离散相位谱 (40点FFT) ');
46
```

题目分析:

1. 对于时域信号 $x(t) = \cos(4\pi t) + \sin(10\pi t)$, 很容易可以求得模拟频率 $T = 1s$, 所以 0-3s 内的时域波形中含有 3 个周期。绘制模拟信号时, 由于 matlab 存储格式是离散的, 所以只能尽可能取多的点逼近, 本文采用 $\frac{1}{8000}s$ 的间隔, 利用 plot 画出模拟信号。
2. 第二题中要求满足奈奎斯特采样定理, 因为 $x(t) = \cos(4\pi t) + \sin(10\pi t)$ 的最高频率 $f_m = 5Hz$, 根据奈奎斯特采样定理, 即 $f_s \geq 2f_m = 10Hz$ 即可, 为了能够存在保护间隔, 所以本文选择 20Hz 进行采样。此时 $f_s = 20Hz$, $x(n) = \cos(\frac{n\pi}{5}) + \sin(\frac{n\pi}{2})$, 所以此时序列周期为 20, 为了满足两个周期的离散序列画图, 即序列取 40 个采样点即可, 绘制了 0-39 一共 40 个采样点的图像。
3. 因为序列为周期序列, 对其谱分析时, $N = kT$ 即整数倍的序列周期即可, 此处 N 取 40 可以完成分析。

最终结果如下图所示。

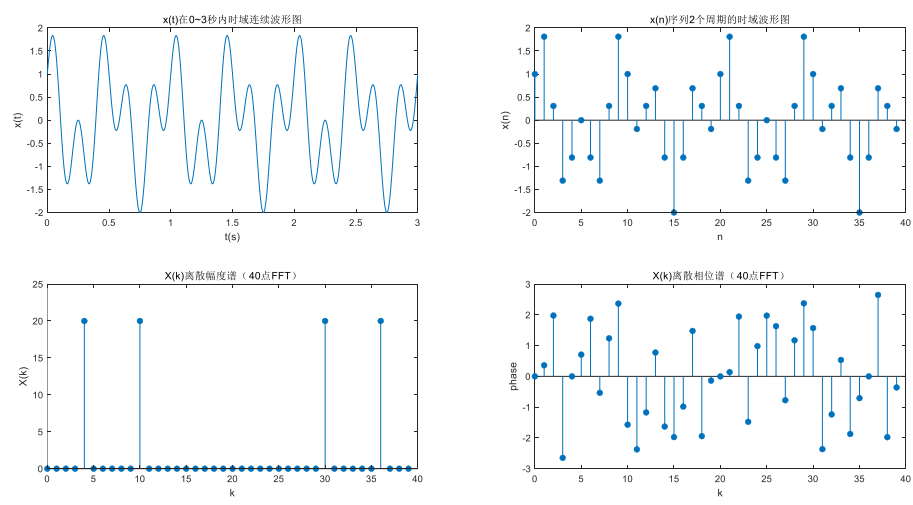


图 1 实验结果图