

高层房屋建筑结构抗震加固方法研究

李凡

新疆维吾尔自治区自然资源厅机关服务中心, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 随着地震活动的频繁发生, 特别是在新疆地震多发区, 高层房屋建筑的抗震性能显得尤为重要。文中旨在探讨高层房屋建筑结构的抗震加固方法, 通过理论分析和实地案例研究, 提出一系列有效的抗震加固措施, 以提高建筑结构的抗震能力, 减少地震灾害的损失。

[关键词] 高层房屋建筑; 抗震加固; 地震多发区; 结构分析

DOI: 10.33142/ec.v7i8.12988

中图分类号: TU973.2

文献标识码: A

Research on Seismic Reinforcement Methods for High-rise Building Structures

LI Fan

Xinjiang Natural Resources Department Office Service Center, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the frequent occurrence of seismic activities, especially in earthquake prone areas in Xinjiang, the seismic performance of high-rise buildings is particularly important. This article aims to explore the seismic reinforcement methods of high-rise building structures, and propose a series of effective seismic reinforcement measures through theoretical analysis and field case studies to improve the seismic capacity of building structures and reduce the losses caused by earthquake disasters.

Keywords: high-rise buildings; seismic reinforcement; earthquake prone areas; structural analysis

引言

新疆位于中国西部, 是一个地震多发区。由于其特殊的地质构造和地理位置, 新疆经常发生地震, 对当地的建筑物造成了严重威胁。特别是高层房屋建筑, 由于其结构复杂、高度高、人员集中、层数多等特点, 一旦发生地震, 后果往往十分严重, 因此研究高层房屋建筑结构的抗震加固方法, 对于提高建筑的抗震能力、保障人民生命财产安全具有重要意义。

1 地震多发区的特点

新疆位于我国西部, 作为丝绸之路经济带的核心区, 有着独特的地理环境, 丰富的物质资源, 其地理位置靠近多个板块交界处, 使得地壳活动频繁, 具有显著的地震多发区特点。此外新疆的地震往往具有震级高、烈度大、震源浅等特点, 这意味着地震波对地表建筑物的影响更为直接和强烈。在这样的背景下, 高层房屋建筑面临着巨大的挑战, 由于其结构高度大、重心高、支撑结构复杂, 高层建筑在地震中更容易受到破坏, 一旦高层建筑发生倒塌或严重损坏, 不仅会造成巨大的人员伤亡和财产损失, 还可能引发连锁反应, 对其他建筑和设施造成进一步破坏。

抗震加固不仅能够提高建筑结构的抗震能力, 减少地震灾害的损失, 还能保障人民生命财产的安全, 通过科学合理的抗震加固措施, 可以使既有高层建筑在地震中保持相对稳定, 减少倒塌和损坏的风险, 从而为人们提供更为安全可靠的居住环境。具体而言, 高层房屋建筑的抗震加固需要从多个方面入手, 首先要对既有建筑结构进行全面

的评估和分析, 确定其抗震性能的薄弱环节; 其次根据评估结果, 选择适当的抗震加固技术与方法, 如增设抗震支撑、加固墙体、优化结构布局等; 同时还需要加强建筑的连接构造和整体稳定性, 以提高其整体抗震能力。高层房屋建筑的抗震加固还需要与日常维护和管理相结合, 定期对建筑进行检查和维修, 及时发现和处理潜在的安全隐患, 可以确保建筑在地震发生时能够发挥出最佳的抗震性能。

2 高层房屋建筑抗震加固的理论基础

2.1 地震波的传播特性与建筑结构的响应

地震波是地震发生时, 由震源释放的能量沿地壳传播的一系列波动, 这些波动主要分为体波和面波。体波包括纵波(P波)和横波(S波), 其中纵波传播速度较快, 主要引起建筑结构的纵向振动; 横波传播速度稍慢, 是造成建筑结构水平振动和破坏的主要原因, 面波, 包括瑞利波和勒夫波, 它们在地表附近传播, 对建筑物产生摇晃作用。

高层房屋建筑由于其高度和结构的特殊性, 对地震波的响应尤为敏感, 当地震波传播到建筑所在地时, 建筑结构的固有频率与地震波的频率相互作用, 可能引发共振现象, 从而加剧结构的振动和破坏。因此在抗震加固设计中, 必须充分考虑地震波的传播特性, 以及建筑结构对地震波的响应, 从而采取有效的抗震措施, 减少结构的振动和损伤。

2.2 抗震设计的基本原则与标准

抗震设计的主要目的是使建筑物在地震中具有一定的承载能力、变形能力和耗能能力, 以保证建筑结构的整体稳定性和安全性, 抗震设计的基本原则包括“小震不坏、

中震可修、大震不倒”，这意味着建筑在遭遇不同级别的地震时，应能够满足不同的抗震要求。为实现这些原则，抗震设计需要遵循一系列的标准和规范。这些标准通常包括建筑结构的抗震设防烈度、抗震设防分类、抗震计算方法、抗震构造措施等，例如在中国，高层房屋建筑需要按照《建筑抗震设计规范》进行抗震设计，确保建筑在地震中的安全性能。

在抗震设计中，还需要考虑到地震动的三要素：幅值、频谱和持时。这些要素决定了地震对建筑结构的作用方式和程度。在抗震加固设计中，需要综合考虑地震动的特性，以及建筑结构的动力响应，从而制定出科学合理的抗震加固方案。

2.3 常用的抗震加固技术与方法

(1) 增设抗震支撑。通过在建筑结构中增设抗震支撑，如钢支撑、钢筋混凝土支撑等，提高结构的整体刚度和稳定性，从而减少地震时的变形和破坏。

(2) 加固墙体。对于高层建筑的墙体，可以采用增设钢筋网、增加混凝土层厚度、使用高强度材料等方法，提高其承载能力和抗震性能。

(3) 优化结构布局。通过调整建筑结构的布局，如改变柱网布置、增设抗震缝等，改善结构的动力特性，降低地震时的振动响应。

(4) 隔震与减震技术。采用隔震支座、减震阻尼器等装置，减少地震波对建筑结构的直接作用，降低结构的振动幅度和破坏程度。

(5) 增强连接构造。对于建筑结构的连接部位，如梁柱节点、墙板连接等，采取加强措施，提高其在地震时的稳定性和可靠性。

这些抗震加固技术与方法在实际应用中，需要根据具体的工程条件和地震特点进行选择和组合，以确保加固效果达到最佳，同时在加固过程中，还应注意施工质量和安全控制，确保加固后的建筑结构能够充分发挥其抗震性能。

3 新高层房屋建筑抗震加固的实地案例分析

3.1 选取典型的抗震加固案例进行分析

为了深入理解高层房屋建筑抗震加固的实际效果和应用情况，特别选择了新疆某市一栋具有代表性的高层建筑作为案例分析对象，这栋建筑不仅因为其高度和复杂性在当地颇受关注，更是因为其在历史地震中遭受了不同程度的损伤，急需进行抗震加固。该建筑始建于上世纪 90 年代，当时的设计标准和施工规范相对现在来说较为落后，尤其是在抗震设计方面存在明显不足。随着时间的推移和地震活动的频繁发生，该建筑逐渐暴露出结构损伤、墙体开裂、连接部位松动等一系列问题。在最近一次较大的地震中，该建筑甚至出现了明显的摇晃和变形，严重威胁到了居民的生命财产安全。

针对这一严峻形势，业主单位积极响应政府关于加强

建筑抗震设防的号召，决定对该建筑进行抗震加固处理，通过竞争性谈判选择结构检测鉴定单位，对该建筑进行详细的结构检测和评估，设计单位根据检测结果制定了全面的加固设计方案。加固工作涉及到了墙体的增大截面加固、梁柱的粘钢加固。

整个加固过程历时数月，期间加固团队克服了诸多技术难题和施工挑战，最终成功完成了加固工作。加固后的建筑不仅在结构性能上得到了显著提升，还在外观和使用功能上得到了改善。这一案例的成功实践，为类似的高层房屋建筑抗震加固提供了宝贵的经验借鉴。

3.2 分析加固前后的结构性能变化

在抗震加固工作开始之前，对该高层建筑进行了详尽的结构性能检测与评估，通过专业的仪器设备和技术人员细致检测，发现该建筑存在明显的抗震能力不足的问题，具体来说，梁柱和墙体的抗震性能未能达到现行抗震规范要求，部分连接构造也存在缺陷，这些问题在历次地震中已有所体现，且随着时间的推移愈发严重。为了确保居民的生命财产安全，急需对该建筑进行抗震加固处理。加固设计团队根据检测结果，制定了针对性的加固设计方案。方案中包括了增设抗震支撑、加固墙体、优化连接构造等多项措施，这些措施旨在提高建筑结构的整体刚度、稳定性和承载能力，从而使其在地震中能够保持相对稳定，减少倒塌和损坏的风险。

加固工作完成后，再次对该建筑进行了结构性能检测。这次检测的结果令人振奋：加固后的建筑在地震模拟振动测试中的表现有了显著的提升。与加固前相比，建筑的振动幅度和变形量均有所降低，说明结构的刚度和稳定性得到了明显的增强。此外，加固后的建筑在承受设计地震烈度作用下的承载能力也得到了显著的提升，这意味着建筑在遭遇地震时更加安全可靠，倒塌的风险得到了有效的降低。

除了对地震抵抗能力的提升外，加固工作还对建筑的整体稳定性和耐久性产生了积极的影响。通过加固处理，建筑结构的裂缝和损伤得到了有效的修复和加固，这不仅延长了建筑的使用寿命，还提高了建筑的整体稳定性。居民们可以更加安心地居住在这栋建筑中，享受更加安全、舒适的生活环境。

3.3 总结加固经验与教训

通过本次实地案例分析，可以总结出在抗震加固工作中，必须全面考虑地震波的传播特性、建筑结构的响应以及抗震设计的基本原则与标准等因素，只有在此基础上制定出的加固方案才能确保加固效果达到最佳。针对不同的建筑结构和地震特点，需要采用不同的加固技术与方法。在本次案例中，通过增设抗震支撑、加固墙体和优化连接构造等多种措施的综合运用，有效提高了建筑结构的抗震能力。加固工作必须注重施工质量和安全控制，在施工过程中，需要严格遵守相关规范和技术要求，确保加固材料

的质量和使用的安全。同时还需要加强对施工现场的安全监管和管理措施,防止发生安全事故。

抗震加固工作并不是一劳永逸的,在加固完成后,还需要定期对建筑进行检查和维护保养工作,及时发现和处理潜在的安全隐患,同时还需要根据地震活动和建筑使用情况等因素定期对加固效果进行评估和调整,确保建筑结构始终保持在最佳状态。

4 高层房屋建筑抗震加固方法的优化与创新

4.1 结合新疆地震特点,提出针对性的加固措施

(1) 增设隔震支座。新疆地震中,建筑结构的水平振动往往是造成破坏的主要原因,在加固过程中,可以考虑增设隔震支座,隔震支座能够有效地隔离地震波对建筑结构的直接作用,减少结构的振动幅度和破坏程度。在新疆地区,选择适合当地地震特点的隔震支座,如橡胶隔震支座、摩擦摆隔震支座等,能够有效提高高层建筑的抗震性能。

(2) 加强梁柱节点的连接。梁柱节点是高层建筑结构中的关键部位,其连接构造的可靠性对于整个结构的稳定性至关重要,在新疆地震中,由于梁柱节点连接不良导致的结构破坏案例屡见不鲜。因此在加固过程中,应加强对梁柱节点连接的加固处理,如采用高强度螺栓连接、增设钢板焊接等方式,提高节点的承载能力和抗震性能。

(3) 优化墙体结构。高层建筑的墙体结构对于抵抗地震作用具有重要意义,在新疆地区,墙体的抗震性能尤为重要。因此,在加固过程中,可以优化墙体结构,如采用钢筋混凝土组合墙、增设抗震墙等方式,提高墙体的承载能力和稳定性。同时还可以采用轻质隔墙材料,减轻建筑自重,降低地震作用对结构的影响。

4.2 探讨新型的抗震加固技术与方法

(1) 预应力加固技术。预应力加固技术是一种新型的加固方法,通过在结构内部施加预应力,提高结构的整体刚度和承载能力,在新疆地区,高层建筑常常因为自重过大而导致地震作用下的变形过大,采用预应力加固技术,能够有效地提高结构的刚度,减小变形,从而提高结构的抗震性能。

(2) 粘贴碳纤维加固法。碳纤维材料具有轻质、高强度、高弹性模量等优点,在抗震加固领域具有广阔的应用前景,通过粘贴碳纤维布或碳纤维板于建筑结构表面,能够有效地提高结构的承载能力和延性。在新疆地区,采用粘贴碳纤维加固法,可以有效地提高高层建筑的抗震性能,同时不增加结构的自重。

(3) 振动控制技术。振动控制技术是一种主动加固方法,通过在结构中安装振动控制装置,如主动质量阻尼器、调谐质量阻尼器等,对结构进行主动控制,减小地震作用下的振动幅度。在新疆地区,高层建筑的振动控制技术具有重要的应用前景,通过合理选择和安装振动控制装

置,能够有效地提高高层建筑的抗震性能。

4.3 分析加固成本与效益之间的关系

(1) 成本分析。加固成本主要包括加固材料费用、施工费用、设计费用等,在选择加固措施和技术时,应充分考虑成本因素。例如虽然新型抗震加固技术和方法在提高结构抗震性能方面具有显著优势,但其成本往往较高。因此,在选择加固方案时,应根据实际情况进行综合考虑,选择性价比最优的方案。

(2) 效益分析。加固效益主要包括减少地震灾害损失、提高建筑使用寿命、提升居民生活质量等,通过合理的加固处理,可以有效地提高高层建筑的抗震性能,降低地震灾害损失。同时,加固处理还可以提高建筑的使用寿命和居民的生活质量。因此在进行加固工作时,应充分考虑加固效益,确保加固工作的经济效益和社会效益。

(3) 成本与效益关系分析。在加固工作中,成本与效益之间存在一定的关系,一方面,加固成本的提高可能会带来更好的加固效果,从而提高效益;另一方面,过高的加固成本可能会导致加固工作的经济效益不佳。在进行加固工作时,应合理控制加固成本,确保加固效果与成本之间的平衡。同时,还应充分考虑加固工作的社会效益,确保加固工作能够为社会带来更大的价值。

5 结束语

通过对高层房屋建筑结构的抗震加固方法进行深入研究,可以为新疆地震多发区的建筑安全提供有力支持,随着科技的不断进步和抗震设计理念的更新,现在有信心相信,未来的高层房屋建筑将更加安全、稳固,能够抵御地震带来的挑战。

[参考文献]

- [1] 史成伟. 高层房屋建筑结构抗震加固方法研究[J]. 新乡学院学报, 2023, 40(9): 58-62.
- [2] 杨洪志. 高层建筑结构抗震加固设计方法研究[J]. 砖瓦, 2023(6): 86-89.
- [3] 薛红京, 束伟农, 高志斌, 等. P-TRC 加固砌体结构历史建筑抗震性能研究[J]. 建筑技术, 2023, 54(10): 1166-1169.
- [4] 钟庆. 多层建筑砌体结构抗震加固技术和方法研究[J]. 居舍, 2018(19): 75.
- [5] 邓伟华. 高层建筑结构抗震加固方法研究进展[J]. 中国水运(下半月), 2012, 12(6): 256-257.
- [6] 龚礼明. 论高层房屋建筑梁柱节点的抗震加固方法[J]. 现代经济信息, 2009(18): 250.

作者简介: 李凡(1977.7—), 男, 汉族, 籍贯: 辽宁海城, 本科, 新疆维吾尔自治区自然资源厅机关服务中心, 职务职称: 基建科科长/高级工程师; 研究方向: 工业与民用建筑。