

BIM 技术在建筑工程施工管理中的应用实践

杜世芳

新疆北新国际工程建设有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 832000

摘要: 建筑信息模型技术是推动建筑业数字化转型和智能化升级的核心引擎。本文系统分析了BIM技术在建筑工程施工管理中的具体应用场景,从碰撞检测与设计优化、施工进度模拟、成本管控和质量安全管理四个维度阐述了BIM技术的应用方法和实施要点,并结合典型工程案例探讨了BIM技术应用的实际效果和面临的主要挑战,最后提出了推动BIM技术深度应用的对策建议。

关键词: BIM技术; 施工管理; 碰撞检测; 进度模拟; 质量管理

引言

建筑信息模型是以三维数字技术为基础,集成建筑工程项目全生命周期各阶段信息的数字化管理平台。随着建筑业向精细化管理和高质量发展方向转型,BIM技术凭借其信息集成化、可视化程度高和协同效率强的优势,在施工管理领域得到了越来越广泛的应用。住房和城乡建设部已将BIM技术应用列为建筑业发展的重要方向,多地出台政策明确要求大型公共建筑和基础设施项目推广应用BIM技术。然而,目前BIM技术在施工管理中的实际应用仍面临诸多困难和障碍,需要通过实践探索和经验积累不断加以解决。本文系统梳理BIM技术在施工管理各环节的应用方法和实施要点,以为行业实践提供参考。

1 碰撞检测与设计优化

1.1 管线综合碰撞检测

在传统二维设计模式下,建筑、结构和机电各专业的的设计图纸分别绘制,专业间的空间冲突难以在图纸上直观发现。BIM技术将各专业模型整合到统一平台中,通过自动碰撞检测功能快速识别管线交叉、构件干涉等问题,在设计阶段即消除潜在冲突。碰撞检测报告应详细记录每个碰撞点的位置、涉及的构件类型和碰撞严重程度等级。设计团队根据碰撞报告逐项进行管线调整和优化,修改后的模型重新进行碰撞检测,直到全部碰撞问题消除为止。这一迭代过程通常需要进行数轮才能达到理想的优化效果。

1.2 净高分析与优化

基于BIM模型的净高分析功能可以精确计算各区域的空间净高,帮助设计人员和业主直观评估空间使用效果。对于净高不满足使用要求的区域,可通过调整管线布置方案和结构梁高进行优化,确保建筑的使用功能品质。净高分析还可以结合不同使用功能的空间需求进行差异化评估。例如商业大厅的净高要求通常高于办公走

廊,地下车库的净高应满足消防车辆通行需求。通过参数化设置不同区域的目标净高值,系统可以自动标出不满足要求的区域并给出调整建议。管线优化设计还应考虑后期运维检修的便利性。通过在BIM模型中模拟检修人员的操作空间和检修路径,可以提前发现管线布置中可能影响日常维护的部位,在设计阶段进行调整优化,为建筑投入使用后的运维管理创造良好条件。

1.3 设计变更管理

BIM模型的设计变更管理功能可以实时记录每次变更的内容和影响范围,自动更新关联构件的信息。变更后的模型可即时进行碰撞检测和工程量计算,评估变更对施工进度和造价的影响,为变更决策提供数据支撑。设计变更管理功能还应支持多版本模型的对比分析^[1]。管理人员可以通过差异对比功能快速查看不同版本之间的模型变化情况,评估变更对工程造价和工期的影响程度。完善的变更管理流程可以有效控制设计变更的数量和质量,减少不必要的变更。

2 施工进度模拟与管理

2.1 四维施工模拟

将BIM三维模型与施工进度计划关联,构建四维施工模拟模型,可以动态展示施工全过程的时序关系和空间状态。通过可视化模拟可以直观发现进度计划中的逻辑冲突和资源分配不合理等问题,优化施工方案的可行性和合理性。四维模拟的颗粒度可以根据管理需求灵活调整。在总体进度层面,可以按楼层或施工区段进行宏观模拟;在工序层面,可以按天甚至按小时对关键工序进行精细模拟。不同层级的模拟服务于不同管理层级的决策需要。四维施工模拟还支持复杂施工工序的虚拟验证。

2.2 资源优化配置

基于BIM模型的工程量数据可以精确计算各施工阶段的人工、材料和机械需求量,为资源配置计划提供准确

依据。通过将资源需求曲线与施工进度曲线进行对比分析,可以优化资源的进场时间和使用节奏,减少资源闲置浪费。资源配置的优化还应考虑季节因素和市场价格波动。在冬季施工期间适当减少室外作业量并增加室内作业安排;在材料价格低谷期适当增加库存采购量。BIM模型的工程量数据为这些策略的制定提供了准确的量化依据^[2]。此外,BIM模型还可以辅助进行劳动力需求量的预测分析。根据不同施工阶段的工程量和施工定额,计算各工种的人员需求数量,为劳务队伍的招用和管理提供参考。合理的劳动力配置有助于避免窝工和赶工交替出现的问题。

2.3 进度偏差分析与纠偏

在实际施工过程中,通过定期将实际进度信息反馈至BIM模型中,可以直观对比计划进度与实际进度的偏差情况。对于偏差较大的工序,系统自动发出预警提示,管理人员可及时分析原因并采取赶工或调整措施。进度纠偏措施的实施效果也可以通过BIM模型进行模拟验证。在采取赶工措施后,将更新后的进度计划导入模型进行新一轮模拟,评估赶工方案是否能够弥补工期偏差,以及对资源配置和施工质量可能产生的影响。进度监控还应关注关键线路上的施工活动,确保关键工序按时完成。当关键线路上的工序出现延误时,BIM系统可以自动分析延误对总工期的影响程度,并计算赶工所需的额外资源和成本,为决策提供定量化的参考依据。

3 施工成本管控

3.1 工程量自动统计

BIM模型中每个构件都包含完整的几何信息和材料属性,可以快速准确地统计各类构件的工程量。与传统的手工算量方式相比,BIM算量大幅提高了计算效率和准确性,避免了人为遗漏和重复计算的问题。BIM工程量统计与传统的定额计价方式具有天然的数据衔接优势。BIM模型中的构件信息可以直接映射到定额子目中,自动生成工程量清单。这种一体化流程大幅缩短了工程量计算和报价编制的时间周期。BIM工程量数据的准确性取决于模型的精细度和信息完整性。施工阶段的BIM模型应达到施工图深度的建模精度,构件的尺寸、材质和做法信息应完整准确。建立模型质量审查制度是确保工程量统计可靠性的保障。

3.2 多维成本管控

在四维进度模拟的基础上叠加成本维度,形成五维施工管理模型。该模型可以实时展示施工各阶段的成本消耗情况,进行动态成本分析和预警,帮助项目管理人员及时发现和纠正成本偏差。多维成本管控的核心价值

在于实现了成本数据与时空数据的动态关联。管理人员可以直观查看任意时间节点上各施工区域的成本消耗情况,进行多维度的成本分析,及时发现成本超支风险并采取针对性控制措施。

3.3 材料精细化管理

BIM模型可以为材料计划的编制提供精确的数据支持。通过模型提取各阶段材料需用量,结合施工进度安排编制材料采购和供应计划。材料进场后通过扫码关联至模型构件,实现材料从采购到使用的全过程追踪管理。材料精细化管理还可以扩展至构件预制加工领域。基于BIM模型提取的构件加工数据可以直接导入数控加工设备,实现设计数据与加工制造的一体化衔接,减少中间环节的信息传递误差,提高预制构件的加工精度和效率^[3]。在预制装配式建筑项目中,BIM技术与构件预制加工的深度融合尤为重要。设计模型中的构件信息直接驱动工厂的自动化生产线,实现从设计到制造的无缝衔接,有效减少设计变更和加工误差,提升预制装配式建筑的整体质量。

4 质量与安全管理

4.1 施工质量管控

BIM模型可以与质量检验计划关联,在施工过程中自动提示需要进行质量检查的工序和检验节点。检验结果和发现的质量问题可直接记录在模型中,形成完整的质量追溯档案。三维模型的可视化展示有助于质量问题的分析和整改方案制定。质量问题在模型中的记录和展示为后续的质量统计分析提供了便利。通过按构件类型、施工区域或质量问题类别进行数据筛选和统计分析,可以发现质量问题的分布规律和高发环节,为质量管理体系持续改进提供数据支持。模型中记录的质量问题还可以在竣工验收阶段作为重要的参考资料。质量检查人员可以通过模型快速定位需要重点验收的部位和曾经出现质量问题的构件,提高验收工作的针对性和效率,确保交付工程的质量符合设计要求和标准。

4.2 安全管理与风险识别

利用BIM模型进行施工安全分析,可以提前识别高处坠落、物体打击和机械伤害等安全风险。通过设置安全防护设施模型和施工人员活动范围模型,可以模拟各种危险场景并制定针对性的安全防护措施。BIM安全分析还应关注施工机械设备与周边建筑结构的安全间距。塔吊的旋转半径和起吊高度应在模型中进行三维空间模拟验证,确保在施工全过程中不与周边建筑物或架空管线发生碰撞,保障大型机械的运行安全^[4]。施工现场的安全风险评估还应包括地质条件和周边管线的影响。利用BIM模

型整合地质勘察数据和地下管线信息,可以识别深基坑施工对周边地下管线和建筑物的影响范围,制定针对性的保护措施和监测方案。

4.3 安全教育与交底

BIM模型的三维可视化特性使其成为安全教育和安全技术交底的有效工具。通过虚拟现实技术将BIM模型导入沉浸式体验设备中,施工人员可以在虚拟环境中体验危险场景并学习正确的安全操作规程,提高安全意识和自我保护能力。虚拟现实安全教育的沉浸感和交互性远优于传统的安全培训方式。施工人员通过佩戴虚拟现实设备可以在模拟场景中亲身体验高处坠落和触电等危险事故的后果,从而在内心深处建立起安全操作意识,培训效果显著优于课堂宣讲方式。安全教育的内容应根据不同工种和施工岗位进行差异化定制。例如架子工的安全教育重点应放在脚手架搭设和拆除的安全操作规程上,电工的安全教育应侧重于临时用电安全和触电急救知识。BIM技术的灵活展示能力可以方便地实现差异化培训内容的制作。

5 应用案例分析

5.1 项目概况

某大型商业综合体项目总建筑面积约二十八万平方米,包含商业裙房和两座超高层塔楼。项目引入BIM技术进行全生命周期管理,在施工阶段重点应用了碰撞检测、进度模拟、成本管控和安全管理等功能模块。该项目还利用BIM模型进行了施工场地布置优化,在有限的施工场地内合理规划了材料堆放区、加工区和设备停放区的位置。三维场地布置模型有效避免了不同施工单位之间的场地占用冲突,提高了场地的空间利用效率。该项目还应用BIM技术进行了机电管线的三维可视化技术交底,施工人员通过平板电脑查看管线的空间关系和安装细节,大幅提高了施工操作的准确性和效率。与传统纸质图纸交底相比,可视化交底的沟通效果和理解程度显著提升。

5.2 应用效果

通过碰撞检测在设计阶段消除了各类专业碰撞共计两千余处,有效避免了施工返工。进度模拟优化后实际工期比原计划缩短了约百分之五。五维成本管控使项目的材料损耗率降低了百分之十五,整体造价控制在预算

范围内。项目实践还发现,BIM技术的成功应用需要项目各参与方在理念和标准上的高度统一。业主、设计、施工和监理各方应在项目启动阶段就BIM应用的目标和协作机制达成共识,制定统一的数据标准和交付要求,确保BIM数据的顺畅流转。

5.3 经验总结

在安全管理方面,BIM技术可以与虚拟现实技术相结合,实现施工安全风险的预判和可视化交底。通过在BIM模型中标注危险作业区域和高风险施工工序,施工人员可以在虚拟环境中提前熟悉安全注意事项和应急处置流程,有效降低安全事故的发生概率。同时,BIM模型中的施工模拟功能可以优化施工场地布置和临时设施规划,减少交叉作业干扰,为施工人员创造更加安全有序的工作环境。该项目的实践表明,BIM技术的应用效果与实施组织方式密切相关。

6 结语

从行业发展趋势来看,BIM技术正在与云计算、大数据、人工智能和物联网等新一代信息技术深度融合。基于云平台的协同BIM可以实现多地域多团队的实时协同工作,大幅提升项目管理效率。建议行业加快推动BIM云平台的标准化和普及化。此外应推动BIM技术标准与国际标准的接轨,为我国建筑企业参与国际工程竞争提供技术支撑。通过建立与国际通用标准兼容的BIM数据格式和交换协议,促进国内外建筑项目的数字化协作和数据共享。本文围绕BIM技术在建筑工程施工管理中的应用,从碰撞检测、进度管理、成本管控和质量管理四个方面系统阐述了BIM技术的应用方法和实施要点,并通过工程案例验证了其应用价值。

参考文献

- [1]王建华,张明.建筑信息模型技术在工程施工管理中的应用研究[J].施工技术,2022,51(8):134-139.
- [2]陈志强,李娜.基于信息模型的施工进度优化与资源管理研究[J].工程管理学报,2021,35(5):78-83.
- [3]刘洋,赵丽华.信息化技术在建筑工程质量管理中的应用实践[J].建筑技术,2023,54(3):312-317.
- [4]孙国庆,周明.基于数字化手段的五维施工成本管控模式研究[J].建筑经济,2022,43(6):92-97.