

建筑结构设计中的抗震结构设计理念

姚震

中国能源建设集团广东省电力设计研究院，广东 广州 510000

DOI:10.61369/ADA.2025020052

摘要：文章旨在系统阐述建筑抗震设计的核心原则、理念及实施策略，以提升建筑结构在地震作用下的安全性与可靠性。研究明确了结构简化、整体性与规则性三项基本原则，进而探讨了规则对称、刚度控制及数字化建模等现代设计理念，为抗震分析提供理论依据；最后，从材料选择、体系协同、结构选型、地基处理及多道防线等维度提出具体设计策略，形成完整的抗震设计方法体系，为工程实践提供参考。

关键词：建筑结构设计；抗震结构；设计理念

Seismic Design Concepts in Architectural Structure Design

Yao Zhen

China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This paper aims to systematically elaborate on the core principles, concepts, and implementation strategies of seismic design in buildings, with the goal of enhancing the safety and reliability of architectural structures under seismic action. The study identifies three fundamental principles: structural simplification, integrity, and regularity, and further explores modern design concepts such as regular symmetry, stiffness control, and digital modeling, providing a theoretical basis for seismic analysis. Finally, specific design strategies are proposed from dimensions such as material selection, system coordination, structural selection, foundation treatment, and multiple lines of defense, forming a complete system of seismic design methods to serve as a reference for engineering practice.

Keywords : architectural structure design; seismic structure; design concepts

引言

地震作为一种突发性强、破坏性大的自然灾害，对建筑安全构成严重威胁。随着城市化进程加快，建筑结构抗震设计的重要性日益凸显。文章基于抗震设计理论发展与工程实践需求，系统梳理抗震设计的基本原则、核心理念与实施策略，旨在构建科学合理的设计框架，为提升建筑抗震能力、保障人民生命财产安全提供理论支撑与实践指导。

一、抗震性设计原则

(一) 结构简化准则

在长期的结构抗震设计实践中，人们逐渐认识到：建筑结构的布置形式越简洁，其受力路径就越明确，相应的抗震能力也越强。这类简洁的结构体系在进行力学分析时，不仅计算过程更加可靠，所得结果的精确度也更有保障。因此，在实际工程设计中，建议根据具体条件对建筑抗震计算模型进行合理简化，通过优化构件间的受力传递机制，显著增强建筑物抵御地震作用的能力。这种基于简化思想的设计策略，能够从本质上改善建筑结构的抗震性能，为工程安全提供有力保障。

(二) 结构整体性原则

结构整体性原则强调将建筑物视为一个完整的受力体系，在抗震设计中要求各组成部分协同工作、共同抵抗地震作用。这一

原则要求抗震设计不应局限于局部构件或特定部位，而需要贯穿于建筑方案规划、结构计算和细部设计的全过程，通过系统化的设计方法确保建筑在地震作用下的整体性能。设计时需要全面考虑可能影响结构抗震性能的各类因素，包括荷载传递路径、构件连接性能和非结构构件的影响等。通过建立精确的数字化模型对结构参数进行系统分析和优化，可以有效提升整体结构的抗震能力。同时，该原则还要求各个结构构件必须满足相应的抗震构造措施，确保构件之间的可靠连接和力的有效传递。通过避免出现应力集中和薄弱环节，保证地震作用下结构系统的完整性和协同工作能力，从而提高建筑整体的稳定性和安全可靠性。整体性原则的确立，为构建安全可靠的抗震结构体系提供了理论基础和实践指导^[1]。

(三) 结构规则性原则

结构规则性原则是建筑抗震设计中的基础性准则，其核心在

于通过保持建筑形体与结构布置的规律性来提升抗震性能。这一原则主要包含两个层面的要求：在竖向规则性层面，建筑沿高度方向的形体、刚度及承载力分布应当连续均匀，避免出现突变。这种连续性要求能够确保地震作用力在竖向传递过程中保持流畅，防止因局部薄弱环节引发应力集中或过大变形，从而维持结构的整体稳定性。在平面规则性层面，建筑平面形状宜简洁规整，内部抗侧力构件布置应均衡对称。这种布置方式旨在实现建筑质量分布与结构刚度分布的协调统一，通过减小质量中心与刚度中心的偏心距，有效控制地震时可能出现的扭转效应，确保各结构构件能够协同工作。规则性原则的确立源于对地震灾害的深入观察与研究。大量震害资料表明，形体复杂、布置不规则的建筑往往在地震中遭受更严重的破坏。该原则通过强化建筑结构的规律性，为地震能量的传递与消散提供了清晰路径，从而显著增强建筑的整体抗震能力，是实现“大震不倒”设防目标的重要保障^[2]。

二、抗震结构设计的设计理念

（一）形体与结构的规则对称理念

建筑形体与结构布局的规则对称是抗震设计中的核心理念。当建筑结构存在明显的不规则或不对称性时，会显著削弱其抵御地震作用的能力。这种不规则性可能导致结构刚度分布不均，在地震作用下引发扭转效应或应力集中，从而降低建筑的整体抗震性能。在具体设计中，这一理念要求严格控制建筑物的刚度分布与质量分布，确保二者在平面和竖向均保持协调统一。通过使结构承载力均匀分布，并尽可能实现双向对称的结构布置，可以有效提升建筑在地震作用下的整体协同工作性能。这种对称均衡的布局不仅有利于地震力的传递与分配，还能显著降低因偏心引起的扭转振动。在确定结构方案前，还需对建筑场地条件进行全面评估。场地的地质条件、土层特性及地震活动特征都应纳入考量范围，确保所选择的基础形式既能满足上部结构的受力需求，又能与场地条件形成良好匹配，为整体结构的抗震性能提供可靠保障。这一系统性的设计理念贯穿于从场地评估到结构选型的全过程，是实现建筑抗震安全的重要基础。

（二）基于刚度控制的抗震设计理念

在建筑抗震设计中，通过科学的刚度设计来提升结构抗震性能是一项重要理念。建筑结构在地震作用下将承受来自不同方向的复杂作用力，这就要求其必须具备足够的刚度和强度来抵御这些力的影响。这一理念特别强调对抗扭转刚度的精确把控。需要通过严谨的计算分析，确保结构在遭遇地震冲击时能够有效控制扭转变形，避免因刚度分布不均导致的结构失稳或破坏。刚度设计作为抗震设计的关键环节，要求对结构体系中各构件的刚度特性进行统筹考虑。基于整体性原则，每个结构构件的刚度配置都应当符合规范要求，并通过系统的刚度协调，使建筑整体形成合理的刚度分布体系。这种以刚度控制为核心的设计理念，能够确保建筑在地震作用下保持足够的稳定性与完整性，从而显著提升其抗震性能。该理念的确立，为构建安全可靠的建筑结构提供了

重要的理论依据和实践指导。

（三）数字化建模与仿真分析理念

在当代抗震设计领域，运用计算机技术构建精确的建筑力学模型已成为重要设计理念。基于计算机科学的分析方法能够对建筑结构的各项抗震参数进行精准计算与评估，为提升结构抗震性能提供科学依据。这一理念的核心价值在于通过数字化仿真手段，模拟建筑结构在各类荷载工况，特别是地震作用下的力学响应与变形特征。借助先进的数值分析技术，设计人员能够预测结构在地震波作用下的动力行为，识别潜在薄弱环节，从而在图纸设计阶段进行针对性优化。通过建立高精度的三维计算模型，可以更真实地反映建筑结构的实际受力状态，有效评估其抗震能力是否满足设防要求。在当前的工程实践中，依托信息技术开展的参数化分析、智能化建模等工作，显著提升了抗震设计的精确度与可靠性。这一技术理念的广泛应用，不仅革新了传统设计方法，更为构建安全可靠的建筑结构提供了强有力的技术支撑^[3]。

三、基于设计理念的抗震结构策略

（一）基于材料延性与强度的抗震设计策略

在高层建筑抗震设计中，选用兼具优良延性和较高强度的工程材料是一项关键策略。延性材料在地震作用下能够通过显著的非弹性变形来耗散地震输入能量，从而降低结构的地震反应。与此同时，高强材料能够为结构提供足够的抗力储备，确保主体结构在大震作用下仍能维持其基本承载功能。当前工程实践中，钢材与混凝土是体现这一设计策略的典型材料。钢材以其出色的延展性能和较高的屈服强度，常被用于构建高层建筑的抗侧力框架体系。在地震激励下，钢构件可通过可控的塑性变形机制吸收能量，有效维持结构的整体性。混凝土材料则凭借其优越的抗压能力和经过适当配筋后获得的延性特性，广泛应用于柱、梁及剪力墙等主要抗侧力构件中。通过合理的配筋设计，混凝土构件能够在地震过程中发挥塑性耗能作用，保障结构的抗震稳定性。此外，采用复合材料技术进一步提升材料性能也是重要的设计手段。例如，在混凝土基体中掺入钢纤维或合成纤维，能够显著改善其延性性能和抗裂能力；在钢结构中应用高强度钢材或采用屈曲约束支撑等特种构件，可以进一步提升结构的抗震效能。这些基于材料性能优化的设计策略，共同构成了提升建筑结构抗震可靠性的技术途径。

（二）基于整体协同的抗震结构设计策略

在建筑抗震设计中，应采用系统思维将建筑视为由多个子系统构成的有机整体。通过各分结构之间的协同工作机制，形成能够有效抵御地震作用力的完整受力体系，从而显著提升建筑结构的整体抗震性能。在具体设计过程中，需要根据不同的结构体系特点采取差异化的抗震对策。对于框架结构、剪力墙结构、框剪结构等不同体系，应制定针对性的抗震设计方案，同时综合考虑各体系对建筑工程安全性与经济性的影响，寻求最优平衡点。此外，设计过程中还需结合工程所在地的抗震设防要求、地质条件等具体因素，在结构承载力设计中预留合理的安全储备。通过运

用现代信息技术手段，可以精确模拟和分析地震作用在结构中的传递路径与分布规律，据此优化结构布置与构件设计，最大限度地提升建筑物在地震作用下的整体性能表现。这种基于整体协同理念的设计策略，能够有效保障建筑结构在大震作用下的安全性和可靠性^[4]。

(三) 基于性能与条件适配的结构选型设计

在建筑抗震设计中，选择科学合理的结构形式是实现抗震安全与经济平衡的关键环节。当前工程实践中，钢筋混凝土结构因其良好的整体工作性能、适中的延性表现以及相对经济的造价，成为广泛采用的结构类型之一。然而，这类结构在承受持续或强烈地震作用时，其刚度退化现象较为明显，易出现裂缝扩展乃至构件损伤等问题。虽然现代钢筋混凝土技术在施工工艺方面日趋成熟，但在控制结构变形能力和维持强度稳定性方面仍存在提升空间。有鉴于此，在确定最终结构方案时，设计人员需要建立多因素决策模型，全面考量建筑场地工程地质条件、区域地震活动特征、设防烈度要求以及项目投资限额等关键参数。通过系统评估不同结构体系在特定条件下的抗震表现与经济指标，最终选定与项目需求最匹配的结构形式。这种基于性能与条件适配的选型设计方法，既能确保建筑结构具备足够的抗震能力，又能实现技术合理性与经济可行性的统一，为建筑抗震安全提供坚实基础。

(四) 基于场地评估的抗震地基设计

在建筑抗震设计体系中，科学合理的场地选择是确保结构安全的基础性环节。优先考虑地质构造稳定、地形平缓开阔的建设场地，能够从源头上降低地震灾害风险。在确定场址后，需对表层土体及下卧土层的物理力学性能进行系统检测，重点评估土壤密实度、抗剪强度与承载力等关键参数，确保地基条件与上部结构的荷载要求相匹配。选址过程中应主动避开地质活动断裂带、河岸滑坡易发区、地下采空区等不良地质区段，这些区域在地震

作用下易产生放大效应或土体失稳，严重威胁建筑安全。当客观条件限制必须在软弱地基或不利地段建设时，需采取针对性的地基改良方案，如换填垫层、桩基加固或土体加密等技术措施，通过提升地基的整体性与承载性能，为上部结构提供可靠支撑。这种基于详细场地评估的地基设计策略，构成了建筑抗震体系的第一道防线。

(五) 基于多道防线的抗震体系设计

在建筑抗震设计中，建立多道防线的抗震体系是提升结构安全度的重要策略。该策略要求结构体系应具备多层次的抗震机制，确保当某一道防线在地震作用下失效时，其他防线仍能继续承担地震作用，防止结构发生连续倒塌。通过设置多道抗震防线，如框架-剪力墙双重体系，使结构在不同强度地震作用下表现出分阶段的抗震性能。其次，合理分配结构构件的抗震角色，明确第一道防线（如连梁）作为主要耗能构件，第二道防线（如墙体、框架）作为保证结构不倒塌的关键构件。通过控制结构的屈服机制，使结构按照预设的顺序逐步发挥塑性变形能力，实现最优的能量耗散。在具体实施中，需要精心设计构件的强度关系，确保“强柱弱梁”、“强剪弱弯”等基本设计原则得到贯彻。这种基于多道防线的设计策略，不仅显著提升了建筑在大震下的抗倒塌能力，还为结构提供了可靠的安全储备，是现代抗震设计中的重要组成部分^[5]。

结束语：文章通过系统分析抗震设计的原则、理念与策略，强调了建筑抗震设计在工程实践中的关键作用。研究表明，基于简化、整体性与规则性的设计原则，结合刚度控制、数字化建模等先进理念，可显著提升建筑结构的抗震性能。未来研究需进一步探索新型抗震材料与智能防灾技术的融合应用，加强复杂场地条件下的抗震设计适应性分析，以推动抗震设计理论向精准化、智能化方向发展。

参考文献

- [1] 程智. 建筑结构设计中抗震结构设计理念 [J]. 电脑校园, 2021(12):7591-7593.
- [2] 蔡德亮. 建筑结构设计中抗震结构设计理念的运用 [J]. 城市情报, 2021(11):244-246.
- [3] 胡臣毅. 房屋建筑工程设计中抗震设计理念的具体实践 [J]. 砖瓦世界, 2025(2):124-126.
- [4] 张文海. 房屋建筑工程设计中抗震设计理念的具体实践 [J]. 散装水泥, 2023(5):169-171.
- [5] 张明浩. 建筑结构设计中的抗震结构设计理念 [J]. 建筑·建材·装饰, 2022(5):172-174.