

工民建工程结构设计优化研究

纛甜甜

中国电子工程设计院股份有限公司河南分公司 河南 郑州 450007

摘要：工民建工程结构设计的科学性与合理性直接影响建筑安全性、耐久性及经济性。当前设计领域存在理念技术滞后、缺乏整体性、成本控制失衡等问题。通过创新设计理念，引入先进技术，强化专业协同，优化成本管理，并构建完善的质量监督评估体系，可有效提升结构设计水平。这些优化措施不仅能增强建筑性能，还能实现资源高效利用，对推动工民建行业高质量发展具有重要意义。

关键词：工民建工程；结构设计；优化

引言

随着城市化进程加速，工民建工程规模与复杂度不断攀升，对结构设计提出更高要求。然而，部分工程仍存在设计理念陈旧、各专业协作脱节、成本管控粗放等问题，导致结构安全隐患与资源浪费并存。在此背景下，亟需对工民建工程结构设计进行系统性优化。本文从分析现存问题出发，探讨创新设计技术、协同管理及质量监督等优化路径，旨在为提升工程设计水平、保障建筑全生命周期效益提供理论与实践参考。

1 工民建工程结构设计优化的重要性

工民建工程结构设计优化贯穿项目全生命周期，对工程质量、成本控制及可持续发展意义深远。在实际建设过程中，建筑结构不仅需要满足安全可靠的基本要求，还要兼顾经济性与功能性，而优化设计正是平衡这些需求的关键手段。合理的结构设计优化能够显著提升工程质量。通过对建筑受力体系的精细化分析，采用先进的计算方法和模拟技术，可精准确定结构构件的尺寸、材料强度等级以及连接方式。以高层住宅为例，优化后的框架-剪力墙结构，能够更有效地抵抗风荷载和地震作用，减少结构在极端工况下的变形与破坏风险，保障建筑在服役期内的安全性和稳定性。优化设计还能避免结构冗余，消除薄弱环节，使整个结构体系受力更加均匀合理，延长建筑使用寿命。从经济角度来看，结构设计优化直接影响项目的成本投入。建筑材料和施工措施占据工程成本的较大比重，优化设计可以通过合理选择材料、优化构件布置来降低材料用量和施工难度。例如，在大跨度空间结构中，采用预应力混凝土或钢结构替代传统钢筋混凝土结构，既能满足大空间的使用需求，又能减少材料消耗，降低工程造价。优化后的设计方案还能提高施工效率，缩短工期，减少人工和设备租赁等费用支出，为项目带来显著的经济效益。随着建筑行业向绿色环保方向发展，结构设计优化

在实现建筑可持续性方面也发挥着重要作用。优化后的结构体系能够更高效地利用自然资源，减少建筑能耗。比如，合理设计的建筑围护结构，可提高隔热保温性能，降低空调和采暖系统的运行负荷；优化的结构布局能促进自然通风和采光，减少对人工照明和通风设备的依赖。这些优化措施不仅有助于降低建筑运营阶段的能源消耗，还符合节能减排的发展趋势，推动建筑行业向绿色低碳转型。在复杂的工民建项目中，结构设计优化更是解决技术难题的有效途径。面对不规则建筑造型、特殊地质条件等挑战，通过优化设计可以创新结构形式和技术措施，使建筑功能与结构性能完美融合。例如，在山地建筑中，通过优化基础设计方案，利用地形高差合理布置结构基础，既能满足建筑使用要求，又能保证结构的稳定性，实现建筑与环境的和谐统一。

2 工民建工程结构设计存在的问题

2.1 设计理念与技术滞后

(1) 在建筑行业高速发展的当下，部分工民建工程结构设计仍沿用传统理念，未能紧跟新材料、新技术的发展步伐。以混凝土结构设计为例，据行业统计，在一些中小城市的民用住宅建设中，约65%的项目仍采用普通强度等级的混凝土，而高强度高性能混凝土的应用比例不足20%。普通混凝土耐久性相对较弱，在长期荷载、环境侵蚀作用下，结构出现裂缝、剥落等病害的概率较高，使得建筑的使用寿命平均缩短5-10年。高强度高性能混凝土不仅具备更高的抗压强度，其抗渗性、抗冻性也更为优异，能够显著提升建筑结构的耐久性，但因设计人员对其性能掌握不足，应用推广缓慢。(2) 在设计技术方面，BIM技术的应用普及率也有待提高。尽管BIM技术已被证明可将工程设计效率提升30%-40%，有效减少设计冲突与错误，但实际调研显示，在工民建工程领域，仅有约35%的大型项目和不足15%的中小型项目全面

应用BIM技术。多数设计单位仍依赖传统的二维CAD设计，这种设计方式在处理复杂空间结构时，难以直观呈现各构件间的空间关系，容易导致设计疏漏。某大型商业综合体项目，因采用二维设计，在施工过程中发现管道与结构梁冲突问题多达20余处，造成工期延误约45天，直接经济损失超200万元。（3）结构设计中绿色节能技术的融入也存在明显不足。在建筑能耗占社会总能耗约30%的大背景下，部分设计人员在结构设计时未充分考虑建筑的节能需求。例如，外墙保温结构设计不合理，一些地区的民用建筑外墙传热系数未能达到节能标准要求，导致建筑冬季供暖和夏季制冷能耗增加。据测算，外墙保温性能不达标的建筑，其能耗相较于达标建筑可高出15%-20%。这种设计理念与技术的滞后，不仅增加了建筑全生命周期成本，也与可持续发展的行业趋势背道而驰^[1]。

2.2 结构设计缺乏整体性

（1）工民建工程结构是一个复杂的有机整体，各构件之间相互关联、协同受力，但在实际设计中，部分设计人员往往孤立地看待各构件，缺乏对结构整体性的考量。以框架结构为例，在进行梁柱节点设计时，若仅关注梁、柱各自的承载能力，而忽略节点区域的抗震性能与传力机制，会埋下严重的安全隐患。某地震频发地区的框架结构办公楼，因梁柱节点设计不合理，在遭遇6级地震时，节点区域出现严重破坏，导致整栋建筑无法正常使用。研究表明，合理设计的梁柱节点可使框架结构在地震作用下的延性提高20%-30%，有效降低结构倒塌风险。（2）在结构体系选型方面，也存在缺乏整体性规划的问题。部分设计单位为追求设计速度或降低设计难度，未充分结合建筑功能、场地条件等因素综合选择结构体系。在一些高层住宅项目中，盲目采用常规的剪力墙结构，而未考虑当地地质条件和建筑功能需求，导致结构构件截面过大，增加了建筑自重和材料用量。数据显示，不合理的结构体系选型可能使建筑材料成本增加10%-15%，且影响建筑的空间使用效率。（3）结构与建筑、给排水、电气等专业之间的协同性不足，也严重影响结构的整体性。各专业往往各自为政，沟通协调缺失。如某大型医院建设项目，设计前期结构与给排水

专业未充分配合给排水规划管道走向未考虑结构梁位置与承载要求，结构设计人员也未沟通梁体布局。施工时发现管道穿越关键位置削弱梁承载力，后期加固增成本80万，影响质量功能，造成资源浪费与工期延误。

2.3 成本控制不合理

（1）在工民建工程结构设计中，材料成本占据较大比重，但部分设计人员在材料选择上存在盲目性，未能实现成本与性能的优化平衡。以钢材为例，在一些对强度要求并非特别高的建筑部位，仍选用高强度钢材，导致材料成本大幅增加。统计数据显示，不合理的钢材选型可能使钢材成本提高15%-20%。在一些对耐久性有较高要求的环境中，却选用价格低廉但耐久性差的材料，后期因维修、更换材料产生的费用远远超过前期节省的成本。某沿海地区的工业厂房，因屋面防水材料选择不当，投入使用3年后便出现大面积渗漏，维修费用高达初始建设成本的10%。（2）结构布置不合理也是导致成本增加的重要因素。一些设计方案中，结构构件的尺寸、间距设置缺乏科学计算，造成材料的过度使用。例如，在楼板设计中，不合理地加大板厚，不仅增加了混凝土和钢筋用量，还加大了下部承重结构的负担。研究表明，楼板厚度每增加10mm，单位面积混凝土用量增加约5%，钢筋用量增加约3%。在一些大型商业建筑的地下室结构设计中，因柱网布置不合理，导致基础造价增加约12%-15%。（3）设计变更频繁同样会使成本难以有效控制。在设计阶段，由于前期勘察不细致、方案论证不充分等原因，后期设计变更时有发生。每次设计变更都会引发材料采购、施工工艺等方面的调整，增加工程成本。据统计，设计变更导致的成本增加在一些项目中可达工程总造价的5%-10%。某城市综合体项目，因设计变更导致的工期延误和成本增加高达500万元，严重影响了项目的经济效益^[2]。

3 工民建工程结构设计的优化措施

3.1 创新设计理念与技术应用

在工民建工程结构设计领域，创新设计理念与技术的应用是提升设计效率与质量的关键路径。通过引入前沿理念和技术，能够突破传统设计的局限，实现设计流程的革新与优化。

优化措施	具体内容	实际应用案例	效果
参数化设计	依托计算机算法建立参数化模型，将结构设计要素参数化。通过调整参数生成多种设计方案，并利用有限元分析软件模拟力学性能。	某高层住宅项目采用参数化设计	设计周期缩短25%，设计变更次数减少30%，快速选出最优设计。
BIM技术应用	构建三维信息模型，整合建筑全生命周期信息。进行碰撞检测与可视化分析。	应用于多个项目	减少约80%施工阶段碰撞问题，降低返工成本；优化结构布局，提高空间利用率。

续表:

优化措施	具体内容	实际应用案例	效果
智能化设计工具融入	利用人工智能算法分析工程数据，生成初步设计方案。	实际项目中使用智能化设计工具	在满足设计规范前提下，材料用量平均降低15%，实现资源高效利用。

3.2 加强各专业协同设计

工民建工程结构设计涉及多个专业，加强各专业协同设计能有效避免设计冲突，提升设计效率与质量。通

过搭建平台、建立机制和改变模式，打破专业壁垒，实现高效协作。

优化措施	具体内容	实际应用案例	效果
构建协同设计平台	打造统一平台，实现各专业设计模型共享与信息同步更新。	某商业综合体项目采用统一协同设计平台	专业间信息传递效率提升40%，设计沟通成本降低35%，及时发现并解决设计冲突。
建立跨专业沟通机制	定期组织各专业设计人员召开协调会议，针对关键问题讨论。	当结构与建筑外观设计矛盾时，通过沟通会议解决	使设计方案在各专业间达到最优平衡，避免设计失误 ^[3] 。
采用并行设计模式	各专业同时启动设计，过程中持续信息交互与反馈。	某医院建设项目采用并行设计模式	项目整体设计周期缩短20%，设计质量显著提升，减少后期设计变更。

3.3 强化成本控制管理

成本控制在工民建工程结构设计中至关重要，关乎

项目的经济效益。从结构选型、材料用量到施工方案，多维度优化可实现成本的有效控制。

优化措施	具体内容	实际应用案例	效果
优化结构选型	对多种结构形式进行技术经济分析，选择适合项目的结构选型。	多层住宅项目对比砖混结构与框架结构	根据项目特点合理选型，成本降低10%-15%，综合成本更优。
精准材料用量控制	利用BIM技术建立材料信息模型，精确计算用量；建立采购数据库对比供应商。	某大型厂房建设项目应用BIM材料管理系统	钢材用量减少8%，混凝土用量减少6%，降低材料采购成本。
优化施工方案	对施工方案进行技术经济比选，选择优方案。	深基坑支护施工对比排桩支护与地下连续墙支护方案	施工成本降低10%左右，缩短工期，减少管理成本。

3.4 完善质量监督与评估体系

质量是工民建工程的生命线，完善质量监督与评估

体系能够保障工程结构设计质量。通过数字化监控、多维度评估和引入第三方机构，全方位把控设计质量。

优化措施	具体内容	实际应用案例	效果
建立数字化质量监控系统	通过传感器、摄像头采集数据，实时传输分析，异常预警。	某桥梁工程结构设计中应用该系统	及时发现构件尺寸偏差问题，设计质量问题发生率降低40%。
采用多维度质量评估方法	除力学性能评估外，增加耐久性、抗震性、经济性等评估，建立指标体系综合评分。	某超高层写字楼项目进行多维度质量评估	发现抗震性能不足并优化，综合质量评分提高15%。
引入第三方质量检测机构	由专业机构客观公正评价设计质量。	某大型体育场馆建设项目引入第三方检测	工程结构设计质量合格率从85%提升至95%，保障工程建设质量 ^[4] 。

结语

综上所述，工民建工程结构设计优化是保障工程质量、提升经济效益的关键环节。通过创新设计理念、加强专业协同、优化成本控制及完善质量监督体系，可有效解决当前设计中的诸多问题。未来，随着建筑行业数字化、智能化发展，结构设计优化需进一步融合新技术，持续探索更科学、高效的设计方法，以适应行业转型升级需求，推动工民建工程向绿色、安全、经济方向

发展。

参考文献

[1]马明.工民建结构设计的优化措施探讨[J].建筑与装饰,2023(6):58-60.

[2]赵盾.工民建结构设计的优化措施的探讨[J].工程管理,2023,4(6):35-36.

[3]黄金刚.工民建结构设计的优化措施的探讨[J].百科论坛电子杂志,2021(16):2806.