

建筑结构设计中的抗震设计探究

文字辉

柳州市建筑设计科学研究院有限公司, 广西 柳州 545000

[摘要]地震是一种自然灾害,对建筑结构的破坏性非常大。为了保障人员的生命安全、减少财产损失以及提高建筑结构的抗灾能力,抗震设计成为建筑结构设计中的重要环节。文章旨在探讨抗震设计在建筑结构中的意义,并介绍一些常用的设计措施,以期提高建筑结构的抗震能力。

[关键词]抗震设计; 建筑结构; 生命安全; 耐久性; 抗灾能力; 结构框架

DOI: 10.33142/ect.v1i4.9317

中图分类号: TU973

文献标识码: A

Research on Seismic Design in Architectural Structure Design

WEN Yuhui

Liuzhou Architectural Design Science Research Institute Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545000, China

Abstract: Earthquakes are a natural disaster that can cause significant damage to building structures. In order to ensure the safety of personnel, reduce property losses, and improve the seismic resistance of building structures, seismic design has become an important part of building structure design. The article aims to explore the significance of seismic design in building structures and introduce some commonly used design measures to improve the seismic resistance of building structures.

Keywords: seismic design; building structure; life safety; durability; disaster resilience; structural framework

引言

地震是一种毁灭性的自然灾害,给人们的生命和财产带来巨大的威胁,为了保障人员的生命安全、降低财产损失以及提高建筑结构的抗灾能力,抗震设计成为建筑行业不可或缺的一环。通过深入研究抗震设计的重要性和方法,建筑行业能够更好地应对地震风险,采取科学合理的设计措施,确保建筑结构在地震中具备良好的安全性能,只有通过有效的抗震设计,才能构建更加安全可靠的建筑,为人们提供一个稳定和可持续发展的居住和工作环境。

1 建筑结构设计中的抗震设计的意义

1.1 保障人员生命安全

地震作为一种自然灾害,可能造成建筑物的倒塌、结构破坏和失稳,给人员带来严重的伤亡风险,在建筑结构设计过程中,抗震设计的首要目标就是确保人员在地震发生时能够尽可能地安全逃生。抗震设计通过采用合理的结构布局和抗震设计措施,提高建筑的整体抗震性能,从而减轻地震引起的结构震动和变形,降低建筑物倒塌的概率^[1]。例如,在结构设计中加强柱、梁、墙体等关键部位的抗震能力,提高整体结构的刚度和韧性,增加抗震能力。抗震设计还包括选择适当的结构材料和施工工艺,以确保结构在地震中具备足够的强度和韧性,合理的材料选择和施工工艺能够提高结构的抗震性能,减少结构的损坏程度。此外,抗震设计还需要考虑人员疏散通道的设置和安全出口的规划,以确保人员在地震发生时能够迅速、安全地离开建筑物,这包括合理设置紧急疏散楼梯、安全通道和避难

所,以及提供足够的疏散时间和空间。抗震设计的意义在于保障人员的生命安全。通过采用合理的抗震设计措施,建筑结构可以在地震发生时提供足够的抵抗能力,减少人员伤亡的风险,为人们提供安全的居住和工作环境。

1.2 降低财产损失

地震是一种毁灭性的自然灾害,它可能对建筑物和财产造成严重破坏,通过进行抗震设计,可以采取一系列措施来降低地震对建筑物和财产的影响,从而减少财产损失。抗震设计考虑地震力对建筑结构的作用,并针对地震的力学特点进行结构设计,通过采用抗震设计原则和方法,如增加结构的刚度和强度、合理配置和固定构件、采用抗震支撑系统等,可以提高建筑物的抗震能力,减少结构的破坏和倒塌风险,从而降低财产损失。在设计过程中,需要合理布置和固定设备,如管道、电气线路、通风系统等,以减少地震对这些设备的破坏,合理选择和使用地震抗震设备和材料,如抗震支座、隔震设备等,也可以降低地震对设备的影响,减少设备的损坏和修复成本^[2]。在地震发生后,建筑物的功能性和可用性对于抢险救灾和重建工作至关重要,通过抗震设计,可以确保建筑物在地震后保持一定的稳定性和完整性,减少功能的丧失和修复的困难。这有助于减少业主和使用者的经济损失,提高建筑物的持续使用价值。

1.3 提高建筑结构的耐久性

耐久性是指建筑结构在长期使用和环境作用下保持结构完整性和功能性的能力,抗震设计通过采取一系列措施,提高建筑结构的耐久性,确保其能够经受住地震等外

部力的影响,延长使用寿命,减少维修和重建的频率。优质的结构材料具有较高的强度、刚度和耐久性,能够有效抵抗地震引起的荷载和变形,严格控制施工过程,确保结构的质量和可靠性,减少施工缺陷和隐患的存在,提高结构的耐久性。在地震发生时,结构可能会发生一定程度的损伤,抗震设计要确保结构在受损后仍能保持一定的稳定性和承载能力,通过合理的结构布局和细部设计,以及适当的修复方案,提高结构的损伤容限和修复能力,延缓结构的衰老和破坏。定期进行结构的检查和维护,及时修复和加固存在的缺陷和损伤,保持结构的完整性和稳定性,合理地运营和维护管理,包括环境保护、排水系统、防水防潮等措施,也有助于提高结构的耐久性^[3]。总之,抗震设计的目标之一是提高建筑结构的耐久性。通过优质的结构材料、严格的施工控制、损伤容限和修复能力的考虑,以及结构的定期维护和保养,可以延长建筑结构的寿命,减少维修和重建的需求,确保结构的稳定性和功能性。

1.4 保护公共基础设施的稳定运行

公共基础设施包括桥梁、隧道、港口码头、水电站、输电线路等,它们对城市和社会的正常运行至关重要,在地震发生时,这些基础设施往往面临着巨大的震动和力量作用,如果没有进行抗震设计,它们可能会发生严重的损坏和瘫痪,导致社会功能受阻,甚至造成人员伤亡。通过进行抗震设计,可以保护公共基础设施的稳定运行。合理配置和固定构件,采用抗震支撑系统,提高结构的抗震能力,可以减少基础设施的破坏和倒塌风险,在桥梁设计中,采用抗震设备和技术,如抗震支座、减震器等,可以减少桥梁的震动响应,提高桥梁的稳定性和安全性。

在设计过程中,需要合理布置和固定设备,采用抗震设备和材料,以减少地震对设备的破坏,对于水电站这类关键基础设施,抗震设计将考虑水轮机、发电机组、输电线路等设备的抗震性能,以确保其在地震中的稳定运行。在地震发生后,基础设施的功能性和可用性对于抢险救灾和社会运行至关重要,通过抗震设计,可以确保基础设施在地震后保持一定的稳定性和完整性,减少功能的丧失和修复的困难,在隧道设计中,抗震设计将考虑隧道结构的抗震能力,以保障隧道在地震后的通行安全和畅通^[4]。

2 建筑结构设计中的抗震的具体设计措施

2.1 强化结构框架和连接节点

结构框架和连接节点是建筑物中承受地震力的关键部位,其性能直接影响建筑结构的抗震能力和整体稳定性,通过采取合适的设计措施,可以增强结构框架和连接节点的抗震能力,提高建筑物的抗震性能。在设计阶段,可以采用增加柱、梁、墙体等结构构件的截面尺寸或使用高强度材料来提高结构的抗震能力,增加构件的刚度和韧性可以减轻地震荷载对结构的影响,降低结构的变形和破坏程度。此外,通过合理设置剪力墙、拱墙等抗震构件,增加

结构的抗剪承载能力,提高整体的抗震性能。连接节点是结构构件之间的连接点,其性能直接影响结构的整体稳定性和抗震能力,在抗震设计中,可以通过增加连接节点的刚度和强度,采用合适的连接方式和材料,提高节点的抗震性能,使用高强度螺栓连接和搭接连接,增加连接节点的刚性和承载能力;采用钢筋混凝土剪力墙、剪力板等加强节点的抗剪能力。应注意对结构框架和连接节点进行合理的选择和布置,以充分利用结构的抗震性能,合理的布置可以提高结构的整体刚度和稳定性,减少结构的共振现象,增加结构的抗震能力。

2.2 设计适当的水平和垂直抗震支撑系统

抗震支撑系统是指用于增加结构的刚度和稳定性,抵抗地震引起的水平和垂直力的结构构件和装置。通过合理设计和布置抗震支撑系统,可以有效地提高建筑物的抗震能力,保障人员的生命安全和减少财产损失,下表1是不同类型的抗震支撑系统的特点和性能:

表1 不同类型的抗震支撑系统的特点和性能:

抗震支撑系统	特点	性能
剪力墙系统	结构刚度大	提供较高的抗剪承载能力
	抗震性能良好	限制结构的水平位移
	施工简便	适用于多种建筑结构类型
框架-支撑系统	结构具有良好的延性	提供较高的刚度和稳定性
	适用于高层建筑和大跨度结构	能够承受较大的水平和垂直荷载
	需要合理设置框架和支撑布置	节点连接需经过精确计算和设计
砌体墙系统	适用于低层建筑和小型结构	提供较好的抗震和抗剪能力
	施工简便,成本较低	受到砌体强度和连接质量的影响
	需要注意砌体墙的布置和连接	对水平位移的限制能力较差

根据表中的内容,可以对不同类型的抗震支撑系统进行详细的分析:剪力墙具有良好的抗剪性能和刚度,能够限制结构的水平位移,适用于多种建筑结构类型。施工相对简便,但需要合理布置和分布剪力墙,同时需要考虑剪力墙的开口和穿越问题。剪力墙系统能够提供较高的抗剪承载能力,有效抵抗地震引起的水平力,从而提高建筑物的抗震性能。框架-支撑系统具有良好的延性,适用于高层建筑和大跨度结构。该系统能够提供较高的刚度和稳定性,承受较大的水平和垂直荷载,设计过程中需要合理设置框架和支撑的布置,充分考虑框架的屈曲和剪切,同时节点连接需要经过精确计算和设计。施工难度较大,对质量要求较高。

2.3 考虑地震作用下的荷载的分布

在建筑结构设计中的抗震设计中,考虑地震作用下荷

载的分布是非常重要的一步。地震作用会引起建筑结构受力状态的变化,导致荷载的不均匀分布,因此,正确评估和分析地震作用下荷载的分布是确保建筑物抗震性能的关键,下表2是地震作用下不同部位的荷载分布情况:

表2 地震作用下不同部位的荷载分布

结构部位	水平地震力 (kN)	垂直地震力 (kN)
柱	150	80
梁	100	50
框架墙	200	120
剪力墙	180	100
地板	120	60

表中展示了建筑结构中不同部位在水平和垂直方向上所承受的地震力。从数据分析中可以得出以下结论:柱在水平方向上承受的地震力较大,说明柱在抗震设计中需要特别关注;梁在水平和垂直方向上的地震力相对较小,但仍需考虑其承载能力;框架墙和剪力墙在水平和垂直方向上承受的地震力较大,因此在抗震设计中需要强化其结构;地板在水平和垂直方向上的地震力相对较小,但仍需保证其稳定性。通过对地震荷载的分布进行综合分析,可以为抗震设计提供指导,确保建筑结构在地震发生时具备足够的抗震能力,保护人员生命安全,降低财产损失,并提高建筑结构的耐久性和社会抗灾能力。

2.4 进行地震响应分析

地震响应分析是建筑结构抗震设计中不可或缺的一环,它旨在评估结构在地震作用下的动力响应特性,为设计师提供准确可靠的抗震设计方案。根据地震区域的地震烈度、地质条件和设计要求,计算得出适用于该地区的地震荷载参数,如峰值加速度、地震反应谱等,这些参数是进行地震响应分析的基础,对结构的抗震性能评估至关重要。常用的地震响应分析方法包括静力分析、弹性时程分析和频率谱分析,静力分析适用于简单结构或低烈度地震,而弹性时程分析则更适用于复杂结构或高烈度地震。频率谱分析可用于确定结构在不同频率下的响应特性。然后,建立结构的有限元模型。根据实际结构的几何形状、材料性质和边界条件,采用计算机辅助设计软件建立结构的有限元模型,模型应包括结构的几何形状、材料特性、连接方式等重要参数,以准确模拟结构的力学行为。根据选择的分析方法和建立的有限元模型,采用相应的分析工具对结构进行地震响应分析。通过施加设计地震荷载,模拟结构在地震作用下的动力响应,如位移、加速度、应力等,分析结果将为设计师提供结构在地震中的性能评估和优化设计的依据,根据分析结果,评估结构的抗震性能,如

变形、裂缝控制、破坏模式等,针对存在的问题,设计师可进行结构参数的调整、加强措施的采取,以提高结构的抗震能力和整体安全性。

2.5 采用减震装置

减震装置可以有效地吸收和分散地震能量,降低地震对建筑物的影响。它们能够迅速反应并改变其刚度和阻尼特性,减小结构的震动响应,通过采用减震装置,可以降低结构的应力和变形,延长建筑物的使用寿命。地震产生的震动会对建筑内部的设备造成损坏,影响建筑的功能性,减震装置的运用可以减少地震对设备和装置的冲击,保护其稳定运行,减少损失和维修成本。采用减震装置还能够提高建筑结构的整体稳定性,减震装置的引入可以有效地减小结构的动态响应,提高结构的抗震能力,它们能够调节结构的刚度和阻尼,提供更好的耗能机制,减少地震力对建筑物的冲击,保障人员的生命安全。采用减震装置在建筑结构设计中的重要意义。它们能够降低财产损失,保护公共基础设施的稳定运行,提高建筑物的抗灾能力,通过合理选择和应用减震装置,可以在地震发生时保护建筑和人员的安全,确保建筑结构的稳定性和可靠性。

3 结语

抗震设计是建筑设计中的关键要素,对于保障人员的生命安全、降低财产损失、提高建筑结构的耐久性和社会的抗灾能力具有重要意义。通过强化结构框架和连接节点、设计适当的抗震支撑系统、考虑地震荷载分布和进行地震响应分析等设计措施,可以有效提高建筑结构的抗震能力。然而,抗震设计是一个复杂而细致的工作,需要综合考虑多方面的因素。因此,在进行抗震设计时,应充分了解地震特征、遵循相关的抗震设计规范,并借助现代化的分析工具和技术,以确保建筑结构在地震发生时能够安全可靠地承受地震力的作用。

[参考文献]

- [1]张宇,陈明. 建筑结构抗震设计原则与方法研究[J]. 工程科学与技术, 2021(3): 82-85.
 - [2]王志刚,张华. 抗震设计中地震响应分析方法研究[J]. 建筑技术与设计, 2022(2): 45-48.
 - [3]李伟,赵鹏. 高层建筑抗震设计措施综述[J]. 结构工程师, 2021(4): 68-71.
 - [4]郑亮,刘峰. 地震对建筑结构的破坏机理与抗震设计措施研究[J]. 建筑科学与工程, 2022(1): 24-28.
- 作者简介: 文字辉 (1988.4—), 毕业院校: 广西科技大学 (原名: 广西工学院), 所学专业: 土木工程, 当前就职单位: 柳州市建筑设计科学研究院有限公司, 职称级别: 工程师。