

# 基于 BIM 的公路桥梁施工全过程协同管理与碰撞检测

何玉平

江西可欣建设工程有限公司 江西九江 332100

**摘 要:** 基于 BIM 的公路桥梁施工全过程协同管理与碰撞检测技术,为解决传统施工模式中信息割裂、沟通不畅及返工频发等问题提供了系统性解决方案。该模式以 BIM 模型为核心数据载体,构建了一个覆盖施工准备、实施与验收各阶段的信息集成与共享机制,并通过多参与方协同工作平台,实现了进度、成本与质量的一体化管理。在碰撞检测方面,通过界定结构、机电及构件与管线间的碰撞类型与范围,设定科学的检测规则,能够提前识别并解决空间冲突。协同管理与碰撞检测的深度整合,使得检测结果能够实时反馈并优化施工方案,结合 BIM 模型进行施工模拟与可视化交底,显著提升了施工效率与准确性。这一整套技术体系的应用,有效缩短了工期、降低了成本、减少了返工,并为工程安全提供了坚实保障,推动了公路桥梁施工向精细化、信息化和智能化方向转型升级。

**关键词:** BIM 技术;公路桥梁;协同管理;碰撞检测

公路桥梁工程作为交通基础设施建设的核心组成部分,其施工过程具有结构复杂、参与方众多、专业交叉密集等特点。传统的施工管理模式常因信息传递不畅、各专业协同不足,导致设计变更频繁、现场返工率高、进度与成本失控等问题,严重制约了工程效益与质量的提升。建筑信息模型(BIM)技术的出现,以其强大的三维可视化、数据集成与协同工作能力,为破解这些行业痛点带来了革命性的机遇。通过构建基于 BIM 的协同管理平台并应用碰撞检测技术,能够在施工前预见并解决潜在问题,实现全过程的精细化管理。因此,深入研究基于 BIM 的公路桥梁施工全过程协同管理与碰撞检测技术,对于推动桥梁工程建设的数字化转型、提升项目管理水平具有重要的理论价值与紧迫的现实意义。

## 1 基于 BIM 的公路桥梁施工全过程协同管理框架

### 1.1 施工各阶段信息集成与共享机制

公路桥梁施工需经历准备、实施、验收三个核心阶段,各阶段信息集成与共享需围绕“数据统一、实时同步”展开。施工准备阶段,需整合设计图纸、地质勘察报告、材料参数等基础信息,通过 BIM 平台将二维图纸转化为三维模型,标注构件尺寸、材质、施工工艺等关键数据,确保设计信息准确传递至施工端;同时录入施工方案、进度计划、资源配置等管理信息,形成完整的施工信息数据库。

施工实施阶段,建立实时信息更新机制。施工人员通过移动端设备,将现场施工进度、质量检测数据、材料进场情况等信息上传至 BIM 平台,例如每日录入桩基浇筑数量、

钢筋绑扎验收结果,平台自动更新模型状态与进度曲线;监理人员在平台上标注质量问题,上传整改照片,施工方实时接收并反馈整改结果,实现问题闭环管理。施工验收阶段,整合各分项工程验收报告、检测数据、竣工图纸等信息,将验收结果与 BIM 模型关联,形成数字化竣工档案,为后续运维提供数据支撑。整个过程中,信息共享需设置权限管理,确保不同参与方可获取所需信息,同时保障数据安全<sup>[1]</sup>。

### 1.2 多参与方协同工作平台的构建

多参与方协同工作平台以 BIM 模型为核心载体,需满足设计方、施工方、监理方、材料供应商等不同角色的工作需求。平台功能设计需涵盖信息交互、任务分配、进度跟踪三大模块。信息交互模块支持多方在线标注、评论与文件传输,例如设计方在模型上标注构件修改意见,施工方可直接查看并反馈修改难点,避免线下沟通延迟;任务分配模块由业主或总包方创建施工任务,明确任务内容、责任人、完成时限,分配至对应参与方,平台自动提醒任务进度,逾期未完成时发送预警。

进度跟踪模块整合各参与方任务进度数据,生成可视化进度看板,展示关键节点完成情况、滞后任务清单及原因分析,方便多方实时掌握工程整体进度。平台还需具备数据兼容功能,支持导入 CAD、Revit、Project 等常用软件文件,确保不同参与方的工具与平台数据互通;同时设置操作日志,记录各用户的信息修改与操作行为,实现过程可追溯,避免数据篡改或责任推诿。通过平台构建,将分散的参与方

整合为协同工作整体,减少沟通成本,提升决策效率。

### 1.3 进度、成本与质量的一体化管控

基于 BIM 的一体化管控需建立进度、成本、质量与模型的关联关系,实现三者联动调整。进度管控方面,将施工进度计划与 BIM 模型构件绑定,按时间维度划分施工阶段,平台自动对比实际进度与计划进度的偏差,例如某桥梁箱梁预制计划 15 天完成,若第 10 天仅完成 60%,平台会标注滞后并分析原因,施工方据此优化资源配置,如增加模板或人员投入,确保进度回归正轨。

成本管控通过 BIM 模型的工程量自动计算功能实现,平台根据模型构件数量、材质参数,结合市场材料价格、人工费用,生成成本预算;施工过程中,实时录入材料消耗、人工投入等实际成本数据,与预算进行动态对比,超支时及时预警,例如钢筋实际用量超出预算 5%,需排查是否存在浪费或设计变更,调整采购计划以控制成本。质量管控需将质量标准嵌入 BIM 模型,例如在桩基模型中设置混凝土强度、钢筋笼间距等质量参数,施工时通过移动端扫描构件二维码,上传检测数据与现场照片,平台自动校验是否符合标准,不合格项标记为红色并推送整改任务,整改完成后重新验收,确保质量问题不遗留。通过一体化管控,实现进度、成本、质量的协同优化,避免单一管控导致的整体失衡<sup>[2]</sup>。

## 2 基于 BIM 的公路桥梁施工碰撞检测技术

### 2.1 碰撞检测的类型与范围界定

公路桥梁施工碰撞检测主要涵盖结构构件碰撞、机电管线碰撞、构件与管线碰撞三类类型。结构构件碰撞包括钢筋与钢筋、钢筋与预埋件、预制构件与现浇构件之间的空间冲突,例如桥梁墩柱钢筋笼与承台预埋钢筋位置重叠,或预制箱梁安装时与盖梁预留支座位置偏差;机电管线碰撞涉及给排水管道、通信线缆、电力管线之间的交叉冲突,如桥梁检修通道内的给水管与电缆管在同一平面交叉,无足够安装空间;构件与管线碰撞指机电管线与结构构件的冲突,例如箱梁内部的通风管道与受力钢筋碰撞,或桥墩内的排水管道与预应力孔道位置冲突。

检测范围需覆盖桥梁全结构及附属设施,从基础部位的桩基、承台,到下部结构的桥墩、盖梁,再到上部结构的箱梁、桥面系,均需纳入检测;同时包含桥梁内部的机电系统、消防设施、检修通道等附属部分。检测需细化至构件细节,例如钢筋的直径、间距与弯折角度,管线的管径、走向与接口位置,确保无遗漏的空间冲突点,避免因局部碰撞影

响整体施工。

### 2.2 碰撞检测的实施流程与规则设置

碰撞检测实施需遵循“模型准备—规则设置—检测执行—结果输出”的流程。模型准备阶段,需整合各专业 BIM 模型,确保模型精度达标,结构专业模型需包含构件尺寸、位置、材质等信息,机电专业模型需标注管线管径、走向、坡度等参数,各模型坐标系统一,避免因坐标偏差导致检测误差<sup>[3]</sup>。

规则设置需结合公路桥梁施工规范与实际安装需求,明确不同类型碰撞的允许偏差范围。结构构件碰撞中,钢筋与钢筋的最小净距需不小于 25mm,钢筋与预埋件的净距不小于 15mm;机电管线碰撞中,同一平面内的管线间距需满足安装与检修空间,给水管与电缆管的最小间距不小于 500mm;构件与管线碰撞中,管线与结构钢筋的净距不小于 30mm,避免管线受压或影响结构受力。规则设置时需区分硬性碰撞与软性碰撞,硬性碰撞指构件或管线直接重叠,必须整改;软性碰撞指虽未重叠但间距不足,影响安装或维护,需根据实际情况优化。

检测执行阶段,采用 BIM 碰撞检测软件导入整合后的模型,选择预设规则进行自动检测,软件会遍历模型中的所有构件与管线,标记碰撞位置并生成碰撞点坐标;检测完成后输出详细报告,包含碰撞类型、涉及构件、碰撞位置、偏差数值等信息,同时附带碰撞点的三维截图,方便直观查看冲突情况。

### 2.3 检测结果的分析与问题解决机制

检测结果分析需按碰撞类型与严重程度分类处理,优先解决影响结构安全与关键施工工序的碰撞问题。对于结构构件碰撞,如墩柱钢筋与承台钢筋重叠,需联合设计方与施工方分析原因,若因设计图纸误差导致,设计方需调整钢筋布置方案,重新出具变更图纸;若因模型建模错误,需修正模型参数,确保与实际设计一致。机电管线碰撞中,如给排水管与电缆管交叉,需根据管线功能优先级调整,优先保障电力、通信等关键管线的走向,再优化给排水管路径,或采用上下分层布置,确保间距符合要求。

问题解决需建立多方协同机制,由总包方组织设计、施工、监理及管线分包方召开碰撞问题研讨会,结合检测报告与 BIM 模型,共同制定整改方案;方案确定后,在 BIM 模型中修改对应构件或管线参数,重新进行碰撞检测,验证整改效果,直至无碰撞问题。整改完成后,将修改后的模型

与方案归档,作为后续施工的依据,同时记录问题原因与解决措施,形成经验库,为同类工程提供参考,避免同类问题重复出现<sup>[4]</sup>。

### 3 协同管理与碰撞检测的整合应用

#### 3.1 碰撞检测结果在协同管理中的反馈与优化

碰撞检测结果需实时反馈至协同管理平台,推动施工方案与管理策略的优化。某公路桥梁项目中,通过碰撞检测发现箱梁内部通风管道与预应力钢束存在 12 处碰撞,检测报告上传至协同平台后,平台自动将问题分配给设计方、施工方与监理方。设计方在平台上标注管道调整方案,将原水平布置的管道改为倾斜布置,避开钢束位置;施工方结合调整方案,优化箱梁浇筑顺序,提前预留管道安装空间;监理方跟踪整改过程,在平台上确认修改后的模型无碰撞风险,方可允许施工。

反馈优化还需联动进度与成本管控,若碰撞整改导致某工序延误 3 天,协同平台会自动调整后续进度计划,例如将桥面铺装工序延后 3 天,并提醒相关人员;同时计算整改产生的额外成本,如管道重新加工费用、人工调整费用,纳入成本对比体系,分析对总预算的影响,必要时调整资源配置以平衡成本。通过检测结果与协同管理的深度融合,实现问题快速解决,避免对工程整体造成更大影响。

#### 3.2 基于 BIM 模型的施工方案模拟与交底

整合应用中,需利用包含碰撞整改信息的 BIM 模型进行施工方案模拟与交底。某桥梁墩柱施工前,通过 BIM 模型模拟钢筋笼安装、混凝土浇筑、预埋件定位的全过程,模拟中发现原方案中钢筋笼吊装角度易导致与墩柱模板碰撞,虽未检测出硬性碰撞,但存在安装困难风险,基于此优化吊装角度,将原 45° 调整为 60°,并在模型中验证可行性;同时模拟混凝土浇筑速度与振捣位置,确保密实度达标,避免出现蜂窝麻面。

施工交底时,技术人员在协同平台上共享模拟视频与 BIM 模型,各施工班组通过移动端查看,直观了解施工步骤、构件安装位置、质量要求及注意事项;针对关键工序如预应力张拉,在模型中拆解展示张拉顺序、压力控制参数,结合现场实物交底,帮助施工人员快速掌握操作要点。通过模拟与交底,减少因方案理解偏差导致的施工错误,提高施工准确性与效率<sup>[5]</sup>。

#### 3.3 提升施工效率与保障工程安全的应用价值

整合应用对施工效率的提升体现在缩短工期、减少返

工两方面。某项目通过协同管理与碰撞检测,提前发现并解决 38 处碰撞问题,避免施工中拆除重建,节省返工时间约 20 天;同时通过协同平台优化资源配置,如根据进度偏差调整混凝土供应计划,避免材料积压或短缺,施工效率提升 15%。在成本控制上,减少返工材料浪费与人工投入,项目总成本较预算降低 3%。

工程安全保障方面,碰撞检测排除了结构构件与管线的冲突风险,避免施工中因碰撞导致的构件损坏或管线破裂;协同管理平台实时监控施工现场安全隐患,如某桥墩施工平台防护栏杆未按要求安装,监理方在平台上上传照片并标注问题,施工方 1 小时内完成整改,消除坠落风险。此外,通过 BIM 模型模拟危险工序,如桥梁挂篮施工,提前识别操作风险点,制定防护措施,施工人员培训后再上岗,降低安全事故发生率。

结语:基于 BIM 的公路桥梁施工全过程协同管理与碰撞检测,其核心价值在于构建了一个以数据为驱动、以协同为纽带的现代化工程管理生态。它将原本分散、孤立的设计、施工、监理等环节,整合到一个统一、透明的数字平台之上,实现了信息的高效流动与决策的科学化。碰撞检测技术的应用,更是将大量可能发生在施工现场的冲突与错误,前置到虚拟环境中进行预演与解决,从根本上改变了“边施工、边修改”的被动局面。这种技术与管理模式的深度融合,不仅带来了工期缩短、成本降低等直接效益,更重要的是提升了工程的整体质量与安全性,培养了从业人员的数字化思维。随着技术的不断成熟与应用的深化,BIM 必将成为公路桥梁建设领域不可或缺的基础设施,引领行业走向更加智慧、高效和可持续的未来。

#### 参考文献:

- [1] 毛远远.张吉怀铁路古阳河特大桥施工 BIM 技术研究与应用[D].石家庄铁道大学(原名:石家庄铁道学院),2021.
- [2] 顾煜.基于 BIM 的桥梁工程设计与施工优化研究[J].交通世界(下旬刊),2022(12):155-157.DOI:10.3969/j.issn.1006-8872(x).2022.12.051.
- [3] 李辉.拱桥施工管理中 BIM 技术的应用[J].交通世界,2022(010):000.
- [4] 邹天歌.基于 BIM 技术的桥梁施工项目管理应用研究[D].沈阳建筑大学,2020.
- [5] 廖永旭.BIM 技术在公路桥梁施工中的应用技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022.