

分射流风机，进行相应的控制。

#### 2) 阻滞交通工况

阻塞工况下，根据 CO、VI 检测浓度的增加，增加射流风机开启台数。

#### 3) 火灾工况

发生火灾时，根据所属烟控区段，开启部分射流风机或轴流风机，控制隧道内气流速度大于临界风速的要求，防止烟气逆流，烟气由峒口或排风井排出，保证隧道安全。

### 2.3.4.4 给排水消防方案

本工程隧道采用双管布置，上层为车行道，下层为轨道交通区间。本次研究的范围为：隧道车行道的消防系统和排水系统，轨道交通区间的消防给排水只作土建预留。

#### 1、消防系统

本工程隧道和轨道交通采用各自独立的消防系统。主体隧道属于一类城市隧道，隧道消防系统采用：消火栓系统、泡沫-水喷雾系统和灭火器。

##### (1) 消防水源

本工程黄河北岸、黄河南岸分别有黄河森林公园和济泺路自来水，均只能一路供水、且水压偏低，因此在黄河北岸、黄河南岸的工作井分别设置一座消防水池和一座消防泵房。消防水池存储全部隧道消防用水，有效容积为  $600\text{m}^3$ 。火灾时，消防水泵从水池中抽水。

##### (2) 消防泵房

本工程隧道暗埋段全长为 3.3km，考虑设置 2 座消防泵房，均设置在隧道的工作井一层。每座泵房内一套消火栓泵组、一套水喷雾泵组、一套泡沫泵组和泡沫罐等设施。消防泵房的出水管均由工作井接入隧道暗埋段和盾构段。

##### (3) 消火栓系统

隧道内消火栓用水量为  $20\text{L/s}$ ，火灾持续时间为 3h。

两座消防泵房内的消火栓泵组各引出两根 DN150 消火栓主管，在工作井内接到隧道的管廊内，在管廊内全线贯通，并且在车行联络道设置连通管，形成安全可靠的消火栓总管环网。

在隧道主线和匝道的暗埋段、敞开段单侧布置消火栓箱，布置间距不大于

50 米。每只消火栓箱内设单头单阀消火栓一只、 $\phi 65 \times 25\text{m}$  水带一盘、 $\phi 19$  多功能水枪一把、消火栓泵启动按钮一只、自救式消防软管卷盘一盘。

消火栓管沿线最高点设置排气阀、最低点设置泄水阀、每隔 5 个消火栓箱设检修阀门。当消火栓栓口出水压力大于 0.5MPa 时,在消火栓支管上设减压孔板。

消火栓泵的性能为:  $Q=20\text{L/s}$ ,  $H=60\text{m}$ ,  $P=30\text{kW}$ , 每座泵房内设 2 台消火栓泵, 互为备用。另设消火栓稳压泵 2 台:  $Q=1\text{L/s}$ ,  $H=70\text{m}$ ,  $P=3\text{kW}$ , 互为备用, 并配有 150L 稳压罐一只。

#### (4) 泡沫水喷雾系统

在隧道的封闭段内, 设置泡沫-水喷雾联用灭火系统。自消防泵房内水喷雾泵组和泡沫原液泵组的出水管上分别引出二根 DN300 的水喷雾系统供水总管和 DN70 的泡沫原液总管, 并经信号蝶阀、水流指示器后敷设在隧道管廊内, 全线贯通。

隧道内以 25 米为一个泡沫-水喷雾区间, 消防时着火点及前后相邻共三组系统同时作用, 每组水喷雾系统由一只雨淋阀控制, 并与消防报警系统一一对应。每组系统在隧道的车道上方设置 5 只三组合远近射程的泡沫-水雾喷头, 每只喷头间距 5.0 米。

每座消防泵房内设三台水喷雾泵, 二用一备, 二台稳压泵, 互为备用, 并配有 150L 稳压罐一只; 二台泡沫原液泵, 互为备用, 附带有效容积 50L 的气压罐。

#### (5) 灭火器布置

鉴于隧道内可能发生的火灾多为 A、B、E 类火灾, 灭火器选用磷酸铵盐干粉灭火器和水成膜泡沫灭火器。

隧道双侧交错设置灭火器箱, 单侧间距均为 100m。安全通道内单侧设挂壁式灭火器, 间距为 25m。灭火器箱内设置 2 具 5Kg 装磷酸铵盐灭火器、2 具 6L 装水成膜泡沫灭火器。

#### (6) 地面消防设施

在每座消防泵房附近各设置 9 套水泵接合器, 分别与消防泵房内的消火栓泵出水管及水喷雾泵出水管接通。在水泵接合器附近 15~40 米范围内设置相应的室外消火栓, 并在隧道各个洞口处各设 2 只室外消火栓、2 套水泵接合器, 供敞开段消防用水。

## 2、隧道排水系统

### (1) 雨水排水系统

在隧道主线两端及各条出入口匝道（远期预留）的洞口均设一座雨水泵房，并在每个洞口处设置 2 道横截沟，拦截敞开段的雨水进入泵房集水池。雨水泵房出水就近排至市政雨水管。雨水泵房集水池有效容积按不小于最大一台泵的 5 分钟流量计。

### (2) 废水排水系统

隧道内无生活给水设施，故无生活污水排出。

隧道车行道内消防废水、冲洗废水、结构渗入水等废水，沿线路纵向排水沟及分段设置的横截沟，汇至隧道盾构段的两座工作井及隧道的最低点设置的废水泵房。

隧道废水泵房的设计规模以最大消防水量确定，为 126L/s。

隧道最低点位于河中，由于上层为车行道，下层为轨道交通区间段，因此上层车道的河中废水泵房需要设置在车道板下方、轨行区的侧面空腔内。轨道交通区间废水量按区间消防时的排水量和结构渗水量之和，为 10L/s。考虑该废水量相对较小，下层区间的废水集水池则设置在轨道交通的道床下方，通过水泵提升后排至上层车道的河中废水泵房。轨道交通区间的废水集水池只考虑土建预留。

由于隧道长度大，埋设深，设计中采用接力输送的方式，盾构段的最低点废水泵房分别出水至就近的工作井废水泵房集水池，而工作井内的废水泵房既可单独工作，又负责接力输送最低点废水。这样可降低最低点废水泵房的占地、废水泵扬程、用电负荷等，经济合理。

隧道废水泵站配置备用泵，工作井废水泵房集水井有效容积大于 1 台水泵 15min 的流量，盾构段废水泵房集水井有效容积大于 1 台水泵 5min 的流量。水泵自动运行，紧急情况时泵房内所有排水泵可全开。废水泵房出水排至市政污水管。

本工程共设置 2 座工作井废水泵房、2 座最低点废水泵房。各废水泵房水泵的配置情况见下表。

表 2.3-15 隧道废水泵房水泵配置情况

泵房名称	设计流量 L/s	水泵参数	配置情况
南工作井废水泵房	126	Q=150m <sup>3</sup> /h,H=42m,N=37kW	4 台，3 用 1 备，可全开

北工作井废水泵房	126	Q=150m <sup>3</sup> /h,H=42m,N=37W	4 台, 3 用 1 备, 可全开
东线盾构最低点 废水泵房	126	Q=150m <sup>3</sup> /h,H=48m,N=45kW	4 台, 3 用 1 备, 可全开
西线盾构最低点 废水泵房	126	Q=150m <sup>3</sup> /h,H=42m,N=45kW	4 台, 3 用 1 备, 可全开

### 2.3.4.5 供电照明方案

#### 1、供电电源

本工程道路隧道拟采用 10kV 分区集中供电方案, 变电所低压供电半径不大于 650 米。拟在隧道两侧工作井地下一层内各设置一座 10/0.4kV 变电所, 同时在东线/西线隧道江中废水泵房处各设置一座 10/0.4kV 跟随变电所, 为隧道内用电负荷供电。两座隧道工作井变电所各采用两路互相独立的 10kV 电源供电, 每路电源应能保证 100%隧道用电设备的用电。

每座变电所内的两台变压器正常工作情况为两常用, 负载率约 50%-60%, 当一台变压器出现故障时, 另一台变压器能够承担该变电所 100%的一、二级用电负荷。

#### 2、变配电系统设计

##### (1) 供配电系统

隧道工作井变电所 10kV 高压侧采用单母线分段带母联的接线方式; 跟随变 10kV 采用电源变压器组的接线方式; 0.4kV 低压侧采用单母线分段带母联的接线方式。

##### (2) 无功补偿

本工程无功功率补偿采用集中补偿结合就地补偿的方式。在 0.4kV 开关柜上设置集中补偿装置, 以补偿变压器的基本无功及变电所附近用电设备的无功需求, 距离变电所较远的用电设备设置就地补偿, 使得补偿后的功率因数不低于 0.92。

##### (3) 计量方式

本工程隧道变电所采用高供高计, 在两座工作井变电所各设置一个计量点。

#### 3、隧道照明设计

隧道照明系统包括: 敞开段、入口段、过渡段、中间段、出口段和应急照明等。敞开段按道路照明标准设计, 入口段、过渡段和出口段照明由基本照明和加强照明两部分组成, 前者的灯具布置按中间段照明考虑, 后者配以功率较大的灯具加强照明。

隧道内基本照明均沿隧道顶部中央两侧纵向呈带状布置,中间段灯具间距为7m。出、入口加强照明灯具在基本照明灯具之间穿插布置。应急照明包括备用照明和疏散照明。在隧道内和变电所、消防泵房、消防风机房等重要机房设备用照明,其中隧道备用照明亮度不小于中间段亮度的10%,隧道控制中心、变电所、消防泵房等机房的照度在火灾时维持正常照明的照度。

基本照明24小时常开,加强照明仅在白天打开。同时LED照明灯具采用可调光系统,可以根据交通量大小在不影响灯具寿命的情况下进行调光。

## 2.3.5 接线道路工程

### 2.3.5.1 平纵横方案

地面接线道路共分为5段,改建总长为2814.14m,除南段出入口匝道段地面道路采用城市次干路设计标准外,其他路段均采用城市主干路设计标准。地面道路改善范围尽可能满足规划道路红线以及规划线形线位等条件进行地面道路改扩建。在地面道路改建范围内,地下道路暗埋段地面道路交叉口按现状布置进行恢复,主线敞开段以及匝道敞开段地面道路交叉口按交通需求以及车道规模进行恢复,并进行交叉口渠化设计。地面道路的竖向设计充分结合自然地形高程,兼顾已开发用地和待开发用地的场坪标高,保护生态环境,与环境相协调;满足城市防洪规划需求,与市政管径设计通盘考虑,满足排水要求;尽量避免大填大挖,尽可能减少土石方工程量;考虑与现有主要道路衔接,注意地形、地物、景观、视觉互相协调。

1) 南敞开段(WK0+250~WK0+515,全长265m):南接济泺路地面段,北接泺口南路。该段因地道主线地道施工而进行改造,道路红线宽度为80m,实施断面宽度为62.5m,其横断面布置形式为3.15m(人行道)+14.5m(辅道)+27.2m(主线敞开段)+14.5m(辅道)+3.15m(人行道)=62.5m。

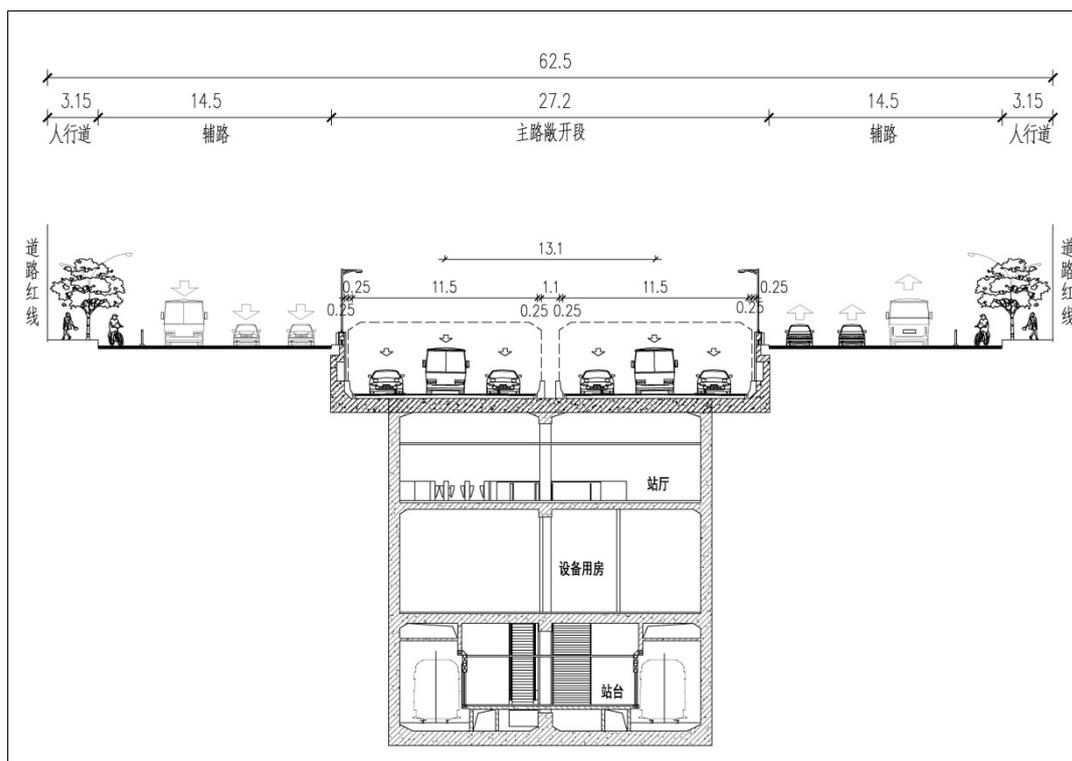


图 2.3-14 南敞开段敞开段断面布置图

2) 南暗埋段 (WK0+515~WK0+944, 全长 429m): 南接泺口南路, 北接二环北路。该段因地道主线地道施工而进行改造, 道路红线宽度为 80m, 实施断面宽度为 60m, 其横断面布置形式为 5.0m (人行道) + 3.5m (非机动车道) + 2.0m (分隔带) + 11m (机动车道) + 17m (中央分隔带) + 11m (机动车道) + 2.0m (分隔带) + 3.5 (非机动车道) + 5.0m (人行道) = 60m。

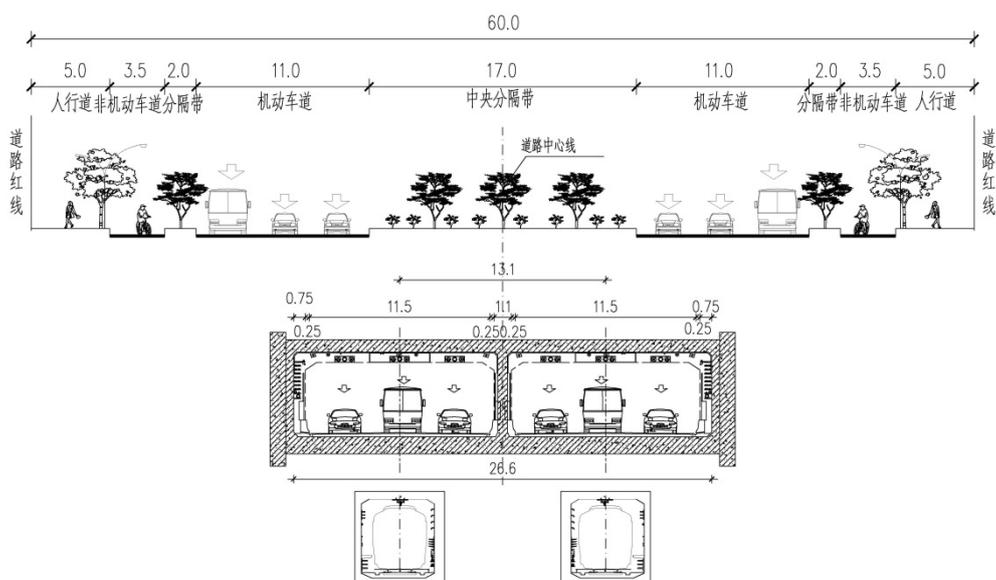


图 2.3-15 南明挖段暗埋段断面布置图

3) 南段出入口匝道 (Z1K0+036~Z1K0+556.9, Z2K0+000~Z2K0+500, 全长 351.9m 和 340m), 道路红线宽度为 25m, 实施断面宽度为 37m, 其横断面布置形式为 5m (人非共板) +5m (辅路) +9.5m (匝道敞开段) +5m (辅路) +7.5m (辅路) +5.0m (人非共板) =37m。该段远期实施, 不再本次工程评价范围内。

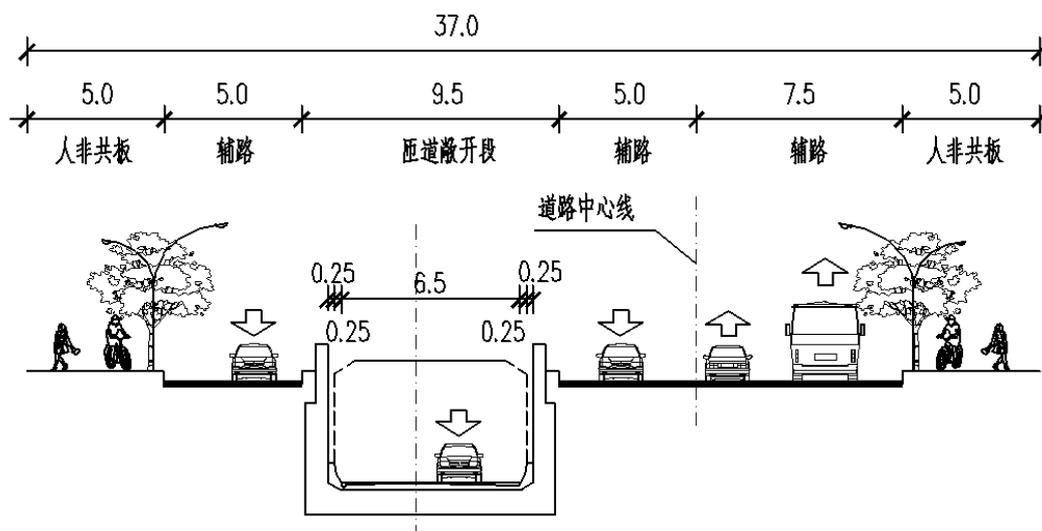


图 2.3-16 南明挖段出入口匝道断面布置图

4) 北明挖段敞开段 (WK3+817.5~WK4+004.5, 全长 187m): 此段为新建道路, 道路实施宽度为 50m, 其横断面布置形式为 4.4m (人行道远期预留) +7m (辅路) +27.2m (主路敞开段) +7m (辅路) +4.4m (人行道远期预留) =50m。

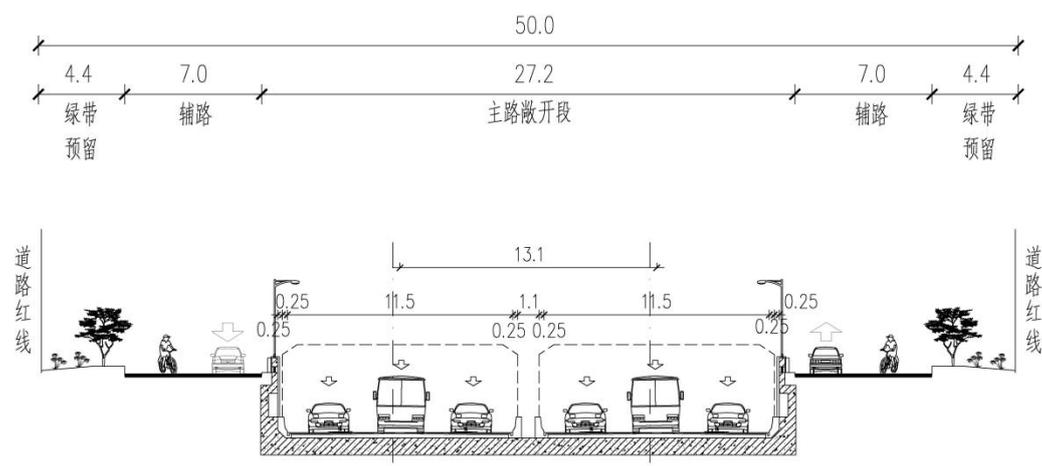


图 2.3-17 北明挖段敞开段断面布置图

5) 北地面接线段一 (WK4+004.5~WK4+230, 全长 225.5m): 此段为新建道路, 道路实施宽度为 50m, 其横断面布置形式为 5.7m (人行道远期预留) +6.5m (机非混行辅道) +0.5m (分隔带) +11.5m (机动车道) +1.6m (中央分隔带) +11.5 (机动车道) +0.5m (分隔带) +6.5m+ (机非混行辅道) +5.7m (人行道远

期预留) =50m。

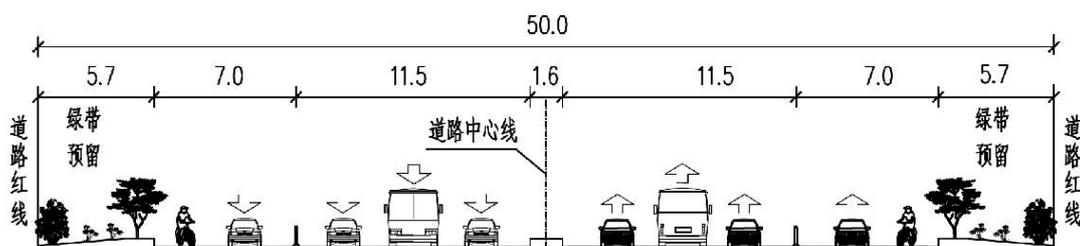


图 2.3-18 北地面接线段断面布置图一

5) 北地面接线段二 (WK4+650~WK4+870, 全长 220m): 此段为新建道路, 因要在收费站的东侧预留双向道路供 G309 向南贯通。道路实施宽度为 67.3m, 其横断面布置形式为 3.7m (人行道远期预留) +7.0m (辅道) +0.5m (分隔带) +11.5m (机动车道) +1.6m (中央分隔带) +11.5 (机动车道) +2.0m (分隔带) +10.75m+ (辅道) +17.25m (人行道远期预留) =50m。

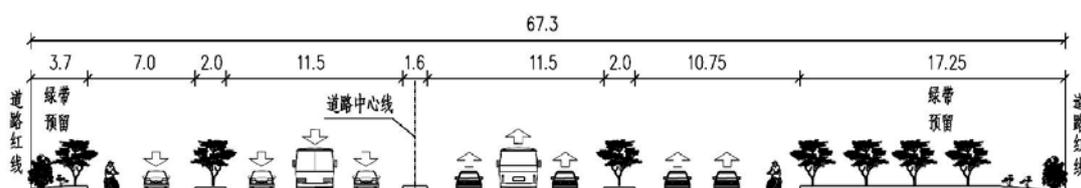


图 2.3-19 北地面接线段断面布置图二

5) 北地面接线段三 (WK4+870~WK5+010, 全长 140m): 此段在既有 G309 上改造, 道路实施宽度为 50m, 其横断面布置形式为 5m (人行道远期预留) +3.0m (非机动车道) +0.5m (分隔带) +14.5m (机动车道) +3.0m (中央分隔带) +14.5 (机动车道) +0.5m (分隔带) +3.0m+ (非机动车道) +6.2m (人行道远期预留) =50m。

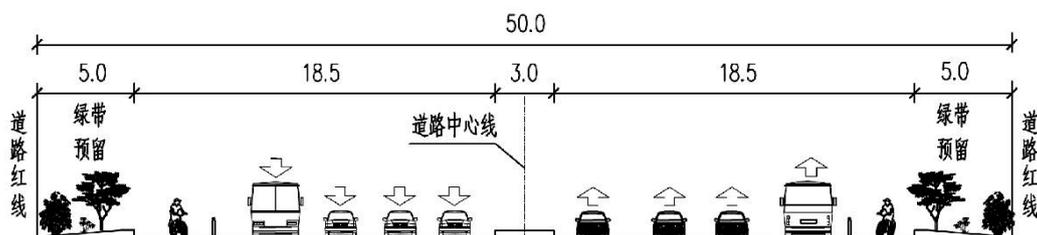


图 2.3-20 北地面接线段断面布置图三

### 2.3.5.2 收费广场及收费站设计

#### 1、收费岛、收费车道

1) 收费岛: 电子不停车车道岛长 48m, 岛宽 2.2m, 岛高 0.3m; 人工半自动

车费岛长 28m，岛宽 2.2m，岛高 0.3m。

2) 收费车道：内侧车道 3.2m，超宽车道 4.0m。设计单向 9 条车道，其中 2 条内侧车道为 ETC 车道。

#### 2、收费广场设计标准

1) 主线收费广场直线段长度为 100m；

2) 收费站设在北侧接地点以北，由于用地限制，过渡段渐变率取 4~5，长度为 150m，切线 T 取 20m。收费站范围：桩号 WK4+250~WK4+650。

3) 收费广场的纵坡应不大于 2%，设计为 0.436%。

4) 收费广场直线段范围内的路面采用水泥混凝土路面：25cmC35 混凝土+15cm 水泥稳定碎石+15cm 水泥稳定碎石+15cm 石灰土，总厚度 70cm。

### 2.3.5.3 排水设计

本次研究范围内的道路以黄河为界，分为黄河以南和黄河以北两部分，分别考虑。

#### 1、黄河以南段

黄河以南路段为现状改建路，道路两侧为建成区，因此该段道路考虑设置雨水口和雨水管渠来实现路面雨水的收集和排放。现状道路排水采用砌石雨水暗渠，双侧布设，渠道尺寸为 1000x1000~2500x1600，自北向南排入小清河。

拟在道路两侧机动车道下方敷设尺寸为 1800 x1300~2500x1800 雨水暗渠，自二环北路向南排放，接入现状济泺路雨水渠道。同时，建议尽快对现状的雨水渠道进行提标改造，使其满足新规范要求。

#### 2、黄河以北路段

黄河以北路段为新建道路，周边区域规划暂未确定，道路两侧现状为农田及水塘，结合现状，本次设计道路雨水排放采用植草边沟形式，分别沿道路两侧设置底宽 2 米，深约 1 米（1:1.5 放坡）的植草边沟，顺地势就近排入周边水系，待后期结合片区开发再同步实施雨水管线。

### 2.3.5.4 景观绿化工程

景观工程内容包括中央分隔带绿化、机非分隔带绿化、两侧设施带、两侧绿化带，总绿化面积约 30050m<sup>2</sup>，其中，中央分隔带约 9836m<sup>2</sup>，两侧设施带和机非分隔带约 7960m<sup>2</sup>，两侧绿化带约 8504m<sup>2</sup>。

济泺路以中央分隔带、侧分带及两侧绿化带为生态媒介，通过这一媒介将沿线的地域文化、绿色生态、城市意象进行强化，打造生态和谐的城市生态绿轴、展示城市多元的特色文化，营造一条缤纷绚丽的道路风景线。

### 2.3.6 轨道交通工程

本工程轨道交通工程范围为汽修厂站北侧车站区间分界点（轨道交通里程 CK0+636.000）至与北岸济泺路隧道平面分离点（轨道交通里程 CK3+852.0）。本项目仅对轨道交通进行土建预留，具体工程由 M2 线工程进行实施。本报告对其进行简单介绍。

#### 1、线路平面设计方案

本工程轨道交通线路起点为济泺路泺安路，于济泺路泺口南路交叉口设汽修厂站，汽修厂站为地下三层岛式车站，站后设贯通式停车折返线，站前设单渡线，车站主体位于济泺路跨黄河通道道路南岸敞开段下方，线路出车站后以 R-3500m 曲线沿济泺路向北地下敷设，并于现状济南长途汽车总站泺口分站处进入跨河通道共建盾构井，共建段以 R-7000m 曲线下穿黄河，黄河北岸出共建盾构井后以 R-450m 曲线与隧道平面尽早分离，随后转入鹊山水库南侧路中地下敷设，并于鹊山水库南侧、王家镇村东侧设黄河北站，黄河北站为地下二层岛式车站，站前设单渡线。

该段线路主要控制性因素有泺安路南侧铁路桥桩基、跨河通道共通道段、南北两岸大堤等。共建段缓和曲线与道路工程规范标准统一，并不低于轨道交通规范标准要求。

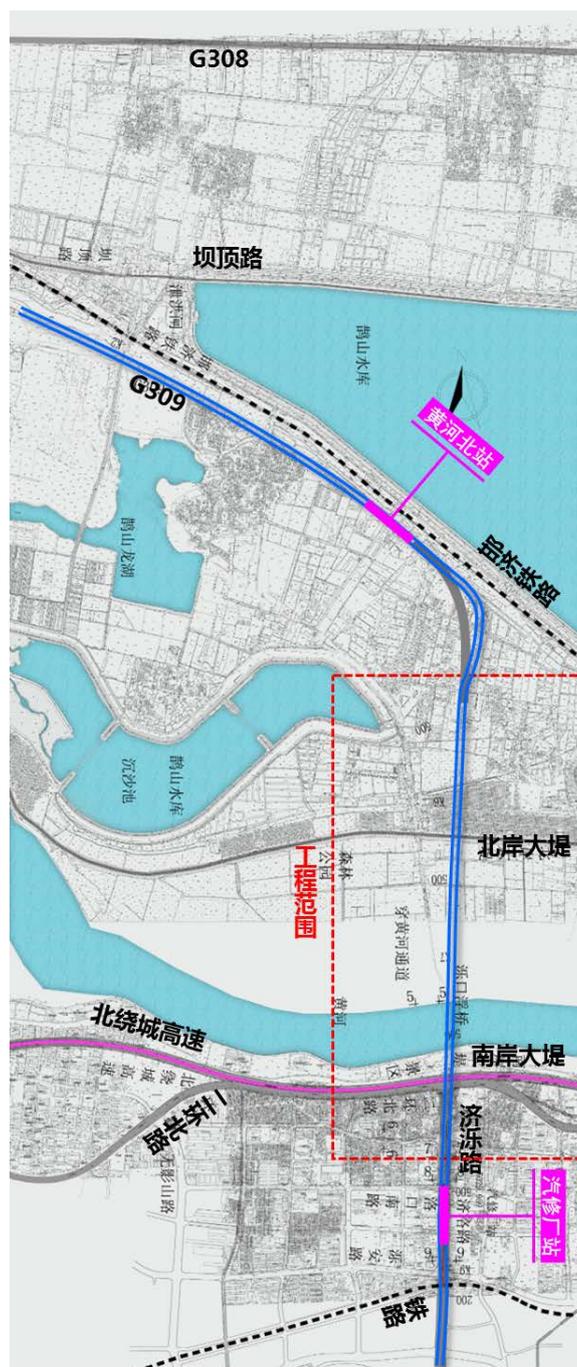


图 2.3-21 轨道交通 2 站 1 区间总平面示意图

## 2、线路纵断面设计方案

本段线路共含 2 站 1 区间，穿黄河段外地面标高变化较小。主要控制性因素有济泺路、二环北路、济青高速公路、黄河南北堤坝、跨河通道道里南岸敞开段、跨河通道共通道段、黄河河道冲刷线等。汽修厂站及地下段非共通道段均采用明挖法施工，共通道段采用盾构法施工。纵断面最大坡度纵坡 28%，最小纵坡地下车站 2%，区间 3%，共通道段纵断面参数按轨道交通规范标准控制。

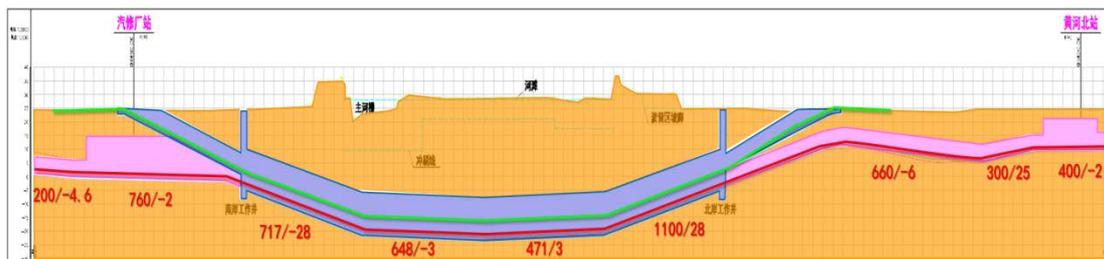


图 2.3-22 轨道交通 2 站 1 区间纵断面示意图

### 2.3.5 工程占地及拆迁

根据《济南市济泺路穿黄隧道工程水土保持方案》，本项目总占地面积为 19.43hm<sup>2</sup>，其中永久占地面积为 14.36hm<sup>2</sup>，临时占地面积为 5.07hm<sup>2</sup>。

本项目路基工程区永久占地 6.46hm<sup>2</sup>，景观绿化区永久占地 3.5hm<sup>2</sup>，隧道工程区永久占地 1.0hm<sup>2</sup>，管理站工程区永久占地 3.40hm<sup>2</sup>，施工临建工程区临时占地 5.07hm<sup>2</sup>，具体见表 2.3-16。

表 2.3-16 本项目占地情况一览表

项目区	占地性质	单位	数量
路基工程区	永久	hm <sup>2</sup>	6.46
景观绿化区	永久	hm <sup>2</sup>	3.50
隧道工程区	永久	hm <sup>2</sup>	1.0
管理站工程区	永久	hm <sup>2</sup>	3.40
施工临建工程区	临时	hm <sup>2</sup>	5.07
合计		hm <sup>2</sup>	19.43

本项目占地类型主要为耕地、林地、住宅用地、荒草地、交通运输用地、绿地和其他，具体见表 2.3-17。

表 2.3-17 本项目土地利用类型一览表 单位：hm<sup>2</sup>

项目建设区	占地类型							占地性质	合计
	耕地	林地	住宅用地	荒草地	交通运输用地	绿地	其他		
路基工程区	0.26	1.31	0	0.6	3.13	0.81	0.35	永久	6.46
景观绿化区	0.32	0.35	0	0.62	1.73	0.35	0.13		3.5
隧道工程区	0	0.12	0	0	0.88	0	0		1
管理站工程区	1.6	1.47	0.3	0	0	0	0.03		3.4
施工临建工程区	0	2.85	0.46	1.53	0.02	0	0.21	临时	5.07
小计	2.18	6.1	0.76	2.75	5.76	1.16	0.72		19.43

### 2.3.6 土石方平衡

#### 1、表土剥离

本项目拟对耕地、林地、荒草地、绿地进行表土剥离，剥离面积 12.19hm<sup>2</sup>，

表土剥离厚度 20-30cm，剥离的表土临时堆放在施工临建工程区的临时堆土场内，建设后期用于景观绿化区的绿化，本项目共需要剥离表土量为 3.66 万 m<sup>3</sup>。

## 2、项目区土石方平衡

本项目总挖方量为 171.56 万 m<sup>3</sup>(路基工程区 4.50 万 m<sup>3</sup>，景观绿化区 1.17 万 m<sup>3</sup>，隧道工程区 163.33 万 m<sup>3</sup>，管理站工程区 1.04 万 m<sup>3</sup>，施工临建工程区 1.52 万 m<sup>3</sup>)，总填方量为 23.33 万 m<sup>3</sup>(包括表土回填 3.66 万 m<sup>3</sup>)，总弃方量为 148.23 万 m<sup>3</sup>，经过主体设计中土石方的调配，回填量和弃方量较大，回填土包含剥离表土回填量和基础回填量，建筑垃圾交由市政部门处理，开挖的表土全部回填至景观绿化区，弃方运往盖家沟渣土场进行消纳。

本项目土石方平衡见表 2.3-18。

表 2.3-18 本项目土石方平衡一览表

序号	分区	分类	开挖	回填	调入方		调出方		外借		废弃	
					数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
1	路基工程区	土石方	3.6	4.36	0.76	3 区					0	
		表土剥离	0.9	0			0.9	2、3 区			0	
2	景观绿化区	土石方	1.17	1.23	0.55	3 区					0	
		表土剥离	0.49	1.94	1.45	1、4 区					0	
3	隧道工程区	土石方	163.29	8.69			6.37	1、2、4、5 区			148.23	盖家沟渣土场
		表土剥离	0.04	0.05	0.01	1 区					0	
4	管理站工程区	土石方	0.12	2.12	2	1 区					0	
		表土剥离	0.92	0.08			0.84	5 区			0	
5	施工临建工程区	土石方	0.21	3.27	3.06	1 区					0	
		表土剥离	1.31	1.59	0.28	4 区					0	
小计		土石方	167.9	19.67	6.37		6.37				148.23	盖家沟渣土场
		表土剥离	3.66	3.66	1.74		1.74				0	
合计			171.56	23.33	8.11		8.11				148.23	

### 2.3.7 施工方案

#### 1、线路形式

济泺路穿黄隧道工程南起济泺路，桩号为 K0+250，沿济泺路向北延伸，以隧道方式穿越二环北路、济广高速、黄河堤坝及黄河河道，北至鹊山片区 G309，桩号为 K5+010，全长约 4.76km。南岸预留一对出入匝道远期实施条件。

本项目线路形式及施工方式见表 2.3-19。

表 2.3-19 本项目全线线路形式一览表

里程范围	长度	线路形式	施工方式
K0+250~K0+332.5	82.5	接线道路	——
K0+332.5~K0+515	182.5	敞开段	——
K0+515~K0+959	444	矩形隧道	明挖
K0+959~K0+989	30	工作井	明挖
K0+989~K3+505.5	2516.5	圆形隧道	盾构
K3+505.5~K3+535.5	30	工作井	明挖
K3+535.5~K3+817.5	282	矩形隧道	明挖
K3+817.5~K4+004.5	187	敞开段	——
K4+004.5~K5+010	1005.5	接线道路	——

#### 2、穿黄河段工法

建造穿越水域的交通工程隧道常见的施工方法主要有盾构法、沉管法、矿山法、围堰明挖法等。根据隧址工程地质和水文地质及水域水文条件、两岸安全防汛要求、两岸交通需求和接线道路条件、隧道规模及埋深、实施可行性和施工风险控制、两岸环境保护要求等方面，科学、合理的选择隧道工法是成功修建水下隧道工程的关键。

盾构法对于确保黄河大堤、高架桥正常运行等方面相对上述工法来说更优更有效，其适宜在不同条件的土层中施工，施工费用对埋深的增加不敏感，施工机械化程度高，施工全过程对质量、安全等可控，对生态环境基本无影响，工程风险可控。现有地勘资料显示场地内第四系覆盖层厚度达 60~80m，建设场地数十米内基本为粉土、粉质粘土及粉细砂地层，该地层采用盾构法建造隧道较为适宜，且黄河上游已有盾构法工程案例，因此本隧道推荐采用盾构法施工。

盾构法隧道是采用盾构机建造隧道的方法，在盾构机钢制保护壳内进行隧道施工，盾构机前部平衡水土压力以确保开挖面稳定，同时进行隧道掘进、出渣，并在机内拼装管片、采取同步注浆等措施稳定地层，完成修筑隧道的方法。盾构

机外壳是一个能支撑土体压力且又能在地层中推进的圆形钢筒结构，盾构前面刀盘既是保持开挖面稳定也是掘进装置，盾构尾部是具有一定空间的壳体，周边装有掘进所需的千斤顶，盾构每掘进一环距离，在盾尾支护下拼装一环管片衬砌。盾构推进过程中不断从开挖面排出适量的土方，并及时向盾尾后的管片衬砌环与地层之间的空隙中压注足够的浆体，即所谓壁后同步注浆，充填盾构与地层空隙以防止隧洞及地面下沉，同时使管片衬砌结构的受力状态得到改善。

### 3、总体施工流程

工程采用泥水平衡盾构施工，以盾构始发工作井、圆隧道盾构掘进（内部结构同步施工）、机电设备安装、装修为主线，以明挖段、附属构筑物、地面道路等为次线，进行施工组织，工期 45 个月。根据本隧道实际情况，将施工区域划分为北岸明挖段、盾构段及南岸明挖段。北工作井为盾构始发井，盾构由北向南推进。

### 4、盾构筹划安排

本工程盾构隧道单线长度约 2517m，根据采用盾构机台数，考虑两个方案。方案一为采用 2 台盾构机分别施工东、西两个盾构段区间，均采用北岸工作井作为盾构始发井，均向南岸工作井推进。方案二采用 1 台盾构机，由北岸工作井始发，推进至南岸工作井后调头，在向北岸工作井推进。经计算，方案一总工期为 45 个月，方案二总工期为 58 个月。方案一较方案二工期减少 13 个月，考虑提前开通具备良好的社会、经济效益，经比选，推荐采用方案一。

## 2.4 工程环境影响分析及污染源强分析

### 2.4.1 工程环境影响分析

本工程对沿线环境影响的程度和范围与工程建设各个阶段的实际进展密切相关，不同的工程行为对环境各要素的影响也不尽相同。根据工程特点，可按照勘察设计期、施工期和营运期三个阶段进行分析。

#### 2.4.1.1 勘察设计期环境影响分析

勘察设计阶段的主要工作是路线走向与总体布局方案的选择，其本身不会产生环境污染与生态破坏，但直接决定了施工期和营运期对环境的影响，如对项目直接影响区的社会经济、城镇规划、土地利用、居民生活、自然生态及景观等均会产生影响。本阶段潜在的主要环境影响如下：

(1) 路线的走向和线位的布设与济南市城市总体规划、沿线天桥区城乡规划、工程区域国土资源的开发规划以及工程附近城市居民和村庄人群生活质量等密切相关。

(2) 线位的布设涉及到农田、园地、林地等土地类型的永久性 or 临时性占用问题,从而直接或间接地影响农林业生产,并可能对区域植被覆盖度、生物量、保护物种以及区域主要生态环境问题产生影响。

(3) 线位的布设可能会遇到野生保护动植物以及古树名木,也可能破坏野生保护动物生境。

(4) 工程总体布局直接决定了施工扰动原地表、损坏土地及水土保持设施的面积,将对区域水土保持工作产生影响。

(5) 线位的布设可能会对沿线地下文物保护产生一定影响。

(6) 项目附属设施的设计涉及到与周围景观的协调性问题。

#### 2.4.1.2 施工期环境影响分析

(1) 拟建工程征地涉及到永久性和临时性占地,从而将影响到当地农、林业生产。

(2) 拟建项目将布设一定的明挖路段及隧道工程,工程各类填、挖作业将对沿线自然植被及野生动物的生境造成破坏,并可能导致沿线野生保护动植物的生境破坏。同时,路基工程开挖与填筑将破坏地表原有植被,形成的裸露松散的地表和边坡,在雨水的作用下极易形成水土流失,从而影响生态环境;在天气干旱季节,又容易引起扬尘,对附近区域环境空气质量产生影响。

(3) 隧道施工中产生的废水将对沿线水体水质产生一定的影响;洞口的开挖将破坏原有植被,在风雨的作用下,极易形成水土流失。

(4) 隧道开挖将可能破坏区域内的地下水系,隧道的出现必将改变地下水赋存状况,并成为地下水排出的天然通道,造成地下水的流失,并且隧道施工过程中,可能会由于水文地质的难以预料或调查不够清楚,打穿地下含水层,造成掘进过程中的涌水现象,从而对工程区环境造成一定的影响。

(5) 路基、路面施工过程中,容易产生粉尘污染,并有少量沥青烟气;各种构件预制场及运输散体建材或废渣,以及施工营地管理不当,会对沿线水环境产生负面影响。

(6) 施工营地、材料加工场地等施工期临时工程将占用一定数量的土地，因此，施工期临时工程也将对当地耕地资源和农业生产产生短期影响。同时，土石方、弃渣等在运输过程中易产生粉尘。

(7) 施工机械的运转和运输车辆将产生噪声和废气污染，会影响施工人员身心健康、沿线居民区的居民正常生活和公共健康，并对现有公用设施和陆地运输产生影响。

(8) 工程施工会影响现有道路正常的交通环境，对沿线居民生产和生活产生一定的影响。

#### 2.4.1.3 营运期环境影响分析

(1) 交通量的增长与项目影响区的社会经济发展状况、旅游资源开发、居民生活质量密切相关。

(2) 随着交通量的增加，交通噪声将影响邻近道路的居民和学校的正常工作、学习和休息环境；汽车尾气中所含的多种污染物，如 CO、NO<sub>x</sub> 和石油类物质，会对道路沿线的环境空气造成一定污染。

(3) 养护管理、通信监控站等附属设施排放的污水、路桥面径流可能会污染水体，从而危害公众健康。

(4) 隧道洞口排放出的大气污染物，将对洞口附近的环境空气质量产生影响。

(5) 由于局部工程防护稳定和植被恢复需一定的时间，水土流失在工程营运初期可能存在。

(6) 各类环境工程和土地复垦工程的实施将恢复植被、改善被破坏的生态环境，减少水土流失，减轻汽车尾气、交通噪声、生活污水和固体废物等对周围环境的污染，以及对居民生活质量的负面影响。

(7) 项目的通车运营，对促进沿线交通通行便利以及地方经济的发展将产生积极的影响。

#### 2.4.2 评价因子筛选

根据拟建工程的特点、沿线环境特征、工程的环境影响要素分析和识别，筛选出主要的环境影响评价因子，具体见表 2.4-1。

表 2.4-1 拟建项目环境影响因子筛选表

环境要素	施工期	营运期
社会环境	交通运输、社会经济发展	交通运输、社会经济发展
	城镇、道路运输、水利等规划	城镇、道路运输、水利等规划
	防洪	——
	土地占用	土地占用、土地利用价值
	文物、景点	旅游业
	拆迁安置	居民生活质量
	交通事故和施工风险	交通事故
生态环境	生态敏感区	植被恢复、景观协调
	植被破坏、珍惜濒危植物	植被恢复
	野生（保护）动物及生境	野生（保护）动物及生境
	土地占用、农林业生产	防护工程及农业土地复垦
	土壤及地貌、景观	地形整治及植被恢复
水环境	道路结构施工、隧道施工、施工现场及营地产生的生产生活污水：pH、SS、COD、BOD <sub>5</sub> 、NH <sub>3</sub> -N 等	路面径流污水 沿线附属设施的生活污水： SS、动植物油、COD
声环境	施工噪声：等效 A 声级 L <sub>Aeq</sub>	交通噪声：等效 A 声级 L <sub>Aeq</sub>
环境空气	TSP	汽车尾气：CO、NO <sub>x</sub> 、HC
景观	工程与自然景观的和谐	工程与自然景观的和谐
水土保持	水土流失	防护工程

## 2.4.3 污染源强分析

### 2.4.3.1 大气污染源强分析

#### 1、施工期

施工阶段对空气环境的影响主要来自工地扬尘及路面铺浇沥青的烟气，主要的污染物为 CO、NO<sub>x</sub>、TSP、THC。

#### ①扬尘

在整个施工期间，拟建项目明挖段的挖掘、打桩、铺浇路面、材料运输、装卸等施工过程都存在着扬尘污染，久旱无雨的季节（冬季）就更加严重。

另外，还有汽车行驶的风吹等引起的二次扬尘污染。根据国内道路施工现场汽车运输引起的扬尘现场监测结果，车辆下风向 150m 处 TSP 的浓度为 5.093mg/m<sup>3</sup>，超过环境空气质量二级标准。

#### ②沥青烟气

沥青路面施工阶段空气污染除扬尘以外，沥青烟气是主要污染源。本工程施工阶段的沥青烟气主要出现路面铺设过程中，其中沥青排放量较小。沥青铺浇路

面时所排放的烟气污染物影响距离一般约为下风向 100m 左右，其主要污染物为 THC、CO、NO<sub>2</sub>。

施工期间，应该严格按照《山东省扬尘污染防治管理办法》和《济南市扬尘污染防治管理规定》、《济南市建筑工程文明施工若干规定》等的相关要求进行施工管理，以减轻施工期的扬尘污染。

## 2、营运期

拟建工程进入运营期，主要是汽车尾气对环境空气的影响，主要污染物是 CO、NO<sub>x</sub> 和 THC。

### (1) 移动线源源强计算方法

拟建项目大气污染源强根据国家环保总局于 2005 年颁布的《城市机动车排放空气污染测算方法》(HJ/T180-2005) (于 2005 年 10 月 1 日正式实施) 中的相关要求计算，计算方法如下：

#### ① 机动车污染源排放总量的测算

移动线源源强计算公式：

$$Q_{ijw} = q_{ji} \times l_i \times Ef_{jw}$$

$$Q_{jw} = \sum_{i=1}^n Q_{ijw}$$

式中：Q<sub>ijw</sub>—某条线源道路，第 i 段路上 j 类型车 w 种污染物排放源强，单位：g/h；

Q<sub>jw</sub>—某条线源道路，j 类型车 w 种污染物排放源强，单位：g/h；

q<sub>ji</sub>—j 类型车在第 i 段路上的车流量，单位：辆/h；

l<sub>i</sub>—第 i 段路长，单位：km；

n—某条线源道路上划分的总段数；

Ef<sub>jw</sub>—j 类型车 w 种污染物的排放因子，单位：g/km•辆；

依据上述公式计算控制区内各条线源源强，单位 g/h。

#### ② 在用机动车综合排放因子

汽车废气污染物主要来自燃料系统挥发和排气筒的排放，而大部分碳氢化合物和几乎全部的氮氧化物、一氧化碳都来源于排气管。

在《城市机动车排放空气污染测算方法》(HJ/T180—2005) 标准中，“在用

机动车综合排放因子”是实施国家环保总局发布的估算机动车污染总量的重要参数。本次公布的在用机动车排放因子是综合排放因子，是国家环保总局机动车监控中心经过大量资料调研、对中国典型城市实际道路行驶工况测量以及考虑了在正常使用下的机动车劣化情况，经实验室模拟验证调整后获得。“在用机动车综合排放因子”见表 2.4-2。

表 2.4-2 车辆（标准车辆）单车尾气排放系数（g/km·辆）

小型车			中型车			大型车		
CO	NOx	THC	CO	NOx	THC	CO	NOx	THC
2.72	0.48	0.70	5.17	0.70	1.33	6.90	0.85	1.78

(2) 高峰小时交通量情况下污染物排放测算结果

拟建项目高峰小时交通量情况下大气污染源强测算结果见表 2.4-5 和表 2.4-6。

表 2.4-3 本项目不同预测年大气污染物排放强度一览表

年份	项目	单位	小型车		中型车		大型车		小计	
			北向南	南向北	北向南	南向北	北向南	南向北	北向南	南向北
2022年	车流量	辆/h	1926	1469	61	46	—	—	—	—
	CO	kg/km·h	5.24	4.00	0.32	0.24	—	—	5.55	4.23
	NOx	kg/km·h	0.92	0.71	0.04	0.03	—	—	0.97	0.74
	THC	kg/km·h	1.35	1.03	0.08	0.06	—	—	1.43	1.09
2030年	车流量	辆/h	2369	1841	83	65	—	—	—	—
	CO	kg/km·h	6.44	5.01	0.43	0.34	—	—	6.87	5.34
	NOx	kg/km·h	1.14	0.88	0.06	0.05	—	—	1.20	0.93
	THC	kg/km·h	1.66	1.29	0.11	0.09	—	—	1.77	1.38
2040年	车流量	辆/h	3076	2462	140	111	—	—	—	—
	CO	kg/km·h	8.37	6.70	0.72	0.57	—	—	9.09	7.27
	NOx	kg/km·h	1.48	1.18	0.10	0.08	—	—	1.57	1.26
	THC	kg/km·h	2.15	1.72	0.19	0.15	—	—	2.34	1.87

表 2.4-4 (1) 本项目近期（2022 年）大气污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	污染物	排放强度 (kg/km·h)		距离 (km)	源强 (kg/h)	
			北向南	南向北		北向南	南向北
K0+250~K0+515	接线道路 +敞开段	CO	5.55	4.23	0.265	1.47	1.12
		NOx	0.97	0.74		0.26	0.20
		THC	1.43	1.09		0.38	0.29
K0+515~K3+817.5	隧道	CO	5.55	4.23	3.3025	18.33	13.97
		NOx	0.97	0.74		3.20	2.44
		THC	1.43	1.09		4.72	3.60
K3+817.5~K5+010	敞开段+	CO	5.55	4.23	1.1925	6.62	5.04

	接线道路	NOx	0.97	0.74		1.16	0.88
		THC	1.43	1.09		1.71	1.30
全线总计	——	CO	——	——	4.76	26.42	20.13
		NOx	——	——		4.62	3.52
		THC	——	——		6.81	5.19

表 2.4-4 (2) 本项目中期 (2030 年) 大气污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	污染物	排放强度 (kg/km·h)		距离 (km)	源强 (kg/h)	
			北向南	南向北		北向南	南向北
K0+250~K0+515	接线道路 +敞开段	CO	6.87	5.34	0.265	1.82	1.42
		NOx	1.20	0.93		0.32	0.25
		THC	1.77	1.38		0.47	0.37
K0+515~K3+817.5	隧道	CO	6.87	5.34	3.3025	22.69	17.64
		NOx	1.20	0.93		3.96	3.07
		THC	1.77	1.38		5.85	4.56
K3+817.5~K5+010	敞开段+ 接线道路	CO	6.87	5.34	1.1925	8.19	6.37
		NOx	1.20	0.93		1.43	1.11
		THC	1.77	1.38		2.11	1.65
全线总计	——	CO	——	——	4.76	32.70	25.42
		NOx	——	——		5.71	4.43
		THC	——	——		8.43	6.57

表 2.4-4 (3) 本项目远期 (2040 年) 大气污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	污染物	排放强度 (kg/km·h)		距离 (km)	源强 (kg/h)	
			北向南	南向北		北向南	南向北
K0+250~K0+515	接线道路 +敞开段	CO	9.09	7.27	0.265	2.41	1.93
		NOx	1.57	1.26		0.42	0.33
		THC	2.34	1.87		0.62	0.50
K0+515~K3+817.5	隧道	CO	9.09	7.27	3.3025	30.02	24.01
		NOx	1.57	1.26		5.18	4.16
		THC	2.34	1.87		7.73	6.18
K3+817.5~K5+010	敞开段+ 接线道路	CO	9.09	7.27	1.1925	10.84	8.67
		NOx	1.57	1.26		1.87	1.50
		THC	2.34	1.87		2.79	2.23
全线总计	——	CO	——	——	4.76	43.27	34.61
		NOx	——	——		7.47	6.00
		THC	——	——		11.14	8.90

根据本项目通风方案,西线隧道采用风塔集中高空排放,污染物经风机收集后,80%通过风塔排放,20%通过峒口排放;东线隧道拟不设风塔,全部通过峒口排放,工作井中预留通风机房及风道接口,随着后期周边地块开发,通风方式

改为风塔集中排放,风塔可根据周边地块开发情况寻求与其他建筑合建的可能性,以减少对于景观的影响。

表 2.4-5 (1) 本项目近期 (2022 年) 污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	1.47	0.26	0.38
		南向北	直排	1.12	0.2	0.29
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	14.66	2.56	3.78
			峒口	3.67	0.64	0.94
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	6.62	1.16	1.71
		南向北	直排	5.04	0.88	1.3

表 2.4-5 (2) 本项目中期 (2030 年) 污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	1.82	0.32	0.47
		南向北	直排	1.42	0.25	0.37
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	18.15	3.17	4.68
			峒口	4.54	0.79	1.17
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	8.19	1.43	2.11
		南向北	直排	6.37	1.11	1.65

表 2.4-5 (3) 本项目远期 (2040 年) 污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	2.41	0.42	0.62
		南向北	直排	1.93	0.33	0.5
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	24.02	4.14	6.18
			峒口	6.00	1.04	1.55
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	10.84	1.87	2.79
		南向北	直排	8.67	1.5	2.23

本项目风塔中 NO<sub>x</sub> 排放速率为 4.14kg/h, 轴流风机风量为 1373868m<sup>3</sup>/h, 排放浓度为 3mg/m<sup>3</sup>。根据《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996), NO<sub>x</sub> 最高允许排放浓度为 240mg/m<sup>3</sup>, 25m 高排气筒最大允许排放速率为 2.85kg/h, 30m 高排气筒最大允许排放速率为 4.4kg/h。当风塔高度设置为 25m 时, 本项目废气污染物排放不能够满足《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 的要求, 本次评价阶段结合污染物排放情况, 将风塔高度调整为 30m。排气筒设置为 30m

后，风塔废气排放可以满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的要求。

### （3）平均小时交通量情况下污染物排放测算结果

拟建项目平均小时交通量情况下大气污染源强测算结果见表 2.4-6 和表 2.4-7。

表 2.4-6 本项目不同预测年大气污染物排放强度一览表

年份	项目	单位	小型车	中型车	大型车	小计
2022 年	车流量	辆/h	1538	49	0	——
	CO	kg/km·h	4.18	0.25	0	4.44
	NOx	kg/km·h	0.74	0.03	0	0.77
	THC	kg/km·h	1.08	0.07	0	1.14
2030 年	车流量	辆/h	2032	72	0	——
	CO	kg/km·h	5.53	0.37	0	5.90
	NOx	kg/km·h	0.98	0.05	0	1.03
	THC	kg/km·h	1.42	0.10	0	1.52
2040 年	车流量	辆/h	2277	102	0	——
	CO	kg/km·h	6.19	0.53	0	6.72
	NOx	kg/km·h	1.09	0.07	0	1.16
	THC	kg/km·h	1.59	0.14	0	1.73

表 2.4-7 本项目平均小时交通量大气污染物排放情况一览表

里程范围	线路形式	污染物	排放强度 (kg/km·h)			距离 (km)	源强 (kg/h)		
			近期	中期	远期		近期	中期	远期
K0+250~ K0+515	接线道路 +敞开段	CO	4.44	5.90	6.72	0.265	1.18	1.56	1.78
		NOx	0.77	1.03	1.16		0.20	0.27	0.31
		THC	1.14	1.52	1.73		0.30	0.40	0.46
K0+515~ K3+817.5	隧道	CO	4.44	5.90	6.72	3.3025	14.66	19.48	22.19
		NOx	0.77	1.03	1.16		2.54	3.40	3.83
		THC	1.14	1.52	1.73		3.76	5.02	5.71
K3+817.5~ K5+010	敞开段+ 接线道路	CO	4.44	5.90	6.72	1.1925	5.29	7.04	8.01
		NOx	0.77	1.03	1.16		0.92	1.23	1.38
		THC	1.14	1.52	1.73		1.36	1.81	2.06
全线总计	——	CO	4.44	5.90	6.72	4.76	21.13	28.08	31.99
		NOx	0.77	1.03	1.16		3.67	4.90	5.52
		THC	1.14	1.52	1.73		5.43	7.24	8.23

根据本项目通风方案，西线隧道采用风塔集中高空排放，污染物经风机收集后，80%通过风塔排放，20%通过峒口排放；东线隧道拟不设风塔，全部通过峒口排放，工作井中预留通风机房及风道接口，随着后期周边地块开发，通风方式改为风塔集中排放，风塔可根据周边地块开发情况寻求与其他建筑合建的可能性，

以减少对于景观的影响。

本项目近期污染物排放量分别为 CO 185.1t/a、NO<sub>x</sub> 32.1t/a、THC47.6t/a，中期污染物排放量分别为 CO 246.0t/a、NO<sub>x</sub> 42.9t/a、THC 63.4t/a，远期污染物排放量分别为 CO 280.2t/a、NO<sub>x</sub> 48.4t/a、THC 72.1t/a。

在东线隧道不设置风塔的情况下，本项目污染物排放情况见表 2.4-8。

表 2.4-8 (1) 本项目近期 (2022 年) 污染物排放情况一览表 (仅西线设置风塔)

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	——	直排	1.18	0.20	0.30
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	5.86	1.02	1.50
			峒口	1.47	0.25	0.38
		南向北	峒口	7.33	1.27	1.88
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	——	直排	5.29	0.92	1.36

表 2.4-8 (2) 本项目中期 (2030 年) 污染物排放情况一览表 (仅西线设置风塔)

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	1.56	0.27	0.40
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	7.79	1.36	2.01
			峒口	1.95	0.34	0.50
		南向北	峒口	9.74	1.70	2.51
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	7.04	1.23	1.81

表 2.4-8 (3) 本项目远期 (2040 年) 污染物排放情况一览表 (仅西线设置风塔)

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	1.78	0.31	0.46
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	8.88	1.53	2.28
			峒口	2.22	0.38	0.57
		南向北	峒口	11.10	1.92	2.86
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	8.01	1.38	2.06

在东线隧道设置风塔的情况下，本项目污染物排放情况见表 2.4-9。

表 2.4-9 (1) 本项目近期 (2022 年) 污染物排放情况一览表 (东西线均设风塔)

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC

K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	——	直排	1.18	0.20	0.30
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	5.86	1.02	1.50
			峒口	1.47	0.25	0.38
		南向北	风塔	5.86	1.02	1.50
			峒口	1.47	0.25	0.38
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	——	直排	5.29	0.92	1.36

表 2.4-9 (2) 本项目中期 (2030 年) 污染物排放情况一览表 (东西线均设风塔)

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	1.56	0.27	0.40
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	7.79	1.36	2.01
			峒口	1.95	0.34	0.50
		南向北	风塔	7.79	1.36	2.01
			峒口	1.95	0.34	0.50
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	7.04	1.23	1.81

表 2.4-9 (3) 本项目远期 (2040 年) 污染物排放情况一览表 (东西线均设风塔)

里程范围	线路形式	方向	排放方式	污染物 kg/h		
				CO	NO <sub>x</sub>	THC
K0+250~K0+515	接线道路+敞开段	北向南	直排	1.78	0.31	0.46
K0+515~K3+817.5	隧道	北向南	风塔	8.88	1.53	2.28
			峒口	2.22	0.38	0.57
		南向北	风塔	8.88	1.53	2.28
			峒口	2.22	0.38	0.57
K3+817.5~K5+010	敞开段+接线道路	北向南	直排	8.01	1.38	2.06

### 2.4.3.2 水污染源强分析

#### 1、施工期

施工期间废水主要来自施工生产和生活,包括隧道施工废水、施工机械和车辆的冲洗废水、混凝土养护废水和生活污水等;污染物以悬浮物为主,废水量以施工机械和车辆的冲洗废水、隧道施工废水和生活污水居多。

##### (1) 施工生产废水

本工程采用预拌混凝土和预拌砂浆,不单独设置拌和设施,避免了拌和系统废水的影响;水泥混凝土浇筑养护废水量少,大多被吸收或蒸发,所以此部分废

水可忽略不计；因此，拟建工程施工生产废水污染源主要包括：施工中开挖、钻孔、结构施工产生的部分泥浆水；施工机械和车辆冲洗废水及跑、冒、滴、漏的污油；污水中成分较为简单，一般为悬浮物和少量的石油类。

对施工运输车辆和流动机械冲洗主要集中在每天晚上进行 1 次，施工高峰期平均每天需要冲洗的各种施工运输车辆和流动机械以 15 辆（台）计，每次每辆（台）运输车辆和流动机械平均冲洗废水量约为  $0.8\text{m}^3$ ，则施工运输车辆和流动机械冲洗废水量为  $12\text{m}^3/\text{d}$ 。废水中主要污染物为悬浮物和石油类物质，污染物产生情况见表 2.4-10。

表 2.4-10 施工机械和运输车量冲洗废水产生及排放情况

项 目	污染物浓度 (mg/L)		最大污染源强 (g/s)	
	产生	排放	产生	排放
SS	3000	20	5	0.03
石油类	20	4	0.023	0.007
污水量	$12\text{m}^3/\text{d}$ (次)			
排放去向	处理达标后就近排入附近沟渠、河流及排水系统			

施工工地内应当设置车辆冲洗设施和排水、隔油沉淀设施，运输车辆和流动机械集中维修或清洗干净后出场，严禁在施工场地随意清洗。隔油沉淀池做防渗漏砌护，在池上设隔油栏板，含油污水经沉淀、隔油、除渣等处理后，回用于绿化及洒水抑尘，施工结束后将沉淀池覆土掩埋。

对于施工机械跑、冒、滴、漏的污油，首先应尽量选用先进的设备、机械，以有效地减少跑、冒、滴、漏的数量及机械维修次数，从而减少含油污水的产生量；在不可避免冒、滴、漏油的施工过程中，尽量采用固体吸油材料（如棉纱、木屑等）将废油收集转化到固体物质中。对收集的浸油废料采取打包密封后外运，外运地点选择附近具备含油废物处置资质的处置场。

## (2) 隧道施工废水

一般情况下，隧道施工中外排废水的流量变化较大，通常能从每小时几方到几百方不等，这主要是由于不良地质、施工进度要求等诸多因素造成的。隧道施工中主要污染物是石油类、pH、TN 和 SS。类比已建成项目的监测调查分析资料，隧道施工废水主要污染物浓度分析见表 2.4-11。

表 2.4-11 某隧道施工废水污染物浓度分析结果

主要污染物	1	2	3	4	5
pH	9.18	10.13	9.84	8.68	8.55

化学需氧量(COD)/(mg/L)	54.7	63.4	57.3	23.9	17.8
悬浮物/(mg/L)	341	513	445	18	12
氨氮(NH <sub>3</sub> -N)/(mg/L)	2.89	3.47	3.35	1.34	1.25
总氮(TN)/(mg/L)	6.15	7.32	6.58	2.65	2.04
油类/(mg/L)	9.52	10.12	9.87	5.84	2.31

(注：1、2、3号样品为隧道正常施工时的废水水质，4号为隧道内发生岩爆、施工停止时隧道排水系统的出水；5号样品是在施工完全停止2天后的监测结果。)

\*数据引自：郑新定,丁远见.隧道施工废水对水环境的影响分析及应对措施.现代隧道技术,2007。

### (3) 施工生活污水

施工期间施工人员相对比较分散，特定路段的施工周期较短，施工人员生活污水量较小，影响因素主要是 pH、SS、COD 和氨氮等。

施工人员产生的生活污水量定额取 60L/(人·d)，污水排放系数取 0.8，则按下述公式计算得到每个施工人员每天产生的生活污水量。

施工营地生活污水量按以下公式计算：

$$Q_s = (k \cdot q_1) / 1000$$

式中： $Q_s$ —每人每天生活污水排放量，(t/人·d)；

$k$ —生活污水排放系数；

$q_1$ —每人每天生活用水量定额，(L/人·d)。

根据上式，计算得到施工人员每人每天排放的生活污水量约 0.048t，根据调查，施工期生活污水主要是施工营地施工人员就餐和洗涤所产生的污水及粪便污水，主要含油脂、洗涤剂等各类有机物。施工营地生活污水污染物成分及其浓度详见表 2.4-12。

表 2.4-12 施工期生活污水成分及浓度表

项目	SS	COD <sub>Cr</sub>	BOD <sub>5</sub>	TN	TP	油脂
排放浓度 (mg/L)	55	250	110	20	4	50

在有污水管网区域，施工人员的生活污水排入附近的污水管网。在无污水管网区域，施工营地附近应设改进型化粪池和临时洗漱间，将粪便污水和餐饮洗涤污水分别收集，粪便用于农田，餐饮、洗涤污水经处理后用于场地清洁、地表抑尘喷洒等。严禁将污水直接排入河流。

## 2、营运期

### 1) 废水产生情况

拟建项目运营期间对水环境产生影响的主要因素为接线道路和隧道敞开段

的路面径流、隧道冲洗废水、结构渗入水以及运营管理中心和收费站的生活污水等。

### (1) 路面径流

本项目路面径流主要来自接线道路和隧道敞开段。根据工可报告，本项目拟在隧道主线两端洞口各设一座雨水泵房，并在每个洞口处设置 2 道横截沟，拦截敞开段的雨水进入泵房集水池。雨水泵房出水就近排至市政雨水管网。

路面径流主要污染物因子有 pH、SS、COD 和石油类等。在汽车保养状况不良、发生故障、出现事故时，都可能泄漏汽油和机油污染路面，在遇降雨后，雨水经道路流入附近的水域，造成石油类和 COD 的污染影响。

污染物浓度受限于多种因素，如车流量、车辆类型、降雨强度、灰尘沉降量和前期干旱时间等等，因此具有一定程度的不确定性。国内一些高速道路的监测实验结果也相差较远，长安大学曾用人工降雨的方法在西安~三原道路上形成桥面径流，在车流量和降雨量已知的情况下，降雨历时一小时，降雨强度为 81.6mm，在一小时内按不同时间采集水样，测定结果见表 2.4-8。

降雨初期到形成桥面径流的 30 分钟内，雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高，30 分钟后，其浓度随降雨历时的延长下降较快，雨水中生化需氧量随降雨历时的延长下降速度稍慢，pH 值相对较稳定，降雨历时 40 分钟后，桥面基本被冲洗干净。

表 2.4-13 路面径流中污染物浓度测定值

项目	5~20 分钟	20~40 分钟	40~60 分钟	平均值
pH	7.0~7.8	7.0~7.8	7.0~7.8	7.4
SS (mg/L)	231.42~158.22	158.22~90.36	90.36~18.71	100
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	7.34~7.30	7.30~4.15	4.15~1.26	5.08
油 (mg/L)	22.30~19.74	19.74~3.12	3.12~0.21	11.25

### (2) 隧道冲洗废水、结构渗入水

本项目在运营期将对隧道进行定期冲洗，冲洗废水产生量约为 8m<sup>3</sup>/d。结构渗入水是由外环境渗入到隧道中的水量，产生量约 10m<sup>3</sup>/d。隧道车行道内的冲洗废水、结构渗入水等废水，沿线路纵向排水沟及分段设置的横截沟，汇至隧道盾构段的两座工作井及隧道的最低点设置的废水泵房。

### (3) 生活污水

本项目生活污水主要包括运营管理中心和收费站产生的生活污水。生活污水

产生量约 20m<sup>3</sup>/d。

## 2) 排水去向

本项目黄河南岸废水排入市政管网，经水质净化一厂处理达标后排入小清河，黄河北岸废水经一体化污水处理设备处理达标后回用于道路喷洒，待市政管网敷设完成后，排入市政管网。本项目总废水排放量为 13870m<sup>3</sup>/a，废水污染物 COD、氨氮排放量为 0.62t/a、0.062t/a。

### 2.4.3.3 噪声污染源强分析

#### 1、施工期

施工过程中需要使用许多施工机械和运输车辆，这些设备会辐射出强烈的噪声，对附近居民的正常生活产生影响。其中施工机械主要有挖掘机、推土机、装载机、压路机等，运输车辆包括各种卡车、自卸车等，其在作业中产生的噪声，贯穿于整个施工过程，环境影响因素是施工噪声，主要施工机械设备的运行噪声见表 2.4-14。

表 2.4-14 主要施工机械和车辆的噪声级

设备名称	测距 (m)	声级 (dB)	备注
挖掘机	5	84	液压式
装载机	5	90	轮式
压路机	5	86	振动式
推土机	5	86	
平地机	5	90	
摊铺机	5	87	
搅拌机	2	90	
铲土机	5	93	
振捣机	15	81	
夯土机	15	90	
自卸车	5	82	
卡车	7.5	89	卡车的载重量越大噪声越大
移动式吊车	7.5	89	

施工期噪声影响主要表现为施工机械和运输车辆的噪声影响。拟建工程沿线分布有声环境敏感点，道路施工噪声将影响到沿线居住、生活的村民。但也应该注意到，由于工程施工期道路运输车辆的不连续性，拟建工程建设时间虽然较长，但道路施工一般分段进行，每段的噪声影响都是短期的，对固定路段而言施工时间要短得多，其造成的影响也是有限的。上述新增的噪声影响均会随着施工过程的结束而降低或消失。根据工程施工特点，并结合周边敏感点分布，通过采用低