

路轨共建的城市地下快速路系统方案研究

——以济南市黄河大道快速路为例

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:以功能复合的济南市黄河大道快速路为例,从集约利用地下空间资源和服务城市发展出发,系统地研究了路轨共建的城市地下快速路的线位走向、敷设形式、出入口布置、标准横断面布置,对关键节点、结构工程、防灾救援、智慧交通等进行了重点分析与设计,为类似工程提供了一定参考。

关键词:路轨共建;地下快速路;有轨电车;地道防灾救援;智慧交通

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2022)03-0001-05

0 引言

济南市是山东省省会,别称泉城,为国家历史文化名城。黄河贯穿济南市西北部,在济南境内全长约183 km,是分割南北两岸交通联系和社会经济发展的天然屏障。

2019年9月,习近平总书记在黄河流域生态保护和高质量发展会议上明确提出:黄河流域是我国重要的生态屏障和重要的经济地带,是打赢脱贫攻坚战的重要区域,在我国经济社会发展和生态安全方面具有十分重要的地位。

2021年5月,国务院同意了《济南新旧动能转换起步区建设实施方案》。实施方案提出贯彻落实黄河流域生态保护和高质量发展战略,加快山东新旧动能转换综合试验区建设,高标准高质量建设济南新旧动能转换起步区。

黄河大道是济南市“三环两廊十二射”高快路网中重要的“一廊”——黄河北岸的快速走廊,也是串联起步区两大组团五大功能区域的集景观、交通、经济和功能于一体的复合功能轴线。图 1 为项目区位图。

黄河大道快速路的建设对于践行黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要、衔接跨黄河通道、加强南北联系、服务并促进起步区开发与发展具有十分重要的意义。

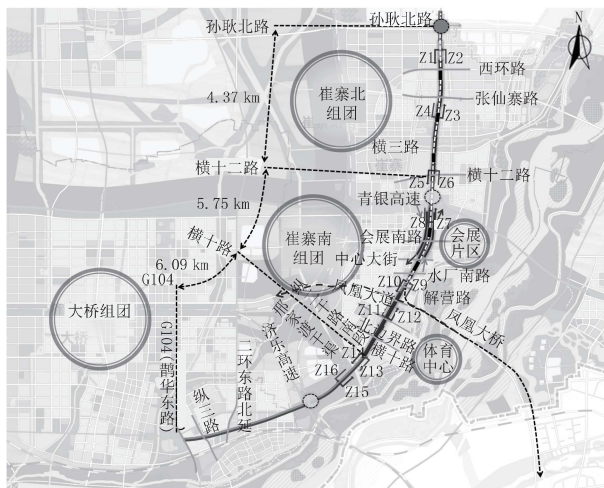


图 1 项目区位图

1 项目概述

1.1 项目概况

黄河大道一期工程北起崔寨北组团孙耿北路,南至大桥组团 G104(鹊华东路),采用主辅路的形式。主路为城市快速路,设计速度 80 km/h,标准段双向 6 车道;辅路为城市主干路,设计速度 50 km/h,标准段双向 6~8 车道。在邢家渡干渠以南至 G104 段,快速路受建设条件限制,近期在现状公路基础上拓宽改造为双向 8 车道城市主干路,设计速度 60 km/h,预留远期沿规划线位快速化西延条件。

黄河大道一期工程全线与有轨电车共线,其中凤凰大桥以北为近期实施段,以南为远期预留段。

1.2 功能定位

黄河大道集多重功能于一体,其主要功能定位:

(1)景观轴——支撑黄河生态保护与高质量发展

收稿日期：2021-05-26

作者简介:张春光(1966—),男,本科,高级工程师,从事道路设计工作。

的重要走廊;

(2)交通轴——济南高快路网的重要组成部分、多种交通方式复合的交通廊道;

(3)经济轴——促进新旧动能转换的金色纽带;

(4)功能轴——实现“北起”战略定位的关键动脉。

2 总体方案设计

2.1 快速路路线走向

合理的线路走向可发挥快速路的交通功能,形成有机高效运作的路网,改善地区交通状况,促进社会、经济发展^[1]。规划黄河大道线位衔接起步区大桥、崔寨两大组团,串联总部经济区、科创文办中心、体育中心、会展片区和科技制造区五大功能区域,与七处跨黄河通道相联系。方案研究从路网组成、地块规划、征地拆迁、区域交通影响、两端工程衔接、工程可实施性等方面综合考虑,选择采用规划路线走向,大桥组团段因近期受建设条件限制,一期工程利用既有 G220 实现路线贯通。图 2 为项目路线走向图。

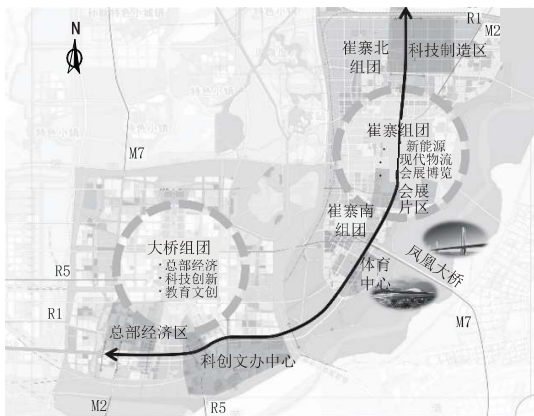


图 2 项目路线走向图

2.2 敷设形式

快速路按敷设形式可分为高架快速路、地面快速路和地下快速路。按照起步区“世界眼光、国际标准、山东优势、泉城特色”要求和建设“绿色生态、低碳环保、产城融合、智慧现代城市”理念,城市核心区域不适宜大规模建设高架桥,应着力于地下空间的开发利用,建设水平城市,让天际线更开阔。

工程沿线两侧规划多为科教、商业、医院用地和工业用地,沿线开发强度大,分布有会展中心、体育中心、山东大学第二医院等多个大型交通吸引点,两侧地块沟通需求大,不宜大范围采用阻隔两侧交通的地面快速路形式。

综合以上分析,黄河大道快速路在组团内部主要采用地下快速路形式,组团间采用地面形式过渡。

工程设置 3 座地道,自北向南分别为崔寨北地道、会展中心地道和体育中心地道。

2.3 出入口布置

快速系统与路网中道路的联系,主要通过立交和匝道出入口实现。立交型式和匝道布置方案的选择是快速系统总体方案的设计关键,直接影响快速系统的交通功能和总体效益的发挥。

该工程以“服务重点片区、联系重要横向设施和合理控制间距”为原则,设置共计 8 对出入口匝道,平均间距约为 1.4 km,在凤凰大桥与孙耿北路各预留了互通立交 1 座,青银高速、济乐高速现状立交予以改造利用。图 3 为出入口布置示意图。

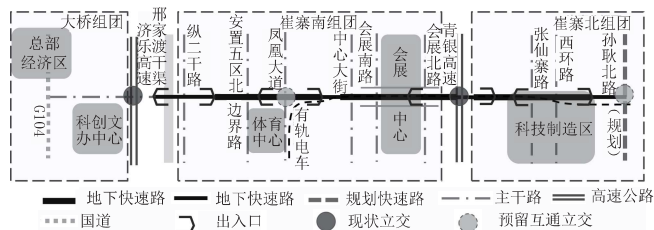


图 3 出入口布置示意图

2.4 与有轨电车关系

有轨电车近期实施线自凤凰大桥向北与黄河大道共廊道,为避免有轨电车、地道、管线、管沟等地下设施分别建设对地下空间的无序、粗放占用,考虑集约地下空间资源利用,同时考虑避免有轨电车走廊带 30 m 结构保护距离要求对相邻地块开发的制约,方案经多轮论证分析,推荐有轨电车与黄河大道快速路采用地下共建形式,有轨电车位于路中,快速路主路分布两侧。

2.5 标准横断面设计

黄河大道快速路分为以下 4 类标准断面:

(1)有轨电车地下共建段,设置 3 孔箱涵,中间孔为有轨电车,快速路双向 6 车道主路布置于 2 侧孔,地面辅路布置双向 8 车道,有轨电车车站布置于地面道路中央分隔带内,如图 4 所示。

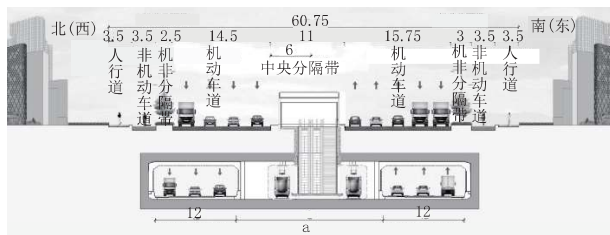


图 4 有轨电车共建段标准断面图(单位:m)

(2)有轨电车单建预留段,地下道路双向 6 车道布置 2 孔箱涵,一侧预留有轨电车单建空间,地面道路布置双向 8 车道辅路,如图 5 所示。

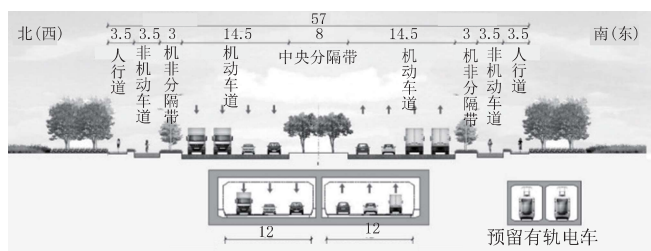


图5 有轨电车单建预留段标准断面图(单位:m)

(3)地面快速路段,中间为双向8车道主路,两侧为双向4车道辅路,如图6所示。

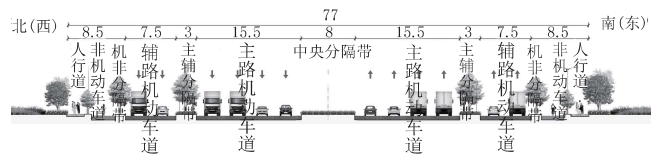


图6 地面快速路段标准断面图(单位:m)

(4)主干路段(既有公路拓宽改造),为双向8车道机动车道,两侧为慢行交通,如图7所示。

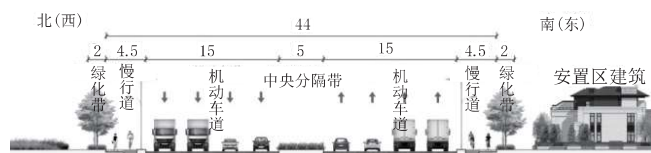


图7 主干路(既有公路拓宽)段标准断面图(单位:m)

3 关键节点方案设计

黄河大道工程关键节点较多,本文主要介绍会展中心与凤凰大道节点。

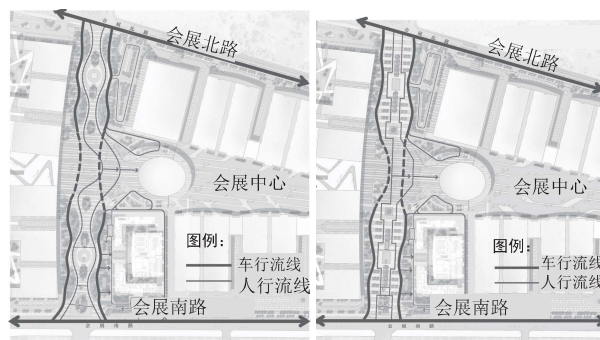
3.1 会展中心

绿地国际博览城国际会展中心占地 106.67 hm²,总建筑面积 120 万 m²,净展览面积达 51 万 m²,含 36 个标准展馆及 1 个超大展馆,一期、三期为展览中心,二期为会议中心。该项目全面建成后,将成为国内展览面积最大、全球综合规模最大的会展中心。

规划黄河大道线位自会展中心一期与二期之间穿过,考虑到会展中心广场整体性景观打造,践行“以人为本”的设计理念,会展中心广场段有轨电车、机动车道(主路、辅路)均采用下穿方案,释放地面空间资源,优化内部人车组织条件,提升景观整体性和区域交通品质(见图8)。慢行交通、公共交通及内部车行交通自广场两侧通行(见图9)。



图8 有轨电车、快速路主辅路下穿广场示意图



(a)交通组织流线方案一 (b)交通组织流线方案二

图9 广场慢行、公交及内部交通流线图

3.2 凤凰大道

凤凰大道为规划快速路,联系济南主城区与起步区,凤凰大桥是凤凰大道跨越黄河联系河两岸的节点,是济南市中心城区规划的 12 座跨黄河通道中重要的一座(见图10)。凤凰大桥目前已近实施完成,大桥在交叉口前接地。

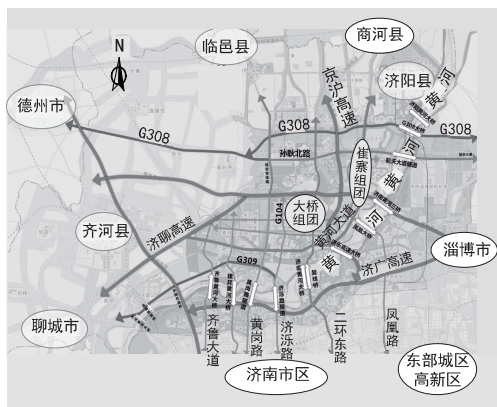


图10 黄河大道与跨黄河通道关系图

根据交通预测分析,该节点直行交通占比大,黄河大道方向与黄河南岸联系需求占比较大。

节点控制因素:近期凤凰大桥接地,远期跨越交叉口,快速化西延;有轨电车近期自凤凰大桥转向崔寨北组团方向,远期南延,转向线废除,轨道交通随凤凰大道西延,形成十字交叉。

节点周边用地:西侧为商业和文化设施用地,东侧为规划绿地,现状用地无制约。

景观需求:节点位于崔寨南组团的中心区域,北靠会展片区,南靠体育中心,正对凤凰大桥,是崔寨南组团的景观门户。

结合交通特征、控制条件、用地及景观需求等各项因素进行综合分析,推荐近远期结合方案。近期黄河大道地道在凤凰大道两侧各实施一对出入口,用以服务快速路与凤凰大道的转换,远期凤凰大道快速路西延时,实施高一层与地下一层快快转换的T型互通立交,如图11所示。



图 11 黄河大道 - 凤凰大道预留互通立交平面图

4 结构设计方案

结构设计重点考虑了地道与有轨电车合建,有轨电车布置居中,敞开段共用底板,暗埋段共用顶底板及侧墙。一般段纵向荷载分布无突变,底板地基承载力均匀,简化为平面问题,采用荷载结构法受力分析;空间效应明显的区段,根据情况进行三维结构分析。

工程采用明挖顺作法,基坑支护形式采用板式结合支锚。基坑最大开挖深度 13.5 m,深浅不均,空间效应明显,围护选用钻孔灌注桩;较浅区域选用一级放坡或悬臂钢板桩。

防水设计遵循“防、截、堵、相结合,刚柔相济,因地制宜,综合治理”原则,以结构自防水为根本,重点进行变形缝、施工缝等接缝防水处理。

5 防灾救援设计

设计贯彻“预防为主,防救并重、快速疏散”防灾方针,从总体设计上考虑灾害情况下人员疏散、救援的便捷与可能^[2]。崔寨北地道为一类隧道,会展中心地道及体育中心地道为二类隧道,同一条隧道按同一时间内发生一次火灾考虑,火灾规模均为 20 MW。

在防灾疏散问题上,考虑到崔寨北地道、会展中心地道中间为有轨电车,每孔地道防火分区独立,有轨电车与车行地道疏散救援与设备系统均相互独立。下面以会展中心地道为例,介绍工况。

(1)主路、辅路与有轨电车并行段

主、辅路接口处以防火卷帘分隔形成不同的防火分区,主、辅路之间互相疏散(见图 12)。

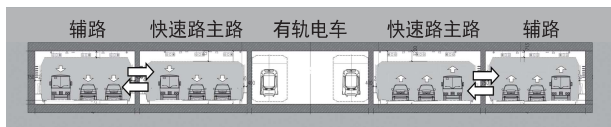


图 12 主路、辅路与有轨电车并行段疏散示意图

(2)主路与有轨电车并行段

主路采用楼梯上跨有轨电车疏散(见图 13)。

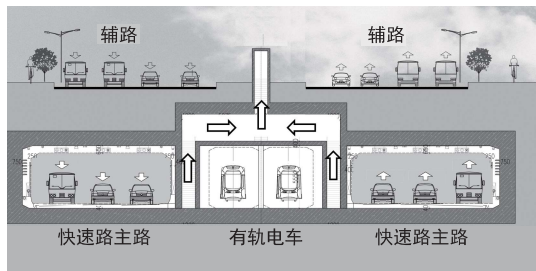


图 13 主路与有轨电车并行段疏散示意图

(3)有轨电车上穿主路段

主路不受有轨电车影响,直接设置人行横通道进行疏散(见图 14)。

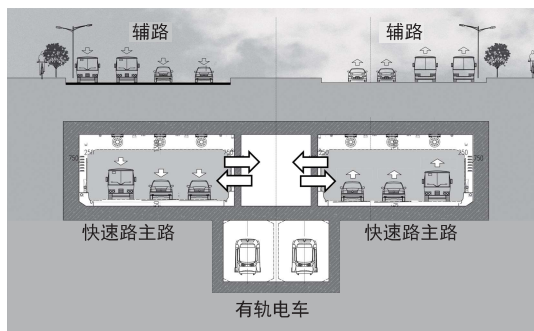


图 14 有轨电车上穿主路段疏散示意图

6 智慧交通设计

工程引入智慧隧道、智慧公交站台、智慧灯杆、智慧过街等设施,并预留了车路协同和自动驾驶实施条件,实现立体化智慧交通,助力济南先行区打造智慧城市。

本文重点介绍智慧隧道与智慧灯杆设计。

6.1 智慧隧道

(1)目标

针对项目的特征和需求,建设具有“全息感知、深度融合、优化决策、协同控制、高效管理”的 5G+ 人工智能综合应用的智慧隧道系统,实现智慧隧道的高效、安全、节能愿景,建成安全、高效、节能的隧道^[3]。

(2)主要建设内容

结合黄河大道隧道实际情况,提出“1+3+4”建设维度的总体架构,即:基于 BIM 和 GIS 的综合性基础管理平台(1 平台);作为智慧隧道平台运营的基础支撑条件,包括 5G 网络建设、数据中心和感知设施(3 支撑);智慧交通管控、智慧交通引导、智慧防灾以及全寿命周期运营维护管理等 4 种功能(4 领域)。

(3)系统总体设计

智慧隧道平台包括数据感知层、基础设施层、数据资源层、边缘计算层、业务应用层和渠道层(见图 15)。



图 15 平台系统架构图

平台数据架构以数据共享应用为目标，以公共信息平台为载体，以业务数据模型、数据编码、报表指标为标准，建立较为完备的数据规范和数据管控手段，实现对智慧隧道平台各个层面不同方向的业务能力和管理能力支撑(见图 16)。

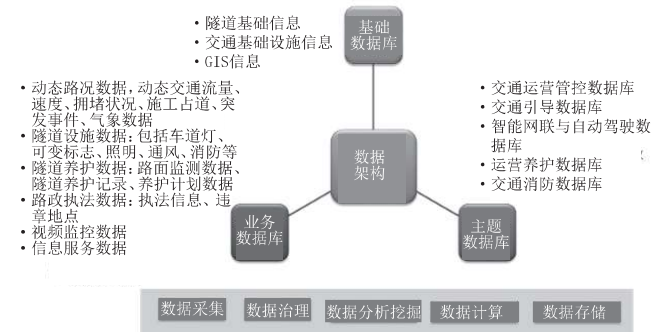


图 16 系统数据架构图

该系统与路政行业数据中心、路政局 GIS 平台、公众信息服务平台、路网运行监测系统以及交警指挥中心对接。

6.2 智慧灯杆

智慧城市需要一个信息采集、信息发布、信息传输的载体。城市路灯数量众多,随道路遍布于城市各角落,间距相对固定,是国内外智慧城市建设理想的物联网载体。

路灯灯杆加装各种传感器、控制器及通信和智能化设备,实现智慧照明、智慧交通、智慧环保、智慧安防、智慧城管、网络覆盖(4G/5G+WiFi)、广告发布和充电服务等功能,让原本分立建设的智慧城市各子系统实现了有机集成,降低了智慧城市投资和建设难度。

7 结 语

济南市黄河大道快速路串联起步区两大组团五大功能区域,复合了景观、交通、经济等多重功能,其建设对于助力起步区起势和发展具有重要意义。

本文从集约利用地下空间资源、服务城市发展出发,系统地研究了路轨共建的城市地下快速路的线位走向、敷设形式、出入口布置、标准横断面布置,并分析了工程的关键节点、结构设计、防灾救援、智慧交通等,可为类似工程提供一定参考经验。

参考文献:

[1] CJJ 93—2012,城市道路路线设计规范[S].
[2] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].
[3] 孙培翔,游克思,罗建晖.上海城市地下道路智慧化建设的探索[J].交通与运输,2020(33):247-252.

《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

投稿邮箱:cdq@smedi.com