

BIM 技术在建筑智能建造全过程中的应用与创新研究

方 铅¹ 鲜 雄²

成都建工第八建筑工程有限公司 四川 成都 610000

【摘要】：建筑行业数字化转型不断加快，智能建造对工程信息集成、协同管理和精准控制提出更高要求。传统建筑项目在设计、施工、成本、进度和运维环节中存在数据分散、专业衔接不足、现场管控滞后等问题。BIM 技术可通过三维建模、碰撞检查、进度模拟、成本联动和运维数据集成，将建筑全过程信息统一到数字模型中，实现设计优化、施工协同、质量安全管控和运营维护衔接。该路径能够提升工程管理效率，减少资源浪费，增强建造过程的可视化、精细化和智能化水平，推动建筑智能建造模式创新。

【关键词】：BIM 技术；智能建造；全过程管理；数字化协同；建筑工程

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.085

引言

建筑工程正在由传统施工模式向数字化建造模式转变，项目建设不再只依赖二维图纸、人工经验和现场协调。设计变更频繁、专业信息不一致、施工进度难以精准控制、成本数据滞后等问题，容易造成返工、资源浪费和管理效率下降。BIM 技术以建筑信息模型为核心，将设计、施工、成本、质量、安全和运维等数据进行整合，为智能建造提供了可视化、可计算、可协同的技术基础。通过模型提前发现设计冲突，借助进度模拟优化施工组织，利用数据联动加强现场管控，建筑项目能够形成更加连续、高效、精准的建造流程。基于这一思路，BIM 技术在建筑智能建造全过程中的应用与创新，成为提升工程品质和管理水平的重要方向。

1 建筑智能建造全过程中的 BIM 技术定位

1.1 建筑信息模型在项目全流程中的核心支撑

建筑信息模型是建筑智能建造全过程的数据载体和协同基础，其核心价值体现在对工程几何信息、材料信息、构件属性、施工参数、成本数据和运维资料的集成管理。项目策划阶段可通过模型明确建设规模、空间关系和技术条件，设计阶段可将建筑、结构、机电等专业信息统一到同一模型环境中，减少图纸分散造成的信息偏差。施工阶段依托模型开展工序拆解、场地布置、进度推演和资源配置，使现场管理从经验判断转向数据支撑。运维阶段则可延续模型中的设备编码、管线位置、维护周期和资产信息，实现建筑交付后的信息可追溯。建筑信息模型不只是三维表达工具，而是贯穿项目生成、建造和使用全过程的数字化底座。

1.2 数字化建造对工程协同提出的新要求

数字化建造强调项目各参与环节之间的信息同步、流程贯通和决策联动，对工程协同提出了更高要求。传统建造模式中，设计单位、施工单位、监理单位和运维主体常以独立文件、分散表格和阶段性会议传递信息，容易造成版本不一致、变更响应迟缓和责任界面模糊。智能建造条件下，协同不再停留在图纸会审和现场沟通层面，而是要求设计数据、施工计划、材料采购、质量验收和安全管理在统一平台中形成动态关联。BIM 技术能够将不同专业、不同阶段、不同管理对象纳入同一模型体系，通过权限管理、数据更新、问题标记和流程追踪，提高协同的实时性和准确性^[1]。绿色建造、精益建造和智慧管理理念也要求减少重复劳动和无效返工，使工程协同更加高效、低耗和可控。

1.3 BIM 技术连接设计施工运维的基本路径

BIM 技术连接设计、施工和运维的基本路径，是以统一模型为主线，将工程信息从前端设计持续传递到现场建造和后期管理。设计阶段应建立包含构件尺寸、空间关系、材料属性和设备参数的基础模型，并通过专业协同检查解决建筑、结构、机电之间的冲突。施工准备阶段可在设计模型基础上进行深化建模，将施工工序、进度节点、机械布置、材料进场和临时设施等信息嵌入模型，形成可视化施工方案。施工实施阶段通过模型关联进度、质量、安全和成本数据，实现现场状态与计划目标的对比控制。竣工交付阶段需要对模型进行信息校核和数据补充，形成符合运维需求的资产模型。运维阶段可依据模型开展设备检修、空间管理、能耗分析和隐患排查，使建筑信息从建设期延伸到使用期。

作者简介：鲜雄(1976-)，男，四川成都人，本科，高级工程师，从事建筑工程技术、安全、管理工作。

方铅(1990-)，男，河南南阳人，本科，工程师，从事建筑工程技术、智能建造工作。

2 建筑智能建造中存在的主要制约因素

2.1 设计信息分散导致专业协同不足

设计信息分散主要表现为建筑、结构、机电、装饰等专业各自建模或独立出图，数据标准、表达深度和更新节奏不一致，导致模型之间难以形成统一的信息链。方案调整后，相关专业无法同步获取变更内容，容易出现管线碰撞、构件尺寸偏差、预留洞口遗漏和设备空间不足等问题。部分项目仍以二维图纸作为主要交付依据，三维模型仅停留在展示层面，难以支撑参数校核、工程量提取和施工深化。智能建造要求设计阶段前置解决技术冲突，但信息割裂会削弱模型协同价值，使后续施工阶段承担更多纠错成本，影响全过程数字化管理的连续性。

2.2 施工过程管控粗放影响进度质量

施工过程管控粗放集中体现在计划编制与现场执行脱节，进度安排多依赖经验排布，缺少对空间作业面、工序穿插、资源投入和风险节点的精细化推演。现场管理中，材料进场、机械调度、劳动力配置和质量验收往往分散记录，数据更新滞后，难以及时反映实际施工状态^[2]。隐蔽工程、复杂节点和交叉作业区域如果缺乏模型辅助核查，容易出现返工、窝工和质量偏差。智能建造强调精益化和绿色化控制，但粗放管理会造成资源浪费、工期波动和过程不可追溯，使 BIM 模型难以真正转化为现场决策依据，降低建筑智能建造的实施效果。

2.3 成本安全运维数据脱节降低管理效率

成本、安全和运维数据脱节，主要源于项目各阶段管理系统相互独立，工程量、计价清单、危险源识别、设备台账和竣工资料之间缺少统一编码和数据接口。成本管理常停留在阶段性核算，无法根据设计变更、施工进度和材料消耗形成动态测算，导致投资控制滞后。安全管理如果缺少与模型空间位置、施工工序和现场状态的关联，隐患排查容易依赖人工巡检，整改闭环效率不足。竣工交付阶段资料整理不完整，设备参数、管线位置和维护记录难以直接进入运维系统，造成后期管理重复录入和信息失真，削弱 BIM 技术在建筑全生命周期中的持续应用价值。

3 BIM 技术在设计施工阶段的应用路径

3.1 利用三维建模提升设计表达准确性

三维建模应从建筑空间、结构体系、机电管线、设备布置和构件参数等方面同步展开，将传统二维图纸中的平面、立面、剖面信息转化为可视化、参数化、可校核的数字模型。设计阶段可通过统一建模标准明确构件命名、模型精度、数据格式和信息深度，使墙体、梁柱、楼板、管线、阀门、支吊架等对象具备准确的几何尺寸和属性数据。模型建立后，空间关系能够直观呈现，设计人员可提前判断净高控制、设备检修空间、管线排布层级和建筑功能分区是否合理。绿色建造理念下，三维模型还可关联材料性能、能耗参数和装配构件信息，为节材、

节能和低碳设计提供数据依据。通过模型深化，设计表达不再依赖分散图纸解释，而是形成结构清晰、信息完整、便于施工转化的数字化成果。

3.2 借助碰撞检查减少图纸冲突返工

碰撞检查应建立在多专业模型整合基础上，将建筑、结构、给排水、暖通、电气、消防等模型导入统一平台，按照专业类别、楼层区域、构件类型和施工顺序设置检查规则。硬碰撞可用于识别管线穿梁、风管冲突、设备重叠、洞口缺失等直接空间矛盾；软碰撞可用于校核检修距离、安装空间、安全净距和施工操作面是否满足要求。检查结果需要形成问题清单，明确冲突位置、涉及专业、修改责任、处理时限和复核状态，避免单纯发现问题而缺少闭环处理^[3]。对于复杂节点，可结合模型剖切、局部放大和参数调整进行深化优化，使设计问题在施工前完成协调。精益建造理念要求减少等待、返工和材料浪费，碰撞检查能够把现场纠错前移到设计深化阶段，降低因图纸矛盾造成的拆改成本和工期损失。

3.3 通过施工模拟优化现场组织流程

施工模拟应将 BIM 模型与进度计划、施工工序、资源配置和场地布置进行关联，形成可视化的建造过程推演。模型可按照楼层、分区、专业和构件类型进行拆分，并与时间节点绑定，直观呈现各阶段施工顺序、作业面交接、机械运行路线和材料堆放位置。通过模拟可提前识别工序穿插不合理、运输通道受阻、塔吊覆盖不足、临设布置冲突和关键线路延误等问题。针对发现的问题，可进一步细化流水段划分、调整材料进场批次、优化机械设备布置、压缩无效等待时间，使现场组织由静态计划转向动态控制。智能建造强调数据驱动和绿色施工，施工模拟能够减少盲目调度，提高资源利用率，增强进度、质量、安全之间的协同管控能力，为施工阶段精细化管理提供可执行依据。

4 BIM 技术在管理运维阶段的创新方法

4.1 建立进度成本联动机制强化过程控制

进度成本联动机制应以 BIM 模型为基础，将构件工程量、施工进度计划、资源消耗标准、材料价格和合同清单进行编码关联，形成“模型—时间—费用”一体化管理链条。每个构件不仅对应空间位置和施工工序，还应关联工程量、计价规则、计划完成时间和实际消耗数据，使进度偏差能够直接反映到成本变化中。施工过程中，可根据模型构件完成状态更新形象进度，并同步核算人工、材料、机械和分包费用，避免成本管理滞后于现场实际。对于设计变更、材料替换和工期调整，可通过模型快速提取受影响构件范围，重新测算费用增减和工期影响。精益建造理念要求减少无效投入和过程浪费，进度成本联动能够将计划控制、资源配置和费用核算统一到同一数据环境中，提升施工过程的动态管控能力。



图1 建筑工程全周期进度与成本动态监测平台

4.2 构建质量安全数据平台提升现场管理精度

质量安全数据平台应以 BIM 模型为载体，将质量验收标准、安全风险点、施工工序、检查记录和整改信息嵌入具体空间位置和构件对象中。质量管理方面，可按照楼层、区域、专业和分项工程建立检查节点，关联材料检测、隐蔽验收、实测实量和工序交接数据，使质量问题能够定位到具体构件和责任环节。安全管理方面，可结合施工进度识别高处作业、临边洞口、深基坑、起重吊装和交叉作业等风险区域，并在模型中设置预警标识、巡检任务和整改闭环。现场采集的数据应通过移动端、传感设备和平台系统实时回传，形成问题发现、派发、整改、复核的完整链条^[4]。绿色建造和智慧工地建设要求管理行为更加精准，质量安全数据平台能够减少纸质记录和经验判断，提高现场管控的可追溯性和响应效率。

4.3 完善运维信息模型实现资产数据延续

运维信息模型应在竣工交付前完成数据整理、校核和补充，确保建筑构件、机电设备、管线系统和空间资产具备可持续使用的信息基础。模型中需要保留设备名称、规格型号、安装位置、生产厂家、使用年限、维护周期、检修方式和备品备件等关键数据，并与竣工图、检测报告、说明书和维保记录形成对应关系。交付阶段应清理施工过程中无效或重复的信息，统一资产编码、空间编码和系统分类，使模型能够顺利对接物业管理、能耗监测和设施维护平台。运维过程中，可依据模型快速定位设备故障位置，查询管线走向和维修资料，减少传统档案查找时间。低碳运营理念要求建筑使用阶段持续降低能耗和维护成本，运维信息模型能够支撑设备运行分析、空间利用优化和资产全周期管理，实现建造数据向运营数据的连续转化。

5 BIM 驱动建筑智能建造创新成效

5.1 提升多专业协同效率

BIM 驱动下的多专业协同效率提升，体现在建筑、结构、

机电、装饰、成本和施工管理等信息能够在统一模型环境中同步表达。各专业成果不再依赖分散图纸进行反复传递，而是通过模型坐标、构件编码、参数属性和版本管理形成一致的数据基础。设计变更可在模型中快速定位影响范围，相关构件、空间和专业节点能够同步更新，减少信息滞后造成的沟通偏差。协同平台中的问题标记、流程审批和责任追踪，使技术协调从会议记录转向数据闭环。智能建造强调集成化和精益化，BIM 模型能够压缩专业之间的等待时间，提升方案调整、施工深化和现场交底的响应速度，使项目协同由阶段性配合转向全过程联动。

5.2 降低施工返工和资源消耗

BIM 技术通过设计校核、施工深化和过程模拟降低返工概率，使材料、人工、机械和时间资源得到更精准配置。碰撞检查能够在施工前识别空间冲突和安装障碍，减少现场拆改和二次加工；工程量提取可提高材料计划准确性，避免过量采购、重复运输和现场堆放浪费；施工模拟能够优化作业顺序、运输路线和机械布置，减少窝工、等待和交叉干扰^[5]。绿色建造理念要求建筑项目降低能耗、减少废弃物和提升资源利用率，BIM 模型可将节材、节地、节能和环境控制要求嵌入施工管理流程。通过数据化预控，施工资源投入更加贴合实际需求，现场管理从被动纠偏转向前置优化。

5.3 推动建筑工程管理向智能化转型

BIM 推动建筑工程管理向智能化转型，关键在于将项目管理对象从纸质资料和经验判断转化为可计算、可追踪、可联动的数据模型。进度、成本、质量、安全和运维信息能够依托模型形成动态关联，管理人员可依据实时数据识别偏差、判断风险和调整方案。智慧工地、物联网、移动端采集和数字孪生等技术与 BIM 结合后，现场状态可持续反馈到模型平台，形成计划、执行、检查、整改的闭环管理。工程管理不再局限于事后统计，而是逐步转向过程预测和主动控制。新发展理念下，智能化转型还体现在低碳建造、精益管理和全生命周期运营的融合，使建筑项目管理更加精准、高效和可持续。

6 结语

BIM 技术贯通建筑智能建造全过程，能够提升设计表达精度，强化施工组织控制，打通进度、成本、质量、安全和运维数据链条。以模型为核心的数据协同模式，有助于减少信息断点和现场返工，推动工程管理由经验控制转向数字化决策，实现建筑项目精细建造、绿色建造和智能管理的深度融合。

参考文献:

[1] 杨雷,何良东,朱友超.BIM 与智能建造协同背景下的住宅工程造价全过程精细化管理优化研究[J].居舍,2025,(25):165-168.

- [2] 施秀凤.智能建造模式下装配式建筑全过程管理研究[J].价值工程,2023,42(28):65-69.
- [3] 陈东,刘阳,何祥荣,等.BIM技术在装配式建筑智能建造施工过程管理中的应用研究[J].科技与创新,2023,(18):173-175.
- [4] 刘大聪,谢亚旗,徐微,等.基于数字项目平台的装配式建筑智能建造全过程管理分析[J].工程造价管理,2025,36(5):64-69.
- [5] 赵志远,周建良.BIM技术在智能建造项目中的全过程应用[C]//《施工技术(中英文)》杂志社,亚太建设科技信息研究院有限公司.2024年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(中册).[出版者不详],2024:930-934.