

# 公路工程施工管理中BIM技术的运用分析

田鑫

中铁长江交通设计集团有限公司 重庆 401121

**摘要:** BIM技术作为基于数字化三维模型的工程信息集成技术,在公路工程全生命周期管理中应用广泛。在规划设计阶段,可用于地形分析、路线优化及设计方案可视化;施工建设阶段,助力施工进度、成本与安全管理;运维管理阶段,实现设施设备管理、养护维修决策支持及应急管理。BIM技术显著提升了公路工程的管理效率与质量,推动了行业数字化转型。

**关键词:** BIM技术;公路工程管理;规划设计;施工建设;运维管理

引言:在工程建设领域,公路工程作为重要组成部分,其全生命周期管理面临诸多挑战。BIM(Building Information Modeling)技术作为基于数字化三维模型的工程信息集成技术,凭借其高度集成性、可视化、协同管理及模拟分析等优势,为公路工程规划设计、施工建设及运维管理各阶段提供了创新解决方案,正推动着公路工程行业迈向数字化、智能化发展新阶段。

## 1 BIM技术概述

BIM(Building Information Modeling)技术作为基于数字化三维模型的工程信息集成技术,正深刻改变着工程建设行业的传统模式,成为推动行业转型升级的关键力量。(1)从技术本质来看,BIM技术构建的数字化工程模型内涵丰富。它突破了传统二维图纸的局限,不仅精准呈现工程项目的几何形状与空间关系,更将工程全生命周期的各类信息,如设计参数、材料属性、施工进度、成本预算等,高度集成于统一模型之中。这种高度集成性使得模型成为一个信息中枢,为工程项目各参与方提供了全面、准确、实时的信息支持。(2)BIM技术的核心特点优势显著。参数化设计是其一大亮点,模型中的构件参数相互关联,一处修改可自动更新相关联部分。这意味着设计师在调整设计方案时,无需逐一修改相关图纸和参数,大大提高了设计效率和准确性,减少了人为错误。可视化展示功能则让工程各参与方能够直观地理解设计意图与工程状况。无论是业主、设计师、施工人员还是运维管理人员,都能通过三维模型直观感受工程建成后的效果,提前发现潜在的空间冲突、功能不合理等问题,从而及时调整方案,避免在施工过程中出现重大变更。(3)协同管理是BIM技术的又一重要优势。在传统管理模式下,各参与方之间存在信息孤岛现象,沟通不畅、协作困难。而BIM技术打破了这一局面,实现了信息的实时共享与协同作业。设计、施工、

监理等各方可以在同一平台上进行信息交流和协作,共同解决工程中出现的各种问题,提高了工作效率和项目质量。(4)模拟分析功能为工程项目的优化提供了有力支持。通过对工程的施工进度、成本、安全等进行模拟,可以提前发现潜在问题并优化方案。例如,在施工进度模拟中,可以直观地看到各施工工序的时间安排和资源分配情况,找出可能出现的工期延误风险点,并提前制定应对措施。在成本模拟中,可以对不同设计方案进行成本估算和比较,选择最优方案,降低工程成本。(5)BIM技术还具有良好的扩展性和兼容性。它可以与其他信息技术,如物联网、大数据、云计算等深度融合,进一步拓展其应用范围和功能。例如,通过与物联网技术结合,可以实现对工程设备的实时监测和管理;与大数据技术结合,可以对工程数据进行深度挖掘和分析,为工程决策提供更科学的依据<sup>[1]</sup>。

## 2 BIM技术在公路工程规划设计阶段的运用

### 2.1 地形地貌与地质条件分析

公路工程的建设与地形地貌、地质条件息息相关。在规划设计前期,准确把握这些基础信息是确保项目顺利推进的关键。BIM技术为地形地貌与地质条件分析提供了高效、精准的解决方案。通过整合地形测绘数据与地质勘察资料,能够快速构建高精度的三维地形地质模型。该模型宛如一个立体的地理信息数据库,直观呈现地形起伏、地质构造等关键信息。以山区公路选线为例,传统方法依赖二维图纸和现场勘查,难以全面、深入地了解复杂地形地质情况。而借助BIM地形地质模型,设计人员可清晰识别高填方、深挖方路段,精准定位可能存在滑坡、泥石流等地质灾害的区域。基于这些信息,设计人员能够灵活调整路线走向,避开地质风险区域,降低工程建设与后期运营的风险。同时,通过对地形坡度、坡向等参数的分析,还能合理规划路基排水系

统,提高公路的抗灾能力<sup>[2]</sup>。

## 2.2 路线与桥梁隧道设计优化

公路路线、桥梁与隧道设计是规划设计阶段的核心内容,BIM技术为其提供了强大的优化工具。在路线设计方面,设计人员基于三维地形模型,能够摆脱传统二维设计的局限,灵活调整路线平纵线形。通过实时查看设计效果,并进行多方案对比分析,选择最优路线方案,提高路线设计的科学性与合理性。例如,在路线平曲线设计时,BIM技术可直观展示曲线的半径、缓和曲线长度等参数对行车舒适性和安全性的影响,帮助设计人员精准调整参数,优化路线线形。对于桥梁和隧道设计,BIM技术能够建立精细化的三维模型,将桥梁结构、隧道断面等细节以直观的方式呈现出来。设计人员可以方便地进行结构优化与空间布局调整,确保桥梁和隧道的安全性与稳定性。同时,利用BIM模型的碰撞检测功能,可提前发现设计中存在的管线冲突、结构碰撞等问题。一旦发现冲突,设计人员可及时修改设计方案,避免施工阶段的设计变更与返工,有效降低工程成本。

## 2.3 设计方案可视化展示与沟通

传统的二维设计图纸在呈现公路工程整体效果与空间关系方面存在一定局限性,给设计方案的沟通与评审带来困难。BIM技术的可视化功能为解决这一问题提供了有效途径。通过将设计方案以三维模型的形式进行展示,并配合虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术,工程各参与方能够身临其境地感受设计效果,提出具有针对性和建设性的意见与建议。在设计方案评审过程中,BIM模型的动态演示与漫游功能发挥了重要作用。评审人员可从不同角度、不同距离对设计方案进行审视,全面评估设计方案的合理性与可行性。例如,对于桥梁设计,评审人员可以“走进”桥梁内部,查看结构细节;对于隧道设计,可以模拟车辆在隧道内的行驶情况,评估通风、照明等设施的合理性。这种直观、全面的评审方式有效提高了设计方案决策的准确性与效率。

# 3 BIM技术在公路工程施工建设阶段的运用

## 3.1 施工进度管理

施工进度管理是公路工程施工建设的核心任务之一。传统进度管理依赖二维图纸与表格,难以直观反映施工进度与工序逻辑关系,且进度调整缺乏灵活性。BIM技术为施工进度管理提供了全新的解决方案。通过建立施工进度模型,将施工进度计划与三维模型深度融合,实现了施工进度的可视化模拟与动态跟踪。施工管理人员可利用该模型制定详细的施工进度计划,明确各施工工序的时间节点、逻辑关系及资源需求。在施工过

程中,通过将实际施工进度数据与模型关联,实时对比实际进度与计划进度,及时发现进度偏差。一旦发现偏差,可借助BIM模型的分析功能,深入剖析影响进度的因素,如资源供应不足、施工工艺冲突等。基于分析结果,迅速调整施工计划,优化资源配置,确保施工进度目标的顺利实现。例如,在某山区高速公路建设中,通过BIM进度模型提前发现某隧道施工段因地质条件变化导致进度滞后,及时调整施工方案,增加设备与人力投入,最终保证了工程按时交付<sup>[3]</sup>。

## 3.2 施工成本管理

施工成本管理是公路工程施工建设的关键环节,直接影响项目的经济效益。BIM技术为施工成本管理提供了精准的数据支持与有效的管理手段。在施工前期,利用BIM模型可精确计算工程量,结合市场价格信息,编制详细的成本预算。通过模型的参数化设计,能够快速调整设计方案,对比不同方案的成本差异,为决策提供科学依据。在施工过程中,BIM模型实时记录材料消耗、人工投入等成本数据,与成本预算进行动态对比分析。一旦发现成本超支或节约情况,及时采取相应的控制措施。同时,利用BIM技术的成本模拟功能,对不同施工方案的成本进行预测与比较。例如,在路面摊铺施工中,通过BIM模型模拟不同摊铺机械组合、摊铺速度下的成本,选择成本最低且满足质量要求的方案,有效降低了施工成本。

## 3.3 施工安全管理

公路工程施工环境复杂,安全风险较高。BIM技术在施工安全管理方面具有独特的优势。通过建立施工安全模型,将施工过程中的各类安全隐患,如高空作业、深基坑施工、临时用电等,在BIM模型中进行全面标识与分析。基于模型的分析结果,制定针对性的安全防护措施,并在模型中进行模拟验证,确保措施的有效性。利用BIM模型的可视化与模拟功能,对施工人员进行安全培训与交底。施工人员可通过虚拟现实(VR)技术,身临其境地感受施工过程中的安全风险与防范要求,提高安全意识与操作技能。在施工过程中,通过传感器与物联网技术,将施工现场的安全数据实时传输至BIM模型,实现安全状况的实时监控。一旦发现安全隐患,系统自动发出预警,管理人员可迅速采取整改措施,降低安全事故发生的概率。

# 4 BIM技术在公路工程运维管理阶段的运用

## 4.1 设施设备管理

公路工程投入使用后,设施设备的管理维护是保障公路正常运营的基础工作。传统设施设备管理依赖纸质档案与人工巡检,存在信息查询不便、维护计划制定不

科学等问题。BIM技术为设施设备管理提供了全新的解决方案。(1) 基于BIM技术建立的运维管理模型,整合了公路设施设备的基本信息、安装位置、技术参数等数据,实现了设施设备的全生命周期管理。运维管理人员可通过BIM模型快速查询设施设备的相关信息,如设备型号、生产厂家、安装日期等,为设备维护提供详细依据。利用BIM模型,可制定合理的维护计划,根据设备的使用频率、技术状况等因素,确定维护周期与维护内容。同时,记录设备的维护维修情况,形成设备维护历史档案,为设备的更新换代提供参考。(2) 当设施设备出现故障时,BIM模型能够快速定位故障位置。通过模型中的设备连接关系与空间位置信息,运维人员可迅速找到故障设备所在的具体位置,减少排查时间。利用BIM模型分析故障原因,结合设备的技术参数与运行数据,判断故障产生的根源,提高维修效率<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 养护维修决策支持

随着公路使用年限的增加,养护维修工作日益重要。传统养护维修决策依赖经验判断与现场勘查,缺乏科学依据,容易导致养护维修资金浪费与效果不佳。BIM技术为公路养护维修决策提供了有力支持。通过对公路运营过程中采集的各类数据,如路面状况、桥梁结构健康监测数据等,与BIM模型进行集成分析,可准确评估公路设施的技术状况与性能衰减情况。利用BIM模型的可视化功能,直观展示设施设备的健康状态,为养护维修决策提供直观依据。基于评估结果,利用BIM模型模拟不同养护维修方案的实施效果与成本效益。通过模拟不同方案的维修周期、维修成本、使用寿命等指标,选择最优的养护维修方案,提高养护维修资金的使用效率。

#### 4.3 应急管理

公路在运营过程中可能面临自然灾害、交通事故等突发事件,应急管理至关重要。传统应急管理依赖应急预案与现场指挥,存在信息传递不及时、应急资源调配

不合理等问题。BIM技术在公路应急管理中发挥着重要作用。利用BIM模型建立公路应急管理系统,整合应急资源信息,如应急物资储备位置、救援队伍分布等,实现应急资源的快速调配与管理。在突发事件发生时,通过BIM模型快速分析事件影响范围与程度。结合模型中的地形地貌、交通流量等信息,判断事件对公路运营的影响,为应急处置提供决策依据。制定科学合理的应急处置方案,利用BIM模型的模拟功能,提前演练应急处置流程,优化处置方案。例如,当发生山体滑坡阻断公路交通时,利用BIM模型模拟滑坡体的范围、影响的路段,制定人员疏散路线与抢通方案,提高应急处置的效率与效果,减少突发事件造成的损失<sup>[5]</sup>。

#### 结束语

综上所述,BIM技术在公路工程全生命周期各阶段均展现出强大的应用价值。在规划设计阶段,它为地形分析、设计优化与方案沟通提供了高效手段;施工建设阶段,助力施工进度、成本与安全管理实现精细化管控;运维管理阶段,有效提升了设施设备管理、养护维修决策与应急管理的水平。BIM技术正引领公路工程行业迈向数字化、智能化新时代,推动行业不断创新,未来随着技术的持续进步,其应用前景将更加广阔。

#### 参考文献

- [1] 黄梅钟,李大斌.BIM技术在工程项目管理中的应用研究[J].房地产世界,2024,(06):10-13.
- [2] 刘培煌.BIM技术在工程项目施工进度管理中的应用[J].居舍,2023,(30):43-46.
- [3] 张旭革.BIM技术在公路工程造价管理中的应用策略[J].西部交通科技,2022,(11):206-208.
- [4] 黄梅钟,李大斌.BIM技术在工程项目管理中的应用研究[J].房地产世界,2024,(06):10-13.
- [5] 刘培煌.BIM技术在工程项目施工进度管理中的应用[J].居舍,2023,(30):43-46.