

建筑结构设计中的隔震减震措施探究

杨鑫

广西天艺建筑设计有限责任公司, 广西 南宁 530022

[摘要] 目前,我国每年都会发生一些自然灾害,其中地震是比较常见的一种。地震是地壳快速释放能量过程中造成振动,期间产生地震波的一种自然现象和灾难,能量巨大且突发,是世界性难题。地震导致人员伤亡的主要原因是房屋倒塌,世界上普遍的做法是通过工程手段减轻地震灾害,且主要针对水平地震作用。随着社会的不断向前发展,我国的建筑物也越来越多,而且建筑物的高度也在不断增加,建筑物的隔震减震措施也越来越重要。

[关键词] 建筑结构设计; 隔震减震; 优化措施

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15218

中图分类号: TU35

文献标识码: A

Exploration on Seismic Isolation and Reduction Measures in Architectural Structure Design

YANG Xin

Guangxi Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530022, China

Abstract: Currently, natural disasters occur in China every year, among which earthquakes are a relatively common type. Earthquake is a natural phenomenon and disaster caused by the rapid release of energy from the Earth's crust, resulting in vibrations and the generation of seismic waves. The energy is enormous and sudden, making it a global challenge. The main cause of casualties caused by earthquakes is the collapse of buildings. The common practice in the world is to reduce earthquake disasters through engineering means, mainly targeting horizontal earthquake effects. With the continuous development of society, there are more and more buildings in China, and the height of buildings is also increasing. The seismic isolation and reduction measures for buildings are becoming increasingly important.

Keywords: architectural structure design; seismic isolation and reduction; optimization measures

引言

随着城市化进程的加速,高层建筑及复杂结构的广泛兴起,建筑抗震设计已逐渐成为确保建筑安全性与耐久性的关键因素。地震灾害不仅对人员安全构成威胁,还对社会与经济发展产生深远影响。如何在建筑设计中提高抗震能力、减少地震带来的损失,已成为建筑工程师与设计师亟待解决的重大课题。现代抗震设计中的核心措施——隔震与减震技术,因其有效性,已受到广泛关注与应用。通过特定结构设计与设备,地震波对建筑结构的影响能够显著减少,从而降低地震破坏程度。这些技术,包括隔震与减震,能够通过不同方式增强建筑物的抗震能力。隔震技术通常在建筑物基础与上部结构之间设置隔震支座,切断了地震波的传播路径,从而减缓了地震能量的传递;减震技术则通过安装减震装置或吸能材料,吸收了地震能量,降低了建筑物的振动幅度。通过这些措施,建筑物的抗震稳定性得到了有效增强,抗震性能得到提升,维修成本及后期损坏风险在一定程度上被降低。尽管隔震减震技术日渐成熟,设计与实施中依然存在挑战,如支座性能、材料适应性与施工质量控制等问题,仍未得到完全解决。为此,深入研究建筑结构设计中的隔震减震技术,探索不同建筑类型与环境条件下的应用效果及优化方案,具有重要的实

际意义。本文将重点分析隔震减震技术的关键应用及面临的挑战,提出相应的优化措施,以期建筑抗震设计的发展与完善提供理论支持及实践参考。

1 建筑结构设计中的隔震减震存在的问题

1.1 隔震减震支座会受到抗震墙的影响

在建筑结构设计中,隔震减震支座作为提升抗震性能的重要手段之一,已被广泛应用。然而,在实际设计过程中,隔震减震支座的性能常常受到抗震墙的影响。抗震墙,作为增强建筑抗震能力的结构组件,其主要作用是提升建筑物的刚度与稳定性,但其设计与布局可能与隔震减震支座产生冲突。具体而言,抗震墙通常沿建筑物竖向方向设置,以提供充足的抗震承载力,但这种布置方式却会限制支座的自由活动空间,从而影响支座的隔震作用。尤其是在高层建筑中,抗震墙的位置通常占据了结构中的较大比例,导致支座的布置空间受限,进而影响了隔震系统的整体有效性。此外,当抗震墙的刚性与隔震支座的柔性发生相互作用时,建筑物的震动特性可能会发生变化,从而影响其整体抗震表现。

1.2 高层建筑结构设计中建筑物走向对抗震的影响

在高层建筑的结构设计中,建筑物的走向对抗震性能的影响至关重要。走向直接决定了地震作用下受力的分布

与变形模式。若建筑物的走向与地震波传播方向不一致,结构响应的不均匀性可能会导致,从而增加局部变形的风险,影响整体稳定性。不同方向的地震波可能使建筑物经历不同的震动模式,若走向设计不合理,某些方向的过度弯曲或扭转变形可能会出现。这样的不对称变形,使得部分结构部件承受过大的应力,进而增加潜在的安全隐患。此外,建筑物的走向还可能影响其与周围环境的相互作用,尤其是在密集的城市区域^[1]。在这种环境下,高层建筑与邻近建筑物的距离通常较小,若走向未经过合理规划,地震波的作用可能会加剧建筑物之间的相互影响,从而形成共振效应,这无疑增加了抗震设计的难度。

1.3 建筑结构的选择

在建筑结构设计时,选择适当的结构类型对建筑物的抗震性能具有决定性影响。不同的结构系统在地震中的响应存在差异,因此,建筑物的动态特性应在设计阶段充分考虑。传统的框架结构、剪力墙结构以及框架-剪力墙混合结构在抗震性能上存在显著差别。框架结构通常较为灵活,能够有效吸收和分散地震能量,但在高烈度地震中,较大的变形可能会出现,从而影响结构的稳定性;剪力墙结构则具备较强的刚度和承载力,在地震中能够更有效地抵抗水平力的作用,但由于刚性较大,震后损伤可能会加重。框架-剪力墙混合结构结合了两者的优点,既提供了足够的刚度,也保持了一定的柔性,但其设计与施工的复杂性较高。除结构类型外,建筑物的高度、形状以及功能需求也对结构选择产生了重要影响。高层建筑通常选用刚性较强、抗震性能优异的结构形式,以应对较大水平力的挑战。如果在结构选择中未能充分考虑地震荷载的影响,建筑物在地震中可能会发生较大的振动,甚至可能导致倒塌或严重损坏。因此,合理的建筑结构选择,被视为保障抗震性能的核心因素。

1.4 墙体与防震缝设计问题

在建筑物的设计与建造过程中,墙体的规划与设计是一个至关重要的环节。墙体的位置与厚度是设计中的关键因素,必须进行全面且合理地考虑。防震缝的引入,显著提升了建筑物的抗震能力。在设计时,防震缝的长度与宽度应根据具体建设需求进行合理规划,从而增强整体的抗震性能。由于地震属于偶然事件,因此,目前在普通区域内防震缝的设置相对较少,而在地壳活动频繁的地区,则常常需要设置防震缝。当建筑物遭受地震影响时,建筑物与地面之间的位移往往会发生。在防震缝的长度和宽度设计过程中,存在一定的技术难点,这也导致了在实际应用中,防震缝的设置仍有不完善之处。

2 建筑结构设计中的隔震减震措施

2.1 隔震措施

隔震措施是一种在建筑结构设计中的应用的重要技术,能够通过设置在建筑物与基础之间设置隔震装置,有效减弱地

震波对建筑物的影响,从而降低地震带来的破坏风险。常见的隔震装置,如隔震支座、橡胶隔震垫、球形铰链等,作用在于吸收或隔离地震波的能量,控制建筑物上部结构与地面之间的相对运动,进而减少地震振动对建筑物的传递。通过设置隔震支座,建筑物的基础部分与上部结构被分隔开,避免了地震波对建筑上层的直接影响。隔震技术,尤其适用于地震频发的地区或需要保护重要设施的建筑物,如医院、博物馆及桥梁等,已逐渐成为防震设计的核心技术^[2]。随着技术的不断进步,隔震措施在高层建筑、历史建筑以及特殊功能建筑中的应用范围愈发广泛。在设计过程中,隔震装置的选型、布局及施工质量的把控,对其隔震效果至关重要。综合考虑建筑物的类型、所在地区的地震烈度以及使用需求等因素,是确保隔震效果的关键。

2.2 建筑物走向设计抗震方法

建筑物的走向设计在抗震过程中具有重要意义,其与地震波传播方向的关系,直接影响建筑物在地震中的响应表现。合理的走向设计能够有效减少地震波对建筑物的影响,从而增强抗震能力。在建筑结构设计时,通常需要考虑地震波的传播特性与建筑物的形状、尺寸,并合理确定建筑物的走向。若建筑物的长轴方向与地震波传播方向平行,地震波的能量将较直接地传递至建筑物,可能导致建筑物承受更大的横向力,进而增加结构损伤的风险。若长轴与地震波传播方向垂直,地震波的作用面积会减小,从而震动幅度得到降低,达到减震效果。

此外,建筑物的布局与走向还需充分考虑周围环境因素,如地形特征与邻近建筑的结构类型等。对于高层建筑而言,合理的走向设计显得尤为关键。建筑物的高度、风荷载与地震力之间的相互作用较为复杂,精确的走向设计能够有效规避荷载不均匀所引起的不稳定性或倒塌风险。

2.3 建筑结构设计中的减震措施

2.3.1 新建建筑物结构设计中的减震措施

在新建建筑物的结构设计中,减震措施是提升抗震性能的关键方法。这些措施的主要目标,是通过吸收、耗散或转化地震能量,降低地震波对建筑物的直接影响,减少震动对建筑结构的破坏。常见的减震技术,如阻尼器、减震支座及动能吸收装置等,广泛应用于建筑中。阻尼器通过有效减缓建筑物的振动,耗散由地震引起的能量,从而减轻结构的振动响应。减震支座通过特别设计的支座,隔离建筑物与基础之间的连接,减少地震波的传播效应,降低地震对建筑物的影响。

对于高层建筑,惯性力较大,调谐质量阻尼器等系统,通常通过在建筑物顶部安装具有较大质量的振动系统,使其与建筑物的自然振动频率相匹配,进而有效吸收地震能量,避免过度振动导致的结构损伤。与此同时,动能吸收装置被安装在建筑物的结构内,利用液压或机械系统将震动转化为其他形式的能量,从而有效减少结构的震动响应。

2.3.2 已建成建筑物的抗震加固措施

对于已建成的建筑物,抗震加固措施旨在通过改造和增强现有结构,使其更有效地抵御地震作用,从而提升抗震性能。常见的加固方法,包括外加减震装置、结构加固及基础加固等,广泛应用于抗震设计中。外加减震装置通常通过在建筑物内安装阻尼器或减震支座来减小震动传播,例如摩擦阻尼器或黏滞阻尼器等。这些装置能吸收并耗散地震能量,从而降低建筑物的振动响应。结构加固则通过增加新的支撑或改变原有结构的受力方式,提升建筑的稳定性。常见的做法包括增设钢筋混凝土框架、加装剪力墙或增加钢结构支撑系统。对于承重能力不足的建筑,增设外部支撑系统有助于增强抗震能力^[3]。基础加固主要通过加深地基或扩展基础面积,提升建筑物与地面的接触面积和稳定性,从而增强整体抗震性。特别是对于在软土或不稳定土壤上建设的建筑,基础加固显得尤为重要。此外,防震缝设计的提升,也能有效增强建筑各部分的独立性,避免地震时不同部分相互干扰与损伤。

2.4 做好建筑物的体型设计

在建筑结构设计,建筑物的体型设计对其抗震性能至关重要。体型的合理性直接决定了建筑在地震中的稳定性及安全性。在设计时,应避免采用复杂、不规则的形状,尤其是那些高度不均匀或平面不规则的建筑。这类建筑在地震中容易产生不均匀的振动响应,进而导致局部失稳或变形。例如,过长、过窄或带有较大开口的建筑物,容易引发“扭转”效应,从而降低抗震性能。同时,建筑物的重心应尽量与抗震中心对齐,减少因重心偏移所产生的附加转矩。在设计过程中,建筑的刚度应在各个方向上保持均匀,避免局部刚度过大或过小的情况,这样有助于减小地震引起的变形及应力的不均匀分布。此外,建筑物的高度与基础承载能力应匹配,高层建筑设计时,风荷载与地震荷载的协调也需特别考虑,以避免出现过度倾斜或晃动。优化建筑体型设计不仅能够有效减少地震波在建筑物内的传播,还能提高建筑在地震中的稳定性与安全性。

2.5 强化试验研究力度,完善检测

在建筑结构设计,确保隔震与减震措施有效性的关键,正是通过加强试验研究与完善检测体系。随着建筑技术的不断创新,新型隔震与减震技术逐渐得到广泛应用,然而,这些技术的实际效果常常依赖于精确的实验研究与检测验证。在设计阶段,必须强化对隔震减震装置性能的

试验研究。通过模拟不同地震条件下的响应,能够评估其在实际工程中的适用性与可靠性。尤其是在引入新型材料与创新设计方案时,实验研究能有效验证这些技术是否达到预期的抗震减震效果,避免因技术实施失误而带来的风险^[4]。完善的检测体系,则保证在建筑使用后的各个阶段,能够实时监控隔震减震系统的运行状况。通过定期检查,能够及时发现隔震支座、减震装置等关键部件的老化、损坏或性能衰退问题,确保系统的长期稳定运行。尤其对于老旧建筑的加固项目,常规检查与精密仪器的使用,有助于发现潜在问题,避免设备失效所引发的灾难性后果。

3 结语

在建筑结构设计中,隔震与减震技术逐渐成为增强建筑抗震能力的关键措施。随着自然灾害,尤其是地震频发,建筑安全问题日益受到重视,隔震减震措施在保障生命安全、减少财产损失及提高灾后恢复能力方面发挥了不可或缺的作用。尽管该领域在技术应用上取得了显著进展,仍面临诸多挑战,如支座性能与耐久性、适应性材料的研发、施工工艺的提升以及后期维护管理的复杂性等问题。为了有效应对这些难题,基础理论与技术创新的进一步加强是必要的,结合大量实验数据以优化设计方案,提升技术的适用性与经济性。随着建筑行业对抗震要求日益提高,隔震减震技术的广泛应用在未来可期,这将推动建筑结构抗震设计标准进一步提升。未来,跨学科的合作将成为推动设计、材料、施工及管理创新的关键,协同发展的力量将在创建更加安全、智能、可持续的建筑环境中发挥重要作用,进而为全球建筑抗震水平的提升作出贡献。

【参考文献】

- [1]蔡官民. 建筑结构设计中的隔震减震措施研究[J]. 新城建科技,2024,33(12):123-125.
 - [2]蒋宇鑫. 建筑结构设计中的隔震减震措施浅析[J]. 居舍,2023(12):76-79.
 - [3]叶宗山,李默怡. 浅议高层建筑设计中的隔震减震措施[J]. 绿色环保建材,2017(12):75.
 - [4]李泽鑫,刘传浩. 建筑结构设计中的隔震减震措施研究[J]. 工程建设与设计,2023(24):10-12.
- 作者简介:杨鑫(1988.11—),毕业院校:河北联合大学,所学专业:土木工程,当前就职单位名称:广西天艺建筑设计有限责任公司,就职单位职务:结构设计,职称级别:中级。