

河北省秦皇岛昌黎滦河口海域三丰海洋  
牧场人工鱼礁建设项目用海变更  
**海洋环境影响报告书**  
(征求意见稿)

建设单位：秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司

编制单位：海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司

二〇二一年五月



打印编号: 1619358838000

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	slygot		
建设项目名称	河北省秦皇岛昌黎滦河口海域三丰海洋牧场人工鱼礁建设项目用海变更		
建设项目类别	54-156海洋人工鱼礁工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司		
统一社会信用代码	91130392MA0EKCGH22		
法定代表人 (签章)	肖凤艳		
主要负责人 (签字)	侯长岐		
直接负责的主管人员 (签字)	侯长岐		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称 (盖章)	海域海岛环境科技研究院 (天津) 有限公司		
统一社会信用代码	91120104MA06DLMM06		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈晓	12353743510370046	BH032638	陈晓
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈晓	第1、2、3、10-14章	BH032638	陈晓
陈锐	第4-9章	BH033142	陈锐

编制人员证书:

	姓名:	陈晓
	Full Name	陈晓
	性别:	女
	Sex	女
	出生年月:	1981. 12
	Date of Birth	1981. 12
	专业类别:	
	Professional Type	
	批准日期:	2012年05月27日
	Approval Date	2012年05月27日
持证人签名:	签发单位盖章:	
Signature of the Bearer	Issued by	
陈晓	签发日期:	2012年08月27日
	Issued on	2012年08月27日
管理号: 12353743510370046		
File No.:		

本证书由中华人民共和国人力资源和社会保障部、环境保护部批准颁发。它表明持证人通过国家统一组织的考试,取得环境影响评价工程师的职业资格。

This is to certify that the bearer of the Certificate has passed national examination organized by the Chinese government departments and has obtained qualifications for Environmental Impact Assessment Engineer.

approved & authorized by  
Ministry of Human Resources and Social Security  
The People's Republic of China

approved & authorized by  
Ministry of Environmental Protection  
The People's Republic of China

编号: 0011783  
No.:

## 目录

1	总论	1
1.1	评价任务由来与评价目的	1
1.2	编制依据	3
1.3	评价技术方法与技术路线	6
1.4	环境保护目标和环境敏感目标	15
2	工程概况	22
2.1	建设项目名称、性质、规模及地理位置	22
2.2	工程的建设内容、平面布置、结构和尺寸	25
2.3	工程的辅助和配套设施、依托的公用设施	33
2.4	生产物流与工艺流程、原辅材料及其储运、用水量及排水量等	33
2.5	工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度	38
2.6	工程占用海域状况	44
3	工程分析	45
3.1	生产工艺与过程分析	45
3.2	工程各阶段污染环境与环境影响分析	45
3.3	工程各环节非污染环节与环境影响分析	48
3.4	环境影响要素识别和评价因子筛选	48
3.5	主要环境敏感目标 and 环境保护对象的分析与识别	49
3.6	环境现状评价和环境影响预测方法	50
4	区域自然和社会环境现状	52
4.1	区域自然环境现状	52
4.2	自然资源概况	64
4.3	区域社会环境现状	66
4.4	环境质量现状概况	68
4.5	周边海域敏感目标的现状与分布	70
5	环境现状调查与评价	77
5.1	海洋水文动力环境现状调查与评价	77
5.2	地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	85
5.3	海洋水质环境现状调查与评价	90
5.4	沉积物现状调查与评价	94
5.5	海洋生态环境调查与评价	95
6	环境影响预测与评价	103
6.1	水文动力环境影响分析	103
6.2	地形地貌与冲淤环境影响分析	112
6.3	海水水质环境影响分析	119
6.4	海洋沉积物环境影响分析	122
6.5	海洋生态环境（包括生物资源）影响分析	122
6.6	主要环境敏感区环境影响分析	131
6.7	大气环境影响分析	133
6.8	固体废弃物处置与分析	133
7	环境风险分析与评价	135
7.1	项目用海风险分析	135
7.2	环境风险防范对策措施和应急方法	143
8	清洁生产分析	150
8.1	建设项目清洁生产内容与符合性分析	150
8.2	建设项目清洁生产评价	150
9	总量控制	152
9.1	主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量	152
9.2	污染物的排放消减方法	153

9.3	污染物排放总量控制方案与建议.....	153
10	环境保护对策措施.....	154
10.1	建设项目各阶段的污染环境保护对策措施.....	154
10.2	建设项目各阶段的非污染环境保护对策措施.....	155
10.3	建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施.....	155
10.4	建设项目的环境保护设施和对策措施一览表.....	155
11	环境保护的技术经济合理性.....	157
11.1	环境保护设施和对策措施的费用估算.....	157
11.2	环境保护的经济损益分析.....	157
12	海洋工程的环境可行性.....	159
12.1	项目用海与海洋功能区划的符合性分析.....	159
12.2	区域和行业规划的符合性.....	164
12.3	建设项目的政策符合性.....	174
12.4	工程选址与布置的合理性.....	175
12.5	环境影响可接受性分析.....	179
13	环境管理与环境监测.....	181
13.1	环境保护管理计划.....	181
13.2	环境保护监测计划.....	182
14	环境影响评价结论与建议.....	187
14.1	工程分析结论.....	187
14.2	环境现状分析与评价结论.....	187
14.3	环境影响预测分析与评价结论.....	189
14.4	环境风险分析与评价结论.....	189
14.5	清洁生产和总量控制结论.....	189
14.6	环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....	190
14.7	区划规划和政策符合性结论.....	190
14.8	建设项目环境可行性结论.....	190
14.9	建议.....	190
	引用资料.....	191

# 1 总论

## 1.1 评价任务由来与评价目的

### 1.1.1 评价任务由来

中共十八大报告提出：“提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境，坚决维护国家海洋权益，建设海洋强国”，从而奠定了海洋事业在我国战略定位与目标。2017年“中央一号文件”提出“发展现代化海洋牧场，加强区域协同保护”，党的十九大做出了建设海洋强国的重大部署。“十二五”期间我国渔业经济发展显著，渔业生态文明建设得到重视，海洋牧场建设得到加强，成功建设国家级海洋牧场示范区20个，国务院出台《关于促进海洋渔业持续健康发展的若干意见》（国发〔2013〕11号），明确了加强海洋渔业资源环境保护，养护水生生物资源，积极推进以海洋牧场建设为主要形式的区域性综合开发。

秦皇岛市渔业资源丰富，发展水产养殖业有着得天独厚的区位优势。近年来，随着社会经济发展步伐的加快，秦皇岛市紧紧抓住发展海水增养殖的良好机遇，通过推进渔业载体和配套设施建设、大力发展优质高效渔业和休闲渔业等一系列措施，在渔业发展规模、技术等方面取得了较好的成绩，对保障市场供应、富裕农村发挥了积极的作用。但在发展的同时，也面临着资源、环境等诸多因素的制约和挑战，海洋牧场是一种集生态优化、资源养护、环境友好为一体的新型渔业生产方式。实施海洋牧场建设可以使海域的生态、环境、资源与生产处于良好的平衡状态，保障海域优质海产品的可持续产出。科学地规划、建设和管理海洋牧场，会使古老传统的渔业焕发活力，产生显著的生态效益、经济效益和社会效益，更能使辽阔无垠的水域变得更加健康、美丽、富饶。目前，全国海洋牧场建设已经形成一定规模，2007年以来，中央财政对海洋牧场建设项目开始予以专项支持。为了全面贯彻落实科学发展观和国务院《中国水生生物资源养护行动纲要》，修复和改善河北省近海海洋生态环境，恢复和增殖渔业资源，保护生物多样性，推动渔业产业结构调整和优化升级，带动相关产业发展，促进渔民增收、渔业增效，使河北省海洋渔业经济快速、持续、健康发展，河北省积极响应国家海洋经济发展要求，建设海洋牧场，加强河北省海洋渔业资源和生态环境保护，加快转变海洋渔业发展方式。

其中的人工鱼礁建设是建设海洋牧场的主要工作，是改善近海渔场或建立新

渔场的一项重要事业，是应用现代技术增加海洋生物资源的有效举措。人工鱼礁的建设在修复和改善海洋生态环境，增殖和优化渔业资源的同时，对鱼礁区的珍稀濒危生物和生物多样性也起到了较好的保护作用。通过人工鱼礁建设，促进了旅游业的发展，增加了渔民收入，带动了渔业产业的升级优化，促进了海洋经济持续健康发展。

为将生态修复与企业效益结合，加强生态修复工作，秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司拟在秦皇岛市昌黎县滦河口东北部海域原扇贝开放式养殖用海项目范围内建设海洋牧场。根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》和《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》的规定，需进行海洋环境影响评价。本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版）（生态环境部令第16号）中“三、渔业——海水养殖 0411——用海面积 1000 亩以下 300 亩及以上的网箱养殖、海洋牧场（不含海洋人工鱼礁）、苔筏养殖等；用海面积 1000 亩以下 100 亩及以上的水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖；用海面积 1500 亩及以上的底播养殖、藻类养殖；涉及环境敏感区的”及“五十四、海洋工程——156 海洋人工鱼礁工程——固体物质（虚方）投放量 5 万立方米以上的”，根据就高不就低原则，应编制环境影响报告书。因此，秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司委托海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司对本项目进行海洋环境影响评价。评价单位在现场踏勘和资料收集的基础上，制定了环评实施计划，确定评价重点、评价等级、现状调查等内容。随后开展了全面的海洋环境现状调查、环境监测资料收集工作，在此基础上，完成了该工程的海洋环境影响报告书。

表 1.1-1 建设项目分类管理名录（部分）

环评类别 项目类别		报告书	报告表	登记表	本栏目环境敏感区含义
三、渔业					
4	海水养殖 0411	用海面积 1000 亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）；围海养殖	用海面积 1000 亩以下 300 亩及以上网箱养殖、海洋牧场（不含海洋人工鱼礁）、苔筏养殖等；用海面积 1000 亩以下 100 亩及以上的水产养殖基地、工厂化养殖、高位池（提水）养殖； <b>用海面积 1500 亩及以上的底播养殖、藻类养殖；</b> 涉及环境敏感区的	其他	第三条（一）中的自然保护区、海洋特别保护区；第三条（二）中的除（一）外的生态保护红线管控范围，海洋公园，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场，天然渔场，封闭及半封闭海域
五十四、海洋工程					
1	海洋	<b>固体物质</b>	固体物质（虚方）投放量 5 万	其他	第三条（一）中的自然保护

5 6	人工 鱼礁 工程	(虚方) 投放量 5 万立方米 以上的	立方米以下 5000 立方米及以上 的；涉及环境敏感区的		区、海洋特别保护区；第三条（二）中的除（一）外的生态保护红线管控范围，海洋公园，重点保护野生动物栖息地，重点保护野生植物生长繁殖地，重要水生生物的自然产卵场、索饵场，封闭及半封闭海域
--------	----------------	------------------------------	---------------------------------	--	---

### 1.1.2 评价目的

本工程主要从保护海洋环境，维护生态平衡的原则出发，以可持续发展战略为指导思想，根据建设项目周围的自然环境和社会环境现状进行调查和分析，对项目周围的环境质量现状进行监测和评价，通过项目工程分析，查清污染源及其排出的污染物的种类、数量、排放方式和排放强度，对工程施工及建成投入使用等环节带来的环境问题进行全面科学评价。根据工程对环境的影响程度提出切实可靠的环保措施和建议，将建设工程对环境造成的不利影响降低到最小程度，达到工程建设和环境保护两者协调发展的目的。从环境保护的角度出发，全面评价该工程建设的可行性，为该项目的环境保护工程设计和环境管理提供依据，为工程开发项目主管部门和海洋环境保护主管部门提供管理和决策依据。

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 法律、法规依据

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，自2015年1月1日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，由第九届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议于1999年12月25日修订通过，2000年4月1日起施行，2017年11月4日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议第三次修正；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2002年10月28日第九届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过，根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第一次修正，根据2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部

法律的决定》第二次修正；

(4)《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人民代表大会常务委员会，2001年10月27日通过，2002年1月1日实施；

(5)《中华人民共和国水污染防治法》，全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第七十号，2018年1月1日实施；

(6)《中华人民共和国大气污染防治法》，全国人民代表大会常务委员会，2018年10月26日实施；

(7)《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，全国人民代表大会常务委员会，2018年12月29日修正；

(8)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（修订草案）》，中华人民共和国主席令第23号，2019年6月5日；

(9)《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第四次修正；

(10)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，中华人民共和国国务院，2007年9月发布，2008年1月1日起施行，2017年3月1日修订；

(11)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，中华人民共和国国务院，2016年9月19日国务院令475号公布，自2006年11月1日起施行，根据2018年3月19日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订；

(12)《水产种质资源保护区管理暂行办法》，中华人民共和国农业部，2011.1发布，2011.3实施；

(13)《风暴潮、海浪、海啸和海冰灾害应急预案》，国家海洋局，2012年7月发布，2012年7月实施；

(14)《产业结构调整指导目录（2019年本）》，国家发展和改革委员会令第29号；

(15)《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012年2月29日中华人民共和国第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过修订，2012年7月1日起施行；

(16)《建设项目环境保护管理条例》，1998年11月29日中华人民共和国

国务院令 第 253 号发布，根据 2017 年 7 月 16 日《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》修订；

(17)《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，中发〔2018〕17 号，2018 年 6 月 24 日；

(18)《河北省生态环境厅河北省自然资源厅河北省农业农村厅关于印发〈河北省海洋生态补偿管理办法〉的通知》冀环海洋〔2020〕183 号；

(19)《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》，中华人民共和国生态环境部令 第 16 号，2020 年 11 月。

### 1.2.2 技术标准和规范

(1)《海洋工程环境影响评价技术导则》GB/T 19485-2014；

(2)《环境影响评价技术导则 总纲》HJ 2.1-2016

(3)《环境影响评价技术导则 地表水环境》HJ 2.3-2018；

(4)《环境影响评价技术导则 大气环境》HJ 2.2-2018；

(5)《环境影响评价技术导则 声环境》HJ 2.4-2009；

(6)《环境影响评价技术导则 生态影响》HJ 19-2011；

(7)《环境影响评价技术导则 地表水环境》HJ 610-2016；

(8)《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》HJ964-2018；

(9)《建设项目环境风险评价技术导则》HJ 169-2018；

(10)《海洋调查规范》GB12763-2007；

(11)《海洋监测规范》GB17378-2007；

(12)《近岸海域环境监测规范》HJ442-2008；

(13)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002 年 4 月；

(14)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》SC/T 9110-2007；

(15)《海水水质标准》GB 3097-97；

(16)《海洋生物质量》GB 18421-2001；

(17)《海洋沉积物质量》GB 18668-2002；

(18)《渔业水质标准》GB 11607-89；

(19)《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》；

(20)《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；

(21)《涉海建设项目对海洋生物资源损害评估技术规范》(DB13/T 2999-2019);

(22)《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2018);。

### 1.2.3 相关规划和区划

(1)《河北省海洋功能区划(2011-2020年)》;

(2)《河北省海洋生态红线(2014-2020年)》;

(3)《河北省海洋主体功能区规划》;

(4)《河北省海洋环境保护规划(2016-2020)》;

(5)《渤海综合治理攻坚战行动计划》,生态环境部、发展改革委、自然资源部,2018年11月30日;

(6)《河北省渤海综合治理攻坚战实施方案》,河北省生态环境厅、河北省发展和改革委员会、河北省自然资源厅,2019年6月;

(9)《河北沿海地区发展规划(2011-2020)》;

(10)《国家级海洋牧场示范区建设规划(2017-2025年)》;

(11)《河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划(2017-2030)》。

### 1.2.4 项目基础资料

(1)委托书;

(2)《河北省秦皇岛昌黎滦河口海域三丰海洋牧场人工鱼礁建设项目可行性研究报告》,大连市现代海洋牧场研究院,2020年12月;

(3)《河北省秦皇岛昌黎滦河口海域三丰海洋牧场人工鱼礁建设项目用海变更海域使用论证报告书》,海域海岛环境科技研究院(天津)有限公司,2021年4月;

(4)建设单位提供的其他资料。

## 1.3 评价技术方法与技术路线

### 1.3.1 项目特点

(1)本项目用海主要为建设投礁型海洋牧场,是以增养殖为目的的生态友好型项目,建成后改善海洋环境质量、恢复渔业资源,对周边的养殖活动有养护作用;

(2)本项目带来的环境影响主要表现在施工期产生的生活垃圾、生活污水

及悬浮泥沙对所在区域环境的影响，营运期影响较小，基本不会对外环境产生明显不利影响。因此，本环评主要针对项目施工期进行分析评价，并提出相应的防治措施；营运期的影响做简要分析。

### 1.3.2 关注的主要环境问题及环境影响

本项目关注的主要环境问题为人工鱼礁的投放对海洋环境的影响：

- (1) 施工产生的悬浮泥沙对海水水质的影响；
- (2) 人工鱼礁的投放对海洋水文动力的影响；
- (3) 人工鱼礁的投放对海洋地形地貌与冲淤环境的影响；
- (4) 人工鱼礁的投放对海洋生态和生物资源环境的影响。

### 1.3.3 评价工作等级和评价范围

按照《环境影响评价技术导则》(HJ/T2.1-2016、HJ2.2-2018、HJ/T2.3-2018、HJ2.4-2009、HJ19-2011、HJ610-2016)及《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)要求，并根据拟建项目的排污特征、污染物排放量及项目所在地的环境区划要求，确定评价工作等级如下：

#### 1.3.3.1 大气环境影响评价工作等级及评价范围

《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中环境空气影响评价工作等级划分，是根据评价项目的主要污染物排放量、周围地形复杂程度以及当地执行的环境空气质量标准等因素确定的。本项目施工期主要污染物为船舶燃油废气，污染因子较为简单，工程作业期短，按《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)中的规定，本项目大气环境影响评价等级为三级。三级评价不需要设置大气环境影响评价范围。

#### 1.3.3.2 声环境影响评价工作等级及评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)，声环境影响评价工作等级划分依据包括：“a) 建设项目所在区域的声环境功能区类别。b) 建设项目建设前后所在区域的声环境质量变化程度。c) 受建设项目影响人口的数量。”所在区域的声环境功能区在《声环境质量标准》GB3096-2008中无对应功能区，且海水养殖距离城镇较远，受影响人口数量为0，因此本项目声环境影响可不做评价。

#### 1.3.3.3 生态环境影响评价等级及评价范围

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011), 依据影响区域的生态敏感性和评价项目的工程占地(含水域)范围, 包括永久占地和临时占地, 将生态影响评价工作等级划分为一级、二级和三级。

**表 1.3-1 生态影响评价工作等级划定表**

影响区域生态敏感性	工程占地(含水域)范围		
	面积 $\geq 20 \text{ km}^2$ 或长度 $\geq 100 \text{ km}$	面积 $2\sim 20 \text{ km}^2$ 或长度 $50\sim 100 \text{ km}$	面积 $\leq 2 \text{ km}^2$ 或长度 $\leq 50 \text{ km}$
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	三级	三级	三级

本项目占用海域面积约  $303.4426 \text{ hm}^2$  在  $2\sim 20 \text{ km}^2$  之间, 属于一般区域, 因而判定生态环境影响评级工作等级为三级, 由于本项目海洋生态评价等级为二级, 由于就高不就低原则确定评价等级为二级。评价范围参照海域环境影响范围。

#### 1.3.3.4 地表水环境影响评价工作等级及评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境(HJ2.3-2018)》建设项目地表水环境影响评价等级按照影响类型、排放方式、排放量或影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。

(1) 水污染影响型建设项目主要根据废水排放方式和排放量划分评价等级, 根据表 1.3-2 本项目污水属于间接排放评价等级为三级 B。

**表 1.3-2 水污染影响型建设项目评价等级判定表**

评价等级	判定依据	
	排放方式	废水排放量 $Q/(\text{m}^3/\text{d})$ ; 水污染物当量数 $W/(\text{量纲一})$
一级	直接排放	$Q \geq 20000$ 或 $W > 600000$
二级	直接排放	其他
三级A	直接排放	$Q < 200$ 且 $W < 6000$
三级B	间接排放	-

水文要素影响型建设项目评价等级划分根据水温、径流与受影响地表水域等三类水文要素的影响程度进行判定, 本项目受纳水体主要为海水, 故本项目地表水水文要素评价参照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014) 执行。

本次地表水评价等级及工作范围仅包含水污染影响, 其中三级 B 的评价范围应符合以下要求: “应满足其依托污水处理设施环境可行性分析的要求; 涉及地表水环境风险的, 应覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域。” 本项目污水委托有资质的单位进行处理, 因此不设定评价单位。

#### 1.3.3.5 地下水环境影响评价工作等级及评价范围

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)中附录 A 地下水环境影响评价行业分类表,本项目参照“B 农、林、牧、渔、海洋—16、海水养殖工程”,地下水环境影响评价项目类别为 IV 类,建设项目的地下水环境敏感程度为不敏感,因此本项目地下水环境影响可不做评价。

#### 1.3.3.6 土壤环境影响评价工作等级与评级范围

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》,标准适用于化工、冶金、矿山采掘、农林、水利等可能对土壤环境产生影响的建设项目进行土壤环境影响评价。本次评价内容为海水养殖,对陆域土壤不会产生影响,可不开展土壤环境影响评价。

#### 1.3.3.7 环境风险评价工作等级与评价范围

##### (1) 风险潜势确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018),建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV<sup>+</sup>级,根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度,结合事故情形下环境影响途径,对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析,本项目涉及的危险物质为船舶燃料油。当只涉及一种危险物质时,计算该物质的总量与其临界量比值,即为 Q。

油类物质的临界量为 2500t,施工期最大施工船舶按照 3000 总吨计算,依据《水上溢油环境风险评估技术导则》中附录 C 中对杂货船、冷藏船燃油舱中燃油数量关系推算,载油率 80%时燃油总量 $<312\text{m}^3$ ,按  $300\text{m}^3$  计算,燃油舱单舱燃油量 $<39\text{m}^3$ ,其密度一般小于  $1\text{t}/\text{m}^3$ ,以  $1\text{t}/\text{m}^3$  计算,船舶燃料油总量为 300t。则危险物质数量与临界量比重 Q 为 0.12。由于  $Q<1$  时,本项目环境风险潜势为 I。

##### (2) 风险评价等级

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)中所规定的判定原则,本环境风险评价工作等级按下表进行确定。

表 2.5-6 环境风险评价工作级别判据

环境风险潜势	IV、IV <sup>+</sup>	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析

根据关于评价工作级别的判定原则,确定本次环境风险评价工作级别为简单分析。

#### 1.3.3.8 海洋环境影响评价等级及评价范围

##### (1) 海域环境影响评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014),本次评价的海洋牧场主要为底播养殖和人工鱼礁工程,确定本项目环境影响评价内容见表 1.3-2,确定本项目海洋环境的评价内容包括海洋水文动力、海水水质环境、海洋沉积物质量、海洋生态和生物资源环境,本项目主要工程为人工鱼礁,会对投礁区域的海洋地形地貌与冲淤环境造成较大的影响,因此需对其进行评价。本项目占用海域面积约  $303.4426\text{hm}^2 > 200 \times 10^4\text{m}^2$ ,且不属于生态环境敏感区,确定水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评级等级均为二级,见表 1.3-3,确定海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为三级,见表 1.3-4。

表 1.3-2 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型和内容	环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物质量	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其他评价内容
大型海水养殖场、人工鱼礁工程:大型网箱、深水网箱养殖等工程,大型海水养殖类工程,提水养殖等工程,苔棱养殖等工程,各类人工鱼礁工程,围海养殖、底播养殖等工程	★	★	★	☆	★	☆	☆

表 1.3-3 海洋水文动力、海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评等级判据表

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
大型海水养殖场、人工鱼礁类工程	大型网箱、深水网箱养殖;大型海水养殖;高位池(提水)养殖;苔棱养殖;围海养殖、底播养殖等	用海面积大于 $200 \times 10^4\text{m}^2$	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2
	各类人工鱼礁工程	固体物质投放量大于 $3\text{万 m}^2$	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2

表 1.3-4 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4\text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程,围海筑坝、防波堤、导流堤(长度等于和大于 $2\text{km}$ )等工程;其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4\text{m}^2 \sim 30 \times 10^4\text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程,围海筑坝、防波堤、导流堤(长度 $2\text{km} \sim 1\text{km}$ )等工程;其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。

3	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 $1\text{km} \sim 0.5\text{km}$ ）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻冲刷、淤积的工程项目。
---	--

## (2) 海域环境影响评价范围

### 1) 海洋水文动力环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，1级评价垂向（垂直于工程所在海域中心的潮流主流向）距离不小于 3km；纵向（潮流主流向）距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍，结合水动力现状调查，水质点最大运移距离为 5.56km，方向 WSW，确定纵向评价范围为外扩 11.12km。

### 2) 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价范围

同海洋水文动力环境影响评价范围。

### 3) 海洋水质环境影响评价范围

海域水质环境现状的调查与评价范围应能覆盖建设项目的评价区域及周边环境影响所及区域。

### 4) 海洋沉积物环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，当建设项目所在区域有生态环境敏感区和自然保护区时，调查评价范围应适当扩大，将生态环境敏感区和自然保护区涵盖其中，以满足评价和预测环境敏感区和自然保护区所受影响的需要。

### 5) 海洋生态环境影响评价范围

海洋生态环境影响评价范围为以主要评价因子受影响方向的扩展距离 5~8km。

### 6) 海域评价范围确定

根据上述各要素，由此确定本项目评价范围为以海水养殖最外侧边界为外缘线，西至南长 8km，东至北宽 11.12km。

## 1.3.3.9 小结

综上分析，本次评价工作等级汇总情况见表 1.3-5 所示。评价范围见图 1.3-1 和表 1.3-6。

表 1.3-5 评价工作等级汇总表

评价项目	
大气环境	三级

声环境		不做评价
生态环境		二级
地表水	水污染影响型	三级B
	水文要素影响型	不做评价
地下水环境		不做评价
土壤环境		不做评价
海水水质环境		二级
海洋沉积物质量		二级
海洋生态和生物资源环境		二级
海洋水文动力环境		二级
海洋地形地貌与冲淤环境		三级
环境风险		简单分析

表 1.3-6 评价范围坐标

图 1.3-1 评价范围图

### 1.3.4 评价标准

本次评价执行的标准如下表所示。

**表 1.3-7 本次环评使用的评价标准**

标准	标准号	标准名称及分类	级别
环境质量评价标准	GB3097-1997	《海水水质标准》	依据调查站位所在海洋功能区划中环境保护要求，确定本项目海水水质标准
	GB18668-2002	《海洋沉积物质量》	依据《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》，调查站位所在海洋功能区划海洋沉积物标准确定
	GB 18421-2001	《海洋生物质量》	依据《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》，调查站位所在海洋功能区划海洋生物质量标准确定
		《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》	甲壳类和鱼类体生物质量标准的要求
		《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	石油烃生物质量标准的要求

#### 1.3.4.1 环境质量评价标准

**表 1.3-8 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）**

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10	人为增加的量≤10	人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8	6.8~8.8
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
Cu≤	0.005	0.010	0.05	0.05
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Pd≤	0.001	0.005	0.01	0.05
As≤	0.020	0.030	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
Cr≤	0.05	0.10	0.2	0.5
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01

**表 1.3-9 海洋沉积物质量（GB18668-2002） ×10<sup>-6</sup> (有机碳除外)**

污染因子	石油类	Hg	Pb	Zn	Cu	Cr	As	Cd	硫化物	有机碳(×10 <sup>-2</sup> )
第一类标准≤	500	0.20	60	150	35	80	20	0.50	300.0	2.0
第二类标准≤	1000	0.50	130.0	350.0	100	150	65	1.50	500.0	3.0
第三类标准≤	1500	1.00	250.0	600.0	200	270	93	5.00	600.0	4.0

**表 1.3-11 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）生物体内污染物评价标准**

海洋贝类 生物质量 标准值 (鲜重)	类别	重金属质量分数 (10 <sup>-6</sup> )						
		铜	铅	锌	砷	镉	汞	石油 烃
	一类	10	0.1	20	1.0	0.2	0.05	15
	二类	25	2.0	50	5.0	2.0	0.1	50
	三类	50(牡蛎 100)	6.0	100 (牡蛎 500)	8.0	5.0	0.3	80

表 1.3-12 全国海岸和海涂资源综合调查简明规程 单位: mg/kg

种类	铜	锌	铅	镉	总汞	砷	石油烃*
鱼类	20	40	2	0.6	0.3	5	20
甲壳类	100	150	2	2	0.2	8	20
软体动物	100	250	10	5.5	0.3	10	20

注: 石油烃参照第二次全国海洋污染基线调查技术规程相关标准。

### 1.3.4.2 污染物排放执行标准

#### (1) 废水排放标准

营运期主要包括船舶生活污水、船舶含油废水。

##### 1) 船舶含油废水排放标准

船舶含油废水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)。

表 1.3-11 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)

污染物种类	区域	规定
船舶含油污水	沿海	石油类不大于15mg/l, 收集并排入接收设施。
船舶生活污水	在内河和距最近陆地3海里以内(含)的海域	应采用下列方式之一进行处理, 不得直接排入环境水体: a) 利用船载收集装置收集, 排入接收设施; b) 利用船载生活污水处理装置处理, 达到标准5.2规定要求后再航行中排放。

##### 2) 生活污水排放标准

表 1.3-12 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)

单位: mg/L (pH 除外)

项目	一级标准
pH	6~9
COD <sub>Cr</sub>	100
五日生化需氧量 (BOD <sub>5</sub> )	30
SS	70
氨氮	15
石油类	10

#### (2) 固废排放标准

一般固体废物贮存执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599-2001)及2013年修改单中的相关规定; 船舶污染物排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018), 按船舶垃圾排放控制标准执行。

### 1.3.5 评价工作过程

根据《建设项目环境影响评价技术导则-总纲》(HJ 2.1-2016)等相关技术规范的要求,本次环评在调查项目所在地环境质量现状的基础上,通过工程分析,识别项目污染因子和环境影响因素,预测项目建设对周围环境的影响范围和程度,论证项目实施的环境可行性,提出减轻和防治污染的具体对策及建议,为工程设计、环保决策提供科学依据。本次环境影响评价的工作过程及程序见图 1.3-2。

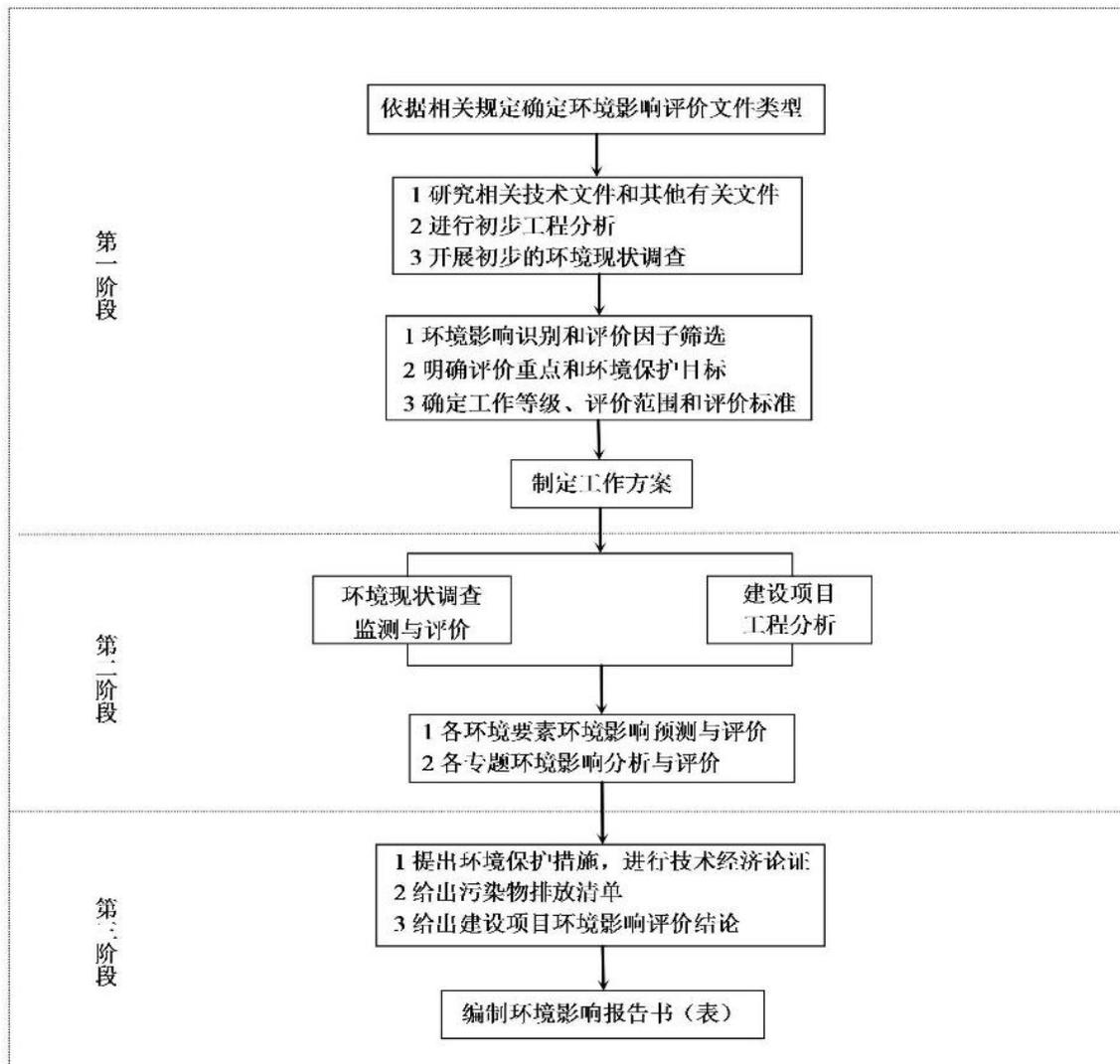


图 1.3-2 环境影响评价工作程序图

## 1.4 环境保护目标和环境敏感目标

### 1.4.1 环境敏感目标

本项目环境敏感目标见表 1.4-1、图 1.4-1~1.4-5。

表 1.4-1 项目环境敏感目标

类型	序号	名称		与项目的位置关系
海洋功能区划	1	滦河口农渔业区		占用
	2	黄金海岸海洋保护区		北侧3.5km
	3	滦河口海洋保护区		西南侧 10.6km
海洋生态红线	1	海洋保护区红线区	昌黎黄金海岸保护区	北侧2.4km
	2	沙源保护海域	新开口至滦河口	西侧1km
	3		金山嘴至新开口海域	北侧9.5km
	4	重要河口红线区	滦河口生态红线区	西南侧 10.6km
	5	重要滨海湿地红线区	滦河口沼泽湿地	西南侧 12.9km
	6	重要渔业海域红线区	昌黎海域种质资源保护区	东侧3.1km
自然保护区	1	昌黎黄金海岸国家级自然保护区		西侧2.5km
水产种质资源保护区	1	昌黎海域国家级水产种质资源保护区		东侧3.1km
周边开发利用活动	1	孟艳波扇贝开放式养殖用海	孟艳波	115m
	2	赵金永扇贝开放式养殖用海	赵金永	15m
	3	张青祥扇贝开放式养殖用海	张青祥	45m
	4	秦皇岛晨升水产养殖有限公司筏式扇贝养殖	秦皇岛晨升水产养殖有限公司	88m
	5	李贺宝扇贝开放式养殖用海	李贺宝	25m
	6	肖立军扇贝开放式养殖用海	肖立军	41m
	7	高明扇贝开放式养殖用海	高明	48m
	8	聂学明扇贝开放式养殖用海	聂学明	71m
	9	秦皇岛通源水产有限公司扇贝开放式养殖用海	秦皇岛通源水产有限公司	17m
	10	聂永祥扇贝开放式养殖用海	聂永祥	航道毗邻
	11	刘孝亭扇贝开放式养殖用海	刘孝亭	
	12	李光明扇贝开放式养殖用海	李光明	
	13	赵艳新扇贝开放式养殖用海	赵艳新	

图 1.4-1 海洋功能区划环境敏感目标分布

图 1.4-2 生态红线敏感目标分布

图 1.4-3 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

图 1.4-3 昌黎海域国家级水产种质资源保护区

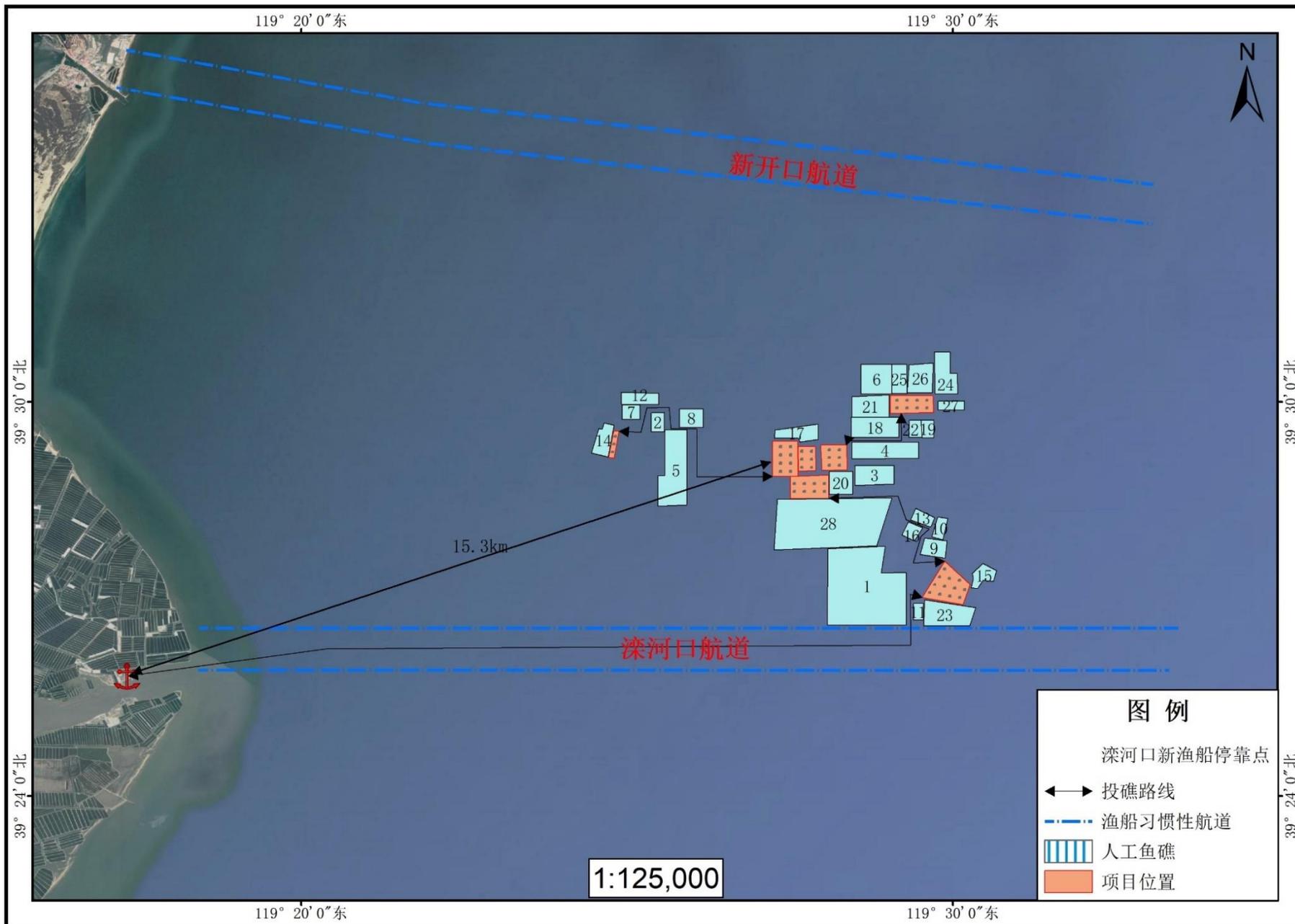


图 1.4-4 周边开发利用活动敏感目标

## 1.4.2 环境保护目标

### 1.4.2.1 《河北省海洋功能区划（2011-2020）》

依据《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目位于滦河口农渔业区，其生态保护重点目标为“保护三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源、珍稀海洋生物，滨海湿地，自然砂质岸滩、海水质量”，环境保护要求为“禁止进行污染海域环境的活动；防止外来物种侵害，防治养殖自身污染和水体富营养化，加强水产种质资源保护，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能稳定；执行不劣于二类海水水质质量标准、一类海洋沉积物和海洋生物质量标准”。

本项目黄金海岸海洋保护区距离 3.5km，保护目标为“保护文昌鱼及其栖息地、自然砂质岸滩”，本项目距离滦河口海洋保护区 10.6km，保护目标为“保护河口湿地、潟湖—沙坝生态系统；自然砂质岸滩”，海洋保护区环境保护要求均为“严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》、《自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》，实施海域综合整治工程，维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观；将核心区界限作为“生态红线”进行保护和管理；执行一类海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量标准”。

### 1.4.2.2 《河北省海洋生态红线》

根据《河北省海洋生态红线》，本项目距离昌黎黄金海岸保护区保护目标为“保护海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括沙丘、沙堤、潟湖、林带、鸟类、海水、文昌鱼等海洋生物构成的海岸海洋生态系统”；新开口至滦河口、金山嘴至新开口海域沙源保护海域保护目标为“保护海底地形地貌、海洋动力条件、海水质量”；滦河口生态红线区重要河口红线区保护目标为“保护河口地形地貌、生态环境”；滦河口沼泽湿地重要滨海湿地红线区保护目标为“保护潟湖—沙坝海岸景观，河口湿地和鸟类”；昌黎海域种质资源保护区保护目标为“保护海底地形地貌和三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源，保护海洋环境质量”。

### 1.4.2.3 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

昌黎黄金海岸国家级自然保护区的主要保护对象为“海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括文昌鱼、沙丘、沙堤、潟湖、林带、海水、鸟类等构成的海岸海洋生态系统。”

#### 1.4.2.4 昌黎海域国家级水产种质资源保护区

昌黎海域国家级水产种质资源保护区主要保护对象是“三疣梭子蟹、花鲈和假睛东方鲀”。

#### 1.4.2.5 周边开发利用活动

项目施工期可能会对周边养殖活动造成影响，影响方式主要为人工鱼礁投放导致悬浮泥沙扩散对周边养殖活动的影响，因此其主要保护目标为海水水质。

综上，本项目的保护目标、保护内容、位置关系距离见表 1.4-2。

表 2.7-2 本项目环境保护目标一览表

编号	环境敏感目标		环境保护目标	与本项目位置关系
1	海洋功能区划	滦河口农渔业	三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源、珍稀海洋生物，滨海湿地，自然砂质岸滩、海水质量、海洋沉积物质量、海洋生物量	占用
		黄金海岸海洋保护区	文昌鱼及其栖息地、自然砂质岸滩	北侧 3.5km
		滦河口海洋保护区	保护河口湿地、潟湖—沙坝生态系统	西南侧 10.6km
2	海洋生态红线	昌黎黄金海岸保护区	保护海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括沙丘、沙堤、潟湖、林带、鸟类、海水、文昌鱼等海洋生物构成的海岸海洋生态系统	2.4km
		新开口至滦河口	保护海底地形地貌、海洋动力条件、海水质量	西侧1km
		金山嘴至新开口海域		北侧 9.5km
		滦河口生态红线区	保护河口地形地貌、生态环境	西南侧 10.6km
		滦河口沼泽湿地	保护潟湖—沙坝海岸景观，河口湿地和鸟类	西南侧 12.9km
昌黎海域种质资源保护区	保护海底地形地貌和三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源，保护海洋环境质量	东侧 3.1km		
2	自然保护区	昌黎黄金海岸国家级自然保护区	海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括文昌鱼、沙丘、沙堤、潟湖、林带、海水、鸟类等构成的海岸海洋生态系统。	西侧 2.5km
3	水产种质资源保护区	昌黎海域国家级水产种质资源保护区	三疣梭子蟹、花鲈和假睛东方鲀	东侧 3.1km
4	开发利用活动	孟艳波扇贝开放式养殖用海	海水水质	115m
		赵金永扇贝开放式养殖用海		15m
		张青祥扇贝开放		45m

		式养殖用海		
		秦皇岛晨升水产 养殖有限公司筏 式扇贝养殖		88m
		李贺宝扇贝开放 式养殖用海		25m
		肖立军扇贝开放 式养殖用海		41m
		高明扇贝开放式 养殖用海		48m
		聂学明扇贝开放 式养殖用海		71m
		秦皇岛通源水产 有限公司扇贝开 放式养殖用海		17m
		聂永祥扇贝开放 式养殖用海		航道毗邻
		刘孝亭扇贝开放 式养殖用海		
		李光明扇贝开放 式养殖用海		
		赵艳新扇贝开放 式养殖用海		

## 2 工程概况

### 2.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

(1) 项目名称：河北省秦皇岛昌黎滦河口海域三丰海洋牧场人工鱼礁建设项目用海变更。

(2) 建设单位：秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司。

(3) 项目位置：项目位于河北省秦皇岛市昌黎县滦河口东北部约 13.7 千米处。详情见表 2.1-1 和图 2.1-1~图 2.1-3 所示。

(4) 建设内容以及规模：

本项目用海区原为扇贝开放式养殖用海，于 2020 年取得不动产权证（见附件 4），具体取得时间见表 2.1-1 所示，海域权属人为秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司，原批复用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海，用海面积为 303.4500 公顷（中央经线 120° E 计算），用海期限至 2021 年 12 月 31 日到期。现申请并变更部分用海类型和用海方式，变更后总面积 303.4426 公顷（中央经线 119.5° E 计算）详情见表 2.1-1 和图 2.1-4 所示。

本项目总用海面积 303.4426 公顷，人工鱼礁用海面积 8.7168 公顷，底播养殖用海面积 294.7258 公顷。

①投放石块礁约 6.24 万空方，四孔立方体多功能礁约 4.53 万空方，形成人工鱼礁规模 10.77 万空方，人工鱼礁类透水构筑物用海面积为 8.7168 公顷；

②底播增养殖刺参苗种 3 万头，开放式养殖面积 294.7258 公顷。

(5) 用海性质：本项目现申请并变更部分用海类型和用海方式。项目用海面积 303.4426 公顷，其中 294.7258 公顷由筏式养殖变更为底播养殖，增值品种为魁蚶，用海方式未发生改变，仍为开放式中的开放式养殖（41），用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海（13），其余 8.7168 公顷由用海方式变更为构筑物中的透水构筑物（23），用海类型变更为渔业用海中的人工鱼礁用海（14）。

(6) 项目投资：项目总投资为 3861 万元，其中人工鱼礁工程费约 2886 万元；海洋牧场多功能信息监测管理平台建设费 152 万元；苗种底播增养殖费 300 万元；看护及生产船舶购置费 300 万元；工程建设其他费用 223 万元。

表 2.1-1 用海面积变更情况表

序号	名称	权属取得时间	面积120° E/公顷	面积119.5° E/公顷	人工鱼礁面积/公顷	开放式养殖面积/公顷
1	项目位置1	2020.6.16	9.17	9.1697	0.4857	8.6840
2	项目位置2	2020.5.11	46.62	46.6247	1.2947	45.3300
3	项目位置3	2020.5.11	55.37	55.3609	1.6032	53.7577
4	项目位置4	2020.4.16	26.74	26.7387	1.1256	25.6131
5	项目位置5	2020.4.16	39.94	39.9427	0.971	38.9717
6	项目位置6	2020.4.16	53.91	53.9062	1.2944	52.6118
7	项目位置7	2020.5.19	71.7	71.6997	1.9422	69.7575
总计	项目所在区域		303.45	303.4426	8.7168	294.7258

图 2.1-1 项目位置图

图 2.1-2 项目位置图

图 2.1-3 项目位置图

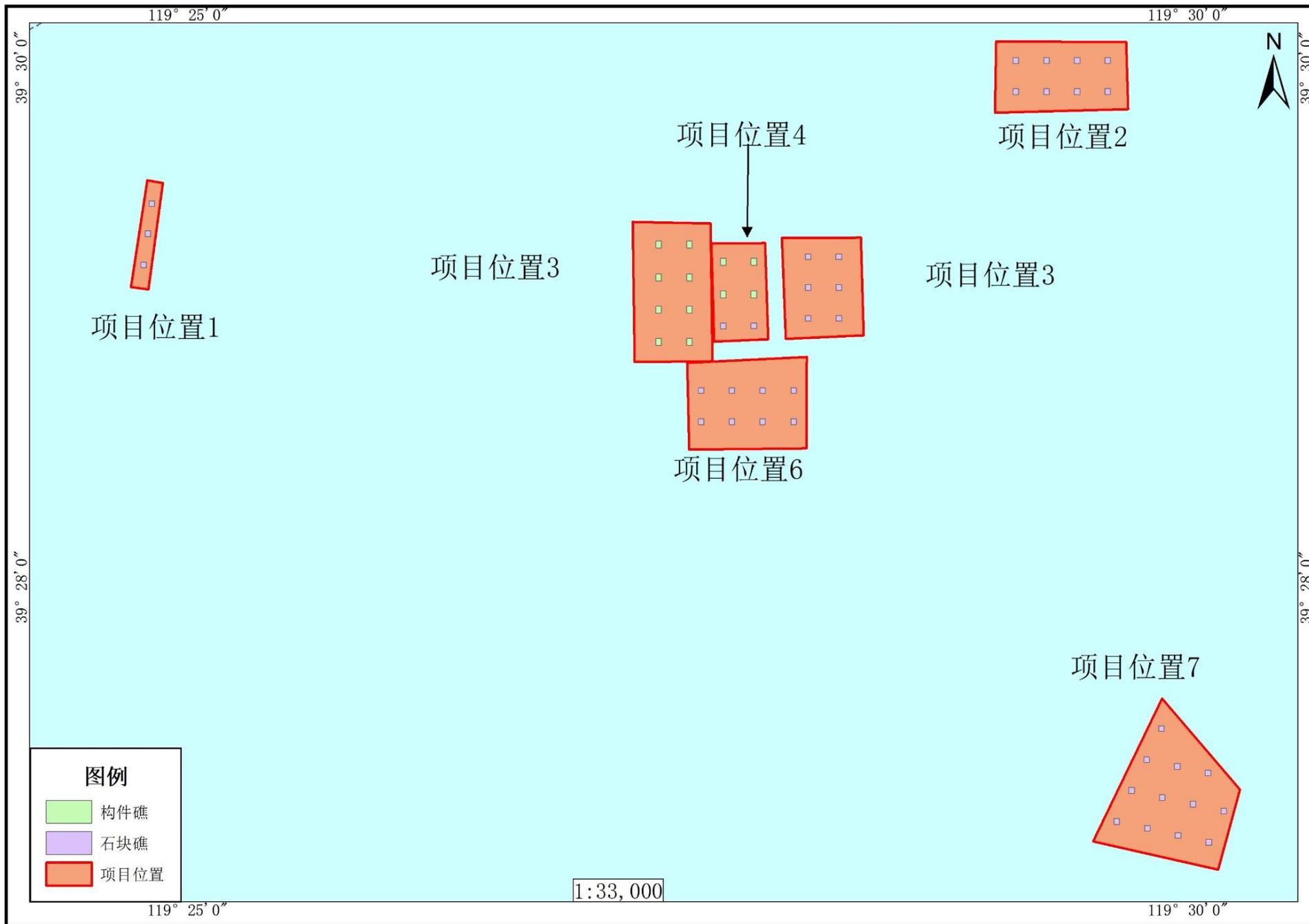


图 2.1-4 项目位置分布图

## 2.2 工程的建设内容、平面布置、结构和尺寸

### 2.2.1 项目建设内容

本项目总用海面积 303.4426 公顷，人工鱼礁用海面积 8.7168 公顷，底播养殖用海面积 294.7258 公顷。

①投放石块礁约 6.24 万空方，四孔立方体多功能礁约 4.53 万空方，形成人工鱼礁规模 10.77 万空方，人工鱼礁类透水构筑物用海面积为 8.7168 公顷，人工鱼礁区底播增殖刺参苗种 3 万头；

②开放式养殖区面积 294.7258 公顷，底播养殖魁蚶。

### 2.2.2 总平布置方案

本项目整体范围沿用原平面布置方案不做调整，共分为 7 个项目区域，具体见图 2.2-1。

每个人工鱼礁区内的投礁平面布置见 2.2-2，为人工鱼礁建设方案中四孔立方体多功能礁和石块礁采用分区投放方式布局，分别形成四孔立方体多功能礁区和石块礁区。

四孔立方体多功能礁区位于项目区域的中部，共计投放四孔立方体多功能礁单体礁 5664 个，建设四孔立方体多功能礁规模 4.53 万空方，形成 12 个规格约为 40m×50m 的矩形单位礁，每个单位礁内聚堆投放 472 个单体礁。单位礁之间间距为 180m。

石块礁区位于项目区域的北部、西部、中部和南部，共计投放石块礁总规模为 6.24 万空方，形成 39 个规格约为 40m×40m 的正方形单位礁，每个单位礁内投放石块礁 1600 空方。单位礁之间间距为 180m。

人工鱼礁投礁范围内底播增殖刺参，开放式养殖区域底播养殖魁蚶

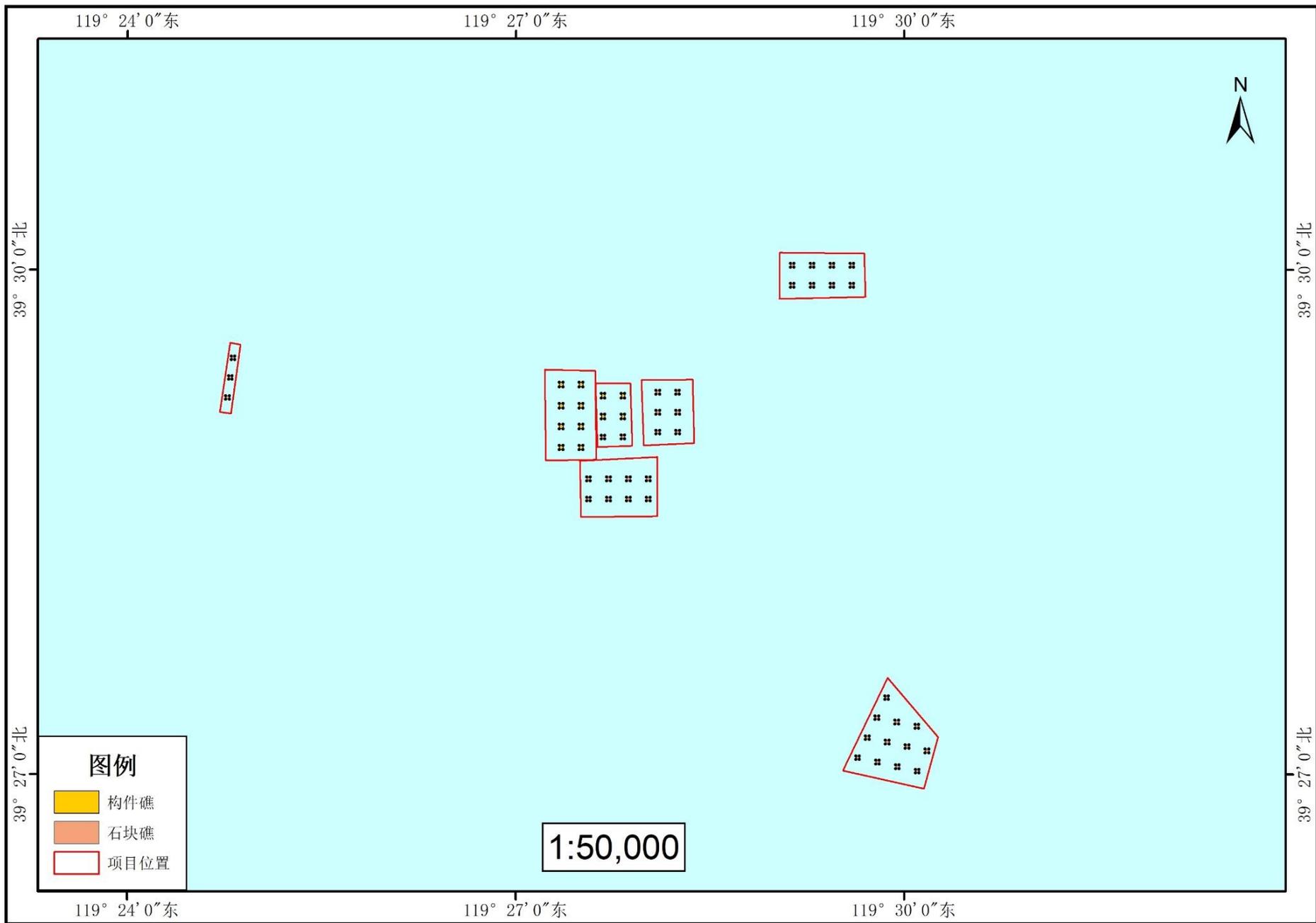


图2.2-1 人工鱼礁区布局总图

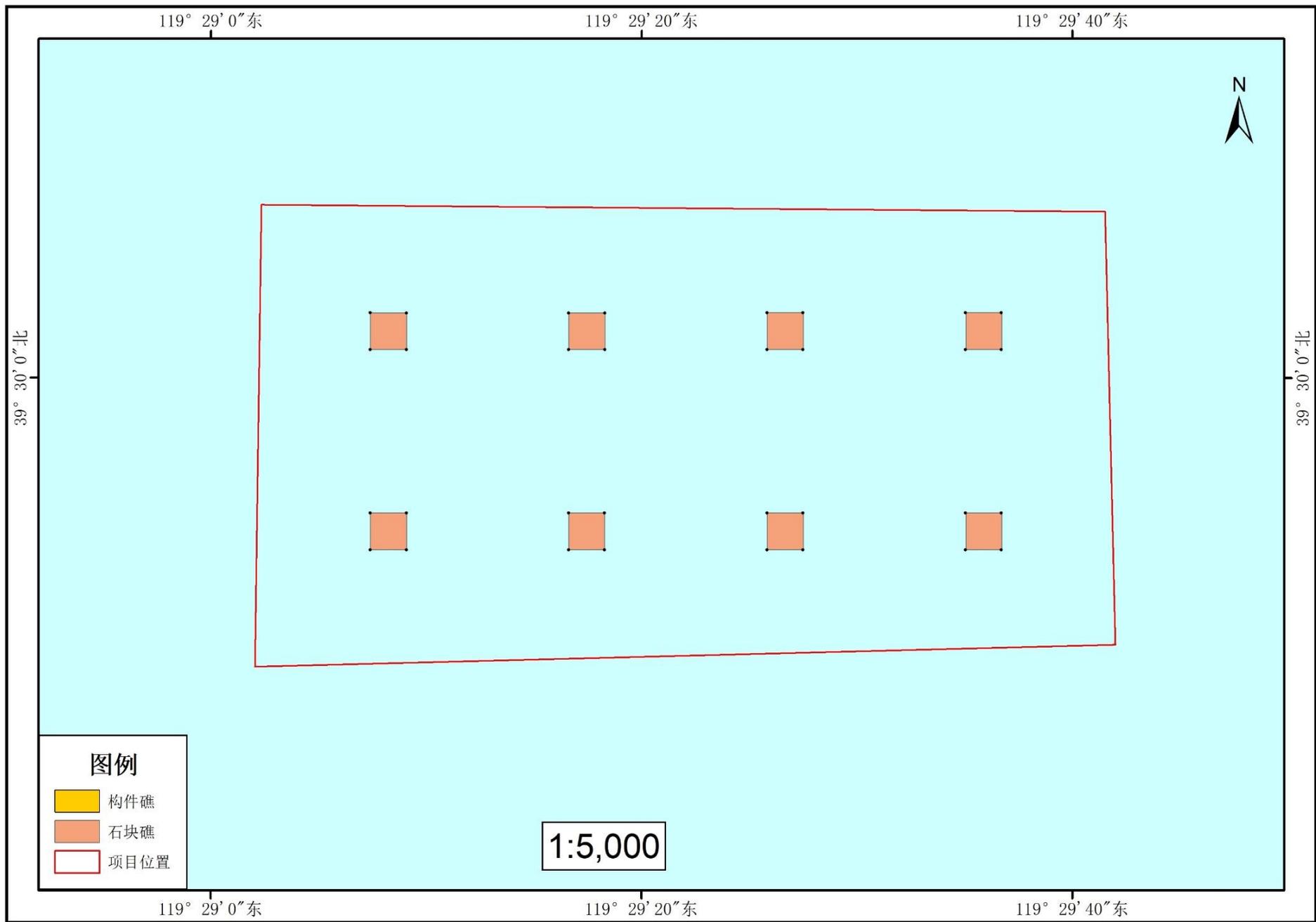


图2.2-2a 人工鱼礁区布局分幅 1-北部人工鱼礁区

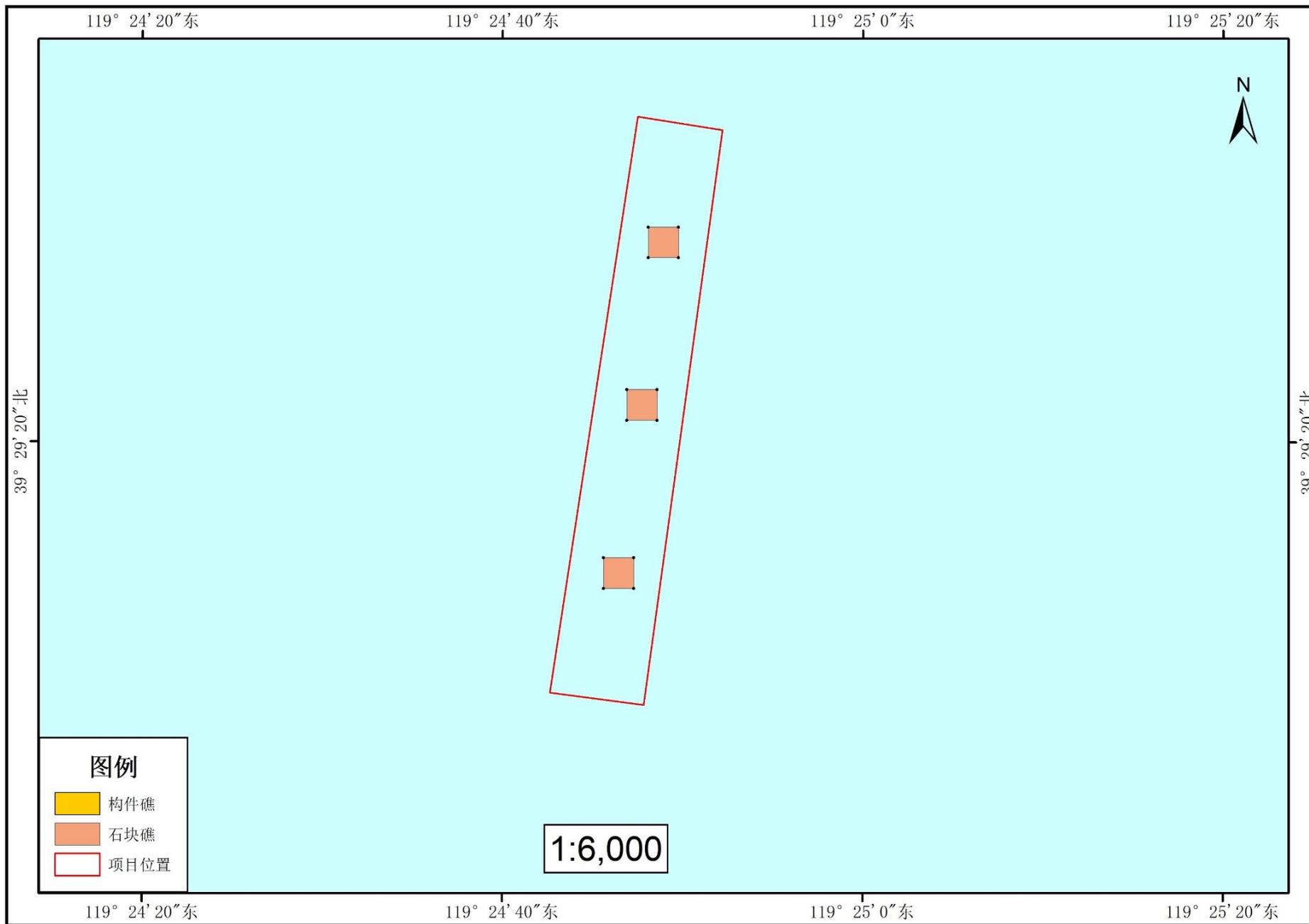


图2.2-2b 人工鱼礁区布局分幅2-西部人工鱼礁区

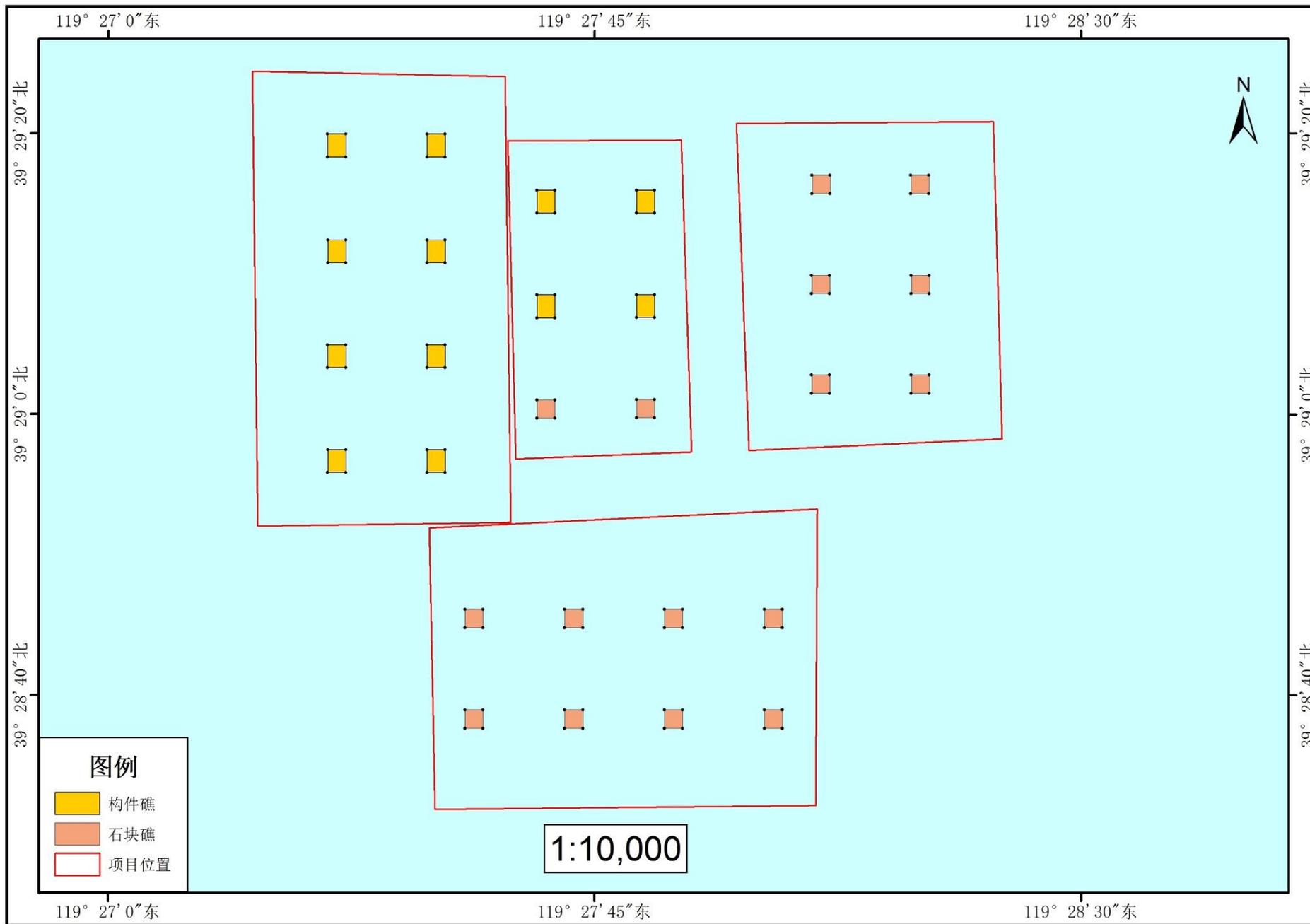


图2.2-2c 人工鱼礁区布局分幅3-中部人工鱼礁

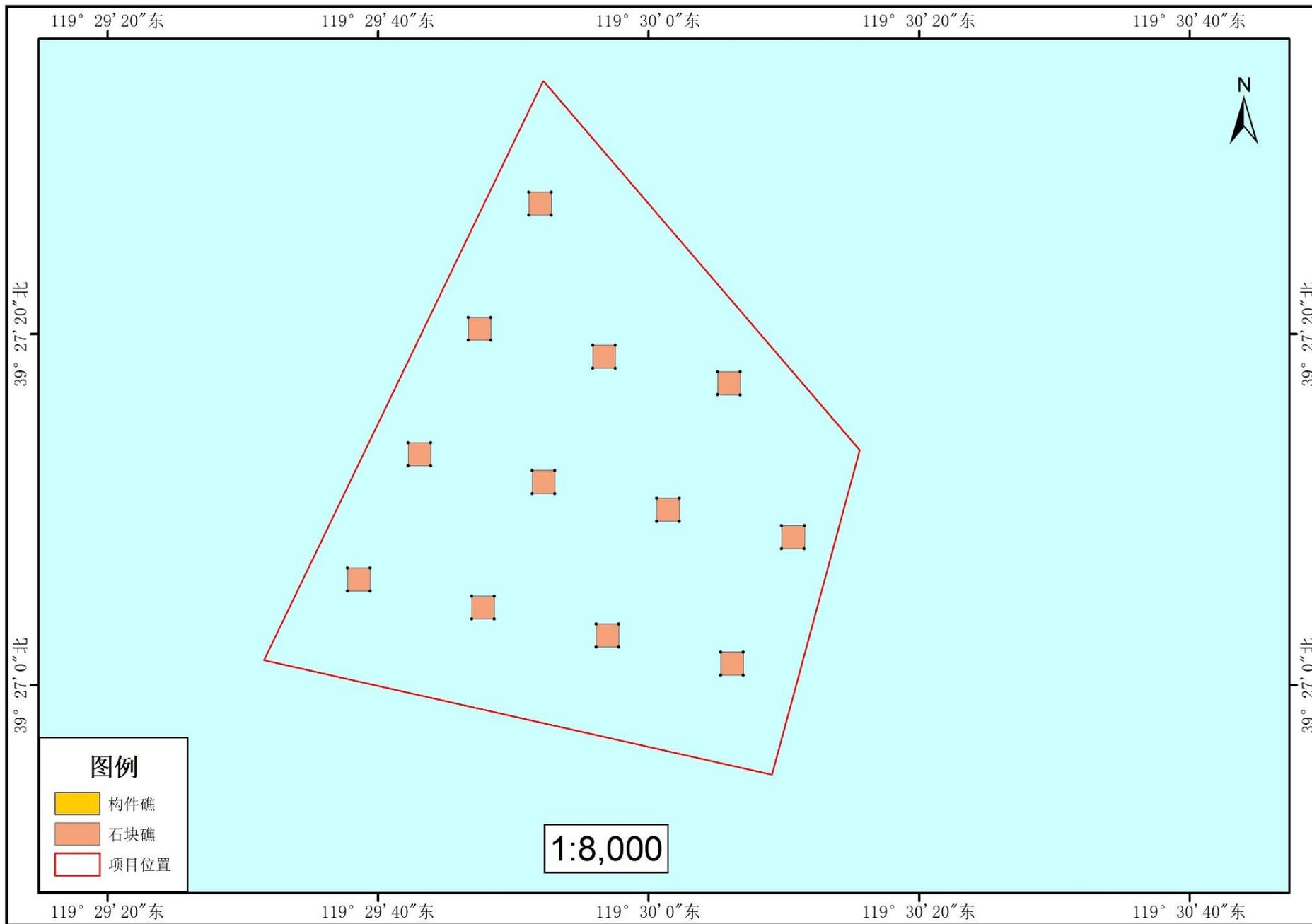


图2.2-2d 人工鱼礁区布局分幅 4-南部人工鱼礁区

## 2.2.3 主要结构、尺度

### 2.2.3.1 鱼礁单体

本项目选择四孔立方体多功能礁和石块礁作为鱼礁礁体，单位礁体示意图见图 2.2-3。

#### (1) 四孔立方体多功能礁

四孔立方体多功能礁是以增养殖为主的多用途人工鱼礁，鱼礁效果良好，礁体大小为  $2.0\text{m} \times 2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，该规格满足人工鱼礁效应的同时，投放后不会影响海域船只航行，且便于投放运输，礁体壁厚  $0.20\text{m}$ ，满足人工鱼礁制作和投放的强度要求，礁体侧面有 4 个通孔，利于水体交换和水流通透。礁体是无盖的上下中空结构，礁体表面可供附着的面积较大。四孔立方体多功能礁设计见图 2.2-4 所示。

#### (2) 石块礁

选用的石块礁为个体重量在  $50\text{-}100\text{kg}$  的大型石块。石块礁材质为天然花岗岩，来自秦皇岛山区，具有污染小、成本低、易购置、增殖效果显著等优点。

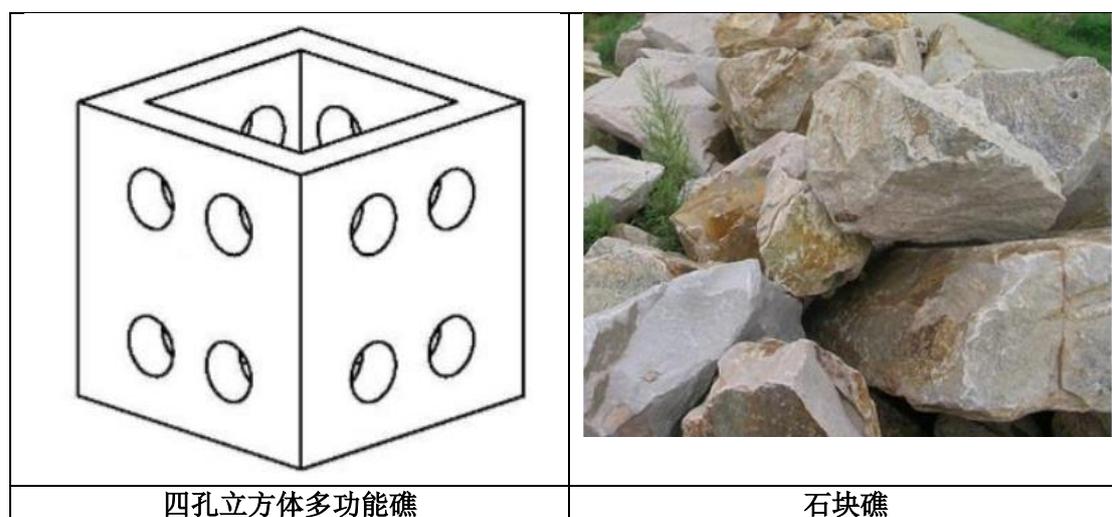


图2.2-3 单位礁体示意图

图2.2-4 四孔立方体多功能礁设计图

### 2.2.3.2 单位鱼礁建设

两种礁区内，单位礁内四孔立方体多功能礁单体礁及石块礁均采用聚堆投放。项目单位礁布局平面图见图 2.2-5，立面图见图 2.2-6~7。

#### (1) 四孔立方体多功能礁区

四孔立方体多功能礁区单位礁采用网格状矩阵式布局，构建双层单体礁，每个单位礁内聚堆投放 472 个单体礁，形成规格为 40m×50m 的矩形区域，高度 4m。

#### (2) 石块礁区

每个单位礁内投放石块礁 1600 空方，形成单位礁规格为 40m×40m 的矩形区域，平均高度约 3m。

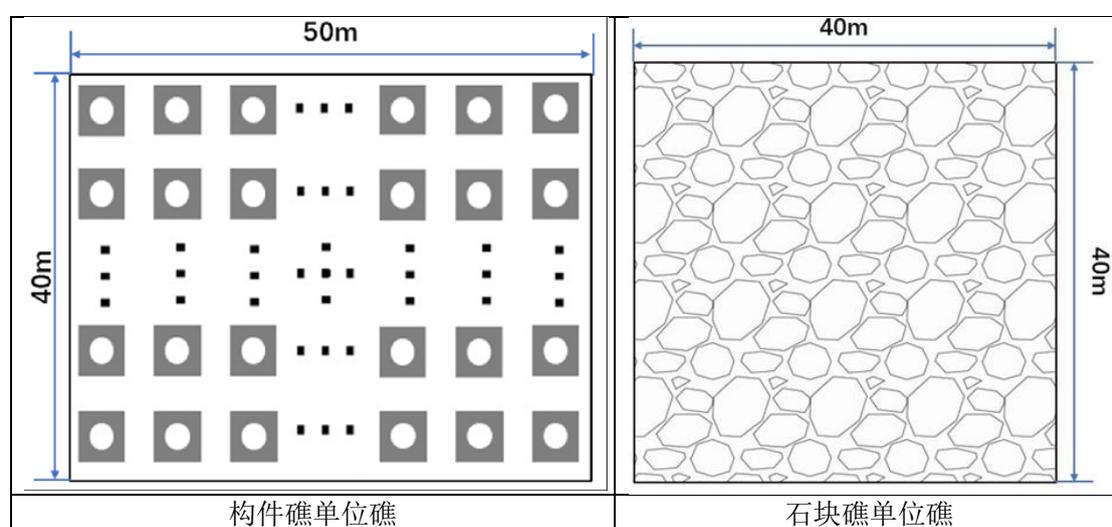


图 2.2-5 单位礁体结构图

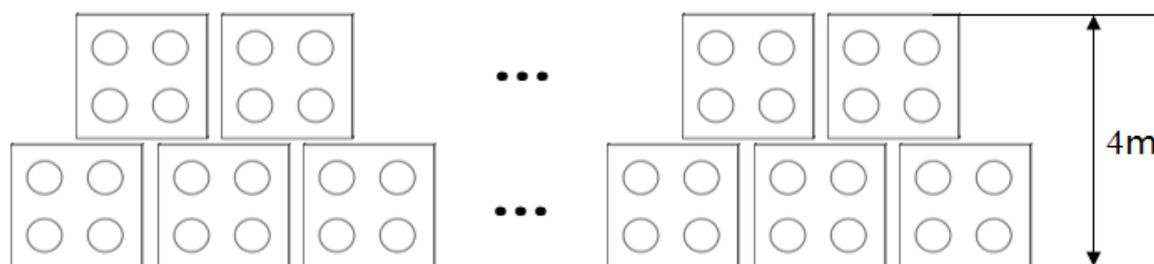


图 2.2-6 构件礁立面图

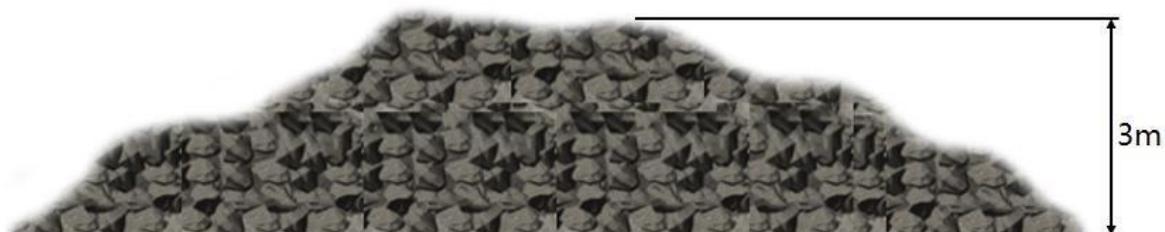


图 2.2-7 石块礁立面图

表 2.2-1 礁体个数

资金来源	鱼礁类型	单位礁数量 (个)	单位礁内单体礁数量	单体礁总数 (个)	单体礁体积 (空方)	总体积 (万空方)	人工鱼礁实际占用海域面积
自筹资金	四孔立方体多功能礁	12	472个	5664	8	4.5312	8.7168公顷
	石块礁	39	1600m <sup>3</sup>	——	——	6.2400	
总计		51	——	5664	——	10.7712	

## 2.3 工程的辅助和配套设施、依托的公用设施

为更好的发挥人工鱼礁的功能与效应,对人工鱼礁区进行配套技术和工程建设,主要为配套灯标和标识牌。

人工鱼礁区各个拐点处分别设置一个灯标,用以指示人工鱼礁区位置。每天不定时对人工鱼礁区进行巡逻,检查捕捞船只,拒绝非法和过度捕捞。布设位置见图 2.2-6,灯标布设位置坐标见表 2.2-2。

图2.2-8 灯标位置图  
表 2.2-2 灯标布设坐标

## 2.4 生产物流与工艺流程、原辅材料及其储运、用水量及排水量等

### 2.4.1 工艺流程

本项目为人工鱼礁建设项目,其主要工程为:机械人员及临建布置——预制场规划及建设——鱼礁预制与养护——运输(陆运+海运)——定点投放——辅助设施安装与放置——场地清理及验收,流程图见 2.4-1

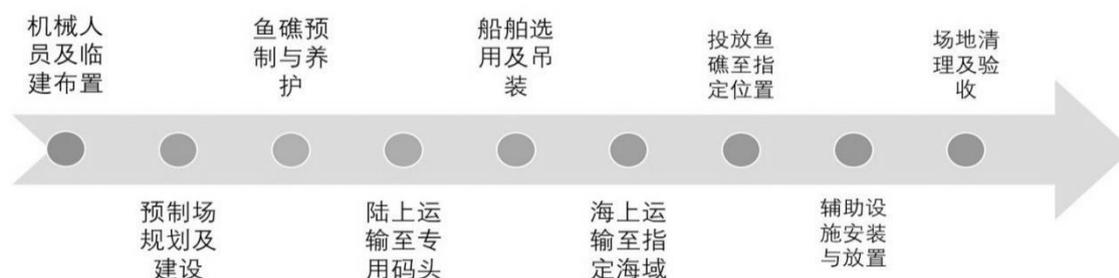


图 2.4-1 总体施工流程图

### 2.4.2 土石方平衡

石块礁约 6.24 万空方,来自秦皇岛山区,四孔立方体多功能礁约 4.53 万空

方，为商品混凝土，来自秦皇岛市场，土石方平衡见图 2.4-2。

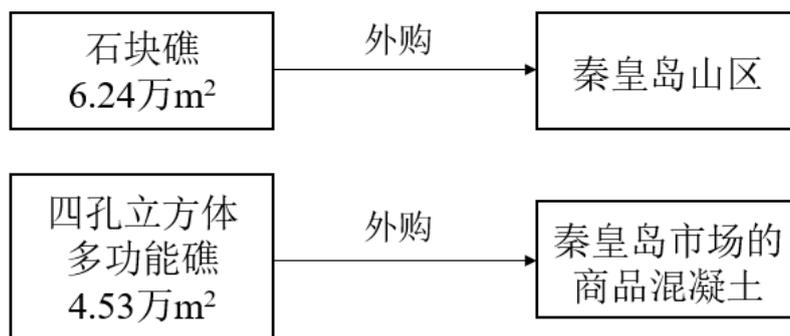


图 2.4-2 土石方平衡图

### 2.4.3 用水量及排水量

本项目施工期主要是施工人员用水及排水

#### (1) 用水量

本工程用水主要为施工人员用水，用水来自市政管网。按照现场施工高峰期平均每天有施工人员 10 人计，参照《河北省用水定额——第 3 部分生活用水》(DB13/T1161.3-2016)，生活用水量按农村居民生活用水定额计，即：50L/d·人，用水量为 0.5m<sup>3</sup>/d。

#### (2) 排水量

本工程排水主要来自施工人员生活污水，本项目用水量为 0.5m<sup>3</sup>/d，按照生活污水排放系数取 0.8，污水排放量为 0.4m<sup>3</sup>/d。生活污水集中收集，运至有资质的单位处理。

### 2.4.4 投礁与养殖可行性分析

#### 2.4.4.1 投礁可行性分析

##### (1) 自然环境的适宜性

根据《河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划(2018-2030)》，该海域浮游植物 36 属 70 种、优势种为中听肋骨条藻和高齿状藻；浮游植物细胞密度平均为 1998.24 万/立方米，多样性指数为 2.73。该海域浮游动物 26 种，优势种为强壮箭虫和小拟哲水蚤，大型浮游动物生物密度平均为 162 个/立方米，多样性指数为 1.90。该海域大型底栖生物 41 种，优势种为小头虫和豆形短眼蟹。大型底栖生物栖息密度平均为 40.2 个/平方米，多样性指数为 1.75。

本项目区正对黄渤海海峡的中心，典型的垂直潮向使项目区的水质交换方便

快捷，水流交换通畅，是多种鱼、虾、蟹、贝、藻等栖息、繁殖和洄游性经济鱼类产卵、索饵的重要场所。其次，根据项目区水深图，项目海域水深适宜，盐度适中，各项理化指标优良，适宜增殖放流生物栖息、繁育和生长，是建设海洋牧场良好的天然海域。

### (2) 地基承载力适应性

调查区内地质稳定性相对较高，未明确发现不良地质作用；浅地层均具有水平层理和斜层理，表层沉积物约在海面以下 11.5-16m 左右；中部海域海底稍有起伏，其他区域内海底虽总体平坦，但具有水深变化；底质类型为细砂与中砂，其中细砂分布于调查区域的西部，中砂分布于中东部；海底表面承载力特征值不低于 190kPa。

### (3) 选址根据《人工鱼礁建设技术规范》(DB13T1562-2012) 要求适应性

根据《人工鱼礁建设技术规范》(DB13T1562-2012) 的选址要求与本项目选址区域进行对比分析如表 7.1-1 所示

**表7.1.1项目与人工鱼礁技术规范的选址符合性分析**

序号	选址条件	项目情况	是否符合
1	避开航道、港区、锚地、通航密集区、军事禁区以及海底电缆管道通过的区域及其他海洋功能区划相冲突的海区	本项目选址区域不是港口航运区，无航道、港区、锚地等，亦不是通航密集区、军事禁区及海底电缆管道通过的区域。项目位于海洋功能区划中的“滦河口农渔业区”，人工鱼礁区与最近的锚地相距11000米。	符合
2	海区适宜地方性、岩礁性海洋生物栖息或者有洄游性海洋生物通过	根据与《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》、《河北省海洋生态红线（2014-2020）》相关分析，人工鱼礁的建设可以有效恢复该海域海洋生态系统，改善海洋环境和生物多样性，有利于洄游性生物栖息及通过，并为其提供饵料。	符合
3	底质较硬、泥沙淤积少的水域，海底表面承载力 $\geq 4t/m^2$ ，淤泥层厚度 $\leq 600mm$	项目海域位于河北省秦皇岛市昌黎滦河口东北部约13.7千米处，表面沉积为细沙与中砂，底质较硬，海底表面承载力为 $190kPa \geq 40kPa$ 对人工鱼礁的承载效果较好。	符合
4	每年日最高透明度500mm以上天数 $\geq 100d$ ，年大风（ $\geq 6$ 级）天数 $\leq 160d$ ，水质符合GB11607	项目所在海域水质环境较好，可以满足GB11607的要求，全年大风天数较少	符合
5	水流交换通畅，流速 $\leq 1500mm/s$ ，适宜水深10m~25m	平均水深13m	符合

项目所在海域水交换能力强，水质优良，水文条件稳定，渔业资源丰富，基础饵料丰富，底质环境优越，具备大力发展海洋牧场建设的条件，该海域是多种

渔业资源的产卵场和繁殖场，人工鱼礁的建设可以有效地修复和改善该海域生态环境，增加海洋生物资源、拯救珍稀濒危生物和保护生物多样性，为周边地区起到很好的示范带动作用。

#### 2.4.4.2 刺参养殖可行性分析

##### (1) 河北省海洋牧场规划符合性

本项目处于河北省海洋牧场规划中海珍品增值开发特色海洋牧场集群（乐亭—昌黎海域）的刺参养殖范围。相关位置见图 2.5-1 所示。

图 2.5-1 项目在河北省海洋牧场规划中的位置

##### (2) 环境因子符合性

###### ①温度

温度是环境因子中最重要的一环。刺参生存的温度范围为  $0^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。但是温度对刺参幼体的生长发育起着重要的作用。温度低，发育缓慢，畸形多，成活率降低；温度过高，也会引起幼体畸形发育甚至死亡。通过实验观测，幼参生长的最适温度为  $18^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，成体的最适水温为  $10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。低于  $5^{\circ}\text{C}$  时停止摄食。较长时间低于  $0^{\circ}\text{C}$  或高于  $30^{\circ}\text{C}$  对养殖危害大；海水水温超过  $23^{\circ}\text{C}$  时，刺参会进入夏眠状态。

项目所在海域水温经测定处于水温范围在  $22.36\sim 23.79^{\circ}\text{C}$ ，平均水温  $23.03^{\circ}\text{C}$ 。基本符合幼参的生长温度，基本不会进入夏眠状态。

###### ②盐度

棘皮动物为狭盐性，在盐度偏低或有淡水注入的半咸水极少生存。刺参也是这样。刺参分布的海水盐度为  $32.0\sim 34.0$ 。黄海外海的盐度大致为  $31.0\sim 33.0$ ，内湾则较低，渤海夏季盐度大致为  $28.8\sim 29.0$ 。在半封闭的湾内，盐度波动较大，特别是表层。刺参能忍耐的盐度下限为： $0.4\text{mm}$  稚参为  $20.0\sim 25.0$ ； $5\text{mm}$  稚参为  $10.0\sim 15.0$ ；成体为  $15.0\sim 20.0$ 。该实验的温度范围为  $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 。幼体生长发育的适宜盐度范围为  $26.2\sim 32.7$ ，在适宜盐度范围内，盐度越高，生长发育越快；盐度越低，生长发育越慢。

海洋牧场所处海域盐度在  $29.75\sim 32.17$ ，处于幼体生长发育的最佳盐度范围内，且盐度相对较高，符合刺参生长所需要。

###### ③溶解氧

刺参对海水中极低的溶解氧的耐受力较强，溶解氧降到 1.75ml/L 的环境下（饱和度为 29.94%）仍然存活。因此，在自然条件下，任何时候溶解氧一般都不会成为其生存的限制因子。刺参能忍耐低氧环境，一方面由于它不太活动，另一方面它有较大的呼吸树结构，和能从泄殖腔不断更新海水。

海洋牧场所处海域溶解氧为 6.28~7.94mg/L，远高于所需的最低要求，符合刺参生长需要。

#### ④pH 值

刺参对 pH 值的适应范围比较广泛。当 pH 值降至 6.0 以下，或者上升至 9.0 以上时，稚参则收缩呈球状，濒于死亡。

海洋牧场所处海域的 pH 值范围在 7.81~8.17 之间，不会造成稚参死亡。符合刺参生长需要。

#### ⑤亚硝酸盐

其浓度达到 0.1mg/L 时，刺参血红蛋白量逐渐减少，造成刺参的呼吸困难，从而导致刺参不能正常摄食，影响正常活动能力和生长速度。浓度达到 0.5mg/L 时，刺参的某些新陈代谢功能失常，体力衰竭，不落池底，集结在参礁石堆中，很容易引起腐皮综合症的发生。

海洋牧场所处海域检测出亚硝酸盐最高值为 0.0241mg/L，符合刺参生长要求。

#### ⑥底质

根据相关实验表明，在实验室条件下，刺参对石块底质有明显的偏好性，聚集效果要明显好于沙质和沙泥。刺参的驱触性是其对底质选择的重要原因之一，大石块可以为刺参提供良好的附着环境，这些均是刺参选择这种底质的驱动原因。

沙质与沙泥底质无法为刺参提供有效的附着环境，并且沙质颜色偏黄色。因此，刺参并不喜好这两类底质。另外，刺参依靠其管足的伸缩以及粘附进行运动，管足表面积小，沙质颗粒较大，沙泥表面太软，均不利于管足的粘附，对刺参的运动造成了很大的阻碍作用，导致刺参对这两类底质的忌避效应。

海洋牧场所处海域底质为细砂和中砂，并且投放了四孔立方体多功能礁和石块礁，给刺参提供良好的附着环境，有利于刺参的生长繁殖。

海洋牧场所处海域盐度处于刺参的最佳生长范围，底质条件优良，其他条件满足刺参的生长需要。综上，本海域自然环境符合刺参养殖需求。

### (3) 生态环境符合性

刺参对营养的需求，有蛋白质：包括十种必需氨基酸，脂肪：多种必需脂肪酸，碳水化合物、十多种维生素和矿物质等。刺参的食性很杂，主要摄食泥沙中的单细胞藻类（底栖硅藻为主）、原生动物、细菌等微小生物、海藻的碎片以及藻类腐烂后产生的有机碎屑、底质中的腐殖质及动植物残骸等，另外，刺参消化道内还有大量的泥沙、贝壳的碎片等。刺参具有昼伏夜出习性。

刺参的敌害有日本斜（石甲红）、三虎梭子蟹、海盘车、鲷科鱼类等，这些都能捕食幼参，其中海盘车能捕食 3cm 以下的幼参。

海洋牧场所处海域浮游植物丰富，平均值为  $2.619 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$  拥有丰富的藻类资源可以为刺参提供充足的饵料，同时在海洋牧场海域，共投 51 个单位礁，提供了充足的躲避敌害和休息的场所，也极大的提高了藻类的附着面，可以有效提升浮游植物的数量。海洋牧场所处海域的底栖生物平均值为 44 个/ $\text{m}^2$ ，刺参的敌害种均不是优势种，存在数量很少，不会影响刺参的生长繁殖。综上，海洋牧场所处海域生态环境符合刺参的生长条件。

#### 2.4.4.3 魁蚶养殖可行性

幼虫生长的适宜水温为 23 ~ 25℃。本项目所处海域水温范围在 22.36~23.79℃，平均水温 23.03℃。基本符合魁蚶幼虫的生长温度，可以正常生长。

研究表明，魁蚶在盐度为 15 ~ 30 条件下，成活率几乎不受影响（98% ~ 100%），但其生长速率、附着能力、移动能力均随盐度的降低而减弱，项目所处海域盐度在 29.75~32.17，处于幼体生长发育的最佳盐度范围内，且盐度相对较高，符合魁蚶生长所需要。

魁蚶壳顶幼虫在海水 pH 为 7.5~8.5 时可以正常生长发育；项目所处海域的 pH 值范围在 7.81~8.17 之间，不会造成魁蚶死亡。符合魁蚶生长需要。

魁蚶具有较强的耐低氧能力，成体在低氧条件下长期观察未见死亡，项目所处海域溶解氧为 6.28~7.94mg/L，远高于所需的最低要求，符合魁蚶生长需要。

综上所述，项目所处海域符合魁蚶养殖需求，魁蚶养殖可行。

## 2.5 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度

### 2.5.1 施工条件

#### (1) 施工用水、用电

施工区域位于秦皇岛市昌黎县，具备水、电供应设施，可满足本工程需要，水上作业船舶可采用供水船和自备发电机供电。

### (2) 交通运输

现有滨海公路紧邻项目区域，交通便利，施工期间所需材料可通过该公路运输。

### (3) 材料供应

本项目为人工鱼礁建设项目，主要建设内容为礁体投放、定位与标志。混凝土构建礁可在附近区域加工采购，石块外购自秦皇岛山区。

### (4) 施工机具

工程所需的施工机具见表 2.3-1。

表2.3-1 施工机具

序号	机械设备名称	规格型号	数量	用途
1	拨杆起重船	ANSYS-40	1	水上吊投
2	驳船	234T	2	水上运输
3	汽车起重机	16t	2	设备机构件吊装
4	运输车	40T	2	鱼礁运输
5	铲车	—	6	鱼礁运输
6	GPS设备	—	1	定位投放
7	水下自动摄像机	—	1	定位投放

## 2.5.2 施工方法

### 2.5.2.1 人工鱼礁运输

运输要求：

(1) 礁体质检。礁体在运输前，由公司质量检测技术人员对预制礁体进行检查、验收，不符合技术要求的鱼礁不得运输。

(2) 运输路线的选择。根据预制场地和运输码头的区位关系，从运输距离和路况两方面考虑，选择最优陆上运输路线；根据鱼礁区礁体位置布局，确定礁体海上最佳运输距离。

(3) 运输工具的选择。根据鱼礁建造规模，选择大小适中的自卸运输车，合理安排运输计划，发挥最大的运输效率；海运采用海上运输驳船作为礁体运输工具。

(4) 礁体吊装。吊装采用四点起吊，轻起轻放，避免磕碰等造成礁体损。

(5) 吊运预制礁体时，采取必要的保护措施，不得对构件造成损坏。

(6)工程船只要求。保证施工过程中使用的礁体运输船及投放所用的驳船、吊船、拖船及辅助船只均必须性能良好、证书齐全，有适航礁体投放水域的等级证书。

(7)运输中的礁体保护措施。用驳船装运预制件礁体时，礁体与礁体之间，礁体与船甲板之间按照设计规定运输并采取必要的加固措施。

本项目海运采用自动开底船做为礁体运输及投放工具，施工依托码头选取具备装卸作业条件和距离构件预制场地较近的滦河口新渔船停靠点码头。滦河口新渔船停靠点码头距离项目所在位置约 15.3km。码头装卸有专人负责，将人工预制礁体整理堆放，并预留出装载机械运行通道，保证装船工序的顺利进行。

海上运输航行由具有船运资格的船员操作。船员应严格按照海上航行的有关规程。海上吊装投放施工由船上起重机操作人员与船员共同完成。船员负责海上寻找目标海域和事先测量人员做好的海面标记定点锚定，起重机操作人员负责吊装投放。运输路线如图 2.3.2 所示。

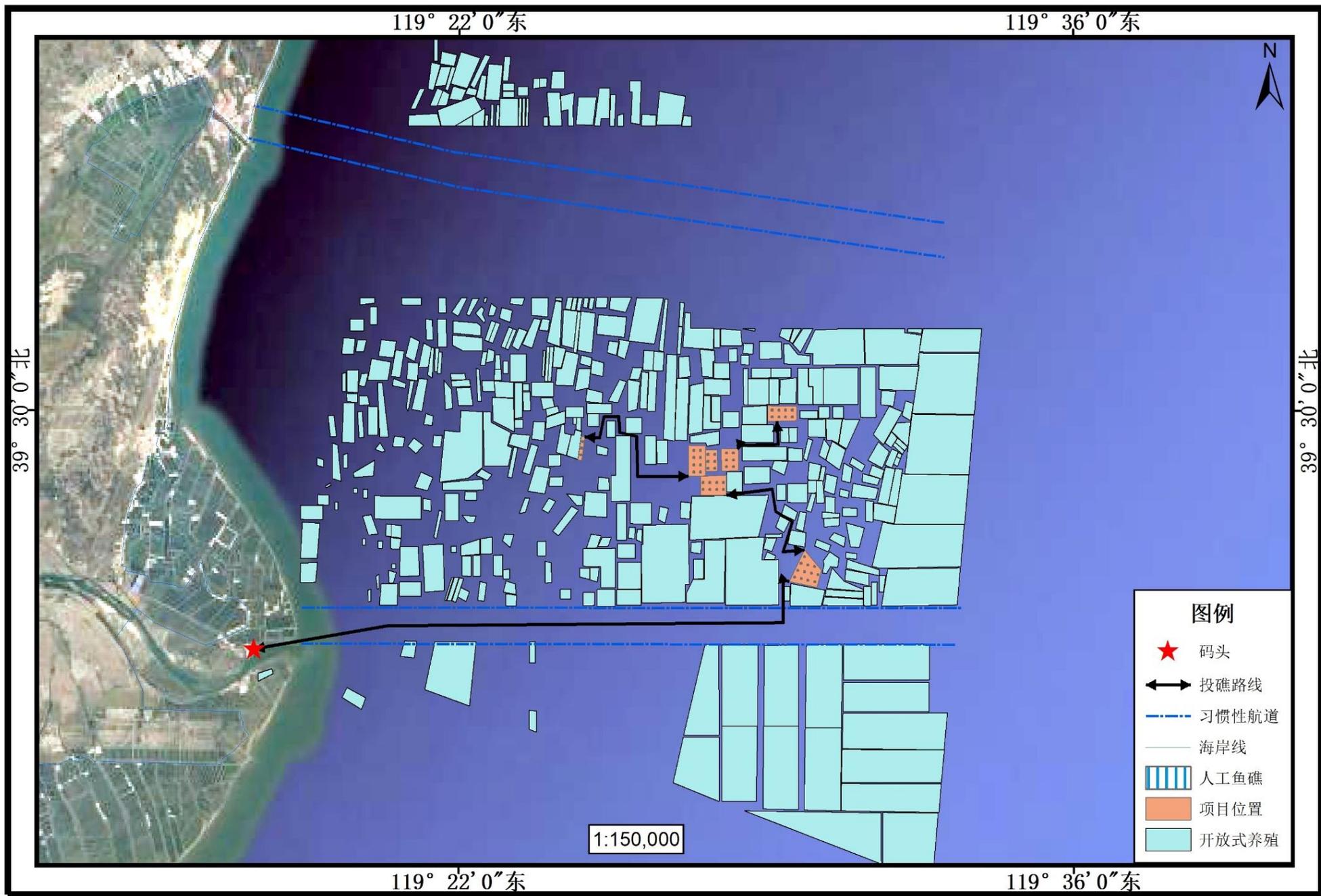


图2.3-2 投礁路线图

### 2.5.2.2 人工鱼礁投放

#### 1、投放要求

(1) 人工鱼礁必须按照所选方案中人工鱼礁总体布局要求，投放到指定坐标点。

(2) 运输和投放过程中破损超过原有体积的 5%的单体人工鱼礁，不计入项目设计的人工鱼礁数量，人工鱼礁投放到海底的整体破损率不超过 5%。

(3) 人工鱼礁投放后，要进行多波束勘测和水下影像数据的采集，若发现破损礁体，导致人工鱼礁无法满足额定空方要求，该礁体视为无效，需重新投放。

(4) 监理人员需要对人工鱼礁实际落水点进行记录，在人工鱼礁组装、装船、运输、投放等过程均需要由监理人员进行拍照；记录船舶进出港、装船、投放时间；清点每船的鱼礁类型、数量。

#### 2、投放方法

(1) 人工鱼礁的运输依托项目施工地点的附近滦河口新渔船停靠点码头。

(2) 在投放区边缘布置浮标灯，直到礁体投放完成或特别指定的时间。

(3) 单位鱼礁投放时，需提前确定矩形鱼礁带的四个拐点坐标，并将经纬度数值提前输入手持 GPS 或驳船导航仪中，及时准确地记录礁体的实际位置和 各鱼礁单体的编号，定位的精度误差控制在不得大于 5m。

(4) 礁体投放完毕后，应清除所有的临时设施，包括浮标灯。整理礁体投放结果（礁体的实际投放位置及编号），并绘制礁型示意图、礁体平面布局示意图，并明确标注礁区四至界标。为船只航行、渔船作业及人工鱼礁礁体的安全，人工鱼礁区域安装专用航标。采用国际上通用的海上航标，在鱼礁群区四角各安装一只灯标，使所有人工鱼礁在四只灯标构成的四边形之内。

(5) 人工鱼礁投放包括多个单位鱼礁，每个单位鱼礁由多个鱼礁单体组合而成；在投放单位鱼礁的鱼礁单体时，将一个单位鱼礁中的鱼礁单体全部投放完后再投放下一单位鱼礁的鱼礁单体；所述各单位鱼礁沿潮流方向的逆向依次投放。

### 2.5.3 养殖工艺

本项目使用的养殖工艺为底播增养殖，主要养殖品种为刺参和魁蚶，整个养殖过程中不投饵料。主要工艺有：苗种投放—日常看护与管理—敌害生物清除—采捕。各生产环节的主要技术措施有：

#### (1) 苗种选择

①选择大规格苗种：苗种要求壳色光亮，大小均匀，无破损、健壮、活力强，不含杂质，无臭味。选择当地自然种群，主要从良种场采购。

②选择健康苗种：杜绝将不健康或带病原的苗种投放到海区中，以免引起疾病的流行和传染。

### （2）适时投放苗种

根据投放种类的适应温度和天然水温的变化、气候条件来确定投放时间。一般选择 3-5 月或 10-11 月投苗。人工鱼礁区在礁体建成后在礁区投放种苗。

根据环境容量及不同投放种类的生长周期，确定每年投放的苗种数量，使其形成稳定的年龄结构组成。

### （3）播苗方法

本项目选择在天气晴好，潮流平稳时进行。播苗前，需先清除增养殖区内海星等敌害生物。将底播苗种用网笼分装，在缓流时候由潜水员潜水至礁区底播。在鱼礁区每个单位礁内确定一个苗种底播点，潜水员以底播点为中心，携带装有苗种的网笼潜至礁区，将网笼放置于鱼礁周边及内部，让刺参苗种自行爬出，保证存活率。底播密度约为 10 个/m<sup>2</sup>。

### （4）苗种投放量控制

根据海区环境容量及不同投放种类的生长周期，确定每年投放的苗种数量。养殖品种生长期 1-2 年，进行养殖的头几年要控制好投苗密度，呈梯次，以使种群年龄结构合理。

### （5）底播放养管理

海上管理是底播养殖的关键。一是要特别注意清除敌害，由海区管护人员利用地笼网、钓笼等网具捕捉螺类、海星、蟹类、章鱼等敌害生物。二是定期测量主要增养殖品种生长情况，并做好记录，掌握养殖生物的生长情况。三是日常看护过程中，要防止拖网渔船误入养殖区和其他的人为破坏。

还要通过对项目所在海域实施监测，了解海区的水质、营养变化以及生长情况。及时发现海水污染、底质、潮区等环境条件变差等情况，并及时处理，防止养殖区出现大批死亡现象。

### （6）采捕

当增养殖种类形成稳定年龄结构后可根据市场供需情况确定采捕时间。采捕时间一般在春季的 3~5 月和秋季的 10~12 月，采捕时选择天气晴朗、无风无浪、

海水透明度大的日子，由人工潜水由一端开始进行有序的采捕。采捕时需注意捕大留小，且不可放过敌害生物。

#### (7) 敌害清除

本项目敌害清除重点为海星的清除，海星的清除一般包括诱集法和拖网法。从本项目海区实际情况和海洋环境保护角度考虑，本项目敌害清除方法可采取诱集法。

### 2.5.4 劳动定员

项目施工过程中高峰期施工人员约 10 人，项目运营期海洋牧场为不定期监测。

### 2.5.5 施工进度安排

项目施工主要顺序为：施工前准备、礁体运输、定位、投放与标志、苗种增殖。人工鱼礁投礁工期约为 2 个月，底播增殖约 1 个月。

表 2.5-1 海洋牧场建设工期表

工程内容	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
工可、海域使用论证、环境影响报告编制							
礁体运输、定位、投放							
苗种增殖							

## 2.6 工程占用海域状况

### 2.6.1 用海面积

本项目申请用海面积 303.4426hm<sup>2</sup>，其中透水构筑物用海面积为 8.7168hm<sup>2</sup>，开放式养殖用海面积为 294.7258hm<sup>2</sup>。申请海域宗海位置图见图 2.4-1，宗海界址图见图 2.4-2。界址点坐标记录表见附图 1。

### 2.6.2 用海期限

本项目申请用海 1 年。原有项目开放式养殖用海于 2020 年取得海域使用权证书，使用期限至 2021 年 12 月 31 日，因此，项目申请用海期限 1 年符合《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。

海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。除根据公共利益或者国家安全需要收回海域使用权的外，原批准用海的人民政府应当批准续期。准予续期的，海域使用权人应当依法缴纳续期的海域使用金。

图 2.4-1 宗海位置图

图 2.4-2 宗海界址图 (1)

图 2.4-3 宗海界址图 (2)

图 2.4-4 宗海界址图 (3)

图 2.4-5 宗海界址图 (4)

## 3 工程分析

### 3.1 生产工艺与过程分析

本项目的施工内容主要是人工鱼礁构件在陆域建成后由船舶托运至指定海域就位，因此，施工期主要污染环境影响因素是：礁体投放产生的悬浮物对水环境的污染，海上作业船舶产生的含油污水，变更前筏式养殖的设施清理产生的清理物，作业人员产生的生活污水和生活垃圾，施工船舶产生的废气以及陆上运输及装卸时产生的废气。

营运期间需要安排作业船舶对工程海域的进行保护管理，作业船舶为 1 艘捕捞船和 1 艘看护快艇。看护快艇工作人员日常在工程海域进行看护工作，捕捞船则主要在底播投苗和采捕期间使用。

营运期影响环境的污染因素主要为：海上作业船舶排放的含油污水，作业人员产生的生活污水和生活垃圾。

### 3.2 工程各阶段污染环境与环境的影响分析

#### 3.2.1 施工期污染环境与环境的影响分析

##### 3.2.1.1 水环境污染影响分析

本工程施工期废水主要有施工人员的生活污水、施工设备机修油污水以及投礁和阀架底架拆除产生的悬浮泥沙对水环境的影响。主要污染因子为 COD、氨氮、石油类和施工悬沙。

##### (1) 生活污水

本项目生活污水全部为生活盥洗水，施工高峰期平均每天有施工人员 10 人计，参照《河北省用水定额——第 3 部分生活用水》(DB13/T1161.3-2016)，生活用水量按农村居民生活用水定额计，即：50L/d·人，用水量为 0.5m<sup>3</sup>/d，生活污水排放系数取 0.8，生活污水产生量为 0.4m<sup>3</sup>/d，水上施工作业天数按 60d 计，生活污水产生量为 24 m<sup>3</sup>，生活污水主要污染物 COD、氨氮和 SS 的浓度分别约为

400mg/L、40mg/L 和 230mg/L, 营运期间 COD、氨氮和 SS 排放量分别 0.16 mg/d、0.016 mg/d 和 0.092mg/d。

### (2) 施工船舶排放的含油污水

本工程施工期租用的船舶为 3 艘船, 依据《水运工程环境保护设计规范》, 小于等于 500 吨级船舶的船底油污水的产生量按 0.14t/d·艘计, 水上施工作业天数按 60d 计, 每天共产生油污水 0.42t/d 施工期船舶含油污水产生量为 25.2t, 石油类的浓度按 5000mg/L 计, 估算石油类产生量约为 0.126t, 船舶机舱含油污水由码头相关部门负责收集。

### (3) 悬浮泥沙

施工期泥沙入海主要来自抛石作业过程中。抛石作业过程中进入水体泥沙包括块石携带入海泥沙和块石扰动海底表层沉积物, 使其进入水体两部分。类比秦皇岛港码头基床抛填石作业过程中, 现场跟踪监测资料, 抛填石点源的悬浮泥沙源强为 2.6~3.4kg/s。

所抛块石均为商业购买筛选加工的块石, 含泥量较低, 随块石入海泥沙有限。

工程海域海底表层沉积物以砂质为主, 块石落至海底时将其扰动, 在此取悬浮泥沙源强取 3.4kg/s, 确定为本工程悬浮沙源强。

底樾拆除会产生的悬浮泥沙量较少, 类比有关工程施工期打樾所产生悬浮泥沙对海洋环境的影响主要位于工程用海区 50m 范围内。

#### 3.2.1.2 固体废物

本工程施工期的固体废物主要为变更前筏式养殖的设施清理产生的清理物及作业人员产生的生活污水和生活垃圾。

本项目变更前为筏式养殖养殖扇贝, 主要的养殖设施包括浮球、阀架、吊笼、纜绳和底樾。作业区之间应保留 100m 至 150m 的通道, 阀架宽 30m, 每台筏约 5 亩, 原养殖面积约 4550 亩, 除去阀架间距的空隙阀架约 20 个, 面积 758 亩; 每台阀架上 6 个大浮球、共有浮球 120 个; 吊笼 180 个底樾 80 个; 纜绳约 4km。

本项目施工期工作人员为 10 人, 每人每天产生固体垃圾 0.5kg, 工作人员生活垃圾产生量约为 5.0kg/d, 本工程施工作业天数按 60d 计, 生活垃圾产生量为 300kg。生活垃圾全部统一收集处理。

#### 3.2.1.3 废气

作业船舶和运输车辆会产生一定量的废气, 排放的尾气中主要污染物为 NO<sub>x</sub>、

CO、SO<sub>2</sub>等。项目位于开阔海域，对环境影响较小，且作业船舶和运输车辆等为多点、流动作业，因而不做定量分析。

### 3.2.2 营运期污染环境与环境的影响分析

#### (1) 生活污水

本项目工作定员 8 人，每人每天用水量为 30L/d 估算，一年以 200 天计，则年用水量为 48t，污水产生量按用水量的 80% 估算，则工作人员每年生活污水量约为 38.4t/a，生活污水主要污染物 COD、氨氮和 SS 的浓度分别约为 400mg/L、40mg/L 和 230mg/L，营运期间 COD、氨氮和 SS 排放量分别为 15.36kg/a、1.54kg/a、8.83kg/a。船舶工作人员产生的生活污水主要包括：看护人员日常海上看护时产生生活污水和投苗、采捕期间捕捞船工作人员产生的生活污水，船舶作业期间产生的生活污水均统一收集送至陆域处置。

#### (2) 含油污水

本工程营运船舶为 2 艘，分别为看护船和捕捞船。根据《水运工程环境保护设计规范》，小于等于 500 吨级船舶的船底油污水的产生量按 0.14t/d·艘，水上施工作业天数按 200d 计，每天共产生油污水 0.28t，营运期船舶含油污水产生量为 56t，石油类的浓度按 5000mg/L 计，估算石油类产生量约为 0.28t/a。船舶机舱含油污水由码头相关部门负责收集，并由有资质单位进行处置。

#### (3) 固体废弃物

本项目运营期间工作定员 8 人，每人每天产生固体垃圾 0.5kg 计算，则工作人员生活垃圾产生量约为 4kg/d，运营期水上工作时间为每年 200d，工作人员固体垃圾产生量为 800kg/a。每次固体废弃垃圾全部统一收集运至陆域交由环卫部门处理。

#### (4) 养护、采捕过程产生的悬浮泥沙

该项目刺参采捕方式采用人工潜水摸采，产生的悬浮泥沙较少，且采捕结束后迅速恢复，因此不予考虑。底播魁蚶采捕产生的悬浮物类比《大连獐子岛渔业集团股份有限公司新增年滚动 25 万亩虾夷扇贝底播增殖项目环境影响报告书》中底播虾夷扇贝捕捞情况，拖网采捕引起悬浮物的扩散范围（10mg/L 浓度）局限在作业区周围 20m 范围内。因此悬浮物影响范围较小，且施工、作业持续时间较短，悬浮泥沙对海洋生态的影响较小。

### 3.3 工程各环节非污染环节与环境影响分析

#### (1) 局部海洋生境破坏

人工鱼礁工程施工中的投礁，会造成局部海洋生态环境发生改变，所占用海域海洋生态系统服务功能遭到破坏。本项目作为人工鱼礁工程，项目建成后具有较好的生态修复功能，有助于恢复渔业资源，修复海域生态，提供海洋生物栖息地，促进增长经济生物资源量。

#### (2) 水文动力环境和地形地貌改变

本项目改变工程海域的地形地貌，工程实施使水动力边界条件发生改变，导致水文动力环境、冲淤环境发生改变。

#### (3) 生物资源遭受破坏

施工过程中涉及占用底栖动物栖息、摄食和繁殖的环境，及悬浮泥沙影响其他海洋生物生存，使生物资源遭受破坏。

### 3.4 环境影响要素识别和评价因子筛选

通过对工程环境影响因素及各污染物排放状况的分析，工程环境影响识别见表 3.4-1~表 3.4-2。

表 2.5-1 工程环境影响因子识别

工程环节		可能产生的环境影响	影响因子
污染类	施工期	人工鱼礁施工	水体中悬浮物增加、引起局部海域流速、流向的变化、沉积物环境的以及冲淤环境的改变
		工作人员生活用水、生产用水及船舶含油污水等	生活污水、含油污水排放
	营运期	工作人员生活用水、生产用水及船舶含油污水等	生活污水、含油污水排放
		环境风险事故	燃料油泄露
非污染类	工程建设	由于构筑物施工、水动力条件的改变，对生物、水产资源的影响	水文动力、地形地貌及冲淤环境、生态环境

表 2.5-2 工程环境影响矩阵筛选

环境要素分类		水环境	大气环境	生态环境	声环境	社会环境
施工期	施工队伍的生产、生活废水排放	●	X	●	X	▲
	人工鱼礁的施工	▲	▲	■	●	▲
	施工船舶、车辆废气排	X	▲	X	X	X

	放					
运营期	船舶油污水、生产生活污水	●	X	▲	X	X
	工作人员生活垃圾	▲	X	▲	X	X
	突发事件	■	■	■	X	■

注：X 无影响；▲轻微影响；●影响较大；■影响重大；△正面影响。

通过对工程环境影响因素的矩阵筛选，本工程主要是对水环境、大气环境、声环境、生态环境产生一定的不利影响，由上表中的筛选结果确定本次评价因子，见下表。

表 2.5-3 评价因子的确定

评价时段	环境要素	污染因子	评价因子
施工期	水环境（生态环境）	SS、COD、氨氮、石油类等	SS、COD、氨氮、含油污水、流速、流向、水深
	大气环境	NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、TSP等	NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> 、等
运营期	水环境	石油类、COD、氨氮等	石油类、COD、氨氮
	大气环境	NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub> 、TSP等	NO <sub>2</sub> 、SO <sub>2</sub>
	生态环境	固体废物	生产、生活垃圾、废弃渔获物
	突发性事故	溢油事故	油类

### 3.5 主要环境敏感目标和环境保护对象的分析与识别

本项目评价范围内海域的环境敏感目标主要包括海洋功能区划、国家级自然保护区、水产种质资源保护区、开放式养殖等。本项目施工期间的主要污染因素包括生活污水、机修油污水、悬浮泥沙、生活垃圾等；运营期间的主要污染因素包括生活污水、机修油污水、生活垃圾等。

表 2.7-2 本项目环境保护目标一览表

编号	环境敏感目标		环境保护目标	与本项目位置关系
1	海洋功能区划	滦河口农渔业	三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源、珍稀海洋生物，滨海湿地，自然砂质岸滩、海水质量、海洋沉积物质量、海洋生物质量	占用
		黄金海岸海洋保护区	文昌鱼及其栖息地、自然砂质岸滩	北侧 3.5km
		滦河口海洋保护区	保护河口湿地、潟湖—沙坝生态系统	西南侧 10.6km
2	海洋生态红线	昌黎黄金海岸保护区	保护海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括沙丘、沙堤、潟湖、林带、鸟类、海水、文昌鱼等海洋生物构成的海岸海洋生态系统	2.4km
		新开口至滦河口	保护海底地形地貌、海洋动力条件、海水质量	西侧 1km
		金山嘴至新开口		北侧

		海域		9.5km
		滦河口生态红线区	保护河口地形地貌、生态环境	西南侧 10.6km
		滦河口沼泽湿地	保护潟湖—沙坝海岸景观，河口湿地和鸟类	西南侧 12.9km
		昌黎海域种质资源保护区	保护海底地形地貌和三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源，保护海洋环境质量	东侧 3.1km
2	自然保护区	昌黎黄金海岸国家级自然保护区	海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括文昌鱼、沙丘、沙堤、潟湖、林带、海水、鸟类等构成的海岸海洋生态系统。	西侧 2.5km
3	水产种质资源保护区	昌黎海域国家级水产种质资源保护区	三疣梭子蟹、花鲈和假睛东方鲀	东侧 3.1km
4	开发利用活动	孟艳波扇贝开放式养殖用海	海水水质	115m
		赵金永扇贝开放式养殖用海		15m
		张青祥扇贝开放式养殖用海		45m
		秦皇岛晨升水产养殖有限公司筏式扇贝养殖		88m
		李贺宝扇贝开放式养殖用海		25m
		肖立军扇贝开放式养殖用海		41m
		高明扇贝开放式养殖用海		48m
		聂学明扇贝开放式养殖用海		71m
		秦皇岛通源水产有限公司扇贝开放式养殖用海		17m

### 3.6 环境现状评价和环境影响预测方法

#### (1) 环境现状评价方法

本项目环境现状评价采用 2019 年秋季的海洋环境调查数据，进行评述、分析。

#### (2) 环境影响预测方法

①项目建设对水动力环境、冲淤环境及水质环境的影响均通过数值模拟预测分析；

②运用定性和定量分析的方法，评价施工期对环境的影响等；

③项目用海资源影响分析则结合本项目面积相关参数，并参考《涉海建设项目对海洋生物资源损害评估技术规范》(DB13/T 2999-2019)的生物调查资料，对海洋生物和渔业资源的损失量进行计算。

## 4 区域自然和社会环境现状

### 4.1 区域自然环境现状

#### 4.1.1 气象条件

昌黎县属于中国东部季风区、暖温带、半湿润大陆性气候。日照充足、四季分明，秋季延续时间长，无霜期长，水热系数小。年总日照时数 2809.3 小时，为可照时数的 63%。大于 0°C 间日照 2137.3 小时，大于等于 10°C 间日照 1605.8 小时。年太阳总辐射量 126.7 千卡/平方厘米，大于等于 0°C 间总辐射量 104.1 千卡/平方厘米，大于等于 10°C 间总辐射量 82.5 千卡/平方厘米，7~9 月辐射量 11.9 千卡/平方厘米以上。年平均气温 11°C，无霜期 186 天，大于等于 0°C 积温 4231°C，大于等于 10°C 积温 3814°C。年平均降水 638.33 毫米。

本节内容采用国家海洋局秦皇岛海洋环境监测中心站长期实测资料作统计。

##### (1) 气温

年平均气温 10.3°C

年平均最高气温 14.4°C

年平均最低气温 6.7°C

年极端最高气温 38.3°C

年极端最低气温 -20.1°C

##### (2) 降水

年平均降水量 250.2mm

年最大降水量 1221.3mm

日最大降水量 203.7mm

年平均降水天数 65.5 天

中雨的年平均降雨日数：8.3 天

大雨的年平均降雨日数：6.0 天

暴雨的年平均降雨日数：2.0 天

该区降水有显著的季节变化，降水多集中在 6、7、8 月三个月，这三个月的降水量占年降水量的 70% 以上，而 12 月至翌年的 2 月份的降水量最小，仅占全年的 2%。

##### (3) 雾

年平均雾日为 9.8 天，能见度小于 1km 的大雾平均每年出现天数为 6.6 天。

#### (4) 湿度

年平均相对湿度为 64%。

#### (5) 风

##### ①各向风频

冬季（1 月）盛行 WSW 风和 NE 风，其频率分别为 15%和 13%。E~SW（顺时针）各向风较少，其频率只有 2~3%。春季（4 月）盛行 SSW 和 SW 风，其频率之和高达 24%。ENE 和 WSW 风较多，其频率均为 10%。ESE~SSE 风较少，其频率为 2~3%。夏季（7 月）盛行 S 和 SSW 风，两向的频率之和为 22%。ENE 风较多，其频率为 10%。WNW~NNW 风较少出现，其频率为 2~3%。秋季（10 月）盛行 WSW 其频率为 15%。NNW 风次之，其频率为 12%。N~SN 风较少出现，其频率无均为 2%。

统计三年每日 24 小时观测资料，该区常风向为 W 向，出现频率为 10.37%，其次为 WSW 向，出现频率为 9.39%。强风向为 E 向，全年各方向 $\geq 7$  级风的出现频率为 0.35%，其中 E 向为 0.14%，ENE 向为 0.11%。详见表 4.1-1。

表4.1-1 秦皇岛地区风频率统计表 单位：%

##### ②平均风速和最大风速

逐月的平均风速和最大风如表 4.1-2 所示。

各月的平均风速变化不大。春季（3~5 月）稍大，为 3.8~3.9m/s。夏季（6~8 月）稍小，为 3.1~3.3m/s。秋冬季比较接近。全年平均风速为 3.4m/s。最大风速为 12 月为 12.7m/s，其余各月均为 14~16m/s，变化较小。

表 4.1-2 平均风速和最大风速（m/s）

## 4.1.2 水文条件

### (1) 潮汐

秦皇岛海区为规则日潮，其  $(H_{k1}+H_{01})/H_{M2}=3.73$ 。以秦皇岛港理论最低潮面（与 85 高程的关系如下图所示）为基准，潮汐特征值为：

极端高潮位：+2.66m；

极端低潮位：-1.71m；

设计高潮位：+1.76m；

设计低潮位：-0.15m；  
平均高潮位：+1.24m；  
平均低潮位：+0.51m；  
平均海平面：0.87m；  
平均潮差：0.73m；  
最大潮差：2.63m。

## (2) 水深

项目海域水深在 11.0m~14.0m 之间，平均水深约为 13m，海域水深图见图 4.1-2。

图4.1-2 项目海域水深图

## (3) 波浪

如表 4.1-1、4.1-2 所示，常浪向为 S[P=18.69%]，次常浪向 SSW[P=11.87%]；强浪向为 ENE[P(H4%≥1.5m)=0.27%]，次强浪向 S[P(H4%≥1.5m)=0.16%]，多年发生的最大波高 3.5m，涌浪最大值 2.5m。S 向 50 年一遇的 H1%=3.5m，T=6.4S；SW 向 50 年一遇的 H1%=2.4m，T=5.8S。SSE 向波浪周期 T=6.8S，E 向波浪周期 T=5.3S，ESE 向波浪周期 T=5S，ENE 向波浪周期 T=5.4S。

波高 H<0.3m，占 23.2%，H=0.4~0.8m，占 63.5%，H=0.9~1.3m，占 12.1%，H=1.4~2.0m，占 1.1%，H>2m 的占 0.1%。

表4.1-1 秦皇岛海洋站（测点处）不同重现期波浪要素

表 4.1-2 秦皇岛海洋站 H1/10 频率（%）统计表

## (4) 海流

项目海域位于渤海湾口东北侧和辽东湾口西南侧，处于两湾口的交汇海域，该海域的海流特性受地理位置和海岸地形的影响。本海域的海流由潮流和余流两部分组成，潮流是在天体引潮力作用下产生的海水周期性运动，它在海流中占绝对优势。该海域的潮流基本上是往复流，主流向为 WSW~ENE。余流的成分较为复杂，它包含由风切应力作用产生的风浪流，也包括由海水密度的空间变化引起的密度流，还有由潮汐非线性效应引起的潮余流。

2017 年 3 月 13 日至 2017 年 4 月 26 日，在项目海域附近海域做了海流观测，并对观测数据进行了分析。观测期间，涨潮最大流速 95.8cm/s，涨潮平均流速 24.5cm/s，涨潮历时 6.3h；落潮最大流速 54.8cm/s，落潮平均流速 22.0cm/s，

落潮历时 6.2h。

#### (5) 冰况

项目海域距离岸线近，冬季受沿岸海冰和辽东湾、渤海湾流冰的影响。该海区每年冬季均有不同程度的海冰出现，由于海冰出现的严重程度取决于当时的水文、气象诸要素，故年与年之间的差异较大。多年海冰观测资料统计分析表明，该海区初冰日一般为 11 月下旬，终冰日为翌年 3 月上旬，总冰期为 100 天左右。浮冰（冰厚约 5cm）一般在 12 月下旬出现。沿岸固定冰初冰日为 1 月下旬，终冰日为 2 月中旬，固定冰冰期平均每年约为 20 天左右，严重冰期平均每年约为 20 天。小凌河口至秦皇岛，1 至 2 月间有固定冰，宽度在 2km 以内，冰厚 20~40cm。秦皇岛以南至滦河口附近，冰情较轻，固定冰于 1 月中旬至 2 月下旬出现，宽度在 0.5km 以内，冰厚 10~30cm。

#### (6) 海雾

渤海海雾在 5~7 月常见，东部多于西部，集中在辽东半岛和山东北部沿海。项目海域的海雾出现较少。

### 4.1.3 地质地貌条件

昌黎县占据了秦皇岛市域内近 80% 的平原区，仅北部少数区域为低山丘陵为燕山山脉的东南余脉。境内地势自西北向东南倾斜，海拔 8~28 米，平均坡降为 4.7%。县内最高峰为碣石山主峰仙台顶，海拔 695.1 米。县域内主要地貌构成为：

①低山丘陵：位于境内北部，约占全县总面积的 4.9%。主要分为碣石山地和武山龙山丘陵。山体多数为裸露岩石，植被稀少；在谷地为褐土及棕壤，植被茂密。低山丘陵区富有花岗岩、石灰岩，也是林果的主要产区。

②平原：县域内平原区约占全县土地总面积的 83.6%，可分为山前平原和滨海平原。山前平原分布在低山丘陵以南，滦河以东，具有丰富的潮土和褐土，是本县粮食作物和经济作物种植区。滨海平原分布在沿海岸线一带，地势低平，是主要水稻种植区。

③洼地：约占全县土地总面积的 11.5%，主要分布在沿海地带，地势低洼，以坑塘、滩涂为主，多为湿潮土、滨海盐土及风砂土，并有省内著名的泻湖--七里海。

④海岸沙丘：分布与海岸走向一致，属风积沙丘链地貌。蜿蜒起伏的新月型砂丘，宽 1~3 公里，长约 35 公里，沙丘一般海拔 5~20 米，最高的沙丘海拔 40

余米，成为海陆的自然屏障。海岸沙丘周围已经营造大面积防风固沙林，黄沙、绿林与大海相辉映，自然景观优美。

项目所在海域内，为单调的水下三角洲，其边缘可达 20m 等深线附近。项目所在渤海海域地形图见图 4.1-3。

项目海域位于秦皇岛市昌黎县滦河口东部海域，距岸线距离约 21.2km 处，海区水深 12-13m。处于燕山褶皱带和华北凹陷区交界处，该海域收河流、海洋动力以及风力共同影响，海岸带内侧为河流堆积形成的冲积扇。洋河口--滦河口，近岸 0.5km 内，水深 2~3m 地形时有起伏，发育有 NE~SW 向的水下沙脊，沙脊大多长约 3km，沉积物以中细砂为主。沙脊外缘海域地形单调，坡降在 1‰~3‰。现代滦河水下三角洲的外缘水深在 10~12m，水深较陡，海底坡降在 2‰~3‰之间。

**图4.1-3 渤海海域地形图**

#### 4.1.4 地层岩性

##### 4.1.4.1 浅地层声学特征

由于海域浮筏较为密集，由于设备原因无法按照调查计划进行测量，因此实际调查测线与计划测线不符。调查区共完成测线 12 条，实际勘测路线如图 4.1-4 所示。

**图4.1-4 调查区浅剖测线分布图**

①西部区域，S-N 方向

T0: 深度约 11.5-12.5m (以换能器为起点向下，以下同)，强反射，界面清晰连续，自南至北坡度没有明显变化，中部和东北部区域界面形态总体平直，为海底新近形成的沉积所在的海底界面。

T1: 强反射，界面清晰连续，不整合，深度变化较大，为陆相沉积顶界面。

U1: 海底面 T0 以下，地层界面 T1 以上的地层，层厚约 2-2.3m。反射强烈，层理明显，内部具明显水平层理和若反射斜层理。推测为全新世海侵以来发育的近岸浅海相沉积层。该层序层间反射能量较强，低反射频率，底界面清晰不整合，与下伏地层呈平行不整合接触。调查区内 U1 层厚度具明显变化。根据表层沉积物柱状取样判断，该层内沉积物组成类型为细砂。

(a) 反射剖面

(b) 正极性反射特征

图4.1-5剖面反射特征及地层剖面图 (西部区域，S-N方向)

## ②中部区域，E-W 方向

**T0:** 深度约 13.5-16m (以换能器为起点向下，以下同)，强反射，界面清晰连续，界面稍有起伏，中部和东北部区域界面形态总体平直，为海底新近形成的沉积所在的海底界面。

**T1:** 强反射，界面清晰连续，不整合，深度变化较大，为陆相沉积顶界面。

**U1:** 海底面 T0 以下，地层界面 T1 以上的地层，层厚约 2-3m。反射强烈，层理明显，内部具明显水平层理和若反射斜层理。推测为全新世海侵以来发育的近岸浅海相沉积层。该层序层间反射能量较强，低反射频率，底界面清晰不整合，与下伏地层呈平行不整合接触。调查区内 U1 层厚度具明显变化。根据表层沉积物柱状取样判断，该层内沉积物组成类型为中砂。层内未发现滑坡、断层、埋藏古河道及浅层气等影响工程安全性的不良地质作用存在。

**U2:** 反射均匀，层理发育较好，具有明显的水平层理和弱反射斜层理，推测为陆相沉积。其中大部分被二次回波影响，无法清晰辨识。由于 U1 层厚已超出柱状采样最大深度，因此，并未采集到 U2 层沉积物样品，无法判断该层沉积物类型。

### (a) 反射剖面

### (b) 正极性反射特征

图 4.1-6 剖面反射特征及地层剖面图 (中部区域，E-W 方向)

### ③东北部区域，NE-SW 方向

T0: 深度约 14-15.5m (以换能器为起点向下, 以下同), 强反射, 界面清晰连续, 在测线方向上自东北至西南深度明显增加, 部区域界面形态总体平直, 为海底新近形成的沉积所在的海底界面。

T1: 强反射, 界面清晰连续, 不整合, 深度变化较大, 为陆相沉积顶界面。

U1: 海底面 T0 以下, 地层界面 T1 以上的地层, 层厚约 2.5-3m。反射强烈, 层理明显, 内部具明显水平层理和若反射斜层理。推测为全新世海侵以来发育的近岸浅海相沉积层。该层序层间反射能量较强, 低反射频率, 底界面清晰不整合, 与下伏地层呈平行不整合接触。调查区内 U1 层厚度具明显变化。根据表层沉积物柱状取样判断, 该层内沉积物组成类型为中砂。层内未发现滑坡、断层、埋藏古河道及浅层气等影响工程安全性的不良地质作用存在。

U2: 反射均匀, 层理发育较好, 具有明显的水平层理和弱反射斜层理, 推测为陆相沉积。其中大部分被二次回波影响, 无法清晰辨识。由于 U1 层厚已超出柱状采样最大深度, 因此, 并未采集到 U2 层沉积物样品, 无法判断该层沉积物类型。

#### (a) 反射剖面

#### (b) 正极性反射特征

图 4.1-7 剖面反射特征及地层剖面图 (东北部区域, NE-SW 方向)

④东南部区域，NE-SW 方向

T0: 深度约 14.5-15m (以换能器为起点向下, 以下同), 强反射, 界面清晰连续, 测线方向上深度没有明显变化, 该区域 T0 界面形态总体平直, 为海底新近形成的沉积所在的海底界面。

T1: 强反射, 界面清晰连续, 不整合, 深度变化较大, 为陆相沉积顶界面。

U1: 海底面 T0 以下, 地层界面 T1 以上的地层, 层厚约 2.5-3m。反射强烈, 层理明显, 内部具明显水平层理和若反射斜层理。推测为全新世海侵以来发育的近岸浅海相沉积层。该层序层间反射能量较强, 低反射频率, 底界面清晰不整合, 与下伏地层呈平行不整合接触。调查区内 U1 层厚度具明显变化。根据表层沉积物柱状取样判断, 该层内沉积物组成类型为中砂。层内未发现滑坡、断层、埋藏古河道及浅层气等影响工程安全性的不良地质作用存在。

U2: 反射均匀, 层理发育较好, 具有明显的水平层理和弱反射斜层理, 推测为陆相沉积。其中大部分被二次回波影响, 无法清晰辨识。由于 U1 层厚已超出柱状采样最大深度, 因此, 并未采集到 U2 层沉积物样品, 无法判断该层沉积物类型。

(a) 反射剖面

(b) 正极性反射特征

图 4.1-8 剖面反射特征及地层剖面图 (东南部区域, NE-SW 方向)

综上所述，调查区范围较广，浅部地层具有以下特征：

(1) 调查区浅部地层分布均匀，平面空间变化较小。

(2) U1 水平层理均匀，为近期形成的浅海相沉积层，调查区域内西部海域沉积类型为细砂，中东部为中砂。U2 内部具有弱反射水平层理，为陆相沉积，沉积物柱状取样未能揭露该层。

(3) 勘测海区海底地质结构稳定，未明确发现滑坡、断层等影响工程稳定性的不良地质作用存在。

#### 4.1.4.2 沉积物性质分析

在调查区 9 个站位利用箱式采样器采集表层沉积物样品进行沉积物性质分析。由于海域海面浮筏较多，无法按照既定调查计划所设计的站位进行采样，因此调查人员根据实际测量的浅剖测线交点上重新设计了采样站位，实际采样站位位置如图 4.1-9 所示。

**图 4.1-9 实际采样站位**

经采样分析后，根据激光粒度分析数据，按照工程分类，判断海域内底质类型分别为细砂和中砂。

其海底承载力，根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)与《工程地质手册》中关于地基承载力计算方法的内容，地基承载力特征值需查表得到。参照《工程地质手册》中“砂土的地基承载力基本容许值或地基的基本承载力”参照表 4.1-3，细砂承载力最低(水下饱和状态下)为 190kPa，因此项目海域地质承载力不低于 190kPa。

**表 4.1-3 岩土工程参数表**

#### 4.1.4.3 结论

经浅地层声学剖面 and 沉积物粒度调查，结合水深地形、沉积地层等区域地质背景，调查区底质具有如下特征：

(1) 本调查区域地质稳定性相对较高，未明确发现不良地质作用。

(2) 浅地层均具有水平层理和斜层理，表层沉积物约在海面以下 11.5-16m 左右。中部海域海底稍有起伏，其他区域内海底虽总体平坦，但具有水深变化。

(3) 根据样品外观及样品分析，调查区的底质类型为细砂与中砂，其中细砂分布于调查区域的西部，中砂分布于中东部。

(4) 根据《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)第 5.2.5 条款对各站

位的地基承载力特征值进行查表计算。调查区承载力特征值不低于 190kPa。

#### 4.1.5 自然灾害

##### (1) 风暴潮

项目所在区域位于渤海湾，渤海湾沿岸是风暴潮较强地区之一。根据近几十年记载的渤海发生的风暴潮灾害统计数据来看，渤海风暴潮一年四季均有发生，但灾难性的风暴潮主要集中在夏秋季节，平均每 7 年发生一次，造成的直接经济损失，例如房屋、水产养殖、农田、海堤、道路的损坏及人员伤亡都比较大。

根据《2019 年河北省海洋灾害公报》，秦皇岛市最近一次风暴潮是 2019 年 8 月 11 日的 9 号台风“利奇马”北上影响渤海海域，于 11 日凌晨起陆续影响河北省沿岸海域，最大风力达到 7 级，秦皇岛、唐山、沧州沿岸出现了不同程度的风暴增水。秦皇岛验潮站最高潮位 237 厘米，超过当地橙色警戒潮位；京唐港验潮站出现最高潮位 316 厘米，超过当地红色警戒潮位；曹妃甸验潮站出现最高潮位 434 厘米，超过当地红色警戒潮位；黄骅潮位站出现最高潮位 577 厘米，超过当地红色警戒潮位。2019 年全年，河北省沿海共发生风暴潮过程 2 次，1 次台风风暴潮和 1 次温带风暴潮，其中台风风暴潮过程出现了超过当地红色警戒潮位的高潮位，造成沿海地区直接经济损失 3.34 亿元。如表 4.1-4 所示。

表4.1-4 2019年河北沿海发生的风暴潮过程

影响日期	影响海域	天气系统	最大增水 (cm)	最高潮位 (cm)	当地警戒潮位 (cm)	直接经济损失 (万元)
8月11日-13日	秦皇岛	9号台风“利奇马”	76	237	236 (橙色)	10370.88
	京唐港		112	316	310 (红色)	954
	曹妃甸		165	434	430 (红色)	
	黄骅		226	577	570 (红色)	22039.846
9月18日	曹妃甸	冷空气	83	364	350 (蓝色)	0
	黄骅		117	496	470 (蓝色)	0

##### (2) 海浪

2019 年，河北省沿海共发生 7 次大浪过程（2.5 米以上），10 个大浪日，这些大浪过程主要是由冷空气和台风引起的，集中发生在 8-11 月份，其中，由台风引起的过程 1 次，其余 6 次均由冷空气引起。本省未因海浪灾害造成人员伤亡

(含失踪)和直接经济损失。根据 2010-2019 年大浪过程及大浪日统计, 2019 年大浪过程和大浪日均低于近十年平均值。

### (3) 海冰

海冰是指直接由海水冻结而成的咸水冰, 海冰灾害会影响海洋水文状况自身, 亦会影响人类活动。多年海冰观测资料统计分析表明, 该海区初冰日一般 11 月下旬, 终冰日为翌 3 月上旬, 总冰期 100 天左右。浮冰(冰厚约 5cm)一般在 12 月下旬出现, 沿岸固定冰初冰日为 1 月下旬, 终冰日为 2 月中旬, 固定冰冰期平均每年约为 20 天左右, 严重冰期平均每年约为 20 天。秦皇岛沿海初冰日为 2018 年 12 月 27 日, 终冰日为 2019 年 2 月 17 日, 冰期 53 天; 流冰的漂移方向多出现在 NNE~ENE 方向和 SSW~WSW 方向, 与涨落潮流的主流方向大体一致。流冰平均漂流速度约为 20cm/s, 最大漂流速度小于 40cm/s; 浮冰冰型包括初生冰、冰皮、尼罗冰和莲叶冰, 以初生冰出现最多, 未出现固定冰。对海上交通、水产养殖等海洋开发活动影响不大。

根据海冰监测资料统计分析, 参照国家海洋局制定的冰情等级划分标准: 重冰年、偏重冰年、常冰年、偏轻冰年、轻冰年。2018/2019 年度河北沿海冰情应属轻冰年, 海冰对海洋开发活动影响很小, 未发生因海冰灾害造成的直接经济损失。

### (4) 赤潮

根据《2019 年河北省海洋灾害公报》所示, 河北省通过陆岸及海上巡视、卫星遥感和志愿者报告等方式, 对全省海域实施了全面监控。2019 年全省近岸海域共发现 2 次赤潮, 均发生于秦皇岛近岸海域。对局部海域生态环境造成一定影响, 但均未造成直接经济损失。如表 4.1-5 所示

**表4.1-5 2019年河北省近岸海域赤潮情况**

序号	观测初始日期	观测消失日期	发生区域	面积(平方公里)	赤潮优势藻种
1	7月24日	7月27日	秦皇岛金梦海湾浴场沿岸、鸽子窝沿岸、老虎石周边海域	0.1	丹麦细柱藻、古老卡盾藻
2	8月31日	9月4日	秦皇岛西港花园港池海域	0.18	锥状斯克里普藻、短角弯角藻

## 4.2 自然资源概况

### 4.2.1 岸线资源

秦皇岛地区地处渤海北部，辽东湾西翼，海岸线东起山海关区张庄，西止昌黎县滦河口，总长 162.7 公里。秦皇岛海岸砂岩相间，以砂质岸为主，砂质岸长 142.2 公里，北戴河到山海关主要为岩石岸，岩石岸长 20.5 公里。

昌黎海岸线长 64.9 公里，占河北省海岸线的 13.3%。昌黎海滨，被誉为“东方夏威夷”。上世纪八十年代被中科院地理研究所的专家命名为“黄金海岸”，1990 年被国务院列为全国首批国家级海洋类型自然保护区，先后有 50 多位党和国家领导人视察指导。2005 年，在《中国国家地理》杂志社主办、全国 34 家媒体协办的“中国最美的海岸”评选活动中，经过全国 5 家专业学会、15 位院士和近百名专家学者历时 8 个月的评选，昌黎黄金海岸以“沙漠与大海的吻痕”的独有特色入选，位居第五。昌黎海岸风貌独特，由条件优良的海岸、雄奇苍莽的沙山、苍桑变化的泻湖、神秘魔幻的半岛、绵延百里的海岸防护林和原始风貌的自然保护区六大特色景观组成。昌黎海岸沿线空气清新，负氧离子含量极高，是天然氧吧。冬无严寒，夏无酷暑，阳光明媚和煦，是华北的阳光地带之一。在昌黎漫长的海岸线上有天然形成的高大沙丘，自北向南绵延 20 余公里，最高处达 44 米，是全国海岸沙丘的最高峰。沙丘雄奇苍莽，形成了世界罕见的海洋大漠风光。沙丘带内侧的七里海，是典型的半封闭泻湖，面积约 8.5 平方公里，是我国华北沿海最大的泻湖，湖面开阔，水质清澈，风平浪缓，晶莹如镜，是开展水上运动的理想场所。

以新开口为界，往南有一“舌”形半岛，被称为翡翠岛。翡翠岛东临渤海，西临泻湖，南与大片沙滩相接，北有一湾细流沟通湖海，岛上大漠茫茫，海天一色，素有“京东大沙漠”之称。东部浅海是海洋活化石“文昌鱼”的聚集地，西部森林是“世界珍禽”黑嘴鸥的主要栖息繁殖地之一，国家重点保护的鸟类有 68 种。

秦皇岛海域有石河南岛一座。石河南岛属河口三角洲，岛体呈扇形，整体地形起伏不大，最高点海拔 6.3m，中部地形较平缓；表层沉积物主要为沙—砾互层，其中，砾石层较厚，粒径 1~10cm，分选性差，粒径 5~6cm 之间的砾石约占 80%；沿岸筑有直立式护堤，岛体东南部、西北部以及周围滩涂建有人工养殖

池塘，岛上存在多处挖砂后遗留的沙坑。

#### 4.2.2 港口资源

秦皇岛是中国重要的港口城市，地处东北、华北两大经济区的结合部和环渤海经济区的中间地带，是华北、东北、西北地区重要的出海口。举世闻名的秦皇岛港是中国北方天然不冻不淤良港，以能源输出为主，兼营杂货和集装箱，年吞吐量过亿吨，同世界上 100 多个国家和地区保持经常性贸易往来，跻身世界大港行列。秦皇岛港是以能源运输为主的综合性国际贸易口岸，世界上最大的煤炭输出港和散货港。港口地处渤海北岸，河北省东北部，自然条件优良，港阔水深，不冻不淤，共有 12.2 公里码头岸线，陆域面积 11.3 平方公里，水域面积 229.7 平方公里，分为东、西两大港区。东港区以能源运输为主，拥有世界一流的现代化煤码头；西港区以集装箱、散杂货进出口为主，拥有装备先进的杂货和集装箱码头。港口现有生产泊位 45 个，其中万吨级以上泊位 42 个，最大可接卸 15 万吨级船舶，设计年通过能力 2.23 亿吨；具有完善的集疏运条件，疏港路与京沈高速公路、102 国道、205 国道及秦承公路相接，自营铁路与国铁联网，拥有国内港口最先进的机车和编组站，“地下大动脉”输油管道连接大庆油田，疏港路直通山海关机场，形成了公路、铁路、管道、空运等循环合理的港口集疏运网络，货物可直达仓库、码头、船边，为客户提供了极为便利的货运条件。

昌黎地处环渤海经济圈中心地带，紧连华北与东北经济走廊，拥有发达的陆海空立体交通网络体系。距首都北京 270 公里、距天津滨海新区 170 公里、距沈阳 410 公里；京哈铁路、205 国道、沿海高速贯穿全境；以昌黎为中心的 150 公里半径内，汇集了天津新港、曹妃甸港、秦皇岛港、京唐港等多个世界级海港口岸；境内坐落秦皇岛北戴河国际机场。

#### 4.2.3 渔业资源

秦皇岛所辖海区 15m 等深线海域面积 1000 平方公里。全市现有捕捞作业渔场 1 万平方公里，有适宜发展养殖的浅海 80 万亩，滩涂 2 万亩。海洋生物资源较丰，是我国北方重要海产品基地之一，特产对虾、海参、海蟹、海蜇等海珍品及各种贝类。海洋生物 500 余种，其中浮游植物中肋骨条藻、棱曲舟藻等 79 种，浮游动物有夜光虫、水母等 53 种，底栖生物 11 门主要有文昌鱼等 166 种。潮间带生物 163 种，以双壳类、甲壳类为多，在岩礁区以褶牡蛎、黑偏顶蛤、短滨螺、

中华近方蟹为主，在净砂区以斧蛤、青蛤、彩虹明樱蛤等为主，年平均生物量岩礁区 4752.8g/m<sup>2</sup>、净砂区 3.78g/m<sup>2</sup>。游泳生物中鱼类有 78 种，以日本鲷鱼、鲈鱼、白姑鱼、斑祭鱼、银鲳、绿鳍马面豚、蓝点鲷、牙鲆、黄鲫、孔鳐、油鱼子、黄盖鲈等为多，月均值资源量 2300t/km<sup>2</sup>，无脊椎动物 13 种，以三疣梭子蟹、虾蛄、中国对虾等为多。

#### 4.2.4 旅游资源

昌黎位于河北省东北部，始建于公元 923 年，取“黎庶昌盛”之意定名。北枕碣石，东临渤海，西南挟滦河，总面积 1212 平方公里，辖 11 个镇、5 个乡、1 城郊区，行政村 446 个，总人口 56.4 万人。是久负盛名的花果之乡、鱼米之乡、文化之乡、旅游之乡、干红葡萄酒之乡。1988 年被国务院确定为首批沿海对外开放县，2005 年成为全省首批扩权县。

在昌黎的山、海、河、湖之间，蕴藏着滨海旅游、登山访古、生态健身、科考探奇、工业观光、地热温泉、文物古迹、革命教育、美食特产等多种旅游资源。依托丰富的旅游资源，从上世纪 80 年代开始昌黎县不断加大旅游投入，旅游业实现了快速发展。目前，昌黎县已经拥有以国际滑沙活动中心、翡翠岛生态游乐园、碣石山景区、五峰山景区、葡萄沟农业观光园、沙雕大世界、海滨浴场以及华夏葡萄酒庄园、朗格斯酒庄等为特色产品的生态旅游、农业旅游、工业旅游等景区景点 10 个，滨海高尔夫球场 2 个。其中，国家 4A 级景区 2 家，3A 级景区 2 家，2A 级景区 2 家。华夏长城庄园、朗格斯酒庄被国家旅游局确定为全国工业旅游示范点，马蒂尼酒庄是省级工业旅游示范点；葡萄沟和渔岛、月亮湾景区分别被确定为国家和省级农业旅游示范点。昌黎黄金海岸旅游区已经建设成为休闲避暑胜地，拥有各类休疗院所 183 家，其中有四星级宾馆 1 家，三星级宾馆 1 家，二星级宾馆 4 家，拥有床位 3 万余张，年接待能力达 500 万人次，形成了功能完备的旅游服务体系。

#### 4.3 区域社会环境现状

秦皇岛市位于河北省东北部，全市面积为 7790.46 平方公里，人口 314.63 万。秦皇岛市辖海港区、山海关区、北戴河区三个城区和昌黎县、抚宁县、卢龙县、青龙满族自治县四个县。秦皇岛海域地处渤海北部辽东湾西翼，海岸线东起山海关区张庄，西止昌黎县滦河口，全长 126.4km，0~20m 等深线海域面积为 2114km<sup>2</sup>。

根据《秦皇岛市 2019 年国民经济和社会发展统计公报》，全年实现地区生产总值 1612.02 亿元，按可比价格计算，比上年增长 6.7%。分产业看，第一产业增加值 206.32 亿元，下降 0.6%；第二产业增加值 530.14 亿元，增长 6.7%；第三产业增加值 875.56 亿元，增长 8.5%。三次产业构成比重为 12.8：32.9：54.3。全市人均生产总值为 51334 元，增长 6.1%。

2019 年民营经济实现增加值 1077.43 亿元，比上年增长 7.3%，占全市生产总值的比重为 66.8%，对总体经济增长的贡献率达到 72.1%。

年末全市常住人口为 314.63 万人，比上年末增加 1.21 万人。出生人口 2.8 万人，人口出生率为 8.9‰；死亡人口 1.99 万人，人口死亡率为 6.33‰；人口自然增长率为 2.57‰，比上年下降 0.82 个百分点。常住人口城镇化率为 60.72%，比上年提高 1.3 个百分点。年末户籍人口 301.36 万人，比上年末增加 1.28 万人。户籍人口城镇化率为 48.15%，比上年末提高 0.67 个百分点。全年城镇新增就业 6.3 万人，年末城镇登记失业率保持在 2.83% 的较低水平。

全年居民消费价格比上年上涨 2.7%。其中，城市上涨 2.7%，农村上涨 2.9%。分类别看，食品烟酒类价格上涨 5.7%，衣着上涨 0.3%，居住上涨 1.1%，生活用品及服务上涨 1.8%，交通和通信下降 2.1%，教育文化和娱乐上涨 5.5%，医疗保健上涨 2.5%，其它用品和服务类上涨 5.0%。工业生产者出厂价格比上年上涨 1.3%。其中重工业上涨 1.0%，轻工业上涨 2.2%；生产资料上涨 0.6%，生活资料上涨 4.3%。

供给侧结构性改革深入推进。钢铁行业实现压减、升级。主要产品中，生铁产量较去年减少 8%，粗钢和钢材产量分别增 6.9%、24.3%；成品钢材产量中附加值较高的线材、镀层板增长 82.1%、1.44 倍。去库存成效明显。商品房待售面积 76.81 万平方米，同比下降 9.5%。年末规模以上工业企业资产负债率为 52.8%，比上年末下降 3.4 个百分点。补短板力度加大，生态保护和环境治理完成投资增长 98.1%，教育领域投资增长 43.9%，卫生和社会工作领域投资增长 26.5%，体育领域投资增长 69.7%。规上工业单位增加值能耗下降 9.48%，能源消费结构更趋优化，煤炭消费量占全部能源消费量的 44.7%，比上年下降 0.5 个百分点。

新动能加快成长。规模以上工业中，战略性新兴产业企业共计 69 家，增加值比上年增长 9.7%，高于全部规模以上工业 2.1 个百分点。高新技术企业共 111 家，增加值增长 9.9%，占规模以上工业增加值的比重为 32.6%，其中电子信息产业增长 26.2%，新材料增长 14.3%，新能源增长 10.3%，环保产业增长 38.9%。工业

投资增长 12.4%，工业技改投资增长 23.6%。专用设备、通用设备、计算机通信和其他电子设备、电气机械和器材制造业投资分别增长 1.4 倍、1.1 倍、24.6%和 23.8%。

#### 4.4 环境质量现状概况

据《2018 年上半年河北省海洋环境状况通报》显示，2018 年上半年，近岸海域海水水质主要受 pH、化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐影响；秦皇岛的化学需氧量浓度低于上年同期；滦河化学需氧量和总氮含量超出第 V 类水质标准；昌黎新开口养殖区水质良好，各项监测指标均满足第二类海水水质标准；上半年在秦皇岛发现 1 次油污上岸事件，未发现赤潮，有 55%的站位监测到海水入侵，100%的监测站位为非盐渍化土。

##### (1) 近岸海域海洋环境质量状况

从冬季秦皇岛市主要海水监测要素平均浓度来看：石油类浓度高于上年同期；化学需氧量浓度低于上年同期，无机氮、活性磷酸盐浓度低于上年同期。

从春季秦皇岛市主要海水监测要素平均浓度来看：化学需氧量浓度低于上年同期；无机氮浓度高于上年同期，活性磷酸盐浓度低于上年同期，秦皇岛市石油类浓度与上年同期持平。

表 4.3-1 2017 年冬季与 2018 年冬季海水监测要素平均浓度对比 (mg/L)

区域	监测时段	监测要素			
		化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	油类
秦皇岛市	2017 年 2-3 月	1.34	0.176	0.00742	0.0173
	2018 年 2-3 月	1.08	0.161	0.00610	0.0180

表 4.3-2 2017 年春季与 2018 年春季海水监测要素平均浓度对比 (mg/L)

区域	监测时段	监测要素			
		化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	油类
秦皇岛市	2017 年 5 月	1.21	0.0893	0.0174	0.0179
	2018 年 5 月	1.11	0.0899	0.00997	0.0178

##### (2) 入海排污口（河）及邻近海域环境状况

2018 年 3 月份对我市 8 个排污口(河)的监测表明，共有 6 个排污口(河)达标排放，2 个排污口(河)超标排放，超标因子为总磷、悬浮物和生化需氧量。

经综合评价：大蒲河、人造河入海口为 D 级入海排污口(河)(蓝色标识)，仅需实施常规监督管理；其余排污口(河)均为达标排放。5 月份对我市 8 个

排污口（河）的监测表明，共有 6 个排污口（河）达标排放，2 个排污口（河）超标排放，超标因子为 pH、悬浮物、总磷、生化需氧量、化学需氧量和挥发酚。

经综合评价：山海关开发区总排污口为 A 级入海排污口（河）（红色标识），需对其实施最严格的监督管理；洋河排污口（河）为 D 级入海排污口（河）（蓝色标识），仅需实施常规监督管理；其余排污口（河）均为达标排放。

表 4.3-3 入海排污口（河）标识等级统计

区域	时间	A 级 红色标识	B 级 橙色标识	C 级 黄色标识	D 级 蓝色标识	达标排放
秦皇岛市	2018 年 3 月	-	-	-	2	6
	2018 年 5 月	1	-	-	1	6

2018 年 5 月份对洋河、人造河 2 个重点排污口（河）邻近海域的水质进行了监测和评价，结果表明：人造河邻近海域各项监测指标均满足第一类海水水质标准；洋河邻近海域各项监测指标均满足第二类海水水质标准；其余各项监测指标均满足第二类海水水质标准。

### （3）主要入海河流水质状况

2018 年 5 月份对滦河河流进行了监测，并使用†地表水环境质量标准‡进行评价，结果表明：滦河总氮、化学需氧量含量超出第 V 类水质标准，氨-氮含量符合第 III 类水质标准，其他各项监测要素均满足第 II 类水质标准要求。

### （4）海水增殖养殖区环境状况

2018 年 5 月份对昌黎新开口养殖区的水质环境进行了监测和评价，结果表明：昌黎新开口养殖区水质良好，各站位所有监测指标均可满足第二类海水水质标准要。

### （5）海上溢油污染事故

2018 年上半年我市继续开展沿岸和海上溢油的巡视工作，5 月 21 日在秦皇岛市北戴河新区陆岸发现油污上岸事件 1 次。其中：在翡翠岛沙滩发现长 600 米、宽 5 米的颗粒状油污带，平均直径 0.5cm；在滑沙中心岸滩发现长 200 米、宽 3 米的颗粒状油带，平均直径 0.5cm；在阿那亚海滩发现零星油污颗粒，每平方米 3~4 个。

### （6）海水入侵和土壤盐渍化

2018 年 4 月份对我市监测断面海水入侵状况的监测表明：抚宁断面监测到 1 个严重入侵站位和 1 个轻度入侵站位，昌黎北断面和昌黎南断面各监测到 1

个和 2 个轻度入侵站位，其它站位均为无入侵。2018 年 4 月份对我市监测断面土壤盐渍化状况的监测表明：秦皇岛 3 条断面 9 个站位获取的土壤样品均为非盐渍化土。

表 4.3-4 2017 年、2018 年同期我省滨海地区监测站位海水入侵状况对比

区域	监测时段	严重入侵	轻度入侵	无入侵
秦皇岛市	2017 年 4 月	11%	33%	56%
秦皇岛市	2018 年 4 月	11%	44%	45%

#### (7) 生态系统

滦河口湿地由自然湿地生态系统和人工湿地生态系统组成。其中，自然湿地生态系统包括河口湿地—盐地碱蓬—黑嘴鸥子系统、近海裸露沙滩—白额燕鸥—蛎鹬子系统和浅滩—黑尾鸥—沙蚕子系统；人工湿地生态系统包括人工养殖池塘子系统、农田子系统。

### 4.5 周边海域敏感目标的现状与分布

#### 4.5.1 海域使用现状

根据 2 现场调查和收集资料，本项目周边的主要用海活动为各类开放式养殖活动，大部分为扇贝的筏式养殖。

本工程为海洋牧场建设项目，目的是增养殖和保护海区内海洋生物资源，而造成污染影响的主要因素是施工过程中产生的悬浮泥沙，影响性质为暂时性影响。因此对周边养殖生物和自然环境的影响将很小。

项目施工悬浮物扩散范围内共有 11 宗用海，均为渔业用海中的开放式养殖用海。具体分布见图 4.5-1。

表 4.5-1 悬浮泥沙扩散范围内养殖用海

序号	项目名称	使用权人	规模（公顷）	用海类型	与本项目距离
1	孟艳波扇贝开放式养殖用海	孟艳波	66.67	渔业用海	115m
2	赵金永扇贝开放式养殖用海	赵金永	29.4	渔业用海	15m
3	张青祥扇贝开放式养殖用海	张青祥	22.13	渔业用海	45m
4	秦皇岛晨升水产养殖有限公司筏式扇贝养殖	秦皇岛晨升水产养殖有限公司	33.32	渔业用海	88m
5	李贺宝扇贝开放式养殖用海	李贺宝	33.43	渔业用海	25m
6	肖立军扇贝开放式养殖用海	肖立军	68.01	渔业用	41m

序号	项目名称	使用权人	规模（公顷）	用海类型	与本项目距离
				海	
7	高明扇贝开放式养殖用海	高明	27.19	渔业用海	48m
8	聂学明扇贝开放式养殖用海	聂学明	43.9	渔业用海	71m
9	秦皇岛通源水产有限公司扇贝开放式养殖用海	秦皇岛通源水产有限公司	330.69	渔业用海	17m
10	聂永祥扇贝开放式养殖用海	聂永祥	渔业用海	航道毗邻	10
11	刘孝亭扇贝开放式养殖用海	刘孝亭	渔业用海	航道毗邻	11
12	李光明扇贝开放式养殖用海	李光明	渔业用海	航道毗邻	12
13	赵艳新扇贝开放式养殖用海	赵艳新	渔业用海	航道毗邻	13

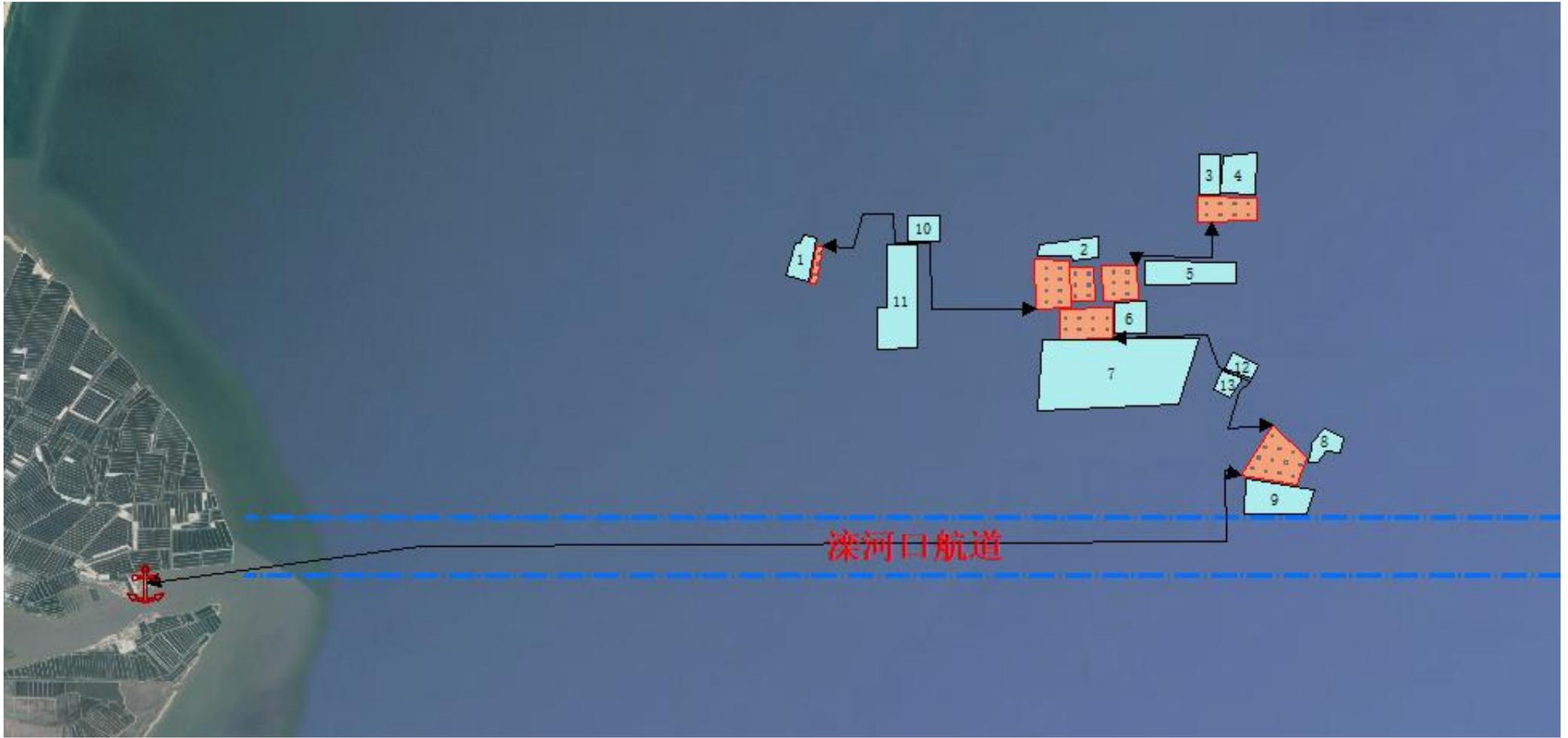


图 4.5-1 周边海域开发利用现状

## 4.5.2 保护区资源

### 4.5.2.1 昌黎海域国家级水产种质资源保护区

昌黎海域国家级水产种质资源保护区总面积 11568 公顷，其中核心区面积 2393 公顷，实验区面积 9175 公顷。特别保护期为每年的 3 月 1 日—10 月 31 日。保护区位于河北省昌黎县黄金海岸东南部海域，近岸点 11.5 海里，远岸点 18.5 海里。保护区是由 5 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为：119° 31' 29.90" E, 39° 31' 20.02" N; 119° 41' 38.29" E, 39° 32' 17.07" N; 119° 41' 56.59" E, 39° 28' 17.42" N; 119° 37' 22.03" E, 39° 26' 45.32" N; 119° 32' 44.98" E, 39° 27' 33.21" N。核心区是由 4 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为：119° 37' 29.45" E, 39° 31' 05.54" N; 119° 41' 19.72" E, 39° 30' 46.18" N; 119° 40' 41.83" E, 39° 28' 25.29" N; 119° 36' 42.07" E, 39° 28' 59.90" N。实验区为保护区除去核心区以外的海域。主要保护对象是三疣梭子蟹、花鲈和假睛东方鲀。

本项目位于昌黎海域国家级水产种质资源保护区的西南侧，与水产种质资源保护区边界距离为 3.112km，与核心区的间距为 10.16km。如图 3.4-1 所示。

图4.5-1 项目与昌黎海域国家级水产种质资源保护区位置关系

#### 4.5.2.2 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

昌黎黄金海岸国家级自然保护区是国务院 1990 年批准建立的首批五个国家级海洋类型自然保护区之一，隶属于国家海洋局和河北省国土资源厅。保护区位于河北省秦皇岛市北戴河区南部沿海，北起金沙滩沙雕大世界，南至滦河口，东临渤海，西与团林、刘台庄和茹荷三镇接壤，地理坐标介于  $39^{\circ} 25' 20.99'' \text{N}$ ~ $39^{\circ} 37' 50.81'' \text{N}$ 、 $119^{\circ} 11' 37.80'' \text{E}$ ~ $119^{\circ} 37' 9.21'' \text{E}$  之间，分为陆域和海域两部分、三个功能分区。2016 年 6 月 23 日国务院批准调整河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区范围，调整后的河北省昌黎黄金海岸国家级自然保护区总面积 33620.5 公顷，其中核心区面积 11744 公顷，缓冲区面积 16684 公顷，实验区面积 5192.5 公顷。主要保护对象为海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括文昌鱼、沙丘、沙堤、潟湖、林带、海水、鸟类等构成的海岸海洋生态系统。

##### (1) 功能分区

“保护区”功能区类型包括核心区、缓冲区和实验区三部分。

##### A 核心区

分为陆域、潟湖和海域 3 个核心区，面积  $117.44\text{km}^2$ ，占“保护区”总面积为 35.12%。

##### ①陆域核心区

位于新开口南大圩顶附近，为北起大圩管理站南 100m 处于七里海北堤东端的连线，南至主沙丘南缘，距新理庄通海路北 950m，西抵七里海东侧沿湖小路，东达海岸线，面积  $12.36\text{km}^2$ 。区内包含高度近 40m 的大圩顶沙丘，水清、潮平、沙软、坡缓的海滩，较为完整的海岸防护林带及沙生、沼泽植物群落和海岸猛禽、鸣禽、攀禽、水禽等珍稀鸟类，是保护区自然属性最突出、最具代表性、景色最优美的区域。主要保护对象为海岸沙丘、林带、海滩及鸟类。

##### ②潟湖核心区

位于七里海潟湖围堰内，面积  $9.17\text{km}^2$ 。区内包括潟湖湖盆和部分周边养殖池塘，保护对象为潟湖、湖内水生生物群落和候鸟、水禽等组成的潟湖生态系统。

##### ③海域核心区

北界  $39^{\circ} 36' 51.62'' \text{N}$ 、南界  $39^{\circ} 32' 0.58'' \text{N}$ ，东界  $119^{\circ} 35' 32.38'' \text{E}$ 、

西界 119° 27' 58.32" E, 面积 95.91km<sup>2</sup>。主要保护对象为文昌鱼及其栖息环境。

#### B 缓冲区

分为陆域、海域缓冲区, 面积 166.84km<sup>2</sup>, 占“保护区”总面积的 49.90%。

##### ①陆域缓冲区

陆域缓冲区范围为新开口南旅游道路至核心区边界、七里海东侧小路至海岸高潮线, 面积 1.48km<sup>2</sup>, 陆域南缓冲区范围为核心区南界(新立庄小公路北 650m)至大滩通海小路, 七里海东侧小路至海岸线, 面积 20.62km<sup>2</sup>。保护对象包括海岸沙丘、林带、湿地及鸟类等。

##### ②海域缓冲区

北界 39° 37' 24.37" N、南界 39° 31' 27.45" N, 东界 119° 37' 9.21" E、西界至海岸线, 面积 144.74km<sup>2</sup>。保护对象主要为文昌鱼、其他海洋生物及海冰。

#### C 实验区

分为 3 个实验区, 面积 50.10km<sup>2</sup>, 占“保护区”总面积的 14.98%。

##### ①新开口实验区

位于新开口附近, 北起渔岛景区南界, 南至陆域北部缓冲区北界, 东至海岸线, 西抵潟湖核心区界, 面积 3.05km<sup>2</sup>。保护对象包括海岸沙丘、林带、潟湖通道及鸟类等。

##### ②七里海潟湖实验区

位于七里海潟湖南部, 由潟湖周围养殖池塘等水面、荒草地和少量农田组成, 面积 13.91km<sup>2</sup>。保护对象为候鸟、水禽及其生境。

##### ③滦河口湿地实验区

北起塔子口北部养殖池塘, 沿海岸建议公路向南, 沿大滩至海岸小路向西至防护林带边缘, 沿滦河北岸向东至滦河入海口, 沿滨外沙坝外缘向西北向塔子口北部养殖池塘, 面积 33.14km<sup>2</sup>。保护对象为河口湿地生态系统, 以黑嘴鸥等珍稀鸟类及其栖息地为保护重点。

### (2) 管理要求

#### A 核心区管理要求

核心区属禁止性保护区域。禁止从事除管理、观察、监测以外的一切人为活动; 因科学研究的需要, 必须进入核心区从事科学研究观测、调查活动的, 应当事先向自然保护区管理机构提交申请和活动计划, 并经上级行政主管部门批准。

### B 缓冲区管理要求

缓冲区属限制性保护区域。严格限制人为活动内容和范围；严格限制进入缓冲区的人员和数量；因教学科研需要，需进入自然保护区的缓冲区从事非破坏性的科学研究、教学实习活动的，应当事先向自然保护区管理机构提交申请和行动计划，经自然保护区管理机构批准。

### C 实验区管理要求

实验区属控制性保护区域。控制开发利用强度；控制外来人员数量；在主要保护对象不受干扰的前提下，经自然保护区行政主管部门批准，可以适度集中建设和安排生产、生活和管理项目与设施，从事科学试验、教学实习、参观考察、生态旅游等活动。

位于昌黎黄金海岸国家级自然保护区南侧，与黄金海岸国家级自然保护区边界 2.51km，距离核心区 3.529km。如图 4.5-3 所示。

**图4.5-3 项目与昌黎黄金海岸国家级自然保护区位置关系**

## 5 环境现状调查与评价

### 5.1 海洋水文动力环境现状调查与评价

#### 5.1.1 2017年6月海洋水文动力环境现状调查与评价

##### 5.1.1.1 海流观测时间及站位布设

本节内容引用国家海洋局第三研究所2017年6月至7月在秦皇岛海域进行的水文测验数据。

##### (1) 潮流观测站位

本次观测共设6个站点，站位图见图5.1-1，其站位坐标见表5.1-1。

表 5.1-1 水文全潮测验验潮站坐标表

图 5.1-1 监测点位分布示意图

### 5.1.1.2 潮位特征

#### (1) 潮汐

##### ①潮汐统计特征值

平均潮位：枯水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个站的平均潮位介于 9~46cm 之间，最低值出现于 T1 海洋牧场站，最高值出现于 T3 滦河口站。丰水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个站的平均潮位介于 27~64cm 之间，最低值出现于 T1 海洋牧场站，最高值出现于 T3 滦河口站。

高、低潮位：枯水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个站的最高潮位介于 75~137cm 之间；最低潮位介于-94~-63cm 之间；平均高潮位介于 41~74cm 之间；平均低潮位介于-26~9cm 之间。丰水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个站的最高潮位介于 93~132cm 之间；最低潮位介于-66~-29cm 之间；平均高潮位介于 61~96cm 之间；平均低潮位介于 1~34cm 之间。

潮差：枯水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个站的平均潮差介于 65~66cm 之间；最大潮差介于 137~150cm 之间。丰水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个站的平均潮差介于 59~61cm 之间；最大潮差介于 135~146cm 之间。

表4.2-32 枯水期各潮位站潮汐特征值统计表

##### ②潮汐性质

表4.2-33 枯水期各潮位站潮汐性质特性统计表

对 3 个站一个月的潮位实测资料进行调和分析。由表可见，枯水期 T1 海洋

牧场站的潮型判别数值  $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$  大于 4.0，属于正规日潮；T2 七里海站及 T3 滦

河口站的潮型判别数值  $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$  介于 2.0~4.0 之间，属于不正规日潮。丰水期

T1 海洋牧场站、T2 七里海站及 T3 滦河口站的潮型判别数值  $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$  介于 2.0~4.0 之间，属于不正规日潮。

##### ③基面关系图

根据枯水期、丰水期海洋牧场、七里海、滦河口 3 个潮位站一个月的潮位实测资料绘制基面关系。

图 4.2-9 枯水期（上）、丰水期（下）各站基面关系图

## (2) 海流

调查期间, 1#、2#站位于七里海内, 水深很浅, 其中 1#站一些时段出现搁浅; 3#~6#站水深均在 5m 内。

流速、流向每小时整点观测一次, 连续观测 27h。观测层次采用 6 点法, 根据水深确定: 当水深  $H \geq 5.0\text{m}$  时, 观测 6 层(表层, 0.2H 层、0.4H 层、0.6H 层、0.8H 层、底层); 当水深  $3.0\text{m} \leq H < 5.0\text{m}$  时, 观测 3 层(0.2H 层、0.6H 层、0.8H 层); 当水深  $1.5\text{m} \leq H < 3.0\text{m}$  时, 观测 2 层(0.2H 层, 0.8H 层); 当水深  $H < 1.5\text{m}$  时, 观测 1 层(0.6H 层)。这里的表层是位于离水面下 0.5m 高度的位置, 底层是指离海底 0.5m 高度的位置。

### ① 实测最大流速

**表4.2-34 实测海流逐时分层流速最大值统计表(枯水期)**

枯水期大潮期间: 1#站实测涨、落潮最大流速分别为 21cm/s 和 23cm/s; 2#站实测涨、落潮最大流速分别为 41cm/s 和 59cm/s; 3#站实测涨、落潮最大流速分别为 32cm/s 和 37cm/s。4#站实测涨、落潮最大流速分别为 46cm/s 和 46cm/s; 5#站实测涨、落潮最大流速分别为 34cm/s 和 32cm/s; 6#站实测涨、落潮最大流速分别为 38cm/s 和 42cm/s。

小潮期间: 1#站实测涨、落潮最大流速分别为 27cm/s 和 19cm/s; 2#站实测涨、落潮最大流速分别为 45cm/s 和 74cm/s; 3#站实测涨、落潮最大流速分别为 32cm/s 和 25cm/s。4#站实测涨、落潮最大流速分别为 28cm/s 和 29cm/s; 5#站实测涨、落潮最大流速分别为 29cm/s 和 27cm/s; 6#站实测涨、落潮最大流速分别为 23cm/s 和 31cm/s。

丰水期大潮期间: 1#站实测涨、落潮最大流速分别为 47cm/s 和 44cm/s; 2#站实测涨、落潮最大流速分别为 48m/s 和 69cm/s; 3#站实测涨、落潮最大流速分别为 52cm/s 和 72cm/s。4#站实测涨、落潮最大流速分别为 36cm/s 和 37cm/s; 5#站实测涨、落潮最大流速分别为 20cm/s 和 25cm/s; 6#站实测涨、落潮最大流速均为 30cm/s。

小潮期间: 1#站实测涨、落潮最大流速分别为 17cm/s 和 13cm/s; 2#站实测涨、落潮最大流速分别为 33cm/s 和 11cm/s; 3#站实测涨、落潮最大流速分别为 39cm/s 和 46cm/s。4#站实测涨、落潮最大流速分别为 32cm/s 和 24cm/s; 5#站实测涨、落潮最大流速分别为 26cm/s 和 23cm/s; 6#站实测涨、落潮最大流速均为

26cm/s 和 30cm/s。

**表 4.2-35 实测海流逐时分层流速最大值统计表(丰水期)**

②垂线平均流速、流向

从垂线平均流矢图可以看出：涨潮时，来自外海的潮波到达工程海域后经由潮汐通道向七里海传播；退潮时，则大致沿涨潮相反方向退出，各站表现为较为明显的往复流特征。

枯水期大潮期间：1#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 21cm/s 和 23cm/s；2#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 41cm/s 和 59cm/s；3#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 29cm/s 和 27cm/s。4#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 42cm/s 和 39cm/s；5#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 27cm/s 和 27cm/s；6#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 28cm/s 和 39cm/s。

**图 4.2-10 枯水期大潮垂线平均流矢图**

**图 4.2-11 枯水期小潮垂线平均流矢图**

**图 4.2-12 丰水期大潮垂线平均流矢图**

**图 4.2-13 丰水期小潮垂线平均流矢图**

枯水期小潮期间：1#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 27cm/s 和 19cm/s；2#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 45cm/s 和 74cm/s；3#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 28cm/s 和 23cm/s。4#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 22cm/s 和 27cm/s；5#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 27cm/s 和 25cm/s；6#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 20cm/s 和 27cm/s。

丰水期大潮期间：1#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 47cm/s 和 44cm/s；2#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 48cm/s 和 69cm/s；3#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 47cm/s 和 67cm/s。4#站涨、落潮最大垂线平均流速均为 32cm/s；5#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 19cm/s 和 23cm/s；6#站涨、落潮最大垂线平均流速均为 26cm/s。

丰水期小潮期间：1#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 17cm/s 和 13cm/s；2#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 33cm/s 和 14cm/s；3#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 35cm/s 和 44cm/s。4#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为

30cm/s 和 21cm/s；5#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 24cm/s 和 21cm/s；6#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 24cm/s 和 26cm/s。

### ③余流

余流主要是指从实测海流中消除周期性流(如潮流)后的剩余部分，受诸多因素的影响。表给出了枯水期大、小潮各站垂线平均余流分析成果，图 4.2-14~17 给出了枯水期大、小潮各站垂线平均余流流矢图。从表和图可知：调查期间各站各层余流流速较小。枯水期大潮期间，最大垂线平均余流流速为 7.0cm/s，出现在 6#站，流向为 20°；小潮期间，最大垂线平均余流流速为 7.1cm/s，出现在 2#站，流向为 117°。丰水期大潮期间，最大垂线平均余流流速为 9.3cm/s，出现在 1#站，流向为 289°；小潮期间，最大垂线平均余流流速为 6.5cm/s，出现在 6#站，流向为 19°。

表 4.2-36 各站垂线平均余流表

图 4.2-14 枯水期大潮垂线平均余流流矢图

图 4.2-15 枯水期小潮垂线平均余流流矢图

图 4.2-16 丰水期大潮垂线平均余流流矢图

图 4.2-17 丰水期小潮垂线平均余流流矢图

### ④小结

涨潮时，来自外海的潮波到达工程海域后经由潮汐通道向七里海传播；退潮时，则大致沿涨潮相反方向退出，各站表现为较为明显的往复流特征。

枯水期大潮期间，各站实测涨、落潮最大流速分别为 46cm/s(2#站)和 59cm/s(4#站)；小潮期间，各站实测涨、落潮最大流速分别为 32cm/s(3#站)和 74cm/s(2#站)。丰水期各站实测涨、落潮最大流速均出现在 3#站，其中大潮期间实测涨、落潮最大流速分别为 52cm/s 和 72cm/s，小潮期间实测涨、落潮最大流速分别为 39cm/s 和 46cm/s。

调查期间各站各层余流流速较小。枯水期大潮期间，最大垂线平均余流流速为 7.0cm/s，出现在 6#站，流向为 20°；小潮期间，最大垂线平均余流流速为 7.1cm/s，出现在 2#站，流向为 117°。丰水期大潮期间，最大垂线平均余流流速为 9.3cm/s，出现在 1#站；小潮期间，最大垂线平均余流流速为 6.5cm/s，出现在 6#站。

### 5.1.2 2020 年 7 月海洋水文动力环境现状调查与评价

2020 年 7 月委托秦皇岛华勘地质工程有限公司开展项目水文测验，通过测区的大潮水文测验工作，分析本工程潮汐、潮流的特征和规律。

站位坐标如表 5.5-1 所示，站位具体位置如图 5.5-1。

调查共设置 1 个临时潮位站进行大潮水文测验，测验项目包括潮位、潮流两个方面的内容。

**表 5.1-1 测站坐标表**

**图 5.1-1 潮汐和潮流站位分布示意图**

### 5.1.2.1 潮汐特征

临时潮位站各潮位特征统计如表 5.1-2 所示。其同步十天的潮位过程线见图 5.1-2 所示，以便直观反映潮汐变化规律。由图可知，工程水域潮位在十天内出现一次大潮和一次小潮；而在一个太阴日内，又出现两次高潮和两次低潮，规律地出现两次高潮和两次低潮，但相邻的高潮或低潮的高度不等，涨潮时和落潮时也不等。测区中实测潮位的变化过程多呈现为不正规半日潮的特征。

各临时潮位站同步 11 的天观测的潮位各项特征值为：最大潮差为 2.47m，出现在滦河口站，最小潮差为 0.57m，出现在曹妃甸站，最大平均潮差为 1.46m，出现在滦河口站，最小平均潮差为 1.44，出现在曹妃甸站。

各站平均潮位均为 0.18m，其中出现的最高潮位为 1.24m，最低潮位为 -1.28m，均出现在滦河口临时潮位。曹妃甸和滦河口站平均涨、落潮历时分别为 6 小时 11 分及 6 小时 15 分；6 小时 09 分及 6 小时 16 分。

表 5.1-2 临时潮位站潮汐特征统计表

图 5.1-2 临时潮位站潮位过程线图

### 5.1.2.2 潮流

#### 一、测站概况

本项目水文测验,在工程区附近水域布设 5 个定点潮流测站。采用 ADCP 对潮流进行观测,大潮连续观测 26 小时,观测间隔为一小时,观测层次根据水深分层,当水深  $5\text{m} \leq \text{水深} < 8\text{m}$  时,采用三点法,即 0.2H、0.6H、0.8H 层观测;当  $8\text{m} \leq \text{水深} < 11\text{m}$  时,采用五点法,即表、0.2H、0.6H、0.8H 和底层;当水深  $\geq 11\text{m}$  时,采用六点法,即表、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H 和底层。

#### 二、实测潮流特征

根据潮流报表统计出了观测期间测站的分层和垂线平均最大涨、落潮流速(向)情况,以及各层平均流速(流向)情况。结果列于表 5.1-3。总体上实测流速具有以下基本特征:测区涨落潮流略大于落潮流;流速垂向分布上,多表现表、中层流速较大,下、底层较小的变化趋势。

##### (1) 最大流速

水文观测期间,测站实测最大涨潮流速为  $0.80\text{m/s}$ ,出现在 T2 测站的 0.2H 层,最大落潮流速为  $0.70\text{m/s}$ ,出现在 T2 测站的 0.2H 和 0.6H 层。

##### (2) 流速随涨、落潮变化

本次实测最大流速分析表明,T1 主要表现为实测最大涨潮流速略大于落潮流,涨、落潮流速差异平均为  $0.06\text{m/s}$ 。测站实测最大涨潮流速为  $0.30\text{m/s}$ ,实测最大落潮流速为  $0.26\text{m/s}$ 。

T2 主要表现为实测最大涨潮流速略大于落潮流,涨、落潮流速差异平均为  $0.09\text{m/s}$ 。测站实测最大涨潮流速为  $0.80\text{m/s}$ ,实测最大落潮流速为  $0.70\text{m/s}$ 。

T3 主要表现为实测最大涨落潮流速相当,最大涨潮流速略小于落潮流,涨、落潮流速差异平均为  $0.02\text{m/s}$ 。测站实测最大涨潮流速为  $0.60\text{m/s}$ ,实测最大落潮流速为  $0.62\text{m/s}$ 。

T4 主要表现为实测最大涨潮流速小于落潮流,涨、落潮流速差异平均为  $0.08\text{m/s}$ 。测站实测最大涨潮流速为  $0.48\text{m/s}$ ,实测最大落潮流速为  $0.56\text{m/s}$ 。

T5 主要表现为实测最大涨落潮流速相当,最大涨潮流速略小于落潮流,涨、落潮流速差异平均为  $0.02\text{m/s}$ 。测站实测最大涨潮流速为  $0.60\text{m/s}$ ,实测最大落潮流速为  $0.63\text{m/s}$ 。

**表 5.1-3 实测最大流速(m/s)及流向(°)统计**

注：因测点水深较浅，存在三点法观测原因，故表层、0.4H、底层统计仅供参考，下同。

**(3) 流速的垂向变化**

流速在垂向上的变化，总体而言，流速呈现表、中层流速较大，下、底层较小的规律。

T1 测站 0.2H、0.6H、0.8H 最大流速分别为 0.30m/s、0.29m/s、0.27m/s。

T2 测站 0.2H、0.6H、0.8H 最大流速分别为 0.80m/s、0.78m/s、0.62m/s。

T3 测站 0.2H、0.6H、0.8H 最大流速分别为 0.62m/s、0.52m/s、0.62m/s。

T4 测站 0.2H、0.6H、0.8H 最大流速分别为 0.56m/s、0.50m/s、0.46m/s。

T5 测站 0.2H、0.6H、0.8H 最大流速分别为 0.60m/s、0.54m/s、0.44m/s。

**(4) 流向特征**

测区垂线平均流矢图(大潮)见图 5.1-3~图 5.1-6，有图可见：各测站涨落潮流主要呈西北-东南向，涨落潮流主流向大致为 T1 (192°-14°)、T2 (222°-40°)、T3 (220°-50°)、T4 (222°-48°)、T5 (212°-53°) 运动形式以往复流为主。

**图 5.1-3 大潮汛期间流矢图(0.2H 层)**

**图 5.1-4 大潮汛期间流矢图(0.6H 层)**

**图 5.1-5 大潮汛期间流矢图(0.8H 层)**

**图 5.1-6 大潮汛期间流矢图(垂线平均)**

## **5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价**

本章节根据国家海洋局第一海洋研究所 2004 年 8 月在该海域的调查结果、结合 2006~2018 年的遥感影像与河北省地矿局秦皇岛资源环境勘查院在本项目所在区域的现状测量结果进行分析与评价。

### **5.2.1 观测实验与资料处理**

#### **1、分析方法**

在大、小潮期进行 16 个测站海流和泥沙准同步周日连续观测。其中，2004 年 8 月 15 日 14 时至 17 日 17 时为大潮期观测；2004 年 8 月 21 日 8 时至 23 日 12 时为小潮期。每次均进行 25 个小时的连续观测，每逢整点分表、中、底三层在测流同时各取样一次，每个站位每个潮期取 26 个水样。实验室内对所有水样

均进行含沙量测试。

含沙量的测定采用抽滤法，滤膜孔径为 0.45 微米，万分之一克精度的电子天平称重，根据抽滤前后滤膜重量的变化及水量得出含沙量。根据结果悬浮泥沙含量过程曲线，分析了河北省海域海水含沙量的特征及其分布规律，并进行海水悬浮泥沙净运移趋势和波浪沿岸输沙计算分析。

## 2、垂线平均流速和垂线平均含沙量的计算

### (一) 垂向平均流速计算

(1) 实测各层逐时流速的北(v)、东(u)分量：

$$u = |\bar{v}| \sin \theta$$

$$v = |\bar{v}| \cos \theta$$

(2) 各分量 u,v 的垂线平均流速：

$$\text{三层: } u = \frac{1}{10} (3 * u_{\text{表}} + 5 * u_{0.6} + 2 * u_{\text{底}})$$

$$v = \frac{1}{10} (3 * v_{\text{表}} + 5 * v_{0.6} + 2 * v_{\text{底}})$$

其中，权重的确定原则为：将测站水体按水深平均分为 10 小层，将各观测层与其相邻上下观测层之间的垂向距离平分，靠近观测层的小层份额归入本层权重。

(3) 垂线平均流速：

$$U = \sqrt{u^2 + v^2} \quad , \quad \alpha = \arctg \frac{u}{v}$$

### (二) 垂线平均含沙量计算

$$\text{三层: } \rho_m = \frac{3\rho_{\text{表}}v_{\text{表}} + 5\rho_{0.6}v_{0.6} + 2\rho_{\text{底}}v_{\text{底}}}{10U}$$

注：此公式平均流速值采用标量平均法得出。

## 5.2.2 悬浮泥沙含量及其分布规律

### 1、悬浮泥沙一般特征

河北海域 2004 年夏季观测期间含沙量极值在每升 0.6 毫克(大潮，HBL01 站表层)至 169.2 毫克(小潮，HBL11 站底层)之间，大潮期为每升 0.6 毫克~163.9 毫克之间，小潮期为每升 0.9 毫克~169.2 毫克（表 5.2-1）。各站垂线平均含沙量，

大潮期为每升 5.9 毫克~88.4 毫克之间,小潮期为每升 5.0 毫克~105.1 毫克,HBL11、HBL12、HBL15 站相对较高,其它站含沙量较低,且差别不大,总体上各站大、小潮期含沙量的差别较小,近岸含沙量小潮期高于大潮期,远岸含沙量小潮期低于与大潮期(表 5.2-2、图 5.2-1)。

表 5.2-1 河北省海域含沙量(毫克/升)变化统计表

表 5.2-2 河北省海域各站垂线平均含沙量(毫克/升)变化表

图 5.2-1 河北省海域各测站大小潮期垂线平均含沙量变化

## 2、悬浮泥沙垂线分布特征

除个别站、个别时刻外,河北省海域海水含沙量的垂线分布由表层向底层逐渐变大(图 5.2-2),符合悬沙分布的一般规律,也与 1984 年海岸带资源调查的结果相同。大潮期各站表、中、底层的含沙量差别大于小潮期。

图 5.2-2 各站含沙量垂向分布特征

各站垂线平均含沙量在大、小潮期变化不大:大潮期为每升 5.9 毫克(HBL01 站)至 88.4 毫克(HBL11 站),小潮期为每升 5.0 毫克(HBL04 站)至 105.1 毫克(HBL11 站)。在平面分布上,石臼坨以南海域各测站(HBL09 站~HBL16 站)含沙量的垂线变化幅度大于北部海域各站(HBL01 站~HBL08 站),即砂质岸段海域海水含沙量的垂线变化幅度较粉沙淤泥质岸段小。

从流速和含沙量过程线(图 5.2-3)可以看出,当流速增大时含沙量也增大,二者有较好的相关性;含沙量较流速有滞后,一般滞后 1~2 小时。

图 5.2-3 含沙量过程线

## 3、含沙量平面分布特征

河北省海域海水的含沙量总体上呈现中间高,两头底的态势,以唐山丰南至南堡海域为最高,唐山丰南至南堡的 HBL11 号站位含沙量小潮期为每升 169.2 毫克,大潮期为每升 163.9 毫克,垂线平均为每升 96.8 毫克,均为各站位最高;其次是沧州海域的 HBL13 至 HBL16 号站位和唐山中部海域 HBL7 号至 HBL10 号站位,垂线平均含沙量大多在每升 20 毫克至 60 毫克;滦河口以北海域含沙量较低,垂线平均含沙量大多在每升 15 毫克以下。

## 4、涨、落潮时段的含沙量分布特征

分别对涨、落潮时段的含沙量进行统计表明：涨潮期间，大潮期的平均含沙量在每升 6.2 毫克~79.2 毫克之间，小潮期的平均含沙量介于每升 5.9 毫克~103.2 毫克之间（表 5.2-3）；落潮期间，大潮期的平均含沙量为每升 5.7 毫克~96.3 毫克之间，小潮期的平均含沙量在每升 3.6 毫克~104.0 毫克之间。大潮期 HBL01、HBL03、HBL06、HBL12、HBL13、HBL14、HBL16 站，涨潮期间的含沙量略大于落潮期间的含沙量；其余各站情况相反。小潮期除 HBL03、HBL06、HBL11 站外，各站涨潮期间的含沙量均略大于落潮期间的含沙量。

垂线平均含沙量平面图(8月, 单位: 毫克/升)

图 5.2-4 垂向海水含沙量分布图

表 5.2-3 河北省海域各测站垂线平均含沙量(毫克/升)特征值

总体来说，各测站涨潮期间的含沙量与落潮期间的含沙量差别不大，同一潮期同一站位的涨、落潮期间的含沙量差值一般小于 5 毫克每升(表 5.2-3)。根据含沙量垂线分布图(图 5.2-5)除个别站、个别时刻外，本次测量含沙量的垂线分布符合悬沙分布的一般规律，即含沙量由表层向底层逐渐变大。

图 5.2-5 含沙量比较图

#### 5、与历史资料对比分析

与 1984 年河北海岸带资源调查资料比较，南片海域表、底层海水平均含沙量分别减少 59.1 毫克每升和 47.7 毫克每升，减少幅度达 79.0%和 51.2%；北部海域表、底层海水含沙量分别减少 54.4 毫克每升和 23.6 毫克每升，减少幅度达 81.3%和 28.7% (表 5.2-4)。海水含沙量大幅度减少，与近年来本区河流入海泥沙量减少直接相关。

表 5.2-4 河北省海域 1984 年与 2004 年含沙量(毫克/升)特征值比较

1984 年各测站含沙量日较差分布区间表层为每升 48.2 毫克~266.2 毫克，底层为每升 80.6 毫克~543.4 毫克；2004 年表层为每升 10.5 毫克~190.8 毫克，底层

为每升 10.7 毫克~329.2 毫克。两次调查中，1984 年各站含沙量日较差明显大于 2004 年的数值。

### 5.2.3 断面输砂

据 2004 年夏季实测资料计算全潮单宽潮量、输沙量结果(表 5.2-5 和表 5.2-6)。各测站涨潮期的输沙量为每天 (161.5~16031.0) 千克每米之间，落潮期的输沙量为每天 (351.0~12652.0) 千克每米之间。全潮的输沙量为每天 (57.0~3481.8) 千克每米。

表5.2-5 河北省海洋水文调查各站单宽潮量(千立方米/米•天)与方向(度)计算结果一览表  
表 5.2-6 河北省海洋水文调查各站单宽输沙量(千克/米•天)与方向(度)计算结果一览表

#### 1. 大潮期

滦河口以北海区各测站(HBL01 站~HBL06 站)，除 HBL01 站和 HBL02 站悬沙单宽输运方向由北东指向南西外，其余各站基本都由北西指向南东；近岸测站(HBL01 站、HBL03 站、HBL05 站)的输沙量小于远岸测站(HBL02 站、HBL04 站、HBL06 站)，空间上输沙量从南西向北东依次减小。

#### 2. 小潮期

各站输沙方向基本以自北西向南东为主，空间分布与大潮期基本相同，即近岸小于远岸，并从南西向北东依次减小。

总体而言，滦河口以北 6 站各潮期全潮输沙方向基本由北西指向南东(图 5.2-6)，即由岸向海离岸输移，单宽输沙率也由南向北依次减小，其中滦河口北侧的 HBL05 站和 HBL06 站为最大值。可见，虽然近年来滦河口入海泥沙已大大下降，但仍是本区泥沙的重要来源。

图 5.2-6 HBL01-HBL06 号站单宽输沙示意图

### 5.2.4 波浪沿岸输砂

波浪作用下沿岸输砂计算主要针对砂质海岸而言。因此，本次计算只在秦皇岛至滦河口以北的海岸选取 5 个剖面(图 5.2-7)，根据秦皇岛海洋站波浪观测资料进行该区域波浪折射和波浪输沙量估算。

图 5.2-7 波浪沿岸输砂计算剖面位置图

秦皇岛海区的常风浪向为南向，频率为 10%；常涌浪向亦为南向，频率为

7%。平均波高以北东向最大，为 0.8 米。该区最大波高为南东向，3.5 米。

因岸线比较平直，按《海港水文规范》给出的公式，对该区波浪输沙率进行计算。秦皇岛海区主要风向为南向，同时由于滦河口至山海关海岸线较为平直，且呈北东—南西走向，沿岸输沙应以自南西向北东为主。按上述方法估算 HBL01—HBL02 断面、HBL03—HBL04 断面和 HBL05—HBL06 断面，得出年净输沙量分别为 157157.4 立方米、161598.9 立方米和 149670 立方米(表 5.2-7)，方向均为自南西指向北东。

**表 5.2-7 秦皇岛海域波浪沿岸输沙量(立方米/年)一览表**

上述三个断面输沙量差别不大，其中位于大蒲河口外的 HBL03—HBL04 断面略大于其他两段面，这是因为泥沙输运至七里海黄金海岸发育有大量水下沙体，为沿岸泥沙输运提供了新的物质来源，而经过大蒲河口后，受到北部金山角的阻挡，水体携沙能力下降，因此会在局部造成淤积。但总起来看，滦河口至山海关海域岸滩较狭窄，在波浪作用下，岸线将不断后退，再加之入海泥沙量的人为减少，侵蚀将进一步加剧。

### 5.2.5 滦河口海域岸线变化

图 5.2-8 为 2006~2018 年的岸线变化情况，从图中可以看出，12 年间随着种植业、养殖业的发展，使原生湿地生态系统受到极大地干扰和破坏，区域内现以人工湿地（虾池、稻田）为主，海域岸线发生了很大的变化，均是由于养殖围垦造成。

**图 5.2-8 2006 年、2009 年、2018 年岸线对比**

## 5.3 海洋水质环境现状调查与评价

### 5.3.1 水质环境现状调查监测项目

本节内容引用自《滦河口北岸滨海湿地整治修复工程海洋环境影响报告书》（海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司）中秦皇岛海洋环境监测中心站于 2019 年 4 月 11~14 日对项目所在海区的调查结果。具体位置见图 5.3-1 和表 5.3-1。

**表 5.3-1 春季调查站位及调查项目表**

**图 5.3-1 调查站位图**

### 5.3.2 样品的采集和预处理

水质监测项目包括温度、pH、盐度、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮）、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、砷、汞、锌、总铬等，共 18 项。

样品的采集和处理按《海洋监测规范：样品采集、贮存与运输》（GB17378.3-2007）中的相关要求进行。各参数的测定均按《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）中规定进行。主要调查项目及分析方法见表 5.3-1。

表5.3-1 主要调查项目分析方法

介质	测定项目	分析方法	引用标准
水质	水温	温度计法	GB17378.4-2007
	盐度	盐度计法	
	pH	pH计法	
	DO	碘量法	
	COD	碱性高锰酸钾法	
	悬浮物	重量法	
	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	
	氨氮	次溴酸钠氧化法	
	亚硝酸盐	盐酸萘乙二胺分光光度法	
	硝酸盐	锌镉还原法	
	石油类	紫外分光光度法	
	铜	阳极溶出伏安法	
	铅	阳极溶出伏安法	
	镉	阳极溶出伏安法	
	汞	原子荧光法	
	砷	原子荧光法	
	锌	原子荧光法	
总铬	二苯碳酰二肼分光光度法		

### 5.3.3 水质现状评价标准

#### (1) 评价因子

采用单因子标准指数法对水质环境进行评价。选取 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、砷、汞、锌、总铬共 12 项作为评价因子进行评价。

#### (2) 评价方法

各因子的污染程度与其浓度的关系不同，因此，污染指数的算法分为三种不同情况。pH 和溶解氧污染指数计算方法参考《近岸海域环境监测规范》（HJ442-2008）中的评价方法。其他项目采用单因子污染指数法，即环境因子实测值与海水水质标准值之比。具体计算公式如下：

①水质单因子评价方法

采用单因子指数法进行质量评价，标准指数的计算公式如下：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{i,s}$$

式中， $S_{i,j}$ —第  $i$  站评价因子  $j$  的标准指数；

$C_{i,j}$ —第  $i$  站评价因子  $j$  的测量值；

$C_{i,s}$ —评价因子  $j$  的评价标准值。

②海水 pH 值的评价，标准指数用下式计算：

$$S_{i,pH} = |pH_i - pH_{sm}| / Ds$$

式中， $pH_{sm} = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} + pH_{sd})$ ， $Ds = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} - pH_{sd})$ ； $S_{i,pH}$ —第  $i$  站 pH 的标准指数； $pH_i$ —第  $i$  站 pH 测量值； $pH_{s\mu}$ —pH 评价标准的最高值； $pH_{sd}$ —pH 评价标准的最低值。

③DO 评价指数按下式如下：

$$P_{DO} = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s} \quad (DO \geq DO_s)$$

$$P_{DO} = 10 - 9 \frac{DO}{DO_s} \quad (DO < DO_s)$$

其中： $DO_f = \frac{468}{(31.6 + T)}$

$DO$ —溶解氧的实测浓度； $DO_f$ —饱和溶解氧的浓度； $DO_s$ —溶解氧的评价标准值； $T$ —水温（℃）。

凡是单因子污染指数 $\leq 1$ 者，认为该调查站位水体没有遭受该因子的污染， $> 1$ 者为水体遭受污染，数值越大污染越重。

(3) 评价标准

本海域监测项目的水质现状评价标准采用《中华人民共和国海水水质标准》（GB3097-1997）中一类海水水质标准（下文简称“标准值”）。水质单因子指数评价以 GB3097-1997 海水水质标准中的一类水质标准为依据，调查项目的海水

水质标准值摘录于表 5.3-2 中。

**表5.3-2 海水水质污染评价标准单位: mg/L (pH 除外)**

项目	第一类标准值	第二类标准值	第三类标准值	第四类标准值
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧>	6	5	4	3
化学需氧量≤	2	3	4	5
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
石油类≤	0.05		0.30	0.50
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
镉≤	0.001	0.005	0.010	
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
砷≤	0.020	0.030	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50

#### 5.3.4 水质现状调查与评价结果

现代海洋牧场研究院水质调查结果表见表 5.3-2；按照《海水水质标准》（GB13097-1997）中的一类或二类标准进行评价，水体质量的评价结果分别见表 5.3-8~表 5.3-10。

表层（共 20 站）：在表层的 20 个站位中 DO、pH、无机氮、铜、铅、镉、砷、汞、锌、铬指标均达标；1、2 号站位 COD 超标，超标倍数分别为 0.18、0.17，COD 超标率为 10.53%，20 号站位磷酸盐超标，超标倍数为 10.47，磷酸盐超标率为 5%。

1、2 和 20 号站位均为超标站位，其中 1、2 号站位主要是由于站位均接近河口影响区，陆源物质的输入可能使得站位所在海域 COD 超出一类水质标准；20 号站位超标因子为磷酸盐，超标倍数较高，与所在海域其他站位的浓度相差较大，可能为实验室、采样误差导致。

底层（共 6 站）：底层海水所有因子均达标，超标率为 0。

**表 5.3-2 水质监测报表（表层）**

**表 5.3-3 水质监测报表（底层）**

表 5.3-4 水质各污染因子标准指数表（表层，一类水质）

表 5.3-5 水质各污染因子标准指数表（表层，二类水质）

表 5.3-6 水质各污染因子标准指数表（底层，二类水质）

## 5.4 沉积物现状调查与评价

### 5.4.1 沉积物调查因子

沉积物的站位布设见图 5.3-1。

沉积物调查项目包括：石油类、有机碳、硫化物、镉、铅、砷、铜、锌、汞共 9 项。

### 5.4.2 采样及保存

沉积物采集及分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

样品采集用 0.025m<sup>3</sup> 抓斗式采泥器采集沉积物样品，用竹刀将样品盛于洁净的聚乙烯袋，供重金属项目分析使用；样品盛于铝质饭盒，供油类和有机碳项目分析使用。硫化物样品采集后立即用乙酸锌固定。

### 5.4.3 样品处理和分析方法

样品处理：样品于 45℃ 烘箱内烘干，用玛瑙研钵碾细，过 80 目尼龙筛（油类、有机物过金属筛），供消化分析使用。

分析方法：沉积物样品化学项目的分析方法，采用国家海洋局发布的《海洋监测规范》中规范方法。

表 5.4-1 沉积化学样品分析方法

介质	测定项目	分析方法	引用标准
沉积物	粒度	筛析法、沉析法	GB17378.5-2007
	石油类	紫外分光光度法	
	有机碳	元素分析仪法	
	砷	原子荧光法	
	汞	原子荧光法	
	锌	原子荧光法	
	铜	电感耦合等离子体-质谱法	
	铅	电感耦合等离子体-质谱法	
	镉	电感耦合等离子体-质谱法	

#### 5.4.4 沉积物现状分析与评价结果

沉积物环境监测结果见表 5.4-4。按照《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)中的一类标准进行评价。沉积物质量的评价结果分别见表 5.4-5。

在执行一类沉积物标准的各站位中,各评价因子标准指数均小于 1,超标率为 0,符合一类沉积物标准。调查海区沉积物总体环境较好,基本没有受到污染。

表 5.4-2 沉积物环境质量检测结果

注:ND 表示未检测出。

表 5.4-3 沉积物各项目标准指数(一类标准)

### 5.5 海洋生态环境调查与评价

浮游植物、浮游动物和底栖生物现状调查时间与海洋环境质量调查同步进行。监测时间为 2019 年 5 月,与水质监测时间同步。生态现状监测站位与水质监测站位相同,详见表 5.3-1 和图 5.3-1。

#### 1、调查内容与时间

①叶绿素 a: 含量及分布。

②浮游植物: 种类组成、数量和生物量分布、主要优势种及其数量、群落指标。

③浮游动物: 种类、数量和生物量及其分布、生物多样性指数和均匀度的分布。

④大型底栖生物: 种类组成及分布、栖息密度和生物量组成及分布、群落构成及优势种的分布、群落结构指数及其分布等。

⑤潮间带生物: 种类组成及分布、栖息密度和生物量组成及分布、群落构成及优势种的分布、群落结构指数及其分布等。

调查时间同步水质调查,调查站位见表 5.3-1~表 5.3-2 和图 5.3-1~图 5.3-2。

#### 2、海洋生态环境评价方法

本次评价海域海洋生态环境评价用到如下生态学指数:物种多样性指数( $H'$ )、均匀度( $J$ )、种类丰度( $d$ )和优势度( $D$ ),计算公式分别如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i ;$$

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} ;$$

$$d = \frac{S-1}{\log_2(N)}$$

$$D = (N_1 + N_2) / N$$

式中  $S$  为样品中的种类数； $P_i$  为第  $i$  种的个体数与样品总个体数的比值； $n_i$  为第  $i$  种的个体数； $N$  为样品个体数量之和； $N_1$  为样品中第一优势种的个数， $N_2$  为样品中第二优势种的个数。

## 5.5.1 海洋生态环境现状调查与评价

### 5.5.1.1 叶绿素 A

#### 1、材料方法

##### (1) 样品采集及测定

叶绿素的样品使用孔径  $0.65\mu\text{m}$  的 GF/F 滤膜过滤水样 400mL，对折铝箔包裹后  $-20^\circ\text{C}$  冰箱中保存。叶绿素 a 的测定按照《海洋调查规范》(GB/T12763.6-2007) 的方法，用 90% 的丙酮萃取后使用分光光度计测定波长为 750nm、664nm、647nm、630nm 处的溶液消光值。做浊度校正的 750nm 处消光值不超过每厘米光程 0.005。

##### (2) 叶绿素 a

叶绿素 a 按照公式： $C_{\text{Chla}} = (11.85E_{664} - 1.54E_{647} - 0.08E_{630}) \times V_1 / V_2$  进行计算，式中， $C_{\text{Chla}}$  为叶绿素 a 的浓度 ( $\mu\text{g/L}$ )， $V_1$  为提取液的体积 (mL)， $V_2$  为过滤海水的体积 (L)。 $E_{664}$ 、 $E_{647}$  和  $E_{630}$  分别为不同波长处 1cm 光程经浊度校正后的消光值。

#### 2、调查结果

2019 年 4 月调查海域各站位表层叶绿素 a 浓度的变化范围为 (0.186~3.470)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.979  $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在 2 号站，最低值出现在 19 号站；底层叶绿素 a 浓度的变化范围为 (0.525~1.31)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.913  $\mu\text{g/L}$ ，最高值出现在 17 号站，最低值出现在 6 号站；平面分布整体上呈现自沿岸向外逐渐递减的趋势，垂向分布表现为表层略低于底层，各站位叶绿素 a 浓度见表 5.5-1。

表 5.5-1 各站位叶绿素 a 浓度

注：--表示未采集

### 5.5.1.2 浮游植物

#### 1、材料方法

浮游植物的调查方法依照《海洋监测规范》，使用浅水 III 型浮游生物网自水

底至水面拖网采集浮游植物。采集到的浮游植物样品装入标本瓶，把样品用甲醛溶液固定保存，加入量为样品体积的 5%。浮游植物样品经过静置、沉淀、浓缩后换入贮存瓶并编号，处理后的样品使用光学显微镜采用个体计数法进行种类鉴定和数量统计。根据鉴定和计数结果，计算出每一种类的细胞数量，每一站位浮游植物细胞数量，以及所调查海域浮游植物平均数量等数据。

## 2、调查结果

2019 年春季监测海域共鉴定出浮游植物 4 门 20 属 30 种。其中硅藻门 13 属 22 种，甲藻门 5 属 6 种，金藻门 1 属 1 种，着色鞭毛藻门 1 属 1 种。浮游植物绝大多数属于温带近岸广温广盐种类，为渤海近岸海域常见种。优势种为密连角毛藻 (*Chaetoceros densus*) 和中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)。各站位出现的富有植物细胞数量差别较大，变化范围在 59520~3306240 个/m<sup>3</sup> 之间，平均值为 633989 个/m<sup>3</sup>，最高值出现在 2 号站，最低值出现在 19 号站。

通过对群落指数的计算得出：春季浮游植物群落多样性指数在 0.45~2.74，平均为 1.81；均匀度指数在 0.13~0.87，平均为 0.56；丰度指数在 0.39~0.54，平均为 0.47；优势度在 0.55~0.97，平均为 0.76。

分析结果：样品浮游植物的多样性指数值较高、均匀度、丰度、优势度中等，表明调查海域浮游植物群落结构相对较复杂而稳定，其生态结构能承受一定程度的干扰而不易崩溃。

表 5.5-2 浮游植物调查结果

### 5.5.1.3 浮游动物

#### 1、材料方法

浮游动物样品采集方法，按照中华人民共和国行业标准《海洋调查规范》执行。使用浅水 I 型网自底至表垂直拖取。所获样品用 5% 的甲醛溶液固定保存。浮游动物样品分析采用个体计数法和直接称重法（湿重）。浮游动物个体计数以 ind./m<sup>3</sup> 为单位。浮游动物湿重生物量以 mg/m<sup>3</sup> 为单位。

#### 2、调查结果

2019 年春季监测海域共鉴定出浮游动物 15（类），其中桡足类 9 种，腔肠动物 4 种，毛颚动物 1 种，浮游幼虫 1 种。本次调查的浮游动物的种类组成以温带近岸性种类为主，优势种为细巧华哲水蚤 (*Sinocalanus tenellus*) 和太平洋真宽水蚤 (*Eurytemora pacifica*)。浮游动物个体数量变化范围在 119~17055 个/m<sup>3</sup> 之间，

平均值为 2086 个/m<sup>3</sup>。最大值出现在 2 号站，最小值出现在 5 号站。生物量变化范围在 60~1236mg/m<sup>3</sup> 之间，平均值为 339mg/m<sup>3</sup>。最大值出现在 2 号站，最小值出现在 5 号站。

通过对群落指数的计算得出：春季浮游动物群落多样性指数在 0.44~2.26，平均为 1.15；均匀度指数在 0.19~0.75，平均为 0.45；丰度指数在 0.31~0.81，平均为 0.53；优势度在 0.52~0.99，平均为 0.87。

分析结果：样品的多样性指数值、均匀度、丰度中等、优势度较高，表明调查海域浮游动物群落结构相对较简单。

表 5.5-3 浮游动物调查结果

#### 5.5.1.4 大型底栖生物

##### 1、材料方法

底栖动物调查采样用 0.05m<sup>2</sup> 曙光采泥器采集，每站取样 2 次，取样面积为 0.1m<sup>2</sup>，取样深度为 10~20cm。将采集到的沉积物样倒入网目为 0.5mm 底栖动物分样筛内，提水冲洗掉底泥，挑选出所有生物，装入标本瓶内，放入标签，用 5% 福尔马林固定液固定，标本带回实验室分析（包括种类鉴定、称量及计算等）。具体操作方法严格按中华人民共和国行业标准《海洋监测规范》和《海洋调查规范》执行。

##### 2、调查结果

2019 年春季监测海域共鉴定出大型底栖生物共四大门类 32 种，其中环节动物 18 种，节肢动物 9 种，软体动物 4 种，脊索动物 1 种。优势种为中国蛤蜊（*Macra chinensis*）和小头虫（*Capitella capitata*）。底栖生物个体数量变化范围在 10~95 个/m<sup>3</sup> 之间，平均值为 50 个/m<sup>3</sup>。最大值出现在 13 号站，最小值出现在 5 号站。量变化范围在 0.2~6.2g/m<sup>3</sup> 之间，平均值为 2.5g/m<sup>3</sup>。最大值出现在 12 号站，最小值出现在 2 号站。

通过对群落指数的计算得出：春季底栖生物群落多样性指数在 1.52~2.61，平均为 2.09；均匀度指数在 0.65~1.00，平均为 0.86；丰度指数在 0.56~1.12，平均为 0.80；优势度在 0.33~0.83，平均为 0.61。

分析结果：样品的多样性指数值、均匀度、丰度中等、优势度较高，表明调查海域大型底栖生物群落结构相对较简单。

表 5.5-4 大型底栖生物调查结果

注：5号站和17号站仅检测出一种生物。

### 5.5.1.5 生物质量现状调查与评价

#### (1) 生物质量监测项目与分析方法

生物质量的站位布设见图 5.3-1。

生物质量调查项目包括：石油烃、镉、铅、砷、铜、锌、汞共 7 项。

样品的采集、贮存、运输、预处理及分析均按《海洋监测规范》(GB17378.5-2007) 中的有关规定进行，样品分析方法见表 5.7-1。

表 5.5-5 生物质量化学样品分析方法 单位 mg/kg

介质	测定项目	分析方法	引用标准
生物质量	石油烃	紫外分光光度法	GB17378.5-2007
	砷	原子荧光法	
	汞	原子荧光法	
	锌	原子荧光法	
	铜	电感耦合等离子体-质谱法	
	铅	电感耦合等离子体-质谱法	
	镉	电感耦合等离子体-质谱法	

#### (2) 评价标准

根据《河北省海洋功能区划(2011~2020年)》，各站位所在的海洋功能区及环保要求(见表 5.7-2)。

表 5.5-6 调查站位所在海洋功能区统计表

根据表 5.7-2，确定本项目各站位均执行《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)中的一类标准。根据《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)中，第一至三类生物质量标准见表 5.7-3。

表 5.5-7 海洋沉积物(GB18668-2001)单位 mg/kg

项目	第一类标准值	第二类标准值	第三类标准值
石油烃≤	15	50	80
铜≤	10	25	50(牡蛎100)
铅≤	0.1	2.0	6.0
镉≤	0.2	2.0	5.0
汞≤	0.05	0.10	0.30
砷≤	1.0	5.0	8.0
锌≤	20	50	100(牡蛎500)

#### (3) 评价方法

选择石油烃、铜、铅、镉、汞、锌、砷 7 个因子分别进行生物质量评价。评价方法采用单因子质量计数法，

计算公式为： $I_i = C_i/S_i$

式中： $I_i$ —— $i$ 项污染物的标准指数

$C_i$ —— $i$ 项污染物的实测含量

$S_i$ —— $i$ 项污染物评价标准

#### (4) 生物质量调查结果

生物质量监测结果见表 5.7-4。

#### (5) 生物质量评价结果

按照《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)中的一类标准进行评价。生物质量的评价结果分别见表 5.7-5。

在执行一类生物标准的各站位中,调查海区的生物残毒监测中,10、12、16 站海域贝类体内的砷含量不同程度的超出国家规定的第一类生物质量标准要求,受到不同程度的污染,其中最大超标倍数分别为 1.25 倍,其余站位各因子标准指数小于 1。

春季调查的贝类体内的铜、铅、镉、砷、汞、锌、石油烃含量均满足《海洋生物质量标准》(GB18421-2001)一类标准要求,10、12、16 站贝类体内的砷含量不同程度的超出国家规定的第一类生物质量标准要求,受到不同程度的污染,其超标倍数分别为 0.12、0.05、0.25 倍,超标率为 50%。这可能是由于贝类对于砷的富集效果强于其他重金属,贝类体中砷的积累是贝类的生理生活特性、砷的生物地球化学性质和环境诸因素综合影响的结果。

表 5.5-8 生物质量检测结果

表 5.5-9 生物质量各项目标准指数(一类标准)

### 5.5.2 海洋渔业资源现状调查与评价

#### (1) 调查站位

本节内容春季资料引用中国水产科学研究院黄海水产研究所 2018 年 5 月的渔业调查资料,共布置 7 个站位,调查站位图见 5.5-1。秋季渔业资源现状调查资料引用河北省海洋与水产科学研究院于 2019 年 10 月对项目所在海区的调查结果,调查站位布设见表 5.6-6 及图 5.6-3。

图5.5-1 2018年渔业资源调查站位图

表 5.5-10 秋季调查站位及调查项目表

#### 5.5.2.1 春季调查结果

春季鱼类平均资源量为 77.27kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 4192 尾/km<sup>2</sup>。

春季调查鱼卵密度范围为 0~1.68 粒/m<sup>3</sup>，平均值为 0.58 粒/m<sup>3</sup>，仔稚鱼密度范围为 0~0.29 尾/m<sup>3</sup>，平均值为 0.10 尾/m<sup>3</sup>。

春季头足类平均资源量为 533kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 263 尾/km<sup>2</sup>，虾类平均资源量为 74.89kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 12135 尾/km<sup>2</sup>；蟹类平均资源量为 0.24kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 52 尾/km<sup>2</sup>。

#### 5.5.2.2 秋季调查结果

##### (1) 种类组成

秋季调查共捕获游泳动物 34 种，其中鱼类 19 种，占 55.9%；甲壳类 13 种，占 38.2%，其中虾类 7 种，蟹类 5 种，口足类 1 种；头足类 2 种，占 5.9%。

秋季调查所捕获的 19 种鱼类中，暖水性鱼类有 8 种，占鱼类种数的 42.11%，暖温性鱼类有 8 种，占 42.11%，冷温性鱼类 3 种，占 15.79%；按栖息水层分，底层鱼类有 16 种，占鱼类种数的 84.21%，中上层鱼类有 3 种，占 15.79%。按经济价值分，经济价值较高的有 4 种，占鱼类种数的 21.05%，经济价值一般的有 9 种，占 47.37%，经济价值较低有 6 种，占 31.58%。

秋季调查所捕获的 2 种头足类，分别为短蛸 (*Octopus fangsiao* Orbigny) 和日本枪乌贼 (*Loliolus japonica* (Hoyle))。本次调查两种头足类经济价值均较高。

秋季调查所捕获的 13 种甲壳类，隶属于 3 目，19 科，其中虾类 7 种，蟹类 5 种，口足类 1 种。调查海域的优势种为口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria* (De Haan)) 和日本鼓虾 (*Alpheus japonicus* Miers)。其中经济价值较高的有 6 种，占 46.15%，经济价值较低的有 7 种，占 53.85%。

##### (2) 生物量组成及分布

秋季调查鱼类资源状况海域平均渔获量为 1347 尾/h，10.50kg/h。鱼类的优势种为矛尾虾虎鱼 (*Chaeturichthys stigmatias* Richardson)。按重量组成矛尾虾虎鱼 (8.26kg/h) 78.67%、短吻红舌鳎 (*Cynoglossus(Areliscus) joyneri* Günther)

(1.31kg/h) 12.48%，以上 2 种鱼类占鱼类总重量的 91.15%。按数量组成为矛尾虾虎鱼为 1202 尾/h，占鱼类总数量的 89.23%。根据渔获物分析，本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的 18.69%，为 252 尾/h，生物量为 0.47kg/h。成体渔业资源的平均渔获量 1095 尾/h，10.03kg/h。

秋季调查捕获头足类 2 种，平均渔获量 253 尾/h，1.54kg/h。头足类生物量

范围在 0.74~3.64kg/h 根据鱼类资源调查结果, 头足类成体资源密度全年平均值为 69.14kg/ km<sup>2</sup>, 幼体为 2504 尾/km<sup>2</sup>。

### (3) 生物密度组成及渔获量

根据鱼类资源调查结果, 游泳动物资源密度平均值为 643.82 kg/ km<sup>2</sup> (47701ind./ km<sup>2</sup>)。其中, 鱼类资源密度平均值为 234.78kg/ km<sup>2</sup>(42608ind./km<sup>2</sup>); 头足类平均资源密度为 49.20kg/ km<sup>2</sup> (1307ind./ km<sup>2</sup>); 甲壳类平均资源密度为 359.84kg/ km<sup>2</sup> (3786ind./ km<sup>2</sup>)。甲壳类中, 虾类平均资源密度为 313.25kg/ km<sup>2</sup> (3511ind./ km<sup>2</sup>); 蟹类平均资源密度为 46.59kg/km<sup>2</sup> (275ind./km<sup>2</sup>)。

## 6 环境影响预测与评价

### 6.1 水文动力环境影响分析

#### 6.1.1 水动力模型简介

本研究中采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型 MIKE21FM 来研究工程海域的潮流场运动及海域污染物扩散影响,该模型采用非结构三角网格剖分计算域,三角网格能较好的拟合陆边界,网格设计灵活且可随意控制网格疏密,该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点,已在全球 70 多个国家得到应用,有上百例成功算例,计算结果可靠,为国际所公认。MIKE21FM 采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散,在时间上,采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

模型基于二维平面不可压缩雷诺 (Reynolds) 平均纳维埃-斯托克斯 (Navier-Stokes) 浅水方程建立,在该方程中采用了 Boussinesq 假设和静水压力假设,从而能够更加准确地对潮面曲线及潮流进行模拟计算。对水平动量方程和连续方程在  $h = \eta + d$  范围内进行积分后可得到下列二维深度平均浅水方程:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS \quad (4-1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} = & f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \\ & \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s s \end{aligned} \quad (4-2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = & -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \\ & \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s s \end{aligned} \quad (4-3)$$

其中:

$t$ : 时间;

$x, y$ : 卡迪森 (Cartesian) 平面坐标;

$\eta$ : 潮面高程;

$d$ : 静水深度;

$h = \eta + d$  : 总水深;

$\bar{u}, \bar{v}$  : 深度平均流速 x, y 方向的分量,  $\bar{u}$ ,  $\bar{v}$  可按下式计算:

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz \quad (4-4)$$

$$h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz \quad (4-5)$$

$f$  : 科氏力系数,  $f = 2\Omega \sin \phi$ ,  $\Omega$  为地球自转角速度,  $\phi$  为地理纬度;

$g$  : 重力加速度;

$\rho$  : 水密度;

$\rho_0$  : 基准水密度;

$S_{xx}, S_{xy}, S_{yx}, S_{yy}$  : 辐射应力张量分量;

$T_{ij}$  : 水质点侧向应力, 包括粘滞摩擦力、紊流摩擦力、对流力等, 在该模型中采用一个涡旋粘滞系数:

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = 2A \left( \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} \right), \quad T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y} \quad (4-6)$$

其中 A 为水平涡动粘滞力系数, 可按下列各式计算:

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij} S_{ij}}$$

$$S_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \quad (i, j=1, 2), \text{ 在该模型中通过输入 } c_s \text{ 来确定 A 值,}$$

$S_{ij}$  由系统自动计算捕获。

$\tau_{sx}, \tau_{sy}$  : 海面风摩阻 x, y 方向分量;

$\tau_{bx}, \tau_{by}$  : 海底摩阻 x, y 方向分量, 可按下列各式确定:

$$\mathbf{t}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

$$\frac{\mathbf{t}_b}{\rho_0} = c_f \mathbf{u}_b |\mathbf{u}_b|$$

$$c_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2}$$

$M = \frac{25.4}{k_s^{1/6}}$ ，在该模型中通过输入曼宁数 M 值来实现对海底摩阻的模拟。

$u_s, v_s$ : 奇点 (源) 排水量的 x, y 向分量。

初始条件:

$$\begin{cases} h(x, y, 0) = H \\ U_x(x, y, 0) = 0 \\ U_y(x, y, 0) = 0 \end{cases} \quad (4-7)$$

其中, H 为计算开始时刻各个边界潮位的平均值。

## 6.1.2 计算域和网格设计

### 1) 计算域设置及模拟方案

本项目所建立的海域数学模型计算域范围以及岸线和水深见图 4.1-4 和图 4.1-2, 整个计算海域范围为坐标范围为北纬  $36^{\circ}21'09'' \sim 37^{\circ}00'58''$ , 东经  $120^{\circ}43'58'' \sim 122^{\circ}31'41''$ , 模拟采用非结构三角网格, 为了清楚地了解人工鱼礁建设区及其周边海域水动力环境变化情况, 该海域数值模拟采用网格加密见图 4.1-2。整个模拟区域内由 11563 个节点和 21131 个三角单元组成, 人工鱼礁范围内最小空间网格分辨率约为 40m。

### 2) 水深和岸界

水深和岸界根据中国人民解放军海军航海保证部制作的 10011 号、12110 号、12170 号、12310 号和 12510 号海图以及码头周边实测水深和岸线确定。

### 3) 大海域模型水边界输入

对于封闭海盆, 侧边界条件很简单。在固体侧边界, 必须满足物质、动量、热量和湍流等通量为零。但是, 在开边界模式计算域外部分的影响必须以某一种形式给定。因为外部情况通常并不知道, 所以开边界条件是最难给定的。如果在开边界有足够的观测数据或那里的情况可以从包括外部区域的另一个模式中得, 那么描述这个开边界将不成问题。然而这些情况很少被满足, 需要给出最接近真实的各种近似。通常, 模式结果受给定的侧边界条件影响, 所以为了能获取有意义的结果, 必须特别注意侧边界条件的给定。

在开边界, 质量和动量条件的描述更为困难, 因为它实际上是与模拟域以外未知区域相互作用的函数。尽管如此, 入流和出流仍须给定为时间的函数。最重

要的是要满足质量守恒条件。因此开边界条件必须被给定成在给定的时间周期区域内没有净质量通量。

对于潮（或斜压）计算，在边界上的自由面升高 $\eta(t)$ 可以被给定。通常还可以使用 Sommerfeld 辐射边界条件

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \gamma \frac{\partial \phi}{\partial n} = 0 \quad (4-8)$$

其中 $\phi$ 是 $\eta$ 、 $u_1$ 、...等量中的任何一个， $\gamma$ 是源自计算域内部的近边界处扰动的位相速度。

在本次研究中的海域的开边界上，通过给定开边界水位驱动模式运行。在进行本次数值模拟时，结合《黄渤海海洋水文图集》及渤海湾外的长期水位观测资料调和所获得的调和常数（M2、S2、K1、O1）通过线性插值方法给定了本次数值模拟的边界的调和常数，利用潮汐预报的方法（具体见黄祖珂《潮汐原理与计算》一书）算出进行水文观测的时间段的潮位和潮流，并通过实测资料对数值计算结果进行验证。

$$\eta = \sum_{i=1}^m f_i R_i \cos(\sigma_i t + \theta_{i0} - \theta_i) \quad (4-9)$$

其中

$\eta$ ——海面相对未扰动海平面的起伏，即水位；

$m$ ——分潮总数；

$R_i$ —— $i$ 分潮的振幅；

$f_i$ ——交点因子；

$\sigma_i$ —— $i$ 分潮的角速度；

$\theta_{i0}$ —— $i$ 分潮的初相；

$\theta_i$ —— $i$ 分潮的相位滞后。

#### 4) 干湿边界处理

模型中对干湿边界的处理采用的是动边界技术，在计算过程中，系统会监视每一个单元的水深变化值，根据对干边界（dry），漫水区（flood）和湿水区（wet）预先所设定的不同水深值，实时判断出计算单元的水深类型，从而采取相应的处理方法。简单地说，如果监测到单元的水深值小于干边界值，则系统将把该单元从计算中移除，输入该单元的动量通量为 0。

## 5) 其他参数

### b. 时间步长

在模型计算中，时间步长分为总时间步长和内部计算时间步长，其中总时间步长决定了结果输出的形式，同时在每个总时间步长点都对应着一个内部时间步长点，为满足计算稳定的要求，在总时间步长之间还会动态插入内部时间步长。

在该模型中最小时间步长取 0.01s，最大时间步长取 120s。

### c. 干湿边界值

陆地值：0.01m;

漫水区：0.05m;

湿水区：0.1m。

### d. 涡粘系数

采用 Smagorinsky 常系数，取  $C_s=0.28$ 。

### e. 海底摩阻

海底摩阻根据曼宁数确定，曼宁数取常系数  $M$  取 28-43。

图 6.1-1 整个模拟计算海域范围水深地形图

图 6.1-2a 整个模拟计算海域范围和网格示意图

图 6.1-2b 项目海域网格加密设置示意图

图 6.1-2c 项目建设前网格加密设置示意图

### 6.1.3 潮流潮位验证

为了验证模型对潮位的模拟，首先绘制同潮时图，如图 6.1-3 所示。可以看出，本项目模拟的同潮时图与天文潮图集(潮位站主要分潮为  $M_2$ ， $S_2$ ， $K_1$ ， $O_1$ ) 分布相似，表明天文潮模拟效果较好。

图 6.1-3a  $M_2$  分潮同潮图

图 6.1-3b  $S_2$  分潮同潮图

图 6.1-3c  $O_1$  分潮同潮图

图 6.1-3d  $K_1$  分潮同潮图

#### (1) 潮位验证

利用大连港、羊头洼、鲅鱼圈、塘沽、小清河口、蓬莱、渤中、北隍城、芝罘岛、威海等 10 个潮位站历史观测资料经调和与分析后，选用  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $K_1$ 、 $O_1$ 、 $M_4$ 、 $MS_4$  六个分潮的调和常数预报出潮位并与计算结果进行验证，调和常数采用当地海洋站多年历史潮位观测资料调和与分析得到。结果表明，模拟所得潮位曲线与对应站点预报潮位吻合较好，能够反映工程周边海域的潮汐变化特征。潮位验证点见图 6.1-4 和表 6.1-1，潮位验证曲线见图 4.1-5。

表 6.1-1 潮位和潮流验证点坐标

图 6.1-4 潮位验证点位置图

图 6.1-5a 潮位验证曲线（大连港）

图 6.1-5b 潮位验证曲线（羊头洼）

图 6.1-5c 潮位验证曲线（鲅鱼圈）

图 6.1-5d 潮位验证曲线（塘沽）

图 6.1-5e 潮位验证曲线（小清河口）

图 6.1-5f 潮位验证曲线（蓬莱）

图 6.1-5g 潮位验证曲线（渤中）

图 6.1-5h 潮位验证曲线（北隍城）

**图 6.1-5i 潮位验证曲线（芝罘岛）**

**图 6.1-5j 潮位验证曲线（威海）**

此外本项目采用工程周边海域 T1、T2 和京唐港和七里海四个站位的大潮期（2016 年 3 月 11~12 日）实测潮位资料与计算结果进行对比验证。模拟区内潮位验证点见图 6.1-6 和表 6.1-2，潮位验证曲线见图 6.1-7。

**（2）潮流验证**

潮流验证采用工程周边海域大潮期（2016 年 3 月 11~12 日）9 个站位 25 小时的日海流同步连续观测数据和 2020 年 7 月（大潮期）工程附近海域 5 个站位（T3~T7）的潮流实测资料与模拟所得潮流流速流向进行对比。潮流验证点位置见图 6.1-6 和表 6.1-2，潮流验证曲线见图 6.1-8。

以上潮位和潮流验证结果表明，相应验证点上潮位和潮流模拟结果与实测潮位和潮流资料基本吻合，能够较好地反映工程周边海域潮流状况。

**图 6.1-6 潮流、潮位验证点位置图**

**表 6.1-2 潮位和潮流验证点坐标**

**图 6.1-7a 潮位验证曲线（T1）**

**图 6.1-7b 潮位验证曲线（T2）**

**图 6.1-7c 潮位验证曲线（京唐港）**

**图 6.1-7d 潮位验证曲线（七里海）**

**图 6.1-8a QHD01 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8b QHD02 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8c QHD03 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8d QHD04 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8e QHD05 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8f QHD06 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8g QHD07 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8h QHD08 站潮流流向、流速验证曲线**

**图 6.1-8i QHD09 站潮流流向、流速验证曲线**

图 6.1-8j T3 站位模拟实测流速流向对比曲线  
图 6.1-8k T4 站位模拟实测流速流向对比曲线  
图 6.1-8l T5 站位模拟实测流速流向对比曲线  
图 6.1-8m T6 站位模拟实测流速流向对比曲线  
图 6.1-8n T7 站位模拟实测流速流向对比曲线

## 6.1.4 潮流场数值模拟结果分析

### 6.1.4.1 大海域潮流场数值模拟

大潮期间大海域潮流场现状见图 4.1-9，分析中潮位时刻采用京唐港港池前沿潮位时刻。

大潮期间涨急时（图 4.1-9a），计算域内辽东湾涨潮流整体由 NE 向 SW 流，其中部海域流速介于 30cm~40cm/s 之间；渤海湾涨潮流整体由 W 向 E 流，其中部海域流速介于 10cm~20cm/s 之间；莱州湾涨潮流整体由 NW 向 SE 流，其中部海域流速介于 30cm~45cm/s 之间；渤海中部海域涨潮流整体由 NW 向 SE 流，流速介于 10cm~20cm/s 之间；南长岛西侧海域涨潮流场由登州水道处沿近岸由 SE 向 NW 流，南侧登州水道处流速最大，最大可达 160cm/s。

图 4.1-9a 大海域潮流场（落急时，以京唐港的潮汐变化为参照时间）

大潮期间落急时（图 4.1-9b），计算域内辽东湾落潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 30cm~45cm/s 之间，最大流速位于东侧近岸，最大可达 45cm/s；渤海湾落潮流整体由 E 向 W 流，其中部海域流速普遍介于 10cm~20cm/s；莱州湾落潮流整体由 SW 向 NE 流，其中部海域流速介于 20cm~50cm/s 之间；渤海中部海域落潮流整体由 SW 向 NE 流，流速普遍小于 25cm/s 之间；南长岛西侧海域落潮流场先是由 W 向 E 流，在近岸转向 SE，绕过长岛南侧登州水道再转向 NE 方向，南侧登州水道处流速最大，最大可达 130cm/s。

图 4.1-9b 大海域潮流场（涨急时，以京唐港的潮汐变化为参照时间）

### 6.1.4.2 项目建设前后潮流场数值模拟结果对比分析

工程区位于滦河口东部海域，工程海域距离无潮点较近，为弱潮流区。考虑到本项目为透水构筑物结构，工程的实施不会对工程附近海域的潮流场产生明显影响。

为了清楚反映工程建设前后对周边海域潮流场的影响，将工程建设前后大潮期最大时刻流场进行对比，得到工程建设前后最大流速变化情况，见图 4.1-10。

工程建设前后最大流速对比结果表明,人工鱼礁建设对流场的影响主要集中在工程周围 1000m 范围内。项目建设在周边局部流速有所增大,礁区局部最大增加值在 0.2cm/s 左右,礁区南北两侧局部流速增加相较于东西两侧较为明显,由此可以得出人工鱼礁的建设对海区流场影响很小。

由此可见,工程建设对工程附近海域潮流流速及流向影响较为轻微,对周围水动力环境基本没有影响。

### 6.1.5 底部水文环境的影响预测与评价

人工鱼礁对其周围以及内部的流速流态直接产生影响,鱼礁的外部形状及内部构造不同,其影响程度也不同。鱼礁模型设置后,会在其周围形成上升流、侧流和反流三种新流态,它们的体积称之为“流体力学的阴影”,简称流影。研究表明,单个鱼礁的流影高度是礁高的 1.5 倍,其长度是礁高的 6 倍以上,大型鱼礁的流影高度大约是礁高的 1 倍,长度约为礁高的 3~5 倍,而鱼礁群的流影,由于流的相互干涉呈现大范围复杂的变化。因此,人工鱼礁建设完成后,会对其附近海域近底层的潮流场产生一定的影响。

由于鱼礁周围流速的变化,产生“冲淤”现象,即鱼礁根部流速较快区域的细沙土被移出,使鱼礁周围的海底底质变粗,被移出的细沙土又在流速减弱处堆积,从而引起局部海底形态的改变。实际观测证明,投放在沙泥底海域 400m<sup>3</sup> 堆积状态的鱼礁,其影响范围约离礁 50m,但是这种影响强度较小,对海洋地形地貌与冲淤环境不会形成大的影响。

图 4.1-10 工程建设前后最大流速变化示意图

## 6.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

潮流等水动力改变会导致海底产生蚀淤变化。海岸地貌是在河流、海洋动力作用下，在既定地质基础上所产生的侵蚀或堆积作用的产物。工程的建设会改变原有的岸线形态，引起波浪和潮流等水动力改变，导致海底产生蚀淤变化。

### 6.2.1 海岸带泥沙运动规律及影响冲淤变化的动力因素

#### (1) 泥沙来源

海岸带附近泥沙来源有四个方面：①河流来沙；②由邻近岸滩搬运而来；③由当地崖岸侵蚀而成；④海底来沙。

#### (2) 泥沙运移形态

沙质海岸的泥沙运移形态有推移和悬移两种。淤泥沙海岸的泥沙运移形态以悬移为主，底部可能有浮泥运动或推移运动。海岸带泥沙运动方式可分为与海岸线垂直的横向运动和与海岸线平直的纵向运动。

海底泥沙冲淤变化是在波浪和海流等动力因素综合作用下的结果。

#### (1) 波浪的作用

在沙质海岸，波浪是造成泥沙运动的主要动力。大部分泥沙运动发生在波浪破碎区以内。当波浪的传播方向与海岸线斜交时，波浪破碎后所产生的沿岸流将带动泥沙顺岸移动。沿岸泥沙流若遇到突堤等水工建筑物则将从其上游根部开始淤积。

在粉砂淤泥质海岸，波浪掀起的泥沙除随潮流进出港口和航道外，在风后波浪减弱的过程中会形成浮泥。此种浮泥除自身可能流动外，又易为潮流掀扬，转化为悬移质，增加潮流进港和航道的泥沙数量。

#### (2) 海流的作用

在淤泥质海岸，潮流是输沙的主要动力，在波浪较弱的海岸区，潮流可能是掀沙的主要因素。由于动力因素减弱，降低了携沙能力，导致落淤。在沙质海岸的狭长海湾等特定地形条件下，海流流速较大，可对泥沙运动起主导作用。这里的海流不仅起输沙作用，还起着掀沙作用。

### 6.2.2 冲淤变化预测分析

#### 6.2.2.1 模型简介

MIKE21FM 采用标准 Galerkin 有限元法进行水平空间离散，在时间上，采用显式迎风差分格式离散动量方程与输运方程。

泥沙控制方程为：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t} + u \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} + v \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left( h D_x \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left( h D_y \frac{\partial \bar{c}}{\partial y} \right) + Q_L C_L \frac{1}{h} - S$$

式中：

$\bar{c}$  ——水深平均悬浮泥沙浓度 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )；

$u, v$  ——水深平均流速 ( $\text{m}/\text{s}$ )；

$D_x, D_y$  ——分散系数 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )；

$h$  ——水深 ( $\text{m}$ )；

$S$  ——沉积/侵蚀源汇项 ( $\text{g}/\text{m}^3/\text{s}$ )；

$Q_L$  ——单位水平区域内点源排放量 ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ )；

$C_L$  ——点源排放浓度 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )。

### 沉积物沉积和侵蚀计算公式

(1) 粘性土沉积和侵蚀

1) 沉积速率

根据 Krone (1962)等提出的方法计算粘性土沉积，公式如下：

$$S_D = w_s c_b p_d$$

式中：

$S_D$  ——沉积速率；

$w_s$  ——沉降速度 ( $\text{m}/\text{s}$ )；

$c_b$  ——底层悬浮泥沙浓度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$p_d$  ——沉降概率；

沉降速度计算公式：

$$w_s = \begin{cases} k c^\gamma, & c \leq 10 \text{ kg} / \text{m}^3 \\ w_{s,r} \left( 1 - \frac{c}{c_{gel}} \right)^{w_{s,n}}, & c > 10 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{cases}$$

式中：

$c$  ——体积浓度；

$k, \gamma$  ——系数， $\gamma$  取值介于 1~2 之间；

$w_{s,r}$ ——沉降速度系数;

$w_{s,n}$ ——组分能量常数;

$c_{gel}$ ——泥沙絮凝点。

沉降概率公式:

$$P_1 = \begin{cases} 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, & \tau_b \leq \tau_{cd} \\ 0, & \tau_b > \tau_{cd} \end{cases}$$

$\tau_b$ ——海底剪应力 ( $N/m^2$ );

$\tau_{cd}$ ——沉积临界剪应力 ( $N/m^2$ )。

## 2) 泥沙浓度分布

泥沙浓度分布计算包括 2 种方法:

### ① Teeter 公式

$$c_b = \bar{c}\beta$$

式中:

$$\beta = 1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75 p_b^{2.5}}$$

$$p_e = \frac{w_s h}{D_z} = \frac{6w_s}{kU_f}$$

$k$ ——Von Karman 常数 (0.4);

$U_f$ ——摩擦速度,  $\sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

### ② Rouse 公式

$$-\varepsilon \frac{dC}{dz} = w_s C \quad \varepsilon = kU_f z \left(1 - \frac{z}{h}\right) \quad C = C_a \left[ \frac{a}{h-a} \frac{h-z}{z} \right]^R, a \leq z \leq h$$

$$R = \frac{w_s}{kU_f}$$

底层悬浮泥沙浓度公式:

$$c_b = \frac{\bar{c}}{RC}$$

式中:

$\varepsilon$ ——扩散系数;

C——悬浮泥沙浓度；  
z——垂向笛卡尔坐标。  
h——水深；  
Ca——深度基准面处的悬浮泥沙浓度；  
a——深度基准面；  
 $\bar{c}$ ——水深平均浓度；  
R——Rouse 参数。

### 3) 底床侵蚀

根据底床密实程度，侵蚀计算可以分为 2 种方式：

#### ①密实、固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \left( \frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中：

E——底床侵蚀度 ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$ )；  
 $\tau_b$ ——底床剪切力 ( $\text{N}/\text{m}^2$ )；  
 $\tau_{ce}$ ——侵蚀临界剪切力 ( $\text{N}/\text{m}^2$ )；  
n——侵蚀能力。

#### ②软、部分固结底床侵蚀计算公式

$$S_E = E \exp \left[ \alpha (\tau_b - \tau_{ce})^{1/2} \right], \tau_b > \tau_{ce}$$

$\alpha$ ——参考系数。

### (2) 非粘性土沉积和侵蚀

#### 1) 无量纲颗粒参数的确定

根据 Van Rijn (1984)等提出的方法计算非粘性土再悬浮，公式如下：

$$d^* = d_{50} \left[ \frac{(s-1)g}{\nu^2} \right]^{1/3}$$

式中：

S——颗粒比重；  
G——重力加速度；  
 $\nu$ ——粘滞系数；

$d_{50}$ ——中值粒径。

## 2) 底床临界起动流速

泥沙悬浮的判定通过实际摩擦流速  $U_f$  和临界摩擦流速  $U_{f,cr}$  的比较得以实现。其主要通过两种方式，一种是利用泥沙运移阶段参数  $T$ ；另一种是利用临界摩擦流速  $U_{f,cr}$  和沉降速度的比值。

### ① 泥沙运移阶段参数 $T$

$$T = \begin{cases} \left( \frac{U_f}{U_{f,cr}} \right) - 1, & U_f > U_{f,cr} \\ 0, & U_f \leq U_{f,cr} \end{cases}$$

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |\bar{V}|^0$$

式中：

$I$ ——能量梯度；

$C_z$ ——谢才系数 ( $m^{1/2}/s$ ) ( $=18 \ln(4h/d_{90})$ )；

$|\bar{V}|^0$ ——流速 ( $m/s$ )。

### ② 临界摩擦流速 $U_{f,cr}$ 和沉降速度的比值

$$\frac{U_{f,cr}}{w_s} = \begin{cases} \frac{4}{d^*}, & 1 < d^* \leq 10 \\ 0.4, & d^* > 10 \end{cases}$$

## 3) 沉降速度

非粘性土沉降速度公式：

$$w_s = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, & d \leq 100\mu m \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[ 1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, & 100 < d \leq 1000\mu m \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, & d_b > 1000\mu m \end{cases}$$

式中：

$d$ ——非粘性土颗粒粒径；

$s$ ——非粘性土密度；

$\nu$ ——粘滞度；

$g$ ——重力加速度。

#### 4) 悬移质运移

悬移质泥沙平衡浓度计算公式:

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c \cdot dy \quad a = k_s = 2d_{50}$$

式中:

$\bar{u}$ ——水深平均流速 (m/s);

$q_s$ ——悬移质运移量 (kg/m/s);

$c$ ——距离底床  $y$  (m) 处的悬浮泥沙浓度 (kg/m<sup>3</sup>);

$u$ ——距离底床  $y$  (m) 处的流速 (m/s);

$h$ ——水深 (m);

$a$ ——底床分层厚度 (m);

$k_s$ ——等效粗糙高度 (m);

$d_{50}$ ——中值粒径。

#### 5) 非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布主要取决于湍流扩散系数  $\varepsilon_s$  和沉降速度  $w_s$ 。

①湍流扩散系数计算公式为:

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$
$$\beta = \begin{cases} 1 + \left( \frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 2.5 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中:

$\beta$ ——扩散因子;

$\Phi$ ——阻尼系数。

②非粘性土浓度分布

非粘性土浓度分布由 Peclet 系数  $P_e$  确定:

$$P_e = \frac{C_{rc}}{C_{rd}}$$

式中：

$C_{rc}$ ——Courant 对流系数 ( $= w_s \Delta t / h$ ) ；

$C_{rd}$ ——Courant 扩散系数 ( $= \varepsilon_f \Delta t / h^2$ ) ；

$\varepsilon_f$ ——水深平均流体扩散系数。

6) 非粘性土沉积

$$S_d = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

$$t_s = \frac{h_s}{w_s}$$

$$\bar{c}_e = 10^6 \cdot F \cdot C_a \cdot s$$

$$F = c / c_a$$

式中：

$\bar{c}_e$ ——平衡浓度；

$s$ ——相对密度，取 2.65。

7) 非粘性土侵蚀

$$S_e = -\left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{t_s}\right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

### 6.2.3 输入参数确定

(1) 沉积物类型、粒度特征参数

根据该区近期和历史表层沉积物调查资料。

(2) 风的资料输入

根据工程区附近海域风资料的统计结果，将全年的大风引起的波浪与潮流、径流共同作用于地形地貌冲淤模拟中，从而模拟和预测工程建设对海域地形地貌冲淤环境的影响。

### 6.2.4 工程建设前后地形地貌与冲淤环境影响预测分析

工程离大陆较远，项目建成后不改变岸线及走向，选址区域平均水深约为 13m，人工鱼礁高度约 3-4m，仅改变投放礁体区域局部海域流场，但变化程度有限，投放礁体具有较好的通透性，工程对选址海区冲淤环境影响微弱。

人工鱼礁区在波浪基面以下，泥沙运移仅受潮流的影响，运移趋势较微弱，不会造成附近海域的明显蚀淤变化，对周围海域冲淤环境基本没有影响。

## 6.3 海水水质环境影响分析

### 6.3.1 模型预测

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。

(1) 二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

式中：DX、DY 为 x、y 方向的扩散系数，扩散系数  $D_l = K_l \frac{\Delta x^2}{\Delta t}$ ， $\Delta x$  为空间步长（20m~562m）， $\Delta t$  为时间步长（0.8s~120s）， $k_l$  为系数，其取值范围为 0.003~0.075，模拟中网格采用三角形非结构网格，每个网格时间步长和空间步长差异较大，故其扩散系数差异较大，模型中通过设置的时间步长和空间步长进行自主计算分配； $c$  为悬浮泥沙浓度； $F$  为衰减系数， $F=p \cdot ws$ ， $p$  为沉降概率，项目所处海域取值介于 0.1~0.5， $ws$  为沉速，根据沉积物粒径级配求得项目区沉速为 0.0005m/s 左右； $s$  为悬浮泥沙排放源强， $s=QSCS$ ，式中  $QS$  为排放量， $CS$  为悬浮泥沙排放浓度。

(2) 边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件：

入流： $C|_{\Gamma} = P_0$ ，式中  $\Gamma$  为水边界， $P_0$  为边界浓度，模型仅计算增量影响，取  $P_0=0$ 。

出流： $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ ，式中  $U_n$  边界法向流速， $n$  为法向。

(3) 初始条件

$$C(x, y)|_{t=0} = 0。$$

## 6.3.2 模拟参数设置

### 6.3.2.1 悬浮泥沙发生点

根据施工组织计划安排和施工工艺，模拟中选取部分代表点进行模拟、预测和分析。结合工程施工作业顺序，在此选取 196 个悬浮泥沙计算点进行预测，悬浮泥沙预测点位置见图 4.3-1。

图 4.3-1 工程施工悬沙发生点

### 6.3.2.2 悬浮泥沙源强

施工期泥沙入海主要来自抛石作业过程中。抛石作业过程中进入水体泥沙包括块石携带入海泥沙和块石扰动海底表层沉积物，使其进入水体两部分。类比秦皇岛港码头基床抛填石作业过程中，现场跟踪监测资料，抛填石点源的悬浮泥沙源强为 2.6~3.4kg/s。

所抛块石均为商业购买筛选加工的块石，含泥量较低，随块石入海泥沙有限。

工程海域海底表层沉积物以砂质为主，块石落至海底时将其扰动，在此取悬浮泥沙源强取 3.4kg/s，确定为本工程悬浮沙源强。

### 6.3.2.3 泥沙沉降速度

根据《海岸工程环境》（常瑞芳），细泥沙， $D < 0.1\text{mm}$ ，采用斯托克斯公式计算单颗粒泥沙的沉速：

$$\omega = \frac{1}{18} \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g \frac{D^2}{\nu}$$

其中， $\rho_s$ ——沙的密度，取  $2650\text{kg/m}^3$ ；

$\rho$ ——水的密度，取  $1000\text{kg/m}^3$ ；

$g$ ——重力加速度，取  $9.81\text{m/s}^2$ ；

$D$ ——泥沙的粒径；

$\nu$ ——粘滞系数， $\nu = 1.792 \times 10^{-6} \exp(-0.042T^{0.87})$ ，水温  $T$  取  $21.9^\circ\text{C}$ 。

泥沙群体平均沉速公式如下：

$$\omega = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^N \Delta P_i \cdot \omega_i$$

其中， $\omega$ ——泥沙群体的平均沉速；

$\omega_i$ ——粒径为  $D_i$  的泥沙的沉速；

$\Delta P_i$ ——粒径  $D_i$  的泥沙所占的重量百分数。

样品分析结果表明，本区沉积物质以粘土质粉砂分布为主，样品中粘土百分含量达 38.6%，泥沙中值粒径偏细，在 0.0041~0.0206mm 之间变化，变化幅度很小。根据以上公式计算，模拟时泥沙沉降速度取值为 0.0005m/s。

### 6.3.3 悬浮泥沙扩散对海水水质环境的影响分析

施工环节引起的悬浮泥沙扩散最大包络范围见图 4.3-2，施工环节引起的悬浮泥沙扩散最大范围统计结果见表 4.3-1。由计算结果可知，10mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 420m，最大扩散范围 1.58km<sup>2</sup>，20mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 201m，最大扩散范围 2.08km<sup>2</sup>，50mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 55m，最大扩散范围 0.28km<sup>2</sup>，100mg/L 增量浓度悬浮泥沙最大扩散距离约 26m，最大扩散范围 0.27km<sup>2</sup>。

施工悬沙所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

表 4.3-1 施工产生悬浮物 (SS) 最大包络线影响范围

浓度 (SS)	影响面积 (km <sup>2</sup> )	最大影响距离 (m)
SS > 100 mg/L	0.27	26
50 mg/L < SS ≤ 100 mg/L	0.28	55
20 mg/L < SS ≤ 50 mg/L	2.08	201
10 mg/L < SS ≤ 20 mg/L	1.58	420

图 4.3-2 项目建设引起悬沙最大包络范围示意图

### 6.3.4 项目用海对水质环境影响预测与评价

#### 1、施工期生活污水和施工废水对海水水质的影响分析

本项目施工期的施工废水主要为含油船舶污水以及船舶生活污水，船舶生活污水以及含油污水送至具有相关资质的船舶污水接收单位接收处理，不向海洋排放，因此，施工期产生的船舶含油污水和生活污水不会对区域海洋环境产生明显影响。

#### 2、施工期固体废物影响分析

本工程施工期的固体废物对海水水质的影响主要为变更前筏式养殖的设施清理及作业人员产生的生活垃圾对水质环境的影响。

本项目变更前为筏式养殖扇贝，主要的养殖设施包括浮球、阀架、吊笼、纜绳和底樑。其中吊笼已于秋季采捕时完成回收，其余设施均为环保浮球、阀架和纜绳，拆除不会对海水水质造成影响；底樑拆除会产生的悬浮泥沙量较少，类比有关工程施工期打樑所产生悬浮泥沙对海洋环境的影响主要位于工程用海区50m范围内。施工中产生的生活垃圾严禁乱扔，由有资质的生活垃圾处理部门收集处理。因此，在采取上述措施的前提下，施工期产生的固体废物不会对周围水质环境造成不利影响。

### 3、营运期水环境影响分析与评价

本项目在海洋牧场示范区建设人工鱼礁项目，营运期无生产工序，主要在育苗阶段投放苗种，以及成熟阶段进行采捕，由于工作人员和运行船只较少且工作时间短，产生的污染在船上搜集后运至陆域统一处理，因此对海洋水环境影响较小。

## 6.4 海洋沉积物环境影响分析

若项目污染物排放入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对环境造成潜在污染。

本项目在海底投放人工鱼礁，项目建设只是周边沉积物在量上有微量增加，但不会改变周边影响区域内的沉积物的质量，因此该项目施工产生的悬浮泥沙对工程海域沉积物环境质量不会造成明显的影响。

本项目施工船舶污水不外排，对海域水质的影响不大，对沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中将船舶生活垃圾统一收集委托有资质单位处理，避免直接排入海域，工程海域沉积物的质量基本不受影响。

综上所述，本项目不会对该区的沉积物环境产生明显影响。

## 6.5 海洋生态环境（包括生物资源）影响分析

本项目建设对生态环境的影响主要体现在施工期礁投放过程中产悬浮泥沙扩散，以及项目礁石投放后导致的海洋生态环境影响。

### 6.5.1 施工期对海洋生态环境影响分析

施工期对海洋生态环境影响主要为人工鱼礁建设产生的影响。其中对水生态环境的直接影响主要表现为：石投放改变了该海域的栖息环境，位于施工区及其

附近水底生物和鱼卵、仔稚鱼部分甚至全部死亡；间接影响表现为施工作业产生的悬浮泥沙不同程度影响施工区周围的生物，附近的游泳生物被驱散，浮游动、植物的生长受到影响。

#### 6.5.1.1 对底栖生物的影响分析

人工鱼礁改变了该海域局部区域底栖生物的栖息环境，导致底栖生物被掩埋致死，因此底栖生物资源受到一定影响。由于人工鱼礁建设属于永久改变用海区域自然属性的项目，鱼礁所在范围内损失的底栖生物将不会得到恢复，区域内的生态环境将丧失。

#### 6.5.1.2 对浮游生物的影响分析

##### (1) 对浮游植物影响分析

本项目对浮游生物的影响主要表现为施工区礁石投放过程引起周围水体悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

根据施工期悬浮泥沙预测结果，人工鱼礁礁体施工造成的悬浮泥沙向 NE 和 SW 向扩散、输运。悬浮泥沙浓度超过 10mg/L 的最大影响距离（东北-西南走向）约为 420m。在此范围内的浮游生物会有所损失。

##### (2) 对浮游动物的影响

施工作业引起施工水域内的局部混浊，将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

比照长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物的毒性效应的试验结果，当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物的光合作用。因此，

填海、疏浚过程泥沙入海将对悬浮物增量超过 10mg/L 海域范围内的浮游生物产生一定的影响。施工期间对浮游动物的相对损失率 1~3 月约 5%，在 4 月份浮游动物旺发期可达 20%以上，其它月份大约在 8~13%之间，各月平均损失率为 12%。

浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，从而导致以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。但施工引起的环境影响是局部的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

#### 6.5.1.3 对游泳生物的影响分析

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。游泳生物是海洋生物中的一大类群，海洋鱼类是其典型代表，它们往往具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应。投礁作业引起局部海域水中悬浮物质含量过高，使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，悬浮物质的含量为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活 1 天；含量为 6000mg/L 时，最多能存活 1 周；若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L 时，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。至于经济鱼类等，由于移动性较强，更不至于造成明显影响。随着施工的结束，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。因此，施工期间产生的悬浮物不会对游泳生物造成较大的影响。

#### 6.5.1.4 对生物质量的影响分析

礁石投放会造成水体中悬浮物质浓度增高，从而造成沉积物中的重金属等有毒（害）物质进入水体中，对水体产生二次污染。这些有毒（害）物质将会通过水生生物的新陈代谢，导致其在生物体内积累，从而对生物本身及食物链上一级生物产生毒害作用。

### 6.5.2 运营期对海洋生态环境影响分析

#### 6.5.2.1 人工鱼礁对海洋生态环境的影响

秦皇岛市海洋环境条件优越,海洋生物、生态资源丰富。海洋渔业规模巨大。近几十年来,陆源污染物向海中过度排放,近岸海域海洋生态系统受到严重影响,渔业资源的持续过度开发等,过度捕捞严重,渔业资源日趋衰退,严重影响沿岸可持续发展,发展渔业增养殖成为必然选择。

过度捕捞不遵循自然规律,造成渔业产品需求与海洋生态系统恢复能力的不平衡,渔业行为与生态平衡之间矛盾日益尖锐,主要表现在种群结构出现异常,各大渔汛消失,渔场环境变迁,单位努力量的产量逐年递减,渔获质量一年比一年差,某些优质种类几乎绝迹,代之而起的是一些质量差、个体小、寿命短的劣质种类。

除了浅海拖网有破坏资源的作用以外,近年来小型围网渔船溢捕幼鱼的现象也非常严重。其原因是资源日益衰退,渔场环境被破坏,浮水渔汛已多年未见出现,昔日的围网渔场无鱼可捕,为了生计只有把渔网加密,在岸边捕捞幼鱼。在资源处于危机状态下,这种行为等于雪上加霜,更加速了渔业资源的崩溃,造成恶性循环。

本工程建设人工鱼礁工程,对当地生态修复能够起到重要作用。人工鱼礁工程可有效恢复所在海区生态资源,保证当地渔民赖以生存的生态资源具有再生恢复能力。工程建成后对当地生态修复的作用途径主要分为以下几个方面:

1) 人工鱼礁沉没于海底后,可在礁体周围形成涡流,促使浮游性水生物和附着性水生物在此繁衍生长,从而吸引属于食物链较上层的鱼群聚集,扩展成一个小型的生态圈。

2) 人工鱼礁可以改造、修复海洋生态环境,增殖渔业资源,使原本生产力较低、鱼种较少的沙泥底质环境改变成生产力较高、鱼种较多的岩礁渔场,有助于渔民开发新渔场,有益于捕捞渔业可持续发展。

3) 人工鱼礁能诱集鱼类,发挥副渔具作用,方便渔民找到渔场,增加渔获量,节省时间和成本,并且人工鱼礁聚集的鱼类大多数都是岩礁性优质高值鱼种,从而能够增加渔民的经济收益。

4) 人工鱼礁可提供幼鱼庇护及鱼类栖息、索饵和产卵的场所,同时可保护渔场环境。投放形体特殊的礁体后,可防止使用破坏性渔具的渔船,尤其沿岸近海底拖网渔船进入礁区或禁渔区内滥捕,避免破坏渔业资源。

5) 人工鱼礁设计结构复杂,孔隙、洞穴繁多,具有空间效应,可以提供各

种鱼类栖息,形成空间层次分布,成为润游性或底栖性鱼类作为它们摄食、避难、定居、繁殖的适宜场所。礁体的孔隙、洞穴也是鱼类产卵的温床,而在礁体内孵化不久的鱼苗也可以在礁体的保护之下有较安全的空间,不致任意遭到大鱼吞噬,从而有效地保护了鱼类资源。

根据养马岛人工鱼礁区生物群落结构调查[J],对比本底区,人工鱼礁区增殖渔业生物资源显著,丰富生物多样性效果明显,且增殖效果与建礁时间成正比,此外增殖品种与礁体品种也有较大的关系。其中构件礁对鱼类具有较好的聚集效果,石块礁对海参等底栖生物具有较好的聚集效果,本项目投礁区主要增养殖品种为刺参,因此石块礁较构件礁适宜底播增养殖活动,2年的石礁区较半年的石礁区聚集效果更明显,生物多样性也明显优于半年,构件礁1年即可达到稳定的聚集鱼类的效果,由此可见修复效果需要根据鱼礁保留的时间确定。本项目原海域使用权证书为2021年12月31日到期,申请变更用海需与原证书保持一致,因此申请用海1年。为保证修复效果的稳定建议建设单位继续申请用海。

**表 6.5-1 养马岛各人工鱼礁区生物群落组成**

调查区域	游泳生物	底栖生物	附着生物	固着生物
本底区	无	仅大盈蟹类洞穴	无	无
半年石礁区A	日本鲟、许氏平鲉	多棘海盘车、刺参	无花果皮海绵、玻璃海鞘、柄海鞘	褶牡蛎、内刺盘管虫
半年石礁区B	褐菖鲉、许氏平鲉、日本鲟、大陇六线鱼	多棘海盘车、海刺猬	无花果皮海绵、玻璃海鞘、柄海鞘	褶牡蛎、内刺盘管虫
2年石礁区	日本鲟、许氏平鲉	海燕、大量刺参	无花果皮海绵、玻璃海鞘、柄海鞘	褶牡蛎、内刺盘管虫
1年构件礁区	大量许氏平鲉	多棘海盘车	花果皮海绵、玻璃海鞘、柄海鞘	褶牡蛎、内刺盘管虫

#### 6.5.2.2 底播养殖对海洋生态环境的影响

养殖过程中严格控制苗种的纯度和质量,严控物种入侵对海洋生物链的平衡产生不利影响。同时将养殖密度控制在合理范围内,不会对海洋生态产生影响。运营期间,底播养殖采用不投饵、间养的生态养殖方式,可降低养殖区污染物浓度,保持养殖区水质良好,能够保持海洋生态系统结构和功能的稳定,形成立体型、生态型养殖区,促进渔业可持续发展和良性发展。开放式养殖品种魁蚶,属于滤食性贝类,生长期对浮游植物的选择性吸收又加速了其生长和氮磷排泄,降低了浮游植物生物量,进而使叶绿素含量增加,从而使叶绿素、氨氮、POM 和 TPM 含量维持在相对恒定的水平,对该海域的环境具有净化作用。

底播刺参采捕为人工潜水摸采，产生的悬浮泥沙较少，且采捕结束后迅速恢复，因此不予考虑。魁蚶采捕产生的悬浮物类比《大连獐子岛渔业集团股份有限公司新增年滚动 25 万亩虾夷扇贝底播增殖项目环境影响报告书》中底播虾夷扇贝捕捞情况，拖网采捕引起悬浮物的扩散范围（10mg/L 浓度）局限在作业区周围 20m 范围内。因此悬浮物影响范围较小，且施工、作业持续时间较短，悬浮泥沙对海洋生态的影响较小。

### 6.5.3 海洋生物资源影响分析

工程施工导致海洋生物损失主要分为两类：①人工鱼礁占用海域导致的生物资源永久性损失；②工程施工过程中产生的悬浮物对海洋生物的影响导致的生物损失。

#### 6.5.3.1 评估方法

##### （1）生物损失量评估依据

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）及海洋生态环境调查结果，综合项目位置区域，确定生物量取值参照表 6.5-1。

表6.5-1 生物量取值一览表

生物指标	生物量取值 (春季)	生物量取值 (秋季)	数据来源
浮游植物ind./m <sup>3</sup>	/	2.619×10 <sup>7</sup>	秦皇岛海洋环境监测中心站
浮游动物mg/m <sup>3</sup>	/	132.9	
鱼卵ind./m <sup>3</sup>	0.229		《涉海建设项目对海洋生物资源损害评估技术规范》
仔稚鱼ind./m <sup>3</sup>	0.132		
底栖生物g/m <sup>2</sup>	25.62		
渔业资源kg/km <sup>2</sup>	207.52		

本次计算选取和秦皇岛海洋环境监测中心的数据进行计算。

##### （2）生物损失量评估方法

##### ①占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： $W_i$ ——第  $i$  种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

$D_i$ ——评估区域内第  $i$  种类生物资源密度，单位为：尾（个）/km<sup>2</sup>、尾（个）/km<sup>3</sup>、kg/km<sup>2</sup>；

$S_i$ ——第  $i$  种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km<sup>2</sup> 或 km<sup>3</sup>。

##### ②悬沙造成的生物资源损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的相

关要求，悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于一次性损害，渔业资源的累计损害量按如下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中： $W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾、个、kg；

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾/km<sup>2</sup>、个/km<sup>2</sup>、kg/km<sup>2</sup>；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为 km<sup>2</sup>；

$K_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，单位为(%)，生物资源损失率见表 6.5-2 所示；

**表6.5-2 污染物对各类生物损失率**

污染物 <i>i</i> 的超标倍数 ( $B_i$ )	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	$\geq 50$	$\geq 20$	$\geq 50$	$\geq 50$

注：1.本表列出污染物*i*的超标倍数( $B_i$ )，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。  
2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。  
3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。  
4.本表对pH、溶解氧参数不适用。

① 悬浮泥沙扩散范围

**表 6.5-3 悬浮泥沙扩散范围**

浓度 (SS)	影响面积 (km <sup>2</sup> )	最大影响距离 (m)
SS > 150 mg/L	0.18	26
100 mg/L < SS ≤ 150 mg/L	0.36	55
50 mg/L < SS ≤ 100 mg/L	2.31	190
10 mg/L < SS ≤ 50 mg/L	1.64	420

(3) 补偿年限

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)：①占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3a 的，按 3a 补偿；占用年限 3~20a 的，按实际占用年限补偿；占用年限 20a 以上的，按不低于 20a 补偿。②持续性生物资源损害补偿，实际影响年限低于 3a 的，按 3a 补偿；实际影响年限 3~20a 的，按实际占用年限补偿；实际影响年限 20a 以上的，按不低于 20a 补偿。

### 6.5.3.2 生态损失估算

#### (1) 本项目占用海域造成的生物资源损害评估

本项目人工鱼礁占用海域面积共 8.7168hm<sup>2</sup>,水深按照鱼礁区平均水深 13m,计算。该面积内海洋生物资源的损失率按 100%计算,根据“占用渔业水域的生物资源损害补偿,占用年限 3~20a 的,按实际占用年限补偿”,本项目实际申请用海 15 年,补偿年限按照 15 年计算,则生物资源损失估算如下所示。

表 6.5-4 水工构筑物占用海域造成的生物资源损害评估

生物种类	资源密度	人工鱼礁		补偿年限	损失量
		占用面积 (公顷)	水深		
底栖生物	25.62g/m <sup>2</sup>	8.7168	--	15年	44.6649t
鱼卵	0.229ind/m <sup>3</sup>		13m		5.19×10 <sup>6</sup> 粒
仔稚鱼	0.132ind/m <sup>3</sup>		13m		2.99×10 <sup>6</sup> 尾
游泳动物	207.52kg/km <sup>2</sup>		--		361.79kg

#### (2) 施工期悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损害

根据环境影响分析结果,水深采用平均水深 13m,本项目施工期产生的悬浮物生物资源损失估算如下表所示。

表6.5-5 悬浮物扩散造成生物资源损失表

生物类型	超标面积 (km <sup>2</sup> )	水深 (m)	损失率 (%)	密度	补偿 倍数	单次损失量	总损失量
浮游植物	1.64	13	5	2.619×10 <sup>7</sup> ind/m <sup>3</sup>	3	8.37×10 <sup>13</sup>	7.95×10 <sup>14</sup> 个
	2.31		20			4.72×10 <sup>14</sup>	
	0.36		40			1.47×10 <sup>14</sup>	
	0.18		50			9.19×10 <sup>13</sup>	
浮游动物	1.64		5	132.9mg/m <sup>3</sup>		425.0142	4032.45 kg
	2.31		20			2394.5922	
	0.36		40			746.3664	
	0.18		50			466.479	
鱼卵	1.64		5	0.229ind/m <sup>3</sup>		7.32×10 <sup>5</sup>	6.94×10 <sup>6</sup> 粒
	2.31		20			4.13×10 <sup>6</sup>	
	0.36		40			1.29×10 <sup>6</sup>	
	0.18		50			8.03×10 <sup>5</sup>	
仔稚鱼	1.64		5	0.132ind/m <sup>3</sup>		4.22×10 <sup>5</sup>	4.01×10 <sup>6</sup> 尾
	2.31		20			2.37×10 <sup>6</sup>	
	0.36		40			7.41×10 <sup>5</sup>	
	0.18		50			4.63×10 <sup>5</sup>	
游泳动物	1.64	5	207.52kg/km <sup>2</sup>	51.04992	484.35168kg		
	2.31	20		287.62272			
	0.36	40		89.64864			

	0.18		50			56.0304	
--	------	--	----	--	--	---------	--

(3) 小结

经计算，本项目海洋生物损失量为浮游植物  $7.95 \times 10^{14}$  个，浮游动物 4032.45kg，仔稚鱼  $1.21 \times 10^7$  尾，鱼卵  $7 \times 10^6$  粒，游泳动物 846.14kg，底栖生物损失量为 44.6649t。

表4.6-6 项目建设生态损失量总表

种类	人工鱼礁占用	悬浮泥沙	总计	单位
浮游植物	——	$7.95 \times 10^{14}$	$7.95 \times 10^{14}$	个
浮游动物	——	4032.45	4032.45	kg
鱼卵	$5.19 \times 10^6$	$6.94 \times 10^6$	$1.21 \times 10^7$	粒
仔稚鱼	$2.99 \times 10^6$	$4.01 \times 10^6$	$7 \times 10^6$	尾
游泳动物	361.79	484.35	846.14	kg
底栖生物	44.6649	——	44.6649	t

6.5.3.3 海洋生态损失价值估算

(一) 计算方法

A、鱼卵、仔稚鱼和幼体经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式(1)计算：

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (1)$$

式中：M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额；

W——鱼卵和仔稚鱼损失量；

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算。

E——鱼苗的商品价格，根据近多年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 1.0 元/尾计。

B、游泳动物和底栖生物的经济价值计算：

$$M = W \times E \dots\dots\dots (2)$$

式中：M——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；

W——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；

E——生物资源的商品价格。根据烟台市海水产品小黄鱼、蓝点马鲛、口虾蛄、鲟鱼、青蛤、扇贝等最小成体市场平均价格行情计算，以及经咨询物价部门、市场调研和参考相关文献调查结果，确定游泳动物按 1.9 万元/t、底栖生物按 1.5

万元/t 计。

本工程人工鱼礁施工造成海洋生物损失量为浮游植物  $7.578 \times 10^{14}$  个，浮游动物 3845.86kg，仔稚鱼  $2.4644 \times 10^6$  尾，鱼卵  $1.248 \times 10^7$  粒，游泳动物 545.5725kg，底栖生物损失量为 111.14kg。

## (二) 渔业资源损害经济价值评估

根据计算，本项目造成的渔业资源经济价值损失总计为 25.96 万元。

表 6.5-7 本项目造成的生物资源损害价值一览表

资源分类	损失量	换算	价值	损失价值 (万元)
鱼卵	$1.21 \times 10^7$ 粒	0.01	1.0元/尾	12.1
仔鱼	$7 \times 10^6$ 尾	0.05	1.0元/尾	35.0
游泳动物	846.14kg	-	1.9万元/t	1.61
底栖生物	44.6649t	-	1.5万元/t	67.00
合计				115.71

## 6.6 主要环境敏感区环境影响分析

### 6.6.1 昌黎海域国家级水产种质资源保护区

昌黎海域国家级水产种质资源保护区总面积 11568 公顷，其中核心区面积 2393 公顷，实验区面积 9175 公顷。特别保护期为每年的 3 月 1 日—10 月 31 日。保护区位于河北省昌黎县黄金海岸东南部海域，近岸点 11.5 海里，远岸点 18.5 海里。

昌黎海域国家级水产种质资源保护区主要保护对象是三疣梭子蟹、花鲈和假睛东方鲀。

本项目位于昌黎海域国家级水产种质资源保护区的西南侧，与水产种质资源保护区边界距离为 3.12km，与核心区的间距为 10.16km。昌黎海域国家级水产种质资源保护区距离本项目较远，且项目施工期悬浮泥沙不会扩散到保护区范围内，项目施工期不会对保护区产生影响。

本项目用海主要为建设投礁型海洋牧场，是以生态修复与增养殖为目的的生态友好型项目，建成后改善海洋环境质量、恢复渔业资源，因此对昌黎县海域的海洋环境有着优化作用，因此项目营运期与保护区活动相适宜。

### 6.6.2 昌黎黄金海岸国家级自然保护区

昌黎黄金海岸国家级自然保护区是国务院 1990 年批准建立的首批五个国家级海洋类型自然保护区之一，隶属于国家海洋局和河北省国土资源厅。保护区位

于河北省秦皇岛市北戴河区南部沿海，北起金沙滩沙雕大世界，南至滦河口，东临渤海，西与团林、刘台庄和茹荷三镇接壤，地理坐标介于 $39^{\circ}25'20.99''N\sim 39^{\circ}37'50.81''N$ 、 $119^{\circ}11'37.80''E\sim 119^{\circ}37'9.21''E$ 之间，分为陆域和海域两部分、三个功能分区。2016年6月23日国务院批准调整河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区范围，调整后的河北省昌黎黄金海岸国家级自然保护区总面积33620.5公顷，其中核心区面积11744公顷，缓冲区面积16684公顷，实验区面积5192.5公顷。主要保护对象为海岸自然景观及所在海区生态环境和资源，包括文昌鱼、沙丘、沙堤、潟湖、林带、海水、鸟类等构成的海岸海洋生态系统。

位于昌黎黄金海岸国家级自然保护区南侧，与黄金海岸国家级自然保护区边界2.51km。昌黎黄金海岸国家级自然保护区距离本项目较远，且项目施工期悬浮泥沙不会扩散到保护区范围内，项目施工期不会对保护区产生影响。

本项目用海主要为建设投礁型海洋牧场，是以生态修复与增养殖为目的的生态友好型项目，建成后改善海洋环境质量、恢复渔业资源，因此对昌黎县海域的海洋环境有着优化作用，因此项目营运期与保护区活动相适宜。

### 6.6.3 项目用海对养殖活动的影响分析

本项目用海主要为建设投礁型海洋牧场，是以生态修复与增养殖为目的的生态友好型项目，建成后改善海洋环境质量、恢复渔业资源，对周边的养殖活动有养护作用。人工鱼礁施工过程中部分海域悬浮泥沙的增加将导致受到影响的养殖区海水环境质量下降，从而影响养殖收益。

由于项目所在海域的潮流基本上为往复流，在潮流的作用下，人工鱼礁礁体施工造成的悬浮泥沙向NE和SW向扩散、输运。如图所示，悬浮泥沙浓度超过10mg/L的最大影响距离（东北-西南走向）约为420m。本项目与周边养殖活动的位置关系见图5.1-3。

需要指出的是，本工程为分散单点抛石，抛石历时短（单船抛石历时1小时），抛石过程引起悬浮物含量增加对海洋环境的影响在工程抛石结束后，迅速恢复到背景环境。周边养殖活动均为筏式养殖扇贝，扇贝属于滤食性贝类，根据相关研究，低质量浓度悬浮物不会影响贝类生存，根据悬浮泥沙扩散范围与周边养殖用海活动相叠加，周边养殖活动均位于浓度增量在50mg/L以下区域，因此，项目施工期不会对周边养殖活动造成影响。

项目建成后人工鱼礁沉没于海底后，可在礁体周围形成涡流，促使浮游性水

生物和附着性水生物在此繁衍生长，改善海区的生态环境，进一步提高所在海域的浮游动物的生物量，保障周边养殖用海的环境，对周边的养殖活动具有正效益。

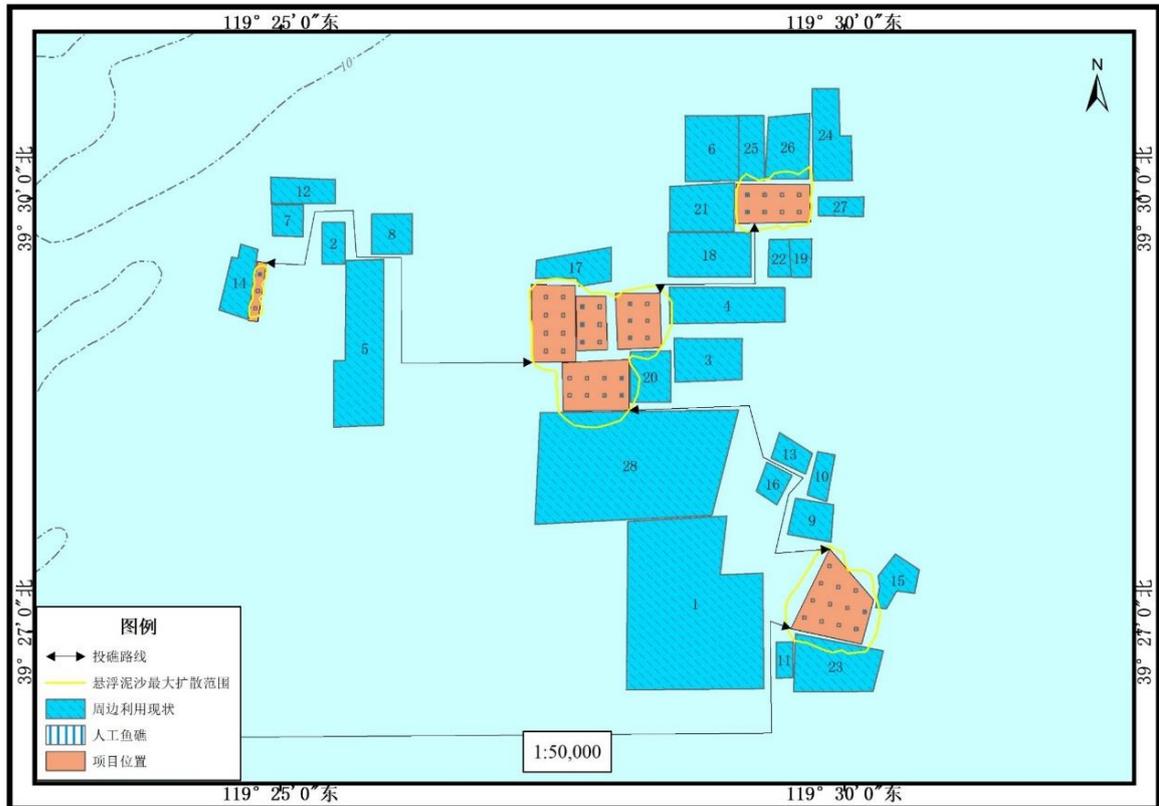


图 6.6-1 养殖活动敏感目标图

## 6.7 大气环境影响分析

本工程对大气环境的主要影响为施工船舶产生的废气及施工扬尘。根据现场勘查，项目所在区域空旷，通风条件较好，故施工机械排放的废气对周围环境影响较小。

## 6.8 固体废弃物处置与分析

本工程施工期的固体废弃物主要为变更前筏式养殖的设施清理产生的清理物及作业人员产生的生活垃圾。

本项目变更前为筏式养殖养殖扇贝，主要的养殖设施包括浮球、阀架、吊笼、缆绳和底樑。其中吊笼已于秋季采捕时完成回收，其余设施均为环保浮球、阀架和缆绳，拆除不会对海水水质造成影响；底樑拆除会产生的悬浮泥沙量较少，类比有关工程施工期打樑所产生悬浮泥沙对海洋环境的影响主要位于工程用海区 50m 范围内。拆除后的养殖设施做好回收工作，可回用于其他项目的生产工作，禁止在申请用海范围内残留养殖设施。施工中产生的生活垃圾严禁乱扔，项目施

工期产生的船舶生活垃圾均委托有固废处理许可的单位处理（见附件 7），做到及时收集、及时清理，不在项目范围内以及项目周边留下任何固体废弃物，从源头控制固废的产生。

## 7 环境风险分析与评价

### 7.1 项目用海风险分析

#### 7.1.1 风险识别

环境事故风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度。本项目主要风险为施工期、营运期自然灾害及船舶碰撞隐患，尤其是船舶碰撞事故，一旦事故发生，就会造成少量燃料油泄漏入海，对海域生态环境产生损害。

同时，人工鱼礁在制造和投放过程中都有可能发生事故。因为无论是混凝土、钢架或其他材料制作的鱼礁都有可能海底出现移动、翻倒、倾倒、碰撞等情况导致鱼礁失落或损毁。在投放过程要动用起重设备，当在起吊、放下和左右转动时礁体会摆动，有时会发生碰撞和下坠事故，所以操作必须十分小心。鱼礁的施工质量要好，否则容易散架解体或降低使用寿命。

因此，确定本项目的风险事故包括自然灾害、溢油及人工鱼礁建设质量带来的事故。本项目人工鱼礁建设项目，在营运期生产活动较为简单，因此环境事故风险主要发生在施工期。

##### 7.1.1.1 自然灾害

###### (1) 风暴潮

风暴潮是指由于强烈的大气扰动如强风、气压骤变等所引起的海面异常变化，使海岸一定范围内出现显著的增水或减水现象。风暴潮通常有热带、温带风暴潮之分。由热带风暴系统（台风、飓风）引起的称为热带风暴潮；由温带风暴系统（温带气旋，强寒潮等）引起的称温带风暴潮。如若风暴潮与天文大潮同位叠加时，这种海面的异常升高现象更为显著，造成极为严重的灾害。

人工鱼礁附近风暴潮增水过程，即可由热带气旋引起，也可由温带气旋引起。减水过程绝大部分是由温带气旋引起的。因此，建设单位选择造礁材料应重点考虑礁体在极端天气条件下的稳定性，在建设和运营期必须注意海区风暴潮及台风预报，并根据该地区风暴潮及台风特点，制定相应的应急预案，将风暴潮或台风带来的灾害降低到最小程度。项目废弃后，企业也应向相关行政主管部门备案，台风和风暴潮来临期间，配合相关部门做好防护工作。

###### (2) 海雾

海雾主要影响船员视程，有时能见度只有几十米，易造成渔船触礁、搁浅、撞船、破网等，对渔船航行及人员安全危害很大。工程区域年最多雾日的分布与年平均雾日分布规律基本一致。海雾的出现随季节的变化而有很大差异，西部以冬春季较多，北部、南部以春、夏季多。

### （3）赤潮

赤潮是水体中浮游生物爆发性繁殖的生态异常现象，已被列入一种海洋灾害。

水体富营养化是赤潮发生的物质基础，适宜的赤潮生物“种子”和自然环境（光照、温度、降水等）是赤潮发生的条件。

对于海洋渔业生产，赤潮是最主要危害因素。赤潮对水产生物的毒害方式主要有以下几种：赤潮生物分泌液或死亡分解后产生粘液，附着在鱼虾贝类鳃上使它们窒息死亡；鱼虾贝类吃了含有赤潮生物毒素的赤潮生物后直接或间接积累发生中毒死亡；赤潮生物死亡后分解过程消耗水体中的溶解氧，鱼虾贝类由于缺少氧气窒息死亡。赤潮发生后同样影响海洋环境，赤潮发生水域 pH 升高，水体透明度降低，赤潮藻类分泌抑制剂或毒素使其它生物减少，海洋生物多样性明显下降。该海域发生赤潮几率较低。

### （4）海冰

盛冰期冰情严重可对船舶及建筑物有一定的破坏力，造成一定的损失。若果在冰期进行施工作业，可能会发生施工船舶被海冰挤压船体受损的情况，极有可能发生污染物泄漏或安全事故，盛冰期码头应停止施工作业。由于本项目是公益性人工鱼礁工程，运营期不进行营运作业，无生产活动，因此，海冰在运营期时可能产生的影响程度较低。

#### 7.1.1.2 人为环境事故

本项目所在海域位置离航道较远，对海上交通运输不存在影响。项目的用海人为风险主要是施工船舶碰撞溢油污染，事故的发生具有不可预测性。一旦发生船舶之间相撞等事故性溢油，对周围海域海洋环境会造成严重污染。通常 1t 石油在海上所形成的油膜可覆盖 12km<sup>2</sup> 范围内的海表面，由于形成的大面积油膜将阻隔正常的海气交换过程，使气候发生异常，也影响食物链的循环，从而破坏海洋生态平衡和降低海洋环境的使用质量，当海域内一次性溢油达到 5t 以上时，将会造成水域的严重污染。

油污染破坏海洋环境给渔业带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时该

海区的鱼虾回避使渔场破坏或引起鱼类死亡，造成海上捕捞渔获量的直接减产；其次表现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，导致了市场价格下降；另外，溢油发生的时间和位置不同，渔业损失相差悬殊。如果油污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最敏感的阶段，油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。黄渤海大部分经济鱼类都是浮性卵，仔鱼多喜浮游生活，它们除受海水油中的可溶性成分的毒性影响外，也极易受到浮在海面上的油膜的影响。

资料表明，船舶溢油污染事故的发生机率较小，为每 25 年可能发生一次。虽然溢油事故发生概率较小，但是一旦发生，便会给区域海洋环境造成严重危害，而且影响持续时间较长，会给人民生命、健康和财产带来长期影响。因此，工程建设期间必须加强对船只航行和停泊的监督和管理，防止此类事故的发生。

在一般的人工鱼礁区域，进行底拖网作业不但会划破拖网网衣，还可能导致礁体的移位，所以在人工鱼礁区域应设立标志，周边海域应禁止拖网作业。由于刺网作业机动灵活，而且对捕捞对象有一定的选择性，因此是一种比较常见的作业方式。但是根据经验，刺网尤其是流刺网作业时容易由于各种原因而流失网衣，这些流动的网衣可能会由于海流的作用而缠绕到人工鱼礁礁体上，导致人工鱼礁区域的许多鱼类由于网衣的刺挂和缠绕而死亡。因此在人工鱼礁及其周边区域的刺网作业也应该进行一定的限制。休闲游钓是人工鱼礁区发展的目标，钓鱼时往往丢失鱼钩和铅坠，大量丢失的铅坠沉积在海底，将产生铅污染，因此应改变使用铅坠为铸铁坠、陶瓷坠或石坠。

尽管人工鱼礁安放在海底较深处，船只的航行影响较小，但礁体投海后存在有移位的风险，从而存在影响其它船只航行、作业的风险。因此工程建成后，企业应向行政主管部门上报，在相关海域海图上标名人工鱼礁区域的位置和范围，并且在海上用浮标或其他标志标示出来，以便于在附近航行或从事其他作业的船只识别。

## 7.1.2 环境事故影响分析

### 7.1.2.1 施工船舶溢油事故风险影响

项目建设期一旦发生溢油事故，对水生生物和渔业资源的影响将是巨大的。石油污染危害是由石油的化学组成、特性及其在水体里存在的形式所决定的。在

石油不同组份中，低沸点的芳香族烃对一切生物均有毒性，而高沸点的芳香烃则具有长效毒性，均会对水生生物的生命构成威胁和危害，甚至导致其死亡。溢油进入海洋以后，一般以三种形式存在于海洋环境之中。一是飘浮在海水表面，形成油膜；二是溶解或分散在海水之中，形成溶解和乳化状态；三是形成凝聚态残余物，漂浮在海面或沉积在海底。

油膜在海面停留时间较长，它将影响海水与大气之间的物质交换和热交换，使海水中氧含量、化学需氧量、温度等因素发生变化，并影响生物的光合作用及生理生化功能。溶解分散于水体中的石油组份使海水中的油含量急剧增加，改变了海洋的环境质量，因而会对海洋生物产生直接的影响或危害。溶解在海水中的石油毒性与其组份性质及其分散程度有关，芳香类化合物的毒性较大，且芳环的数目越多，毒性越大。漂浮的颗粒态石油残余物焦油球是进入海洋的石油风化产物。焦油球挥发和溶解作用缓慢，焦油球为半固态，不会对海洋生物产生明显的影响，但它的存在改变了海水的环境质量，破坏了海洋景观。一旦发生溢油，将对海洋环境产生以下影响：

#### (1) 溢油对生态系统的影响

在溢油影响区，进入水体的油类对水生生物产生严重影响。首先，在油膜扩散的低浓度区域，由于油膜的隔离，阻碍了海水一大气界面上的物质与能量交换，水层光照减弱，作为食物链中基础营养层次的浮游植物生长受到抑制，初级生产力下降：稍高浓度的水中油，可造成贝类大量死亡：在繁殖季节里，海水的油污染会使鱼虾蟹类回避迁移，使产卵场育幼场消失，或产下的卵子不能孵化，或幼体发育不良而死亡，进而影响到附近海区生态系统鱼虾蟹类的生产力和生物量。

国内外许多毒性实验结果表明，浮游植物作为鱼虾类饵料的基础，其对各类油类的耐受能力均很低，浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L。对于更敏感的生物种类，即使油浓度低于 0.1mg/L 也会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

不同种类底栖生物对石油浓度的适应性具有差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小。软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油，如：0.01ppm 的石油可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持续达半年之久。受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制，进而导致死亡。当水体中石油浓度在 0.1~0.01ppm 时，对某些底

栖甲壳类动物幼体有明显的毒效。

## (2) 溢油对渔业资源的影响

项目周边海域，分布着较多筏式养殖、池塘养殖及底播养殖区，且有部分海域时人工育苗基地。在产卵孵化期和育肥期一旦有溢油发生，渔业资源必将受到严重冲击。进入海洋环境的原油，在波生湍流扰动下形成乳化水滴进入水体，直接危害鱼虾的早期发育。

据黄海水产研究所对虾活体实验，油浓度低于 3.2mg/L 时，无节幼体变态率与人工育苗的变态率基本一致，但当油浓度大于 10mg/L 时，无节幼体因受油污染影响而致变态率明显下降。对虾的蚤状幼体对石油毒性最为敏感。浓度低于 0.1mg/L 时，蚤状幼体的成活率和变态率基本一致，即无明显影响。当浓度达到 1.0mg/L 时，蚤状幼体便不能变态，96hLD50 值为 0.62~0.86mg/L，安全浓度为 0.062~0.086mg/L。浓度大于 3.2mg/L 时，可致幼体在 48h 内死亡。

石油对鱼类的影响是多方面的，可以引起鱼类的摄食方式、洄游路线、种群繁殖改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。以对鲱鱼的实验为例，当石油浓度为 3mg/L 时，其胚胎发育便受到影响，在 3.1~11.9mg/L 浓度下，大部分孵出仔鱼多为畸形，并在一天内死亡。对真鲷和牙年鱼也有类似结果。当海水油含量为 3.2mg/L 时，真鲷胚胎畸变率较对照组高 2.3 倍；牙鲜孵化仔鱼死亡率达 22.7%，当含油浓度增到 1mg/L 时，孵化仔鱼死亡率达 84.4%，畸变率达 96.6%。

Linden 的研究认为原油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。综上所述，溢油对滩涂贝类养殖区的污损，会对工程海区渔业造成严重损失。此外，溢油会对捕捞渔业造成直接损失。溢油漂移期间，这些渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。

本项目作为人工鱼礁工程，其自身具有较好的生态修复功能，有助于恢复渔业资源，修复海域生态，提供海洋生物栖息地，促进增长经济生物资源量。如若施工过程中一旦出现船舶溢油事故，将对生态环境修复起到极大的反作用，因此项目应着重预防溢油事故发生。但就本项目施工工艺与工程量而言，运输船舶数

量较少，船舶吨位有限，油舱较小，运输及投礁海域远离港口航道，船舶航行水域较为开阔，发生碰撞、搁浅等可能造成溢油事故的概率较低，因此溢油事故风险程度较低。

综上所述，溢油一旦发生会对周边海洋环境产生严重影响，因此在海上施工作业、船舶航行作业中要严格按规程操作，做好风险事故的防范工作，避免船舶事故、溢油事故的发生。如发生溢油事故后，随着时间的推移，溢油扩散的范围迅速增加，从而使得油膜更薄，更分散，回收难度也更大，因此，只有在溢油发生的初期及时采用围油栏等设施，才能有效地进行溢油回收。

#### 7.1.2.2 风暴潮事故风险

风暴潮期间大气扰动强烈，气压骤变，引起海面异常变化，使近岸海域出现显著的增水或减水现象。如若风暴潮与天文大潮同位叠加时，这种海面的异常升高现象更为显著，造成极为严重的灾害。风暴潮侵袭过程中，由于大风大浪的破坏性作用，可能产生礁体移位等风险，导致人工鱼礁无法发挥原有的作用。

#### 7.1.2.3 赤潮风险

赤潮是近海水域中一些浮游生物爆发性繁殖或高密度聚集而引起水色异常和水质恶化的一种自然现象。赤潮发生会造成海域大面积缺氧，导致水生动植物大量死亡。

##### (1) 赤潮风险后果分析

赤潮是海洋中一些微藻、原生动物或细菌在一定环境条件下爆发性增殖或聚集达到某一水平，引起水体变色或对海洋中其他生物产生危害的一种生态异常现象。赤潮生物的异常爆发性增殖，导致了海域生态平衡被打破，海洋浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物相互间的食物链关系和相互依存、相互制约的关系异常或者破裂，这就大大破坏了主要经济渔业种类的饵料基础，破坏了海洋生物食物链的正常循环，造成鱼、虾、蟹、贝类索饵场丧失，渔业产量锐减；赤潮生物的异常爆发性繁殖，可引起鱼、虾、贝等经济生物瓣鳃机械堵塞，造成这些生物窒息而死；赤潮后期，赤潮生物大量死亡，在细菌分解作用下，可造成区域性海洋环境严重缺氧或者产生硫化氢等有害化学物质，使海洋生物缺氧或中毒死亡；另外，有些赤潮生物的体内或代谢产物中含有生物毒素，能直接毒死鱼、虾、贝类等生物。

##### (2) 病原生物风险后果分析

上世纪 90 年代以来,我国海水养殖规模不断扩大,养殖病害也越来越严重。病原生物和细菌是导致鱼类病害爆发的最重要原因,然而导致大规模死亡的病原生物种类并不太多,主要是病毒、细菌和体内寄生虫 (Endoparasites),其中贝类体内寄生原生动植物病害最为普遍,危害最大。

#### 7.1.2.4 海冰风险影响分析

本项目作为人工鱼礁工程,是以生态修复与增养殖为目的的生态友好型项目,工程建成后涉及到的生产环节较为单纯,仅为采补等,构筑物全部为水下或海底工程,海冰不会对工程构筑物产生影响,仅对采补船舶产生航行影响。但冬季基本不进行采补作业,因此海冰可能对本项目造成的风险微弱。

#### 7.1.3 其他风险与措施

##### 7.1.3.1 鱼礁移位、失落或损失

由于区域的海洋动力学条件、台风浪和海流的巨大作用力可能会导致鱼礁被投放以后几个月甚至更短的时间内就已经消失或者损毁,甚至被移到航道附近,影响船舶的正常通航。显然,这是选点不当,对礁体的稳定性未作研究计算,草率施工所致。

本海域所在海域潮流流速小,并且受台风的影响概率较低,人工鱼礁发生移位、失落和损毁的概率较低。但在项目施工过程中及施工结束后也应定期进行探查,检查鱼礁是否移位损坏。

##### 7.1.3.2 被淤泥掩埋鱼礁失效

有些鱼礁被投放后不到一年就被淤泥掩埋一半甚至被淹没而失效。因此鱼礁工程的选点投放,不应只为了避免上述第一个问题的发生而一味选择缓流区,要考虑到水体泥沙含量和海底淤积速度。大多数的人工鱼礁有效期应达到 20 年左右。

本海域没有外源性的河流,泥沙来源少,海底淤积速率较低,人工鱼礁被掩埋失效的几率很小。

##### 7.1.3.3 礁区违法捕捞,破坏资源

人工鱼礁有十分明显的集鱼效果,有些鱼礁投放后几个星期甚至几天就能诱集到大量的鱼类在礁体周围,这就方便了捕鱼者的集中捕捞,一网打尽。更有甚者用大型围网把小型礁区包围起来,然后采用各种手段进行彻底歼灭。如果这样,人工鱼礁就完全失去了原有的意义,不但未能起到保护海洋生态环境和保护渔业

资源的作用，相反地为破坏资源的行为提供了条件。造成这种现象的原因，显然是管理问题和宣传教育力度不够。

项目建设单位应建立健全规章制度、加强管理，公司安排专人昼夜看管相关海域，使人工鱼礁遭到过度捕捞的几率降至最低。

#### 7.1.4 渔船航行及捕捞作业风险分析

##### 7.1.4.1 鱼礁区渔船航行风险因素分析

人工鱼礁工程建成后，在工程外围四个角点设置航标指示物，正常情况下不会对渔船等在该海区活动的船只造成安全隐患。但在恶劣天气条件下，渔船航行可能受到风浪影响而偏离航路，驶入鱼礁区，产生安全影响。

##### 7.1.4.2 类似事故案例

恶劣天气下渔船触礁事故常有发生，2004年5月13日，辽绥渔5556号渔船在山东烟台龙须岛距离岸边1海里处触礁沉没，当时船上共有8人，其中绥中籍渔民7人，外地收购商1人。事故中2人获救，其余6人下落不明。该船属木质结构，“三证”齐全且救生设备齐备。据有关人员分析，此次渔船触礁事故的发生主要原因是渔民安全生产意识淡薄，思想麻痹大意，在夜间航行中没有加强瞭望所致。

2013年9月2日，福建漳州一艘渔船触礁，船舱大量进水。触礁后，船上三名船员自救未果，拨打了电话报警求助。消防官兵到达渔船触礁海域附近，发现一艘渔船停在离岸边约15米远的海面上，船身下沉，稍稍倾斜，船上两名船员正在将船舱里的鱼装箱搬到旁边的小渔船上。据悉，该遇险船是晚上出海捕鱼归来，由于今天海浪大、风力强，致使船舶偏离航道，在南炮台附近海面不慎触礁，船舱破损，大量进水。

2013年4月1日，在福建龙海斗美避风港附近海域有一艘闽龙渔辅60868渔船触礁，船只失去动力，船体发生严重倾斜，可能侧翻。据悉，该遇险船只是一艘收渔船，准备从洒屿岛出发到斗美码头卸货，由于当日海浪大、风力强，致使船舶偏离航道，不慎触礁，发生严重倾斜，从而导致事故的发生。

由以上典型触礁案例可知，触礁事故主要原因为安全生产意识较薄弱，思想麻痹大意，在夜间航行中没有加强瞭望，或因遇到极端海况，风浪较大，做成船舶偏离航路，造成船舶触礁事故发生，带来渔民生命与财产损失。

## 7.2 环境风险防范对策措施和应急方法

### 7.2.1 风暴潮灾害防范与应急措施

为切实做好运营期防风暴潮工作，确保在风暴潮来临及其它紧急情况下能采取及时有效的措施，最大限度地减少海上突发性事件所造成的人员财产损失，应制定应急预案。

(1) 风暴潮来临前，应急抢险防护领导将组织有关部门对养殖围堰上的防风暴潮和抢险救助工作情况进行督查。

(2) 当热带风暴北上中心位置进入北纬 33 度，并可能对当地产生较大影响时，各部门的防风暴潮工作应立即进入戒备状态，主要领导要迅速进入防风暴潮工作岗位，相关设备必须处在备战状态。要严格 24 小时值班制度和大风天气领导带班制度，认真收听天气预报，掌握台风变化动态，及时传递风情信息，确保通讯联络畅通。

(3) 风暴潮来临，各部门要加强值班，及时汇报有关情况，不得出现断岗和脱岗现象。重点部位要重点巡视，发现问题要立即上报。

(4) 风暴潮过后，应立即组织力量修复作业区设施和设备，及时恢复生产。同时，立即组织有关人员进行事故调查和善后处理工作，并尽快将损失情况和事故调查处理情况及时上报

### 7.2.2 海冰灾害防范与应急措施

为避免海冰危害，保证工程安全，应该采取以下措施：

(1) 在工程设计和施工时应该充分考虑海冰的影响。

(2) 制定海冰灾害应急预案，冬季密切关注冰情变化，及时获取海洋行政主管部门发布的海冰讯息，适时启动预案，在海冰灾害出现时，积极做好防冰、破冰、除冰工作。

(3) 加强基础设施日常检查、检修，认真落实海冰安全防范措施。

(4) 养殖单位应根据季节更替制定运营期和休渔期运作方案，掌握养殖刺参的繁殖及生长规律，避免因水温等变化影响水产安全及质量。渔业技术推广部门加强对养殖户的渔民灾害防范意识的培训，提高对海洋灾害的危害性的认识。

### 7.2.3 赤潮灾害防范与应急措施

为减轻赤潮灾害所造成的重大生态破坏及经济损失，养殖业主及地方政府重

点关注以下防范与应急措施：

建设海水水质的监测监视预防控制的工作体系，配置必需的仪器设备，委托第三方监测检测单位定期开展水质评估调查。建立赤潮灾害应急响应系统及方案，联合地方政府采取应急行动，减轻灾害损失。

控制入海污染物的总量，从源头上减少富营养物质的工农业废水排入海。

减缓刺参养殖业自身对海洋生态环境的影响，根据水域的环境条件，选择一些对水质有净化作用能力的水产品种辅助生养，并合理确定养殖密度，控制投放的饵料成分及分量。

建立良好的海洋生态环境，减少有害物质进入用海区域的养殖系统，防止水质恶化，并在杜绝污染源的同时，对已受污染的海域要采取有效措施治理。

## 7.2.4 工程事故预防措施

### 7.2.4.1 施工船燃料油泄露事故

#### (1) 应急组织调度系统

①应急计划的日常管理工作由施工方管理部门负责，设置中心调度组织并按职责分工，落实应急计划的人员培训与演练，应急设备的配置与维修保养，以及应急计划的预算等。

#### ②中心调度的功能及构成：

中心调度接受施工方管理部门的指导，直接领导各应急防治队伍，对应急响应的全过程实行指挥。中心调度应急指挥部由总指挥、副总指挥、工作人员等共同组成。其中总指挥和副总指挥由施工方主管领导担任。

#### ③主要职责

中心调度主要职责：协调油污事故处理过程中的重大问题（如决定是否请求相关单位增援等），启动指挥各项行动，将事故发展趋势向上级报告，组织员工分析事故原因。

总指挥职责：负责对外联系，启动应急计划，决定重大问题，查明事故原因。

副总指挥职责：负责现场组织指挥，协调各应急队伍抢险行动。

#### (2) 应急队伍的组成与分工

#### ①应急队伍的组成：

应急队伍是执行应急计划骨干人员。根据风险分析和油污应急的需要，应急队伍由各施工船舶工作人员及陆域协调工作人员组成。

应急队伍分工：

现场安排监护人员进行警戒，其他人员立即从应急物资仓库领取备用围油栏，送入现场并在油源周围布防以免油污扩散。

溢油船舶人员积极进行船体维修，确保立即中断溢油源，防止事态扩大。

如果溢油较为严重，将酿成大面积污染，应立即上报海事主管部门。

应急队伍在应急中，要绝对服从中心调度的指挥。

### （3）应急报告程序

#### ①应急报告

溢油事故一旦发生应立即报告中心调度，以便积极进行事故处理，减少损失。

#### ②报告程序

中心调度组接到事故报告后，立即使用快速通讯手段下达指令执行应急计划，动员应急队伍开展各项应急行动控制事故，减少事故损失。在事故的应急反应的全过程，应急部门及时向当地海事局报告，保持联系，取得指导和支持。

### （4）应急反应程序

#### ①应急反应程序从现场事故源出现开始启动

②应急措施:报告与报警；应急防治队伍待命与行动；污染事故应急措施捞污。

船舶溢油应竭尽全力对污染物采取围油栏围油、污油吸附材料等，必要时在海事部门同意的前提下，使用消油剂，防止及控制油品污染水域。

③在全部应急程序的运作中，始终保持事故信息的畅通，从事故情况的询问调查到应急指令的正确下达，措施执行的动态反馈，都需要中心调度有良好的信息处理能力。

（5）考虑到附近港口现已有相关应急设备，且本工程距离港口较近，因此，本工程不再配备相关应急设备，与港口共用。

应急设备的管理：

设备库由中心办公室负责日常管理；

①各单位负责指派专人做好溢油应急设备与器材的管理工作，确保设备与器材保持良好状态，每年向中心办公室报告应急设备与器材状况；

②每年各单位的溢油应急设备与器材的管理状况至少检查一次。

### （6）施工运营船舶管理要求

①建设单位应做好与海事、航道等相关单位的沟通、协调工作。

②落实施工船舶的准入、准出制度，配合相关部门组织施工及运营期船舶进行定期安全检查。

③建设单位负责设置船舶管理、调度机构，并配备相应的专门的管理、调度人员。调度人员应该认真负责调度施工及运营船舶，确保通航安全。

④加强与当地海事及气象水文部门的联系，每日收听气象预报并做好记录，随时掌握当地气象情况并及时传送至本分部各施工船舶，以便采取相应措施。

#### 7.2.4.2 人工鱼礁建设事故

在施工结束后，该建设区域应设置相应的禁航与禁渔标志，以标识范围和提醒过往船只注意。标志的设置应醒目、易懂。施工方应对施工过程中渔礁的投放位置进行精确的测量，并报海事部门发布航行通告，征得海事部门对该示范区项目区域进行有效监管，以利航经该水域的船舶安全避让。

另外，由于礁体易受到大风浪与较强海流的影响而产生滚落和移位，所以应加强对所投放礁体的监控，防止其移位。

具体风险防范措施如下：

(1) 严格执行关于该水域禁航区和禁渔区的规定，发布航行警告和航海通告，在海图上进行准确标注，加强 VTS 监管；

(2) 加强对附近水域渔船的宣传、教育、培训和监管。根据渔船的特点，与渔政部门配合对渔船进行监督和管理；

(3) 对违反规定的船舶依法处理。对违反禁航与禁渔规定的商船和渔船严格依法处理，保证相关法律法规在执行上的严肃性。

(4) 对施工船舶严格管理。加强施工和运输船舶人员的安全培训，确保施工船和航行于渔礁工程附近的船只都要严格遵守《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》，采取必要的措施，确保施工正常进行和过往船只的航行安全。

(5) 对渔礁的管理与监控

对本项目所投放的渔礁的建设情况须进行连续不间断的监控。监控的项目包括：渔礁礁体的位移、倒塌与损坏的情况，专用标志及设施的位置与工作状况等。以便及时修复、复位以免造成危害和不良影响。

总之应根据渔礁的特点和附近海区船舶通航的特点，采取积极的对策，在交

通管理方面制定或修改相应的保障措施或方案，并制定事故应急预案，尽可能消除安全上存在的隐患。

#### 7.2.4.3 船舶碰撞事故预防措施

在工程施工中对船舶管理应采取以下措施：

(1) 本工程取得海事机构安全性许可后，在具体组织实施施工 15 日前，建设业主、施工作业单位还应向所在辖区的海事机构申请办理水上水下施工作业许可。经海事机构审批同意，划定施工作业水域，核发《水上水下施工作业许可证》后，并发布航行通（警）告后方可施工。在施工过程中，施工作业者应严格按海事机构确定的安全要求和防污染措施进行作业，并接受海事机构的现场监督检查，做到既要保证施工顺利进行，又要保证施工水域通航安全。

(2) 船舶驾驶员的业务技术应符合要求。

(3) 应实施值班、瞭望制度。

(4) 做到有序施工，施工船在预先规定的区域内作业，严禁乱穿乱越。

(5) 施工单位根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。

(6) 实施施工作业的船舶、排筏、设施须按有关规定在明显处昼夜显示规定的号灯、号型；在现场作业船舶上应配备有效的通信设备。

(7) 避开在雾季、台风季节和冬北季风期间施工，在遇到不利天气时及时安排施工船舶避风，禁止在能见度不良和风力大于 6 级的天气进行作业。

(8) 施工船舶以船为单位、以船长为组长组成各船的安全小组，负责本单位的安全宣传、教育，制定安全生产措施以及日常的安全监督、检查等，执行安全领导小组的决定，落实安全措施，分解安全责任落实到人。

(9) 成立安全生产组织，设立安全员，负责日常安全生产工作，监督水上作业人员全部穿好救生衣，佩戴安全帽。

(10) 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

#### 7.2.5 海水养殖病害预防措施

解决刺参海洋水产品的养殖病害问题要坚持预防为主、药物治疗为辅的原则，以减少疾病的发生为主要目的。目前，国内外病害防治的先进技术和前沿研究、

开发领域大多集中在生态防病、免疫预防技术等方面，这些技术符合环境友好型发展战略；另外注重健康养殖模式是防治病害发生、提高养殖效益的重要手段。

具体的预防及应急措施有以下几个方面：

建立健全检疫制度，安排定期巡查工作。注意观察水体和养殖生物的活动与摄食情况，及时发现可能的致病因素，尽早采取适当防治措施，减少损失。大力开展健康苗种培育工作，选购选购苗种时，应选购经过检验检疫的苗种，避免苗种携带病原。

加强水源管理，及时调节改善水质。养殖前，应做好水体消毒等工作，杀灭各种有害病原。定期监测养殖水体情况，及时排换水，排换水时应严格经过过滤、沉淀、消毒以及爆气；定期用生石灰、二氧化氯、碘制剂等进行消毒；使用微生物制剂调理水质，要适当延长增氧机运转时间，尤其是下雨、无风、光照不足时要及时开启，防止缺氧造成损失。

一旦发现病害，应及时联系当地病害防治技术人员，科学合理用药，严禁使用违禁药物。

#### 7.2.6 渔船航行及捕捞风险事故预防与应急措施

如渔船遇到不利天气条件，可能在鱼礁区附近海域发生“触礁”事故时，应采取预定有效的应急措施。

(1) 预警信息监测与预报，及时向有关方面发布预警信息，包括气象、海洋、水文、地质等自然灾害预报信息。

(2) 有关单位、船舶和人员应注意接收预警信息，根据不同预警级别，采取相应的防范措施，防止或减少海上突发事件对人命、财产和环境造成的危害。

(3) 发生海上突发事件时，可通过海上通信无线电话、海岸电台、卫星地面站、应急无线电信标或公众通信网(海上救助专用电话号“12395”)等方式报警。

(4) 通知有关部门组织人员进行遇险人员的医疗救护，包括远程海上医疗咨询、医疗指导、派出医疗人员携带医疗设备赶赴现场执行任务、为接收伤病人员做出必要的安排。

(5) 专业救助力量应将值班待命的布设方案和值班计划向搜救机构报告。值班计划如有调整，应提前报告，调整到位后，要进行确认报告。

(6) 紧急情况下动员社会力量，指导社会力量，携带器材、装备赶赴指定

地点，进行工作安排。

(7) 人工鱼礁区的准确位置记录在案，发布航海公告，并在最新的海图上标明；

(8) 在礁体上设置航标灯或标志物；

(9) 鱼礁投放后要定期做工程跟踪，潜水观察礁体是否移位，如发生移位，则要重新记录在案，并发布公告。

## 8 清洁生产分析

清洁生产工艺已经成为我国循环经济和可持续发展的重要要求。清洁生产工艺主要包括不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害等方面。

### 8.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

本项目主要为人工鱼礁工程，施工过程中采用以下措施：

(1) 设备选择合理、适合本工程施工条件的机器设备，尤其是要尽量选择能耗低、效率高的施工机器，提高施工效率，减低能耗。

(2) 确保施工废水和垃圾按有关环境规定集中处理，各种施工机械采用优质油品，减少废气排放。

(3) 加强施工计划和管理统筹考虑，制订详细切实可行的施工计划，本工程在施工前采用招标方式选定专业施工队进行，合理安排施工工序，特别是各施工工序间的衔接，选择合理的流水节拍和施工速度，尽量使设备、人员的使用强度趋于平均，避免产生大的波动，以减少不必要的进退场时间和能源浪。并设置监理部门对工程的建设进行监理，在保证工程质量的同时，可避免因质量问题返工而造成大量的原材料浪费，增加环境负担。在施工总进度编排上，合理安排施工工期。

本工程施工期间采取的措施体现了“清洁生产”的基本思想，尽可能使工程建设所带来的环境负影响减少到最低程度。由上述可知，本工程施工过程中所采取各项措施先进、符合清洁生产的原则，起到了从生产源头控制污染物的发生、保护环境的目的，工艺较清洁。

### 8.2 建设项目清洁生产评价

本工程制定了严格的施工管理制度、机械维护保养计划、应急预案，并严格执行污染物排放标准、建立清洁生产审核制度，确保本工程在营运期能够达到防治污染以及进行清洁生产的目的。

综上所述，施工期污水与固废按照要求收集处理，悬浮物水对周围海洋环境的影响随着施工的结束而结束，并采取有效措施减少施工对海洋环境的影响。因

此施工期符合清洁水平的要求。

## 9 总量控制

### 9.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

根据《“十三五”主要污染物总量控制规划编制指南》，在“十二五”化学需氧量（COD）和二氧化硫（SO<sub>2</sub>）两项主要污染物的基础上，“十三五”期间国家将氨氮和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）纳入总量控制指标体系，对上述四项主要污染物实施国家总量控制，统一要求、统一考核。

因此，确定本项目总量控制对象为 COD 和氨氮。

#### 9.1.1 施工期污染物排放总量

本项目各阶段污染物排放种类、排放方式与排放量具体见表 9.1-1。

表 9.1-1 施工期主要污染物发生情况

阶段	环境要素	产污环节	排放种类	污染物产生量	排放方式	已采取措施
施工期	水环境	悬浮泥沙	SS	3.4kg/s	-	自然排放
		生活污水	COD	生活污水产生量为0.4m <sup>3</sup> /d， COD、氨氮和SS排放量分别0.16 mg/d、0.016 mg/d和0.092mg/d。	不排 放	统一收集后交由有资质 单位处理，不得外排入 海
			氨氮			
	SS					
	机修油污水	石油类	油污水产生量0.42t/d 石油类产生量0.126t	不排 放	统一收集后交由有资质 单位处理，不得外排入 海	
	固体废物	施工、 生活固废	垃圾	5.0kg/d	间断	统一收集后交由有资质 单位处理
	水环境	生活污水	COD	生活污水产生量为38.4t/a， COD、氨氮和SS排放量分别为 15.36kg/a，1.54kg/a，8.83kg/a	不排 放	统一收集后交由有资质 单位处理，不得外排入 海
氨氮						
SS						
		机修油污水	石油类	含油污水产生量为56t/a，石油类的 浓度5000mg/L，石油类产生量 为0.28t/a	不排 放	统一收集后交由有资质 单位处理，不得外排入 海
	固体废物	施工、 生活固废	垃圾	800kg/a	间断	统一收集后交由有资质 单位处理

#### 9.1.2 营运期污染物排放总量控制

项目营运期无污水产生，无需总量控制。

## 9.2 污染物的排放消减方法

根据上述分析，本工程受控污染物主要为施工期的生活污水，其排放消减方法为交由有资质单位处理，不得外排入海，本项目已采取该措施。

## 9.3 污染物排放总量控制方案与建议

本项目为人工鱼礁工程，为生态修复项目，建成后改善海洋生态环境，污染物统一收集处理，不会对周边海域水质、生态环境产生不良影响。因此，本项目不需要申请总量控制指标。

## 10 环境保护对策措施

### 10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

本项目为人工鱼礁工程，为生态修复项目，建成后改善海洋生态环境，为减少其施工活动的影响程度和范围，施工单位在制定施工计划、安排进度时，应充分考虑到项目所在区域及附近海域的环境保护问题，制定详细的施工作业计划，合理安排施工进度，尽量避开主要经济鱼类的产卵繁殖期和错开旅游旺季，营运期做好生活污水、垃圾及含油污水的收集工作。针对工程项目可能存在的环境问题，本环评提出主要污染防治对策措施如下：

#### 10.1.1 水污染防治措施

1、为减少项目施工悬沙入海污染海洋环境影响，建设单位应严格按照施工工艺施工。

2、生活污水收集后统一交由有资质单位处理，不得外排入海。

3、施工期间提高施工人员的环保意识，严格施工监督管理，并合理安排好施工进度。

4、为避免施工机修油污水对海洋水质产生影响，环评建议采取以下措施：

①机修油污水收集后统一交由有资质单位处理；

②施工船舶应加强管理，要经常检查机械设备性能完好情况，对存在“跑、冒、滴、漏”严重的船只严禁参加作业，以防止发生机油溢漏事故；

③严禁施工船舶向施工海域中排放废油、残油等污染物；不得在施工区域清洗油舱和有污染物质的容器。

#### 10.1.2 废气污染防治措施

1、合理选择施工运输路线，避免误入周边的养殖区。

2、加强船舶、机械维护，保证正常运行、安全运行，减少尾气排放。

#### 10.1.3 固废污染防治措施

1、船舶生活垃圾统一收集，委托有资质的单位进行处理。

2、拆除后的养殖设施做好回收工作，可回用于其他项目的生产工作，禁止在申请用海范围内残留养殖设施。

### 10.1.4 环境风险防范措施

1、施工期应密切关注风暴潮预报，制定防风暴潮应急预案，做好防范和应对措施，避免风暴潮造成的损害；

2、施工机器必须遵守交通管理法规，并加强施工期监护；在施工期间加强值班了望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作；施工作业机器在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向上级海事局船舶交通管理中心报告；

3、制定突发环境事件应急预案。

### 10.2 建设项目各阶段的非污染环境保护对策措施

由于工程建设引起的海域生态等非污染环境影响环境保护措施主要有：

1、平面布局合理化尽可能少占用海域资源；

2、本项目自身为生态修复类工程，对海洋生态有正面效益。

### 10.3 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施

1、施工管理环境管理人员仍应加强管理，实施施工期的跟踪监测，当监测点水域中悬浮物浓度超标时，应暂停施工并合理安排施工进度。

2、生态补偿

综上所述，本工程人工鱼礁施工造成海洋生物损失量为浮游植物  $7.578 \times 10^{14}$  个，浮游动物 3845.86kg，仔稚鱼  $2.4644 \times 10^6$  尾，鱼卵  $1.248 \times 10^7$  粒，游泳动物 545.5725kg，底栖生物损失量为 111.14kg。经计算，造成海洋生物资源损失经济价值 115.71 万元。

根据《全国生态环境保护纲要》，为了缓解和减轻工程对所在的海区生态环境水生生物的不利影响，建设单位可参考本报告书中提供的海洋生物和渔业资源损失的相关数据，按照国家自然资源主管部门的要求，就具体的补偿方式、时间等问题进行协商，按照主管部门的指导意见落实补偿，并接受监督。

### 10.4 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

本项目的建设项目的环境保护设施和对策措施一览表见表 11.4-1。

表 11.4-1 环境保护设施和对策措施一览表

序号	环境保护对策措施	具体内容	规模及数量	预计效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
----	----------	------	-------	------	-------------	-----------

一、水环境保护措施	生活污水	委托有资质单位处理，不得外排入海	-	收集污水	施工期间	交由有资质单位处理，见附件7
	机修油污水	机修油污水应由建设单位委托有资质的单位进行接收处理。	-	收集施工船舶油污水	施工期间	交由有资质单位处理，见附件7
	悬浮泥沙	建设单位应严格按照施工工艺进行施工	-	-	施工期间	-
二、环境风险防控	应急预案	风暴潮、海冰及溢油应急预案	自然灾害及突发环境事件应急预案	预防自然灾害及突发事件对工程的破坏	施工前编制完成	建设主体负责制定
三、海洋生态和生物资源保护	生态补偿	可采用增殖放流等方式	造成海洋生物资源损失经济价值115.71万元	对施工造成底栖生物、渔业资源损失进行恢复和补偿	施工结束后进行	建设主体牵头，海洋与渔业主管部门监督
四、其他环境保护对策措施	垃圾收集	由建设单位委托有资质的单位进行接收处理	-	收集施工船舶垃圾	施工期间	交由有资质单位处理，见附件7
	养殖设施回收	拆除后的养殖设施做好回收工作，可回用于其他项目的生产工作，禁止在申请用海范围内残留养殖设施。	-	收集拆除的养殖设施	施工期间	建设主体自行回收处理

## 11 环境保护的技术经济合理性

### 11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

根据国家环境保护法律、法规的规定，建设项目应执行环境保护“三同时”制度，即环境保护设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

本项目涉及的施工期环保措施包括：水污染防治、固体废物处置、环境管理等。根据《建设项目环境保护设计规定》规定的原则，项目环保投资约为 175.71 万元，占工程总投资 3861 万元的 4.55%，详见表 11.1-1。

表 11.1-1 主要环保措施及费用估算一览表

项目	环保设施名称	投资估算（万元）
施工期	施工期环境监理	20
	施工期及营运期生活污水、机修油污水与固废接收处理费用	20
	施工期环境监测费用	20
	生态补偿	115.71
合计		175.71

### 11.2 环境保护的经济损益分析

#### 11.2.1 正面效益

##### 1、可以有效改善生态系统

海洋牧场项目包含人工鱼礁和开放式养殖，建设的功能定位为生态修复、资源养护和扩增碳汇，因此项目建设有利于维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性；有利于周边海域环境质量向好的方向变化。

##### 2、是城市整体建设的需要

本项目用海主要为建设投礁型海洋牧场，是以生态修复与增养殖为目的的生态友好型项目，建成后改善海洋环境质量、恢复渔业资源，对周边的养殖活动有养护作用。工程的实施，其环境、社会效益十分显著，是一项满足“可持续发展”要求的生态治理工程，为秦皇岛市构筑生态型、国际型、现代的旅游型新城市提供了强有力的支撑。

##### 3、

#### 11.2.2 负面效益

本项目水下人工鱼礁的建设会占用部分海域及产生悬浮泥沙对海洋生物资

源造成一定程度损害，经初步估算，本项目造成的生物资源损失为 115.71 万元。

### 11.2.3 环境保护的技术经济合理性

本项目为了降低工程施工期间对项目所在地大气、固废环境和海域环境所造成的影响，施工单位应加强施工场地的环境管理，加强对施工人员的环保教育，提高施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，制定施工环境管理制度。项目的建设修复了海洋生态系统，有效改善和恢复改善海洋环境质量、渔业资源，对区域经济的发展有很好的促进作用，虽然在施工建设过程中对海洋生物资源造成一定的损失，对工程周边的海域生态环境环境也会产生短暂影响，但这些影响是可以恢复的。

综上所述，工程的实施具有较好的经济效益、社会效益。虽然项目建设会对生态环境造成一定的影响，但在严格执行本环评报告书提出的环境保护措施后其环境影响是可以接受的。因此从环境经济角度出发，本工程的建设是可行的。

## 12 海洋工程的环境可行性

### 12.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

#### 12.1.1 项目所在海域海洋功能区分布

根据海洋功能区划图，本项目用海区位于“滦河口农渔业区（1-8）”，其周边海域的海洋功能区主要有“黄金海岸海洋保护区（6-4）”（3.559km）、“滦河口海洋保护区（6-5）”（10.353km）等。项目所在海域海洋功能区划情况见表 6.1-1 和图 6.1-1。项目由开放式养殖用海变更为人工鱼礁用海和开放式养殖用海，均属于渔业用海，与《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》对该功能区的主体功能定位相符合。

#### 12.1.2 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》对海区主要功能的划分，本项目海域位于“秦皇岛海域”中“汤河口至滦河口海域”。将本项目用海范围与《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》图进行叠置后，本项目位于滦河口农渔业区（1-8）。

滦河口农渔业区的海域使用管理要求：

##### （1）用途管制

用海类型为渔业用海；重点保障开放式养殖用海和渔港及航道用海需求；生产活动须避免对相邻的特殊利用区、海洋保护区产生影响，保证海上航运安全；二滦河口（浪窝口）海域开发利用须保障行洪安全；浪窝口至老米沟口近岸海域为唐山港京唐港区预留发展区，严禁建设有碍港口发展的永久性设施。

符合性分析：本项目为海洋牧场建设项目，项目用海类型属于渔业用海与所在功能区用海类型相符合；本项目建设人工鱼礁，可以改造、修复海洋生态环境，为本项目提供底播养殖环境的同时对周边开放式养殖活动的环境具有改善作用；本项目人工鱼礁用海面积 8.7168hm<sup>2</sup>，开放式养殖用海面积 294.7258hm<sup>2</sup>，项目运营期可以为海洋生物提供休息场所，同时形成上升流，为鱼类提供营养物质，不会对海洋保护区产生负面影响。项目不占用航线，对海上航运安全的影响主要为施工期鱼礁的运输及运营期渔船的巡逻占用了滦河口习惯性航道等，项目将设置灯标、标识牌等配套措施，严格遵守施工及作业要求，不会对海上航运安全产生影响。本项目的建设符合滦河口农渔业区用途管制要求。

## （2）用海方式控制

严格限制改变海域自然属性。

符合性分析：本项目用海面积总计 303.4426hm<sup>2</sup>，其中主要用海方式为开放式养殖用海，用海面积 294.7258hm<sup>2</sup>，透水构筑物用海面积 8.7168hm<sup>2</sup>，鱼礁单位间距 180m×180m 符合《人工鱼礁建设技术规范》，满足集约节约用海原则，布置合理。

人工鱼礁区采用构件礁和石料礁相结合的方式进行布设，构件礁单位礁形成规格为 40m×50m 的矩形区域，石块礁单位礁形成规格为 40m×40m，密度合理，且构件礁每个侧面有 4 个通孔，利于水体交换和水流通透。根据第四章水文动力及冲淤环境的分析，项目的建设不会对海域的水文动力及冲淤产生影响，不改变海域的自然属性，符合本区的用海方式控制要求。

## （3）海域整治

实施养殖区综合整治，合理布局养殖空间，控制养殖密度；实施河口海域综合整治，提高港址资源质量，降低对毗邻区域的环境影响。

符合性分析：项目人工鱼礁的建设采用构件礁与石料礁相结合的方式，石料礁单位礁顺流流向间距 180m，阻流向间距 180m，单位礁规格为 40m×40m，构件礁单位礁顺流流向间距 180m，阻流向间距 180m，单位礁规格为 40m×50m；采用网格状矩阵式双层叠至布局，垂直空间利用，占用海域面积更小，更加集约用海；礁体间距大，水体流通更加充分，布局更加合理。人工鱼礁建设能够增加海洋生物多样性，增加生物资源量，改善项目海域生态环境等，有利于海域环境质量的改善。在项目建成后进行底播增养殖，投放参苗密度约为 10 头/m<sup>2</sup>，播苗密度满足海水水质环境承载力。综上，本项目的建设养殖空间布置合理，养殖密度满足海水水质环境承载力，能够满足本区海域整治的要求。

## （4）生态保护中重点目标

保护三疣梭子蟹、花鲈、假睛东方鲀、文昌鱼等水产种质资源、珍稀海洋生物，滨海湿地，自然砂质岸滩、海水质量。

符合性分析：人工鱼礁的建设能够为鱼类提供良好的栖息环境和索饵场所，同时为鱼类躲避大风大浪和敌害提供隐蔽场所，而且人工鱼礁的建设能够形成上升流，为鱼类提供充足的营养物质。因此，本项目建设符合生态保护重点目标的要求。

### （5）环境保护

禁止进行污染海域环境的活动；防止外来物种侵害，防治养殖自身污染和水体富营养化，加强水产种质资源保护，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能稳定；执行不劣于二类海水水质质量标准、一类海洋沉积物和海洋生物质量标准。

符合性分析：①本项目施工期施工废水和固体废物均进行了妥善处理，运营期无污染物产生，并为海洋生物提供生长、繁殖、索饵和避敌的良好栖息场所。因此项目建设和运营均不会对海洋环境质量造成影响。

②项目主要进行海参底播增养殖，不会引起外来物种入侵。项目在养殖过程中会对人工鱼礁区水质环境和生物资源变化情况进行监测评估，进行合理的维护与管理，防治养殖自身污染和水体富营养化。项目严格控制养殖密度，满足海洋资源环境承载力的要求，建设的功能定位为生态修复、资源养护和扩增碳汇，与该功能区加强水产种质资源保护，维持海洋资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能稳定的管控要求相一致。

③根据现状调查结果，本海域水质均符合二类水质标准；沉积物均符合一类海洋沉积物质量标准；人工鱼礁建设能够增加海洋生物资源多样性，增加生物资源量，改善项目海域生态环境等，有利于海域环境质量的改善。

符合本区环境保护要求。

综上所述，本项目的用海变更能够满足“洋河口至新开口农渔业区”的管控要求，符合《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》。

### 12.1.3 项目用海对海洋功能区的影响分析

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》对海区主要功能的划分，本项目用海区位于“滦河口农渔业区（1-8）”，临近功能区为“黄金海岸海洋保护区（6-4）”和“滦河口海洋保护区（6-5）”。

黄金海岸海洋保护区的海域使用管理要求：

#### （1）海域使用管理

用海类型为海洋保护区用海，实验区兼容旅游娱乐用海和渔业用海；重点保障自然保护区用海需求；遵从自然保护区总体规划，规范保护区内各类开发与建设活动。旅游、渔业开发活动不得对保护对象及其生境产生负面影响，禁止各类破坏性开发活动。核心区禁止改变海域自然属性，其他区域严格限制改变海域自

然属性。

## （2）环境保护

保护文昌鱼及其栖息地、自然砂质岸滩。严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》、《自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》，实施海域综合整治工程，维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观；将核心区界限作为“生态红线”进行保护和管理；执行一类海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量标准。

### 滦河口海洋保护区的海域使用管理要求

#### （1）海域使用管理

用海类型为海洋保护区用海，适度利用区兼容旅游娱乐用海和渔业用海；重点保障海洋特别保护区（海洋公园）用海需求；保护与开发利用活动须避免对相邻的特殊利用区产生影响；旅游、渔业开发限定为生态旅游、生态养殖，禁止各类破坏性开发活动。重点保护区禁止改变海域自然属性，生态与自然恢复区严格限制改变海域自然属性，适度利用区允许适度改变海域自然属性。实施河口海域综合整治，退养还海、还湿，恢复、改善生态环境和生物多样性。

#### （2）环境保护

保护河口湿地、潟湖—沙坝生态系统；自然砂质岸滩。严格执行《中华人民共和国海洋环境保护法》、《海洋特别保护区管理办法》，维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观；将重点保护区界限作为“生态红线”进行保护和管理；执行各使用功能相应的海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量标准。

### 影响分析：

（1）项目仅位于“滦河口农渔业区”，距离黄金海岸海洋保护区（6-4）3.559km；距离滦河口海洋保护区（6-5）10.353km；不会对周边海洋保护区用海造成影响。

（2）项目建设对保护区的保护对象及其生境不会产生负面影响，项目人工鱼礁建设有利于恢复、改善生态环境和生物多样性。本项目人工鱼礁礁体类型为混凝土构件礁，用海方式为透水构筑物，不改变海域自然属性。

（3）项目施工期，主要是投礁作业产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响，主要表现为悬浮泥沙增加水体浑浊度，对浮游植物、浮游动物产生影响，对鱼类产

生“驱散效应”，其次礁体投放破坏底质，使底栖生物群落将经过一个覆盖衰落的过程，因此，投礁作业尽可能避开鱼虾产卵期和浮游期，合理安排施工进度，避免大风天气施工，尽可能降低投礁作业对施工海域及临近海域环境的影响。且施工期悬浮泥沙影响是暂时的，随着投礁作业的结束，这种影响也逐渐消失，不会对周边功能区的水质造成长期不利影响。

（4）本项目运营期无新增污染源，海洋牧场项目包含人工鱼礁和开放式养殖，建设的功能定位为生态修复、资源养护和扩增碳汇，因此项目建设有利于维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性；有利于周边海域环境质量向好的方向变化，达到目标水质。

通过上述分析，本项目用海类型变更不会对周边海洋功能区造成不利影响。

**图12.1-1 项目位置与《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》叠加图**  
**表 12.1-1 河北省海洋功能区划登记表**

## 12.2 区域和行业规划的符合性

### 12.2.1 与《河北省海洋生态红线（2014-2020年）》的符合性

根据《河北省海洋生态红线》，本项目位于《河北省海洋生态红线》海洋生态红线区之外，不在生态红线划定范围内，项目附近最近海洋生态红线区，即本项目西侧沙源保护海域新开口至滦河口海域（9-2），本项目距该生态红线区约1.1km；项目距离北侧的昌黎黄金海岸保护区（2-1）2.5km；项目东侧的昌黎海域种质资源保护区（5-3），本项目距离该生态红线区约3.2km；在采取相应环保措施的前提下，项目海域使用类型的变更，不会对相邻的海洋保护区和生态敏感区产生影响。项目周边海域的海洋生态红线敏感区分布图见6.2-1，见表6.2-1。

本项目的建设选址于生态红线区外，人工鱼礁建设将有效恢复该海域海洋生态系统，改善海洋环境和生物多样性，不会对相邻的海洋保护区和生态敏感区产生影响。综上所述，本工程的建设符合《河北省海洋生态红线（2014-2020）》的相关要求。

表6.2-1 项目附近海洋生态红线敏感区一览表  
图12.2-1 项目与海生态红线保护规划相对位置关系图

## 12.2.2与《河北省海洋主体功能区划》的符合性

根据《河北省海洋主体功能区规划》，本项目位于秦皇岛市昌黎县滦河口东部海域，为限制开发区域，属于“重点海洋生态功能区”内的“重要地理生境保护型——昌黎县海域”。具体位置见图 6.3-1。昌黎县海域在《河北省海洋主体功能区规划》中要求如下：

### “①重要地理生境保护型

……

——昌黎县海域。海域面积 540.75 平方公里，占重要地理生境保护型重点海洋生态功能区面积的 17.95%；海岸线长 27.13 公里，占重要地理生境保护型重点海洋生态功能区海岸线总长的 17.85%。

禁止在滦河口内开展围填海、设置直排排污口等破坏河口生态功能的开发活动，整治修复河口生境和自然景观，保障行洪安全。有序利用岸线、沙滩等重要旅游资源，严格控制旅游基础设施建设围填海规模，**保护海岸生态环境和自然景观**。禁止在人造河口至新开口、滦河口至滦河口沙源保护海域内开展构建永久性建筑、采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，实施受损砂质海岸整治修复工程，恢复岸线生态功能。加强昌黎海域国家级水产种质资源保护区管理，禁止围填海、截断洄游通道、设置直排排污口等损害生物资源环境的开发活动。”

符合性分析：

(1)项目由开放式养殖用海变更为人工鱼礁用海，不会破坏河口生态功能。

(2)本项目不涉及占用沙源保护区，也非旅游基础设施建设项目，为渔业用海，不涉及利用岸线、沙滩等资源。

(3)项目由开放式养殖用海变更为人工鱼礁用海，人工鱼礁的建设可形成一个良性循环的生态系统，达到改善生态环境、养护渔业资源和提高海域生物资源量的生态效果，对于滦河口海域海洋生态环境保护起到积极促进的作用。

综上所述，项目由开放式养殖用海变更为人工鱼礁用海，人工鱼礁的建设可形成一个良性循环的生态系统，达到改善生态环境、养护渔业资源和提高海域生物资源量的生态效果，对于滦河口海域海洋生态环境保护起到积极促进的作用。因此项目建设符合《河北省海洋主体功能区划》的相关管理要求。

图 12.2-2 项目与《河北省海洋主体功能区规划》相对位置关系图

### 12.2.3 与《河北省海洋环境保护规划（2016-2020年）》的相符性

依据《河北省海洋功能区划》和《河北省海洋生态红线》对海洋环境保护和管理要求，结合河北省重要海洋生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区类型与分布特征以及经济社会发展需求，《河北省海洋环境保护规划(2016-2020)》将河北省海域范围划分为重点保护区、控制性保护利用区和监督利用区 3 类海洋环境保护管理区。其中，控制性保护利用区是指生态功能重要，生态环境敏感、脆弱，需要对开发利用活动的内容、方式和强度进行约束的区域。包括重要海洋生态功能和生态敏感区。重要海洋生态功能区又包括滨海旅游区、海洋渔业保障区和后备资源保留区。

渔业资源利用区共划分为 5 个区，总面积 282512 公顷，包括洋河口至新开口、滦河口、京唐港至曹妃甸、曹妃甸至涧河口和歧口至前徐家堡渔业资源利用区。本项目位于其中的“滦河口渔业资源利用区”，其管控要求如下：

“禁止进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；加强重要渔业品种养护，维持海洋生物资源可持续利用；按照海洋资源环境承载能力控制海水养殖和捕捞强度，防治海水养殖污染，防范外来物种侵害，保持海洋生态系统结构和功能稳定。洋河口至新开口、滦河口和京唐港至曹妃甸渔业资源利用区 10 米等深线以内海域禁止开展构建永久性建筑、采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。养殖区执行不劣于二类海水水质质量标准、一类海洋沉积物和海洋生物质量标准，捕捞区执行一类海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量标准。”

具体要求如表 6.4-1 所示。

符合性分析：

①项目为渔业用海，包含人工鱼礁和开放式养殖，人工鱼礁的建设可形成一个良性循环的生态系统，达到改善生态环境、养护渔业资源和提高海域生物资源量的生态效果。

②人工鱼礁的建设还能够为鱼类提供良好的栖息环境和索饵场所，为鱼类躲避大风大浪和敌害提供隐蔽场所，也能为鱼类提供充足的营养物质，有助于恢复渔业生物种群。

③项目在养殖过程中合理布局养殖空间，科学合理的进行底播增养殖和捕捞，项目建成后底播增养殖海参，投放参苗密度约为 10 头/m<sup>2</sup>，不会引起外来物种入侵。项目在养殖过程中会对人工鱼礁区水质环境和生物资源变化情况进行监测评估，进行合理的维护与管理，防治养殖自身污染和水体富营养化。

④本项目为人工鱼礁建设项目，用海方式为开放式养殖和透水构筑物，不新

建永久性构筑物，不进行采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，符合本区要求。

⑤根据现状调查结果，本海域水质均符合二类水质标准；沉积物均符合一类海洋沉积物质量标准；人工鱼礁建设能够增加海洋生物多样性，增加生物资源量，改善项目海域生态环境等，有利于海域环境质量的改善。

本项目由开放式养殖用海变更为人工鱼礁用海和开放式养殖用海开展人工鱼礁建设项目，项目运营期无污染物排海，不会对海洋水质、沉积物等生态环境产生不良影响。根据海洋环境现状调查资料，本海域水质现状满足二类海水水质标准要求；海洋沉积物现状和生物体质量现状满足一类标准的要求。项目建设完成后，有利于项目地区的渔业资源的恢复，保护和增养殖渔业资源，补充附近渔场原已不足的资源量，提高渔获质量。项目的建设可以对海洋生态资源具有正效应，符合规划的相关要求。因此，项目的实施可以符合《河北省海洋环境保护规划(2016-2020年)》中海洋环境保护管理分区及其管控要求。

**图12.2-3 项目与河北省海洋环境保护管理分区关系图**

## 12.2.4 与《渤海综合治理攻坚战行动计划》符合性分析

### 12.2.4.1 渤海综合治理攻坚战行动计划

为全面贯彻党中央、国务院决策部署，落实《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17号）的要求，打好渤海综合治理攻坚战，加快解决渤海存在的突出生态环境问题，由生态环境部、发展改革委、自然资源部于2018年11月30日印发并实施《渤海综合治理攻坚战行动计划》。

该方案主要目标是：通过三年综合治理，大幅降低陆源污染物入海量，明显减少入海河流劣V类水体；实现工业直排海污染源稳定达标排放；完成非法和设置不合理入海排污口（以下称两类排污口）的清理工作；构建和完善港口、船舶、养殖活动及垃圾污染防治体系；实施最严格的围填海管控，持续改善海岸带生态功能，逐步恢复渔业资源；加强和提升环境风险监测预警和应急处置能力。到2020年，渤海近岸海域水质优良（一、二类水质）比例达到73%左右。

重点任务中提出：“8.海水养殖污染治理优化水产养殖生产布局，以辽东湾顶部海域、普兰店湾、莱州湾为重点，治理海水养殖污染。按照禁止养殖区、限制养殖区和生态红线区的管控要求，规范和清理滩涂与近海海水养殖。根据海洋环境监测结果，在生态敏感脆弱区、赤潮灾害高发区、严重污染区等海域依法禁止投饵式海水养殖，开展海域休养轮作试点。推进生态健康养殖和布局景观化，鼓励和推动深海养殖、海洋牧场建设。2019年底前，完成非法和不符合分区管控要求的海水养殖清理整治；依法划定的海滨风景名胜区内和地市级以上人民政府批准的海水浴场周边一定范围内禁止非法海水养殖；完成海上养殖使用环保浮球等升级改造工作。2020年底前，研究制订地方海水养殖污染控制方案，推进沿海县（市、区）海水池塘和工厂化养殖升级改造。（农业农村部、生态环境部牵头，财政部、自然资源部、中国海警局等参与）”

### 12.2.4.2 河北省渤海综合治理攻坚战实施方案

2019年河北省生态环境厅、河北省发展和改革委员会、河北省自然资源厅联合下发了《河北省渤海综合治理攻坚战实施方案》。

该方案主要目标是：通过两年综合治理，大幅度降低陆源污染物入海量，全面提升入海河流水质，实现工业直排海污染源稳定达标排放；完成非法设置和设

置不合理入海排污口的清理工作；构建和，完善港口、船舶、养殖活动及垃圾污染防治体系；实施最严格的围填海管控，持续改善海岸带生态功能，逐步恢复渔业资源；提升海洋环境风险监测预警和应急处置能力。到 2020 年，全省近岸海域水质优良（一、二类海水水质）比例达到 80%以上。其中，秦皇岛近岸海域水质优良比例达到 90%以上；唐山近岸海域水质优良比例达到 80%以上；沧州近岸海域水质优良比例达到 70%以上。北戴河及周边海水水质指标旅游旺季达到优良水质标准，力争稳定达到 I 类标准；实现“清洁渤海、健康渤海、安全渤海”的战略目标。

重点任务中提出：“6.优化水产养殖布局，推进生态健康养殖按照禁止养殖区、限制养殖区和生态红线区的管控要求，规范滩涂与近海海水养殖，清理违规占用海域养殖行为。在生态敏感脆弱区、赤潮灾害高发区、严重污染区等海域依法禁止投饵式海水养殖。完善水产养殖基础设施，推进水产养殖池塘标准化改造、近海养殖网箱环保改造、海洋离岸养殖和集约化养殖。发展水产生态健康养殖，开展创建水产生态健康养殖示范场活动。推进生态健康养殖和布局景观化，鼓励和推动深海养殖、海洋牧场建设。实施工厂化养殖企业养殖废水处理设施提标改造。2019 年底前，完成沿海三市非法和不符合分区管控要求的海水养殖清理整顿，取缔生态红线区内及滨海浴场周边 1 公里范围内的海水养殖活动。2020 年底前，完成养殖废水处理设施提标改造，实现海水养殖排水全面达标。（省农业农村厅牵头，省自然资源厅、省财政厅、省生态环境厅等参与）”

符合性分析：本项目由开放式养殖用海变更为人工鱼礁用海；项目为人工鱼礁建设，运营期无污染物排海，不会对海洋水质、沉积物等生态环境产生不良影响。根据海洋环境现状调查资料，本海域水质现状满足二类海水水质标准要求；海洋沉积物现状和生物体质量现状满足一类标准的要求。项目建设不占用生态红线，不再限制养殖区，并且本项目为海洋牧场建设，属于战略中所鼓励的项目。

综上，本工程符合《渤海综合治理攻坚战实施方案》和《河北省渤海综合治理攻坚战实施方案》的要求。

## 12.2.5 与《河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划》符合性分析

该方案主要目标是：

科学、合理、充分地利用滩涂和生物资源，发挥最佳的经济、社会、环境和生态效益，推进水域滩涂水产养殖业快速、稳定和健康地发展。建立自然环境和生态效益、主导产业突出、基础设施完善、生态平衡的现代养殖渔业发展新格局。

在厘清秦皇岛市养殖水域滩涂现状基础上，进一步明确养殖水域滩涂功能区范围，科学规划布局养殖生产，规范养殖秩序，设定发展底线，保护水域滩涂生态环境。秦皇岛市大陆岸线 145.10 公里，占全省总长度 33.14%。其中，渔业岸线 33.23 公里，工矿岸线 4.65 公里，港口岸线 34.73 公里，旅游娱乐岸线 38.01 公里，排污倾倒岸线 1.50 公里，城镇建设岸线 2.31 公里，特殊利用岸线 21.49 公里，其他岸线 9.17 公里。在规划期内科学规划海水养殖区面积 623.37 平方公里，海水限制养殖区面积 206.44 平方公里，海水禁止养殖区面积 1175.96 平方公里；规划淡水面积 142.05 平方公里，淡水养殖面积 3.45 平方公里，淡水限制养殖区面积 10.95 平方公里，淡水禁止养殖区面积 127.66 平方公里。

坚持生态为先，加快推进新旧动能转换，拓展渔业发展空间，通过提质增效、减量增收促进秦皇岛市养殖水域滩涂环境质量明显改善，实现秦皇岛市水产养殖业高质、绿色、可持续发展。

海域养殖区：“用海类型为渔业用海；重点保障开放式养殖用海和渔港航道用海需求；养殖生产活动须避免对相邻的海洋保护区产生影响、保证海上航运安全。

划定的海域养殖区 2 处，面积 621.745 平方公里，占海水规划总面积的 31.00%。”

符合性分析：本项目以恢复海洋生境，改善海洋环境为目标，并通过投放人工鱼礁大力发展海洋牧场来恢复海域自然资源，有效恢复和养护渔业资源，有效提高渔获产量；海洋牧场形成后具有良好的生态效益，符合秦皇岛市渔业绿色发展和可持续发展的要求。

项目位于秦皇岛市滦河口农渔业区（3-2-3-2）如图 6.5-2 所示。规划用海的用海类型为渔业用海中的开放式养殖用海和人工鱼礁用海，未占用渔港航道，保留了滦河口和新开河口的习惯性航道，养殖活动不会对相邻的海洋保护区产生影响，不会影响海上航运安全。此外，截至 2020 年底，秦皇岛海水养殖总面积约

324 平方公里，项目已确权的用海面积 303.4426 公顷，本项目申请在已确权海域变更部分开放式养殖用海为透水构筑物用海，建设人工鱼礁，无新增用海，总用海面积未发生改变，未超出秦皇岛市海水养殖总面积。

因此，项目用海符合《河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划（2018-2030）》的管控要求。

图 12.2-4 项目用海与河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划的相对位置图

## 12.2.6 与《河北省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》

到 2025 年，建立健全以“三线一单”为核心的生态环境分区管控体系，资源高效利用，环境质量明显改善，人居环境安全得到有效保障，环境治理体系和治理能力取得重大提升，打造山水林田湖草海一体化生态系统格局。

生态保护红线。重要生态功能区域生态功能不降低、面积不减少、性质不改变。

环境质量底线。到 2025 年，地表水国考断面优良（III类以上）比例、近岸海域优良海水比例逐步提升；PM2.5 年均浓度持续降低、优良天数比例稳步提升；土壤受地安全利用率、污染地块安全利用率进一步提升。

资源利用上线。以保障生态安全、改善环境质量为核心，合理确定全省资源利用上线目标，实现水资源与水环境、能源与大气环境、岸线与海洋环境的协同管控。

### （一）生态环境管控单元划分。

环境管控单元包括优先保护、重点管控和一般管控单元三类。

1.优先保护单元。主要包括生态保护红线，各类自然保护地、饮用水水源保护区、海洋红线区及其他重要生态功能区等一般生态空间。

2.重点管控单元。主要包括城市规划区、省级以上产业园区、港区和开发强度高、污染物排放强度大、环境问题较为突出的区域等。

3.一般管控单元。优先保护单元和重点管控单元之外的其他区域。

### （二）生态环境管控总体要求。

突出区域发展与生态环境保护战略要求，强化生态系统保护和环境污染治理，加强生态空间分区管控。严格坝上高原生态防护区、燕山-太行山生态涵养区等

生态统筹水生态、水环境、水资源系统化管控，有序推进重点流域和海域水污染整治；加大产业结构、能源结构和交通运输结构调整力度，加强挥发性有机物与氮氧化物协制；实施农用地分类管理和污染地块分用途管理，加强土壤、地下水污染风险管控；强化岸线开发管控，加强岸线生态修复。

突出区域特征、发展定位，统筹推进分区差异管控。冀西北生态涵养区，以建设首都水源涵养功能区和生态环境支撑区为主导，突出生态系统整体性保护；环京津能区，对接京津生态环境保护要求，加强环境污染治理与人居环境安全保障，加快推动生态环境根本好转；冀中南功能拓展区，以突出生态环境问题为抓手，加大生态环境治理力度，促进环境质量持续改善；沿海率先发展区，以产业发展转型和布局优化为导向，实施区域协调、海陆统筹的生态环境分区管控。

### （三）分类管控要求。

1.优先保护单元。严格落实生态保护红线管理要求，除有限人为活动外，依法依规禁止其他城镇和建设活动。一般生态空间突出生态保护，严禁不符合主体功能定类开发活动，严禁任意改变用途。重大引水工程、白洋淀入淀河流两侧范围严格执行引调水工程等相关法律规定。

2.重点管控单元。城镇重点管控单元。优化工业布局，有序实施高污染、高排放工业企业整改或搬迁退出；强化交通污染源管控；完善污水治理设施；加快城镇河环境整治；加强工业污染场地环境风险防控和开发再利用监管。

省级以上产业园区重点管控单元。严格产业准入，完善园区设施建设，推动设施提标改造；实施污染物总量控制，落实排污许可证制度；强化资源利用效率和地下管控。

农业农村重点管控单元。优化规模化畜禽养殖布局，加快农村生态环境综合整治，逐步推进农村污水和生活垃圾治理；减少化肥农药施用量，优化农业种植结构，秆综合利用；控制地下水超采区农业地下水开采。

近岸海域重点管控单元。优化石化、钢铁等重化行业布局；严格海洋岸线开发；强化船舶、港区污染物控制；加强近岸海域及港口码头环境污染风险防控。

**3.一般管控单元。严格执行国家和省关于产业准入、总量控制和污染物排放标准等管控要求。**

根据分区管控图，本项目位于一般管控单元，项目建设属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中的“第一类、鼓励类”中的“一、农林业”的“44、

淡水与海水健康养殖及产品深加工,淡水与海水渔业资源增殖与保护,海洋牧场”。

本项目建设属于国家鼓励类发展项目,符合国家产业结构调整政策。

本项目为人工鱼礁工程,为生态修复项目,建成后改善海洋生态环境,污染物统一收集处理,不会对周边海域水质、生态环境产生不良影响。因此,本项目不需要申请总量控制指标。

本项目为人工鱼礁工程,为生态修复项目,建成后改善海洋生态环境,为减少其施工活动的影响程度和范围,施工单位在制定施工计划、安排进度时,应充分考虑到项目所在区域及附近海域的环境保护问题,制定详细的施工作业计划,合理安排施工进度,尽量避开主要经济鱼类的产卵繁殖期和错开旅游旺季,营运期做好生活污水、垃圾及含油污水的收集工作,保障污染物的排放标准。

图 12.2-5 河北省环境与分区管控单元分布图

## 12.2.7 与“三线一单”的符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》(环环评[2016]150号):“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”。

### 1、生态保护红线

生态保护红线是生态空间范围内具有特殊重要生态功能必须实行强制性严格保护的区域。根据《河北省海洋生态红线》,本项目不占用生态红线。与周边生态红线距离较远,不会对周边的生态红线区产生不利影响。与《河北省海洋生态红线》相符,与中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》中严守生态保护红线,实行严格管控相符。

### 2、环境质量底线

环境质量底线是国家和地方设置的大气、水和土壤环境质量目标,也是改善环境质量的基准线。根据现状调查结果,本海域水质均符合二类水质标准;沉积物均符合一类海洋沉积物质量标准;施工期严格执行本环评提出的环境保护对策措施,不会对所在海域的海洋环境造成影响。人工鱼礁建设能够增加海洋生物多样性,增加生物资源量,改善项目海域生态环境等,有利于海域环境质量的改善。

### 3、资源利用上线

资源是环境的载体，资源利用上线是各地区能源、水、土地等资源消耗不得突破的“天花板”。本项目不占用自然岸线，项目建设占用一定的海域资源。根据《河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划》中的要求：“严格按照规划划定的禁止养殖区、限制养殖区和养殖区行使养殖海域使用权限，合理优化水产养殖布局、模式和品种，清理、清退近岸不合理渔业养殖池塘、大棚，恢复湿地原貌，保护水域生态环境，加强渔业资源养护、大力推广生态环保型养殖模式，大力发展渔业新兴产业，壮大休闲渔业，拓展深远海养殖，发展工业化养殖，推进一二三产业融合发展，促进秦皇岛市海洋经济健康发展。”其中划定的海域养殖区 2 处，面积 621.745 平方公里，占海水规划总面积的 31.00%，本项目位于海域养殖区内，且本项目建设投礁型海洋牧场，属于生态环保型养殖模式，因此本项目不会突破资源利用上线。

#### 4、环境准入负面清单

环境准入负面清单是基于“三线”，以清单方式列出的禁止、限制等差别化环境准入条件和要求。根据《市场准入负面清单（2019 年版）》，本项目不在其禁止准入类和限制准入类中，因此，本项目符合《市场准入负面清单（2019 年版）》。

因此，项目建设符合“三线一单”控制要求。

## 12.3 建设项目的政策符合性

### 12.3.1 与产业政策符合性分析

项目建设属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的“第一类、鼓励类”中的“一、农林业”的“44、淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场”。

因此，本项目建设属于国家鼓励类发展项目，符合国家产业结构调整政策。

### 12.3.2 与河北省十四五规划和二〇三五年远景目标的建议符合性分析

河北省十四五规划和二〇三五年远景目标的建议中提出：

“九、坚持农业农村优先发展，全面推进乡村振兴和城乡统筹

实施乡村振兴战略，把解决好“三农”问题作为重中之重，推动形成工农互促、城乡互补、协调发展、共同繁荣的新型工农城乡关系，促进农业全面升级、农村全面进步、农民全面发展。

.....

34. 加快现代农业发展。深化农业供给侧结构性改革，优化生产结构和区域布局，建设太行山—燕山中药材种植带、沿海高效渔业产业带、环京津生态休闲农业示范带。建设农业现代化示范区，发展现代都市型农业、设施农业、绿色农业、节水农业和品牌农业，提高农业产业化、规模化、市场化水平。实施奶业振兴计划。完善农产品质量追溯体系，强化标准控制和质量安全监管。加强农产品仓储保鲜冷链物流设施建设，加快打造京津冀绿色优质农产品供给基地。深化农产品加工业提升行动，培育主导产业、骨干企业，推动农村一二三产业融合发展，建设农村产业融合发展示范园，拓展农民增收空间。”

本项目利用滦河口自然海域空间资源，进行人工鱼礁区建设，大力发展海洋牧场，海洋牧场是一种高效生态健康增殖模式，是生态休闲农业的典范，在修复和养护渔业资源的同时，可有效改善海域生态环境，提升海洋生态文明水平。符合河北省十四五规划和二〇三五年远景目标的建议。

## 12.4 工程选址与布置的合理性

### 12.4.1 项目用海选址合理性分析

#### (1) 用海选址的区位和社会经济条件适宜性分析

项目建设属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中的第一类、鼓励类中的一、农林44、淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场，符合相关国家产业政策。

随着人们的海洋意识增强，关注海洋生态环境和渔业资源健康持续发展的社会风尚在提高。过去那种只重视开发利用，不重视增殖资源和保护的观念，已经发生了根本的转变。本项目依托大连市现代海洋牧场研究院为项目实施提供技术支撑。同时建设单位具有雄厚的经济实力和管理能力，在管理维护方面，秦皇岛北戴河新区三丰游艇俱乐部有限公司进一步强化对海洋牧场建设、经营和管理的监督检查，对投放的人工鱼礁礁体状况、资源恢复情况、环境和生态效果定期进行监测和委托专业机构跟踪调查与评估，对内设置管理队伍，加强日常监测。

综上所述，工程建设区域的区位条件优越，社会条件较好，能够满足本项目建设的需要。

#### (2) 选址区域的自然资源与环境条件适宜性分析

##### 1) 海水水质，自然环境的适宜性

### ①海水水质

根据海洋水质环境现状调查与评价的分析,在表层的 20 个站位中 DO、pH、无机氮、铜、铅、镉、砷、汞、锌、铬指标均达标;1、2 号站位 COD 超标,超标倍数分别为 0.18、0.17, COD 超标率为 10.53%, 20 号站位磷酸盐超标,超标倍数为 10.47, 磷酸盐超标率为 5%。1、2 和 20 号站位均为超标站位,其中 1、2 号站位主要是由于站位均接近河口影响区,陆源物质的输入可能使得站位所在海域 COD 超出一类水质标准;20 号站位超标因子为磷酸盐,超标倍数较高,与所在海域其他站位的浓度相差较大,可能为实验室、采样误差导致。底层海水所有因子均达标,超标率为 0。该海域水质现状良好。

### ②生物资源

根据《河北省秦皇岛市养殖水域滩涂规划(2018-2030)》,该海域浮游植物 36 属 70 种、优势种为中听肋骨条藻和高齿状藻;浮游植物细胞密度平均为 1998.24 万/立方米,多样性指数为 2.73。该海域浮游动物 26 种,优势种为强壮箭虫和小拟哲水蚤,大型浮游动物生物密度平均为 162 个/立方米,多样性指数为 1.90。该海域大型底栖生物 41 种,优势种为小头虫和豆形短眼蟹。大型底栖生物栖息密度平均为 40.2 个/平方米,多样性指数为 1.75。

本项目区正对黄渤海海峡的中心,典型的垂直潮向使项目区的水质交换方便快捷,水流交换通畅,是多种鱼、虾、蟹、贝、藻等栖息、繁殖和洄游性经济鱼类产卵、索饵的重要场所。其次,根据项目区水深图,项目海域水深适宜,盐度适中,各项理化指标优良,适宜增殖放流生物栖息、繁育和生长,是建设海洋牧场良好的天然海域。

### 2) 地基承载力适应性

调查区内地质稳定性相对较高,未明确发现不良地质作用;浅地层均具有水平层理和斜层理,表层沉积物约在海面以下 11.5-16m 左右;中部海域海底稍有起伏,其他区域内海底虽总体平坦,但具有水深变化;底质类型为细砂与中砂,其中细砂分布于调查区域的西部,中砂分布于中东部;海底表面承载力特征值不低于 190kPa。

### 3) 选址根据《人工鱼礁建设技术规范》(DB13T1562-2012) 要求适应性

根据《人工鱼礁建设技术规范》(DB13T1562-2012) 的选址要求与本项目选址区域进行对比分析如表 7.1-1 所示

表 7.1.1 项目与人工鱼礁技术规范的选择址符合性分析

序号	选址条件	项目情况	是否符合
1	避开航道、港区、锚地、通航密集区、军事禁区以及海底电缆管道通过的区域及其他海洋功能区划相冲突的海区	本项目选址区域不是港口航运区，无航道、港区、锚地等，亦不是通航密集区、军事禁区及海底电缆管道通过的区域。项目位于海洋功能区划中的“滦河口农渔业区”，人工鱼礁区与最近的锚地相距11000米。	符合
2	海区适宜地方性、岩礁性海洋生物栖息或者有洄游性海洋生物通过	根据与《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》、《河北省海洋生态红线（2014-2020）》相关分析，人工鱼礁的建设可以有效恢复该海域海洋生态系统，改善海洋环境和生物多样性，有利于洄游性生物栖息及通过，并为其提供饵料。	符合
3	底质较硬、泥沙淤积少的水域，海底表面承载力 $\geq 4t/m^2$ ，淤泥层厚度 $\leq 600mm$	项目海域位于河北省秦皇岛市昌黎县滦河口东北部约13.7千米处，表面沉积为细沙与中砂，底质较硬，海底表面承载力为 $190kPa \geq 40kPa$ 对人工鱼礁的承载效果较好。	符合
4	每年日最高透明度500mm以上天数 $\geq 100d$ ，年大风（ $\geq 6$ 级）天数 $\leq 160d$ ，水质符合GB11607	项目所在海域水质环境较好，可以满足GB11607的要求，全年大风天数较少	符合
5	水流交换通畅，流速 $\leq 1500mm/s$ ，适宜水深10m~25m	平均水深13m	符合

项目所在海域水交换能力强，水质优良，水文条件稳定，渔业资源丰富，基础饵料丰富，底质环境优越，具备大力发展海洋牧场建设的条件，该海域是多种渔业资源的产卵场和繁殖场，人工鱼礁的建设可以有效地修复和改善该海域生态环境，增加海洋生物资源、拯救珍稀濒危生物和保护生物多样性，为周边地区起到很好的示范带动作用。

综上所述，本项目实施具备自然资源环境的适宜条件。

### (3) 选址与周边其他用海活动适应性分析

本项目选址区域不是港口航运区，无航道、港区、锚地等，距最近的锚地为秦皇岛港西锚地，相距 11000m 左右，如图 7.1-1；距最近的航线为 SWRT-2019，相距约 13000m，如图 7.122 所示。

综上所述，项目所在海域自然环境条件较好，不需要占用岸线，不破坏自然景观，危害工程建设的制约因素较少，与周边用海活动利益冲突较小，海域自然环境条件与项目工程具有较好的适宜性。

根据现场调查，项目所在海域周边主要用海方式为开放式养殖用海，以扇贝养殖为主，投礁过程中对周边养殖活动无影响，在切实落实相关环保措施、加强

海洋管理的情况下，本项目用海与周边用海活动利益冲突较小，与周边用海活动是适宜的。

## 12.4.2 平面布置合理性分析

### 12.4.2.1 平面布置符合相关设计标准和规范要求

本项目是利用混凝土构件和石料等建设人工鱼礁，人工鱼礁区的整体用海面积包括人工鱼礁用海与开放式养殖用海。

在用海面积 8.7168hm<sup>2</sup> 的海域内，共布设 51 个单位鱼礁，用海方式为透水构筑物用海。

(1) 根据水产行业标准《人工鱼礁技术规范》(SC/T9416-2014)，规定：单位鱼礁的间距不应超过 200m，根据单位鱼礁对鱼群诱导机能的作用范围，人工鱼礁渔场中鱼礁群的最大间距不应超过 1000m。鱼礁群应顺流方向配置于鱼类洄游路线上，礁群配置是可采用五角形或 Y 型等，以提高诱集效果。

(2) 根据河北省地方标准《人工鱼礁建设技术规范》(DB13/T1562-2012)，规定：①方形构件礁每件不小于 1 空方；②单位鱼礁要求不低于 400 空方；③单位鱼礁按间隔 100m~200m 排列在一起组成鱼礁群，一般达到 2000 空方-5000 空方，已形成独立渔场。

本项目由 12 个单位构件礁和 39 个单位石块礁组成 7 个鱼礁群。其中四孔立方体多功能礁（构件礁区）：单体礁体积为 8 空方，单位礁顺流流向间距 120m，阻流向间距 120m，单位礁形成规格为 40m×50m 的矩形区域，单位礁鱼礁规模为 3776 空方；石料礁区：单位礁顺流向间距 120m，阻流向间距 120m，单位礁规格为 40m×40m 的矩形区域，每 1600m<sup>3</sup> 石料礁形成一个单位礁。项目人工鱼礁区的建设能够满足规范要求，同时单位鱼礁间距能够满足本项目因自然灾害或事故造成的鱼礁倾倒。

本项目人工鱼礁符合相关规定。

### 12.4.2.2 鱼礁群平面布置合理性

参考国内外人工鱼礁建设先进经验和科研成果（崔勇、徐成伟等），以及人工鱼礁不同布局情况下的水槽试验数据，确定单位礁外边长度与单位礁的间距之间的比在 1: 1.5 左右时，礁区的涡流和集饵效应最好，对周边海域的水文要素改变幅度也最为适宜。本项目由 12 个单位构件礁和 39 个单位石块礁组成 7 个鱼礁群。构建礁单位礁形成规格为 40m×50m 的矩形区域，石块礁单位礁规格为 40m

×40m 的矩形区域，人工鱼礁单位礁之间的间距为单位礁范围的 3 倍（120m）。具体情况见图 7.2-1 所示。单位鱼礁为沿潮流主流向方向平行布局，可以产生更好的流态效应。

本项目为变更项目，为集约节约用海，鱼礁群在原申请海域范围内进行构造，没有侵占他人确权海域，没有占用原申请海域之外的海域，

因此，这样的单位礁行间距设置与国内外人工鱼礁建设先进经验和科研成果相符；鱼礁群布置符合节约用海原则。所以本项目平面布置是合理的。

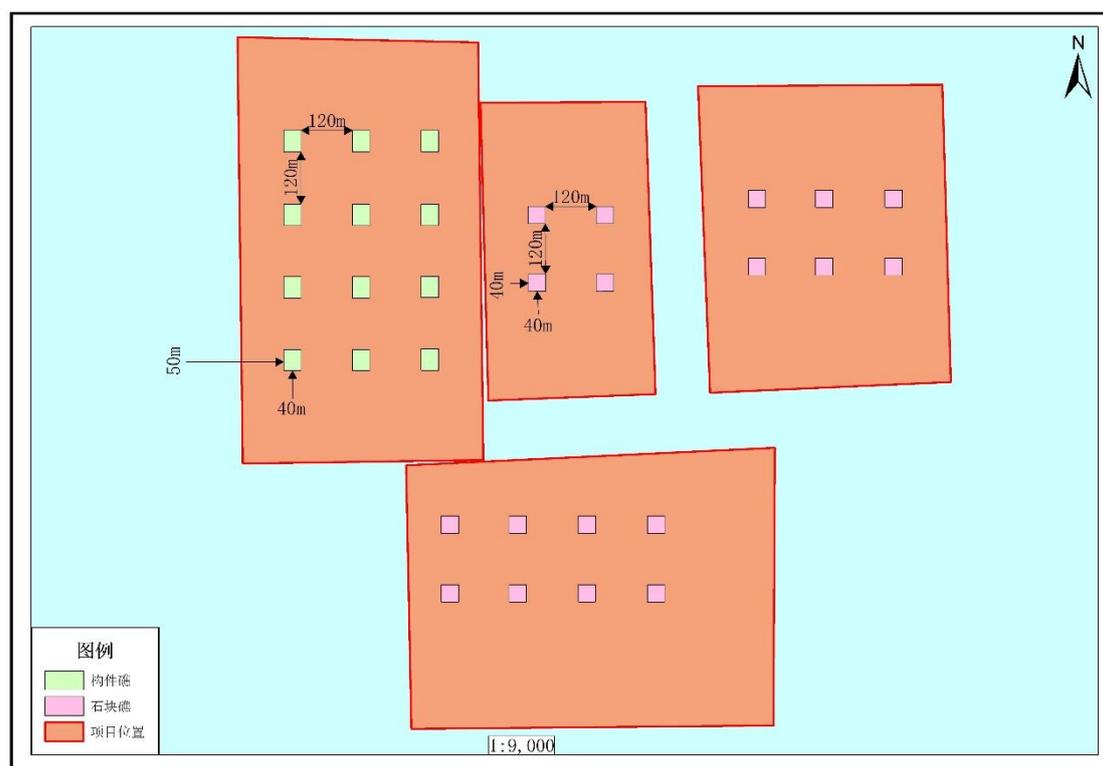


图 12.4-1 单位礁布置示意图

## 12.5 环境影响可接受性分析

### 12.5.1 污染环境影响的接受性

本项目的污染环境影响主要是投礁过程中对附近水体及底质、生态环境造成影响。

通过本报告第 6 章环境影响分析可知，施工期所产生悬浮泥沙对环境的影响主要位于工程区 420m 范围内。施工过程中产生的悬浮物对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

施工期产生的生活污水、油污水收集后运至有资质的单位进行处理，生活垃圾交由环卫部门统一处理。项目施工期通过采取以上环保措施后，对环境的影响

是可以接受的。

项目运营期无生产活动，无污染物产生，不会对海域水环境造成影响。

### 12.5.2非污染环境影响的可接受性分析

本项目造成的非污染环境影响主要是人工鱼礁工程使得工程海域水文动力环境、冲淤环境发生改变、直接掩埋破坏底质生态、水动力条件改变，表层沉积物类型发生改变、底栖生物资源遭受破坏等。

根据模拟预测，投礁量小，对周边的海洋水文动力、海域地形地貌冲淤环境影响较小。对周边的生态环境影响较小，且人工鱼礁工程为生态友好型项目，建成后改善海域的生态环境，因此，工程非污染环境影响是可接受的。

综上所述，项目建设产生的环境影响是可接受的。

## 13 环境管理与环境监测

### 13.1 环境保护管理计划

项目施工会给周边环境质量造成一定的影响，因此对该项目的环境管理工作绝不能掉以轻心，必须通过相关的法律、法规对损害环境的指标进行严格控制，对损害环境的行为进行严格管理，以达到控制、保护和改善环境的目的。在发展经济的同时，做好环境管理工作，协调好社会经济发展与环境保护之间的关系，促进社会可持续发展，从而达到经济效益、社会效益和环境效益的统一。环境管理部门应以环境科学的理论为基础，用技术的、经济的、法律的、教育和行政的手段对建设项目进行科学的环境管理，建立和健全本单位环境管理制度、条例并监督、检查；编制环境监控计划，对冲淤环境进行监测；建立本单位污染源档案。

环境管理部门应履行贯彻国家和地方的环保法规制定本单位环保设施的运行指标，维护、保养计划并监督其正常运转；组织对全员环境保护科学知识的培训，不断提高环保意识。

#### 13.1.1 环境管理机构建立

建设施工单位应设立内部环境保护管理机构，主要由施工单位主要负责人及专业技术人员组成，专人负责环境保护工作，实行定岗定员，岗位责任制，负责各个施工工序的环境管理工作，保证施工期环保设施的正常进行，各项环境保护措施的落实。

施工单位的管理内容主要为：

①负责制定、监督、落实有关环境保护管理规章制度，负责实施环境保护控制措施、管理污染治理设施，并进行详细的记录，以备检查。

②及时向环境保护主管机构或向单位负责人汇报与本项目施工有关的污染因素、存在问题、采取的污染控制对策、实施情况等，提出改进建议。

③按本报告提出的各项环境保护措施，编制详细施工期环境保护措施落实计划，明确各施工工序的施工场地位置、环境影响、环境保护措施、落实责任机构（人）等，并将该环境计划以书面形式发放给相关人员，以便于各项措施的有效落实。

同时本项目应接受秦皇岛市各级海洋与环保主管部门，各级海洋、环保主管部门的监督和指导，同时还应接受公众的监督和指导，同时还应接受公众的监督。

### 13.1.2环境管理机构的职责

一、贯彻执行国家、地方的有关环境保护法规、条例、标准。

二、项目建设单位应按报告书提出的环保工程措施与对策，与各施工承包单位签订环保措施责任书，施工合同应有施工环保要求内容，以使施工过程中各项环保工程措施得到有效执行。

三、建设单位应自行或委托环境监理单位，监督环保工程设施建设“三同时”的落实情况，包括施工期与营运期环保工程设施的设计、施工建设和试运行。

四、营运管理单位应对营运期各项环保工程设施的运行实施日常管理，并进行必要的维护、修正、改进，确保环保工程措施的正常有效运行。

五、落实本章提出的施工期和营运期监测计划，并组织实施必要的环境监测。

六、与施工单位联合制订防范施工风险事故和风险应急处理计划。

七、建立与当地消防救灾部门等的密切联系，订立事故应急处理求援协议；并接受监督与指导，以便更好地履行职责。

### 13.1.3环境管理计划

环境管理注意事项：

①工程设计阶段，设计单位应将环境影响报告书中提出的环保措施落实到设计中，建设单位、环保部门应对环保工程设计方案进行审查。

②招标阶段，各施工承包单位在投标中应有环境保护方面的内容，中标后的合同中应有实施环保措施的条款；工程建设单位应与施工承包单位签订环保措施责任书；

③施工前建设单位应委托有资质的工程监理单位负责施工期环境监理工作；施工阶段，建设单位应注意组织施工期环境监测计划的实施。

## 13.2 环境保护监测计划

项目用海单位及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况，项目施工单位应定期委托有资质的环境监测部门对本项目主要污染源排放的污染物进行监测。本节内容引用自大连市现代海洋牧场研究院于2021年5月编制《河北省秦皇岛昌黎滦河口海域三丰海洋牧场人工鱼礁建设项目跟踪监测调查方案》。

### 13.2.1 调查时间

项目建成后 3 年，每年的春季或秋季。其中，地形地貌调查在项目建成后第 3 年开展一次，其余调查项目的调查频率为 1 次/年。

### 13.2.2 调查内容

#### 13.2.2.1 环境要素

环境要素调查内容包括：水文环境、水体化学以及地形地貌。具体调查项目如下：

(1) 水文环境：水深、水温、盐度、透明度；

(2) 水体化学：溶解氧、pH、活性磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐、总氮、总磷、化学需氧量；

(3) 地形地貌：礁体状态，检查礁体是否移动或沉降。

环境要素调查共布设 14 个站位，站位分布图见图 8.4-1，站位信息见表 8.4-1。地形地貌调查测线分布见图 8.4-2。

#### 13.2.2.2 生物要素

生物要素调查内容包括：叶绿素、底栖生物以及游泳动物。叶绿素和底栖生物调查站位分布见图 8.4-1，站位信息见表 8.4-1；游泳生物调查站位分布见图 8.4-3，站位信息见表 8.4-2

### 13.2.3 调查及分析方法

(1) 水文环境：按照 GB/T 12763.2 的规定执行；

(2) 水体化学：按照 GB/T 12763.4 的规定执行；

(3) 地形地貌：根据仪器设备操作规范进行；

(4) 叶绿素：按照 GB/T 12763.6 的规定执行；

(5) 底栖生物：按照 GB/T 12763.6 的规定执行；

(6) 游泳动物：采用适宜的捕捞方法（例如刺网、钓具、笼壶、定置网、拖网等）以及水下观测等方式进行调查；所有渔获均需进行鉴定，对主要渔获种类按 GB/T12763.6 的规定进行个体长度、重量等生物学的测定。

表 8.4-1 环境要素调查站位信息

表 8.4-2 游泳生物调查站位表

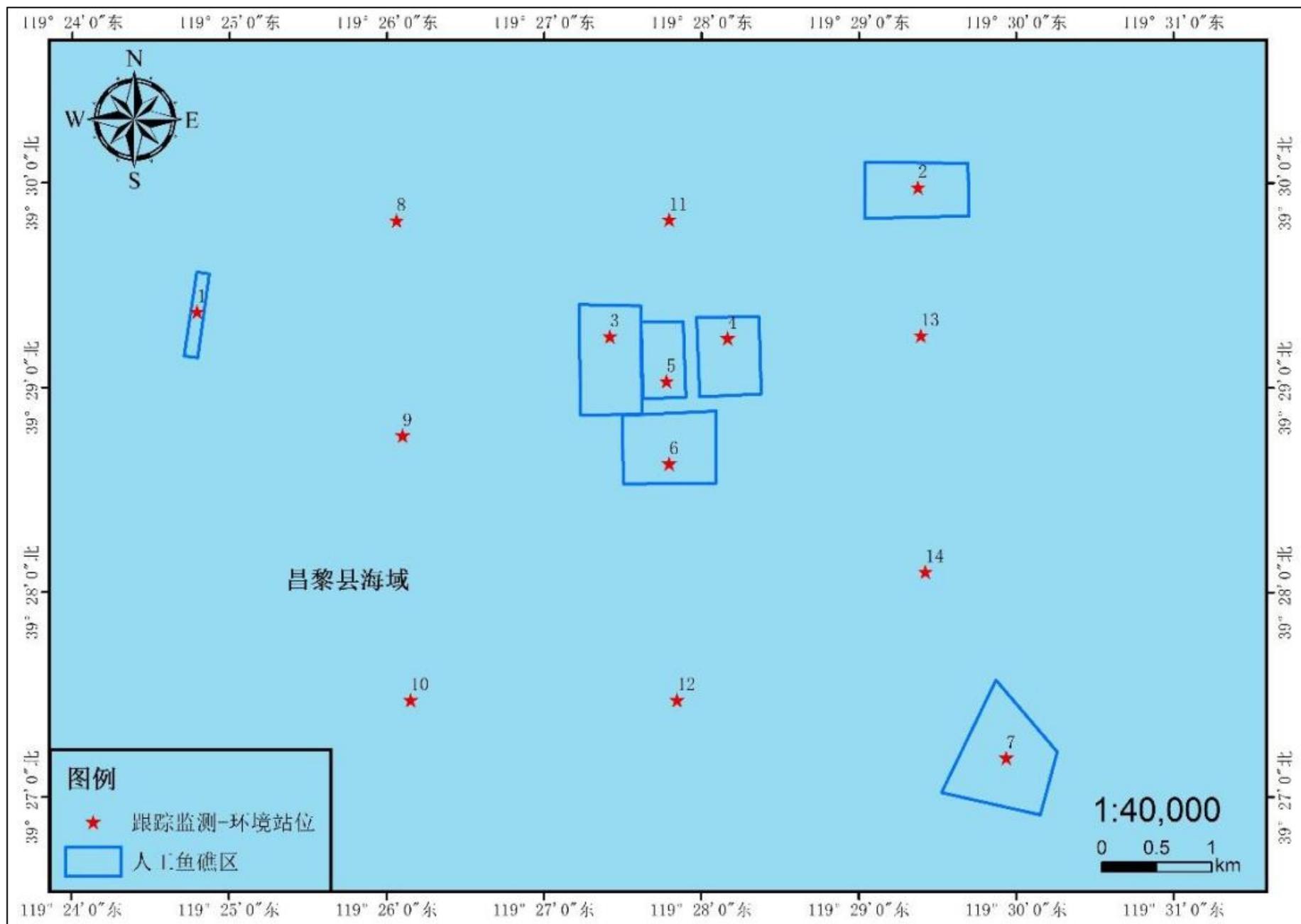


图8.4-1 环境要素监测站位图

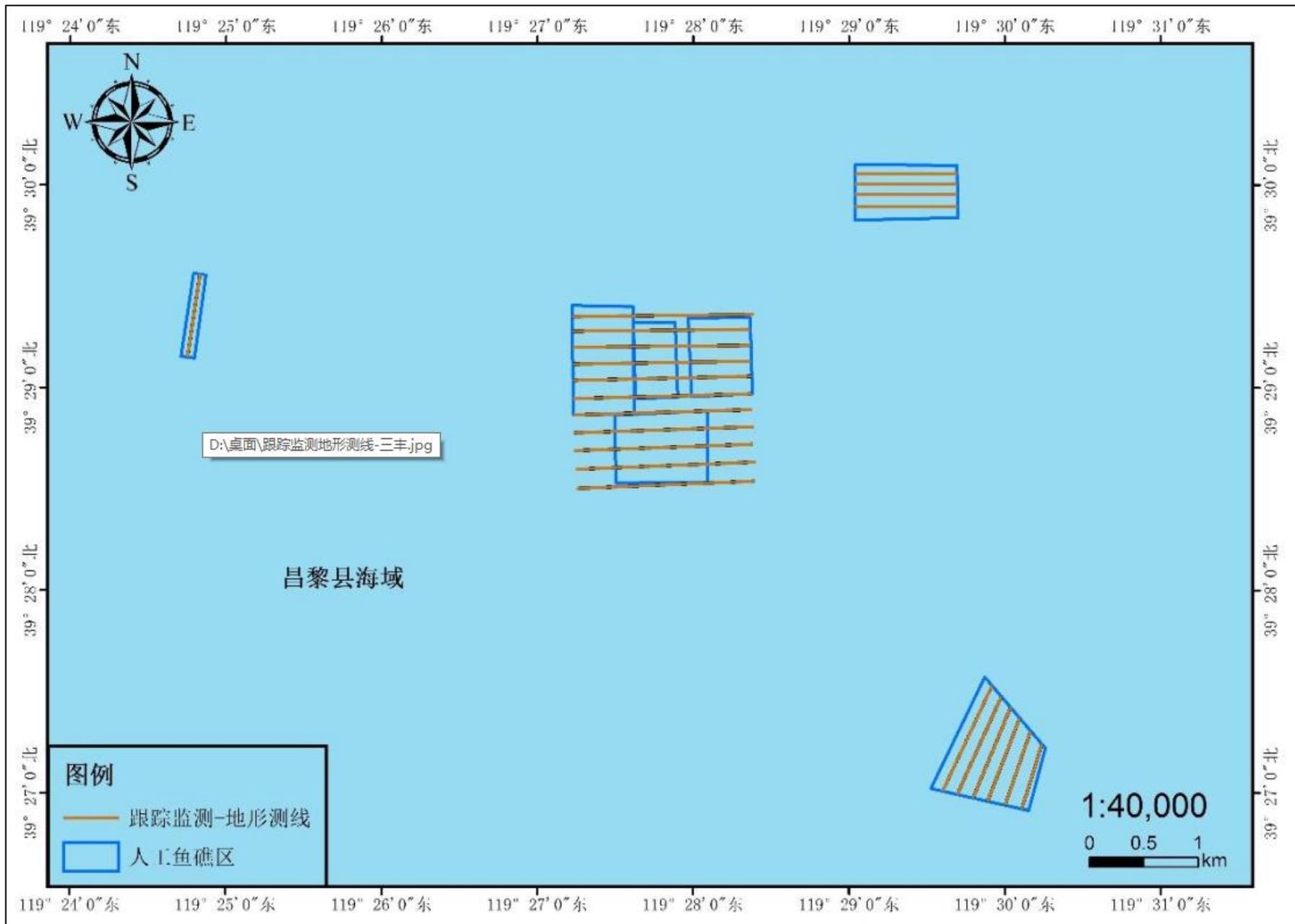


图8.4-2 地形地貌监测站位图

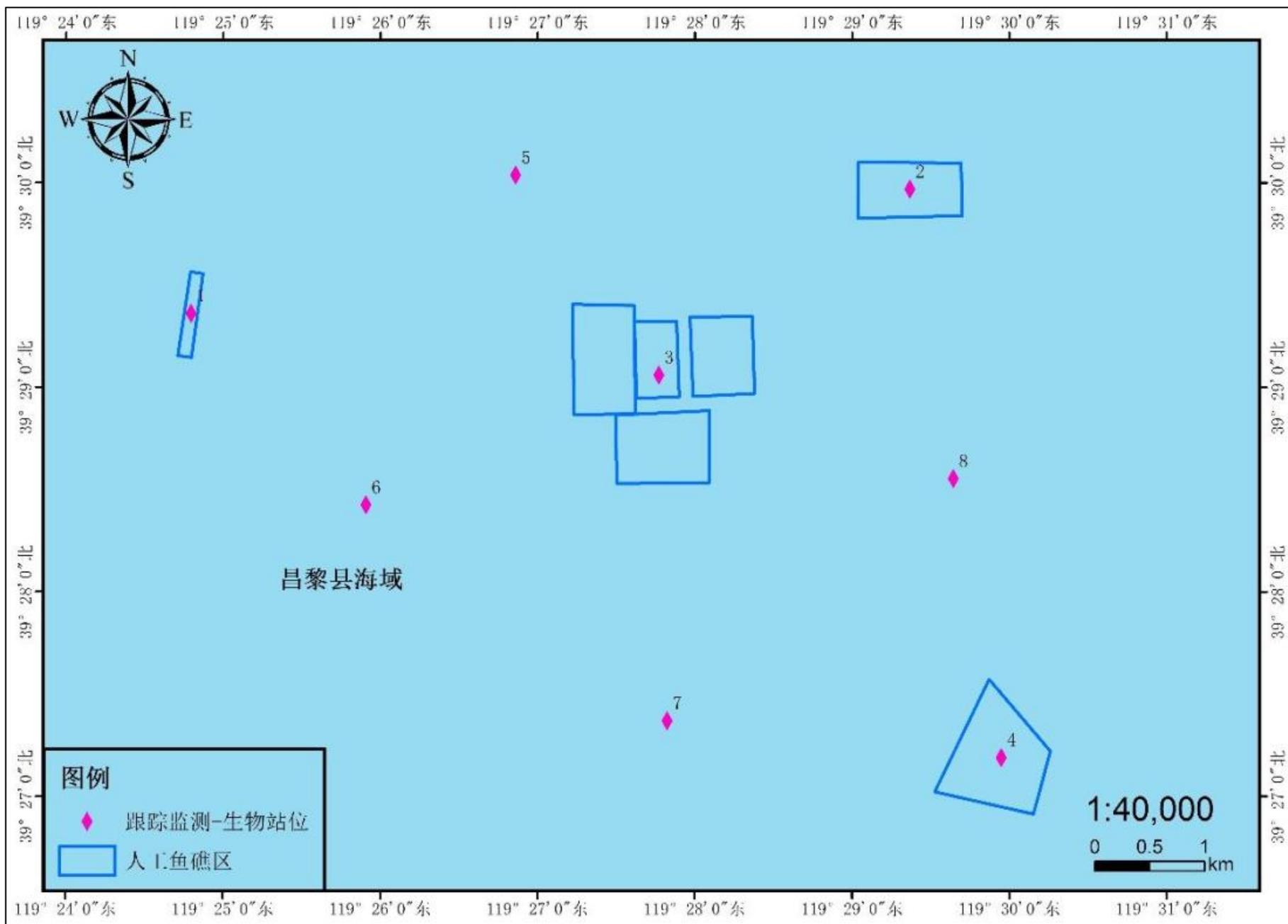


图8.4-3 游泳生物监测站位图

## 14 环境影响评价结论与建议

### 14.1 工程分析结论

本项目建设投礁型海洋牧场，主要工程为鱼礁工程，投放石块礁约 6.24 万空方，四孔立方体多功能礁约 4.53 万空方，形成人工鱼礁规模 10.77 万空方，人工鱼礁类透水构筑物用海面积为 8.7168 公顷，总用海面积为 303.4426 公顷；营运期人工鱼礁区底播增养殖刺参苗种，开放式养殖区底播养殖魁蚶。

项目总投资为 3861 万元，环保投资约为 175.71 万元，占总投资的 4.55%。人工鱼礁建设期 2 个月。

### 14.2 环境现状分析与评价结论

#### 14.2.1 海水水质现状调查结论

2019 年春季水质调查分析结果表明：

表层（共 20 站）：在表层的 20 个站位中 DO、pH、无机氮、铜、铅、镉、砷、汞、锌、铬指标均达标；1、2 号站位 COD 超标，超标倍数分别为 0.18、0.17，COD 超标率为 10%，20 号站位磷酸盐超标，超标倍数为 10.47，磷酸盐超标率为 5%。1、2 和 20 号站位均为超标站位，这主要是由于这三个站位均接近河口影响区，陆源物质的输入可能使得三个站位所在海域 COD 与磷酸盐浓度超出一类水质标准。

底层（共 6 站）：底层海水中所有因子均达标，超标率为 0。

#### 14.2.2 海洋沉积物质量现状调查结论

在执行一类沉积物标准的各站位中，各评价因子标准指数均小于 1，超标率为 0，符合一类沉积物标准。调查海区沉积物总体环境较好，基本没有受到污染。

#### 14.2.3 海洋生态环境现状调查结论

##### （1）叶绿素 a

2019 年春季调查海域各站位表层叶绿素 a 浓度的变化范围为(0.186~3.470)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.979 $\mu\text{g/L}$ 。

##### （2）浮游植物

2019 年春季监测海域浮游植物群落多样性指数在 0.45~2.74，平均为 1.81；均匀度指数在 0.13~0.87，平均为 0.56；丰度指数在 0.39~0.54，平均为 0.47；优

势度在 0.55~0.97，平均为 0.76。多样性指数值较高、均匀度、丰度、优势度中等，表明调查海域浮游植物群落结构相对较复杂而稳定，其生态结构能承受一定程度的干扰而不易崩溃。

### (3) 浮游动物

2019 年春季监测海域浮游动物群落多样性指数在 0.44~2.26，平均为 1.15；均匀度指数在 0.19~0.75，平均为 0.45；丰度指数在 0.31~0.81，平均为 0.53；优势度在 0.52~0.99，平均为 0.87。多样性指数值、均匀度、丰度中等、优势度较高，表明调查海域浮游动物群落结构相对较简单。

### (4) 大型底栖生物

2019 年春季监测海域大型底栖生物群落多样性指数在 1.52~2.61，平均为 2.09；均匀度指数在 0.65~1.00，平均为 0.86；丰度指数在 0.56~1.12，平均为 0.80；优势度在 0.33~0.83，平均为 0.61。多样性指数值、均匀度、丰度中等、优势度较高，表明调查海域大型底栖生物群落结构相对较简单。

### (5) 潮间带生物

春季潮间带生物的栖息密度在 0~168 个/m<sup>3</sup>，平均值为 40 个/m<sup>3</sup>。其中最高值出现在 23 断面的中潮带，21 断面的高潮带和 22 断面的高潮带未采集到生物。生物量在 0~136.0 g/m<sup>2</sup>，平均值为 29.9g/m<sup>2</sup>，其中最高值出现在 23 断面的低潮带。

## 14.2.4 海洋生物质量现状调查结论

在执行一类生物标准的各站位中，调查海区的生物残毒监测中，10、12、16 站海域贝类体内的砷含量不同程度的超出国家规定的第一类生物质量标准要求，受到不同程度的污染，其中最大超标倍数分别为 1.25 倍，其余站位各因子标准指数小于 1。这可能是由于贝类对于砷的富集效果强于其他重金属，贝类体中砷的积累是贝类的生理生活特性、砷的生物地球化学性质和环境诸因素综合影响的结果。

## 14.2.5 渔业资源现状调查结论

春季鱼类平均资源量为 77.27kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 4192 尾/km<sup>2</sup>；秋季鱼类成体平均资源量为 257kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 15845 尾/km<sup>2</sup>。

春季调查鱼卵密度范围为 0~1.68 粒/m<sup>3</sup>，平均值为 0.58 粒/m<sup>3</sup>，仔稚鱼密度

范围为 0~0.29 尾/m<sup>3</sup>，平均值为 0.10 尾/m<sup>3</sup>，秋季调查 7 个站位中有 4 个站采集到鱼卵，有 3 个站位有仔稚鱼出现，鱼卵密度范围为 0~0.45 粒/m<sup>3</sup>，平均值为 0.18 粒/m<sup>3</sup>，仔稚鱼密度范围为 0~0.12 尾/m<sup>3</sup>，平均值为 0.05 尾/m<sup>3</sup>。

春季头足类平均资源量为 533kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 263 尾/km<sup>2</sup>，虾类平均资源量为 74.89kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 12135 尾/km<sup>2</sup>；蟹类平均资源量为 0.24kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 52 尾/km<sup>2</sup>；秋季头足类平均资源量为 24.83kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 3685 尾/km<sup>2</sup>；虾类平均资源量为 99.17kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 9996 尾/km<sup>2</sup>；蟹类成体资源量为 16.99kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 1004 尾/km<sup>2</sup>。底栖生物平均生物量为 24.42g/m<sup>2</sup>。

### 14.3 环境影响预测分析与评价结论

本工程石料来自于当地石料场，无毒无害、不含放射性等污染物，对沉积物类型影响较小。

项目区所在海域平均水深约 13m，工程建成后，鱼礁高度约 3~4m，会局部改附近海域的流场，人工鱼礁周围会冲刷淘空，但礁区在波浪基面以下，泥沙运移较微弱，不会造成附近海域明显蚀淤变化。

建设人工鱼礁、进行底播增养殖，是一项海洋生态环境修复工程，它能改善近海水域的生态环境，使原本生物种类较少的砂泥底质环境变成生产力较高、生物多样化的岩礁环境，可为鱼类、贝类等海洋生物繁殖、生长、栖息提供良好场所，同时也能防止拖网滥捕，保护渔业资源。

### 14.4 环境风险分析与评价结论

本项目主要环境风险为船舶溢油、自然灾害及鱼礁投放过程中的风险事故，建议建设单位制定完善的风险防范与应急措施。

### 14.5 清洁生产和总量控制结论

本工程制定了严格的施工管理制度、机械维护保养计划、应急预案，并严格执行污染物排放标准、建立清洁生产审核制度，确保本工程在营运期能够达到防治污染以及进行清洁生产的目的。

本工程施工期进行施工监理并采取有效措施减少施工对海洋环境的影响。本工程清洁生产水平较先进，符合清洁生产要求。

本项目为海洋牧场建设，施工期、营运期污染物产生量很小且统一收集处理，

不会对周边海域水质、生态环境产生不良影响。因此，本项目不需要申请总量控制指标。

## 14.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

项目采用的环保技术成熟可行，环保投资可以满足项目运行的要求。

## 14.7 区划规划和政策符合性结论

项目符合《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》《河北省海洋环境保护规划（2016-2020）》《河北省主体功能区规划》《河北省生态保护红线》等规划，符合国家的相关产业政策。

## 14.8 建设项目环境可行性结论

综上，项目建设符合《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》和其他相关规划，项目建设社会效益显著，开发建设将会对工程区域环境造成一定的不利影响，但只要认真落实报告提出的各项环保对策和建议，并加强环保管理，所产生的不利影响可以得到有效控制，能够达到可持续发展的战略目标。因此，该工程从环保角度考虑是可行的。

## 14.9 建议

（1）项目施工前，应认真设计科学的施工工艺，优化施工方案，确保本项目施工的科学、合理性。

（2）工程施工期间应加强环保管理监察工作，严格按照既定的施工工艺进行施工作业，确保工程建设期间安全施工、合理用海，使项目施工对海洋环境的影响降到最低。

（3）合理安排工期，严格遵守施工程序，并避开大风浪季节施工，建立切实可行的安全措施，对施工安全加强管理。

（4）建议本项目海域使用权到期后依法申请续期，保证人工鱼礁生态修复功能的发挥。

## 引用资料

(1) 《滦河口北岸滨海湿地整治修复工程海洋环境影响报告书》，海域海岛环境科技研究院（天津）有限公司，2020年7月；

(2) 中国水产科学研究院黄海水产研究所在工程海域附近渔业资源监测资料，2018年5月和2018年10月；

(3) 潘永玺,邱盛尧,杨宝清,焦金菊.养马岛人工鱼礁区生物群落结构调查[J].齐鲁渔业,2009,26(02):4-7+5.