

# 以隔震功能主导下的建筑结构设计及运用

刘清

河北和腾城乡规划设计有限责任公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**随着建筑规模和复杂性日益增加,传统的抗震设计方法逐渐暴露出其局限性。特别是在地震频发区域,高层建筑及具有特殊功能的建筑,对抗震性能的要求愈加严苛。通过在建筑基础与上部结构之间有效隔离地震波,隔震技术显著减少了地震对建筑的影响,提供了创新的抗震解决方案。随着相关技术的不断发展,隔震系统已被广泛应用于各类建筑,成为现代建筑抗震设计中不可或缺的组成部分,深入分析隔震技术的基本原理、核心技术及其实际应用,推动其在建筑领域的广泛推广与应用。

**[关键词]**隔震功能;抗震性能;建筑结构

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14891

中图分类号: TU3

文献标识码: A

## Design and Application of Building Structures Guided by Seismic Isolation Function

LIU Qing

Hebei Heteng Urban and Rural Planning and Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** With the increasing scale and complexity of buildings, traditional seismic design methods are gradually exposing their limitations. Especially in earthquake prone areas, high-rise buildings and buildings with special functions have increasingly stringent requirements for seismic performance. By effectively isolating seismic waves between the building foundation and upper structure, isolation technology significantly reduces the impact of earthquakes on buildings and provides innovative seismic solutions. With the continuous development of related technologies, seismic isolation systems have been widely used in various types of buildings and have become an indispensable component of modern building seismic design. In depth analysis of the basic principles, core technologies, and practical applications of seismic isolation technology promotes its widespread promotion and application in the field of architecture.

**Keywords:** seismic isolation function; seismic performance; building structures

### 引言

随着地震频繁发生,建筑抗震设计的需求在地震多发区域不断增加。传统的抗震方法已逐渐无法满足现代建筑,尤其是高层建筑及复杂结构的需求。作为一种创新的抗震技术,隔震系统通过在建筑基础与上部结构之间设置隔震装置,有效减缓了地震波的传播,从而显著提升了建筑的抗震能力。此技术不仅增强了建筑的安全性,还大幅度降低了地震后可能造成的损害,且已在住宅、公共建筑及高层建筑的设计中得到广泛应用,深入探讨隔震技术的原理与应用,为未来建筑设计提供理论支持及实践指导。

### 1 隔震技术在建筑设计中的重要性

隔震技术在建筑设计中的重要性日益突显,特别是在地震频发的地区,对提升建筑抗震性能的作用不容忽视。传统的震设抗计通常依赖于增强建筑本体的强度与刚度以应对地震力;而隔震技术则通过在基础与上部结构之间设置隔震装置,将地震波有效传导至基础,进而减少对上部结构的影响,这种设计方式不仅能显著减小建筑振动幅度,提升居住及使用的舒适度,还能增强地震发生时建筑的安全性与结构的耐久性。随着城市化进程的推进及建筑物高度的不断增加,隔震技术在高层建筑与公共设施中的应用尤为关键。现代建筑设计中,隔震技术的采用不仅有

助于延长建筑的使用寿命,减少地震带来的破坏,还能够满足建筑在安全性、舒适性及可持续性方面的多重需求。

### 2 隔震功能主导的建筑结构设计原理

隔震功能主导的建筑结构设计原理的核心在于通过在基础与上部结构之间安装隔震装置,有效减弱地震波的传递,从而降低地震力对建筑物的影响,这一设计思路与传统的抗震方法有所不同,传统抗震设计主要通过增强建筑结构强度来抵抗地震力,而隔震设计则侧重于通过灵活的结构体系来吸收和隔离地震能量。首先,选择适合的隔震材料与装置,这些材料不仅需具备优异的能量吸收能力,还必须确保长期的稳定性与可靠性;其次,隔震层的设置应根据建筑的功能需求、地质条件以及可能遭遇的地震烈度来精确设计,以最大化隔震效果;此外,隔震结构设计时,还需特别考虑建筑的非结构性元件,如管道、电梯等,确保它们在地震发生时不受过大影响。通过这一设计原理,建筑在地震发生时能够保持相对稳定,避免因震动过大而导致结构损伤或功能失效。

### 3 隔震建筑结构设计的关键技术

#### 3.1 隔震材料与设备选择

隔震材料与设备的选择在隔震建筑设计中占据核心地位,直接决定了整体结构的抗震效果及其长期稳定

性。在选择适合的隔震材料时,能量吸收与减震特性是首要考虑的因素,材料需具备较高的弹性与粘滞性,以便有效衰减地震波的能量。此外,较长的使用寿命与强抗疲劳性能也是必要的要求,常见的隔震材料如橡胶、铅芯橡胶和聚四氟乙烯,在不同地震强度与建筑需求下展现出各自独特的优势。隔震设备的选择同样至关重要,隔震垫、隔震支座及滑动支座等设备的选型,需根据建筑规模、结构类型以及可能遭遇的地震烈度等因素进行精准匹配。除了具备足够的承载能力外,这些设备还必须能够在长期使用过程中,抵御温度变化等外部环境因素的影响,避免性能衰退。在选型过程中,设备的施工简便性及后期维护的便捷性也应被充分考虑,确保建筑的正常使用不受影响。

### 3.2 隔震构件与结构体系设计

隔震构件与结构体系的设计是实现有效隔震的关键环节,直接决定了隔震技术在实际应用中的效果。在设计隔震构件时,必须根据建筑的类型、规模以及地震烈度进行精准定制,常见的隔震构件如隔震支座、隔震垫与减震装置,需合理布置在建筑基础与上部结构之间,确保地震力能够通过隔震层有效隔离或吸收。隔震支座的设计中,建筑的自重、振动周期、抗压能力及长期稳定性等因素应得到充分考虑,常用材料包括橡胶、铅芯橡胶或滑动材料。结构体系的设计则需保证在隔震系统的作用下,上部建筑依然能够维持足够的稳定性与安全性。整体刚度、抗倾覆能力及抗震性能等多个方面都需要综合考虑。除满足抗震要求外,设计还应关注建筑功能的完整性与使用的舒适性。例如,管道、电梯等非结构性构件与隔震层的连接方式也必须合理规划,避免因隔震效果不足而导致非结构性损坏。隔震结构体系的设计应具备一定的灵活性,以适应未来可能的改建与扩展,确保隔震效果能在长期内持续有效。

### 3.3 隔震效果的优化分析方法

优化隔震效果的分析方法是确保隔震设计充分发挥抗震性能的关键环节,主要通过模拟建筑在不同地震条件下的响应,来评估隔震系统的整体效果,常见的优化分析技术包括数值模拟、动力分析及有限元分析等。数值模拟能够精确计算建筑在地震荷载作用下的振动响应,预测隔震构件对建筑抗震性能的具体影响。通过模拟,设计人员可以对材料的选择、构件布置等方面进行优化,从而提升隔震系统的整体效果。动力分析则侧重于分析建筑在地震波传播过程中的动态行为,尤其是隔震层对建筑物震动频率及位移的影响,通过调整隔震层的刚度、阻尼等参数,设计人员可以针对特定地震烈度达到最佳的减震效果。有限元分析被广泛应用于隔震效果的优化,能够对建筑结构进行精细化拆解与分析,从而精准预测隔震层与建筑之间的相互作用。该方法可以评估不同隔震材料和构件配置对抗震性能的具体贡献,帮助设计师识别潜在的结构薄弱环节,避免设计过程中出现过度设计或不足设计的情况。优

化分析还应结合实际施工中的材料特性,以确保设计方案不仅符合理论计算结果,还能在实践中稳定运行。通过这些系统的优化分析方法,隔震设计能够更加精准地实现预定的抗震目标,最大限度地保障建筑的安全性。

### 3.4 隔震设计的抗震性能评估

隔震设计的抗震性能评估是确保建筑在地震作用下具备可靠安全性的关键步骤。该评估通常依赖于标准化的分析与测试方法,目的是验证隔震系统在实际地震条件下的表现,通常分析过程包括地震模拟与动力分析,通过模拟建筑结构在不同震级及震中距离下的动态响应,评估震动幅度、加速度、位移等关键指标。这些分析有助于判断隔震系统是否能够有效衰减地震波传递至建筑物的能量,从而确保建筑在地震中的稳定性得以维持。在评估过程中,建筑物的地质条件、类型与使用功能等因素也需综合考虑,以全面分析隔震系统对建筑各部分的影响。除了整体结构的抗震性能外,还应重点评估非结构性构件(如管道、电梯、内墙等)在地震中的响应,确保它们在震动中不受过度影响。系统的长期抗震能力同样至关重要,特别是隔震材料与设备的耐久性。由于环境变化、老化等因素的影响,隔震材料与设备的性能可能随时间下降。因此,定期检查与维护工作显得尤为必要,以确保其始终保持良好的工作状态。最终,抗震性能评估的目的是验证设计的有效性,并为后续的改进提供依据,通过将评估结果与实际地震数据进行对比分析,设计人员可以识别潜在的设计缺陷,并进一步优化隔震设计。

## 4 隔震技术在建筑中的运用

### 4.1 住宅建筑中的隔震技术应用

在住宅建筑中应用隔震技术,显著提升居住者的安全性与舒适性,特别是在地震频发的地区重要性愈加凸显,通过在建筑的基础与上部结构之间安装隔震装置,地震波的传播得以有效隔离,从而减轻震动对建筑物的影响,降低地震带来的风险。常见的隔震方式包括使用橡胶支座或铅芯橡胶支座,这些材料不仅具备出色的能量吸收能力,还能够灵活调节建筑与地面之间的相对位移,确保建筑在地震中的稳定性。对于高层住宅建筑隔震技术的应用尤为关键,鉴于高层建筑的刚性较大,震动幅度相对较强,隔震技术能够有效隔离这些震动,减少震后可能出现的建筑损伤,隔震设计还需考虑建筑的长期运行与维护,特别是在基础设施与设备的连接上,通过确保电力、水管等设施在地震中的稳定性,能够有效保障居民的正常生活不受影响。随着人们对住宅抗震性能需求的提升,越来越多的住宅项目开始采纳隔震技术。由此,建筑的抗震能力得到增强,居住者的生活质量与安全感亦得到大幅提升。

### 4.2 公共建筑中的隔震技术应用

公共建筑中隔震技术的应用,关键在于提升建筑在地震中的安全性与功能持续性。与住宅建筑不同,公共建筑

通常涉及人员密集、设备复杂的使用环境,如医院、学校、政府大楼等,抗震要求更为严格。通过在公共建筑的基础与上部结构之间设置隔震装置,地震波的传播得以有效隔离,震动对建筑结构、内部设施及人员的影响显著减少<sup>[1]</sup>。尤其在医院等关键性建筑中,隔震技术不仅确保建筑结构的稳定,还能有效防止地震导致的基础设施损坏,如电力、通讯和供水系统的中断,确保地震后公共服务的持续性。公共建筑通常具备较长的使用寿命与多样化的功能需求,隔震设计必须兼顾未来可能的功能调整或扩展,保证系统的灵活性与适应性。在选择隔震材料和设备时,性能与经济性需要综合考量。例如,铅芯橡胶支座与滑动支座等设备广泛应用于大型公共建筑中,能够高效吸收地震能量、减小震动传递,同时保证优异的耐久性,满足长期使用需求。随着建筑抗震性能要求的提升,越来越多的公共建筑开始采纳隔震技术,不仅增强了建筑在地震中的稳定性,还提升了社会公众对建筑安全性的信任,进一步推动了隔震技术在建筑设计中的广泛应用与普及。

### 4.3 高层建筑与超高层建筑中的隔震技术应用

高层及超高层建筑中隔震技术的应用,主要是应对这些建筑在地震中的复杂动态响应。随着城市化进程的加速,因其高度与结构特性,高层与超高层建筑在地震中常常面临较大的水平位移与振动,特别是在强震或近震的情况下,建筑可能遭遇严重的损害甚至倒塌。为有效减少地震波对建筑物的影响,隔震技术逐渐在此类建筑中得到广泛应用,通过在基础与上部结构之间设置如铅芯橡胶支座或滑动支座等隔震装置,地震波得以有效隔离,震动幅度被显著降低,从而减少建筑的震动响应。与常规建筑设计不同,高层与超高层建筑的隔震设计需综合考虑多个因素,包括结构刚度、振动周期、动荷载等。隔震技术能够有效地将建筑与地面之间的震动分离,减少地震引发的内部及外部位移与加速度,尤其在防止建筑倾斜或倒塌的风险上具有显著优势<sup>[2]</sup>。此外,隔震系统还改善了建筑的使用舒适性,减少了内部震动,特别是在办公楼、酒店及商业中心等有特殊需求的建筑中,能够提供更稳定、舒适的工作与居住环境。随着超高层建筑规模的不断增大,隔震技术的作用愈加重要,超高层建筑对风力与地震的响应非常敏感,传统的抗震设计方法往往难以有效抑制震动,而隔震系统则能够高效吸收地震能量,确保建筑在极端条件下的稳定与

安全。采用隔震技术不仅增强了建筑的抗震能力,还延长了其使用寿命,降低了后期的维护成本,逐渐成为现代高层建筑设计中的关键技术之一。

### 4.4 特殊建筑(如桥梁、医院等)的隔震设计

特殊建筑,如桥梁和医院由于其重要性,抗震要求远高于常规建筑,这些建筑不仅需要确保结构安全,还必须在地震发生时保持使用功能和服务。以医院为例,抗震能力直接影响灾后救援和民众生命安全。通过隔震设计,地震波的影响被有效减弱,震动对结构及设施的冲击减少,确保医疗设备和人员免受地震影响。对于桥梁等交通设施,隔震设计的目标是防止震动过大或位移过多导致结构破坏或失稳。采用隔震支座与减震装置,可以显著减少地震力对桥梁的冲击,降低永久性变形的风险,确保桥梁在地震后仍能通行<sup>[3]</sup>。这些特殊建筑的隔震设计通常更为复杂,需要综合考虑功能、地震烈度、结构类型等因素。隔震技术是抗震措施中的关键,能够提升建筑的抗灾能力和功能恢复能力,最大限度地减少地震带来的损失。

### 5 结语

隔震技术作为增强建筑抗震能力的重要手段,已经在各类建筑中得到了广泛应用,显著地提升了建筑的地震防护效果。通过将隔震系统融入设计中,建筑能够有效减缓地震波的传递,从而确保结构的安全性与功能的稳定性,特别是在住宅、公共建筑、高层建筑以及特殊建筑中,隔震技术展现出了显著的优势。尽管该技术在实践中已取得良好的效果,但在成本效益、适应性以及长期可靠性等方面,仍有进一步优化的空间。随着技术的不断创新与应用领域的扩展,隔震技术有望为建筑行业提供更为高效的抗震解决方案,推动全球建筑安全性与可持续发展的提升。

#### [参考文献]

- [1]南博文. 隔震技术对建筑结构抗震性能的影响研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(32): 199-201.
  - [2]袁慧志. 医院建筑中隔震结构的设计及分析[J]. 中国医院建筑与装备, 2023, 24(12): 40-44.
  - [3]陆好雨. 隔震控制技术在建筑结构中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(8): 92-94.
- 作者简介: 刘清(1987.1—), 女, 毕业院校: 河北工程大学, 所学专业: 建筑与土木工程, 当前工作单位: 河北和腾城乡规划设计有限责任公司, 职称级别: 高级工程师。