**实验四 基于窗函数的FIR 数字滤波器的设计**

1. 分别用矩形窗和哈明窗设计FIR低通滤波器，设窗宽，截止频率，要求绘出两种窗函数设计的滤波器幅频曲线（分贝形式）。

**提示：**

（1）Matlab中提供了很多常用的窗函数，其中一些窗函数的调用形式为：

矩形窗：wind=boxcar(N)

三角形窗：wind=bartlett(N)

汉宁窗：wind=hanning(N)

哈明窗：wind=hamming(N)

布莱克曼窗：wind=blackman(N)

其中，输入参数N表示窗函数的长度，一般若滤波器阶数为M阶，则窗函数长是N=M+1(注意：FIR滤波器的阶数与长度差1)；返回的变量wind是一个长度为N的列向量，表示窗函数的系数。

（2）b=fir1(n,Wc,'ftype',Window)

fir1函数用来设计FIR滤波器。其中n为滤波器的阶数；Wc是截止频率，其取值在0～1之间，它是以为基准频率的标称值，设计低通和高通滤波器时，Wc是标量，设计带通和带阻滤波器时，Wc是1×2的向量；设计低通和带通滤波器时，无需 'ftype'，当ftype=high时，设计高通滤波器，当ftype=stop时，设计带阻滤波器；Window表示设计滤波器所采用的窗函数类型，Window的长度为N+1，若Window缺省，则fir1默认使用哈明窗；b对应设计好的滤波器的系数h(n)，即单位脉冲响应，h(n)的长度为n+1。

说明：需注意的长度与滤波器的阶数间的关系。FIR滤波器的系统函数可表示为：



的长度为，而滤波器的阶数为阶。

（3）求数字滤波器的频率响应

h=freqz(b,a,w)

其中，b和a 分别为系统函数的分子多项式和分母多项式的系数。对于FIR滤波器，此处的b即为h(n)，a即为1。

2. 设计一个线性相位FIR低通滤波器，通带截止频率为，阻带截止频率为，阻带最小衰减为。要求分别绘制哈明窗曲线、FIR低通滤波器的幅频曲线（分贝形式）。

**提示：**

（1）deltaw=ws-wp为过渡带宽，查表得哈明窗过渡带宽为，即

故按哈明窗计算所需的窗函数窗宽

滤波器阶数M=N-1

（2）ceil(m/n)表示对m/n的结果朝方向取整。

例：m/n=3.12，则ceil(m/n)的结果为4

3、已知某模拟滤波器的系统函数为

其中b1=1.53116389e+03， a1=1

b2=-1.29990890e-09， a2=3.47913978e+04

b3=7.32176217e+12， a3=1.87590501e+09

b4=-2.03715033， a4=4.03313474e+13

b5=7.71381999e+21， a5=7.97671668e+17

a6=7.71381999e+21

试画出该系统的幅频特性曲线，并计算语音信号xiaocheng\_noise.wav通过该系统的响应。

**要求：**

1. 将语音信号的幅度谱、滤波器的幅度谱以及滤波后的幅度谱三个图画在一张画布上。
2. 使用sound函数播放语音信号xiaocheng\_noise.wav 和滤波之后的响应。