

BIM技术在道路桥梁工程施工中的实践

宋幸达

天津市赛英工程建设咨询管理有限公司 天津 300100

摘要: BIM技术以三维数字技术为基础,具备可视化、参数化、信息集成与协同工作等特性,与道路桥梁施工范围广、结构多样等特点高度适配。本文详细阐述BIM技术在道路桥梁施工前期模型构建、施工过程及收尾阶段的应用流程,分析各环节实践重点,并从技术、人员、应用层面提出优化路径。通过深度应用BIM技术,可提升施工质量、控制成本、缩短周期,推动道路桥梁工程建设数字化转型。

关键词: BIM技术;道路桥梁施工;应用流程;实践重点;优化路径

引言:道路桥梁工程作为重要基础设施,对施工质量、效率与安全性要求极高。传统施工管理方式在应对复杂结构、多专业协同等问题时存在局限。BIM技术凭借三维可视化、信息集成等优势,为道路桥梁施工提供全新解决方案。通过构建高精度模型,实现施工全过程数字化管控,有效解决传统施工中的痛点问题。深入探讨BIM技术在道路桥梁施工中的应用,对提升工程建设水平具有重要意义。

1 BIM技术的核心特性与施工适配性

1.1 BIM技术的核心功能特性

BIM技术以三维数字技术为根基,构建起建筑信息集成化管理的全新范式。其核心功能首先体现在三维可视化能力上,通过创建包含几何形状、空间位置及材质属性的三维模型,将道路桥梁工程的结构形态直观呈现,使施工人员能清晰观察复杂节点的构造细节,提前发现潜在设计问题^[1]。参数化设计功能是另一关键特性,模型中的构件尺寸、材料属性等参数均可动态调整,当某一参数修改时,与之关联的其他参数自动更新,确保设计变更的高效性与准确性,避免传统二维图纸修改的繁琐与易错。信息集成特性则赋予BIM模型“数据仓库”的功能,除几何信息外,还整合了工程成本、施工进度、质量标准等多维度数据,实现信息的集中存储与共享,为项目全生命周期管理提供数据支撑。协同工作特性打破专业壁垒,不同专业人员可在同一模型平台上进行设计、修改与交流,实时获取最新信息,减少因信息滞后导致的沟通误差与返工现象。

1.2 道路桥梁工程施工的核心特点

道路桥梁工程作为线性基础设施,具有施工范围广、环境复杂、结构类型多样的特点。施工范围常跨越不同地质条件与地理环境,需应对软土地基、山区地形等特殊工况,对施工技术的适应性与灵活性提出高要

求。结构类型涵盖梁式桥、拱式桥、悬索桥等多种形式,每种结构在受力体系、构造细节上存在显著差异,施工工艺需针对性设计。施工过程中,各工序衔接紧密,从基础施工到上部结构安装,再到桥面系施工,需严格遵循施工顺序与工艺标准,确保结构整体性与安全性。此外,道路桥梁工程对质量与耐久性要求极高,需长期承受车辆荷载、自然环境侵蚀等作用,施工过程中的质量控制需贯穿每个环节。

1.3 BIM技术与道路桥梁施工的适配要点

BIM技术与道路桥梁施工的适配需从模型创建、信息应用与流程协同三方面入手。模型创建阶段,需根据工程特点选择合适的建模软件,确保模型精度满足施工需求,对复杂结构进行精细化建模,如异形桥墩的钢筋布置、悬索桥的索鞍构造等。信息应用方面,将施工进度计划与模型构件关联,通过颜色区分不同施工阶段,实现进度可视化管控;将质量验收标准嵌入模型属性,施工人员在模型中即可查询构件的质量要求,指导现场施工与验收;利用模型进行工程量统计,为材料采购与成本控制提供准确依据。流程协同层面,建立基于BIM的协同管理平台,设计、施工、监理等各方在平台上共享模型与信息,实现设计交底、施工方案讨论、问题反馈等流程的数字化,减少沟通成本,提升管理效率。通过BIM技术与道路桥梁施工的深度适配,可有效提升施工质量、控制工程成本、缩短建设周期,推动道路桥梁工程建设的数字化转型。

2 BIM技术在道路桥梁工程施工中的实践流程

2.1 施工前期BIM模型构建

施工前期是BIM技术应用的基石阶段,需围绕道路桥梁工程特点构建高精度模型。这一阶段需整合设计单位提供的二维图纸、地质勘察报告及周边环境数据,通过专业建模软件创建包含地形、基础、结构及附属设施

的三维模型^[2]。模型构建需遵循统一编码规则，对桥梁墩柱、梁体、支座等构件赋予唯一标识，确保信息可追溯性。针对复杂结构如异形拱肋、斜拉索锚固区，需采用参数化建模方法，通过调整关键参数实现形态精准控制，避免后期施工误差。模型精度应满足施工需求，既要清晰展示结构细节，又需控制文件体量以保障运行流畅性。完成初始建模后，需开展多专业协同审查，重点核查结构与管线、设备间的空间关系，提前发现碰撞问题并优化设计，为后续施工扫清障碍。

2.2 施工过程中BIM技术应用

施工阶段是BIM技术价值释放的核心环节，需通过动态模型管理实现施工全过程管控。进度管理方面，将施工计划分解为具体工序并与模型构件关联，通过颜色区分不同施工状态，实时展示工程进展。资源调配环节，依据模型工程量自动计算材料需求，结合进度计划生成动态资源曲线，指导现场有序供应。质量管理中，将验收标准嵌入模型属性，施工人员通过移动终端查询构件质量要求，现场采集的数据直接关联至模型对应位置，形成可追溯的质量档案。当发现质量问题时，可在模型中标记缺陷位置并生成整改任务，通过系统推送至责任方，实现闭环管理。安全管控方面，利用模型进行危险源识别，对高空作业、临时支撑等高风险工序模拟分析，提前制定防护措施。同时，通过传感器实时采集结构应力、变形数据并映射至模型，当监测值超出阈值时自动预警，为施工安全提供双重保障。

2.3 施工收尾阶段BIM技术应用

收尾阶段是BIM技术助力工程交付的关键窗口，需通过模型整合与信息完善为运维管理奠定基础。此阶段需将施工过程中积累的变更信息、验收记录、设备参数等数据更新至模型，确保模型与实体工程完全一致。对隐蔽工程如基础钢筋、预埋管线等，需在模型中补充施工影像、材料检测报告等附件，增强信息可读性。完成数据更新后，需按照运维需求对模型进行轻量化处理，剥离施工阶段专用信息，保留结构几何、设备参数及运维指引等核心内容，提升模型加载效率。最终交付的BIM模型应包含完整的工程信息库，运维人员可通过模型快速定位设备位置、查询维护手册、生成检修工单，实现从施工到运维的信息无缝衔接。此外，还需整理BIM应用过程中的技术文档、操作手册等资料，为后续项目提供经验参考，推动BIM技术在道路桥梁领域的持续深化应用。

3 BIM技术在道路桥梁施工各环节的实践重点

3.1 道路桥梁设计交底与图纸优化

设计交底阶段，BIM技术通过三维模型打破传统二维

图纸的抽象性，将道路桥梁的结构形态、空间关系及构造细节直观呈现^[3]。设计人员可利用模型进行动态演示，重点说明复杂节点如异形桥墩、悬索桥锚碇的设计意图与施工要点，使施工人员快速理解设计逻辑。图纸优化环节，基于BIM模型开展多专业碰撞检测，自动识别结构与管线、设备间的空间冲突，提前调整布局方案。针对道路桥梁工程中常见的曲线段、变截面等设计，通过参数化驱动模型快速生成多种方案，对比分析后确定最优解，减少后期设计变更带来的成本与工期损失。

3.2 施工方案规划与优化

施工方案规划阶段，BIM技术为方案比选提供可视化平台。将不同施工工艺、机械选型及工序安排导入模型，模拟施工过程并生成动态影像，直观展示各方案的优劣。针对桥梁上部结构安装，可对比架桥机、吊车等不同设备的作业范围与效率；对于深基坑开挖，可分析放坡开挖与支护开挖对周边环境的影响。方案优化环节，利用BIM模型进行施工力学仿真，验证临时支撑体系的稳定性，调整构件尺寸或连接方式以满足安全要求。同时，通过模型量化分析材料用量与周转次数，优化资源配置方案。

3.3 施工进度与资源管控

进度管控中，BIM模型与施工计划深度融合，将工序分解至模型构件层级并赋予时间属性，生成三维进度计划。通过颜色区分不同施工状态，实时展示工程进展与偏差情况。资源管控方面，模型自动统计各时段材料需求量，结合供应商供货周期生成动态采购计划，避免库存积压或短缺。针对大型设备如架桥机、履带吊，通过模型模拟作业路径，优化进场时间与停放位置，减少设备闲置与二次搬运成本。

3.4 施工质量与安全管控

质量管控环节，BIM模型集成验收标准与工艺要求，施工人员通过移动终端查询构件质量指标，现场采集的数据实时关联至模型对应位置，形成可追溯的质量档案。安全管控中，利用模型进行危险源识别，对高空作业、临时用电等高风险工序模拟分析，提前制定防护措施。通过传感器实时采集结构应力、变形数据并映射至模型，当监测值超出阈值时自动预警，为施工安全提供双重保障。

3.5 施工各专业协同作业

BIM技术构建统一协同平台，打破结构、机电、装饰等专业壁垒。各专业在模型中直接标注问题、提出修改建议，系统自动推送至责任方并记录处理过程，减少沟通误差^[4]。针对道路桥梁工程中常见的交叉作业，通过模

型协调施工顺序与空间占用,避免相互干扰。协同平台还支持版本管理,确保各方始终使用最新模型,保障信息一致性,提升整体施工效率。

4 BIM技术在道路桥梁施工中优化实践的路径

4.1 技术层面优化路径

技术层面的优化需聚焦BIM模型精度提升与功能拓展。在模型构建阶段,应采用高精度测绘设备采集道路桥梁现场数据,结合激光扫描技术生成点云模型,与BIM设计模型进行对比分析,修正设计偏差,确保模型与实体工程高度吻合。针对复杂结构如曲线梁桥、斜拉桥,需开发专用参数化建模工具,通过定义关键控制点与几何约束关系,实现复杂形态的精准表达。模型轻量化处理同样关键,通过剔除施工阶段非必要信息、优化模型拓扑结构,降低模型文件体量,提升多专业协同与移动端应用的流畅性。此外,需加强BIM与物联网、大数据等技术的融合,在模型中嵌入传感器实时采集结构应力、温度等数据,构建数字孪生体系,为施工动态调控提供数据支撑。

4.2 人员层面优化路径

人员能力建设是BIM技术落地的核心保障。需构建分层分类的培训体系,针对管理人员重点培养BIM管理思维与协同工作流程,使其掌握模型审核、进度模拟等关键技能;对技术人员开展专业软件操作培训,提升模型创建、碰撞检测等实操能力;对一线施工人员普及BIM基础应用,使其能够通过移动端查询构件信息、上报施工问题。培训方式应注重理论与实践结合,通过模拟施工现场开展实操演练,强化人员对BIM技术的理解与应用。同时,需建立BIM人才激励机制,将BIM应用能力纳入绩效考核体系,对在模型优化、协同创新等方面表现突出的团队或个人给予奖励,激发人员应用积极性。此外,鼓励企业与高校、科研机构合作,开展BIM技术联合攻关,培养既懂工程技术又掌握信息技术的复合型人才。

4.3 应用层面优化路径

应用层面的优化需推动BIM技术向施工全流程渗透。设计阶段,应利用BIM模型开展多方案比选,通过可视化

模拟分析不同结构形式的受力性能、经济性及施工可行性,为设计优化提供量化依据。施工准备阶段,基于模型进行施工场地布置优化,模拟材料堆放、机械行走路径,减少二次搬运与空间冲突;通过4D进度模拟,将模型与施工计划关联,提前发现工序衔接问题并调整资源配置^[5]。施工阶段,利用模型进行质量管控,将验收标准嵌入模型属性,现场采集的数据实时关联至模型对应位置,形成可追溯的质量档案;通过传感器实时监测结构状态,当数据异常时自动预警并生成处理方案。竣工阶段,需将施工过程中积累的变更信息、验收记录等数据更新至模型,形成包含完整工程信息的数字资产,为运维管理提供数据基础。此外,应建立BIM应用标准体系,统一模型交付格式、数据接口等规范,促进不同软件间的数据互通,提升BIM技术应用的规范化水平。

结束语

BIM技术在道路桥梁施工中的应用,实现了从设计交底、方案规划到进度、质量、安全管控及专业协同的全流程优化。通过技术层面提升模型精度与功能,人员层面加强能力建设与激励,应用层面推动全流程渗透与标准统一,充分发挥了BIM技术的价值。这不仅提升了道路桥梁施工的精细化水平,也为工程全生命周期管理提供了有力支撑,促进道路桥梁工程建设向智能化、高效化方向发展。

参考文献

- [1]张凯.BIM技术在道路桥梁工程施工中的应用[J].中国厨卫,2026,25(1):168-170.
- [2]葛厚海.BIM技术在道路桥梁工程施工中的应用[J].城镇建设,2025(8):155-157.
- [3]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(2):82-84.
- [4]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.
- [5]蒋龙.BIM技术在道路与桥梁工程设计中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2025(1):105-107.