

BIM技术在路桥施工-交通协同管控中的应用

陈亮亮

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: BIM技术凭借多维数据集成、动态模拟等特性,在路桥施工-交通协同管控中发挥关键作用。本文详细阐述BIM技术在施工区域交通组织、施工进度与交通管控适配、施工安全与交通秩序防控及多参与方协同管控等核心应用内容,并从模型优化、流程完善、技术适配性提升及数据安全保障等方面提出优化路径,为提升路桥施工与交通协同管控效能提供理论与实践支持。

关键词: BIM技术; 路桥施工; 交通协同管控; 数据融合; 优化路径

引言: 城市路桥施工与交通系统交互复杂,涉及空间、时间及多参与方协同。传统管控模式存在信息壁垒、决策滞后等问题,难以满足高效协同需求。BIM技术以三维模型为载体,集成多维度数据,具备动态模拟与可视化管控能力,为破解路桥施工-交通协同管控难题提供新思路。通过构建基于BIM的应用框架,可实现施工与交通信息的深度融合与高效联动,推动协同管控向智能化、精细化方向发展。

1 BIM技术核心特性及路桥施工-交通协同管控核心需求

1.1 BIM技术核心特性

BIM技术以三维几何模型为载体,通过参数化设计实现路桥工程结构的精准数字化表达。其核心优势在于构建包含几何信息与非几何信息的多维数据模型,支持从规划、设计到施工、运维的全生命周期信息集成^[1]。数据集成与协同共享功能通过标准化数据接口实现多专业模型的融合,打破传统模式下建筑、结构、机电等专业的信息壁垒,为跨部门协作提供统一数据源。动态模拟与可视化管控能力基于模型与时间维度的关联,可对施工过程、交通流变化等复杂场景进行动态推演,通过可视化界面直观呈现潜在冲突与风险点。全流程数据追溯功能依托模型元素的唯一标识编码,实现设计变更、施工记录、质量检测等信息的全程留痕,为质量管控与责任追溯提供可靠依据。

1.2 路桥施工-交通协同管控核心需求

路桥施工与城市交通系统的交互涉及空间、时间与参与方三重维度的协同。施工区域与交通区域的协同衔接需通过精细化空间规划,确保临时导改道路、施工围挡等设施与既有交通网络的合理对接,最小化对周边路网通行能力的影响。施工进度与交通通行的动态适配要求根据关键施工节点调整交通管制措施,例如在桥梁顶

推阶段优化信号灯配时,在基础浇筑阶段调整车道分配,实现施工效率与交通流畅性的平衡。施工安全与交通秩序的协同防控需建立风险联动预警机制,通过实时监测施工机械位置、交通流量等数据,提前识别占道作业超限、交通拥堵等隐患,采取针对性管控措施。多参与方协同管控需求强调建设单位、交通管理部门、施工方等主体间的信息互通,通过统一平台共享施工计划、交通管制方案等数据,避免因信息不对称导致的决策冲突,提升整体管控效能。

2 BIM技术在路桥施工-交通协同管控中的应用框架

2.1 应用架构设计

2.1.1 数据层架构

数据层架构是应用框架的基础支撑,涵盖BIM模型数据、施工数据与交通数据三大核心数据类型^[2]。BIM模型数据包含路桥工程结构参数、施工节点信息及交通管控相关布局数据,严格按照建筑信息模型数据标准构建,确保数据精度与完整性;施工数据涵盖施工进度、设备调度、物料运输等各环节信息,通过标准化采集流程实现数据实时更新;交通数据包括交通流量、通行路线、管控措施等相关信息,依托交通监测技术完成数据采集,三类数据通过统一数据格式整合,为协同管控提供全面数据支撑。

2.1.2 协同层架构

协同层架构核心聚焦多参与方协同接口设计,依托BIM技术的数据集成优势,搭建标准化协同接口。接口设计遵循工程协同管理技术规范,实现施工单位、交通管控单位、设计单位等多方数据互通与指令传递,打破不同参与方之间的信息壁垒,规范数据流转流程,确保各参与方能够及时获取所需信息,实现高效联动,保障协同管控工作有序推进。

2.1.3 管控层架

管控层架构以施工-交通协同管控模块为核心,整合施工进度管控、交通通行管控、安全防控制等功能模块。各模块依托BIM模型与多元数据,实现施工与交通协同管控的集中化、可视化管理,能够精准捕捉施工与交通协同过程中的各类问题,为管控决策提供直观支撑,优化协同管控流程,提升管控效率。

2.2 应用流程设计

2.2.1 前期准备阶段流程

前期准备阶段流程围绕协同管控基础工作展开,首先完成BIM模型的精细化搭建与优化,整合施工与交通相关基础数据,确保模型数据与实际工程、交通场景精准适配。同时梳理各参与方职责,明确协同管控流程与数据流转规范,完成协同管控平台的调试与适配,搭建好协同管控的基础框架,为后续实施阶段工作做好充分准备,保障协同管控工作有序启动。

2.2.2 协同管控实施阶段流程

协同管控实施阶段流程是核心环节,按照前期规划的管控方案,依托BIM模型与协同管控平台,推进施工与交通的协同管控。实时采集施工进度与交通流量数据,动态调整管控措施,统筹施工区域与交通区域的衔接、施工安全与交通秩序的防控,确保施工推进与交通通行有序衔接,及时处理协同过程中的各类衔接问题,保障施工与交通协同高效推进。

2.2.3 流程衔接与优化设计

流程衔接与优化设计聚焦各环节流程的顺畅衔接,针对前期准备与实施阶段的衔接节点,建立规范的衔接机制,避免流程脱节。同时跟踪协同管控全流程,梳理流程中的冗余环节与衔接漏洞,结合施工与交通的实际运行情况,优化流程设计,简化不必要的操作环节,提升流程运转效率,确保协同管控流程的连贯性与高效性,契合路桥施工-交通协同管控的实际运营需求。

3 BIM技术在路桥施工-交通协同管控中的核心应用内容

3.1 施工区域交通组织协同管控

施工区域三维可视化规划以BIM模型为载体,通过整合地形地貌、既有交通设施及施工机械作业范围等数据,构建包含空间拓扑关系的三维场景。规划过程中,利用模型的空间分析功能模拟不同施工阶段对周边路网的影响,识别临时导改道路、施工围挡设置等关键要素的合理布局,确保施工区域与既有交通网络的平滑衔接^[3]。交通导流路线优化设计基于实时交通流量数据与施工进度信息,通过路径规划算法生成多套导流方案,结合可视化对比分析选择对交通影响最小的路线组合。施工占道

与交通通行协同适配通过动态调整占道时间与空间范围实现,例如在高峰时段压缩占道宽度或调整作业机械位置,结合交通信号配时优化,降低施工对通行能力的削减效应。

3.2 施工进度与交通管控协同适配

施工进度动态建模与可视化呈现依托BIM模型的进度维度扩展功能,将时间参数与模型元素关联,形成四维施工模拟场景。管理者可通过时间轴滑动观察不同阶段的施工状态,直观识别关键路径上的潜在延误风险。例如,通过颜色渐变标注显示各工序的进度偏差,红色表示严重滞后,绿色表示正常推进。交通管控方案的动态调整适配以施工进度变化为触发条件,当实际进度与计划偏差超过阈值时,系统自动生成交通管制措施调整建议,例如延长或缩短某路段的占道时间、调整周边路口的信号灯相位等。调整建议需通过交通仿真模型验证其可行性,避免因管制措施调整引发新的拥堵点。施工节点与交通管控的协同衔接通过工作流引擎实现,在桥梁架设、基础浇筑等关键节点前,系统自动推送交通管制任务至相关部门,确保管控措施与施工动作的精准匹配。

3.3 施工安全与交通秩序协同防控

施工安全风险点三维标注与预警利用BIM模型的空间定位能力,将高处作业、临时支撑等风险源在模型中高亮显示,并关联安全规范中的防控要求。当施工机械进入风险区域或作业参数超出阈值时,系统通过模型变色、弹窗提示等方式触发预警。例如,当塔吊大臂旋转角度接近高压线安全距离时,模型中的塔吊部件变为红色并发出警报声。交通通行风险协同排查整合施工区域周边交通事故记录、交通流量热力图等数据,通过空间关联分析识别事故高发路段与施工活动的叠加风险,为制定针对性管控策略提供依据。分析需考虑天气、节假日等外部因素,例如在雨天增加对低洼路段的巡查频率。应急处置流程的可视化协同构建基于BIM模型的应急场景库,预设占道事故、交通拥堵等事件的处置方案,通过三维动画演示各参与方的响应流程与职责分工,提升应急演练的实效性。

3.4 多参与方协同管控

施工方与交通管控方数据协同共享通过标准化数据接口实现,施工方上传的进度计划、机械位置等数据经清洗后写入协同平台,交通部门接入的实时流量、信号配时等信息同步至模型数据库,确保双方基于统一数据源开展业务。数据清洗需过滤异常值,例如剔除施工机械位置数据中因GPS信号丢失导致的跳跃点。协同决策模块应用集成多目标优化算法,在施工效率、交通影响、成

本投入等维度间寻求平衡,通过可视化界面展示不同决策方案的综合评分,辅助管理者进行权衡选择。多参与方工作衔接管控依托工作流引擎定义任务流转规则,例如施工方完成某工序后,系统自动触发交通管制措施调整任务并推送至交通部门,任务完成后反馈确认信息形成闭环,保障跨部门协作的连贯性。

4 BIM技术应用的优化路径

4.1 BIM模型优化与数据融合能力提升

BIM模型优化需聚焦几何精度与信息完整性的平衡。通过参数化设计技术对模型进行轻量化处理,剔除冗余几何元素,保留关键结构参数与空间关系,确保模型在协同平台中的流畅加载与交互操作^[4]。针对多专业模型融合需求,建立统一的数据交换标准,采用IFC等开放格式实现建筑、结构、机电等模型的语义互操作,解决因软件差异导致的信息丢失问题。数据融合能力提升依赖数据治理体系的完善,构建包含数据清洗、转换、映射等环节的处理流程,对施工进度、交通流量等异构数据进行标准化处理,确保不同来源数据在模型中的准确关联。引入机器学习算法优化数据融合规则,通过历史项目数据训练模型,自动识别并修正数据冲突,提升融合效率与准确性。

4.2 协同管控流程优化与完善

协同管控流程优化以业务逻辑重构为核心,通过工作流引擎定义任务流转规则,明确各参与方在施工准备、进度更新、交通调控等环节的职责边界与交互顺序。建立流程效能评估机制,基于系统记录的操作日志分析协同延迟原因,识别流程中的冗余环节与瓶颈节点,例如通过缩短数据审核周期或合并重复审批流程提升响应速度。完善冲突解决机制,在协同平台中集成冲突检测引擎,自动识别模型版本差异、数据更新冲突等问题,通过预设规则推送至责任方处理,并跟踪解决进度形成闭环管理。引入可视化看板技术,实时展示协同任务状态、数据更新频率等关键指标,为流程优化提供数据支撑。

4.3 技术应用适配性提升

技术应用适配性提升需兼顾技术先进性与业务实用性。针对路桥施工场景的特殊性,开发定制化功能模块,例如基于BIM模型的施工机械路径规划工具,结合机械作业半径与周边交通设施数据,生成最优作业路线避免空

间冲突。强化移动端应用开发,通过轻量化客户端实现现场数据实时采集与模型交互,支持施工人员通过手机或平板设备查看模型、提交进度信息,提升技术应用的便捷性。建立技术适配性评估体系,定期收集用户反馈分析功能使用频率与效果,淘汰低效模块并对高频功能进行迭代优化,确保技术工具与业务需求的持续匹配。

4.4 数据安全保障体系优化

数据安全保障体系优化需构建覆盖数据全生命周期的防护机制。在数据采集阶段,通过加密传输协议与设备认证技术确保原始数据完整性,防止传输过程中的篡改或泄露^[5]。数据存储环节采用分布式存储与备份策略,结合区块链技术实现数据操作留痕,确保模型版本与历史修改记录的可追溯性。权限管理方面实施最小权限原则,根据角色职责分配数据访问权限,例如施工方仅能修改自身进度数据而无法查看交通流量敏感信息。引入动态安全监测系统,实时分析用户操作行为与数据访问模式,对异常操作触发预警并自动冻结权限,结合定期安全审计形成多重防护屏障。

结束语

BIM技术在路桥施工-交通协同管控中的应用,通过多维数据集成与动态模拟,实现了施工与交通信息的深度融合与高效协同。从模型优化到流程完善,从技术适配到数据安全,各环节的优化路径为协同管控效能提升提供了系统化解决方案。BIM技术可有效降低施工对交通的影响,保障施工安全与交通秩序,为城市路桥建设与交通运行的高效衔接提供有力支撑,其应用价值在复杂工程场景中日益凸显。

参考文献

- [1]康斌.上跨在役铁路桥梁施工BIM数字孪生技术应用[J].科技创新与应用,2025,15(24):165-168,173.
- [2]王庆珍.道路桥梁施工中BIM技术的应用与流程优化研究[J].越野世界,2025,20(2):150-152.
- [3]路长海.基于BIM的路桥工程项目现场安全风险管控方法[J].湖北应急管理,2025(16):25-27.
- [4]刘锦杰,刘海波.路桥工程建设信息化与BIM数模融合管理应用[J].中国交通信息化,2023(5):136-139.
- [5]牟春龙.BIM技术在路桥施工全过程中的应用[J].黑龙江科学,2021,12(06):134-135.