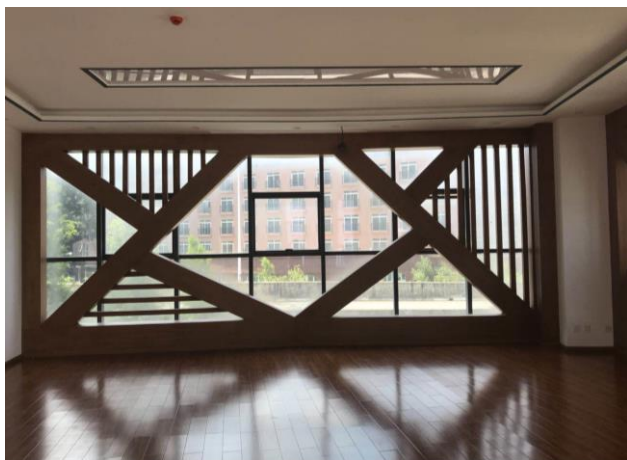




上海“八大类”项目减震设计方法与案例分享



陈云 18721669937/18060849026(微信)

上海蓝科建筑减震科技股份有限公司 副总经理

同济—中建—蓝科金属减震技术研究中心 博士生

CONTENTS

目录

01

引言

02

上海抗规与消规

03

建筑正常使用导则（征求意见稿）

04

隔震技术

05

减震技术

06

隔震减震对比

07

案例分析

08

心得体会

01

引言




CCTV 13
新闻

李克强主持召开国务院常务会议

- 通过《建设工程抗震管理条例（草案）》

他政策配合，保持经济平稳运行。

会议通过《建设工程抗震管理条例（草案）》，明确建设工程抗震设防达标要求，规范已建工程抗震鉴定、加固和维护，加强农村建设工程抗震设防。压实责任，强化监管，加大处罚力度，确保工程质量，保障人民生命财产安全。



中华人民共和国中央人民政府
www.gov.cn

国务院 总理 新闻 政策 互动 服务 数据 国情 国家政务服务平台

建设 > 信息公开 > 国务院文件 > 城乡建设、环境保护 > 其他

发 布 号: 00004340/2021-00087	主题分类: 城乡建设、环境保护、其他
发文机关: 国务院	成文日期: 2021年07月19日
标 题: 建设工程抗震管理条例	发布日期: 2021年08月04日
发文字号: 国令第744号	
主 题 词:	

中华人民共和国国务院令

第744号

《建设工程抗震管理条例》已经2021年5月12日国务院第195次常务会议通过，现予公布，自2021年9月1日起施行。

总理 李克强
2021年7月19日

建设工程抗震管理条例

第一章 总 则

第一条 为了提高建设工程抗震防灾能力，降低地震灾害风险，保障人民生命财产安全，根据《中华人民共和国建筑法》、《中华人民共和国防震减灾法》等法律，制定本条例。

第二条 在中华人民共和国境内从事建设工程抗震的勘察、设计、施工、鉴定、加固、维护等活动及其监督管理，适用本条例。

第三条 建设工程抗震应当坚持以人为本、全面设防、突出重点的原则。

第四条 国务院住房和城乡建设主管部门对全国的建设工程抗震实施统一监督管理，国务院交通运输、水利、工业和信息化、能源等有关部门按照职责分工，负责在全国有关专业建设工程抗震的监督管理。

相关报道

- 李克强签署国务院令 公布《建设工程抗震管理条例》
- 司法部 住房和城乡建设部负责人就《建设工程抗震管理条例》答记者问
- 建筑抗震安全管理将更严格

两区八类项目应采用隔震减震技术

新建项目

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。

加固项目

第二十一条 建设工程所有权人应当对存在严重抗震安全隐患的建设工程进行安全监测，并在加固前采取停止或者限制使用等措施。

对抗震性能鉴定结果判定需要进行抗震加固且具备加固价值的已经建成的建设工程，所有权人应当进行抗震加固。

位于高烈度设防地区、地震重点监视防御区的学校、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、广播电视等已经建成的建筑进行抗震加固时，应当经充分论证后采用隔震减震等技术，保证其抗震性能符合**抗震设防强制性标准**。

02

上海抗规与消规





上海市工程建设规范

建筑抗震设计规范

Code for seismic design of buildings

DGJ08—9—2013

J10284—2013

2013 上海

上海市工程建设规范

建筑消能减震及隔震技术标准

Standard for building energy dissipation and isolation design

DG/TJ 08—2326—2020

J 15292—2020

主编单位：同济大学

上海市金属结构行业协会

上海现代建筑设计(集团)有限公司

批准部门：上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期：2021年1月1日

同济大学出版社

2020 上海

L.1 结构构件基于性能的抗震设计方法

L.1.1 建筑结构的抗震性能水准可根据表 L.1.1 进行划分。

表 L.1.1 建筑结构的抗震性能水准划分

结构抗震性能水准	可继续使用功能的受影响程度	结构构件的损坏状况		
		关键构件	普通竖向构件	其他构件
第1水准 (完全可使用)	建筑功能完整，不需修理即可使用	完好	完好	完好
第2水准 (基本可使用)	建筑功能受扰，稍作修理可继续使用	基本完好	轻微损坏	轻微~中等损坏
第3水准 (修复后使用)	功能受到较小影响，花费合理的费用经修理后可继续使用	轻微损坏	中等损坏	中等~严重损坏
第4水准 (生命安全)	功能受到较大影响，短期内无法恢复，人员安全	中等损坏	中等~严重损坏	严重损坏

注：“关键构件”是指对结构的抗震安全性至关重要的主要抗侧力构件，包括关键部位（抗震薄弱部位）的主要构件，其失效可能会引起结构的连续破坏或危及生命的严重破坏；“普通竖向构件”是指除“关键构件”以外的竖向构件；“其他构件”指除上述两类构件以外的结构构件。

表 L.1.2 建筑结构的抗震性能目标

抗震性能目标类别	抗震性能水准		
	多遇地震	设防烈度地震	罕遇地震
I	第1水准(完全可使用)	第1水准(完全可使用)	第2水准(基本可使用)
II	第1水准(完全可使用)	第2水准(基本可使用)	第3水准(修复后使用)
III	第1水准(完全可使用)	第3水准(修复后使用)	第4水准(生命安全)

性能二：关键构件承载力验算

$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_E S_{Ek}(I, \zeta_1) \leq R / \gamma_{RE} \quad (L.1.3-2)$$

性能二：普通竖向构件和其他构件承载力验算

$$S_{GE} + S_{Ek}(I, \zeta_1) \leq R_u \quad (L.1.3-4)$$

3.6 抗震性能化设计

3.6.1 消能减震结构与隔震结构进行性能化抗震设计时,应结合建筑实际需求选择合适的性能水准和性能目标。

3.6.2 消能减震结构与隔震层上部结构的性能水准可按表 3.6.2 划分。

表 3.6.2 性能水准划分

性能水准	损坏状况描述			继续使用的可能性
	一般构件	关键构件	消能部件	
完好	无损坏	无损坏	无损坏	不需要修理即可继续使用
轻微损坏	个别轻微裂缝	无损坏	无损坏	稍作修理即可继续使用
中等损坏	多数轻微裂缝 部分明显裂缝	轻微损坏	无损坏	需要一般修理,采取安全措施后可继续使用
严重损坏	多数严重损坏	明显裂缝	轻微损坏	应加固大修或局部拆除重建;位移相关型消能器应更换,速度相关型消能器根据检查情况确定是否更换

3.6.3 消能减震结构与隔震层上部结构的抗震性能目标可按表 3.6.3 选用。

表 3.6.3 性能目标划分

地震水平	性能目标 1	性能目标 2	性能目标 3
多遇地震	完好	完好	完好
设防地震	完好	轻微损坏	中等损坏
罕遇地震	轻微损坏	中等损坏	严重损坏

表 L.1.5 各抗震性能水准的最大层间位移角限值

结构类型	抗震性能水准			
	完全可使用	基本可使用	修复后使用	生命安全
钢筋混凝土框架	1/550	1/250	1/120	1/50
钢筋混凝土框架-抗震墙、板-柱-抗震墙、框架-核心筒	1/800	1/400	1/200	1/100
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒	1/1000	1/500	1/250	1/120
钢筋混凝土框支层	1/1000	1/500	1/250	1/120
多、高层钢结构	1/250	1/150	1/100	1/50

表 3.6.4 性能水准与层间位移角限值对应关系

结构类型	结构的性能水准			
	完好	轻微损坏	中等损坏	严重损坏
钢筋混凝土框架	1/550	1/250	1/120	1/80
钢筋混凝土框架-抗震墙、板-柱-抗震墙、框架-核心筒	1/800	1/400	1/200	1/100
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒、钢筋混凝土框支层	1/1 000	1/500	1/250	1/120
多、高层钢结构	1/250	1/150	1/100	1/50

性能目标



地震水平	性能目标	关键构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇、地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/550
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/250
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/120

表 3.6.4 性能水准与层间位移角限值对应关系

结构类型	结构的性能水准			
	完好	轻微损坏	中等损坏	严重损坏
钢筋混凝土框架	1/550	1/250	1/120	1/80
钢筋混凝土框架-抗震墙、板-柱-抗震墙、框架-核心筒	1/800	1/400	1/200	1/100
钢筋混凝土抗震墙、筒中筒、钢筋混凝土框支层	1/1 000	1/500	1/250	1/120
多、高层钢结构	1/250	1/150	1/100	1/50

根据《建筑消能减震及隔震技术标准》DG/TJ 08-2326-2020的要求，子结构性能目标及设计方法如下：

1. 小震弹性反应谱设计，承载力满足弹性要求，抗震构造措施提高一度进行设计；
2. 中震不屈服反应谱设计，承载力满足不屈服设计；
3. 大震采用弹塑性分析，损伤不超过中等损坏。

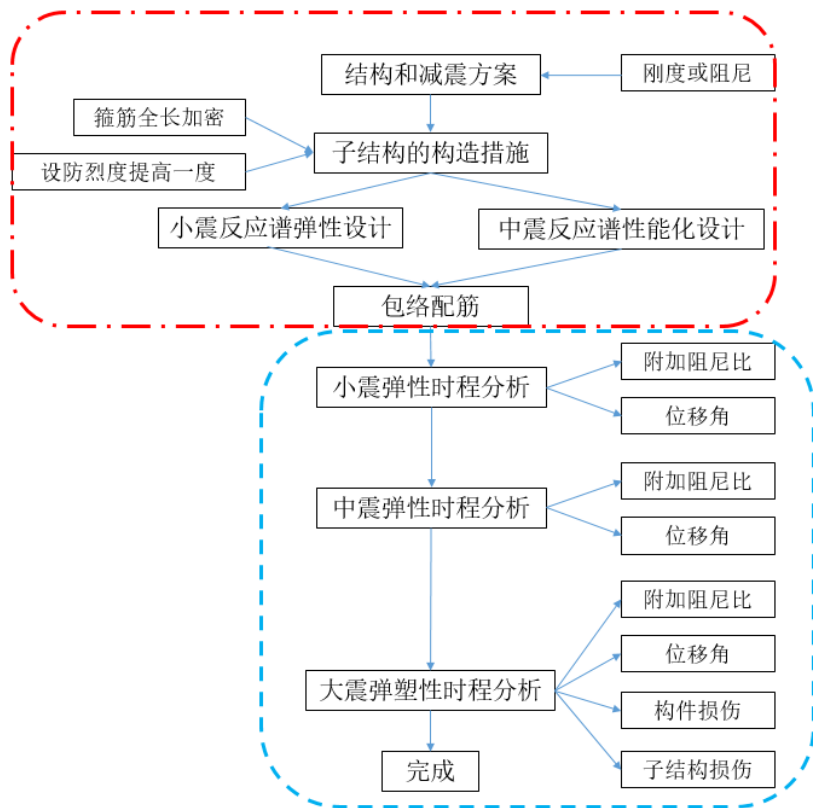


3.1.3 消能减震、隔震结构的地震作用效应计算,应采用下列方法:

1 计算模型应包括消能部件、隔震支座的力学参数,宜采用空间结构有限元模型。

2 当主体结构处于弹性工作状态,消能器、隔震支座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。

3 当主体结构处于弹性工作状态,消能器、隔震支座处于非线性工作状态时,可将消能器、隔震支座进行等效线性化,采用附加有效阻尼比和有效刚度的振型分解反应谱法、线性时程分析法;也可采用非线性时程分析法。



设计院完成

蓝科配合完成

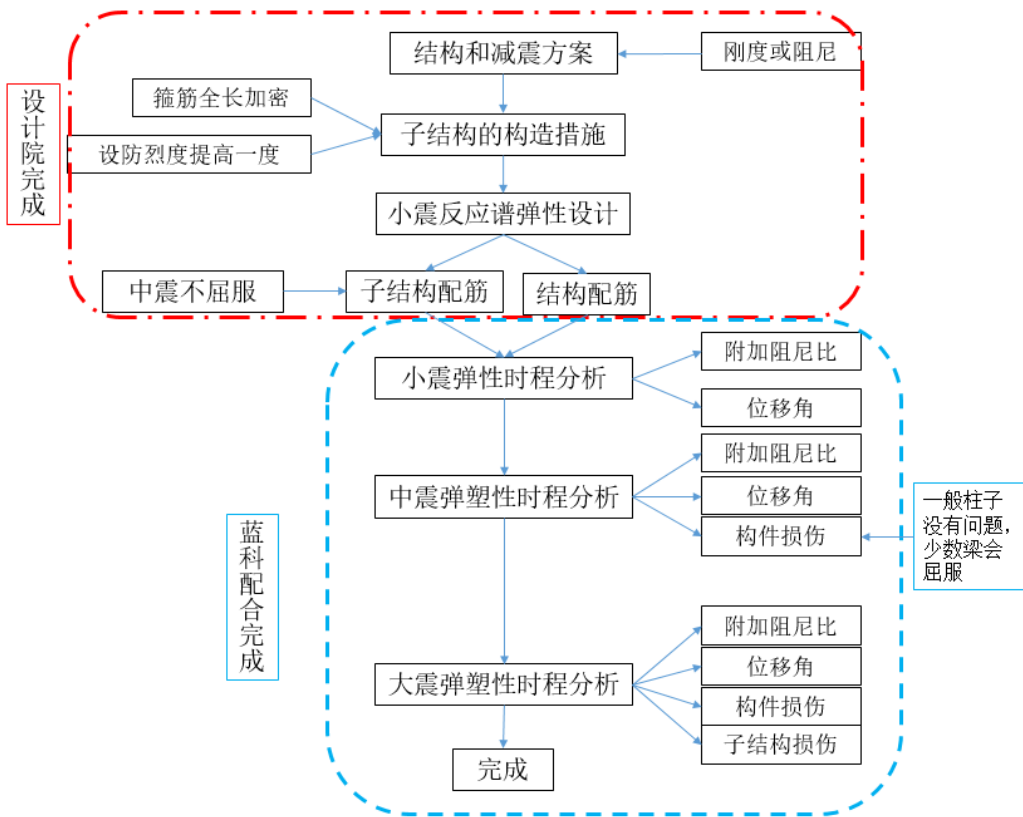
中震下反应谱性能化设计

关键构件承载力验算

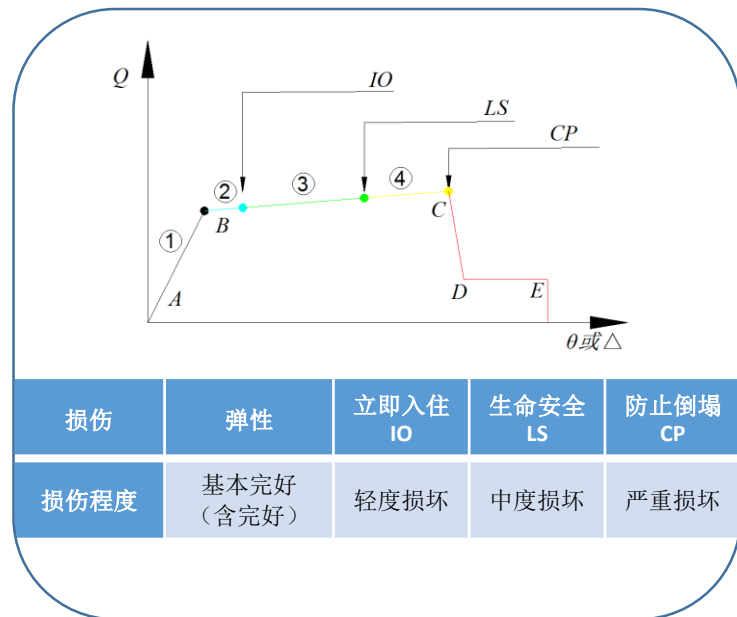
$$\gamma_G S_{GE} + \gamma_E S_{Ek}(I, \zeta_1) \leq R / \gamma_{RE}$$

普通竖向构件和其他构件承载力验算

$$S_{GE} + S_{Ek}(I, \zeta_1) \leq R_u$$



中震下弹塑性性能化设计



03

建筑正常使用导则（报批稿）





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)

地震时正常使用建筑分类

	建筑
I类	应急指挥中心；医院的主要建筑；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

I类建筑正常使用性能目标

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

II类建筑正常使用性能目标

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	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

性能目标——位移角与加速度



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

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

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	-

关键构件

4.2.2 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：↵

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

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。↵

中震弹性

竖向构件及重要水平构件

4.2.3 地震时正常使用建筑的普通竖向构件及重要水平构件的受剪承载力应符合设防地震下式 (4.2.2) 的规定，正截面承载力应符合设防地震下式 (4.2.3-1)、(4.2.3-2) 的规定：↵

$$\rightarrow S_{GE} + S_{Ehk} + 0.4 S_{Evk} \leq R_c \rightarrow (4.2.3-1) \text{↵}$$

$$\rightarrow S_{GE} + 0.4 S_{Ehk} + S_{Evk} \leq R_c \rightarrow (4.2.3-2) \text{↵}$$

式中： R_c ——构件承载力标准值，按材料强度标准值计算；↵

S_{Ehk} ——水平地震作用标准值的效应；↵

S_{Evk} ——竖向地震作用标准值的效应。↵

普通水平构件

4.2.4 地震时正常使用建筑的普通水平构件的抗剪承载力应符合设防地震下式 (4.2.3-1)、(4.2.3-2) 的规定，构件正截面承载力应符合设防地震下式 (4.2.4) 的规定：

$$S_{GE} + 0.4 S_{Ehk} + S_{Evk} \leq R_c^* (4.2.4)$$

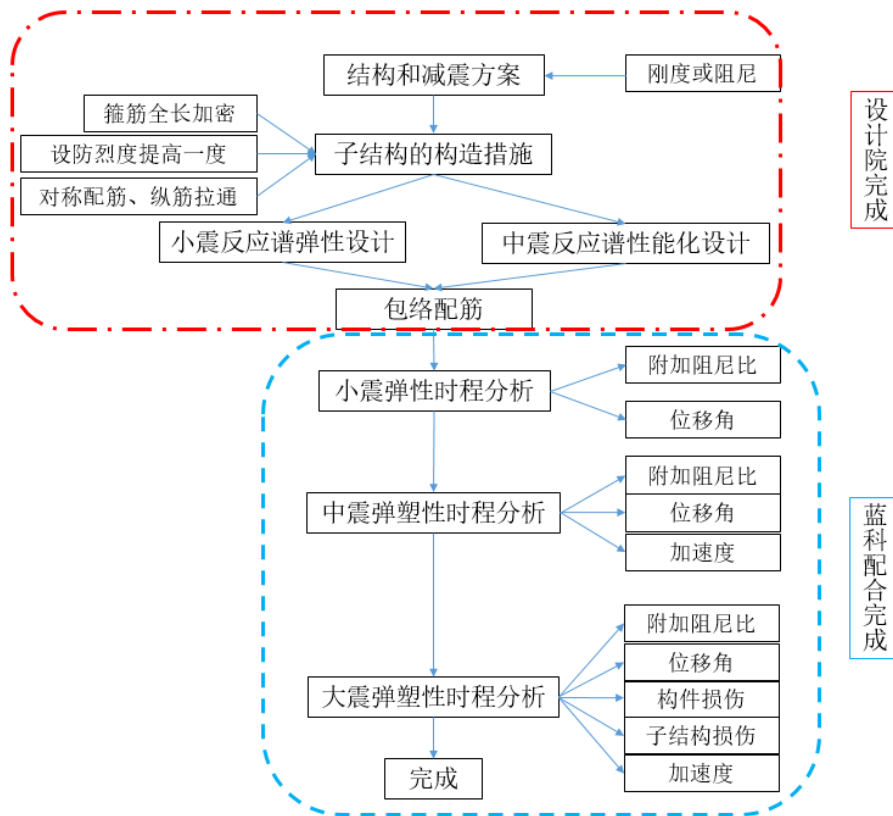
式中： R_c^* ——构件承载力标准值，按材料强度标准值计算，对钢筋混凝土梁支座或节点边缘截面可考虑钢筋的超强系数 1.25。

中震不屈服

中震不屈服
考虑超强系数

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。



04

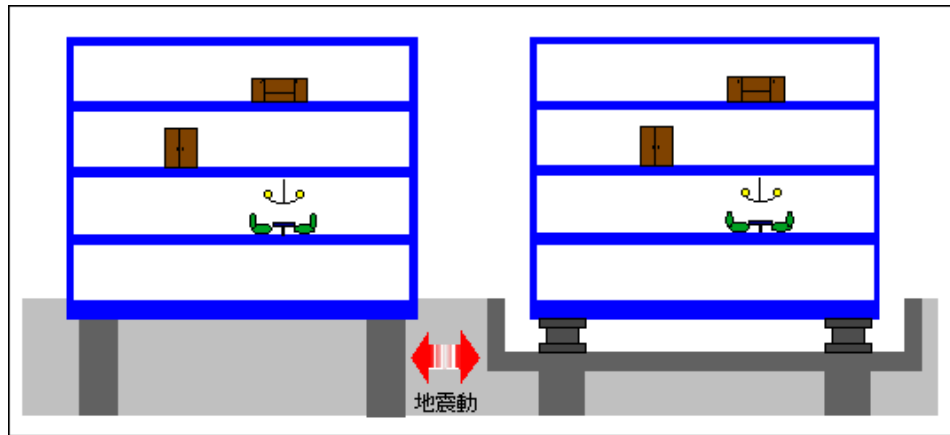
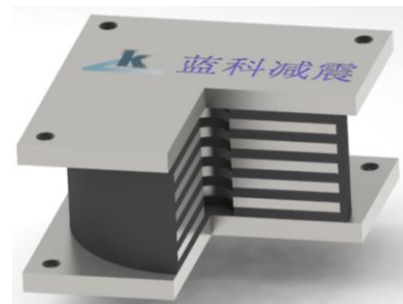
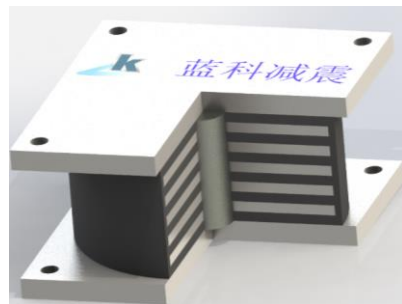
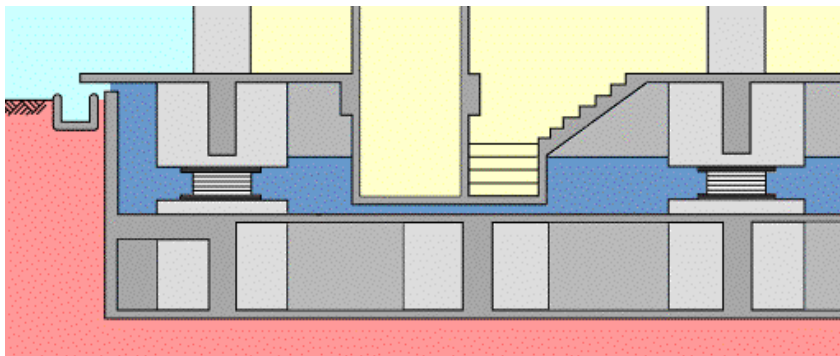
隔震技术



隔震技术——基本原理



釜底抽薪

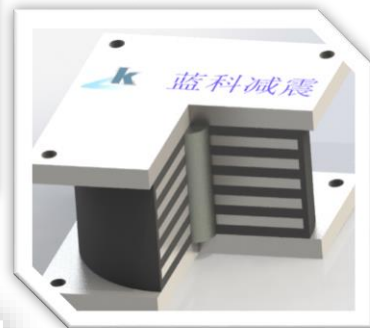
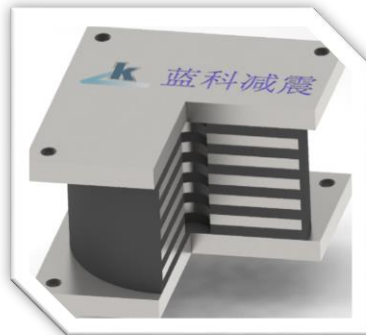


隔震产品分类

橡胶支座

天然橡胶支座

铅芯橡胶支座

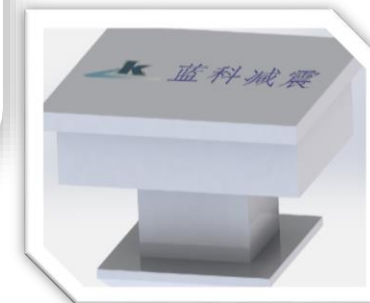
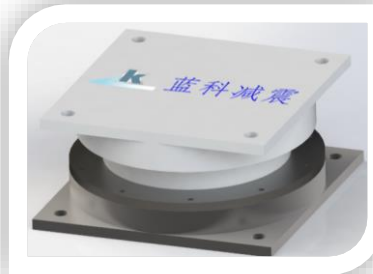


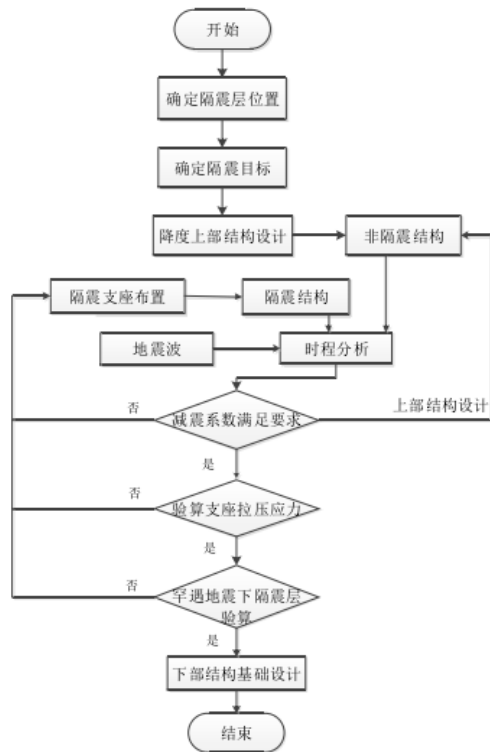
金属支座

滑板隔震支座

摩擦摆

球铰支座





分部设计法

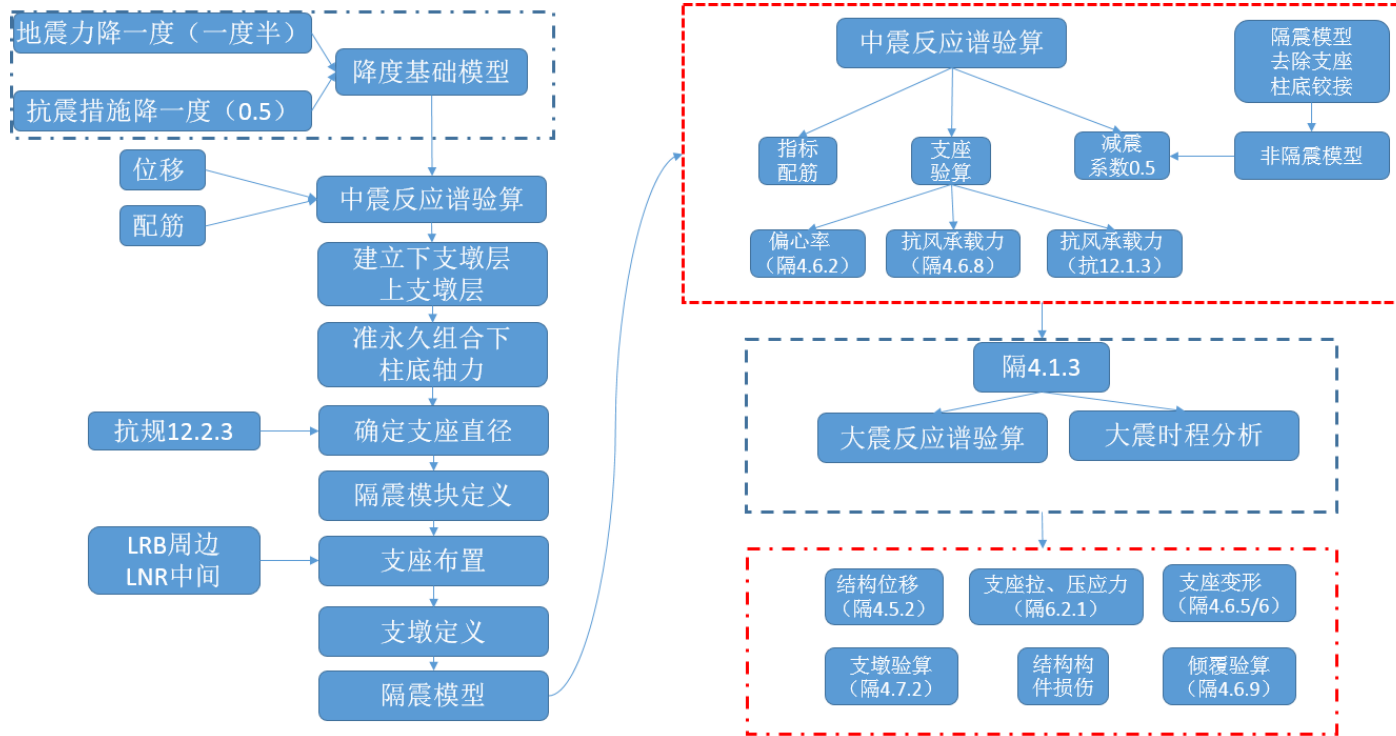
表 4-1 水平向减震系数与隔震后结构水平地震作用所对应烈度的分档

本地区设防烈度 (设计基本地震加速度)	水平向减震系数 β		
	[0.40, 0.53]	(0.27, 0.40)	(0, 0.27]
9 (0.40g)	8 (0.30g)	8 (0.20g)	7 (0.15g)
8 (0.30g)	8 (0.20g)	7 (0.15g)	7 (0.10g)
8 (0.20g)	7 (0.15g)	7 (0.10g)	7 (0.10g)
7 (0.15g)	7 (0.10g)	7 (0.10g)	6 (0.05g)
7 (0.10g)	7 (0.10g)	6 (0.05g)	6 (0.05g)

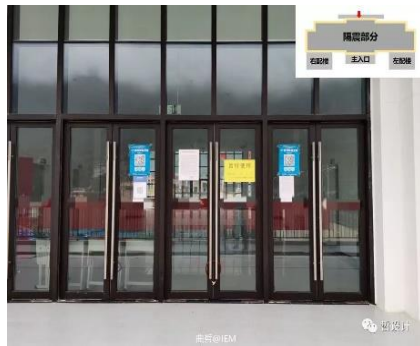
表 4-2 水平向减震系数与隔震后上部结构抗震措施所对应烈度的分档

本地区设防烈度 (设计基本地震加速度)	水平向减震系数	
	[0.40, 1)	(0, 0.40)
9 (0.40g)	8 (0.30g)	8 (0.20g)
8 (0.30g)	8 (0.20g)	7 (0.15g)
8 (0.20g)	7 (0.15g)	7 (0.10g)
7 (0.15g)	7 (0.10g)	7 (0.10g)
7 (0.10g)	7 (0.10g)	6 (0.05g)

隔震技术——设计方法



隔震技术——问题



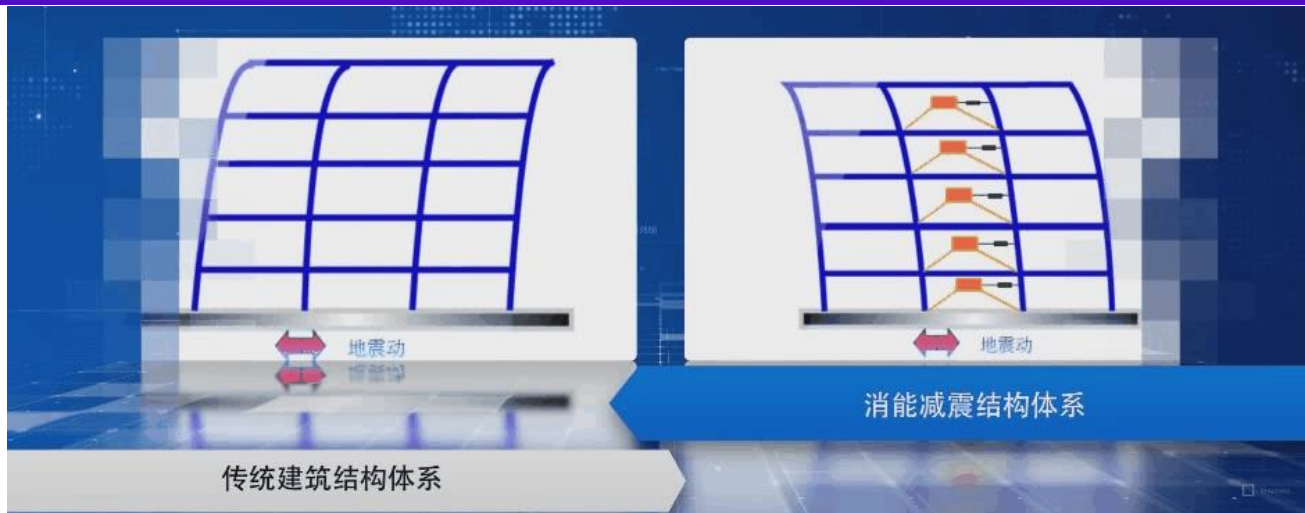
隔震技术很好，但是目前的施工水平，维护意识有待提高。

05

减震技术

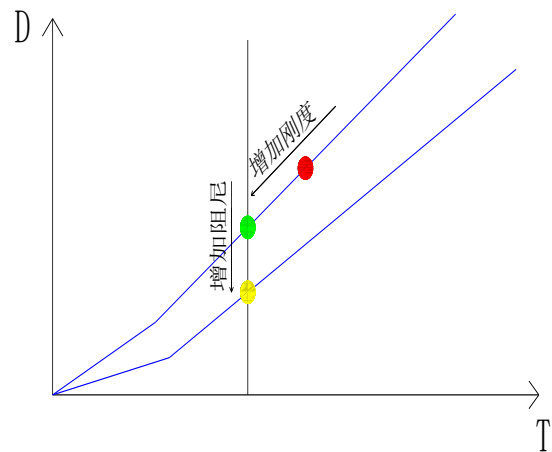


减震技术——基本原理



传统建筑结构体系

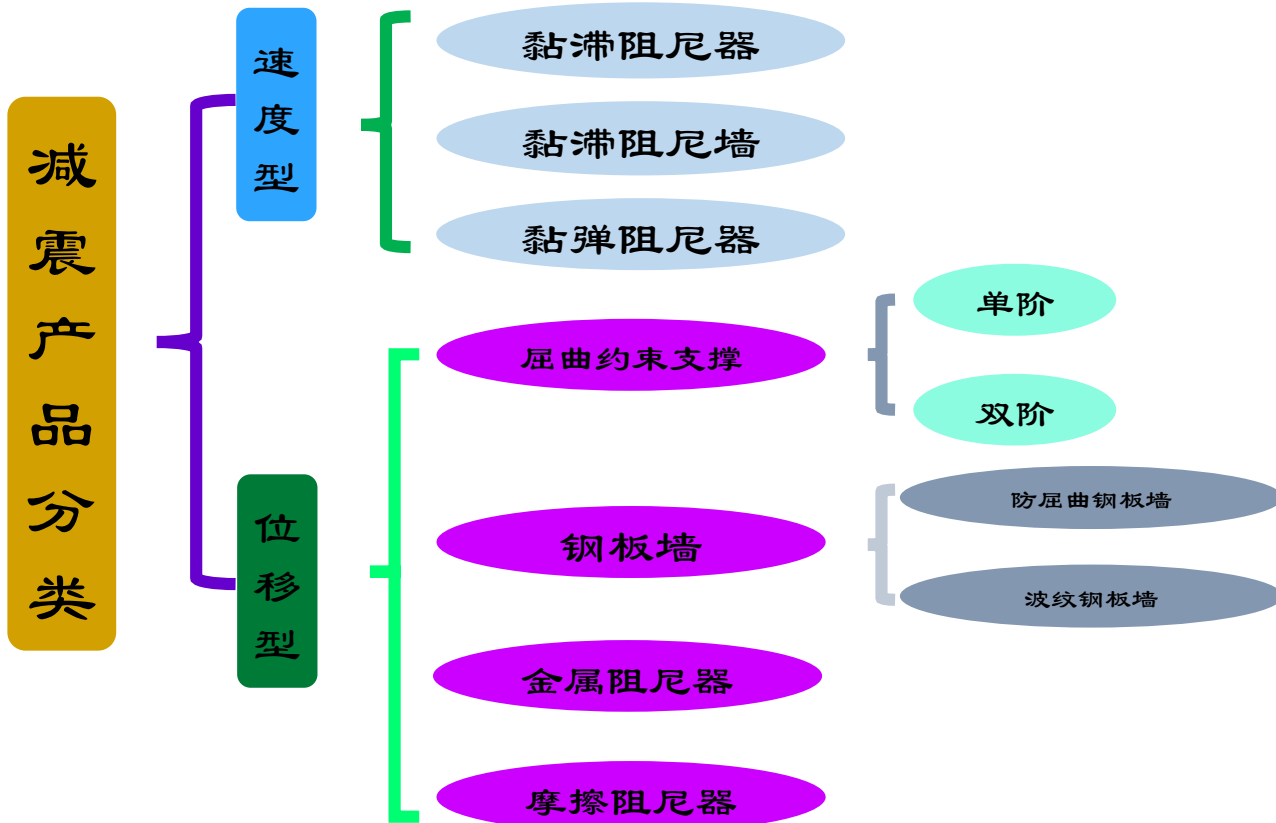
消能减震结构体系



- 非减震结构
- 减震结构1
- 减震结构2

在建筑结构的某些部位设置消能（阻尼）器，在地震作用下，消能器产生摩擦、弯曲、剪切、扭转弹塑（黏弹）性滞回变形来耗散或吸收地震输入结构中的能量，以减少主体结构的地震反应。

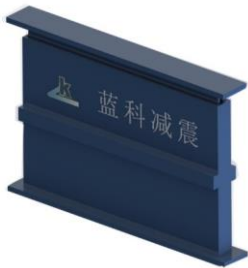
雪中送炭



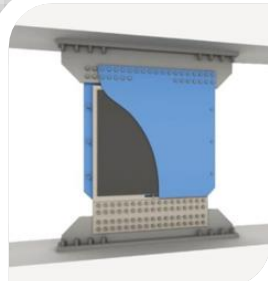
减震技术——产品分类



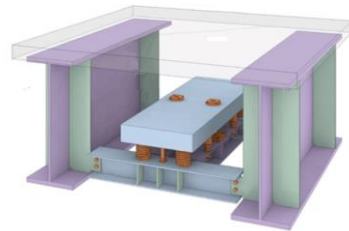
黏滞阻尼器 (VFD)



黏滞阻尼墙 (VFW)



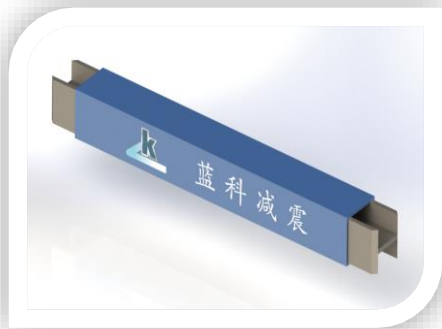
黏弹阻尼器 (TCR)



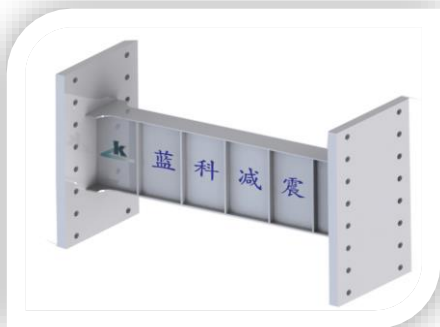
调谐质量阻尼器 (TMD)



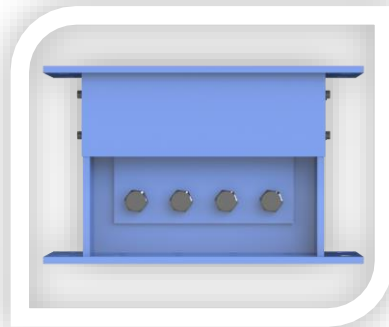
减震技术——产品分类



屈曲约束支撑
(BRB、DBRB)



金属阻尼器 (SD)



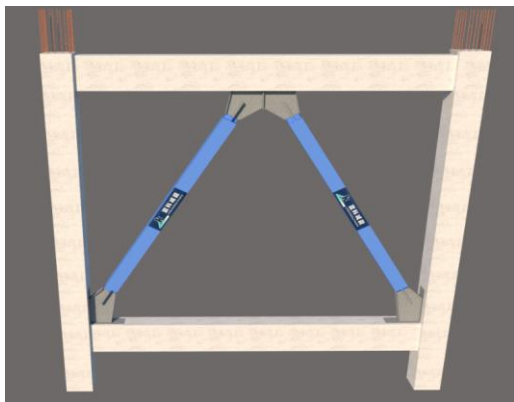
摩擦阻尼器 (FD)



波纹钢板墙
(NCW)

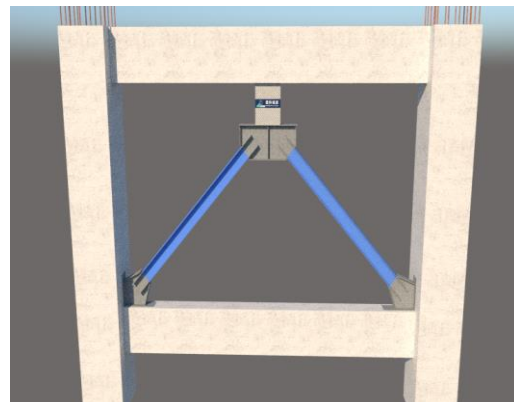


减震技术——布置形式



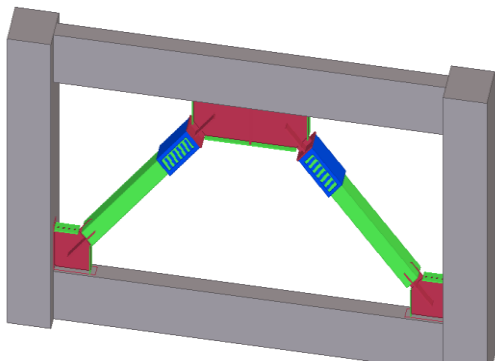
优点：刚度大、抗侧效率高

缺点：小震下不提供阻尼比
影响建筑功能



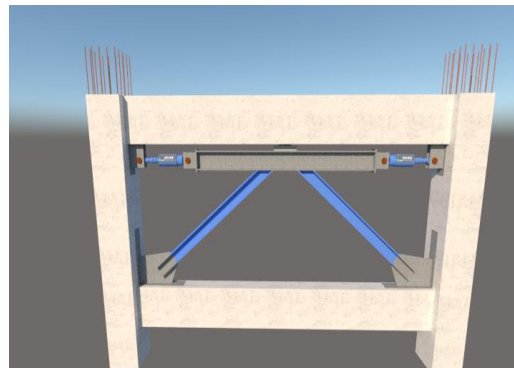
优点：小震下提供
阻尼比或刚度

缺点：影响建筑功能
辅助成本高



优点：刚度大、抗侧效率高
小震下提供附加阻尼比

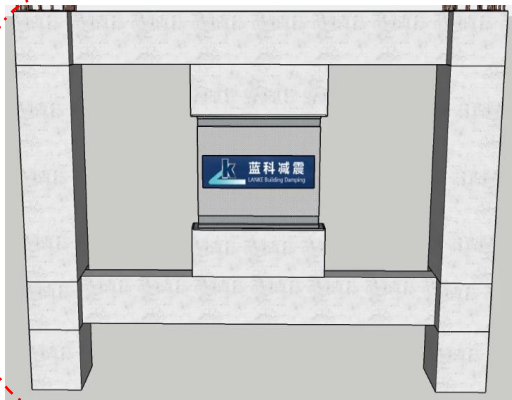
缺点：影响建筑功能



优点：小震下提供
阻尼比

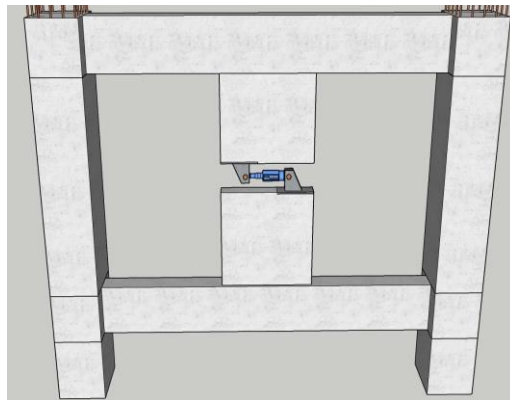
缺点：影响建筑功能
辅助成本高
无刚度

减震技术——布置形式



优点:
小震下提供附加阻尼比
厚度薄
建筑上灵活布置

缺点:
贵
无刚度



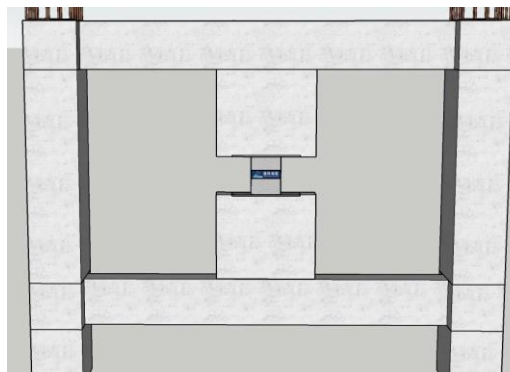
优点:
小震下提供附加阻尼比
建筑上灵活布置

缺点:
阻尼器**吨位受限**
厚度厚



优点:
小震下提供**较大刚度**
建筑上灵活布置

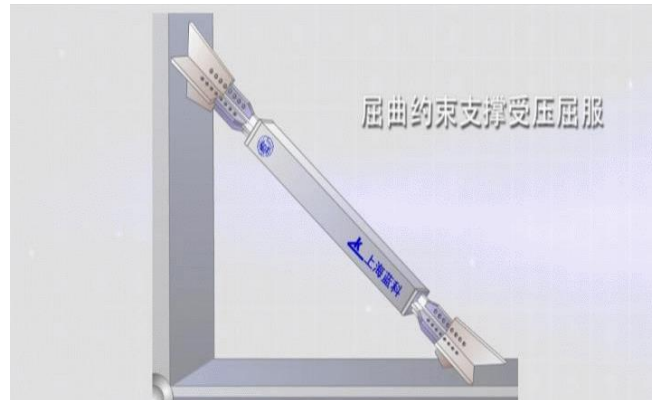
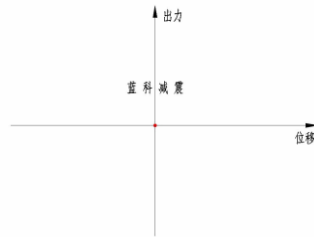
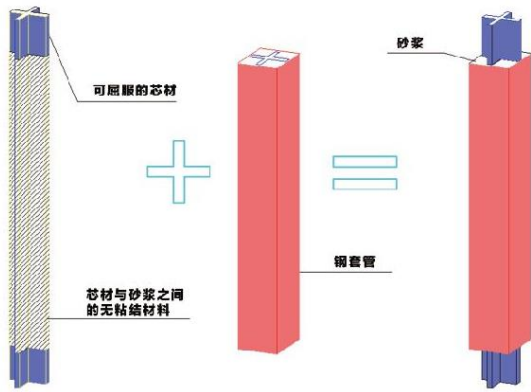
缺点:
小震下无阻尼

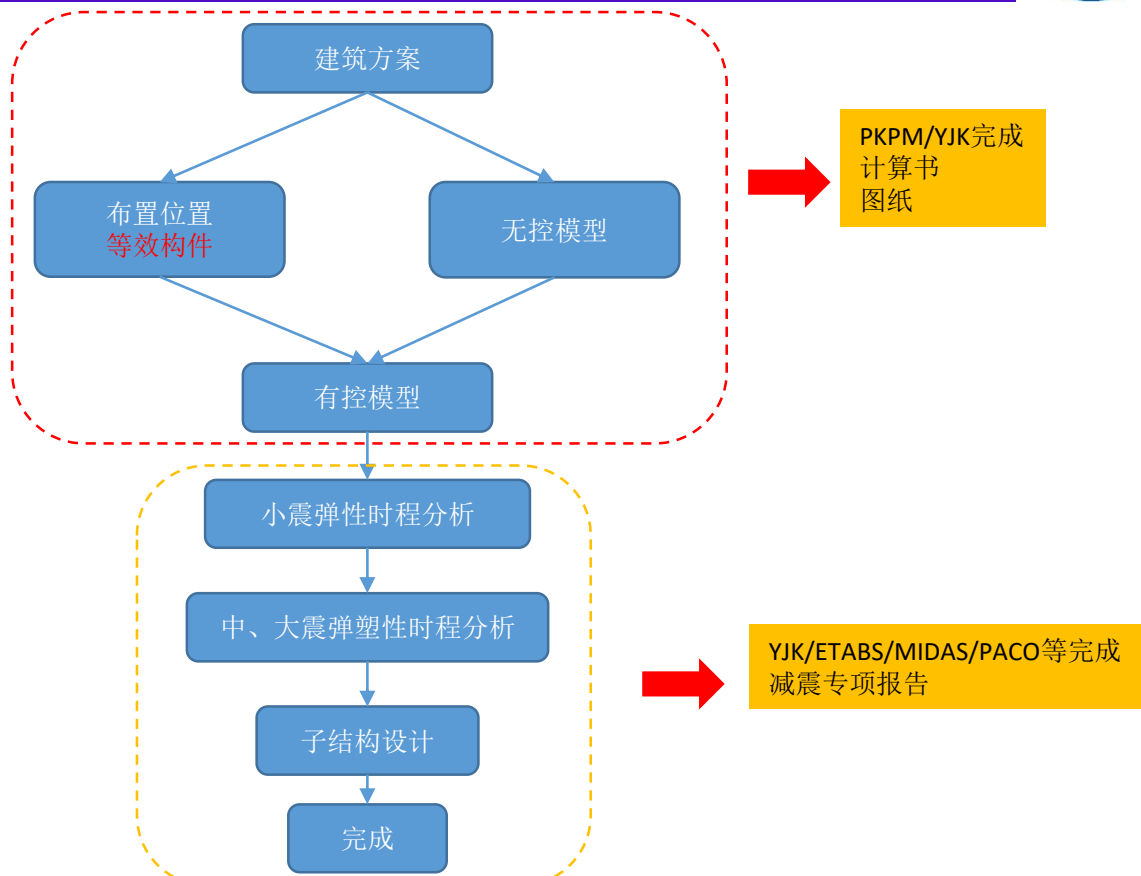


优点:
小震下提供阻尼比或刚度
建筑上灵活布置
便宜

缺点:
阻尼器**吨位受限**
刚度或阻尼有限

减震技术——BRB





无控模型

位移角为位移角限值的0.6~0.8倍

布置位置和数量

根据建筑功能进行选取；

规模较大（1万平方米以上）300~600平布置1根；

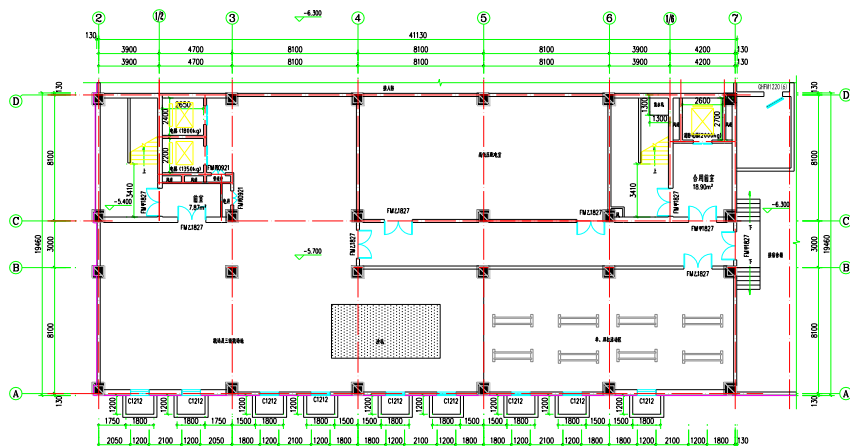
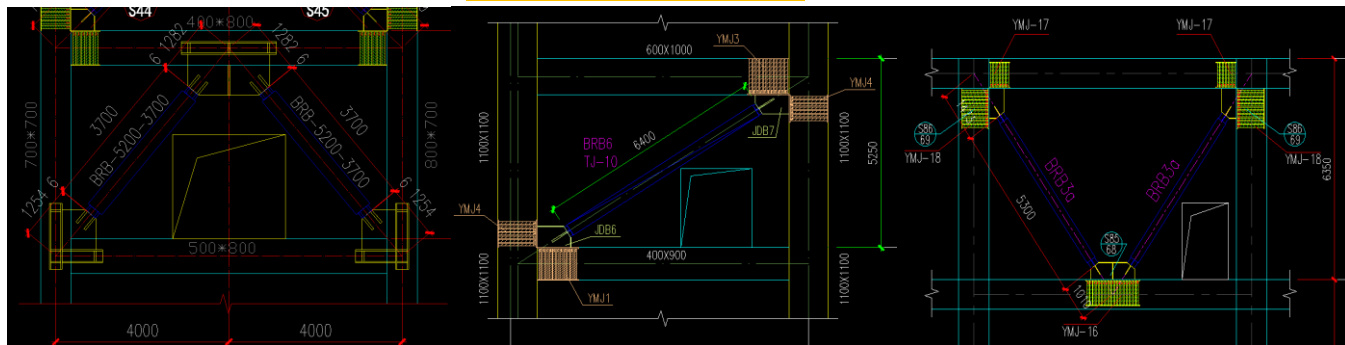
规模较小（1万平方米以下）150~300平布置1根；

均匀分散，间距不宜大于50m；

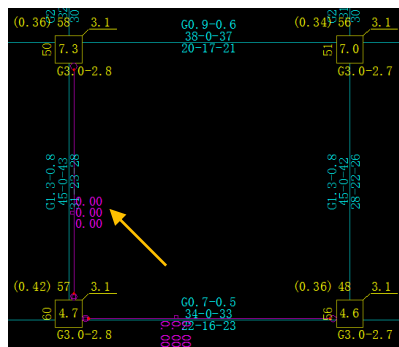
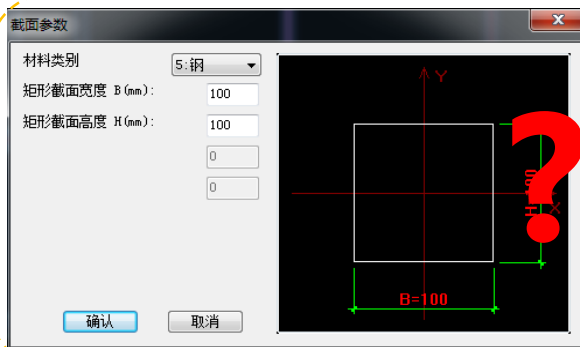
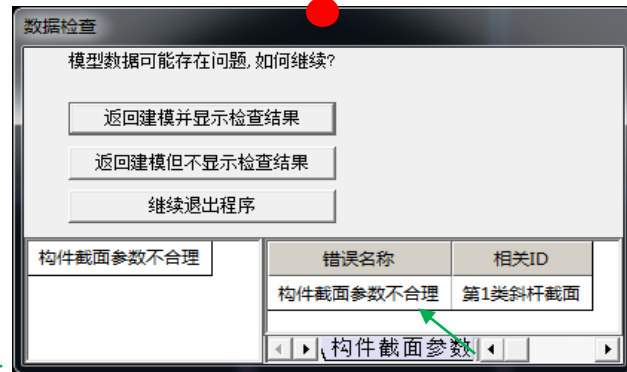
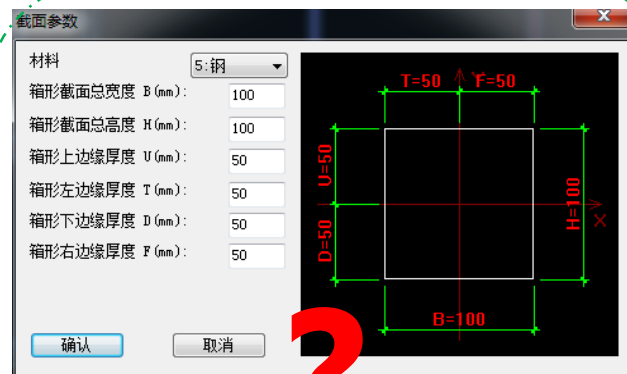
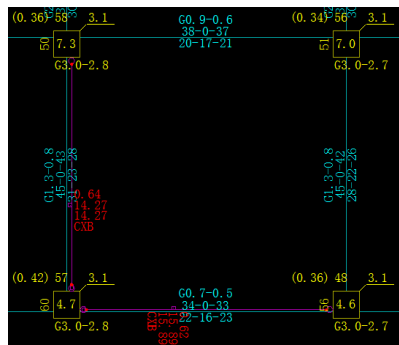
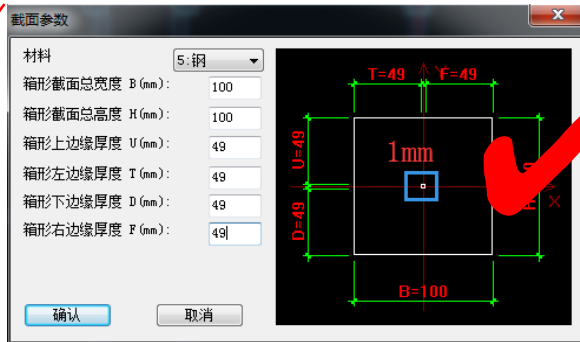
不少于1/2地上楼层数，尽量连续布置；

不需要满足50%倾覆力矩的要求；

支撑形式与门窗洞口避让

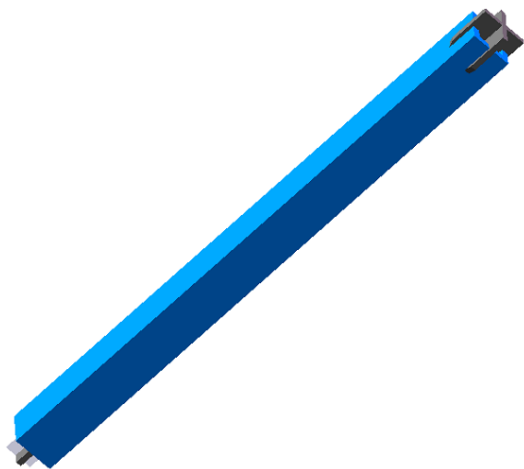


减震技术——BRB

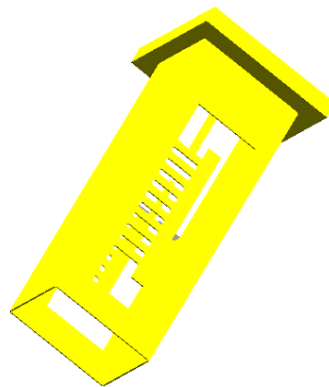


等效构件

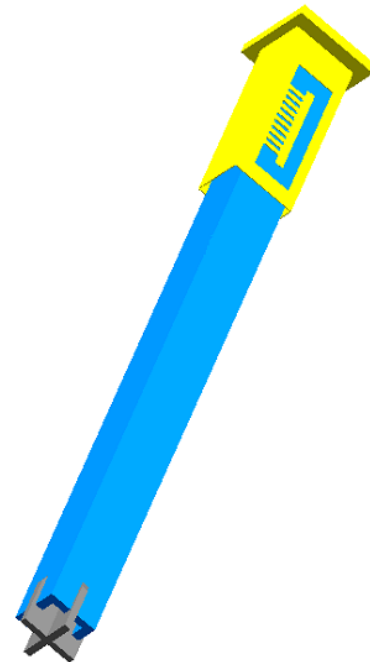
刚度



阻尼



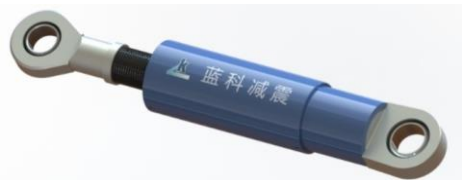
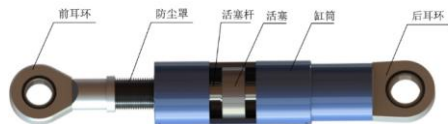
双阶BRB



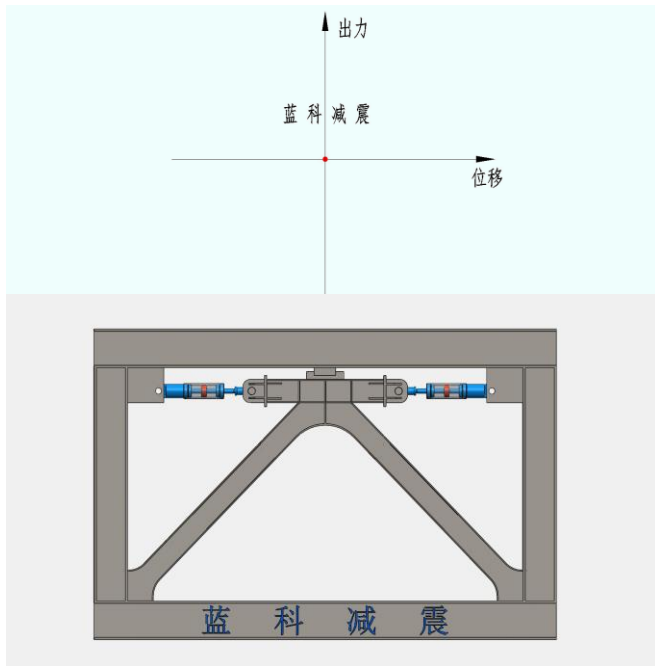
减震技术——VFD



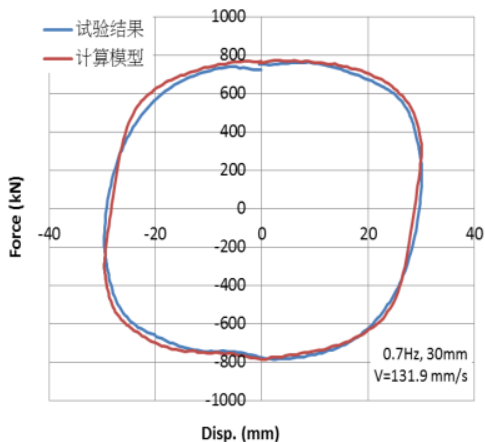
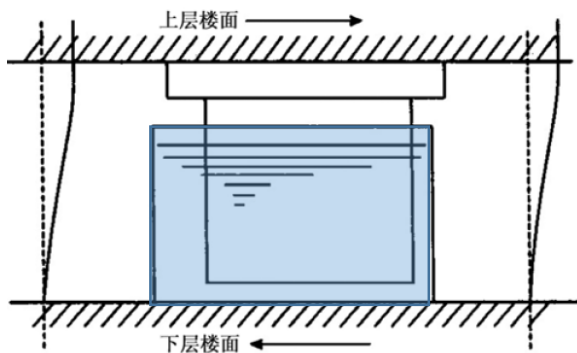
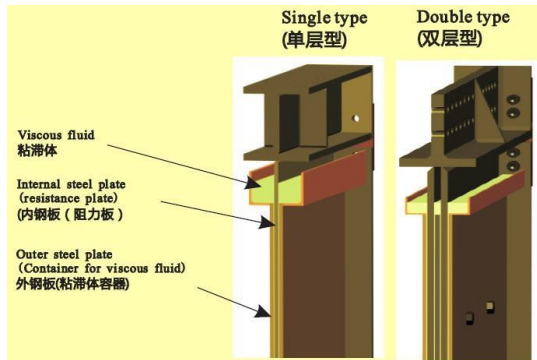
粘滞阻尼器是由缸筒、粘滞材料以及活塞组成，利用粘滞材料运动时产生粘滞阻尼耗散能量。活塞在缸筒内作往复运动，活塞上有适量小孔成为阻尼孔（和活塞与缸筒间配合间隙），缸筒内装满粘滞阻尼材料。当活塞与缸筒之间发生相对运动时，由于活塞前后的压力差使流体阻尼材料从阻尼孔（或间隙）中通过，从而产生阻尼力，达到耗能的目的。



$$F = C \times V^\alpha$$



粘滞阻尼墙由内部钢板、外部钢板及阻尼材料组成；其内部钢板固定于上层楼面，外部钢板固定于下层楼面，内钢板受外界激励沿平面运动，使高浓度阻尼材料发生剪切变形，从而产生阻尼力。

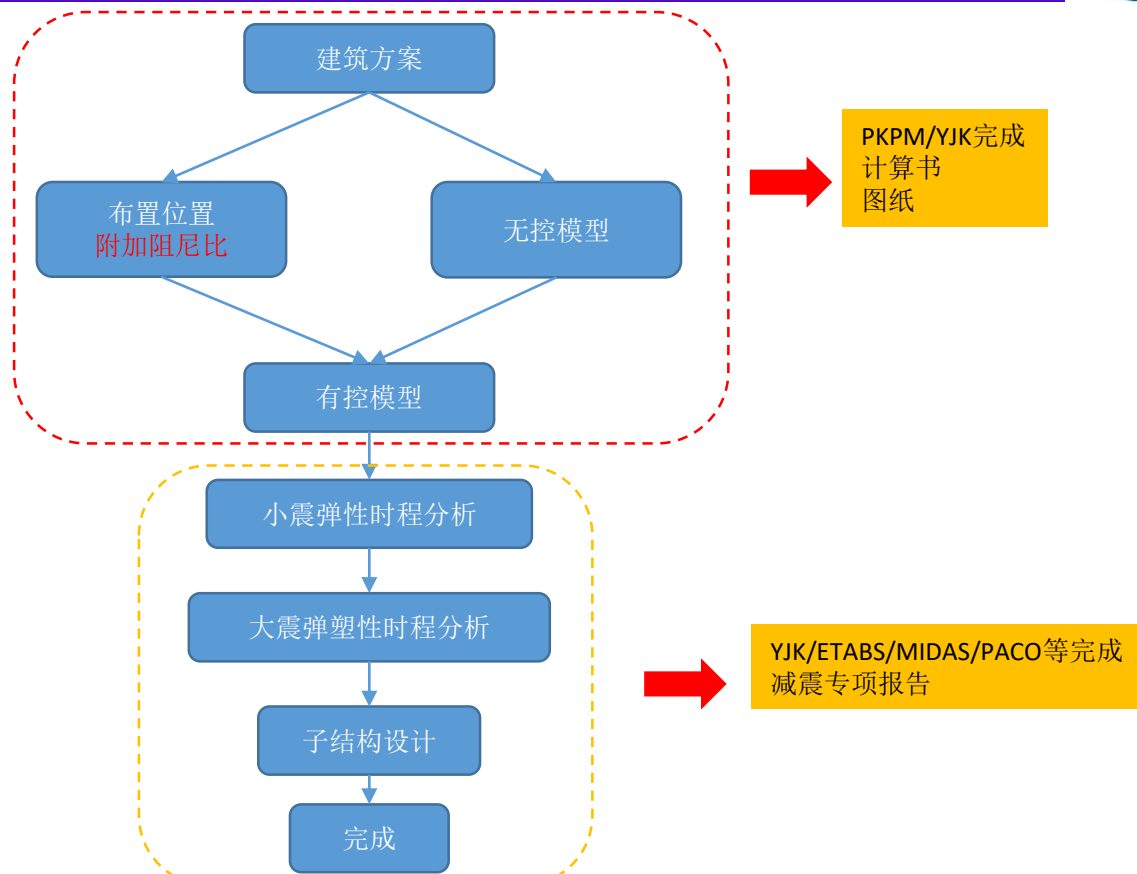


减震技术——VFD/VFW



项目	VFD	VFW
布置形式	墙式、支撑式	墙式
阻尼力	墙式200~600kN、支撑式 500~3000kN	300~3000kN
阻尼指数	0.1~0.35	0.35~0.5
密封性能	要求高	要求低
外观	直径大	厚度薄
受力机理	轴向压缩粘滞材料	剪切粘滞材料
运输	相对容易	相对复杂
安装	相对容易	相对复杂
计算效果	合理设置参数，效果基本一致	
模拟方法	基本一致	
价格	小吨位时VFD价格有优势，大吨位的时候二者差不多	



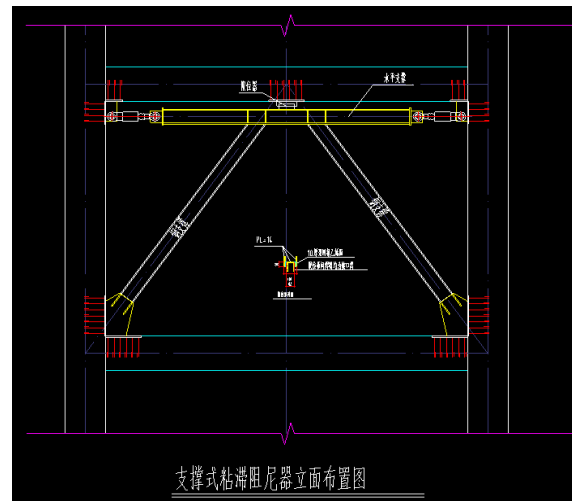
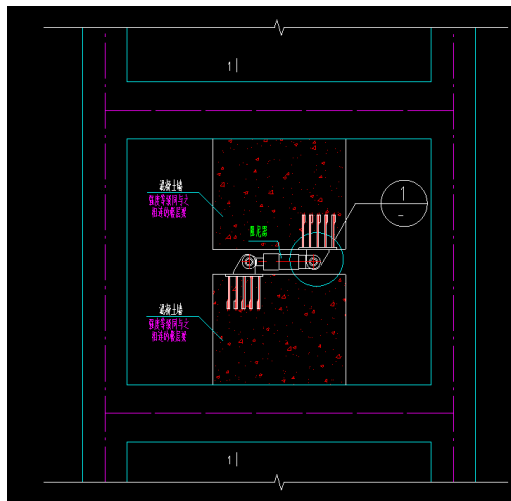


无控模型

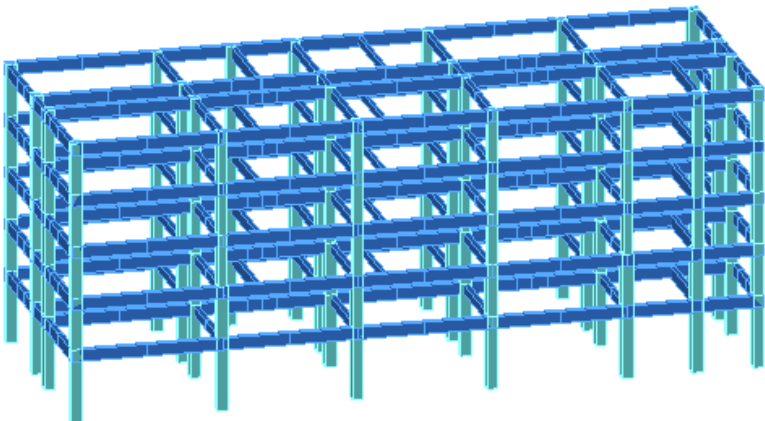
位移角小于位移角限值的0.8倍

布置位置和数量

- 1、100~300平布置1套;
- 2、无需上下连续布置;
- 3、可利用窗间墙（1500~2500mm）位置，不影响建筑功能。



减震技术——VFD/VFW



06

隔震减震对比



隔震减震对比

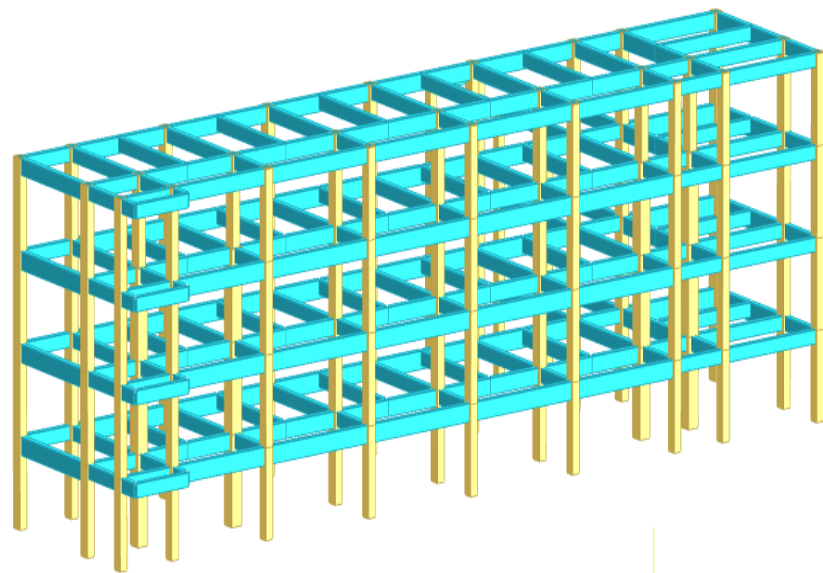


	隔震技术	减震技术
减震效果	减震效果明显，理论减震效果可达75%左右，建筑设计中减震效果一般可达50%，相当于使输入地震作用降低一度， 设计简单 。	减震效果没有隔震明显，合理设计，减震效果一般在10~30%， 设计相对复杂 。
减震目标	小震不坏，中震正常使用，大震可修	小震不坏，中震正常使用，大震可修
适用范围	使用范围受制于建筑高度，高宽比，场地类别等影响。目前隔震建筑高宽比宜小于4，场地类别宜Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类；周期不宜超过2s	使用范围广阔，几乎没有限制，钢筋混凝土结构，钢结构，木结构，构筑物，抗震、抗风等
产品耐久性	橡胶寿命处于研究当中	同建筑使用寿命
震后维护	理论可更换，实际项目中非常困难	一般需要拆除建筑内部装修，方可进行更换、维护
日常检修	长期投入，终身维护	
施工周期	增加隔震层， 周期长，至少一个月	产品安装、施工简单，工期影响小
减震使用影响	梁柱断面大幅降低 基础埋深增加2m以上、管线柔性连接、隔震沟、电梯悬挂	结合建筑功能，选取阻尼器的布置形式（墙式、支撑式），建筑功能有限， 梁柱尺寸略大
抗火	橡胶支座耐火极限1.5小时，小于3小时，需采取防火措施	满足规范要求
经济性	梁柱尺寸大幅降低，上部结构的土建 成本大幅减少 ；增加隔震层、土建 成本明显增加 ；施工周期延长， 时间成本增加 ；基础埋深增加， 基础费用和挡土墙费用增加 ；柔性连接费	梁柱尺寸和配筋较大，土建成本高；维护费用和时间成本低。
要求	好设计单位 ——各种构造全面考虑 好施工单位 ——严格按图施工，施工水平一流，确保隔震支墩、支座的施工精度。 好业主 ——全面了解隔震知识、终身定期维护，不因使用不便，改变隔震相关措施	常规设计；常规施工；十年、大风、大震进行维护

隔震减震对比

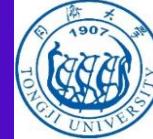


结构类型	钢筋混凝土框架结构
建筑层数	4层
建筑面积	约3000平
建筑层高	4.0m
建筑计算高度	16m
建筑物抗震设防分类	乙类
设计使用年限	50年
抗震设防烈度	8度
基本地震加速度	0.2g
设计地震分组	二组
水平地震影响系数最大值	0.16
场地类别	三类
场地特征周期	0.55s
地面粗糙度	C
周期折减系数	0.7
结构阻尼比	5%
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值70cm/s ² 设防地震计算时加速度峰值200cm/s ²

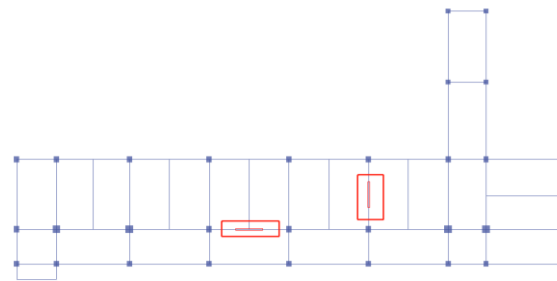
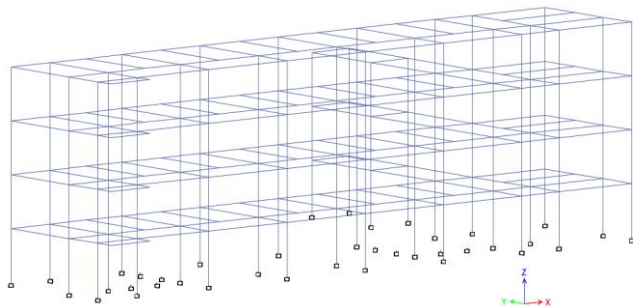


减震中震不屈服VS隔震设计

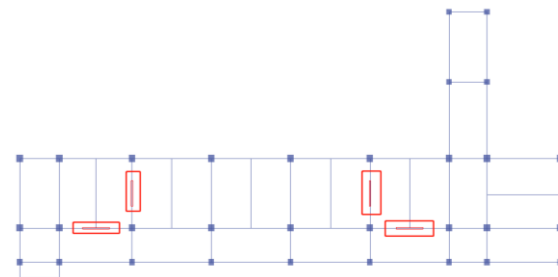
隔震减震对比



序号	名称	中震
1	阻尼器类型	VFD
2	阻尼系数 $C(\text{kN}/(\text{mm}/\text{s})^a)$	100
3	阻尼指数 a	0.25
4	总数量 (个)	32

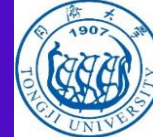


阻尼器平面布置图-小震弹性



阻尼器平面布置图-中震不屈服

隔震减震对比



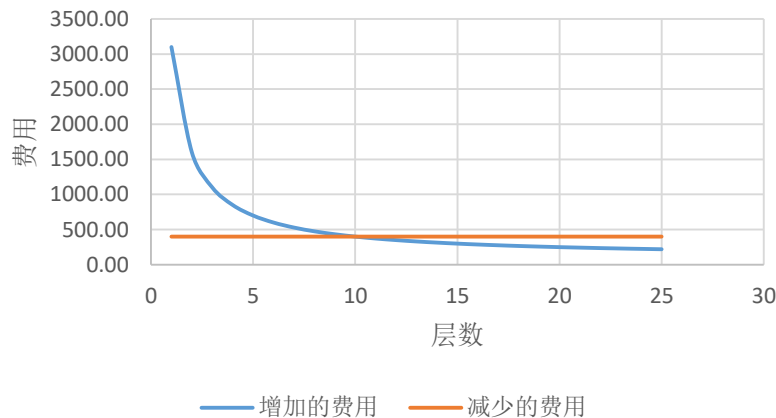
			中震隔震设计		中震减震设计		减震/隔震		
			用量	成本(万)	用量	成本	用量	成本(万)	
上部结构	梁	砼 (m3)	234.66	32.85	259.666	36.35	1.11	1.11	
		钢筋 (t)	55	38.50	56.58	39.61	1.03	1.03	
	柱	砼 (m3)	166.3	23.28	183.92	25.75	1.11	1.11	
		钢筋 (t)	23.99	16.79	42.65	29.86	1.78	1.78	
	板	砼 (m3)	307.301	177	43.02	307.301	43.02	1.00	1.00
		钢筋 (t)	30	21.00	30	21.00	1.00	1.00	
隔震层	梁	砼 (m3)	42	5.88					
		钢筋 (t)	14.57	10.20					
	柱	砼 (m3)	58.77	8.23					
		钢筋 (t)	20.82	14.57					
	板	砼 (m3)	76.69	55	10.74				
		钢筋 (t)	7.78	5.45					
隔震支座/阻尼器	数量(套)	31	46.5	32	41.6	1.03	0.89		
合计				277.01	合计	237.19		0.86	
柱截面	隔震层	800*800			/				
	1	600*600、550*600			600*600、600*700				
	2	600*600、550*600			550*600、600*700				
	3	600*600、550*600			550*600、550*700				
	4	600*600、550*600			550*600、550*700				
梁截面	隔震层	300*600、300*700			/				
	1	300*600			300*700、300*750				
	2	300*600			300*700、300*750				
	3	300*600			300*700、300*750				
	4	300*600			300*700、300*750				

隔震减震对比



- 1、隔震结构可大幅优化梁柱断面，降低上部结构的土建成本。
- 2、隔震层由于需要满足大震不屈服和弹性的要求，隔震层大幅增加（正常上部一层的土建费用是2000元/平，那么隔震层土建费用在3000+层数*100元/平），假设隔震比减震每平方米减少钢筋10~30公斤，按照1万/吨的价格，相当于每平方米省100~300元，减震费用每平方米50~100元，隔震费用每平方米100~150元，10层左右是一个临界点。
- 3、柔性连接、隔震构造、挡土墙、地下室埋深增加、一个月的施工周期以及终身维护。

增加费用与减少费用对比



隔震和减震费用均按照100元/平米，每平方米节省30公斤钢筋。

07

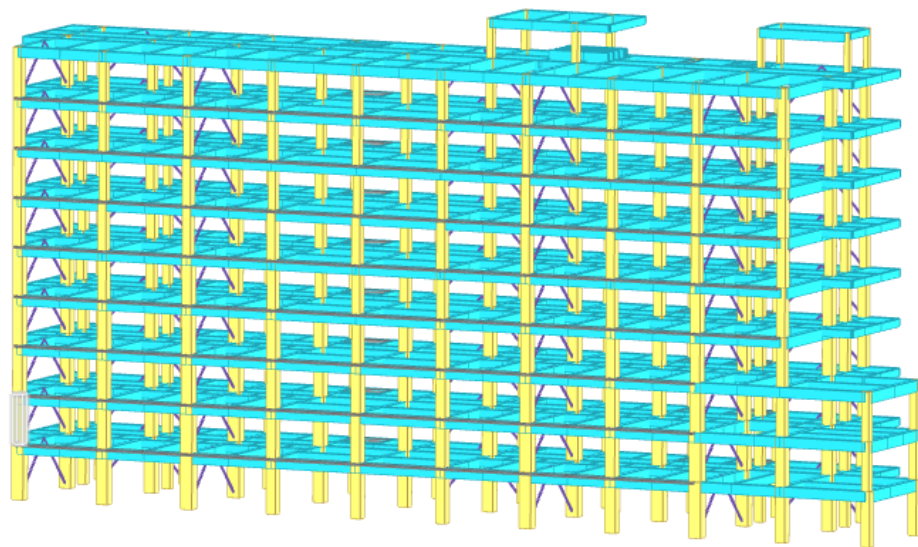
案例分析



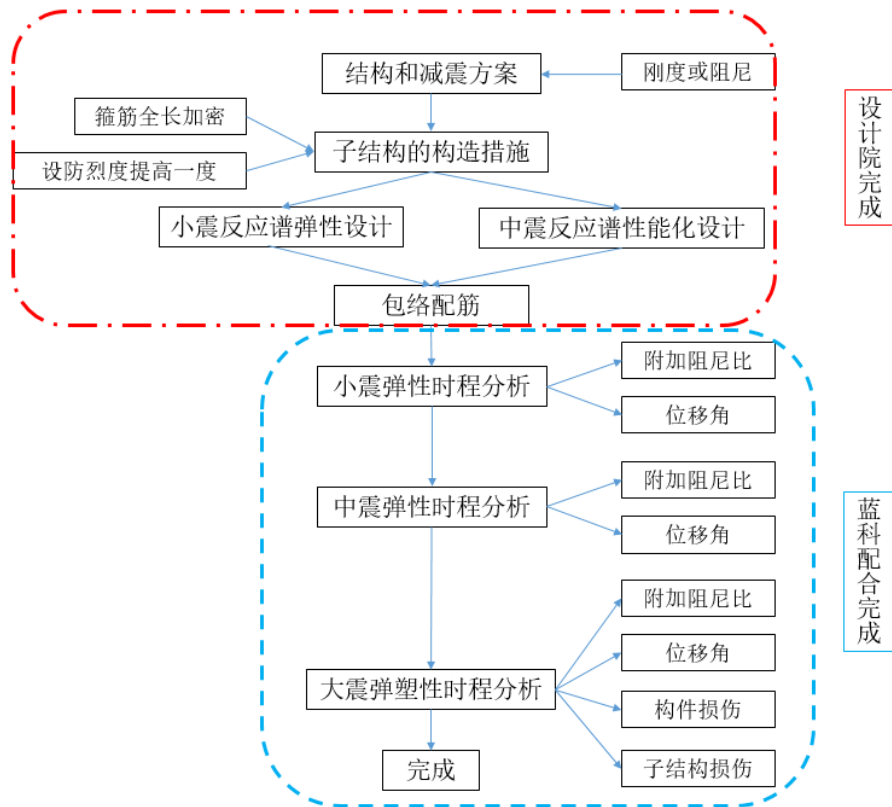
案例一（某福利院）



项目	福利院二期新建工程-1#单体
建设地点	上海
建筑面积	约9100m ²
结构类型	钢筋混凝土框架结构
建筑层数	地上九层（局部十层）
建筑层高	4.5m/4.2m/3.80m/3.85m/3.60m
建筑物抗震设防分类	乙类
设计使用年限	50年
框架抗震等级	二级
抗震设防烈度	7度
基本地震加速度	0.10g
设计地震分组	第二组
小震水平地震影响系数最大值	0.08
场地类别	IV类
场地特征周期	小中震0.9s, 大震1.1s
基本风压（50年）	0.55kN/m ²
地面粗糙度	B类
周期折减系数	0.7
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值35/s ² 设防地震计算时加速度峰值100cm/s ² 罕遇地震计算时加速度峰值200cm/s ²



案例一（某福利院）



设计院完成

蓝科配合完成

案例一（某福利院）



地震水平	性能目标	关键构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/550
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/300
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/100

案例一（某学校）



地震水平	关键构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪弹性 抗弯弹性	抗剪不屈服 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯不屈服	无损坏	承载力用反应谱 位移角用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

关键构件：底层柱，与阻尼器相连的柱子与梁；

普通竖向构件：除关键构件以外的柱子；

一般构件：框架梁（子结构梁除外）

减震方案：采用双阶BRB和VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于6%的附加阻尼比。

案例一（某福利院）



中震抗剪和抗弯弹性

中震抗剪和抗弯不屈服



子结构梁

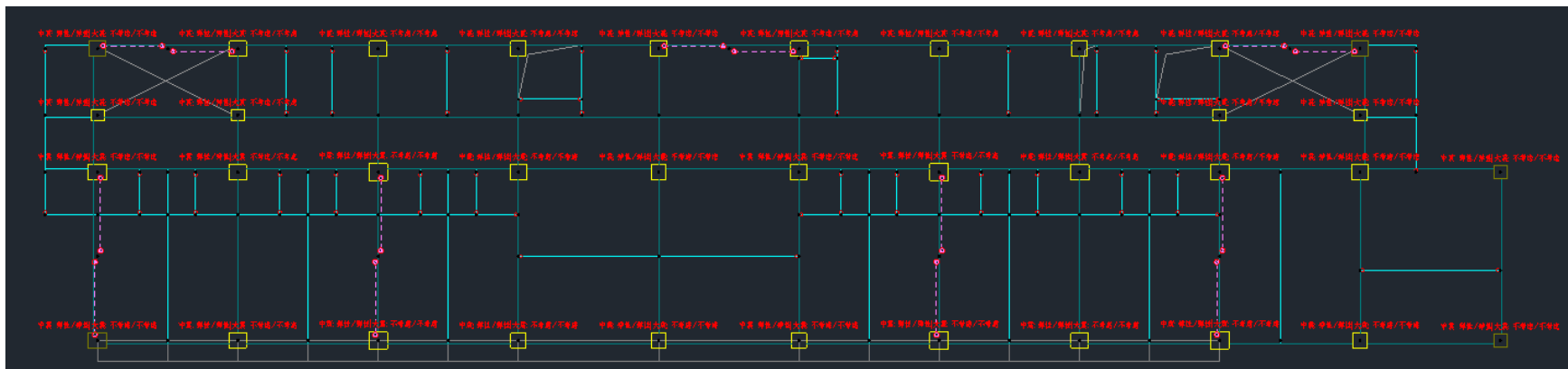
普通梁



子结构柱

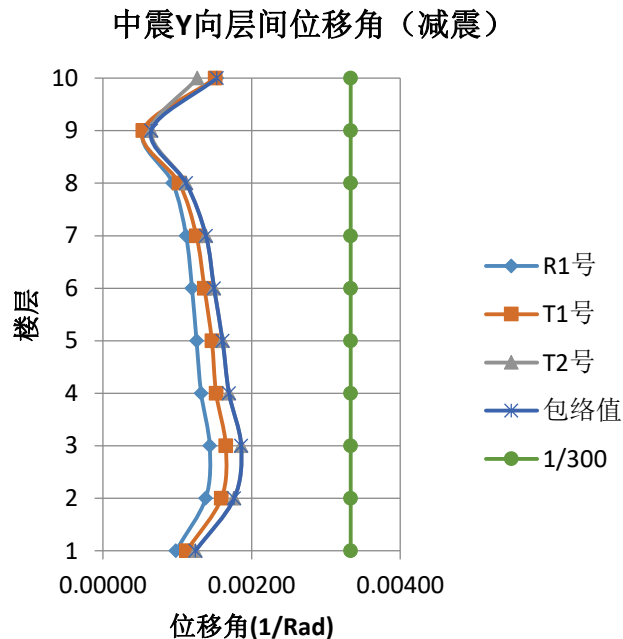
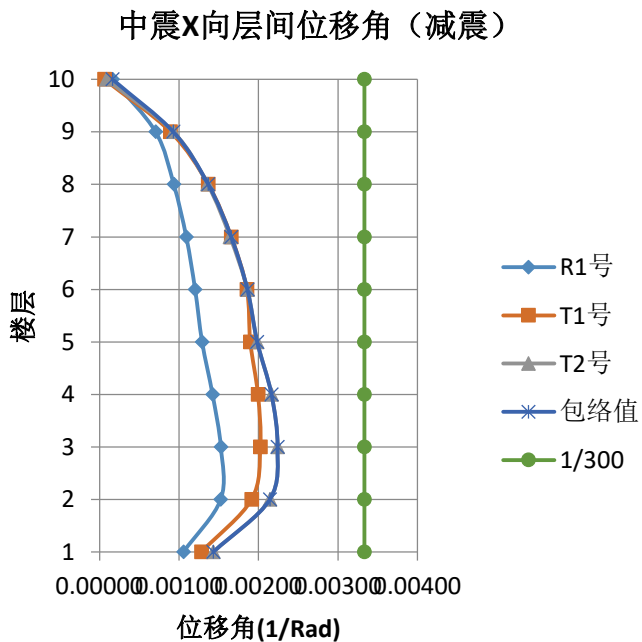
二层以上柱子

案例一（某福利院）



底层柱中震抗剪和抗弯弹性

案例一（某福利院）

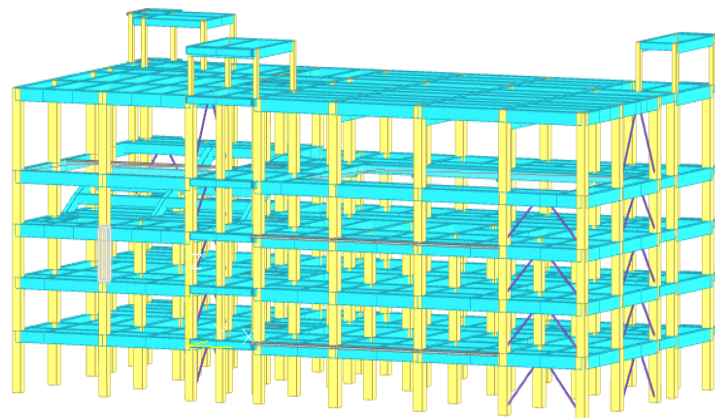


中震作用下，结构最大层间位移角为X向1/446，Y向1/537（忽略顶层）。满足性能目标位移角1/300。（位移角很富裕）

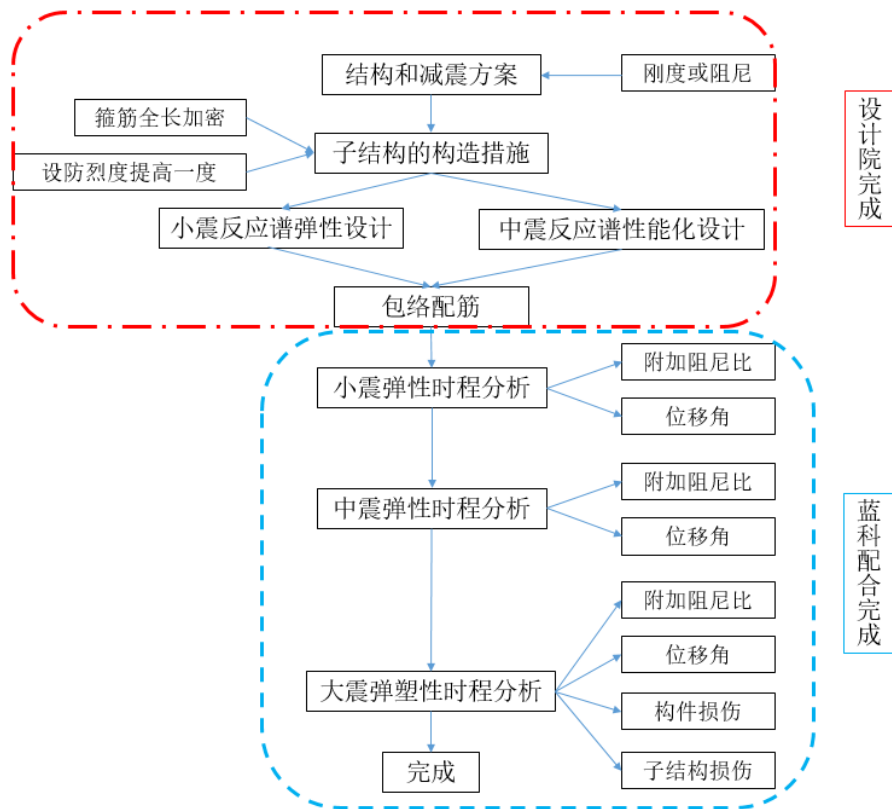
案例二（某学校）



项目	某中学改扩建工程
建设地点	上海
建筑面积	地上建筑面积9130m ²
结构类型	混凝土框架
建筑层数	地上5层
建筑层高	4.5m/3.9m/6m
建筑计算高度	22.2m
建筑物抗震设防分类	重点设防类（乙类）
设计使用年限	50年
框架抗震等级	2级
抗震设防烈度	7度
基本地震加速度	0.10g
设计地震分组	第二组
小震水平地震影响系数最大值	0.08
场地类别	IV类
场地特征周期	0.9s
基本风压（50年）	0.60kN/m ²
地面粗糙度	B类
周期折减系数	0.7
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值35/s ² ， 设防地震计算时加速度峰值100cm/s ² ， 罕遇地震计算时加速度峰值200cm/s ²



案例二（某学校）



案例二（某学校）



地震水平	性能目标	关键构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/550
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/300
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/100

案例二（某学校）



地震水平	关键构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪弹性 抗弯弹性	抗剪弹性 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯不屈服	无损坏	承载力用反应谱 位移角用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

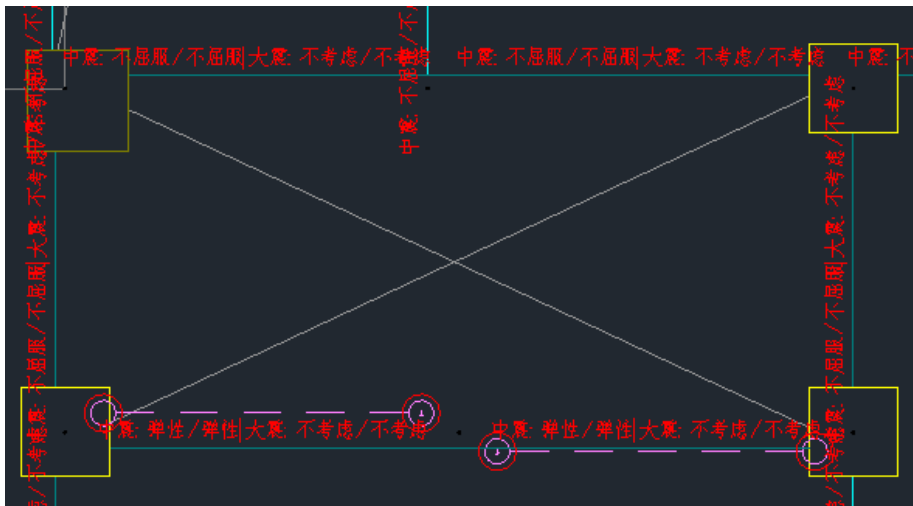
关键构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

普通竖向构件：除关键构件以外的柱子；

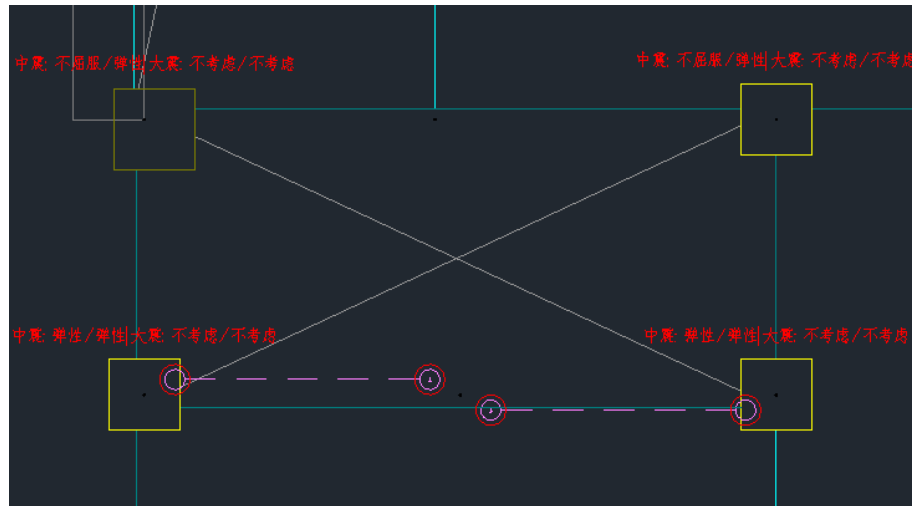
一般构件：框架梁（子结构梁除外）

减震方案：采用双阶BRB和VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于6%的附加阻尼比。

案例二（某学校）



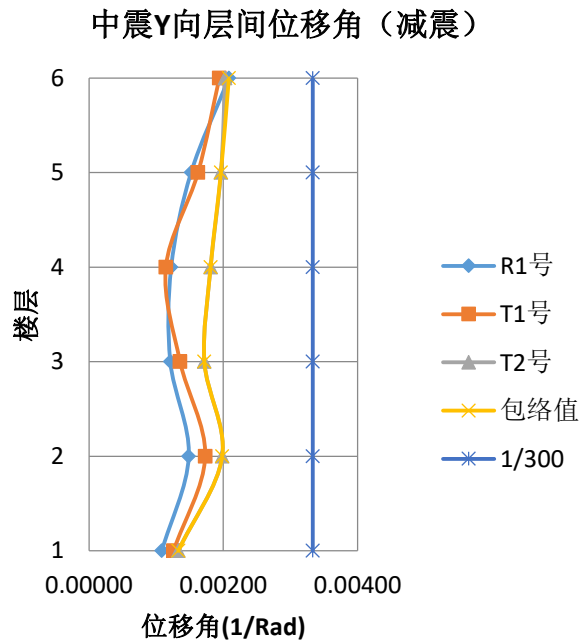
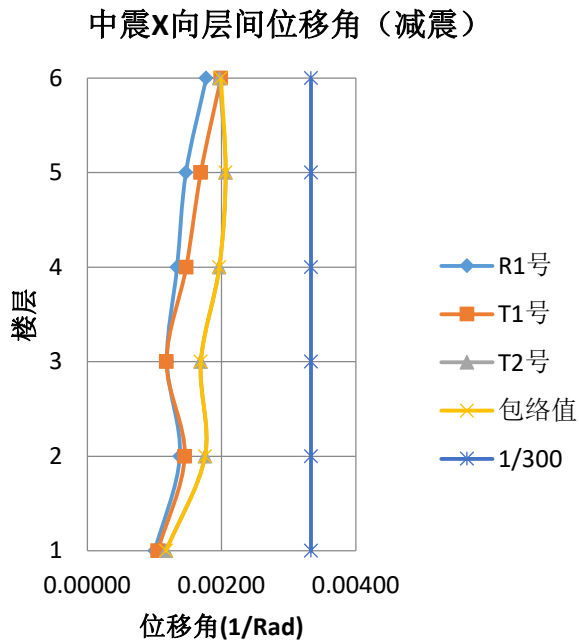
梁



柱

子结构：中震抗剪和抗弯弹性；竖向构件：中震抗剪弹性、抗弯不屈服；一般构件：中震抗剪和抗弯不屈服

案例二（某学校）

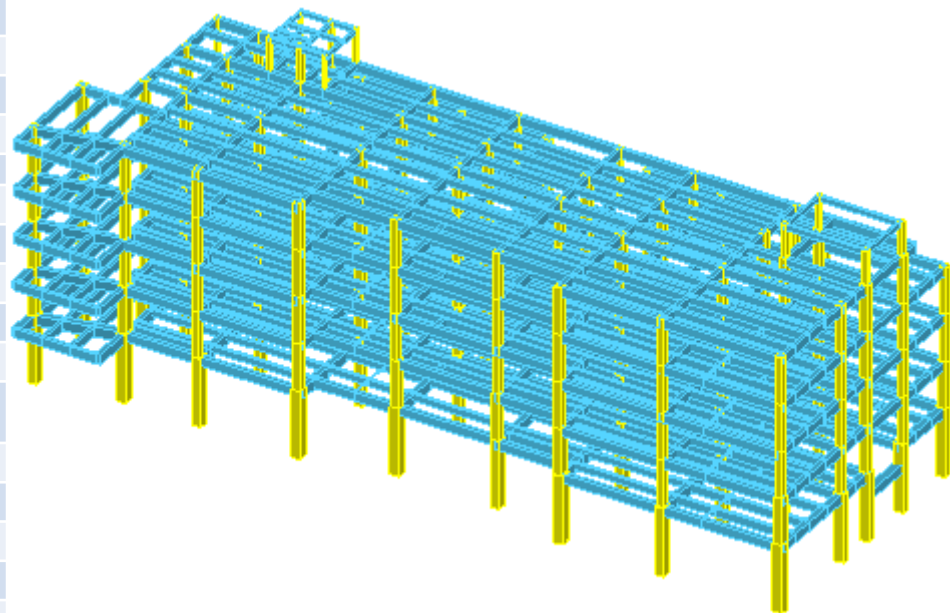


中震作用下，结构除顶层外最大层间位移角为X向1/485，Y向1/509。满足性能目标位移角1/300。
(位移角很富裕)

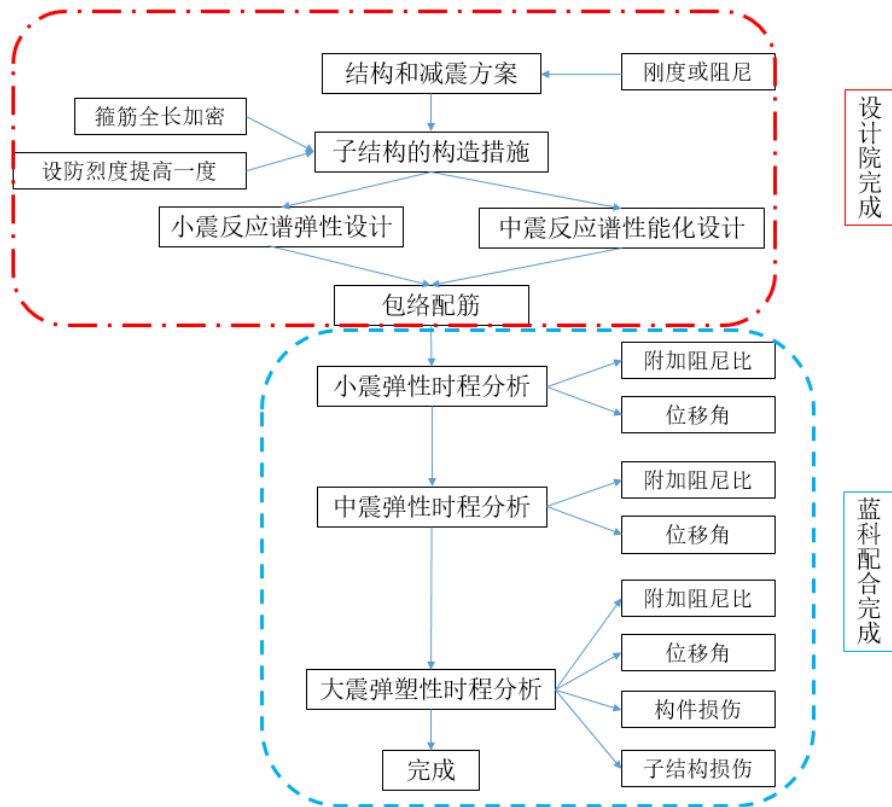
案例三（某学校）



项目	实验学校初中部教学楼右侧单体
建设地点	上海
结构类型	钢筋混凝土结构
建筑面积	7100m ²
建筑层数	地上5层
建筑层高	6.1m/4.2m
建筑计算高度	22.9
建筑物抗震设防分类	乙类
设计使用年限	50
框架抗震等级	四级
设计地震分组	第一组
抗震设防烈度	7
基本地震加速度	0.1g
水平地震影响系数最大值	0.08
场地类别	IV
场地特征周期	0.9s
地面粗糙度	B类
周期折减系数	1
基本风压（50年）	0.55kN/m ²
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值35cm/s ² 设防地震计算时加速度峰值100cm/s ² 罕遇地震计算时加速度峰值200cm/s ²



案例三（某学校）



案例三（某学校）



地震水平	性能目标	重要构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/550
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/250
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/100

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

一般构件：除主体结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于4%的附加阻尼比。

案例三（某学校）



地震水平	重要构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪不屈服 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯不屈服	无损坏	承载力用反应谱 位移角用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

一般构件：除主体结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于4%的附加阻尼比。

案例三（某学校）



分析和设计参数补充定义

按参数名

总信息
多模型及包络
风荷载信息
地震信息
地震信息
地震信息
活荷载信息
二阶段效应
调整信息
刚度调整
内力调整
设计信息
基本信息
钢构件设计
材料信息
钢筋信息
混凝土
荷载组合
工况信息
组合信息
地下室信息
性能化设计
高级参数
云计算

不进行性能设计

按照高规方法进行性能设计 中震不屈服

按照钢结构设计标准进行性能设计

性能化

塑性耗能区承载性能等级

塑性耗能区的性能系数最小值

结构构件延性等级 II级

塑性耗能构件刚度折减系数

非塑性耗能区内力调整系数

中震地震影响系数最大值

中震设计阻尼比(%)

按照广东规程进行性能设计
(注：非广东地区定义此菜单参数依然有效)

性能水准 1 2 3 4 5

地震水准 小震 中震 大震

考虑钢筋超强系数

地震力折减系数

构件重要性系数

关键构件

一般竖向构件

水平耗能构件

按照高规方法进行性能化设计

中震设计信息

中震计算模型 不屈服 弹性 极限承载力

中震地震影响系数最大值

不屈服 结构阻尼比(%)

全楼统一

按材料区分

钢

砼

连梁刚度折减系数

弹性 结构阻尼比(%)

全楼统一

按材料区分

钢

砼

连梁刚度折减系数

极限承载力 结构阻尼比(%)

全楼统一

按材料区分

钢

砼

连梁刚度折减系数

大震设计信息

大震计算模型 不屈服 弹性 极限承载力

大震地震影响系数最大值 特征周期

不屈服 结构阻尼比(%)

全楼统一

按材料区分

钢

砼

连梁刚度折减系数

弹性 结构阻尼比(%)

全楼统一

按材料区分

钢

砼

连梁刚度折减系数

极限承载力 结构阻尼比(%)

全楼统一

按材料区分

钢

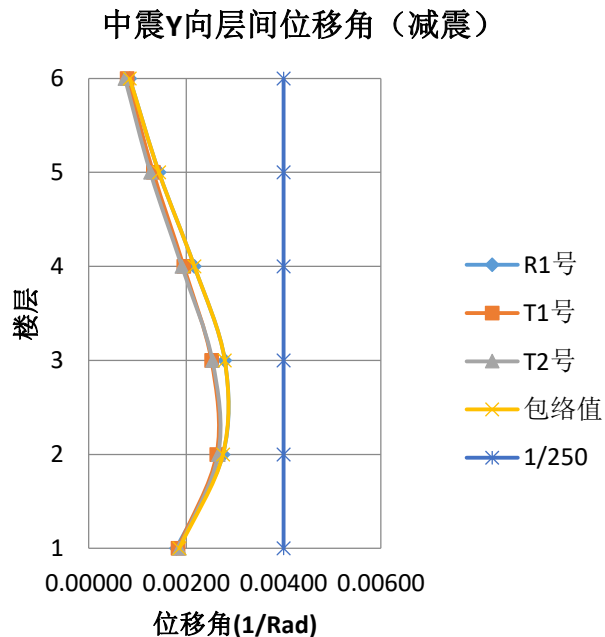
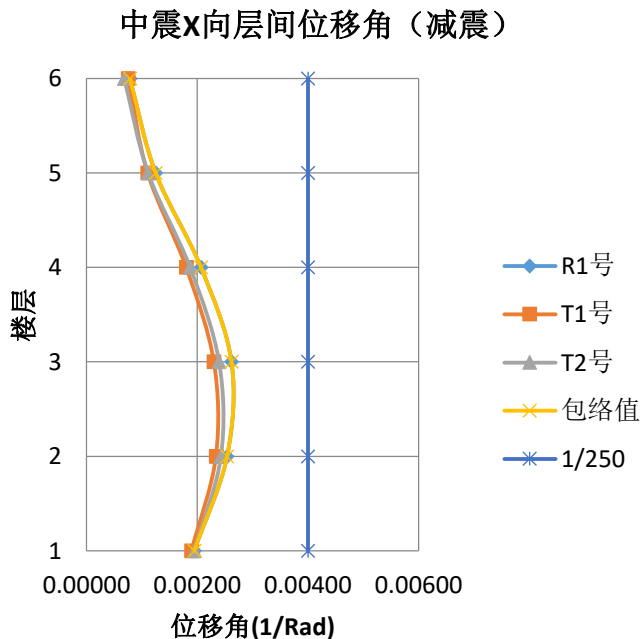
砼

连梁刚度折减系数

说明：按照高规方法进行性能设计
按照高规方法进行性能设计，可参考《高规》第3.11节有关规定。选择中震或大震设计时，应注意将“地震信息”页的地震影响系数最大值和阻尼比等参数修改为中震或大震对应的值。

参数导入 参数导出 恢复默认 确定 取消

案例三（某学校）

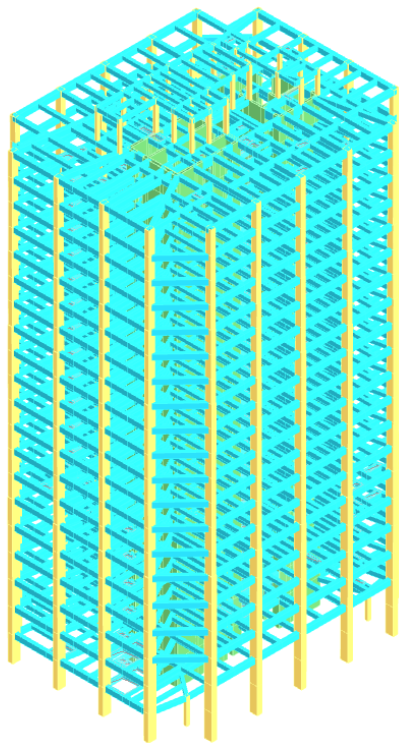


中震作用下，结构最大层间位移角为X向1/382，Y向1/363。满足性能目标位移角1/250。（位移角很富裕）

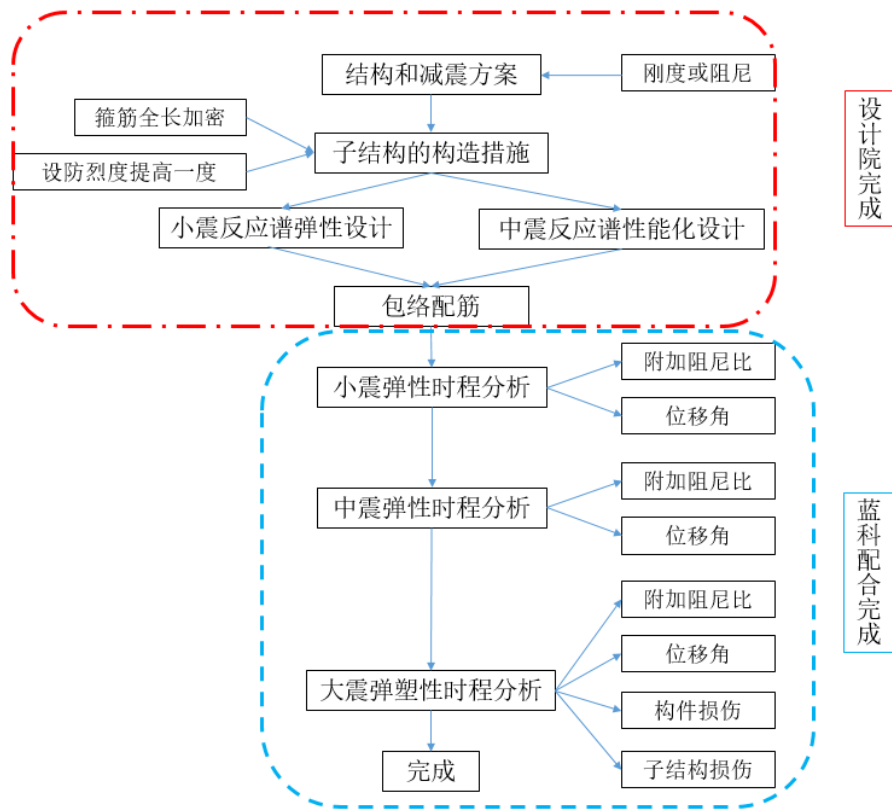
案例四（某康复医院）



项目	康复医院综合楼新建工程
建设地点	上海
建筑面积	约25500m ²
结构类型	框架-核心筒
建筑层数	地上21层
建筑层高	4.55m/4.2m/3.8m/3.95m/5.30m
建筑计算高度	84.2m
建筑物抗震设防分类	乙类
设计使用年限	50年
框架抗震等级	一级
剪力墙抗震等级	一级
抗震设防烈度	7度
基本地震加速度	0.10g
设计地震分组	第二组
小震水平地震影响系数最大值	0.08
场地类别	IV类
场地特征周期	小中震0.9s, 大震1.1s
基本风压（50年）	0.55kN/m ²
地面粗糙度	C类
周期折减系数	0.9
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值35/s ² , 设防地震计算时加速度峰值100cm/s ² , 罕遇地震计算时加速度峰值200cm/s ²



案例四（某康复医院）



设计院完成

蓝科配合完成

案例四（某康复医院）



地震水平	性能目标	重要构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/800
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/400
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/150

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

一般构件：除子结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于3%的附加阻尼比。

案例四（某康复医院）



地震水平	重要构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪弹性 抗弯不屈服	抗剪弹性 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯不屈服	无损坏	承载力用反应谱 位移角用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

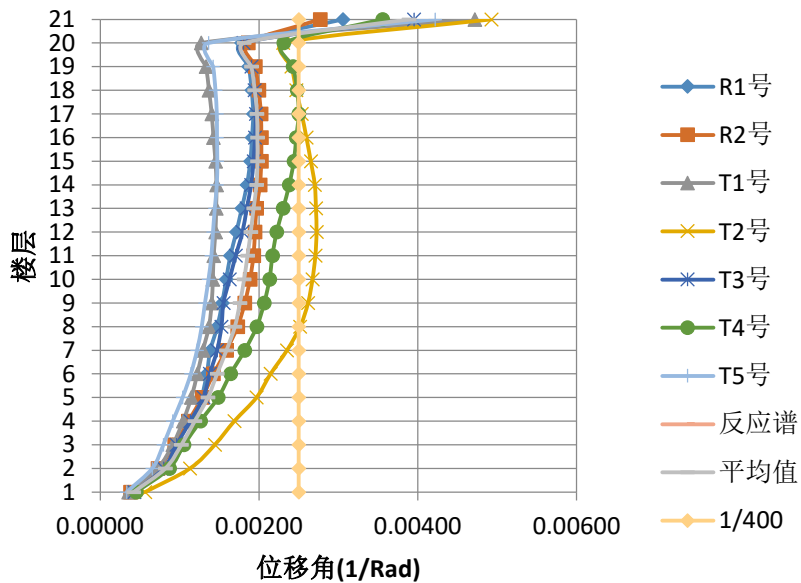
一般构件：除主体结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于3%的附加阻尼比。

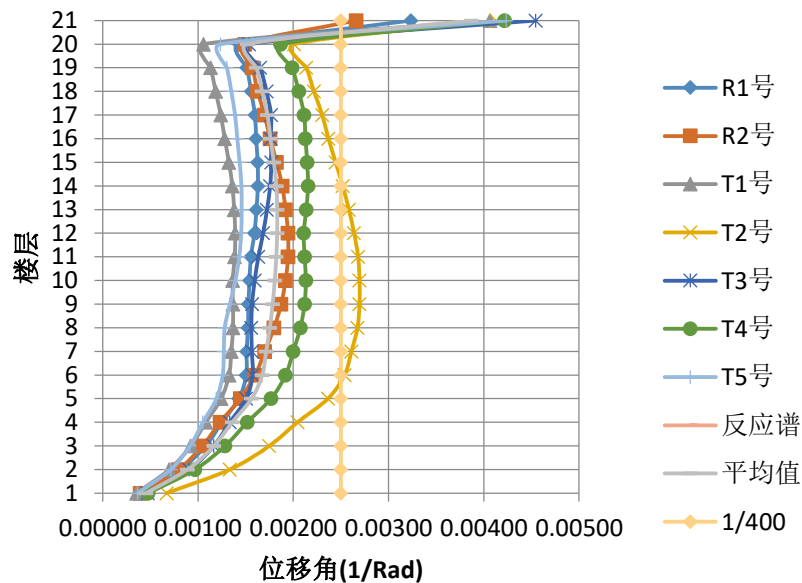
案例四（某康复医院）



中震X向层间位移角（减震）



中震Y向层间位移角（减震）

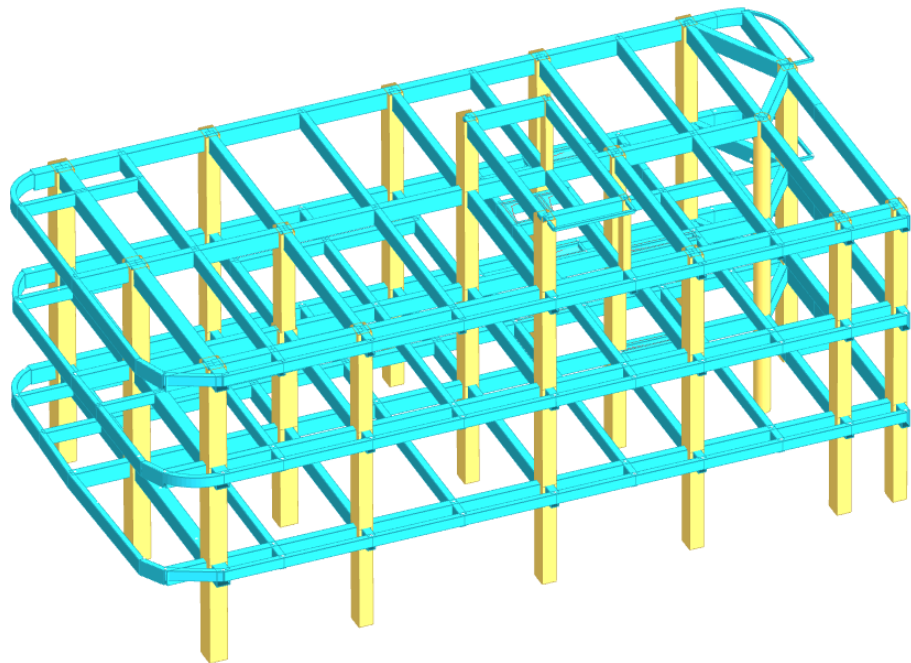


中震作用下，七条波平均值下结构最大层间位移角为X向1/504，Y向1/546（不含顶层）。

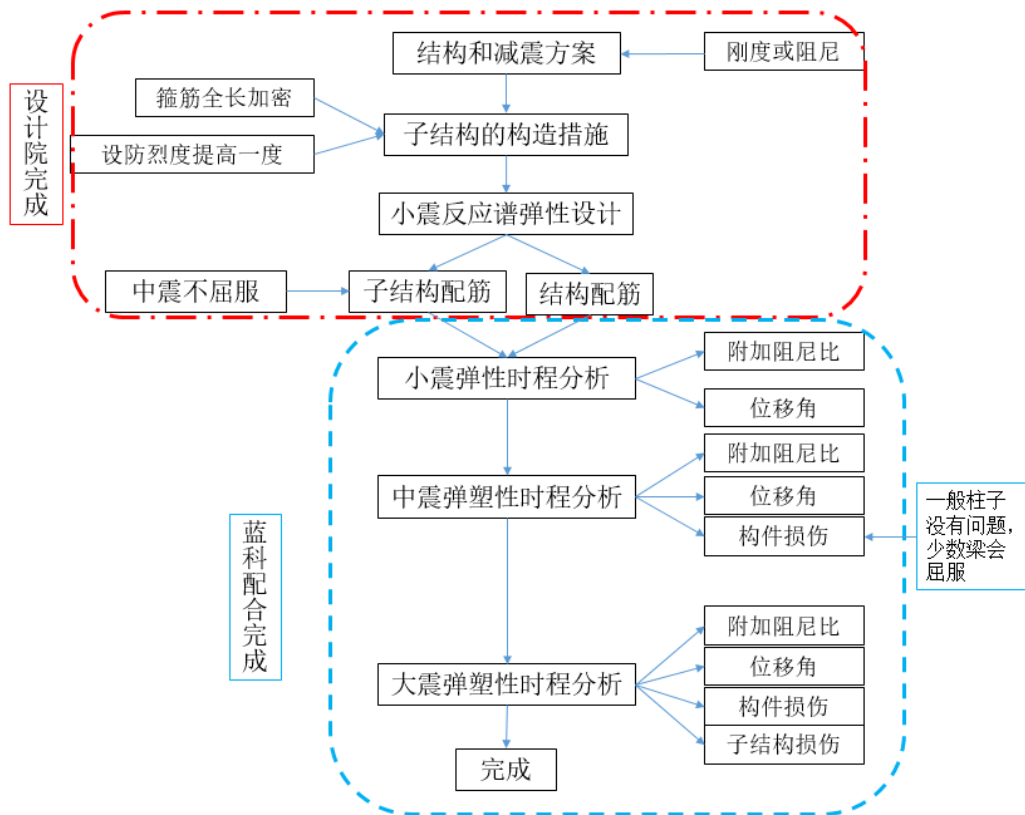
案例五（某学校）



项目	新建幼儿园-上部单元
建设地点	上海
结构类型	钢筋混凝土结构
建筑面积	1270m ²
建筑层数	地上4层
建筑层高	4.2m
建筑计算高度	12.6
建筑物抗震设防分类	乙类
设计使用年限	50
框架抗震等级	二级
设计地震分组	第二组
抗震设防烈度	7
基本地震加速度	0.1g
水平地震影响系数最大值	0.08
场地类别	IV
场地特征周期	0.9s
地面粗糙度	B类
周期折减系数	0.7
基本风压（50年）	0.55kN/m ²
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值35cm/s ² 设防地震计算时加速度峰值100cm/s ² 罕遇地震计算时加速度峰值200cm/s ²



案例五（某学校）



案例五（某学校）



地震水平	性能目标	重要构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/550
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/300
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/100

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

一般构件：除子结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于4%的附加阻尼比。

案例五（某学校）



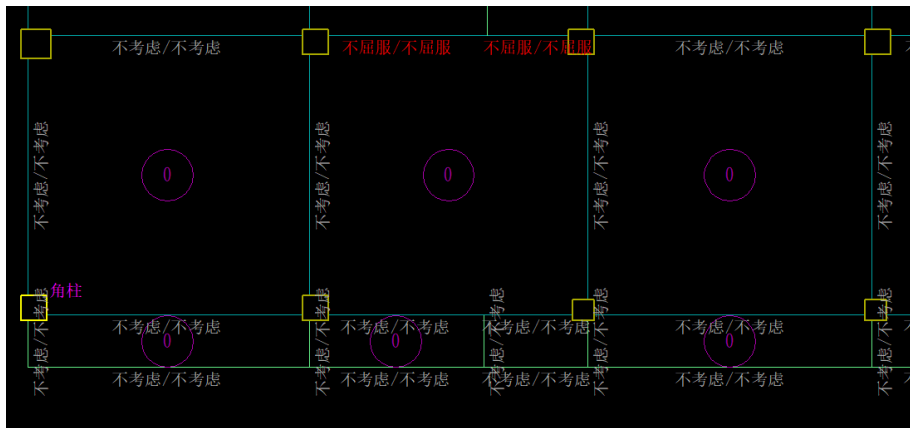
地震水平	重要构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪不屈服 抗弯不屈服	不进入塑性	个别进入塑性	无损坏	重要构件承载力用反应谱 其他构件承载力和位移角 用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

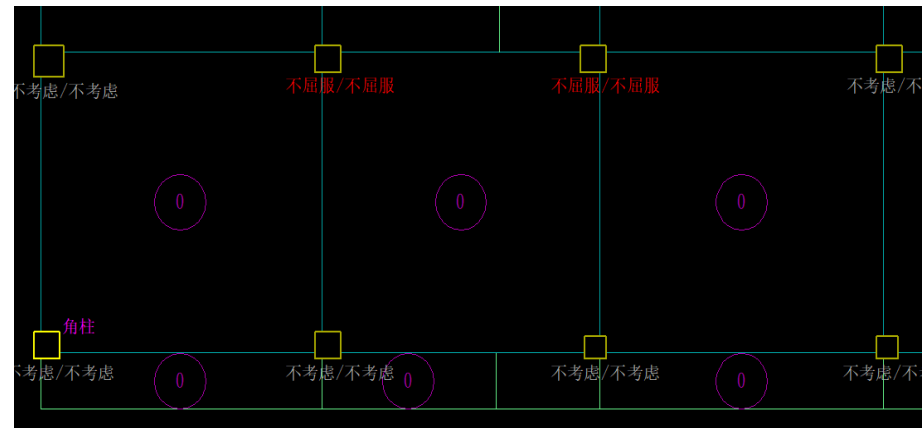
一般构件：除主体结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于4%的附加阻尼比。

案例五（某学校）

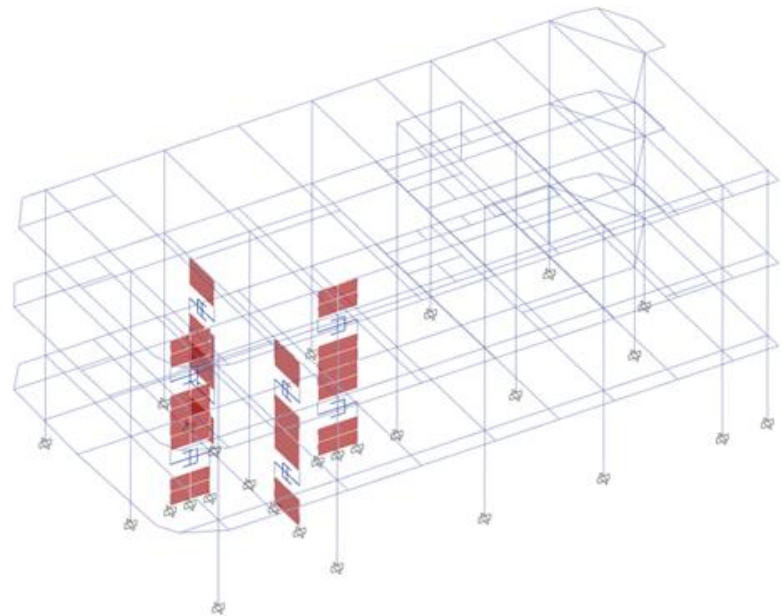
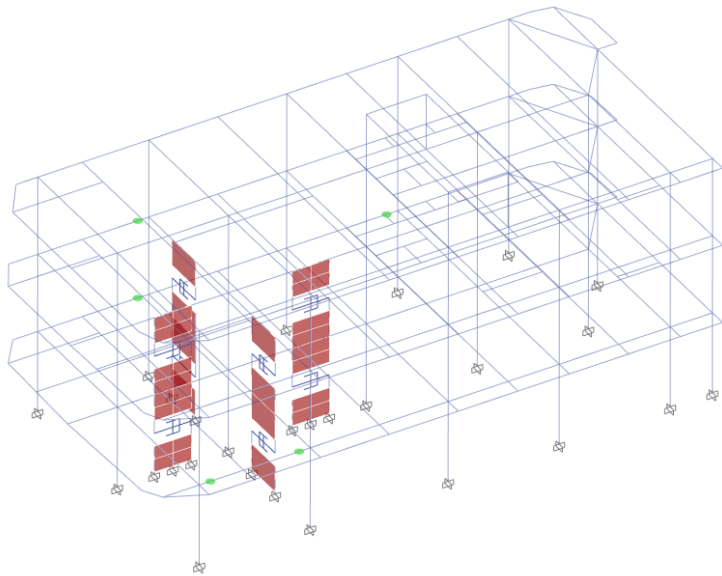


梁



柱

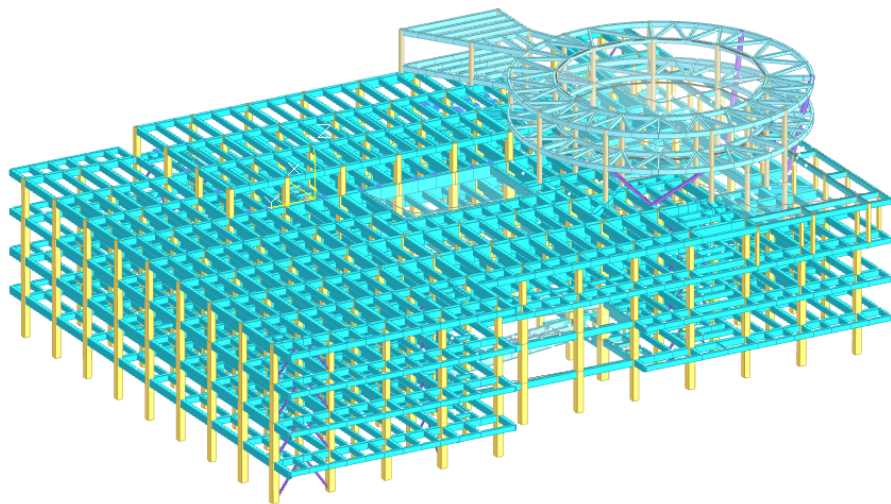
案例五（某学校）



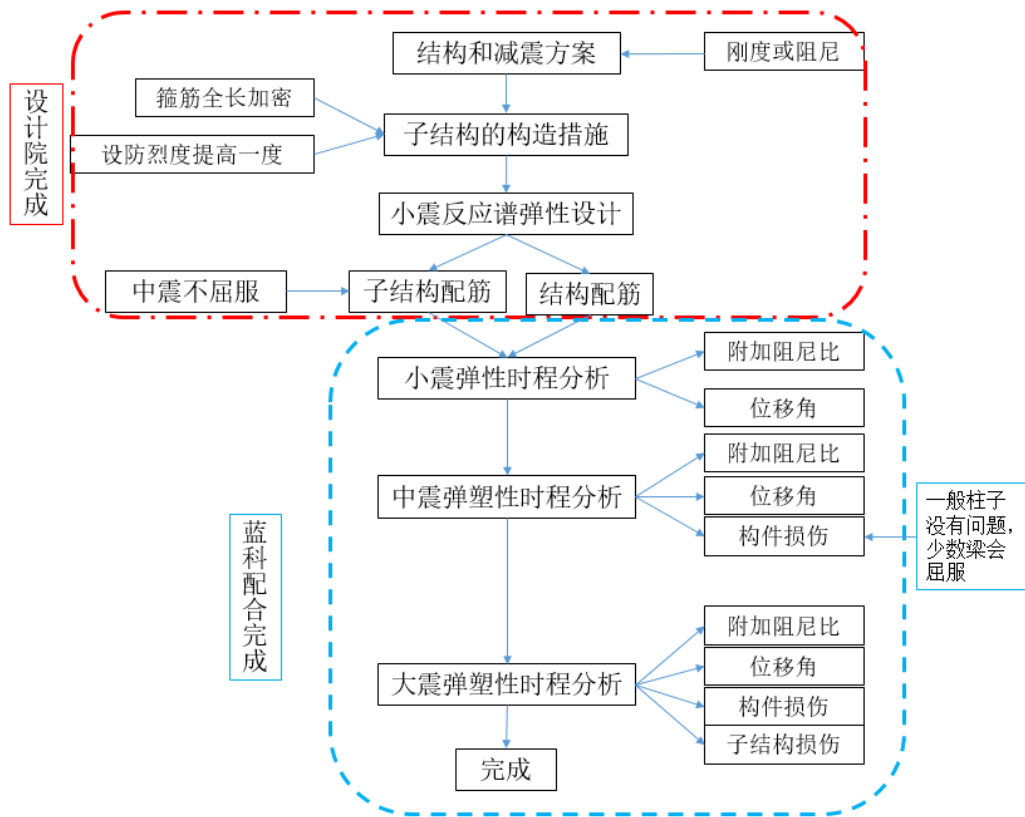
案例六（某医院）



项目	医院项目门诊楼
建设地点	上海
结构类型	钢筋混凝土结构
建筑面积	22800m ²
建筑层数	6
建筑层高	5.8m/5.5m/5.1m
建筑计算高度	32.5m
建筑物抗震设防分类	乙类
设计使用年限	50
框架抗震等级	2
设计地震分组	第二组
抗震设防烈度	7
基本地震加速度	0.1g
水平地震影响系数最大值	0.08
场地类别	IV
场地特征周期	0.9s
地面粗糙度	B类
周期折减系数	0.70
结构阻尼比	5%
小震附加阻尼比	2%
时程分析地震波加速度峰值	多遇地震计算时加速度峰值35cm/s ² 设防地震计算时加速度峰值100cm/s ² 罕遇地震计算时加速度峰值200cm/s ²



案例六（某医院）



案例六（某医院）



地震水平	性能目标	重要构件	一般构件	消能器	继续使用的可能性	变形参考值
多遇地震	完好	无损坏	无损坏	无损坏	完全可使用，不需要修理即可继续使用	1/550
设防地震	轻微损坏	无损坏	个别轻微损坏	无损坏	基本可使用，稍作修理即可继续使用	1/300
罕遇地震	中度损坏	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	修复后使用，需要一般修理，采取安全措施后可继续使用	1/100

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

一般构件：除子结构以外的构件

减震方案：采用DBRB+VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于4%的附加阻尼比。

案例六（某医院）



地震水平	重要构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪弹性 抗弯不屈服	不进入塑性	个别进入塑性	无损坏	重要构件承载力用反应谱 其他构件承载力和位移角用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

重要构件：与阻尼器相连的柱子与梁；

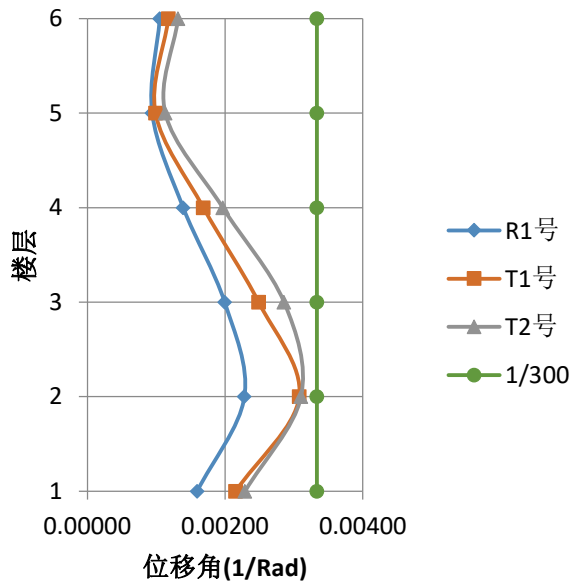
一般构件：除主体结构以外的构件

减震方案：采用VFW，小震不考虑附加阻尼作用，中震考虑不低于4%的附加阻尼比。

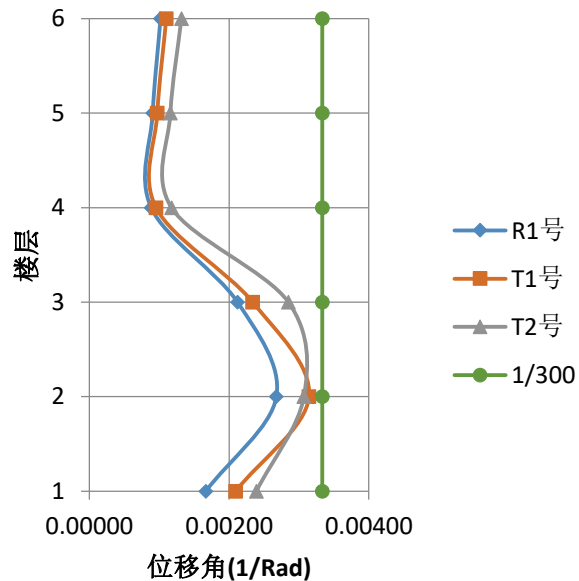
案例六（某医院）



中震X向层间位移角（减震）



中震Y向层间位移角（减震）



中震作用下，结构最大层间位移角为X向1/322，Y向1/318。满足性能目标位移角1/300。
（位移角余量不大）

案例七

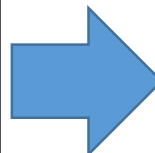


当构件用中震反应谱承载力设计时：关键构件设计难度，受限于建筑要求，可能需要假设型钢；中震不屈服下其他竖向构件影响较小，配筋量增加10%左右；框架梁影响很大，增加幅度25%~50%。

优点：简单直接，容易理解；
缺点：用钢量大幅提高。

当构件用中震时程分析进行承载力复核时：仍用小震配筋，子结构用反应谱，一般柱子可满足要求，少数梁可能进入塑性。

优点：配筋增加少；
缺点：部分专家更加倾向反应谱设计，可能会部分梁需要进行来回调整。



地震水平	重要构件	普通竖向构件	一般构件	消能器	分析方法
多遇地震	弹性	弹性	弹性	无损坏	反应谱
设防地震	抗剪弹性 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯不屈服	抗剪不屈服 抗弯极限	无损坏	构件承载力用反应谱 位移角用时程
罕遇地震	轻微损坏	多数轻微损坏 部分明显裂纹	多数轻微损坏 部分明显裂纹	无损坏	弹塑性时程分析

- 1、《建设工程抗震管理条例（草案）》的颁布与实行，推动了减隔震技术在上海地区的应用；
- 2、目前没有相应的关于正常使用设计的正式标准或文件，上海项目以上海消规作为主要的审查依据；
- 3、两区八类项目需进行中震下的承载力和变形验算，子结构最低采用中震不屈服的设计要求，如果超限可能要求中震弹性设计；其他构件可采用反应谱，也有专家认可弹塑性时程分析方法；位移角一般采用时程分析方法；加速度采用时程分析方法，目前一般不考虑。
- 4、中震设计时，上海地区位移角和加速度不是控制参数，关键是承载力。
- 5、上海地区设防烈度七度，IV类场地，隔震相关的措施繁琐，维护难，成本高，以减震技术为主。



追风

上海 浦东新区



扫一扫上面的二维码图案，加我为朋友。



蓝科减隔震技术交流群2



该二维码7天内(1月17日前)有效，重新进入
将更新

THANKS
请批评指正

