

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2023.02.059

# 嘉兴市庆丰路隧道建设工程设计

董占宇, 姬永红

(上海市政工程设计科学研究所有限公司, 上海市 200092)

**摘要:**庆丰路隧道是嘉兴市首条同时穿越两条河道的城市隧道,其建设可完善区域路网,缓解区域交通压力,促进片区联动发展。对项目背景、建设条件、技术标准、总体设计方案、隧道设计方案及配套地面道路设计方案进行了全面介绍,为类似工程设计提供参考。

**关键词:**隧道;道路工程;穿越河道;智慧隧道;综合管廊

中图分类号: U452.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)02-0231-05

## 0 引言

嘉兴,别称“禾城”,浙江省地级市,长三角城市群、上海大都市圈重要城市,浙江大湾区核心城市,杭州都市圈副中心城市,沪嘉杭G60科创走廊中心城市(见图1)。



图1 项目地理位置

随着嘉兴市经济的发展,城市交通压力日益增大。由于平湖塘的分隔,嘉兴东片区与北片区路网连通性较差,片区之间仅能通过双溪路或者三环东路沟通,高峰时段交通压力较大,亟须提高路网密度,缓解高峰拥堵。

为增强东部城区平湖塘南北片区的交通联系,同时考虑保护规划凤凰洲公园的自然环境,庆丰路作为城市主干路,采用隧道形式下穿平湖塘、嘉善塘,连接东北部绿楔与东南片城市副中心,增大城市副中心的辐射范围,提升片区路网通行效率。

收稿日期: 2022-03-15

作者简介:董占宇(1990—),男,本科,工程师,从事道路交通工程设计工作。

## 1 工程概况

庆丰路(南溪东路—角里街)隧道建设工程,南起南溪东路,北至规划角里街,工程范围全长约1.15 km(见图2)。其中,新建隧道全长约769 m(南侧敞开段165 m+暗埋段426 m+北侧敞开段178 m)。



图2 工程范围示意图

地面道路分为隧道接线道路和辅路两部分。平湖塘以南的地面道路长度约466.66 m,嘉善塘以北的地面道路长度约417.62 m。

## 2 主要技术标准

(1)道路等级。

隧道:城市主干路。

地面道路:接线道路按城市主干路设计,辅路按城市支路设计。

(2)设计速度。

隧道:40 km/h。

地面道路:接线道路40 km/h,辅路30 km/h。

(3)净空高度。

机动车道:≥4.5 m。

非机动车道、人行道:≥2.5 m。

(4)结构设计荷载:城-A级。

(5)设计年限。

道路交通量达到饱和状态时的道路设计年限:20 a。

主体结构设计使用年限:100 a。

(6)抗震设计。本区抗震设防烈度为7度,地震动加速度峰值为0.10g。设计地震分组为第一组。隧道抗震设防类别为乙类。

(7)隧道敞开段设计暴雨重现期:50 a。

(8)综合径流系数: $\Psi=0.90$ 。

### 3 建设条件

#### 3.1 沿线用地

平湖塘以南道路两侧均规划为居住用地,目前已按规划建成景湖花园、庆丰苑和南湖人才公寓3个小区。平湖塘与嘉善塘中间规划为凤凰洲公园绿地,目前尚未按规划实施,现状场地以工业厂房为主。嘉善塘以北,道路西侧规划为公园绿地和文化设施用地,东侧规划为医疗卫生用地,目前该段道路两侧用地也未按规划实施,现状场地以工业厂房及农田为主(见图3)。



图3 工程现状用地

#### 3.2 区域路网

庆丰路沿线主要横向道路包括南溪东路、现状角里街、规划道路及规划角里街(见图4)。根据相关规划,现状角里街(云东路—老07省道段)远期将取消。

#### 3.3 相关河道

本工程共涉及3处河道:平湖塘、嘉善塘及钱家港(见图5)。

平湖塘:工程线位处平湖塘宽度约80 m,现状河底标高-2.2 m(1985国家高程,下同)。平湖塘规划河底标高为-2.34 m,按VI级航道管理,航道宽度20 m。



图4 区域路网

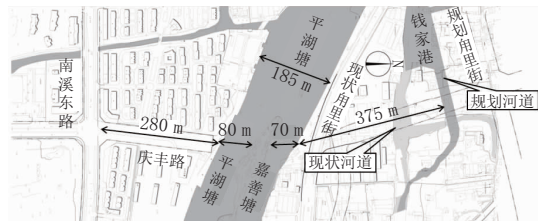


图5 河道平面

嘉善塘:工程线位处嘉善塘宽度约70 m,现状河底标高-2 m。嘉善塘规划河底标高为-3 m,不通航。

钱家港:工程线位处现状钱家港宽度约40 m,根据相关规划,与本工程相交段钱家港将向北改线约120 m,改线后宽度约25 m,不通航。本次设计以桥梁形式跨越,梁底标高按3.2 m控制。

### 4 总体方案设计

#### 4.1 建设规模

通过对机动车交通需求、慢行交通需求及工程可实施性分析,庆丰路隧道采用机动车双向4车道的建设规模,同时设置慢行道,满足慢行交通过河及出入凤凰洲公园的需求。地面设置辅路,满足沿线地块出行及路网连通的需求。

#### 4.2 隧道施工方法

对明挖法、盾构法及沉管法进行综合比较,明挖法工艺成熟,满足本工程功能需求,也更为经济,施工过程中可以采取一定措施,满足通航及防洪要求,故隧道选用明挖法施工。

#### 4.3 工程总体布置

工程总体布置如图6所示。隧道自庆丰路—南溪东路交叉口以北约40 m处开始,下穿平湖塘、凤凰洲公园、嘉善塘、现状角里街,在规划钱家港以南约50 m处与地面道路接顺,隧道全长约769 m(南侧敞开段165 m+暗埋段426 m+北侧敞开段178 m)。隧道同时设置机动车道、非机动车道与人行道,机动



车道与慢行道分孔布设。除在河道南、北两岸设置人行梯道外,在凤凰洲公园上也设置一处人行梯道与隧道内人行道连通,以增强隧道的服务功能,提高凤凰洲公园的可达性。

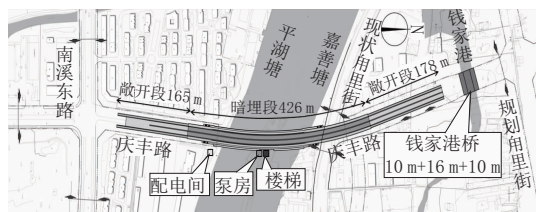


图6 工程总体布置

考虑周边区域已建有其他过河通道,为保证隧道运营安全,隧道内不允许载有危险化学品机动车通行。

隧道纵断面最低点附近(位于凤凰洲公园)设置雨水泵房一座。平湖塘南岸绿化带新建配电间一座。

隧道北侧接线道路新建庆丰路跨钱家港桥一座,桥梁跨径(10+16+10)m。

#### 4.4 平面、纵断面及横断面设计

隧道平面走向与规划红线一致,隧道内设置一处平曲线,半径为800m,不需设置缓和曲线、超高及加宽。

平湖塘规划航道下方,隧道顶板覆土深度不小于1m。嘉善塘下方,隧道顶板覆土深度不小于0.3m。

经多次优化,隧道机动车道南侧敞开段采用5.5%纵坡,在庆丰路—南溪东路交叉口以北约60m处与地面道路接顺;北侧敞开段采用4.2%纵坡,在规划钱家港以南约50m处与地面道路接顺。

隧道非机动车道最大纵坡3.5%,最大坡长按规范相关要求执行。非机动车道南端在庆丰路—南溪东路交叉口以北约40m处与地面道路接顺,北端在规划钱家港以南约50m处与地面道路接顺。

隧道内最小纵坡按0.3%控制,满足排水要求。隧道与地面道路接顺处设置“驼峰”,防止地表水进入隧道。

隧道穿越河道段结构总宽度36.6m,共分为5孔,如图7所示。考虑过河管线需求,在隧道东侧设置一孔综合管廊,净宽2.6m。

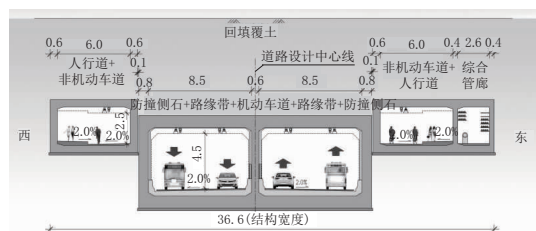


图7 暗埋段标准横断面(单位:m)

庆丰路(南溪东路—平湖塘段)两侧地块已按规划建成居住用地,故隧道敞开段的道路横断面需严格按照红线宽度42m控制。其中,隧道敞开段结构宽度26.6m,人行道宽度3m,辅路车行道宽度按4.7m布置,如图8所示。考虑平湖塘以南的辅路仅连接2个小区,4.7m宽度基本可以满足使用需求。

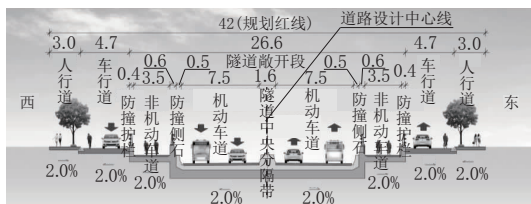


图8 南侧敞开段标准横断面(单位:m)

庆丰路(嘉善塘—规划角里街段)沿线地块尚未开发,用地条件较为宽松,考虑该路段两侧规划有医疗卫生及文化设施用地,同时辅路需与横向道路连通,故建议该路段辅路适当加宽。经与规划部门对接,推荐该路段红线宽度调整为47.5m。其中,隧道敞开段结构宽度26.6m,人行道宽度4m,辅路车行道宽度按6.45m布置,如图9所示。

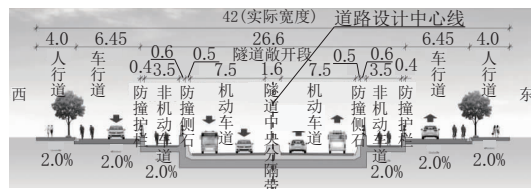


图9 北侧敞开段标准横断面(单位:m)

#### 4.5 交通组织设计

对于机动车,可通过隧道两端的南溪东路、规划角里街平面交叉口实现交通方向的转换。出入沿线小区及现状角里街的车辆由地面辅路通行。

非机动车可从隧道两端的敞开段骑行出入。对于人才公寓、沿河绿道、现状角里街的非机动车交通,可通过设置在河岸边的人行梯道推行出入隧道,减少绕行。

庆丰路、沿河绿道及现状角里街上的行人可由设置在河道岸边的楼梯出入隧道。同时在凤凰洲公园设置一处楼梯,并在隧道顶板以上设置垂直于隧道走向的连接通道,连接两侧人行道,使两侧行人均可以通过楼梯出入凤凰洲公园。

### 5 隧道设计

#### 5.1 隧道建筑

庆丰路隧道属于四类隧道。隧道内的地下设备用房、风井和消防救援出入口的耐火等级为一级,地面重要设备用房及其他地面附属用房的耐火等级不

低于二级。

机动车道暗埋段装饰采用搪瓷钢板,腰线式设计,清爽大气,指引司机前进,并提示司机行车的速度感。

机动车道暗埋段中部设置一处净宽不小于1.2 m的人行横通道,采用甲级防火门。

## 5.2 基坑、围堰及主体结构设计

根据地质情况,基坑开挖深度大于7 m时,采用钻孔灌注桩+三轴搅拌桩止水的围护形式。基坑深度4~7 m时采用SMW工法桩围护形式。基坑深度在2.5~4 m时采用拉森钢板桩围护形式。基坑深度小于2.5 m时,若有放坡条件,采用放坡开挖。

河道段围堰采用“外侧拉森Ⅳ型钢板桩+内侧拉森Ⅳ型钢板桩”围堰型式,桩长15 m,堰体宽度4 m。设计堰顶高程根据河道警戒水位确定,在桩顶以下0.5 m和2.5 m处设两道对拉杆。围堰迎水侧设袋装土护底防冲刷。为方便围堰巡视检查,堰顶设混凝土便道。围堰内双侧预留基坑施工便道,宽度9.0 m。

主体结构采用明挖现浇施工。敞开段采用U型槽结构;暗埋段采用单箱断面布置,最大覆土深度约5.4 m。

暗埋段结构纵向节段长度选取60 m以内,敞开段结构节段长度选取在20 m以内,节段缝设置垫梁。

地基承载力不能满足要求时,采取水泥搅拌桩复合地基加固。

敞开段采用灌注桩作为抗拔桩。暗埋段结构自重满足抗浮要求,不设抗拔桩。

## 5.3 隧道通风设计

机动车道暗埋段属于四类隧道,不需设置排烟设施。隧道长度与交通量乘积小于 $2 \times 10^6$ ,机动车道暗埋段采用自然通风。

非机动车道暗埋段属于四类隧道,不需设置排烟设施。非机动车道采用射流风机诱导型的纵向通风方式。平时交通工况下,每孔开启一台射流风机,进行人非地道的通风换气。射流风机根据使用时间轮流开启。

综合管廊设置平时通风系统采用机械送风、通风竖井自然进风的方式,兼作火灾后事故通风系统。

## 5.4 隧道消防

隧道配备室外消火栓给水系统、室内消火栓给水系统、水成膜系统及灭火器。

室外消火栓给水系统采用低压给水系统,布置

于隧道敞开段。

室内消火栓采用低压给水系统,在机动车道孔每孔单侧布置,间距40 m,给水管线由市政给水管线引入两路。

水成膜系统采用常高压系统,消防泵房与雨水泵房合建,消防泵进水引自室内消火栓给水管线。水成膜泡沫灭火箱在机动车道孔每孔单侧布置,间距40 m。

机动车道每孔单侧每隔40 m,慢行道每孔单侧每隔80 m,综合管廊单侧每隔20 m,设手提式磷酸铵盐灭火器2具。

## 5.5 隧道排水

本隧道长度较短,考虑便于运营维护,仅在隧道最低点附近设置一处泵房。同时通过电动阀门控制截留水量,截流11 mm初期雨水进入市政污水管,大雨时提升至市政雨水管。雨水泵房与隧道合建。

各车道下方设置DN400~DN500排水管,在敞开段中段、隧道洞口处及隧道最低处分别设置横截沟,雨污水经排水管及横截沟汇入集水池,由水泵提升后排放至市政排水管道。

## 5.6 隧道供配电和照明

新建10 kV变电所一处,申请两路10 kV电源作为常用电源,互为备用。

隧道敞开段,在两侧防撞护栏处设置引道壁灯,并在两侧辅路人行道设置8 m单挑路灯。暗埋段全线设置基本照明,在入口段、出口段及过渡段设置加强照明。

## 5.7 智慧隧道

通过视频技术、物联网技术,对隧道内交通、环境、结构健康及设备设施状态进行实时监控,将各类信息集成在数字化、可视化、一体化的运维管理平台。管理者可对隧道运行状态进行综合分析、统筹控制,同时基于监测数据,建立隧道健康档案、完善各类预警预案,实现隧道智慧化管养。

(1)交通监控。隧道洞口处每车道部署一路网络高清摄像机,沿隧道纵向间隔100 m部署一路摄像机。可实现人脸识别、车辆识别、违章违停监测、轨迹跟踪、拥堵监测、事故监测、实时报警、流量统计等功能,确保交通安全,提供执法依据。

(2)环境监控。在洞口和中间位置每孔分设3个监控点,部署能见度、空气质量、温湿度、光照度传感器,并与风机、照明等设备控制系统形成联动。每孔最低处布设水浸传感器,监测隧道内积水。

(3)结构健康状态监测。部署结构沉降、裂缝、倾

斜、应力等传感器,并与物联网耦合器连接,实现对结构健康状态的监测。

(4)设备设施监控。通过各类电力仪表,对供电设备及水泵、风机等用电设备进行运行状态监测。

## 6 地面道路设计

地面道路包含隧道接线道路及辅路两部分。车行道采用沥青混凝土路面,人行道采用花岗岩铺装。填浜路基及台后路基采用泡沫轻质土填筑,减少路基工后沉降。

钱家港桥上部结构采用矮T梁,下部结构采用柱式桥墩、埋置式桥台。

按规划布设雨污水管道,同步实施各类市政公用管线。配套建设完善的无障碍设施、标志标线、信号灯、监控、照明、绿化等附属工程。

路灯杆采用综合杆,将照明、标志、信号灯、监控

设施等杆件合并,集约化布设,提高道路品质。

## 7 结语

水下隧道与跨河桥梁相比,往往造价更高、建设难度更大,但在一些特定的建设条件下,可能具有其独特的优势。随着城市经济与隧道施工技术的发展,越来越多的工程开始倾向采用隧道形式穿越河道。本文对嘉兴市庆丰路隧道设计方案进行了全面介绍,为其他类似隧道工程的设计提供参考。

### 参考文献:

- [1] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范(2016年版)[S].
- [2] CJJ 193—2012,城市道路路线设计规范[S].
- [3] CJJ 221—2015,城市地下道路工程设计规范[S].
- [4] JTG 3370.1—2018,公路隧道设计规范第一册土建工程[S].
- [5] JTG D70/2—2014,公路隧道设计规范第二册 交通工程与附属设施[S].

---

# 《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