

工程编号: XYB211239

北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程 上跨马坊南干渠桥梁 防洪评价报告

建设单位: 北京城市快轨建设管理有限公司

编制单位: 北京禹冰水利勘测规划设计有限公司

2023 年 3 月



工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号: A111002917

有效期: 至2024年03月04日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称: 北京禹冰水利勘测规划设计有限公司

经济性质: 有限责任公司(其他)

资质等级: 水利行业(引调水、灌溉排涝、河道整治、城市防洪)专业甲级。
可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。*****

发证机关:



No.AZ 0094490



北京中水源禹国环认证中心
质量管理体系认证证书

注册号: 05218Q0068R3M

兹 证 明: 北京禹冰水利勘测规划设计有限公司
统一社会信用代码: 91110108753346348K

审核地址: 北京市海淀区莲花池西里 26 号院佳弘莲花大厦 1 号楼 C 座 3 层/100073
注册地址: 北京市海淀区莲花池西里 26 号院 1 号楼 3 层 312/100073

认证标准:

GB/T 19001-2016/ISO 9001:2015 《质量管理体系 要求》

认证范围:

* 资质证书范围内的工程设计 *

颁证日期: 2018 年 08 月 03 日
有效期至: 2021 年 10 月 16 日

法定代表人(签名)



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C052-M



认证机构地址: 中国北京市西城区六铺炕北小街 2-1 号 邮编: 100120

注: 1、获证组织必须定期接受年度监督审核并经审核合格此证书方继续有效;

2、本证书信息可在国家认证认可监督管理委员会官方网站 (www.cnca.gov.cn) 查询

防洪评价报告主要成果简表

项目名称	北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程上跨马坊南干渠桥梁		
所在水系	马坊南干渠		
位置描述	轨道桥梁轴线与马坊南干渠中心线交点坐标：X=318635.294，Y=554660.851（北京地方坐标系）；X= 4433097.865，Y= 39499255.652（国家大地 2000 坐标系）。		
建设项目基本概况	建设项目立项情况	已取得《北京市发展和改革委员会关于轨道交通 22 号线（平谷线）工程北京段项目可行性研究报告的批复》，京发改（审）[2022]244 号。	
	建设项目防洪标准	100 年一遇	
	总体布置	平谷线（市界北~马坊站）以高架桥形式上跨马坊南干渠，平谷线跨越规划马坊南干渠，桥梁设计防洪标准为 100 年一遇。1 跨跨河，跨径为 32m，桥墩设置在河道上口线以外，桥梁与河道中心线夹角为 90°。桥梁梁底高程为：30.072~31.566m（北京地方高程）。	
河段主要指标	河道防洪标准	20 年一遇	
	设计水位及相应流量	现状：Q ₂₀ =44m ³ /s，H ₂₀ =25.20m；规划：Q ₂₀ =44m ³ /s，H ₂₀ =23.70m； Q ₅₀ =51m ³ /s，H ₅₀ =25.26m；Q ₅₀ =51m ³ /s，H ₅₀ =23.88m； Q ₁₀₀ =58m ³ /s，H ₁₀₀ =25.32m。Q ₁₀₀ =58m ³ /s，H ₁₀₀ =24.04m。	
分析计算主要成果	工况序列	工况 1 （现状河道、桥位处局部疏挖）	工况 2 （规划河道）
	阻水比	0.75%	不涉及
	壅水高度及范围	壅水高度：0.05m； 壅水长度：192.31m。	不涉及
	冲淤情况	在无护砌条件下，近期现状工况下拟建桥位处马坊南干渠河道 20 年一遇洪水冲刷深度为 0.79m，河道 100 年一遇洪水冲刷深度为 0.59m；远期河道全线按规划治理工况下拟建桥位处马坊南干渠河道 20 年一遇洪水冲刷深度为 0.25m，河道 100 年一遇洪水冲刷深度为 0.39m。	
消除和减轻影响措施	施工期：QM104、QM105 号承台采用四面钢板桩+内支撑支护开挖施工，拉森Ⅳ型钢板桩长度采用 12m，内支撑采用φ530mm 钢管共设置两层，保证周边土体稳定。汛前拆除河道内临时结构物，恢复既有河道通流宽度，确保河道安全度汛。 运行期：项目实施后，马坊南干渠基本保持现状河道走势，桥梁处河道按照规划进行疏挖。项目采取的消除和减轻影响的措施与主体工程同步实施，对桥梁投影及上、下游各 30m 范围内河道按照规划要求进行疏挖，并在上、下游各设置 20m 连接段顺接现状河道。其中，河底采用生态连锁砌块护底；桥梁投影及上、下游各 5m 范围内迎水坡采用浆砌石护砌，其余段河道边坡采用生态护坡进行防护。		

目 录

前 言.....	IV
1 概述.....	1
1.1 建设项目背景.....	1
1.2 评价依据.....	5
1.3 防洪影响分析范围.....	10
2 基本情况.....	11
2.1 桥梁设计方案及马坊南干渠概况.....	11
2.2 施工工期及导流方案.....	17
2.3 河道管理范围.....	18
2.4 项目区自然地理.....	18
2.5 项目区水文气象.....	19
2.6 项目区地质概况.....	19
2.7 社会经济状况.....	20
2.8 现有水利工程及其它设施情况.....	21
3 河道演变.....	22
3.1 河道演变情况.....	22
3.2 河道演变趋势分析.....	22
4 防洪评价分析与计算.....	23
4.1 水文分析计算.....	23
4.2 河道水位计算.....	24
4.3 冲刷淤积计算和河势影响分析.....	27
4.4 梁底净空复核.....	30
4.5 桥梁阻水比计算及壅水分析.....	32
4.6 巡河路顺接方案及净空复核.....	32
5 防洪综合评价.....	34
5.1 建设项目与有关规划符合性评价.....	34
5.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价.....	34
5.3 建设项目对河势稳定的影响评价.....	37

5.4 建设项目对河道行洪的影响评价.....	37
5.5 建设项目对堤防安全及岸坡稳定和其他水利工程影响评价.....	38
5.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价.....	38
5.7 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价.....	39
6 消除和减轻影响措施.....	40
6.1 建设项目消除和减轻影响的措施.....	40
6.2 建设项目消除和减轻影响的措施效果分析.....	40
6.3 工程量及投资估算.....	41
7 结论与建议.....	42
7.1 防洪综合评价主要结论.....	42
7.2 建议.....	42

前 言

地铁 22 号线是一条连接东、西方向的交通干线，西起 CBD 区域东大桥站，东至平谷中心城，经过朝阳、通州、三河、平谷，是北京与河北之间首条跨省地铁线路，建成后将有效保障跨市域公交线路常态化运行，助力京津冀城市交通一体化建设。

北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程线路西起朝阳区东大桥站，由东大桥站向东沿朝阳路地下敷设，过定福庄组团并在杨闸环岛西侧转向京通快速路，沿通惠河北岸进入通州区。线路穿越现状八里桥建材市场，经永顺南街接入北关站，随后下穿运河至北运河东岸，沿北运河东滨河路向南，区间上跨城际咽喉区后转向东北，与城际铁路平行接入城市副中心站。出站后线路沿兆善大街向东经过行政办公区北侧，并向东下穿潮白河进入三河市燕郊镇。

线路进入燕郊后以地下方式沿迎宾路敷设，北至京秦高速后转向东，沿规划高横二路穿越高楼组团，随后转向京秦高速并出地面。线路向东沿京秦高速至齐心庄，在齐心庄站预留远期延伸至三河市区方向支线的条件，主线向北沿平三铁路进入平谷区。线路在平谷区马坊镇设马坊站，出站后向北跨京平高速后转为沿密三路向北敷设，在马昌营镇设马昌营站。线路过顺平路后转向东，在大兴庄北侧继续向东，在崔杏路以西入地后，下穿泃河并在平谷新城西端设终点站平谷站。

线路全长约 81.2km，其中地下线约 53.8km，高架线约 27.4km；北京段线路长约 51.2km，其中地下线约 35.5km，高架线 15.7km；河北段线路长约 30km，其中地下线约 18.3km，高架线约 11.7km。全线共设置车站 21 座（其中河北境内设 5 座车站），其中换乘站 12 座，齐心庄站、马坊站、马昌营站为高架站，其余均为地下站。分别为：东大桥站（与 M6、M17、M28 换乘）、金台夕照站（与 M10、M28 换乘）、红庙站（与 M14、R4 换乘）、慈云寺桥站（与规划区域快线 S12 换乘）、甘露园站、定福庄站（与 R1 换乘）、管庄站（与八通线、规划 M103 换乘）、永顺站、北关站（与 M6 换乘）、运河商务区站（与 M103 换乘）、城市副中心站（与城际铁路联络线、京唐城际铁路、M6、M101、市郊 S1 换乘）、政务中心站、政务中心东站（与 M102 换乘）、燕郊镇站（京唐城际、市郊 S1 线换乘）、神威大街站（与 M102 支线换乘）、潮白大街站、高楼站、齐心庄站、马坊站、马昌营站、平谷站。

线路在三河设置车辆综合维修基地，占地约 83 公顷；在朝阳区东五环外定福庄园艺场设置停车场一处，占地约 18 公顷。

我公司承担的评价范围内，工程地下段采用盾构方式下穿一热循环水渠东段（二道沟）、镜河、运潮减河、潮白河、洳河，地上段采用高架桥梁的方式上跨马坊南干渠、马昌营石河和东石桥沟。工程涉及的河道情况如下表所示：

根据《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国河道管理条例》、水利部《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》等法律、法规及规范性文件规定，为避免工程建设项目与防洪、河道管理等相抵触，减少工程建设对河道行洪与防洪安全的影响，工程下穿、上跨上述河道需编制防洪评价报告。受北京城市快轨建设管理有限公司的委托，北京禹冰水利勘测规划设计有限公司承担了本项目下穿一热循环水渠东段（二道沟）、镜河、运潮减河、潮白河、洳河和上跨马坊南干渠、马昌营石河、东石桥沟的防洪评价工作。

我公司承担的评价范围内，本项目防洪评价工作按 8 条河道分别编制，其中工程涉及一热循环水渠东段（二道沟）、镜河、运潮减河河道管理范围内建设项目防洪评价报告上报北京市水务局；工程涉及潮白河、马坊南干渠河道管理范围内建设项目防洪评价报告上报水利部海河水利委员会；工程涉及洳河、马昌营石河和东石桥沟河道管理范围内建设项目防洪评价报告上报平谷区水务局。本报告仅对马坊南干渠河道管理范围内建设项目评价分析，其余节点单独编制防洪评价报告。

首先，对项目进行了现场查勘和资料搜集，在充分掌握基本资料的前提下，依据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》的要求，依据设计洪水计算等有关规程规范，分析计算河道设计洪水，根据河道纵横断面资料及相关治理规划，推算出拟建项目所在断面的洪水位，分析工程施工期间及完工后与河道行洪的相互影响，评价建设项目对其它水利工程、第三人合法水事权益和附近工程设施等的影响，以及河道行洪对工程安全的影响，提出了防治与补救措施等，完成《北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程上跨马坊南干渠桥梁防洪评价报告》（送审稿）。

注：本报告除特殊说明外，均为北京地方高程基准。高程系统转换关系：北京地方高程=1985 国家高程+0.426m。

表 1.1-2 报告中涉及的北京地方坐标系和国家大地 2000 坐标系数据转换

河道中心线 交点桩号	轨道桥梁轴线与河道左岸相交 IP 点		轨道桥梁轴线与河道右岸相交 IP 点		备注
	X	Y	X	Y	
K1+300	318646.175	554667.969	318624.487	554653.626	北京地方坐标系
	4433108.693	39499262.849	4433087.110	39499248.349	国家大地 2000

表 1.1-3 报告中涉及的北京地方高程和国家 85 高程数据转换

位置		北京地方高程 (m)	1985 国家高程 (m)
梁底高程	左岸	30.311	29.885
	主槽	30.072	29.646
	右岸	31.566	31.14
桥梁承台顶高程	右岸承台	21.504	21.078
	左岸承台	21.395	20.969
现状河道高程	左岸	25.8	25.374
	主槽河底	23.8	23.374
	右岸	24.33	23.904
规划河道高程	左岸	25.63	25.204
	主槽河底	21.63	21.204
	右岸	25.63	25.204
设计河道高程	左岸	25.8	25.374
	主槽河底	21.63	21.204
	右岸	24.55	24.124
现状水位	20 年一遇	25.2	24.774
	50 年一遇	25.26	24.834
	100 年一遇	25.32	24.894
规划水位	常水位	22.5	22.074
	20 年一遇	23.7	23.274
	50 年一遇	23.88	23.454
	100 年一遇	24.04	23.614
右岸滩地冲刷线 高程	20 年一遇	23.37	22.944
	100 年一遇	23.57	23.144

1 概述

1.1 建设项目背景

1.1.1 项目背景

2017 年 2 月，习近平总书记视察北京并发表重要讲话，为北京率先全面建成小康社会，加快建设国际一流的和谐、宜居之都，成功举办一届精彩、非凡、卓越的冬奥会指明了方向。为深入贯彻落实习近平总书记视察北京重要讲话精神，紧紧扣住迈向“两个一百年”奋斗目标和中华民族伟大复兴的时代使命，围绕“建设一个什么样的首都，怎样建设首都”这一重大问题，谋划首都未来可持续发展的新蓝图，北京市编制了新版城市总体规划，并于 2017 年 9 月得到了中共中央和国务院的联合批复。

为实现《北京城市总体规划（2016 年—2035 年）》发展目标、满足国家发展改革委等部门联合发布的《关于促进市域（郊）铁路发展的指导意见》的要求、保障 2022 年北京冬季奥运会、解决目前轨网存在突出问题，依据《国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》，北京市政府对城市轨道交通第二期建设规划项目作出调整。

平谷线是 2015 年批复的《北京市城市轨道交通第二期建设规划》（2015-2021 年）的项目，也是京津冀一体化背景下，横跨北京和河北两省市的区域快线。在新的北京市总体规划框架下，以及城市副中心、北京市通州区与河北省三河、大厂、香河三县市协同发展规划调整的背景下，原有路由经过的地区面临着用地规划以及城市功能区的调整，其中线路经过的燕郊北部地区建设用地大规模削减，通州副中心与中心城之间的联系由于北京市政府机关以及京唐城际铁路起点设置在城市副中心站等原因，也需要增加快速联系通道。在上述规划建设调整的背景下，对平谷线近期实施方案进行了调整。纳入北京市第二期建设规划调整方案，上报国家发改委，并于 2019 年获得国家发展改革委关于《调整北京市城市轨道交通第二期建设规划方案》的批复。

平谷线近期实施方案是由平谷线燕郊以东段与规划北线燕郊至东大桥段共同组成的，两线近期在燕郊的高楼站实现了互联互通，远期应实现线网中的规划功能，完成各自规划线路的建设，并根据客流需要，满足独立运营以及互通运营的条件。

本报告研究的平谷线近期实施段（东大桥至平谷）是由规划线网中的区域快线平谷线东段和地铁快线规划北线东段组合而成的线路。其规划定位为城市东向一条区域快线，主要解决平谷新城与中心城之间，以及沿线主要功能区之间点对点快速联系。在本报告中将北京轨道交通 22 号线（平谷线）近期实施方案称为北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程，简称“平谷线”。

平谷线沿线主要功能区有城市副中心行政办公区、北京城市副中心交通枢纽、运河商务区、定福庄组团、北京商务中心区（CBD）及燕郊镇（南部和中部），它既能服务成熟的组团和功能区，又能引导沿线地区客流出行方式的调整和转换；同时有助于促进城市副中心的发展，有利于推动新版总规下的城市空间结构调整，其功能定位主要如下：

（1）促进京津冀区域协同发展，充分发挥轨道交通对用地发展的引导作用，促进东部地区沿大站距轨道廊道“簇轴式”发展，拉开城市发展框架，推动非首都功能疏解。

（2）引导城市空间结构调整，实现主副中心快速联系，支持城市副中心建设与发展，促进“两翼”形成。

主副中心之间规划有“3 普 2 快 1 市郊”的轨道走廊，3 普骨架基本形成，市郊铁路副中心 S1 线也已投入运营，平谷线的建设弥补了快线层面的缺失，是加快城市副中心建设的重要引擎。

（3）提升重点功能区交通承载力。

项目先后经过 CBD、运河商务区以及平谷新城等多个重点功能区域，其中 CBD 新增建设规模 347 万，新增需求 6 万人/h。运河商务区规划建设总量达 1071.16 万平方米，是中心城疏解重要承载地。通过大站快车的运营组织方案，平谷新城至东大桥仅需 55min，平谷至副中心控制在 30min 左右，用时间拉近空间，能够有效引导新城发展。

（4）建立平谷—中心城区、平谷—副中心快捷联系通道，完善平谷区对外交通体系，支持平谷旅游休闲产业的发展。

通过大站快车的运营组织方案，平谷新城至东大桥仅需 55min，平谷至副中心控制在 30min 左右，用时间拉近空间，能够有效引导新城发展。

1.1.2 项目概况

建设性质：新建

线路长度：全长 81.2km，平谷线地下线长度约为 53.8km，高架线长度约为 27.4km。由北京市东大桥站至三河市高楼站规划为地下线，由三河市高楼站至平谷区崔杏路为高架线，由平谷区崔杏路至平谷站为地下线。（北京段线路长约 51.2km，其中地下线约 35.5km，高架线 15.7km；河北段线路长约 30km，其中地下线约 18.3km，

高架线约 11.7km。) 。

建设内容：全线共设置车站 21 座（其中河北境内设 5 座车站），其中换乘站 12 座，齐心庄站、马坊站、马昌营站为高架站，其余均为地下站。分别为：东大桥站（与 M6、M17、M28 换乘）、金台夕照站（与 M10、M28 换乘）、红庙站（与 M14、R4 换乘）、慈云寺桥站（与规划区域快线 S12 换乘）、甘露园站、定福庄站（与 R1 换乘）、管庄站（与八通线、规划 M103 换乘）、永顺站、北关站（与 M6 换乘）、运河商务区站（与 M103 换乘）、城市副中心站（与城际铁路联络线、京唐城际铁路、M6、M101、市郊 S1 换乘）、政务中心站、政务中心东站（与 M102 换乘）、燕郊镇站（京唐城际、市郊 S1 线换乘）、神威大街站（与 M102 支线换乘）、潮白大街站、高楼站、齐心庄站、马坊站、马昌营站、平谷站。线路在三河设置车辆综合维修基地，占地约 83 公顷；在朝阳区东五环外定福庄园艺场设置停车场一处，占地约 18 公顷。

工程计划：高架段工程已于 2022 年 6 月开工，2025 年 3 月初底竣工。桥梁跨越马坊南干渠节点工程预计于 2023 年 3 月中下旬开工，2024 年 5 月完工。

河道相交形式：采用高架桥的方式上跨马坊南干渠。

1.1.3 项目前期概况

（1）2016 年 11 月，取得了《关于轨道交通建设落实“一会三函”审改工作会议纪要》；

（2）2016 年 11 月 11 日，北京市规划和国土资源管理委员会于批复了《北京市规划和国土资源管理委员会关于北京轨道交通 22 号线（徐辛庄~平谷段）工程规划方案的批复》。

北京市规划和自然资源管理委员会于 2020 年 4 月 1 日组织专家对规划方案进行评审，并于 2020 年 6 月批复了北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程近期实施规划方案。

（3）2020 年 11 月，取得了《北京市规划和自然资源委员会关于北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程近期实施工程（北京段）设计方案审查意见的函》；

（4）2022 年 4 月，取得了《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》；

(5) 2022 年 6 月，取得了《北京市发展和改革委员会关于轨道交通 22 号线（平谷线）工程北京段项目可行性研究报告的批复》。

1.2 评价依据

1.2.1 现行主要法律、法规及有关规定

- (1) 《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令第七十四号）；
- (2) 《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令第八十八号）（以下简称《防洪法》）；
- (3) 《中华人民共和国河道管理条例》（国务院令第 3 号）（以下简称《河道管理条例》）；
- (4) 《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》（水政[1992]7 号）；
- (5) 《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》；
- (6) 关于印发《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》的通知；
- (7) 《北京市市属河道管理和保护范围内建设项目管理规定》；
- (8) 《北京市河湖保护管理条例》（北京市第十三届人民代表大会常务委员会公告第 23 号）。

1.2.2 技术标准、规范及相关规划文件

- (1) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (2) 《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SLL/T808-2021）；
- (3) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- (4) 《城市桥梁设计规范》（CJJ11-2011，2019 年版）；
- (5) 《北京轨道交通平谷线（马昌营站~马坊站段）沿线相关河道规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2017 年 4 月）；
- (6) 《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2022 年 4 月）；
- (7) 《北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程勘察 04 合同段马昌营站-平谷站区间（高架段）岩土工程勘察报告》（航天建筑设计研究院有限公司，2021 年 12 月）；

(8) 测量图、设计平面及立面图等其他资料。

1.2.3 技术路线及工作内容

1.2.3.1 技术路线

首先收集项目区所在流域概况及周边水文与防洪规划资料，分析项目区流域的洪水特性。

复核项目的防洪标准；分析河道洪水、水位及流速，验证涉河方案是否合理；计算涉河处洪水位，复核桥梁设计梁底高程；根据地层岩性，采用《堤防工程设计规范》中冲刷公式计算冲刷深度。根据计算结果论证建设项目对河势的变化、堤防安全及防护、施工期河道防洪、行洪等方面的影响；针对设计方案，评价建设项目与规划的关系及影响；根据桥梁布置及施工组织设计，分析施工期和运行期是否影响第三人合法水事权益；根据计算与分析结果提出防治与补救措施、综合评价意见及结论与建议。

1.2.3.2 计算方法

(1) 洪水位计算

为了分析项目建成后与河道行洪的相互影响，需要分析确定工程河段洪水位、流势流态等水力要素。采用恒定非均匀流法

一维恒定非均匀流天然河道水面线推算方法主要理论依据是伯努力能量守恒方程式，从下游断面向上游断面逐段推算水位，最终得出整个河段的水面线。其基本方程式形式如下：

$$Z_2 = Z_1 + h_f + h_j + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$$
$$h_f = \frac{Q^2 \Delta L}{K^2} \quad h_j = \xi \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

式中： Z_1 、 Z_2 分别为下游断面和上游断面的水位(m)；

$\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}$ 、 $\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$ ——分别为下游断面和上游断面的流速水头(m)；

V_1 、 V_2 ——下游断面和上游断面平均流速(m/s)；

h_j ——上、下游断面之间局部水头损失(m)；

h_f ——上、下游断面之间沿程水头损失(m);

ΔL ——上、下游断面的间距 (m) ;

α ——动能改正系数;

K ——上、下游断面平均流量模数。

应用上式推算河段水面线时, 包括计算河段的选取, 横断面位置的布置, 糙率的选择和起推断面水位流量关系的确定几个环节。

(2) 冲刷计算

本次防洪评价采用 2015 年中华人民共和国交通运输部发布实施的《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30-2015)和《铁路工程水文勘测设计规范》(TB10017-2021)中推荐公式, 分析计算平谷线与河道交叉断面的冲刷深度。

根据《北京轨道交通 22 号线(平谷线)工程勘察 04 合同段马昌营站-平谷站区间(高架段)岩土工程勘察报告》(航天建筑设计研究院有限公司, 2021 年 12 月), 工程场区地面以下 60m 深度范围内地层按其沉积年代及工程性质可分为人工堆积层、新近沉积层及第四纪沉积层共三大类, 马坊南干渠河底以下主要以③₁黏质粉土-砂质粉土-粉质黏土为主。

①一般冲刷深度

a、公路工程水文勘测设计规范

$$h_p = \left[\frac{A_d \frac{Q_2}{\mu B_{cj}} \left(\frac{h_{cm}}{h_{cq}} \right)^{5/3}}{0.33 \left(\frac{1}{I_L} \right)} \right]^{5/8}$$

$$Q_2 = \frac{Q_c}{Q_c + Q_{t1}} Q_p$$

$$A_d = \left(\frac{\sqrt{B_z}}{H_z} \right)^{0.15}$$

式中:

h_p ——桥下一般冲刷后的最大水深（m）；

Q_p ——频率为 P% 的设计流量（ m^3/s ）；

Q_2 ——桥下河槽部分通过的设计流量（ m^3/s ）；

Q_c ——天然状态下河槽部分设计流量（ m^3/s ）；

Q_{t1} ——天然状态下桥下河滩部分设计流量（ m^3/s ）；

B_{cj} ——河槽部分桥孔过水净宽（m）；

h_{cm} ——河槽最大水深(m)；

h_{cq} ——桥下河槽平均水深(m)；

μ ——桥墩水流侧向压缩系数；

A_d ——单宽流量集中系数，取 1.0~1.2；

I_L ——冲刷坑范围内粘性土液性指数，适用范围为 0.16~1.19。

b、铁路工程水文勘测设计规范

$$h_p = \left[\frac{A \frac{Q_c}{B_c} \left(\frac{h_{mc}}{h_c} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.33 \left(\frac{1}{I_L} \right)} \right]^{\frac{5}{8}}$$

式中：

h_p ——河槽一般冲刷后最大水深（m）；

h_{mc} ——河槽最大水深（m）；

h_c ——桥下河槽平均水深（m）；

B_c ——河槽部分桥孔过水净宽（m），当桥下河槽能扩宽至全桥时，即为全桥桥孔过水净宽；

Q_c ——桥下河槽部分通过的设计流量（ m^3/s ）；

单宽流量集中系数， $A=1.0\sim1.2$ ；

I_L ——冲刷坑范围内黏性土液性指数，取值范围 0.16~1.19。

②局部冲刷深度公式

粘性土河床局部冲刷计算参照下式计算：

$$\text{当 } h_p/B_1 \geq 2.5 \text{ 时, } h_b = 0.83K_\xi B_1^{0.6} I_L^{1.25} V \quad \text{公式一}$$

$$\text{当 } h_p/B_1 < 2.5 \text{ 时, } h_b = 0.55K_\xi B_1^{0.6} h_p^{0.1} I_L^{1.0} V \quad \text{公式二}$$

式中：

h_b ——桥墩局部冲刷深度(m)；
 K_ξ ——墩形系数，可按附录 B 选用；
 B_1 ——桥墩计算宽度 (m)；
 h_p ——一般冲刷后的最大水深 (m)；
 I_L ——冲刷坑范围内粘性土液性指数，适用范围为 0.16~1.48；
 V ——一般冲刷后墩前行近流速 (m/s)。

1.2.3.3 工作内容

本次防洪评价按照中华人民共和国水利部公告 2021 第 8 号下发的《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》(SLL/T808-2021)进行编制。防洪评价工作主要包括以下内容：

(1) 基本资料的收集与整理

建设项目有关设计文件、图纸、水文、地质以及本区域防洪规划等基本资料的收集整理。

(2) 河道演变分析

根据建设项目所在河段的历史演变过程与特点，分析近期河床的冲淤特性与河势变化情况，明确河床演变的主要特点、规律和原因、对河道的演变趋势进行预估。

(3) 防洪评价的计算与分析

按所采用的技术路线，依据涉河处设计洪水、水位，计算跨河处河道流速，分析项目建设对防洪的影响；计算交叉处河道冲刷深度，分析洪水对项目的影响；分析项目建设对河势的变化、堤防安全及防护、施工期河道防洪、行洪等方面的影响；针对涉河方案，评价建设项目与规划的关系及影响；根据项目的布置及施工组织设计，分析施工期和运行期是否影响第三人合法水事权益。

(4) 防洪综合评价

主要包括项目建设与现有水利规划的关系与影响分析；项目建设是否符合防洪标准、有关技术要求和管理要求的适应性分析；项目建设对行洪安全的影响分析；项目建设对河势稳定的影响分析；项目建设对现有防洪工程、河道整治工程及其它水利工程与设施影响分析；项目建设对防汛抢险的影响分析；建设项目防御洪涝的设防标准与措施是否适当，以及对第三人合法水事权益的影响分析。

(5) 编制防洪评价报告，提出报告结论与建议

依据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》所要求的内容及深度，根据防洪评价计算结果，客观公正地进行防洪影响分析与综合评价分析，提出防治与补救措施、评价结论及建议，编制防洪评价报告。

1.3 防洪影响分析范围

1.3.1 分析范围与评价对象

马坊南干渠河道管理范围线从河道上口线外延 10m，保护范围线自河道管理范围线外延 30m；拟建平谷线跨马坊南干渠节点河道扩挖段范围为：桥梁垂直投影外边线向上、下游外扩 30m，顺水流向长度为 75m。

分析范围：河道横向为河道管理范围以内为本次防洪影响分析范围，河道纵向为水防治补救范围为本次防洪影响分析范围。

评价对象：本次评价仅对马坊南干渠河道管理范围内建设项目评价分析，评价对象为平谷线上跨马坊南干渠桥。其余节点单独编制防洪评价报告，不在本次报告评价范围内。

1.3.2 报告编制过程

2022 年 1 月，建设单位委托北京禹冰水利勘测规划设计有限公司承担《北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程上跨马坊南干渠桥梁防洪评价报告》的编制工作。接受委托后，我司立即选派专家和技术人员到现场进行了实地查勘，收集了项目区自然概况、社会经济情况、主体设计情况等方面的资料，并就有关技术问题，与项目建设单位、设计单位进行了咨询沟通。

在上述工作的基础上，于 2022 年 11 月编制完成了《北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程上跨马坊南干渠桥梁防洪评价报告》（送审稿）。

2 基本情况

2.1 桥梁设计方案及马坊南干渠概况

2.1.1 桥梁设计方案

齐心庄站~马坊站区间设计范围起于齐心庄站东端，终于马坊站南端，该区间为高架和路基区段，区段总长度 8732m，其中高架桥 5122m，路基段 3588m。

线路主要顺着平三铁路东西侧、绿地、农田敷设。其中需跨越多条道路和河道，控制节点主要包括：平三铁路、金马南街、马坊大街等。

表 2.1-1 区间桥跨布置形式汇总表

区间	序号	桥跨形式	范围	区间长度（m）
齐心庄~马坊	1	高架桥	齐心庄站~京煤货运专线西	750
	2	路基段	京煤货运专线西~建设路西	1776.7
	3	高架桥	建设路西~平安街	2420
	4	路基段	平安街~市界北	1811
	5	高架桥	市界北~马坊站	1952

平谷线（市界北~马坊站）于线路桩号 K161+946.039 以高架桥形式上跨马坊南干渠。平谷线跨越规划马坊南干渠，为 1 跨过河，跨径为 32m，桥宽为 11.2m，桥墩设置在河道上口线以外，桥梁与河道中心线夹角为 90°，桥梁梁底高程为 30.072~31.566m，桥梁设计防洪标准为 100 年一遇。

桥梁上部结构采用箱梁，下部为花瓶墩柱。墩柱尺寸 2.7×2.5m，基础为承台桩基础，承台尺寸为 6×8.6×2.65m，其中南侧承台顶高 21.504m，承台外边缘线距离河道右岸河道上口线为 0.15m；北侧承台顶高 21.395m，承台外边缘线距离河道左岸河道上口线为 0.01~0.22m，桥墩及承台均在河道规划上口线以外。承台下接 6 根 35m 长、1m 直径的桩基础。

桥梁与规划巡河路采取立交形式，结合本项目河道防护设计及周边地形实况，跨河节点处河道设计右岸顶高 24.55m，河道设计左岸顶高 25.80m，拟建桥梁梁底高程为 30.072~31.566m，立交与巡河路净空大于 4.5m。

表 2.1-2 上跨马坊南干渠桥梁设计参数一览表

工程名称	相交河道	相交形式	跨径 (m)	与水流方向 交角(°)	河道中心线 交点桩号	轨道桥梁轴线与河道左岸相交 IP 点		轨道桥梁轴线与河道右岸相交 IP 点		备注
						X	Y	X	Y	
平谷线	马坊南干渠	高架 上跨	32	90	K1+300	318646.175	554667.969	318624.487	554653.626	北京地方坐标系
						4433108.693	39499262.849	4433087.110	39499248.349	国家大地 2000

2.1.2 河道情况

(1) 流域概况

平谷区全区共计河道 32 条，均隶属海河流域蓟运河水系。其中 1 级河流 1 条，2 级河流 15 条，3 级河流 11 条，4 级河流 5 条。

区域内河流基本流向沟河，沟河是平谷区内第一大河流，也是唯一一条 1 级河流。河道流经平谷 8 个镇，从马坊镇出境。

a、沟河

沟河是平谷区内第一大河流，干流在平谷新城东侧、南侧流过；沟河流域水系发达，覆盖平谷区大部分区域。沟河干流属海河流域北三河水系蓟运河的支流，发源于河北省兴隆县的茅山和跑马厂，经泥河村流入平谷区境内，由东向西流经平谷新城南，在前芮营村洳河汇入后又折向南流，于北务村流入河北省三河县，在天津市九王庄与洲河汇合后称为蓟运河，向南流入渤海。

沟河主河道长 97.90km，流域面积约 1713.20km²，其中北京市境内长 54.4km，流域面积约 1378km²。沟河于泥河村进平谷区境内后，入海子水库，再经靠山集、韩庄、南独乐河、夏各庄、城关镇、东高村、马昌营、英城、马坊乡，进入河北省三河县境内。沟河在北京境内较大支流有将军关石河、豹子峪石河、黄松峪石河、鱼子山石河、太务石河、拉煤沟、洳河、龙河、金鸡河等。

b、马坊南干渠

马坊南干渠位于马坊镇南部、北京市马坊镇与河北省三河市交界处，是马坊工业园区一条主要的排水河道，是沟河的支流河道。河道起源于顺义区四福庄村南、孙三排水沟东侧，自西向东流经马坊工业园区后折向北，汇入沟河。南干渠全长约为 7.3km，流域面积约为 8.7km²，主要承担马坊工业园区及河道北侧部分村庄农田的排水任务。

南干渠规划功能为排水河道，建设区段兼顾生态景观功能。此外，规划南干渠未来也将承担由马坊再生水厂至小龙河补水的输水任务。南干渠河道规划治理标准为 20 年一遇洪水设计，20 年一遇规划洪水位基本不淹没建设区主要雨水管道出口内顶。

（2）河道现状

在拟建平谷线附近，河道北侧为规划马坊工业园，南侧为农田绿地，现状河道横断面为梯形土渠断面，河上口宽约 10m，底宽约 4m，深约 2m。

平谷线以高架形式跨越南干渠。桥位处现状河道右岸外为林地，现状河道左岸外为鱼塘，河底宽约为 2.4m，河道上口宽约为 8m，现状河底高程约为 23.8m，河道左岸岸顶高程约 25.80m，右岸岸顶高程约为 24.33m。

（3）河道规划

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2022 年 4 月），在拟建平谷线处河道规划方案如下：

1）规划平面位置

在拟建平谷线处，南干渠规划平面位置基本以现状河道右岸上口线为准适当向左岸拓宽。河道规划河上口宽为 26m，两岸绿化隔离带宽为 30m。

表 2.1-3 南干渠规划河道中心线折点坐标表

IP 点	X	Y	R
IP1	318786.514	554500.285	0
IP2	318636.155	554652.975	300
IP3	318538.141	554850.140	0

2）规划横断面

在拟建平谷线附近，规划河道横断面采用生态护坡的梯形断面，规划河底宽为 10m，糙率为 0.025，河底纵坡为 0.0008，边坡系数约为 2，河深约为 4m，规划河道上口宽为 26m。河道规划 20 年一遇均匀流洪水深为 2.07m，相应流速为 1.5m/s；规划 50 年一遇均匀洪水深为 2.25m，相应流速为 1.57m/s；规划 100 年一遇均匀流洪水深为 2.41m，相应流速为 1.62m/s。河道规划常水位为 22.50m。

在拟建平谷线处，规划河底高程为 21.63m，规划河道 20 年一遇洪水位为 23.70m，规划 50 年一遇洪水位为 23.88m，规划 100 年一遇洪水位为 24.04m。

3）现状与规划断面对比

表 2.1-4 马坊南干渠河道现状与规划断面对比

河道	断面形式	底宽 (m)	上开口宽 (m)	河底高程 (m)	两岸高程 (m)	河道 纵坡
现状	梯形土渠断面	2.4	8	23.80~23.77	左岸 25.80 右岸 24.33	0.00052
规划	梯形断面	10	26	21.64~21.62	左岸 25.63 右岸 25.63	0.0008

经对比分析，平谷线穿马坊南干渠处河道尚未实现规划，本次桥梁建设时同步对马坊南干渠按照河道规划进行疏挖，上下游与现状河道接顺。

2.1.3 河道疏挖及护砌方案

结合《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2022 年 4 月）及河道现状测量资料设计了项目区河道疏挖顺接现状河道的防护方案。根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程北京段跨马坊南干渠水防治与补救措施实施方案》，项目区涉河段防护方案如下：

（1）平面布置

拟建平谷线跨马坊南干渠节点扩挖段范围为：桥梁垂直投影外边线向上、下游外扩 30m，顺水流向长度为 75m。

根据河道专项规划，在拟建平谷线处，南干渠规划平面位置基本以现状河道右岸上口线为准适当向左岸拓宽，河道规划河上口宽为 26m。本工程按规划断面扩挖河道，并分别在上、下游设置长度为 20m 的连接段，与现状河道顺接。

扩挖段河道上口按规划蓝线实施，以现状右岸为基准向左岸扩挖；河道左岸现状为鱼塘，深度约为 3m，本工程桥梁实施时，对桥梁垂直投影范围以及桥梁结构边线上、下游各 2.5m 的范围内地面填垫至 25.8m；另外，根据现场调查及资料查阅，左岸规划实施南干渠街工程，现已完成征地手续，正在编制项目建议书，预计与本工程同期实施；鉴于南干渠街工期未定，本次对于左岸，由现状鱼塘底高程填筑至设计岸顶高程，边坡为 1:2，以外坡脚线作为本工程与南干渠街项目的施工界线，外坡脚线外部分将来由南干渠街项目实施填埋。

（2）纵断面设计

根据河道专项规划，在拟建平谷线跨南干渠处，规划河底高程为 21.63m，河底纵坡为 0.0008，据此推算，扩挖段设计河底高程为 21.66~21.60m；扩挖段河底与上、

下游现状河底高程顺接。

由于河道挖深较大，扩挖段河道底高程比下游现状河底高程低约 2m；为保证排水通畅，在河道进行达标治理之前，对现状河道的河底进行平顺，并在按远期规划断面防护实施完成后，将河道回填至近期设计河底高程。

表 2.1-5 马坊南干渠设计河底纵断

桩号	断面位置	远期规划河底		近期设计河底	
		河底高程（m）	河底纵坡 i	河底高程（m）	河底纵坡 i
0+000	治理段起点	23.81	——	23.81	——
0+020	扩挖段起点	21.66	0.11	23.80	0.00052
0+095	扩挖段终点	21.60	0.0008	23.76	0.00052
0+115	治理段终点	23.75	-0.11	23.75	0.00052

（3）横断面设计

①岸顶高程

规划河道 20 年一遇规划洪水位 23.7m，根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013），岸顶超高应按下列公式计算：

$$Y=R+e+A$$

式中，Y——设计堤顶超高（m）；

R——设计波浪爬高（m）；

e——设计风壅水面高度（m）；

A——安全加高值，按本规范表 3.2.1 确定（m）。

波浪要素根据规范附录 C 计算，根据水文统计资料，平谷区汛期平均最大风速风区长度按 1 倍水面宽计算，风速取 1.8m/s，计算得波浪爬高 $R=0.029m$ ，风壅水面高度 $e=7.5 \times 10^{-6}m$ ，安全加高值取 0.3m，因此，设计岸顶超高 $R=0.33m$ ，设计岸顶高程 $=0.33+23.7=24.03m$ 。

本次岸顶高程以设计岸顶高程为准，现状地面低于设计岸顶高程的，按设计岸顶高程局部垫高，现状地面高于设计堤顶高程的，维持现状；考虑到规划南干渠街实施，左岸鱼塘段岸顶高程以鱼塘上口现状地面为准。

②设计横断面

本次扩挖段按规划断面扩挖。扩挖段河道底宽 10m，左岸边坡为 1:2，左岸岸顶

采用桥下回填土高程 25.8m；右岸边坡为 1:3，右岸岸顶高程为 24.55m。

治理起点断面底宽为 2.3m，左岸边坡为 1:3，右岸边坡为 1:1.6，上开口宽度为 8m；河底高程为 23.81m，左岸岸顶高程为 24.97m，右岸岸顶高程为 25.22m；治理终点断面底宽为 2.4m，左岸边坡为 1:1.7，右岸边坡为 1:2.2，上开口宽度为 7.5m；河底高程为 23.75m，左岸岸顶高程为 24.89m，右岸岸顶高程为 25.21m。

（4）断面防护设计

轨道跨南干渠桥桥区范围内，即桥梁垂直结构外边线分别向上、下游外扩 5m 范围内，河道两岸及河底均采用 0.5m 厚浆砌石护砌，底部铺设 0.1m 厚砂砾料垫层。

除桥区投影范围以外其余河段两岸边坡均采用混凝土多孔植物生长砖护坡，护坡底部铺设 300g/m² 土工无纺布，植生孔内植草绿化；生长砖顶部、底部分别设 C25 混凝土压顶及护脚；河底采用生态连锁砌块护底，下部铺设 300g/m² 土工无纺布。

（5）规划巡河路设计

河道两岸现状无巡河道路。据调查，河道左岸拟建规划南干渠街，在本工程范围内，南干渠街的规划路由平行于河道，道路红线距离规划河道上开口约 15.5m，待其建成后河道左岸沿河巡河路若可借由该道路通行，河道左岸巡河路便可不需实施。因此，本次水防治与补救措施工程对于左岸巡河路，仅对其路基进行平整、压实，预留河道巡河路用地。

在河道右岸新建沥青巡河路，长度 120m。沥青路面宽 3m，两侧各设 2m 宽土路肩；路面基础采用 0.3m 厚水泥稳定碎石垫层，0.09m 厚沥青混凝土面层。在桥下区域巡河路由桥墩南侧绕行，绕行段巡河路宽度为 5m，临桥墩一侧不再设置土路肩。

2.2 施工工期及导流方案

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程土建施工 23 合同段齐心庄站~马坊站（北京段）区间 qm104 号墩~qm107 号墩施工方案》，施工前根据设计图纸进行现场调研，对施工范围内地下管线进行探查，探明地上电缆的类型、埋深、走向以及与桩基础的位置关系后开始桩基础施工，计划从北往南施工，桩基施工完成后依次进行承台、墩柱施工；待承台和墩柱达到设计强度后，最后进行三跨箱梁的施工。施工进度计划安排如下：

下部结构施工总计划时间：2023 年 3 月 20 日至 2023 年 5 月 30 日。

桩基施工时间：2023 年 3 月 20 日至 2023 年 4 月 10 日

承台施工时间：2023 年 4 月 20 日至 2023 年 5 月 10 日（基坑回填采用素土回填，压实系数不小于 0.90。基坑工程施工时应应对周边环境进行现场巡查。施工期间必须进行支护结构、周边建筑物及管线的变形监测。）

墩柱施工时间：2023 年 5 月 11 日至 2023 年 5 月 30 日

上部桥梁施工时间：2023 年 9 月 30 日至 2023 年 11 月 15 日

河道疏挖施工时间：2024 年 3 月 15 日至 2024 年 5 月 1 日。

本次工程于非汛期施工，经现场查勘，平谷线穿越现状马坊南干渠河段非汛期河道干涸无水。根据施工方案，本次河道在非汛期施工不设置围堰导流，施工过程中，施工单位自身密切关注天气变化，加强监测，做好应急预案；对于左岸鱼塘部位，设置抽水泵排干积水，形成河道干槽作业条件。汛前拆除河道内临时结构物，恢复既有河道通流宽度，确保河道安全度汛。

河道防护拟于主体施工完成后开始实施，计划于非汛期内完成河道护砌施工，施工工期计划为 2 个月，其中绿化项目安排在适宜的季节进行实施。工程施工期高峰人数 70 人。

2.3 河道管理范围

根据《平谷区河道、水库管理范围及保护范围划定成果报告》（北京市平谷区水务局、北京市水利规划设计研究院，2020 年 11 月），本工程涉及段马坊南干渠河道管理范围为上开口外 10m 范围内。

表 2.3-1 河道管理保护范围统计表

河道	河段	管理范围（m） （上开口外宽度）	保护范围（m） （管理范围两侧各外延宽度）
马坊南干渠	平谷顺义区界~入 沟河	10	30

2.4 项目区自然地理

平谷地貌由北部、东部、南部山地和中部、西南部平原两大地貌单元组成，山区、半山区占七分之四，平原占七分之三。地势由东北向西南倾斜，中间平缓，呈倾斜簸箕状。

平谷是独立的山间盆地水文地质单元区。山区以基岩裂隙水为主，受降水入渗补给；平原区以第四系孔隙水为主，主要受降水入渗，河流漏渗，山区侧向及灌水

回渗等因素补给。

2.5 项目区水文气象

平谷区属暖温带大陆性季风气候，冬季寒冷干燥，一般气温在零度以下，春季干旱多风，夏季炎热多雨，秋季凉爽晴朗。多年平均降水量 677mm，其中山区 698mm，平原区 652mm。降水年际变化大，年内分配不均，多集中在汛期 6~9 月，汛期降水量占年总降水的 80%左右。

平谷区多年平均水面蒸发量 1000mm 左右，平均年日照时数 2605 小时，平均气温 11.6℃，极端最高气温 40.2℃，极端最低气温-26.6℃，平均相对湿度 57.8%，年大于 10℃积温 2927℃，无霜期约为 193 天，冰冻期一般为 12 月至次年 2 月，最大冻土深度 0.80m。风向冬季多西北风，春秋多东南风，平均风速 1.8m/s。

2.6 项目区地质概况

根据《北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程齐心庄站~马坊站区间第一、二批勘察（里程：K162+078.785~K164+030.446）岩土工程勘察报告（详细勘察）》（报告编号：201637702BG524）：

据对拟建场区周边工程地质资料的整理所揭示的地层规律表明，工程场区地面以下 60m 深度范围内地层按其沉积年代及工程性质可分为人工堆积层、新近沉积层及第四纪沉积层共三大类，地层描述如下：

（1）人工填土层

表层一般为厚 0.30~4.70m 不等的人工堆积层，土质主要为黏质粉土素填土、砂质粉土素填土①层，房渣土①1 层及粉质黏土素填土①2 层。由于拟建北京轨道交通 22 号线自西向东穿越朝阳区、通州区、三河市及平谷区，沿线分布较多道路、建筑物和地下管线等，受其影响该地区填土厚度不甚均匀且变化可能较大。人工堆积层的组成、结构及含有物性质较差、不均，所以在采用明挖法施工时应特别注意。

（2）新近沉积层

局部人工堆积层以下为新近沉积的粉质黏土②层，黏质粉土、砂质粉土②1 层及细砂②2 层。该层主要分布于温榆河、白河、潮白河及洳河故道内，局部沟坑内亦有分布。该层具有承载力低、变形大等特点，工程性质较差。根据现场测试结果并结合已有资料分析，其中砂土、粉土层在高地下水位条件下，存在发生地震液化的可能。该层土的存在对于明挖施工的边坡支护、桩基设计与施工等工作均有一

定影响。

（3）第四纪沉积层

在人工堆积层及新近沉积层以下为第四纪沉积层，其岩性主要以粘性土、粉土与砂卵石土交互层为主。具体包括：

粉质黏土③层，黏质粉土、砂质粉土③1层，有机质黏土③2层及细砂、粉砂③3层；细砂④层，粉质黏土④1层，黏质粉土、砂质粉土④2层及有机质黏土④3层；黏质粉土、砂质粉土⑤层，粉质黏土⑤1层，细砂、中砂⑤2层及有机质黏土⑤3层；细砂、中砂⑥层，黏质粉土、砂质粉土⑥1层，粉质黏土⑥2层及卵石、圆砾⑥3层；粉质黏土⑦层，黏质粉土、砂质粉土⑦1层，有机质黏土⑦2层及细砂⑦3层；细砂、中砂⑧层，粉质黏土⑧1层，黏质粉土、砂质粉土⑧2层，卵石、圆砾⑧3层及有机质黏土⑧4层；黏质粉土、砂质粉土⑨层，有机质黏土⑨1层，黏质粉土、砂质粉土⑨2层及中砂、细砂⑨3层；粉质黏土⑩层。

第四纪沉积的黏性土、粉土、砂土及卵砾石层工程性质相对良好，一般可选择其作为下穿线路段的地基持力层。对于高架段，根据经验应采用桩基础方案，深部的砂层、卵石层均可作为桩基方案的备选桩端持力层。该土层根据《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB 50307—2012）判定，围岩等级一般为V~Ⅵ级，暗挖施工时须采取适宜的开挖方法并辅以地层预加固、超前支护措施。

2.7 社会经济状况

根据《北京市平谷区 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2020 年末全区常住人口 45.7 万人，与上年基本持平。其中，常住外来人口 7.8 万人，占常住人口的比重为 17.1%。常住人口中，城镇人口 27.9 万人，占比为 61.1%，比上年提高 0.2 个百分点。年末全区户籍人口 40.8 万人，比上年末减少 510 人。其中农业人口 17.7 万人，非农业人口 23.1 万人。户籍人口出生率 7.32‰，死亡率 8.43‰，人口自然增长率为下降 1.10‰。户籍人口男女出生比例为 109.6:100。

2020 年全年实现地区生产总值 359.3 亿元，按不变价计算，比上年增长 9.8%。其中，第一产业增加值 13.9 亿元，增长 3.6%；第二产业增加值 83.9 亿元，增长 11.6%；第三产业增加值 261.5 亿元，增长 9.6%。三次产业结构由 2020 年的 4.0:23.0:73.0 调整为 2021 年的 3.9:23.4:72.8。

2.8 现有水利工程及其它设施情况

在拟建桥梁附近，马坊南干渠上下游 100m 范围内无其它水利工程和设施。其中项目区上游约 300m 为平三铁路线，规划河道左岸上口线外约 15m 为规划马坊南干渠街。为减小工程建设对周边环境的影响，建设单位分别征求了北京市平谷区马坊镇政府及北京绿都京谷铁路运输有限公司关于工程设计方案建设的相关意见。详见附件 7、8。

北京绿都京谷铁路运输有限公司意见回复如下：

- 1、原则同意轨道交通 22 号线（平谷线）工程上跨规划马坊南干渠设计方案；
- 2、建议贵公司按照水利部海河委及北京市平谷区水务局等水行政主管部门的意见办理河道管理范围内建设项目工程建设方案审批手续；
- 3、贵公司与我单位建立对接联系机制，保证施工期间对铁路沿线排水及河道行洪不受影响，确保铁路沿线及周边环境安全。

北京市平谷区马坊镇政府意见回复如下：

- 1、原则同意地铁 22 号线上跨规划马坊南干渠及规划南干渠街工程方案；
- 2、贵公司与我镇建立对接联系机制，保障施工期间河道行洪不受影响，确保周边环境及居民出行安全。

桥区段河道本次按河道规划标准进行疏挖治理，工程未在河道内布设桥墩等相关阻水构筑物，工程建设不影响河道行洪，不产生壅水。

综上所述，工程建设对周边水利工程及其它设施无影响。

3 河道演变

3.1 河道演变情况

马坊南干渠位于马坊镇南部、北京市马坊镇与河北省三河市交界处，是马坊工业园区一条主要的排水河道，河道起源于顺义区四福庄村南、孙三排水沟东侧，自西向东流经马坊工业园区后折向北，汇入沟河。南干渠全长约为 7.3km，流域面积约为 8.7km²，主要承担马坊工业园区及河道北侧部分村庄农田的排水任务。

南干渠规划功能为排水河道，建设区段兼顾生态景观功能。此外，规划南干渠未来也将承担由马坊再生水厂至小龙河补水的输水任务。南干渠河道规划治理标准为 20 年一遇洪水设计，20 年一遇规划洪水位基本不淹没建设区主要雨水管道出口内顶。

3.2 河道演变趋势分析

目前，马坊南干渠局部段已完成治理，项目区所涉河道本次按规划实施，河道走向趋于稳定，基本断面都不会发生改变。项目建成后，拟对河道进行护砌，桥梁垂直投影外边线向上、下游外扩 30m，顺水流向长度为 75m。因此，河道整体趋势不会发生大的河势演变。

4 防洪评价分析与计算

4.1 水文分析计算

4.1.1 工程级别与防洪标准

(1) 《地铁设计规范》（GB50157-2013）

根据规范 12.1.5 条“跨越排洪河流时，应按 1/100 洪水频率标准进行设计，技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率标准进行检算”，桥梁设计防洪标准应为 100 年一遇洪水设计。

(2) 《防洪标准》（GB50201-2014）

根据规范 6.1.1 条“国家标准轨距铁路的各类建筑物、构筑物，应根据铁路在路网中的重要性和预测的近期年客货运量分为两个防护等级，其防护等级和防洪标准应按表 6.1.1（同下表 4.1-1）确定”。本项目为地铁桥梁，参照客运专线桥梁设计防洪标准应为 100 年一遇。

表 4.1-1 国家标准轨距铁路各类建筑物、构筑物的防护等级和防洪标准表

铁路等级	铁路在路网中的作用、性质	防洪标准			
		设计			校核
		路基	涵洞	桥梁	技术复杂、修复困难或者重要的大桥和特大桥
客运专线	以客运为主的高速铁路	100	100	100	300
I	在铁路网中起骨干作用的铁路				
II	在铁路网中起联络、辅助作用的铁路				
III	为某一地区或者企业服务的铁路	50	50	50	100
IV	为某一地区或者企业服务的铁路				

拟建平谷线跨马坊南干渠桥设计防洪标准为 100 年一遇，符合相关标准和规范所规定的标准，设计防洪标准适当。本次采用 100 年一遇洪水标准对拟建桥梁进行评价和分析。

4.1.2 设计洪水

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2022 年 4 月），南干渠规划流域范围北至马坊大街，西至孙三排水沟，东至沟河，总流域面积约 8.7km²，其中规划建设区面积约 4.3km²。

在汇入沟河处，河道规划流量如下表所示。

表 4.1-2 规划流量成果表

河道	断面位置	规划流量 (m³/s)		
		Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
马坊南干渠	入沟河处	44	51	58

规划马坊南干渠 20 年一遇流量为 44m³/s，50 年一遇流量为 51m³/s，100 年一遇流量为 58m³/s。

4.2 河道水位计算

4.2.1 规划水位

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2022 年 4 月），拟建平谷线附近，规划河道水位及流速情况如下表所示：

表 4.2-1 规划水位成果表

河道	断面位置	20 年一遇洪水		50 年一遇洪水		100 年一遇洪水	
		水位(m)	流速(m/s)	水位(m)	流速(m/s)	水位(m)	流速(m/s)
马坊南干渠	桥位处	23.7	1.5	23.88	1.57	24.04	1.62

在拟建平谷线处，规划河道 20 年一遇洪水位为 23.70m，相应流速为 1.5m/s；50 年一遇洪水位为 23.88m，相应流速为 1.57m/s；100 年一遇洪水位为 24.04m，相应流速为 1.62m/s。

4.2.2 现状水位

马坊南干渠河道行洪能力采用 HEC-RAS 软件进行水面线分析。

（1）流态判定

根据河道现状条件，判断水流流态，选用弗劳德数判断流态。流速与波速的比称为弗劳德数，即 Fr，当 Fr<1 时，河道为缓流；当 Fr=1 时河流为临界流，当 Fr>1 时河流为急流。

$$Fr = v / c$$

$$c = \sqrt{gh}$$

式中，v—流速，m/s；c—波速，m/s；

弗劳德数计算结果见下表：

表 4.2-2 弗劳德数计算结果表

马坊南干渠	洪水频率	流速 (m/s)	水深 (m)	Fr
K1+167	5%	0.13	1.4	0.05
K1+267	5%	0.13	1.4	0.05
K1+287	5%	0.17	1.4	0.05
K1+314	5%	0.11	1.45	0.03
K1+335	5%	0.11	1.4	0.03
K1+362	5%	0.17	1.45	0.05
K1+382	5%	0.15	1.5	0.05
K1+400	5%	0.14	1.47	0.05
K1+600	5%	0.26	1.62	0.07
K1+800	5%	0.73	1.89	0.23
K2+400	5%	0.41	1.54	0.13
K3+000	5%	0.67	1.56	0.31
K3+400	5%	3.09	1.67	0.94
K3+800	5%	0.95	2.39	0.23
K4+400	5%	2.07	2.17	0.62
K4+800	5%	3.13	1.6	1
K5+400	5%	2.04	2.54	0.57
K5+800	5%	3.02	1.32	1.01
K6+000	5%	0.72	3.58	0.18

经计算，马坊南干渠弗劳德数均小于 1，为缓流，水面线推算自下游向上游推算。

(2) 水面线计算

水面线推算范围：拟建桥梁处上游 147m 处（河道桩号 K1+167）、下游 4652m 处河段（河道桩号 K6+000），长度约 4.83km。

计算流量： $Q_{20}=44\text{m}^3/\text{s}$ ； $Q_{100}=58\text{m}^3/\text{s}$ 。

河道比降：上下游河道现状比降 0.00052、桥区及防护段规划比降 0.0008。

河道断面：项目区上下游为现状河道断面。其中桥位处为规划河道断面，并与河道上下游顺接。

河道糙率：取值 0.023~0.025。

起调水位选择：参照《平谷区南干渠（金塔路南~沟河）治理工程规划说明》、《平谷区沟河（洳河汇入口~市界）治理工程实施方案》：马坊南干渠汇入口位于沟河河道桩号 K9+000 处，河道桩号 K9+000 处 10 年一遇设计洪水位为 17.31m，50

年一遇设计洪水位为 19.45m；马坊南干渠起推水位取下游汇入口沟河河道桩号 K9+000 处洪水位错频衔接，马坊南干渠汇入口处 20 年一遇起调洪水位为 17.31m，100 年一遇起调洪水位为 19.45m。

水面线成果见下表 4.2-3、4.2-4。

表 4.2-3 马坊南干渠水面线计算成果（建桥前）

河道桩号	河底高程 (m)	左岸高程 (m)	右岸高程 (m)	20 年一遇		100 年一遇		备注
				水位(m)	流速(m/s)	水位(m)	流速(m/s)	
K1+167	23.81	25.98	25.22	25.15	0.14	25.26	0.16	
K1+267	23.81	25.8	25.22	25.15	0.14	25.26	0.16	
K1+287	23.8	25.8	24.55	25.15	0.18	25.26	0.22	平谷线
K1+314	23.76	25.8	24.55	25.15	0.11	25.26	0.13	
K1+335	23.75	25.8	24.55	25.15	0.11	25.26	0.12	
K1+362	23.7	25.8	25.16	25.15	0.17	25.26	0.2	
K1+382	23.65	25.68	25.21	25.15	0.15	25.26	0.18	
K1+400	23.68	25.29	25.27	25.15	0.14	25.26	0.16	
K1+600	23.52	25.09	24.76	25.14	0.26	25.25	0.31	
K1+800	23.23	25.14	25.21	25.12	0.73	25.22	0.79	
K2+400	23.49	25.18	25.72	25.03	0.41	25.13	0.46	
K3+000	23.34	25.19	25.23	24.9	0.67	24.97	0.71	
K3+400	22.17	25.27	24.67	23.84	3.09	24.35	2.12	
K3+800	21.49	25.06	25.77	23.88	0.95	24.19	1.04	
K4+400	21.19	25.5	25.25	23.36	2.07	23.61	2.22	
K4+800	20.21	24.53	25.35	21.81	3.13	22.04	3.32	
K5+400	17.12	25.2	25.92	19.66	2.04	19.77	2.46	
K5+800	16.95	20.71	23.06	18.27	3.02	19.37	1.57	
K6+000	13.73	20.07	19.2	17.31	0.72	19.45	0.3	

表 4.2-4 马坊南干渠水面线计算成果（建桥后）

河道桩号	河底高程 (m)	左岸高程 (m)	右岸高程 (m)	20 年一遇		100 年一遇		备注
				水位(m)	流速(m/s)	水位(m)	流速(m/s)	
K1+167	23.81	25.98	25.22	25.21	0.13	25.32	0.15	
K1+267	23.81	25.8	25.22	25.21	0.13	25.32	0.15	
K1+287	23.8	25.8	24.55	25.2	0.17	25.32	0.21	平谷线
K1+314	23.76	25.8	24.55	25.21	0.11	25.32	0.13	
K1+335	23.75	25.8	24.55	25.15	0.11	25.26	0.12	
K1+362	23.7	25.8	25.16	25.15	0.17	25.26	0.2	
K1+382	23.65	25.68	25.21	25.15	0.15	25.26	0.18	
K1+400	23.68	25.29	25.27	25.15	0.14	25.26	0.16	
K1+600	23.52	25.09	24.76	25.14	0.26	25.25	0.31	
K1+800	23.23	25.14	25.21	25.12	0.73	25.22	0.79	
K2+400	23.49	25.18	25.72	25.03	0.41	25.13	0.46	

河道桩号	河底高程 (m)	左岸高程 (m)	右岸高程 (m)	20 年一遇		100 年一遇		备注
				水位(m)	流速(m/s)	水位(m)	流速(m/s)	
K3+000	23.34	25.19	25.23	24.9	0.67	24.97	0.71	
K3+400	22.17	25.27	24.67	23.84	3.09	24.35	2.12	
K3+800	21.49	25.06	25.77	23.88	0.95	24.19	1.04	
K4+400	21.19	25.5	25.25	23.36	2.07	23.61	2.22	
K4+800	20.21	24.53	25.35	21.81	3.13	22.04	3.31	
K5+400	17.12	25.2	25.92	19.66	2.04	19.77	2.46	
K5+800	16.95	20.71	23.06	18.27	3.02	19.37	1.57	
K6+000	13.73	20.07	19.2	17.31	0.72	19.45	0.3	

计算得出，拟建桥位处马坊南干渠现状河道 20 年一遇洪水位 25.15m，20 年一遇洪水流速 0.18m/s；100 年一遇洪水位 25.26m，100 年一遇洪水流速 0.22m/s。

平谷线建设完成后桥位处马坊南干渠现状河道 20 年一遇洪水位 25.20m，20 年一遇洪水流速 0.17m/s；100 年一遇洪水位 25.32m，100 年一遇洪水流速 0.21m/s。

(3) 计算合理性分析

马坊南干渠现状为梯形土渠断面，局部段进行过疏挖治理，未治理段河道断面束窄，现状过流能力较差，且工程区段河道受下游沟河洪水位顶托影响，项目区河道遭遇 20 年及 100 年一遇洪水时，河道洪水向右岸林地漫溢，20 年一遇标准下项目区河道主河槽实际过流约 4.01m³/s，100 年一遇标准下项目区河道主河槽实际过流约 5.4m³/s。因此，桥位处较上下游河道水流平缓、流速较下游河道流速小。

4.2.3 小结

表 4.2-5 水面线计算成果对比

河道	标准	现状工况		规划工况	
		水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)
马坊南干渠	20 年一遇	25.20	0.17	23.70	1.50
	100 年一遇	25.32	0.21	24.04	1.62

在拟建跨马坊南干渠桥位处，现状工况受下游水位顶托，较河道规划工况下水位高，桥位处河道局部实现规划断面，较现状河道向两侧扩宽，桥位处较上下游河道水流平缓、流速小。本次评价桥梁梁底高程同时满足现状和规划两种工况下的洪水位净空要求，冲刷分析取两种工况的较大值进行分析评价。

4.3 冲刷淤积计算和河势影响分析

桥梁墩台冲刷包括河床自然演变冲刷、一般冲刷和局部冲刷三部分，总冲刷深

度为三者之和。对于河床的自然演变冲刷，目前尚无可靠的计算方法，在工程设计时，一般多通过调查或利用桥位上、下游水文站历年实测断面资料分析确定，马坊南干渠上下游无水文站，且现状河道内整体发展趋势为微淤，本次暂不考虑自然演变冲刷；一般冲刷指在桥区范围内整个河床发生的冲刷；局部冲刷指在桥墩附近局部范围内的冲刷。

马坊南干渠局部进行了疏挖治理，在拟建跨马坊南干渠桥位处及下游河道尚未达到规划行洪标准，因此本次冲刷分析按设计洪水标准下现状和规划工况进行冲刷分析计算。

平谷线上跨马坊南干渠为一跨过河，未在河道上口内布设桥墩。现状工况受下游水位顶托，较规划工况下水位高，河道遭遇 20 年及 100 年一遇洪水时，河道右岸受现状地形影响洪水漫溢，对右岸桥墩有冲刷影响；马坊南干渠全线按规划疏挖后，河道遭遇 20 年及 100 年一遇洪水时，洪水不漫溢，对左右岸桥墩无冲刷影响，仅对河道产生冲刷影响。

根据《北京轨道交通 22 号线（平谷线）工程勘察 04 合同段马昌营站-平谷站区间（高架段）岩土工程勘察报告》（航天建筑设计研究院有限公司，2021 年 12 月），工程场区地面以下 60m 深度范围内地层按其沉积年代及工程性质可分为人工堆积层、新近沉积层及第四纪沉积层共三大类，马坊南干渠河底以下主要以③₁黏质粉土-砂质粉土-粉质黏土为主。冲刷计算按照桥梁影响区，采用《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30-2015）和《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-2021）中黏性土冲刷公式计算一般冲刷和局部冲刷，计算结果见表 4.3-1、4.3-2。

表 4.3-1 无护砌条件下的冲刷成果表（现状河道）

洪水标准	流量		平均流速	《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30-2015）			《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-2021）			总冲刷深度（max）
	主槽（m ³ /s）	右滩地（m ³ /s）		主槽冲刷（m）	右岸滩地冲刷（m）	局部冲刷（m）	主槽冲刷（m）	右岸滩地冲刷（m）	局部冲刷（m）	
20 年	4.01	39.99	0.17	0	0.69	0.10	0	0.67	0.1	0.79
100 年	5.40	52.60	0.21	0	0.45	0.14	0	0.42	0.14	0.59

表 4.3-2 无护砌条件下的冲刷成果表（规划河道）

洪水标准	流量	平均流速	《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30-2015）	《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-2021）	总冲刷深度（max）
	m ³ /s	m/s	一般冲刷（m）	一般冲刷（m）	
20 年	44	1.5	0.25	0.23	0.25
100 年	58	1.62	0.39	0.35	0.39

通过上表，在无护砌条件下，近期现状工况下拟建桥位处马坊南干渠河道 20 年一遇洪水冲刷深度为 0.79m，河道 100 年一遇洪水冲刷深度为 0.59m；远期河道全线按规划治理工况下拟建桥位处马坊南干渠河道 20 年一遇洪水冲刷深度为 0.25m，河道 100 年一遇洪水冲刷深度为 0.39m。

根据《北京市市属河道管理和保护范围内建设项目管理规定》（2014）、《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》“桥梁桩基承台（或系梁）顶高程应分别在河道主槽和滩地最大冲刷线 0.5 米以下”。结合马坊南干渠河道防洪标准及涉河构筑物防洪标准，冲刷线计算结果选取在河道遭遇现状 20 年、100 年一遇洪水时，拟建桥区的冲刷线与桥梁承台顶高程关系如下表所示。

表 4.3-3 拟建桥处河道冲刷线与承台顶高程埋深分析

工况	桥墩	马坊南干渠			
		承台顶高程	右滩地冲刷线高程	埋深值	
		(m)	(m)	要求 (m)	实际 (m)
20 年一遇	qm104 号墩	21.504	23.37	>0.5	1.866
100 年一遇	qm104 号墩	21.504	23.57	>0.5	2.066

根据计算分析，河道无衬砌条件下，拟建桥梁的承台顶高程满足“桥梁桩基承台（或系梁）顶高程应在河道滩地最大冲刷线 0.5 米以下”规范要求。

4.4 梁底净空复核

参照《公路工程水文勘测设计规范》（JTGC30-2015）中对非通航河流桥下最小净空的要求（见表 4.4-1），复核跨河桥梁梁底高程。

跨河桥梁允许最低梁底高程参照《公路工程水文勘测设计规范》、《公路桥涵设计通用规范》及有关水利规范、规定分析确定。允许最低梁底高程的计算，主要涉及河道行洪水位、壅水高度、波浪高度以及预留净空。桥梁底部最低高程的计算公式为：

$$H_{min}=H_p+\sum \Delta h+\Delta h_j$$

式中：H_{min}—最低梁底高程（m）；

H_p—设计水位（m）；

ΣΔh—壅水、浪高、水拱、河湾两岸高差诸因素的总和（m）；

《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）中对非通航河流桥下最小净空的要求（见下表）。

表 4.4-1 非通航河流桥下最小净空

桥梁部位		高出计算水位（m）	高出最高流冰面（m）
梁底	洪水期无大漂流物	0.50	0.75
	洪水期有大漂流物	1.50	——
	有泥石流	1.00	——
支撑垫石顶面		0.25	0.50
拱角		0.25	0.25

根据上述规范要求，梁底高程须高于相应河道桥梁防洪标准下洪水位 0.5m 以上。

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2012 年 4 月），规划新建及改建构筑物按照构筑物等级确定其标准，但不得低于河道治理标准。新建桥梁不得缩窄规划河道行洪断面，一般桥梁梁底高程应高于河道规划 50 年一遇洪水位 0.5m 以上，且不影响两岸巡河路的通行。

梁底高程复核成果见下表。

表 4.4-2 复核桥梁允许最低梁底高程成果表

工况	河道	桥梁防洪标准下 河道水位（m）	要求净 空 （m）	设计梁底 最低点高程（m）	净空 （m）
现状河道	马坊南干 渠	100 年一遇水位 25.32	>0.5	30.072	4.752
规划河道		100 年一遇水位 24.04	>0.5	30.072	6.032

综上分析，拟建桥梁设计梁底最低点高程高于现状河道 100 年一遇洪水位（现状工况）4.752m 以上；高于规划河道 100 年一遇洪水位 6.032m 以上，满足规范和规划中的桥梁净空要求。

4.5 桥梁阻水比计算及壅水分析

本次桥梁建设，未在河道上口范围以内布设桥墩，桥梁不会占用规划河道的过流断面，桥梁的建设不会对全线按规划治理后的马坊南干渠产生壅水影响。

现状工况受下游水位顶托，较规划工况下水位高，河道遭遇 20 年一遇洪水时，河道右岸受现状地形影响洪水漫溢，右岸桥墩对行洪产生轻微的阻水影响。

桥梁上部结构采用箱梁，下部为花瓶墩柱，墩柱尺寸 2.7×2.5m；桥位处遭遇 20 年一遇洪水时，右岸桥墩淹没水深为 0.65m。本项目在河道遭遇 20 年一遇洪水情况下，桥位处的河道过水面积及桥墩迎水面阻水面积详见下表。

表 4.5-1 桥位处的河道过水面积及桥墩迎水面阻水比（河道现状，P=5%）

河道	断面位置	河道行洪断面面积	桥墩投影面积	阻水比
		(m ²)	(m ²)	
马坊南干渠	桥位处	235	1.76	0.75%

HEC-RAS 软件计算水面线时已经将桥梁考虑到了模型中，结果水位即为壅水水位。根据《铁路工程水文勘测设计规范》（TB 10017-99）中公式，计算桥梁壅水长度，即：

$$L_y = 2 \times \Delta Z_m / I_0$$

式中：

L_y ——壅水曲线全长（m）；

ΔZ_m ——桥前断面最大壅水高度（m）；

I_0 ——桥址河段天然水面坡度。

表 4.5-2 壅水高度及壅水长度计算成果表（河道现状，P=5%）

河道	设计流量	河底纵坡	20 年一遇洪水位（m）		壅水高度	壅水长度
	(m ³ /s)		建桥前	建桥后	(m)	(m)
马坊南干渠	44	0.00052	25.15	25.20	0.05	192.31

结合本项目勘察资料及现场查勘，桥区上游 192.31m 壅水范围内无相关水利构筑物，综上所述，壅水范围内对附近水利工程的功能无影响，满足规范要求。

4.6 巡河路顺接方案及净空复核

现状马坊南干渠河道两侧均无现状道路，河道左岸为人工养殖鱼塘，右岸为林地。

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2012 年 4 月），马坊南干渠规划河道两岸有 7m 宽巡河路（规划巡河路宽 3m，路两侧各 2m 路肩）。规划要求桥梁建设不得阻断两岸巡河路的通行，不得降低河道两岸规划及现状堤顶高程。平谷线跨越规划巡河路时须采用立交方式，桥梁与巡河路之间的净空不小于 4.5m。

表 4.6-1 巡河路情况汇总

河道	工况	设计巡河路高程 (m)	要求净空(m)	设计梁底最低点高程 (m)	净空 (m)
马坊南干渠	规划河道	25.80（左岸预留）	>4.5	30.311	4.511
		24.55（右岸）		31.566	7.016

跨马坊南干渠桥位处河道规划两岸有巡河路，本次设计巡河路宽为 7m，本次巡河路右岸实施，左岸按规划预留。跨河桥施工时，桥墩位于河道上口范围以外，桥梁建设不降低河道规划岸顶高程。桥梁与设计巡河路采取立交形式，巡河路设计高程为 24.55~25.80m，拟建桥梁梁底高程为 30.311~31.566m，立交净空 4.511~7.016m，能够满足道路通行及巡河管理的要求。

5 防洪综合评价

5.1 建设项目与有关规划符合性评价

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2022 年 4 月），在拟建平谷线处，南干渠规划平面位置基本以现状河道右岸上口线为准适当向左岸拓宽。河道规划河上口宽为 26m。

在拟建平谷线处，规划河道横断面采用生态护坡的梯形断面，规划河底宽为 10m，糙率为 0.025，河底纵坡为 0.0008，边坡系数约为 2，河深约为 4m，规划河道上口宽为 26m。平谷线上跨马坊南干渠处河道尚未实现规划，本次桥梁建设时同步对河道按照规划进行疏挖，上下游与现状河道接顺（桥梁垂直投影外边线向上、下游外扩 30m，顺水流向长度为 75m）。

根据《轨道交通 22 号线（平谷线）工程跨南干渠规划条件》（北京市城市规划设计研究院，2012 年 4 月），规划新建及改建构筑物按照构筑物等级确定其标准，但不得低于河道治理标准。新建桥梁不得缩窄规划河道行洪断面，一般桥梁梁底高程应高于河道规划 50 年一遇洪水位 0.5m 以上，且不影响两岸巡河路的通行。规划要求桥梁建设不得阻断两岸巡河路的通行，不得降低河道两岸规划及现状堤顶高程。平谷线跨越巡河路时须采用立交方式，桥梁与巡河路之间的净空不小于 4.5m。

平谷线跨越规划马坊南干渠，1 跨跨河，跨径为 32m，桥墩设置在河道上口线以外，桥梁与河道中心线夹角为 90°，未缩窄河道上开口；桥梁设计防洪标准为 100 年一遇，此处河道 100 年一遇规划洪水位为 24.04m，桥梁最低梁底高程 30.072m，高于允许最低梁底高程，桥梁与设计巡河路采取立交形式，巡河路设计高程为 24.55~25.80m，拟建桥梁梁底高程为 30.311~31.566m，立交净空 4.511~7.016m，满足规划要求。

综上所述，项目建设与马坊南干渠的规划条件是相符的。

5.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

（1）与现有防洪、防凌标准的适应性分析

马坊南干渠规划河道治理标准为 20 年一遇洪水设计，20 年一遇规划洪水位基本不淹没主要雨水管道出口内顶。

根据《地铁设计规范》（GB50157-2013）12.1.5 条“跨越排洪河流时，应按 1/100

洪水频率标准进行设计，技术复杂、修复困难的大桥、特大桥应按 1/300 洪水频率标准进行检算”，桥梁设计防洪标准应为 100 年一遇洪水设计，涉河构筑的防洪标准不低于河道的设计防洪标准，满足规划及规范要求，满足河道设计防洪标准，设防标准适当。

根据项目区气候与气象条件，马坊南干渠冬季不会形成大的冰凌灾害，项目建设对防凌无影响。

（2）与有关技术要求及管理要求的适应性分析

根据《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》，桥梁建设方案应满足以下要求：

1、桥跨总体布置。在山区河道上修建的建设项目跨径应不小于 30m，平原区河道应适当加大。桥梁应采用一跨跨越河道主槽的方式。

在拟建平谷线处，南干渠规划平面位置基本以现状河道右岸上口线为准适当向左岸拓宽，河道规划河上口宽为 26m。平谷线跨越规划马坊南干渠，为 1 跨过河，跨径为 32m，桥墩设置在河道上口线以外，从设置的桥梁长度与河道断面情况看，本次平谷线上跨马坊南干渠桥梁长度大于顺桥梁方向的河道宽度，桥跨总体布置合理。

2、桥梁与河道的交角。桥梁与河道交角。桥梁跨越河道应使桥梁轴线与中高水流方向垂直，偏差不超过 5° 或采用一跨跨越河道的方式。

在拟建平谷线处，桥梁轴线与中高水流方向垂直，桥梁与河道中心线夹角为 90°，桥梁与河道交角符合管理要求。

3、梁底高程。梁底高程。桥梁梁底高程应高于已批准的设计防洪（潮）水位，并满足防洪超高要求。跨堤处梁底高程应高于现状或规划堤顶高程。有通航要求的河道，通航净空应符合通航标准要求。

表 5.2-1 复核桥梁允许最低梁底高程成果表

工况	河道	桥梁防洪标准下 河道水位（m）	要求净 空 （m）	设计梁底 最低点高程（m）	净空 （m）
现状河道	马坊南干 渠	100 年一遇水位 25.32	>0.5	30.072	4.752
规划河道		100 年一遇水位 24.04	>0.5	30.072	6.032

综上分析，拟建桥梁设计梁底最低点高程高于现状河道 100 年一遇洪水位（现

状工况) 4.752m 以上; 高于规划河道 100 年一遇洪水位 6.032m 以上, 满足规范和规划中的桥梁净空要求。

表 5.2-2 桥梁与设计巡河路净空复核

河道	工况	设计巡河路高程 (m)	要求净空(m)	设计梁底最低点高程 (m)	净空 (m)
马坊南干渠	规划 河道	25.80 (左岸预留)	>4.5	30.311	4.511
		24.55 (右岸)		31.566	7.016

跨马坊南干渠桥位处河道规划两岸有巡河路, 本次设计巡河路宽为 7m, 两侧路肩宽为 2m。跨河桥施工时, 桥墩位于河道上口范围以外, 桥梁建设不降低河道规划岸顶高程。桥梁与设计巡河路采取立交形式, 巡河路设计高程为 24.55~25.80m, 拟建桥梁梁底高程为 30.311~31.566m, 立交净空 4.511~7.016m, 能够满足道路通行及巡河管理的要求。

4、桥墩布设。桥墩不应布置在堤身设计断面以内; 不宜布置在河道主槽内。当确需布置在堤身背水坡时, 必须进行专题论证, 满足堤身抗滑和渗流稳定的要求。同组桥墩中心线(非圆形支墩的桥墩轴线)应为顺水流方向布置。桥梁桩基承台(或系梁)顶高程应分别在河道主槽和滩地最大冲刷线 0.5 米以下。冲刷线计算结果选取以河道防洪标准下现状河床底高程与规划河床底高程数据低值者为准。

根据《轨道交通 22 号线(平谷线)工程跨南干渠规划条件》(北京市城市规划设计研究院, 2022 年 4 月), 马坊南干渠为无堤防河道, 本次工程上跨马坊南干渠桥墩布设于河道两岸, 未在河道主槽及规划上口以内布设桥墩。

结合马坊南干渠河道防洪标准及涉河构筑物防洪标准, 现状河道遭遇 20 年、100 年一遇洪水时, 拟建桥区的冲刷线与桥梁承台顶高程关系如下表所示。

表 5.2-3 拟建桥处河道冲刷线与承台顶高程埋深复核

工况	桥墩	马坊南干渠			
		承台顶高程	右滩地冲刷线高程	埋深值	
		(m)	(m)	要求 (m)	实际 (m)
20 年一遇	qm104 号墩	21.504	23.37	>0.5	1.866
100 年一遇	qm104 号墩	21.504	23.57	>0.5	2.066

根据计算分析, 河道无衬砌条件下, 拟建桥梁的承台顶高程满足“桥梁桩基承台(或系梁)顶高程应在河道最大冲刷线 0.5 米以下”规范要求。

5、桥面集中排水应避开堤身(河道岸坡), 以免雨水排放造成堤身(河道岸坡)

冲刷，影响堤防安全。

根据桥梁设计方案，平谷线高架段桥面设置有 DN150mm 排水系统，上跨马坊南干渠段 32m 范围内雨水通过顺桥方向布置的排水管收集，再沿墩柱敷设的排水管汇至地面排水系统，桥面排水不会直接散排至地面，对河道岸坡无冲刷影响。

6、桥墩阻水比。新建、改建、扩建桥梁时桥墩阻水比应不大于 5%。扩建桥梁的桥墩阻水比应不大于原桥墩阻水比。

本次桥梁建设，未在河道上口范围以内布设桥墩，桥梁不会占用规划河道的过流断面，桥梁的建设不会对全线按规划治理后的马坊南干渠产生壅水影响。现状工况受下游水位顶托，较规划工况下水位高，河道遭遇 20 年一遇洪水时，河道右岸受现状地形影响洪水漫溢，右岸桥墩对行洪产生轻微的阻水影响。

表 5.2-4 桥位处的河道过水面积及桥墩迎水面阻水比复核（河道现状，P=5%）

河道	断面位置	河道行洪断面面积	桥墩投影面积	阻水比
		(m ²)	(m ²)	
马坊南干渠	桥位处	235	1.76	0.75%

经复核，本次桥梁建设桥墩阻水比应不大于 5%，符合管理要求。

根据防洪评价计算成果，现状马坊南干渠 20 年一遇设计洪水标准下，受下游河道顶托影响，桥位处最大壅水高度为 0.05m，壅水长度为 192.31m；远期马坊南干渠全线按规划治理后，洪水在桥区处不发生漫溢，桥梁为一跨过河，不阻水，不会对河道行洪产生壅水。

综上所述，本次桥梁建设符合《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》中桥梁建设方案相关要求。

5.3 建设项目对河势稳定的影响评价

本次桥梁施工同步疏挖治理河道，治理范围为桥梁投影区及上下游 30m，总长 75m，且与上下游河道顺接，顺接段长 20m；桥区范围内，即桥梁垂直投影外边线外扩 5m，全断面采用浆砌石护砌；其余扩挖段河道边坡采用混凝土多孔植物生长砖护坡，护坡底部铺设 300g/m² 土工无纺布，植生孔内植草绿化；生长砖顶部、底部分别设 C25 混凝土压顶及护脚；河底采用生态连锁砌块护底，下部铺设 300g/m² 土工无纺布。本次疏挖护砌河道与上下游河道进行了顺接，断面连续，河势稳定。

5.4 建设项目对河道行洪的影响评价

拟建桥梁跨马坊南干渠为 1 跨过河，未在河道内布设桥墩，不阻水，建桥时同

步对河道按照规划进行疏挖拓宽，不影响规划河道行洪；拟建桥梁设计梁底最低点高程高于现状河道及规划河道 100 年一遇洪水位 0.5m 以上，满足超高要求，桥梁建设后对河道行洪无影响。

本次工程于非汛期施工，经现场查勘，平谷线穿越现状马坊南干渠河段非汛期河道干涸无水，本次河道在非汛期施工不做导流方案，施工过程中需关注天气变化，做好应急预案。施工期不会对河道行洪产生影响。桥梁实施时同步对河道进行疏挖，并与现状上下游河道顺接，确保建设后对河道行洪不产生影响。

5.5 建设项目对堤防安全及岸坡稳定和其他水利工程影响评价

拟建桥梁建设时同步对河道按照规划断面进行疏挖，桥墩施工过程中会根据承台平面尺寸及开挖深度、预留工作面宽度、集水沟宽度、汇水井设置、地下水埋深、机具布置等确定基坑开挖的尺寸。根据本工程地质情况，基坑开挖采用无支护加固坑壁及有支护加固坑壁的形式。基坑采用反铲挖掘机开挖，自卸车配合运输。对基坑分层进行开挖，挖至设计标高时要保留不小于 10~20cm 的厚度，人工挖至基底高程，严禁超挖。用人工清理，凿除桩头进行检测。基坑开挖前，首先要做好地面排水工作，在基坑顶缘四周向外设置排水坡，以免影响坑壁的稳定。开挖过程中和开挖以后，应注意观察坑缘地面有无裂缝、坑壁有无松散塌落现象发生，否则应及时采取措施。QM104、QM105 号承台采用采用四面钢板桩+内支撑支护开挖施工，拉森Ⅳ型钢板桩长度采用 12m，内支撑采用 $\varnothing 530\text{mm}$ 钢管共设置两层，保证周边土体稳定。

河道疏挖范围为桥区投影范围以及上下游 30m 范围，顺接段长 20m，顺水流方向 75m。疏挖后桥位处采用全断面护砌，并与上下游现状河道进行顺接，确保岸坡不会产生冲刷，工程的建设对岸坡稳定无不利影响，桥处上下游无临近其他水利工程，工程的建设不涉及对其他水利工程的影响。

5.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

跨马坊南干渠处河道两岸现状无巡河路，结合河道规划，规划两岸有巡河路。项目建成后，桥墩位于河道上口范围以外，桥梁建设不降低岸顶高程，不会阻断设计巡河路通行。本次设计巡河路宽为 7m，两侧路肩宽为 2m。跨河桥施工时，桥墩位于河道上口范围以外，桥梁建设不降低河道规划岸顶高程。桥梁与设计巡河路采取立交形式，巡河路设计高程为 24.55~25.80m，拟建桥梁梁底高程为

30.311~31.566m，立交净空 4.511~7.016m，能够满足道路通行及巡河管理的要求。

5.7 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

为减小工程建设对周边环境的影响，建设单位分别征求了北京市平谷区马坊镇政府及北京绿都京谷铁路运输有限公司关于工程设计方案建设的相关意见。详见附件 7、8。

建设项目施工期会产生噪声和一定量的废污水、扬尘。施工期间应尽量减少噪音和控制灰尘飞扬，合理安排施工时间，减少对当地群众的干扰，控制施工废污水水量，基本不会影响下游河道水质和周围环境。工程完建后，注意对环境的保护。

通过各种措施的落实，建设项目施工期和完建后不会造成对第三人合法水事权益的影响。

6 消除和减轻影响措施

6.1 建设项目消除和减轻影响的措施

施工期：根据本工程地质情况，基坑开挖采用无支护加固坑壁及有支护加固坑壁的形式。基坑采用反铲挖掘机开挖，自卸车配合运输。对基坑分层进行开挖，挖至设计标高时要保留不小于 10~20cm 的厚度，人工挖至基底高程，严禁超挖。用人工清理，凿除桩头进行检测。基坑开挖前，首先要做好地面排水工作，在基坑顶缘四周向外设置排水坡，以免影响坑壁的稳定。开挖过程中和开挖以后，应注意观察坑缘地面有无裂缝、坑壁有无松散塌落现象发生，否则应及时采取措施。QM104、QM105 号承台采用采用四面钢板桩+内支撑支护开挖施工，拉森Ⅳ型钢板桩长度采用 12m，内支撑采用 $\varnothing 530\text{mm}$ 钢管共设置两层，保证周边土体稳定。

本次工程于非汛期施工，经现场查勘，平谷线穿越现状马坊南干渠河段非汛期河道干涸无水。根据施工方案，本次河道在非汛期施工不设置围堰导流，施工过程中，施工单位自身密切关注天气变化，加强监测，做好应急预案；对于左岸鱼塘部位，设置抽水泵排干积水，形成河道干槽作业条件。汛前拆除河道内临时结构物，恢复既有河道通流宽度，确保河道安全度汛。

运行期：项目实施后，马坊南干渠基本保持现状河道走势，桥梁处河道按照规划进行疏挖。项目采取的消除和减轻影响的措施与主体工程同步实施，对桥梁投影及上、下游各 30m 范围内河道按照规划要求进行疏挖，并在上、下游各设置 20m 连接段顺接现状河道。其中，河底采用生态连锁砌块护底；桥梁投影及上、下游各 5m 范围内迎水坡采用浆砌石护砌，其余段河道边坡采用生态护坡进行防护。

6.2 建设项目消除和减轻影响的措施效果分析

施工期：QM104、QM105 号承台采用采用四面钢板桩+内支撑支护开挖施工，拉森Ⅳ型钢板桩长度采用 12m，内支撑采用 $\varnothing 530\text{mm}$ 钢管共设置两层，保证周边土体稳定。

运行期：桥梁垂直投影外边线外扩 5m，全断面采用浆砌石护砌；其余扩挖段河道边坡采用生态砌块护坡，河底采用连锁砌块护底。

采取以上措施后，可进一步降低工程建设在施工期及建成后对河道的影响。

6.3 工程量及投资估算

消除和减轻影响的措施工程总投资为 262.91 万元，其中工程费 204.89 万元。具体工程量及投资估算以本项目水防治补救措施方案为准。

工程总概算表

工程名称：轨道交通 22 号线（平谷线）工程北京段跨马坊南干渠桥水防治与补救措施 单位：万元

序号	工程项目或费用名称	建筑工程费	设备购置费	安装工程费	其他费用	合计
	第一部分 工程费用	204.89				204.89
一	马坊南干渠	204.89				204.89
	第二部分 其他费用				45.39	45.39
一	建设单位管理费				5.26	5.26
二	实施方案报告编制费				4.23	4.23
三	工程勘察设计费				14.22	14.22
1	勘察费				6.87	6.87
2	设计费				7.35	7.35
四	工程建设监理费				6.08	6.08
五	工程招标代理服务费				1.73	1.73
1	施工招标代理服务费				1.73	1.73
六	竣工图编制费				0.59	0.59
七	水影响评价费				6.35	6.35
八	环境影响咨询费				5.60	5.60
九	工程量清单编制费				0.65	0.65
十	清单预算编制费				0.55	0.55
十一	环保税				0.13	0.13
	一、二部分合计				250.28	250.28
	基本预备费				7.51	7.51
	水保投资				1.02	1.02
	环保投资				4.10	4.10
	工程总投资					262.91

7 结论与建议

7.1 防洪综合评价主要结论

(1) 平谷线跨越马坊南干渠设置跨河桥一座，根据《中华人民共和国防洪法》和《中华人民共和国河道管理条例》规定，编制防洪评价报告是必要的。

(2) 本项目为地铁桥梁，桥梁设计防洪标准为 100 年一遇洪水设计，符合规范要求，标准适宜。

(3) 拟建桥梁按照规划河道进行设计，均为一跨过河，桥梁建设时同步对河道按照规划进行疏挖并上下游顺接，不会对河道规划的实施造成影响。

(4) 拟建桥梁设计梁底最低点高程高于现状河道及规划河道 100 年一遇洪水位 0.5m 以上，满足超高要求。

(5) 本次设计巡河路宽为 7m，两侧路肩宽为 2m。跨河桥施工时，桥墩位于河道上口范围以外，桥梁建设不降低河道规划岸顶高程。桥梁与设计巡河路采取立交形式，巡河路设计高程为 24.55~25.80m，拟建桥梁梁底高程为 30.311~31.566m，立交净空 4.511~7.016m，能够满足道路通行及巡河管理的要求。

(6) 拟建桥梁一跨过河，远期马坊南干渠全线按规划治理后，桥墩在行洪期间不阻水，不会产生壅水，不影响河道行洪。

(7) 根据冲刷计算结果，在无护砌条件下，近期现状工况下拟建桥位处马坊南干渠河道 20 年一遇洪水冲刷深度为 0.79m，河道 100 年一遇洪水冲刷深度为 0.59m；远期河道全线按规划治理工况下拟建桥位处马坊南干渠河道 20 年一遇洪水冲刷深度为 0.25m，河道 100 年一遇洪水冲刷深度为 0.39m。建桥处河道疏挖和护砌与桥梁建设同步实施，确保对河势稳定不产生影响。

(8) 本项目工程涉河段按规划河道进行布设，不改变河道走向；设计标准下，项目建设对河道行洪、河势稳定无影响。

(9) 项目施工期和完建后不会造成对第三人水事权益的影响。

7.2 建议

(1) 加强施工管理，及时清理施工物料，严禁废弃物料丢入河道。

(2) 建设项目经审查批准后，建设部门应将施工安排告知河道主管单位。