

《四川省建筑隔震减震工程施工验收及 维护标准》宣贯培训课件

编制组

2024年12月

目录

一

标准编制背景

二

标准编制情况

三

基本概念介绍

四

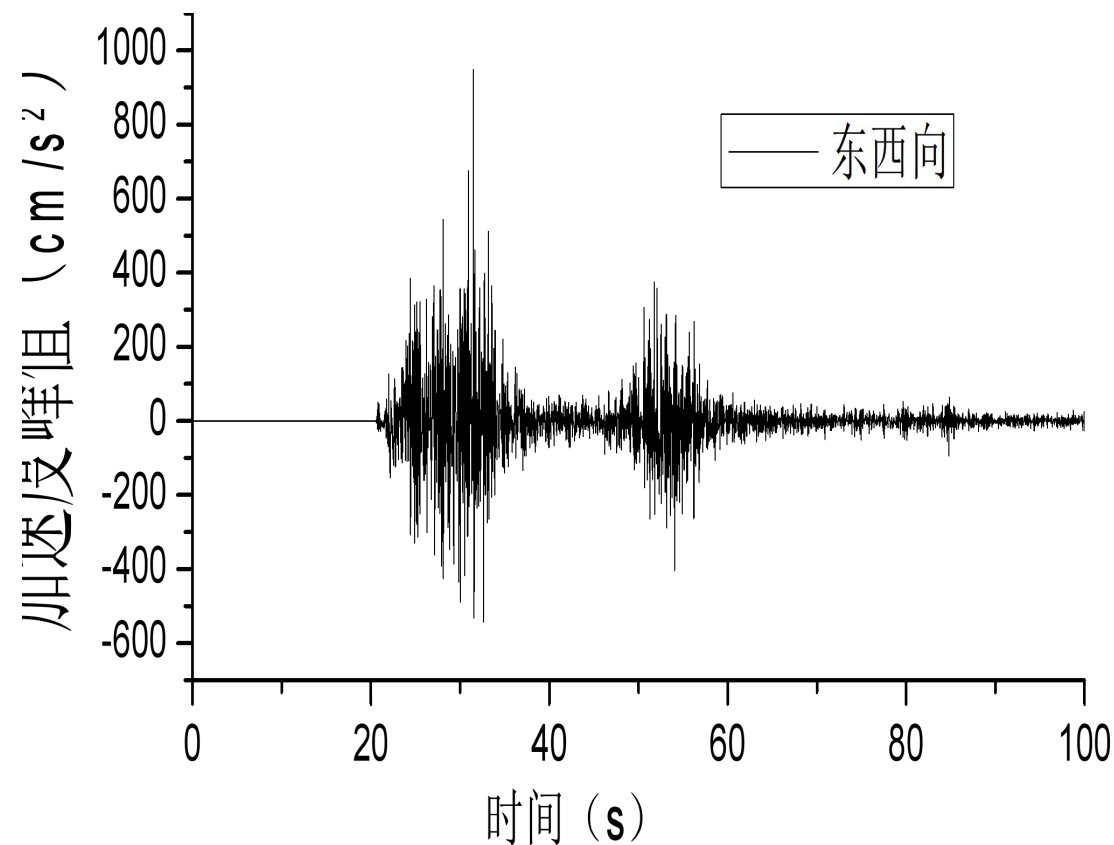
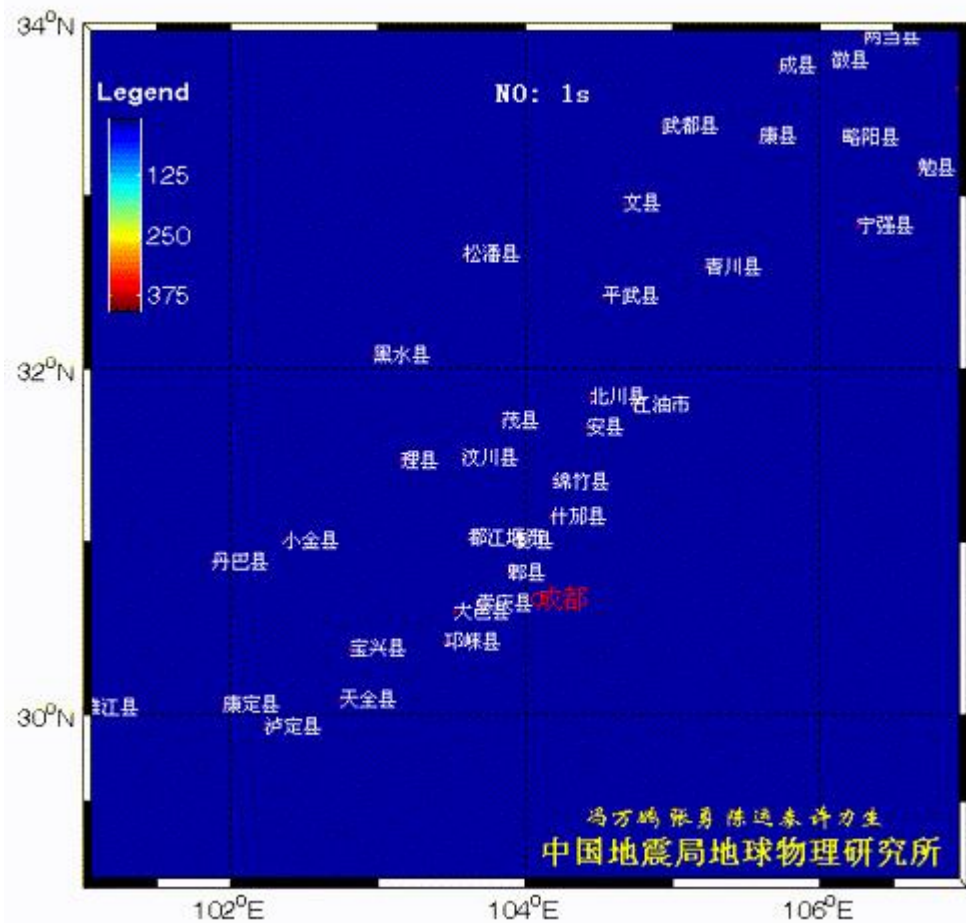
重要条文解读



一 标准编制背景

□ 地震灾害

2008年汶川大地震，震级8.0级，震中烈度11度



□ 地震灾害

2013年芦山地震，震级7.0级，震中烈度9度



芦山地震——芦山县人民医院

芦山县人民医院新门诊综合楼“楼坚强”成震后成为**紧急避难及救护中心**

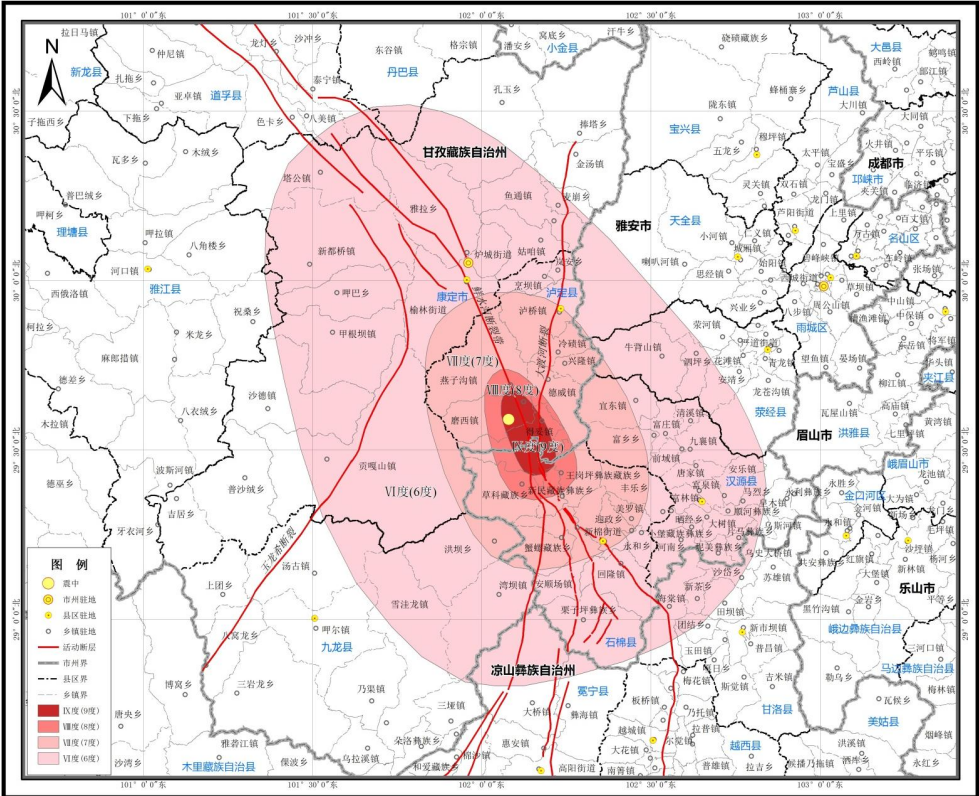
专家：橡胶隔震技术是关键



地震灾害

2022年泸定地震，震级6.8级，震中烈度9度

四川泸定6.8级地震烈度图



比例尺 0 5 10 20千米 应急管理部中国地震局 2022年09月11日

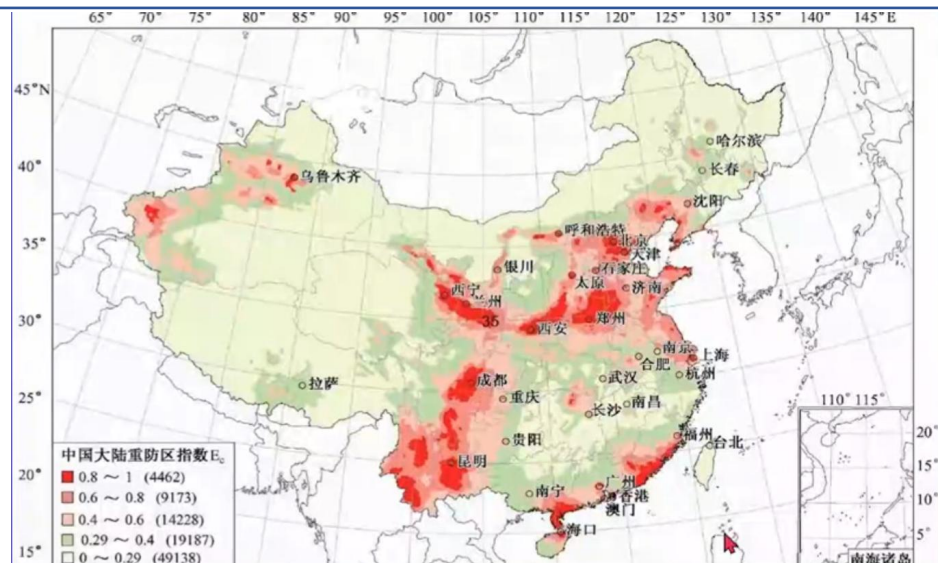


震中某隔震建筑，支座出现撕裂、残余变形等现象

□ 地震灾害



中国20世纪地震活动



全国地震中重点监视区域

四川地震特点：

- 据统计 $M \geq 6$ 级地震次数，仅次于台湾、西藏、新疆和云南，列全国第五位
- 西强东弱，强震大多沿活动性断裂成带或成片分布，属浅源地震
- 地震灾害损失比较严重的大省之一

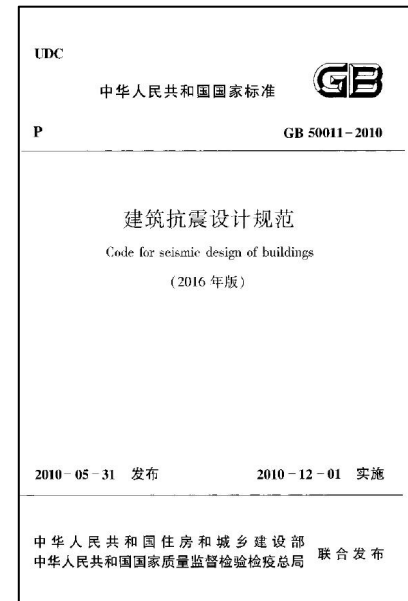
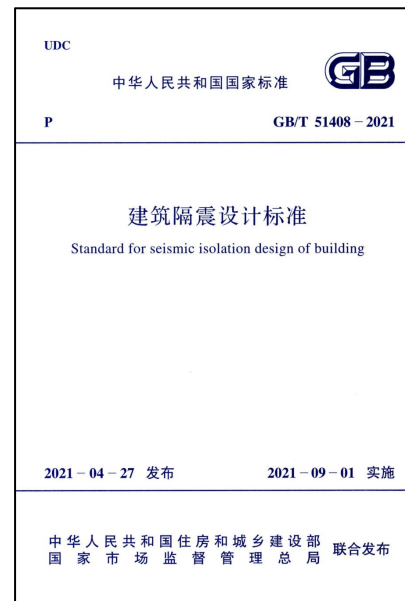
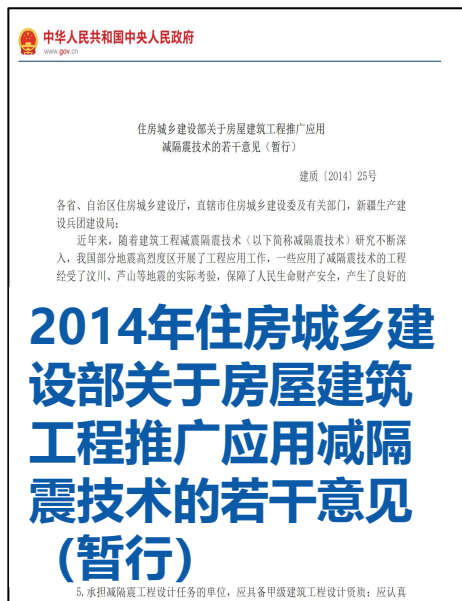
□ 应用背景

我国隔震减震的发展**现状**

- (1)隔减震建筑 绝对数量世界**最多 20000栋**(人均不多)
- (2)隔减震建筑 单体或建筑群 **面积规模 世界最大**
- (3)隔震建筑 **高度 世界第二 31层**(日本 54层)
- (4)隔减震建筑 应用范围很广
- (5)隔震建筑 经历**地震考验较多**
- (6)隔减震建筑 设计标准及配套设计计算软件产品标准基本配套
- (7)隔减震装置 **生产能力参差不齐 多而不强**
- (8)隔减震建筑及产品 **试验检测及研究平台 技术能力参差不齐**
- (9)隔震建筑构造施工及配件生产与**国际水平及国内标准要求有较大差距**
- (10)隔减震建筑 **政府支持力度较强**

应用背景

法规和国家标准



《建筑抗震设计规范》第12章



《建筑隔震设计标准》



《建设工程抗震管理条例》两区八类

高烈度设防地区、地震重点监视防御区、
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，**应采用隔震
减震等技术确保中震正常使用**

□ 现行减隔震施工验收维护标准情况

标准名称	编号	类型	标准基本情况
建筑隔震工程施工及验收规范	JGJ 360-2015	行业标准	无减震验收，涵盖隔震支座类型少，发布时间久
四川省建筑叠层橡胶隔震支座应用技术标准	DBJ 51/T 083-2017	四川地标	无减震验收，涵盖隔震支座类型少，无见证检验，发布时间久（将修订为设计标准）
建筑消能减震技术规程	JGJ 297-2013	行业标准	无见证检验，减震验收内容较简略
建筑消能减震及隔震技术标准	DG/TJ 08-2326-2020	上海地标	其他省份地标不适用四川
建筑工程减隔震技术规程	DB 11/2075-2022	北京地标	其他省份地标不适用四川
建筑隔震橡胶支座应用技术标准	DB13J/T-8423-2021	河北地标	其他省份地标不适用四川
建筑隔震和消能减震技术规程	SJG 56-2018	深圳地标	其他省份地标不适用四川
福建省建筑工程隔震支座和装置施工及验收规程	DBJ/T13-252-2016	福建地标	其他省份地标不适用四川
建筑消能减震应用技术规程	DBJ53/T-125-2021	云南地标	其他省份地标不适用四川

□ 现状总结

市场应用现状	隔震减震产品繁多、施工要求较高且要点不同
	进场检验和施工验收标准缺失或尺度不统一
既有标准现状	新建隔震减震建筑的施工质量缺乏统一的、全面的验收标准
	既有建筑的隔震减震装置的维护更换标准缺失
政策法规现状	《条例》共51条，有12条提到隔震减震工程的技术要求，有11条规定相关责任主体法律责任，共计23条围绕减震隔震要求展开
四川震害现状	四川为地震大省，已有减隔震震害案例表明亟需施工验收及维护相关标准发布实施

四川省目前缺少建筑工程减隔震施工验收及维护
地方性标准

应用背景

四川省建立隔震减震4+2+1标准体系

序号	标准名称
1	《四川省建筑消能减震设计标准》
2	《四川省建筑隔震设计标准》
3	《四川省基于保持正常使用功能的建筑隔震减震工程设计标准》
4	《四川省建筑隔震减震工程施工验收及维护标准》
5	通用图集：《四川省建筑消能减震构造图集》
6	通用图集：《四川省建筑隔震构造图集》
7	《四川省房屋建筑工程抗震设防专项审查技术要点》



标准编制情况

□ 任务来源

编制任务根据《四川省住房和城乡建设厅关于下达2022年四川省工程建设地方标准制定修订计划（第二批）的通知》（川建标函〔2022〕2978号）的要求而确定。

四川省住房和城乡建设厅

川建标函〔2022〕2978号

四川省住房和城乡建设厅关于下达 2022 年 四川省工程建设地方标准制定修订计划 （第二批）的通知

各有关单位：

2022 年四川省工程建设地方标准制定修订计划（第二批）已经我厅审定，现印发给你们。本批计划共 16 项，其中 15 项制定，1 项修订。请各有关单位按照《四川省住房和城乡建设厅关于征集 2022 年度四川省工程建设地方标准和四川省工程建设标准设计制定（修订）项目的通知》（川建标函〔2021〕1808 号）要求，组织力量认真编写，按时保质完成编制任务。

附件：2022 年四川省工程建设地方标准制定修订计划（第二批）

四川省住房和城乡建设厅

2022 年 10 月 26 日

□ 编制主要工作

- 收集和学习标准编制的相关文件及规定
- 收集、总结了4.20芦山、9.5泸定等地震中隔震减震建筑的震害
- 收集、总结了四川地区既有隔震减震建筑的现状情况
- 收集、总结了隔震减震工程见证检验等方面存在的问题
- 开展专题讨论研究
- 对现行国家相关标准以及各省相关地方标准等的实施情况进行调研总结和借鉴
- 对现有的相关研究成果进行总结
- 最后编制完成《标准》征求意见初稿、征求意见稿、送审稿和报批稿。

征求意见情况

- 《标准》（征求意见稿）于2023年9月26日~10月15日在全国范围内**定向征求**有关高校、检测鉴定、设计、施工、科研等36位**专家意见**
- 于2023年11月17日~12月7日在四川省住房和城乡建设厅官网**公开征求意见**
- 共征集**439条**建议意见，编制组对征集建议意见进行研讨讨论，采纳及部分**采纳技术意见共计237条，占比54.0%**。经编制组重新修改和补充，形成了提交审查的《标准》送审稿
- 经编制组修改审查专家意见后，形成提交审批的《标准》报批稿

备案号：J17772-2024

四川省工程建设地方标准

DB

P

DBJ 51/T 259-2024

四川省建筑隔震减震工程施工验收及维护标准

Standards for construction acceptance and maintenance of seismic isolation
and energy dissipation engineering in Sichuan Province

2024-08-13 发布

2025-01-01 实施

四川省住房和城乡建设厅

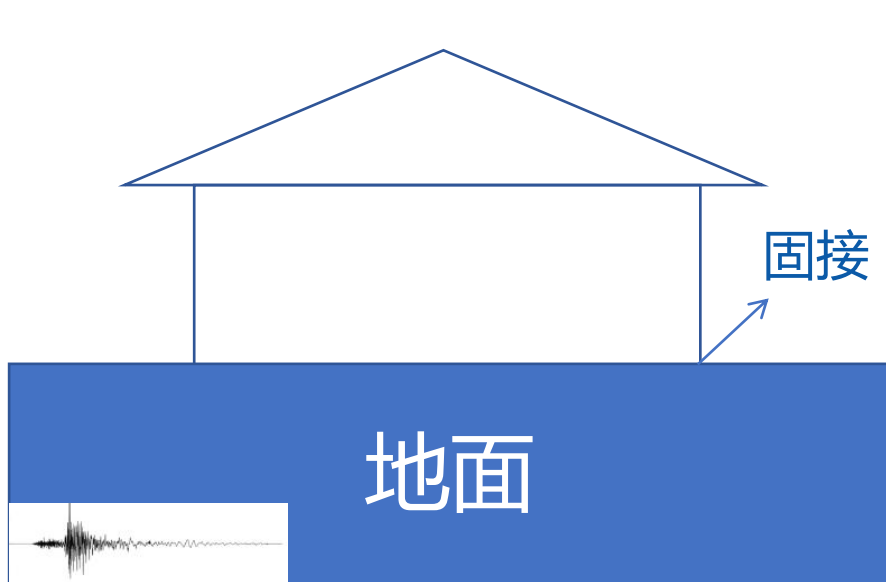
发布



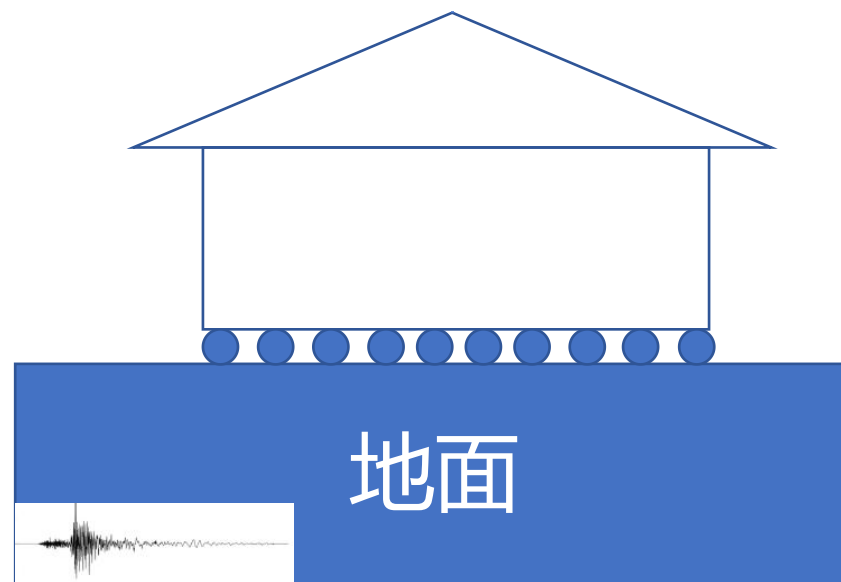
基本概念介绍

□ 基本原理

什么是**隔震**？



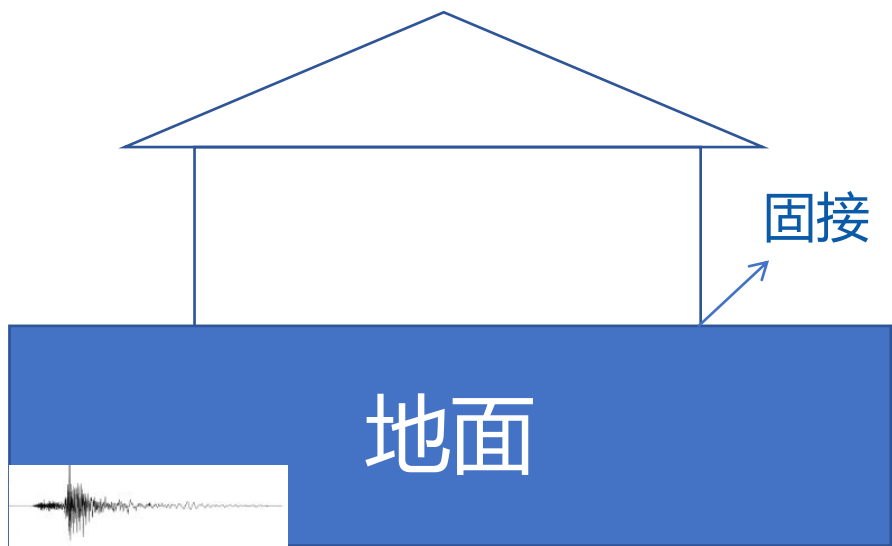
地面运动作用带动建筑物振动



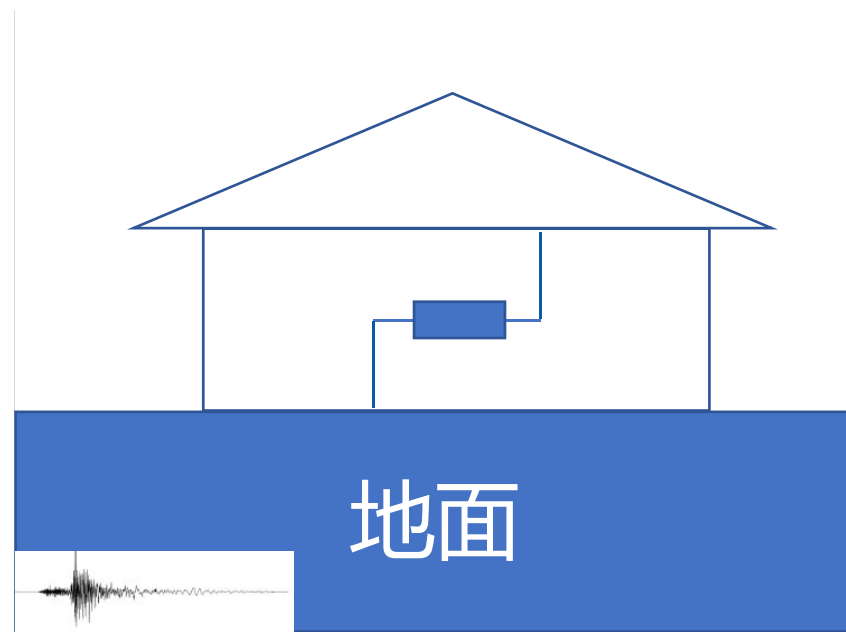
地面运动作用无法带动建筑物振动

□ 基本原理

什么是**减震**？

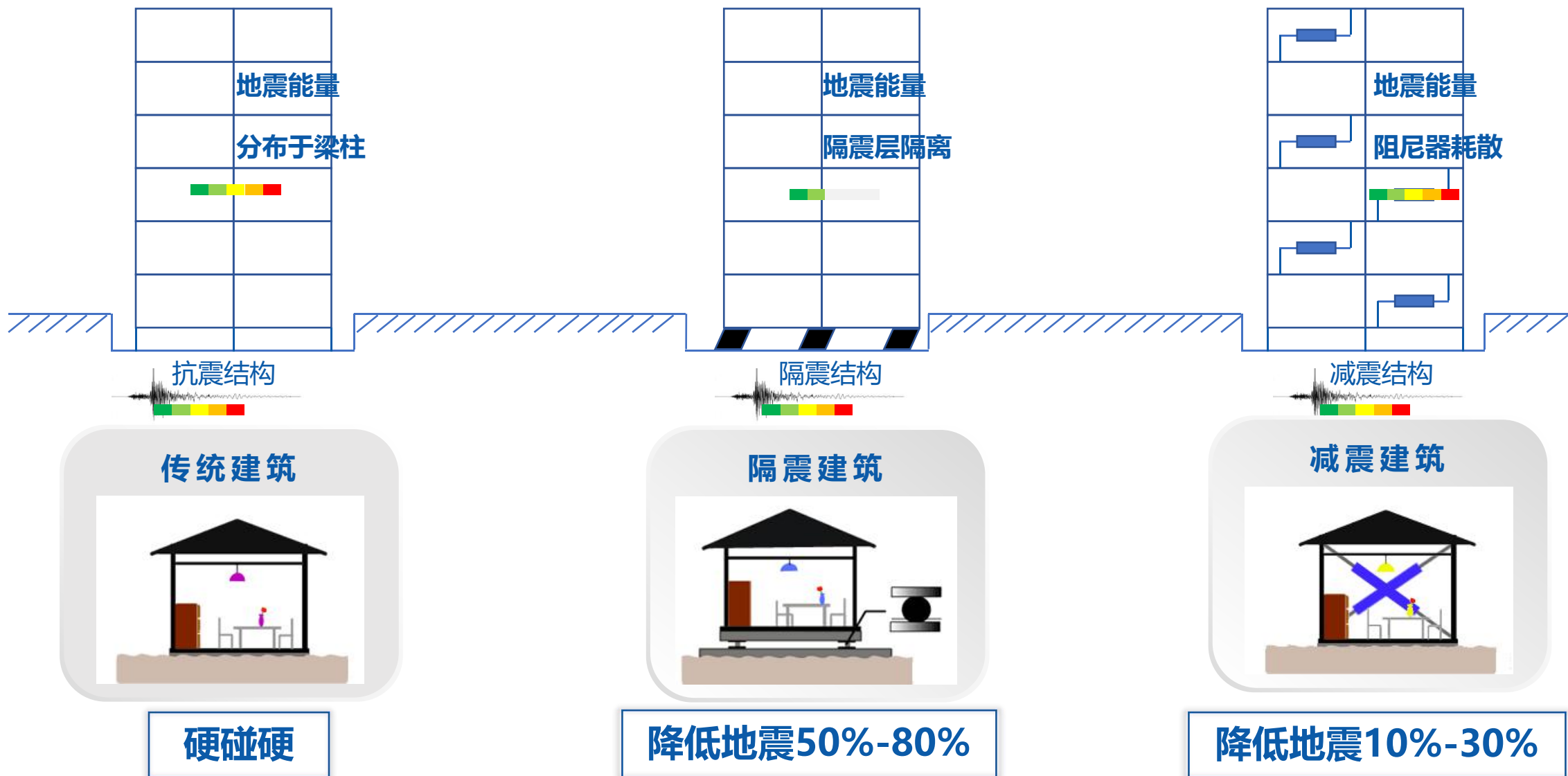


地面运动作用带动建筑物振动

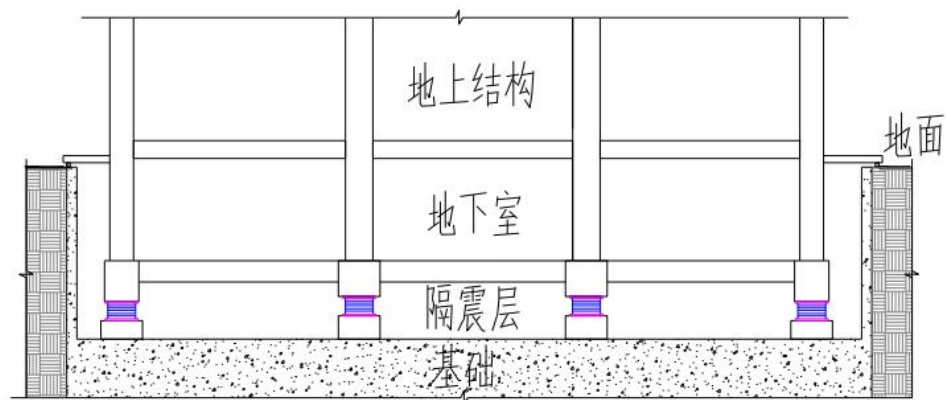


地面运动作用带动建筑物振动困难

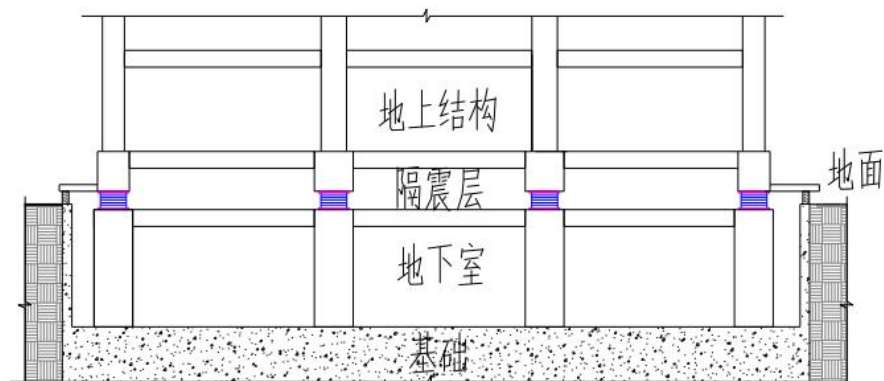
□ 基本原理



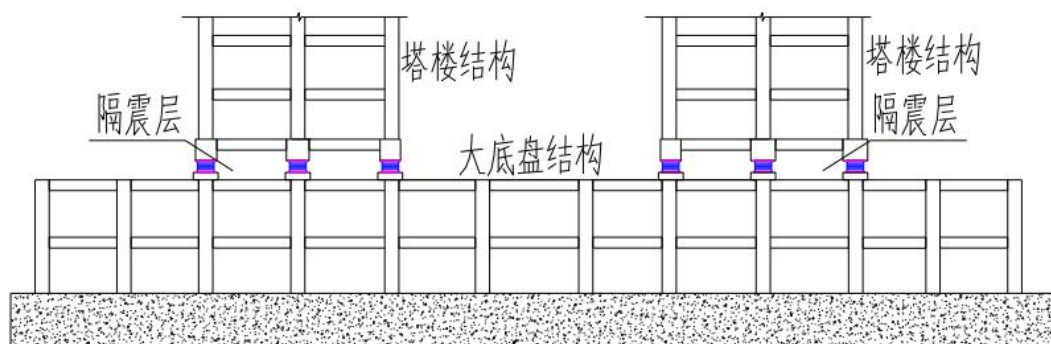
建筑隔震——隔震层位置



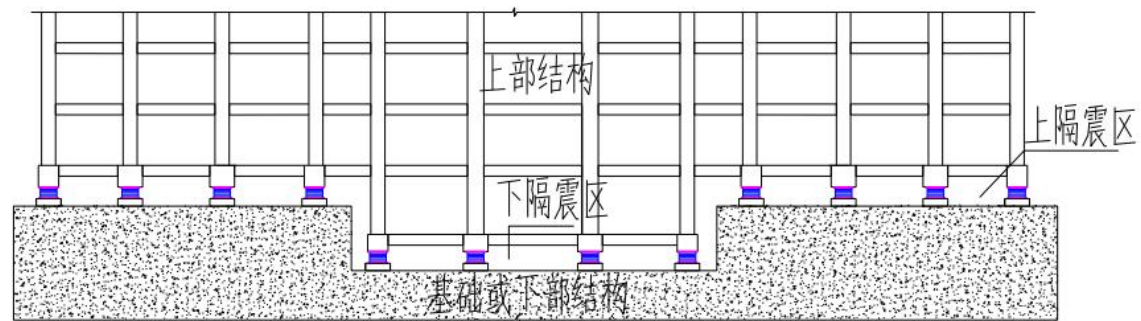
基础隔震



顶板隔震



层间隔震



跨层隔震

□ 试验装置



动态压剪机

主检建筑隔震支座：
橡胶支座
弹性滑板支座
摩擦摆隔震支座等



阻尼试验机

主检阻尼器：
黏滞阻尼器
黏弹阻尼器
摩擦阻尼器等



加载框架

主检阻尼器：
金属阻尼器
减震墙板等

四 重要条文解读

□ 标准整体框架

1 总则

2 术语和符号

2.1 术语

2.2 符号

3 基本规定

4 隔震装置

4.1 一般规定

4.2 橡胶支座

4.3 弹性滑板支座

4.4 摩擦摆隔震支座

5 建筑隔震工程施工和验收

5.1 一般规定

5.2 进场验收

5.3 施工安装

5.4 隔震层构（配）件和隔离缝施工

5.5 建筑隔震支座安装质量验收

5.6 隔震层构（配）件和隔离缝质量验收

6 建筑隔震工程维护和隔震装置更换

6.1 一般规定

6.2 维护

6.3 更换

7 减震装置

7.1 一般规定

7.2 金属消能器

7.3 屈曲约束支撑

7.4 黏滞消能器

7.5 黏弹性消能器

7.6 摩擦消能器

8 建筑减震工程施工和验收

8.1 一般规定

8.2 进场验收

8.3 施工安装

8.4 质量验收

9 建筑减震工程维护和减震装置更换

9.1 一般规定

9.2 维护

9.3 更换

10 隔震减震建筑监测

10.1 一般规定

10.2 隔震减震建筑监测系统

附录

□ 第一章 总则

1.0.1为贯彻执行国家和四川省有关建筑工程防震减灾的法律法规，规范建筑隔震减震工程施工、验收、维护及监测工作，做到技术先进、安全可靠、保证质量，制定本标准。

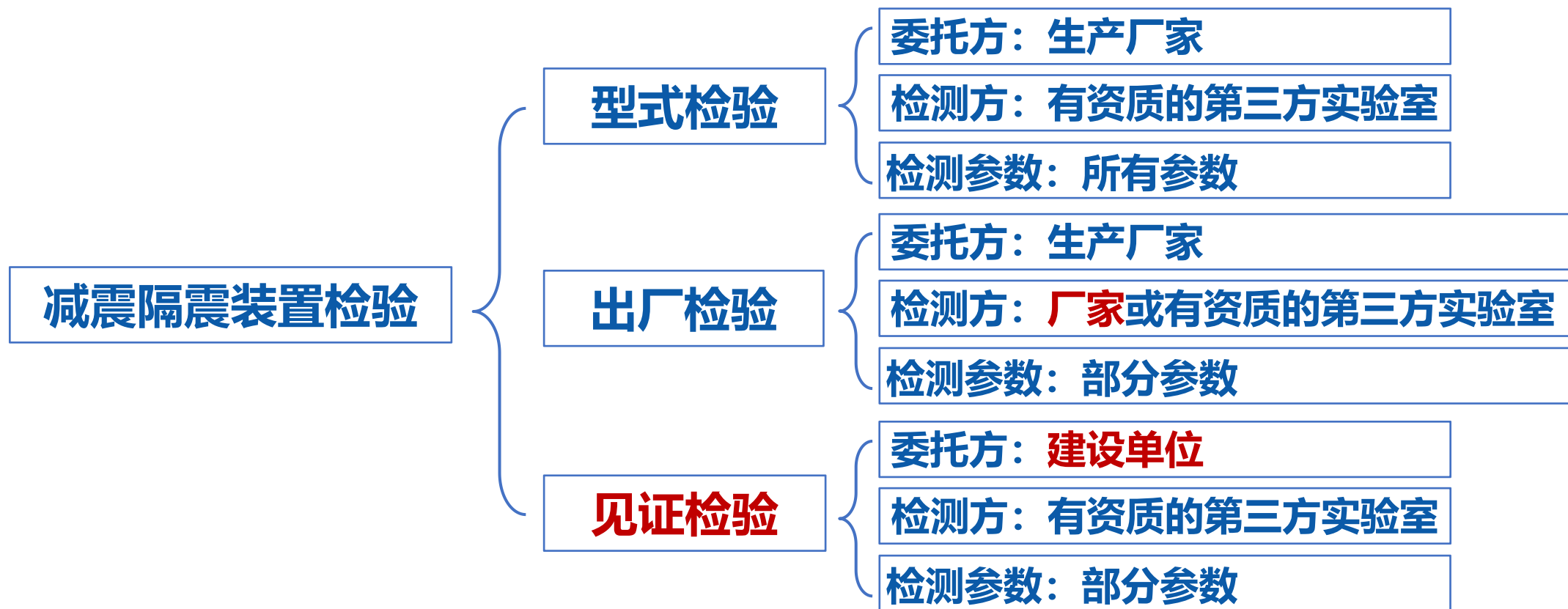
1.0.2 本标准适用于四川省范围内新建、改建、扩建建筑和既有建筑中的隔震减震工程，包括隔震减震装置的性能与检验、施工、验收、维护、更换与监测等。

1.0.3 建筑隔震减震工程施工、验收、维护、更换与监测除应符合本标准外，尚应符合国家和四川省现行标准的相关规定。

□ 第二章 术语

2.1.1 见证检验evidential testing

施工单位在工程监理单位或建设单位的见证下，按照有关规定从施工现场随机抽取试样，送至建设单位委托的具备相应资质的检测机构进行检验的活动。



□ 第三章 基本规定

3.0.2 建筑隔震减震工程施工前，应由建设单位组织设计、隔震减震装置生产厂家、施工、监理及其他相关单位对设计文件进行技术交底和图纸会审。施工单位应根据设计文件编制含有建筑隔震减震子分部工程的专项施工组织设计或专项施工方案，相关内容应分别经建设、监理等审批合格后，方可实施。专项施工方案中，应包含节点处钢筋、钢骨与预埋板套筒或锚筋位置冲突的解决措施，以及保证混凝土浇筑质量的措施。

□ 第三章 基本规定

3.0.3 隔震减震装置进场时应进行**进场验收**，进场验收应包括质量证明文件检查、外观尺寸检查和**见证检验**。当设计有其他要求时，尚应进行相应的检测。

见证检验开展的时间节点是在隔震减震装置进场时，施工现场随机抽取试样，送往具备相应资质的检测机构进行检验，获得由具备相应资质的检测机构出具的**检测报告**

编号: EQC/KZ/2023-00115

四川省建设工程质量检测中心有限公司
地址: 成都市高新区天府大道中段1111号
电话: 028-85975438 Fax: 028-85975437

检测报告

四川省建设工程质量检测中心有限公司
专用章
川建(检)字 第001号
222301050030 有效期至: 2024年12月31日

检测类别: 建筑隔震减震工程检测

委托单位: ■■■■■■

工程名称: ■■■■■■ ■■■■■■中心建设项目(二期)

检测性质: 委托送样检测

报告日期: 2023年10月10日

检测专用章

第1页, 共16页

第三章 基本规定

3.0.4 隔震减震装置应具有产品相关的**型式检验报告**和按规定进行的**出厂检验报告**。

3.0.5 隔震减震装置应按本标准的规定进行见证检验，检测试样应具有真实性和代表性。

型式检测报告

检测项目：型式检测

检测日期：2023年5月20日

报告日期：2023年9月28日

型式检测

出厂报告

产品供应商：[模糊]

生产地址：四川省[模糊]

电话：[模糊]

报告日期：2024年10月[模糊]

产品合格证

产品名称	隔震橡胶支座		
规格型号	LRB D-500		
生产日期	2012.12.	检验员	01.
质量标准	GB 20688.3-2006		
生产商	[模糊]		
地址	[模糊]		
电话	[模糊]		

质检专用章 合格

□ 第三章 基本规定

3.0.6 对检测不合格的隔震减震装置不得在工程中使用。

3.0.7 隔震减震装置达到工作年限前应及时检测，并应根据检测结果重新确定隔震减震装置工作年限或更换。



接近工作年限的装置可能出现力学性能不满足使用要求的情况，主要由于老化、锈蚀、变形、材料泄漏等原因造成

□ 第三章 基本规定

3.0.9 建筑隔震减震工程子分部工程验收程序应符合下列规定：

1 检验批应由监理单位组织施工单位项目技术负责人、建设单位项目负责人等相关人员进行验收；

2 分项工程应由监理单位组织施工单位项目技术负责人、设计单位项目负责人和专业负责人、建设单位项目负责人等相关人员进行验收；

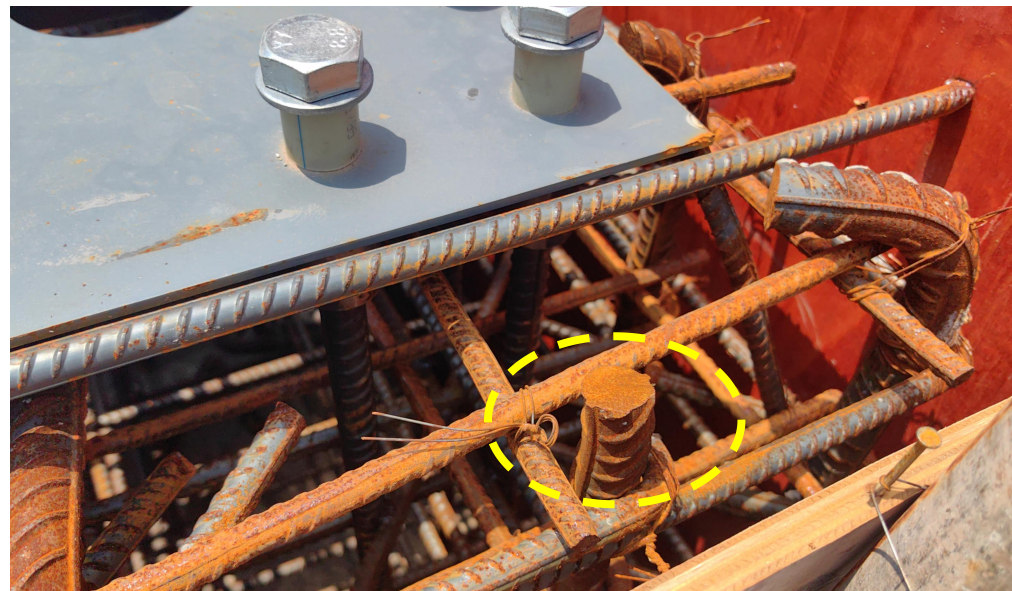
3 子分部工程完工后，应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术负责人、设计单位项目负责人和专业负责人、建设单位项目负责人等相关人员进行验收。

□ 第三章 基本规定

3.0.10 建筑隔震减震工程施工的每道工序完成后应按**隐蔽验收工程**要求检查验收，并形成隐蔽工程验收记录，对预埋套筒和锚筋部位在浇筑混凝土前宜留存图像资料。对重要工序需经设计人员确认合格后，方可进行下道工序的施工。



钢筋正常情况



钢筋被截断

□ 第三章 基本规定

3.0.20 建筑隔震减震工程竣工后，建设单位应向隔震减震建筑管理方或使用方提交**维护使用手册**，维护使用手册中应包含产品说明书。在维护使用手册中应明确隔震减震装置的特点、房屋使用者注意的问题及使用过程中的检查类别和概要、技术人员要求及维护规定，同时应包括主要建筑结构平面图、剖面图、隔震减震装置布置图等。

3.0.21 隔震减震建筑的使用维护与管理应**满足原有的设计条件**。

3.0.23 隔震减震建筑应设置标识，标识可分别按附录G和附录H执行，标识应标明其使用及维护注意事项，并应符合下列规定：

1标识应醒目；2标识内容应简单明了；3标识设置宜统一，并具有警示作用。

□ 第三章 基本规定

3.0.22 隔震减震建筑工程中隔震减震装置的更换应由有相关资质的公司和专业人员进行。

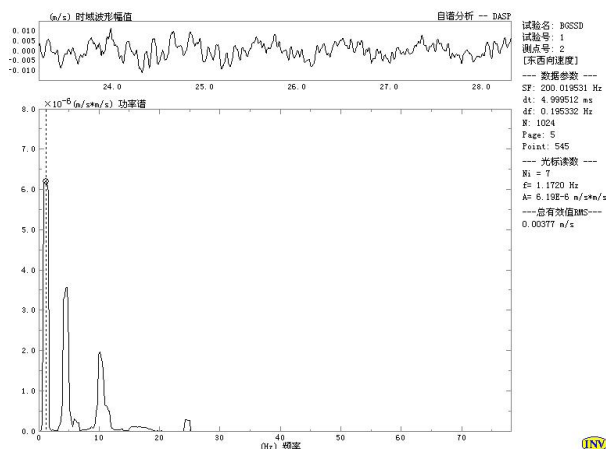
3.0.24 对于文物保护建筑或重点设防类、特殊设防类建筑采用隔震减震技术进行加固改造提高其抗震性能的工程，隔震减震加固改造施工前宜对既有建筑进行**动力特性测试**，实测的固有周期和模态阻尼可作为加固改造前建筑初始动力特性依据；竣工后宜再次进行动力特性测试，测试结果可用于加固改造效果判定和作为加固改造后建筑初始动力特性依据。检测资料应归档长期保存。

3.0.25 未经专业机构技术鉴定或设计许可，不得改变隔震减震建筑的用途和使用环境。

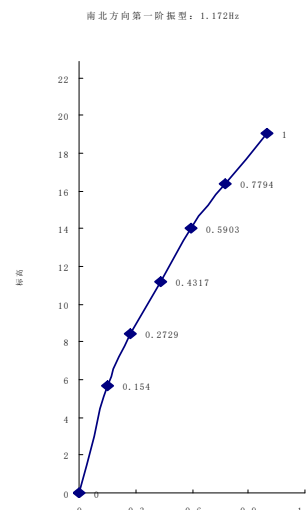
□ 动力特性测试



传感器布置



频谱分析



结构模态



数据采集

隔震减震加固改造施工前对既有建筑进行动力特性测试，实测的固有周期和模态阻尼可作为加固改造前建筑初始动力特性依据；

竣工后宜再次进行动力特性测试，对比施工前和竣工后的两次测试结果，可用于加固改造效果判定和作为加固改造后建筑初始动力特性依据

4

重要条文解读

第四章 隔震装置

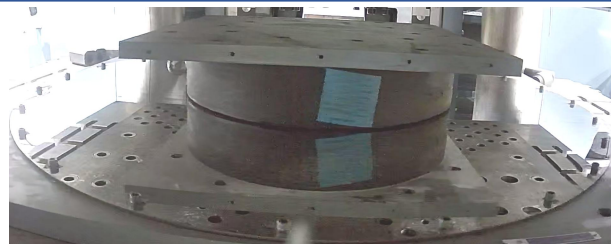
4.1.1 隔震建筑宜采用技术成熟或经过技术论证并符合国家现行相关标准规定的隔震支座，主要包括：天然橡胶支座（LNR）、铅芯橡胶支座（LRB）、高阻尼橡胶支座（HDR）、弹性滑板支座（ESB）、摩擦摆隔震支座（FPS）及其他隔震支座。

支座类型	相关规范	备注
橡胶支座	《建筑隔震橡胶支座》 JG/T 118 《橡胶支座第1部分：隔震橡胶支座试验方法》 GB/T 20688.1 《橡胶支座第3部分：建筑隔震橡胶支座》 GB/T 20688.3	均为产品标准，规定了产品材料、性能和实验方法等，但 仅有出厂检验和型式检验 ， 无见证检验
弹性滑板支座	《橡胶支座第1部分：隔震橡胶支座试验方法》 GB/T 20688.1 《橡胶支座第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》 GB/T 20688.5	
摩擦摆隔震支座	《建筑摩擦摆隔震支座》 GB/T 37358	

□ 隔震装置



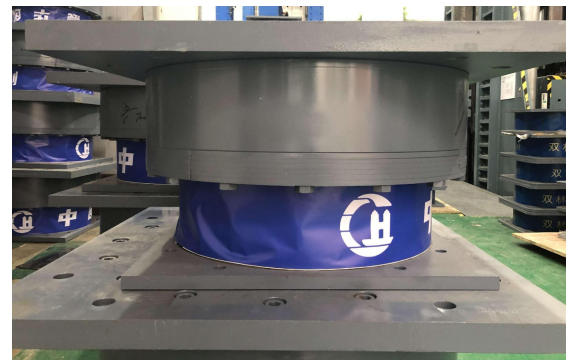
叠层橡胶支座



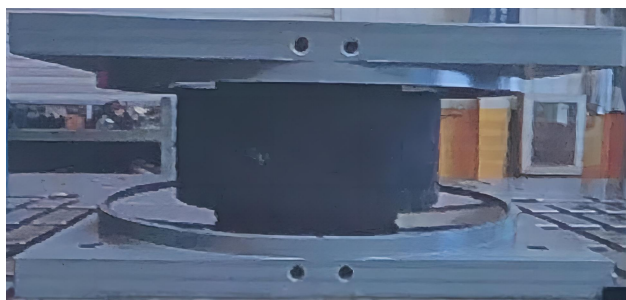
弹性滑板支座



摩擦摆支座



三维隔震支座1



三维隔震支座2

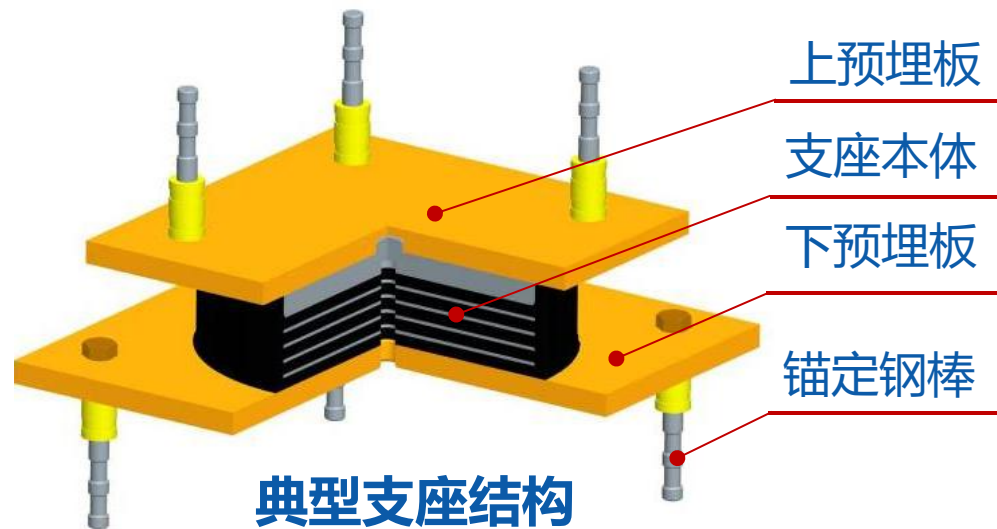


三维隔震支座3

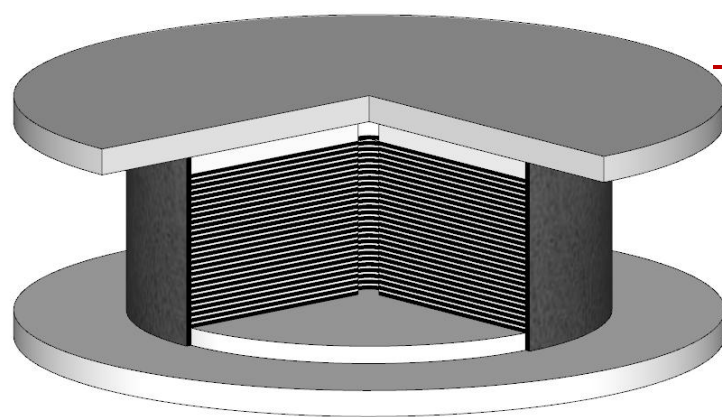
□ 叠层橡胶支座



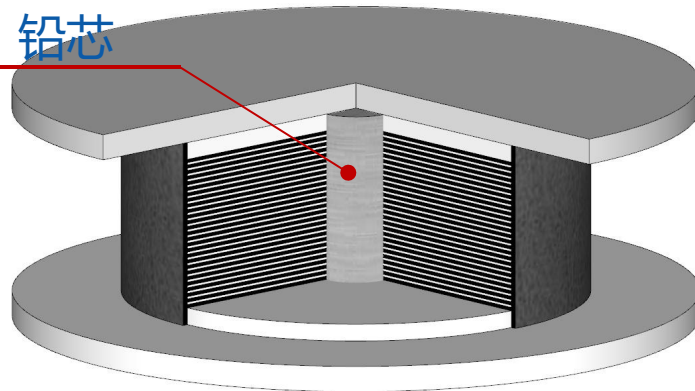
叠层橡胶支座



典型支座结构



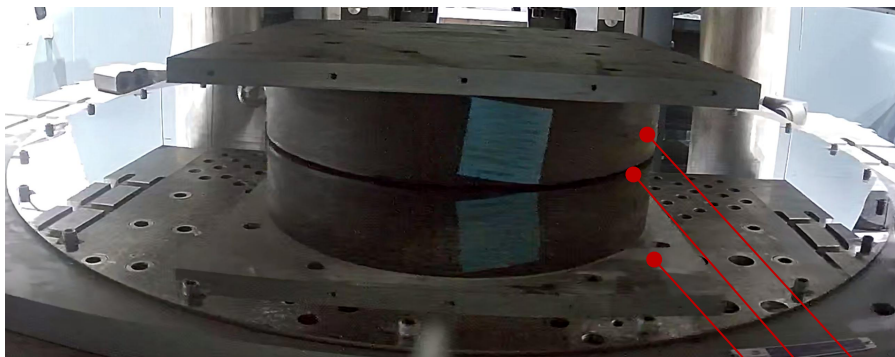
天然橡胶支座



铅芯橡胶支座



□ 弹性滑板支座

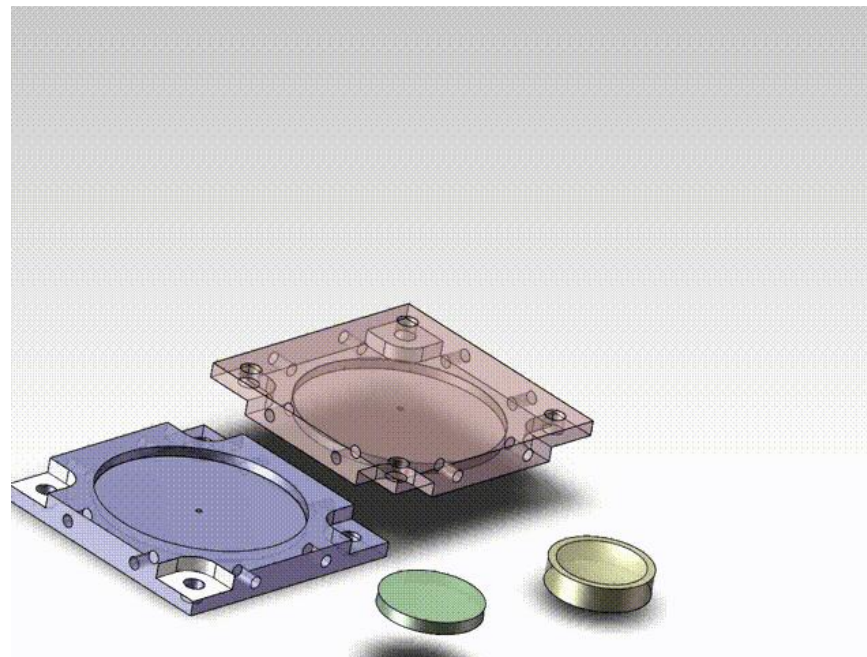
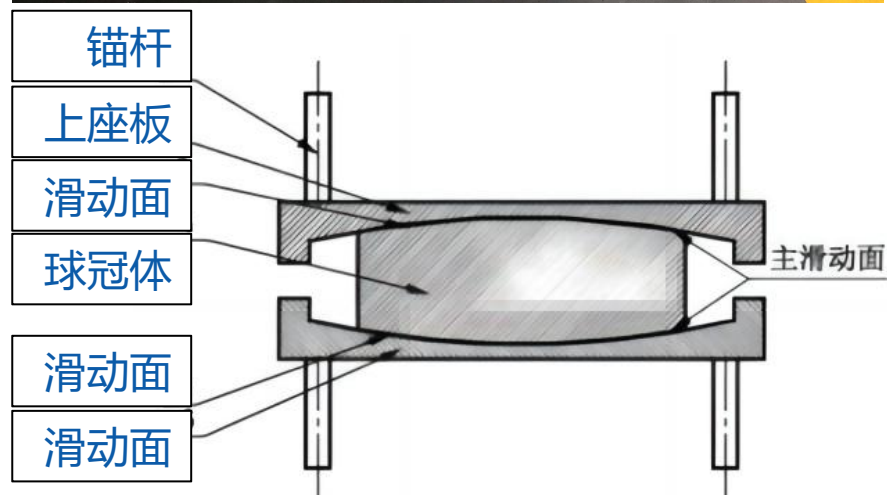


叠层橡胶
滑动材料
滑动面板

特点：大承载力
水平向双刚度
无复位能力

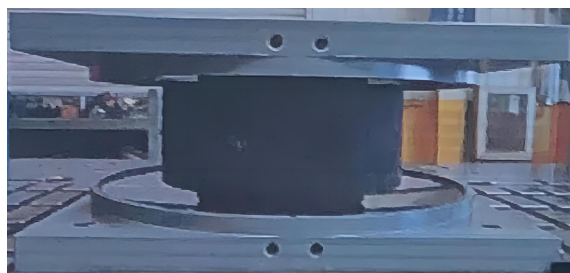
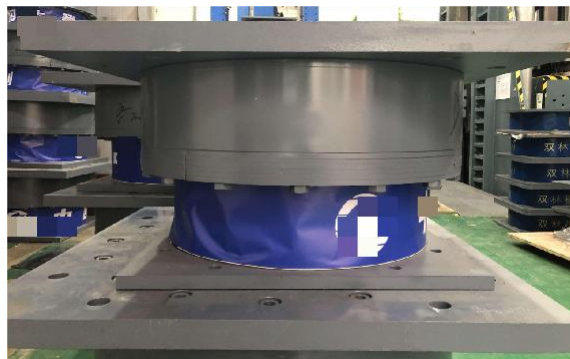


□ 摩擦摆支座



特点：大承载力
水平向刚度小
有复位能力
材料要求高

□ 三维隔震支座



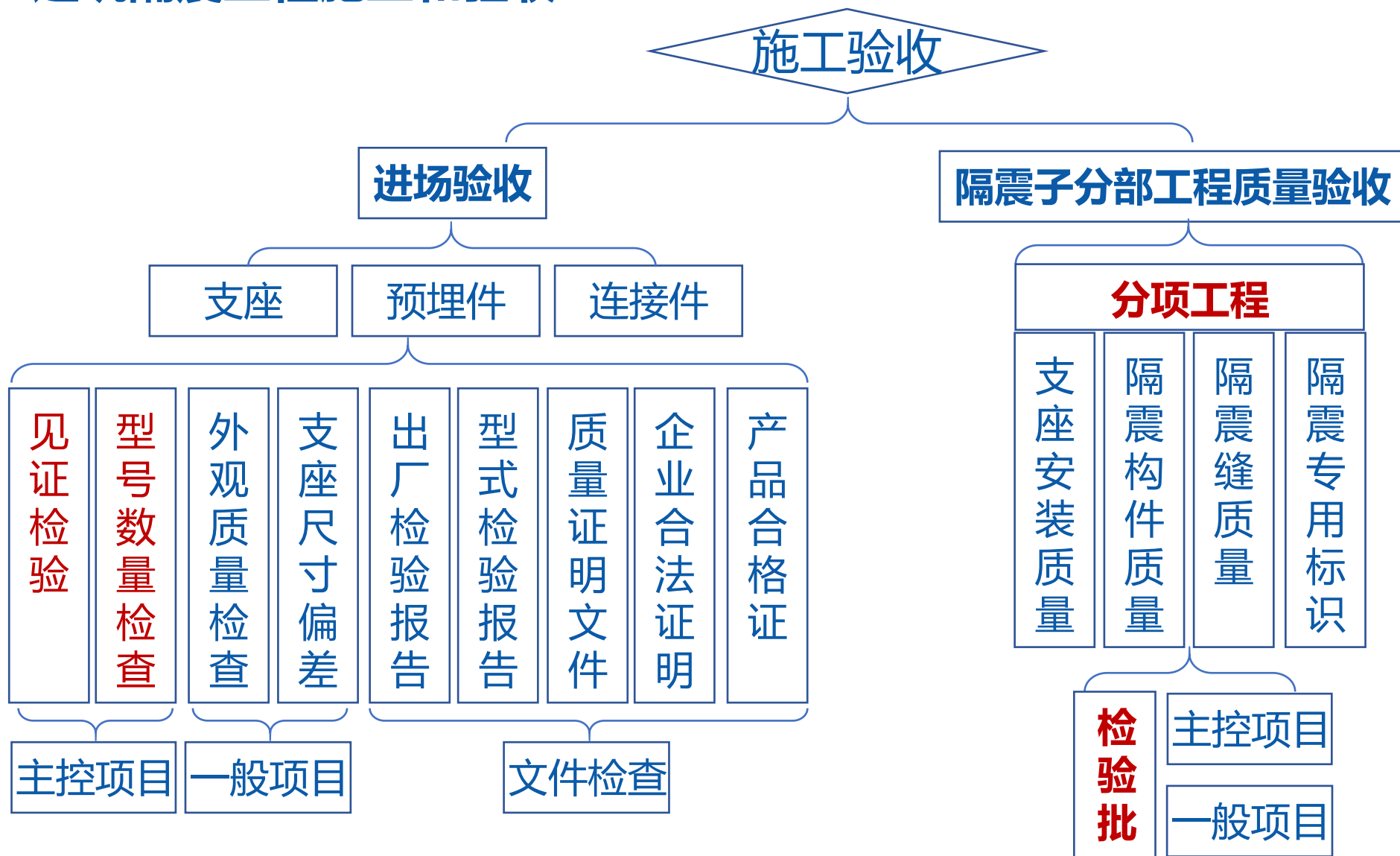
水平向隔离地震作用

竖向隔离环境振动

支座竖向和水平向运动解耦

当前研究前沿

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收



□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——一般规定

5.1.1 连接节点深化设计图**应**经施工图设计单位审查确认后，方可作为施工依据。



支墩钢筋笼绑扎



未在设计阶段充分校核，使钢筋人为截断

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——**一般规定**

5.1.2 建筑隔震工程的分项工程和检验批的划分应符合下列规定：

- 1 分项工程按支座安装、抗拉装置安装、隔离缝、防火构造、柔性连接、隔震工程专用标识安装等进行划分；
- 2 检验批按工程量、楼层、结构缝或施工段等进行划分；
- 3 隔震支座、抗拉装置和预埋件等材料进场检验，应按进场批次、生产厂家、规格型号划分检验批。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——一般规定

5.1.3 隔震工程子分部工程质量验收应提供下列资料：

- 1 工程相关设计文件及设计变更文件；
- 2 支座产品和连接件进场质量证明文件；
- 3 支座产品和连接件**进场验收资料**；
- 4 隐蔽工程验收记录；
- 5 隔震支座及其连接件的施工安装记录；
- 6 带支座编号的安装平面布置竣工图；
- 7 施工现场质量管理检查记录；

出厂检验报告

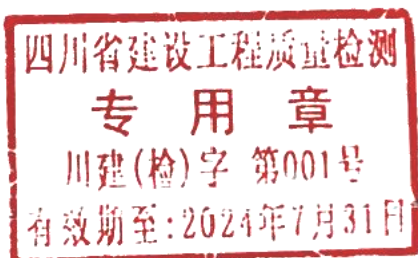
见证检验报告

型式检验报告

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——**一般规定**

- 8 隔震结构施工全过程中隔震支座竖向压缩变形、上下连接板水平位移差、隔震支座不均匀变形观测记录；
- 9 隔震层构（配）件安装及隔离缝施工检查记录；
- 10 各分项工程质量验收记录；
- 11 各检验批质量验收记录；
- 12 工程重大问题的处理方案和验收记录；
- 13 **隔震工程使用维护手册**；
- 14 其他必要的文件和记录。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——一般规定



市场监督管理局对第三方实验室的行政许可，是政府权威部门对检测机构进行规定类型检测所给予的正式承认。由国家认监或质量技术监督局负责组织评审和发证。

《四川省建设工程质量检测管理办法》四川省住房和城乡建设厅和成都市住房和城乡建设局关于切实加强建设工程质量检测工作管理的通知成住建发〔2022〕37号

四川省住房和城乡建设厅川建办发〔2015〕515
号和成都市住房和城乡建设局关于切实加强建设
工程质量检测工作管理的通知成住建发〔2022〕
37号

第五章 建筑隔震工程施工和验收——一般规定

序号	检测报告关注点
1	报告盖章： CMA 和 检测单位章 、见证检验（ 方章 ，四川省建设工程质量检测）
2	出具报告的 检测机构 是否具有相应产品 检测资质
3	报告是否在 有效期内
4	检测内容 是否完整、无漏项（产品规范、设计图纸）
5	检测要求 是否与设计图纸、产品规范一致
6	报告中提供的 力学曲线 是否与报告中 测试值 对应
7	报告中 实验图片 是否真实，有无图片重复利用行为
8	报告中 照片 是否与本项目产品外观相同
9	实验室产品 检测时间 是否合理
10	抽检数量 是否符合见证检验、设计图纸要求

产品	时长
橡胶支座常规	30min
橡胶支座极限	1h
摩擦摆常规+极限	2~3h
黏滞阻尼器	30min
BRB	45min
黏弹阻尼器	30min
摩擦阻尼器	45min

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

5.2.1 支座产品和连接件**进场**应提供下列质量证明文件：

- 1 隔震支座生产厂家生产及服务能力证明材料；
- 2 隔震支座所有钢板、螺栓、橡胶、铅锭、胶黏剂等原材料的质量证明文件；
- 3 连接件所有钢板、钢筋、套筒、螺栓等的质量证明文件；
- 4 隔震支座产品合格证；
- 5 隔震支座外观质量、尺寸偏差和性能的出厂检验报告；
- 6 项目所用相关型号隔震支座的型式检验报告；
- 7 其他必要证明文件。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

主控项目

5.2.3 隔震支座及连接件的种类、规格、数量和性能应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查隔震支座生产厂家合法性证明文件、隔震支座型式检验报告、出厂检验报告、出厂合格证。当设计另有规定时，尚应检查相应的检测报告。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

主控项目

5.2.4 隔震支座进入工地现场后应进行**见证检验**，见证检验参数应包括竖向压缩性能、水平剪切性能和水平极限变形能力，检验结果应符合设计要求和相关标准规定。见证检验应符合下列规定：

- 1 用于同一工程的同一生产厂家、相同类型、相同规格的隔震支座可划为同一检测批次；
- 2 压缩性能和剪切性能检测后的隔震支座可用于主体结构；水平极限变形能力检测后的支座不得使用；
- 3 检测合格率为100%检测批次的隔震支座可用于主体结构，检测合格率未达到100%的检测批次隔震支座不得在主体结构中使用；
- 4 **压缩性能**：橡胶支座应按现行国家标准《橡胶支座第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB/T 20688.3要求进行检验，弹性滑板支座应按现行国家标准《橡胶支座第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB/T 20688.5的要求进行检验，摩擦摆隔震支座应按现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的要求进行检验；试验过程中应检查外观，外观应光滑平整、无明显鼓出及侧向不均匀变形；

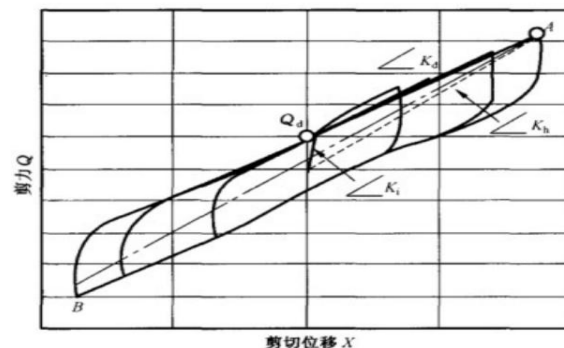
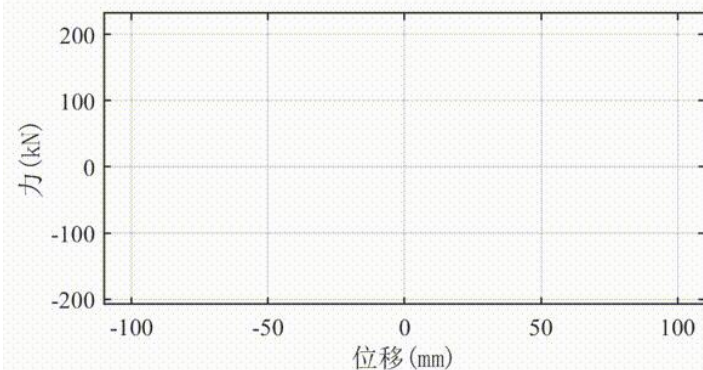
□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

主控项目

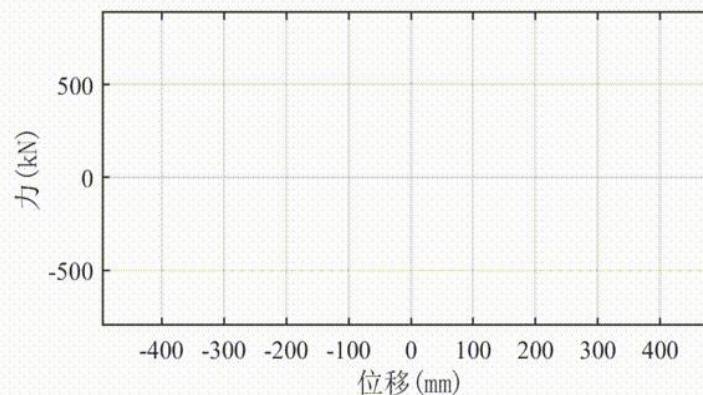
5 剪切性能：橡胶支座应按现行国家标准《橡胶支座第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB/T 20688.3要求进行检验，同时试验加载频率宜为设计频率，除设计特殊要求外不得低于0.02Hz；弹性滑板支座应按现行国家标准《橡胶支座第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB/T 20688.5的要求进行检验，摩擦摆隔震支座应按现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的要求进行检验；

6 水平极限变形能力：橡胶支座应按现行行业标准《建筑隔震橡胶支座》JG/T 118要求进行检验，弹性滑板支座应按现行国家标准《橡胶支座第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB/T 20688.5的要求进行检验，摩擦摆隔震支座应按现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的要求进行检验。

第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收



检验支座设防地震下的力学性能



检验支座罕遇地震下的质量安全

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

主控项目

检查数量：对标准设防类建筑取同批次总数的20%且不少于3个，对重点设防类建筑取同批次总数量的50%且不少于3个，对特殊设防类建筑取同批次总数量的100%，进行压缩性能和剪切性能检验；当同批次支座数量少于3个时，应全数进行压缩性能和剪切性能检验；每种规格抽取1个进行水平极限变形能力检验。当设计有明确要求时，尚应满足设计要求。

检验方法：检查见证检验报告。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

一般项目

5.2.5 隔震橡胶支座外观质量要求应符合本标准第4.2.3条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，游标卡尺测量，钢尺测量。

5.2.6 弹性滑板支座的橡胶支座部表面和滑移面板表面应光滑，其外观质量应符合本标准第4.3.4条规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，游标卡尺测量，钢尺测量。

5.2.7 摩擦摆隔震支座外观质量要求应本标准第4.4.2条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，游标卡尺测量，钢尺测量。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——进场验收

一般项目

5.2.8 隔震橡胶支座尺寸偏差应符合现行国家标准《橡胶支座第3部分：建筑隔震橡胶支座》GB/T 20688.3的相关规定。

检查数量：支座总数量的20%，且不少于5个。

检验方法：支座平面尺寸采用钢尺测量。对圆形支座，应在2个不同位置测量直径值；对矩形支座，应在每边的2个不同位置测量边长值。支座高度采用钢尺测量。对圆形支座，应在圆周上的4个不同位置测量高度值，此4点的2条连线应互相垂直并通过圆心；对矩形支座，应在截面的4个角点位置测量高度值，支座高度值为4个测量值的平均值。

5.2.9 弹性滑板支座尺寸偏差应符合现行国家标准《橡胶支座第5部分：建筑隔震弹性滑板支座》GB/T 20688.5的相关规定。

检查数量：支座总数量的20%，且不少于5个。

检验方法：尺量。

5.2.10 摩擦摆隔震支座尺寸偏差应符合现行国家标准《建筑摩擦摆隔震支座》GB/T 37358的相关规定。

检查数量：支座总数量的20%，且不少于5个。

检验方法：尺量。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——**施工安装**

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——**施工安装**

5.3.1 支座施工应在上道工序交接检验合格后进行；支座安装施工经质量验收合格后，方可进行后续施工。

5.3.2 隔震支座下支墩的中心位置和标高，应引自基准控制点。支座安装前宜采用**BIM技术**进行施工模拟。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.3.3 支座**下支墩施工**应符合下列规定：

- 1 支座下支墩**钢筋安装、绑扎时**，应确定支座下预埋套筒或锚筋与下支墩(柱)钢筋的位置，**不应相互阻挡**；
- 2 支座下连接板预埋就位后，应**校核其标高、平面位置、水平度**，并应满足本标准和设计要求。支座下连接板与下支墩钢筋应有可靠固定措施；
- 3 安装下支墩侧模，应用水准仪测定模板高度，并应在模板上弹出水平线。**侧模应设置清扫口**；



□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

4 支座下支墩的混凝土宜分**两次浇筑**，浇筑时**应有排气措施**。第一次宜浇筑至支座下连接板的锚筋底部，第二次浇筑前应复核支座下连接板的平面位置、标高和水平度。二次浇筑的混凝土宜采用高流动性收缩小的混凝土、微膨胀混凝土或结构加固用灌浆料，其强度等级宜比原设计强度等级提高一级。当第一次浇筑混凝土初凝后，应对其表面混凝土进行凿毛处理并保持齿形毛面，清除浮渣，保持湿润，不得有明显积水；



□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——**施工安装**

5 浇筑混凝土前，应进行**隐蔽工程验收**。应对螺栓孔采取临时封闭措施，不应灌入混凝土。混凝土浇筑完成后应及时将下连接板表面清洁干净；

6 下支墩混凝土浇筑过程中，应避免扰动预埋件，确保预埋件位置准确。

7 混凝土初凝前，应校核下连接板的平面位置、高程和水平度，发现问题应立即采取措施以满足要求，并应保留相关记录；

8 混凝土浇筑完成后，应及时拆除定位板，清除表面浮浆。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装



施工模板未及时进行拆模，阻碍隔震支座地震作用下的正常运动。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.3.4 下预埋件定位与固定应符合下列规定：

- 1 隔震支座下预埋件定位前，宜将下支墩所有预埋件的位置标记到下支墩上。预埋钢板上宜画出中心线；
- 2 隔震支座下预埋件固定前，应调整好标高，预埋连接螺栓处的顶面标高与设计标高偏差不应大于5mm，预埋板顶面水平度误差不应大于3‰。预埋钢筋应垂直，且固定牢固；
- 3 对于既有建筑隔震加固改造施工，尚应考虑既有构件对后锚固施工的影响。



第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.3.5隔震支座安装应符合下列规定：

- 1 隔震支座应在下支墩混凝土强度达到设计强度的75%后进行安装。
- 2 隔震支座安装前应将下支墩顶面清理干净并对下支墩顶面水平度、中心标高、平面中心位置及平整度进行测量和记录，隔震支座安装完成后应检查支座平面中心位置、顶面中心标高、顶面水平度。允许偏差、检验方法应符合表5.3.5的要求。
- 3 隔震支座安装过程中，宜采用机械设备吊装，并应保持隔震支座水平。支座安装过程中应采取措施，不得发生未复位的支座构配件初始水平变形。



第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

表5.3.5 支座安装位置的允许误差和检验方法

支座类别	检查项目		允许偏差	检验方法
橡胶支座	支座中心标高		±5mm	用水准仪、钢尺测量
	支座中心平面位置		±5mm	用全站仪、钢尺测量
	水平度	下支墩顶面	3‰	用水准仪、千分塞尺测量
		支座顶面	8‰	用水准仪、千分塞尺测量
弹性滑板 支座	橡胶支座部	中心标高	±5mm	用水准仪、钢尺测量
		平面中心位置	±5mm	用全站仪、钢尺测量
		顶面水平度	2‰	用水准仪、千分塞尺测量
	滑动面板	中心标高	±5mm	用水准仪、钢尺测量
		平面中心位置	±5mm	用全站仪、钢尺测量
		顶面水平度	8‰	用水准仪、千分塞尺测量
	橡胶支座与滑动面板中心位置相对偏差		5mm	用全站仪、钢尺测量
摩擦摆隔震 支座	支座标高		±3mm	用水准仪、钢尺测量
	支座水平位置		±5mm	用全站仪、钢尺测量
	水平度	下支墩顶面	3‰	用水准仪、千分塞尺测量
		支座顶面	5‰	用水准仪、千分塞尺测量

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.3.8隔震支座安装完毕后，上部结构施工应符合下列规定：

1上部结构施工应在上预埋件与隔震支座连接固定后进行；

2上部结构施工过程中，应采取有效措施保护隔震支座。模板拆除后，应对连接板破损漆面进行修补。



□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

4.3.9 上支墩施工应符合下列规定：

- 1 支座安装验收合格后，方可进行后续工程施工；
- 2 支座上连接板安装后，将锚定螺栓就位，应校核其位置、高程等，并应保留记录；
- 3 支座安装后，将锚定螺栓就位，应校核其位置、高程等，并应保留记录；
- 4 上支墩模板和混凝土工程施工时，其底面应装有硬质模板，严禁采用柔性松散填料来作为底模，且应对隔震支座采取临时固定措施，不应发生水平位移；
- 5 支座上支墩钢筋安装、绑扎时，应确定支座上预埋套筒或锚筋的位置，不应相互阻挡；
- 6 上支墩混凝土施工时，宜采用高流动性混凝土浇筑，其强度等级宜比原设计强度等级提高一级；
- 7 对单层面积较大或长度超过100m的支座相邻上部混凝土结构、大跨度的钢结构或设计有特殊要求的，应制定专项施工方案，不应产生过大的温度变形和混凝土干缩变形；
- 8 当支座相邻上部结构为钢结构和钢骨结构时，应采取临时固定措施。

第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.3.10 因混凝土收缩应力、温度应力、震/振动等引起的隔震橡胶支座上下连接板水平相对位移不应超过表5.3.10的要求。

表5.3.10 隔震橡胶支座上下连接板水平相对位移限值

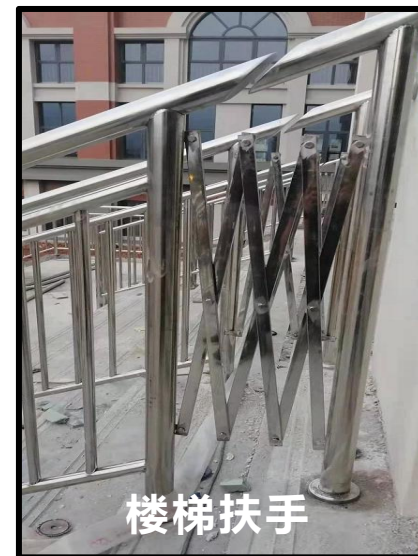
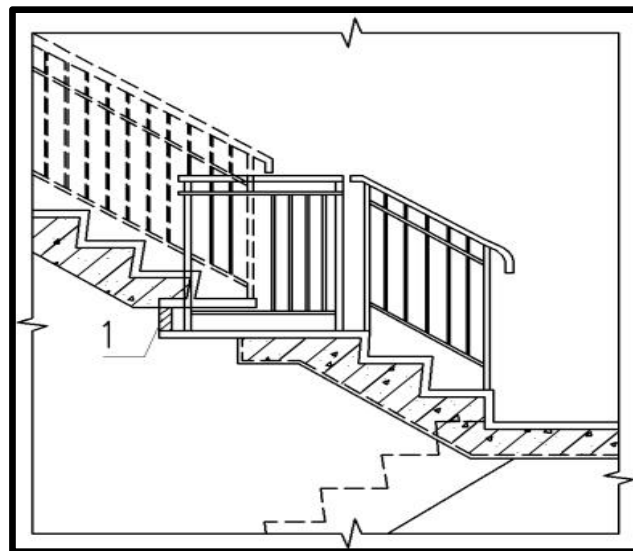
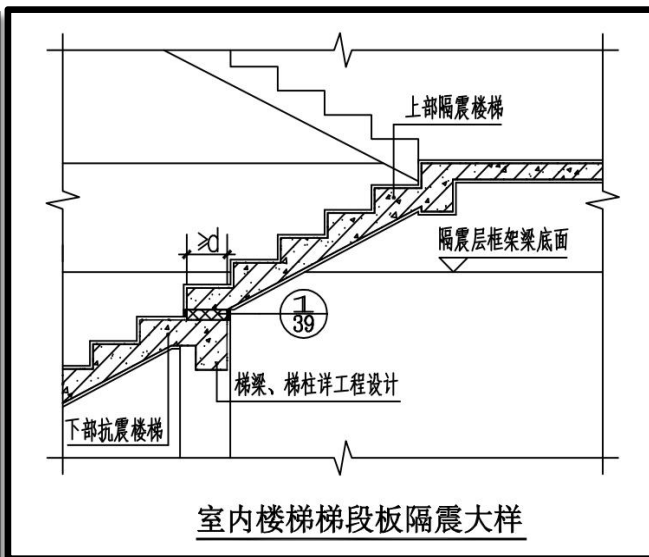
D、a和b (mm)	水平相对位移不应超过 (mm)
300、400	10
500、600	20
700、800	30
900、1000	40
1100~1300	50
1400~1600	60

注：D为圆形支座有效直径；a为正方形支座内部橡胶的边长；b为矩形支座内部橡胶的短边长度。

5.3.11上支墩混凝土施工时，宜与相邻构件一次性浇筑完成。

第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.4.1 当门厅入口、室外踏步、室内楼梯节点、楼梯扶手、电梯井道、地下室坡道、车道入口、井道等穿越隔震层或与隔离缝相邻时，应采取**隔震脱离措施**，并应符合设计要求。



正确做法示意

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.4.2 隔离缝的缝宽应符合设计和相关标准规定。

5.4.6 上部结构与下部结构之间的**水平隔离缝的高度**应满足设计要求，水平隔离缝宜采用柔性材料或者低强度脆性材料填充。



水平隔离缝的高度应满足设计要求

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.4.7上部结构周边设置的**竖向隔离缝宽度**应满足设计要求，竖向隔离缝的封闭处理不应阻碍隔震建筑的水平位移。



□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——施工安装

5.4.3 穿越隔震层配管、配线及桥架的构造措施应符合设计要求。

5.4.4 对可能泄漏有害介质或可燃介质的重要管道，在**穿越隔震层位置时**应采用柔性连接。

5.4.5 当利用构件钢筋作防雷引下线时，在隔离缝处应采用柔性导线连接，并应对该处的隔震支座采取专门的防火处理措施。



□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——质量验收

主控项目

5.5.1 隔震支座型号、数量、安装位置应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

5.5.2 预埋板、下支墩、隔震支座顶面的水平度，预埋连接螺栓处、下支墩顶面中心、隔震支座顶面中心的标高均应符合设计及本标准第5.3.7条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：实测检查和检查隐蔽工程验收记录。

5.5.3 支座下支墩和上支墩混凝土强度应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：实测检查和检查试件强度试验报告。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——质量验收 主控项目

5.6.1 隔震层构件及隔离缝施工质量验收的主控项目应符合下列规定：

1 **配管、配线在穿越隔离缝处的构造**应符合设计要求。设计无要求时，隔震沟处可采用挠曲或柔性接头等构造措施，使管线、线槽在隔震沟处的自由错动量不应小于相关标准要求；

抽检数量：全数检查。

检验方法：实测检查、检查测量记录和隐蔽工程验收记录。

2 当利用构件钢筋作**防雷接地引下线**时，在隔震沟处应采用柔性导线连接，柔性导线的预留可伸展长度应大于设计水平位移要求，并应对该处的隔震支座进行专门的防火处理；

抽检数量：全数检查。

检验方法：实测检查、检查测量记录和隐蔽工程验收记录。

3 有毒、有害、易燃、易爆等介质**管道穿越隔震沟**的构造，应严格按设计要求进行施工；

抽检数量：全数检验。

检验方法：观察和实测检查。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——质量验收 主控项目

4 穿越隔震层的竖向通道，包括楼梯、电梯、管井等在隔离缝处的构造应符合设计要求；

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和实测检查。

5 当门厅入口、室外踏步、室内楼梯节点、地下室坡道、车道入口、楼梯扶手等与隔离缝相邻时，其构造应符合设计要求；

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和实测检查。

6 水平隔离缝的高度及竖向隔离缝的宽度应均匀，并应满足设计要求和国家现行相关标准要求；

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和实测检查。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——质量验收 主控项目

7 隔离缝内及周边不得有影响隔震层发生任一方向的相对水平位移的阻碍物；

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

检验方法：观察和实测检查

8 隔离缝的密封构造措施应符合设计要求，且不得阻碍隔震层发生相对水平位移。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和实测检查。

9 隔震层中的填充墙构造应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和实测检查

10 隔震层中的通风管道及其他设备管线与填充墙间的构造应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

□ 第五章 建筑隔震工程施工和验收——质量验收 一般项目

5.5.4 预埋件、下支墩、隔震支座平面中心位置应符合设计及本标准第5.3.7条的规定。

抽检数量：全数检查。

检验方法：实测检查和隐蔽工程验收记录。

5.5.5 连接板漆面完整性和橡胶保护胶完整性应符合设计和国家现行相关标准的规定。

抽检数量：全数检查。

检验方法：实测检查、检查测量记录和隐蔽工程验收记录。

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——一般规定

6.1.1 隔震建筑应以隔震层及其下部结构为重点进行维护检查。

6.1.2 隔震工程的维护检查根据检查时间或时机可分为**常规检查、定期检查和应急检查**，检查方法可分为目测检查、抽样进行试验检验或采用仪器测试检验。并应满足下列要求：

1 **常规检查应至少每年进行1次**，可由隔震建筑管理方或使用方实施，可采用观察方式和尺量的方法；

2 隔震装置应根据隔震装置的类型、使用期间的具体情况和设计文件要求等进行定期检查，除隔震支座的水平变形和竖向压缩变形应使用仪器测量外，其他项目可采用观察的方式进行检查。定期检查应委托专业机构实施。设计无要求时，**应在竣工验收后正常使用的第3年、第5年、第5年以后每5年进行1次定期检查**；

3 当发生地基不均匀沉降、地震、强风、火灾、洪涝等可能损伤隔震层相关构件及隔震装置的**灾害后，应及时进行应急检查**，应急检查宜采用目测检查、仪器测试检验结合抽样检验方法，应委托专业机构实施；

4 维护检查结果应由隔震建筑管理方或使用方存档保管。

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——一般规定

6.1.3 在使用过程中，隔震建筑周边应始终保有足够的空间，并应符合下列规定：

- 1 隔震层及隔震沟中不得残留建筑垃圾、堆放杂物；
- 2 上部结构散水不得将隔震建筑上部结构与外部地面硬连接；
- 3 楼梯、踏步等出入口连接不得影响隔震建筑的隔震效果；
- 4 周围新增建（构）筑物与隔震建筑应保持足够的安全距离；
- 5 不得有阻碍隔震层产生合理隔震变形的其他障碍物。

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——一般规定

6.1.4 更换的隔震层部件性能应满足设计要求。隔震层部件的性能参数由原设计单位或有相应资质的设计单位确认。隔震层部件的更换施工应编制专项施工方案，专项施工方案应经专家组论证。

6.1.6 隔震工程中便于观测和维修更换隔震支座的空间，应设置必要的照明、通风和排水等设施。

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——一般规定

6.1.5 隔震层的进入**检查口**的尺寸应便于人员进入，且应满足运输隔震支座、连接部件及其它施工器械的要求。

6.1.8 隔震建筑使用时，应满足如下规定：

- 1 隔震建筑后期景观园林设计或天然气等管道安装时，宜避让隔震建筑在地震下的移动范围，不可避免时应采用合理的构造，不影响隔震建筑运动；
- 2 隔震层应保持干燥清洁，无建筑功能的隔震层不得用于其他用途，不应自行随意加建改造。

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——维护

6.2.2隔震建筑除对建筑一般维护项目进行检查外，尚应对隔震建筑特有的项目进行检查，检查项目应包括支座、消能器、隔震沟、隔离缝和柔性连接及相关构造措施等。隔震工程的目测检查内容及维护方法应符合表6.2.2条的规定，消能部件的检查内容及维护方法应符合本标准第9.2.2条的规定。

第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——维护

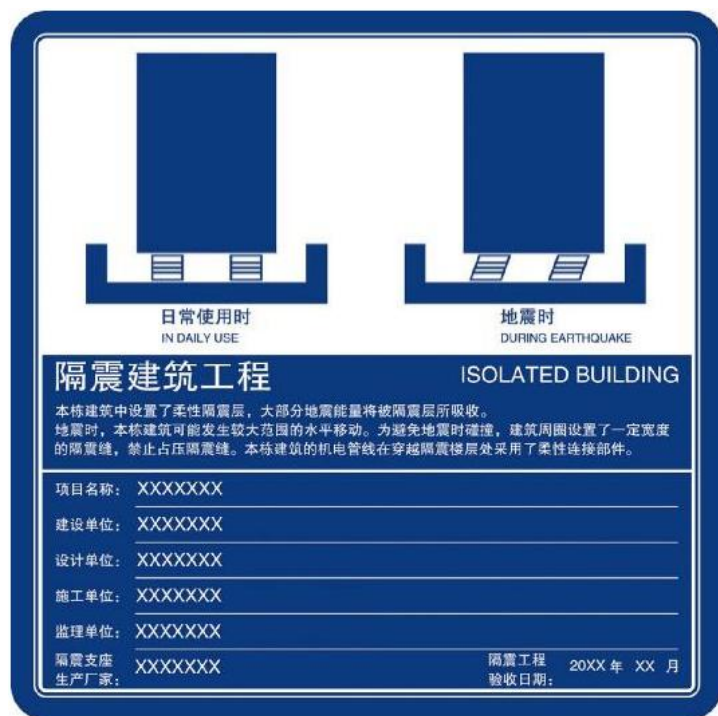
部位		检查项目		检查方法	要求	措施
隔震层、建筑物外围	建筑物	周边环境	障碍物	观察	移动范围内无障碍物	检查后处理
	隔震构件管线	周边状况	障碍物	观察	移动范围内无障碍物	检查后处理
			可燃物	观察	危险范围内无可燃物	检查后处理
			排水条件	观察	排水状况良好	检查后处理
			液体泄漏	观察	无泄漏	检查后处理
隔震构件	隔震橡胶支座	橡胶保护层外观	变色	观察	无异常、无异物	检查后处理
			损伤	观察	无损伤	修补或更换
		钢材部位状况	锈蚀	观察	无浮锈、无锈迹	除锈、防锈处理
			安装固定	观察	无松动，未偏离螺母标线	拧紧、再作标记线
	弹性滑板支座	滑移材料	表面	观察	应光滑，无裂缝、气泡、分层	检查后处理
			损伤	观察	无机械损伤、板面刀痕	检查后处理
		滑移面板	表面	观察	应光滑，无裂纹、划痕、起鼓、凹陷、杂质	处理或更换
			锈蚀	观察	无浮锈、无锈迹	除锈、防锈处理
		钢材部位状况	安装固定	观察	无松动，未偏离螺母标线	拧紧、再作标记线
设备管线柔性连接	设备管线	柔性连接	渗漏、损伤	观察	更换，无渗漏、损伤	检查后处理
	电气线路	变形吸收部位	损伤	观察	更换，无损伤	检查后处理

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——维护

6.2.5 **隔震工程的专用标识设置**范围和应符合下列规定：

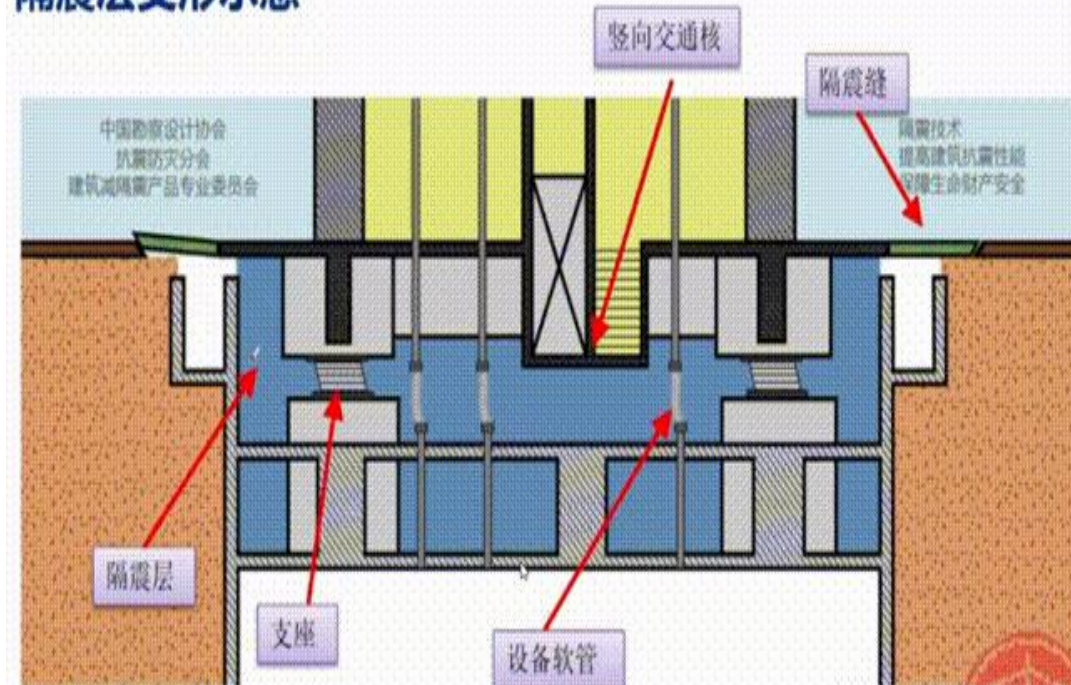
- 1 **隔震建筑应设置标识**，标识内容应包括隔震装置的**型号、规格、维护**要求，以及隔离缝的维护要求；
- 2 建筑隔震工程专用标识应纳入物业维护和管理工作范围，使之在隔震建筑全生命周期内持续发挥作用；
- 3 隔震装置标识由生产厂商随产品提供，其他隔震专用标识应由建设单位委托制作，施工单位负责安装。更换隔震装置时，应同时更换相应标识；
- 4 应在隔震建筑上部结构和下部结构地震时有**相对错动的构造部位的临近墙面或地面设置疏散避让标识**，提示疏散人员进行避让，提示无关物品不得侵占水平隔震间距。在下列部位应设置明显疏散避让标识：
 - 1) 跨越建筑首层周圈隔震沟的人行出入口、隔震台阶和无障碍坡道部位。
 - 2) 跨越隔震沟的地下车库连通口、地下车库地面出入口部位。
 - 3) 建筑内部各楼层楼板上设置了竖向隔离缝盖板的部位（隔震与非隔震建筑贴临建设时）。
 - 4) 隔震工程中的断开式楼梯、端部滑动支撑式楼梯的可移动部位。
 - 5) 隔震工程中的悬挂式（或支撑式）楼梯间、悬挂式（或支撑式）电梯井、悬挂式（或支撑式）核心筒在楼板处的竖向隔离缝盖板部位。
 - 6) 其他因隔震而可能产生相对位移的部位。
- 5 在隔震建筑周圈竖向隔震沟位置，有人员和车辆出入时，宜在出入口部位设置地面隔震间距标识或标线，标明罕遇地震下时此处为建筑物的移动空间。

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——维护



□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——维护

隔震层变形示意



与上部结构为一体的结构部分需与下部结构**完全断开**，必须的连接的**非结构构件**需使用**柔性连接**

□ 第六章 建筑隔震工程维护和隔震装置更换——更换

6.3.1 隔震建筑遭受相当于本地区抗震设防烈度的**地震影响后或维护检查发现异常时**，应进行全面检查评估，且宜对隔震装置抽样检验以判断是否需要修理或更换。

6.3.2 隔震支座**临近设计工作年限的前两年**，应对隔震支座逐一进行检查，并应进行隔震装置的抽样检验，以判断是否需要更换。

6.3.3 隔震支座的水平位移复位应各支座点同步进行，可采用群千斤顶系统同步复位，各点水平位移差不应超过3mm。对无法复位的隔震支座应进行更换。

6.3.4 隔震支座的更换宜采用逐个支座顶升更换工艺。

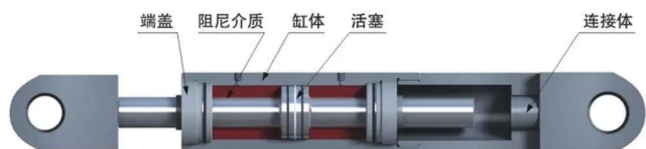
6.3.5 经检测需要更换或检修的隔震支座，可采用千斤顶将上支墩顶起，取出隔震支座。顶升时各千斤顶应当行程同步，其**顶升高差不应超过1.5mm**。

第七章 减震装置

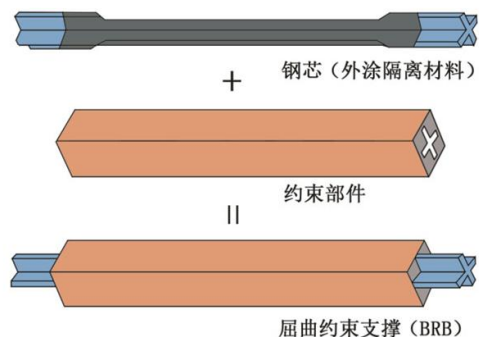
7.1.1减震建筑宜采用技术或经过技术论证并符合国家现行相关标准规定的成熟的消能减震装置，主要包括金属消能器、屈曲约束支撑、黏滞消能器、黏弹性消能器、摩擦消能器及其他消能器。

支座类型	相关规范	备注
金属消能器	《建筑消能阻尼器》 JG/T209-2012 《建筑消能减震技术规程》 JGJ 297-2013	现有标准，规定了产品材料、性能和试验方法等， 但仅有出厂检验和型式检验，无见证检验
屈曲约束支撑		
黏滞消能器		
黏弹性消能器		
摩擦消能器	《建筑消能减震技术规程》 JGJ 297-2013	

□ 减震装置



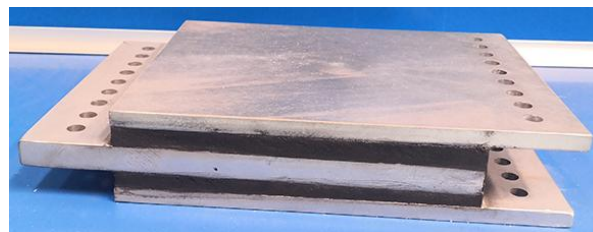
黏滞阻尼器



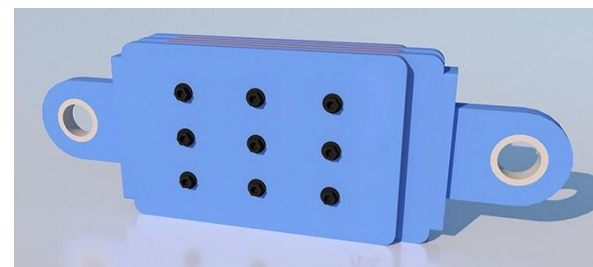
屈曲约束耗能支撑



金属阻尼器



黏弹阻尼器

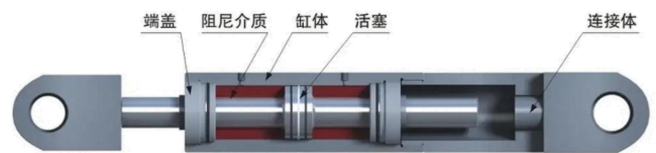


摩擦消能阻尼器

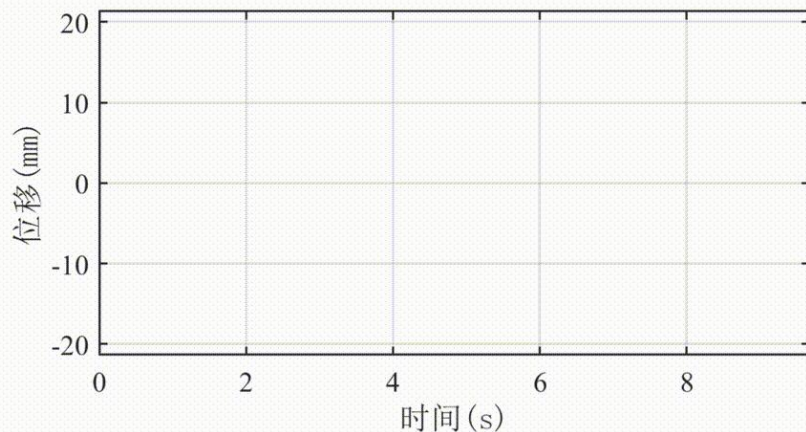


自复位耗能支撑

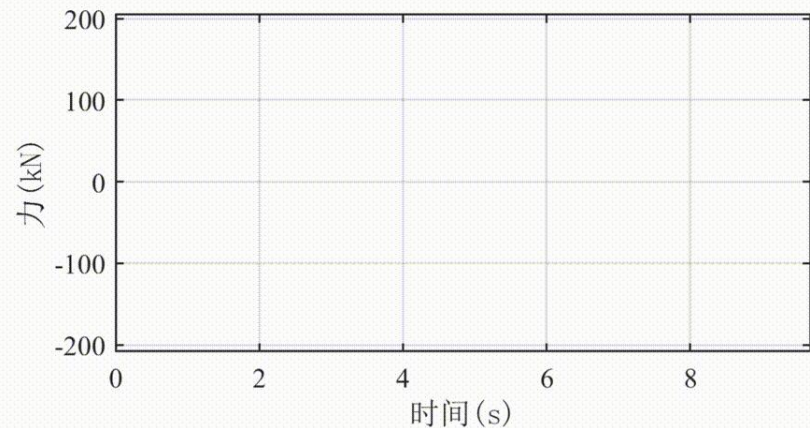
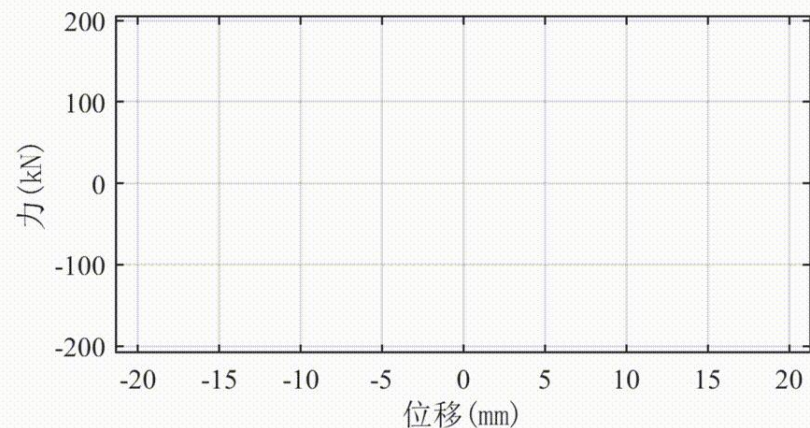
□ 黏滞阻尼器力学性能



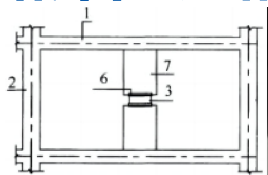
黏滞阻尼器



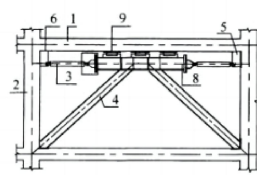
常规力学性能试验
设计位移20mm
加载频率1.12Hz



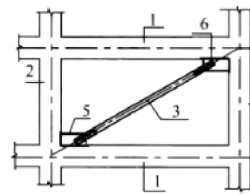
□ 黏滞阻尼器安装



墙柱型

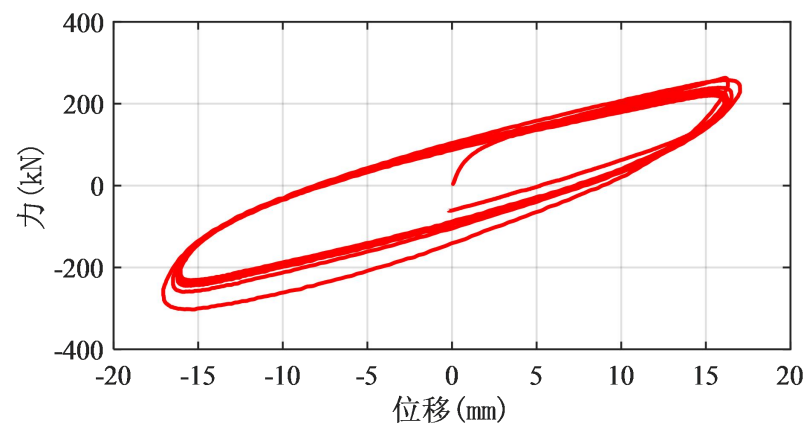
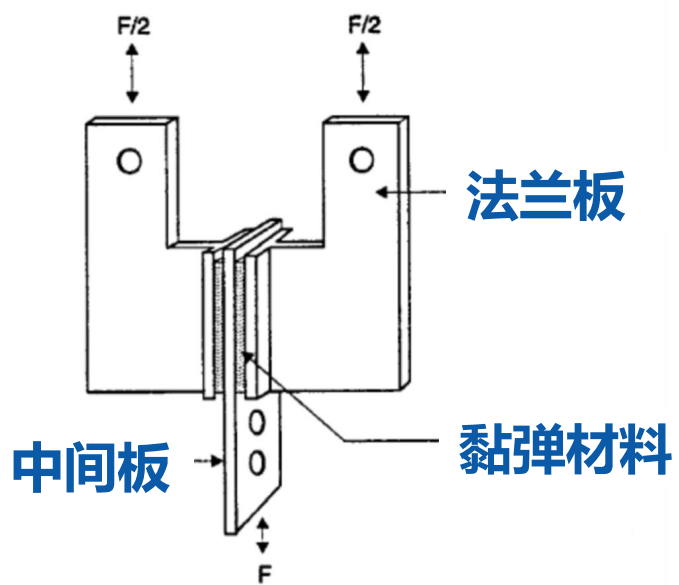


门架型

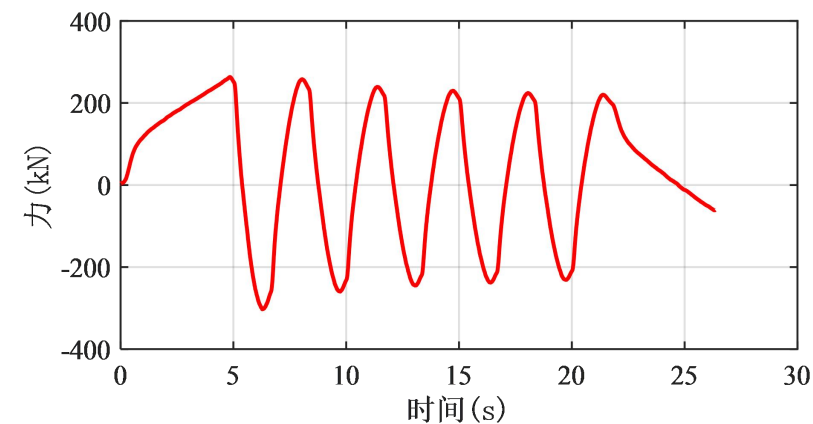


斜撑型

□ 黏弹阻尼器力学性能



力-位移曲线

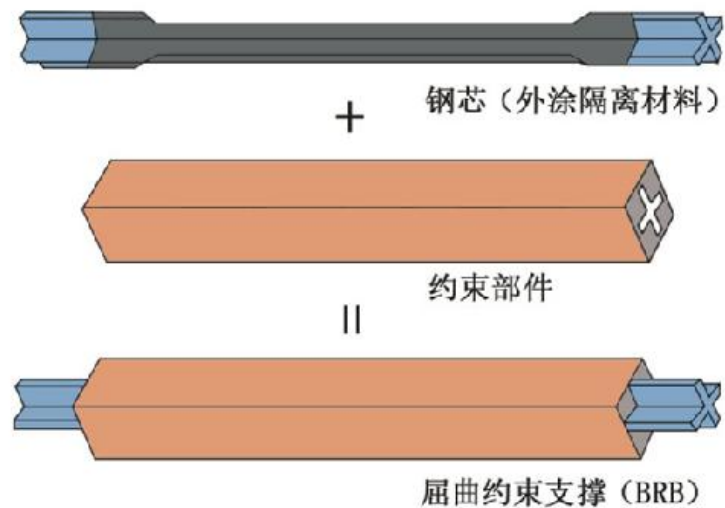


力-时间曲线

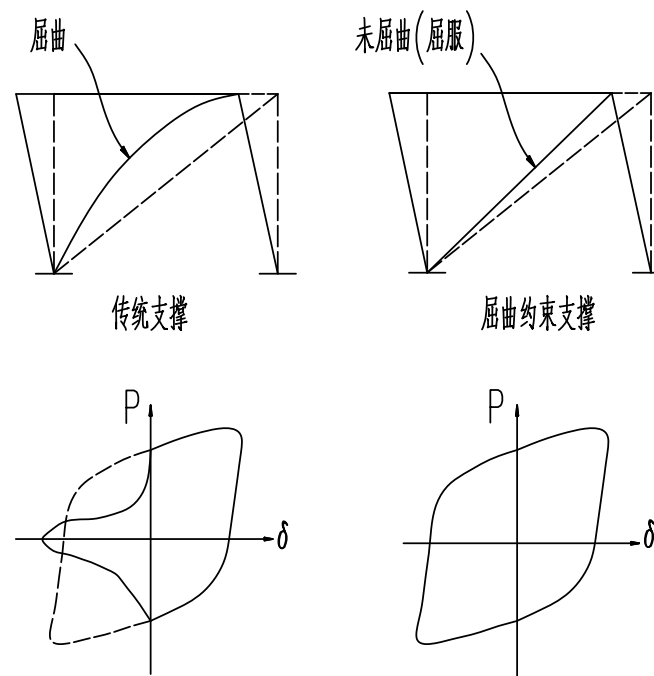
□ 黏弹阻尼器安装



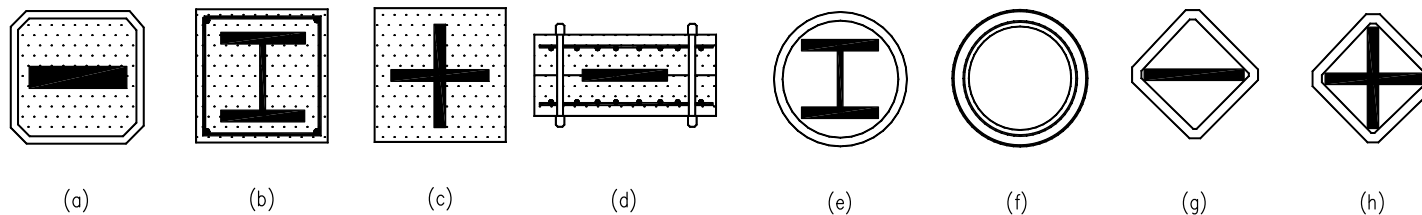
□ 屈曲约束耗能支撑



屈曲约束支撑构造示意图

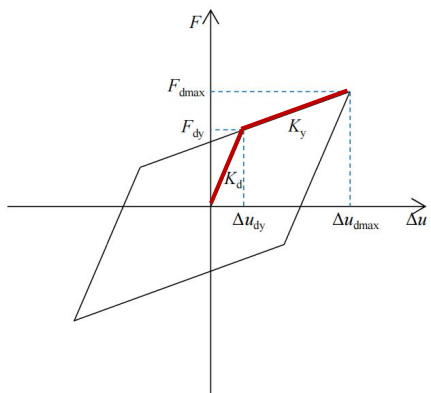


普通支撑与屈曲约束支撑



屈曲约束支撑的几种典型的截面形式

□ 屈曲约束耗能支撑



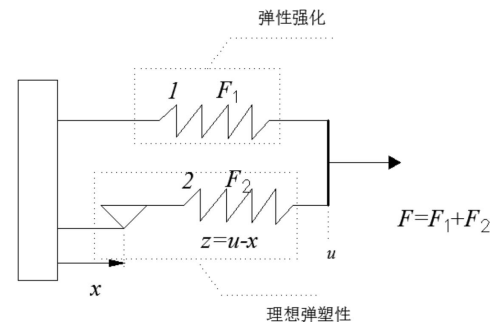
双线性模型

弹性刚度

$$K_d = F_{dy} / \Delta u_{dy}$$

屈服后刚度

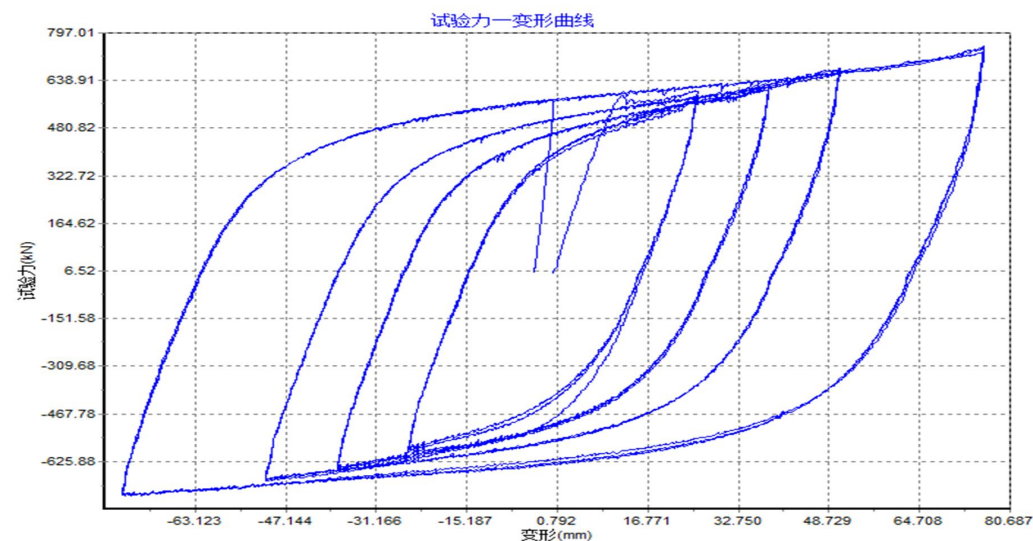
$$K_y = (F_{dmax} - F_{dy}) / (\Delta u_{dmax} - \Delta u_{dy})$$



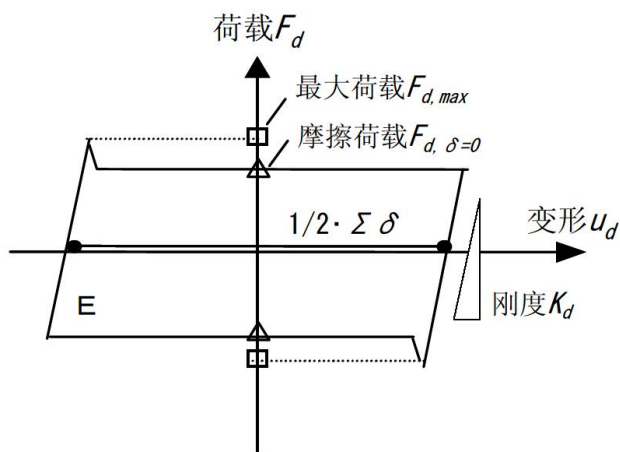
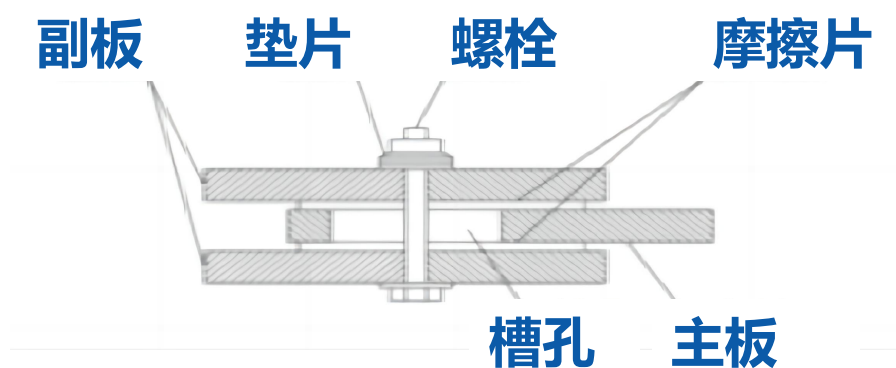
$$F(\Delta u, z) = \lambda_2 K_d \Delta u_d + (1 - \lambda_2) K_d z$$

$$\dot{z} = A \Delta \dot{u}_d - \chi |\dot{\Delta u}_d| |z|^{n-1} - \beta \Delta \dot{u}_d |z|^n$$

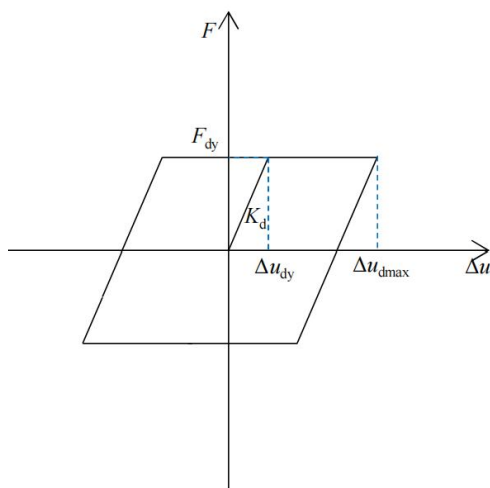
Bouc-wen模型



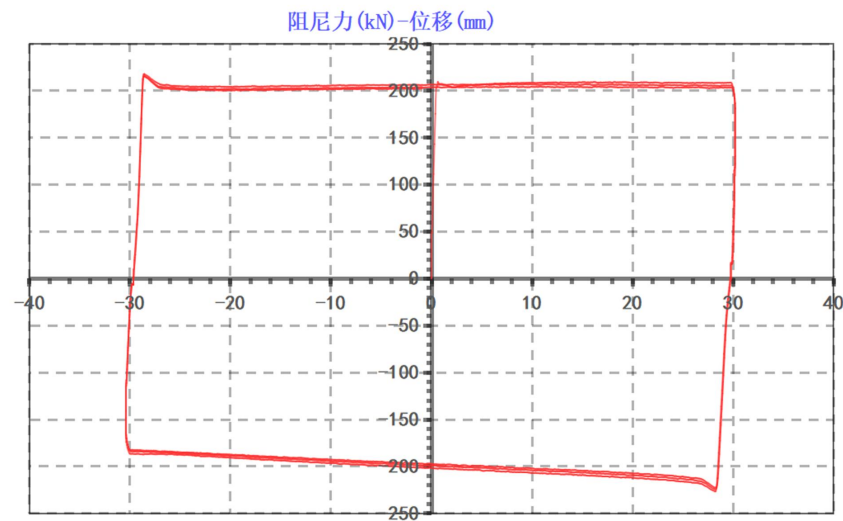
摩擦消能器



摩擦滞回曲线示意

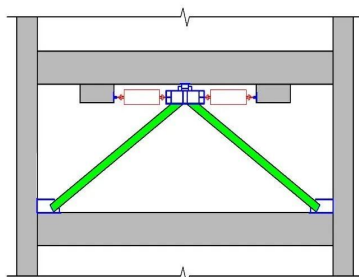


理想弹塑性滞回模型

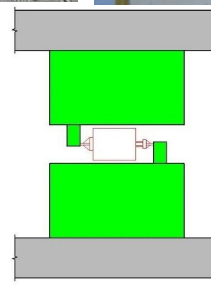


试验曲线

□ 摩擦消能器



人字连接

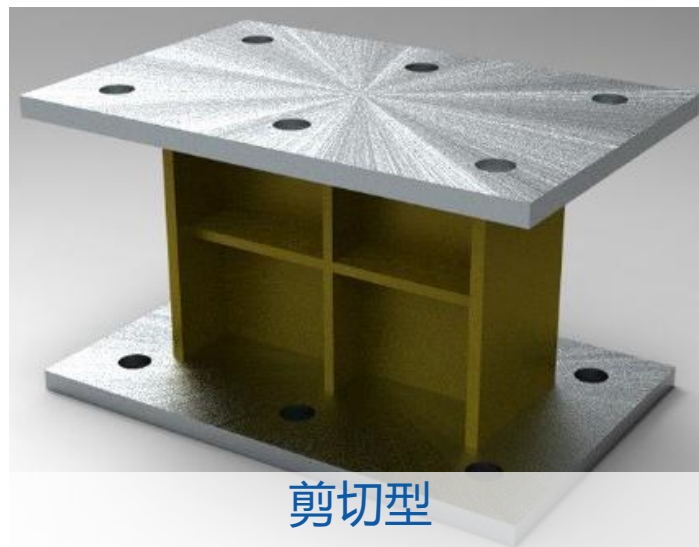


墙式连接

□ 金属消能器

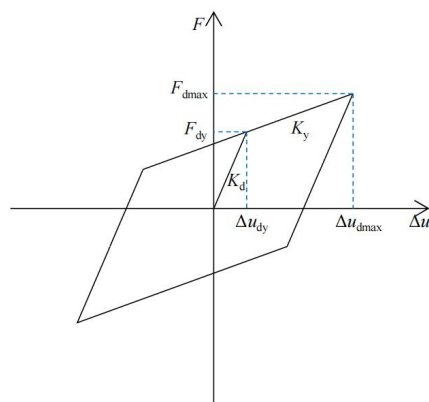


弯曲型



剪切型

通过金属在塑性变形
过程中实现耗能



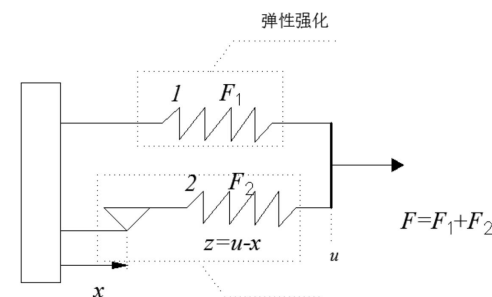
双线性模型

弹性刚度

$$K_d = F_{dy} / \Delta u_{dy}$$

屈服后刚度

$$K_y = (F_{dmax} - F_{dy}) / (\Delta u_{dmax} - \Delta u_{dy})$$



$$F(\Delta u, z) = \lambda_2 K_d \Delta u_d + (1 - \lambda_2) K_d z$$

$$\dot{z} = A \Delta \dot{u}_d - \chi |\dot{\Delta}_d| z |z|^{n-1} - \beta \Delta \dot{u}_d |z|^n$$

Bouc-wen模型

□ 金属消能器

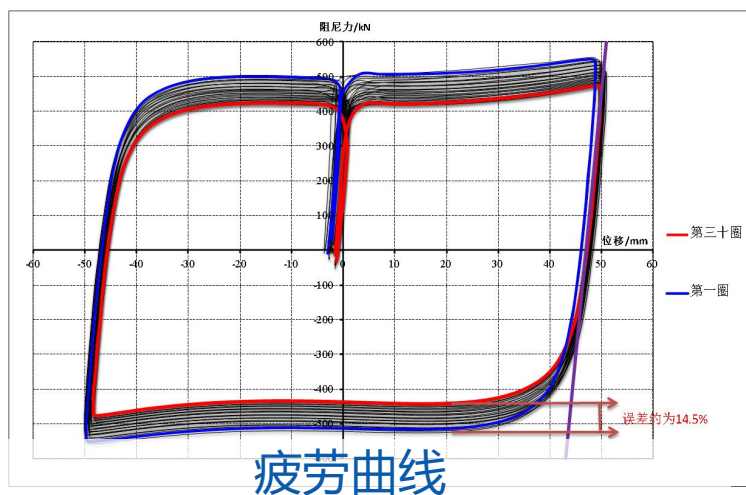
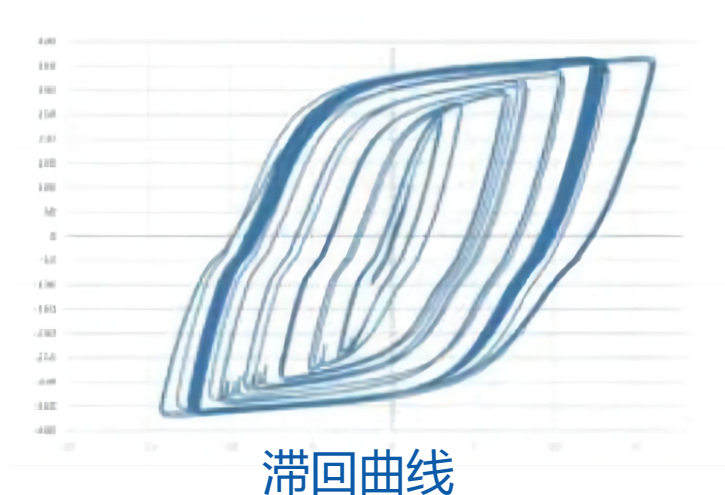
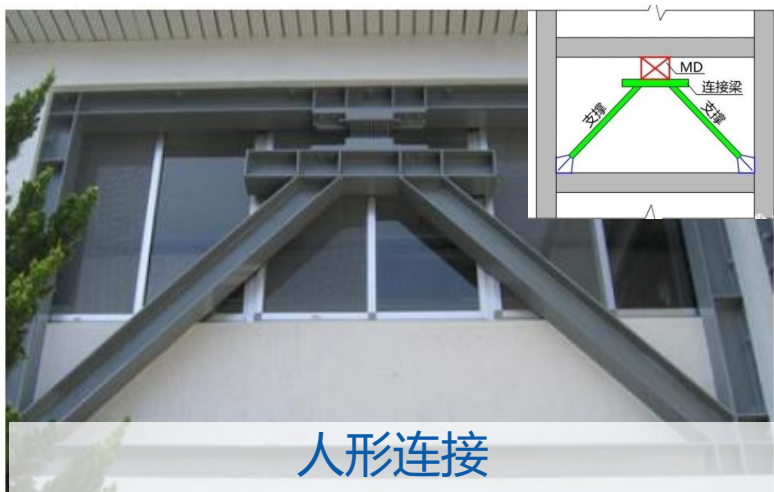
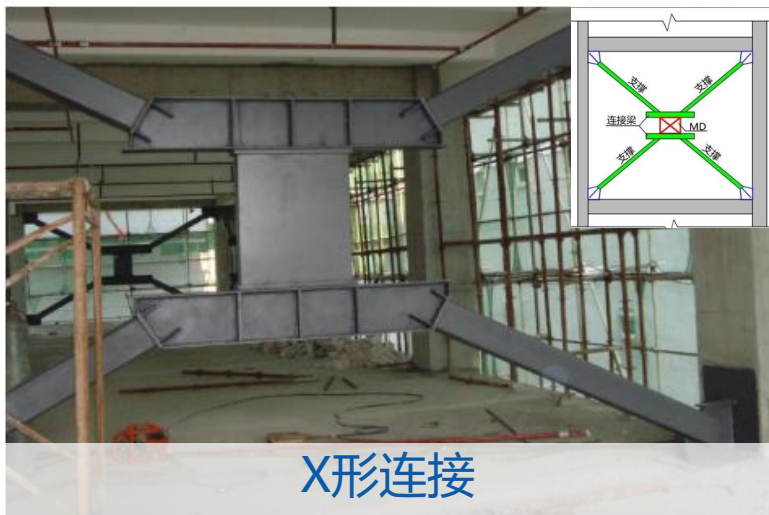


图3.2.2 土50mm位移疲劳加载试验



□ 金属消能器



□ 第七章 减震装置

7.2.3 金属消能器见证检验的基本力学性能、疲劳性能及测试方法应符合表 7.2.3 的规定，金属消能器的延性系数应满足 $\mu_d \geq 10$ 。

7.3.3 屈曲约束支撑的见证检验的力学性能、疲劳性能和测试方法应符合表7.3.3的相关规定；作为消能器使用的非承载型屈曲约束支撑的设计延性系数应满足 $\mu_d \geq 6$ ，设计位移等幅30周加载下累积延性系数 $\sum \mu_d$ 应满足 ≥ 720 。

第七章 减震装置

表7.2.3 金属消能器基本力学性能、疲劳性能和测试方法要求

序号		项目	性能要求	测试方法
基本力学性能	1	屈服承载力	每个产品的屈服承载力实测值允许偏差应在设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在设计值的±10%以内	1) 按照设计位移的20%、40%、60%、80%和100%进行正弦波或三角波逐级加载，每级加载循环3圈。取每个加载级的第3周的位移-阻尼力数据用作性能参数标定依据。 2) 取100%设计位移第3圈左右两侧卸载刚度的均值作为弹性刚度实测值（卸载刚度取最大位移点和承载力卸载为零时两点的斜率）；以坐标原点为起点、弹性刚度为斜率做一条直线与设计位移第3圈试验曲线在第一和第三象限相交形成计算屈服点，交点横坐标绝对值均值为计算屈服位移实测值，交点纵坐标绝对值均值为计算屈服力实测值；以第3圈滞回曲线上设计位移对应的点为起点、计算屈服点为终点绘制两条直线，两条直线的斜率均值为屈服后刚度实测值；设计位移与屈服位移的比值即为延性系数；取设计位移下第3圈滞回曲线两个方向上最大承载力的均值作为设计承载力的实测值，其面积作为该阻尼器的滞回曲线面积。 3) 取不小于1.2倍设计位移作为极限位移值，在该位移幅值下循环加载3圈，取每圈两个方向上最大阻尼力的均值作为该圈的极限承载力实测值
	2	屈服位移	每个产品的屈服位移实测值允许偏差应在设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在设计值的±10%以内	
	3	弹性刚度	每个产品的弹性刚度实测值偏差应在设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在设计值的±10%以内	
	4	设计承载力	设计位移对应的荷载，每个产品的实测值允许偏差应在设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在设计值的±10%以内	
	5	屈服后刚度	每个产品的屈服后刚度实测值偏差应在设计值的±15%以内；实测值偏差的平均值应在设计值的±10%以内	
	6	滞回曲线面积	任一循环的实测滞回曲线应稳定、饱满、光滑、无异常。产品在设计位移下连续加载不少于3圈，任一循环中滞回曲线包络面积偏差应在实测平均值的±15%以内	
	7	极限位移	实测值不应小于设计位移的1.2倍	
	8	极限承载力	实测值不应小于设计极限承载力	
疲劳性能	1	阻尼力	任一个循环的最大、最小阻尼力，与所有循环的最大、最小阻尼力平均值的偏差不应超过±15%	采用三角波或正弦激励法在设计位移下进行连续往复加载，加载不少于30圈；当应用于设防地震时正常使用建筑时，需在设计位移下进行两次连续往复加载，两次加载均不少于30圈，两次加载间隔不超过24h，绘制阻尼力-位移滞回曲线
	2	滞回曲线	1) 任一个循环中位移在零时的最大、最小阻尼力与所有循环中位移在零时的最大、最小阻尼力平均值的偏差不应超过±15%； 2) 任一个循环中阻尼力在零时的最大、最小位移与所有循环中阻尼力在零时的最大、最小位移平均值的偏差不应超过±15%	
	3	滞回曲线面积	任一循环的滞回曲线面积偏差应在所有循环的滞回曲线面积平均值的±15%以内	

□ 第七章 减震装置

表7.3.3 BRB基本力学性能、疲劳性能和测试方法要求

序号		项目	性能要求	测试方法
基本力学性能	1	屈服承载力	每个产品的屈服承载力实测值允许偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	1) 按照设计位移的20%、40%、60%、80%和100%进行正弦波或三角波逐级加载，每级加载循环3圈。取每个加载级的第3周的位移-阻尼力数据用作性能参数标定依据。 2) 取100%设计位移第3圈左右两侧卸载刚度的均值作为弹性刚度实测值（卸载刚度取最大位移点和承载力卸载为零时两点的斜率）；以坐标原点为起点、弹性刚度为斜率做一条直线与设计位移第3圈试验曲线在第一和第三象限相交形成计算屈服点，交点横坐标绝对值均值为计算屈服位移实测值，交点纵坐标绝对值均值为计算屈服力实测值；以第3圈滞回曲线上设计位移对应的点为起点、计算屈服点为终点绘制两条直线，两条直线的斜率均值为屈服后刚度实测值；设计位移与屈服位移的比值即为延性系数；取设计位移下第3圈滞回曲线两个方向上最大承载力的均值作为设计承载力的实测值，其面积作为该阻尼器的滞回曲线面积。 3) 取不小于1.2倍设计位移作为极限位移值，在该位移幅值下循环加载3圈，取每圈两个方向上最大阻尼力的均值作为该圈的极限承载力实测值
	2	屈服位移	每个产品的屈服位移实测值允许偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
	3	弹性刚度	每个产品的弹性刚度实测值偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
	4	设计承载力	设计位移对应的荷载，每个产品的实测值允许偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
	5	屈服后刚度	每个产品的屈服后刚度实测值偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
	6	滞回曲线面积	任一循环的实测滞回曲线应稳定、饱满、光滑、无异常。产品在设计位移下连续加载不少于3圈，任一循环中滞回曲线包络面积偏差应在实测平均值的 $\pm 15\%$ 以内	
	7	拉压不平衡系数	设计位移下滞回曲线的拉压不平衡系数应不大于1.2	
	8	极限位移	实测值不应小于设计位移的1.2倍	
	9	极限承载力	实测值不应小于设计极限承载力	
疲劳性能	1	阻尼力	任一个循环的最大、最小阻尼力，与所有循环的最大、最小阻尼力平均值的偏差不应超过 $\pm 15\%$	采用三角波或正弦激励法在设计位移下进行连续往复加载，加载不少于30圈，当应用于设防地震时正常使用建筑时，需在设计位移下进行两次连续往复加载，两次加载均不少于30圈，两次加载间隔不超过24h，绘制阻尼力-位移滞回曲线
	2	滞回曲线	1) 任一个循环中位移在零时的最大、最小阻尼力与所有循环中位移在零时的最大、最小阻尼力平均值的偏差不应超过 $\pm 15\%$ ； 2) 任一个循环中阻尼力在零时的最大、最小位移与所有循环中阻尼力在零时的最大、最小位移平均值的偏差不应超过 $\pm 15\%$	
	3	滞回曲线面积	实测产品任一循环的滞回曲线面积偏差应在所有循环的滞回曲线面积平均值的 $\pm 15\%$ 以内	

□ 第七章 减震装置

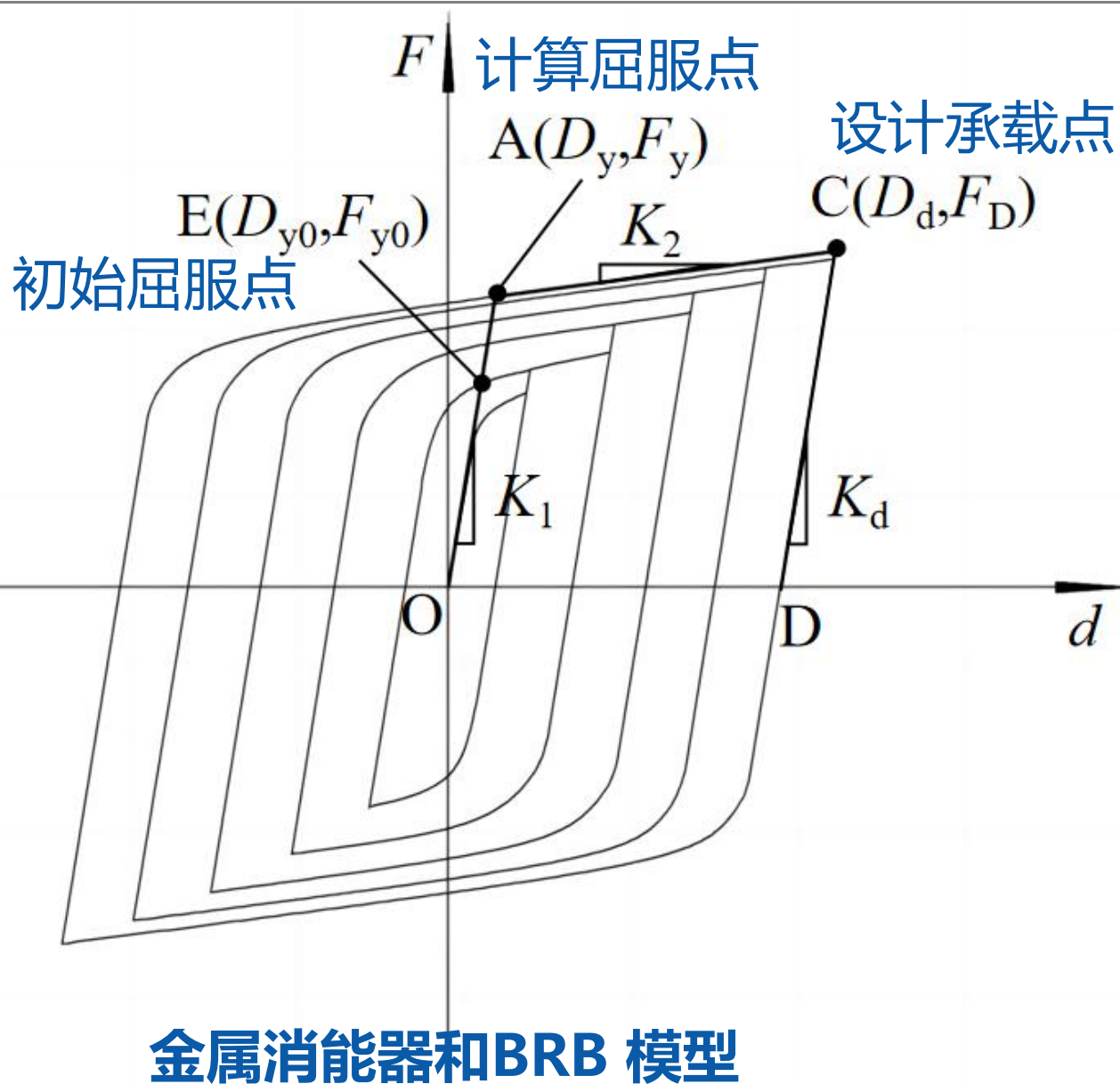
相比现行标准，本标准7.2.3条和7.3.3对**金属消能器**、**BRB**的规定主要有如下改动和创新：

1. 增加了**延性系数**的要求，延性系数表征了金属消能器屈服后的耗能能力，对延性系数进行规定可对工程上用于耗能的**金属消能器的质量进行原则性的约束**；
2. **新增**了金属消能器的**试验方法和参数识别方法**的规定，JG/T209-2012和JGJ 297-2013对金属消能器均无具体的试验方法规定，导致金属消能器的试验参数识别存在方法上的差异，本标准在多种试验方法和参数识别法中，选取了科学、便捷、可靠的一套方法；
3. 考虑**设防地震正常使用**的需求，提高了疲劳试验要求。

□ 第七章 减震装置

模型特点

- ◆ 采用双折线模型
- ◆ 计算过程简单清晰
- ◆ 利于工程使用



第七章 减震装置

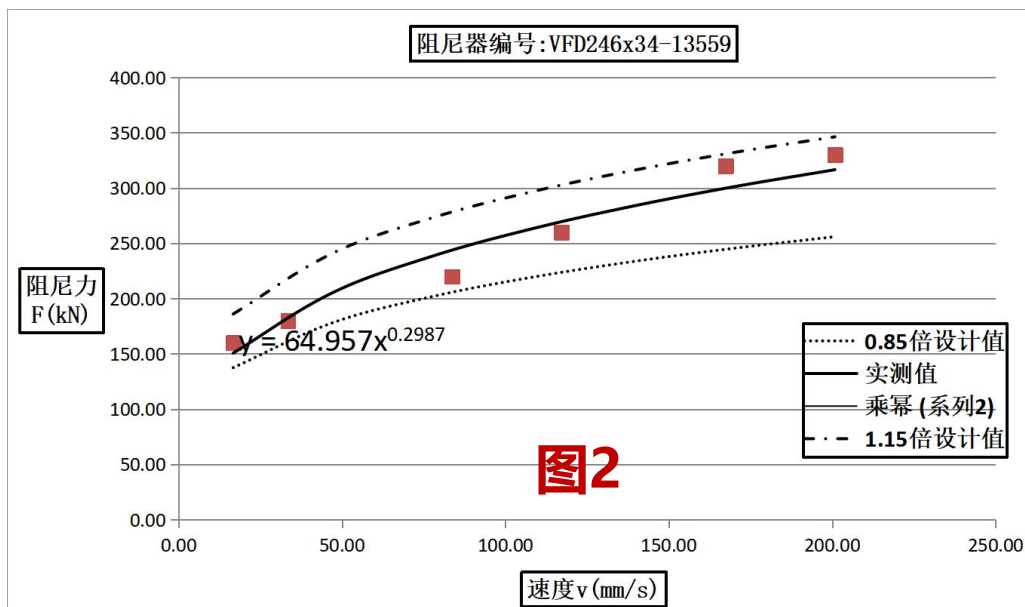
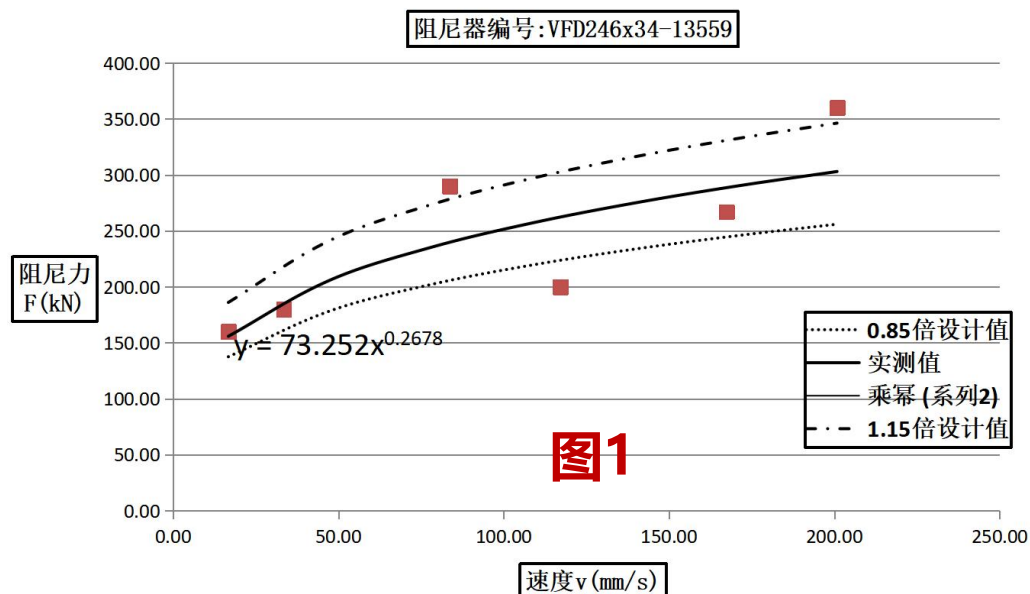
7.4.2 黏滞消能器的见证检验的基本力学性能要求和试验方法应符合表7.4.2的规定，实测产品在试验后应无渗漏、无裂纹。

表7.4.2 黏滞消能器的基本力学性能和试验方法要求

序号	项目	性能要求	试验方法
1	极限位移	每个产品的极限位移实测值不应小于极限位移设计值	采用静力加载试验，控制试验机的加载系统使消能器均速缓慢移动，记录其运动的极限位移值
2	最大阻尼力	每个产品的实测值偏差应在设计值±15%以内，实测值偏差的平均值应在设计值的±10%内	采用正弦波激励，输入位移 $D = D_d \sin(2\pi f_1 t)$ ，连续加载5周，记录第3个滞回曲线所对应的最大阻尼力作为实测值
3	阻尼力与速度相关规律		1) 采用正弦波激励，控制位移加载函数 $D = D_d \sin(2\pi f_1 t)$ 2) 对消能器分别施加位移幅值为 0.2D_d、0.4D_d、0.6D_d、0.8D_d、1.0D_d、1.2D_d ，共 6个工况 ，每个工况连续进行 5周往复加载，每个循环均绘制阻尼力-位移滞回曲线，取每个工况的第 3个滞回曲线的最大阻尼力、最大速度作为阻尼力与速度相关规律实测值，计算 1.0D _d 工况下第3个滞回曲线所对应的初始刚度作为实测值
4	初始刚度		
5	滞回曲线面积	滞回曲线面积实测值偏差应在设计值偏差在±15%以内	记录每周加载的抗力与消能器活塞相对位移时程，采用横轴为消能器相对位移坐标，竖轴取抗力坐标，绘制封闭曲线

注：t为时间（s）；f₁为结构基频；D_d为黏滞消能器设计位移。

□ 第七章 减震装置



上述两张图模拟同一根黏滞消能器的检测情况

问：图1合格？ or图2合格？

答：按阶段检测计算方法，图1合格，但图2不合格。结论明显有违感官判断，且图1消能器出力不稳定，实际是与设计预期不一致的

第七章 减震装置

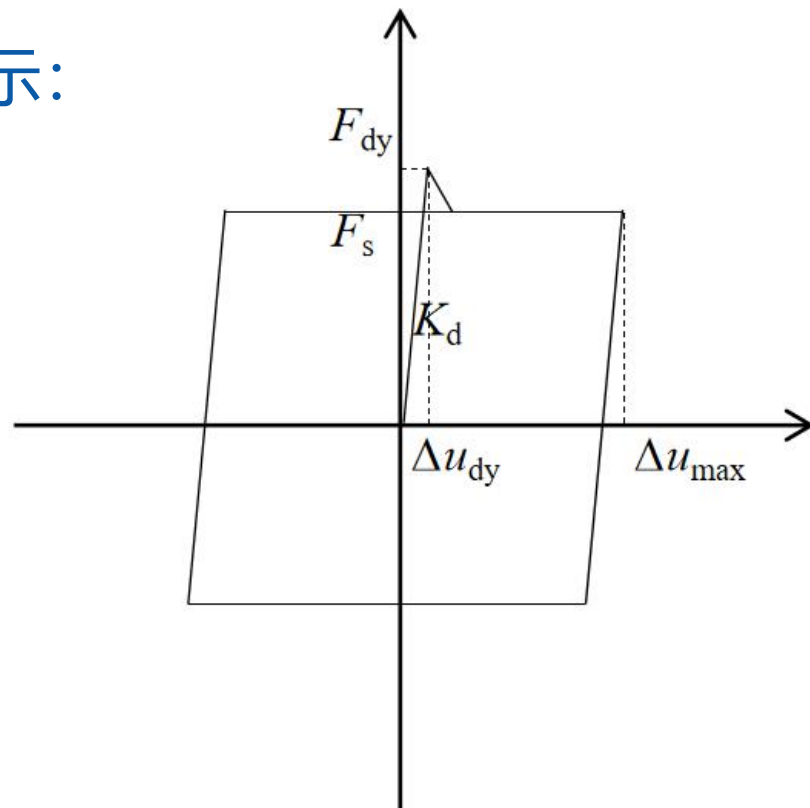
7.6.2 摩擦消能器见证检验的基本力学性能要求和试验方法应符合表7.6.2规定。

表7.6.2 摩擦消能器基本力学性能和试验方法要求

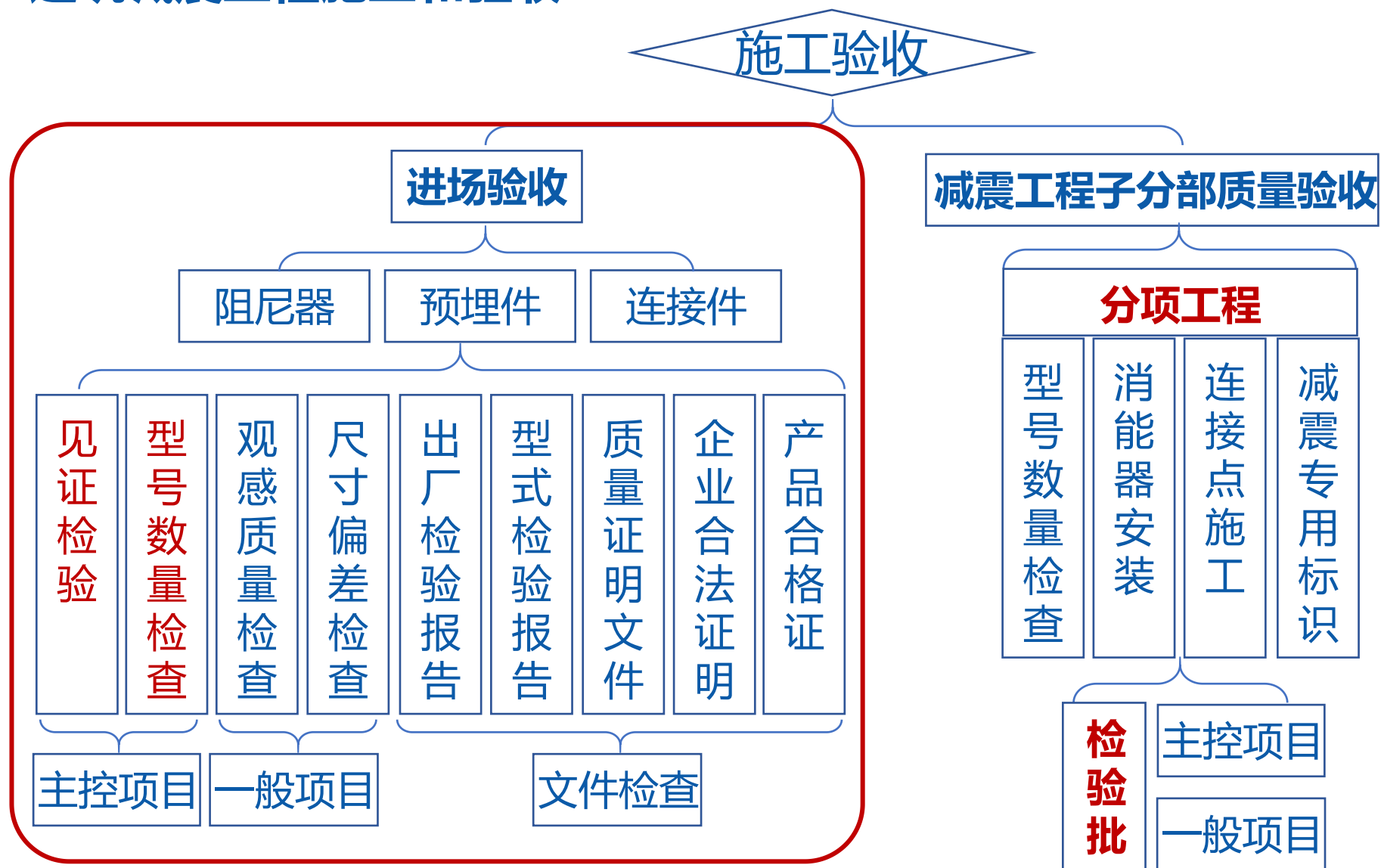
序号	项 目	性能指标	试验方法
1	起滑摩擦力	起滑位移对应的摩擦力，每个产品的实测值偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	1) 采用三角波或正弦激励法进行加载，设计位移下连续加载3个循环，绘制阻尼力-位移滞回曲线； 2) 将开始加载到消能器刚度出现下降或不再上升时对应的摩擦力确定为起滑摩擦力，所对应的位移为起滑位移； 3) 取第1次循环时滞回曲线从零位移到起滑位移的斜率作为初始刚度的实测值，或第1次循环的卸载刚度； 4) 取第3次循环时滞回曲线的零位移对应的荷载作为滑动摩擦力的实测值； 5) 取第3次循环时滞回曲线包络的面积作为滞回曲线面积的实测值； 6) 极限位移加载循环次数为1次，加载幅值不小于设计位移的120%
2	起滑位移	每个产品的实测值偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
3	初始刚度	每个产品初始刚度的实测值偏差应为设计值的 $\pm 15\%$ ；实测值偏差的平均值应为设计值的 $\pm 10\%$	
4	滑动摩擦力	任一滞回曲线在零位移时的摩擦力，每个产品的实测值偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
5	极限位移	每个产品极限位移的实测值不应小于设计值的1.2倍	
6	滞回曲线面积	任一循环的实测滞回曲线应光滑、无异常，产品在设计位移下连续加载不少于3圈，任一循环中滞回曲线包络面积实测值偏差应在设计值的 $\pm 15\%$ 以内；实测值偏差的平均值应在设计值的 $\pm 10\%$ 以内	
7	起滑摩擦力与滑动摩擦力偏差	起滑摩擦力不应超过滑动摩擦力的 $\pm 15\%$	

□ 第七章 减震装置

摩擦耗能器试验加载速度幅值对摩擦耗能器的起滑位移、初始刚度以及起滑力等参数的识别存在一定的影响，试验研究表明，试验加载速度在10mm/min至50mm/min时，摩擦耗能器滞回曲线能较好的识别出耗能器的各参数，摩擦耗能器力学模型示意图如图所示：

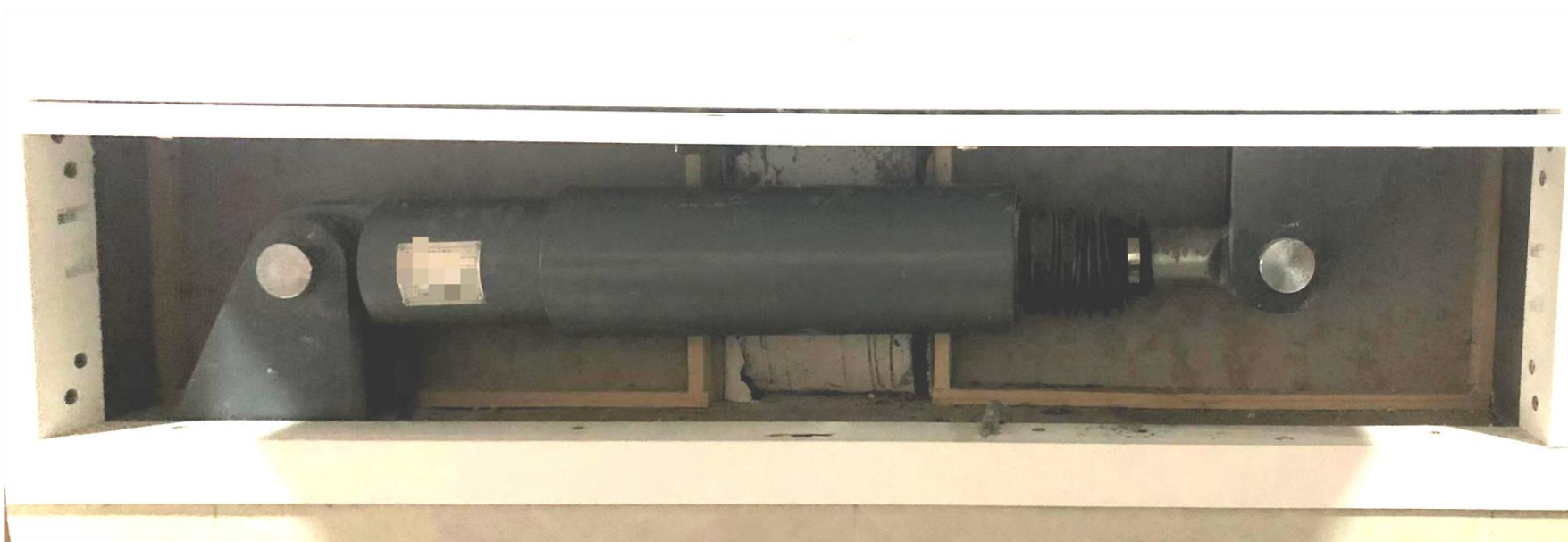


□ 第八章 建筑减震工程施工和验收



□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——**一般规定**

8.1.2 消能器安装封闭时，应按设计要求预留检修口。



□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——**一般规定**

8.1.3消能减震子分部工程验收应提供如下资料：

- 1 工程相关设计文件及设计变更文件；
- 2 消能器和连接件进场质量证明文件；
- 3 消能器和连接件**进场验收资料**；
- 4 **隐蔽工程验收记录**；
- 5 消能器及其连接件的施工安装记录；
- 6 带消能器编号的安装平面布置竣工图；
- 7 施工现场质量管理检查记录；
- 8 观感质量检验项目检查记录；
- 9 各分项工程质量验收记录；
- 10 各检验批质量验收记录；
- 11 工程重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 12 **减震工程使用维护手册**；
- 13 其他必要的文件和记录。

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——进场验收

8.2.1 消能器和连接件进场应提供下列质量证明文件：

- 1 消能器生产厂家生产及服务能力证明材料；
- 2 消能器、支撑和连接件所用钢材、紧固件、黏滞材料、摩擦材料、黏弹性材料等原材料的质量证明文件；
- 3 消能器产品合格证；
- 4 消能器外观质量、尺寸偏差和性能的出厂检验报告；
- 5 项目所用相关型号消能器的型式检验报告；
- 6 其他必要证明文件。

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——进场验收

8.2.4 消能器进入工地现场后应进行见证检验，**见证检验参数应为消能器的基本力学性能和疲劳性能**，检验结果应符合设计要求。见证检验应符合下列规定：

- 1用于同一工程的相同类型、相同规格的消能器可划为同一检测批次；
- 2基本力学性能检测后的金属消能器、摩擦消能器和屈曲约束支撑不得用于主体结构；基本力学性能检测后的其他消能器若无任何损伤，力学性能仍能满足正常使用要求时，可用于主体结构；工程中不得使用疲劳性能检测后的消能器；
- 3见证抽样的消能器的基本力学性能、疲劳性能参数和试验方法应符合本标准第7章和国家现行相关标准的规定；

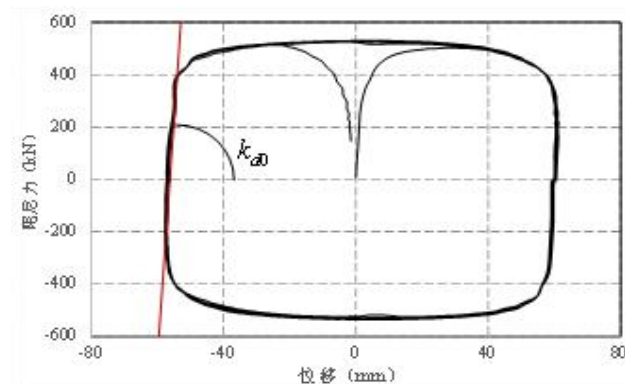
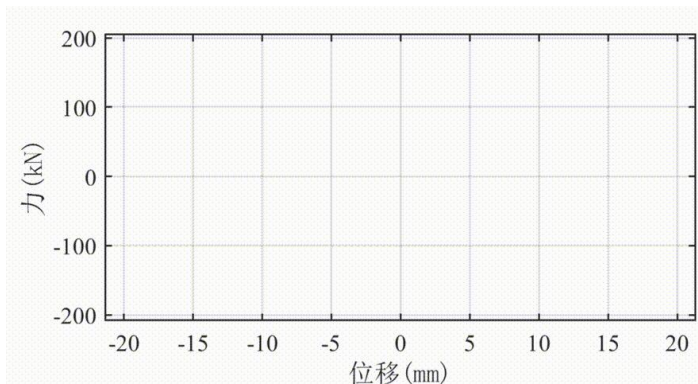
□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——进场验收

4 检测合格率为100%检测批次的消能器可用于主体结构；检测合格率未达到100%时，应对同批次消能器按原抽样数量加倍抽检，并重新进行基本力学性能检测，如加倍抽检的检测合格率仍未达到100%，则该批次消能器不得在主体结构中使用。

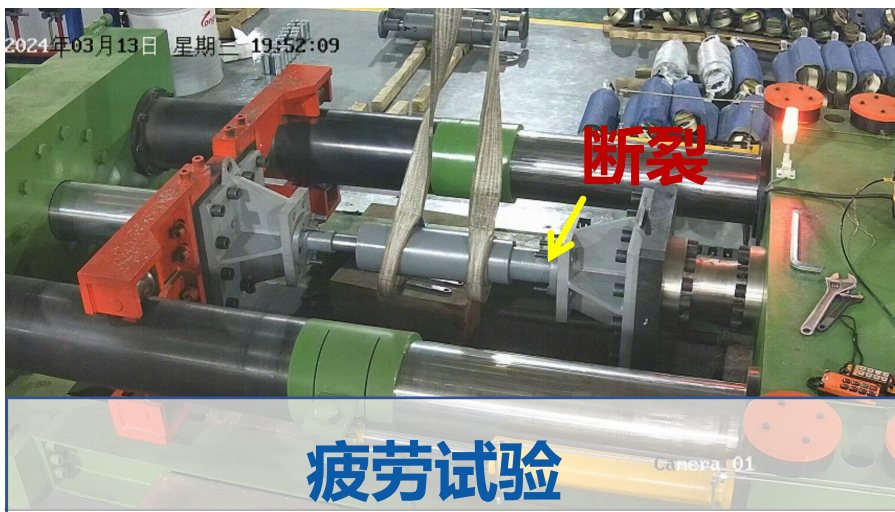
检查数量：对**金属消能器、屈曲约束支撑、摩擦消能器、黏弹性消能器和复合型消能器**的基本力学性能，抽检数量不少于同批次数量的**3%且不少于2件**，当同批次数量较少时，可在同一类型消能器中抽检总数的3%，但不应少于2件；对**黏滞消能器**的基本力学性能，用于标准设防类、**重点设防类**和特殊设防类建筑时，抽检数量分别不少于同批次数量20%、**50%**和100%，且不少于2件应在检测基本力学性能的消能器中每种类型抽取不少于1件进行疲劳性能检测。

检验方法：检查见证检验报告。

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——进场验收



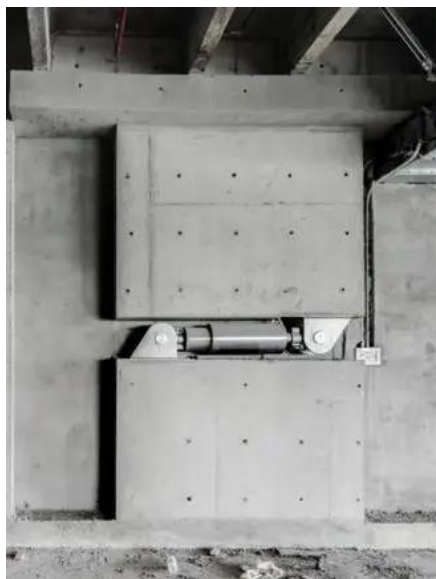
检验消能器力学性能



检验消能器地震作用下的质量安全

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——施工安装

8.3.2 同一部位消能部件的现场安装单元及局部安装连接顺序，同一部位消能部件的组成单元超过一个时，宜先将各组成单元及连接件在现场地面拼装为扩大安装单元后，再与主体结构进行连接。消能部件的现场安装单元或扩大安装单元与主体结构的连接，宜采用现场原位连接。



消能器直接作为安装单元



拼装成扩大安装单元后安装连接

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——**施工安装**

8.3.3 消能减震结构及消能器的**施工安装顺序**应符合下列规定：

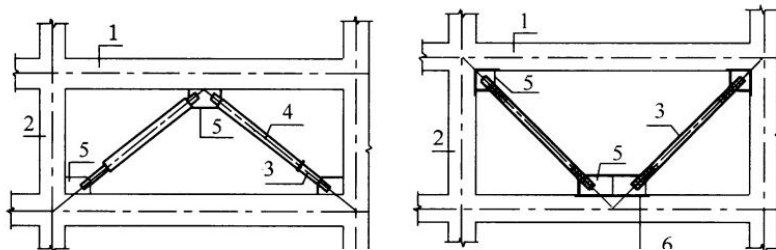
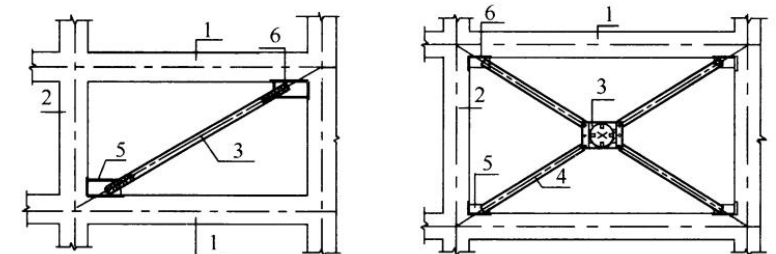
- 1 划分结构施工流水段和消能器安装流水段；
- 2 根据结构特点、施工条件确定消能器在消能减震结构中的安装顺序，并编制总体施工安装顺序表；
- 3 确定同一部位各消能器及主体结构构件的局部安装顺序，并编制安装顺序表。

8.3.4 消能器和主体结构构件的连接安装顺序应符合设计要求。

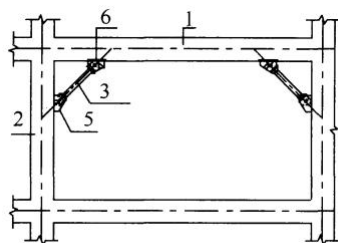
8.3.5 同一部位各消能器、支撑及其连接件的局部安装顺序应符合下列规定：

- 1 确定现场安装单元、安装连接顺序；
- 2 确定局部安装连接顺序，包括消能器、支撑、支墩、悬臂墙、连接件的类型、规格和数量。

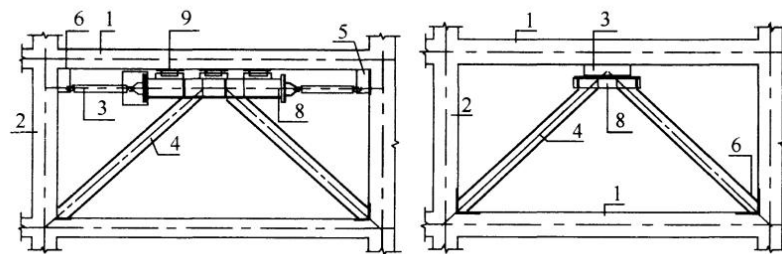
□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——施工安装



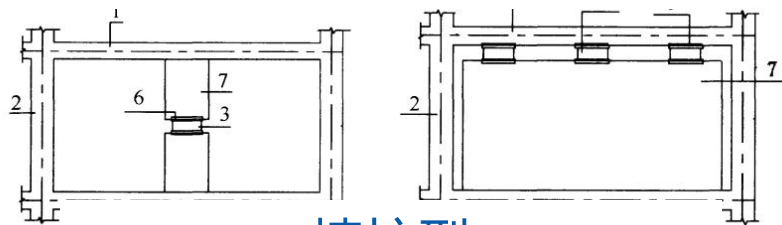
斜撑型



腋撑型



门架型



墙柱型

常见消能器连接形式

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——**施工安装**

① 定位、开孔



② 灌注结构胶，对穿螺栓



③ 安装钢板



④ 焊接钢板成U型钢套



⑤ 焊接钢板成全包钢套



⑥ 灌入粘接剂



⑦ 安装完成

阻消能支撑安装

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——质量验收

I 主控项目

8.4.1 预埋件的材质、类型、数量、尺寸及安装位置应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

8.4.2 消能器的类型、型号、数量、安装位置应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

□ 第八章 建筑减震工程施工和验收——质量验收

8.4.3消能器或支撑现场连接采用**焊接连接**时，焊缝质量应符合设计要求、现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661和《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205的有关规定。**检验项目应包括焊缝尺寸、内部缺陷和外观缺陷。**

检查数量：全数检查。

检验方法：外观检查采用观察或使用放大镜、焊缝量规和钢尺检查；内部缺陷检查超声波或射线探伤记录。

8.4.4消能器或支撑现场连接采用**螺栓连接**时，连接质量应符合设计要求、国家现行标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205和《钢结构高强度螺栓连接技术规程》JGJ 82的有关规定。

检验项目应包括终拧扭矩和梅花头。

检查数量：全数检查。

检验方法：扭矩扳手，**小锤敲击**，观察，检查施工记录。

第八章 建筑减震工程施工和验收——质量验收

表8.4.6 墙型连接安装位置允许偏差和检验方法

项目		允许偏差		检 查 数量	检查方法
		混 凝 土 结构	钢结构		
悬 臂 墙	轴线	±5mm	±2mm	全数	尺量
	高度	±5mm	±2mm	全数	水准仪、全站仪或 拉线、尺量
	垂直度	H/100 0	H/1000	全数	经纬仪、全站仪或 吊线、尺量
上、下悬臂墙轴线 相对偏差		±5mm	±2mm	全数	吊线、尺量
上、下预埋件间 净高		+5mm	+5mm	全数	尺量四角（混凝土 结构量预埋板四角） 及中心，取最大值
		+2mm	+2mm		
预埋 板	轴线	±5mm	±2mm	全数	尺量
	标高	±5mm	±2mm	全数	水准仪或拉线、尺 量
	水平度	3‰	3‰	全数	水准仪或水平尺、 塞尺量测
消能 器	轴线	±5mm	±2mm	全数	尺量
	垂直度	H ₁ /100 0	H ₁ /1000	全数	经纬仪或吊线、尺 量

表8.4.7 支撑式连接安装位置允许偏差和检验方法

项目			允许偏差		检查 数量	检查方法
			混凝土结 构	钢结构		
预埋板	轴线		±5mm	±2mm	全数	尺量
	标高		±5mm	±2mm	全数	水准仪或拉线、 尺量
	垂直度	≤2 m	3 mm	3 mm	全数	经纬仪、全站仪 或吊线、尺量
		> 2 m	5 mm	5 mm		
节点板	水平度		±3‰	±3‰	全数	水准仪、全站仪 或水平尺、塞尺 量测
	轴线		±5mm	±2mm	全数	尺量
	垂直度	≤2 m	3 mm	3 mm	全数	经纬仪或吊线、 尺量
		> 2 m	5 mm	5 mm		
消能器 或支撑	上、下节点板平面相对 位移		±2mm	±2mm	全数	吊线、尺量
	安装净空		+8 mm +3 mm	+8 mm +3 mm	全数	尺最
	弯曲矢高		≤L/1000 且 ≤10mm	≤L/1000 且 ≤10mm	全数	拉线、尺量

□ 第九章 建筑减震工程维护和减震装置更换——一般规定

9.1.2 建筑减震工程的维护检查根据检查时间或时机可分为**常规检查、定期检查和应急检查**，根据检查方法可分为目测检查、抽样进行试验检验或采用仪器测试检验。并满足下列要求：

- 1 **常规检查应至少每年进行1次**，可由减震建筑管理方或使用方实施，可采用目测检查的方法；
- 2 消能部件应根据消能器的类型、使用期间的具体情况、消能器设计工作年限和设计文件要求等进行定期检查，可采用目测检查或仪器测试检验的方法；定期检查应委托专业机构实施。设计无要求时，在**竣工验收后正常使用的第3年、第5年、第5年以后每5年进行1次定期检查**；
- 3 当发生地基不均匀沉降、地震、强风、火灾、洪涝等可能损伤消能器及其相关部件的**灾害后**，应及时进行**应急检查**，应急检查宜采用目测检查、仪器测试检验结合抽样检验，应委托专业机构实施；
- 4 所有消能器在二次装修时应进行检查；
- 5 消能器达到设计工作年限时应进行抽样检验，根据检验结果采取相应的措施；
- 6 抽样检验时，应从结构中抽取在役的典型消能部件，对其基本力学性能进行试验检测，检测内容应反映其性能参数的变化，并可推定其后续工作年限；
- 7 维护检查结果应由减震建筑管理方或使用方存档保管。

第九章 建筑减震工程维护和减震装置更换——维护

9.2.2 消能减震建筑除对建筑一般维护项目进行检查外，还应对消能减震建筑特有的项目进行检查，检查项目包括消能器、连接件及相关构造措施等。检查内容及维护方法应符合表9.2.2的规定。

表9.2.2 目测检查内容及维护方法

检查项目	检查内容		检查方法	维护方法
消能器	黏滞消能器、黏滞阻尼墙	漏油、阻尼材料泄漏，产生明显的损伤、变形	观察、尺量	更换消能器
	金属消能器	产生明显的损伤、变形	观察、尺量	更换消能器
	摩擦消能器	摩擦材料磨损、氧化、锈蚀、脱落，接触面施加压力的装置产生松弛，产生明显的损伤、变形	观察、尺量	更换相关材料、压力装置，更换消能器
	屈曲约束支撑	芯材外露，产生明显的损伤、变形	观察，拉线、尺量	更换消能器
	黏弹性消能器	黏弹性材料老化、龟裂，产生明显的损伤、变形	观察、尺量	更换消能器
	其他类型消能器	产生明显的损伤、变形	观察、尺量	更换消能器
消能器与主体结构或消能子结构连接部位	螺栓松动、焊缝损伤、焊缝开裂、销轴变形		观察、小锤敲击，卡尺测量	拧紧螺栓、补焊，更换销轴
支撑	弯曲、扭曲		观察，拉线、尺量	更换支撑
	螺栓松动、焊缝损伤、焊缝开裂、销轴变形		观察、小锤敲击，卡尺测量	拧紧螺栓、补焊，更换销轴
	支撑和连接部位被涂装的金属表面、焊缝或紧固件表面出现金属外露、锈蚀或损伤		观察	重新涂装
消能器外露金属面、摩擦面；消能器、连接件表面涂装	黏滞消能器导杆、摩擦消能器外露摩擦面出现腐蚀、表面污垢硬化结斑结块；被涂装金属表面外露、锈蚀或损伤，防腐或防火涂装出现裂纹、起皮、剥落、老化等		观察	及时清除；重新涂装
消能器周围构造	限制、阻碍消能器正常工作的障碍物		观察	及时清除

□ 第九章 建筑减震工程维护和减震装置更换——维护

9.2.3 在**达到设计工作年限**或遭受相当于**本地区抗震设防烈度**的地震影响后，应对继续使用的消能减震建筑进行检查并进行性能评估，且应进行减震装置**抽样检验**以判断是否进行修理或更换。对于使用寿命小于主体结构设计工作年限的消能器，应维护检查以判断是否进行更换。消能器出现表9.2.2中的需更换的情况时应进行更换。

9.2.4 消能部件抽样检验时，应在结构中抽取在役的典型消能器，对其基本力学性能进行**实验室测试**，抽样数量、测试内容和要求应符合本标准对消能器进场检验的相关要求。

□ 第九章 建筑减震工程维护和减震装置更换——更换

9.3.1 **更换的消能器应与原消能器的性能参数一致**，且需经原设计单位或有资质的设计单位复核确认；使用新产品前应经专家论证。消能部件更换作业时需严格记录消能减震器所在位置、更换部位、更换原因（地震、强风、火灾等）、产品供给单位、承接更换作业的企业及操作人员等。

9.3.2 消能部件更换施工的**拆卸和安装顺序**，应由建设单位、设计单位、施工单位和消能器生产厂家或相应资质的其他单位等共同确定。

9.3.3 消能部件更换施工应结合主体结构、消能部件类型及现场施工条件编制包含拆卸和安装方法、步骤及顺序的**专项施工方案**；当消能部件既承受水平剪力、又承担竖向压力时，消能部件的更换施工尚应编制**卸载专项方案**。

□ 第十章 隔震减震建筑监测——一般规定

10.1.1 除设计文件要求或其他规定应进行监测的隔震减震建筑外，满足下列条件之一的隔震减震建筑，宜进行施工及使用期间的监测：

- 1 结构高度大于60m或高宽比大于4的高层隔震建筑；
- 2 结构跨度大于60m的大跨空间隔震建筑；
- 3 单体面积大于80000m²的隔震建筑；
- 4 高度超过120m的大型公共减震建筑。

10.1.2 根据监测要求与设计文件明确监测目的和内容，结合工程结构特点、现场及周边环境条件等因素，制定监测方案。

10.1.3 隔震减震建筑地震响应监测方案应包括监测系统类型、测点布置、仪器的技术指标、监测设备安装和管理维护要求。

□ 第十章 隔震减震建筑监测——隔震减震建筑监测系统

10.2.4 隔震减震建筑监测传感器系统测点的选取与布设应符合下列规定：

- 1 测点应根据设防烈度、抗震设防类别和结构重要性、结构类型和地形地质条件进行布置；
- 2 测点布置应能反映地震动及上部结构地震响应；
- 3 可结合风、撞击、交通等振动响应统筹布置监测系统，并应与震害检查设施结合；
- 4 可利用结构的对称性，减少测点布置数量；
- 5 宜便于监测设备的安装、测读、维护和替代；
- 6 不应妨碍监测对象的施工和正常使用；
- 7 在符合上述要求的基础上，宜缩短信号的传输距离。

□ 第十章 隔震减震建筑监测——隔震减震建筑监测系统

10.2.5 以**建筑结构本身为对象**，监测参数主要为地震响应加速度，监测测点布置宜符合以下规定：

- 1 对隔震建筑，应在建筑物基础顶、隔震支座上部、隔震支座下部及顶层位置处布置；
- 2 对减震建筑，应在建筑物基础顶、顶层位置处布置，且测点位置不少于三处；
- 3 测点竖向间距不应大于40m；
- 4 测点应采取一定的保护措施并做定期检查，满足相关规范要求，保证系统正常运行。

10.2.6 以**隔震减震装置为对象**，监测参数除地震响应加速度外，还可根据装置工程要求监测力及位移等其他参数，主要包括：

- 1 隔震支座的水平剪切变形和竖向压缩变形；
- 2 减震消能装置的变形和出力。