

Research on the Application of BIM Technology in Construction Management of Bridge Engineering

Tianwen Liu

Guangzhou Urban Construction Vocational College, Guangzhou, Guangdong, 510925, China

Abstract

With the continuous expansion of transportation infrastructure construction scale, bridge engineering has shown a significant improvement trend in structural complexity, construction organization difficulty, and safety risk control. The traditional construction management model, which mainly relies on two-dimensional drawings and experience management, has gradually exposed problems such as information fragmentation, response lag, and decision-making dependence on manual experience in terms of multi-disciplinary collaboration, construction process visualization, and dynamic control. Building Information Modeling (BIM) technology provides a new technological path for bridge construction management by constructing integrated 3D digital models. This article focuses on the key aspects of bridge construction management, systematically analyzing the role and mechanism of BIM technology in construction scheme optimization, schedule and resource coordination control, quality and safety management, and information integration application. Combining with engineering practice, it explores its application effectiveness and implementation points, in order to provide reference for the digital transformation of bridge construction management mode.

Keywords

bridge engineering; BIM technology; construction management; promotion of information technology; coordinated control

桥梁工程中 BIM 技术在施工管理中的应用研究

刘天雯

广州城建职业学院, 中国·广东广州 510925

摘 要

随着交通基础设施建设规模的持续扩大,桥梁工程在结构复杂性、施工组织难度及安全风险控制等方面呈现出显著提升趋势。传统以二维图纸和经验管理为主的施工管理模式,在多专业协同、施工过程可视化以及动态控制方面逐渐暴露出信息割裂、响应滞后和决策依赖人工经验等问题。建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术通过构建集成化三维数字模型,为桥梁工程施工管理提供了新的技术路径。本文围绕桥梁工程施工管理的关键环节,系统分析BIM技术在施工方案优化、进度与资源协同控制、质量与安全管理以及信息化集成应用中的作用机制,并结合工程实践探讨其应用成效与实施要点,以期桥梁工程施工管理模式的数字化转型提供参考。

关键词

桥梁工程; BIM技术; 施工管理; 信息化; 协同控制

1 引言

在我国交通基础设施由规模扩张向质量提升转型的背景下,桥梁工程逐渐呈现出跨径增大、结构体系多样化及施工环境复杂化等特征。斜拉桥、悬索桥以及复杂互通立交桥的广泛应用,使施工阶段涉及的工序衔接、结构受力转换和施工风险控制显著增加。施工管理作为保障桥梁工程质量、安全与工期目标实现的关键环节,其管理精度和信息响应能力直接影响工程整体绩效。当前,BIM技术在建筑工程领域的应用已较为成熟,而在桥梁工程中的系统化应用仍处于

不断探索和深化阶段。如何将BIM技术与桥梁工程施工管理需求深度融合,充分发挥其在施工组织、质量安全控制和资源配置优化方面的优势,是当前工程实践中亟需研究的问题。

2 桥梁工程 BIM 模型的构建特征与信息组织逻辑

桥梁工程BIM模型的构建和一般建筑工程不一样,它的技术难点不光是构件尺度大、结构形式复杂[1]。更在于结构体系在施工阶段有动态变化的特性,桥梁的上部结构、下部结构以及临时支撑体系在不同施工阶段承担的受力功能有明显差别,这就意味着BIM模型构建时要充分考虑施工过程导向,而不只是服务于竣工状态的几何表达[2]。在

【作者简介】刘天雯(1987—),女,中国广东人,研究生,讲师,研究方向:土木工程+人工智能。

模型构建方面,一般要依照构件级、子系统级和结构体系级来分层组织,把主梁、桥墩、承台、桩基以及挂篮、支架等临时结构放进统一的信息体系里,形成覆盖“永久结构—施工临时结构—施工工序”的完整模型框架,在信息组织逻辑上,桥梁工程 BIM 模型要包含几何尺寸和空间位置等基础信息,还要集成材料性能参数、施工工艺属性以及关键施工控制指标。依靠参数化建模方式,让构件之间形成明确的逻辑关联关系,当局部构件参数有调整时,能自动联动更新相关信息,这种以参数驱动为核心的信息组织模式,给施工阶段设计变更管理、方案调整及施工状态分析提供了可靠的数据基础,有效减少了信息割裂对施工管理决策的影响。

3 BIM 技术在桥梁工程施工管理中的应用路径

为了可系统且清晰地阐述 BIM 技术在桥梁工程施工管理当中的作用原理,构建了基于 BIM 的施工管理协同流程框架 [3]。具体如图 1 所示,此流程以施工设计以及施工方案作为起始点,借助 BIM 三维模型达成结构参数、施工工序以及管理信息的统一整合,并且在这个基础之上纳入进度、资源、质量还有安全等多个维度的管理要素。经由施工过程的动态模拟以及数据分析,达成施工方案的持续改进以及管理决策支持,现场施工数据借助信息化方式实时反馈到 BIM 模型,形成“模型—施工—反馈—优化”的闭环管理机制,为桥梁工程施工阶段的精细化管理以及动态控制给予技术支持。

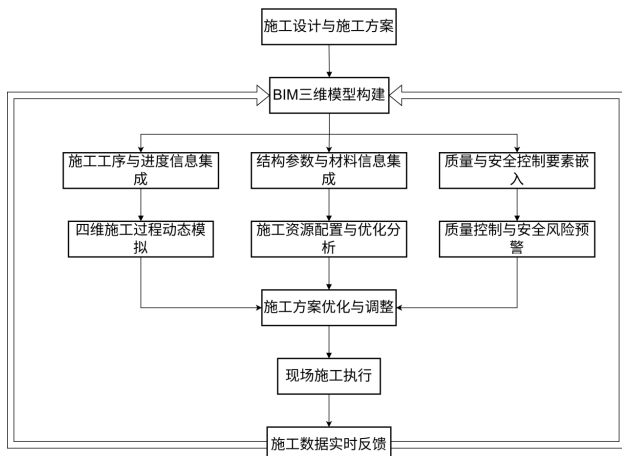


图 1 基于 BIM 的桥梁工程施工管理协同流程示意图

3.1 基于 BIM 的施工方案优化与技术路径分析

在桥梁施工进度当中,对施工方案给予优化属于保证工程质量、工期以及成本控制的关键要点,传统的施工方案优化一般依靠经验以及定性分析。但 BIM 技术为方案优化给予了数据支撑以及可视化工具,借助构建施工 BIM 模型,管理者可针对不同施工方法开展虚拟仿真以及方案比选,从结构安全、施工便捷性、环境影响以及资源配置等多个维度展开分析。

BIM 技术可依靠模拟不同施工方案的实施过程,帮助管理人员深入知晓各方案的施工难点与技术要求。比如在支

架方案优化中,运用 BIM 技术进行三维建模与动态模拟,以此评估支架布置的合理性,识别潜在的空间冲突以及结构稳定性问题,避免了传统方案评估时难以直观呈现的缺陷。

BIM 模型还可以有效协调各施工阶段的关系,减少因设计变更或者信息传递不及时所引发的返工情况,像在桥梁上部结构施工时,模型可对吊装顺序、施工设备使用以及作业面协调等方面给予优化,让施工过程更为顺畅,减少时间与资源的浪费。

3.2 基于 BIM 的施工进度与资源协同管理

于桥梁工程施工管理而言,进度控制以及资源管理属于对工程成本与质量产生影响的关键要素,以往传统的进度管理主要依靠时间表以及人工协调来开展。然而其欠缺对整体全局的视角以及实时更新的能力,而 BIM 技术借助整合项目各个环节的相关信息,可达成施工进度动态更新,并且与资源管理系统实现实时对接,以此保证施工资源达到最优配置状态。

把施工进度计划和 BIM 模型相结合,能直观呈现施工各阶段的关键节点。管理人员能实时查看每个阶段的施工进度以及可能出现的瓶颈状况,BIM 模型里的进度条以及虚拟施工演示,让施工人员可以提前识别潜在的进度滞后问题,依据实际情形调整工作计划,BIM 技术让工地现场的资源,像工人、设备和材料等,能与进度计划紧密关联,避免了资源配置的盲目性。借助 BIM 模型的三维可视化,施工人员能清楚知晓每一环节所需的资源类型、数量以及使用时间,防止了材料浪费和设备闲置,提升了资源的利用效率。BIM 技术可以把施工现场的实时数据采集与进度管理系统进行无缝对接,构建出一个闭环管理系统,在施工期间,借助传感器等设备采集的数据会实时反馈到 BIM 模型中,更新工程的实际进度与资源使用情况。这种依靠数据驱动的管理方式,使施工进度不只是依赖传统的人工记录,而是借助实时数据的采集和反馈,及时呈现现场实际状况,方便进行动态调整。

3.3 基于 BIM 的施工质量与安全控制

在桥梁工程领域,施工质量以及安全管理属于不容忽视的关键问题,传统的质量跟安全管理大多时候依靠人工巡查、表格记录以及事后检测来开展工作。在大规模施工情形下,此种方式效率不高,还容易出现漏检状况以及错误,BIM 技术借助数字化模型达成对施工质量与安全管理整个过程的监控,给工程质量和安全供给了全新的管理办法。

在质量控制领域,BIM 技术借助在模型里标注质量检查点、关键构件以及关键工序的方式,帮助质量管理人员精准识别出那些需要重点把控的部分。BIM 模型可呈现出各个施工阶段的质量标准,而且还可经由与质量检测设备的数据对接,达成施工过程中的实时检测,借助同自动化检测系统相结合,BIM 技术可即刻反馈结构的质量数据,并且依据设定的标准展开自动分析与报告,降低了人工干预所产生

的误差,提升了检测的及时性与准确性。在安全管理范畴,BIM技术依靠把安全风险点信息嵌入模型,得以在施工前对潜在的安全隐患展开识别与预警,对于桥梁工程里的高空作业、深基坑作业等危险工序,BIM模型可预先模拟作业流程,评估可能出现的风险,依据模拟结果提前拟定安全防护措施,借助BIM技术,施工现场的安全风险可获得更为全面、系统的管理,施工人员在踏入施工现场之前可充分知晓潜在风险,提高安全意识,减少安全事故的出现。

4 工程实践分析与应用成效评价

4.1 BIM 技术应用的实践案例分析

在实际的桥梁工程项目里,BIM技术的运用已然收获了一定成果,就拿某城市的跨河大桥来说,此项目在设计时期便引入了BIM技术,借助精准的三维建模以及虚拟施工模拟,达成了施工方案的优化以及进度管理的可视化呈现,在项目开展进程中,BIM模型作为统一的信息平台,顺利地把施工进度、资源配置、质量管理以及安全保障等各个环节给予了整合。其一借助BIM技术的引入,项目团队可在模型中提前识别潜在的设计冲突,比如在桥梁的结构设计与施工组织进程中,借助与临时第一支撑和运输路线的三维模型对接,察觉到原计划里的运输路线与现有交通设施之间存在空间冲突,及时做出了调整,其二BIM技术于施工阶段帮助项目管理团队达成了精细化的进度管控。每个施工工序的实际进度都经由BIM模型进行了实时更新,项目管理人员可及时知晓各工序的进展状况,避免了传统方式中因信息滞后所引发的进度延误。

在质量以及安全控制领域,BIM技术呈现出了较大优势,此项目运用了BIM与物联网即IoT的组合方式,对施工现场的环境变化如温度、湿度、风速等展开实时监控,并且与BIM模型形成联动,帮助安全管理人员针对可能出现的风险发出预警,于高空作业以及深基坑施工进度当中,借助BIM模型开展虚拟仿真以及风险评估,预先制订了详尽的安全防护方案,使得施工过程中事故的发生率得以降低。

4.2 BIM 技术对施工效率和资源配置优化的影响

BIM技术针对施工效率以及资源配置所产生的优化成效在诸多层面都获得了验证,起初施工进度的可视化管理极大程度上提升了管理人员的决策效率,借助于在BIM模型里针对每个施工阶段的工序给予详尽标注,并且借助四维BIM开展动态进度模拟,管理团队可预先识别出施工进度里有可能存在的瓶颈,及时实施调整。BIM技术明显提高了施工资源的利用效率,以往的资源调配大多时候是依据经

验进行估算以及手工管理,然而BIM模型可依照施工进度的改变实时对资源需求作出调整,凭借和资源管理系统相结合,BIM技术促使施工现场的物资、设备以及人员得以高效调度。

4.3 BIM 技术对施工质量与安全管理提升的成效

在施工质量管理范畴,BIM技术的运用切实提升了管理的精确程度以及时效性能,借助BIM模型所有的三维可视化特性,质量管理人员可以更为直观的方式去知晓施工进度里的每一处细节,及时察觉潜在的质量问题,就好比在桥梁焊接工艺环节,BIM模型可清晰标注出各个焊接点的质量检查具体要求,并且与现场的质量检测设备达成联动,达成实时监控以及数据反馈的效果。一旦发现某个焊接点的质量不符合定标准,模型会自动做出标记并生成报警信息,管理人员可在第一时间针对问题展开处理,规避了传统检测方法中容易出现漏检以及延误状况,在安全管理领域,BIM技术与物联网技术相互结合,为施工现场的安全监控给予了强有力的支撑,依靠在BIM模型当中嵌入传感器数据,项目管理团队可实时监测施工现场的环境变化情况,并且借助模型对潜在风险展开预先判断。比如在深基坑施工过程中,BIM技术可结合地下水位、土壤承载力等相关信息,对基坑稳定性进行分析,在施工前期制定好应对方案,BIM模型还可对施工人员的安全防护措施实施实时检测,保证高危作业人员佩戴好安全防护设备,防止安全事故的发生。

5 结语

BIM技术为桥梁工程施工管理提供了一种集成化、可视化和信息驱动的新型管理模式。通过在施工方案优化、进度与资源协同、质量与安全控制等方面的应用,BIM技术有效弥补了传统施工管理模式在信息整合和动态控制方面的不足。实践表明,BIM技术的合理应用有助于提升桥梁工程施工管理的精细化水平和整体绩效。实践中应进一步加强BIM技术与施工管理流程的深度融合,推动其在桥梁工程中的系统化、常态化应用。

参考文献

- [1] 崔以浩,尚明政. BIM技术在框架剪力墙结构建筑施工中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修,2025(13):69-71. DOI:10.3969/j.issn.1672-2167.2025.13.006.
- [2] 薛孟祥. BIM技术在建筑施工进度控制中的应用[J]. 建筑·建材·装饰,2025(5):193-195. DOI:10.3969/j.issn.1674-3024.2025.05.065.
- [3] 申传瑞,吴超,张宝森. BIM技术在建筑工程施工管理中的应用[J]. 建筑与装饰,2025(9):148-150.