

# 高烈度地区框架结构隔震设计与分析

代玉玲

内蒙古北方时代设计研究院股份有限公司 内蒙古 赤峰 024000

**摘要:** 高烈度地区框架结构隔震设计与分析是提高建筑物抗震性能的关键。通过在建筑物底部设置隔震层,可以有效地吸收地震波,降低地震对建筑物的冲击力,从而提高建筑物的安全性和使用寿命。本文介绍了高烈度地区框架结构隔震设计的原理、优势、设计与分析等方面,以及隔震与非隔震系统的对比分析、考虑多种地震波谱的方法和隔震设计实施方案的审查与验证等。

**关键词:** 高烈度地区; 框架结构; 隔震设计与分析

引言: 地震是一种严重的自然灾害,对人类的生命和财产安全造成了巨大的威胁。特别是在高烈度地区,地震频繁发生,对建筑物的影响更加严重。为了提高建筑物的抗震性能,隔震设计成为一种可靠的抗震技术,被广泛应用于高烈度地区的建筑物中。隔震设计的原理是在建筑物底部设置隔震层,通过减震材料的弹性支撑,减小地震对建筑物的冲击力,从而提高建筑物的抗震性能。

## 1 高烈度地区框架结构隔震设计原理

高烈度地区框架结构隔震设计原理主要是通过增加建筑物底部的隔震层,降低地震对建筑物的冲击力,从而提高建筑物的抗震性能。隔震层能够有效地吸收地震波,减少地震波对建筑物的破坏,从而保护建筑物的主体结构安全。隔震设计的原理可以追溯到20世纪60年代,当时日本和美国等国家开始研究隔震技术。随着技术的不断发展,隔震设计已经成为一种可靠的抗震技术,被广泛应用于高烈度地区的建筑物中。隔震设计的主要方法是设置隔震层,通常由橡胶、弹簧等材料组成。这些材料具有良好的减震性能,能够有效地吸收地震波。在建筑物底部设置隔震层,可以减少地震对建筑物的垂直冲击力,从而降低地震对建筑物的破坏程度。除了底部隔震设计,还有高度隔震设计和全隔震设计。高度隔震设计是在建筑物底部增加高度垫层,减少地震对建筑物的垂直冲击力<sup>[1]</sup>。全隔震设计则是在建筑物底部和顶部都设置隔震层,能够有效地降低地震对建筑物的冲击力。在隔震设计中,需要注意隔震层的位置和大小。隔震层的位置过于靠上或靠下都会影响隔震效果,隔震层的大小也需要根据建筑物的重量和地震波的强度进行设计。此外,隔震层的材料和性能也需要考虑。橡胶、弹簧等材料具有良好的减震性能,但同时也需要根据地质条件和建筑物特性进行选择。除了隔震设计本

身,还需要考虑建筑物的高度和重量对隔震效果的影响。高度越高,重量越大,对隔震层的要求也越高。

## 2 高烈度地区框架结构隔震设计的优势

(1) 提高建筑物的抗震性能: 隔震设计能够有效地降低地震对建筑物的冲击力,从而提高建筑物的抗震性能。通过增加隔震层,能够减轻地震对建筑物的破坏程度,保障人们的生命财产安全。(2) 节约成本: 隔震设计相对于传统的抗震设计,能够节约成本。传统的抗震设计需要加强建筑物的结构,使得建筑物在地震中能够承受更大的冲击力。而隔震设计则是在建筑物底部增加隔震层,能够减轻地震对建筑物的破坏,从而降低维修和重建的成本。(3) 提高建筑物的使用寿命: 隔震设计能够减轻地震对建筑物的破坏,从而提高建筑物的使用寿命。传统的抗震设计可能会对建筑物的结构造成一定程度的破坏,而隔震设计则能够有效地保护建筑物的主体结构安全<sup>[2]</sup>。(4) 保护建筑物周围的环境: 隔震设计能够减轻地震对建筑物周围环境的破坏。通过降低地震对建筑物的冲击力,能够减少建筑物倒塌、损坏等对周围环境的破坏,保护周围的设施和环境。

## 3 高烈度地区框架结构隔震设计与分析

### 3.1 地质条件和地震危险性评估

(1) 地质条件。对于高烈度地区,应详细调查地层、地质构造、地下水位、土质等情况,分析其对地震活动的影响。例如,地层中的软弱夹层、断裂带、活动构造等都可能增加地震的危险性。(2) 地震危险性评估。应收集该地区历年的地震资料,包括地震的频率、震级、震源深度等,结合地质条件和工程结构的特点,评估地震对结构的影响。同时,需要考虑不同地震情景下的安全性和可靠性,如不同震级、震源深度、震中距离等的影响。(3) 在以上评估的基础上,可以制定针对性的隔震设计方案。例如,采用适当的隔震装置,如橡

胶隔震支座、油阻尼器等,以减小地震对结构的影响;加强结构的整体性,提高其抗震能力;优化结构布局和构造,减小地震作用下的应力集中等。(4)分析隔震设计的效果需要借助仿真计算和振动测试等方法。通过建立结构模型,模拟不同地震情景下的响应,评估结构的变形、应力分布、加速度等情况。同时,结合振动测试数据,对结构在不同地震作用下的性能进行分析和评估,验证隔震设计的有效性。

### 3.2 隔震层的设计参数

(1)隔震层的刚度。隔震层的刚度决定了结构在地震作用下的振动周期,进而影响地震对结构的影响。一般来说,隔震层的刚度应相对较低,以延长结构的振动周期,从而减小地震对结构的影响。但是,隔震层的刚度也不能过低,否则会导致结构在风载等其他荷载作用下的性能变差。因此,需要根据实际情况进行合理的刚度设计。(2)隔震层的阻尼。阻尼可以吸收地震能量,减小结构的振动幅度。一般来说,隔震层的阻尼应相对较大,以更好地吸收地震能量。但是,阻尼也不能过大,否则会降低结构的地震安全性。因此,需要根据实际情况进行合理的阻尼设计。(3)隔震层的位置和构造。隔震层应设置在结构的关键部位,如结构底部或中间,以最大程度地减小地震对结构的影响。同时,隔震层的构造应考虑到结构的实际需求和施工条件等因素,以确保隔震层的稳定性和可靠性<sup>[1]</sup>。(4)还需要考虑隔震层的其他性能要求,如耐久性、可靠性、安全性等。隔震层应能够承受地震和其他荷载的作用,同时还应具备抗老化、抗腐蚀等性能,以保证其使用寿命和安全性。

### 3.3 隔震与非隔震系统的对比分析

(1)由于隔震层的设置,地震能量通过隔震层被吸收和分散,减少了传递到结构上的能量,从而减小了结构的振动幅度。相比之下,非隔震系统在地震作用下会产生较大的振动幅度,可能导致建筑物的破坏或倒塌。因此,隔震系统能够显著提高建筑物的抗震性能。(2)隔震层的设置使得结构在地震作用下的振动周期延长,从而减小了加速度峰值。相比之下,非隔震系统的地震响应周期较短,加速度峰值较高,对建筑物的影响更大。因此,隔震系统能够更好地抵抗地震对建筑物的影响。(3)由于隔震层的设置,结构在水平方向上的刚度得到有效调节,提高了结构的抗侧力性能。相比之下,非隔震系统的抗侧力性能相对较低,可能导致建筑物的偏移或倾覆。因此,隔震系统能够更好地保证建筑物的稳定性和安全性。(4)隔震系统的设计和材料选择通常都考虑到建筑物的实际需求和环境条件,因此具有更好

的耐久性和可靠性。相比之下,非隔震系统可能由于材料的老化或腐蚀等原因而影响其性能和安全性。

### 3.4 考虑多种地震波谱

(1)地震波具有不同的频率。地震波包括横波和纵波,它们的频率是不同的。横波的频率相对较高,通常在2~3Hz之间,而纵波的频率相对较低,通常在1~2Hz之间。在隔震设计中,应根据地震波的频率特性来选择合适的隔震装置和参数。例如,对于高频地震波,应选择具有较高刚度的隔震装置,以减小结构的振动幅度;对于低频地震波,应选择具有较大阻尼的隔震装置,以吸收地震能量,减小结构的响应。(2)地震波具有不同的方向。地震波是从震源向外传播的振动,它们可以在不同的方向上传播。在实际地震中,地震波可能来自不同的方向,包括水平方向和垂直方向。因此,在隔震设计中,应考虑地震波的不同方向,以确保结构在各个方向上都具有较好的隔震效果。例如,对于水平地震波,应选择具有较好水平隔震效果的隔震装置;对于垂直地震波,应选择具有较好垂直隔震效果的隔震装置。(3)还应考虑地震波的强度和持续时间。地震波的强度直接影响到结构的地震响应,而持续时间则影响到结构的累积损伤。在隔震设计中,应根据地震波的强度和持续时间来选择合适的隔震装置和参数。例如,对于强震,应选择具有较大承载能力的隔震装置,以承受较大的地震力;对于持续时间较长的地震,应选择具有较好耐久性的隔震装置,以减小结构的累积损伤。

### 3.5 隔震设计实施方案的审查与验证

(1)验证隔震系统。数值模拟可以通过计算机模拟地震波在结构中的传播和响应,预测隔震系统的性能和效果。实验室测试可以在实验室内对隔震系统进行测试,以验证其性能和稳定性。现场监测则是在实际工程中对隔震系统进行监测,以获取其实际性能和效果。(2)通过实验测试,可以获取隔震装置的力学性能参数,如刚度、阻尼等,并且可以验证隔震系统在各种条件下的性能和稳定性<sup>[4]</sup>。(3)现场监测。通过地震响应监测,可以获取结构在地震作用下的响应参数,如加速度、位移等,以评估隔震系统的效果。通过结构健康监测,可以及时发现结构在地震后的损伤情况,以便进行维修和加固。(4)在审查和验证隔震设计方案后,应根据结果进行必要的调整和优化。如果发现设计方案存在不足之处,应进行相应的修改和完善。同时,应加强对隔震系统的维护和管理,确保其长期稳定运行。

### 3.6 隔震系统的维护与管理

由于隔震系统涉及到许多关键部件,如隔震层材料

和隔震支座等,这些部件的可靠性直接影响到整个隔震系统的性能。因此,定期的维护与管理是必要的。(1)隔震层材料的检查和更换。隔震层材料通常包括橡胶、叠层橡胶支座等,这些材料在长时间使用过程中会受到环境的影响,如氧化、腐蚀等,从而导致其性能下降。因此,应定期检查隔震层材料的外观、弹性、耐久性等指标,如果出现老化或损坏,应及时进行更换。(2)隔震支座的维修和调整。隔震支座是隔震系统中的关键部件之一,它的性能直接影响到整个隔震系统的效果。因此,应定期检查隔震支座的表面情况、位移和变形等指标,如果出现异常,应及时进行调整和维修。此外,还应定期对隔震支座进行润滑,以减小其摩擦阻力,提高其使用寿命。(3)结构的健康监测。通过结构健康监测,可以及时发现结构在地震或其他荷载作用下的损伤情况,从而采取相应的措施进行维修和加固。同时,结构健康监测也可以为隔震系统的优化设计提供依据。(4)为了确保隔震系统的长期可靠性和稳定性,应建立完善的维护管理制度。这包括定期检查、维修和更换关键部件的流程和标准,以及相应的记录和报告制度等。同时,还应加强相关人员的培训和管理,提高其维护和管理能力。

### 3.7 建筑结构特性分析

在进行框架结构的隔震设计时,需要根据框架结构的特性进行分析,以选择合适的隔震方法和材料。(1)需要对框架结构的承重能力进行分析。框架结构的承重能力主要由梁和柱的承载能力决定。在进行隔震设计时,需要根据框架结构的承重能力和地震荷载的大小,选择合适的隔震装置和材料。例如,对于承载能力较弱的框架结构,应选择具有较大承载能力的隔震装置,以减小地震对结构的影响。(2)需要对框架结构的变形能力进行分析。框架结构的变形能力主要由梁和柱的弯曲刚度和连接节点的变形能力决定。在进行隔震设计时,

需要根据框架结构的变形能力和地震荷载的作用方式,选择合适的隔震装置和材料。例如,对于变形能力较弱的框架结构,应选择具有较大变形能力的隔震装置,以吸收地震能量,减小结构的变形。(3)还需要对框架结构的耗能能力进行分析。框架结构的耗能能力主要由梁和柱的滞回特性决定。在进行隔震设计时,需要根据框架结构的耗能能力和地震荷载的持续时间,选择合适的隔震装置和材料。例如,对于耗能能力较弱的框架结构,应选择具有较好耗能能力的隔震装置,以减小地震对结构的影响。(4)还需要考虑框架结构的实际条件和要求。例如,需要考虑框架结构的跨度、高度、荷载等参数,以及建筑物的使用功能和美观要求等。同时,还需要进行详细的计算和分析,以确定隔震装置和材料的尺寸和布置方案。

结语:总之,高烈度地区框架结构隔震设计是一种有效的抗震方法,通过增加建筑物底部的隔震层,能够显著降低地震对建筑物的冲击力,提高建筑物的抗震性能。隔震设计具有提高建筑物的抗震性能、节约成本、提高建筑物的使用寿命和保护建筑物周围的环境等优势。在隔震设计中,需要考虑到地质条件和地震危险性评估、隔震层的设计参数、隔震与非隔震系统的对比分析以及多种地震波谱的影响。同时,隔震设计实施方案的审查与验证以及隔震系统的维护与管理也是非常重要的。

### 参考文献

- [1]周云,张文芳,牟震.高烈度地震下多层隔震住宅楼的振动控制研究[J].地震工程与工程振动,2019,39(4):18-24.
- [2]王宇航,高振,林泉.基于性能的隔震结构设计方法研究[J].工程力学,2018,35(9):18-25.
- [3]肖建庄,李豪逸,王卫华.高层建筑地震灾害风险评估与控制[J].地震工程与工程振动,2018,38(3):109-116.
- [4]王建坤,朱春胜,王翠娟.基于性能的框架结构隔震设计方法研究[J].工程力学,2019,36(8):60-67.