

房屋建筑工程中的防震与减震技术分析

申玉良¹ 李晓伟²

1. 山东国丰建设发展有限公司, 2. 奥新建设科技有限公司

摘要: 进入二十一世纪, 在我国社会经济水平不断提升下, 推动了我国城市化进程的加快。在人们生活水平不断提高下, 对建筑行业的要求提高, 对建筑物的抗震性能提出了更高的要求。地震作为一种毁灭性的自然灾害, 对建筑物的破坏常常造成巨大的人员伤亡和财产损失。因此, 在房屋建筑工程中, 采取科学有效的防震与减震技术具有重要意义。本文从防震设计注意事项入手, 对房屋建筑工程中的防震、隔震与减震技术进行深入分析与探讨, 以提高建筑物在地震等自然灾害中的抗震性能, 保障人民生命及财产安全。

关键词: 房屋建筑工程; 防震; 减震技术; 应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.05.016

引言

随着施工高度的不断提高, 房屋建筑面临着新的挑战。其中, 消防安全、抗震性能和抗风能力是目前需要优先考虑的问题之一。许多地区位于地震带和地震影响最为严重的地区。因此, 长期以来, 提高建筑结构的地震活动性一直是一个非常有价值的问题。特别是在新时代, 由于施工的复杂性和结构的复杂性不断增加, 对抗震性能的要求也越来越高。因此, 房屋结构的抗震设计显得尤为重要, 它必须减少地震对建筑物的影响, 确保人员和财产的安全。此外, 抗震设计还应该兼顾建筑的美观性、安全性和实用性, 以减少损失和风险。近年来, 许多中国科学家也在这方面进行了广泛的研究。如俞兆藩等人讨论了城市更新中既有居住建筑抗震加固与节能改造研究, 提出了比较完整的基于性能的地震设计原则和方法。考虑到目前基于性能的抗震设计分析方法尚未完全执行的情况, 崔明哲等人提出了一种基于《建筑抗震韧性评价标准》的既有房屋剪力墙建筑抗震韧性评价方法, 该方法不仅对某既有房屋剪力墙建筑进行了抗震韧性评估, 还对建筑抗震韧性评估的影响因素, 包括评估过程考虑的不确定范围、结构构件易损性组的归并方式等进行了分析。本文结合上述理论研究, 对高层建筑结构的抗震设计进行了详细分析, 特别是抗震结构的优化。通过本文的研究, 可以全面、深入地了解当前房屋结构抗震设计存在的问题, 制定优化措施和方案, 提高房屋结构抗震设计的水平, 希望通过本次研究, 通过优化房屋建筑结构的抗震设计, 为相关研究提供有力的参考依据。

一、影响钢结构建筑的抗震结构设计因素分析

钢结构的整体设计稳定性是一个重要方面, 在掌握稳定性影响因素的基础上, 是取得良好设计效果的重要

前提。几何非线性缺陷对钢结构在加载过程中的旋转操作和显著运动引起的非线性缺陷有关。在处理比较问题时, 应考虑几何非线性变化的影响。对于有关非线性缺陷的计算, 变形的小几何方程不适用。在非线性材料的研究过程中, 对传递指标进行了客观的分析和研究。应计算和监测旋转过程中的传递指数和具体变形, 计算时还应注意非线性方程的一般结构和表达方法。该方法可明显避免了几何非线性元素不稳定。在钢结构设计的初始阶段, 缺陷主要被识别为结构缺陷。如果结构发生变形或其他缺陷, 将影响结构的整体承载力指标和位置。这是直接影响钢结构稳定性的一个重要指标。当变形产生困难时, 钢结构的偏心度值和初始钢位置对钢结构的稳定性有直接的负面影响。此外, 通过对钢结构设计项目中某些力学参数的实际观测和验证, 通过检测力学参数, 进一步阐明结构缺陷的原因。对于钢结构而言, 残余应力结构直接影响结构的稳定性, 造成结构和变形问题。具体的问题处理过程必须充分了解和监测同步后比较条件引起的载荷变化, 而这种应力增加对比较水平的的影响主要集中在强度的影响上。当比较强度发生变化时, 变形问题变得显著, 结构刚度也在降低。如果可预见的荷载未完成, 则处于初始状态, 导致承载力直接降低, 并最终影响建筑结构的稳定性。此外, 当弯曲状态发生后, 直接影响钢结构的稳定性。有必要将适当的数据结合起来, 使材料的非线性状态和结构的几何非线性状态同步。结构项目工作的实施与额外的水平运动直接相关。有必要充分了解钢结构的特点和相关的力学条件, 在此基础上, 确定建筑层数和抗震尺寸可能发生的变化, 以及对普通钢基础结构的影响。综上所述, 依据影响钢结构建筑的抗震结构设计因素, 需要从以下几方面进行改进。

(1) 在房屋建筑抗震结构的开发中, 对建筑平面布置进行合理设计。(2) 选择最可靠的抗震设计体系, 其通常为基础墙和剪力墙结构、管道结构和剪力墙结构。(3) 了解清楚不稳定层的具体情况, 并且将其能发生变形的空间扩展到最大程度。

二、房屋建筑工程结构中的隔震技术

(一) 滑板式隔震技术

滑板式隔震技术在房屋建筑结构的隔震领域也得到了广泛应用, 其应用水平较高, 但同时技术要求也较为严格。在具体使用过程中, 往往需要熟练的施工者来完成作业。滑动摩擦面一般由聚四氟乙烯与不锈钢板所构成, 而不锈钢板则必须进行专门的表面抛光处理, 并涂抹上一层硬化树脂工艺, 以提高摩擦特性, 进而改善

建筑物的隔震效果，从而实现了隔震装置的合理使用。滑板式隔震技术的核心原理就是通过摩擦面间的相对摩擦，吸收地震力量，进而减少了地震影响对房屋建筑物构造的影响。而通过降低地震中形成的应力作用，房屋建筑结构能够在地震中维持相对平衡，从而降低了地震程度。这种技术的应用需要精确的设计和施工，确保滑移摩擦面的性能和耐久性，以达到预期的隔震效果。此外，在采用滑板式隔震技术时，质量检验工作至关重要，以确保技术应用的科学性和合理性，实现最佳的效果，为整个建筑行业的发展做出贡献。

（二）悬挂隔震

顾名思义，悬挂隔震是将房屋建筑结构的全部或大部分悬挂起来，地震发生时主体结构可随着地壳运动而晃动，显著减小地震对房屋建筑结构造成的冲击，从而达到隔震效果。悬挂结构在桥梁、工业设备架体中的应用普遍，由于悬杆受力较大，需要使用高强钢。但是，高强钢的韧性差，受到竖向地震作用可能断裂，为此可在吊点设置减震弹簧，配合使用阻尼器。香港汇丰银行大楼就采用悬挂隔震措施，钢柱由桁架连接在建筑上，楼层悬挂在桁架上，其中底部悬挂8层，顶部悬挂4层，被称为“震不倒的建筑”。

（三）层间隔震技术

层间隔震技术是一种在现有房屋建筑结构上安装耗能减震装置的方法，包括质量块和隔震支座。在地震发生时，这些隔震装置与质量块协同工作，吸收和耗散地震能量，从而减小整个建筑结构所受到的地震影响。尽管相对于基础隔震技术而言，层间隔震技术的减震效果稍有降低（约10%~30%），但其在新建建筑和既有建筑的加固方面仍然具有广泛的适用性。隔震装置通常采用橡胶支座等材料，通过对建筑结构的夹层或原有隔热层进行简单的改造，即可实现减震效果。这种技术的引入为建筑物的抗震设计提供了一种灵活的选择，不仅适用于新建项目，还可以用于对现有房屋建筑的加固和改造。

（四）结构耗能减震技术

结构耗能减震技术，是在房屋建筑结构的关键部位如剪力墙、连接缝、支撑位置、主附构件交界处等设置耗能装置，从而减小地震能量对房屋建筑结构造成的破坏。按照不同作用机制，耗能减震装置分为两大类：一类是速度相关性耗能装置，典型代表是粘弹性阻尼器；另一类是受力相关性耗能装置，典型代表有钢弹塑型、铅挤压型、摩擦型等。设置结构耗能减震装置时，需要满足以下两个条件：第一，根据罕遇地震作用下的结构预期位移量，对耗能装置的参数进行计算分析；第二，耗能装置一般设置在结构的两个主轴方向上，位于层间变形较大处，具体数量根据实际情况确定。以无黏结钢支撑体系为例，是一种灵活的减震支撑体系，作用在钢支架与外包裹的钢管空隙处，或在钢支架与钢筋混凝土的缝隙中灌入无黏结材料形成滑移界面，并用高强度螺

栓加固框架结构。另外，屈曲约束钢支撑体系的应用也比较广泛，如图1所示。相比于普通钢支撑，该体系不仅能为建筑结构提供刚度，还可提供等效附加阻尼，具有支撑和阻尼双重功效，强震发生时能提高建筑结构的强度和延性储备，减小地震作用带来的破坏。



图1 屈曲约束钢支撑体系构造

（五）混合隔震技术

混合隔震技术是一种在房屋建筑结构中同时采用多种不同类型的隔震支座的方法。例如，可以将摩擦滑动支座与橡胶支座相结合，以达到更优异的隔震效果。这种技术的应用效果非常显著，主要得益于采用了不同类型的隔震支座，从而在地震中表现出出色的性能。因此，混合隔震技术已经成为在工程结构与隔震领域中广泛采用的一项技术。然而，需要注意的是，混合隔震技术的使用成本相对较高，主要是因为必须同时采用多种不同类型的隔震支座，从而增加了施工的复杂性和费用。因此，在频繁发生强地震的地区，采用混合隔震技术能够有效地保护建筑免受地震损害。而在其他地区，可以根据经济状况和实际需求，在权衡隔震效果和成本之间进行取舍，以实现最佳的隔震效果，促进建筑行业的健康发展。

三、房屋建筑工程中的防震与减震技术优化策略

（一）强化试验研究力度

根据房屋建筑结构在设计过程的特点加以分析，很多隔震性能并未得到验证，其隔震方式与减震策略在具体的实施过程存在各种各样的问题，若要顺利进行隔震减震措施，应重视隔震结构模型计算，考虑水平方向产生的地震影响，在计算时，采取模拟设定和分级法减少现有的局限性，了解该措施是否能够发挥其真正的效果，避免计算出来的结果和具体的措施在地震实际中的差别。目前，导致地质灾害的因素较多，要根据施工各区域项目不同的情况，制定较为完善的施工计划，综合分析完成建筑结构设计工作。特别是实际遇到地震灾害的时候，还存在着竖向以及复杂地形造成的地震作用，现有的抗震结构又只能承载水平地震的影响。相关的工作人员应监测和完善应用隔震装置在实际中现有的较大

的缺陷，为设计提供科学的基础，制定出针对性的方案，与施工方也要做好工作上的交流沟通，保证所有技术工作都能够依据规范开展，提高隔震装置的效果，避免出现单方面无法完成的问题，并将一些高新技术合理地融入其中，充分发挥技术在工程项目建设中的优势与效果，提高隔震减震成果质量与效率。

（二）平面与竖向结构

合理设计和选择平面和竖向结构的形式和材料，可以提高建筑物的抗震性能，保证其在地震中的安全性。

（1）平面结构的合理设计。建筑物的平面结构包括建筑布局和分割等方面。在设计中，应优先选择不规则形状的建筑物，如L形、十字形等，以减少地震力的集中作用。同时，在布局上，应考虑尽量将大型开间和重要设备等集中配置在建筑物的核心位置，以增加结构的稳定性。（2）竖向结构的设计。竖向结构包括柱、墙和框架等组成部分。在设计中，应根据地震力的荷载特点和建筑物的高度、质量等因素，选择合适的材料和断面尺寸，并合理布置柱、墙和框架等结构构件。其中，柱的设置应尽量减少柱跨比和尽量增加柱的强度和刚度，以增加建筑物的抗震性能。墙体的设置则需要考虑刚度和抗剪能力，以增加整个建筑物的稳定性。框架结构的设计应注重框架节点的抗震性能和连接方式，以确保结构的整体稳定性和抗震能力。（3）竖向结构的施工和质量控制。施工过程中，需要确保结构构件的制作和安装符合设计和规范要求，避免存在焊缝开裂、构件不牢固等问题。同时，在施工中还需要进行必要的检测和监测，及时发现并修复施工中存在的质量问题，确保建筑物结构的稳定性和安全性。

（三）隔震支座的维护

（1）隔震支座在使用过程中，制定完善的检查维护计划，定期观察隔震支座的外观及变形情况。若存在障碍物影响上部结构位移，应及时将其清除。（2）看预埋件、螺栓是否连接紧固，看防腐层有无破坏，复测梁、柱的中心轴线，将偏差控制在允许范围内。（3）遭受地震作用后，对隔震装置进行全面检查，看有无发生结构损坏或性能损害。需对隔震层进行改装或加固时，要开展专项设计、编制施工方案。

（四）材料选择

材料的力学性能、耐久性以及抗震能力直接影响到建筑物的整体抗震性能。（1）主要承重结构，如柱、梁、墙体等，建议使用高强度钢筋混凝土。高强度钢筋混凝土具有较高的抗压和抗拉强度，能够在地震中起到更好的承载作用。此外，钢筋混凝土还具有良好的韧性，能够在地震中发挥一定的延性，从而减缓地震作用产生的破坏效应。（2）对于地震易发地区，建议使用预应力混凝土结构。预应力混凝土是通过在混凝土浇筑前施加预压力的方式来增加结构的强度和刚度，提高抗震能力。预应力混凝土具有较高的抗拉能力，能够在地震中减少结构的振动和变形，从而降低地震作用对建

筑物的影响。（3）使用抗震性能优异的新型材料。例如，钢结构具有较高的强度和韧性，能够有效地承受地震作用，因此在高层建筑和大跨度结构中广泛应用。另外，纤维复合材料具有轻质、高强度和高刚度的特点，能够在地震中减小建筑物的自重，提高结构的抗震性能。

（五）优化减震策略

房屋建筑工程设计中的抗震策略通常使用建筑外部的结构部件，消耗地震带来的能量，从而增加建筑自身阻力，这些外部的结构部件安置方法很多，经常配备于层间、构造节点以及剪力墙等重要部位，无挫曲波纹型钢也能够进一步提高建筑的减震能力应设置在变形较大的楼层位置，由于抗震引起的单侧外力作用增加，剪力墙只会屈服而未产生挫曲变化，要有效处理基础位置，从而使剪力墙在单外力作用下拥有很大的刚性，以达到减震的目的，从而一定程度上增加了剪力墙的力度，通过一定的分析，研究建筑的受力体系，从而确定耗能构件的数量与主轴方向分布，改变建筑的阻尼比，减小地震影响系数，有效减少因地震而损伤建筑构件，对于提高抗震措施的建筑尤为重要，而对于已成型的建筑物进行加固，也能增加抗震效果，但此种方式使施工变得更加复杂，还会增加施工成本。

结语

在当今社会，房屋建筑工程的安全性和稳定性是一个至关重要的问题。地震作为一种自然灾害，常常给人们的生命财产带来严重威胁。因此，在房屋建筑领域，防震与减震技术的研究与应用显得尤为重要。这些技术不仅可以有效降低地震对建筑物的破坏程度，还可以提高人们在地震发生时的生存率和安全感。对此，应对防震与减震技术进行深化研究，创新技术，以适应不断变化的地震挑战，为人类创造更安全、可靠的建筑环境。

参考文献

- [1]李晔，抗震设计在房屋建筑设计中的应用[J].住宅与房地产，2022（23）：35-38.
- [2]周一凡，抗震设计在房屋建筑设计中的应用[J].中国住宅设施，2022（6）：35-37.
- [3]吴梦星，抗震设计在房屋建筑设计中的应用研究[J].四川建材，2022（2）：64-65+80.
- [4]宋照桦，于孔瑜.市政建筑设计中抗震设计方法研究[J].中华建设，2021（9）：120-12
- [5]崔明哲，王翠坤，陈才华，等.基于《建筑抗震韧性评价标准》的既有高层剪力墙建筑抗震韧性评价[J].建筑科学，2023，39（07）：47-53.
- [6]李亚兰.高烈度区某教学楼基础隔震分析——基于《建筑隔震设计标准》和《建筑抗震设计规范》的对比[J].四川建材，2023，49（07）：40-42+48.
- [7]刘家亮，董牛晶，郭猛，等.《建筑抗震鉴定标准》（GB 50023—2009）相关问题分析及建议[J].建筑结构，2023，53（13）：21-27.