

BIM 技术在高速铁路施工中的应用与探究

韩彦芳

四川建筑职业技术大学 四川德阳 618000

DOI:10.32629/ems.v8i5.20153

[摘要] 在国民经济飞速发展影响和推动下,群众生活和出行需求也越来越高,传统公共服务已很难与现代社会发展节奏相适应。高速铁路作为现代社会主要出行方式,具备安全可靠、高效传输和可控制能源消耗等特点,是解决民众出行问题的核心途径。其大规模建设既方便了人们日常出行,又带动了国民经济快速增长,同时还可有效减轻城市交通压力。在高速铁路施工中如何对其进行精细控制,是当前业界最为关心的问题。本文以 BIM 技术为研究对象,对其在高速铁路建设过程中的应用进行了系统研究,为实现高铁建设项目精细化管理目标奠定坚实基础。

[关键词] BIM 技术; 高速铁路施工; 应用与探索

在高速铁路建设场景中, BIM 技术的应用是以前三维数字化信息技术为载体,构建集成化工程信息模型,依托数字化模型实现对项目设计、施工、运维等全生命周期系统管控与数据呈现的,可实现对施工全流程的优化迭代与统一化管理,并针对性改进传统施工模式弊端,充分发挥各参与方的技术与管理效能,为高速铁路建设高质量发展目标的实现筑牢技术根基。

一、BIM技术在高速铁路施工中的应用价值与模型特征

(一) 应用价值

结构形式多样、交叉作业密集、工艺复杂、线形控制严格等多个方面进一步加大了高速铁路施工难度,采用 BIM 技术可从以下几方面提高施工管理水平:一是实现三维可视化表达,将抽象图纸转化为直观模型,降低识图难度,提升技术交底效率。二是利用施工模拟和碰撞探测技术及早发现施工中的问题,降低工程返工损失。三是通过多维度信息整合对工程量进行精确核算,对进度进行动态控制,对造价进行实时分析。四是搭建协同管理平台,打通设计、施工、监理、业主多方沟通渠道,提升项目整体运转效率;五是支撑智能建造技术融合,与数控加工、智能放样、VR 虚拟仿真、GIS 地理信息等技术结合,推动施工向自动化、智能化升级。

(二) BIM 信息模型核心特征

2.1 可视化

可视化是 BIM 技术最基础的功能,可将施工场地、结构节点、施工工艺、管线排布、装修效果等内容以三维模型直观呈现。在高速铁路连续梁架设、隧道衬砌、轨道板铺设、站房装修等重难点工序中, BIM 可视化模型可实现三维技术交底,使作业人员清晰掌握施工流程、控制要点与质量标准,

降低人为操作失误风险。

2.2 模拟性

BIM 模拟性主要体现在图纸审查与施工推演两方面。在建模中开展二维图纸转三维模型的碰撞检查,可提前发现管线冲突、结构干涉、尺寸矛盾等设计问题;通过 4D 施工模拟(三维模型+时间维度)可对施工工序、场地布置、机械调配、交通组织、人员疏散等进行动态仿真,比选优化施工方案,指导现场有序施工。

2.3 优化性

BIM 模型将物理参数、几何尺寸、材料信息、成本等信息融合在一起,可实现工程量报告、资源需求计划和成本分析曲线的自动生成,为线路比选、方案优化、工序调整、资源调配等提供数据支持。通过 BIM 技术可在线路选线、结构选型、场布规划、装修深化等方面进行多方案比较和综合优化,提高项目经济效益。

2.4 协调性

在一个统一的数据平台上, BIM 技术可实现跨单位、跨专业、跨阶段的信息共享。通过事前协调、过程协同和闭环处理提高各参与主体的协同工作效率,避免沟通滞后、责任不清、协调低效等问题发生。

2.5 可出图性

BIM 模型可在审核优化后,自动转化为精准二维施工图纸,并可据现场需求生成节点详图、剖面图、轴测图等,弥补传统设计图纸对复杂节点表达不足的缺陷,提升图纸准确性与指导性。

二、BIM技术在高速铁路施工中的应用体系构建

(一) 组织保障体系

BIM 技术有效应用依赖于良好的组织结构。高速铁路项目应构建三个层次的管理系统: 一是决策层, 由项目经理和总工程师牵头, 主要负责制定 BIM 目标、调配资源和对外协调。二是技术执行层面, 成立土建、机电、装饰装修、创新应用四个专业团队, 负责建模、优化、仿真、交底等核心任务。三是项目实施层, 主要负责把 BIM 技术研究成果应用到项目建设中去。同时, 还需对软件操作、模型精度和应用规范等方面进行针对性培训, 以提高团队技术水平。

(二) 软硬件配置体系

2.1 软件配置

高速铁路施工常用 BIM 软件包括: Revit 用于土建、结构、机电建模; Navisworks 用于碰撞检测与施工模拟; Tekla 用于钢结构深化设计; BIM5D 平台用于进度、成本、资源集成管理; Lumion、Fuzor 用于动画制作与仿真漫游; Pathfinder 用于人员疏散模拟; 铁路工程管理平台用于项目信息集成与运维对接。

2.2 硬件配置

硬件配置应满足建模、渲染、模拟、现场应用需求, 主要包括高性能图形工作站、移动工作站、放样机器人、无人机、VR 沉浸式设备等, 支撑模型建立、现场放线、动态监测、虚拟仿真等工作开展。

2.3 标准与制度体系

为保障 BIM 应用规范化推进, 项目应制定建模标准、精度标准 (如 LOD300—LOD400)、文件交付标准、协同工作制度、模型审核流程等, 明确各专业职责、工作流程与成果要求, 确保模型质量与应用效果。

三、BIM 技术在高速铁路施工中的具体应用

(一) 施工场地规划与布置

高速铁路项目普遍存在线路长、场地狭窄、交叉施工多、临建布局困难等问题。利用 BIM 软件进行三维场布模拟, 可对项目部驻地、钢筋加工厂、机械站位等进行动态优化, 在满足施工需求前提下提升土地利用率, 减少场地反复调整。京雄城际铁路项目通过 BIM 场布优化, 完成 7 处施工场地规划, 实现临建设置紧凑合理、物流运输顺畅高效, 为现场施工创造良好条件。

(二) 图纸会审与设计优化

传统图纸会审主要依靠人工核对, 不仅效率低下还可能存在漏检。BIM 通过模型化和全专业碰撞检测可实现结构冲突、管道冲突、尺度冲突、界面失配等问题自动识别, 生成

问题列表并反馈设计者进行修正。借助 BIM 技术开展图纸会审工作能及时发现工程问题, 有效规避因设计失误而造成的工期拖延和费用上升。

(三) 复杂节点与施工方案模拟

高速铁路隧道、桥梁、站房等部位存在大量复杂节点, 施工难度大、风险高。通过 BIM 技术对下穿河道、复杂断面、新型结构、大型支架体系等进行建模与施工模拟, 可直观展示施工流程、受力关系、工序衔接, 提高方案可实施性。某城际铁路项目共完成复杂节点模拟 220 个, 优化施工方案 25 项, 为隧道衬砌、站房结构、无砟轨道等关键工序提供可靠技术支持。

(四) 可视化技术交底

将 BIM 模型与施工流程结合制作动画视频, 配合语音解说, 形成可视化技术交底成果。相较于传统文字+图纸交底, 可视化交底更直观、易懂、易记忆, 显著提升现场作业人员对工艺工法、质量标准、安全要点的理解程度, 降低施工差错率。

(五) 工程量核算与钢筋精细化下料

BIM 技术应用于高速铁路施工中能发挥其精确计算功能, 快速提取混凝土、钢筋、管道、装修材料等工程量, 为材料采购、成本计算、进度款结算等提供基础数据。在此基础上, 利用 BIM 翻样软件对复杂结构节点进行建模能实现钢筋下料方案的自动生成, 降低了废品率。

(六) 管线综合与碰撞检测

高铁车站机电系统复杂, 管线种类多、走向密集、净空要求严格。通过 BIM 全专业建模与综合碰撞检测, 可优化管线排布顺序、标高、坡度, 解决管线与结构、管线与装修、管线与管线间的冲突问题。某城际铁路新机场站通过碰撞检测优化, 解决碰撞点 4600 处, 保障了装修净空与施工精度, 提升空间使用效率与美观度。

(七) 4D 施工进度与交通组织管理

通过将 BIM 模型和项目进度规划相结合建立 4D 施工模拟系统可实现对项目计划进度与实际进度间的差异动态显示, 并对资源分配和施工组织进行优化。针对空间有限的地下车站、隧道等项目, 采用 BIM 技术对物料运输、机械行走、人员流动路径等进行模拟, 可优化交通组织方案, 保证交叉作业的顺利开展。

(八) 多方协同管理

搭建 BIM 协同管理平台, 集成文档、图纸、模型、变更、

签证、验收等信息,实现设计、施工、监理、业主、监控单位在线协同。通过移动端实时上传现场问题、整改反馈、验收结果,形成闭环管理,消除信息孤岛、资源孤岛、应用孤岛,提升项目整体管控效率。

四、提升BIM技术在高速铁路施工中应用效果的对策

(一) 完善标准体系,推动国产化软件自主研发

目前,BIM技术在我国高速铁路建设中还面临着标准碎片化和核心软件依赖进口的瓶颈问题,需从顶层设计和技术供应两方面共同努力:①要加快建立涵盖建模精度、数据传递、协同处理、验收评估的完整产业链标准,明确LOD精度等级、IFC数据交换格式、模型交付节点等关键需求,实现跨专业、跨单位统一,破除技术应用壁垒。②加强对我国BIM软件研发的支持,鼓励企业与高等院校、科研机构联合研究,针对高铁线路、桥梁、隧道、车站等特殊应用场景研制本地化建模、算量和仿真工具,提高软件与铁路标准兼容性和二次开发能力,减少国外软件技术垄断和数据安全风险。

(二) 搭建统一协同平台,实现全周期数据互通

为解决目前高速铁路项目信息孤岛和信息不流通现状,需建立一个基于云计算的高速铁路项目BIM协同管理平台。该平台既要实现设计、施工、造价、质量、设备等关键信息的集成,又要实现设计、施工、监理、业主、运维等多个信息的在线协作和实时共享。通过移动端APP和网络门户等多种终端接入,实现对现场问题拍照上传,整改指令一键下发,验收流程线上闭环,把传统线下交流转变成数字化流程,提高跨专业、跨阶段协作效率。同时,建立数据安全与权限管控机制,以保证模式数据的完整性、隐私性和可追踪性。

(三) 深化全生命周期应用,推广标准化实施模式

推动BIM应用从“局部试点”向“全周期一体化”延伸,将技术价值覆盖设计、施工、运维全过程。在设计阶段,提前介入开展三维建模与碰撞检查,从源头减少设计缺陷;在施工阶段,深化4D进度模拟、5D成本管控、智能放样等场景应用,实现现场管理数字化;在运维阶段,将竣工模型直接转化为运维管理底座,支撑设备巡检、病害诊断、资产管理等工作。同时,总结项目成功经验,编制《高速铁路BIM施工应用指南》《典型场景操作手册》等标准化文件,形成可复制、可推广的实施流程与考核体系,避免各项目“从零摸索”,提升行业整体应用水平。

(四) 强化人才培养与队伍建设,培育复合型专业人才 BIM技术深度应用依赖既懂高铁施工又精通数字化技术

的复合型人才,需构建“院校教育+企业培训+职业认证”三位一体的培养体系。在院校端推动土木工程、铁道工程等专业增设BIM、数字建造相关课程,将理论教学与工程实践结合,培养后备技术力量;在企业端开展分层级专项培训,针对管理人员侧重BIM管理理念与平台操作,针对技术人员侧重建模、模拟、算量等实操技能,同时建立内部导师带教机制,快速提升团队技术能力;在行业端完善BIM职业技能等级认证体系,将BIM能力纳入职称评审、岗位考核的核心指标,激发从业人员学习积极性,为技术持续落地提供人才保障。

(五) 建立激励约束机制,保障应用落地见效

为避免BIM应用流于形式,需建立配套的激励与约束机制。在项目管理层面将BIM应用成效纳入参建单位考核指标,与进度款支付、评优评先挂钩,对应用效果突出的团队给予资金奖励与荣誉表彰;在制度层面明确各单位BIM应用职责与成果交付要求,对未按规定完成建模、协同、数据交付的单位进行约束惩戒。同时,设立BIM技术创新专项基金,鼓励团队开展BIM+智能放样、BIM+数字孪生等新技术融合研究,对形成专利、工法的创新成果给予额外激励,营造“愿用、会用、用好”的行业氛围。

总结

BIM技术作为先进数字信息技术,以可视化、模拟性、优化性、协调性以及可出图性等多个核心特征为载体,在高速铁路施工中的场地规划、图纸会审、进度控制以及成本核算多方面发挥着重要应用价值,既有利于帮助施工单位提高施工效率和质量,又能有效降低返工损失,保障项目经济效益。结合现阶段应用情况来看,BIM技术还面临着数据孤岛、应用碎片化、人才匮乏等多个问题。为此,我国相关部门和人员要采取措施强化人才培养,不断完善标准体系与国产化研发,通过搭建统一协同平台,实现全周期数据互通,并在此基础上深化全生命周期应用,以推广标准化实施模式,真正助力我国高速铁路建设向数字化、智能化和精细化转型。

[参考文献]

- [1]井朝飞,黄俊杰.BIM技术在高速铁路施工中的应用与探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(4):146-149.
- [2]程硕.BIM+GIS技术在高速铁路跨城镇铁路营业线转体施工中的应用[J].智能城市,2025(4):147-149.