

基于BIM技术的道路与桥梁工程设计优化研究

王晓峰

北京建达道桥咨询有限公司 北京 100015

摘要: BIM技术以三维参数化建模与多专业协同为核心, 实现道桥工程设计数据全域贯通。本文结合公路BIM正向设计实践, 梳理路线、路基、桥涵、碰撞检测、外业一体化五大优化方法, 构建技术适配、人员能力、质量管控、成果落地四大保障体系, 破解传统设计协同不足、验证滞后等难题, 推动道桥设计向三维正向升级, 提升设计精度、效率与全生命周期效益。

关键词: BIM技术; 道路桥梁工程; 设计优化

引言: 道路桥梁工程受地形、多专业交叉等制约, 传统二维设计易出现方案反复、衔接错位、碰撞返工、算量误差大等问题。BIM技术以三维数字化模型为核心, 融合GIS与参数化功能, 为设计痛点提供全流程解决方案。本文结合公路BIM系统应用, 探究道桥设计优化路径与落地成效, 为行业三维正向设计推广提供实践参考。

1 BIM技术与道路桥梁工程设计的核心关联

1.1 BIM技术概述

建筑信息模型(BIM)以三维数字技术为载体, 融合GIS、互联网技术, 整合工程全生命周期勘察、设计、施工、运维数据, 为道路桥梁设计提供可视化、参数化、协同化、智能化支撑。(1) 参数化建模: 通过构件属性关联实现设计变更自动同步, 地模、平纵横、构造物模型联动更新, 减少重复劳动与误差累积;(2) 多专业协同: 打通路线、路基、桥涵、交安、外业调查专业信息通道, 实现数据实时共享与无缝对接;(3) 三维可视化: 依托三维地形模型与实景影像, 实现设计方案全视角预览与方案比选;(4) 自动化出算: 自动统计工程量、生成标准化图纸, 降低人工操作强度。该技术以动态数据驱动设计优化, 为复杂地形、多专业交叉的道桥工程提供精准解决方案。

1.2 道路与桥梁工程设计特点

道路与桥梁工程设计需兼顾地形适配、结构安全、功能实用、经济环保多重目标, 核心特点体现为:(1) 地形强适配性: 需依托三维地形数据优化线路布局, 严控填挖方量, 降低对自然环境的破坏;(2) 多专业交叉性: 路线、路基、桥涵、交安、排水专业高度关联, 任一环节变更需全专业联动调整;(3) 工程量精准性: 土石方、防护、排水、构造物工程量直接影响工程成本, 核算要求严苛;(4) 成果落地性: 设计图纸需符合施工规范, 模型与图纸需同步匹配, 满足现场施工与审查需

求;(5) 构造复杂性: 桥涵、互通、防护等构造形式多样, 需精准适配地形与水文条件, 保障结构安全与使用功能。

1.3 BIM技术对道路桥梁工程设计痛点的适配与优化

BIM技术以数字化手段精准解决传统道桥设计协同低效、验证滞后、算量繁琐、出图缓慢四大核心痛点。

(1) 全专业数据整合: 打破信息孤岛, 路线、路基、桥涵、交安数据实时互通, 兼容纬地、EICAD等传统设计软件数据;(2) 参数化联动设计: 模型变更自动同步关联专业, 避免人工调整误差, 大幅提升设计效率;(3) 三维虚拟预演: 通过三维漫游、构造碰撞检测, 提前验证方案合理性, 减少后期施工返工;(4) 自动化成果输出: 一键生成图纸、工程量表, 定制化输出符合行业标准的设计成果, 降低人工工作量;(5) 外业数字化: 依托BIM外业调查系统, 实现数据云端采集、实时同步, 替代传统纸质记录, 提升勘察数据准确性与流转效率^[1]。

2 基于BIM技术的道路与桥梁工程设计优化路径

2.1 道路路线设计的BIM优化

BIM技术通过三维地形建模、平纵横联动、互通智能设计、方案自动比选, 实现道路路线全流程优化, 核心优化内容与成效如下:(1) 三维地形适配优化: 导入dwg、点云、倾斜摄影数据快速构建高精度地面模型, 路线方案调整后地模与纵横断面数据自动更新, 无需重复建模, 精准匹配地形地貌, 减少填挖方量;(2) 平纵横联动优化: 采用导线法、三线元法、积木法设计, 平纵横参数实时联动, 纵断面自动拉坡、超高加宽自动计算, 符合行业规范要求;(3) 互通立交智能优化: 自动识别鼻端、快速调整变速车道参数, 平面交叉一键设计, 匝道净空自动核查, 规避横坡误差, 互通设计效率较传统软件提升50%;(4) 方案自动比选: 多方案并行创建, 自动输出线形指标、土石方、造价数据, 快速优

选最优方案；（5）合规性自动检查：自动核查路线指标、净空要求，及时修正不满足规范的设计内容，设计准确率达100%。实际应用中，公路BIM系统实现路线设计效率提升50%，线形合规性、地形适配性与行车安全性

显著提升，彻底解决传统路线设计反复建模、方案比选繁琐的问题。同时系统支持三维漫游与视频录制，可全方位展示路线方案，为方案评审提供直观支撑。



图1 公路工程BIM系统三维可视环境与路线平纵横联动设计

2.2 桥梁结构设计的BIM优化

以桥涵构造为核心的桥梁结构设计，依托BIM三维可视化、参数化布设、协同适配能力，实现结构性能与施工落地性双优化，核心优化内容如下：（1）构造参数化优化：覆盖圆管涵、盖板涵、箱涵、拱涵等全类型桥涵，支持洞口、结合部、迎送水结构自定义，涵底纵坡、标高灵活调整；（2）三维协同适配优化：自动读取路线、路基模型数据，拼宽路基、分离式路基、互通匝道段桥涵一体化建模，与路基排水、防护结构无缝衔

接，无构造冲突；（3）性能与工程量优化：自动识别水文、地形条件智能布涵，精确计算工程量，避免人工输入误差；（4）成果自动输出：一键生成桥涵布置图、一览表、工程数量表，出图完整度达98%。该优化模式解决传统桥涵设计与路基衔接错位、标高匹配误差大、工程量核算繁琐等问题，桥涵设计效率提升50%，结构合理性与施工适配性全面提升^[2]。桥涵模型可与路基模型实时联动，拼宽路段构造衔接精准，无设计冲突。

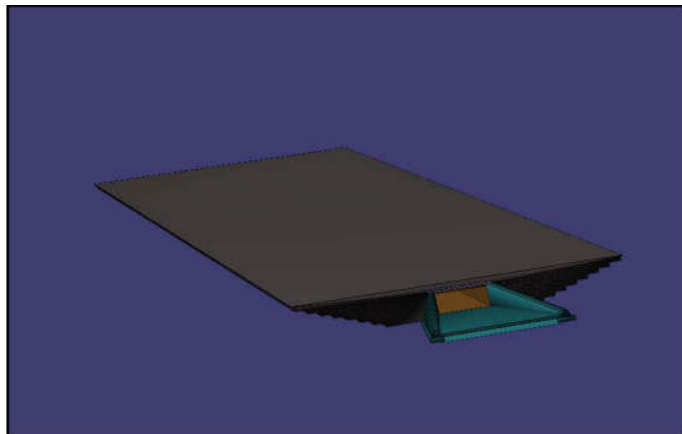


图2 公路工程BIM系统涵洞三维模型与路基防护协同设计

2.3 道路与桥梁协同设计的BIM优化

BIM技术通过统一数据标准、云端协同平台、分专业合并管理，重构道桥设计协同流程，实现全专业无缝联动。（1）数据标准统一：建立路线、路基、桥涵、交安专业数据交换规则，模型属性、尺寸参数无缝传递，

兼容传统设计软件数据格式；（2）实时协同作业：多专业设计师在线编辑模型，变更信息实时同步，路线调整自动触发路基、桥涵、交安模型更新；（3）专业分工优化：支持路基、路面、排水分专业合并设计，适配设计院分工模式，解决传统协同工作分配混乱问题；（4）外

业内业一体化：外业调查数据云端实时上传，内业设计直接调用，实现勘察设计数据闭环。交安专业可依托协同平台一键生成护栏、标线模型，复杂路段可手动精细化调整，设计灵活性大幅提升。该协同模式彻底打破传统设计“信息孤岛”，跨专业协同效率提升40%，专业衔接错位问题全面化解，设计周期显著缩短。

2.4 设计碰撞检测的BIM优化

BIM技术依托全要素模型整合、自动碰撞检测与参数化批量修正功能，实现设计冲突从现场被动返工向模型主动预判优化的模式转变。（1）全要素碰撞检测：整合路基、防护、桥涵、交安模型，自动检测边坡、挡墙、涵洞、护栏、锥坡等构件空间冲突；（2）三维交互修正：冲突部位直接在三维模型中调整，参数批量修改后模型实时刷新，所见即所得；（3）特殊路段优化：高填深挖、拼宽路段、平面交叉段冲突自动识别，优化构造布设方案；（4）模型联动修正：碰撞问题解决后，关联专业模型同步更新，避免二次冲突，保障设计方案整体一致性^[1]。实际应用中，施工碰撞问题减少30%，设计成果完整度达90%，有效降低施工变更概率、严控工程成本、缩短建设工期。

3 基于BIM技术的道路与桥梁工程设计优化实施保障

3.1 BIM技术的设计适配性优化

以道桥设计需求为核心，从工具适配、参数定制、模块完善三方面提升BIM技术适配性。（1）工具链全流程适配：选用覆盖路线、路基、桥涵、交安、外业的一体化公路BIM系统，支持三维建模、协同设计、自动算量、出图全功能；（2）参数与标准库定制：开放防护、排水、路面、桥涵标准库编辑权限，自定义构件尺寸、构造形式，适配不同项目通用图要求；（3）数据格式兼容：支持dwg、tin、las、osgb等多格式导入导出，兼容传统设计软件，实现新旧模式平滑过渡。系统可定制出图样式，输出图纸符合设计院标准，大幅减少后期修改工作量。

3.2 设计人员BIM应用能力提升

构建系统化、实战化、动态化的能力提升体系，保障BIM技术落地。（1）分级培训：从基础操作、参数化建模到协同设计、碰撞检测分级培训，掌握公路BIM系统全流程操作；（2）实战演练：以真实道桥项目为载体，实践路线优化、路基精细化设计、桥涵协同建模等核心任务；（3）专项技能培养：针对标准库编制、外业数据采集、跨专业协同等核心技能开展专项训练，提升人员实操针对性；（4）知识更新：跟踪BIM技术迭代与行业

标准，持续优化操作技能，适配三维正向设计要求^[4]。

3.3 BIM设计优化的质量管控

建立过程监控、自动校验、成果审核的全流程质量管控体系。（1）模型精度校验：分阶段核查三维模型几何尺寸、属性参数、地形匹配度，确保模型精准性；（2）合规性自动检查：预设规范参数阈值，自动核查路线、结构、交安设计合规性，及时修正问题；（3）工程量与图纸审核：自动核算工程量，校验图纸完整性、规范性，确保成果符合审查要求；（4）专业交叉审核：针对路线、路基、桥涵衔接部位开展专项审核，重点核查构造冲突、标高匹配等关键问题。通过管控，路基设计准确率达98%，桥涵设计准确率达99%，设计质量全面可控。

3.4 BIM设计成果的落地应用衔接

BIM设计成果需打通设计、施工、运维全流程衔接通道，保障技术价值高效落地，具体衔接措施如下：（1）成果标准化输出：一键生成dwg、pdf、excel格式图纸与表格，三维模型导出轻量化格式，适配施工端查看；（2）成果自动成册：系统按行业编制办法自动整理设计图纸与表格，无需人工手动装订，提升成果交付效率；（3）施工模拟应用：通过三维漫游、虚拟建造预演施工工序，指导现场施工；（4）数据云端协同：外业调查、设计变更数据云端存储，实现参建方信息共享，支撑后期智慧运维^[5]。

结束语：未来，应持续深化BIM技术在道路桥梁工程三维正向设计中的落地应用，推动BIM与GIS、人工智能、大数据深度融合，不断完善参数化设计、多专业协同、自动碰撞检测、智能算量功能。同时健全技术适配标准、质量管控体系与人员能力培养机制，让BIM技术从辅助设计工具转变为道桥工程核心设计支撑，全面提升设计精度、效率与全生命周期价值，助力交通基础设施行业智能化、绿色化高质量发展。

参考文献

- [1]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.
- [2]李颖.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(8):71-73.
- [3]张小锋.BIM技术在道路与桥梁工程设计中应用研讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(5):062-064.
- [4]龙菁.基于BIM技术的桥梁工程设计优化探究[J].新材料·新装饰,2025,7(22):125-128.
- [5]宋现宝.基于BIM技术的轨道交通工程设计与施工过程管理优化研究[J].人民公交,2025(4):165-167.