

# 土木工程结构设计的抗震设计分析

胡强军

河北冶金建设集团有限公司

**摘要:**近年来,我国地质环境发生了显著的变动,自然灾害频发,尤其是地震导致的房屋倒塌和土木工程结构损坏,对人民群众的生命和财产安全构成了严重威胁。我国幅员辽阔,地形复杂,在这种情况下,深入分析土木工程结构设计中抗震性能不足的原因,并探索更合理的建设方法,具有重要的现实意义。这不仅能够提高我国土木工程结构的抗震能力,减少地震带来的损失,还能够保障人民群众的生命安全,促进经济社会的可持续发展。因此,加强抗震设计研究和实践,不断提高土木工程结构的抗震性能,是我国土木工程领域面临的重要任务。

**关键词:** 环保产业; 环境污染; 影响

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.08.222

## 引言

近年来,我国地震活动频次有所上升,地震不仅给建筑物带来巨大损害,还给人民的生命和财产安全带来严重威胁。鉴于此,土木工程结构设计阶段,设计师应采纳前沿的抗震设计思想,根据实际需求合理设定建筑的抗震级别,以确保建筑结构的安全性。在设计过程中,我们发现抗震设计的有效性受到众多因素的影响。因此,设计师和技术人员必须深刻理解设计原则,并采取恰当措施,以提高抗震设计的合理性和功效。

## 一、土木工程建筑结构的常见问题

### 1. 不合理的材料

如果选用了不符合设计规范或质量不达标的建筑材料,建筑结构的坚固性和稳固性可能会受到削弱。建筑设计是基于预定的荷载和力学原理进行的,材料的强度是确保结构能够对抗这些力学影响的关键。如果所使用的材料强度不足,结构可能连常规荷载都无法承受,进而出现裂缝、形变或不稳定等问题,极端情况下甚至可能导致结构崩塌等严重事故。此外,土木工程结构通常需要面对各种环境挑战,如潮湿、高温、酸性或碱性条件。如果选用的材料不能抵抗腐蚀或不适应特定环境,结构可能遭受损害,加速老化,减少其预期寿命。这可能导致建筑物在较短时间内就需要进行大规模的修复或更换,从而增加了维护成本和资源的浪费。同时,在地震、风暴、洪水等自然灾害发生时,强度不足或耐久性差的材料更容易导致结构损害,增加了灾害事故的风险。

### 2. 设计的缺陷

土木工程结构设计需要确保结构能够适应各种荷载情况,包括但不限于结构自重、活荷载、风压、地震力等。若在设计阶段未能对这些荷载及其组合效应进行精

确评估和考量,结构可能面临超出其设计承载能力的风险,从而导致结构失效或破坏。此外,地质状况和环境因素也是设计过程中必须严肃对待的关键要素。例如,在地质状况复杂的区域,若未能充分分析地质特征,可能会导致基础不稳,进而引起建筑物的沉降或倾斜问题。同时,环境因素如湿度、高温、酸性或碱性条件等也可能对建筑材料和结构造成影响,若未在设计中充分考虑这些因素,结构的耐久性和预期寿命可能会受到不利影响。此外,对某些结构部件的潜在脆弱性认识不足也是设计缺陷的一个原因。

### 3. 不当的施工

施工规范是保证土木工程建筑结构质量的根本,它包括了施工技术、施工流程、质量标准等方面的详细要求。如果施工人员在施工过程中没有严格遵守这些规范,可能会导致如混凝土不均匀浇筑、钢筋连接不牢固、焊接质量不达标等问题,进而影响结构的承载能力和安全性。同时,施工监理是确保施工质量和过程合规的重要环节。在施工过程中,必须按照既定的工序进行,以确保每个施工阶段的质量得到控制。如果工序执行不当,可能会导致结构构件间的连接不牢固,产生裂缝或增加变形,从而影响结构的整体稳定性和使用寿命。

### 4. 自然灾害和外力冲击

地震是自然界中最具破坏性的灾害之一,它引发的地面震动和地壳变动可能造成建筑物崩塌、结构破坏、墙体开裂等严重后果。如图1所示。在地震频繁发生的地区,建筑设计必须包含抗震考量,实施有效的抗震策略,以保证地震发生时建筑物的稳定性和安全性,降低人员伤亡和经济损失。另外,强风暴带来的强风可能会对建筑物施加巨大的风压力。如果建筑物未经过有效的

抗风设计或抗风能力不足，可能会遭遇屋顶被吹走、墙体坍塌等风险，极端情况下甚至可能引发建筑物的整体倒塌，造成严重的风灾后果。

### 二、抗震设计概述

#### 1. 抗震设计的重要性

地震是由地壳活动引起的自然现象，它不仅会造成周边环境的严重破坏，还会对土木工程产生显著的影响，极端情况下可能威胁到人们的生命和财产安全。尽管地震的发生无法预测或控制，但为了确保公众的安全，只能通过优化土木工程结构设计来预防风险。随着建筑技术的不断发展，更加坚固的混凝土结构已经被广泛应用于土木工程中，以提高在地震中的抗震能力。然而，即使在采用了这些先进技术的情况下，抗震设计仍然是至关重要的，它依赖于科学的力学计算和弹性分析来增强建筑的整体性能。对于住宅建筑以及其他安全性要求较高的建筑类型，抗震设计的重要性不言而喻。

#### 2. 抗震设计的目标

在抗震设计的过程中，首先要确立一系列规范化的设计目标，并将这些目标细化，以提高设计的实施性。在这一过程中，业主在选择抗震目标上享有一定的自主权，而设计师则需要积极地根据业主的需求，综合考虑建筑的功能需求、预期的抗震等级以及结构的复杂性等因素，来具体设定抗震性能目标。同时，设计师还需兼顾土木工程的建造成本，以及结构震后修复的难度，基于这些考量来确立最终的抗震设计目标。在设计实践中，设计师首先需要确定基于性能的地震作用，并通过实地考察来评估地震的活动性和地质条件，进一步分析地震可能带来的风险，以确定合适的地震动参数，并进行性能评估。其次，设计师需要在确立性能目标的基础上，结合具体情况制定延性构造策略，并利用线性分析方法对性能进行评估。

#### 3. 抗震设计的要求

尽管科技进步已经取得了巨大的成就，但地震等自然灾害的预测仍然具有很大的挑战性。因此，在抗震设计实践中，设计专家需要依托现有的设计理论和历史数据，考虑地震可能对结构造成的损害程度，进行创新性的设计工作，并确保土木工程内部结构的整体协调性。由于土木工程通常需要容纳大量人口，其建筑层数往往较多。对于高层建筑，抗震设计不仅需要关注结构的承载能力，还要考虑风力等自然力量的影响。因此，设计人员需要重点关注结构的抗侧力性能，并根据不同的高

度研究风荷载和地震对建筑物可能造成的损害。

### 三、土木工程结构设计中抗震设计的原则

#### 1. 结构简单化

在土木工程结构设计中，倾向于采用结构简单的系统，因为相较于复杂的结构体系，简单结构在抗震性能上通常更佳。设计者和工程师在处理简单结构时，能够更精确地进行力学分析，同时提高施工的效率。此外，简单结构设计有助于更好地控制结构的平衡性，从而提升设计的整体质量。而复杂的结构在进行力学计算时往往更为繁琐，设计过程也更为复杂，这可能会影响抗震能力的发挥。简单的设计形式在地震发生时还能有效降低地震造成的损害，更好地控制地震破坏力，减少对建筑物使用者和建筑物本身的危害。

#### 2. 提高整体性

土木工程结构设计具有突出的整体性和系统性，因此在进行抗震设计时，必须重视结构的整体特性。抗震性能的实现不是单个结构或部分所能决定的，而是需要整个建筑结构的协同作用。设计者在进行抗震设计时，应当具备整体观念，全面掌控设计过程，确保结构布局的合理性，并采取相应措施消除对结构不利的因素，以实现各部分结构的协调一致。此外，在设计过程中，设计者应深入分析各结构部分的力学功能，并对整个建筑进行综合研究，以提升土木工程结构的抗震能力。

#### 3. 增强抵抗性

在地震发生期间，土木工程结构必须保持足够的稳定性和安全性，以坚固的结构体系对抗外部力量，减轻地震造成的影响。为了达到这一目标，抗震设计应着重提升结构的抗力，将抗力作为设计的关键点，建立一个在理想状态下能够有效抵御地震作用的工程结构。通过模拟不同地震强度的作用，评估结构的抗震性能和能力，并据此制定出最优的设计方案。此外，在设计过程中，还应严格控制结构的抗力，确保力学体系的平衡性<sup>[1]</sup>。

### 四、土木工程结构设计中抗震设计的方法

首先，在设计土木工程的抗震结构时，应优先考虑那些质量和刚度在高度上分布均匀的结构，或者那些类似于单一质点系统的结构。其次，对于不规则的建筑、甲类建筑和高层建筑，在结构的加强部位，可以采用多条时程曲线的计算结果的平均值，或者取振型分解反应谱法计算结果的较大值。第三，如果建筑物位于软土层地区，在进行抗震设计之前，需要先对基础结构进行加

固，以提高建筑物的稳定性并增强其抗震能力。这要求设计人员必须进行详细的地质勘查，并根据软土地基的特性进行相应的加固处理。

## 五、土木工程结构设计中抗震设计的优化策略

### 1. 优化材料选取

改进设计方法材料是施工的基础，材料的选取在很大程度上会对土木工程的施工质量和施工效果产生影响。因此，在施工之前，施工方要聘请专业的技术人员到现场进行勘探，明确该项目的具体抗震系数。在这个基础上，施工方要将该系数作为指导来采购相应的建筑材料。通常而言，不同施工材料的抗震性能具有明显的差异，为了提高整个工程的抗震效果，需要采取隔震材料，并对项目进行隔震处理。与此同时，还要对设计方法进行改进和完善。在过去，土木工程抗震设计主要通过基底部位铺设沙子和黏土的形式来达到预期目的。在新时期，为了使抗震性能进一步提升，需要对该方法进行改进，比如可以在基底部位铺设沥青来提高抗震效果<sup>[2]</sup>。

### 2. 提高施工选址的有效性

材料的选择是施工的基础，对土木工程的施工质量和效果有重大影响。因此，在施工前，施工单位应请专业技术人员到现场进行勘察，以确定该项目的具体抗震要求。基于这些要求，施工单位应采购合适的建筑材料。通常，不同材料的抗震性能有所不同，为了提升整体工程的抗震能力，应使用隔震材料并对项目进行隔震处理。同时，还需要不断改进和完善设计方法。在传统设计中，土木工程的抗震设计常常是通过在基础部位铺设沙子和黏土来实现的。然而，在现代，为了提高抗震性能，这种方法需要被改进，例如，可以在基础部位铺设沥青来增强抗震效果。

### 3. 提高抗震设计

为了提高土木工程的抗震设计效果，设计者在制定地基设计方案时，需要考虑建筑的抗震等级和地质条件，以增强地基的承载力。此外，设计者应深入理解建筑的外形结构和刚性特点，以全面提升结构的抗震性能，降低地震可能造成的损害。在此过程中，保持结构的均匀性和对称性是抗震设计的关键。如果建筑的墙体或钢构件出现不对称情况，可能导致地震时建筑的局部损坏，进而影响整体结构的稳定性。为了避免此类问题，应优化抗震平面设计。例如，在单元式建筑的抗震设计中，应采用垂直交通布局，以实现不同空间的有

机连接，特别是要确保所有垂直交通元素尽可能位于同一平面上，这样可以增强结构的刚性，提升其抗扭转能力。如果竖向核心元素不在平面内，设计时应避免产生转角效应，并尽量不在转角处设置门窗。这样的设计策略有助于确保土木工程结构在地震中能够保持稳定，减少由于结构不对称性导致的潜在风险。

### 4. 加强抗震防线设计

地震通常持续一定时间，且很多地震会呈现往返震动特性，这些特点会对建筑结构造成严重损害，导致其丧失原有的承载力，进而出现形变甚至坍塌。因此，在土木工程结构设计中，必须妥善处理建筑物单元之间的承载能力关系，并设置有效的抗震防线，以增强结构的抗震性能，确保其在地震中仍能保持一定的承重能力，减少损失。在抗震设计中，抗震墙可以有效提升建筑框架结构的耗能能力，因此，可以将抗震墙作为主要的抗震防线。在应用抗震墙时，应尽量采用横向多跨结构，以取代单跨结构，从而防止因局部结构破坏而导致整个建筑物的承载力下降。此外，抗震防线的设计应遵循多层次和完整性的原则，确保每个构件都能发挥其作用，保护土木工程结构的完整性，并特别加强各个连接点的保护。这样的设计策略有助于确保建筑物在地震中能够保持稳定，减轻地震可能带来的损害<sup>[3]</sup>。

## 结束语

综上所述，土木工程建筑与人民群众的的生活是息息相关的，提高土木结构设计中的抗震设计，可以有效的预防地震灾害给人们的生活带来的影响。在土木结构设计过程中，提高建筑的安全性是十分重要的，而强化抗震设计就是实现这一目标的重要形式。在这个过程中，设计人员要坚持结构简单化、整体性能提高以及抵抗性加强的三个原则来促进结构设计综合效果的提升。

## 参考文献

- [1] 崔武文, 韩红霞, 王喜燕. 案例教学在土木工程专业课程教学中的应用[J]. 教育探索, 2007(5): 51-52.
- [2] 朱杰, 杨运经, 王国栋, 等. 构建生物类专业大学物理教学的典型案例库[J]. 中国林业教育, 2014(2): 53-56.
- [3] 王涛, 孟丽岩. 建筑结构抗震设计课程教学探讨[J]. 山西建筑, 2016, 42(5): 248-250.