

基于 BIM 的城市道路快速化改造正向协同设计方法研究

周佳羽, 彭晓宇, 殷芯越, 鞠达
东南大学成贤学院, 江苏 南京 210088

摘 要 : 我国城市化进程不断加快, 道路的快速化改造趋势日益明显。受城市内复杂环境的影响, 针对快速路改造项目对设计提出的更高要求, 文章选用广联达数维道路设计软件的创新技术手段来提升设计品质, 进行了城市道路快速化改造项目的正向设计。本次研究是通过 BIM 技术实施指南对开发路东延工程进行拆分和命名, 进行正向设计建立项目模型, 制定专业协同方案, 以直观的呈现设计全过程, 发挥其专业协同优势, 实现快速路改造项目设计阶段数据的有效传递, 利用此次设计过程, 总结了使用 BIM 技术进行正向设计的流程及优点。

关 键 词 : BIM 技术; 正向设计; 道路设计

Research on the Forward Collaborative Design Method of Urban Road Rapid Transformation Based on BIM

Zhou Jiayu, Peng Xiaoyu, Yin Xinyue, Ju Da
Chengxian College, Southeast University, Nanjing, Jiangsu 210088

Abstract : China's urbanization process is accelerating, and the trend of rapid transformation of the road is increasingly obvious. Influenced by the complex environment in the city, in view of the higher requirements of the expressway reconstruction project, this article selects the innovative technical means of the digital road design software to improve the design quality, and carries out the forward design of the urban road rapid reconstruction project. This research is through the BIM technology implementation guide to development road east extension project split and named, forward design project model, develop professional collaborative scheme, with intuitive present the design process, play its professional synergy, realize the effective transmission of expressway transformation project design stage, using the design process, summarizes the use of BIM technology for forward design process and advantages.

Keywords : BIM technology; forward design; road design

引言

城市道路快速化改造的核心意义在于提升城市交通效率, 改善居民出行条件, 促进区域经济发展。通过改造路基或桥梁形式、立交及匝道等形式, 不仅改变了道路本身, 更重要的是把群众的幸福生活带进“快车道”。

城市化道路的快速发展离不开设计软件辅助。目前, 我国大部分快速路设计以 CAD 软件为主, 但其局限性在于: 设计面较小、对环境影响因素考虑不周全、工作人员经验和设计思路实现的准确性低。这些问题将导致设计和实际施工结果不符的情形, 带来如交叉口拥堵的, 容易造成资源和人力成本的浪费, 以及对城市交通不能起到缓解作用^[1]。所以即使道路设计更加规范化, 仍然需要转变设计理念, 结合新方法去解决当前问题。因此, 考虑对快速路改造项目采用基于 BIM 的正向协同设计。这是一种基于数字化建模平台的设计方法, 旨在通过建立一个一体化的建模数据库, 将建筑设计、结构设计等各专业领域的信息整合到一起, 再用数字化建模平台、自动化的数据管理和更新等功能实现设计过程的高效协同^[2]。

基金项目: 东南大学成贤学院大学生创新训练计划项目 (项目编号: XXQ2024015), 东南大学成贤学院青年教师科研发展基金 (项目编号: z0032)。

作者简介

周佳羽 (2002.12-) 女, 浙江杭州人, 汉族, 本科, 学生, 研究方向为土木工程

彭晓宇 (2003.12-) 男, 山东德州人, 汉族, 本科, 学生, 研究方向为土木工程

殷芯越 (2002.02-) 女, 江苏南京人, 汉族, 本科, 学生, 研究方向为电子科学与技术

鞠达 (1988.10-) 女, 山东聊城人, 汉族, 硕士, 讲师, 从事道路工程研究

一、工程概况

本次以某市快速化改造工程为研究项目,该项目采用主六辅六的高架式快速路形式,主线设计时速80km/h、上下匝道设计时速40km/h,项目设计内容包括平面设计、纵断面设计、横断面设计和互通段设计。项目主线为双向6车道,辅路采用双向6车道。

二、BIM建模

将快速路工程分为路线、道路、互通段、桥梁立交以及附属设施,通过BIM工具分别对各部分进行建模设计,使用广联达数维道路协同工作平台和工程信息管理平台相结合的方式。运用其全面的协同设计、校审、项目管理等功能,将不同开发设计阶段进行内容模型文件的检入、检出、参考等操作。管理平台可以满足管理人员对设计任务的发布,设计人员角色分工和操作权限设置,实时查看开发进度和设计资料进行评估,满足多个专业协同作业并及时沟通,提高开发效率和提前发现设计过程中存在的风险^[3]。

在出入口布设方面,着重综合考虑规划路网、相交道路功能、交通量、建设条件、出入口间距等因素,本段共设置出入口1对,为上下匝道,通过出入口的设置保证项目路与沿线相交道路的交通转换。项目进行快速化改造后,快速主线连续通行,为连续流;辅道与主要道路信号平交,次要道路右进右出接入辅道,人行过街结合沿线平交道口进行组织。

本项目周围环境复杂,沿线道路和河流数量较多、地下管线布置复杂、存在不良地质作用和地质灾害。在开始使用广联达数维道路设计软件建模之前,首先需要进行项目准备,包括确定项目的目标 and 需求,收集相关的设计资料和数据,以及与项目团队进行沟通和协调。在这个阶段,还需要确定建模的范围和级别,以及项目的文件夹结构和命名规范。

(一) 利用BIM技术进行平面设计

在平面设计过程中,设计人员利用广联达数维道路设计的查询功能,实时查看设计要素信息,如圆曲线的半径和长度、缓和曲线长度等信息。在设计时可以直接查看设计道路在实地之中的效果,可以看到道路侵占土地的具体范围,确保道路设计不超出规划红线,更加直观,使设计更加合理和高效。按照公路几何设计的专业特点和有关规范要求,对平面设计成果进行是否符合规范检查及合理性提示^[4]。

根据本项目的建设标准及项目特点,制定了以下的平面设计原则:

(1) 路线线位应根据道路红线线位布设。

(2) 根据市总体规划,本标段沿线开发程度较高以居住用地、工业用地为主,商业用地为辅。周边分布有广陵产业园。应合理采用技术指标,尽量减少拆迁。

(3) 本标段沿线被交道路4条,其中主干路2条,次干路2条。沿线有2条主要河流和1座桥梁,应保持平曲线形的均衡和连续,以及与相邻段落的衔接。

(4) 道路平面设计应根据道路等级合理地设置交叉口、沿线

建筑物的出入口、停车场出入口、分隔带断口、公共交通车站位置等。

最终,该路段均为现状道路,线位以拟合老路为主。起点顺接原有道路互通桥梁预留接口,主线在现状大桥两侧分幅通过,在东侧合并为整体式高架向东延伸。设置上下匝道两处,分别设置2条匝道。全线最小平曲线半径为400m,满足主线80km/h设计速度要求,半径小于2000m的平曲线设置了满足规范要求的缓和曲线。

(二) 利用BIM技术进行纵断面设计

考虑周边环境和未来扩展开发,城市道路快速化改造工程采用主辅路设计方案。该软件可以导入我国道路设计规范,完成要求标段中BIM模型构建,满足规范,完整构建出整个道路的位置信息、路面情况、高程信息等。并且在同一纵断面图中可以实现多条纵断面设计线的同时创建。在互通立交设计上,可进行智能接坡,自动设计匝道衔接位置的纵坡。本项目纵断面各项指标均满足设计规范要求。

纵断面线形设计主要受到现状以及规划道路地面标高、沿线地块地坪标高、河道规划梁底标高、设计排涝水位等控制,根据物探成果,开发路东延沿线现状市政管线有:雨水管道、污水管道、给水管道、中压燃气管道、弱电管线。且根据“江苏省志·地质矿产志”的“江苏省水文地质分区略图”,本工程场地位于长江下游平原水文地质区(Ⅲ)-长江三角洲平原水文地质亚区(Ⅲ1),本区是三角洲相沉积主体部位,水文地质条件与长江三角洲发育历史有密切关系,本区松散岩类在350米深度内可分潜水、承压含水层组。

因此纵断面设计主要考虑控制条件如下:

1. 纵断面设计应参照城市规划控制标高,并适应临街建筑立面布置及沿线范围内地面水的排出。

2. 为保证行车安全舒适,纵坡应平缓。快速路系统对指标要求较高,有条件时应选用较高的指标,并注意线形连续,指标均衡。

3. 机非混合行驶的车行道,宜按非机动车爬坡能力设计纵坡度。

4. 纵断面设计应对道路沿线地形、地下管线、地质、水文、气候和排水要求综合考虑。

(1) 路线经过水文地质条件不良地段时,应抬高路基标高以保证路基稳定。

(2) 道路纵断面设计要妥善处理地下管线覆土的要求。道路的最小纵坡应大于或等于0.3%,否则应加密雨水篦子或采取其他排水设施^[5]。

(三) 利用BIM技术进行横断面设计

完成平面设计和纵断面设计后,在遵循规划的基础上,根据道路在区域路网中的功能定位,合理优化横断面布置,满足交通需求,考虑实行人车分流,近、远期结合,以达到提高道路通行能力的目的。遵循规划,以市总体规划为基础,根据道路等级、功能定位,使道路能满足设计年限交通需求的前提下,预留远期改造的空间^[6]。建立分层路基模型,结合实际施工情况将路基进行分割。按照主路段路线里程,设计横断面形成三维模型,

达到满足设计工程量和施工过程要求。可以进行参数约束、路廊对象管理、模板编辑等实现道路变化,实现横断面动态查看^[7]。

同时,广联达数维道路设计软件通过 BIM 技术和一体化设计,也有效解决了道路设计中的空间冲突问题。软件通过简单易用、专业高效的方式进行路、桥、隧设计,专业数据依据设计规范驱动模型创建、联动修改,符合国内标准规范和设计习惯,从而减少了设计过程中的空间冲突。它也具有一体化协同的作用,将道路、桥梁、隧道、交通工程、管线等基于一个底层平台,数据天然互通,可深度融合。这种一体化协同的工作方式有助于在设计阶段就考虑到各元素之间的空间关系,减少后期可能的空间冲突^[8]。

(四) 利用 BIM 技术进行互通段设计

互通段设计,特别是在公路路线互通式交叉设计中,涉及到多个方面的考虑,包括横断面的设计、匝道的高程设计、超高过渡段的设计等。这些设计要素的实现,很大程度上依赖于协同工作的有效进行。协同设计的核心在于建立统一的设计标准,涵盖图层、颜色、线型和打印样式等方面,以确保所有设计专业及其人员能够在同一平台上进行协作设计。这种协作模式有效地减少了各专业之间因沟通不畅或信息传递不及时而引发的错误、遗漏、冲突或缺失,从而实现了所有图纸信息的统一性,确保一处修改能够自动反映到其他相关部分,进而提升设计的效率和质量^[9]。

在本项目设计中,2条匝道与主线相连接,1条匝道与地面道路连通。利用数维道路设计软件,准确设计鼻端桩号及半径,对互通段加宽道路可准确设计,利用 BIM 技术,使互通段线位协调美观,对于互通段要求极为严格的高程数据也可以直接查看,保证了数据连贯科学。

在互通段设计中,协同工作的重要性体现在以下几个方面:

1. 减少错误和遗漏:通过协同设计可以减少因为信息不同步或沟通不畅导致的错误和遗漏,确保设计的准确性和完整性。
2. 提高效率:统一的平台和标准使得设计过程更加高效,减少了重复工作和不必要的修改。从而节省了时间和资源。
3. 优化设计质量

三、BIM 正向设计应用

城市道路快速化改造工程中的道路设计复杂多样,设计互通立交、高架桥等多种结构形式。BIM 正向设计研究通过定制符合我国规范要求的参数化横断面模板,结合精准的三维基础环境,快速完成道路 BIM 设计。和传统纸面作图相比,借助 BIM 可进行路线方案技术性、经济性比较,可更加直观地评价桥梁经济指标、施工工期、视觉效果、景观效果等。同时也能进行碰撞检查,准确测量道路与周围构造物之间的空间关系、道路净空、净宽等数据,从而及时发现设计中不同专业的数据冲突,避免因图纸问题影响施工^[10]。

例如广联达数维道路软件可以将整个三维模型按照各专业进行分块,各专业按照自己负责进行最终校审。可以实现拆分和组合模型,并用于不同 BIM 软件数据传输和转换,校审的同时建设

方和施工方可以提前拿上模型进行下一阶段设计和应用。同时,道路及附属设施等均采用构件方式实现建模,为带构件编码的“数字化”设计成果,这种设计方法有助于在设计阶段就考虑到空间布局 and 结构合理性,避免后期施工中的空间冲突。

四、结束语

BIM 正向设计是一种基于数字化技术的建筑设计方案,它将传统的建筑设计、施工、运维等流程数字化,形成一条完整的 BIM 流程。BIM 正向设计通过统一设计信息、提高计算效率、提升设计质量和实现信息共享,能够显著提高工程项目的质量和效率。

(一) 技术特点

1. 统一设计信息: BIM 正向设计将传统 CAD 2D 技术产生的离散数据,通过 BIM 软件处理,变为统一的设计信息,使设计更加容易、可靠,并具备快速迭代的能力。
2. 提高计算效率: BIM 正向设计调用现有模型和计算器,节省设计人员的计算时间提高计算速度和质量。
3. 提高设计质量: BIM 正向设计通过模拟实际情况,帮助设计团队更好地理解设计理念,从而提高设计质量,增强工程可行性。
4. 信息共享: BIM 正向设计实现数据的可视化,并通过共享服务实现信息的共享,使多个团队成员能够同时查看设计信息,提升项目协同效率。

(二) 应用效果

1. 提高设计效率: BIM 正向设计通过参数化、自动化等技术手段,显著提高了设计效率,缩短了设计周期。
2. 提升设计质量: BIM 正向设计通过模拟实际情况,帮助设计团队更好地理解设计理念,提升设计质量,减少设计错误。
3. 实现信息共享与协同: BIM 正向设计实现数据的可视化与共享,使多个团队成员能够同时查看设计信息,提升项目协同效率。

参考文献

- [1] 陈彬. 分析市政道路设计的现状及改进设计对策 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017(5):913.
- [2] 陈兴飞: 基于 BIM 的市政快速路正向协同设计方法研究 [J]. 建筑机械, 2024, (08): 213-216.
- [3] 肖宇. BIM 正向设计在高速公路改扩建工程中的应用 [J]. 福建交通科技, 2023, (12): 122-126.
- [4] 湖南宸瀚信息科技有限公司: 一种基于区块链技术的群组产品协同设计数据协同系统 CN202111219394.6, 2021-10-20.
- [5] 《城市道路设计规范》CJJ 37-1990, CSIC-CJJ, 1991-03-04.
- [6] 陈泰中: 公路 BIM 三维正向设计应用与研究 [J]. 四川水力发电, 2024, 43(01): 132-137.
- [7] 王国荣. 治石公路工程项目施工组织设计研究 [D]. 哈尔滨工程大学, 2010.
- [8] 李展杰. 公路市政化改造总体设计思路与实施 [J]. 中国高新科技, 2019, (16): 43-45.
- [9] 程盛, 毛阿立, 李婷等: 高速公路 BIM 正向设计技术体系研究及应用实例 [J]. 公路工程, 2023, 48(04): 91-97.
- [10] 张宜洛, 邓展伟, 郭创: 基于 BIM 技术的公路工程正向设计应用探究 [J]. 公路, 2020, 65(09): 176-183.