

分析建筑工程混凝土结构设计中存在问题及对策

常成章

广东省建科建筑设计院有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/UAID.2026020011

摘 要 : 文章旨在系统探讨混凝土结构设计中的核心准则、现存问题及针对性解决策略。针对当前设计实践中在地基承载力确定、基础选型、上部结构体系布置等方面存在的典型问题, 本文深入分析了其成因与潜在风险。基于问题导向, 从科学选用结构体系、加强地基与基础工程设计等维度, 提出一系列具体可行的解决对策, 以提升混凝土结构的安全性、耐久性与经济性, 为工程实践提供理论参考与方法指导。

关 键 词 : 建筑工程; 混凝土结构设计; 问题及对策

Analysis of Problems and Countermeasures in Concrete Structure Design of Construction Engineering

Chang Chengzhang

Guangdong Jianke Architectural Design Institute Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This paper aims to systematically explore the core principles, existing problems, and targeted solutions in concrete structure design. Focusing on typical issues encountered in current design practices, such as determining foundation bearing capacity, selecting foundation types, and arranging superstructure systems, this paper delves into their causes and potential risks. Based on a problem-oriented approach, it proposes a series of specific and feasible countermeasures from dimensions such as scientifically selecting structural systems and strengthening foundation and substructure engineering design, with the goal of enhancing the safety, durability, and economy of concrete structures, providing theoretical references and methodological guidance for engineering practices.

Keywords : construction engineering; concrete structure design; problems and countermeasures

引言

混凝土结构作为现代建筑的主要形式, 其设计质量直接关系到建筑物的安全、功能与寿命。然而, 在实际工程中, 由于设计标准执行不严、体系选型不当、材料控制不足等原因, 结构设计仍存在一系列常见问题, 可能影响整体性能与服役安全。因此, 系统梳理设计原则、识别关键问题并提出针对性对策, 对提升混凝土结构设计水平、保障工程质量具有重要意义。

一、建筑结构混凝土结构设计中所遵守的原则

(一) 安全可靠与功能适用设计准则

在混凝土结构设计中, 确保结构的安全与可靠是最根本的出发点和核心要求。设计人员必须依据国家现行的设计规范及行业技术标准, 结合工程实际的荷载分布特征及所处环境条件, 开展系统且精细化的结构力学分析与验算。与此同时, 结构设计也必须贯彻适用性原则, 以满足建筑在服役期内的功能需求。这意味着在方案阶段需综合考虑建筑物的使用功能、空间规划、人居舒适度要求(如控制变形与振动)以及所处环境的特殊影响(例如腐蚀性介质、持续高温、机械振动等)。

(二) 技术经济合理与全寿命耐久设计原则

混凝土结构设计在满足安全可靠和功能适用的同时, 还需注重实现工程建设的综合效益最优, 突出体现为经济合理性与耐久

可持续性之间的协调统一。经济合理性要求设计人员具备全过程的成本控制意识, 通过系统优化结构布置方案、科学选用材料与强度等级、推进构件尺寸模数化与标准化、简化施工构造节点等措施, 在完全符合结构性能指标的前提下, 努力节约材料用量、降低施工复杂程度、缩短建设周期, 从而有效控制工程项目的整体投资。耐久性则是经济性在结构全寿命周期内的延伸与保障。需通过确定合理的混凝土保护层厚度、设定适当的抗渗与抗冻等级、采取有针对性的防腐蚀技术措施, 并遵循耐久性专项设计要求, 显著提升结构在长期使用过程中的性能保持能力, 延长其服役寿命, 最终减少使用阶段的维护、修复和更换成本, 达成全寿命经济性的最优目标^[1]。

(三) 材料性能优劣势的辩证运用原则

混凝土结构设计应深入理解并有效运用混凝土的材料特性, 力求在设计中充分发挥其优势, 同时科学弥补其不足。一方面,

设计需要着重利用混凝土抗压性能强、耐久与耐火表现优良、结构整体性好以及成型灵活等突出特点，使其成为构建安全、稳定且适应性强的建筑空间的主导材料。另一方面，必须客观认识并妥善应对混凝土自身存在的局限性，如材料自重较大、抗拉能力较弱、脆性特征显著以及易于开裂等问题。在实际工程中，通常通过合理配置钢筋形成钢筋混凝土结构，必要时采用预应力混凝土技术，使钢筋主要承担拉应力，并有效约束与分散裂缝发展，从而实现混凝土与钢筋两种材料在力学性能上的协同与互补。

二、当前建筑工程混凝土结构设计存在的常见问题

（一）地基承载力确定与基础选型中的关键问题

地基与基础设计始于对工程地质勘察报告的深度解读，核心是建立结构安全与经济可行相平衡的选型逻辑，施工简便、成本较低的天然地基常为优先选项，但其适用性受场地地质条件根本制约，需明确持力层的合理选择与原状性确认、持力层承载力匹配性及下方是否存在软弱下卧层等关键问题。即便天然地基初步可行，深化设计中仍需通过严谨力学计算确定独立基础、条形基础等结构形式，在承载力验算基础上精准预测与控制建筑物沉降（尤其是差异沉降），若地下水位较高还需评估抗浮稳定性及抗浮措施，增加了设计复杂性^[2]。

（二）上部结构体系布置与抗震设计中的典型难点

上部结构设计的首要任务是对可行结构布置方案进行深入分析与综合比较，剪力墙结构与框架-核心筒结构各有突出设计难点。剪力墙结构的核心问题集中在墙体布局合理性与整体刚度协调性上，需确保剪力墙在两个主轴方向均匀分布，尽量避免一字形墙、短肢剪力墙等不利抗震布置，同时在保障核心筒必要刚度的基础上加强建筑外围剪力墙刚度，以合理控制结构扭转效应与侧向位移，满足抗震规范对平动与扭转周期比的限值要求；连梁作为剪力墙结构的关键耗能构件，设计中需通过刚度折减引导其在罕遇地震下先于墙肢形成塑性铰，实现“强剪弱弯”屈服机制，但这易导致连梁名义抗剪承载力不足，进而产生需通过提高混凝土强度等级、配置交叉斜筋等措施提升其实际抗剪能力的技术难题，各项选择均需权衡性能、成本与施工可行性。框架-核心筒结构的难点源于刚度与质量分布的高度集中特性，一方面需加强核心筒外墙刚度以控制整体扭转响应，另一方面需通过减小柱距、增强外围框架梁刚度等方式提升外框架的二道防线作用；

（三）抗震设计中存在的典型风险与设计缺陷

在建筑结构设计中，抗震性能的保障至关重要，但在实际工程中，相关的设计考量往往存在若干典型误区与不足。其中，一个基础性但易被忽视的问题是抗震设防标准的确定不够审慎，可能未严格依据场地设防烈度、建筑功能分类、结构高度及体系特点等关键因素，准确执行国家规范所规定的设防等级与性能目标要求。部分设计方案未能清晰构建并落实有效的多道抗震防线理念，抗侧力体系过于单一，导致在地震作用下，一旦主要抗侧构件失效，结构将迅速丧失整体稳定性，冗余度明显不足。此外，关系到结构最终耗能能力与倒塌抵抗性能的关键构件设计，也常

存在隐患^[3]。

（四）混凝土材料配比与长期性能的控制难题

在材料选用与施工过程管理方面，存在若干对结构质量与寿命构成潜在影响的问题。其中，混凝土的配合比设计常常未能系统性地平衡不同性能要求，例如在满足设计强度等级的同时，忽视了对其长期耐久性以及大体积混凝土水化热温升的有效控制，这直接增大了因温度应力导致开裂的风险。对于平面尺寸超长的混凝土结构，若未在设计中系统考虑并采取相应的裂缝控制措施，例如合理规划后浇带位置、设置诱导缝或引入预应力技术等，结构将面临因混凝土收缩受到约束而产生贯穿性裂缝的显著风险，这不仅影响使用功能，也可能损害结构的整体性与耐久性。同时，在面临盐蚀、冻融、化学腐蚀等严酷环境条件时，若设计阶段对混凝土的抗渗等级、抗冻指标及抗腐蚀能力等关键耐久性参数未予充分重视和明确规定，将直接削弱结构在服役期内的性能保持能力，缩短其有效使用寿命。

三、建筑工程混凝土结构设计中常见问题的解决对策

（一）科学选用钢筋混凝土结构体系

在高层建筑的钢筋混凝土结构设计阶段，设计人员宜积极引入BIM（建筑信息模型）等现代化数字技术，借助三维动态仿真模型，对拟采用的结构体系开展多角度、全过程的模拟分析与评估，从而不断优化方案设计，增强结构体系选型的科学性与经济性。设计过程中，必须严格遵循国家及行业相关设计规范与标准，依据规范条文对混凝土强度等级、钢筋型号及配筋构造等关键材料与构造措施进行细致复核，及时修正不合理之处，逐步完善整体结构方案。初步设计方案形成之后，设计单位应协同建筑、机电、施工等相关参与方，依托BIM模型对方案进行可视化模拟演示，结合各方反馈的专业意见展开综合评审与可行性论证，确保最终确定的结构设计满足安全性、适用性及经济性等各方面要求。

（二）加强地基与基础工程设计

对于钢筋混凝土建筑而言，地基与基础工程的设计至关重要，设计人员必须予以高度重视。特别是针对那些对安全性、整体稳定及抗震性能有特殊要求的高层或重要建筑，设计时需要系统分析工程场地的地质勘察报告、水文环境特征，并结合上部结构形式、施工技术条件、建筑使用功能需求以及周边既有建筑的相互影响等多重因素，通过综合考量与计算，确保建筑在长期使用过程中能够有效控制不均匀沉降与整体倾斜的风险。此外，在进行地基与基础设计时，设计者还需全面掌握施工区域地下环境的实际情况，进一步提高基础工程的安全裕度和整体可靠性。

（三）上部结构抗震设计要点

工程设计人员在开展建筑上部结构设计时，应优先考虑抗震性能的构建。当地震发生时，建筑内部的剪力墙体系是抵抗侧向力的关键构件，其墙肢数量不宜少于四片，以确保足够的抗侧刚度与承载能力。在施工过程中，宜在完成主要剪力墙（第一道防线）的构建后，于建筑内部合理设置若干次级剪力墙或抗震构

件,从而形成多层次、多道次的抗震防线,提升整体结构的抗震冗余度,避免因单一构件破坏导致整体变形加剧或连续倒塌^[4]。

在抗震设计方法上,建议采用延性设计理念与连梁耗能设计,通过合理控制构件变形能力与连梁的塑性铰形成机制,有效维持柱、墙等竖向承重构件的完整性,保障地震下结构的基本承载功能。多道抗震防线设计的优势在于,它能够显著提高建筑的整体抗震性能与延性变形能力,增强结构在地震作用下的耗能潜力与安全储备。设计时需特别注意:布置主要剪力墙时,应沿建筑两个主轴方向均匀、对称地延伸至周边,尤其在楼梯、电梯间等平面刚度突变部位,墙肢间距需严格控制,避免局部薄弱;单片剪力墙所承担的水平地震剪力,不宜超过结构底部总水平剪力的30%,以利于剪力在各道防线间的合理分配;针对次要或后续防线的剪力墙及连梁设计,应重点控制连梁的跨高比,使其在强震下能有效发挥耗能作用,同时避免过早发生剪切破坏。

(四) 抗震等级的科学设定

在确定建筑物的抗震等级时,必须对本地区的地震环境进行深入分析,综合考虑地震活动频度、历史震级及设防要求等因素,从而科学设定与之相匹配的抗震等级。在必要时,对于特别重要的建筑或位于复杂地质条件的项目,可基于风险评估适当提高其抗震设防标准,以增强结构的地震抵御能力。针对高层建筑,工程所在地的抗震设防烈度,它决定了地震作用的基本强度;其次是建筑物本身的高度,不同的高度区间对结构的刚度、延性要求差异显著;最后是所采用的结构类型(如框架、剪力墙、框架-剪力墙等),各类结构体系的抗震性能与设计方法各不相同。设计需依据这些因素的综合评估,选定精确的抗震等级。

此外,高层建筑地下室部分的抗震设计不容忽视。必须审慎

考虑地下室与上部主体结构的相互作用与连接关系,确保二者在竖向和水平方向上的刚度协调、传力连续。地下室的抗震等级通常与主楼相关,但其设计还需单独考虑地下土层约束、周边土压力及人防要求等特殊条件,以实现整体结构抗震性能的协调统一^[5]。

(五) 严格控制混凝土温度

混凝土温度的较大变化会引发温度裂缝的出现,因此在建筑工程混凝土施工中,工程单位需要加强对混凝土温度的控制。如在混凝土工程的养护工作中应用塑料薄膜与毛毡等加以覆盖,做好保温与保湿处理;改进骨料级配,比如,在混凝土原材料中,可以适当地添加一些添加剂,比如膨胀剂等,避免水泥的水化热反应所引发的温度裂缝;混凝土搅拌的过程中,要控制其搅拌温度,一般需要进行降温处理,通过冷却处理的方式保持搅拌温度的合理性;混凝土施工要严格根据基本的施工规范来实施,并要对模板的拆除时间等加以科学控制,进行必要的保温处理等,避免温度的剧烈变化;如果建筑工程的施工周期较长,经历季节性的温度变化,要在冬季做好保温处理。

四、结束语

文章通过系统分析混凝土结构设计的原则、问题与对策,强调了安全可靠、经济耐久及材料合理运用在设计中的核心地位。针对当前常见的设计难题,提出了若干关键措施。这些措施共同构成了提升混凝土结构性能与可靠性的重要途径。未来可进一步聚焦于全寿命周期性能预测模型的完善,以及极端环境下混凝土结构耐久性提升技术等,以推动混凝土结构设计向更安全、更经济、更可持续的方向发展。

参考文献

- [1] 石晶. 建筑工程混凝土结构中存在的问题及对策[J]. 四川建材, 2019, 45(12): 68-69, 71.
- [2] 方兆平. 房屋建筑结构设计中出现混凝土裂缝的控制对策分析[J]. 居业, 2024(3): 100-102.
- [3] 郭世英. 混凝土建筑抗震结构设计有效对策简述[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(11): 3386.
- [4] 童海根. 钢筋混凝土结构设计存在的问题及对策研究[J]. 房地产导刊, 2023(16): 100-101, 104.
- [5] 于培军. 房屋建筑现浇钢筋混凝土结构主体施工要点分析[J]. 砖瓦世界, 2021(21): 231-232.