

房屋建筑结构设计中的抗震设计

葛灵强

上海同建强华建筑设计有限公司杭州分公司 浙江 杭州 310000

摘要：地震灾害具有突发性强、破坏力大的特点，严重威胁人民生命财产安全与社会稳定。本文聚焦房屋建筑结构设计中的抗震设计。阐述了房屋建筑结构抗震设计的重要性，包括保障生命财产安全、符合社会发展需求以及提升建筑使用寿命。介绍了其基本原理，如结构体系选择、地震力计算和抗震防线设置。重点探讨了抗震设计要点，涵盖场地选择与地基设计、结构布置与选型、构件设计与连接、材料选择与使用以及隔震与消能减震设计等方面，旨在为房屋建筑结构抗震设计提供理论参考与实践指导。

关键词：房屋建筑；结构设计；抗震设计

引言：在地震频发的当下，房屋建筑的抗震性能关乎人们的生命和社会稳定。随着城市化进程的加速，建筑数量和规模不断增长，对房屋建筑结构的抗震设计提出了更高要求。合理的抗震设计不仅能在地震灾害来临时减少生命财产损失，还能促进建筑行业的可持续发展。本文将深入分析房屋建筑结构抗震设计的重要性、基本原理以及设计要点，探索提升建筑抗震能力的有效途径。

1 房屋建筑结构抗震设计的重要性

1.1 保障生命财产安全

地震作为极具破坏力的自然灾害，往往会在瞬间对房屋建筑造成毁灭性打击。合理且科学的房屋建筑结构抗震设计，是抵御地震灾害、保障生命财产安全的关键防线。通过优化结构体系、强化构件连接等设计手段，能够有效降低地震对建筑结构的破坏程度，减少建筑物倒塌、墙体开裂等险情的发生。当建筑具备良好的抗震性能时，身处其中的人员拥有更高的生存几率，室内的财物损失也能得到控制。例如，在历次地震灾害中，那些严格遵循抗震设计规范建造的房屋，往往能在地震中为人们提供安全庇护，最大限度地减少生命财产损失，凸显出抗震设计在守护生命与财富方面的重要意义。

1.2 符合社会发展需求

随着社会经济的飞速发展，人们对居住和使用环境的安全性、稳定性要求日益提高。房屋建筑作为社会发展的重要载体，其抗震性能直接关系到社会秩序的稳定和经济的可持续发展。高质量的抗震设计能够增强公众对建筑安全的信心，促进房地产市场的健康发展，同时也为城市的长期规划和建设提供坚实保障。此外，在遭遇地震灾害后，具备良好抗震性能的建筑能够更快恢复使用功能，减少因建筑损毁导致的社会生产停滞，降低

救援和重建成本，维持社会秩序的稳定运行。这不仅契合现代社会对安全、高效的追求，也符合社会发展的长远利益，是推动社会持续进步的重要保障。

1.3 提升建筑使用寿命

房屋建筑结构的抗震设计与建筑使用寿命息息相关。在地震作用下，缺乏抗震设计的建筑结构容易出现裂缝、变形甚至倒塌，严重影响建筑的整体性能和使用寿命。而合理的抗震设计能够使建筑在地震中有效吸收和耗散地震能量，减少结构的损伤程度，降低因地震造成的结构性破坏风险。即使在经历多次地震或强烈震动后，经过科学抗震设计的建筑依然能够保持结构的完整性和稳定性，减少后期的维修和加固成本。通过增强建筑的抗震能力，从根本上提升建筑的耐久性和可靠性，从而延长建筑的使用寿命，实现资源的有效利用和建筑价值的最大化^[1]。

2 房屋建筑结构抗震设计的基本原理

2.1 结构体系的选择

房屋建筑结构体系的选择是抗震设计的基础，直接决定建筑的抗震性能。不同结构体系，如框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等，在抗震能力和适用范围上存在显著差异。框架结构具有空间灵活的特点，但侧向刚度相对较弱；剪力墙结构侧向刚度大，能有效抵抗水平地震力；框架-剪力墙结构则结合两者优势，适用于高层建筑。在实际设计中，需根据建筑功能需求、高度、地质条件等因素综合考量，选择合适的结构体系。同时，还应确保结构体系具有良好的延性，在地震作用下能够发生塑性变形耗散能量，避免因脆性破坏导致结构整体倒塌，以此增强建筑在地震中的生存能力。

2.2 地震力的计算

准确计算地震力是房屋建筑抗震设计的关键环节。

地震力计算需综合考虑地震动参数、场地条件、建筑结构动力特性等因素。常用的计算方法包括底部剪力法、振型分解反应谱法和时程分析法。底部剪力法适用于高度不超过40m、质量和刚度沿高度分布比较均匀的结构；振型分解反应谱法可更精确地考虑结构的多振型影响，适用于各类建筑；时程分析法则通过输入实际地震波，对结构进行动力时程分析，能直观反映结构在地震过程中的受力和变形情况。通过科学合理地选择计算方法，精确确定地震力大小和分布，为后续结构构件的设计提供可靠依据，从而确保建筑在地震作用下能够满足强度和变形要求。

2.3 抗震防线的设置

抗震防线的设置是提高建筑抗震能力的重要策略。在地震作用下，单一的抗震体系可能因局部破坏导致整体失效，因此需设置多道抗震防线。第一道防线通常由主要抗侧力构件承担，如框架结构中的梁柱、剪力墙结构中的墙体，它们在地震初期率先抵御地震力；当第一道防线出现破坏后，第二道防线如连梁、支撑等构件随即发挥作用，继续消耗地震能量，延缓结构整体破坏进程。通过合理布置多道抗震防线，使结构在地震中形成耗能机制，逐步吸收和耗散地震能量，避免结构因瞬间超载而倒塌。同时，各道防线之间应具备良好的协同工作能力，确保地震力在不同防线间有效传递和分配，从而提升建筑结构整体的抗震性能和可靠性^[2]。

3 房屋建筑结构抗震设计要点

3.1 场地选择与地基设计

3.1.1 场地选择

场地选择是房屋建筑抗震设计的首要环节，对建筑抗震性能有着深远影响。在选址时，应优先选择对抗震有利的地段，如开阔、平坦、密实且均匀的中硬土地段，这类场地能够有效缓冲地震波的传播，减少地震对建筑的破坏。需避开活动断裂带、软弱土、液化土等抗震不利地段，这些区域在地震时易产生地基失效、地面沉降等问题，极大增加建筑损毁风险。同时，还应避免在可能发生滑坡、泥石流等地质灾害的区域建造房屋。

3.1.2 地基设计

地基设计是保障房屋建筑抗震能力的重要基础工作。设计时需根据场地地质条件、上部结构类型及荷载大小，合理确定地基形式和处理方法。对于软弱地基，可采用换填垫层、强夯、桩基础等处理措施，提高地基的承载力和稳定性，增强其抵抗地震变形的能力。同时，要确保地基具有良好的整体性和均匀性，避免因地基不均匀沉降导致上部结构开裂或破坏。在地基设计

中，还需考虑地震作用下地基土的动力特性变化，如砂土液化问题，通过采取抗液化措施，保障地基在地震过程中的安全性。合理的地基设计能够有效传递和分散地震力，提升建筑结构整体的抗震性能。

3.2 结构布置与选型

3.2.1 结构平面布置

结构平面布置是房屋建筑抗震设计的关键步骤，合理的平面布置有助于提升建筑整体抗震性能。在设计时，应尽量使结构平面形状规则、对称，避免出现凹凸不规则、偏心过大等情况，防止地震作用下因质量和刚度分布不均导致扭转效应，引发结构局部应力集中甚至破坏。同时，结构构件应均匀、对称布置，确保水平地震力能够均匀传递。此外，平面布置还需考虑建筑功能需求，在满足使用功能的前提下，优化结构布局，减少因平面不规则带来的抗震不利影响，保障建筑在地震中的安全性。

3.2.2 结构竖向布置

结构竖向布置对建筑抗震性能起着决定性作用。竖向布置应保证结构刚度和质量沿高度均匀变化，避免出现刚度突变层或薄弱层，防止地震时因应力集中导致结构局部破坏甚至倒塌。例如，楼层的侧向刚度宜下大上小，逐渐均匀变化，不宜采用竖向收进尺寸过大的结构形式。对于高层建筑，可通过设置加强层、转换层等措施，调整结构竖向刚度分布。同时，竖向构件应上下连续贯通，确保地震力能够有效传递至基础。合理的竖向布置能使建筑在地震作用下保持整体稳定性，避免因竖向不规则而降低抗震能力，从而提升建筑在地震中的生存几率。

3.2.3 结构选型

结构选型是根据建筑功能、高度、场地条件等因素，选择合适的结构体系以满足抗震设计要求。不同结构体系具有不同的抗震性能和适用范围，如框架结构适用于层数较少、空间需求灵活的建筑；剪力墙结构适用于高层住宅和办公楼，具有较强的抗侧移能力；框架-剪力墙结构则结合两者优势，适用于多功能、超高层的综合性建筑。选型时需综合考虑结构的抗震能力、经济性、施工可行性等因素，优先选择具有多道抗震防线、良好延性和耗能能力的结构体系。

3.3 构件设计与连接

3.3.1 构件设计

构件设计是房屋建筑结构抗震的核心环节，直接影响建筑整体抗震能力。在设计梁、柱、墙等构件时，需遵循“强柱弱梁”“强剪弱弯”“强节点弱构件”等原

则。例如,柱子设计应具备足够的承载能力和延性,以抵御地震产生的竖向和水平荷载;梁的设计需合理控制配筋率,使其在地震时先于柱子屈服,形成塑性铰耗散能量。同时,构件的尺寸、材料强度等级和配筋构造应根据地震作用计算结果和抗震等级确定,确保构件在地震过程中不发生脆性破坏。

3.3.2 构件连接

构件连接是保证房屋建筑整体性和抗震性能的关键。良好的连接节点应具备足够的强度、延性和可靠性,确保地震力能够在构件间有效传递。例如,梁柱节点处需合理配置箍筋,增强节点核心区的约束作用,防止节点区在地震作用下发生剪切破坏;钢结构的焊接、螺栓连接需严格按照规范执行,保证连接部位的强度不低于构件本身。在预制构件的连接中,应采用可靠的连接方式,如灌浆套筒连接、预应力连接等,使预制构件形成整体共同工作。此外,还需考虑连接节点在地震反复荷载下的性能退化问题,通过优化节点构造,提升连接部位的抗震能力,确保建筑结构在地震中保持稳定,避免因连接失效导致结构整体破坏。

3.4 材料选择与使用

3.4.1 材料选择

在房屋建筑结构抗震设计中,材料选择是不容忽视的重要环节。对于混凝土材料,应优先选用强度等级适中、延性良好且耐久性高的混凝土,高标号混凝土虽强度高,但脆性较大,在地震作用下易发生突然破坏,因此需合理控制强度等级。钢筋的选择则要注重其屈服强度、抗拉强度及伸长率等指标,采用具有高延性的抗震钢筋,确保在地震时能通过塑性变形耗散能量。在钢结构中,钢材的屈服强度、冲击韧性等性能直接影响结构抗震能力,需选择质量稳定、性能可靠的钢材。此外,新型建筑材料如纤维增强复合材料、减震耗能材料等,也因其优异的性能,在抗震设计中逐渐得到应用。

3.4.2 材料使用

材料的正确使用是保障房屋建筑抗震性能的关键。在混凝土施工过程中,需严格控制配合比,确保混凝土强度和工作性能符合设计要求,避免因水灰比不当、振捣不密实等问题影响混凝土质量。对于钢筋,要规范加工和安装工艺,保证钢筋锚固长度、搭接方式等符合规范,避免因锚固不足导致钢筋滑移。在钢结构的焊接与螺栓连接中,需严格执行操作规程,确保焊缝质量和螺栓紧固力达标,防止因连接缺陷降低结构抗震性能。同时,不同材料组合使用时,要考虑材料间的相容性和协

同工作性能,如钢-混凝土组合结构中,需通过合理设置连接件,保证两种材料共同受力。

3.5 隔震与消能减震设计

3.5.1 隔震设计

隔震设计通过在建筑物基础与上部结构之间设置隔震层,阻隔地震能量向上部结构的传递,是一种有效的抗震技术。常见的隔震装置包括叠层橡胶支座、滑移隔震装置等。叠层橡胶支座由橡胶和钢板交替叠合硫化而成,兼具弹性变形能力与竖向承载能力,可显著降低结构的地震反应。在地震发生时,隔震层允许上部结构与基础之间产生相对位移,延长结构自振周期,使结构避开地震动的卓越周期,减少地震力的输入。这种设计能有效降低上部结构的地震加速度和层间位移,保护建筑内部设施和人员安全。相较于传统抗震设计,隔震技术可大幅提升建筑在地震中的安全性,尤其适用于医院、学校等重要建筑。

3.5.2 消能减震设计

消能减震设计是在建筑结构中设置消能部件,通过部件的变形耗能来减少结构的地震反应。消能部件主要包括黏滞阻尼器、金属阻尼器、摩擦阻尼器等。黏滞阻尼器利用黏滞流体的阻尼特性耗散地震能量,金属阻尼器则通过金属的塑性变形吸收能量。在地震作用下,这些消能部件率先进入耗能工作状态,将地震输入的能量转化为热能等其他形式的能量耗散掉,从而减小结构的地震响应。消能减震设计无需改变建筑的主体结构形式,可灵活布置于结构的薄弱部位,如连梁、支撑处。该技术既能提高建筑的抗震性能,又能降低结构构件的截面尺寸和配筋量,具有良好的经济性和实用性,是现代建筑抗震设计的重要发展方向^[3]。

结束语

房屋建筑结构的抗震设计是一项系统且关键的工程,从场地选择、结构体系确定到材料选用、隔震减震技术应用,每个环节都关乎建筑在地震中的安全性能。随着地震灾害的威胁持续存在,以及建筑行业的不断发展,抗震设计理念和技術也需与时俱进。

参考文献

- [1]宋海燕.谈抗震设计在房屋建筑结构设计中的应用[J].山西建筑,2020,039(027):38-39.
- [2]李金果,李伟建.抗震设计在房屋建筑结构设计中的应用研究[J].四川水泥,2020,(012):35-35.
- [3]任兴旺.谈抗震设计在房屋建筑结构设计中的应用[J].科研,2021,(002):00242-00242.