

# 基于 BIM 技术的公路工程施工过程协同管理与可视化应用研究

涂亚玲

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 随着数字化浪潮席卷建筑领域, 基于BIM技术的公路工程施工过程协同管理与可视化应用研究愈发关键。本文聚焦基于BIM技术的公路工程施工过程协同管理与可视化应用研究。首先阐述BIM技术具备可视化、数据集成、工程协同及模拟分析等特性。接着探讨其在公路工程施工协同管理中的多方面应用, 涵盖多专业协同设计、信息共享沟通、进度与成本协同控制以及质量与安全协同管理。同时, 分析BIM技术在公路工程施工可视化领域的应用, 包括三维可视化展示、施工模拟、运维阶段可视化管理及实现手段。旨在为公路工程施工提供更高效、精准的管理模式, 提升工程质量与效益。

**关键词:** BIM技术; 公路工程施工; 协同管理; 可视化应用

引言: 在公路工程建设规模不断扩大、复杂程度日益提升的背景下, 传统施工管理模式面临诸多挑战, 如信息传递不畅、协同效率低下等, 导致工程进度延误、成本增加以及质量安全隐患等问题频发。BIM技术作为一种新兴的数字化技术, 凭借其强大的可视化、数据集成、协同管理等功能, 为公路工程施工管理带来了新的契机。通过BIM技术, 能够实现多专业之间的协同设计与施工, 促进信息的实时共享与沟通, 有效控制工程进度与成本, 保障工程质量与安全。深入研究基于BIM技术的公路工程施工过程协同管理与可视化应用, 对于提升公路工程建设水平具有重要的现实意义。

## 1 BIM技术的特性

### 1.1 可视化

BIM技术的可视化特性是其显著优势之一。它突破了传统二维图纸的局限, 能将建筑信息以直观的三维立体模型呈现。设计阶段, 设计师借助BIM可视化功能, 清晰展示建筑外观、内部空间布局等, 方便与各方交流, 及时调整设计细节, 减少设计误差。施工阶段, 施工人员通过三维模型能精准理解施工要点和空间关系, 提前发现潜在问题。在运维阶段, 可视化模型可帮助管理人员快速定位设施设备位置, 查看运行状态, 极大提高管理效率, 为项目全生命周期管理提供有力支持。

### 1.2 数据集成

BIM技术具有强大的数据集成能力。它能将建筑工程中涉及的各种数据, 如几何信息、材料属性、成本数据、进度安排等, 整合在一个统一的模型中。不同专业的数据可以在这个平台上实现共享与交互, 避免了信息孤岛的产生。同时, 数据集成便于对项目进行全面分析和决

策, 通过整合的数据可以生成各种报表和分析图表, 为项目管理提供准确、及时的信息依据, 提升项目管理的科学性和精准性。

### 1.3 工程协同

BIM技术的工程协同特性为项目各参与方搭建了高效的协作平台。在项目实施过程中, 业主、设计单位、施工单位、监理单位等可以通过BIM模型进行实时沟通和协作。设计单位修改设计方案时, 相关信息能及时同步给其他各方, 避免因信息传递不及时导致的错误和返工。施工单位在施工过程中遇到问题, 可快速在平台上反馈, 与设计单位等共同探讨解决方案。

### 1.4 模拟分析

BIM技术的模拟分析功能为工程项目提供了强大的决策支持。它可以对建筑物的性能进行模拟, 如结构受力分析、能耗模拟、光照分析等。通过结构受力模拟, 能提前发现结构设计中可能存在的薄弱环节, 优化结构设计, 确保建筑物的安全性。能耗模拟可帮助设计人员选择合适的建筑材料和设备, 制定节能措施, 降低建筑物的运营成本。光照分析能合理规划建筑物的采光和通风, 提高室内环境的舒适度<sup>[1]</sup>。

## 2 BIM技术在公路工程施工协同管理中的应用

### 2.1 多专业协同设计

在公路工程施工协同管理中, BIM技术在多专业协同设计方面发挥着关键作用。(1) BIM技术搭建了统一的信息平台。公路工程涉及道路、桥梁、隧道、交通工程、排水等多个专业, 传统设计模式下各专业独立开展工作, 信息传递易出现偏差和延误。而BIM平台打破了专业壁垒, 将各专业的设计信息集成在一个三维模型中, 实现

了信息的实时共享与交互。设计人员可在同一模型上进行操作,及时获取其他专业的设计数据,避免因信息不畅通导致的设计冲突。(2) BIM技术支持协同设计与碰撞检测。各专业设计人员可同时对模型进行修改和完善,系统会自动记录修改痕迹,方便追溯和协调。同时,利用BIM软件的碰撞检测功能,能快速发现不同专业构件之间的空间冲突,如管线与结构物的碰撞、桥墩与道路线形的冲突等,提前解决潜在问题,减少施工阶段的变更和返工。(3) BIM技术有助于提升设计质量和效率。通过三维可视化的设计环境,各专业设计人员能更直观地理解设计意图,优化设计方案。而且,协同设计模式促进了专业之间的交流与合作,激发了创新思维,使公路工程的设计更加科学、合理、经济。

## 2.2 信息共享与沟通

在公路工程施工协同管理里,BIM技术为信息共享与沟通构建了高效且可靠的体系。(1) BIM技术打造了集中化的信息存储库。公路工程涉及海量信息,涵盖设计图纸、施工规范、材料参数、进度计划等。BIM模型作为核心载体,将这些信息有机整合,各参与方依据权限访问,确保信息的完整性与一致性,避免因信息分散、版本混乱导致的沟通障碍与决策失误。(2) BIM技术实现了信息的实时更新与同步。施工过程中,信息处于动态变化状态,如施工进度的推进、质量检测结果的反馈等。借助BIM平台,相关信息能及时上传并更新,所有参与人员可第一时间获取最新数据,保证沟通基于准确、及时的信息,提升协同工作的效率。(3) BIM技术提供了多样化的沟通方式。基于三维模型,各参与方能进行直观的交流,通过虚拟漫游、标注等功能,清晰表达想法与意见。同时,平台支持即时通讯、在线会议等功能,方便快速解决问题、协调工作,使信息传递更加高效、顺畅,促进各专业、各部门之间的紧密协作,保障公路工程施工的顺利进行。

## 2.3 进度与成本协同控制

在公路工程施工协同管理中,BIM技术为进度与成本的协同控制提供了有力支撑,实现了两者的精准联动与高效管理。(1) BIM技术构建了进度与成本的集成模型。通过将施工进度计划与BIM模型中的构件相关联,形成4D进度模拟,同时集成工程量清单、资源消耗、成本单价等信息,构建5D成本模型。这种集成模型使进度与成本数据紧密结合,为协同控制提供了统一的数据基础。(2) BIM技术实现了进度与成本的动态监测与预警。在施工过程中,利用BIM模型实时采集进度数据和成本数据,通过与计划数据的对比分析,及时发现进度偏差和

成本超支情况。一旦出现异常,系统自动发出预警,提醒管理人员采取措施,如调整施工顺序、优化资源配置等,确保进度与成本始终处于可控状态。(3) BIM技术支持进度与成本的协同优化。基于集成模型和动态监测结果,管理人员可对进度计划和成本预算进行综合分析,通过模拟不同方案对进度和成本的影响,选择最优方案,实现进度与成本的平衡,提高公路工程项目的经济效益和整体管理水平。

## 2.4 质量与安全协同管理

在公路工程施工协同管理中,BIM技术为质量与安全的协同管理搭建了高效且紧密的框架,推动二者实现深度融合与共同提升。(1) BIM技术构建了质量与安全信息的集成平台。公路工程的质量要求涵盖材料规格、施工工艺、验收标准等多方面,安全要求涉及风险识别、防护措施、应急预案等内容。BIM模型将质量与安全信息整合,各参与方能在一个平台上获取全面信息,打破信息孤岛,为协同管理提供数据基础。(2) BIM技术实现了质量与安全的动态监控。借助传感器、移动终端等设备,将现场质量检测数据和安全监测信息实时上传至BIM模型。通过数据分析,能及时发现质量隐患和安全风险,如结构应力异常、施工操作违规等,并自动发出预警,促使管理人员迅速采取整改措施,保障工程质量和施工安全。(3) BIM技术支持质量与安全的协同决策。基于集成信息和动态监控结果,管理人员可进行综合分析,制定兼顾质量与安全的施工方案和管理策略。例如,在调整施工进度时,充分考虑对质量和安全的影响,确保在保证质量的前提下,实现安全施工和进度优化<sup>[2]</sup>。

## 3 BIM技术在公路工程施工可视化中的应用

### 3.1 三维可视化展示

在公路工程施工可视化领域,BIM技术的三维可视化展示功能具有不可替代的重要价值,为工程各参与方提供了直观、精准的信息呈现方式。三维可视化展示打破了传统二维图纸的局限。二维图纸难以全面、立体地呈现公路工程复杂的空间结构与布局,而BIM三维模型能够以真实比例和形态,清晰展示道路的起伏、桥梁的构造、隧道的走向等。设计人员借助这一功能,可更精准地审视设计方案,提前发现诸如路线与周边地形不匹配、结构部件空间冲突等设计缺陷,及时优化设计,提升设计质量。对于施工人员而言,三维可视化模型如同一个“虚拟施工现场”。他们可以通过模型详细了解施工部位的尺寸、形状、相对位置以及施工工艺要求,减少因对图纸理解偏差而导致的施工错误。同时,模型还能标注出关键施工节点和注意事项,为施工提供直观指导,提高施

工的准确性和效率。

### 3.2 施工模拟

BIM技术在公路工程施工可视化中的施工模拟功能,为工程施工的科学规划与高效执行提供了有力支持,极大地提升了施工管理的水平。在施工准备阶段,施工模拟发挥着关键作用。通过将施工进度计划与BIM三维模型相结合,构建4D施工模拟,能够直观呈现整个施工过程的时间与空间安排。管理人员可以提前观察到不同施工阶段的资源需求、工序衔接情况,从而精准规划人力、物力和财力的投入,避免资源的闲置或浪费,提高资源利用效率。

施工过程中,施工模拟可实时更新进度信息,并与计划进度进行对比分析。一旦发现实际进度与计划存在偏差,能迅速定位问题所在,分析偏差产生的原因,如天气影响、设备故障或工序安排不合理等,进而及时调整施工策略,确保工程按计划推进。通过模拟,可以提前制定应对措施,优化施工方案,降低施工风险,保障施工安全。同时,模拟结果也能为施工人员提供详细的操作指导,提高施工的准确性和质量。

### 3.3 运维阶段的可视化管理

在公路工程运维阶段,BIM技术带来的可视化管理为公路的高效、安全运行提供了坚实保障,显著提升了运维管理的质量和效率。借助BIM三维模型,运维人员能够直观、全面地了解公路及其附属设施的详细信息。从道路的路面结构、桥梁的各个构件,到交通标志、照明设备等,都能在模型中清晰呈现。这种可视化方式使运维人员无需实地逐一排查,就能快速掌握设施的位置、规格和使用状况,为日常巡检和维护工作提供了极大的便利。通过与传感器等监测设备集成,BIM模型可实时显示公路设施的运行参数,如桥梁的应力应变、道路的平整度等。一旦参数超出正常范围,系统会立即发出警报,运维人员能迅速定位问题部位,及时采取维修措施,防止问题扩大,保障公路的安全运营。此外,可视化管理有助于优化运维资源的配置。根据模型中设施的重要程度和使用频率,合理安排维护计划和资源投入,提高资源利用效率。

### 3.4 可视化技术实现手段

在公路工程中,BIM技术实现可视化的手段丰富多样,为工程各阶段的管理与决策提供了有力支持。软件平台是可视化实现的基础。主流的BIM软件如Revit、Bentley等,具备强大的建模和渲染能力。它们能依据公路工程的设计数据,构建精确的三维模型,并通过内置的渲染引擎,为模型赋予逼真的材质、光照效果,使其呈现出接近真实的视觉感受,让使用者仿佛置身于实际工程场景之中。虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术进一步拓展了可视化的维度。VR技术可创建沉浸式的虚拟环境,使用者佩戴设备后,能身临其境地查看公路工程的设计方案、施工过程等,获得全方位的感官体验。AR技术则能将虚拟模型与现实场景相结合,在施工现场,工作人员通过移动设备,就能将设计模型叠加在实际环境中,精准定位施工位置,直观对比设计与实际差异。将点云模型与BIM模型进行融合,可实现设计模型与实际工程的精准对比,及时发现偏差,为可视化管理提供准确依据,保障工程的顺利推进<sup>[3]</sup>。

### 结束语

在公路工程建设领域,BIM技术于施工过程协同管理与可视化应用方面展现出巨大潜力。通过多专业协同设计实现信息无缝对接,施工模拟与三维可视化让工程进度清晰可感,质量安全协同管理及运维可视化管理保障了工程全生命周期的稳定运行。不过,当前该技术应用尚存数据共享难题、软件功能局限等挑战。但伴随技术不断革新与完善,BIM技术必将在提升公路工程管理水平、保障工程质量与安全、推动行业智能化发展上发挥更为关键的作用,开启公路工程建设的新篇章。

### 参考文献

- [1]姜龙.基于BIM技术的智能建筑工程施工技术研究[J].新城建科技,2024,33(08):143-145.
- [2]傅梦媛.高速公路工程施工中BIM技术的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,(07):104-106.
- [3]刘威.基于BIM技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].水上安全,2024,(10):61-63.
- [3]胡洪龙.既有公路BIM模型构件拆分编码与三维模型建立研究[J].交通科技,2020(2):67-71