

# RayleighEstimate

Xie Yu

## 1 介绍

RayleighEstimate 用来估算Rayleigh阻尼参数。

## 2 原理

Rayleigh阻尼是最常用的黏性阻尼模型，也称为比例阻尼（Proportional Damping），即

$$[C]_{Rayleigh} = \alpha[M] + \beta[K] \quad (1)$$

式中：

$\alpha$  质量矩阵系数，简称 $\alpha$ 阻尼

$\beta$  刚度矩阵系数，简称 $\beta$ 阻尼

通常 $\alpha$ 和 $\beta$ 并非已知，需通过模态阻尼比计算获得。根据正交性原理，任一阶模态阻尼比 $\xi_i$ ，自振圆频率 $\omega_i$ ，满足下式：

$$\xi_i = \frac{1}{2} \left( \frac{\alpha}{\omega_i} + \beta \omega_i \right) \quad (2)$$

设结构的第*i*阶和第*j*阶固有频率分别为 $\omega_i$ 和 $\omega_j$ ，相应的第*i*阶和第*j*阶模态阻尼比分别为 $\xi_i$ 和 $\xi_j$ ，代入式（1-8），可求得 $\alpha$ 和 $\beta$ ：

$$\alpha = \frac{2\omega_i\omega_j(\xi_i\omega_j - \xi_j\omega_i)}{\omega_j^2 - \omega_i^2} \quad (3)$$

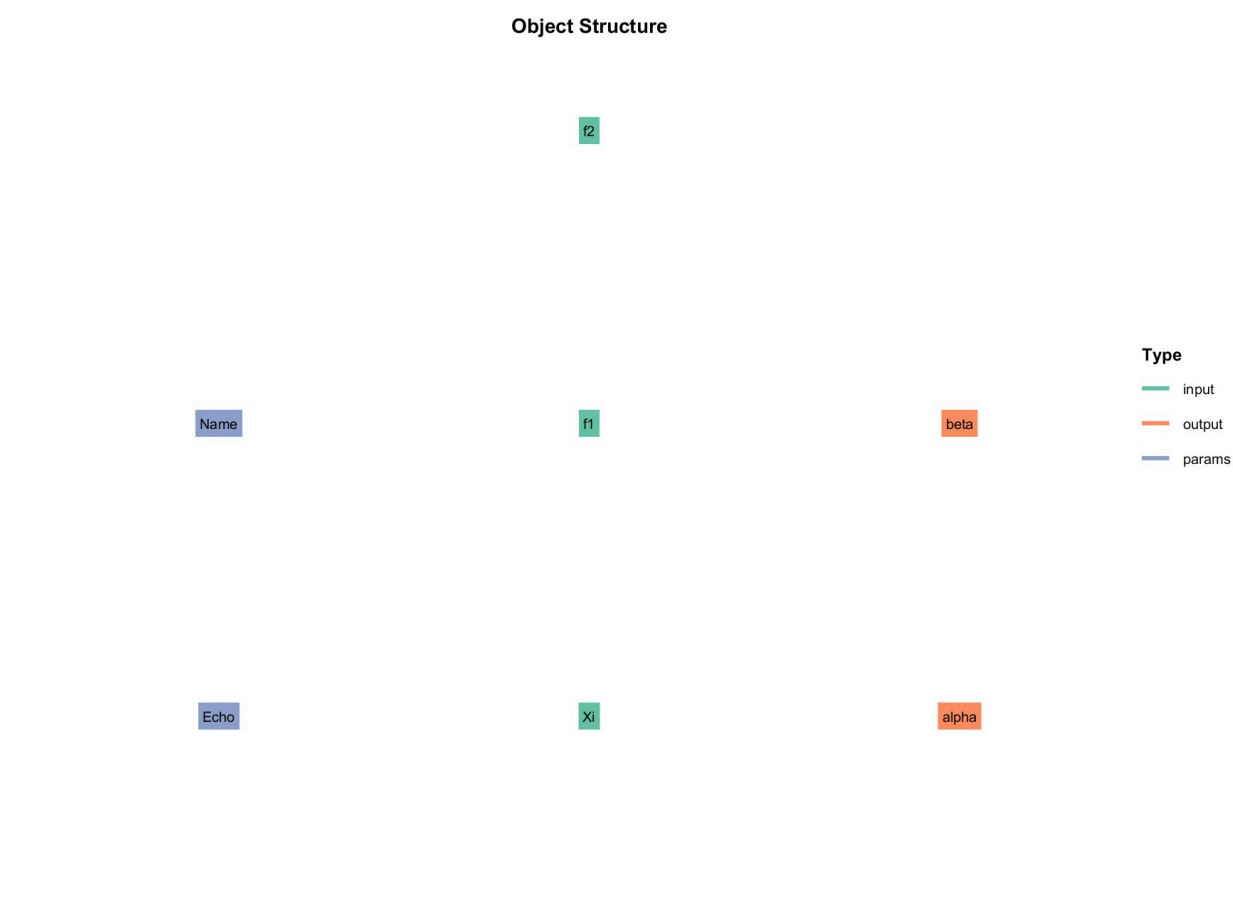
$$\beta = \frac{2(\xi_j\omega_j - \xi_i\omega_i)}{\omega_j^2 - \omega_i^2} \quad (4)$$

模态阻尼比 $\xi_i$ 和 $\xi_j$ 可由试验确定。 $\omega_i$ 和 $\omega_j$ 应选择分析中感兴趣的频率范围，直接采用前两阶频率和阻尼比确定 $\alpha$ 和 $\beta$ 的方法不要。Rayleigh阻尼随频率变化且存在极小值，若直接采用前两阶参数计算，势必导致其他频段的阻尼取值不够合理。通常假定各阶模态阻尼比相同，即 $\xi_i = \xi_j = \xi$ ，则有

$$\alpha = \frac{\omega_i\omega_j\xi}{\omega_i + \omega_j} \quad (5)$$

$$\beta = \frac{2\xi}{\omega_i + \omega_j} \quad (6)$$

### 3 类结构



输入 input:

- f1 : 频率1
- f2 : 频率2
- xi : 阻尼比

参数 params:

- Name : 名称

输出 output :

- alpha : Rayleigh阻尼参数
- beta : Rayleigh阻尼参数

### 4 案例

```
1 inputRayleigh.Xi=0.05;
2 inputRayleigh.f1=10;
3 inputRayleigh.f2=20;
4 paramsRayleigh=struct();
5 obj = method.RayleighEstimate(paramsRayleigh,inputRayleigh);
6 obj = obj.solve();
7 disp(obj.output.alpha)
8 disp(obj.output.beta)
```

计算得到Rayleigh阻尼参数:

Successfully calculate rayleigh damping .

0.6667

5.3052e-04

## 5 参考文献

[1] ANSYS结构动力参数分析与应用