东南大学数字信号处理实验报告

学号： 04122102

姓名：段仁俊

2024年 11月30日

实验名称 实验四 IIR数字滤波器的设置

**一、实验目的**

（1）掌握双线性变换法及脉冲响应不变法设计IIR数字滤波器的具体设计方法及其原理，熟悉用双线性变换法及脉冲响应不变法设计低通、高通和带通IIR数字滤波器的计算机编程;

（2）观察双线性变换及脉冲响应不变法设计的滤波器的频域特性,了解双线性不变法及脉冲响应不变法的特点;

（3熟悉巴特沃斯滤波器，切比雪夫滤波器和椭圆滤波器的频率特性;

**二、实验内容**

实验中有关变量的定义：

通带边界频率

阻带边界频率

通带波动

最小阻带衰减

采样频率

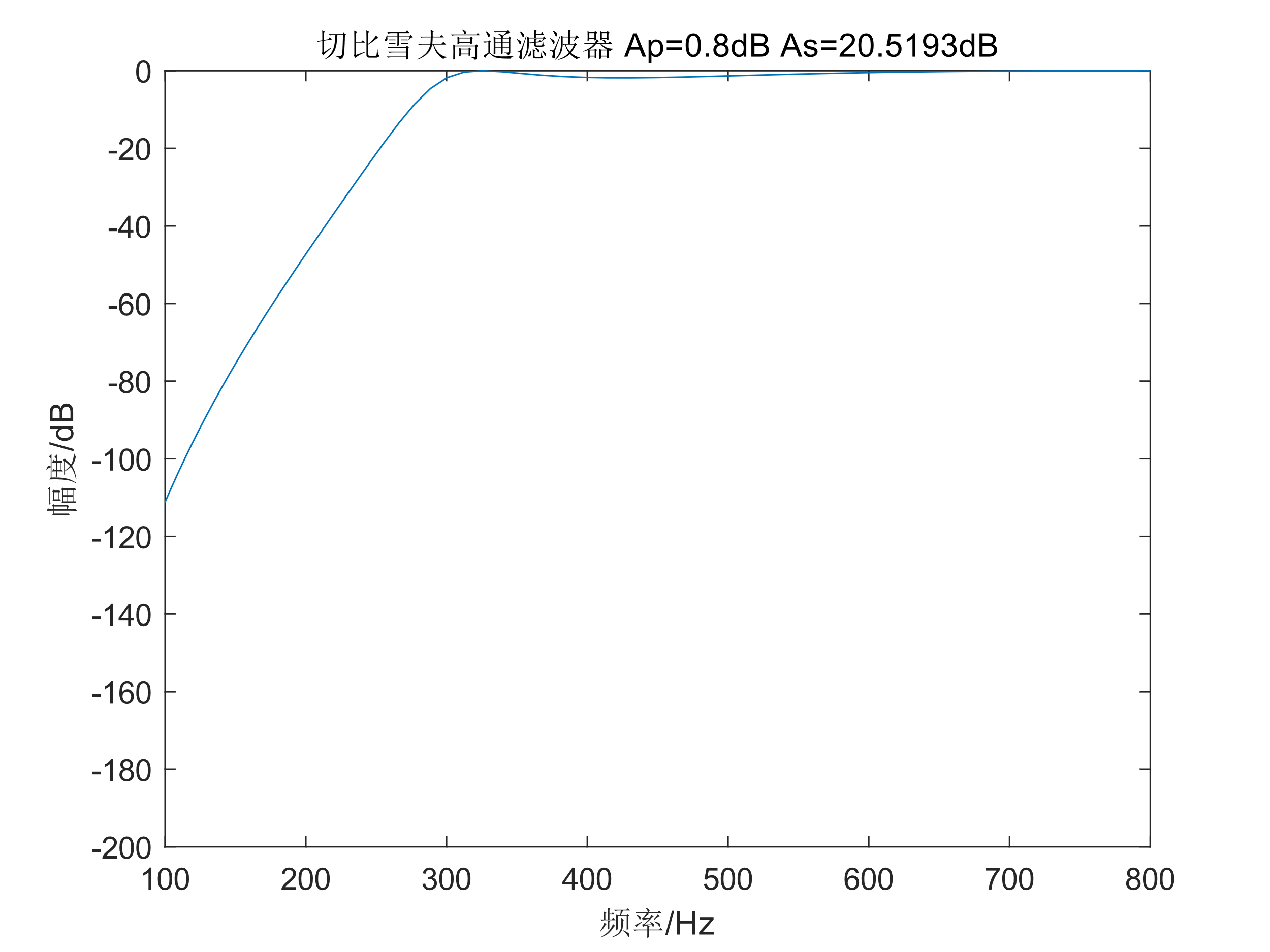
采样周期

上机实验内容：

1. ；设计一切比雪夫高通滤波器，观察其通带损耗和阻带衰减是否满足要求。

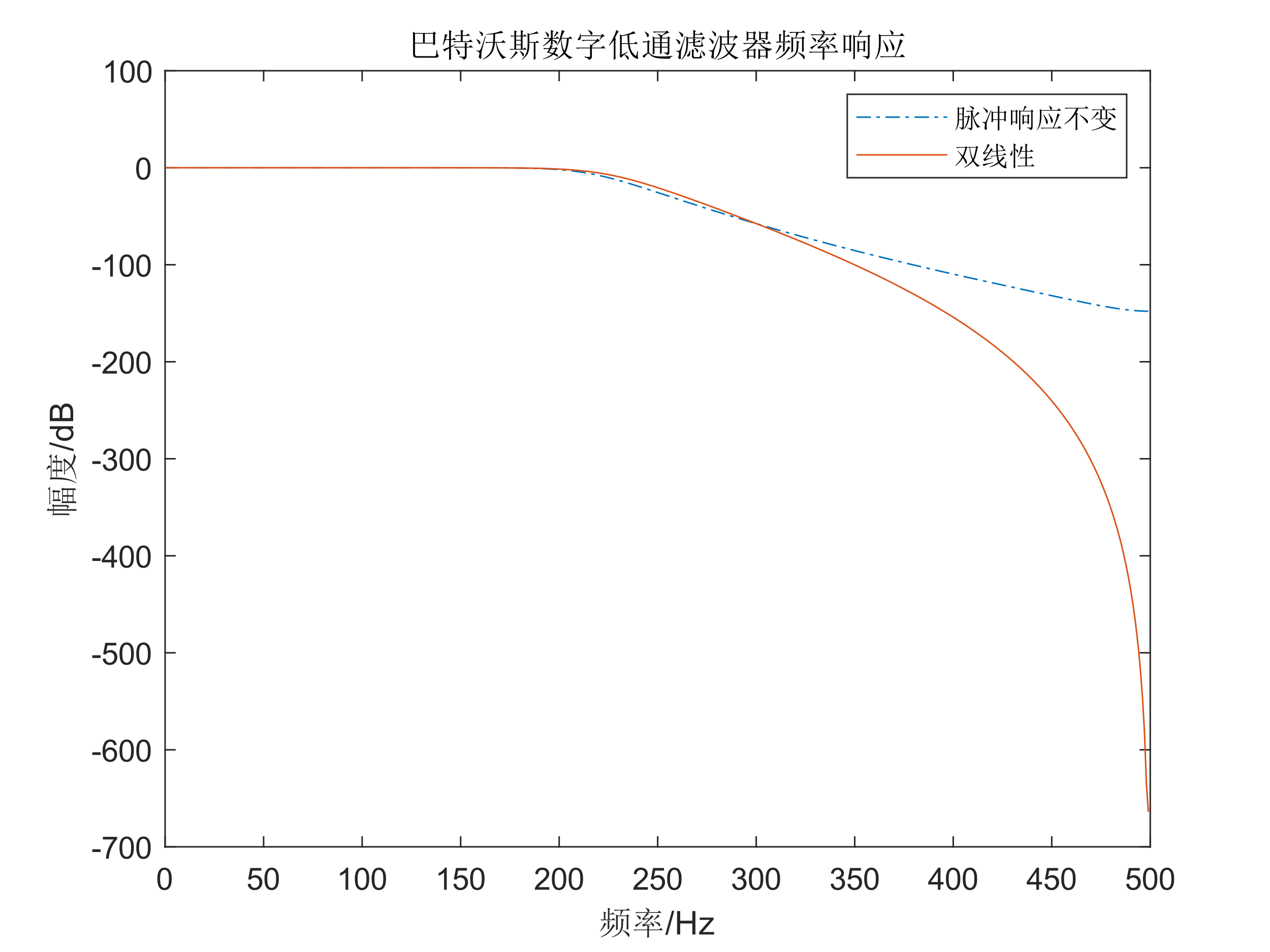
运行结果如下：

其中通带损耗为0.8dB，阻带衰减为20.5193dB。均满足要求



1. ；分别用脉冲响应不变法及双线性变换法设计一巴特沃斯数字低通滤波器，观察所设计数字滤波器的幅频特性曲线，记录带宽和衰减量，检查是否满足要求。比较这两种方法的优缺点。

运行结果如下：



脉冲响应不变法的带宽为 衰减量为,双线性变换法的带宽为衰减量为。均满足要求。

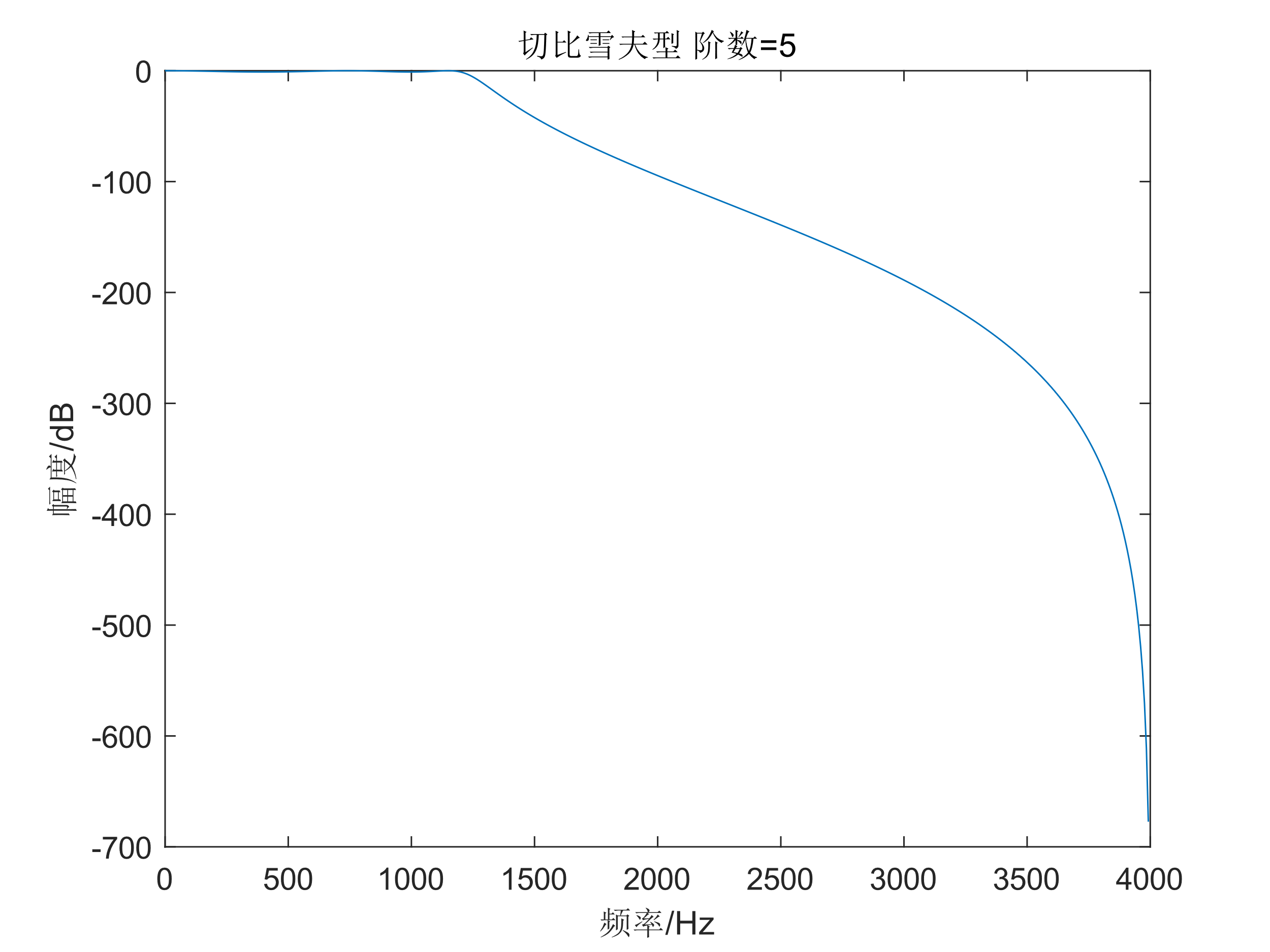
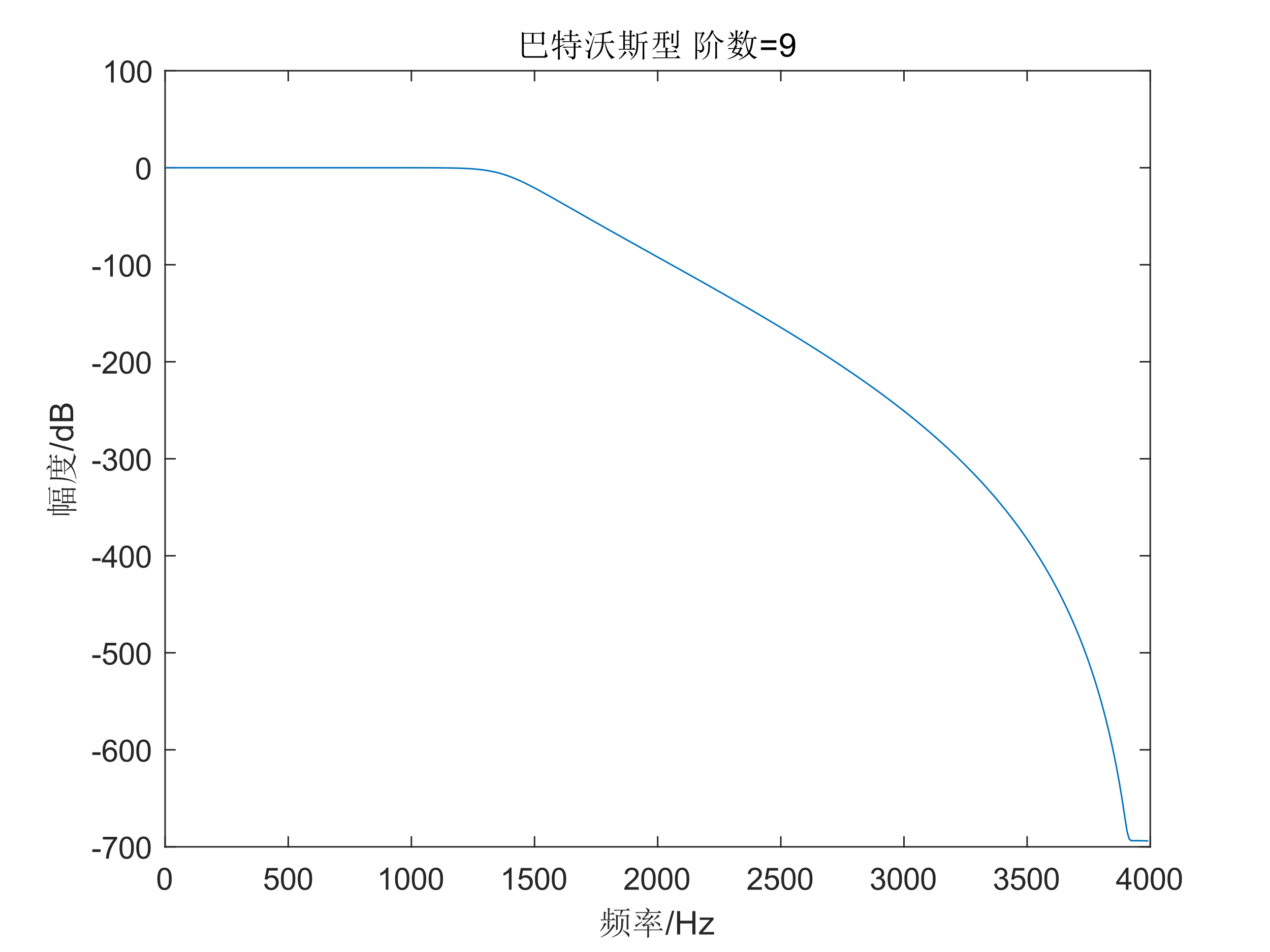
两者优缺点总结如下表：

表1 两种方法优缺点对比

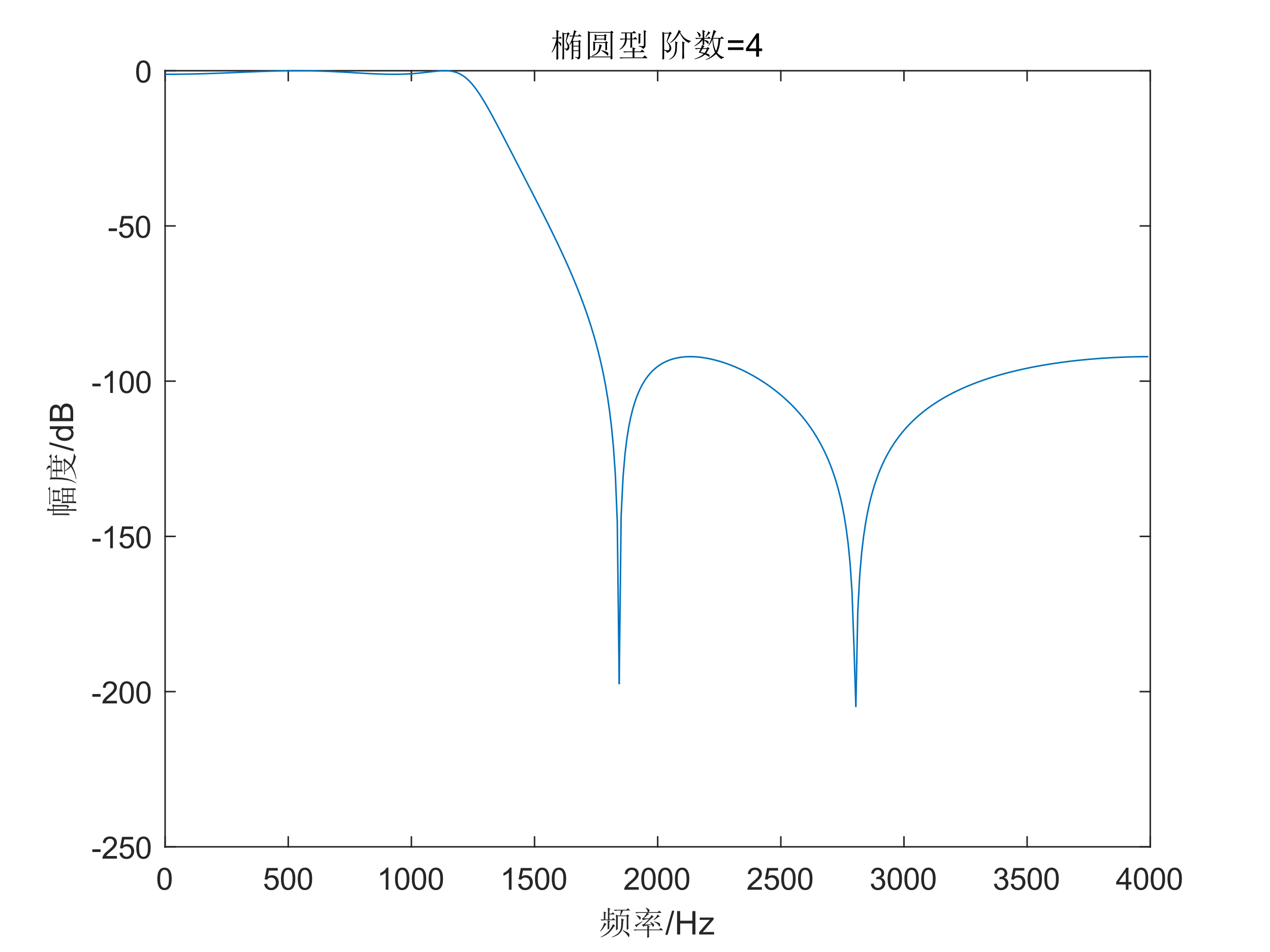
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 方法 | 优点 | 缺点 |
| 脉冲响应不变法 | 实现简单，变换具有线性频率的特性。 | 有频率混叠效应，只适合用于低通和带通滤波器中。 |
| 双线性变换法 | 消除了多值映射，没有频率混叠的影响。 | 实现较为复杂，频率为非线性变换，需要预畸变。 |

1. 利用双线性变换分别设计满足下列指标的巴特沃斯型、切比雪夫型和椭圆型数字低通滤波器，并作图验证设计结果：。比较这三种滤波器的阶数。

运行结果如下图所示：



**图1 巴特沃斯 图2 切比雪夫**

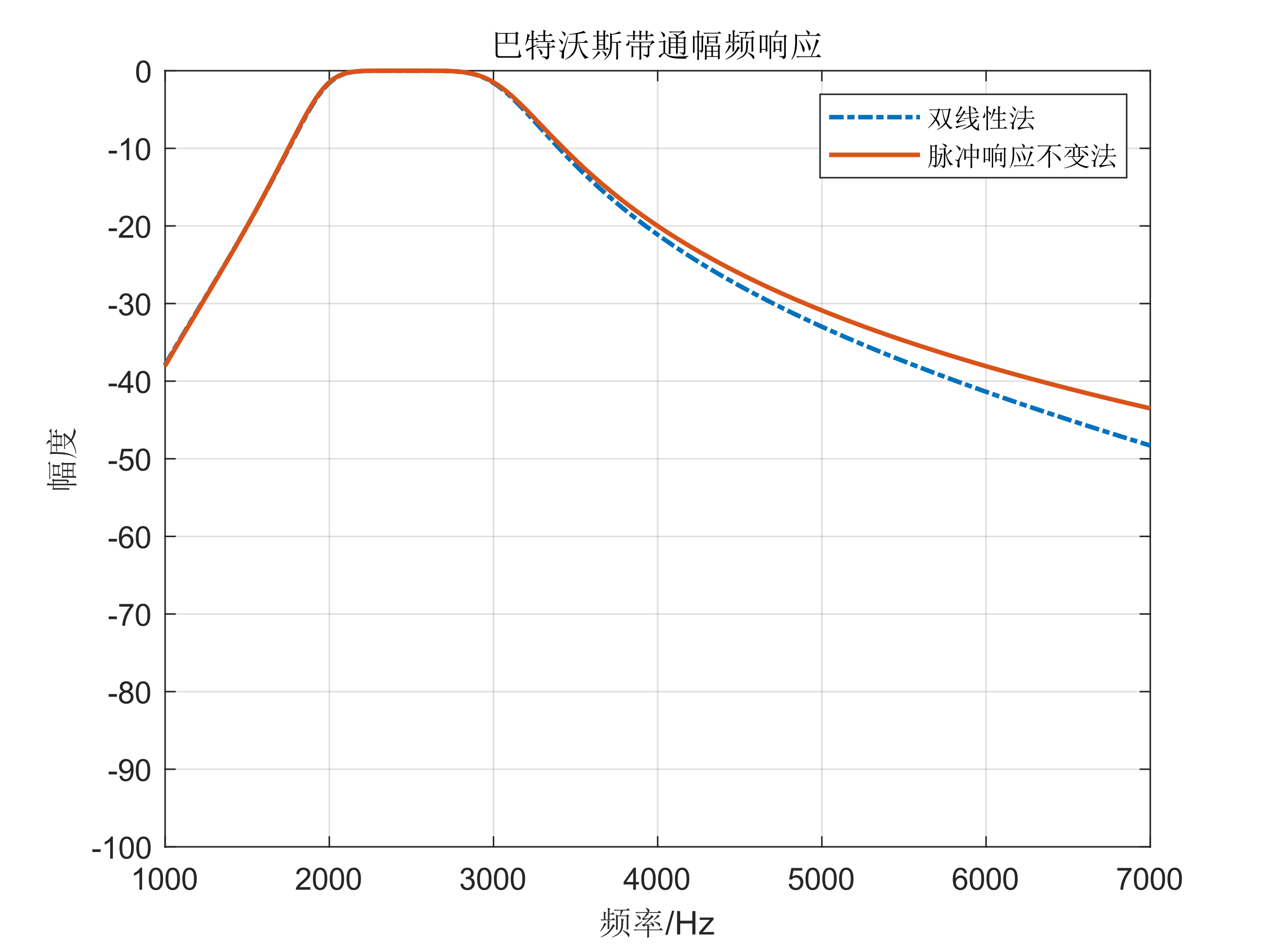


**图3 椭圆型**

其中巴特沃斯型滤波器的阶数最高，阶数为9。切比雪夫型滤波器阶数为5，椭圆形滤波器阶数为4。

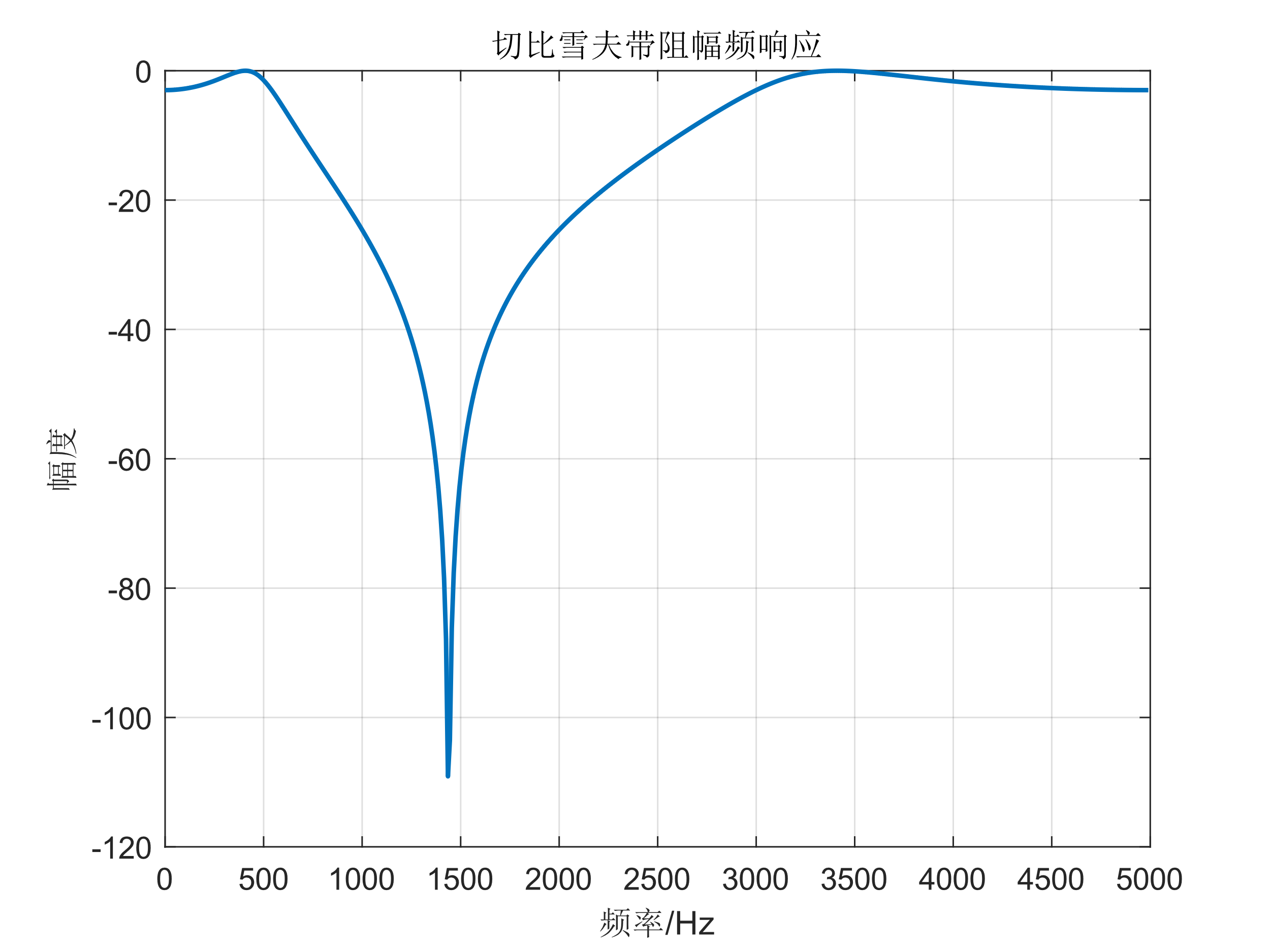
1. 分别用脉冲响应不变法及双线性变换法设计一巴特沃斯数字带通滤波器，已知，其等效的模拟滤波器指标为，；,;,;

运行的结果如下：



1. 利用双线性变换法设计满足下列指标的切比雪夫数字带阻滤波器，并作图验证设计结果：当时，；当以及时，；采样频率。

运行的结果如下：



**三、思考题**

1、双线性变化法中和之间的关系是非线性的，在实验中你注意到这种非线性关系了吗？

从哪几种数字滤波器中可以观察到这种非线性关系？

答：注意到了，在双线性变换得到的数字滤波器不再具有线性的特性。可以看到，在使用了

双线性变换之后，频率范围中均只到采样频率的一半，这显然不是线性变换产生的，从双线性变换设计的数字巴特沃斯和切比雪夫滤波器都能看到。

1. 能否利用公式完成脉冲响应不变法的数字滤波器设计？为什么？

答：能。因为IIR滤波器的设计本质上是设计滤波器的系数，在模拟域去逼近这个系统就是模拟滤波器，在平面去逼近就是数字滤波器。根据平面和平面的映射关系可以得到上面的公式，但缺点是存在频率混叠的问题。

**四、参考文献及附录**

1. 张鹏举,戚晨皓.基于线性相关的不同点循环相关计算方法[J].电气电子教学学报,2022,44(06):129-132.