

住宅建筑结构设计优化措施分析

邢祥伟 陈羽

宁波市建筑设计研究院有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：住宅建筑结构设计优化是提升建筑性能与效益的关键。通过结构体系、基础设计、上部结构等多方面优化，兼顾安全性、经济性、适用性与美观性原则，可有效降低成本、增强结构性能、满足居住需求。同时节能与环保设计优化契合可持续发展理念，智能化与绿色建筑成为未来重要趋势，对推动住宅建筑行业高质量发展具有重要意义。

关键词：住宅建筑；结构设计；优化措施

1 住宅建筑结构设计概述

1.1 住宅建筑结构类型

住宅建筑结构类型多样，各有特点与适用场景。砖混结构以砖砌体为竖向承重、钢筋混凝土楼（屋）盖为水平承重，因其取材易、施工简、造价低，在中小城市及农村低层住宅中广泛应用，但承载与抗震性能有限，一般适用于6层以下建筑。框架结构由梁柱构成承重体系，墙体仅作围护分隔，空间划分灵活，延性与抗震性优于砖混结构，适用于10层以下住宅，不过侧向刚度小，水平荷载下侧移较大。剪力墙结构利用内外墙承受竖向与水平荷载，侧向刚度大、整体性好、抗震优越，适合高层住宅，但室内空间划分受限^[1]。框架-剪力墙结构融合前两者优势，在框架中设剪力墙，兼具大空间与强抗侧移能力，适用于10-30层住宅。筒体结构用于超高层，钢结构凭借自重轻、施工快、抗震好等优势，在高档及装配式住宅中应用渐广。

1.2 结构设计基本流程

住宅建筑结构设计是系统严谨的过程，涵盖前期准备、方案设计、初步设计和施工图设计阶段。前期准备需收集工程地质勘察报告、建筑设计方案及当地规范标准，通过分析地质资料为基础设计提供依据，依据建筑方案明确功能、布局与荷载要求。方案设计阶段，结合前期资料与功能需求，确定结构体系和布置方案，如根据住宅层数、抗震要求等选择结构类型，初步估算梁柱截面、墙体厚度并绘制方案图。初步设计基于方案设计，运用力学知识计算结构在恒载、活载、风载、地震等荷载组合下的内力，确定构件配筋与截面尺寸，编制含设计说明、布置图、构件详图的文件，指导施工图设计。施工图设计将初步设计成果细化为施工图纸，精确设计构件，绘制基础、楼层结构及梁、柱配筋图，明确尺寸、配筋、材料与施工要求，保障施工顺利开展。

1.3 结构设计影响因素

住宅建筑结构设计受多因素影响。建筑功能需求是关键，普通住宅注重居住舒适实用，结构需合理划分空间；老年住宅则侧重无障碍与安全设计，增设扶手等设施。建筑场地条件影响显著，工程地质状况决定基础类型，软弱地基需采用桩基础或地基处理措施；抗震设防烈度决定抗震设计标准，高烈度区需强化抗震措施。建筑材料性能与供应影响设计，不同材料力学性能差异导致构件设计不同，优先选用本地充足、价廉材料可降本增效。建筑规范标准、施工技术水平和经济成本等，均在结构设计中发挥重要作用，共同影响设计方案的确定与实施。

2 住宅建筑结构设计的基本原则

2.1 安全性原则

安全性是住宅建筑结构设计的首要原则，直接关系到居民的生命财产安全。在结构设计中，需充分考虑各种荷载作用，包括永久荷载、可变荷载、偶然荷载等。永久荷载如结构自重、装修层重量等，可变荷载如人员、家具等活荷载，偶然荷载如地震、爆炸等。通过精确的荷载计算，合理确定结构构件的承载能力。为确保结构在各种荷载组合下的安全性，要进行严格的结构内力分析和构件设计。依据结构力学原理，计算结构在不同荷载工况下的内力分布，使构件的强度、刚度和稳定性满足设计要求，还需考虑结构的耐久性，选择合适的建筑材料和构造措施，防止结构构件因环境因素（如腐蚀、碳化等）而降低承载能力，确保结构在设计使用年限内能够安全可靠地工作。

2.2 经济性原则

经济性原则要求在保证结构安全和使用功能的前提下，尽量降低结构造价。结构设计人员应综合考虑建筑材料、施工工艺、结构体系等因素，选择最经济合理的设计方案。在建筑材料选择上，在满足性能要求的前提下，优先选用当地生产、价格低廉的材料。优化结构

布置和构件尺寸也是实现经济性的重要手段。通过合理的结构布置,减少不必要的构件,提高结构的空间利用率^[2]。在满足承载能力和变形要求的前提下,优化构件尺寸,避免构件截面过大造成材料浪费。同时,结合施工技术水平,选择便于施工、能够缩短工期的结构方案,因为工期的缩短可以减少施工设备租赁费用、人工费用等,间接降低成本。还可通过对结构进行全生命周期成本分析,综合考虑建设成本、维护成本、使用成本等,实现经济效益的最大化。

2.3 适用性原则

适用性原则要求住宅建筑结构能够满足住户的使用需求,提供舒适、便捷的居住环境。在空间设计上,要保证合理的空间尺度和布局。根据不同的居住功能,合理确定房间的面积、高度和形状,确保室内空间宽敞明亮、通风良好。例如,客厅应具有足够的活动空间,卧室要保证私密性和安静性。结构设计还需考虑住宅的功能可变性,随着家庭结构和生活方式的变化,住户可能对住宅功能有新的需求,因此结构设计应具有一定的灵活性,便于后期改造。如采用大开间的框架结构,可方便住户根据自己的需求对室内空间进行重新分隔。同时要注重结构对设备安装的适应性,为给排水、电气、暖通等设备的安装预留足够的空间和孔洞,保证设备的正常运行和维护。另外,结构设计还应考虑建筑的声学、热工等性能,减少噪音干扰,保证室内的热舒适性。

2.4 美观性原则

美观性原则要求住宅建筑结构在满足功能和安全要求的同时,具有良好的建筑形象和艺术效果。结构设计应与建筑外观设计相协调,使结构构件成为建筑造型的有机组成部分。例如,合理利用框架结构的梁柱外露,形成独特的建筑立面风格;在高层建筑中,通过对筒体结构的造型设计,打造具有标志性的建筑外观。在构件设计上,注重细节处理,使结构构件的形式和尺寸符合美学要求。如梁、柱的截面形状和比例,可通过合理设计使其既满足力学性能,又具有美观性。同时,合理选择建筑材料的质感和色彩,增强建筑的视觉效果。例如,采用清水混凝土墙面,展现材料的自然质感;通过对钢结构构件进行涂装,赋予建筑丰富的色彩。还可运用结构的韵律美和节奏感,通过重复、渐变等设计手法,使建筑外观更加和谐美观。

3 住宅建筑结构设计的优化措施

3.1 结构体系优化

结构体系优化是提高住宅建筑性能和经济效益的关键。在选择结构体系时,需综合考虑建筑高度、功能需

求、抗震设防要求、地质条件等因素。对于低层住宅,可优先考虑砖混结构或轻型木结构,这些结构体系施工简单、造价较低;对于多层和小高层住宅,框架结构或框架-剪力墙结构具有较好的适用性,既能提供灵活的空间,又具有一定的抗侧移能力;对于高层住宅,剪力墙结构或筒体结构则更为合适,可有效抵抗水平荷载。在确定结构体系后,还需对结构进行合理布置。合理的结构布置应使结构受力均匀,传力路径明确。例如,在框架结构中,柱网布置应尽量规则、对称,避免出现局部应力集中;在剪力墙结构中,剪力墙应均匀、对称布置,以保证结构的抗侧刚度均匀。另外,可采用新型结构体系和技术,如装配式结构体系,通过在工厂预制构件,现场装配,提高施工效率,减少现场湿作业,降低施工对环境的影响。

3.2 基础设计优化

基础是住宅建筑的重要组成部分,基础设计优化对于保证结构安全和降低成本至关重要。基础类型的选择应根据工程地质条件、上部结构类型、荷载大小等因素综合确定。在地基承载力较好的地区,可优先采用浅基础,如独立基础、条形基础等,这些基础形式施工简单、造价较低;在地基软弱或上部荷载较大的情况下,可采用桩基础或筏板基础^[3]。在基础设计中,还需对基础尺寸进行优化。通过合理计算基础的埋深和底面积,在满足地基承载力和变形要求的前提下,尽量减小基础尺寸,降低基础材料用量。可采用地基处理技术,如换填法、强夯法、桩基础复合地基等,改善地基土的物理力学性能,提高地基承载力,减少基础沉降。还应注重基础的耐久性设计,采取有效的防腐、防水措施,延长基础的使用寿命。

3.3 上部结构优化

上部结构优化包括梁、板、柱等构件的优化设计。在梁的设计中,可通过合理选择梁的截面形式和尺寸,优化梁的受力性能。例如,对于跨度较大的梁,可采用变截面梁,在跨中部位加大梁高,以提高梁的承载能力和刚度;对于受弯构件,合理配置纵向受力钢筋和箍筋,可充分发挥材料的力学性能,减少材料浪费。板的优化设计可从板厚和配筋两方面入手。根据板的跨度、荷载大小等因素,合理确定板厚,在满足刚度和裂缝控制要求的前提下,尽量减小板厚。同时采用双向配筋或分离式配筋,优化板的配筋方式,提高板的承载能力。柱的设计中,合理控制柱的轴压比,通过优化柱的截面尺寸和配筋,提高柱的延性和抗震性能。还可采用新型建筑材料和技术,如高性能混凝土、高强度钢材等,提

高构件的性能,减小构件尺寸。

3.4 节能与环保设计优化

在住宅建筑结构设计,节能与环保设计优化具有重要意义。在节能设计方面,可通过优化围护结构的保温隔热性能来降低建筑能耗。如采用新型保温墙体材料,如加气混凝土砌块、聚苯板等,提高墙体的保温性能;选择高性能的门窗玻璃,如中空玻璃、Low-E玻璃等,减少门窗的热量传递。在环保设计方面,优先选用绿色环保建筑材料,这些材料在生产、使用和废弃过程中对环境的影响较小。如采用再生骨料混凝土,可减少天然骨料的开采,降低资源消耗;使用水性涂料代替溶剂型涂料,减少有害气体的排放。可采用雨水收集和利用系统,将雨水进行收集、处理后用于绿化灌溉、道路冲洗等,实现水资源的循环利用,还可结合太阳能、风能等可再生能源技术,为住宅提供清洁能源,降低对传统能源的依赖。

3.5 细节设计优化

细节设计优化虽然看似微小,但对住宅建筑的整体性能和品质有着重要影响。在节点设计上,合理设计梁与柱、柱与基础、墙体与梁等节点构造,保证节点的连接强度和可靠性,使结构传力顺畅。在构造措施方面,加强对伸缩缝、沉降缝、防震缝的设计,根据建筑的长度、高度、地基条件等因素,合理确定缝的宽度和位置,防止因温度变化、地基不均匀沉降、地震作用等因素导致结构开裂。注重楼梯、阳台、雨篷等附属构件的设计,保证其安全性和实用性。还应加强对建筑防水、防潮、防火等方面的细节设计,如在卫生间、厨房等容易积水的部位,做好防水处理;在建筑内部设置合理的防火分区和疏散通道,确保住户的生命财产安全。

4 住宅建筑结构设计优化的发展趋势

4.1 智能化设计

随着信息技术的飞速发展,智能化设计在住宅建筑结构设计领域逐渐得到应用和发展。智能化设计主要体现在结构分析与设计软件的智能化、结构监测与维护的智能化等方面。在结构分析与设计软件方面,利用人工智能、大数据等技术,实现设计参数的自动优化和设计方案的智能生成。例如,通过对大量已建工程数据的学习和分析,软件能够根据建筑的功能需求、场地条件等自动推荐合适的结构体系和设计方案,并对方案进行快速优化。在结构监测与维护方面,运用传感器技术、物

联网技术等,对结构的受力状态、变形情况等进行实时监测。通过在结构关键部位安装传感器,将监测数据实时传输到数据处理中心,利用数据分析和处理技术,及时发现结构的安全隐患,并进行预警和维护。智能化设计还可实现建筑结构与设备系统的智能联动,如根据室内环境参数自动调节暖通空调系统,提高居住的舒适性和节能效果。

4.2 绿色建筑

绿色建筑是住宅建筑结构设计优化的重要发展趋势,强调在建筑的全生命周期内,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。在结构设计中,绿色建筑理念体现在多个方面。在材料选择上,优先采用可再生、可循环利用的建筑材料,减少对不可再生资源的依赖^[4]。在结构体系设计上,推广应用装配式建筑、钢结构建筑等绿色建筑结构体系。装配式建筑通过工厂预制、现场装配,可减少施工过程中的噪音、粉尘和建筑垃圾排放,提高施工效率;钢结构建筑具有自重轻、强度高、可回收利用等优点,符合绿色建筑的要求。注重建筑的节能设计,采用高效的保温隔热材料、可再生能源利用技术等,降低建筑能耗,还应加强对建筑废弃物的处理和再利用,实现建筑废弃物的减量化、资源化。

结束语

住宅建筑结构设计优化对保障建筑安全、降低成本、提升居住品质至关重要。通过多维度优化措施,实现了结构性能与经济效益的平衡。随着智能化与绿色建筑理念的深入发展,未来需进一步探索新技术、新材料的应用,完善设计优化方法,以适应不断变化的行业需求,推动住宅建筑结构设计向更高效、环保、智能的方向迈进。

参考文献

- [1]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.
- [2]朱瑾.房屋建筑结构设计的经济性及优化技术运用[J].居业,2022(01):108-110.
- [3]高磊.试析住宅建筑结构设计优化措施[J].建材发展导向(上),2021,19(1):184-185.
- [4]袁欣荣.高层住宅建筑结构的抗震优化设计措施[J].现代装饰,2021,475(14):34.