

## 土木工程结构设计的抗震设计分析

曾文豪

浙江南方建筑设计有限公司, 浙江 杭州 310000

**[摘要]**随着我国社会经济的快速发展和城市化建设的进程不断加快, 建筑行业面临着前所未有的发展机遇。在建筑要求不断提高的同时, 土木工程结构设计的标准也逐步提升, 安全性成为设计的重中之重。在这种背景下, 抗震设计成为社会各界广泛关注的焦点之一。抗震设计的质量直接关系到建筑结构的稳定性以及建筑使用者的人身安全。文中对土木工程结构设计中的抗震设计进行了探讨, 旨在为建筑设计人员提供参考和指导。通过对抗震设计的研究, 可以进一步提高建筑结构的抗震性能, 确保建筑在地震等灾害发生时能够保持稳定和安全。

**[关键词]** 土木工程; 结构设计; 抗震设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i1.12353

中图分类号: TU3

文献标识码: A

### Seismic Design Analysis of Civil Engineering Structural Design

ZENG Wenhao

Zhejiang South Architectural Design Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

**Abstract:** With the rapid development of Chinese social economy and the accelerating process of urbanization, the construction industry is facing unprecedented development opportunities. While building requirements are constantly increasing, the standards for civil engineering structural design are also gradually improving, and safety has become a top priority in design. In this context, seismic design has become one of the focuses of widespread concern in society. The quality of seismic design is directly related to the stability of building structures and the personal safety of building users. This article explores seismic design in civil engineering structural design, aiming to provide reference and guidance for building designers. Through research on seismic design, the seismic performance of building structures can be further improved, ensuring that buildings can maintain stability and safety in the event of earthquakes and other disasters.

**Keywords:** civil engineering; structural design; seismic design

#### 引言

在现代建筑工程中, 抗震设计是确保建筑结构在地震发生时能够保持稳定和安全的重要环节。地震是一种极端的自然灾害, 可能造成严重的破坏和人员伤亡, 因此对土木工程结构设计中的抗震性能进行全面的分析和评估至关重要。随着科学技术的不断进步和抗震设计理论不断完善, 人们对抗震设计的重视程度也在不断提高。本文将探讨土木工程结构设计中的抗震设计问题, 包括其原理、方法和优化策略, 以期为工程实践提供可靠的指导和建议。通过对抗震设计的综合分析, 可以提高建筑物在地震灾害中的抗震性能, 降低损失, 保障人民生命财产安全, 促进土木工程领域的可持续发展。

#### 1 土木工程结构设计中抗震设计的重要性

土木工程结构设计中的抗震设计具有极其重要的意义。地震是自然界常见的灾害之一, 其突发性和破坏性常常给建筑物和人们的生命财产安全带来巨大威胁。在地震频发的地区, 如中国的许多地方, 抗震设计更是至关重要。首先, 抗震设计直接关系到建筑物的安全性和稳定性。合理的抗震设计可以有效地减小建筑物在地震作用下的受

损程度, 降低倒塌风险, 保障人们的生命安全。通过采用抗震设计措施, 可以使建筑物在地震中具备一定的弹性和变形能力, 从而减少结构的损伤, 提高其抗震性能。其次, 抗震设计对于减轻地震灾害造成的社会经济损失具有重要作用。地震灾害往往会给社会 and 经济发展带来严重影响, 造成巨大的财产损失和人员伤亡。通过科学合理地进行抗震设计, 可以降低地震灾害对建筑物和基础设施的破坏程度, 减少灾后重建和修复的成本, 为社会的稳定和经济的发展提供保障。此外, 抗震设计也是土木工程结构设计中的一重要技术挑战和研究领域。随着科技的进步和理论的不完善, 人们对于抗震设计的认识和技术手段也在不断提高和发展。通过不断地开展抗震设计的研究和实践, 可以不断提升建筑物的抗震性能, 逐步完善抗震设计的理论体系和技术方法, 为建筑工程的安全稳定提供更加可靠的保障。

#### 2 土木工程结构设计中抗震设计的原则

##### 2.1 结构简单化

在土木工程结构设计中, 抗震设计的原则之一是结构简单化。简单化的结构设计能够降低结构的复杂程度, 减

少构件之间的连接,从而提高结构的整体稳定性和抗震性能。通过简化结构形式和减少节点数量,可以降低结构的刚度和质量,从而减小结构在地震作用下的振动响应。此外,简单化的结构设计还有助于降低施工难度和成本,提高施工效率<sup>[1]</sup>。在实际设计中,可以采用一些简化的结构形式,如简支梁、单层框架等,避免过度复杂的结构形式。同时,合理选择结构的支撑形式和布置方式,避免出现过多的节点连接和转换,以降低结构的刚度和柔度不均匀性。

## 2.2 提高整体性

整体性指的是在结构设计中考虑整个建筑系统的协同作用和统一性,使得结构各部分之间具有良好的连接和协调,形成一个紧密的整体。通过提高整体性,可以有效地提升结构的整体稳定性和抗震性能。在抗震设计中,通过考虑结构的整体性,可以确保结构在地震作用下的各个部分能够协同工作,共同承担地震荷载,避免出现局部破坏导致整体倒塌的情况。为了提高整体性,设计师需要综合考虑结构的各个方面,包括结构形式、材料选取、节点连接、荷载传递等,确保各部分之间的协调性和一致性。此外,提高整体性还可以通过合理设计结构的构造形式和布局方式来实现,例如采用整体式结构布局、合理设置支撑和抗震墙等措施,增强结构的整体稳定性。

## 2.3 增强抵抗性

抵抗性指的是结构在地震发生时抵御地震力量的能力,其重要性不言而喻。增强抵抗性的目标是通过合理的设计和工程实践,使结构具备更强的抗震能力,以降低地震灾害对建筑物造成的损害程度。为了增强抵抗性,工程师和设计师通常采取一系列措施。首先,选用高强度、高韧性的建筑材料,如高强度混凝土和钢材,以提高结构的整体抗力。其次,通过合理的结构布局和构造形式,增加结构的稳定性和刚度,例如设置抗震墙、增加横向支撑等。此外,加强结构的连接节点,采用预制构件和专业的连接技术,以确保节点部位的稳固性和抗震性能。最后,通过科学的抗震设计计算和模拟分析,确保结构在地震作用下的安全性和可靠性。

## 3 土木工程结构设计中抗震设计的方法和要点

### 3.1 抗震设计的方法

在土木工程结构设计中,抗震设计是确保建筑物在地震发生时具有良好抗震性能的关键环节。为了有效应对地震的影响,工程师们采用了多种抗震设计方法。首先,一种常见的抗震设计方法是基于建筑物的抗震性能进行地震响应谱分析。这种方法通过对地震作用下建筑结构的响应进行计算和模拟,评估建筑物在地震中的受力情况,从而确定合理的结构设计方案。其次,还有基于地震烈度的等效静力法和基于动力特性的时程分析法等抗震设计方法。等效静力法将地震作用等效为静力作用,通过静力分析确定结构的抗震设计参数,适用于一般性建筑物的抗震

设计。而时程分析法则考虑了地震波的时程特性,对结构进行更为精细的动力响应分析,适用于对抗震性能要求较高的重要建筑物。此外,抗震设计还包括了考虑土壤-结构相互作用的地震地基响应分析方法,以及对结构动力特性进行优化设计的结构动力学方法等<sup>[2]</sup>。这些方法综合考虑了建筑物、地基和地震三者之间的相互作用,为建筑物提供了更为全面的抗震设计保障。

### 3.2 抗震设计的要点

#### 3.2.1 抗震设计的要求

在土木工程结构设计中,抗震设计的要求至关重要。首先,抗震设计需要根据地震活动的特点和工程结构的特性,确保建筑在地震发生时具备足够的抗震性能,以保障人员的生命安全和财产安全。其次,抗震设计要求结构在地震作用下能够保持稳定,避免倒塌或严重损坏。这包括确保结构在地震荷载作用下的合理变形能力,以及避免发生层间剪切、弯曲破坏等严重破坏模式。此外,抗震设计还需要考虑建筑的使用功能和服务寿命,保证抗震性能与建筑功能的兼顾。在设计过程中,应充分考虑建筑的重要性等级和使用要求,制定相应的抗震设计标准和指导性文件,确保抗震设计满足法律法规的要求和建筑的实际需要。

#### 3.2.2 抗震设计的计算方法

在进行抗震设计时,需要采用科学有效的计算方法来评估结构在地震作用下的响应和性能。常见的抗震设计计算方法包括静力计算法和动力计算法两种。静力计算法是一种简化的计算方法,通常适用于简单的结构或地震作用较小的情况。该方法基于结构受力平衡原理,通过静力分析确定结构在地震作用下的受力情况和变形程度。静力计算法在工程实际中应用广泛,具有计算简单、易于理解等优点,但对于复杂结构或较大地震作用下的结构,其精度和准确性可能受到限制。动力计算法是一种更为精确的计算方法,适用于复杂结构或较大地震作用下的情况。该方法基于结构的动力响应原理,通过动力分析确定结构在地震作用下的振动特性和响应。动力计算法通常包括模态分析、时程分析等技术手段,能够更准确地预测结构的地震响应,为结构设计提供更可靠的依据。

## 4 土木工程结构设计中抗震设计的优化策略

### 4.1 工程概况

在我国,许多重要的土木工程结构都采用了抗震设计,以应对地震等自然灾害可能带来的破坏。举例来说:首先,中国的高速铁路桥梁工程中广泛应用了抗震设计。例如,京沪高铁、京广高铁等众多高铁项目,为确保高铁桥梁在地震情况下的安全性和稳定性,采用了先进的抗震设计理念和技术。这些工程中的桥梁结构经过了严格的地震荷载计算和结构分析,采取了一系列的抗震措施,如设置减震支座、加固桥墩等,以提高桥梁的抗震能力,保障了高速铁路的安全运行。其次,中国的超高层建筑项目也广泛采

用了抗震设计。例如，位于上海的上海中心大厦、位于广州的广州塔等，这些超高层建筑在设计 and 施工中都充分考虑了地震因素。结构工程师在设计中采用了抗震构造、抗震材料等先进技术，以提高建筑物的抗震性能<sup>[3]</sup>。同时，通过地震模拟和结构响应分析，针对不同地震烈度和频率制定相应的抗震设计方案，确保了超高层建筑在地震发生时的安全可靠。

下图为某高铁高架桥抗震设计：



图 1 某高铁高架桥抗震设计

#### 4.2 提高施工选址的有效性

在土木工程结构设计中，提高施工选址的有效性是至关重要的抗震设计优化策略。合理的施工选址可以直接影响到工程的整体稳定性和抗震性能。

以下是提高施工选址有效性的几个关键方面：

表 1 提高施工选址有效性的几个关键方面

关键方面	说明
地质灾害隐患区避让	选择施工地点时应避开地震活动带、滑坡、地面沉降等地质灾害隐患区，以减少工程受到地质灾害影响的风险。
考虑周边环境因素	考虑周边环境因素，如交通便利性、土地利用情况等，以确保施工过程中的安全性和便捷性。
土地平整度和地基条件考虑	考虑土地平整度和地基条件，选择坚实、平整的地基可以减少地基处理的工程量，降低施工成本。

通过综合考虑上述方面，可以选择更加适合的施工选址，从而优化土木工程结构的抗震设计，提高工程的安全性和稳定性。

#### 4.3 优化材料选取，改进设计方法

优化材料选取和改进设计方法是土木工程结构设计中重要的抗震设计优化策略之一。选择合适的材料和采用先进的设计方法可以有效提升结构的抗震性能，从而增强工程的安全性和稳定性。首先，在材料选取方面，应该选择具有良好抗震性能的建筑材料，如高强度混凝土、钢材等。这些材料具有较高的强度和韧性，能够有效抵抗地震

力的作用，降低结构受损的可能性。此外，还可以考虑使用新型抗震材料，如碳纤维增强复合材料等，以进一步提升结构的抗震性能。其次，改进设计方法也是优化抗震设计的重要途径。可以采用先进的结构分析和设计软件，进行三维建模和有限元分析，以模拟地震作用下结构的响应情况，从而优化结构的设计方案。此外，还可以结合工程实践经验，不断总结和改进设计方法，提高设计的准确性和可靠性。

#### 4.4 优化抗震平面设计，完善抗震设计方案

优化抗震平面设计和完善抗震设计方案是土木工程结构设计中重要的抗震设计优化策略之一。通过合理设计抗震平面和完善抗震设计方案，可以提高结构的整体抗震性能，增强工程的安全性和稳定性。

下表列举了一些常见的优化抗震平面设计和完善抗震设计方案的方法和措施：

表 2 常见的优化抗震平面设计和完善抗震设计方案的方法和措施

优化抗震平面设计和完善抗震设计方案	方法和措施
结构布局优化	通过合理布置结构构件和增加支撑等方式，减少结构的柔度和位移，提高结构的抗震性能。
设计参数调整	调整结构的设计参数，如梁柱截面尺寸、墙体厚度等，使结构在地震作用下具有更好的承载能力和变形能力。
采用抗震构件	选择具有良好抗震性能的构件，如剪力墙、抗震支撑等，加强结构的抗震能力。
结构连接优化	优化结构的连接方式和节点设计，确保构件之间的连接牢固可靠，减小局部受力集中，提高整体稳定性。
抗震措施综合考虑	综合考虑结构的地震响应、工程经济性、施工可行性等因素，选择合适的抗震措施，达到最优设计效果。

#### 4.5 加强抗震防线设置，满足建筑抗震需求

加强抗震防线设置是土木工程结构设计中至关重要的一环。在设计阶段，合理设置抗震防线可以有效地提高建筑结构的抗震性能，从而满足建筑物在地震等自然灾害中的安全需求。这一优化策略涉及到多个方面的考量和实施措施。首先，需要根据地震烈度、土地条件和建筑结构特点等因素，确定适当的抗震防线布置方案。通常，抗震防线可以通过设置墙体、剪力墙、支撑系统等形式来实现。这些防线的设置应当结合建筑物的结构形式和荷载特点，确保其能够有效地承担地震作用，提高结构的整体稳定性和抗震能力。其次，加强抗震防线的设置还需要考虑抗震构件的合理布置和结构的连接方式<sup>[4]</sup>。通过增加抗震构件的数量和密度，如加固柱、加强梁、设置剪力墙等，可以有效地提高结构的抗震性能。同时，合理设计结构的连接节点，采用可靠的连接方式，能够有效地传递和分散地震荷载，减小结构的应力集中，提

高其抗震承载能力。最后，加强抗震防线设置还需要注重施工质量和监测评估。在施工过程中，应当严格按照设计要求进行施工，并对关键部位进行质量监控和检测。同时，建立健全的抗震监测评估体系，定期对建筑结构进行抗震性能评估和监测，及时发现和解决存在的问题，确保建筑物的长期安全运行。

## 5 结语

抗震设计在土木工程结构设计中扮演着至关重要的角色，其质量直接关系到建筑物的安全性和稳定性。通过本文的分析可以看出，抗震设计不仅需要考虑结构的整体性和抵抗性，还需要结合实际情况采用合适的设计方法和优化策略。在未来的工程实践中，我们应不断深化对抗震设计原理的理解，结合最新的科学技术和工程经验，进一步提升土木工程结构的抗震性能，确保建筑在地震等自然灾害中能够保持稳定，保护人们的生命和财产安全。同时，

也需要加强对抗震设计的研究和应用，促进土木工程领域的健康发展，为我国城市建设和社会发展提供坚实的支撑和保障。

## 【参考文献】

- [1]张科. 土木工程结构设计的抗震设计分析[J]. 建设科技, 2023, 12(16): 74-76.
  - [2]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, 13(31): 130-132.
  - [3]贺国华. 谈土木工程结构设计中的抗震设计要点[J]. 山西建筑, 2019, 45(2): 32-33.
  - [4]郑国庆. 土木工程结构设计中的抗震问题分析[J]. 门窗, 2019, 11(15): 137-138.
- 作者简介：曾文豪（1993.3—），毕业院校：衢州学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：浙江南方建筑设计有限公司，职务：结构工程师，职称级别：工程师。