

基于 BIM 技术的城市快速路设计分析

邓殿才¹ 隋云刚² 甘英聪³

1. 浙江环宇建设集团有限公司; 2. 浙江环宇建设集团有限公司; 3. 上海城建信息科技有限公司

摘要: BIM技术可以为城市快速路设计提供可视化、模拟性、协调性以及优化性的设计, 能够帮助城市快速路设计分析复杂的地形环境, 进行空间布局调整等, 具有极高的应用价值。基于BIM技术的城市快速路设计, 可以利用其在可视化展示、地质分析、视距分析、碰撞检测等方面的技术优势, 对道路设计方案进行分析和规划, 克服传统设计流程中的困难, 提高设计质量水平。为了更好的发挥BIM技术优势, 在进行城市快速路设计时, 也要关注BIM技术应用中的有效优化措施, 使其能够提供更精准、可靠的建模, 提高协同设计水平。

关键词: BIM技术; 城市快速路; 设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.06.100

本文主要围绕绍兴市快速路的设计实操进行简要分析, 绍兴智慧快速路在2019至2022年间, 获得了国内外工程类大奖共计17项, 包括全球工程建设卓越基础设施三等奖, 中勘协“创新杯”特等奖, 图学学会“龙图杯”一等奖等各类奖项。基于本项目成果, 还申报了浙江省工程建设标准《市政道路桥梁信息模型应用标准》, 以及绍兴市地方标准《绍兴市智慧快速路数字化建设标准》。本项目的成功经验, 各大主流媒体争相报道, 副省长亲自批示, 绍兴市长肯定称赞, 要将BIM应用于市政工程全寿命期管控的优秀经验于全省推广。

一、城市快速路设计

(一) 城市快速路概述

城市快速路是快速公路, 一般具有双向四车道以上规模, 在道路中央有分隔带, 全部或部分区域采用立体交叉方式控制出入, 能够保证车辆连续行驶, 提高交通运输效率。城市快速路的技术指标较高, 在设计时需要结合城市地形地貌条件、城市规模、发展规划等具体情况进行设计, 因此设计难度比较高^[1]。此外, 城市快速路作为城市交通系统的重要组成部分, 还需要与其他交通道路保持良好的联系, 满足城市交通运输的需求。

(二) 城市快速路设计要点

①设计时速

城市快速路一般分为主路系统和辅路系统, 主路系统车速一般为60km/h、80km/h、100km/h, 辅路系统车速一般为30—40km/h, 此外城市快速路还包括匝道, 匝道的车速一般为30—40km/h^[2]。时速是城市快速路设计的重点, 目前很多城市的城市快速路设计速度为80km/h, 而在实际进行时速设计时, 往往需要考虑快速路所衔接的地点, 快速路所处的位置等信息, 科学的设计时

速, 从而达到快速通行的目的。

②断面布置

城市快速路的断面设计要与城市道路规划保持一致, 目前比较常用的包括整体式和分离式两种。整体式断面与城市主路、辅路以及两侧建筑地坪保持在同一平面, 而分离式则采用错层的方式进行设计^[3]。整体式和分离式断面适用的情况不尽相同, 整体式断面一般适用于规划红线较宽的城市新区, 而城市中心区域由于空间有限可以通过分离式设计进行道路规划。

③立交选型

城市快速路通常与城市主要环线、交通干道或机场等区域相连接, 在连接时立体交叉选型影响着其设计的科学性。城市快速路的立交选型种类较多, 在实际选择时需要考虑的内容也比较多, 比如立交选型需要保证满足交通功能, 遵循实用、经济、美观的原则进行设计。立交应该设计紧凑、布局合理, 并尽量减少占地, 从而节约工程造价, 在造型设计上立交还应该追求简洁流畅的线条、轻巧美观的外观, 打造良好的城市名片^[4]。而不同地区城市的立交方案设计, 都需要根据本地区交通量、衔接地点进行详细规划。

④上下匝道布置

城市快速路的上下匝道是沟通高架道路与地面道路的重要结构, 能够实现车流转换, 保证交通运输效率。在城市快速路设计时, 若地面道路为快速干道或主干道, 则应该设计接地匝道, 并且考虑到车辆上下高架的情况, 合理设计匝道缓解地面交通压力。匝道的布置数量要与高架道路服务能力相匹配, 避免数量过多或过少影响交通运输效率。

⑤地面交通组织

地面交通组织也是城市快速路设计需要考虑的要点。快速路的高架地面交通容易受到高架桥墩、匝道净高、视距等因素的影响, 因此在进行城市快速路设计时, 必须要考虑地面交通组织的科学性。在规划红线范围内, 应尽可能拓宽交叉口路口宽度, 增加进口道车数, 设置转向专用车。在设计时还需要对交叉口车辆行驶轨迹最小半径等进行设计, 确保其行驶安全可靠。

(三) BIM技术在快速路设计中的应用特点

BIM技术是一种具有可视化、协调性、模拟性的技术条件, 能够为城市快速路设计提供统一、通用的管理模式, 极大的提升各方协调的效率。BIM技术能够通过BIM管理平台作为载体, 进行资料收集与沉淀; 通过与GIS等技术的结合, 实现快速路全方位、全视角可视化处理; 通过与移动互联网、云平台、大数据等技术的

结合，构建数字化管理系统，从而高效处理海量信息；BIM结合物联网技术，能够实现远程在线管控。在实际应用中，BIM全寿命周期管理平台不局限于设计阶段进行前期的方案管理、评审以及设计人员使用，可以从城市快速路工程的全寿命周期出发，将业主、施工、监理等不同参建单位纳入统一的管理模式中，从而发挥更高的价值。借助BIM模型的信息载体，GIS等空间信息技术，能够准确描述快速路工程中各类信息，建立规范的数据结构，通过对信息的管理、查询、利用，第一时间掌握项目设计与施工态势，避免了数据收集迟缓和沟通效率低下等问题。

二、基于BIM技术的城市快速路设计策略

（一）可视化展示

城市快速路设计中BIM技术能够进行可视化展示，将快速路的BIM模型与场地模型相融合，真实反映快速路的建设特点以及道路周边情况，从而保证设计的科学性。BIM技术可以通过模拟性与可视化条件，将城市快速路的道路结构用模型的方式构建出来，搭建三维模型，让平面设计方案立体化，从而将道路错综复杂的空间关系展示出来，辅助设计人员完成快速路的主路、辅路、匝道等设计，保证设计的准确性与设计效率，满足设计需求^[5]。运用BIM技术时，其可视化特点也可通过与LumenRT系统相结合，进行模型的漫游展示，将场地模型与建筑模型相结合，在漫游展示中对快速路的设计状况，快速路与周边场景的适应性等进行分析，及时发现和纠正快速路设计中不合理内容，提升设计的科学性^[6]。

（二）视距分析

视距是城市快速路设计中重要安全指标，BIM技术可用于城市快速路的视距分析，便于设计者更加科学的设计视距。BIM技术具有较强的模拟与仿真能力，在BIM技术支持下，设计人员可在城市快速路模型基础上进行视距分析与模拟，通过驾驶员视角模拟，分析不同视距范围内道路的基本情况，了解高架布设中是否存在视线盲点、障碍物等情况，以便进行道路的优化设计^[7]。BIM技术的视距分析可以准确校核视距范围内的各项信息，根据视距分析结果，设计人员可以对道路线型、高架桥布设方案等进行调整和优化，确保城市快速路的视距合乎规范，能够满足安全行驶的需求。

（三）碰撞检测

BIM技术可帮助设计人员进行碰撞检测，便于设计人员对快速路复杂的立交系统进行分析，从而保证道路建设的安全可靠。相较于常规平面设计，BIM技术不仅可以构建三维模型，进行道路基本结构的立体展示，也可引入相关参数进行碰撞检测，而设计人员根据碰撞检测结果，可以对设计图纸中碰撞冲突、错漏碰缺等情况进行分析，及时发现快速路设计图上的问题，及时进行纠正。BIM技术在碰撞检测中的应用，有利于减少设计

变更，极大的保证了设计的合理性，能够避免快速路立交系统中空间冲突问题，降低了工程设计失误率，具有良好的应用价值。在具体应用BIM的碰撞检测时，设计人员也需要从客观实际出发，围绕城市快速路的道路、桥梁、地下管线等各项信息，进行综合分析，确保碰撞检测的科学性，规避设计上的冲突碰撞，保证设计合理。

（四）方案对比

城市快速路设计中可运用BIM技术进行方案对比，从中提取最优设计方案，保证道路设计的经济、实用、安全。BIM技术的三维可视化可以对快速路的整体结构进行建模，并结合设计内容进行材质、场景等添加，可以对现场的光照、季节等进行模拟分析，便于了解不同季节、气候条件下城市快速路结构的特点，综合优选各种设计方案^[8]。BIM技术的模拟性与可视化，极大的提高了快速路设计方案对比的效率，能够在常规分析快速路高架结构的强度、性能等是否合适的前提下，对快速路的整体造型、外观情况等进行分析 and 比较，从而选出更加符合城市形象的快速路设计方案。BIM技术在城市快速路方案对比中应用，能帮助进行方案优化，有利于提高项目决策的效率。

（五）信息汇总

城市快速路工程建设规模较大，工程复杂度高，在设计与建设中的一大痛点就是海量数据资料管理问题。常规通过纸质文件进行管理时，资料的查找效率较低，需要专业资料员进行人工汇编和整理，且有一定出错概率，影响工程设计和建设质量。而BIM全寿命周期管理平台能够借助信息化方式，在移动端实现资料报送，在第一时间记录一手消息。城市快速路设计中运用BIM技术，能够以BIM作为信息载体，将不同项目、不同单位的资料进行及时归档管理，便于其后续利用和调阅。BIM全寿命周期管理平台在数据管理上的优势，极大的提升了业主的管理效率。

（六）高效协同工作模式

BIM技术是一种具有协调性的技术，在城市快速路设计中应用可以构建多方协同的工作模式，确保不同参建方各司其职、高效协同。在城市快速路设计过程中，BIM全寿命周期管理平台可以打造统一的管理模式，保证在工期紧张、人手有限的条件下进行高效率管理，各部门可以通过BIM管理平台进行汇报与信息沟通，能够促进项目的高效率管理。BIM技术中规范的数字化质量报验流程、数字化安全巡检流程、安全文明在线整改流程等，能够为工作人员的工程设计提供良好条件，便于及时发现问题，通知责任人进行整改，提高快速路工程的设计质量。

（七）3D孪生技术

BIM技术在城市快速路建设中可以通过3D引擎无缝融合各类数据，打造精确的设计模型，实现模型的可

查询、可互动、可更新。利用BIM技术建造的快速路数据模型，能够及时将施工进度、安全、预制生产等信息汇总，使其与模型进行挂接，运用3D可视化手段进行表述，既保证了快速路设计的科学性，也为其施工建设奠定了良好的基础。通过BIM+GIS数字孪生技术，能够形成城市快速路设计的3D可视化，并可用于项目的日常管理和动拆迁、重点工程方案评选等环节，能够避免传统模式下表述不直观、描述不精准的问题。

（八）业务数字化管控

BIM技术可以实现城市快速路设计的数字化管控，并对快速路施工进度、质量、安全、预制生产、跟踪审计等进行分析，能够实现项目的全方位覆盖，保证其在生命周期内的建设质量。BIM技术可根据项目建设期间的重点业务内容，提供进度管理、质量报验、安全巡查、预制排产、跟审记录等功能，能够实现各项业务的数字化统一管理，在线推进流程闭合，通过建筑信息与BIM平台的绑定，借助BIM技术实现数字化产业沉淀，提升工程的设计水平与建设质量。

（九）物联网在线监管

BIM技术在城市快速路设计中可通过物联网系统进行在线监管。在城市快速路的BIM全寿命周期管理平台中，可通过视频监控、环境监测、结构监测、无人机巡检等内容的接入，对工程建设现场进行远程监控，设计人员能够根据物联网的在线监控及时了解现场情况，进行更加精准的设计。施工单位在进行实际施工时，可实现超限报警和趋势预判，保障施工过程安全性。此外，物联网+3D的模式可以配合日常远程督察，在线发出整改通告，减少快速路建设中的各类矛盾，提高监管效率。

（十）智能辅助决策

BIM技术所提供的全寿命周期管理平台能够为城市快速路设计与建设提供智能辅助决策，通过对信息的全方位汇集和分析，可对项目进度、质量管控、人员履职、现场环境等，通过驾驶舱、3D等运用可视化方式表达，便于做出准确决策。业主通过BIM全寿命周期管理平台，能够客观了解项目总体态势、工作计划，并做出更加准确的判断与决策。

三、BIM技术下城市快速路设计优化措施

（一）BIM技术与GIS结合应用

GIS技术是空间信息分析中比较重要的技术条件，能够对地理分布数据进行综合研究，通过计算机系统对数据的采集、储存、运算、分析，得出准确的地理信息内容^[9]。BIM技术在城市快速路设计中应用，必然需要对地形地质等条件进行分析，还需要了解周边的建筑特点、城市管线分布等情况，而GIS与BIM技术的结合，可以提升BIM技术应用的效率，帮助其快速整理所需的地理信息，提高道路设计的效率。BIM与GIS的联动也可用在快速路改造上，在新老交接段设计中建立高精度倾斜

摄影模型，降低数据测量误差，通过设计模型精确匹配坐标与高程，保证设计的准确性。

（二）精准化与高精度模型构建

BIM技术应用效果与技术条件存在密切联系，想要在快速路设计中更好的运用BIM技术，也需要不断优化其应用条件，为道路设计方案提供更加准确、丰富的数据信息，对建筑模型进行标准化拆分，确保建模的精准性。设计人员应该不断完善BIM平台中项目级内容，对BIM应用实施要求、模型分类编码、各类命名规范等进行标注，尤其关注BIM模型交付的详细信息与标准，确保构件开发遵循统一标准，保证工程模型建设的规范性。

结束语

BIM技术在城市快速路设计上应用可以为设计工作提供便捷条件，能够高效率地完成道路方案规划，可对设计协调性与安全性进行分析，从而确保设计的可靠。应用BIM技术进行城市快速路设计，可以发挥BIM技术在可视化、模拟性、协调性以及优化性等方面的优势，也应该善于分析BIM技术与其他技术联合应用的效果，打造更精准的道路工程。在BIM技术不断发展的背景下，城市快速路设计效率不断提高，有助于提高城市交通质量，进而推动城市发展进步。

参考文献

- [1] 吴平, 贾雯丽. 城市快速路智慧化设计与研究[J]. 城市道桥与防洪, 2023, 16(10): 28-32+13.
- [2] 李希. 基于运行速度的城市快速路限速值评估优化方法[J]. 福建建筑, 2023, 24(10): 115-119.
- [3] 徐立兴. 城市快速路功能定位和出入口设置——以石家庄为例[J]. 城市道桥与防洪, 2022, 17(12): 28-31+12.
- [4] 陈毅超. 城市快速路近远期结合设计的研究[J]. 科学技术创新, 2022, 28(32): 129-132.
- [5] 李健, 贲庆国. BIM技术辅助城市快速路设计及协同管理应用[J]. 中国建设信息化, 2022, 06(18): 44-47.
- [6] 王秀明. BIM技术在城市快速路设计中的应用研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2022, 14(02): 84-89.
- [7] 王健, 陈威, 陈心梦. BIM技术与城市快速路改造设计的融合应用研究[J]. 建设科技, 2021, 25(Z1): 75-78.
- [8] 丁健华, 张方晴. 城市快速路改造工程BIM技术应用研究[J]. 交通科技, 2020, 19(06): 68-71.
- [9] 李健. BIM辅助城市快速路设计及协同管理应用[J]. 福建交通科技, 2020, 24(01): 27-29+43.
- [10] 陈冬燕, 薛彦平, 陈春羽等. 基于BIM技术的城市快速路概念设计初探[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(02): 207-209.