

现代建筑结构抗震设计的要点研究

贾瑾旭

摘要: 随着城市化进程的加快和现代建筑规模的不断扩展, 建筑结构在自然灾害中的抗震能力已经成为保障人民生命财产安全的重要问题。特别是在地震多发的地区, 如何确保建筑结构的抗震性能已成为建筑设计和工程建设的核心任务之一。现代建筑结构的抗震设计不仅仅局限于传统的抗震理论和方法, 更结合了新的材料、技术和设计理念, 在提高结构安全性的同时, 力求优化经济效益和建筑使用功能。本研究旨在探讨现代建筑结构抗震设计的要点与发展趋势, 通过分析当前的设计理念、技术手段以及实践经验, 提出针对现代建筑在地震环境下的抗震设计优化策略, 希望为相关领域的建筑工程师提供科学的设计参考和实践指导。

关键词: 现代建筑; 建筑结构; 抗震设计; 设计要点

引言

地震灾害的频繁发生, 对全球建筑结构的安全性提出了严峻挑战。特别是对于中国等地震多发国家而言, 如何有效提升建筑的抗震能力、保障人民群众的生命安全, 已经成为社会关注的热点问题。根据历史记录与现有数据, 中国经历过多次较为严重的地震灾害, 造成了大量的人员伤亡和财产损失。因此, 提升建筑结构的抗震能力不仅是建筑设计的技术需求, 也是国家社会发展的迫切需求。

一、现代建筑结构抗震设计的理论基础

现代建筑结构的抗震设计理论基于建筑物在地震作用下的动态响应原理。地震作为一种自然灾害, 具有强烈的不确定性和破坏性, 因此, 抗震设计的核心目标是确保建筑在地震作用下的稳定性与安全性。建筑物的抗震能力不仅与其结构材料、形状和尺寸密切相关, 还与地震波的频率、强度以及持续时间等因素有着直接关系。地震波通过土壤传递至建筑基础, 并产生一系列复杂的动态反应。建筑结构在地震动作用下会产生水平、垂直以及扭转等多种变形, 且不同的结构体系对这些变形的响应不同。为了有效预测建筑物的反应, 抗震设计需要运用力学原理进行精确分析。动态分析方法成为现代抗震设计的核心, 利用振动模型、反应谱法、时程分析法

等技术, 对建筑物在地震作用下的反应进行评估, 确保设计的科学性与安全性。抗震设计的基本原则是以“安全性为第一”的基础上, 综合考虑建筑物的强度、刚度与变形能力, 避免结构发生不可逆的破坏或倒塌。现代抗震设计理论还引入了性能导向的设计理念, 强调建筑结构在不同强度地震下的适应性, 以满足建筑的使用需求和延续性。此外, 随着高科技材料和智能化技术的发展, 抗震设计中还涉及到新型建筑材料和减震技术的应用, 如减震器、隔震装置等, 这些技术有效提高了建筑物的抗震性能, 并在地震灾害中发挥了积极作用。总体而言, 现代建筑结构的抗震设计理论通过对地震作用下结构反应的深入研究, 结合工程实际, 形成了一套系统且科学的设计体系, 力求在保障生命安全的基础上, 实现结构的经济性和功能性。

二、现代建筑结构抗震设计的技术要点

1. 建筑抗震构造措施

建筑抗震构造措施是确保建筑物在地震作用下保持稳定和安全的关键手段。这些措施不仅仅包括对结构形式的选择, 还涉及到对各个构件的详细设计与加强。基础与上部结构的抗震设计密切相关, 通常采用刚性基础与柔性上部结构的搭配, 以减小地震波传递到建筑物上的影响。为了有效抵抗水平地震力, 通常采用加固梁柱连接、设置抗震墙、增加剪力墙等措施, 这些措施能够增强建筑物的整体刚度和抗弯抗剪能力。此外, 建筑物的层间刚度要合理配置, 避免发生过大的层间位移, 防止结构出现倒塌或严重倾斜。对于高层建筑和复杂结构系统, 抗震构造措施尤为重要, 通常会通过设置消能

作者简介: 贾瑾旭(1994.09——)男, 汉族, 本科学历, 土木工程专业, 中级工程师, 主要从事建筑结构设计、施工方面的研究工作。

装置、减震器等来吸收和耗散地震能量，从而降低建筑物在地震中的动态响应。特别是大跨度结构，抗震设计不仅需要增强整体稳定性，还需要考虑到结构自振频率与地震频率的匹配，避免发生共振现象。地下建筑和特殊地质条件下的建筑则需要根据土壤-结构相互作用的特性进行针对性设计，采用隔震技术和适应性较强的材料，以提升其抗震能力。在现代抗震设计中，建筑的结构体系、构造措施与减震技术必须有机结合，以确保建筑物在强烈地震作用下仍能保证安全、功能完好。

2. 现代抗震设计方法

现代抗震设计方法已经从传统的静力分析逐步发展为包括动态分析、性能导向设计和智能化建模等多元化手段。地震作用下，建筑结构的响应通常具有复杂的动态特性，因此，动态分析成为现代抗震设计的核心。常用的动态分析方法包括反应谱法、时程分析法和有限元分析法等。反应谱法通过结合地震波的频谱特性和建筑物的固有频率，计算结构在地震作用下的最大响应，适用于地震动较为简化的设计情境，能够在较短时间内给出可靠的设计结果。而时程分析法则通过直接模拟地震记录对建筑结构的时间历程影响，能够更精确地反映复杂地震动对结构的作用，尤其适用于高层建筑或复杂结构系统。在时程分析中，地震加速度时程（通常以g为单位）是关键参数，通过对比不同震级和不同周期的地震记录，评估建筑的响应。有限元分析法则将结构细分为多个单元，通过求解每个单元在地震作用下的运动方程，得到整体结构的动态响应，尤其适用于具有不规则形状、材料和结构系统的建筑。除此之外，现代抗震设计强调性能导向设计，即根据建筑所处环境、功能要求以及耐震等级，设定不同强度的地震作用下结构应具备的性能目标。通过这种方式，设计师可以为建筑物设定合理的变形限度、结构损伤及恢复时间，确保即使在强震后，建筑仍能满足基本使用要求。

3. 高层建筑的抗震设计要点

高层建筑在地震中的抗震设计具有特殊性，主要因为其较大的结构高度、柔性较强的响应特性以及可能引发的振动共振现象。在高层建筑的抗震设计中，最重要的是控制结构的整体稳定性和层间变形，以防止由于大幅度变形导致的结构损伤或倒塌。对于高度超过60米的高层建筑，其抗震设计需要考虑楼层间的水平位移，通常要求各楼层的位移不得超过规定的限值，通常在设计中，层间位移不应超过建筑物高度的1/500。由于高层建

筑的自振周期较长，容易与地震波的周期产生共振，因此设计时必须确保结构的固有频率远离地震动的主频带。通常通过调整结构体系的刚度和质量分布，使得建筑的自振周期大于地震波的周期，以避免共振现象。为此，设计中往往会采用剪力墙、核心筒等增加建筑物刚度的措施，以提高抗震性能。此外，现代高层建筑常采用阻尼器、隔震技术等减震设备来降低地震波对建筑的传递，这些装置通过吸收和消耗地震能量，有效减少建筑的振动幅度。尤其在大跨度、高层建筑中，减震技术可有效提高建筑的稳定性。高层建筑的抗震设计还需要考虑土壤-结构相互作用，特别是在软土或不均匀地质条件下，必须对建筑基础进行深入分析，确保其在地震作用下的可靠性。

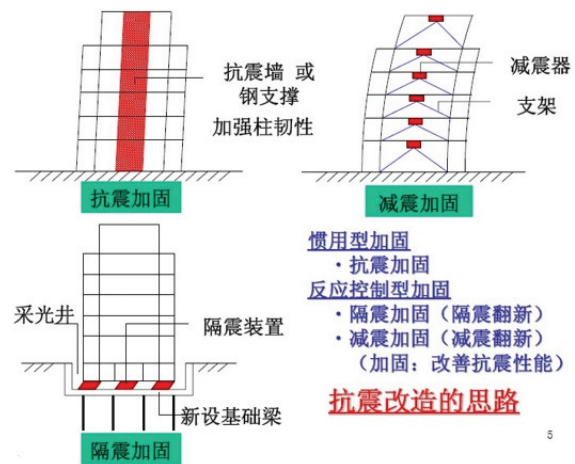


图1 复杂高层建筑设计注意要点

4. 地下建筑的抗震设计要点

地下建筑在地震中的抗震设计具有独特的挑战，主要体现在土壤-结构相互作用、地下水位的影响以及地下空间的复杂性。由于地下建筑通常位于地面以下，其抗震性能与地质条件、建筑深度以及周围土层的性质密切相关。在设计中，必须考虑土壤与结构之间的相互作用，特别是在软土或不均匀地质环境下，土壤的变形和剪切波传播特性对地下建筑的影响更为显著。设计时，需要对地下建筑的基础进行严格的抗震评估，确保其在地震作用下能够有效传递地震力，避免发生基础沉降或倾斜。为了提高地下建筑的抗震能力，通常会通过加固基础，如采用桩基或深基础形式，以增强地基的承载力和稳定性。在地震动作用下，地下结构的位移通常较为平缓，但仍可能出现较大的水平剪切力，特别是在地震较强时，这要求设计时要保证地下建筑的抗剪强度。地下建筑的墙体和结构梁柱需具备足够的抗剪、抗弯能力，

避免在地震过程中发生破坏。特别是在多层地下建筑中，各层之间的抗震构造措施需要均匀分布，避免局部过度集中应力。考虑到地下建筑通常存在地下水的影响，设计时必须保证结构的防水与抗渗性能，以防地震后水流对建筑造成破坏。为了进一步增强抗震性能，现代地下建筑设计往往结合减震技术，如设置隔震垫层或使用阻尼器，以减少地震波的传递效应，保障结构的稳定性。在复杂的地下环境中，这些措施能够有效提升建筑的抗震能力，确保地下空间的安全性及使用功能。

三、现代建筑抗震设计的优化策略

现代建筑抗震设计越来越注重性能导向的优化策略，这种设计方法不仅强调建筑物在地震中的生存能力，还着重考虑建筑在不同地震强度下的功能性和可恢复性。与传统的安全性为主的设计理念不同，性能导向的抗震设计关注的是建筑在遭遇中强或强烈地震时的变形能力、损伤控制及其后期恢复能力。在这一过程中，设计者根据建筑的使用性质、所处地震烈度区以及功能需求，设定不同的性能目标。例如，对于高层办公楼或医院这类关键设施，除了要求其在强震后能够不倒塌外，还必须保证其在震后能迅速恢复使用功能。这一设计理念的核心是将建筑物的抗震性能分为多个等级，通过对各类建筑的耐震要求进行精确匹配，确保各部分的抗震性能达到或超过相应的安全标准。在具体实施中，采用先进的计算分析工具如性能分析软件，对建筑的每个构件进行详细的抗震性能评估，并根据分析结果采取相应的补强措施。此外，结构设计中加入了非结构性构件的抗震考虑，优化建筑的整体震后损伤程度。性能导向设计还要求合理应用减震和隔震技术，如安装基座隔震装置或安装阻尼器，减少地震能量对结构的传递，避免过大的结

构变形。在此过程中，减震装置的选择不仅考虑其物理性能，还需要根据地震动的特性进行调试，以达到最佳的减震效果。这种基于性能的抗震设计方法使得建筑在不同强度地震下都能保持适当的安全性、舒适性和使用功能，有效减少地震灾害带来的长期经济损失。

结束语

现代建筑结构抗震设计是保障建筑物安全、减少地震灾害损失的重要手段。在不断发展的建筑技术和材料应用背景下，抗震设计已逐步从传统的防御性设计理念，向更加注重性能导向和系统性优化的方向发展。通过综合运用各种先进的设计方法，如动态分析、性能评估、减震与隔震技术等，现代建筑能够在面对强烈地震时展现出更强的抗震能力和更好的适应性，确保结构的安全性与使用功能不受影响。高层建筑、地下建筑等特殊类型建筑的抗震设计更是引入了许多创新的构造措施，以应对复杂的地震环境和多变的地质条件。

参考文献

- [1] 王洪颖. 现代建筑结构抗震设计的技术要点研究[J]. 电脑爱好者(校园版), 2023(7): 195-197.
- [2] 丁聪. 现代建筑结构抗震设计的技术要点研究[J]. 中国设备工程, 2023(8): 220-222.
- [3] 梁兆琨. 现代建筑结构抗震设计的技术要点分析[J]. 河南建材, 2024(1): 87-89.
- [4] 孙歆硕. 现代建筑结构抗震设计及加固处理措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(9): 56-58.
- [5] 解伟驰. 现代建筑结构抗震设计的技术要点研究[J]. 户外装备, 2023: 385-387.