

基于BIM技术的公路工程正向设计应用探究

田 鑫

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

摘 要：随着公路工程建设规模的不断扩大与复杂程度的日益提高，传统设计模式在信息集成、协同设计及决策效率等方面的局限性愈发凸显。本文阐述BIM技术与公路工程正向设计概念，分析二者契合点。研究了BIM在路线、路基路面、桥梁、隧道设计，协同设计以及工程造价与成本控制中的正向设计应用，涵盖三维建模、方案比选、模拟分析、协同优化及成本估算等方面。提出了强化技术研发、加强人才培养、完善标准规范及推动多方协同等提升正向设计应用策略，旨在推动BIM技术在公路工程正向设计中的广泛应用与发展。

关键词：基于BIM技术；公路工程；正向设计具体应用；策略

引言：BIM技术作为一种先进的数字化信息集成技术，为公路工程正向设计带来了新的机遇。BIM技术与公路工程正向设计在信息集成、协同设计、可视化表达等方面存在诸多契合点。通过研究BIM技术在公路工程正向设计中的具体应用，并探索提升其应用效果的策略，有助于提高公路工程设计质量与效率，推动公路工程行业向数字化、智能化方向迈进^[1]。

1 BIM技术与公路工程正向设计概述

BIM技术，即建筑信息模型，是一种基于数字化三维模型的信息集成技术。其核心原理是通过参数化设计，将建筑工程项目的各种相关信息整合到三维模型中，形成一个具有数据联动性和可共享性的数字化信息库。公路工程正向设计是一种从项目规划阶段开始，遵循“自顶向下”的设计理念，按照逻辑顺序和流程进行设计的方法。其流程涵盖规划、选线、设计到出图等多个环节，强调设计的整体性和连贯性，注重各阶段之间的信息传递与反馈，通过不断优化设计方案，实现项目目标。在传统公路设计中，各专业设计相对独立，信息沟通不畅，易导致设计冲突和后期变更。BIM技术与公路工程正向设计存在诸多契合点。在信息集成方面，BIM技术能够将公路工程设计过程中涉及的地形、地质、交通流量等多源信息整合到同一模型中，为正向设计提供全面准确的数据支持；协同设计上，BIM平台使得各专业设计师能够在同一模型上协同工作，实时共享和更新设计信息，有效避免设计矛盾；可视化表达上，BIM三维模型直观呈现公路设计效果，便于设计团队与业主、施工方等进行沟通交流，提高决策效率^[2]。二者的结合，为公路工程设计质量与效率的提升提供了有力支撑，推动公路工程行业向数字化、智能化方向发展。

2 基于BIM技术的公路工程正向设计具体应用

2.1 在路线设计中的应用

在公路工程正向设计中，路线设计直接影响工程的整体走向与经济效益。BIM技术在以下路线设计中的应用，显著提升了设计的科学性与精准度。（1）利用BIM技术结合地理信息系统，能够快速创建高精度的三维地形模型。通过对地形数据的采集与分析，设计师可以直观地观察地形起伏、地质条件等因素，从而合理规划路线走向，避免穿越复杂地形或不良地质区域。在山区公路设计中，BIM三维地形模型可清晰呈现山体坡度、山谷位置等信息，帮助设计师避开滑坡、泥石流高发地段，降低工程风险。（2）在路线方案比选阶段，BIM技术优势更为突出。设计师可基于三维地形模型，快速生成多个不同的路线设计方案，并通过BIM模型对各方案的长度、土石方量、桥梁隧道占比等关键指标进行量化分析。利用BIM的可视化功能，将不同方案以三维动态形式进行展示，方便设计团队与业主进行沟通交流，直观地对比各方案的优缺点，从而选出最优路线方案。（3）在路线设计过程中，若需要对方案进行调整，只需修改相关参数，BIM模型便会自动更新，同步反映设计变更，大大提高了设计效率。

2.2 在路基路面设计中的应用

路基路面其设计质量直接关系到公路的使用寿命与行车安全。BIM技术在下列路基路面设计中的应用，为精细化设计提供了有力支持。（1）在路基设计方面。通过BIM技术创建三维路基模型，可全面考虑路基的高度、坡度、边坡防护等要素。利用BIM模型进行土方计算，能够精确得出填方和挖方量，为工程成本估算提供准确数据。借助BIM的模拟分析功能，对路基的稳定性进行评估，分析不同工况下路基的受力情况，及时优化设计方案，确保路基结构安全。例如，针对软土地基路段，通

过BIM模型模拟地基处理过程,对比不同处理方案的效果,选择最合适的处理方式,提高路基承载能力。(2)在路面设计环节。设计师可根据交通流量、车辆荷载等因素,利用BIM软件设计不同的路面结构层组合。通过建立路面结构BIM模型,模拟车辆行驶过程中路面的受力和变形情况,分析路面结构的力学性能,优化路面材料和厚度设计。(3)BIM模型还可用于展示路面排水系统设计。确保路面排水顺畅,避免积水对路面造成损害。通过BIM技术,实现了路基路面设计从二维图纸到三维模型转变,使设计更加直观、精确,有效提高了设计质量。

2.3 在桥梁设计中的应用

桥梁其设计复杂性高,对技术要求严格。BIM技术的应用为以下桥梁设计带来了全新的思路与方法。(1)在桥梁方案设计阶段。设计师利用BIM软件创建桥梁的三维概念模型,从整体上展示桥梁的造型、结构形式和与周边环境的协调性。通过BIM模型的可视化效果,能够更直观地评估桥梁设计方案的美观性和功能性,便于与业主及相关部门进行沟通,快速达成设计共识。如在城市景观桥梁设计中,利用BIM模型展示桥梁的外观效果,根据反馈意见及时调整设计,使桥梁与城市环境相融合。

(2)在桥梁结构设计方面。BIM技术可实现参数化建模,将桥梁的各个构件,如桥墩、桥台、主梁等进行精确建模,并建立构件之间的参数关联。通过对BIM模型进行结构分析,模拟桥梁在不同荷载工况下的受力情况,包括静力分析、动力分析和抗震分析等,评估桥梁结构的安全性和可靠性。根据分析结果,对桥梁结构进行优化设计,调整构件尺寸、材料性能等参数,确保桥梁结构既满足力学要求,又具有良好的经济性。(3)BIM技术还可用于桥梁施工模拟,提前规划施工顺序和工艺,发现潜在的施工问题,优化施工方案,保障桥梁施工顺利进行。

2.4 在隧道设计中的应用

隧道工程具有隐蔽性强、施工难度大、风险高的特点,对设计的准确性和可靠性要求极高。BIM技术在以下隧道设计中的应用,有效提升了隧道设计的质量和效率。(1)在隧道三维建模过程中。通过整合地质勘察数据、地形数据 and 设计参数,利用BIM软件构建出精确的隧道三维模型。该模型能够展示隧道的空间位置、形状和结构,还能直观呈现隧道与周边地质条件的关系。通过BIM模型可以清晰地看到隧道穿越的岩层分布、地下水情况等,为隧道支护设计和施工方案制定提供重要依据。

(2)在隧道施工模拟与风险评估方面。利用BIM模型进行施工过程模拟,按照施工顺序逐步展示隧道开挖、支护、衬砌等施工环节,分析施工过程中可能出现的问题,

如围岩变形、塌方等风险。通过模拟不同的施工方案,对比分析施工效果,选择最优施工方案,降低施工风险。借助BIM模型进行施工进度模拟,合理安排施工资源,优化施工进度计划,确保隧道工程按时完成。(3)还可用于隧道运营阶段的维护管理。通过在模型中集成设备信息和运营数据,实现对隧道设施的智能化管理和维护。

2.5 在协同设计中的应用

公路工程涉及多个专业领域,传统设计模式下各专业之间信息沟通不畅,容易导致设计冲突和错误。BIM技术的协同设计功能为解决这一问题提供了有效途径。基于BIM平台,各专业设计师可以在同一三维模型上进行设计工作,实时共享和更新设计信息。路线设计专业完成路线方案后,路基路面、桥梁、隧道等专业可直接基于该路线模型进行设计,避免了数据重复录入和信息不一致的问题。当某一专业对设计进行修改时,BIM模型会自动更新相关联的其他专业模型,及时反馈设计变更信息,确保各专业设计的协同一致。在协同设计过程中,BIM平台还提供了碰撞检测功能。通过对不同专业模型进行碰撞检查,能够快速发现设计中的冲突和碰撞问题,如管线与结构构件的碰撞、设备安装空间不足等。设计师可根据碰撞检测结果,及时调整设计方案,避免在施工阶段出现设计变更,减少工程成本和工期延误。BIM技术还支持多方协同沟通,设计团队、业主、施工单位等相关方可以通过BIM模型进行可视化交流,对设计方案进行讨论和评审,提高决策效率,保障公路工程正向设计的顺利推进。

2.6 在工程造价与成本控制中的应用

在公路工程正向设计阶段,BIM技术凭借其强大的信息集成与分析能力,为成本管理提供了全新路径。(1)基于BIM模型的参数化特性,能够自动关联工程量信息。设计师修改设计参数时,模型会实时更新土方量、材料用量等数据,为成本估算提供精准依据。如在路线设计调整后,BIM模型可快速计算出因路线变更导致的土石方工程量变化,避免传统人工计算的误差与滞后性。(2)可实现全生命周期成本管理。通过整合设计、施工、运营等阶段的信息,构建动态成本数据库,分析不同设计方案在整个项目周期内的成本变化^[3]。如在桥梁结构设计中,借助BIM模型对比不同材料和施工工艺的成本差异,结合后期维护费用,综合评估方案的经济性,选择最优方案。

3 提升BIM技术应用于公路工程正向设计的策略

3.1 强化技术研发与软件优化

当前, BIM 技术在公路工程正向设计应用中存在软件功能适配不足、数据兼容性差等问题。为解决这些难题, 需采取以下策略: (1) 加强BIM软件的二次开发。针对公路工程设计的特殊需求, 开发专用插件和模块。开发适用于公路路线复杂选线、特殊地质条件下路基设计的专业工具, 增强软件在公路工程领域的针对性。

(2) 推动BIM软件与其他专业软件的深度融合。如与地质勘察软件、交通流量分析软件实现数据互通, 打破信息孤岛, 确保设计过程中多源数据的高效利用。(3) 加大对轻量化模型技术的研发投入。降低BIM模型的存储和运算成本, 提高模型在设计协同和施工模拟等环节的运行效率, 为公路工程正向设计提供更流畅、高效的技术环境。

3.2 加强专业人才培养与团队建设

专业人才短缺是制约BIM技术在公路工程正向设计中广泛应用的关键因素。需采取以下策略构建多元化的人才培养体系。(1) 在高校教育层面, 鼓励开设公路工程BIM相关专业课程。将BIM技术纳入交通工程、土木工程等专业的教学体系, 培养具备BIM技术应用能力的专业人才; 在职业培训方面, 针对在职工程师开展BIM技术专项培训, 结合实际工程案例, 提升其软件操作技能和正向设计思维能力。(2) 建立BIM技术人才激励机制。吸引和留住优秀人才, 并组建专业的BIM设计团队, 明确团队成员分工, 加强团队内部的协作与交流, 通过项目实践不断提升团队整体水平, 为BIM技术在公路工程正向设计中的应用提供坚实的人才支撑。

3.3 完善行业标准与规范体系

统一的行业标准和规范是保障BIM技术在公路工程正向设计中规范应用的重要基础。目前我国公路工程BIM领域的标准和规范尚不完善, 采取以下措施加快相关标准的制定和修订工作。(1) 参考国际先进经验。结合我国公路工程实际情况, 制定涵盖BIM模型创建、数据交换、协同设计流程、成果交付等方面的统一标准, 明确各阶

段的技术要求和质量标准, 确保不同项目、不同参与方之间的BIM应用具有一致性和互操作性。(2) 建立BIM技术应用的评价体系。对公路工程正向设计中BIM技术的应用效果进行科学评估, 为标准的优化和完善提供实践依据, 推动BIM技术在公路工程领域的规范化发展。

3.4 推动多方协同与示范项目建设

BIM 技术在公路工程正向设计中的应用涉及设计单位、施工单位、业主等多个参与方, 需加强多方协同合作。政府部门应发挥引导作用, 出台相关政策鼓励各方积极参与BIM技术应用, 搭建多方沟通交流平台, 促进信息共享和协同创新。积极开展BIM技术应用示范项目建设, 选取具有代表性的公路工程项目, 全面应用BIM技术进行正向设计, 并对项目成果进行总结和推广^[4]。通过示范项目展示BIM技术在提高设计质量、缩短工期、降低成本等方面的优势, 增强行业对BIM技术的认知和信心, 引导更多企业主动应用BIM技术, 形成良好的行业发展氛围。

结束语: BIM技术在公路工程正向设计中的应用为行业带来了新的变革与发展契机。其在路线、路基路面、桥梁、隧道设计以及协同设计和工程造价控制等方面均展现出显著优势, 有效提升了设计质量与效率。通过强化技术研发、加强人才培养、完善标准规范及推动多方协同等策略的实施, 有望进一步推动BIM技术在公路工程正向设计中的广泛应用, 促进公路工程行业的创新发展。

参考文献

- [1]张宜洛,邓展伟,郭创. 基于BIM技术的公路工程正向设计应用探究[J]. 公路,2020,65(9):176-183.
- [2]黄爱华,赵华. 基于BIM技术的公路工程正向设计应用探究[J]. 建筑工程技术与设计,2021(4):2096.
- [3]赵云峰,高伟连,孟宪忠.BIM技术在公路工程项目管理中的应用研究[J]. 价值工程,2019,38(11):170-172.
- [4]王文虎,张易辰.公路设计BIM正向设计理念探讨[J]. 工程技术研究,2019,4(5):190-191.