

山地城市地下快速路方案设计研究

——以烟台市塔山北路快速路为例

张春光

[上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘要:以烟台市塔山北路快速路工程为例,提出山地城市地下快速路的总体设计、交叉节点、防灾救援及智慧隧道方案。根据“两山夹一城”的地势条件,对穿城段方案进行了浅埋暗挖、叠层明挖和平铺明挖的综合比选,推荐平铺明挖方案,采用隧-桥-隧结合形式,实现“长隧短做”,有效地降低了工程风险、难度和造价,以及机电系统的复杂程度和运维难度,为相似工程的方案和设计提供了可参考的经验。

关键词:山地城市;地下快速路;桥隧结合;浅埋暗挖;明挖;隧道防灾救援;智慧隧道

中图分类号: U412.37+3.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)04-0026-04

0 引言

烟台是渤海湾的南大门,与辽东半岛大连市隔海相望。2018年国务院批复的《山东新旧动能转换综合试验区建设总体方案》提出,要加快提升济南、青岛、烟台核心地位,充分发挥三市经济实力雄厚、创新资源富集等综合优势,率先突破辐射带动,打造新旧动能转换主引擎形成三核引领、区域融合互动的动能转换总体格局。

2021年,烟台市修编完成了新一轮《烟台市快速路系统专项规划》,总体布局了“一轴一横三纵一环”快速路网系统,规划总里程为197 km。其中,“一横”快速路,即沈海快速路-红旗路-塔山北路,串联核心区多个重要组团,承担开发区、福山、芝罘、莱山各区之间的中长距离快速联系,作为核心城区东西向贯穿的快速通道,具有拓展城市空间、强化交通功能的作用。

塔山北路快速路为规划“一横”快速路的重要组成部分,其建设对进一步拓展城市框架、加强中心城区各组团融合发展、适应规划城市的空间结构、缓解现状交通拥堵具有重要意义(见图1)。

1 项目概述

1.1 项目概况

塔山北路快速路西起现状黄金顶隧道西端,与



图1 塔山北路快速路项目区位

红旗路快速路衔接,东至现状塔山隧道南端,与山海路快速路衔接(见图2)。全长约8.1 km,主要由2段隧道和1段跨线桥组成:西段蓁山段隧道长约2.5 km,中段跨机场路桥长约0.4 km,东段塔山段隧道长约4.6 km。



图2 塔山北路快速路区位

主路设计车速为80 km/h,双向6车道,沿线设置匝道出入口5对。

1.2 功能定位与服务对象

塔山北路快速路主要服务组团之间和对外出行

收稿日期: 2023-04-22

作者简介: 张春光(1966—),男,本科,高级工程师,从事道路交通设计工作。

的中长距离客运交通;辅路主要服务组团内中短距离客运交通,兼顾沿线货运与接驳的交通需求。

2 总体方案设计

2.1 快速路路线走向

根据快速路体系规划,“一横”快速路串联了开发区、福山区、芝罘区、莱山区4个重要城市组团。塔山北路设计阶段在上位规划的基础上,综合考虑沿线地块规划、征地拆迁、区域交通影响、两端工程衔接、工程可实施性等控制条件,确定快速路线位。线位自只楚区接红旗快速路,于黄金顶隧道南侧穿越秦山,经世回尧和大东乔片区向东进入塔山,在塔山隧道西侧向南接山海快速路(见图3)。

2.2 敷设形式

快速路敷设形式主要为高架快速路、地面快速路和地下快速路。

塔山北路行经秦山与塔山,两山间为城区段建成区,地势总体呈V形。穿山段为双洞矿山法隧道。

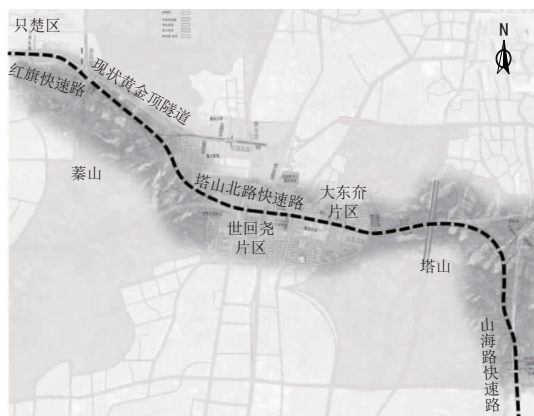


图3 快速路线位

两山间的城区段沿线建筑密集,多为居住、学校和商业用地,开发强度大,退界条件不足,推荐主要采用地下快速路的形式。

综合考虑平纵线形指标、交通功能、交通安全、消防安全、工程建安费、建筑征拆、管线迁改、施工期间交通组织、工程安全风险、推进难度等因素,对秦山与塔山之间的城区段隧道,比选了如下3种方案(见图4)。

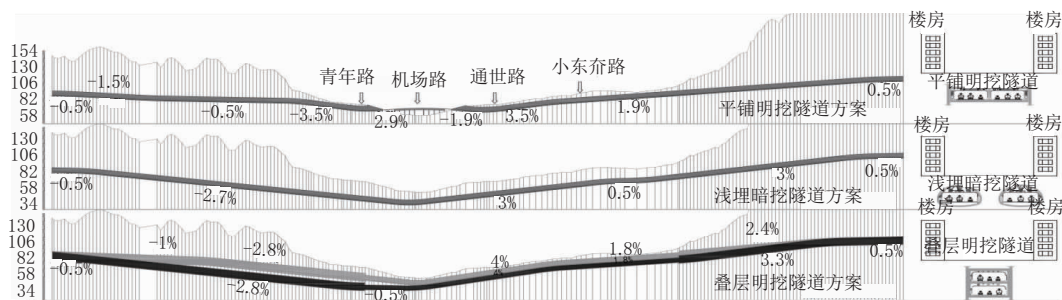


图4 三种形式方案纵断面比选

2.2.1 浅埋暗挖方案

优点是:施工期间对道路交通、沿线地块出行的影响较小,管线迁改规模和难度较低,沿线穿越的建筑可予保留,拆迁规模较小。

缺点是:(1)隧道浅埋穿越建筑,风险点较多,实施难度较大,造价高,社会稳定和舆情问题较复杂;(2)浅埋隧道设置匝道条件不佳,局部匝道需叠至主线上方,结构实施难度高;(3)城区段暗挖隧道无“隧桥结合、长隧短做”条件,山岭段与城区段隧道相加,规模达7.8 km,超长隧道机电系统复杂程度和运维难度较高。

2.2.2 叠层明挖方案

优点是:基坑宽度较窄,建筑拆迁和管线迁改影响较小。

缺点是:(1)基坑较深,下层主线设置匝道条件不佳,需采用定向匝道形式;(2)叠层隧道无“长隧短

做”条件,与浅埋暗挖方案一样,机电系统复杂程度和运维难度较高。

2.2.3 平铺明挖方案

优点是:(1)隧道埋深较浅,可利用两山间V形地势设置局部高架桥,将超长隧道分为两段,降低交通安全、消防安全措施的复杂程度;(2)实施难度和风险较浅埋暗挖方案更低,基坑深度较叠层明挖方案更浅;(3)利用接地点设置出入口,减小土建规模。

缺点是:建筑征拆面积较大,管线迁改和施工期间交通组织难度大。

经过综合比选,推荐采用平铺明挖方案,建筑征拆考虑结合城市更新改造实施,分担项目成本,提高工程可行性,同时为城市提升改造创造条件。

2.3 出入口布置方案

本工程以服务重点片区、联系重要横向道路、合理控制间距为原则,设置5对匝道出入口,分别与青

年路、机场路(两侧)、山海路和凤鸣路相联系,实现周边区域交通与快速路主路交通的集散(见图5)。匝道平均间距约 1.6 km。



图 5 出入口布置示意

2.4 标准横断面设计

塔山北路快速路主要包括 3 种断面:(1)穿山段隧道采用双洞矿山法断面,布置双向 6 车道;(2)城区段隧道采用双孔矩形箱涵断面,布置双向 6 车道,地面辅路为双向 4 车道;(3)主路桥梁双向 6 车道,设置于地面道路中间,两侧为辅路。详细布置如图 6 至图 8 所示。

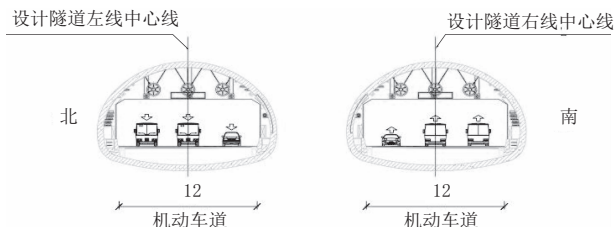


图 6 隧道藁山段(矿山法暗挖)标准横断面(单位:m)

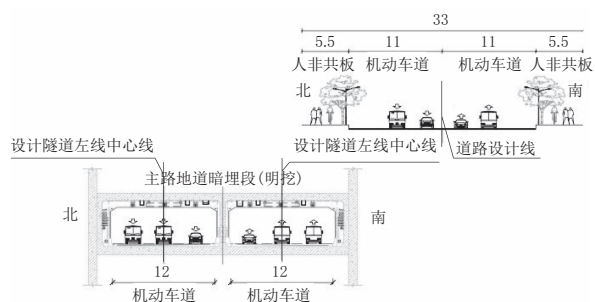


图7 隧道大东乔路(通世路至小东乔路段)准横断面(单位:m)

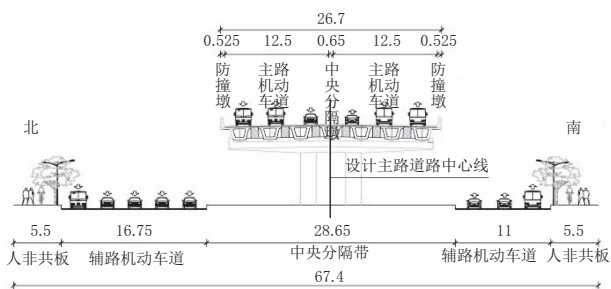


图 8 桥梁段标准横断面(单位:m)

3 关键节点方案设计

塔山北路工程关键节点较多,本文主要介绍机
场路节点。

机场路是烟台市南北向贯通的重要通道,规划为连续流主干路。机场路自南向北与莱山路、塔山北路和红旗路 3 条重要干道相交,间距分别为 700 m 和 930 m,沿线规划用地主要为居住、商业、医院等。塔山北路快速路采用东西向跨线桥跨越机场路,在两侧各设置 1 对出入口匝道服务于机场路的交通转换。根据交通量预测,远期节点高峰小时交通量达 11 400 pcu/h,其中南北向直行交通约占 46%。

本文对机场路南北向节点工程进行了两个方案的比选：方案一为机场路连续上跨蓁山路与塔山北路，下穿红旗路；方案二为机场路上跨蓁山路，下穿塔山北路，下穿红旗路。

因塔山北路东西向跨线桥布置于 2 层, 机场路跨线桥局部需设置在 3 层, 全长约为 1.4 km, 对周边环境 and 品质影响较大。综合比较分析, 推荐机场路下穿塔山北路方案。下穿节点地道长约 500 m, 距南侧蓁山路跨线桥 257 m, 距北侧红旗路地道 415 m (见图 9)。

塔山北路东西向跨线桥采用 50 m 简支组合梁跨越交叉口,主跨下方为机场路南北向下穿地道。下穿地道下方为轨道交通 2 号线预留了实施条件,地

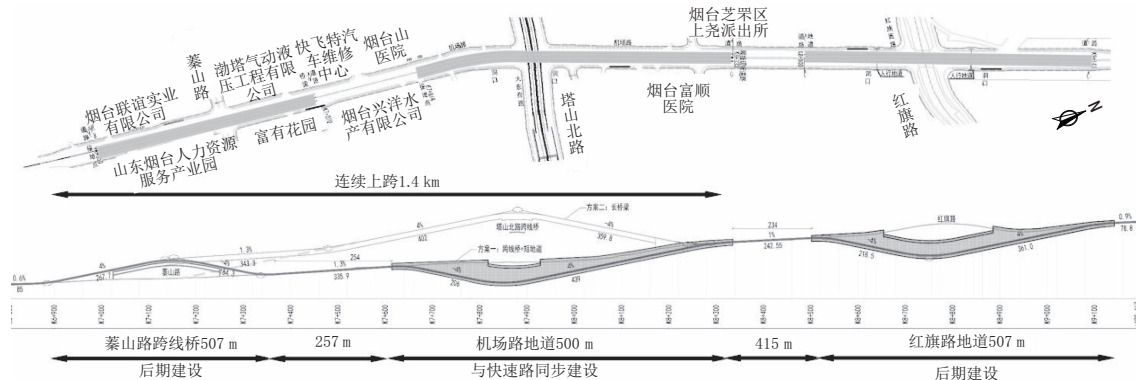


图 9 机场路节点下穿地道平纵示意图

道东侧为勤河暗渠,改造方案为:暗渠在桥墩处分孔绕行(见图10)。

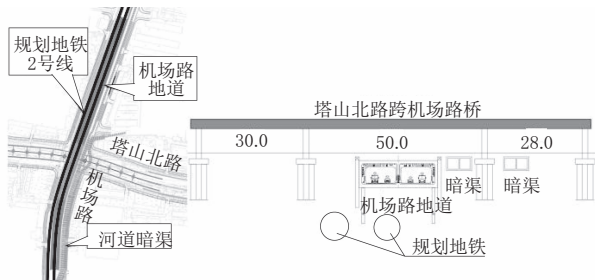


图10 塔山北路50 m跨径方案示意图

4 隧道防灾系统设计

隧道防灾救援设计以防为主、消防结合,构建防灾、减灾、救灾的“安全链”。秦山段隧道、塔山段隧道由管理中心统一调配,联动消防,当一段隧道发生火灾时,另一段隧道同时进入管控状态。秦山段隧道封闭段约2.5 km,属二类隧道;塔山段隧道封闭段约4.6 km,属一类隧道^[1](见图11)。隧道最大火灾热释放功率20 MW。

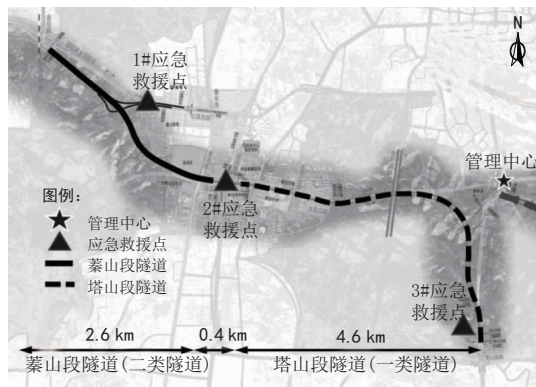


图11 应急救援点布置

本工程双孔隧道分别为独立防火分区,隧道设备用房为单独防火分区。秦山段与塔山段隧道主线及匝道人行、车行安全疏散均采用双向互逃方式。人行横通道间距250~300 m,车行横通道间距不大于1 000 m。秦山段设置人行横通道10处,车行横通道2处;塔山段设置人行横通道15处,车行横通道4处,间距不大于1 000 m。

隧-桥-隧方案相较于浅埋暗挖方案,减小了隧道规模,降低了救援难度,提高了安全保障度。

5 智慧隧道设计

地下道路智慧化建设贯穿设计、施工到运营的全生命周期,提高运营阶段的地下道路安全保障水平和通行效率,延长地下道路设施的服役寿命等。智

能化系统可包括感知、决策和控制3个层次^[2]。

5.1 智慧隧道的目标

智慧隧道的建设围绕安全、高效、节能三大目标展开。安全目标包括:提升隧道内行车环境,降低隧道交通事故率;提升隧道灾情探测、救援、疏散手段,降低火灾等灾害发生率,降低灾害损失;提升结构健康监测手段、数据分析能力,维护隧道结构安全。高效目标一方面优化隧道管理手段,提升管理效率;另一方面降低隧道拥堵水平,提高隧道内通行效率。节能目标通过提升隧道内各机电设施控制水平、优化控制策略,在满足隧道良好运行条件下,实现节能减排。

5.2 智慧隧道的架构

本工程智慧隧道的总体架构包括1个平台与5大应用。

1个平台是建立基于BIM和GIS为基础的综合基础性基础管理平台,构建智慧隧道大脑,实现全息感知、深度融合、优化决策、协同控制、高效管理的智慧型管理平台。

5大应用是在常规隧道机电系统、管理中心基础上,增加智慧交通监测、态势评估与主动管控、结构健康监测系统、位置服务系统和智慧防灾等。

6 结 语

塔山北路快速路作为烟台市快速路系统中“一横”的重要组成部分,其建设对串联芝罘、福山、开发区、莱山组团,促进新老城区融合发展具有重要意义。

本文从功能定位、建设必要性、路线走向、敷设形式、出入口布置、标准横断面等方面对总体设计方案进行了系统性论述;介绍了塔山北路—机场路节点的桥梁与地道交叉方案和快速路隧道的防灾救援方案及智慧隧道设计;重点对“两山夹一城”的城区段方案进行了浅埋暗挖、叠层明挖和平铺明挖的综合比选,最终推荐平铺明挖方案。利用V形地势,通过隧-桥-隧结合的方式,实现了“长隧短做”,有效地降低了工程建设风险、实施难度和工程造价,以及机电系统的复杂程度和运维难度,符合隧道节能减排、低碳化发展的新理念。

参考文献:

- [1] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].
- [2] 游克思,罗建晖,刘艺.城市地下道路智慧化建设思考[J].中国市政工程,2021(4):8-11.