

FILTER DESIGNER 使用手册:

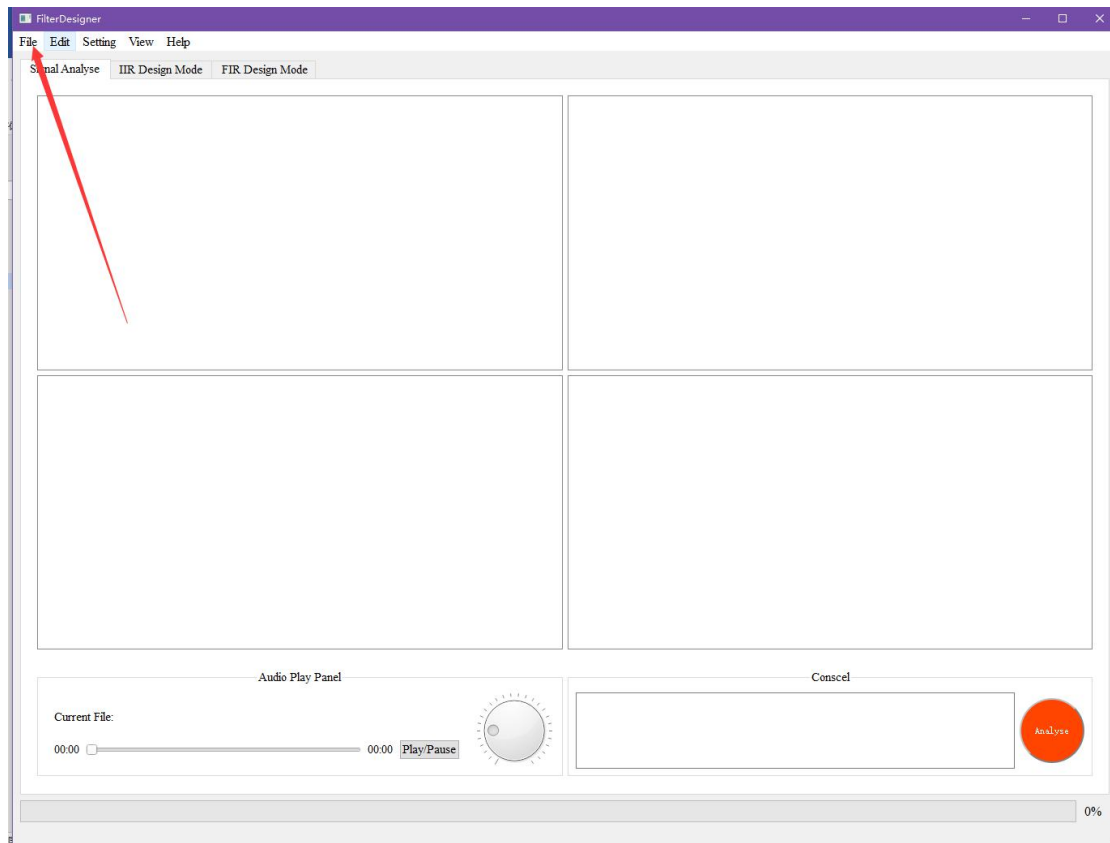
目录 CONTENTS

FILTER DESIGNER 使用手册：	1
1 时域部分：	3
1.1.文件选择：	3
1.2.时频分析：	3
1.2.音频播放：	4
2 IIR 部分：	5
2.1.IIR 滤波器的参数配置.....	5
2.1.1 低通滤波器的配置（巴特沃斯）：	5
2.1.2 高通滤波器的配置（巴特沃斯）：	6
2.1.3 带通滤波器的配置（巴特沃斯）：	7
2.1.4 带阻滤波器的配置（巴特沃斯）：	8
2.1.5 切比雪夫 I、II 型以及椭圆（贝塞尔）滤波器的配置说明：	9
2.2 滤波器设计及参数查看.....	11
2.3 原声播放以及处理后的音频播放：	12
3 FIR 部分：	13
3.1.FIR 滤波器的参数配置.....	13
3.1.1 低通滤波器&高通滤波器的配置：	13
3.1.1 带通滤波器&带阻滤波器的配置：	15
3.2 滤波器设计及参数查看.....	16
3.1. 原声播放以及处理后的音频播放：	16
4 注意事项：	17

1 时域部分：

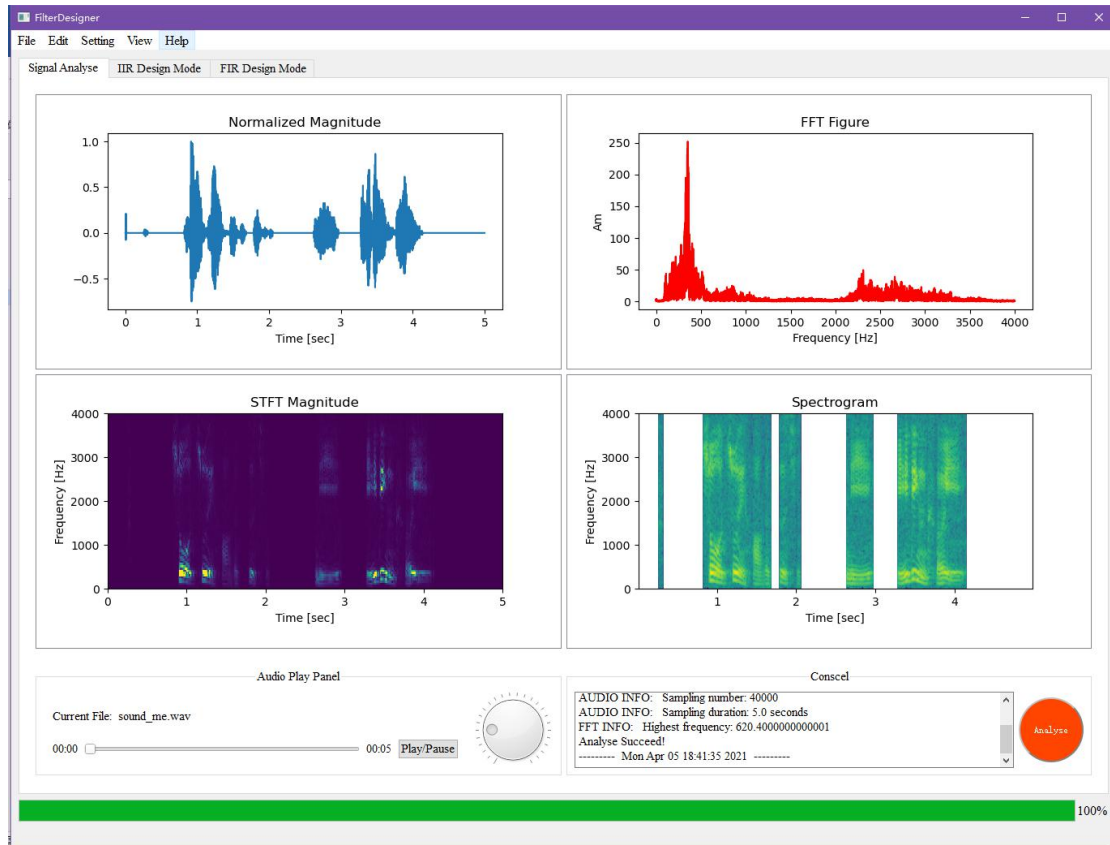
1.1.文件选择：

点击左上角 file->open, 选择需要处理的 wav 文件



1.2.时频分析：

选中文件之后，播放器界面会显示出当前的文件，确认文件无误之后，便可以点击右下角的红色 Analyse 按钮，便会分析出四张图片出来



如图：左上为时域波形图，右上为 FFT 变换图

左下为 STFT 变换图，右下为语谱图

同时也会在按钮旁边的控制台相应的输出一些信息：该 WAV 文件的采样频率，时长，最高频率等信息供参考；

1.2. 音频播放：



在上方会提示当前文件，可以通过进度条来控制播放进度，点按按钮可以实现暂停或者播放，音量旋钮可以控制音量大小；

2 IIR 部分：

2.1.IIR 滤波器的参数配置

2.1.1 低通滤波器的配置（巴特沃斯）：

Input parameter 一栏：

对应低通滤波器四个指标：

3000Hz 通带截止频率

3500Hz 阻带截止频率

1dB 对应 R_p

25dB 对应 A_s

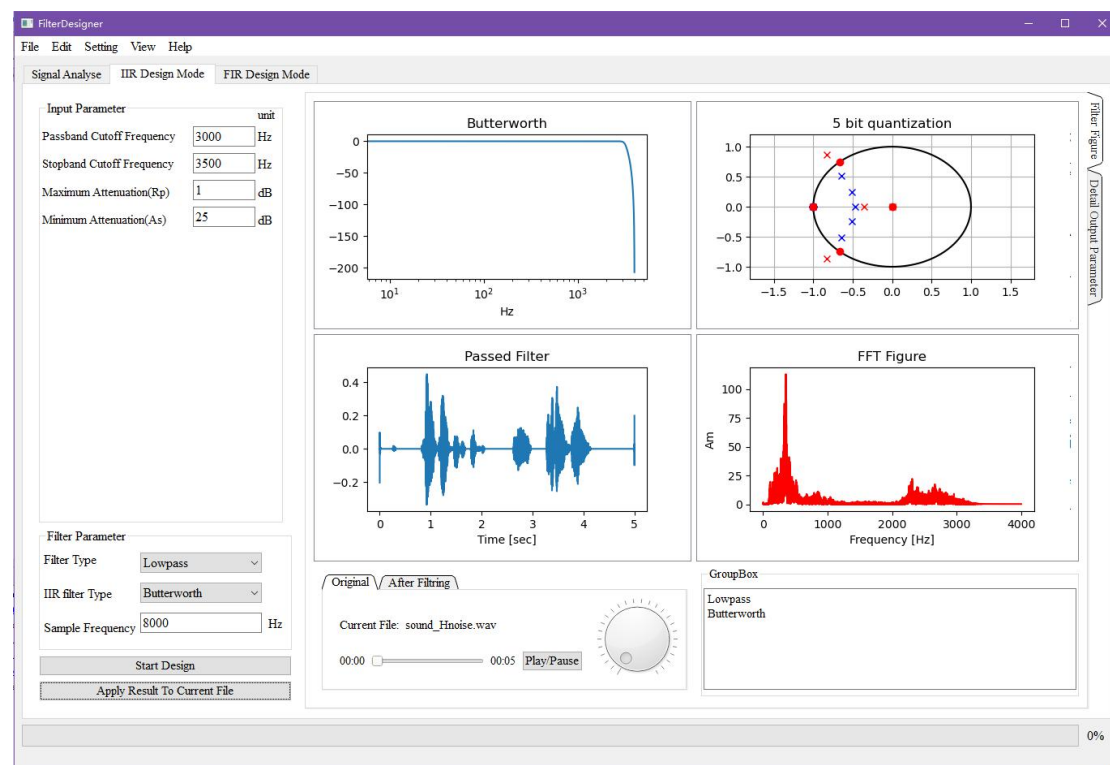
Filter parameter 栏

Filter type 是选择滤波器的类型，如低通高通等；

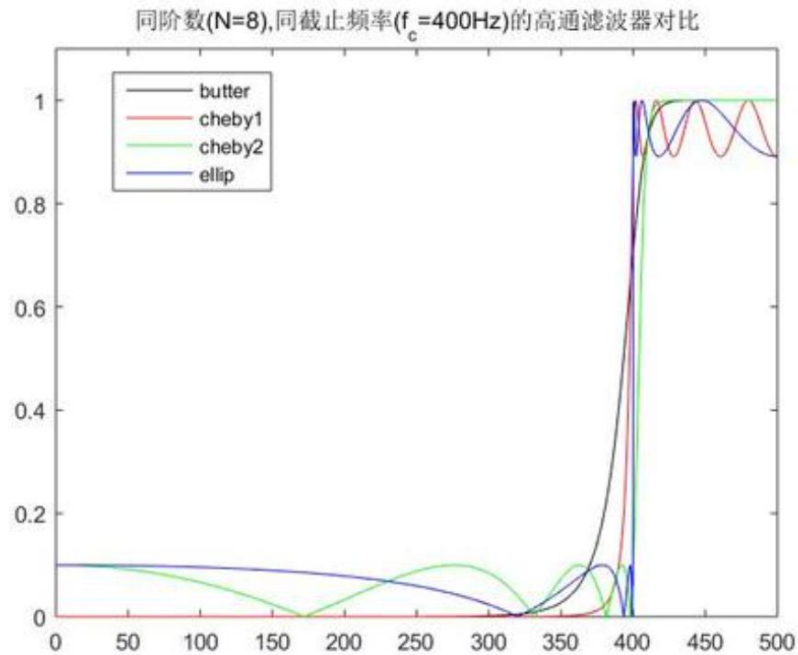
IIR type 是选择 IIR 滤波器的种类，如巴特沃斯，切比雪夫等，这里选择巴特沃斯；

Sample frequency 是为数字滤波器输入的信号对应模拟信号的采样频率，在本课程设计中音频采样均为 8KHz，当然当你应用于其他场景的时候，采样频率可以由第一页的时域功能分析得到；其他类型的滤波器如切比雪夫二型除了 IIR 类型不一样之外，其余参数配置均保持一致；

参数配置示例：选择 Lowpass 和 Butterworth，即巴特沃斯低通滤波器；



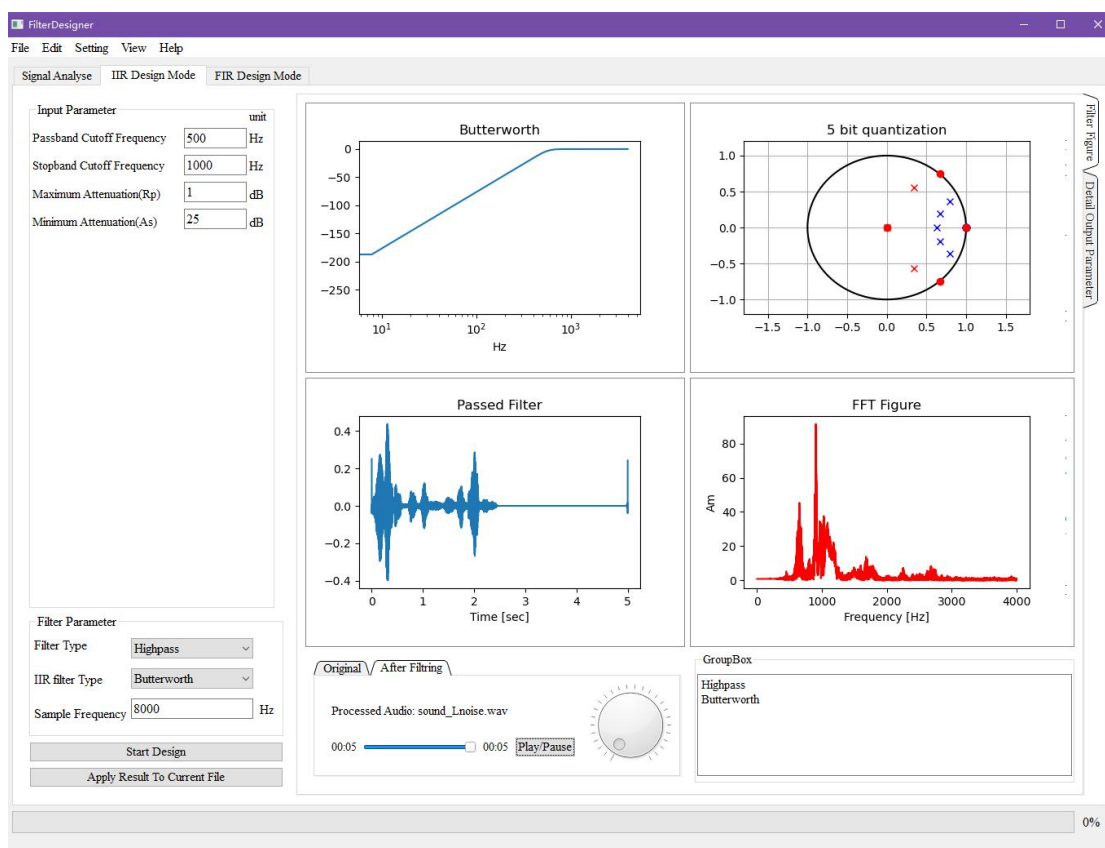
2.1.2 高通滤波器的配置（巴特沃斯）：



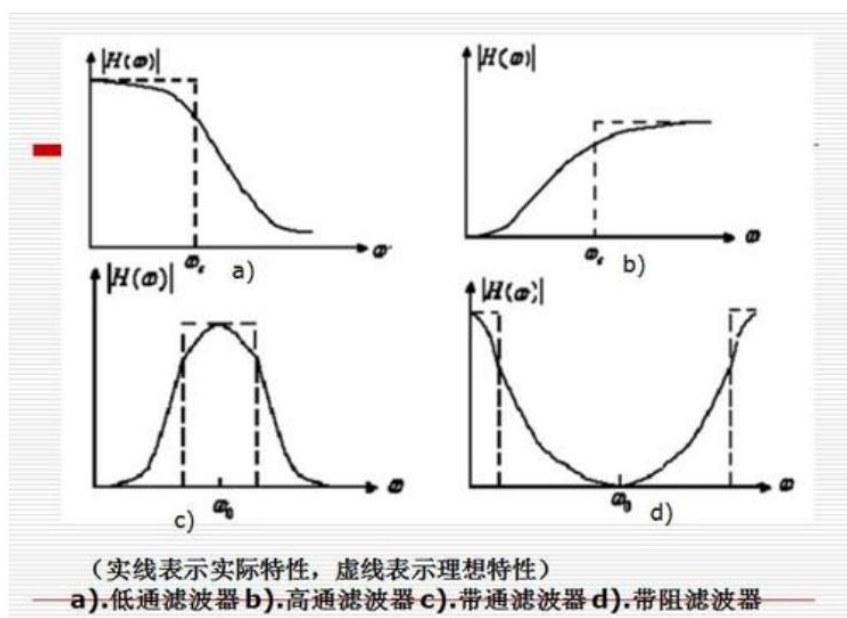
Input parameter 一栏:

由图可以知道，高频滤波器的参数是和低通滤波器的参数不太一样，通带截止频率要大于阻带截止频率的；按照需求配置即可；除此之外，其余参数配置均保持一致，参见 2.1.1.1 低通滤波器的配置

配置示例如下图 高通 巴特沃斯:



2.1.3 带通滤波器的配置（巴特沃斯）：



如上图 (c)

Input parameter 一栏:

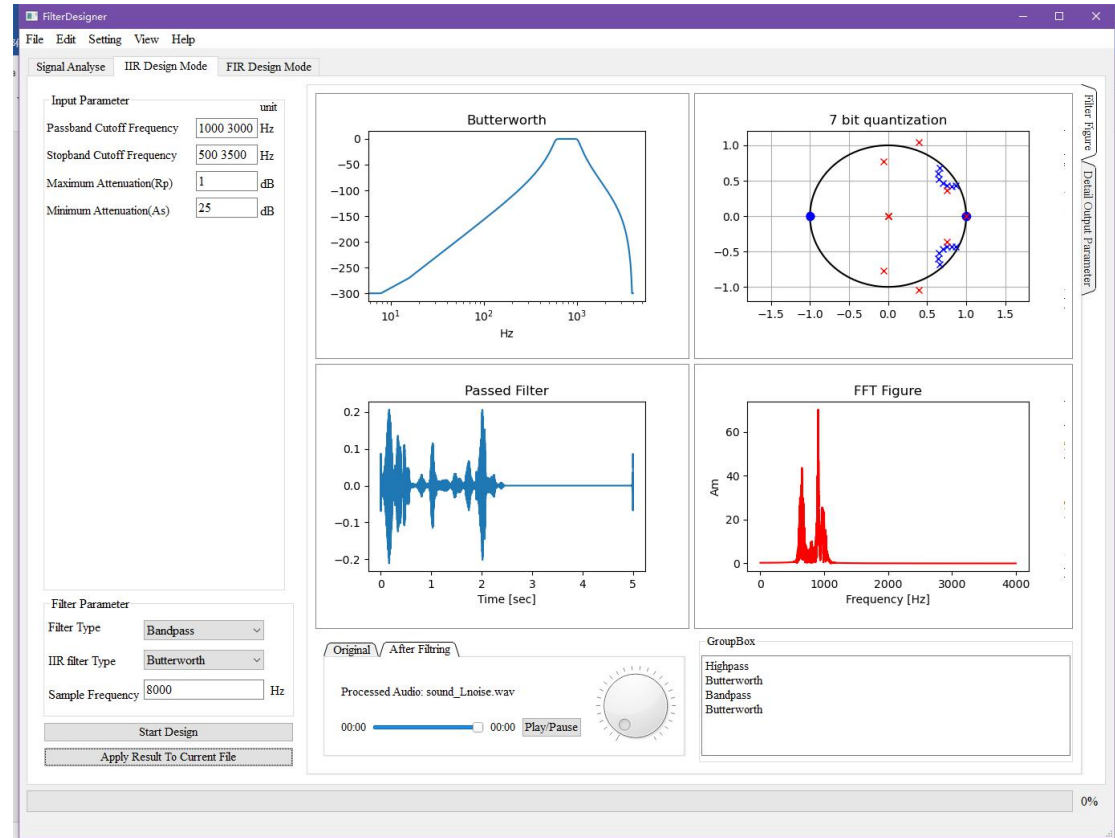
第一行：设置通带截止频率，由于带通滤波器有两个通带截止频率，因此这里应当填两个频率，以空格间开

第二行：设置阻带截止频率，同理设置两个频率，以空格间开：

Filter parameter 栏

按照对应需求去设置即可

配置示例图：



2.1.4 带阻滤波器的配置（巴特沃斯）：

观察图（d），注意通带和阻带的相对位置

Input parameter 一栏：

第一行：设置通带截止频率，由于带通滤波器有两个通带截止频率，因此这里应当填两个频率，以空格间开

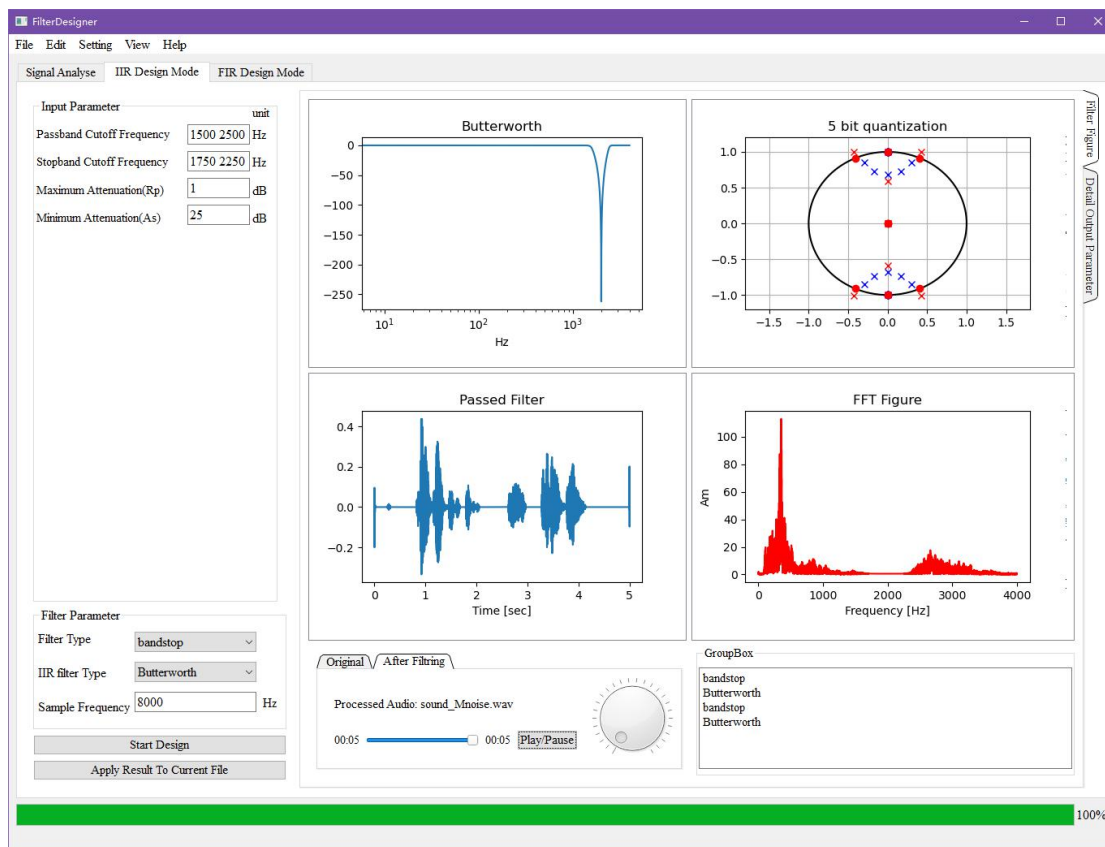
第二行：设置阻带截止频率，同理设置两个频率，以空格间开：

这里和带通滤波器两行位置的大小关系正好反过来。

Filter parameter 栏

按照对应需求去设置即可

配置示例图如下：



2.1.5 切比雪夫 I、II 型以及椭圆（贝塞尔）滤波器的配置说明：

Input parameter 一栏：

第一行：与巴特沃斯的高通低通带通带阻滤波器的配置一致，这里不再赘述；具体参见上面对应滤波器类型的设计指导；

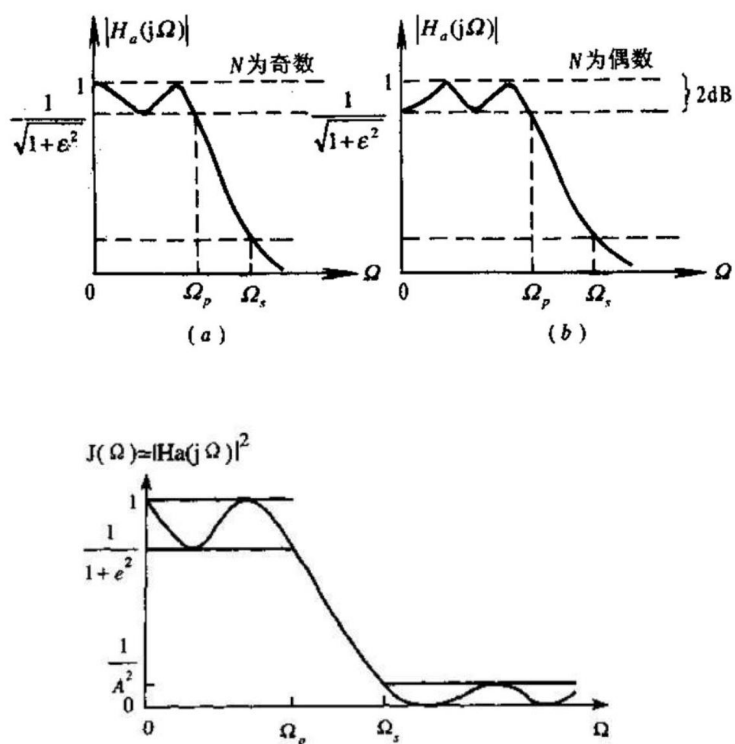
第二行：见第一行说明；

第三行第四行：

1、对于切比雪夫 I 型而言，不同于巴特沃斯滤波器，它还多一个参数：**通带纹波**；单位 dB。这里我们第三行参数的输入同第一第二行一样，以空格间开，纹波放在后面

2、对于切比雪夫 II 型而言，同 I 型一样多一个参数，但是是：**阻带纹波**；单位 dB。同切比 I 型一样，在第四行输入的时候以空格间开，纹波参数放在后面

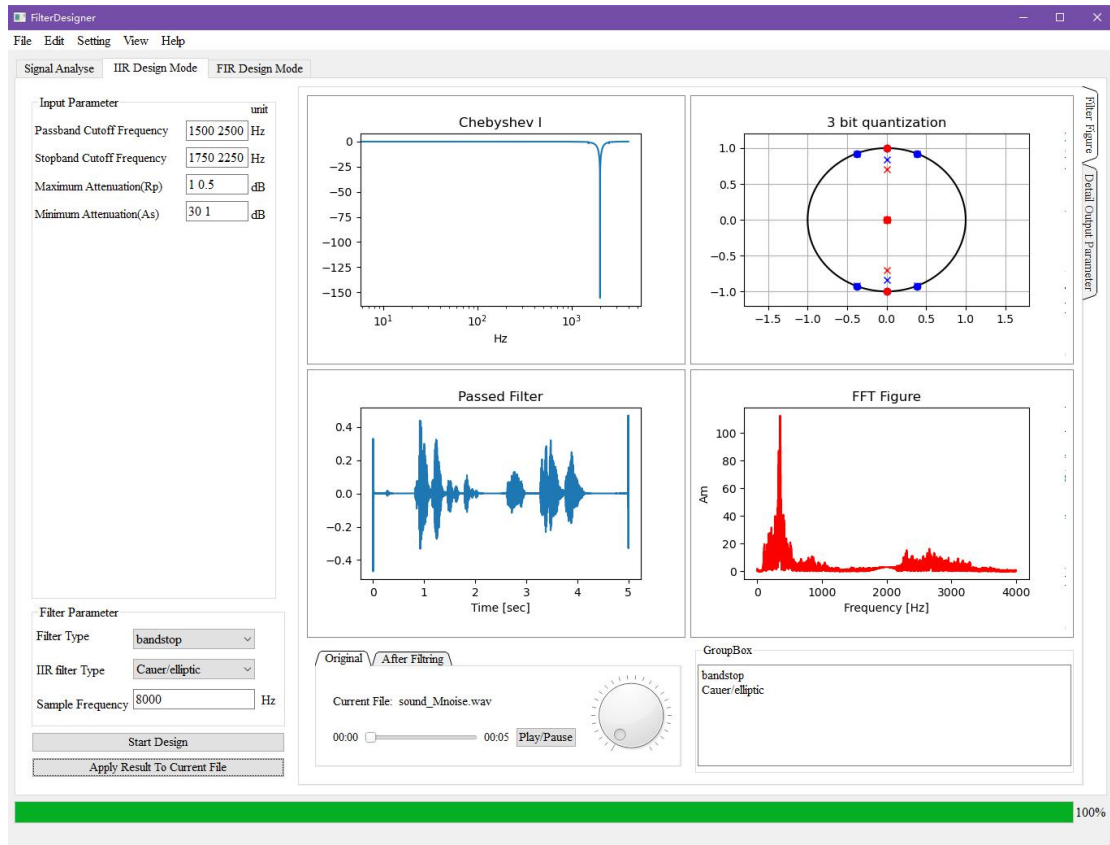
3、对于椭圆（贝塞尔）滤波器，它拥有切比 III 型的所有参数：即同时具有**通带纹波和阻带纹波**，在输入的时候两者都要输入，输入格式和切比雪夫参数输入保持一致；



Filter parameter 栏

按照对应需求去设置即可

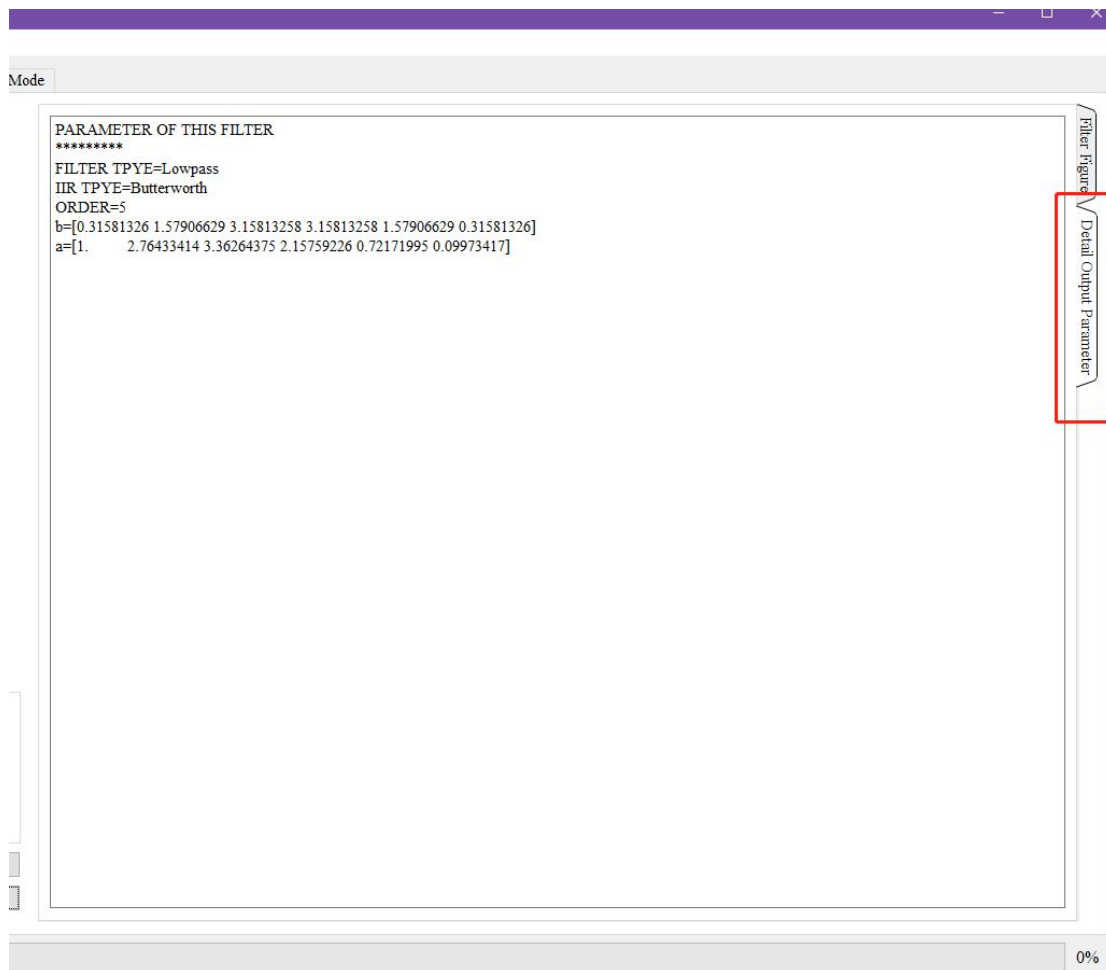
配置示例图如下 以椭圆形带阻为例，切比雪夫型各种滤波器的只需要对照着修改即可：



2.2 滤波器设计及参数查看

在参数配置好之后，点按 **Start design**，开始进行滤波器设计，对应会有输出图片以及滤波器参数：左上图片对应的是滤波器频率响应图，右上对应的是滤波器的零极点图；点按

最右边的 **Detail output parameter**，可以查看滤波器的详细参数：



2.3 原声播放以及处理后的音频播放：

如图中所示：Original 一栏是未经处理的原音频，另一栏则是处理过后的音频。点按按钮进行播放或者暂停。旋钮可以控制播放声音的大小。



3 FIR 部分:

3.1.FIR 滤波器的参数配置

FIR 滤波器的参数共四个:

Input Parameter	
Length of the filter(N)	<input type="text"/> N
Key frequency(BPF&BSF)f1	<input type="text"/> Hz
Cutoff frequency(HPF&LPF)f2	<input type="text"/> Hz
Minimum Attenuation(As)	<input type="text"/> dB

第一行: 窗函数的长度, 也是 FIR 滤波器的阶数

第二行: Key frequency, 单位 Hz, 是一个描述 FIR 频率响应的一个频率点, 将在后面说明如何使用;

第三行: Cutoff frequency, 单位 Hz, 也是一个秒速频率响应的频率点, 在后面说明;

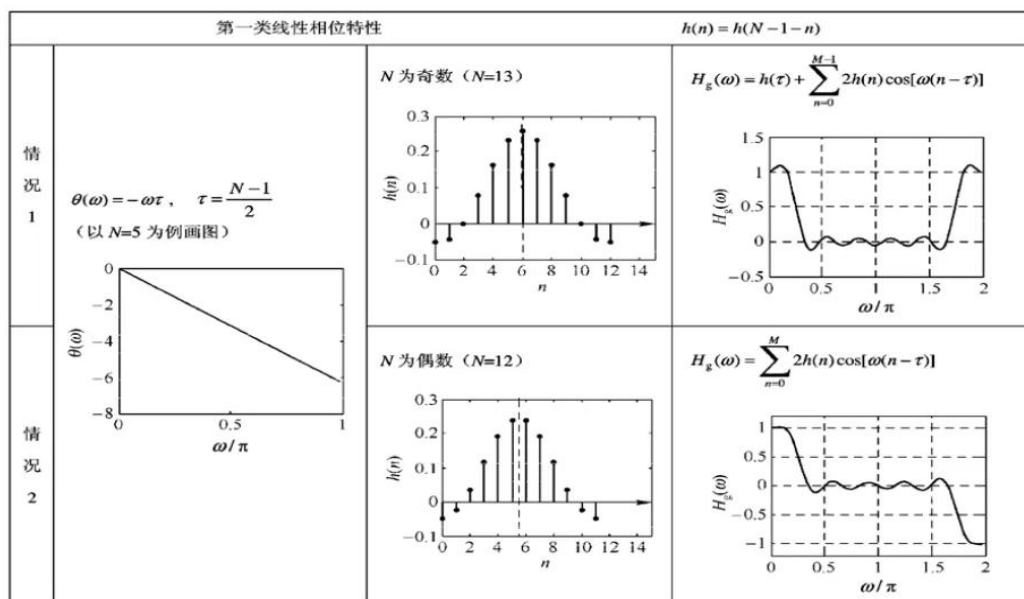
第四行: 最大阻带衰减, 单位 dB。

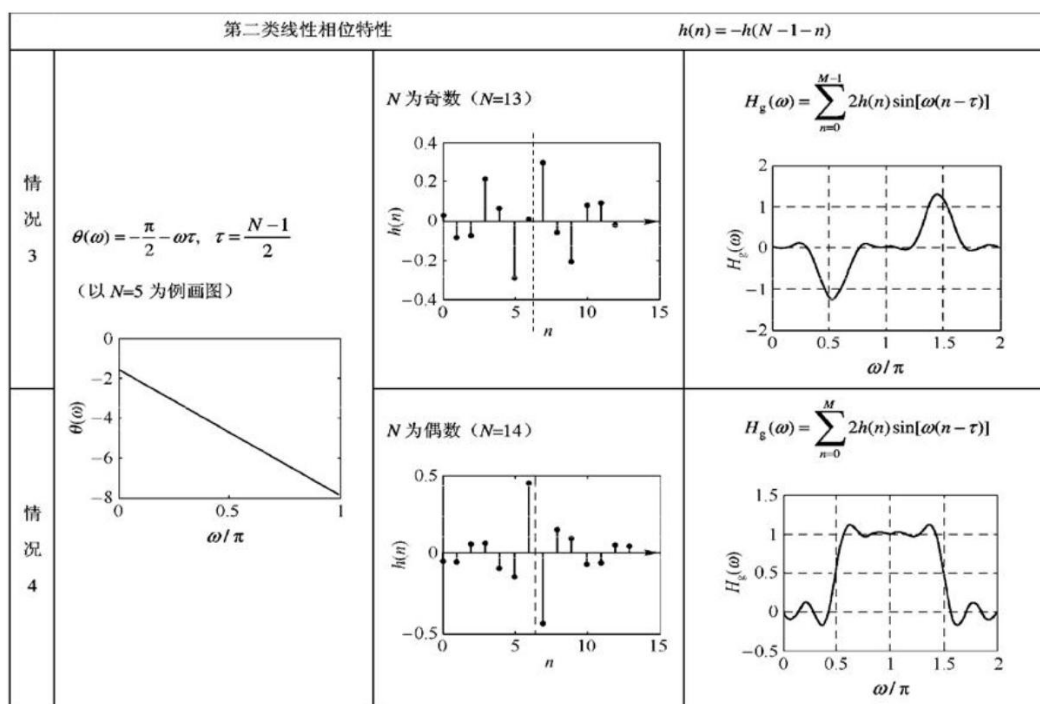
3.1.1 低通滤波器&高通滤波器的配置:

Input parameter 一栏:

第一行: 窗函数的长度, 这里可以设置为 10, 若不满足要求可以继续增加;

(注: 在选择窗函数长度的时候, 要注意 N 是偶数还是奇数, 低通滤波器偶数或者奇数的 N 均可以设计, 高通滤波器需要 N 为奇数)





读者请根据自己的滤波器设计需求结合上图来确定 N 是奇数还是偶数

第二行：Key frequency，其仅需要考虑值在滤波器为带通或者带阻时。在高低通滤波器的时候，其值置 0 即可；

第三行：Cutoff frequency，在设计高通或者低通滤波器的时候，其值为截断频率（通带和阻带交界的 ω_c ）

第四行：阻带衰减，注意不同的窗函数衰减性能不一样，这里给出各种常见窗函数的性能以供读者进行设计：

表一：部分窗函数的基本性能

窗函数	窗谱性能指标		加窗后滤波器性能指标	
	旁瓣峰值 (dB)	主瓣宽度	过滤带宽	阻带最小衰减 (dB)
矩形窗	-13	$4\pi/N$	$1.8\pi/N$	21
三角窗	-25	$8\pi/N$	$6.1\pi/N$	25
汉宁窗	-31	$8\pi/N$	$6.2\pi/N$	44
海明窗	-41	$8\pi/N$	$6.6\pi/N$	53
布莱克曼窗	-57	$12\pi/N$	$11\pi/N$	74
凯泽窗	-57		$10\pi/N$	80

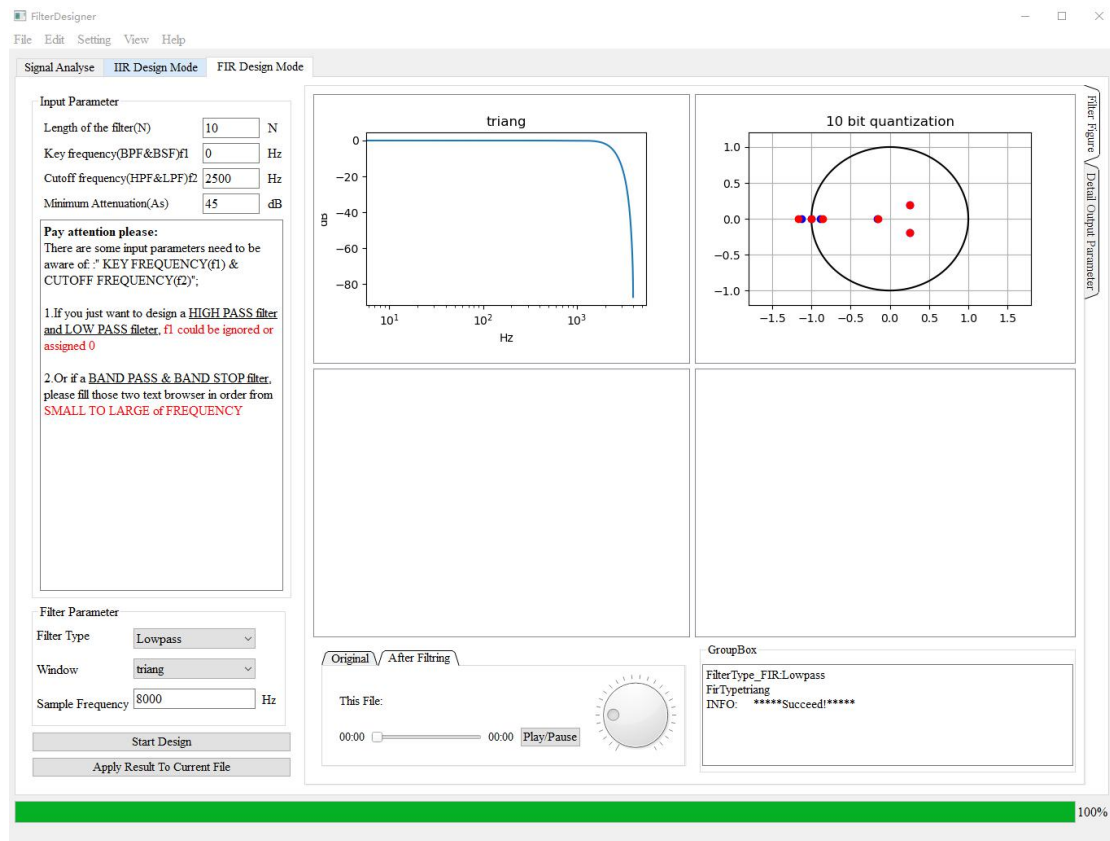
$(\beta = 7.865)$

Filter parameter 栏

按照需求选择即可；

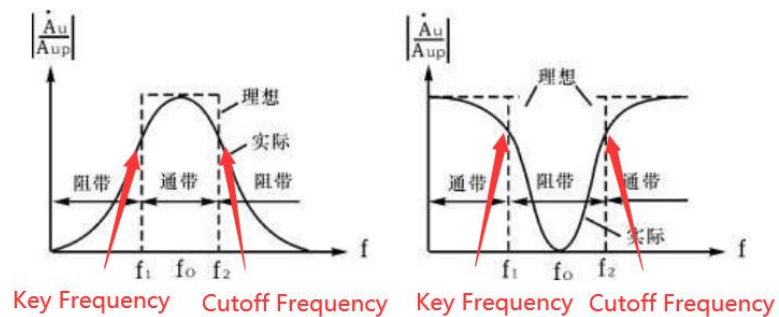
采样频率同 IIR 中一样，这里不再赘述；参见 IIR 部分。

配置示例图如下，低通高通均如此配置，注意修改 Filter type 即可：

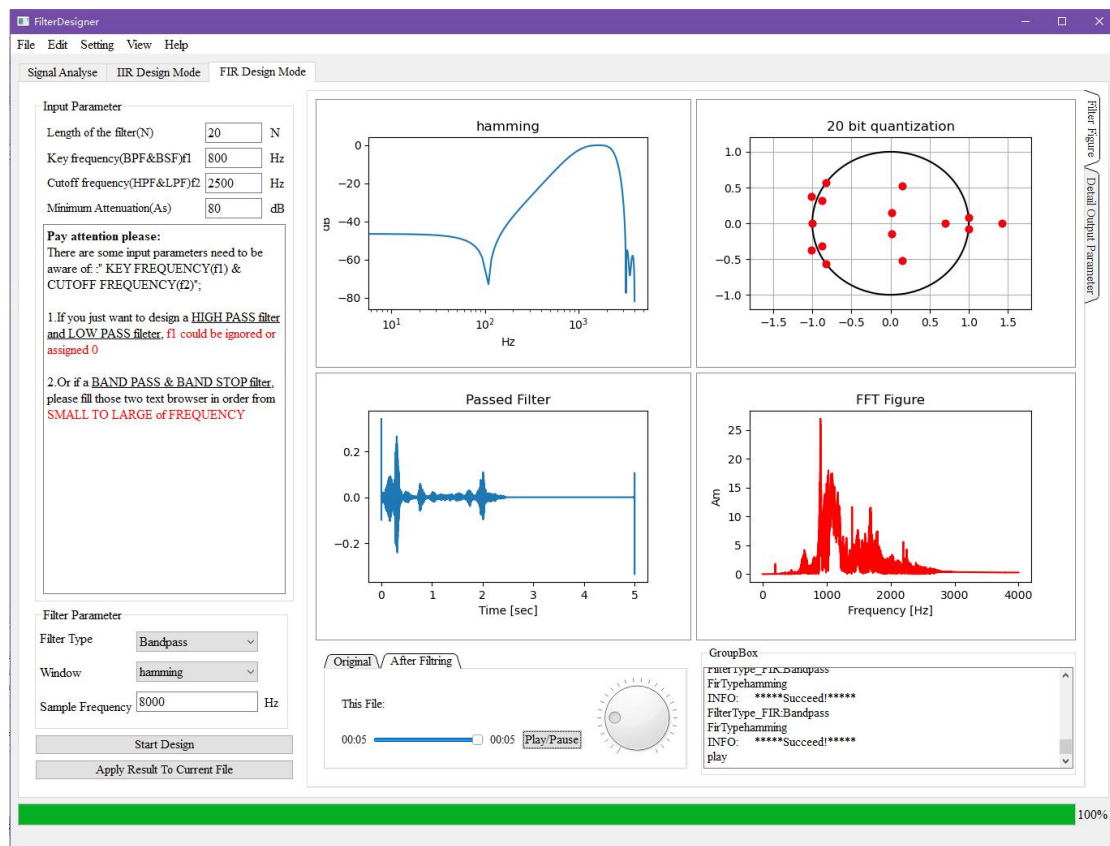


3.1.1 带通滤波器&带阻滤波器的配置：

如下图所示：为带通带阻滤波器的频率响应曲线：



图中已标注 Key Frequency 和 Cutoff Frequency 的位置，这样以便读者可以清楚的知道第二第三的参数应当如何配置。应当注意的是，两个频率点的顺序。配置示例图如下（以汉明窗，带通滤波器为例）：



3.2 滤波器设计及参数查看

同 IIR 一样，点按 Start Design 开始滤波器设计，并读条显示进度；若进度未到 100%，则说明设计时出现了问题，需要读者自行根据 python 的控制台排除问题；

设计好 FIR 滤波器之后，确保在打开文件的前提下点按 Apply Result to Current File，以完成滤波器对音频进行滤波处理；

3.1. 原声播放以及处理后的音频播放：

同 IIR 一样，选中播放器的 Original 或者 After Filtering 选项即可；

4 注意事项:

- 1、每次分析和设计滤波器的时候，若没有问题，底下进度条均会读条到 100%，否则是有问题存在，结合 UI 界面的控制台和 python 的控制台自行排查问题所在；
- 2、应用滤波器的时候一定要注意是否打开了音频文件；
- 3、处理过后的音频文件会默认放在工作文件夹下的 ProcessedSignal 文件夹当中，没有 fir 字母的为 IIR 处理过后的音频，有 fir 字母的为 FIR 滤波器处理过后的音频；注意区分；
- 4、本软件现还可能存在一些 bug，欢迎大家指出修改；