

# Analysis of the Development Trend of Engineering Technology in Building Seismic Design

Baohe Zhang

Inner Mongolia University of Science and Technology, Ulanqab, Inner Mongolia, 012000, China

## Abstract

With the progress of engineering science and technology, seismic building design is tending to the direction of more efficient, economical and safe. This study conducted a comprehensive and systematic analysis and exploration of the current technologies and methods for seismic design of buildings. Firstly, by studying various cases of earthquake damage in detail, we point out the problems and challenges faced by the current seismic design of buildings. Then, we deeply analyze the advanced seismic engineering techniques, such as isolation technology, energy dissipation technology and elastic design, and discuss their application prospects in the future seismic design of buildings. The results show that these new seismic engineering techniques can play an important role in reducing earthquake damage, reducing economic losses and protecting human life safety. The result of this research has important theoretical and practical significance for promoting the development of seismic building design technology in China and guiding the seismic design of practical projects.

## Keywords

seismic design of building; isolation technology; energy dissipation technology; elastic design; earthquake damage

## 建筑抗震设计的工程技术发展趋势分析

张宝核

内蒙古科技大学, 中国·内蒙古 乌兰察布 012000

## 摘要

随着工程科技的进步, 抗震建筑设计正趋向于更高效、经济、安全的方向。本研究对现阶段建筑抗震设计的技术和方法进行了深入系统的分析和探讨。首先, 我们通过详细研究了各种地震破坏案例, 指出了当前建筑抗震设计面临的问题和挑战。然后, 我们对先进的抗震工程技术, 如隔震技术、消能技术和弹性设计等进行了深入分析, 并探讨了它们在未来建筑抗震设计中的应用前景。研究表明, 这些新兴的抗震工程技术能在减少地震破坏、降低经济损失和保护人类生命安全方面起到重要作用。这一研究的结果对于推动中国抗震建筑设计技术的发展, 以及指导实际工程抗震设计具有重要的理论和实际意义。

## 关键词

建筑抗震设计; 隔震技术; 消能技术; 弹性设计; 地震破坏

## 1 引言

地震作为一种自然灾害, 对人类社会造成了巨大的影响。从历史上的多个地震灾难事件来看, 它们都给人类社会造成了不可忽视的影响, 特别是在建筑领域, 地震的影响更为显著。在全球范围内, 每年都有数以千计的地震事件发生, 导致大量人员伤亡和财产损失。这主要是由于大多数建筑物在设计 and 施工过程中未做好抗震设计和加固。随着科学技术的进步, 现代建筑对抗震设计的理解和应用也在不断提高, 越来越多的高效、经济、安全的抗震建筑技术应运而生。目前, 这些技术主要包括隔震技术、消能技术以及弹性设计技

术等。这些技术都对建筑的抗震性能有了显著的改善。本研究就针对这个问题, 对现有的抗震建筑设计技术进行了深入的研究和分析, 以期为中国抗震建筑设计技术的发展提供切实可行的理论和实践指导。

## 2 现阶段建筑抗震设计的问题和挑战

### 2.1 地震破坏案例分析

地震作为一种自然灾害, 对建筑物的破坏性极大<sup>[1]</sup>。研究多个地震灾害案例有助于了解建筑物遭受破坏的具体原因和损毁机制, 从而为抗震设计提供宝贵经验和科学依据。1995年日本阪神大地震是一个典型的地震破坏案例, 此次地震导致了超过十万幢建筑物倒塌或严重损坏, 分析发现, 这些建筑物大多缺乏足够的抗震设计措施, 且使用的建筑材料质量不达标<sup>[2]</sup>。钢筋混凝土结构在强震作用下似乎欠

【作者简介】张宝核(2001-), 男, 中国内蒙古乌兰察布人, 从事工程技术、建筑学研究。

缺足够的延展性,导致整体结构的失稳和倒塌。

2008年汶川大地震则进一步揭示了抗震设计不足所带来的严峻后果。在此地震中,大量的校舍和住宅建筑倒塌,导致重大的人员伤亡和财产损失,主要原因在于建筑结构设计缺乏抗震考虑。大量的现场调查表明,这些倒塌的建筑物普遍存在结构不合理、连接节点脆弱和施工质量差的问题。某些建筑物虽然采用了一定的抗震设计,但因设计强度和实际地震强度不匹配,仍然遭受了严重破坏<sup>[3]</sup>。

上述案例充分暴露了当前建筑抗震设计中存在的一些突出问题,包括设计标准的滞后、施工质量的控制不严格、建筑材料的选择不当以及对地震强度预估不足。通过对这些案例的分析,可以明确了解现有抗震设计的不足之处,并为后续的建筑抗震技术改进提供了宝贵的实践数据和参考依据。

## 2.2 当前建筑抗震设计现状

现阶段,建筑抗震设计在全球范围内取得了显著进展,其现状主要体现在以下几个方面。基于现代地震动参数和结构反应的理论研究日益深入,使得抗震设计的科学基础更加坚实。当前的抗震规范和标准纷纷更新,逐步引入了新的设计理念和计算方法,这些标准的更新极大地推动了抗震设计的技术进步。计算机技术和数值模拟手段的进步使得对复杂结构和复杂地震作用分析成为可能,增加了抗震设计的精确性和可靠性。

在工程实践中,一些新型材料和结构体系的应用也逐步推广,例如高性能抗震钢材、先进的混凝土配合比设计和新型结构连接件等。这些材料和结构体系具有更好的抗震性能,能够有效提升建筑物整体的抗震能力。预防性设计理念被广泛接受和应用,通过提高建筑物的延性和韧性来吸收和耗散地震能量,从而达到抗震的效果。

尽管技术进展显著,现阶段的建筑抗震设计仍面临巨大挑战。例如,由于地震灾害的复杂性和不可预测性,实际工程中的地震作用比现有设计规范更加复杂和多变,导致部分建筑在强震作用下依然存在脆弱点。建筑物的使用功能和美观要求日益提高,与其抗震性能之间的矛盾也逐渐凸显,这些都对当前的抗震设计提出了更高要求。

## 2.3 面临的问题和挑战探讨

目前,建筑抗震设计面临的一大挑战是对复杂地质条件和多变地震特性的精准预测与应对。抗震设计标准的不统一和技术水平的参差不齐也制约了抗震效果。如何在有限的预算内实现高效的抗震设计也是一个亟待解决的问题。

# 3 先进的抗震工程技术及其应用前景

## 3.1 隔震技术分析

隔震技术是一种通过在建筑物和基础之间设置隔震装置,以降低地震对建筑物直接作用的方法。该技术的发展始于20世纪初,如今,已在全球范围内广泛应用。在隔震技

术中,常见的隔震装置包括橡胶隔振垫、摩擦摆隔震支座等,这些装置能够有效减缓地震波的传递,减少建筑结构的水平位移和振动加速度。

隔震技术的核心原理在于通过柔性支撑构件隔离地震能量,使得地震载荷不能直接传递到上部结构,从而降低其受到的动力影响。这一技术在实践中已经得到验证,特别是在地震频发地区,其应用显著提升了建筑物的抗震性能。例如,日本、美国在高层建筑及重要基础设施中广泛采用了隔震技术,成功减少了地震带来的破坏和经济损失。

隔震技术的优势不仅体现在增加建筑物的安全性,还明显降低了结构非线性响应和内力分布的不均匀性。通过减少地震能量对建筑物的直接冲击,隔震技术能有效延长建筑物的使用寿命,并降低其维护和修复的成本。在现有技术基础上,与常规抗震设计相比,隔震技术在保护人命与财产安全方面展示了更高的可靠性。

由于其显著的优越性,隔震技术在未来建筑抗震设计中的应用前景十分广阔。随着材料科学和工程技术的进步,隔震装置的性能将不断提升,适用范围也将进一步扩大。未来,隔震技术有望在全球更大范围内推广应用,成为现代建筑抗震设计的关键组成部分。

## 3.2 消能技术分析

消能技术作为一种有效的抗震方法,近年来在工程领域受到广泛关注。消能技术通过在建筑结构中添加特定的阻尼装置,如粘滞阻尼器、摩擦阻尼器和屈曲约束支撑等,有效吸收地震能量,降低结构振动,实现建筑物的抗震性能提升。这些装置能够在地震作用下产生耗能效应,从而减小结构的响应,保护建筑和内部人员的安全。

粘滞阻尼器利用黏滞液体的剪切变形来消耗地震能量,摩擦阻尼器通过材料的摩擦效应实现能量耗散,屈曲约束支撑则通过在支撑构件中引入屈曲现象来吸收地震能量。这些装置不仅安装便捷、成本较低,且能在多种建筑结构中实现灵活应用。

研究表明,消能技术在高层建筑、桥梁和其他重要基础设施中具有显著的应用效果。其在抗震设计中不仅能提高结构的可恢复性,降低地震后的修复成本,还能在未来的建筑抗震设计中发挥更大的作用。随着工程技术的不断进步,消能技术有望在更多领域得到广泛应用,成为未来建筑抗震设计的重要手段。

## 3.3 弹性设计法所展示的方向

弹性设计法在建筑抗震设计中展示了广阔的发展前景。该方法的核心在于提高结构的韧性和可恢复性,使建筑在地震中能够承受更大的变形而不发生破坏。通过在设计中合理分配结构构件的刚度和强度,使其在承载地震荷载时能够表现出较好的弹塑性能,避免结构的突然失效。弹性设计法强调结构的多道防线设计和冗余度,增强了整体的抗震能力。这一设计思想有助于提升建筑物的安全性和耐久性,并在减

小地震灾害损失方面发挥重要作用。

## 4 对新兴抗震工程技术的研究

### 4.1 新兴抗震工程技术的概述

近年来,随着科学技术的持续进步,建筑抗震设计的技术手段不断丰富,新兴的抗震工程技术逐渐获得了广泛关注和应用。这些新技术不仅提高了建筑结构的抗震性能,还在经济性和安全性方面表现出显著优势。

其中,隔震技术是通过在建筑物和地基之间安装隔震设备,如橡胶隔震墩或滑动隔震墩,从而减少地震作用传递到建筑结构上的一种技术。该技术能有效降低地震力的影响,使建筑物在强震中保持相对稳定,显著提高其抗震性能和使用寿命。

消能技术则是利用一些特殊的消能装置,如粘滞阻尼器、金属阻尼器等,将地震能量转化为其他形式的能量,如热能,以减少建筑结构受到的地震损害。通过这种方式,建筑物在地震中的振动幅度得以减小,从而提高整体结构的抗震性能。

弹性设计法是通过预设一定的弹性变形能力,使建筑结构在发生地震时能够产生控制范围内的变形,从而有效吸收和耗散地震能量。弹性设计的核心在于使结构在地震发生时能够自如变形并迅速恢复,有效避免严重的结构损坏。

这些新兴抗震工程技术在减少地震破坏、降低经济损失方面展现出巨大潜力。隔震技术、消能技术和弹性设计等方法已经在多种类型的建筑中得到应用,成为现代建筑抗震设计中的重要手段。这些技术的研究和推广对于提高整体抗震能力、保障人员安全和财产安全具有重要意义。

### 4.2 新兴抗震工程技术在减少地震破坏降低经济损失的重要作用

新兴抗震工程技术在减少地震破坏和降低经济损失方面具有显著的重要作用。隔震技术通过在建筑物底部安装隔震装置,有效地减缓地震波对建筑结构的直接影响,减少了地震时建筑结构的振动幅度,从而极大地降低了地震造成的破坏。隔震技术还能够保护建筑物内部的设施和居民的生命安全,减少二次灾害的发生。消能技术通过在建筑结构中加入耗能装置,将地震波的能量转化为其他形式的能量,减少了传递到建筑结构中的地震能量,进而降低了建筑物的震动反应和破坏程度。弹性设计法则基于对建筑物弹性恢复力的

研究,优化了建筑结构的设计,使其在地震中能够表现出更好的弹性性能,最大限度地避免了结构的永久变形和倒塌。这些新兴抗震工程技术的应用,不仅在减少建筑物受损程度方面效果显著,而且在降低地震引发的经济损失方面也显示出了巨大的潜力。这些技术的推广和应用,有望全面提升建筑物的抗震性能,为社会提供更加安全与经济的建筑环境。

### 4.3 未来建筑抗震设计前景预测

未来建筑抗震设计的发展趋势显现出高度集成化、多样化和智能化的特征。随着科技的不断进步,抗震设计技术将更加注重与建筑智能化系统的融合,旨在实时监测并迅速响应地震活动,提高建筑物的即时抗震性能。材料科学的进展将推动高性能材料在抗震设计中的应用,提供更高的抗震能力和更低的造价。数值模拟和大数据分析技术的引入,将使抗震设计能够在规划阶段就进行精细化优化,从而提升整体抗震效果和经济效益。

## 5 结语

论文对当前建筑抗震设计的技术和方法进行了深入系统的研究和探索,明确指出现阶段建筑抗震设计存在的问题和面临的挑战。通过对地震破坏案例的深度研究提出了针对性解决方案,并对该领域的隔震技术、消能技术和弹性设计等先进的抗震工程技术进行了深度分析,提出了它们在未来建筑抗震设计中的应用前景。研究成果表明,这些新兴抗震工程技术在减少地震破坏、降低经济损失和保护人类生命安全方面具有重要的作用。特别是强调了隔震技术和弹性设计法在未来建筑抗震设计中的广阔应用前景。这项研究结果为中国抗震建筑设计技术的发展提供了理论基础和指导,帮助工程技术人员进一步理解和深化对建筑抗震设计的研究,也为抗震建筑设计提供了全新的思路和方法。然而,当前抗震设计的新技术应用还存在研究空白与技术难题,比如新技术与旧建筑的适用性等问题,这些都将是今后需要深入研究和探索的重点。

### 参考文献

- [1] 刘学军,刘飞鹏,杨伟,等.电厂隔震建筑抗震性能分析与设计[J].建筑结构,2020(S1):354-358.
- [2] 唐存孝.桥梁抗震设计要点及减隔震技术分析[J].中国战略新兴产业,2019(34):54.
- [3] 吴礼杰.桥梁抗震设计方法与减隔震技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):5.