

BIM 技术在城市道路旧路面再生利用中的应用研究

万阳永¹，王永超²，鞠祥宇³

(1. 北京中昌工程咨询有限公司青岛分公司，山东 青岛 266000;

2. 青岛森茂常源生态建设有限公司，山东 青岛 266400;

3. 北京中昌工程咨询有限公司青岛分公司，山东 青岛 266000)

摘要 随着城市化进程不断加快，城市道路建设及维护的需求也不断攀升，旧路面的再生利用成为核心要点。本研究聚焦 BIM 技术在城市道路旧路面再生利用中的应用，探究其在旧路面数据收集与建模、方案设计优化、施工过程仿真、质量把控及后期养护管理等方面的应用优点和实施办法，通过案例分析说明，BIM 技术能够提升旧路面再生利用的效率与质量，为城市道路建设的可持续发展提供有力支撑，具有重要的实践意义以及推广价值。

关键词 城市道路；旧路面再生利用；BIM 技术；可持续发展

中图分类号: TP3; U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.023

0 引言

随着城市化进程的不断推进，交通基础设施建设需求日益增长，大量旧路面处理成为迫切需要解决的难题。传统路面处理办法既消耗资源，又影响周边环境，旧路面再生利用凭借其经济、环保等优点备受关注。BIM 技术作为先进的信息化管理手段之一，可完成道路工程全生命周期的数字化管控，将该技术应用到城市道路旧路面再生利用中，可处理传统路面处理方法信息不明朗、协调性欠佳等问题，提高旧路面再生利用整体成效，推进城市道路建设向智能化、绿色化和可持续健康发展。

1 BIM 技术与城市道路旧路面再生利用概述

1.1 BIM 技术的概念与特点

建筑信息模型技术 (Building Information Modeling, BIM) 是依靠数字化三维模型的综合管理系统，将工程项目的多样信息进行整合，构建包含建筑、结构、设备等多方面信息的三维数据库。BIM 技术具备可视化、协调性、模拟性、优化性以及可出图性等特性。可视化可以将抽象设计理念借助三维模型直观地呈现，方便工程建设各参与方理解与沟通相关设计详情；协调性可化解不同专业间的冲突，提高工作效率；模拟性可对施工、运营等情况做模拟分析，预先发现问题并

制定处理方案；优化性结合项目实际对设计方案做调整与完善；出图性可实现工程图纸和报表的输出，为项目实施提供依据。

1.2 城市道路旧路面再生利用的意义与实际现状

城市道路旧路面实施再生利用有显著的经济和环境效益，通过减少新路面材料的用量，减少建设成本支出，削减废弃物处理开支，节约自然资源，减少对生态的破坏。但旧路面再生利用实际实施中面临再生技术普及度不高、再生质量不稳定的问题，应加大政策扶持力度，普及成熟的再生工艺，强化质量监管，推进产学研深度结合，加速实现技术标准制定与施工规范更新，完善财政与金融激励机制，推进示范工程实施。

1.3 城市道路旧路面再生利用采用 BIM 技术的必要性

传统城市道路旧路面再生利用途径存在信息分散、管理效率低下等问题，各方的信息沟通存在障碍，易引发决策上的失误和资源的浪费，采用 BIM 技术可有效处理这些问题，各参与方可借助 BIM 模型实时分享旧路面信息，如病害状态、材料特性等。方案起始设计阶段，BIM 技术能开展多方案的对比与优化，提高设计的科学性及合理性；施工开展期间，能实现进度、质量、安全的实时监督控制，保证施工质量和进度。

作者简介: 万阳永 (1993-)，男，本科，工程师，研究方向：城市轨道交通项目管理。

2 BIM技术在旧路面数据采集与建模过程中的应用

2.1 旧路面数据采集方法

BIM建模的基础是旧路面数据采集。常用方法为现场勘察、无损检测以及历史资料收集。现场勘测利用全站仪、水准仪等测量仪器去获取路面几何尺寸、平整度、高程、坡度等信息；无损检测技术可检测路面内部的病害，如裂缝、空洞等；收集有关道路设计图纸、施工记录、养护报告等历史资料^[1]，可对数据采集进行补充。BIM技术将激光扫描、无人机影像、地质雷达等多个源头的的数据融合，可构建高精度的三维模型，还原路面形态和地下格局，识别裂缝、沉陷、空洞等病害，为道路结构分析、病害诊断与养护决策提供精准的凭据。

2.2 基于BIM的旧路面三维模型构建

充分收集旧路面数据后，通过专业的BIM软件构建三维模型。依据测量的路面几何数据构建路面基础三维模型，将无损检测所检测出的病害信息添加到模型中，采用不同颜色或符号表示不同的病害，构建直观精准的旧路面三维BIM模型，为方案设计、分析及路面施工、养护提供参考^[2]。模型可实现多专业协同配合、施工过程全流程信息集成与共享，优化施工工艺与材料配置，提高决策的科学水平。基于BIM技术与大数据模型，可精准模拟施工进度进而预测成本，提高项目管控水平。

2.3 数据采集与建模的质量控制

为保障旧路面数据采集与建模的质量，需建立严格的质量控制体系。数据采集阶段，按一定周期校准检查测量仪器，保证数据采集精准可靠；采用高精度传感器加实时监测技术，提高数据的稳定性；对无损检测设备操作人员开展专业培训，使操作流程更规范，提高检测结果的准确性。在模型构建的过程中，确定统一的建模标准及规范，明晰数据格式、坐标系统及参数的设定，保障模型具备一致性与准确性。采用多级审核制度，对模型开展交叉验证及实地比对，即刻修正差错和偏差，保障数据采集与建模成果科学实用。

3 BIM技术在旧路面再生利用方案设计优化中的应用

3.1 基于BIM模型的再生利用方案设计

借助构建好的旧路面BIM模型开展再生利用方案的优化设计操作，按照路面病害的类型、分布情形和交通荷载要求，评价厂拌热再生、就地热再生、冷再生等技术的适用性。在BIM环境里对各再生工艺施工流程及其结构层变化动态模拟，对材料参数、层厚和结构组合做出科学调整。预估再生路面的力学性能、

平整度与耐久性。集中工程量统计、材料消耗、施工周期与成本的各项数据，实施多方案筛选和经济性对比分析，通过BIM三维可视化功能，直观呈现各方案的实施成效和长期特性，辅助决策者选择最佳的再生方案，提升旧路面改造的质量和效率。

3.2 多方案比选与优化

利用BIM技术对多个再生利用方案实施比选及优化，综合评估不同方案在技术、经济和环境方面的可行性、合理性及影响，选定最佳方案。在技术可行性方面，分析路面病害处理效果以及再生后路面的性能指标^[3]；在经济合理性方面，将建设成本、运营成本等作比较；在环境影响方面，对资源消耗与环境污染状况进行评估。通过BIM模型开展模拟分析，优化调整相关方案，实现最优的综合效益。

3.3 方案设计与优化中的协同工作

旧路面再生利用方案设计与优化涉及多专业和多部门协同。BIM技术可以为参与各方打造集成化协同平台，实现设计、施工、管理信息的可视化共享和实时动态更新。设计单位按照施工单位现场条件及工艺反馈，即时优化再生工艺以及结构层设计；施工单位凭借模型预先发现施工难点，如模拟摊铺及压实这两个工序，提高作业的精准水平；业主借助BIM平台对进度、成本、质量加以监控，支撑科学决策的实施。各参与方在统一模型环境下开展协同工作，减少信息断层与沟通差错，提高方案的可行性与实施效率，推动工程精细化、智能化，实现工程效益最大化。

4 BIM技术在旧路面再生利用施工中的应用

4.1 施工进度模拟与管理

采用BIM技术对旧路面再生利用施工环节实施进度模拟，将时间维度（4D）与三维模型相融合，构建可直观展示的施工进度管理平台。在BIM模型中添加各工序持续的时间、施工顺序及资源需求，设定进度规划，开展摊铺、铣刨、再生处理等关键环节的动态模拟，呈现各阶段时间的安排及作业事宜。施工期间即时采集现场数据，更新模型所呈现的进度状态，把实际进度与计划进度相比较，若发现进度滞后需及时分析原因，优化资源布局或调整工序的衔接。通过运用BIM技术实现进度把控，提高施工效率与组织协调水平，保证项目按计划高质量完工。

4.2 施工质量控制与安全管理

在施工质量控制方面，BIM技术可以将质量标准以及验收规范嵌入模型构件属性里，实现数据可视化的管控。施工人员借助移动终端查看工序质量要求、材料参数以及验收节点，如将无人机与物联网传感器结

合到一起^[4]。BIM平台将关键部位进度和质量进行对比,自动对偏差进行预警并生成整改明细。针对安全管理,运用BIM技术做施工前的安全模拟,找出高处作业、机械碰撞等风险隐患,提升施工方案安全系数。现场智能安全警示标识与BIM模型实施联动,施工人员可以通过扫码,从而获取施工区域风险提示、应急行动措施和个人防护要求,提升安全交底实效,实现施工现场质量安全管控精细化和智能化升级。

4.3 施工资源管理

借助BIM技术可实现施工资源的有效管理,将材料、设备、人员等资源信息整合进BIM模型,和施工进度计划(4D模拟)建立起关联,实现资源需求动态估算及可视化管控。依照工程进度安排资源进入的时间、数量和堆放处,优化现场的空间布局。实时采集现场数据和模型进行对照,对材料消耗情况、设备运行和人力投入进行监控,及时调整和优化方案,减少物资闲置与浪费。

5 BIM技术在旧路面再生利用后期养护管理中的应用

5.1 基于BIM技术的道路养护信息管理系统

开发基于BIM技术的道路养护信息管理系统,把旧路面再生后的养护信息和三维BIM模型进行关联,实现全生命周期的信息管理数字化。系统集成路面病害的类别、分布位置、严重程度、养护记录以及维修方案相关数据,可实现多维度查询与可视化展示。养护人员在BIM模型里点击路段,可查看结构层的实际状态、检测具体时间、病害演变趋向和历史维修细节。系统采用数据分析算法,依据交通荷载、气候情况和病害发展走向,预测路面性能的衰减态势,生产预防性养护计划且作出预警,提高养护决策的科学性与响应效率,促使公路养护向数字化、智能化阶段发展。

5.2 养护方案制定与优化

依托道路养护信息管理系统数据和BIM模型开展养护方案的制定与优化,实现病害信息空间可视化及数据的关联互动。基于路面损伤程度、病害类型和交通荷载等条件,适配预防性、修复性养护技术,筛选适宜的养护材料。借助BIM平台对不同方案施工过程进行模拟,考量技术可行性、结构耐久性与全生命周期经济性,采用比选和成本效益分析找出最优方案,养护工作实施结束后,把检测得出的数据反馈系统,实施BIM模型的更新,实现养护策略闭环式管控与持续优化。

5.3 预测性养护与决策支持

基于BIM技术和养护信息管理系统数据,能实现预测性的养护实施,对路面结构、交通荷载、气候环

境和历史病害等多源数据进行集成分析,建立路面性能退化的预测模型。利用模型预估未来病害的类型、发展速度与分布走向,规划预防性养护的时机及方案,提高养护的前瞻性与针对性^[5]。系统将预测结果、材料老化规律与全生命周期成本相结合,评估维修、罩面、重建这些策略的经济性与耐久性,辅助管理者实施决策。经由BIM平台模拟养护计划及比选备选方案,推动养护从被动应对转向主动管控,延长道路使用寿命,减少养护费用和社会通行成本。

6 结束语

本研究聚焦BIM技术在城市道路旧路面再生利用场景中的应用实践展开系统性探讨,明确BIM技术与旧路面再生工艺融合的技术价值及现实必要性。在数据采集与建模阶段,本研究明确了数据的标准化采集方法与参数化建模流程,保障基础数据与BIM模型的一致性、可靠性。在方案设计与优化阶段,依托BIM模型的参数化模拟与多专业协同设计平台,开展再生方案的多维度比选,实现决策过程的量化支撑;同时通过BIM技术的4D施工模拟、实时进度追踪、质量安全预警及资源动态调配功能,提升项目全流程管控效率,降低决策偏差与资源浪费风险。在后期养护阶段,基于BIM系统构建的路面性能监测,实现养护方案的智能生成、动态优化与预测性维护,推动道路养护模式从“被动修复”向“主动预防”转变,通过全周期性能数据的积累与分析,有效延长路面服役寿命。当前BIM技术在该领域的应用仍面临技术标准体系不完善、跨主体应用能力不均衡等现实挑战。未来,应健全BIM技术在旧路面再生领域的专项标准规范,提升不同主体的协同应用水平,扩大与新兴技术的融合应用,加大全生命周期应用的深化力度,实现城市道路旧路面再生工程的提质增效,助力城市交通系统的可持续发展。

参考文献:

- [1] 闻文,黄佳兴.基于BIM技术的路面智能化设计优化研究[J].现代工程科技,2025,04(18):57-60.
- [2] 杨沛进.老旧公路路面再生技术在养护中的应用研究[J].全面腐蚀控制,2025,39(08):232-234.
- [3] 邓岩涛.路面再生技术在旧路改造工程设计中的应用探讨[J].数码设计(电子版),2024(05):40-42.
- [4] 危达成.高速公路路面再生料技术研究[J].运输经理世界,2024(29):43-45.
- [5] 高世强.浅谈路面基层再生技术在公路工程中的运用及未来发展前景[J/OL].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(11)[2024-11-01].<https://www.cqvip.com/doc/journal/1000004213395>.