



第8章 隔震、减震与构造控制初步

§ 8.1 构造抗震设计思想的演化与发展

§ 8.2 隔震原理与措施

§ 8.3 减震原理与措施

§ 8.4 构造主动控制初步

■ 8.1 构造抗震设计思想的演化与发展

刚性构造体系：构造地震反应接近地面地震运动，一般不发生构造强度破坏但挥霍材料。

柔性构造，经过大大降低构造物的刚性来防止构造与地面运动发生类共振，从而减轻地震力。但是，这种构造体系在地震动作用下构造位移过大，在较小的地震时即可能影响构造的正常使用

延性构造通体系过合适控制构造物的刚度与强度，使构造构件在强烈地震时进入非弹性状态后仍具有较大的延性，从而能够经过塑性变形消耗地震能量，使构造物至少确保“坏而不倒”，在当代抗震设计中，实现延性构造体系的设计是工程师所追求的抗震基本目的。



然而，延性构造体系的构造，依然是处于被动地抵抗地震作用的地位。对于一般性建筑物，当遭遇相当基本烈度的地震攻击时，构造即可能进入非弹性破坏状态，从而造成建筑物装修与内部设备的破坏，造成巨大的经济损失。对于某些生命线工程(如电力、通讯部门的关键建筑)，构造及内部设备的破坏能够造成生命线网络的瘫痪，所造成的损失更是难以估计。所以，伴随当代化社会的发展，多种昂贵设备在建筑物内部配置的增长，延性构造体系的应用也有了一定的不足。面对新的社会要求，各国地震工程学家一直在谋求新的构造抗震设计途径。

隔震是经过某种隔离装置，将地震动与构造隔开，以到达减小构造振动的目的。隔震措施主要有**基底隔震**和**悬挂隔震**等类型。

减震是经过采用一定的耗能装置或附加子构造，吸收或消耗地震传递给主体构造的能量，从而减轻构造的振动。减震措施主要有**耗能减震**、**吸振减震**等类型。

狭义的制振技术又称构造主动控制。它是经过自动控制系统主动地给构造施加控制力，以期到达减小构造振动的目的。

目前，构造隔震技术已基本进入实用阶段，而对于减震与制振技术，则正处于研究、探索、部分应用于工程实践的时期。



■ 8.2 隔震原理与措施

8.2.1 隔震原理与分析模型



8.2.2 常用隔震装置



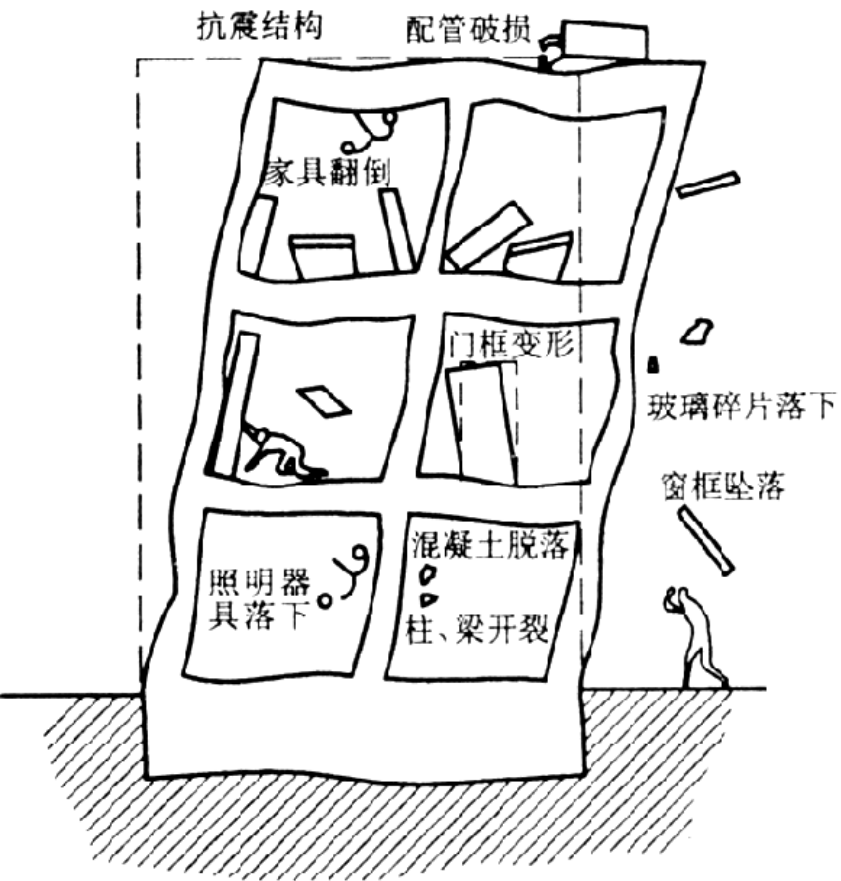
8.2.1 隔震原理与分析模型

基底隔震的基本思想是在构造物地面以上部分的底部设置隔震层，使之与固结于地基中的基础顶面分离开，从而限制地震动向构造物的传递。大量试验研究工作表明：合理的构造隔震设计，一般可使构造的水平地震加速度反应降低60%左右，从而能够有效地减轻构造的地震破坏，提升构造物的地震安全性。

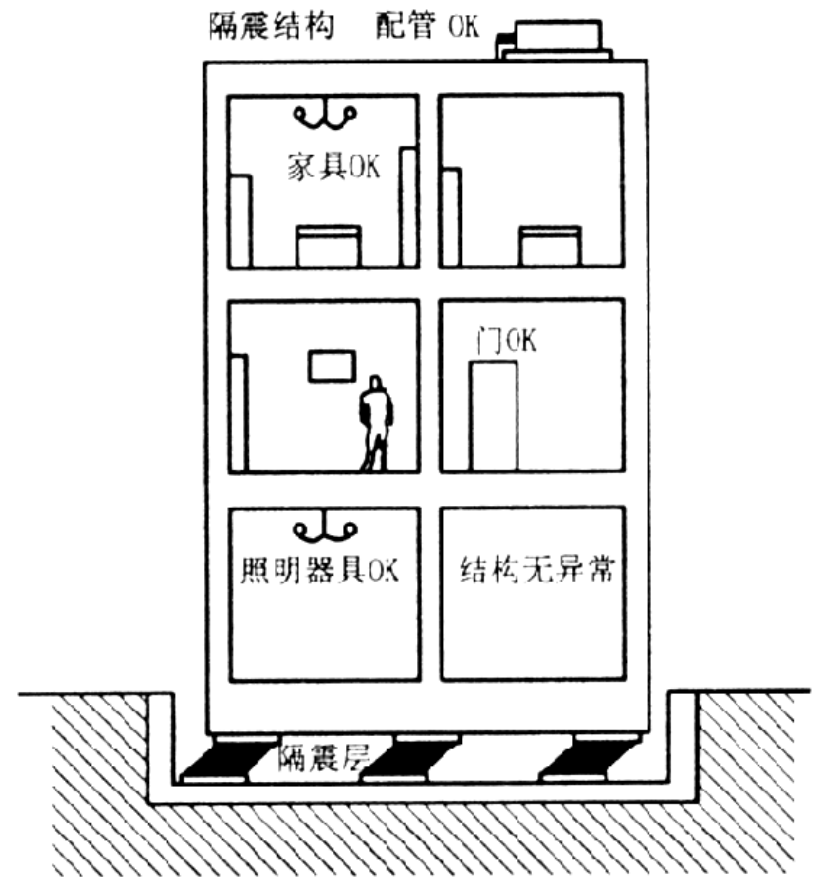
隔震层一般具有较大的阻尼，从而使构造所受地震作用较非隔震构造有较大的衰减。隔震层具有很小的侧移刚度，从而大大延长了构造物的周期，因而，构造加速度反应得到进一步降低。与此同步，构造位移反应在一定程度上有所增长。



第八章 隔震、减震与结构控制初步



(a)



(b)



在进行基底隔震构造设计时应注意：

(1) 在满足必要的竖向承载力前提下，隔震装置的水平刚度应尽量小，以使构造周期尽量远离地震动的优势周期范围；

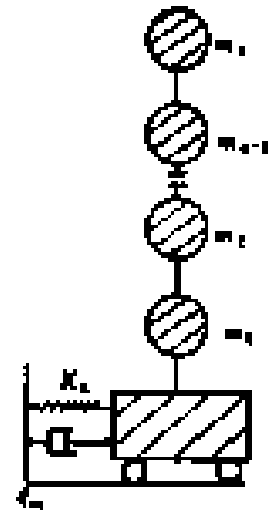
(2) 确保在风体用下构造不致有太大的位移。为此，一般要求在隔震构造系统底部安装风稳定装置或用阻尼器与隔震装置联合构成基底隔震系统。

隔震建筑系统的动力分析模型可根据详细情况选用单质点模型、多质点模型，甚至空间分析模型。当上部构造侧移刚度远不小于隔震层的水平刚度时，能够近似以为上部构造是一种刚体，从而将隔震构造简化为单质点模型进行分析。



当要求分析上部构造的细部地震反应时，能够采用多质点模型或空间分析模型。这些模型可视为在常规构造分析模型底部加入隔震层简化模型的成果。例如，对于多质点模型，隔震层可用一种水平刚度为 K_h ，阻尼系数为 C 的构造层简化为：

这么，就能够采用时程分析措施进行隔震构造系统的地震反应分析。也能够采用反应谱措施进行隔震构造的地震反应分析，但这时采用的反应谱应是经过阻尼比调整后的反应谱曲线。



隔震构造计算简图



采用隔震装置的隔震构造，能够有效减低隔震层以上构造的水平地震作用。我国抗震规范采用水平向减震系数的概念来反应这一特点，且要求水平地震作用沿高度采用矩形分布，水平向地震影响系数最大值采用非隔震构造水平地震影响系数最大值与水平向减震系数的乘积。而水平向减震系数可根据构造隔震与非隔震两种情况下层间剪力的最大比值按表8-1拟定。水平向减震系数不宜低于**0.25**，且隔震后构造的总水平地震作用不得低于非隔震构造在**6度**设防时的总水平地震作用。

层间剪力最大比值与水平向减震系数的相应关系

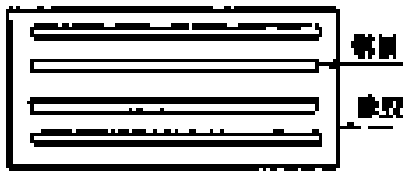
层间剪力最大比值	0.53	0.35	0.26	0.18
水平向减震系数	0.75	0.50	0.38	0.25



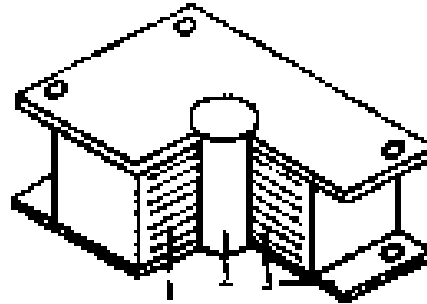
8.2.2 常用隔震装置

1. 橡胶支座隔震

橡胶支座是最常见的隔震装置。常见的橡胶支座分为钢板叠层橡胶支铅芯橡胶支座、石墨橡胶支座等类型。钢板叠层橡胶支座由橡胶片和薄钢板叠合而成。



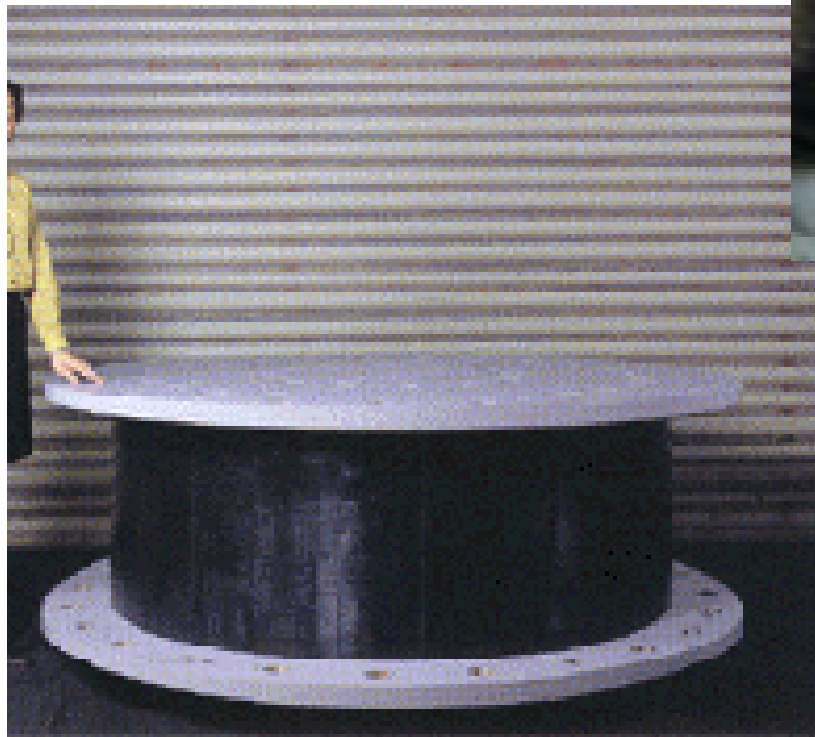
叠层橡胶支座



铅芯橡胶支座

1—橡胶;2—铅芯;3—钢片

一般使用的橡胶支座，水平刚度是竖向刚度的1%左右，且具有明显的非线性变形特征。当小变形时，其刚度很大，这对建筑构造的抗风性能有利。当大变形时，橡胶的剪切刚度可下降至初始刚度的1/5—1/4，这就会进一步降低构造频率，降低构造反应。当橡胶剪应变超出50%后来，刚度又逐渐有所回升，起到安全阀的作用，对预防建筑的过量位移有好处。



- 橡胶支座隔震装置设计的关键是合理拟定隔震支座承受的应力。我国建筑抗震设计规范要求：隔震层各橡胶隔震支座，考虑永久荷载和可变荷载组合的竖向平均压应力设计值不应超出表8-2的要求。在罕遇地震作用下，不宜出现拉应力。

橡胶隔震支座平均压应力限值

建筑类别	甲类建筑	乙类建筑	丙类建筑
平均压应力 (MPa)	10	12	15

注：1.对需验算倾覆的构造，平均压应力设计值应涉及水平地震作用效应

；

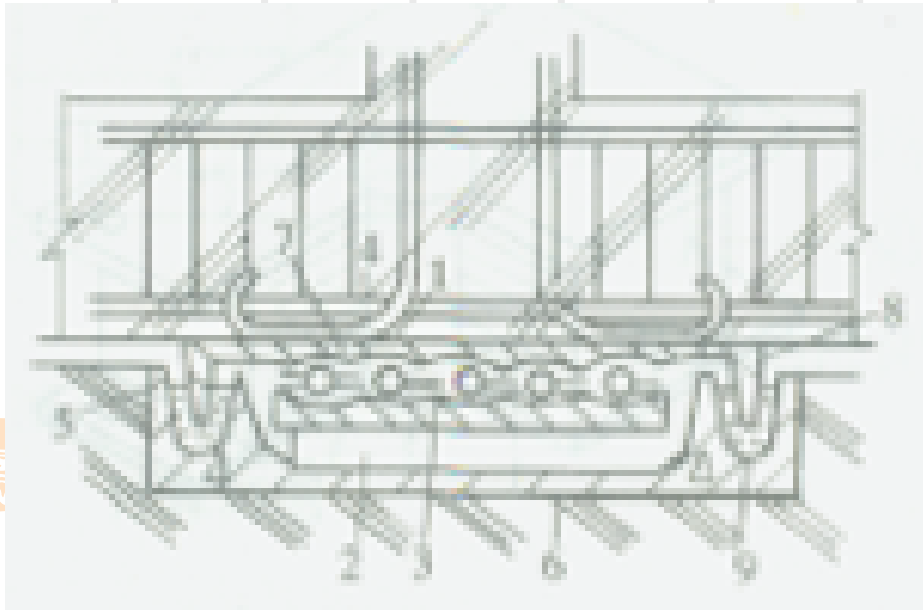
2.对需进行竖向地震作用计算的构造，平均压应力设计值应涉及竖向地震作用效应；

3.当橡胶支座的第二形状系数不大于5.0时，应降低平均压应力限值；直径不大于300mm的支座，其平均压应力限值对丙类建筑为12MPa。



2. 滚动隔震

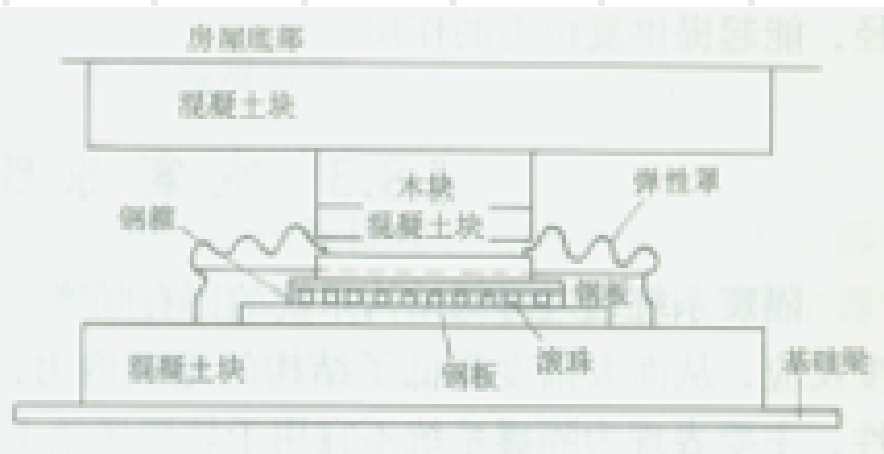
滚动隔震主要有滚轴隔震和滚珠隔震两种。



在基础与上部构造之间设置上、下两层彼此垂直的滚轴，滚轴在椭圆形的沟槽内滚动，因而该装置具有自己复位的能力。

双排滚轴隔震装置

- 1—上部滚轴群;2—下部滚轴群;3—呈弧形沟槽的中间板;4—钢制连接件;
5—销子;6—底盘;7—盖板;8—盖板向下突壁;9—散粒物



滚珠隔震装置

一般说来，采用滚动隔震装置时，应注意安装有效的限位、复位机构，以确保被隔震的构造物不致在地震作用下出现永久性变形。

在一种直径为50的高光洁度的圆钢盘内，安放400为0.97cm的钢珠。钢珠用钢箍圈住，不致散落，上面再覆盖钢盘。该装置已用于墨西哥城内一座五层钢筋混凝土框架构造的学校建筑中，安放在房屋底层柱脚和地下室柱顶之间。为确保不在风载下产生过大的水平位移，在地下室采用了交叉钢拉杆风稳定装置。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/767020143162006155>