

# 土木工程建筑设计中的问题与解决路径探究

周太郎

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司 重庆 402360

**摘要:** 本文旨在系统梳理和深入剖析当前土木工程建筑设计中存在的主要问题, 涵盖设计理念滞后、规范标准执行偏差、多专业协同不足、对新型材料与技术的适应性挑战以及全生命周期视角缺失等方面。在此基础上, 文章针对性地提出了一系列综合性解决路径, 包括强化性能化与韧性设计理念、深化BIM等数字化技术的集成应用、构建高效的设计-施工一体化协同机制、完善设计人员继续教育体系以及全面融入绿色低碳与可持续发展原则。研究表明, 唯有通过理念革新、技术创新与管理优化的多维联动, 才能有效应对新时代的复杂需求, 推动土木工程结构设计向更安全、更智能、更绿色、更高质量的方向迈进。

**关键词:** 土木工程; 结构设计; 设计问题; 解决路径

## 引言

土木工程是现代社会基础设施的基石, 建筑设计作为其核心活动, 是将建筑构想转化为安全物理实体的关键。优秀结构设计方案不仅要精确计算荷载内力, 确保极端条件下安全稳定, 还需兼顾功能、美学、施工可行性与长期维护成本。当下, 我国城镇化迈向高质量发展, “双碳”战略深入推进, 建筑设计被赋予韧性、智能、绿色、人文等新使命, 内涵远超传统力学安全范畴。然而, 实践中结构设计问题不少。设计理念固化、技术手段局限、行业协作模式弊端等, 制约着土木工程品质提升。一些追求速度与规模的项目, 设计深度不够、专业冲突不断、对新材料新工艺理解欠缺, 给工程安全与耐久性埋下隐患。因此, 系统识别问题根源, 探索科学有效的解决路径, 对促进行业健康发展、保障重大基础设施安全、推动建筑业转型升级意义重大。本文将从问题剖析和对策研究两方面展开, 旨在为从业者和研究者提供有益思考, 助力建筑设计更好地适应时代发展需求。

## 1 土木工程建筑设计中存在的主要问题

尽管我国在土木工程技术领域取得了长足进步, 但在结构设计的具体实践中, 仍存在一些普遍性、深层次的问题, 亟待解决。

### 1.1 设计理念相对滞后, 缺乏前瞻性与系统性

部分设计工作仍停留在满足最低规范要求的层面, 未能充分吸收和应用国际前沿的设计思想。例如, 传统的“三水准”抗震设防(小震不坏、中震可修、大震不倒)虽已深入人心, 但对于更高层次的“基于性能抗震设计”(Performance-Based Seismic Design, PBSD)理念, 其理解和应用尚不普及。根据最新修订的《建筑

抗震设计标准》(GB/T 50011-2010, 2024年版), 虽然明确指出“使用功能或其他方面有专门要求的建筑, 当采用抗震性能化设计时, 具有更具体或更高的抗震设防目标”, 但许多设计单位因缺乏相应的分析工具、技术储备和审图经验, 往往选择规避, 导致设计成果千篇一律, 无法针对特定建筑的功能需求(如医院、数据中心、应急指挥中心等)提供定制化的安全保障。此外, 对于“韧性”(Resilience)这一新兴概念——即结构在遭受灾害后能够快速恢复其功能的能力——关注不足。许多设计仅着眼于防止倒塌, 却未考虑灾后修复的便捷性与成本, 例如, 关键部位的连接节点是否便于更换, 非结构构件的损坏是否会严重影响建筑功能的恢复等。这种缺乏前瞻性和系统性的设计理念, 难以应对未来日益复杂的气候风险和城市安全挑战。

### 1.2 规范标准的理解与执行存在偏差

国家及行业颁布的各类设计规范、规程是结构设计的根本依据。然而, 在实际操作中, 对规范的理解和执行常出现偏差。一方面, 部分设计师过度依赖商业设计软件的自动化计算功能, 对规范背后的力学原理、适用条件和隐含假定缺乏深刻理解。这导致在处理非标准、复杂或边界情况时, 可能出现误用甚至滥用规范的情况。例如, 对于某些特殊荷载组合或新型结构体系, 软件可能无法准确反映规范的真实意图, 若设计师不进行手动复核和判断, 极易产生安全隐患<sup>[1]</sup>。另一方面, 规范更新速度有时难以跟上新材料、新结构体系和新施工技术的发展步伐。以近年来大力推广的超高性能混凝土(UHPC)、纤维增强复合材料(FRP)加固技术为例, 现行规范中的相关条款往往较为原则性, 缺乏详细的计算方法和构造规定, 使得设计师在面对创新项目时, 要

么因缺乏明确依据而裹足不前，要么只能参照国外标准或进行大量耗时耗力的专项论证，增加了设计的不确定性和成本。这种规范与实践之间的脱节，是影响设计质量和安全的重要因素。

### 1.3 多专业协同不足，信息孤岛现象严重

现代建筑工程是一个高度复杂的系统工程，涉及建筑、结构、给排水、暖通、电气等多个专业。在传统的“串行式”工作模式下，各专业依次开展设计，信息传递主要依靠二维图纸和文档。这种模式极易导致“错、漏、碰、缺”等问题。例如，结构梁的位置可能与大型机电管线发生空间冲突，或者设备基础的位置与结构主筋重叠，这些问题往往在施工阶段才被发现，造成大量的设计变更、返工和工期延误。究其根本，是由于各专业之间缺乏有效的实时沟通平台和统一的数据标准，形成了一个个“信息孤岛”。即使在同一设计院内部，不同专业的设计师也可能使用不同的软件平台，数据格式互不兼容，协同效率低下。这种割裂的工作方式不仅浪费了大量资源，也严重阻碍了设计方案的整体优化和创新。

### 1.4 对新型材料与结构体系的适应性挑战

为了追求更高的性能、更优的经济效益或更独特的建筑效果，高强度钢材、高性能混凝土、纤维增强复合材料（FRP）、装配式结构、大跨度空间结构等新材料和新体系被广泛应用。然而，这些创新也给结构设计带来了新的挑战。设计师需要掌握这些材料复杂的本构关系、长期性能（如徐变、收缩、疲劳）以及特殊的连接构造方法。对于装配式建筑，其“等同现浇”的设计理念要求对节点连接的可靠性进行极其精细的分析和设计，这对传统设计思维和方法提出了严峻考验<sup>[2]</sup>。例如，预制构件的吊装、运输过程中的受力状态，以及现场灌浆套筒连接的质量控制，都是传统现浇结构未曾遇到的新课题。若设计师的知识储备未能及时更新，便可能因对新材料、新体系特性把握不准而导致设计缺陷，轻则增加施工难度，重则危及结构安全。

### 1.5 全生命周期视角缺失，重建设轻运维

当前的结构设计普遍聚焦于建设阶段的成本与工期，对建筑建成后的运营、维护、改造乃至最终拆除阶段的考量严重不足。设计决策往往未能充分评估其对后期运维成本和便利性的影响。例如，为节省初期造价而选用耐久性较差的材料或防护措施，可能导致未来几十年高昂的维修费用；复杂的结构形式虽然满足了建筑美学，却给日后的检测、加固和设备更新带来了巨大困难。特别是在既有建筑改造领域，原始设计图纸缺失或信息不全，使得改造设计如同“盲人摸象”，风险极

高。这种割裂的、短视的设计思维，违背了可持续发展的基本原则，不利于实现建筑资产的长期价值最大化。真正的高质量设计，应当从项目的立项之初就将全生命周期的成本、环境影响和功能适应性纳入考量范围。

## 2 土木工程建筑设计问题的解决路径

针对上述问题，必须采取系统性的、多维度的策略加以应对，推动结构设计水平的整体跃升。

### 2.1 革新设计理念，强化性能化与韧性导向

首要任务是推动设计理念的现代化转型。应大力推广基于性能的设计方法，鼓励设计师超越规范的最低要求，根据项目的具体特点和业主需求，设定清晰、量化的性能目标（如层间位移角限值、关键构件损伤状态、功能恢复时间等），并运用先进的分析工具（如非线性静力/动力分析）进行验证。设计单位应加强与科研机构的合作，开发或引进成熟的性能化设计分析平台，并培养具备相应能力的专业团队<sup>[3]</sup>。同时，应将“韧性”理念融入设计全过程，不仅要保证生命安全，还要考虑结构的可修复性和功能的快速恢复能力。这可以通过采用可更换的耗能构件、预留检修通道、设计模块化单元等方式来实现，从而提升建筑应对未来不确定风险的综合能力。

### 2.2 深化数字化技术应用，构建BIM为核心的协同平台

建筑信息模型（BIM）技术是破解多专业协同难题、消除信息孤岛的关键利器。然而，当前BIM在结构专业的应用仍面临诸多难点，如软件操作复杂、参数设置繁琐、与分析软件的数据交互不畅等。为解决这些问题，首先，应推动BIM软件开发商优化用户体验，简化操作流程，并建立标准化的数据交换接口（如IFC标准），确保BIM模型能无缝对接主流的结构分析软件（如ETABS、MIDAS、YJK等）。其次，设计单位应建立企业级的BIM实施标准和族库，统一建模规则和信息深度，提高模型质量和复用率。最重要的是，应全面推进BIM技术在结构设计中的深度应用，从方案设计阶段就建立包含完整几何与非几何信息的三维模型。通过在同一BIM平台上进行多专业协同设计，可以利用碰撞检测功能在设计早期自动发现并解决空间冲突，极大地减少施工阶段的变更。更重要的是，BIM模型可以作为贯穿项目全生命周期的唯一数据源，无缝对接后续的施工模拟（4D）、成本管控（5D）、运维管理（6D/7D），实现信息的高效流转与价值的最大化。

### 2.3 推动设计-施工一体化，促进深度融合

改变设计与施工相互割裂的传统模式，大力推行设计-施工一体化（Design-Build）或集成项目交付（IPD）

等先进工程组织模式。在这种模式下,施工单位在设计早期即深度介入,凭借其丰富的现场经验和对施工工艺的深刻理解,为设计方案的可建造性、经济性和工期优化提供宝贵意见。例如,施工方可以建议调整构件尺寸以符合标准化模板模数,或优化钢筋排布以方便现场绑扎。这种深度融合不仅能有效规避设计“纸上谈兵”的弊端,还能激发更多的技术创新,实现项目整体效益的最优化。政府和行业协会应出台相应的政策引导和合同范本,为这种新模式的推广创造良好的外部环境。

#### 2.4 完善人才培养与知识更新体系

面对日新月异的技术发展,必须建立健全结构工程师的终身学习和知识更新机制。高校教育应加强基础理论教学的同时,引入更多关于性能化设计、BIM技术、新型材料、韧性城市等前沿内容,并加强与企业的产学研合作。行业协会和企业应定期组织高水平的专业培训、技术讲座和学术交流,帮助在职工程师及时掌握最新的规范标准、设计软件和工程实践经验。特别是要加强对青年工程师的培养,通过导师制、项目实战等方式,加速其成长。鼓励工程师参与科研项目和复杂工程实践,通过“干中学”不断提升解决实际问题的综合能力,打造一支既懂理论又精于实践的高素质设计人才队伍。

#### 2.5 全面融入绿色低碳与可持续发展原则

结构设计必须积极响应国家“双碳”战略,将绿色低碳理念贯穿始终。在材料选择上,优先采用高强、高耐久性、可循环利用的绿色建材,如再生骨料混凝土、高强钢筋等,以减少资源消耗和隐含碳排放。在结构体系上,探索更高效的结构形式,如采用预应力技术减少混凝土用量,或利用结构本身作为蓄能体参与建筑节能

能<sup>[4]</sup>。在设计过程中,应进行全生命周期的环境影响评估(LCA),量化不同设计方案在原材料获取、生产、运输、施工、运营和拆除等各阶段的碳排放,从而选择环境负荷最小的方案。此外,还应注重结构的适应性设计,使其在未来功能变更时能够以最小的代价进行改造,延长建筑的使用寿命,从根本上实现可持续发展。

### 3 结语

土木工程建筑结构设计正处在一个承前启后、转型发展的关键时期。面对理念滞后、协同不足、技术适应性挑战等一系列问题,简单的修补已不足以应对未来的复杂需求。必须以系统性思维,从理念、技术、管理和人才等多个层面协同发力。通过大力倡导性能化与韧性设计,深度拥抱以BIM为核心的数字化浪潮,积极推动设计与施工的一体化融合,持续完善人才培养体系,并坚定不移地贯彻绿色低碳的发展原则,方能构建起一个更加安全、高效、智能和可持续的土木工程设计新范式。这不仅是提升行业核心竞争力的内在要求,更是保障国家基础设施长治久安、服务人民美好生活向往的时代责任。

#### 参考文献

- [1]高建常.土木工程建筑结构设计中的问题与解决路径探究[J].科技资讯,2024,22(16):119-121.
- [2]吴浩.土木工程建筑结构设计中的问题与解决路径探究[J].绿色环保建材,2020,(01):112+114.
- [3]秦莹.土木工程建筑结构设计问题及优化措施的研究[J].建材发展导向,2024,22(07):62-64.
- [4]龚轩.土木工程建筑结构设计中的问题与对策分析[J].住宅与房地产,2024,(05):248-250.