建筑结构设计新理念与创新方法

虎恩方
昭通博源电力勘察设计有限公司　云南　昭通　657000

摘　要：随着建筑工程技术持续发展，结构设计模式不断革新，本文梳理建筑结构设计新理念与创新方法，归纳四类核心设计理念，介绍数字化驱动的多种结构分析手段，阐述结构体系与材料层面的创新路径，同时说明提升设计流程效能的相关方法。新理念从性能、全周期、多专业协同与人本空间角度更新设计思路，数字化分析手段可以提升计算精度与方案比选效率，结构体系和新材料能够改善受力表现并降低环境影响，数字化协同、智能工具、前置设计与动态质量管控，可优化设计流程，提高结构设计的综合水平。

关键词：建筑结构设计；设计新理念；创新方法；全生命周期；数字化协同

引言

建筑功能日趋复杂，工程建设对结构安全、经济性与低碳效益的综合要求持续提高，传统结构设计模式已经难以适配现阶段工程发展需要。过往偏重最低规范要求的设计思路，只关注构件受力计算，缺少对建筑全周期、多专业协同和使用者空间需求的综合考量。结构设计需要从理念、分析手段、结构体系还有设计管理多个维度做出调整。本文从新理念、数字化分析方法、体系材料创新、设计流程优化四个方面展开论述，探究适用于当代工程的结构设计创新路径，为同类建筑结构设计工作提供相应参考。

1 当代建筑结构设计的核心新理念

当代建筑结构设计的核心新理念包含四个主要方向，性能导向精细化设计可以突破传统结构仅满足最低规范条文的设计思路，设计者要在项目前期结合建筑重要等级、场地条件以及建设方提出的需求，确定结构在各类荷载作用下的性能指标，按照不同区域设置差异化安全储备，并且对结构全周期荷载响应进行管控，约束结构损伤的发展过程。全生命周期可持续设计将评估范围延伸到建筑使用、维护以及拆除回收阶段，工作人员会综合核算各个阶段产生的成本，兼顾材料耐久性能、碳排放水平与回收利用潜力，构造方案也需要方便后续检修和构件替换[1]。多专业一体化协同设计能够打破各专业独立开展工作的模式，结构工程师可以提前介入方案阶段，各专业人员在统一平台同步更新设计数据，减少图纸冲突以及后续的设计修改。人本化空间适配设计把使用者体验纳入结构设计的考量范围，设计者合理安排构件位置优化空间效果，主体结构预留改造余量，依靠构件布置优化室内采光与通风条件。

2 数字化驱动的结构分析方法创新

2.1 精细化有限元仿真分析方法

精细化有限元仿真分析方法，可以弥补传统简化力学计算存在的精度不足问题，工作人员会搭建贴合真实工程情况的数值模型，以此模拟结构在多种复杂荷载作用下的应力分布、变形特点和动力响应规律。该方法不会对构件连接形式、边界条件做过多简化处理，模型能够还原节点真实构造、材料非线性力学特点以及构件之间的相互作用，计算结果可以更好体现结构实际工作状态，给设计决策提供可靠支撑。设计人员在使用该方法时，可对结构关键受力区域做局部模型加密处理，查看应力集中位置的内力分布，找出传统计算不易发现的薄弱部位并优化构造。该方法还支持多工况参数对比分析，工作人员调整构件截面大小、摆放位置等参数，就能快速对比不同方案的结构表现，完成多方案筛选，找到结构性能和经济成本之间的平衡位置。

2.2 参数化驱动的多方案优化方法

参数化驱动的多方案优化方法，会把结构设计里的主要控制变量转为能够动态修改的参数，设计人员设置好对应的性能优化目标之后，算法就能够自动遍历大量可行设计方案，这就改变了传统设计依靠人工经验只做少量方案对比的低效模式。自重、材料用量、刚度以及变形控制等多项指标，都可以被设置成优化约束条件，算法会在全部满足安全标准的方案里面自动选出综合效益更好的结果，结构体系的优化效率也能得到提升[2]。该方法还能够同步迭代结构外形和受力表现，面对曲面或者不规则建筑结构，系统可以在修改外形参数的同时计算内力分布与材料消耗，在符合建筑外形要求的基础上调整构件排布，使内力分布更加均匀，减少构件局部受力偏大的问题，复杂造型建筑的结构设计难度会有所下降，不少过去难以实施的创新建筑形式，也可以在可控

成本条件下安全落地。

2.3 全周期性能模拟分析方法

全周期性能模拟分析方法，会把结构分析范围从传统竣工状态扩展到施工到长期使用的整个时间阶段，研究者可以借助该方法掌握结构性能随时间发生的变化。该方法能够模拟各施工工序带来的内力重新分配现象，找出施工期间临时出现的不利受力状态，设计人员可据此确定支撑布置和加载次序，防止结构在施工阶段产生超出预期的损伤。对于建筑长期服役阶段，该方法能够计算材料性能随时间发生的衰减，包含混凝土徐变收缩、钢材锈蚀还有环境侵蚀引发的构件劣化，设计人员在前期就能预判多年之后的结构状态，提前预留安全余量，防止服役阶段结构性能提前失效。该方法还能模拟极端灾害下结构逐步破坏的全过程，展示构件局部受损发展到整体失稳的完整过程，设计人员可以据此完善结构冗余设置，提高结构抵御极端工况的能力。

2.4 多物理场耦合分析方法

多物理场耦合分析方法，能够打破传统结构分析只单独计算力学场的局限，计算人员可以同步考虑力学、温度、湿度等多个物理场之间的相互影响，以此还原复杂环境当中结构真实的响应情况。该方法在极端温度条件的结构设计工作里有较好实用性，它可以计算温度应力和常规外荷载内力叠加之后产生的效果，减少单一力学分析忽略温度影响，进而引发构件开裂或是内力超出预估的情况。面对高腐蚀、强辐射这类特殊环境的建筑结构，该方法可以同步模拟环境介质对材料的侵蚀效果以及荷载带来的内力改变，得到多因素共同作用下结构性能衰减的变化规律，为防腐与耐久设计提供计算支撑。该方法也能够研究动力荷载和其他物理场的耦合效果，分析风荷载同结构振动之间的相互影响，防止共振或是大幅度风振干扰建筑正常使用，结构分析的适用范围和研究深度也能得到拓展。

3 结构体系与材料应用的创新路径

3.1 高效受力结构体系优化

高效受力结构体系优化，是以充分发挥材料承载能力作为主要目标，设计人员会调整构件排布，理顺内力传递路线，改善传统方案传力曲折、材料利用率偏低的问题。该优化方式不会单纯依靠加大构件截面来提高安全余量，它通过改变构件空间位置，让内力分布变得更加均匀，降低局部内力峰值，在减少材料消耗的同时提高整体刚度。设计人员还能结合建筑高度、跨度和使用需求搭配抗侧与竖向承重体系，合理设置耗能构件，使结构在外部荷载作用下按预设机制消耗能量，保护竖向主体构件，依靠体系优化提升结构整体抗灾能力。

3.2 高性能组合结构应用

高性能组合结构应用，能够整合多种材料各自的力学特点，把两类或者更多材料组合成协同受力的构件，以此弥补单一材料存在的性能缺陷，提升整体受力水平[3]。设计人员可以按照构件受力特点搭配材料种类，各类材料分别承担适配的内力，缩小构件截面并减轻结构自重，构件承载力与变形能力也会得到改善。不同组合构件可按需选用，竖向承重构件可以采用钢管混凝土，水平大跨度构件可以采用钢混组合楼盖。这类结构在保障安全的基础上减少材料用量，减轻基础承受的荷载，获得不错的综合经济效果。

3.3 低环境影响结构材料选型

在开展低环境影响结构材料选型工作的时候，设计人员需要将材料的环境评价指标，提升至与力学性能同等重要的考量位置。设计人员要先保证材料可以满足结构强度与耐久性的基本要求，在此前提之下，优先挑选全生命周期环境负荷更低的结构材料。这项选型工作不会单纯以材料采购单价作为判断依据，而是对原料开采、加工制造、运输转运直至废弃回收整个流程当中的资源消耗与碳排放水平进行评估，以此减少材料应用带来的环境负荷。设计人员可选用经过工艺优化的传统低碳建材，也可以采用具备回收特性的构件，同时优先选用服役年限更长的材料，减少建筑运营阶段构件更换频次，从长期维度降低工程项目整体的资源投入规模。

3.4 预制装配化结构体系创新

预制装配化结构体系创新，会把很多现场施工工序转移到工厂当中做标准化预制加工，构件的加工精度和质量稳定性就能得到提升，现场湿作业也会相应减少，施工阶段资源消耗和垃圾排放可以得到控制。设计人员会从方案阶段就按照装配思路优化整套结构体系，构件拆分要适配工厂生产、运输以及现场安装，构件连接节点的性能需要和现浇结构保持相当。该体系的优化重点是连接节点，保障内力传递稳定，同时提高构件标准化水平，减少构件品类，缩短现场工期，降低施工对周边环境带来的影响，结构施工质量也能够得到改善。

4 设计流程与效能提升的创新方法

4.1 全专业信息模型协同设计

全专业信息模型协同设计，会借助统一的数字化信息模型存放各个专业完整的设计资料，这种方式改变了以二维图纸作为主要交付文件的传统设计形式，各专业之间的设计信息能够做到实时同步与共享。结构工程师可以在这个统一平台调取建筑空间数据和机电管线排布

信息，在三维环境里完成结构构件布置，直观查看构件和其他专业设施的位置关系，在设计阶段就解决专业间空间碰撞问题[4]。模型内部每一个结构构件都带有材料、截面、力学性能以及生产安装相关属性，这类数据能够流转到预制加工、施工管理还有运维阶段，打通各阶段信息壁垒。任意专业修改模型内容之后，变动信息会同步给到所有参与人员，能够减少版本不一致引发的设计失误，提升多专业协同效率，降低施工阶段产生设计变更的概率。

4.2 智能化设计工具深度应用

智能化设计工具深度应用，能够把结构设计里很多重复性人工任务交给算法自动处理，设计人员的精力就可以得到释放，更多精力能够投入方案优化这类高价值工作。智能化工具可以按照预设规范条件与项目约束，自动完成构件排布、荷载录入、内力计算还有配筋校核等标准化任务，减少人工重复操作，提升普通项目的设计速度。面对复杂工程项目，智能化工具依托已有工程案例积累，可以为设计者提供结构体系、构件布置方面的参考意见，帮助设计者快速形成初始方案，减少方案试错消耗。这类工具还能够自动检查设计内容是否满足规范要求，快速找出不合规的内容，方便设计者及时调整，降低基础设计失误出现的可能性，结构设计成品的整体质量也能够得到提升。

4.3 施工与运维前置的设计延伸

施工与运维前置的设计延伸，拓宽了传统结构设计的工作范围，设计工作不再只以输出施工图纸作为终点，设计人员会在方案阶段一并考量后续施工操作难度和长期运维的各项需求。设计人员会结合项目现场施工条件以及施工方技术水平，调整构件构造和连接形式，避开难以实施的节点做法，梳理关键工序的技术管控要点，为现场施工提供技术参考，降低施工阶段遇到的技术阻碍。设计人员还需要兼顾建筑投入使用后的检测维护工作，在结构关键受力位置预留检测空间，提前预留结构监测系统的布设条件，方便运维人员掌握结构工作状态。设计文件会附带完整的使用维护说明，标注构件允许荷载与改造要求，为建筑全周期结构安全提供技术支持。

4.4 设计质量全过程动态管控

设计质量全过程动态管控，转变了传统设计完成之后再统一审查的后置管理方式，质量检查环节会融入结构设计各个工序，以此对设计质量做动态实时管控。项目正式开展设计之前，工作人员需要确定项目性能目标、设计标准还有质量管控要点，让全部参与设计的人员了解项目核心控制要求，防止设计工作出现方向偏移[5]。设计推进期间会开展分阶段质量核验，在方案阶段、计算分析阶段还有成果交付阶段都设置检查节点，对各阶段成果做专项核查，及时找出并处理设计缺陷。项目还会搭建完整的质量追溯机制，全部计算资料、修改记录和审核意见都会保存下来，每一项设计决策都能够找到对应的依据，从整体上保障结构设计成果的可靠程度与严谨程度。

结束语

综上所述，建筑结构设计的革新，需要把新理念、数字化分析手段、新型结构体系还有流程管控方法结合起来。传统设计模式存在的局限能够依靠这类技术手段逐步化解。性能化、全周期、协同化的设计思路，可以和数字化仿真、参数优化、预制装配等技术互相配合。设计人员可以在保障结构安全的基础上，改善空间使用效果，降低资源消耗，提升工程综合效益。后续工程实践还需要持续完善相关技术方法，推动结构设计体系不断发展，更好适配各类建筑项目的建设需求。

参考文献

[1]石鑫.抗震韧性城市理念下高层建筑结构设计的创新方法[J].中国厨卫,2026,25(9):28-30.

[2]孟琛,张春迎.新型建筑材料与结构设计的创新研究[J].中国厨卫,2024,23(7):321-322+326.

[3]种伟政,郭海豹.现代高层建筑结构设计的创新理念与实践[J].建筑与装饰,2025(5):36-38.

[4]殷晓波.既有建筑绿色改造中的结构设计加固技术创新与应用[J].陶瓷,2025(9):229-230.

[5]林子佩.绿色建筑理念下的轻量化结构设计方法探讨[J].睿士,2025(17):169-171.