

建筑结构设计要点分析

左宏然

中质华兴(天津)建筑工程质量检测有限公司 天津 300385

摘要: 本文深入分析建筑结构设计要点,指出设计需兼顾安全性、适用性、耐久性与经济性等基本要求。针对框架、剪力墙等不同结构形式,阐述其独特设计要点。同时介绍结构方案、构件设计及计算分析等优化策略,以及BIM技术、绿色和智能设计等新技术应用。研究旨在为建筑结构设计提供理论与实践指导,助力提升建筑结构设计质量与综合效益。

关键词: 建筑结构;设计要点;结构安全;设计优化

1 建筑结构设计的基本要求

在建筑工程领域,建筑结构设计是确保建筑物能够安全、稳定运行的核心环节,其质量直接关系到建筑物的使用寿命、使用功能以及人们的生命财产安全。随着建筑行业的不断发展,对建筑结构设计的要求也日益多样化和复杂化。建筑结构设计需要综合考虑安全性、适用性、耐久性、经济性等多方面的基本要求,同时针对不同的建筑结构形式采用合理的设计要点,并运用优化策略提升设计质量,还需紧跟新技术的发展趋势。

1.1 安全性要求

安全性是建筑结构设计的首要目标,它要求建筑结构在正常施工和正常使用条件下,能够承受可能出现的各种作用,包括自身重力、人员及设备荷载、风荷载、地震作用等;在偶然事件(如爆炸、撞击、火灾等)发生时及发生后,仍能保持必要的整体稳定性,不致发生倒塌。在高层建筑设计中,需要精确计算风荷载对结构的影响,确保结构在强风作用下不会发生倾覆或破坏。安全性要求贯穿建筑结构设计的全过程,从结构方案的选择到构件的设计计算,都必须以保障人员生命和财产安全为出发点,任何设计细节都不能忽视。

1.2 适用性要求

适用性要求建筑结构在正常使用时,应具有良好的工作性能,不产生影响正常使用的过大变形、裂缝或振动。在设计过程中,设计师需要通过结构计算和分析,控制结构的变形在允许范围内^[1]。另外,建筑结构的隔音、隔热等性能也属于适用性的范畴。例如,住宅建筑需要采取有效的隔音措施,减少相邻住户之间的相互干扰;在炎热地区,建筑结构应具备良好的隔热性能,为居住者创造舒适的室内环境。适用性要求充分考虑了建筑物的使用功能和用户体验,使建筑结构能够更好地服务于使用者。

1.3 耐久性要求

耐久性是指建筑结构在规定的时间内,在规定的条件下,完成预定功能的能力。规定的时间一般是指建筑结构的设计使用年限,如普通建筑的设计使用年限为50年,重要建筑为100年。规定的条件包括正常的使用、维护和环境条件等。影响建筑结构耐久性的因素众多,如混凝土的碳化、钢筋的锈蚀、材料的老化等。在设计中,需要根据建筑所处的环境类别,合理选择建筑材料和构造措施。例如,在海边等氯盐环境中,混凝土结构需要采用抗氯离子渗透性能好的混凝土,并增加钢筋的保护层厚度,防止钢筋锈蚀。对于钢结构,需要采取有效的防腐措施,如涂装防腐涂料,延长其使用寿命。耐久性要求确保建筑结构在设计使用年限内能够持续发挥作用,减少维修和重建成本。

1.4 经济性要求

经济性要求在满足建筑结构安全性、适用性和耐久性的前提下,通过合理的设计方案和优化措施,降低建筑结构的建设成本和使用成本。在结构方案设计阶段,需要对不同的结构形式进行技术经济比较,选择最合理的结构方案。例如,对于多层商业建筑,比较框架结构和框架-剪力墙结构的造价、施工难度和使用性能,选择性价比最高的结构形式。在构件设计中,通过优化构件截面尺寸和配筋,在保证结构安全的前提下,减少材料用量。经济性还体现在建筑结构的后期维护和使用成本上。采用耐久性好的建筑材料,虽然初期投资可能较高,但可以减少后期的维修费用;合理的结构设计可以降低建筑物的能耗,减少使用成本。经济性要求设计师在设计过程中,综合考虑建设成本和使用成本,实现建筑结构的经济效益最大化。

2 各类建筑结构形式设计要点

2.1 框架结构设计要点

框架结构是由梁和柱通过节点连接组成的承重体系,具有空间布置灵活、便于建筑平面布局等优点,广泛应用于多层和高层建筑。在框架结构设计中,首先要合理确定柱网尺寸。柱网尺寸的选择应综合考虑建筑的使用功能、空间要求和经济性。较大的柱网尺寸可以提供更开阔的空间,但会增加梁、柱的截面尺寸和造价;较小的柱网尺寸则相反^[2]。其次,要注重框架梁、柱的设计。梁、柱的截面尺寸和配筋应根据荷载计算和抗震要求进行设计,确保梁、柱具有足够的承载能力和延性。在抗震设计中,应遵循“强柱弱梁”“强剪弱弯”的原则,避免梁、柱发生脆性破坏。框架节点的设计也至关重要,节点应具有足够的强度和刚度,保证梁、柱之间的可靠连接,使框架结构能够协同工作。

2.2 剪力墙结构设计要点

剪力墙结构是利用建筑物的内墙和外墙作为承重骨架的结构体系,具有侧向刚度大、抗侧力性能好等优点,适用于高层建筑。在剪力墙结构设计中,剪力墙的布置应均匀、对称,避免结构产生过大的扭转效应。剪力墙的间距不宜过大,以保证楼盖结构的水平传力性能。同时要合理确定剪力墙的厚度,剪力墙厚度应根据建筑高度、抗震设防烈度和墙体所承受的荷载等因素确定。在剪力墙的配筋设计中,应注意竖向钢筋和水平钢筋的配置,确保剪力墙具有足够的受弯和受剪承载力。另外,对于开洞剪力墙,洞口的位置和大小应合理设计,洞口周边应设置加强筋,防止洞口处出现应力集中导致墙体破坏。

2.3 框架-剪力墙结构设计要点

框架-剪力墙结构结合了框架结构和剪力墙结构的优点,既有框架结构空间布置灵活的特点,又有剪力墙结构抗侧力性能好的优势,适用于多种类型的高层建筑。在框架-剪力墙结构设计中,关键在于合理分配框架和剪力墙的刚度和承担的荷载。一般来说,剪力墙应承担大部分的水平荷载,框架主要承担竖向荷载和少部分水平荷载。在结构布置上,剪力墙应均匀布置在建筑物的周边、楼梯间、电梯间等位置,以增强结构的整体抗侧力性能。同时,要注意框架和剪力墙之间的协同工作,通过合理设计连梁等连接构件,使框架和剪力墙能够有效传递内力,共同抵抗水平荷载和竖向荷载。

2.4 钢结构设计要点

钢结构具有强度高、自重轻、施工速度快、抗震性能好等优点,在大跨度建筑、高层建筑和工业建筑中得到广泛应用。在钢结构设计中,首先要选择合适的钢材。钢材的强度、韧性、可焊性等性能应满足结构的使

用要求和设计标准。其次,钢结构的节点设计是关键环节。节点的连接方式(如焊接、螺栓连接等)应根据结构的受力特点和施工条件进行选择,节点应具有足够的强度和刚度,保证结构的整体性和可靠性。在钢结构的防腐和防火设计方面,需要采取有效的措施。对于防腐,可采用涂装防腐涂料、热浸镀锌等方法;对于防火,可采用喷涂防火涂料、包覆防火板材等方式,提高钢结构的耐火极限。在大跨度钢结构设计中,还需要考虑结构的稳定性问题,通过合理设置支撑体系等措施,确保结构在施工和使用过程中的稳定性。

3 建筑结构设计优化策略

3.1 结构方案优化

结构方案优化是建筑结构设计优化的关键环节,它直接影响到建筑结构的安全性、适用性和经济性。在进行结构方案优化时,首先要对建筑的功能需求、场地条件、地质情况等进行全面分析。根据这些因素,提出多种可行的结构方案,如框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构等,并对每个方案进行初步的技术经济分析。比较不同方案的优缺点,包括结构的受力性能、施工难度、建设成本、使用功能等方面。在确定初步方案后,还可以进一步对结构布置进行优化,如调整柱网尺寸、剪力墙位置等,使结构受力更加合理,降低结构造价。

3.2 构件设计优化

构件设计优化是在结构方案确定的基础上,对梁、柱、板等构件进行精细化设计,以提高构件的性能和降低材料用量。在构件设计中,应充分利用结构力学原理,合理选择构件的截面形式和尺寸。在配筋设计方面,应根据构件的受力情况和规范要求,精确计算配筋量,避免配筋过多或过少。同时可以采用高性能的建筑材料,如高强度钢筋、高性能混凝土等,提高构件的承载能力和耐久性,减少构件的截面尺寸,从而降低结构自重和建设成本,还可以通过优化构件的连接方式,提高构件之间的连接效率和可靠性,减少施工难度和成本。

3.3 计算与分析优化

计算与分析优化是保证建筑结构设计准确性和合理性的重要手段。随着计算机技术的不断发展,建筑结构设计计算与分析软件越来越先进,能够更加准确地模拟结构的受力和变形情况。在进行计算与分析时,首先要建立准确的结构计算模型,合理确定结构的边界条件和荷载取值^[3]。对于复杂的建筑结构,还可以采用有限元分析等方法进行详细的分析计算,确保结构在各种工况下的安全性和可靠性。同时,要对计算结果进行深入分析和优化,还可以利用计算机软件进行多方案比较和优化,通

过改变结构参数、构件布置等方式,寻找最优的设计方案,提高结构的性能和经济性。

4 建筑结构设计新技术与发展趋势

4.1 建筑信息模型(BIM)技术

建筑信息模型(BIM)技术是一种基于数字化三维模型的集成管理技术,它将建筑工程的各种信息集成在一个三维模型中,实现了建筑工程全生命周期的信息共享和协同工作。在建筑结构设计中,BIM技术具有显著的优势。首先,BIM技术可以实现三维可视化设计,设计师能够更加直观地表达设计意图,发现设计中存在的问题,提高设计质量和效率。其次,BIM技术可以进行碰撞检测,在设计阶段及时发现结构构件与其他专业构件之间的碰撞冲突,避免施工过程中的设计变更和返工。另外,BIM技术还可以实现结构分析与设计的一体化,将结构计算模型与BIM模型进行关联,实现数据的无缝传递,提高计算分析的准确性和效率。在项目管理方面,BIM技术可以为施工进度管理、成本管理等提供准确的信息支持,实现建筑工程的精细化管理。

4.2 绿色建筑结构设计

随着人们对环境保护和可持续发展的重视,绿色建筑结构设计成为建筑行业的发展趋势。绿色建筑结构设计强调在建筑结构设计、施工和使用过程中,最大限度地节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境和减少污染,为人们提供健康、适用和高效的使用空间。在绿色建筑结构设计中,采用可再生、可循环利用的建筑材料是重要的措施之一。例如,使用再生骨料混凝土、竹材等建筑材料,减少对自然资源的消耗。通过优化结构设计,提高建筑结构的能源利用效率。如采用高效的隔热保温材料和构造措施,降低建筑物的能耗;合理设计建筑的体型系数,减少建筑物的散热面积。绿色建筑结构设计还注重与自然环境的和谐共生,通过合理的场地设计和景观设计,保护生态环境,提高建筑物的生态效益。

4.3 智能建筑结构设计

智能建筑结构设计是将智能技术与建筑结构设计相结合,使建筑结构具有感知、分析、决策和控制等功能,能够更好地适应环境变化和用户需求。在智能建筑结构设计中,传感器技术是关键。通过在建筑结构中布置各种传感器,如应变传感器、位移传感器、加速度传

感器等,可以实时监测结构的受力、变形、振动等状态,及时发现结构的安全隐患。智能控制系统可以根据传感器采集的数据,对结构进行自动调节和控制。例如,在风荷载作用下,智能控制系统可以自动调整建筑结构的阻尼器参数,减小结构的振动幅度;在地震发生时,智能控制系统可以启动紧急制动装置,保护建筑结构和人员安全。智能建筑结构设计还可以与建筑设备管理系统、安防系统等进行集成,实现建筑的智能化管理和运行。

4.4 建筑结构设计发展趋势

未来,建筑结构设计将朝着更加智能化、绿色化、一体化和精细化的方向发展。随着人工智能、大数据、物联网等技术的不断发展,建筑结构设计将实现智能化的设计、分析和决策。设计师可以利用人工智能算法进行结构方案的优化设计,通过大数据分析预测建筑结构的性能和寿命^[4]。绿色建筑结构设计将得到进一步推广和深化,建筑结构将更加注重与自然环境的融合,实现建筑与生态的可持续发展。建筑结构设计与建筑其他专业的一体化程度将不断提高,通过BIM技术等手段,实现建筑工程全专业的协同设计和管理。同时建筑结构设计将更加注重精细化设计,通过先进的计算分析方法和施工技术,提高建筑结构的性能和寿命,满足人们对高品质建筑的需求。

结束语

建筑结构设计要点是保障建筑安全、适用与经济的核心。从基本要求到各类结构设计,再到优化策略和新技术应用,每个环节都紧密关联。随着建筑行业发展,设计要点需不断更新完善。未来,应持续探索智能化、绿色化等前沿技术,推动建筑结构设计朝着更高质量、更可持续的方向迈进,满足社会日益增长的建筑需求。

参考文献

- [1]杨佑发,刘议蓬,梁婷.山地掉层框架-摇摆墙结构抗震性能研究[J].建筑结构学报,2020,41(S1):210-220.
- [2]李丽娜.中建筑框架结构设计现存问题及解决对策:以某综合楼工程为例[J].房地产世界,2023,11(20):42-44.
- [3]李刚.建筑结构设计中的安全性问题及解决策略[J].房地产世界,2023,14(10):59-61.
- [4]胡庆涛.建筑结构设计问题及对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,15(13):143-145.