

建筑结构设计中的隔震减震设计研究

周 敏

新疆华筑天建建设工程有限公司 新疆博乐 833400

摘 要：随着城市化进程的加快，建筑工程面临着越来越多的挑战，其中抗震设计尤为重要。隔震减震技术作为一种有效的抗震措施，其研究和应用日益受到关注。本文系统地探讨了建筑结构设计中间震减震技术的设计方法，旨在为提高建筑物的抗震性能提供参考。

关键词：隔震；减震；建筑结构设计

随着全球变暖和地质活动的加剧，地震发生的频率和强度都有所增加，这对建筑结构的安全性提出了更高的要求。传统的建筑设计方法在应对强烈地震时往往显得力不从心，因此，开发和实施更为高效的隔震减震技术成为了工程界的迫切需求。隔震减震技术的核心在于通过特定的装置或机构来隔离或吸收地震能量，从而保护主体结构不受损害。这种技术的出现，不仅提高了建筑物的抗震性能，也在很大程度上减少了因地震导致的经济损失和人员伤亡。本文的研究目的在于通过对隔震减震技术的深入分析。

一、建筑结构隔震减震技术的分类

1. 隔震技术的分类

基础隔震是最常见的隔震技术之一，其目的是在建筑物的基础与上部结构之间设置隔震层，以隔离地震动向上部结构的传递。常用的基础隔震装置包括橡胶隔震支座、滑动隔震支座和弹簧隔震支座等。这些装置能有效增大结构周期，远离地震波的主要频率范围，从而降低地震力的影响。在结构隔震中，特制的元素被集成到建筑结构内部，如使用特定设计的支撑框架或添加额外的质量来调整结构的动态响应。这种方法适用于已有结构的加固或新建筑的设计，以提高其抗震性能。

2. 减震技术的分类

被动减震技术利用结构中的阻尼器、减震墙或调谐质量阻尼器（TMD）等元素消耗地震输入的能量。这些元素不需要外部能源，依靠其材料特性和设计来减轻结构的震动反应。例如，粘滞阻尼器通过流体的粘性抵抗来提供能量耗散，而减震墙则通过其变形来吸收和散地震能量。主动减震技术通过集成传感器和执行器，以及一个中央处理单元来实时监测建筑物的响应，并据此计

算出所需的控制力，然后通过作动器施加于结构以抑制其振动。这种系统需要外部能源来运作，但其控制精度高，适应性强。半主动控制系统结合了被动和主动技术的优点。它们根据实时反馈调整阻尼器的参数，如阻尼系数或刚度，以优化性能。与主动系统相比，半主动系统所需的外部能源较少，实施成本更低，且在很多情况下能提供接近主动系统的控制效果^[1]。

二、建筑结构设计中的隔震减震设计

1. 场地选择

在建筑结构设计中间，场地与地基选择是确保隔震减震效果的首要步骤。选择合适的地点进行建设，可以大大降低地震带来的风险。首先，场地应尽量选择在地质稳定、不易发生地质灾害的地区。例如，避免靠近活跃断层、滑坡区或液化区等地区，这些地区的地质活动频繁，会直接影响到建筑物的稳定性和安全性。

2. 隔震层设计

隔震层通常由隔震支座和阻尼器等元件组成，它们被设置在建筑物的基础与上部结构之间，目的是解耦地震动与结构响应，延长建筑物的自然振动周期，从而降低地震输入的能量。隔震支座的类型多样，包括铅芯橡胶支座（LRB）、高阻尼橡胶支座（HDR）和纯橡胶支座等。每种支座有其独特的特点和适用范围，例如，铅芯橡胶支座通过铅的塑性变形耗散能量，适用于中高强度地震区；而高阻尼橡胶支座则利用橡胶材料的内阻尼效应减震，适合于频率变化较大的地震波。在设计隔震层时，需要考虑到多个参数，如隔震支座的尺寸、形状、刚度和阻尼比。这些参数需要根据建筑物的质量、地震力的大小以及预期的减震效果来确定。同时，隔震层的布置也应保证结构的对称性和均匀性，避免由于刚度不

匹配或布局不合理引起的局部应力集中。

3. 计算分析方法

目前,动力分析方法是评估隔震结构在地震作用下反应的主要手段,其中时程分析法应用最为广泛。时程分析法通过直接输入地震加速度记录,对结构进行逐步积分,得到结构在整个地震过程中的反应。这种方法可以详细考虑地震动的特性(如幅值、频谱和持时)以及结构的非线性行为,因此结果更为精确。在进行时程分析时,选择合适的地震波至关重要。通常需要考虑实际场地可能遭遇的最不利情况,选取相应的历史地震记录或人工合成地震波作为输入。此外,对于重要的建筑物,通常需要输入多条地震波进行多次分析,以确保结果的可靠性和稳定性^[2]。

4. 装置与材料选用

隔震减震装置的选择和材料的应用是实现隔震目标的物质基础。在隔震系统中,常用的装置有隔震支座、阻尼器、抗震墙等。这些装置的选型和配置需要根据具体的建筑设计和功能要求来确定。隔震支座是隔震系统中的核心部件,其性能直接影响到整个隔震系统的效果。在选择隔震支座时,需要考虑其承载力、水平刚度、竖向刚度以及耐久性等性能指标。目前市场上有多种类型的隔震支座可供选择,如铅芯橡胶支座、高阻尼橡胶支座、滑动型支座等,每种支座都有其适用范围和优缺点。阻尼器是另一类重要的隔震装置,主要用于消耗传入结构的地震能量。根据工作原理的不同,阻尼器可分为黏滞阻尼器、摩擦阻尼器、金属屈服阻尼器等。在选择阻尼器时,需要考虑其阻尼力、速度指数、耐久性以及与结构的连接方式等因素。除了装置的选择外,材料的应用也是隔震设计中的一个重要方面。例如,隔震层中的覆盖板通常采用钢材或混凝土制成,需要具有足够的强度和刚度来承受上部结构的荷载;而隔震支座中的橡胶材料则需要具有良好的弹性和抗老化性能,以保持长期的性能稳定。

三、建筑结构设计中的隔震减震技术的发展趋势与展望

1. 新型隔震减震材料的研发趋势

随着科技的进步和材料科学的发展,新型隔震减震材料不断涌现,为建筑结构设计提供了更多的选择和可

能性。这些新材料在性能上追求更高的耐久性、更强的适应性和更优的经济性,以满足日益严格的建筑抗震要求。形状记忆合金(SMA)是一种具有革命性的智能材料,能够在经历塑性变形后自动恢复其原始形状。这种材料在隔震系统中可以发挥重要作用,通过其超弹性行为来吸收和耗散地震能量,从而实现有效的减震。纳米复合材料也是近年来研究的热点,它们通过纳米技术改善传统建筑材料的性能,使其具有更好的强度和韧性。将纳米粒子掺入混凝土或橡胶中等,可以显著提升材料的阻尼性能,用于制造更为高效的隔震支座和阻尼器^[3]。

2. 智能化隔震减震系统的发展前景

智能化是隔震减震系统发展的另一个重要方向。随着传感器技术、数据处理技术和自动控制技术的进步,智能化隔震减震系统在提高建筑物安全性方面展现出巨大潜力。智能化隔震减震系统通常由传感器、控制器和执行器三部分组成。传感器负责实时监测建筑结构的响应和地震动参数,控制器根据预先设定的算法处理传感器收集的数据,并发出指令给执行器。执行器则迅速调整隔震支座或阻尼器的参数,如改变刚度或阻尼系数,以适应不同的地震动输入,实现实时自适应控制。

结语

综上所述,隔震减震技术已经成为提升建筑结构抗震能力的重要手段。从基础隔震到结构隔震,再到摩擦隔震;从被动减震到主动减震,再到半主动控制,各种技术的不断发展和完善,为工程技术人员提供了多样化的选择。同时,新型材料的研发和应用,智能化控制系统的集成,都预示着隔震减震技术将朝着更加高效、智能和可持续的方向发展。

参考文献

- [1] 蔡宁宁,李月.建筑结构设计中的隔震减震设计研究[J].居舍,2024,(16):144-146.
- [2] 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.
- [3] 李敏.建筑结构设计中的隔震减震措施[J].砖瓦,2023,(11):91-93.