

地震区建筑结构设计及减震隔震技术探讨

马冀

新疆生产建设兵团建工设计研究院有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 本文深入剖析了地震区建筑结构设计的核心要素,对传统抗震设计方法的利弊进行了全面审视。文章着重阐述了减震技术与隔震技术在建筑结构中的巧妙应用,细致对比了各项技术的运作机理、独特优势、面临挑战及广泛适用范围。通过此番探讨,本文旨在为地震区建筑结构的抗震设计贡献一份详尽的参考与指导,以期提升建筑在地震中的韧性与安全性。

关键词: 地震区建筑结构设计;抗震设计;减震技术;隔震技术

引言

地震作为一种突发的自然灾害,对建筑结构的安构成了严重威胁。在地震频发的地区,如何合理设计建筑结构并应用有效的减震隔震技术,成为减少地震灾害损失、保障人民生命财产安全的关键。本文将从建筑结构设计的角度出发,结合减震隔震技术的最新研究成果,对地震区建筑结构设计及减震隔震技术进行深入探讨。

1 地震区建筑结构设计的重要性

地震区建筑结构设计的重要性是建筑抗震领域的核心议题,在地震频发的区域,建筑结构设计直接关系到建筑物的安全性能与抗震能力。合理的结构设计,不仅要求建筑师在设计阶段就充分考虑地震力的作用,通过精确的力学计算和模型分析,预测建筑物在地震中的反应,还必须确保结构体系在地震作用下能够保持整体稳定性,有效抵抗地震产生的水平力和竖向力,防止结构倒塌或严重破坏,从而最大限度地减少人员伤亡。此外,科学的结构设计还能显著降低地震对建筑物内部设备和设施的损坏;通过合理的结构布局和构造措施,可以保护建筑内部的管线、设备、装修等不受地震破坏,减少因地震导致的经济损失。例如,采用隔震技术可以有效隔离地震波对建筑物的直接作用,降低地震对建筑物内部设施的冲击;而减震技术则能通过吸收和耗散地震能量,减少结构的振动响应,保护建筑内部设备和人员的安全。

2 传统建筑结构抗震设计方法

2.1 增强构件强度与刚度

在传统建筑结构抗震设计中,增强构件的强度和刚度被视为提升抗震性能的直接且有效手段。具体实施时,设计师们通常会采取增大截面尺寸、增加配筋等措施;例如,通过加大梁、柱等关键构件的截面面积,可以显著提升其承载力和抗变形能力,从而增强结构在地

震作用下的稳定性。增加配筋数量或采用更高强度的钢材,也能有效提高构件的抗拉、抗压性能。然而,这种方法并非尽善尽美,虽然增强构件强度和刚度能够显著提升建筑物的抗震能力,但也可能带来一系列问题;第一,结构自重的增加会加大地震时的惯性力,对地基承载力提出更高要求;第二,造价的上升也是不可忽视的因素,特别是在配筋量大幅增加的情况下;第三,尽管增强了构件的强度和刚度,但在极端地震条件下,结构仍可能因承受过大的地震力而发生破坏^[1]。

2.2 合理的结构布局

合理的结构布局是提升建筑抗震性能的又一重要策略。在地震作用下,规则性结构往往表现出更高的稳定性;这是因为规则的结构布局能够确保地震力在建筑物中均匀分布,避免应力集中导致的局部破坏。通过精心的结构设计,如采用对称布局、避免形状突变等,可以有效地分散地震力,减轻结构损伤,合理的结构布局还能有效避免结构薄弱部位的出现。在设计中,应特别注意避免出现过于突出的部分或形状不规则的区域,这些部位往往成为地震中的易损点;通过优化结构布局,使建筑物各部分相互支撑、协调受力,可以显著提高整体抗震性能。

2.3 抗震计算与分析方法

抗震计算与分析方法是确保建筑结构抗震设计有效性的重要保障,目前常用的抗震计算方法主要包括反应谱法和时程分析法等。反应谱法基于地震波频谱特性,通过计算结构在不同频率地震波作用下的响应,得到结构的最大反应值,从而评估结构的抗震性能。该方法适用于中低频地震波的计算,具有计算简便、易于应用的优点。但对于高频地震波或复杂地震波形,反应谱法可能无法准确反映结构的真实响应。相比之下,时程分析法能够更准确地模拟地震过程,通过数值积分方法求解

结构在地震波作用下的动力响应时程,从而更全面地评估结构的抗震性能;但这种方法计算量较大,对计算资源要求较高,因此在实际应用中需根据具体情况选择。

3 减震技术在建筑结构中的应用

3.1 消能减震

(1) 消能减震技术作为一种先进的抗震方法,在建筑结构中的应用日益广泛;其基本原理在于,通过安装各类消能装置,如塑性阻力器、摩擦阻力器、粘滞阻力器等,来有效吸收并耗散地震能量,从而降低结构在地震中的响应。(2) 塑性阻力器利用材料的塑性变形特性,在地震作用下发生塑性变形,通过材料的内耗机制将地震能量转化为热能,从而减小结构的振动。摩擦阻力器则是通过两接触面之间的相对滑动产生摩擦力,将地震能量以摩擦热的形式耗散掉;而粘滞阻力器则利用粘性流体的阻尼特性,当地震引起结构振动时,粘性流体会产生阻尼力,阻碍结构的运动,进而耗散地震能量。(3) 在实际应用中,消能减震技术展现出了显著的优势;国内外多个建筑项目已成功采用这一技术,并取得了显著的减震效果。例如,在高层建筑中安装粘滞阻尼器,可以有效减小地震引起的层间位移,保护建筑主体结构不受损害。在桥梁结构中,通过设置耗能减震装置,能够显著降低地震对桥梁的破坏作用,确保桥梁的安全运营;在一些大型公共建筑中,如体育馆、博物馆等,消能减震技术的应用也大大提高了这些建筑的抗震性能,为人们的生命财产安全提供了有力保障^[2]。

3.2 机械减震

(1) 机械减震技术是建筑结构抗震领域中的另一重要分支,其核心在于通过引入具有特定机械性能的装置或系统,来吸收、分散或转移地震能量,从而达到减小结构地震响应的目的;其中,无粘结钢支撑减震体系是机械减震技术的一种典型代表。(2) 无粘结钢支撑减震体系主要由一系列无粘结的钢支撑构件组成,这些钢支撑在地震作用下能够发生弹塑性变形,通过钢材本身的耗能机制来吸收地震能量。由于钢支撑之间采用无粘结设计,使得它们能够在地震中相对自由地移动,从而更有效地分散和转移地震能量,降低结构整体的地震响应。(3) 与传统的抗震方法相比,无粘结钢支撑减震体系具有显著的技术优势;一是它能够适应不同烈度的地震作用,具有较强的抗震能力和稳定性;二是该体系对建筑结构的改动较小,易于实施和维护;三是无粘结钢支撑减震体系还具有良好的耐久性和可靠性,能够在长期的使用过程中保持稳定的减震效果。(4) 在实际应用中,无粘结钢支撑减震体系已被广泛应用于高层建筑、

大型公共建筑以及桥梁等结构中。通过精确的计算和设计,可以确保钢支撑的布置和参数设置合理,从而达到最佳的减震效果;该体系还可以与其他抗震措施相结合,如消能减震技术、隔震技术等,形成更为完善的抗震体系,为建筑结构的安全性和稳定性提供有力保障。

3.3 跷动减震

(1) 跷动减震技术,作为一种创新的抗震方法,近年来在建筑结构抗震领域逐渐崭露头角。其核心理念在于通过特设的跷动装置,实现结构在地震作用下的相对位移,进而吸收并分散地震能量,达到减震的效果。(2) 跷动减震技术通常依赖于精心设计的跷动支座或跷动板等构件,这些构件被巧妙地安装在建筑结构的关键部位,能够在地震发生时,允许结构在一定程度上进行相对的水平或竖向位移。这种位移不仅能够有效缓解地震能量对结构的直接冲击,还能通过位移过程中的摩擦、阻尼等机制,将部分地震能量转化为其他形式的能量,如热能,从而进一步减少地震对结构的破坏。(3) 值得注意的是,跷动减震技术的应用并非随意可行,而是需要根据建筑结构的实际特点、地震烈度以及抗震需求进行定制化的设计。设计过程中,需确保跷动装置具有足够的刚度、强度和稳定性,以在地震中既能有效发挥减震作用,又不影响结构的整体安全。(4) 在实际应用中,跷动减震技术展现出了其独特的优势。一是它适用于多种类型的建筑结构,无论是高层建筑、大型公共建筑,还是桥梁、塔式结构,都能通过合理的跷动设计,提升其抗震性能。二是跷动减震技术往往能与其他抗震措施,如消能减震、隔震技术等,形成良好的互补效应,共同构建更为全面、高效的抗震体系。(5) 跷动减震技术的应用也面临着一些挑战,如跷动装置的设计复杂度、施工精度要求以及后期维护等。在实际工程中,需要综合考虑技术、经济、施工等多方面因素,以确保跷动减震技术能够发挥最佳的减震效果^[3]。

4 隔震技术在建筑结构中的应用

4.1 基础隔震

(1) 基础隔震技术,作为建筑结构隔震领域的基石,其核心理念在于通过在建筑物基础与地基之间设置专门的隔震装置,以有效切断或减弱地震能量从地基向建筑上部的传输,从而保护建筑结构免受地震破坏。(2) 这一技术通常涉及在建筑物基础下方安装橡胶隔震支座、滑动支座、铅芯橡胶支座等隔震装置。这些装置利用其自身的弹性、阻尼和滑动特性,能够在地震发生时吸收并消耗大量地震能量,同时允许建筑物在水平方向上发生一定程度的位移,以减小地震对建筑物的直接

冲击。(3)基础隔震技术的优势在于其显著的抗震效果和广泛的适用性,通过合理的隔震设计,可以显著降低建筑物的地震响应,减小结构的地震力和变形,从而保护建筑物的主体结构 and 内部设施不受损害。该技术适用于各种类型的建筑结构,无论是高层建筑、大型公共建筑,还是桥梁、塔式结构,都能通过基础隔震技术提升其抗震性能。(4)基础隔震技术的实施也面临一定的挑战,隔震装置的选择与布置需要考虑地基条件、建筑物类型、抗震需求等多个因素。施工过程中的精度控制也至关重要,以确保隔震装置能够发挥最佳的隔震效果;但尽管如此,基础隔震技术仍以其卓越的抗震性能和广泛的应用前景,成为建筑结构隔震领域的首选方案。

4.2 层间隔震

(1)层间隔震技术,作为建筑结构隔震领域的一项重要创新,其核心在于在建筑物的楼层之间或特定结构层之间巧妙地设置隔震装置,以有效隔离和耗散地震能量,从而保护建筑结构免受地震破坏。(2)该技术通常涉及在楼层或结构层间安装橡胶隔震支座、滑动支座、阻尼器等隔震装置。这些装置能够在地震发生时,吸收并分散由地基传递上来的地震能量,同时允许楼层或结构层之间发生一定程度的相对位移,以减小地震对建筑结构的直接冲击。(3)层间隔震技术的优势在于其广泛的适用性和灵活性,它不仅可以应用于新建建筑,为建筑设计提供更高的抗震性能;也可以用于既有建筑的抗震加固改造,提升建筑结构的抗震能力。层间隔震技术还能够根据建筑物的实际情况进行定制设计,以满足不同建筑结构和功能的需求。(4)层间隔震技术的实施也面临一定的挑战,隔震装置的选择与布置需要考虑建筑物的结构特点、地震烈度以及抗震需求等多个因素。施工过程中的精度控制也至关重要,以确保隔震装置能够发挥最佳的隔震效果;但尽管如此,层间隔震技术仍以其独特的抗震性能和广泛的应用前景,成为建筑结构隔震领域的研究热点之一^[4]。

4.3 悬挂隔震

(1)悬挂隔震技术,作为建筑结构隔震领域的一种创新方法,其核心理念在于将建筑物的关键部分或整体

结构通过悬挂系统悬浮于地震波的传播路径之上,从而实现地震能量的有效隔离。(2)这一技术通常涉及高精度悬挂装置的设计与安装,这些装置包括高强度的吊索、吊杆以及专门的悬挂支架等。它们被精心布置在建筑结构与一个相对稳定的隔震平台或地基之间,形成一个有效的隔震层;在地震发生时,隔震平台或地基能够吸收并分散地震能量,而悬挂系统则确保建筑物主体保持相对稳定,减少由地震引起的位移和加速度。(3)悬挂隔震技术的优势在于其高度的适应性和灵活性,它不仅能够适应不同烈度的地震作用,还能根据建筑物的实际结构和功能需求进行定制设计。这种技术特别适用于那些对地震响应敏感或需要高度保护的建筑,如数据中心、博物馆、精密实验室等。(4)悬挂隔震技术的实施也面临一定的挑战,悬挂系统的设计与施工需要高度的专业技术和精度,以确保其稳定性和可靠性。悬挂隔震技术的成本相对较高,可能需要在项目初期进行较大的投资;但考虑到其在保护建筑结构及其内部设施方面的卓越性能,这种投资往往是值得的。

结语

地震区建筑结构设计及减震隔震技术的综合应用对于提高建筑物的抗震性能具有重要意义。通过深入分析传统抗震设计方法的优缺点,并详细介绍减震技术和隔震技术的原理、优势、挑战及适用范围,本文为地震区建筑结构的抗震设计提供了全面的参考和指导。未来,随着科技的不断进步和减震隔震技术的不断创新,我们将能够更好地应对地震灾害带来的挑战,保障人民生命财产安全。

参考文献

- [1]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.
- [2]刘键.高层建筑结构隔震设计关键问题分析与处理探究[J].四川水泥,2020(09):310+313.
- [3]熊晓波.高层建筑结构设计中的隔震减震设计[J].城市建筑,2020,17(20):94-95.
- [4]沈晓龙.建筑结构设计中的隔震减震措施浅析[J].建材发展导向,2022,20(12):91-93.