

探究 BIM 技术在建筑工程施工中的综合应用

杨丝雨

中国电建市政建设集团有限公司 天津市 300382

摘要: 随着工程建设管理方式从传统的二维图纸向三维建模的转变, BIM (建筑信息模型) 技术已广泛应用于建筑工程的全生命周期。BIM 技术凭借精确的三维模型、信息集成和协同工作等优势, 极大地提升了工程设计和施工的效率与质量。本文通过文献研究的方式, 重点探讨 BIM 技术在建筑工程施工各环节的综合运用, 涵盖工程设计、施工准备、工程施工和竣工验收四大阶段。研究发现, BIM 技术在方案比较、协调设计、施工模拟、进度管理、安全控制等方面发挥着重要作用, 应用前景广阔。

关键词: BIM 技术; 建筑工程; 施工; 应用

一、BIM 技术在工程设计阶段的应用

(一) 方案设计比较

BIM 技术可快速构建工程方案的三维模型, 集成图纸资料、性能参数及相关信息数据, 设计人员可在虚拟空间比较不同方案的优劣。这比传统二维设计流程更直观、高效。具体来说, 设计人员可利用 BIM 软件, 根据项目前期需求, 提出多个预案设计方案, 并针对每种方案建构三维数字化模型。模型中不仅包含建筑物的整体形态、空间布局、结构构件等物理特征, 还可融入门窗开闭、设备运行等建筑物使用的动态信息, 实现对建筑全生命周期的模拟。在构建好不同设计方案的 BIM 三维模型后, 设计人员可以从多方面深入对比各个方案的优劣。第一, 从建筑功能使用出发, 检查不同方案在空间尺寸、门窗位置、出入口设置、房间连通性等方面的合理性, 是否满足使用功能要求。第二, 从建筑外形美观度考量, 检查立面造型的协调性, 空间比例是否协调, 是否体现项目的整体视觉风格。第三, 从投资成本考量, 通过提取 BIM 模型构件信息, 计算材料消耗数量, 估算各方案的建安造价, 选择投资合理的方案。第四, 从施工建造难易度考量, 检查结构体系、悬挑部位的合理性, 是否存在施工难点, 确保后期施工可实现。第五, 从建筑能耗水平考量, 运用 BIM 模型进行光照、采暖通风等模拟分析, 计算各方案的能源使用量, 选择更加环保的方案。

(二) 建筑空间协调

BIM 技术通过建立统一的三维数字化模型, 有利于项目各专业之间的建筑空间信息共享和协调配合。在设计初期, 结构、水电、暖通空调、给排水等各专业可在共享的 BIM 三维模型的基础上, 进行本专业系统的设计。通过虚拟空间的直观检查, 清楚了解本专业系统与建筑主体结构、其他专业系统的空间交叉情况, 发现系统布置是否存在空间冲突或管线弯折过多的问题, 及时进行 VIRTUAL 调整, 最大限度减少实际施工期间的返工和改道, 提高设计协调效率。另外, 利用 BIM 技术可进行精细化的管线空间冲突检测。不同

专业可将本专业的设计模型通过数据交换接口导入共享平台, 并定义不同类型管线、设备的三维几何示意块体。然后, 调用 BIM 软件的冲突检查计算功能, 软件可自动识别不同管线、设备之间以及与建筑主体的空间交叉干扰情况, 快速生成专业间系统冲突检测报告, 明确空间冲突位置, 并统计出冲突总数。相关专业设计人员可据此对系统布置方案进行 VIRTUAL 调整, 逐项解决空间冲突, 保证建筑空间的合理利用, 提高设计协调效率, 确保设计方案的合理性。最终, 通过 BIM 技术的虚拟空间协调, 可实现建筑设计各专业和不同系统之间精细化的空间信息组织和管控, 有效防范设计的漏项和盲点问题, 确保各专业系统布置的合理性与协调性, 为后期工程施工建立可靠的设计基础。

(三) 建筑构件优化

BIM 技术可实现对建筑结构及系统的各类构件的性能参数计算和优化。在设计深化阶段, 工程设计人员可基于共享的 BIM 三维模型, 调用模型数据库, 提取相关专业构建的各类构件 (如梁、柱、板、墙等建筑主体结构构件, 管线、管道、阀门、配电装置等机电设备, 以及门、窗等预制构件) 的详细信息数据, 包括材料品种、截面尺寸、跨度参数等。然后, 通过 BIM 技术与结构性能分析软件、机电系统仿真软件实现深度信息融合, 将提取的构件信息数据与性能计算模块进行数据对接, 快速实施构建性能的计算。计算可得到各类构件在使用安全荷载、各类强度指标、变形等方面的性能参数。比如, 结构构件的承载力指标, 给排水设备的流量系数, 电气设备的负荷率等。获得构件性能计算参数后, 设计人员可以科学优化选择构件的材料品种或尺寸参数。

二、BIM 技术在施工准备阶段的应用

(一) 模拟施工建议

BIM 技术可以进行虚拟施工模拟, 事先对整个建筑施工的程序和步骤进行数字化模拟预演, 检查施工方案的合理性, 为后期工程的实际施工提供重要的参考借鉴。施工单位在中标工程后, 可第一

时间通过项目方提供的 BIM 三维模型,深入了解和掌握该建筑项目的整体结构形态、体块分割方法、空间布局特点、局部构造节点等详细信息。这为制定合理切实的施工方案提供了良好基础。然后,施工单位可利用 BIM 技术针对建筑的关键部位进行虚拟施工。比如,对于高度复杂的空间结构、特殊锥形体型、大跨度空间钢结构等施工难点,可事先建模模拟配套的施工脚手架或吊装设备,插入虚拟场景中,精确模拟设备的搭设动线、运输路径以及装配顺序,全面检验验证施工装备是否存在空间碰撞或运输受限的问题。如果发现问题,还可以比较多种施工设备方案的优劣,评估不同技术流程的可行性,形成详实的施工方案评估报告,为后期工程施工的方案选择提供依据。这种基于信息化技术的虚拟施工手段,可有效规避和预防实际施工过程中可能出现的风险,大幅提升工程建设的安全性和可靠性,避免安全事故的发生。

(二) 技术方案论证

BIM 技术可通过虚拟数字化模型,全面验证各专业工艺技术方案的科学合理性。例如,对于高层或大跨度的框架结构体系工程,施工单位可利用 BIM 技术,构建主要遮蔽网架、支撑脚手架、模腹系统等施工脚手架和模架的三维数字化模型。插入虚拟工程场景中,建立投影关系,模拟施工装配的顺序,精确检验脚手架的整体结构布置、构件连接方式、节点约束条件以及用于施工人员活动的通道系统等,是否完全符合建筑主体空间形态的要求。并可仿真计算脚手架受力情况,评估其结构强度和整体稳定性,判断支撑体系是否能够满足施工的负荷要求,从而全面验证方案的安全合理性。这种前期的虚拟验证技术手段,可科学管控风险,提高结构施工质量,防止重大工程事故的发生,保障人员生命安全。

(三) 设备配置优化

BIM 技术可充分发挥三维数字化模型在指导施工设备合理化配置中的应用效用。首先,工程项目部可在建立项目整体 BIM 模型的基础上,全面了解工程的空间布局情况、场地开阔性及周边环境,确定场地适宜设置的施工临时设施位置点。然后,针对超高层或体型复杂的建筑主体,选取不同型号、不同起重能力的塔式起重机的三维模型,插入场景中,运用工作范围析算法,精确计算起重机的定位点坐标、转角和起升高度参数,科学模拟塔机捆绑作业过程,制定出起重机的最佳配置方案。另外,针对地下室施工封闭空间,还可以模拟不同型号洞口供料机和施工升降机的使用动线,评估设备布置方案的合理性,优化调整,提高施工系统的协同效率。

三、BIM 技术在工程施工阶段的应用

(一) 进度动态模拟

BIM 技术实现了工程建设管理的“信息化”和“动态化”,可以对整个工程建设全过程的施工进度进行四维动态的模拟,实现对工程进度计划的精细化管控。施工单位可通过导入 DetailEngineeringBIM 模型,在虚拟数字化环境中构建高精度的三维

施工场景。并依托 BIM 模型嵌入的工程数据集成信息,将各施工活动及其先后关系、时间属性等参数化关联,导入模块化的四维动态工程信息单元,代表模板工序、钢筋绑扎、混凝土浇筑等具体施工内容,模拟实际现场的生产作业面貌。然后运用 BIM 软件的四维建模功能,建立各四维动态单元之间的逻辑链式联系,自动生成全过程的施工计划线性网络进度计划。

在此基础上,项目管理人员可以启动施工计划的四维动态模拟。通过虚拟环境下的可视化仿真,直观检查进度计划的连续性、各施工阶段和关键工序的衔接配合情况,是否存在提前量或滞后时间,从而判断计划的合理性;并可针对模拟反馈的问题,进行动态调整和优化,确定科学合理的施工进度计划,作为后期工程建设的组织指导依据。这种基于信息模型的四维动态模拟技术,可有效解决传统静态进度计划方法无法实时管控和反馈的问题,大幅提高工程进度管理的精细化水平。

(二) 质量安全控制

BIM 技术可以打通从设计、供料到施工建造的整个信息链路,实现工程质量安全监管的全过程动态化。首先,项目管理方可基于 BIM 三维模型和集成信息,构建完整的质量安全标准化检查内容库,覆盖设计阶段的图纸及文档审核、材料入场检验、过程检测以及竣工交付检测等方面。然后,运用 BIM 的四维建模功能,搭建质量安全检查的四维 workflow,将检查内容插入虚拟模型相应的施工节点,形成设计、物资、施工全过程的质安全监管体系数字化示意。在此基础上,可借助 VR/AR 技术,实现高维的质安全实况动态模拟,直观检验质安全标准执行和隐患管控情况,提前在虚拟环境发现并消除问题。这种基于 BIM 的全过程质安全监管模式,可有效解决传统定期方式管理盲点多的问题,防范质量和安全事故风险的产生。

结论:

综上所述,BIM 技术与建筑工程施工深度融合,实现了工程建设过程的全生命周期数字化管理,具有显著的技术经济效益。近年来,我国已将 BIM 技术的发展纳入国家信息化战略,并加快推进 BIM 在建筑业的规模化应用。展望未来,BIM 技术与虚拟现实、云计算、大数据等前沿技术的深度融合,必将进一步提升建筑业的智能化和数字化水平,推动建筑业高质量发展。

参考文献:

- [1]吴燕萍,BIM 技术在绿色建筑工程管理中的应用.福建省,精易建工集团有限公司,2021-08-01.
- [2]陈勇,基于 BIM 技术的装配式建筑设计与技术应用示范工程.辽宁省,中国建筑东北设计研究院有限公司,2019-07-03.
- [3]唐群,BIM 技术在大型建筑工程施工中的应用研究.山东省,究矿东华建设有限公司,2018-12-11.