

BIM技术在工民建结构设计与管理中的应用实践

张驰

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司, 天津 300221

DOI:10.61369/ETQM.2026070038

摘 要 : 随着建筑行业信息化、精细化发展, BIM技术已广泛应用于工民建工程全生命周期。本文结合工程实践, 围绕结构与施工管理两大维度, 系统阐述 BIM 技术应用要点。在结构设计阶段, 依托 BIM开展正向三维参数化建模, 完成结构性能抗震、受力分析与方案优化, 开展多专业碰撞检测规避管线冲突, 并依托模型高效完成图纸输出与精准工程算量, 有效解决传统二维设计图纸错漏、协同低效、算量偏差较大等问题。在施工管理环节, 运用4D-BIM管控施工进度、5D-BIM 动态管控工程成本, 依托三维可视化开展质量安全闭环管理, 同时结合装配式 PC建筑实现构件全流程信息化管控。

关 键 词 : BIM技术; 工民建工程; 结构设计; 施工管理

Application Practice of BIM Technology in Structural Design and Construction Management of Industrial and Civil Buildings

Zhang Chi

Hebei Institute of Investigation & Design of Water Conservancy & Hydropower Co., Ltd., Tianjin 300221

Abstract : With the informationization and refinement of the construction industry, BIM technology has been widely applied throughout the entire lifecycle of industrial and civil building projects. This paper systematically elaborates on the key points of BIM technology application from two dimensions: structural design and construction management, based on engineering practice. During the structural design phase, forward 3D parametric modeling is carried out using BIM to complete structural performance seismic and stress analysis, as well as scheme optimization. Multi-disciplinary clash detection is conducted to avoid pipeline conflicts. Additionally, efficient drawing output and precise engineering quantity calculation are achieved based on the model, effectively addressing issues such as errors and omissions in traditional 2D design drawings, inefficient collaboration, and significant discrepancies in quantity calculation. In terms of construction management, 4D-BIM is used to control construction progress, while 5D-BIM dynamically manages project costs. Quality and safety closed-loop management is conducted through 3D visualization, and full-process information management of components is realized in conjunction with prefabricated PC buildings.

Keywords : BIM technology; industrial and civil building projects; structural design; construction management

引言

随着我国城镇化进程持续推进, 工民建项目呈现出规模扩大、结构复杂、专业交叉增多、装配式施工普及等发展趋势, 传统结构与施工管理模式已难以适配新时期工程建设的核心需求。基于此, 本文立足工民建工程实践, 系统探讨 BIM技术在结构与施工管理中的具体应用要点, 结合实际工程案例验证其应用效果, 分析 BIM技术在优化设计方案、提升施工效率、控制工程成本、保障工程质量安全等方面的价值, 为新时期工民建项目中 BIM技术的推广应用提供理论参考与实践借鉴。

一、BIM技术在工民建结构设计中的应用实践

(一) 基于BIM的正向三维结构建模

无论建筑项目是否实施, 都必须确保建筑的经济性, 如果经济性要求不能适当控制, 设计会偏离原设计目标^[1]。传统工民建结构采用二维转三维逆向建模, 易存在图纸矛盾、尺寸出错、效

率偏低等问题。BIM正向三维结构设计以三维模型为核心开展前期设计, 结合地质、功能与规范实现多专业协同^[2]。借助 Revit、PKPM-BIM等软件完成梁板柱、基础参数化建模, 整合构件尺寸、配筋、材质信息, 做到一模多用; 实时联动建筑、机电专业模型, 避免各专业管线、构件冲突, 减少后期变更。同时模型支持参数联动修改, 参数调整即可同步更新构件数据, 显著提高设

计效率、降低设计偏差。

（二）结构性能分析与优化设计

工民建结构设计的核心是保障结构安全、经济与适用，BIM技术通过整合结构分析软件，实现了结构性能精准分析与设计方案优化^[3]。传统结构分析依赖独立软件，需手动输入大量参数，易出现输入错误、结果与图纸脱节等问题，而BIM技术可实现模型与分析软件无缝对接，减少人工干预，提升分析精度^[4]。实际应用中，设计人员可将BIM三维模型直接导入PKPM、YJK等分析软件，自动提取构件参数、荷载信息，开展承载力、抗震、抗风等多维度分析，快速识别梁端配筋不足、柱截面不合理等薄弱环节并优化。

（三）多专业协同与碰撞检查

工民建工程涵盖结构、建筑、给排水、电气、暖通等多个专业，传统分散独立设计模式专业沟通低效，极易产生图纸错漏、管线碰撞等问题^[5]。此类隐患常在施工阶段暴露，进而引发设计变更、现场返工，造成工期延误与造价增加。BIM技术依托三维协同设计优势，搭建统一信息化模型平台，实现各专业同步联动作业^[6]。结构专业可与建筑实时配合，保证构件布局贴合建筑空间、户型及围护结构设计；同时与机电专业提前校核，精准排查梁柱与风管、水管、电缆等管线交叉冲突问题，在设计前期完成优化调整。商业综合体等管线密集复杂项目，借助BIM碰撞检测，可快速定位矛盾点位，优化走向与构件尺寸，杜绝后期施工整改。

（四）设计成果输出与工程算量

BIM技术革新工程设计模式，优化设计成果输出与工程算量全流程，实现成果多元化、算量高精度高效率^[7]。传统工程以二维图纸交付，信息抽象、可读性差、传递效果有限。BIM模型可生成三维可视化图纸、构件详图、材料明细表等多类成果，直观完整地传递设计信息，为现场施工提供可靠依据。传统工程量计算依靠人工核算，耗时久、偏差大，极易受人为操作干扰^[8]。BIM具备参数化、信息化优势，能够自动提取构件尺寸、材质、数量等数据，快速精准核算工程量。混凝土结构梁柱板、钢结构构件用量均可自动统计，工程量误差控制在3%以内。同时模型与算量数据实时联动，设计变更时工程量同步更新，有效保障造价、招投标、成本管控数据准确统一。

二、BIM技术在工民建施工管理中的应用实践

（一）基于4D-BIM的施工进度管理

施工进度管理是工民建施工管理的核心，传统管理采用甘特图、网络图等方式，存在进度计划与实际施工脱节、偏差难以及时发现等问题。4D-BIM技术在3D-BIM模型基础上融入时间维度，构建三维模型+进度计划的可视化模型，实现施工进度动态管控与优化。实际应用中，施工单位可将施工进度计划导入BIM模型，关联进度任务与三维构件，明确各构件施工时间、顺序及班组等信息，形成4D进度模型。该模型能直观展示施工全过程与各阶段进度节点，便于统筹调配人力、物力、财力。同时，其支

持进度动态更新，可对比实际与计划进度，及时发现偏差并分析原因，针对性调整计划，保障工程按期完工。

（二）基于5D-BIM的施工成本管控

施工成本管控是工民建工程经济效益的关键，传统事后核算模式难以实现动态监控与事前控制，易导致成本超支、浪费^[9]。5D-BIM技术在4D-BIM基础上融入成本维度，构建三维模型+进度计划+成本数据的可视化模型，核心是实现成本、模型、进度的关联及量、价、时协同管控。施工前，可通过模型提取工程量，结合市场价格和施工定额编制精准预算，明确各阶段成本目标；施工中，实时录入人材机成本数据，与预算对比分析，及时发现并解决材料浪费、人工低效等偏差。同时，其可实时监控材料采购使用、优化人力配置，还能根据施工实际动态预测最终成本，为管控决策提供依据，确保成本控制在预算范围内。

（三）基于BIM的施工质量与安全管理

施工质量与安全是工民建工程的底线，传统管理依赖人工巡检，存在检查不全面、隐患排查不及时、责任划分模糊等问题^[10]。BIM技术借助可视化、信息化手段，实现施工质量与安全管理的精细化、常态化，有效降低隐患与风险。质量管理上，BIM模型融入设计规范与质量标准，可对比实际施工排查问题。如混凝土结构施工中，检查梁柱截面、钢筋间距等是否达标，及时发现钢筋错位等隐患并督促整改；装饰装修中，核查墙面平整度、门窗安装精度等。同时，BIM可录入隐患位置、整改情况及责任人，实现质量追溯与复盘。安全管理上，BIM可模拟施工过程排查隐患、优化方案，如在高空作业、深基坑等危险环节，识别脚手架不规范等风险并制定防护措施；还可融入安全警示与操作规程，开展可视化培训。

（四）预制装配式建筑（PC）与BIM的融合应用

预制装配式建筑（PC）作为绿色建筑重要形式，凭借施工高效、环保节能、质量可控等优势，成为工民建领域发展趋势。但PC建筑构件生产、运输、安装涉及多主体，协同难度大，易出现尺寸偏差、安装错位等问题，而BIM技术有效解决了这些痛点，实现全流程协同管控。生产阶段，BIM模型可提取构件尺寸、配筋等详细信息传递给厂家，保障生产精准性，还能模拟生产流程优化工艺、提升效率；运输阶段，结合施工现场规划最优路线，明确运输顺序与堆放位置，避免构件损坏和现场混乱；安装阶段，通过BIM模拟明确安装细节，指导精准施工，结合激光扫描等设备实时检测精度、调整偏差。

三、工程案例——以某工民建项目为例

（一）项目概况

本次案例选取某大型民用住宅综合体项目，该项目总建筑面积约15万平方米，由3栋高层住宅（28-32层）、1栋商业配套楼及地下车库组成，结构类型为钢筋混凝土框架-剪力墙结构，其中住宅部分采用预制装配式构件（PC构件），项目总工期24个月，总投资约6亿元。该项目规模大、结构复杂、专业交叉多，且涉及PC构件应用，传统设计与施工管理模式难以满足项目需求，

因此项目引入 BIM 技术，贯穿结构设计与施工管理全过程，旨在提升工程质量、缩短工期、降低成本。

（二）BIM 在结构设计阶段的实施效果

该项目在结构设计阶段全面采用 BIM 正向三维建模，利用 Revit 软件构建结构、建筑、机电多专业协同模型，实现了设计效率与设计质量的双重提升。通过正向建模，设计人员提前解决了传统二维设计中易出现的构件尺寸偏差、专业碰撞等问题，累计排查出结构与建筑、机电专业碰撞点 86 处，其中梁与风管碰撞 32 处、柱与水管碰撞 28 处、基础与管线冲突 26 处，均在设计阶段完成整改，避免了施工阶段的设计变更与返工。在结构性能分析与优化方面，通过 BIM 模型与 PKPM 软件的无缝对接，对高层住宅的抗震性能、基础承载力进行了精准分析，优化了梁柱截面尺寸与配筋方案，减少混凝土用量约 800 立方米、钢材用量约 65 吨，降低工程造价约 450 万元。同时，通过 BIM 算量功能，实现了工程量的精准计算，算量效率较传统人工算量提升 60% 以上，算量误差控制在 2% 以内，为项目招投标与成本预算提供了可靠依据。

（三）BIM 在施工管理阶段的实施效果

施工管理阶段，项目依托 4D-BIM 实现施工进度动态管控，将进度计划与 BIM 模型关联，直观呈现进度节点、对比计划与实际进度，及时纠偏，使主体结构施工工期较计划缩短 12 天，二次结构与装饰装修衔接有序，无工序脱节。成本管控上，采用 5D-BIM 技术实现全流程动态监控，实时录入人工、材料、机械等成本数据并与预算对比，累计发现 38 处成本偏差，通过优化资

源配置、减少材料浪费，累计节约成本约 620 万元，最终成本控制在预算内。质量与安全管理中，借助 BIM 模型排查质量隐患 52 处、安全隐患 47 处，整改率 100%，施工期间未发生质量及安全事故，工程质量达优良标准。PC 构件应用方面，通过 BIM 技术与 PC 构件融合，实现生产、运输、安装全流程协同管控，构件生产合格率 100%，安装精度误差控制在 5mm 内，安装效率较传统施工提升 40%，有效缩短工期、降低成本。

四、结束语

本文围绕 BIM 技术在工民建结构设计与施工管理中的应用实践展开系统研究，结合理论分析与实际工程案例，全面阐述了 BIM 技术在两大核心环节的具体应用路径与实施效果。BIM 技术凭借可视化、参数化、协同化的核心优势，能够有效破解传统工民建结构设计中二维图纸矛盾、专业协同低效、算量偏差大等痛点，同时在施工进度、成本、质量、安全管控及装配式建筑应用中发挥重要作用，实现工程设计与施工的全流程信息化、精细化管理，达成提质、增效、降本的核心目标。未来应进一步加强 BIM 技术的研发与应用推广，推动 BIM 技术与大数据、物联网、人工智能等新兴技术深度融合，完善相关应用标准与协同机制，提升从业人员的专业技能，拓展 BIM 技术在工民建工程全生命周期的应用场景。

参考文献

- [1] 任国旭. 工民建结构设计优化措施分析 [J]. 中国科技投资, 2021, (03): 42+44.
- [2] 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.
- [3] 刘明忠. 工民建结构设计的优化探索 [J]. 建筑与装饰, 2020(28): 1.
- [4] 钟振. 工民建结构设计的优化探讨 [J]. 中国房地产业, 2019(6): 64. DOI: 10.3969/j.issn.1002-8536.2019.06.040.
- [5] 程雄林. 探析工民建结构设计的优化 [J]. 河南建材, 2018(5): 40, 42. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9772.2018.05.023.
- [6] 孙录强, 呼晓慧. 工民建结构设计的优化策略探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2015, 5(12): 5970-5971.
- [7] 王全来. 探析工民建结构设计的优化 [J]. 房地产导刊, 2019(9): 52. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4563.2019.09.049.
- [8] 王宝仓. 探析工民建结构设计的优化 [J]. 中国房地产业, 2019(2): 232-233. DOI: 10.3969/j.issn.1002-8536.2019.02.217.
- [9] 严宏. 工民建结构设计的优化方法初探 [J]. 城镇建设, 2019(9): 226.
- [10] 徐建华. 探析工民建结构设计的优化 [J]. 建筑·建材·装饰, 2019(13): 216-217. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3024.2019.13.150.