

低山丘陵地区市政道路的 BIM 正向设计

李诗宇¹, 钱治杭¹, 韩劲甫²

(1.中国市政工程西北设计研究院有限公司成都分公司,四川 成都 610000;2.成都兴城建设管理有限公司,四川 成都 610000)

摘要: 低山丘陵地区的市政道路设计不同于平原地区,存在高桥隧比、平纵线形受地形与造价限制等问题,还需要尽量减少对自然环境的生态影响。结合成都市东西城市轴线龙泉山段道路的设计方案,论述设计低山丘陵地区市政道路线形时的控制要点,并结合 BIM 应用在前期的方案设计中道路线形进行直观展示,以实现对项目功能与造价的合理控制。

关键词: 低山丘陵地区;市政道路;线形设计;高桥隧比;BIM 应用

中图分类号: U412.3

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0291-04

0 引言

我国丘陵地区的面积约有 100 万 km², 占全国总面积的十分之一。随着社会经济的快速发展,很多城市开始在低山丘陵地区启动片区开发计划;我国西南地区由于平地资源有限,城市发展受地形限制,需要在低山丘陵地带进行新区开发。低山丘陵地区存在纵向高差大、线形受自然条件限制等问题,需合理选择线形廊道,适当选用设计指标,以达到生态和经济的双重效益^[1]。

目前市政道路 BIM 设计主要还是采用工程设计与 BIM 建模分开进行的模式,只有少数项目采用了 BIM 正向设计,将 BIM 技术的应用贯穿于工程的全设计过程中。成都市东西城市轴线龙泉山段道路在设计过程中贯穿了 BIM 应用,以指导项目方案与后续设计,可为其它低山丘陵地区市政道路的设计提供相关参考。

1 工程概况

低山丘陵地区城市道路可按照使用功能分为区域连通道路和片区路网两类。区域连通道路通常用于开发区之间的往来,以交通功能为主,对道路通行能力等各项指标要求较高;片区路网则是服务于开发区内各地块,以集散交通和服务功能为主。

本次进行分析的部分是东西城市轴线东段(东二环—龙泉驿区界)工程三标段,属于区域连通性道

路,位于龙泉山境内,路线所在区属构造剥蚀低山区,线路由西向东横穿山脉,地面高程 467~698 m,地形起伏较大。项目平面位置如图 1 所示。



图 1 项目平面位置

成都市东西城市轴线是贯彻落实“东进”战略的成渝相向发展轴;是推动城市空间结构由“两山夹一城”到“一山连两翼”、实现千年之变的城市发展动力轴;是串联“一心两翼”、在三条城市轴线中极为重要的融合发展服务轴。道路沿线上的主要节点有东西城市轴线上跨现状成渝高速的分离式立交节点和龙泉山隧道节点。

该项目的设计要点包含:

(1)低山丘陵地区城市道路应合理选择平面线形指标,避免不顾现状地形条件地盲目追求高等级指标。区域连通道路在平面布线时应避开地质灾害点,在参考规划路线的同时,可进行线路方案比选,综合比较安全性、环境影响和经济效益后评选出最优线路。

项目道路等级为具备快速通行能力的城市主干路,穿越龙泉山段的道路线位为山地之间的谷地廊道,线路最小圆曲线半径为 800 m。在满足隧道走向的前提下,隧道位置应尽量布置在稳定地层中,同时尽量避免偏压;进出口应避开滑坡、坍塌、危岩体等危

收稿日期: 2022-12-23

作者简介: 李诗宇(1988—),女,硕士,高级工程师,从事道路工程设计工作。

险源,并以大角度与等高线相交。

(2)低山丘陵地区城市道路的竖向高度差较大,需合理设置平纵曲线组合,保证行车平顺安全。区域连通道路以交通功能为主,设计速度较高,周边建设开发用地较少,纵断设计通常随坡就势,避免大挖大填;在线形指标、平纵线形组合上可尽量采用高指标进行控制^[2]。

由于山区地形起伏较大,结合山区地形,在尽量减小对龙泉山自然生态破坏的原则下,总体考虑挖山高度以及后期支挡难度,以控制道路竖向高程。高填方路段设置为桥梁,并设置穿龙泉山隧道,在充分考虑隧道施工安全、减小施工难度、保证隧道洞顶以上覆土深度的情况下控制竖向高程;防止隧道瓦斯影响后期施工,提高施工安全性,隧道段纵坡为单向坡而非常规山岭隧道设置的人字坡。项目中龙泉山区段桥隧比达到 80%。

(3)道路横断面设计时应结合当地慢行交通情况和实际需求,合理设置非机动车道;对于非机动车通行需求很小甚至无需求的地区,可不设置非机动车道或采用机非混行车道,以减小建设规模、增大道路通行能力。道路断面布置为主线八车道,城区段设置辅道,山区段辅道车辆并入主道,慢行系统借用龙泉山规划森林绿道,布置情况如图 2 所示;龙泉山区段公交布设于主道外侧,采用站点结合轴线驿站一体化设置。

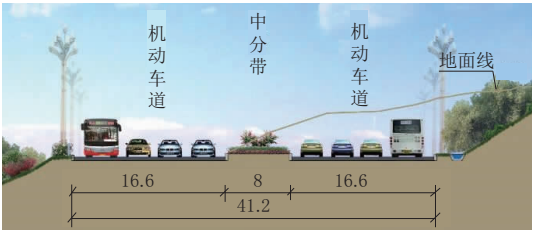


图 2 龙泉山段道路横断面(单位:m)

(4)应用 BIM 技术需提前选定软件平台,便于后期 BIM 模型在项目施工及运营期也能继续使用,充分发挥 BIM 应用的优势。由于市政道路为带状结构,且存在各专业间的交叉协作,导致模型体量大、对电脑主机要求高,因此需尽量采用轻量化模型。

2 结合 BIM 应用的线形优化

不同于平原地区平顺的道路线形,低山丘陵区的道路线形、建成后使用性能和景观效果均受自然地形限制。如何在前期方案研究阶段就能对道路进行直观展示,合理比选方案,是本项目在设计前期阶段结合 BIM 应用的重点。

2.1 BIM 设计内容

根据项目的需求和特点,采用了基于统一数据平台的 7 款 Bentley Connect 版本系列软件,其中以公路市政土木工程设计软件 OpenRoads Designer 的运用为主,以全专业互联为目的,开展本次 BIM 正向设计工作。涉及专业包括道路工程、桥梁工程、隧道工程、支挡工程、排水工程和交通工程等主体专业建模,同步集成工程周边环境的实景扫描模型。

本项目完成了市政道路工程的 BIM 正向设计,优化了整体设计品质和土地利用效率,切实有效地指导了现场施工,提升了运维价值。其中 BIM 应用的优势具体体现于以下几点:

(1)实现了参数化构件的批量布置,可对一般结构进行参数化设计,对复杂结构体进行个性化设计,逐步完善构件库,减少工程造价,缩短设计周期;

(2)研发了三维几何参数化设计体系,实现了对联络道鼻端、隧道洞外联络道等复杂节点的参数化设计;

(3)通过对结构的实体编码和精细化 BIM 模型,实现了高精度的结构施工及精准的过程追踪,提升了结构信息化及管理水平;

(4)实现了对结构任意断面的切图的构建,以便快速查看内部构造信息、指导施工。

2.2 场地仿真分析

测量数据使用三维建模软件完成的项目所在地区的整体地形模型建模如图 3 所示,通过结构、外观和符号来从视觉上对各个要素加以区分,用经过三角化处理的表面来表示地形,同时为后期的 BIM 模型提供环境条件,并为项目土方量计算提供精确的数据基础。同时采用无人机倾斜摄影测量技术,建立沿线地形的三维模型,真实还原现场,基于现场的三维模型和设计方案,快速统计并反映征地拆迁数量。



图 3 场地模拟

采用 BIM 设计软件,在道路平纵设计中合理选线,避开山峰、山谷地形,减少大挖大填,避免较大拆迁工程,节省设计工期。BIM 应用可实时展示道路方

案填挖情况,需穿越龙泉山森林公园的路段,在保证道路使用功能的前提下,要尽量减少对生态环境的破坏。基于项目的 BIM 模型,合理调整道路纵断设计,对部分挖方路段采取纵段抬高并设置支挡结构的方式,以减少对山体的大挖大填,破坏生态环境。

根据三维地形模型优化调整隧道进出洞口的位置,如图 4 所示,避开不良地质点位,同时要考虑后期施工便道铺设等因素,以便于后期进洞。



图 4 隧道进洞口位置

2.3 设计方案比选

BIM 三维设计可实现对道路平纵线形方案的直观比较,还可实现对不同桥型的方案比选;如在跨成渝高速桥节点的方案比选中,将钢箱梁、斜拉桥、拱桥三种方案如图 5 所示直观呈现,结合景观效果与造价进行方案比选,能提高方案设计工作效率,便于方案决策。



图 5 上跨成渝高速节点

2.4 专业综合分析

本项目中道路红线宽度为 41.2 m,断面布置形式为双幅路,中分带设为 8 m,车行道单侧为 16.6 m,路基段红线外设置 3 m 宽设施带用于放置路灯、排水边沟等附属设施。针对全线共 10 余种不同形式的道路横断面进行参数化设计,如图 6 所示,对绿化带、防撞墙、车行道路面结构、排水沟及边坡精确建模,确保设施带宽度经济合理,能布下对应管线、构筑物等。

在 BIM 软件中整合道路工程、桥涵工程、隧道工程、交安工程等相关专业模型,通过施工漫游及碰撞检查,分析结构间的硬碰撞和软碰撞点,综合分析和解决各专业错、漏、碰、缺的问题,最终形成碰撞检测

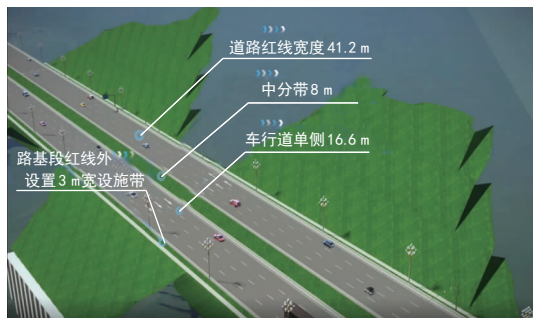


图 6 道路断面模型分析

综合分析报告,以便于对方案进行优化调整。

因隧道结构较为复杂,项目采用 BIM 软件深化设计,对隧道进行三维配筋,建立标准段锚杆、钢桁架、钢筋网、地脚锚栓模型如图 7 所示,以便于对照施工,并确保了隧道钢筋的准确、高效布置和施工可行性。

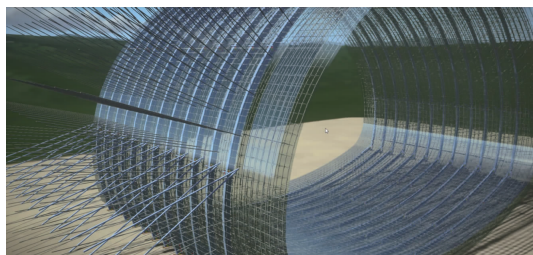


图 7 隧道结构三维配筋分析

2.5 虚拟漫游仿真

利用 BIM 软件模拟建筑物的三维空间关系和场景,通过漫游、动画等形式提供身临其境的视觉效果如图 8 所示,以便相关人员在方案设计阶段进行直观的方案预览和比选。在初步设计阶段,能够检查建筑结构布置的匹配性、可行性、美观性以及设备干管排布的合理性;在施工图设计阶段,能够预览全专业设计成果,进一步分析、优化空间等。设计阶段利用虚拟仿真漫游,有助于及时发现不易察觉的设计缺陷或隐患,减少由于事先规划不周全而造成的损失,且有利于设计与管理人员对设计方案进行辅助修改与方案评审,促进工程项目的规划、设计、投标、报批与管理等工作顺利进行。



图 8 虚拟漫游应用

2.6 交通仿真模拟

利用可视化软件,进行合理的交通标志标线设计;同时根据沿线布设方案,建立路灯、监控设施、标识标牌等模型,保证建筑模型信息的完整性、准确性。在此基础上进行交通仿真模拟如图 9 所示,结合运行速度对线形设计进行检验,保证相邻路段运行速度的协调性和一致性,以提高道路运行安全和使用质量。



图 9 交通仿真

2.7 工程量统计

通过建立 3D 关联数据库,以便准确、快速地提取工程量,提高工程量统计的精度和效率。使用参数化建模方法,利用模型的参数化特点,在表单域设置所需条件,对构件的工程信息进行筛选,并利用软件

自带的表单统计功能,完成对相关构件的工程量统计。同时,BIM 模型能实现即时算量,即当设计完成或被修改,算量随之完成或修正。随着工程推进、项目参与方的增加,需求可能会发生调整 and 改变,工程变更随之发生,BIM 模型中算量的即时性能够大幅度减少变更算量的响应时间、提高工程算量统计效率。

3 结 语

本文结合成都市东西城市轴线龙泉山段的设计实例,总结分析了 BIM 技术在道路线形方案设计阶段的一些应用情况;在覆盖自然植被、生态环境优美的低山丘陵地区设计道路时,应结合现状地形条件和周边地块需求对道路设计方案进行优化,以实现在满足功能需求的基础上让道路更加合理美观。BIM 应用能实时直观地展现道路线形及建成后的整体效果,方便指导方案设计阶段的线形优化调整,以实现对项目功能与造价的合理控制。

参考文献:

[1] 栗关裔.论南方丘陵地区生态型道路设计的一般原则[J].城市道桥与防洪,2015,9(9):30-34.
[2] 黄华华,李量.山地城镇道路设计常见问题及技术要点研究[J].城市道桥与防洪,2012,8(8):118-121.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com