



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China

语音信号处理基础

课程实验报告

学生姓名: 姚苏航

学号: PB22061220

提交时间:

报告评分:

说明:

1. 每一道实验题目都需要按照第 2-3 页的模板填写实验报告; 例如, 第一次编程实验有 3 道题目, 需要填写 3 次;
2. 中英文皆可;
3. 不是每一项都需要填写, 根据实验难度选择。但实验分析, 实验步骤, 实验结果不可少。

Task One

Analysis of the Experimental Task

1. What does the question mean? What's the input and expected output of the experiment?
该问题要求读取一个采样率为 16kHz 的语音文件（test_16k.wav），并对其进行低通滤波，得到带宽为 5kHz、4kHz 和 3kHz 的语音文件。期望的输出是三个经过滤波的语音文件，这些文件会保存为.wav 格式。
2. Can you give theoretical analysis on the question?
低通滤波：低通滤波器允许低于特定截止频率的信号通过，而阻止高于该频率的信号。对于语音信号，重要的语音特征通常集中在较低的频率范围，因此通过低通滤波可以去除高频噪声。
带宽选择：选择不同的带宽（5kHz、4kHz、3kHz）将影响语音的清晰度和可懂度。一般而言，带宽越窄，可能会导致语音失去部分细节，从而影响听者的理解。
3. What's the expected result for the experiment?
过滤后的语音文件应该在听觉上表现出不同的清晰度和细节。
5kHz 的带宽应该保留大部分语音特征，因此可懂度较高。
4kHz 的带宽可能会有一些高频信息的丢失，但仍能保持较好的语音质量。
3kHz 的带宽将显著降低语音的可懂度，因为许多重要的音素信息会被过滤掉。

Details of Experiment

1. Configuration of the experiment, e.g. Length of FFT, sampling frequency.
FFT 长度：22492 采样频率：16kHz
2. Procedure for experiment
 - a) Step1 :调用 audioread 函数读取语音文件，获取样本数据 x 与采样率 fs
 - b) Step2 :通过数据长度计算得到时间 t
 - c) Step3 :按不同带宽要求设置椭圆滤波器的参数
 - d) Step4 :用滤波器对原始语音信号进行滤波处理并保存为 test_3k.wav...
 - e) Step5 :输出原始与滤波信号的时域图
 - f) Step6 :通过 FFT 获得原始与滤波信号的频域图
 - g) Step7 :观察结果得出结论

Results of Experiment

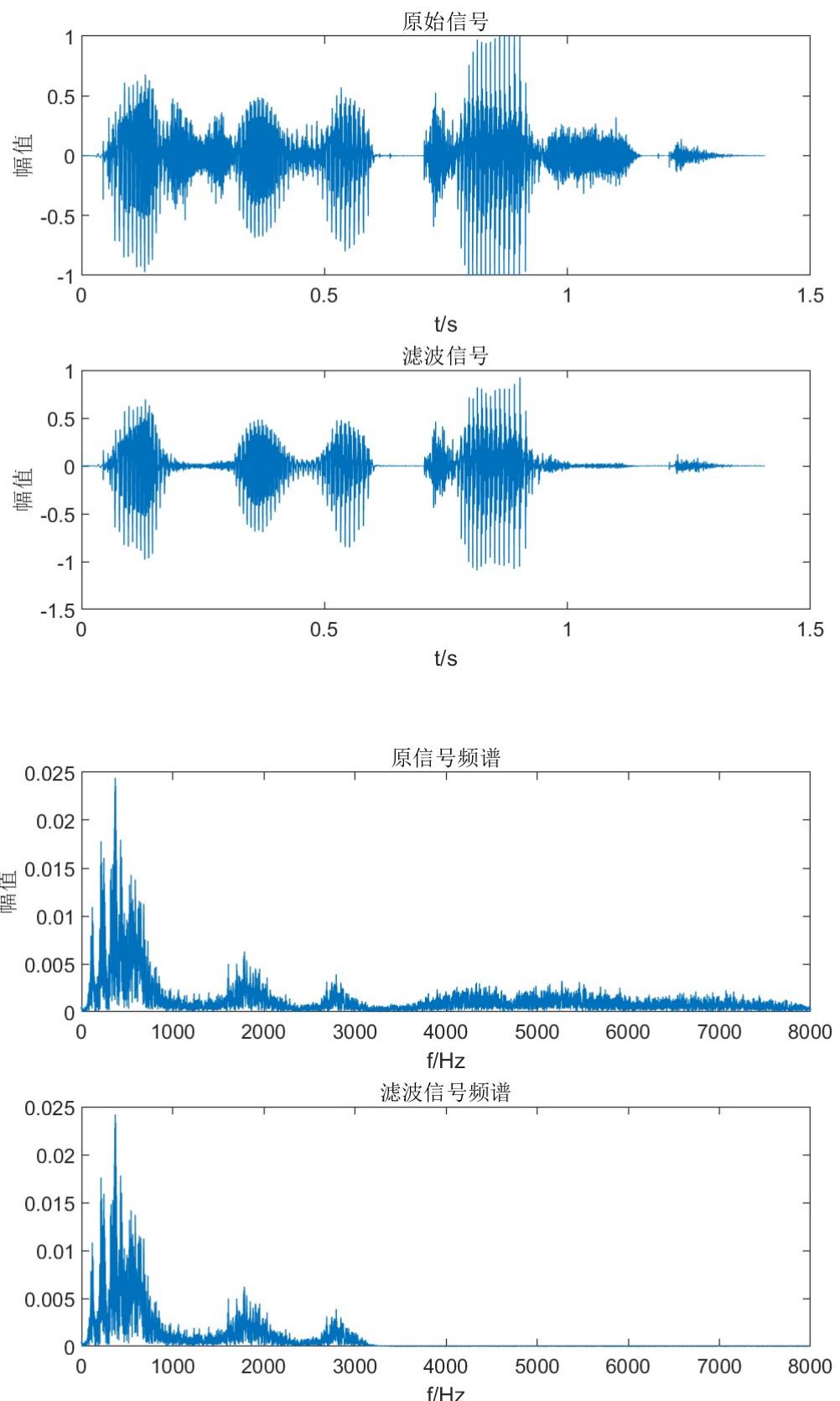


Fig1: 3k 带宽滤波信号

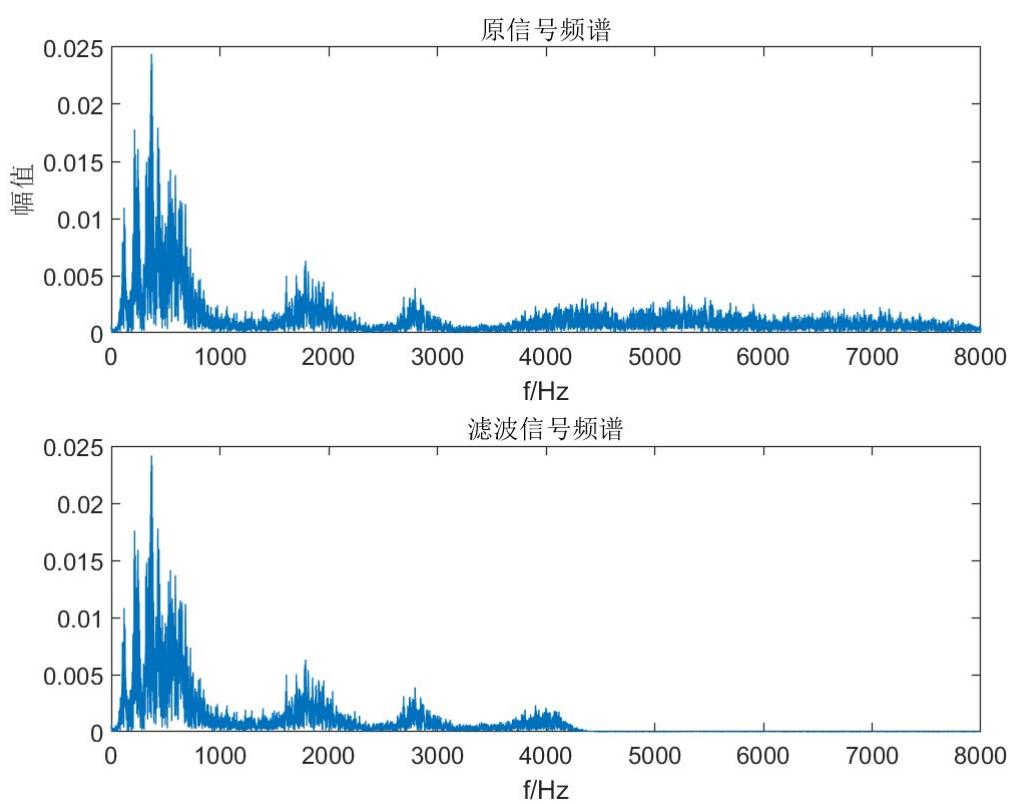
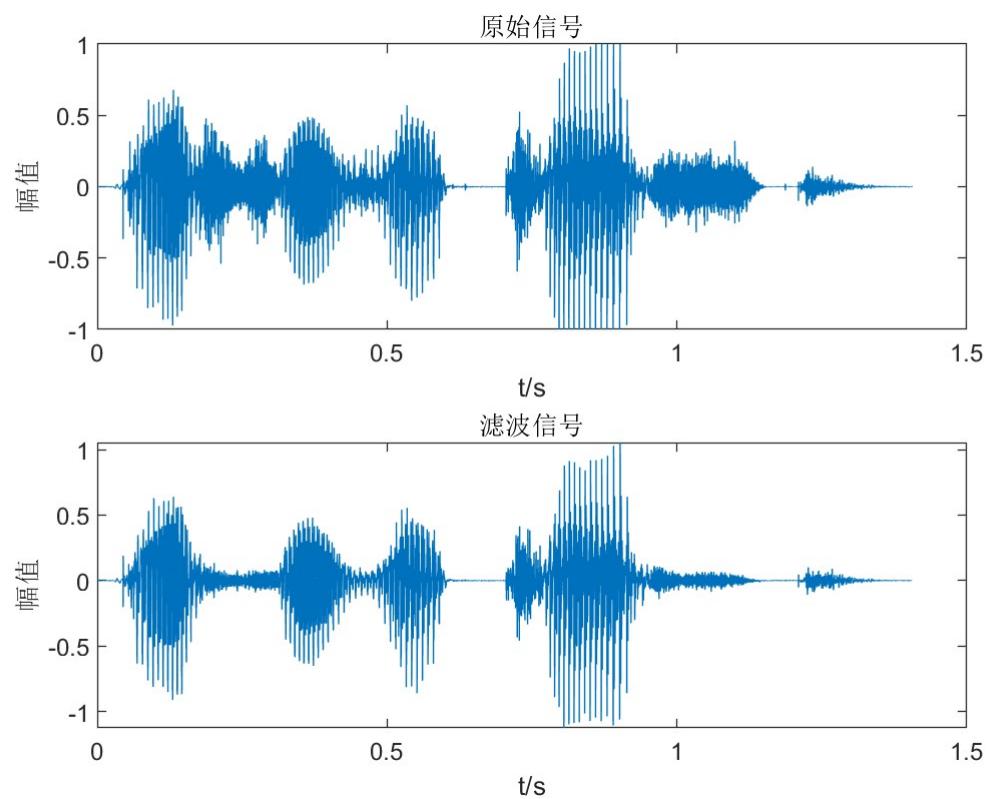


Fig2: 4k 带宽滤波信号

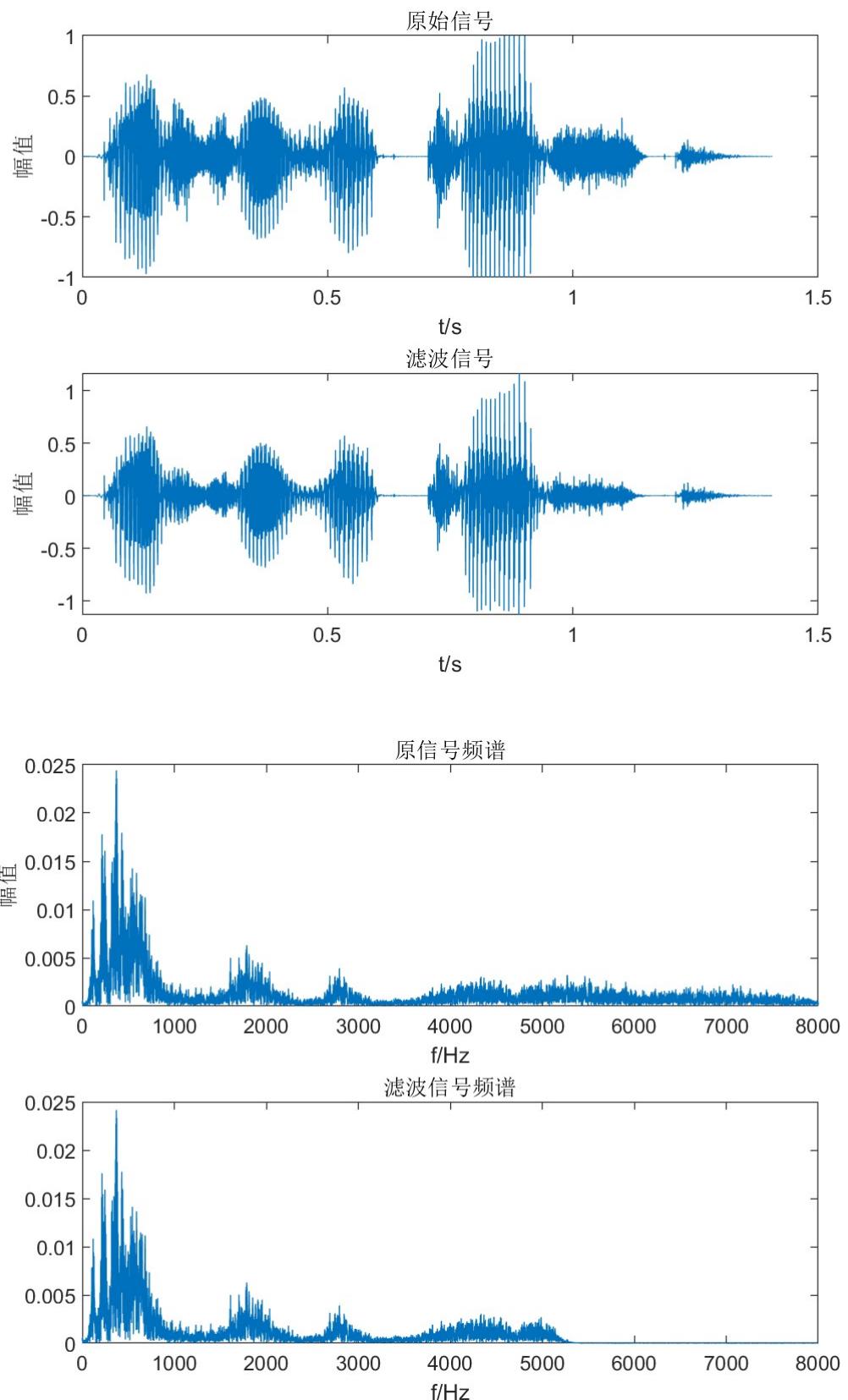


Fig3: 5k 带宽滤波信号

这些图像分别展示了 3k,4k,5k 带宽的低通滤波信号时频域图

1. Analysis of the results:
 - a) Is the result in accord with the expected result?
 - b) If so, provide further analysis on the results. For example, provide some statistics, data, and other evidence to testify the effectiveness of your experiment.
 - c) If not, explain the unexpected the result and give possible reason for it.

结果和预期保持一致，通过观察滤波信号与原始信号的对比，发现在时域表现上图像更加平滑，频域上只保留了指定带宽低频部分。且保存滤波后的语音文件，发现声音更加低沉，这与之前高频信号丢失的预期一致。

Task Two

Analysis of the Experimental Task

1. What does the question mean? What's the input and expected output of the experiment?
该问题要求使用 MATLAB 来模拟声道的双管模型，计算它的频率响应，并绘制对数幅度谱图，以观察共振峰。输入为模型参数：管道长度 l_1, l_2 ，管道横截面积 A_1, A_2 ，反射系数 r_G, r_L 。
预期输出为对数幅度谱图与共振峰频率位置。
2. Can you give theoretical analysis on the question?
在双管模型中：
 1. 共振频率受管道的长度和面积影响。
 2. 反射系数 r_G, r_L 会影响共振强度。当它们设置为 1.0 时，边界反射完全，幅度谱图中会出现较尖锐的峰值；而在 0.7 时反射较弱，峰值会较宽。
3. What's the expected result for the experiment?
输出频谱图为有几个峰值的信号，随着双管模型不同参数的设定结果图像走势不同。当 r_G, r_L 由 0.7 变为 1.0 时，对数幅度谱图中的峰值将更加尖锐和明显，从而更容易辨认共振峰频率。

Details of Experiment

Configuration of the experiment, e.g. Length of FFT, sampling frequency.

声速 $c=35000\text{cm/s}$ ，双管模型参数按要求设置，采样频率为 5000HZ

Procedure for experiment

Step1 : 设定模型参数初值，根据要求选择输入

Step2 : 代入模型输出计算公式进行计算

Step3 : 对输出取对数获得分贝值，并以其为纵轴，频率为横轴作图

Step4 : 根据输出图像进行共振峰位置标注

Step5 :按照上述步骤分别获得反射系数为 0.7 和 1 的结果

Step6 :观察结果得出结论

Results of Experiment

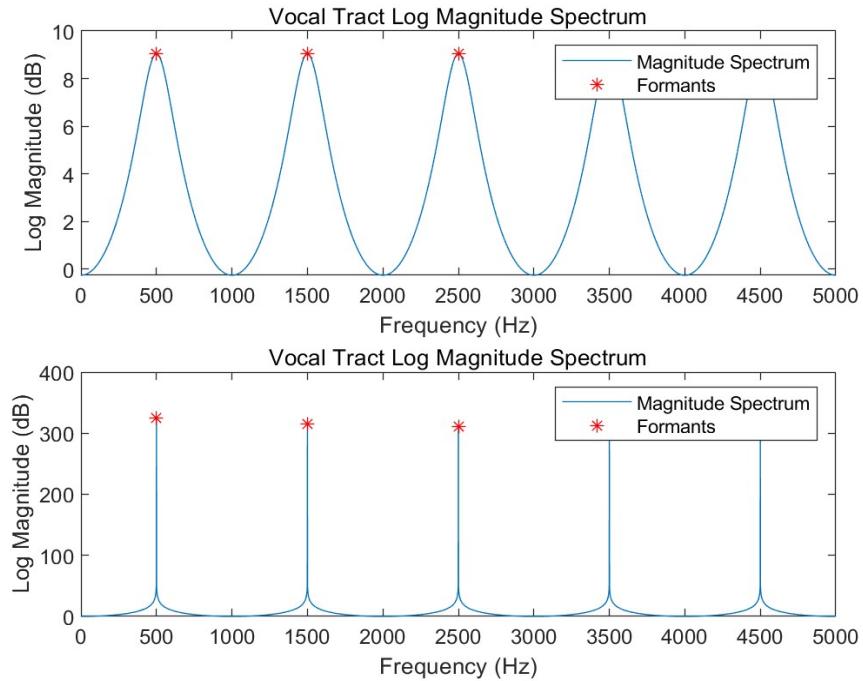


Fig1:

$$l_1 = 10, A_1 = 1, l_2 = 7.5, A_2 = 1, r_G = 0.7, r_L = 0.7$$

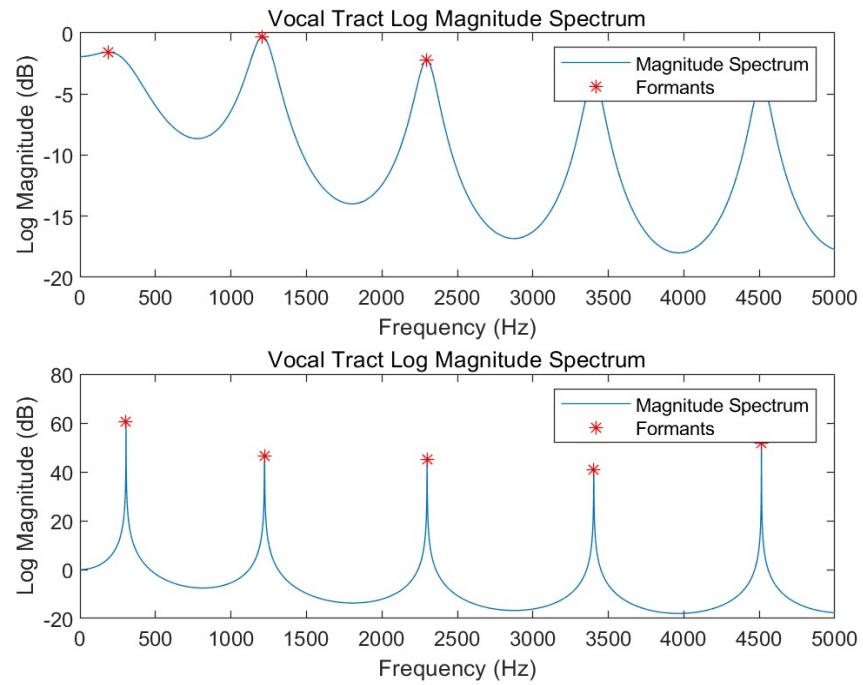


Fig2:

$$l_1 = 15.5, A_1 = 8, l_2 = 2, A_2 = 1, r_G = 0.7, r_L = 0.7$$

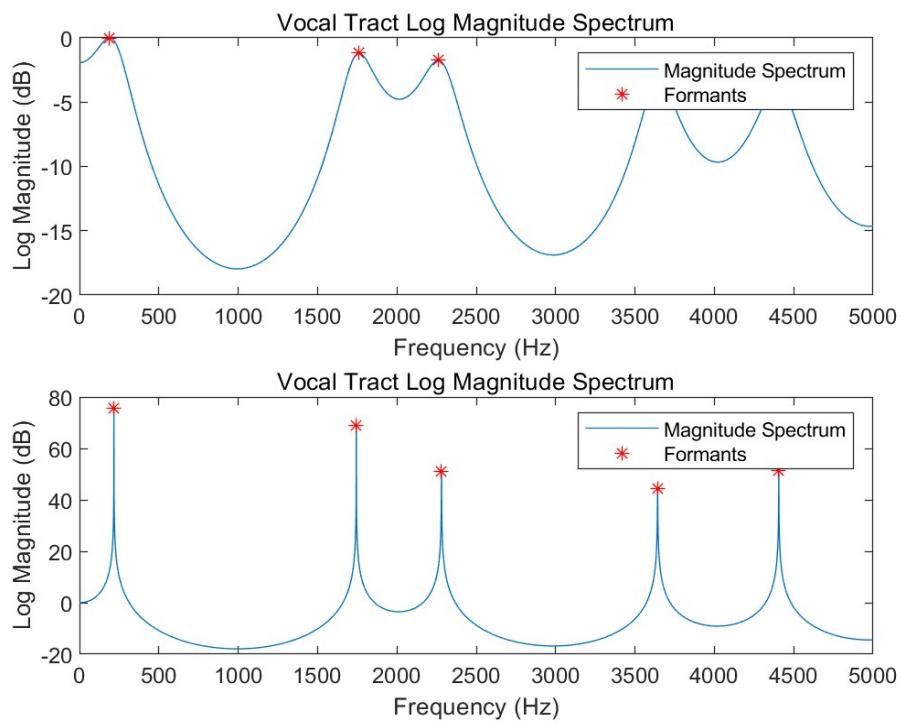


Fig3:

$$l_1 = 9.5, A_1 = 8, l_2 = 8, A_2 = 1, r_G = 0.7, r_L = 0.7$$

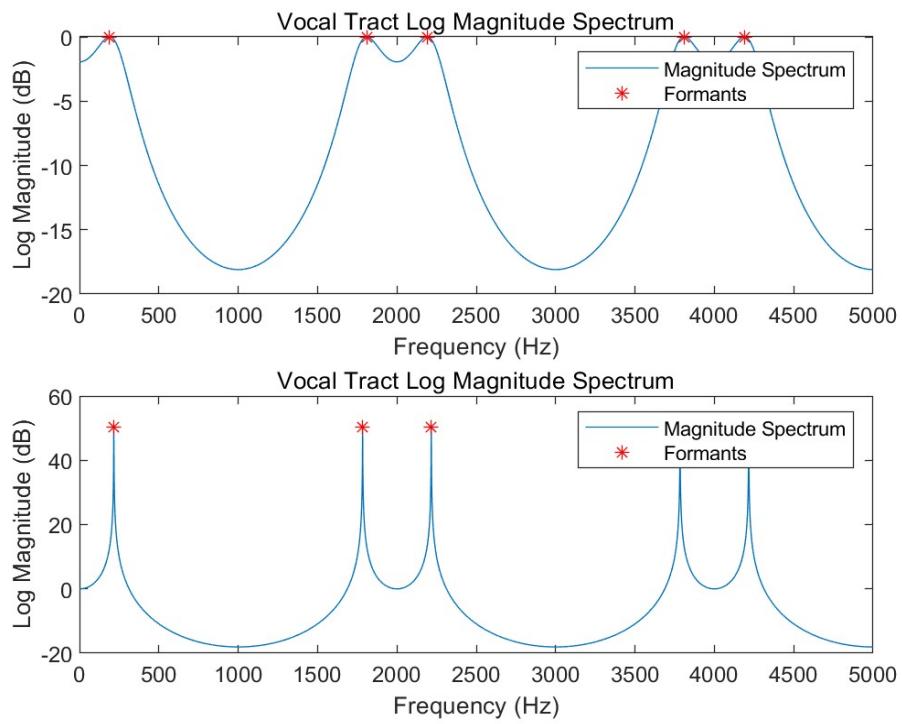


Fig4:

$$l_1 = 8.75, A_1 = 8, l_2 = 8.75, A_2 = 1, r_G = 0.7, r_L = 0.7$$

这些图像分别展示了该双管模型取不同参数时的曲线与共振峰

Analysis of the results:

Is the result in accord with the expected result?

If so, provide further analysis on the results. For example, provide some statistics, data, and other evidence to testify the effectiveness of your experiment.

If not, explain the unexpected the result and give possible reason for it.

结果和预期保持一致，获得了明显有几个峰值的信号频谱图，图像随着双管模型参数的变化展示出不同的趋势，并且各共振峰值都被标注出来。而反射系数为1时曲线较0.7明显更加尖锐陡峭，共振峰更加明显，如图fig2_1所示，在将fig2情况下的反射系数设置修改为1后的实验结果验证了这一点。

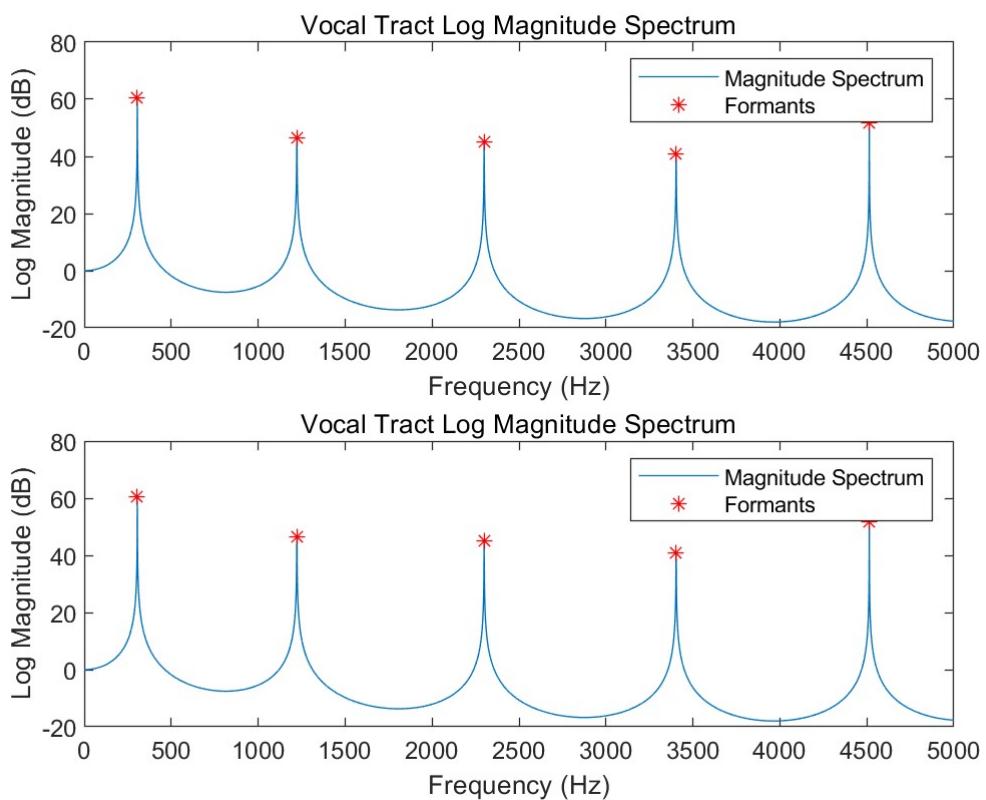


Fig2_1: