

探讨土木工程结构设计中的抗震研究

李冰¹ 赵海霞²

1. 吴桥县市政工程有限公司 河北 沧州 061800

2. 吴桥县住房和城乡建设局 河北 沧州 061800

摘要：地震作为极具破坏力的自然灾害，使抗震设计成为保障建筑物安全的关键。本文从生命安全、经济损失、社会稳定等方面阐述其重要性，分析了结构体系、建筑材料、场地条件等影响抗震性能的因素，介绍了现行抗震设计方法，并探讨了多灾害耦合、智能结构融合、新材料研发等未来抗震研究趋势。

关键词：土木工程结构设计；抗震；研究

引言：地震作为极具破坏力的自然灾害，给人类社会带来沉重伤痛与巨大损失。在此背景下，抗震设计成为保障建筑物安全、守护生命财产的关键所在。影响结构抗震性能的因素复杂多样，现行抗震设计方法各有优劣，而抗震研究的未来发展趋势也呈现出多学科交叉融合态势。深入探究抗震设计相关要点，对提升土木工程抗震能力意义重大。

1 抗震设计的重要性

地震，作为一种极具突发性和破坏力的自然灾害，给人类社会带来了无尽的伤痛与损失。其发生的随机性以及释放的巨大能量，使得建筑物在地震面前面临着前所未有的严峻考验。抗震设计，作为保障建筑物安全的关键环节，其重要性不言而喻。（1）从生命安全的角度来看，抗震设计是守护人们生命的最后一道防线。当地震来袭，不合理的抗震设计会使建筑物在瞬间失去承载能力，轰然倒塌。在地震案例中，那些未经过科学抗震设计的建筑，在地震波的冲击下不堪一击，大量人员被掩埋在废墟之下，数千人失去了宝贵的生命。每一个逝去的生命背后，都是一个家庭的破碎和无尽的悲痛。而合理的抗震设计则能够在地震发生时，使建筑物保持结构的完整性，为人们提供相对安全的避难空间，为人员疏散和救援工作争取宝贵的时间，从而最大限度地减少人员伤亡。（2）从经济损失的角度而言，抗震设计能够有效降低地震带来的财产损失。地震不仅会导致建筑物本身的损毁，还会引发一系列次生灾害，如火灾、水灾等，进一步加剧经济损失。以[具体地震案例]为例，经济损失高达数十亿，这其中不仅包括建筑物的直接损失，还涵盖了因生产中断、基础设施破坏等造成的间接损失。而具有良好抗震性能的建筑，能够在地震中减少损坏程度，降低修复成本，保障企业的正常生产和社会的正常运转，从而减轻经济负担，促进经济的快速恢

复。（3）抗震设计对于社会的稳定和可持续发展也起着至关重要的作用。一个频繁遭受地震破坏、人民生命财产安全得不到保障的社会，难以实现稳定和发展。合理的抗震设计能够提高整个社会的抗震能力，增强人们对自然灾害的抵御信心，维护社会的正常秩序。同时，抗震设计的发展也推动了建筑技术的进步和创新，促进了相关产业的发展，为社会的可持续发展提供了有力支撑。（4）目前在一些地区，抗震设计仍未得到足够的重视。一些建筑商为了降低成本，忽视了抗震设计的要求，导致建筑物存在严重的安全隐患。因此，我们必须加强抗震设计的宣传和推广，提高全社会的抗震意识。政府应加强对建筑行业的监管，严格执行抗震设计规范，确保每一座建筑物都能达到相应的抗震标准^[1]。

2 影响结构抗震性能的因素

2.1 结构体系的选择

结构体系是建筑物的骨架，不同的结构体系在抗震性能方面存在着显著差异。框架结构是常见的结构体系之一，它具有较好的空间灵活性，能够满足建筑物多样化的功能需求。然而，框架结构的侧向刚度相对较小，这使得它在地震作用下容易产生较大的侧移。较大的侧移不仅会导致建筑物内部装修和设备的损坏，还可能使结构产生附加内力，影响结构的整体稳定性。与之相反，剪力墙结构具有较大的侧向刚度，能够有效抵抗水平地震力。剪力墙就像一道道坚固的屏障，在地震来临时为建筑物提供强大的支撑。但是，剪力墙结构的空间布置相对受限，这在一定程度上影响了建筑物的使用功能。因此，在选择结构体系时，需要综合考虑建筑功能需求、场地条件等多种因素。例如，对于一些对空间灵活性要求较高且处于地震烈度相对较低地区的建筑，框架结构可能是一个合适的选择；而对于高层建筑或处于地震烈度较高地区的建筑，剪力墙结构或框架-剪力墙结

构可能更为合适,以提供足够的抗侧力能力。

2.2 建筑材料的特性

建筑材料的强度、延性等特性对结构的抗震性能有着显著影响。强度是指材料抵抗破坏的能力,高强度的钢材和混凝土能够提高结构的承载能力,使结构在地震作用下能够承受更大的荷载。然而,仅仅提高材料的强度是不够的,良好的延性同样至关重要。延性材料在地震作用下能够发生较大的变形而不破坏,从而吸收和耗散地震能量。以混凝土结构为例,采用延性较好的钢筋可以使混凝土结构在地震时更好地发挥抗震性能。当地震发生时,钢筋能够通过自身的变形来消耗地震能量,避免结构发生脆性破坏。此外,一些新型的建筑材料,如高性能混凝土、纤维增强复合材料等,也具有较好的抗震性能。这些材料不仅具有较高的强度和延性,还具有较好的耐久性和抗腐蚀性,能够有效提高结构的抗震能力和使用寿命。

2.3 场地条件

场地的地质条件是影响结构抗震性能的重要外部因素。地基土的类型、土层分布等对地震波的传播和结构的地震反应有着重要影响。在软弱地基上建造的建筑物,地震时容易产生较大的沉降和晃动,抗震性能相对较差。软弱地基的承载能力较低,在地震作用下容易发生变形,导致建筑物基础不均匀沉降,从而使结构产生附加应力,影响结构的整体稳定性。而在坚硬地基上的建筑物,地震反应相对较小。坚硬地基具有较高的承载能力和稳定性,能够有效减少地震波对建筑物的影响。因此,在工程选址和设计时,需要充分考虑场地条件对结构抗震性能的影响。对于处于软弱地基上的建筑物,可以采取一些加固措施,如地基处理、设置桩基础等,以提高地基的承载能力和稳定性,从而增强结构的抗震性能。影响结构抗震性能的因素是多方面的,结构体系的选择、建筑材料的特性以及场地条件相互关联、相互影响。在工程设计和施工中,需要综合考虑这些因素,采取合理的抗震措施,以提高结构的抗震性能,确保建筑物在地震中的安全^[2]。

3 现行抗震设计方法

3.1 基于力的设计方法

基于力的设计方法是传统且应用广泛的抗震设计方法。其核心在于以结构在地震作用下所承受的力作为主要设计参数。在设计过程中,工程师们通过精确计算地震力,并依据既定的设计准则对结构构件进行详细设计。这一方法有着明确的力学原理和计算流程,在长期的工程实践中积累了丰富的经验,在一定程度上能够有

效保证结构的安全性。然而,基于力的设计方法也存在明显的局限性。它主要侧重于结构对地震力的承载能力,而对于结构在地震过程中的变形和耗能等关键性能考虑不够全面。在实际地震中,结构的变形和耗能能力对于其整体抗震性能至关重要。过大的变形可能导致结构构件的破坏,甚至引发结构的整体倒塌;而良好的耗能能力则能够有效吸收和耗散地震能量,减轻结构所承受的冲击。因此,仅仅依靠基于力的设计方法,可能无法全面满足现代建筑对抗震性能的高要求。

3.2 基于位移的设计方法

随着对结构抗震性能要求的不断提高,基于位移的设计方法逐渐崭露头角并得到广泛应用。该方法将结构在地震作用下的位移作为核心控制指标,通过合理控制结构的位移来确保结构的抗震性能。与基于力的设计方法相比,基于位移的设计方法更能真实反映结构在地震中的实际工作状态。在地震发生时,结构的位移是其受力变形和破坏程度的直观体现。通过精确控制结构的位移,可以有效避免结构因过大变形而导致的破坏。基于位移的设计方法能够考虑到结构在不同地震水准下的变形需求,使结构在地震中保持良好的整体性和稳定性。同时,该方法还可以与结构的耗能机制相结合,通过合理设计结构的耗能部位和耗能方式,进一步提高结构的抗震性能。

3.3 性能化设计方法

性能化设计方法是一种更为先进和灵活的抗震设计理念。它突破了传统设计方法的局限,允许设计者根据建筑物的重要性、使用功能等多种因素,针对不同的地震水准设定相应的性能目标,并通过合理的结构设计来实现这些目标。性能化设计方法的优势在于其高度的灵活性和个性化。不同的建筑物在抗震需求上存在差异,例如重要的公共建筑、医院等需要更高的抗震性能,以确保在地震中能够正常使用,保障人员的生命安全;而一些普通的工业厂房等则可以根据实际情况设定相对较低的抗震性能目标。性能化设计方法能够充分考虑这些差异,为不同的工程提供量身定制的抗震设计方案。在实际应用中,性能化设计方法需要综合考虑多种因素,如结构的力学性能、地震动的特性、材料的性能等。设计者需要运用先进的计算分析技术和工程经验,对结构在不同地震水准下的性能进行全面评估和优化设计。同时,性能化设计方法还需要建立完善性能评估体系和验收标准,以确保设计目标的实现。基于力的设计方法、基于位移的设计方法和性能化设计方法各有优缺点。在实际工程中,应根据具体工程的特点和要求,合

理选择和应用这些方法,也可以将多种方法相结合,以实现最佳的抗震设计效果,保障建筑物在地震中的安全性和可靠性。

4 抗震研究的未来发展趋势

4.1 多灾害耦合作用下的抗震研究

传统的抗震研究主要聚焦于单一地震作用对结构的影响,然而,在实际情况中,地震往往与其他灾害,如火灾、洪水等相伴发生。多灾害耦合作用下,结构的力学性能和破坏机理变得极为复杂。例如,地震可能导致建筑物出现裂缝,而随后引发的火灾会进一步削弱结构的承载能力;洪水则可能浸泡建筑物基础,降低其稳定性。深入研究多灾害耦合作用下结构的响应机制具有重要的现实意义。这需要综合考虑不同灾害的特点和相互作用方式,建立更加精确的分析模型。通过数值模拟和实验研究,揭示结构在多灾害耦合作用下的破坏规律,进而提出有效的抗灾设计方法和加固措施。例如,在结构设计中考虑防火、防水与抗震的一体化设计,提高结构在复杂灾害环境下的安全性和可靠性。多灾害耦合作用下的抗震研究不仅是对现有抗震理论的拓展,更是应对实际灾害挑战的必要举措^[1]。

4.2 智能结构与抗震技术的融合

随着智能技术的飞速发展,将其应用于土木工程抗震领域已成为未来的重要发展趋势。智能结构通过在结构中安装传感器和智能控制系统,能够实时监测结构的工作状态。在地震发生时,传感器可以迅速感知结构的振动、变形等信息,并将这些数据传输给智能控制系统。智能控制系统根据预设的算法和策略,自动调整结构的刚度和阻尼等参数,使结构能够更好地适应地震作用,从而提高其抗震性能。例如,采用形状记忆合金等智能材料制成的阻尼器,可以根据结构的振动情况自动改变其阻尼特性,有效吸收地震能量。此外,智能结构还可以实现对结构的健康监测和损伤诊断,及时发现结构的潜在问题并采取相应的维修和加固措施。智能结构与抗震技术的融合将为土木工程抗震设计带来革命性的突破,使结构具有更强的自适应能力和抗灾能力。

4.3 新型建筑材料和结构体系的研究

研发具有更高强度、更好延性和耗能性能的新型建筑材料,以及创新的结构体系,是提高土木工程结构抗震性能的重要途径。在新型建筑材料方面,新型复合材料、自修复材料等正逐渐成为研究的热点。新型复合材料具有高强度、轻质等优点,能够有效减轻结构自重,提高结构的抗震性能。自修复材料则可以在结构出现裂缝时自动修复,延长结构的使用寿命。在结构体系方面,不断探索新的结构形式和构造方式,以提高结构的整体性能和抗震能力。例如,一些新型的装配式结构体系具有施工速度快、质量可控等优点,同时通过合理的构造设计,能够实现良好的抗震性能。此外,将不同类型的结构体系进行优化组合,形成混合结构体系,也是提高结构抗震性能的有效方法。抗震研究的未来发展趋势体现了多学科交叉融合的特点。多灾害耦合作用下的抗震研究需要综合考虑土木工程、灾害学、力学等多个学科的知识;智能结构与抗震技术的融合涉及智能技术、材料科学、控制理论等领域;新型建筑材料和结构体系的研究则离不开材料科学、结构工程等学科的支持。

结束语

综上所述,抗震设计是保障建筑物安全的核心环节,关乎生命安全、经济损失与社会稳定。影响结构抗震性能的因素复杂多样,需综合考量。现行抗震设计方法各有优劣,应合理选用。而抗震研究的未来发展趋势展现出多学科交叉融合的特征,多灾害耦合研究、智能结构与抗震技术融合、新型材料与结构体系研发等方向,为提升土木工程结构抗震性能提供了新思路与新途径。未来,需不断探索创新,推动抗震技术进步,以更有效地抵御地震灾害,守护人类生命与财产安全。

参考文献

- [1]杨海伟. 探讨土木工程结构设计中的抗震研究 [J]. 中华建设, 2024, (02): 92-94.
- [2]张科. 土木工程结构设计的抗震设计分析 [J]. 建设科技, 2023, (16): 74-76.
- [3]滕达,孙路,李晓乐. 土木工程结构设计中的抗震设计分析 [J]. 住宅与房地产, 2021, (31): 130-132.