
养马岛杨家庄杨维纲人工鱼礁项目（216）

海域使用论证报告书

（公示版）

山东迈德地理信息有限公司

二〇二三年四月

关于《养马岛杨家庄杨维纲人工鱼礁项目（216）》 全文公示删减内容及理由的说明

在此次公示中，按照要求删除或模糊处理其中涉及技术秘密、商业秘密等内容。现将删除或模糊处理内容说明如下：

- 1、删除或模糊处理工程具体位置，模糊处理相关平台坐标、具体位置图。原因：此部分内容属于工程项目建设的涉密部分。
- 2、删除或模糊处理本项目部分评价结果及分析结果（包括部分图和表）。原因：此部分内容属于项目的涉密部分。
- 3、公示内容不包含环境监测详细数据，保留评价结果。原因：现状调查详细数据为监测单位和评价单位商业秘密。

目录

1 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	2
1.3 论证工作等级和范围	5
1.4 论证重点	7
2 项目用海基本情况	8
2.1 用海项目建设内容	8
2.2 平面布置和主要结构、尺度	11
2.3 主要工程量及依托设施	19
2.4 养殖方案及工艺	21
2.5 项目申请用海情况	23
2.6 项目用海必要性	24
3 项目所在海域概况	27
3.1 自然环境概况	27
3.2 海洋环境质量状况	42
3.3 渔业资源概况	58
3.4 自然资源概况	70
3.5 开发利用现状	73
4 项目用海资源环境影响分析	80
4.1 项目用海环境影响分析	80
4.2 项目用海生态影响分析	99
4.3 项目用海资源影响分析	101
4.4 项目用海风险分析	107
5 海域开发利用协调分析	112
5.1 项目用海对海域开发活动的影响	112
5.2 利益相关者界定	115
5.3 利益相关者协调分析	115
5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	115
6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	116
6.1 与《山东省海洋主体功能区规划》的符合性	116
6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析	117
6.3 项目用海与相关规划符合性分析	125
7 项目用海合理性分析	134
7.1 用海选址合理性分析	134
7.2 用海方式和平面布置合理性分析	136
7.3 用海面积合理性分析	139
7.4 用海期限合理性分析	143
8 海域使用对策措施	144
8.1 区划实施对策措施	144

8.2 开发协调对策措施.....	145
8.3 风险防范对策措施.....	145
8.4 监督管理对策措施.....	151
8.5 生态用海分析	156
9 结论与建议.....	158
9.1 结论	158
9.2 建议	161
资料来源说明.....	163
附件 1 现场勘查记录表.....	164
附件 2 开展论证通知	165
附件 3 不动产权证资料.....	165
附件 4 相关利益者协议.....	165
附件 5 海域使用论证单位内审意见及修改说明	165

1 概述

1.1 论证工作来由

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央将建设海洋强国作为中国特色社会主义事业的重要组成部分和实现中华民族伟大复兴的重大战略任务，坚持走依海富国、以海强国、人海和谐、合作共赢的发展道路，扎实推进了海洋强国建设。党的十八大报告提出：

“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。”党的十九大报告提出：“坚持陆海统筹，加快建设海洋强国。”到二十大报告“发展海洋经济，保护海洋生态环境，加快建设海洋强国。”这是新时代新征程的“任务书”“作战图。”建设海洋强国，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。烟台市以山东蓝色经济区上升国家战略为契机，紧抓建设山东半岛蓝色经济区机遇，着眼于环渤海和东北亚一体化发展，发挥区位、资源、空间和产业优势，加快推进海洋强市建设，围绕深度开发海洋、高效利用海岸、科学开发海岛、统筹发展海陆，使海洋经济成为烟台蓝色经济区的支柱。海洋牧场，即在一定海域内，基于生态学原理营造多营养层级的海洋生态环境，充分利用自然生产力，开展生物资源养护和海水增养殖生产的渔场。

《山东省渔业资源修复行动规划》提出：要“在渔业资源衰退和生态荒漠化严重以及转产转业重点地区的近岸水域，以海洋牧场建设为载体，重建水域生态环境，补充水生生物资源，提高水域渔业生产力，带动休闲渔业及相关产业发展”：“制定科学的海洋牧场建设规划，合理确定海洋牧场建设布局、建设类型和规模，注重结合其他渔业资源增殖措施，充分发挥海洋牧场建设群的规模生态效应”。采用一整套规模化的渔业设施和系统化的管理体制，利用自然的海洋生态环境，将人工放流的经济海洋生物聚集起来，进行有计划有目的的海上放养鱼虾贝类的大型人工渔场。

建设人工鱼礁一是为了提高某些经济品种的产量或整个海域的鱼类产量，以确保水产资源稳定和持续增长；二是在利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统，实现可持续生态渔业，国外一些国家投资建设人工礁，不仅取得了重大的经济效益而且社会效益、生态效益也非常显著。我国人工鱼礁建设起步晚，但近年来发展较快，一些沿海省市兴建增殖鱼礁，达到了改善海洋生态环境、提供稚鱼庇护以及鱼类栖息、索饵和产卵场所、增殖保护鱼类资源的目的。

树立发展与资源环境相协调的科学发展观，以发展山东半岛蓝色经济区为契机。近年

来我市积极实施人工鱼礁建设，打造海洋牧场。人工鱼礁聚鱼效应及改善海域生态环境、增殖渔业资源效果明显，带动了海洋渔业相关产业的发展，生态、社会、经济效益和发展前景逐渐凸显。本项目实施，对于打造和推进牟平区海洋资源的健康综合利用示范，加快渔业由陆基到海洋转型发展，提升渔业发展活力，加快渔民发展新思路，推动渔业经济快速健康发展，实现渔业新旧动能转换具有重要意义。

杨维纲拟在已取得海域使用权证的牟平区养马岛杨家庄村外海海域建造人工鱼礁，提高水域渔业生产力，优化海域生态环境的同时发展增殖业。依据《中华人民共和国海域使用管理法》的有关规定，项目用海需开展海域使用论证工作，分析和预测项目用海对项目附近海域环境的影响，为管理部门的决策提供依据。受杨维纲委托，山东迈德地理信息有限公司担了该工程的海域使用论证工作，并按《海域使用论证技术导则》（国海发〔2010〕22号）及有关技术规范，编制该海域使用论证报告书。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

（1）全国人民代表大会常务委员会，《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月24日修订，2015年1月1日实施；

（2）全国人民代表大会常务委员会，《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017年11月4日修整，2017年11月5日实施；

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

（4）全国人民代表大会常务委员会，《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日修整，2013年12月28日实施；

（5）全国人民代表大会，《中华人民共和国物权法》，2007年3月16日发布 2007年10月1日实施；

（6）中华人民共和国国务院，《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》，国务院令 第507号，2008年1月1日施行，2017年3月1日修订；

（7）国务院办公厅，《国务院办公厅关于沿海省自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》，国办发〔2002〕36号，2002年7月6日实施；

（8）《产业结构调整指导目录（2019年本）》中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第29号，2020年1月1日起施行；

（9）国家海洋局，《海域使用权管理规定》，国海发[2006]27号，2007年1月1日实施；

（10）国家海洋局，《海域使用权登记办法》，国海发[2006]28号，2007年1月1日实施；

（11）国家海洋局，《海洋功能区划管理规定》，国海发（2007）18号，2007年8月1日实施；

（12）山东省人大常委会，《山东省海域使用管理条例》，山东省人大常委会公告第10号，2015年修订；

（13）山东省人大常委会，《山东省海洋环境保护条例》，山东省人大常委会公告第40号，2004年12月1日实施，2016年3月30日修正；

（14）《山东省海域使用论证管理暂行办法》，2004年7月实施；

（15）山东省人民政府，《山东省人民政府关于海域使用管理有关问题的通知》鲁政发[2002]69号，2002年10月9日实施；

（16）山东省人民政府，《山东省海洋主体功能区规划》，2017年8月25日；

（17）山东省环境保护厅，《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020年）》，2016年5月24日实施；

（18）中华人民共和国国务院，《山东半岛蓝色经济区发展规划》，国函[2011]1号文件，2011年1月4日实施；

（19）中华人民共和国国务院，《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》2012年10月实施；

（20）山东省人民政府，《山东省黄海海洋生态红线划定方案（2016-2020年）》2015年12月实施；

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

（22）《烟台市海洋功能区划（2013~2020年）》，山东省人民政府，鲁政字（2015）250号，2015年12月；

（23）《山东省渔业养殖与增殖管理办法》，山东省人民政府，山东省人民政府令第206号，2008年10月10日；

（24）《山东省渔业资源修复行动计划专项资金管理暂行办法》，山东省海洋渔业厅，鲁财农[2011]38号，2011年6月30日；

（25）《山东省渔业资源修复行动计划人工鱼礁项目管理暂行办法》，山东省海洋与渔业厅，2006 年 12 月；

（26）《关于渔业资源修复行动计划人工鱼礁项目可行性研究报告的批复》，山东省海洋与渔业厅；

（27）《山东半岛蓝色经济区发展规划》，中华人民共和国国务院，国函[2011]1 号，2011 年 1 月；

（28）《山东省人工鱼礁建设规划》（2014-2020 年），山东省海洋与渔业厅，鲁海渔（2014）3 号，2014 年 1 月 15 日。

1.2.2 技术标准和规范

- （1）《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- （2）《渔业水质标准》（GB11607-1989）；
- （3）《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- （4）《海洋调查规范》（GBT12763-2007）；
- （5）《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- （6）《海洋沉积物质量》（GB18688-2002）；
- （7）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
- （8）《海域使用分类》（HYT123-2009）；
- （9）《海籍调查规范》（HY/124-2009）；
- （10）《海域使用面积测量规范》（HY070-2003）；
- （11）《海洋工程地形测量规范》（GB/T17501-1998）；
- （12）《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》（JST231-2-2010）；
- （13）《海域使用论证技术导则》，国家海洋局，国海发（2010）22 号，2010；
- （14）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SCT910-2007）；
- （15）《围填海工程填充物质成分限值》（GB30736-2014）；
- （16）《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》（DB37T1448-2015）；
- （17）《宗海图编绘技术规范》（HYmT251-2018）（国海规范（2016）2 号）；
- （18）《建设项目用海面积控制指标（试行）》，国家海洋局 2017 年 5 月 27 日；
- （19）《山东省渔业资源修复行动计划人工鱼礁项目技术规程（试行）》，山东省海洋与渔业厅，2006 年 12 月；
- （20）《海湾扇贝养殖技术规程》（DB37618-2006），山东省质量技术监督局，2006

年10月1日实施。

1.2.3 相关规划和区域

- (1) 《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》；
- (2) 《山东省海洋功能区划(2011-2020年)局部修改方案》，2016年4月；
- (3) 《烟台市国土空间规划(2019-2035年)》；
- (4) 《山东省海洋环境保护规划(2008-2020年)》；
- (5) 《山东省渔业资源修复工程规划(2010-2020年)》；
- (6) 《山东省人工鱼礁建设规划(2014-2020年)》；
- (7) 《山东省“十四五”海洋经济发展规划》；
- (8) 《山东省海上粮仓建设规划(2015-2020年)》；
- (9) 《烟台市海洋功能区划(2013-2020年)》；
- (10) 《牟平区养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》，烟台市牟平区人民政府，烟牟政发〔2018〕63号；
- (11) 《山东省“三区三线”划定成果》，自然资源部，2022年10月14日。

1.2.4 项目依据

- (1) 海域使用申请书。
- (2) 《关于同意开展海域使用论证工作的通知》，烟台市牟平区海洋发展和渔业局牟海渔函 号。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则》（国海发[2010]22号）中确定论证工作等级的方法（见表1.3-1），等级确定重点考虑工程的用海方式、规模和所在海域特征。

根据《海域使用分类》（国海管字[HY/T123-2009]）规定，本项目人工鱼礁用海类型属于渔业用海（一级类）中的人工鱼礁用海（二级类），用海方式属于构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）；筏式养殖用海类型属于渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式属于开放式（一级方式）中的开放式养殖（二级方式）。

本项目位于烟台市牟平区养马岛杨家庄村外海海域，申请用海总面积为26.9900hm²，其中人工鱼礁用海面积为0.9000hm²，开放式养殖用海面积为26.0900hm²。根据《海域使用论证技术导则》（国海发[2010]22号），需依据工程的用海方式、规模和所在海域特征判

定论证工作等级，判定结果见表 1.3-1，根据就高不就低原则，确定本项目的海域使用论证等级为二级。

表 1.3-1 不同用海方式海域使用论证等级判定结果

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物用海	人工鱼礁类透水构筑物用海	用海面积 ≥ 50 公顷	所有海域	一
		用海面积 < 50 公顷	所有海域	二
开放式用海	开放式养殖用海	用海面积 ≥ 700 公顷	所有海域	二
		用海面积 < 700 公顷	所有海域	三

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（国海发[2010]22 号），论证范围依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，二级论证向外扩展 8km。

根据以上分析，确定本项目水域论证范围为以工程为中心，平行岸线方向东西延伸 8km，垂直岸线向海北侧延伸 8km，论证区域面积共约 222.78km² 海域面积，论证范围详见图 1.3-1，论证范围控制点见表 1.3-2 论证范围控制点。

表 1.3-2 论证范围控制点

控制点	纬度	经度
A	37° 27' 58.142" N	121° 28' 29.407" E
B	37° 33' 52.844" N	121° 28' 29.288" E
C	37° 33' 52.465" N	121° 39' 35.108" E
D	37° 25' 39.524" N	121° 39' 34.059" E

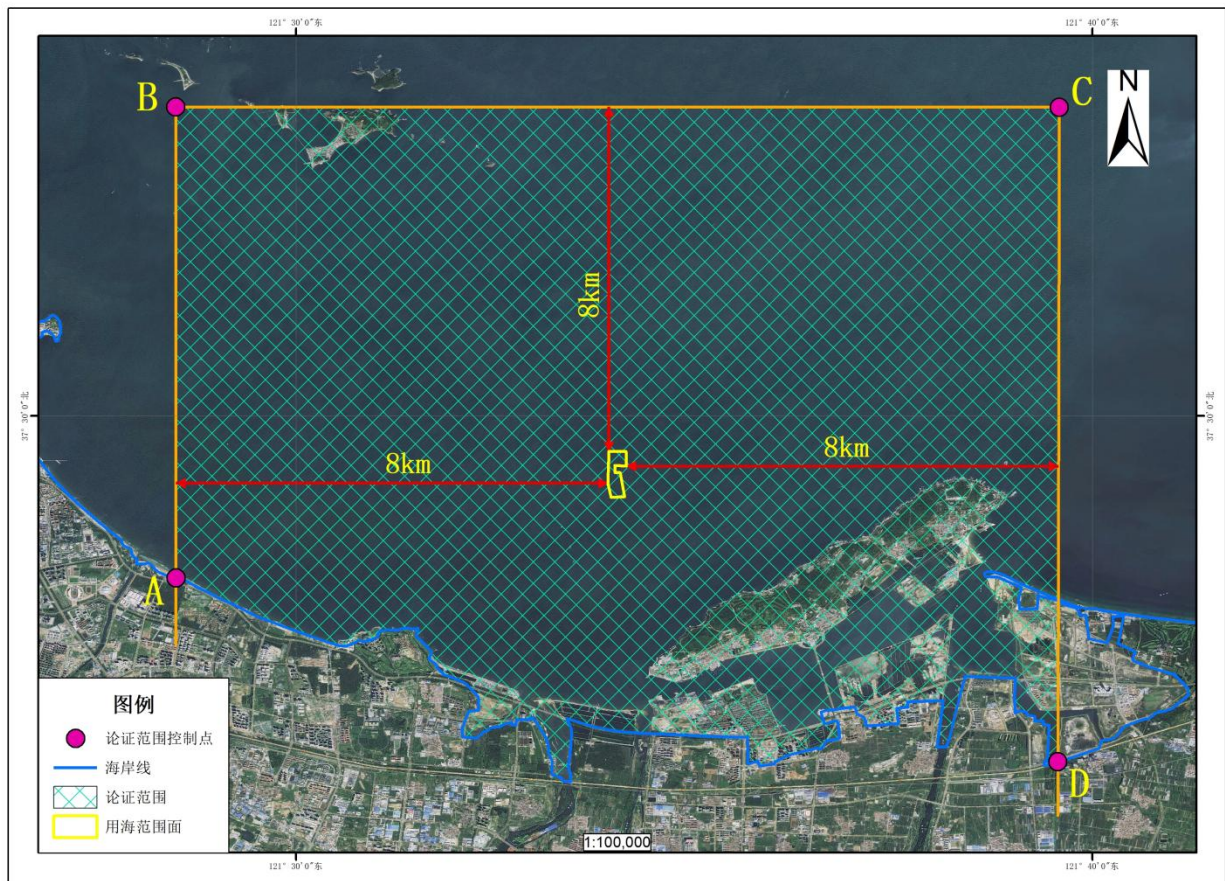


图 1.3-1 论证范围

1.4 论证重点

依据项目用海类型、用海方式和用海规模，结合海域资源环境现状、周边利益相关者等特点，确定本项目海域使用论证工作的论证重点为：

- （1）项目用海必要性分析；
- （2）项目用海方式和平面布置合理性分析；
- （3）项目用海面积合理性分析；
- （4）海域开发利用协调分析；
- （5）用海项目选址分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

（1）项目名称

养马岛杨家庄杨维纲人工鱼礁项目（216）

（2）项目性质

经营性项目

（3）项目权属及用海现状

杨维纲在已取得不动产权证(证号:)。用途为开放式养殖用海,用海面积为 26.9900hm²,用海方式为开放式养殖用海,使用期限为 2024 年 12 月 31 日。

杨维纲拟建设人工鱼礁区主要从事海鞘、扇贝、刺参等优质海产品的增养殖,申请海域面积为 26.9900hm²,用于海珍品养殖和人工鱼礁建设。

（4）变更理由、变更内容以及建设规模

人工鱼礁的建设可以改善鱼虾、海参生存环境,提高海参、鱼虾产量,增加经济收入。现需对新建的人工鱼礁区进行用海方式和用海类型进行变更,用海方式:将部分投礁海域的原开放式养殖变更为透水构筑物,其余区域维持开放式养殖不变;用海类型:将原开放式养殖用海变更为人工渔礁用海。

人工鱼礁区由 3 个单位鱼礁组成,位于用海范围北侧区域内,投放礁体为构件礁,单位鱼礁尺寸为 50m×60m,占用海域面积为 0.9000hm²。单位鱼礁共由 12 组鱼礁单体组成,横间距为 6m,纵间距为 6m,项目总投礁空方量为 15264m³·空。

筏式养殖区采用全开放式筏式笼养的方式,筏架沿南北向进行布设,筏式养殖区与项目用海边界之间预留 20m 的宽度,便于养殖管理,同时作为养殖区的缓冲保护区;每条浮筏的浮绳长度为 50~100m,浮筏行间距约为 20m;每条养殖浮筏均匀挂设养殖笼,养殖笼之间间距为 1.2m。

本项目通过设置人工鱼礁的方式增养殖海参,利用物理与生物相结合的方法与技术,修复海域生态环境,恢复海洋渔业资源,带动养殖产业发展。项目运营期间,工作人员 4 人,项目总投资约 350 万,工期 12 个月。

项目用海总面积 26.9900hm²,其中人工鱼礁类透水构筑物用海面积 0.9000hm²,用海类型一级类为渔业用海,二级类为人工鱼礁用海,一级用海方式为构筑物,二级用海方式为透水构筑物;开放式养殖用海面积 26.0900hm²,用海类型一级类为渔业用海,二级类为开

放式养殖用海，一级用海方式为开放式，二级用海方式为开放式养殖，拟申请用海期限为5年。

（5）地理位置

本用海项目位于烟台市牟平区养马岛杨家庄村外海海域。地理坐标为东经 $121^{\circ} 33' 55.02'' \sim 121^{\circ} 34' 08.88''$ ，北纬 $37^{\circ} 28' 58.56'' \sim 37^{\circ} 29' 33.30''$ ，平均水深在11.6m~14.8m之间，海底为平坦的沙、沙泥沉积，水流畅通，水质清新，各项理化因子皆符合国家规定的二类海水水质标准，符合该项目建设条件。地理位置详见2.1-1a、1b、1c。



图 2.1-1a 工程地理位置图



图 2.1-1b 工程地理位置图

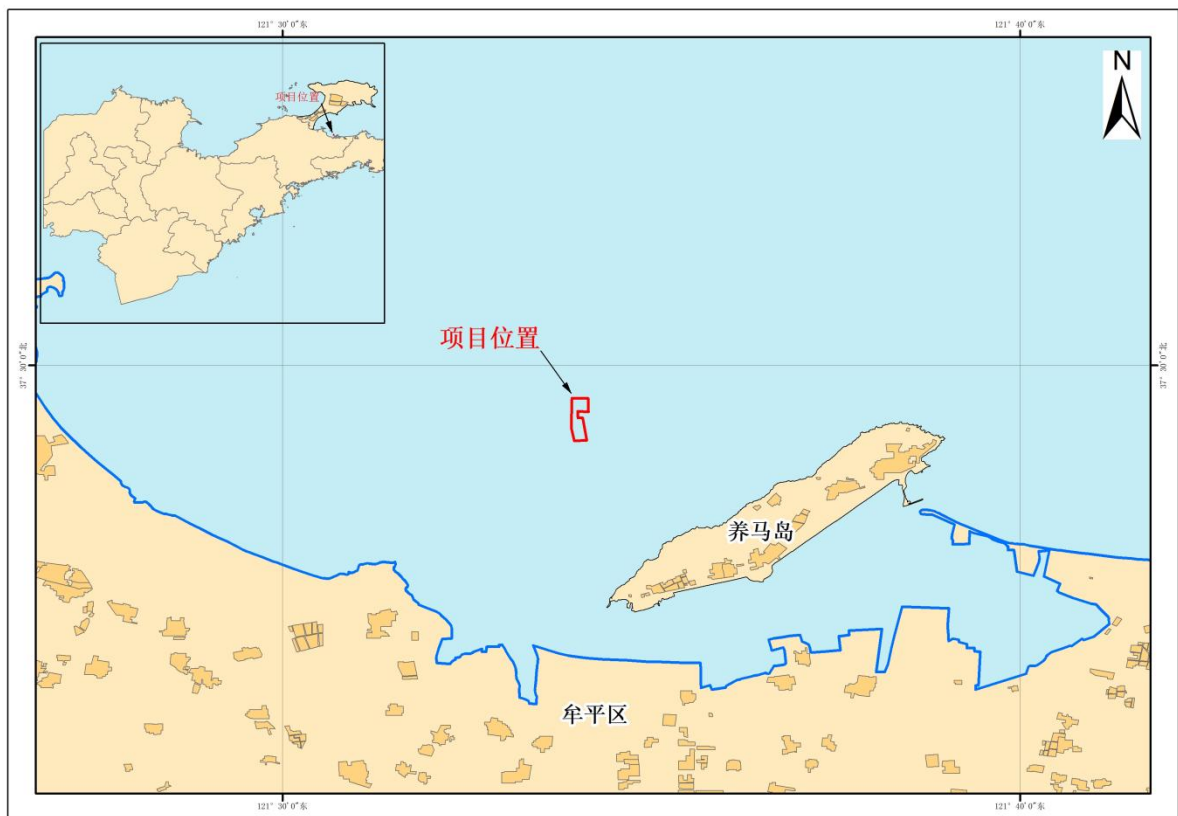


图 2.1-1c 工程地理位置图

（6）周边人工鱼礁的建设分布情况

根据《山东省人工鱼礁建设规划（2014-2020）》，山东省沿海规划为 9 大人工鱼礁带，项目位于规划中的烟台近海人工鱼礁群，本人工鱼礁带规划 4 个礁群，分别为烟台套子湾人工鱼礁群、烟台崆峒列岛人工鱼礁群、烟台玉带山-四十里湾人工鱼礁群、烟台养马岛人工鱼礁群。其中烟台养马岛人工鱼礁群位于养马岛以东海域，水深 8~18m，底质为泥、泥沙，鱼礁定位以经济型为主导。礁群规划设计海域面积 16164 公顷，目前区域内已建人工鱼礁面积 2670 公顷。规划投放混凝土构件、报废渔船、石料等各类礁体 350 万空方，新建人工鱼礁面积 3000 公顷。

本项目位于烟台养马岛人工鱼礁群，位于养马岛附近，水深 8~18m，底质为泥、泥沙，鱼礁定位以经济型为主导。项周边主要为筏式养殖、底播养殖以及人工鱼礁项目，已建多个人工鱼礁项目主要分布在本项目东侧和东北侧，包括烟台兴运海尚海洋牧场建设项目（301）、烟台航宇养马岛人工鱼礁项目、烟台兴运海尚海洋牧场建设项目（595-1）、烟台金岛钓鱼俱乐部人工鱼礁项目（806）、烟台泰华海洋科技有限公司人工鱼礁项目、烟台岩海珍品西山北头人工鱼礁项目（886）等，最近项目为烟台兴运海尚海洋牧场建设项目（301）。投放的礁体为方形混凝土预制礁，增殖放流品种多为海参、经济鱼类。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 平面布置方案

2.2.1.1 整体平面布置

依据项目所在海域的水文及地理位置特点，在 26.9900hm²的确权用海范围内建设人工鱼礁。建设区域南北最大距离约 743.8m，东西最大距离约 318.4m，靠近项目区北侧建设 3 个（单位）人工鱼礁群均匀分布在区域内，为预制鱼礁，形成单个鱼礁规模为 50m×60m，人工鱼礁范围为 0.9000hm²，人工鱼礁南北纵间距为 45.6m~59.5m，东西横间距为 30.5m，人工鱼礁单体与项目区边界的距离为 22m~165.3m，建设区域水深在 11.6m~14.8m 之间。项目平面布置详见图 2.2-1。

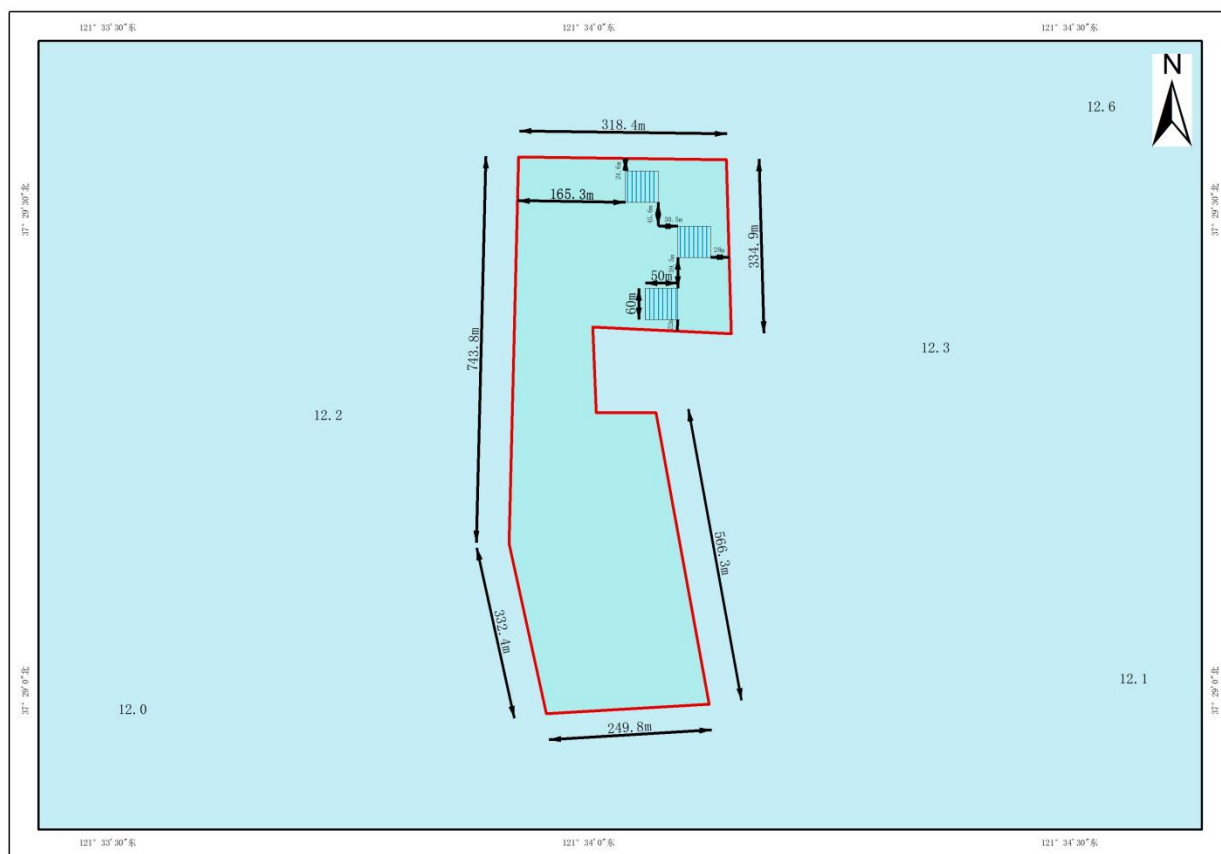


图 2.2-1 平面布置图

2.2.1.2 筏式养殖区平面图

本项目筏式养殖区采用全开放式筏式笼养的方式，主要养殖品种为栉孔扇贝，在满足生产工艺要求的前提下，按照有利于生产、方便管理，同时做到尽量减少对海洋生态环境的污染的原则进行筏架布设，项目用海范围呈长条状，潮汐方向整体呈 WNW-ESE 方向，因此筏架沿南北向进行布设。筏式养殖区与项目用海边界之间预留 20m 的宽度，便于养殖管理，同时作为养殖区的缓冲保护区；每条浮筏的浮绳长度为 50~100m，浮筏行间距约为 20m，笼间距为 1.2m，每根 100m 的浮绳挂 80 笼；浮漂间距为 1m 至 1.25m；横缆长 25m，横缆与海底平面夹角约 30 度，共设置浮筏 85 条。

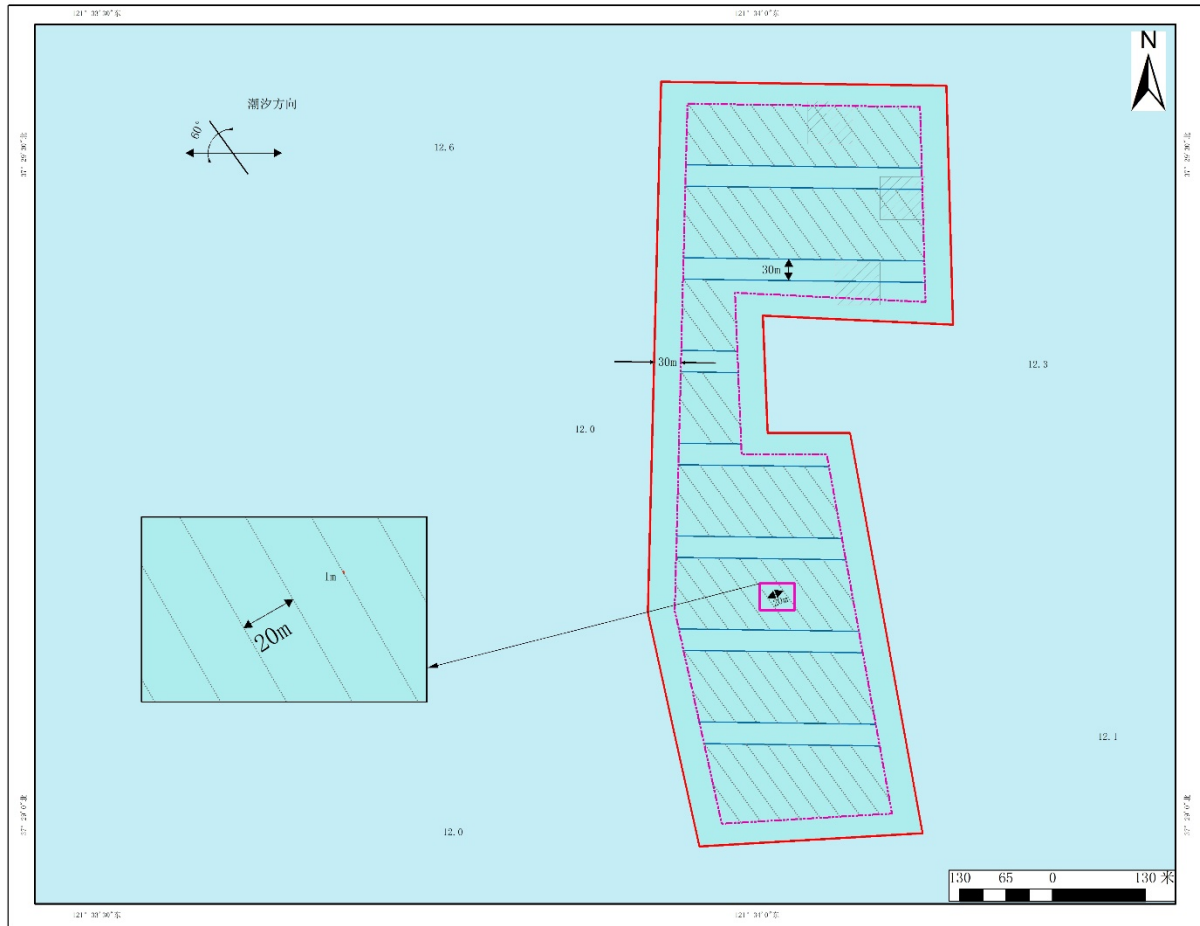


图 2.2-1a 平面布置图筏式养殖平面布置图

2.2.2 主要结构、尺度

1、人工鱼礁结构、尺度

本项目建设人工鱼礁主要用于海参增养繁殖，应使用单位鱼礁具有较大的附着面积，宜投放预制礁或小型单体鱼礁为主，综合考虑海域水深、潮流情况，本项目 3 个鱼礁均为混凝土构件礁，构件礁按拢投放。鱼礁群的布设方向与海流方向交叉，形成较大的过水断面，促进礁群内营养物质交换作用，通过礁体对海流的阻挡，形成局域上升流，提高鱼礁区的聚鱼效果。该工程共投放 3 个单位人工鱼礁，纵间距为 45.6m~59.5m，东西横间距为 30.5m。单位鱼礁尺寸分为 50m×60m，占用海域面积为 0.9000hm²。每组单体礁尺寸为 8m×16m，高度为 4m。见图 2.2-2。

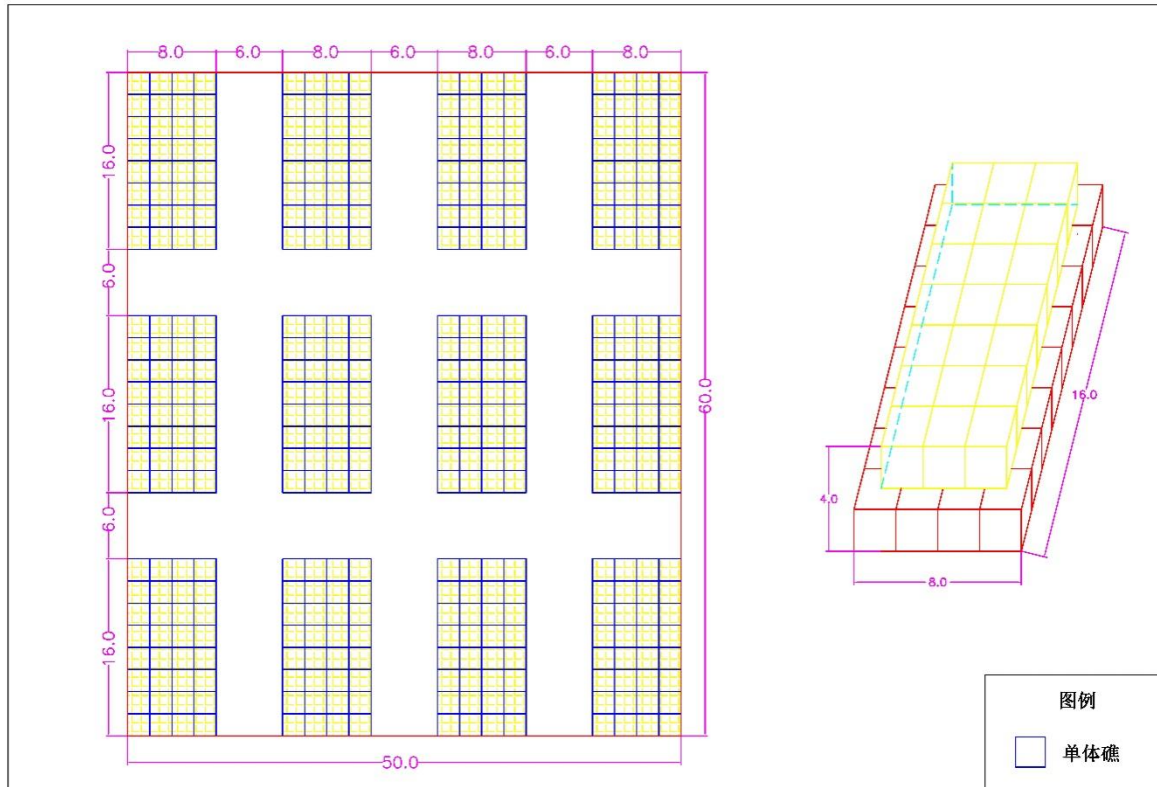


图 2.2-2 单位鱼礁平面布置图

每组单体鱼礁由 53 个 $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$ 的方形混凝土构件礁堆成，每组单体鱼礁尺寸为底宽为 8m，长为 16m，高 4m，形成单位鱼礁空方 5088m^3 ，形成鱼礁规模约 15264m^3 。

方形构件礁规格为 $2\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$ 。该礁体空隙多，表面积远比同体积的天然礁大，为附着生物及其他生物提供了更大的附着场所。其中甲壳类、贝类、多毛类等的幼体，可直接供一些鱼类摄食；由于该礁体产生的局部上升流、涡流等复杂的流态，有利于提高水域肥沃度，从而提高其生物生产力。该礁体的形状、结构为其鱼类及其他海洋生物聚集、栖息和生长创造了良好条件。方形构件礁结构设计见图 2.2-3。

图 2.2-3 方形混凝土构件礁结构示意图

2、筏式养殖结构、尺度

项目建设浮筏的浮绳长度为 50~100m，浮筏行间距约为 20m，每条养殖浮筏均匀挂设养殖笼，笼间距为 1.2m，主要设施有：底橛、绳绳、塑料浮子、暂养笼、养成笼。

1) 底橛

橛又称橛绳。聚乙烯绳为主，直径 1.8~2.0cm，其长度一般是养殖海区高潮时水深的 2 倍，风浪大、流急的海区可长些。

橛子常用木橛和水泥橛，也有采用石砣和铁锚代替。根据底质不同，木橛长 0.8~2.0m 不等。

2) 纜绳

浮纜要求结实，经济耐用。以聚乙烯绳为主，直径 1.8~2.0cm 左右。

3) 塑料浮子

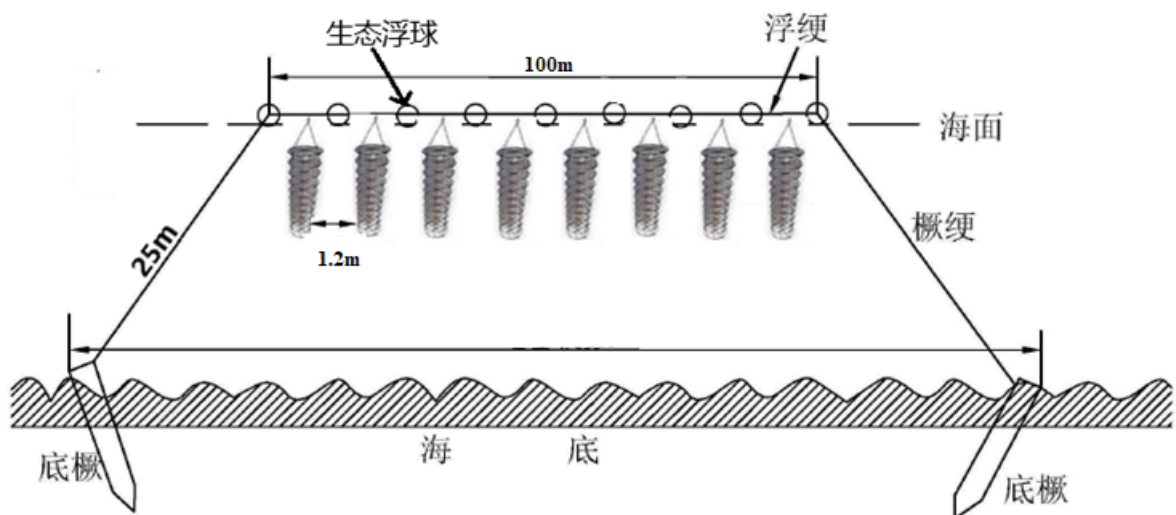
浮球又称浮漂，球形，常使用的有玻璃浮子和塑料浮子，直径 0.3m 左右，本养殖区浮球全部使用符合环保要求的生态浮球。浮子系于浮纜上。每根浮纜一般系结浮子 80~100 个。

4) 暂养笼

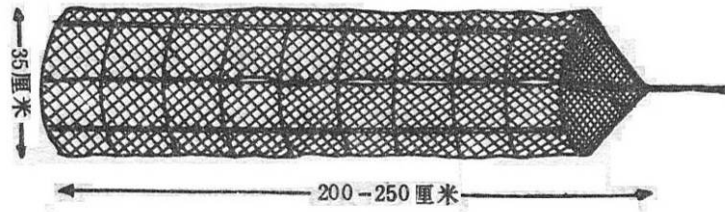
用网目为 0.8cm 的聚乙烯网衣及塑料板制成的 13 层圆柱形吊笼。塑料板的直径为 30~32cm，每层间距 15~25cm。

5) 养成笼

用网目为 4cm 的聚乙烯网衣及塑料板制成的 10 层圆柱形吊笼。网衣目的大小视扇贝个体大小而定，以不漏掉扇贝为原则。一般用网目为 4cm 的网片。塑料板的直径为 30~32cm，每层间距 15~25cm，每个吊笼平均分成 10 层，每层加入苗种 20 个。（如下图）。



海上浮漂结构图



养成笼示意图

2.2.3 施工条件及施工方法

2.2.3.1 人工鱼礁运输条件及要求

本工程位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域，所在地水文、气象条件良好。项目所在海域表层沉积物分布以细砂为主，水深 11~15m，工程区地质层位稳定，无不良地质现象。施工期施工船舶将在牟平中心渔港码头停靠，本项目距离牟平港约 3.8km，为本项目建设带来了便利的交通条件。

选择租用合格的船舶进行海上运输和抛投作业，配备开底驳船施工作业，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进行操作。

1. 预制礁体制作工艺及技术

本项目采用的方形混凝土构件礁采用外购方式获得，鱼礁使用原料需选用对海洋环境无污染的材料。

（1）混凝土预制礁体的制作要求

礁体制作应先确定混凝土配合比，在浇筑混凝土前，检查模板、支架钢筋和预埋件的正确性，应将模板内的木屑、水泥和钢筋埋件上的灰浆及油污清理干净。

混凝土浇筑完毕后应及时加以覆盖，结硬保温养护。加挂钢筋所涉的钢筋焊接均应采用双面搭接满焊，焊接质量应符合钢筋混凝土施工规范中对钢筋焊接的施工要求。

（2）礁体的存放

礁体的存放场地应靠近预制场，要求场地平坦，有足够存放面积和承载力。

（3）混凝土预制工程

礁体结构应一次性连续浇筑完成，否则，须征得设计和监理工程师同意，并有完备的施工缝隙处理措施。

（4）预制件冬雨季混凝土施工技术措施

施工拌制混凝土用的砂、石、水泥和水，均应保持正温，拌制混凝土采用加热水的方法，水加热温度应根据热工计算确定，水泥使用前应存放在暖棚内，骨料必须清洁，不得

含有冰雪等冻结物及宜冻裂的矿物质。

拌制混凝土时应遵循以下规定：

- ①应有专人配制防冻溶液，严格掌握防冻剂的掺量；
- ②严格控制水灰比，由骨料带入的水分及防冻剂溶液中的水分应从拌合水中扣除；
- ③搭设混凝土搅拌保温棚，在棚内用炉火加温，使棚内的温度稳定保持 $^{\circ}\text{C}$ 以上，以便控制混凝土的出机温度。
- ④搅拌前，用热水或蒸汽水冲洗搅拌机，搅拌时间应比常温搅拌时间延长 倍
- ⑤混凝土的出机温度不宜低于 $^{\circ}\text{C}$ ，入模温度不得低于 $^{\circ}\text{C}$ 。

2. 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、起重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。

3. 陆上运输及装卸

根据混凝土构件预制场地与专用码头之间的距离、路况、场地等实际情况，配备自卸运输车和起重机，用于将预制礁体从预制场地到港口的装载、运输。所有机械均配备专人驾驶操作，确保工程进度和设备和安全运行。

码头装卸有专人负责，按设计要求堆放人工预制礁体，并预留出装载机械运行通道，保证装船工序的顺利进行。

4. 海上运输

本项目海上运输以牟平港码头为起点，行驶至工程位置，本项目海上运输过程中不占用筏式养殖、底播养殖等各类权属。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。

2.2.3.2 人工鱼礁投放

（1）人工鱼礁投放的要求

①投放前建设单位应通知主管部门和海事部门，由海事部门核准发布航行公告。投放方案应包括投放海域、投放时间、运输路线和作业船舶等内容。

②礁体高度应当与水深、底质和海上交通安全等条件相适应。

③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。

④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，需补齐礁体数量。

⑤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。

⑥礁体投放时应尽最大可能避开岩礁底处和暗礁处。在海域按设定位置用定位仪定位，并安放浮标；在人工鱼礁上面安装浮筒；运载至预定位置，吊装投放；设置礁区标志，在鱼礁群区外端点各安装 2 只灯标，共计四只，确保船只航行、渔船作业及人工鱼礁礁体的安全。投放时间选择在秋冬季平潮期较好。

（2）人工鱼礁投放方法

①人工鱼礁的运输依托项目施工地点的附近码头。

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礁体投放时，以陆标和卫星导航系统联合定位，按设计位置投放，必须及时准确地记录礁体的实际位置和各鱼礁堆的编号，定位的精度误差不得大于 5m。

④礁体投放时，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，石料礁体投放通过开底驳船投放。

⑤礁体投放时，由潜水员潜入礁区海底检查礁体是否严重沉降或倾斜，也可采用声呐和多波束测深系统进行走航式测量，查明礁体的位置和分布状况。因海底情况不明造成礁体顶面距海面过浅、沉降或倾斜过大，经现场监理同意，宜就近重新投放。

⑥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（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，礁区建成后，必须在礁区边角设置渔业标志，浮标数目因礁区大小而异。

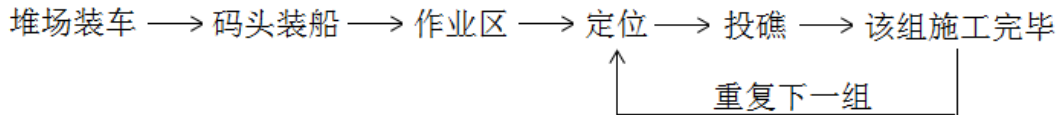


图 2.2-4a 人工鱼礁施工流程图

2.2.3.3 筏式养殖施工方法

（1）施工顺序

本项目主要依靠自然潮汐携带的营养物质为筏式养殖扇贝提供丰富的饵料，施工期施工人员首先对拟申请海域进行测量，通过施工船舶打橛设置浮漂，然后是挂设养殖笼。

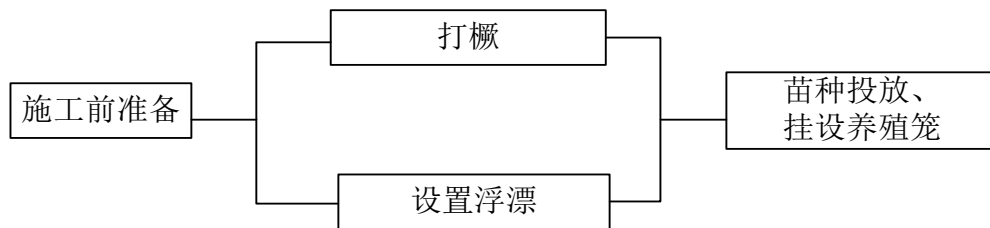


图 2.2-4b 筏式养殖施工流程图

（2）施工工艺

将养殖海区划分养成区，区间距 30m，留出航道，为方便管理，在海底打桩，通过绳索与水上浮子相连，绳索长度以浮子最高潮仍能漏出水面为准。具体步骤如下：

- 1) 测量水位高程及标志点处水域水深。
- 2) 复测标志点坐标并设定临时浮标。
- 3) 根据测时水位高程及水深推算底桩到临时浮标的水平距离及绳索的长度。
- 4) 海底打桩。
- 5) 安装底桩与浮标间的绳索。
- 6) 复查浮标定位坐标。

2.3 主要工程量及依托设施

2.3.1 主要依托的设施

人工鱼礁预制件的制造委托给其他有资质的单位进行。因此，人工鱼礁区整体建设范围内不涉及混凝土搅拌站及相关机械等。运营期养殖收货渔船需要依托建设单位陆域已有厂房。

项目施工期预制礁的装运需要依托牟平港货运码头，海上施工采用 1 条对开式开底驳工程船，单船可承载 300m³ 构件，施工期施工船舶将在牟平港货运码头停靠。项目人工鱼礁

所需构件礁购买于当地预制厂，由预制厂运送至牟平港货运码头。运营期将使用小型渔船进行管理维护及正常运营，船舶规模较小，船舶的管理维护及工作人员污水和垃圾的处置全部依托建设单位现有陆域厂房设施，采捕季节捕获养殖产品会通过周边习惯性航道向南运抵项目南侧的养马岛中心渔港进行卸货转运。

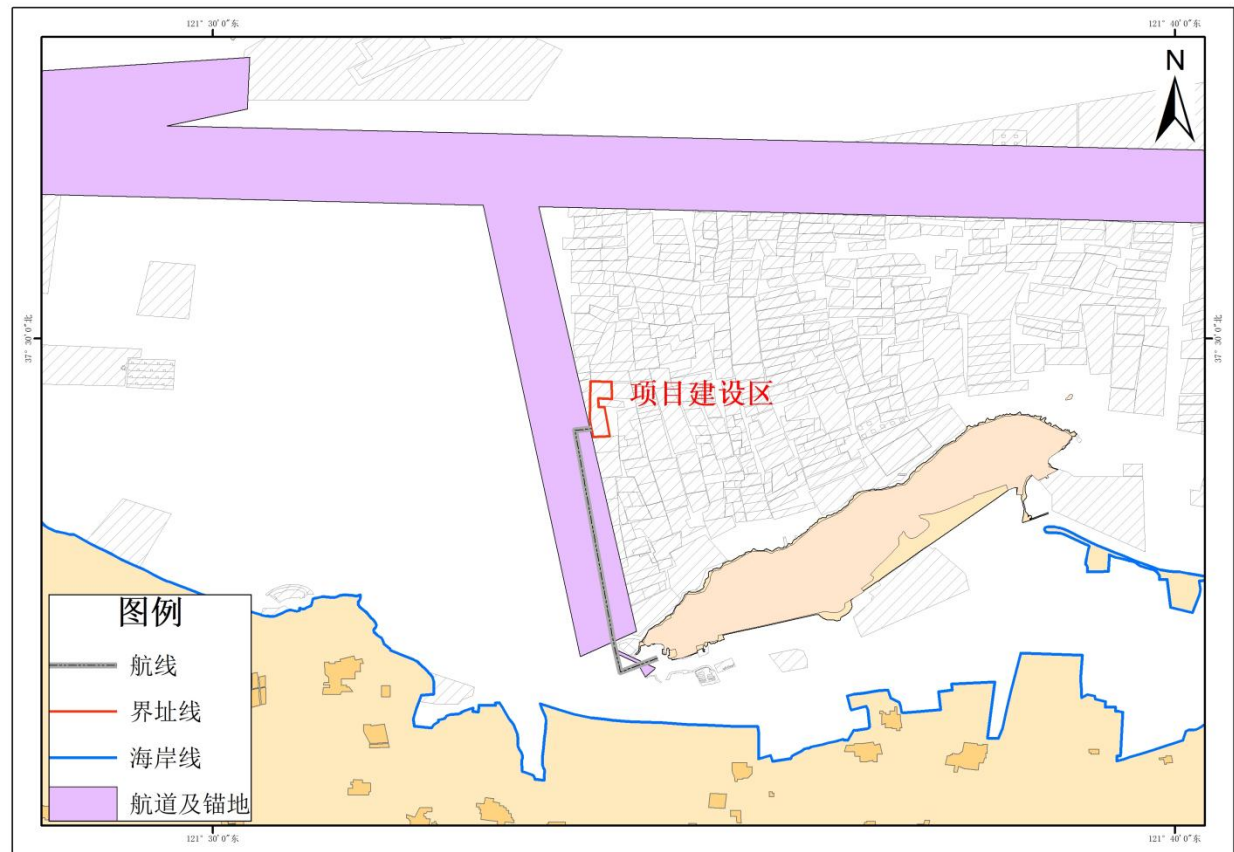


图 2.2-5 礁体运输路线示意图

2.3.2 主要工程量及配套设施

主要工程量及配套设施见表 2.3-1 和表 2.3-2。

表 2.3-1 礁体规格、数量一览表

礁体名称	规格	单位	数量	构筑 $\text{m}^3 \cdot \text{空}$
方形构件礁	2m×2m×2m	m^3	15264	15264
合计 $\text{m}^3 \cdot \text{空}$				15264

表 2.3-2 配套设备一览表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	管理船舶	艘	2	
2	潜水装备	套	2	

2.3.3 土石方平衡

本项目礁区总投礁规模为 15264m³，项目建设所需的构件礁采用商业采购，采购混凝土构件礁无毒、无害、没有放射性污染。

在项目施工前，采购的土石方应经有资质的单位监测，土石方成分应稳定、无毒无害、不含放射性物质和易浸溶重金属成分，围填海物符合《围填海工程填充物质成分限制》（GB30736-2014）中相关要求，方可用于施工，避免对海洋环境产生不利影响。

2.3.4 施工进度

根据建设单位制定的施工进度计划表，本项目计划工期总时长约 12 个月，见表 2.3-3。施工期应避开严寒、大风大浪等不具备施工条件的天气，停工期不计入项目施工总工期之内。同时，在保障施工质量的前提下施工工序可根据情况交叉执行。

表 2.3-3 项目施工进度安排

起止时间	项目进度安排
第 1 个月——第 2 个月	施工准备
第 2 个月——第 7 个月	鱼礁预制
第 5 个月——第 11 个月	礁体运输投放
第 10 个月——第 12 个月	苗种投放、筏式养殖

2.4 养殖方案及工艺

2.4.1 人工鱼礁区养殖方案

在礁体投放后，项目即开始进行生产实施与管理，本项目的主要生产程序为：苗种投放→日常看护与管理→收获。各生产环节的主要技术措施有：

（1）人工鱼礁区增殖放流目标种类的选择

根据礁区环境和投放礁体类型，选择适宜的放流目标种类，本项目主要投放种类为海参苗。

（2）苗种选择和来源

人工鱼礁区所需海参苗种均由项目建设单位自己繁育，不存在外来物种的入侵风险。底播苗种选择：选择大规格健康苗种，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。

（3）苗种投放

本项目生产程序为：苗种底播→日常看护管理→采捕。项目生产不需投饵、用药。适时投苗，要根据自然界水温条件、气候条件选择投苗时间，一般选择4~5月、9~10月投苗。

（4）苗种投放量控制

海参成熟年龄在2年以上，头几年要控制好投苗密度，呈梯次，以使种群年龄结构合理。根据礁区礁体数量、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。

（5）敌害生物清除

增殖海珍品的主要敌害生物为甲壳类、海星等。要根据本海区的实际观察情况，及时清除。结合生产采捕过程清除，可减少清除的次数。

（6）采捕控制

浅海造礁增殖种类形成稳定年龄结构后可根据市场供需情况采捕。采捕时留出一定数量的成体，利于种群自然增殖，自然繁殖季节要适当减小采捕量。

（7）鱼礁管理、看护、环境监测等

1）潜水调查：水下观测礁体位置、形状、沉降度，附着生物、游泳生物等，拍照或录像；并对底质变化等进行取样。

2）分析调查：对照本底调查，利用水下拍录资料及底土取样分析、水质取样分析，获取海况（包括环境）变化资料，综合分析。

3）生物资源增殖效果调查：对鱼礁区生物资源的生物量和生物学、生态学特征等进行调查和研究，了解和掌握礁区生物与人工鱼礁之间的关系、人工鱼礁对保护和增殖生物资源的效果。

4）礁体位置调查：在投礁三个月以后，要定期（至少每年一次）水下观察礁体是否移位、下陷或损坏。

5）礁区环境监测

对鱼礁区环境因子和生物资源进行定期观察与监测。内容包括：水文要素、水环境理化要素、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔鱼、底质、沉积物和养殖生物资源状况等。

同时，项目单位组建人工鱼礁管理单位，劳动定员约2人，负责维护礁体，看护礁区，实施礁区资源管理等活动，并负责礁区渔业资源监测，监督礁区资源开发等活动，加强相关领域的基础调查、监料、跟踪评价等。

2.4.2 筏式养殖工艺

在礁体投放后，项目即开始进行开放式养殖生产实施与管理，各生产环节的主要技术措施有：

（1）苗种选择和来源

筏式养殖的扇贝苗种由周边育苗场提供，不存在外来物种的入侵风险。选择大规格健康苗种，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）筏架及吊笼准备

筏架按照结构图安装布置后，不再移动或拖动。吊笼装好苗种后，用渔船拖至养殖区域，固定在筏架上。

（3）苗种投放时间及投放量控制

根据自然界水温条件、气候条件选择投苗时间，扇贝选择 4、5 月份投苗，苗种采购于当地育苗工厂，选择 1.5cm 大苗，每个吊笼平均分成 8 层，每层加入苗种 20 个，8 月份进行倒笼，留 3cm 以上苗种，养殖周期一年，每笼产量约 30 斤。

（4）敌害生物清除

主要敌害生物为海星，要根据本海区的实际观察情况，及时清除。结合生产采捕过程清除，可减少清除的次数。

（5）采捕控制

养殖品种形成稳定年龄结构后可根据市场供需情况采捕。吊笼养殖扇贝，养殖周期为一年，采用渔船人工收获。

本项目开放式养殖方式为筏式养殖。筏式养殖品种为栉孔扇贝，养殖过程不投放药品，捕捞方式为小型渔船捕捞，养殖周期 12 个月，栉孔扇贝产量大约为 30 斤/笼，最大产量约 88.2 吨。

2.5 项目申请用海情况

（1）申请用海面积

1) 用海面积、类型及方式

项目申请用海总面积 26.9900hm²，其中人工鱼礁用海面积 0.9000hm²，用海类型一级类为渔业用海，二级类为人工鱼礁用海，一级用海方式为构筑物，二级用海方式为透水构筑物；筏式养殖用海面积为 26.0900hm²，用海类型一级类为渔业用海，二级类为开放式养殖用海，一级用海方式为开放式，二级用海方式为开放式养殖。

2) 坐标点界定

界址点坐标采用 CGCS2000 坐标系，中央经度为 $121^{\circ} 30'$ 。

(2) 占用岸线情况

工程不占用自然岸线资源，也不形成有效人工岸线。

(3) 项目申请用海期限

本项目属于渔业用海，按照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，养殖用海最高期限为 15 年。综合本工程实际用海需求及设计使用年限，拟申请用海期限为 5 年。

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设必要性

(1) 建设人工鱼礁是顺应海洋低碳经济发展的需要

海洋在调节全球气候变化，特别是吸收二氧化碳等温室效应气体方面作用巨大。人类活动每年向大气排放的二氧化碳总量达 55 亿吨，其中约 20 亿吨被海洋所吸收，陆地生态系统仅吸收 7 亿吨左右。由此可见，地球上超过一半的二氧化碳的捕获是由海洋生物完成的，这些海洋生物包括浮游生物、细菌、海藻、盐沼植物和红树林等，海洋植物的固碳能量极为强大。

根据海洋生物固碳机理，有计划地增加投放人工鱼礁的数量和相应的渔业资源增殖放流数量，选择适宜增殖品种，通过底播增殖、人工增殖放流等手段，增加海洋生物多样性，使其充分发挥海洋生物固碳、汇碳的功能，实现碳的汇集、存储和固定的系列化。通过大力发展海洋增养殖生物固碳、汇碳措施，开展生态增养殖，能够在提高经济效益的同时，实现海洋清洁生产。

我国著名的海洋渔业与生态学家、中国工程院院士唐启升先生提出，“在低碳经济时代，作为海洋大国的我们，应积极发展以海水养殖业为主体的碳汇渔业，抢占蓝色低碳经济的技术高地。”

因此，发展碳汇渔业是一项一举多赢的事业，不仅为百姓提供更多的优质蛋白，保障食物安全，同时，对减排二氧化碳和缓解水城富营养化有重要贡献。

(2) 有利于促进海洋生物链的构成和恢复，改善海洋生态环境

烟台市是传统海洋经济大市，尤其是海洋渔业，规模巨大，是全市国民经济的支柱产业。传统的捕捞作业由于受到资源减少的影响而有所下降，发展渔业增养殖成为必然。牟平区近海海底基本处于自然状态，开发泥沙底浅海区，增养殖海珍品和放流增殖底栖经济

鱼类，将成为重要的海洋渔业经济增长点，实现区域经济的可持续发展。

项目所在海域自然资源条件得天独厚。水流畅通，水质清新，水环境稳定，且无河流泥沙输入，是良好的海洋牧场建设区。本项目人工鱼礁的建设不但可以聚集成鱼，且人工鱼礁体上长满了附着海洋其它生物和藻类，为栖息、生活在礁区的鱼类提供了丰富的自然饵料，同时也提供了产卵、繁殖和避害的最佳场所。本项目有专门监管的工作人员，限制了网具、网目大小，捕大留小，实现捕捞工作的可控可管，保障了生态形成良性循环，渔业资源量会逐年增加。建设海洋牧场不改变海域使用功能，对改善海洋自然生态环境，保护近岸海洋生态平衡有积极作用。

项目的建设可以有针对性地提高鱼类的产量，以确保渔业资源的稳定增长，有利于促进海洋生物链的构成和恢复；可以利用海洋资源的同时重点保护海洋自然生态环境和修复自然生态系统，改善海洋生态环境，实现渔业经济向可持续生态渔业发展，实现海洋渔业经济生态、环保、低碳、高效、安全。

（3）是调整海洋产业结构，落实海洋强国、海洋强省战略的重要举措

烟台市全面贯彻落实海洋强国、海洋强省战略，将海洋牧场建设作为修复海洋生态环境、增殖渔业资源和推动海洋渔业转型升级的重要抓手，从规划设计、试点示范、创新支撑、生态保护等方面着手，推进海洋牧场向规模化、工程化、智慧化、绿色化方向发展，加快打造山东海洋牧场综合试点烟台先行先试区，构建起海洋牧场“全国看山东，山东看烟台”的新发展格局。

建设和发展人工鱼礁不仅能够紧密配合海洋渔业经济结构的战略性调整，为大幅度降低捕捞强度、转移捕捞渔船和为渔民提供一个“软着陆”的环境，而且还能把近海渔场改造成成为以生产高档鱼类为主的体质渔场，为优化渔业结构发展休闲渔业创造广阔空间，推动近海渔业朝着海洋农牧化的方向迈进，实现渔业的可持续发展。目前我国沿海人工鱼礁建设方兴未艾，如火如荼，前景光明。可以预想，我国沿海人工鱼礁建设将为我国海洋渔业资源和生态环境提供良性循环，给我国整体海洋渔业发展带来新的生机。项目建设是调整海洋产业结构，落实海洋强国、海洋强省战略的重要举措。

综上所述，本项目人工鱼礁建设是修复近海洋生态环境的有效手段，是发展生态渔业、调整海洋产业结构、促进海洋渔业经济可持续发展的需要，是发展海洋牧场，实践半岛蓝色经济区的重要举措。因此，项目建设是必要的。

2.6.2 项目用海的必要性

本项目采用人工鱼礁的方式进行增养殖。项目的建设，对于充分合理利用牟平区养马

岛杨家庄村外海海域，保障周边区域渔业资源生态环境具有十分重要的现实意义。此外，鱼礁对游泳动物尤其是鱼类和蟹类有明显的聚集效果，通过人工鱼礁区渔业资源的增殖和合理开发利用，可大幅增加优质渔获产出量，带来可观的经济效益，促进就业及区域发展。因此，项目用海是必要的。

1、项目用海是建设项目自身性质的需要

本人工鱼礁礁体的投放需要占用部分海域；并且根据《山东省渔业资源修复行动计划人工鱼礁项目技术规程（试行）》中“人工鱼礁的设置规模”：“单位鱼礁按间隔 100~200m 排列在一起成为鱼礁群，鱼礁群是人工鱼礁渔场的基本规模，一般达到 2000~5000m³ 空，以形成独立渔场；鱼礁群按间隔 400~1000m 配置形成鱼礁带。”单位鱼礁之间应设置一定开放式海域，以利于鱼类及其它海洋生物的生长。

因此，由于项目自身性质的原因，工程用海是非常必要的。

2、人工鱼礁区用海是充分利用海洋资源的需要

通过人工鱼礁的设置，使近海规划海区局部水域生态系统得到修复，海洋捕捞作业方式明显优化，捕捞产量与资源再生量相协调，水域生态退化状况得到明显改善，水生生物多样性得到有效保护，渔业资源利用步向良性循环。项目所在海域水深在 10.5~14 米之间，有利于礁体的投放和管理；根据室内试验、原位测试等，确定项目区各层岩土承载力大于 55kPa，场地稳定性一般，是放置人工鱼礁较好的地基持力层，满足人工鱼礁建设的需求；水体交换通畅，有利于保持水质的清洁和环境的稳定性；流速较小，有利于礁体的固泊。因此，项目用海能够充分利用海洋资源。

3、项目用海是形成人工渔场建设的需要

项目所在海域为牟平区养马岛杨家庄村外海海域，周边养殖项目较多，人工鱼礁项目的进一步建设，有利于在项目周边形成大型人工渔场，使鱼群活动空间更为广阔，并且能够吸引更多的恋礁性鱼类在此觅食、生长。因此，人工鱼礁建设项目用海有利于形成人工渔场。

综上所述，本项目涉及变更内容是新增人工鱼礁建设，有利于渔业结构调整，实现渔业增效，渔民增收，是修复海洋生态环境、养护海洋资源的需要；是当地海洋渔业经济实现可持续发展的需要，对于打造山东半岛海洋蓝色经济区具有重要的现实意义。因此本项目具备良好的经济效益、社会效益和生态效益，项目用海变更十分必要。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

烟台市牟平区位于山东省胶东半岛东部，北临黄海，东临威海高新区和文登，西靠莱山、芝罘和福山三市区，西南与栖霞、海阳市交界，南与乳山接壤。牟平区地理位置优越，是进出渤海湾的海上必经之路，是连接辽东半岛与山东半岛的黄金水道。

3.1.1 气象

牟平区为北温带季风型大陆性气候，因受海洋调节，表现出春冷、夏凉、秋暖、冬温，昼夜温差小，无霜期长，大风多、湿度大等海洋性气候特点。季风进退和四季变化均较明显。牟平气象站位于 $121^{\circ} 25' E$ ， $37^{\circ} 23' N$ ，台站类别属一般站。据调查，该气象站周围地理环境与气候条件与项目所在地周围基本一致，且气象站距离拟建项目较近，该气象站气象资料具有较好的适用性。

（1）气温和风况

牟平近 20 年（1998～2017 年）年最大风速为 18.5m/s （2007 年），极端最高气温和极端最低气温分别为 40.4°C （2005 年）和 -15.6°C （2003 年），年最大降水量为 1045.2mm （2007 年）。近 20 年其它主要气候统计资料见表 3.1-1，牟平近 20 年各风向频率见表 3.1-2，图 3.1-1 为牟平近 20 年风向频率玫瑰图。

表 3.1-1 牟平气象站近 20 年（1998～2017 年）主要气候要素统计

项目月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
平均风速 (m/s)	2.9	2.9	3.2	3.5	3.3	3.0	2.8	2.4	2.4	2.7	3.0	3.0	2.9
平均气温 ($^{\circ}\text{C}$)	-1.5	0.6	5.3	12.2	18.0	22.7	25.6	25.3	21.3	14.9	7.6	1.2	12.8
平均相对湿度 (%)	66	63	59	57	72	69	79	81	73	68	67	66	68
降水量 (mm)	12.1	11.9	23.2	34.2	49.1	69.0	166.6	178.2	70.4	39.3	27.9	23.0	704.9
日照时数 (h)	170.3	179.2	216.0	248.8	267.2	240.3	216.1	222.1	225.3	222.1	188.2	149.5	2545.1

表 3.1-2 牟平气象站近 20 年（1998～2017 年）各风向频率

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
平均	6.6	6.6	6.1	2.2	1.5	1.5	3.8	9.9	14.5	8.4	5.3	3.3	4.2	3.5	5.3	6.8	10.7

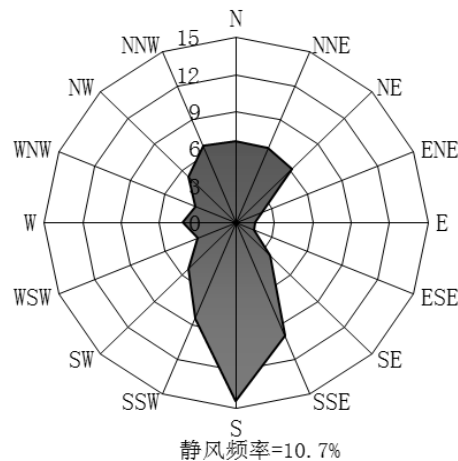


图 3.1-1 牟平近 20 年（1998～2017 年）风向频率玫瑰图

（2）降水

牟平区降水量四季极不均匀，春季干旱，夏季多雨，秋季有时旱涝不均，冬季降水量少。地区分布也不均衡，总的趋势是自南向北递减，累年平均降水量，南部山区比北部沿海约多 150 毫米。近五年来，平均降水量在 659 毫米左右，年降水天数最多为 104 天，最小为 80 天。

（3）雾

本区主要为辐射雾，次为平流雾。春夏两季雾日较多，雾一般夜间至早晨形成和发展，日出后较弱或消散。多年平均每年雾日数 29 天，其中能见度小于 1km 的大雾平均每年出现 4 天。

（4）相对湿度

年平均相对湿度 70%，最大相对湿度 95%，最小为 0。

3.1.2 海洋水文

3.1.2.1 潮汐及水位

（1）基准面及换算关系

理论深度基准面在养马岛港平均海平面以下 1.47m，在 1956 黄海平均海平面以下 1.38m，养马岛港平均海平面比黄海平均海平面高 0.09m。

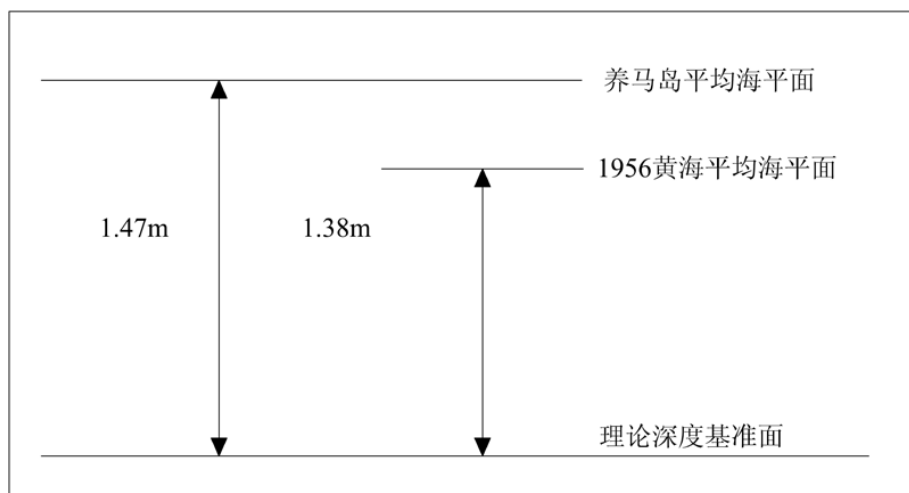


图 3.1-2 基准面换算关系

（2）潮型

潮汐类型指标为 $0.35 < 0.5$ ，属于正规半日潮型。涨潮平均历时 6 小时 9 分，比烟台港区平均晚 3 分钟；落潮平均 6 小时 14 分，比烟台港区平均晚 6 分钟。一年之后，冬至前后潮汐较大，夏至前后潮汐较小。

（3）潮位特征值（以当地理论深度基准面为基准，以下同）

根据烟台港 1960 年～1992 年共 33 年实测潮位资料进行相关分析和统计分析，养马岛特征潮位和设计潮位如下：

历年最高潮位	3.41m	历年最低潮位	-0.87m
平均高潮位	2.34m	平均低潮位	0.68m
平均潮差	1.66m	最大潮差	2.90m

设计水位：

设计高水位	2.75m（高潮累积频率 10%）
设计低水位	0.28m（低潮累积频率 90%）
极端高水位	3.53m（50 年一遇）
极端低水位	-0.99m（50 年一遇）
施工水位	1.50m

乘潮水位：

历时 2h，保证率 95%的水位	1.46m
历时 1h，保证率 95%的水位	1.53m

3.1.2.2 波浪

本地区所在地没有进行过波浪观测，由于烟台芝罘岛海洋站的地理位置、地形与水深

条件，以及 NW-NE 向的海面开敞程度与工程海区的外海波浪基本相同，因此采用芝罘岛海洋站多年波浪实测资料来分析本地区的波浪特征。

表 3.1-3 芝罘岛海洋站波浪重现期值

重现期	50 年		备注
波向	$H_{1/10}$ (m)	T (s)	
NW	4.2	7.4	
NNW	5.2	8.2	

根据推算结果，本地区的设计波浪要素如下：

表 3.1-4 项目所在位置设计高水位（2.75m）波浪要素（m，s）

重现期	50 年			
波向	$H_{4\%}$	$H_{1\%}$	$H_{13\%}$	T
NNW	3.31	3.95	2.63	8.0
NW	3.19	3.8	2.53	7.0

表 3-1-5 项目所在位置极端高水位（3.53m）波浪要素（m，s）

重现期	50 年			
波向	$H_{4\%}$	$H_{1\%}$	$H_{13\%}$	T
NNW	3.81	4.54	3.02	8.0
NW	3.71	4.42	2.94	7.0

3.1.2.3 潮流

海流资料引用中国海洋大学于 2019 年 8 月大潮期间进行的单周日海流同步观测资料，观测时间为 2019 年 8 月 3 日 9:00（阴历七月初三）至 8 月 4 日 10:00（阴历七月初四）。观测站位坐标见表 3.1-6，海流观测站位分布见图 3.1-3。

表 3.1-6 观测站位坐标一览表

站位	北纬	东经
1#	37° 36' 48.42"	121° 29' 56.21"
2#	37° 36' 49.23"	121° 37' 25.49"
3#	37° 34' 19.47"	121° 29' 43.15"
4#	37° 33' 43.87"	121° 37' 38.91"

图 3.1-3 海流观测站位分布图

①海流观测结果

根据 2019 年 8 月的实测海流资料观测特征值，分别统计各站位大潮期的表层、中层、

底层涨落潮平均流速和最大流速、流向，统计结果见表 3.1-7，海流矢量图见 3.1-4、3.1-5、3.1-6。

1#~4#站点表层、中层、底层均流速分别介于 9.7~25.1cm/s、10.1~20.9cm/s、8.4~14.5cm/s 之间；涨潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 20.3~38.4cm/s、21.5~34.5cm/s、18.3~28.9cm/s 之间，落潮时表层、中层、底层最大流速分别介于 12.9~45.5cm/s、13.6~38.5cm/s、15.9~24.3cm/s 之间。

从流速平面分布来看，1#4#站点涨潮时表层最大流速出现在 1#站，最大流速为 38.4cm/s，对应流向为 134.9°，落潮时表层最大流速出现在 2#站，最大流速为 45.5cm/s，对应流向为 106.6°；涨潮时中层最大流速出现在 4#站，最大流速为 34.5cm/s，对应流向为 137.0°，落潮时中层最大流速出现在 2#站，最大流速为 38.5cm/s，对应流向 98.2°；涨潮时底层最大流速出现在 1#站，最大流速为 28.9cm/s，对应流向为 164.6°，落潮时底层最大流速出现在 2#站，最大流速为 24.3cm/s，对应流向 288.0°。

从涨落潮最大流速看，各站点表层最大流速均大于底层最大流速。

表 3.1-7 海流观测特征值单位：流速（cm/s）；流向（°）

测站			1#	2#	3#	4#	最小值	最大值	
平均流速	表层		流速	25.1	20.6	9.7	18.3	9.7	25.1
	中层		流速	20.9	19.4	10.1	15.3	10.1	20.9
	底层		流速	14.3	14.5	8.4	9.4	8.4	14.5
最大流速	涨潮	表层	流速	38.4	31.7	20.3	33.6	20.3	38.4
			流向	134.9	129.6	204.4	144.6	204.4	134.9
		中层	流速	28.8	29.8	21.5	34.5	21.5	34.5
			流向	153.6	109.8	221.6	137.0	221.6	137.0
		底层	流速	28.9	21.1	18.3	21.7	18.3	28.9
			流向	164.6	166.9	226.5	121.1	226.5	164.6
	落潮	表层	流速	41.5	45.5	12.9	43.2	12.9	45.5
			流向	118.5	106.6	228.1	335.5	228.1	106.6
		中层	流速	31.0	38.5	13.6	33.0	13.6	38.5
			流向	303.7	98.2	285.4	342.3	285.4	98.2
		底层	流速	20.4	24.3	15.9	22.1	15.9	24.3
			流向	334.2	288.0	265.7	113.8	265.7	288.0

图 3.1-4 表层海流矢量图

图 3.1-5 中层海流矢量图

图 3.1-6 底层海流矢量图

②潮流性质

根据 2019 年 8 月调查资料，1#、2#、3#、4#站位的潮型系数基本为 $0.5 < K \leq 2.0$ ，调查海域为不正规半日潮流。

表 3.1-8 潮流性质判别系数 $(W_0 + W_{k1}) / WM_2$

时间	测站	$(W_0 + W_{k1}) / WM_2$		
		表层	中层	底层
2019年8月3日~4日	1#	1.54	1.28	0.94
	2#	1.32	1.68	1.74
	3#	0.31	0.47	0.67
	4#	1.73	1.45	0.94

③潮流运动形式

根据 2019 年 8 月调查资料，经计算所有站位的 M2 分潮流椭圆率 $|K'|$ 值均小于 0.5，该海域潮流运动形式为往复流（见表 3.1-9）。1#、2#、4#站位各层椭圆率均为负值，潮流矢量的旋转方向为顺时针方向旋转；3#站位各层椭圆率均为负值，潮流矢量的旋转方向为逆时针方向旋转。

表 3.1-9 大潮期 M2 椭圆率 K' 值表

时间	测站	K'		
		表层	中层	底层
2019年8月3日~4日	1#	0.11	0.29	0.22
	2#	0.23	0.08	0.15
	3#	-0.1	-0.19	-0.15
	4#	0.07	0.56	0.8

④潮流的平均最大流速和可能最大流速

根据 2019 年 8 月调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的平均最大流速的量值与方向（见表 3.1-10）。由表可以看出，大潮期各站位表层、中层和底层平均最大流速均出现在 1#站，其中表层平均最大流速为 16.6cm/s，流向为 326.8° ；中

层平均最大流速为 15.4cm/s，流向为 341.6°；底层平均最大流速为 11.5cm/s，流向为 346.0°。

表 3.1-10 平均最大流速计算值单位：流速（cm/s）；流向（°）

时间	测站	表层		中层		底层	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
2019年8月	1#	16.6	326.8	15.4	341.6	11.5	346.0
	2#	13.8	336.2	13.6	329.9	9.8	333.4
	3#	10.4	34.7	8.8	19.9	4.8	4.6
	4#	13.1	345.1	11.6	336.2	5.5	307.1

根据 2019 年 8 月调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的可能最大流速的量值与方向（见表 3.1-11）。由表可以看出，各站位表层和中层可能最大流速均出现在 1#站，表层最大可能流速为 25.1cm/s，流向为 325.2°；中层可能最大流速为 23.3cm/s，流向为 334.3°；底层可能最大流速出现在 2#，为 14.8cm/s，流向为 320.1°。

表 3.1-11 可能最大流速计算值单位：流速（cm/s）；流向（°）

时间	测站	表层		0.6H		底层	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
2019年8月	1#	25.1	325.2	23.3	334.3	7.1	36.2
	2#	21.9	325.2	22.4	319.7	14.8	320.1
	3#	10.2	51.0	9.5	9.0	3.6	355.0
	4#	20.4	337.1	15.8	333.5	3.0	329.0

⑤潮流水质点运移位移

根据 2019 年 8 月调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的水质点平均最大运移距离的量值与方向（表 3.1-12）。大潮期表层、中层、底层的平均最大运移距离均出现在 1#站，其中表层平均最大运移距离为 2346.5m，方向为 326.8°；中层平均最大运移距离为 2168.5m，方向为 341.6°；底层平均最大运移距离为 1619.4m，方向为 346.0°。

表 3.1-12 平均最大运移距离单位：流速（cm/s）；流向（°）

时间	测站	表层		中层		底层	
		距离	流向	距离	流向	距离	流向
2019年8月	1#	2346.5	326.8	2168.5	341.6	1619.4	346.0
	2#	1946.9	336.2	1925.7	329.9	1382.2	333.4
	3#	1468.3	34.7	1238.2	19.9	680.5	4.6
	4#	1842.4	345.1	1633.5	336.2	772.3	307.1

根据 2019 年 8 月调查资料，经计算可得各站位表层、中层、底层的水质点可能最大运移距离的量值与方向（表 3.1-13）。由表可以看出，各站位表层和中层可能最大运移距离出现在 1#站，表层最大可能运移距离为 4339.6m，方向为 325.3°；中层最大可能运移距离为 3754.4m，方向为 331.1°；底层可能最大运移距离出现在 2#，

为 2460.5m，方向为 314.2°。

表 3.1-13 可能最大运移距离计算值单位：流速（cm/s）；流向（°）

时间	测站	表层		0.6H		底层	
		距离	流向	距离	流向	距离	流向
2019年8月	1#	4339.6	325.3	3754.4	331.1	1142.4	87.4
	2#	3491.4	324.9	3573.2	313.8	2460.5	314.2
	3#	1357.7	58.6	1447.2	8.3	181.0	21.5
	4#	3426.6	331.9	2804.8	328.5	363.6	51.6

⑥余流

余流是指从实测海流中分离出潮流后所余下部分，包括风海流、沿岸流和潮致余流。根据准调和和分析得到的是潮致余流。由表 3.1-14 可以看出 2019 年 8 月余流值在 1.1~12.8cm/s 之间，2#站表层余流流速最大，为 12.8cm/s，流向为 80.8°；2#站底层余流流速最小，为 1.1cm/s。流向为 23.2°。

表 3.1-14 各站位余流计算值单位：流速（cm/s）；流向（°）

测站	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1#	11.4	113.9	8.1	102.8	5.7	92.1
2#	12.8	80.8	6.7	56.3	1.1	23.2
3#	3.0	200.4	5.2	248.7	5.3	261.5
4#	2.8	83.4	2.5	0.3	2.7	71.6

⑦小结

调查资料显示：涨潮流流向主要集中出现在偏东南向，落潮流流向主要集中出现在西北向。各站各层潮流类型判别数均小于 2，其潮流性质主要为半日潮流，各站潮流运动形式以往复流为主。

大潮期各站位表层、中层和底层平均最大流速均出现在 1#站，其中表层平均最大流速为 16.6cm/s，流向为 326.8°；中层平均最大流速为 15.4cm/s，流向为 341.6°；底层平均最大流速为 11.5cm/s，流向为 346.0°。

各站位表层和中层可能最大流速均出现在 1#站，表层最大可能流速为 25.1cm/s，流向为 325.2°；中层可能最大流速为 23.3cm/s，流向为 334.3°；底层可能最大流速出现在 2#，为 14.8cm/s，流向为 320.1°。

大潮期表层、中层、底层的平均最大运移距离均出现在 1#站，其中表层平均最大运移距离为 2346.5m，方向为 326.8°；中层平均最大运移距离为 2168.5m，方向为 341.6°；底层平均最大运移距离为 1619.4m，方向为 346.0°。

各站位表层和中层可能最大运移距离出现在 1#站，表层最大可能运移距离为耕

海 1 号项目二期海域使用论证报告书 4339.6m，方向为 325.3°；中层最大可能运移距离为 3754.4m，方向为 331.1°；底层可能最大运移距离出现在 2#，为 2460.5m，方向为 314.2°。

余流值在 1.1~12.8cm/s 之间，2#站表层余流流速最大，为 12.8cm/s，流向为 80.8°；2#站底层余流流速最小，为 1.1cm/s。流向为 23.2°。

3.1.3 地质概况

3.1.3.1 区域地质

烟台市位于胶辽断块~胶北隆起及胶莱断陷上，地质构造复杂，区内出露的主要地层为古老变质岩系，在断陷盆地中分布着少量中生界、新生界。岩浆活动强烈，以元古代酸性花岗岩及中生代燕山期中酸性岩浆活动最剧烈。构造中有栖霞复背斜及北东向断裂。栖霞复背斜的轴向近东西，由胶东群组成，断裂以“牟平~即墨”断裂带最发达，它是由相互平衡、间距（10km）相等的 4 条断裂组成，此断裂带长达百公里以上，斜贯市境。走向 40°~50°，倾角 60°~70°，显压扭性，为一长期活动断裂。此外还有近 SN 向、NE 向、NW 向断裂，此断裂对地震及矿产起着控制作用。

本项目位于东西向的胶东古隆起、乳山-威海复背斜的北缘。牟平-即墨断裂带东北端的交汇处。场区及周边上部出露地层以新生界第四系全新统旭口组（QXk）和临沂组（Qh1）为主。旭口组（QXk）岩性为灰黄-土黄色中细砂、含砾中细砂，夹有海相生物小贝壳碎片；临沂组（Qh1）岩性为土黄色含细砾砂质粘土。下伏基岩为古元古界荆山群野头组（Pt1jY）和禄格庄组（Pt1jL）。其中野头组（Pt1jY）的下部为斜长透辉岩、黑云斜长片麻岩、黑云片岩、黑云变粒岩、大理岩、斜长角闪岩；上部为方解大理岩、白云质大理岩、蛇纹大理岩夹薄层透辉岩。禄格庄组（Pt1jL）下部为石榴矽线黑云片岩夹薄层斜长透辉岩；上部为白云质大理岩、蛇纹大理岩。其间夹有零星辉绿岩和煌斑岩脉侵入体。区内断层主要有两条近南北向，一条北东东向张性断裂和三条北西-南东向的较小的张性断裂。

3.1.3.2 地形地貌及工程泥沙

本项目所处地貌类型为滨海沉积地貌，海底地势相对较平坦，工程用海范围水深在 10~13m 之间。水深地形图见图 3.1-8。

牟平区所有河流源于昆嵛、嵎嵎两大山系，受中部广袤全境的大分水岭的影响，河流向北注入黄海，水源全靠季节性降水补给。县境主要河流有外夹河、辛安河、沁

水河、汉河、黄垒河、乳山河、中村河等 14 条，以养马岛西部的辛安河洪峰期径流量为最大，约 $7070 \times 10^4 \text{m}^3$ 。牟平区地处烟台市东部，东南部与西北部属低山丘陵，中部较平坦，属海相冲积平原，北部海岸线曲折多弯，岬湾、礁面和沙滩构成了黄金海岸线。地貌单元为滨海相沉积平原，与山前冲洪积扇的衔接地带，东邻黄海，西为冲洪积扇及剥蚀残留。

1) 海岸地貌

海蚀崖：以目前海蚀作用的基岩海蚀崖最为发育，部分是基岩上覆有陆相松散砂土层而引起的复合海蚀崖。另外，还有原海积地貌，因自然或人为破坏，引起近期海岸侵蚀而成的海滩。

连岛沙坝与沙咀：养马岛岛屿的岛岸岬角，都有不同规模的沙咀发育，常呈三角形潮间浅滩，组成物质主要为砂砾。沁水河河口东侧发育有沙咀。

海滩：海滩范围从平均低潮线向陆延展到某些自然地理特征变化的地带，如海蚀崖或能生长永久性植物的地方，主要分布于养马岛东侧近岸，组成物质主要为中、细沙。根据物质特征，可分为沙滩和混合滩。

人工地貌：随着海运、生产建设的发展，沿岸人工建筑，如码头、堤坝、围海池塘，多为石质，构成了该区域的人工海岸地貌。

2) 海底地貌

水下岸坡：该海域水深较浅，海底大部分属于水下岸坡，除近岸较陡外，其他海底较平缓，组成物质主要为细砂，在海相沉积层下则为陆相冲积、洪积物或为基岩。

浅海平原：分布于水下岸坡的外围。由于水动力较弱地势平坦，向外海缓倾，底质细腻，以砂-粉砂-黏土和黏土为主。

图 3.1-8 工程附近海域水深地形图

3.1.3.3 工程地质

本项目地质勘察资料引用自山东省第三地质矿产勘查院 2020 年 12 月编制的《银礁海洋牧场本底调查技术报告》。根据本次钻探资料及收集以往钻孔资料，将区内松散沉积物根据其沉积物的组成、物理力学性质，从工程地质角度定义为淤泥质土（包括①-1 层淤泥，①-2 层淤泥质粉质粘土）。

（1）岩土层类型及分布

1) 岩土层类型划分

①-1 淤泥 (Q4m)

浅灰一黑灰色，流塑，土质较均匀，切面稍有光泽，干强度韧性中等，易污手，有腥臭味，含粉细砂薄层及贝壳碎屑。厚度：2.0~3.5m，平均 2.66m；层底标高：-23.70~-11.30m，平均-19.52m；层底埋深：1.30~4.40m，平均 2.66m。

②-2 淤泥质粉质黏土 (Q4m)

浅灰~黑灰色，流塑，土质较均匀，切面稍有光泽，干强度韧性中等，易污手，有腥臭味，含粉细砂薄层及贝壳碎屑。厚度：6.00~14.00m，平均 10.06m；层底标高：-30.30~-14.56m，平均-25.77m；层底埋深：5.10~10.70m，平均 9.25m。

2) 岩土体结构分布

根据本次钻孔、浅地层剖面解译资料，工作区内 10 加深度以内，土体结构为粘性土单层结构。岩性为淤泥、淤泥质粉质粘土，厚度一般超过 10 如。包括①-1 淤泥、①-2 淤泥质粉质黏土层。该层属于全新世海侵以来形成的海相地层，受陆源补给速率与海洋水动力条件控制，在近岸河口处，陆源补给充分。

(2) 岩土层力学性质

①-1 淤泥 (Q4m)

浅灰一黑灰色，流塑，土质较均匀，干强度韧性中等。根据表层样品土工试验及标准贯入试验，结合本地经验综合确定该层地基容许承载力 $f=50\text{kPa}$ 。换算后结果为 5.1t/m^2 。

① -2 淤泥质粉质黏土 (Q4m)

浅灰一深灰色，流塑，土质较均匀，干强度韧性中等。根据原状样土工试验成果及标准贯入试验成果，同时在勘察过程中，对该土层进行的微型十字板试验原位测试等工作成果，结合本地经验综合确定该层地基容许承载力 $f=70\text{kPa}$ 。换算后结果为 7.1t/m^2 。

(3) 场地抗震效应

1) 场地类型划分

根据工作区钻探资料，场地覆盖层厚度约为 10.0~13.50m，①-2 淤泥质粉质黏土 $v_s=110\text{m/s}$ ，计算场区等效剪切波速为 $v_{se}=110.00\text{m/s}$ 。依据《水运工程抗震设计规范》(JTS146-2012)表 4.1.3 确定建筑场地类别属 II 类。

2) 地震动参数

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《建筑抗震设计规范》(GB50011-

2010)2016 年版,本区属烟台市牟平区海域范围内地块,场地的抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度 0.10g, 设计地震分组属第一组, 设计特征周期取 $T_g=0.35s$ 。

3) 抗震地段

根据钻探资料,依据《水运工程抗震设计规范》(JTS146-2012)第 4.1 节及条文说明 4.1 节 4.1.1 条规定场区属抗震不利地段。

4) 震陷判别

依据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)第 5.7.11 条及条文说明之规定,本场区土层波速均大于 90m/s,因此本场地不考虑震陷影响。

(4) 场地稳定性及适宜性

1) 根据以往区域地质资料,场区内无全新活动断裂通过,场区工程地质条件良好。

2) ①-1 层淤泥:场区普遍分布,物理力学性质差,承载力低。

3) ①-2 层淤泥质粉质黏土:场区普遍分布,物理力学性质差,承载力低。

(5) 地基岩土工程设计参数

根据土工试验参数,结合以往周边区域工程地质经验分析,提出了工作区内各岩土层工程特性指标参数,见表 3.1-15。

表 3.1-15 各岩土层工程特性指标一览表

土层编号	土类名称	压缩模量 E_s (MPa)	承载力 f_a (kPa)	承载力 (t/m^2)
①-1	淤泥	3.10	50	5.1
①-2	淤泥质粉质黏土	3.00	70	7.1

(6) 结论

根据引用资料分析对建设区海域本底特征有了比较系统的调查,对指导后续工程建设等提供了准确、科学的基础地质资料。

通过水深地形测量、表层沉积物分析、浅地层剖面测量、海域工程地质钻探等调查手段,查明了海域地形地貌特征、海底沉积物类型、浅地层结构及地层力学性质,可得出以下结论:

1) 水深地形特征:工作区水深最大高差 2m 左右,最深点及最浅点仅零星分布,工作区绝大部分海域水深处于 17-18m,海底基本状态可确认为平坦无起伏的陆架堆积海底平原。

2) 海底表层沉积物类型：工作区海域沉积物类型共划分为 2 类（泥和粉砂），海底泥主要分布在建设区东部及北部，海底泥覆盖面积约占工区总面积的 60%；海底粉砂主要分布在西部及南部，海底粉砂覆盖面积约占工区总面积的 40%。

3) 海底浅地层特征：工作区海域浅地层可划分为 A 层表层淤泥层、B 层中层淤泥质粉质粘土层和 C 层深层粉质粘土层。A 层岩性主要为表层浮泥和淤泥，整体厚度发育较稳定，厚度范围为 2-3.5m, 地基容许承载力为 5.1t/m^2 ；B 层岩性为淤泥质粉质粘土，厚度发育略有起伏，厚度变化范围 6-14m, 地基容许承载力为 7.1t/m^2 ；C 层为深层较厚粉质粘土层，埋藏深度大于 10m, 钻孔未能揭露，且浅地层剖面地震波传播随着地层深度增加，信号衰减严重，T2 以深地层识别困难，根据工作需要此地层本次工作暂不解译。

图 3.1-9 钻孔平面位置图

图 3.1-10a 钻孔柱状图

图 3.1-10b 钻孔柱状图

图 3.1-10c 钻孔柱状图

3.1.4 自然灾害

烟台沿海地区自然灾害主要有寒潮、台风、风暴潮、海冰、暴雪、赤潮等。

(1) 寒潮

据多年资料统计，烟台市每年 11 月至翌年 3 月为寒潮出现季节，平均每年 3.2 次，受寒潮影响本海区出现偏 N 向大风，风速可达 9~10 级，且有偏 N 向的大浪，持续时间可达 3~4d。

(2) 台风

台风（含热带风暴，下同）主要出现在夏季和初秋，统计 1982-2001 年资料，影响烟台的台风共有 36 次，未出现台风的年份占总年份的 25%，台风最多的年份是 1961 年为 5 次，一般年份为 1.3 次。台风中心穿过半岛的多出现在 7、8 月份，8~12 级狂风暴雨并形成风暴潮，危害很大。台风边缘穿过半岛的时间一般在 7 月下旬~10 月

上旬。

（3）风暴潮

风暴潮是一种灾害性的自然现象，它是由台风、热带风暴、温带气旋、强寒潮等天气系统的强风暴雨或气压骤变引起的海面异常升降现象。风暴潮多见于夏秋季节，它的特点是来势猛、速度快。

山东省沿海是风暴潮多发区域，影响我省的风暴潮除台风风暴潮外，还有温带风暴潮。据统计 1898~1997 年的近百年时间内，影响山东沿海的台风近 130 个，平均每次 1.3 个，7~9 月份占总个数的 80%左右，其中 8 月份最集中。在山东登陆的年平均次数为 0.2 次/年，一般情况下，主要是受台风外围或近中心影响。

依据《中国海洋灾害四十年资料汇编》（1949-1990）所载资料统计，烟台沿海地区 40 年内发生轻度以上风暴潮灾害 64 次，除 11 次为台风风暴潮灾害外，其余绝大多数为发生在渤海沿岸的温带系统风暴潮灾害。

烟台市黄海沿岸的较重风暴潮灾害发生后，低洼地区海水漫溢纵深一般仅为数里，特重者有 30 里之记录。渤海沿岸较重风暴潮灾害发生时，海溢纵深一般可达十数里，特重者可达 50~60 里，造成经济损失数十亿元。虽然烟台发生风成增水的几率相对较少，但由于造成的灾害损失不可低估。2007 年 3 月 3 日至 3 月 5 日，受北方强冷空气和黄海气旋的共同影响，勤海湾、莱州湾发生了一次强温带风暴潮过程，烟台遭受近 40 年来最大风暴潮袭击，虽然各地紧急启动了“防风暴潮预案”，但由于风大浪急、潮位太高，全市沿海渔业损失严重，部分渔船损坏、许多海坝和虾池被冲毁，海洋灾害直接经济损失达 40.65 亿元。

（4）海冰

海冰出现时间多在 1 月~2 月下旬，严重期在 2 月上旬，冰厚多在 5~15cm。烟台市东部沿海地区地处开敞海域，一般无海冰灾害出现；西部莱州湾等海域受水深较浅、湾口狭窄、寒潮频发等因素影响，在冬季常出现冰情。但 2010 年 1 月，受冷空气长时间持续影响，山东沿海遭遇 30 年来同期最重冰情。截至 2010 年 1 月 12 日，渤海海冰分布面积已经发展到 3 万 km²，占整个海区面积的近 40%。往年无冰情的芝罘湾、套子湾附近海域也出现了厚度约 10cm 的浮冰。

（5）暴雪

2005 年 12 月份，烟台连续三次遭受强降雪袭击，时间集中在 3~7 日、10~18 日和 20~21 日，累计降水量 80.3mm。而 1951 年以来，烟台市的降水量为历年同期

的最大值，即历史极值为 1997 年的 46.7mm。此次雪灾由于降雪持续时间长、强度大，且伴有剧烈降温和偏北大风，给烟台群众生活和工农业生产带来了严重的影响，造成巨大经济损失。

（6）赤潮

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。近年来，烟台市沿海海域赤潮时有发生，给养殖和捕捞生产造成巨大的经济损失。1998 年烟台市区北部沿海发生了大范围的赤潮现象，面积达 200 平方千米，造成养殖生产经济损失达 1.07 亿元。

3.2 海洋环境质量状况

3.2.1 海水水质质量现状调查与评价

3.2.1.1 站位布设

项目水质环境现状调查资料引用《大窑南吕城潘书强人工鱼礁项目（073-3）》，2020 年 4 月现状调查共布设 14 个水质调查站位。

调查站位坐标及调查项目详见图 3.2-1 和表 3.2-1。

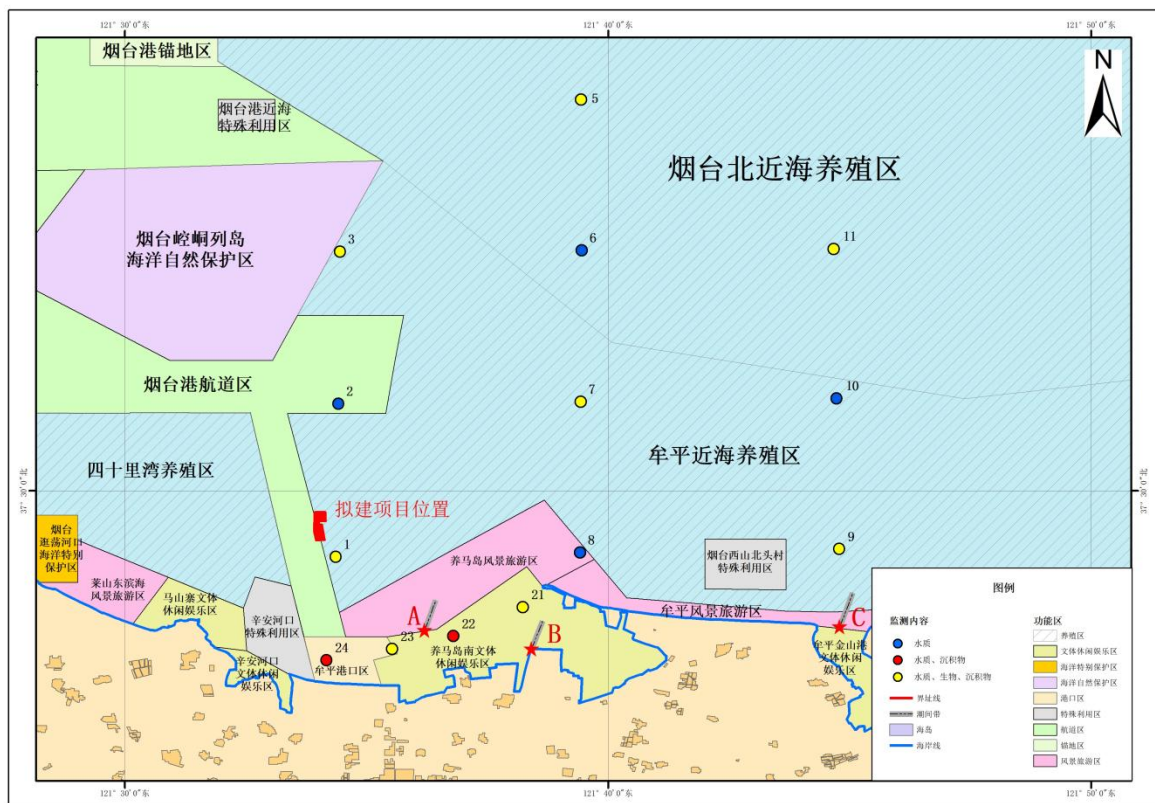


图 3.2-1 调查站位示意图

表 3.2-1 2020 年 4 月调查站位及调查项目一览表

站位	北纬	东经	监测内容	功能区
1			水质、沉积物、生物	农渔业区
2			水质	港口航运区
3			水质、沉积物、生物	农渔业区
5			水质、沉积物、生物	农渔业区
6			水质	农渔业区
7			水质、沉积物、生物	农渔业区
8			水质	旅游休闲娱乐区
9			水质、沉积物、生物	农渔业区
10			水质	农渔业区
11			水质、沉积物、生物	农渔业区
21			水质、沉积物、生物	旅游休闲娱乐区
22			水质、沉积物	旅游休闲娱乐区
23			水质、沉积物、生物	港口航运区
24			水质、沉积物	港口航运区
A			潮间带	旅游休闲娱乐区
B			潮间带	旅游休闲娱乐区
C			潮间带	旅游休闲娱乐区

3.2.1.2 调查分析项目

水质：温度、盐度、PH、SS、COD、DO、石油类、无机氮（包括硝酸盐、亚硝酸盐和氨盐）、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷。

3.2.1.3 调查分析及评价方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB12763-2007）《环境监测技术规范》和《水和废水监测分析方法》（第四版）中的相关规定执行。

表 3.2-2 水质监测分析及检出限

项目	分析方法	检出限（mg/L）
pH	pH 计法	——
SS	重量法	2
DO	碘量法	0.042
COD	碱性高锰酸钾法	0.15
水温	传感器法	——
盐度	盐度计法	——

活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	0.62×10^{-3}
硝酸盐	锌镉还原法	0.7×10^{-3}
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	——
氨盐	次溴酸盐氧化法	0.4×10^{-3}
油类	紫外分光光度法	3.5×10^{-3}
铜	无火焰原子吸收分光光度计法	0.2×10^{-3}
铅	无火焰原子吸收分光光度计法	0.03×10^{-3}
锌	火焰原子吸收分光光度计法	3.1×10^{-3}
镉	无火焰原子吸收分光光度计法	0.01×10^{-3}
铬	无火焰原子吸收分光光度计法	0.4×10^{-3}
汞	原子荧光法	0.007×10^{-3}
砷	原子荧光法	0.5×10^{-3}

3.2.1.4 评价标准与方法

以海水水质监测中各监测项目作为评价因子（除温度、盐度、SS 外），采用单站单因子质量指数法进行评价。

（1）评价标准

根据中华人民共和国国家标准《海水水质标准》（GB3097-1997），海洋渔业水域、海洋保护区执行第一类标准；水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区执行第二类标准；工业与城镇用海区、滨海风景旅游区执行第三类标准；港口航运区执行第四类标准。

所有站位水质状况评价依据中华人民共和国国家标准《海水水质标准》（GB3097-1997）的海水水质标准。根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》，各站位所在功能区及执行评价级别见下表 3.2-3、及表 3.2-4。

表 3.2-3 调查站位所在功能区及执行标准一览表

功能区名称	代码	涉及站位	水质标准
牟平-威海农渔业区	A1-16	1、3、7、9、10	第二类
烟台港口航运区	A2-12	2、23、24	第四类
烟台-威海农渔业区	B1-1	5、6、11	第二类
养马岛旅游休闲娱乐区	A5-17	8、21、22	第二类

表 3.2-4 海水水质标准（GB3907-1997）（单位：mg/L，除 pH 值外）

项目	pH	DO	COD	BOD5	无机氮	活性磷酸盐	石油类
一类	7.8~8.5	>6	≤2	≤1	≤0.20	≤0.015	≤0.05
二类	7.8~8.5	>5	≤3	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05
三类	6.8~8.8	>4	≤4	≤4	≤0.40	≤0.030	≤0.30
四类	6.8~8.8	>3	≤5	≤5	≤0.050	≤0.045	≤0.50
项目	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷
一类	≤0.005	≤0.001	≤0.020	≤0.001	≤0.05	≤0.00005	≤0.020
二类	≤0.010	≤0.005	≤0.050	≤0.005	≤0.10	≤0.0002	≤0.030
三类	≤0.050	≤0.010	≤0.10	≤0.010	≤0.20	≤0.0002	≤0.050
四类	≤0.050	≤0.050	≤0.50	≤0.010	≤0.50	≤0.0005	≤0.050

（2）评价方法

1) 水质现状评价采用标准指数法，评价模式如下：

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

式中： $P_{i,j}$ —i 污染物 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ —i 污染物 j 点的实测浓度，mg/L；

$S_{i,j}$ —i 污染物 j 点的标准浓度，mg/L。

2) pH 的标准指数为：pH 有其特殊性，它的标准值为 7.8-8.5，因此我们取上下限的平均值 8.15，计算式为：

$$I_{pH,i}=|C_i-8.15|/C_E-8.15$$

式中：

$I_{pH,i}$ ——pH 值的标准指数；

C_E ——pH 评价标准上限值；

C_i ——pH 的实测值。

3) 溶解氧（DO）的标准指数为：

$$P_{DO,j}=\frac{|DO_f-DO_j|}{DO_f-DO_s} \quad DO_f \geq DO_s$$

$$P_{DO,j}=10-9\frac{DO_f}{DO_s} \quad DO_f < DO_s$$

式中： $P_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数；

DO_j —j 点 DO 值，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度 mg/L, $DO_f=468/(31.6+T)$, T—水温, °C;

DO_s —溶解氧水质标准, mg/L。

3.2.1.5 海水水质现状及评价结果

水质监测结果见表 3.2-5, 水质质量指数见表 3.2-6。

本次水质调查分析资料表明: 所有站位各项监测指标均符合第一/二类海水水质标准, 位于功能区内的站位均满足其所在功能区水质标准 (见表 3.2-7)。各评价因子的单因子标准指数由大到小的排列顺序为: 无机氮>化学需氧量>锌>铜>活性磷酸盐>石油类>溶解氧>汞>铅>pH>砷>镉>铬。调查水域的水质状况较好。

表 3.2-7 调查站位功能区水质达标情况

站位	功能区名称	代码	执行水质标准	实测水质情况
1、3、7、9、10	牟平-威海农渔业区	A1-16	第二类	第二类
2、23、24	烟台港口航运区	A2-12	第四类	第三类
5、6、11	烟台-威海农渔业区	B1-1	第二类	第二类
8、21、22	养马岛旅游休闲娱乐区	A5-17	第二类	第二类

表 3.2-5 调查海区各站位水质项目分析结果

站号	采样 层次	温度	SS	pH	盐度	D0	COD	活性磷酸盐	硝酸盐	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	L
1	B																
1	S																
2	B																
2	S																
3	B																
3	S																
5	B																
5	S																
6	B																
6	S																
7	B																
7	S																
8	B																
8	S																
9	B																
9	S																
10	B																
10	S																
11	B																
11	S																
21	B																
22	B																
23	B																
24	B																
最大值																	
最小值																	

注 “/” 表示未检测，“-” 表示未检出。

表 3.2-6 水质监测评价分析结果

站号	采样层次	功能区	评价标准	pH	DO	COD	活性磷酸盐	无机氮	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	B	农渔业区	第二类													
1	S	农渔业区	第二类													
2	B	港口航运区	第四类													
2	S	港口航运区	第四类													
3	B	农渔业区	第二类													
3	S	农渔业区	第二类													
5	B	农渔业区	第二类													
5	S	农渔业区	第二类													
6	B	农渔业区	第二类													
6	S	农渔业区	第二类													
7	B	农渔业区	第二类													
7	S	农渔业区	第二类													
8	B	旅游休闲娱乐区	第二类													
8	S	旅游休闲娱乐区	第二类													
9	B	农渔业区	第二类													
9	S	农渔业区	第二类													
10	B	农渔业区	第二类													
10	S	农渔业区	第二类													
11	B	农渔业区	第二类													
11	S	农渔业区	第二类													
21	B	旅游休闲娱乐区	第二类													
22	B	旅游休闲娱乐区	第二类													
23	B	旅游休闲娱乐区	第二类													
24	B	港口航运区	第四类													
最大值																
最小值																

注“/”表示未监测。数据检出率 $\geq 50\%$ ，未检出值的评价结果按项目检出限的 1/2 值进行评价。

3.2.2 沉积物环境现状调查与评价

3.2.2.1 调查范围与站位布设

工程附近海域进行的海洋环境现状调查，共设 10 个沉积物调查站位对工程附近海域的沉积物质量状况进行调查。调查站位见表 3.2-1 和图 3.2-1。

3.2.2.2 调查分析项目

海洋沉积物调查项目主要包括：含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷，共计 11 项。

3.2.2.3 调查分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行。分析方法见表 3.2-8。

表 3.2-8 沉积物项目分析及检出限

监测项目	分析方法	检出限（10 ⁻⁶ ）
含水率	重量法	—
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	300
油类	荧光分光光度法	1.0
硫化物	离子选择电极法	0.2
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5
铅	无火焰原子吸收分光光度法	1.0
锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.04
铬	无火焰原子吸收分光光度法	2.0
汞	原子荧光法	0.002
砷	原子荧光法	0.06

3.2.2.4 评价标准与方法

（1）评价标准

根据中华人民共和国国家标准《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），水产种质资源保护区、农渔业区和旅游休闲娱乐区执行第一类标准；港口航运区执行第三类标准。

所有站位沉积物状况评价依据中华人民共和国国家标准《海洋沉积物质量》

（GB18668-2002）的沉积物标准及《山东省海洋功能区划（2011-2020）》，各站位所在功能区及执行评价级别见下表 3.2-9，各类标准的标准值见表 3.2-10。

表 3.2-9 调查站位所在功能区及执行标准一览表

功能区名称	代码	涉及站位	沉积物标准
牟平-威海农渔业区	A1-16	1、3、7、9	第一类
烟台港口航运区	A2-12	23、24	第三类
烟台-威海农渔业区	B1-1	5、11	第一类
养马岛旅游休闲娱乐区	A5-17	21、22	第一类

表 3.2-10 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）

污染因子	铜	铅	镉	锌	铬	砷	硫化物	石油类	有机碳
	($\times 10^{-6}$)								($\times 10^{-2}$)
一类标准 $\leq$	35.0	60.0	0.50	150.0	80.0	20.0	300.0	500.0	2.0
二类标准 $\leq$	100.0	130.0	1.50	350.0	150.0	65.0	500.0	1000.0	3.0
三类标准 $\leq$	200.0	250.0	5.00	600.0	270.0	93.0	600.0	1500.0	4.0

（2）评价方法

沉积物环境质量评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 项评价因子的标准指数；

C_i —— i 项评价因子的实测浓度；

S_i —— i 项评价因子的评价标准值。

3.2.2.5 海洋沉积物质量状况与评价

沉积物监测结果见表 3.2-11，沉积物质量指数见表 3.2-12。

沉积物调查分析资料表明：2020 年 5 月调查站的沉积物调查项目均符合第一类海洋沉积物质量标准，位于功能区内的站位均满足其所在功能区沉积物质量标准（3.2-13）。各评价因子的单因子评价指数由大到小的排列顺序为：铜>锌>镉>铅>砷>铬>硫化物>有机碳。调查海域的沉积物环境质量状况较好。

表 3.2-13 调查站位功能区沉积物质量达标情况

站位	所在功能区名称	代码	沉积物质量标准	沉积物质量情况
1、3、7、9	牟平-威海农渔业区	A1-16	第一类	第一类
23、24	烟台港口航运区	A2-12	第三类	第一类
5、11	烟台-威海农渔业区	B1-1	第一类	第一类
21、22	养马岛旅游休闲娱乐区	A5-17	第一类	第一类

表 3.2-11 沉积物监测结果表

站号	含水率	有机碳	硫化物	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
	10^{-2}	10^{-2}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
1											
3											
5											
5											
7											
11											
21											
22											
23											
24											
最大值											
最小值											

注：“/”表示未检测，“-”表示未检出。

表 3.2-12 沉积物监测评价结果表

站号	功能区	评价标准	有机碳	硫化物	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	农渔业区	第一类										
3	农渔业区	第一类										
5	农渔业区	第一类										
7	农渔业区	第一类										
9	农渔业区	第一类										
11	农渔业区	第一类										
21	旅游休闲娱乐区	第一类										
22	旅游休闲娱乐区	第一类										
23	港口航运区	第二类										
24	港口航运区	第二类										
最大值												
最小值												

备注：数据检出率 $\geq 50\%$ ，未检出值的评价结果按项目检出限的 1/2 值进行评价。

3.2.3 海洋生态环境现状

3.2.3.1 调查时间及站位布设

为了解工程附近海域的生态环境质量状况，共设 8 个生态调查站位，在工程附近海域进行海洋环境现状调查。调查站位分布见图 3.2-1，各站的坐标见表 3.2-1。调查项目包括：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物和潮间带生物。

3.2.3.2 生物采集与分析方法

现场采集所有生物样品带回实验室分析，采集与分析方法如下：

(1) 调查方法

1) 叶绿素 a

采用 5L 有机玻璃采水器采集海水样品。采集的海水样品在有电的情况下，量取 2L~5L 海水样品，加入 3mL 碳酸镁悬浮液，混匀，用孔径为 0.45 μm 的纤维素酯微孔滤膜过滤处理；若无电，则避光保存，尽快送往实验室处理，详细步骤和计算方法见《海洋监测规范》GB17378.7-2007。

2) 浮游生物

浮游植物采用浅水Ⅲ型浮游生物网从底至表层垂直拖网，现场用碘液固定，在实验室进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析，浮游植物丰度，密度单位： cells/m^3 。

浮游动物采用浅水Ⅱ型浮游生物网从底至表层垂直拖网获取，经 5%福尔马林溶液固定后带回实验室进行称重、分类、鉴定和计数，密度单位： $\text{个}/\text{m}^3$ ，总生物量湿重单位： mg/m^3 。

3) 底栖生物

调查底栖生物样品的采集与沉积物调查同步进行，采用 0.05m^2 曙光型采泥器采集，每站 2~4 个样方。所获泥样经 2.0mm、1.0mm 和 0.5mm 孔径的套筛淘洗后固定，挑拣全部个体进行鉴定。

4) 潮间带生物

调查潮间带生物样品采用定量框，每站采 4 个样方，并合并为一个样品。用过筛器进行淘洗，将采得的标本装入聚乙烯瓶（1000mL）中，并加入 5%甲醛固定液。

(2) 评价方法

根据各站浮游植物、动物和底栖生物的种类组成、生物量及生物密度平面分布，计算生物样品的多样性指数、均匀度、丰度等，其方法按《海洋监测规范》的要求进行。

①香农-韦弗（Shanno-Weaver）多样性指数 $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$

式中： H' ——生物多样性指数；

S ——样品中的种类数量；

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

②均匀度指数 $J = H'/H_{\max}$

式中： J ——均匀度指数；

H' ——多样性指数；

$H_{\max} = \log_2 S$ ，表示多样性指数的最大值；

S ——样品中的种类数量。

③优势度指数 $D = \frac{N_1 + N_2}{NT}$

式中： D ——优势度指数

N_1 ——样品中第一优势种的个体数；

N_2 ——样品中第二优势种的个体数；

NT——样品的总个体数。

④丰度指数 $d_{Ma} = (S-1)/\ln N$

式中： d_{Ma} ——丰度指数；

S——样品中的种类数量；

N——样品中的生物个体总数。

3.2.3.3 叶绿素 a

叶绿素 a 是浮游植物现存量的良好指标。

调查海域海水中叶绿素 a 监测结果见表 3.2-14。叶绿素 a 含量范围为 0.33 μg/L～1.79 μg/L，平均值为 0.87 μg/L，最高值出现在 1 号站，最低值出现在 9 号站。

表 3.2-14 叶绿素 a 监测结果表（μg/L）

站位	采集层次	叶绿素 a	站位	水层	叶绿素 a
1	B				
1	S				
3	B				
3	S				
5	B				
5	S				
7	B				
最大值					
最小值					
平均值					

3.2.3.4 浮游植物

（1）种类组成及数量

浮游植物调查共鉴定出浮游植物 27 种（物种名录见表 3.2-16）。其中，硅藻 22 种，占出现浮游植物种类数的 81.48%；甲藻 4 种，占出现浮游植物种类数的 14.81%；金藻 1 种，占出现总种数的 3.70%。

（2）细胞数量

浮游植物调查结果显示，各调查站位浮游植物细胞数量介于 $0.8 \times 10^4 \text{cells/m}^3 \sim 21.72 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间，平均值为 $4.49 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。其中，最大值出现在 23 站，最小值出现在 5 站。8 个调查站位的浮游植物种类数的变化范围为 5～14 个，平均为 9 个。

（3）优势种

调查海域优势种共 2 种，分别为具槽直链藻（*Melosira sulcata*）和短楔形藻（*Licmophora abbreviata*）。

（4）群落特征

生物的多样性指数、均匀度、丰度、优势度等参数分析，是反映调查海域浮游植物群落结构特点的一些重要参考指标，它们同时也可反映出调查海域生态环境状况的优劣。若样品的多样性指数值高、均匀度大、丰度值高、优势度低，表明调查海域环境质量好，否则环境质量不好。

浮游植物调查结果（见表 3.2-15）显示，调查海域浮游植物多样性指数介于 0.261~2.931 之间，平均值为 1.424，反映了调查海域浮游植物多样性水平变化较大；均匀度介于 0.11~0.77 之间，平均值为 0.45，均匀度处于中等水平；丰度介于 0.26~0.88 之间，平均值为 0.54；优势度介于 0.32~0.97，平均值为 0.73。综合以上群落结构指数，表明该调查海域浮游植物呈斑块化分布，整体生境质量一般。

表 3.2-15 浮游植物群落特征值统计结果

站位	密度 $\times 10^4$ cells/m ³	种类数	丰度 d	多样性指数 H'	均匀度 J	优势度
1						
3						
5						
7						
9						
11						
21						
23						
最大值						
最小值						
平均值						

表 3.2-16 浮游植物物种名录
略

3.2.3.5 浮游动物

浮游动物（*Zooplankton*）是海洋中的次级生产力，包括了无脊椎动物的大部分门类和一些低等脊索动物，其中以种类繁多、数量较大、分布较广的桡足类最为突出。浮游动物是经济水产动物特别是上、中层鱼类和一切幼鱼的饵料基础，在海渔业增产上具有重要的意义。而且，许多种类的分布与水团、海流密切相关，可以作为水团、海流的指示生物。随着用海项目的增加，海上工程不断增多，浮游动物因子也是参于用海项目环境评价的主要因子之一。因此，对浮游动物进行调查与研究具有重要的生态学意义。

（1）种类组成及数量

浮游动物调查共鉴定出浮游动物 18 种（物种名录见表 3.2-18）。其中，节肢动物 13 种，占 72.22%；原生动物和毛颚动物各 1 种，各占 5.56%；浮游幼虫 3 种，占 16.67%。

（2）生物量及密度的平面分布

浮游动物调查结果显示，调查海域浮游动物的个体数量介于 $2.27\text{ind}/\text{m}^3 \sim 765.71\text{ind}/\text{m}^3$ 之间，平均值为 $201.36\text{ind}/\text{m}^3$ 。其中，最大值出现在 21 号站，最小值出现在 1 号站。

浮游动物湿重生物量介于 $1.86\text{mg}/\text{m}^3 \sim 275.60\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $74.14\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中，最大值出现在 23 号站，最小值出现在 1 号站。

（3）优势种

调查海域浮游动物优势种共 2 种，为腹针胸刺水蚤（*Centropages abdominalis*）和中华异水蚤（*Misophria sinensis*），站位出现率均为 100%。

（4）群落特征

浮游动物调查结果显示（见表 3.2-17），调查海域浮游动物多样性指数介于 $1.142 \sim 2.712$ 之间，平均值为 1.703，反映了浮游动物多样性水平一般；均匀度介于 $0.49 \sim 0.86$ 之间，平均值为 0.66，表明种间个体数分布均匀度较好；丰度介于 $0.53 \sim 2.45$ 之间，平均值为 1.22，丰度较高；优势度介于 $0.28 \sim 0.92$ 之间，平均值为 0.76，表明群落优势度极为显著。

表 3.2-17 浮游动物群落特征统计

站位	密度	湿重生物量	种类数	丰度 d	多样性指数	均匀度 J	优势度
1							
3							
5							
7							
9							
11							
21							
23							
最大值							
最小值							
平均值							

表 3.2-18 浮游动物打种名录
略

3.2.3.6 底栖生物

（1）种类组成及数量

底栖生物调查共出现 21 种大型底栖生物（详见表 3.2-21）。其中环节动物门 10 种，占出现总种数的 45.45%；软体动物门 9 种，占出现总种数的 40.91%；节肢动物门、腕足动物门和纽形动物门各 1 种，各占出现总种数的 4.55%。

（2）生物量及密度的平面分布

底栖生物调查结果表明，调查海域各站位底栖生物生物量变化范围在 $0.27\text{g}/\text{m}^2 \sim 2.80\text{g}/\text{m}^2$ 之间，平均值为 $1.19\text{g}/\text{m}^2$ ，最大值出现在 3 号站位，最小值出现在 21 号站位，生物量分布差异较大（见表 3.2-19）；生物栖息密度变化范围在 $13.33 \sim 160.00\text{ind}/\text{m}^2$ 之间，平均值为 $81.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，最大值出现在 1 号站位，最小值出现在 17 号站位。

表 3.2-19 大型底栖生物量和密度

站位	湿重生物量 g/m^2	密度 ind/m^2
1		
3		
5		
7		
9		
11		
21		
23		
最大值		
最小值		
平均值		

（3）优势种

调查海域大型底栖生物优势种共 4 种，分别为四索沙蚕（*Lumbrineris tetraura*）、胶州湾顶管角贝（*Episiphon kiaochoowanense*）、管缨虫（*Chone infundibuliformis*）和鸭嘴海豆芽（*Lingula anatina*）。

（4）群落特征

底栖生物调查结果显示（表 3.2-20），均匀度指数范围为 $0.66 \sim 1.00$ ，平均值为 0.86 ，表明海域底栖生物均匀度较好；丰度指数范围为 $0.27 \sim 0.75$ ，平均值为 0.56 ，说明调查海域种类丰度变化较大，整体水平一般；多样性指数范围为 $1.00 \sim 2.252$ ，平均值为 1.736 ，多样性指数水平较低；优势度范围为 $0.00 \sim 0.71$ ，平均值为 0.39 。综合以上群落结构特征指数，调查区域大型底栖生物生境环境一般。

表 3.2-20 大型底栖生物群落特征指数统计表

站位	丰度 d	多样性指数 H'	均匀度 J	优势度
1				
3				
5				
7				
9				
11				
21				
23				
最大值				
最小值				
平均值				

表 3.2-21 大型底栖动物物种名录
略

3.3 渔业资源概况

3.3.1 渔业资源现状调查与评价

渔业资源现状调查引用《大窑南吕城潘书强人工鱼礁项目（073-3）海域使用论证报告书》资料，由青岛海科检测有限公司在 2020 年 4 月 26 日在工程附近海域布设 9 个调查站位对渔业资源现状进行调查。调查站位分布见图 3.3-1、表 3.3-1，进行了鱼卵、仔稚鱼、游泳动物等渔业资源调查。

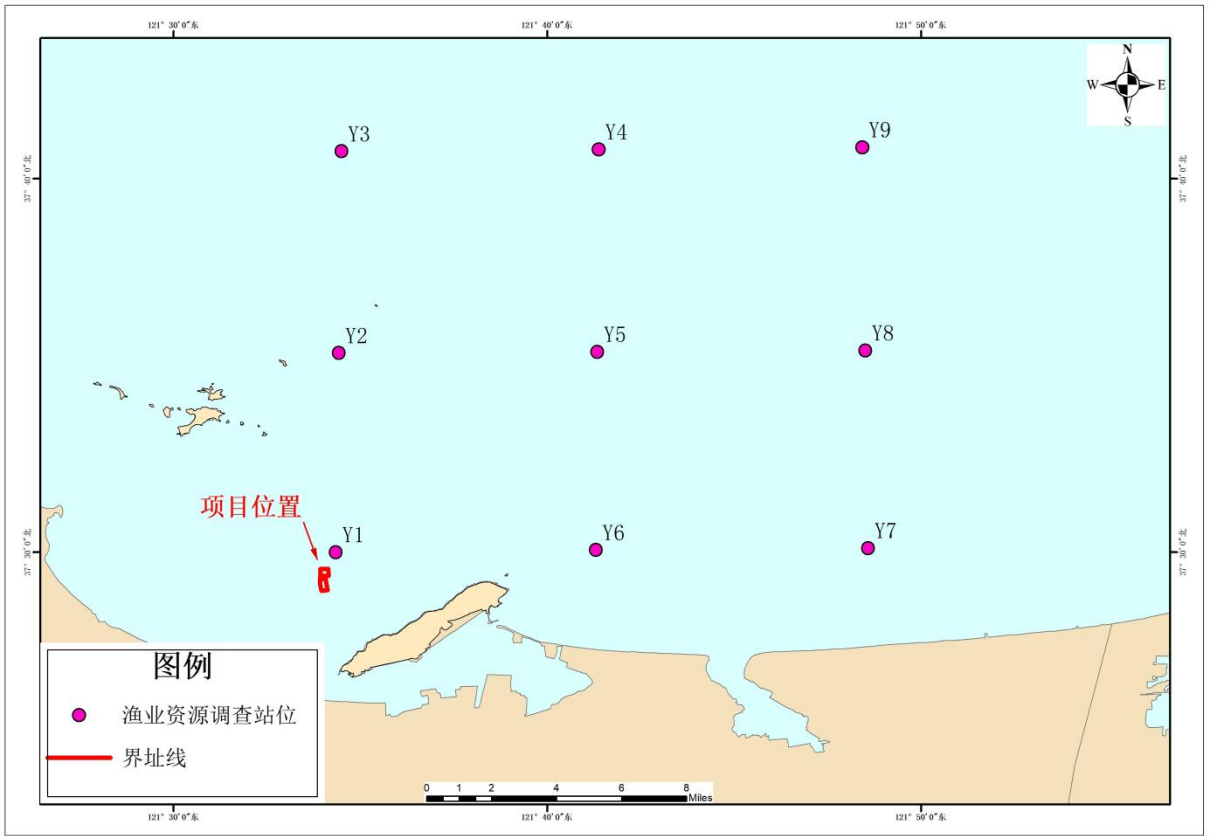


图 3.3-1 渔业资源调查站位图

表 3.3-1 2020 年 4 月渔业资源调查站位表

站位	北纬	东经	监测内容	功能区
Y1			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y2			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y3			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y4			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y5			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y6			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y7			渔业资源、生物体质量	农渔业区

Y8			渔业资源、生物体质量	农渔业区
Y9			渔业资源、生物体质量	农渔业区

3.3.1.1 调查方法

（1）鱼卵仔稚鱼

鱼卵、仔鱼调查根据《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T12763-2007）的有关要求执行。定量样品采集使用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 145cm）自底至表垂直取样，定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm）表层水平拖网 10min，拖网速度 2kn。采集的样品经 5%甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。

（2）游泳动物

游泳动物拖网调查按《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）、《海洋水产资源调查手册》和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的相关规定执行。渔业资源拖网调查所用网具为单拖底拖网，网口周长 30.6m，囊网网目 20mm，拖曳时网口宽度约 8m。每站拖曳 0.5h，平均拖速 2.5kn。渔获物样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。

3.3.1.2 评价方法

（1）鱼卵仔稚鱼

鱼卵仔稚鱼密度计算公式：

$$G=N/V$$

式中：

G——单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒每立方米或尾每立方米（ind/m³）；

N——全网鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒或尾（ind），V 为滤水量，单位为立方米（m³）。

（2）游泳动物

1) 相对重要性指数

从各种类在数量、重量中所占比例和出现频率 3 个方面进行优势度的综合评价，判断其在群落中的重要程度，即：

$$IRI=(N+W)F$$

式中：

IRI——相对重要性指数；

N——在数量中所占的比例；

W——在重量中所占的比例；

F——出现频率。

IRI 值大于 1000 的定为优势种；IRI 值在 100~1000 的为重要种；IRI 值在 10~100 的为常见种；IRI 值小于 10 的为少见种。

2) 物种丰度指数 (Margalef, 1958)

$$D = (S - 1) / \ln N$$

式中：

D——物种丰度指数；

S——种类数；

N——总尾数。

3) 物种多样性指数 (Shannon-Wiener)

根据各个种类所占比例进行分析，即：

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

式中：

H'——物种多样性指数；

P_i——i 种鱼的群落中所占的比例。

4) 物种均匀度指数 (Pielou)

$$J' = H' / \ln S$$

式中：

J'——物种均匀度指数；

H'——物种多样性指数；

S——种类数。

5) 现存资源量

绝对资源密度的计算采用扫海面积法，基本原理是通过拖网时网具扫过的单位面积内捕获的游泳动物的数量，计算单位面积内的现存绝对资源密度。公式如下：

$$\rho = D / (p \cdot a)$$

式中：ρ 为现存资源量；D 为相对资源密度，即平均渔获量；a 为网次扫海面积；p 为网具捕获率。

捕获率表示网具对鱼类等的捕捞效率，在网具规格选定的情况下，它主要取决于不

同鱼类对网具的反应，各种鱼类等的生态习性不同，对网具的反应也不一样。根据鱼类等的不同生态习性，把网具的捕获率大体上分为 4 类。一类是底栖鱼类，主要是虾蟹类，它们基本上终日生活在海底，游泳能力不强，网具所拖过的地方大多被捕获，捕获率取 0.8。本报告中甲壳类和腹足类 q 值全部取 0.8。另一类是中上层鱼类，主要是鲱形目、鲈形目、鲳亚目的鱼类，这些鱼类主要在中上层，活动能力很强，底拖网所拖过的地方只有小部分被捕获，捕获率取 0.3。第三类是底层鱼类，介于底栖鱼类和中上层鱼类之间，该类群一般分布在中下层，有一定的活动能力，并有昼夜垂直移动习性，捕获率取 0.5。第四类为贝类，捕获率取 1。

3.3.1.3 调查结果分析

（1）鱼卵仔稚鱼

1) 定量

本次烟台近海鱼卵、仔稚鱼垂直拖网调查中，共采集到鱼卵、仔稚鱼样品 3 粒 2 尾，分别为鱼卵 3 粒，鲷科仔鱼 1 尾和绵鲷科稚鱼 1 尾。其中，站位 Y4 出现 3 粒鱼卵，鱼卵平均密度为 $0.09\text{ind}/\text{m}^3$ ，Y6 和 Y7 各出现 1 尾仔稚鱼，平均密度为 $0.11\text{ind}/\text{m}^3$ 。

2) 定性

本次烟台近海鱼卵、仔稚鱼水平拖网调查中，共采集到 2 种鱼卵、仔稚鱼样品。其中，鱼卵和仔稚鱼各 1 种，分别为鲷和绵鲷科。共计 5 站出现鱼卵、仔稚鱼，各出现站位的密度范围为 $1\text{ind}/\text{站} \cdot 10\text{min} \sim 7\text{ind}/\text{站} \cdot 10\text{min}$ ，平均值为 $0.90\text{ind}/\text{站} \cdot 10\text{min}$ 。最高值出现在 Y1 号站位，最低值出现在 Y3、Y4 和 Y5 号站位。Y2、Y6、Y8 和 Y9 号站位未出现鱼卵、仔稚鱼。

（2）渔业资源

1) 种类组成

本次调查共出现渔业资源种类 55 种，其中，鱼类 19 种，占总种类数的 34.55%；虾类 12 种，占 21.82%；蟹类 5 种，占 9.09%，腹足类 6 种，占 10.91%；头足类 4 种，占 7.27%；双壳类 5 种，占 9.09%；棘皮类 4 种，占 7.27%。

按重量计，本调查鱼类占 48.21%，虾类占 33.83%，蟹类占 0.61%，腹足类占 2.15%，头足类占 10.27%，双壳类占 0.73%，棘皮类占 4.19%。

表 3.3-2 2020 年 4 月游泳动物调查物种名录

略

2) 数量分布

调查海域平均渔获重量为 3.50kg/h，渔获重量最高站位为 Y1 号站，为 8.54kg/h，渔获重量最低站位为 Y6 号站，为 0.42kg/h，没有渔获重量大于 10kg/h 的站位。

调查海域平均渔获数量为 546.67ind/h，渔获数量最高站位为 Y2 号站，达 900.00ind/h，最低渔获数量站位为 Y3 号站，仅 152.00ind/h。没有渔获数量高于 1000ind/h 的站位。

表 3.3-3 2020 年 4 月游泳动物数量分布

站位	重量 (kg/h)	数量 (ind/h)
Y1		
Y2		
Y3		
Y4		
Y5		
Y6		
Y7		
Y8		
Y9		
最小值		
最大值		

3) 优势种

本次调查优势种有 3 种，为方氏云鰲、口虾蛄、脊腹褐虾，重要种有 8 种，依次为日本鼓虾、疣背宽额虾、长蛸、六丝钝尾虾虎鱼、普氏缃虾虎鱼、多棘海盘车，细螯虾、短蛸。

重量比例超过 1% 的种类共 12 种，占全部渔获物重量的 94.06%。重量组成比例超过 10% 的种类 3 种；其余 40 种种类的重重量比例均小于 1%。

数量比例超过 1% 的种类共 14 种，占全部渔获物重量的 92.46%。数量组成比例超过 10% 的种类 4 种；其余 37 种种类的重重量比例均小于 1%。

4) 现存资源密度

根据扫海面积法计算，调查海域渔业资源尾数密度和重量密度均值分别为 $23.35 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 和 168.03 kg/km^2 。其中，鱼类资源尾数密度最高值为方氏云鰲，为 $100.79 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；蟹类最高为寄居蟹，为 $1.05 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；虾类最高为脊腹褐虾，为 $32.55 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；头足类最高为长蛸，为 $1.27 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；双壳类最高为紫彩血蛤， $4.92 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；棘皮类最高为多棘海盘车，为 $1.08 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；腹足类最高为扁玉螺，为 $1.08 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。鱼类资源重量密度最高值为方氏云鰲，为 719.3 kg/km^2 ；蟹类最高为隆线强蟹， 4.05 kg/km^2 ；虾类最高为口虾蛄，为 335.7 kg/km^2 ；头足类最高为长蛸，

为 $72.43\text{kg}/\text{km}^2$ ，双壳类最高为栉孔扇贝， $3.92\text{kg}/\text{km}^2$ ；棘皮类最高为多棘海盘车，为 $39.25\text{kg}/\text{km}^2$ ；腹足类最高为广扁玉螺，为 $9.17\text{kg}/\text{km}^2$ 。

渔获物总重量密度与总尾数密度均分布不均匀，总重量密度以 Y1 号站最高为 $538.62\text{kg}/\text{km}^2$ ，Y6 号站最低为 $18.08\text{kg}/\text{km}^2$ 。总尾数密度最大值出现在 Y2 号站位为 $60.33 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，最小值出现在 Y3 号站位，为 $6.57 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。

表 3.3-4 2020 年 4 月游泳动物资源密度分布

站位	重量资源密度 (kg/km^2)	数量资源密度 ($\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$)
Y1		
Y2		
Y3		
Y4		
Y5		
Y6		
Y7		
Y8		
Y9		
最大值		
最小值		

5) 渔业资源幼体比例

4 月调查共捕获鱼类 19 种，根据渔获物分析，本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的 6.32%，为 $116.00\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $0.06\text{kg}/\text{h}$ 。成体渔业资源的平均渔获量 $190.89\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $15.135\text{kg}/\text{h}$ 。鱼类平均渔获量 $203.78\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $15.193\text{kg}/\text{h}$ ；经换算鱼类成体平均资源密度为 $74.58\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均数量资源密度 $17.77 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ；幼体平均资源密度为 $0.006\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均数量资源密度 $0.013 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。

捕获虾类 12 种，根据渔获物分析，本次调查中幼虾的尾数占总尾数的 8.34%，为 $212.00\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $0.806\text{kg}/\text{h}$ 。成体渔业资源的平均渔获量 $258.89\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $9.86\text{kg}/\text{h}$ 。虾类平均渔获量 $282.44\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $10.66\text{kg}/\text{h}$ ；经换算虾类成体平均资源密度为 $41.07\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均数量资源密度 $9.71 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ；幼体平均资源密度为 $3.36\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均数量资源密度 $0.83 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。

捕获蟹类 5 种，根据渔获物分析，本次调查中幼蟹的尾数占总尾数的 33.3%，为 $26.00\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $0.024\text{kg}/\text{h}$ 。成体渔业资源的平均渔获量 $5.78\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $0.17\text{kg}/\text{h}$ 。蟹类平均渔获量 $8.67\text{ind}/\text{h}$ ，生物量为 $0.19\text{kg}/\text{h}$ ；经换算蟹类成体平均资源密度为 $0.70\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均数量资源密度 $0.22 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ；幼体平均资源密度为

0.10kg/km²，平均数量资源密度 $0.11 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。

捕获头足类 4 种，根据渔获物分析，本次调查中幼体的尾数占总尾数的 2.00%，为 2.00ind/h，生物量为 0.0007kg/h。成体渔业资源的平均渔获量 10.89ind/h，生物量为 3.237kg/h。头足类平均渔获量 11.11ind/h，生物量为 3.238kg/h；经换算头足类成体平均资源密度为 13.49g/km²，平均数量资源密度 $0.41 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；幼体平均资源密度为 0.003kg/km²，平均数量资源密度 8.33ind/km²。

捕获双壳类 5 种，生物量为 0.230kg/h，平均渔获量 25.11ind/h，平均重量资源密度为 0.77kg/km²，平均数量资源密度 $0.75 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；未捕到双壳类幼体。

捕获棘皮类 4 种，生物量为 1.321kg/h，平均渔获量 4.67ind/h，平均重量资源密度为 4.40kg/km²，平均数量资源密度 $139.99 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ；未捕到棘皮类幼体。

捕获腹足类 6 种，根据渔获物分析，本次调查中幼体的尾数占总尾数的 2.04%，为 2.00ind/h，生物量为 0.0002kg/h。成体渔业资源的平均渔获量 10.67ind/h，生物量为 0.679kg/h。腹足类平均渔获量 10.89ind/h，生物量为 0.679kg/h；经换算腹足类成体平均资源密度为 2.26kg/km²，平均数量资源密度 $0.32 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，幼体平均资源密度为 0.0006kg/km²，平均数量资源密度 6.66ind/km²。

6) 生物多样性

调查海域生物种类多样性指数平均为 2.11，变化范围为 1.37~2.55；物种均匀度指数平均为 0.71，变化范围 0.51~0.90；物种丰富度指数平均为 3.1，变化范围 1.72~4.39，综合各指数可知调查海域游泳动物生境较好（表 3.3-5）。

表 3.3-5 2020 年 4 月游泳动物群落多样性指数

站位	均匀度 J	多样性指数 H'	丰度 d
Y1			
Y2			
Y3			
Y4			
Y5			
Y6			
Y7			
Y8			
Y9			
最大值			
最小值			
平均值			

（3）渔业资源现状评价小结

综上所述，调查海域共鉴定渔业资源生物 55 种。平均渔获重量为 3.50kg/h，平均渔获数量为 546.67ind/h。

统计分析结果表明，尾数多样性指数平均为 2.13（1.37~2.55）；均匀度指数平均为 0.70（0.51~0.80）；物种丰富度指数平均为 3.32（1.90~4.39）。综合评价，调查海域内渔业资源生物群落生态环境质量较好。

项目建设将对附近海域经济鱼、虾、蟹、头足类的生境及产卵场产生一定的影响，但是，由于当地海域经济鱼、虾、蟹、头足类的产卵场和索饵场范围广阔，项目建设对整个海域渔业资源的影响是有限的。

3.3.2 海洋生物体质量现状调查与评价

3.3.2.1 调查时间与站位布设

项目附近海域海洋生物质量现状调查引用《大窑南莒城潘书强人工鱼礁项目（073-3）海域使用论证报告书》资料，由青岛海科检测有限公司在 2020 年 4 月 26 日在工程附近海域布设 9 个调查站位进行附近海域海洋生物质量现状。调查站位见图 3.3-1、表 3.3-1。

3.3.2.2 调查类群

2020 年 4 月生物体调查类群：鱼类（大泷六线鱼等）、甲壳类（口虾蛄、等）、软体动物（长蛸）、贝类（栉孔扇贝）。分析项目：铅、镉、铬、锌、铜、砷、汞、石油烃。

3.3.2.3 采样及分析方法

样品的采集、保存、运输与分析均按《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行。具体方法和检出限如表 3.3-6 所示。

表 3.3-6 生物体质量各项目分析及检出限

监测项目	分析方法	检出限（10 ⁻⁶ ）
铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.04
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.005
铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.04
锌	火焰原子吸收分光光度法	0.4
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.4
砷	原子荧光法	0.2
汞	原子荧光法	0.002
石油烃	荧光分光光度法	0.2

3.3.2.4 评价标准与方法

海洋贝类评价，依据《山东省海洋功能区划》（2011~2020 年）核定各测站所在海

洋功能区生物质量管理目标要求，采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中相应的类别标准，进行评价。生物体质量调查站位中 YI~Y9 号站位位于农渔业区，贝类采用一类标准（表 3.3-7）。

软体动物、甲壳类、鱼类体内污染物质（汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）规定的标准值。

表 3.3-7 海洋生物体质量标准（鲜重）（单位：mg/kg）

项目	贝类** 一类标准	贝类** 二类标准	贝类** 三类标准	软体动物*	甲壳类*	鱼类*
铬≤	0.5	2.0	6.0	5.5	2.0	2.0
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）	100	100	200
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）	250	150	40
砷≤	1.0	5.0	8.0	10	8	5
镉≤	0.2	2.0	5.0	5.5	2.0	0.6
汞≤	0.05	0.10	0.30	0.3	0.2	0.3
铅≤	0.1	2.0	6.0	10	2.0	2.0
石油烃	15	50	80	20***	20***	20***

*引用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准

**引用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的标准

***引用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）规定的标准

标准指数按下式计算：

$$I_i = C_i / S_{ij}$$

式中： I_i — i 测项的污染指数；

C_i — i 测项的实测浓度或指标值；

S_{ij} — i 测项的 j 类生物质量标准值。

3.3.2.5 海洋生物质量状况与评价

（1）调查结果

海洋生物体质量监测结果见表 3.3-8，评价结果见表 3.3-9。

2020 年 4 月调查结果与评价表明：

调查结果与评价表明：调查海域鱼类、甲壳类、软体动物体内的重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准，石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）规定的标准；贝类体内的重金属（铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷）及石油烃均符合《海洋生物质量》

中的标准。表明调查海域生物体内污染物残留水平较低，海域内生物体质量较好。

综合以上调查，不同类群生物体石油类和重金属的含量不同，栖息在不同站位上的同一种类的生物体内石油烃和重金属的含量不同。总体而言，监测海域内鱼类、甲壳类、软体动物及贝类生物体质量较好，污染物残留水平较低，海域内生物体质量较好。

表 3.3-8 生物体质量监测结果表

站号	生物体	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Y1	鲷								
	长蛸								
	口虾蛄								
Y2	口虾蛄								
Y3	长蛸								
	口虾蛄								
Y4	口虾蛄								
	短蛸								
Y5	口虾蛄								
	长蛸								
	大泷六线鱼								
Y6	脊腹褐虾								
Y7	脊腹褐虾								
Y8	口虾蛄								
	长蛸								
	鲷								
Y9	短蛸								
	口虾蛄								
	亚洲油鲽								

表 3.3-9 生物体质量监测评价结果

站号	功能区	评价标准	生物体	石油烃	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
1	农渔业区	简明规程、技术规程	鲷								
		简明规程、技术规程	长蛸								
		简明规程、技术规程	口虾蛄								
Y2	农渔业区	简明规程、技术规程	口虾蛄								
Y3	农渔业区	简明规程、技术规程	长蛸								
		简明规程、技术规程	口虾蛄								
Y4	农渔业区	简明规程、技术规程	口虾蛄								
		简明规程、技术规程	短蛸								
Y5	农渔业区	简明规程、技术规程	口虾蛄								
	农渔业区	简明规程、技术规程	长蛸								
	农渔业区	简明规程、技术规程	大泷六线鱼								
Y6	农渔业区	简明规程、技术规程	脊腹褐虾								
Y7	农渔业区	简明规程、技术规程	脊腹褐虾								
Y8	农渔业区	简明规程、技术规程	口虾蛄								
		简明规程、技术规程	长蛸								
		简明规程、技术规程	鲷								
Y9	农渔业区	简明规程、技术规程	短蛸								
		简明规程、技术规程	口虾蛄								
		简明规程、技术规程	亚洲油鲽								

备注“-”表示未检出。“简明规程”：《全国海岸带和海洋资源综合调查简明规程》；“技术规程”《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；贝类评价标准采用：《海洋生物质量》（GB18421-2001）；数据检出率<50%，未检出值的评价结果按项目检出限的 1/4 值进行评价；数据检出率≥50%，未检出值的评价结果按项目检出限的 1/2 值进行评价。

3.4 自然资源概况

3.4.1 港口航运资源

工程附近港口航运资源主要是牟平港区和养马岛中心渔港。

牟平港区位于烟台市东部养马岛南岸与大陆岸线之间，水域宽度在 250~300m 之间。牟平港区向南连接滨海路和烟威高速公路，南距牟平区中心约 6km，西距烟台市芝罘区 26km，水路至烟台港 10.7n mile，至威海港 25n mile，至大连港 103n mile。牟平港码头总长 198m，拥有 5000 吨级泊位 2 个，库场面积 $5 \times 10^4 \text{ m}^2$ ，油库总储量 $8.5 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，16 吨门机 3 座。牟平港区地理坐标为：37° 26′ 30″ N/121° 34′ 47″ E，主要从事汽柴油、石油液化气等液体化工品的中转、贮存以及砂石、粮食、煤炭等散杂货的进出口业务，服务范围为烟台市和威海市部分地区。根据全区发展规划，今后将结合城市发展需要逐步调整取消液体散货运输功能，全力发展游艇、游船等旅游客运。

养马岛中心渔港通过环岛公路和跨海大桥与大陆相连，陆路距离牟平城区 7.5km，距离烟台莱山机场 20km，距离烟台火车站和烟台港 30km，车行时间均在 30 分钟以内；渔港水路西距烟台港 10n mile，东距威海港 25n mile，北距旅顺 89n mile，具有良好的水陆交通条件。目前山东养马岛中心渔港码头长度 1008m，泊位 18 个，其中能够停靠大型远洋作业渔船和渔政执法船舶的深水码头达到 460m。防波堤长度 110m，护岸 226m，港池有效防护面积 $70 \times 10^4 \text{ m}^2$ ，港口陆域面积 $22 \times 10^4 \text{ m}^2$ ，渔港防灾减灾能力达到五十年一遇以上。能够为 1200 艘大中小渔船提供服务，年水产品卸港量 $8 \times 10^4 \text{ t}$ 。

3.4.2 渔业资源

烟台海域营养盐丰富，是多种经济鱼虾的产卵、索饵、洄游通道，形成了烟威、青海、莱州湾三大渔场，是我国优势水产品主产区。目前全市海域已鉴定海洋生物种类 1019 种，其中较高经济价值的有牙鲆、半滑舌鳎、刺参、皱纹盘鲍、扇贝、中国对虾、梭子蟹、海带等 60 余种，并拥有刺参、皱纹盘鲍、栉孔扇贝等省级海珍品原生种质基地。烟台附近渔场及渔业资源分布图见图 3.3-1。

项目投礁海域毗邻烟威渔场，烟威渔场是黄海暖流余脉和鲁北沿岸流两个不同性质水系的交汇区，水温梯度较大，饵料生物丰富，是我国北方春汛渔业生产的一个重要作业区。早在二十世纪六、七十年代，就以盛产中国对虾、蓝点马鲛、小黄鱼等经济鱼虾而闻名。烟威渔场生物资源种类繁多，根据历史资料，渔业资源种类有 260 余种，重要的经济鱼类和无脊椎动物近 80 种。上世纪八十年代后期，由于过度捕捞和水质污染等原因，渔业资源急剧衰

退，大多数经济鱼类已形不成渔汛。目前，烟威渔场尚能形成捕捞规模的只有蓝点马鲛和低质的鳀鱼。八十年代后期，随着渔业结构的不断调整，烟威渔场近海基本以增、养殖为主。目前以工厂化、大棚、池塘、围堰和底播等多种形式，以扇贝、鱼类、海参、鲍鱼、对虾等海珍品为主的养殖业正方兴未艾，为促进当地经济发展、渔民转产转业和出口创汇做出了突出贡献。

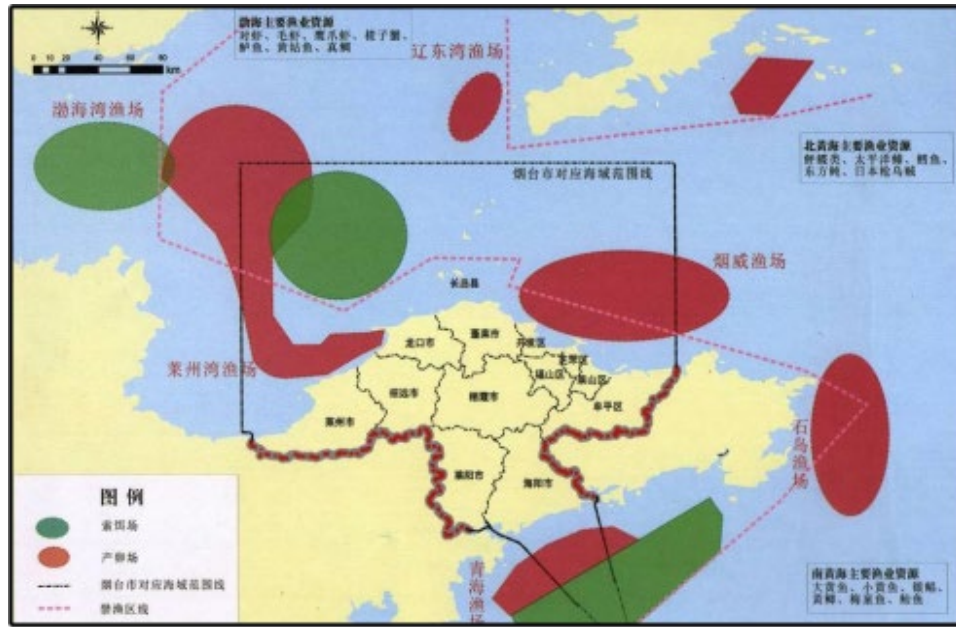


图 3.4-1 烟台附近渔场及渔业资源分布图

3.4.3 海岛资源

项目附近海域有三个岛屿，分别是养马岛、里蹦岛和小象岛。

养马岛，素有“中国北方商务休闲第一岛”之称。地处黄海之中，总面积约 13.52km²，距烟台市区 30km。岛上丘陵起伏，草木葱茏，山光海色，秀丽如画，海岛呈东北西南走向，地势南缓北峭，岛前海面宽阔，风平浪静，岛后群礁嶙峋，惊涛拍岸；东端碧水金沙，优良浴场。西端水深浪小，天然良港。岛上气候宜人，冬无严寒，夏无酷暑，年平均气温 11.8℃，素有“东方夏威夷”之美称。岛四周盛产海参、扇贝、鲍鱼、对虾、牡蛎、天鹅蛋等海产品，久负盛名。



里蹦岛，位于养马岛看牛山东南海中，距陆地约 0.5km，南北长 400m，东西约 250m，海

岸线长约 1.5km，总面 82hm²，其中森林 7.2hm²，主要树种是黑松林。以森林为中心周边分布海滩地带。南边 25.7hm²，东边 5.8hm²，西边 3.3.hm²，海拔 8m。此岛尽管在海中，但地下却有淡水。有海神娘娘小瀛洲之称。因为这个小岛周围多产蛤蚌，故以蚌字谐音名里蹦岛，岛上多为细沙，夹有泥土，过去长期荒芜。由于这些年来垦殖护林，如今林木茂盛，是许多鸟类栖息的好地方，成为海上绿洲，百鸟乐园。



小象岛，东西长 115m，南北长 28m，海拔 19m，整个小岛由岩石构成，表层有少量泥沙，生有稀疏的野草，无水源。岛上石壁陡峭，峭壁间隙，有野鸽和海鸟栖息，鸽子盘旋飞翔，海鸟群集长啼，为海岛增加了生气。



3.4.4 养殖资源

全市优势水产品养殖面积 130 万亩，建立了 10 个海水养殖示范园区、20 个海水养殖示范基地。无公害水产养殖品种 10 个，认定面积达到 26.5 万亩，建成 7 处国家“863”产业化开发（示范）基地，建成 24 处省级以上水产原良种场，其中，国家级水产原良种场 6 处，9 处省级特色科技园和科技兴海基地。全市现有七个水产品加工园区，水产加工企业 351 家。

养殖模式主要有筏式养殖、滩涂养殖、池塘养殖、工厂化养殖、底播增殖及网箱养殖。筏式养殖以长岛、蓬莱、莱州、龙口、开发区为重点，养殖面积达到 19 万公顷，养殖水域已经由 15 米等深线以内浅海扩展到 30 米深海海域，养殖种类也由起初的海带、贻贝发展到扇贝、鲍鱼、海胆、牡蛎等 10 余个品种。滩涂养殖面积约 1.6 万公顷，其中精养面积占 65%，主要养殖品种为蛤、蛭等，以莱州、海阳最多。池塘养殖重点分布在海阳、莱州、莱阳、牟平，总面积 1 万公顷，主要养殖品种为中国对虾、日本对虾、南美白对虾。近年来，通过推广虾池综合利用技术，重点开发了刺参、三疣梭子蟹、缢蛏、鲈鱼、牙鲆等名优品种。工厂化养殖面积约 65 万平方米，以莱州、蓬莱、海阳、龙口为重点，养殖品种以大菱鲆、牙鲆、石鲈、对虾为主。

烟台市沿海岩礁资源丰富，底播养殖主要分布在长岛、蓬莱、芝罘、牟平等北部沿海，养殖品种主要有：刺参、鲍鱼、海胆、虾夷扇贝等，全市养殖规模达到 1 万公顷。网箱养殖

中小型网箱数量约 5000 余个；海阳千里岩和长岛北部海区建有两处深水网箱养鱼基地，有深水网箱 20 组。牟平区内海域盛产鲍鱼、海参、紫石房蛤等多种海珍品和经济鱼类，尤其养马岛海参，久负盛名。滩涂面积较大，是全国一百个水产先进县（区）之一。

3.4.5 旅游资源

烟台市是一个旅游资源极为丰富的地方。而牟平区又拥有在全国首屈一指的山、海、岛、泉、河资源，牟平在全国 2862 个县市区中，是 11 个既有海岛资源，又有山岳类国家级森林公园或风景名胜区的沿海县市区之一；在这 11 个县市区中，是 5 个有温泉资源的县市区之一，也是唯一既有陆地温泉，又有深海温泉的沿海县市区。其中，面积 13.5 平方公里的养马岛是省级旅游度假区和国家“AAAA”级旅游景区，相传是秦始皇东巡牧马之地，岛上有神奇的“一岛三滩”自然景观，岛东金沙滩是天然海水浴场，岛北礁石滩是观涛赏景的好去处，岛南黑泥湾是拾贝捉蟹的海趣园。岛上丘陵起伏、草木葱茏，岛前海域开阔、风平浪静，岛后悬崖峭壁、群礁嶙峋，风逐浪涌、惊涛拍岸，有天马广场、跨海大桥、体育休闲公园、赛马场等多处景观和娱乐设施；牟平境内有两处按国际标准建设的 18 洞的海滨高尔夫球场，其中烟台东海宏伟娱乐有限公司所属的球场坐落于滨海黑松林中，设有功能齐备的会馆，每年吸引游客 5 万人次。养马岛休闲体育公园内的 18 洞高尔夫球场，坐落于海岛之中，迷人的海岛风光使其更具魅力；境内有 2 处温泉，其中养马岛深海温泉取自海下 1500 米温泉水，是国内首家露天深海温泉。位于昆嵛山脚下的龙泉温泉亦称龙泉汤，是胶东半岛最著名的温泉，素有“天下第二汤”的美称。泉水中富含对人体有益的多种矿物质，对各类皮肤病、关节病等均有明显疗效；境内有沁水河、鱼鸟河、汉河、夹河等多条河流，其中沁水河、鱼鸟河流经牟平城区，为城区增添了灵性与魅力；城区北部养马岛前海区域和金山港湾区域总面积达 50 平方公里的滨海地区，是尚未开发的黄金海岸，今后将以世界级国际滨海度假区为目标，着力打造与三亚南方国家海岸媲美的国际性休闲度假平台-中国北方国家海岸。

3.4.6 砂矿资源

烟台浅滩及沙质海岸蕴藏着丰富的滨海砂矿资源。目前，初步探明的海砂矿产主要有金、铁、锆、钨、钼、钽、石英砂等。其中石英砂是重要矿产之一。

3.5 开发利用现状

3.5.1 社会经济概况

（1）区位概况

烟台市牟平区位于山东省胶东半岛东部，东经 $121^{\circ} 09' - 121^{\circ} 56'$ ，北纬 $37^{\circ} 04' -$

37° 30'。北临黄海，东临威海高新区和文登，西靠莱山、芝罘和福山三市区，西南与栖霞、海阳市交界，南与乳山接壤。牟平区地理位置优越，是进出渤海湾的海上必经之路，是连接辽东半岛与山东半岛的黄金水道，是黄渤海区联结烟台市和威海市的重要滨海新区，陆海空交通十分便利，西靠烟台市区，东接威海市，烟威一级公路横贯牟平区境内与烟青一级公路、济青高速公路以及同三高速公路连接，海上可通过烟台港、威海港与世界各地相连。通畅便捷的海、陆、空交通运输为牟平区经济发展提供了良好的基础设施和条件。

牟平区现辖 12 个镇街、1 个省级开发区、1 个省级旅游度假区，共有 591 个行政村，总人口 45 万，总面积 1519.75 平方公里，海岸线 65 公里。牟平城区位于牟平区北部，是山、海、城、岛融于一体，景观秀丽的城市，是以工业为主，商贸、旅游业全面发展的滨海综合区，是烟台市的次中心之一。

（2）经济发展状况

2021 年，全年实现 GDP320.64 亿元，全区生产总值增长 4.8%；一般公共预算收入增长 5.1%；规模以上工业增加值增长 14%；社会消费品零售总额增长 15.2%；全口径到位实际利用外资 2.2 亿美元；外贸进出口总额增长 32%；居民人均可支配收入保持稳定增长，节能减排指标完成市级下达计划任务。

至 2021 年，累计实施总投资 147.2 亿元的重点技改项目 105 个，全区工业用电量年均增长 4%，高新技术产业产值比重由 46.4%增加到 71.3%。中韩（烟台）产业园、恒邦化工产业园、国际招商产业园等“国字号”和省级园区相继落户，累计引进三类 500 强项目 16 个、过 10 亿元项目 24 个，完成实际使用外资 8.5 亿美元，年均增长 74.7%，连续两年荣获全市十佳招引标兵称号。

海洋经济以年均 8%的增速快速发展。海洋新能源产业成为新的经济增长点，渔业经济产业结构进一步调整优化，全面推行水产品绿色养殖模式，建设现代化海洋牧场。现代服务业发展势头强劲。围绕养马岛生态旅游岛建设，实施“五化”工程，及时解决道路通行、住宿餐饮等问题，生态旅游岛的名片效应更加突出。努力打造“品牌+电商”网红产品，烟威首家海尔智家 001 号体验店成功落户牟平。昆龙温泉特色小镇、浩岭湖医养特色小镇、丰金社区颐养中心等项目加速推进，海上游、海岛游、休闲渔业等特色产品不断丰富。养马岛生态旅游岛、龙泉温泉小镇等旅游名片示范带动效应日益凸显，6 处景区获批成为国家 3A 级景区，“蓝色牟平·一见钟情”的城市形象深入人心。顺利通过省级医养结合示范先行区中期评估。生态农业稳步发展。累计整合涉农资金 8.7 亿元、扶持涉农项目 240 多个，新发展优质苹果 2.5 万亩，改造老龄郁闭果园 8 万亩，建设水肥一体化 9.2 万亩、高标准农田 15.7

万亩，区级以上美丽乡村示范村由 144 个增加到 229 个，王格庄镇荣获中国好苹果大赛两项银奖和最佳组织奖。市级农业、海洋渔业专家服务基地落户我区。一镇七村列入全省乡村振兴“十百千”示范创建工程，艾维农园获评齐鲁美丽田园，京玺蓝莓庄园入选全省休闲农业精品农庄。县乡公路三级路以上比例由 37%增加到 52%，农村户均配电容量由 2.35 千伏安增加到 3.32 千伏安，农村改厕普及率达到 95.4%，获评省级农产品质量安全区。

（3）社会服务设施建设

牟平基础设施完备，交通、通讯十分便利，形成了海陆空纵横交织的立体交通网络。牟平区与烟台莱山国际机场、烟台火车站、烟台港距离仅有 30 分钟车程，烟威一级公路横贯全境，与全省高速公路网相连接，与日本、韩国等国家隔海相望。石烟线国道和烟威高速公路贯穿境内，公路通车里程达五百四十公里，实现了镇镇通公路；牟平港已建成五千吨级泊位，码头开通了多条国内航线；距牟平 22 公里的烟台机场已与上海、广州、深圳、北京、成都、西安、哈尔滨、武汉、乌鲁木齐、天津、沈阳、济南、香港等大城市及韩国、新加坡、日本等国家通航；邮电通讯开通了程控电话三万门，移动电话近千门，可直接与国际国内各地通话，开通数据通信业务。广播电视事业蓬勃发展，现已镇镇通有线电视，有线电视用户达 6 万户，光缆到村 8%，初步形成一个对内通达全国，对外连接世界的陆海空交通网络。

全年教育、社会保障和就业、卫生健康等民生领域支出 33.6 亿元，占财政支出比重的 80%以上。全年新增城镇就业 4150 人，城镇登记失业率为 1.87%。新建、改扩建 6 所公办幼儿园，公办率提升到 50%以上。培养输送的刘诗颖、孙一文荣获东京奥运会冠军。顺利完成国家“医保平台”对接，获评省级健康促进区。深入实施文化惠民工程，开展戏曲进乡村、党旗映乡村等系列文化活动近万场次，3 个景区景点入选“好客山东网红打卡地”，数量位居全市之首。安全生产形势保持总体稳定，有序推进全区 21 处非煤矿山关停整合工作。深化法制政府示范创建，建成“和为贵”社会治理服务中心，深入推进“三无”社区（村）、“无讼村庄”建设。创新搭建网格化管理信息平台，配备专、兼职网格员 2274 名。扎实推进信访积案化解，国家和省交办重复访案件已全部化解，圆满完成全国“两会”、建党 100 周年、党的十九届六中全会等重大敏感节点安保维稳工作。

牟平水电资源丰富。全区现有兴利库容 5000 万立方米，城区日供水能力 8 万立方米，主要供电线路均实现了环网供电，年供电量超过 5 亿千万瓦时。

3.5.2 海域使用现状

3.5.2.1 项目周边海域开发利用状况

项目周边海域的主要开发利用活动包括：开放式养殖区、海洋保护区、航道、港口、海

岛、跨海桥梁等。具体开发利用现状分布见图 3.5-1 和表 3.5-1。

表 3.5-1 项目周边海域开发利用现状

名称		用海类型	与工程 位置关系	与工程最近 点距离
保护区	烟台牟平沙质海岸国家级海洋特别保护区	保护区		
	烟台崆峒列岛省级海洋自然保护区	保护区		
港口	牟平港	港口		
	养马岛中心渔港			
航道	烟威航道	航道		
	养马岛航道			
	养马岛东航道			
海岛	养马岛	海岛		
	豆卵岛			
	崆峒岛			
	小象岛			
开放式养殖区		开放式养殖		
养马岛跨海大桥		跨海桥梁		

略

图 3.5-1 项目周边海域开发利用现状图

（1）港口码头

①牟平港

牟平港区现有 5000 吨级泊位 2 个，库场面积 $5 \times 10^4 \text{m}^2$ ，油库总储量 $8.5 \times 10^4 \text{m}^3$ ，16 吨门机 3 座，以当地液体化工品运输为主，主要从事油品的中转、储存以及粮食、煤炭、建材等散杂货的进出口业务，集装卸、储存、运输等多功能于一体，年吞吐能力 3000 万吨，主要为烟台市及威海市部分地区服务。发展形成专业化的液体散货运输功能。牟平港航道区位于养马岛西部，水深 6m，航道宽 1700m，乘潮水深满足 5000 吨级船舶需要，码头扩建航道需疏浚。牟平港锚地区位于牟平港北面紧靠烟威航路与牟平港区航道交汇处的东南部。锚地水深 14m，锚着力好，距港口、航道近。

②养马岛中心渔港

养马岛中心渔港位于养马岛西端，西靠烟台市区，东接威海，北与大连隔海相望。目前养马岛中心渔港码头长度 1008m，泊位 18 个，其中能够停靠大型远洋作业渔船和渔政执法船舶的深水码头达到 460m。防波堤长度 110m，护岸 226m，港池有效防护面积 $70 \times 10^4 \text{m}^2$ ，港口陆域面积 $22 \times 10^4 \text{m}^2$ ，渔港防灾减灾能力达到五十年一遇以上。能够停靠大中小渔船 1200 艘，年水产品卸港量 8 万吨，是一个集靠泊、避风、装卸、旅游休闲观光为一体的综合公益性港口。

③航道

烟台市牟平区近岸海域主要包括：烟威航道、养马岛航道、养马岛东航道及酒馆航道。其中烟威航道为烟台和威海之间的主航道；养马岛航道位于养马岛西侧，是牟平港进出的主要通道；养马岛东航道位于养马岛东侧，酒馆航道位于烟台和威海海上分界线以西，是当地渔船进出的主要通道。

（2）海水养殖

养马岛北部及东部养殖区位于养马岛东部及北部、烟威航道南，海域辽阔，水质清澈，营养盐丰富，沙泥底质为主，主要养殖品种有扇贝、贻贝、海带、魁蚶、刺参、红螺。养马岛西、北部沿海岩礁分布面积较大，营养盐丰富，藻类丛生，适合刺参、盘鲍等海珍品增养殖，为养马岛底播养殖区。烟威近岸航道以南，养马岛港航道以东 20m 等深线以内海域为养马岛东浅海养殖区，已部分使用（含定置网场），水体交换能力强，营养盐丰富，初级生产力较高，泥沙底质，适合贝、藻类筏式养殖。

养马岛南部养殖区位于牟平城区以北、养马岛南部、养马岛东坝以西。该养殖区已使用多年，是传统池养殖区，海水清洁，营养丰富；海水溶解氧含量高 pH 值 7.0-8.0，泥沙质池底。

（3）滨海旅游

烟台市区滨海风景观光旅游区西起市区烟台山，东至牟平养马岛的滨海路两侧，全长 25km。本区域景色秀丽，旅游设施齐全，适宜开发海滨休闲度假，现已建有烟台山、东炮台公园、APEC 广场、黄海游乐城等景点，元亨园、五星级假日酒店、栈桥等旅游设施。

养马岛度假旅游区包括养马岛全岛，1984 年，养马岛被列为山东省重点旅游开发区，1991 年又被国家定为 84 个旅游景点之一。1995 年 1 月被山东省政府正式批准为省级旅游度假区。2009 年 1 月份被国家旅游局 A 级景区评审委员会评定为国家“AAAA”级旅游风景区。现建成融体育、娱乐与海滨度假于一体的综合性旅游胜地，已建设各类宾馆、休养中心 40 多座，赛马场、海滨浴场、海上世界、御笔苑等大中型综合娱乐景区点 13 处。岛上有神奇的

“一岛三滩”自然景观，岛东金沙滩是天然海水浴场，岛北礁石滩是观涛赏景的好去处，岛南黑泥滩是拾贝捉蟹的海趣园。岛上有养马岛休闲体育公园内的 18 洞高尔夫球场和养马岛深海温泉。多年来，养马岛度假区立足本地实际，坚持以招商引资为突破口，推动了旅游业的快速发展，形成了以海滨娱乐、度假休养为主，辅以观光浏览秦汉文化的综合性旅游度假胜地，每年吸引着几十万人次的中外游客来岛观光、旅游。

（4）跨海桥梁

养马岛跨海大桥是烟台市第一座下承式柔性系杆钢管混凝土拱桥，也是目前山东省同类桥型中跨径最大的桥梁。该桥北连养马岛，南接牟平区。长约 2km，海底电缆和管线的保护区宽度为两侧各 50~200m。养马岛跨海大桥作为养马岛风景区和陆地连接的主要通道，为养马岛社会经济和旅游事业的发展提供了更为便利的交通条件，使烟台山、会展馆广场、月亮湾、东炮台公园、体育公园等沿海景点有机联系在一起，如丝线串珠成链，从而成为烟台市一条观光旅游大通道。

（5）烟台牟平沙质海岸国家级海洋特别保护区

牟平区浅滩及沙质海岸海洋资源特别保护区位于烟台市牟平区东北部浅滩，由沙质海岸及毗连 1000m 以内水深在 0m~10m 之间的浅海区域，保护区总面积为 1465.20hm²，岸线长约为 12.21km。保护区坐标范围：121° 46′ 34.21″~121° 55′ 08.04″E，37° 27′ 22.28″~37° 28′ 45.23″N。界址点坐标见表 3.5-2，保护区功能分区图见图 3.5-2。

①功能分区

根据海洋资源特别保护区的指导思想和区划原则，运用生态学的普遍规律，结合牟平浅滩的地貌特点，充分考虑保护对象的分布情况和繁殖、生长规律，有利于保护和开展科研，不影响当地生产等综合因素，将烟台牟平沙质海岸海洋特别保护区划分为重点保护区、适度利用区以及生态与资源恢复区三个功能区。

I 适度开发利用区

适度利用区位于养马岛、金山港的东端，自高潮线向海 500m，岸线长 5.21km，面积为 260hm²，占保护区总面积的 17.74%。

II 重点保护区

重点保护区紧靠适度利用区的东侧，自高潮线向海 500m，岸线向 7km，面积为 350hm²，占保护区总面积的 23.89%。

III 资源恢复区

生态与资源恢复区位于适度利用区和重点保护区的北侧，为-4m 与-10m 之间的浅海区，

总面积为 855.2260hm²，占保护区的 58.37%。

表 3.5-2 保护区功能分区坐标

图 3.5-2 牟平区浅滩及沙质海岸海洋资源特别保护区功能分区图

②保护与开发活动安排及相应管理措施

I. 重点保护区管理措施

重点保护区内严格保护海洋生物物种和产卵场等重要海洋生态系统：禁止任何单位和个人破坏海洋生态系统。严禁在重点保护区内捕捞野生动植物。

对海洋特别保护区重大生态保护和资源利用项目采取听证会或者其他公众参与形式、征求公众对保护区保护与资源利用活动的意见。

II. 适度利用区管理措施

采矿管理：在烟台牟平沙质海岸海洋特别保护区内禁止开采矿产资源。

养殖管理：在适度利用区内从事海洋养殖业，应当合理控制养殖规模，推广健康的养殖技术，合理投饵、施肥，养殖用药应当符合国家和地方有关农业安全使用的规定和标准，防止养殖自身污染。

旅游管理：在海洋资源特别保护区内从事海洋生态旅游业，建设高档的海水浴场和沙滩运动区，应当科学确定旅游区的游客容量，合理控制游客的流量，加强自然景观的保护。

海洋资源特别保护区旅游活动产生的生活污水和垃圾，应当进行达标排放和无害化处理、处置，不得随意在海域内排放和丢弃。

科研管理：科研机构、大专院校可以将适度利用区作为海洋生态保护和资源可持续利用的科研、教学和实验基地。

在适度利用区从事科研、教学及其相关活动，建设实验基地的人员，不得破坏海洋生态系统。

III. 生态与资源恢复区管理措施

标志管理：海洋行政主管部门应当对生态与资源恢复区进行封禁管理。并制作生态与资源恢复区标志或者区域界限标志，必要时可制作围栏或者采用其他封禁措施。

生态恢复：在生态与资源恢复区内，结合增殖放流，加强保护生态与资源恢复的关键生

态环境。海洋行政主管部门应当会同保护区管理部门对生态与资源恢复区内的关键生境建立管理档案，并建立监测、监视制度。

社会资金：鼓励单位和个人在自愿的前提下，捐资或者以其他形式开展公益性海洋生态与资源恢复活动。

从事公益性海洋生态与资源恢复活动的单位和个人，应当按照沿海县级以上地方人民政府海洋行政主管部门的技术要求进行恢复活动。

3.5.2.2 项目附近海域开发利用状况

根据现场调查可知，本项目位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域，周边的开发利用活动主要为筏式养殖和航道，项目附近海域的开发利用现状见图 3.5-3 及表 3.5-3。

图 3.5-3 项目附近海域的开发利用现状

表 3.5-3 项目周边权属现状

序号	项目名称	海域使用权人	用海类型	用海方式	用海面积 (公顷)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

4 项目用海资源环境影响分析项目用海环境影响分析

4.1.1 项目建设对海洋动力环境的影响

4.1.1.1 水动力模型简介

本报告对人工鱼礁投放带来的水动力环境的影响采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型 MIKE21-FM 来进行预测与分析。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。MIKE21-FM 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。

(1) 模型控制方程

质量守恒方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0$$

动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x}(\varepsilon, \frac{\partial u}{\partial x}) - \frac{\partial}{\partial y}(\varepsilon, \frac{\partial u}{\partial y}) - fV + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x}$$

式中： ζ ——水位；

h ——静水深；

H ——总水深， $H = h + \zeta$ ；

u 、 v ——分别 x 、 y 方向垂直平均流速；

g ——重力加速度；

f ——科氏力参数， $f = 2\omega \sin \varphi$ ， φ 为计算海域所处地理纬度）；

C_z ——谢才系数， $G_z = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数；

ε_x 、 ε_y —— x 、 y 方向水平涡动粘滞系数。

(2) 定解条件

初始条件：

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0 \end{cases}$$

边界条件：

固定边界取法向流速为零，即 $\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$ ；在潮滩区采用东边界处理：水边界采用预报潮位

控制： $\zeta = A_0 + \sum_{i=1}^{11} H_i F_i \cos[\sigma_i t - (v_0 + u)_i + g_i]$ A_0 为平均海面， F_i 、 $(v_0 + u)_i$ 为天文要素，

H_i 、 g_i 为某分潮调和常数，即振幅与迟角。

4.1.1.2 计算域和网格设置

(1) 计算域设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见图 4.1-1，即为图中 A（辽宁登沙河）、B（山东鸡鸣岛）两点以及岸线围成的北黄海及渤海海域，计算域坐标范围为北纬 $37^\circ 04' 14.22'' \sim 40^\circ 58' 08.25''$ ，东经 $117^\circ 29' 33.27'' \sim 122^\circ 41' 36.62''$ 。

模拟采用三角网格，用动边界的方法对干、湿网格进行处理。整个模拟区域内由 7618 个节点和 13212 个三角单元组成，最小空间步长约为 20m。为了清楚地反映工程实施对其附近海域水动力环境的影响，模拟中将工程区附近海域网格进行局部加密，数值模拟计算域及工

程附近海域网格分布分别见图 4.1-1 和图 4.1-1a。

（2）水深和岸界

水深：选取中国人民解放军海军航海保证部制作的 1:100 万海图（10011 号），1:15 万（11370 号、11570 号、11710 号、11770、11840 号、11910 号、11932 号）海图以及工程附近海域水深地形测量资料。

岸界：采用以上海图中岸界、山东省海陆勘界线勘测资料以及工程附近海岸线勘测资料。

（3）大海域模型水边界输入

开边界：引用辽宁登沙河（A 点）、山东鸡鸣岛（B 点）多年潮位观测资料调和求得的 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 M_4 、 MS_4 六个主要分潮调和常数值输入计算。

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里， f_i 、 σ_i 是第 i 个分潮（这里共取六个分： M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 M_4 、 MS_4 ）的交点因子和角速度； H_i 和 G_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角； $V_{oi} + V_i$ 是分潮的幅角。

闭边界：以大海域和工程周边岸线作为闭边界。

（4）计算时间步长和底床糙率

模型计算时同步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时间步长 0.8s。底床糙率通过曼宁系数进行控制，曼尼系数 n 取 $60-80m^{1/3}/s$ 。

（5）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky(1963)公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

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

式中： c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right]$ ，（ $i, j=1, 2$ ）计算得到。

4.1.1.3 潮流数值模型及验证

（1）潮位验证

利用大连港、龙口、羊头洼、蓬莱、鲅鱼圈、渤中、北隍城、大清河口、芝罘岛、天津港、威海、小清河口、养马岛、崆峒岛等 14 个潮位站历史观测资料经调和分析后，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大潮期的潮位与计算结果进行验证，同时，采用工程周边海域 C1、C2 两个站位的大潮期（2011 年 7 月 16 日-17 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 4.1-1 和表 4.1-1，潮位验证曲线见图 4.1-3a 图 4.1-3p。验证结果表明，对应观测点上模拟得到的潮位值与预报（实测）潮位基本吻合。

图 4.1-1 数值模拟计算域网格分布及潮位验证点位置图

表 4.1-1 潮位和潮流验证点坐标

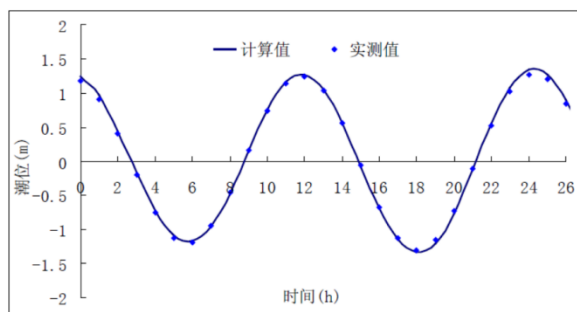


图 4.1-2a 潮位验证曲线（大连港）

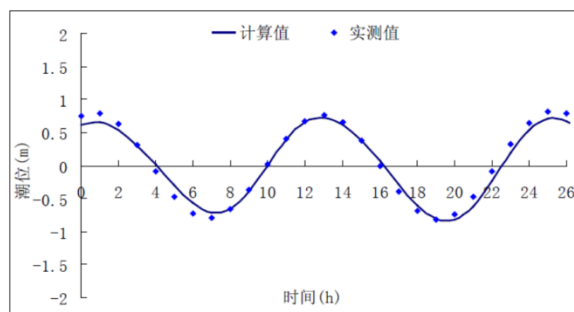


图 4.1-2b 潮位验证曲线（羊头洼）

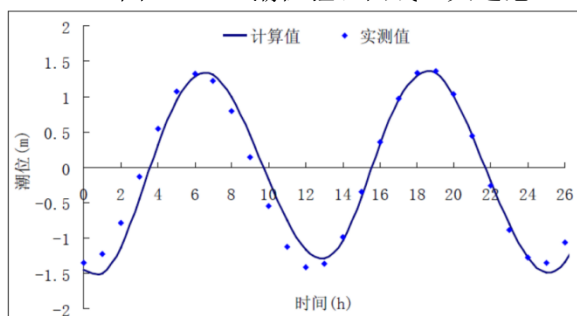


图 4.1-2c 潮位验证曲线（鲅鱼圈）

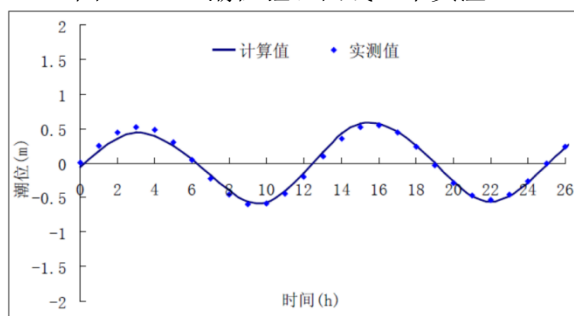


图 4.1-2d 潮位验证曲线（大清河口）

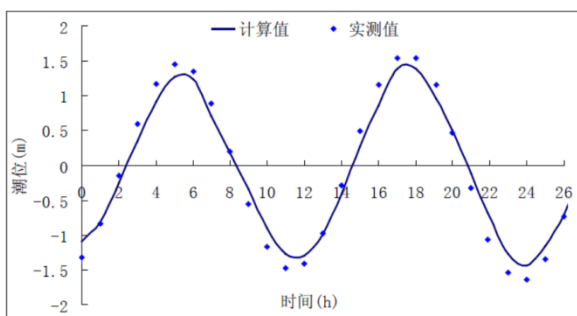


图 4.1-2e 潮位验证曲线（天津港）

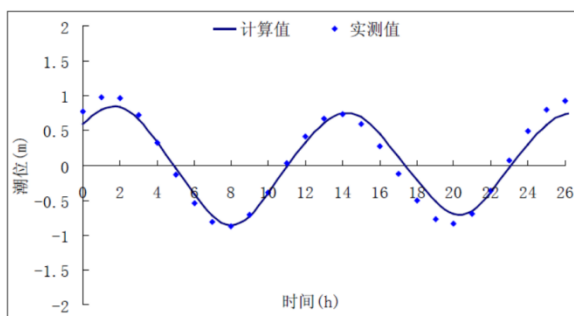


图 4.1-2f 潮位验证曲线（小清河口）

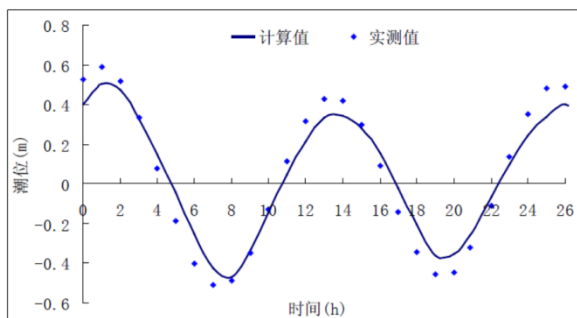


图 4.1-2g 潮位验证曲线（龙口）

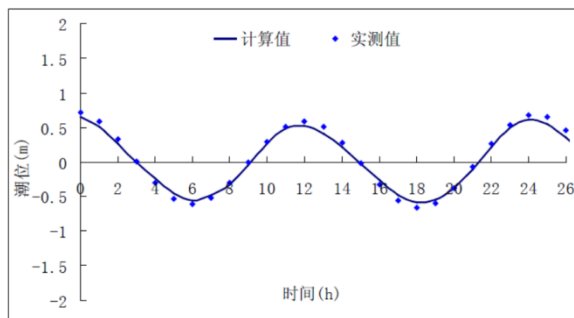


图 4.1-2h 潮位验证曲线（蓬莱）

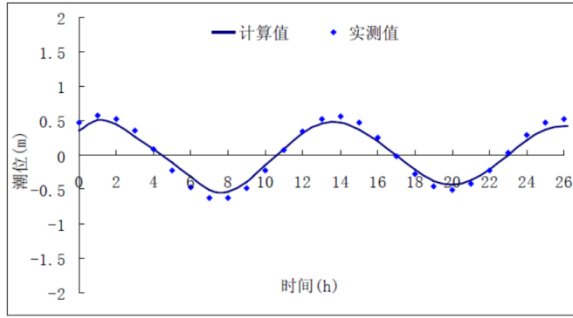


图 4.1-2i 潮位验证曲线（渤中）

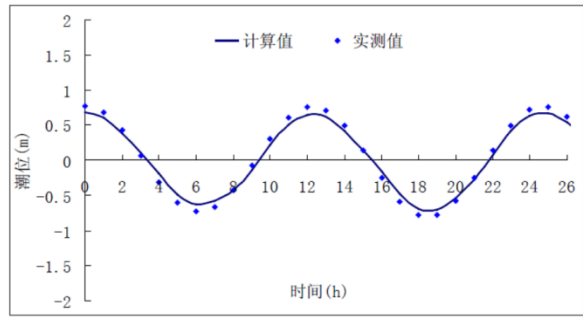


图 4.1-2j 潮位验证曲线（北隍城）

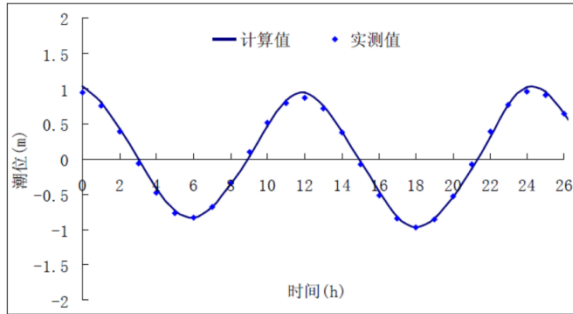


图 4.1-2k 潮位验证曲线（芝罘岛）

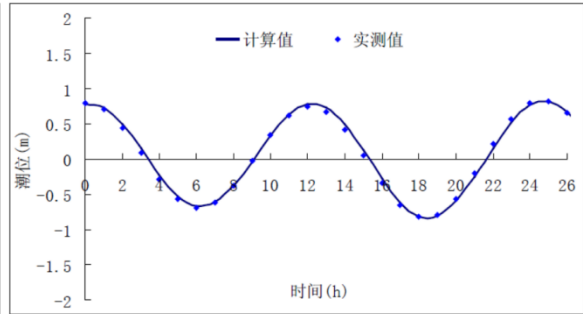


图 4.1-2l 潮位验证曲线（威海）

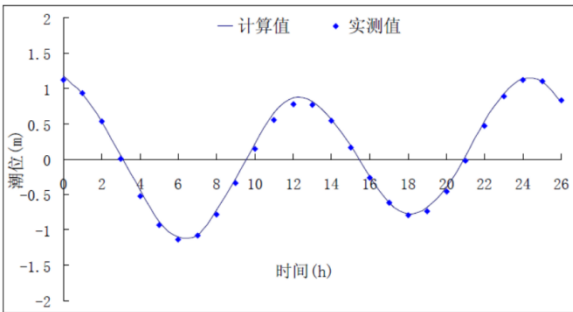


图 4.1-2m 潮位验证曲线（养马岛）

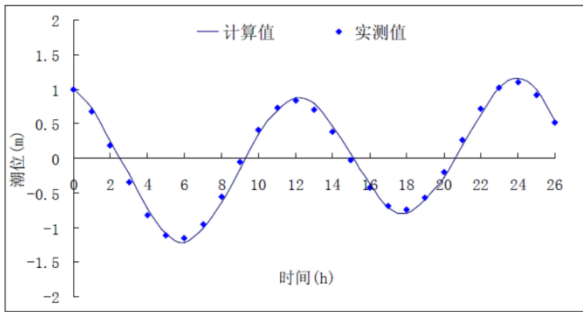


图 4.1-2n 潮位验证曲线（崆峒岛）

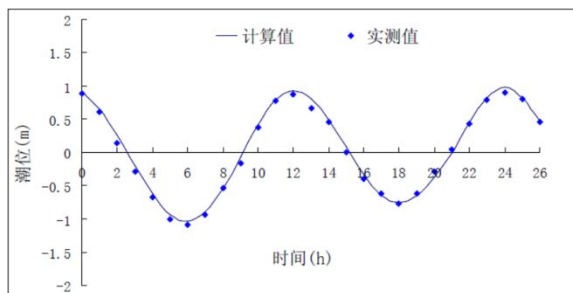


图 4.1-2o 潮位验证曲线（C1）

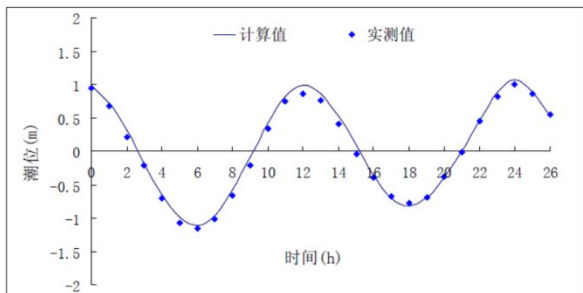


图 4.1-2p 潮位验证曲线（C2）

（2）潮流验证

潮流验证采用中国海洋大学 2017 年 8 月 7 日-8 日（大潮）牟平北侧海域 4 个站位（Y1-Y4）、2010 年 9 月 24 日-25 日（大潮）蓬莱海域 3 个站位（21#、24#、25#）、2003 年 9 月 12 日-13 日（大潮）套子湾海域 2 个站位（CL-1、CL-2）、2011 年 7 月 16-17 日（大潮）烟台港西港区周边海域 4 个站位（L-1、L-2、L-5、L-6）、2004 年 10 月 15 日-10 月 16 日 1 个站位（1#站位）、2003 年 5 月 2 日-3 日 1 个站位（2#站位）的实测海流资料和国家海洋局北海监测中心 2010 年 5 月 14 日至 5 月 15 日 2 个站位（3#站位和 4#站位）实测海流资

料，海流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大潮期的潮位与计算结果进行验证。潮流验证点位置见图 4.1-3 和表 4.1-1，潮流验证曲线见图 4.1-4a~图 4.1-4q。验证结果表明，对应观测点上模拟得到的潮流流速流向与预报潮流基本吻合，能够较好地反映工程周边海域潮流状况。

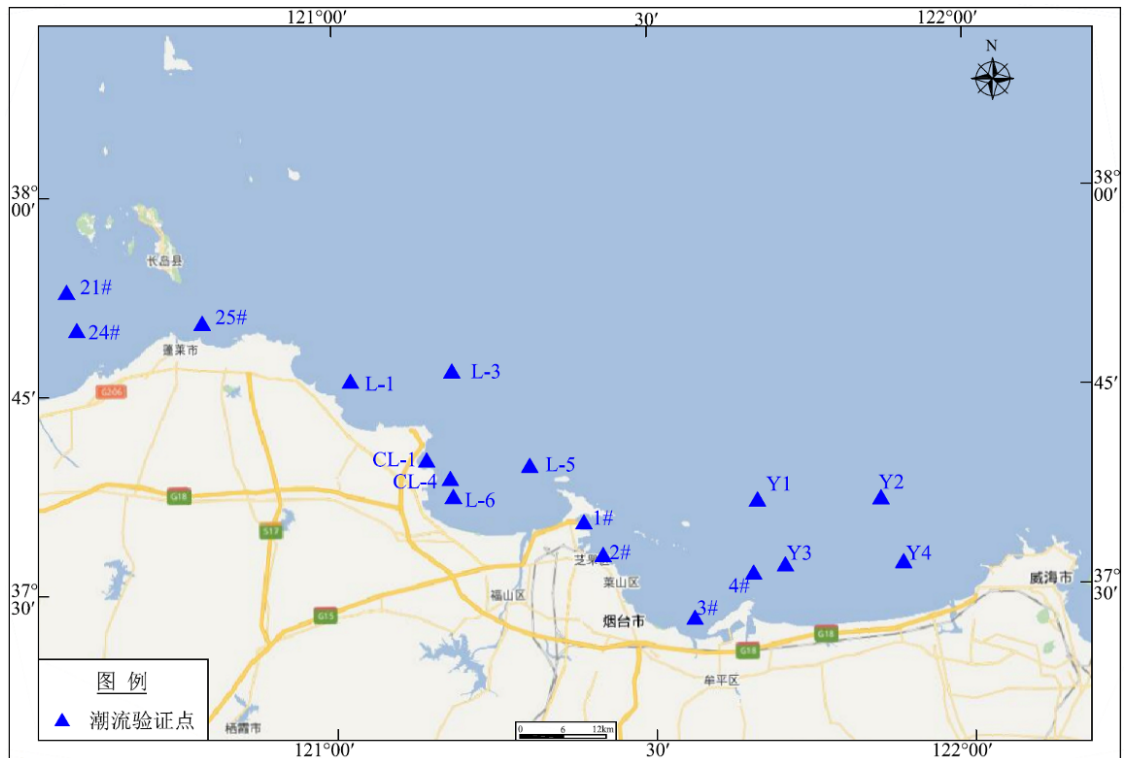


图 4.1-3 潮流验证点位置图

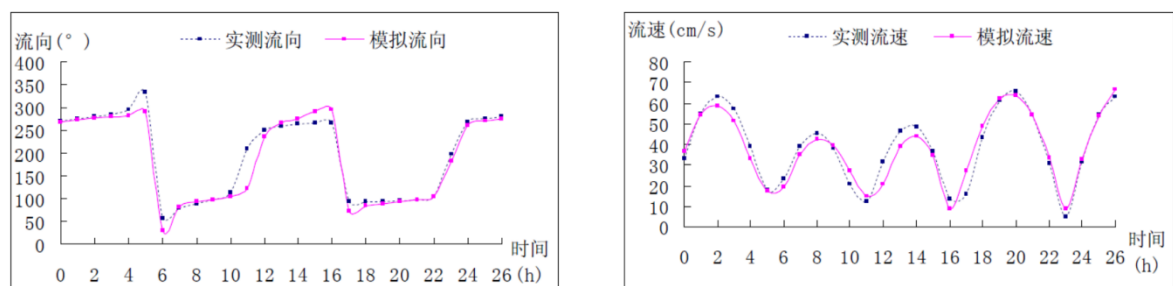


图 4.1-4a 21#潮流流向、流速验证曲线

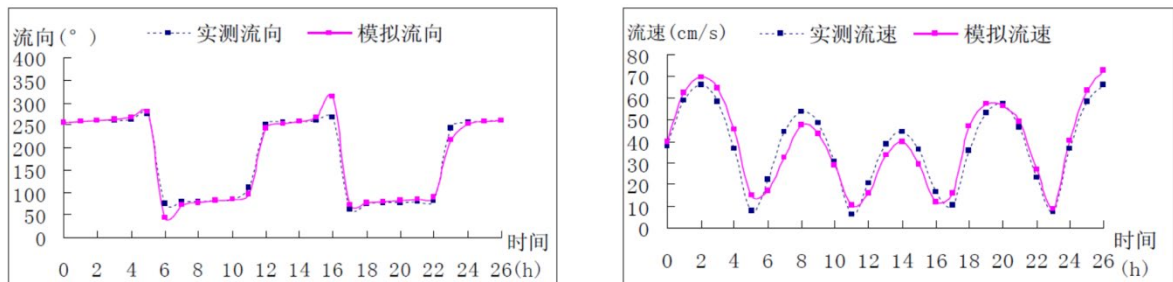


图 4.1-4b 24#潮流流向、流速验证曲线

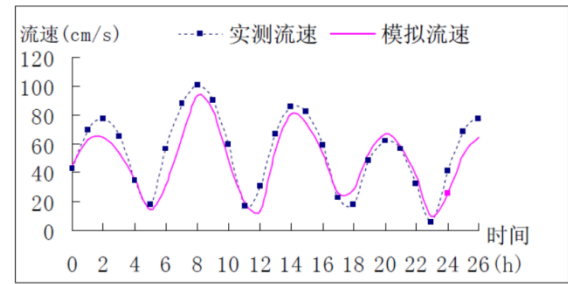
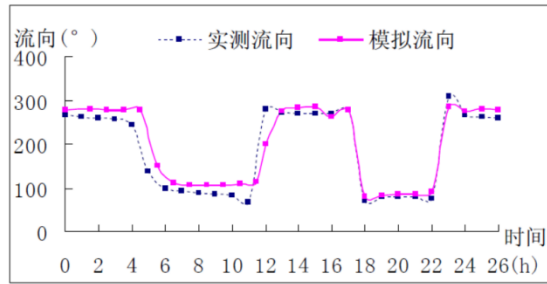


图 4.1-4c 25#潮流流向、流速验证曲线

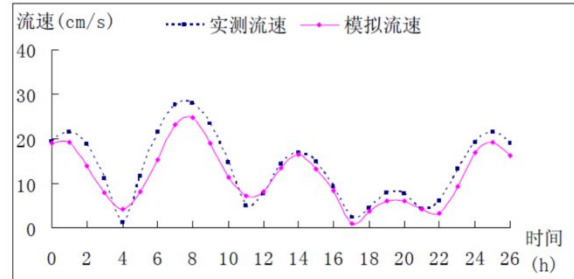
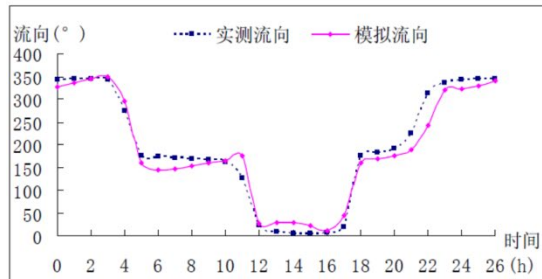


图 4.1-4d CL-1 站潮流流向、流速验证曲线

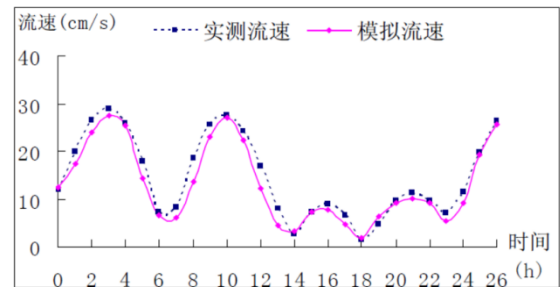
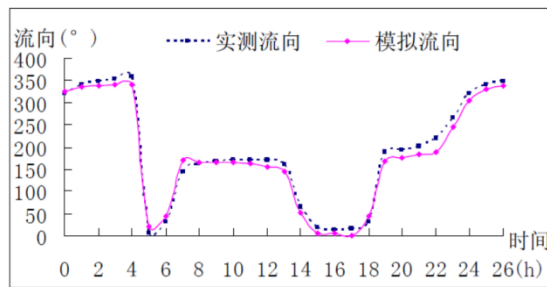


图 4.1-4e CL-4 站潮流流向、流速验证曲线

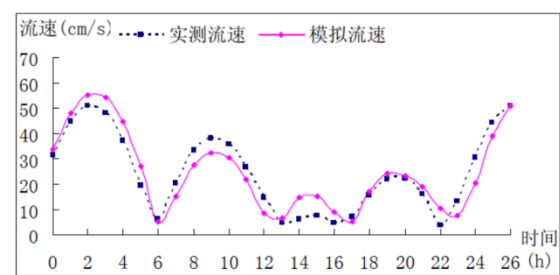
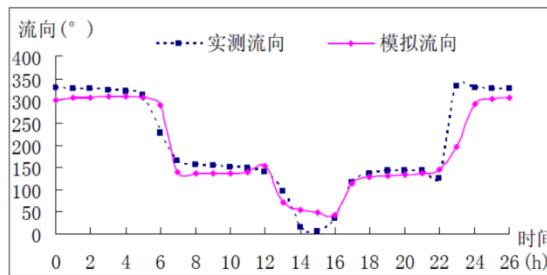


图 4.1-4f L1 站潮流流向、流速验证曲线

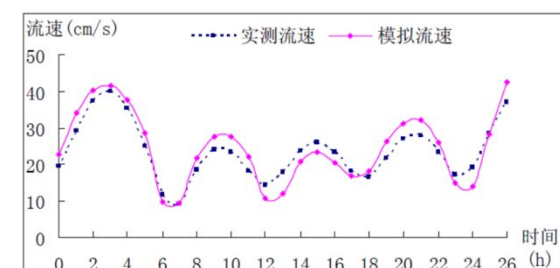
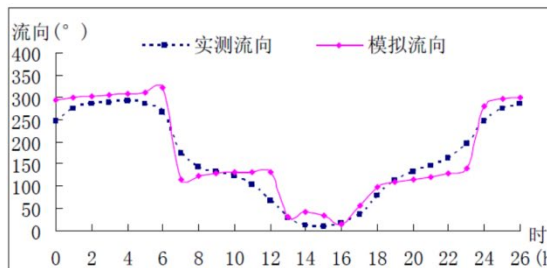


图 4.1-4g L3 站潮流流向、流速验证曲线

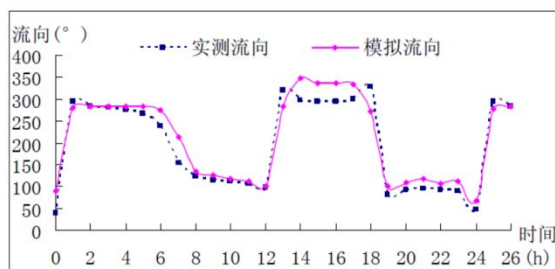


图 4.1-4h L5 站潮流流向、流速验证曲线

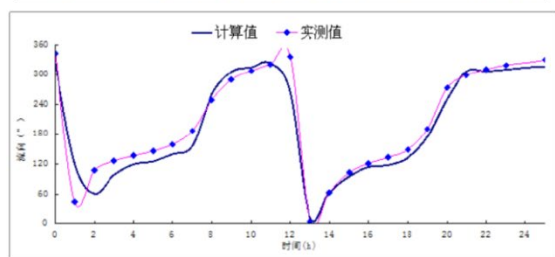
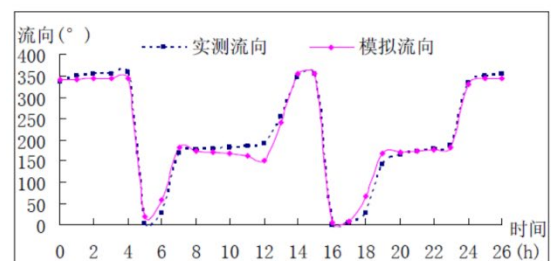


图 4.1-4i L6 站潮流流向、流速验证曲线图

4.1-4j 1#站潮流流向、流速验证曲线

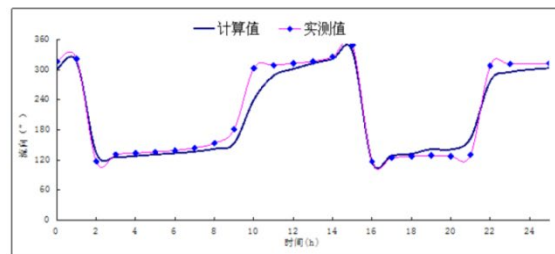


图 4.1-4k 2#站潮流流向、流速验证曲线

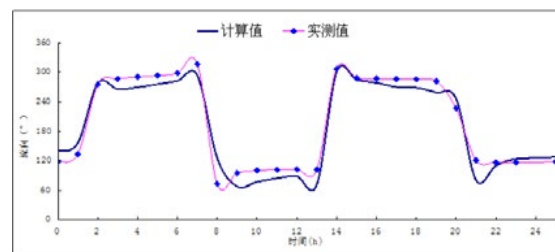


图 4.1-4l 3#站潮流流向、流速验证曲线

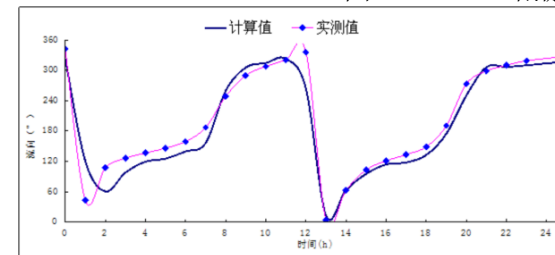


图 4.1-4m 4#站潮流流向、流速验证曲线

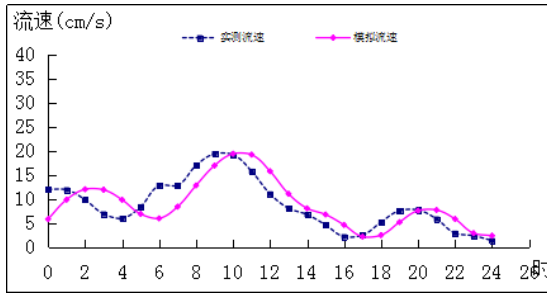


图 4.1-4n Y1 站潮流流向、流速验证曲线

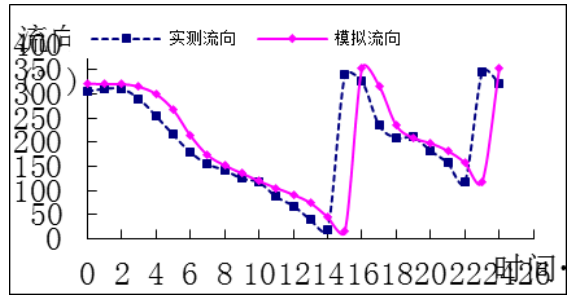


图 4.1-4o Y2 站潮流流向、流速验证曲线

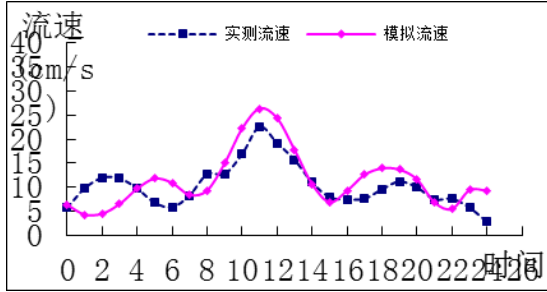


图 4.1-4p Y3 站潮流流向、流速验证曲线

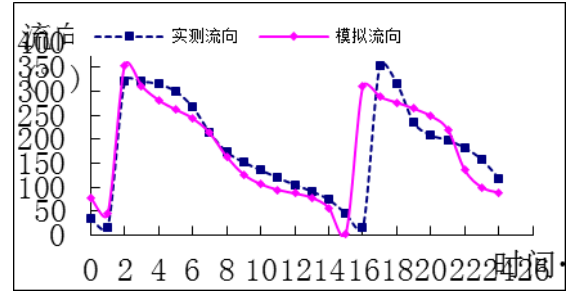


图 4.1-4q Y4 站潮流流向、流速验证曲线

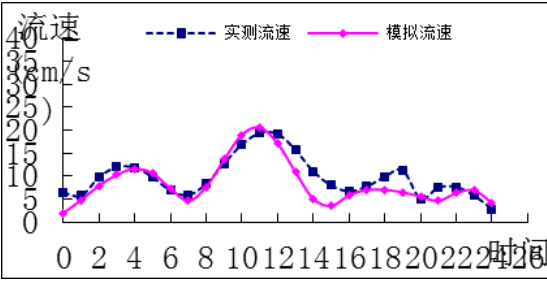


图 4.1-4r Y5 站潮流流向、流速验证曲线

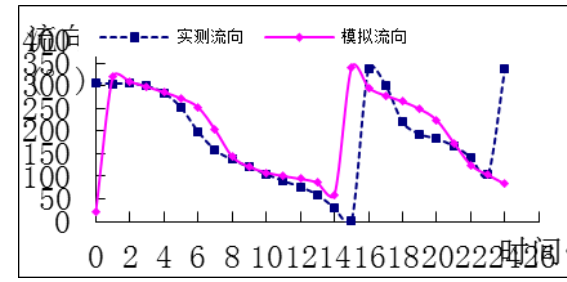


图 4.1-4s Y6 站潮流流向、流速验证曲线

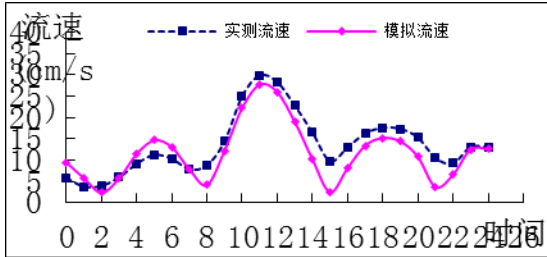


图 4.1-4t Y7 站潮流流向、流速验证曲线

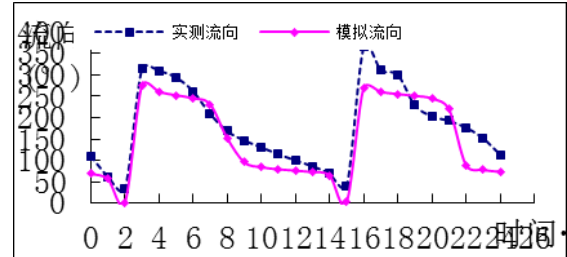


图 4.1-4u Y8 站潮流流向、流速验证曲线

4.1.1.4 潮流计算结果分析

(1) 大海域潮流场现状数值模拟

图 4.1-5 是海域大潮期间西北向急流时刻潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 SW 向 NE 流，辽东湾海域流速介于 30~45cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 NE 向 SW 流，流速介于 10~25cm/s；莱州湾潮流整体由 SW 向 N 流，莱州湾中部海域流速介于 30~55cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 S 向 N 流，流速介于 10~30cm/s 之间。

图 4.1-6 是海域大潮期间东南向急流时刻潮流场，计算域内辽东湾潮流整体由 NE 向 SW，辽东湾海域流速介于 20~35cm/s 之间；渤海湾潮流整体由 E 向 W 流，流速介于 20~30cm/s；莱州湾潮流整体由 NE 向 SW 流，莱州湾中部海域流速介于 30~60cm/s 之间；渤海中部海域潮流整体由 NE 向 SW 流，流速介于 15~25cm/s 之间。

图 4.1-5 大海域计算潮流场（西向急流时刻，大潮期）

图 4.1-6 大海域计算潮流场（东向急流时刻，大潮期）

4.1.1.5 项目建设对潮流场影响分析

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流速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 4.1-7。

工程建设前后最大流速对比结果表明，受人工鱼礁布设的影响，项目北侧最大流速呈减小趋势，最大减小为 3cm/s；由于人工鱼礁布放影响，人工鱼礁间水道变窄，水体交换变大，流速变大，靠近礁体的最大增大流速为 10cm/s，平均最大流速增加值为 6cm/s，距离工程越远，流速变化越小，流速变化主要集中在项目南侧附近 200m 范围内。

综上所述，项目建设的影响主要在项目南侧，受人工鱼礁礁体布放的影响，项目北侧流速呈减小趋势，最大减小值为 3cm/s，南侧及东西两侧流速呈增大趋势，最大增加值为 10cm/s；项目建设引起周围潮流流速变化主要集中在项目周边 200m 范围内。由此可见，项目建设对工程附近海域潮流有一定的影响。

图 4.1-7 礁体布设前后附近海域最大流速变化示意图

4.1.2 地形地貌与冲淤环境预测与评价

研究利用沉积物取样分析、海流观测等方法，结合水深地形、工程地质、风速资料，运用 MIKE21 模型模拟潮流、波浪（施加风）作用条件下工程周围海域海底地形的演化。

4.1.2.1 泥沙运动控制方程

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（g/m³）

u, v——水深平均流速（m/s）；

D_x, D_y ——分散系数（m²/s）；

h——水深（m）；

S ——沉积/侵蚀源汇项（ $g/m^3/s$ ）；

Q_L ——单位水平区域内点源排放量（ $m^3/s/m^2$ ）；

C_L ——点源排放浓度（ g/m^3 ）。

4.1.2.2 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：

$$S_p = W_s C_b P_d$$

式中：

S_p ——沉积速率；

w_s ——沉降速度（ m/s ）；

C_b ——底层悬浮泥沙浓度（ kg/m^3 ）；

P_d ——沉降概率；

沉降速度计算公式：

$$W_s = \begin{cases} kc^\gamma, & c \leq 10kg/m^3 \\ W_{s,r} \left(1 - \frac{c}{C_{gel}}\right)^{W_{s,m}}, & c > 10kg/m^3 \end{cases}$$

式中：

c ——体积浓度；

k, γ ——系数， γ 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：

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

τ_b —— 海底剪应力(N / m^2)；

τ_{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：

①Teeter 公式

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

式中：

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

$$P_e = \frac{w_s h}{D_2} = \frac{6w_s}{kU_f}$$

k——Von Karman 常数 (0.4)；

U_f ——摩擦速度, $\sqrt{\tau_b / \rho}$ 。

②Rouse 公式

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

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

底层悬浮泥沙浓度公式：

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

式中：

ε ——扩散系数；

C——悬浮泥沙浓度；

z——垂向笛卡尔坐标。

h——水深；

C_a ——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（ $\text{kg}/\text{m}^2/\text{s}$ ）；

τ_b ——底床剪切力（ N/m^2 ）；

τ_{ce} ——侵蚀临界剪切力（ N/m^2 ）；

n ——侵蚀能力。

②软、部分固结底床侵蚀计算公式

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

α ——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：

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

式中：

S ——颗粒比重；

G ——重力加速度；

ν ——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

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

$$U_f = \sqrt{ghI} = \frac{\sqrt{g}}{C_z} |\vec{V}|$$

式中：I——能量梯度；

C_z ——谢才系数（ $m^{1/2}/s$ ）（ $=181 \ln(4h/d_{90})$ ）；

$|\vec{V}|$ ——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；

ν ——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：

$$\bar{c}_e = \frac{q_s}{\bar{u}h} \quad q_s = \int_a^h c \cdot dy \quad a = k_s = 2d_{s0}$$

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^3 ）；

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 ε_s 和沉降速度 w_s 。

①湍流扩散系数计算公式为：

$$\varepsilon_s = \beta \Phi \varepsilon_f$$

$$\beta = \begin{cases} 1 + \left(\frac{w_s}{U_f} \right)^2, & \frac{w_s}{U_f} < 0.5 \\ 1, & 0.5 \leq \frac{w_s}{U_f} < 0.25 \\ \text{不悬浮}, & \frac{w_s}{U_f} \geq 2.5 \end{cases}$$

式中： β ——扩散因子； Φ ——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（ $= \varepsilon_f \Delta t / h^2$ ）；

ε_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

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

4.1.2.3 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，确定沉积物类型、性质、粒度特征等相关参数。

（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。

（3）其它输入参数

根据该海域沉积物粒度特征，侵蚀临界剪应力取值介于 $0.1 \sim 1.4 \text{ N/m}^2$ 之间；根据海底沉积物组成和粒度特征，曼宁系数取值介于 $60 \sim 80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ 。

4.1.2.4 地形地貌与冲淤数值模拟结果

（1）工程建成前周边海域冲淤现状分析

将工程建设前后地形地貌冲淤结果进行对比可以分析可知，本工程采用水下安放人工鱼礁进行养殖活动，礁体均采用透水式结构，工程周边海域整体冲淤趋势与工程建设前变化不大。工程所处海域由于受到礁体的阻隔水动力条件减弱，流速减小，同时礁体对波浪具有一定的减缓作用，从而使人工鱼礁所在海域冲淤环境发生一定变化，表现为：拟建工程及其南北两侧淤积量略有增大，增幅普遍小于 0.0005 m/a 。

地形地貌冲淤现状数值模拟结果表明，分析可知拟建工程东侧海域呈冲刷状态，冲刷量普遍介于 -0.025 m/a ；拟建工程北侧海域呈淤积状态，淤积量一般小于 0.012 m/a 。人工鱼礁所在海域水深 15 m 左右，水动力条件比较稳定，冲淤环境变化不大，主要呈微淤积状态，淤积量普遍小于 0.0015 m/a ；拟建工程南侧近岸呈微冲刷状态，冲刷量普遍小于 -0.02 m/a 。

（2）工程建成后周边海域冲淤环境预测

工程建成后周边海域地形地貌冲淤数值模拟结果表明，由于工程采用水下安放人工鱼礁进行养殖活动，礁体均采用透水式结构，工程周边海域整体冲淤趋势与工程建设前变化不大。拟建工程所处海域由于受到礁体的阻隔水动力条件减弱，流速减小，同时礁体对波浪具有一定的减缓作用，从而使人工鱼礁附近冲淤环境发生了微小变化，拟建人工鱼礁区淤积量于 $0.0010 \text{ m/a} \sim 0.0012 \text{ m/a}$ 。

工程建设对区域地形地貌环境的改变主要表现在：由于工程采用水下安放人工鱼礁进行养殖活动，礁体均采用透水式结构，工程周边海域整体冲淤趋势与工程建设前基本没变化。拟建工程所处海域由于受到礁体的阻隔水动力条件减弱，流速略减小，工程所在位置由于工程前冲淤环境就相对稳定，所以人工鱼礁所在海域冲淤环境发生的变化很小，由于人工鱼礁的投放导致淤积量略增加，变化量普遍小于 0.10mm/a。因此，工程建设对地形地貌冲淤环境的影响很小。

图 4.1-8 年冲淤厚度图（现状）

图 4.1-9 年冲淤厚度图（工程建成后）

4.1.2.5 对周边海域地形地貌冲淤环境的影响分析

将工程建设前后地形地貌冲淤结果进行对比可以看出，工程建设对区域地形地貌环境的改变主要表现在：由于工程采用水下安放人工鱼礁进行养殖活动，礁体均采用透水式结构，工程周边海域整体冲淤趋势与工程建设前基本没变化。拟建工程所处海域由于受到礁体的阻隔水动力条件减弱，流速略减小，工程所在位置由于工程前冲淤环境就相对稳定，所以人工鱼礁所在海域冲淤环境发生的变化很小，淤积量略增加，变化量普遍小于 0.03mm/a。因此，工程建设对地形地貌冲一环境的影响很小。

4.1.3 水质环境的影响预测与评价

4.1.3.1 水质预测模型

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。

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： D_x 、 D_y 为 x、y 力向的扩散系数，扩散系数 $D_t = Kt \frac{\Delta x^2}{\Delta t}$ ， Δx 为空间步长， Δt 为时间步长，看 k1 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： $F = p \cdot w_s$ ，p 为沉降

概率， w_s 为沉速： s 为悬浮泥沙排放源强， $s = Q_s C_s$ ，式中 Q_s 为放量， C_s 为悬浮泥沙排放浓度。

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

初始条件

$C(x, y)|_{t=0} = 0$ 。

4.1.3.2 模拟参数设置

（1）悬浮泥沙发生点

本工程施工期间产生悬浮泥沙的施工环节主要是吊放礁体。根据施工位置和特点，模拟中选取部分代表点进行模拟、预测和评价统计大潮期一个潮周期（包括一个涨潮流段和一个落潮流段）悬浮泥沙扩散范围（外包络线），界定各级悬浮泥沙浓度增量包络面积。泥沙发生点位置见图 4.1-10。

图 4.1-10 悬浮泥沙发生点位置

（2）入海悬浮泥沙源强

吊放预制礁：吊放预制礁挤淤形成的颗粒物悬浮源强按下式计算：

$$S_1 = (1 - \theta_1) \cdot \rho_1 \cdot \alpha_1 \cdot P$$

式中： S_1 —吊放右块礁挤淤的悬浮物源强（kg/s）；

θ_1 —沉积物天然含水率（%），取 43.08%；

ρ_1 —淤泥中颗粒物湿密度（g/cm³），取 1.75g/cm³；

α_1 —泥沙中悬浮物颗粒所占百分率（%），取 45%；

P —平均挤淤强度，根据施工方案，取 0.001m³/s。

根据计算，工程吊放预制礁点源的悬浮泥沙平均源强约为 0.45kg/s。

4.1.3.3 预测悬浮泥沙浓度增量分布

工程大潮施工期间悬浮泥沙预测结果表明（图 4.1-11），工程施工产生的 10mg/L 浓度

悬浮泥沙向 W 最大扩散距离约 200.2m，向 E 最大扩散距离约 162.9m，向 N 最大扩散距离约 164.4m，向 S 最大扩散 401.8m。施工期间产生的悬浮泥沙超二类水质标准（ $>10\text{mg/L}$ 浓度范围）面积为 23.94hm^2 ，大于 20mg/L 浓度范围为 11.87hm^2 。

图 4.1-11 施工产生的悬浮泥沙最大扩散范围图

表 4.1-2 施工产生的悬浮泥沙包络积一览表（扣除人工鱼礁礁体面积）

悬浮泥沙浓度（mg/L）	包络面积（ hm^2 ）
$10\text{ mg/L} < \text{SS} \leq 20\text{ mg/L}$	12.07
$20\text{ mg/L} < \text{SS} \leq 50\text{ mg/L}$	6.65
$50\text{ mg/L} < \text{SS} \leq 100\text{ mg/L}$	3.42
$\text{SS} > 100\text{ mg/L}$	1.80

4.1.3.4 运营期水质影响分析

项目运营期对水质环境可能产生影响的方式为鱼礁运维人员产生的生活污水和船舶产生的含油污水；生活污水统一收集后送至陆域处理，含油污水经铅封后送至陆域处理，因此项目运营期间不会对海洋水质环境产生影响。

工程运营后，礁体所形成的上升流、加速流、滞缓流、涡流等多样流的环境，可以促进水体交换，不仅能形成理想的营养盐转运环境，还能提供不同的水流条件供鱼类选择，从而达到改善海洋生物栖息环境，增殖渔业资源的效果；礁体的镂空结构可以作为幼鱼的隐蔽庇护场所，大大降低幼鱼被凶猛鱼类捕食的厄运，提高幼鱼的存活率；此外礁体表面上附着生物的大量生长，可以净化水质、减轻海水富营养化程度。总之，通过人工鱼礁项目建设，人为营造动、植物良好的生态环境，为鱼、虾、蟹等生物提供适宜的繁殖、生长、索饵等栖息场所，达到修复渔业资源和改善生态环境的目的。

4.1.4 海洋沉积物环境影响分析

项目建设人工鱼礁，主要用海方式为透水构筑物及开放式养殖，在施工过程中，建设所使用的预制礁体无毒、无害和无放射性材料，不会对海洋沉积物环境产生明显影响。工程施工过程中礁体的吊放会使海底泥沙发生悬浮，对海底沉积物会产生部分分选、位移、重组和松动。根据数值模拟资料，项目建成后，人工鱼礁所在海域冲淤环境发生一定变化，鱼礁内冲淤变化量由鱼礁中心向外侧呈逐渐减小的趋势，部分海域由冲刷状态变为淤积状态，受冲淤变化影响，项目所在海域海洋沉积物环境也将受到一定影响。根据现状调查结果，工程周边沉积物质量良好，周边沉积物的混入，不会对海底沉积物质量产生明显影响。

4.2 项目用海生态影响分析

本项目建设造成的生态影响主要发生在施工期，施工期生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要指礁体投放将直接破坏生物的生存环境，造成海洋生物的死亡。间接影响主要指工程施工时搅动产生的悬浮泥沙会对工程附近海域生态环境产生一定影响，并造成部分海洋生物的死亡。

4.2.1 施工期对海洋生态环境的影响分析

4.2.1.1 对浮游生物的影响

项目施工中礁体投放产生的悬浮泥沙可降低海水的透光率，影响浮游植物的光合作用，从而降低海水的初级生产力。高含量的泥沙等悬浮物质，可黏附于鱼卵而影响其孵化率，另外，大量的泥沙等悬浮物质可黏附于仔稚鱼的鳃和体表，影响其呼吸和运动。另外，施工过程中对海底的搅动，使一些底栖性藻类暂时混入海水中，改变了一定区域内浮游植物的群落结构。

上述影响只是暂时性和小区域的，随着施工阶段的结束，该海域环境将恢复正常。项目区附近无明显的经济生物产卵场，因此，项目建设对该海域初级生产力的影响和对鱼卵、仔稚鱼的影响不会导致该海域渔业资源发生明显变化。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，引起浮游植物的光合作用的减少，同样会对浮游植物产生一定的影响和破坏作用。但由于悬浮沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，停止悬浮沙的排放，其影响将会逐渐减轻。

4.2.1.2 对游泳生物的影响

悬浮物含量增高，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，室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3~4 周，悬浮物含量在 200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死，工程不会产生悬浮物含量高浓度区，不会造成成体鱼类死亡，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。

4.2.1.3 对底栖生物的影响

（1）悬沙沉降对底栖生物影响

施工过程产生的悬浮泥沙扩散会使周围海域水质变浑浊，影响底栖生物的呼吸和摄食：降低海水中溶解氧的含量，影响对海水中溶解氧要求比较高的生物；泥沙的沉降会掩埋底栖生物，改变它们的栖息环境。随着施工结束，悬浮泥沙对底栖生物的影响将逐渐消失

（2）礁体投放对底栖生物影响

人工鱼礁施工过程需要投放大量预制礁体，礁体投放将占用部分海域，此部分范围内的底栖生物将被掩埋，被掩埋的生物部分逃离或窒息死亡，因此，人工鱼礁施工对底栖生物造成一定影响。

4.2.1.4 施工船舶含油污水对海域生态环境的影响

石油类污染是目前海洋环境污染中的几大问题之一，它对海洋水生生物的影响是多方面的：①石油类对浮游植物的致死浓度范围为 0.1~10mg/L，对浮游动物的急性中毒致死浓度范围为 0.1~15mg/L，致死的主要原因为浮游植物会因细胞溶化、藻体分解而死亡，浮游动物也会在石油的毒性和缺氧条件下大量死亡：②石油块（粒）覆盖生物体表后会影响动物的呼吸和进水系统：③石油随悬浮物沉降在潮间带和浅水区后，会使底栖生物的幼虫与孢子失去合适的固着基质，甚至发生严重的化学毒性效应。

在一定的海域内过量的排放含油污水或直接排放未经处理的高浓度含油污水，将会给海洋生态环境造成极大的危害。尤其是石油组分中的芳香烃类会对海洋生物构成威胁和危害，其特点是不论高、低沸点的组份对一切生物均有毒性。实验证明石油烃会破坏浮游植物细胞，油膜会阻碍海-气交换，影响光合作用。海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，一般约为 1.0mg/L。对于更加敏感的种类，石油浓度低于 0.1mg/L 时，同样会影响细胞的分裂与生长速率。即使是达标排海的含油污水，在大量集中排放时仍然会对排放口周边水体中的浮游生物构成影响。浮游动物的石油急性中毒致死浓度一般在 0.1~15mg/L 之间，当水体中的油含量为 0.05mg/L，小型拟哲水蚤 *Paracalanus* sp. 的半致死时间为 4 天。一般情况下，浮游动物的幼体对油污染的敏感程度要大于成体。

底栖生物的种类和体积不同对石油浓度的适应程度有差异，多数底栖生物的石油烃急性中毒致死浓度范围约在 2.0~15mg/L 之间（幼体的致死浓度范围更接近其下限）。例如：0.01mg/L 的石油可以使牡蛎产生明显的油味，甚至可以使耐油污性很差的海胆、海盘车等底栖生物死亡。当海水中石油浓度在 0.01~0.1mg/L 时，对藤壶幼体和蟹幼体就有明显的毒效。

长期处于低浓度含油废水中可影响鱼类的摄食和繁殖，使渔获物产生油臭味而影响其食

用价值。据相关报导，20 号燃料油对黑鲷 *Sparus macrocephalus* 的 20 天生长试验结果，其最低影响浓度和无影响浓度分别为 0.096mg/L 和 0.032mg/L。例如 20 号燃料油的浓度为 0.004mg/L 时，5 天就能使对虾产生油味，14 天使文蛤产生异味。本工程施工船舶所产生的含油污水不排入工程区附近海域，统一收集后送资质单位处理，因此只要严格施工管理，一般不会发生污染，施工船舶含油污水不会对海域生态环境产生不良影响。

4.2.2 运营期对海洋生态环境的影响分析

工程运营后，主要在人工鱼礁区投放海参，项目建设降低了海域的养殖密度，养殖过程中不投放饵料，海参通过自然海水中的藻类和有机碎屑为食，不会对用海区域水质产生明显影响，同时项目的运行能够改善底质环境，保育底栖生物资源，提高生态系统自我维持能力。礁体所形成的上升流、加速流、滞缓流、涡流等多样流的环境，可以促进水体交换，不仅能形成理想的营养盐转运环境，还能提供不同的水流条件供鱼类选择，从而达到改善海洋生物栖息环境，增殖渔业资源的效果；礁体的镂空结构可以作为幼鱼的隐蔽庇护场所，大大降低幼鱼被凶猛鱼类捕食的厄运，提高幼鱼的存活率；此外礁体表面上附着生物的大量生长，可以净化水质、减轻海水富营养化程度。总之，通过人工鱼礁项目建设，人为营造动、植物良好的生态环境，为筏式养殖生物提供适宜的繁殖、生长、索饵等栖息场所，达到修复渔业资源和改善生态环境的目的。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 海岸线资源占用情况

本项目位于烟台市牟平区养马岛杨家庄村外海海域，用海面积为 26.9900hm²，其中人工鱼礁 0.9000hm²；项目距离海岸线 5.4km，工程不占用海岸线，项目用海方式为透水构筑物用海和开放式养殖用海，建成后不形成人工岸线。工程的建设不占用航道和锚地，而且距港口区较远，不会对港口资源造成影响。

4.3.2 对养殖资源影响分析

本项目东侧、南侧和北侧有众多已确权用海活动，主要为筏式养殖，项目施工期会有船只往来，主要由西侧的航道驶入，期间会影响所经养殖区，应注意避让养殖区的养殖筏架，避免造成碰撞等影响；根据施工期悬沙预测结果，施工期所产生悬浮泥沙对海洋环境的影响主要位于人工鱼礁施工区 401.8m 范围内，人工鱼礁礁体吊放施工应避开周边养殖项目的养殖期，不会影响周边的养殖区；另外，水动力预测结果显示本项目对潮流影响较小，工程建设前后对海域潮流场的影响主要集中在工程周边，拟建人工鱼礁所处海域及其附近海域潮流

流速有所减小。工程建设对其 131.9m 以外海域潮流场影响较小。建议本项目施工期避开苗种投放时期，另外施工过程选择合理时段，减小或避开对相邻养殖区造成影响。

4.3.3 对港口航运资源影响分析

项目附近港口航运资源主要是牟平港、养马岛中心渔港，航道主要为养马岛航道、养马岛东航道、烟威航道。

项目施工期预制礁的装运需要依托牟平港货运码头，采捕季节捕获养殖产品会通过周边习惯性航道向南运抵项目西南侧的养马岛中心渔港进行卸货转运，在作业期间会造成海域一定程度的繁忙，但本工程作业船舶共 2 艘，对港口运营的影响程度较小。

本项目施工期和运营期所使用的船舶会经过养马岛航道，航道规模为五千吨级，航道分内、外航道，外航道长 8.3 公里，宽 900 米；内航道长 700 米，宽 60 米，航道设计水深 6 米，码头前沿水深 7 米，不会对航道产生影响。建议建设单位施工前期应在当地进行相应的告知，另外要将施工期所使用船舶类型、数量，施工内容、时间和航线上报航道管理部门，以便航道管理部门采取相应的措施加强管理，避免出现不必要的事故。

4.3.4 对渔业生产和渔业资源的影响分析

（1）施工期间产生悬浮泥沙对渔业生产和渔业资源的影响

①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链（网）和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降。

②造成水体 DO、透光率和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，影响某些种类的生长发育（如鱼卵和幼体）。

③混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避敌害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力。

④影响基础饵料生物生长，使鱼类得不到充足的食物。

⑤影响鱼类的正常活动和洄游。根据数值模拟结果可知，项目施工期产生的悬浮泥沙主要位于人工鱼礁施工区 401.8m 范围内，范围较小，且随着施工的结束很快消失，不会对海域渔业资源产生明显影响。

（2）施工噪声对渔业资源的影响分析

施工过程中由于施工现场机械、船舶频繁作业产生大量噪声，会惊扰或影响部分仔幼鱼索饵、栖息活动，但绝大部分可能受到影响的鱼类可以回避。在本工程海域未发现珍稀和濒危物种。由于春夏季节是鱼、虾类产卵、仔幼鱼索饵季节，建议海上施工尽量避开这一季节。

工程运营后，礁体所形成的上升流、加速流、滞缓流、涡流等多样流的环境，可以促进水体交换，不仅能形成理想的营养盐转运环境，还能提供不同的水流条件供鱼类选择，从而达到改善海洋生物栖息环境，增殖渔业资源的效果；礁体的镂空结构可以作为幼鱼的隐蔽庇护场所，大大降低幼鱼被凶猛鱼类捕食的厄运，提高幼鱼的存活率；此外礁体表面上附着生物的大量生长，可以净化水质、减轻海水富营养化程度。总之，通过人工鱼礁项目建设，人为营造动、植物良好的生态环境，为筏式养殖生物提供适宜的繁殖、生长、索饵等栖息场所，达到修复渔业资源和改善生态环境的目的。

4.3.5 对海岛资源影响分析

项目周边分布数个海岛，主要有养马岛、豆卵岛、峪峒岛、小象岛、獐岛等，项目不占用海岛及海岛岸线，项目建设不会对周边海域水动力及冲淤环境产生明显影响，不会对周边海岛岸线形态产生影响，因此，项目不会对海岛资源产生不利影响。

4.3.6 生物资源损失量

采用《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行生态损失量计算。

（1）评估方法

①悬沙造成的生物资源损失污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间少于 15 天，因此按一次性平均受损量评估。

悬浮泥沙对海洋生物资源损害，按公式 4.3-1 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（个）、千克（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，单位为尾平方千米（尾/ km^2 ）、个平方千米（个/ km^2 ）、千克平方千米（kg/ km^2 ）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

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，单位为百分之（%）；生物资源损失率取值参见表 4.3-1。

n——某一污染物浓度增量分区总数。

表 4.3-1 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标 倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Bi<1 倍	5	<1	5	5
1<Bi<4 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
4<Bi≤9 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
Bi≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：
 1. 本表列出污染物 i 的超标倍数 (Bi)，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。

②占用水域造成的生物资源损失工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按公式 4.3-2 计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

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) 每平方千米 [尾 (个) / km²]、尾 (个) 每立方千米 [尾 (个) / km³]、千克每平方千米 (kg / km²)；

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米 (km²) 或立方千米 (km³)。

(2) 项目用海区域生物资源密度本项目建设地点位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域，生物损失主要由人工鱼礁透水构筑物用海和悬浮泥沙扩散造成。透水构筑物用海主要造成底栖生物生物量的损失，对其它生物的影响综合到悬浮泥沙影响损失评估中；水体中悬浮泥沙扩散主要造成浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼、渔业资源成体的生物量损失。浮游植物、浮游动物和底栖生物的生物资源密度根据 2020 年 4 月的调查结果，站位布设及调查结果见 3.2 节，生物资源密度统计结果见表 4.3-2。

表 4.3-2 工程附近海域生物资源密度

类别	生物资源密度	
	单位	密度
浮游植物	个 / m ³	4.49 × 10 ⁻⁴

浮游动物	mg/m ³	74.14
底栖生物	g/m ²	1.19
鱼卵	粒/m ³	0.09
仔稚鱼	尾/m ³	0.11
渔业资源成体	尾/km ²	17.77×10 ³

（3）损失评价结果

1）透水构筑物用海造成的海洋生物损失

本工程透水构筑物用海面积为 0.9000hm²。透水构筑物用海造成的底栖生物损失量为 10.71kg，鱼卵损失量为 1620 粒，仔稚鱼损失量 1980 尾，游泳动物损失量 160 尾。（表 4.3-3）。

表 4.3-3 透水构筑物用海造成的生物资源损害评估

种类	资源密度	受损面积	水深	损失量
底栖生物	1.19g/m ²	0.900hm ²	—	10.71kg
鱼卵	0.09ind/m ³		4m	1620 粒
仔稚鱼	0.11ind/m ³		4m	1980 尾
游泳动物	17.77×10 ³ ind /km ²		—	160 尾

2）悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损失

施工期间产生的悬浮泥沙超二类水质标准（>10mg/L 浓度范围）面积为 23.94hm²，10mg/L<SS≤20mg/L 浓度范围的面积为 12.07hm²，20mg/L<SS≤50mg/L 浓度范围的面积为 6.65hm²，50mg/L<SS≤100mg/L 浓度范围的面积为 3.42hm²，SS>100mg/L 浓度范围的面积为 1.80hm²。悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间少于 15 天，因此按一次性平均受损量评估，根据表 4.3-1 生物损失按各超标倍数对应的平均生物损失率计算，大于 9 倍时按 50%计。

表 4.3-4 计算参数值

项目	类型	悬浮泥沙扩散范围带划分			
		10~20mg/L	20~50mg/L	50~100mg/L	>100mg/L
面积（km ² ）	/	0.1207	0.0665	0.0342	0.018
损失率（%）	浮游动物	5	20	40	50
	浮游植物	5	20	40	50
	鱼卵与仔稚鱼	5	17.5	40	50
	渔业资源幼体	1	5	15	20
	渔业资源成体	1	5	15	20

注：悬浮物增量 10~50mg/L 浓度范围面积为>10mg/L 浓度范围面积减去>50mg/L 浓度范围面积；悬浮物增量 50~100mg/L 浓度范围面积为>50mg/L 浓度范围面积减去>100mg/L 浓度范围面积。

悬浮泥沙扩散影响海域内平均水深按照 12m 计算。水体中悬浮泥沙扩散造成的生物损失

量见表 4.3-5。

表 4.3-5 浮泥沙造成的生物资源损害评估表

种类	资源密度	损失率 (%)	受损面积 (km ²)	水深 (m)	损失量	损失量合计
浮游植物	4.49×10 ⁴ 个/m ³	5	0.1207	12	3.25×10 ⁹ 个	2.264×10 ¹⁰ 个
		20	0.0665		7.17×10 ⁹ 个	
		40	0.0342		7.37×10 ⁹ 个	
		50	0.018		4.85×10 ⁹ 个	
浮游动物	74.14mg/m ³	5	0.1207		5.37kg	37.37kg
		20	0.0665		11.83kg	
		40	0.0342		12.17kg	
		50	0.018		8.00kg	
鱼卵	0.09 粒/m ³	5	0.1207		6518 粒	4.358×10 ⁴ 粒
		17.5	0.0665		12569 粒	
		40	0.0342		14774 粒	
		50	0.018		9720 粒	
仔稚鱼	0.11 尾/m ³	5	0.1207		7966 尾	5.326×10 ⁴ 尾
		17.5	0.0665		15362 尾	
		40	0.0342		18058 尾	
		50	0.018		11880 尾	
渔业资源成体	23.35×10 ³ 尾/km ²	1	0.1207		28 尾	310 尾
		5	0.0665		78 尾	
		15	0.0342		120 尾	
		20	0.018		84 尾	

表 4.3-6 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
浮游植物	/	2.264×10 ¹⁰ 个	2.264×10 ¹⁰ 个
浮游动物	/	37.37kg	37.37kg
底栖生物	10.71kg	/	10.71kg
鱼卵	1620 粒	4.358×10 ⁴ 粒	4.52×10 ⁴ 粒
仔稚鱼	1980 尾	5.326×10 ⁴ 尾	5.524×10 ⁴ 尾
渔业资源成体	160 尾	310 尾	470 尾

3) 生态损失评价结果

工程建设共造成浮游植物损失量为 2.264×10^{10} 个，浮游动物损失量为 37.37kg，底栖生物损失量为 10.71kg，鱼卵损失量为 4.52×10^4 粒，仔稚鱼损失量为 5.524×10^4 尾，渔业资源成体 470 尾。

4.4 项目用海风险分析

环境事故风险分析与评价是指探明人为或自然因素引起的、对海域资源环境造成一定程度的破坏乃至毁灭性打击的事件的发生概率，并分析其破坏程度。本项目位于山东省烟台市牟平区养马岛杨家庄村外海海域，该区台风、风暴潮和海冰均有发生的记录。此外，船舶碰撞溢油等事故也会对周边环境带来不利影响，甚至造成人员伤亡。因此，科学的进行环境事故风险分析与评价势在必行。

4.4.1 主要用海风险种类

4.4.1.1 船舶碰撞溢油事故

海上轮船溢油事故率即溢油事故发生的概率，是指在特定的时间内，事故可能出现的次数。从我国 1997~2002 年船舶溢油事故的统计情况来看，6 年间沿海船舶、码头共发生 1t 以上溢油事故 178 起，其中操作性事故 145 起，占总事故数的 82%，事故性事故 33 起，占总事故数的 18%。按溢油量计算，145 起操作性事故的溢油量为 648t，平均每起 4.47t，占总溢油量的 8%；33 起事故性事故的溢油量为 7735t，平均每起 234t，占总溢油量的 92%。

对我国近 14 年内发生的 452 起较大溢油事故调查分析表明，虽然发生溢油事故的原因有多种多样，但是最主要的原因是船舶突遇恶劣天气，风大、流急、浪高，加之轮机失控，造成船舶触礁和搁浅，引发重大溢油事故发生。特别是在河口、港湾、沿海等近岸水域，由于海底地形复杂多变，船舶溢油事故发生的频率较外海大得多。我国 452 起较大溢油事故的统计分析，因碰撞和搁浅而导致的船舶溢油事故比例高达 55.3%，绝大部分都发生在近岸海域，相应的溢油量占总溢油量的 43.6%，船舶溢油事故对海域的水质、生态环境污染危害很大。

本项目施工期及运营期均涉及船舶使用，因操作不当，或配合失误，或因水文气象条件不良等原因，造成船舶碰撞，造成船体损坏，燃油及船舱内油污水泄漏等，并对周边环境造成影响。尽管事故发生频率较工程中其它事故发生频率相对较低，但一旦发生，后果十分严重，一定要引起足够的重视。

4.4.1.2 风暴潮

依据《中国海洋灾害四十年资料汇编》（1949–1990）所载资料统计，烟台沿海地区 40 年内发生轻度以上风暴潮灾害 64 次，除 11 次为台风风暴潮灾害外，其余绝大多数为发生在渤海沿岸的温带系统风暴潮灾害。

烟台市渤海沿岸较重风暴潮灾害发生时，海溢纵深一般可达十数里，特重者可达 50~60 里，造成经济损失数十亿元。虽然烟台发生风成增水的几率相对较少，但由于造成的灾害损失不可低估。2007 年 3 月 3 日至 3 月 5 日，受北方强冷空气和黄海气旋的共同影响，渤海湾、莱州湾发生了一次强温带风暴潮过程，烟台遭受近 40 年来最大风暴潮袭击，虽然各地紧急启动了“防风暴潮预案”，但由于风大浪急、潮位太高，全市沿海渔业损失严重，部分渔船损坏、许多海坝和虾池被冲毁，海洋灾害直接经济损失达 40.65 亿元。

当发生风暴潮时，可能造成船舶受损或搁浅，巨浪狂风可能损毁人工鱼礁体、管护平台等基础设施，造成礁体的破坏及人工鱼礁区水质、生态环境的恶化。

4.4.1.3 赤潮事故

赤潮又称红潮，国际上也称其为“有害藻类”或“红色幽灵”。是在特定的环境条件下，海水中某些浮游植物、原生动物或细菌爆发性增殖或高度聚集而引起水体变色的一种有害生态现象。渤海过去有我国鱼类宝库的美称，但是工业化和城市影响最深，在我国四大海域中未达到清洁海域水质的面积所占的比例最大，所以是赤潮频频发生的海域，近年来，渤海赤潮发生的时间越来越早，频率越来越高，受灾面积越来越大，持续时间越来越长，严重影响了海产品的生产和海洋环境的质量，经济损失惨重，不仅对渤海天然种群和水产养殖业造成了严重损失也已危及人类健康。

4.4.1.4 极端天气事故

海参属于寒温带品种，生长的适宜温度为 3~18℃。生存的最适水温为 10~16℃。水温的变化对海参的生长、生理活动会产生显著的影响。夏季一旦出现极端高温，水温就会受影响而升高，导致海参出现一系列应激反应，如吐肠、化皮等。当温度超过耐热极限时，会导致海参出现热致死现象。近几年，我国多地的持续高温闷热天气，导致养殖水域一系列环境因子突变，超出了海参的生存极限，造成养殖海参的脱礁、吐肠、化皮，甚至死亡。

4.4.1.5 海上造礁作业事故

人工鱼礁在投放过程中有可能发生事故，因为方形钢筋混凝土构件礁有可能在海底出现移动、翻倒、倾倒、碰撞等情况而导致鱼礁失落或损毁。在投放过程中要动用起重设备，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。此外，投放的构件礁

质量和尺寸要合乎要求，否则容易散架解体或降低使用寿命；投礁时避免把礁体投在松散淤泥质海底，避免鱼礁快速沉埋失效。因此，造礁作业要严格按照相关的规范进行操作和管理，尽量避免工程事故的发生。

海洋工程都存在作业的事故风险问题。人工鱼礁工程可能发生的工程事故类型很多，比如未按预定地点投放，或投放后造成交通事故，以及在投放过程中出现船舶碰撞等安全责任事故等，都会对海域资源环境及周边海域开发活动造成不利影响。因此，人工鱼礁建设是一项涉及行业较多的事业，需要多个民用管海部门以及军用系统的支持和协作。

4.4.1.6 水质恶化

项目养殖期间养殖品种产生的代谢污染物直接排入海湾，导致养殖水质指标达不到预定标准，进而造成周围海域水体水质污染，对区域海水水质、海洋生态环境带来威胁，可能造成养殖产品病害、死亡等。同时夏季太阳辐射增强，水温升高，藻类过度繁殖并大量死亡，微生物分解有机物，耗氧量大，造成海水缺氧，对养殖品种的生存造成威胁。近年来烟威北部渔场夏季多次出现海水缺氧现象，对养殖业造成了巨大的损失。

4.4.2 风险事故后果分析

4.4.2.1 溢油事故后果分析

项目所在海域养殖活动较多，施工期及运营期间，可能存在施工船舶与过往船舶之间发生碰撞的风险。碰撞将造成船体损坏，使燃油及船舱内油污水泄漏入海。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是长效毒性。一旦发生船舶碰撞溢油后，会造成巨大的人身、经济和社会损失。较轻的碰撞，可能会对船体造成损害，较严重的碰撞，会导致翻船、船体起火、溢油等后果，进而可能引起人员伤亡和财物损失。溢油入海后，在风、浪、流的作用下，油膜很难形成一片，往往是破碎分成若干小片油膜；分散于水中的油，也往往破碎成大大小小的水团。破碎的油膜和分散的大小水团，随风和潮流涨落，往往附着、黏附在岸礁、滩涂泥沙、牡蛎条石上，对海域水质、底质、生态及景观造成污染。溢油事故对海洋生态环境的影响如下：

（1）对浮游生物的影响。浮游生物运动能力较弱，由于身体柔弱，身体多生毛、刺，更易黏附石油，因而对石油产品污染更为敏感。据有关文献，一些海洋浮游植物的石油急性中毒致死浓度范围为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L；浮游动物为 0.1~15mg/L。浮游生物往往是整个海洋生态系统的营养和物质基础，海上溢油事故会使相关海域整个生态系统的食物链网遭受毁灭性破坏。大型海藻，如褐藻等表面有一层藻胶膜，能防油类的污染，而小型藻类

没有这种防油结构，易因受污染而大量死亡。溢油能阻碍藻幼苗的光合作用，进而妨碍浮游植物的繁殖，对海藻幼苗的毒性更大，有可能改变或破坏海洋正常的生态环境。因此，一旦发生船舶溢油事故，工程区域及附近的海藻场和海带养殖场将受到一定的危害。

（2）对鱼虾贝类的影响。油膜和油块能粘住鱼卵和幼鱼，油污染对幼鱼和鱼卵的危害很大。海水含石油浓度 0.01mg/L 时就会发臭，在这种污染海区生活 24 小时以上的鱼贝就会因粘上油而发臭。海水中含石油浓度 0.1mg/L 时，所有卵出的幼鱼都有缺陷，并只能存活 1~2 天。石油对海虾的幼体来说，其“半致死浓度”为 1mg/L，这种毒性限度随不同生物种而异。

（3）对底栖生物的危害。据有关资料，底栖动物栖息在海底，石油会堵塞其呼吸通道，而且水体中石油氧化分解时会消耗溶解氧，使底层海水溶解氧含量更低，导致很多底栖动物窒息死亡。

（4）对海水养殖业的影响。船舶事故燃油溢漏入海，一旦浮油飘到海岸或海滩，便堆积在高潮线附近、岩石坑里或洼地里，黏着在岸边的岸石表面，粘裹在卵石、碎石和砂子上。黏度小的石油，能渗入海滩上层的砂子里，形成厚厚的油-砂混合层，影响海滨的景观，恶化海岸的自然环境和破坏生态，对海产养殖业造成严重损失。根据现场调查，工程周边海域水产养殖较密集，养殖品种包括牡蛎、海参、鲍鱼等，一旦发生溢油事故，将会对周边海域养殖业产生较大的影响。

（5）溢油对浅水域及岸线的影响。浅水域通常是海洋生物活动最集中的场所，如贝类、海参、幼崽鱼、海藻等栖息在该区域。该类水域对溢油污染异常敏感，一旦发生溢油往往造成不良社会影响。如果使用溢油分散剂，造成的危害会更大。因此，当溢油污染波及到该类水域时，决策者的首选对策应是如何避免污染，而不是等待污染后再采取清除措施，更不适合使用分散剂。溢油对岸线沙滩的污染威胁，直接影响到旅游业。靠海滨浴场、沙滩发展的旅游业是有季节性的，在溢油发生的初始阶段首先要考虑这一问题，以便及时地采取措施，把溢油对旅游业的影响控制到最低程度。

本项目使用的船舶所载油量一般较少，进出作业船舶都有严格的管理制度要求，另外船体航速一般较低，发生溢油的可能性较小。但是建设单位对此应引起足够重视，采取相应的预防措施，加强管理，杜绝船舶碰撞事故的发生。

4.4.2.2 风暴潮事故后果分析

项目施工期间，当台风或风暴潮发生时，狂风夹着巨浪引起水位暴涨，影响项目施工，狂风巨浪可能会造成施工船舶受损或搁浅，机械设施受损等事故；巨浪狂风可能损毁正在建

设的人工鱼礁体等基础设施，巨浪可能造成礁体结构坍塌、位移或沉陷，影响附近海域的正常经营活动。

项目运营期间，如遇强增水和巨浪，有可能致使礁体出现移动、翻倒、倾倒、碰撞等情况而导致鱼礁失落或损毁，对周围海洋生态环境造成影响。也可能对鱼礁运营期监测和看护工作造成不利影响。狂风巨浪卷起海床泥沙和其他沉积物，致使水体恶化，造成示范区人工鱼礁场经济生物流失或大量死亡，造成巨大经济损失。

4.4.2.3 赤潮风险后果分析

海洋是一种生物与环境、生物与生物之间相互依存、相互制约的复杂生态系统。生态系统中的物质循环、能量流动是处于相对稳定、动态平衡的。当赤潮发生时，这种平衡将遭到干扰和破坏。使一些海洋生物不能正常生长、发育和繁殖，导致一些生物逃避甚至死亡，破坏了原有的生态平衡。

赤潮的发生对海洋渔业和水产资源将造成以下破坏：

- 1) 破坏渔场的饵料基础，造成渔业减产；
- 2) 赤潮生物异常繁殖，尤其是当赤潮生物死亡分解时，大量消耗氧气，可造成环境严重缺氧，导致鱼、虾、贝窒息死亡。此外，由于海水缺氧而产生的 H_2S 和 CH_4 ，对鱼、虾、贝也有致命的毒效；
- 3) 赤潮生物吸附于鱼类、贝类的鳃上而使其窒息死亡；
- 4) 很多赤潮生物，尤其是甲藻门的种类，体内或代谢产物中，含有生物毒素，能直接毒死鱼、虾、贝类等。

4.4.2.4 极端天气后果分析

温度是制约海参生长的关键的生态因子，温度过高过低都会影响海参的摄食及代谢，使其生长受到抑制。有研究表明，仿刺参高温时摄食量会显著下降，特定生长率、对食物的吸收率的转化率都会随温度升高而降低。当温度达到甚至超过耐受极限时，海参机体会出现复杂的生理反应从而导致热致死现象发生。

高温的胁迫还会引起海参机体的热应激，损坏海参的正常生理机能和免疫防御机能，相关的生理生化指标也随之发生变化。目前研究发现超氧化物歧化酶和过氧化氢酶作为仿刺参抗氧化系统最早和最为重要的防御机制，在受到高温胁迫时其活力均显著降低。丙二醛含量也有显著降低，体现细胞膜遭到破坏，乳酸脱氢酶和碱性磷酸酶活力也会受高温胁迫而显著降低，直接降低了海参的机体代谢水平，从而影响海参的能量代谢。

发展海水池塘立体生态养殖、同规格苗种的短平快养殖等高效安全的新养殖模式，应对

夏季各种理化、生物因子的胁迫，保障海参健康度夏。

在海参养殖过程中，不仅要从事多角度开展设施渔业研究，还要在养殖过程中应做好监测和预报预警工作，同时通过增强生态健康养殖理念、培育耐高温良种，全面提升海参养殖技术等来全面保障海参健康度夏及海参养殖业的良性发展。

4.4.2.5 海上作业事故后果分析

人工鱼礁在投放过程中都有可能发生事故。起重设备在起吊、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，使人工鱼礁不能按既定位置投放，造成礁体散落、遗失，丧失生态功效；也可能随水流漂移出施工区域，影响到运输船舶和其他船舶的正常作业；施工区域周边，船舶类型和数量较多，在投放鱼礁过程中可能出现船舶碰撞等安全责任事故等。这些都会对海域资源环境及周边海域开发造成不利影响。

4.4.2.6 水质恶化事故后果分析

项目海域水体若受到污染，会对渔业资源造成损害、甚至引起水产品的大量死亡，从而导致项目海域的生态系统受到破坏。海域内受污染水体可能进入外侧海域，这种连锁事件会使区域生态环境受到影响。在气候、天气及水生生物等综合因素作用下，存在水质恶化而引发海域发生赤潮的风险。赤潮生物异常繁殖，尤其是当赤潮生物死亡分解时，大量消耗氧气，可造成环境严重缺氧，导致鱼、虾、贝窒息死亡。此外，由于海水缺氧而产生的 H_2S 和 CH_4 ，对鱼、虾、贝也有致命的毒效。

用海单位应委托资质监测单位定期对养殖区水质、沉积物进行监测，一旦发现养殖水质状态发生变化，或在检验监测过程中发现水体受到污染，应马上查找污染源，及时采取措施。

5 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

根据 3.4.2 节海域使用现状分布情况，项目用海所在海域的开发活动主要有开放式养殖用海、海洋保护区用海、航道用海、渔业基础设施用海等。本项目对周边海域开发利用活动产生的影响主要为礁体投放产生的悬浮泥沙的影响，本项目悬浮泥沙最大扩散范围与海域开发利用现状的叠置图见图 5.1-1。

图 5.1-1 悬浮泥沙最大扩散范围与海域开发利用现状的叠置图

表 5.1-1 项目周边权属现状

序号	项目名称	海域使用权人	用海类型	用海方式	用海面积 (公顷)	与工程位 置关系	与工程最 近点距离
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

5.1.1 对保护区的影响分析

本项目周边海域的保护区主要为烟台牟平沙质海岸国家级海洋特别保护区、烟台崂山列岛省级海洋自然保护区、烟台逛荡河口海洋特别保护区，最近距离为 5.9km，距离均较远，不会对保护区产生不利影响。

5.1.2 对周边养殖区影响分析

本项目周边有众多已确权用海活动，距离本项目较近的用海活动分别为养马岛杨家庄杨倩颖筏式养殖区（548）N、养马岛杨家庄王思雅筏式养殖区（438）E、养马岛杨家庄王春梅筏式养殖区（269）E、养马岛黄家庄黄克丹筏式养殖区（522-1）E、养马岛黄家庄黄树江筏式养殖区（522-2）SE、养马岛杨家庄杨维祥筏式养殖区（369）S、养马岛杨家庄曲晓燕筏式养殖区（002-1）W、养马岛杨家庄张正茂筏式养殖区（002-2）W。养殖区的分布情况见图 5.1-1，周围为筏式养殖区。

项目施工期主要进行礁体投放及开放式养殖筏架布设，在礁体投放过程中，会有少量悬浮泥沙产生，根据数值模拟结果，部分悬浮泥沙会扩散到养马岛杨家庄杨倩颖筏式养殖区（548）N、养马岛杨家庄王思雅筏式养殖区（438）E、养马岛杨家庄王春梅筏式养殖区（269）E、养马岛杨家庄曲晓燕筏式养殖区（002-1）W、养马岛杨家庄张正茂筏式养殖区（002-2）内，会对筏式养殖产生一定影响；筏架布设可能会对养马岛杨家庄杨维祥筏式养殖区（369）S 产生一定影响。项目施工期较短，悬浮泥沙随施工结束而消失，影响是暂时性的，筏式养殖一般在 4~5 月份投苗，养殖周期一年，人工鱼礁礁体吊放施工应避开周边筏式养殖的养殖期，选在扇贝等采收后进行施工，避免对其养殖活动产生影响。

项目运营期船舶通航产生的废水、固废不外排，不会对周边养殖项目的水质、生态环境造成不利影响。项目建设人工鱼礁项目，通过在鱼礁区增殖放流，恢复海洋资源，优化海域

生态环境，对周边养殖区的影响是正面的，且项目的建设利于生态渔业的发展，对于调整渔业产业结构具有重要意义。

综合以上分析，项目建设不会对周边的养殖区养殖活动产生明显影响，同时项目建设人工鱼礁区能够改善海域生态环境，项目建成后与周边的养殖项目连片发展，养殖规模化，对海域养殖业发展是有利的。

5.1.3 对航道的影响分析

烟台市牟平区近岸海域主要包括：烟威航道、养马岛航道、养马岛东航道及酒馆航道。其中烟威航道为烟台和威海的主航道；酒馆航道位于烟台和威海海上分界线以西，是当地渔船进出的主要通道。

本项目施工期所使用的施工船舶会从牟平港及养马岛航道进出。牟平港，一类开放港口，现有泊位 2 个，均为五千吨级泊位，年均进出港船舶 1000 余艘次，货物吞吐量 200 万吨，以散杂货运输为主，主要货品：水渣粉、煤炭、玉米；养马岛航道以服务于养殖渔船通行，同时兼顾游船、游艇等旅游船舶通行需要，航道规模为五千吨级，航道分内、外航道，外航道长 8.3 公里，宽 900 米；内航道长 700 米，宽 60 米，航道设计水深-6 米，码头前沿水深-7 米。建议建设单位施工前期应在当地进行相应的告知，另外要将施工期所使用船舶类型、数量、施工内容、时间和航线上报航道管理部门，以便航道管理部门采取相应的措施加强管理，避免出现不必要的事故。本项目建设完成后，不会占用以上航道及锚地，为最大程度地避免对航道和锚地产生不利影响，将在人工鱼礁区边界处设置专用航标，提醒过往船舶注意避让。

目前航道海域水深 10.5-14m，人工鱼礁安置高度约 4m，本项目的建设改变了附近海域的自然水深，在生产期间养殖区与航道之间设置警示标志，防止进出航道船舶进入养殖区造成安全事故。

5.1.4 对港口区的影响分析

项目附近港口主要是牟平港和养马岛中心渔港，项目施工期预制礁的装运需要依托牟平港货运码头，会增加到港船舶数量，但本工程作业船舶共 2 艘，对港口运营的影响程度较小。

项目运营期看护及采捕船舶停靠在孙家疃渔船停靠点进行卸货转运，不占用港口资源，不会对港口区产生影响。

5.1.5 对海岛及跨海桥梁的影响分析

项目周边海岛为养马岛，跨海桥梁为养马岛跨海大桥，距离均较远，项目施工期和运营

期均不会对其产生影响。

5.2 利益相关者界定

通过以上分析，本项目建设不会对周边保护区、航道、港口区、海岛及跨海桥梁产生明显影响，根据数值模拟结果，项目施工期产生的 10mg/L 悬浮泥沙可能会扩散至养马岛杨家庄杨倩颖筏式养殖区（548）N、养马岛杨家庄王思雅筏式养殖区（438）E、养马岛杨家庄王春梅筏式养殖区（269）E、养马岛杨家庄曲晓燕筏式养殖区（002-1）W、养马岛杨家庄张正茂筏式养殖区（002-2）W 内；筏架布设可能会对养马岛杨家庄杨维祥筏式养殖区（369）S 产生一定影响。利益相关者为杨倩颖、王思雅、王春梅、曲晓燕、张正茂、杨维祥。

5.3 利益相关者协调分析

项目业主已与利益相关者杨倩颖、王思雅、王春梅、曲晓燕、张正茂、杨维祥进行了协商，同意本项目建设，并签署了相关协议，见附件。

5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

项目建设有利于海域海洋整体功能的更好发挥和地区经济的发展，对使用海域的海洋资源与环境影响很小，项目用海对国家的海洋权益没有影响。本项目不涉及军事用海，据调查，工程附近海域没有军港和其他军事设施，项目的建设和运营不会对国防安全和军事活动造成不利影响。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 与《山东省海洋主体功能区规划》的符合性

2017年8月山东省人民政府下发了《山东省海洋主体功能区规划》，《规划》是我国海洋主体功能区规划体系的重要组成部分，是推进形成山东省海洋主体功能区的基本依据，是科学开发海域空间资源的行动纲领和远景蓝图，是全省海洋空间开发的基础性和约束性规划。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域四类。

依据《山东省海洋主体功能区规划》，本项目位于重点开发区中的烟台市牟平区海域，见图 6.2-1。

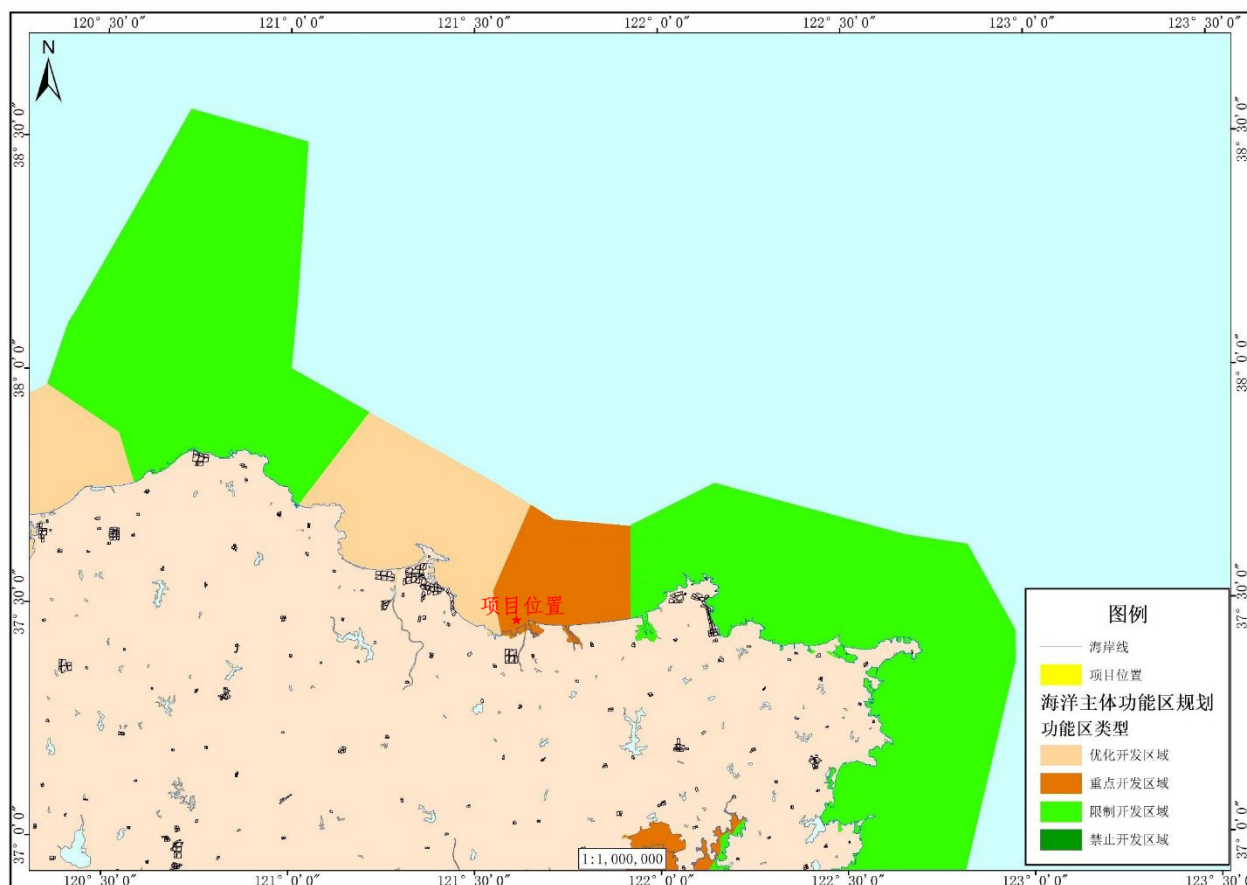


图 6.2-1 《山东省海洋主体功能区划》图

烟台市牟平区海域：重点规划建设烟台东部海洋经济新区。突出高技术海洋经济特色，重点培育海洋高端装备制造业。重点建设金山港生态城，以休闲体验、国际生态颐养、滨海旅游、居住等为主体，打造一个宜居怡人的滨海旅游商务居住区。近岸海域发展休闲体验渔业，离岸海域发展优质生态养殖业，海域内岛屿重点发展现代渔业、海岛旅游等。保护养马岛、金山港等海岛、海湾生态环境，做好牟平砂质海岸省级海洋特别保护区的保护工作，保

护优质沙滩、滨海湿地等优质海岸资源。

符合性分析：本工程位于养马岛杨家庄外海海域，主要进行人工鱼礁及筏式养殖，养殖方式能够改善海洋生物栖息环境，增殖渔业资源，达到修复渔业资源和改善生态环境的目的，符合“离岸海域发展优质生态养殖业”的要求，项目不占用海岛及砂质岸线，符合所在区域“保护养马岛、金山港等海岛、海湾生态环境，做好牟平砂质海岸省级海洋特别保护区的保护工作，保护优质沙滩、滨海湿地等优质海岸资源。”的保护要求。

综上所述，本项目符合《山东省海洋主体功能区规划》。

6.2 项目用海与海洋功能区划符合性分析

6.2.1 《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海洋功能区为牟平-威海农渔业区（代码：A1-16）及烟台港口航运区（代码：A2-12），项目周边海洋功能区划类型包括：养马岛旅游休闲娱乐区（代码：A5-17）、莱山东滨海旅游休闲娱乐区（代码：A5-16）、辛安河口特殊利用区（代码：A7-12）、烟台山北头村特殊利用区（代码：A7-13）等众多功能区。海洋功能区划图及登记表见图 6.1-1 和表 6.1-1。

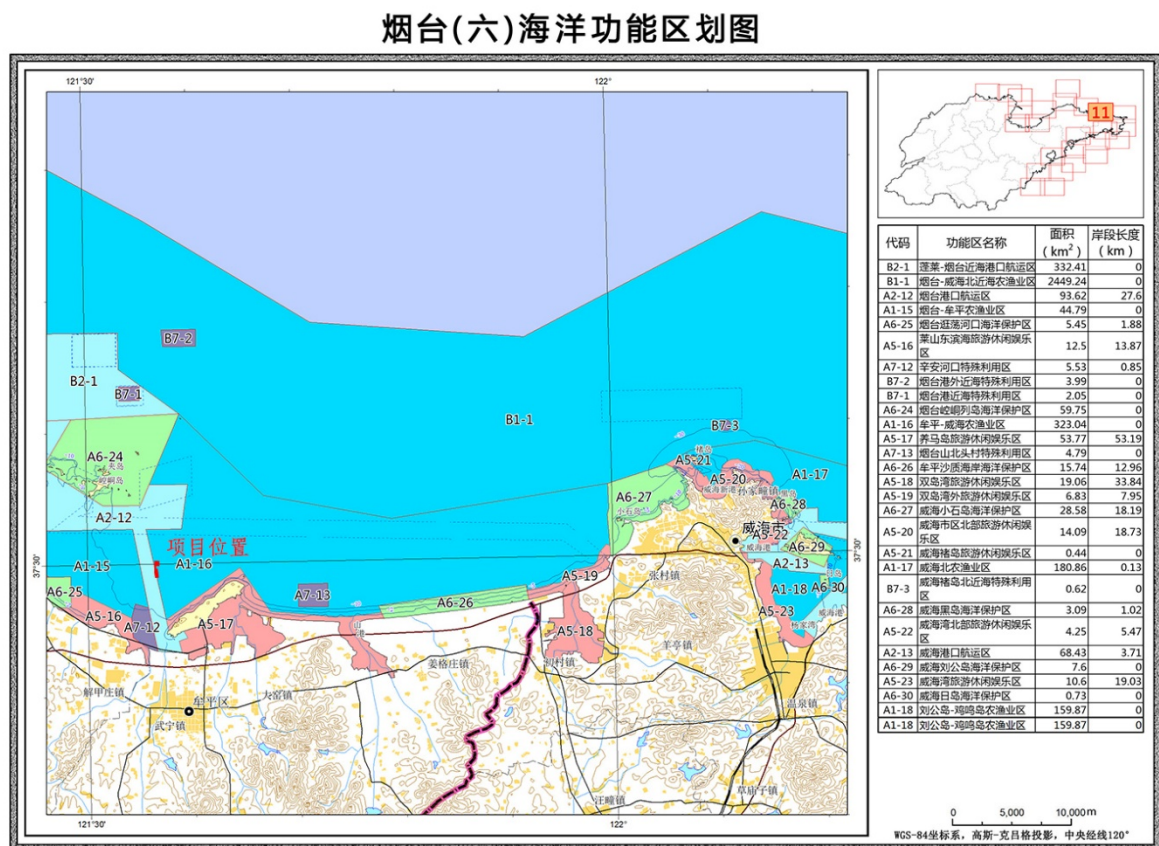


图 6.1-1 《山东省海洋功能区划（2011~2020 年）》烟台部分

①牟平-威海农渔业区的管理要求

用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。军事区内禁止养殖。

符合性分析：本项目为人工鱼礁工程，主要建设内容为人工鱼礁投放、筏式养殖等，符合该功能区农渔业功能；项目用海不占用岸线、沙滩和沿海防护林，不会对其造成不利影响，项目建设不位于河口，不影响河口行洪安全，因此项目建设符合用途管制要求。

用海方式控制：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，水面空间可进行筏式养殖。

符合性分析：本项目人工鱼礁用海方式为透水构筑物，基本不改变海域自然属性；人工鱼礁区外筏式养殖贝类，属于开放式养殖用海，有助于生态环境资源恢复，项目用海与用海方式管控要求相协调。

生态保护重点目标：威海小石岛刺参种质资源。

符合性分析：本工程为人工鱼礁工程，主要建设内容为人工鱼礁投放、筏式养殖等，项目施工和营运期产生的污染物均统一收集，不排海，对海洋环境影响较小不会破坏海岛与海湾生态系统。

环境保护要求：加强海域污染防治和监测。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

符合性分析：本项目工程实施过程中产生的固废及污水均能得到妥善处理，不排海；工程实施不会使海水水质、海洋沉积物、海洋生物发生劣化。因此，本工程实施与环境保护要求不冲突。

②烟台港口航运区的管理要求

用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，兼容渔港等基础设施建设。在基本功能未利用时允许兼容农渔业等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。保障河口行洪安全。军事区内要加强管理，不得影响军事区的使用。

符合性分析：本项目为人工鱼礁工程，主要建设内容为人工鱼礁投放、筏式养殖等。项目施工位置距航道大于 500m，不在航道及两侧缓冲区内，不影响河口行洪安全，不位于军事区内。因此项目建设符合用途管制要求。

用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物

方式。

生态保护重点目标：港口水深地形条件。

符合性分析：本工程为人工鱼礁工程，主要建设内容为人工鱼礁投放、筏式养殖等，不会对港口水深地形条件产生影响。

环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。避免对毗邻海洋保护区产生影响。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。

符合性分析：本项目工程实施过程中产生的固废及污水均能得到妥善处理，不排海；工程实施不会使海水水质、海洋沉积物、海洋生物发生劣化。因此，本工程实施与环境保护要求不冲突。

综上，本项目建设人工鱼礁和筏式养殖，符合工程所在的牟平-威海农渔业区（代码：A1-16）和烟台港口航运区（代码：A2-12）用途管制，经论证该海域开展人工鱼礁是可行的，不影响该海域的港口航运功能的发挥，项目用海符合海洋功能区的用途管制要求和用海方式控制要求。从环境保护角度来说，本项目营运期间不投饵，不产生排海污染物，不会影响所处海域的海洋环境质量，能够确保养殖区周边海洋环境和海水水质良好，符合海洋功能区的环境保护要求。

因此，本项目建设不会对海域的基本功能造成不可逆转的改变。同时，本项目的实施不仅能够保持海洋生态系统结构和功能的稳定，而且能够防止外来物种侵害，使海洋生态系统稳定性上升。符合《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，有利于功能区内生物资源的恢复和保护。

6.2.2 用海项目对毗邻海洋功能区的影响

6.2.2.1 对牟平-威海农渔业区的影响

该工程位于牟平-威海农渔业区西侧，本区域基本功能为农渔业功能，兼容旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。军事区内禁止养殖。用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，水面空间可进行筏式养殖。

虽然施工过程中产生的悬浮泥沙对水环境产生暂时的影响，但随着施工的结束该类影响也就消失了。本项目建成后有利于该海域海洋功能的充分发挥，进一步拓展海洋渔业发展空间，因此，项目建设对牟平-威海农渔业区的功能发挥具有重要的作用。

6.2.2.2 对自然保护区的影响

在工程西东南部约 7.0km 处存在牟平沙质海岸海洋保护区，该保护区生态保护重点目标为沙滩、海岸线、自然景观；环境保护要求为严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。

在工程西北侧约 5.9km 处存在烟台崆峒列岛省级海洋自然保护区，该保护区生态保护重点目标为岛屿生态系统；刺参、紫石房蛤、皱纹盘鲍及其产卵场。环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

本工程施工期间产生的悬浮泥沙的扩散造成水质超标的影响范围很小，最远距离不超过 401.8m，不会对保护区产生影响。

项目施工期和运营期间，作业船舶所产生的油污水一律送往陆域集中处理，对周边的海洋环境不会产生影响，因此，对上述保护区不会产生影响。

6.2.2.3 对特殊利用区的影响

项目西南侧约 11.5km 处存在烟台山北头村特殊利用区，该区生态保护重点目标：海洋自然生态系统；海洋水动力条件。环境保护要求：海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。避免对毗邻海洋敏感区、亚敏感区产生影响。本工程的作用就是修复海洋生态系统，施工期间产生的悬浮泥沙的扩散造成水质超标的影响范围很小，最远距离不超过 401.8m，不会对旅游区产生影响。

项目施工期和运营期间，作业船舶所产生的油污水一律送往陆域集中处理，对周边的海洋环境不会产生影响，因此，对烟台山北头村特殊利用区不会产生影响。

6.2.2.4 对旅游区的影响分析

（1）项目东南侧约 2.7km 处为养马岛旅游休闲娱乐区（A5-17），养马岛旅游休闲娱乐区的生态保护重点目标：海岛与海湾生态系统、沙滩。环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。妥善处理生活垃圾，避免对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。本海域文体休闲娱乐区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准；风景旅游区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。

本工程的作用就是修复海洋生态系统，施工期间产生的悬浮泥沙的扩散造成水质超标的

影响范围很小，根据实验结果，虽然施工过程中产生的悬浮泥沙对水环境产生暂时的影响，但随着施工的结束该类影响也就消失了，所以对养马岛旅游休闲娱乐区不会产生影响。

（2）项目西侧约 4.7km 处为莱山东滨海风景旅游区（A5-16），本区域基本功能为旅游休闲娱乐功能，兼容农渔业等功能。允许建设旅游基础设施，严格控制岸线附近的景区建设工程；不得破坏自然景观，严格控制占用岸线、沙滩和沿海防护林。保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。用海方式：严格限制改变海域自然属性；科学编制旅游开发规划，保护好旅游生态环境和旅游资源；加强水质监测，合理控制旅游开发强度，严格论证基础设施建设。海域整治：保护中部砂质岸线，严格限制改变岸线的自然形态，对侵蚀岸段进行合理整治，逐步恢复自然生态环境。

生态保护重点目标：自然景观、海岸线。环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。妥善处理生活垃圾，避免对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。本海域文体休闲娱乐区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准；风景旅游区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。

项目施工期和运营期间，作业船舶所产生的油污水一律送往陆域集中处理，对周边的海洋环境不会产生影响，因此，对养马岛旅游休闲娱乐区不会产生影响。

6.2.2.5 对港口航运区的影响分析

项目部分海域位于烟台港口航运区（代码：A2-12），项目建设人工鱼礁及筏式养殖，不会改变海域水深地形条件，对港口航运区的环境不会产生明显影响。项目施工期和运营期所使用的船舶经东侧养马岛航道进出，项目施工期礁体的装运需要依托牟平港货运码头，不占用港口航运区，不会对港口航运区产生影响，项目不产生排海污染物，运营期间产生的污水和固废均得到妥善处置，不向海域内排放，因此，项目建设不会对港口航运区的功能发挥产生明显影响。

综合以上分析，项目的建设和运营不会对周边各个海洋功能区的发挥产生明显影响，项目建设和运营符合《山东省海洋功能区划（2011 年-2020 年）》。

表 6.1-1 山东省海洋功能区划登记表——部分

索引号	代码	功能区名称	功能区类型	面积	岸线长度	管理要求	
				(km ²)	(km)	海域使用管理	海洋环境保护
106	A2-12	烟台港口航运区	港口航运区	93.62	27.6	用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，兼容渔港等基础设施建设。在基本功能未利用时允许兼容农渔业等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。保障河口行洪安全。军事区内要加强管理，不得影响军事区的使用。 用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。	生态保护重点目标：港口水深地形条件。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。避免对毗邻海洋保护区产生影响。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。
111	A5-16	莱山东滨海旅游休闲娱乐区	旅游休闲娱乐区	12.5	13.87	用途管制：本区域基本功能为旅游休闲娱乐功能，兼容农渔业等功能。允许建设旅游基础设施，严格控制岸线附近的景区建设工程；不得破坏自然景观，严格控制占用岸线、沙滩和沿海防护林。保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。 用海方式：严格限制改变海域自然属性；科学编制旅游开发规划，保护好旅游生态环境和旅游资源；加强水质监测，合理控制旅游开发强度，严格论证基础设施建设。 海域整治：保护中部砂质岸线，严格限制改变岸线的自然形态，对侵蚀岸段进行合理整治，逐步恢复自然生态环境。	生态保护重点目标：自然景观、海岸线。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。妥善处理生活垃圾，避免对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。本海域文体休闲娱乐区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准；风景旅游区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。

116	A5-17	养马岛旅游休闲娱乐区	旅游休闲娱乐区	53.77	53.19	用途管制：本区域基本功能为旅游休闲娱乐功能，兼容农渔业等功能。经严格论证可适度进行城镇建设。如要建设保护区可依法设置。控制占用岸线、沙滩和沿海防护林。保障河口行洪安全，河口区域围海造地应当符合防洪规划。 用海方式：严格限制改变海域自然属性；科学编制旅游开发规划，保护好旅游生态环境和旅游资源；加强水质监测，合理控制旅游开发强度，严格论证基础设施建设。 海域整治：优化海岸和海洋工程景观设计，改善其自然生态功能。	生态保护重点目标：海岛与海湾生态系统、沙滩。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。妥善处理生活垃圾，避免对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。本海域文体休闲娱乐区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准；风景旅游区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。
117	A1-16	牟平-威海农渔业区	农渔业区	323.04	0.00	用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。军事区内禁止养殖。 用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，水面空间可进行筏式养殖。	生态保护重点目标：威海小石岛刺参种质资源。 环境保护要求：加强海域污染防治和监测。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
119	A6-26	牟平沙质海岸海洋保护区	海洋保护区	15.74	12.96	用途管制：本区域基本功能为海洋保护功能，兼容农渔业功能。规划建立牟平沙质海岸省级海洋特别保护区，优先保障海洋保护区用海，按照《海洋特别保护区管理办法》进行管理。 用海方式：生态保护区禁止改变海域自然属性，资源恢复区严格限制改变海域自然属性，开发利用区 and 环境整治区允许适度改变海域自然属性。海域整治：禁止采砂，保持海岸线自然风貌，对侵蚀岸段进行合理整治。	生态保护重点目标：沙滩、海岸线、自然景观。 环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。

118	A7-13	烟台山北头村特殊利用区	特殊利用区	4.79	0.00	用途管制：本区域基本功能为特殊利用功能。应充分论证，合理规划，科学确定排放口的位置和范围；达标排放与总量控制相结合，实现污水处理达标后深水排放；严格按照国家相关法规设置排放设施，减少对毗邻功能区的影响。用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证。	生态保护重点目标：海洋自然生态系统；海洋水动力条件。环境保护要求：海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。避免对毗邻海洋敏感区、亚敏感区产生影响。
-----	-------	-------------	-------	------	------	---	---

6.3 项目用海与相关规划符合性分析

6.3.1 与《烟台市国土空间规划》的符合性

图 6.1-2 《烟台市国土空间总体规划（2019 - 2035 年）》

烟台市国土空间总体规划是全市在一定时期内各类开发和保护活动的基本依据和整体蓝图。健全国土空间开发保护制度，谋划新时期全市国土空间开发保护格局，发挥规划的战略引领和刚性管控作用，全面提升空间治理能力。

统筹陆海资源配置，优化海域海岸带功能，推进陆海产业融合，实现陆海资源优势互补、产业互动、协调发展。将海洋开发利用与城市功能提升相结合，全面提升陆海综合管理水平。打造“两带、四区、六湾、多点”的陆海开发保护总体格局，提升海洋空间开发保护质量和效率。明确重要沿海生态保护空间管理边界，包括沿海滩涂、沙滩、海防林和河口地区，制定严格的生态保护策略；统筹滨海旅游业空间、统筹海洋渔业空间及海洋装备制造制造业空间；优化港口布局，构建顺畅的陆海联运格局。

海洋资源保护与利用

严格保护岸线：禁止在严格保护岸线的保护范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。

限制开发岸线：以保护和修复生态环境为主，为未来发展预留空间，控制开发强度，因地制宜，适度发展旅游、休闲渔业等产业。

优化利用岸线：集中布局确需占用海岸线的建设项目，提高投资强度和利用效率，优化海岸线开发利用格局。

该项目位于渔业用海区内，投礁位置距航道及两侧缓冲区水域大于 500m，不在沿海滩涂、沙滩、海防林和河口地区，符合《烟台市国土空间规划》要求。

图 6.1-3 《烟台市国土空间总体规划（2019 - 2035 年）》

6.3.2 与《山东省“三区三线”划定成果》的符合性

经相关部门核查该用海项目符合《山东省“三区三线”划定成果》，不占用生态红线。

本项目为人工鱼礁工程，主要建设内容为人工鱼礁投放、筏式养殖；项目用海不占用

岸线、沙滩和沿海防护林，不会对其造成不利影响，项目建设不位于河口附近，不影响河口行洪安全。项目污染物质得到妥善处置不排海，不会对周边开发区产生不利影响。

因此本项目符合《山东省“三区三线”划定成果》。

图 6.2-4 《山东省“三区三线”划定成果》图

6.3.3 与《山东省海洋生态环境保护规划（2018~2020）》的符合性分析

根据《山东省海洋生态环境保护规划（2018~2020）》，项目位于烟台港口航运区（14-13）。

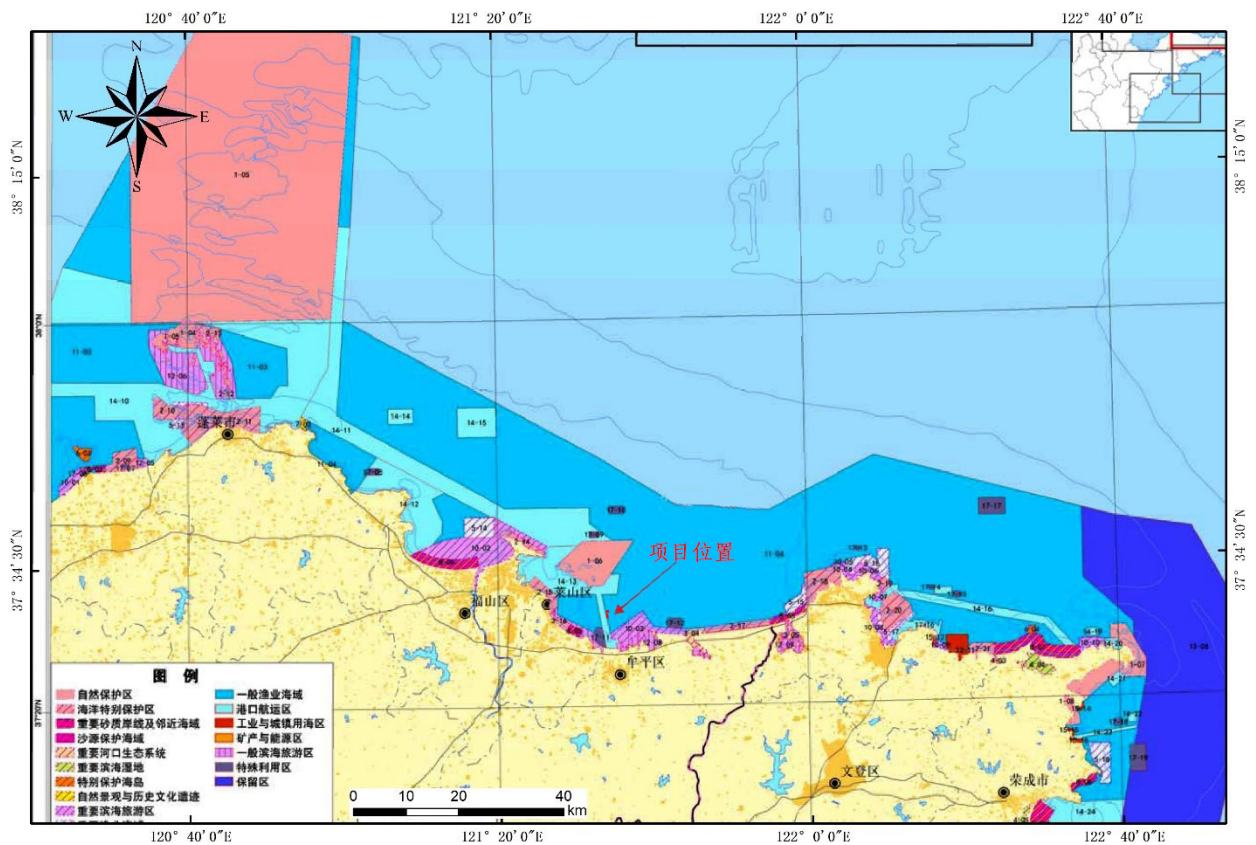


图 6.2-5 《山东省海洋生态环境保护规划（2018-2020 年）》图

烟台-威海近海农渔业区（11-04）生态保护目标为“传统渔业资源、生物资源；传统渔业资源的产卵场、索饵场、游通道等；刺参、紫石房蛤、皱纹盘鲍及其产卵场；烟台地留星岛刺参资源；苏山岛石鲷、宽体舌鳎、石花菜、羊栖菜、牡蛎、刺参、栉江跳、光棘球海胆及海带裙带菜等种质资源；瀉湖生态景观、大天鹅栖息地；威海桑沟湾魁蚶、荣成鼠尾藻、大叶藻种质资源、领海基点”；环境保护要求为“加强海域污染防治和环境质量

监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行一类标准；渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准；其他海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣一类标准。”

烟台港口航运区（14-13）生态保护目标为“港口水深地形条件”；环境保护要求为“加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。避免对毗邻海洋保护区产生影响。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准；航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行二类标准。”

项目进行人工鱼礁建设，施工期间及运营期间的投苗和采捕等作业，避开传统渔业资源的产卵期和游季节，不会对传统渔业资源和种质资源产生明显影响，项目位于航道未利用区，不会对其产生不利影响；项目进行人工鱼礁建设，修复和构建水生生物的生息场，优化海域生态与环境，项目运营期间产生的污水和固废均得到妥善处置，不向海域内排放，不会增加污染物入海总量，根据环境质量现状调查结果，港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准；航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行二类标准，满足该区环境保护要求。

因此，项目建设符合《山东省海洋生态环境保护规划（2018~2020）》要求。

为重点的现代化海洋渔业发展新模式，建设一批布局科学合理、装备水平先进、管理科学规范、产业多元融合、产出高值高效、绿色生态发展的现代化渔业综合体，推动海洋渔业牧场化、深水化、绿色化、智能化发展，拓展远洋渔业发展空间，提升海产品精深加工水平，高水平建设“海上粮仓”。依据优势水产品区域布局，打造刺参、海带、贝类、海水鱼、虾蟹类种业产业聚集区。加快现代海洋牧场建设，以加强海洋生态环境修复、开展生物资源养护、推进产业融合为目标，突出生态优先、资源修复优先，提升人工鱼礁的亲生物性能，实现渔业生境的有效恢复。节约集约利用海洋资源，落实海洋渔业资源总量管理制度，严格执行伏季休渔制度，加大减船转产力度，开展限额捕捞和海域轮作试点。推动海域立体综合利用，推广多营养层次综合养殖，推进分层用海，支持海上风电、海洋牧场、海洋旅游等活动兼容用海、融合发展。

项目位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域，采用人工鱼礁的方式进行水产品增养殖，能够增加海珍品资源密度，改善渔业资源种群结构和质量，养殖过程合理控制捕捞强度，严格实施休渔制度。因此，项目建设符合《山东省“十四五”海洋经济发展规划》。

6.3.6 与《山东省“海上粮仓”建设规划（2015-2020年）》的符合性分析

《山东省“海上粮仓”建设规划（2015-2020年）》指出：通过加快建设“海上粮仓”，不断满足人民群众对吃上更多绿色、安全、放心海洋食品的需要，实现种粮于海、产粮于海、存粮于海，努力把我省打造成为全国优质高端水产品生产供应区、渔业转型升级先行区、渔业科技创新先导区、渔业生态文明示范区。力争到2020年，全省水产品总产量达到1000万吨，蛋白质当量相当于400亿斤粮食，人均水产品占有量达到100公斤；基本建成具有较强自主创新能力和国际竞争力的现代渔业产业集聚区，渔民人均纯收入年均增长10%以上；打造具有国际水准、国内领先的渔业科技创新高地，科技创新贡献率70%以上；全省自然岸线保有率不低于40%，重要海洋功能区水质达标率达到90%，基本消除入海河流劣五类水体。

《规划》科学设定全省“海上粮仓”建设区域布局。根据水域自然禀赋、渔业产业特点和资源环境承载力，按照生态优先、海陆统筹、连片立体、持续利用的原则，优化渔业产业结构，全面打造“三带三区、一极一网”发展空间布局。“三带三区”，即离岸自然发展带、近岸融合发展带、岸基综合发展带的近海渔业发展模式，以及黄河三角洲、山东半岛东北部、山东半岛南部三个近海渔业发展区。“一极”，即远洋渔业发展极。“一网”，

即内陆淡水渔业发展网。同时《规划》提出，要统筹推进重点任务和重大工程，加快培育“海上粮仓”建设五大主导产业，即提升水产养殖业、做大渔业增殖业、优化海洋捕捞业、做强加工流通业、拓展休闲渔业产业；着力构建五大支撑体系，即资源环境保护体系、现代经营体系、科技支撑体系、公共服务保障体系、政策支持体系，增强粮食安全的保障能力。以建设现代渔业园区、海洋牧场、远洋渔业、水产品冷链物流、休闲垂钓基地五大重点工程为核心。

本项目所处海域属于黄河三角洲、山东半岛东北部、山东半岛南部三个近海渔业发展区中的山东半岛东北部近海渔业发展区，是加快培育“海上粮仓”建设五大主导产业，即提升水产养殖业、做大渔业增殖业、优化海洋捕捞业、做强加工流通业、拓展休闲渔业产业中的重要组成部分，项目建设符合山东省“海上粮仓”建设规划（2015-2020 年）。

6.3.7 与《山东省人工鱼礁建设规划（2014~2020 年）》符合性分析

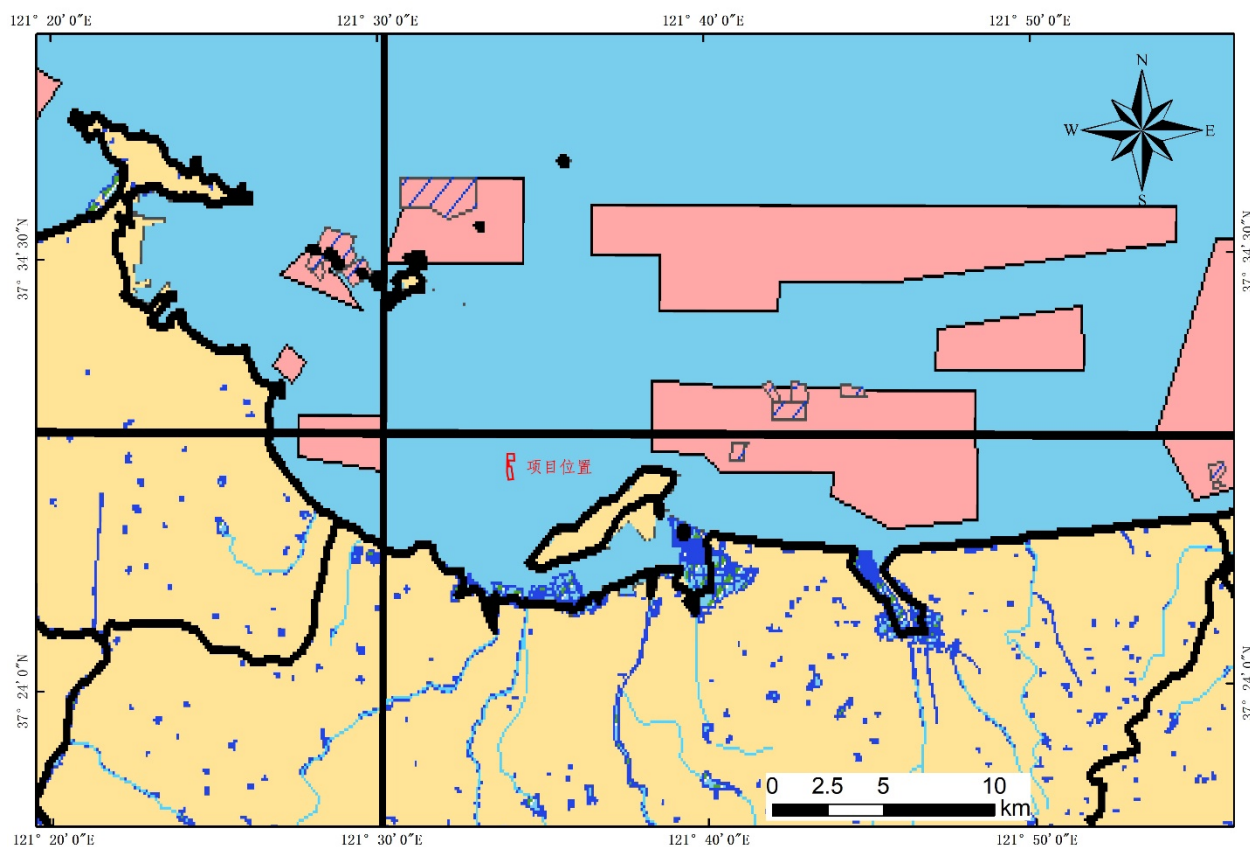


图 6.2-5 《山东省人工鱼礁建设规划（2014~2020 年）》

《山东省人工鱼礁建设规划（2014~2020 年）》中建设目标为：到 2020 年，通过人工鱼礁的设置，使近海规划海区局部水域生态系统得到修复，海洋捕捞作业方式明显优化，

捕捞产量与资源再生量相协调，水域生态退化状况得到明显改善，水生生物多样性得到有效保护，渔业资源利用步向良性循环。形成集海洋资源开发、增殖、海上游钓、休闲旅游等多功能于一体的生态建设框架，打造具有山东特色的海洋牧场。规划中建设内容明确了：根据山东近海海域生态及本底特点，在符合建设条件的海域内，择优选择 37417 公顷，新建经济型人工鱼礁和生态型人工鱼礁规模 2763 万空方，建设 9 大人工鱼礁带，40 个人工鱼礁群。其布局为东营近海 1 个、莱州湾 4 个、渤海海峡 9 个、烟台近海 4 个、威海近海 4 个、荣成近海 6 个、文登-海阳近海 5 个、青岛近海 4 个、日照近海 3 个，形成规模适宜、布局合理、技术先进的人工鱼礁建设格局，构成集人工鱼礁建设、休闲海钓、生态环境修复和资源合理利用等多功能于一体的生态工程建设框架。

“规划”中的烟台近海人工鱼礁群分别为烟台套子湾人工鱼礁群、烟台崆峒列岛人工鱼礁群、烟台玉带山-四十里湾人工鱼礁群、烟台养马岛人工鱼礁群。其中烟台养马岛人工鱼礁群位于养马岛以东海域，水深 8~18m，底质为泥、泥沙，鱼礁定位以经济型为主导。礁群规划设计海域面积 16164 公顷，目前区域内已建人工鱼礁面积 2670 公顷。规划投放混凝土构件、报废渔船、石料等各类礁体 350 万空方，新建人工鱼礁面积 3000 公顷。

本项目在牟平区养马岛杨家庄村外海海域，位于养马岛西北侧海域，水深 9~13m，项目建成后在礁体上以投放海参为主。本项目是《山东省人工鱼礁建设规划（2014~2020 年）》规划建设的“烟台养马岛人工鱼礁群”的重要组成部分，建成后有利于保护和改善海洋生态环境，恢复海洋生物资源和渔业资源，因此，项目建设符合《山东省人工鱼礁建设规划（2014~2020 年）》。

6.3.8 与《牟平区养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》符合性分析

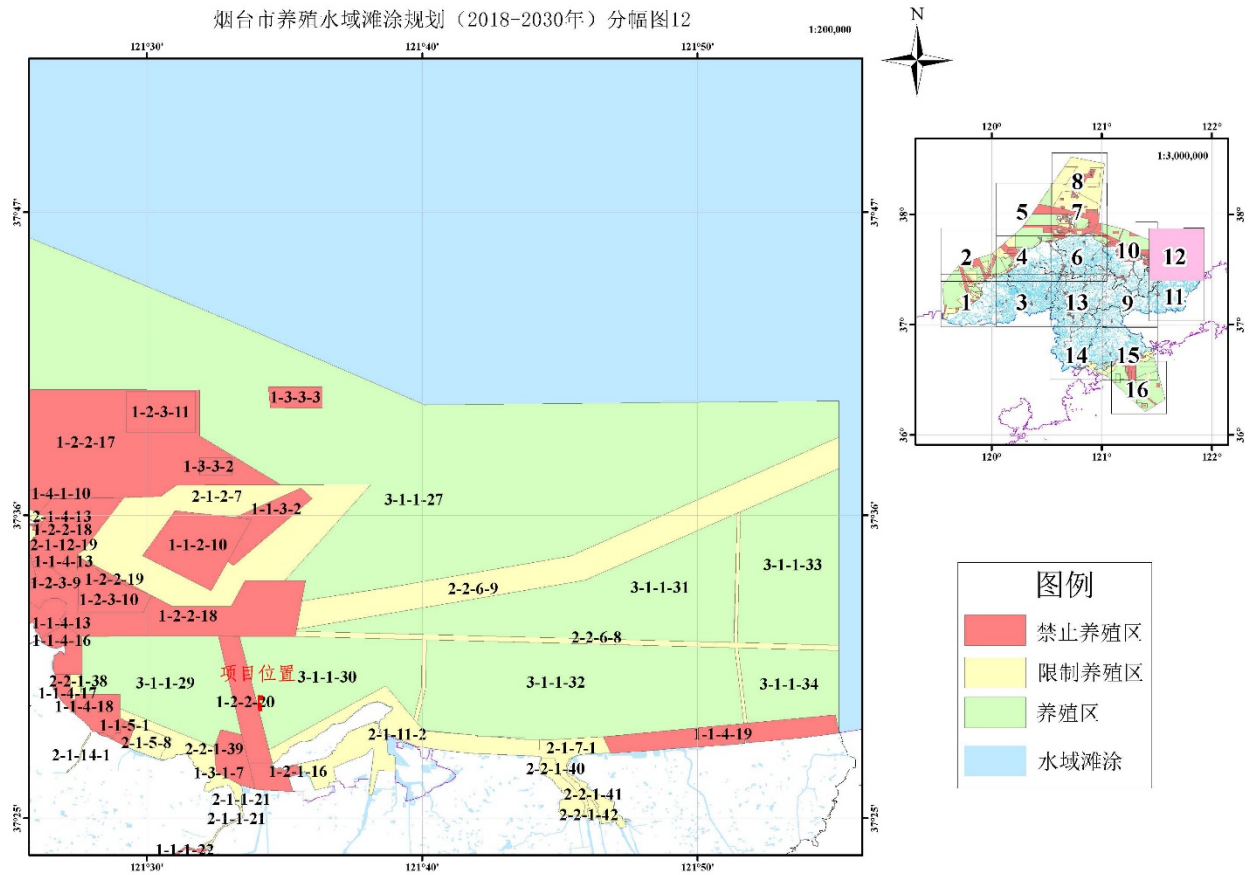


图 6.2-6 《牟平区养殖水域滩涂规划（2018-2020 年）》图

根据《牟平区养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，本项目位于“牟平马养岛养殖区（3-1-1-30）及牟平港航道禁止养殖区（1-2-2-20）”，牟平马养岛养殖区（3-1-1-30）的养殖管理要求为“按照《渔业法》、《水产养殖质量安全管理规定》、农渔发（2016）39 号、《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》、《烟台市区海域使用规划（2013-2020 年）》等进行管理。加强海洋环境质量监测，保证海水水质不劣于二类标准、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准”。

项目主要进行人工鱼礁建设，符合所在区域的管理要求；项目通过投放人工鱼礁，修复和构建水生生物的生息场，优化海域生态与环境，项目运营期间不投放饵料，不会对海水水质、沉积物好海洋生物质量产生影响。综上，项目建设符合该区域养殖管理要求。

6.3.9 与国家产业政策符合性分析

项目在牟平区养马岛杨家庄村外海海域建设人工鱼礁，是修复近海洋生态环境的有效手段，是发展生态渔业、调整海洋产业结构、促进海洋渔业经济可持续发展的需要，根据

《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于鼓励类项目“一、农林业”中“12、远洋渔业、人工鱼礁、渔政渔港工程”、“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”，属于“第一类鼓励类”的行业，项目建设符合国家产业政策。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 用海选址的区位和社会条件适宜性分析

项目区海域在蓝色经济区建设中海洋牧场建设的核心区，烟台市政府也高度重视项目区海洋渔业科技和产业的发展。烟台市是重要的海洋渔业产区，渔业经济地位十分重要。近年来，特别是实施“海上山东”战略以来烟台市海洋渔业经济取得了巨大的成就，海洋渔业经济的贡献逐年提高。随着经济的快速发展和海洋捕捞能力的增强，海洋渔业资源下滑，生态脆弱的趋势越来越明显。为了遏制渔业资源持续衰退的势头，逐步保护和恢复海域生物多样性，实现渔业可持续发展，烟台市根据山东省海洋与渔业厅开展的渔业资源修复行动计划，把建设海洋牧场建设增殖放流列为区渔业资源修复计划的重点内容，已成为海洋牧场建设重点开发的领域，有计划、有重点地在重要渔场和近岸优良海域建设大规模的海洋牧场建设群。一个崭新的渔业生产方式，将会替代坐等自然恩赐的狩猎式的传统渔业，为海洋生物建立良好的生态环境。这样以来，既可修复近海渔业资源，又可发展海上观光与游钓，使转产渔民得到安置，进而取得较好的经济、社会和生态效益。

项目建设地点位于烟台市牟平区，无重大工农业污染源，是“山东半岛蓝色经济区”规划建设重点区域。海区环境调查结果表明，气候、海水理化环境等条件均适宜海参的苗种繁育与养殖，是海参等海珍品的“天然摇篮”。因此，项目建设地点的环境条件适于人工鱼礁建设。

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。

7.1.2 用海选址与自然资源和环境满足用海需求

项目建设海域平均水深在 11.6m~14.8m，在该区波浪基面以下，即人工鱼礁区海域海底泥沙一般不会发生起动，泥沙运移较微弱，人工鱼礁周边冲刷幅度有限，工程海域泥砂回淤强度小，没有明显的侵蚀和淤积作用，海域地貌稳定，适合进行人工鱼礁区建设。工程区位置沉积物底质类型为 STY，底质含一定量的细颗粒砂，底质相对较硬，有一定承载力，投礁后礁体稳定性较强，对人工鱼礁的稳定性有利。因此，在此海域进行人工鱼礁项目建设具有良好的自然条件，环境条件优越，此处风浪较小、潮流畅通平缓、水质肥沃、

滩涂平坦，所处位置周边分布大量的养殖区，无陆源污染物；同时，项目施工离陆域较近并且水、电、路、通讯等设施完善，工程周边区域基础条件能够满足项目施工的需要。工程所需要的原材料主要从当地购到，可以满足项目施工的需要。

因此，项目选址区域的自然资源、环境条件能够满足项目用海要求，其选址和平面布置是合理的。

7.1.3 用海选址与区域生态系统适应性

海洋生态系统是一架活机器，有结构，有功能，它是在一定的空间内，所有的生物和非生物成分构成了一个互相作用的综合体，这是一个动态的系统。每个区域的生物和环境之间、生物与生物之间，都形成了一种相对稳定的结构，对于海洋生态系统来说，生物群落如相互联系的动物、植物、微生物等是其中的生物成分，而非生物成分即是海洋环境：阳光、空气、海水、无机盐等。

本项目用海主要是以鱼礁建设，较小改变人工鱼礁区域的底栖生物栖息环境、创造稳定的近海局部水域生态系统，为各种海洋动植物的生长和繁殖提供良好的栖息环境，促进资源自然增殖，实现高生物量的生态平衡。为各种海洋资源的修复和增殖创造了有利条件，并逐渐修复海洋“生物链”，从而彻底改变海洋生物环境，成为可持续发展的海洋资源宝库，为海洋渔业事业的健康发展带来根本性的转变。同时项目的建设不影响海洋水文动力条件和冲淤环境为主要特征，施工期主要是投放人工鱼礁施工过程中产生的悬浮泥沙对海域水质环境的短暂影响。根据环境质量现场调查资料和渔业资源历史资料统计，该海域的水质较好、沉积物环境良好；本项目营运期所产生的含油污水全部由陆域接收统一处理，不外排；所产生的固体废弃物全部集中后送城市垃圾处理厂处理，因此，本项目营运期间不会对附近海域的海洋环境和生态系统产生影响。同时经现场调查，用海选址区附近没有发现珍稀和需要保护的海洋生物物种，项目施工期间所产生的短暂悬浮泥沙扩散对所在海域局部的生态系统有一定的影响，由于其产生影响的范围和程度均很小，不会使整个海域的生态系统发生变化，因此项目用海选址是合理的。

7.1.4 用海选址与周边海域其它用海活动的适宜性分析

根据《山东省海洋功能区划（2011—2020年）》，工程所处海域的主导功能为农渔业区，其附近海洋功能区分别有海洋保护区和旅游区，本项目位于区划中的牟平-威海农渔业区内，本项目为修复近海渔业资源，充分开发利用海域资源、建设高效养殖区，建立一种

综合、高效、立体的生态养殖模式，形成良性循环。项目周边环境敏感区主要是周边分布的大量养殖区，本项目施工会对周边的养殖区产生短暂的影响，运营不会对周边海洋功能区产生影响，工程的建设有利于周边养殖产业的发展。因此，工程在此选址与周边其他用海活动相适应。

7.1.5 小结

综上所述，项目进行人工鱼礁建设对区域海洋环境影响较小，对于合理、节约利用海洋资源，减少事故风险的影响范围都是有利的。同时项目建设符合《山东省海洋功能区划》，符合相关规划，项目用海避开了航道、锚地、海底管道、海底电缆、海洋倾倒区、军事禁区以及其他海洋工程设施。因此，从区位条件和自然环境条件等方面看，本项目选址是合理的。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性分析

项目在牟平区养马岛杨家庄村外海海域建设人工鱼礁项目，其中人工鱼礁类透水构筑物用海类型一级类为渔业用海，二级类为人工鱼礁用海，筏式养殖一级用海方式为开放式，二级用海方式为开放式养殖。

项目位于牟平-威海农渔业区（代码：A1-16）和烟台港口航运区（代码：A2-12）。牟平-威海农渔业区的基本功能为农渔业功能，兼容旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。军事区内禁止养殖。烟台港口航运区的基本功能为港口航运功能，兼容渔港等基础设施建设。在基本功能未利用时允许兼容农渔业等功能；允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。

本项目采用透水构筑物用海方式，用海方式对海域自然属性改变较小，对该海域地形地貌、水动力环境和冲淤环境产生明显影响较小，基本不会改变海域的生态环境。同时，项目周边海域主要以海水养殖业为主，用海方式与周边其他用海活动相适应，用海方式有利于保护和修复区域海洋生态系统，促进周边海水养殖业的良性发展。因此，用海方式合理。

单位鱼礁之间采用开放式养殖的用海方式，可作为鱼礁区内增殖鱼类及其他海洋生物

的活动觅食区域，对用海区域的海底资源、生态环境及自然属性等均不产生明显影响，可满足项目所在功能区对用海方式和用途管制的要求，用海方式合理。

因此，根据本项目的建设特点和要求，从该区的自然条件、对海洋环境的影响以及对海洋资源有效利用等多方面综合分析，项目采用透水构筑物 and 开放式养殖结合的用海方式，用海方式合理。

7.2.2 平面布置合理性分析

7.2.2.1 整体布局合理性分析

项目位于《山东省海洋功能区划(2011-2020 年)》的牟平-威海农渔业区内。项目施工期礁体堆放场地及装运码头依托陆域设施牟平港，运营期养殖收货渔船需要依托建设单位陆域已有厂房进行日常补给、停泊靠岸，码头后方交通方便，项目运营后收获的海产品的集疏运条件较好，人流通行较为便利。

项目区主要为东西向往复流，沉积物底质类型为 STY，底质含一定量的细颗粒砂，底质相对较硬，有一定承载力，投礁后礁体稳定性较强，对人工鱼礁的稳定性有利。根据《人工鱼礁建设技术规范》与《山东省项目用海控制指标》要求：“增殖固着生物和附着生物为主的资源增殖型人工鱼礁，单位鱼礁的边缘间距不应超过 200m；诱集游泳类生物为主的休闲生态型人工鱼礁，可适当扩大单位鱼礁边缘间距，但最大不应超过 1000m。”

建设区域南北最大距离约 743.8m，东西最大距离约 318.4m，结合工程特点，项目在海域底层投放人工鱼礁，并在上部开展筏式养殖，项目海域水深为 11.6~14.8m，人工鱼礁单体高度为 2m，养殖吊笼顶层离水面 2m，长度约为 1.5~2m，底层距离人工鱼礁大于 8m，能够满足兼养需求，项目整体布局充分利用海域资源，项目的整体布局合理。

7.2.2.2 平面布置合理性分析

（1）人工鱼礁区平面布置合理性分析

1）整体布置合理性分析

受原确权用海范围限制，本项目建设 3 个人工鱼礁位于项目区北侧区域，人工鱼礁范围为 0.9000hm²，距离项目申请用海范围边界的距离为 22m~165.3m，人工鱼礁区养殖品种为海参。海参苗种规格 50 头/斤，密度 900~1200 头/亩，属于“增殖固着生物和附着生物为主的资源增殖型人工鱼礁”，单位鱼礁的布设符合《人工鱼礁建设技术规范》（DB37/T2090-2012）中“增殖固着生物和附着生物为主的资源增殖型人工鱼礁，单位鱼礁

的边缘间距不应超过 200m”的规定。

根据工程附近海域海流观测资料，项目所在海域各潮期涨落潮流流向集中在 WNW-ESE 方向，项目鱼礁群的布设方向与海流方向交叉，能够便于充分利用水流，形成较大的过水断面，促进礁群内营养物质交换作用，并且能够阻碍潮流运动而产生特殊的涡流流场，而滞留更多的鱼类，提高鱼礁区的聚鱼效果。因此，项目人工鱼礁区平面布置符合相关技术规程和项目用海的需求。

2) 单位鱼礁平面布置合理性分析

根据《人工鱼礁建设技术规范》（DB37/T2090-2012），“以增殖牡蛎、藻类等固着生物和鲍鱼、海参等附着生物为目的的资源增殖型人工鱼礁，应使单位鱼礁具有较大的附着面积，宜以投放预制礁或小型单体鱼礁为主，根据水深、潮流等不同，采取平铺、推投或垒投等方式配置”，本项目建设 3 个单位鱼礁为方形混凝土构件礁，主要用于海参增殖，因此，预制人工鱼礁内按垵投放。单位鱼礁共由 12 组尺寸为 8m×16m 的垵型鱼礁组成，横间距为 6m，纵间距为 6m，高度为 4m，形成单个鱼礁规模为 50m×60m，符合技术规范要求。

本项目建设 3 个方形混凝土构件礁，占用海域面积为 0.9000hm²，投放预制礁 15264m³，形成鱼礁规模约 15264 方。鱼礁设置均符合《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T9416-2014）：“资源保护型鱼礁规模大于 3000 空方，增殖型鱼礁不应小于 400 空方”的要求，单位鱼礁平面布置合理。

3) 筏式养殖平面布置合理性分析

根据《海湾扇贝养殖技术规程》（DB37/T618-2006），“划分海区留出航道，浮筏设置方向纵向与水流成 60° 夹角，浮筏长度一般为 50~100m，浮筏行间距约为 20m，笼间距 1.2m”。项目用海范围为多边形，最长边 743.8m、最宽边 318.4m，浮筏带距离项目用海边界均为 30m；海域潮汐方向整体呈 WNW-ESE 方向，浮筏设置方向纵向与水流成 60° 夹角，整体沿南北向设置浮筏带，符合“浮筏设置方向纵向与水流成 60° 夹角”的要求；每行浮筏带浮筏长度为 50~100m，浮筏带设置浮筏，浮筏行间距约为 20m，每条养殖浮筏均匀挂设 40-80 个养殖笼，笼间距为 1.2m，符合规程要求。项目总平面布置是在满足生产工艺要求的前提下，按照有利于生产、方便管理，同时做到尽量减少对海洋生态环境的污染的原则进行。为便于养殖管理，每条浮筏带间距为 20m，用于养殖管理船舶通行，同时为减少养殖过程中贝类排泄物对海洋生态环境的影响，合理控制养殖密度，浮筏行间距约为 20m。另外根据调查和

勘测，项目区主要为 WNW-ESE 向往复流，因此项目浮筏带沿南北向设置，适合扇贝摄食生长，同时充分发挥海水自净能力，经济效益及生态效益良好。

综合以上分析，项目用海平面布置是合理的。

7.3 用海面积合理性分析

7.3.1 用海面积、类型及方式

本项目用海总面积为 26.9900hm²，其中人工鱼礁类透水构筑物用海面积 0.9000hm²，用海类型一级类为渔业用海，二级类为人工鱼礁用海，一级用海方式为构筑物，二级用海方式为透水构筑物；筏式养殖用海面积为 26.0900hm²，用海类型一级类为渔业用海，二级类为开放式养殖用海，一级用海方式为开放式，二级用海方式为开放式养殖。

7.3.2 用海面积计算

7.3.2.1 用海面积的计算方法

本项目面积测算采用 CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影方式，中央子午线为 121° 30′。绘图采用 Arcgis 软件成图，面积量算直接采用该软件面积量算功能，其算法与坐标解析法原理一致。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i （i 为界址点序号），计算各宗海的面积 S（hm²）并转换为 hm²，面积计算公式为：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中，S 为宗海面积（hm²）， x_i 、 y_i 为第 i 个界址点坐标（m）。

依据该项目的平面布置，综合考虑与项目周边开发利用活动对接，采用解析法计算出各项目用海面积及拐点的坐标，绘制该项目的宗海界址图。

7.3.2.2 用海面积的界定依据

《海籍调查规范（HYT 124--2009）》，透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。开放式用海以实际设计或使用的范围为界。

（1）外部宗海界址点确定依据

本项目用海与 2020 年已确权的开放式养殖用海范围保持一致，主要是用海方式的变更，包括人工设施的自然增殖海域以及开放式养殖用海海域，总用海范围界址点与已确权

用海范围保持一致，据此确定项目宗海外部界址点 1~9 坐标，宗海面积为 26.9900hm²。

（2）内部宗海界址点

本项目在用海范围内共布设 3 处人工鱼礁单体，人工鱼礁用海面积的界定以堆石形成的海底人工礁体外缘顶点的连线为界，据此确定内部人工鱼礁单体界址点 10~21，如图 7.3-1 中的折线 10-11-12-13-10，围成的区域为项目人工鱼礁用海范围，人工鱼礁宗海面积为 0.9000hm²。

表 7.3-1 界址点坐标表

项目名称		养马岛杨家庄杨维纲人工鱼礁项目（216）		坐标系		CGCS2000		
投影方式		高斯-克吕格投影		中央经线		121° 30′		
界址点		大地坐标（° ′ ″）		平面坐标（m）		获取方式（√）		
序号	编号	纬度	经度	x（纵向）	y（横向）	实测	推算	引用
1	1							
2	2							
3	3							
4	4							
5	5							
6	6							
7	7							
8	8							
9	9							
10	10							
11	11							
12	12							
13	13							
14	14							
15	15							
16	16							
17	17							
18	18							
19	19							
20	20							
21	21							

本项目最终确定的宗海位置图、宗海界址图和界址点坐标分别见图 7.3-1~图 7.3-2。

图 7.3-1 宗海位置图

图 7.3-2 宗海界址图

7.3.3 用海面积合理性分析

本项目主要为人工鱼礁区建设，业主计划在人工鱼礁区投放海参，海参投苗密度 900~1200 头/亩，根据海参养殖方案，海参养殖面积需求约 2.9 亩；本项目建设的人工鱼礁区由 3 个单位鱼礁组成，位于项目区北侧区域，每个单位礁体占用海域尺寸为 50m×60m，形成鱼礁总规模约 15264 方，人工鱼礁类透水构筑物用海面积 0.9000hm²，计划扇贝筏式养殖，投放扇贝苗 9.4×10^5 粒，扇贝投苗密度为每层吊笼投放 20 粒，浮筏带距离项目用海边界均为 30m，浮筏带间预留 20m 行船通道，每条浮筏的浮绳长度为 50~100m，浮筏行间距约为 20m，每条养殖浮筏均匀挂设养殖笼 40~80 个，根据扇贝的生长、生活习性、轮养方案等，计算得出养殖面积需求约 26.0900hm²。项目用海面积满足用海需求。宗海界定准确，最终确定本项目用海面积为 26.9900hm²，项目用海面积合理。

（1）人工鱼礁用海面积合理性分析

本项目建设 3 个单位鱼礁，鱼礁规模为 15264 空方。每组垄型鱼礁底部宽 8m，长为 16m，高约 4m，横间距为 6m，纵间距 6m，形成单个鱼礁规模为 5088 空方的人工鱼礁区。因此，本项目中单位鱼礁排列间距、单位鱼礁规模与及鱼礁群的总规模符合《人工鱼礁建设技术规范》（SCT9416-2014）的要求。每个单位鱼礁占地面积为 0.3000hm²，经设计单位提供的坐标解析量算，3 个单位鱼礁组成的人工鱼礁区用海面积为 0.9000hm²，用海面积合理。

（2）开放式养殖用海面积合理性分析

本项目共建设 3 个单位鱼礁，单位鱼礁纵向间距约 45.6m~59.5m，横向间距为 30.5m。单位鱼礁之间海域及单位鱼礁至宗海边界之间的海域作为本项目开放式养殖用海区，筏式养殖区内设两个浮筏带，中间预留 30m 的养殖航道，浮筏行间距约为 20m，筏式养殖用海面积 26.0900hm²，项目用海面积满足用海需求。结合人工鱼礁开展渔业资源增殖与养护，用海面积为 26.9900hm²，用海面积合理。

项目用海范围与已确权用海范围保持一致，在满足用海需求的同时，养殖区浮筏的外边界与用海边界保持 20~30m 的距离，满足《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中对筏式养殖用海的界定要求，宗海界定准确，最终确定本项目用海面积为 26.9900hm²，项目用海面积合理。

综上所述，本项目人工鱼礁（透水构筑物）用海面积 0.9000hm²，开放式养殖用海面积为 26.0900hm²，项目申请总用海面积为 26.9900hm²，用海面积合理。

7.4 用海期限合理性分析

用海期限分析考虑的因素主要有工程设计使用寿命、业主的用海要求、海域使用权最高期限等，而用海期限的最终确定还应通过项目用海与海洋政策、利益相关者和海域资源环境状况等因素的关系分析后确定。

依据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

项目用海类型为渔业用海，项目结构设计基准期为 15 年，结合原海域使用证书（不动产权证书）用海期限，用海单位拟申请用海期限为 5 年，到期后申请续期。按照《中华人民共和国海域使用管理法》规定，该类用海海域使用权最高期限为 15 年。综合项目结构设计基准和原海域使用证书（不动产权证书）用海期限，申请用海期限是合理的。

当海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，可在期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。

8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》中对相应海洋功能区的环保要求，制定区划实施对策措施如下：

1) 保证工程用海与海洋功能区划的一致性

项目位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域，根据《山东省海洋功能区划(2011~2020年)》和《烟台市海洋功能区划》，农渔业功能是项目所在海域的主导功能，建设单位应严格执行山东省海洋功能区划和烟台市海洋功能区划，不得擅自改变海域用途或从事与海洋功能区划不相符的开发活动。

2) 维护项目用海的使用功能

项目用海过程中应注意维护海域的功能，业主在建设及营运过程中应严格执行制定的各种防范措施，避免采用可能严重损毁海洋功能的开发利用方式；根据功能区监测与评价结果，针对海洋功能损毁的成因及趋势，对海洋开发利用方式进行适当调整，修复并维护应有的海洋功能，如遇海洋功能遭受严重损毁，且无有效的修复办法等评价结论，应妥善终止项目用海。

3) 维护港口用海的使用功能

项目用海过程中应注意维护港口用海的功能，项目施工期造礁作业要严格按照相关的规范进行操作和管理，尽量避免礁体坠落、散落等工程事故的发生；项目运营期要制定人工鱼礁监测管理计划，定期对人工鱼礁区进行水下监测，防止因巨浪、风暴潮等自然原因或其他人为原因导致的礁体移动、漂移至附近航道影响通航等事故的发生。一旦发生以上事故，要及时采取补救办法，及时清理航道，保证港口航运区的使用功能。

4) 保障保护区用海安全

项目用海生态保护重点目标为附近海水养殖区和保护区。项目施工期造礁作业要严格按照相关的规范进行操作，最大限度减小悬浮泥沙的扩散影响范围，保证保护区和养殖区内海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。项目运营期要制定监测计划，定期对礁区水质、沉积物和海洋生物质量进行监测，保证人工鱼礁不会危害保护区的用海安全。

8.2 开发协调对策措施

为了保障周边养殖户的利益和本项目的顺利实施，建设单位应注意选择天气好、风浪较小的天气，并尽量在海流较小的时间段投放鱼礁，以尽量避免施工作业对周边养殖区的影响。施工期间，建设单位应密切关注施工对海洋环境的影响，加强工程建设对海洋环境影响跟踪监测，发现对周边养殖区有影响时应立即停止施工，对其养殖区产生损害时，应根据实事求是的原则确定损害程度，进行相应的补偿。在施工期间注意加强与相关养殖户的沟通。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 风暴潮灾害防范与应急措施

为切实做好防风暴潮工作，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。

8.3.2 赤潮、绿潮灾害防范与应急措施

为减轻赤潮、绿潮灾害所造成的重大生态破坏及经济损失，养殖户及地方政府重点关注以下防范与应急措施：

（1）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。

（2）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放入海。

（3）减缓海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。

（4）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。

8.3.3 工程事故预防措施

8.3.3.1 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，对应急反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）应急响应程序

①应急响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。

8.3.3.2 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。

8.3.3.3 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，负责日常安全生产的工作，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。

8.3.4 海水养殖病害预防措施

解决海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。

8.3.5 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、应急无线电示位标或公众通信网(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。

8.3.6 水质恶化的防范与应急措施

（1）科学制定增殖放流计划，合理确定项目自然增殖渔业资源种类、密度，优化海域生态环境，增强项目海域生物种群应对外界环境扰动的能力。

（2）加强项目海域的水质监测工作，应委托有资质的监测单位定期对养殖区水质、沉积物等进行监测，并对外侧海域水质监测工作协同开展，数据共享。

（3）局部海域若发生水体污染，应马上查找污染源，及时采取补救措施，将污染面积控制在最小范围并采取措施有效处理。

（4）夏季高温时期应重点关注海水溶解氧含量，必要时采取加密监测的措施，结合在线监测浮标、海洋环保志愿者测报数据，及时掌握区域养殖环境状况，如出现海水低容解氧警报，应及时采取提前捕捞、人工加氧等措施，预防养殖品种缺氧死亡。

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 海域使用跟踪和监控

（1）海域使用面积跟踪和监控

1）建设单位要确实按照批准的用海范围界址、面积实施工程用海，严禁超范围用海和随意改变用海活动范围的现象，并接受海洋行政主管部门对所使用的海域面积进行跟踪和监控，施工期应定期不定期检查工程建设是否遵循海域使用界限。在施工过程中，应严格按照批复的界址、面积和用途施工，认真执行国家有关技术标准和规范；避免施工对其它船舶的安全产生不利影响。

2）要加强对施工活动范围等的跟踪和监控，不得影响其它用海，严禁超范围施工。

3）在工程完工后，应立即进行海籍测量，再一次确认海域使用范围和界限，并确定海域使用用途，对于没有按照要求进行用海的，应责令其停止作业活动。海域使用权人不得擅自改变经批准的海域使用位置、用途、面利期限，并接受监督管理。

（2）施工方式、工程进展跟踪和监控施工中应明确和限制作业活动范围，使其按照规定的线路运输和作业。

（3）海域使用用途的跟踪和监控需严格按照港区规划及相关设计方案进行施工作业，同时在建成后按照海洋功能区划、港区规划等的相关要求进行海域使用，并确定海域使用用途。根据《海域使用管理法》，“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准”。海洋行政主管部门应对本工程海域使用的性质进行监督检查。

（4）海域使用管理

1）根据法律法规和海洋行政主管部门的要求，定期或不定期向主管机关报告海域使用情况和所使用海域自然资源、自然条件和环境状况，当所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应及时报告海洋行政主管部门。

2）根据《中华人民共和国海域使用管理法》和《山东省海域使用金征收使用管理暂行办法》等有关法律法规和文件的规定，按时缴纳海域使用金。并根据《海域使用权登记办法》的通知要求，在规定时间内到县级以上人民政府海洋行政主管部门办理使用海域，并报有批准权的人民政府批准。

3）应积极配合海洋行政主管部门的监督管理。同时，确定联络人定期与海洋行政主管部门进行联系沟通，及时提交有关审批文件和你单位的监管记录。

①工程施工前 15 日内，将施工计划报告山东省海洋局审查、备案。提供海域使用论证报告、施工计划书、各类施工合同。

②工程开工后，每两个月向山东省海洋局提交一次工程进度报告、监理记录。施工过程中若变更承包单位或施工单位应当及时告知海洋行政主管部门。工程进度报告信息必须真实准确，其中应详细记录工程进度及建设单位的意见、建议。

4）海域使用权到期后，建设单位如需要继续使用该海域，应当最迟于期限届满前两个月向海洋主管部门申请续期，获准后方可继续用海。

8.4.2 海域使用过程中的环境监控措施

8.4.2.1 环境监测措施

在该项目启动和用海过程中，主管部门应核查本项目用海位置和面积，并对该项目审批后的用海情况进行全程监督管理，避免该工程影响其它海洋功能区的开发利用。作为项目单位，在用海期间，如发现所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时，应及时报告海洋行政主管部门，以维护国家海域所有权和周边海洋产业海域使用者的合法权益。

项目施工前，应认真研究有关的地质勘察、海流、水深等资料，优化施工方案。对可能发生不利影响因素的范围与程度进行评估，制定监测与应对措施，必要时与施工管理部门协商，将施工进度及作业面等作相应的变通。工程施工过程中，会造成悬浮物增加与扩散，从而造成海水水质污染，因此应对附近水域定期进行水质监测（悬浮物、石油类、COD、重金属、无机氮、活性磷酸盐等）。对环境监测反馈的信息进行科学分析，为海洋行政主管部门提供管理决策依据。

- 1) 人工鱼礁施工期严格按照要求进行施工，运营期内对鱼礁群进行监测和管理；
- 2) 定期对项目所在海域进行动态监测，及时掌握用海状况，以便及时采取有效措施改善环境；
- 3) 避免工程的施工船舶对其它船舶的安全产生不利的影响；
- 4) 突发性事故将造成水质严重污染，这一潜在危害应当引起重视；
- 5) 建设单位应预防风暴潮等用海风险预案，并制定相应的防治措施。因此，应在管理上制定严格的措施，高度警惕，力争杜绝事故的发生。

8.4.2.2 环境监测

计划业主应定期对养殖区的水质进行监测，保证水质条件满足养殖需求，在投礁以后，要定期水下观察礁体是否移位、下陷或损坏。

8.4.3 跟踪监测方案

（1）施工期监测计划

①海洋水质监测计划

监测站位：在本项目及周边海域共布设 6 个调查站位，分别布置在项目四周。见图 8.4-1，表 8.4-1。

监测项目：COD、无机氮、磷酸盐、悬浮物、油类等。

监测频率：施工前、施工期和施工后各监测一次。发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》和《海水水质标准》的有关规定方法进行。

②沉积物的监测计划

监测站位：与水质站位相同。

监测项目：有机碳、石油类、重金属。

监测频率：施工前、施工期和施工后各监测一次。发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的海洋环境监测单位承担，按照《海洋监测规范》（2007）和《海洋沉积物质量》的有关规定方法进行。

③洋生态监测计划

监测站位：与水质站位相同。

监测项目：浮游动物、浮游植物、底栖生物。

监测频率：施工前、施工期和施工后各监测一次。发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施。

监测方法：监测工作应委托当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

④监测数据的管理

施工期由受委托监测站根据工程施工进度按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地环保部门和海洋行政主管部门，以便采取相应的对策措施；同时每年要将工程施工的环境监测结果编制年度监测报告。

（2）运营期监测计划

①海洋水质监测计划

监测站位：监测站位：在本项目及周边海域共布设 6 个调查站位，分别布置在项目四周。见图 8.4-1，表 8.4-1。

监测项目：COD、无机氮、磷酸盐、悬浮物、油类等。

监测频率：每年监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大或减小监测频率。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》（2007）和《海水水质标准》的有关规定方法进行。

②沉积物的监测计划

监测站位：与水质站位相同。

监测项目：有机碳、石油类、重金属。

监测频率：两年监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大或减小监测频率。

监测方法：采样监测工作由当地有资质的环保监测单位承担，按照《海洋监测规范》(2007)和《海洋沉积物质量》的有关规定方法进行。

③海洋生物监测计划

监测站位：与水质站位相同。

监测项目：浮游动物、浮游植物、底栖生物。

监测频率：每年监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大或减小监测频率。

监测方法：监测工作应委托有资质的监测单位承担，按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（3）应急监测计划

①海水水质监测

监测点布设：受溢油或其它事故影响的海域。

监测内容：油类、悬浮物、COD、无机氮、粪大肠菌群。

监测频次：根据污染程度，能反映所污染海域的海水水质和生态污染程度。海洋沉积物监测监测点布设：受溢油或其它事故影响的海域。监测内容：石油类。

监测频次：根据污染程度，能反映所污染海域的海水水质和生态污染程度。

②海洋生态监测

监测点布设：受溢油或其它事故影响的海域。

监测内容：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物体质量。

监测频次：根据污染程度，能反映所污染海域的海水水质和生态污染程度。按常规环境监测要求，监测人员应专门培训，经考核取得合格证书持证书上岗，监测采样和分析方法海洋环境基本要素监测的导航定位设备采用全球定位（GPS）或差分全球定位系统（DGPS），监测单位应制定采样操作程序，防治采样沾污，并对所采集的样品进行相关处理妥善贮存；室内分析应选定适当的检测方法保证检测质量。

图 8.4-1 环境跟踪监测站位布置图

表 8.4-1 环境跟踪监测站位坐标表

监测站位	纬度	经度
------	----	----

S1		
S2		
S3		
S4		
S5		
S6		

8.5 生态用海分析

本项目为渔业养殖用海，用海方式为透水构筑物及开放式养殖，项目不占用海岸线、滨海湿地，距离海岛较远，无需进行岸线修复、滨海湿地修复和无居民海岛生态修复。本项目不属于《围填海工程生态建设技术指南（试）》适用范围，本节根据工程特点进行简单的生态用海分析，参考《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，本项目生态修复措施为海洋生物资源恢复。

参考《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，涉及海洋生物资源恢复的，应重点关注围填海造成的资源损失，通过大型藻类种植、增殖放流、人工鱼礁投放等措施，提高海洋生物资源总量和生物多样性。

（1）施工期的生态保护措施

施工期人工鱼礁应严格按照确定的用海范围进行布放，选择风浪较小的天气施工，施工方式采用吊放的形式，以减少对海底的扰动，减少施工期产生的悬浮泥沙对海洋生态环境的影响。施工期应严格管理，禁止向海域中排放污水和垃圾，避免破坏海洋生态环境。

（2）运营期的生态保护措施

运营期应采用先进的养殖工艺，本项目建设人工鱼礁区，并进行海珍品和贝类的增殖放流，项目建设后，人工礁体提供镂空结构可以作为幼鱼的隐蔽庇护场所，同时可以净化水质、减轻海水富营养化程度，从而达到改善海洋生物栖息环境，增殖渔业资源的效果；通过海参等增殖放流，增加区域生物量，达到提高海洋生物资源和改善生态环境的目的。本项目养殖品种可选择本报告推荐的养殖品种，亦可选择海域现有的品种进行生态养殖。

（3）生态修复措施

项目施工过程中对海洋自然资源造成一定耗损，本项目通过人工鱼礁建设自然增殖海

域生物资源，在一定程度上可恢复海域生物资源数量。根据《山东省渔业资源修复行动渔业资源增殖项目管理办法》，建设单位可计划采取海洋生物资源增殖放流方式，对海洋生态环境和渔业资源进行修复。结合牟平市增殖放流工作实际，适时开展增殖放流。

综合以上分析，项目施工及运营期各项污染防治对策措施能较好的降低对海洋生态环境的影响，项目建设对海洋生态影响较小，同时项目用海符合《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》、《烟台市海洋功能区划（2013-2020）》、《威海市海洋功能区划（2013-2020）》、《山东省“三区三线”划定成果》等相关规划的要求。因此，项目用海符合生态用海的相关要求。

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

项目位于烟台市牟平区养马岛杨家庄村外海海域，建设单位拟在已确权养马岛杨家庄杨维纲人工鱼礁项目（216）内进行人工鱼礁建设。在项目区靠北侧位置建设 3 个垄式人工鱼礁，为预制鱼礁，形成单个鱼礁规模为 $50\text{m} \times 60\text{m}$ ，礁体单元高度为 2m，共投放礁体 15264 m^3 ；筏式养殖区采用全开放式筏式笼养的方式，筏架沿南北向进行布设，筏式养殖区与项目用海边界之间预留 20m 的宽度，便于养殖管理，同时作为养殖区的缓冲保护区；每条浮筏的浮绳长度为 50~100m，浮筏行间距约为 20m，共设置浮筏 85 条；每条养殖浮筏均匀挂设养殖笼，养殖笼之间间距为 1.2m。

本项目通过设置人工鱼礁和筏式养殖的方式增养殖海参，利用物理与生物相结合的方法与技术，修复海域生态环境，恢复海洋渔业资源，带动养殖产业发展。项目运营期间，工作人员 4 人，项目总投资越 350 万元，工期 12 个月。

项目用海总面积 26.9900 hm^2 ，其中人工鱼礁用海面积为 0.9000 hm^2 ，用海类型一级类为渔业用海，二级类为人工鱼礁用海，一级用海方式为构筑物，二级用海方式为透水构筑物；申请用海期限为 5 年。本项目占用自然岸线长度为 0 米，占用人工岸线长度为 0 米，建成后新形成有效人工岸线 0 米。

9.1.2 项目用海必要性结论

建设人工鱼礁是“海上粮仓”等战略部署的重要内容，山东省人民政府把建设海洋牧场建设工程列为五大重点工程之一，把海洋牧场打造成为“海上粮仓”建设核心区，以海洋牧场建设为载体，重建水域生态环境，补充水生生物资源，提高水域渔业生产力，充分发挥海洋牧场建设生态效应，改善海洋生态环境，增殖和优化渔业资源和保护生物多样性等均具有重大的战略意义和深远的历史意义。推进海洋牧场建设，紧跟国家渔业生产和管理模式的转变，是适应现代渔业发展的必然选择。建设海洋牧场基地是履行国家事权重要体现，也是为我国水产种质资源保护区建设探索新路的重要手段。

人工鱼礁具有改善生态环境、保护及诱集鱼类、大大丰富海洋生态环境多样性的功能。海上人工鱼礁的建设将有效保护海洋生物多样性，促进渔业资源的永续利用，使海洋渔业

资源得到恢复和保护，实现海洋渔业经济的可持续发展。

本工程建设区域位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域，该地区交通便利，是烟台市未来发展的重要海岸线。本工程的建设，可以有效维护当地生态系统健康，建设新的区域经济增长点，推动烟台市的经济、社会和环境的协调可持续发展。

因此。本工程的建设能改善海洋生态环境，修复海洋渔业资源，同时能带动牟平渔业发展，经济效益、社会效益和生态效益显著，本工程的建设是非常必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

根据水动力数值模拟结果表明，本项目建设不会对水文动力环境、冲淤环境、水质环境、海洋生态环境等方面产生影响。通过设置人工鱼礁可改善海底环境，使生产力较低、鱼类较少的泥砂底环境变成生产力高、鱼类较多的岩礁环境，补充近海鱼场的生物资源量。项目建成后将改善海洋生态环境，促进海洋生物的增殖，有利于鱼类摄食、滞留和聚集。通过“海洋牧场”项目建设，能够改善海域海洋环境，人为营造动、植物良好的生态环境，为鱼类等浮游动物提供繁殖、生长发育、索饵等的栖息场所，达到保护增殖和提高渔获量的目的。实现高生物量水平的生态平衡，并辐射优化周边海区环境，保障浅海养殖业可持续发展。

工程建设占用了海域资源，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SCT9110-2007）计算，本项目共造成浮游植物损失量为 2.264×10^{10} 个，浮游动物损失量为 37.37kg，底栖生物损失量为 10.71kg，鱼卵损失量为 4.52×10^4 粒，仔稚鱼损失量为 5.524×10^4 尾，渔业资源成体 470 尾。对造成生物生态的损失应采用增殖放流的方法进行恢复和补偿，具体的投放站位、物种、数量和时间应与当地渔业部门协商确定。

9.1.4 海域开发利用协调分析

项目施工过程中对水质产生的影响主要为礁体投放过程中产生的悬浮泥沙，根据悬浮泥沙扩散数值模拟结果显示，部分悬浮泥沙会扩散到养马岛杨家庄杨倩颖筏式养殖区（548）N、养马岛杨家庄王思雅筏式养殖区（438）E、养马岛杨家庄王春梅筏式养殖区（269）E、养马岛杨家庄曲晓燕筏式养殖区（002-1）W、养马岛杨家庄张正茂筏式养殖区（002-2）内，会对筏式养殖产生一定影响；筏架布设可能会对养马岛杨家庄杨维祥筏式养殖区（369）S 产生一定影响。。项目建设单位已与利益相关者杨倩颖、王思雅、王春梅、曲晓燕、张正茂、杨维祥进行了协商，同意本项目建设，并签署了相关协议。建议建设单位在施工前将

本项目的施工进度、施工安排和施工范围等相关信息及时通知周边养殖业户，并在施工中采取相应措施，最大限度减小悬浮泥沙对周边养殖区的影响。

项目用海区近距离内没有国防设施，项目建设和运营不会对国家权益、国防安全产生影响。

9.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

项目进行人工鱼礁及筏式养殖建设，用海符合《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》、《山东省“三区三线”划定成果》、《山东省人工鱼礁规划（2014-2020 年）》等相关规划要求。项目施工过程中严格执行有关环境保护标准，防止污染事故发生，既不会对本海洋功能区产生影响又不会影响周边功能区的海洋功能的发挥。同时，项目建成后利于改善海洋生态环境，实现渔业增收，调整渔业产业结构，同时利于推动渔业休闲功能的发挥，能够修复渔业资源、改善海洋环境。

9.1.6 项目用海合理性分析

项目位于牟平区养马岛杨家庄村外海海域。该区域生态环境良好、有良好的政策支持；项目选址区域水深、水流速度、底质等条件基本满足《山东省渔业资源修复行动计划人工鱼礁项目技术规程》（试行）要求；选址海域附近分布主要为海水养殖区，与其他用海活动相适宜。项目选址合理。

项目采用透水构筑物的用海方式进行人工鱼礁建设，该用海方式对附近海域的生态环境、自然属性等影响较小，且能够集约使用海洋资源。本项目共建设 3 个单位鱼礁，单位鱼礁排列间距、规模与及鱼礁群的总规模符合《山东省渔业资源修复行动计划人工鱼礁项目技术规程》（试行）的要求。项目用海方式与平面布置合理。筏式养殖区采用全开放式筏式笼养的方式，筏架沿南北向进行布设，筏式养殖区与项目用海边界之间预留 20m 的宽度，便于养殖管理，同时作为养殖区的缓冲保护区，满足《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中对筏式养殖用海的界定要求，符合《海湾扇贝养殖技术规程》（DB37/T618-2006）的要求。

本着节约用海和切合实际需求的原则，项目用海总面积 26.9900hm²，其中，人工鱼礁申请用海 0.9000hm²，开放式养殖申请用海 26.0900hm²，用海面积合理。

本项目申请用海期限为 5 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，项目用海期限合理。

9.1.7 项目用海可行性结论

本项目用海符合《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《烟台市海洋功能区划（2013-2020 年）》等相关规划的管控要求，符合《山东省“三区三线”划定成果》。工程与周边自然环境和社会条件适宜，选址合理，用海方式合理，用海面积合理。只要采取积极的防护措施，科学施工，加强管理，对周边用海活动不会产生明显影响，对海洋环境、资源的不利影响较小。项目的建设利于修复海洋渔业资源、优化海域生态环境。因此，该项目用海可行。

9.2 建议

本项目的实施不仅可使海洋生态环境得到修复，而且有利于促进烟台市的经济发展，从海洋环境质量现状调查与评价结论及环境影响预测结论可知，在该项目环保设施建设和环保对策得以全面实施的前提下，该项目对环境的影响较小，能够满足功能区环境质量标准要求，且有些影响随项目施工期的结束而消除。因此要在施工期严格落实污染防治和生态环境保护措施，在运营期切实做好环境监测计划，严格执行污染防治措施，将事故风险概率降到最低。具体从以下几方面考虑：

（1）在工程施工前，建设单位应认真设计科学的施工工艺，使工程完全在已批准的海域使用范围内进行，确保本项目施工的科学、合理性。

（2）如遇到大风大浪天气，应停止作业，以尽可能减轻施工作业所引起的附近水域悬浮物浓度增量，减少对海洋生物资源和毗邻海洋功能区的影响。

（3）工程施工期间应加强环保管理和海域使用监察工作，进行毗邻海域海洋环境要素的监视、监测工作，避免危及周边海域。

（4）严格按照既定的施工工艺进行施工作业，建立切实可行的安全措施，最大限度减小施工对海域环境的影响。

（5）项目建设期及运营期应加强与周边用海项目的协调，尽量减少对周边项目的影响，避免由于船舶及人员调度不当产生纠纷。

（6）礁体吊放施工应避开周边筏式养殖项目的养殖期，选在扇贝采收后进行施工，避免对其养殖活动产生影响。

（7）在项目施工前，采购的土石方应经有资质的单位监测，土石方成分应稳定、无毒无害、不含放射性物质和易浸溶重金属成分，围填海物质符合《围填海工程填充物质成分

限制》（GB30736-2014）中相关要求，方可用于施工，避免对海洋环境产生不利影响。

（8）在对礁体位置情况跟踪监测过程中，如发现礁体存在位移、沉陷的情况，应及时分析产生原因，并采取相应的措施，避免位移、沉陷的继续发生。

资料来源说明

[1]工程地质地貌，引自《银礁海洋牧场本底调查技术报告》，山东省第三地质矿产勘查院，2020年12月；

[2]《大窑南吕城潘书强人工鱼礁项目（073-3）海域使用论证报告书》，青岛博研海洋环境科技有限公司

[3]《牟平区北部开放式养殖用海项目整体海域使用论证报告书》（报批稿），青岛博研海洋环境科技有限公司；

[4]《山东省牟平北部海域国家级海洋牧场示范区建设项目实施方案》，山东省水产设计院，2017年6月；

[5]《2020年烟台市国民经济和社会发展统计公报》，烟台市统计局，2020年3月。
《2021年烟台市牟平区政府工作报告》，2021年2月。

附件 1 现场勘查记录表

现场勘查记录表

项目名称	养马岛杨家庄杨维纲人工鱼礁项目（216）		
勘查人员	夏松健	勘查责任单位	山东迈德地理信息有限公司
勘查时间	2023 年 02 月	勘查地点	牟平区养马岛杨家庄村外海海域
勘查内容 简述	1、资料收集 2、海域开发利用现状调查（主要包括项目周边的水产种质资源保护区、养殖区、人工鱼礁区等海域开发活动的规模、面积、用海方式等）； 3、海域权属和利益相关者调查。		
现场照片			
项目负责 人	刘文婷	技术负责人	张明

附件 2 开展论证通知

略

附件 3 不动产权证资料

略

附件 4 相关利益者协议

略

附件 5 海域使用论证单位内审意见及修改说明

略