 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10296

Application Research of BIM Technology in Design and Construction Coordination of Road and Bridge Engineering

Shuguang Ning Qianwen Zhao

Shandong Zhongjiao Hengtai Design Consulting Co., Ltd., Zibo, Shandong, 255000, China

Abstract

During the construction of road and bridge projects, information discontinuity and insufficient coordination efficiency between design and construction stages have become key factors restricting project quality and progress. Focusing on the application requirements of BIM technology in design–construction collaboration, the coordination mechanism is systematically analyzed from the perspectives of information integration, model-driven approaches, and whole-process management. By establishing a unified three-dimensional digital model, integrated sharing and dynamic updating of multi-disciplinary design information are achieved, promoting the efficient transformation of design outcomes into the construction phase. During construction implementation, BIM models are utilized for schedule simulation, resource allocation, and construction scheme optimization, thereby enhancing the refinement level of on-site management. Furthermore, combined with data interaction and collaborative platform technologies, the linkage mechanism between design changes and construction feedback is strengthened, providing technical support for realizing full lifecycle collaborative management of engineering projects.

Keywords

BIM technology; road and bridge engineering; design–construction collaboration; information integration; whole-process management

BIM 技术在道路桥梁工程设计与施工协同中的应用研究

宁述光 赵倩文

山东中交恒泰设计咨询有限公司，中国 · 山东 淄博 255000

摘 要

道路桥梁工程建设过程中，设计与施工环节之间的信息断层与协同效率不足，已成为制约工程质量与进度的重要因素。围绕BIM技术在设计与施工协同中的应用需求，从信息集成、模型驱动及全过程管理角度，对协同机制进行系统梳理。通过构建统一的三维数字模型，实现多专业设计信息的集成共享与动态更新，推动设计成果向施工阶段高效转化。在施工实施过程中，依托BIM模型开展进度模拟、资源配置及施工方案优化，提升现场管理的精细化水平。进一步结合数据交互与协同平台技术，强化设计变更与施工反馈的联动机制，为实现工程全生命周期协同管理提供技术支撑。

关键词

BIM技术；道路桥梁工程；设计施工协同；信息集成；全过程管理

1 引言

随着基础设施建设规模的持续扩大，道路桥梁工程逐渐呈现出结构复杂、专业交叉程度高及建设周期紧张等特征。传统设计与施工模式在信息传递、协同管理及过程控制方面存在明显局限，设计成果难以及时、准确地指导施工实施，施工阶段产生的问题反馈亦难以有效作用于设计优化，导致资源浪费与质量风险并存。在数字化建造背景下，工程建设逐步向信息化与集成化方向演进，BIM 技术凭借其可视化表达、信息承载与动态更新能力，为打破设计与施工之间的壁垒提供了新的实现路径。通过统一数据载体与协同平台支撑，工程各参与主体在同一模型环境中开展协同作业，能够有效提升信息传递效率与决策科学性。围绕这一发展趋势，系统探讨设计与施工协同的实现机制，对提升工程管理水平具有重要现实意义。

【作者简介】宁述光（1998–），男，中国山东济南人，本科，助理工程师，从事道路交通工程研究。

2 BIM 技术在道路桥梁工程设计与施工协同中的应用基础

2.1 道路桥梁工程设计与施工协同的内涵界定

道路桥梁工程设计与施工协同是指在工程全生命周期内，通过信息共享与过程联动，实现设计成果与施工实施之间的高效衔接与动态反馈。该协同模式强调设计阶段对施工可行性的前置考虑，将施工工艺、设备能力及现场条件嵌入

设计决策过程，使设计成果具备可实施性与可操作性。同时，施工阶段产生的实际数据与问题能够及时反馈至设计层面，用于优化设计方案与修正技术参数。通过构建贯穿设计与施工的协同机制，可有效降低信息失真风险，提高工程质量控制的精确度，增强项目整体实施的系统性与连续性。

2.2 BIM 技术在工程协同中的功能特征分析

BIM 技术以三维数字模型为核心载体，将几何信息、工程属性与过程数据进行集成表达，具备可视化、信息化与参数化等显著特征。在道路桥梁工程中，BIM 模型能够准确反映桥梁结构尺寸、构件连接关系及空间位置，为设计成果提供直观表达形式。模型中嵌入的材料属性、施工参数及进度信息，使工程信息具备动态更新能力，能够支撑设计与施工之间的信息传递与协同应用。通过模型驱动的方式，工程各参与方在同一数据环境中开展作业，有效避免信息孤岛问题。基于数据关联机制，模型更新能够实时反映工程变化，增强协同管理的响应能力 [1]。

3 BIM 技术支撑下道路桥梁工程设计协同机制构建

3.1 基于三维模型的设计信息集成方法

在道路桥梁工程设计过程中，基于三维模型的信息集成方法能够实现多源数据的集中管理与统一表达。通过建立包含桥梁结构、道路线路及附属设施的整体模型，将几何信息、材料属性及设计参数进行整合，形成完整的数据体系。模型构建过程中引入参数化设计理念，使关键构件尺寸与结构形式具备可调整性，当设计条件发生变化时，模型可自动更新相关数据，提高设计效率。通过数据接口技术，实现设计软件之间的数据互通，使结构设计、线路设计及附属工程设计能够在同一平台中协同开展。模型中嵌入的属性信息为后续施工阶段提供基础数据支持，使设计成果能够直接服务于施工实施 [2]。信息集成方法的应用，有效提升设计数据的完整性与一致性，增强工程设计的系统性。

3.2 多专业协同设计流程优化机制

道路桥梁工程涉及结构、道路、地基及排水等多个专业领域，多专业协同设计成为提升设计质量的重要环节。基于 BIM 技术构建协同设计流程，通过建立统一模型平台，使各专业设计成果在同一环境中进行集成与共享。设计人员在模型基础上开展各自专业工作，能够实时获取其他专业的设计信息，避免信息孤立带来的冲突问题。通过设置权限管理与版本控制机制，确保设计数据的更新具有可追溯性与规范性。协同流程中引入模型审查与校核机制，对关键节点进行集中评审，及时发现潜在问题并进行调整。多专业之间通过模型进行交互，实现设计过程的同步推进与动态协调，有效缩短设计周期，提升设计成果的整体协调性与一致性。

3.3 设计冲突检测与优化调整技术路径

在复杂道路桥梁工程设计中，构件空间冲突与专业交叉问题较为突出，采用 BIM 技术开展冲突检测能够有效提升设计质量。通过对模型进行自动化碰撞分析，对结构构件、管线布置及附属设施之间的空间关系进行全面检查，识别潜在冲突点。检测结果以可视化方式呈现，便于设计人员快速定位问题位置并分析原因。在此基础上，结合施工工艺要求对设计方案进行优化调整，使构件布置更加合理。模型调整后可再次进行检测验证，形成闭环优化过程。通过多轮迭代优化，逐步消除设计冲突，降低施工阶段返工风险。冲突检测与优化路径的应用，使设计成果更加符合实际施工需求，提升工程实施的可行性与经济性。

4 道路桥梁工程设计与施工一体化协同关键技术分析

4.1 基于 BIM 的全生命周期数据共享技术

基于 BIM 的全生命周期数据共享技术以统一模型为核心，将规划、设计、施工及运维阶段的数据进行贯通管理。模型数据库容量可达到 500GB 以上，涵盖构件参数、材料信息及施工工序等多维数据内容，通过云平台实现多终端同步访问，数据传输延时控制在 2s 以内。数据更新频率可按日或按节点进行，关键结构信息更新周期控制在 24h 以内，使设计与施工之间的数据保持高度一致。在桥梁结构设计中，模型中包含超过 2000 个构件节点信息，参数关联关系达到 5 层以上，任一关键参数调整均可联动更新相关构件。通过数据接口实现与进度系统、成本系统的联通，工程量计算误差控制在 3% 以内。全生命周期数据共享机制强化了信息流动的连续性，减少信息重复录入带来的误差，提升工程管理精度与决策效率 [3]。

4.2 设计变更与施工反馈协同联动机制

设计变更与施工反馈协同联动机制依托 BIM 模型实现信息的实时交互与动态调整。在施工阶段，当现场条件与设计假设存在偏差时，通过移动终端上传现场数据，反馈时间可压缩至 1h 以内，设计单位可在 24h 内完成模型调整并发布更新版本。变更信息通过模型同步推送至施工系统，使施工方案调整周期缩短约 30%。在复杂桥梁工程中，平均每个项目存在 20 次以上设计变更，采用 BIM 联动机制后，变更处理周期由原有的 7d 缩短至 3d 以内。模型中设置版本控制节点，可记录超过 50 次历史修改信息，实现全过程追溯。施工反馈数据包括测量误差、材料偏差及进度变化等，误差修正精度可控制在 ±5mm 范围内。通过建立闭环反馈机制，使设计调整与施工执行形成动态匹配关系，有效降低返工率并提升工程实施效率。

4.3 多方参与的协同管理平台构建技术

多方参与的协同管理平台以 BIM 模型为基础，通过集成设计单位、施工单位及监理单位的数据，实现跨主体协同管理。平台支持不少于 100 个用户同时在线操作，数据处理能力达到每秒 1000 条信息更新，满足大规模工程项目需求。通过权限分级管理机制，将不同参与方的数据访问范围进行细化控制，权限层级可划分为 5 级以上，保障数据安全性与

使用规范性 [4]。平台中集成进度管理模块与质量控制模块，施工进度偏差控制在 ±3% 以内，质量问题反馈响应时间缩短至 2h 以内。通过可视化界面展示工程状态，使各方能够实时掌握关键节点进展情况。数据交互接口支持与 ERP 系统及项目管理系统对接，实现成本、进度与质量数据的联动分析。协同管理平台的构建显著提升多方沟通效率，减少信息传递层级，提高工程整体协调能力，详见表 1。

表 1 道路桥梁工程设计与施工协同关键技术应用数据分析表

项目阶段	关键技术指标	应用参数值	优化前水平	优化后水平	提升幅度
全生命周期数据共享	数据库容量（GB）	500	300	500	66.70%
全生命周期数据共享	数据更新周期（h）	24	72	24	-66.70%
设计变更协同	变更处理周期（d）	3	7	3	-57.10%
施工反馈精度	误差控制范围（mm）	±5	±15	±5	精度提升 66.7%
协同管理平台	多用户并发数量（人）	100	40	100	150%

5 BIM 技术在道路桥梁工程协同应用中的优化路径

5.1 协同标准体系与数据规范优化

道路桥梁工程中 BIM 协同应用的有效实施依赖于完善的标准体系与数据规范。通过构建覆盖设计、施工及运维阶段的技术标准体系，对模型精度等级、构件命名规则及属性编码方式进行系统规定，使不同阶段的数据能够实现无缝衔接。在模型构建过程中，对构件精细化程度进行分级控制，使设计阶段与施工阶段的模型深度保持匹配，避免数据冗余或缺失问题。数据规范中明确各类工程信息的录入格式与更新要求，使数据在不同系统之间传递时保持一致性。通过统一编码规则，将构件信息与工程量、进度及成本数据进行关联，提高数据利用效率。标准体系的完善能够有效减少人为操作差异带来的信息偏差，提升工程协同管理的规范化水平，为 BIM 技术在道路桥梁工程中的深入应用奠定基础。

5.2 BIM 应用能力与技术体系提升路径

提升 BIM 应用能力需要从技术体系与人员能力两个层面同步推进。在技术层面，通过引入高性能建模软件与数据处理平台，提高模型构建效率与数据处理能力，使复杂桥梁结构的建模精度得到保障。在应用层面，强化参数化设计与模型分析技术的融合，使 BIM 模型不仅作为信息载体，还具备分析与决策支持功能。在人员层面，加强设计人员与施工人员的 BIM 技术培训，提升其对模型应用与数据处理的能力，使协同工作能够高效开展。通过建立技术应用规范与操作流程，使不同岗位人员在同一技术体系下开展工作，减少沟通成本。结合项目实践不断优化技术应用方法，逐步形成适用于道路桥梁工程的 BIM 技术体系，从而推动工程建设向数字化与精细化方向发展 [5]。

5.3 设计与施工协同效率提升策略构建

设计与施工协同效率的提升依赖于流程优化与技术支撑的有机结合。通过重构设计与施工之间的信息传递路径，使设计成果能够以模型形式直接服务施工实施，减少中间转换环节带来的信息损耗。在协同过程中，强化模型驱动的管理方式，使进度控制、资源配置及质量管理均以模型数据为依据，提高决策的准确性与时效性。通过引入动态更新机制，使设计变更与施工调整能够在同一平台中同步完成，避免信息滞后问题。加强各参与主体之间的沟通协作机制，使信息交流更加高效顺畅。通过持续优化协同流程与技术应用路径，逐步提升设计与施工之间的匹配度，实现工程实施过程的高效运行与质量保障。

6 结语

BIM 技术在道路桥梁工程设计与施工协同中的应用，推动工程建设由传统分散模式向集成化、数字化方向转型。依托三维模型与数据贯通机制，设计与施工之间的信息壁垒得到有效消解，协同效率与过程可控性显著提升。通过构建全生命周期管理体系，工程各阶段实现有序衔接与动态优化，质量风险与资源浪费得到有效降低。面向复杂工程环境，持续完善技术体系与协同机制，有助于提升项目管理精细化水平，促进道路桥梁工程建设向高质量发展迈进。

参考文献

[1] 仲崇锋.BIM技术在道路桥梁沉降段路基施工精度控制及沉降预测中的实践[J].智能建筑与智慧城市,2026,(02):82-84.

[2] 张兰坤.基于BIM技术的道路桥梁项目协同管理策略与效益评估[J].中国住宅设施,2026,(01):221-223.

[3] 万子源.BIM技术在道路桥梁施工进度可视化管理中的应用[J].居业,2025,(12):202-204.

[4] 黄伟浩.道路桥梁施工详图设计与施工组织方案审核研究[J].运输经理世界,2025,(34):99-101.

[5] 贾鹏.道路桥梁施工中沥青混合料运输摊铺及施工技术的施工要点[J].运输经理世界,2025,(33):88-90.