

# BIM 技术在道路设计中的应用探讨

文 / 王伟 合肥市规划设计研究院

**摘要:** BIM (Building Information Modeling) 技术作为一种创新的数字化设计与管理工具,正在道路设计领域展现出巨大的应用潜力。本文旨在探讨 BIM 技术的核心特征、应用思路及其在道路设计中的具体应用,包括地形地势分析、道路设计、管线管网设计及方案比选等方面。通过 BIM 技术的应用,旨在为道路建设提供科学依据和技术支持。

**关键词:** BIM 技术; 道路设计; 应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.098

## 引言

随着城市化进程的加速和交通需求的不断增长,道路设计面临着越来越多的挑战。传统的道路设计方法往往依赖于二维图纸和手工计算,难以全面、直观地展示道路的空间形态和周边环境,限制了设计效率和质量的提升。BIM 技术的出现,为道路设计带来了革命性的变革。BIM 技术通过构建三维信息模型,将道路设计过程中的各类信息集成于同一平台,实现了设计的数字化、智能化和可视化,为道路设计提供了全新的思路和方法。

### 一、BIM 技术的核心特征

BIM 通过三维建模实现对项目全生命周期的可视化展示,从初步设计到施工再到运维阶段,所有相关信息都能在一个统一的平台上进行管理和共享。这种三维建模不仅限于几何形状的表现,还包括材料属性、结构性能等多方面的数据,为设计人员提供了更为全面的视角。不同专业之间可以无缝对接,例如道路工程师、结构工程师和交通规划师可以在同一个平台上协作,确保各个专业的设计意图得到充分沟通和协调。这种跨专业的协同工作模式显著减少了设计冲突和变更次数,提高了工作效率。此外,BIM 模型中包含的时间维度(4D)和成本维度(5D),使得项目进度计划和预算控制变得更加精确。通过将时间轴与模型相结合,可以动态模拟施工过程,优化施工顺序和资源配置;而成本维度则帮助管理者实时监控资金流动情况,确保项目在预算范围内顺利推进。通过对大量历史数据和当前项目的综合分析,可以预测潜在风险并提出相应的解决方案。例如,在道路设计过程中,利用 BIM 模型可以对交通流量、地形地貌以及地质条件进行全面评估,识别出可能影响施工质量和安全的关键因素。同时,借助虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术,设计师能够身临其境地体验设计方案的效果,及时发现并修正不合理之处。这些功能大大提升了设计的科学性和合理性,有助于提高最终建成道路的安全性和使用效率<sup>[1]</sup>。

### 二、BIM 技术的应用思路

#### (一) 促进应用平台标准化

在建筑信息模型(BIM)技术的应用中,标准化不仅有助于提升工作效率,还能确保不同项目参与者之间的

数据兼容性和协同操作性。通过建立统一的 BIM 标准,可以明确规定各参与方在项目生命周期中的角色和责任,以及需要遵循的具体规范和流程。这包括但不限于数据格式、文件命名规则、建模精度要求等方面。当所有团队成员都使用相同的标准进行工作时,能够显著减少由于沟通不畅或理解差异导致的问题。此外,标准化还有助于提高项目的透明度和可追溯性,使得每个决策都有据可查,便于后续审计和评估。为了实现这一目标,行业内需要不断加强对 BIM 标准的研究和推广,打造一个开放共享的技术生态系统,政府及相关行业协会也应发挥积极作用,出台相关政策法规以支持和引导 BIM 技术的发展方向,目前安徽省已印发《关于推进建筑信息模型技术应用的实施意见》建标规(2024)4号,推动建筑业数字化转型。

#### (二) 整合工作流程

在道路设计中,整合工作流程是实现高效、高质量项目交付的关键。BIM 技术通过集成多种工具和平台,将各个阶段的工作无缝连接起来,确保信息的连续性和一致性。具体而言,整合工作流程可以分为几个关键步骤:规划与初步设计、施工图设计、施工管理以及运维阶段。在规划与初步设计阶段,BIM 技术帮助团队建立一个全面的三维模型,该模型不仅包含地形地貌信息,还涵盖了交通流量分析、环境影响评估等多方面数据。通过这一模型,设计师能够直观地了解项目的整体布局,并进行多种方案的比较和优化。例如,在选择最佳路线时,可以通过模拟不同路径下的交通流量分布,找出最符合实际需求的设计方案。同时,利用地理信息系统(GIS)数据,结合 BIM 模型,可以对周边环境进行全面评估,识别出可能存在的风险点,如地质不稳定区域或生态敏感地带,从而制定相应的应对措施。进入施工图设计阶段后,设计师可以在三维模型基础上添加更多细节,包括道路结构、排水系统、照明设施等。这些元素不仅可以单独设计,还能与其他专业领域(如电气工程、给排水工程)紧密结合,形成一个高度协调的整体。通过碰撞检测功能,可以提前发现并解决各专业之间的冲突问题,避免了传统二维图纸中常见的设计错误和重复修改。施工管理阶段,BIM 技术在此发挥了重要作用,通过引

入4D(时间维度)和5D(成本维度)模型,实现了施工进度计划和成本控制的精细化管理。项目经理可以根据BIM模型动态模拟施工过程,合理安排资源分配和工序衔接,确保各项工作按计划有序推进。例如,在复杂交叉路口或桥梁施工中,可以利用BIM模型精确计算出每一步骤所需的时间和材料,优化施工顺序,减少不必要的等待和返工现象。同时,借助移动设备和云端平台,现场管理人员能够实时获取最新信息,及时调整施工策略,提高现场执行力。运维阶段是道路生命周期中的重要组成部分,也是检验项目成功与否的关键环节。通过将竣工后的BIM模型与实际运营数据相结合,可以实现对道路设施的全生命周期管理。例如,利用传感器网络收集的道路使用情况、交通流量、环境变化等数据,可以直接反馈到BIM模型中,帮助管理者做出科学决策。对于日常维护工作,可以通过BIM模型快速定位故障点,制定维修计划,并跟踪维修效果<sup>[2]</sup>。

### (三) 加强数据管理

随着道路工程规模日益庞大且复杂程度不断增加,所涉及的数据量呈爆炸式增长趋势。如何有效地收集、存储、处理并利用这些海量数据成为亟待解决的重要课题。在数据收集方面,需制定严格的质量控制措施,确保输入到BIM系统中的每一条信息都是准确可靠的。这意味着需要建立详细的数据采集标准和流程,确保所有参与方都遵循相同的规范进行数据录入。例如,可以通过引入自动化数据采集工具和技术手段,减少人工操作带来的误差,并通过实时监控和反馈机制及时发现和纠正错误。此外,还可以设立专门的数据质量审核团队,负责对收集到的数据进行二次检查和验证,确保数据的完整性和一致性。针对不同类型的数据应采取相应的存储策略,如采用分布式数据库架构以提高访问速度和安全性。同时,为了保障数据的安全性,必须采用多层次的安全防护措施,包括但不限于身份认证、权限管理、数据加密等技术手段。借助先进的数据分析工具和技术手段,可以从庞杂的数据集中挖掘出有价值的信息,辅助决策制定过程。可以利用机器学习算法对大量项目数据进行模式识别,找出影响工程质量、进度和成本的关键因素,并据此优化设计方案和施工计划。此外,还可以通过大数据分析技术实现对施工现场的实时监控和预警,及时发现潜在隐患并采取相应措施加以解决。例如,通过对传感器数据的实时分析,可以监测道路边坡的健康状况,预防安全事故的发生<sup>[3]</sup>。

### (四) 注重成果审核

在整个项目实施过程中,无论是阶段性成果还是最终交付物,都需要经过严格的审查程序以确保其符合既定标准和客户要求。首先,应设立专门的审核小组负责监督各项工作进展,定期检查各类文档资料是否齐全完整,各项指标是否达标。其次,在审核过程中要充分考虑不同利益相关者的反馈意见,尤其是那些直接关系到

用户体验的部分,如空间布局合理性、视觉效果美观度等。此外,还可以引入第三方评测机构进行独立评估,从客观公正的角度出发给出专业建议。值得注意的是,审核不仅仅是发现问题的过程,更是改进和完善的机会。因此,一旦发现任何偏差或不足之处,应及时组织相关人员讨论解决方案,并迅速采取行动加以纠正。最后,为了持续提升审核效率和准确性,还需要不断优化审核流程,探索新的技术和方法,如自动化检测工具的应用等。

## 三、BIM技术在道路设计中的应用

### (一) 分析地形地势

在道路设计过程中,利用BIM技术,工程师能够创建精确的三维地形模型,这不仅包括地面高程信息,还涵盖了地质结构、土壤类型及植被分布等多方面数据。通过这些详细的信息,可以全面了解项目区域内的自然条件,为后续设计提供坚实基础。具体而言,在分析地形时,首先需要获取准确的地理信息系统(GIS)数据,并将其与BIM模型相结合。这种集成方式使得地形特征得以可视化展示,有助于识别潜在的风险点如滑坡、泥石流等地质灾害易发区。此外,借助先进的模拟工具,可以在不同条件下测试地形对道路建设的影响,例如降雨量变化如何影响排水系统的设计。同时,地形分析还能帮助优化道路线路规划,确保所选路径既能满足交通需求又能最大限度减少对自然环境的破坏。对于复杂地形地段,BIM技术提供的虚拟现实(VR)功能允许设计师身临其境地体验设计方案的实际效果,从而做出更为科学合理的决策。不仅如此,通过对地形数据的深入挖掘,还可以预测未来可能发生的地基沉降或位移情况,提前采取预防措施避免安全隐患。

### (二) 做好道路设计

通过BIM平台,设计师能够在三维环境中进行详细的道路几何设计,包括路线走向、车道宽度、转弯半径等参数设定。相较于传统二维图纸,三维模型能更直观地展示道路的空间布局及其与周围环境的关系,便于发现并解决平面图中难以察觉的问题。例如,在交叉路口设计时,利用BIM技术可以模拟车辆行驶轨迹,评估视距是否满足安全要求;在桥梁设计方面,能够精确计算承重能力并优化结构形式以降低成本。此外,BIM技术支持多专业协同工作,使道路设计师、结构工程师、给排水设计师等各方能够在同一平台上共享信息,及时沟通协调,减少因误解导致的设计变更,实现精细化设计。特别是在大型复杂项目中,这一特性尤为重要,因为它有助于提高工作效率,缩短设计周期。值得注意的是,BIM模型不仅仅是静态的设计成果展示,还可以动态更新,随着项目推进不断调整和完善。这意味着任何设计修改都会立即反映在整个模型中,所有相关人员都能同步获取最新信息。另外,通过引入实时交通流量数据分析,设计师可以基于实际使用需求优化道路断面布置及交口渠化组织方式,提升道路通行效率和服务水平。

(三) 管线管网设计

在传统设计方法下，各类地下管线如供水、排水、燃气、电力等往往独立绘制，缺乏统一协调机制，容易造成施工冲突和安全隐患。而借助BIM平台，可以将所有相关管线整合到一个三维模型中，实现全方位可视化。这样一来，设计师能够清晰查看各管线之间的相对位置关系，提前规避可能存在的碰撞风险。例如，在综合管廊设计中，通过BIM软件模拟不同管线铺设顺序，确定最佳施工方案；针对复杂节点部位，利用精细化建模技术进行局部放大处理，确保每一处细节都符合规范要求。此外，BIM技术还支持与其他专业系统的无缝对接，如与GIS系统结合，能够实时获取周边环境信息，辅助管线路由选择；与物联网（IoT）设备相连，则可实现远程监控和故障预警功能，提升运维管理水平。值得一提的是，随着城市化进程加快，地下空间资源日益紧张，如何高效利用有限空间成为亟待解决的问题。BIM技术凭借其强大的数据分析能力，可以帮助优化管线布局，减少占用面积，释放更多地面空间用于绿化或其他公共设施建设<sup>[4]</sup>。

(四) 方案比选设计

方案比选设计是道路工程项目前期研究阶段的重要

组成部分，BIM技术在此环节展现出独特优势。面对多种可行的设计方案，传统做法通常是制作大量二维图纸进行对比分析，耗时费力且难以全面考量各方面因素。而采用BIM技术后，设计师可以快速生成多个三维模型，每个模型代表一种不同的设计方案。通过直观的视觉呈现，业主及相关利益方能够更容易理解各方案的特点及优劣之处。例如，在比较不同路线走向时，可以从行车舒适度、土地利用效率、环境保护、工程造价等多个维度进行全面评估；对于桥梁结构形式的选择，可以通过仿真模拟测试其抗震性能、经济成本等关键指标。更重要的是，BIM平台支持实时数据更新，一旦某个方案发生调整，所有相关参数都会随之自动更新，确保比选结果始终基于最新信息。此外，借助虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，还可以让参与者亲身体验各个方案带来的实际效果，增强决策过程的参与感和透明度。值得注意的是，在进行方案比选时，除了技术层面考量外，还需充分考虑社会经济影响因素，如拆迁安置成本、居民出行便捷性等。BIM技术通过集成多源数据，为综合评价提供了可靠依据，有助于找到最优解决方案。传统方法与BIM技术在方案比选中的对比如表1所示。

表1 传统方法与BIM技术在方案比选中的对比

对比维度	传统方法	BIM技术应用	BIM技术优势
模型生成	依赖二维图纸，手动绘制多方案图纸	快速生成三维参数化模型，支持多方案迭代	可视化强，减少重复劳动，提高效率
数据维度	单一技术参数（如长度、造价）	多维度数据集成（技术、经济、环境、社会）	支持综合评估，全面覆盖项目需求
动态更新	调整方案需重新绘图，更新周期长	参数化联动，实时更新模型与数据	确保决策基于最新信息，减少误差
仿真分析	有限分析（如静态荷载计算）	多场景仿真（抗震、交通流量、环境影响）	精准模拟真实场景，降低后期风险
利益方参与	图纸理解门槛高，沟通效率低	3D可视化+VR/AR沉浸式体验	提升各方参与感，透明化决策流程
社会经济评估	需额外调研，数据分散难以整合	多源数据集成（拆迁成本、居民出行链数据）	量化社会影响，支持经济性最优方案选择

结语

综上所述，通过BIM技术，可以实现道路设计的精细化、智能化与可视化，提高设计效率与质量。未来，随着BIM技术的不断发展和完善，其在道路设计中的应用将更加广泛和深入。应继续加强BIM技术的研究和应用，推动道路设计领域的数字化转型和智能化升级，为城市交通建设和可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

[1] 李金武. BIM技术在公路工程设计中的应用分

析[J]. 科技经济导刊, 2021(10): 60-61.

[2] 王潇. 市政路桥设计中BIM技术的应用[J]. 科技创新与应用, 2020(15): 84-85.

[3] 龙运泉, 刘远明. BIM技术在道路工程设计中的应用与发展[J]. 中国勘察设计, 2020(11): 92-95.

[4] 黄毓民. 基于BIM在城市道路设计中的应用研究[J]. 低碳世界, 2017(35): 274-275.

作者简介: 王伟(1991-09), 男, 工程师, 学士, 主要研究方向: 市政道路及公路工程设计。