

建筑结构减隔震及结构控制技术的现状和发展趋势 PDF转换  
可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/491/2021\\_2022\\_\\_E5\\_BB\\_BA\\_E7\\_AD\\_91\\_E7\\_BB\\_93\\_E6\\_c67\\_491552.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/491/2021_2022__E5_BB_BA_E7_AD_91_E7_BB_93_E6_c67_491552.htm)

一、传统的抗震方法

地震是由于地面的运动，使地面上原来处于静止的建筑物受到动力作用而产生强迫振动，因而在结构中产生内力、变形和位移。经过简化后模型的动力学分析，即一次次的震害分析进行修正、补充，得到一些建筑物在地震作用下的反应机理及破坏形式，提出了一些建筑物抗震的计算方法及设计的基本原则。这些在实际应用中得到了很不错的效果。

- 1、概念设计的一些原则
  - 1) 总体屈服机制。例如强柱弱梁。
  - 2) 刚度与延性均衡。砌体结构中为提高延性设构造柱与圈梁，形成一个较弱的框架。
  - 3) 强度均匀。结构在平面和立面上的承载力均匀。
  - 4) 多道抗震防线。
  - 5) 强节点设计。
  - 6) 避开场地卓越周期区。
- 2、在此基础上作结构地震反应分析，其分析方法主要有：地震荷载法；振型分解法；动力时程分析法。现在还发展了push-over法、能力谱等方法。抗震设防目标也从单一的、基于生命安全的性态标准发展到基于各种性态，强调“个性”设计的设计理念。
- 3、传统抗震方法的缺点与不足 传统抗震结构主要利用主体结构构件屈服后的塑性变形能和滞回耗能来耗散地震能量，这使得这些区域的耗能性能变得特别重要，而一旦由于某些因素导致这些区域产生问题，将严重影响到结构的抗震性能，产生严重破坏，由于破坏部位位于主要结构构件，其修复是很难进行的。由于传统抗震结构是以防止结构倒塌为目标，其抗震性能在很大程度上依赖于结构（构件）的延性，以往的许多研究也

注重于提高结构（构件）的延性方面，却忽略了对结构损伤程度的控制。4、传统的抗震方法在提高结构性能方面有较多困难。传统抗震结构的耗能能力主要依赖于主体结构的延性。既要求主体结构强度高，又要求延性好，很难实现。

1）框架结构 许多研究者推荐强柱弱梁体系作为最合适的抗震框架体系。该体系可将地震输入能量分散在结构的许多部位耗散掉，甚至可以控制塑性铰出现的顺序与部位，延性对于使建筑物在罕遇地震中保存下来固然很重要，但这些预期的塑性铰区在中等程度的地震中也会产生，延性也同时应被看作是一种“破坏”。后期修复费用也很高。

2）剪力墙结构 剪力墙结构体系具有抗侧刚度大，在水平地震作用下的侧移小，其总的水平地震作用也大等特点，常见的震害一般来说为墙面的斜向裂缝或是底部楼层的水平施工缝发生水平错动，当底部屈服后，剪力墙的抗侧作用就很小，且剪力墙的耗能也基本集中与底部塑性铰区域，上部墙体对抵御强震无显著作用。而且剪力墙要承担一定的竖向荷载，因此底部的破坏也十分难修复。

3）框架-剪力墙结构 从抗震概念设计来说，框架-剪力墙结构具有了多道抗震防线。有框架和墙体组成的抗震结构中，框架的刚度小，承担的地震作用力小，而弹性极限变形值和延性却较小。整个结构在地震作用下，墙体很快超过自身的较小弹性极限变形，出现裂缝，水平承载力下降，此时框架尚未充分发挥自身的水平抗力；墙体开裂后，框架承担的地震力增大，同时由于结构刚度的变化，地震作用效应也发生了变化。但无论是剪力墙还是框架，都是主体结构的一部分，损伤坏后的修复工作都是比较困难的，而且花费也不小。

## 二、减振、隔震和振动控制的现状

鉴于上述

传统抗震方法的缺点与不足，并在全部了解地震引起结构震动的全过程。由震源产生地震动，通过传播途径传递到结构上，从而引起结构的震动反应。通过在不同阶段采取震动方法控制措施，就成为不同的积极抗震方法。大致包括以下四点：

**震源 消震** 消震是通过减弱震源震动强度达到减小结构震动的方法，由于地震源难以确定，且其规模宏大，目前还没有有效可行的措施将震源强度减弱到预定的水平。

**传播途径 隔震** 隔震是通过某种装置将地震与结构隔开，其作用是减弱和改变地震动时结构作用的强度和方式，以此达到减少结构震动的目的。隔震方法主要有基底隔震和悬挂隔震两种。

**结构 被动减震** 被动减震是通过采取一定的措施或附加子结构吸收和消耗地震传递给主结构的能量，达到减小结构震动的目的。被动减震方法有耗能减震，冲击减震和吸震减震。

**反应 主动减震** 主动减震是根据结构的地震反应，通过地震系统地执行机，主动给结构施加控制力，达到减小结构震动的目的。

结构隔震、减震方法的研究和应用开始于60年代，70年代以来发展速度很快。这种积极的结构抗震方法与传统的消极抗震方法相比，有以下优点：

能大大减小结构所收得的地震作用，从而可减低结构造价，提高结构抗争的可靠度。此外，隔震方法能够较准确地控制传到结构上的最大地震力，从而克服了设计结构构件时难以准确确定载荷的困难。

能大大减小结构在地震作用下的变形，保证非结构构件不受地震破坏，从而减少震后维修费用，对于典型的现代化建筑，非结构构件（如玻璃幕墙，饰面，公用设施等）的造价甚至占整个房屋总造价的80%以上。

隔震、减震装置即使震后产生较大的永久变形或损坏，其复位、更

换、维修结构构件方便、经济。用于高技术精密加工设备、核工业设备等的结构物，只能用隔震、减震的方法满足严格的抗震要求。

(一)、隔震

- 1) 夹层橡胶垫隔震装置 用于隔震装置的橡胶垫块，可用天然橡胶，也可用人工合成橡胶（氯丁胶）。为提高垫块的垂直承载力和竖向刚度，橡胶垫块一般由橡胶片与薄铜板叠合而成。
- 2) 铅芯橡胶支座 这样就使支座具有足够的初始刚度，在风荷载和制动力等常见荷载作用下保持具有足够的刚度，以满足正常使用要求，但强地震发生时，装置柔性滑动，体系进入耗能状态。
- 3) 滚珠（或滚轴）隔震 有自复位能力的；有加铜拉杆风稳定装置；横向油压千斤顶位的。另外，还有加耗能装置的，耗能装置有软耗能杆剪，铅挤压耗能器，油阻尼器，光阻尼器等。
- 4) 悬挂基础隔震
- 5) 摇摆支座隔震 同原理还有踏步式隔震制作，用于细高的结构物，如烟囟、桥墩、柜体筒体建筑物等。
- 6) 滑动支座隔震 上部结构与基础之间设置相互滑动的滑板。风载、制动力或小震时，静摩擦力使结构固结于基础上；大震时；结构水平滑动，减小地震作用，并以其摩擦阻尼消耗地震能源。为控制滑板间的摩擦力，使之满足隔震要求；在滑板间可以加设滑层。目前常用的滑层有：涂层滑层（聚氯乙烯）、粉粒滑层（铅粒、沙粒、滑石、石墨等）。

2、悬挂隔震 悬挂隔震使将结构的全部或大部分质量悬挂起来，是地震动传递不到主体质量上，产生较小的惯性力，从而起到隔震作用。悬挂结构在桥梁、火电厂锅炉架等方面有大量应用。著名的43层香港汇丰银行新大楼采用的就是悬挂结构。悬挂结构悬杆受力较大，须采用高强钢，而高强钢韧性差，在竖向地震作用时易拉断。为减小竖向地震作用，可在

吊点设减震弹簧，并配合使用阻尼器。

### 3、隔震应用的注意事项：

1)隔震实际上会使原有结构的固有周期演唱，在下列情况下不宜采用隔震设计：  
基础土层不稳定；下部结构变性大，原有结构的固有周期比较长；位于软弱场地，延长周期可能引起共振；制作中出现负反力；

2)隔震装置必须具有足够的初始刚度，这样能满足正常使用要求。当强震发生时，装置柔性消震，体系进入消能状态。

3)隔震装置能使结构在基础面上柔性滑动，在地震来时这样必然会产生很大的位移。为减低结构的位移反应，隔震装置应提供较大的阻尼，具有较大的消能能力。

### 4、隔震体系的优点：

1)明显有效地减轻结构的地震反应。从振动台地震模拟试验结果及美国，日本建造的隔整结构在地震中的强震记录得知，隔振体系的结构加速度反应只相当于传统结构（基础固定）加速度反应的1/31/10。这种减震效果是一般传统抗震结构所望尘莫及的。从而能非常有效地保护结构物或内部设备在强地震冲击下免遭任何毁坏。

2)确保安全。在地面剧烈震动时，上部结构仍能处于正常的弹性工作状态。这既适用于一般民用建筑结构，确保居民在强地震中的绝对安全，也适用于某些重要结构物和重要设备。

3)减低房屋造价。从汕头，广州，西昌等地建造隔震房屋得知，多层隔震房屋比传统多层隔震房屋节省房屋土建造价：7度区节省36%，8度区节省814%，9度区节省1520%。并且安全度大大提高。

4)抗震措施简单明了。抗震涉及的对象从考虑整个结构物的复杂的不明确的抗震措施转变为只考虑隔震装置，简单明了。结构物本身与一般非地震区的做法无疑，设计施工大大简化。

5)震后修复方便：地震后，只对隔震装置进行必要的检查更换。而无需考

考虑建筑物本身的修复，地震后可很快恢复正产生活或生产，这带来极明显的社会效益和经济效益。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)