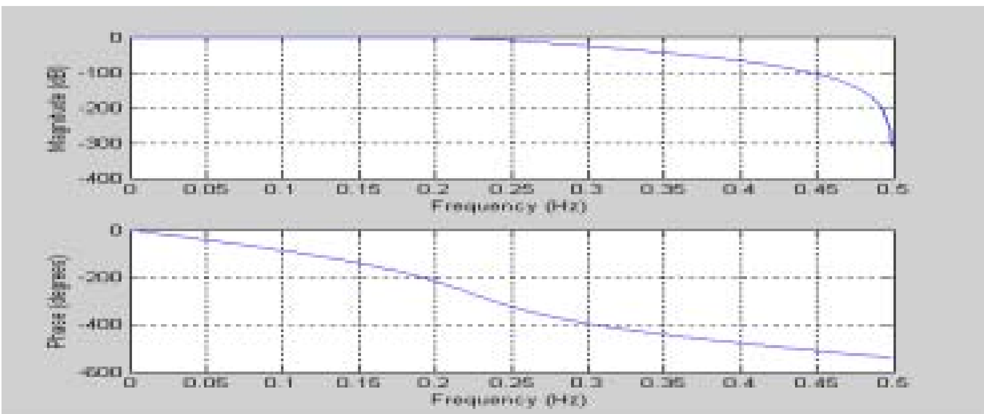
滤波器设计示例

1、Matlab 设计 IIR 基本示例 [返回]

(1) 直接设计数字滤波器 [返回]

低通，采样频率为 1Hz，通带临界频率 f_p =0.2Hz，通带内衰减小于 1dB（α_p=1）；阻带临界频率 f_s=0.3Hz，阻带内衰减大于 25dB（α_s=25）。设计一个数字滤波器满足以上参数。

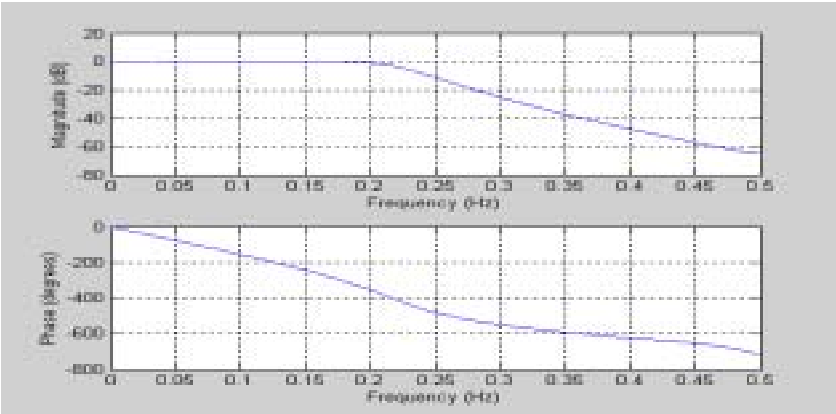
```
% Matlab 使用归一化的频率参数（临界频率除以采样频率的 1/2)。
%这样临界频率参数的取值范围在 0 和 1 之间，1 代表 Fs/2（用角频率表示的时候对应 π）
FS=1
[n,Wn]=buttord(0.2/(FS/2),0.3/( FS /2),1,25);
[b,a]=butter(n,Wn);
freqz(b,a,512, FS);
```



（2）脉冲相应不变法 [返回]

低通，采样频率为 1Hz，通带临界频率 f_p =0.2Hz，通带内衰减小于 1dB（α_p=1）；阻带临界频率 f_s=0.3Hz，阻带内衰减大于 25dB（α_s=25）。设计一个数字滤波器满足以上参数。

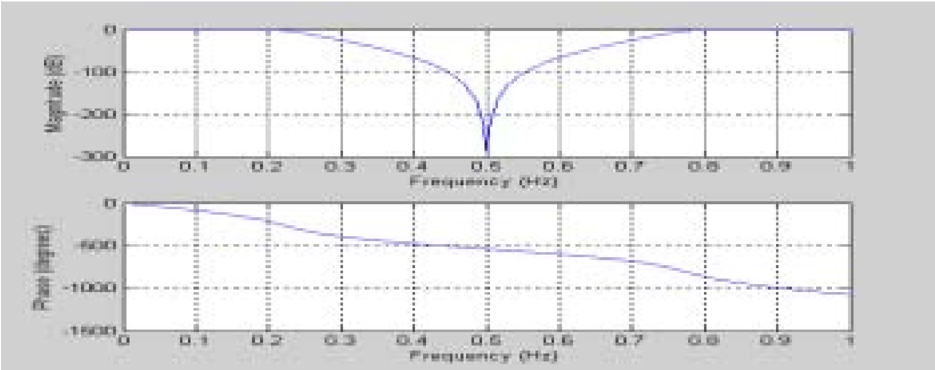
```
FS=1
[n,Wn]=buttord(0.2*2*pi,0.3*2*pi,1,25,'s');   %临界频率采用角频率表示
[b,a]=butter(n,Wn,'s');
%freqs(b,a)                  %设计模拟的
[bz,az]=impinvar(b,a,FS);    %映射为数字的
freqz(bz,az,512,FS)
```



（3）双线性变换 [返回]

低通，采样频率为 1Hz，通带临界频率 f_p =0.2Hz，通带内衰减小于 1dB（α_p=1）；阻带临界频率 f_s=0.3Hz，阻带内衰减大于 25dB（α_s=25）。设计一个数字滤波器满足以上参数。

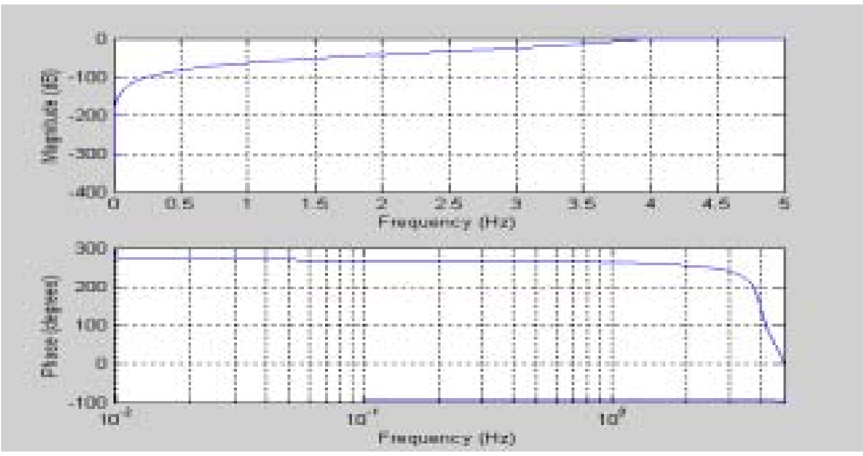
```
FS=1
%通带、阻带截止频率
Fl=0.2;Fh=0.3;
%频率预畸
wp=(Fl/FS)*2*pi;   %临界频率采用角频率表示
ws=(Fh/FS)*2*pi;   %临界频率采用角频率表示
OmegaP=2*FS*tan(wp/2);
OmegaS=2*FS*tan(ws/2);
[n,Wn]=buttord(OmegaP,OmegaS,1,25,'s');
[b,a]=butter(n,Wn,'s');
%freqs(b,a) %设计模拟的
[bz,az]=bilinear(b,a,FS); %映射为数字的
freqz(bz,az,512,FS,'whole')
```



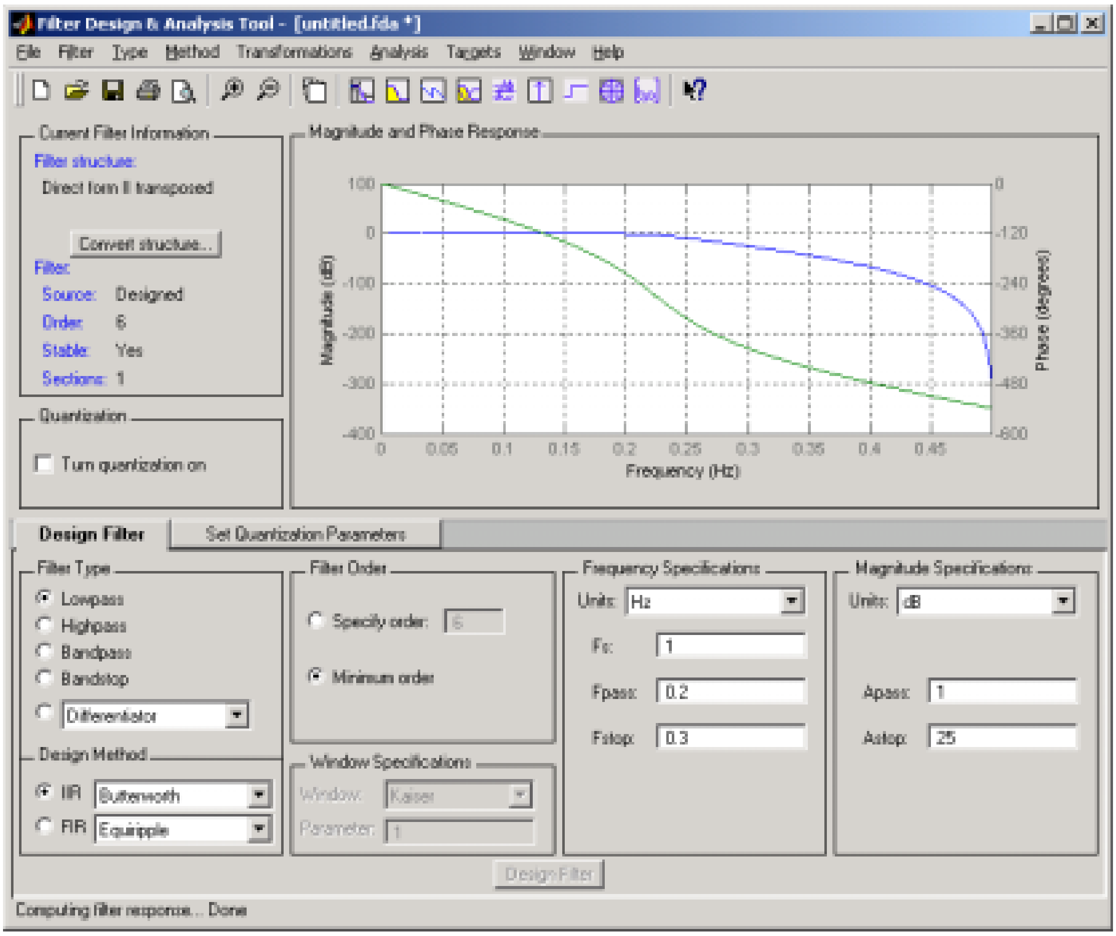
（4）双线形变换法设计 chebyshev 高通滤波器　[返回]

高通，采样频率为 10Hz，通带临界频率 f_p =4Hz，通带内衰减小于 0.8dB（α p=1）；阻带临界频率 f_s=3Hz，阻带内衰减大于 20dB（α s=25)。设计一个数字滤波器满足以上参数。

```
%双线形变换法设计 chebyshev 高通滤波器
FS=10; T=1/FS;
fp=4;fs=3;
wp=fp/FS*2*pi;
ws=fs/FS*2*pi;
OmegaP=2*FS*tan(wp/2);
OmegaS=2*FS*tan(ws/2);

[n,Wn]=cheb1ord(OmegaP,OmegaS,0.8,20,'s')
[b,a]=cheby1(n,0.8,Wn,'high','s');
freqs(b,a) %设计模拟的
[bz,az]=bilinear(b,a,FS); %映射为数字的
freqz(bz,az,512,FS)
bz,az
```



（5）使用 MatLab6 下的 Filter Designed Tool [返回]



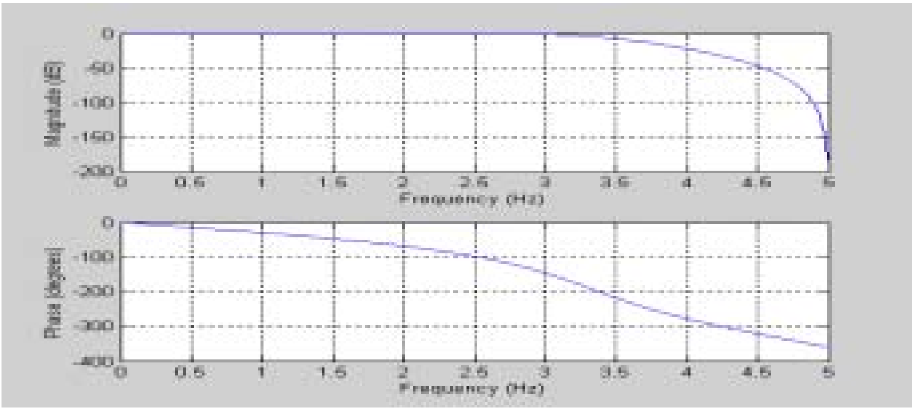
2、Matlab 设计 IIR 高级示例 [返回]

（1）双线性变换实现 ButterWorth 低通 [返回]

%采样频率 10Hz，通带截止频率 fp=3Hz，阻带截止频率 fs=4Hz
%通带衰减小于 1dB，阻带衰减大于 20dB
%使用双线性变换法由模拟滤波器原型设计数字滤波器

```
T=0.1; FS=1/T;
fp=3;fs=4;
wp=fp/FS*2*pi;
ws=fs/FS*2*pi;
Rp = 1; % 通带衰减
As = 20; % 阻带衰减
% 频率预畸
OmegaP = (2/T)*tan(wp/2); % Prewarp Prototype Passband freq
OmegaS = (2/T)*tan(ws/2); % Prewarp Prototype Stopband freq
```

```
%设计 butterworth 低通滤波器原型
N = ceil((log10((10^(Rp/10)-1)/(10^(As/10)-1)))/(2*log10(OmegaP/OmegaS)));
OmegaC = OmegaP/((10^(Rp/10)-1)^(1/(2*N)));
[z,p,k] = buttap(N);        %获取零极点参数
p = p*OmegaC;
k = k*OmegaC^N;
B = real(poly(z));
b0 = k;
cs = k*B;
ds = real(poly(p));
%  双线性变换
[b,a] = bilinear(cs,ds,FS);
%  绘制结果
freqz(b,a,512,FS);
```

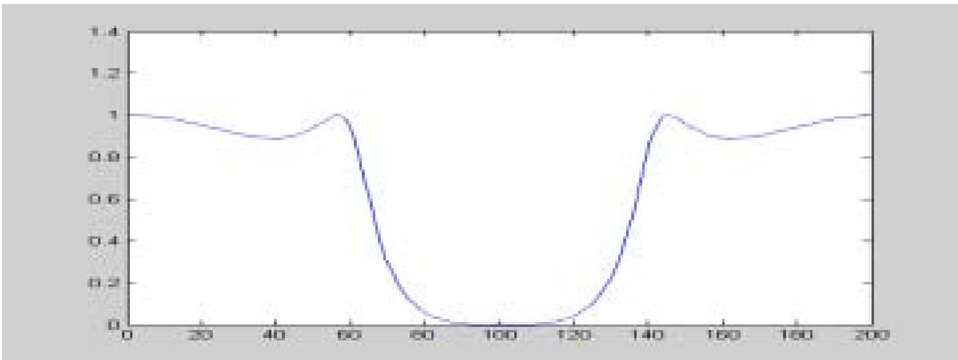


（2）双线性变换法实现 Chebyshev 低通（I 型）　[返回]

采样频率为 10Hz，设计一个数字低通滤波器，要求其通带临界频率 $f_p = 3Hz$，通带内衰减小于 1dB($\alpha_p = 1dB$)，阻带临界频率 $f_s = 4Hz$，阻带内衰减大于 15dB（$\alpha_s = 15dB$）。

```
T=0.1; FS=1/T;
fp=3;fs=4;
Rp = 1;
As = 15;
%  频率预畸
wp=fp/FS*2*pi;
ws=fs/FS*2*pi;
OmegaP = (2/T)*tan(wp/2);
OmegaS = (2/T)*tan(ws/2);
%设计 Chebyshev 低通滤波器原型
ep = sqrt(10^(Rp/10)-1);
A = 10^(As/20);
```

```
OmegaC = OmegaP;
OmegaR = OmegaS/OmegaP;
g = sqrt(A*A-1)/ep;
N = ceil(log10(g+sqrt(g*g-1))/log10(OmegaR+sqrt(OmegaR*OmegaR-1)));

[z,p,k] = cheb1ap(N,Rp);      %获取零极点参数
a = real(poly(p));
aNn = a(N+1);
p = p*OmegaC;
a = real(poly(p));
aNu = a(N+1);
k = k*aNu/aNn;
b0 = k;
B = real(poly(z));
b = k*B;

% 双线性变换
[bz,az] = bilinear(b,a,FS);
% 绘制结果
%freqz(bz,az,200,FS,'whole');
H=freqz(bz,az,200,'whole');
plot(abs(H));
```

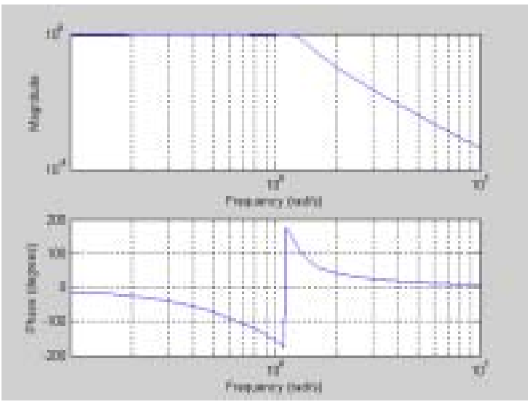
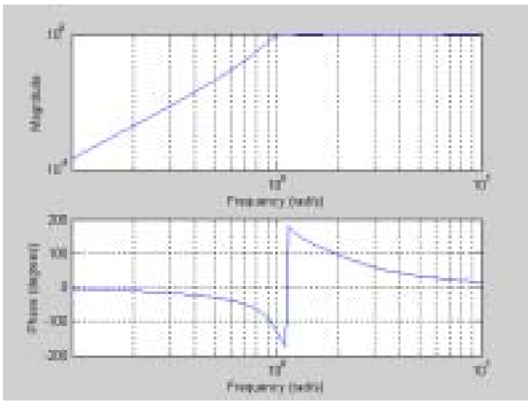


（3）低通变换为高通 [返回]

采样频率为 1Hz，设计一个数字低通滤波器，要求其通带临界频率 $f_p = 0.3Hz$，通带内衰减小于 1dB($\alpha_p = 1dB$)，阻带临界频率 $f_s = 0.2Hz$，阻带内衰减大于 20dB（$\alpha_s = 20dB$）。求这个数字滤波器的传递函数 H(z)，输出它的幅频特性曲线。

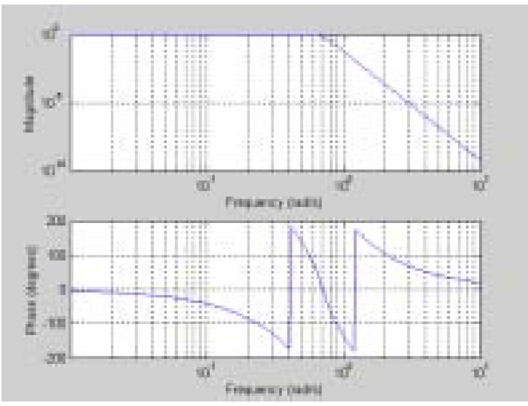
```
fp=.2;fs=.3;
Wp=fp*2*pi;
Ws=fs*2*pi;
alphap=1;
```

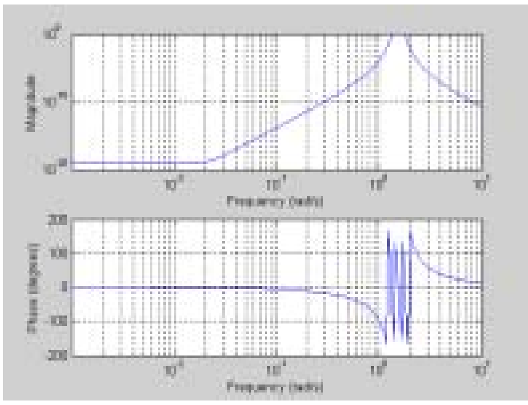
```
alphas=20;
[N, Wn] = cheb1ord(Wp, Ws, alphap, alphas,'s')
[B, A] = cheby1(N, alphap, Wn, 's');
close all;
figure(1);
freqs(B,A);
[BT, AT] = lp2hp(B, A, Wp);
figure(2);
freqs(BT,AT);
```

（2）低通变换为带通 [返回]

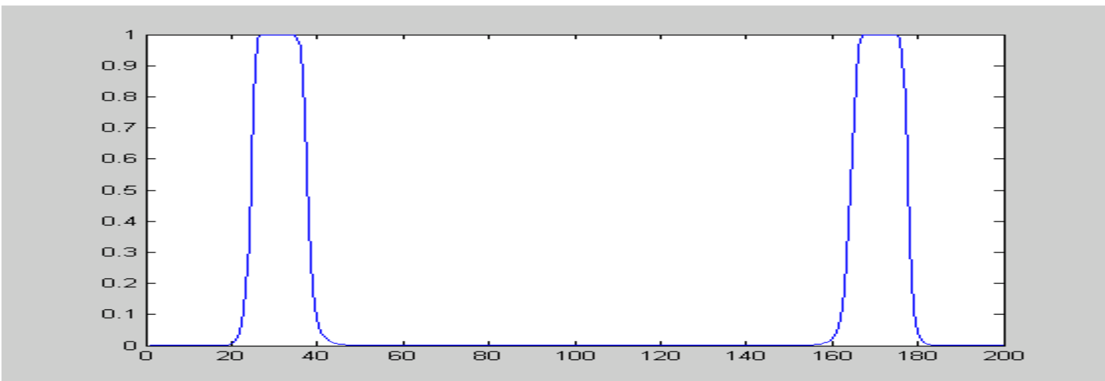
```
%fpl=20Hz，fph=30Hz，fsl=15Hz，fsh=35Hz，
%Rp=1;As=20

Fs = 100; T=1/Fs;
fpl=20;fph=30;fsl=15;fsh=35;
Wpl=fpl/Fs*2*pi;
Wph=fph/Fs*2*pi;
Wsl=fsl/Fs*2*pi;
Wsh=fsh/Fs*2*pi;
Rp = 1;
As = 40;

OmigaP=Wph-Wpl;      %低通滤波器通带截止频率
OmigaS=Wsh-Wsl;      %低通滤波器通带截止频率
[N,Wn]=buttord(OmigaP,OmigaS,Rp,As,'s');
[B,A]=butter(N,Wn,'s');
[BT,AT]=lp2bp(B,A,sqrt(Wph*Wpl),Wph-Wpl);
close all;
freqs(B,A);
figure(2);
freqs(BT,AT);
```





（3）低通变换为带通（双线性变换） [返回]

```
%采样频率 100Hz，Wpl=20Hz，Wph=30Hz，Wsl=15Hz，Wsh=35Hz，
%   频率/采样频率*2*pi
%Wpl=0.4*pi，Wph=0.6*pi，Wsl=0.2*pi，Wsh=0.8*pi，
%Rp=1;As=20
T = 1; Fs = 1/T;                      % Set T=1
%T=2;
Wpl=tan(0.4/2/Fs*pi);
Wph=tan(0.6/2/Fs*pi);
Wsl=tan(0.3/2/Fs*pi);
Wsh=tan(0.7/2/Fs*pi);
Rp = 1;                               % Passband ripple in dB
As = 40;                              % Stopband attenuation in dB
%计算模拟低通原型的参数
OmigaP=Wph-Wpl;      %低通滤波器通带截止频率
OmigaS=Wsh-Wsl;      %低通滤波器通带截止频率
[N,Wn]=buttord(OmigaP,OmigaS,Rp,As,'s');
[B,A]=butter(N,Wn,'s');
[BT,AT]=lp2bp(B,A,sqrt(Wph*Wpl),Wph-Wpl);
[b,a]=bilinear(BT,AT,Fs);
H=freqz(b,a,200,'whole');
plot(abs(H));
```



3、Matlab 窗函数设计 FIR 滤波器基本示例　[返回]

（1）低通滤波器实现　[返回]

[例] 设计一个长度为 8 的线性相位 FIR 滤波器。

其理想幅频特性满足 $|H_d(e^{j\omega})| = \begin{cases} 1, 0 \le \omega \le 0.4\pi \\ 0, else \end{cases}$

```
Window=boxcar(8);          %长度为8 的矩形窗 Window
b=fir1(7,0.4,Window);
freqz(b,1)
Window=blackman(8);        %长度为8 的布拉克曼窗 Window
b=fir1(7,0.4,Window);
freqz(b,1)
```

（2）带通滤波器实现　[返回]

[例] 设计线性相位带通滤波器，设计指标：长度 N=16 ，上下边带截止频率分别为 W1=0.3π， w2=0.5π。

```
Window=blackman(16);
b=fir1(15,[0.3 0.5],Window);
freqz(b,1)
```

（3）MultiBand 实现　[返回]

```
b = fir1(48,[0.2 0.3 .45 .55 0.7 0.8]);
freqz(b,1,512)
```