



YJK减震结构设计

5.0后升级内容和重难点介绍

北京盈建科软件股份有限公司

YJK减震结构设计

- ◆ 盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍
- ◆ 盈建科减震设计重难点总结

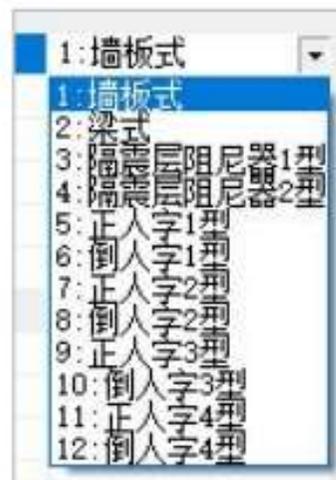
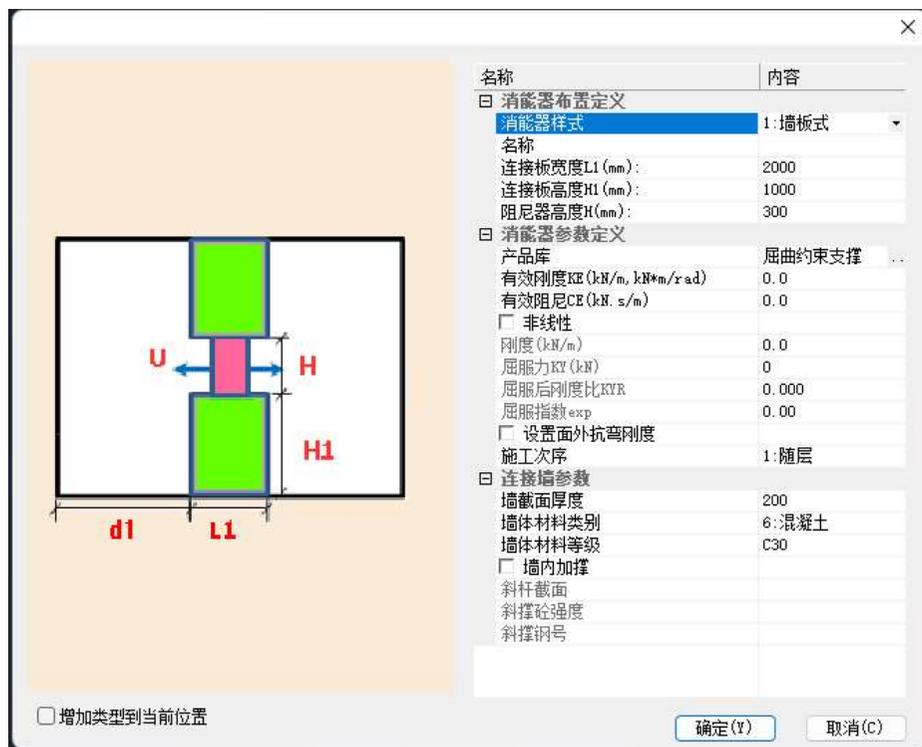


◆ 盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 减震器成组快捷布置

将阻尼器和相关构件作为一个**整体组件**，设定布置参数，进行消能器的快捷参数化建模，共12种样式。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 减震器建模优化

增加减震布置对话框，设置**始端偏移距离**、**终端偏移距离**参数；同时设置**顶部偏移距离**、**底部偏移距离**，以适应错层布置要求。

减震器类型列表中增加显示**阻尼器参数**；

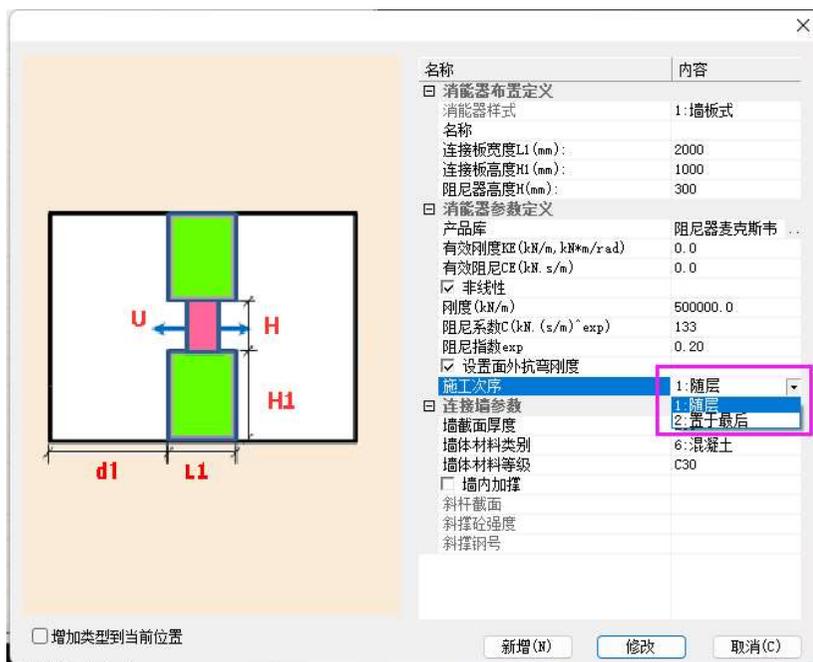
减震器支持**层间复制**；



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 减震器中阻尼器增加施工次序参数

减震器定义对话框给出施工次序参数，用于考虑减震组中阻尼器的**施工次序**；可选择随层或者置于最后。实际工程中阻尼器一般在主体结构施工以后进行施工。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 支持导则中普通水平构件的超强系数

导则4.2.4条，普通水平构件承载力标准值，对钢筋混凝土梁支座或节点边缘截面可考虑将钢筋的强度标准值提高25%进行计算，对钢梁支座或节点边缘截面可考虑将钢材屈服强度标准值提高25%进行计算，减震中选择“考虑钢筋超强系数”时执行此项规定。

5.3版修改为只对梁端截面起作用。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 增加减震性能包络设计

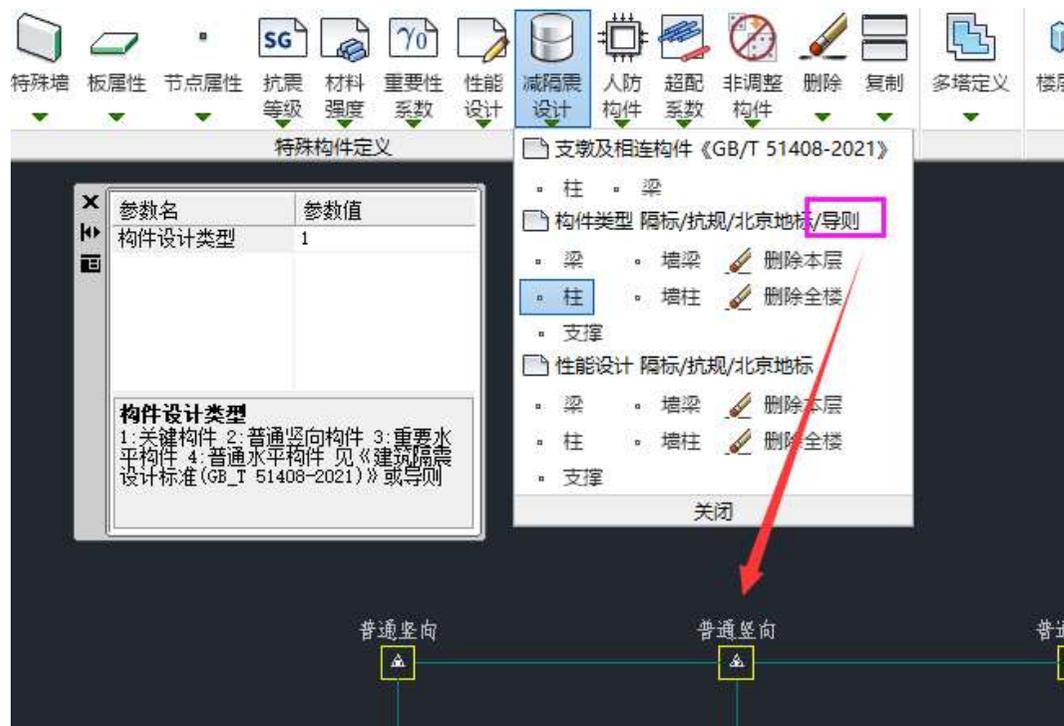
增加**减震性能包络设计**，当减震结构设计方法中选择抗规或北京地标时可用。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 修改关键构件类型的默认构件规则

之前版本嵌固层的柱及底部加强区的墙体默认为关键构件，5.3版将其默认类型改为普通竖向构件。

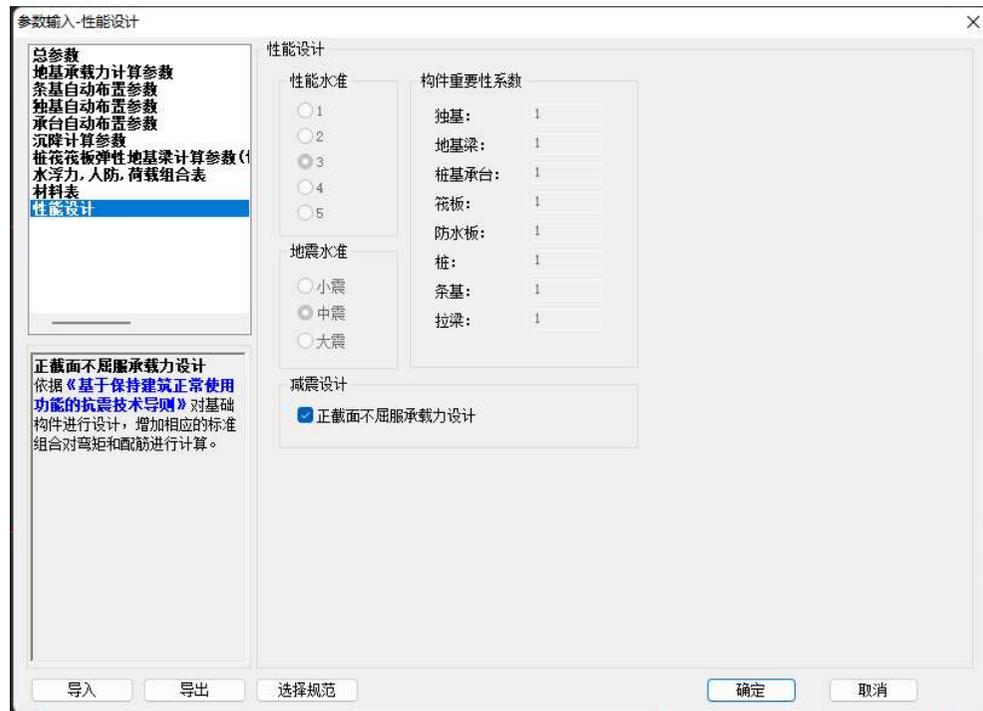


盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 支持导则要求的基础构件正截面不屈服设计

导则4.2.5条，设防地震下地震时正常使用建筑的基础构件的受剪承载力应符合式（4.2.2）的规定，正截面承载力应符合式（4.2.3-1）、（4.2.3-2）的规定。

基础-参数设置-性能设计中设置“正截面不屈服承载力设计”选项，减震结构设计方法选择导则中震法时，该选项默认选中，其他情况默认不选中，如有需要可勾选采用。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 分塔参数增加阻尼比参数

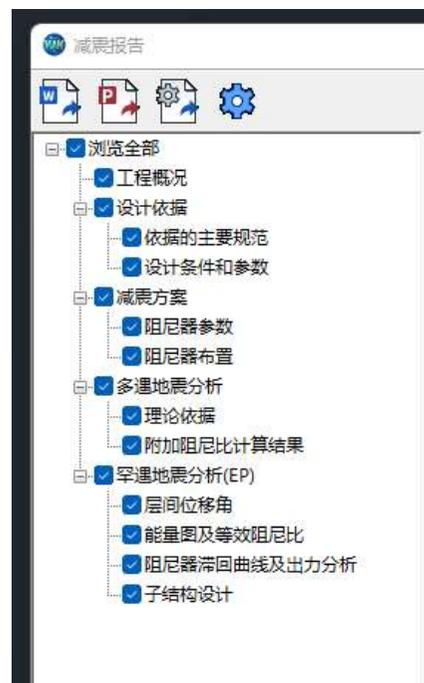
前处理多塔定义，分塔参数中给出阻尼比参数，可对分塔模型单独指定阻尼比，例如减震多塔结构中分塔附加阻尼比不同的情况。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 增加减震报告

增加**减震报告**，内容包括减震方案，等效附加阻尼比计算，消能器滞回曲线、出力及变形等罕遇地震分析结果。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 弹性时程模块增加一键重置分析方法

弹性时程，工况定义中增加“方法重置”功能，一键重置所选工况的分析方法。先高亮选择需要重置的工况，然后设置需要重置为的分析方法，点击方法重置即可。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 弹性时程模块直接积分法增加振型阻尼

弹性时程模块，直接积分法，增加**振型阻尼**；该阻尼模型可在用户设定的振型数内提供指定的振型阻尼比。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 弹性时程模块增加阻尼器最大内力及变形输出

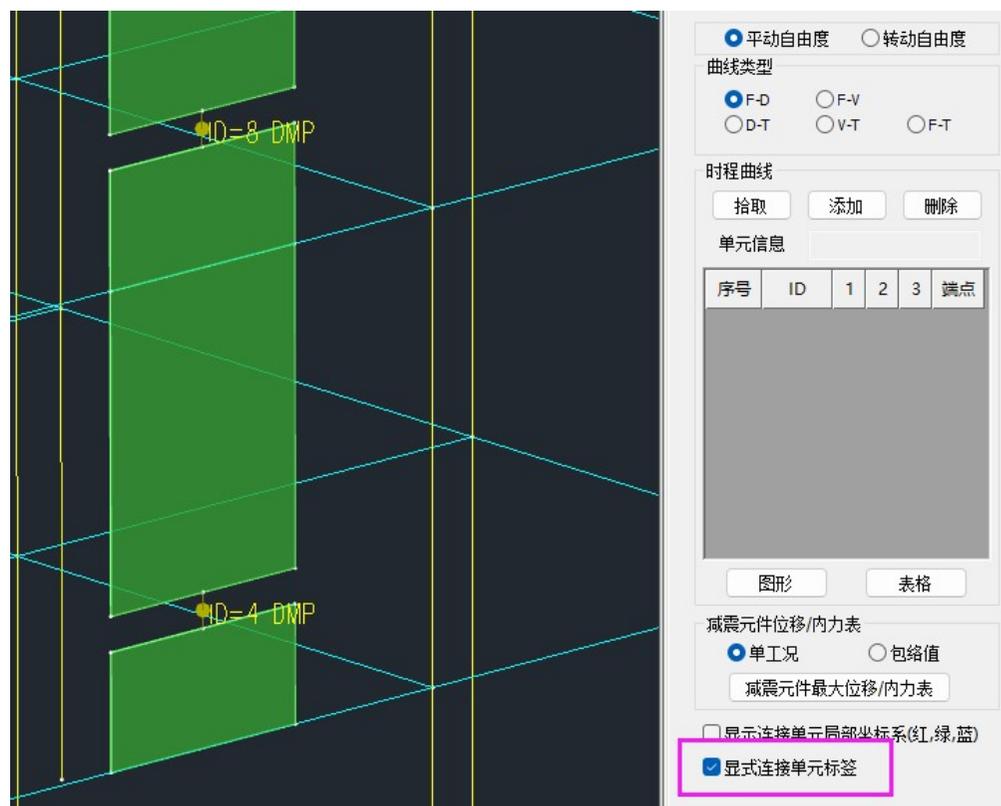
弹性时程的滞回曲线中，增加**阻尼器最大内力**、**变形**输出；可接单工况或者包络值输出，单工况为时程工况中所选择的工况，包络值为所有时程工况的包络值。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 弹性时程模块连接单元中增加连接单元编号显示功能

弹性时程连接单元中，增加显示**连接单元编号**功能。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 弹性时程模块楼层质心绝对加速度的结果输出

弹性时程-楼层结果-图形表格，在楼层指标中增加**楼面质心绝对加速度**，分主次方向显示单工况的楼层质心加速度结果，方便与楼面水平加速度验算文本中的结果进行比对；同时可以在楼层时程曲线中输出某一层的质心绝对加速度时程曲线。

在地震时正常使用验算-楼面水平加速度验算文本中增加**各角度单向质心绝对加速度**的输出。

楼面水平加速度验算报告

备注：所有工况楼层质心最大绝对加速度（各角度工况及合加速度） $g=9.8m/s^2$

塔号	层号	0.0°	90.0°	合加速度(g)
1	1	0.214382	0.211727	0.214382
	2	0.208773	0.197588	0.208773
	3	0.318293	0.299323	0.318293

合加速度最大值：1塔，3层 0.318293 g

楼层指标

楼层位移
层间位移角
楼层加速度
楼层质心绝对加速度
楼层剪力

筛选条件

主波与X轴夹角：主波[90.0]度方向

计算方法：振型叠加法(M)

组合：1:恒0.0活0.0 PGA 200.0+0.0+C

楼层最大响应

时程工况

ArtWave-RH1TG040,Tg(0.40)

选择塔号：第1号塔

单工况 包络值
 平均值 CQC结果

应用 表格

盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 动力弹塑性(EP)模块一键读取弹性时程模块已选择的地震波

弹塑性时程 EP 里的地震波选择，增加“读取弹性时程模块已选地震波”功能，点击可将弹性时程模块中已选择的地震波一键导入 EP 中。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 动力弹塑性(EP)模块自动识别减震子结构并赋予性能设计属性

EP增加自动识别子结构并赋予极限承载力性能设计属性的功能，提高设计效率。用户可在程序自动识别的结果基础上进行修改。通过“特殊构件”中的“屈服/不屈服项”进行构件性能设计属性的指定。用户定义的性能设计属性将被记录，每次计算不需重复定义。只显示定义了性能设计属性的构件的信息，并将构件以红色显示；未定义性能设计属性的构件不做特殊标识。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

- 动力弹塑性(EP)模块改进周期计算时连接单元的刚度取值

对EP周期计算时**连接单元的刚度取值**进行改进：

如果计算参数-隔震减震中“减隔震元件有效刚度和有效阻尼”选择“采用输入的等效线性属性”，则EP周期计算时采用线性刚度；

如果“减隔震元件有效刚度和有效阻尼”选择“迭代确定”，则采用反应谱迭代得到的刚度；

如果“减隔震元件有效刚度和有效阻尼”选择“自动采用弹性时程计算结果”，则采用弹性时程计算的刚度。

盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 动力弹塑性(EP)模块滞回曲线增加F-T D-T F-V V-T类型

之前版本对于减隔震单元的滞回曲线，只有 F-D(力-位移)类型，5.3 版增加 **F-T(力-时间)**、**D-T(位移-时间)**、**F-V(力-速度)**、**V-T(速度-时间)**类型，丰富滞回曲线结果查看。



盈建科V5.0版本后减震升级内容介绍

• 动力弹塑性(EP)模块增加显式(中心差分法)算法

YJK-EP 增加**显式中心差分算法**，显式算法无需迭代，不存在收敛性问题，支持CPU+GPU 并行计算；目前 EP 兼具隐式和显式两种算法，供用户选择使用。



An aerial photograph of a city skyline at dusk. The sky is a deep blue, and the city lights are beginning to glow. In the foreground, a complex multi-level highway interchange with several overpasses and ramps is visible. The city skyline in the background features numerous skyscrapers, with the tallest one, the Burj Khalifa, standing prominently in the center. The overall scene is a mix of modern urban infrastructure and high-rise architecture.

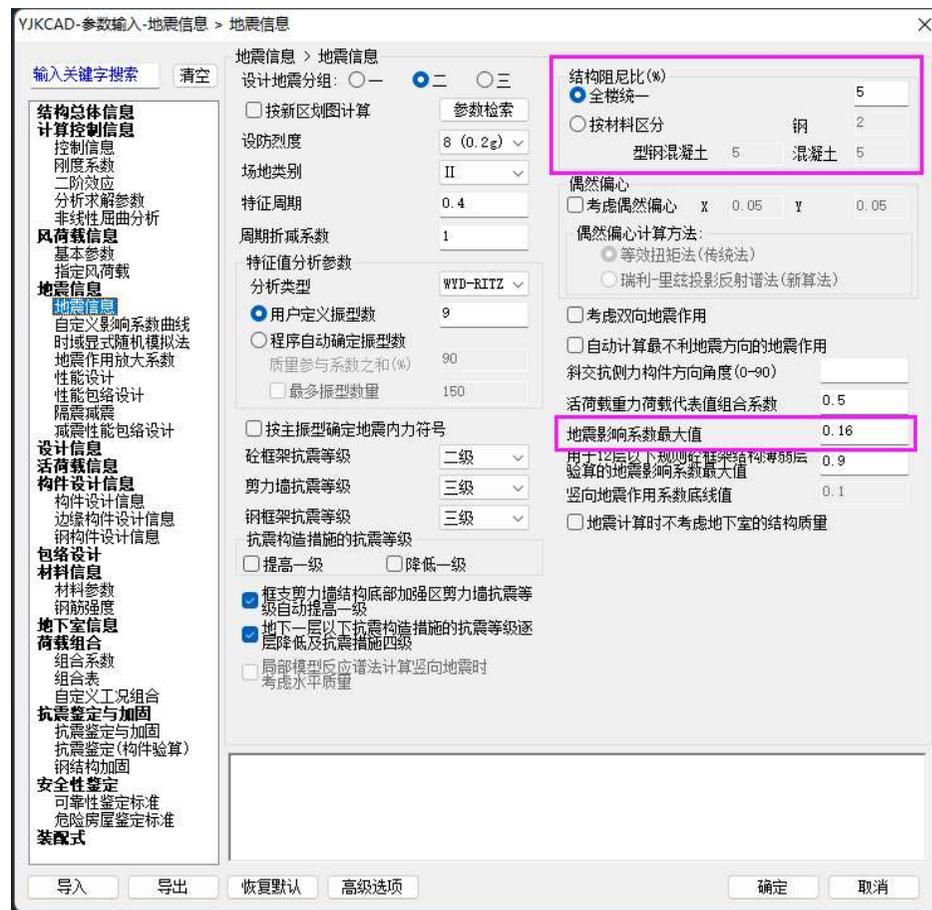
◆ 盈建科减震设计重难点总结

盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计方法--抗规+性能化设计

1、依据抗规进行小震弹性设计。

符合“两区八类”建筑，为了满足抗震条例要求不得不做减震时，小震设计时不建议增加附加阻尼比计算。



盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计方法--抗规+性能化设计

2、依据抗规进行中震或者大震性能化设计。

当确定性能目标后，可以采用减震性能包络设计，进行构件配筋的包络计算。对于每个性能水准的计算模型，都可以指定单独的阻尼比。

荷载效应组合：弹性采用基本组合，考虑构件承载力调整系数；不屈服采用标准组合，不考虑构件承载力调整系数；极限承载力采用标准组合，不考虑构件承载力调整系数；

材料强度取值：弹性取设计值；不屈服取标准值，可选择对普通水平构件的正截面不屈服设计应用超强系数；极限承载力取极限值；



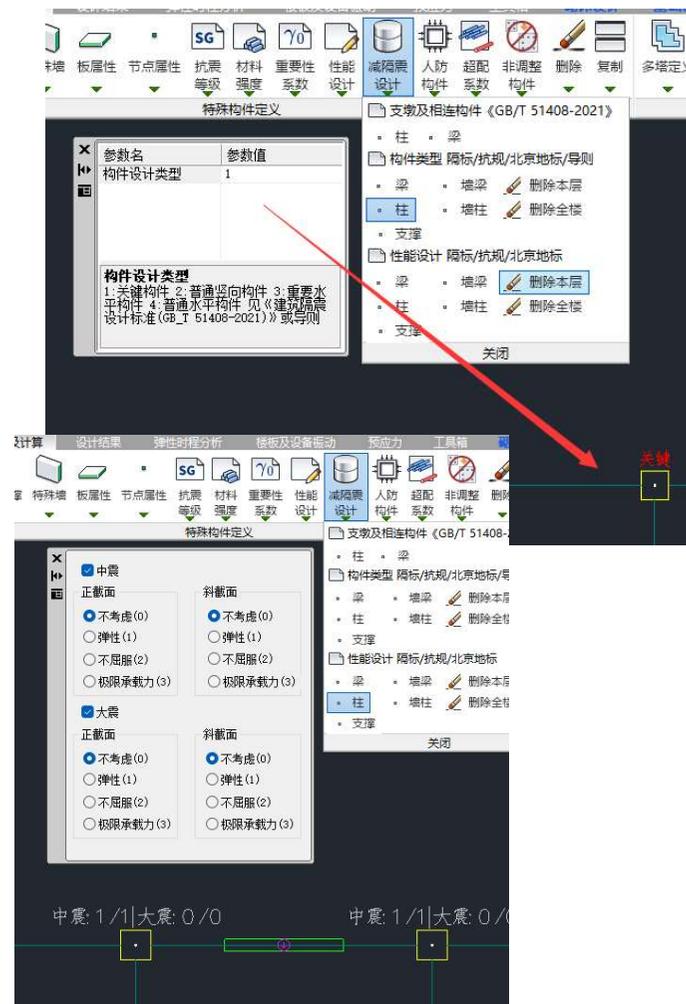
盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计方法--抗规+性能化设计

2、依据抗规进行中震或者大震性能化设计。

在前处理特殊构件定义-减隔震设计中，设置构件类型，程序默认生成，用户可进行修改；程序自动按照各构件的构件类型依据所选规范生成相应的性能设计水准，用于各构件的包络设计，共有 4 类：0 不考虑、1 弹性、2 不屈服、3 极限承载力，用户可对性能设计水准进行修改，中震下默认的构件类型与性能设计水准的对应关系如下，大震下所有构件的性能水准均默认为不考虑，需要用户自己定义。

构件类型	性能水准	
	斜截面	正截面
关键构件	弹性	弹性
普通竖向构件、重要水平构件	弹性	不屈服
普通水平构件	不屈服	不屈服



盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计方法--抗规+性能化设计

2、依据抗规进行中震或者大震性能化设计。

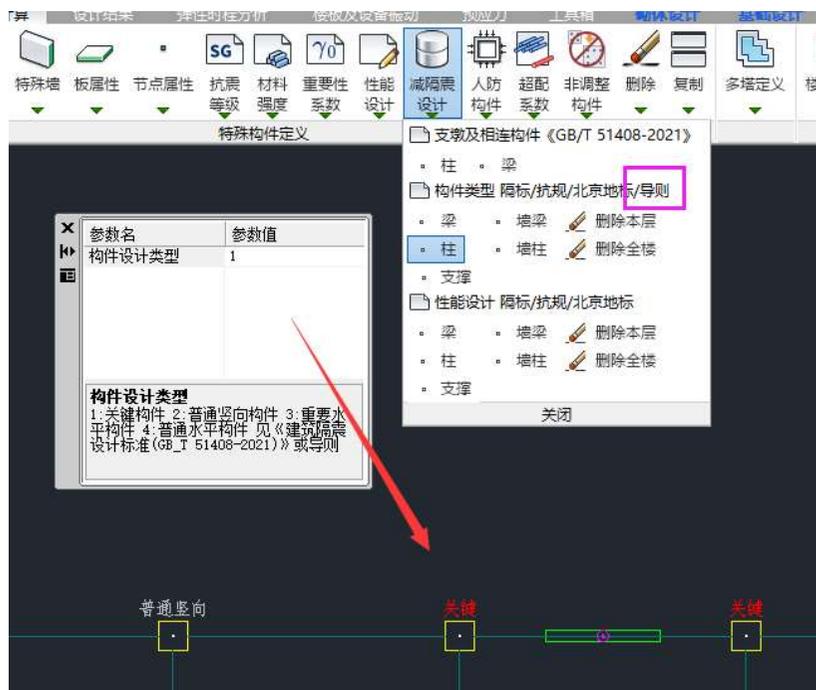
在设计结果-减震设计，查看各子模型和包络设计结果。单构件可查看构件信息和构件详细计算书。

盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计方法--**导则**

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



盈建科减震设计重难点总结

• 附加阻尼比计算方法--**反应谱能量法**

这是一种基于振型分解反应谱法的计算方式。

采用振型分解反应谱法计算消能减震结构，需首先将消能器的**非线性力等效线性化**。主体结构处于弹性工作状态，消能器处于线弹性或者非线性工作状态时，采用“能量法”进行等效线性化。

消能器的等效线性化可以自行计算和输入。

采用《建筑消能减震技术规程》（JGJ 297—2013）第6.3.3条的迭代方法自动进行等效线性化，确定每个消能器的等效刚度和所有消能器对结构的附加阻尼比，并自动进行振型分解反应谱的地震作用计算。

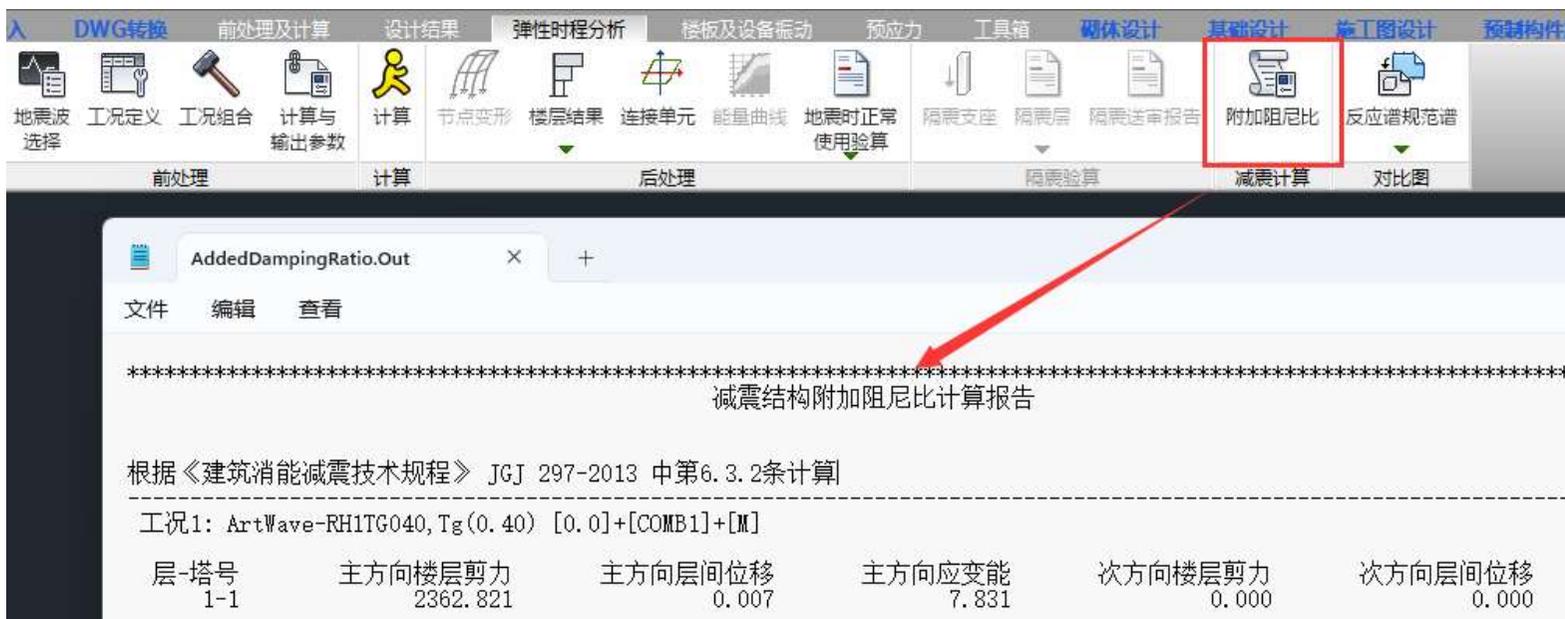
弹性时程分析也会计算等效线性化的附加阻尼和消能器的刚度。



盈建科减震设计重难点总结

- 附加阻尼比计算方法--**时程能量法**

同时也可以采用基于非线性时程分析的方法确定附加有效阻尼比。



The screenshot shows the software interface with the 'Added Damping Ratio' button highlighted in the toolbar. The output window displays the following report content:

```
*****  
                          减震结构附加阻尼比计算报告  
*****  
  
根据《建筑消能减震技术规程》 JGJ 297-2013 中第6.3.2条计算  
-----  
工况1: ArtWave-RH1TG040, Tg(0.40) [0.0]+[COMB1]+[M]  
  
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  
  1-1          2362.821             0.007                7.831             0.000                0.000
```

盈建科减震设计重难点总结

- 附加阻尼比计算方法--**采用反应谱方法还是时程方法？**

《建筑消能减震技术规程》（JGJ297-2013）第6.3.3条和第6.3.4条规定，可以采用振型分解反应谱法和时程分析方法计算减震结构的附加阻尼比。

如果采用振型分解反应谱法，则需要通过迭代的方式进行求解，并以相邻两次计算的附加阻尼比接近作为收敛目标。迭代计算时，需要假定阻尼器的刚度以及附加阻尼比，并根据反应谱法计算得到的结果去更新阻尼器的刚度。由于反应谱迭代方法还是基于等效线性化的思想，无法体现阻尼器的实时刚度变化，与阻尼器的真实刚度还是存在一些差异，因而建议计算减震结构附加阻尼比的时候，采用时程分析的方法以准确考虑阻尼器的实时刚度变化。

建议采用时程分析计算附加阻尼比。

盈建科减震设计重难点总结

• 附加阻尼比计算方法--直接积分与FNA方法结果差异很大？

直接积分法和FNA方法都可以作为非线性动力时程的求解方法。

如果主体结构为弹性，仅阻尼器表现为非线性时，可以采用快速非线性分析方法（FNA）来进行求解。但需要注意的是，由于FNA方法本质上是一种振型叠加的方法，采用FNA方法进行求解时，为保证计算结果的准确性需要考虑足够多的振型数。这里所谓“足够”，并不仅仅是振型参与质量系数满足90%以上的要求，还要能充分考虑阻尼器单元的自由度。如果FNA方法所采用的振型数不足，则计算结果会不准确，而直接积分法是一种准确的方法。

所以当两种方法计算得到的附加阻尼比不一致时，以直接积分法计算结果为准。



盈建科减震设计重难点总结

• 附加阻尼比计算方法--时程分析计算附加阻尼比，应采用单向还是双向地震？

计算减震结构附加阻尼比时，一般应分别计算两个方向的附加阻尼比。对减震结构进行等效弹性设计的时候，可以取两个方向附加阻尼比的较小值，或者两个方向分别设置附加阻尼比。

采用能量图进行附加阻尼比计算时，是根据阻尼耗能与阻尼器耗能的比值计算附加阻尼比。能量图中的阻尼器耗能一般不区分是哪一个方向的阻尼器所耗散的能量，而是统计所有阻尼器的耗能。如果采用双向加载，则阻尼器耗能包含了X方向和Y方向的阻尼器的耗能。



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/s2)	次方向峰值加速度(cm/s2)	竖方向峰值加速度(cm/s2)
1	0.000	0.000	PGA	70.000	0.000	0.000

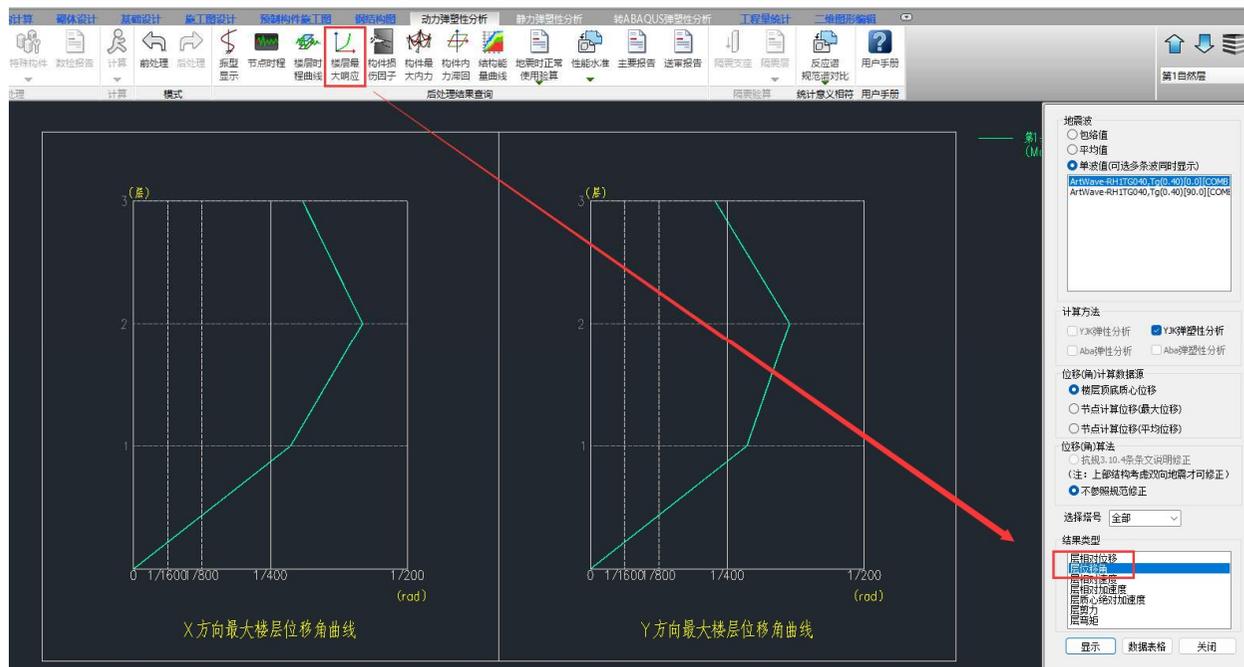
注：组合1是用于计算水平地震作用的默认组合。除含有摩擦摆隔震支座或弹性滑板隔震支座的模型之外，该组合不考虑竖向荷载作用，且不能被删除。

增加组合 默认组合 删除组合 确定 取消

盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计--**弹塑性**

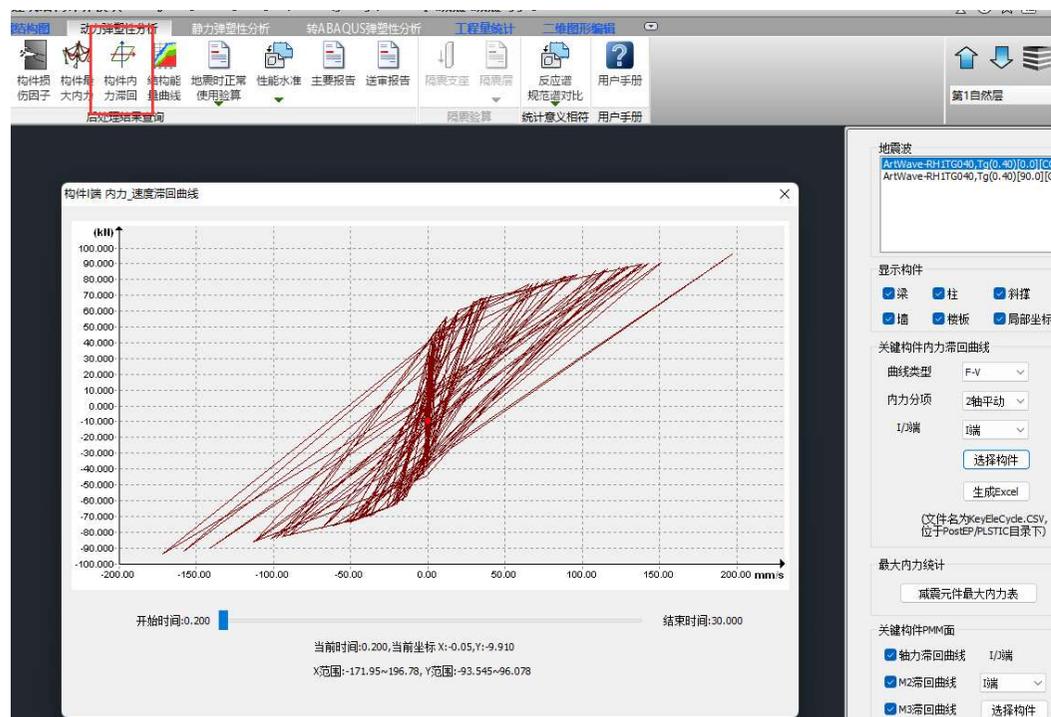
1、罕遇地震下的位移验算。当主体结构和消能器均处于非线性状态时，应该采用弹塑性时程分析，主要查看罕遇地震下两个主轴方向的**层间位移**及**层位移角**。



盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计--**弹塑性**

2、消能器**滞回曲线**及**最大位移**、**最大速度**。



盈建科减震设计重难点总结

- 减震结构设计--**弹塑性**

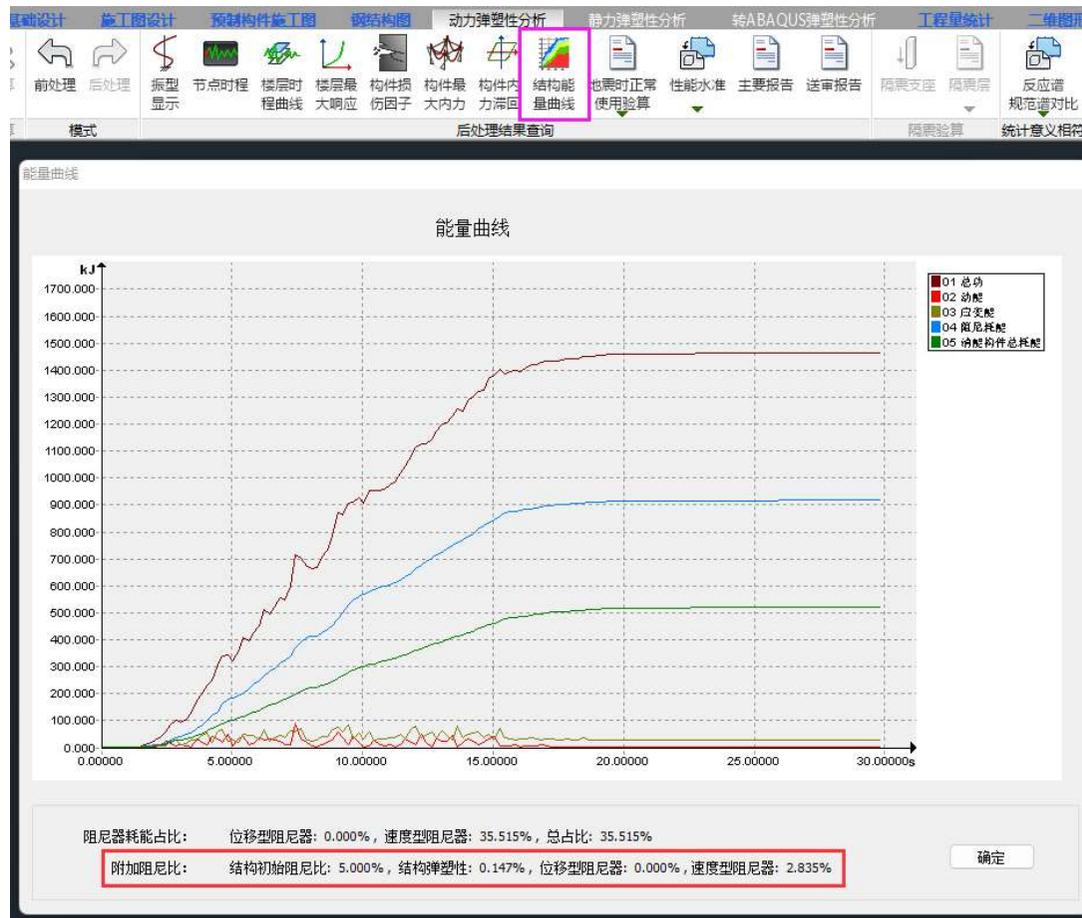
3、进行罕遇地震弹塑性时程分析还可以给出**整体结构的损伤情况**及**性能化评估结果**。

评价结构在罕遇地震下的弹塑性行为，根据整体结构塑性变形(位移角)和主要构件的塑性损伤情况，确认结构满足“大震不倒”的设防水准要求。

盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计--弹塑性

4、等效阻尼比及能量图



盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计--子结构设计

消能子结构是指与消能部件（由消能器与连接构件组成）直接相连的主体结构构件。通常，消能器连接部件的刚度越大，越有利于发挥消能器的耗能能力。但同时也应注意，如果消能子结构设计过强，也会导致阻尼器变形减小，影响阻尼器的耗能，因而消能子结构的设计应该在二者之间找到**平衡点**。

《消规》第6.4.2条规定，消能子结构中的梁、柱和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。从《消规》可以看出，消能子结构构件设计时宜作为重要构件，其性能目标要高于消能减震结构中的其他普通构件，目的是为了保证子结构构件不先于阻尼器发生破坏，保证阻尼器能够更充分耗能。

盈建科减震设计重难点总结

• 减震结构设计--子结构设计

消能器存在“阻尼力”，减震子结构内力会叠加该“阻尼力”，设计时应能考虑消能部件引起的柱、梁的**附加轴力、剪力和弯矩**。

小震或者中震下将消能子结构构件指定为弹性或者不屈服，然后导入根据小震计算的配筋模型，进行罕遇地震作用下的弹塑性分析，同时可以指定消能子结构的构件采用材料的极限值，并根据弹塑性分析得到的子结构内力进行设计，对构件进行**配筋包络设计**。



感谢您的观看

Thanks for viewing