

建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用研究

凌强

华诚博远工程技术集团有限公司

摘要：随着城市化的快速发展，房屋建筑作为人类居住的主要空间，其结构设计的科学性、合理性及前瞻性变得越来越重要。建筑结构设计优化不仅要求确保结构的安全和耐久性，还应考虑经济性与生态效益。为此，建筑师和工程师们正在寻找更高效和环保的设计策略和解决方案。建筑结构设计优化方法作为实现这一目标的重要工具，引起了研究者和实践者的极大关注。本研究旨在通过对房屋结构设计优化方法的探讨，为房屋结构设计提供参考，并推动优化技术在实际工程中的应用和发展。

关键词：建筑结构；设计；应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.05.090

引言

建筑结构设计优化是工程设计领域中的一项关键任务，它不仅与建筑的安全稳定性直接相关，还影响到成本控制和资源效率。随着计算机技术的发展和优化算法的进步，建筑结构设计的方法也在不断创新。

一、建筑结构设计优化的重要意义

（一）有利于发挥建筑综合性能

建筑结构设计优化关注的是通过科学合理的设计，提高建筑结构的整体性能。在满足基本安全和功能要求的前提下，优化设计致力于发挥结构的最大潜能。与传统设计方法相比，优化后的建筑拥有更好的耐久性、抗震性、灵活性和舒适性。耐久性是衡量建筑品质的基本指标之一。优化设计能够确保结构在长期使用中维持良好性能，减少维护和修复的需求。例如，通过选择适宜的材料和设计合理的保护措施，可以有效地防止渗水、腐蚀等常见问题。抗震性是现代建筑设计中的一个重要考虑因素，特别是在地震多发地区。通过优化设计，可以确保结构在地震作用下展现出良好的抗震和隔震性能，从而保护人身和财产安全。灵活性指的是建筑在满足当前使用要求的同时，能够适应未来可能发生的功能变化或扩展需求。一个经过优化的设计方案考虑到长远的使用情景，能够在未来的改造或升级中减少成本和工期。舒适性则涉及建筑内部环境的温湿度控制、通风、采光等多个方面。结构设计的优化可以增进这些环境因素的质量，为居住者或使用者提供更加健康舒适的生活和工作环境。

（二）有利于对工程造价实现有效控制

工程造价的控制对于任何建筑项目来说都是至关重

要的。建筑结构设计优化可以通过多种方式实现成本的有效控制。通过优化设计可以减少材料的使用量。复杂的计算和模拟手段能够帮助设计师确定结构所需材料的最小量，避免过度使用。这不仅降低了材料成本，而且减小了建筑对环境的影响，提升了资源利用的效率。优化后的构件布局和尺寸可以减少施工中的难度和时间，从而节约施工成本。合理的设计还有助于降低后期维护和运营的费用，因为经过优化的结构更加耐用和易于维护。优化设计通常涉及对建筑生命周期的全面考虑，包括建设、使用和拆除各个阶段。通过生命周期成本分析，可以识别在整个建筑生命周期中成本节约的机会，实现总体造价的有效控制。

二、建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用

（一）优化建筑地基结构设计

地基结构优化设计是土木工程中一个极其重要的环节，它涉及建筑物的稳定性、安全性、经济性以及与周边环境的和谐共生。对于不同功能和规模的建筑物，地基的设计方案会因地制宜，根据建筑物的使用功能、自然地理条件、地质结构、建筑物的重量等多方面因素来决定。在地基优化设计中，地勘和地形数据的精确获取是基础和关键。通过地质勘察，我们能获得地下岩土体的分布情况、物理化学性质、承载力等重要指标。这些数据为地基设计提供了科学依据，帮助工程师评估未来建筑物可能面临的沉降、抗震等问题，选择最合适的地基类型，设计出最安全稳固的结构^[1]。在具体方案上，预制桩和灌注桩是两种常见的桩基础形式。预制桩通常是在工厂或者预制场地提前制作的混凝土桩或者钢

质桩，具有成本较低、施工速度快、质量易于控制等优点。由于其生产环节不受天气和现场条件限制，因此在施工期间能保持较高的工作效率，是很多项目所偏好的一种方案。与之相对的灌注桩则是现场施工，其施工过程包含钻孔、安装钢筋笼、浇筑混凝土等，具有很强的适应性，能够针对不同的地质条件进行适配。灌注桩的承载力比较高，适合负载重的建筑物，但其成本上相对较高，施工周期也较长。优化方案的设计还需考虑地基与建筑物整体的美学价值和人文情怀相结合。例如，在旅游景区和历史文化保护区，地基设计不能仅仅追求经济效率和结构安全，更要注重与自然景观和文化遗迹的和谐共处，通过选用合适的材料和设计风格，使建筑物成为周围环境的有机组成部分。

（二）强化房屋建筑和建筑结构协调性

在建筑设计中，墙体和柱子是构成建筑承重结构的核心元素。它们直接关系到建筑物的安全性、稳定性和空间的合理利用。建筑的结构设计应该以简洁性为原则。简洁的结构设计不仅有利于减少建筑材料的使用，降低造价，还能提高施工效率。尤其是在柱子和墙体的设计上，要特别注意避免错位现象。任何错位都可能引起结构应力的不均匀分布，导致结构局部过大的应力集中，增加建筑物整体的安全隐患。保持截面和层高面积的一致性是为了确保各部分所受载荷相对均匀，减少因截面尺寸变化导致的额外应力。当设计电梯井和楼梯井等垂直交通结构时，考虑应力集中在转角区域尤为重要^[2]。转角区域由于结构自身的几何特性，承受着来自不同方向的力量，容易成为应力的集中点。因此，在设计转角区域时应当增强结构，例如加大墙体厚度，使用高强度材料或采取其他加固措施，确保整个建筑结构的稳定性。在承重构架的制作中，高强建材的使用有助于提高结构的承载力，同样也有助于降低建筑物的自重。高强度钢材、超高性能混凝土等新型建筑材料和技术应用于建筑设计中，不仅可以提高结构的耐久性和抗震性，还能在满足承重要求的前提下降低建筑物自身的重量。减轻结构的自重对于高层建筑尤为关键，因为它可以显著减少地基负担，同时降低整个结构在地震等紧急情况下的风险。为了实现上述结构设计的目标，在整个设计过程中需要跨学科合作，包括结构工程师、建筑师和材料科学家等不同领域的专家共同参与。结构工程师

需要充分考虑力学性能，保证建筑物在各种荷载下的稳定性；建筑师需要注重空间布局和美观性，确保建筑物的功能性和舒适性；而材料科学家则要从材料性能出发提供最合适、最先进的建筑材料。

（三）优化柱箍筋和框架梁间距

建筑物结构设计是确保工程质量、提升建筑性能和符合相关规范的关键步骤。在设计过程中，对于柱箍筋和框架梁间距的控制尤为重要，它们直接影响结构的承载力、耐久性、抗震和防护等级。柱箍筋的主要作用是通过约束混凝土柱的核心区域，增强其承载能力和延性，防止柱在承受荷载时发生脆性破坏。因此，图纸上箍筋的布置必须遵守相应的规范要求。一方面，柱的箍筋间距不应超出国家标准的最大间距限制；另一方面，考虑到塑性铰区和潜在破坏位置，箍筋间距应进一步减小以提升该区域的约束效果。框架梁在结构中承担着传递楼层荷载到柱子的职能，其间距的控制同样重要^[3]。梁的深度和宽度与其跨度和荷载大小直接相关，并且这一尺寸也需综合考虑建筑的使用功能、空间布局和施工工艺。合理的梁间距有助于确保结构的整体稳定性，同时减轻结构的自重，优化材料使用。在建筑结构设计过程中，必须根据建筑需求，综合计算地面粗糙度、基本风压与雪压、建筑材料质量等因素。这些因素直接影响到建筑结构的类型和尺寸，进而影响建筑的安全性能和使用寿命。例如，对于高层建筑而言，风力对结构的稳定性影响显著。依据风荷载规范和地区风速统计资料计算结构受风时产生的内力及其对结构动态响应的影响至关重要。类似地，雪压计算同样不可忽视，必须根据所在地区的气候条件选取合适的雪荷载标准进行设计。建筑材料的质量直接关联到建筑的耐久性和安全性。混凝土和钢筋的品质及其相互配合的性能，都必须满足规范要求。使用高强度材料可以减小构件尺寸，提高空间利用率，同时也有助于减轻结构荷载。抗浮与防水设计是地下及水下结构中必须考虑的重要内容。当建筑地下部分位于地下水位较高的区域时，需要进行特殊的抗浮措施。结构的抗浮稳定性需考虑地下水位波动、地基的承压力、地下室的整体重量以及可能的渗水问题。

（四）优化概念设计

为了营造安全、可靠且经济合理的建筑设计，设计人员需依托设计规律和丰富的工作经验进行权衡和判

定,尤其在概念设计阶段对备选方案展开分析和研究。在地震频发的地区,建筑结构设计尤其需考虑三个关键因素:刚度对称与均匀性、延性设计和多道设防。刚度对称性和均匀性可以最大限度地降低地震力的影响。刚度对称有助于避免在地震力作用下产生扭转效应,扭转效应可能会导致建筑物局部超过其承受能力,从而引发破坏。保持结构的均匀性同样重要,例如,层间刚度和质量的连续性可以减少因刚度突变而导致的不同层之间的剪切力差异,有助于一致地分布力量,防止局部过载。此外,对于高层建筑而言,合理配置竖向结构元素,如核心筒和框架-剪力墙体系,有助于维持整体刚度和稳定性。延性设计意味着在超出弹性极限后,结构能够在不发生脆性破坏的前提下,承受较大的形变。延性设计允许建筑在极端地震作用下通过大幅度的形变消耗地震能量,从而减少结构的破坏。这种设计需要材料和结构布局的仔细选择,以确保在重要的连接处以及结构的关键部位具有足够的塑性变形能力^[4]。通过使用高延性材料、细致的节点设计和合理的构件构成,设计人员可以提高结构抗震性能及其对震后功能的恢复能力。多道设防是一种整体防护策略,它允许在极端事件中,部分非承重构件先于主要承重系统破坏,以消耗和分散地震能量。这种策略避免了主要支撑结构的瞬间垮塌,从而保护了人员安全并为救援提供了宝贵的时间。这要求建筑中不能所有的部分都同样坚固,而是通过精心设计,使得某些部件在安全范围内先于其他部分损坏。

(五) 优化节能指标和设计规范

在建筑结构设计中,为了兼顾安全和室内空间的灵活性,通常会采用多种结构形式。短肢剪力墙结构因其良好的承载力和抗震性能,在密度城市中的应用相当广泛。这种结构具有较小的剪力墙开窗率,以实现墙体在短距离内集中抗剪,从而提供较高的抗侧力性能。虽然短肢剪力墙大幅增加了结构的刚度,降低了地震作用下的位移响应,但这种结构方式的缺点是在平面布局上较为受限,限制了建筑内部的空间排列和布局自由度。在实际应用中,需要科学计算剪力墙的布置位置以及比例,来确保结构安全的同时,尽可能地减少对室内空间的干扰。框架结构因其结构体系的灵活性和适应性而在现代建筑设计中得到了广泛使用。框架结构由横梁与立柱组成,其特点是可提供较大的跨度和良好的

空间利用率。结构中梁与柱的节点设计关键在于保证充足的塑性变形能力,这样在地震作用下,即便梁产生了较大的形变,也不会立即导致结构的破坏。框架结构的优点在于对建筑室内布局的影响较小,能够提供较大的自由空间,有利于实现室内设计的多样性。然而,纯框架结构在抗震性能方面往往不如剪力墙结构,尤其是在强震区,需要通过精细的设计和选材来强化其性能。剪力墙与框架相结合的结构系统是一种综合了剪力墙结构和框架结构各自优点的多功能结构体系^[5]。在这种结构体系中,框架提供主要的承重功能,而剪力墙则负责抗侧力,两者结合优化了结构的刚度分布,并提高了整体的抗震性能。这种结构形式既能提供良好的抗震性,又能保持较高的空间利用率,对室内功能性和灵活性的影响相对较小。在设计时,需精心规划剪力墙与框架的位置、尺寸和连接细节,以及所用材料的性能,以充分发挥两者的组合效益。

结束语

总体而言,建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用,展示了充满活力和潜力的研究领域。通过科学的优化方法不断改进房屋结构设计,可以有效提升结构性能,减少不必要的材料消耗,降低建筑成本,同时提高建筑的生态友好度。然而,优化设计还需进一步考虑实施的复杂性和适应不同建筑需求的灵活性。未来研究应更加注重优化算法的开发与应用,强化多学科交叉融合,推进智能设计工具的开发,以达到更加精确和个性化的设计需求。在此基础上,结合新材料、新技术的应用,房屋结构设计将步入一个全新的时代,为人类创造更加安全、舒适、可持续的居住环境。

参考文献

- [1] 刘立培. 房屋建筑设计中建筑结构优化设计方法的应用探讨[J]. 居舍, 2022, (17): 88-91.
- [2] 李凯. 建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的现实应用[J]. 居舍, 2022, (13): 25-27.
- [3] 王腾. 建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用研究[J]. 居舍, 2022, (03): 103-105.
- [4] 何子兴. 建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2021, (08): 78-79.
- [5] 占丽金. 建筑结构设计优化方法在房屋结构设计中的应用研究[J]. 中华建设, 2021, (07): 104-105.