
数字信号处理大作业



学生姓名： 吴程锴

学 号： 18029100040

班 级： 1802015

授课教师： 杨兵

提交日期： 2021 年 6 月 20 日

目录

一、 第二章.....	1
1.1 27 题.....	1
1.1.1 代码.....	1
1.1.2 结果.....	2
1.2 29 题.....	3
1.2.1 代码.....	3
1.2.2 结果.....	4
1.3 30 题.....	4
1.3.1 代码.....	4
1.3.2 结果.....	5
二、 第三章.....	5
2.1 47 题.....	5
2.1.1 代码.....	5
2.1.2 结果.....	6
2.2 50 题.....	7
2.2.1 代码.....	7
2.2.2 结果.....	7
2.3 54 题.....	8
2.3.1 代码.....	8
2.3.2 结果.....	10
三、 第四章.....	11
3.1 29 题.....	11
3.1.1 代码.....	11
3.1.2 结果.....	12
3.2 32 题.....	12
3.2.1 代码.....	12
3.2.2 结果.....	13
3.3 35 题.....	13

3.3.1 代码.....	13
3.3.2 结果.....	14
四、 第六章.....	14
4.1 41 题.....	14
4.1.1 代码.....	14
4.1.2 结果.....	15
4.2 45 题.....	15
4.2.1 代码.....	15
4.2.2 结果.....	16
五、 第七章.....	16
5.1 13 题.....	16
5.1.1 代码.....	16
5.1.2 结果.....	17
5.2 21 题.....	18
5.2.1 代码.....	18
5.2.2 结果.....	18
六、 第八章.....	19
6.1 34 题.....	19
6.1.1 代码.....	19
6.1.2 结果.....	20

一、第二章

1.1 27 题

1.1.1 代码

```
1. %% 单位脉冲
2. h=[];
3. h(1)=0.866;
4. h(2)=0.8*h(1);
5. for i=3:50
6.     h(i)=0.8*h(i-1)-0.64*h(i-2);
7. end
8. figure()
9. stem(0:49,h)
10. %% 单位阶跃
11. y=[];
12. y(1)=0.866;
13. y(2)=0.8*y(1)+0.866;
14. for i=3:101
15.     y(i)=0.8*y(i-1)-0.64*y(i-2)+0.866;
16. end
17. figure()
18. stem(0:100,y)
19. %%
20. h1=h(1:15);
21. y1=cumsum(h1);
22. figure()
23. stem(0:14,y1)
```

1.1.2 结果

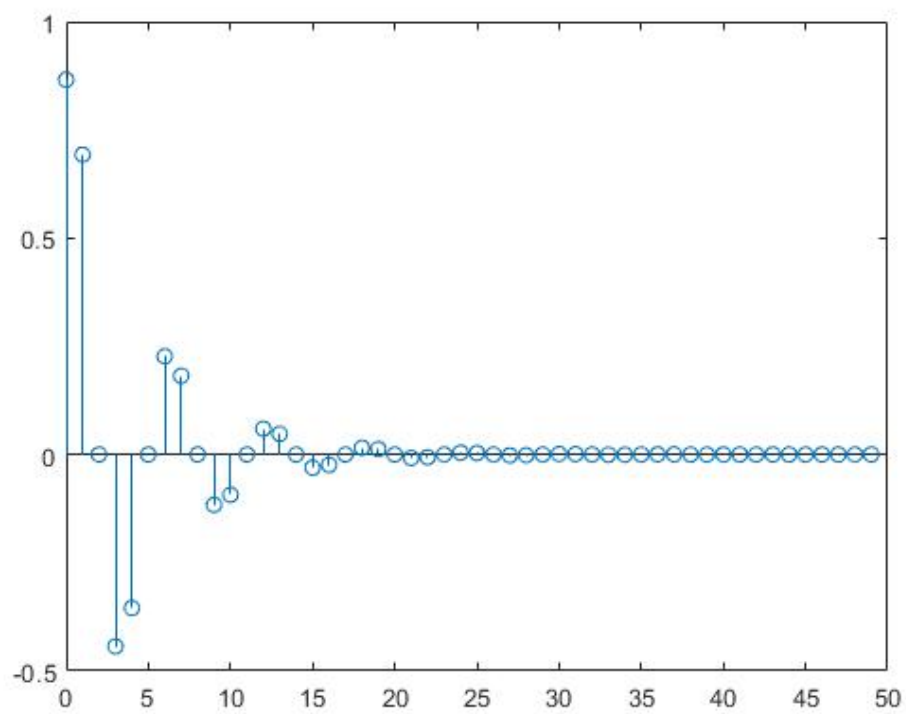


图 1 单位脉冲响应

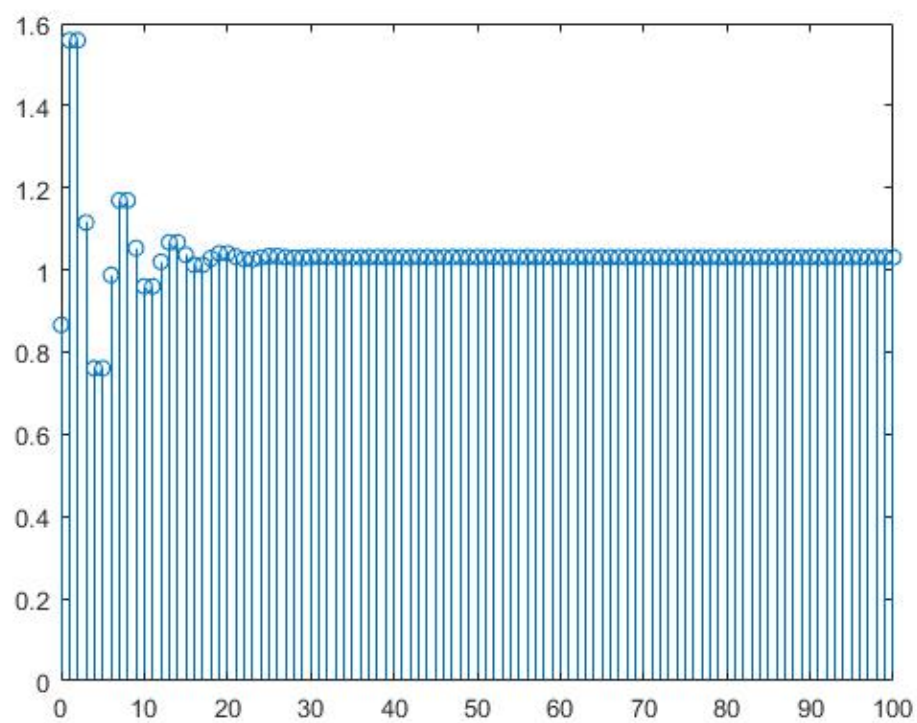


图 2 单位阶跃响应

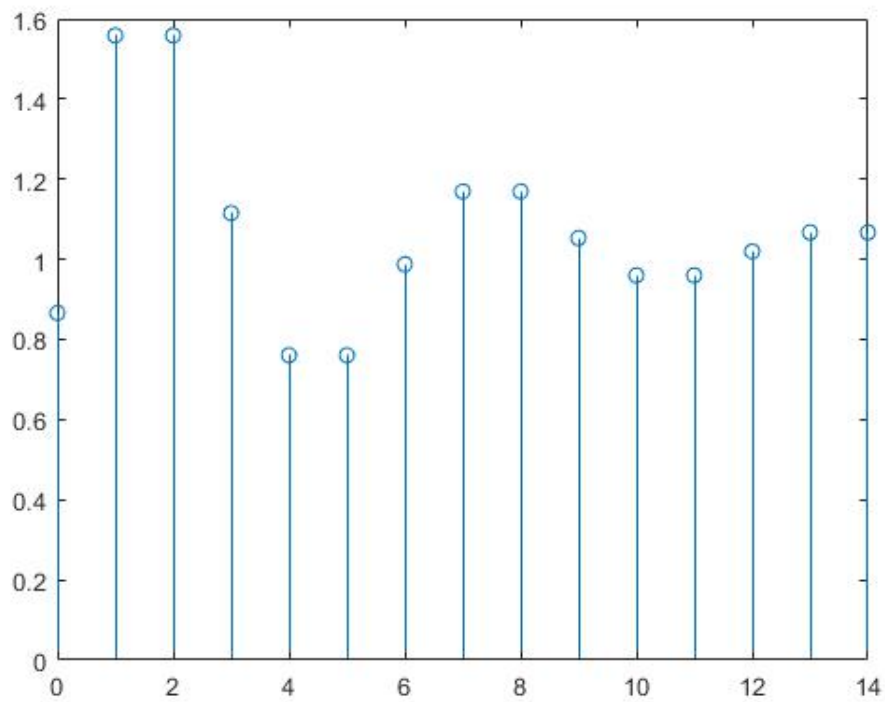


图 3 新系统单位阶跃响应

1.2 29 题

1.2.1 代码

```
1. x=[0,-0.5,0,0.5,1];  
2. h=[1,1,1,0,0];  
3. y=conv(x,h);  
4. figure()  
5. stem(-4:4,y)
```

1.2.2 结果

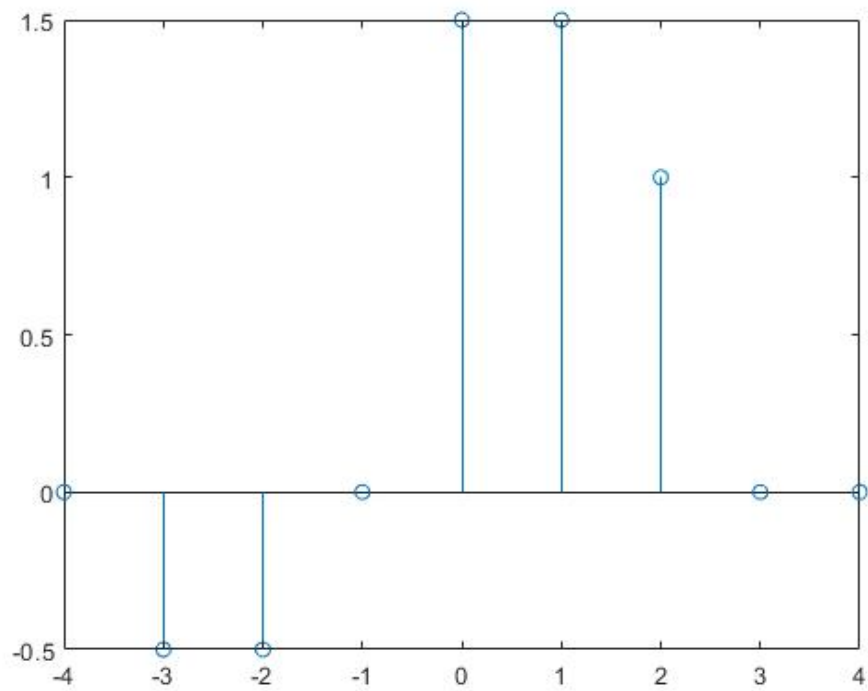


图 4 线性卷积结果

1.3 30 题

1.3.1 代码

```
1. n=0:100;  
2. v=normrnd(0,1,1,length(n));  
3. x=10*sin(0.02*pi*n)+v;  
4. figure()  
5. stem(n,x)
```

1.3.2 结果

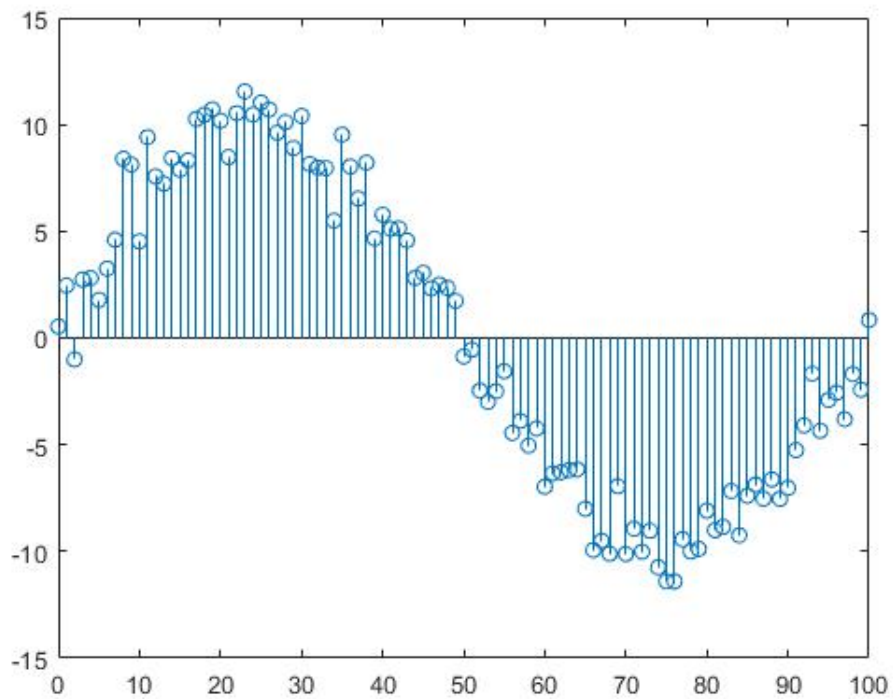


图 5 高斯噪声干扰的正弦信号

二、第三章

2.1 47 题

2.1.1 代码

```
1. %% 函数 1
2. B=[2,16,44,56,32];
3. A=[3,3,-15,18,-12];
4. zplane(B,A);
5. %% 函数 2
6. B=[4,-8.68,-17,98,26,74,-8.04];
7. A=[1,-2,10,6,65];
8. figure()
9. zplane(B,A);
```


2.1.2 结果

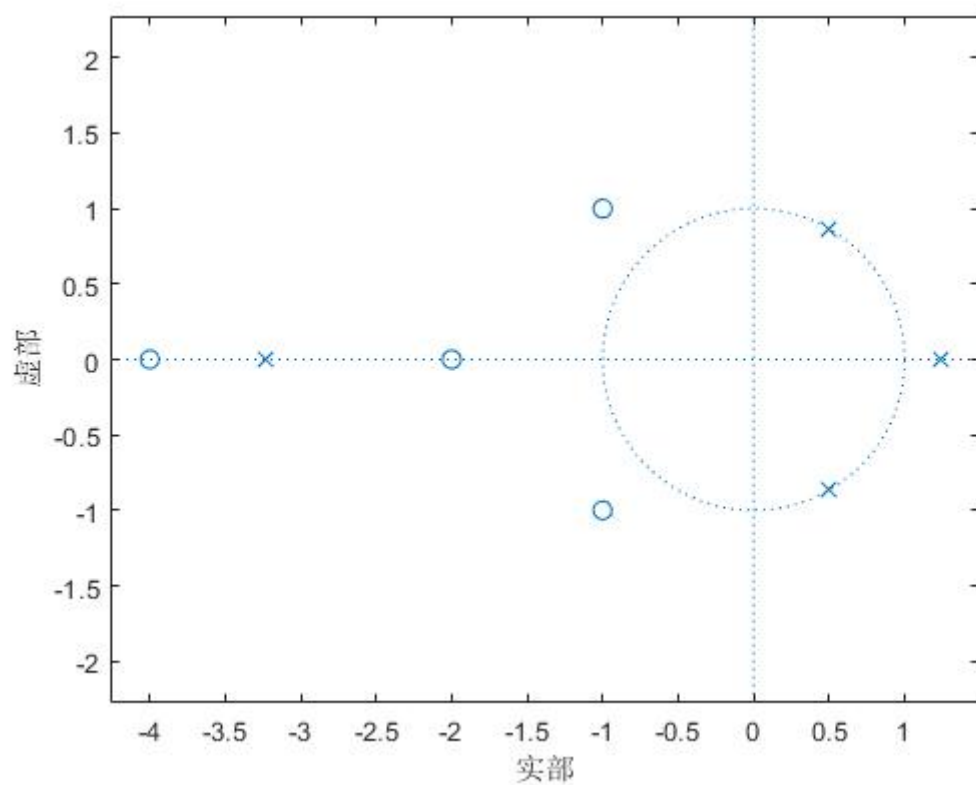


图 6 函数 1 零极点

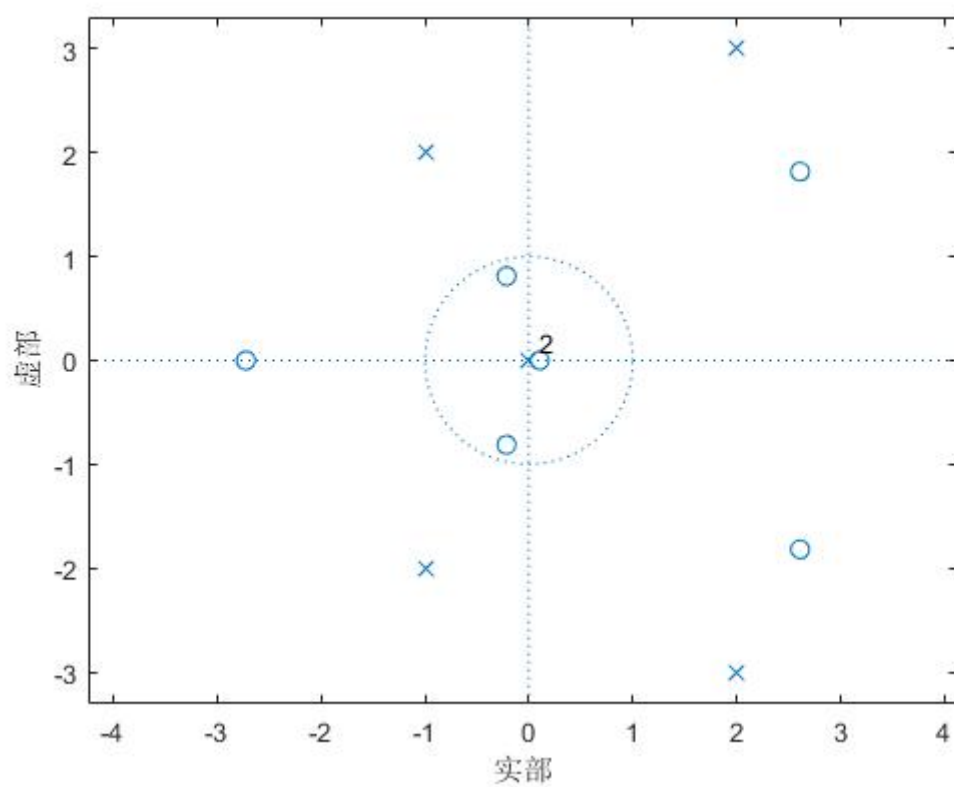


图 7 函数 2 零极点

2.2 50 题

2.2.1 代码

```
1. %% 零极点
2. B=[0,0,0.8];
3. A=[1,-0.5,-0.3];
4. zplane(B,A);
5. %% 单位阶跃响应
6. figure()
7. hn=dstep(B,A);
8. stem(hn);
```

2.2.2 结果

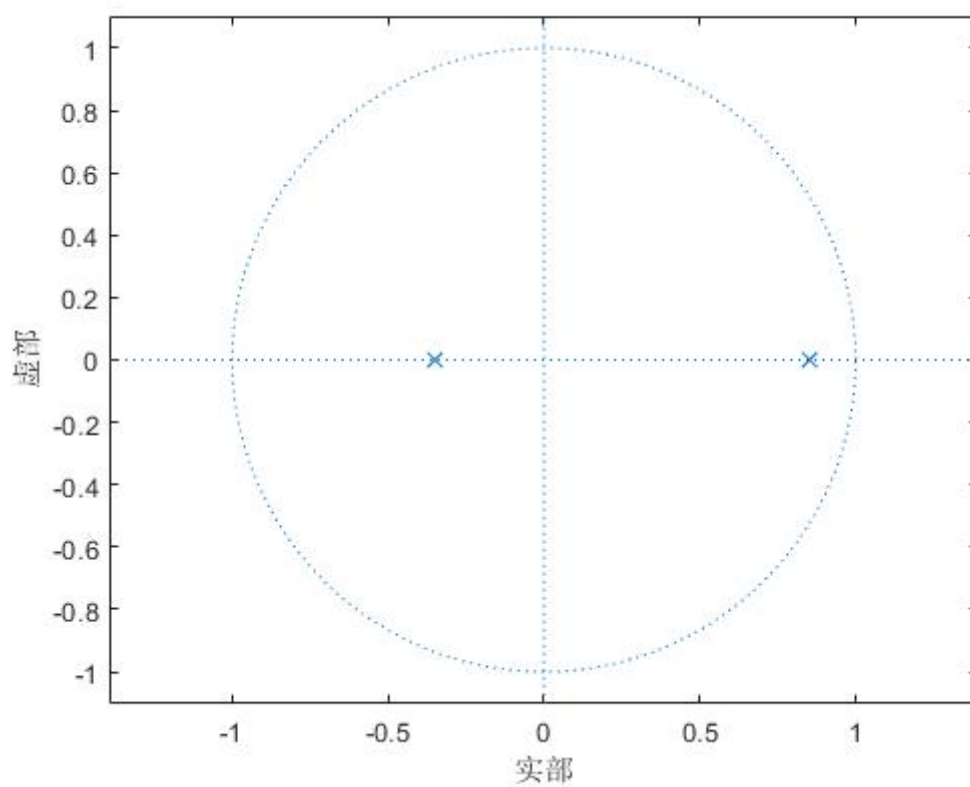


图 8 零极点分布

从零极点分布图中可以看出，极点都在单位圆内，所以系统稳定。

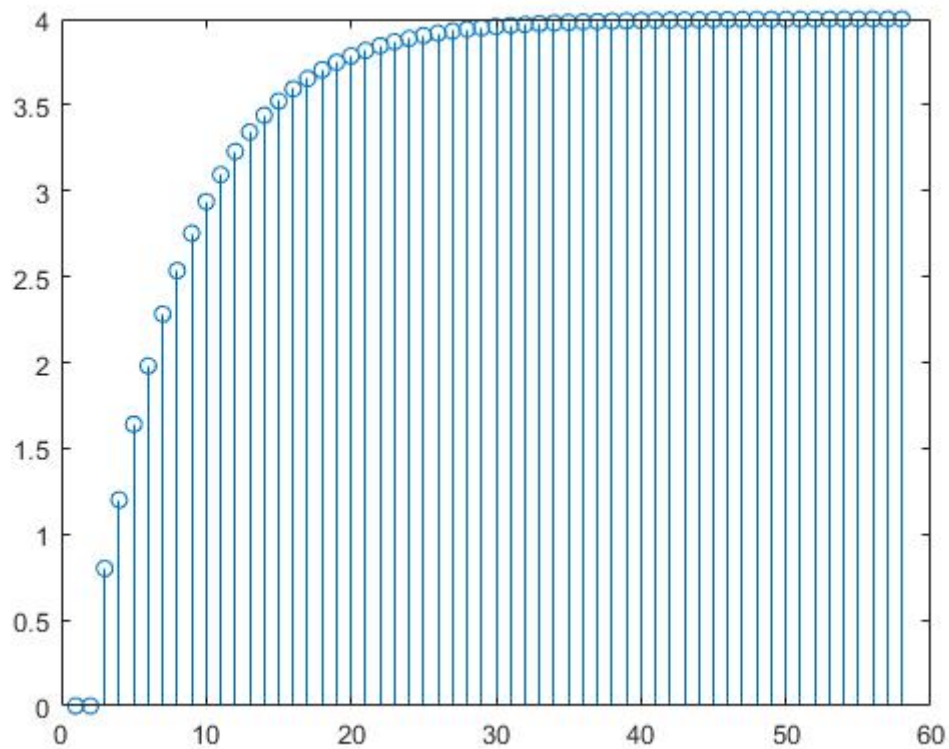


图 9 单位阶跃响应

2.3 54 题

2.3.1 代码

```

1. %% 零极点
2. figure()
3. B1=[1];
4. A1=[1,-1.6,0.9425];
5. subplot(2,2,1)
6. zplane(B1,A1);
7. subtitle('函数 1')
8.
9. B2=[1,-0.3];
10. A2=[1,-1.6,0.9425];
11. subplot(2,2,2)
12. zplane(B2,A2);
13. subtitle('函数 2')
14.
15. B3=[1,-0.8];
16. A3=[1,-0.5,-0.3];
17. subplot(2,2,3)
18. zplane(B3,A3);
19. subtitle('函数 3')

```

```
20.  
21. B4=[1,-1.6,0.8];  
22. A4=[1,-1.6,0.9425];  
23. subplot(2,2,4)  
24. zplane(B4,A4);  
25. subtitle('函数 4')  
26.  
27. %% 单位脉冲响应  
28. figure()  
29. hn1=dimpulse(B1,A1);  
30. subplot(2,2,1)  
31. stem(hn1);  
32. subtitle('函数 1')  
33.  
34. hn2=dimpulse(B2,A2);  
35. subplot(2,2,2)  
36. stem(hn2);  
37. subtitle('函数 2')  
38.  
39. hn3=dimpulse(B3,A3);  
40. subplot(2,2,3)  
41. stem(hn3);  
42. subtitle('函数 3')  
43.  
44. hn4=dimpulse(B4,A4);  
45. subplot(2,2,4)  
46. stem(hn4);  
47. subtitle('函数 4')
```

2.3.2 结果

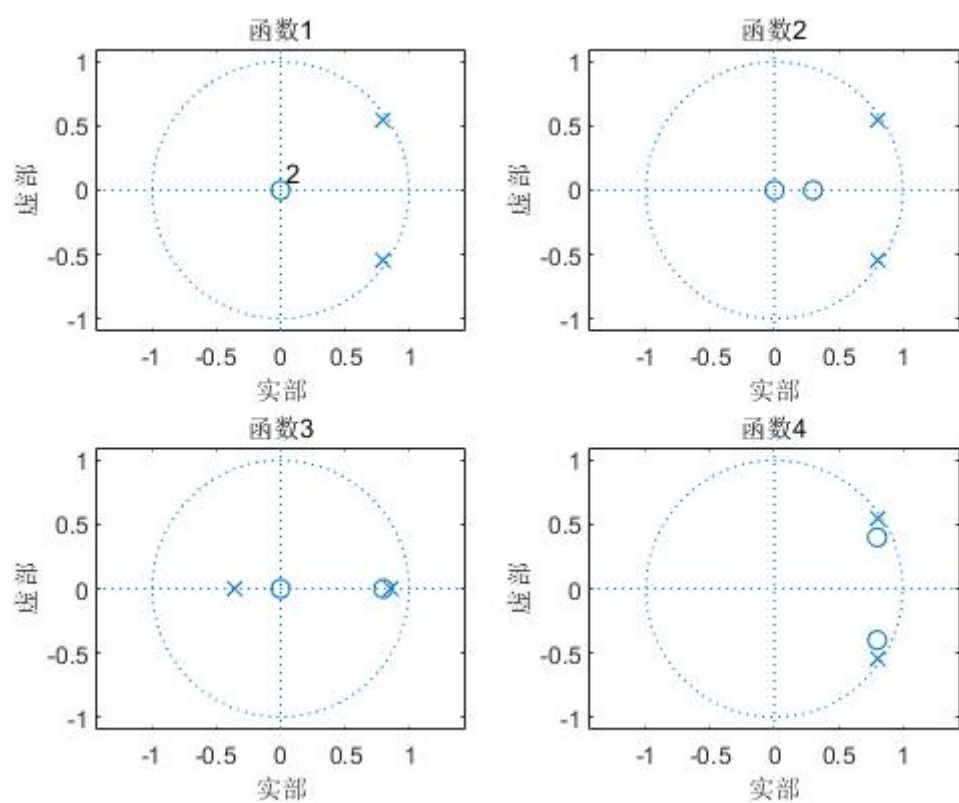


图 10 零极点分布

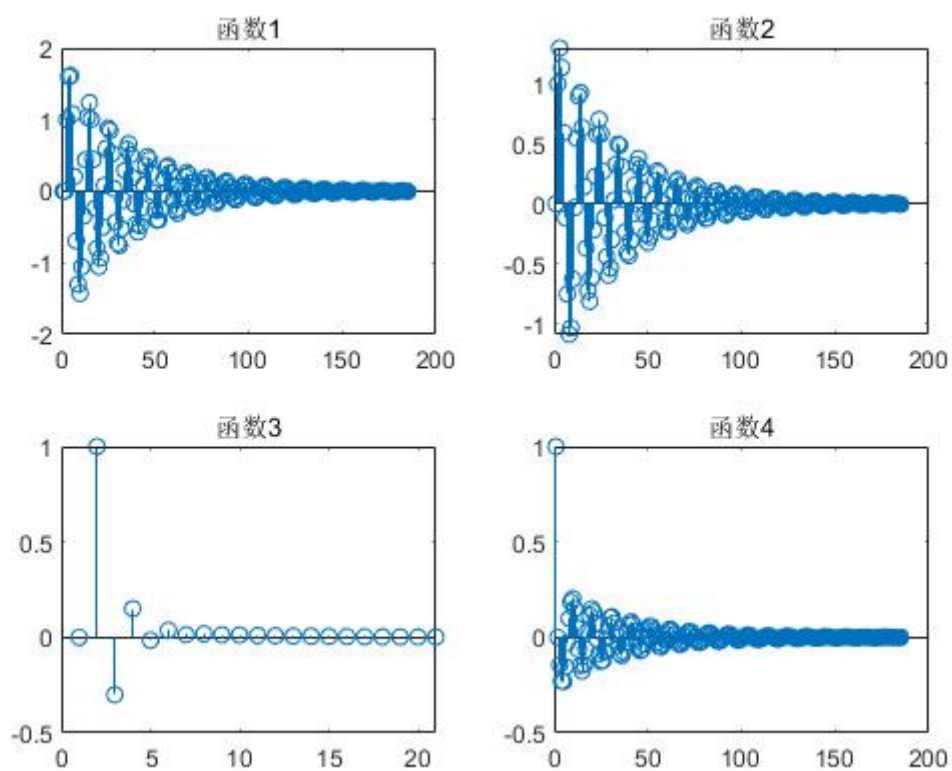


图 11 单位脉冲响应

从结果可以看出，零点离原点越远冲击响应的衰减越大。

三、第四章

3.1 29 题

3.1.1 代码

```
1. N=6;
2. n = 0:N-1;
3. x = [1 2 3 3 2 1];
4. k = 0:200;
5. w = pi/200*k;
6. X = x*(exp(-1i*pi/200)).^(n'*k);
7. magX = abs(X);
8. angX = angle(X);
9. figure(1)
10. subplot(2,2,1)
11. plot(w/pi,magX);
12. grid on;
13. subtitle('DTFT 幅频特性曲线');
14. subplot(2,2,2)
15. plot(w/pi,angX);
16. grid on;
17. subtitle('DTFT 相频特性曲线');
18. Xdft = fft(x,201);
19. magXd = abs(Xdft);
20. angXd = angle(Xdft);
21. subplot(2,2,3)
22. stem(w(1:100)/pi*2,magXd(1:100));
23. grid on;
24. subtitle('DFT 幅频特性曲线');
25. subplot(2,2,4)
26. stem(w(1:100)/pi*2,angXd(1:100));
27. grid on;
28. subtitle('DFT 相频特性曲线');
```

3.1.2 结果

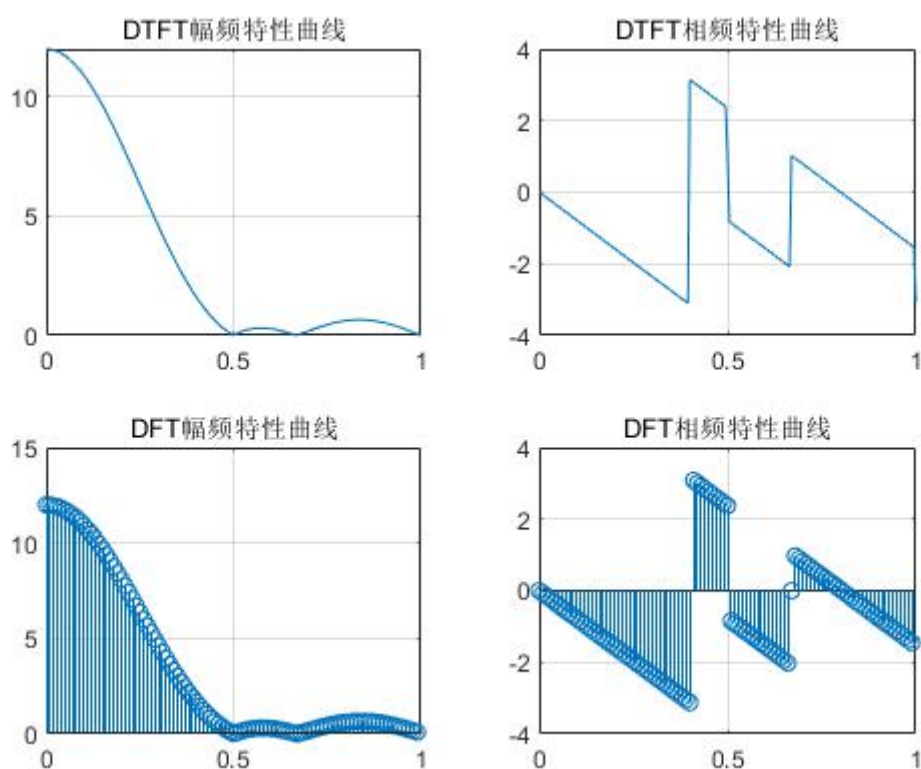


图 12DTFT 与 DFT 比较

3.2 32 题

3.2.1 代码

```
1. N = 4;  
2. x1 = [2 1 1 2];  
3. x2 = [1 -1 -1 1];  
4. xn1 = 0:N-1;  
5. xn2 = 0:N-1;  
6. x11 = fft(x1,N);  
7. x22 = fft(x2,N);  
8. yf = x11 .* x22;  
9. y = ifft(yf,N);  
10. n = 0:length(y) - 1;  
11. stem(n,y);  
12. xlim([-1,4]);  
13. ylim([-2,2]);  
14. grid on  
15. subtitle('x_1(n)卷积 x_2(n)')
```

3.2.2 结果

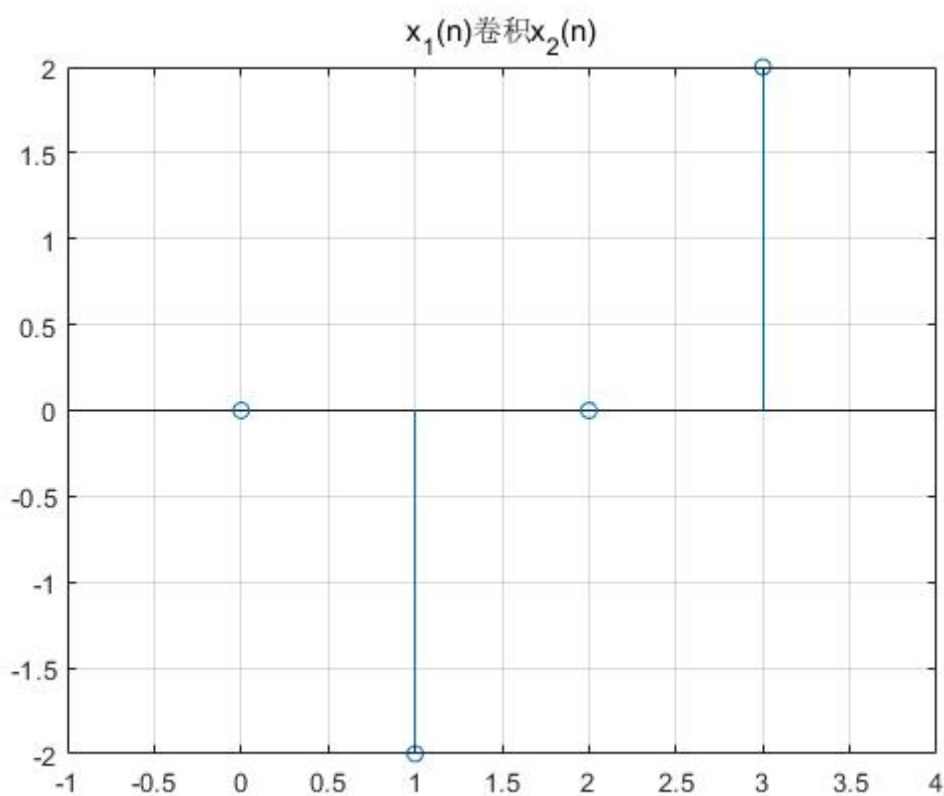


图 13 四点循环卷积

3.3 35 题

3.3.1 代码

```
1. N=64;
2. n=0:1:N-1;
3. w0=2*pi/15;
4. w1=2.3*pi/15;
5. x=cos(w0.*n) + 0.75*cos(w1.*n);
6. subplot(2,1,1)
7. X=fft(x,N);
8. magX=abs(X);
9. stem(magX(1:N/2));
10. subtitle('64 点 DFT')
11. subplot(2,1,2)
12. X=fft(x,4*N);
13. magX=abs(X);
14. stem(magX(1:4*N/2));
15. subtitle('256 点 DFT')
```


3.3.2 结果

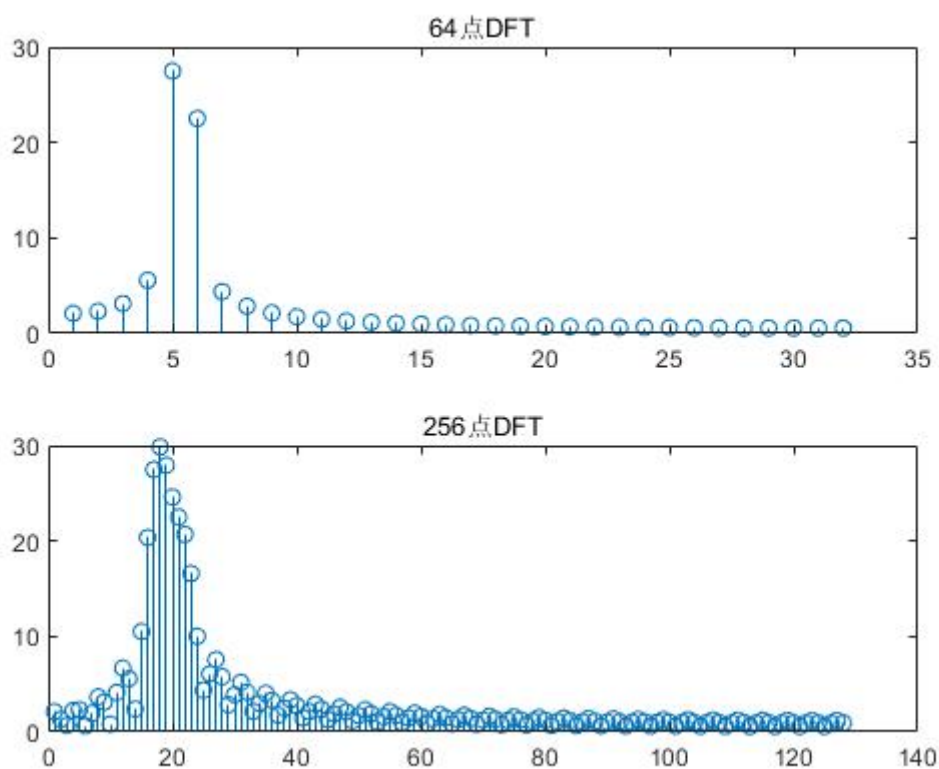


图 14 幅频特性曲线

不能通过补零来分辨两个谱峰，补零不影响谱分辨率。

四、第六章

4.1 41 题

4.1.1 代码

```
1. %% 巴特沃斯
2. Wp = 0.1;
3. Ws = 0.5;
4. AlphaP=0.5;
5. AlphaS = 45;
6. [N,Wc]=buttord(Wp,Ws,AlphaP,AlphaS);
7. [Bz,Az]=butter(N,Wc);
8. W = 0:0.01:pi;
9. [H,W] = freqz(Bz,Az,W);
10. H = 20*log10(abs(H));
11. plot(W/pi,H,'linewidth',2);
12. hold on
```

```

13. %% 切比雪夫 I 型
14. [N,Wpo] = cheb1ord(Wp,Ws, AlphaP,AlphaS);
15. [Bz,Az] = cheby1(N, AlphaP, Wpo);
16. [H,W] = freqz(Bz ,Az,W);
17. H=20*log10(abs(H));
18. plot(W/pi,H,'linewidth',2);
19. grid on
20. xlabel('频率*\pi(rad/s)');ylabel('幅度(dB)');
21. legend('巴特沃斯','切比雪夫 I 型')

```

4.1.2 结果

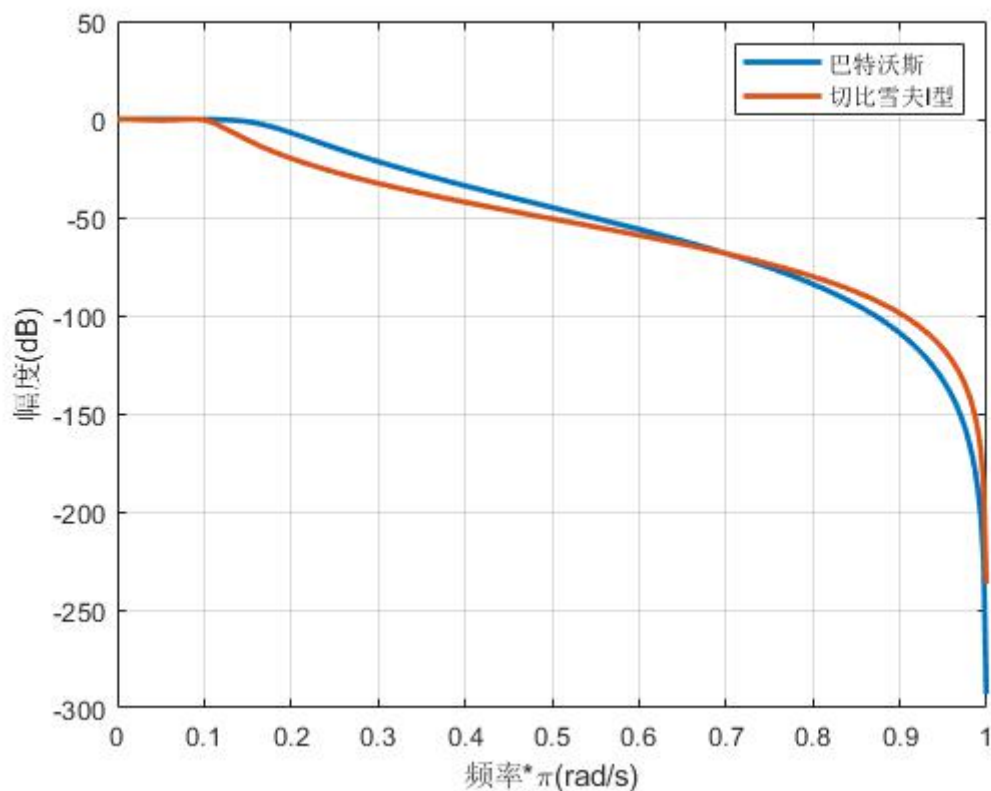


图 15IIR 低通滤波器

从结果中可以看出，切比雪夫 I 型滤波器的过渡带比巴特沃斯滤波器更窄。

4.2 45 题

4.2.1 代码

```

1. fs = 8000; %Hz 采样频率
2. Ts = 1/fs;
3. N = 16384; %序列长度
4. t = (0:N-1)*Ts;
5. x = 2*0.5*sin(2*pi*50*t);
6. wp = [1900 2500] / (fs/2);

```

```

7. ws = [1700 2700] / (fs/2);
8. alpha_p = 1;
9. alpha_s = 40;
10. [N3 wn] = ellipord(wp,ws,alpha_p,alpha_s);
11. [b a] = ellip(N3,alpha_p,alpha_s,wn,'bandpass');
12. filter_bp_s = filter(b,a,x);
13. X_bp_s = fftshift(abs(fft(filter_bp_s))/N);
14. X_bp_s_angle = fftshift(angle(fft(filter_bp_s)));
15. freqz(b,a);

```

4.2.2 结果

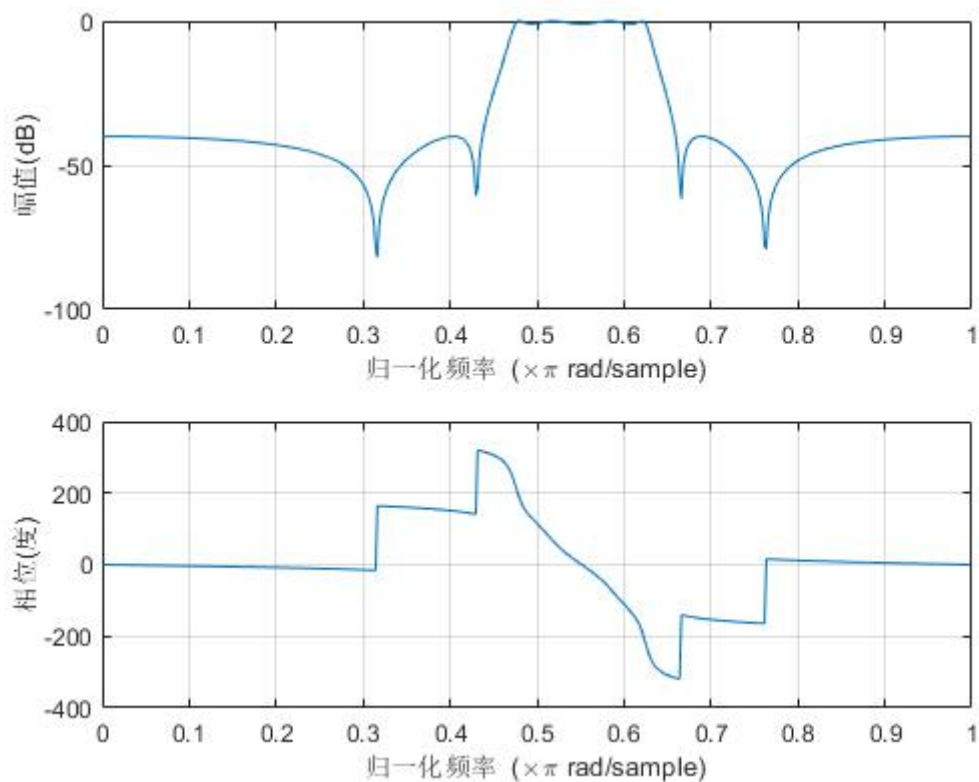


图 16 带通椭圆滤波器

五、第七章

5.1 13 题

5.1.1 代码

```

1. Fs=50000;
2. fp=10000;
3. fs=25000;
4. wp=2*fp/Fs*pi;

```

```

5. ws=2*fs/Fs*pi;
6. B=ws-wp;
7. N=ceil(11*pi/B);
8. wc=(wp+ws)/2/pi;
9. h=fir1(N-1,wc,blackman(N));
10. figure()
11. stem(h);
12. figure();
13. freqz(h,1);

```

5.1.2 结果

由于阻带最小衰减要求为 60dB，所以选择 blackman 窗。根据过渡带宽度计算得到滤波器长度 N 为 19

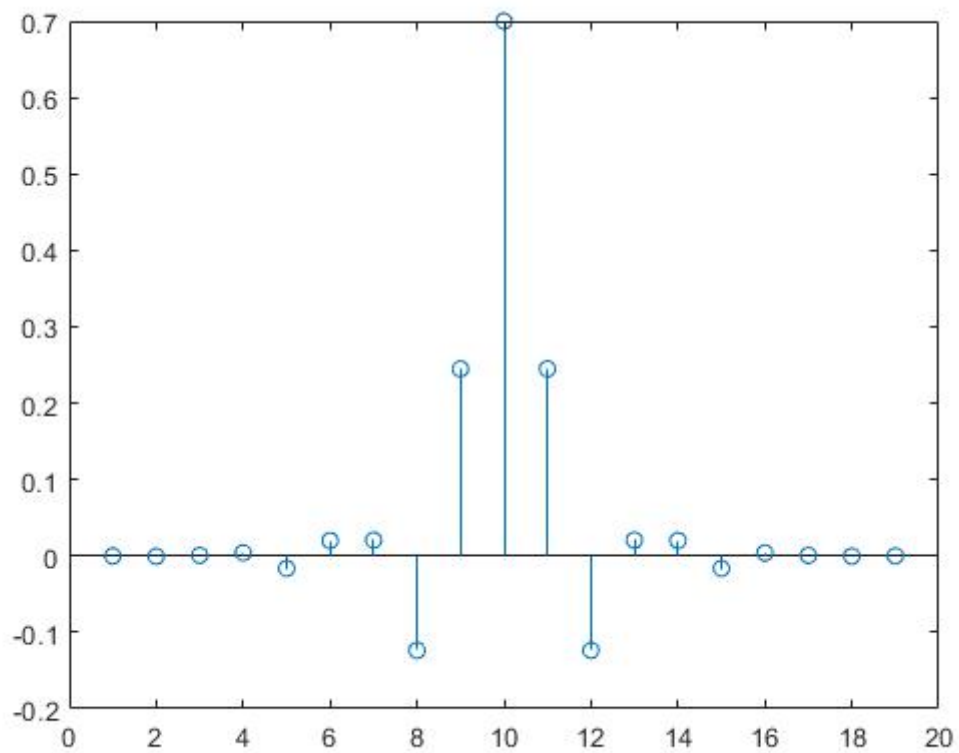


图 17 单位脉冲响应

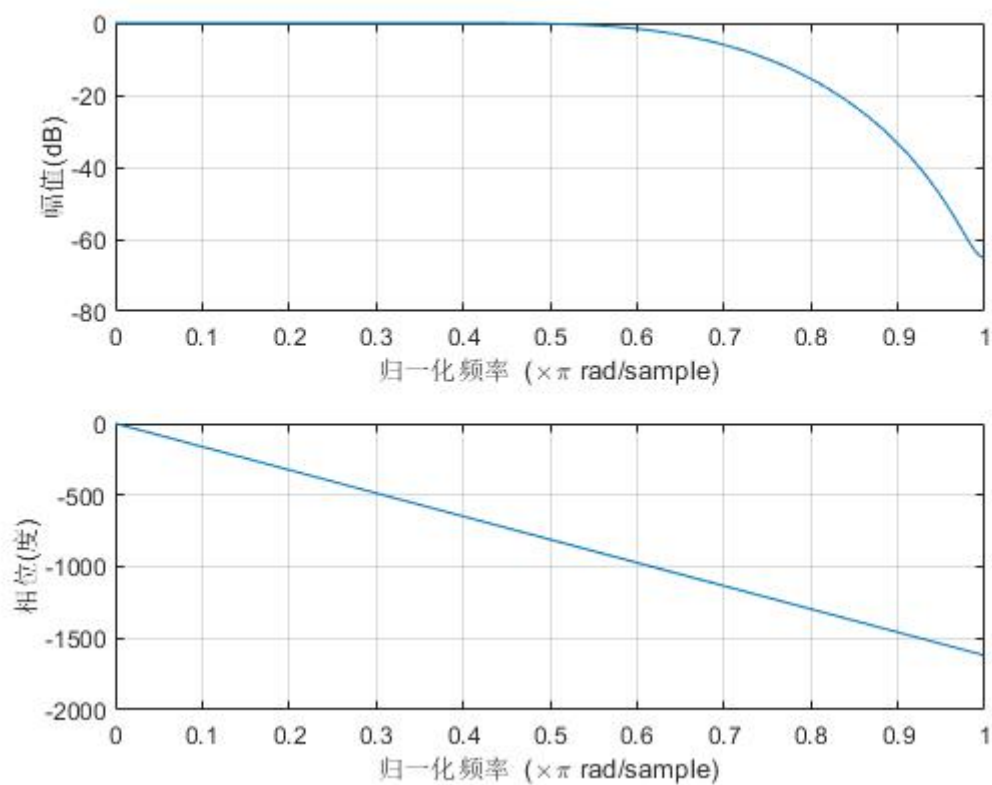


图 18 幅频、相频特性

5.2 21 题

5.2.1 代码

```
1. wvtool(rectwin(15),hamming(15),hann(15),blackman(15))
```

5.2.2 结果

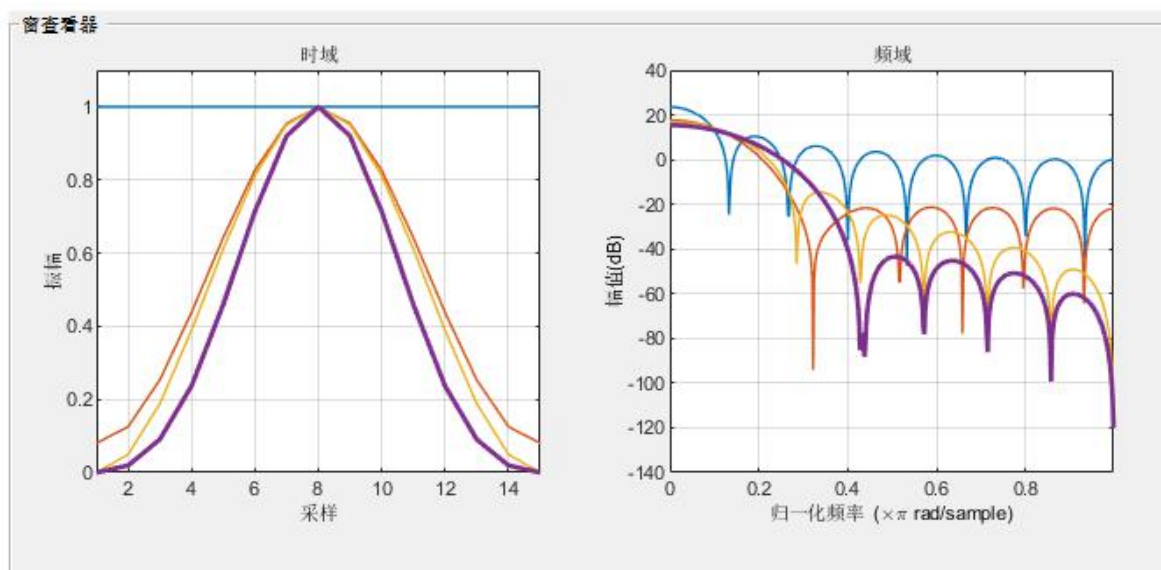


图 19 幅频特性曲线

从结果中可以看出，矩形窗、汉宁窗、汉明窗、布莱克曼窗的主瓣宽度递增，过渡带宽递增，旁瓣峰值宽度增减。

六、第八章

6.1 34 题

6.1.1 代码

```
1. %% 系数
2. B=[0.0009 0 -0.0036 0 0.0053 0 -0.0036 0 0.0009];
3. A=[1 -4.1603 9.5155 -14.0166 14.6425 -10.8649 5.7152 -1.9339 0.3607];
4. %% 级联型
5. [sos,g] = tf2sos(B,A);
6. %% 并联型
7. a = A;
8. b = B;
9. M = length(b);
10. N = length(a);
11. [r1,p1,C] = residuez(b,a);
12.
13. p = cplxpair(p1,1e-9);
14. I = [];
15. for j = 1:length(p)
16.     for i = 1:length(p1)
17.         if(abs(p1(i)-p(j))<0.0001)
18.             I = [I,i];
19.         end
20.     end
21. end
22. I = I';
23. r = r1(I);
24.
25. K = floor(N/2);
26. B = zeros(K,2);
27. A = zeros(K,3);
28.
29. if K*2 == N
30.     for i = 1:2:N-2
31.         pi = p(i:i+1,:);
32.         ri = r(i:i+1,:);
33.         [Bi,Ai] = residuez(ri,pi,[]);
34.         B(fix((i+1)/2),:) = real(Bi);
```

```

35.      A(fix((i+1)/2),:) = real(Ai);
36.  end
37.      [Bi,Ai] = residuez()
38.      B(K,:) = [real(Bi) 0];
39.      A(K,:) = [real(Ai) 0];
40. else
41.     for i = 1:2:N-1
42.         pi = p(i:i+1,:);
43.         ri = r(i:i+1,:);
44.         [Bi,Ai] = residuez(ri,pi,[]);
45.         B(fix((i+1)/2),:) = real(Bi);
46.         A(fix((i+1)/2),:) = real(Ai);
47.     end
48. end

```

6.1.2 结果

级联型：

$$H(z) = 9 \times 10^{-4} \frac{1 + 2.0817z^{-1} + z^{-2}}{1 - 0.8877z^{-1} + 0.6790z^{-2}} \frac{1 - 2.0817z^{-1} + z^{-2}}{1 - 1.1196z^{-1} + 0.7097z^{-2}} \\ \frac{1 + 1.9149z^{-1} + z^{-2}}{1 - 0.7967z^{-1} + 0.8487z^{-2}} \frac{1 - 1.9149z^{-1} + z^{-2}}{1 - 1.3563z^{-1} + 0.8819z^{-2}}$$

并联型：

$$H(z) = 0.0025 + \frac{-0.2020 + 0.0168z^{-1}}{1 - 0.7967z^{-1} + 0.8487z^{-2}} + \frac{0.2454 + 0.2012z^{-1}}{1 - 0.8877z^{-1} + 0.6790z^{-2}} \\ + \frac{0.1021 - 0.3339z^{-1}}{1 - 1.1196z^{-1} + 0.7097z^{-2}} + \frac{-0.1471 + 0.1479z^{-1}}{1 - 1.3563z^{-1} + 0.8819z^{-2}}$$