

Research on Visual Simulation of Municipal Road Construction Based on BIM Technology

Yonghe Zhang

School of Architecture and Civil Engineering, Xinyang Normal University, Xinyang, Henan, 464000, China

Abstract

This paper focuses on the application of BIM technology in the field of visual simulation for municipal road construction. It provides an in-depth analysis of the principles by which BIM technology integrates lifecycle information through 3D modeling, reviews its development trajectory globally and domestically, and highlights the current lack of depth in its application for municipal road construction. The paper systematically elaborates on the significance of visual simulation in enhancing construction efficiency, promoting multi-party collaboration, and ensuring construction safety. It details the implementation pathways for BIM model construction and multi-technology-integrated visual simulation, supported by practical case studies from the design, construction, and operation and maintenance phases, demonstrating BIM technology's effectiveness in optimizing solutions, controlling progress, and aiding operation and maintenance decision-making. Additionally, it explores application challenges such as technical compatibility, talent shortages, and high costs, proposes targeted countermeasures, and envisions future trends in the integration of BIM technology with emerging technologies. The study aims to provide theoretical and practical references for advancing the digital and intelligent development of municipal road construction.

Keywords

BIM technology; municipal road construction; visual simulation; applied research

基于 BIM 技术的市政道路施工可视化仿真研究

张永河

信阳师范大学建筑与土木工程学院, 中国 · 河南 信阳 464000

摘 要

本论文聚焦 BIM 技术在市政道路施工可视化仿真领域的应用, 深入剖析 BIM 技术基于三维建模整合全生命周期信息的原理, 梳理其在全球及国内的发展轨迹, 指出在市政道路施工中应用深度不足的现状。系统阐述可视化仿真在提升施工效率、促进多方协同、保障施工安全等方面的重要意义, 详细介绍 BIM 模型构建、多技术融合的可视化仿真实现路径, 并结合设计、施工、运维阶段的实际案例, 展示 BIM 技术优化方案、管控进度、辅助运维决策的应用成效。同时, 探讨技术兼容性、人才短缺、成本高昂等应用挑战, 提出针对性应对策略, 对 BIM 技术与新兴技术融合的未来趋势进行展望, 旨在为推动市政道路施工数字化、智能化发展提供理论与实践参考。

关键词

BIM 技术; 市政道路施工; 可视化仿真; 应用研究

1 引言

市政道路作为城市基础设施的重要组成部分, 对城市交通顺畅、经济发展和居民生活质量提升起着关键作用。传统的市政道路施工模式依赖二维图纸和经验管理, 存在信息传递不畅、施工协调困难、进度控制滞后、安全风险难以及时识别等诸多弊端。随着城市建设规模的不断扩大和施工要求的日益提高, 传统施工方式已难以满足现代化市政道路建设的需求。建筑信息模型 (Building Information Modeling, 简称 BIM) 技术作为一种数字化、信息化的新型技术, 通

过三维建模整合项目全生命周期的各类信息, 实现信息的高效共享与协同管理。将 BIM 技术应用于市政道路施工可视化仿真, 能够直观展示施工过程, 提前发现潜在问题, 优化施工方案, 提高施工效率与质量, 为市政道路施工带来全新的变革。因此, 开展基于 BIM 技术的市政道路施工可视化仿真研究具有重要的理论意义和实践价值。

2 BIM 技术深度剖析

BIM 技术是一种基于数字化三维模型的集成化管理工具, 它以三维模型为载体, 整合了建筑工程项目从规划、设计、施工到运维等全生命周期的几何信息、物理信息、功能信息以及进度、成本等管理信息。其核心原理在于通过参数化建模技术, 使模型中的各个构件都具有特定的参数和属

【作者简介】张永河 (1986-), 男, 中国四川雅安人, 硕士, 高级工程师, 从事结构减隔震分析, BIM 应用研究。

性, 这些参数和属性相互关联, 当某一参数发生变化时, 与之相关的构件和信息会自动更新, 从而保证模型的一致性和准确性。同时, BIM 技术构建的三维模型具有可视化、协同性、模拟性等特点, 能够实现项目各参与方之间的信息实时共享与交互, 为项目的决策、管理和实施提供全面的数据支持。

3 市政道路施工可视化仿真的关键意义

3.1 施工流程预演, 提升效率

市政道路施工过程复杂, 涉及多个工种和工序的交叉作业。通过可视化仿真技术, 利用 BIM 模型对施工流程进行三维动态模拟, 能够直观地展示施工过程中各工序的先后顺序、时间安排以及资源分配情况。施工管理人员可以提前发现施工过程中可能存在的工序冲突、工期延误等问题, 及时调整施工方案和进度计划, 优化施工流程, 避免因施工顺序不合理或资源调配不当导致的工期延误和成本增加, 从而有效提升施工效率。例如, 在道路基层施工与管线铺设的交叉作业中, 通过可视化仿真可以提前规划好两者的施工顺序和时间节点, 减少相互干扰, 提高施工效率。

3.2 多方沟通桥梁, 促进协同

市政道路施工项目涉及建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等多个参与方, 各方在项目实施过程中需要频繁沟通和协作。传统的二维图纸信息表达不够直观, 容易导致各方对设计意图和施工要求的理解出现偏差, 从而引发沟通不畅和协调困难等问题。而基于 BIM 技术的可视化模型能够以三维立体的形式展示市政道路的设计方案和施工细节, 使项目各参与方能够更加直观、清晰地理解设计意图和施工要求。通过可视化模型, 各方可以在项目实施前进行充分的沟通和交流, 及时发现并解决设计和施工中存在的问题, 达成共识, 减少误解和冲突, 促进各方协同工作, 提高项目整体管理水平。

3.3 风险提前预警, 保障安全

市政道路施工环境复杂, 存在诸多安全风险, 如深基坑坍塌、高空作业坠落、机械伤害等。可视化仿真技术可以利用 BIM 模型对施工过程中的安全风险进行模拟和分析, 识别潜在的安全隐患, 并对风险发生的可能性和影响程度进行评估。通过可视化展示, 施工管理人员能够直观地了解安全风险分布情况, 提前制定相应的预防措施和应急预案, 加强对高风险作业环节的管控, 降低安全事故发生的概率, 保障施工人员的安全和项目的顺利进行。例如, 在桥梁施工中, 通过可视化仿真可以模拟桥梁结构的受力情况, 提前发现结构薄弱部位, 采取加固措施, 确保施工安全。

4 基于 BIM 技术的市政道路施工可视化仿真实现路径

4.1 BIM 模型构建流程与要点

构建精确、完整的 BIM 模型是实现市政道路施工可视

化仿真的基础。在构建 BIM 模型时, 首先需要收集和整理项目的各类基础数据, 包括地形地貌数据、地质勘察报告、设计图纸、施工规范等。然后, 根据市政道路工程的特点和施工要求, 选择合适的 BIM 建模软件, 如 Autodesk Revit、Bentley OpenRoads 等, 按照相关标准和规范进行建模。在建模过程中, 要合理设置模型的精度, 确保模型能够准确反映市政道路的实际情况。同时, 要对模型中的各构件进行准确的参数化定义, 赋予其相应的几何信息、物理信息和功能信息。此外, 还需要建立有效的数据存储和管理机制, 保证模型数据的完整性、准确性和可追溯性, 以便在项目实施过程中实现数据的共享和交互。

4.2 可视化仿真技术运用与实现

实现市政道路施工可视化仿真需要综合运用多种可视化技术。动画制作技术是常用的可视化手段之一, 通过将 BIM 模型与施工进度计划相结合, 利用动画制作软件制作施工过程动画, 以动态的形式展示市政道路施工的全过程, 包括各工序的施工顺序、时间节点和施工工艺等。虚拟现实 (VR) 技术则可以为施工人员和管理人员提供沉浸式的体验, 通过佩戴 VR 设备, 使他们仿佛置身于施工现场, 更加直观地感受施工环境和施工过程, 有助于发现潜在问题, 优化施工方案。此外, 还可以利用增强现实 (AR) 技术, 将虚拟的 BIM 模型信息与现实的施工现场相结合, 为施工人员提供实时的施工指导和信息提示, 提高施工的准确性和效率。

5 BIM 技术在市政道路施工中的多场景应用实例

5.1 设计阶段: 方案优化与验证

在某市政道路新建项目的设计阶段, 设计团队运用 BIM 技术建立了道路三维模型。通过 BIM 模型, 设计人员可以直观地展示道路的平面线形、纵断面设计、横断面布置以及与周边环境的关系, 方便与建设单位进行沟通和交流, 及时了解建设单位的需求和意见, 对设计方案进行调整和优化。同时, 利用 BIM 模型的碰撞检查功能, 对道路结构与地下管线、周边建筑物等进行碰撞检测, 发现并解决了多处设计冲突问题, 避免了施工过程中的设计变更, 节约了施工成本和工期。例如, 在道路与地下排水管线的交叉处, 通过碰撞检查发现原设计存在管线碰撞问题, 及时调整了管线走向和标高, 确保了设计方案的合理性和可行性。

5.2 施工阶段: 进度管控与风险应对

在另一市政道路改造项目的施工阶段, 施工单位采用 BIM 技术进行施工进度管理和风险控制。首先, 根据施工进度计划, 将 BIM 模型与进度管理软件相结合, 建立了施工进度 4D 模型 (三维模型 + 时间维度)。通过 4D 模型, 施工管理人员可以实时查看施工进度的实际情况与计划进度的对比, 及时发现进度偏差。当发现某路段基层施工进度滞后时, 通过对 BIM 模型的分析, 找出了影响进度的原因

是材料供应不及时和施工人员调配不合理。随后,施工单位及时调整了材料采购计划和人员安排,加快了施工进度,确保了项目按时完成。同时,利用 BIM 模型对施工过程中的安全风险进行模拟和分析,提前识别出了深基坑支护、桥梁吊装等作业环节存在的安全隐患,并制定了相应的安全防护措施和应急预案,有效保障了施工安全。

5.3 运维阶段:设施管理与维护决策

在市政道路投入使用后的运维阶段,BIM 技术同样发挥着重要作用。某城市主干道在建成后,运维单位利用施工阶段建立的 BIM 模型,结合物联网技术,实现了对道路设施的智能化管理。通过在道路关键部位安装传感器,实时采集道路的沉降、裂缝、交通流量等数据,并将这些数据与 BIM 模型进行关联分析。当发现某路段出现路面沉降异常时,运维人员可以通过 BIM 模型快速查看该路段的地下结构信息,分析沉降原因,制定合理的维护方案。同时,利用 BIM 模型的可视化功能,运维人员可以直观地了解道路设施的分布情况和运行状态,提高了设施管理的效率和准确性,为道路的长期安全运行提供了有力保障。

6 BIM 技术应用面临的挑战与突破策略

6.1 技术瓶颈与应对之策

目前,BIM 技术在应用过程中存在一些技术瓶颈。一方面,不同 BIM 软件之间的数据兼容性较差,导致数据在不同软件之间传递时容易出现丢失或格式不兼容的问题,影响了项目各参与方之间的协同工作。另一方面,现有 BIM 软件的功能还不能完全满足市政道路施工复杂场景的需求,如在复杂地形条件下的道路建模、特殊结构的模拟分析等方面还存在一定的局限性。为解决这些问题,需要加强 BIM 技术标准的制定和统一,推动不同软件之间的数据接口开发,实现数据的无缝传输和共享。同时,鼓励软件开发商针对市政道路施工的特点和需求,不断完善和拓展 BIM 软件的功能,开发更加专业化、个性化的 BIM 软件插件和模块,提高 BIM 技术在市政道路施工领域的适用性和实用性。

6.2 成本制约因素与化解途径

BIM 技术的应用需要投入大量的资金,包括软件购买费用、硬件设备升级费用、人员培训费用等,这对于一些规模较小的企业来说是一笔不小的开支,在一定程度上制约了 BIM 技术的推广应用。为降低 BIM 技术的应用成本,企业可以根据自身实际情况,制定合理的 BIM 技术应用规划,分阶段、分步骤地推进 BIM 技术的应用,避免一次性大规模投入。同时,政府可以出台相关扶持政策,对应用 BIM 技术的企业给予财政补贴、税收优惠等支持,鼓励企业积极采用 BIM 技术。此外,行业协会和企业之间可以加强合作,

共同开发和共享 BIM 技术资源,降低企业的应用成本,提高 BIM 技术的应用效益。

7 未来展望

随着信息技术的不断发展和创新,BIM 技术在市政道路施工领域的应用前景十分广阔。未来,BIM 技术将与人工智能(AI)、大数据、云计算等新兴技术深度融合,进一步提升其智能化水平和应用价值。例如,利用人工智能技术对 BIM 模型中的数据进行分析和挖掘,实现施工过程的智能预测和决策;通过大数据技术对市政道路施工过程中的海量数据进行处理和分析,为项目管理提供更精准的支持;借助云计算技术实现 BIM 模型的云端存储和共享,提高项目各参与方之间的协同效率。同时,随着国家对绿色建筑和可持续发展的重视,BIM 技术在市政道路施工中的绿色施工管理、节能减排等方面的应用也将得到进一步加强,推动市政道路施工向更加绿色、环保、智能的方向发展。

8 结语

本论文对基于 BIM 技术的市政道路施工可视化仿真进行了深入研究,通过分析 BIM 技术的原理、发展现状以及市政道路施工可视化仿真的重要意义,详细阐述了基于 BIM 技术的可视化仿真实现路径,并结合实际应用案例展示了 BIM 技术在市政道路施工各阶段的应用效果。同时,针对 BIM 技术应用面临的挑战,提出了相应的解决策略,并对其未来发展趋势进行了展望。研究表明,BIM 技术在市政道路施工可视化仿真中具有显著的优势,能够有效提高施工效率、质量和安全管理水平,促进项目各参与方之间的协同工作。然而,目前 BIM 技术在市政道路施工领域的应用还存在一些问题和挑战,需要政府、行业协会、企业和高校等各方共同努力,加强技术研发和人才培养,完善相关政策和标准,推动 BIM 技术在市政道路施工中的广泛应用和发展,为我国市政道路建设事业的发展提供有力的技术支持。

参考文献

- [1] 宋森华.BIM 在道桥施工中作为信息载体的应用研究[J].中国市政工程,2020(02).
- [2] 许文质.BIM 技术在市政工程施工管理中的应用研究[J].中国建设信息化,2023.
- [3] 刘想.BIM 技术在市政道路施工中的实践应用探讨[J].中国科技期刊数据库 工业 A,2023.
- [4] 陈英杰,王俊平,魏敬徽等.基于 BIM 的建筑工程进度编制及优化研究[J].现代电子技术,2022,45(13):67-72.
- [5] 章超平,吴艳凤.BIM 管理平台在市政项目中的应用[J].城市建筑空间,2022,29(01):250-252.