

建筑工程中抗震设计与加固技术研究

陶伟

(安徽妙旭建筑工程有限公司, 安徽 安庆 246000)

【摘要】地震作为一种自然灾害,对建筑物造成的破坏是巨大的。为了减少地震对建筑物的影响,提高建筑物的抗震能力,本文深入研究了建筑工程中的抗震设计与加固技术。首先从抗震设计的基本原则和方法入手,详细分析了建筑的平面布局、纵向布局以及整体布局在抗震设计中的重要性。接着,本文探讨了多种抗震加固技术,包括增设墙体法、承载能力加固法等,并阐述了这些技术的原理和实施要点,以期为行业发展提供相关参考。

【关键词】建筑工程;抗震设计;加固技术;地震灾害

引言:

地震是一种具有强大破坏力的自然灾害,对建筑物和人民生命财产安全构成严重威胁。近年来,随着全球地震活动的频繁发生,建筑工程中的抗震设计与加固技术显得尤为重要。本文旨在通过深入研究抗震设计与加固技术,为建筑工程提供更加科学、有效的抗震方案,以保障建筑物的安全性和稳定性。

一、抗震设计的基本原则和方法

(一) 抗震设计的基本原则

结构稳定性是指在地震等动态作用下,结构保持其几何形状和承载能力的能力。为了实现这一目标,设计者需要充分了解地震的特性,如地震波的传播、能量的分布等,以此为基础,设计出能够有效分散和吸收地震能量的结构体系。常用的稳定设计方法包括动力响应分析,结构性能评估以及优化设计。可靠性原则要求在设计中充分考虑结构的失效概率,通过设置合理的安全系数,确保在地震发生时,结构的承载能力不会低于实际需求。可靠性设计通常包括结构可靠性分析和安全性评估,这些方法可以帮助设计者评估结构在地震中的表现,从而采取相应的改进措施。耐久性原则是保证结构在长时间内具有稳定性的能力。建筑物的使用寿命可能达到几十年甚至上百年,因此,结构在地震作用下应具有足够的耐久性,确保其在使用期限内能够抵御地震的冲击。耐久性设计通常包括材料的选择、施工工艺的优化以及耐久性评估等方面。设计者需要精心选择抗震性能好的建筑材料,并改进施工工艺,以提高结构的耐久性。

(二) 抗震设计的方法

1. 建筑的平面布局设计。建筑的平面形状应尽

可能简洁,避免复杂形状,减少结构的不规则性,以降低地震时的响应。平面布局应尽可能保持对称,以确保结构在地震作用下的受力均衡,减少局部应力集中。建筑的尺寸应适当,避免过大或过小,过大可能增加结构的地震响应,过小可能导致结构的不稳定性。合理划分建筑的功能区,使各个功能区在结构中处于相对独立的位置,能够有效地减小地震作用对结构的影响。建筑的平面布局应与地形地貌相匹配,尽量减少对地形地貌的破坏,以减少地震时的额外应力。建筑的平面布局应考虑与周围环境的协调性,避免对环境造成过大的破坏,减少地震时的额外应力。

2. 建筑的纵向布局设计。高层建筑通常被划分为不同的结构层,每个结构层具有独立的支撑体系,这样可以分散地震作用,减少地震对建筑的影响。建筑物各层的刚度和质量应尽可能均匀,避免上部结构刚度和质量过大,导致地震时的严重破坏。建筑的顶部应具有较高的刚度和强度,以抵抗地震力的冲击。同时,底部结构也应具有足够的承载能力,以确保建筑的稳定。在设计中应考虑层间变形协调,通过合理设计层间位移、层间刚度比,使结构各层在地震作用下能够协调变形,从而提高建筑的抗震性能。对于高层建筑,可以采用组合结构设计,如框架—剪力墙结构、框架—筒体结构等,以提高建筑的抗震性能。在建筑中设置垂直支撑,如核心筒、剪力墙等,可以提高建筑的抗震性能,防止地震时的倒塌。

3. 建筑的整体布局设计。整体布局设计应遵循“整体性”原则,确保建筑的各个部分在地震作用下能够协同工作,共同抵抗地震力。这包括确保建筑的各个部分在结构上有机连接,以及在设计中考虑

地震波的传播路径，以优化结构的动态响应。例如，通过设置适当的刚度过渡，可以避免地震能量在结构中局部集中，从而降低结构破坏的风险。整体布局设计还需考虑建筑与周围环境的相互作用，包括地形、地基条件、邻近建筑物的影响等。建筑物应与地形地貌相协调，避免在地震中因地形加剧地震作用。同时，应考虑相邻建筑物可能产生的地震波相互作用，通过合理布局减少间接地震作用的影响。例如，通过设置适当的间隔或使用隔震技术，可以降低相邻建筑之间地震能量的传递。整体布局设计还需结合建筑的功能特性，实现功能分区与结构抗震性能的融合。例如，对于教育、医疗等重要公共建筑，应确保关键功能区域的抗灾能力，如设置独立的支撑体系，以保证在地震发生时这些区域的可用性。同时，通过优化疏散路线，确保人员在紧急情况下能够快速、安全地撤离。在进行整体布局设计时，设计师应借助计算机模拟技术，如有限元分析、动力学仿真等，模拟建筑在不同地震情况下的响应，以评估和优化布局方案。同时，设计师还可以参考国内外的抗震设计规范和成功案例，吸取经验教训，提升设计的可靠性和有效性。

二、抗震加固技术研究

（一）增设墙体法

增设墙体法是在现有建筑结构中增加墙体以提高结构的抗震性能，这种方法适用于需要增强结构刚度和稳定性，以及改善地震反应的建筑。增设墙体通常是在建筑物的薄弱部位，如敞开空间的周边、非承重墙的内部或楼层之间，以形成新的承重体系或增加剪力墙。这种方法既可应用于新建建筑，也可用于既有建筑的抗震加固。在增设墙体时，应选择合适位置，以确保其能够有效地增加结构的整体性，提高整体的抗震能力。通常，增设墙体应位于可能形成剪切带的部位，如开间较大或楼板厚度不足的地方，以防止地震时的剪切破坏。根据建筑结构和加固目标，可以选择不同类型和材料的墙体，如砖墙、混凝土墙或轻质墙体。选择具有较高强度和刚度的墙体材料可以增强结构的承载能力，而轻质墙体则能够减轻结构自重，缓解地震作用。增设墙体与既有结构的连接是至关重要的环节。连接方式应确保墙体与原结构可靠连接，以实现新增墙体与既有结构的协同工作，提高整体的抗震性能。常见的连接方式包括锚固件连接、焊接连接和嵌入式连接等。增设墙体的施工过程应遵循严格的工艺规范，确保施工质量和结构的稳定性。在施工过程中，应进行必要的监测和质量控制，以确

保新增墙体的正确安装和与原结构的有效结合。增设墙体后，应对结构的性能进行评估，包括抗震性能、刚度和承载能力等。这可以通过理论计算、有限元分析或现场试验等方式进行，以确定新增墙体的效果，并对加固方案进行调整优化。

（二）承载能力的加固方法

在建筑工程中，承载能力的加固主要针对建筑结构中承载力不足的构件进行增强，以确保在地震作用下结构能够有效承载并保持稳定。承载能力的加固方法多种多样，主要包括增大截面法、外包钢加固法、碳纤维增强聚合物（CFRP）缠绕法以及增设支撑等。

1. 增大截面法。增大截面法是通过增大结构构件的尺寸来提高其承载能力。这种方法适用于梁、柱等主要受力构件，通过增加材料的截面积，提高结构的抗弯、抗剪和抗拉性能。增大截面的方法包括在原构件外部加厚或内部插入新的钢筋混凝土，以增强构件的承载力。这种方法在设计时需考虑新旧材料的连接方式和施工工艺，确保新旧结构能够协同工作，提高整体的抗震性能。

2. 外包钢加固法。外包钢加固法是通过在结构构件的外表面包裹型钢，以增强其承载能力。通常适用于钢筋混凝土柱、梁等构件，通过型钢与混凝土的黏结和机械咬合，增大结构的总截面和受力面积，提高其抗弯、抗剪性能。外包钢加固时，应确保型钢与混凝土之间的可靠连接，如采用焊接、锚栓等方式，并进行适当的防腐处理，以保证加固效果的长久性。

3. 碳纤维增强聚合物（CFRP）缠绕法。碳纤维增强聚合物（CFRP）缠绕法是利用高强度、轻质的CFRP材料，以缠绕的方式增强结构构件的承载能力。这种方法适用于受弯、受剪、受拉的混凝土、预应力混凝土以及钢结构构件。CFRP材料的抗拉强度极高，能够显著提高构件的抗弯性能，而其重量轻的特点使其在增强结构承载力的同时，尽量减少额外自重对结构的影响。在施工时，需注意CFRP与混凝土的黏结质量，以及对原结构的保护，以确保加固效果。

4. 增设支撑。增设支撑法是在结构中加入新的支撑系统，提高结构的侧向刚度，增加结构的抗震性能。这种方法适用于需要提高结构整体稳定性的建筑，如框架结构中增设剪力墙、支撑等。增设支撑时，需考虑支撑的位置、类型和尺寸，以确保新增支撑与原有结构的协同工作，并通过精确的计算和设计，确保支撑系统的可靠性和经济性。

三、抗震设计与加固技术的实际应用探讨

（一）在新建建筑中的应用

在设计初期，建筑师应遵循简洁明了、均衡对称、尺度适当和功能区划分等原则，以创建一个在地震中能够有效分散地震能量、保持稳定的设计。对于高层建筑，设计者应采用分层设计、刚度和质量的均匀分布、强度和稳定性控制以及层间变形协调等策略，增强建筑的抗震性能。例如，通过设置核心筒和剪力墙，不仅可以提供足够的侧向刚度，还能有效抵抗水平地震力，减少地震对建筑的影响。设计师需要考虑建筑与周围环境的相互作用，如地形、地基条件和邻近建筑物的影响，以确保整体结构在地震中的协调响应。同时，根据建筑的功能特性，如教育设施，需要确保关键功能区域的抗灾能力，例如设置独立的支撑体系，以保证在地震发生时教学区域的可用性。在新建建筑中，还可以充分利用现代科技，如计算机模拟技术，进行动力学仿真和有限元分析，以预测建筑在不同地震条件下的性能，从而优化设计。此外，设计师还可以参考国内外的成功案例和规范，吸取经验，提升设计的可靠性和有效性。在施工过程中，抗震设计的实施需要与加固技术紧密结合。常见的加固技术，如增大截面、外包钢、CFRP 缠绕和增设支撑，能在新建建筑中实现结构承载能力的提升。例如，增大截面可以增强梁柱的抗弯抗剪能力，外包钢则可以提供额外的侧向支撑，而 CFRP 缠绕则因其轻质高强的特性，被广泛应用于增强结构的抗弯性能。在实际应用中，设计师应根据建筑的具体情况，选择合适的加固方法，制定出个性化、经济高效的抗震加固策略。通过对比分析各种技术的性能和成本，可以确保在兼顾安全性和经济性的前提下，提升建筑的抗震能力。

（二）在灾害预防与减灾中的应用

通过深入理解地震动力学原理，设计者能够为建筑物选择最适宜的结构形式，如框架结构、剪力墙结构或混合结构，以优化结构的抗震性能。同时，通过采用先进的计算方法，如有限元分析，设计者可以模拟建筑物在地震中的动力响应，提前识别可能的薄弱环节，从而在设计初期就进行优化，增强建筑物的整体抗震能力。对于已经建成的建筑，可能由于设计标准的更新、荷载的改变或者材料的老化，其抗震能力可能无法满足现行的抗震设防要求。通过应用加固技术，如增大截面、外包钢、碳纤维增强聚合物（CFRP）缠绕、增设支撑等，能够有效

提高建筑结构的承载能力、刚度及抗震性能。例如，增大截面法可以显著增强梁、柱等关键构件的承载能力，而外包钢和 CFRP 缠绕则能提供额外的强度和刚度，增强结构的抗震性能。针对不同类型的建筑物，如学校、医院、住宅等，应用抗震加固技术时，应考虑其特殊功能和使用环境，制定个性化加固策略。例如，在学校建筑中，由于涉及大量学生和教职员工，除了增强结构强度，还需要确保疏散通道的安全，因此，可能需要在关键位置增设支撑，同时优化疏散路线，以保证在地震发生时能够快速、安全地疏散人群。在灾后评估中，通过结构性能评估，可以确定哪些结构需要加固或重建，而抗震设计则可以为灾后重建提供科学依据，确保新建筑能够满足更高的抗震设防要求。同时，通过借鉴前次地震的经验教训，可以进一步优化后续的抗震设计和加固策略，提高新建筑的抗震性能，为未来的防灾减灾奠定坚实基础。

结束语：

本文深入探讨了建筑工程中的抗震设计与加固技术，从基本原则、方法到实际应用，系统地分析了如何提高建筑结构的抗震能力。随着地震活动的频繁发生，抗震设计与加固技术的重要性日益凸显。在新建建筑中，通过合理的抗震设计，选择适宜的结构形式和材料，结合现代科技手段进行模拟和优化，可以显著提升建筑的抗震性能。对于既有建筑，通过应用多种加固技术，如增设墙体、承载能力加固等，可以有效增强结构的承载能力、刚度和稳定性，延长建筑的使用寿命。同时，抗震设计与加固技术在灾害预防与减灾中也发挥着重要作用，为灾后重建提供科学依据，减少地震灾害对人民生命财产安全的威胁。未来，随着科技的进步和新型材料的不断涌现，抗震设计与加固技术将迎来更多创新和发展机遇。我们期待通过不断地研究和实践，为建筑工程提供更加科学、有效的抗震方案，为构建安全、稳定的城市环境贡献力量。

参考文献：

- [1] 李晓霞. 建筑结构设计中的隔震减震措施浅析[J]. 山西建筑, 2022, 48 (05) : 41-43.
- [2] 康凌. 建筑结构抗震加固方法的应用[J]. 住宅与房地产, 2021, (34) : 180-181.
- [3] 赵辉. 建筑结构抗震鉴定及加固设计分析[J]. 中国新技术新产品, 2021, (18) : 85-86.