

# 建筑结构设计隔震减震技术浅析

孙海宁<sup>1</sup> 菅秀松<sup>2</sup>

1.北京市建设工程质量第二检测所有限公司 北京 100045

2.清华大学建筑设计研究院有限公司 北京 100084

**摘要:** 地震灾害对于建筑具有高度的破坏性, 所以我们应该关注建筑结构的抗震设计, 在建筑中应用先进的隔震减震控制技术, 使建筑结构的稳定性和安全性得到提高。本文分析了建筑结构设计隔震减震技术, 为提高建筑物的整体抗震性提供有价值的参考。

**关键词:** 建筑结构设计; 隔震; 减震技术

## Analysis of shock isolation technology in building structure design

Haining Sun<sup>1</sup> Xiusong Jian<sup>2</sup>

1. Beijing Construction Engineering Quality Second Testing Institute Co., LTD. Beijing 100045

2. Tsinghua University Architectural Design and Research Institute Co., Ltd. Beijing 100084

**Abstract:** Earthquake disaster is highly destructive to the building, so we should pay attention to the seismic design of the building structure, in the building application of advanced shock isolation control technology, so that the stability and safety of the building structure is improved. This paper analyzes the technology of structural structure, which provides valuable reference for improving the overall seismic resistance of buildings.

**Keywords:** Building structure design; Shock isolation; Shock absorption technology

地震的破坏性很强, 因此, 在建筑设计过程中, 要考虑到地震对建筑产生的影响, 使建筑具有很强的抗震性。相关抗震规范对建筑物结构的抗震性能有明确要求, 可以保证小地震不会损坏, 中等地震可以修复, 大地震不会倒塌。相关部门加强了抗震建筑设计的研究, 抗震设计的基本原则如下: 应当控制建筑结构的刚度, 使部分建筑构件在地震中进入非弹性工作状态, 使整个结构更坚固, 这可以实现建筑就算产生裂缝也不倒塌的目标, 但这种传统的抗震设计方法有许多缺点, 如果地震超过抗震强度, 整个结构将处于危险的状态。因此, 为了满足新建筑形式的抗震要求, 出现了建筑结构隔震减震技术。

### 一、建筑结构隔震减震设计的意义

在建筑设计中, 有必要考虑抗震性能的优化设计, 改进抗震设计, 改变其性能, 这直接决定建筑的安全性和稳定性, 从根本上提高建筑设计科学, 确保建筑结构的良好利用。从建筑设计过程一开始, 就需要优化抗震性能设计。严格控制结构的设计和优化。此外, 应高度重视抗震特性的设计和优化, 从整个项目的角度进行尽可能全面的分析, 为合理的项目进度和施工质量提供良好的外部环境, 满足项目预期, 相应调整工期, 避免地震等自然灾害的直接影

响。

### 二、建筑结构隔震减震技术概括及对比

#### 1. 减震技术

建筑物结构中消能减震是指建筑物某些部分的耗能装置的设计, 在地震发生时消耗并吸收建筑物结构产生的力, 减少主要部件的抗震反应, 有效防止部件损坏甚至倒塌, 最终达到减震目标<sup>[1]</sup>。

#### 2. 隔震技术

与减震建筑的结构设计相比, 建筑设计中的基本隔震设计方法相对较多。经常选择特殊材料进行设计, 如地基隔震、断层间隔地震<sup>[2]</sup>, 但在选择用于地基隔震的特殊材料时, 通常使用黏土、砂浆或沥青等材料, 地基隔震也是一种良好的隔震方法, 这种设计方法也可用于一般形状的建筑物。建筑物中地震产生的一些热能通过下部结构传递到隔震被吸收, 少量热能转移到上层, 大大降低了地震风险。减震隔震技术的相关特性如表 1 所示。

表 1 减震技术与隔震技术的相关性能

	减震效果	工期影响	适用范围	施工难度
隔震设计	减震效果很好，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 1 度。	工期时间长	适用范围受制于建筑高度、高宽比等影响，目前世界上最高的隔震建筑为 175m 左右。	产品安装、施工难度大
减震设计	减震效果一般，建筑设计中，小震作用下的地震力减震效果一般可达 15~20%，大震下结构层间位移减震效果可达 30% 左右。	工期时间短	适用范围广阔，几乎没有限制，钢筋混凝土结构、钢结构、木结构，建筑、桥梁、构筑物，抗震、抗风等。	产品安装、施工难度小

### 三、建筑物结构隔震减震设计的难点

#### 1.地基选取的位置不合理

在建造建筑物时，技术人员应该先确认施工现场的现状，对土壤密度和硬度进行测量。不同地区的土壤成分不同，不同类型土壤对建筑物的抗震性能有显著影响。此外，由于高层建筑高度较高，选择的地基必须相对平坦和宽阔，远离河道，以免发生地震时建筑物的抗震性不足。但由于土地资源缺乏，建筑工程的选择受到限制，不能任意选择，地基可能难以承受地震后的严重冲击和损坏。

#### 2.建筑类型多样化提升了技术难度

如今，人们对生活质量的要求越来越高，传统类型的建筑不能满足人们对美观的需求，人们更喜欢特别的建筑风格。一些建筑师在关注外观的时候忽视了优化建筑抗震性和其他性能。在居民使用过程中建筑发生老化，建筑的抗震性能将降低，对居民的安全构成潜在威胁。

#### 3.墙体与防震缝设计问题

墙体的规划和设计也是施工和设计过程中非常重要的一部分，墙体的位置和厚度是需要考虑的问题，需要进行全面合理的设计。防震缝的出现也大大提高了建筑物的抗震性，在设计过程中根据实际实施需求，提高整体抗震性。地震是意外灾害，因此在这一阶段，防震缝通常较少出现在一般区域，通常位于地壳运动相对活跃的区域，地震对建筑物造成的损坏通常会导致建筑物和地面的之间的运动。防震缝的长度和宽度在设计上有一定的困难，由于技术应用困难，实际应用仍然存在缺陷<sup>[2]</sup>。

#### 4.建筑物的走向设置对抗震性能造成的影响

地震是自然灾害，地壳运动是地震的主要原因，因此在设计时必须对当地地质构造进行全面和详细的分析。地震期间，地震方向通常会对建筑物产生巨大的影响。在施工期间选择施工现场时，应考虑到当地的地质条件和地震方向，建筑方向和地震方向应该是互相垂直的。

## 四、建筑结构隔震设计

### 1.基础隔震

基础隔震是在建筑物的地基和上部结构之间的一个特殊装置，可以避免地震的向上层建筑传播，减少地震传递给建筑物的能量的三分之二。砂和粘土交替放置在建筑物的基础上，或直接放置砂或粘土垫层，安装垫层可以有效减少地震对建筑物造成的损坏。但隔震装置不适用于高层建筑的设计。由于在高层建筑中安装隔震装置会增加建筑结构的自振周期，因此不会产生减震的效果。

### 2.层间隔震

层间隔震是质量（结构加层、绝缘层或质量块）在原来结构上组成的耗能装置。在地震过程中，耗能器可以对地震产生的损伤进行吸收和消耗，这种方法更适合改造现有建筑，具有使用简单、施工方便等优点，但与基础隔震相比，减震效果不足。层间隔震常用的支座是橡胶支座，由于橡胶支座的垂直稳定性，支座的高度不能太高，因此层间隔震法通常适用于高强度周期较短结构，如砌体和多层框架。

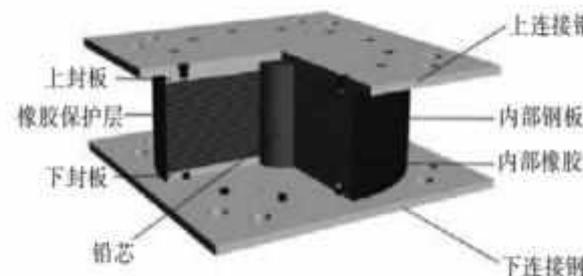


图 1 橡胶垫隔震装置

### 3.建筑物地基使用特殊材料进行隔震

在建筑物基础的抗震设计过程中，最重要的是将隔震层转换为柔性底层。这样，在地震灾害的情况下，可以对地震波产生一定的削弱作用，减少地震释放的能量，从而减少地震对建筑物造成的损坏。在传统建筑中，交替在建筑物基础上铺设沙子和粘土，或直接铺设粘土和沙子进行抗震，这样进行抗震对地震产生的影响非常低。随着科技

的发展,相关部门在减震防震领域的研究取得了显著的进展,沥青被用作填充建筑物隔震层的原材料,隔震效果显著<sup>[3]</sup>。

#### 4.悬挂隔震模式

悬挂隔震模式就是悬挂建筑构件,以减少结构构件与地面的依附性,并避免地震期间由于地面惯性对结构构件造成损坏,这种悬挂隔震效果非常明显,因为地震发生时地震对地面的影响无法直接影响结构构件,可以有效减少损坏。悬挂隔震的形状主要反映在大型钢结构中,钢结构悬挂系统的应用可以有效防止地震灾害的影响。在钢结构悬挂系统中,分为两部分,一部分是子结构,另一部分是主框架模块,子结构与主框架分开,起到隔震的作用。

### 五、建筑结构设计中的减震控制技术的应用

#### 1.耗能减震技术

在传统抗震系统中,载荷部件是地震耗能部件。地震后,这些部件部分损坏,难以修复,而减震技术提供了专门的耗能减震装置,在装置损坏时消耗地震能量,从而提供了整体结构稳定性,更换损坏的设备更方便,大大提高了建筑物的抗震性。耗能减震器分为以下几个类别:

##### (1) 减震阻尼器

该装置可以增加结构的阻尼,通过消耗地震能量来避免建筑物结构振动,从构成的角度来看,可分为两类:第一类是与速度相关的阻尼器,变形速度与阻尼力的变形速度成正比;第二种类型是与位移相关的阻尼器,位移与抵消地震的能量之间相关联。

##### (2) 屈曲约束支撑

传统的支撑在压缩作用下会弯曲,在地震中性能较差。屈曲约束支架包括外壳和硬质填充,可以有效抑制约束芯材的压缩和弯曲,大大提高结构的抗震性能。

##### (3) 防屈曲钢板剪力墙

该装置的核心由耗能钢制成,在小地震和大地震中也能很好地工作。在小地震中,这一装置的弹性可以发挥作用。在强烈的地震中,该装置处于屈服阶段耗能,反映出良好的减震效果<sup>[4]</sup>。

#### 2.吸震减震技术

通过在原始结构上安装子系统,地震能量在地震发生时重新分配,通过振动传递减少对建筑物的作用,这被称为吸震减震技术,其主要装置目前分为两大类:第一种是

调频液体阻尼器,该装置主要采用水箱中的液体吸收地震产生的冲击,地震时,储罐中的液体会因地震造成的能量而波动,从而获得缓冲效果。第二种是,调谐质量阻尼器。该装置由可调质量块、弹簧和粘滞阻尼器组成。在地震灾害中,地震能量集中在调谐质量阻尼器上,以减少结构振动。

### 六、建筑结构设计中的隔震减震控制技术的发展趋势

相关研究表明,隔震减震控制技术自诞生以来,国内外专家对减震技术的研究一直在进行。隔震减震控制在建筑中的应用具有非常重要的实际意义。首先,采用隔震减震控制技术可以有效保护建筑物的抗震特性,减少地震对建筑物的影响和风险。其次,隔震减震控制技术应用广泛,可很好地应用于具有良好抗震效果的钢筋混凝土结构。隔震减震控制技术还可以很好地满足建筑结构的抗震要求。与传统抗震技术相比,抗震控制技术具有较高的成本效益比,可以有效降低施工成本,各种明显的优势使隔震减震控制技术的广泛应用和推广,从隔震减震控制在国内外建筑设计中的应用现状来看,该技术在建筑行业的未来前景广阔,对我国建筑业有很大的帮助。

### 七、结语

随着建筑业的快速发展,对建筑结构的安全要求越来越高,积极应用隔震减震控制技术非常重要,目前我国在该领域做了大量研究和应用,开发了各种建筑结构的抗震技术,大大提高了建筑物结构的稳定性。但与此同时,不应忽视抗震技术的不足,例如,缺乏规范化的管理、推广困难等,为了应对这些问题,相关单位应该做好指导工作,不断优化现有的抗震技术,使其得到标准化应用。

#### 参考文献:

- [1]王龙熙.建筑结构设计隔震减震技术浅析[J].四川水泥,2023(02):98-99+113.
- [2]马良策.建筑结构设计中的隔震减震措施浅析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(04):131-133.
- [3]刘涛.建筑结构设计中的隔震减震措施研究[J].居业,2022(11):91-93.
- [4]武文文.建筑结构设计中的隔震技术的应用分析[J].江西建材,2022(10):325-326+331.