

基于 BIM 技术的桥梁施工全过程智能管理探索

李云龙

山东交通学院 硕士研究生 250357

DOI: 10.12238/ems.v8i1.17630

[摘要] 本文论述 BIM 技术对桥梁施工全流程智能管理的价值,从增强可视化、提高协同效率、施工模拟和资源管控等方面进行优势分析,指出目前所面临技术、管理、成本问题。基于此提出建立全过程协同框架、深化设计施工应用、推进新技术融合、完善管理机制等对策建议,以期对桥梁施工智能化和精细化管理有所裨益,对产业高质量发展具有一定借鉴意义。

[关键词] BIM 技术; 桥梁施工; 全过程智能管理

引言

在信息技术与建筑行业深度融合的背景下,桥梁施工智能管理重要手段——BIM 技术逐步成为促进工程质量及效率提高的关键技术。本文从 BIM 技术的特点出发,对其在桥梁施工全过程中的运用意义进行系统研究,对目前实际工作中出现的问题进行剖析,对智能管理策略建设路径进行探究,目的是促进桥梁工程建设朝着数字化、智能化的方向转型和升级。

一、BIM 技术应用于桥梁施工全过程的意义

(一) 提升项目可视化与协同效率

在当代的桥梁建设过程中,BIM(建筑信息模型)技术的运用显得尤为关键,特别是在提高项目的视觉化和合作效率上。第一,BIM 技术通过建立三维数字模型使桥梁设计、施工、运维等流程更直观且能清楚地显示出各环节之间的联系。该可视化呈现方式既有助于设计师、工程师、项目管理者及早发现可能存在的设计问题或者矛盾,又能实现施工阶段的动态调整与优化,有效降低返工与浪费并缩短工期^[1]。第二,BIM 技术提高建设过程协同效率。通过实时更新与共享项目数据,项目参与者(由设计方、施工方、监理方组成)可以在一个统一的平台上同步获取最新的设计、进度、成本等资料,保证资料流动、交流不受地域限制、避免在传统施工方式中由于资料滞后或者误解造成的矛盾、失误^[2]。

(二) 实现施工过程的精确模拟与方案优化

BIM 技术为桥梁施工中的精确模拟和方案优化等提供有力支撑。传统上,桥梁的建设大多依赖于二维的设计图纸和实际经验来进行管理,这种方法很难完整地展现在复杂施工中可能遇到的各种问题和挑战。而 BIM 技术可以通过构建三维数字模型对施工过程中的各个环节及各种过程进行细致地仿真,准确地重现施工现场空间布局及操作流程,使施工人

员可以预先识别虚拟环境下可能存在的危险和难点。如通过 BIM 模型能够直观地显示桥梁结构各构件安装次序、施工机械布置方式及其移动轨迹、物料运输、堆放情况。通过这种准确的仿真,施工方能够较早发现设计缺陷、施工难点、资源冲突等问题,并及时调整计划,从而避免实际施工中不必要的停工以及成本浪费^[3]。

(三) 强化成本与资源的动态精细管控

桥梁施工中对成本及资源的控制始终是关系到项目能否顺利进行以及经济效益高低的关键因素。BIM 技术的提出为动态精细管控成本和资源提供新的解决思路。通过 BIM 模型可以使项目团队在项目建设之前就可以对项目的资源需求、材料消耗、工期安排做出详细的预测,准确地计算出各个建设阶段需要消耗的资源以及工期,从而避免资源过度浪费以及施工进度延误的问题。BIM 不但能够精确地计算出所需要材料的种类、数量、规格等信息,而且能够对资源使用状况进行实时追踪,有助于管理者及时发现材料采购与配送过程中可能存在的问题^[4]。施工时 BIM 系统实时对接项目管理平台数据,使成本、进度、资源管理动态更新并自动调度以保证资源最优配置。比如施工方可利用 BIM 技术预先确定资源瓶颈并对施工计划进行合理调整,避免高峰期物资供应紧张或者施工机械闲置浪费等问题。

二、当前 BIM 技术在桥梁施工管理中面临的问题

(一) 技术层面问题

尽管 BIM 技术在桥梁施工管理中展现了巨大潜力,但在实际应用过程中,仍面临一些技术层面的挑战。第一,BIM 技术能否得到有效运用取决于高质量数字模型的建立,但在复杂的桥梁施工环境下,要建立一个全面、准确的 BIM 模型还有很大困难。桥梁在设计过程中一般都会涉及复杂结构元素、特殊施工要求、各施工阶段的配合等因素,而常规的设

计软件与工具常常不能满足这一高精度要求。另外模型的精确度也直接影响着施工的精度以及后期的维护工作，所以，如何保证 BIM 模型完整与准确仍然是技术应用的难点。第二，BIM 技术跨部门协同取决于各方面对该技术的认可和精通程度，但是当前很多参与该项目的团队对 BIM 技术还缺乏充分地了解和应用经验。这样就造成 BIM 模型在建立、维护、更新时往往受人为因素限制，影响施工过程流畅性和信息准确性。

（二）管理层面问题

尽管 BIM 技术为桥梁施工管理带来许多潜在的优势，但在实际应用过程中，管理层面的问题仍然突出，制约其广泛推广和深度应用。第一，BIM 技术的推行涉及众多部门和角色之间的协同配合，但在很多传统桥梁项目上，项目管理者通常习惯使用传统管理方式而对 BIM 技术认识不足、重视不够。这一理念的滞后性致使 BIM 技术很难被完全运用到项目管理当中并发挥作用，特别是在资源调配、进度控制、成本管控领域，传统经验型管理方法依然占据着主导地位。第二，桥梁施工项目管理具有高度复杂性，涉及很多过程、环节、参与人员。在此背景下如何对 BIM 平台中各参与方信息进行集成和协调，以保证信息共享及时性和准确性就成了当前面临的重要课题。由于项目中各参与方（如设计师、施工方、监理）使用不同的技术工具与管理系统，信息传递和数据交互的有效性往往受到制约，导致 BIM 模型的更新滞后或信息不对称^[5]。

（三）人员与成本层面问题

在桥梁施工中，运用 BIM 技术既面临着技术、管理等方面的挑战，同时也存在着人员、成本等方面的一系列难题。第一，BIM 技术能否顺利实施取决于高素质专业人才，当前很多施工单位在 BIM 人才培养和引进方面都存在着明显的缺陷。尽管 BIM 技术在国际上已有较为广泛的应用，但我国部分企业在 BIM 应用的过程中，仍存在着技术人员储备不足、培训体系不完善的问题。很多项目团队缺少经验丰富的 BIM 工程师，使得 BIM 模型创建、维护、更新时存在技术偏差，从而影响了建设的准确性和效率。第二，运行 BIM 技术还需跨学科团队协作，其中建筑师、结构工程师、施工人员、信息技术专家多角色协同工作，而且实际工程中不同职位间的交流和合作经常会出现阻碍，导致 BIM 技术执行效率低下甚至失效。所以，如何培养跨学科知识背景复合型人才和提升团队成员 BIM 技术应用能力已成为一个亟待解决的课题。

三、基于BIM的桥梁施工全过程智能管理策略构建

（一）构建全过程 BIM 协同框架，实现一体化精细管控

以 BIM 为基础对桥梁施工进行全过程智能管理时，以建立有效的 BIM 协同框架为核心进行整合和精细管控。第一，BIM 技术应用要贯穿于桥梁施工过程中的每一个阶段，从设计、施工、监理到后期运营养护。设计阶段借助 BIM 模型三维可视化功能有助于项目团队全方位规划和优化、预先发现设计潜在问题、优化结构方案、提升设计准确性和合理性。在施工阶段，利用 BIM 模型既能准确调度施工进度与资源，又能对施工现场物资消耗、人员配备、设备运行等进行实时监测，通过动态数据反馈调整保证了工程如期竣工。监理环节在 BIM 技术配合下，可实时获取施工质量、进度、成本等信息，发现问题及时采取应对措施，切实提高监理精细化管理。第二，运营及维护阶段 BIM 技术为桥梁全生命周期管理提供数据支撑，为后期维护决策及风险评估提供依据，降低维修成本及周期。要想对 BIM 技术进行全过程协同管理就必须先建立一个统一数据平台，各有关人员以及部门都要通过这个平台来进行信息共享，保证信息流通及时准确。通过融合云计算和大数据技术，实现各专业间信息互联互通，规避信息孤岛，保障项目团队各阶段协同高效。另外，为保证 BIM 模型不断更新及精度，需要建立一套严密的模型更新及维护机制，各参与主体都要结合实际建设进度及变化情况对 BIM 模型进行适时调整，以保证模型符合建设实际。

（二）深化设计施工应用策略，提升工程协同与质量

基于 BIM 技术进行桥梁施工时，深化设计施工应用策略对促进工程协同和施工质量具有重要意义。第一，深化设计阶段要充分发挥 BIM 模型可视化、信息整合等优点，优化设计方案。现阶段设计团队可借助 BIM 技术对结构、设备、材料开展多维度协同设计。以保证设计方案得到充分验证和优化后再付诸实践。利用 BIM 模型可对虚拟环境下的施工过程进行仿真，对可能发生的结构冲突、空间布局不合理进行分析，并对设计进行预先调整，以避免返工及资源浪费。这一举措在提高设计质量的同时，还极大地减少由于设计缺陷而造成的施工延误及成本增加。第二，在施工阶段，深化 BIM 技术应用，能够有效提高工程协同效率。传统施工管理经常会遇到信息孤岛和沟通不畅问题，BIM 技术则通过整合设计、施工、物资等多种数据搭建全方位数字化平台，保证各个专业人员能够在同一个平台分享信息，对项目的进度进行实时的更新。施工团队能够根据 BIM 模型准确地规划并实施施工，

适时调整施工顺序及进度并优化资源配置以达到精细化管理。另外BIM技术还支持对施工现场进度及质量进行实时监测,并通过整合现场传感器及物联网设备,可对施工质量信息进行及时反馈,对潜在问题进行迅速辨识,通过智能化分析给出解决方案以阻止质量问题扩散。

(三) 推动BIM与新技术融合,赋能智能建造新阶段

促进BIM技术和新兴技术深度融合是智能建造新阶段提高建筑工程管理水平,实现建筑高效、可持续发展的关键途径。随着人工智能(AI)、物联网(IoT)、大数据和云计算等技术的持续进步,BIM技术作为数字化建筑的关键工具,其功能和潜力已经得到了空前的扩展。第一,将BIM技术和AI相结合,可以对施工过程进行智能化数据分析和决策支持。通过使用AI算法,实现对施工项目基于BIM模型的实时数据分析,对施工进度、风险、质量问题做出预测并提供决策支持,有助于项目管理者适时调整施工策略以避免可能出现的项目延误、成本超支等问题。AI在质量控制中也能起到至关重要的作用,它通过机器学习、计算机视觉等技术自动识别施工现场存在的质量问题,并给出整改意见,提高施工智能化程度。第二,BIM技术与物联网(IoT)的结合,为施工现场提供实时的监测和数据收集能力。物联网技术利用传感器,RFID等技术采集现场温湿度、振动、材料状态等多种实时数据以BIM模型直观呈现。从而使项目管理者能够通过BIM模型对施工过程各动态指标进行实时监测,及时发现和解决施工存在的问题,以提高施工精度和安全性。尤其是桥梁施工期间,物联网技术能够对桥梁结构健康状态进行监控,对可能存在的隐患进行提前预警,保障工程的安全和可控。将大数据和BIM结合在一起,同样意义深远。利用大数据分析的方法,施工单位可基于BIM模型对历史数据挖掘分析,找出影响建设过程进度、成本、质量等关键因素,可供后续工程规划管理借鉴。引入大数据使项目风险预测更准确,建设过程资源调配效率更高,大大提高工程可控性与执行力。

(四) 健全配套管理保障机制,支撑体系长效运行

在BIM技术被广泛运用到桥梁施工中的同时,完善与之相匹配的管理保障机制,是保证BIM技术能够持续高效运行的根本。为使BIM技术得到长效应用,需要在组织架构、制度建设、技术支持几个层面上构建完善管理保障体系。第一,从组织架构上看,企业应组建专业BIM管理团队对BIM技术进行整体规划,执行,维护与优化。该团队既要有高水平的

技术,又要有强大的协调能力并能实现项目各参与方的有效交流与合作,以保证BIM技术能被全面地运用并支撑于项目执行。同时,管理层应高度重视BIM技术推广应用工作,设定清晰战略目标并提供所需资源支持以保障BIM技术落地实施和长效运行。第二,将制度建设作为确保BIM技术继续使用的重点。在工程实施过程中的各个阶段都需制定完善的制度,其中包括BIM技术应用规范、操作流程、数据管理要求。通过对参与各方责任和任务的界定,保障BIM技术在应用中信息共享、模型更新和维护、数据安全等工作的有序开展。第三,还应建立BIM技术评价和反馈机制,定期评价BIM技术在工程中的应用效果,及时发现和解决现存问题,保障技术持续优化改进。该制度体系的完善有利于规范BIM技术应用,避免技术应用随意性和盲目性,促进管理效率和施工质量的提高。技术支持则是保证BIM技术能够在工程中继续高效发挥作用的又一重要保证。在BIM技术日益发展和技术更新换代较快情况下,企业需持续追踪行业动态并适时推出最新技术工具和软件版本。对此,企业应构建完整的技术支持体系并及时开展技术培训和技术支持服务,以保证项目团队成员对BIM技术的熟练应用和掌握。

结语

BIM技术是桥梁施工全过程管理的科学方法和技术支撑,通过协同框架的搭建、技术应用的深化、保障机制的健全,可以有效地促进工程质量的提高以及综合效益的改善。今后,在BIM和新兴技术深入结合的背景下,桥梁施工智能管理必将走向更加高效和精细的新阶段并为产业创新发展提供源源不断的动力。

[参考文献]

- [1] 姜生,周秀民.公路桥梁施工管理中应用BIM技术的研究分析[J].大众科学,2024,45(4):14-16.
- [2] 于洪波.BIM技术在桥梁工程施工阶段的应用与研究[J].中国科技纵横,2025(7):117-119.
- [3] 杨科.基于BIM模型的特大型桥梁全过程施工进度管理系统研究[J].中国厨卫,2023,22(10):271-273.
- [4] 严赅强.基于BIM技术的铁路桥梁施工管理及应用研究[J].工程与建设,2023,37(1):397-399.
- [5] 林超.基于BIM技术的市政道路桥梁工程施工全过程管控研究[J].建筑工程技术与设计,2025(26):130-132.