

An aerial photograph of a city skyline at dusk, featuring a complex highway interchange and several skyscrapers. A semi-transparent blue overlay covers the top-left and bottom-right corners of the image. The text is centered in white.

# YJK減震结构设计

北京盈建科软件股份有限公司

# 盈建科产品和服务

 盈建科服务与支持



技术专线: 010-86489797  
VIP 专线: 400-021-0116

专业 务实 高效

首页 服务指南 知识库 产品下载 教学视频 微课堂 资料下载

全部 输入关键词

## 产品下载分类

- 结构专区
- 结构系列软件
- 弹塑性Y-PACO
- 数字化智能设计软件
- 节点有限元分析软件
- 市政环保工业类
- 电力行业
- 海外版
- 装配式工业化软件
- 建筑软件
- 绿建软件
- 机电软件
- 桥梁软件
- BIM协同软件
- 通用CAD软件
- 高校专版
- 系统工具

## 结构专区

输入关键词

### 结构主程序

盈建科建筑结构设计软件系统V2022-4.3.0的正式版安装程序 (2022-06-15) 2022-06-15

▶ 历史版本

### 结构施工图软件

盈建科AutoCad版结构施工图设计软件-YASDV2022-4.1.1安装程序(2022-03-02) 2022-03-02

▶ 历史版本

### 工程校审

盈建科工程校审软件GCJS-A安装程序 (2022-06-23) 2022-06-23

▶ 历史版本

### 二维门刚

盈建科平面门式刚架设计软件4.2.0安装程序(2022-04-22) 2022-04-22

▶ 历史版本

### 地震波库

YJK新版地震波库 (2017-9-14) 2017-09-14

### 弹塑性Y-PACO

盈建科弹塑性分析软件YPaco\_4.3.0X64的安装程序 2022-06-24

▶ 历史版本

技术支持专线: 010-86489797  
VIP客户专用通道: 400-021-0116  
公司总机: 010-59575867  
技术支持邮箱: support@yjk.cn  
技术支持投诉与建议: feedback@yjk.cn

温馨提示, 设计家人们敬请惠存:  
技术服务热线: 010-86489797  
客服邮箱: Support@yjk.cn  
邮件格式:  
吉林-单位名称-姓名-联系电话  
问题描述+截图+模型

收件人  1

添加抄送 - 添加密送 | 分别发送

主题  2

添加附件 | 超大附件 | 照片 | 文档 | 表情 | 截屏 | 地图 | 样式!

正文

- 1、问题描述
- 2、截图
- 3、模型 (添加附件) |

3

# YJK减震结构设计

- ◆ 减震背景及概念简介
- ◆ 减震结构设计流程
- ◆ 弹性时程分析
- ◆ 其他设计补充





◆ 减震背景及概念简介

## 减震背景及概念简介

- 《建设工程抗震管理条例》第十六条

建筑工程根据使用功能以及在抗震救灾中的作用等因素，分为特殊设防类、重点设防类、标准设防类和适度设防类。学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视等建筑，应当按照**不低于重点设防类**的要求采取抗震设防措施。

位于**高烈度**设防地区、地震**重点监视**防御区的新建**学校、幼儿园、医院、养老机构、儿童福利机构、应急指挥中心、应急避难场所、广播电视**等建筑应当按照国家有关规定采用隔震减震等技术，保证发生本区域设防地震时能够满足正常使用要求。

国家鼓励在除前款规定以外的建设工程中采用隔震减震等技术，提高抗震性能。

# 减震背景及概念简介

- 《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》

## 2.1.8 高烈度设防地区

抗震设防烈度为 **8 度及以上的地区**。

## 2.1.9 地震重点监视防御区

未来 5 至 10 年内存在发生破坏性地震危险或者受破坏性地震影响，可能造成严重的地震灾害损失的地区和城市。

——咨询当地地震局或者相关机构

### A.0.7 吉林省

|          | 烈度  | 加速度   | 分组  | 县级及县级以上城镇                     |
|----------|-----|-------|-----|-------------------------------|
| 长春市      | 7 度 | 0.10g | 第一组 | 南关区、宽城区、朝阳区、二道区、绿园区、双阳区、九台区   |
|          | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 农安县、榆树市、德惠市                   |
| 吉林市      | 8 度 | 0.20g | 第一组 | 舒兰市                           |
|          | 7 度 | 0.10g | 第一组 | 昌邑区、龙潭区、船营区、丰满区、永吉县           |
|          | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 蛟河市、桦甸市、磐石市                   |
| 四平市      | 7 度 | 0.10g | 第一组 | 伊通满族自治县                       |
|          | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 铁西区、铁东区、梨树县、公主岭市、双辽市          |
| 辽源市      | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 龙山区、西安区、东丰县、东辽县               |
| 通化市      | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 东昌区、二道江区、通化县、辉南县、柳河县、梅河口市、集安市 |
| 白山市      | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 浑江区、江源区、抚松县、靖宇县、长白朝鲜族自治县、临江市  |
| 松原市      | 8 度 | 0.20g | 第一组 | 宁江区、前郭尔罗斯蒙古族自治县               |
|          | 7 度 | 0.10g | 第一组 | 乾安县                           |
|          | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 长岭县、扶余市                       |
| 白城市      | 7 度 | 0.15g | 第一组 | 大安市                           |
|          | 7 度 | 0.10g | 第一组 | 洮北区                           |
|          | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 镇赉县、通榆县、洮南市                   |
| 延边朝鲜族自治州 | 7 度 | 0.15g | 第一组 | 安图县                           |
|          | 6 度 | 0.05g | 第一组 | 延吉市、图们市、敦化市、珲春市、龙井市、和龙市、汪清县   |

## 减震背景及概念简介

- 《建筑抗震设计规范》第12.1.1条

消能减震设计指在房屋结构中设置消能器，通过消能器的相对变形和相对速度提供附加阻尼，以消耗输入结构的地震能量，达到预期防震减震要求。

- 《建筑抗震设计规范》第12.3.1条

注：1 速度相关型消能器指黏滞消能器和黏弹性消能器等；

2 位移相关型消能器指金属屈服消能器和摩擦消能器等；

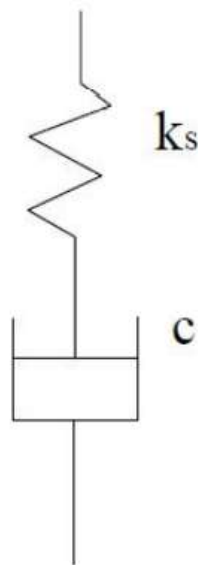
# 减震背景及概念简介

## • 速度相关型消能器

速度相关型消能器指黏滞消能器和黏弹性消能器等；黏滞消能器**增加结构的阻尼**，**不提供刚度（刚度很小）**，不改变结构周期，通过增加结构的阻尼实现减小结构基底剪力和层间位移的效果。



$$\text{速度相关型: } F = C \times V^\alpha$$



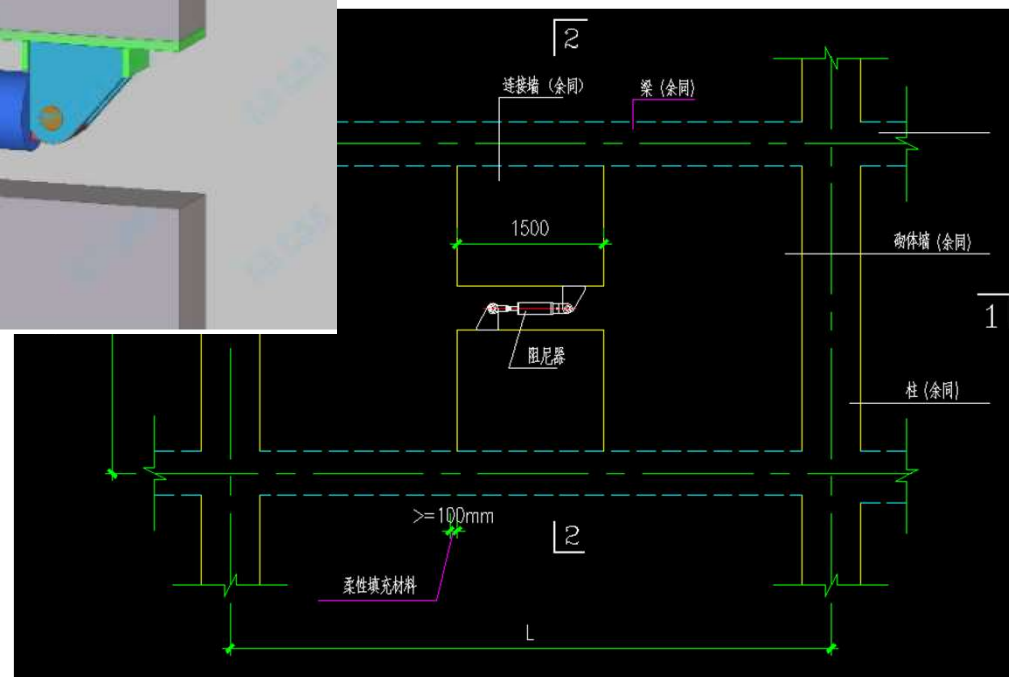
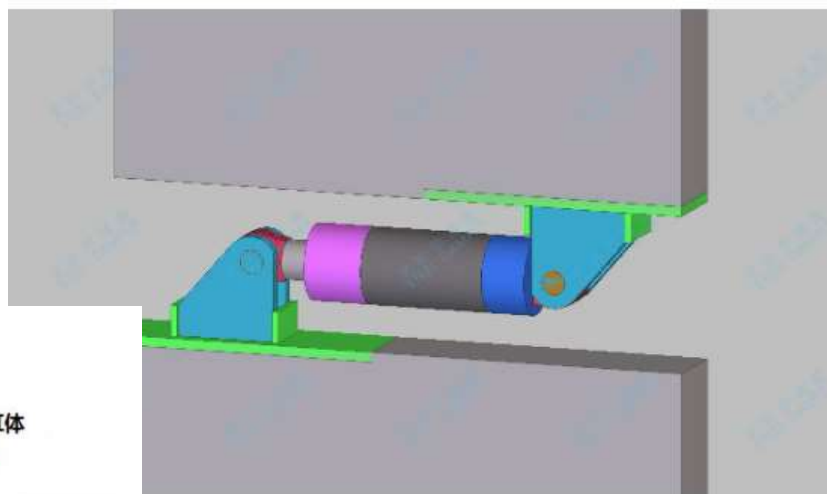
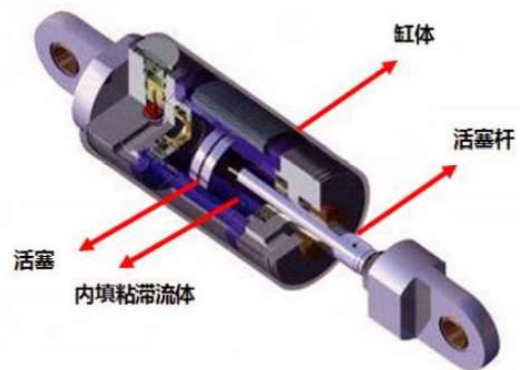
其中 F 为阻尼力；C 为阻尼系数；V 为活塞运动速度； $\alpha$  为速度指数  
当  $\alpha < 1$  为非线性阻尼器，适用于抗震、抗风；  
 $\alpha = 1$  为线性阻尼器，适用于 TMD（调谐质量阻尼器）；  
 $\alpha > 1$  为超线性阻尼器，适用于速度锁定装置。



# 减震背景及概念简介

## • 速度相关型消能器

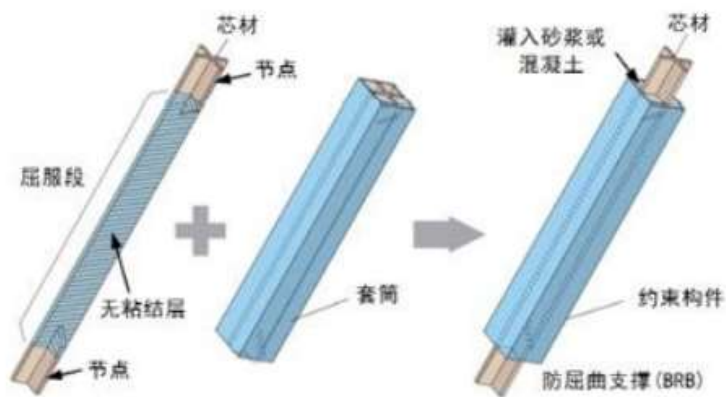
黏滞流体消能器属于速度相关型阻尼器。



# 减震背景及概念简介

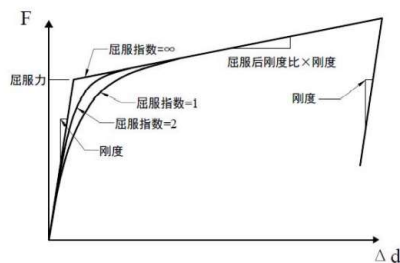
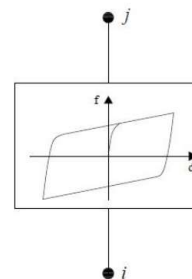
## • 位移相关型消能器

位移相关型消能器指金属屈服消能器和摩擦消能器等，包括：屈曲约束支撑（BRB）、软钢剪切消能器、摩擦型消能器、铅消能器等。位移相关型可以有效的**增加结构阻尼比**，同时**增加结构刚度**，因此加入位移相关型消能器后，结构的周期变短，阻尼比增加。消能器对于减小结构的总基底剪力效果有时候并不显著，但对于控制结构位移效果显著。



屈曲约束支撑的基本组成

| 类型:                                    | 屈曲约束支撑         |                  | 选取定义:                               | 无相关定义        |             |            |      |
|--|----------------|------------------|-------------------------------------|--------------|-------------|------------|------|
|  | 有效刚度<br>(kN/m) | 有效阻尼<br>(kN·s/m) | 非线性                                 | 刚度<br>(kN/m) | 屈服力<br>(kN) | 屈服后<br>刚度比 | 屈服指数 |
| <input checked="" type="checkbox"/> U1 | 0              | 0                | <input checked="" type="checkbox"/> | 0            | 0           | 0          | 0    |
| <input type="checkbox"/> U2            | 0              | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0            | 0           | 0          | 0    |
| <input type="checkbox"/> U3            | 0              | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0            | 0           | 0          | 0    |
| <input type="checkbox"/> R1            | 0              | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0            | 0           | 0          | 0    |
| <input type="checkbox"/> R2            | 0              | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0            | 0           | 0          | 0    |
| <input type="checkbox"/> R3            | 0              | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0            | 0           | 0          | 0    |

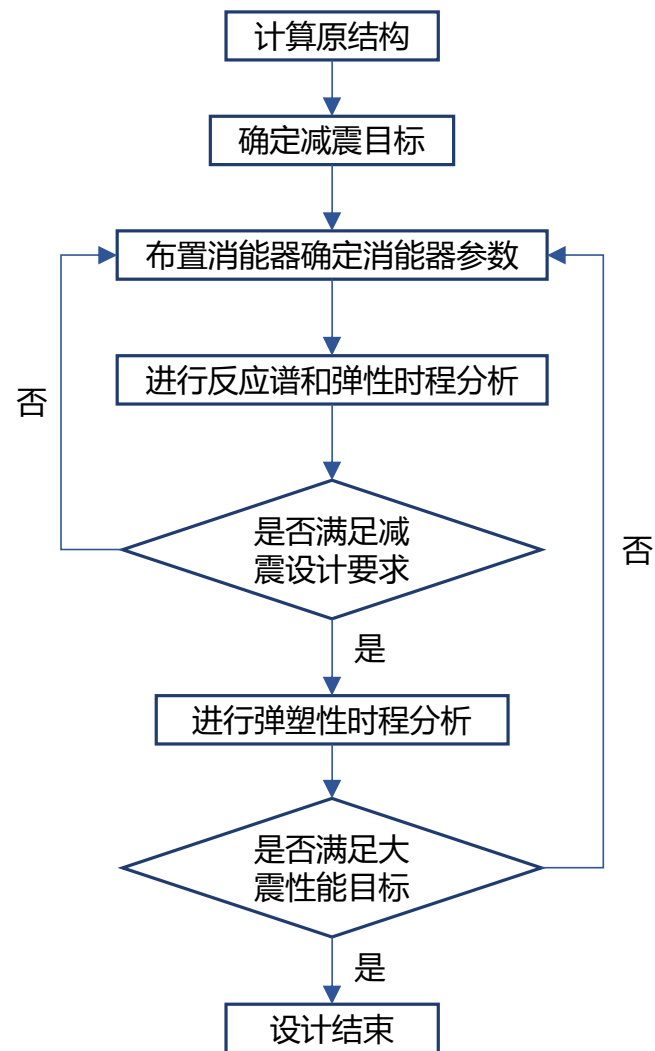




◆ 减震结构设计流程

# 减震结构设计流程

- ◆ 如何模拟减震器?
- ◆ 参数选择及设置
- ◆ 设计结果查看





# 减震结构设计流程

- 如何模拟消能器？

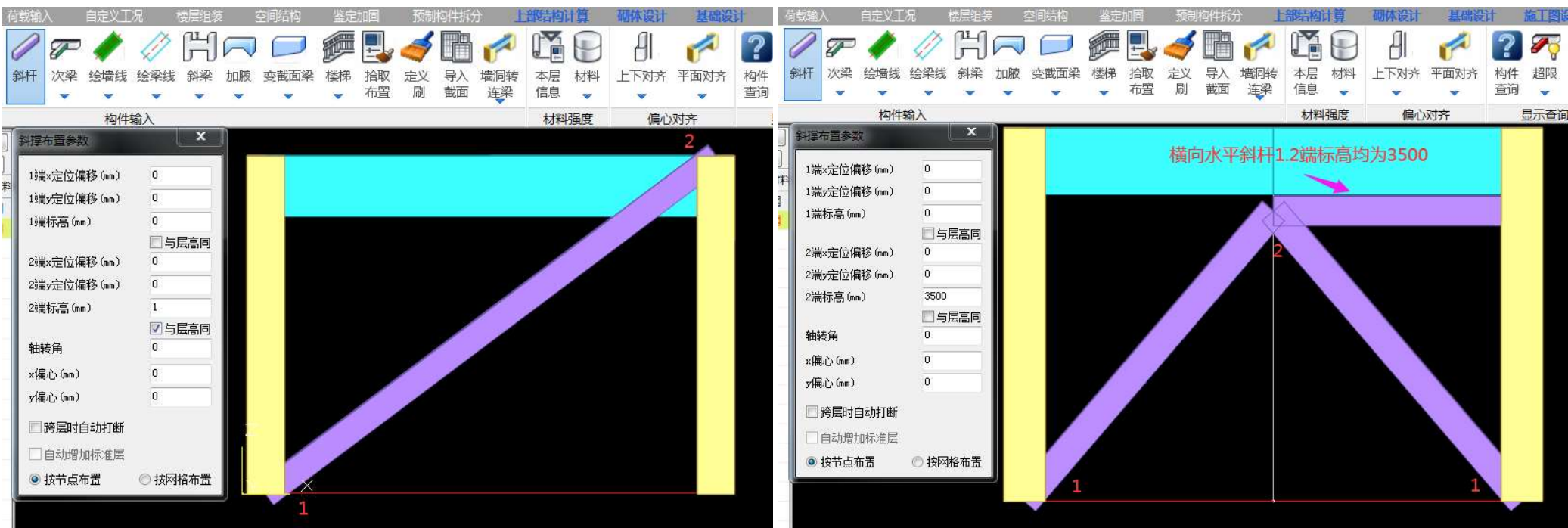
盈建科通过设置斜杆的方式模拟减震器，用其他构件补充减震单元。然后在前处理将斜撑定义为减震连接单元属性。



# 减震结构设计流程

## • 如何模拟消能器？

速度型阻尼器：



# 减震结构设计流程

## • 如何模拟消能器？

速度型阻尼器：

支撑粘滞阻尼器

墙式粘滞阻尼器

| 序号 | 形状  | 参数     | 材料 |
|----|-----|--------|----|
| 1  | 普通墙 | 墙厚:200 | 砼  |
| 2  | 普通墙 | 墙厚:300 | 砼  |

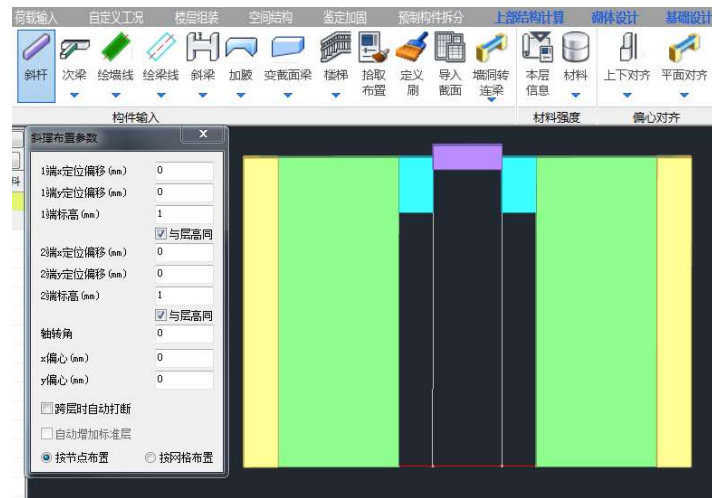
上部墙肢按斜墙功能补充建模

下部墙肢按普通墙肢建模

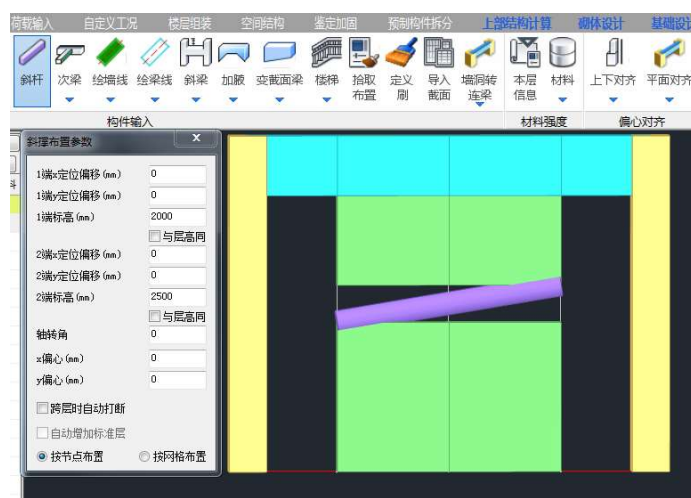
# 减震结构设计流程

## • 如何模拟消能器？

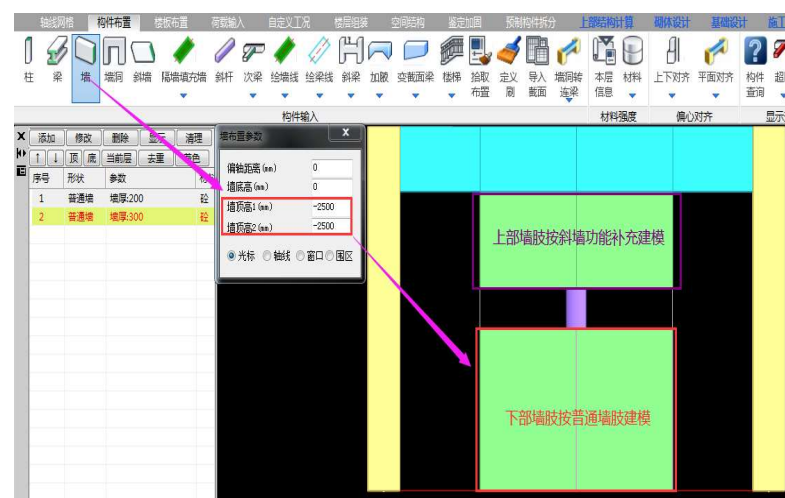
位移型阻尼器：



金属连梁阻尼器



墙式阻尼器 (位移型1)



墙式阻尼器 (位移型2)



# 减震结构设计流程

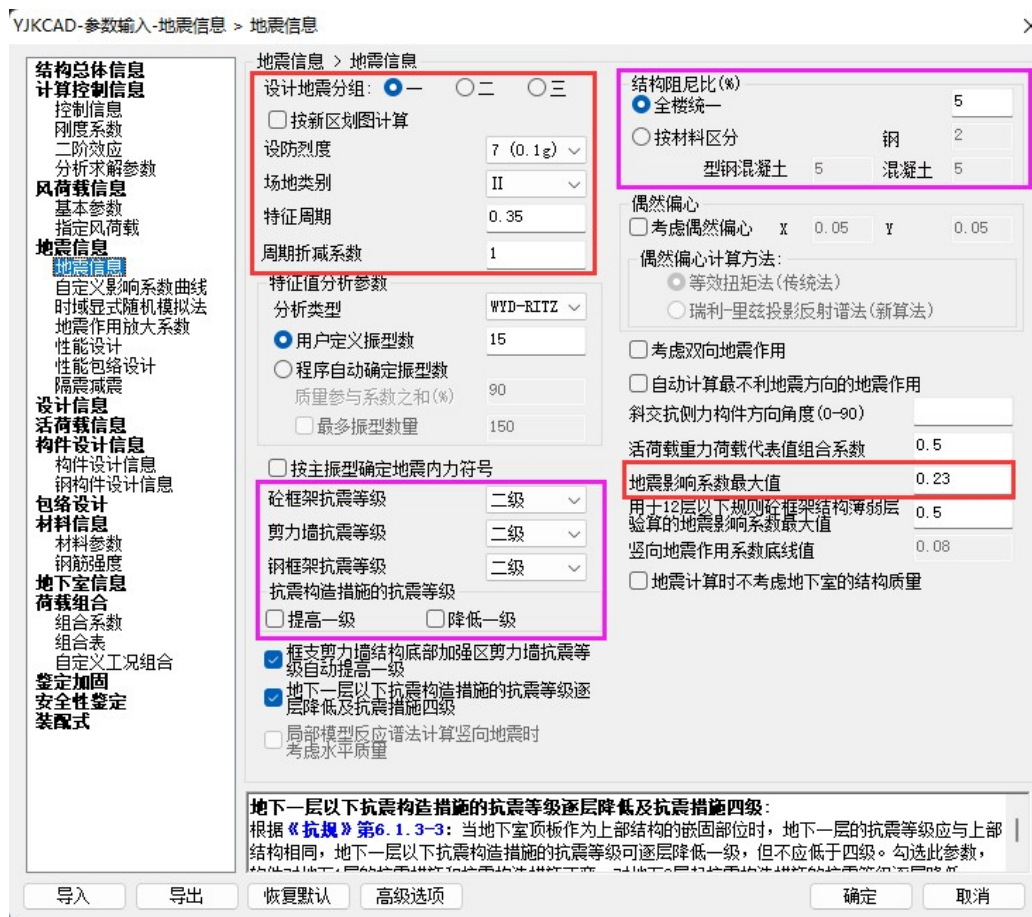
- 参数选择及设置

填入相关地震信息；

结构阻尼比-振型分解反应谱；

抗震等级-乙类；

调整地震影响系数最大值-中震设计；



# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

勾选**减震**；

减震结构设计方法：

### 1、**抗规小震法**：

基于《抗规》的减震结构小震设计；

### 2、**导则中震法**：

《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》；

### 3、**云南减震规程**：

云南省地标《建筑消能减震应用技术规程》



# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

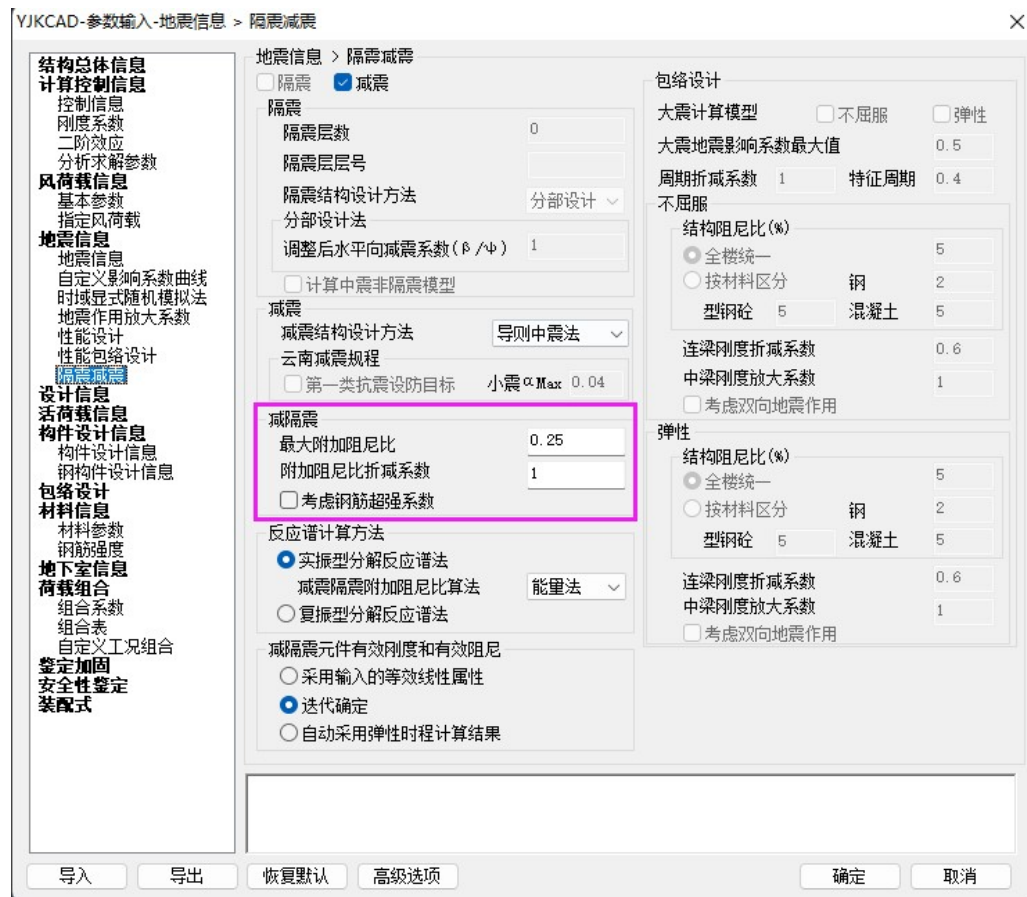
### 1、《建筑抗震设计规范》第12.3.4条

第6款 消能部件附加给结构的有效阻尼比超过25%时，宜按25%计算。

### 2、**总阻尼比**=附加阻尼比×**折减系数**+0.05；

消能减震结构的总阻尼比应为主体结构阻尼比和消能器附加给主体结构的阻尼比的总和。

附加阻尼比的最终确定需要考虑多种因素，经综合考虑后可对理论计算结果进行适当的折减。



# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

### 等效阻尼比：

#### 一、附加阻尼比法

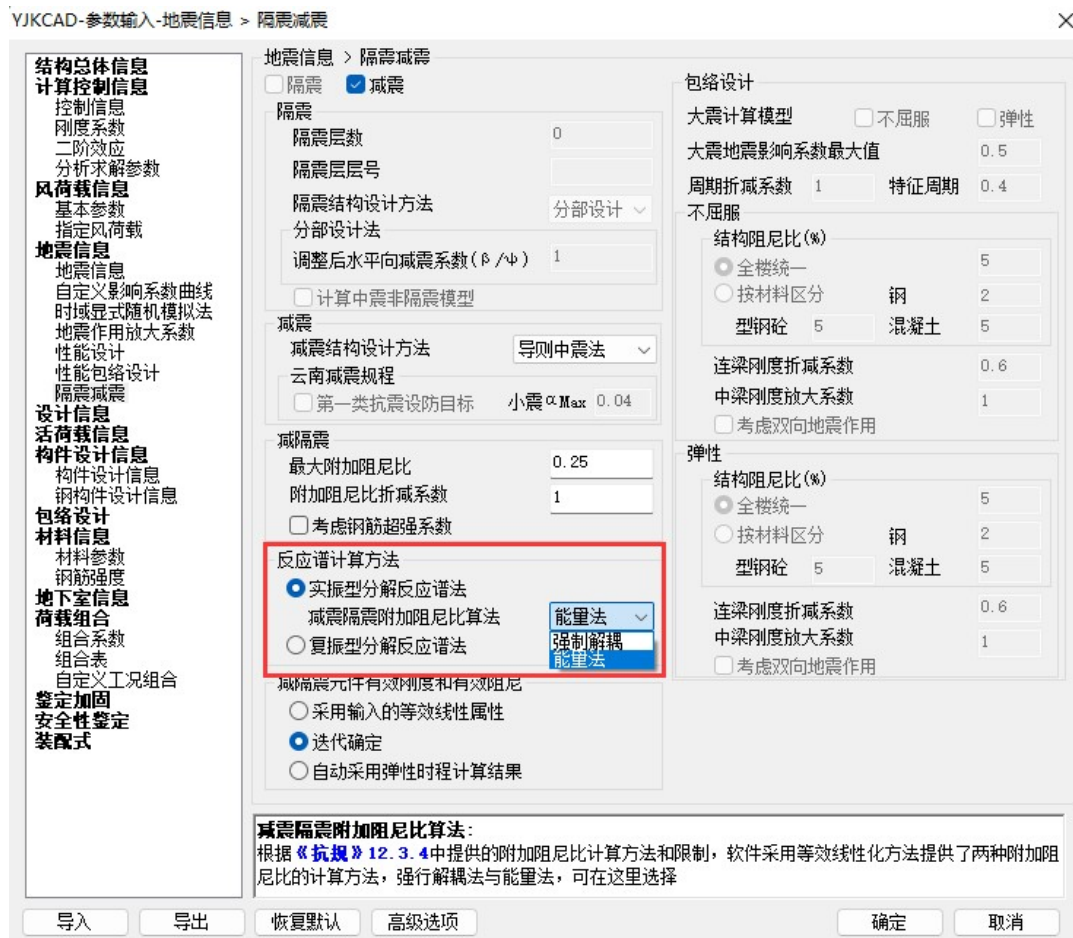
1、实振型分解反应谱法的强制解耦和能量法

2、时程分析的时程能量法和能量曲线比值法

#### 二、非比例阻尼体系直接计算

1、复振型分解反应谱法-迭代确定

建议：反应谱计算方法采用实振型-能量法





# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

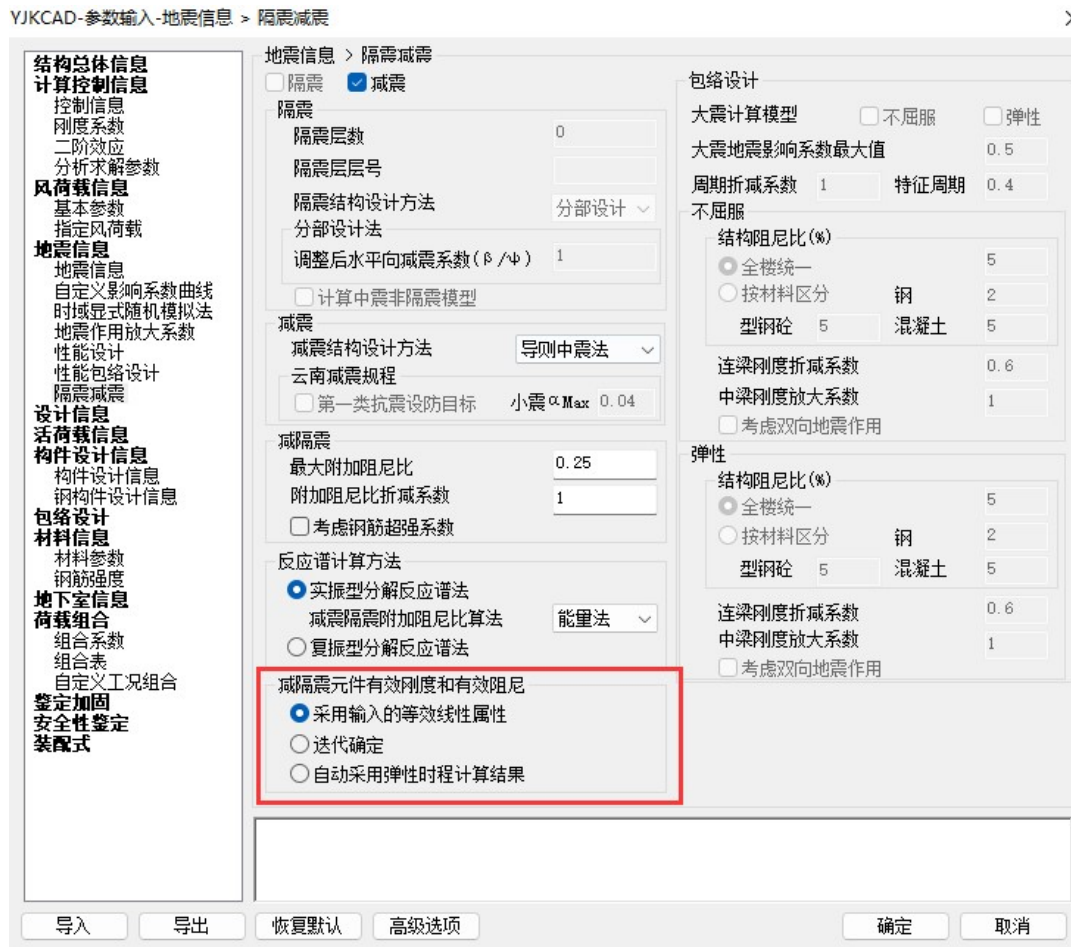
有效刚度和有效阻尼的求解方式-3种；

### 1、采用输入的等效线性属性；

| 类型:                      | 阻尼器麦克斯韦                                |                      |                          |               |                 |             |
|--------------------------|--|----------------------|--------------------------|---------------|-----------------|-------------|
|                          | 有效刚度 $k_E$<br>kN/m, kN.m/radCE(kN.s/m) | 有效阻尼 $c_E$<br>kN.s/m | 非线性                      | 刚度<br>K(kN/m) | 阻尼<br>C(kN.s/m) | 阻尼指数<br>exp |
| <input type="checkbox"/> | U1                                     | 0                    | <input type="checkbox"/> | 0             | 0               | 0           |
| <input type="checkbox"/> | U2                                     | 0                    | <input type="checkbox"/> | 0             | 0               | 0           |
| <input type="checkbox"/> | U3                                     | 0                    | <input type="checkbox"/> | 0             | 0               | 0           |

2、迭代确定：按照《建筑消能减震技术规程》第6.3.3条及条文说明进行反应谱下的附加阻尼比计算。

3、自动采用弹性时程计算结果：读取时程计算的有效刚度和有效阻尼进行反应谱下的附加阻尼比计算，需要进行2次反应谱计算；

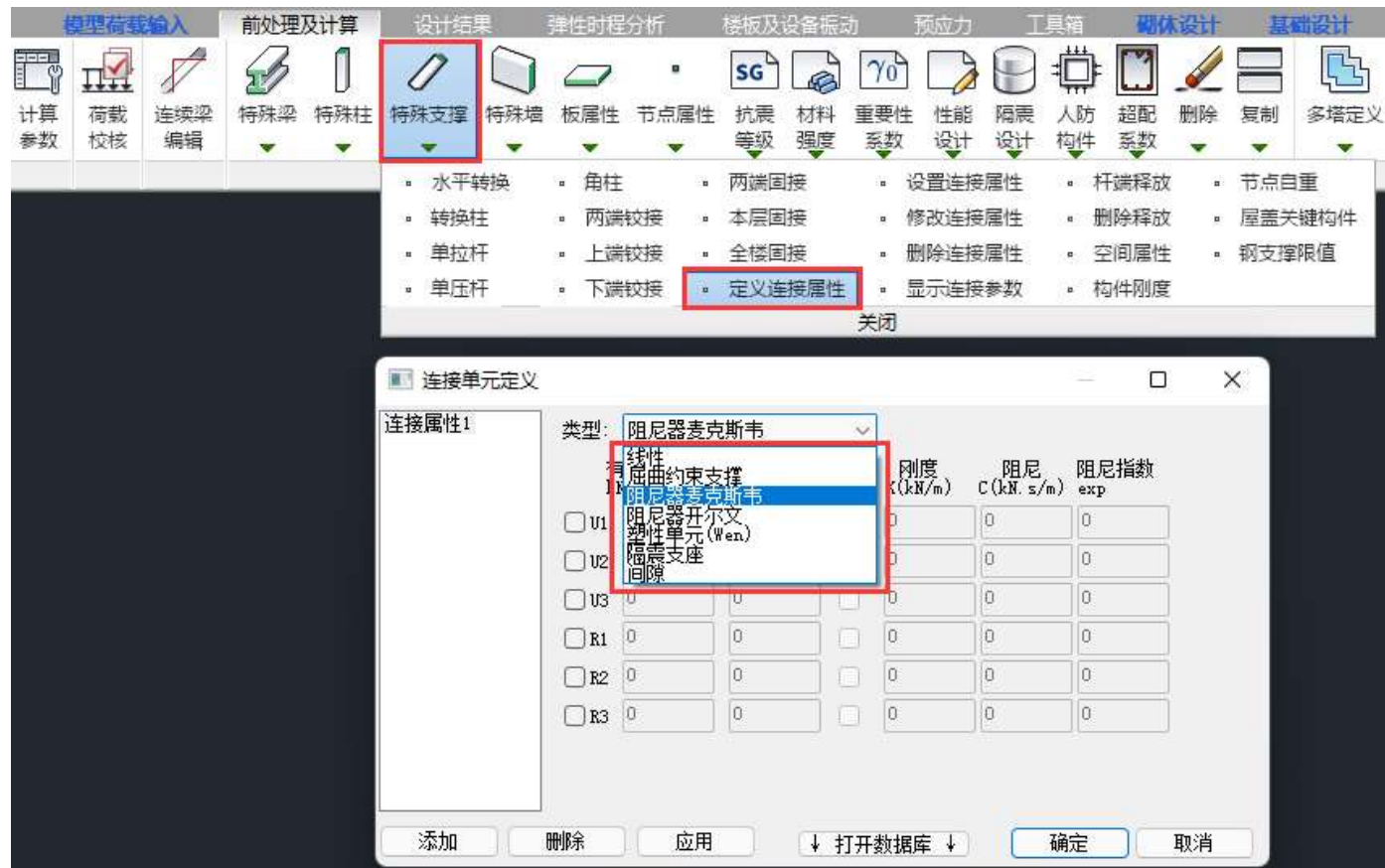


# 减震结构设计流程

- 参数选择及设置

特殊支撑定义-减震器参数

定义-布置-修改



# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

连接属性的有效刚度和有效阻尼为线性参数，用于反应谱计算。减震器的有效刚度和有效阻尼数值与地震波，地震方向，地震波峰值加速度，安装位置，局部方向（U1, U2, U3）均相关。

### 有效刚度：

- 1、选择采用**输入的等效线性属性**时，上部结构计算的反应谱分析中的地震工况和非地震工况都用的是有效刚度 KE；
- 2、选择**迭代确定**时，上部结构计算的反应谱分析中地震工况用的迭代刚度，**非地震工况（恒、活、风）用的都是有效刚度 KE**；
- 3、选择**自动采用弹性时程计算结果**时，上部结构计算的反应谱分析中的地震工况（包括特征值分析和非地震工况（恒、活、风）用的都是直接积分法时程计算出的等效刚度；



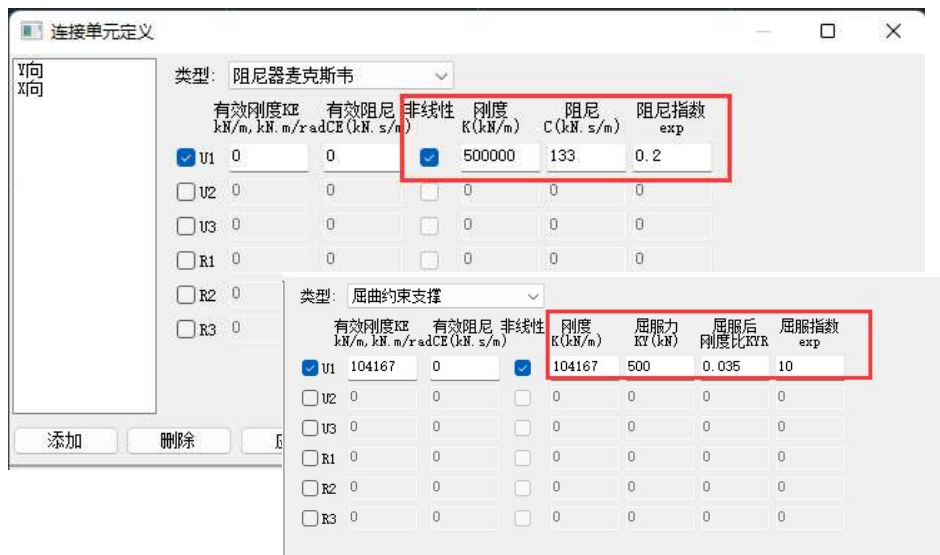
### 有效阻尼：

有效阻尼仅用于计算附加阻尼比，YJK采用能量法计算附加阻尼比或者采用迭代确定有效刚度和有效阻尼，一般情况下，**有效阻尼对非线性分析没有影响，可填0。**

# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

减震器的**非线性参数**与连接属性有关，用于时程分析和迭代计算，可参照**软件自带的数据库**，也可由**减震器厂家提供**。**速度型阻尼器**非线性参数包括：刚度K、阻尼C和阻尼指数  $\alpha$ ，采用MAXWELL单元计算；**位移型阻尼器**非线性参数包括：刚度K、屈服力FY、屈服后刚度比R、屈服指数S。



粘滞阻尼器产品型号表示方法：

以 VFD-NL×2000×250 型号为例，说明如下。

VFD：代表粘（黏）滞流体阻尼器，Viscous Fluid Damper的英文首字母。

NL：代表粘滞阻尼器的型式，NL代表非线性，L代表线性。

2000：代表粘滞阻尼器的最大输出阻尼力，单位kN，也称为额定载荷，对产品价格影响很大。

250：代表粘滞阻尼器的设计容许位移，单位mm，也称为行程，对产品价格影响很大。

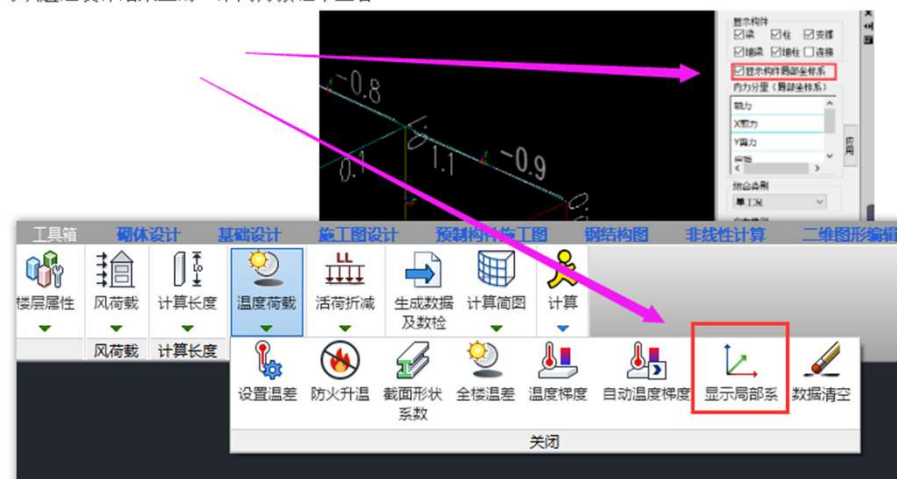
# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

非线性单元的局部坐标系，**减震器的计算结果与其布置方向有关**。若定位斜撑是平行于整体坐标 Z 轴的，那么局部坐标与整体坐标的关系： $U1 = Z$ ,  $U2 = Y$ ,  $U3 = X$ ；若定位斜撑是不平行于整体坐标 Z 轴的，那么局部坐标与整体坐标的关系： **$U1 = \text{斜撑轴向}$** ， $U3 = U1$ 叉乘整体坐标 Z 轴， $U2 = U3$ 叉乘  $U1$ 。



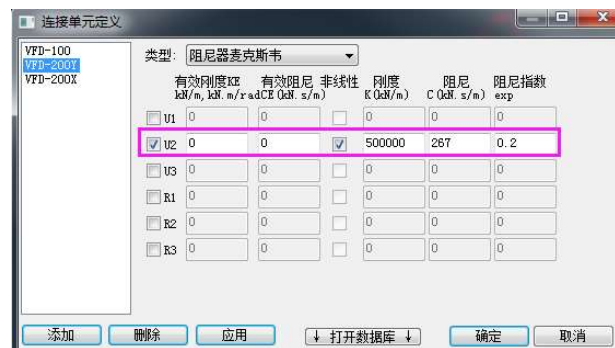
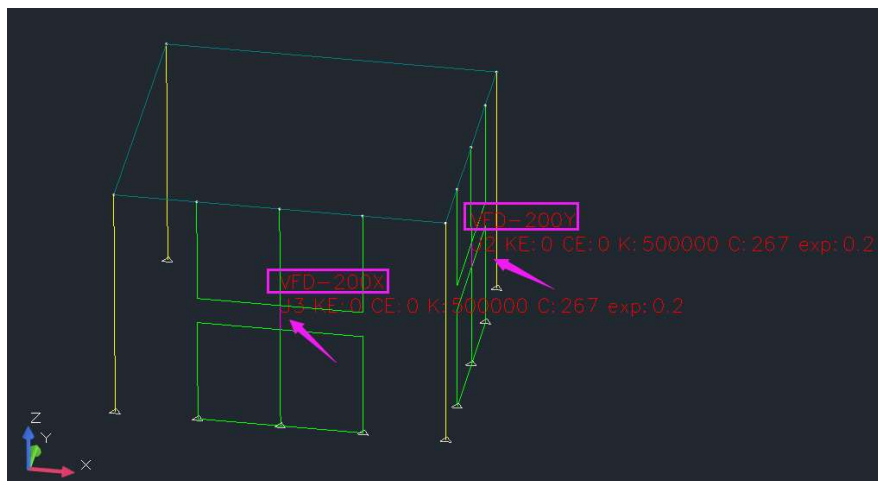
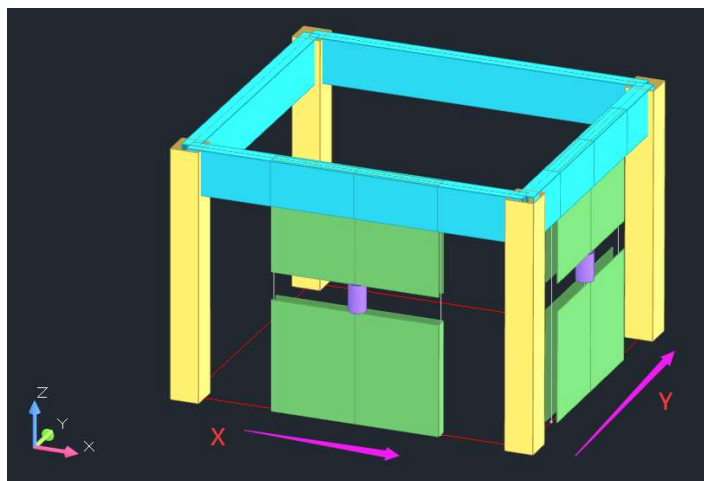
如何快速的查看构件的坐标系？  
可以通过设计结果里的三维内力按钮来查看。





# 减震结构设计流程

- 参数选择及设置-以速度型阻尼器为例，YJK的速度型阻尼器采用 **MAXWELL** 单元计算。



# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

导则中震法：

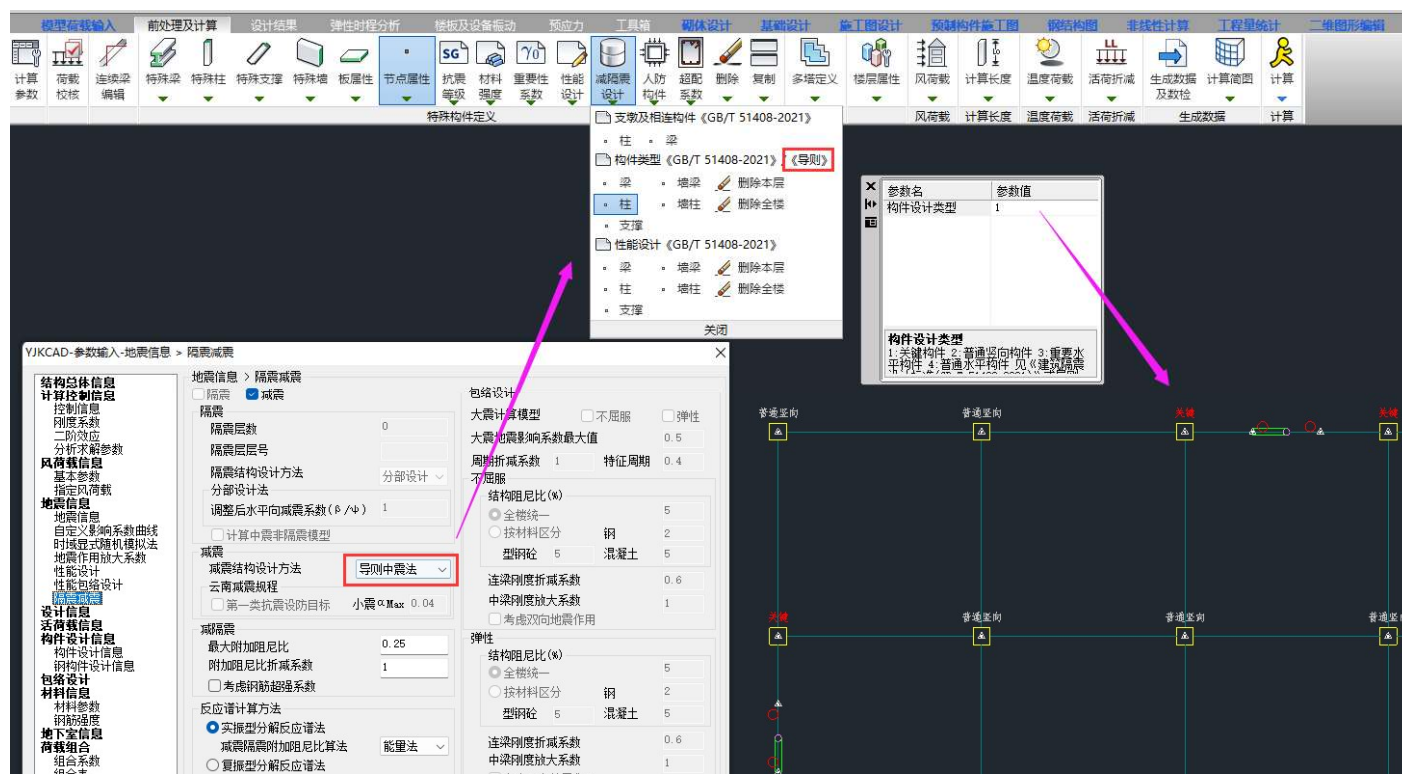
根据导则，在地震时正常使用建筑的性能目标的要求，需要对构件进行属性定义。

1、关键构件

2、普通竖向构件

3、重要水平构件

4、普通水平构件

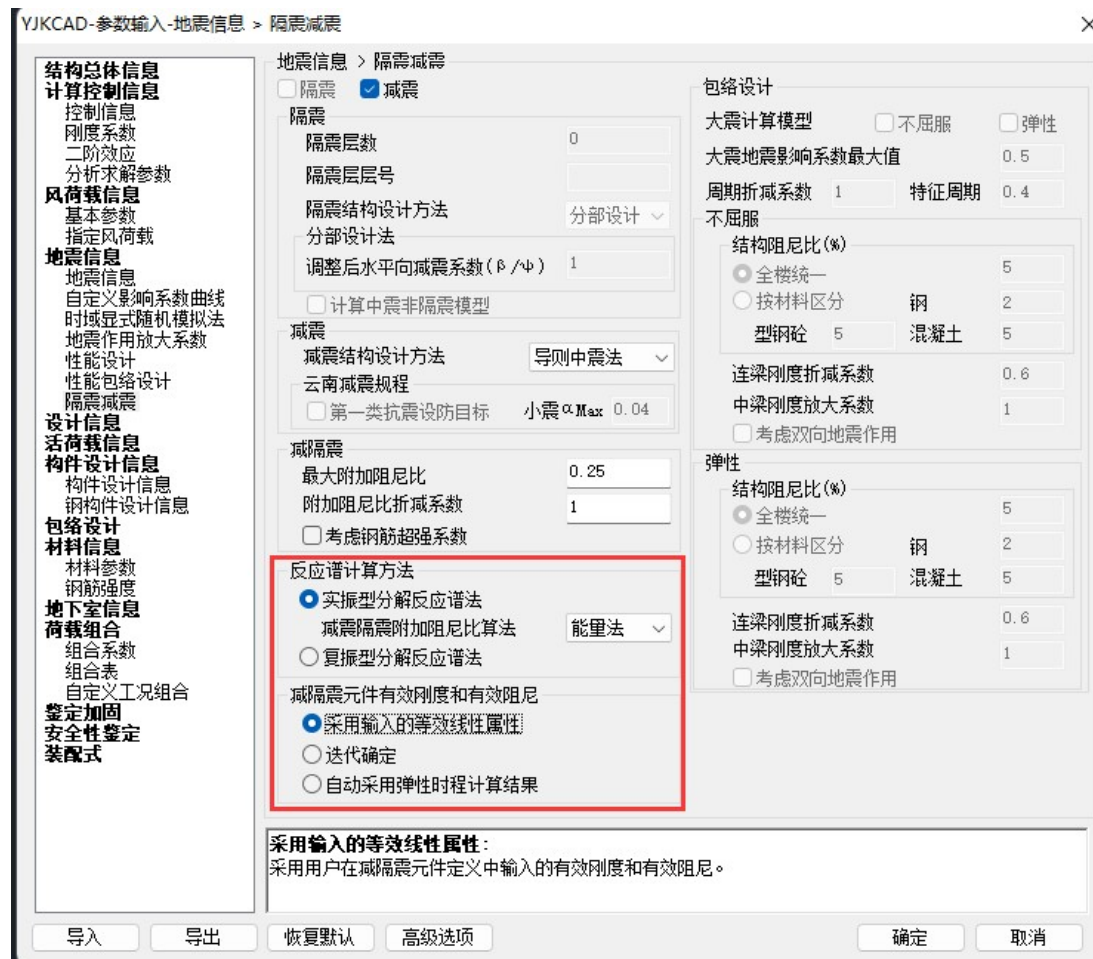


# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

建议速度相关型：

1、**实振型-能量法**-采用输入的等效线性属性；



# 减震结构设计流程

- 参数选择及设置

建议速度相关型：

2、减震器属性定义：有效刚度和有效阻尼均输入0；

连接单元定义

类型: 阻尼器麦克斯韦

|  | 有效刚度KE<br>kN/m, kN.m/rad | 有效阻尼CE<br>kN.s/m | 非线性                                 | 刚度<br>K(kN/m) | 阻尼<br>C(kN.s/m) | 阻尼指数<br>exp |
|--|--------------------------|------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> U1 | 0                        | 0                | <input checked="" type="checkbox"/> | 0             | 0               | 0           |
| <input checked="" type="checkbox"/> U2 | 0                        | 0                | <input checked="" type="checkbox"/> | 0             | 0               | 0           |
| <input checked="" type="checkbox"/> U3 | 0                        | 0                | <input checked="" type="checkbox"/> | 0             | 0               | 0           |
| <input type="checkbox"/> R1            | 0                        | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0             | 0               | 0           |
| <input type="checkbox"/> R2            | 0                        | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0             | 0               | 0           |
| <input type="checkbox"/> R3            | 0                        | 0                | <input type="checkbox"/>            | 0             | 0               | 0           |

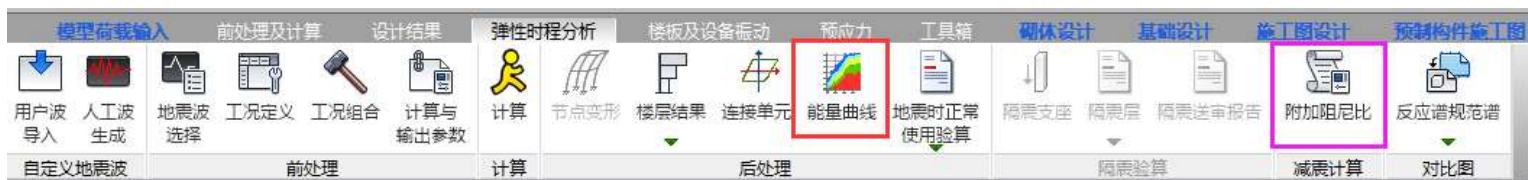
添加 删除 应用 ↓ 打开数据库 ↓ 确定 取消

# 减震结构设计流程

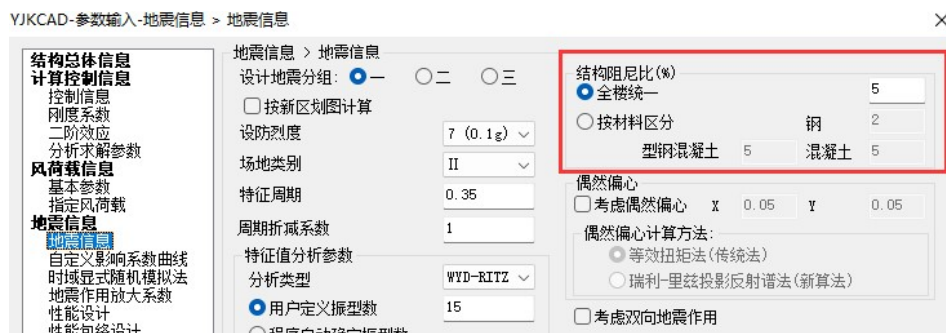
## • 参数选择及设置

建议速度相关型：

3、弹性时程计算附加阻尼比（二选一）：**能量曲线比值法**和**时程能量法**直接计算的附加阻尼比；



4、将附加阻尼比**加至**前处理的**结构阻尼比**中，**再次**进行反应谱计算；



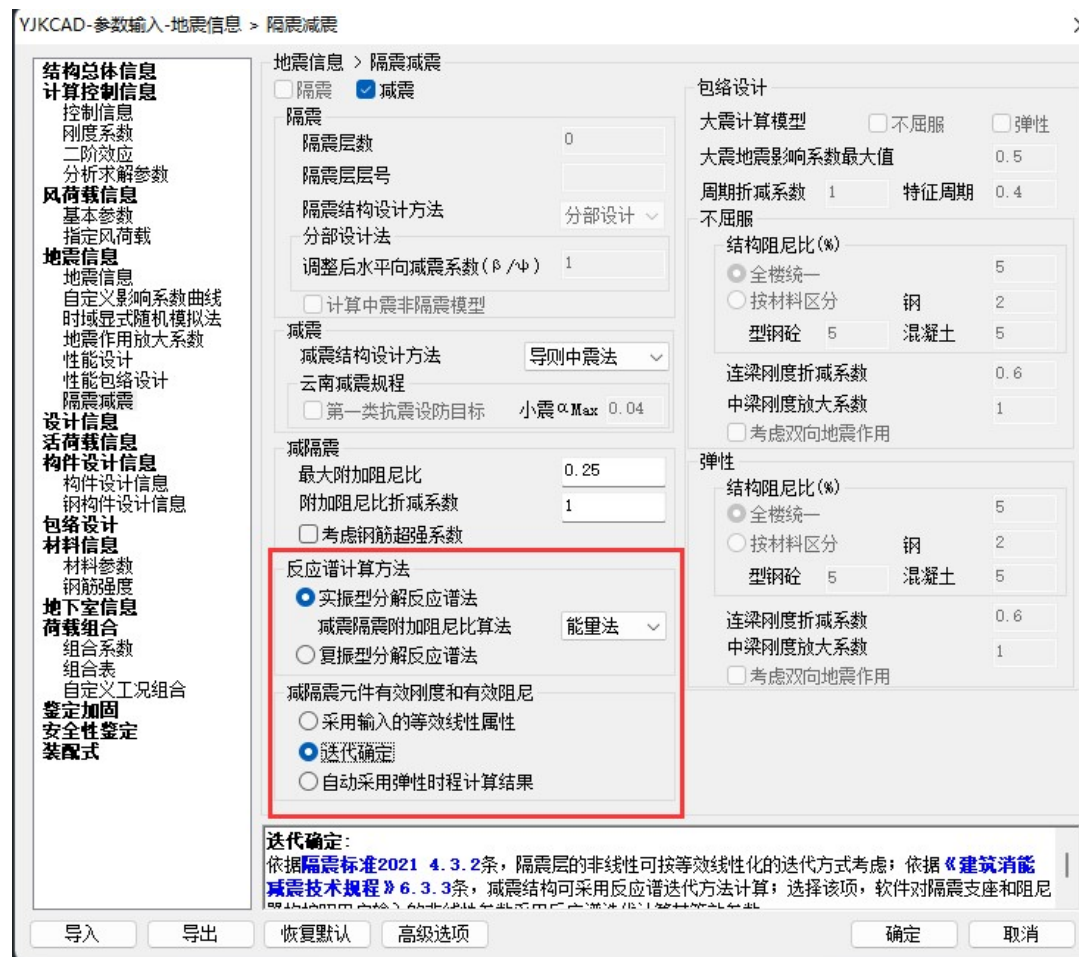


# 减震结构设计流程

## • 参数选择及设置

建议位移相关型（中震计算）：

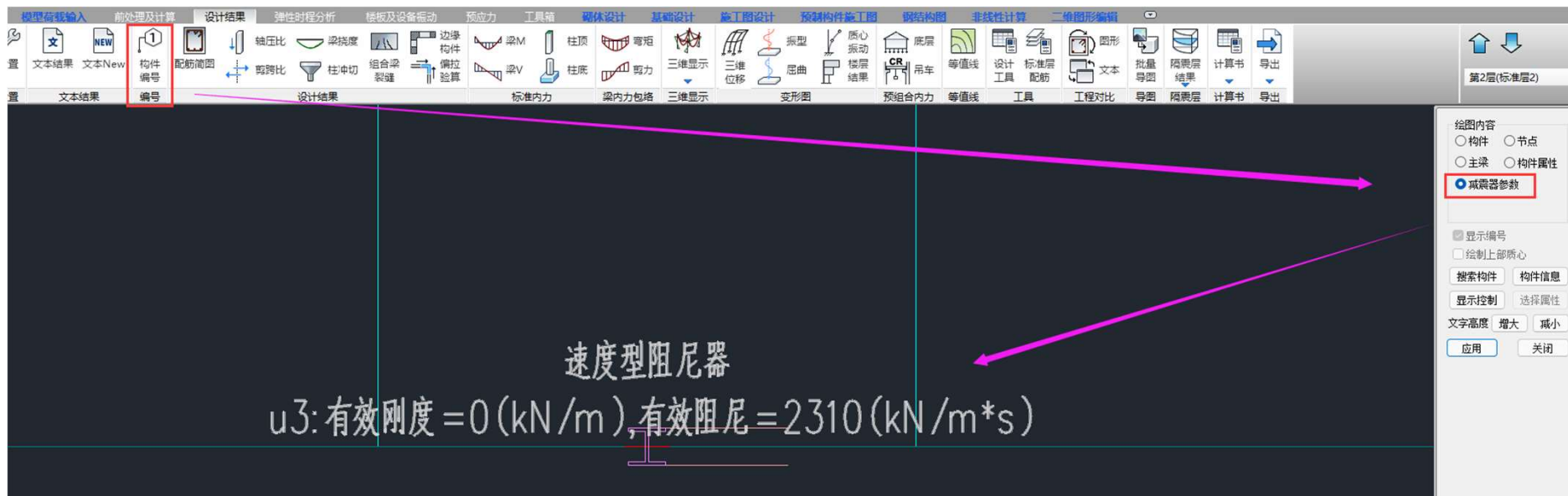
实振型-能量法-迭代确定；



# 减震结构设计流程

- 设计结果查看

减震器的有效刚度和有效阻尼，构件编号-**减震器参数**。



# 减震结构设计流程

- 设计结果查看

减震结构的总阻尼比

设计结果

分析结果文本显示

- 结构设计信息 wmass.out
- 周期 振型与地震作用 wzq.out**
- 结构位移 wdisp.out
- 各层内力标准值 wwnl\*.out
- 各层配筋文件 wpj\*.out
- 超配筋信息 wgcpj.out
- 底层最大组合内力 wdcnl.out
- 薄弱层验算结果 wbrc.out
- 倾覆力矩及0.2V0调整 ww02q.out
- 剪力墙边缘构件数据 wbmb\*.out
- 吊车荷载预组合内力 wcrane\*.out
- 简化计算书 mainjss.out
- 警告信息 warning.out

wzq.out - 记事本

| X地震阻尼比 |       |
|--------|-------|
| 振型号    | 阻尼比   |
| 1      | 0.086 |
| 2      | 0.086 |
| 3      | 0.086 |
| 4      | 0.086 |
| 5      | 0.086 |
| 6      | 0.086 |
| 7      | 0.086 |
| 8      | 0.086 |
| 9      | 0.086 |
| 10     | 0.086 |
| 11     | 0.086 |
| 12     | 0.086 |
| 13     | 0.086 |
| 14     | 0.086 |
| 15     | 0.086 |

| Y地震阻尼比 |       |
|--------|-------|
| 振型号    | 阻尼比   |
| 1      | 0.091 |
| 2      | 0.091 |
| 3      | 0.091 |



◆ 弹性时程分析



# 弹性时程分析

## • 为什么进行弹性时程计算？

1、计算参数菜单下，在隔震减震页中勾选**采用输入的等效线性属性**。这时，需要通过弹性时程计算**附加阻尼比**，然后增加到结构阻尼比中，完成振型分解反应谱的计算。

计算过程：

振型分解反应谱-弹性时程分析-再执行振型分解反应谱计算

计算方法：振型叠加法（FNA）





# 弹性时程分析

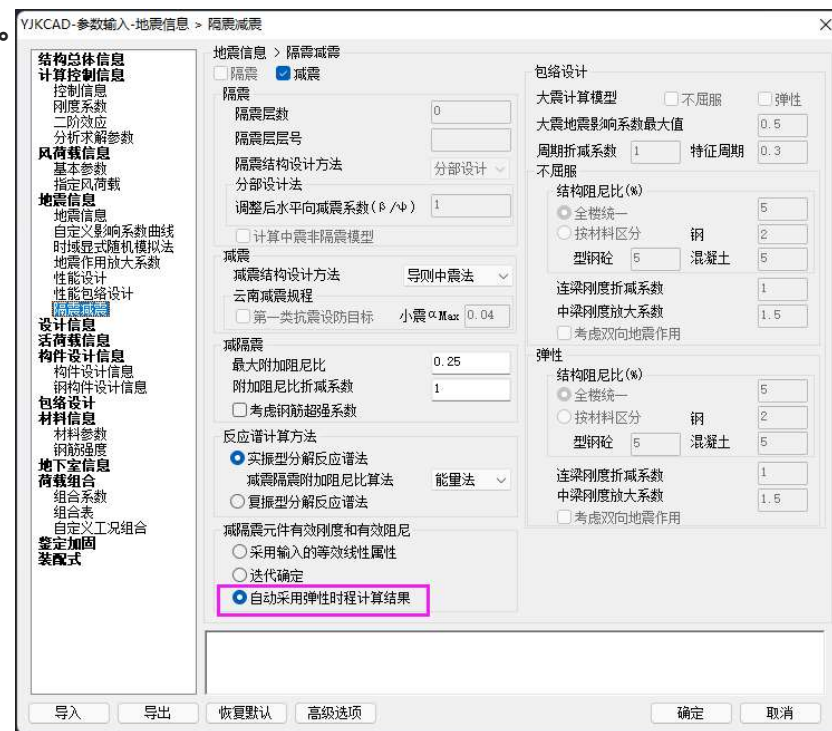
• 为什么进行弹性时程计算？

2、计算参数菜单下，在隔震减震页中勾选**自动采用弹性时程计算结果**。这时，需要通过弹性时程计算求出结构的**有效刚度和有效阻尼**，然后再进行振型分解反应谱的计算。

计算过程：

振型分解反应谱-弹性时程分析-再执行振型分解反应谱计算

计算方法：直接积分法



# 弹性时程分析

- 为什么进行弹性时程计算？

- 3、《建筑消能减震技术规程》第4.1.4条

采用振型分解反应谱法分析时，宜采用时程分析法进行多遇地震下的补充计算，当取3组加速度时程曲线输入时，计算结果宜取时程分析法包络值和振型分解反应谱法的较大值；当取7组及7组以上的时程曲线时，计算结果可取时程分析法的平均值和振型分解反应谱法的较大值。

在消能器类型、型号一定的情况下，可用能量法来初步确定所需的数量，最后再通过时程分析进行验算。采用非线性时程分析校核阻尼比计算的可靠性，反应谱计算的结果接近或者略大于时程时，等效阻尼比计算才是合理的。

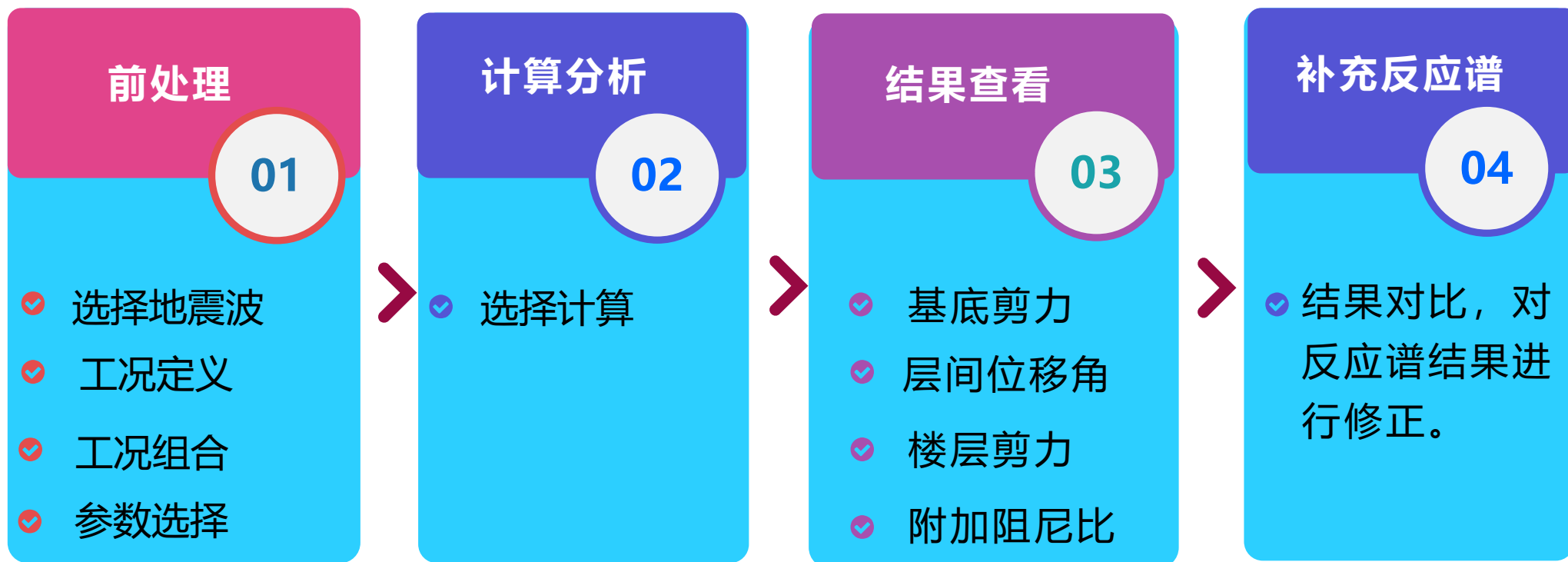
计算过程：

振型分解反应谱-弹性时程分析-再补充振型分解反应谱的计算结果

计算方法：振型叠加法（FNA）

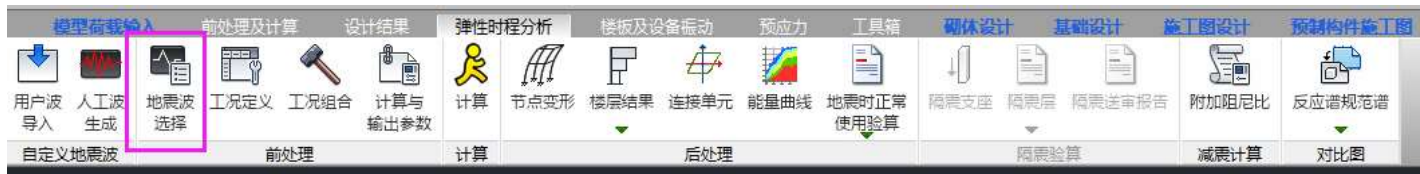
# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程



# 弹性时程分析

## YJK弹性时程分析流程-前处理



### YJKCAD-参数输入-弹性时程分析信息

地震波选取与积分参数设置

| 名称    |
|-------|
| 1 005 |

反应谱滤波参数

起始周期: 0.01  
终止周期: 6  
周期步长: 0.02  
特征周期(s): 0.35  
参与振型数: 15  
设防烈度: 7 (0.1g)  
地震水准: 设防地震  
地震影响系数最大值: 0.23

时程滤波参数

峰值加速度类型:  PGA  EPA  
主方向峰值加速度 (cm/s<sup>2</sup>): 100  
次方向峰值加速度 (cm/s<sup>2</sup>): 0  
积分步长 (s): 0.02

线性时程滤波

读取前处理地震参数

确定 取消

### 地震波选择对话框

自动筛选符合规范要求地震波组合

选择地震波:  YJK地震波库 Tg=0.25s  
 用户自定义波

天然地震波列表

|                                     |
|-------------------------------------|
| Anza-02_NO_1959,Tg(0.26)            |
| Anza-02_NO_1967,Tg(0.25)            |
| Chalfant Valley-01_NO_546,Tg(0.27)  |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2159,Tg(0.23) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2164,Tg(0.25) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2174,Tg(0.27) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2181,Tg(0.23) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2184,Tg(0.26) |
| Chi-Chi, Taiwan-03_NO_2491,Tg(0.27) |
| Chi-Chi, Taiwan-05_NO_2940,Tg(0.23) |
| Chi-Chi, Taiwan-05_NO_2942,Tg(0.24) |
| Chi-Chi, Taiwan-05_NO_2943,Tg(0.26) |
| Chi-Chi, Taiwan-05_NO_2975,Tg(0.24) |
| Chi-Chi, Taiwan-06_NO_3282,Tg(0.27) |

人工地震波列表

|                           |
|---------------------------|
| ArtWave-RH1TG025,Tg(0.25) |
| ArtWave-RH2TG025,Tg(0.25) |
| ArtWave-RH3TG025,Tg(0.25) |
| ArtWave-RH4TG025,Tg(0.25) |

选择 全选 删除

地震波数据图像显示

地震波分量:  主方向  次方向  竖方向  
绘图类型:  A-t  Sa-T  Sv-T  Sd-T

说明:

裁剪到自定义波库  
前后裁剪处峰值百分比(%): 10 峰值后持续时间(s): 15  
裁剪起止时间: 0.34 - 13.16 (s)  显示裁剪预览  裁剪

已选地震波列表

|                           |
|---------------------------|
| ArtWave-RH1TG025,Tg(0.25) |
|---------------------------|

删除 全删 导出

地震波信息

|          |               |                      |
|----------|---------------|----------------------|
| 主方向峰值加速度 | 100           | (cm/s <sup>2</sup> ) |
| 次方向峰值加速度 | 100           | (cm/s <sup>2</sup> ) |
| 竖方向峰值加速度 | 0             | (cm/s <sup>2</sup> ) |
| 开始-结束时间  | 0 - 20.02     | (s)                  |
| 有效起止时间段  | 0.3-13.2/12.8 | (s)                  |
| 时间步长     | 0.02          | (s)                  |

确定 取消

### 自动筛选地震波组合参数对话框

读取上次计算参数设置与设计结果 保存参数设置与计算统计结果

选取备选地震波:  YJK地震波库 0.35  用户自定义波

添加备选天然波

|                                     |
|-------------------------------------|
| Anza-02_NO_1955,Tg(0.33)            |
| Anza-02_NO_1956,Tg(0.36)            |
| Big Bear-01_NO_901,Tg(0.35)         |
| Big Bear-01_NO_925,Tg(0.34)         |
| Big Bear-01_NO_940,Tg(0.33)         |
| Big Bear-02_NO_1884,Tg(0.33)        |
| Chalfant Valley-01_NO_543,Tg(0.34)  |
| Chalfant Valley-02_NO_555,Tg(0.34)  |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2160,Tg(0.33) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2168,Tg(0.33) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2172,Tg(0.34) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2177,Tg(0.34) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2178,Tg(0.36) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2179,Tg(0.35) |
| Chi-Chi, Taiwan-02_NO_2186,Tg(0.36) |

选择 全选 删除 全删

添加备选人工波

|                           |
|---------------------------|
| ArtWave-RH1TG035,Tg(0.35) |
| ArtWave-RH2TG035,Tg(0.35) |
| ArtWave-RH3TG035,Tg(0.35) |
| ArtWave-RH4TG035,Tg(0.35) |

选择 全选 删除 全删

地震波组合参数设置

|         |     |
|---------|-----|
| 备选地震波总数 | 107 |
| 人工波数    | 1   |
| 天然波数    | 2   |

确定 取消

### 地震波组合筛选限制条件

有效持续时间不小于5倍基本周期  
 有效持续时间大于15s  
 每条地震波基底剪力与CQC基底剪力比值P满足 0.65 ≤ P ≤ 1.35  
 地震波基底剪力平均值与CQC基底剪力比值N满足 0.8 ≤ N ≤ 1.2

平台平均值与第一期相邻平均值筛选

DT1 0.2 DT2 0.5 Tol 0.35

考虑各地震波组合在第 1 阶周期的平均反应谱值与规范反应谱值的比值P满足 (周期点支持连续和间隔输入, 如1-5,8,10)

考虑自定义周期的平均反应谱值

自定义周期: (周期点之间采用逗号分隔, 如1.0,1.5)

|     |       |     |
|-----|-------|-----|
| 0.8 | ≤ P ≤ | 1.2 |
|-----|-------|-----|

筛选地震波组合 查看计算结果文本

地震波组合筛选计算结果

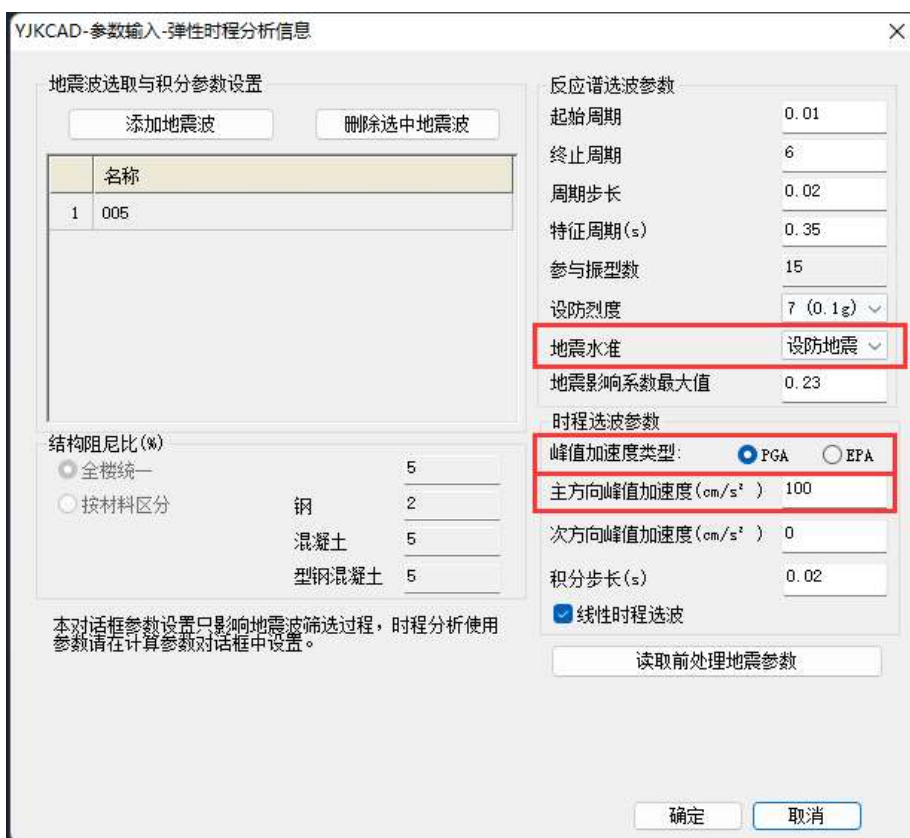
共筛选出符合要求地震波组合数 0

选择地震波组合 清空计算结果

确定 取消

# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理



- 峰值加速度类型：软件提供PGA（地震激励的最大值）和EPA（有效峰值加速度）作为时程分析时输入地震加速度的最大值。

- 主方向峰值加速度：

《建筑消能减震技术规程》第4.1.5条

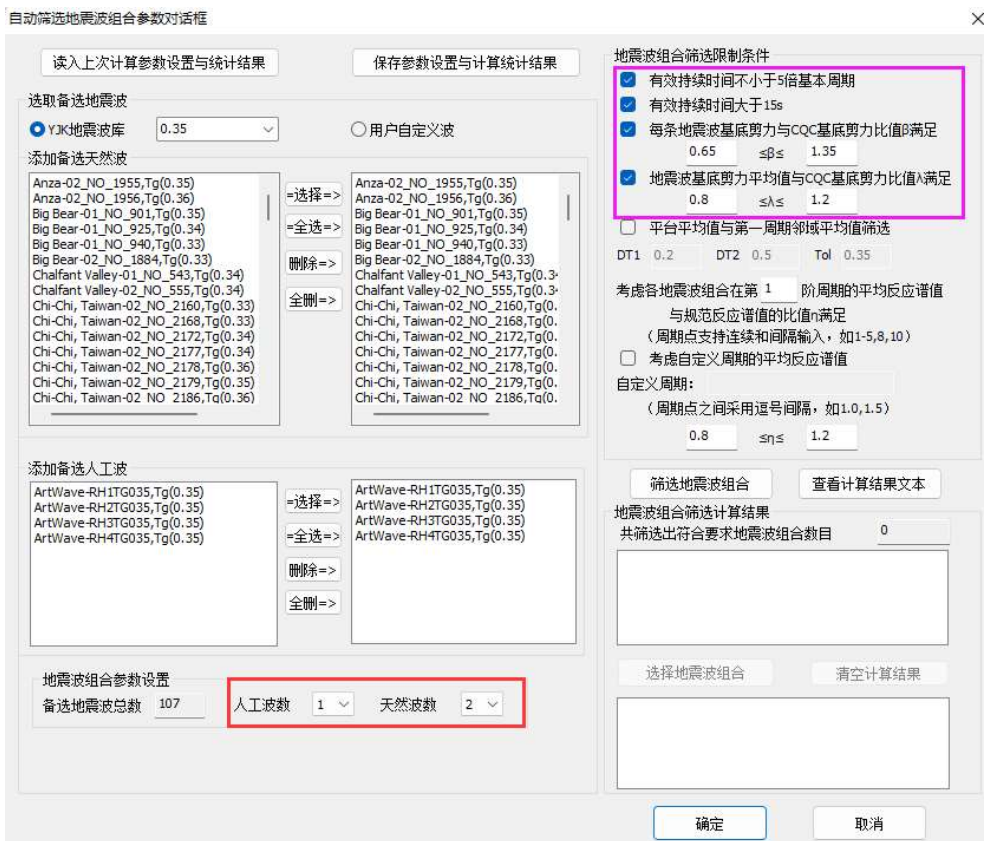
表 4.1.5 时程分析所用的地震加速度时程曲线的最大值 (cm/s<sup>2</sup>)

| 地震影响 | 6 度 | 7 度   |       | 8 度   |       | 9 度 |
|------|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
|      |     | 0.10g | 0.15g | 0.20g | 0.30g |     |
| 多遇地震 | 18  | 35    | 55    | 70    | 110   | 140 |
| 设防地震 | 50  | 100   | 150   | 200   | 300   | 400 |
| 罕遇地震 | 125 | 220   | 310   | 400   | 510   | 620 |



# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理



### • 《建筑抗震设计规范》第5.1.2条-条文说明

输入的地震加速度时程曲线的有效持续时间，一般从首次达到该时程曲线最大峰值的10%那一点算起，到最后一点达到最大峰值的10%为止；不论是实际的强震记录还是人工模拟波形，有效持续时间一般为结构基本周期的(5~10)倍，即结构顶点的位移可按基本周期往复(5~10)次。

计算结果在结构主方向的平均底部剪力一般不会小于振型分解反应谱法计算结果的80%，每条地震波输入的计算结果不会小于65%。从工程角度考虑，这样可以保证时程分析结果满足最低安全要求。但计算结果也不能太大，每条地震波输入计算不大于135%，平均不大于120%。

# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理

当人工波不足时，可以采用人工波菜单生成人工波，增加人工波库-人工波与规范谱拟合度更好。

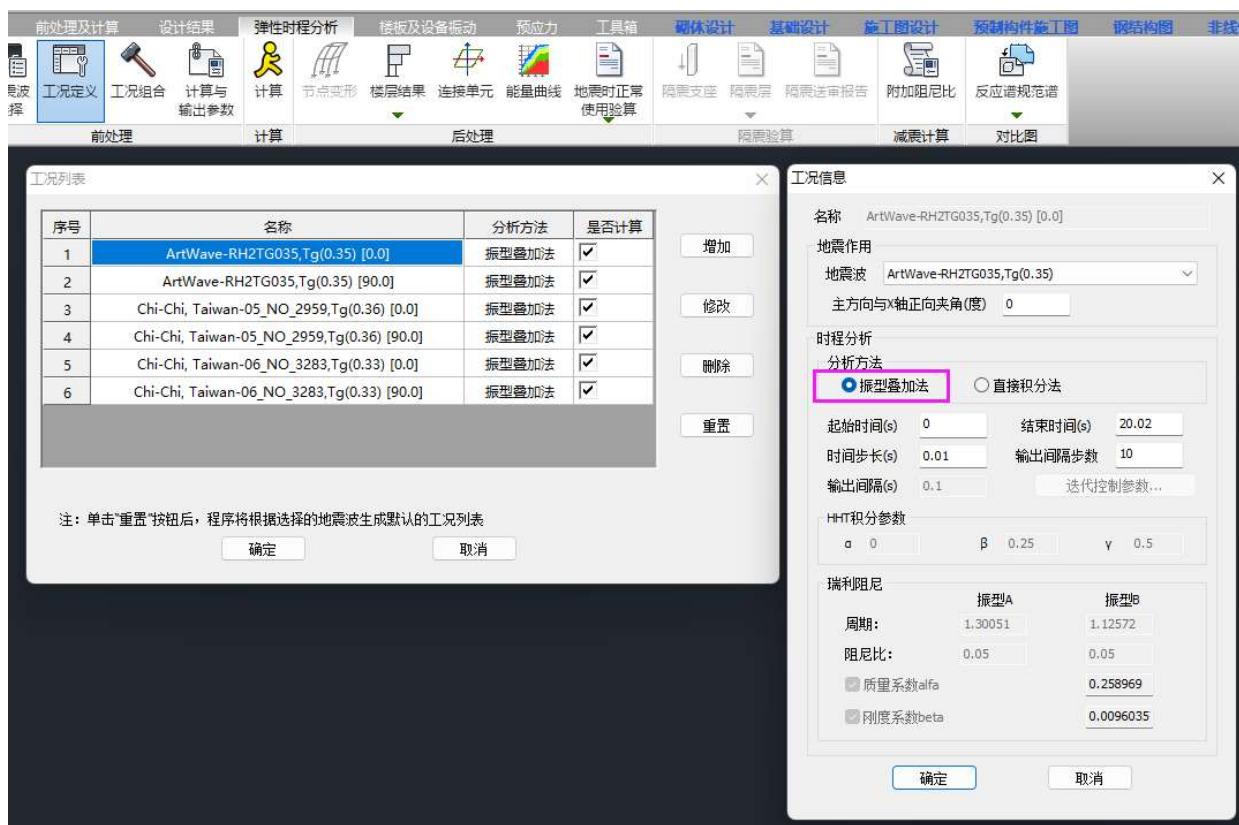
The screenshot displays the '人工地震波生成对话框' (Artificial Earthquake Wave Generation Dialog) in the YJK software. The interface is divided into several sections:

- 目标谱参数设置 (Target Spectrum Parameters):** Includes '参照规范' (Reference Code) set to '全国' (National), '最大影响系数' (Maximum Influence Coefficient) set to 0.23, '峰值加速度' (Peak Acceleration) set to 100 cm/s<sup>2</sup>, '特征周期' (Characteristic Period) set to 0.35 s, '阻尼比' (Damping Ratio) set to 0.05, '起始周期' (Start Period) set to 0.02 s, '终止周期' (End Period) set to 6 s, and '周期间隔' (Period Interval) set to 0.001 s.
- 地震波参数设置 (Earthquake Wave Parameters):** Includes '地震动时长' (Duration) set to 30, '地震动步长' (Step Length) set to 0.02, '平台段开始时刻' (Start of Platform Segment) set to 3, '生成地震波组数' (Number of Generated Groups) set to 1, and '平台段终止时刻' (End of Platform Segment) set to 25.
- 查看地震波信息 (View Earthquake Wave Information):** Includes '地震波名称' (Name) set to '21时29分,人工波1', '地震波方向' (Direction) set to '主方向' (Main Direction), and '查看信息' (View Information) set to '加速度时程曲线' (Acceleration Time History Curve).
- 生成人工地震波 (Generate Artificial Earthquake Wave):** Includes buttons for '生成人工地震波' (Generate), '保存图形' (Save Graph), '打开目录' (Open Directory), '保存并退出' (Save and Exit), and '不保存退出' (Exit without Saving).

A '地震波名称修正' (Earthquake Wave Name Correction) dialog is also shown, with the name '人工波1' (Artificial Wave 1) entered in the text field. The '确定' (OK) and '取消' (Cancel) buttons are visible.

# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理



## • 振型叠加法：

采用模态叠加法进行计算，当结构中有非线性构件时，程序自动采用快速非线性（FNA）方法计算，否则采用模态叠加法线性时程方法计算。

当时程分析方法选择振型叠加法选项时（FNA），固有阻尼比取振型阻尼比的最大值，可以考虑周期折减。



# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理

The screenshot displays the YJK software interface for elastic time history analysis. The '工况列表' (Case List) dialog box shows a table of analysis cases:

| 序号 | 名称   | 分析方法  | 是否计算                                |
|----|--|-------|-------------------------------------|
| 1  | ArtWave-RH2TG035,Tg(0.35) [0.0]            | 振型叠加法 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2  | ArtWave-RH2TG035,Tg(0.35) [90.0]           | 振型叠加法 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3  | Chi-Chi, Taiwan-05_NO_2959,Tg(0.36) [0.0]  | 振型叠加法 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4  | Chi-Chi, Taiwan-05_NO_2959,Tg(0.36) [90.0] | 振型叠加法 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5  | Chi-Chi, Taiwan-06_NO_3283,Tg(0.33) [0.0]  | 振型叠加法 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6  | Chi-Chi, Taiwan-06_NO_3283,Tg(0.33) [90.0] | 振型叠加法 | <input checked="" type="checkbox"/> |

The '工况信息' (Case Information) dialog box shows the configuration for the selected case 'ArtWave-RH2TG035,Tg(0.35) [0.0]'. The '时程分析' (Time History Analysis) section has '直接积分法' (Direct Integration Method) selected. The '瑞利阻尼' (Rayleigh Damping) section shows the following parameters:

| 参数        | 振型A     | 振型B       |
|-----------|---------|-----------|
| 周期:       | 1.30051 | 1.12572   |
| 阻尼比:      | 0.05    | 0.05      |
| 质量系数alpha |         | 0.258969  |
| 刚度系数beta  |         | 0.0096035 |

### • 直接积分法:

直接积分可用于计算线性和非线性时程方法计算。

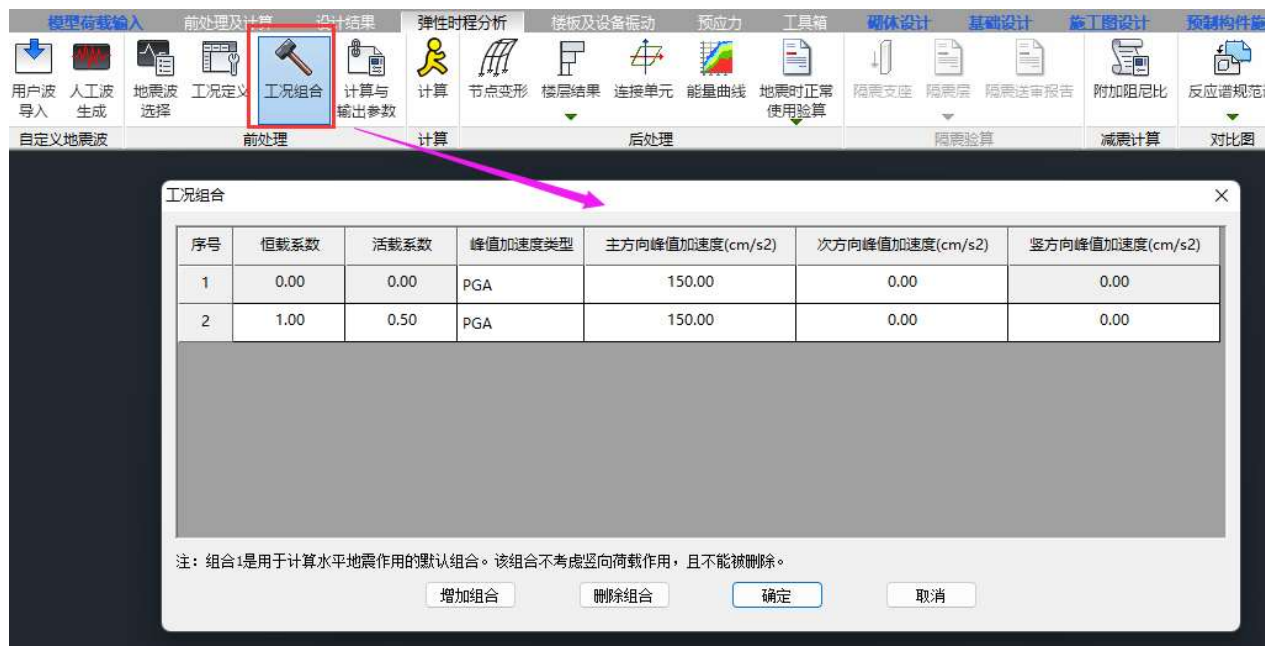
目前默认采用上部结构计算结果的第一周期和第三周期，瑞利阻尼采用输入的两个阻尼比的平均值。

# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理

《建筑抗震设计规范》第5.1.2条-条文说明：当结构采用三维空间模型等需要双向(二个水平向)或三向(二个水平和一个竖向)地震波输入时，其加速度最大值通常按1(水平1):0.85(水平2):0.65(竖向)的比例调整。

建议：在工况组合中，设置主方向峰值加速度，次方向和竖方向峰值加速度设置为0



| 序号 | 恒载系数 | 活载系数 | 峰值加速度类型 | 主方向峰值加速度(cm/s <sup>2</sup> ) | 次方向峰值加速度(cm/s <sup>2</sup> ) | 竖方向峰值加速度(cm/s <sup>2</sup> ) |
|----|------|------|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1  | 0.00 | 0.00 | PGA     | 150.00                       | 0.00                         | 0.00                         |
| 2  | 1.00 | 0.50 | PGA     | 150.00                       | 0.00                         | 0.00                         |

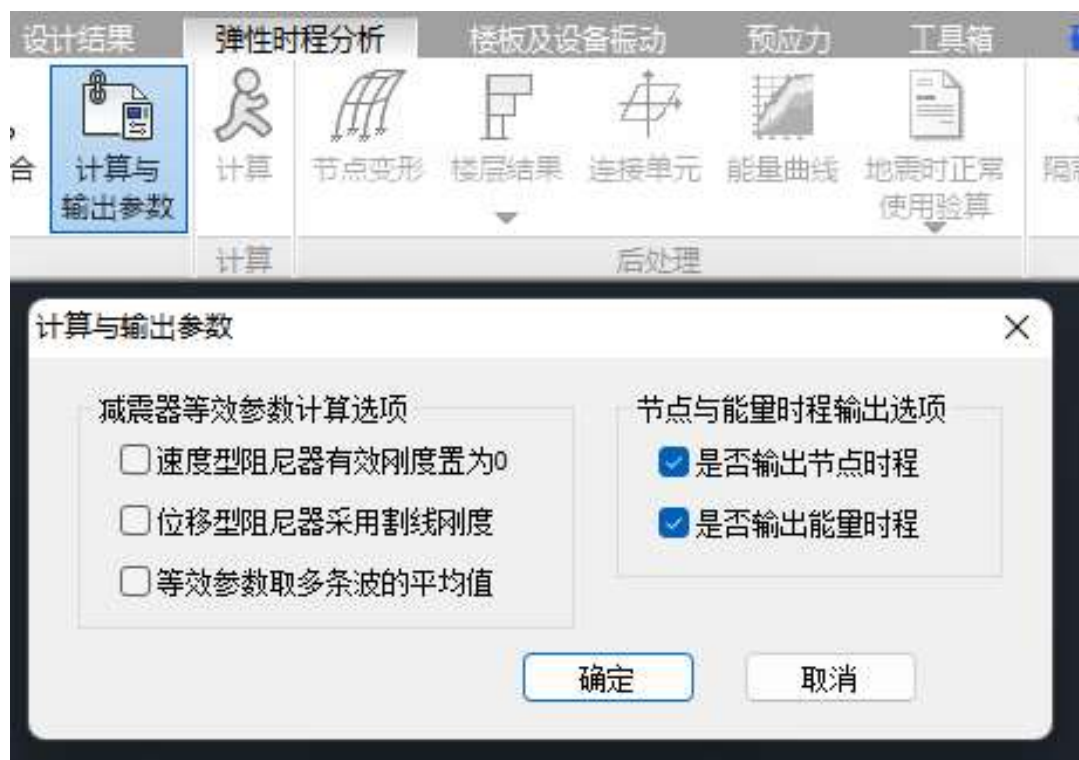
注：组合1是用于计算水平地震作用的默认组合。该组合不考虑竖向荷载作用，且不能被删除。

增加组合 删除组合 确定 取消



# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-前处理



### • 速度型阻尼器有效刚度置为0：

时程分析计算按能量方式等效出的有效刚度并不为0，当用户希望将其置为0时，可勾选该选项。

### • 位移型阻尼器采用割线刚度：

软件默认采用能量等效方式计算减震器的等效刚度，当用户希望采用割线刚度计算等效刚度时，可选择该选项。

### • 等效参数取多条波的平均值：

不勾选时，非线性构件取内能最大的工况，计算有效刚度和有效阻尼；勾选时，X向减震器取0度工况的平均值，Y向减震器取90度工况的平均值。

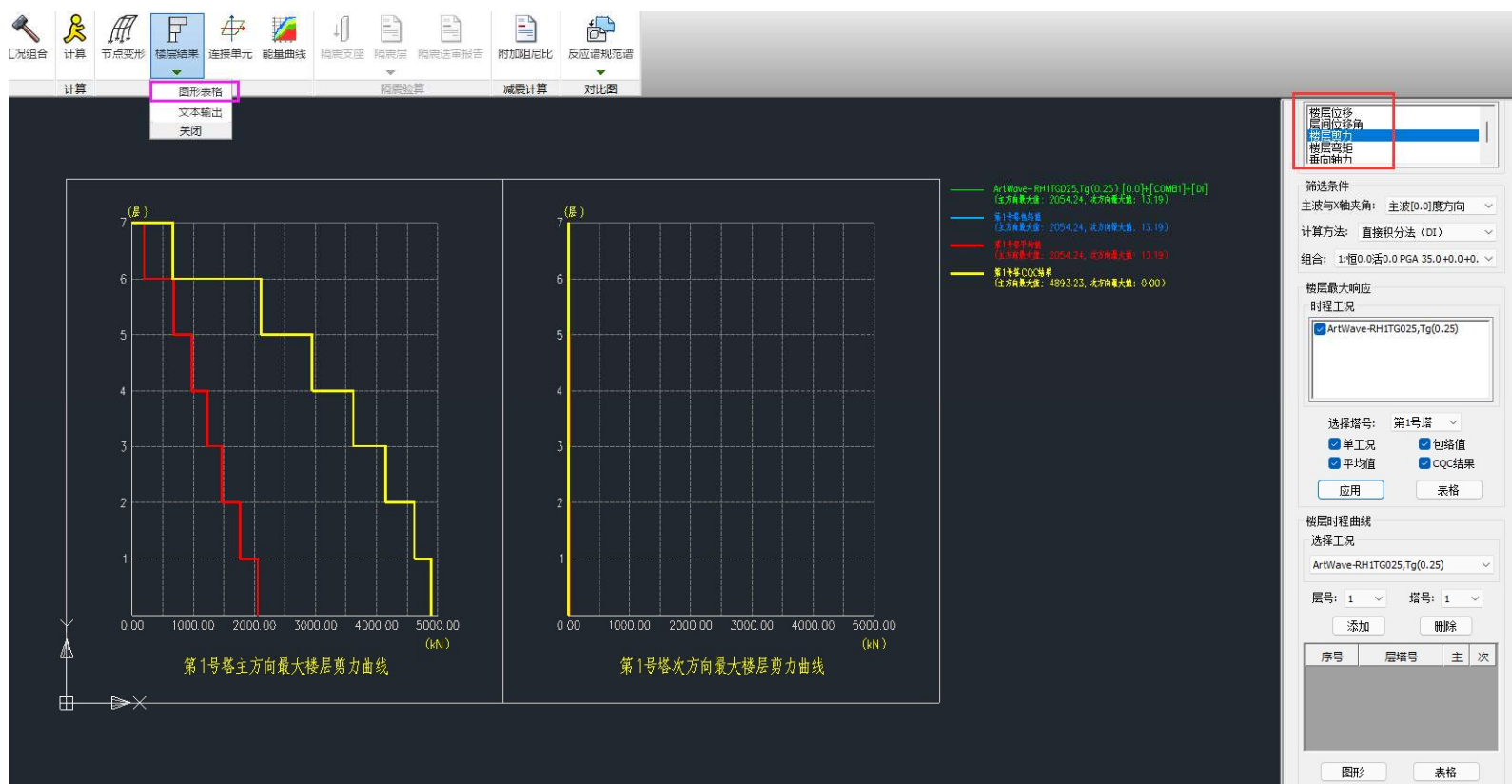
# 弹性时程分析

- YJK弹性时程分析流程-计算分析



# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-结果查看



# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-结果查看

```

//////////地震波产生基底(地上首层)剪力与CQC法基底剪力比较(注:此处考虑地震作用放大系数!!!)//////////
当前主方向: 0.0 度
波名称      塔号      基底剪力      比值
CQC法剪力(考虑放大)      1      4893.232

ArtWave-RH1TG025, Tg(0.25) [DI] 1      2054.243      41%      超限!
平均剪力      1      2054.243      41%      超限!

-----
//////////时程法层间剪力与CQC法计算结果比较//////////
多条波平均值与CQC法计算结果比较

当前主方向: 90.0 度
波名称      塔号      基底剪力
CQC法剪力(考虑放大)      1      5225.483

ArtWave-RH1TG025, Tg(0.25) [DI] 1      2131.767
平均剪力      1      2131.767

比 当前主方向: 0.0 度
层号 塔号 时程法剪力      CQC法剪力      比值      放大系数
7      1      195.227      660.390      0.296      1.000
6      1      681.820      2104.933      0.324      1.000
4(5  1      972.257      2945.823      0.330      1.000
4(4  1      1230.980      3621.947      0.340      1.000
3      1      1468.924      4150.089      0.354      1.000
2      1      1761.863      4619.196      0.381      1.000
1      1      2054.243      4893.232      0.420      1.000
0.0° 时全楼放大系数值为: 1.000

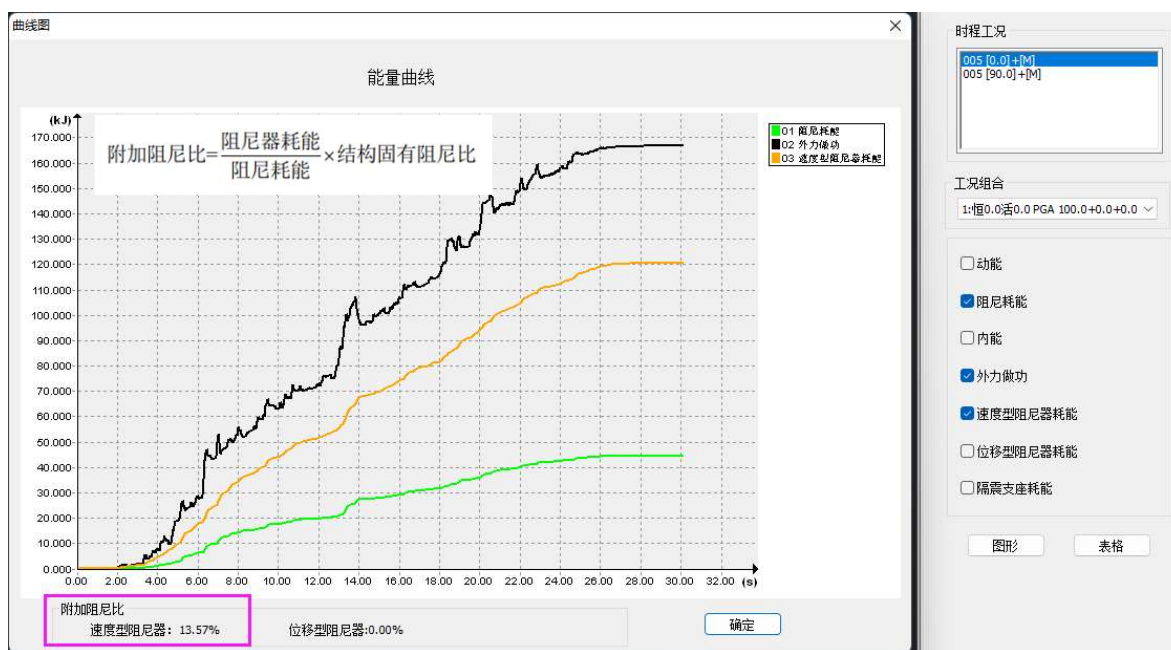
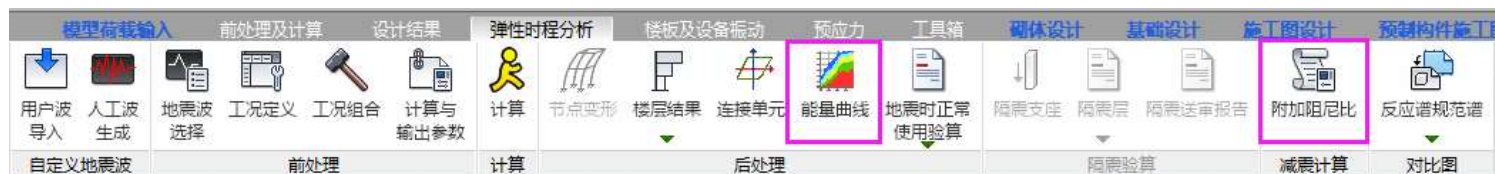
当前主方向: 90.0 度
层号 塔号 时程法剪力      CQC法剪力      比值      放大系数
7      1      223.500      650.517      0.344      1.000
6      1      821.917      2212.016      0.372      1.000
5      1      1163.323      3144.484      0.370      1.000
4      1      1513.900      3868.432      0.391      1.000
3      1      1565.984      4440.329      0.353      1.000
2      1      1893.856      4949.568      0.383      1.000
1      1      2131.767      5225.483      0.408      1.000
90.0° 时全楼放大系数值为: 1.000

//=====多波平均值全楼放大系数建议值: 1.000=====

多条波包络值与CQC法计算结果比较
当前主方向: 0.0 度
层号 塔号 时程法剪力      CQC法剪力      比值      放大系数
7      1      195.227      660.390      0.296      1.000
    
```

# 弹性时程分析

## YJK弹性时程分析流程-结果查看



时程工况

005 [0.01+M]  
005 [90.0]+M

工况组合: 1+恒0.0活0.0 PGA 100.0+0.0+0.0

动能  
 阻尼耗能  
 内能  
 外力做功  
 速度型阻尼器耗能  
 位移型阻尼器耗能  
 隔震支座耗能

图形    表格

| 文件               | 编辑 | 查看           |
|------------------|----|--------------|
| 23               |    | 0.000        |
| 24               |    | 0.004        |
| 25               |    | 0.000        |
| 26               |    | 0.004        |
| 27               |    | 0.004        |
| 28               |    | 0.000        |
| 速度型阻尼器总耗能:       |    | 0.692 (Kn*m) |
| 阻尼器总应变能:         |    | 0.692 (Kn*m) |
| 该工况下附加阻尼比: 0.92% |    |              |

各工况附加阻尼比平均值统计

全部0.0度地震波工况的附加阻尼比平均值: 1.97%

全部90.0度地震波工况的附加阻尼比平均值: 0.92%

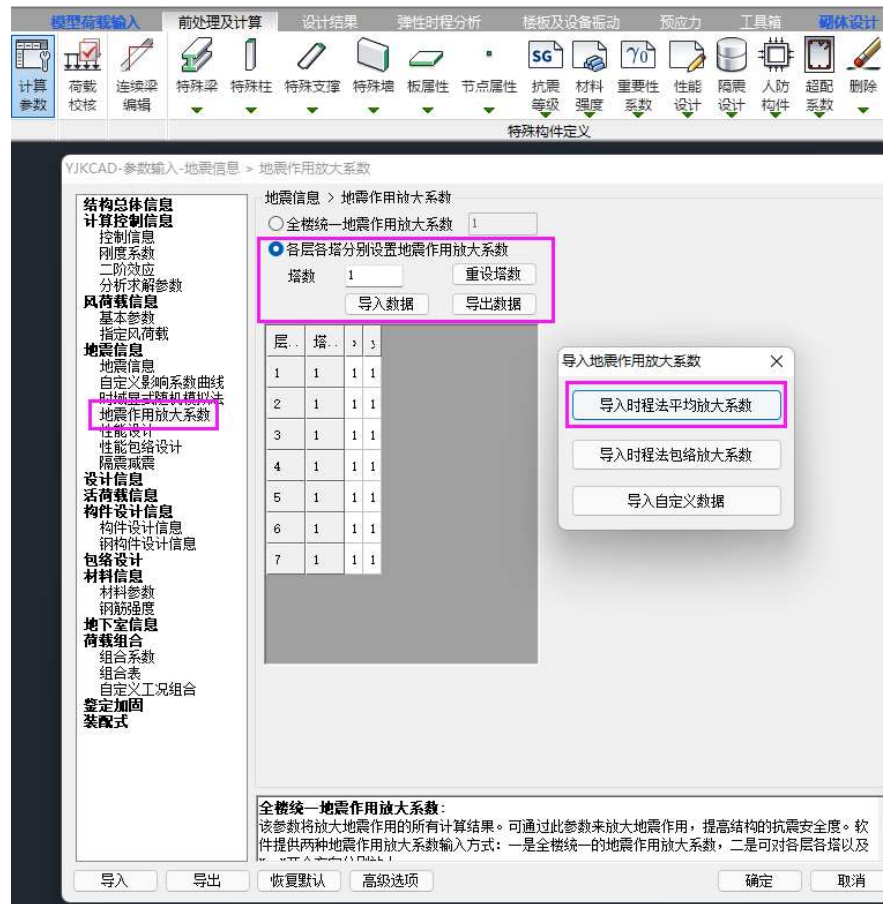


# 弹性时程分析

## • YJK弹性时程分析流程-补充反应谱

《建筑抗震设计规范》第5.1.2条-条文说明

所谓“补充”，主要指对计算的底部剪力、楼层剪力和层间位移进行比较，当时程法分析结果大于振型分解反应谱法分析结果时，相关部位的构件内力和配筋作相应的调整。





◆ 其他设计补充

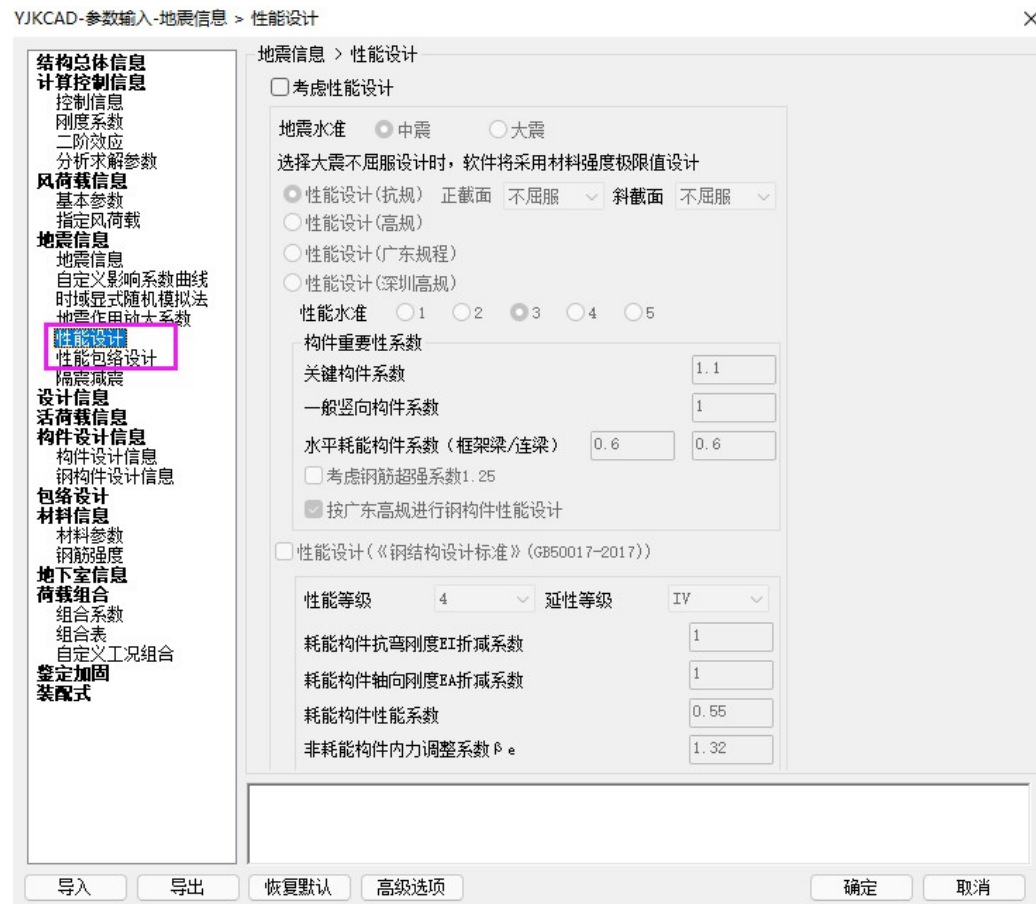
# 其他设计补充

## • 减震结构-性能化设计

《建筑消能减震技术规程》第3.1.3条

消能减震结构的抗震性能化设计，应根据建筑结构的实际需求，分别选定针对整个结构、局部部位或关键部位、关键部件、重要构件、次要构件以及建筑构件和消能部件的性能目标。

- 1、性能设计是单一性能目标的性能设计-支持抗规和高规
- 2、性能包络设计-仅支持抗规中震和大震
- 3、包络设计-多项目模型



## 其他设计补充

### • 减震结构-弹塑性分析

《建筑抗震设计规范》第5.5.2条、第12.3.5条

5.5.2 下列结构应进行弹塑性变形验算：

采用隔震和消能减震设计的结构。

12.3.5 消能器的极限位移应不小于罕遇地震下消能器最大位移的1.2倍；对速度相关型消能器，消能器的极限速度应不小于地震作用下消能器最大速度的1.2倍，且消能器应满足在此极限速度下的承载力要求。

5.5.2 结构在罕遇地震作用下薄弱层的弹塑性变形验算，应符合下列要求：

1 下列结构应进行弹塑性变形验算：

- 1) 8度Ⅲ、Ⅳ类场地和9度时，高大的单层钢筋混凝土柱厂房的横向排架；
- 2) 7~9度时楼层屈服强度系数小于0.5的钢筋混凝土框架结构和框排架结构；
- 3) 高度大于150m的结构；
- 4) 甲类建筑和9度时乙类建筑中的钢筋混凝土结构和钢结构；

5) 采用隔震和消能减震设计的结构。

2 下列结构宜进行弹塑性变形验算：



## 其他设计补充

- 减震结构-弹塑性分析

《建筑消能减震技术规程》第3.2.1条、第3.3.7条

### 3.2.1 消能器选择应符合下列规定：

1 消能器应具备良好的变形能力和消耗地震能量的能力，消能器的**极限位移**应大于消能器**设计位移**的 120%。  
速度相关型消能器**极限速度**应大于消能器**设计速度**的 120%。

3.3.7 罕遇地震作用下消能器的**设计位移**计算，**应通过结构整体弹塑性分析确定**。



# 其他设计补充

## • 减震结构-弹塑性分析

盈建科提供：**YJK-EP**和**Y-PACO**可以进行弹塑性分析



## 其他设计补充

- 减震结构-减震器位置、数量和型号

《建筑消能减震技术规程》第3.1.4条、第3.1.5条

消能减震设计需解决的主要问题是：消能器和消能部件的选型，消能部件在结构中的分布和数量，消能器附加给结构的阻尼比估算，消能减震体系在罕遇地震下的位移计算，

3.1.4 确定消能减震结构设计时，消能部件的布置应符合下列规定：

- 1、消能部件宜根据需要沿结构主轴方向设置，形成均匀合理的结构体系。
- 2、消能部件宜设置在层间相对变形或速度较大的位置。
- 3、消能部件的设置,应便于检查、维护和替换，设计文件中应注明消能器使用的环境、检查和维护要求。

3.1.5 消能器的选择应考虑结构类型、使用环境、结构控制参数等因素，根据结构在地震作用时预期的结构位移或内力控制要求，选择不同类型的消能器。

## 其他设计补充

### • 减震结构-附加阻尼比的差异性

时程计算的附加阻尼比和迭代计算确定的附加阻尼比有差异，两者所用原理基本一致，都是按照《建筑消能减震技术规程》第6.3.2条，第6.3.3条及条文说明计算的。但是，前者是基于时程分析的结果计算的，后者是基于反应谱分析的结果迭代确定的。差异较大的原因可能有：

- 1、地震波的选取对时程结果影响较大，两者地震作用是否足够接近。
- 2、反应谱分析可以考虑周期折减，而时程分析没有考虑。
- 3、两者是否都考虑了单向地震作用。
- 4、是否考虑了地下室，建议计算附加阻尼比时不带地下室计算。

另外，可以采用非线性时程分析校核阻尼比计算的可靠性，反应谱计算的结果接近或者略大于时程时，等效阻尼比计算才是合理的。总之需要综合考虑、确定合理的附加阻尼比后再进行后续计算。



感谢您的观看

Thanks for viewing