

建筑结构隔震技术的研究和应用

高颖

济宁市建筑设计研究院集团有限公司 山东 济宁 272100

摘要: 建筑结构隔震技术是一种通过在建筑物底部或关键部位设置隔震装置和阻尼器,以减少地震动能量传递到建筑物内部的抗震技术。介绍了建筑结构隔震技术的研究,包括隔震技术的原理、常见的隔震装置和阻尼器类型、隔震技术在不同类型建筑物中的应用和优势等。通过研究和应用实践表明,建筑结构隔震技术可以有效地提高建筑物的抗震能力,减少地震对建筑物的影响,对于保护人民生命财产安全具有重要意义。

关键词: 建筑结构隔震; 隔震技术; 作用机制

1 建筑结构隔震简析

建筑结构隔震技术是一种应对地震力的有效手段,通过在建筑物基础或上部结构中引入隔震装置,将地震能量分散和转移,减小地震对建筑物的影响。隔震技术的核心思想是通过调整建筑物的固有周期和阻尼特性来降低地震反应,从而保护建筑和人员的安全。建筑结构隔震技术的应用领域广泛,主要包括高层建筑、大跨度结构、桥梁和核电站等。在地震灾害中,隔震技术可以显著减小建筑物的地震反应,提高建筑物的抗震性能,减少人员伤亡和财产损失。而在高层建筑中,隔震技术可以有效降低结构的动态响应,提高人员的舒适度和安全性。在桥梁工程中,隔震技术可以减小桥梁结构的振动幅度,提高桥梁的使用寿命和抗震性能。此外,隔震技术还可以被应用于核电站和航天设施等重要设施中,以提高其抗震能力和安全性。

2 建筑结构隔震技术的主要方式

建筑结构隔震技术的主要方式包括主动隔震和被动隔震。(1) 主动隔震是指通过控制装置主动调整结构的刚度和减振力度,以减小结构的地震反应。这种方式通过在建筑物结构中引入主动控制装置,如液压缓冲器、调谐质量阻尼器等,实时控制结构的刚度和阻尼特性。主动隔震技术能够根据不同的地震波和结构的振动属性,提供最优的控制策略,有效地减小地震反应。这种方式需要实时监测地震波和结构反应的传感器,并通过控制算法实时调整控制装置^[1]。(2) 被动隔震是指通过添加隔震装置来改变结构的响应特性,减小地震对建筑物的影响。常见的隔震装置包括摩擦隔震器、弹簧隔震器、液体隔震器等。这些隔震装置可以调整建筑物的固有周期和阻尼特性,从而降低地震反应。被动隔震技术是一种相对简单和实用的方式,不需要主动监测和控制装置。

除了主动隔震和被动隔震,还有一些其他的隔震技术,如混合隔震技术和剪切墙隔震技术。混合隔震技术是将主动隔震和被动隔震相结合,以充分利用两种隔震方式的优势。剪切墙隔震技术是在结构中添加剪切墙作为隔震装置,通过墙体的变形和能量耗散来减小地震反应。在实际应用中,建筑结构隔震技术的选择需要考虑到建筑物的结构特点、使用要求、地震烈度等因素。通过合理的设计和选型,建筑结构隔震技术能够显著提高建筑物的抗震能力,减少地震灾害的影响。

3 建筑结构隔震技术的基本原理和作用机制

建筑结构隔震技术的基本原理是通过引入隔震装置,改变结构的刚度和阻尼特性,以降低地震力对建筑结构的作用,从而减小地震引起的破坏程度。隔震装置的作用机制主要包括以下几个方面:(1) 改变结构固有周期:隔震装置通过调整结构的刚度和质量,改变结构的固有周期,使其接近地震波周期。这样可以实现与地震波的共振,减小结构的反应加速度,从而减轻地震力对建筑物的影响。(2) 增加结构的阻尼:隔震装置可以提供附加的阻尼,通过在地震时消耗能量,减小结构的振动幅度。这种能量耗散处理有助于减小结构与地震波之间的能量转移,保护建筑物免受严重震动和损坏。

(3) 分散和转移地震能量:隔震装置能够分散和转移地震能量,避免其集中在建筑物结构上造成破坏。隔震装置可以将地震能量引导到设定的位置,例如地基或其他结构部分,以减少对主要结构的影响。(4) 减小地震引起的水平位移:隔震技术可以减小建筑物的水平位移,从而减小其惯性力对结构的作用。通过降低水平位移,可以减小结构的振动幅度,提高建筑物的稳定性和安全性。这种技术的应用能够显著提高建筑物的抗震能力,降低人员伤亡和财产损失。在地震频发的地区,建筑结构隔震技术具有重要的应用前景和意义^[2]。

4 建筑结构隔震技术的应用

4.1 基础隔震技术的应用

基础隔震技术是一种常见的建筑结构隔震方法，广泛应用于各类建筑和结构工程中。基础隔震技术的主要目的是通过隔离建筑物与地震动之间的直接作用，减少地震对建筑物的影响，从而保护建筑物的安全性和稳定性。在基础隔震技术中，常用的方法是设置隔震支座。这些支座一般具有足够的承载能力，并且能在地震发生时有效地吸收和分散地震能量。隔震支座的设置位置通常在建筑物的基础部位，通过合理的设计和施工，能够有效地隔离地震动对建筑物的影响。基础隔震技术的应用需要考虑多个因素，包括建筑物的类型、结构形式、地质条件等。在应用基础隔震技术时，要结合具体情况进行详细的分析和设计，以确保隔震效果和建筑物的安全性。基础隔震技术的应用还需要注意施工质量和维护管理。在施工过程中，需要严格遵守设计要求，确保隔震支座的安装和固定符合规范。同时，在建筑物的使用过程中，需要定期对隔震支座进行检查和维护，确保其正常工作并延长使用寿命。

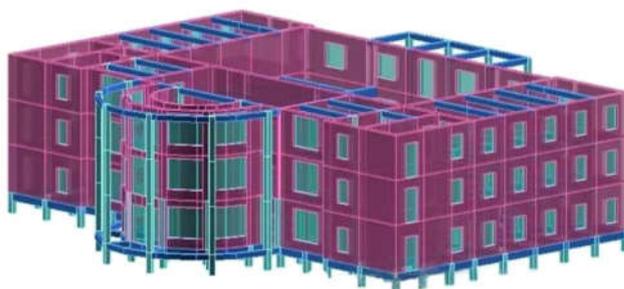
4.2 设置多道抗震防线

通过设置多道抗震防线，可以有效地提高建筑物的抗震能力，减少地震对建筑物的影响。在传统的抗震设计中，通常只设置一道抗震防线，即建筑物的主要承重结构。然而，地震具有不确定性和复杂性，单一的抗震防线可能无法完全抵御地震的破坏。因此，设置多道抗震防线成为了一种必要的安全措施。在建筑结构隔震技术中，可以通过在建筑物的基础部位、主要承重结构、关键连接部位等位置设置隔震装置和阻尼器，形成多道抗震防线。这些隔震装置和阻尼器能够在地震发生时吸收和分散地震能量，减少对建筑物的影响^[3]。同时，多道抗震防线还可以相互支撑和补充，进一步提高建筑物的抗震能力。设置多道抗震防线需要考虑多个因素，包括建筑物的类型、结构形式、地质条件等。在具体的设计中，需要结合实际情况进行详细的分析和设计，确保多道抗震防线的有效性和安全性。设置多道抗震防线还需要注意施工质量和维护管理。在施工过程中，需要严格遵守设计要求，确保隔震装置和阻尼器的安装和固定符合规范。同时，在建筑物的使用过程中，需要定期对隔震装置和阻尼器进行检查和维护，确保其正常工作并延长使用寿命。

4.3 隔震技术在抗震加固中的应用

建筑结构隔震技术作为一种重要的抗震措施，正在不断进行研究和应用。隔震技术在抗震加固中发挥着重

要的作用，能够有效减小地震波对建筑物的影响，提高建筑物的抗震能力和安全性。



隔震技术在抗震加固中的应用如图所示

研究人员通过理论模型、实验验证和数值分析等手段，不断深入研究和改进建筑结构隔震技术。他们研究了隔震装置的材料特性、刚度和阻尼的优化设计，以及隔震装置与结构之间的相互作用。通过这些研究，不断提出改进的隔震设计思路和方法，以应对不同地震烈度和建筑结构的需求。在现实应用中，隔震技术已经被广泛应用于各种类型的建筑物抗震加固中。特别是对于既有建筑的抗震加固，隔震技术是一种有效的选择。通过在建筑物的基础或关键结构部位安装隔震装置，将建筑结构 with 地基分离，实现对地震波的减震隔离效果，从而保护建筑物的安全。隔震技术的应用在不同类型的建筑物中已经取得了成功。例如，高层建筑、桥梁、文物古建等都可以利用隔震技术进行抗震加固，保证建筑物在地震中的稳定性和完整性^[4]。

4.4 加强隔震减震研究和实际工程在地震中的监测

为了确保隔震技术的有效性和安全性，在实际工程中，加强隔震减震研究和地震监测是非常重要的。首先，加强隔震减震研究。隔震减震研究旨在深入理解隔震装置的工作原理和结构响应特性，通过理论分析、实验室试验和数值模拟等手段，探索隔震装置的设计和性能评估方法。研究者需要考虑不同地震波的作用、结构的特点和隔震装置的优化设计，以提高隔震系统的性能和可靠性。其次，实际工程中要进行地震监测。地震监测是指在建筑物隔震系统安装后进行的实时数据采集和分析，以评估隔震系统的运行状况和抗震性能。通过监测建筑物的动态响应，可以了解隔震系统的减震效果、结构的位移和变形情况等。这些监测数据可以为隔震系统的调整和维护提供参考，确保隔震系统的稳定性和长期有效性。除了建筑物的地震监测，隔震技术的应用还需要进行地震前后的结构安全评估。在地震前，根据地震活动预测和历史地震数据，进行结构的抗震性能评估，以确保隔震系统能够满足设计要求。而在地震后，

要对建筑物进行全面评估和损伤检测,分析隔震系统的响应和性能,为后续维护和修复工作提供依据。通过加强隔震减震研究和实际工程的地震监测,可以不断优化隔震技术的设计和应用,提高建筑结构的抗震能力,确保人员的生命安全和建筑物的使用可靠性。同时,地震监测也为地震学研究提供了宝贵的数据资源,进一步推动地震科学的发展和应用。

4.5 隔震技术在不同类型建筑中的应用

在不同的建筑物类型中,隔震技术的应用需要根据具体情况进行详细的分析和设计,以确保隔震效果和建筑物的安全性。在高层建筑中,隔震技术可以应用于底部楼层或基础部位。通过在建筑物底部设置隔震支座、阻尼器等隔震装置,可以有效地吸收和分散地震动能,减少对建筑物上部结构的影响。高层建筑一般采用较高的高度和较大的规模,地震对其影响较大,因此隔震技术的应用对于提高高层建筑的抗震能力具有重要意义。在桥梁工程中,隔震技术可以应用于桥梁墩台或桥面部位。桥梁是重要的交通基础设施,其安全性和稳定性对于交通运营和社会经济发展至关重要。通过在桥梁墩台或桥面部位设置隔震支座、阻尼器等隔震装置,可以减少地震对桥梁结构的影响,保障桥梁的稳定性和安全性。在地下工程中,隔震技术可以应用于隧道、地下通道等结构。地下工程通常位于地下深处,地震对其影响较大^[5]。通过在地下结构中设置隔震支座、阻尼器等隔震装置,可以有效地吸收和分散地震动能,减少对地下结构的影响。同时,地下工程还需要考虑防水、防潮等因素,因此隔震技术的应用需要根据具体情况进行详细的分析和设计。在工业厂房、仓库等建筑物中,隔震技术也可以得到应用。这些建筑物通常具有较大的规模和较重的荷载,地震对其影响较大。通过在建筑物的基础部位或关键连接部位设置隔震装置和阻尼器,可以有效地提高建筑物的抗震能力,减少地震对建筑物的影响。

5 建筑结构隔震技术的改进和发展方向

5.1 多层次隔震系统:传统的建筑结构隔震技术往往着重于单一的隔震装置,但在实际应用中,隔震效果通常会受到结构的层数、高度等因素的影响。因此,发展

多层次的隔震系统,可以根据建筑物的结构特点和地震烈度,灵活配置多种隔震装置,以提高抗震效果。

5.2 多种隔震材料的应用:目前,常见的隔震材料主要有钢材、橡胶和混凝土等,但随着技术的不断进步,新型材料,如形状记忆合金、碳纤维等,也逐渐应用于隔震技术中。这些新材料具有更好的强度、耐震性和耐久性,可以提高隔震系统的性能和使用寿命。

5.3 智能化隔震技术:随着无线传感、云计算和物联网等技术的发展,智能化隔震技术逐渐走入人们的视野。通过在隔震装置中添加传感器和控制系统,可以实现实时监测、自动调整和远程控制。智能化隔震技术可以根据实时地震波和结构响应数据,自动调整隔震装置的刚度和阻尼特性,以提供最佳的抗震效果。

5.4 多学科融合研究:建筑结构隔震技术需要涉及土木工程、地震学、材料科学等多个学科的知识。因此,多学科融合研究是发展隔震技术的重要方向。通过跨学科的合作和交流,在理论研究、试验验证和实际工程应用等方面加强合作,可以更好地推动隔震技术的发展。

结束语

通过不断改进和发展隔震技术,可以进一步提高建筑物的抗震能力,减少地震对建筑物的影响,为减轻地震灾害做出更大的贡献。未来,需要进一步加强隔震技术的研究和应用,拓展应用到更多类型的建筑物中,为保障人民生命财产安全做出更大的贡献。

参考文献

- [1]李宇,刘天一.基于隔震技术的建筑结构抗震研究及应用.建筑技术开发,2021,48(5):43-45.
- [2]王明,赵浩.基于多层次隔震系统的建筑结构抗震优化研究.建筑科学与工程学报,2021,38(3):99-106.
- [3]黄磊,张强.建筑结构隔震技术的智能化研究进展.结构工程师,2021,37(2):51-57.
- [4]梁卓,王亚萍.新型隔震材料在建筑结构中的应用研究.工程力学,2021,38(4):187-193.
- [5]高宇,陈鹏.建筑结构隔震技术的多学科融合研究综述.土木工程学报,2021,54(7):170-179.