

莲池-码头-义和庄天然气管道项目
穿越大石河、小清河
防洪评价报告
(报批稿)

建设单位: 保定天涿能源科技有限公司

编制单位: 中国兵器工业北方勘察设计院有限公司

二〇二二年十二月

前 言

保定天涿能源科技有限公司拟修建莲池-码头-义和庄天然气管道工程，本项目为天然气管道工程，拟建地址位于河北省涿州市北，管道总长度约 23 公里，建设地点从线路西侧莲池镇开始，经 G4 京港澳高速路、北拒马河、影视城路、大石河（也称琉璃河）、良常路、小清河、永码路、花田路、义里路，终点为线路东侧义和庄镇，线路总体走向由西到东。依据线路走向本次建设项目跨小清河分洪区，在小清河分洪区内约 13km 管线，中途还穿越了北拒马河、小清河、大石河（琉璃河）等河道。

小清河分洪区涉及北京市房山区、丰台区和河北省涿州市，历来是拒马河、琉璃河、小清河三河洪水以及永定河分泄洪水汇聚缓滞的地区，用于分泄、蓄滞永定河洪水以及当地河流洪水涝水，是海河流域的国家重要蓄滞洪区之一。根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》及《中华人民共和国河道管理条例》等有关法律、法规规定，应进行防洪评价，受建设工程单位委托，我公司承担了莲池-码头-义和庄天然气管道工程防洪评价工作。

建设项目在小清河分洪区内全部采取地埋方式，穿越河道与重要堤防区域采取定向钻方式穿越，定向钻设计方案符合相关的技术要求，管道埋深基本满足冲刷淤积的要求，部分管道需要按照相关审查要求加大埋深。本次建设项目建设完成后，管线全部位于地下，待施工全部完成后，恢复原有地形地貌，建设项目对河道以及小清河分洪区的行洪蓄洪产生影响较小。

根据所在区域的审批权限，本次建设项目属于小型项目，穿小清河分洪区部分工程已经编制了《莲池-码头-义和庄天然气管道项目穿越小清河分洪区洪水影响评价报告》并报由河北省水利厅审查。本报告主要针对海委审批权限的穿越小清河、大石河（也称琉璃河）两条河道段的洪水影响评价部分进行上报。

为保护河道行洪及天然气管道工程的安全，减少河道行洪与天然气管道工程的相互影响，根据《中华人民共和国防洪法》等有关法律法规的规定，保定天涿能源科技有限公司委托我公司编制“莲池-码头-义和庄

天然气管道项目穿越大石河、小清河防洪评价报告”。接受委托后，报告编制项目组通过外业查勘，收集、分析有关资料，按照《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》《洪水影响评价报告编制导则》等的要求，针对大石河（琉璃河）、小清河河道情况及本工程建设特点，于 2022 年 11 月编制完成了《莲池-码头-义和庄天然气管道项目穿越大石河、小清河防洪评价报告》（送审稿）。

2022 年 11 月 28 日，水利部海河水利委员会以线上方式组织召开了专家审查会。会后，报告编制项目组根据审查意见对报告内容进行了认真修改和补充完善，完成了《莲池-码头-义和庄天然气管道项目穿越大石河、小清河防洪评价报告》（报批稿）。

本报告中坐标系统采用国家 2000 大地坐标系，高程系统采用国家 85 高程基准。

防洪评价报告主要成果简表

项目名称	莲池-码头-义和庄天然气管道项目穿越大石河、小清河防洪评价报告		
所在水系	大清河系		
位置描述	大石河（琉璃河）：西刘庄村东采用定向钻一钻穿越大石河（琉璃河），对应河道桩号 0+170（京冀界为起点 0+000）。 小清河：在刘家园村南采用定向钻一钻穿越小清河及白沟河上延段堤防，对应河道桩号 0+550（京冀界为起点 0+000）。		
建设项目基本情况	建设项目立项情况	2021 年 12 月 16 日，保定市发展和改革委员会《关于支持莲池-码头-义和庄天然气管道项目开展前期工作的函》（保发改能源函[2021]19 号）同意本工程开展前期工作； 2022 年 4 月 25 日，涿州市行政审批局以《涿州市行政审批局关于莲池一码头一义和庄天然气管道项目核准的批复》（涿行审固投核更字（2022）01 号）对本工程进行了批复； 2022 年 8 月 10 日，本工程取得了《关于莲池-码头-义和庄天然气管道项目初步设计的批复》鹏渤集团批函[2022]2 号。	
	建设项目防洪标准	50 年一遇	
	总体布置	采用定向钻方式穿越大石河（琉璃河）和小清河河道	
河段主要指标	河道防洪标准	现状：约 5 年一遇	规划：暂无规划治理标准
	设计水位及相应流量	50 年一遇水位 28.47m	
分析计算主要成果	交叉位置大石河（琉璃河）20 年一遇设计洪水位为 27.84m，流速为 1.13m/s；大石河（琉璃河）50 年一遇设计洪水位为 28.47m，流速为 1.32m/s。小清河 20 年一遇洪水位为 27.36m，流速为 0.96m/s。小清河 50 年一遇洪水位为 28.42m，流速为 1.19m/s；小清河 100 年一遇洪水位为 29.61m，流速为 1.43m/s。 本次管道全部采用定向钻方式穿越现有河道，管道全部埋设在地下，对河道行洪断面不产生影响。 穿越河道位置出入土点距离河道管理范围较远，且为后期河道规划治理留有一定的空间。且本次穿越小清河位置，设计中小清河以及白沟河左堤上延段堤防进行一并穿越，管顶距离堤基线以下 16.3m，满足堤基以下 15.0m 的要求。		
消除和减轻影响措施	本次建设项目采用定向钻方式穿越小清河、大石河（琉璃河）河河道，对河道行洪断面没有影响。为了进一步保障河道穿越位置防渗和河槽的稳定，对定向钻出入土点采取截渗环和黏土换填等措施。		

目 录

前 言	I
1 概述	3
1.1 建设项目背景.....	3
1.2 防洪影响分析范围.....	5
1.3 技术路线及评价内容.....	6
2 基本情况.....	22
2.1 建设项目基本情况.....	22
2.2 河道基本情况.....	34
2.3 现有水利工程及其他设施情况.....	38
2.4 水利规划及实施安排.....	41
2.5 洪水调度与蓄滞洪区运用.....	46
3 河道演变.....	49
3.1 河道历史演变概况.....	49
3.2 河道近期演变分析.....	50
3.3 河道演变趋势分析.....	51
4 大石河（琉璃河）防洪评价分析与计算.....	53
4.1 河道基本情况.....	53
4.2 建设项目对防洪的影响评价.....	74
4.3 小结.....	77
5 小清河防洪评价分析与计算.....	79
5.1 河道基本情况.....	79
5.2 建设项目对防洪的影响评价.....	83
5.3 小结.....	87
6 防洪综合评价.....	88
6.1 建设项目与有关规划符合性评价.....	88

6.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价.....	88
6.3 建设项目对河道行洪的影响评价.....	89
6.4 建设项目对河势稳定的影响评价.....	90
6.5 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价....	90
6.6 建设项目施工期影响评价.....	91
6.7 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价.....	91
7 消除和减轻影响措施.....	92
7.1 建设项目消除和减轻影响的措施.....	92
8 结论与建议.....	95
8.1 防洪综合评价主要结论.....	95
8.2 建议.....	96

1 概述

1.1 建设项目背景

保定天涿能源科技有限公司拟修建莲池-码头-义和庄天然气管道工程，本项目为天然气管道工程，拟建地址位于河北省涿州市北，管道总长度约 23km，建设地点从线路西侧莲池镇开始，经 G4 京港澳高速路、北拒马河、影视城路、大石河（也称琉璃河）、良常路、小清河、永码路、花田路、义里路，终点为线路东侧义和庄镇，线路总体走向由西到东，交通便利。

拟建项目跨小清河分洪区，中途穿越了北拒马河、小清河、大石河（琉璃河）等河道。小清河分洪区涉及北京市房山区、丰台区和河北省涿州市，历来是拒马河、琉璃河、小清河三河洪水以及永定河分泄洪水汇聚缓滞的地区，用于分泄、蓄滞永定河洪水以及当地河流洪水涝水，是海河流域的国家重要蓄滞洪区之一。

根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》及《中华人民共和国河道管理条例》等有关法律、法规规定，应进行防洪评价，编制防洪评价报告。受建设工程单位委托，我公司承担了莲池-码头-义和庄天然气管道工程防洪评价工作。我公司成立了项目组，收集了有关工程设计资料及河道、分洪区相关资料，构建了一、二维洪水模拟数学模型，并进行调试、计算及各项分析工作，期间多次与设计单位、涿州市水利部门等相关单位进行沟通与交流，对拟建项目进行了科学、合理的评价。由于受审批权限的影响，本次建设项目属于小型项目，穿小清河分洪区部分已经编制了《莲池-码头-义和庄天然气管道项目穿越小清河分洪区洪水影响评价报告》报由河北省水利厅审查。本报告主要针对海委审批权限的穿越小清河、大石河（琉璃河）两条河道段的洪水影响评价部分进行编制。

1.1.1 依据的主要法律、法规

- (1) 《中华人民共和国水法》(2016 年 7 月 2 日修正版);
- (2) 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日修正版);
- (3) 《中华人民共和国河道管理条例》(2018 年 3 月 19 日修正版);
- (4) 《中华人民共和国防汛条例》(2011 年 1 月 8 日修订版);
- (5) 《河道管理范围内建设项目管理的有关规定》(2017 年修正);
- (6) 《河北省河湖保护和治理条例》, 河北省第十三届人民代表大会, 2020 年 1 月。

1.1.2 依据的有关技术规范、规范和技术标准

- (1) 《防洪标准》(GB50201-2014);
- (2) 《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL43-2006);
- (3) 《堤防工程设计规范》(GB50286-2013);
- (4) 《堤防工程管理设计规范》(SL/T 171-2020);
- (5) 《公路工程水文勘测设计规范》(JTG C30-2015);
- (6) 《铁路工程水文勘测设计规范》(TB 10017-1999);
- (7) 《水利工程水利计算规范》(SL104-95);
- (8) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252-2017);
- (9) 《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定(试行)》(海建管〔2013〕33 号);
- (10) 《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》(SL/T808-2021);
- (11) 《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》(冀水河湖〔2021〕34 号);
- (12) 《河北省河道管理范围内公路工程建设方案技术审查指南》(冀水河湖〔2021〕24 号)。

1.1.3 有关规划、设计报告及参考资料

- (1)《河北省中小流域设计暴雨洪水图集》(1985 年);
- (2)《河北省设计暴雨图集》(2002 年);
- (3)《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》，水利部海河水利委员会，2010 年 3 月；
- (4)《大清河系防洪规划》，中水北方勘测设计研究有限责任公司，2008 年 2 月；
- (5)《小清河分洪区（河北省部分）安全建设工程可行性研究报告》，河北省水利水电勘测设计研究院，2012 年；
- (6)《大清河流域设计洪水复核报告》，中水北方勘测设计研究有限责任公司、河北省水利水电勘测设计研究院，2017 年 6 月；
- (7)《保定市市管及市区河道管理范围复核及划定工作方案编制》，保定市水利水电勘测设计院；
- (8)《大清河流域综合规划》，2022 年 1 月；
- (9)《小清河分洪区内经济发展用地防洪风险论证报告》，中水北方勘测设计研究有限责任公司，2020 年 12 月；
- (10)《莲池-码头-义和庄天然气管道项目初步设计报告》，新地能源工程技术有限公司；
- (11) 建设单位提供的地勘等其他有关文件、资料。

1.2 防洪影响分析范围

本项目为天然气管道工程，拟建地址位于河北省涿州市北，管道总长度约 23km，建设地点从线路西侧莲池镇开始，经 G4 京港澳高速路、北拒马河、影视城路、大石河（也称琉璃河）、良常路、小清河、永码路、花田路、义里路，终点为线路东侧义和庄镇，线路总体走向由西到东，交通便利。

本次建设项目穿越大石河（琉璃河）位置位于河北省境内，距离京冀省界约 170m，距离下游汇入北拒马河汇合口约 5.86km，该段河道现状

没有经过治理，河宽约 100m，河底高程 23.2m，边坡较陡，两岸无堤，陡坎为现状河道管理范围。

本次建设项目穿越小清河位置位于河北省境内，距离京冀省界约 550m，距离下游汇入北拒马河汇合口约 5.04km，该段河道现状没有经过治理，河宽约 110m，河底高程 25.4m，边坡较陡，两岸无堤，陡坎为现状河道划界范围，滩地主要以农田和林地为主。

防洪评价范围：本次主要涉及大石河（琉璃河）、小清河两条河道。但是这两条河道均位于小清河分洪区内，因此不仅需要分析这两条河道设计标准条件下的洪水影响，还需要分析小清河分洪区启用条件下两条河道位置本次工程对河道的行洪影响。

1.3 技术路线及评价内容

1.3.1 技术路线

本次评价主要依据《洪水影响评价报告编制导则》和《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》所要求的评价内容和工作深度开展。在对防洪设施的洪水位、流速、冲刷等指标进行分析计算的基础上，重点评价两方面内容，一是评价建设项目对防洪的影响；二是评价洪水对建设项目的影

响。评价采用水力学数学模型进行洪水演进模拟计算，软件为 Mike 系列（丹麦 DHI 公司开发）。通过对小清河分洪区的洪水演进模拟计算，重点分析工程建设造成河势、流场、流态变化以及洪水位、流速、冲刷等指标的变化情况，系统分析工程建设对上述河段及区域的影响，对其影响做出评价并给出评价结论，提出消除或减轻影响的措施建议。对工程项目沿线洪水位、流速、冲刷等指标进行计算，分析洪水对工程项目的造成的影响，对其影响进行评价并给出评价结论，提出消除或减轻影响的措施建议。

1.3.2 评价方法

1.3.2.1 设计洪水计算方法

小清河分洪区内主要河流有北拒马河、琉璃河（大石河）、小清河洪水，在永定河遭遇 100 年一遇及其以上洪水时还需接纳永定河分洪洪水。

小清河分洪区滞蓄洪水通过白沟河下泄，出口以白沟河东茨村水文站为控制站。

本次洪水影响评价主要涉及拒马河张坊站、白沟河东茨村站设计洪水成果。张坊站、东茨村站采用 2017 年海委印发的大清河流域设计洪水复核成果（海规计函〔2017〕17 号）。

1.3.2.2 洪水位计算方法

小清河分洪区流域地势西北高，东南低。西北海拔 100m 以上的浅山区属太行山北段低山地带，其地势较陡，平均坡度较大，河槽调蓄能力很小，而且正处海河流域北部降水高值中心之一的漫水河班各庄附近，所以水量相对丰沛，洪水陡涨陡落。小清河干流、哑叭河、刺猬河和大石河（琉璃河）宜采用一维水动力学数学模型。

东南部和中部为冲积洪积倾斜平原，占流域的绝大部分。其地势平坦，海拔高度多为 40~50m，坡度约 1‰左右，干流河道调蓄能力较大。蓄洪后洪水水位变幅不大，水流运动平缓，一般为渐变流，具有明显的二维特性，为反映滞洪区内洪水的演进情况，采用二维水动力学数学模型进行洪水模拟，以便能模拟水位、流量、流速等重要的水力要素的时间过程，复现或者预测滞洪区洪水演进过程。

针对上述特点，本次洪水分析采用水动力学法~一维和二维不恒定流耦合数学模型进行洪水模拟。该数学模型是一种基于水量平衡及水动量守恒原理，建立洪水数学模型，模拟洪水的恒定及非恒定演进过程，从而获得洪水风险信息和分析方法。可以与历史水灾法结合，重演江河（河段）典型洪水发生时，在现有防洪体系下可能的淹没范围、水深、流速等。

(1) 河道一维模型

MIKE 11 数学模型是丹麦水力研究所 (DHI) 开发的用于河流、灌溉系统的水流、水质、泥沙分析模拟专业软件, 该模型可以灵活地建立各类复杂的河网模型。MIKE 11 软件包由水动力、对流~扩散、水质、降雨~径流、洪水预报等模块组成, 核心模块为水动力模块。MIKE 11 水动力模块采用的是 6 点 Abbott~Ionescu 有限差分格式, 对圣·维南方程组求解。

1) 圣维南方程组

①连续性方程(质量守恒定律)

②动量方程(牛顿第二定律)

圣维南方程就是模型反映有关物理定律的微分方程:

$$\begin{cases} \frac{\delta Q}{\delta x} + \frac{\delta A}{\delta t} = q \\ \frac{\delta Q}{\delta t} + \frac{\delta \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\delta x} + gA \frac{\delta h}{\delta x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \end{cases}$$

式中: Q —流量(m^3/s);

q —单宽侧向入流(m^2/s);

A —过水面积(m^2);

h —水位(m);

R —水力半径(m);

C —谢才系数;

α —动量修正系数。

2) 求解方法

圣维南方程中的连续性方程和动量方程通过有限差分法进行计算, 计算网格由流量点和水位点组成, 其中流量点和水位点在同一时间步长

下分别进行计算，如图 1.4-1 所示。计算网格由模型自动生成，其中流量点在两个相邻的水位点之间，然而相邻水位点之间的距离可能不同。

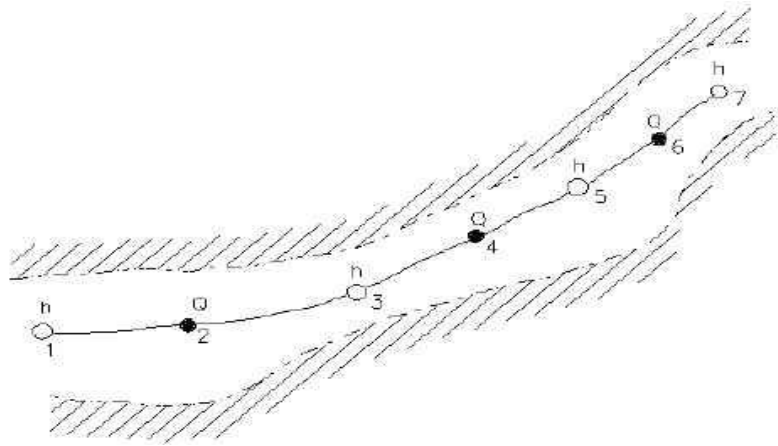


图1.3-1 河道断面计算网格

Mike11 所用的有限差分格式为 6 点中心 Abbott-Ionescu 格式，如图 1.4-2 所示。

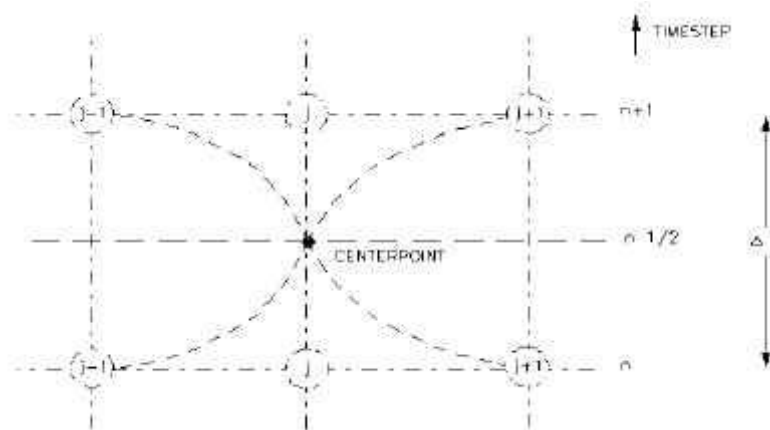


图1.3-2 6点中心 Abbott-Ionescu 差分

计算网格点的分布遵循以下规则：

河段上下游端点为计算水位点

支流入流点为计算水位点

实测断面资料点为计算水位点

模型根据 **max** 值自动插入的点为计算水位点

水工建筑物点为计算水位点

两个水位点之间只存在一个计算流量点

① 连续性方程

在连续性方程中宽度定义如下：

$$\frac{\partial A}{\partial t} = b_s \cdot \frac{\partial h}{\partial t}$$

从而得到连续性方程为

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + b_s \cdot \frac{\partial h}{\partial t} = q$$

只有流量 Q 与 x 有关，连续性方程的计算易于集中在水位点。如图 1.4-3 所示：

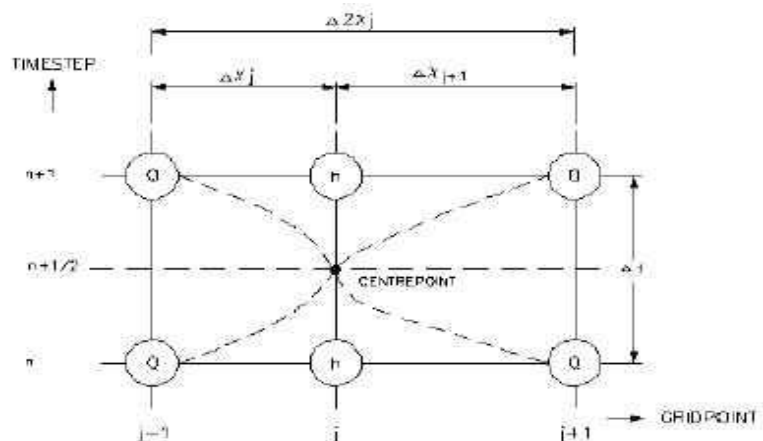


图1.3-3 连续性方程的 6 点中心 Abbott-Ionescu 差分计算

② 动量方程

动量方程集中在流量点，如图 1.4-4 所示：

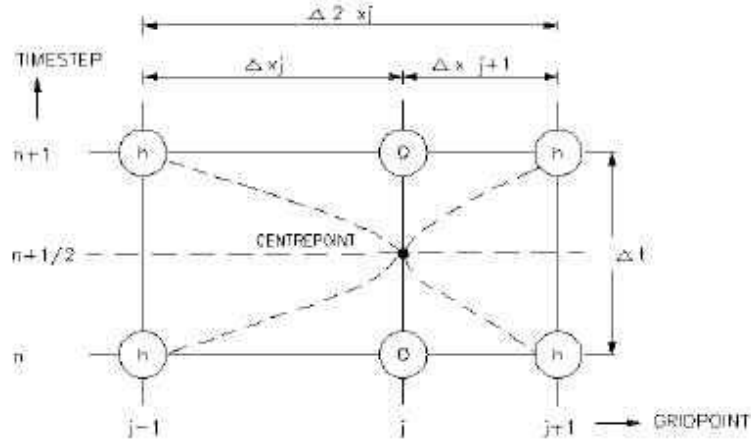


图1.3-4 动量方程的6点中心 Abbott-Ionescu 差分计算

依据 6 点中心 Abbott-Ionescu 差分法，动量方程可以表示如下：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} \approx \frac{Q_j^{n+1} - Q_j^n}{\Delta t}$$

$$\frac{\partial(\alpha \frac{Q^2}{A})}{\partial x} \approx \frac{\left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j+1}^{n+1/2} - \left[\alpha \frac{Q^2}{A} \right]_{j-1}^{n+1/2}}{\Delta 2x_j}$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} \approx \frac{\frac{(h_{j+1}^{n+1} + h_{j+1}^n)}{2} - \frac{(h_{j-1}^{n+1} - h_{j-1}^n)}{2}}{\Delta 2x_j}$$

在默认的条件下载程序在一个时间步长里用两次迭代来对这些方程进行求解。初次迭代起始于第一个时间步长，第二次迭代采用第一次计算值的中心差值来进行计算。迭代次数可以通过 **No ITER** 系数来进行修改。

(2) 二维模型

MIKE21 是二维平面区域内的水力学计算模型，主要用于计算永定河河系各蓄滞洪区及保护区的洪水淹没过程及流场、流速、洪水到达时间、淹没历时、洪峰到达时间等。

MIKE21 属于平面二维自由表面流模型，采用非正交曲线网格，忽略了垂向水流加速度，以垂向平均的水流因素为研究对象，模拟计算海洋、

湖泊、河道、蓄滞洪区的流场、流速、水位的变化。该模型目前其在国内诸多大型工程中得到广泛应用，如：长江口综合治理工程、南水北调工程、天津子牙新河口和独流减河口防洪影响论证、杭州湾数值模拟、重庆市城市排污评价、太湖富营养模型、香港新机场工程建设、台湾桃园工业港兴建工程等。采用较为成熟的二维紊流雷诺平均应力模型 方程结合自由表面模拟技术进行。

本次利用 **MIKE21 FM** 非结构网格模型进行模拟计算。非结构网格模型中采用的数值方法是单元中心的有限体积法。控制方程离散时，结果变量 **U**、**V** 位于单元中心，跨边界通量垂直于单元边。有限体积法中法向通量通过在沿外法向建立单元水力模型并求解一维黎曼问题而得到。

Mike21 二维非恒定流计算模块的原理基于二维不可压缩流体雷诺平均应力方程，服从布辛涅斯克（**Boussinesq**）假设和静水压力假设。

$$h = \eta + d$$

描述平面二维水流连续运动方程为：

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

描述平面二维水流的动量方程为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} = & f\bar{v}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h\partial p_a}{\rho_0\partial x} - \\ & \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right) + \\ & \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = & -f\bar{u}h - gh\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h\partial p_a}{\rho_0\partial y} - \\ & \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right) + \\ & \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned}$$

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz \quad h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

其中， $\bar{u}$ 、 $\bar{v}$ 为基于水深平均的流速； t 为时间； x 、 y 和 z 为笛卡尔坐标； η 为河底高程； d 为静水深； $h=\eta+d$ 为总水头； u 、 v 为 x 、 y 方向的速度分量； g 为重力加速度； ρ 为水的密度； s_{xx} 、 s_{xy} 、 s_{yx} 、 s_{yy} 为应力张量的分量； p_a 为大气压强； ρ_0 为水的相对密度； S 为点源流量大小； u_s 、 v_s 为点源水流流入周围水体产生的流速。

侧向应力项 T_{ij} 包括粘滞摩擦、湍流摩擦、差异平流，其值由基于水深平均的流速梯度的涡黏性公式估算。

$$T_{xx} = 2A\frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, T_{xy} = A\left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x}\right), T_{yy} = 2A\frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

通过对上述方程进行离散可得到河道断面水位、流量和上下游水位、二维滞洪区内相邻单元之间的流量和水位的线性关系，并与边界条件联立得到一组完整的关于节点水位的线性代数方程组，采用矩阵标识法求解该方程组后得到河道断面、联系、二维区域单元的水位、流量、流速等。

(3) 一、二维模型耦合

联系主要是指流域中控制水流运动的堰、闸及行洪区口门，联系的过流流量满足水力学上的计算公式等。下面分别以堰为例说明如下：

堰流计算各计算参数所表示的指标标识见图 1.4-5。

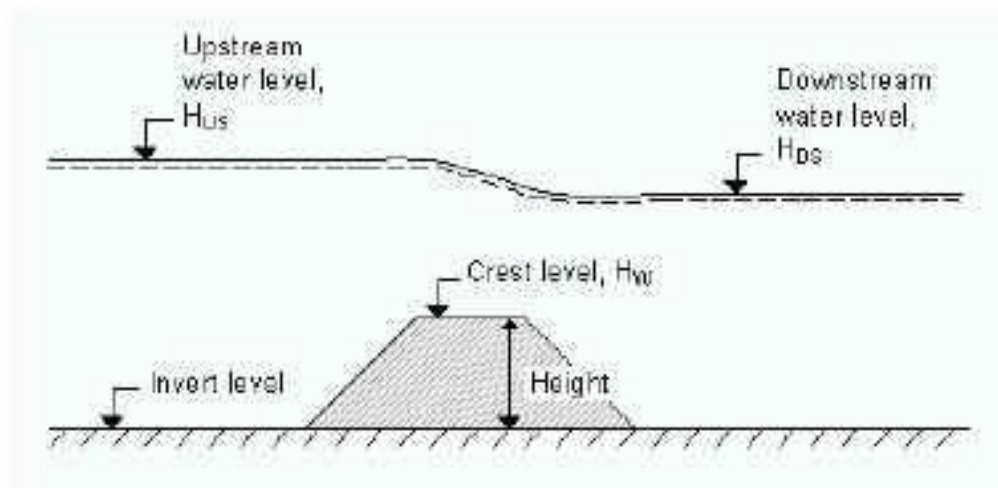


图1.3-5 堰流计算各计算参数所表示的指标标识图

堰流计算公式 1:

适用范围:

堰流计算公式 1 是在标准堰流公式的基础上简化得到的, 表达式为:

$$Q = w \cdot c (H_{us} - H_w)^k \cdot \left[1 - \left(\frac{H_{ds} - H_w}{H_{us} - H_w} \right)^k \right]^{0.385}$$

式中, Q —过堰的流量(m³/s);

w —堰宽度(m);

c —堰流系数;

k —堰流指数;

H_{us} —堰上水位(m);

H_{ds} —堰下水位(m);

H_w —堰顶高程(m)。

堰流计算公式 2(Honma):

适用范围:

计算表达式为:

$$Q = \begin{cases} C_1 w (H_{us} - H_w) \sqrt{(H_{us} - H_w)} \\ C_2 w (H_{ds} - H_w) \sqrt{(H_{us} - H_{ds})} \end{cases}$$

$$(H_{ds} - H_w) / H_{us} < 2/3$$

当 $(H_{ds} - H_w) / H_{us} \geq 2/3$ 时

式中, Q —通过堰的流量(m^3/s);

w —堰宽度(m);

C_1 —第一堰系数;

C_2 —第二堰系数, 其中 $C_2 = (3/2)\sqrt{g}C_1$;

H_{us} —堰上游水位(m);

H_{ds} —堰下游水位(m);

H_w —堰顶高程(m)。

1.3.2.3 冲刷计算公式

根据建设单位和设计单位提供的地质资料, 对河道冲刷深度等进行分析。利用不同冲刷深度计算公式分析估算冲刷深度, 为管线的建设提供参考依据。

水流在河床全断面内发生的普遍冲刷, 通称为一般冲刷。河道一般冲刷深度的计算方法比较多, 目前普遍采用的是《铁路桥渡勘测设计规范》中推荐的 64-1 公式和《公路桥位勘测设计规范》(JTJ062-2002) 中推荐的 64-1 修正公式。64-1 公式是利用我国各地桥梁实测资料建立的, 实测资料中, 既有较稳定的河段, 也有不稳定的河段, 因此该公式的计算结果, 既包括桥梁压缩河流引起的冲刷, 也包括河槽在天然演变中深泓线摆动形成的集中冲刷和随水位、流量周期变化产生的天然冲刷。

由于 64-1 公式所根据的实测资料及模型试验中河床土质均为非粘性土, 故该公式只适用于非粘性土且有底砂运动的河槽。对于粘性土, 可采取当量换算的办法, 将粘性土按容许(不冲刷)平均流速相等的条件

转换成非粘性土的粒径，再使用 64-1 公式，此时，64-1 公式中的单宽流量集中系数 A 值可取为 1.0~1.2。

① 铁路规范推荐的 64-1 公式

铁道部 1987 年 7 月《铁路桥渡勘测设计规范》中的公式形式如下：

$$h_{pm} = \left[\frac{A \frac{Q_p}{\mu L} \left(\frac{h_m}{\bar{h}} \right)^{5/3}}{E \bar{d}^{1/6}} \right]^{3/5} \quad (8)$$

式中： h_{pm} ——冲刷后最大水深（m）；

Q_p ——设计流量（m³/s）；

L——建筑物净过水长度（m）；

h_m ——冲刷前最大水深（m）；

$\bar{h}$ ——断面平均水深（m）；

$\bar{d}$ ——河床质平均粒径（mm）；

μ ——水流压缩系数，与渡槽净跨及设计流速有关，槽河渡槽 μ 采用 0.95；

E ——与汛期含沙量有关的系数，当汛期含沙量 $s > 10 \text{kg/m}^3$ 时， $E=0.86$ ；

A ——单宽流量压缩系数， $A = \left(\frac{\sqrt{B}}{\bar{H}} \right)^{0.15}$ ；

B ——河槽宽度，即通过造床流量时的水面宽度（m）；

$\bar{H}$ ——造床流量对应的平均水深（m）。

② 公路规范推荐的 64-1 修正公式

2002 年中华人民共和国交通部发布实施的《公路桥位勘测设计规范》（JTJ062-2002）中推荐的 64-1 修正公式，包括非粘性土、粘性土主槽和滩地的冲刷。

非粘性土河槽部分：

$$h_p = \left[\frac{A \frac{Q_2}{\mu B_c} \left(\frac{h_{mc}}{h_c} \right)^{\frac{5}{3}}}{E d^{\frac{1}{6}}} \right]^{\frac{3}{5}} \quad (9)$$

式中： h_p —— 一般冲刷后的最大水深 (m)；

Q_2 —— 河槽部分通过的设计流量 (m³/s)；

B_c —— 河槽部分桥孔过水净宽 (m)；

μ —— 水流侧向压缩系数；

A —— 单宽流量集中系数， $A = \left(\frac{\sqrt{B}}{H} \right)^{0.15}$ ；

h_{mc} —— 河槽最大水深 (m)；

h_c —— 河槽平均水深 (m)；

d —— 河槽泥沙平均粒径 (mm)；

E —— 与汛期含沙量有关的系数。

非粘性土河滩部分：

$$h_p = \left[\frac{A \frac{Q_t}{\mu B_t} \left(\frac{h_{mt}}{h_t} \right)^{\frac{5}{3}}}{V_{H1}} \right]^{\frac{5}{6}} \quad (10)$$

式中： h_{mt} —— 河滩最大水深 (m)；

h_t —— 河滩平均水深 (m)；

B_c —— 河滩部分桥孔过水净宽 (m)；

V_{H1} —— 河滩水深 1m 时非粘性土不冲流速 (m/s)；

其余符号意义同公式 (9)。

粘性土河槽部分：

$$h_p = \left[\frac{A \frac{Q_2}{\mu B_c} \left(\frac{h_{mc}}{h_c} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.33 \left(\frac{1}{I_L} \right)} \right]^{\frac{5}{8}} \quad (11)$$

式中：A —— 单宽流量集中系数，A=1.0~1.2；

I_L —— 冲刷坑范围内粘性土液性指数，在本公式中取值范围为 0.16~1.19；

其余符号意义同公式（9）。

粘性土河滩部分：

$$h_p = \left[\frac{A \frac{Q_t}{\mu B_t} \left(\frac{h_{mt}}{h_t} \right)^{\frac{5}{3}}}{0.33 \left(\frac{1}{I_L} \right)} \right]^{\frac{6}{7}} \quad (12)$$

式中符号意义同公式（10）和公式（11）。

1.3.3 评价标准

（1）工程标准

本次评价项目属于小型建设项目。根据《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》(SYT6968-2013)、《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)，本次穿越位置分别为小清河工程和中型工程，穿越设计洪水频率为 50 年一遇。

表1.3-1 管线穿越防洪标准

河道	穿越长度 (m)	工程等级	防洪标准
大石河（琉璃河）	550	小型工程	50 年一遇
小清河+白沟河左堤上延段	882	中型工程	50 年一遇

依据工程防洪要求，需要分析 50 年一遇洪水条件下的影响。

（2）分洪区、河道标准

根据《小清河分洪区（河北省部分）安全建设工程可行性研究报告》，小清河分洪区设计防洪标准为 50 年一遇。依据《防洪标准》（GB50201-2014）中第 6.5.1 条“输油、输气等管道工程的防护等级和防洪标准”的规定，本次管道建设项目防洪标准为 20 年一遇。同时根据《防洪标准》中的规定“经过行、蓄、滞洪区的管道工程的防洪标准，应结合所在河段、地区的行、蓄、滞洪区的要求确定，不得影响行、蓄、滞洪区的正常运用”。

分洪区内大石河（琉璃河）河道总长度约 15.5km，上游位于北京市境内，下游在河北省境内。北京市境内河道已按 20 年一遇标准治理，河北省段河道暂未治理。本次管道穿越区域属于河北省境内，距离省界约 170m，穿越段河道两岸现状无堤。

小清河发源于北京长辛店以西山区，在里渠乡古城村北入涿州市境内，与北拒马河汇合后，汇入白沟河。小清河在涿州境内全长 9.23km。上游北京市境内河段已经治理，右堤治理标准为 50 年一遇，左堤治理标准为 20 年一遇。本次管道穿越区域属于河北省境内，距离省界约 550m，穿越段小清河河道两岸现状无堤。

需要分析大石河、小清河河道 20 年一遇、小清河分洪区 50 年一遇标准的影响。

（3）其他

依据《白沟河治理工程（涿州段）初步设计报告》中介绍，小清河左岸建设有白沟河左堤上延段堤防，堤防建设标准为 100 年一遇。

考虑管线采用定向钻一次穿越小清河+白沟河左堤上延段，白沟河左堤上延段堤防建设标准为 100 年一遇，为保证堤防安全，本次穿越小清河防洪标准同堤防防洪标准，也增加 100 年一遇标准。

综上，小清河分洪区将按照 50 年一遇标准进行评价分析，由于河北省段大石河（琉璃河）、小清河暂无相关规划治理安排，上游北京段大石

河、小清河均按照 20 年一遇标准进行了河道治理，参考上游河道治理标准，本次穿越河段增加相应河道的规划设计标准。

表1.3-2 本次建设项目评价标准

河道或分洪区	评价标准
小清河分洪区	50 年一遇
大石河（琉璃河）	20 年一遇
小清河+白沟河左堤上延段	20 年一遇、100 年一遇

1.3.4 评价内容

依据建设项目的基本情况和所在河系的防洪要求，以及所采用的技术路线，本次评价工作主要包括以下内容：

（1）基本资料的收集与整理

计算范围内河道和分洪区的有关规划、地形资料、断面资料、水文、地质等资料的收集整理；建设项目相关设计文件、图纸。

（2）现场查勘，相关部门调研

拟建项目位置处现场查勘，与有关项目设计人员及相关部门进行沟通，了解、掌握有关项目设计的详细情况及关于河道、分洪区日常防洪运用管理工作等信息。

（3）影响评价的计算分析

根据所采用的技术路线及计算手段，依据水位、流速、流场等计算成果，分析评价建设项目对北拒马河河道行洪的影响、对河势稳定的影响、对河岸堤防等水利工程设施的影响、对防汛抢险的影响以及分析洪水对建设项目的影

响，提出防御洪涝水的建议。

通过河网数学模型洪水演进计算，得到小清河分洪区的运用情况，分洪区淹没面积及滞蓄水量变化情况和对上游河道行洪水位的影响。依据小清河分洪区水位、水量、淹没面积等计算成果，分析评价建设项目对河系防洪的影响、对水利工程设施的影响、对防汛抢险的影响等，分

析洪水对建设项目的影晌，提出防御洪涝水的建议。

（4）编制评价报告，提出评价结论与建议

依据《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）所要求的内容及深度，根据影响评价计算结果，客观公正地进行防洪影响分析，编制洪水影响评价报告，提出减免措施、评价结论及建议。

2 基本情况

2.1 建设项目基本情况

2.1.1 项目布设方案

管道始于涿州市莲池村东北侧莲池门站（与莲池分输站合建），出站后向东敷设，于陈家坟村北侧相继穿越京港澳高速、北拒马河，经沙窝村、北高家庄村、立新庄村、党庄村，于党庄村南侧设置支线阀门，为码头调压站（新建）供气，管道继续向北敷设，在洋泗庄村南侧转向东，于西刘庄村东南侧相继穿越琉璃河、京石铁路、良常路，在郎庄村北侧设置支线阀，为周边区域预留气源，管道继续敷设，向东穿越小清河后向南延伸，途径东田城村、北任村、小岗头村，止于南定村南侧附近，线路全长 23km（平面距离），沿线设置 4 座主线截断阀井，2 座截断阀井。

线路方案与《涿州市燃气专项规划（2020 年-2035 年）》中走向基本一致，符合燃气专项规划的要求，涿州市规划局原则同意本工程管道线路走向。

2.1.2 工程地质

2.1.2.1 地形地貌及区域地质构造

勘察场地地貌单元属太行山冲洪积平原，地貌形态单一。勘探点孔口高程 23.20~29.96m，最大高差 6.76m，线路场地整体地形较平坦。项目穿越北拒马河、大石河（琉璃河）、及小清河时，在该部分微地貌单元为河流地貌。

根据区域地质资料，涿州市在地质构造上位于华北盆地北部，属北中凹陷（I 级构造单元）西部凹陷带（I 级），北京凹陷的南部次凹—涿州凹陷。北以良乡凸起连接于北京凹陷，南与高碑店凸起衔接，西以太行山东断层与太行山复背斜为邻，东界大兴县凸起。辖区内地质结构走向北东，主要受太行山东断层、大兴凸起西断层控制，制约了凹陷的发生和发展。以北东向断层和北西向断层构成了东西分带、南北分块、隆凹

相间的构造格局。拟建场地区域是构造相对稳定区，适宜进行工程建设。

2.1.2.2 场地地层分布及特征

本次勘察最大深度 25.00m 范围内，除表层填土外，主要为第四系全新统冲洪积成因的粉土、粉质黏土及砂土，场区地层自上而下分为 7 个主层、14 个亚层，依据现场地层性质鉴定，结合土工试验和原位测试结果，对本次勘察场地内各主要地基土层的工程特性评述如下：

素填土①层 (Q_4^{ml})：褐黄色，稍湿，稍密，成分以粉土、粉质黏土为主，局部含少量砖屑，顶部可见植物根系，工程性质差。层厚 0.40~2.80m，层顶高程为 25.75~29.96m。

杂填土①₁层 (Q_4^{ml})：杂色，稍湿，稍密，成分以建筑垃圾、碎石、砖块为主，工程性质差。层厚 0.50~2.30m，层顶高程为 25.66~29.95m。

粉土②层 (Q_4^{al+pl})：褐黄色，稍湿~湿，局部很湿，中密~密实，土质不均，夹粉质黏土团块，切面无光泽，摇振反应迅速。属中等压缩性土。粉土黏粒含量平均值 $\rho_c=12.5\%$ 。层厚 0.30~5.50m，层顶高程为 22.63~29.45m，层顶深度为 0.00~5.20m。

粉细砂②₁层 (Q_4^{al+pl})：褐黄色，湿，稍密，砂质不纯，主要成分以长石、石英为主。属中等压缩性土。该层标准贯入试验实测击数平均值为 12 击。层厚 0.40~5.40m，层顶高程为 21.28~29.25m，层顶深度为 0.00~4.60m。

粉质黏土②₂层 (Q_4^{al+pl})：黄褐色，软塑~可塑，土质较均匀，含铁锰氧化物。属中等压缩性土。层厚 0.50~6.50m，层顶高程为 22.38~28.76m，层顶深度为 0.00~4.70m。

卵石②₃层 (Q_4^{al+pl})：杂色，饱和，稍密~中密，母岩成分以花岗岩为主，一般粒径 20~25mm，最大可见粒径 50mm，呈椭圆状，磨圆度中等，充填约 20%的淤泥。工程性质好。层厚 0.40~0.50m，层顶高程为 23.20~25.40m。

粉质黏土③层 (Q_4^{al+pl})：黄褐~灰褐色，软塑~可塑，土质不均匀，

含铁锰氧化物。属中等性压缩性土。层厚 0.50~4.90m，层顶高程为 18.34~25.25m，层顶深度为 1.00~8.10m。

粉土③₁层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，稍湿~湿，密实，局部中密，土质较均匀，切面无光泽，摇振反应迅速。属中等压缩性土。粉土黏粒含量平均值 $\rho_c=13.2\%$ 。层厚 0.70~5.20m，层顶高程为 19.47~25.20m，层顶深度为 2.00~7.40m。

细砂③₂层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，湿~很湿，稍密，砂质不纯，主要成分以长石、石英为主。属中等压缩性土。该层标准贯入试验实测击数平均值为 14 击。层厚 0.50~4.80m，层顶高程为 20.66~25.19m，层顶深度为 2.50~6.70m。

粉质黏土④层 (Q_4^{al+pl}): 黄褐色，可塑，局部软塑，土质不均匀，含铁锰氧化物。属中等压缩性土。层厚 0.80~5.80m，层顶高程为 16.24~21.50m，层顶深度为 4.40~11.70m。

细砂④₁层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，饱和，中密，砂质不纯，主要成分以长石、石英为主。属中等压缩性土。该层标准贯入试验实测击数平均值为 22 击。层厚 2.30~5.60m，层顶高程为 17.36~21.31m，层顶深度为 6.90~10.00m。

粉土④₂层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，湿，密实，土质较均匀，切面无光泽，摇振反应迅速。属中等压缩性土。粉土黏粒含量平均值 $\rho_c=13.5\%$ 。层厚 1.50~4.80m，层顶高程为 17.67~21.40m，层顶深度为 5.00~10.40m。

细砂⑤层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，饱和，中密，局部密实，砂质不纯，以石英长石为主。属低压缩性土。该层标准贯入试验实测击数平均值为 25 击。层厚 0.80~7.20m，层顶高程为 12.04~19.05m，层顶深度为 9.00~14.20m。

粉土⑤₁层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，稍湿~湿，密实，局部中密，土质较均匀，切面无光泽，摇振反应迅速。属中等压缩性土。粉土黏粒含量平均值 $\rho_c=12.8\%$ 。层厚 0.60~4.40m，层顶高程为 13.43~17.79m，层顶深度为 7.10~13.70m。

粉质黏土⑤₂层 (Q_4^{al+pl}): 黄褐色，可塑，局部软塑，土质较均匀，

含铁锰氧化物。属中等压缩性土。层厚 1.00~6.00m，层顶高程为 13.45~19.17m，层顶深度为 7.50~13.40m。

细砂⑥层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，饱和，中密~密实，砂质不纯，以石英长石为主。属低压缩性土。该层标准贯入试验实测击数平均值为 29 击。层厚 0.70~6.10m，层顶高程为 8.03~14.77m，层顶深度为 11.80~19.30m。

粉质黏土⑥₁层 (Q_4^{al+pl}): 黄褐色，可塑，局部软塑，土质不均匀，含铁锰氧化物，局部夹粉土薄层。属中压缩性土。层厚 0.70~5.00m，层顶高程为 8.23~14.48m，层顶深度为 11.00~18.70m。

粉土⑥₂层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，稍湿~湿，密实，土质较均匀，切面无光泽，摇振反应迅速。属中压缩性土。粉土黏粒含量 $\rho_c=13.8\%$ 。层厚 1.60~3.50m，层顶高程为 9.13~13.00m，层顶深度为 15.30~18.00m。

粉质黏土⑦层 (Q_4^{al+pl}): 黄褐色，可塑，局部软塑，土质不均匀，含铁锰氧化物，局部夹粉土薄层。属中等压缩性土。层顶高程为 3.40~10.20m，层顶深度为 18.70~24.10m，最大揭露厚度 5.80m。

细砂⑦₁层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，饱和，密实，砂质不纯，以石英长石为主。该层标准贯入试验实测击数平均值为 35 击。属低压缩性土。层顶高程为 3.37~9.99m，层顶深度为 17.00~24.00m，最大揭露厚度 7.00m。

卵石⑦₂层 (Q_4^{al+pl}): 杂色，饱和，中密，母岩成分以花岗岩为主，一般粒径 15~20mm，最大可见粒径 35mm，呈椭圆状，磨圆度较好，充填约 15%的细砂。该层重型动力触探试验修正击数为平均值 16.1 击。属低压缩性土。层顶高程为 0.95~10.16m，层顶深度为 17.50~24.30m，最大揭露厚度 4.20m。

粉土⑦₃层 (Q_4^{al+pl}): 褐黄色，稍湿~湿，密实，土质较均匀，切面无光泽，摇振反应迅速。属中压缩性土。粉土黏粒含量平均值 $\rho_c=14.1\%$ 。层顶高程为 5.87~9.75m，层顶深度为 15.60~23.00m，最大揭露厚度 7.10m。

2.1.2.3 物理力学指标

(1) 土试样的采取

钻孔不扰动试样的采取使用敞口薄壁取土器，重锤少击法取土或静压法，试样质量等级Ⅰ～Ⅱ级；扰动试样在标贯器或岩芯管内采取，试样质量等级Ⅳ级。

（2）室内试验和原位测试

室内试验按《岩土工程勘察规范》（GB50011-2001）（2009年版）和《土工试验方法标准》（GB/T50123-2019）中的有关要求，试验设备均通过标准计量认证，试验方法和试验结果可靠。

原位测试方法主要为标准贯入试验、重型圆锥动力触探试验及视电阻率测试，试验设备仪器均经检验或率定合格，测试操作按规程要求进行。

（3）岩土参数统计和选用

本次勘察在现场主要进行了标准贯入试验、重型圆锥动力触探试验原位测试及视电阻率测试工作，在室内进行了常规、压缩、直剪快剪、颗粒分析及易溶盐试验等试验。

根据原位测试和土工试验结果进行分层数理统计，统计前对指标逐一检查核对，舍弃了部分异常或明显不合理的数据，当子样个数 ≥ 6 时，提供最大值、最小值、算术平均值、标准差、变异系数、标准值及子样个数；当子样个数 < 6 时，仅提供最大值、最小值、算术平均值及子样个数。

统计表中给出了各地基土层物理力学性质指标的平均值、标准值等代表值，统计结果具有较好的代表性，设计时可按工程的安全度酌情选用。

2.1.3 水文地质条件

2.1.3.1 地表水

本次勘察在北拒马河、大石河（琉璃河）、小清河见地表水，该地表水主要补给来自大气降水及周边污水汇集。勘察期间，北拒马河穿越处河流水深度约 0.5m，宽度约 55.0m；大石河（琉璃河）穿越处河流水深

度约 1.6m，宽度约 22.0m；小清河穿越处河流水深度约 1.0m，宽度约 60.0m。

2.1.3.2 地下水情况

勘察期间地下水埋深在地表下 3.40m~16.00m。水位标高 10.06m~22.03m，线路西部到中部穿越北拒马河、大石河（琉璃河）、小清河 3 条河流，地下水位较浅；线路东部距河流较远，场地线路场地主要为耕地，地下水位较深。根据拟建场地地下水赋存条件和水力特征，地下水主要类型为第四系潜水。拟建区域地势起伏不大，地下水的主要补给来源为河水侧向补给及降雨垂直补给。地下水动态水位受季节性影响较大，洪水期地下水位较高，枯水期、平水期地下水位较低。水位年变幅 1.00m~3.00m。线路西侧莲池镇至 G4 京港澳高速路抗浮设计水位按地表下 2m 考虑；涿码路至向阳村抗浮设计水位按地表下 4m 考虑；影视城路抗浮设计水位按地表下 6m；党庄村至东田城村抗浮设计水位按地表下 4m；东田城村至双柳树村抗浮设计水位按地表下 6m；北任村至南任村抗浮设计水位按地表下 8m；小岗头村至南定村抗浮设计水位按地表下 10m。防渗设计水位按地表考虑。

2.1.3.3 场地类别及场地土类型

根据本次勘察钻孔 7#，42#，121#，213#，264#揭露的地层资料，估算地表以下 20.00m 深度范围内土层的等效剪切波速为 169.08~178.23m/s，计算过程见表 2.2-1。

表2.1-1 土层等效剪切波速计算表

土层及序号	土层剪切波速 v_{si} (m/s)	各土层厚度 d_i (m)				
		7#	42#	121#	213#	264#
素填土①	130	1.0	0.9	0.8	0.8	/
杂填土① ₁	120	/	/	/	/	1.0
粉土②	155	1.0	1.3	2.4	5.5	/
粉质黏土② ₂	155	3.0	4.1	2.4	/	3.8
粉质黏土③	160	1.9	2.5	1.7	2.6	3.4

粉土③ ₁	170	/	/	2.0	/	/
粉质黏土④	170	/	4.2	1.9	2.2	4.6
细砂④ ₁	190	2.6	/	/		/
细砂⑤	200	5.5	1.7	/	4.6	3.0
粉土⑤ ₁	180	/	0.8	/	/	/
粉质黏土⑤ ₂	180	/	/	4.4	/	/
细砂⑥	220	/	4.5	/	4.3	4.0
粉质黏土⑥ ₁	190	4.4	/	4.4	/	/
细砂⑦ ₁	240	0.6	/	/	/	0.2
等效剪切波速 v_{se} (m/s)		178.23	173.17	169.08	176.41	173.65
按《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016 年版) 4.1.5-1 节公式计算						
$v_{se} = d_0 / t \quad t = \sum_{i=1}^n (d_i / v_{si})$						

参照区域地质资料，场地覆盖层厚度大于 50m。根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)(2016 年版)的有关条文，建筑场地类别为Ⅲ类。

根据预估波速数据，场地土类型见下表：

表2.1-2 场地土类型评价表

土层序号及名称	场地土类型	土层序号及名称	场地土类型
素填土①	软弱土	细砂④ ₁	中软土
杂填土① ₁	软弱土	细砂⑤	中软土
粉土②	中软土	粉土⑤ ₁	中软土
粉质黏土② ₂	中软土	粉质黏土⑤ ₂	中软土
粉质黏土③	中软土	细砂⑥	中软土
粉土③ ₁	中软土	粉质黏土⑥ ₁	中软土
粉质黏土④	中软土	细砂⑦ ₁	中软土

2.1.4 建设项目施工方案

2.1.4.1 水域穿越

本管道沿线穿越北拒马河、大石河（琉璃河）、小清河各 1 处，穿越

方式为定向钻穿越；管材采用 D273.1mm×9.5mm L360N 无缝钢管，穿越均采用三层 PE 加强级防腐，定向钻穿越管道需玻璃纤维保护层（二布五油）。河流穿越概况详见表 2.3-1。

（1）穿越方式的确定

穿越方案选择应针对本工程管道穿越河流的特点，根据河流形态、水面宽度、水文参数（流量、流速、冲刷深度等）、河床冲淤变化、防洪设防标准、工程地质和水文地质条件等综合考虑，并通过技术经济综合比选，确定合理的穿越方案。

对于非季节性河流：宜排除水上施工工作量大、影响通航的水下开挖穿越方式，尽量采用非开挖穿越方式，如：定向钻、钻爆隧道、盾构、顶管等；在地质条件适宜的情况下应首选定向钻穿越方案，当地质条件不适宜定向钻穿越时，可考虑其他可行的穿越方案。对于季节性河流，当两侧有规整大堤，水利部门不允许破堤情况下，可采用非开挖方式，在地质条件适宜的情况下，首选定向钻穿越方案；当枯水期水面宽度较小，水深较浅，流速、流量都不大，围堰导流较为容易，可选择枯水期采用开挖方式穿越。

开挖沟埋虽然技术可控性较强、投资较小，但需避开雨季施工，对河道、环境影响较大，开挖穿越协调难度较大。河两岸均有“村村通”道路直达穿越场地，且钻机和回拖场地平整，穿越位置附近未发现水源保护区、鱼类保护区等。

根据地勘报告，本工程管道河流段地质为细砂或粉土，适宜定向钻方式穿越河流。综合考虑各种因素，本工程推荐大石河（琉璃河）、小清河穿越采用定向钻穿越方式。

（2）水文地质条件

根据地勘报告，本次勘察在大石河（琉璃河）、小清河见地表水。勘察期间，大石河（琉璃河）穿越处河流水深度约 1.6m，宽度约 22.0m；小清河穿越处河流水深度约 1.0m，宽度约 60.0m。

勘察期间地下水埋深在地表下 3.40m~16.00m。水位标高 10.06m~

22.03m，线路西部到中部穿越大石河（琉璃河）、小清河 3 条河流，地下水位较浅；线路东部距河流较远，场地线路场地主要为耕地，地下水位较深。根据拟建场地地下水赋存条件和水力特征，地下水主要类型为第四系潜水。拟建区域地势起伏不大，地下水的主要补给来源为河水侧向补给及降雨垂直补给。地下水动态水位受季节性影响较大，洪水期地下水位较高，枯水期、平水期地下水位较低。水位年变幅 1.00m~3.00m。抗浮与防渗设计水位按地表考虑。

（3）工程地质条件

全段场地基本稳定，岩土种类单一，分布均匀，工程性能良好，部分地段地下水位较高，对工程建设影响较小，地表排水条件尚可，工程建设适宜性为较适宜。

小清河西侧穿越范围场地稳定性差，岩土种类单一，分布均匀，工程性能良好，部分地段地下水位较高，对工程建设影响较小，地表排水条件尚可，工程建设适宜性差，经过处理可作为建设场地。其他详见岩土工程勘察报告。

（4）穿越方案设计

采用定向钻穿越，两岸场地均平坦开阔，均可以作为管道组装焊接场地。穿越管段的曲率半径为 1500D。定向钻穿越大石河（琉璃河）、小清河参数等详见下表：

①穿越大石河（琉璃河）

该工程在西刘庄村东采用定向钻一钻穿越大石河（琉璃河），穿越处河道两岸无堤防，对应河道桩号 0+170（京冀界为起点 0+000）。管道入土点（X=4381942.791，Y=422400.494，国家 2000 大地坐标系，下同），穿越段水平投影长度为 550m，管道与河道中高水流方向交角为 71 度。入土点距河道右岸垂直距离为 252m，入土角为 8 度 9 分；出土点（X=4381991.800，Y=422947.680），出土点距河道左岸垂直距离为 196m，出土角 7 度 57 分。

管顶埋深：该工程穿越大石河（琉璃河）左岸处地面高程为 27.04m

(1985 国家高程基准, 下同), 对应管顶高程为 14.2m, 地面以下管顶最小埋深为 12.84m; 穿越大石河 (琉璃河) 右岸处地面高程为 26.4m, 对应管顶高程为 14.2m, 地面以下管顶最小埋深为 12.2m; 穿越大石河 (琉璃河) 河槽位置河底高程为 23.2m, 对应管顶高程为 14.2m, 地面以下管顶最小埋深为 9.0m。

②穿越小清河及白沟河左堤上延段堤防

该工程在刘家园村南采用定向钻一钻穿越小清河以及小清河左岸的白沟河左堤上延段堤防。穿越段水平投影长度为 882m, 管道与河道中高水流方向交角为 90 度。

依据河道管理范围线划定成果, 穿越处河道两岸无堤防, 对应河道桩号 0+550 (京冀界为起点 0+000)。管道入土点 (X=4381307.909, Y=424688.982) 距河道右岸垂直距离为 247.8m, 入土角为 7 度 24 分; 出土点 (X=4381191.487, Y=425563.708), 位于白沟河上延段堤防以外, 距规划堤防外堤脚线垂直距离为 127.5m, 出土角 8 度 32 分。

管顶埋深: 该工程穿越小清河左岸处地面高程为 27.2m, 对应管顶高程为 12.8m, 地面以下管顶最小埋深为 14.4m; 穿越小清河右岸处地面高程为 28.71m, 对应管顶高程为 12.8m, 地面以下管顶最小埋深为 15.91m。穿越小清河河槽位置地面高程为 25.4m, 对应管顶高程为 12.8m, 地面以下管顶最小埋深为 12.6m。穿越白沟河左堤上延段位置, 堤基线高程为 29.1m, 管顶设计高程 12.8m, 该位置埋深为 16.3m。

表2.1-3 定向钻穿越大石河 (琉璃河)、小清河参数表

名称	入土点坐标	出土点坐标	入土角	出土角	穿越深度 (m)	与河道夹角 (°)	穿越长度 (m)
大石河 (琉璃河)	X=4381942.791 Y=422400.494	X= 4381991.800 Y=422947.680	8° 9'	7° 57'	9.0	71	550
小清河					12.6	90	882
白沟河 左堤上 延段	X= 4381307.909 Y=424688.982	X= 4381191.487 Y=425563.708	7° 24'	8° 32'	16.3		

2.1.4.2 项目施工进度

(1) 项目管理

本项目由保定天涿能源科技有限公司负责组织实施和管理。其职责是：

①负责对外联络和日常事务性管理工作。

②负责编制项目实施过程的总体计划并做督促、协调工作；负责土建、电气、工艺等专业安装工程开工前的各项准备工作，负责与监理公司的联络、协调、监督检查工作和负责组织工程试车投产。

③负责项目的设计管理工作和协调有关的工程技术问题。

④负责资金筹措、审查和支付各种费用以及日常财务管理。

实施阶段（即建设周期）是指正式确定建设项目到项目建成竣工验收的时间。

(2) 实施进度

本工程以各个用气区域内的供气条件和供气规模为基准，合理安排项目建设分期，做到一次规划、分期实施。

实施进度见下表。

表2.1-4 工程进度计划表

序号	月 份	2022										2023																		
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
1	初步设计	■	■																											
2	初步设计评审		■	■																										
3	莲池-码头段设备 招标、订货			■	■																									
4	莲池-码头段施工 图设计				■	■	■	■	■																					
5	莲池-码头段项目 施工					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■															
6	项目竣工投产项 目竣工投产												■	■	■	■														
3	莲池-码头段设备 招标、订货												■	■	■	■														
4	莲池-码头段施工 图设计														■	■	■													
5	莲池-码头段项目 施工																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	项目竣工投产项 目竣工投产																									■	■	■		

2.2 河道基本情况

2.2.1 自然地理

拟建项目所在的拒马河流域即大清河流域北支白沟河水系，以拒马河为主源，发源于河北省涞源县涞源盆地的涞源泉，西起太行山，北与永定河支流桑干河及永定河干流相邻，南邻大清河南支的唐河、漕河和瀑河，东至白沟河左堤，山区面积 7266km²，平原面积 2888km²，分别占流域总面积的 72%和 28%。

小清河分洪区位于大清河系北支中上游，地跨北京市和河北省，汇入或流经的河流有北拒马河、大石河、小清河，另外还有胡良河、刺猬河、哑叭河等支流。小清河分洪区的下游出流河道为白沟河。

2.2.2 水文气象

涿州市属暖温带半湿润季风区，大陆性季风气候特点显著，温差变化大，四季分明。春季日照时数逐渐延长，地面增温快，内陆低气压活动频繁，多风、干燥。夏季受北太平洋副热带高压影响，海洋吹向大陆的夏季风盛行，湿热多雨。秋季受太平洋副热带高压中心东移，西风盛行，暑热消退，气温逐渐下降，气层比较稳定，常出现“云淡、风清、天高、气爽”的天气。冬季受蒙古强高压的影响，自内陆吹向海洋的西北风盛行，雨雪稀少，寒冷干燥。涿州市多年平均降雨量 567.8mm，年平均气温 11.6℃。

2.2.3 洪涝灾害情况

涿州市水利志记载了最近一百年内涿州市小清河分洪区发生的 5 次洪涝灾害。

1939 年洪水是近代著名的大洪水。1939 年 7~8 月份连续发生多次暴雨，降雨天数多达 30~40 天，大清河水系发生严重灾情。拒马河千河口站调查洪峰 7100m³/s，京广铁路南岗洼段冲毁路基 140m，涿州周边洼套一片汪洋。北部的南岗洼、长阳被水淹，良乡城中水深逾丈，涿州、

房山上百个乡受灾。

1949年8月3日至9日，涿县境内连降大雨，山洪爆发，各河水势猛涨，境内普力坝、里池坝、拒马河路东堤坝、大清河堤，共决口54处，总长886丈。洪水进入县城北门，城西一带村庄洪水进村入室，全县共有204个村受灾，灾及农田28万亩。

1953年8月下旬，全县连降大雨，山洪爆发，拒马河决口，145个村被淹8.46万亩，淤涝3400亩。

1963年张坊最大洪峰 $9920\text{m}^3/\text{s}$ ，铁路以西南北拒马河之间全面漫流，北拒马河洼套滞蓄约1.4亿 m^3 ，东茨村于8月9日出现洪峰 $2790\text{m}^3/\text{s}$ ；白沟站于9日达最高水位16.14m，最大流量 $3540\text{m}^3/\text{s}$ 。张坊、南上乐乡有7个村被洪水围困，淹没及冲毁耕地2万余亩，镇江营、殷家磨、南河村护村坝出现险情，王家磨护村坝被冲毁。

1979年8月10日至15日，涿县连降大雨271mm，雨量最大的公社达320mm，拒马河、胡良河普遍漫溢，小清河、白沟河水位猛涨。雨后，涿县境内普遍积水，县城大街水深1m左右。全县23个公社，400个大队有73万亩土地受灾，其中有30多万亩积水难排，倒塌房屋3424间。

2016年7月19日1时至21日6时，大清河北支上游拒马河区域出现较强降雨天气，此次降雨持续时间长、总量大、范围广，降雨总量超过了2012年洪水。据了解，从2016年7月19日8时至21日8时，密云水库增加蓄水2100万方，北京全市平均降雨达到210.7毫米，城区274毫米。该场降雨造成北京是共计164条公交线路采取临时措施，首都机场取消近212架次航班。

2.2.4 河流水系

小清河分洪区位于大清河流域北支中游，区域内主要行洪河道有小清河及支流哑叭河和刺猬河、大石河（琉璃河）、北拒马河及胡良河，小清河和大石河（琉璃河）在涿州市小柳村北汇入北拒马河后称白沟河。

（1）小清河

小清河发源于北京长辛店以西山区，在里渠乡古城村北入涿州市境内，与北拒马河汇合后，汇入白沟河，总流域面积 436km^2 。小清河在涿州境内全长 9.23km 。河宽仅 $50\sim 120\text{m}$ ，深 $2\sim 3\text{m}$ ，纵坡 $1/2000$ ，含沙量大，最大流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ 。平时小清河的主要作用是排泄 436km^2 流域面积的沥水。在永定河发生超标洪水时，承担卢沟桥以上的分洪任务。目前小清河房山区内的河道已经进行了治理，右堤治理标准为 50 年一遇，左堤治理标准为 20 年一遇。

（2）北拒马河

北拒马河是拒马河在铁锁崖一分为二后的北支，始于铁锁崖，至河北省涿州市刁窝镇小柳村北汇入白沟河，河长 54km 。北拒马河自铁锁崖向东流，入北京市房山区，经镇江营入河北省涿州市，之后分为南、北两支，在涿州市北坛村复合。南、北支相分相合的区域，河道变浅，水流分散，地势低洼，形成所谓“千河套”。向东北穿永济石桥、永乐铁路桥，至码头镇张村西南有胡良河自西汇入。东流至刁窝橡胶坝，有涿州市幸福渠引水口。东流至涿州市码头镇有大石河（琉璃河）汇入。再东行 2km ，在小柳村北与小清河汇合，之后称白沟河。

（3）胡良河

胡良河发源于北京市房山区，在房山区内称泉水河，胡良河流域面积 172km^2 ，山区面积 42.5km^2 ，平原面积 129.5km^2 。该河由涿州市夹河村入境，自西北流向东南，经百尺竿、下胡良、东仙坡镇诸村，流至码头镇的张村西南，汇入北拒马河。胡良河在涿州市境内全长 20.3km ，河槽深 $2\sim 4\text{m}$ ，底宽 $6\sim 20\text{m}$ ，纵坡 $1/710\sim 1/6450$ 。

（4）大石河（琉璃河）

大石河（琉璃河）是海河流域大清河系北支白沟河的一条支流。发源于房山区霞云岭堂上村，河道全长 129km ，流域面积为 1280km^2 。漫水河以上为山区，河长 85km ，坡陡流急，平均纵坡 6.4% 。坨里以下为平原河道，河长 44km 。流域的上游较大支沟有南窖沟、史家营沟、大安山沟、白石沟，汇合后折向东流至坨里镇出山区进入平原。后又与丁家洼

河、东沙河、周口店河、牯牛河、夹括河等汇流继续流向东南。到祖村向南出境，又称琉璃河，最后入河北省涿州市码头镇与北拒马河汇合后流入白沟河。

小清河分洪区内大石河（琉璃河）河道长度约 15.5km。北京市境内河道已按 20 年一遇标准治理。

（5）哑叭河

哑叭河为小清河支流，发源于丰台区大灰厂村北，河道长 16km，流域面积 65.3km²。分洪区内河道长度约 2.5km，河道已按 20 年～50 一遇洪水标准进行了治理，其中左堤治理标准为 20 年一遇，设计流量 300m³/s；右堤按 50 年一遇洪水标准进行治理，设计流量 450m³/s。

（6）刺猬河

刺猬河发源于门头沟区鲁家滩，于房山区良乡镇石羊村入小清河，流域面积 178.7km²，河道总长 30km，其中分洪区内河道长度约 7km。刺猬河上游建有崇青水库，控制流域面积 102km²，总库容 2900 万 m³，为中型水库。目前，小清河分洪区内河道已进行了治理：其中六环路以上段 4km 按 50 年一遇洪水标准进行治理，六环路以下段 3.0km 按 20 年一遇洪水标准进行治理。

（7）白沟河

白沟河始于河北省涿州市小柳村北（北拒马河与小清河汇流处），于高碑店市白沟镇西与南拒马河汇合，河长 53km。白沟河南流经佟村至东茨村大桥，堤距不足 300m，为白沟河最窄处。东茨村大桥上游设有东茨村水文站。沿涿州和固安边界继续南流。河道渐宽，堤距加大。入高碑店市境内后堤距逐渐变窄，东务村南右堤上有向兰沟洼分洪的东务村口门。之后西南流，河道渐宽，堤距加大，至安仁村南堤扩展到 3km 以上，为最宽处。之后堤距缩窄，又渐宽，至白沟镇西与南拒马河汇合，并建有新盖房枢纽，之后称大清河。白沟河是拒马河流域的主要行洪河道。

2.3 现有水利工程及其他设施情况

2.3.1 小清河分洪区

(1) 水利工程

小清河分洪区涉及北京市和河北省，位于大宁水库以下，现状分洪区边界东以永定河右堤及高地为界，西以山前高地和京广铁路为界，南至白沟河左堤上延段和小营横堤，洪水经白沟河左堤上延段及小营横堤拦挡导入白沟河。

小清河分洪区大部分面积处于京广铁路以东，自北向南有 4 处洼地，分别为北京市境内的哑叭河河口洼地、刺猬河河口洼地和河北省涿州市境内的涿全套、刁窝套。涿全套和刁窝套面积相对较大，位于北拒马河永乐铁路桥以东、向阳村卡口段下游的左右两岸，历来是北拒马河、琉璃河、小清河洪水及永定河分泄洪水汇聚缓滞的地区。

京广铁路以西的千河套、胡良套等洼套分别滞蓄北拒马河北支、北拒马河南支的洪水。

小清河分洪区的调度运用原则为：20 年一遇标准下，主要滞蓄本河系支流洪水与涝水，包括小清河流域的哑叭河、刺猬河、琉璃河山区洪水和北拒马下泄的洪水以及当地涝水。50 年一遇标准下，不仅要滞蓄本河系洪涝水，更主要的是要承接永定河 100 年一遇洪水情况下的分洪水量 $214\text{m}^3/\text{s}$ 。

小清河部分边界建有堤防，下游东南围堤为白沟河左堤上延段，上游起点为永定河右堤、下游终点为白沟河左堤二龙坑。二龙坑位于东茨村以北 4km 处。白沟河左堤上延段 14.69km。以上两段堤防的保护对象为清北 2900km^2 广大地区，防止洪水进入清北，将洪水控制在白沟河以西。北拒马河右堤和小营横堤是小清河分洪区的南围堤，现状除了京广铁路至刁窝村北有北拒马河右堤和小营横堤外，其余河段现状无堤防，以自然高地挡水。京广铁路以西规划设置北拒马河南支河道右堤，目前还未实施，暂时利用 107 国道阻挡低标准洪水。

从整个分洪区的地势分析，小清河分洪区北部地势很高，约为 61m，西部地势也很高，约为 35~36m，而东南角洪水出流位置，地势很低，仅为 26m。由此可见，该蓄滞洪区属于行洪区，行洪时，水面坡降很大。小清河分洪区北部上游入流口门为大宁水库泄洪闸，西部无入流口门，洪水通过河流直接进入分洪区。南围堤设有向兰沟洼分洪的口门位置，未设口门设施。分洪区内部设有溢流堰和分洪口门，即小清河干流与刺猬河交口下游规划设置溢流堰，保证小清河河道下泄洪水不超过 $500\text{m}^3/\text{s}$ ，超量洪水，利用上游小清河左堤分洪口门分洪进入小清河以东区域滞蓄。

（2）其他设施

小清河分洪区除了撤退路等安全建设临时设施以外，于 2004 年以前，曾经安排修建了部分避水房和避水楼。主要位于北京市房山区，河北省涿州市辖区相对较少。2004 年以后，避水楼房设施基本没有安排建设。据统计，房山区范围内，共计建设避水房 8.00 万 m^2 ，避水楼 7.46 万 m^2 ；涿州市范围内，共计建设避水房 0.29 万 m^2 ，避水楼 0.19 万 m^2 。

2.3.2 北拒马河

（1）水利工程

堤防：北拒马河在京广铁路西自房涿界至大石桥有左堤 9.3km，一般堤高 2~3m，顶宽 2~4m；在铁路东有右堤，长 15.35km，顶宽 5.5m 左右。本次穿越段位于铁路以东区域，管道工程采用定向钻方式穿越堤防。

险工：工程与北拒马河交叉位置无险工，距离上游莲池险工约 3.9km，距离下游董家坟险工约 1.8km。

（2）其他设施

北拒马河管理范围内主要涉及 3 座桥梁。现将其分述如下：

桥梁：项目上游 1.2km 处为京港澳高速跨北拒马河大桥，上游约 620m 处为涿码路跨北拒马河桥；下游约 1.27km 处为花田路跨北拒马河桥。

2.3.3 大石河（琉璃河）

大石河（琉璃河）穿越位置两岸无堤，穿越位置无其他水利工程和取排水口，本次管道采取定向钻方式穿越河道，项目区北京段已经治理完成，河道宽约 300m。

穿越位置上游 6.5 公里为京港澳高速公路，下游约 460m 为京石高铁跨河桥梁。

2.3.4 小清河河道

本次穿越位置小清河位置位于河北省境内，河宽约河道两岸无堤防，河宽约 200m 左右。目前小清河房山区内的河道已经进行了治理，右堤治理标准为 50 年一遇，左堤治理标准为 20 年一遇。

小清河左岸岸坎外约 300m 为白沟河上延段堤防，该段堤防在《白沟河治理工程（涿州段）初步设计报告》（2021 年 3 月）中进行了治理安排，目前该段河道以及堤防正在实施阶段。

《白沟河治理工程（涿州段）初步设计报告》（2021 年 3 月）中白沟河河槽和上游堤防治理相关内容如下所示：

（1）河槽治理：基本不改变白沟河现状河槽走势，对主槽按现状宽度及纵坡对其进行平整，降低糙率，提高主槽过流能力；同时结合复堤工程取土对卡口段进行疏浚治理。主槽平整长度 25.85km，包括小清河 5.43km，白沟河 20.42km；主槽卡口疏浚 8 处，其中，小清河主槽 2 处，长度合计 3506m；白沟河主槽 6 处，长度合计 13410m。

（2）堤防工程：通过本次治理对白沟河右堤堤防加高加固后，可保证其河道行洪能力达到设计标准，相应设计流量为 $3200\text{m}^3/\text{s}$ ；通过对小营横堤堤防加高加固等后，达到防御 50 年一遇洪水要求；遇 100 年一遇洪水时，结合小清河滞洪调蓄以及小营横堤扒口分洪，白沟河承泄 $4200\text{m}^3/\text{s}$ 可保白沟河左堤、上延段行洪安全。

（3）河槽治理具体设计方案：白沟河河道本次疏浚整治的起点为小清河涿州市与北京市交界处，终点为白沟河涿州市与高碑店市交界处，

全长 25.846km，其中小清河段长 5.431km，桩号 X0+000～X5+431；白沟河段长 20.415km，桩号 H0+000～H20+415。为保护耕地，防止疏浚区开挖后临水侧受冲刷影响耕地，故将边坡放缓至 1: 5，并撒草籽，利用植被保护边坡。

①小清河段 X0+000～X5+431

小清河河道中多沙洲，河道主槽现状宽度 15～130m 不等，主槽深度 2.0～6.2m 不等。自起点至徐肖街桥的河段范围内，主槽较宽阔；徐肖街桥至与拒马河汇合处的河段，主槽缩窄，宽度仅为 15m 左右，每年汛期，此处都会发生阻水现象。小清河上游北京段已进行了整治，并修筑了右堤。为与北京段衔接，同时考虑疏浚主槽，清理沙洲，本次工程设计，对小清河段主要设置了两处卡口疏浚位置，具体为：X0+104～X1+202，长度 1098m；桩号 X3+177～X4+732，长度 1555m，共两处。第一处卡口疏浚位置紧邻北京市界，X0+104～X1+202，长 1098m，面积为 104 亩，平均开挖深度 3.3m，开挖边坡 1:5，开挖平整后与现状河底平顺连接；

第二处卡口疏浚位置位于桩号 X3+177～X4+732 处，长 1555m，面积为 232 亩，平均开挖深度 4.4m，开挖边坡 1:5。两处卡口疏浚位置主要是采用扩挖的方式进行拓宽。

表2.3-1 穿越位置设计滩地高程表 单位：m

高程	河底高程	现状滩地高程	设计滩地高程
	25.4	27.4	25.66

2.4 水利规划及实施安排

大清河系北支防洪工程，涉及的国务院正式批准的相关规划文件包括：《大清河系防洪规划》、《海河流域综合规划（2012～2030 年）》（国函〔2013〕36 号批复）、《海河流域防洪规划》（国函〔2008〕11 号批复）、《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》（《全国蓄滞洪区建设与管理规划》附件，国函〔2009〕134 号批复）。

根据《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》，河北省编制了《小清河分洪区（河北省部分）安全建设工程可行性研究报告》，该报告未批复。2022 年水利部刚批复的《大清河流域综合规划》，均对区域的防洪工程及安全工程进行了安排规划。

2.4.1 相关规划情况

2.4.1.1 大清河系防洪规划

治理标准：北拒马河一般河段以保护农田和村庄为主，为在常遇洪水条件下减少洪灾损失，选定防洪标准为 5 年一遇。为了减少高标准洪水对白沟河的防洪压力，超过 5 年一遇仍启用洼套缓洪，对涿州市区段，按 50 年一遇标准设防。

规划治理方案：对 5 年一遇的低标准洪水，堵闭北拒马河中支，利用北支和南支行洪。根据现状南北支分流比，铁路桥以上北支设计流量为 $660\text{m}^3/\text{s}$ ，南支设计流量为 $330\text{m}^3/\text{s}$ ；考虑区间洪水汇入，南北支汇流口以下设计流量为 $1070\text{m}^3/\text{s}$ 。涿州市段按 50 年一遇标准，对市区西北部北拒马河铁路以上段及北拒马河南支下段右堤加高加固，50 年一遇设计流量为 $6030\text{m}^3/\text{s}$ ，并利用各洼套缓洪，确保涿州市区安全。

涿州市防洪工程建设以及安全区建设暂未实施。

2.4.1.2 小清河分洪区相关规划

根据《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》，小清河分洪区的建设内容分为工程建设和安全建设。根据《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》，河北省编制了《小清河分洪区（河北省部分）安全建设工程可行性研究报告》。

(1) 小清河分洪区工程建设

①堤防建设及河道治理

小清河干流治理：小清河干流右堤按 50 年一遇标准治理，左堤按 20 年一遇标准治理，并分别于黄良铁路以上和刺猬河口下游预留两处分洪

口门；刺猬河汇流口以下小清河干流设计行洪流量 $500\text{m}^3/\text{s}$ 。

哑叭河治理：京港澳高速公路以东段长 2.6km 的河道，左堤按 20 年一遇洪水标准治理，设计流量 $300\text{m}^3/\text{s}$ ；右堤按 50 年一遇标准治理，设计流量 $450\text{m}^3/\text{s}$ 。

刺猬河治理：对京港澳高速公路以东 9.8km 河道按 50 年一遇洪水标准治理，河道设计流量 $340\text{m}^3/\text{s}$ 。

小营横堤加固：小营横堤自幸福渠到北茨村，全长 3.82km ，按 50 年一遇洪水标准加固。

幸福渠东岸堤防建设：新建幸福渠东岸堤防，从小营横堤西端东冯村向北，与京白（沟）路结合，直至北拒马河右堤，全长 2.7km 。

②进退水口门建设

规划安排小清河左岸行洪区的进水口门位于刺猬河口下游小清河干流左堤上，口门宽度 380m ；为便于分洪，在刺猬河口以下（口门以下）小清河干流上新筑一溢流堰，使小清河干流按下泄 $500\text{m}^3/\text{s}$ 控制。溢流堰长 300m ，堰高 1.50m ，堰顶宽度 4m 。左侧行洪区的退水口门位于白沟河左堤上延段上游官庄附近左堤上，口门宽度 45m 。

目前北京市境内的小清河、哑叭河、刺猬河治理均已完成，小清河左堤的分洪口门、退水口门均已完成，刺猬河口以下小清河干流上的溢流堰已完成；《小清河分洪区（河北省部分）安全建设工程可行性研究报告》中规划的河北省境内的防洪工程建设尚未实施。

（2）小清河分洪区安全建设

根据《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》，小清河分洪区安全建设以永久性安置设施为主，包括安全区建设，人口迁移，高村基建设和撤退路建设。

①安全区建设

按照《全国蓄滞洪区规划》的要求，《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》在小清河分洪区设置了 3 个安全区，包括北京市的良乡卫星城安全区、良乡卫星城未来发展区安全区和河北省的涿全安全区。规划新建

良乡卫星城安全区位于小清河右岸、六环路以北。该安全区内共涉及 22 个村庄，规划安置当地无防洪风险人口或低风险人口 2.25 万人，同时，可以作为城镇发展用地。

规划在东南召乡以北、务滋村以西高地上新建良乡卫星城未来发展区，通过加高良务公路、琉窑路，阻止东部与南部洪水倒漾，并与京港澳高速或京广铁路形成封闭安全区。该安全区涉及 22 个村，安置淹没区人口 0.25 万人。

规划新建涿全安全区的南堤自三合庄村南向西过涿全、台子、高庄村南至码头镇东侧；东围堤沿大石河（琉璃河）右岸建堤防，至码头镇北，与北围堤相接；北围堤自码头镇北侧向西至立辛庄东侧，向南通过西围堤与南围堤相连，形成封闭安全区。该安全区内 8 个村庄，0.92 万人，另外接收沙窝村等 5 个村庄向内搬迁，码头镇逐步向内搬迁，安全区内共计容纳 1.82 万人。

②人口迁移

规划安排 4 个区域共计 16 个村庄的搬迁，人口 1.84 万人。下口深水区 3 个村庄的搬迁，包括大柳村、小柳村、佟村。小清河下游西侧是刁窝套深水区域，该区是小清河、大石河（琉璃河）、北拒马河的汇聚地，也是小清河分洪区洪水的必经之路。村庄淹没水深在 3.7m 左右，防洪风险很大。按规划将三个村庄外迁至小清河以东，搬迁人口 0.51 万人。

涿全安全区周边安排沙窝村、北港、码头、北园子、徐肖街等 5 个村庄搬迁。以上 5 个村庄距离规划的涿全安全区较近，遇设计标准洪水时，可以利用涿全安全区避洪。以上 5 个村庄共计搬迁 0.60 万人。

胡良套下口京广铁路桥上游安排邸家场、网户庄、三步桥等 3 个村庄搬迁。搬迁人口 0.22 万人。

北拒马河南支改道后小马村、南庄、宁村、徐家庄和东沙沟等 5 个村庄搬迁 0.51 万人。

③撤退路

小清河分洪区现有 107 国道、京港澳高速公路、北京六环路以及长

寒路、官鲍路等干线，规划新建复建 32.4km 乡村撤退路，形成撤退路网，并分别通往京广铁路以西高地和东部的永定河右堤。

目前《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》中规划的安全建设内容尚未实施。

(3) 大清河流域综合规划（2022 年）

小清河分洪区按照 50 年一遇标准洪水与永定河 100 年一遇标准洪水组合运用。

工程建设规划:小清河分洪区治理的围堤主要包括白沟河左堤上延段、小清河左堤、小营横堤、幸福渠东围堤、北拒马河右堤以及北拒马河南支右堤。白沟河左堤上延段局部加固，治理标准 100 年一遇，治理长度 15.19km。其他堤段治理标准为 50 年一遇。安全建设规划:安全建设以区内永久性安置为主，包括安全区建设、高村台、高村基建设、撤退道路建设以及人口迁移等。小清河分洪区共计安置 935 万人。下口深水区和阻水部分村庄外迁，迁移 1.84 万人；安全区安置 0.75 万人；高村基安置 5.47 万人；临时撤退 1.29 万人。《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》中小清河分洪区规划 3 处安全区，总面积 84.5km²。本次规划统筹考虑流域洪水特性及灾害风险、蓄滞洪区功能定位、流域区域防洪安全及蓄滞洪区内人员和村庄防洪避险等合理需求，提出拟扩大涿全安全区，扩大面积 2.0km²，扩大后涿全安全区面积 11.7km²，主要用于保护分洪区内人员和村庄的搬迁避险，需新建涿全安全区围堤等措施。

2.4.2 本次建设内容与规划之间关系

本次建设项目属于线性工程，沿线穿越拒马河堤防及河道、小清河、大石河（琉璃河）等河道。

根据相关防洪规划以及治理规划的要求，河北省段大石河（琉璃河）未安排有治理工程，规划治理标准不明确。穿越位置现状河道宽度约 100m，上游北京市治理段河道宽度约 300m。本次管道设计中为了给河道治理留有余地，将穿越长度进行了加长，本次管线穿越总长度 550m，大

于上游北京市境内的河宽，且两岸留有河道扩河空间。

小清河在白沟河治理工程中进行了治理工程，穿越段河道宽度 110m，该段河道仅是对河道滩地进行平整，挖土后用于修筑白沟河上延段堤防，开挖后滩地高程与河底进行顺接。考虑到本次管道采取地埋方式进行敷设，且穿河位置采用定向钻方式进行穿越，埋深按照河底进行控制，即使滩地扩挖后也满足埋深的要求。小清河规划治理安排与大石河（琉璃河）一致，各规划报告中均未对其进行明确的治理标准，参考北京段河道宽度 300m，在管线设计中同样留有余地进行敷设，本次中采取一钻穿越小清河与白沟河上延段堤防，穿越长度约 882m，远大于上游北京市境内河宽，两岸留有河道扩宽的空间。

2.4.3 河道管理范围

根据与地方进行沟通，地方水利管理部门介绍了本次穿越的小清河和大石河（琉璃河）跨越位置的河道管理边线，本次建设项目所在河段的管理范围线按照现有的陡坎线进行划定。

2.5 洪水调度与蓄滞洪区运用

2.5.1 小清河分洪区洪水调度方案

按照《大清河洪水调度方案》，小清河分洪区（含北拒马河洼套）的作用是分泄永定河超标准洪水和缓蓄本地洪水，包括小清河流域的哑叭河、刺猬河、琉璃河山区洪水和拒马河经北拒马河南北支下泄的洪水以及当地涝水。

50 年一遇标准下，不仅要滞蓄本河系洪涝水，更主要是承接永定河 100 年一遇洪水情况下的分洪水量 $214\text{m}^3/\text{s}$ ；永定河遇 200 年一遇超标准洪水，为确保大宁水库安全，大宁水库向小清河分洪区敞泄，最大泄量约 $3130\text{m}^3/\text{s}$ 。

除了永定河分泄洪水之外，小清河分洪区还将调蓄当地洪水，包括：

（1）小清河本流域洪水：即刺猬河、哑叭河等支流洪水，50 年一遇

洪峰流量约 $876\text{m}^3/\text{s}$ ；小清河河道接受永定河 100 年一遇洪水或本流域洪水后，刺猬河口以下行洪 $500\text{m}^3/\text{s}$ ；超过 $500\text{m}^3/\text{s}$ 洪水向小清河左侧分洪滞蓄。

(2) 拒马河洪水：该河洪水至铁索崖后，分为南拒马河与北拒马河两股宣泄，洪量分配基本是南拒马河占 40%，而北拒马河占 60%。50 年一遇洪水，进入北拒马河的洪峰流量约为 $4000\text{m}^3/\text{s}$ 左右。北拒马河北支、中支、南支三股洪水进入小清河分洪区，经千河套、胡良套、涿全套等洼套调蓄后，从东茨村出小清河分洪区进入白沟河。

2.5.2 大清河北支设计标准以下洪水安排

(1) 小清河洪水及永定河分泄洪水应尽量控制在小清河以东。北拒马河洪水充分利用当地洼套缓洪、滞洪，减轻白沟河泄洪压力。

(2) 白沟河东茨村保证水位 28.61m （大沽高程）。当河道水位达到保证水位且继续上涨危及左堤安全时，视险情在田宜屯或东务村附近破白沟河右堤向兰沟洼分洪。必要时，放弃小营横堤分洪入兰沟洼。

(3) 当大清河北支发生超标准洪水时，首先利用兰沟洼滞洪，若兰沟洼东马营最高滞洪水位达到 18.9m （大沽高程），且继续上涨危及白沟河左堤安全时，在十里铺附近破白沟河左堤向清北地区分洪，并尽量将洪水控制在牯牛河以西地区。

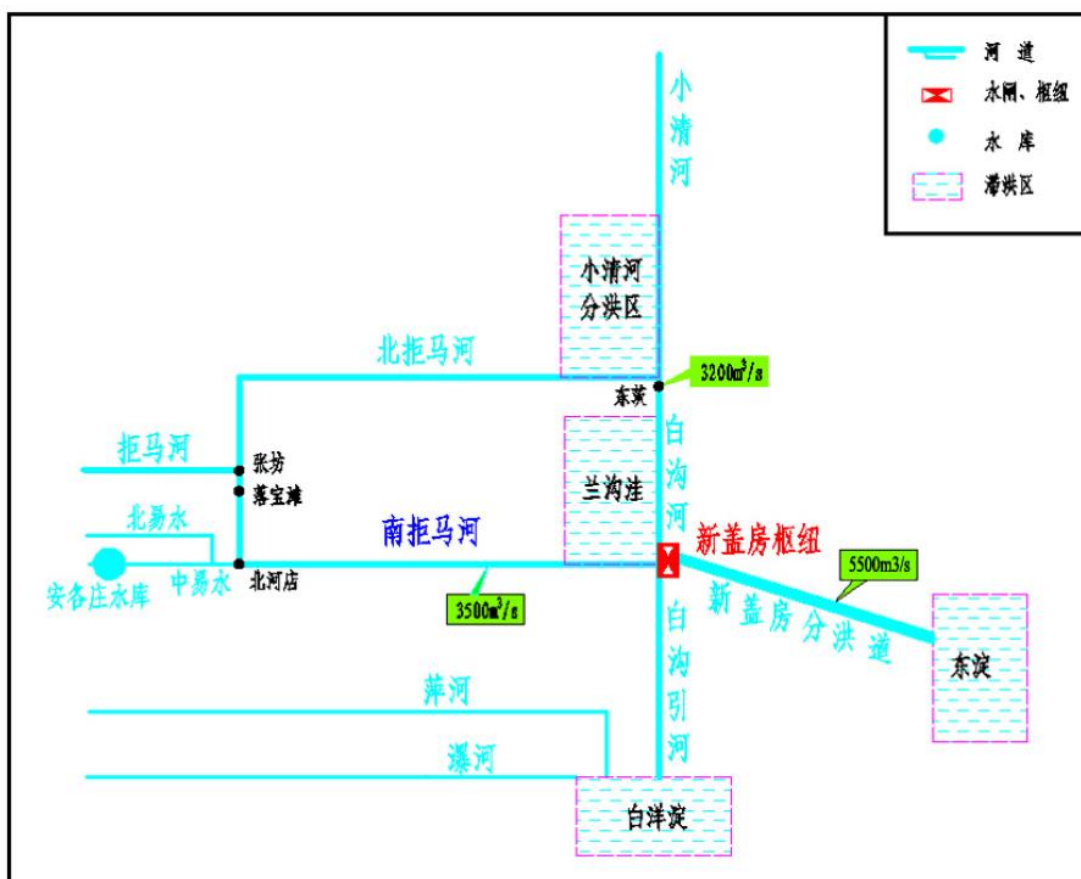


图2.5-1 大清河北支洪水调度示意图

3 河道演变

3.1 河道历史演变概况

小清河分洪区（也称小清河蓄滞洪区）位于大清河系北支中上游，主要作用是滞蓄永定河分洪洪水。现状形成的小清河分洪区地跨北京市及河北省，位于大宁水库以下，东以永定河右堤及高地为边，西以山前高地为界，南至白沟河左堤上延段和小营横堤。区内地势西北高，东南低。包括北拒马河永乐铁路桥以东的向阳村卡口段以下左右岸的涿全套和刁窝套，历来是拒马河、玻璃河、小清河三河洪水以及永定河分泄洪水汇聚缓滞的地区，汇集洪水主要由白沟河左堤上延段及小营横堤约束引导进入白沟河。

永定河古称浑河，无定河，是一条多沙河道，洪水陡涨陡落，堆积冲刷迅速，游荡摆动强烈，故历史上的永定河具有善淤、善决和善徙三大特点，历史上也曾几次夺路小清河，据 1924~1950 年 26 年的资料统计，永定河共向小清河分洪 17 次，平均三年两次。但自官厅水库建成后，迄今尚未分过洪。

永定河三家店以下原无堤防，冲积扇以石景山为顶点，向东、东南、南三个方向呈辐射状倾斜，在东、东南、南来回摆动，现在温榆河以南，大清河以北，白沟河以东，北运河以西的广大地区都曾是永定河的迁徙回旋之地。平原淤积物近顶点较粗，愈远愈细。

据考证，永定河干流筑堤束水兴于元、明，至清代康熙年间两岸堤防日臻完备。由于永定河上游有广阔的黄土分布，气候干燥、植被极差，暴雨集中，使得上游下泄洪水含沙量很大。河床逐渐淤高，成为地上悬河。据 1920-1950 年资料统计，30 年河道淤高 1~2m，平均每年淤高 0.04m。遇洪水下泄，河道摆动冲淤，变换迅速，滩地出没不定，由于堤防基础较浅，漫决冲决经常发生。辽代以前，永定河下游泛滥成灾，平均 90 年一次，金代缩至 22 年，明代 12 年，清代又缩至 3.5 年，1912~1939 年，27 年中泛决 14 次，平均不到 2 年一次。

小清河发源于北京市永定河右岸门头沟的九龙山，流经长辛店、长阳、窖上，至八间房流入河北省涿州市，与北拒马河汇合后，汇入白沟河。总流域面积 406km^2 。小清河干流河道自大宁水库起全长 34.8km ，其中北京市境内 30km 。小清河由山区洪水冲刷形成，属于天然河流。小清河汇水范围主要集中于自身上游和西部浅山区，洪水来源于哑叭河、刺猬河以及琉璃河等，从西北向东南流入小清河干流。由于汇水面积小，当地水流对河势的影响不大。从历史上看，造成河势演变的主要因素是永定河洪水，永定河洪水流量大、泥沙多，几次夺路小清河，在小清河左岸形成淤积高地。在西部浅山区地势与东部永定河淤积高地双重挤压下，形成目前小清河自北向南相对顺直的河形，未来产生重大摆动改造的可能性也基本不复存在。

3.2 河道近期演变分析

永定河上游官厅水库于 1955 年蓄水运用。水库修建后，基本免除了占全流域 92% 的官厅以上的来水来沙的威胁，改变了下游河道的水沙情势。按 1955 年至 1985 年资料统计，官厅水库入库沙量 72535 万吨，出库沙量 3235 万吨，排沙比为 4.4%。由于官厅水库下游官厅山峡段为石质山区，植被较好，输沙量大大减少。由于来沙量大减，改变了三家店以下河道不断淤高、堤防与河床竞相加高的局面，由原来的淤积变成清水冲刷。

卢沟桥至梁各庄段河段河岸均为粉细沙，极易冲蚀。主流左右迂回，两岸多险工，且因流势影响，险工往往上提下错，险情迭出。1956 年月 7 日洪水，在临时导航便道下游约 40km 的西麻各庄险工段造成左堤决口，大兴区永定河左堤沿线 42 个村庄遭受水患。

为了控制、引导永定河的河势，1959 年至 1961 年，根据永定河治理“三固一束”的原则（即固定险工、固定河槽、固定滩地、束窄河道），在永定河卢沟桥以下河段实施了治导工程，按 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 的标准，划定治导线的位置，修建土石丁坝 114 条等。

近些年来，小清河流域没有形成大的洪水，河槽处于淤积状态，上游干流几乎无槽甚至难见河形，独义村以下始有河槽，底宽仅 10m 多，下游河道主槽宽约 20~40m，河道纵坡 1/1500~1/2000 左右。为减轻流域内洪涝灾害，北京市房山县于 1975 年冬至 1976 年元旦，对小清河张家场以下河段按 10 年一遇排涝标准，疏挖整治至边界八间房，治理段河长约 19.2km。目前，上游北京市河段已经实施河道治理，治理标准 20 年一遇，下游河北段小清河河道两岸堤防断断续续、残缺不全，河道泄流能力很小。

小清河的洪灾主要来自永定河分洪，由于永定河屡次决口，泥沙俱下，任其泛滥，河床淤积，土地砂化，枯水期时，河水多为丰台区长辛店地区入境污水和崇青水库的漏水及良乡地区污水。

由于永定河卢沟桥以下河道泄量较少，每遇较大洪水威胁北京和下游地区安全时，就在卢沟桥附近的右堤扒口或漫决分洪入小清河地区。

永定河卢沟桥来水超过 $2500\text{m}^3/\text{s}$ 时，即通过大宁水库向小清河分洪。近年北京市境内通过修建永定河滞洪水库，大宁水库 50 年一遇洪水不向小清河分洪，100 年洪水向小清河分洪下泄 $214\text{m}^3/\text{s}$ 。滞洪水库的修建，减轻了小清河分洪区的分洪压力。

3.3 河道演变趋势分析

永定河已按 100 年一遇洪水超高 2.0~2.5m 标准筑堤。土质堤防段迎水坡均采用浆砌石或混凝土连锁板块护砌。左堤基础采用混凝土前戗或浆砌石前戗，险工段深入河底以下 3~9m，平工段深入河底以下 0.5~6m。

右堤基础水平采用混凝土板加铅丝石笼护底，险工段深入河底以下 0.45~2m，平工段深入河底以下 0.4~0.5m。官厅水库的修建，使得三家店以下河道免受官厅水库以上来水来沙的威胁，三山峡区间的洪水还没有得到有效的控制，随着官厅山峡段水土保持工作的不断深入，河道输沙量有逐步减小的趋势。永定河卢沟桥段至梁各庄段河道左、右堤相对较为完整，并已进行护砌，还建有控制流势的治导工程，河势不会发生

大的演变。

小清河的未来演变将以人工治理控制河势。按规划，小清河治理的任务是：通过整治河道，提高小清河分洪区内重点保护区的防洪标准，减少设计标准内洪水和超标准洪水的淹没范围；将防洪工程措施和洪水管理措施结合起来，以满足当地社会经济发展的需求；加强河道景观的建设，使之与两岸城市环境相和谐。

小清河两岸地势较为平坦，河道整治线按现状河流的自然流态布置，保持现有的蜿蜒度，可适当调整主槽中心线，保留一定宽度的滩面，以防水流直接冲刷堤脚；适当调整河底纵坡，扩挖修正主槽，局部展堤，平整滩面，加高培厚堤防，基本达到 20 年一遇洪水不出槽，50 年一遇洪水漫滩行洪。小清河黄良铁路桥以上分为两段，上段 6.8km，规划向左岸扩挖河槽，调整河道中心线，横断面规划为复式断面；左堤退堤，堤距控制在 100m；适当调整河底纵坡，控制流速。下段 1.2km，因哑叭河支流汇入，河道断面相对较宽，但由于小清河桥位于哑叭河与小清河交汇处，河道展堤受桥墩限制，故疏挖河道，适当调整左堤中心线，加高、培厚堤防。

随着河道整治的逐步完善，上游洪水将得到有效控制，目前，在 2012 年水利部海河水利委员会编制的《海河流域蓄滞洪区建设与管理规划》中，考虑到小清河分洪区的设置主要是为了滞蓄永定河洪水这一功能，对小清河分洪区（北京市部分）将京广铁路与永定河右堤分别确定为分洪区北部的西侧和东侧边界，小清河分洪区的北京市部分西部边界也由原定的西部山前区向东调整至京广铁路，对滞蓄永定河洪水作用不大的京广铁路以西区域不再作为分洪区。

按照规划进行治理后，小清河分洪区的未来河势不会发生大的演变。

4 大石河（琉璃河）防洪评价分析与计算

4.1 河道基本情况

大石河（琉璃河）是海河流域大清河系北支白沟河的一条支流。发源于房山区霞云岭堂上村，河道全长 129km，流域面积为 1280km²。大石河以上为山区，河长 85km，坡陡流急，平均纵坡 6.4%。坨里以下为平原河道，河长 44km。流域的上游较大支沟有南窖沟、史家营沟、大安山沟、白石沟，汇合后折向东流至坨里镇出山区进入平原。后又与丁家洼河、东沙河、周口店河、牯牛河、夹括河等汇流继续流向东南。到祖村向南出境，又称琉璃河，最后入河北省涿州市码头镇与北拒马河汇合后流入白沟河。小清河分洪区内大石河河道长度约 15.5km。北京市境内河道已按 20 年一遇标准治理。

本次建设项目穿越位置位于河北省境内，距离京冀省界约 170m，距离下游汇入北拒马河汇合口约 5.86km，该段河道现状没有经过治理，河宽约 100m，河底高程 23.2m，边坡较陡，两岸无堤，陡坎为现状河道管理范围。现状左右岸均为树林。

4.1.1 水文分析计算

4.1.1.1 暴雨洪水特性

大清河流域暴雨主要由强径向环流所造成。当夏季太平洋副热带高压脊线位于北纬 30° 及其以北时，若有西南涡或涡切变以及较强台风或台风倒槽影响大清河流域时，流域内发生暴雨的机会最多，其中涡切变和台风或台风倒槽的天气系统造成的暴雨量级最大。在一次暴雨过程中，往往可出现两个以上天气系统的影响。例如 1939 年、1956 年、1963 年暴雨均由两个以上天气系统影响而造成。

大清河流域特大暴雨，绝大部分是在大尺度降雨天气系统控制下，伴有中小尺度的天气系统所形成，且暴雨的分布与地形有密切的关系。位于太行山东部的迎风坡，受地形抬升作用的影响，常在迎风坡前形成

暴雨。

在空间分布上，暴雨中心轴走向多半与山脉的走向一致，呈明显的地带性差异。沿太行山的迎风坡，年降水量有一条大于 600mm 的弧形多雨带，其间由北向南分布着漫水河、紫荆关、阜平等 700~900mm 的多雨中心，如 1954 年和 1955 年的暴雨中心分别发生在新城、阜平；1956 年和 1963 年暴雨中心分别发生在紫荆关和司仓。平原地区年降水量 500~600mm，其中滨海平原较大，为 600~650mm。在时间分布上，大清河流域全年降水量主要集中在 7、8 月份，占全年降水量的 60~70%，其中以 7 月下旬至 8 月上旬最集中，是全年降水的高峰期。

大清河洪水多由暴雨形成，洪水发生的季节以 7、8 月份最多，7 月下旬到 8 月上旬更为集中，量级最大。洪水的年际变化较大，暴雨中心地区河流洪峰流量的 CV 值可达 1.5~2.0。大清河由十几条呈扇形东西向中小河流域组成，由于各支流的面积、河长、坡度、流域形状等条件的差异，同一场暴雨各支流洪峰出现的时间往往先后不一，各支流洪峰汇至白洋淀，总汇流洪水过程相对平缓，一次洪水历时达一个月左右。

4.1.1.2 小清河分洪区设计洪水

小清河分洪区内洼淀遍布，涿州市区西部有千河套，北部为胡良套，东部有刁窝套和涿全套，这些洼套与东部小清河分洪区一起统称小清河分洪区，是国务院批准的海河流域的重点蓄滞洪区之一。

小清河分洪区内主要河流有北拒马河、胡良河、琉璃河（大石河）、小清河 4 条河流。其中，北拒马河、大石河（琉璃河）有实测洪水资料，采用频率计算方法分析设计洪水，胡良河、小清河无实测流量资料，采用设计暴雨途径间接计算设计洪水。

（1）拒马河张坊站设计洪水

拒马河在出山口张坊镇设有张坊水文站，控制流域面积 4810km²。2013 年，根据水利部统一部署，水利部海河水利委员会组织启动了海河流域设计洪水复核工作。在流域设计洪水复核工作基础上，水利部海河

水利委员会编制完成了《大清河流域设计洪水复核报告》，并以海规计函〔2017〕17号印发。本次直接采用这一成果。张坊站设计洪水成果见表4.2-1。

表4.1-1 张坊站设计洪水成果表

项目		均值	Cv	Cs/Cv	P(%)		
					1	2	5
洪峰 (m³/s)		1400	1.95	2.5	13800	10400	6300
洪量 (亿 m³)	1d	0.50	1.90	2.5	4.80	3.64	2.22
	3d	0.92	1.85	2.5	8.59	6.54	4.04
	6d	1.28	1.70	2.5	10.92	8.44	5.39
	15d	1.80	1.50	2.5	13.41	10.58	7.06

(2) 北拒马河设计洪水

拒马河在涑水县铁索崖以下分为南拒马河和北拒马河两支，南、北拒马河分流口附近分别设有南、北落宝滩水文站。南、北拒马河设计洪量以张坊站设计洪量为基础，通过统计分析采用比例法推求。

《南拒马河防洪治理工程可行性研究报告》(2018)对南拒马河(南落宝滩站)不同设计频率的分流比进行了分析，南落宝滩占张坊的比例分别为：一日洪量 33%，三日洪量 36%，五日洪量 38%。根据上述的比例关系和张坊站设计洪量成果，分别计算出南、北拒马河的设计洪量，北拒马河南、北、中三支设计洪量按北拒马河成果的 2:2:1 计算。北拒马河设计洪水成果详见表 4.2-2。

表4.1-2 北拒马河设计洪水成果表

项目		P(%)		
		1	2	5
洪峰 (m³/s)		9313	7035	4322
洪量 (亿 m³)	1d	3.879	2.955	1.822
	3d	7.29	5.574	3.484
	6d	9.132	7.095	4.583

(3) 大石河（琉璃河）设计洪水

大石河（琉璃河）有 1964~2000 年径流观测资料，本次采用水利部天津勘测设计院根据实测洪峰系列分析的成果，见下表。

表4.1-3 大石河（琉璃河）设计洪水成果表

类别	特征值			不同频率设计值		
	均值	Cv	Cs/Cv	1%	2%	5%
洪峰(m ³ /s)				5000	3577	2355
三日洪量(亿 m ³)	0.25	1.55	2.5	1.93	1.51	1.00

(4) 小清河及胡良河设计洪水

小清河流域位于北京市西南郊永定河右岸，流域面积 406km²。包括小清河、哑叭河、刺猬河 3 条主要河流。流域地势西北高，东南低。胡良河为北拒马河的一条支流，发源于拒马河北岸张坊镇北部的丘陵山区，于涿州市城区东北入北拒马河。流域面积 205.2km²，其中平原面积占 70% 以上。

2006 年《涿州市城市防洪规划及列入小清河分洪区安全建设影响分析报告》中，胡良河、小清河采用设计暴雨途径计算设计洪水，计算成果如表 4.2-4 所示。

表4.1-4 小清河、胡良河流域洪峰流量采用成果表 单位：m³/s

分区名称	P (%)		
	1	2	5
小清河干流	1220	876	593
胡良河干流	970	689	420

(5) 设计洪水过程线

北拒马河、大石河（琉璃河）不同频率设计洪水过程线由 1963 年典型过程线缩放得到。小清河、大石河（琉璃河）采用概化过程线计算设计洪水过程线。

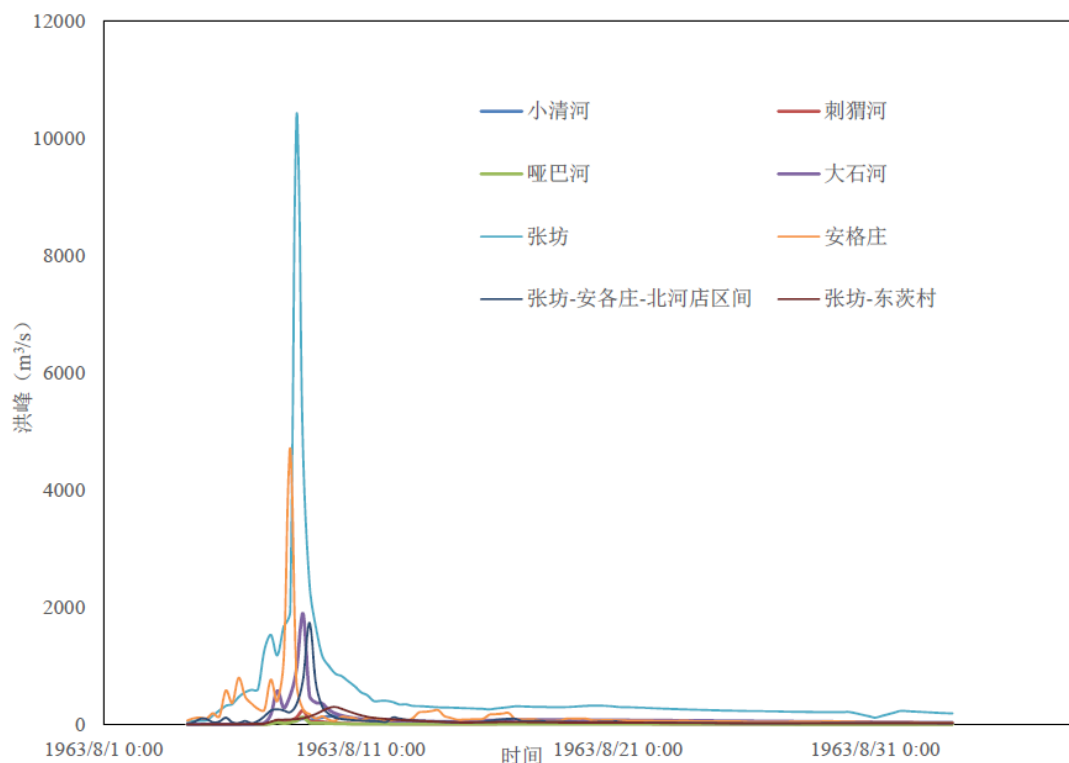


图4.1-1 小清河、大石河（琉璃河）等河道洪水过程线

4.1.1.3 永定河向小清河分洪洪水

按照《永定河防御洪水方案》，遇 100 年一遇洪水，卢沟桥拦河闸控制泄 2500m³/s，其余洪水经小清河分洪闸入大宁水库，经大宁水库与稻田水库和马厂水库联调后，大宁水库泄洪闸控制下泄 214m³/s 入小清河分洪区。200 年一遇洪水，卢沟桥拦河闸控制泄 3000m³/s，其余洪水经小清河分洪闸控制进入大宁水库，由于超过水库承受能力，为保水库大坝安全，大宁水库泄洪闸需敞泄，最大泄量 3130m³/s 入小清河分洪区。

按小清河分洪区建设规划安排，小清河分洪区规划运用标准为 50 年一遇，按当地 50 年一遇洪水组合永定河 100 年一遇大宁水库向小清河泄洪洪水进行工程建设。本次洪水影响评价也采用上述洪水组合进行洪水数值模拟分析。即：大清河当地 50 年一遇以下洪水不考虑永定河分洪洪水；大清河当地 50 年一遇洪水组合 100 年一遇大宁水库向小清河分洪洪水。

4.1.2 小清河分洪区洪水位计算

本次小清河蓄滞洪区采用一二维嵌套的水力学模型进行洪水演进分析，根据一维河道横断面资料以及二维地形数据，利用 **mike** 软件建立一二维非恒定流耦合模型。

4.1.2.1 模型计算范围与地形剖分

(1) 计算范围

本次评价模型的计算范围，西起北京房山区京港澳高速和涿州市山前高地，北起大宁水库，东至永定河右堤，南至白沟河左堤上延段及小营横堤，模拟范围涵盖了小清河分洪区内北京市及河北省境内的全部范围，计算面积 683.8km^2 。

(2) 模型的概化

一维河道模型的概化：以小清河、刺猬河、哑叭河和大石河（琉璃河）河道各个过水断面的水位、流量过程为重点，采用一维算法进行模拟。利用河道横断面资料建立一维河道模型，以左、右岸堤线作为河道的两岸边界线。小清河起点为大宁水库，终点为白沟河东茨村，计算河段全长 40km ，

共 74 个断面；刺猬河上起京港澳高速，下至小清河入口，全长 9.8km ，共 16 个断面；哑叭河上起京港澳高速，下至小清河入口，全长 3.9km ，共 11 个断面；大石河（琉璃河）上起马各庄村，下至北拒马河入口，全长约 40km ，共 34 个断面，各横断面之间的间距 $250\sim 1000$ 之间不等。河道概化基本信息见表 4.1-5，河道概化截图见图 4.1-2。

利用 **Mike11** 模型，输入各条河道的横断面数据，按照河道实际情况给定河道糙率，设定各枢纽建筑物、分洪、退水口门尺寸及调度运用规则，设定各条河道不同重现期洪水来流过程及下边界水位变化过程。

表4.1-5 模型计算河道概化基本信息表

序号	河道名称	河段	计算河段长度 (km)	断面数 (个)	断面平均间距 (m)	测量年份
1	小清河	大宁水库-东茨村	40	74	550	北京市内为2010年, 河北省内为2003年。
2	刺猬河	京港澳高速-入小清河河口	9.8	16	600	规划断面
3	哑叭河	京港澳高速-入小清河河口	3.9	11	350	规划断面
4	大石河	京广铁路-入北拒马河	34.0	34	1000	实测断面

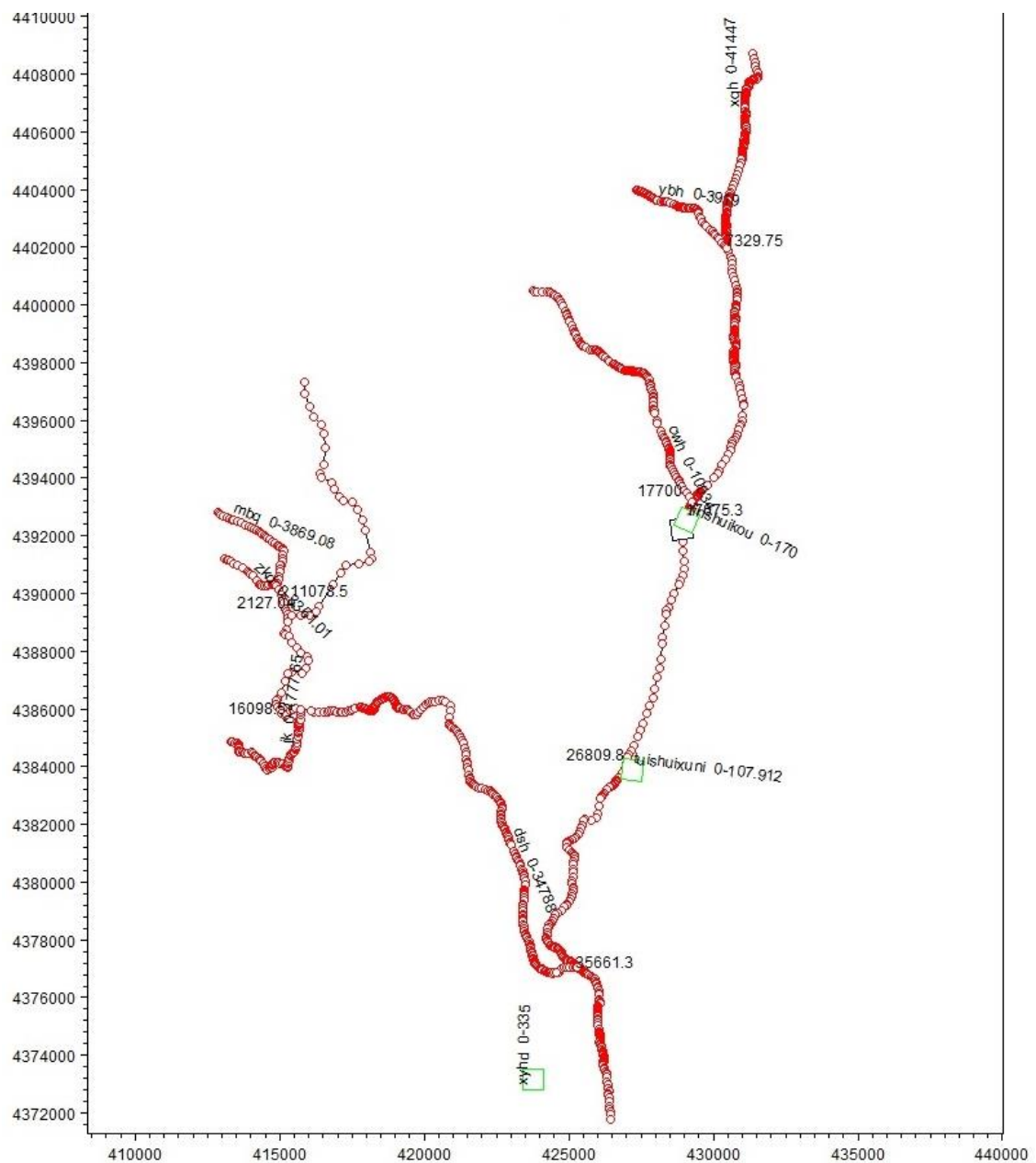


图4.1-2 河道概化图

(3) 区域地形剖分

本次模型计算采用三角形非结构网格，最大单元面积 235539m^2 ，并对河流和重点模拟区域进行加密处理，最小单元面积为 0.2m^2 。通过以上网格划分和处理，模型范围内设置了 33882 个结点，65908 个单元。网格划分结果见图 4.1-3。根据分洪区地形、北拒马河上游三支河道地形以及涿州桥至东茨村段的横断数据等地形资料，建立分洪区及河道地形模型，见图 4.1-4。

本次模型中的地形数据采用 2013 年实测的 1:10000 地形图，河道断面采用 2013 年~2018 年之间的实测的地形数据。

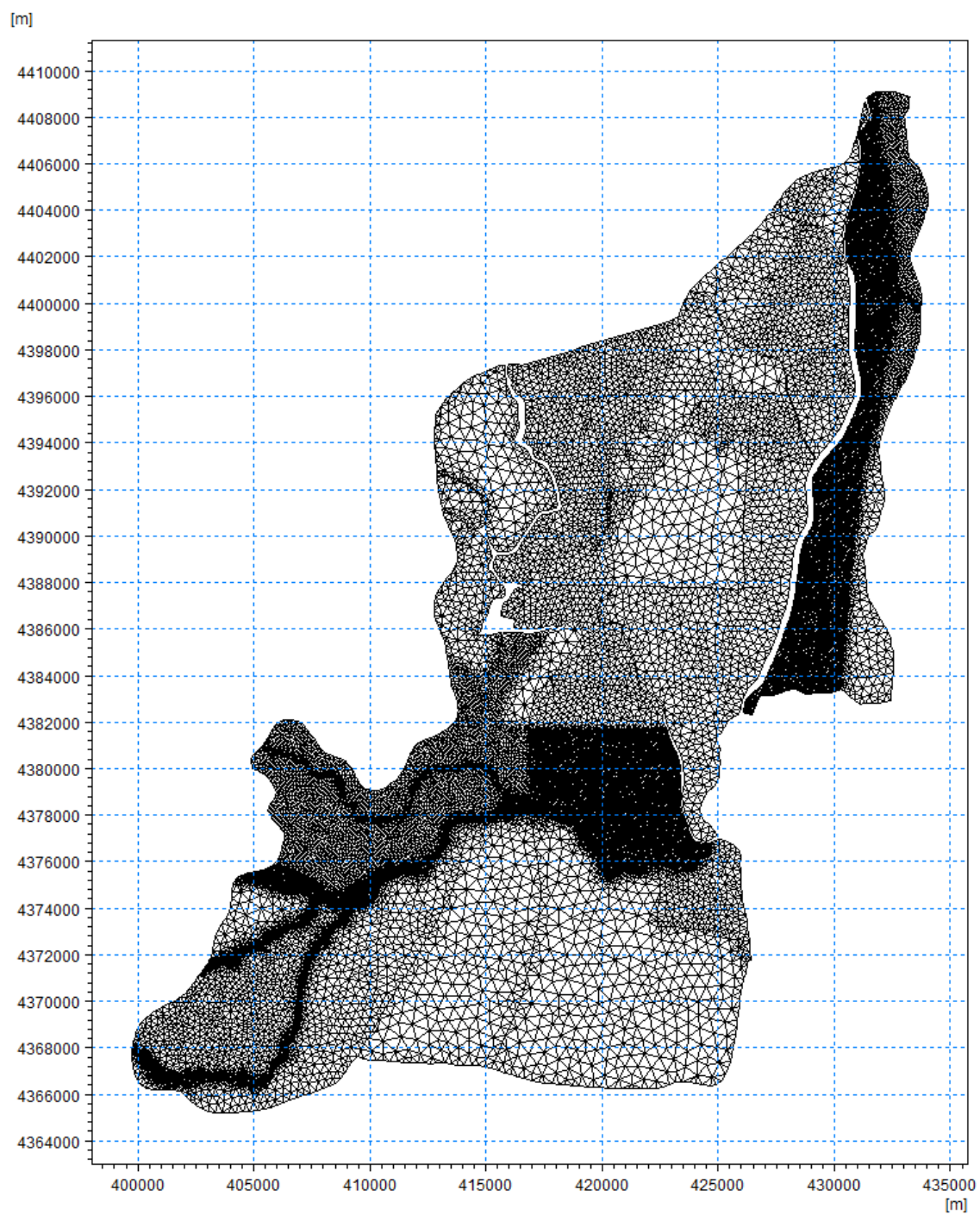


图4.1-3 网格划分图

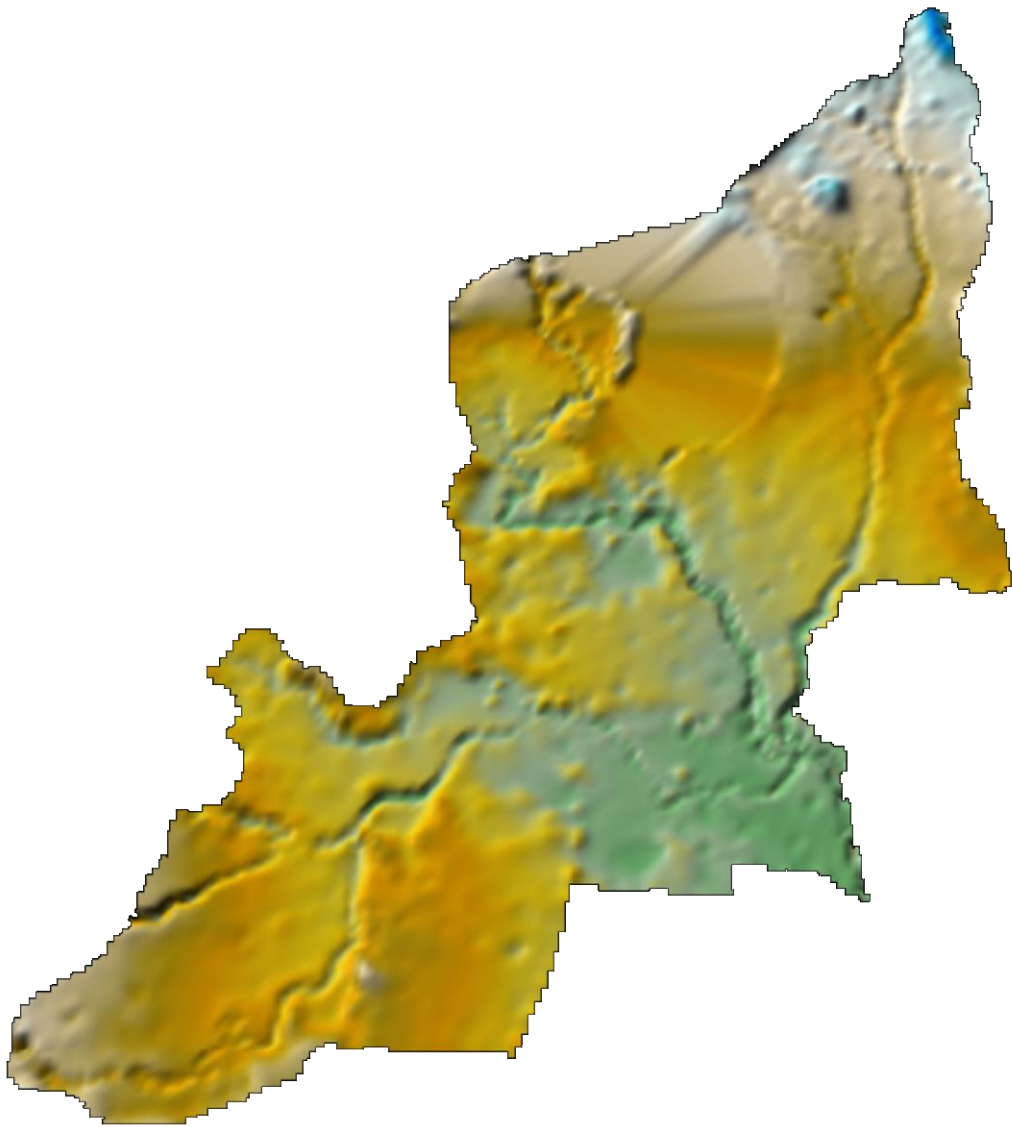


图4.1-4 地形插值图

4.1.2.2 模型参数及边界条件

(1) 糙率

糙率是反映地面阻水状况的一个综合参数，它与地面的粗糙程度及地表构筑物有关。本次计算根据以往模型计算的经验，视网格内的河道状况、作物组成、村庄分布以及树丛、道路、堤埝分布等情况综合确定。详见表 4.1-6。

表4.1-6 二维模型计算糙率取值表

序号	类型	糙率
1	房屋	0.1
2	果林	0.065
3	条田、台田	0.065
4	河床	0.035

(2) 模型边界条件

根据本次模拟范围，确定模型上边界条件如下。

①拒马河以张坊站作为入流边界；

②小清河、哑叭河、刺猬河、大石河（琉璃河）、大宁水库分洪入流边界，均以小清河分洪区边界交叉处汇入；

③张-东区间洪水入流边界，于北拒马河沿线汇入

根据《永定河洪水调度方案》，当大宁水库水位达到 60.01m 且继续上涨时，开启大宁水库泄洪闸向小清河分洪区分洪，分洪流量不超过 214m³/s；当大宁水库水位达到 61.21m 且将继续上涨时，大宁水库泄洪闸加大泄量直至敞泄。结合《大清河系防洪规划》，大清河系 50 年一遇对应永定河系 100 年一遇洪水，大清河系 100 年一遇对应永定河系 200 年一遇洪水。大宁水库出库过程：按照水库调度原则进行调洪演算，50 年一遇洪水不泄洪，100 年一遇洪水最大下泄 214m³/s，最大下泄水量 308 万 m³，200 年一遇洪水最大下泄 3130m³/s，最大下泄水量 3770 万 m³。蓄滞洪区内的涝水产汇流，均摊到二维计算区域的各个单元。

下游边界条件：遇设计标准及其以下洪水时，小清河分洪区标准内洪水的出流口为白沟河，位于白沟河东茨村附近，按设计流量 3200m³/s 泄洪，为行洪区二维模型分析计算的下游边界；遇超标准洪水时，在小营横堤扒口向兰沟洼分洪，扒口位置位于小营村东，扒口宽度 250m。白沟河东茨村断面水位泄量关系和小营横堤分洪口门作为模型的下游边界。白沟河东茨村断面水位泄量关系见下表。

路堤及桥涵：模型范围内现有 107 国道、京广铁路、京港澳高速、

京白公路等多条重要交通道路。项目区周边有影视城路、京港澳高速和京广铁路等道路。模型中道路路面高程均按实际测量高程输入模型。道路上现有的大型桥梁按实际尺寸放入模型，小型桥涵进行适当概化。现有大中型桥梁技术指标见下表。

表4.1-7 白沟河东茨村断面水位泄量关系

序号	流量 (m³/s)	水位 (m)	备注
1	0	21.0	
2	100	22.23	
3	500	24.243	
4	700	24.881	
5	900	25.461	
6	1100	25.944	
7	1600	26.764	
8	2100	27.422	
9	2600	28.082	
10	3100	28.573	
11	4100	29.439	
12	5100	30.203	
13	6100	30.89	
14	8100	32.122	
15	10100	33.197	

表4.1-8 跨河桥梁统计表

名称	位置	桥底高程 (m)	桥面高程 (m)	桥长 (m)	备注
涿州桥	107 国道过北拒马河公路桥	32.2	33.7	497	已建
大石桥	涿州市大石桥村南北拒马河上	29.75~31.47	33.0	107.7	已建
京广铁路桥	京广铁路跨北拒马河铁路桥	32	34	310	已建
北拒马河大桥	京白公路跨北拒马河公路桥	30.68	32.28	600	已建
	大石河（琉璃河）京广铁路桥	31.7	33.7	198	已建
挟河桥	107 国道跨夹括河桥（三河庄以南）	31.5	32.8	60	已建
琉璃河南桥	107 国道跨夹括河桥（琉璃河镇以西）	29.9	30.7	19.5	已建
琉璃河桥	107 国道跨胡良河桥	34.5	36.1	390	已建

名称	位置	桥底高程 (m)	桥面高程 (m)	桥长 (m)	备注
大石桥	京港澳高速跨大石河桥	33.1	34.6	660	已建
北拒马河桥	京港澳高速跨北拒马河大桥	31.6	33	725	已建

4.1.2.3 计算分析方案

基础计算方案为项目建设前用于评价比较的基准方案。小清河分洪区北京市房山区境内的河流包括小清河、哑叭河、刺猬河、大石河（琉璃河）和胡良河，其中小清河京冀省界上游左堤防按 20 年一遇进行了治理，右堤按 50 年一遇进行了治理；哑叭河右堤按 50 年一遇进行了治理，左堤按 20 年一遇进行了治理；刺猬河已经按 50 年一遇进行了治理；大石河（琉璃河）京广铁路以上已按 10 年一遇治理完成。小清河左堤上的分洪口门、退水口门也已建成，河北省境内规划的防洪工程（涿州西防洪堤、北拒马河右堤、小清河治理工程、涿全安全区、村庄搬迁）均未实施，北拒马河河道大石桥以西防洪标准不足 5 年一遇，大石桥以东不足 10 年一遇。河北省境内小清河分洪区现状堤防不完整，涿州城西北拒马河南支右堤基本无正式堤防，依靠 107 国道挡水。北拒马河在京广铁路以东只有右堤，现状工程条件下遇 10 年一遇以上洪水时北拒马河南支右堤及大石桥以东北拒马河右堤起不到有效的挡水作用，涿州城区及其东部大部分区域将被洪水淹没；涿全安全区未建成，涿全套村庄将会被淹没。

本次评价采用小清河分洪区规划实施前、实施后两种工况，不考虑本项目的建设条件作为基础方案。

4.1.2.4 计算结果统计

（1）模型合理性分析

水量平衡分析：总进水量为所有入流的总水量，应该等于小清河分洪区内从白沟河流出的水量和从小营横堤流出的水量和最后留在一维河道里的水量和二维网格内的水量。在此选取 50 年一遇方案进行洪水水量

平衡验证，其结果如表所示，进出水量的相对误差在 0.5%以内，绝对误差在 0.09 亿 m³ 以内，相对误差和绝对误差比较小，模型的水量基本平衡。

与以往成果对比：2021 年中水北方勘测设计研究有限公司编制了《白沟河治理工程（涿州段）初步设计报告》，报告中有相应的洪水模型计算成果。本次选取了三个位置的洪水位进行对比，本次计算洪水位与白沟河初设报告中的成果整体相差不大，精度满足本次防洪评价报告的要求。

表4.1-9 模型合理性分析水位对比表 单位：m

位置	白沟河初设报告	本次计算	误差
古城村	31.98	31.87	-0.11
小营村	28.60	28.55	-0.05
西茨村	28.58	28.52	-0.06

说明：上表中为 50 年一遇条件下的洪水位统计结果。

（2）现状工况下 50 年一遇洪水演进形势计算结果

①洪水演进形势

根据 50 年一遇洪水的模拟成果，在现状防洪工程条件下，小清河分洪区整体淹没情况见图 4.1-5，项目区周边最大水深等值线图见图 4.1-6，项目区周边流场分布图见图 4.1-7。小清河分洪区洪水主要来自北拒马河、大石河（琉璃河）、小清河和胡良河。北拒马河洪水主要由南北两支下泄，南支洪水自南向北漫流，在东沙沟村与北支洪水汇合，之后，水流又分成两股，一股水流漫过北拒马河北支的左堤，向北和向东行，再纳入胡良河洪水后过大石桥进入到 107 国道与京广铁路之间的胡良套滞蓄；一股水流则继续沿主河道向下游行洪。之后两股水流在胡良套汇合滞蓄，由于受到京广铁路桥的束缚，行洪形势有所减缓。洪水过京广铁路桥后，一部分水流沿地形在张村套滞蓄，主流洪水则继续沿北拒马河主河道向下游行洪，继而穿过京港澳高速跨北拒马河大桥，过梁家场村北之后，流向变为向东和向南，下行 3~4km 之后到达刁窝套以北的涿全套。之后，北拒马河洪水与小清河、大石河（琉璃河）洪水相遇，进入白沟河，后经新盖房分洪道泄入东淀。

遇 50 年一遇洪水，各河均已超过了其泄洪能力，西部北拒马河、胡良河的洪水自西向东呈带状流向白沟河，小清河向左堤以东分洪，大石河（琉璃河）漫溢行洪。

本工程穿越北拒马河位置位于京港澳高速下游约 1.3km，该段河道无左堤，洪水过京港澳高速跨北拒马河大桥后，向左岸漫溢，河道内最高洪水位 30.44m，左岸的东向阳、西向阳村临河的村基高程不足 29.0m，村庄被洪水淹没。洪水淹没东向阳、西向阳村后，小部分洪水向北继续漫溢，其余大部分洪水沿着低洼地带向东漫溢。

②水位计算结果分析

现状防洪工程条件下，遇 50 年一遇洪水时，东茨村最高水位为 27.36m，相应最大泄量为 $1989\text{m}^3/\text{s}$ ，小清河行洪区内淹没面积为 199.81km^2 ，最大滞洪容积为 3.074 亿 m^3 。

（3）规划工况下 50 年一遇洪水演进形势计算结果

规划防洪工程条件下，涿全安全区建成后，安全区内的村庄不再受洪水淹没。洪水被修建的安全区围堤阻挡，不能向北漫溢，北拒马河以南及涿全安全区内区域均不受洪水淹没。小清河分洪区整体淹没情况见图 4.1-8，项目区周边淹没情况见图 4.1-9。

规划防洪工程条件下，遇 50 年一遇洪水时，东茨村最高水位为 28.20m，相应最大泄量为 $2738\text{m}^3/\text{s}$ ，小清河行洪区内淹没面积为 186.63km^2 ，最大滞洪容积为 3.118 亿 m^3 。

（4）综述

经过计算，本次工程的建设，由于主要是地埋管线，工程施工完成后恢复原有地貌，不会对工程沿线的行洪蓄洪产生影响；规划工况下，工程建设前后沿线的洪水位也基本没有变化。

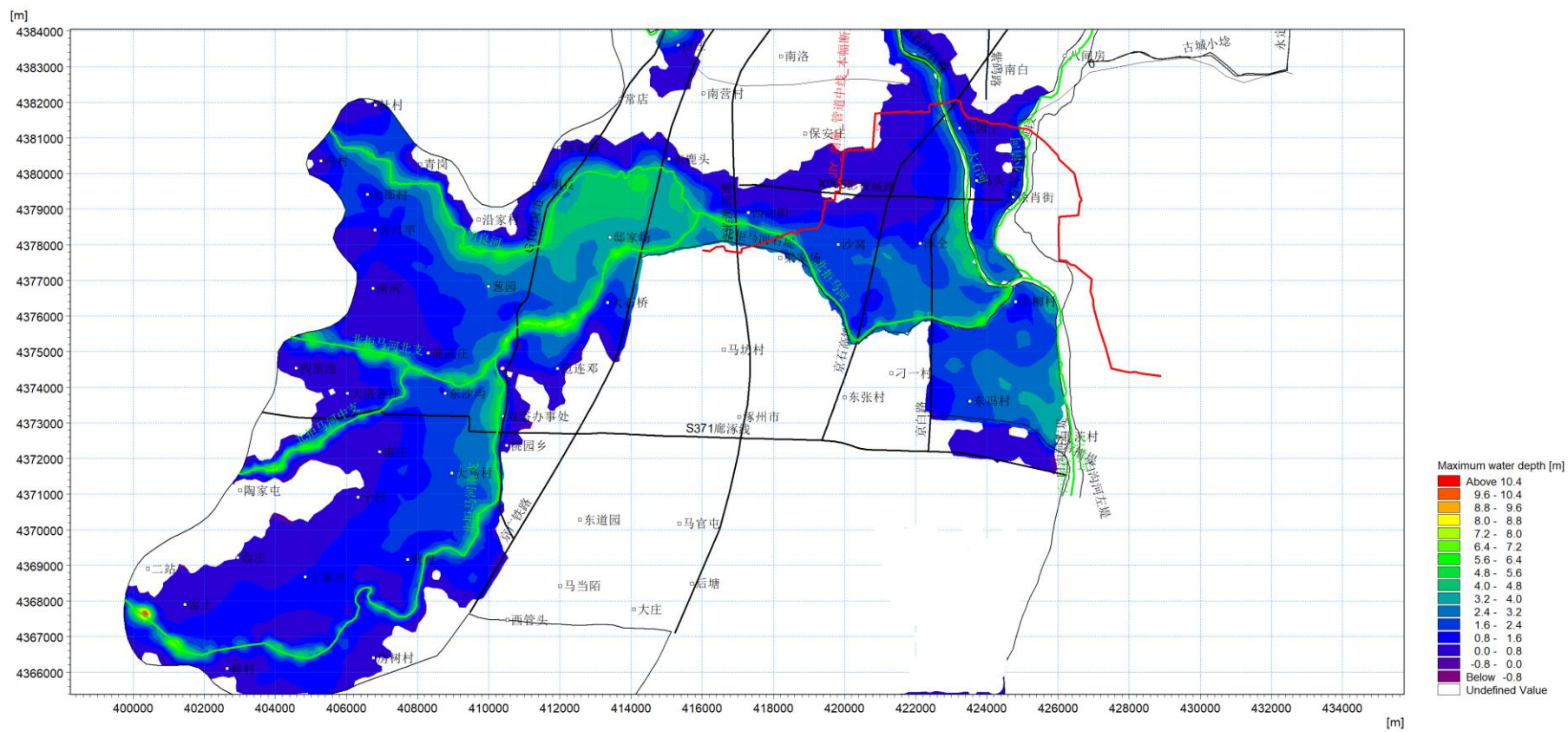


图4.1-5 50年一遇现状工况下小清河分洪区淹没范围图

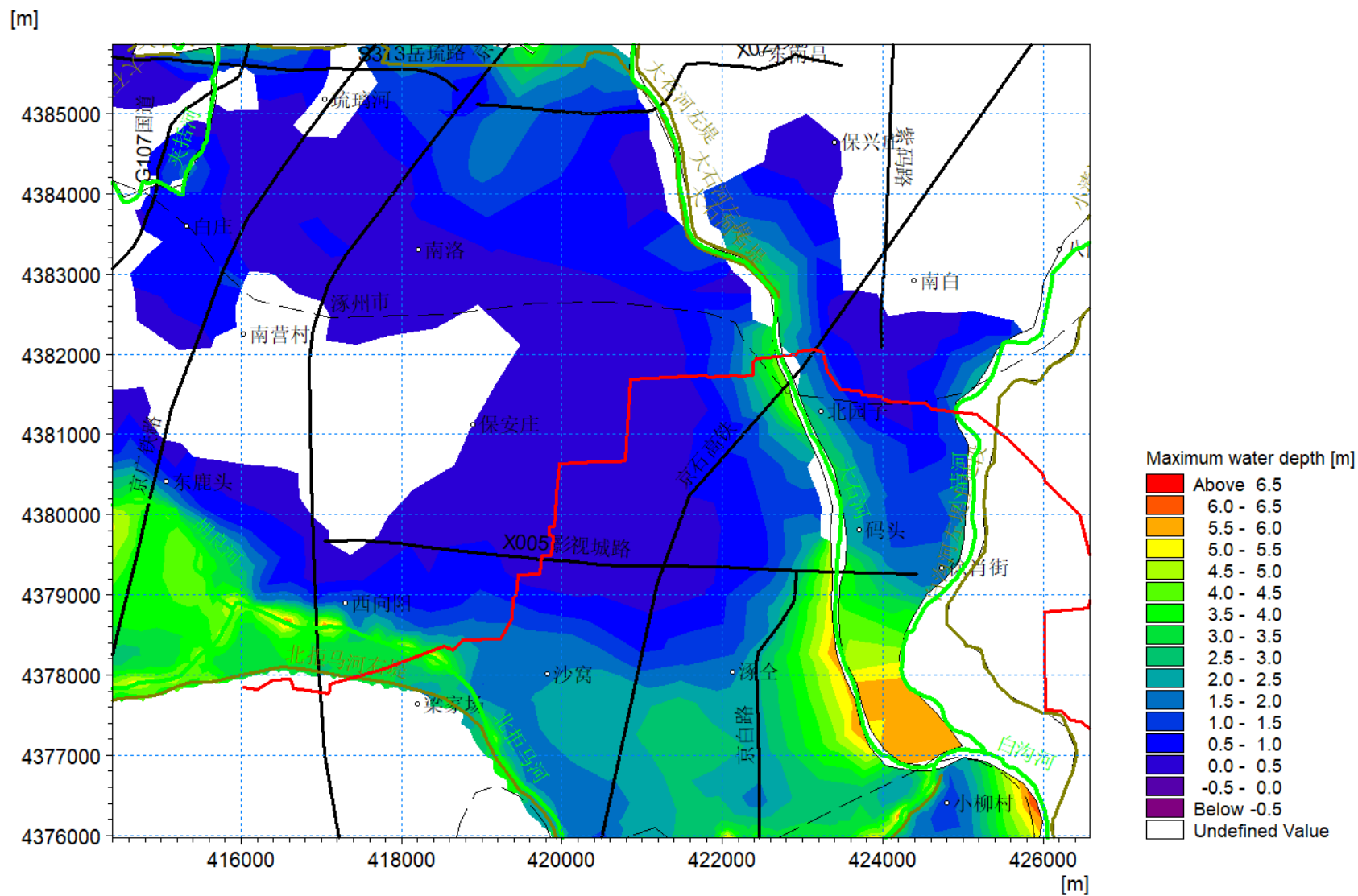


图4.1-6 50年一遇现状工况下小清河分洪区建设项目周边淹没水深分布图

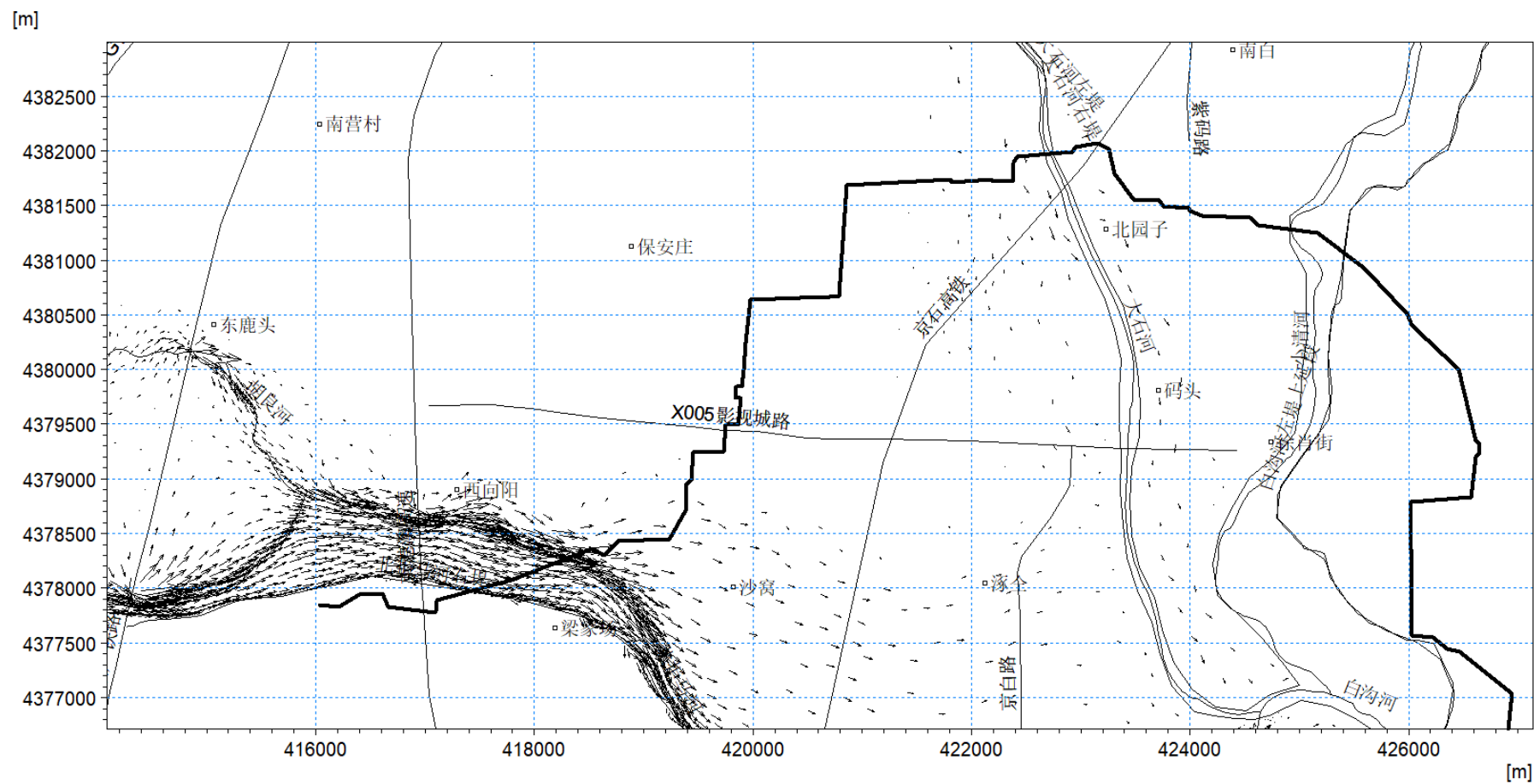


图4.1-7 50年一遇现状工况下小清河分洪区建设项目周边流场图

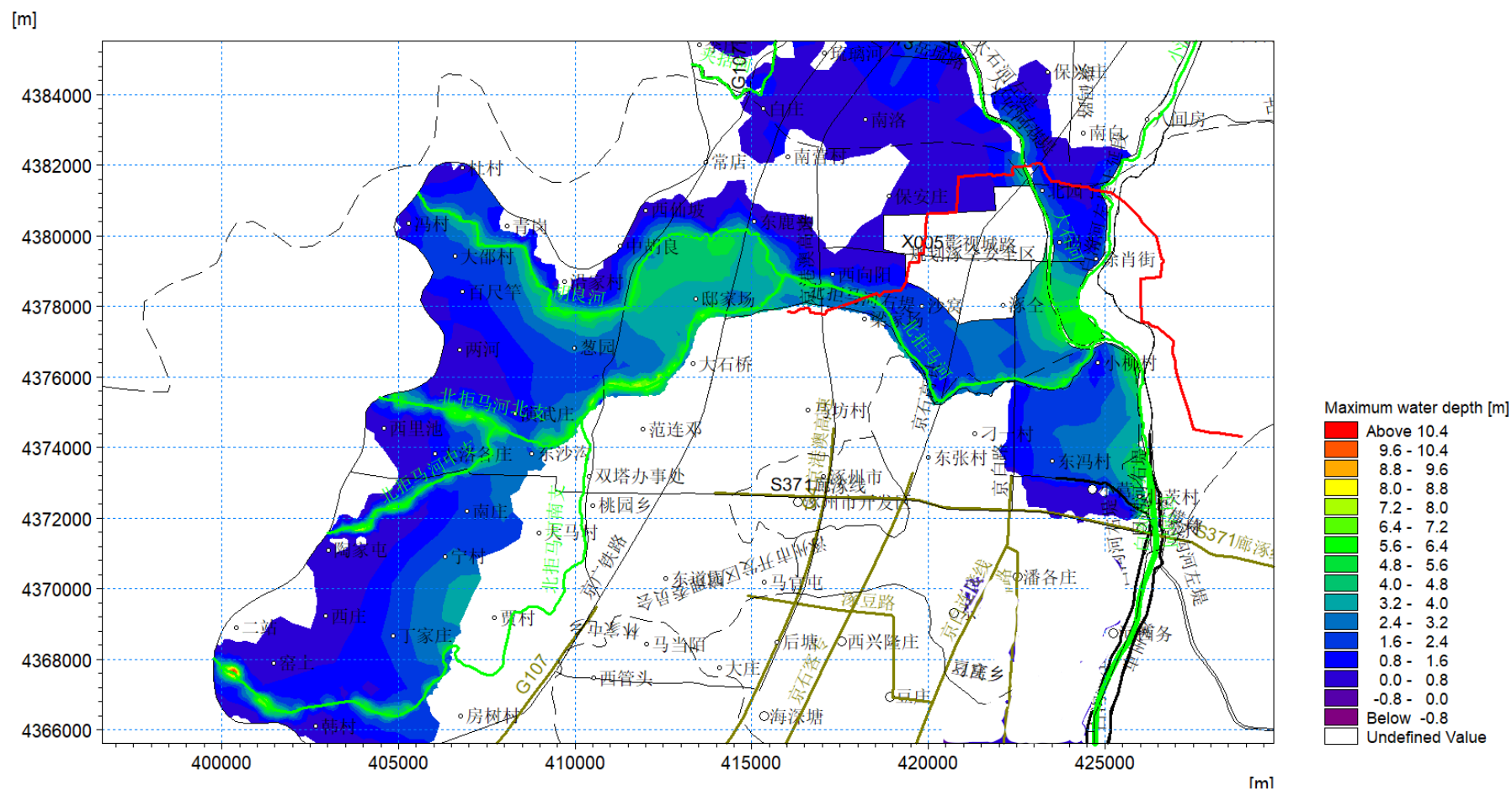


图4.1-8 50年一遇规划工况下小清河分洪区洪水淹没范围图

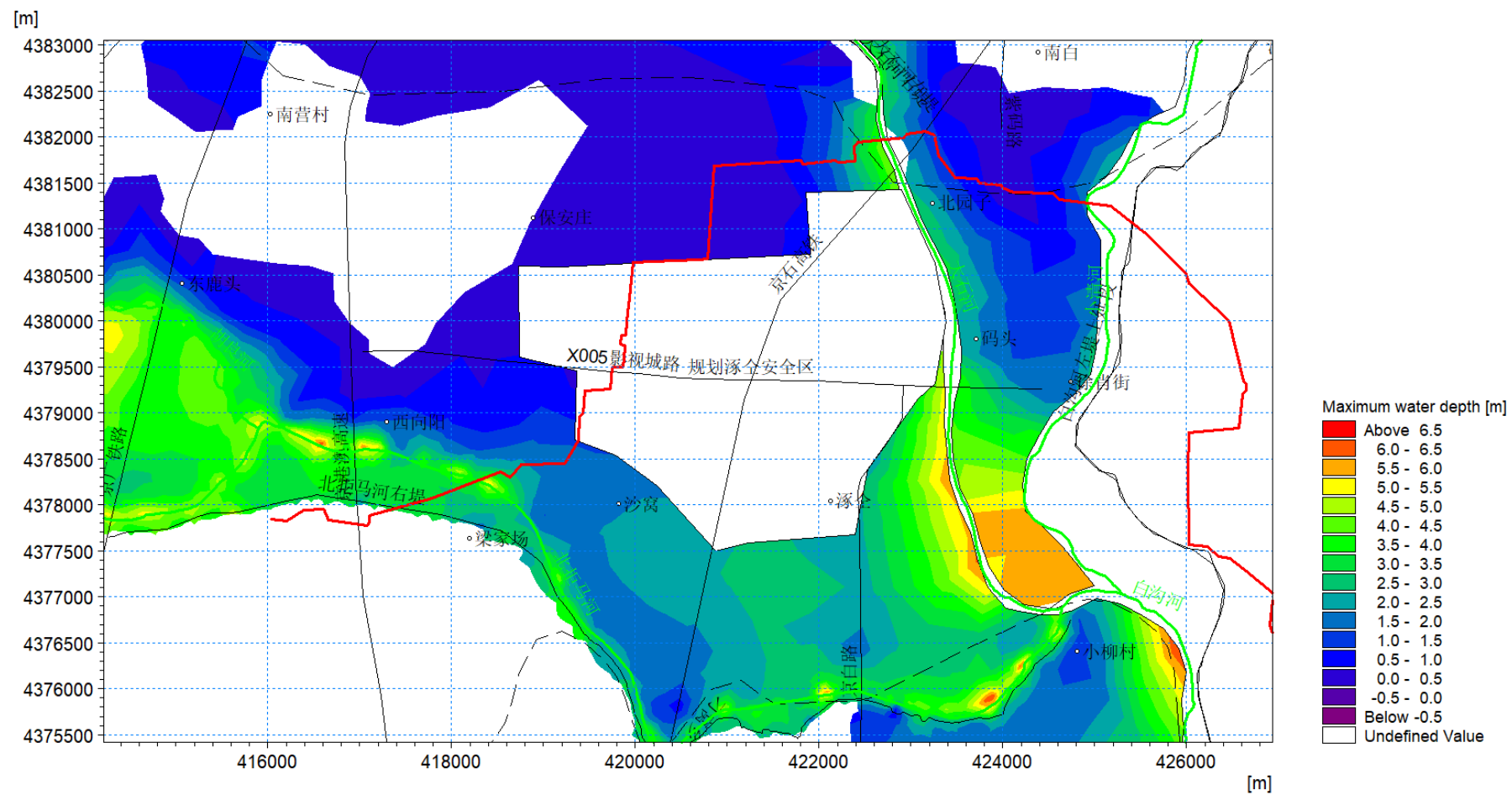


图4.1-9 50年一遇规划工况下小清河分洪区建设项目周边洪水淹没水深分布图

4.1.3 洪水位计算分析

4.1.3.1 设计洪水分析

本次管线穿越位置位于河北省境内，距离上游北京市较近，北京市境内河道大石河（琉璃河）已按照 20 年一遇进行了治理。考虑上下游的一致性，本次按照河道 20 年一遇以及小清河分洪区 50 年一遇条件下对管线穿越河道位置进行分析。

20 年一遇条件下大石河（琉璃河）设计流量为 $2355\text{m}^3/\text{s}$ 。采用该设计流量分析 20 年一遇条件下的洪水位和冲刷，采用小清河分洪区 50 年一遇条件下的计算成果分析该条件下的洪水位和冲刷深度。

4.1.3.2 水位及壅水分析

（1）洪水位、流速分析

经推算，交叉位置大石河（琉璃河）20 年一遇设计洪水位为 27.84m，流速为 1.13m/s。大石河（琉璃河）50 年一遇设计洪水位为 28.57m，流速为 1.32m/s。

表4.1-10 管道穿越断面大石河（琉璃河）洪水位和流速统计

河道	20 年一遇		50 年一遇	
	水位（m）	流速（m/s）	水位（m）	流速（m/s）
大石河（琉璃河）	27.84	1.13	28.57	1.32

（2）壅水分析

由于本次穿越大石河（琉璃河）河道采取定向钻方式，对河道行洪断面没有影响，本次项目建设不会造成洪水位的壅高。

4.1.4 冲刷计算分析

本次勘察最大深度 25.00m 范围内，除表层填土外，主要为第四系全新统冲洪积成因的粉土、粉质黏土及砂土，穿河位置主要分布有粉质黏土，计算冲刷采用液性指数平均值为 0.67。根据前述冲刷计算公式，按河道相应设计流量以及上述地质资料指标进行分析计算。

大石河穿越位置计算遇 50 年一遇标准洪水为 28.47m，河槽流速最大为 1.32m/s，该条件下主槽总冲刷深度为 2.71m。

表4.1-11 大石河（琉璃河）河道位置冲刷深度计算 单位：m

河道	流速	液性指数	铁路规范	64-1 修正公式	采用值
大石河（琉璃河）	1.32	0.67	2.71	2.71	2.71

如上表所示，管线穿越大石河（琉璃河）的管线埋深以及定向钻出入土点距离河道的岸坎位置均较远，超过了 100m，不会对河道扩挖治理产生影响。本次管道的埋深也满足冲刷线以下 6.0m 的要求。

4.1.5 排涝影响分析计算

本次建设项目穿越大石河（琉璃河）位置，上下游没有排涝涵闸，且管道全部埋设在地下，不会对地形地貌产生影响，因此也不会对河道的排涝行洪产生影响。

4.1.6 其他有关分析计算

建设项目穿越大石河（琉璃河）位置上游 6.5 公里为京港澳高速公路，下游约 460m 为京石高铁跨河桥梁，建设项目距离跨河桥梁较远，且建设项目全部埋设在地下，对桥梁安全没有影响。

通过上述分析，本次管线穿河位置距离上下游桥梁较远，且本次管道采用定向钻方式穿越河道，管道的埋深也较深，不对河道行洪断面产生影响，不会壅高洪水位，所以也不会对周边的防洪工程和其他工程产生影响。

4.2 建设项目对防洪的影响评价

4.2.1 建设项目与有关规划符合性评价

依据小清河分洪区相关规划治理安排，小清河分洪区主要开展防洪工程和安全建设，本次管线穿越大石河（琉璃河）河道，该治理规划中并未进行安排。本次为保证后续河道的治理空间，在管道敷设过程中将

出入土点和穿越长度进行了加长，保证了后续可能开展的河道治理工程实施空间。

本次工程采取定向钻方式穿越河道，管线埋深较大，同时管线位于地下，不会对地面的行洪产生影响，因此不会壅高洪水位，对后期河道的治理规划建设影响较小。

本次穿越大石河（琉璃河）跨越位置的河道管理边线主要依据现状河道两岸的岸坎划定，本次建设项目采用定向钻穿越，出入土点距离岸坎均超过了 100m，因此管线的出入土点位置不进入河道管理范围内。

4.2.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

本次输气管线设计防洪标准为 50 年一遇，本次评价按照大石河（琉璃河）河道 20 年一遇以及 50 年一遇标准进行计算分析，满足《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

依据《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》冀水河湖（2021）34 号对穿河工程的有关规定，“（一）穿越角度。建设项目应垂直水流方向穿越河道，尽量缩小穿越长度，确需调整角度的交角不宜小于 60° ，采用水平定向钻方式时不宜小于 30° 。（二）穿越长度。有堤防河道，穿越长度应包括两岸防洪堤，并满足堤防安全的距离要求；无堤防河道，穿越长度应不小于河道管理范围。建设项目穿越游荡性河道应按深淤线摆动范围确定主槽宽度。（三）埋深。1.建设项目采用开挖方式穿越河道、蓄滞洪区时，管顶（建筑物顶）埋深应满足自身行业规范要求，同时在河道主槽、滩地的管顶（建筑物顶）埋深应不小于冲刷线以下 1.5 米。穿越堤防及堤防管理范围管顶（建筑物顶）埋深应在堤基线 6.0 米以下。如抗漂浮不满足要求，还应增加配重稳管措施。镇墩等稳管设施顶高程应不小于最低冲刷线以下 0.5 米；2.建设项目采用定向钻、盾构方式穿越河道主槽管顶埋深应在最低冲刷线 6.0 米以下；穿越 1、2 级堤防最小管顶埋深应不小于堤基线以下 15 米，3 级及以下堤防应不小于堤基线以下 10 米。（四）定向钻出、入土点。建设项目采用水平定向

钻方式穿越河道岸坡、堤防时，定向钻出入土点距离 1 级堤防堤脚应不小于 120 米，距离不 3 级堤防堤脚应不小于 100 米，距离 4、5 级堤防堤脚应不小于 80 米，距离主槽岸坡应不小于 50 米。”

本次管道穿越大石河（琉璃河）采用定向钻方式，穿越角度为 71° ，满足大于 30° 的要求。

穿越河道的长度为 550m，管线的穿越长度均大于现状河宽，且为后期可能开展的河道扩宽工程留有余地。

管道穿越大石河（琉璃河）主河槽位置，埋深为 9.0m，依据有关计算，穿越位置的河道冲刷深度为 2.71m。因此管线的埋深满足“河道主槽管顶埋深应在最低冲刷线 6.0 米以下”的要求。

4.2.3 建设项目对河道行洪的影响评价

本次穿越河道段管线全部位于地下，不破坏河道的行洪断面；主槽位置埋深为 9.0m，远大于河道的冲刷深度，不会因为管道冲出后造成阻水。综合以上分析本次建设项目对洪水位没有影响，对河道的行洪产生影响较小。

4.2.4 建设项目对河势稳定的影响评价

本次穿越河道段管线全部位于地下，采用定向钻方式穿越河道，出入土点均距离河道岸坎线较远，不破坏周边的地形地貌，因此不会对洪水位以及洪水流向产生影响。且管道埋深较深，远大于冲刷深度，不会因为管道冲出后对河道流水产生影响。综合以上，本次建设项目对河道的河势稳定产生影响较小。

4.2.5 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

穿越大石河（琉璃河）主河槽位置管顶距离两岸的岸坎较远，且埋深满足冲刷要求，对后期主槽的清淤治理不会产生影响。

本工程不会对大石河（琉璃河）区域防洪工程产生影响。本次穿越大石河（琉璃河）河道段管线全部位于地下，对河道断面没有影响，不

会对行洪蓄洪产生影响。大石河（琉璃河）河道两岸无堤，因此不会对两岸的水利工程产生影响。

通过上述分析，本次工程建设对水利工程的运行没有影响。

本次管线全部埋设在地下，且管道的埋深较深，对区域和河道的水上救生没有影响。

4.2.6 建设项目施工期影响评价

根据前述介绍的本次管道施工工期安排，本次项目安排在了 2023 年汛前施工完毕，即在 2022 年 10 月—2023 年 4 月之间的非汛期完成，项目建设避开了非汛期，工期安排较为合理。且本次建设项目穿越河道位置采用定向钻方式，对河道断面土体没有扰动。

综合以上分析，本次工程工期安排较为合理，对河道行洪和蓄滞洪区的行洪没有影响。

4.2.7 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

建设项目穿越大石河（琉璃河）位置上游 6.5km 为京港澳高速公路，下游约 460m 为京石高铁跨河桥梁，建设项目距离跨河桥梁较远，且建设项目全部埋设在地下，对桥梁安全没有影响。

本次穿越大石河（琉璃河）河道段管线全部位于地下，对洪水位没有影响，不会对其他设施产生影响。

4.3 小结

（1）根据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》等法律法规的有关规定，对天然气管道穿越大石河（琉璃河）进行防洪评价是必要的。

（2）建设项目防洪标准为 50 年一遇，大石河（琉璃河）河道 20 年一遇标准进行评价分析，符合《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

（3）本次管线全部埋设在地下，不破坏河道断面，不影响河道行洪功能。工程采取定向钻方式穿越河道，埋深较大，不会对河道的治理产

生影响，同时管线位于地下，不会壅高洪水位，对大石河（琉璃河）的规划建设影响较小。

（4）大石河（琉璃河）河道暂无相关的规划建设安排，本次在管线敷设过程中充分参考上游北京市境内治理后的河道宽度，在穿河位置采取加大穿越长度的方式，从而左右岸均留有一定治理空间。大石河（琉璃河）上游北京市境内河宽约 300m，本次穿越大石河（琉璃河）水平敷设长度 550m，均大于可能的规划河宽，为后续的河道规划治理留足空间。

5 小清河防洪评价分析与计算

5.1 河道基本情况

小清河发源于北京长辛店以西山区，在里渠乡古城村北入涿州市境内，与北拒马河汇合后，汇入白沟河，总流域面积 436km²。小清河在涿州境内全长 9.23km。河宽仅 50~120m，深 2~3m，纵坡 1/2000，含沙量大，最大流量 500m³/s。目前小清河房山区内的河道已经进行了治理，右堤治理标准为 50 年一遇，左堤治理标准为 20 年一遇。

本次建设项目穿越位置位于河北省境内，距离京冀省界约 550m，距离下游汇入北拒马河汇合口约 5.04km，该段河道现状没有经过治理，河宽约 110m，河底高程 25.4m，边坡较陡，两岸无堤，陡坎为现状河道划界范围，滩地主要以农田和林地为主。

5.1.1 水文分析计算

小清河水文分析计算同大石河（琉璃河）章节，本处不再重复阐述。详见“4.2.1 水文分析计算”。

5.1.2 小清河分洪区洪水位计算

小清河分洪区洪水位计算同大石河（琉璃河）章节，本处不再重复阐述。详见“4.2.2 小清河分洪区洪水位计算”。

5.1.3 洪水位计算分析

5.1.3.1 设计洪水分析

本次管线穿越位置位于河北省境内，距离上游北京市较近，北京市境内河道小清河已按照 20 年一遇进行了治理。考虑上下游的一致性，本次按照河道 20 年一遇以及小清河分洪区 50 年一遇条件下对管线穿越河道位置进行分析。

20 年一遇条件下小清河设计流量为 500m³/s。采用该设计流量分析 20 年一遇条件下的洪水位和冲刷，采用小清河分洪区 50 年一遇条件下的

计算成果分析该条件下的洪水位和冲刷深度。

5.1.3.2 水位及壅水分析

(1) 洪水位、流速分析

经推算,交叉位置小清河 20 年一遇洪水位为 27.36m,流速为 0.96m/s。
小清河 50 年一遇洪水位为 28.87m,流速为 1.19m/s。

穿越白沟河左堤上延段位置,本次穿越与小清河一并穿越,白沟河左堤上延段为 100 年一遇,100 年一遇白沟河左堤上延段位置洪水位采用白沟河治理报告中的成果,穿越位置 100 年一遇洪水位 29.61m,流速为 1.43m/s。

表5.1-1 管道穿越断面大石河、小清河洪水位和流速统计

河道	20 年一遇		50 年一遇		100 年一遇	
	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)	水位 (m)	流速 (m/s)
小清河	27.36	0.96	28.87	1.19	29.61	1.43

(2) 壅水分析

由于本次穿越小清河河道采取定向钻方式,对河道行洪断面没有影响,本次项目建设不会造成洪水位的壅高。

5.1.4 冲刷计算分析

本次勘察最大深度 25.00m 范围内,除表层填土外,主要为第四系全新统冲洪积成因的粉土、粉质黏土及砂土,穿河位置主要分布有粉质黏土,计算冲刷采用液性指数平均值为 0.67。根据前述冲刷计算公式,按河道相应设计流量以及上述地质资料指标进行分析计算。

小清河穿越位置计算遇 50 年一遇标准洪水为 28.42m,河槽流速最大为 1.19m/s,该条件下主槽总冲刷深度为 2.55m; 100 年一遇条件下河道冲刷深度为 3.20m。

表5.1-2 小清河河道位置冲刷深度计算 单位：m

河道	标准	流速	液性指数	铁路规范	64-1 修正公式	采用值
小清河	50 年一遇	1.19	0.67	2.55	2.55	2.55
	100 年一遇	1.34	0.67	3.20	3.20	3.20

如上表所示，管线穿越小清河的管线埋深以及定向钻出入土点距离河道的岸坎位置均较远，超过了 100m，不会对河道扩挖治理产生影响。

本次管道自身防洪标准为 50 年一遇，分析 50 年一遇条件下的冲刷深度，管道埋深为 12.6m，本次管道的埋深满足冲刷线以下 6.0m 的要求，即使也满足河道 100 年一遇条件下的冲刷要求。

穿越白沟河左堤上延段位置，采取小清河和白沟河左堤上延段一并穿越方式，穿越位置管顶埋深 16.3m，满足堤基线以下 15.0m 的要求。如下图所示。

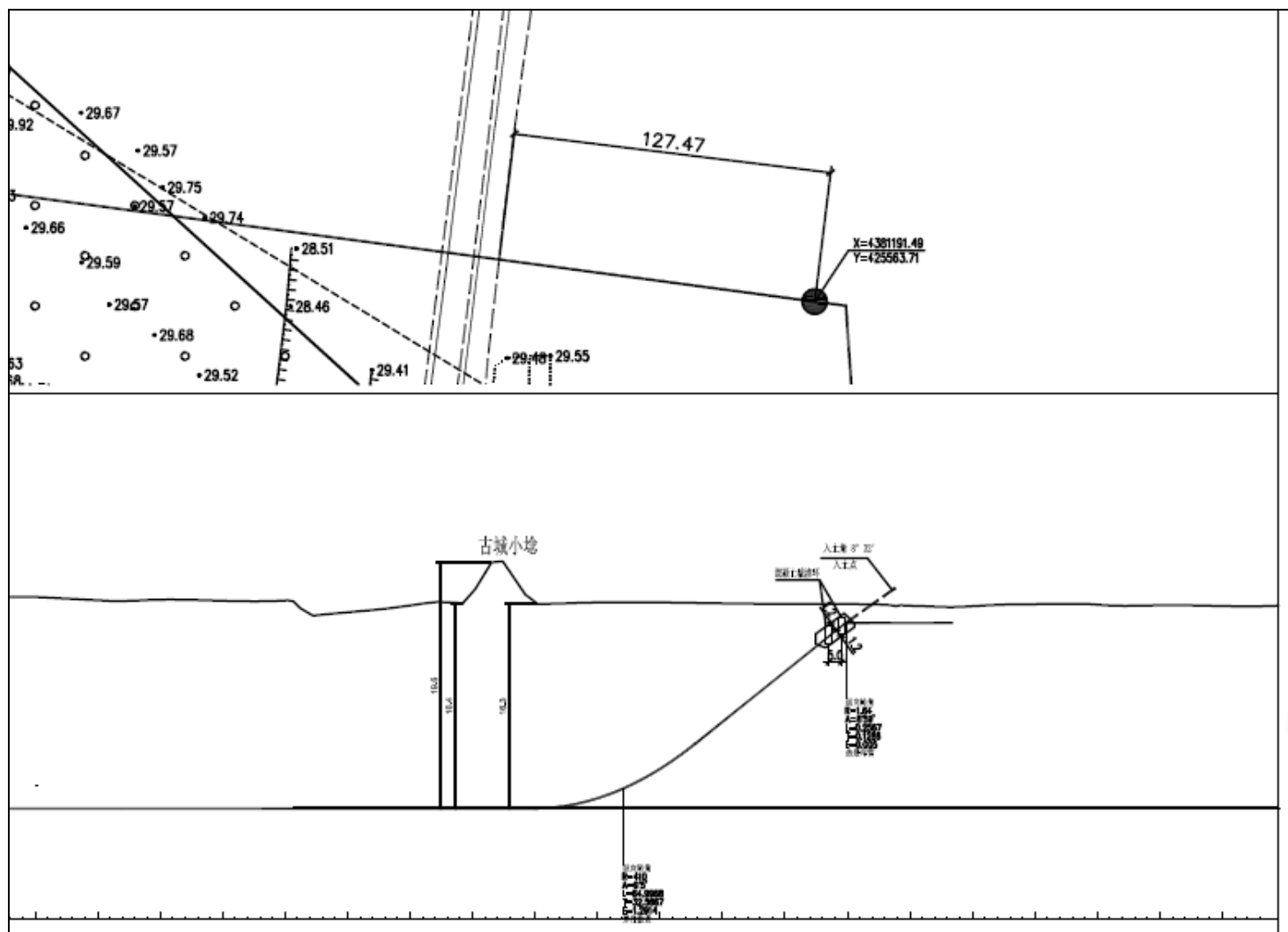


图5.1-1 管线穿越白沟河左堤上延段位置布设图

5.1.5 排涝影响分析计算

本次建设项目穿越小清河所在位置上游约 380m 左右，建有刘家院子排水涵闸，考虑本次建设管线采用定向钻方式穿越河道，对河道的过流断面不产生影响，因此也不会对刘家院子涵闸的排水产生影响。

5.1.6 其他有关分析计算

建设项目穿越小清河位置下游约 1.3km 为永码公路跨河桥梁，建设项目距离该桥梁较远。

小清河左堤的分洪口门、退水口门均位于上游北京市境内，本次工程位于河北省境内，距离小清河左堤的退水口门约 4.3km，距离上游的分洪口门超过 12.5km。小清河分洪区还设置有小营横堤分洪口门，建设项目位于小营横堤约 9.3km。

通过上述分析，本次管线穿河位置距离小清河分洪口门以及上下游桥梁较远，且本次管道采用定向钻方式穿越河道，管道的埋深也较深，不对河道行洪断面产生影响，不会壅高洪水位，所以也不会对周边的防洪工程和其他工程产生影响。

5.2 建设项目对防洪的影响评价

5.2.1 建设项目与有关规划符合性评价

依据小清河分洪区相关规划治理安排，小清河分洪区主要开展防洪工程和安全建设，本次管线穿越小清河河道，该治理规划中并未进行安排。本次为保证后续河道的治理空间，在管道敷设过程中将出入土点和穿越长度进行了加长，保证了后续可能开展的河道治理工程实施空间。

本次工程采取定向钻方式穿越河道，管线埋深较大；小清河穿越河段安排有河道滩地的清淤疏浚工程，本次管线埋深按照河底进行控制，滩地位置埋深也大于 8.0m，因此不会对河道的治理产生影响；同时管线位于地下，不会对地面的行洪产生影响，因此不会壅高洪水位，对后期河道的治理规划建设影响较小。

本次穿越的小清河跨越位置的河道管理边线主要依据现状河道两岸的岸坎划定，本次建设项目采用定向钻穿越，出入土点距离岸坎均超过了 100m，因此管线的出入土点位置不进入河道管理范围内。

5.2.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

本次输气管线设计防洪标准为 50 年一遇，本次评价按照小清河河道 20 年一遇以及 50 年一遇标准进行计算分析，满足《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

依据《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》冀水河湖（2021）34 号对穿河工程的有关规定，“（一）穿越角度。建设项目应垂直水流方向穿越河道，尽量缩小穿越长度，确需调整角度的交角不宜小于 60° ，采用水平定向钻方式时不宜小于 30° 。（二）穿越长度。有堤防河道，穿越长度应包括两岸防洪堤，并满足堤防安全的距离要求；无堤防河道，穿越长度应不小于河道管理范围。建设项目穿越游荡性河道应按深淤线摆动范围确定主槽宽度。（三）埋深。1.建设项目采用开挖方式穿越河道、蓄滞洪区时，管顶（建筑物顶）埋深应满足自身行业规范要求，同时在河道主槽、滩地的管顶（建筑物顶）埋深应不小于冲刷线以下 1.5 米。穿越堤防及堤防管理范围管顶（建筑物顶）埋深应在堤基线 6.0 米以下。如抗漂浮不满足要求，还应增加配重稳管措施。镇墩等稳管设施顶高程应不小于最低冲刷线以下 0.5 米；2.建设项目采用定向钻、盾构方式穿越河道主槽管顶埋深应在最低冲刷线 6.0 米以下；穿越 1、2 级堤防最小管顶埋深应不小于堤基线以下 15 米，3 级及以下堤防应不小于堤基线以下 10 米。（四）定向钻出、入土点。建设项目采用水平定向钻方式穿越河道岸坡、堤防时，定向钻出入土点距离 1 级堤防堤脚应不小于 120 米，距离 3 级堤防堤脚应不小于 100 米，距离 4、5 级堤防堤脚应不小于 80 米，距离主槽岸坡应不小于 50 米。”

本次管道穿越小清河采用定向钻方式，穿越角度为 90° ，满足大于 30° 的要求。

穿越河道的长度为 882m，管线的穿越长度均大于现状河宽，且为后期可能开展的河道扩宽工程留有余地。

管道穿越小清河主河槽位置，埋深为 12.6m。依据有关计算，建设项目自身 50 年一遇防洪要求下，穿越位置的河道冲刷深度为 2.55m。因此管线的埋深满足“河道主槽管顶埋深应在最低冲刷线 6.0 米以下”的要求。

穿越白沟河上延段堤防工程，该堤防属于 1 级堤防，按照相关规定需要满足堤基线以下 15.0m 的要求，本次埋深为 16.3m。本次穿越上延段堤防采取与小清河一起穿越的方式，入土点位于小清河河道的右岸，出土点位于白沟河上延段外堤脚约 127.5m，大于 120m 的要求。

5.2.3 建设项目对河道行洪的影响评价

本次穿越河道段管线全部位于地下，不破坏河道的行洪断面；主槽位置埋深为 12.6m，远大于河道的冲刷深度，不会因为管道冲出后造成阻水。综合以上分析本次建设项目对洪水位没有影响，对河道的行洪产生影响较小。

5.2.4 建设项目对河势稳定的影响评价

本次穿越河道段管线全部位于地下，采用定向钻方式穿越河道，出土点均距离河道岸坎线较远，不破坏周边的地形地貌，因此不会对洪水位以及洪水流向产生影响。且管道埋深较深，远大于冲刷深度，不会因为管道冲出后对河道流水产生影响。综合以上，本次建设项目对河道的河势稳定产生影响较小。

5.2.5 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

穿越小清河主河槽位置管顶距离两岸的岸坎较远，且埋深满足冲刷要求，对后期主槽的清淤治理不会产生影响。

依据小清河北京段有关治理规划，安排小清河左岸行洪区的进水口门位于刺猬河口下游小清河干流左堤上，左侧行洪区的退水口门位于白沟河左堤上延段上游官庄附近左堤上。目前北京市境内的小清河、哑叭

河、刺猬河治理均已完成，小清河左堤的分洪口门、退水口门均已完成。

小清河左堤的分洪口门、退水口门均位于上游北京市境内，本次工程位于河北省境内，距离小清河左堤的退水口门约 4.3km，距离上游的分洪口门超过 12.5km。小清河分洪区还设置有小营横堤分洪口门，建设项目位于小营横堤约 9.3km。

本项目采取一次定向钻穿越小清河河道和白沟河左堤上延段堤防，管线穿越白沟河左堤上延段时，管顶距离堤基线 16.3m，管线埋深较深。

通过上述分析，本工程不会对小清河区域防洪工程产生影响。本次穿越小清河河道段管线全部位于地下，对河道断面没有影响，不会对行洪蓄洪产生影响。小清河河道两岸无堤，因此不会对两岸的水利工程产生影响。穿越白沟河左堤上延段采用定向钻方式穿越河道，堤基线以下管道埋深 16.3m，超过了堤基线以下 15.0m 的埋深要求，对白沟河左堤上延段堤防不产生影响。

通过上述分析，本次工程建设对水利工程的运行没有影响。

本次管线全部埋设在地下，且管道的埋深较深，对区域和河道的水上救生没有影响。

5.2.6 建设项目施工期影响评价

根据前述介绍的本次管道施工工期安排，本次项目安排在了 2023 年汛前施工完毕，即在 2022 年 10 月—2023 年 4 月之间的非汛期完成，项目建设避开了非汛期，工期安排较为合理。且本次建设项目穿越河道位置采用定向钻方式，对河道断面土体没有扰动。

综合以上分析，本次工程工期安排较为合理，对河道行洪和蓄滞洪区的行洪没有影响。

5.2.7 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

建设项目穿越小清河位置下游约 1.3km 为永码公路跨河桥梁，建设项目距离该桥梁较远。

本次穿越小清河河道段管线全部位于地下，对洪水位没有影响，不会对其他设施产生影响。

5.3 小结

（1）根据《中华人民共和国水法》《中华人民共和国防洪法》《中华人民共和国河道管理条例》等法律法规的有关规定，对天然气管道穿越小清河进行防洪评价是必要的。

（2）建设项目防洪标准为 50 年一遇，小清河河道 20 年一遇标准进行评价分析，穿越白沟河左堤上延段采用 100 年一遇进行评价，符合《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

（3）本次管线全部埋设在地下，不破坏河道断面，不影响河道行洪功能。工程采取定向钻方式穿越河道，埋深较大，不会对河道的治理产生影响，同时管线位于地下，不会壅高洪水位，对小清河的规划建设影响较小。

（4）小清河河道暂无相关的规划建设安排，本次在管线敷设过程中充分参考上游北京市境内治理后的河道宽度，在穿河位置采取加大穿越长度的方式，从而左右岸均留有一定治理空间。小清河上游北京市境内河宽约 300m，本次穿越小清河穿越水平长度 882m，均大于可能的规划河宽，为后续的河道规划治理留足空间。

6 防洪综合评价

6.1 建设项目与有关规划符合性评价

依据小清河分洪区相关规划治理安排，小清河分洪区主要开展防洪工程和安全建设，本次管线穿越大石河（琉璃河）、小清河两条河道，该治理规划中并未进行安排。本次保证后续两条河道的治理空间，在管道敷设过程中将出入土点和穿越长度进行了加长，保证了后续可能开展的河道治理工程实施空间。

本次工程采取定向钻方式穿越河道，管线埋深较大；小清河穿越河段安排有河道滩地的清淤疏浚工程，本次管线埋深按照河底进行控制，滩地位置埋深也大于 8.0m，因此不会对河道的治理产生影响；同时管线位于地下，不会对地面的行洪产生影响，因此不会壅高洪水位，对后期河道的治理规划建设影响较小。

本次穿越的小清河和大石河（琉璃河）跨越位置的河道管理边线主要依据现状河道两岸的岸坎划定，本次建设项目采用定向钻穿越，出入土点距离岸坎均超过了 100m，因此管线的出入土点位置不进入河道管理范围内。

6.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

本次输气管线设计防洪标准为 50 年一遇，本次评价按照大石河（琉璃河）、小清河河道 20 年一遇以及 50 年一遇标准进行计算分析，满足《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

依据《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》冀水河湖（2021）34 号对穿河工程的有关规定，“（一）穿越角度。建设项目应垂直水流方向穿越河道，尽量缩小穿越长度，确需调整角度的交角不宜小于 60°，采用水平定向钻方式时不宜小于 30°。（二）穿越长度。有堤防河道，穿越长度应包括两岸防洪堤，并满足堤防安全的距离要求；无堤防河道，穿越长度应不小于河道管理范围。建设项目穿越游荡性河

道应按深淤线摆动范围确定主槽宽度。(三)埋深。1.建设项目采用开挖方式穿越河道、蓄滞洪区时,管顶(建筑物顶)埋深应满足自身行业规范要求,同时在河道主槽、滩地的管顶(建筑物顶)埋深应不小于冲刷线以下 1.5 米。穿越堤防及堤防管理范围管顶(建筑物顶)埋深应在堤基线 6.0 米以下。如抗漂浮不满足要求,还应增加配重稳管措施。镇墩等稳管设施顶高程应不小于最低冲刷线以下 0.5 米;2.建设项目采用定向钻、盾构方式穿越河道主槽管顶埋深应在最低冲刷线 6.0 米以下;穿越 1、2 级堤防最小管顶埋深应不小于堤基线以下 15 米,3 级及以下堤防应不小于堤基线以下 10 米。(四)定向钻出、入土点。建设项目采用水平定向钻方式穿越河道岸坡、堤防时,定向钻出入土点距离 1 级堤防堤脚应不小于 120 米,距离 3 级堤防堤脚应不小于 100 米,距离 4、5 级堤防堤脚应不小于 80 米,距离主槽岸坡应不小于 50 米。”

本次管道穿越大石河(琉璃河)、小清河采用定向钻方式,穿越角度分别为 71° 和 90° , 满足大于 30° 的要求。

穿越河道的长度分别为 550m 和 882m, 管线的穿越长度均大于现状河宽, 且为后期可能开展的河道扩宽工程留有余地。

管道穿越大石河(琉璃河)、小清河主河槽位置, 埋深分别为 9.0m 和 12.6m, 依据有关计算, 穿越位置的河道冲刷深度分别为 2.71m、2.55m。因此管线的埋深满足“河道主槽管顶埋深应在最低冲刷线 6.0 米以下”的要求。

穿越白沟河上延段堤防工程, 该堤防属于 1 级堤防, 按照相关规定需要满足堤基线以下 15.0m 的要求, 本次埋深为 16.3m。本次穿越上延段堤防采取与小清河一起穿越的方式, 入土点位于小清河河道的右岸, 出土点位于白沟河上延段外堤脚约 127.5m, 大于 120m 的要求。

6.3 建设项目对河道行洪的影响评价

本次穿越河道段管线全部位于地下, 不破坏河道的行洪断面; 主槽位置埋深分别为 9.0m 和 12.6m, 远大于河道的冲刷深度, 不会因为管道

冲出后造成阻水。综合以上分析本次建设项目对洪水位没有影响，对河道的行洪产生影响较小。

6.4 建设项目对河势稳定的影响评价

本次穿越河道段管线全部位于地下，采用定向钻方式穿越河道，出入土点均距离河道岸坎线较远，不破坏周边的地形地貌，因此不会对洪水位以及洪水流向产生影响。且管道埋深较深，远大于冲刷深度，不会因为管道冲出后对河道流水产生影响。综合以上，本次建设项目对河道的河势稳定产生影响较小。

6.5 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

穿越小清河和大石河（琉璃河）主河槽位置管顶距离两岸的岸坎较远，且埋深满足冲刷要求，对后期主槽的清淤治理不会产生影响。

依据小清河北京段有关治理规划，安排小清河左岸行洪区的进水口门位于刺猬河口下游小清河干流左堤上，左侧行洪区的退水口门位于白沟河左堤上延段上游官庄附近左堤上。目前北京市境内的小清河、哑叭河、刺猬河治理均已完成，小清河左堤的分洪口门、退水口门均已完成。

小清河左堤的分洪口门、退水口门均位于上游北京市境内，本次工程位于河北省境内，距离小清河左堤的退水口门约 4.3km，距离上游的分洪口门超过 12.5km。小清河分洪区还设置有小营横堤分洪口门，建设项目位于小营横堤约 9.3km。

本项目采取一次定向钻穿越小清河河道和白沟河左堤上延段堤防，管线穿越白沟河左堤上延段时，管顶距离堤基线 16.3m，管线埋深较深。

通过上述分析，本工程不会对大石河（琉璃河）和小清河区域防洪工程产生影响。本次穿越大石河（琉璃河）、小清河河道段管线全部位于地下，对河道断面没有影响，不会对行洪蓄洪产生影响。大石河（琉璃河）和小清河河道两岸无堤，因此不会对两岸的水利工程产生影响。穿越白沟河左堤上延段采用定向钻方式穿越河道，堤基线以下管道埋深 16.3m，超过了堤基线以下 15.0m 的埋深要求，对白沟河左堤上延段堤防

不产生影响。

通过上述分析，本次工程建设对水利工程的运行没有影响。

本次管线全部埋设在地下，且管道的埋深较深，对区域和河道的水上救生没有影响。

6.6 建设项目施工期影响评价

根据前述介绍的本次管道施工工期安排，本次项目安排在了 2023 年汛前施工完毕，即在 2022 年 10 月—2023 年 4 月之间的非汛期完成，项目建设避开了非汛期，工期安排较为合理。且本次建设项目穿越河道位置采用定向钻方式，对河道断面土体没有扰动。

综合以上分析，本次工程工期安排较为合理，对河道行洪和蓄滞洪区的行洪没有影响。

6.7 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

建设项目穿越大石河（琉璃河）位置上游 6.5km 为京港澳高速公路，下游约 460m 为京石高铁跨河桥梁，建设项目距离跨河桥梁较远，且建设项目全部埋设在地下，对桥梁安全没有影响。

建设项目穿越小清河位置下游约 1.3km 为永码公路跨河桥梁，建设项目距离该桥梁较远。

本次穿越大石河（琉璃河）、小清河河道段管线全部位于地下，对洪水位没有影响，不会对其他设施产生影响。

7 消除和减轻影响措施

7.1 建设项目消除和减轻影响的措施

本次建设项目采取定向钻方式穿越大石河（琉璃河）以及小清河，穿越位置大石河（琉璃河）、小清河均没有堤防，本次管线穿越出入土点距离河道两岸的岸坎较远，河道内埋深也满足要求，因此不会对河道的行洪产生影响。本次建设项目对小清河、大石河（琉璃河）河河道影响较小，可不采取相关补救措施。

但是考虑建设项目穿越河道，为了进一步减少可能的渗流等问题，建议对定向钻出入土点采取截渗环和黏土换填等措施。具体工程量计算见下表。

表7.1-1 大石河（琉璃河）主要工程量表

序号	项目	单位	数量	备 注
一	线路长度			
1	定向钻穿越段实长	m	535	
二	组装焊接			
1	D273.1mm×9.5mm L360N 无缝钢管	m	370	定向钻用管
2	D273.1mm×8.0mm L360N 无缝钢管	m	165	
三	热煨弯管			
1	D273.1×9.5 L360N 无缝钢管 9°	个	2	
2	D273.1×9.5 L360N 无缝钢管 45°	个	1	
3	D273.1×9.5 L360N 无缝钢管 51°	个	1	
四	土石方工程			
1	土方挖填	m ³	1350	
五	焊接检验			
1	100%X 射线	口	50	
2	100%超声波	口	50	
六	清管试压测径干燥			
1	定向钻穿越段单独试水压	次	1	
2	清管、测径、干燥	m	515	
七	附属设施			
1	标志桩	个	2	按每个 1m ² 征地考虑
2	警示牌	个	2	按每个 1m ² 征地考虑
3	警示带	m	165	
4	粘土或灰土换填	m ³	50	
5	止水环	处	2	
6	加密桩	个	1	按每个 1m ² 征地考虑
八	征地			
1	临时占地	m ²	6500	
2	永久征地	m ²	5	

表7.1-2 小清河主要工程量表

序号	项目	单位	数量	备 注
一	线路长度			
1	管道实长	m	525	
二	组装焊接			
1	D273.1mm×9.5mm L360N 无缝钢管	m	360	定向钻用管
2	D273.1mm×8.0mm L360N 无缝钢管	m	165	
三	热煨弯管			
	D273.1×9.5 L360N 无缝钢管 9°	个	2	
	D273.1×9.5 L360N 无缝钢管 30°	个	1	
四	土石方工程			
1	土方挖填	m ³	1482	
五	焊接检验			
1	100%X 射线	口	48	
2	100%超声波	口	48	
六	清管试压测径干燥			
1	定向钻穿越段单独试水压	次	1	
2	清管、测径、干燥	m	525	
七	附属设施			
1	标志桩	个	2	按每个 1m ² 征地考虑
2	警示牌	个	2	按每个 1m ² 征地考虑
3	警示带	m	165	
4	粘土或灰土换填	m ³	50	
5	止水环	处	2	
6	加密桩	个	1	按每个 1m ² 征地考虑
八	征地			
1	临时占地	m ²	6380	
2	永久征地	m ²	5	

8 结论与建议

8.1 防洪综合评价主要结论

(1) 保定天涿能源科技有限公司拟修建莲池-码头-义和庄天然气管道工程，拟建地址位于河北省涿州市北，管道总长度约 23km。该项目跨小清河分洪区，其中有约 13km 管线位于小清河分洪区内，采用地埋管道的方式穿越，中途穿越了北拒马河、小清河、大石河（琉璃河）等河道。根据《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》及《中华人民共和国河道管理条例》等有关法律、法规规定，需要对该项目进行防洪评价。

(2) 本次评价项目属于小型建设项目，建设项目防洪标准为 50 年一遇。本次按照小清河分洪区 50 年一遇标准，并分别对跨河区域增加了相应河道设计标准分析内容，即大石河（琉璃河）、小清河河道 20 年一遇标准进行评价分析，穿越小清河和白沟河左堤上延段同时考虑 100 年一遇标准，符合《防洪标准》（GB50201-2014）的要求。

(3) 本次管线全部埋设在地下，不破坏河道断面，管线全部埋设在地下，不影响其行洪功能。本次工程采取定向钻方式穿越河道，埋深较大，不会对河道的治理产生影响，同时管线位于地下，不会对地面的行洪产生影响，因此不会壅高洪水位，对小清河、大石河（琉璃河）的规划建设影响较小。

(4) 由于大石河（琉璃河）、小清河河道暂无相关的规划建设安排，本次在管线敷设过程中充分参考上游北京市境内治理后的河道宽度，在穿河位置采取加大穿越长度的方式，从而左右岸均留有一定治理空间。大石河（琉璃河）、小清河上游北京市境内河宽约 300m，本次穿越大石河（琉璃河）水平敷设长度 550m，小清河穿越水平长度 882m，均大于可能的规划河宽，为后续的河道规划治理留足空间。

8.2 建议

(1) 合理安排施工进度，并做好应急处理措施方案，应避免在汛期雨量较大的时段进行施工。项目建成后，管理部门在汛期应关注防汛，服从防汛部门的调度管理，一旦小清河分洪区启用，需要对沿线管网加强巡查，保证管道安全。

(2) 要合理选择施工期。汛期施工将影响小清河分洪区行洪，且对施工具有不安全因素，建议尽量选择非汛期施工。施工过程中，加强管理，避免给邻近的村庄造成危害。

(3) 对出入土点位置采取截渗环和黏土换填等措施，进一步减轻管道渗流的可能性。

(4) 工程完工后应及时清除施工机械及施工材料等，并对施工现场进行清理，妥善处理弃土、弃渣，不得占压河道行洪断面或淤塞河道，河道要基本恢复原状，避免削弱抗冲刷能力，保证河道行洪通畅。工程实施前应按有关规定办理相关手续。

附表 1 地基土层物理力学性质指标及原位测试指标统计表

地层 及 编 号	指标 值别	含水量 W (%)	重度 γ (kN/m³)	饱和度 S_r (%)	孔隙比 e	液 限 W_L (%)	塑性 指数 I_p	液性 指数 I_L	压缩试验		直剪试验		黏粒 含量 ρ_c (%)	标贯 击数 N (击) (实测)	标贯 击数 N' (击) (修正)
									压缩 系数 $a_{1\sim 2}$ (MPa ⁻¹)	压缩 模量 $E_{s1\sim 2}$ (MPa)	黏聚 力 c (kPa)	内摩 擦角 φ (°)			
粉土 ②	最大值	34.3	20.7	99	0.856	27.1	9.9	0.82	0.29	11.7	19	25.9	13.8	12	11.3
	最小值	12.1	17.7	51	0.547	23.8	7.7	0.31	0.14	5.7	10	20.3	10.3	6	5.5
	平均值	21.2	19.3	82	0.688	25.7	9.2	0.58	0.21	8.6	14	24.6	12.5	7	7.1
	标准差	4.12	0.78	11.45	0.09	0.94	0.64	0.16	0.05	1.77	2.43	2.04		1.57	1.38
	变异系数	0.19	0.04	0.14	0.13	0.04	0.07	0.28	0.22	0.21	0.18	0.08		0.21	0.19
	统计个数	59	52	52	28	26	26	23	28	28	10	10	4	80	80
	标准值	22.1			0.716						12	23.4		7.2	6.9
粉细砂 ② ₁	最大值													15	14.5
	最小值													11	10.2
	平均值													12	11.4
	标准差													0.86	0.73
	变异系数													0.07	0.06
	统计个数													50	50
	标准值													11.8	11.3
粉质黏土 ② ₂	最大值	38.3	21.1	100	1.008	39.6	16.5	0.92	0.47	8.4	34	18.3		9	8.6
	最小值	17.5	16.9	68	0.609	26.0	10.2	0.29	0.19	3.8	23	8.4		6	5.5
	平均值	26.1	19.1	89	0.786	30.9	12.2	0.67	0.35	5.4	27	16.0		7	6.8
	标准差	4.72	0.96	7.52	0.11	3.70	1.79	0.16	0.08	1.12	2.96	2.79		0.84	0.79
	变异系数	0.18	0.05	0.08	0.14	0.12	0.15	0.24	0.23	0.21	0.11	0.17		0.12	0.12
	统计个数	64	55	55	40	50	50	50	40	40	11	11		79	79
	标准值	27.1			0.817			0.71			26	14.4		7.0	6.7
粉质黏土 ③	最大值	41.3	21.6	100	0.937	38.8	16.3	0.91	0.46	8.5	34	19.1		11	9.9
	最小值	14.6	16.3	78	0.479	25.6	10.1	0.25	0.19	4.0	23	9.3		8	7.0
	平均值	25.4	19.4	92	0.722	31.1	12.2	0.60	0.31	5.8	29	15.2		10	8.6
	标准差	4.79	0.92	5.81	0.11	3.62	1.93	0.16	0.06	1.04	4.11	3.52		0.73	0.61
	变异系数	0.19	0.05	0.06	0.15	0.12	0.16	0.27	0.21	0.18	0.14	0.23		0.07	0.07
	统计个数	68	63	63	50	46	46	46	50	50	7	7		72	72
	标准值	26.4			0.748			0.64			26	12.6		9.7	8.5
粉土 ③ ₁	最大值	27.0	20.9	99	0.823	26.8	9.9	0.57	0.27	13.7	17	26.6	15.0	13	10.9
	最小值	15.4	18.0	63	0.567	23.1	7.5	0.34	0.12	6.5	12	20.7	10.7	10	8.3
	平均值	21.5	19.7	86	0.665	26.0	9.3	0.45	0.20	8.7	14	23.6	13.2	11	9.4
	标准差	3.19	0.81	8.40	0.08	0.86	0.57	0.08	0.05	2.57	1.49	1.81		1.01	0.81
	变异系数	0.15	0.04	0.10	0.11	0.03	0.06	0.18	0.25	0.30	0.11	0.08		0.09	0.09
	统计个数	23	18	18	12	17	17	11	12	12	8	8	7	24	24
	标准值	22.6			0.705						13	22.4		10.5	9.1

工程名称：莲池-码头-义和庄天然气管道项目

编制人：

审核人：

续附表 1 地基土层物理力学性质指标及原位测试指标统计表

地层及编号	指标 值别	含水量 W (%)	重度 γ (kN/m ³)	饱和度 S_r (%)	孔隙比 e	液限 W _L (%)	塑性 指数 I_p	液性 指数 I_L	压缩试验		直剪试验		黏粒 含量 ρ_c (%)	标贯 击数 N (击) (实测)	标贯 击数 N' (击) (修正)
									压缩 系数 $a_{1\sim 2}$ (MPa ⁻¹)	压缩 模量 $E_{s1\sim 2}$ (MPa)	黏聚 力 c (kPa)	内摩 擦角 φ (°)			
细砂 ③ ₂	最大值													15	13.3
	最小值													12	10.8
	平均值													14	12.5
	标准差													0.79	0.64
	变异系数													0.06	0.05
	统计个数													21	21
	标准值													13.8	12.2
粉质黏土 ④	最大值	40.4	20.8	100	1.022	37.2	15.6	0.79	0.43	8.9	32	21.0		13	11.0
	最小值	17.5	18.0	84	0.559	26.4	9.8	0.31	0.18	4.2	30	18.5		7	5.7
	平均值	25.7	19.7	96	0.718	30.6	12.0	0.55	0.30	6.0	30	19.8		12	9.6
	标准差	4.77	0.70	3.65	0.09	2.57	1.37	0.12	0.06	1.19				1.18	0.95
	变异系数	0.19	0.04	0.04	0.13	0.08	0.11	0.23	0.21	0.20				0.10	0.10
	统计个数	51	47	47	40	36	36	35	40	40	3	3		55	55
	标准值	26.9			0.742			0.58						11.4	9.3
细砂 ④ ₁	最大值													30	24.2
	最小值													18	14.7
	平均值													22	17.7
	标准差													2.86	2.38
	变异系数													0.13	0.13
	统计个数													25	25
	标准值													20.6	16.8
粉土 ④ ₂	最大值	26.3	20.8	100	0.738	26.9	9.8	0.94	0.24	11.5	17	22.7	14.1	14	11.3
	最小值	20.1	19.1	85	0.567	22.2	7.1	0.38	0.14	7.1	17	22.7	12.0	11	9.1
	平均值	22.9	20.1	94	0.632	26.0	9.4	0.64	0.19	9.0	17	22.7	13.5	13	10.6
	标准差	1.89	0.52	4.73	0.06	1.16	0.69	0.17	0.03	1.56				0.80	0.69
	变异系数	0.08	0.03	0.05	0.09	0.04	0.07	0.26	0.18	0.17				0.06	0.07
	统计个数	15	15	15	9	16	16	13	9	9	1	1	4	14	14
	标准值	23.7			0.669									12.4	10.2
细砂 ⑤	最大值													35	26.4
	最小值													17	13.2
	平均值													25	18.9
	标准差													3.33	2.45
	变异系数													0.13	0.13
	统计个数													85	85
	标准值													24.1	18.4

工程名称：莲池-码头-义和庄天然气管道项目

编制人：

审核人：

续附表 1 地基土层物理力学性质指标及原位测试指标统计表

地层 及 编 号	指标 值别	含水量 W (%)	重度 γ (kN/m ³)	饱和度 S_r (%)	孔隙比 e	液限 W _L (%)	塑性 指数 I_p	液性 指数 I_L	压缩试验		直剪试验		黏粒 含量 ρ_c (%)	标贯 击数 N (击) (实测)	标贯 击数 N' (击) (修正)
									压缩 系数 $a_{1\sim 2}$ (MPa ⁻¹)	压缩 模量 $E_{s1\sim 2}$ (MPa)	黏聚 力 c (kPa)	内摩 擦角 φ (°)			
粉土 ⑤ ₁	最大值	28.3	20.8	100	0.837	29.3	9.8	0.90	0.30	10.8	14	25.0	13.8	20	15.0
	最小值	18.7	18.8	83	0.556	19.6	5.8	0.40	0.15	6.0	14	25.0	11.0	14	10.8
	平均值	23.0	19.9	93	0.677	25.9	9.2	0.64	0.21	8.2	14	25.0	12.8	17	13.1
	标准差	2.77	0.60	4.92	0.09	1.79	0.95	0.18	0.05	1.55				1.60	1.22
	变异系数	0.12	0.03	0.05	0.13	0.07	0.10	0.27	0.23	0.19				0.09	0.09
	统计个数	28	25	25	22	24	24	18	22	22	1	1	9	22	22
	标准值	23.9			0.710									16.4	12.6
粉质黏土 ⑤ ₂	最大值	32.8	21.1	100	0.846	37.0	15.8	0.87	0.37	8.3	27	19.5		15	11.7
	最小值	18.7	18.8	90	0.555	26.8	10.3	0.22	0.19	4.9	27	18.6		13	10.0
	平均值	25.9	19.8	97	0.721	31.7	12.7	0.59	0.29	6.1	27	19.1		14	10.7
	标准差	4.44	0.70	2.80	0.10	3.00	1.58	0.17	0.05	0.97				0.62	0.46
	变异系数	0.17	0.04	0.03	0.14	0.09	0.12	0.29	0.19	0.16				0.04	0.04
	统计个数	24	23	23	16	18	18	18	16	16	2	2		19	19
	标准值	27.5			0.764			0.66						13.8	10.5
细砂 ⑥	最大值													38	27.9
	最小值													23	16.3
	平均值													29	20.9
	标准差													3.55	2.50
	变异系数													0.12	0.12
	统计个数													69	69
	标准值													28.2	20.4
粉质黏土 ⑥ ₁	最大值	35.3	20.8	100	1.048	39.6	16.4	0.79	0.41	10.5				18	13.2
	最小值	19.3	18.1	87	0.601	26.5	9.8	0.28	0.15	4.8				12	8.9
	平均值	27.1	19.6	96	0.763	32.3	13.2	0.55	0.30	6.2				16	11.5
	标准差	3.92	0.58	3.47	0.12	3.14	1.66	0.14	0.07	1.49				1.15	0.79
	变异系数	0.14	0.03	0.04	0.15	0.10	0.13	0.25	0.24	0.24				0.07	0.07
	统计个数	35	35	35	23	31	31	29	23	23				51	51
	标准值	28.2			0.806			0.60						15.8	11.3
粉土 ⑥ ₂	最大值	25.7	21.4	100	0.697	26.9	9.7	0.70	0.23	11.3			13.8	23	16.5
	最小值	16.5	19.8	85	0.470	25.6	8.9	0.10	0.14	7.1			13.8	18	12.8
	平均值	21.1	20.4	95	0.596	26.4	9.5	0.46	0.18	8.9			13.8	20	14.5
	标准差	2.90	0.53	4.52	0.08	0.45	0.29	0.22	0.04	1.47				1.77	1.37
	变异系数	0.14	0.03	0.05	0.13	0.02	0.03	0.48	0.19	0.16				0.09	0.09
	统计个数	9	8	8	7	7	7	6	7	7			1	7	7
	标准值	22.9			0.656									18.8	13.5

工程名称：莲池-码头-义和庄天然气管道项目

编制人：

审核人：

续附表 1 地基土层物理力学性质指标及原位测试指标统计表

地层 及 编 号	指标 值别	含水量 W (%)	重度 γ (kN/m³)	饱和度 S_r (%)	孔隙比 e	液限 W_L (%)	塑性 指数 I_p	液性 指数 I_L	压缩试验		直剪试验		黏粒 含量 ρ_c (%)	标贯 击数 N (击) (实测)	标贯 击数 N' (击) (修正)	动力 触探 击数 $N_{63.5}'$ (击) (实测)	动力 触探 击数 $N_{63.5}$ (击) (修正)
									压缩 系数 $a_{1\sim 2}$ (MPa ⁻¹)	压缩 模量 $E_{s1\sim 2}$ (MPa)	黏聚 力 c (kPa)	内摩 擦角 Φ (°)					
粉质黏土 ⑦	最大值	37.3	20.9	100	0.901	37.8	16.7	0.78	0.45	10.9				18	12.6		
	最小值	18.3	18.2	82	0.554	26.1	9.7	0.28	0.14	4.0				16	11.2		
	平均值	24.8	20.0	96	0.661	30.5	12.3	0.50	0.28	6.4				17	11.8		
	标准差	4.94	0.73	4.14	0.08	3.13	1.78	0.14	0.08	1.59				0.57	0.40		
	变异系数	0.20	0.04	0.04	0.13	0.10	0.15	0.29	0.28	0.25				0.03	0.03		
	统计个数	38	36	36	31	29	29	28	31	31				44	44		
	标准值	26.2			0.687			0.55						16.7	11.7		
细砂 ⑦ ₁	最大值													39	35.3		
	最小值													31	21.7		
	平均值													35	24.5		
	标准差													2.06	2.59		
	变异系数													0.06	0.11		
	统计个数													25	25		
	标准值													33.8	23.6		
卵石 ⑦ ₂	最大值															49	17.9
	最小值															37	14.3
	平均值															42	16.1
	标准差															4.13	1.16
	变异系数															0.10	0.07
	统计个数															6	6
	标准值															39.0	15.2
粉土 ⑦ ₃	最大值	27.9	21.3	99	0.704	28.3	9.9	0.65	0.23	12.7	31	23.5	14.1	21	14.7		
	最小值	12.8	18.6	67	0.491	20.1	5.9	0.26	0.13	6.8	31	23.5	14.0	18	12.6		
	平均值	20.6	20.3	93	0.584	25.2	8.7	0.50	0.17	9.5	31	23.5	14.1	19	13.6		
	标准差	3.47	0.82	7.58	0.07	2.22	1.36	0.14	0.04	1.92				0.83	0.60		
	变异系数	0.17	0.04	0.08	0.13	0.09	0.16	0.28	0.22	0.20				0.04	0.04		
	统计个数	22	21	21	12	16	14	13	12	12	1	1	2	15	15		
	标准值	21.9			0.623									19.1	13.4		