

BIM 视角下 PC 建筑施工技术分析

艾慧斌

浙江明康工程咨询有限公司, 浙江 杭州 310000

DOI:10.61369/ETQM.2025090035

摘要 : 本文旨在从 BIM 视角下对 PC 建筑施工技术开展研究, 从而总结如何实现 BIM 赋能 PC 建筑。研究阶段, 运用文献阅读法对 PC 施工技术内涵以及技术应用期间 BIM 技术的赋能价值进行探讨。随后, 从建筑模型设计、工程量汇总、项目设计失误排除等多维度入手, 揭示 BIM 技术如何赋能 PC 建筑施工过程, 提升施工效率与质量。希望本文可为我国建筑工程企业提供技术指导、借鉴价值, 全面发挥 BIM 技术赋能价值, 提升 PC 预制构件合格率, 缩短施工周期并降低成本, 为 PC 建筑施工的工业化升级提供持续性的技术支持。

关键词 : BIM 技术; PC 建筑施工; 建筑模型; 场地布设

Analysis of PC Building Construction Technology from the Perspective of BIM

Ai Huibin

Zhejiang Mingkang Engineering Consulting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310000

Abstract : This paper aims to conduct research on PC (prefabricated concrete) building construction technology from the perspective of BIM (Building Information Modeling), with the goal of summarizing how to achieve BIM empowerment in PC building construction. During the research phase, the literature review method was employed to explore the connotations of PC construction technology and the empowerment value of BIM technology during its application. Subsequently, from multiple dimensions such as architectural model design, quantity takeoff, and elimination of project design errors, the paper reveals how BIM technology empowers the PC building construction process, enhancing construction efficiency and quality. It is hoped that this paper can provide technical guidance and reference value for construction engineering enterprises in China, fully leveraging the empowerment value of BIM technology to improve the qualification rate of PC prefabricated components, shorten construction periods, reduce costs, and provide continuous technical support for the industrial upgrading of PC building construction.

Keywords : BIM technology; PC building construction; architectural model; site layout

相比传统建筑工程现浇施工技术, PC 建筑施工技术具有三重显著优势, 第一是现场装配作业相比传统现浇作业在工期上可缩短 30%~50%。第二是预制工厂的恒温养护环境、标准化的生产体系可让预制混凝土强度达标率提高到 98% 以上。第三是工厂生产预制构件可以有效减少 80% 以上现场建筑垃圾, 降低 60% 左右的粉尘与噪声污染。而从 BIM 视角下对 PC 建筑施工技术进行分析, 落实施工 BIM 技术赋能, 是进一步促进 PC 建筑施工技术演进、升级, 减少设计变更、提升装配效率的高价值研究举措。

一、PC 建筑施工技术概述

PC 建筑施工技术全称 Precast Concrete, 即预制混凝土构件施工技术。该技术通过工厂标准化生产混凝土构件如梁、柱、墙板、楼板等, 随后经过运输、吊装、拼接、节点处理等工序, 完成建筑装配的工业化建造技术。PC 建筑施工技术的核心在于将传统现场浇筑作业转移到工厂预制, 基于工业化的生产模式来替代分散式的施工, 落实建筑构件的标准化设计、装配化施工以及批量生产。PC 建筑施工技术的技术流程聚焦于工厂预制→现场装配→协同管控, 并基于全过程的信息化管理实现 PC 建筑生产、运

输、装配数据的实时交互, 保证各环节无缝衔接。

二、PC 施工中 BIM 技术应用价值

PC 施工过程中, BIM 技术的应用价值聚焦为三维协同优化、资源动态配置以及数据追溯管控。如图 1:

第一, BIM 赋予的三维协同优化功能, 能够有效破解构件拆分难题。基于 BIM 模型对 PC 构件的参数化拆分, 能够提高预设墙板、梁柱、连接节点与配置方案的精准性, 避免传统 2D 图纸导致的信息断层问题。有效减少现场装配期间的尺寸冲突问题, 提

升预制构件匹配精度20%以上。

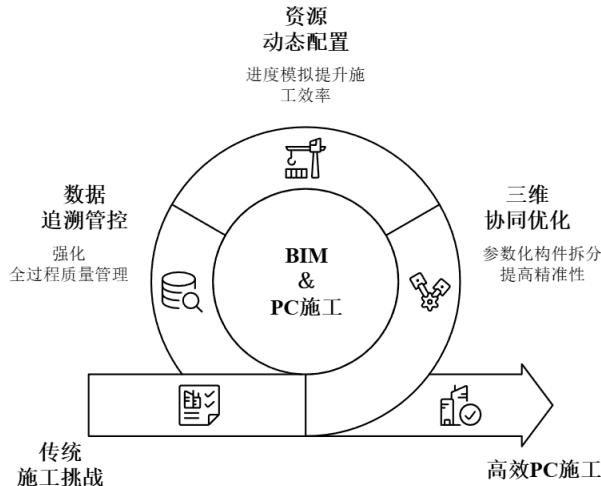


图1 PC施工中 BIM技术应用价值

第二, BIM技术可通过资源动态配置来提升施工组织的效率。利用BIM_4D进度模拟,能够关联构件吊装计划、现场机械调度,同时自动预警塔吊作业冲突以及进场材料滞后等风险,让PC施工工序衔接效率提升30%以上,减少因资源错配可能造成的窝工损失。

第三, BIM提供的数据追溯管控,能够强化全过程质量闭环管理。BIM平台能够整合预制构件生产、运输、吊装等全周期数据,基于植入RFID芯片等技术实现构件身份的唯一标识,监理、质检队伍扫码即可调取工厂的养护记录、现场安装偏差等关键信息,保障质量整改周期压缩到48h之内^[1]。

三、基于BIM技术视角的PC施工技术研究

从BIM技术视角开展PC施工技术研究,可聚焦于建筑模型设计、工程量汇总、设计失误排除、图纸生成、施工场地布设、可视化交底六大环节。

(一) 建筑模型设计

在PC施工建筑模型设计期间,BIM技术主要以参数化建模作为核心,打造涵盖构件生命周期信息的3D数字载体,这一技术过程贯穿了“拆分设计,信息集成、生产衔接”三大关键环节。

第一步,拆分设计期间,基于BIM软件的模块化功能,对建筑工程项目构筑物整体进行构件拆解,以构件的受力特点、运输限定为依据确定拆分的单元,例如将剪力墙分解为3m×2.8m的预制标准墙板,同时在模型中预设吊装点坐标,如距离板顶1/3处,确定灌浆套筒的位置,利用碰撞检测工具对构件接缝部位钢筋的避让空间进行校验,确保相邻墙板的预埋钢筋在安装期间不会产生交叉冲突。

第二步,信息集成环节下,在模型中嵌入多维度参数。其中几何参数包括预留孔洞直径、构件尺寸偏差,材料参数包括钢筋屈服强度、混凝土强度等级,工艺参数则指向脱模时间、养护温度。构建多维参数库后,利用族库功能建立标准化构件库,将空调板、飘窗等建筑中的异形构件参数化模型进行分类存储,以支

持后期的调用以及一键尺寸修改。

第三步,生产衔接阶段,对模型数据利用专用接口导出使其成为工厂生产设备可识别的加工指令这一过程中,预制工厂内的数控钢筋弯箍机,或以模型中的钢筋参数为依据自动加工预制构件,生产线则会利用读取模型中的预埋件坐标,实现机器人操作精准埋置。该技术相比传统现场浇筑技术,构件的生产合格率可从80%左右提升到98%以上,并降低60%以上的设计变更率^[2]。

(二) 工程量汇总

工程量汇总阶段,利用BIM技术驱动PC施工工程量汇总需要打造动态提取、分类统计、联动更新的全流程数字化链条,这一过程的技术聚焦于模型算量、规则构建、多维数据拆分以及实时校验三个维度。

首先,算量规则构建期间,在BIM平台内预设建筑项目PC构件工程量的计算逻辑,针对预制梁,按照长度乘以截面面积来计算混凝土的用量,同时同步关联钢筋的含量参数,如1.2t/m³。针对建筑物叠合板,需要区分预制部分与现浇部分,分别统计工厂预制混凝土量以及现场后浇层的用量。同时,利用构件属性标签的设置,如“地上三层预制柱”、“地下一层叠合板”等实现按照施工部位、构件类型进行工程量双维度归类。

其次,多维数据分析环节,使用BIM的过滤功能生成专项工程量清单,按照生产阶段拆分,对工厂预制所需的水泥、砂石等原材料用量进行统计,同时统计现场安装的灌浆料、密封胶等辅材数量。随后按照合同维度拆分,将材料分为预制墙板等“甲供材”,连接钢筋等“乙供材”,并分别建立量单系统,自动关联价格信息,生成具体的造价明细。

最后,实时校验层面,工程量数据从模型变更保持高度联动,一旦发生设计参数调整,如预制板厚度从120mm增加到150mm,系统自动重新计算混凝土的用量以及相应钢筋的增重,同时推送变更前后的量差对比列表,为项目的材料采购计划提供高度精准的数据支撑。表1为不同构件类型的算量维度与核心参数标准:

表1 不同构件类型的算量维度与核心参数标准

构件类型	算量维度	数据输出形式	核心参数标准	偏差范围
预制梁	混凝土体积、钢筋重量	分楼层工程量清单、材料需用计划	截面尺寸偏差≤±5mm, 钢筋间距±10mm	≤3%
叠合板	预制层/后浇层用量	工厂生产清单、现场浇筑量单	桁架筋间距500mm, 板厚偏差±3mm	≤2%
预制墙板	混凝土量、预埋件数量	构件加工图、辅材采购清单	预留孔洞位置偏差≤10mm	≤1.5%

(三) 项目设计失误排除

基于BIM技术开展PC施工设计失误排除,是通过“多专业协同校验+节点性能模拟+施工过程预演”这一技术链条,让静态的图纸校验向动态风险预判演进,这一过程主要聚焦于三个技术环节。

环节1,多专业协同校验。该环节下,将建筑、结构、机电、BIM模型整合为统一的“协同平台”。针对结构专业模型下的预

制柱、机电专业预埋管线位置冲突等问题，系统会自动标记冲突的坐标，同时计算出最小的避让距离。针对建筑专业的预制外墙板、暖通专业空调洞口不匹配问题，专业协同校验会生成可视化的对比报告，推动洞口尺寸优化到合理的大小。

环节2，节点性能模拟。该环节，是对关键连接节点进行力学仿真。例如，针对预制梁、柱的灌浆套筒连接，可在BIM模型内导入材料力学参数，例如360MPa套筒抗压强度，85MPa灌浆料抗压强度。随后，模拟竖向荷载作用下的节点变形量，确保将其控制在0.3mm之内。一旦发现钢筋锚固长度不足或其他问题，系统自动发出预警。针对预制楼梯平台板的支座节点，节点性能模拟环节可以通过抗剪承载力模拟来验证预埋件的焊接质量是否满足技术要求，如焊缝高度是否 $\geq 8\text{mm}$ 。

环节3，施工过程预演。该环节主要利用4D模拟技术，对构件安装可行性进行校验。实施阶段，在模型内导入塔吊的参数，如最大起重量6t、作业半径50m，随后模拟预制楼板的吊装路径。模拟过程中，一旦发现吊装路径同已安装预制柱存在碰撞风险等问题，则系统自动给出吊装角度调整，如从90°调整为45°。随后，对预制墙板安装顺序进行模拟优化，从角部向中间推进吊装作业流程，有效避免后续构件无法就位问题，最终快速提前排查出预制构件、机电管线等分项工程可能存在的冲突，减少返工成本、缩短施工周期。

（四）自动生成图纸

在PC施工自动生成图纸环节，BIM技术可通过模型参数、图纸模板的关联映射，实现全类型图纸的一键生成，这一技术过程包含“参数提取、模板配置”两大核心步骤。

其一，在BIM模型内进行预制构件视图参数的预设。例如，预制墙板的配筋间距设置为150mm，预留孔洞定位为X=1200mm、Y=900mm等关键信息。利用属性关联功能，将三维模型数据转化为二维图纸线条、尺寸标注信息。

其二，配置分类图纸模板。其中，“生产加工图模板”包含钢筋大样、预埋件坐标。“安装指导图模板”主要关联吊装点位置、节点连接方式。图纸生成期间，系统会根据构件类型自动调用对应模板，同时同步嵌入材料参数如HRB 400钢筋规格、C35混凝土用量等及技术说明^[3]。

（五）施工场地布设

PC施工场地布设期间，BIM技术围绕“三维模拟+冲突校验+动态优化”实现精准化管理。这一过程的技术应用聚焦于“构件的堆放规划、吊装路径模拟、资源配置可视化”技术链条。

首先，构件堆放区规划期间，利用BIM模型导入场地的地形数据，并以构件类型为依据划分堆放区域。例如，预制墙板规划

采用立放架，设置间距800mm，叠合板使用水平叠放形式，层数≤6层。同时，模型中会标注吊装半径、运输通道宽度，确保重型卡车可以在运输期间通畅运行。

其次，吊装路径模拟环节，BIM平台将塔吊参数、构件的重量进行关联，利用4D模拟校验的形式分析吊装过程中同已建结构的安全距离，倘若发现与脚手架或其他部位存在冲突，则自动优化吊装角度。

最后，资源配置可视化维度，在BIM模型内植入施工机械、临时设施的坐标位置，利用颜色来区分不同施工阶段场地的占用状态，“绿色”表示预制阶段，“黄色”为安装阶段。同时，生成《场地使用计划表》，如每日构件进场量为20件。这一过程，可全面提升场地利用率，并有效缩短构件二次搬运距离，提升吊装效率。

（六）节点可视化交底

PC施工节点可视化交底环节，旨在利用BIM技术来突破传统二维图纸的局限性，利用“参数化节点建模+施工工序模拟+移动端交互”的技术路径提升交底的精准度。

首先，针对梁、柱、连接墙板拼接关键节点开展精细化建模，植入材料参数与施工操作标准，通过剖切视图来展示内部的构造。其次，利用BIM模型开展施工工序模拟。以墙板安装为例，这一施工过程中，系统分步演示吊装对位、临时固定、灌浆作业具体操作流程，同时同步标注质量控制点如灌浆孔溢浆顺序等。最后，移动交互环节负责将模拟视频与节点模型导入平板电脑中，让施工现场可以通过扫码调取对应节点的3D指导施工文件，且文件支持缩放、旋转进行细节查看。例如，针对预埋件焊接位置可进行细节分析。此外，系统可支持时长3~5min的工序动画播放，全面提升节点合格率，降低工人对施工设计意图的理解时间，有效解决传统技术交底过程中“图纸难懂、工艺模糊”的工程痛点^[4]。

四、结束语

综上所述，本文对BIM视角下的PC施工技术进行了系统化的梳理，涵盖了基于BIM的PC施工建筑模型设计、工程量精准核算、设计失误排除等六大环节，最终形成了“参数化建模+协同管理+动态优化”的技术框架体系。将本文研究成果应用于实践，可以显著提升PC建筑施工效率，降低质量风险。未来研究，学界与相关从业者可进一步探索BIM技术如何实现与人工智能、物联网的融合应用，进一步优化构件生产、现场装配实施的协同效果，为PC建筑的全寿命周期管理提供高度智能化的解决方案。

参考文献

- [1] 张金鑫.装配式建筑综合施工技术研究与应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(23):136-138.
- [2] 李华健,王旭东,覃鑫林,等.BIM技术在波形钢腹板PC箱梁桥施工新工艺发展中的应用[J].公路与汽运,2023,(06):118-122.
- [3] 蒋华明.BIM视角下PC建筑施工技术探讨[J].中国住宅设施,2023,(07):175-177.
- [4] 伏斌.建筑密集区BIM协同PC构件施工技术研究[J].建筑科技,2023,7(03):40-42.