

建筑结构减隔震及结构控制技术现状及发展探讨

刘成成

中交水运规划设计院有限公司 北京 100000

【摘要】：现如今地震已成为对人类生命危害最大的地质自然灾害。随着建筑业的不断发展和进步，大量的建筑物都建在地面上，为减少地质灾害造成的影响，因此在现代建筑的设计中，要注意加入隔震和减震措施。目前，各种抗震和减震设计正逐渐被应用到建筑物的设计中去。隔震减震结构是指建筑物内部的一些相应结构可以吸收地震期间产生的大量能量的结构。本文在此简要分析和讨论结构设计中的抗震减振的效果，并据此提出抗震减振的具体措施，为结构设计工作提供一些建议。

【关键词】：建筑结构；减隔震技术；现状

Discussion on the Status quo and Development of Seismic Isolation and Structural Control Technology of Building Structure

Chengcheng Liu

CCCC Water Transport Planning and Design Institute Co. Ltd. Beijing 100000

Abstract: Nowadays, earthquakes have become the geological natural disasters that are the most harmful to human life. With the continuous development and progress of the construction industry, a large number of buildings are built on the ground, in order to reduce the impact of geological disasters, so in the design of modern buildings, attention should be paid to adding seismic isolation and shock absorption measures. At present, various seismic and shock absorption designs are gradually being applied to the design of buildings. Seismic isolation and damping structure refers to a structure in which some corresponding structures inside a building can absorb a large amount of energy generated during an earthquake. This paper briefly analyzes and discusses the effect of seismic vibration reduction in structural design, and proposes specific measures for seismic vibration reduction accordingly, providing some suggestions for structural design work.

Keywords: Building structure; Shock isolation technology; Status quo

我们都知道，地震造成的危害非常大，会对人身和财产安全构成巨大威胁。因此，抗震分析在建筑设计中至关重要。目前，我国现有的《抗震规范》有三个主要目标：“小地震不会造成房屋破坏，中度地震造成的破坏可以维修，发生大地震时房屋不会倒塌”，为了这三个目标的实现，我们国家提出的措施是：精确控制房屋的硬度，使结构的某些部分在发生地震时可以抵挡地震所产生的破坏。换句话说，通过增加结构的延展性，可以做“就算是发生裂缝也不会倒塌”。然而，这种传统的抗震设计方法仍然存在一些不足。例如，如果突然发生超过设计强度的地震，就无法保证结构的安全。目前，“隔震减振控制技术”的诞生已成为一种高效、经济、适用范围广的新型抗震技术。作者描述和分析了这项技术的现状及其发展趋势。

1 建筑结构设计中的隔震减震基本原理

随着建筑业的飞速发展，传统的建筑结构抗震设计已不能满足现代抗震要求。为了使抗震的效果更好，要加大对这方面的研究和分析。减震技术的基本原理是在建筑物内部安装辅助设备或者其他结构，通过这些装置的作用，地震时产生的能量可以传递到上部结构，以此达到能量阻挡的效果。上部结构所产生的地震能量可以通过结构之间的反作用力来降低，这就是能量传递过程。抗震技术的基本原理是在建筑物的上部结构和

中心结构之间安装抗震支座和阻尼器，以延长建筑结构的使用寿命，并在一定程度上增加阻尼器的作用，这样可以地面运动向上转移时，大大减少了地震对上部结构的影响。目前，最常用的技术是消能减振技术，它通过在住宅中安装消能装置和在适当位置安装阻尼器来减少或消除地震产生的能量。

2 减隔震及结构控制技术现状

2.1 隔震支座受拉问题

隔震支座的受拉问题是当今影响建筑物减震技术最主要的问题之一。当地震发生时，所产生的反作用力会超过隔震支座的结构载荷。建筑物竖向荷载引起的轴向变形问题会直接影响建筑物的抗弯强度，使连续梁中间支座弯矩负值和中间值弯矩负值增大，同时弯矩的大小也会影响建筑结构的抗剪强度，导致建筑结构的横向发生变形。随着建筑物楼层的不断增加，其高度也会相应增加，引起的轴向力对建筑物的稳定性有明显的影响。因此，在设计建筑物时，应考虑轴向力的大小，并采取适当的措施，避免出现轴向变形的现象。因此，为了解决隔震支座的受力问题，需要扩大隔震支座的刚度范围。减少因地震所产生的作用力或者使用其他高张力的隔震支座^[1]。

2.2 建筑结构设计走向对抗震的影响

地震作用是一种随机的冲击力,而且这种冲击力的大小和方向是未知的,因此减少因地震引起的各种问题就成为一个很大的难题。如果结构与地震活动的方向相同,结构倒塌的风险就会大大增加。如果与地震方向垂直,风险则会大大降低。因此,在设计建筑物时,要考虑到该地区的地质情况,并分析近年来地震频发的总体趋势的数据,以此来得到最有效的设计方案。

2.3 层间隔震层的布置位置对隔震效果的影响

在带有层间隔震层的隔震系统中,结构的动力特性、对地震力的响应特性以及结构的阻尼作用与隔震层的位置和上下结构密切相关。隔震层具有不同的特性以及阻尼作用。众所周知,相同的地震冲击对抗震结构的影响低于地震系统,抗震层的上部结构的减震效果低于下面的部分。许多研究表明,相对于楼板结构的相对加速度,抗震层可以显著降低上部结构的相对加速度,但随着下部结构刚度的释放,相对加速度会明显增加,从而大幅度提高基础设施成本。因此,要想达到最理想的抗震效果,必须合理规划结构抗震层的位置。

2.4 隔震减震系统参数的设计

抗震减振系统的设计参数与结构的整体抗震减振效果有关。因此,在选择抗震系统的参数时,通常需要考虑当地的场地条件、阻尼值、结构的总重量和水平方向的刚度。

2.5 地基隔震材料的开发

相比于地基硬的建筑物,软地基的建筑物更容易受到地震的影响,因为地基较软的建筑物对地震的抵抗力较差,而且更容易出现土地液化。因此,对于这些土地,可以通过在低级和基础之间使用地基垫层来实现抗震的特性。传统上,我们经常使用沙子、砾石和糯米等土工材料。在材料选取中,沥青也可以作为一种可以发挥非常重要作用的阻尼材料。因此,需要更多的研究来开发抗震材料^[2]。

2.6 计算隔震结构地震响应显著偏大

我国抗震设计规范需要遵循的思路是提出结构在各种阻尼条件下对加速度的谱响应曲线,并使用适当的线性化方法来计算基本剪切强度数据和其他地震层数据。采用非线性时间分析方法对分离结构进行进一步分析,从而得到结果数据。为了普遍降低上述两种方法的分析误差,可以使用建筑结构的延性,建筑结构的延性被理解为建筑结构及其构件保持塑性变形并承受恒定载荷的特性。对于高层建筑中的柔性结构,水平承载力的增加会导致混凝土结构的受拉区出现裂缝,从而导致结构变形或者钢筋发生变形,从而破坏整个建筑物。

3 抗震设计水准的方法

3.1 防震缝的精细化设置调试

由于一些建筑物没有充足的抗震结构规划和设计,可以根据实际情况在某些地方设定防震缝。简单来说就是将建筑物分割成单体结构,在防震缝的两侧留出足够的宽度,并将防震缝的上表面完全隔离。

3.2 墙体结构的标准化设计分布

作为增加建筑物内部地震活动设计措施的一部分,应更多地关注于墙体。事实上,这些环境总是受到地震活动的影响。在观察和分析过去的地震灾害时,地震期间,建筑物的内墙可能会出现裂缝和倒塌。因此,要将以后的设计计划变为:以增加这些建筑的垂直和水平墙壁的设计力度为目标。特别是在设计和规划建筑结构时,要确定承重墙、水平墙和垂直墙的体积。如果墙壁的数量较少,墙壁彼此分开以分隔建筑物的内部空间就会越大,使建筑物的硬度越低,抗震能力减弱。因此,墙体的数量和位置的分布是提高房屋抗震能力的重要前提。

3.3 屋顶的抗震设计

建筑物的质量越小,结构的稳定性就越高,地震所造成的破坏就越小,楼体就会越安全。为了减少地震对建筑物的破坏,建筑物的各个结构就要设计得轻一点。如果墙体的重量太高,建筑物的抗震性能会显著降低。当地震发生时,厚的墙壁会在建筑物内部造成巨大的破坏。因此,在施工过程中,有必要明确墙体施工的材料。盖屋顶时,要根据房屋的高度,尽量降低其高度,以此来增加其硬度。在建造时应使用轻质材料,还要避免在屋顶上增加其他结构,不然就相当于增加了建筑的重量和高度,这会影响建筑物的抗震能力^[3]。

3.4 抗震结构的选择

在设计建筑物时,应根据建筑物的抗震规范确定建筑物的抗震性能。在建筑物的抗震分析中,不仅要考虑地震对建筑物的直接影响,还要考虑对建筑物的间接影响,而且要尽量减少其对环境的影响。建筑的主体材料可以选为钢筋混凝土,地下室采用一体化端面技术,可大大提高建筑的抗震能力。为了减轻建筑物的重量,建议在建筑物内使用钢架。

4 建筑结构的隔减震技术措施

4.1 建筑结构的隔震技术

4.1.1 建筑物地基使用特殊材料进行隔震

在隔震工作的施工过程中,最重要的是将隔震层改造为柔性层,以保证地震发生时地震波的作用效果会降低到最小。地震释放的能量更少,对建筑物的破坏也更小。在传统的抗震结构中,使用的方法是砂土交替铺设在建筑物主体结构上,或直接铺设粘土和砂垫以提高抗震性。使用这些材料来保证建筑地基的抗震性,其效果是非常小的。随着科学技术的发展和新材

料的问世,相关机构在该领域的研究也取得了很大的飞跃。比如,以沥青为原料作为建筑地基抗震层的填料时,其抗震效果就会很好。

4.1.2 基础设立隔震设施

通过在建筑物的基础和上部结构之间安装隔震材料,可以在一定程度上减弱地震引起的能量,减少对建筑物结构的影响,实现抗震的特性。根据对此项技术的研究,这种隔离方法可以阻挡大约 80% 的地震能量。但这种方法增加了建筑物的自然振动频率,因此并不适用。目前,建筑所使用的隔振主要设备是橡胶垫隔震设备。橡胶垫隔震设备主要由橡胶和钢板制成。橡胶由钢板支撑并作为底座,使得承载能力加强。目前橡胶隔震技术比较完善,阻尼大,隔震效果强,还具有弹性恢复功能,可靠性比较高。但橡胶一旦老化就会对抗震性产生一定影响,这也是以后重点要研究的点。

4.1.3 结构悬挂隔震

结构悬挂是指将链条悬挂在建筑结构上。在发生地震时,只有很少的地震可以传递到悬挂结构中,以避免地震对建筑构造造成破坏。目前,结构悬挂隔震在防震结构中应用广泛。在使用结构悬挂隔震技术时,副框架通过链条悬挂在主框架结构上,在地震时,主框架结构不断受到地震波的震动,而副框架结构很少发生震动,这样可以有效减少地震所产生的能量破坏,以保证整个结构的稳定性^[4]。

4.1.4 建筑物层间隔震技术

建筑物的隔震技术常用于旧房改造项目。这种隔震技术实施便捷,操作简单,与大多数建筑物安装抗震设备相比,在抗震结构中使用建筑物层间隔震技术非常重要。其减震效果可达到 10%到 13%。在建筑层面引入隔震技术,这在很大程度上取决于安装在建筑物楼层之间的阻尼器,阻尼器可以用于吸收地震能量,以降低地震所造成的破坏并减少其对建筑物的影响。

4.2 建筑结构设计中的减震技术

4.2.1 耗能减震技术

在传统的地震系统中,承重构件是吸收冲击波和消耗能量的组件。地震发生后,这些部件有的会发生损坏而且难以修复。减震技术则完全相反,在破坏过程中,安装的阻尼器,可以降低因地震造成破坏的可能性,从而确保整个建筑的稳定性。此外,损坏的设备更换更方便,建筑物的抗震性能大大提高。目前,一般的阻尼器分为以下几种。(1) 减震器。该设备增加

了结构中的阻尼,可以防止建筑物摇晃,并释放地震所产生的能量。根据装置的工作原理,可分为两种。其中之一是速度相关阻尼器,其中应变率与阻尼力成正比。第二个是位移阻尼器,位移关乎消耗地震能量的大小。(2) 屈曲约束支撑。当地震期间滞回性能较差时,就会发生这种现象。屈曲约束支撑由外套管和强力填料组成,可以有效防止基材在受压时发生晃动,大大提高了结构的抗震性。(3) 防屈曲钢板剪力墙。该装置是一种新型产品,其核心是一块钢板,耗能很大,在大小地震中都能起到很好的作用。当发生小地震时,设备会变得有弹性。当发生强地震时,就会处于耗能阶段,具有很好的抗震效果。

4.2.2 吸震减震技术

除原有结构外,安装子结构可以在地震期间重新分配地震能量并传递振动以减少对建筑结构的影响。目前,吸震减震技术的主要部件分为两类。一是调频液体阻尼器。该装置高度依赖水箱中的液体来达到缓冲的目的。当地震发生时,罐内液体受到地震能量的作用,在液体海绵中发生振动,产生侧向力,达到减震效果。二是调谐质量阻尼器,该组件主要由弹簧、可调质量块、粘性阻尼器等组成。首先,根据结构的频率调整装置的固有频率,在发生地震时,地震能量可以集中在设备的调谐质量阻尼中,以减少结构振动^[5]。

5 建筑结构减隔震技术未来发展趋势

目前,国内外关于“隔震减振技术”的研究成果越来越多,这也是近期内值得研究的课题。在我们的结构设计中广泛使用这两种方法可以显著减少地震对建筑结构的负面影响,不仅安全性高(适用于各种强度和建筑类型的地震),而且适用的范围广泛(与抗震结构相比可以大大降低施工成本),虽然具有很大的市场推广潜力,但该技术的使用和发展仍存在诸多不足,如需要,还要升级新型的隔震设备和阻尼器。目前的建筑设计标准不包括抗震辅助绝缘设计和消能减振结构,所以这项技术在建筑行业的发展中还有很大的空间,值得去研究。

6 结语

随着建筑业的快速发展,人们对建筑安全的要求越来越大。积极引进抗震减震控制技术显得尤为重要。目前,我们正对抗震减振技术进行大量研究和应用,针对每栋建筑开发各种隔震减振方案,大大提高了建筑物的稳定性。但同时,我们也不能忽视防震减震控制技术的缺点,比如应用信息不完整等等。要想解决这些问题,有关部门要做好这方面的工作。通过对现有技术的进一步适配,加强抗震减震技术的开发。

参考文献:

- [1] 冯晓峰.建筑结构减隔震及结构控制技术的现状和发展趋势[J].民营科技,2011(05):287+6.
- [2] 李金红.建筑结构减隔震技术应用探讨[J].科技创新导报,2019,16(24):133-134.
- [3] 朱绪林,林明强,高蕊,高莉.中国建筑结构减隔震技术应用研究进展[J].华北地震科学,2020,38(04):86-91.
- [4] 吴崑宇.浅析建筑结构减隔震技术的应用现状与发展前景[J].福建建材,2018(05):49-50+53.
- [5] 彭凌云,苏经宇,韩流涛.我国建筑减隔震技术标准化现状与展望[J].城市与减灾,2016(05):11-18.