



盈建科软件
YJK Building Software

YJK软件减震设计模块V4.2



YJK V4.2

北京盈建科软件股份有限公司

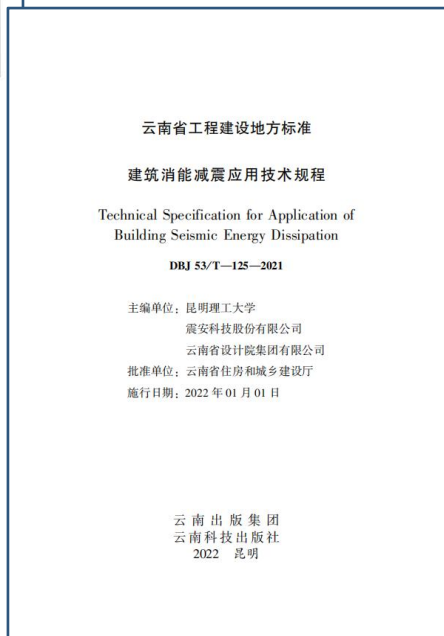
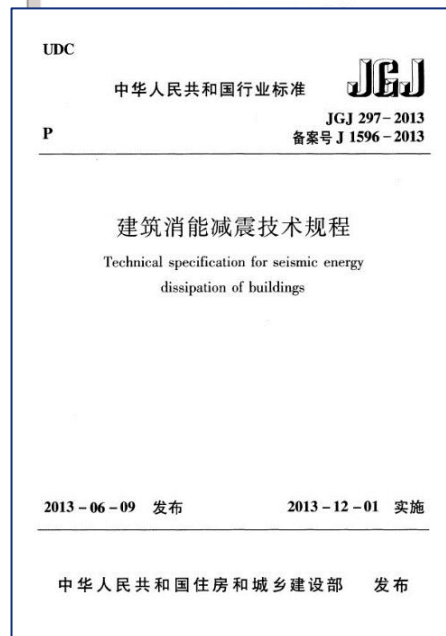
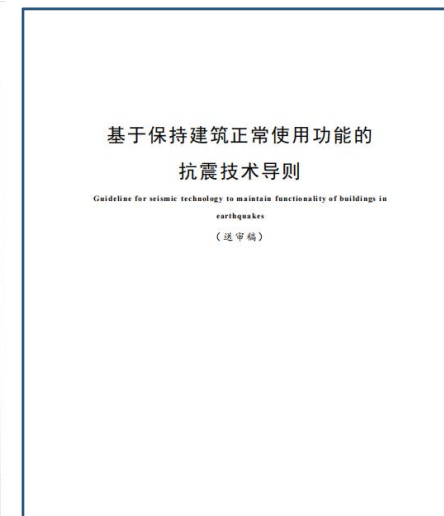
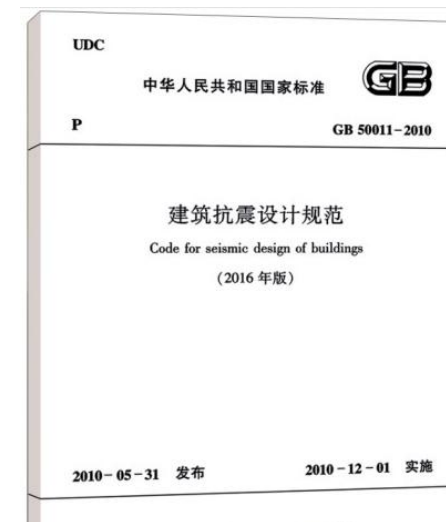
Beijing YJK Building Software Co., Ltd

开发背景

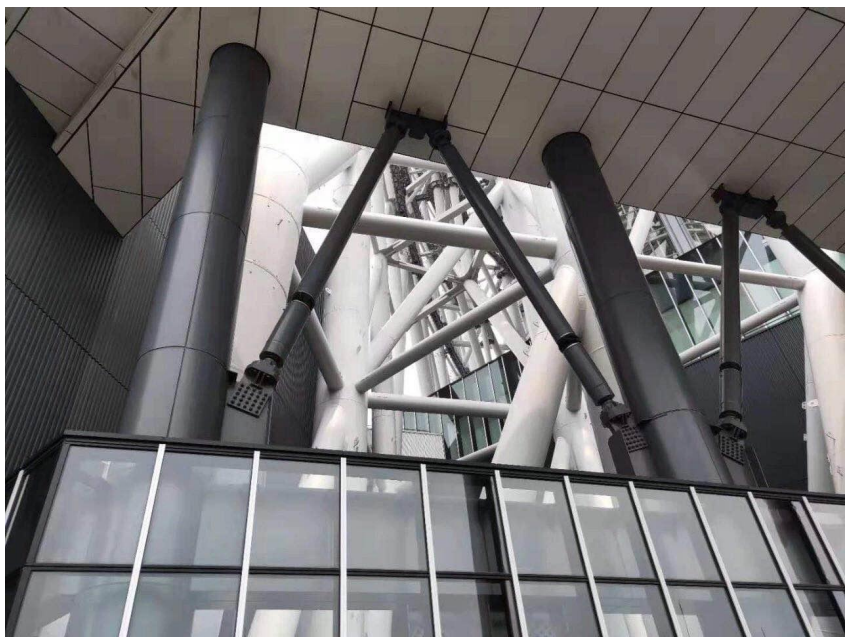
盈建科软件减震模块开发依据

2021年5月12日国务院常务会议通过了《建设工程抗震管理条例》，其中第十六条规定：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。

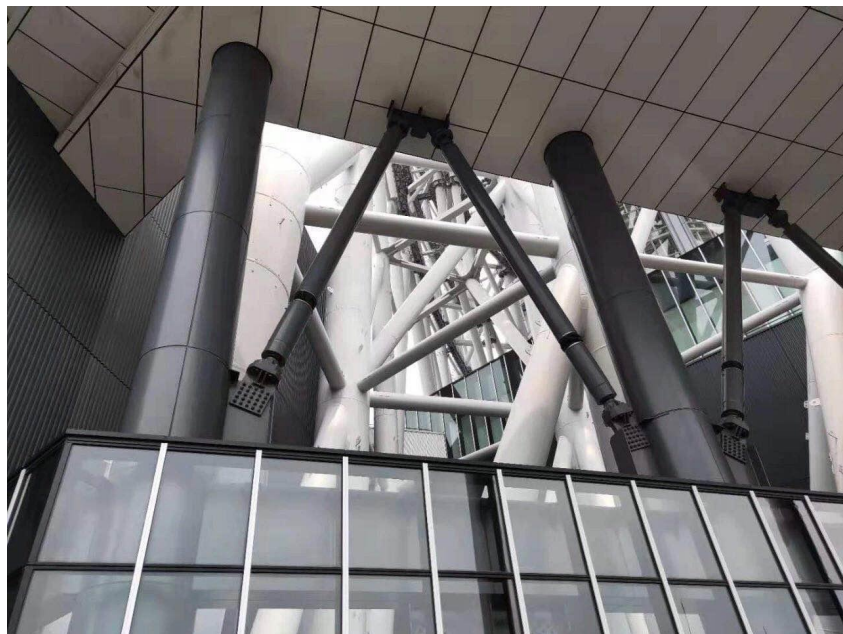
- ◆ 《建设工程抗震管理条例》
- ◆ 《建筑抗震设计规范》 GB50011-2010
- ◆ 《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》
- ◆ 《建筑消能减震技术规程》 JGJ297-2013
- ◆ 《云南省建筑消能减震应用技术规程》 DBJ53/T-125-2021
- ◆ 盈建科已有的减震模块基础



目录



- 一、消能减震基本概念
- 二、YJK软件特点
- 三、多种有效刚度和阻尼的计算方法
- 四、依据《抗规》进行小震设计
- 五、依据《导则》进行中震设计
- 六、依据《云南减震规程》进行设计



一、消能减震基本概念

一. 消能减震基本概念



《抗规》 12.1.1

消能减震设计是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，达到预期防震减震的要求。

□ **速度相关型耗能阻尼器**：即消能器对结构产生的阻尼力主要与**消能器两端的相对速度**有关；

-黏滞消能器


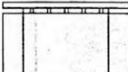


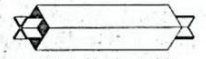
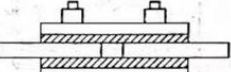
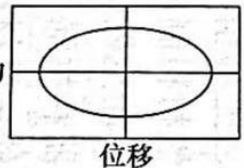
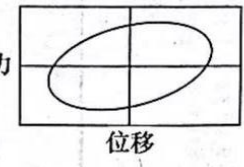
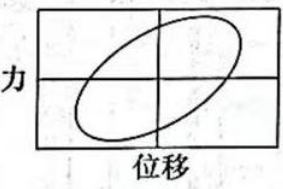
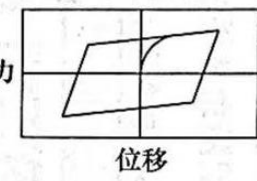
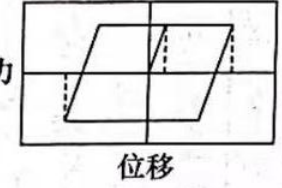
-黏弹性消能器

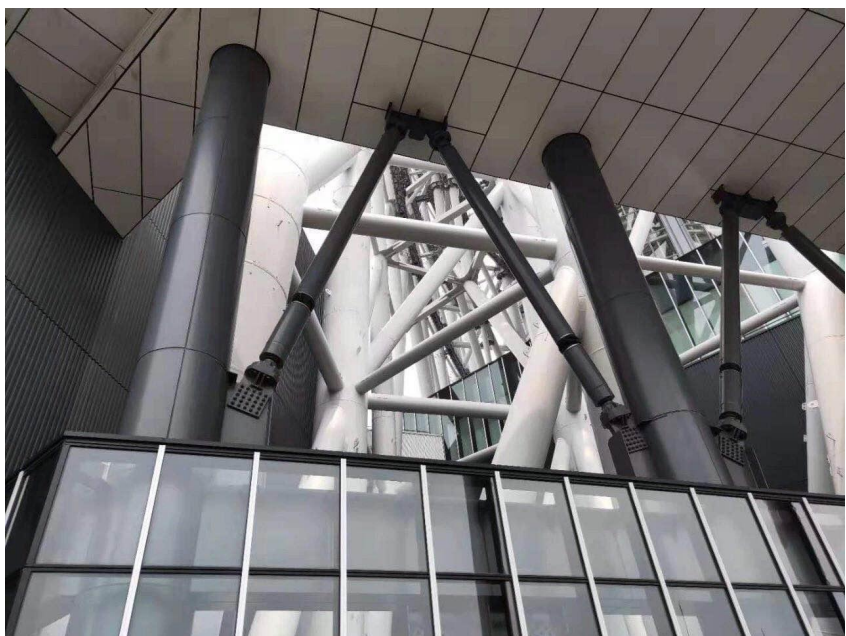
□ **位移相关型耗能阻尼器**：即消能器对结构产生的阻尼力主要与**消能器两端的相对位移**有关；

-金属屈服型阻尼器

-摩擦消能型阻尼器



阻尼器	速度相关型阻尼器		位移相关型阻尼器		
	黏滞阻尼器		黏弹性阻尼器	金属阻尼器	摩擦阻尼器
基本构造	 杆式黏滞阻尼器	 黏滞阻尼墙	 黏弹性阻尼器	 软钢阻尼器  屈曲约束支撑	 普通摩擦阻尼器
理想滞回曲线	 力 位移	 力 位移	 力 位移	 力 位移	 力 位移
工作机理	流体通过孔隙产生阻尼力	流体发生剪切变形产生阻尼力	黏弹性材料的剪切变形或拉压变形耗散能量	钢材塑性变形吸收振动能量	摩擦做功而耗散能量
多遇地震耗能能力	不提供附加静刚度，提供动刚度和附加阻尼，耗能效果好		可提供附加静刚度和附加阻尼，耗能效果好	可提供附加静刚度，但不耗能	可提供附加静刚度，但不耗能
罕遇地震耗能能力	可有效耗能，提供附加阻尼		容许变形过小，耗能有限	可在金属屈服后有效耗能	可在构件间相对滑动后有效耗能
对结构周期的影响	不影响结构周期		降低结构周期	降低结构周期	降低结构周期
对基底剪力的影响	减小效果最明显		减小效果一般	减小或增大	减小或增大
对结构位移的影响	有效降低结构位移响应		可降低结构位移响应	有效降低结构位移响应	有效降低结构位移响应
对结构加速度的影响	有效降低结构加速度，提高舒适度		可降低结构加速度，提高舒适度	可能增大结构加速度，降低舒适度	可能增大结构加速度，降低舒适度
受环境温度的影响	影响很小		影响很大	几乎不受影响	几乎不受影响



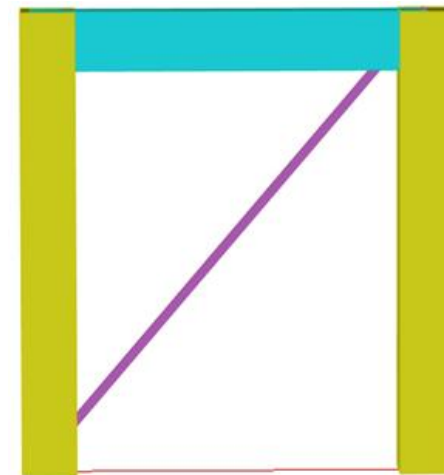
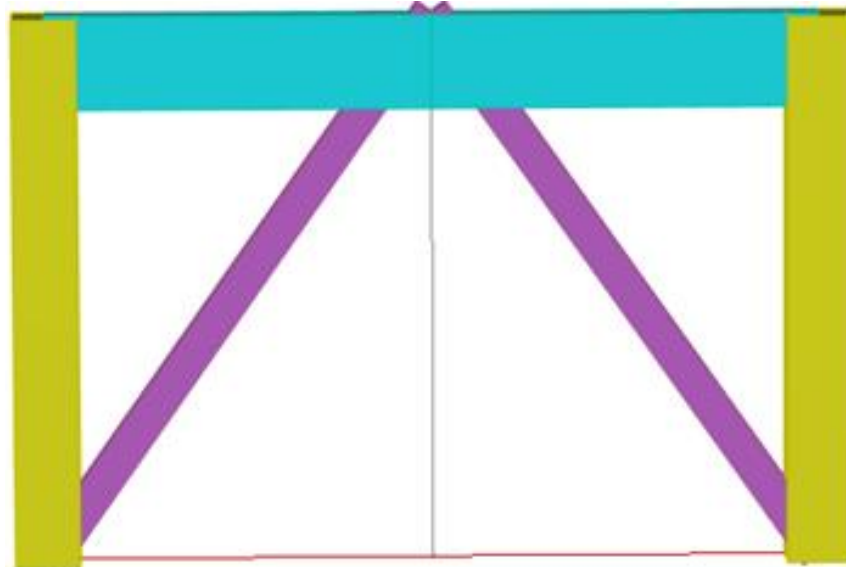
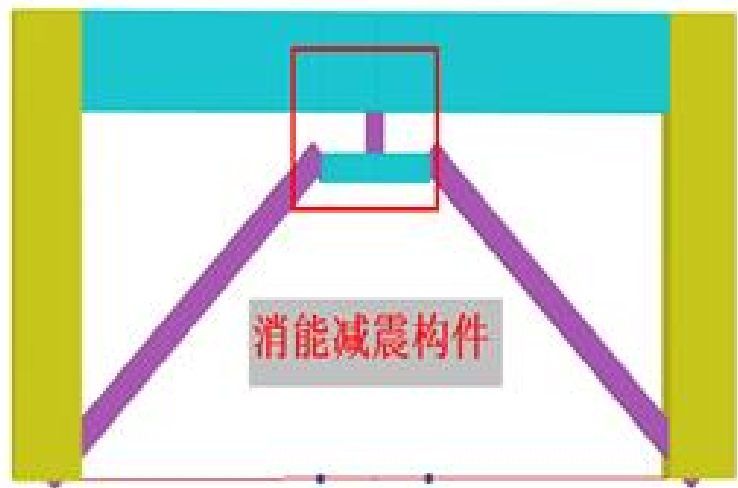
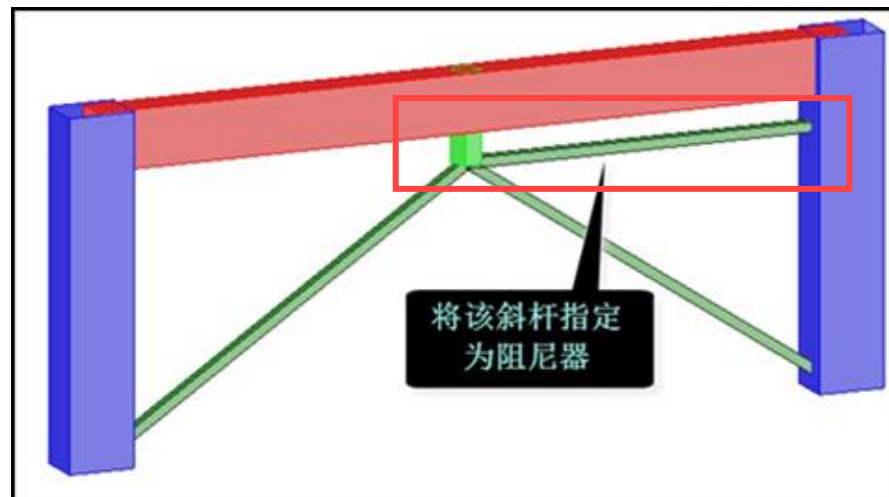
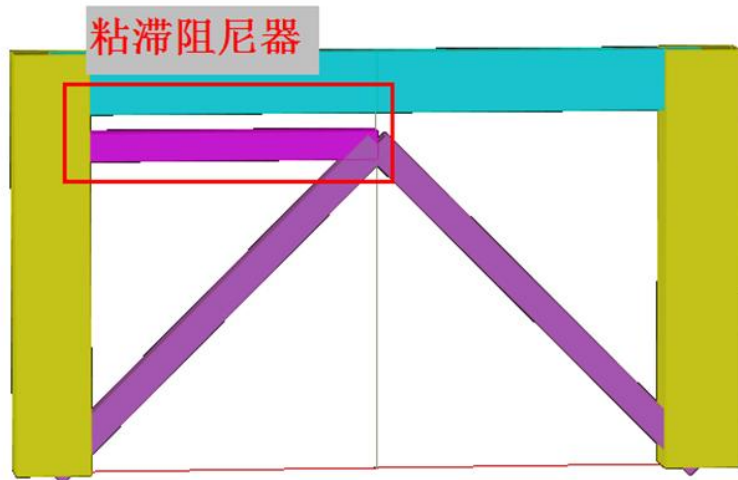
二、YJK软件特点

软件特点

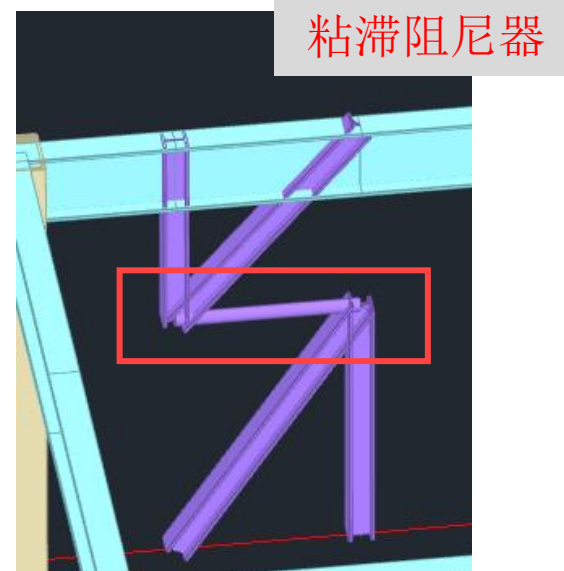
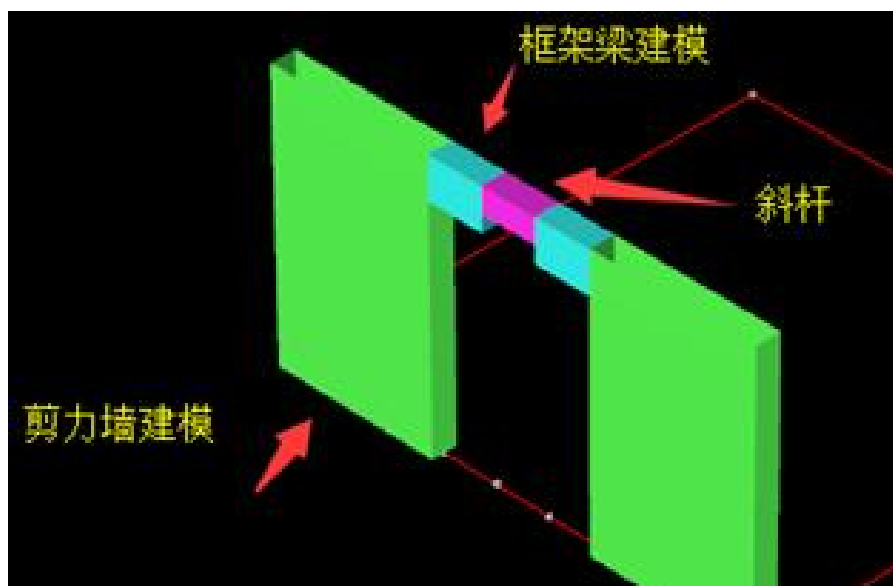
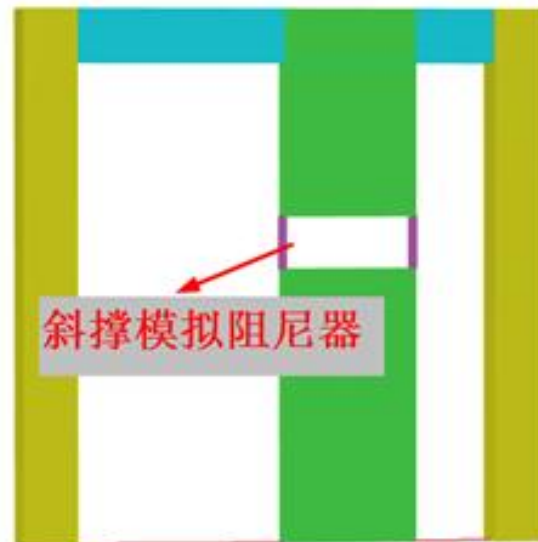
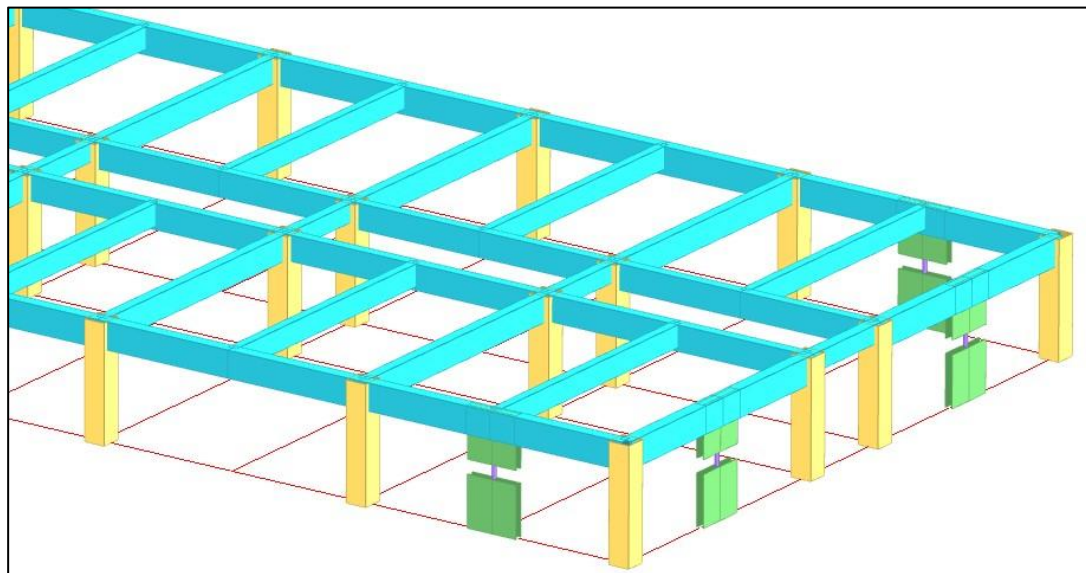


01. 支持模拟各种形式阻尼器
02. 支持选择多种规范计算
03. 支持多种方法计算阻尼器有效刚度和阻尼
04. 无缝衔接弹性时程分析
05. 无缝衔接弹塑性时程分析

1、支持模拟各种形式阻尼器



1、支持模拟各种形式阻尼器



2、支持选择多种规范计算

地震信息 > 隔震减震

隔震 减震

隔震

隔震层数

隔震层层号

隔震结构设计方法

分部设计法

调整后水平向减震系数(β/η)

计算中震非隔震模型

减震

减震结构设计方法

云南减震规程 第一类抗震设防目标

减隔震

最大附加阻尼比

附加阻尼比折减系数

考虑钢筋超强系数

反应谱计算方法

实振型分解反应谱法

减震隔震附加阻尼比算法

复振型分解反应谱法

减隔震元件有效刚度和有效阻尼

采用输入的等效线性属性

迭代确定

自动采用弹性时程计算结果

支持的规范设计方法

1 《抗规》小震设计法

2 《导则》中震设计法

3 《云南减震规程》设计法

1 《建筑抗震设计规范》给出了减震结构按照多遇地震进行设计的相关规定。

2 《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》(征求意见稿)给出了减震结构的中震设计方法,在隔震减震参数页中,减震结构设计方法选择导则中震法,可实现基于导则的减震结构中震设计。

3 云南省《建筑消能减震应用技术规程》将减震结构分为**第一类抗震设防目标**的结构和**第二类抗震设防目标**的结构,第二类抗震设防目标的结构即按**小震**设计的结构,第一类抗震设防目标的结构即按**中震**设计的结构。

3、支持多种方法计算阻尼器有效刚度和有效阻尼

1 规范能量法-时程计算

按照抗规12.3.4能量法采用弹性时程的剪力、位移、阻尼器力、阻尼器相对变形等结果计算附加阻尼比。



2 规范能量法-反应谱计算

基于《建筑消能减震技术规程》6.3.3条提出的反应谱迭代方法。

6.3.3 采用振型分解反应谱法分析时，结构有效阻尼比可采用附加阻尼比的迭代方法计算。

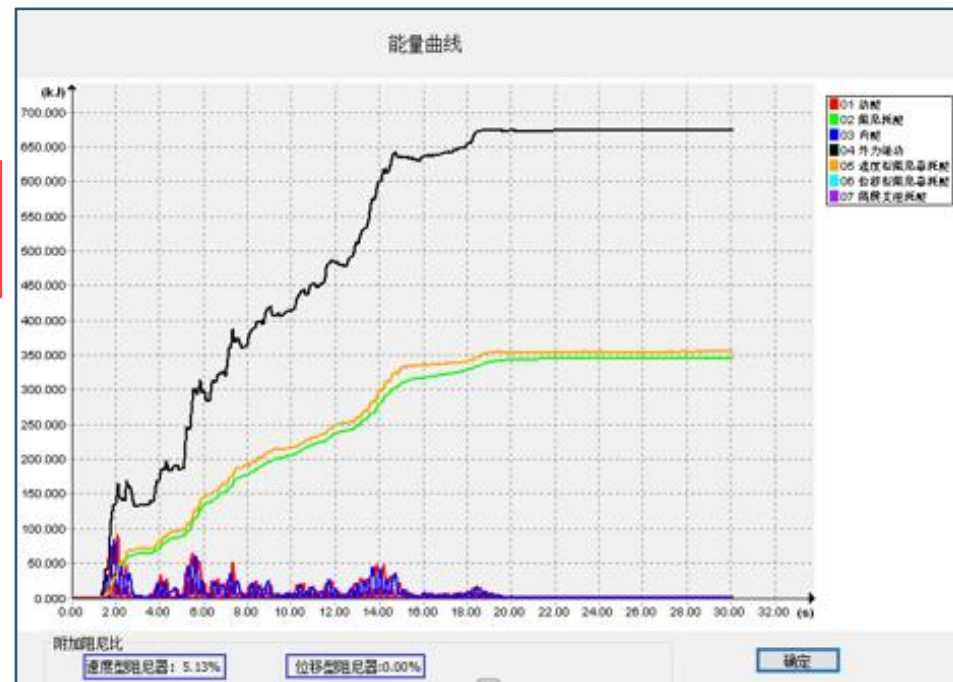


3、支持多种方法计算阻尼器有效刚度和有效阻尼

3 能量曲线比值法

采用能量曲线的阻尼器耗能与结构固有阻尼耗能的比值来计算附加阻尼比。

$$\xi_s = \xi_c \frac{E_s(t)}{E_c(t)}$$



4 强制解耦法

抗规12.3.4条文说明给出了强行解耦的计算方法，且说明当耗能部件较均匀分布且阻尼比不大于0.2时，强行解耦与精确解的误差，大多数可控制在5%以内。

抗规12.3.4条文说明

采用底部剪力法或阵型分解反应谱法计算耗能减震结构时，需要通过强行解耦，然后计算耗能减震结构的自振周期、阵型和阻尼比。

反应谱计算方法

- 实振型分解反应谱法
- 减震隔震附加阻尼比算法
- 复振型分解反应谱法

强制解耦

减隔震元件有效刚度和有效阻尼

- 采用输入的等效线性属性
- 迭代确定
- 自动采用弹性时程计算结果

4、无缝衔接弹性时程分析

□ 弹性时程分析可以无缝接力上部结构计算模块进行后续计算。

弹性时程分析



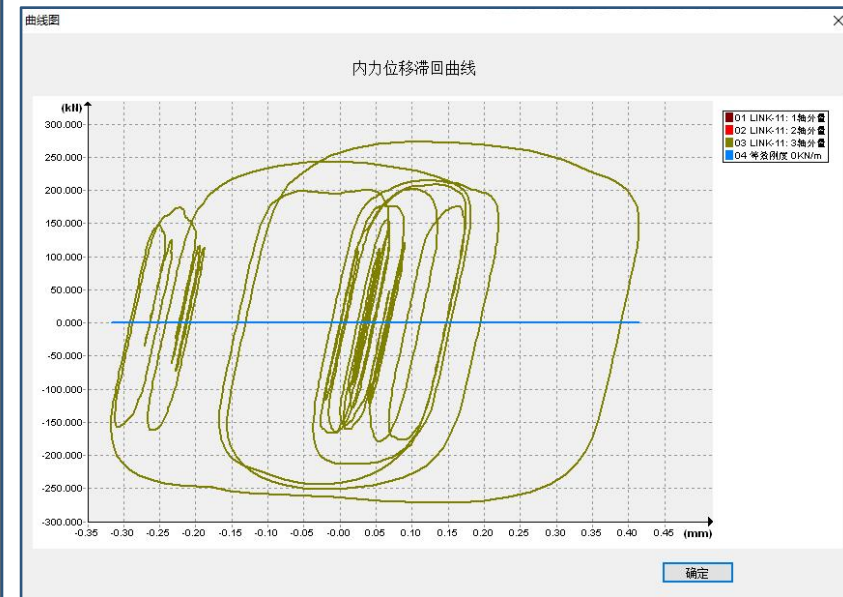
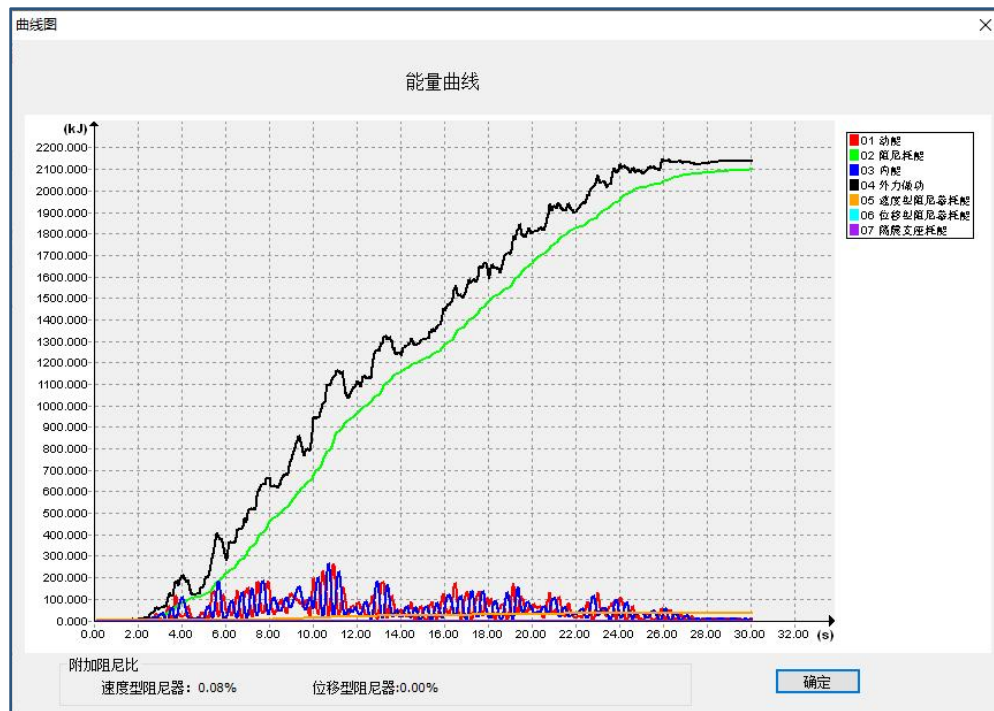
后处理结果丰富

能量曲线

阻尼器滞回曲线

附加阻尼比文本结果

地震时正常使用验算



4、无缝衔接弹性时程分析

□ 弹性时程分析前处理中增加“减震器等效参数”

速度型阻尼器有效刚度置为0

速度型阻尼器有效刚度置为0：对于速度型阻尼器，工程上通常认为其等效刚度为0，但是软件按能量方式等效出的刚度并不为0，因此当用户希望将其置为0时，可选择该选项；

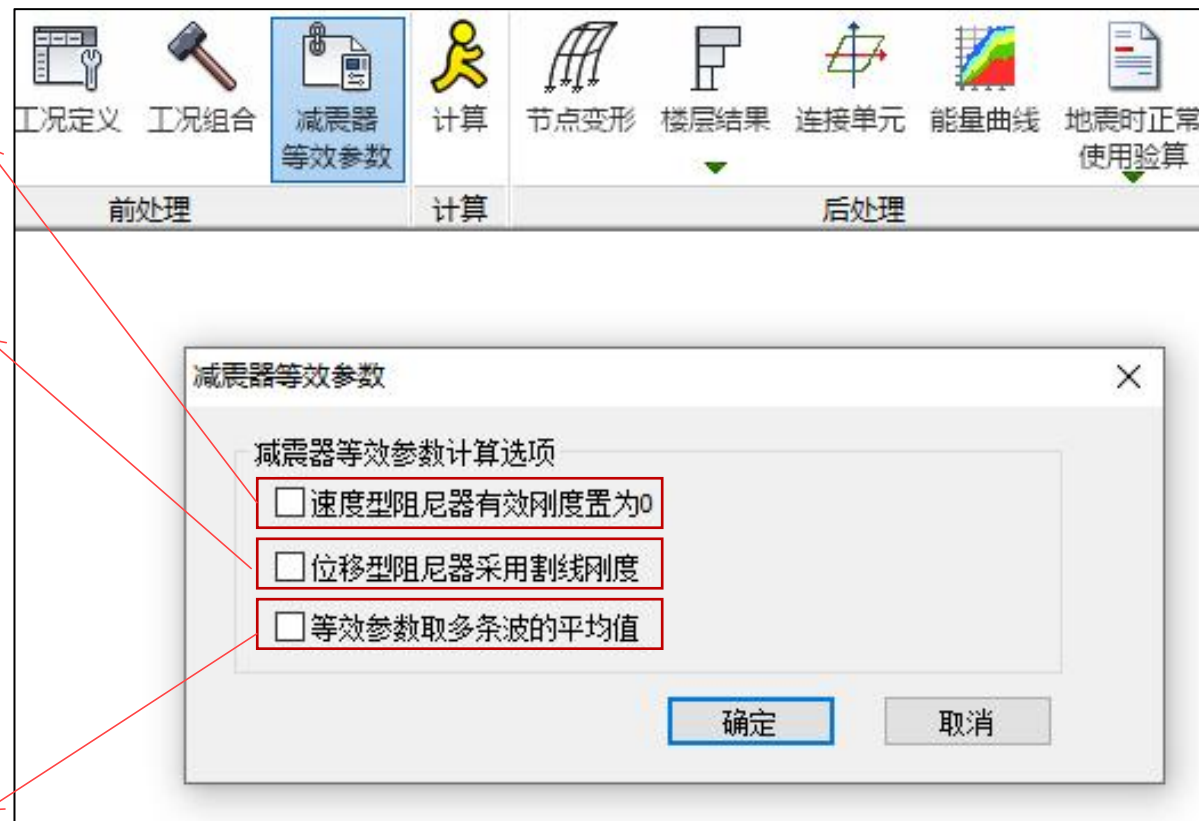
位移型阻尼器采用割线刚度

软件内部默认采用能量等效方式计算减震器等效刚度，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

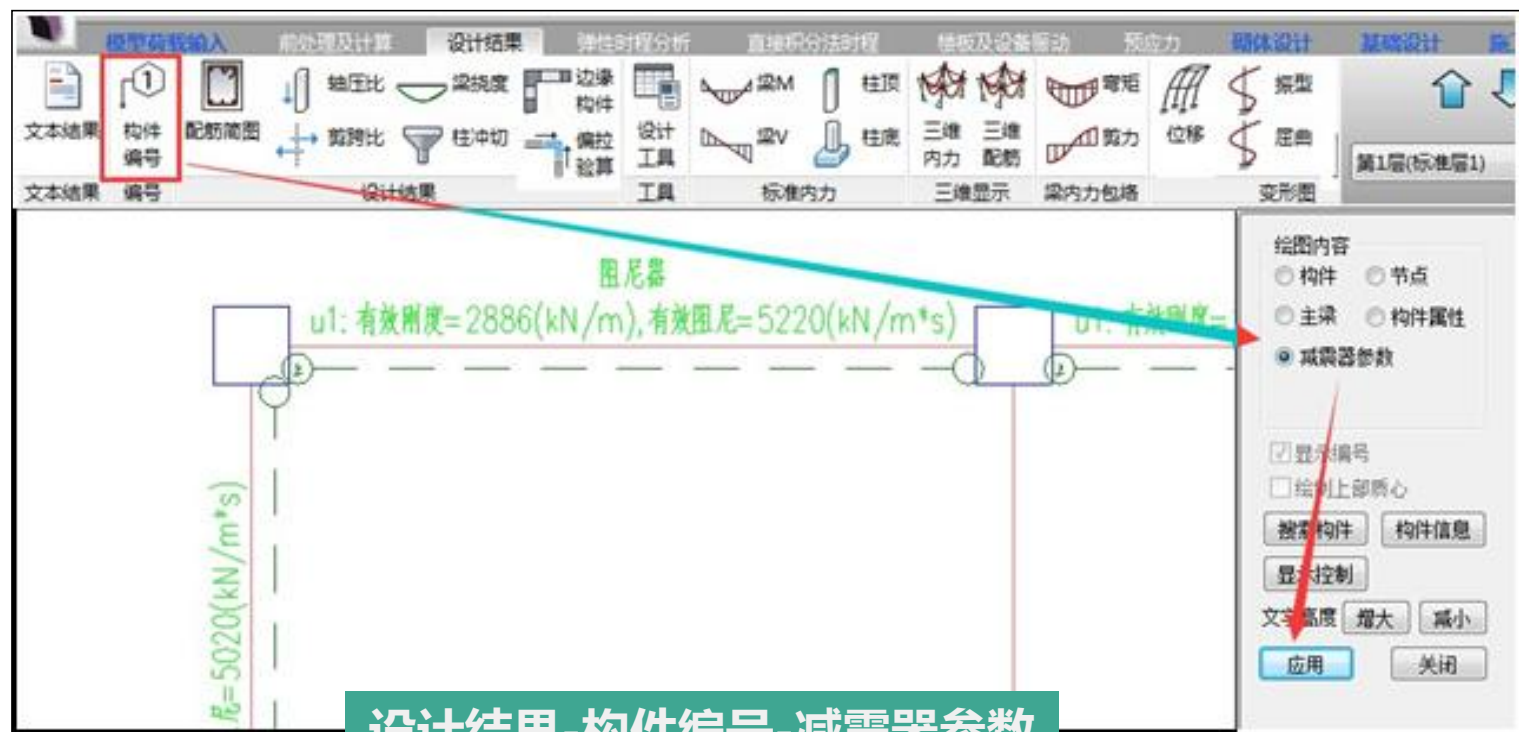
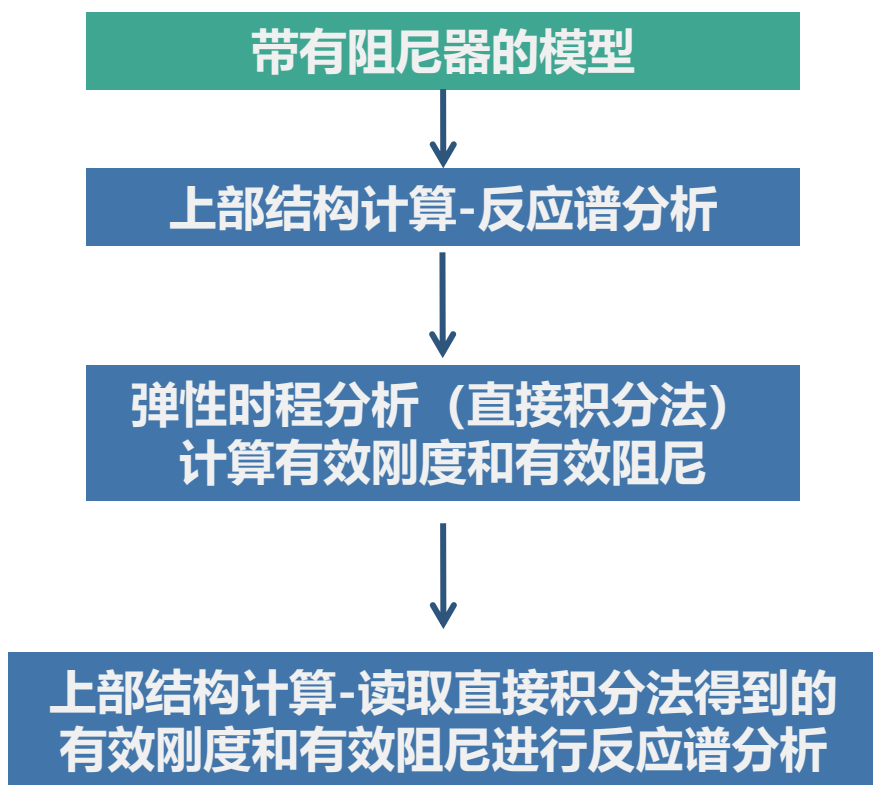
当用户定义了多条波多个工况计算时，软件对于等效参数的确定遵循下列规则：

- ✓ 当用户不选择该选项时：对每一个非线性构件，程序遍历每个工况，取该构件内能最大的工况，根据该工况下的滞回曲线计算该构件的有效刚度和有效阻尼，将其作为该构件的有效刚度和有效阻尼系数结果进行输出。
- ✓ 当用户选择该选项时：程序对每个工况分别计算一次等效参数，对X向布置的减震器，取所有0度工况的平均值，对Y向布置的减震器，取所有90度工况的平均值，对于斜向布置的减震器，取与此减震器布置方向夹角小于等于45度的所有工况的平均值。



4、无缝衔接弹性时程分析

- 弹性时程分析（直接积分法）可以计算阻尼器有效刚度和有效阻尼
- 反应谱分析可以读取弹性时程分析（直接积分法）计算得到的有效刚度和有效阻尼



5、无缝衔接弹塑性时程分析

YJK-EP弹塑性时程分析模块可以无缝接力上部结构计算模块进行后续计算。

弹塑性时程分析前处理



配筋信息数据源提供二选一选项

弹塑性时程分析后处理结果丰富

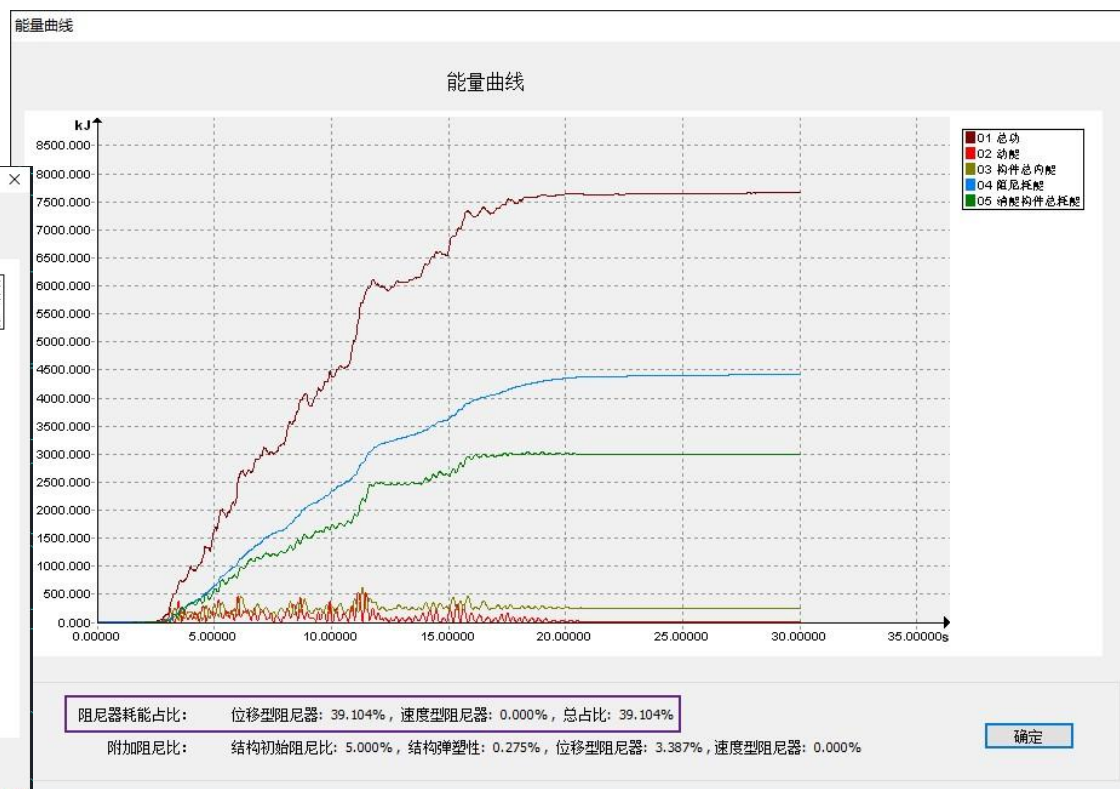
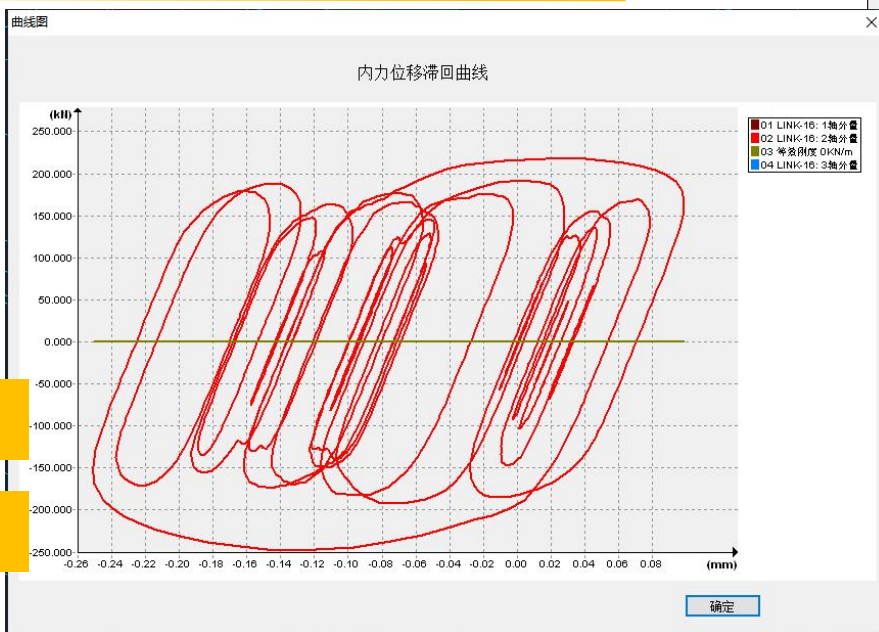


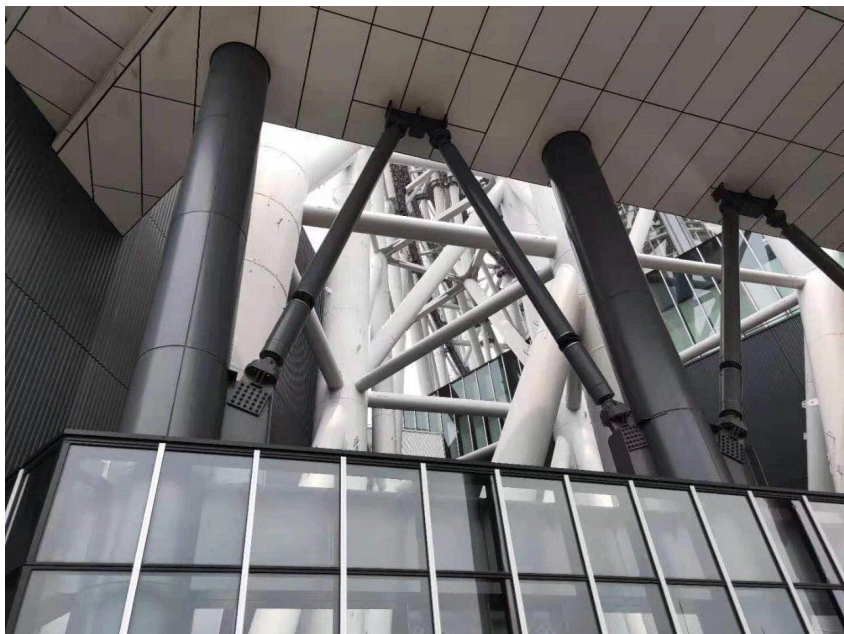
能量曲线

阻尼器滞回曲线

附加阻尼比文本结果

地震时正常使用验算





三、多种有效刚度和阻尼的计算方法

1、规范能量法-时程计算



按照抗规12.3.4，能量法计算耗能部件附加给结构的有效阻尼比按下式计算：

$$\xi_a = \sum_{j=1}^k W_{c_j} / (4\pi W_s)$$

结构总应变能：

$$W_s = \frac{1}{2} \sum_i |F_i(t)|_{\max} |u_i(t)|_{\max}$$

$|F_i(t)|_{\max}$ 为整个地震持时中第*i*层剪力计算值的最大绝对值，

$|u_i(t)|_{\max}$ 为整个地震持时中第*i*层层间位移计算值的最大绝对值；

软件输出

层-塔号	主方向楼层剪力	主方向层间位移	主方向应变能	次方向楼层剪力	次方向层间位移	次方向应变能
1-1	4019.952	0.006	11.800	16.418	0.001	0.004
2-1	3533.938	0.006	10.527	14.898	0.001	0.004
3-1	2849.786	0.006	8.051	11.706	0.001	0.003
4-1	1950.751	0.005	4.685	8.981	0.000	0.002
5-1	914.771	0.003	1.400	7.375	0.000	0.001

1、规范能量法-时程计算

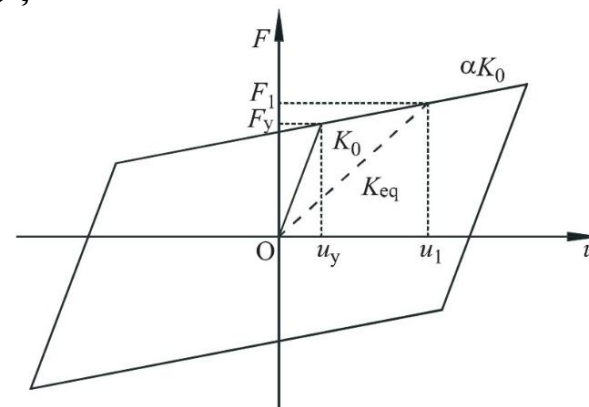
速度型阻尼器耗能

$$W_{cj} = \lambda_1 |F_{dj}(t)|_{\max} |\Delta u_j(t)|_{\max}$$

$|F_{dj}(t)|_{\max}$ 为每个阻尼器的最大阻尼力， $|\Delta u_j(t)|_{\max}$ 为每个阻尼器的最大相对变形；

位移型阻尼器耗能

取整个时程中每个阻尼器最大相对变形对应的点所形成的平行四边形的面积；



软件输出

速度型阻尼器消耗能量 (Kn*m)	
阻尼器编号	耗能
1	4.557
2	0.002
3	4.079
4	0.006
5	5.145
6	0.003
7	0.008

在附加阻尼比结果文本最后按地震波的输入角度给出多条地震波下附加阻尼比的平均值：

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: 8.16%

全部90.0度地震波工况的附加阻尼比平均值: 7.09%

2、规范能量法-反应谱计算

基于《建筑消能减震技术规程》6.3.3条提出的反应谱迭代方法。

消能部件附加给结构的有效阻尼比按下式计算：

$$\xi_a = \sum_{j=1}^k W_{cj} / (4\pi W_s)$$

结构总应变能：

$$W_s = \frac{1}{2} \sum F_i u_i$$

F_i 为质点*i*水平地震作用标准值

u_i 为质点*i*水平地震作用标准值下的位移

速度型阻尼器耗能

$$W_{cj} = \lambda_1 F_{dj \max} \Delta u_j$$

对于反应谱分析可取 $F_{dj \max} = C_j (\omega_1 \Delta u_j)^\alpha$

位移型阻尼器耗能

取反应谱计算的每个阻尼器相对水平位移对应的点所形成的平行四边形的面积。



2、规范能量法-反应谱计算

反应谱计算所需的附加阻尼比与 u 有关，而 u 是反应谱计算得来，因此能量法采用反应谱计算时需要进行迭代。

迭代过程

《建筑消能减震技术规程》6.3.3条文说明：

1 假定各个消能器的设计参数和消能减震结构的总阻尼比 ζ 。

2 将消能减震结构的总阻尼比和各个消能器的设计参数代入分析模型中，根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定，采用振型分解反应谱法进行结构分析。

3 经结构分析可得第 i 楼层的水平剪力 F_i 、水平地震作用标准值的位移 u_i 及第 j 个消能器的阻尼力 F_{dj} 及相对位移 Δu_{dj} 。

4 由式(6.3.2-1)、式(6.3.2-2)、式(6.3.2-3)、式(6.3.2-4)和式(6.3.2-5)计算消能器附加给结构的有效阻尼比 ζ_d 。

5 重新修正各个消能器的设计参数，并利用下式计算消能减震结构的总阻尼比 ζ ：

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_d \quad (14)$$

式中： ζ_1 ——主体结构阻尼比；

ζ_d ——消能器附加给结构的有效阻尼比。

6 将步骤5计算得到的消能减震结构的总阻尼比和各个消能器的参数作为初始假设值，重复步骤2~步骤5。反复迭代，直至步骤2使用的消能减震结构的总阻尼比与步骤5计算得到的消能减震结构的总阻尼比接近。

反应谱计算方法

实振型分解反应谱法
减震隔震附加阻尼比算法

复振型分解反应谱法

能量法

减隔震元件有效刚度和有效阻尼

采用输入的等效线性属性

迭代确定

自动采用弹性时程计算结果

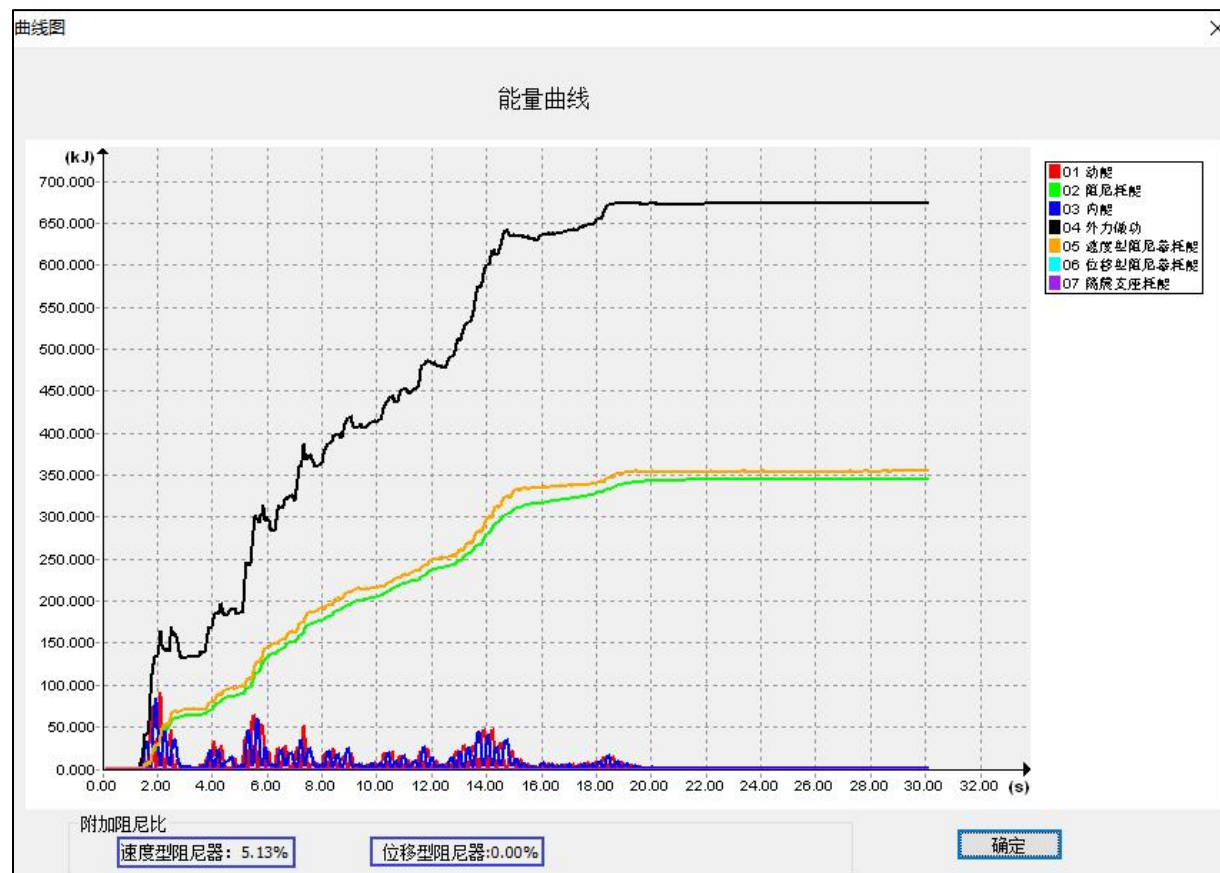
3、能量曲线比值法

能量曲线比值法计算附加阻尼比

按照最终时刻阻尼器累积耗能占与固有阻尼累积耗能的比值进行减震结构附加阻尼比的计算：

$$\text{附加阻尼比} = \frac{\text{阻尼器耗能}}{\text{固有阻尼耗能}} \times \text{结构固有阻尼比}$$

该方法假定时程分析累积能量曲线的结构固有阻尼耗能占与阻尼器耗能的比值关系与两种能量相对应的阻尼比比值相等。



能量曲线比值法计算得到的附加阻尼比

4、强制解耦法

强制解耦法的本质基于阻尼矩阵的振型分解，结构的阻尼矩阵 C 为主体结构的阻尼矩阵与减震装置的有效阻尼矩阵之和：

$$\phi^T C \phi = \phi^T C_S \phi + \phi^T C_C \phi = \begin{bmatrix} 2\xi_{S1}\omega_1 m_1 & & \\ & \ddots & \\ & & 2\xi_{Sn}\omega_n m_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \psi_1^T C_C \psi_1 & \cdots & \psi_1^T C_C \psi_n \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \psi_n^T C_C \psi_1 & \cdots & \psi_n^T C_C \psi_n \end{bmatrix}$$



强制解耦的核心思想是忽略其非对角元素，用附加阻尼比的对角矩阵来替代附加阻尼部分

$$\phi^T C \phi = \phi^T C_S \phi + \phi^T C_C \phi = \begin{bmatrix} 2\xi_{S1}\omega_1 m_1 & & \\ & \ddots & \\ & & 2\xi_{Sn}\omega_n m_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2\xi_{C1}\omega_1 m_1 & & \\ & \ddots & \\ & & 2\xi_{Cn}\omega_n m_n \end{bmatrix}$$

各振型的附加阻尼比如下：

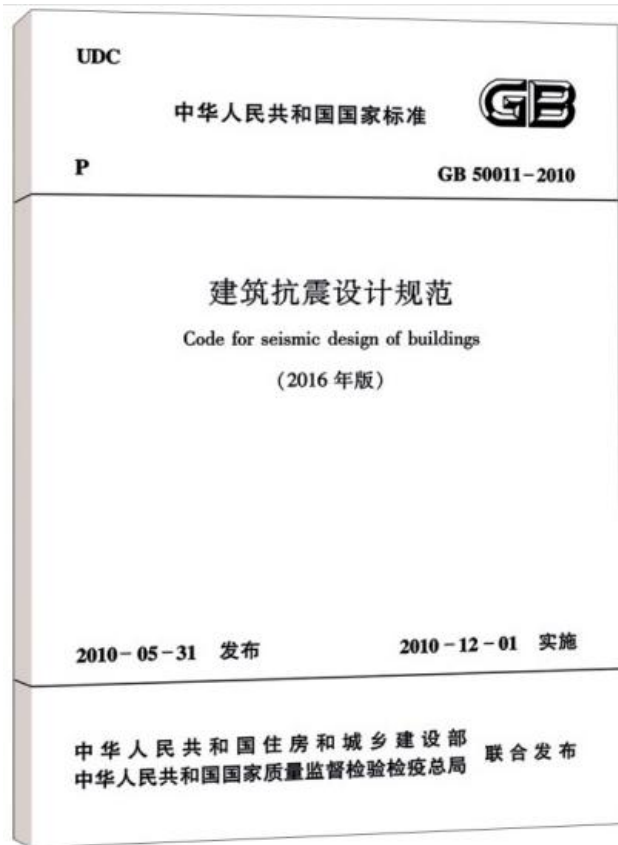
$$\xi_{Ci} = \frac{\psi_i^T C_C \psi_i}{2\omega_i m_i} \quad (i=1,2,\dots,n)$$

抗规12.3.4条文说明表明：当消能部件较均匀分布且阻尼比不大于0.2时，强行解耦与精确解的误差，大多数可控制在5%以内。

5、减震结构推荐计算方法

□ 各类减震结构等效阻尼比的推荐算法如下：

体系	等效阻尼比算法	有效刚度和有效阻尼系数确定方法
速度线性阻尼器	优先采用时程能量法 或能量曲线比值法	-
	也可采用反应谱能量法	采用输入的等效线性参数(有效刚度填0)
非线性粘滞阻尼器	优先采用时程能量法 或能量曲线比值法	-
	也可采用反应谱能量法	自动采用弹性时程计算结果
位移型阻尼器	反应谱能量法	小震：采用输入的等效线性参数(有效阻尼填0) 中震：迭代确定



四、依据《抗规》减震设计

四、依据《抗规》减震设计

□ 依据《抗规》减震设计要求

1、抗规5.4条给出了减震结构按照多遇地震进行设计的相关规定，抗规第6章给出了相应的抗震措施要求。

5.4 截面抗震验算

5.4.1 结构构件的地震作用效应和其他荷载效应的基本组合，应按下列公式计算：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Ehk} + \gamma_{Ev} S_{Evk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.4.1)$$

式中： S ——结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值等；

γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况应采用1.2，当重力荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于1.0；

γ_{Eh} 、 γ_{Ev} ——分别为水平、竖向地震作用分项系数，应按表5.4.1采用；

γ_w ——风荷载分项系数，应采用1.4；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应，可按本规范第5.1.3条采用，但有吊车时，尚应包括悬吊物重力标准值的效应；

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

S_{wk} ——风荷载标准值的效应；

ψ_w ——风荷载组合值系数，一般结构取0.0，风荷载起控制作用的建筑应采用0.2。

注：本规范一般略去表示水平方向的下标。

5.4.2 结构构件的截面抗震验算，应采用下列设计表达式：

$$S \leq R / \gamma_{RE} \quad (5.4.2)$$

式中： γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，除另有规定外，应按表5.4.2采用；

R ——结构构件承载力设计值。

表 5.4.2 承载力抗震调整系数

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
钢	柱，梁，支撑，节点板件，螺栓，焊缝	强度	0.75
	柱，支撑	稳定	0.80
砌体	两端均有构造柱、芯柱的抗震墙	受剪	0.9
	其他抗震墙	受剪	1.0
混凝土	梁	受弯	0.75
	轴压比小于0.15的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于0.15的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏拉	0.85

四、依据《抗规》减震设计

□ 依据《抗规》减震设计要求

2、消能减震技术规程6.4.2规定减震结构需要进行消能子结构在罕遇地震下的极限承载力验算。

6.4.2 消能子结构的截面抗震验算应符合下列规定：

1 消能子结构中梁、柱、墙构件宜按重要构件设计，并应考虑罕遇地震作用效应和其他荷载作用标准值的效应，其值应小于构件极限承载力。

2 消能子结构中的梁、柱和墙截面设计应考虑消能器在极限位移或极限速度下的阻尼力作用。

3 消能部件采用高强度螺栓或焊接连接时，消能子结构节点部位组合弯矩设计值应考虑消能部件端部的附加弯矩。

4 消能子结构的节点和构件应进行消能器极限位移和极限速度下的消能器引起的阻尼力作用下的截面验算。

5 当消能器的轴心与结构构件的轴线有偏差时，结构构件应考虑附加弯矩或因偏心而引起的平面外弯曲的影响。

依据《抗规》减震设计：

- 1、多遇地震反应谱分析
- 2、多遇地震单性时程分析
- 3、罕遇地震单塑性时程分析

基于保持建筑正常使用功能的
抗震技术导则

Guideline for seismic technology to maintain functionality of buildings in
earthquakes
(送审稿)

五、依据《导则》减震设计

五、依据《导则》减震设计

《基于保持建筑正常使用功能的抗震技术导则》征求意见稿

3.1.1 地震时正常使用建筑应保证当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震时，无需修理可继续使用；当遭受罕遇地震时，经简单或适度修理可继续使用。

3.2.2 地震时正常使用建筑应基于设防地震进行承载力设计，并进行设防地震和罕遇地震作用下的结构变形和楼面水平加速度验算。

3.2.4 地震时正常使用建筑应进行结构弹塑性时程分析，计算设防地震和罕遇地震作用下的结构层间位移和楼面水平加速度。结构层间变形应满足本导则 4.3 的规定，楼面水平加速度应满足本导则 4.4 的规定。

4.1.2 地震时正常使用建筑的地震作用效应计算，应满足下列要求：

1 房屋高度不超过 24m、上部结构以剪切变形为主，且质量和刚度沿高度分布比较均匀的建筑，其结构内力和变形计算可采用底部剪力法。

2 除本条第 1 款外的建筑，其结构内力和变形计算应采用振型分解反应谱法。对于房屋高度大于 60m 的建筑和不规则的建筑，尚应采用时程分析法进行补充计算。

3 楼面水平加速度应采用时程分析法进行计算。

依据《导则》进行减震设计：

- 1、设防地震下反应谱分析
- 2、设防地震下弹性时程分析
- 2、罕遇地震下弹塑性时程分析

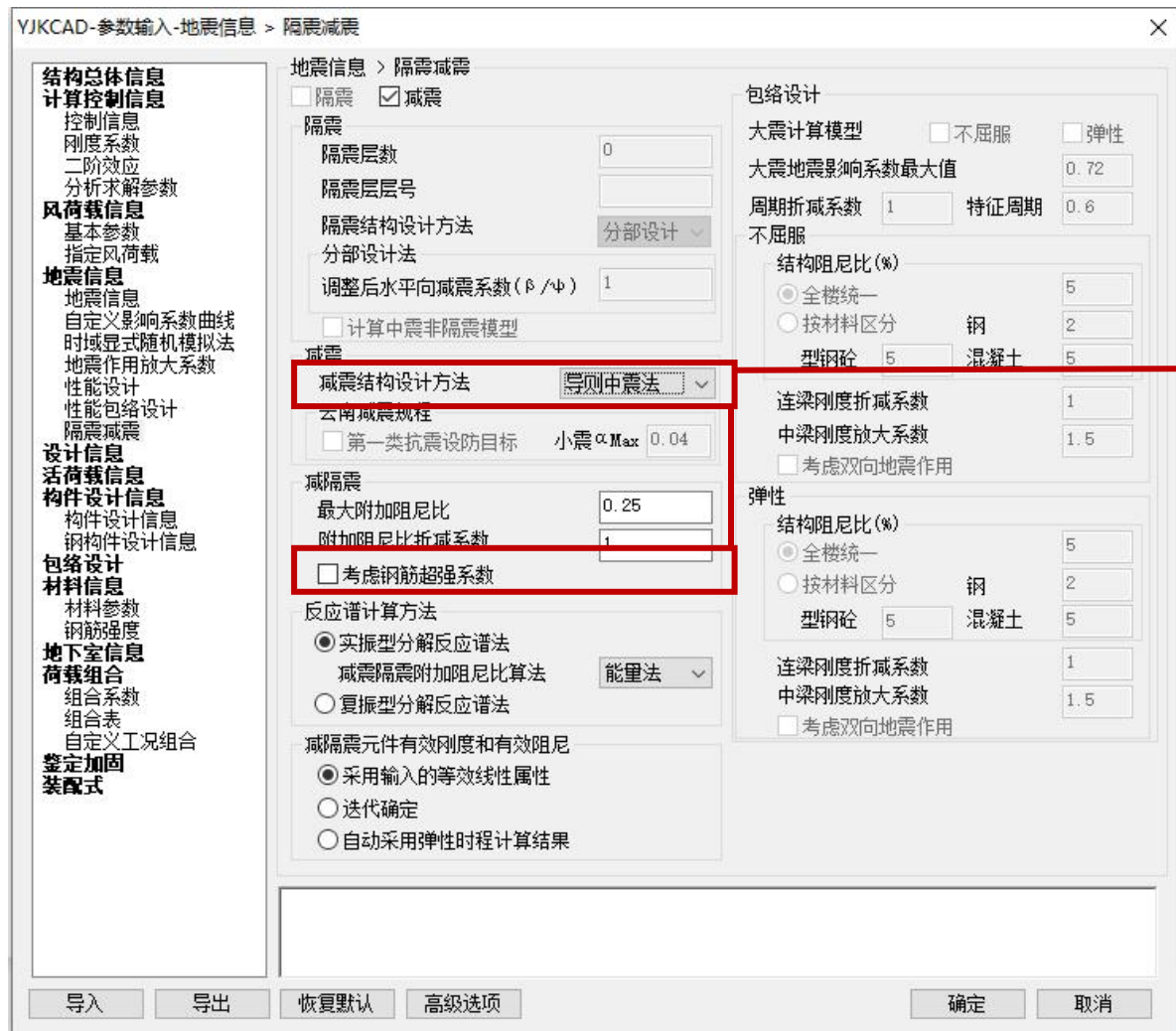
软件特点

基于保持建筑正常使用功能的
抗震技术导则

Guideline for seismic technology to maintain functionality of buildings in
earthquakes
(送审稿)

1. 支持依照《导则》进行设计
2. 支持依照《导则》性能目标设计
3. 支持《导则》地震时使用验算功能
4. 弹性时程楼层指标中输出楼层加速度结果

1、支持依照《导则》进行设计



- ◆ 选择导则中震法，程序基于中震内力对构件进行设计。
- ◆ 此时可以勾选考虑钢筋超强系数。

2、支持依照《导则》性能目标设计

《导则》中1类建筑和2类建筑正常使用的性能目标

3.1.3 地震时正常使用建筑的性能目标应不低于表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3-1 I 类建筑正常使用的性能目标

构件类型	设防地震	罕遇地震
结构构件	完好或基本完好	轻微或轻度损坏
减震部件	正常工作	正常工作
隔震部件	正常工作	正常工作
建筑非结构构件	基本完好	轻度损坏
建筑附属机电设备	正常工作	轻度损坏
仪器设备	正常工作	轻度损坏
继续使用的要求	无需修理可继续使用	简单修理可继续使用

表 3.1.3-2 II 类建筑正常使用的性能目标

构件类型	设防地震	罕遇地震
结构构件	基本完好或轻微损坏	轻度或中度损坏
减震部件	正常工作	正常工作
隔震部件	正常工作	正常工作
建筑非结构构件	基本完好	中度损坏
建筑附属机电设备	正常工作	中度损坏
仪器设备	正常工作	中度损坏
继续使用的要求	无需修理可继续使用	适度修理可继续使用

关键构件	指构件的失效可能引起结构的连续破坏或危及生命安全的严重破坏，可由结构工程师根据工程实际情况分析确定。
普通竖向构件	是指关键构件之外的竖向构件。
重要水平构件	是指关键构件之外不宜提早屈服的水平构件，包括对结构整体性有较大影响的水平构件、承受较大集中荷载的楼面梁（框架梁、抗震墙连梁）、承受竖向地震的悬臂梁，以及消能减震结构中耗能子结构的框架梁等。
普通水平构件	一般的框架梁、抗震墙连梁等。

2、支持依照《导则》性能目标设计

- 此处构件设计与隔标类似，基于中震内力对构件进行设计。
- 结构构件根据功能、作用、位置及重要性等分为：关键构件、普通竖向构件、重要水平构件和普通水平构件。
- 在前处理特殊构件定义-减隔震设计-构件类型中进行指定，构件设计即可根据指定类型按照导则4.2条取用不同的公式进行设计。

构件类型指定

构件信息中显示构件类型

构件信息输出

特殊构件定义

- 抗震等级
- 材料强度
- 重要性系数
- 性能设计
- 减隔震设计
- 人防构件
- 超配系数
- 删除
- 复制
- 多塔定义
- 楼层属性
- 风荷载
- 计算长度
- 温度荷载
- 活荷折减
- 生成数据及数检
- 计算

支墩及相连构件《GB/T 51408-2021》

- 柱
- 梁
- 地梁
- 墙梁
- 删除本层
- 删除全楼

构件类型《GB/T 51408-2021》/《导则》

- 梁
- 柱
- 墙柱
- 删除本层
- 删除全楼

性能设计《GB/T 51408-2021》

- 梁
- 墙梁
- 删除本层
- 柱
- 墙柱
- 删除全楼
- 支撑

关闭

参数名 参数值

隔震设计类型 3

隔震设计类型

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 见《建筑隔震设计标准(GB_T 51408-2021)》

dsnMemInf.out - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

N-B=26 (I=2000022, J=2000018) (1)B*H(mm)=300*700
Lb=4.00(m) Cover= 20(mm) Nfb=1 Nfb_gz=1 Rcb=30.0 Fy=360 Fyv=360
砼梁 C30 框架梁 调幅梁 矩形 重要水平构件
livec=1.000 stif=2.000 stif_w=2.000 stif_s=2.000 tf=0.850 nj=0.400
ηv=1.391

	-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-9-
-M (kNm)	0	0	-32	-144	-263	-390	-524	-664	-809
LoadCase	(0)	(0)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)
Top Ast	0	0	630	630	1056	1614	2365	3145	3453
% Steel	0.00	0.00	0.30	0.30	0.54	0.82	1.25	1.66	1.82
+M (kNm)	288	269	284	326	360	387	407	420	429
LoadCase	(0)	(0)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)	(28)
Btm Ast	1328	1233	1146	1327	1480	1601	1691	1753	1907
% Steel	0.67	0.63	0.58	0.67	0.75	0.81	0.86	0.89	1.01
V (kN)	-246	-260	-275	-292	-310	-328	-344	-358	-446
LoadCase	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)	(27)
Asv	38	43	49	55	61	68	73	78	110
Rsv	0.13	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.24	0.26	0.37

非加密区箍筋面积: 66

3、支持《导则》地震时使用验算功能

□ 《导则》将正常使用建筑分为1类建筑和2类建筑。

3.1.2 地震时正常使用建筑分为 I 类建筑和 II 类建筑，其分类应按照表 3.1.2 进行。

表 3.1.2 地震时正常使用建筑分类

建筑类型	建筑
I 类	应急指挥中心；医院主要建筑；应急避难场所建筑；广播电视建筑
II 类	学校建筑；幼儿园建筑；医院附属用房；养老机构建筑；儿童福利机构建筑

□ 《导则》3.2.2条中对承载力验算、层间位移验算、楼面水平加速度验算均提出要求。

	承载力验算	结构变形	楼面水平加速度验算
设防地震	√	√	√
罕遇地震		√	√

抗震承载力验算依据《导则》4.2条，结构层间变形满足《导则》4.3条，楼面水平加速度满足《导则》4.4条。

3、支持《导则》地震时使用验算功能

4.2 结构构件承载力验算

4.2.1 地震时正常使用建筑的结构构件应按照设防地震作用进行验算。

4.2.2 设防地震下地震时正常使用建筑的关键构件的抗震承载力，应符合下式规定：

$$S = \gamma_G S_{GE} + \gamma_{Eh} S_{Eh} + \gamma_{Ev} S_{Ev} \leq R / \gamma_{RE} \quad (4.2.2)$$

式中：S ——结构构件内力组合的设计值，包括组合的弯矩、轴向力和剪力设计值等；

R ——构件承载力设计值；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，除另有规定外，应按表 4.2.2-1 采用；

γ_G ——重力荷载分项系数，一般情况应采用 1.3，当重力荷载效应对构件承载能力有利时，不应大于 1.0；

γ_{Eh} 、 γ_{Ev} ——分别为水平、竖向地震作用分项系数，应按表 4.2.2-2 采用；

S_{GE} ——重力荷载代表值的效应，计算地震作用时，建筑的重力荷载代表值应取结构和构件自重标准值和各可变荷载组合值之和，各可变荷载的组合值系数，应按表 4.2.2-3 采用；但有吊车时，尚应包括悬吊物重力标准值的效应；

S_{Eh} ——水平地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数；

S_{Ev} ——竖向地震作用标准值的效应，尚应乘以相应的增大系数或调整系数。

4.3 层间变形验算

4.3.1 地震时正常使用建筑的最大层间位移角限值应符合表 4.3.1-1 和 4.3.1-2 的规定。

表 4.3.1-1 I 类建筑在设防地震和罕遇地震下的弹塑性层间位移角限值

地震水平	设防地震	罕遇地震
钢筋混凝土框架	1/400	1/150
底部框架砌体房屋中的框架-抗震墙、钢筋混凝土框架-抗震墙、框架-核心筒结构	1/500	1/200
钢筋混凝土抗震墙、板-柱抗震墙、筒中筒、钢筋混凝土框支层结构	1/600	1/250
多、高层钢结构	1/250	1/100

表 4.3.1-2 II 类建筑在设防地震和罕遇地震下的弹塑性层间位移角限值

地震水平	设防地震	罕遇地震
钢筋混凝土框架	1/300	1/100
底部框架砌体房屋中的框架-抗震墙、钢筋混凝土框架-抗震墙、框架-核心筒结构	1/400	1/150
钢筋混凝土抗震墙、板-柱抗震墙、筒中筒、钢筋混凝土框支层结构	1/500	1/200
多、高层钢结构	1/200	1/80

4.4 楼面水平加速度验算

4.4.1 地震时正常使用建筑的最大楼面水平加速度限值宜符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 地震时正常使用建筑的最大楼面水平加速度限值 (g)

地震水平	设防地震	罕遇地震
I 类建筑性能目标	0.25	0.45
II 类建筑性能目标	0.45	-

3、支持《导则》地震时使用验算功能

□ V4.2版本弹性时程分析、弹塑性时程分析结果中增加地震时使用验算功能



EPFlrAccCheck.Out - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

楼面水平加速度验算报告

楼层验算指标： 楼层(质心)加速度 (包络值)

塔号	层号	楼层加速度 (g)
1	1	0.302033
	2	0.450846
	3	0.470801
	4	0.481282
	5	0.551591
	6	0.635171

最大值： 1塔, 6层 0.635171 g

楼面水平加速度验算

EPFlrDefCheck.Out - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

变形验算报告

楼层变形验算指标： 楼层最大位移角 (包络值)

塔号	层号	层间最大位移角 (rad)
1	1	1/118
	2	1/118
	3	1/86
	4	1/86
	5	1/147
	6	1/151

最大值： 1塔, 4层 1/86 rad

变形验算

4、弹性时程楼层指标中输出楼层加速度结果

《导则》3.2.6条规定了设计文件中需要确定建筑非结构构件、建筑附属机电设备和仪器设备的要求。

□ 建筑非结构构件

5.1.1 地震时正常使用建筑应根据其在设防地震作用下的层间位移角和楼面水平加速度选择适合的建筑非结构构件,所选用的建筑非结构构件应能适应其所在位置的层间位移角和楼面水平加速度。当不能适应建筑的层间位移角和楼面水平加速度时,应重新选择建筑非结构构件,或对其采取专门措施。

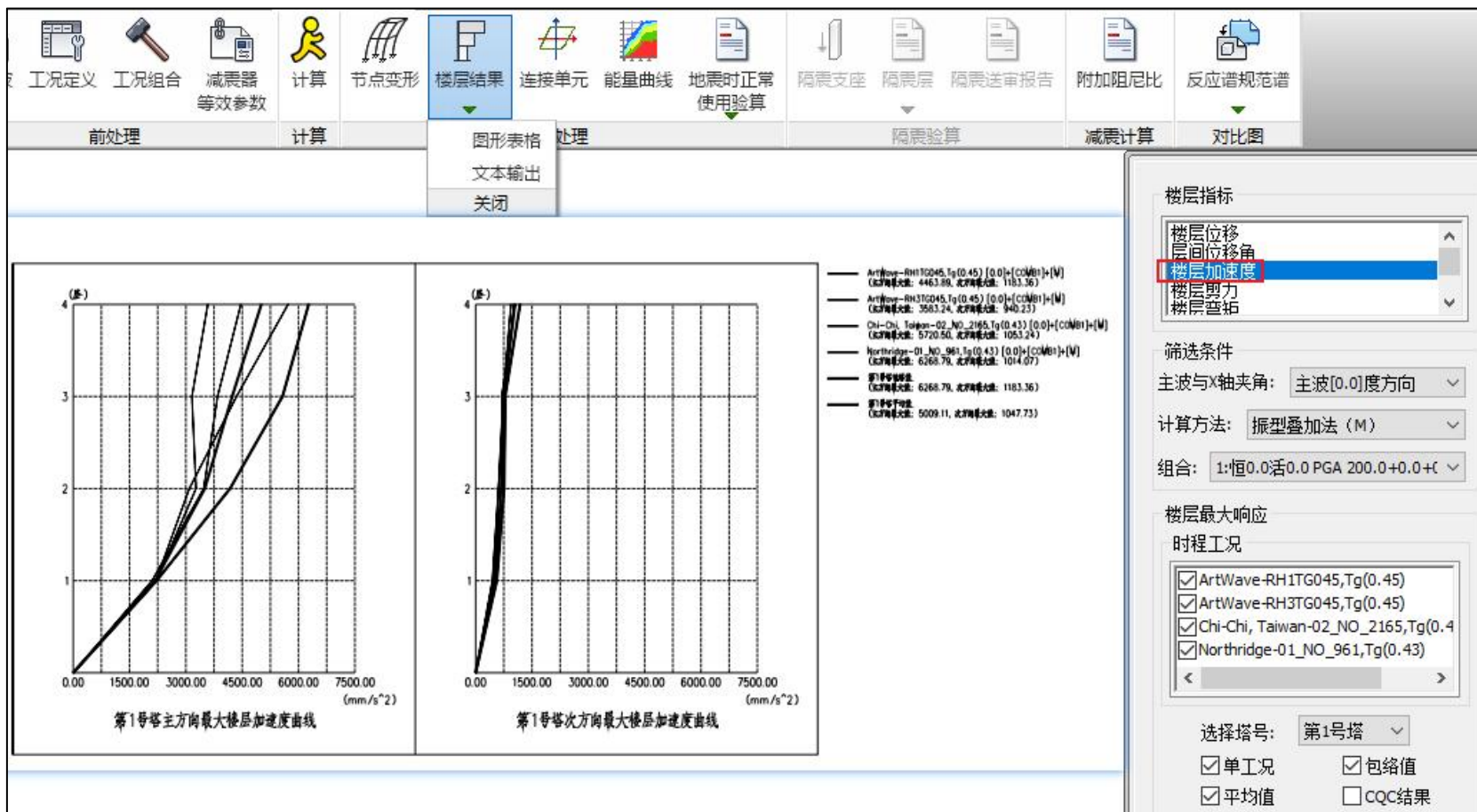
- 位移敏感型建筑非结构构件:是指其地震破坏模式主要受所在楼层相对位移(角)控制的建筑非结构构件,如填充墙、楼梯、隔墙、玻璃幕墙、门窗等。
- 加速度敏感型建筑非结构构件是指其地震破坏模式主要受所在楼层水平加速度控制的建筑非结构构件,如吊顶等。

□ 建筑附属机电设备和仪器设备

6.1.2 地震时正常使用建筑应根据其在设防地震作用下的层间位移角和楼面水平加速度选择适合的建筑附属机电设备和仪器设备,所选用的建筑附属机电设备和仪器设备应能适应其所在位置的层间位移角和楼面水平加速度。当所选的建筑附属机电设备和仪器设备不能适应建筑的层间位移角和楼面水平加速度时,应重新选择建筑附属机电设备和仪器设备,或对其采取专门措施。

4、弹性时程楼层指标中输出楼层加速度结果

□ 楼层结果中给出相应楼层所有节点的最大加速度，作为该楼层加速度输出



云南省工程建设地方标准

建筑消能减震应用技术规程

Technical Specification for Application of
Building Seismic Energy Dissipation

DBJ 53/T—125—2021

主编单位：昆明理工大学
震安科技股份有限公司
云南省设计院集团有限公司
批准单位：云南省住房和城乡建设厅
施行日期：2022年01月01日

云南出版集团
云南科技出版社
2022 昆明

六、依据《云南减震规程》减震设计

六、依据《云南减震规程》减震设计

4.1.2 消能减震结构地震作用计算，除特殊要求外，应采用下列方法：

1 当消能减震结构主体结构处于弹性工作状态，且消能器处于线性工作状态时，可采用振型分解反应谱法、弹性时程分析法；

2 当消能减震结构主体结构处于弹性工作状态，且消能器处于非线性工作状态时，可将消能器进行等效线性化，采用附加有效阻尼比和有效刚度的振型分解反应谱法、弹性时程分析法；也可采用弹塑性时程分析法；

3 当消能减震结构主体结构进入弹塑性状态时，应采用静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析方法。

4.1.3 采用时程分析法时，消能减震结构的恢复力模型应包括主体结构恢复力模型和消能部件的恢复力模型。

4.1.4 采用不同的计算软件对消能减震结构进行设计时，各计算模型应保持一致。

云南省《建筑消能减震应用技术规程》将减震结构分为**第一类抗震设防目标**的结构和**第二类抗震设防目标**的结构；**第一类抗震设防目标**的结构即按**中震**设计的结构，**第二类抗震设防目标**的结构即按**小震**设计的结构。

依据《云南减震规程》第一类抗震设防目标结构进行减震设计：

- 1、设防地震下反应谱分析
- 2、设防地震下弹性时程分析
- 2、罕遇地震下弹塑性时程分析

依据《云南减震规程》第二类抗震设防目标结构进行减震设计：

- 1、多遇地震下反应谱分析
- 2、多遇地震下弹性时程分析
- 2、罕遇地震下弹塑性时程分析

软件特点

云南省工程建设地方标准

建筑消能减震应用技术规程

Technical Specification for Application of
Building Seismic Energy Dissipation

DBJ 53/T—125—2021

主编单位：昆明理工大学

震安科技股份有限公司

云南省设计院集团有限公司

批准单位：云南省住房和城乡建设厅

施行日期：2022年01月01日

云南出版集团
云南科技出版社
2022 昆明

1. 支持依照云南省《建筑消能减震应用技术规程》设计
2. 对于第一类抗震设防目标的结构支持生成小震子模型
3. 隔震减震参数页增加附加阻尼比折减系数
4. 弹性时程和弹塑性时程均输出完整的能量图结果

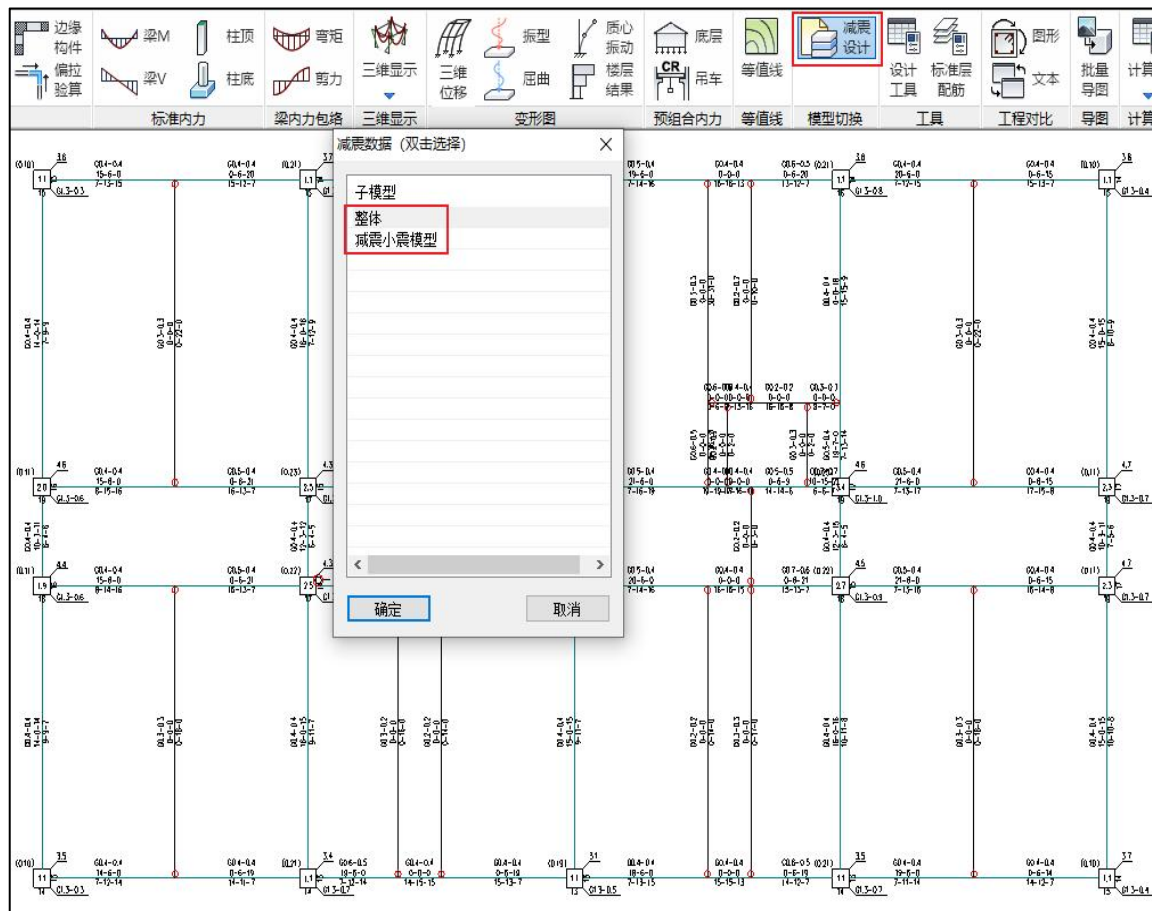
1、支持依照云南省《建筑消能减震应用技术规范》设计



- 云南省《建筑消能减震应用技术规范》将减震结构分为**第一类抗震设防目标的结构**和**第二类抗震设防目标的结构**；
- **第一类抗震设防目标的结构**即按**中震**设计的结构，**第二类抗震设防目标的结构**即按**小震**设计的结构；
- 对于**第一类抗震设防目标的结构**，自动按规程5.3.7条进行中震的构件设计，按规程5.3.8条~5.3.13条执行相应的内力调整系数，**并且自动生成小震模型**，进行小震配筋的自动包络；
- 可选择考虑钢筋超强系数，适用于梁、柱、墙构件的正截面验算。

2、对于第一类抗震设防目标的结构支持生成小震子模型

□ 设计结果-减震设计菜单下切换查看多个子模型的设计结果：



3、隔震减震参数页设置附加阻尼比折减系数

YJKCAD-参数输入-地震信息 > 隔震减震

结构总体信息
计算控制信息
控制信息
刚度系数
二阶效应
分析求解参数
风荷载信息
基本参数
指定风荷载
地震信息
地震信息
自定义影响系数曲线
时域显式随机模拟法
地震作用放大系数
性能设计
性能包络设计
隔震减震
设计信息
活荷载信息
构件设计信息
构件设计信息
钢构件设计信息
包络设计
材料信息
材料参数
钢筋强度
地下室信息
荷载组合
组合系数
组合表
自定义工况组合
鉴定加固
装配式

地震信息 > 隔震减震

隔震 减震

隔震

隔震层数 0

隔震层层号

隔震结构设计方法 分部设计

分部设计法

调整后水平向减震系数(β/ψ) 1

计算中震非隔震模型

减震

减震结构设计方法 云南减震规程

云南减震规程

第一类抗震设防目标 小震 α_{Max} 0.04

减隔震

最大附加阻尼比 0.25

附加阻尼比折减系数 1

考虑钢筋超强系数

反应谱计算方法

实振型分解反应谱法
减震隔震附加阻尼比算法 能量法

复振型分解反应谱法

减隔震元件有效刚度和有效阻尼

采用输入的等效线性属性
 迭代确定
 自动采用弹性时程计算结果

包络设计

大震计算模型 不屈服 弹性

大震地震影响系数最大值 0.72

周期折减系数 1 特征周期 0.3

不屈服

结构阻尼比(%)

全楼统一 5

按材料区分 钢 2

型钢砼 5 混凝土 5

连梁刚度折减系数 0.6

中梁刚度放大系数 1

考虑双向地震作用

弹性

结构阻尼比(%)

全楼统一 5

按材料区分 钢 2

型钢砼 5 混凝土 5

连梁刚度折减系数 0.6

中梁刚度放大系数 1

考虑双向地震作用

导入 导出 恢复默认 高级选项 确定 取消

此处可以考虑对读取的弹性时程分析（直接积分法）计算得到的附加阻尼比进行折减。

4、弹塑性时程均输出完整的能量图结果

《云南省建筑消能减震应用技术规程》3.0.2对于阻尼器耗能占比提出限值要求

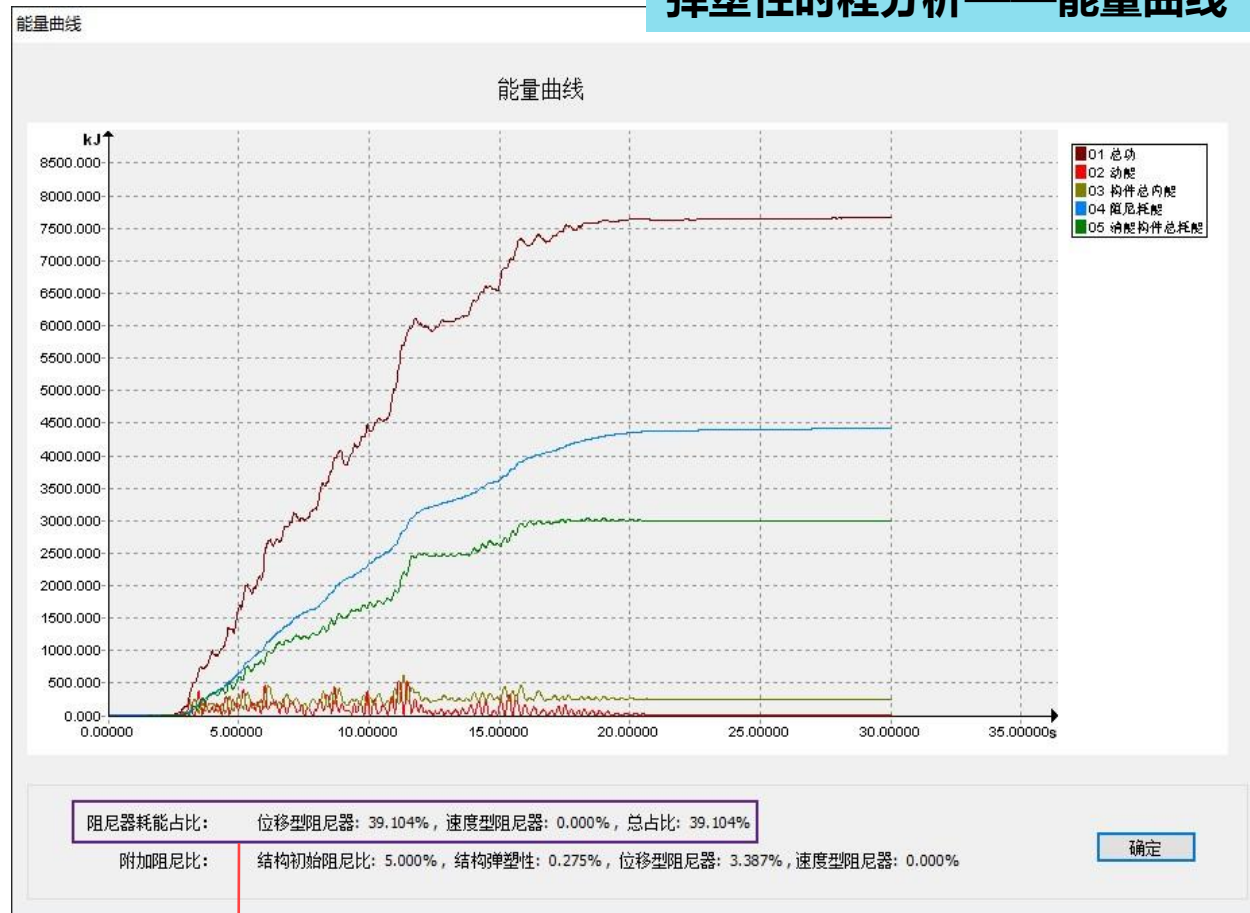
弹塑性时程分析——能量曲线

3.0.2 消能器在结构中的布置应遵循“均匀、分散、对称、周边”的原则，且应具有足够的数量。消能减震结构在罕遇地震作用下消能器耗能占与地震总输入能量的比值不应小于表3.0.2的限值。

表 3.0.2 罕遇地震作用下消能器的耗能占比限值 (%)

结构类型	房屋高度 H (m)	耗能占比 (%)	
		第一类抗震设防目标	第二类抗震设防目标
框架结构	/	25.0	20.0
框架-剪力墙结构 或剪力墙结构	$H \leq 60$	10.0	8.0
	$60 < H \leq 80$	8.0	6.0
	$H > 80$	应进行专门研究和论证	

注：房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度（不包括局部突出屋顶部分）。



在动力弹塑性时程分析结果输出罕遇地震下消能器耗能占比，以检验是否满足规范限值。

THE END

