

抗震设计在房屋建筑结构设计中的应用

靳 禄

天津建材工程设计院有限公司, 天津 300130

[摘要]房屋建筑结构设计的过程中抗震设计尤为重要,结合建筑所在地地质结构特点,对建筑结构进行科学合理的设计。就目前的情况看,行业很多房屋建筑工程施工时潜在的安全隐患问题比较多,给用户带来严重的生命财产威胁。随着地震灾害的不断增多,房屋建筑结构设计时,设计人员应该重视房屋建筑结构抗震性能的提升,提高建筑抵抗外界干扰的能力,全面提高房屋建筑居住的安全性。

[关键词]房屋建筑;结构设计;抗震设计;原则;应用研究

DOI: 10.33142/aem.v6i5.11912

中图分类号: TU352.11

文献标识码: A

Application of Seismic Design in the Design of Building Structures

JIN Lu

Tianjin Building Materials Engineering Design Institute Co., Ltd., Tianjin, 300130, China

Abstract: Seismic design is particularly important in the process of building structural design. Based on the geological characteristics of the building location, a scientific and reasonable design of the building structure is carried out. Currently, there are many potential safety hazards in the construction of many building projects in the industry, which pose a serious threat to the lives and property of users. With the increasing number of earthquake disasters, designers should pay attention to the improvement of the seismic performance of the building structure, improve the ability of the building to resist external interference, and comprehensively improve the safety of the building's living.

Keywords: housing construction; structural design; seismic design; principles; application research

房屋建筑抗震设计的目的是提高建筑结构的稳定性和使用安全性,提高建筑抵抗地震的能力,保证用户的生命财产安全,降低地震带来的损害程度。房屋建筑结构设计时,设计人员应该严格执行抗震设计相关标准和规范,总结房屋建筑结构设计经验,根据施工现场的具体情况,优化结构体系。针对房屋建筑结构的薄弱地方,设计人员应该进行强化设计,全面提高房屋建筑结构的抗震性能。

1 抗震设计的基本特点

1.1 科学性

房屋建筑结构设计时,抗震设计具有科学性的特点。设计人员需要根据房屋建筑结构的特点,通过大量的计算和推演,分析建筑结构的抗震效果。对房屋建筑结构的抗震设计理论进行分析,明确计算公式,从而找出抗震设计的相关限值。对比计算结果,提高房屋建筑结构抗震设计的合理性和科学性。

1.2 经验性

房屋建筑结构抗震设计时其经验性的特点比较明显。设计人员应该根据自身工作情况,不断总结工作经验,分析地震作用具体过程,充分应用抗震设计理论。地震具有不可预测性,设计人员无法定量对地震进行计算,因此,设计人员要不断总结设计工作经验,结合客观事实,保证房屋建筑结构的抗震性能有所提升。

1.3 发展性

社会经济不断发展的过程中,建筑行业也在飞速发展,房屋建筑抗震设计相关理论也有所变化。房屋建筑结构抗震设计时会表现出突出的发展性。很多传统的设计方式不能满足不断变化的建筑结构设计,设计人员需要保持发展的眼光,根据建筑结构特点,科学运用抗震设计技术,全面提高房屋建筑结构的抗震性能。

1.4 地域性

我国地域辽阔,不同地区地质结构特点存在很大的差异,房屋建筑结构抗震设计时,设计人员应该注重地域性。设计人员要结合建筑所处地理位置的特点以及市场发展的整体情况,做好抗震设计。结合地域特点,科学合理使用施工技术和建筑材料,优化建筑结构抗震设计。

2 抗震设计在房屋建筑结构设计中的应用

2.1 耗能性能和延性性能评估

在建筑结构的抗震设计实践中,评估结构的耗能特性和延展性能起着决定性的作用。耗能性能反映了结构在地震冲击下的能量吸收和消耗能力,而延性则是衡量结构在地震影响下能够稳定伸展而非瞬间崩溃的关键指标。这种评估涉及材料性能、构造形式以及防震策略的多方面考虑。通过解析结构在地震下的动力响应,可以洞察其变形潜力和能量消耗效率,以此降低地震带来的潜在破坏。

借助专业模拟计算和实证研究,对结构的耗能性能和延性进行精细评估,对于指导实际工程实施具有重大意义。这有助于提升建筑物在地震中的安全性,确保民众的生命财产安全。以中国国家体育场,即著名的“鸟巢”为例,为了强化其抗震性能,设计团队深入剖析并优化了结构的耗能机制和延性表现。他们采取了一系列策略,包括设置高效的能量耗散设备,以及精心调整结构的刚度与柔性的平衡,以此增强结构的耗能特性及延展性,使“鸟巢”能在地震中有效吸收并消耗地震能量,同时保持良好的可变形性,确保了在地震中的稳固性。

2.2 以抗震等级为依据进行抗震性设计

基本的抗震策略是一种技术策略,旨在确保结构安全的同时降低成本,其中包括多种减震和隔震措施,如隔震隔离、能量消耗减震、能量消耗控制、构造柱以及能量吸收装置等。隔震技术通过在上部结构和地基之间设置缓冲层,有效地减轻地震波引发的动态响应,保护底层框架结构。能量消耗减震技术侧重于利用材料的弹性或塑性变形,部分吸收地震冲击,确保主体结构免受损害。另一方面,能量消耗控制则利用可变刚性的元件,如调整钢材的形状和尺寸,以降低因结构刚度不足导致的额外应力,同时增强结构的延展性和能量消耗。

在实际应用中,关键在于精准选择参数,如阻尼系数、屈服和极限位移角,以及最大层间剪力限制。此外,还需要实施构造强化,如增加梁的腹板高度,提升翼缘厚度,增设抗扭钢筋,并优化梁柱节点连接。完成抗震设计后,必须对设计进行详尽的抗震性能检验,涵盖静态和动态的非线性反应阶段,以判断是否需要加固或修订设计。具体操作应遵循以下准则:首先,要符合现行抗震规范中关于峰值加速度(PGA)的设定范围,确保结构在高震级下仍能稳定。其次,要考虑建筑物所在场地的多维度因素,特别是强震历史对结构的影响。在经济性方面,优先选择成本效益高的改造方式,如添加剪力墙或钢桁架(如图1所示)。最后,还要关注建筑物周边环境,如温度变化、光照和风速等,以精确匹配不同工况下的荷载参数,如大小、方向和持续时间。

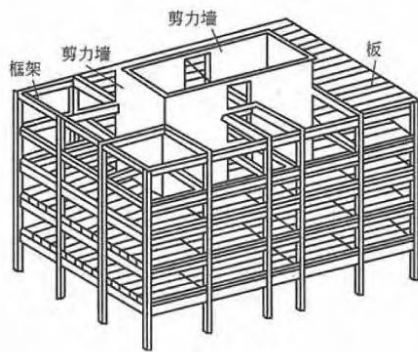


图1 剪力墙抗震设计

2.3 多层混凝土框架结构工程设计

在建筑设计的计算过程中,常见的软件模型分为三维建模工具和结构力学分析应用。前者借助CAD或CAE技术完成结构布局 and 选择,而后者则用于仿真分析复杂受力情况下的结构应力,提供精确的计算输出。尽管梁输入模型具有广泛的适应性,但其参数化程度较低。相比之下,输入模型利用实体单元和网格技术提升了计算效率,同时保持了计算精度。然而,梁输入模型未能有效处理因楼板T型截面导致的刚度增加问题,因此无法妥善解决混凝土组合楼盖系统中的垂直变形过大、局部破坏严重以及梁端剪切力过大的技术挑战。为了确保计算准确性,应对梁的刚度进行增强处理,并调整内力。对于板柱节点的支撑效应,需考虑其抗剪承载力随荷载变化的特性,以获得更准确的结果。为防止梁柱连接处产生塑性铰,需设置适当的箍筋以增强构件间的协作性能。通常,梁的放大系数设定为2.0,边梁为1.5,角柱为1.0。当跨度与高度的比例超过3时,该系数可能设定在2~2.5之间,具体情况需灵活调整。总而言之,梁刚度放大系数越大,边柱的弯曲抵抗力越强。跨度与高度比例越小,翼缘受拉钢筋屈服后的强度下降速度越快,但不会影响整体的延展性。在结构设计中,抗震等级的考量至关重要。通常,当抗震设防烈度在6~8°时,可将建筑简化为弹性体系,确保功能和安全。然而,当地震作用超过10°,若不采取相应措施,可能导致“强柱弱梁”的危险情况,引发严重的结构倒塌。因此,对框架结构进行合理设计至关重要。对于9°、11°或12°(含)以下地震活跃区,框架剪力墙组合结构是合适的选择。面对高强度地震,钢筋混凝土框架结构常被采用,同时需要考虑设置耗能减震构件,如阻尼器和耗能装置,以提升抗震性能。选择抗震等级时,应考虑如下几点:(1)是否符合现行国家规范;(2)是否有足够的承载力和变形能力;(3)是否能维持上部结构的刚度和抵抗水平力的能力;(4)是否具备良好的延展性和抗剪承载力;(5)抗侧移能力和动力特性指标。只有根据地理环境和工程实际综合考虑,才能实现经济、安全的设计方案。

2.4 设计多道抗震防线

在建筑工程的结构设计中,构建多重抗震防护策略显得至关重要。这种策略涉及在建筑内部嵌入多个抗震元素或措施,以增强整体的抗震抵御能力。设计师需深入理解建筑的结构特性和地震影响下的力学特性,精确地布局抗震元件的位置,如选择适当的剪力墙、抗震支撑结构或者强化框架节点,这些元素应分布于结构的关键环节,以提升整体的刚度和抗震效能。设计过程需兼顾各抗震元素之间的协作效应,确保他们在地震冲击下能同步运作,共同分担负荷,维持结构的整体稳固性。同时,连接方式和性能也是不可忽视的部分,保证抗震元件能有效传递地震力量至主体结构,避免局部失稳或损坏的发生。设计还需充

分考量抗震元件的延展性和能量吸收能力,以增强结构在地震下的形变适应性和能量消耗能力,从而降低地震带来的损害。最后,设计者需通过严谨的抗震测试和仿真模拟,验证这些防护策略的合理性和实际效果,确保其能满足建筑物严格的抗震安全标准。这样的多重防护体系,旨在提升建筑在自然灾害面前的生存能力。

2.5 构建抗震结构设计体系

当建筑物遭遇地震冲击时,其受损情况主要涉及地基的稳定性问题、结构的破损、柔韧性的丧失以及混凝土构件的损伤等多个层面。地震级别的差异会显著改变其受创程度。核心策略在于创新抗震结构设计,这一环节对于保障建筑安全至关重要。设计师在实施抗震设计时,必须深刻理解每个细节的微妙变化如何深远地影响整体的抗震效能,因为哪怕微小的改动也可能触发连锁的结构反应。因此,设计师需充分考虑地域特性、建筑物的抗震需求及其独特结构特征,进行细致入微的分析和定制化设计,旨在提升抗震性能,强化建筑的抗震韧性。这种精细化的设计方法对于增强建筑的抗震抵御力具有不可估量的价值。

2.6 其他抗震结构优化策略

除了上述改进策略,建筑结构设计的全局性要求还应考虑其他优化措施,具体如下:

(1) 对于框架柱的箍筋配置,推荐采用封闭形式,并确保 135° 弯钩的末端平直段长度至少为箍筋直径的 10 倍,若直径较小,则至少为 75mm。加密区箍筋肢距规定为一级不超过 200mm,二级不超过 250mm,三级不超过箍筋直径的 20 倍,四级不超过 300mm。在每根纵向钢筋两侧应设置双向箍筋约束,同时使用拉筋组合箍,使拉筋紧贴纵向钢筋并勾住封闭箍。非加密区的箍筋体积配箍率应不低于加密区的一半,箍筋间距的设计不得超过加密区箍筋间距的两倍,一级和二级柱不超过纵向钢筋直径的 10 倍,三、四级柱不超过 15 倍。

(2) 消能减震结构的优化是增强隔震系统的关键,以最大程度地减少地震对建筑的损害。实验数据显示,高效的隔震设备能降低 60% 的结构水平地震加速度响应。常用的消能装置有:液体阻尼器,用于消除自然灾害或人为振动引起的建筑物共振,常见于大型和重要设施建筑;断

裂隔震系统,通过将建筑物与地基分离,减轻地震对上部结构的影响;弹性支座,用于连接建筑物与地基,减少地震对建筑物的冲击,主要应用于中小型建筑。

(3) 对于框架柱的纵向钢筋布置,抗震设计中可以采用对称配筋技术。对于截面尺寸大于 400mm 的柱,纵向钢筋间距控制在 200mm 以内;全部纵向钢筋的配筋率不应超过 5%;对于一级柱且剪跨比较小(不大于 2)的情况,单侧受拉纵向钢筋的配筋率应小于 1.2%。在设计墙体角柱和边柱时,考虑到地震可能产生的拉伸效应,应整合各部分力量,增加柱内纵向钢筋总截面积 25% 以上,以提高抗震性能。

3 结语

总而言之,随着建筑行业的不断发展,建筑结构的复杂程度在不断增加。房屋建筑结构抗震设计尤为重要。根据房屋建筑结构的特点,分析影响建筑抗震性能的因素。设计人员开展设计工作时,应该重视房屋建筑结构抗震设计,根据建筑所处地理位置的特点以及建筑结构特点。本文中对建筑结构抗震设计的重要性进行了分析,并结合建筑行业的发展情况给出了建筑抗震设计的要点。对建筑不同结构的灾害特征进行了分析,并且给出了房屋建筑结构抗震设计的要点,改善建筑结构抗震性能,提高房屋建筑整体的稳定性和使用安全性,推动建筑行业持续稳定地发展,保证用户的生命财产安全。

[参考文献]

- [1]张均,孙栋梁. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(2):3.
 - [2]王志. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用分析[J]. 建筑与装饰,2021(1):23-26.
 - [3]林新振. 探讨建筑结构工程抗震设计的作用及其要点[J]. 建筑发展,2022,5(6):50-51.
 - [4]王炼. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用[J]. 工程技术研究,2021,6(4):205-206.
 - [5]李喜乐. 抗震设计在房屋建筑设计中的应用[J]. 中国住宅设施,2021(7):87-88.
- 作者简介:靳禄(1992.1—),男,河北农业大学,土木工程,部长助理,工程师。