天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等

防洪评价报告

（报批稿）

河北省水利规划设计研究院有限公司

2023 年 3 月

天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目
穿子牙新河、北排河等
防洪评价报告

批　　准：冯战洪

审　　定：杨艳玲

审　　查：刘立华

项目负责人：张昊

校　　核：郭建平

编　　制：张　昊　　郭佳航

主要参加人：郭佳航　　权琦泽　　谢晓婷

孙聪影　　申静　　石焕玲

河北省水利规划设计研究院有限公司

（河北省水利水电第二勘测设计研究院）

2023 年 3 月

咨询证号：91130000674196636D-18ZYJ18

天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目
穿子牙新河、北排河等
防洪评价报告

批　　准：

审　　定：

审　　查：

项目负责人：

校　　核：

编　　制：

主要参加人：

前　言

天津液化天然气（LNG）外输管道复线工程包括干线、沧州支干线两部分，即天津 LNG 已建接收站-黄骅分输站干线和黄骅分输站-沧州末站（合建）支干线，线路全长约 140km，设计压力为 10MPa。

拟建天津液化天然气（LNG）外输管道复线工程河北段穿越黑龙港流域流域，沿线依次穿越子牙新河、北排河、沧浪渠（2 次）、捷地减河、老石碑河、廖家洼排水渠、南排河（2 次）、新石碑河、石南排干、老黄南排干（2 次）、新黄南排干（2 次）、三排支、范家洼、岭子河、六十六排干、龙池口沟等 15 条河流共穿越 19 次。输气管道建设将会对河道行洪排沥产生一定的影响，同时，洪水行洪又对输气管道的安全构成威胁，因此需对输气管道工程设计中确定的穿越方式、管道埋深进行防洪影响评价，分析相互影响程度，提出防治与补救措施等，为输气管道建设提供依据。由于子牙新河、北排河、沧浪渠（2 次）、捷地减河均为跨省河流，子牙新河、北排河、沧浪渠穿越位置均在主槽挡潮闸以下，其中以大开挖+定向钻方式穿越子牙新河，位于主槽挡潮闸下游 110m，处于水闸管理范围内，管辖权限为河北省南运河河务中心，其余管道位于天津境内；以定向钻方式穿越北排河，管道一部分位于天津境内，一部分位于河北境内；以定向钻穿越沧浪渠，距离省界约 0.8km；以定向钻方式穿越捷地减河，距离省界约 7.3km。根据相关规定，管辖权限在水利部海河水利委员会，因此该 4 条河道的穿越报送水利部海河水利委员会审查。

2020 年 5 月受国家管网集团北京管道有限公司委托，我单位承担了其防洪评价工作。接到任务后，我单位迅速组织人员开展工作，在现场查勘和实测河道断面的基础上，多方搜集相关资料，做了大量工作，遵循《中华人民共和国防洪法》等法律法规的规定，按照《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定》（试行）、《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）的要求，依据设计洪水计算等

有关规程规范，分析计算了交叉河道的设计洪（沥）水，采用常规的水力学法对交叉河流洪水位、流速、流势等进行了分析，分析了工程与河道的相互影响，评价了建设项目对河道、其他水利工程、第三人合法水事权益和附近村庄的影响以及河道行洪对输气管道工程安全的影响。在以上工作基础上编制完成了《天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告》（送审稿）。

2023 年 2 月 16 日-17 日，水利部海河水利委员会主持召开《天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告》审查会，经质询和讨论，形成审查意见；会后，我公司根据专家意见对报告进行了修改完善，编制完成《天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告》（报批稿）。

本报告采用高程系统为 1985 国家高程基准，坐标系统采用 2000 国家大地坐标系统。

目　　录

1 概述.....1

1.1 项目背景.....1

1.2 评价依据.....4

1.3 防洪影响分析范围.....7

2 基本情况.....23

2.1 建设项目基本情况.....23

2.2 河道基本情况.....43

2.3 水利工程及其他设施基本情况.....52

2.4 水利规划及实施安排.....55

3 河道演变.....59

3.1 子牙新河河道演变.....59

3.2 北排河河道演变.....60

3.3 沧浪渠河道演变.....61

3.4 捷地减河河道演变.....62

4 子牙新河防洪评价.....64

4.1 防洪评价分析与计算.....64

4.2 防洪综合评价.....67

5 北排河防洪评价.....78

5.1 防洪评价分析与计算.....78

5.2 防洪综合评价.....82

6 沧浪渠、捷地减河防洪评价.....90

6.1 防洪评价分析与计算.....90

6.2 防洪综合评价.....95

7 消除和减轻影响措施.....108

7.1 建设项目消除和减轻影响的措施 108
7.2 建设项目消除和减轻影响的措施效果分析 109
7.3 工程量及投资估算 110
8 结论与建议 111
8.1 防洪综合评价主要结论 111
8.2 消除和减轻影响措施的结论 112
8.3 建议 113
9 附表..... 115

表 1 子牙新河防洪评价主要成果简表

项目名称	天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目		
所在水系	子牙河		
位置描述	在岐口村西北采用定向钻方式自南向北穿越北排河及子牙新河右堤，再在天津市滨海新区南港工业园以定向钻的方式穿越子牙新河、主槽、及青静黄排水渠左堤		
建设项目基本情况	**建设项目立项情况**	2022 年 5 月 9 日国家发展和改革委员会以发改能源[2022]713 号对项目进行了核准批复	
	建设项目防洪标准	300 年一遇	
	总体布置	在岐口村西北采用定向钻方式自南向北穿越北排河及子牙新河右堤（穿越长度 1750m），后以大开挖方式穿越子牙新河右滩地（穿越长度约 2.7km），再在天津市滨海新区南港工业园以定向钻的方式穿越子牙新河、主槽、及青静黄排水渠左堤（穿越长度 1735m）	
河道主要指标	**河道防洪标准**	现状：50 年/63.8	规划：50 年/63.8
	设计水位及相应流量	水位：3.05/4.06	水位：3.02/4.04
		流量：5500/8800	流量：5500/8800
分析计算主要成果	**工况序列**	工况 1	工况 2
	阻水比	-	-
	壅水高度及范围	-	-
	冲淤情况	1.5 右滩地/3.25 主槽/1.0 左滩地	
	其他		
消除和减轻影响措施	采用定向钻穿越时需对其采取粘性土换填加混凝土截渗环的处理方式，大开挖工程施工后，必须通过采取回填夯实措施，保证河道床面规整		

表 2 北排河防洪评价主要成果简表

项目名称	天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目		
所在水系	黑龙港运东		
位置描述	在天津市滨海新区古林街马棚口一村东采用定向钻方式穿越		
建设项目基本情况	**建设项目立项情况**	2022 年 5 月 9 日国家发展和改革委员会以发改能源[2022]713 号对项目进行了核准批复	
	建设项目防洪标准	100 年一遇	
	总体布置	天津市滨海新区古林街马棚口一村东采用定向钻方式穿越北排河，定向钻穿越段水平投影长度约 1750m	
河道主要指标	**河道防洪标准**	现状：20 年	规划：20 年
	设计水位及相应流量	水位：1.11	水位：1.02
		流量：500	流量：500
分析计算主要成果	**工况序列**	工况 1	工况 2
	阻水比	-	-
	壅水高度及范围	-	-
	冲淤情况	0.7 右滩地/3.03 主槽	
	其他	-	
消除和减轻影响措施	采用定向钻穿越时需对其采取粘性土换填加混凝土截渗环的处理方式		

表 3 沧浪渠防洪评价主要成果简表

项目名称	天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目		
所在水系	黑龙港运东		
位置描述	河北省黄骅市岐口村西采用定向钻的方式两次穿越沧浪渠		
建设项目基本情况	**建设项目立项情况**	2022 年 5 月 9 日国家发展和改革委员会以发改能源[2022]713 号对项目进行了核准批复	
	建设项目防洪标准	100 年一遇	
	总体布置	采用定向钻方式穿越，管道穿越水平投影长度 751m	
河道主要指标	**河道防洪标准**	现状：5 年	规划：5 年
	设计水位及相应流量	水位：2.98/3.1	水位：1.2/1.3
		流量：167	流量：167
分析计算主要成果	**工况序列**	工况 1	工况 2
	阻水比	-	-
	壅水高度及范围	-	-
	冲淤情况	2.02	2.04
	其他	-	
消除和减轻影响措施	采用定向钻穿越时需对其采取粘性土换填加混凝土截渗环的处理方式		

表 4 捷地减河防洪评价主要成果简表

项目名称	天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目		
所在水系	漳卫河		
位置描述	河北省黄骅市高尘头村西采用定向钻的方式		
建设项目基本情况	**建设项目立项情况**	2022 年 5 月 9 日国家发展和改革委员会以发改能源[2022]713 号对项目进行了核准批复	
	建设项目防洪标准	100 年一遇	
	总体布置	穿越河道主槽和左右堤防采用定向钻穿越，穿越段水平投影长度 980m	
河道主要指标	**河道防洪标准**	现状：50 年	规划：50 年
	设计水位及相应流量	水位：3.16	水位：2.34
		流量：150	流量：150
分析计算主要成果	**工况序列**	工况 1	工况 2
	阻水比	-	-
	壅水高度及范围	-	-
	冲淤情况	0.78 右滩/0.96 主槽/0.15 左滩	
	其他	-	
消除和减轻影响措施	采用定向钻穿越时需对其采取粘性土换填加混凝土截渗环的处理方式		

1 概述

1.1 项目背景

京津冀豫鲁为“京津冀一体化”战略规划和“环首都经济圈”的重要组成，也是“2+26 大气污染传输通道”和“北方地区冬季清洁取暖规划”等环保政策重点防治地区，在“双碳”目标下，预计津冀豫鲁天然气消费呈现快速增长态势。津冀豫鲁四省 2021 年天然气消费量为 705.7 亿方，预计 2025 年天然气消费量达到 941.2 亿方，清洁采暖“煤改气”带动冬季高峰期用气量可能突破 6 亿方/天，年度供气总量和调峰气量均出现较大缺口。考虑到国产天然气增量有限，该地区增加有效天然气供应能力将主要依靠进口 LNG 和进口管道气（中俄管道）解决。

国家能源局 2019 年 2 月 15 日下发的“关于中石化天津接收站扩建工程及外输管道复线建设专题协调会的会议纪要”，要求按时如期投产，确保天津 LNG 新增供气下游市场通道畅通。

《国家管网集团公司“十四五”发展规划》拟建设天津 LNG 外输管道复线等 8 条 LNG 接收站外输管道以及西气东输三线闽粤支干线（漳州-潮州段）与现有管道形成环渤海—长三角—珠三角—北部湾沿海大通道，实现沿海资源南北灵活调动，提高东部沿海地区天然气协同保障能力。

天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目包括干线、沧州支线两部分，即天津 LNG 已建接收站-黄骅分输站干线和黄骅分输站-沧州末站（合建）支线，线路全长约 140km，设计压力为 10MPa。

1.1.1 项目建设缘由

（1）拓展海上通道，构建沿海大通道，提升资源调度灵活性

我国国家天然气基干管网基本实现了“西气东输、北气南下、海气登陆、就近外供”的供气格局。四大进口天然气通道（东北、西北、西南和海上）贯通，“横跨东西、纵贯南北、覆盖全国、连通海外、资源多元、调度灵活、安全可靠”的天然气管网输送体系基本成型。随着天津、山东、江苏等沿海 LNG 接收站的建设，为满足沿海 LNG 资源的外输需要，提高东部沿海地区天然气协同保障能力，国家管网集团拟构建成沿海大通道，以提升沿海 LNG 资源调度灵活性，并将天津 LNG 外输管道复线工程纳入沿海大通道之中。

（2）拓展华北地区天然气供应，满足津冀地区天然气需求

天津市已建、在建的 LNG 接收站为中石化天津 LNG 接收站、国家管网天津 LNG 接收站、北京燃气 LNG 接收站，已建和在建的 LNG 外输通道为天津 LNG 外输管道、北京燃气应急储备项目外输通道（在建）和蒙西管道一期（在建），其中可向河北中南部、山东北部和河南储气库群输送资源的通道仅有天津 LNG 外输管道。

通过对现有管网的核算，原天津 LNG 接收站高压外输量为 3900 万方/天，唐官屯向南分输仅为 2900 万方/天。现有管网能力无法满足外输需求，本工程的建设可进一步提升对鄂安沧管道的供气量，满足河北中南部、河南北部天然气市场的需求。

（3）完善区域天然气管网，提高华北地区天然气安全保供能力

本工程可与鄂安沧输气管道一期工程、天津 LNG 管道、榆济管道、山东省管网等形成环网体系，并间接与陕京线管道、中俄东线管道、蒙西管道、港清三线、中原文 23 储气库联通，可有利于促进华北地区天然气管网的完善，提高安全供气能力。

（4）提高国家管网集团管输气量，增加经营收入效益

本工程建成后，通过统一调配天津市 LNG 资源和外输管道，可进一步增加 LNG 资源外输气量，提高国家管网集团在该区域的管输气量，有利于国家管网集团扩大经营区域，提高经营效益。

1.1.2 项目前期工作概况

2022 年 5 月 20 日，国家发展改革委办公厅印发《国家发展改革委关于天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目核准的批复》（发改能源[2022]713 号），对国家石油天然气管网集团有限公司申报的天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目进行批复，同意建设天津 LNG 外输管道复线项目（项目代码：2019-000052-57-02-000975）。国家石油天然气管网集团有限公司承担油气干线管道建设主体责任，本项目单位为国家管网集团天津天然气管道有限责任公司（资产划转及工商注册变更前公司名称为中石化天津天然气管道有限责任公司）。

1.1.3 防洪评价报告编制工作情况

2020 年 5 月受国家管网集团北京管道有限公司委托，我单位承担了其防洪评价工作。接到任务后，我单位迅速组织人员开展工作，在现场查勘和实测河道断面的基础上，多方搜集相关资料，做了大量工作，遵循《中华人民共和国防洪法》等法律法规的规定，按照按照

《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定》（试行）、《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，分析计算了交叉河道的设计洪（沥）水，采用常规的水力学法对交叉河流洪水位、流速、流势等进行了分析，分析了工程与河道的相互影响，评价了建设项目对河道、其他水利工程、第三人合法水事权益和附近村庄的影响以及河道行洪对输气管道工程安全的影响。在以上工作基础上编制完成了《天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告》（送审稿）。2023 年 2 月 16 日-17 日，水利部海河水利委员会主持召开《天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告》审查会，经质询和讨论，形成审查意见；会后，我公司根据专家意见对报告进行了修改完善，编制完成《天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告》（报批稿）。

1.2 评价依据

本次评价依据国家有关法律、法规，技术规范、规程、标准和有关规划文件、设计报告等。

1.2.1 法律、法规

（1）《中华人民共和国水法》（2016 年修订）；

（2）《中华人民共和国防洪法》（2016 年修订）；

（3）《中华人民共和国河道管理条例》（2018 年修订）等。

1.2.2 技术规范、规程和技术标准

（1）《防洪标准》（GB50201-2014）；

（2）《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL44-2006）；

（3）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）；

（4）《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013）；

（5）《铁路工程水文勘测设计规范》（TB10017-2021）；

（6）《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30-2015）；

（7）《水利水电工程水文计算规范》（SL/T278-2020）；

（8）《水库工程管理设计规范》（SL106-2017）；

（9）《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）；

（10）《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制技术大纲》（试行）（河北省水利厅 2005 年 116 号）；

（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）《河北省水利厅 河北省交通运输厅关于印发《河北省河道管理范围内公路工程建设方案技术审查指南》的通知》（冀水河湖[2021]24 号）；

（13）《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）。

1.2.3 规划文件和设计报告

（1）《黑龙港运东地区防洪除涝规划》，河北省水利水电勘测设计研究院，2008 年 2 月；

（2）《河北省平原地区中小面积除涝水文修订报告》，河北省水利水电勘测设计研究院，2002 年；

（3）《子牙河系防洪规划》，河北省水利水电第二勘测设计研究院，2008 年 2 月；

（4）《子牙新河整治工程可行性研究报告》，河北省水利水电勘测设计研究院，2011 年 8 月；

（5）《黄骅市捷地减河治理工程初步设计报告》，沧州水利勘测设计院，2018 年 11 月；

（6）《渤海新区新石碑河、廖家洼排水渠、沧浪渠综合治理工程一期工程初步设计报告》，河北省水利水电第二勘测设计研究院，2018 年）；

（7）《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》，河北省水利水电第二勘测设计研究院，2018 年；

（8）《天津 LNG 外输管道复线工程（接收站-黄骅-沧州）可行性研究总报告》，中石化中原石油工程设计有限公司，2022 年 4 月；

（9）其他有关的文件报告等资料。

1.3 防洪影响分析范围

1.3.1 评价范围

拟建天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿越黑龙港运东流域、子牙河流域、漳卫河流域，沿线依次穿越沙井子行洪道、青静黄排水渠、子牙新河、北排河、沧浪渠、捷地减河、老石碑河、廖家洼排水渠、南排河、新石碑河、石南排干、黄浪渠、老黄南排干、新黄南排干、三排支、范家洼、岭子河、六十六排干、龙池口等 15 条河流共穿越 19 次。由于子牙新河、北排河、沧浪渠（2 次）、捷地减河均为跨省河流，子牙新河、北排河、沧浪渠穿越位置均在主槽挡潮闸以下，其中以大开挖+定向钻方式穿越子牙新河，位于主槽挡潮闸下游 110m，处于水闸管理范围内，管辖权限为河北省南运河河务中心，其余管道位于天津境内；以定向钻方式穿越北排河，管道一部分位于天津境内，一部分位于河北境内；以定向钻穿越沧浪渠，距离省界约 0.8km；以定向钻方式穿越捷地减河，距离省界约 7.3km。

本次评价范围涉及子牙新河管理范围及其上下游 4km、北排河管理范围及其上下游 2km、沧浪渠管理范围及其上下游 1km、捷地减河管理范围及其上下游 2km；由于定向钻穿越子牙新河、北排河管道光缆与蒙西输气管道共用套管，且套管由蒙西管道建设方负责建设，蒙西管道已施工的光缆套管已为本项目预留了光缆位置，因此不包含在本次防洪评价范围内。

1.3.2 评价标准

1.3.2.1 工程防洪标准

根据《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》，定向钻穿越工程等级应按表 3.0.4 划分。工程等级划分见表 1.3.2-1。

表 1.3.2-1　　定向钻穿越工程等级划分

工程等级	穿越管道参数	
	穿越长度（m）	穿越管道管径（mm）
大型	>=1500	不计管径
	不计长度	>=1219
	>=1000～<1500	>=711
中型	<1000	>=711～<1219
	>=800～<1500	<711
小型	<800	<711

水域定向钻穿越工程等级的确定还应符合中华人民共和国国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）中的 **3.3.3** 规定，水域穿越工程应按照规范中的表 **3.3.3** 划分工程等级，具体工程等级与洪水标准见下表 1.3.2-2。

表 1.3.2-2　　水域穿越工程等级与设计洪水频率表

工程等级	穿越水域的水文特征		设计洪水频率
	多年平均水位的水面宽度（m）	相应水深（m）	
大型	≥200	不计水深	1%（100 年一遇）
	≥100～＜200	≥5	
中型	≥100～＜200	＜5	2%（50 年一遇）
	≥40～＜100	不计水深	
小型	＜40	不计水深	2%（50 年一遇）

大型穿越工程设计洪水标准为 100 年一遇，中、小型穿越工程设计洪水标准为 50 年一遇。桥梁上游 300m 范围内的穿越工程，设计洪水标准不应低于该桥梁设计洪水标准。

由于各穿越河流均为北方季节性河流，因此，工程穿越河道的工程等级按照两岸堤防宽度及河槽宽度选取。

1.3.2.2 河道防洪标准

为分析输气管道工程对河道的影响，需对本建设项目影响的河道在既定防洪标准洪水情势下进行评价，有河道治理规划的按规划标准，无治理规划的排沥河流两侧基本为农田和村庄，评价标准按 5 年或 10 年一遇。其中沧浪渠道现状河道宽度按照划定管理范围宽度确定，沧浪渠 1 现状河道宽度约 50m（河道管理范围 114m）。沧浪渠 2 现状河道宽度约 40m（河道管理范围 100m）。

输气管道穿越河流评价标准见表 1.3.2-3。

表 1.3.2-3　输气管道穿越河流评价标准成果表

序号	河名	河宽（m）	工程规模	工程防洪标准（年）	河道防洪标准（年）
1	子牙新河	4300	大型	300	50 年设计、63.8 校核
2	北排河	224	大型	100	20
3	沧浪渠	114/100	中型	100	5
4	捷地减河	397	大型	100	150 m^3/s

1.3.3 评价内容、技术路线及评价方法

1.3.3.1 评价内容

本次防洪评价根据《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定》（试行）（海建管［2013］33 号）、《河道管理范围内建设项目防洪评价报告编制导则》（SL/T808-2021）中的内容、要求进行编制，主要内容包括：河道查勘，调查河流的基本情况，进行设计洪沥水、洪水位、流速、冲淤分析，在此基础上分析建设项目对河道行洪、堤防、护岸、其他水利工程以及第三水事和法人的影响，分析洪

水对建设项目的影响，进行总括性防洪影响评价；最后提出对工程设计方案的评价和调整意见以及减免洪水造成不利影响的对策与措施。

1.3.3.2 技术路线

本次防洪评价采用的技术路线有以下特点：首先，重视第一手资料、基础数据的掌握，充分利用已有实测资料，包括降水、径流、洪水位、地形、河道形态、河床质等，使评价工作建立在客观实际的基础上；其次，按照河流的不同特点和对防洪的影响程度，分别选择不同的评价、计算方法，具体情况具体分析，以满足评价目标和评价精度为准绳；第三，本次评价工作主要分析建设项目与行洪、防洪的相互影响，同时必须全面考虑由于防洪引发的本项目与其它相关交通、灌溉、供水、工民建及通讯等工程的相互影响；第四，选择评价模式和计算方法应物理意义明确，符合事物发展规律，且为业内运用较为广泛和成熟的技术，同时要符合规范要求，还要尽可能对采用的方法与参数进行实际验证；第五，本次防洪评价主要是通过对比分析建设项目修建前后工程附近的洪水情势，确定拟建输气管道工程与河道洪水的相互影响及程度，同时要兼顾不同量级洪水的影响以及交叉河道现状与规划防洪工程实施后的不同影响。

本次评价工作的基本技术流程为：首先选择本次评价涉及的洪水标准并确定相应的设计洪水，根据需要提出洪峰、洪量等要素，要考虑地形、河道和水库工程对洪水的演进和调节作用；其次要掌握行洪河道的断面或地形资料，分析确定行洪时的糙率等参数；并进行水面线推算，再依据不同方案条件下洪水位、洪水淹没范围、过程及状况，

确定洪水流势、流态，得到壅水、淹没、冲刷、河道变形等成果；最后提出对工程设计方案的调整意见及减轻洪水造成不利影响的对策与措施。

1.3.3.3 设计洪水计算方法

拟建输气管道沿线跨越子牙新河、北排河、沧浪渠、捷地减河等4条河流。根据各河道交叉断面以上流域的具体情况，已有批复洪水成果的采用最新批复成果，主要分别采用实测资料法和平原除涝法等进行分析计算。

（1）实测资料法计算设计洪水

依据中华人民共和国行业标准《水利水电工程设计洪水计算规范》（SL 44-2006）中的规定，当工程所在地区具有30年以上实测和插补延长洪水流量资料，并具有历史洪水资料时，应采用频率分析法计算设计洪水。

频率计算中的洪峰流量和不同时段的洪量系列，应由每年最大值组成。当洪水特性在一年内随季节或成因明显不同时，应分别进行选样统计。

在n项连序洪水系列中，按大小顺序排位的第 m 项洪水的经验频率 P_m，可采用下列数学期望公式计算：

$$P_m = \frac{m}{n+1} \qquad m=1,2,\ldots, n$$

在调查考证期 N 年中有特大洪水 a 个，其中有 l 个发生在 n 项连序系列内，这类不连序洪水系列中各项洪水的经验频率可采用下列数学期望公式计算：

①a 个特大洪水的经验频率为：

$$P_M = \frac{M}{N+1} \qquad M = 1,2,\ldots, a$$

②n-l 个连序洪水的经验频率为

$$p_m = \frac{a}{N+1} + \left(1 - \frac{a}{N+1}\right)\frac{m-l}{n-l+1} \qquad m = l+1,\ldots, n$$

或

$$p_m = \frac{m}{n+1} \qquad m = 1,2,\ldots, n$$

频率曲线的线型一般采用皮尔逊III型。

频率曲线的统计参数采用均值 X、变差系数 C_v 和偏态系数 C_s 表示。统计参数的估计可采用矩法或其它参数估计法初步估算统计参数，而后采用适线法调整初步估算的统计参数。当采用经验适线法时，应尽可能拟合全部点据，拟合不好时可侧重考虑较可靠的大洪水点据。

（2）平原除涝法

由于实测资料短缺，河北省平原地区设计洪水（沥水）计算，大多采用由暴雨按经验公式途径推求，因经验公式的形式、参数及技术

环节的处理不同，计算结果有一定差距。本次平原地区设计洪、沥水计算采用 2002 年编制的《河北省平原地区中小面积除涝水文修订报告》（以下简称《平原除涝手册》）方法进行分析。

《平原除涝手册》是在流域防洪工作中，对平原区洪沥水计算分析研究的一种方法，它是在原来一些平原除涝手册基础上加入“96·8”暴雨洪水后分析的一种计算方法，该方法主要是对点面折减系数、次暴雨径流关系进行了分析修正，其最大排水流量计算公式为：

$$Q = 0.022\,R^{0.92}F^{0.80} \qquad (F\leq 2000km^2)$$

式中 Q —设计洪峰流量（m^3/s）；

R —次地表水径流深(mm)；

F —流域面积(km^2)。

另外，计算中考虑到河北省平原地区一次暴雨历时多为一日到 3 日的特点，设计暴雨时段采用最大 3 日雨量控制，设计雨型为 3 日雨量分两次计算，一次为年最大 24 小时雨量，位于第三日，占年最大 3 日雨量的 80%，一次为年最大 3 日雨量的 20%。

设计点雨量采用《平原除涝手册》中的均值、Cv 值等值线图查算，设计面雨量由设计点雨量乘以点面折减系数，河北省平原地区暴雨点面折减系数见表 1.3.3-1。

表 1.3.3-1　　河北省平原地区点面折减系数表

流域面积（km^2）	≤300	400	500	1000	1500	2000
点面折减系数	1.0	0.988	0.980	0.950	0.930	0.910

1.3.3.4 设计洪水位推算方法

由于输气管道埋于地下，对河道行洪断面没有影响，工程后洪水位与现状水位一致，工程后不再进行壅水计算。因此，只分析推算工

程河段现状条件下的洪水位、流势流态等水力要素，对于工程穿越位置交叉河流，其工程河段的洪水流势流态主要呈现一维流动特性，其工程河段现状条件下洪水位推算主要采用恒定非均匀流水面线法。

（1）天然河道水面线法

天然河道水面线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：

$$Z_2 = Z_1 + h_f + h_j + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g}$$

$$h_f = \frac{Q^2 \Delta L}{K} \qquad h_j = \xi(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g})$$

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)；

△L——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方面。

（2）明渠均匀流法

$$Q=\frac{AR^{2/3}}{n}\sqrt{i}$$

式中　Q—流量(m^3/s)；

A—过水面积(m^2)；

R—水力半径(m)；

i—河道坡度；

n—糙率。

1.3.3.5 **冲刷计算**

拟建管道埋置深度是否满足防洪标准内的抗冲要求，需计算工程位置附近的冲刷深度，本次河道一般冲刷深度的计算采用《铁路工程水文勘测设计规范》的方法。《铁路工程水文勘测设计规范》中推荐的 64-1 计算公式包括粘性土、非粘性土的主槽和滩地的冲刷。

①非粘性土河道的冲刷计算

（a）河槽冲刷：

$$h_{pm}=\left[\frac{A\frac{Q_c}{B_c}\left(\frac{h_m}{\overline{h}}\right)^{5/3}}{E\overline{d}^{1/6}}\right]^{3/5}$$

式中 h_{pm}——冲刷后最大水深（m）；

Q_c——设计流量（m^3/s）；

B_c——建筑物净过水长度（m）；

h_m——冲刷前最大水深（m）；

$\overline{h}$——断面平均水深（m）；

$\overline{d}$——河床质平均粒径（mm）；

E——与汛期含沙量有关的系数；

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

B——河槽宽度，即通过造床流量时的水面宽度（m）；

$\overline{H}$——造床流量对应的平均水深（m）。

（b）滩地冲刷

$$h_{pm}=\left[\frac{A_t\frac{Q_t}{B_t}(\frac{h_m}{\overline{h_t}})^{\frac{5}{3}}}{v_{H1}}\right]^{5/6}$$

式中：Q_t——桥下河滩部分通过设计流量（m^3/s）；

B_t——桥下河滩部分过水长度（m）；

A_t——河滩流量非均匀分配系数 A=1.0～1.15；

其余符号意义同前。

②粘性土冲刷计算

（a）河槽冲刷：

$$h_{pm}=\left[\frac{A\frac{Q_p}{B_c}\left(\frac{h_m}{\overline{h}}\right)^{5/3}}{0.33(\frac{1}{\mu})}\right]^{5/8}$$

式中：h_{pm}—冲刷后最大水深（m）；

Q_p—设计流量（m^3/s）；

L—建筑物净过水长度（m）；

h_m—冲刷前最大水深（m）；

$\overline{h}$—断面平均水深（m）；

B_c—桥下河槽部分的桥孔过水净宽（m）；

μ——粘性土液性指数；

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

B——河槽宽度，即通过造床流量时的水面宽度（m）；

$\overline{H}$—造床流量对应的平均水深（m）。

（b）滩地冲刷：

$$h_{pm}=\left[\frac{\frac{Q_n}{B_t}(\frac{h_m}{\overline{h_t}})^{\frac{5}{3}}}{0.33(\frac{1}{I_c})}\right]^{6/7}$$

式中：$v_{不冲}$——底层不冲刷流速（m/s）；

L_n——河滩桥部分桥孔净长。

其它符号同上。

③主槽、滩地设计流量

对于有滩地的河道，在计算河道冲刷时，需要分别计算河道主槽、滩地的流量，计算公式：

$$Q_n=Q_p\frac{\omega_A C_n\sqrt{\overline{H_n}}}{\sum_1^n(\omega C\sqrt{H})}$$

$\sum_1^n(\omega C\sqrt{H})$——为桥下各部分计算数值总和。

式中：ω_n、C_n、H_n——为冲刷前计算部分的水流断面面积、流速系数、平均水深。

1.3.3.6 管身抗浮稳定分析计算

根据《油气输送管道穿越工程设计规范》第 4.2.3 条规定及计算公式，对大开挖穿越管段进行抗漂浮验算，公式如下：

$$W_1 \geq KF_S$$

式中 W_1—单位长度管段总重力（包括管身结构自重、加重层重、设计洪水冲刷线至管顶的土重；不含管内介质重）（N/m）；

K—稳定安全系数，大中型工程取 1.2，小型工程取 1.1；

F_s—单位长度管段静水浮力（N/m）。

在竖向弹性敷设穿越管段时，W_1 应减去弹性抗力，弹性抗力按下列公式计算：

$$q = \frac{384 E_s I f_c}{3L^4} - 0.0246615(D-\delta)\delta$$

$$I = \frac{\pi D^4}{64}\left[1-(\frac{d}{D})^4\right]$$

$$f_c = R - \sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}}$$

$$R \geq 3600 \sqrt[3]{\frac{1-\cos\frac{\alpha}{2}}{\alpha^4}D^2}$$

式中 q—弹性敷设管段单位长度抗力（N/m）；

E_S—钢管弹性模量，取 2.1×10^{11}（N/m^2）；

I—钢管截面惯性矩（m^4）；

f_c—弹性敷设的矢高（m）；

L—弹性敷设起终点的水平长度（m）；

R—弹性敷设设计曲率半径，不应小于 1000D；

α—管段弹性敷设转角（°），宜小于 5°。

1.3.4 防洪评价中几点处理说明

1.3.4.1 定向钻评价说明

（1）定向钻入出土点与河道岸坡、堤防的距离

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）（海建管［2013］33 号），“建设项目采用水平定向钻施工方式的，定向钻出、入土点距离 1 级堤防外堤脚应不小于 120m，距离 2、3 级堤防外堤脚应不小于 100m，并采用必要的支护和防渗固流措施”。

根据《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），“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 120m，距离 2、3 级堤防堤脚应不小于 100m，距离 4、5 级堤防堤脚应不小于 80m，距离河道岸坡应不小于 50m”。

（2）定向钻穿越堤防，堤基以下管顶埋深确定

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）（海建管［2013］33 号），“穿越堤身及堤身外管理范围段管顶埋深应在堤基线 6 米以下”。

根据《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），“穿越 1、2 级堤防最小管顶埋深应不小于堤基线以下 15m，3 级及以下堤防应不小于堤基线以下 10m”。

（3）定向钻穿越主槽，管顶埋深确定

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）（海建管［2013］33 号），“建设项目穿越河道主槽及滩地段管顶埋

深应在最低冲刷线 2m 以下。镇墩等稳管设施高程应低于最大冲刷线 0.5 米以下”。

根据《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），“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 米以下”。

（4）交角

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）（海建管［2013］33 号），“穿河（穿堤）建设项目应选择水流流态平顺、岸坡稳定、不影响行洪安全的堤段。建设项目穿越河道应与水流方向垂直，尽量缩短穿越长度，确需调整角度的交角不宜小于 60°”。

按照《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），“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°”。

1.3.4.2 大开挖评价说明

（1）交角

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）（海建管［2013］33 号），“穿河（穿堤）建设项目应选择水流流态平顺、岸坡稳定、不影响行洪安全的堤段。建设项目穿越河道应与水流方向垂直，尽量缩短穿越长度，确需调整角度的交角不宜小于 60°”。

按照《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），“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°”。

（2）大开挖管顶埋深

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）（海建管［2013］33 号），“建设项目穿越河道主槽及滩地段管顶埋深应在最低冲刷线 2m 以下。镇墩等稳管设施高程应低于最大冲刷线 0.5 米以下”。

根据《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），“建设项目采用开挖方式穿越河道、蓄滞洪区时，管顶埋深应满足自身行业规范要求，同时在河道主槽、滩地的管顶埋深应不小于冲刷线以下 1.5m。”。

（3）大开挖穿越堤防，管道埋置深度的处理

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）（海建管［2013］33 号），“穿越堤身及堤身外管理范围段管顶埋深应在堤基线 6 米以下”。

根据《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），“穿越堤防及堤防管理范围管顶埋深应在堤基线 6m 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 0.5m”。

（4）大开挖穿越堤防，开挖、填筑及防护的确定

大开挖穿越堤防时，堤防开挖、填筑、土料选用及压实质量应满足堤防工程设计、施工规范要求。回填后堤防迎水坡应采取防护措施。

采用开挖敷设方式穿越行洪、排涝河道时，应对河道岸坡（堤防迎水坡）采取防护措施，主要行洪河道的防护范围为开挖上口线及上下游各 10m，排涝河道的防护范围为开挖上口线及上下游各 5m。

2 基本情况

2.1 建设项目基本情况

2.1.1 项目基本情况

（1）输气管道线路

天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目起点为天津 LNG 已建接收站（不含），终点为沧州末站（合建），全长 140km。其中，干线段为天津 LNG 已建接收站-黄骅分输站段，管径 D1219mm，设计压力 10MPa，线路长度 80km；支干线段为黄骅分输站-沧州末站（合建），外径 D1016mm，设计压力 10MPa，线路长度 60km。沿线共设置 8 座线路截断阀室，其中干线阀室 6 座（监控 B 类），支干线阀室 2 座（监控 B 类）。线路干线自北向南，依次经过天津市滨海新区和河北省黄骅市 2 个市（直辖市区、县级市）。支干线自东向西依次经过河北省黄骅市和沧州市 2 个市（县级市、地级市）。管线共穿越大中型水域 24 处，共 19520m，穿越铁路 5 处，共 800m，穿越高速、国道、省道等高等级公路穿越 13 处，共 1190m。

干线：管道自天津 LNG 接收站接出，沿天津 LNG 项目输气干线，向南敷设约 4km 后，折向西，沿红旗路南侧敷设穿越秦滨高速后，折向南，沿秦滨高速西侧敷设，出天津市界后，向正南方向继续敷设，在南大港产业园区中设置渤海分输站，出站后继续向南敷设，途径临港产业园区西侧，在防护用地中向南敷设，到达黄骅分输站。

支干线：沧州支干线自干线黄骅分输站出发向西南敷设，穿越石黄高速后，折向西敷设，穿越荣乌高速、G205 国道后设置黄骅南分

输站，出站后，继续向西敷设，穿越南排水河后到达鄂安沧项目沧州末站。

本工程主要工程情况详见表 2.1.1-1。

表 2.1.1-1 天津 LNG 外输管道复线工程概况

序号	线路区段	线路长度（km）	管径（mm）	设计压力（MPa）
1	干线：天津 LNG 已建接收站-黄骅分输站段	80	1219	10
2	支线：黄骅分输站-沧州末站（合建）	60	1016	10

（2）通信光缆

通信光缆为输气管道的配套工程，通信光缆与输气管道平行布置，工程敷设位置位于管道气流前进方向的右上侧。在输气管道定向钻穿跨越时，光缆采用无缝钢管 φ114×8 套管保护后单独定向钻穿越。穿越时与输气管道间的净距为 10m，套管内穿放 2 根 Φ40/33 硅芯管。通信光缆与输气管道大开挖穿越河道（子牙新河右滩地）同沟敷设，与输气管道的水平净距≥300mm，光缆线路采用 1 根 Φ114×4 钢套管保护，钢套管内穿放 2 根 Φ40/33 硅芯管光缆穿越。输气管道与通信光缆两者管底标高齐平。通信光缆套管穿河道设计方案及指标与输气管道一致，且管径较小，故管道配套通信光缆穿越河流设计指标及评价与输气管道一致。其中北排河、子牙新河定向钻穿越光缆利用蒙西管道光缆管沟进行敷设。

（3）穿越河渠概况

拟建天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目沿线依次穿越北排河、沧浪渠（2 次）、捷地减河、老石碑河、廖家洼排水渠、南排河（2 次）、新石碑河、石南排干、黄浪渠、老黄南排干（2 次）、新

黄南排干（2 次）、三排支、范家洼、岭子河、六十六排干、龙池口等 16 条河流共穿越 20 次。由于输气管道穿越子牙新河、北排河、沧浪渠、捷地减河等 4 条河渠 4 次穿越由水利部海河水利委员会单独审批，因此本次防洪评价内容只包括穿越子牙新河、北排河、沧浪渠、捷地减河等 4 条河流。工程穿越河流统计见表 2.1.1-2。

穿越河流采用大开挖方式、定向钻方式穿越，其中子牙新河定向钻+大开挖穿越，北排河、沧浪渠、捷地减河定向钻穿越。

表 2.1.1-2　　天津 LNG 输气管道一期工程穿越河流统计表

序号	名称	穿越位置	穿越方式	管径	穿越长度	交角
				（mm）	（m）	（°）
1	子牙新河	主槽挡潮闸下游约 110m	定向钻	1219	1735	65
2		原滩地闸上游约 152m	大开挖	1219	2700	75
3	北排河	沧州黄骅市岐口村西北	定向钻	1219	1750	61
4	沧浪渠	沧州黄骅市岐口村西	定向钻	1219	764	83/81
5	捷地减河	沧州黄骅市高尘头村西南	定向钻	1219	980	60

2.1.2 工程地质

2.1.2.1 子牙新河

根据勘探揭露地层的沉积年代、成因、地层特征、野外钻探记录，勘察揭露的地层为第四系全新统（Q_4^{ml}）填土、第四系全新统冲海积层（Q_4^{mc}）粉质黏土、粉土、砂土、淤泥质粉质黏土、黏土等地层。自上而下共分为 7 个工程地质层。

①层素填土（Q_4^{ml}）：灰褐色、黄褐色，主要以粉质黏土为主，土质不均，偶见碎砖块及贝壳碎片。厚度为 0.50～1.80m。主要分布于水塘塘埂及塘梗路等部位。层底高程-0.57～2.70m。土石等级为 I 级。

②层粉质黏土（Q_4^{mc}）：灰色、灰褐色，以软塑为主，高～中等压

缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，局部含大量贝壳，层间夹粉土和淤泥质粉质黏土等。层厚 1.00～4.70m，层底高程--3.87～2.34m。土石等级为II级。

③层黏土（Q_4^{mc}）：灰色、灰黑色，可塑～软塑，以软塑为主，中等～高压缩性，切面光滑，韧性与干强度中等，含有机质、贝壳碎片，局部层间夹少量粉质黏土、粉土。层厚 1.60～5.20m，层底高程-4.20～0.88m。土石等级为I级。

③1 层粉土（Q_4^{mc}）：灰色、灰褐色，稍密～中密，湿，中等压缩性，无光泽反应，摇振反应迅速，韧性与干强度低，含云母，贝壳碎片，锈斑，局部夹粉质黏土。层厚 2.00～4.50m，层底高程-2.32～0.00m。土石等级为I级。

④1 层粉土（Q_4^{mc}）：灰色、灰褐色，稍密～中密，湿，中等压缩性，切面略有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应迅速。层厚 2.00～4.30m，层底高程-7.80～-1.33m。土石等级为II级。

④2 层粉砂（$Q4^{mc}$）：灰色，饱和，稍密～中密，主要矿物成分为石英、长石、云母，摇振反应迅速，砂质不纯，混黏粒，局部含贝壳碎片。层厚 0.20～4.60m，层底高程-8.00～-1.40m。土石等级为I级。

⑤层粉质黏土（$Q4^{mc}$）：灰色、灰褐色，局部夹锈斑，以软塑为主，中等压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，含有机质、贝壳碎片，局部层间夹少量粉砂、黏土和淤泥质土等。层厚 2.70～13.60m，层底高程-18.10～-6.10m。土石等级为II级。

⑤1 层淤泥质黏土（$Q4^{mc}$）：灰色、灰黑色，流塑为主，局部软塑，

高压缩性，切面稍有光泽， 韧性差，干强度中等，摇震反应迅速，有腥臭味，含少量腐殖质，局部含淤泥、黏土、粉质黏土。层厚 3.60～9.10m，层底高程-14.06～-7.87m。土石等级为I级。

⑤2 黏土（$Q4^{mc}$）：灰色、灰黑色，以软塑为主，中等～高压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，局部层间夹少量粉质黏土。层厚 2.80～9.30m，层底高程-18.50～-15.10m。土石等级为II级。

⑥1 粉土（$Q4^{mc}$）：灰色、灰褐色，中密～密实，湿，中等压缩性，切面略有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应迅速。厚度 1.80～10.20m，层底高程-28.30m。土石等级为II级。

⑥2 层粉砂（Q_4^{mc}）：灰黄～褐黄色，饱和，中密～密实，摇振反应迅速，主要矿物成分为石英、长石、云母，含锈斑，混黏粒。该层未揭穿，最大揭露厚度 9.90m。土石等级为II级。

⑦层粉质黏土（Q_4^{mc}）：灰色、灰褐色，局部夹锈斑，以可塑为主，中等压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，局部层间夹少量粉土、黏土等。该层未揭穿。土石等级为I级。

2.1.2.2 **北排河**

根据钻探揭露、原位测试、室内试验成果，勘察区内地层岩性主要为第四系全新统（Q_4）及上更新统（Q_3）素填土、粉质黏土、粉砂、粉土、淤泥质粉质黏土、黏土等地层。现将场地各地层特征分述如下：

1）第四系全新统人工堆积层（Q_4^{ml}）

素填土①-2：灰褐色～黄褐色，主要以粉质黏土为主，土质不均，

偶见碎砖块及贝壳碎片。厚度为 1.30～3.30m，层底高程 0.49～3.20m。主要分布于水塘塘埂及公路两侧路基等部位。统计标准贯入试验 4 次，实测击数 5.00 击，平均 5.00 击。定向钻穿越地质级别 I 级。

其中①-1 杂填土分布于村庄周围及道路两侧，钻探未揭露；①-3 冲（吹）填土及坑底淤积（$Q_4^{3N}si$）淤泥质土、塘泥广泛分布于鱼塘、虾池、盐池中，一般厚度 0.50～1.50m，因协调困难，钻探未揭露未取样，但由于素填土场地宽度不满足施工需求，需对塘泥进行挤淤、硬化处理。

2）第四系全新统海积层（Q_4^{mc}）

粉质黏土⑥-1：灰色、灰褐色，可塑，以软塑为主，高～中等压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，局部层间夹粉土和淤泥质粉质黏土等，含贝壳，有层理。层厚 1.40～5.80m，层底高程-4.43～0.61m。穿越断面均有分布。统计标准贯入试验 10 次，实测击数 3.0～5.0 击，平均 4.3 击。定向钻穿越地质级别 I 级。

粉土⑥-3：灰色、灰褐色，稍密～中密，湿，中等压缩性，切面略有光泽，韧性与干强度中等， 摇震反应迅速。含贝壳，有层理，局部砂感强，夹粉砂团块，或为粉土、粉砂互层。层厚 0.90～5.50，层底高程-6.41～0.30m。统计标准贯入试验 4 次，实测击数 5.0～12.0 击，平均 7.8 击。定向钻穿越地质级别 I 级。

淤泥质粉质黏土⑥-2，灰色、灰黑色，流塑，高压缩性，切面稍有光泽，韧性差，干强度中等， 摇震反应迅速，有腥臭味，含贝壳，含少量腐殖质，局部含淤泥、粉质黏土、粉土、粉砂夹层，有层理。

层厚 2.60～11.90m，层底高程-13.92～-7.49m。统计标准贯入试验 30 次，实测击数 3.0～14.0 击，平均 4.3 击。定向钻穿越地质级别 I 级。

粉质黏土⑥-4：灰色、灰褐色，局部夹锈斑，流塑～可塑，以软塑为主，中等压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，含贝壳，有层理，局部层间夹少量粉土、黏土和淤泥质土等。下部工程性质尚可。层厚 3.60～10.10，层底高程-20.78～-14.72m。统计标准贯入试验 18 次，实测击数 3.0～17.0 击，平均 7.2 击。定向钻穿越地质级别 I 级。该层为定向钻水平段主要穿越地层。

3）第四系全新统冲积层（Q_4^{mc}）

粉土⑧-2：灰色、灰褐色，稍密～中密，稍湿～湿，低～中等压缩性，切面略有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应迅速，局部夹粉质黏土、粉砂等。层厚 0.80～6.70m，层底高程-21.58～-18.28m。统计标准贯入试验 6 次，实测击数 24.0～29.0 击，平均 26.3 击。定向钻穿越地质级别 II 级。

4）第四系上更系统冲积层（Q_4^{mc}）

粉质黏土⑨-1：灰褐色，可塑为主，中等压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等，摇震反应中等，含铁质，无层理，局部层间夹少量粉土、黏土等。层厚 1.60～3.30，层底高程-22.91～-21.39m。统计标准贯入试验 3 次，实测击数 11.0～13.0 击，平均 12.3 击。7 个钻孔揭露该层。定向钻穿越地质级别 II 级。

粉砂⑨-2：灰褐色，饱和，密实，主要矿物成分石英、长石，含少量云母。级配不良。揭露层厚 4.50～8.00，层底高程-28.42～

-25.30m。统计标准贯入试验 18 次，实测击数 26.0～46.0 击，平均 36.3 击。定向钻穿越地质级别 II 级。

5）第四系上更系统海陆交互沉积层（Q_4^{mc}）

粉质黏土⑩-1：灰色，黑灰色，可塑为主，中等压缩性，切面稍有光泽，韧性与干强度中等， 摇震反应中等，含铁质、有机质，有层理，局部层间夹少量粉土、黏土等。揭露层厚 1.80～8.20m，层底高程-36.32～-28.93m。3 个孔揭露该层。定向钻穿越地质级别 II 级。

2.1.2.3 沧浪渠

根据勘探揭露地层的沉积年代、成因、地层特征、野外钻探记录，勘察揭露的地层为第四系全新统（Q_4^{ml}）填土、第四系全新统冲积层（Q_4^{al}）黏性土、粉土、砂土、第四系全新统海相沉积层（Q_4^{m}）黏性土、粉土。自上而下共分为 5 个工程地质层。

①层素填土（Q_4^{ml}）：灰褐色、黄褐色，可塑状态，土质不均匀，人工堆积形成，松散块状为主。厚度 1.0～3.0m，层底标高 2.34～-1.95m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 5 击，平均 5 击。土石等级为 I 级。

②层粉质黏土（Q_4^{al}）：黄褐色，软塑状态，含铁质氧化物，土质较均匀。厚度 1.7～1.9m，层底标高-1.15～-2.12m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 4 击，平均 4 击。土石等级为 I 级。

③1 层淤泥质粉质黏土（Q_4^{m}）：灰色、黑灰色，流塑状态，含有机质及贝壳碎片，土质不均匀。厚度 1.0～7.8m，层底标高-0.92～-5.46m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 1～2 击，平

均 1.8 击。土石等级为 I 级。

③2 层粉质黏土（Q_4^m）：灰色、黑灰色，软塑状态，局部流塑状态，含有机质及贝壳碎片，局部夹薄层粉土，土质不均匀。厚度 9.4～14.1m，层底标高-12.12～-17.15m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 2～6 击，平均 3.1 击。土石等级为 I 级。

③3 层粉土（Q_4^m）：灰黄色、褐灰色，中密，湿，含少量贝壳碎片及铁质氧化物，土质不均匀。厚度 1.0～1.9m，层底标高-18.15～-18.35m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 18～19 击，平均 18.5 击。土石等级为 I 级。

③4 层粉质黏土（Q_4^m）：黄灰色、灰黄色，可塑状态，含少量有机质及铁质氧化物，局部夹薄层粉土，土质不均匀。厚度 1.8～5.6m，层底标高-18.56～-21.65m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 5～7 击，平均 6.3 击。土石等级为 I 级。

④1 层粉质黏土（Q_4^{al}）：黄褐色，可塑~硬塑状态，含铁质氧化物及豆状姜石，土质不均匀。厚度 2.1～3.4m，层底标高-23.55～-23.75m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 11～23 击，平均 15.3 击。土石等级为II级。

④2 层粉砂（Q_4^{al}）：灰黄色，密实，饱和，含少量贝壳碎片，夹可塑状薄层粉质黏土，砂质不纯净，矿物成分为石英、长石、云母。厚度 7.9～9.8m，层底标高-28.36～-32.15m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 30～40 击，平均 33.9 击。土石等级为II级。

④3 层粉质黏土（Q_4^{al}）：黄褐色、褐黄色，可塑状，含铁质氧化

物，局部夹薄层粉土，土质较均匀。厚度 1.5～4.1m，层底标高 -31.96～-35.75m，场地普遍分布，标准贯入试验实测击数（N）为 7～11 击，平均 9 击。土石等级为 I 级。

⑤层粉质黏土（Q_4^m）：褐灰色，软塑状态，含有机质，偶见贝壳碎片，土质较均匀。揭露层厚 4.7m，该层未揭穿。标准贯入试验实测击数（N）为 6～7 击，平均 6.5 击。土石等级为I级。

2.1.2.4 **捷地减河**

根据勘探揭露地层的沉积年代、成因、地层特征、野外钻探记录，本次勘探所揭露的地层为素填土、第四系全新统陆相冲积（Q_4^{al}）而成的粉土、粉砂、粉质黏土以及海相沉积（Q_4^m）形成的粉质黏土、粉土、粉砂等构成。自上而下共分为 5 个工程地质层，现将各层的岩土性状描述如下：

①层素填土：黄褐色，以粉质黏土为主。表层见植物根系。层厚 0.50～2.10m，层底标高：0.50～2.10m。土石等级为 I 级。

②层粉质黏土（Q_4^{al}）：黄褐色-褐黄色，可塑。土质较均匀，含云母、氧化物。标准贯入试验实测击数（N）为 4～7 击，平均 5.6 击。层厚 2.10-3.90m。层底标高-2.58～-0.82m。场地均有分布。土石工程分级为 II 级。

③$_1$ 层粉土（Q_4^m）：灰褐色，饱和，中密，土质较均匀，含云母及贝壳，局部夹粉质黏土薄层。粘粒含量平均值为 13.2%。标准贯入试验实测击数（N）为 15～18 击，平均 16.3 击。层厚 3.80～6.90m，层底标高：8.41-5.74m。场地均有分布。土石工程分级为 II 级。

③$_2$ 层粉砂（Q_4^m）：灰褐色，饱和，稍密。砂质较纯净，主要矿物成分为石英、长石、云母，含贝壳。标准贯入试验实测击数（N）为9～16击，平均12.9击。层厚3.80～6.90m。层底标高：-9.48～-3.02m。场地均有分布。土石工程分级为II级。

③$_3$ 层粉质黏土（Q_4^m）：灰褐色，可塑，土质较均匀，含姜石、铁锰结核、贝壳。局部（09 号孔）夹淤泥质粉质黏土薄层。标准贯入试验实测击数（N）为 3～7 击，平均 4.7。层厚 8.50m-14.60m。层底标高：-19.58～-19.32m。场地均有分布。土石工程分级为 II 级。

④$_1$ 层粉土（Q_4^{al}）：褐黄色，饱和，中密，土质较均匀，含云母及砂粒。粘粒含量平均值为 19.4%。标准贯入试验实测击数（N）为 20～29 击，平均 233 击。层厚 5.20～9.00m。层底标高：-28.38～-21.82m。场地均有分布。土石工程分级为 II 级。

④$_2$ 层粉砂（Q_4^{al}）：灰黄色，饱和，密实。砂质较纯净，主要矿物成分为石英、长石、云母。标准贯入试验实测击数（N）为 24～36 击，平均 32.0 击。层厚 5.20～7.80m，层底标高：-33.38～-28.92m。场地均有分布。土石工程分级为 II 级。

④$_3$ 层粉质黏土（Q_4^{al}）：黄褐色，硬塑。土质较均匀，含云母、氧化物。局部夹粉土薄层。标准贯入试验实测击数（N）为 10～17 击，平均 13.3 击。层厚 3.50～6.90m。层底标高：-30.48～-29.48m。场地均有分布。土石工程分级为 II 级。

⑤层粉质黏土（Q_4^m）：褐黄色，可塑。土质较均匀，含云母、氧化物。局部夹粉土薄层。标准贯入试验实测击数（N）为4～7击，平

均5.7击。层厚4.80～8.30m。层底标高：-38.38～-35.82m。场地均有分布。土石工程分级为II级。

2.1.3 施工方案

2.1.3.1 施工工期安排

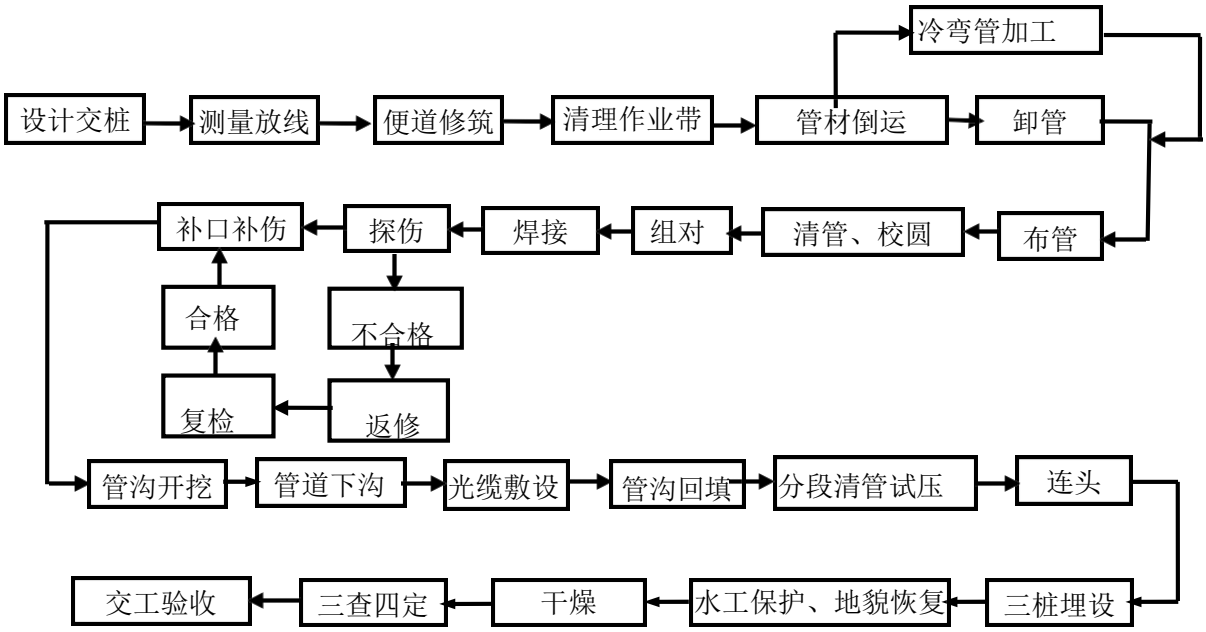
本工程计划开工日期 2023 年 3 月 30 日，完工日期 2023 年 5 月 31 日。建设单位严格按照设计方案施工，为降低施工难度和减少对环境的影响，水域穿越工程在非汛期进行施工，并且必须一次性连续完成施工，中间不得间断，汛前应对施工场地进行清理，使施工场地恢复河道、河岸原貌。同时应考虑引调水情况，子牙新河流量最大 50~60m^3/s。

2.1.3.2 施工交通组织

场区地貌为冲洪积平原，地形平坦，地势开阔。场区周边交通网发达，有秦滨高速、G228 国道等，场区附近有乡村级道路，区域交通条件较好。

2.1.3.3 大开挖穿越段的施工方案

一、施工工序



二、管沟开挖

管顶的覆土深度及管沟深度必须符合图纸要求。管沟的底宽及边坡应根据不同土壤性质、条件及施工方法综合确定，同时应考虑同沟敷设光缆净距离的要求，管沟底宽为管道直径+沟底加宽裕量，沟底加宽裕量及管沟边坡坡度见下表。

表 2.1.3-1 沟底加宽裕量 K 值表

施工方法	**沟上组装焊接**			**沟下组装焊接**		
地质条件	旱地	沟内有积水	岩石	旱地	沟内有积水	岩石
K（沟深 3m 内）	0.5	0.7	0.9	0.8	1.0	0.9
K（沟深 3～5m）	0.7	0.9	1.1	1.0	1.2	1.1

表 2.1.3-2 深度 5m 内管沟最陡边坡坡度

土壤类别	**推荐使用的坡度**
中密砂土	01:01.0
中密的碎石类土（填充物为砂土）	01:00.7
硬塑的粉土	01:00.7
中密的碎石类土（填充物为粘性土）	01:00.5
硬塑的粉质粘土、粘土	01:00.3
软土	01:01.0

深度超过 5m 的管沟，边坡开挖可根据实际情况，采取边坡适当放缓、加支撑或采用阶梯式开挖的措施满足管沟成型的需要。

管沟开挖应按照施工图纵断面图设计要求进行，当由于地形地物变化等因素而致使输气管道任何部位的管顶埋深达不到设计要求时，应采取回填土或筑堤的形式确保管顶最小埋深的要求。

三、管线的下沟

管道下沟应在发包人及监理工程师确认下列工作完成并达到设计要求后方可实施。

表 2.1.3-3 管道下沟的条件

检查内容	管道下沟达到的条件
管道安装	管道焊接、无损检测已完成，并符合设计要求。
补口补伤	管道补口、外防腐层补伤已完成，并符合设计要求。
管沟测量	管沟深度、宽度已复测，符合设计要求。
管沟清理	管沟内塌方、石块、砖块、积水、杂物等已清除干净。

对于地质松软，地下水位高的地段，管线下沟在管沟开挖成型后紧接着进行，为防止管沟塌方，一次下沟的长度不得超过 120m。沟内有积水时先抽干水后下管，并及时回填，并按设计要求采用砼块稳管或袋装土压载，以防止管线埋深不够和漂管现象发生。

四、管沟回填

对由于施工所造成的地形、地貌将有所改变的地段，首先进行拍摄、建档，作为以后恢复的依据。

在管沟开挖时将地表耕土与生土分开堆放。在管沟回填时，按照设计的要求，逐层、逐步进行回填。对于耕植土及植被生长的表土层，一定要按照原有位置、厚度进行恢复。

沿线施工时破坏的挡水墙、田埂、排水沟、便道等地面设施回填后要按原貌恢复。施工作业带的清理为农田时，回填时在填充部位（高于自然地面 300mm）两侧农田修理灌溉沟，保证农田的正常灌溉。

管道下沟后，对于需进行连头施工的部位，可预留 50～60m 管沟暂不回填，以便于连头施工的进行，待连头施工完毕后再进行回填。但要做出必要的安全警示标志，以防止人员车辆的误入。

雨季施工、高水位易冲刷地区、人口稠密居住区及交通、生产要道等，管道下沟后管段下沟后及时对管道的埋深进行检查，在符合要求后，应及时进行管沟回填。

管沟回填前应将阴极保护测试线焊好并引出，待管沟回填后安装测试桩，或者在回填时留出阴极保护操作坑，待阴极保护测试线安装好后再回填。

管道穿越地下电缆、管道、构筑物处的管沟回填应按设计的要求进行，管沟回填宜采用人工配合机械完成，对回填土应进行分层夯实，以免造成不均匀沉降，防止地下电缆、构筑物等损坏。回填前，如管沟内有积水，应排除，并立即回填。地下水位较高时，如沟内积水无法完全排除，应制定保证管道埋深的稳管措施，报发包人或监理批准后进行管沟回填。

严禁用机械设备在管沟回填时平整浅埋时的管顶覆土和在管顶覆土上扭转设备。对于回填后可能遭受洪水冲刷或浸泡的管沟，应按设计要求采取分层压实回填、引流或压砂袋等防冲刷和防管道漂浮的

措施。当管沟回填至管顶上方 500mm 处时，按设计要求进行埋设光缆套管，并及时铺设警示带，以保证管沟回填的速度。

2.1.3.4 定向钻穿越段施工方案

一、施工工序

管道定向钻施工大体可分为以下阶段：钻导向孔、预扩孔、管道回拖、光缆套管钻导向孔、扩孔、回拖。

二、主要施工技术措施

1、测量放线

施工测量放线必须以穿越系统施工图为依据，对与设计图纸发生位置变化的局部地段，放线中应在取得设计单位同意后进行适当修正。

设计交桩后，施工单位采用与管道轴线等距平行移动的方法移桩，移桩位置在管道组焊一侧，施工作业带边界线内 1m。转角桩要注明桩号、里程、角度、弯管类型、曲率半径、外矢距及切线长等参数。在地形起伏和有曲线地段打加密桩，曲线段一般 15～20m 加一个桩。对于沿线特殊位置，与地下构筑物及其它隐蔽工程的交叉点，放线时应作出明显标志。

测量放线前应根据设计给出的控制桩位、设备情况、工程情况、地形地貌等编制施工场地平面布置图。

应用测量仪器放出穿越中心线，并确定穿越入土点、出土点。根据穿越入土点、出土点及穿越中心线，确定钻机安装场地、管线组对回拖施工场地、泥浆池以及穿越管段预制场地的边界线，并撒上灰线。

测量放线中必须加强对沿线地下建、构筑物的调查，当管道及施工作业带与地下构筑物或其它隐蔽工程交叉时，放线应在交叉范围两端作出明显的警示标志。同时作好技术交接，防止在扫线及管沟开挖中对其造成破坏。

2、平整、清理场地

施工前，会同地方/政府有关部门对施工作业带内地上、地下各种建（构）筑物和植（作）物、林木等进行清点造册。场地平整、清理在清点造册手续后进行。

场地清理、平整遵循保护农田、果林、植被及配套设施，减少或防止产生水土流失的原则。尽量减少农田、林木地段的占地并对农田、林木地段注意保护。保护线路控制桩，如有损坏应立即补桩恢复。

场地范围内，对于影响施工机具通行或施工作业的石块、杂草、树木、构筑物等需清理干净，沟、坎应予平整，有积水的地势低洼地段应排水填平。尽量采用机械扫线，以提高工效，个别地段可采用人工扫线方式。

在征用钻机场地后，用挖掘机垫平压实后，保证钻机、泥浆罐等设备的进场就位，场地内应包含有泥浆池场地、出土点场地等，方便泥浆处理、安放帐篷、拆卸钻杆及钻杆倒运、布置。

在地下水位浅、地表土层强度低、且易出现振动软化的地方进行定向钻穿越，在定向钻施工前，采取有效措施对穿越设备下的地基进行加固。工程施工完成后，用人工结合施工机械进行临时进场道路的拆除并恢复地貌。

3、导向孔钻进

穿越施工钻导向孔是一关键工序。根据设计图纸提供的入土点、出土点，严格按控向系统调校程序进行调校，根据设计导向要求进行穿越轨迹造斜。根据地质条件采取有线导向施工工艺，根据设计曲线钻导向孔。根据管径大小确定每根钻杆的折角，实时跟踪测量，做好相关记录，在穿越曲线上方尽可能每隔 9.5m 左右设数据控制点，每钻进 1-3m 记录钻头钻进位置参数，以此判断并控制导向孔钻进的速度和准确率。在钻进过程中，检查注意每根钻杆的折角，导向曲线的折角不宜过大。根据此次导向曲线的设计要求，钻杆折角符合的要求

4、预扩孔

导向孔完成后，钻头出土后及时卸掉导向钻头。装上扩孔器进行预扩孔，整个预扩孔过程采用分级扩孔。

扩孔时注意加强两岸联系，时刻注意表盘的读数。同时，做好每一遍扩孔的记录，有助于下一级扩孔借鉴，使扩孔、回拖具有可溯性，保证扩孔回拖的顺利。

根据地质情况及上一级扩孔情况，合理确定下一级的扩孔尺寸和扩孔器水嘴的数量和直径，保证泥浆的压力和流速，从而提高携带能力，减少堆积物的生成。以保证扩孔回拖的顺利。

预扩孔阶段采取有效措施保障泥浆具有很好的护壁效果，防止地层坍塌，提高泥浆携带能力。

5、管线回拖

管道回拖前，在回拖管线前端焊接牵引头，焊接应符合相关焊接规范，并经本工程主体管线焊接考试合格的专业焊工进行施焊，焊接完后进行 X 射线照片探伤检测，管道回拖前将检验合格的穿越段管线放入发送沟内，就位时布置使用吊管机（挖掘机）起吊，起吊点距离管道环焊缝、起吊高度和起吊点间距在合理要求之内，吊具用尼龙吊带发送沟内不得有石块、树根和硬物等，沟内注水，确保将管道浮起，避免管线底部与地层摩擦，划伤防腐层。合格后进行管道的回拖工作。

在回拖时应该进行连续作业，避免因停工造成回拖阻力增大。管线回拖前要仔细检查各钻具连接部位是否牢固。回拖中准备好补口、补伤材料和器具及检漏仪，安排专人巡视管线。在回拖时，注意加强两岸联系，时刻注意表盘的读数，把扭矩控制在合理的范围内。扭矩过大，钻杆卸扣困难，欲速则不达。因此把扭矩控制在适宜的范围内，保证扩孔回拖顺利。

管线回拖采用发送沟的方式进行。发送沟采用单斗作业，在挖发送沟时，注意管线进入孔洞的这一段发送沟的坡度，确保管线进入孔洞的这一段发送沟与穿越孔洞的圆滑平缓。

采取漂浮或其他措施降低管线回拖时管线的摩擦力。必要时，可采取低浮力回拖措施，降低管线在泥浆中的浮力，使管线悬浮于泥浆中，避免管线与孔洞壁的直接接触。

在回拖作业时，要增加高润滑泥浆，使高润滑泥浆象薄膜一样附着于防腐层表面，保护防腐层。

扩孔回拖时，把扭矩控制在合理的范围内。扭矩过大会导致钻杆卸扣困难。因此，把扭矩控制在适宜的范围内，保证扩孔回拖时的顺利进行。回拖阶段要求泥浆具有很好的护壁、携沙能力，同时还有很好的润滑能力，减少摩阻和扭矩。

6、试压要求

本工程穿越管段试压分两步进行。第一步对穿越段管道进行强度和严密性试压。第二步，穿越管段与两岸主管线连接就位后进行整体严密性试验。

7、地貌恢复

用作管线回拖的发送沟，在管线回拖后在管沟内挖积水坑，将管沟内的水抽净，并按要求回填。沿线施工时及施工暂设用地破坏的挡水墙、田埂、排水沟、便道等地面设施边回填管沟边恢复原貌。定向钻管线回拖后拆卸钻机设备，按照进场路线撤离。同时将施工的各种废弃物按照环保部门指定的地点进行回收，采用机械作业配合人工清理的形式将各种工业垃圾运至指定地点进行处理，同时对因工作需要占用的耕地进行恢复，达到环保要求和原地貌。

2.1.3.5 施工取土、弃土

如因工程施工需要，需回填或修筑施工便道取土的，应在当地有关部门规定的取土场取土，不得在规定范围以外任意取土。严禁在崩塌滑坡区和泥石流易发区取土、挖砂、采石。

施工中产生弃土弃石，与地方协调，选择合适地点填埋或堆放。并从以下几个方面进行处理：可以用于修路垫路基使用；可以用于水

土保持工程使用；剩余部分应设专门渣场堆放，渣场的选择要合理，应避开当地的泄洪道，并征得当地水土保持和环保管理部门的同意。堆渣场应修筑拦碴坝、截水沟，并进行平整绿化。

2.2 河道基本情况

2.2.1 流域概况

2.2.1.1 自然地理

天津液化天然气（LNG）外输管道复线项目穿子牙新河、北排河等防洪评价报告涉及线路经过河北省沧州市管辖的黄骅市、天津市滨海新区。

（1）滨海新区

天津滨海新区地处于华北平原北部，位于山东半岛与辽东半岛交汇点上、海河流域下游、天津市中心区的东面，渤海湾顶端，濒临渤海，北与河北省丰南县为邻，南与河北省黄骅市为界，地理座标位于北纬 38°40′至 39°00′，东经 117°20′至 118°00′。滨海新区拥有海岸线 153km，陆域面积 2270km^2，海域面积 3000km^2。滨海新区具有良好的生态环境，拥有水面、湿地 700km^2。

滨海新区地表属于滨海冲积平原，西北高，东南低，海拔高度 1~3m，地面坡度小于 1/10000。主要地貌类型有滨海平原、泻湖和海滩。天津市域内海河、蓟运河、永定新河、潮白河、独流减河等主要河流均从本区入海。区内还有北大港、北塘等水库、大面积盐田和众多的坑塘。因此，水域面积大和地势低平为主要地貌特征。

（2）黄骅市

黄骅市位于渤海湾西岸，河北省东南部，介于东经 117°04′37″～117°51′17″，北纬 38°08′54″～38°42′46″之间。地处环渤海中心地带，东临渤海，北邻天津市滨海新区、静海县，西靠沧县，西北接青县，南部与西南部和海兴县、孟村回族自治县毗邻，东南海域与海兴县相连。市域面积 2219km^2。

黄骅市位于华北平原东端，渤海湾西岸，是大陆和海岸交接处。全境地势平坦，自西南向东北微倾，坡比约 1/15000，西部最高海拔 15.7m，东部最高海拔 3m。历史上经过 3 次大的海陆演变，逐渐形成现代地貌。黄骅市内陆地貌因黄河古道冲积作用，造成河湖相沉积不均及海相沉积不均，出现微型起伏的小地貌，即一些相对高地和相对洼地。洼地近海海拔 1～5m；南部、西南部为相对高地，海拔约 7m。黄骅市海岸线北起歧口，南至大口河，长 65.8km，属淤积型泥质海岸。海岸平坦宽阔，上有贝壳堤、沼泽堤、海滩，组成物质以淤泥、粉砂和贝类动物的壳体为主。滩涂面积约 266.7km^2。

2.2.1.2 水文气象

天津 LNG 管道涉及黄骅市、滨海新区。黄骅市属大陆性季风气候，四季分明，雨热同季。夏季炎热多雨，冬季寒冷干燥，春季干旱多风沙，秋季秋高气爽，冷热适宜。冬季多偏北风，夏季多偏南风。光热资源充足，雨热同季，有利于农作物生长。但同时干热风、雷雨、冰雹、大风、连阴雨、寒潮等灾害性天气常给农业生产造成不利影响。天津滨海新区东临渤海，气候以温带半湿润大陆性季风气候为主。冬季受蒙古、西伯利亚冷高气压中心的影响，盛行高温的东南风。其主

要气候特征是：四季分明，冬季寒冷干燥多雪，春季大风干旱，冷暖多变；夏季气温高，雨水集中，秋季天高气爽。海陆风春季出现，夏季最多，秋季减少，冬季很少出现。

据黄骅市气象站统计，多年平均气温 12.2℃；7 月份气温最高月平均最高 26.4℃，1 月份气温最低，月平均最低-4.3℃。极端最低气温-19.0℃，极端最高气温 41.0℃，多年平均日照时数 2698h，最大冻土深 52cm。多年平均蒸发量 1981mm（Φ20cm 蒸发皿）。多年平均风速 3.2m/s，风向多西南风，最大风速 18m/s，多年平均降雨量 575.1mm（1956-2012 系列）。

滨海新区年平均日照 2898.8h，年平均气温 12.6℃，全区年平均降水量为 604.3mm，主要集中在夏季，约占全年降水量的 76%，年平均风速 4m/s。

表 2.2.1-1　管道工程涉及县区水文气象统计表

县/区	年平均日照（h）	年平均降雨（mm）	年平均气温（℃）	年平均风速（m/s）
黄骅市	2461.9	575.1	12.2	3.2
滨海新区	2898.8	604.3	12.6	4

2.2.2 所在河道基本情况

拟建天津 LNG 外输管道复线工程（接收站-黄骅-沧州）位于子牙河流域和黑龙港运东流域，穿越北排河和子牙新河、沧浪渠、捷地减河。现将主要穿越河流流域情况说明如下。

（1）子牙新河

子牙新河是 1966～1967 年子牙河系新开辟的洪水直接入海通道，是海河流域分流入海、分区防守的防洪格局确定的重要骨干泄洪

工程，是天津市、大港油田和河北省东部平原的重要防洪屏障，也是河北省最大的人工泄洪入海河道。子牙新河河道防洪的设计标准是上游滹沱河、滏阳河两河同时发生 50 年一遇的洪水，校核标准为“63.8”洪水。50 年一遇设计流量 5500m^3/s，“63.8”洪水校核流量 8800m^3/s。子牙新河为复式河床，深槽靠北侧，深槽设计流量为 300m^3/s、主槽设计流量为 600m^3/s。

（2）北排河

北排河是 1966 年开辟子牙新河时结合修筑右堤开挖的，为黑龙港下游地区排水新开挖的一条直接入海的通道。河道上起冯庄闸，沿子牙新河右堤东行，经献县城北于兴济穿南运河及津浦铁路，尾闾在天津市马棚口村南入海，全长 161.5km。北排河通过冯庄闸与滏东排河相接，使滏东地区多一条相机排水的出路。根据《黑龙港运东地区防洪除涝规划》，北排河总体治理范围从冯庄闸下游至黄骅与天津交界处。河道治理工程总体布局包括河道工程、涵闸工程和桥梁工程。北排河干流按南、北排河联合运用推荐方案的规模进行治理，即北排河设计流量为 500m^3/s。

（3）沧浪渠

沧浪渠是运东地区捷地减河以北的主要排水渠之一，上起沧州市的三里庄，经顾官屯、孙庄子、翟庄子，于歧口入海，全长 65.0km。流域范围为北排河以南，南排河以北，南运河以东，总面积 607km^2。该渠开挖于 1950 年，沧浪渠自开挖以来，历经下游改道、疏浚治理。

1969 年对沧浪渠进行了扩建治理，治理标准不足 3 年一遇，设计流量 9.7～81.2m^3/s。

沧浪渠位于渤海新区北部，大阎台(新区界)至入海口全长约 47km，其中天津境内约 20km，共 1 段，位于河道中下游；渤海新区境内约 27km，共 2 段，均在黄骅市境内，分别位于河道中上游及河道下游。

河道上游段走向自西南至东北方向，周边地面高程约为 2.8～3.6m。左岸现状堤顶较高，部分河段存在滩地，宽度约为 2m～5m，右岸堤顶为主要农业生产用路。现状河道底宽 15m～30m，内边坡约 1:2～1:3，局部较陡，现状纵坡约为 1/15000，堤身以土堤为主，河道底部淤积严重。

河道在天津界以下河段蛇曲发育，两侧地面高程与上游相差不大，坑洼地带多为虾池、小型养殖业，现状底部淤积严重，疏浚后排沥水位不会对沿线生产生活造成影响，故下游河段两岸界定为岸坡。现状河道底宽约 45～60m，部分河道存在复式断面，河道纵坡约为 1/20000。河道两岸现状多农林用地，该河道为季节性排水渠道。1969～1970 年曾对该河道部分河段进行了治理，治理标准不足 3 年一遇。2014 年，黄骅市对该河道官庄乡寨里村至吕桥镇杨官庄村段约 11km 河道进行了河道清淤、疏浚整治，设计排涝标准为 5 年一遇，设计河底宽 30～35m，边坡 1:2.5～1:3.0，设计纵坡 1/15000，现状河道其余河段淤积严重。

（4）捷地减河

捷地减河上起沧县捷地分洪闸，下至黄骅市歧口，经高尘头挡潮闸入海，河道全长 85.063km。该河为半地上河，汛期行洪时，洪水高出地面，靠两岸堤防束水，堤防高出地面 2.5～4.5m。河道为复式断面，主槽上口宽 53m 左右，深 3.5～7.0m。

建国后捷地减河历经多次治理，都因设计标准低而发生漫溢和决口，1972 年按 180m^3/s 进行扩挖。扩建后的捷地减河堤顶宽 6.0m；河底宽：铁路桥至吕桥河底宽为 18m，吕桥至周青庄河底宽为 20m，周青庄至分岔口底宽为 26m，分岔口至高尘头老闸底宽为 40m，分岔口至高尘头新闸底宽为 15m；河道主槽边坡 1∶3.0，河底纵坡：铁路桥至官庄 1/15245，官庄至高尘头 1/11729；堤顶超高为 1.5m。起点捷地减河分洪闸下河底高程为 5.23m，止点高尘头新闸前河底高程为 -1.5m。

捷地减河自 1963 年至今没有承担大的分洪，由于忽视对河道的管理维修，为抗旱取水在河中挖河，为扩大耕地面积在河中开地，坡上造田，加之常年干涸和海潮影响，河道下段淤积严重，河道行洪能力大降。

2.2.3 所在河段基本情况

2.2.3.1 子牙新河河段概况

（1）交叉位置附近河段基本情况

天津 LNG 管道在天津市滨海新区南港工业园采用定向钻和大开挖的方式穿越子牙新河。由于穿越位置位于子牙新河入海口位置，海口枢纽工程没有确权划界，整治建设缺乏统一规划。根据流域规划，

仅对该段河口进行了治导线规划：即左治导线以青静黄排水渠左堤向东延伸线为界，右治导线以河道右堤向东延伸线为界，左右治导线间距约 4.3km。本次线路采用定向钻方式自南向北穿越北排河及子牙新河右堤（穿越长度 1750m），后以大开挖方式穿越子牙新河右滩地（穿越长度约 2.7km），再以定向钻的方式穿越子牙新河南侧土埝、主槽、北侧土埝及青静黄排水渠左堤（穿越长度 1735m）。

本工程子牙新河右滩地段长度约 2.7km，由于该段管道管径为 D1219mm，对于定向钻，需保证出入土点之间的长度最小为 560m 且中间必须无平面转角才能敷设，秦滨高速穿越处位于高架桥下，高速主管部门不同意采用定向钻穿越；并且管道在古海岸湿地保护区、天津大港滨河湿地、北大港湿地包围的狭长空间内没有定向钻回拖管道的回拖场地。因此只能采用大开挖方式穿越子牙新河右滩地。

根据现场查勘情况，现状左岸有断续砂石堆，高约 2m，宽约 13m，河槽较乱，右岸为土埝，宽约 10m，高约 3-4m，线路再向南行，一直到新马棚口村北接北排河定向钻穿越出土点位置，右埝与马棚口村之间多为虾池坑塘围埝。穿越位置河流流向为由西向东，河道顺直，主槽上口宽度约 85m，主槽深约 4.8m，主槽靠近左岸，右滩地宽阔，宽约 3.2km，现状多虾池坑塘，两岸自 S106 以下段即无正式人工河堤，左右规划治导线间距约 4.3km。

（2）交叉位置上下游其他工程情况

天津 LNG 管道穿越子牙新河，采用定向钻方式穿越主槽，穿越位置上游为主槽挡潮闸，距离挡潮闸下游外缘约 110m，距离规划主

槽挡潮闸约 42m，距离下游已拆除原滩地泄洪闸约 152m，下游约 14m 为蒙西输气管道；采用大开挖方式穿越右滩地，上游约 14m 为蒙西输气管道；右堤附近有新马棚口村。右滩地段线路与 S106 和 S11 等海滨高速并行或交叉。

2.3.3.2 北排河河道段况

（1）交叉位置附近河段基本情况

天津 LNG 外输管道在天津市滨海新区古林街马棚口一村东采用定向钻方式穿越北排河。由于穿越位置位于北排河入海口位置，海口枢纽工程下游没有确权划界，整治建设缺乏统一规划。

根据流域规划，规划范围仅到防潮闸，防潮闸以下未明确安排相关规划。穿越位置河流流向为由西北向东南，河道蛇曲蜿蜒，两岸多虾池围埝，右岸自防潮闸以下段即无正式人工河堤，本次河道宽度参考上游紧邻省道 106 桥梁（约 300m），右岸边线如取省道桥南桥头与现状塘坎顺延相接作为岸线考虑，则河道上口宽约 224m，主槽上口宽度约 45m，主槽深约 4.5m，主槽靠近左岸，右滩地宽阔，现状为虾池，左岸为水泥路面，宽约 8m，高约 2m。

（2）交叉位置上下游其他工程情况

天津 LNG 管道穿越北排河，河口左堤附近有新马棚口村，右岸附近有岐口村。紧邻工程位置上游约 140m 为津歧公路，跨河桥梁长度约为 300m，距离上游挡潮闸约 650m。

2.3.3.3 沧浪渠、捷地减河河段概况

（1）交叉位置附近河段基本情况

（1）沧浪渠

拟建管线一钻两次穿越沧浪渠。

天津 LNG 联络线从上游往下游在河北省黄骅市岐口村西采用定向钻的方式两次穿越沧浪渠。

沧浪渠 1 穿越位于 S11 滨海高速东侧下游直线距离约 420m，穿越位置河流弯曲向北岸摆动，流向为由西南向东北，河道蛇曲蜿蜒，下游最短直线距离约 573m 为省道 S364 桥梁，桥长约 178m，河道现状多被坑塘挤占，按现状左右塘坎，现状河道上口宽约 50m，主槽底宽约 15m，主槽深约 2.11m，主槽靠近左岸，岸坡有杂草，有水。右滩地较宽阔，两岸现状岸线并不明显，无正规堤防，河道两岸均为虾池坑塘隔堤。

沧浪渠 2 穿越位于 S364 省道桥梁下游直线距离约 232m，桥长约 130m，穿越位置河流相对顺直，流向为由东向西，河道现状两岸为虾池坑塘，按现状左右池坎。河道现状主槽上口宽度约 40m，主槽深约 4m，底宽约 8m，主槽偏向左岸，岸坡有杂草，有水。两岸现状岸线并不明显，无正规堤防，河道两岸均为虾池坑塘隔堤。

（2）捷地减河

拟建管道在河北省黄骅市高尘头村西采用定向钻的方式穿越捷地减河，穿越位置河流流向为由西北向东南，河道顺直，河道宽度 397m，主槽上口宽度约 22m，主槽深约 1m，主槽靠近左堤，顺直，

岸坡有杂草，有水。右滩地较宽阔，两岸均为土堤，左堤现状为弃土堆积成土堤，堤顶较宽，顶高程 3.24m~3.72m，宽约 35m，右堤也为土质堤，顶高程 4.1~4.37m，堤宽约 12m。对应河道治理桩号为 4+050。

（2）交叉位置上下游其他工程情况

（1）沧浪渠

拟建管道采用定向钻一钻穿越沧浪渠两次，左岸右岸附近均为虾池坑塘，沧浪渠 1 穿越位置位于 S11 滨海高速东侧下游直线距离约 420m，距下游 S364 省道桥梁约 573m，沧浪渠 2 穿越位置位于 S364 省道桥梁下游直线距离约 232m，距下游 S11 滨海高速约 516m。

（2）捷地减河

天津 LNG 管道采用定向钻穿越捷地减河，河道下游约 1.4km 为 S11 滨海高速，下游约 860m 为高尘头村，左右堤附近主要为虾池坑塘。

2.3 水利工程及其他设施基本情况

2.3.1 子牙新河

子牙新河河道主要建筑物有三座枢纽，即献县枢纽、穿运枢纽和海口枢纽。

子牙新河海口枢纽，位于天津市滨海新区新、老马棚口之间，由主槽挡潮闸、滩地泄洪闸、青静黄挡潮闸、滩地挡潮埝及滩地泄洪堰等五大工程组成。

（1）主槽挡潮闸

主槽闸为开敞式水闸，钢筋混凝土结构，共 3 孔，中孔净宽 10m，两边孔净宽各 7m，闸墩厚 0.8m，总宽 26m，闸底板高程-4.37m。

（2）青静黄挡潮闸

青静黄挡潮闸是青静黄排水渠尾闾控制工程，距子牙新河主槽挡潮闸 800m，左右侧各设有一扇混凝土死闸门，为开敞式水闸钢筋混凝土结构，共 4 孔，每孔净宽 7m，闸墩厚 0.8m，总宽 30.4m。

（3）滩地泄洪堰

滩地泄洪堰是子牙新河入海主要泄洪工程，位于主槽闸与 16 孔闸之间，长 2100m，堰顶高程 2.97m，路基宽 12m，路面宽 7m。堰顶采用 49×49×13cm 预制混凝土砌体铺砌，下置厚 0.4m 两层灰土。工程平时承担公路任务，为环渤海公路的一部分。1999 年，津歧公路改造工程实施，按II级公路设计标准改造，兼有泄洪、交通双重作用。

（4）滩地挡潮埝

滩地挡潮埝位于滩地泄洪堰下游，原设计埝长 2100m，顶宽 2.0m，顶高程 3.5m，边坡 1：3。1985 年渤海湾发生风暴潮，埝被冲毁，1986 年汛前，天津市大港区水利局河道管理所修复，顶高程升至 4.0m，顶宽 4.0m。“96.8”洪水期间曾扒开多处泄洪，汛后按设计标准恢复。现状挡潮埝由于常年受到汛期降雨的冲刷作用，损毁严重。2022 年 6 月 25 日，河北省水利厅在沧州市组织召开《子牙新河海口枢纽滩地挡潮埝修复工程实施方案》审查会，为保证子牙新河的行洪安全，挡水时防止潮水上溯，以免沿河两岸地区农田盐渍化，恢复滩地挡潮埝，工程级别为 2 级。

海口枢纽工程存在的问题比较复杂，大部分建筑物存在不安全因素需进行加固处理，如主槽挡潮闸、青静黄挡潮闸的上、下游导流设施及混凝土死门等，长期受海水侵蚀，混凝土剥落严重，钢筋裸露、

锈蚀，严重影响了整个闸室的整体性和安全性；滩地挡潮埝及滩地挡潮闸工程长期受海水、海风的侵蚀作用，整个工程破坏严重，存在的问题严重影响了海口枢纽汛期防洪的安全。

2.3.2 北排河

北排河位于黑龙港下游地区，为 1966 年开挖子牙新河时修筑右堤而形成的一条直接入海的排沥河道。河道上起冯庄闸，沿子牙新河右堤东行，经献县城北于兴济穿南运河及津浦铁路，在黄骅市永红村出河北入天津，入海口建有防潮闸，闸口以下有海堤围挡。防潮闸以下至海堤段隶属天津管理。

2.3.3 沧浪渠

沧浪渠在天津界以下河段蛇曲发育，两侧地面高程与上游相差不大，坑洼地带多为虾池、小型养殖业，河口段沿海高速上游侧建有防潮闸(岐口闸)，为涵洞式水闸，4 孔一联共 5 联，单孔宽 3.0m，高 4.3m，共 20 孔。该闸因年久失修，老化、破损严重，上部结构及启闭设备缺失，下部结构破损、老化、淤堵严重。该闸于 1972 年将闸门摘除，海水倒灌造成下游段河道淤积严重。

河道两岸现状多农林用地，该河道为季节性排水渠道。跨河建筑物吕郭庄桥现状较好，歧口闸现状已失去防潮挡水功能，目前已作为通行道路，因河道较宽，流速较小，两处跨河建筑物损失较小。

2.3.4 捷地减河

捷地减河上游中型拦河闸六座，即捷地分洪闸、大白头蓄水闸、保庄子蓄水闸、新立村蓄水闸、高尘头防潮闸（两座）；桥梁 28 座；小型引水闸涵 114 座，其中 19m^3/s 以上的 5 座；中型扬水站 2 座，小型扬水站 69 座。险工 31 处，全长 6748m。捷地减河下游有两座水

库，即黄骅市黄灶水库和南大港管理区南大港水库，黄灶水库库区面积 49.7km^2，总库容 5964 万 m^3，有效灌溉面积 26 万亩；南大港水库库区面积 60km^2，总库容 7800 万 m^3，控制灌溉面积 9 万亩。

2.4 水利规划及实施安排

2.4.1 子牙新河治理规划

据《子牙河系防洪规划》，子牙新河规划标准 50 年一遇洪水设计，设计流量 5500m^3/s；“63.8”实际洪水校核，校核流量为 8800m^3/s。深槽流量 300m^3/s，主槽流量 600m^3/s。河道治理工程包括：堤防加高加固工程、堤防险工治理工程、河道主槽治理工程、主槽桥梁修复工程等。

穿越北排河段出土点位于子牙新河右滩地上，同时自南向北穿越了子牙新河右堤。拟建工程与主河槽交叉位置处于挡潮闸以下，根据可研报告，为恢复子牙新河河道河口段泄洪能力，海口挡潮闸上和闸下引河一次性清淤至设计断面，原流域规划安排基本一致。

根据子牙新河整治工程及防洪规划报告，子牙新河仍维持原 50 年一遇设计、“63.8”洪水（相当于 180 年一遇）校核的防洪标准。左堤津浦铁路以上按I级堤防设计，铁路以下及右堤按 2 级堤防设计。右堤堤顶高程按校核洪水位加超高 1m 考虑。本次工程与子牙新河右堤交叉对应防洪规划桩号 143+270，设计水位 4.3m，校核水位 4.74m，设计右堤高程 6.6m，右堤设计顶宽 10m，两侧边坡均为 1:3，前戗台与左堤相同顶宽 10m，边坡 1:5，右戗台顶宽 8.5m，边坡 1:3。

2.4.2 北排河治理规划

根据《黑龙港运东地区防洪除涝规划》，仅对该段防潮闸以上进行了规划。穿运~防潮闸段设计流量 500m^3/s，按原设计指标扩挖，河宽 100m，纵坡 1/19500，防潮闸处河底高程为-3.5m，设计水位为 1.5m，与原设计相同。拟建工程交叉位置位于防潮闸以下约 650m。

2.4.3 沧浪渠治理规划

沧浪渠位于渤海新区北部，该河道天津界以下河段蛇曲发育，由于水产养殖业的挤占、无序开发，现状河道形态不明，以沿海高速以下最为严重。

依照《黑龙港及运东地区除涝规划》（2008），规划沧浪渠除涝设计标准为 5 年一遇，除涝设计流量为 22~168m^3/s。河道现状过水能力不能满足规划除涝标准的要求，需对河道进行扩挖治理。根据现状地形条件，河道纵坡上陡下缓，范围为 1/8500~1/17500。河道设计为梯形断面，河底宽 10~50m，海口处河底高程为-3.0m，顾官屯处河底高程为 1.45m。规划报告海口桩号为 0+000，通过本次量算该处应指岐口闸位置，而工程岐口村西 2 次穿越位置均位于歧口闸下游，考虑到近期对交叉位置附近河段已有相关批复的治理报告，本次按下述最新批复情况对该段河道规划情况进行评价。

根据《渤海新区新石碑河、廖家洼排水渠、沧浪渠综合治理工程一期工程初步设计报告》（2018 年），沧浪渠排涝标准为 5 年一遇。设计防潮标准为 30 年一遇。沿海高速下游河段位于河道入海口。初设阶段推荐该河道入海口段的河道布置方案为河道自沿海高速下游

侧流向调整为向北，至现状天津引渠防潮下游渠道出口南侧，接现有河道入海，河道底宽均为 50m～60m。拟建管道工程采用定向钻方式一钻 2 次穿越沧浪渠，西距滨海高速最短直线距离约 420m，将位于规划改道的河道范围之外。

根据《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》（2018 年，河北省水利水电第二勘测设计研究院），工程治理范围共两段，上游段自大闫台村（新区界）至官庄乡寨里村，长 7.243km；下游段自天津界至歧口闸以下 260m，长 4.975km。下游段结合《黑龙港运东地区防洪除涝规划》中相关内容、《渤海新区三河治理工程初设报告》批复情况，确定桩号 40+930～45+905 为 1/17500，河底高程-2.597m～-2.881m，设计河底宽度 50m，设计内边坡 1:3 或为自然边坡。交叉位置均位于治理范围以外。为以后治理预留空间，本次按照上游段设计指标顺延，穿越沧浪渠 1 位置处位于治理末端下游约 570m，按照设计纵坡折算设计河底高程-2.91m，设计河底宽度 50m，设计内边坡为 1：3 或自然边坡；穿越沧浪渠 2 位置处位于治理末端约 2.6km，设计河底高程-3.00m，设计河底宽度 50m，设计内边坡为 1：3 或自然边坡。

2.4.4 捷地减河治理规划

根据《漳卫河系防洪规划》，捷地减河 50 年、100 年一遇设计流量为 150m^3/s。

根据《黄骅市捷地减河治理工程初步设计报告》，捷地减河主要采取的措施为按行洪 150m^3/s 清淤、扩挖，左右堤防等级为二级。治

理范围自红海村至入海口结束即桩号 21+436~0-870，治理长度为 22.31km。工程交叉位置对应治理桩号 4+050，设计底宽 45m，河底高程-1.26m，边坡 1：3.5。设计堤顶宽度为 3.5m，堤顶超高 1.5m，设计水位 2.34m（现状 3.16m），设计堤顶高程 3.84m，左右堤顶铺设泥结石路面。

3 河道演变

3.1 子牙新河河道演变

子牙新河是子牙河系的主要骨干入海河道，1965 年 9 月由水利部海河勘测设计院设计，1966 年冬至 1967 年春，由 8 个专区 84 个县 30 多万民工兴建而成，完成挖方 10024.82 万 m^3，填方 7321.65 万 m^3，也是河北省最大的人工泄洪入海河道。省海河指挥部研究制定出两河两堤方案，其断面以筑堤行洪、挖河排水、两堤两河、洪沥分流（运用时相机结合）为原则。结合修筑北堤和滩地埝，开挖一道主槽；在右侧结合修筑南堤，开挖一条北排水河，主槽与南堤间形成行洪滩地。除挖北排水河以外，凡是排水出路收到子牙新河工程直接影响的地区，都安排了必要的排水工程，计有青静黄排水渠尾闾改道工程，长 14.68km，子牙河夹道排水沟 37.15km；废兴济减河夹道排水沟 42.8km；还建有滩地埝排水涵洞 21 座。入海口开挖选定子牙新河先分后合的方案，先分流以免干扰，再合流以利冲刷。从海道向下分别开挖两条深槽，一为青静黄排水渠，一为子牙新河，各长 2.2km，以下汇合成一条深槽入海，在分流段用隔堤将两河分开，隔堤长 1.6km。其底宽，青静黄排水渠 40m，子牙新河深槽 95m，合流段 128m。子牙新河主体工程还有献县、穿运、海口三座枢纽。

1967 年进洪闸最大流量 454m^3/s，1973 年、1977 年分别为 525、683m^3/s，如果没有子牙新河，按当时子牙河的过水能力，水位将抬高至 15.3 至 15.9m，比原设计过洪堰高出 1.8~2.4m，泛区淹地面积将达 30~35 万亩，沿河可能决口淹地。

开辟子牙新河，使子牙河系有了自己的入海尾闾，如在遇 1956 年、1963 年型洪水，滹沱河、滏阳河两河汇流后可以顺子牙新河入海，形成了独立的防洪体系，减轻了天津市的防洪负担。

工程采用定向钻方式与挡潮闸下游穿越子牙新河主槽，虽受洪水和潮水双重影响，但管道埋深相对较大，不会对管道安全造成不利影响；大开挖段位于津岐公路西侧（泄洪堰以西），子牙新河右滩地较为宽阔，为宽滩行洪，断面平均流速不大，且受两岸堤防制约不会河势不会发生较大改变。

3.2 北排河河道演变

北排河是 1966 年开辟子牙新河时结合修筑右堤开挖的，为黑龙港下游地区排水新开挖的一条直接入海的通道。河道上起冯庄闸，沿子牙新河右堤东行，经献县城北于兴济穿南运河及津浦铁路，尾闾在天津市马棚口村南入海，全长 161.5km。北排河通过冯庄闸与滏东排河相接，使滏东地区多一条相机排水的出路。根据《黑龙港运东地区防洪除涝规划》，北排河治理标准为 10 年一遇。

根据流域规划，规划范围仅到防潮闸，防潮闸以下未明确安排相关规划。穿越位置河流流向为由西北向东南，河道蛇曲蜿蜒，两岸多虾池围埝，右岸自防潮闸以下段即无正式人工河堤，本次河道宽度参考上游紧邻省道 106 桥梁（约 300m），右岸边线如取省道桥南桥头与现状塘坎顺延相接作为岸线考虑，则河道上口宽约 224m，现状主槽上口宽度仅约 45m，本次从河道规划及防洪安全考虑以桥梁南桥头与现状塘坎顺接作为控制，定向钻入土点位于河道右岸，距离现状右岸

塘坎岸坡为 50m，已经为以后河槽的发展演变预留了足够空间，且采用定向钻方式穿越，埋深也相对较大。

3.3 沧浪渠河道演变

沧浪渠是运东地区捷地减河以北的主要排水渠之一。上起沧州市的三里庄，经沧县顾官屯、干河、黄骅县吕郭庄、小韩庄、天津市大港区窦庄子，在歧口入海，承担着沧县、黄骅两个县的排沥任务。该渠道始建于 1950 年，于 1956 年和 1959 年两次清淤，1962 年和 1969 年两次扩建。沧浪渠流域面积为捷地减河以北，北排河以南，南运河以东之间的范围，全长 68km，流域面积 645km^2。

沧浪渠开挖于 1950 年，因该渠是为排泄沧县境内浪洼积水而开挖的，故名沧浪渠。该渠自开挖以来历经几次下游改道、疏浚治理。1969～1970 年进行了一次较大规模的治理，此次治理西起顾官屯、东至三岔河，全长 56km，限于当时经济等各方面因素，三岔河至防潮闸一段 12km 未施工，治理标准不足 3 年一遇，设计流量为 9.7～81.2m³/s。由于沧浪渠未全线畅通，受下游淤积顶托的影响，该河道淤积严重，给当地农业生产、人民生产生活造成很大影响。

2012 年 11 月，受沧州市水务局委托，沧州水利勘测设计院编制完成了《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》，治理范围为自官庄乡寨里村东至吕桥镇杨官庄村东段长 11km，主要内容为河道清淤、疏浚整治，河道设计纵坡为 1:15000，设计标准为 5 年一遇，设计流量为 135m³/s。2013 年 12 月，河北省水利厅以冀水规计[2013]325 号文对《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》进行了批复。2014 年，

黄骅市水务局对该段进行了治理并施工完毕。目前，沧浪渠依然是沧州市区及周边沥水主要排放渠道，已完成了部分相关清淤及治理工作，使其充分发挥排涝功能仍是该河道治理的首要任务。

沧浪渠 1 穿越位于 S11 滨海高速东侧下游直线距离约 420m，穿越位置河流弯曲向北岸摆动，流向为由西南向东北，河道蛇曲蜿蜒，河道现状多被坑塘挤占，按现状左右塘坎，现状河道上口宽约 50m，两岸现状岸线并不明显，无正规堤防，河道两岸均为虾池坑塘隔堤。沧浪渠 2 穿越位于 S364 省道桥梁下游直线距离约 232m，穿越位置河流相对顺直，流向为由东向西，河道现状两岸为虾池坑塘，按现状左右池坎，河道现状主槽上口宽度约 40m，主槽偏向左岸，岸坡有杂草，有水。本次工程采用定向钻方式一钻穿越两次沧浪渠，入出土点按河道管理范围线进行指标比较均大于 50m，管道埋深也较大，已经为未来河道治理规划及演变预留了足够空间。

3.4 捷地减河河道演变

捷地减河系南运河主要行洪河道，河道上起沧县捷地村分洪闸，下至黄骅市歧口村经高尘头防潮闸入海，全长 89.4km，流经沧县、黄骅两县市捷地减河于黄骅市滕庄子乡夏庄子村南 2km 处入境流经官庄乡、吕桥镇南排河镇 3 个乡镇 36 个自然村，境内长度为 60.5km。

1971～1972 年按 180m^3/s 进行了扩挖。扩建后的捷地减河堤顶宽 6m，河底宽：铁路桥至吕家桥 18m，吕家桥至周青庄 20m，周青庄至分叉口 26m，分叉口至高尘头 40m，分叉口至新闸 15m。深槽边坡 1:3，糙率 0.0225；河底纵坡：铁路桥至官庄 1/15245，官庄至高尘头

1/11792；堤顶超高 1.5m。起点捷地减河分洪闸下河底高程 5.23m，止点高尘头闸（新）前河底高程-1.5m。

拟建管道在河北省黄骅市高尘头村西采用定向钻的方式穿越捷地减河，穿越位置河流流向为由西北向东南，河道顺直，河道宽度 397m，主槽上口宽度约 22m，主槽靠近左堤，顺直。右滩地较宽阔，两岸均为土堤，左堤现状为弃土堆积成土堤，堤顶较宽，右堤也为土质堤。穿越长度较长，埋深较大，均满足相关规定要求，河道未来演变不会对管道造成不利影响。

4 子牙新河防洪评价

4.1 防洪评价分析与计算

4.1.1 水文分析计算

4.1.1.1 计算标准

依据中华人民共和国国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）中的 3.3.3 规定，水域穿越工程应按照规范中的表 3.3.3 划分工程等级。

天津 LNG 管道在天津市滨海新区南港工业园穿越子牙新河。根据流域规划，仅对该段河口进行了治导线规划：即左治导线以青静黄排水渠左堤向东延伸线为界，右治导线以河道右堤向东延伸线为界，左右治导线间距约 4.3km。右滩地线路主要采用大开挖方式穿越，与 S106（顶管）和 S11 海滨高速（顶管）交叉。因此其工程规模为大型，防洪标准为 300 年一遇。

根据流域规划，子牙新河河道防洪标准为 50 年一遇，校核标准“63.8”洪水标准；因此本次按 50 年一遇、“63.8”洪水标准、300 年一遇进行分析评价。

4.1.1.2 交叉断面设计洪水

子牙新河设计洪水采用《子牙河系防洪规划》（2008 年）成果。子牙新河规划标准按照滹沱河、滏阳新河同时发生 50 年一遇洪水设计，设计流量 5500m^3/s；100 年一遇洪水设计，设计流量 7890m^3/s；“63.8”实际洪水校核，校核流量为 8800m^3/s。300 年一遇按照平堤流量 13000m^3/s 考虑。

4.1.2 壅水和行洪能力分析计算

4.1.2.1 交叉断面洪水位

天津 LNG 管道穿越子牙新河位置处于防潮闸外缘下游约 110m，根据《子牙新河海口枢纽除险加固工程初步设计报告》、《天津市滨海新区防潮规划（2010-2020 年）》以及《天津市青静黄排水河治理工程实施方案（一期工程）》采用主汛期 7~8 月历年汛期平均最高潮位与平均潮位的平均值 1.397 作为组合海口潮水位。汛期多年平均高潮位为 1.5m。根据 2011 年 5 月天津市水利勘测设计院等单位编制的《天津市滨海新区防潮规划（2010-2020 年）》，子牙新河海口枢纽历年最低低潮位平均-1.99m，从对本工程安全考虑，本次考虑采用历年最低低潮位平均值进行起推。子牙新河交叉断面处洪水位成果见表 4.1.2-1。

表 4.1.2-1　　子牙新河不同标准洪水位成果表

河名	重现期（年）	流量（m^3/s）	水位（m）（现状/规划）	现状堤顶高程（m）	
				北侧土埝	南侧土埝
子牙新河	10 年	600	1.30/1.25	2.97	3.93
	50 年	5500	3.05/3.02		
	63.8 校核	8800	4.06/4.04		
	300 年	13000	5.54/5.52		

4.1.2.2 壅水计算分析

本工程为地埋工程，工程后及恢复河道原貌，工程前后水位无变化，不会产生壅水。

4.1.3 冲刷淤积计算与河势影响分析

4.1.3.1 冲刷分析计算

根据设计单位提供的勘探资料可知，子牙新河交叉断面分为两部分，主槽穿越位置位于挡潮闸下游，采用定向钻方式穿越，附近主槽

河床质主要为粉土和淤泥质粉质黏土，层厚分别为 2m 和 4.4m，液性指数为 0.72；大开挖穿越位于津岐公路上游，右滩地河床质主要为黏土和粉土，层厚分别为 1.8m~4.1m 和 2m，液性指数为 0.60。

为了分析管道埋置深度是否满足要求，需进行河道最大冲刷深度计算。本次计算了交叉断面的一般冲刷，它包括了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。

根据前述计算公式及河床质分析资料，采用《铁路工程水文勘测设计规范》和《堤防工程设计规范》的公式对子牙新河进行了一般冲刷计算，计算结果见表 4.1.3-1。从工程安全考虑，本次采用铁路规范计算方法作为推荐成果。

表 4.1.3-1　　子牙新河冲刷计算成果表

河名	重现期	流量(m^3/s）			流速(m/s）			一般冲刷深度（m）			右滩地	
		主槽	左滩地	右滩地	主槽	左滩地	右滩地	主槽	左滩地	右滩地	局部冲刷深度（m）	总冲刷（m）
子牙新河	300	1219	250	11531	1.29	0.9	0.7	3.25	1.5	1	1.03	2.03

备注：右滩地穿越了 S11 高速公路冲刷深度为一般冲刷+局部冲刷深度。

4.1.3.2 河势影响分析

拟建输气管道工程埋设于地下，采用定向钻和大开挖相结合的方式穿越子牙新河，工程完工后，恢复河道原貌，管道修建不缩窄河道行洪断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生大的变化，也不会造成河势的改变，因此输气管道对河势没有影响。但是，施工结束后，建设单位应及时对施工现场进行清理，恢复河道原貌，以免影响河道行洪。

4.1.4 堤防及岸坡稳定分析

采用定向钻和大开挖方式穿越河道，出入土点及开挖点距离堤防内外堤脚均较远满足相关审查规定要求，堤基以下管顶最浅埋深也较大满足规定要求，对堤防及岸坡稳定不会造成不利影响。

4.2 防洪综合评价

4.2.1 建设项目与有关规划符合性评价

根据《子牙河系防洪规划》，子牙新河 50 年一遇设计流量为 5500m^3/s，“63.8”校核流量为 8800m^3/s，工程前后的洪水位、流速没有变化，因此工程修建后不会降低河道的行洪流量，不会降低河道规模，项目不影响有关规划的实施。

天津 LNG 管道与主河槽交叉位置处于挡潮闸以下，对该段河口进行了治导线规划：即左治导线以青静黄排水渠左堤向东延伸线为界，右治导线以河道右堤向东延伸线为界，左右治导线间距约 4.3km 及闸上闸下河道一次性清淤至设计断面，可满足青静黄排水渠下泄 95m^3/s，同时子牙新河主槽下泄 300m^3/s 要求，对青静黄排涝没有影响，且逐年机船拖淤结合开闸放水冲淤维护河口。

根据流域规划桩号范围 127+820~143+300（挡潮闸）平坡，设计河底高程均为-3.34m，设计底宽 15m，设计边坡 1：4，高程交叉位置现状河底高程为-3.54m，设计河底高程-3.34m，河底局部需要平整。

根据《子牙新河整治工程可行性研究报告》及初设报告，子牙新河仍维持原 50 年一遇设计、“63.8”洪水（相当于 180 年一遇）校核的防洪标准。左堤津浦铁路以下及右堤按 2 级堤防设计，堤顶高程按校

核洪水位加超高 1m 考虑。深槽按 300m^3/s 进行清淤，按行洪 600m$^{3/}$s 规模加固南小堤，设计工程等级为 5 级。近期左右岸大堤坡脚外 5m 划为堤防管理范围，远期从堤脚起向外临河侧 30m，背河侧 50m 划定护堤地，滩地埝按从堤脚起向外各 20m 的原则划定护堤地。

天津 LNG 管道与主河槽交叉位置处于挡潮闸以下，根据可研报告，为恢复子牙新河河道河口段泄洪能力，海口挡潮闸上和闸下引河一次性清淤至设计断面，交叉位置河道局部需要清淤平整。主槽管顶埋深 29.24m，冲刷深度 3.25m，满足不小于 6m 的要求。

根据流域规划，定向钻出土点距离规划左治导线堤脚最近距离约为 141m。定向钻穿越入土点位于子牙新河右滩地上，入土点距离现状右堤约 2970m，距离规划右堤 2960m，也满足规定要求，不影响规划的实施。

4.2.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

4.2.2.1 建设项目是否符合防洪标准

子牙新河河道左右治导线间距约 4.3km，主槽上口宽度约 85m，且与 S11、S106 交叉。根据《油气输送管道穿越工程设计规范》，子牙新河穿越水域工程等级为大型，防洪标准为 300 年一遇，符合《防洪标准》以及《油气输送管道穿越工程设计规范》中的规定。考虑到子牙新河校核标准为“63.8”洪水，为了确保河道行洪安全，管道穿越子牙新河河道防洪标准采用“63.8”型洪水。

河道冬季来水很少，而且管道穿越工程是地下工程，工程处不会发生冰塞现象，因此对防凌没有影响。

4.2.2.2 建设项目是否符合有关技术和管理要求

本次以《堤防工程设计规范》、《油气输送管道穿越工程设计规范》及《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）（以下简称海委技术审查规定）的有关技术要求为依据进行评价。

（1）管道位置布置评价

①长度

拟建天津 LNG 管道在天津市滨海新区南港工业园穿越子牙新河。

管线采用定向钻方式穿越青静黄排水渠左堤、左滩地、主槽后采用大开挖方式穿越右滩地，而后在右滩地起钻再采用定向钻方式穿越子牙新河右堤排河（一并穿越）。

子牙新河左堤、左滩地及主槽定向钻穿越段长度 1735m，开挖方式穿越段长度 2700m，之后接定向钻一并穿越子牙新河右堤及北排河，穿越长度 1750m，河道宽度约 4300m，穿越长度大于河道宽度，没有压缩河道行洪断面面积。

②角度

定向钻穿越子牙新河河道交角 65°，满足角度要求。

左岸定向钻出土角 6°，入土角 10°，均满足要求。

大开挖段基本与河道交角都在 75°左右，均大于 60°，满足相关规定要求。

③距离

河口左治导线定向钻：入土点（X=4279931.794，Y=546826.264）位于子牙新河右滩地上，距子牙新河现状右堤内堤脚 2970m，规划右堤脚 2960m，距右岸土埝 257m，距离岐口公路（泄洪堰）坡脚最短直线距离约 46m；出土点（X=4281527.678，Y=547504.703）位于青静黄排水渠左堤以北，出土点距离治导线外堤脚约 141m，距离北侧土埝 747m。

右滩地大开挖方式：子牙新河右滩地采用大开挖加配重压袋的方式穿越，穿越子牙新河主槽定向钻的入土点即为大开挖段的最北侧开挖点，距离右岸土埝最短直线距离 257m，满足不小于河道岸坡 50m 的要求。最南侧开挖点为穿越右堤定向钻出土点（也即穿越北排水河定向钻出土点），距离子牙新河现状右堤最短直线距离约为 468m、规划右堤脚约 458m，满足不小于 120m 的要求。

右堤定向钻（北排河穿越）：入土点位于北排河右滩地上，距离河口规划右治导线约 1.3km；出土点位于子牙新河右滩地上，出土点距离右堤约 468m、规划右堤脚约 458m。

交叉位置处子牙新河右堤为一级堤防，主槽挡潮闸以下左侧现状无堤，在往北为青静黄排水河左堤即海堤（单独评审）。

（2）埋深安全评价

根据《油气输送管道穿越工程设计规范》及海委审查技术规定等，管道穿越子牙新河工程等级为大型穿越。定向钻穿越水平段管道管顶设计埋深应大于设计洪水冲刷线以下 6m。管道采用定向钻穿越子牙新河左岸治导线、主槽，大开挖方式穿越右滩地，之后采用定向钻穿越

右堤及北排河。根据《油气输送管道穿越工程设计规范》、《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》及《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》的要求，定向钻穿越河道主槽管顶埋深应在冲刷线 6m 以下；大开挖穿越河道主槽、滩地的管顶埋深应不小于冲刷线以下 2m。

定向钻穿越穿越左治导线处管顶标高为-12.52m，堤基（2.27m）位置管顶最小埋深为 14.79m。穿越河道主槽管顶最浅点高程-32.78m，管顶最浅点埋深 29.24m，工程标准冲刷深度 3.25m，满足冲刷线以下 6.0m 的要求。左滩地管顶最浅埋深 31.03m，管顶高程-30.4m，满足冲刷要求。北埝管顶最小埋深 32.63m，管顶高程-31.68m，南埝管顶最小埋深 31.58m，管顶高程-30.58m。子牙新河滩地津岐公路埝下管顶最浅埋深 17.9m，管顶高程-15.07m。右堤定向钻（北排河穿越）基础以下管顶最浅点高程为-20.66m，最浅点埋深为 30.96m，穿越堤防管顶最小埋深应不小于堤基线以下 15m 的要求。大开挖穿越右滩地最浅点管顶高程-0.82m，最浅点埋深 3.3m，工程标准冲刷深度 1.0m，能满足最低冲刷线 2m 以下的要求。

输气管道穿越河道基本情况表及交叉位置管顶以上最浅点埋深成果及冲刷深度对比表分别见表 4.2.2-1、4.2.2-2。

表 4.2.2-1　　输气管道穿越子牙新河基本情况表

河名	穿越方式	与河道交角(°)	穿越长度(m)	河道			堤防堤基线以下				堤身外管理范围段				出入土点			
				河底高程（m）	管顶埋深（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶高程（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）		管顶高程（m）		管顶埋深（m）		管顶高程（m）		入土角	出土角	入（出）土点距堤防坡脚最短距离	
							左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤	（度）	（度）	左堤（岸）	右堤（岸）
子牙新河	定向钻+大开挖+定向钻	65/75	1735+2700+1750	-3.45/-3.34（规划）	31.03/29.24/2.81	-30.4/-32.78/-0.82	14.79（左治导线）/32.63（北埝）/17.9（挡潮埝）	31.58（南埝）/30.96（右堤）	-12.52（左治导线）/-31.68/-15.07（挡潮埝）	-30.58（南埝）/-20.66	14.79（左治导线）/32.63(北埝）/17.9	31.58（南埝）/30.96（右堤）	-12.52（左治导线）/-31.68	-30.58(南埝）/-20.66	10°/10°	6°/8°	左岸定向钻 257(入土点距南埝)46(泄洪堰)/141（出土点距左治导线）/747（出土点距北埝）	右堤定向钻 1300（入）/468（458）（出）

表 4.2.2-2　　交叉位置管道埋深成果表

河流名称	穿越方式	河道				堤防堤基线以下				堤身外管理范围段			
						管顶埋深（m）				管顶埋深（m）			
		冲刷深度（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）（左滩/主槽/右滩）	允许最小安全埋深（m）	是否满足要求	左堤	右堤	允许最小安全埋深（m）	是否满足要求	左堤	右堤	允许最小安全埋深（m）	是否满足要求
子牙新河	定向钻+大开挖+定向钻	1.5/3.25/1.0	31.03/29.24/3.3	3.5/9.25/3	是/是/是	14.79/17.9（挡潮埝）	30.96（右堤）	6/15（右堤）/6（挡潮埝）	是/是/是	14.79	30.96	6	满足

（3）管身抗浮稳定分析评价

在选用挖沟法时，水下穿越管段不应发生漂浮。根据《油气输送管道穿跨越工程设计规范》（GB 50423-2013）的规定，需对水下穿越管段进行抗漂浮校核。管身抗浮稳定分析计算由设计单位提供。

表 4.2.2-3 管道抗漂浮计算表

名称	单位	数值
外径	mm	1219.0
壁厚	mm	18.40
钢管重量	N/m	5339.02
钢管单位长度浮力（KFs）	N/m	13724.76
单位长度管段平衡静水浮力	N/m	9758.21
判断是否需要配重		是

为了将管道沉入管沟底部，需要在管道上施加稳管措施。本工程推荐采用平衡压袋作为管线下沟时的抗漂浮稳管措施。根据《油气管道工程水工保护典型图集》（DEC-OGP-M-PL-003-2020-1）规定，D1219 钢管采用的平衡压袋规格为 2.4m×0.5m×1.65m，压袋重量 2911kg，中心压距 3.4m。因此建设项目防御洪水的设防标准和措施是合适的。

表 4.2.2-4 管道抗漂浮计算表

参数	单位	D1219×18.4mm
平衡压袋规格 L×W×H	m	2.4×0.5×1.65
每米管线稳管需要的最小力	N/m	9758.21
平衡压袋浮重	kg	2911
平衡压袋中心间距	m	3.4

4.2.3 建设项目对河道行洪的影响评价

管道工程将管道埋设于地下，采用定向钻加大开挖的方式穿越子牙新河，对河道原貌不会改变，管道修建不缩窄河道过水断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生变化，因此输气管道对河道行洪没有影响。

4.2.4 建设项目对河势稳定的影响评价

拟建管道工程将管道埋设于地下，采用定向钻加大开挖的方式穿越子牙新河，不改变河道地貌，因此管道的建设不会减小河道断面面积，不会产生河道的洪水位的增加，也不会造成河势的改变，对河道行洪不会产生影响。但是，施工结束后，建设单位应及时对施工现场进行清理，恢复河道原貌，以免影响河道行洪。

4.2.5 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

定向钻出入土点距离现状堤防距离均能满足不小于 100m 的距离要求，大开挖段分别衔接定向钻的出入土点，位于河道右滩地上，位于河道堤防管理范围之外，满足相关距离要求。

根据流域规划，仅对该段河口进行了治导线规划：即左治导线以青静黄排水渠左堤向东延伸线为界，右治导线以河道右堤向东延伸线为界，左右治导线间距约 4.3km。定向钻入土点、出土点距离规划左、右治导线堤脚最近距离为分别 141m、458m，仍然满足距离堤防堤脚不小于 100m 的要求，不影响规划的实施。

4.2.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

管道埋于地下，入、出土点均在规划堤脚外 100m 以上，位于堤防的管理范围之外，同时工程修建不会对原有的河道堤防造成破坏，工程的建设不影响堤顶道路通行，因此，工程的建设不会影响防汛抢险和工程管理。

4.2.7 建设项目施工期影响评价

项目主体施工工期尽量选在非汛期进行实施，同时应考虑子牙新河引调水的影响。对于在子牙新河右滩地开挖敷设段管道，建设单位及施工单位应与当地防汛部门密切配合做好防洪应急预案，服从河道管理部门在施工期间的监督与管理，遇到突发情况，根据洪水情况和防汛管理部门的指令，及时采取措施，确保防汛安全及管道安全。施工机械、材料堆放等汛前进行清理，使施工场地恢复原貌，工程施工对河道行洪不会造成不利影响。同时应考虑引调水情况，子牙新河流量最大约 50~60m^3/s，穿越河道主槽采用定向钻方式，对引调水影响不大

4.2.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

本工程对于静水鱼塘，拟采用平衡压袋对管线进行稳管。

新建管道拟穿越丹东线和秦滨高速，已经征询相关部门的书面意见。第一次穿越丹东线（津歧公路并线）采用定向钻穿越，与公路交叉角度为 59°，管顶距离自然地面最小间距 19.2m，入土点距离公路边缘 63m（西侧），出土点距离公路边缘 1656m（东侧）。管道于子牙新河右滩地穿越海滨高速，位于天津市滨海新区新马棚口村北侧约 1.8km，采用开挖加套管方式穿越，位于公路路堤段和管道的直线段，管顶最浅埋深 4.2m，穿越处无其他建筑，因此可保证穿越安全；开挖加套管与公路夹角交叉角度为 75°，路面下开挖加套管的覆盖层最小厚度不小于 4m；套管两端距离高速边缘石分别为 38m（东侧）、41m（西侧），距离道路规划红线分别为 4.6m（东侧），8.1m（西侧），均

满足相关规范要求。后续在管道施工前，建设单位聘请有资质第三方进行安全评价将编制专项方案报道路主管部门，施工过程中接受道路主管部门的监督指导，确保施工安全。

子牙新河采用定向钻方式穿越子牙新河主槽，距挡潮闸下游约110m，位于管理范围以内，征求了河北省南运河河务中心意见。工程开工前，建设单位须将批准文件和施工安排报送河务中心备案，施工期间应自觉接受河务中心的监督管理。

本工程与蒙西管道并行间距为14m，已征得蒙西建设单位书面意见，由于并行段地质条件差，地下水位高，建议做好管沟支护及对蒙西管道的保护工作，施工前将并行施工方案报蒙西建设单位审批，并签署安全协议。

综上，管道穿越子牙新河断面附近无引用保护水源，上下游无取水口等建筑物，管道穿越后即恢复原貌，不会对附近的村庄、公路防洪产生影响，所以项目建设对第三人合法水事权益的基本没有影响。

5 北排河防洪评价

5.1 防洪评价分析与计算

5.1.1 水文分析计算

5.1.1.1 计算标准

依据中华人民共和国国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）中的 **3.3.3** 规定，水域穿越工程应按照规范中的表 **3.3.3** 划分工程等级。

天津 LNG 管道在滨海新区古林街马棚口一村东采用定向钻方式穿越北排河。由于穿越位置位于北排河入海口位置，海口枢纽工程没有确权划界，整治建设缺乏统一规划。按省道桥南桥头顺延现状塘坎考虑，则河道宽约 224m。其工程规模为大型，防洪标准为 100 年一遇。综上，输气管道穿越北排河工程防洪标准 100 年一遇，北排河河道防洪标准为 20 年一遇，因此本次按 20 年一遇、100 年一遇洪水标准进行分析评价。

表 5.1.1-1　穿越河道标准汇总表

河名	穿越方式	工程规模	工程防洪标准（年）	河道防洪标准（年）	河宽（m）
北排河	定向钻	大型	100	20	224

5.1.1.2 交叉断面设计洪水

根据《黑龙港运东地区防洪除涝规划》，北排河干流按南、北排河联合运用推荐方案的规模进行治理，即北排河设计流量为 500m^3/s，河道纵横断面基本按恢复原设计值进行清淤治理。本次 20 年一遇设计洪水流量采用已批复洪水成果 500m^3/s，其他标准洪水采用相同方法进行补充计算。通过暴雨途径间接推求设计洪沥水，其设计洪沥水

采用平原排沥公式计算。暴雨资料由《河北省平原地区中小面积除涝水文修订报告》中查得。输气管道与河渠交叉断面以上流域面积及暴雨资料参数见表 5.1.1-2。

表 5.1.1-2　　各交叉断面以上流域面积及暴雨特征值表

河流名称	流域面积(km^2)	暴雨特征参数		
		3d 暴雨均值(mm)	Cv	Cs/Cv
北排河	1328	114	0.5	3.5

根据上述参数，采用平原排沥公式方法，求得各交叉断面不同重现期设计排沥流量，成果见表 5.1.1-3。

表 5.1.1-3　　设计洪水成果表

河名	流域面积（km^2）	不同标准洪峰流量（m^3/s）	
		20 年	100 年
北排河	1328	500	671

5.1.2 壅水和行洪能力分析计算

5.1.2.1 交叉断面洪水位

（1）基本资料

根据本次测量的河道断面资料，采用天然河道水面线推算出交叉位置处的洪水位。

（2）糙率的选取

管道穿越北排河处于平原河道，河道主槽内有杂草，滩地有稀疏的杂草、树木，根据天然河道糙率表、现状河道内植被情况，经分析主槽糙率取 0.025、滩地糙率取 0.05。

（3）起推水位

天津 LNG 管道穿越北排河位置处于防潮闸下游直线距离约 650m，根据《北排河海口枢纽除险加固工程初步设计报告》、《天津

市滨海新区防潮规划（2010-2020 年）》以及《天津市青静黄排水河治理工程实施方案（一期工程）》采用主汛期 7~8 月历年汛期平均最高潮位与平均潮位的平均值 1.397 作为组合海口潮水位。

根据 2011 年 5 月天津市水利勘测设计院等单位编制的《天津市滨海新区防潮规划（2010-2020 年）》，子牙新河海口枢纽历年最低低潮位平均-1.99m，从对本工程安全考虑，本次考虑采用历年最低低潮位平均值进行起推。

表 5.1.2-1　　交叉断面位置水位成果

河名	重现期（年）	流量（m^3/s）	水位（现状/规划）（m）	现状堤顶高程（m）	
				左堤	右岸
北排河	20	500	1.11/1.02	3.67	2.74
	100	671	1.62/1.53		

5.1.2.2 壅水计算分析

本工程为地埋工程，工程后及恢复河道原貌，工程前后水位无变化，不会产生壅水。

5.1.3 冲刷淤积计算与河势影响分析

5.1.3.1 冲刷分析计算

根据设计单位提供的勘探资料可知，北排河交叉断面附近主槽河床质主要为粉质黏土、淤泥质粉质黏土，层厚 2.2m~14.2m，液性指数为 0.71，滩地河床质主要上为粉质黏土下为淤泥质粉质黏土，层厚 3.4m~9.8m，液性指数为 0.69。

为了分析管道埋置深度是否满足要求，需进行河道最大冲刷深度计算。本次计算了交叉断面的一般冲刷，它包括了河槽在天然演变中

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。

根据前述计算公式及河床质分析资料，采用《铁路工程水文勘测设计规范》和《堤防工程设计规范》公式进行了一般冲刷计算，计算结果见表 5.1.3-1。从安全考虑，采用铁路规范计算方法作为推荐成果。

表 5.1.3-1　　交叉位置冲刷计算成果表

河名	重现期	流量(m^3/s）			流速(m/s）			一般冲刷深度（m）		
		主槽	左滩地	右滩地	主槽	左滩地	右滩地	主槽	左滩地	右滩地
北排河	20 年	398	-	102	1.10	-	0.65	1.20	-	0.48
	100 年	545	-	126	1.80	-	0.88	3.23	-	0.80

5.1.3.2 河势影响分析

拟建输气管道工程埋设于地下，采用定向钻方式穿越北排河，工程完工后，恢复河道原貌，管道修建不缩窄河道行洪断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生大的变化，也不会造成河势的改变，因此输气管道对河势没有影响。但是，施工结束后，建设单位应及时对施工现场进行清理，恢复河道原貌，以免影响河道行洪。

5.1.4 堤防及岸坡稳定分析

采用定向钻方式穿越河道，出入土点距离堤防堤脚及河道岸坡均较远满足相关审查规定要求，堤基以下管顶最浅埋深也较大满足规定要求，对堤防及岸坡稳定不会造成不利影响。

5.2 防洪综合评价

5.2.1 建设项目与有关规划符合性评价

在《黑龙港运东地区防洪除涝规划》中，北排河上段设计流量为254～407m^3/s，北排河干流段设计流量为500m^3/s，河道纵横断面基本按恢复原设计值进行清淤治理。

根据流域规划，仅对该段防潮闸以上进行了规划。工程位置位于防潮闸以下。定向钻出土点距离左堤堤脚最近距离为1.3km，满足距离堤防堤脚不小于80m的要求，不影响规划的实施。考虑到河道现状右岸滩地多为虾池，管线又紧邻津歧公路桥，本次从河道规划及防洪安全考虑以桥梁南桥头与现状塘坎顺接作为控制，定向钻入土点位于河道右岸，距离现状右岸塘坎岸坡为50m，满足距离岸坡不小于50m的规定要求。

5.2.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

5.2.2.1 建设项目是否符合防洪标准

北排河河宽约224m，主槽上口宽度约45m，根据《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013），北排河穿越水域工程等级为大型，防洪标准为100年一遇，符合《防洪标准》以及《油气输送管道穿越工程设计规范》中的规定。

河道冬季来水很少，而且管道穿越工程是地下工程，工程处不会发生冰塞现象，因此对防凌没有影响。

5.2.2.2 建设项目是否符合有关技术和管理要求

本次以《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）及《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）（以下简称海委技术审查规定）的有关技术要求为依据进行评价。

（1）项目位置布置评价

①长度

天津 LNG 联络线在天津市滨海新区古林街马棚口一村东采用定向钻方式穿越北排河。由于穿越位置位于北排河入海口位置，海口枢纽工程没有确权划界，整治建设缺乏统一规划。本次河道宽度参考上游紧邻省道 106 桥梁（约 300m），右岸边线如取省道桥南桥头与现状塘坎顺延相接作为岸线考虑，则河道上口宽约 224m，主槽上口宽度约 45m，定向钻穿越段水平投影长度约 1750m，穿越长度大于河道宽度，没有压缩河道行洪断面面积。

②角度

定向钻穿越北排河与河道交角为 61°，满足角度要求。入土角 10°，出土角 8°，满足规定要求。

③距离

定向钻穿越北排河：由于北排河现状右岸无明确划界，现状多为大小不一虾池，因此从河道治理及防洪安全角度考虑，本次河道右岸参考上游河道及紧邻津歧公路南桥头顺接现状塘坎考虑。入土点（X=4275838.371，Y=547712.46）位于北排河右岸上，距北排河现状

右岸坡脚约 50m；出土点（X=4277527.052，Y=547571.58）位于子牙新河右滩地上，出土点距离左堤外堤脚 1300m，距离津岐公路坡脚约 75m。交叉位置处左堤为四级堤防，定向钻穿越北排河左堤、主槽，出土点距离左堤堤脚最近距离为 1300m，满足距离堤防堤脚应不小于 80m 的要求。入土点位于北排河右岸，距离现状右岸岸坡约 50m，满足距离岸坡坡脚应不小于 50m 的要求。

（2）管道埋深安全分析评价

根据《油气输送管道穿越工程设计规范》、《海委审批权限范围内涉河建设项目技术审查规定（试行）》及《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》要求，定向钻穿越河道主槽管顶埋深应在冲刷线 6.0m 以下。项目穿越 1、2 级堤防最小管顶埋深应不小于堤基以下 15m，3 级及以下堤防应不小于堤基线以下 10m。

定向钻穿越北排河主槽、左堤部分管顶最浅点高程分别为 -18.1m、-29.31m，管顶埋深分别为 14.6m、30.7m，右滩地管顶最浅点高程-8.1m，最浅点管顶埋深 8.7m。

定向钻穿越北排河河道主槽的管顶最浅点埋深 14.6m，工程标准冲刷深度 3.23 考虑，满足冲刷线以下 6.0m 的要求；定向钻穿越左堤基础以下最浅点埋深分别为 30.7m，津岐公路以下管顶最浅埋深 30.9m，满足穿越堤防管顶最小埋深应不小于堤基线以下 10m 的要求，堤防管理范围段埋深满足不小于 6m 的要求；穿越右滩地管顶最浅埋深 8.7m，冲刷深度 0.8m，均能满足冲刷线以下 6m 的规范要求。管道穿越河道位置管顶最浅埋深成果及冲刷深度对比表见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-1　　输气管道穿越基本情况表

河流名称	穿越方式	穿越长度（m）	河道				堤防堤基线以下				堤防及堤身外管理范围段				出入土点			
			河底高程	工程标准冲刷深度（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶高程（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）		管顶高程（m）		管顶埋深（m）		管顶高程（m）		入土角	出土角	入（出）土点距堤防坡脚最短距离	
			（m）				左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤	（度）	（度）	左堤（岸）	右堤（岸）
北排河	定向钻	1750	-3.01（-3.5）	-/3.03/0.63	-/14.6/8.7	-/-18.1/-8.1	30.7	-	-29.31	-	30.7	-	-29.31	-	10°	8°	1300（出）	50（入）

表 5.2.2-2　　交叉位置管道埋深成果评价表

河流名称	穿越方式	穿越长度（m)	河道				堤防堤基线以下				堤身外管理范围段			
			工程标准冲刷深度（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）（左滩/主槽/右滩）	允许最小安全埋深（m）	是否满足要求	管顶埋深（m）		允许最小安全埋深（m）	是否满足要求	管顶埋深（m）		允许最小安全埋深（m）	是否满足要求
							左堤	右堤			左堤	右堤		
北排河	定向钻	1750	-/3.23/0.80	-/14.6/8.7	-/9.23/2.8	是/是/是	30.7	-	10	是	30.7	-	6	是

5.2.3 建设项目对河道行洪的影响评价

管道工程将管道埋设于地下，采用定向钻的方式穿越北排河，对河道原貌不会改变，管道修建不缩窄河道过水断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生变化，因此输气管道对河道行洪没有影响。

5.2.4 建设项目对河势稳定的影响评价

拟建管道工程将管道埋设于地下，采用定向钻方式穿越，不改变河道地貌，因此管道的建设不会减小河道断面面积，不会产生河道的洪水位的增加，也不会造成河势的改变，对河道行洪不会产生影响。但是，施工结束后，建设单位应及时对施工现场进行清理，恢复河道原貌，以免影响河道行洪。

5.2.5 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

根据流域规划，仅对该段防潮闸以上进行了规划。定向钻出土点距离左堤堤脚最近距离为 1300m，满足距离堤防堤脚不小于 80m 的要求，不影响规划的实施。考虑到河道现状右岸滩地多为虾池，管线又紧邻津歧公路桥，本次从河道规划及防洪安全考虑以桥梁南桥头顺延现状塘坎作为控制，定向钻入土点位于河道右岸上，距离现状右岸岸坡为 50m，满足距离岸坡不小于 50m 的要求，不影响规划的实施。

5.2.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

管道埋于地下，线路穿越北排河的入土点和出土点均满足相关规定要求，同时工程修建不会对原有的河道堤防造成破坏，工程的建设不影响堤顶道路通行，因此，工程的建设不会影响防汛抢险和工程管理。

5.2.7 建设项目施工期影响评价

项目主体施工工期尽量选在非汛期进行实施，建设单位及施工单位应与当地防汛部门密切配合做好防洪应急预案，服从河道管理部门在施工期间的监督与管理，遇到突发情况，根据洪水情况和防汛管理部门的指令，及时采取措施，确保防汛安全及管道安全。施工机械、材料堆放等汛前进行清理，使施工场地恢复原貌，工程施工对河道行洪不会造成不利影响。北排河河口近期安排有清淤改造，采用定向钻方式穿越河道影响不大，建议建设单位应无条件服从一切河道治理规划安排。

5.2.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

河口左堤附近有新马棚口村，右岸附近有岐口村。紧邻工程位置上游约 140m 为津歧公路。穿越丹东线（津歧公路并线）采用定向钻的方式穿越，与公路交叉角度为 32°，与规划公路红线交叉角度为 31°，管顶距离自然地面最小间距 35.6m，入土点距离公路边缘 133m（南侧），出土点距离公路边缘 83m（北侧）；出入土点距离道路规划红线分别为 85m（出土点位于河北省境内）（南侧）、7m（北侧）。后续在管道施工前，建设单位聘请有资质第三方进行安全评价将编制专项方案报道路主管部门，施工过程中接受道路主管部门的监督指导，确保施工安全。

本工程与蒙西管道并行最小间距为 10m，满足规范要求，在北排河穿越段，与光缆套管定向钻线位有所交叉，竖向间距增加至 10m。施工前将并行施工方案报蒙西建设单位审批，并签署安全协议。

综上，本工程为地埋工程，工程后恢复地形原貌，且附近无取水口、排水、码头、饮用保护水源等其他设施，且不会对附近的村庄、公路防洪产生影响，所以项目建设对第三人合法水事权益的基本没有影响。

6 沧浪渠、捷地减河防洪评价

6.1 防洪评价分析与计算

6.1.1 水文分析计算

6.1.1.1 计算标准

依据中华人民共和国国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB 50423-2013）中的 **3.3.3** 规定，水域穿越工程应按照规范中的表 **3.3.3** 划分工程等级.

（1）沧浪渠

沧浪渠 1、2 穿越位置现状河道多虾池坑塘，紧邻省道 S364。沧浪渠 1 现状河道宽度约 50m（河道管理范围 114m）。沧浪渠 2 现状河道宽度约 40m（河道管理范围 100m），管道管径 1219mm，因此，沧浪渠 1、2 穿越工程防洪标准为 100 年一遇。

根据流域规划及相关治理报告，沧浪渠河道防洪标准为 5 年一遇，因此本次按 5 年一遇、100 年一遇洪水标准进行分析评价。

（2）捷地减河

捷地减河穿越位置处河道宽度 397m，其工程规模为大型，防洪标准为 100 年一遇。

根据流域规划及相关治理报告，捷地减河河道防洪标准为 50 年一遇，因此本次按 50 年一遇、100 年一遇洪水标准进行分析评价。

6.1.1.2 交叉断面设计洪水

（1）沧浪渠

在《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》、《渤海新区防洪规划》中，对沧浪渠的设计沥水进行了较为详细的分析，并已经通过审查和批复。本次主要采用平原除涝法复核的成果与以上成果基本一致，因此，本次沧浪渠设计沥水成果仍采用上述已经批复成果，其他标准洪水采用相同方法进行补充计算。通过暴雨途径间接推求设计洪沥水，其设计洪沥水采用平原排沥公式计算。暴雨资料由《河北省平原地区中小面积除涝水文修订报告》中查得。输气管道与河渠交叉断面以上流域面积及暴雨资料参数见表 6.1.1-1。

表 6.1.1-1　　各交叉断面以上流域面积及暴雨特征值表

河流名称	流域面积	暴雨特征参数		
	(km^2)	3d 暴雨均值(mm)	Cv	Cs/Cv
沧浪渠 1	645	118	0.5	3.5
沧浪渠 2	645	118	0.5	3.5

根据上述参数，采用平原排沥公式方法，求得各交叉断面不同重现期设计排沥流量，成果见表 6.1.1-2。

表 6.1.1-2　　设计洪水成果表

河名	流域面积（km^2）	不同标准洪峰流量（m^3/s）				
		5 年	10 年	20 年	50 年	100 年
沧浪渠 1	645	167	242	327	407	477
沧浪渠 2	645	167	242	327	407	477

（2）捷地减河

根据《漳卫河系防洪规划》，本次 50、100 年一遇设计洪水流量采用规划成果 150m^3/s。

6.1.2 壅水和行洪能力分析计算

6.1.2.1 交叉断面洪水位

（1）基本资料

本次根据设计单位测量成果并结合已有河道断面资料进行分析。

（2）糙率选取

沧浪渠属平原排涝河道，根据治理初设报告，综合选取现状河道河槽内糙率为0.025。穿越捷地减河处河道主槽内有杂草，滩地上有稀疏的庄稼、树木，根据天然河道糙率表、现状河道内植被情况，经分析主槽糙率取0.0275、滩地糙率取0.04。

根据《黄骅市捷地减河治理工程初步设计报告》，参照《水力计算手册》中的“天然河道糙率表”，综合选取现状河道主槽内糙率为0.0275，滩地内糙率为0.04，设计河道河槽内糙率为0.0225，滩地糙率为0.04。

（3）起推水位

沧浪渠河道纵坡较缓，河道水面线计算采用自下而上的方向进行，由于沧浪渠汇入北排河，因此本次起推位置为北排河入海口处。根据2011年5月天津市水利勘测设计院等单位编制的《天津市滨海新区防潮规划（2010-2020年）》，子牙新河海口枢纽历年最低低潮位平均-1.99m，从对本工程安全考虑，本次考虑采用历年最低低潮位平均值进行起推。

捷地减河的入海口为高尘头村东侧，参照黄骅港潮位观测资料，其对应的历年汛期多年平均高潮位为1.50m，多年平均低潮位为-1.37m。为工程安全考虑，起推水位考虑采用多年平均低潮位进行推算。

（4）设计洪水位

根据断面资料及糙率，推算各河道管道处水位，成果见表 6.1.2-1。

表 6.1.2-1　　不同标准洪水位成果表

河名	治理桩号	重现期（年）	流量（m^3/s）	现状水位（m）	设计水位（m）	现状堤顶高程（m）		规划堤顶高程（m）	
						左堤	右堤	左堤	右堤
沧浪渠 1	-	5	167	3.1	1.3	3.43（坎）	3.87（坎）	-	-
		100	477	3.63	3.43				
沧浪渠 2	-	5	167	2.98	1.2	3.11（坎）	3.27（坎）	-	-
		100	477	3.31	3.11				
捷地减河	4+050	50/100	150	2.87	2.01	3.24~3.72	4.1~4.37	3.84	3.84

6.1.2.2 壅水计算分析

本工程为地埋工程，工程后及恢复河道原貌，工程前后水位无变化，不会产生壅水。

6.1.3 冲刷淤积计算与河势影响分析

6.1.3.1 冲刷分析计算

（1）沧浪渠

根据设计单位提供的勘探资料可知，沧浪渠 1 穿越交叉断面附近河床质从上到下主要为淤泥质粉质黏土和粉质黏土，层厚约为 1.9m~2m 和 1.8~13m，液性指数为 1.36。

沧浪渠 2 穿越交叉断面附近河床质从上到下主要为淤泥质粉质黏土和粉质黏土，层厚约为 0.26m~2.3m 和 2.3~13m，液性指数为 1.27。

拟建管道采用定向钻方式穿越沧浪渠 1、2，穿越位置均位于岐口闸下游，现状河道受潮水影响淤积较为严重，根据《黑龙港运东地

区防洪除涝规划》、《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》等相关治理规划报告，主要工程措施是清淤扩挖，目前该工程已经实施完成。

根据水力计算得知河道过 5 年一遇设计沥水时，断面流速为 0.7m/s~0.8m/s，50 年一遇 1.18m/s~1.22m/s，工程标准沧浪渠 1 冲刷深度 2.02m，沧浪渠 2 冲刷深度 2.04m。

（2）捷地减河

根据设计单位提供的勘探资料可知，捷地减河交叉断面附近主槽、滩地河床质主要为粉质黏土，层厚 2.0m～2.6m，液性指数为 0.66。

为了分析管道埋置深度是否满足要求，需进行河道一般冲刷深度计算。本次计算了交叉断面的一般冲刷，它包括了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。

根据前述计算公式及河床质分析资料，采用《铁路工程水文勘测设计规范》和《堤防工程设计规范》的公式进行了一般冲刷计算，计算结果见表 6.1.3-1。从工程安全考虑，本次采用铁路规范计算方法作为推荐成果。

表 6.1.3-1　　设计洪水冲刷计算成果表

河名	重现期	流量(m^3/s）			流速(m/s）			一般冲刷深度（m）		
		主槽	左滩地	右滩地	主槽	左滩地	右滩地	主槽	左滩地	右滩地
沧浪渠 1	5	167			0.7			1.1		
	100	477			1.18			2.02		
沧浪渠 2	5	167			0.8			1.13		
	100	477			1.22			2.04		
捷地减河	50/100	66	21	63	0.84	0.47	0.63	0.96	0.15	0.78

6.1.3.2 河势影响分析计算

拟建输气管道工程埋设于地下，采用定向钻方式穿越沧浪渠、捷地减河，工程完工后，恢复河道原貌，管道修建不缩窄河道行洪断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生大的变化，也不会造成河势的改变，因此输气管道对河势没有影响。但是，施工结束后，建设单位应及时对施工现场进行清理，恢复河道原貌，以免影响河道行洪。

6.1.4 堤防及岸坡稳定分析

采用定向钻方式穿越河道，出入土点距离堤防堤脚及河道岸坡均较远满足相关审查规定要求，堤基以下管顶最浅埋深也较大满足规定要求，对堤防及岸坡稳定不会造成不利影响。

6.2 防洪综合评价

6.2.1 建设项目与有关规划符合性评价

（1）沧浪渠

沧浪渠位于渤海新区北部，该河道天津界以下河段蛇曲发育，由于水产养殖业的挤占、无序开发，现状河道形态不明，以沿海高速以下最为严重。

根据《黑龙港运东地区防洪除涝规划》（2008 年，河北省水利水电勘测设计研究院），规划沧浪渠除涝设计标准为 5 年一遇。规划报告海口桩号为 0+000，通过本次量算该处应指岐口闸位置，而拟建管道于岐口村西 2 次穿越位置均位于歧口闸下游。

根据《渤海新区新石碑河、廖家洼排水渠、沧浪渠综合治理工程一期工程初步设计报告》（2018 年），沧浪渠排涝标准为 5 年一遇。设计防潮标准为 30 年一遇。沿海高速下游河段位于河道入海口。初设阶段推荐该河道入海口段的河道布置方案为河道自沿海高速下游侧流向调整为向北，至现状天津引渠防潮下游渠道出口南侧，接现有河道入海，河道底宽均为 50m～60m。拟建管道工程采用定向钻方式 1 次穿越沧浪渠 1、2，西距滨海高速最短直线距离约 420m，将位于规划改道的河道范围之外，因此，不会影响相关规划的实施。

根据《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》（2018 年，河北省水利水电第二勘测设计研究院），工程治理范围下游段自天津界至歧口闸以下 260m，长 4.975km。下游段结合《黑龙港运东地区防洪除涝规划》中相关内容、《渤海新区三河治理工程初设报告》批复情况，确定桩号 40+930～45+905 为 1/17500，河底高程-2.597m～-2.881m，设计河底宽度 50m，设计内边坡 1:3 或为自然边坡。管道穿越位置位于该治理范围之外，不会影响该规划的实施。

考虑到《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》提到的 S11 海滨高速以下段推荐河道裁弯取直方案已得到河北省沧州市行政审批局的认可批准，但并未得到天津方面的正式批准，该段河道维持原有河道走向进行治理规划的可能性仍然存在，因此结合相关规划，按照设计纵坡 1/17500，对交叉位置设计河底高程进行了计算，沧浪渠 1 交叉位置现状河底高程-0.8m，设计河底高程-2.91m，管顶允许最小埋深为 13.42m，沧浪渠 2 交叉位置现状河底高程-1.89m，设计河底高程

-3m，管顶允许最小埋深 13.88m，设计埋深均能满足该要求，且由于现状河道多被虾池侵占，左右岸线并不明显，工程参照上游治理河段设计指标加大了穿越长度，距离河道管理范围线最短距离 65m，大于 50m，为河道治理与规划预留了一定空间。

（2）捷地减河

根据《漳卫河系防洪规划》，捷地减河 50 年、100 年一遇设计流量为 150m^3/s，工程前后的洪水位、流速没有变化，因此工程修建后不会降低河道的行洪流量，不会降低河道规模，项目不影响有关规划的实施。

根据《黄骅市捷地减河治理工程初步设计报告》，捷地减河主要采取的措施为按行洪 150m^3/s 清淤、扩挖，左右堤防等级为二级。治理范围自红海村至入海口结束即桩号 21+436~0-870，工程交叉位置对应治理桩号 4+050，设计底宽 45m，河底高程-1.26m，边坡 1：3.5。设计堤顶宽度为 3.5m，堤顶超高 1.5m，设计水位 2.34m，设计堤顶高程 3.84m，左右堤顶铺设泥结石路面。现状左堤需要加高培厚，实施后规划外堤脚位置不变，现状右堤顶高程能满足规划堤顶高程要求，设计河底高程-1.26m，底宽 45m，边坡 1:3.5。规划实施后，交叉位置处主槽管顶埋深 33.04m，管顶埋深仍能满足冲刷线以下 6m 的要求。因此，不会影响规划的实施。

6.2.2 建设项目防洪标准和有关技术要求符合性评价

6.2.2.1 建设项目是否符合防洪标准

（1）沧浪渠

两次穿越位置现状河道位置岸线不明显，多被虾池坑塘侵占，结合上游治理段指标、现状河道宽度及河道管理范围划定成果，沧浪渠1现状河道宽度约50m（河道管理范围114m），沧浪渠2现状河道宽度约40m（河道管理范围100m），管径为1219mm，本次沧浪渠穿越水域工程等级为中型，防洪标准为100年一遇，符合《防洪标准》以及《油气输送管道穿越工程设计规范》中的规定。

（2）捷地减河

捷地减河河道宽度约397m，根据《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013），捷地减河穿越水域工程等级为大型，防洪标准为100年一遇，符合《防洪标准》以及《油气输送管道穿越工程设计规范》中的规定。

河道冬季来水很少，而且管道穿越工程是地下工程，工程处不会发生冰塞现象，因此对防凌没有影响。

6.2.2.2 建设项目是否符合有关技术和管理要求

本次以《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）、《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）（以下简称海委技术审查规定）以及《河北省河道管理范围内建设项目防洪评价技术审查规定》的有关技术要求为依据进行评价。

（1）沧浪渠1、2

（a）长度

沧浪渠 1 采用定向钻方式穿越，管道穿越水平投影长度 751m，下游顺河道为 S364 桥梁，桥长约 178m，虽该段未安排相关规划，按上游设计纵坡、底宽、边坡考虑，现状河道宽度约 50m（河道管理范围宽度 114m），穿越长度能满足长度的要求。

沧浪渠 2 上游紧邻 S364 桥梁，桥长约 130m，现状河道两岸被虾池挤占，现状河道宽度约 40m（河道管理范围宽度 100m），穿越长度能满足长度要求。

（b）角度

沧浪渠 1、2 穿越河道交角分别为 83°、81°，满足角度要求。

（c）距离

沧浪渠 1、2 穿越河道位置处无堤，均为虾池坑塘岸坎，现状河宽由于被挤占，现状河宽、主槽底宽均较窄。穿河位置入出土点均位于河道范围之外。

沧浪渠 1 入土点（X=4275608.257，Y=547309.01）距离左岸上开口线最短直线距离 543m；出土点（X=4274845.49,Y=547350.468)，距离右岸上开口线 131m，距离管理范围线 92m，沧浪渠 2 入土点距离右岸上开口线 65m，出土点距离左岸上开口线 600m。

（d）埋深

沧浪渠 1、2 穿越河道主槽部分管顶最浅点高程分别为-16.33m、-16.88m，管顶最浅点埋深分别为 13.42m、13.88m，冲刷深度分别为 2.02m、2.04m，满足冲刷线以下 2m 的要求。

（2）捷地减河

（a）长度

拟建天津 LNG 联络线在河北省黄骅市北岐口村西穿越捷地减河。管道穿越河道主槽和左右堤防采用定向钻穿越，定向钻穿越段水平投影长度 980m，河道宽度 397m，穿越长度大于河道宽度，没有压缩河道行洪断面面积。

（b）角度

定向钻穿越捷地减河与河道交角为 60°，能满足角度要求。

入土角 10°，出土角 6°，满足角度要求。

（c）距离

定向钻入土点（X=4272015.762，Y=547851.436）位于捷地减河右堤南侧，距右堤堤脚 204m；出土点（X=4272983.006，Y=547693.834）位于左堤北侧，出土点距离左堤堤脚 207m。

定向钻穿越捷地减河交叉位置处左堤、右堤均为 2 级堤防，定向钻穿越捷地减河左堤、右堤，入土点、出土点距离左、右堤堤脚最近距离均能满足距离堤防堤脚应不小于 100m 的要求。

（d）埋深

定向钻穿越捷地减河主槽部分管顶最浅点高程为-34.3m，管顶最浅埋深为 33.04m，工程标准冲刷深度 0.96m，满足冲刷线以下 6.0m 的要求。

定向钻穿越左滩地、右滩地部分管顶最浅点高程分别为-29.18m、-30.72m，管顶最浅埋深分别为 30.03m、31.78m，工程标准冲刷深度 0.15m、0.78m，满足冲刷线以下 6.0m 的要求。

定向钻穿越捷地减河左堤、右堤部分管顶最浅点高程分别为-29.18m、-28.64m，管顶埋深分别为30.03m、30.17m，满足穿越堤防管顶最小埋深应不小于堤基线以下15m的要求。管理范围段管顶最浅埋深24.72m，满足不小于堤基线以下6m的要求。

输气管道穿越河道交叉位置管顶以上最浅点埋深成果及冲刷深度对比表见表6.2.2-2。

（3）光缆

通信光缆敷设位置位于管道气流前进方向的西侧。在输气管道定向钻穿跨越时，光缆采用无缝钢管φ114×8套管保护后单独定向钻穿越。穿越时与输气管道间的净距为10m，套管内穿放2根Φ40/33硅芯管。输气管道与通信光缆两者管底标高齐平。通信光缆套管穿河道设计方案及指标与输气管道一致，且管径较小，故管道配套通信光缆穿越河流设计指标及评价与输气管道基本一致。

表 6.2.2-1　　输气管道穿越河道基本情况表

序号	河名	穿越方式	与河道交角（°）	穿越长度（m）	河道						堤防堤基线以下				堤防及堤身外管理范围段				出入土点			
					河道防洪标准（年）	河道宽度（m）	河底高程（m）	工程标准冲刷深度（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深(m)(左滩/主槽/右滩)	管顶高程（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）		管顶高程（m）		管顶埋深（m）		管顶高程（m）		入土角	出土角	入（出）土点距堤防坡脚	
																					最短距离	
											左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤			左堤（岸）	右堤（岸）
1	沧浪渠 1	定向钻	83	764	5	50（114）	-0.8（现状）/-2.91（规划）	2.02m	13.42	-16.33	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6	543（入）	131（出）/92（管理范围线）
2	沧浪渠 2	定向钻	81		5	40（100）	-1.89（现状）/-3（规划）	2.04m	13.88	-16.88	-	-	-	-	-	-	-	-			600（出）	65（入）
3	捷地减河	定向钻	60	980	50	397	1.09（现状）/-1.26（规划）	0.15/0.96/0.78	30.03/33.04/31.78	-29.18/-34.3/-30.72	30.03	30.71	-29.18	-28.64	24.72	30.71	-22.65	-28.64	10	6	207（出）	204（入）

表 6.2.2-2　　交叉位置管道埋深成果表

河流名称	穿越方式	河道				堤防堤基线以下				堤身外管理范围段			
		工程标准冲刷深度（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）（左滩/主槽/右滩）	允许最小安全埋深（m）	是否满足要求	管顶埋深（m）		允许最小安全埋深（m）	是否满足要求	管顶埋深（m）		允许最小安全埋深（m）	是否满足要求
						左堤	右堤			左堤	右堤		
沧浪渠 1	定向钻	2.02	13.42	8.02	是	-	-	-	-	-	-	-	-
沧浪渠 2	定向钻	2.04	13.88	8.04	是	-	-	-	-	-	-	-	-
捷地减河	定向钻	0.15/0.96/0.78	30.03/33.04/31.78	6.15/6.96/6.78	是	30.03	30.71	15	是	24.72	30.71	6	是

6.2.3 建设项目对河道行洪的影响评价

输气管道埋设于地下，采用定向钻方式穿越沧浪渠、捷地减河，对河道原貌基本不会改变，管道修建不缩窄河道行洪断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生变化，因此输气管道对河道行洪没有影响。

6.2.4 建设项目对河势稳定的影响评价

拟建管道工程将管道埋设于地下，采用定向钻的方式穿越沧浪渠、捷地减河，不改变河道地貌，因此管道的建设不会减小河道断面面积，不会产生河道洪水位的增加，也不会造成河势的改变，对河道行洪不会产生影响。但是，施工结束后，建设单位应及时对施工现场进行清理，恢复河道原貌，以免影响河道行洪。

6.2.5 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

（1）沧浪渠

考虑到《黄骅市沧浪渠治理工程初步设计报告》提到的 S11 海滨高速以下段推荐河道裁弯取直方案已得到河北省沧州市行政审批局的认可批准，但并未得到天津方面的正式批准，该段河道维持原有河道走向进行治理规划的可能性仍然存在，因此结合相关规划，按照设计纵坡 1/17500，对交叉位置设计河底高程进行了计算，沧浪渠 1 交叉位置管顶允许最小埋深为 13.42m，沧浪渠 2 交叉位置现管顶允许最小埋深 13.88m，设计埋深均能满足该要求。由于现状河道多被虾池侵占，左右岸线并不明显，参照上游河道治理指标对河道进行扩挖，

增加了穿越长度，出入土点距离河道上口均大于 50m，为以后可能的河道治理与规划预留了空间。

（2）捷地减河

根据《黄骅市捷地减河治理工程初步设计报告》，捷地减河主要采取的措施为按行洪 150m^3/s 清淤、扩挖，左右堤防等级为二级。治理范围自红海村至入海口结束即桩号 21+436~0-870，工程交叉位置对应治理桩号 4+050，设计底宽 45m，河底高程-1.26m，边坡 1：3.5。设计堤顶宽度为 3.5m，堤顶超高 1.5m，设计水位 2.34m，设计堤顶高程 3.84m，左右堤顶铺设泥结石路面。现状左堤需要加高培厚，实施后规划外堤脚位置不变，现状右堤顶高程能满足规划堤顶高程要求，设计河底高程-1.26m，底宽 45m，边坡 1:3.5。规划实施后，交叉位置处主槽管顶埋深 33.04m，管顶埋深仍能满足冲刷线以下 6m 的要求。因此，不会影响规划的实施。

穿越捷地减河与河道交角为 60°，满足角度要求。

穿越捷地减河交叉位置处左堤、右堤均为 2 级堤防，定向钻穿越捷地减河左堤、右堤，入土点、出土点距离现状堤防堤脚最近距离为分别 204m、207m，满足距离堤防堤脚应不小于 100m 的要求。

定向钻穿越捷地减河主槽部分管顶最浅埋深为 33.04m，工程标准冲刷深度 0.96m，满足冲刷线以下 6.0m 的要求。

定向钻穿越左滩地、右滩地部分管顶管顶最浅埋深分别为 30.03m、31.78m，工程标准冲刷深度 0.15m、0.78m，满足冲刷线以下 6.0m 的要求。

穿越捷地减河左堤、右堤部分管顶埋深分别为 30.03m、30.71m，满足穿越堤防管顶最小埋深应不小于堤基线以下 15m 的要求。管理范围段管顶最浅埋深 24.72m，满足不小于堤基线以下 6m 的要求。

管道采用定向钻敷设方式，施工完成后即恢复地形原貌，施工时也应与相关主管部门充分沟通，满足主管部门相关规定要求。

6.2.6 建设项目对水利工程运行管理和防汛抢险的影响评价

（1）沧浪渠

天津 LNG 外输管道采用定向钻方式穿越沧浪渠 1、2，由于现状河道多被虾池侵占，左右岸线虽不明显，参照上游规划治理河段指标进行了扩挖设计增加了穿越长度，为以后可能的河道治理与规划预留了空间。

（2）捷地减河

管道埋于地下，捷地减河入土点、出土点距离左、右堤堤脚最近距离满足距离堤防堤脚应不小于 100m 的要求。

6.2.7 建设项目施工期影响评价

项目主体施工工期尽量选在非汛期进行实施，建设单位及施工单位应与当地防汛部门密切配合做好防洪应急预案，服从河道管理部门在施工期间的监督与管理，遇到突发情况，根据洪水情况和防汛管理部门的指令，及时采取措施，确保防汛安全及管道安全。

施工机械、材料堆放等汛前进行清理，使施工场地恢复原貌，工程施工对河道行洪不会造成不利影响。

6.2.8 建设项目对第三人合法水事权益的影响评价

拟建管道穿越沧浪渠位置距离蒙西管道最短约 170m，沧浪渠 1 穿越位置距离 S11 滨海高速约 420m，距下游 S364 省道桥梁约 573m，沧浪渠 2 穿越位置位于 S364 省道桥梁下游直线距离约 232m，距下游 S11 滨海高速约 516m。穿越捷地减河位置距离蒙西管道最短约 3.17km，距离 S11 滨海高速约 1.4km。距离相对较远，不会对蒙西管道等第三方合法水事权益造成不利影响。

综上，本工程为地埋工程，工程后恢复地形原貌，管道穿越沧浪渠、捷地减河断面附近没有引用保护水源，上下游无取水口等建筑物，且不会对附近的村庄、公路等防洪产生影响，所以项目建设对第三人合法水事权益的基本没有影响。

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

7.1.1 大开挖防治补救措施

采用开挖敷设方式穿越行洪、排涝河道时，应对河道岸坡采取防护措施，采用开挖敷设方式穿越子牙新河右滩地，之后接定向钻，距离河道岸坡均较远，无需对子牙新河岸坡进行防护。对于穿越位置附近存在沙坑、洼塘、桥墩等特殊地段，应注意加大埋深或采取一定自保措施。

工程的实施不改变河道断面和纵坡，基本不会引起河道行洪流速的变化。但是工程实施安排在非汛期进行施工围堰、施工机械、材料堆放等，汛前应进行清理，使施工场地恢复河道原貌，管道工程施工对河道行洪基本没有影响。但工程施工后，必须通过采取回填夯实措施，保证河道床面规整，不得留下弃土（渣）、堆梗。

7.1.2 定向钻防治补救措施

工程的实施不改变河道断面和纵坡，基本不会引起河道行洪流速的变化。但是工程实施安排在非汛期进行施工围堰、施工机械、材料堆放等，汛前应进行清理，使施工场地恢复河道原貌，管道工程施工对河道行洪基本没有影响。但工程施工后，必须通过采取回填夯实措施，保证河道床面规整，不得留下弃土（渣）、堆梗。

为保证河道、堤防安全稳定，采用定向钻穿越时需对其采取粘性土换填加混凝土截渗环的处理方式。通过该项措施可以阻断水流沿管

道方向的通道，有效防止了贴壁渗流的发生，提高土体渗透稳定性，保证河道、堤防安全稳定。

具体处理措施如下：

管道回拖完成后，为了防止两侧水流顺管道穿越孔渗漏，定向钻穿越段两端与水平自然敷设主管道连接处采用粘土以管道为中心对钻孔进行夯实密封，换填厚度 4m，范围 10m×5m，压实系数 0.95，回填土料要求为粘性土，粘粒含量不低于 20%，回填料有机质不大于 5%，水溶盐含量不大于 3%，与设计压实度相对应的干密度不低于 1.7g/cm，回填边坡坡度宜≥2.0。

在管道拐弯处混凝土止水环设置一道，往外 5m 再设置 1 道，止水环采用 C25 混凝土现场浇筑。输气管道的止水环宽 2m，高 2m，厚 0.5m（沿管道方向），输气管道在中心穿过；止水环两侧以外各 2m 。

7.1.3 消除或减轻洪水对建设项目影响的工程措施

考虑到实际行洪的复杂性，对一些特殊地段，应注意加大埋深或采取一定自保措施。

7.1.4 非工程措施

施工建设工期应尽量避开主汛期，工程完工后迅速恢复区域原貌，避免垃圾、废渣留在河道内。

7.2 建设项目消除和减轻影响的措施效果分析

拟建项目施工期在采取有效的管理措施、工程措施后能消除施工期对河道的影响。竣工后对河道规划的实施、防洪、防汛抢险、工程管理、水利工程设施、河势稳定基本无影响。

综上，建设单位应对项目防治与补救措施工程量、投资额等进行具体计算设计。项目消除和减轻影响的最终方案与项目主体工程同步实施。

7.3 工程量及投资估算

上述补救工程的投资计入工程建设的总投资内。

7.3.1 工程量

序号	项目	单位	子牙新河	北排河	沧浪渠	捷地减河
一	出入土侧黏土换填					
1	入土侧黏土换填	m^3	200	200	200	200
2	出土侧黏土换填	m^3	200	200	200	200
二	截渗环					
1	入土侧	m^3	5.6	5.6	5.6	5.6
2	出土侧	m^3	5.6	5.6	5.6	5.6

7.3.2 投资

序号	项目	单位	子牙新河	北排河	沧浪渠	捷地减河
一	出入土侧黏土换填	万元	2.19	2.19	2.19	2.19
二	截渗环	万元	2.06	2.06	2.06	2.06

8 结论与建议

8.1 防洪综合评价主要结论

（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，为保证河道行洪安全和满足输气管道本身的防洪安全需要，对新建天津 LNG 外输管道工程穿越子牙新河、北排河、沧浪渠、捷地减河进行防洪评价是必要的。

（2）输气管道穿越子牙新河（1 次）、北排河（1 次）、沧浪渠（2 次）、捷地减河（1 次），除子牙新河穿越标准为 300 年一遇外，其余管道工程标准为 100 年一遇，符合《防洪标准》及《油气输送管道穿越工程设计规范》的要求。

（3）天津 LNG 管道采用定向钻穿越青静黄左堤及主槽，采用大开挖方式穿越右滩地，后又采用定向钻穿越子牙新河右堤，管线与河道交角均大于 60°，穿越长度大于河道宽度，出入土点角度及距离堤防堤脚距离以及主槽、滩地、堤防及堤防管理范围段管顶埋深也均满足相关审查要求。

子牙新河采用定向钻方式穿越子牙新河主槽，距离挡潮闸下游外缘约 110m，采用大开挖方式穿越右滩地，距离已拆除原滩地泄洪闸下游约 152m，位于管理范围以内，征求了河北省南运河河务中心意见。

采用定向钻穿越子牙新河右堤的同时一并穿越了北排河，考虑到北排河穿越位置河道现状右岸滩地多为虾池，管线又紧邻津歧公路

桥，本次从河道规划及防洪安全考虑以公路桥南桥头顺接现状塘坎作为控制，定向钻入土点位于河道右岸，距离现状右岸岸坡为 50m，滩地管顶最浅埋深 8.7m，冲刷深度 0.63m，距离和埋深也均能满足相关规定要求。

（4）采用定向钻方式一钻穿越沧浪渠 1、沧浪渠 2，管道穿越长度、与河道交角、管道埋深及出入土点与左右岸距离均满足相关要求。穿越沧浪渠 1、2 左右岸无明显界限，本次按照上游规划治理段指标进行了扩挖，增加了穿越长度，为以后治理规划预留了空间。

（5）采用定向钻方式穿越捷地减河，管道穿越长度、与河道交角、管道埋深及出入土点与左右岸距离均满足相关要求。

（6）输气管道工程将管道埋设于地下，工程后回填恢复原河道，不会改变河道原貌，管道修建不缩窄河道行洪断面面积，洪水位、流速、冲淤工程前后均不发生变化，因此输气管道对河势稳定、河道行洪基本没有影响。

（7）天津 LNG 外输管道工程穿越河道位置涉及相关规划治理及防洪调度时，应无条件服从于相关河道规划治理及相关调度等安排。

8.2 消除和减轻影响措施的结论

拟建项目施工期在采取有效的管理措施、工程措施后能消除施工期对河道的影响。竣工后对河道规划的实施、防洪、防汛抢险、工程管理、水利工程设施、河势稳定基本无影响。

8.3 建议

（1）为了保证河道安全稳定，定向钻穿越施工完成后，入、出土点应采用粘性土进行回填。

（2）输气管道穿越河流位置附近有省道等道路，为了保证公路的安全，施工时尽量避免对路基、桥梁的干扰。

（3）建设部门在管道工程开工前，其穿越方式、穿越长度、管顶埋深、渠道的恢复、防护、施工时段等均应与当地水行政主管部门协商，以尽量不影响河道行洪和渠道排涝为原则，征得相关部门同意后，按规定办理相关手续。

（4）采用定向钻、大开挖方式穿越河道时，工程施工应避开主汛期进行，材料堆放等汛前应及时清理，使施工现场恢复原貌；河道内管道埋设施工应按水利工程施工技术要求认真回填、夯实，恢复河道原貌，不得留下弃土（渣）、堆梗。

（5）管道输送的天然气为易燃易爆品，因此在工程运行中，要加强管理，以防对河道、堤防及其它建筑物造成不利影响。

（6）穿越河道应无条件服从相关水行政主管的调度规划安排，考虑到实际行洪条件的复杂性，对于可能造成的洪水损失建设单位应自行承担。对于穿越位置附近存在沙坑、洼塘、桥墩等特殊地段，尤其天津 LNG 管道穿越北排河、子牙新河位置临近入海口，地形地貌复杂多虾池、塘坎、道路等，受海水、洪水综合影响，应注意加大埋深或采取一定自保措施。本工程涉及到的所有于河道外顺河布置的管

道，均应位于河道管理范围外，施工过程中也应严格遵守相关水利行政主管部门对河道管理范围的具体规定要求。

（7）本报告中所涉及的河道，管道工程在施工过程中应与当地水利行政主管部门保持沟通，严格遵守相关水利行政主管部门的具体规定要求。

（8）本报告所有内容仅作为水利部海河水利委员会对天津 LNG 外输管道复线工程穿越子牙新河、北排河等防洪评价报告工程论证、审批的技术依据。

9 附表

附表 1　天津 LNG 外输管道复线工程（接收站-黄骅-沧州）穿子牙新河、北排河等坐标汇总表

序号	河名	穿越位置	穿越方式	与河道交角（°）	穿越长度（m）	入土点（穿越点 1）		出土点（穿越点 2）	
						Y	X	Y	X
1	子牙新河	天津市滨海新区南港工业园	定向钻	65	1735	546826.264	4279931.794	547504.703	4281527.678
			大开挖		2700	546826.264	4279931.794	547571.58	4277527.052
2	北排河	天津市滨海新区古林街马棚口一村东	定向钻	61	1750	547712.46	4275838.371	547571.58	4277527.052
3	沧浪渠	黄骅市岐口村西	定向钻	83/81	764	547309.01	4275608.257	547350.468	4274845.49
4	捷地减河	黄骅市高尘头村西	定向钻	60	980	547851.436	4272015.762	547693.834	4272983.006

附表 2　天津 LNG 外输管道复线工程（接收站-黄骅-沧州）穿沧浪渠、捷地减河光缆坐标汇总表

序号	河流名称	穿越位置	穿越方式	与河道交角（°）	入土点（穿越点 1）		出土点（穿越点 2）	
					Y	X	Y	X
1	沧浪渠	黄骅市岐口村西	定向钻	83/81	547299.025	4275607.714	547340.702	4274844.957
2	捷地减河	黄骅市高尘头村西	定向钻	60	547842.337	4272014.272	547683.965	4272981.398

附表 2　天津 LNG 外输管道复线工程（接收站-黄骅-沧州）穿子牙新河、北排河等指标汇总表

序号	河流名称	穿越位置	穿越方式	与河道交角（°）	控制面积（km^2）	洪峰流（m^3/s）		工程规模	工程防洪标准（年）	穿越长度（m）	河道						堤防堤基线以下				堤防及堤身外管理范围段				出入土点			
						工程标准	河道标准				河道防洪标准（年）	河道宽度（m）	河底高程（m）	工程标准冲刷深度（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶高程（m）（左滩/主槽/右滩）	管顶埋深（m）		管顶高程（m）		管顶埋深（m）		管顶高程（m）		入土角	出土角	入（出）土点距堤防坡脚最短距离	
																	左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤	左堤	右堤			左堤（岸）	右堤（岸）
1	子牙新河	天津市滨海新区南港工业园	定向钻+大开挖+定向钻	65	46511	13000	5500	大型	300	1735+2700+1750	50	4300(规划左右治导线）	-3.54（现状）/-3.34（规划）	1.5/3.25/1	31.03/29.24/3.3	-30.4/-32.78/-0.82	14.79（左治导线）/32.63（北埝）/17.9（挡潮埝）	31.58（南埝）/30.96（右堤）	-12.52/-31.68/-15.07	-30.58（南埝）/-20.66	14.79（左治导线）/32.63（北埝）/17.9	31.58（南埝）/30.96（右堤）	-12.52（左治导线）/-31.68	-30.58（南埝）/-20.66	10°/10°	6°/8°	左定向钻257（入距南埝）46（泄洪堰）/141（出距左治导线）	右定向钻1300（入）/468（458）（出）
2	北排河	天津市滨海新区古林街马棚口一村东	定向钻	61	1328	671	500	大型	100	1750	20	230	-3.01（-3.5）	-/3.23/0.8	-/14.6/8.7	-/-18.1/-8.1	30.7	-	-29.31	-	30.7	-	-29.31	-	10°	8°	1300（出）	50（入）
4	沧浪渠 1	黄骅市岐口村西	定向钻	83	645	477	160	中型	100	764	5	50（114）	-0.8（现状）/-2.91（规划）	2.02	13.42	-16.33	-	-	-	-	-	-	-	-	10	6	543（入）	131（出）/92（管理范围）
5	沧浪渠 2	黄骅市岐口村西	定向钻	81	645	477	160	中型	100		5	40（100）	-1.89（现状）/-3（规划）	2.04	13.88	-16.88	-	-	-	-	-	-	-	-			600（出）	65（入）
6	捷地减河	黄骅市高尘头村西	定向钻	60	-	150		大型	100	980	50	397	1.09（现状）/-1.26（规划）	0.15/0.96/0.78	30.03/33.04/31.78	-29.18/-34.3/-30.72	30.03	30.71	-29.18	-28.64	24.72	30.71	-22.65	-28.64	10°	6°	207（出）	204（入）

备注：管道定向钻穿越与光缆距离 10m，管道直径 1219mm，光缆 114mm；大开挖管道与光缆同沟敷设。通信光缆套管穿河道设计方案及指标与输气管道基本一致，且管径较小，故管道配套通信光缆穿越河流设计指标及评价与输气管道基本一致。