

基于 BIM 的交通基础设施智慧建造管理

张宪辉

山东高速建设科技有限公司, 山东省济南市, 250014;

摘要: 本文深入研究基于 BIM 的交通基础设施智慧建造管理。首先阐释 BIM 技术的定义, 即基于数字化三维模型的综合管理系统, 其原理是整合建筑全生命周期信息实现信息化管理, 并介绍其可视化、协调性等特点与优势。进而分析该技术对交通基础设施建造管理的重要性: 设计阶段提升方案精度、减少专业冲突; 施工阶段优化资源配置、降低返工率; 运维阶段提高设施管理效率。接着详细探讨在设计阶段的协同设计与优化、施工阶段的进度管理与质量安全管控、运维阶段的设施管理与应急管理等具体应用。同时指出当前存在参与方认知不足、专业人才匮乏、技术标准不统一、模型安全防护薄弱等问题, 提出加强培训、完善标准、强化安全管理及政策激励等解决策略。研究表明, BIM 技术能实现各阶段信息共享与协同, 显著提升工程质量、工作效率并降低成本, 未来与新技术融合将推动行业向智能化方向持续发展。

关键词: BIM 技术; 交通基础设施; 智慧建造管理; 应用策略

DOI: 10.69979/3029-2727.25.10.046

在国家大力推进交通强国建设的背景下, 交通基础设施规模不断扩大, 工程复杂度日益提升, 传统建造管理模式在应对设计冲突、施工低效、运维滞后等问题时渐显乏力。BIM 技术作为一种集成化的数字化管理工具, 凭借其三维可视化、多专业协同、全周期模拟等独特优势, 为交通基础设施智慧建造管理提供了全新解决方案。本文聚焦基于 BIM 的交通基础设施智慧建造管理, 旨在系统梳理 BIM 技术的应用价值与实践路径。通过分析 BIM 技术在设计、施工、运维全生命周期各环节的具体应用场景, 深入剖析当前应用中存在的认知、人才、标准及安全等方面的问题, 并针对性地提出解决策略, 为行业从业者提供理论参考与实践指导, 以推动交通基础设施建设向更智能、更高效、更可持续的方向发展, 助力实现交通基础设施高质量建设与管理的目标。

1 BIM 技术概述

1.1 BIM 技术定义与原理

BIM 是一种基于数字化三维模型的综合管理系统, 它通过创建包含建筑全生命周期信息的三维模型, 实现对工程项目的信息化管理。其原理是将各种建筑信息整合到一个模型中, 包括几何信息、物理信息、施工信息等^[1]。这些信息以数据的形式存储在模型中, 不同参与方可以根据权限访问和修改相应信息, 实现信息的实时共享和协同工作。例如, 设计师可以在模型中进行建筑设计, 施工人员可以根据模型进行施工进度安排和资源调配, 运维人员可以利用模型进行设备管理和维护。

1.2 BIM 技术特点与优势

BIM 技术具有可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等特点。可视化是指 BIM 模型可以以三维立体的形式展示工程项目, 使参与方直观地了解项目的外观和内部结构。协调性体现在不同专业之间可以通过 BIM 模型进行协同设计和施工, 避免设计冲突和施工矛盾^[2]。模拟性能够对工程项目进行各种模拟分析, 如施工进度模拟、日照模拟、能耗模拟等, 为决策提供依据。优化性可根据项目的目标和约束条件对设计方案进行优化。可出图性则可以根据 BIM 模型生成各种施工图纸和报表^[3]。这些特点使得 BIM 技术在交通基础设施建造管理中具有显著优势, 能够提高工作效率、降低成本、提升工程质量。

2 基于 BIM 的交通基础设施智慧建造管理的重要性

2.1 提高设计质量

在交通基础设施设计阶段, 传统二维设计存在明显局限: 平面图纸难以直观呈现立体结构, 复杂节点的空间关系易被忽略, 导致设计冲突、尺寸偏差等问题频发, 后续返工成本高昂。而 BIM 技术的三维可视化特性, 能将桥梁、隧道等复杂工程以立体模型完整呈现, 设计师可直观审视方案细节, 通过碰撞检测功能自动识别结构、机电等专业间的设计矛盾, 提前规避管线交叉冲突等隐患。

借助 BIM 的模拟分析能力, 可对设计方案进行多维

度验证：在桥梁设计中，通过有限元分析模块模拟结构受力、抗震性能，优化梁体截面与配筋方案；在道路设计中，模拟车辆行驶轨迹与视距范围，调整曲线半径与坡度参数。同时，各专业团队基于同一模型协同作业，实时共享设计变更，确保道路、给排水、电力等系统设计的协调性，从源头提升设计精度与工程安全性。

2.2 优化施工管理

施工阶段作为交通基础设施建设的核心环节，其管理水平直接决定工程进度、质量与成本。基于 BIM 的智慧建造管理可实现全流程精细化管控：通过构建 4D 进度模型（3D 模型+时间维度），将施工计划与实际进度实时关联，直观呈现偏差节点，如桥梁桩基施工滞后时，系统自动预警并辅助调整资源分配，确保工期可控。

质量管理中，BIM 模型承载的材料参数、工艺标准成为施工基准，作业人员可扫码查看构件施工规范，质检员通过模型比对现场实体，快速定位钢筋间距超标、混凝土强度不足等问题。安全管理上，利用 BIM 模拟高支模坍塌、深基坑滑坡等危险场景，提前规划防护设施位置与逃生路线，并嵌入工人培训模块，通过 VR 体验强化安全意识，显著降低事故发生率。

2.3 提升运维水平

交通基础设施运维是贯穿全生命周期的长期任务，需精准把控设施状态与维护节奏。BIM 技术通过构建包含全量信息的数字孪生模型，为运维管理提供动态数据支撑。运维人员可直接从模型调取桥梁结构参数、道路基层材料特性等核心数据，结合传感器实时传回的沉降、裂缝等监测数据，生成针对性维护方案。例如，针对高速公路路面养护，模型能关联历年车流量、荷载分布数据，精准预测病害发展趋势，提前规划铣刨重铺或裂缝修补的时间窗口。

在设备管理层面，BIM 模型整合了隧道通风系统、桥梁伸缩缝等构件的安装日期、保修期限、历次维修记录等信息，形成可追溯的电子台账。当设备接近更换周期时，系统自动推送预警，避免因部件老化引发故障。同时，通过模型定位设备物理位置，能快速调度维修人员携带适配配件到场，将平均故障修复时间缩短 30% 以上，显著提升运维效率与设施可靠性。

3 基于 BIM 的交通基础设施智慧建造管理在各阶段的应用

3.1 设计阶段应用

3.1.1 协同设计

在交通基础设施设计过程中，涉及多个专业和部门，

如道路、桥梁、隧道、给排水等。BIM 技术可以实现各专业之间的协同设计。不同专业的设计师可以在同一个 BIM 模型中进行设计工作，实时共享设计信息^[4]。例如，在城市轨道交通设计中，线路设计师可以在模型中确定线路走向和站点位置，结构设计师可以根据线路信息进行车站结构设计，机电设计师可以进行设备安装设计。通过协同设计，可以避免不同专业之间的设计冲突，提高设计效率和质量^[5]。

3.1.2 设计优化

交通基础设施运维是长期任务，需精准把控设施状态与维护节奏。BIM 技术构建的数字孪生模型提供动态数据支撑，运维人员可调取结构参数，结合传感器监测数据生成维护方案，如高速公路路面养护中，模型关联车流量等数据，预测病害趋势并规划养护时间。设备管理上，模型整合构件安装日期等信息形成电子台账，设备接近更换周期时自动预警，通过模型定位设备可快速调度人员与配件，缩短故障修复时间 30% 以上，提升运维效率与可靠性。

3.2 施工阶段应用

3.2.1 进度管理

基于 BIM 的进度管理可以实现施工进度的可视化和动态控制。通过将施工进度计划与 BIM 模型进行关联，创建施工进度模型。在施工过程中，实时更新模型中的进度信息，将实际进度与计划进度进行对比分析。如果发现实际进度滞后，可以及时调整施工计划和资源调配。例如，在桥梁施工中，可以根据进度模型合理安排施工顺序和施工时间，确保桥梁按时完工。

3.2.2 质量安全管控

在质量管理方面，BIM 模型可以作为质量控制的标准和依据。施工人员可以根据模型中的质量要求进行施工操作，质量管理人员可以利用 BIM 模型进行质量检查和验收。例如，在混凝土施工中，可以通过 BIM 模型检查混凝土的浇筑位置、强度等参数是否符合要求。在安全管理方面，BIM 技术可以模拟施工过程中的危险场景，如高处坠落、物体打击等，提前制定安全防范措施。同时，可以利用 BIM 模型进行安全教育培训，提高施工人员的安全意识^[6]。

3.3 运维阶段应用

3.3.1 设施管理

BIM 技术为交通基础设施设施管理提供全面信息支撑。运维人员可通过 BIM 模型直观掌握设施的三维结构、材料强度、荷载极限等性能参数，结合实时监测数据制定动态维护计划。例如，公路桥梁运维中，依据模型记

载的梁体配筋、支座类型及使用年限，精准确定半年一次的裂缝检测或三年一次的结构探伤周期，并匹配针对性维修方案。同时，利用BIM模型建立资产数据库，详细记录路灯、护栏等设施的采购时间、供应商、价格及历次维修记录，实现全生命周期可追溯，显著提升管理的精准性与效率。

3.3.2 应急管理

交通基础设施运维中，地震、洪水、交通事故等突发事件时有发生，BIM技术可高效支撑应急管理。通过构建包含地质数据、结构参数的应急预案模型，能动态模拟各类突发事件的扩散路径及处置流程。例如隧道火灾时，模型可结合烟感报警定位起火点，同步调取通风系统布局、消防栓分布等数据，生成带实时路况的疏散路线图，标注避险通道与救援设备位置。同时，依据模型中应急物资储备量、周边救援力量分布信息，智能匹配调配方案，缩短资源到位时间，为应急指挥提供全链条数据支持，最大限度降低人员伤亡与财产损失。

4 基于BIM的交通基础设施智慧建造管理存在的问题与解决策略

4.1 存在的问题

当前，基于BIM的交通基础设施智慧建造管理在实践中面临多重阻碍。部分参与方对BIM技术的价值认知不足，仍固守传统管理模式，施工企业尤为明显，因担心投入产出比，不愿斥资引进软件与培训人员，导致技术应用难以推进。同时，行业内BIM专业人才匮乏，既懂工程管理又精通建模的复合型人才稀缺，操作层面常因技术生疏影响模型精度。此外，技术标准与规范尚未统一，各厂商软件数据格式差异大，模型在设计、施工环节传递时易出现信息丢失。更值得关注的是，BIM模型存储大量项目核心数据，却缺乏成熟的安全防护机制，数据泄露或恶意篡改风险居高不下，严重威胁项目安全。

4.2 解决策略

针对上述问题，需多维度推进解决。加强BIM技术宣传培训，通过案例研讨会、实操课程等形式，邀请专家解析技术价值与应用场景，提升参与方认知与技能。加快统一技术标准规范，明确数据格式、接口协议等要求，推动软件厂商兼容适配，保障信息顺畅传递。强化模型安全防护，采用数据加密、分级访问控制等技术，建立操作审计机制，防范泄露与篡改风险。政府及行业协会可出台补贴政策，对应用BIM的企业给予资金支持，将技术应用纳入项目评审指标，激励企业主动投入，加

速智慧建造管理落地。

5 结论与展望

5.1 结论

基于BIM的交通基础设施智慧建造管理对行业发展意义重大。在设计阶段，其三维可视化与协同功能提升了方案精度，减少了专业冲突；施工阶段通过进度模拟与质量管控，优化了资源配置，降低了返工率；运维阶段借助全生命周期数据支撑，提高了设施管理效率。整体而言，BIM技术实现了各阶段信息共享与协同，显著提升了工程质量、工作效率，降低了成本。但当前应用中，技术认知不足、标准不统一、安全防护薄弱等问题仍存，需通过强化培训、完善规范、加强安全管理等措施突破瓶颈。

5.2 展望

未来，BIM技术与物联网、大数据、人工智能的融合将重塑交通基础设施建造管理模式。物联网实时采集的施工数据与BIM模型联动，可实现现场动态管控；大数据对项目全周期数据的深度挖掘，能为决策提供精准依据；人工智能结合BIM模型实现进度自动推演、风险智能预警，推动管理自动化。这种多技术融合将加速建造过程的智能化转型，促进绿色施工技术应用与全生命周期可持续管理，为交通基础设施高质量发展注入新动能。

参考文献

- [1] 侯佳雨. 基于BIM技术的建筑工程管理优化研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (24): 124-126.
- [2] 胡建海. BIM技术在现代建筑工程项目管理中的应用[J]. 智能城市, 2018, 4(08): 68-69.
- [3] 罗彬. 实例探析BIM在建筑方案设计阶段的应用要点[J]. 建材与装饰, 2017, (31): 115-116.
- [4] 李鹏. BIM技术在全过程工程造价管理中的应用研究[J]. 房地产世界, 2021, (05): 54-56.
- [5] 黄慧, 黄晓玲. BIM技术在装配式建筑施工管理中的应用探讨[J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(01): 84-86.
- [6] 张永凯. BIM技术在高层建筑工程安全管理中的应用[J]. 智能建筑与智慧城市, 2023, (05): 83-85.

作者简介：张宪辉（1999.04.16-），性别：男，民族：汉，籍贯：山东省聊城市莘县，学历：本科，目前职称：初级，研究方向：建筑工程。