

BIM 技术在道路桥梁施工管理中的应用研究

孔 超

安徽建工公路桥梁建设集团有限公司 安徽 合肥 230000

摘 要：为解决传统道路桥梁施工管理粗放、信息割裂、管控精度不足等问题，本文依托 BIM 技术可视化、参数化、全生命周期追溯的核心优势，探究其在路桥施工全阶段的应用路径。重点分析技术在前期筹备、过程管控、安全成本管理及竣工交付中的实操价值，梳理行业标准缺失、人才不足等现存问题，并从行业制度与企业实操层面提出优化对策，为路桥工程数字化、精细化施工管理提供参考。

关键词：关键词：BIM 技术；道路桥梁；施工管理；应用

引言：道路桥梁工程工序繁杂、作业场景复杂，传统施工管理模式存在信息传递滞后、方案预判不足、管控不到位等诸多弊端，极易引发质量缺陷、工期延误、成本超支及安全隐患。随着基建数字化转型推进，BIM 技术凭借多维建模与协同管控优势，成为革新路桥施工管理模式的核心技术。基于此，本文系统研究 BIM 技术在路桥施工管理中的具体应用，剖析应用痛点并制定优化方案，助力工程管理提质增效。

1 BIM 技术相关理论与路桥施工管理概述

1.1 BIM 技术核心概述

(1) BIM 技术定义：建筑信息模型技术是以数字化建模为核心，集成工程全生命周期几何信息、物理信息、属性信息的可视化、参数化、信息化管理技术。该技术通过构建三维数字模型，实现工程实体与信息数据的有机统一，为项目决策提供可靠依据。(2) BIM 技术核心特征：涵盖可视化建模、参数化修改、多专业协同、数据实时更新、全生命周期追溯五大核心特征，适配路桥工程复杂施工场景。可视化建模将设计意图直观呈现，参数化修改保障模型联动更新，多专业协同促进各方高效沟通，数据实时更新确保信息时效性，全生命周期追溯实现历史数据可查，共同构成 BIM 技术赋能路桥施工管理的技术底座。

1.2 道路桥梁施工管理核心内容

(1) 质量管理：聚焦桩基、箱梁、桥面铺装等关键工序，把控施工工艺、材料质量、工序验收等核心环节。通过建立质量标准与检验制度，对隐蔽工程、关键部位实施重点监控，确保施工过程受控、工程实体达标。(2) 进度管理：依据施工方案制定阶段性进度计划，统筹工序衔接、资源调配，规避工期延误问题。运

用网络计划技术明确关键线路，动态跟踪实际进度与计划偏差，及时采取纠偏措施保障工期目标。(3) 成本与安全管理：管控人工、材料、机械成本损耗，排查施工现场安全隐患，落实安全施工规范。实行成本核算与预警机制，强化安全教育与防护投入，实现经济效益与安全生产的双重保障^[1]。

1.3 BIM 技术适配路桥施工管理的优势

(1) 打破信息孤岛：整合设计、施工、监理、运维多方数据，实现各参与方协同办公，解决传统模式信息传递偏差问题。基于统一信息平台促进数据共享，提升沟通效率与决策科学性。(2) 优化施工方案：通过三维建模、虚拟预拼装、模拟施工，提前排查设计缺陷与施工隐患，优化施工工艺与流程。在虚拟环境中验证方案可行性，降低返工风险，提升施工一次成优率。(3) 实现精细化管控：依托数据化模型实现施工全流程动态监测、数据溯源，提升管理精细化、标准化水平。将进度、质量、成本信息关联至模型构件，为过程管控与竣工交付提供数据支撑，推动施工管理由粗放式向精益化转型。

2 BIM 技术在道路桥梁施工管理中的具体应用

2.1 施工前期筹备阶段的 BIM 应用

(1) 三维建模与图纸校核：利用专业 BIM 软件构建路桥整体模型，精准核对施工图纸，排查错漏碰缺。路桥工程涉及路线、桥梁、附属设施等多专业图纸，二维审图难觅空间冲突。通过建立全专业三维模型并集成至统一坐标系，对结构尺寸冲突、标高矛盾、预埋件位置偏差等实行“软碰撞”与“硬碰撞”双重复核，提前规避设计缺陷，显著降低变更率，从源头保障施工连续性。(2) 施工方案模拟优化：对复杂工序、高危环节

进行虚拟施工模拟,对比不同方案可行性,筛选最优方案。针对挂篮悬浇、预制梁架设、深基坑开挖等高风险工序,在虚拟环境中建立机械运动路径、构件吊装顺序与作业空间的三维仿真模型,对多工艺参数组合进行多方案对比,筛选安全经济合理的施工组织方案,同步识别高空坠物、机械碰撞等潜在风险点并前置制定防控措施^[2]。(3)资源配置规划:基于 BIM 模型数据,精准统计材料、设备、人力需求,科学制定资源调配计划。利用模型自动提取各施工区段的混凝土方量、钢筋用量、预应力材料规格等信息,结合施工进度计划生成阶段资源需求曲线,对材料供应、机械进出场、劳动力配置进行优化排程,实现资源投入与施工强度的动态匹配,为物资采购与现场调度提供精确数据支撑。

2.2 施工过程质量与进度管控应用

(1)施工质量精细化管理:依托 BIM 模型标注工艺标准,落实工序可视化交底,对关键节点实时监测,实现质量问题溯源整改。将桩基成孔、钢筋绑扎、混凝土浇筑等工序的验收标准、允许偏差、检测方法关联至模型构件,形成“构件—工艺—标准—记录”四位一体管理链条。现场管理人员通过移动终端录入检测数据,与模型标准值自动比对,偏差超限即触发预警,整改后形成闭环记录,确保质量问题可定位、可追溯、可统计。(2)4D 动态进度管理:将三维模型与时间维度结合构建 4D 进度模型,实时对比实际与计划进度,及时调整施工计划。将工序逻辑关系、持续时间、开始完成时间等进度信息挂接至模型构件,生成施工进度模拟动画,直观展示各施工段形象进度。通过定期反馈现场进度数据,系统自动计算偏差并识别关键线路影响因素,辅助制定赶工或调整策略,保障总工期目标受控。(3)工序协同管控:打通多专业施工数据通道,化解土建、钢结构、管线等工序交叉冲突。以 BIM 模型为统一信息平台,各专业上传施工计划与空间占位信息,系统自动检测同一时间窗口内不同专业在同一作业面的空间冲突与工序干扰,提前发出协调指令。通过工序优先级排序与作业面交接时间优化,减少窝工与二次进场,实现各专业作业面高效流转^[3]。

2.3 施工成本与安全管理应用

(1)动态成本管控:通过 BIM 模型精准计量工程量,实时统计施工耗材与机械损耗,动态监控项目成本,控制超预算风险。将成本科目与模型构件一一映射,按月或施工段自动归集已完工程量的预算与实际成本,生成多维度偏差分析报表。对混凝土超方、钢材

损耗率异常等即时预警,辅助管理人员锁定超支环节,调整施工工艺或采购策略,实现成本全过程管控。(2)可视化安全管控:搭建施工现场安全模型,标注高危作业区域与隐患点位,开展安全模拟交底与风险预判。将风险源辨识结果与模型空间坐标关联,形成涵盖高处作业、起重吊装、临边防护等要素的“安全风险分布图”。基于模型对施工人员进行场景化交底,使其提前了解作业面风险环境,同时利用模型进行应急预案推演,提升安全管控的前瞻性与针对性^[4]。(3)现场智能监管联动:结合物联网监测设备,实现 BIM 模型与施工现场实时联动,动态排查安全质量隐患。部署视频监控、塔吊防碰撞传感器、深基坑位移监测仪等设备,将监测数据实时传输至 BIM 平台并与模型构件关联,实现安全状态三维可视化。系统依据预设阈值自动判断异常并推送报警至责任人,大幅缩短隐患发现至处置时间,提升现场监管的实时性与精准性。

2.4 竣工与交付阶段的 BIM 应用

(1)竣工资料数字化整理:依托 BIM 模型集成施工全过程资料,自动归类整理验收数据,简化竣工结算流程,提升验收效率。将施工过程中的材料检验报告、隐蔽工程验收记录、质量评定表、设计变更单等全量文档以电子化形式挂接至对应模型构件,形成结构化的竣工资料数据库。验收时可直接按构件或施工部位一键检索关联资料,避免传统纸质资料翻阅繁琐、查找困难的问题,显著缩短竣工资料整理与归档周期。(2)数字化模型交付:形成完整的竣工 BIM 模型,实现工程实体与数据同步交付,为后期道路桥梁运维、养护、改扩建提供数据支撑。竣工模型经过施工过程信息持续更新与完善,精确反映工程实际施工状态,包含构件实际尺寸、材料属性、施工日期、隐蔽工程记录等完整数据。交付后可直接接入运维管理平台,为桥梁健康监测、路面养护计划编制、改扩建方案设计提供可靠的基础数据资产,延长 BIM 技术在基础设施全生命周期中的应用价值。

3 BIM 技术应用现存问题与优化对策

3.1 BIM 技术在路桥施工管理应用中的现存问题

(1)行业应用标准不完善:国内路桥 BIM 建模、数据交互及交付标准不统一,构件编码、模型细度、交换格式各异,跨单位协同需反复转换格式与补录信息,严重削弱管理效率。(2)专业技术人才匮乏:兼具路桥施工专业知识与 BIM 操作能力的复合型人才短缺,一线人员数字化接受度低。行业从业者多由设计或施工转型,精通工艺、熟练多款软件且具备管理能力者远不满足需求,BIM 落地缺乏人力支撑。(3)技术应用深度不足:

多数项目仅用于建模、图纸校核等基础工作,进度、成本、安全集成管控不到位。大量项目止于“翻模”与可视化展示,4D模拟未动态更新,成本与模型脱节,安全仍倚重传统方式,管理数据资产沉淀不足。(4)软硬件投入成本偏高:专业软件、设备采购及运维费用较高,中小施工企业推广困难。高端授权、工作站及服务器投入不菲,加之平台年费、存储维护等持续性支出,中小企业资金压力大,BIM应用呈“头部热、腰部冷”的分化格局。

3.2 优化 BIM 技术应用的行业与制度对策

(1)完善行业应用标准:依托交通基建行业规范,统一路桥工程BIM建模、数据交互、竣工交付标准,规范行业应用流程。应加快制定路桥专项BIM标准体系,明确各阶段模型细度、统一构件编码、规范数据交换格式与交付内容,为模型全生命周期流转与跨单位协同奠定制度基础。(2)搭建协同管理平台:构建一体化BIM协同管理平台,打通建设、施工、监理、设计各方数据壁垒,实现全流程协同管控。平台应集成模型浏览、进度跟踪、质量巡检、安全标注、成本核算等模块,各参建方在同一平台上信息共享、流程审批与问题闭环处置,解决传统模式下信息传递滞后、沟通成本高昂的痛点。(3)加大政策扶持力度:出台专项扶持政策,降低中小施工企业BIM技术应用成本,推动数字化技术普及落地。综合采用财政补贴、税收减免、专项基金等方式给予实质性支持,同时鼓励高校与科研机构提供云化轻量工具和标准化培训,缩小大中小企业数字化能力差距^[5]。

3.3 优化 BIM 技术应用的企業实操对策

(1)强化人才培养与引进:开展常态化BIM技能培训,培养复合型技术人才,同时引进专业技术团队,提升企业数字化施工管理能力。建立分层级培训体系,管理层侧重管理理念,技术人员侧重软件操作与集成应用,一线人员侧重模型查看与信息反馈;积极引进大型

项目经验的专业人才,组建企业BIM中心。(2)深化技术集成化应用:突破单一建模应用局限,推进BIM与GIS、智能监测、大数据等技术融合,实现施工全维度智能管控。与GIS融合辅助便道选线与场地布置,与物联网联动实时获取结构变形等关键数据并关联模型预警,与大数据结合挖掘施工规律,为进度预判与成本预测提供智能决策支撑。(3)优化成本管控体系:依托BIM精细化管理优势,优化资源配置,降低施工损耗,平衡软硬件投入与项目收益,提升技术应用性价比。建立基于BIM的工程量自动统计与材料消耗核算机制,精准控制主材用量,通过施工模拟提前规避返工损失,将技术投入转化为成本节约,形成良性应用循环。

结束语

本文系统探究了BIM技术在道路桥梁施工全流程的应用价值与实施路径,明确其可有效打破信息孤岛、优化施工方案、实现精细化管控。同时总结了当前技术应用存在的标准、人才、深度、成本等方面的问题,并针对性提出行业规范完善与企业实操优化对策。未来需深化BIM与物联网、大数据的技术融合,持续完善应用体系,充分发挥数字化技术对路桥工程高质量建设的赋能作用。

参考文献

- [1] 刘建军.BIM技术在连续刚构桥施工进度与成本协同管控中的应用[J].公路交通科技,2023,40(5):145-151.
- [2] 张敏.基于BIM的公路桥梁施工4D进度模拟与成本动态控制研究[J].施工技术,2022,51(18):96-100.
- [3] 黄炎.BIM技术在公路改扩建设计与施工管理中的应用[J].中外公路,2022,42(6):255-259.
- [4] 王攀.BIM环境下桥梁工程施工编码管理与精细化管理研究[J].土木建筑工程信息技术,2025,17(1):63-67.
- [5] 李金龙.数字化交付背景下公路桥梁BIM参数化施工管理技术[J].中外公路,2025,45(3):201-205.