

# 民用高层钢筋混凝土建筑设计优化的措施

余希乾

广州皓瀚建筑工程设计有限公司 广东 广州 511400

**【摘要】**：随着我国城镇化进程持续推进，民用高层建筑已成为城市建设的主流形态，钢筋混凝土结构凭借承载力高、耐久性好、造价可控等优势，在民用高层建筑中得到广泛应用。结构设计作为高层建筑工程的核心环节，直接决定建筑的安全性能、使用功能、经济成本与施工效率。当前部分民用高层钢筋混凝土建筑设计存在方案不合理、功能性不足等问题，制约了建筑品质与工程效益提升。本文以民用高层钢筋混凝土建筑为研究对象，首先分析了结构设计优化的原则与约束条件，其次从结构方案、功能性、基础设计、安全理念、抗震受力点五个维度提出了系统化的优化措施，旨在为提升民用高层建筑设计水平、保障结构安全、实现工程全生命周期价值最大化提供理论参考与实践指引。

**【关键词】**：民用高层建筑；钢筋混凝土；结构设计；优化原则

DOI:10.12417/2811-0536.26.07.071

## 引言

在行业高质量发展大背景之下，传统的粗放式结构设计模式已经难以满足现代工程的要求，结构优化设计已经成为行业的一种共识。采用合理有效的优化方法，在保证安全的基础上，可以避免民用高层建筑在材料方面浪费，防止后续出现工期方面占用及耐久、抗震等各方面性能的缺点，实现高层建筑的可持续发展。民用高层钢筋混凝土建筑设计优化是项系统性工程，要符合对应的原则，在满足规范的约束、场地情况、功能需求、经济指标等各方面要求的前提下，结合工程实际情况采取相应的措施。

## 1 民用高层建筑的优化原则及约束条件

### 1.1 民用高层钢筋混凝土建筑设计优化原则

民用高层钢筋混凝土建筑设计优化不是单纯追求材料节省或者降低成本，而是以结构安全为重心，将功能、经济等各方面因素综合考虑进来的一种系统的工程活动，设计人员要按照下面的准则开展优化工作。其一是安全可靠优先原则。安全是建筑结构的根本底线，所有的优化措施都必须以满足国家现行规范、行业标准和地方规定为前提，保证结构在设计使用年限内能承受恒荷载、活荷载、温度应力等各种作用，防止出现承载力不够、变形过大等问题。其二是功能匹配原则。结构设计要紧密契合民用建筑的功能性需求，住宅、公寓、写字楼、商业综合体等各种类型的民用高层建筑，在空间布局、荷载分配、使用环境等方面存在着较大差别，结构改善应当与功能特点相契

合。其三是经济合理原则。建筑结构的优化应该以全周期的成本控制思想为出发点，不能只在建设阶段控制材料和施工成本，而应该考虑运营阶段的维护、加固和能耗成本。

### 1.2 民用高层钢筋混凝土建筑设计优化约束条件

民用高层钢筋混凝土建筑设计优化受诸多客观条件的限制，对此设计人员须对所有的约束条件进行识别并且严格遵守，从而保证优化方案的切实可行。一是规范标准约束。国家、行业发布的《高层建筑混凝土结构技术规程》等技术标准，是结构设计优化的法定依据，对结构体系选型、构件尺寸、配筋率、抗震等级等都作出了明确规定。二是场地及地质条件的约束。建筑场地地形地貌、地质构造、岩土特性等条件直接决定结构基础形式、埋深、抗震设防标准和结构布置。结构的优化要根据场地地质勘察报告，因场地而定地进行设计，不得脱离场地条件进行理想化的工程设计。三是建筑的功能和空间约束。建筑方案所确定的平面布置、层高、开间进深等，是对结构设计优化进行先期限制的参数。结构构件布置不得破坏建筑空间的完整性和使用合理性，柱网、剪力墙、核心筒的设置要避开功能分区、门窗洞口、交通流线。四是经济和技术约束。由于项目的投资预算、材料价格、施工技术水平、设备等方面的因素影响，从而限制了结构优化方案的执行。同时优化措施要符合项目经济指标要求，选择性价比高的材料和工艺，结合施工单位的技术水平来规避过时、无法实现的技术方案，保证优化设计可以落地实施。

## 2 民用高层钢筋混凝土结构设计优化措施

### 2.1 钢筋混凝土的建筑结构方案优化

结构方案是设计优化的关键环节,其影响整个结构所受的荷载情况、造价高低以及施工速度,设计人员应当根据建筑的功能、所在区域、规范标准,展开系统化的方案改良。首先设计人员在设计时应该尽量选择规则、对称、简洁的结构平面及竖向布置方案,避免平面凹凸过大、竖向刚度突然变化、质量偏心等状况。从平面布置方面来讲,应使结构刚度中心、质量中心和几何形心尽量接近,减少地震作用下产生的扭转。对于住宅、公寓这些规整型建筑,采用矩形、方形等规则平面,控制平面长宽比及突出部分尺寸,提高结构的抗侧力性能。而竖向布置则应使楼层刚度、承载力、质量均匀分布,避免出现楼层刚度突变、承载力骤降、质量悬殊等现象,相邻楼层刚度比和承载力比应满足规范要求,防止形成薄弱层。其次设计人员应合理选择结构体系,根据建筑高度、功能类型合理选择框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构等结构体系。高度低的多层民用建筑可以用框架结构来提高空间的灵活性,中高层住宅则可以用剪力墙结构保证空间的规整性和抗震性,超高层或者多功能高层建筑应该用框架-核心筒结构,利用核心筒承担水平荷载、框架柱承担竖向荷载,提高整体结构稳定性。最后是设计团队要对构件布置及截面设计加以改进,确定合理的柱网间距、剪力墙的设置位置和数量等指标,防止出现构件布置过密的情况。柱网设计要兼顾空间利用和受力合理,住宅建筑柱网间距一般为3~6m,商业建筑可适当调大;剪力墙要均匀对称布置,先用带翼缘的L形、T形墙肢代替,提高墙肢的稳定性及受力效果,少用短肢剪力墙。构件截面应根据准确计算来确定,梁、柱、板截面尺寸及配筋率需符合承载力和刚度要求,并且不能过于超前或者出现过大的截面,以此能够对应减少结构的重量以及材料的损耗<sup>[1]</sup>。

### 2.2 提高钢筋混凝土的功能性

钢筋混凝土结构功能性提高,是满足民用建筑使用需求、提高居住和使用体验的重要保证,因此设计人员要从材料、构造、性能等几个方面入手进行优化。其一设计人员应该对混凝土材料的选用和配合比进行优化,根据结构部位、受力情况和环境条件选择合适的混凝土强度等级。竖向承重构件选用C30-C50高强度混凝土,提高承载能力、减小截面尺寸;水平构件和构造部位则采用C25-C30混凝土,兼顾经济性和科学性。其二设计人员要重视结构抗裂与防渗功能,就温度应力引发的开裂问题,恰当布置伸缩缝、沉降缝、

防震缝,控制结构分段长度,削减温度应力的累积。在楼板角部、墙体顶部及底部等容易开裂的位置,须加设构造钢筋和抗裂配筋,加强局部抗裂性能。对地下室、卫生间、屋面等防水部位,改进混凝土防渗结构,使用抗渗混凝土,加强防水构造设计,防止渗漏。其三是设计人员应重视结构空间适配和使用功能,改善梁、柱、剪力墙布置,缩减室内棱角和突兀构件,改进空间规整性及利用率;根据大跨度、大空间功能需求,采用现浇空心楼板、密肋楼板等形式,减小楼板厚度、减轻结构自重,满足空间灵活运用需求<sup>[2]</sup>。

### 2.3 优化基础部分

基础是高层建筑的“根基”,承担上部结构全部荷载并传递到地基,基础设计优化直接影响结构的安全和工程造价,设计人员要根据地质条件、上部结构形式、荷载大小,进行精细化的基础优化。首先勘察设计人员要对场地的岩土分层、承载力、压缩性等级等进行详细的勘察,为基础选型和设计提供准确的依据。设计人员应该根据地质勘察的结果来选择合适的形式。天然地基承载力满足要求时,优先采用筏板基础、条形基础等浅基础,减少施工难度和成本;软弱地基、高层建筑应采用桩基础,根据土层分布及荷载情况,选择灌注桩、预制桩等桩型,提高基础承载力和稳定性。其次设计人员要完善基础尺寸及配筋设计,筏板基础要依照上部荷载分布和地基反力来决定筏板厚度和配筋,防止出现均匀厚筏板的过度设计,可以采用变厚度筏板,受力大处加厚,受力小处减薄,削减混凝土用量;桩基础要准确算出单桩承载力和桩数,合理布置桩位,改良承台尺寸和配筋,防止桩数太多、承台过大而造成浪费。最后设计人员要重视地基处理和基础抗浮设计,软弱地基应采用换填垫层、强夯、水泥搅拌桩等地基处理措施来提高地基的承载力和均匀性;地下水位较高的地下室基础,应核算结构抗浮承载力,不足时应设置抗拔桩、抗浮锚杆,保证基础在地下水浮力作用下不会出现上浮破坏<sup>[3]</sup>。

### 2.4 强化项目经理高层建筑设计安全理念

项目经理是项目的核心责任人,其安全理念会直接对结构设计质量、工程安全控制产生影响,企业及项目团队应当采取多种方式来加强项目经理的安全高层建筑设计理念。因此,企业首先要组织项目经理进行系统的安全培训,定期对项目经理和项目人员进行高层建筑混凝土结构技术规程、高层建筑钢筋混凝土结构设计等有关标准的培训,用典型案例和安全事故案例分析来讲解高层钢筋混凝土结构设计的安全要点和风险隐患。项目经理要主动学习结

构设计安全知识,掌握结构体系、抗震设防等主要内容,提高安全管控的专业能力。其次项目经理要树立“安全第一、预防为主”的设计管理思想,在项目设计阶段,应组织结构设计安全控制小组,督促设计人员严格按照规范要求进行设计工作,防止出现违规设计、盲目降低造价等情况;同时应当开展结构设计安全评审工作,邀请结构专家对结构设计的安全性、合理性展开论证,及时发现安全隐患,改善设计方案。最后项目经理要强化设计全过程安全管控,在初步设计阶段主要控制结构体系选型、基础方案的安全性,在施工图设计阶段监督构件截面、配筋率、构造措施等是否满足安全要求,杜绝设计漏洞,在施工阶段组织设计交底和图纸会审,及时解决施工过程中出现的设计变更和技术问题,保证结构施工按照设计图纸进行。除此之外,企业还要创建项目经理安全责任考核制度,把结构设计安全控制成果列入项目经理绩效评定范畴,明晰安全责任并制订奖惩办法,促使项目经理承担起安全管理的职责<sup>[4]</sup>。

### 2.5 抗震设计结构中受力点的支持和选择

抗震设计是民用高层建筑结构设计的主要部分,受力点的合理选取以及有效支撑直接影响到整个结构的抗震性能,设计人员在开展相关工作时必须按照“小震不坏、中震可修、大震不倒”的抗震设防要求,对结构抗震受力点实施精细化的优化设计。在实际设计工作中设计人员要依据结构体系的特点以及实际的荷载分布状况,准确确定出框架柱、框架梁、剪力墙、核心筒等关键受力部位,将其当作抗震设计的重点控制对象,在框架-剪力墙、框架-核心筒等常用结构体系里,更要加强核心筒、剪力墙等受力点的设计水平。受力点确定后,设计人员还要按照“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点弱构件”的抗震设计原则,对受力点的

结构选型和构造方式加以改进,在梁柱节点处要加密箍筋,并保证钢筋有足够的锚固长度,防止节点在地震作用下产生剪切破坏。为了保证受力点的抗震性能,设计人员应该选择高强度、高延性的材料作为关键受力构件的材料,受力主筋应优先选用三级及以上高强度钢筋,提高构件的承载能力和延性。在受力点布置上,设计人员要遵循均匀对称的布置准则,防止出现受力集中或者偏心扭转的情况,对于超限高层建筑以及抗震设防烈度较高的建筑项目,还要在结构受力薄弱处增设加强层、阻尼器或者隔震支座等抗震措施,从而加强结构的抗震耗能性能。与此同时也要通过结构力学计算与抗震模拟分析,对受力点的承载力、变形能力与延性性能进行校验,一旦发现问题要及时调整并优化设计方案。除此之外,设计团队还应该注重抗震受力点的施工适配性,通过优化受力点的构造细节简化施工工艺,保证钢筋绑扎、混凝土浇筑以及节点连接等施工环节能够顺利实施,施工单位也需要严格按照抗震设计要求完成作业,切实保证受力点的施工质量,杜绝钢筋间距不均、锚固不足等质量问题,让抗震受力点在结构使用过程中真正发挥应有的抗震支撑作用<sup>[5]</sup>。

### 3 结语

民用高层钢筋混凝土建筑设计优化是一项兼顾安全、功能、经济的系统性工程,直接关系建筑工程的综合效益。随着建筑技术的不断发展,民用高层建筑结构设计优化将向更精准、智能的方向迈进。工程行业应持续深化结构优化研究与实践,不断提升设计水平与工程品质,为我国民用建筑事业的健康发展提供坚实支撑,打造更多安全、舒适、环保、经济的高品质高层建筑工程。

### 参考文献:

- [1] 闫晨楠.民用高层钢筋混凝土建筑设计优化[J].建筑·建材·装饰,2025(3):139-141.
- [2] 闫刘学,刘欢,韩岗,等.高层建筑钢筋混凝土结构设计研究[J].城市建筑空间,2025,32(S1):220-221.
- [3] 陆琪芳,唐俊.探究民用高层钢筋混凝土建筑设计[J].建材发展导向,2025,23(5):7-9.
- [4] 张睿智.民用高层建筑钢筋混凝土结构框架抗震性能优化设计研究[J].现代工程科技,2025(13): 17-27.
- [5] 梁永顺.高层建筑中钢筋混凝土剪力墙结构优化设计策略分析[J].中国厨卫,2025,24(9):314-316.