

龙口市海洋环境质量达标规划

青岛博研海洋环境科技有限公司

二零二零年六月

委托单位：烟台市生态环境局龙口分局

编制单位：青岛博研海洋环境科技有限公司

项目负责人：路建安

联系电话： 0532-66781882

技术负责人：张 伟

编写人员名单表：

姓名	专业	职称	负责工作
张 伟	海洋地质	高级工程师	报告审核
路建安	石油工程	高级工程师	报告编写
蔡伟伟	环境科学	工程师	报告编写
陈文良	海洋测绘	工程师	现场调查和测量

参加人员：姜胜辉、刘爱江、尹砚军

目 录

前 言	1
1 总体思路与目标	2
1.1 总体思路	2
1.2 规划范围	2
1.3 编制依据	2
1.4 主要目标	3
2 龙口市概况	4
2.1 区域位置	4
2.2 自然环境概况	5
2.3 社会环境概况	13
3 近岸海域开发利用现状	18
3.1 龙口市近岸海域使用现状	18
3.2 面临的形势和问题	20
4 海洋环境质量现状	21
4.1 海水水质现状	22
4.2 海洋沉积物质量现状	30
4.3 海洋生态	33
4.4 海流现状调查与评价	44
5 污染源及排放量分析	66
5.1 面临的形势与问题	66
5.2 水污染排放情况	68
6 海洋功能区划、近岸海域环境功能区划等相关规划	76
6.1 《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》	76
6.2 《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020年）》	79
6.3 《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》	80
6.4 《龙口市海域使用规划（2013-2020年）》	83

7 海洋环境跟踪监测方案.....	84
8 达标方案	86
8.1 目标要求	86
8.2 治理措施	86
9 保障措施	99
10 建议	101

前 言

为切实改善海洋生态环境，加强近岸海域环境污染防治工作，严格控制陆源污染物直排入海，确保龙口市近岸海域水环境质量安全，保证区域水质稳定达标，按照《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17号）、国家10部委《关于印发近岸海域污染防治方案的通知》（环办水体函〔2017〕430号）、《山东省落实〈水污染防治行动计划〉实施方案》、《山东省人民政府办公厅关于印发山东省打好渤海区域环境综合治理攻坚战作战方案的通知》（鲁政办字〔2019〕29号）、《烟台市人民政府办公室关于印发烟台市打好渤海区域环境综合治理攻坚战作战实施方案和烟台市渤海地区入海排污口排查整治专项行动工作方案的通知》（烟政办字〔2019〕17号）等文件要求，结合龙口市实际情况，制定龙口市海洋环境质量达标方案。

龙口市海域主要开发利用活动包括渔业用海、工业用海、交通运输用海、旅游娱乐用海、造地工程用海、特殊用海6类用海类型，总用海面积约164.39平方公里，占规划范围内海域面积的18.21%。全市现有龙口市玉龙纸业有限公司、龙口市第二污水处理厂、龙口市污水处理厂、龙口市黄水河污水处理厂四个污水排放口，近岸有黄水河、泳汶河、北马南河、八里沙河等23条河流入海。

目前，随着龙口市经济快速发展城镇化率进程加快，近岸海域污染防治压力日益增加，部分海域环境质量不符合所在功能区的环境质量标准要求，存在海水水质超标的情况。在海洋资源开发利用过程中，面临海水养殖与旅游资源冲突、海洋开发方式粗放、产业结构不够合理、海洋开发活动缺乏宏观指导等问题。海洋环境产生影响的主要原因包括河流带来的陆域污染物、排污企业的污水排放、不规范海水养殖等。

为持续改进龙口市近岸海域环境质量，烟台市生态环境局龙口分局委托青岛博研海洋环境科技有限公司编制龙口市海洋环境质量达标规划。通过近岸环境整治，减少入海污染物排放量，对排放入河、入海的企业实施污染物排放总量控制，禁止违规围海堤坝建设，制定环境跟踪监测方案，进行环境容量研究等措施，以改善龙口市海洋环境质量，海洋环境质量达到所在功能区的环境质量标准要求。

1 总体思路与目标

1.1 总体思路

加强源头防控，协同治理。深入开展近岸海域污染源摸底排查工作，全面掌握龙口市入海排污口（包括入海河流）基本信息及污染现状、环境监管情况等，控制污染物入海总量，深刻剖析入海排污口（包括入海河流）存在的问题，提出相关对策措施。

严格控制围填海规模，禁止不合理的违规围海堤坝建设，保护近岸海域自然岸线，改善区域的水动力环境，提高海域自净能力；合理控制养殖规模，结合区域水质、水动力条件确定养殖规模和范围；以加强执法力度与提高应急能力为重点，提高海洋环境风险防范和应急处置能力，使近岸海域生态环境质量逐步改善。为持续改善龙口市近岸海域环境质量、打造绿色可持续的海洋生态环境奠定坚实基础。

1.2 规划范围

规划范围：龙口市全市海域，自海岸线向海大约 12 海里，规划海域总面积 902.75km²。

规划基准年：2019 年；**规划目标年：**2024 年。

1.3 编制依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 5 日）
- (3) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月 1 日）
- (4) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日）
- (5) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17 号）
- (6) 《近岸海域污染防治方案》（环办水体函〔2017〕430 号）
- (7) 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）
- (8) 《关于印发近岸海域污染防治方案的通知》（环办水体函〔2017〕430

号)

(9)《渤海综合治理攻坚战行动计划》(环海洋〔2018〕158号)

(10)《山东省海洋环境保护条例》(2018年11月30日修订)

(11)《山东省海域使用管理条例》(2015年7月24日修正)

(12)《山东省全面实行湾长制工作方案》(鲁厅字〔2018〕50号)

(13)《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》(国函〔2012〕165号)

(14)《山东省渤海海洋生态红线区划定方案(2013-2020年)》(鲁政办发〔2013〕39号)

(15)《山东省生态环境保护“十三五”规划》(鲁政发〔2017〕10号)

(16)《山东省海洋主体功能区规划》(鲁政发〔2017〕22号)

(17)《山东省打好渤海区域环境综合治理攻坚战作战方案》(鲁政办字〔2019〕29号)

(18)《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》(鲁环函〔2016〕472号)

(19)《山东省近岸海域污染防治实施方案》(鲁环发〔2017〕334号)

(20)《山东省海洋生态环境保护规划(2018-2020年)》(鲁环发〔2019〕50号)

(21)《烟台市全面实施湾长制工作方案》(2019年)

(22)《烟台市渤海区域环境综合治理攻坚作战方案》(2019年)

1.4 主要目标

近岸海域水质稳中趋好,水质优良(一、二类水质)比例达到省考核目标要求。入海河流水质持续改善,劣V类水体明显减少,达到烟台市水污染防治目标责任书确定的目标。

通过采取相关措施,实现龙口入海水质持续改进,海源污染物入海总量逐年削减,龙口海洋环境质量稳中趋好的目标。



图 2.1-1b 龙口市地理位置图

2.2 自然环境概况

2.2.1 气象条件

本次将采用烟台海洋站 1998-2007 年观测资料作统计分析。

(1) 气温

年平均气温：12.9℃

平均最高气温：30.1℃

平均最低气温：- 10.1℃

极端最高气温：38.2℃

极端最低气温：- 17.1℃

(2) 降水

年平均降水量：451.1mm

年最大降水量：616.7mm

一日最大降水量：97.4mm（2005年8月8日）

年平均降水量日数为92.2天

降水强度 \geq 中雨年降水日数为10.6天

降水强度 \geq 大雨年降水日数为3.3天

降水强度 \geq 暴雨年降水日数为0.9天

（3）风况

根据龙口气象站共43年历年最大风速观测资料，其中1957~1970年为4次定时2min平均最大值，1971~2000年为自记十分钟平均最大值，计算时首先根据《电力工程气象勘测技术规程》，将1958~1970年4次定时2min平均最大风速换算为自记十分钟平均最大风速，然后采用极值I型法统计计算，求得百年一遇10m高10min平均最大风速为34.4m/s，相应风压为0.74kN/m²；五十年一遇10m高10min平均最大风速为31.7m/s，相应风压为0.63kN/m²。

累年平均风速为4m/s；

累年全年主导风向为S，相应的频率为19%；

累年冬季主导风向为S，相应的频率为13%；

累年夏季主导风向为S，相应的频率为22%。

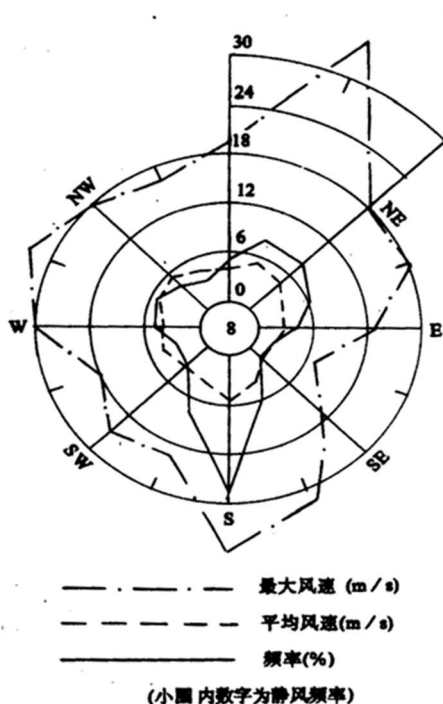


图 2.2-1 龙口市平均风速玫瑰图（1957-2000）

(4) 雾况

龙口市主要为辐射雾, 次为平流雾, 该海区的雾持续时间一般在 4 小时以下, 出现次数很少。年平均雾日数 8.9 天, 最多年份 17 天(1976 年), 最少年份 3 天(1969 年)。冬、春季节(11 月至次年 4 月)平均每月 0.7~1.3 天。其余月份 ≤ 0.5 天。历年月最多雾日数 7 天, 发生在 1、2 月份。

(5) 相对湿度

年平均相对湿度 65%至 70%, 7、8 两月相对湿度较大, 月平均在 80%左右, 1 至 6 月较小, 各月都小于 70%, 其中 5 月最小, 月平均在 55-62%。多年最小相对湿度为零。

2.2.2 海洋水文

(1) 海水物理特征

1) 海水温度

莱州湾近岸水浅而且临近陆地, 春季水温回升快而且早, 5 月份表层水温 15~20.5℃, 平均为 18.5℃。海域等温线走向大致与海岸线平行, 分布形式为南高北低, 东高西低。最高温度出现在 8 月份, 平均为 27.2℃, 极值为 28.6℃, 南区明显高于北区。10 月份表层水温 16.0~22.6℃, 平均为 18.4℃, 低温出现在 1 月份, 极值为-2℃。

2) 海水盐度

盐度分布主要受蒸发、降水、海流和潮汐效应等要素的影响, 季节变化明显, 5 月份海区盐度一般在 29.6~31.9, 平均为 30.8, 南部区域等盐线与岸线平行, 盐度由近岸区向离岸区递减。8 月份盐度在 28.8~32.5 左右, 10 月份平均为 30.2。

(2) 波浪

莱州湾海区的波浪以风浪为主, 从各向风频率来看, SSE 向最大, 为 18%, S 向次之, 为 11%。但是, 这两个方向为陆地和浅滩, 不会出现大的波浪。偏北方向(NNW、N、NNE)三个方向风的频率之和高达 24%, 远高于其它方向, 所以, 土山的常浪向为偏北向。从各向风的最大风速来看, W、NNW、NNE 和 NE 四个方向均为 23m/s。由于位于莱州湾南端, 北侧为开敞海域, 来自北向的风浪, 风区较长, 没有任何阻挡, 为土山的强浪向。

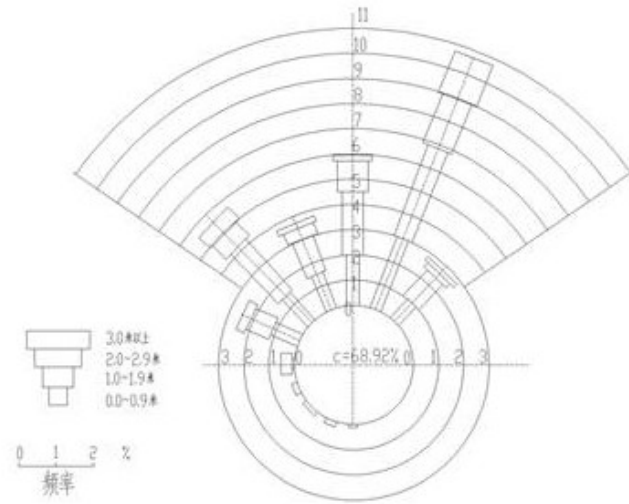


图 2.2-2 波浪玫瑰图

(3) 潮汐

1) 基准面及换算关系

本区理论最低潮面在黄海平均海平面下 1.25m。



2) 潮型

潮汐类型判别系数为 1.06，属不正规混合半日潮。

3) 潮位

平均海平面：1.34m

4) 设计水位

设计高水位 1.36m

设计低水位 0.25m

极端高水位 3.10m

极端低水位 -1.46m

2.2.3 地表水

龙口市域共有河流 23 条，黄水河、泳汶河、北马南河、八里沙河为境内主要河流。干流总长 123km，流域面积 1349.6km²，其中黄水河与泳汶河的流域面积在 100 km² 以上。除黄水河、八里沙河外，其余河流皆为境内河流，属季风雨源型河流，降雨量决定水流量，汛期水势骤涨，源短流急，由东南山区曲折西北行；旱季流断干涸。

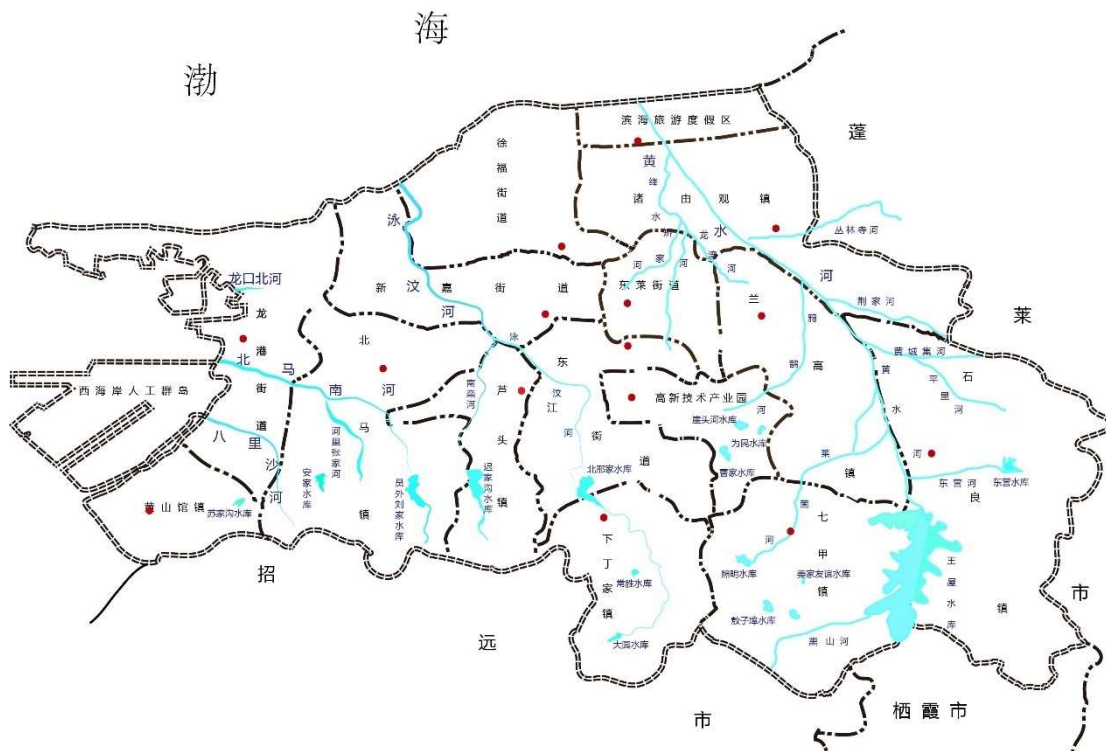


图 2.2-3 龙口市水系图

(1) 黄水河为境内最大河流。黄水河发源于栖霞市的主山，干流长 55 km，总流域面积 1043 km²。龙口市内长 32 km，河道宽 150–200 m。在中上游建有王屋水库，总库容 1.49 亿 m³，兴利库容 0.725 亿 m³，死库容 0.06 亿 m³，控制流域面积 320 km²。

(2) 泳汶河源于与招远市交界的罗山北麓。干流总长 36 km，河道宽 100 m，流域面积 205 km²。上游建有总库容 1310 万 m³，兴利库容 607 万 m³的北邢家水库，控制流域面积 64 km²。该河主要支流南栾河；建有总库容 2044 万 m³，兴利库容 1282 万 m³的迟家沟水库；控制流域面积 47 km²。

(3) 北马南河位于北马镇南，源于招远市石棚南山，全长 17 km，流域面积 62.6 km²，市内长 15 km，河道平均宽 30 m。建有总库容 550 万 m³。兴利库容 405 万 m³的员外刘家水库，控制流域面积 14.67 km²。

(4) 八里沙河位于海岱曹家村南，源于招远市马格庄东南山，全长 15 km，流域面积 77 km²，市内长 9 km，河道平均宽 30 m。流域内建有总库容 161.5 万 m³，兴利库容 127 万 m³的安家水库，在其中游建有八里沙河地下水库，总库容 43 万 m³。

(5) 曲栾河位于龙口市北部徐福镇的曲谭和港栾村中间。源于徐福镇周围的村庄，流入渤海。长 8 km，宽 20 m。

(6) 绛水河：发源于黄城南部的乔家疃一带，自南向北穿城而过，至黄城区北端烟滩公路(环城北路)处的汇水面积为 37.6 km²。原河道通过城区有许多弯曲堵塞段，后经整修浆砌，总长度 1540 m，浆砌段河床宽 35 m，河床深 2.8 m，设计防洪流量 320 m³/s，防洪标准为 20 年一遇。

(7) 矫家河：发源于城区南部祁家一带。自西南向东北穿城而过，至城区北段汇水面积为 12.25 km²。城区由于干道长度 1250 m，主要接纳东江、黄城区部分来水，现有砌石护坡环城北路 150 m，北 100 m，宽为 10 m，深为 2.2 m，设计防洪流量为 32.07 m³/s，防洪标准为 20 年一遇。

(8) 龙口河：是一条自东向西穿过城区的河道，汇水面积含龙口经济开发区、北马、海岱为 64 km²，河流干道长度仅存 1450 余米，上游支流不同程度堵塞、填平，经 76 年、78 年两次治理，河道基本稳定，干道已全部浆砌，河床宽 35—40 米，堤高在 2.15—2.5 米。防洪标准 20 年一遇的设计洪峰流量为 180.23 m³/s。

2.2.4 近岸地貌

龙口市海岸线曲折，近岸地貌类型丰富，其中海蚀崖主要分布在砣姆岛的北岸和西岸。该岛北岸主要由石英岩组成，质地坚硬，加之受断层控制，海崖陡立，高达 30—40m，崖脚下有海蚀穴；西岸部分海崖由泥质板岩组成，岩石较软，故海崖凸凹不平，且海崖日益老化。

海蚀平台分布在砣姆岛的北侧和西侧，宽 500—600m，台面比较平坦，且有少量沉积物分布。北侧平台上有一海蚀柱：将军石，高 20m。

沿岸堤在区内非常发育，高度多在 4m 左右，宽度各地不等，有的上百米，有的只有几十米。有的沿岸有数条沿岸堤，有的岸段，如河抱河口处，沿岸堤不发育，只有一条，宽仅几十米。组成物质为细、中、粗砂，有的地方有砾石。

砬姆岛连岛坝是全国有名的大型连岛坝。坝长 8km，宽 1—2km。北侧岸线平直，南侧岸线具有弧形弯曲。连岛坝有数条砂脊组成。由于北岸水动力条件比南岸强，所以砂坝北岸比南岸高出 1m 多，组成物质主要是中粗砂，在西部还有少量大小不等的砾石。

砂咀有老砂咀和新砂咀。老砂咀即龙口砂咀，总的方向近南北向，其外侧呈 NW—SE 向，内侧为泻湖平原，根部宽约 3km，头部仅有几百米，砂咀长 3km 左右，由中粗砂组成，是连岛坝形成过程中的产物。新砂咀主要分布在河口，如北马河、界河等，这些砂咀规模不大，具有指向性，平时围封河口，在洪水季节沙面才被河水冲开。

连岛砂坝北岸和界河以西海岸基本相似，海滩宽度只有 30-40m，坡度很大，滩面由中粗砂和细砾组成，小浪时形成滩肩，大浪时冲掉。砬姆岛南侧海滩较宽，一般在 100m 左右，平均坡度为 1:50，除前滨滩面较陡外，其余部分都很平缓，组成物质除海滩上部较粗外，其它部分由中细砂组成。通过 2-3 年观测表明：大砂坝北侧和界河口以西的海滩不但有明显的季节变化，而且多年来明显侵蚀后退，而湾内海滩基本稳定。

基岩侵蚀海岸分布在砬姆岛北侧和西侧。稳定微曲的平原砂质海岸东起港口栾家，西至龙口林场，长 12km，该段岸线岸线稳定，多年来变化不大。微受冲刷的连岛海岸位于龙口林场至砬姆岛的连岛坝的北岸，长 7km，平直，东西走向，有明显的季节变化，而且逐年后退。稳定的平原港湾海岸从砬姆岛至界河口，岸线长 30km，沿岸堤低，海滩较宽，坡度缓，物质细，湾内发育有著名的官道砂咀和尖子头砂咀，海岸很稳定。

2.2.5 主要自然灾害

(1) 寒潮

寒潮是秋、冬季主要天气过程，由势力较强的西伯利亚冷空气在高空适当环流形势的配合下，暴发南下而形成的激烈偏 N 大风，风力一般 7.8 级，海上瞬时

可达 9-10 级；持续时间较长，一般 2-3 天或以上，影响范围大，寒潮入侵时造成大风、降雪和气温急降天气。根据历史寒潮资料统计，全市寒潮年均 3.5 次，最年度达 7 次。寒潮多发生在 10 月至翌年 4 月。寒潮严重时，近岸水域结冰。结冰期一般发生在 12 月下旬-2 月上旬，严重影响渔业生产和船舶航行。

(2) 风暴潮

对 1949~2007 年近 60 年发生在莱州湾的风暴潮进行统计分析可知，热带气旋共 5 次，占出现总次数的 31.3%，多出现在 7、8 月，这一阶段也是台风北上影响山东的主要时段；冷锋风暴潮共 11 次，占总次数的 68.7%，多出现在 4、10、11 月（见表 2.2-3）。根据风暴的性质，通常分为由台风引起的台风风暴潮和由冷锋引起的冷锋类风暴潮两大类。

表 2.2-3 莱州湾风暴潮及影响统计表

时间	天气系统	最高潮位 m	平均风力级	影响时间 h
1946-07-26	热带气旋	6.00	10	36
1952-12-20	冷锋	6.15	11	48
1960-04-10	冷锋	5.95	10	48
1964-04-06	冷锋 *	4.01	10	48
1967-11-19	冷锋	5.50	10	48
1969-04-23	冷锋 *	6.74	10	48
1973-07-26	热带气旋	4.10	9	36
1977-05-13	冷锋	5.00	9	24
1985-08-19	热带气旋	5.30	9	36
1987-10-29	冷锋	4.00	9	48
1987-11-26	冷锋	4.10	10	48
1992-08-31	热带气旋	6.45	10	60
1997-08-19	热带气旋	5.90	8	48
2000-04-09	冷锋 *	4.10	8	24
2003-10-11	冷锋	3.80	8	48
2007-03-04	冷锋	4.25	8	36

台风风暴潮多见于夏秋季节。当台风进入黄渤海海域时，引起渤海潮位的剧烈变化。其特点是来势猛、速度快、强度大、破坏力强。如 1992 年，受 16 号强热带风暴影响，从 8 月 31 日 23:00 至 9 月 2 日 24:00，潍坊市北部沿海寿光、寒亭、昌邑 3 市区遭受风暴潮袭击，阵风达 11 级，持续 30 h 以上。损失原盐 $106 \times 10^4 \text{t}$ ，沉没渔船 11 艘，撞坏 22 艘，特大的风暴潮给龙口市工农业生产和人民生活造成了严重损失。

(3) 海冰

每年冬季，山东沿海莱州湾以及山东东部沿岸海域皆有结冰现象发生，造成

一定程度的危害。沿渤海湾南岸经莱州湾西岸、南岸至莱州湾东岸,冰情逐渐减轻。大致可分 4 段:渤海湾和莱州湾西部沿岸、莱州湾南部和东部沿岸、岬姆岛至蓬莱高角沿岸、山东黄海沿岸,冰情强度逐渐递减。渤海湾和莱州湾西部沿岸冰情最严重,山东黄海沿岸一般年份不会出现海冰,特殊偏冷年份才有少量海冰出现。

对于常冰情年的冰情,莱州湾初冰日较晚(1月),终冰日(2月),冰期为 2 个多月。渤海及北黄海沿岸固定冰宽度多在 0.2~2.0km 之间,个别河口及浅滩海域,固定冰宽度可达 5~10km。固定冰厚度:渤海南部多在 10~30cm 之间,最大为 40cm 左右。渤海及北黄海的流冰边缘线大体沿 10~15cm 等深线分布,其中莱州湾距岸 15~30nmile,黄海北部沿岸距岸 15~245nmile。莱州湾的流冰冰块的水平尺度是一般在 5~500m 之间,最大达 1000m。流冰的漂流方向受海岸走向、地形、风向和潮流等的影响,多数与海岸平行,或与最大潮流方向相接近。流冰的漂流速度,多数在 30~50cm/s 之间,最大可达 120~190cm/s。

对于重冰年,在气候异常、天气特别严寒的冬季,渤海曾发生过极其严重的冰封现象。根据资料记载,莱州湾海冰最严重在 1969 年、1980 年、2006 年和 2009 年,整个莱州湾海域基本全被海冰覆盖。此时,沿岸许多港口(湾)堆积有厚冰,致使航道封冻,海上作业停顿,船只被冻结在海上,给国家和人民的生命财产造成严重损失。

(4) 地震

根据历史资料记载,本区从公元前 1831 年~公元 1949 年发生有感地震 103 次,1968~1980 年统计的有感地震 66 次,皆属弱地震。龙口 NW 向断裂不发育,历史上没有直接发生过原发地震,根据 1978 年《山东省地震烈度区划报告》,绝大部分区域地震烈度为 6 度。龙口市有不利的新构造地质条件,新华夏系沂沭深断裂,迄今仍是活动性断裂。

2.3 社会环境概况

(1) 社会经济基本概况

龙口市位于胶东半岛北部,渤海湾南岸,东邻烟台,南接青岛,北与大连、天津依海呼应,与韩国、日本隔海相望,全市总面积 901 平方公里。黄县故邑,莱国国畿。文明远肇,享誉神州。龙口的历史可追溯到夏朝,商末建莱国,秦代

设黄县，1986 年撤县建市。先后涌现出秦代东渡方士徐福、辛亥革命先驱徐镜心等一批历史名人。

2018 年全市生产总值完成 1260 亿元，比上年增长 6.8%；一般公共预算收入突破百亿元大关，达到 104.5 亿元，增长 6.6%；固定资产投资完成 543.1 亿元，增长 8.2%；单位 GDP 能源消耗降至 0.53 吨标准煤/万元。2018 年，龙口市名列全国营商环境百强县第 5 位、全面小康指数百强县第 7 位、工业百强县第 8 位、综合经济竞争力百强县第 10 位，入选全国新时代文明实践中心建设 50 个试点县（市、区），连续三届蝉联全省文化强省建设先进县，被列入全国首批创新型县市建设名单，获评国家农产品质量安全县和全省健康促进市、食品安全市。

2018 年，龙口市出台了《新旧动能转换重大工程实施规划》和《实施意见》，坚持存量变革与增量崛起并举，加快产业转型升级和新旧动能转换，推动实体经济高质量发展。全年一、二、三次产业比例调整为 3.1:56.2:40.7。着力提升制造业。全年完成工业技改投入 150 亿元，战略性新兴产业主营业务收入增长 10%，高新技术产业产值占比达到 55.3%。着力提升服务业。预计服务业增加值突破 500 亿元，增长 6.5%。社会消费品零售总额达到 404.5 亿元，增长 9.6%。旅游业总收入达到 85 亿元，增长 6.3%。电子商务交易额达到 170 亿元，增长 13.3%。着力提升农业。粮食生产再获丰收，农业供给侧结构性改革持续深化。新型农业经营主体发展到 1900 个，新认证“三品”农产品 6 个，获批省级海洋牧场建设示范项目 2 个，新增农业科技试验示范基地 6 个、水肥一体化面积 2.2 万亩，农机化水平达到 96.8%。市财政全年支持“三农”资金 24.5 亿元。着力提升海洋经济。龙口港 10 万吨级油品泊位改造工程竣工投产。龙口市 4 个泊位列入环渤海地区液化天然气码头重点布局方案。南山 LNG 接收站、龙口港 LNG 接收站前期工作取得突破性进展。港口货物吞吐量达到 9256 万吨，集装箱吞吐量达到 75.2 万标箱，预计港口及临港产业主营业务收入达到 500 亿元。

2018 年，龙口市实施省级以上改革试点 18 项。深入推进供给侧结构性改革，转贷基金全年周转总额 7.5 亿元，共为企业政策性减免税费 11.4 亿元、出口退税 16.2 亿元、争取上级扶持资金 2.3 亿元。机构改革顺利推进。农村集体产权制度改革基本完成。国企职工家属区“三供一业”分离移交加快落实。综合水价和农村土地“三权”分置有序实施。城乡义务教育一体化改革发展迈出新步伐，事业单位、医药卫生、国企国资、国有林场、公务用车、园区、财税等改革取得新进展。全

面深化“放管服”改革，加大“一窗受理、一网通办”力度，启动实施“一次办好”改革，“证照分离”有序推开，“四十五证合一”顺利实现。强化开放动力。着力推进专业招商、精准招商，全年到账外资 15 亿元，增长 11%；利用内资 135 亿元，增长 23.7%。积极应对复杂贸易形势，完成进出口 260 亿元，其中出口 167 亿元，分别增长 10%和 19%。强化创新动力。加快完善创新体系、提升创新能力，新增国家级高新技术企业 12 家，新建院士工作站、博士后科研工作站等省级以上科创平台 6 处。大力实施质量强市和品牌提升工程，主持或参与修订国家标准 5 项、行业标准 6 项、团体标准 2 项。全力防范化解金融风险，积极推进金融创新，新增商业银行 4 家，3 家上市企业实现再融资，从资本市场融资 96.1 亿元，化解不良贷款 33.8 亿元。

2018 年，龙口市城市总体规划和市域乡村规划完成修编，常住人口城镇化率提高到 69.2%。整体改善城乡面貌。全年完成城建投入 37 亿元，完成村镇建设投入 5.8 亿元。整体完善城乡设施。龙烟铁路和龙青高速建成通车，大莱龙铁路扩能改造正式启动。206 国道龙口段启动大修改造，石黄公路西段、黄田公路常伦庄至田家段和岷阜公路邢家至上乔段竣工通车，村级公路网化工程全部完工。市财政全年民生支出 74.4 亿元。新增城镇就业再就业 1.48 万人，城镇和农村居民人均可支配收入分别增长 7.2%和 7.6%。全年发放各类救助金 2.4 亿元，救助困难群众 13.1 万人次。社会事业更加繁荣。新民学校新建和培基学校扩建工程加快实施。中医院改扩建和社会福利中心建设工程顺利推进，分级诊疗制度与“医疗+养老”模式逐步兴起。新时代文明实践中心试点工作全面推开，社会主义核心价值观深入人心。

（2）龙口市海洋经济发展概况

1) 传统与新兴并重推进

传统与新兴并举，扬传统之魅力，促新兴快发展。2018 年，龙口中集在加快自升式钻井平台等传统海工装备研发制造能力提升的同时，完善了以油气装备为主线，以渔业装备和船型装备为两翼的产品布局，实施了“油转渔”“油转游”战略。在渔业装备方面，面对国内海洋渔业装备升级需求，设计建造并交付了国内首座海洋牧场平台。

2) 推进海洋强市建设

2019 年 1 月 12 日，中石化龙口 LNG 接收站项目签约仪式在龙口经济开发

区举行。龙口 LNG 接收站及外输管线项目，是保障山东及华北地区绿色能源供给的重要工程，是国家 LNG 产、供、储、销体系建设的重要组成部分。此外，龙口市还启动了龙口港 4 个 10 万吨级泊位建设，加快龙口港 10 万吨级油品泊位改造工程建设，做好龙口港客滚中心工程（3#、4#泊位改造工程）建设，加快海洋交通运输业发展，加快推进海洋强市建设。

3) 加快转型升级步伐，推进渔业产业融合发展

近年来，龙口突破发展现代海洋渔业，加快转型升级步伐，做大做强海洋牧场，推进渔业产业融合发展。大力实施增殖放流就是重要举措之一。早在 2007 年，龙口市便首次成功实施了山东省“渔业资源修复行动计划”，其后，龙口市每年都承担省、市渔业资源修复行动计划，每年投入资金 120 多万元，放流海蜇苗、牙鲆苗 2500 多万放流单位。近年来，随着增殖放流越来越规范，放流品种逐渐增加，从最初的海蜇、牙鲆等品种，逐渐扩大到金乌贼、黑鲷、黑鲷、半滑舌鲷、黄盖蝶、大泷六线鱼等近 10 个品种，放流范围也从海上拓展到了龙口市大型水库。

龙口市已经开展了 12 年的渔业资源增殖放流活动，为海洋渔业资源生态平衡和可持续发展起到积极作用的同时，更为龙口市渔民带来了 2 亿多元的经济效益。目前，全市水产品加工规模以上企业已达到 13 家，主要以深水鱼类加工为主，鱼片、鱼丝、鱿鱼圈制品较为发达，国内外市场竞争优势明显。2018 年全市有 2 家企业（金海洋、温流水）获得省级海洋牧场建设创建示范项目，并有 1 家海洋牧场（金海洋）获得了国家级海洋牧场示范项目。

4) 发展绿色海洋经济

随着海洋生态环境问题日益突出，绿色海洋经济发展理念已经成为海洋经济高质量发展的重要指导。贯彻绿色海洋经济发展理念，旅游无疑是一个好手段。龙口坚持以推进全域旅游发展为主线，在旅游规划编制、宣传营销、文旅融合、行业安全等方面多点发力，协同推进旅游产业发展。通过有效整合全域旅游资源、提升全域旅游发展的支撑力、开拓旅游市场空间和深度，2018 年实现产值 85 亿元，同比增长 6.25%。

除了旅游业，海水利用也正成为发展绿色海洋经济的新趋势。龙口市东海热电厂和华电龙口发电有限公司开发了利用海水对机组冷凝器进行冷却，从而节约淡水的环保型新技术，扩大了海水利用规模。全市首个反渗透海水淡化项目，设

备安装基本结束，已进入调试阶段。项目正式投入运营后，必将为供水提供更大的安全保障，也将翻开绿色海洋经济发展的新篇章。

3 近岸海域开发利用现状

3.1 龙口市近岸海域使用现状

龙口市地处胶东半岛西北部，渤海湾南岸，是一座新兴的沿海开放港口城市。近年随着海洋经济的发展，海域开发利用活动更加繁荣。《海域法》实施之后，众多的经营性用海活动逐步确权，海域管理取得巨大成绩。但是由于海洋管理权限范围等原因依然有众多的用海活动未能确权，同时公益性用海、特殊用海活动也未确权，因此确权的用海现状并不能反映真实的海域开发利用现状。为更真实的反映全市海域利用现状，结合确权的海域使用现状，通过历史资料统计、遥感影像与海图判别、涉海部门调研及实地调查等多种手段统计出龙口市海域使用现状，以期能更接近实际的海域开发利用现状。

根据调查统计结果，龙口市共有渔业用海、工业用海、交通运输用海、旅游娱乐用海、造地工程用海、特殊用海 6 类用海类型，总用海面积 16438.93 公顷，占规划范围内海域面积的 18.21%。

渔业用海面积为 12015.64 公顷，占规划海域面积的 13.31%。其中渔业基础设施用海面积 186.81 公顷，围海养殖用海 185.93 公顷，开放式养殖用海面积 11642.90 公顷。

工业用海面积为 2766.17 公顷，占规划海域面积的 3.06%。其中电力工业用海面积 19.69 公顷；其他工业用海面积 2746.48 公顷。

交通运输用海面积为 1509.12 公顷，占规划海域面积的 1.67%。其中，港口用海面积 1454.30 公顷；航道用海面积 54.82 公顷。

旅游娱乐用海面积为 99.72 公顷，占规划海域面积的 0.11%。全部为旅游基础设施用海。

造地工程用海面积为 15.15 公顷，占规划用海域面积的 0.02%。全部为城镇建设填海造地用海面积。

特殊用海面积 33.13 公顷，占规划海域面积的 0.04%。其中，科研教学用海 9.84 公顷，海岸防护用海 23.29 公顷。

龙口市近岸海域开发利用现状见图 3.1-1。

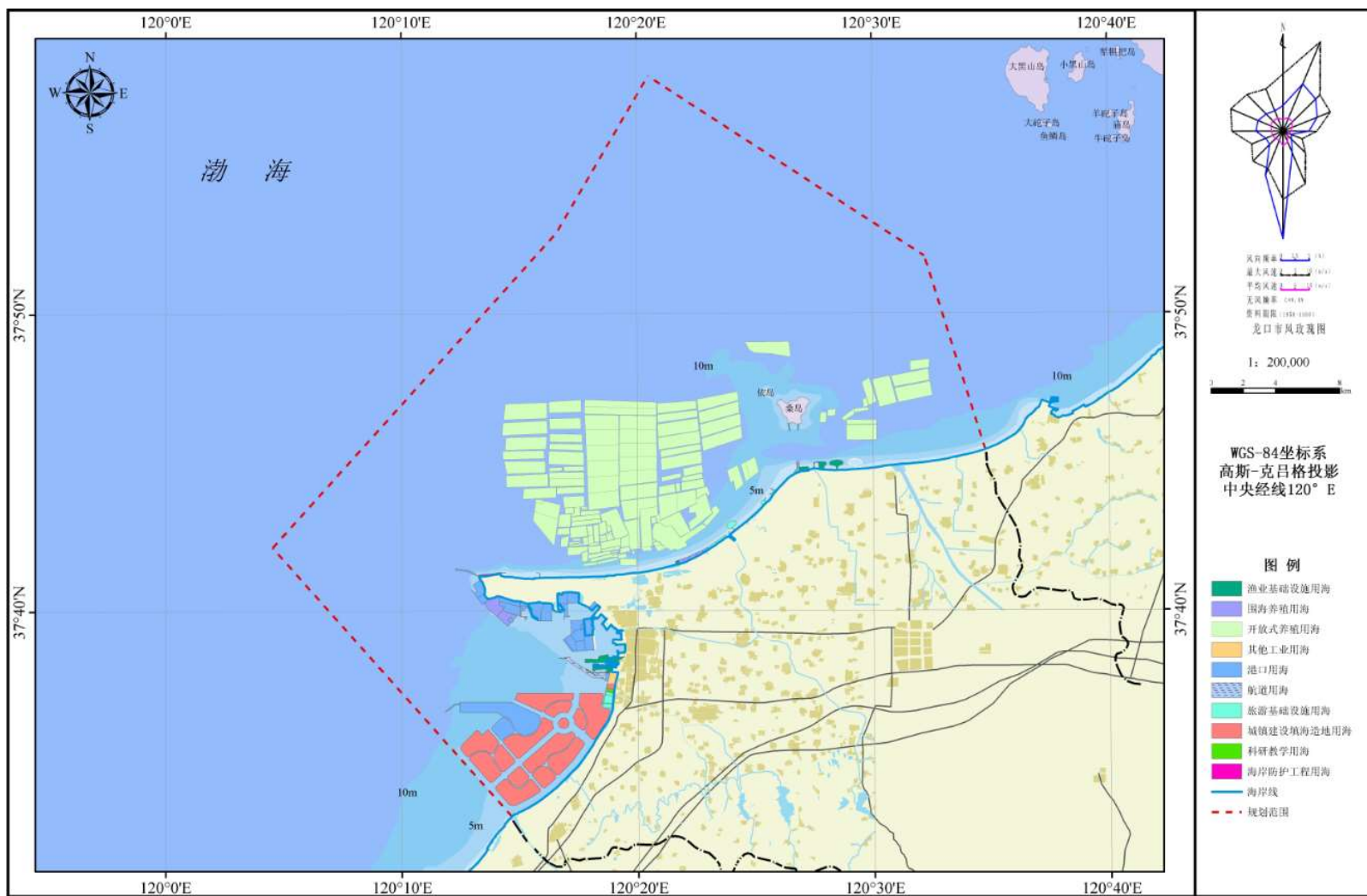


图 3.1-1 龙口市近岸海域开发利用现状图

3.2 面临的形势和问题

在全国大力倡导发展海洋经济的大背景下，烟台市委市政府也大力支持海洋经济的发展，并且规划出了以突出发展港口经济，重点发展海洋渔业、滨海旅游业、海洋制造业三大海洋支柱产业，培植发展海洋生物制药、海水综合利用、海洋矿产、海洋能源和海洋服务业五大海洋新兴产业为内涵的宏伟经济蓝图。提出“突破‘海’的范畴，统筹海洋、港口与陆地，实施‘全流域’治理”的海洋经济思路。顺应这一发展趋势，龙口市大力投入发展海洋经济，临港产业蓬勃兴起，用海需求日益增加。但是海洋资源开发利用过程中，面临海水养殖与旅游资源冲突、海洋开发方式粗放、产业结构不够合理、海洋开发活动缺乏宏观指导等问题。

近年来，龙口市主要通过岸线修复整治、人工鱼礁海洋生态牧场建设、推广生态养殖项目等措施对近岸海域进行了综合整治，取得了一定的效果，但由于历史遗留、产业布局等原因，仍存在较多问题。

(1) 岸线人工化程度较高，海岸生态系统结构发生较大变化。

(2) 龙口市岸线和海域开发程度较高，岸线和浅海后备资源严重不足。全市海域利用多集中在近岸海域，远海开发利用非常低。

(3) 旅游业多是依据滨海旅游资源的浅层次开发，海上游乐场、海上公园等深层次海上旅游开发活动很少。

(4) 海洋开发属于多个部门，缺乏统筹规划，集约化程度不高，存在一定程度的海洋资源被破坏和浪费的现象；同时产业布局有待调整。

(5) 海域使用不尽合理，部分海洋生态环境遭到破坏。

4 海洋环境质量现状

为掌握龙口近岸海域的环境质量现状，中国海洋大学于 2018 年 11 月和 2019 年 1 月在龙口近岸海域进行了海水环境的现场调查和取样工作，调查的主要内容包括：水质、沉积物、海洋生态环境。同时引用了烟台市环境监测中心站 2018 年在两个国控点进行的三期水质调查资料。调查站位分别见表 4-1、图 4-1。

表 4-1a 海洋环境现状调查站位坐标表

站位	北纬	东经	调查内容
1	37°52'59.948"	120°02'25.185"	水质、底质、生态
2	37°52'59.293"	120°12'39.018"	水质
3	37°52'57.476"	120°24'14.684"	水质、底质、生态
4	37°47'35.414"	119°52'52.792"	水质、底质、生态
5	37°47'35.604"	120°02'25.008"	水质
6	37°47'34.951"	120°12'38.095"	水质、底质、生态
7	37°47'33.140"	120°24'12.916"	水质
8	37°42'43.501"	119°52'53.258"	水质
9	37°42'43.711"	120°01'03.194"	水质、底质、生态
10	37°42'43.454"	120°07'51.474"	水质
11	37°42'42.627"	120°16'01.406"	水质、底质、生态
12	37°42'41.234"	120°24'11.331"	水质
13	37°38'07.802"	119°52'53.696"	水质、底质、生态
14	37°38'08.011"	120°01'03.129"	水质
15	37°38'07.755"	120°07'50.990"	水质、底质、生态
16	37°38'07.342"	120°12'36.490"	水质、底质、生态
17	37°38'07.107"	120°14'38.848"	水质
18	37°38'06.777"	120°17'05.675"	水质、底质、生态
19	37°34'53.188"	119°52'54.004"	水质
20	37°34'53.397"	120°01'03.083"	水质、底质、生态
21	37°34'53.141"	120°07'50.649"	水质、底质、生态
22	37°31'38.573"	119°52'54.312"	水质、底质、生态
23	37°31'38.782"	120°01'03.038"	水质
24	37°31'38.526"	120°07'50.309"	水质、底质、生态
25	37°27'19.084"	119°52'54.721"	水质、底质、生态
26	37°27'19.292"	120°01'02.977"	水质、底质、生态
27	37°29'28.782"	120°07'50.083"	水质
28	37°31'38.295"	120°11'14.066"	水质、底质、生态
29	37°32'42.987"	120°12'35.579"	水质、底质、生态
30	37°34'52.867"	120°11'14.431"	水质、底质、生态

表 4-1b 国控点站位坐标表

站位	东经	北纬	调查内容
SD0605	119.7875°	37.9035°	水质
SD0607	120.3219°	37.8015°	水质

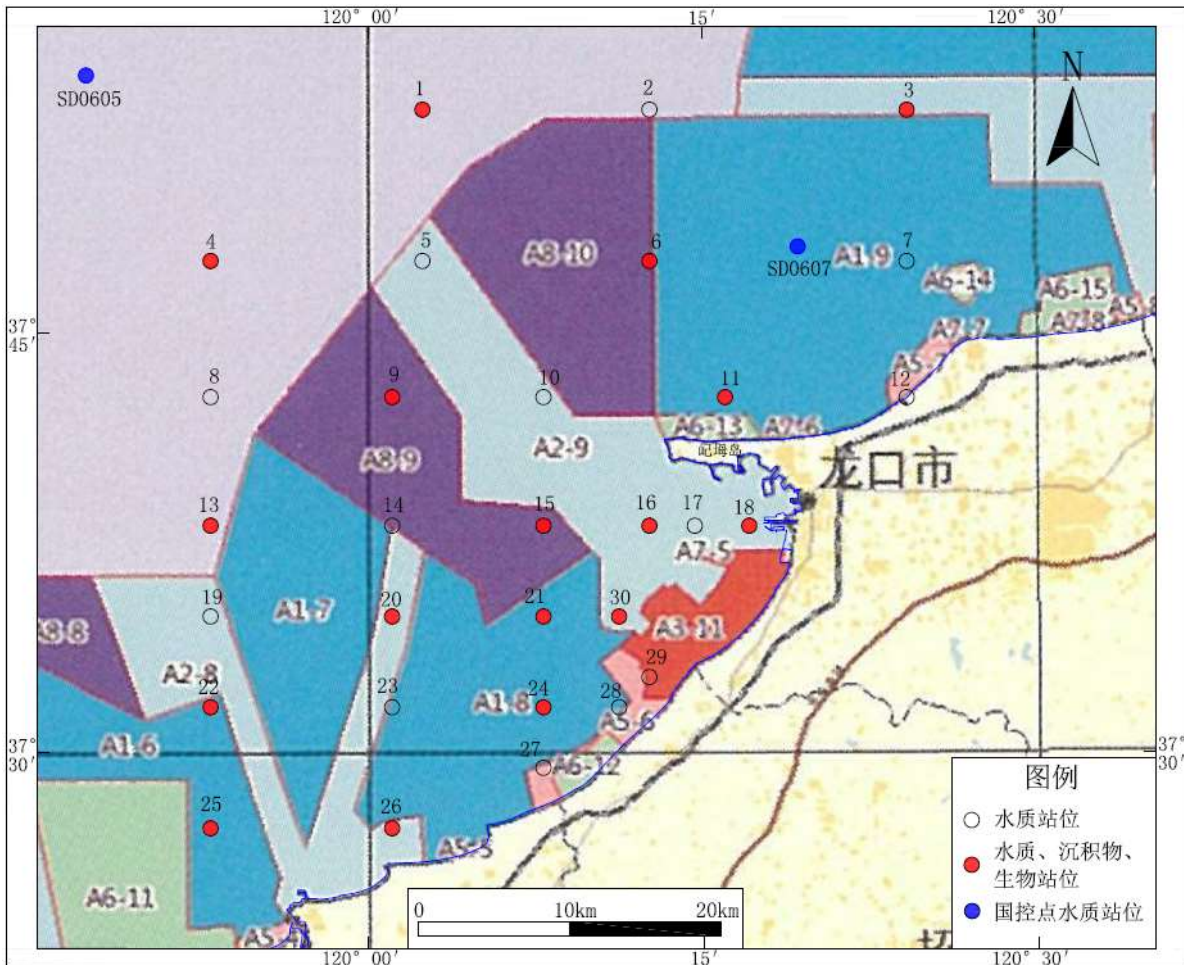


图 4-1 海洋环境现状调查站位

4.1 海水水质现状

4.1.1 调查范围与站位布设

中国海洋大学于 2019 年 1 月在龙口周边海域分别进行了 30 个站位的水质调查，同时引用了烟台市环境监测中心站 2018 年在两个国控点进行的三期水质调查资料，调查站位见表 4-1、图 4-1。

4.1.2 调查分析项目

2019年1月水质调查分析项目：盐度、PH、DO、温度、石油类、无机氮、活性磷酸盐、铅、镉、铜、锌、铬、砷、汞。

2018年国控点水质调查分析项目：水温、盐度、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量、石油类、汞、铜、铅、镉、溶解氧、pH、非离子氨、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮。

4.1.3 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。各项目分析方法见表4.1-1。

表 4.1-1 水质监测分析方法

项目	分析方法	检出限, mg/L
pH	酸度计	——
SS	重量法	2
DO	碘量滴定法	0.042
COD	碱性高锰酸钾法	0.15
活性磷酸盐	抗坏血酸还原的磷钼蓝法	0.62×10^{-3}
硝酸盐	镉柱还原法	0.6×10^{-3}
亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	0.3×10^{-3}
铵盐	次溴酸盐氧化法	0.7×10^{-3}
铜	无火焰原子吸收分光光度计法	1.4×10^{-3}
铅	无火焰原子吸收分光光度计法	0.19×10^{-3}
锌	火焰原子吸收分光光度计法	16×10^{-3}
镉	无火焰原子吸收分光光度计法	0.014×10^{-3}
总铬	无火焰原子吸收分光光度计法	0.91×10^{-3}
石油类	环己烷萃取荧光分光光度法	9.2×10^{-3}
温度	温度计法	——

4.1.4 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《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》的海洋环境保护要求以及《海水水质标准》(GB3097-1997)的水质分类要求,保护区水质评价执行第一类标准,农渔业区和保留区水质评价执行第二类标准,港口航运区(航道、锚地)和工业与城镇用海区水质

评价执行第三类标准，港口航运区（港口区）水质评价执行第四类水质标准。各类水质标准值见表 4.1-2。

表 4.1-2 海水水质标准（GB3907—1997）（单位：mg/L，除 pH 值外）

项目	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅
一类	7.8~8.5	>6	≤2	≤0.20	≤0.015	≤0.05	≤0.005	≤0.001
二类	7.8~8.5	>5	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05	≤0.010	≤0.005
三类	6.8~8.8	>4	≤4	≤0.40	≤0.030	≤0.30	≤0.050	≤0.010
四类	6.8~8.8	>3	≤5	≤0.50	≤0.045	≤0.50	≤0.050	≤0.050
项目	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物	
一类	≤0.020	≤0.001	≤0.05	≤0.00005	≤0.020	≤0.005	≤0.020	
二类	≤0.050	≤0.005	≤0.10	≤0.0002	≤0.030	≤0.005	≤0.050	
三类	≤0.10	≤0.010	≤0.20	≤0.0002	≤0.050	≤0.010	≤0.100	
四类	≤0.50	≤0.010	≤0.50	≤0.0005	≤0.050	≤0.050	≤0.250	

（2）评价方法

①一般水质因子采用标准指数法进行评价，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

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。

②溶解氧（DO）采用下式计算：

$$I_i(\text{DO}) = |\text{DO}_f - \text{DO}| / (\text{DO}_f - \text{DO}_s) \quad \text{DO} \geq \text{DO}_s$$

$$I_i(\text{DO}) = 10 - 9\text{DO} / \text{DO}_s \quad \text{DO} < \text{DO}_s$$

$$\text{DO}_f = 468 / (31.6 + t)$$

式中： $I_i(\text{DO})$ ——溶解氧标准指数

DO_f ——现场水温及氯度条件下，水样中氧饱和浓度（mg/L）

DO_s ——溶解氧标准值（mg/L）

t ——现场温度

③pH

pH 有其特殊性，根据国家海洋局 2002 年颁布的《海水增养殖区监测技术规程》，其计算式为：

$$SpH = |\text{pH} - \text{pH}_{sm}| / DS$$

其中： $\text{pH}_{sm} = (\text{pH}_{su} + \text{pH}_{sd}) / 2$

$$DS = (\text{pH}_{su} - \text{pH}_{sd}) / 2$$

式中： SpH ——pH 的污染指数；

pH——pH 调查实测值；

pH_{su}——海水 pH 标准的上限值，根据《海水水质标准》取 8.5；

pH_{sd}——海水 pH 标准的下限值，根据《海水水质标准》取 7.8。

4.1.5 水质质量状况与评价

(1) 2019 年 1 月海水水质质量状况与评价

2019 年 1 月 30 个调查站位中有 14 个站位执行二类水质评价标准，16 个站位执行三类水质评价标准。水质监测结果见表 4.1-3，水质各评价因子标准指数统计见表 4.1-4。

有统计表可知：执行二类评价标准的 14 个站位中，石油类有 1 个站位超标；活性磷酸盐有 1 个站位超标；无机氮有 9 个站位超标，超标率为 64%；其余各站位各评价因子均符合二类评价标准。

执行三类评价标准的 16 个站位中，溶解氧有 1 个站位超标，无机氮有 10 个站位超过三类水质标准，超标率为 63%；其余各站位各评价因子均符合三类评价标准。

超标站位主要位于近岸区域，主要超标因子为无机氮。龙口砣姆岛北侧海域的水质优于砣姆岛南侧。

(2) 2018 年国控点海水水质质量状况与评价

2018 年共进行了 5 月、8 月、10 月三期调查，两个国控点位都按一类水质标准进行评价。水质监测结果见表 4.1-5，水质各评价因子标准指数统计见表 4.1-6。

由统计表可知：2018 年 5 月调查 SD0605 站位无机氮表、底层含量均超一类标准，但符合二类标准；汞表、底含量均超一类标准，同时也超二、三类标准；其余各评价因子均符合一类评价标准。

2018 年 8 月调查 SD0605 站位化学需氧量表层含量和 SD0607 站位化学需氧量表层含量均超一类标准，但符合二类标准；其余各评价因子均符合一类评价标准。

2018 年 10 月调查 SD0605 站位无机氮表、底层含量均超一类标准，但表层含量符合二类标准，底层含量符合三类标准；其余各评价因子均符合一类评价标准。

表 4.1-3 2019 年 1 月海水水质监测结果表

站位	pH	盐度	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	油类	亚硝酸盐	硝酸盐	氨氮	磷酸盐	无机氮							总铬
												mg/L						
1	8.18	25.4	9.65	1.00	70.67	0.004	0.018	0.138	0.042	0.016	0.162	1.589	0.049	3.899	1.694	13.813	0.141	1.288
2	8.18	26.1	8.50	1.31	76.67	0.002	0.015	0.112	0.035	0.019	0.132	2.487	0.051	3.884	1.190	14.281	0.155	0.829
3	8.10	25.2	8.61	0.69	87.33	0.003	0.011	0.076	0.032	0.023	0.097	2.601	0.009	4.246	1.383	18.236	0.144	1.122
4	8.17	23.3	8.65	1.69	59.33	0.005	0.014	0.195	0.171	0.029	0.352	2.377	0.005	3.892	0.492	17.346	0.091	0.876
5	8.20	23.8	8.95	1.08	64.67	0.014	0.016	0.162	0.058	0.025	0.205	1.639	0.003	3.752	1.185	12.636	0.145	1.226
6	8.14	24.2	8.55	0.92	84.00	0.009	0.014	0.139	0.024	0.031	0.149	2.006	0.010	4.183	1.103	19.116	0.142	1.222
7	8.14	23.7	9.63	1.61	71.33	0.004	0.013	0.163	0.139	0.028	0.289	7.314	0.027	3.379	0.874	9.912	0.048	0.515
8	8.19	23.3	8.98	1.84	73.33	0.008	0.016	0.203	0.159	0.022	0.346	2.486	0.013	3.689	0.388	8.270	0.090	0.541
9	8.19	23.7	8.76	1.46	74.00	0.006	0.014	0.179	0.122	0.008	0.287	4.735	0.002	3.614	0.701	6.962	0.077	0.443
10	8.20	23.4	7.46	1.61	70.67	0.003	0.015	0.176	0.082	0.019	0.244	1.474	0.002	3.659	0.589	13.847	0.077	1.908
11	8.19	22.8	9.34	1.61	71.33	0.005	0.012	0.216	0.154	0.013	0.358	1.610	0.019	4.005	0.780	15.408	0.125	0.533
12	8.18	22.7	9.01	1.61	68.00	0.012	0.014	0.251	0.082	0.007	0.319	2.098	0.004	3.551	1.007	17.700	0.120	1.760
13	8.20	22.1	10.17	1.69	62.00	0.012	0.010	0.239	0.132	0.003	0.361	1.984	0.015	3.701	0.833	9.146	0.093	0.445
14	8.17	22.3	9.59	1.69	70.00	0.013	0.010	0.239	0.150	0.009	0.379	1.980	0.007	3.780	1.072	7.961	0.088	1.085
15	8.18	22.9	8.69	1.23	74.00	0.055	0.009	0.259	0.106	0.009	0.356	2.362	0.002	3.922	0.646	8.591	0.108	0.509
16	8.18	22.0	9.46	1.46	67.33	0.010	0.009	0.329	0.179	0.002	0.499	1.526	0.007	3.964	0.545	6.341	0.098	1.379
17	8.19	22.1	8.04	1.38	58.00	0.029	0.010	0.304	0.144	0.010	0.438	2.024	0.025	4.289	1.377	14.265	0.142	1.288
18	8.15	22.4	8.87	1.46	70.00	0.008	0.009	0.308	0.145	0.015	0.444	1.885	0.008	4.330	0.712	8.528	0.182	0.702
19	8.15	21.9	9.24	1.15	70.00	0.025	0.009	0.268	0.144	0.006	0.403	1.942	0.007	4.098	0.924	15.222	0.135	0.703
20	8.18	21.9		1.54	73.33	0.017	0.009	0.297	0.115	0.016	0.403	1.871	0.009	3.505	0.548	5.344	0.039	0.754
21	8.13	21.3	9.56	0.84	68.67	0.019	0.008	0.361	0.072	0.008	0.425	2.077	0.021	4.380	0.920	11.151	0.140	0.733
22	8.16	21.9	9.15	1.46	63.33	0.019	0.008	0.276	0.143	0.015	0.411	2.176	0.014	4.463	0.703	19.484	0.153	0.721
23	8.16	22.1	10.35	1.61	72.00	0.008	0.008	0.342	0.076	0.020	0.410	1.353	0.015	4.053	0.558	13.102	0.127	0.611
24	8.12	22.6	8.76	1.15	64.67	0.015	0.008	0.393	0.111	0.020	0.496	1.816	0.024	4.293	1.625	17.126	0.124	0.803
25	8.12	21.6	9.99	1.69	68.67	0.015	0.009	0.416	0.112	0.016	0.519	2.573	0.017	4.018	0.658	16.899	0.133	0.465
26	8.16	22.0	10.19	1.38	71.33	0.021	0.008	0.41	0.136	0.009	0.538	2.703	0.025	3.836	0.621	13.072	0.123	0.852
27	8.12	22.0	7.37	0.84	77.33	0.028	0.009	0.411	0.111	0.025	0.514	1.610	0.017	4.582	1.229	24.675	0.132	0.874
28	8.05	24.0	9.74	1.69	68.67	0.028	0.007	0.409	0.257	0.020	0.659	2.890	0.017	4.415	0.878	10.654	0.143	1.018
29	8.05	24.5	8.76	1.38	56.67	0.028	0.008	0.429	0.153	0.011	0.574	2.229	0.026	3.950	0.937	13.750	0.143	0.951
30	8.06	25.3	10.04	1.61	72.67	0.009	0.008	0.332	0.148	0.020	0.472	1.193	0.031	4.017	0.783	10.828	0.128	0.823

表 4.1-4 2019 年 1 月海水水质评价结果

站位	pH	溶解氧	化学需氧量	石油类	磷酸盐	无机氮	砷	汞	铜	铅	锌	镉	总铬	水质标准
1	0.380	0.331	0.250	0.013	0.533	0.405	0.032	0.245	0.078	0.169	0.138	0.014	0.006	3
2	0.380	0.468	0.326	0.006	0.633	0.329	0.050	0.256	0.078	0.119	0.143	0.016	0.004	3
3	0.300	0.455	0.173	0.011	0.767	0.243	0.052	0.044	0.085	0.138	0.182	0.014	0.006	3
4	0.370	0.449	0.422	0.015	0.967	0.881	0.048	0.027	0.078	0.049	0.173	0.009	0.004	3
5	0.400	0.414	0.269	0.046	0.833	0.511	0.033	0.016	0.075	0.119	0.126	0.014	0.006	3
6	0.029	0.524	0.307	0.172	1.033	0.497	0.067	0.049	0.418	0.221	0.382	0.028	0.012	2
7	0.029	0.379	0.538	0.080	0.933	0.963	0.244	0.136	0.338	0.175	0.198	0.010	0.005	2
8	0.390	0.411	0.461	0.027	0.733	0.866	0.050	0.065	0.074	0.039	0.083	0.009	0.003	3
9	0.114	0.495	0.486	0.111	0.267	0.956	0.158	0.011	0.361	0.140	0.139	0.015	0.004	2
10	0.400	0.591	0.403	0.010	0.633	0.609	0.029	0.011	0.073	0.059	0.138	0.008	0.010	3
11	0.114	0.417	0.538	0.092	0.433	1.194	0.054	0.093	0.401	0.156	0.308	0.025	0.005	2
12	0.086	0.461	0.538	0.238	0.233	1.064	0.070	0.022	0.355	0.201	0.354	0.024	0.018	2
13	0.400	0.270	0.422	0.039	0.100	0.903	0.040	0.076	0.074	0.083	0.091	0.009	0.002	3
14	0.057	0.384	0.563	0.261	0.300	1.262	0.066	0.033	0.378	0.214	0.159	0.018	0.011	2
15	0.086	0.505	0.410	1.091	0.300	1.187	0.079	0.011	0.392	0.129	0.172	0.022	0.005	2
16	0.380	0.354	0.365	0.033	0.067	1.247	0.031	0.033	0.079	0.055	0.063	0.010	0.007	3
17	0.390	0.522	0.346	0.096	0.333	1.094	0.040	0.125	0.086	0.138	0.143	0.014	0.006	3
18	0.350	0.424	0.365	0.027	0.500	1.110	0.038	0.038	0.087	0.071	0.085	0.018	0.004	3
19	0.350	0.380	0.288	0.082	0.200	1.008	0.039	0.033	0.082	0.092	0.152	0.014	0.004	3
20	0.380	1.473	0.384	0.057	0.533	1.007	0.037	0.044	0.070	0.055	0.053	0.004	0.004	3
21	0.057	0.388	0.282	0.385	0.267	1.417	0.069	0.104	0.438	0.184	0.223	0.028	0.007	2
22	0.029	0.443	0.486	0.372	0.500	1.370	0.073	0.071	0.446	0.141	0.390	0.031	0.007	2
23	0.029	0.282	0.538	0.154	0.667	1.367	0.045	0.076	0.405	0.112	0.262	0.025	0.006	2
24	0.086	0.495	0.384	0.303	0.667	1.654	0.061	0.120	0.429	0.325	0.343	0.025	0.008	2
25	0.086	0.330	0.563	0.301	0.533	1.729	0.086	0.087	0.402	0.132	0.338	0.027	0.005	2
26	0.360	0.268	0.346	0.071	0.300	1.346	0.054	0.125	0.077	0.062	0.131	0.012	0.004	3
27	0.086	0.682	0.282	0.562	0.833	1.712	0.054	0.087	0.458	0.246	0.493	0.026	0.009	2
28	0.286	0.363	0.563	0.553	0.667	2.196	0.096	0.087	0.442	0.176	0.213	0.029	0.010	2
29	0.250	0.436	0.346	0.093	0.367	1.435	0.045	0.131	0.079	0.094	0.137	0.014	0.005	3
30	0.260	0.285	0.403	0.030	0.667	1.179	0.024	0.153	0.080	0.078	0.108	0.013	0.004	3

表 4.1-5a 2018 年 5 月海水水质监测结果

国控点	采样层次	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类	汞	铜	铅	镉	溶解氧	pH	非离子氨
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(无量纲)	(mg/L)
SD0605	表	20.2	0.213	0.003	0.82	0.024	0.001	0.0006	0.0003	0.00014	8.24	8.02	0.0016
	底	25.5	0.234	0.006	-	-	0.001	0.0006	0.0003	0.00009	7.89	8.04	0.0021
SD0607	表	21.2	0.115	0.005	0.78	0.006	0.001	0.0006	0.0003	0.00009	8.42	8.05	0.0008
	底	24	0.15	0.005	0.92	-	0.001	0.0006	0.0003	0.00009	7.97	8.06	0.0010

表 4.1-5b 2018 年 8 月海水水质监测结果

国控点	采样层次	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类	汞	铜	铅	镉	溶解氧	pH	非离子氨
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(无量纲)	(mg/L)
SD0605	表	6.7	0.169	0.011	2.18	0.029	0.000001	0.0008	0.0009	0.00009	7.42	8.21	0.0044
	底	12	0.185	0.01	1.25	-	0.000001	0.0006	0.0009	0.00009	7.31	8.28	0.0106
SD0607	表	7.3	0.041	0.006	2.38	0.022	0.000001	0.0022	0.0003	0.00009	7	8.1	0.0018
	底	7.7	0.074	0.007	1.58	-	0.000001	0.0019	0.0003	0.00010	6.98	8.12	0.0021

表 4.1-5c 2018 年 10 月海水水质监测结果

国控点	采样层次	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类	汞	铜	铅	镉	溶解氧	pH	非离子氨
		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(无量纲)	(mg/L)
SD0605	表	15.2	0.259	0.003	0.75	0.021	0.000003	0.0006	0.0003	0.00009	8.81	8.31	0.00435
	底	19.2	0.318	0.003	0.85	-	0.000023	0.0006	0.0003	0.00009	8.7	8.33	0.00321
SD0607	表	8.2	0.103	0.005	1.02	0.005	0.000001	0.0006	0.0003	0.00009	9.71	8.23	0.00203
	底	7.4	0.107	0.006	0.73	-	0.000001	0.0006	0.0003	0.00009	9.71	8.32	0.00258

表 4.1-6a 2018 年 5 月海水水质评价结果

国控点	采样层次	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类	汞	铜	铅	镉	非离子氨	溶解氧	pH
SD0605	表	1.065	0.2	0.41	0.48	20	0.12	0.3	0.14	0.08	0.50	0.37
	底	1.17	0.4	-	-	20	0.12	0.3	0.09	0.1	0.61	0.31
SD0607	表	0.575	0.33	0.39	0.12	20	0.12	0.3	0.09	0.04	0.43	0.29
	底	0.75	0.33	0.46	-	20	0.12	0.3	0.09	0.05	0.57	0.26

表 4.1-6b 2018 年 8 月海水水质评价结果

国控点	采样层次	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类	汞	铜	铅	镉	非离子氨	溶解氧	pH
SD0605	表	0.845	0.73	1.09	0.58	0.02	0.16	0.9	0.09	0.22	0.16	0.17
	底	0.925	0.67	0.625	-	0.02	0.12	0.9	0.09	0.53	0.24	0.37
SD0607	表	0.205	0.4	1.19	0.44	0.02	0.44	0.3	0.09	0.09	0.50	0.14
	底	0.37	0.47	0.79	-	0.02	0.38	0.3	0.1	0.1	0.53	0.09

表 4.1-6c 2018 年 10 月海水水质评价结果

国控点	采样层次	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类	汞	铜	铅	镉	非离子氨	溶解氧	pH
SD0605	表	1.295	0.2	0.375	0.42	0.06	0.12	0.3	0.09	0.22	0.16	0.46
	底	1.59	0.2	0.425	-	0.46	0.12	0.3	0.09	0.16	0.21	0.51
SD0607	表	0.515	0.33	0.51	0.1	0.02	0.12	0.3	0.09	0.1	0.19	0.23
	底	0.535	0.4	0.365	-	0.02	0.12	0.3	0.09	0.13	0.17	0.49

4.2 海洋沉积物质量现状

4.2.1 调查范围与站位布设

中国海洋大学分别于 2018 年 11 月在龙口周边海域分别进行了 17 个站位的沉积物质量调查，调查站位见表 4-1、图 4-1。

4.2.2 调查分析项目

2018 年 11 月沉积物监测项目：有机碳、硫化物、石油类、锌、铅、铜、砷、镉、铬、汞。

4.2.3 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 4.2-1。

表 4.2-1 沉积物项目分析及检出限

项目	分析方法	检出限/ ω
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	0.03×10^{-2}
硫化物	碘量法	4×10^{-6}
铜	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	1×10^{-6}
汞	冷原子吸收分光光度法	5×10^{-9}
锌	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
石油类	紫外分光光度法	2×10^{-6}
砷	原子荧光法	1×10^{-6}

4.2.4 评价标准与方法

(1) 评价标准

根据《山东省海洋功能区划(2011-2020)》的海洋环境保护要求和《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)，保护区、农渔业区和保留区沉积物质量评价执行第一类标准，港口航运区(航道、锚地)执行第二类标准，港口航运区(港口)执行第三类标准。各标准值详见表 4.2-2。

表 4.2-2 海洋沉积物评价标准

项目	一类标准	二类标准	三类标准
石油类 ($\times 10^{-6}$)	≤ 500.0	≤ 1000.0	≤ 1500.0
硫化物 ($\times 10^{-6}$)	≤ 300.0	≤ 500.0	≤ 600.0
有机碳 ($\times 10^{-2}$)	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4.0
铜 ($\times 10^{-6}$)	≤ 35.0	≤ 100.0	≤ 200.0
铅 ($\times 10^{-6}$)	≤ 60.0	$130.0 \leq$	≤ 250.0
锌 ($\times 10^{-6}$)	≤ 150.0	≤ 350.0	≤ 600.0
镉 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.50	≤ 1.50	≤ 5.00
汞 ($\times 10^{-6}$)	≤ 0.20	≤ 0.50	≤ 1.00
铬 ($\times 10^{-6}$)	≤ 80.0	≤ 150.0	≤ 270.0
砷 ($\times 10^{-6}$)	≤ 20.0	≤ 65.0	≤ 93.0

(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。

4.2.5 沉积物质量状况与评价

(1) 2018年11月沉积物质量监测结果见表4.2-3。

表 4.2-3 2018 年 11 月沉积物监测结果统计表

站位	有机碳	石油类	硫化物	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬
	(%)	(10 ⁻⁶)								
1	0.277	4.677	3.696	0.039	0.381	13.199	17.920	53.602	0.194	32.843
3	0.369	5.358	0.915	0.025	0.360	16.854	23.531	65.615	0.397	61.352
4	0.192	3.378	6.597	0.025	0.444	18.356	23.760	74.712	0.363	43.471
6	0.371	2.370	0.286	0.026	0.538	16.933	22.686	65.267	0.263	36.762
9	0.295	6.115	7.490	0.054	0.493	24.698	31.711	100.349	0.430	26.663
11	0.349	2.591	0.683	0.021	0.279	14.020	17.164	63.512	0.248	32.517
13	0.098	2.724	1.355	0.012	0.314	10.334	12.628	41.187	0.236	35.880
15	0.388	5.588	4.137	0.031	0.415	17.829	21.698	98.422	0.273	41.638
16	0.372	6.700	1.207	0.077	0.385	18.571	20.768	87.163	0.319	46.099
18	0.270	5.350	6.554	0.046	0.367	20.721	22.511	73.855	0.259	35.344
20	0.221	2.743	0.054	0.007	0.328	7.092	10.383	50.420	0.192	21.432
21	0.223	13.716	2.813	0.032	0.457	16.301	19.882	55.144	0.248	36.273
22	0.013	1.896	0.574	0.004	0.319	7.349	12.140	41.645	0.183	22.692
24	0.267	5.812	0.953	0.036	0.327	12.683	15.844	49.873	0.278	24.946
25	0.420	2.645	0.087	0.035	0.403	5.523	9.587	26.908	0.179	17.314
26	0.962	5.879	0.102	0.020	0.249	5.638	7.680	26.252	0.147	13.965
30	0.238	6.266	1.191	0.069	0.361	28.483	24.474	70.408	0.287	46.635

(2) 2018 年 11 月沉积物质量评价

2018 年 11 月中国海洋大学调查的 17 个站位中, 8 个站位执行一类沉积物评价标准, 9 个站位执行第二类沉积物评价标准, 各站位各监测因子均符合相应的沉积物质量标准。沉积物质量各评价因子标准指数统计见表 4.2-4。

表 4.2-4 2018 年 11 月沉积监测标准指数统计表

站位	有机碳	石油类	硫化物	汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬	评价标准
1	0.14	0.01	0.01	0.20	0.02	0.38	0.30	0.36	0.39	0.41	2
3	0.18	0.01	0.00	0.12	0.02	0.48	0.39	0.44	0.79	0.77	2
4	0.10	0.01	0.02	0.12	0.02	0.52	0.40	0.50	0.73	0.54	2
6	0.19	0.00	0.00	0.13	0.03	0.48	0.38	0.44	0.53	0.46	1
9	0.15	0.01	0.02	0.27	0.02	0.71	0.53	0.67	0.86	0.33	1
11	0.17	0.01	0.00	0.10	0.01	0.40	0.29	0.42	0.50	0.41	1
13	0.05	0.01	0.00	0.06	0.02	0.30	0.21	0.27	0.47	0.45	2
15	0.19	0.01	0.01	0.15	0.02	0.51	0.36	0.66	0.55	0.52	1
16	0.19	0.01	0.00	0.39	0.02	0.53	0.35	0.58	0.64	0.58	2
18	0.13	0.01	0.02	0.23	0.02	0.59	0.38	0.49	0.52	0.44	2
20	0.11	0.01	0.00	0.04	0.02	0.20	0.17	0.34	0.38	0.27	2
21	0.11	0.03	0.01	0.16	0.02	0.47	0.33	0.37	0.50	0.45	1
22	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.21	0.20	0.28	0.37	0.28	1
24	0.13	0.01	0.00	0.18	0.02	0.36	0.26	0.33	0.56	0.31	1
25	0.21	0.01	0.00	0.18	0.02	0.16	0.16	0.18	0.36	0.22	1
26	0.48	0.01	0.00	0.10	0.01	0.16	0.13	0.18	0.29	0.17	2
30	0.12	0.01	0.00	0.35	0.02	0.81	0.41	0.47	0.57	0.58	2

4.3 海洋生态

2019 年 1 月中国海洋大学对龙口近岸海域进行了 19 个站位的海洋生态调查, 站位布设见表 4-1、图 4-1。

4.3.1 调查与评价方法

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

取叶绿素 a 样品水样 1000mL, 经孔径 0.45um 的滤膜过滤后, 干燥冷藏保存, 采用分光光度法进行分析, 按 Jeffrey- Humphrey 的方程式计算叶绿素 a 的含量。

②浮游生物

浮游生物样品用浅水 I、III 型浮游生物网, 自底至表垂直拖网取得, 经 5% 福尔马林海水溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行,

最后浮游植物出现的个体数换算成个/m³，浮游动物个体数换算成个/m³和生物量换算成 mg/m³ 作为调查水域的现存量指标。

③底栖生物

底栖生物样品用 0.05m² 曙光型采泥器采集，每站采集 4 次，所获泥样经孔径为 0.5mm 的套筛冲洗后，挑拣全部生物个体作为一个样品，生物标本浸于 75% 酒精溶液中固定保存。生物量根据酒精标本重量计算，称重在感量为 0.001g 的电子天平上进行。

(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香农维纳生物多样性指数 (Shannon-Wienver index)

香农维纳指数的含义：当群落中只有一个居群存在时，香农指数达最小值 0；当群落中有两个以上的居群存在，且每个居群仅有一个成员时，香农指数达到最大值 $\ln k$ 。

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

式中： H' ---生物群落的多样性指数， H' =样品的信息含量（彼得/个体）= 群落的多样性指数

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，如样品总个体数为 N ，第 i 种个体数为 n_i ，则 $P_i = n_i / N$

②均匀度指数

$$J = \frac{H'}{H_{\max}}$$

式中： J ---均匀度指数

H' ---多样性指数

H_{\max} --- $\ln S$ ，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

$$D = \frac{N_1 + N_2}{N_T}$$

式中：D ---优势度指数

N₁---样品中第一优势种的个体数-

N₂ ---样品中第二优势种的个体数-

N_T ---样品的总个体数-

④丰度指数

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

式中：d ---丰度指数

S ---样品中的种类数量

N ---样品中的生物个体总数

4.3.2 叶绿素

2019年1月份的调查中,各测站叶绿素 a 含量为0~5.02μg/L,平均为1.73μg/L。

2019年1月叶绿素 a 监测结果见表 4.3-1。

表 4.3-1 叶绿素 a 含量 (2019 年 1 月)

站位	叶绿素(ug/L)	站位	叶绿素(ug/L)
1	0.95	19	0.88
3	0.47	21	5.02
4	0.47	22	0.95
6	0.00	23	3.66
9	0.00	24	1.83
11	3.66	25	1.42
13	0.47	28	2.72
14	0.88	29	2.72
15	1.42	30	3.19
18	2.24	平均值	1.73

4.3.3 浮游植物

(1) 种类组成

2019年1月(中国海洋大学)共采集到浮游植物的种类为51种,隶属于硅藻、甲藻。其中硅藻较多47种,占92.16%,甲藻4种占据了7.84%。浮游植物名录见表4.3-2。

表 4.3-2 浮游植物种名录 (2019 年 1 月)

序号	种名	拉丁名
	硅藻	<i>Bacillariophyta</i>
1	北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i> Bailey
2	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell
3	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow
4	丹麦角毛藻	<i>Chaetoceros danicus</i> Cleve
5	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
6	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh
7	浮动弯角藻	<i>Eucampia zoodiacus</i> Ehrenberg
8	辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg
9	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
10	格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i> Grouh
11	海洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>
12	虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>
13	棘冠藻	<i>Corethron criophilum</i>
14	尖布纹藻	<i>Gyrosigma acuminatum</i>
15	尖刺伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle
16	卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i> karsten
17	孔圆筛藻	<i>Coscinodiscus perforatus</i> Ehrenberg 1845
18	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grun.) Van Heurck
19	菱形藻	<i>Nitzschia</i> sp.
20	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
21	密联角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i> (Cleve) Cleve
22	冕孢角毛藻	<i>Chaetoceros subsecundus</i> Hustedt
23	膜状舟形藻	<i>Navicula membranacea</i> Cleve
24	诺氏海链藻	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i> Cleve
25	桥联角毛藻	<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grunow
26	柔弱根管藻	<i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve
27	柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i> Cleve
28	柔弱菱形藻	<i>Nitzschia delicatissima</i> Cleve
29	斯氏几内亚藻	<i>Guinardia striata</i>
30	太平洋海链藻	<i>Thalassiosira pacifica</i>
31	萎软几内亚藻	<i>Guinardia flaccica</i> (Castr.) Peragallo
32	暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i> Ostensfeld
33	小环藻	<i>Cyclotella</i> sp.
34	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
35	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
36	缢缩角毛藻	<i>Chaetoceros constrictus</i>
37	印度翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata f. indica</i> (Perag.) Hustedt
38	优美旭氏藻矮小变种	<i>Schroderella delicatula f. schroderi</i> (Bergon) Sournia, 1968
39	圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier
40	圆筛藻	<i>Coscinodiscus</i> sp.
41	圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i> Cleve
42	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
43	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i> (Grev.) Grunow
44	针杆藻	<i>Synedra</i> sp.

序号	种名	拉丁名
45	中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i> Greville
46	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
47	舟形藻	<i>Navicula</i> sp.
	甲藻	<i>Dinophyta</i>
48	大角角藻	<i>Ceratium macrocercs</i> (Her.)Cleve
49	纺锤角藻	<i>Ceratium fusus</i>
50	三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>
51	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid et Swezy

(2) 细胞数量

2019年1月(中国海洋大学)浮游植物调查结果显示,调查海域内浮游植物细胞数量范围为 $65.53\sim 570.40\times 10^4$ 个/ m^3 ,以20号站位最高,6号站位数量较低。调查海区各站浮游植物细胞数量分布见表4.3-3。

表4.3-3 各调查站位浮游植物密度

站位	细胞数量(10^4 个/ m^3)	站位	细胞数量(10^4 个/ m^3)
1	144.64	20	570.40
3	69.60	21	259.33
4	116.16	22	372.27
6	65.53	24	221.28
9	88.56	25	328.80
11	202.80	26	396.16
13	221.41	28	98.80
15	341.84	29	96.27
16	194.93	30	320.67
18	271.47	平均值	230.57

(3) 优势种

2019年1月份的调查海域浮游植物群落中占优势的种类主要有尖刺伪菱形藻、暹罗角毛藻、中肋骨条藻、斯氏几内亚藻、优美旭氏藻矮小变种、舟形藻、夜光藻、浮动弯角藻、卡氏角毛藻、密联角毛藻。

(4) 群落特征

生物的多样性指数、均匀度、丰度等参数分析,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,表明调查海域环境质量好,否则环境质量不好。

2019年1月(中国海洋大学)浮游植物调查结果显示,多样性指数 $2.099\sim 4.539$ 之间,平均值为3.21,均匀度指数在 $0.46\sim 1.02$ 之间,平均值为0.72,丰

度指数在 0.75~1.38 之间, 平均值为 1.05, 优势度指数在 0.07~0.54 之间, 平均值为 0.29。浮游植物综合指数见表 4.3-4。

表 4.3-4 浮游植物综合指数统计表 (2019 年 1 月)

站位	丰度 d	多样性指数 H'	均匀度 J	优势度
1	1.03	3.002	0.67	0.10
3	0.98	2.824	0.65	0.26
4	1.24	2.789	0.59	0.54
6	1.09	3.060	0.69	0.13
9	1.01	2.747	0.63	0.12
11	1.34	3.216	0.66	0.44
13	1.04	3.509	0.78	0.24
15	1.38	3.497	0.71	0.39
16	0.86	3.451	0.81	0.20
18	0.89	3.060	0.71	0.34
20	0.98	3.256	0.72	0.30
21	0.99	4.539	1.02	0.25
22	1.05	2.099	0.46	0.49
24	0.95	3.877	0.88	0.32
25	0.88	2.200	0.51	0.41
26	1.19	3.472	0.73	0.30
28	1.10	3.689	0.82	0.21
29	0.75	3.664	0.92	0.15
30	1.11	2.985	0.64	0.31
最小值	0.75	2.099	0.46	0.10
最大值	1.38	4.539	1.02	0.54
平均值	1.05	3.21	0.72	0.29

4.3.4 浮游动物

(1) 种类组成

2019 年 1 月 (中国海洋大学) 调查共鉴定浮游动物 36 种, 其中原生动物 2 种, 占 5.56%; 节肢动物 22 种, 占 61.11%; 毛颚动物和尾索动物各 1 种, 各占 2.78%; 刺胞动物 2 种, 占 5.56%; 浮游幼虫 8 种, 占 22.21%。浮游动物名录见表 4.3-5。

表 4.3-5 浮游动物种名录

序号	种名	拉丁名
一	原生动物	<i>Protozoa</i>
1	运动类铃虫	<i>Codonellopsis mobilis</i> Wang
2	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Kofoid et Swezy
二	刺胞动物	<i>Cnidaria</i>
3	双手鲍氏水母	<i>Bougainvillia bitentaculata</i>
4	卡玛拉母属	<i>Malagazzia carolinae</i> (Mayer)
三	节肢动物	<i>Arthropoda</i>
5	双刺纺锤水蚤	<i>Acartia bifilosa</i>

序号	种名	拉丁名
6	克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht
7	洪氏纺锤水蚤	<i>Acartia hongii</i> Soh et Suh
8	太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i> Steuer
9	腹针胸刺水蚤	<i>Centropages abdominalis</i> Sato
10	胸刺水蚤	<i>Centropages</i> sp.
11	瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i> Thompson et Scott
12	中华哲水蚤	<i>Clalnus sinicus</i> Brodsky
13	中华螺赢蜚	<i>Corophium Sinensis</i>
14	近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i> McMurrichi
15	平大眼剑水蚤	<i>Corycaeus dahli</i> Tanaka
16	太平洋真宽水蚤	<i>Eurytemora pacifica</i> Sato
17	钩虾	Gammaridean
18	单尾猛水蚤	<i>Harpacticus uniremis</i> Kroyer
19	真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i> Giesbrecht
20	短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i> Giesbrecht
21	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i> Claus
22	强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i> Dahl
23	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i> (Claus)
24	火腿伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus poplesia</i> (Shen)
25	细巧华哲水蚤	<i>Sinocalanus tenellus</i> (Kikuchi)
26	细足法戎	<i>Themisto gracilipes</i>
四	毛颚动物	<i>Chaetognatha</i>
27	强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i> Tokioka
五	浮游幼虫	<i>Pelagic larvae</i>
28	双壳类幼体	<i>Bivalvia larva</i>
29	桡足类幼体	<i>Copepodite larva</i>
30	仔稚鱼	<i>Fish larva</i>
31	腹足类幼体	<i>Gastropoda post larva</i>
32	长尾类无节幼体	Nauplius larva
33	蔓足类无节幼虫	Nauplius larva (Cirripedia)
34	桡足类无节幼体	Nauplius larva (Copepoda)
35	多毛类幼体	Polychaeta larva
六	尾索动物	<i>Tunicata</i>
36	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i> Fol

(2) 生物量

2019 年 1 月浮游动物调查结果表明，浮游动物的个体数量平均分布为 7.94×10^4 个/ m^3 ，其个体数量的波动范围在 $3.10 \times 10^4 \sim 15.42 \times 10^4$ 个/ m^3 之间，最高个体数量的分布站点在 21 号站，最低的站点为 28 号站。调查海区各站浮游动物个体数量分布见表 4.3-6。

表 4.3-6 各站位浮游动物生物量和个体数量统计表

站位	个体数量 (*10 ⁴ ind./m ³)	种类数	湿重生物量 mg/m ³
1	3.67	17	3853.60
3	5.78	13	3296.40
4	7.23	13	1571.00
6	3.94	15	5997.60
9	9.02	13	7861.80
11	6.84	13	4433.20
13	11.51	17	4927.40
15	7.07	11	6751.40
16	7.99	14	4546.00
18	5.51	12	6508.00
20	7.79	14	6290.20
21	15.42	11	12414.00
22	11.27	12	9202.40
24	3.73	11	13998.33
25	10.23	16	2181.00
26	13.33	11	10526.00
28	3.10	15	4054.40
29	6.04	13	7114.67
30	11.39	14	8799.00
最大值	15.42	17	13998.33
最小值	3.10	11	1571.00
平均值	7.94	13	6543.49

(3) 优势种

2019 年 1 月（中国海洋大学）浮游动物调查结果表明，调查海区浮游动物群落优势种类为夜光虫、桡足类无节幼体、强额拟哲水蚤、小拟哲水蚤。

(4) 群落特征

2019 年 1 月（中国海洋大学）浮游动物调查结果表明，调查海域内浮游动物种类多样性指数值在 0.382~2.376 之间变动，平均 1.2；均匀度在 0.10~0.61 之间，平均 0.32；丰度在 0.58~1.06 之间，平均 0.77；优势度在 0.58~0.97 之间，平均 0.86。浮游动物综合指数见表 4.3-7。

表 4.3-7 2019 年 1 月调查海域大型浮游动物综合性指数

站位	丰度 d	多样性指数 H'	均匀度 J	优势度
1	1.06	2.034	0.50	0.77
3	0.76	2.117	0.57	0.75
4	0.74	2.009	0.54	0.77
6	0.92	2.376	0.61	0.58
9	0.73	0.382	0.10	0.97
11	0.75	1.216	0.33	0.85
13	0.95	0.970	0.24	0.91
15	0.62	0.482	0.14	0.95

16	0.80	1.760	0.46	0.82
18	0.70	1.335	0.37	0.83
20	0.80	0.768	0.20	0.92
21	0.58	0.674	0.19	0.93
22	0.66	0.624	0.17	0.94
24	0.66	1.160	0.34	0.83
25	0.90	1.301	0.33	0.84
26	0.59	0.425	0.12	0.96
28	0.94	1.638	0.42	0.81
29	0.76	0.765	0.21	0.92
30	0.77	0.703	0.18	0.93
最大值	1.06	2.376	0.61	0.97
最小值	0.58	0.382	0.10	0.58
平均值	0.77	1.20	0.32	0.86

4.3.5 底栖生物

(1) 种类组成

2019年1月调查(中国海洋大学)海域共近海27个站位进行了底栖生物的调查。近海调查中获底栖动物70种,隶属于环节动物、软体动物、节肢动物、刺胞动物、棘皮动物五个门类。底栖生物名录见表4.3-8。

表 4.3-8 底栖生物种名录 (2019 年 1 月)

序号	中文名	拉丁名
一	环节动物	<i>Annelida</i>
1	背褶沙蚕	<i>Tambalagama fauveli</i>
2	渤海格鳞虫	<i>Gattyana pohaiensis</i>
3	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
4	独指虫	<i>Aricidea fragilis</i>
5	刚鳃虫	<i>Chaetozone setosa</i>
6	寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanovae</i>
7	管缨虫	<i>Chone infundibuliformis</i>
8	尖叶长手沙蚕	<i>Magelona cincta</i>
9	内刺盘管虫	<i>Hydroides ezoensis</i>
10	拟特须虫	<i>Paralacydonia paradoxa</i>
11	丝异须虫	<i>Heteromastus filiformis</i>
12	梭形驼背涟虫	<i>Campylaspis amblyoda</i>
13	西方似蛭虫	<i>Amaeana occidentalis</i>
14	细丝鳃虫	<i>Cirratulus filiformis</i>
15	须鳃虫	<i>Cirriformia tentaculata</i>
16	粘海蛹	<i>Ophelia limacina</i>
17	长鳃树蛭虫	<i>Pista brevibranchia</i>
18	真旋虫	<i>Eudistylia vancouveri</i>
19	中华半突虫	<i>Phyllodoce chinensis</i>
20	中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>

序号	中文名	拉丁名
21	中华异稚虫	<i>Heterospio sinica</i>
22	中蚓虫	<i>Mediomastus californiensis</i>
23	锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i>
24	足刺拟单指虫	<i>Cossurella aciculata</i>
二	软体动物	<i>Mollusca</i>
25	扁平管帽螺	<i>Siphopatella walshi</i>
26	扁玉螺	<i>Neverita didyma</i>
27	布尔小笔螺	<i>Mitrella burchardi</i>
28	脆杆全海笋	<i>Barnea fragilis</i>
29	东方缝栖蛤	<i>Hiatella orientalis</i>
30	东京梨螺	<i>Pyrrunculus tokyoensis</i>
31	多变织纹螺	<i>Nassarius mutabilis</i>
32	耳口露齿螺	<i>Ringicula doliaris</i>
33	菲律宾蛤仔	<i>Venerupis philippinaraum</i>
34	宫田神角蛤	<i>Semelangulus miyatensis</i>
35	广大扁玉螺	<i>Glossaulax reniana</i>
36	红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>
37	灰双齿蛤	<i>Felaniella usta</i>
38	江户明樱蛤	<i>Moerella jedoensis</i>
39	胶州湾顶管角贝	<i>Episiphon kiaochohwanense</i>
40	肋骨若塔螺	<i>Guraleus deshayesii</i>
41	理蛤	<i>Theora lata</i>
42	玛利亚瓷光螺	<i>Eulima maria</i>
43	麦氏大口螺	<i>Megastomia makiyamai</i>
44	木户锥形螺	<i>Turbonilla kidoensis</i>
45	内肋蛤	<i>Endopleura lubrica</i>
46	双带棒形螺	<i>Bacteridium vittatum</i>
47	笋金螺	<i>Chrysallida terebra</i>
48	凸壳肌蛤	<i>Musculus senhousia</i>
49	碗梨螺	<i>Pyrrunculus phialus</i>
50	小亮樱蛤	<i>Nitidotellina minuta</i>
51	小囊螺	<i>Retusa minima</i>
52	小笋螺	<i>Terebra tantilla</i>
53	腰带螺	<i>Cingulata cingulata</i>
54	异白樱蛤	<i>Musculus cupreus</i>
55	中国不等蛤	<i>Anomia chinensis</i>
56	中华拟锯齿蛤	<i>Arvella sinica</i>
57	紫壳阿文蛤	<i>Alvenius ojanus</i>
三	节肢动物	<i>Arthropoda</i>
58	大泵钩虾	<i>Haustorioides magnus</i>
59	格氏星萤	<i>Asteropina grimaldi</i>
60	尖额麦秆虫	<i>Caprella penantis</i>
61	介形类	Subclass Ostracoda
62	理石叶钩虾	<i>Jassa marmorata</i>
63	日本拟背尾水虱	<i>Paranthura japonica</i>
64	日本长尾虫	<i>Apseudes nipponicus</i>

序号	中文名	拉丁名
65	头角泥钩虾	<i>Eriopisella propagatio</i>
66	中华螺赢蜚	<i>Corophium sinense</i>
67	中华原钩虾	<i>Eogammarus sinensis</i>
68	二齿半尖额涟虫	<i>Hemileucon bidentatus</i>
四	棘皮动物	<i>Echinodermata</i>
69	心形海胆	<i>Echinocardium cordatum</i>
五	刺胞动物	<i>Cnidaria</i>
70	强壮仙人掌海鳃	<i>Cavernularia obesa</i>

(2) 生物量

2019年1月（中国海洋大学）调查海域底栖动物湿重变化范围为1.08~697.10g/m²，平均60.37g/m²。最高值出现在13号站，最低值出现在1号站。各站位生物量分布见表4.3-9。

表 4.3-9 调查海域底栖生物量统计表（2019年1月）

站位	栖息密度: ind/m ²	生物量: g/m ²
1	80	1.08
3	260	2.68
4	100	0.68
6	40	0.58
9	300	150.72
11	180	3.82
13	500	697.10
15	40	0.72
16	100	1.32
18	60	1.26
20	340	4.66
21	140	1.82
22	280	4.68
24	220	5.80
25	140	176.74
26	380	4.66
28	140	60.80
29	180	25.14
30	120	2.80
最小值	40	1.08
最大值	500	697.10
平均值	189	60.37

(3) 优势种

2019年1月（中国海洋大学）调查海域底栖生物优势种为耳口露齿螺、拟特须虫。

(4) 群落特征

2019年1月（中国海洋大学）调查海域内底栖生物多样性指数在0.99~3.70之间，平均2.16；均匀度指数在0.77~1.00之间，平均0.93；丰度指数在0.14~1.56之间，平均0.65。底栖生物综合指数见表4.3-10。

表 4.3-10 调查海域底栖生物综合性指数统计表（2019年1月）

站位	均匀度 J	多样性指数 H'	丰度 d	优势度
1	0.95	1.50	0.32	0.50
3	0.92	2.93	1.00	0.15
4	0.96	1.52	0.30	0.00
6	1.00	1.00	0.19	0.00
9	0.96	3.32	1.22	0.27
11	0.97	2.73	0.80	0.33
13	0.95	3.70	1.56	0.12
15	1.00	1.00	0.19	0.50
16	0.96	1.92	0.45	0.40
18	1.00	1.58	0.34	0.33
20	0.96	3.45	1.31	0.24
21	0.92	2.13	0.56	0.43
22	0.89	2.84	0.98	0.36
24	0.86	2.40	0.77	0.45
25	0.92	2.13	0.56	0.14
26	0.87	2.91	1.05	0.16
28	0.99	0.99	0.14	0.00
29	0.77	1.22	0.27	0.00
30	0.90	1.79	0.43	0.00
最小值	0.77	0.99	0.14	0.00
最大值	1.00	3.70	1.56	0.50
平均值	0.93	2.16	0.65	0.23

4.4 海流现状调查与评价

4.4.1 潮汐

中国海洋大学在工程附近海域布设了2个潮位观测站，分别于2018年5月18日至19日（春季）、2018年7月29日至7月30日（夏季）、2018年11月23日至11月24日（秋季）和2019年1月6日至1月7日（冬季）进行四季潮位观测（站位布置如图4.4-1、表4.4-1）。

工程所在海域的潮汐属于半日潮类型。观测期间潮位站潮汐平均潮差为1.14m，平均涨潮历时为6h40min，平均落潮历时5h50min。

表 4.4-1 潮位观测站位一览表

观测站位	观测内容
37°42'15.810"N, 120°13'45.590"E	潮位
37°35'57.390"N, 120°13'48.970"E	

4.4.2 海流

4.4.2.1 站位布设

中国海洋大学在工程附近海域布设了 12 个海流观测站位，分别于 2018 年 5 月 18 日至 19 日（农历四月初四至初五；春季）、2018 年 7 月 29 日至 7 月 30 日（农历六月十七至十八；夏季）、2018 年 11 月 23 日至 11 月 24 日（农历十月十六至十七；秋季）和 2019 年 1 月 6 日至 1 月 7 日（农历腊月初一至初二；冬季）进行四季大潮期单周日同步观测。站位布设如表 4.4-2、图 4.4-1 所示。

表 4.4-2 海流观测站位一览表

站位	北纬	东经
1#	37°42'09.750"	120°07'44.780"
2#	37°42'15.810"	120°13'45.590"
3#	37°38'07.755"	120°07'50.990"
4#	37°38'07.342"	120°12'36.490"
5#	37°38'06.920"	120°16'47.400"
6#	37°37'03.000"	120°17'21.010"
7#	37°35'57.390"	120°13'48.970"
8#	37°36'48.190"	120°15'13.960"
9#	37°34'35.640"	120°14'26.430"
10#	37°37'03.000"	120°17'21.010"
11#	37°33'44.510"	120°15'36.530"
12#	37°36'04.620"	120°17'18.820"

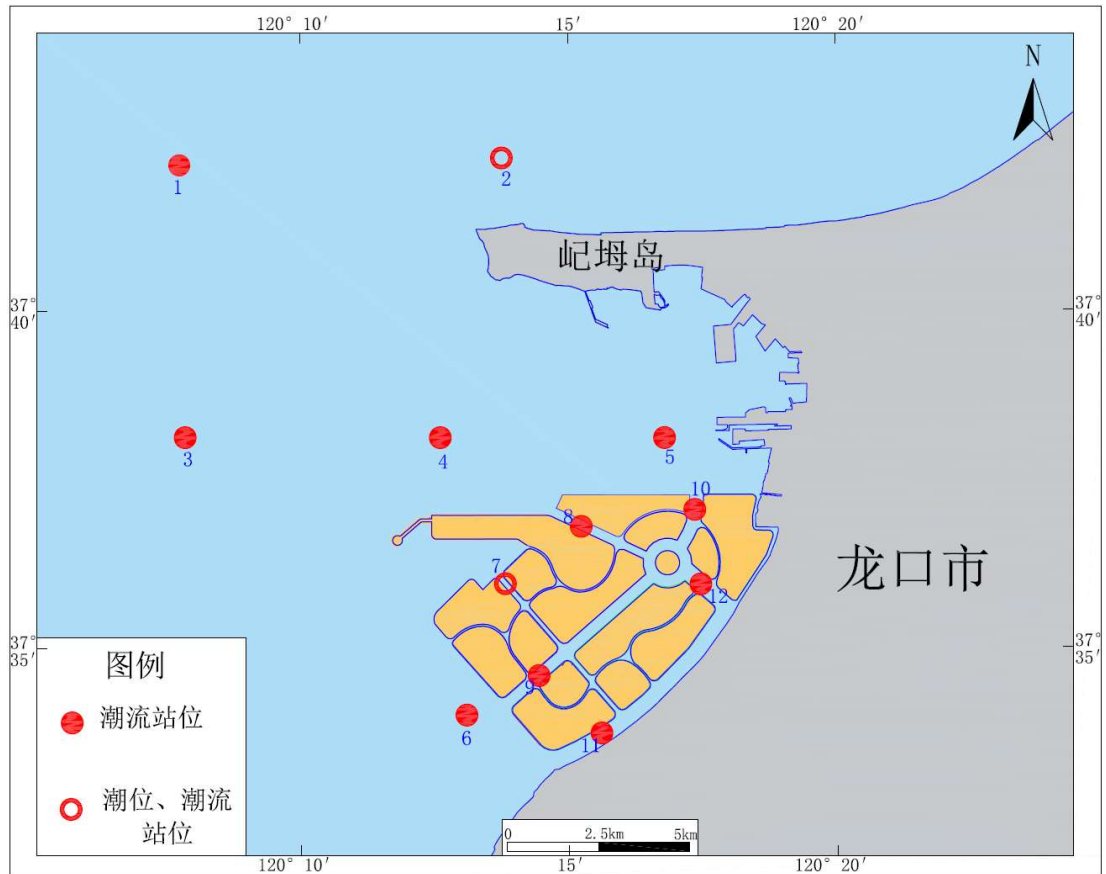


图 4.4-1 海流、潮位观测站位布设图

4.4.2.2 海流实测资料统计分析

(1) 2018 年 5 月（春季）调查结果

2018 年 5 月实测海流平均流速、涨落潮最大流速、流向统计结果见表 5.6-3 所示，海流矢量图如图 4.4-2 所示。

①该海域潮流运动形式以往复流为主，外侧海域的 1#~6#站点，表层、底层平均流速分别介于 12.6~52.4cm/s、11.1~34.1cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 24.3~92.7cm/s、19.4~58cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 17.8~130.0cm/s、20.5~79.7cm/s 之间。

水道内的 7#~12#站点，表层、底层平均流速分别介于 5.6~21.8cm/s、5.1~13cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 11.3~37.4cm/s、10.3~20.9cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 11.3~37.8cm/s、5.3~18.7cm/s 之间。

②从流速平面分布来看，外侧海域的 1#~6#站点涨潮时表层最大流速出现在 2#站，最大流速为 92.7cm/s，对应流向为 258.0°，落潮时表层最大流速出现在 2#

站，最大流速为 130.0cm/s，对应流向为 76.3°；涨潮时底层最大流速出现在 2# 站，最大流速为 58.0cm/s，对应流向为 256.0°，落潮时底层最大流速出现在 2# 站，最大流速为 79.7cm/s，对应流向 91.3°。

水道内的 7#~12# 站点涨潮时表层最大流速出现在 12# 站，最大流速为 37.4cm/s，对应流向为 236.8°，落潮时表层最大流速出现在 12# 站，最大流速为 37.8cm/s，对应流向为 346.9°；涨潮时底层最大流速出现在 11# 站，最大流速为 20.9cm/s，对应流向为 302.5°，落潮时底层最大流速出现在 10# 站，最大流速为 18.7cm/s，对应流向 35.2°。

③从涨落潮流速看，1#、3#、4#、5#、6# 站点表层涨潮流速大于落潮流速，其余站点表层涨潮流速小于落潮流速。

(2) 2018 年 7 月（夏季）调查结果

2018 年 7 月实测海流平均流速、涨落潮最大流速、流向统计结果见表 5.6-4，海流矢量图见图 4.4-3。

①该海域大潮潮流运动形式以往复流为主，外侧海域的 1#~6# 站点表层、底层平均流速分别介于 8.4~51.3cm/s、7.1~47cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 13.2~89cm/s、10.6~58.7cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 20.8~129.7cm/s、15~102.1cm/s 之间。

水道内的 7#~12# 站点，表层、底层平均流速分别介于 6.3~24.4cm/s、3.2~11.2cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 10.3~35.1cm/s、5.7~20.7cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 9.8~39.6cm/s、7.9~24cm/s 之间。

②从流速平面分布来看，外侧海域的 1#~6# 站点涨潮时表层最大流速出现在 2# 站，最大流速为 89cm/s，对应流向为 330.7°，落潮时表层最大流速出现在 2# 站，最大流速为 129.7cm/s，对应流向为 359°；涨潮时底层最大流速出现在 2# 站，最大流速为 58.7cm/s，对应流向为 319.7°，落潮时底层最大流速出现在 2# 站，最大流速为 102cm/s，对应流向 268.7°。

水道内的 7#~12# 站点涨潮时表层最大流速出现在 10# 站，最大流速为 35.1cm/s，对应流向为 310.6°，落潮时表层最大流速出现在 10# 站，最大流速为 39.6cm/s，对应流向为 165.1°；涨潮时底层最大流速出现在 10# 站，最大流速为 20.7cm/s，对应流向为 132.8°，落潮时底层最大流速出现在 10# 站，最大流速为

24cm/s，对应流向 129.9°。

(3) 2018 年 11 月（秋季）调查结果

2018 年 11 月实测海流平均流速、涨落潮最大流速、流向统计结果见表 5.6-5，海流矢量图见图 4.4-4。

①该海域大潮潮流运动形式以往复流为主，外侧海域的 1#~5#站点表层、底层平均流速分别介于 10.7~43.8cm/s、7~32.3cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 27~71.7cm/s、15.7~47.7cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 26~114.7cm/s、12.7~81.7cm/s 之间。

水道内的 7#、8#、10#、12#站点，表层、底层平均流速分别介于 5.6~22.2cm/s、5.4~13.9cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 8.7~32.9cm/s、9.7~22.3cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 8~38.8cm/s、8~23.7cm/s 之间。

②从流速平面分布来看，外侧海域的 1#~5#站点涨潮时表层最大流速出现在 2#站，最大流速为 71.7cm/s，对应流向为 263°，落潮时表层最大流速出现在 2#站，最大流速为 114.7cm/s，对应流向为 77.3°；涨潮时底层最大流速出现在 2#站，最大流速为 47.7cm/s，对应流向为 83.7°，落潮时底层最大流速出现在 2#站，最大流速为 81cm/s，对应流向 87.3°。

水道内的 7#、8#、10#、12#站点涨潮时表层最大流速出现在 10#站，最大流速为 32.9cm/s，对应流向为 189.8°，落潮时表层最大流速出现在 10#站，最大流速为 38.8cm/s，对应流向为 11.3°；涨潮时底层最大流速出现在 12#站，最大流速为 22.3cm/s，对应流向为 330.5°，落潮时底层最大流速出现在 10#站，最大流速为 23.7cm/s，对应流向 67°。

(4) 2019 年 1 月（冬季）调查结果

2019 年 1 月实测海流平均流速、涨落潮最大流速、流向统计结果见表 5.6-6，海流矢量图见图 4.4-5。

①该海域大潮潮流运动形式以往复流为主，水道外的 1#~6#站点表层、底层平均流速分别介于 9.9~26.3cm/s、7~19.3cm/s 之间；涨潮时表层、底层最大流速分别介于 21~45cm/s、11.5~36.5cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 18.2~59cm/s、9.8~39cm/s 之间。

水道内的 7#~12#站点，表层、底层平均流速分别介于 3.7~21.7cm/s、

3.2~9.7cm/s 之间; 涨潮时表层、底层最大流速分别介于 6.3~36.1cm/s、5~16.7cm/s 之间, 落潮时表层、底层最大流速分别介于 6~34.9cm/s、4.7~16.6cm/s 之间。

②从流速平面分布来看, 水道外的 1#~6#站点涨潮时表层最大流速出现在 1#站, 最大流速为 26.3cm/s, 对应流向为 249.9°, 落潮时表层最大流速出现在 2#站, 最大流速为 59cm/s, 对应流向为 87°; 涨潮时底层最大流速出现在 1#站, 最大流速为 36.5m/s, 对应流向为 244.1°, 落潮时底层最大流速出现在 2#站, 最大流速为 39cm/s, 对应流向 81°。

水道内的 7#~12#站点涨潮时表层最大流速出现在 12#站, 最大流速为 36.1cm/s, 对应流向为 171.8°, 落潮时表层最大流速出现在 10#站, 最大流速为 34.9cm/s, 对应流向为 43.4°; 涨潮时底层最大流速出现在 12#站, 最大流速为 16.7cm/s, 对应流向为 64.8°, 落潮时底层最大流速出现在 10#站, 最大流速为 16.6cm/s, 对应流向 291.9°。

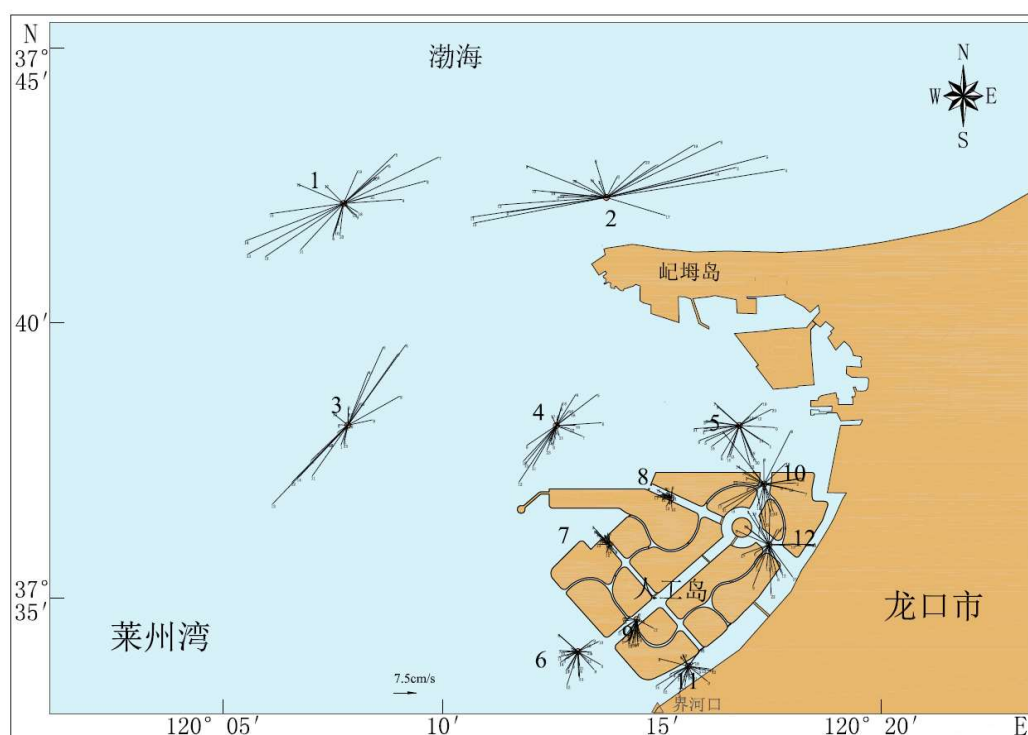


图 4.4-2a 2018 年 5 月海流观测矢量图 (表层)

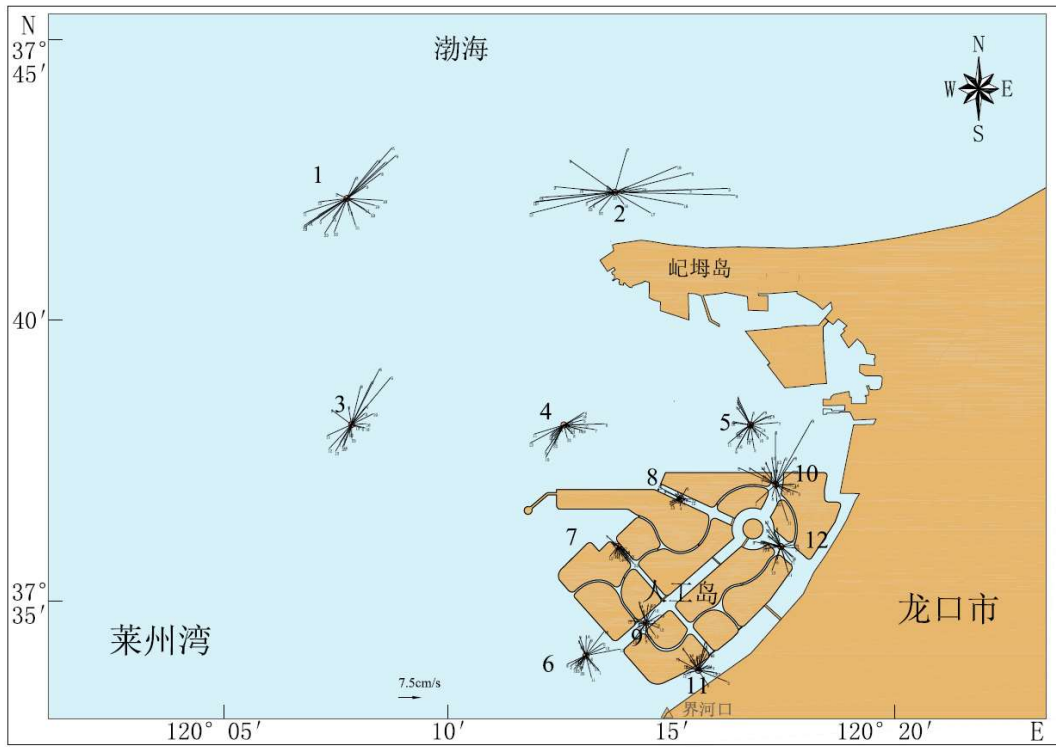


图 4.4-2b 2018 年 5 月海流观测矢量图 (底层)

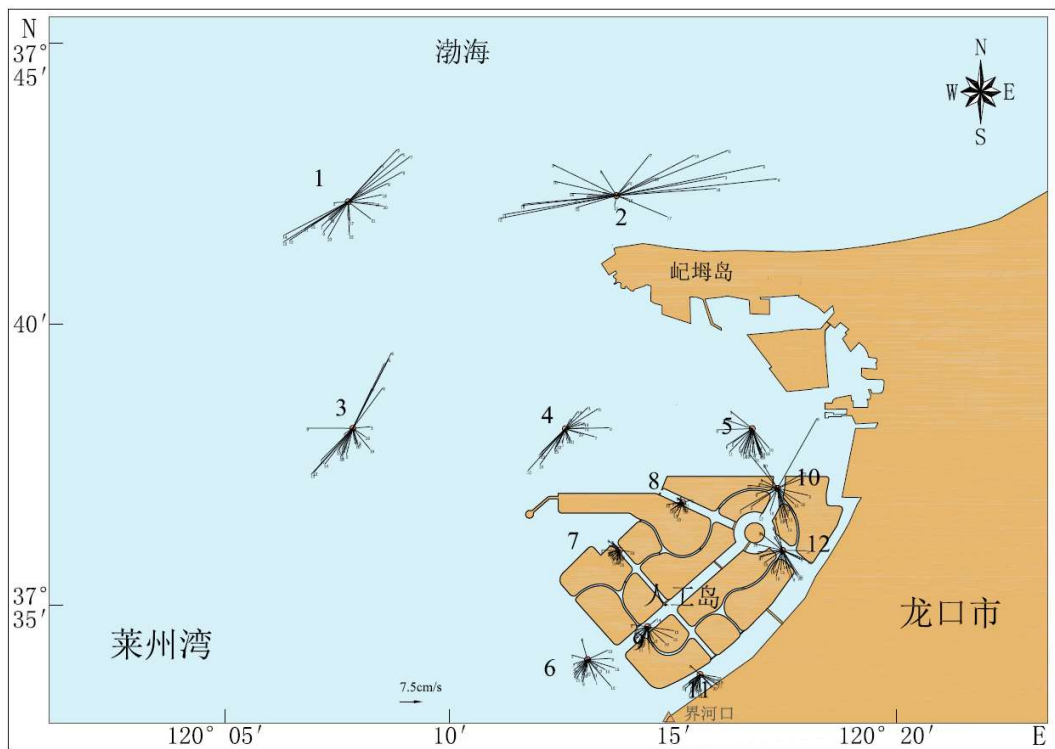


图 4.4-2c 2018 年 5 月海流观测矢量图 (垂向平均)

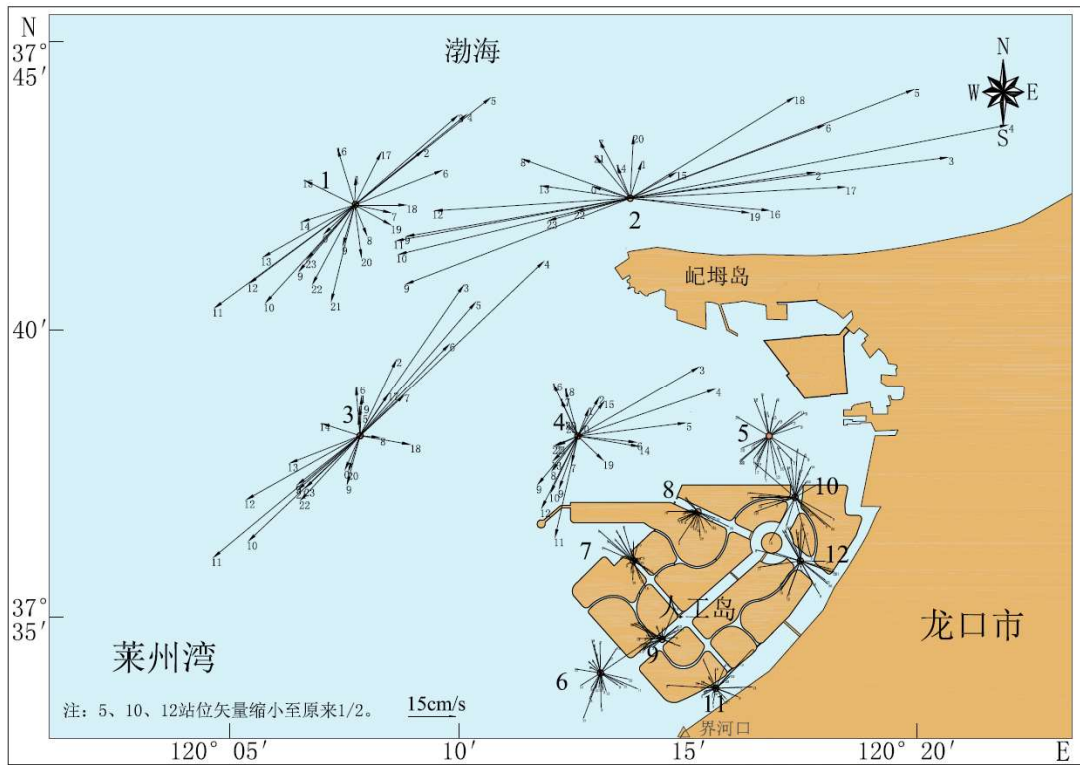


图 4.4-3a 2018 年 7 月海流观测矢量图 (表层)

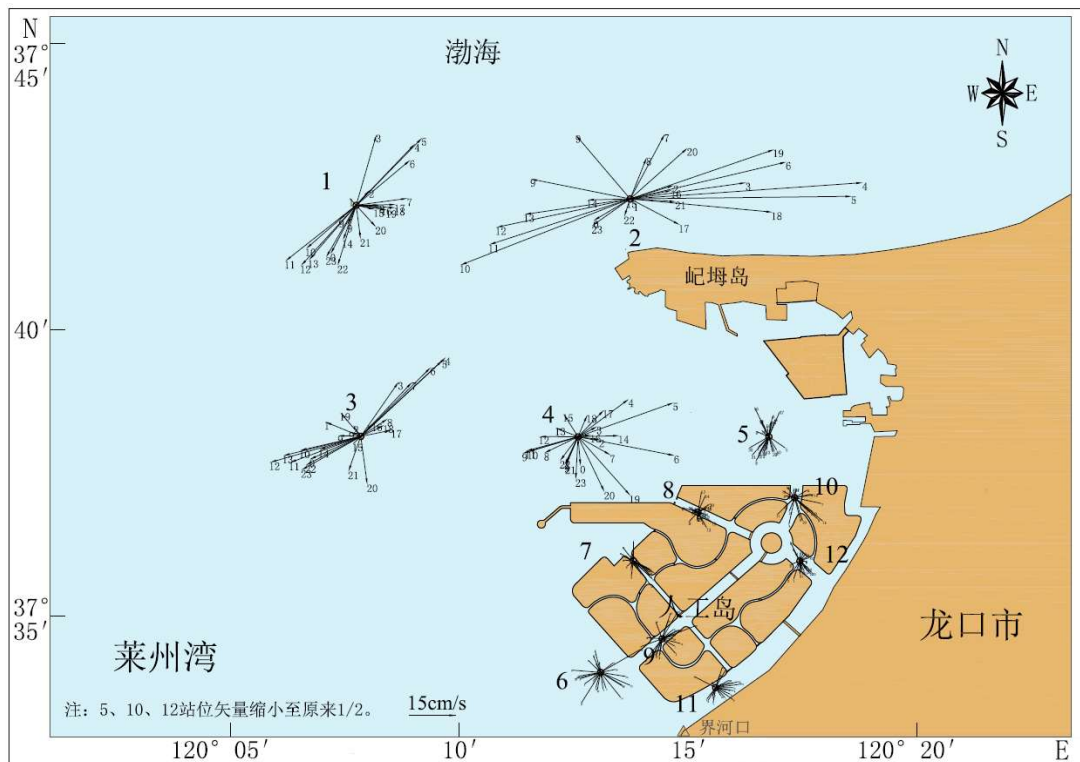


图 4.4-3b 2018 年 7 月海流观测矢量图 (底层)

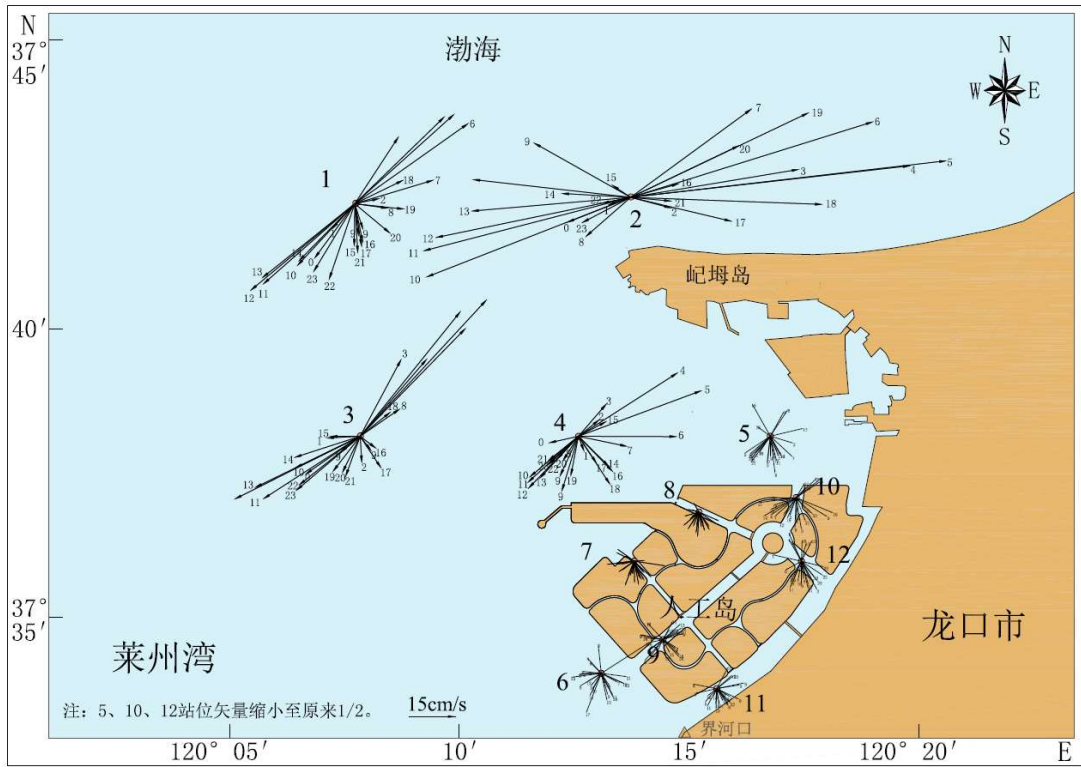


图 4.4-3c 2018 年 7 月海流观测矢量图 (垂向平均)

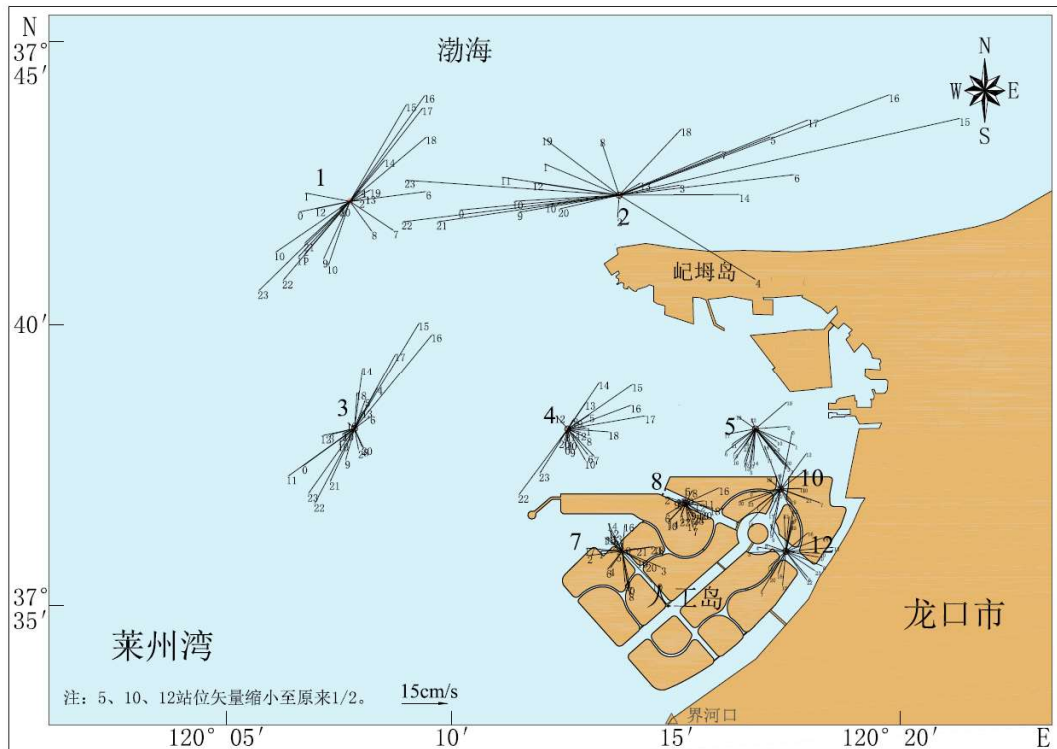


图 4.4-4a 2018 年 11 月海流观测矢量图 (表层)

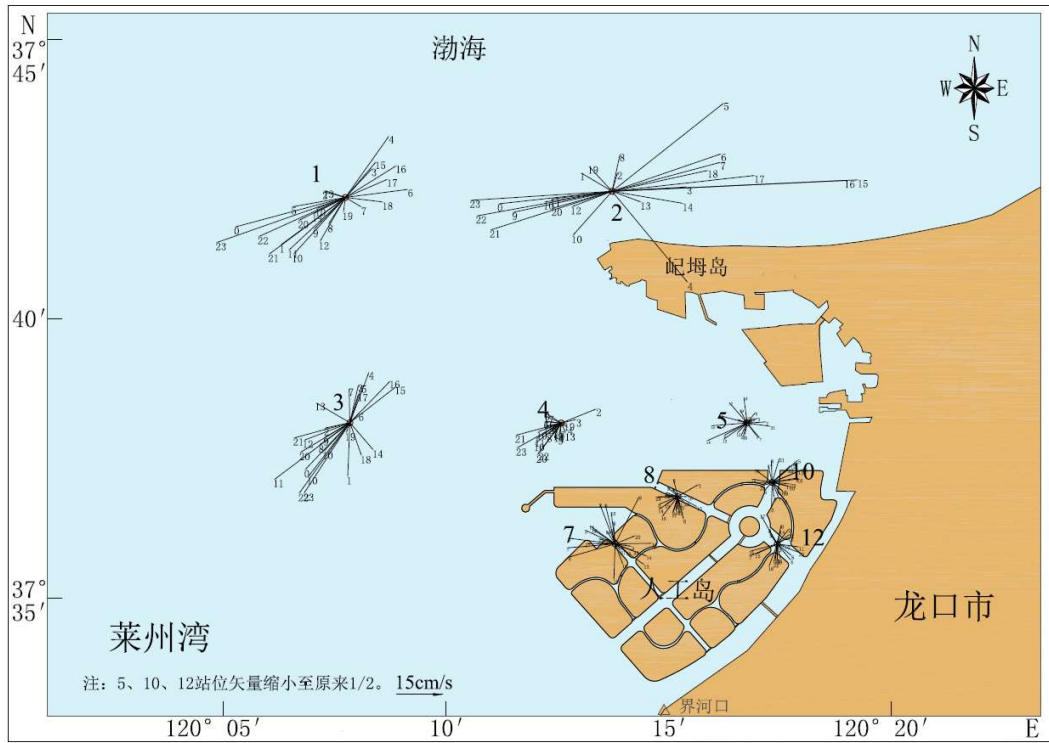


图 4.4-4b 2018 年 11 月海流观测矢量图 (底层)

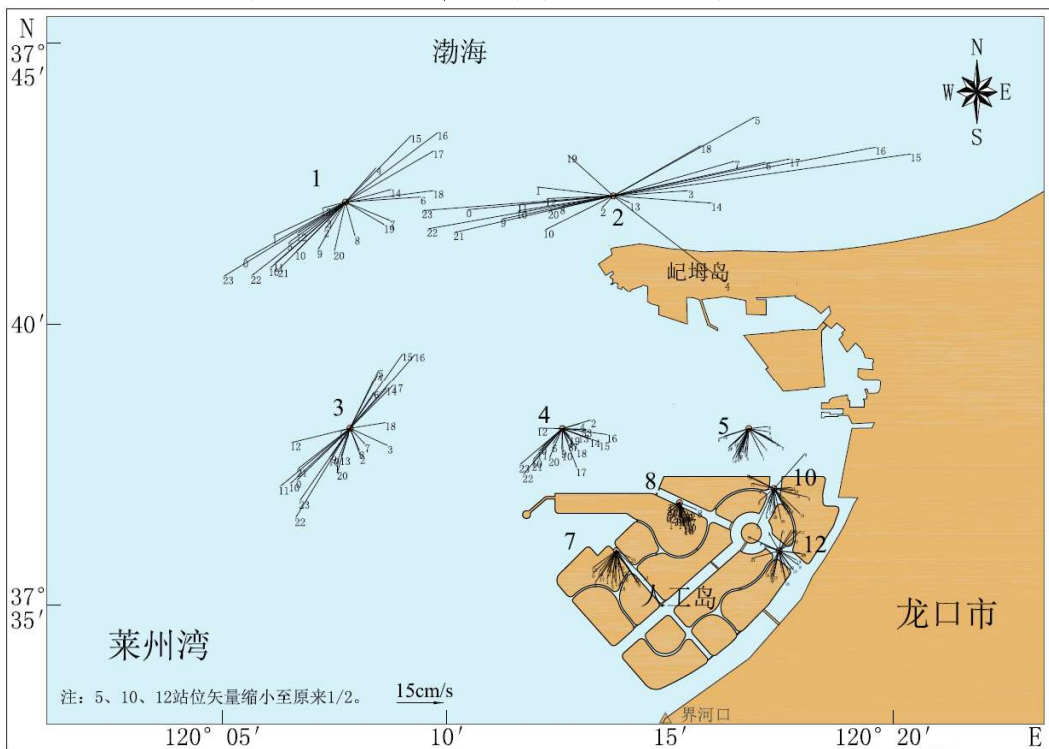


图 4.4-4c 2018 年 11 月海流观测矢量图 (垂向平均)

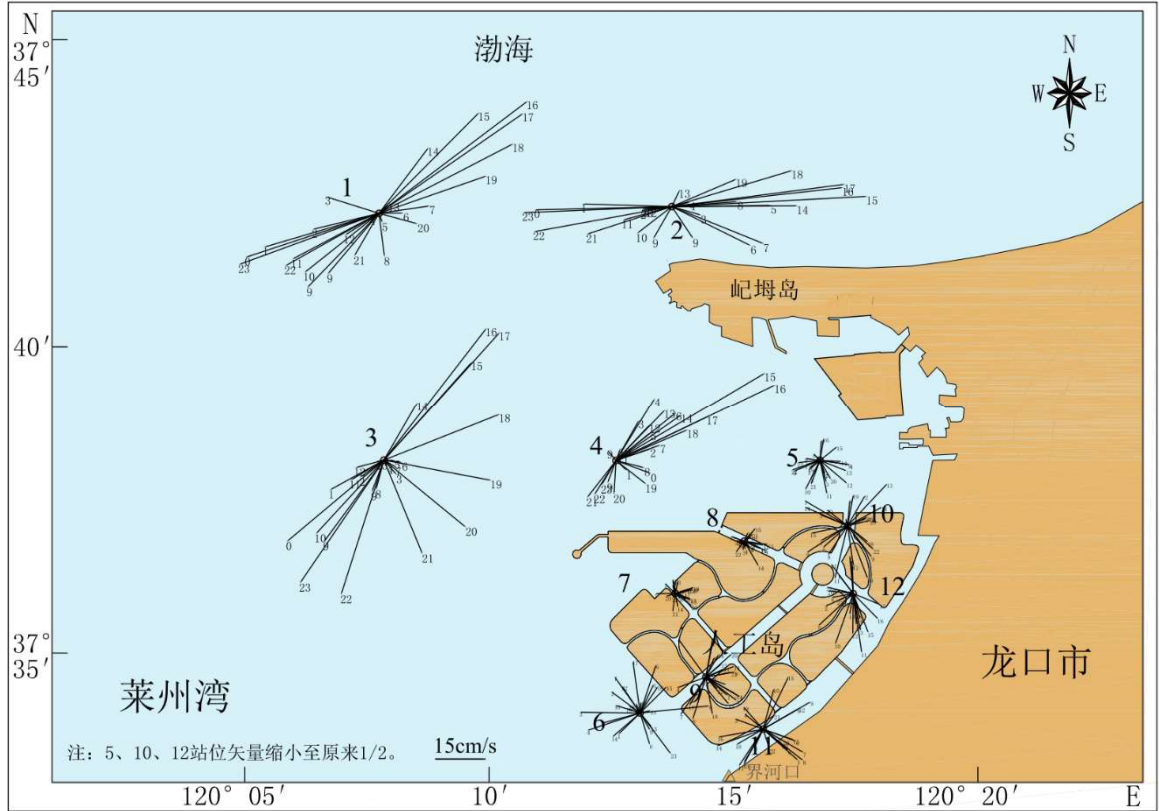


图 4.4-5a 2019 年 01 月海流观测矢量图 (表层)

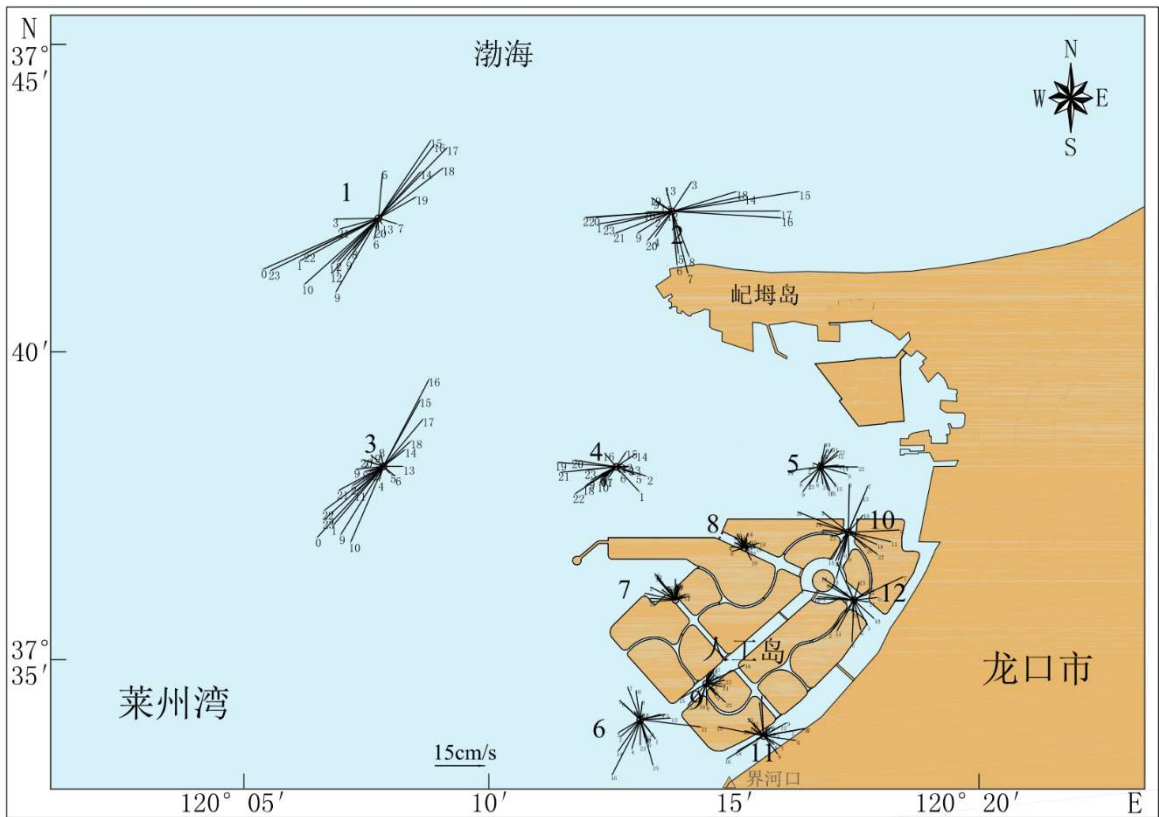


图 4.4-5b 2019 年 01 月海流观测矢量图 (底层)

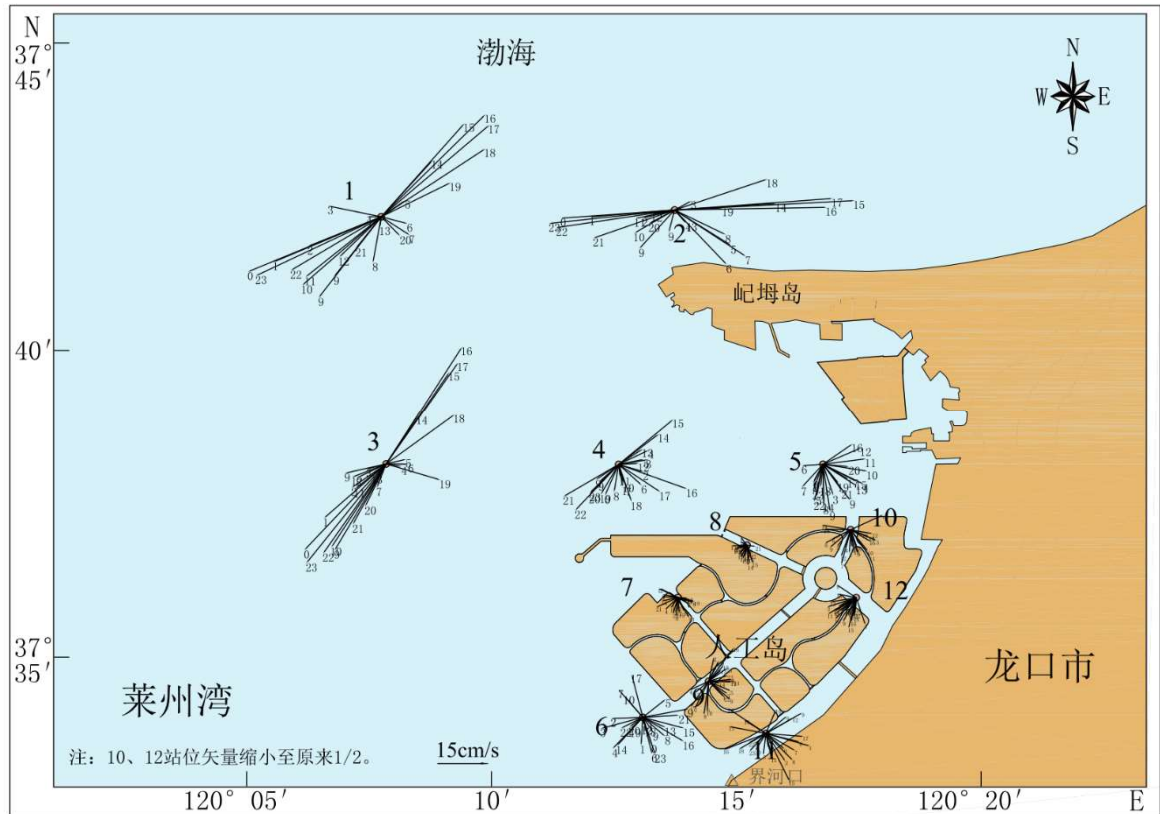


图 4.4-5c 2019 年 01 月海流观测矢量图 (垂向平均)

表 4.4-3 2018 年 5 月海流观测特征值单位: 流速 (cm/s)、流向 (°)

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
		流速	流向	最大流速		最大流速	
				流速	流向	流速	流向
1#	表层	33.4	146.6	73.3	242.0	71.7	64.0
	0.2H	35.3	149.2	68.7	245.7	67.7	254.0
	0.4H	31.3	147.7	59.0	241.0	58.3	43.0
	0.6H	27.0	152.7	42.0	235.0	53.0	48.0
	0.8H	22.9	157.0	34.7	236.0	45.3	41.7
底层	18.6	162.5	26.0	229.3	36.7	43.7	
2#	表层	52.4	180.4	92.7	258.0	130.0	76.3
	0.2H	52.8	194.1	92.0	261.7	121.7	81.0
	0.4H	57.7	185.5	87.0	259.0	112.7	83.7
	0.6H	43.8	189.6	73.7	261.0	99.7	85.3
	0.8H	39.9	192.3	72.7	260.7	96.3	86.3
底层	34.1	188.9	58.0	256.0	79.7	91.3	
3#	表层	26.7	148.2	74.0	223.7	67.0	35.7
	0.2H	29.0	177.3	56.0	224.3	65.7	27.7
	0.4H	26.6	163.2	41.7	221.3	65.0	23.0
	0.6H	24.1	158.1	40.0	339.3	55.0	23.3
	0.8H	21.6	163.5	40.0	342.3	43.7	26.0
底层	16.2	153.6	29.7	334.7	41.7	26.7	
4#	表层	18.2	175.6	48.7	211.7	29.7	80.0
	0.2H	18.5	146.1	46.0	213.3	35.0	52.7
	0.4H	16.8	145.0	40.7	210.3	29.3	91.3
	0.6H	16.0	150.5	35.7	212.3	26.7	92.7
	0.8H	14.1	162.0	25.7	241.7	27.7	83.3
底层	11.7	174.5	21.7	240.7	29.0	89.0	
5#	表层	22.9	198.2	30.9	266.0	25.6	245.0
	0.6H	16.4	197.4	22.8	283.9	24.8	224.0
	底层	13.3	191.5	19.4	230.4	20.5	335.3

6#	表层	12.6	187.2	24.3	198.2	17.8	176.1
	底层	11.1	190.2	23.1	79.4	20.5	37.1
7#	表层	7.2	236.5	11.7	131.0	17.0	315.0
	0.2H	7.0	272.1	10.7	311.3	16.7	350.7
	0.4H	6.8	245.7	13.7	323.3	13.7	311.0
	0.6H	5.9	193.2	13.0	144.0	13.0	357.3
	0.8H	7.0	171.7	16.0	137.7	16.0	294.7
	底层	5.1	190.5	10.3	131.0	12.3	129.0
8#	表层	5.6	246.5	11.3	275.0	11.3	299.7
	0.2H	5.3	236.7	12.0	275.7	7.3	322.0
	0.4H	6.2	227.1	26.3	269.7	11.0	280.7
	0.6H	4.7	230.1	20.3	288.7	9.7	276.3
	0.8H	4.7	229.7	12.3	296.7	13.3	127.0
	底层	5.3	233.3	17.0	298.0	8.3	27.3
9#	表层	11.9	186.8	17.3	214.6	18.1	198
	底层	9.3	192.3	14.8	341.1	12.5	339.6
10#	表层	19.7	192.5	32.5	239	28.3	102.5
	0.6H	25.4	177.1	28.6	335.4	22.2	48.5
	底层	13.0	185.3	20.8	302.5	18.7	35.2
11#	表层	12.1	177.5	20.7	284.6	25.7	238.4
	底层	12.0	168.4	20.9	111.7	16.7	298.7
12#	表层	21.8	198.4	37.4	236.8	37.8	346.9
	0.6H	14.7	200.2	24.0	329.7	20.4	234.4
	底层	12.4	224.1	19.8	328.6	13.9	283.0

表 4.4-4 2018 年 7 月海流观测特征值单位：流速 (cm/s)、流向 (°)

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
1#	表层	27.2	181.5	55.3	240.3	61.0	359.0
	0.2H	27.2	161.2	56.3	233.7	56.0	56.0
	0.4H	25.6	138.2	47.3	229.0	55.0	234.0
	0.6H	24.6	141.6	42.3	233.7	44.7	228.7
	0.8H	21.3	143.1	37.7	231.3	37.3	228.0
	底层	16.0	144.9	29.0	231.7	44.8	220.7
2#	表层	51.3	201.6	89.0	330.7	129.7	359.0
	0.2H	50.4	199.8	77.7	332.0	124.0	124.0
	0.4H	48.9	197.6	78.0	340.0	114.3	314.0
	0.6H	47.3	195.3	71.0	347.0	97.3	314.7
	0.8H	46.6	192.6	63.7	308.7	76.0	319.7
	底层	47.0	189.6	58.7	319.7	102.1	268.7
3#	表层	29.1	185.9	59.3	302.7	78.0	356.7
	0.2H	30.1	183.2	61.7	359.0	82.0	82.0
	0.4H	29.5	181.1	51.0	353.0	73.0	277.7
	0.6H	29.5	181.1	39.3	252.7	49.7	347.3
	0.8H	27.2	177.3	29.7	285.7	41.7	310.3
	底层	27.2	177.3	30.3	319.7	59.9	326.3
4#	表层	19.5	189.0	42.3	351.0	49.7	345.0
	0.2H	18.1	178.6	33.7	322.0	47.0	47.0
	0.4H	16.5	142.6	25.3	250.0	43.3	300.7
	0.6H	17.7	143.5	26.7	239.7	44.7	245.0
	0.8H	15.9	156.2	22.3	344.0	39.7	249.0
	底层	14.0	167.4	22.0	270.3	42.3	343.0
5#	表层	21.1	181.2	28.5	120.0	28.0	57.0
	0.6H	16.8	166.6	25.9	190.0	24.4	320.0
	底层	12.4	190.4	18.2	208.0	21.1	334.0
6#	表层	8.4	204.5	13.2	113.1	20.8	55.9
	0.6H	7.6	201.0	12.2	252.7	18.0	56
	底层	7.1	207.5	10.6	113.6	15.0	60

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
7#	表层	6.6	233.6	12.0	358.3	15.3	318.3
	0.2H	6.2	193.0	11.7	347.3	15.0	15.0
	0.4H	5.6	165.0	11.0	318.0	10.0	327.7
	0.6H	6.0	175.7	17.0	296.7	11.7	332.0
	0.8H	6.5	195.1	17.0	340.0	12.7	326.7
	底层	4.5	189.5	10.0	333.0	8.9	347.0
8#	表层	6.4	239.9	10.3	297.0	13.0	335.7
	0.2H	5.9	226.0	11.7	251.7	10.7	10.7
	0.4H	5.3	188.9	11.3	251.3	10.0	375.7
	0.6H	5.2	202.3	12.3	258.7	10.7	329.7
	0.8H	3.7	175.7	6.0	335.0	7.0	351.7
	底层	3.2	162.1	5.7	297.7	7.9	319.3
9#	表层	6.3	186.5	11.3	296.2	9.8	304.4
	0.6H	7.1	146.8	15.8	111	10.6	202.3
	底层	6.1	137.1	11.8	68.5	8.7	217.5
10#	表层	24.4	173.4	35.1	310.6	39.6	165.1
	0.6H	16.1	155.8	36.7	355.1	24.9	299.2
	底层	11.2	171.5	20.7	132.8	24.0	129.9
11#	表层	6.8	187.9	17.3	43.1	12.0	87.8
	0.6H	5.5	131.3	9.0	111	9.9	49.2
	底层	4.8	130.7	7.9	297.4	8.8	82.2
12#	表层	21.4	194.6	29.8	284.0	24.2	1.6
	0.6H	15.6	181.3	21.8	210	31.5	150
	底层	7.6	152.6	11.2	133.6	14.6	213.1

表 4.4-5 2018 年 11 月海流观测特征值单位：流速 (cm/s)、流向 (°)

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
1#	表层	20.6	153.2	39.0	38.0	37.0	30.3
	0.2H	28.3	169.5	51.0	63.3	45.7	227.0
	0.4H	28.5	163.3	42.7	62.0	48.0	230.7
	0.6H	25.7	163.3	43.3	230.3	41.0	224.0
	0.8H	23.7	183.2	44.0	237.0	41.7	247.7
	底层	19.0	184.6	31.7	245.7	38.0	255.0
2#	表层	43.8	184.9	71.7	263.0	114.7	77.3
	0.2H	—	—	—	—	—	—
	0.4H	43.5	182.8	65.0	75.3	105.7	80.7
	0.6H	42.1	186.3	63.7	81.0	99.0	80.7
	0.8H	39.3	199.9	65.3	258.0	94.7	84.0
	底层	32.3	166.6	47.7	83.7	81.7	87.3
3#	表层	15.2	151.6	28.3	28.7	41.0	31.3
	0.2H	21.1	145.0	36.0	205.4	36.7	28.3
	0.4H	20.9	145.7	40.3	208.3	32.7	24.3
	0.6H	20.6	137.7	37.0	217.7	26.3	35.3
	0.8H	17.0	151.8	37.3	213.7	26.7	213.0
	底层	15.9	173.9	29.0	215.7	21.7	223.7
4#	表层	10.7	129.7	27.0	216.7	26.0	80.3
	0.2H	12.5	135.9	25.3	87.0	24.7	54.0
	0.4H	10.9	146.8	20.7	213.0	13.7	112.0
	0.6H	8.9	138.9	19.3	244.7	13.3	205.3
	0.8H	8.8	206.1	19.7	228.0	16.3	64.0
	底层	7.0	212.0	15.7	225.0	12.7	68.0
5#	表层	22.5	181.5	29.4	136.5	35.8	139.3
	0.6H	18.8	158.3	23.0	156.4	26.2	187.1
	底层	11.5	203.2	18.0	319.1	29.2	246.0

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
7#	表层	8.7	207.1	14.7	136.3	14.0	112.3
	0.2H	9.7	162.9	14.3	274.3	16.0	110.0
	0.4H	9.9	148.5	16.0	208.3	15.3	257.7
	0.6H	9.4	174.2	14.0	279.0	15.7	284.7
	0.8H	8.3	166.6	11.7	110.7	13.7	241.3
	底层	10.0	222.5	17.7	27.0	15.7	277.0
8#	表层	5.6	157.6	8.7	222.7	8.0	223.0
	0.2H	5.1	180.7	11.0	153.0	6.7	325.3
	0.4H	5.8	167.5	11.7	65.7	13.7	149.3
	0.6H	5.7	188.6	10.3	48.7	12.7	333.3
	0.8H	5.3	176.7	8.0	235.3	8.0	238.7
	底层	5.4	218.6	9.7	347.0	8.0	59.7
10#	表层	20.6	189.8	32.9	189.8	38.8	11.3
	0.6H	15.4	167.8	30.3	268.9	29.9	46.5
	底层	13.9	159.9	16.7	16.7	23.7	67
12#	表层	22.2	141.6	31.8	211.0	32.0	85.2
	0.6H	14.0	177.3	30.7	325.1	19.8	161.1
	底层	12.1	164.7	22.3	330.5	15.7	244.7

表 4.4-6 2019 年 01 月海流观测特征值单位：流速 (cm/s)、流向 (°)

站位	层位	平均流速		涨潮		落潮	
				最大流速		最大流速	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向
1#	表层	26.3	168.8	45.0	249.9	56.2	53.0
	0.2H	26.7	166.8	44.9	243.2	54.3	52.1
	0.4H	26.0	175.6	43.0	243.9	47.9	49.4
	0.6H	23.9	174.7	42.5	242.6	40.3	43.1
	0.8H	23.0	174.6	38.3	245.2	37.8	45.0
	底层	19.3	171.3	36.5	244.1	30.1	44.2
2#	表层	25.6	166.1	45.0	267.7	59.0	87.0
	0.2H	25.0	155.3	44.7	265.7	67.7	88.0
	0.4H	23.3	168.7	43.3	263.7	55.0	90.0
	0.6H	21.9	162.0	40.0	264.7	51.7	90.0
	0.8H	19.8	180.3	33.7	264.0	52.7	86.0
	底层	16.4	206.5	26.7	266.0	39.0	81.0
3#	表层	23.6	157.4	45.0	214.3	52.3	42.0
	0.2H	24.6	161.8	46.3	208.7	50.7	36.7
	0.4H	21.6	161.5	43.7	219.7	47.0	36.0
	0.6H	19.9	169.6	36.3	218.3	42.0	30.0
	0.8H	18.7	169.1	34.3	224.0	32.7	28.7
	底层	14.0	194.0	25.3	203.3	30.0	27.7
4#	表层	16.1	114.0	23.3	31.7	53.3	64.3
	0.2H	13.4	121.3	19.3	204.0	35.7	60.7
	0.4H	10.7	150.3	24.0	221.3	19.3	64.3
	0.6H	9.1	171.0	24.0	223.3	12.0	55.0
	0.8H	8.5	182.0	21.3	258.0	10.0	172.3
	底层	7.7	188.2	18.0	274.3	10.7	137.0
5#	表层	13.7	181.2	22.6	192.8	18.3	98.3
	0.6H	10.8	139.3	17.4	301.6	14.5	161.4
	底层	7.0	149.5	11.5	90.3	9.8	262.4
6#	表层	9.9	198.7	21.0	84.1	18.2	270.6
	底层	8.3	176.0	18.6	96.9	19.0	207.1
7#	表层	3.7	160.5	6.3	127.0	6.0	269.0
	0.2H	4.1	161.2	6.3	199.7	6.7	298.7
	0.4H	3.9	169.3	5.7	119.7	6.7	87.7
	0.6H	4.4	190.4	9.0	122.7	8.0	144.0
	0.8H	5.4	228.3	12.0	311.0	7.7	273.0
	底层	4.9	181.4	9.0	319.3	10.3	322.0

8#	表层	3.7	150	7.0	114.0	8.7	150.0
	0.2H	3.2	192.7	5.0	252.0	6.3	87.0
	0.4H	3.3	236.9	4.3	302.3	7.7	332.7
	0.6H	3.5	235.3	3.7	310.3	11.0	269.7
	0.8H	3.3	229.2	5.0	318.0	7.3	289.0
	底层	3.2	213.6	5.0	331.0	4.7	11.3
9#	表层	9.2	108.8	14.2	324.0	12.0	9.9
	底层	5.2	70.6	8.4	31.4	13.2	64.1
10#	表层	21.7	165.5	35.1	153.7	34.9	43.4
	0.6H	12.9	190.6	22.6	353.3	17.8	129.4
	底层	9.7	169.9	15.5	23.0	16.6	291.9
11#	表层	11.1	156.2	16.6	60.0	17.7	25.8
	底层	7.3	281.5	8.3	60.2	14.2	207.1
12#	表层	18.8	230.1	36.1	171.8	25.5	158.9
	0.6H	12.3	232.7	17.3	60.5	20.1	147.7
	底层	8.8	206.7	16.7	64.8	16.1	281.2

4.4.2.3 潮流特征分析

(1) 潮流性质

《港口与航道水文规范》中规定，潮流通常分为规则半日潮流、不规则半日潮流、不规则日潮流及规则日潮流。潮流性质判别依据为 $K=(WO1+WK1) / WM2$ ，其判别标准分别为：

$K \leq 0.5$ 规则半日潮流 $0.5 < K \leq 2.0$ 不规则半日潮流
 $2.0 < K \leq 4.0$ 不规则日潮流 $K > 4.0$ 规则日潮流

其中 WO1、WK1、WM2 分别为 O1、K1、M2 分潮潮流椭圆长半轴之值。

根据 2018 年 05 月调查资料，1#~12#中，4#站点除表层和 0.2H 的 K 值大于 0.5，其余层位的 K 值小于 0.5；7#站点 0.4H 的 K 值小于 0.5，0.6H 的 K 值大于 2，其他 K 值均大于 0.5；除上述两个站点外其余各站点各层位的 K 值均介于 0.5~2（见表 4.4-7），所以 1#~12#所处海域主要为不规则半日潮流。

根据 2018 年 07 月调查资料，K 值（见表 4.4-8）。由表可知，在各站的潮流性质判别系数中，除 5#站、12#站 0.6H 以及 9#站、11#站表层的 K 值小于 0.5，6#站 0.6H，7#站表层、0.2H 的 K 值大于 2 以外，其余各站各层潮流类型判别数介于 0.5~2，为不规则半日潮。

根据 2018 年 11 月调查资料，K 值（见表 4.4-9）。由表可知，在各站的潮流性质判别系数中，1~4#站位，除 1#站位表层、0.2H、0.4H 以及 3#、4#表层的 K 值大于 0.5 外，其余各层位的 K 值均小于 0.5，所以 1~4#站位为规则半日潮。5#、7#、8#、10#、12#站各层的潮流类型判别数均介于 0.5~2，为不规则半日潮。

根据 2019 年 01 月调查资料，K 值（见表 4.4-10）。由表可知，在各站的潮

流性质判别系数中，除 7#站表层、0.6H、0.8H，8#站表层、0.2H、0.4H 以及 9#站、10#站表层的 K 值大于 2 以外，其余各站各层潮流类型判别数介于 0.5~2，为不规则半日潮。

表 4.4-7 2018 年 05 月潮流性质判别系数 $(W_{O_1} + W_{K_1})/W_{M_2}$

站位号 项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	
(W _{O1} +W _{K1})/W _{M2}	表	0.94	0.75	1.20	0.81	0.93	0.92	1.00	2.17	0.73	1.54	0.58	0.56
	0.2H	0.82	0.79	1.00	0.69	—	—	0.94	1.30	—	—	—	—
	0.4H	0.78	0.78	0.86	0.48	—	—	0.32	1.94	—	—	—	—
	0.6H	0.89	0.76	0.78	0.44	1.42	—	2.09	1.00	—	1.81	—	0.81
	0.8H	0.82	0.81	0.83	0.32	—	—	1.01	1.35	—	—	—	—
	底	0.85	0.83	0.85	0.40	0.89	0.58	1.41	0.89	1.77	1.91	1.00	0.73

表 4.4-8 2018 年 07 月潮流性质判别系数 $(W_{O_1} + W_{K_1})/W_{M_2}$

站位号 项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	
(W _{O1} +W _{K1})/W _{M2}	表	1.06	0.70	1.07	1.07	1.51	0.75	3.70	0.90	0.43	0.73	0.45	0.55
	0.2H	0.81	0.67	0.76	0.82	—	—	3.98	0.84	—	—	—	—
	0.4H	0.62	0.71	0.74	0.62	—	—	1.16	1.45	—	—	—	—
	0.6H	0.63	0.73	0.71	0.41	0.47	2.20	1.34	1.97	0.51	0.43	0.79	0.21
	0.8H	0.61	0.76	0.72	0.47	—	—	0.91	3.10	—	—	—	—
	底	0.63	0.78	0.71	0.57	0.62	1.77	1.83	1.27	0.85	0.58	0.83	0.72

表 4.4-9 2018 年 11 月潮流性质判别系数 $(W_{O_1} + W_{K_1})/W_{M_2}$

站位号 项目	1#	2#	3#	4#	5#	7#	8#	10#	12#	
(W _{O1} +W _{K1})/W _{M2}	表层	0.61	0.34	0.57	0.69	1.20	0.84	1.35	0.88	0.71
	0.2H	0.59	—	0.27	0.33	—	1.25	0.51	—	—
	0.4H	0.55	0.29	0.15	0.31	—	2.47	0.65	—	—
	0.6H	0.38	0.33	0.10	0.31	0.99	0.33	1.06	1.37	0.91
	0.8H	0.40	0.31	0.31	0.33	—	0.56	1.50	—	—
	底层	0.33	0.33	0.17	0.34	1.69	1.10	1.20	0.96	0.44

表 4.4-10 2019 年 01 月潮流性质判别系数 $(W_{O_1} + W_{K_1})/W_{M_2}$

站位号 项目	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#	
(W _{O1} +W _{K1})/W _{M2}	表	0.94	0.76	0.89	0.67	1.26	0.74	2.18	11.92	2.12	2.06	0.85	1.27
	0.2H	0.88	0.83	0.77	0.62	—	—	1.44	3.86	—	—	—	—
	0.4H	0.87	0.80	0.76	0.64	—	—	1.15	2.20	—	—	—	—
	0.6H	0.87	0.81	0.79	0.63	1.67	—	2.12	0.84	—	1.09	—	1.25
	0.8H	0.90	0.89	0.73	0.62	—	—	2.35	1.63	—	—	—	—
	底	0.83	1.11	0.88	0.78	1.56	1.23	1.25	1.93	1.68	0.39	1.78	0.84

(2) 潮流运动形式

潮流的运动形式取决于本海区主要分潮流的椭圆要素。本海区的潮流为半日

潮流，主要半日分潮流（M2 和 S2）的运动形式即代表海区潮流的运动形式。反映潮流运动形式的参量为旋转率（亦称椭圆率） K' ，其值为该分潮流椭圆短轴与椭圆长轴的比值，其符号有“+”、“-”之分，“+”表示分潮流为逆时针旋转，“-”则为顺时针旋转。

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K' 的绝对值大小来判断，当 $|K'| = 1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K'| = 0$ 时，潮流椭圆为一横线，海水在某一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K'|$ 值通常在 0-1 之间， $|K'|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K'|$ 值越小，往复流的形式越显著。

根据 2018 年 05 月调查资料，经计算所有站位的 M2 分潮流的椭圆率 $|K'|$ 值都小于 0.5，潮流运动形式为往复流（见表 4.4-11）。2#站位的椭圆率为正值，潮流矢量的旋转方向以逆时针方向旋转，1#、4#、11#站位的椭圆率为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。其他各站各层潮流旋转方向不一致。

根据 2018 年 7 月调查资料， K 值（见表 4.4-12）。各站的潮流椭圆率 $|K'|$ 值均较小，除 6#站位 0.6H 的 $|K'|$ 大于 0.5 外，其余各站各层 M2 分潮流的 $|K'|$ 值在 0~0.5 之间，各站潮流运动形式以往复流为主。2#站位的椭圆率为正值，潮流矢量的旋转方向以逆时针方向旋转；1#、3#、6#、10#、11#、12#站位的椭圆率为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。其他各站各层潮流旋转方向不一致。

根据 2018 年 11 月调查资料， K 值（见表 4.4-13）。各站的潮流椭圆率 $|K'|$ 值大多数较小，除 5#站位以及 12#站位底层的 $|K'|$ 大于 0.5 外，其余各站各层 M2 分潮流的 $|K'|$ 值在 0~0.5 之间，各站潮流运动形式以往复流为主。2#、12#站位的椭圆率为正值，潮流矢量的旋转方向以逆时针方向旋转；1#、3#站位的椭圆率为负值，潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。其他各站各层潮流旋转方向不一致。

根据 2019 年 1 月调查资料， $|K'|$ 值（见表 4.4-14）。各站的潮流椭圆率 $|K'|$ 值均较小，除 5#站位 0.6H，6#站表层和底层，7#站表层、0.6H、0.8H，12#站表层

的 $|K'|$ 大于 0.5 外, 其余各站各层 M2 分潮流的 $|K'|$ 值在 0~0.5 之间, 各站潮流运动形式以往复流为主。9#、10#站位的椭圆率为正值, 潮流矢量的旋转方向以逆时针方向旋转; 1#、2#、6#、7#站位的椭圆率为负值, 潮流矢量的旋转方向以顺时针方向旋转。其他各站各层潮流旋转方向不一致。

表 4.4-11 2018 年 5 月各站各层 M2 分潮流的 K'值表

站位号 项目		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#
K'值	表层	-0.30	0.09	-0.11	-0.14	-0.07	-0.87	-0.23	0.17	-0.11	-0.37	-0.14	0.28
	0.2H	-0.31	0.10	-0.23	-0.08	—	—	-0.44	0.17	—	—	—	—
	0.4H	-0.30	0.11	-0.07	-0.10	—	—	0.04	0.00	—	—	—	—
	0.6H	-0.20	0.10	0.07	-0.14	0.09	—	0.12	-0.83	—	0.01	—	-0.21
	0.8H	-0.17	0.11	0.11	-0.16	—	—	-0.16	0.70	—	—	—	—
	底层	-0.14	0.09	0.16	-0.16	0.13	0.49	-0.09	0.47	0.42	0.38	-0.04	0.36

表 4.4-12 2018 年 7 月各站各层 M2 分潮流的 K'值表

站位号 项目		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#
K'值	表层	-0.35	0.06	-0.28	0.26	0.15	-0.21	-0.30	-0.31	-0.23	-0.50	-0.43	-0.09
	0.2H	-0.29	0.04	-0.16	0.06	—	—	-0.58	-0.40	—	—	—	—
	0.4H	-0.26	0.07	-0.18	-0.06	—	—	-0.19	-0.49	—	—	—	—
	0.6H	-0.24	0.09	-0.23	-0.19	0.23	-0.67	-0.05	-0.62	-0.11	-0.02	-0.46	-0.05
	0.8H	-0.20	0.11	-0.18	-0.14	—	—	0.26	-0.16	—	—	—	—
	底层	-0.18	0.12	-0.15	-0.38	-0.50	-0.21	0.39	0.26	0.15	-0.43	-0.23	-0.09

表 4.4-13 2018 年 11 月各站各层 M2 分潮流的 K'值表

站位号 项目		1#	2#	3#	4#	5#	7#	8#	10#	12#
K'值	表层	-0.26	0.06	-0.10	-0.25	-0.89	0.20	-0.10	0.03	0.41
	0.2H	-0.25	—	-0.10	-0.30	—	0.02	0.23	—	—
	0.4H	-0.27	0.06	-0.08	-0.24	—	0.43	-0.02	—	—
	0.6H	-0.31	0.07	-0.05	-0.05	0.57	-0.29	0.38	0.39	0.26
	0.8H	-0.21	0.08	-0.01	-0.16	—	0.12	-0.71	—	—
	底层	-0.16	0.09	-0.02	0.08	-0.58	-0.26	0.15	-0.13	0.63

表 4.4-14 2019 年 01 月各站各层 M2 分潮流的 K'值表

站位号 项目		1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#	10#	11#	12#
K'值	表层	-0.25	-0.05	-0.36	-0.13	0.33	-0.51	-0.67	0.19	0.17	0.24	-0.12	0.59
	0.2H	-0.25	-0.05	-0.3	-0.05	—	—	-0.33	0.24	—	—	—	—
	0.4H	-0.24	-0.05	-0.12	-0.04	—	—	-0.27	0.31	—	—	—	—
	0.6H	-0.22	-0.05	0.04	0	-0.79	—	-0.58	0.45	—	0.24	—	0.22
	0.8H	-0.16	-0.09	0.11	0.09	—	—	-0.8	0.11	—	—	—	—
	底层	-0.12	-0.24	0.08	0.14	0.33	-0.59	-0.2	-0.07	0.35	0.18	0.11	-0.06

4.4.2.4 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。根据准调和分析得到的是潮致余流。由表 4.4-15 可以看出 2018 年 5 月

余流值在 0.9~11.3cm/s 之间,2#站表层余流流速最大,为 11.3cm/s,流向为 20.6° ; 6#站底层余流流速最小,为 0.9cm/s,流向为 168.5° 。由表 4.4-16 可以看出 2018 年 07 月余流值在 0.5~10cm/s 之间,2#站 0.4H 层余流流速最大,为 10cm/s,流向为 57.6° ; 10#站 0.6H 层余流流速最小,为 0.5cm/s,流向为 321.4° 。由表 5.6-17 可以看出 2018 年 11 月余流值在 0.8~13.6cm/s 之间,5#站表层余流流速最大,为 13.6cm/s,流向为 170.2° ; 8#站 0.6H 层余流流速最小,为 0.8cm/s,流向为 266.2° 。由表 5.6-18 可以看出 2019 年 1 月余流值在 0.2~11.8cm/s 之间,水道外的 1~6#站位,4#站表层余流流速最大,为 11.8cm/s,流向为 67.4°,1#站底层余流流速最小,为 1.9cm/s,流向为 248.7° ; 水道内的 7~12#站位,12#站表层余流流速最大,为 7.7cm/s,流向为 207.1° ,8#站 0.2H 层余流流速最小,为 0.2cm/s,流向为 265.8°。

表 4.4-15 2018 年 05 月各站位余流分布特征

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)
1#	2.2	154.7	2.7	99.5	1.1	166.4	2.4	116.9	2	149.4	2.1	148.3
2#	10.8	35	11.3	20.6	9.8	27.5	7.9	40.2	5.3	58.2	2.3	89.6
3#	2.1	291.6	5.5	327.8	5.8	327.5	3.6	349.1	1.9	6	3.1	38.1
4#	5	206.9	4.3	169.1	5.7	158.6	5.9	164.6	5.4	167.3	4.1	179.8
5#	7.6	205.3	—	—	—	—	2.3	278.2	—	—	1.7	233.6
6#	5.2	194	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	168.5
7#	2	306.4	4.8	309.4	3.5	310.3	1.5	180.9	4.6	153.1	3.4	141.4
8#	4	289.3	3.1	294.2	3.9	291.4	1.6	277.2	1	287.1	2.5	282
9#	9.9	196.3	—	—	—	—	—	—	—	—	1.3	275.4
10#	1.9	210.2	—	—	—	—	3.6	137.9	—	—	5.9	11.6
11#	3.4	198.8	—	—	—	—	—	—	—	—	6	12.3
12#	3.4	218.8	—	—	—	—	5.5	174.4	—	—	2.5	276.7

表 4.4-16 2018 年 07 月各站位余流分布特征

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)
1#	5.8	255.7	3.9	199.6	6.1	156.1	6.3	149.5	5.9	154.5	3.7	157.2
2#	5.9	48.9	9.2	49.1	10	57.6	9	64	7.4	70.4	6.1	81.6
3#	3.2	239.2	2.8	328.1	4.5	326.2	2.6	314.6	3.2	321.3	3.2	302
4#	3.4	113.5	3.2	104.1	1.8	99.2	5.1	139	3.1	123.8	3.9	141.3
5#	1.2	28.5	—	—	—	—	2.5	56.4	—	—	2.9	265.4
6#	0.8	109.2	—	—	—	—	1.2	202.6	—	—	1.3	171.8
7#	1.9	282.3	1.3	323.1	2.5	115.3	4	140.9	2.2	159.3	2.6	140.2
8#	3.8	260.2	3	222.5	2.6	183.7	3.1	173.5	1.7	145.5	0.8	94.4
9#	2.7	304.6	—	—	—	—	2	77.1	—	—	1.2	116.1
10#	3.7	307.6	—	—	—	—	0.5	321.4	—	—	4.8	142.8
11#	1.6	22.3	—	—	—	—	2.1	91.2	—	—	2.1	95.7

12#	1.3	318.3	—	—	—	—	2.9	231.7	—	—	2.5	143.9
-----	-----	-------	---	---	---	---	-----	-------	---	---	-----	-------

表 4.4-17 2018 年 11 月各站位余流分布特征

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)
1#	1.3	206.9	5.7	169.9	6.9	194.3	8.3	203.3	9.8	228.7	8.6	240.1
2#	6.1	16.6	—	—	2.3	32.9	2.6	45.5	3.2	80.6	5	89
3#	1.3	312.3	1.1	258.5	1.8	257	2.2	217.7	5.2	232.3	6.2	233.8
4#	4.8	103.1	4.6	109.2	3.6	142.6	3.3	189.2	5.6	242.4	4.5	235.2
5#	13.6	170.2	—	—	—	—	12.5	160.2	—	—	3.4	261.7
7#	1.2	176.1	4	145	3.4	133.4	1.4	196.9	0.8	172.5	2.4	327.7
8#	1.8	157.5	1.4	168.9	2.7	152	0.8	266.2	2.7	170.4	2.4	218.7
10#	4.3	218.7	—	—	—	—	1.5	289.6	—	—	4.6	70
12#	3.9	67.4	—	—	—	—	1.7	230.8	—	—	1.1	194.1

表 4.4-18 2019 年 01 月各站位余流分布特征

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)	流速 (cm/s)	方向 (°)
1#	5.8	245.7	7.2	248.1	5.8	240.4	3.9	236.5	2.1	246.8	1.9	248.7
2#	6.2	97.6	5.7	106.8	4	120.4	3.9	127.4	3.9	143.6	2.3	172.3
3#	5.2	145.9	2.7	152.7	3.1	221.3	3.7	251	5.5	256.9	4.4	238.3
4#	11.8	67.4	6.3	93.3	3.6	150.6	3.4	202.3	3.4	230.6	3.4	238.8
5#	4.7	175.4	—	—	—	—	3.4	128.1	—	—	1.9	132.1
6#	2.3	318.5	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2	168.2
7#	1.4	85.5	1.2	100.3	1.2	120.2	0.7	129.3	2.8	326.3	3.6	330.6
8#	1.5	123.7	0.2	265.8	1.9	314.4	2.3	307.1	2	314	1.6	347.4
9#	3.7	95.8	—	—	—	—	—	—	—	—	3.2	56.5
10#	3	223	—	—	—	—	2.8	296	—	—	1.1	175.8
11#	2.5	127.1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.7	35.6
12#	7.7	207.1	—	—	—	—	3.6	239.2	—	—	2	268.5

4.4.2.5 小结

调查资料显示：该海域潮流运动形式以往复流为主，外侧海域的 1#~4#站位流速较大，涨潮流流向主要集中出现在偏西南向，落潮流流向主要集中出现在东到东北向，涨落潮时表层与底层的最大流速一般均出现在 2#站位。涨潮时表层、底层最大流速分别介于 21.0~92.7cm/s、7.1~58cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 17.8~130.0cm/s、9.8~81.7cm/s 之间。

水道内的站位，涨潮流流向与落潮流流向受地形影响，涨落潮时表层与底层的最大流速一般均出现在 10#站位。涨潮时表层、底层最大流速分别介于 6.3~37.4cm/s、5.0~20.9cm/s 之间，落潮时表层、底层最大流速分别介于 6.0~39.6cm/s、4.7~24.0cm/s 之间。

各站各层潮流类型判别数大多数小于 2，其潮流性质主要为半日潮流。其中，

秋季 1#~4#站位各层 K 值小于 0.5，为规则半日潮。其余各站位各层 K 值多介于 0.5~2 之间，为不规则半日潮流。春季、夏季各站位各层 K 值大多数介于 0.5~2 之间，为不规则半日潮流。各站潮流运动形式以往复流为主。

2018 年 5 月余流值在 0.9~11.3cm/s 之间，水道外的 1~6#站位，2#站表层余流流速最大，6#站底层余流流速最小；水道内的 7~12#站位，9#站表层余流流速最大，8#站 0.8H 余流流速最小。2018 年 07 月余流值在 0.5~10cm/s 之间，水道外的 1~6#站位，2#站 0.4H 层余流流速最大，6#站表层余流流速最小；水道内的 7~12#站位，10#站底层余流流速最大，10#站 0.6H 层余流流速最小。2018 年 11 月余流值在 0.8~13.6cm/s 之间，水道内的 1~5#站位，5#站表层余流流速最大，3#站 0.2H 余流流速最小；水道内的 7#、8#、10#、12#站位，10#站表层余流流速最大，8#站 0.6H 层余流流速最小。2019 年 1 月余流值在 0.2~11.8cm/s 之间，水道外的 1~6#站位，4#站表层余流流速最大，1#站底层余流流速最小；水道内的 7~12#站位，12#站表层余流流速最大，8#站 0.2H 层余流流速最小。

5 污染源及排放量分析

5.1 面临的形势与问题

5.1.1 水环境质量

(1) 水环境质量需要改善

黄水河、绛水河、北马南河、八里沙河和泳汶河等虽进行了河堤硬化，河道基本功能不健全，水生生物种类、数量较少，水体自净功能较差，水生态系统不健康、不稳定。由于主要河流存在生活污水直排、河道垃圾、底泥过多导致水质恶化，局部循环不畅，形成“死水”，部分水体存在超标现象。

(2) 地表径流受污染影响较重

由于近二十多年来特别是近十年龙口市及上游工业发展较快，城区人口增加也较多，造成污水排放量增加，河流大都仍处于污染状态，农村利用污染河水灌溉，农作物受到危害，并可能造成浅层地下水污染，土壤受到破坏，对土地生态系统的破坏可能在一段时间后显现出来，并且在短时期内难以恢复。

(3) 河流断面难达标

龙口市属水资源严重缺乏地区。近年来，受极端天气事件影响，龙口市旱涝灾害呈现突发频发态势，往往旱涝交替、旱涝急转，甚至汛期抗旱。枯水季节污染物在河道内发生富集，呈现污染物超标现象。按照龙口市环保局监测站监测数据显示，以目标水体Ⅴ类水的标准要求。2013—2015年龙口市主要河流入境、出境断面及主要支流达标率整体较低。

(4) 污水处理厂建设落后于实际需求

截止2019年底，龙口市正式投入运行的污水处理厂三座，分别为龙口市污水处理厂、龙口市第二污水处理厂和龙口市黄水河污水处理厂；拟建污水厂三座，分别为4、龙口市泳汶河污水处理厂、龙口市海岱污水处理厂和山东裕龙石化产业园污水处理厂。按照GB18918-2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级A标准排放要求。现有污水厂处理能力不能满足实际排放的污水量，亟需新建、扩建污水处理厂。部分企业仍存在污水直接排海的问题。

5.1.2 水生态状况

(1) 海域水质

根据《2018年中国海洋生态环境状况公报》(中华人民共和国生态环境部2019年5月),龙口市北侧海域(岵姆岛以东)海域水质明显好于西海岸(岵姆岛以南)海域海水水质,龙口市近岸海域环境质量超标区域主要位于西海岸。

(2) 河岸堤硬化

龙口市市区内泳汶河、北马南河和八里沙河河岸堤均硬化,河道基本功能不健全,流域内水生生物种类、数量较少,水体自净功能较差,水生态系统存在不健康、不稳定等问题。

(3) 河流出现断流,河岸变河滩地

由于拦水坝建设、地下水超采等原因,除绛水河外,其余河段下游水量大幅减少,常年处于无水状态,部分河岸被当地居民开发成为沿河农田,河滩地达数百米之宽。宽阔的河床、河堤演变为牧场。

(4) 生态修复工程功能有限,水环境安全形式严峻

龙口市湿地建设规模不高。人工湿地深度处理工程处理与污水尾水深度处理工程无配套。现有的湿地为表面流人工湿地系统工艺,由于设计运行问题,现已废弃。拟建的两座污水处理厂尚未建设配套的尾水深度处理工程。

5.1.3 再生水回用率低

水资源开发利用控制性工程不足,尚未真正构建形成库河渠连通、供排蓄泄兼筹的现代水网,大量雨洪资源难以实现控制利用,加剧了水资源短缺局面。部分地区对水土资源的过度开发已大大超出当地水资源、水环境承载能力,引发了河道断流、地下漏斗、湿地萎缩、海水倒灌等一系列生态问题。作为中小河流的末端,大量农村河道萎缩,功能衰减,水生态环境恶化。龙口市仍有58平方公里水土流失面积亟待治理,由于资金投入不足,目前深入开展水系生态治理,水生态保护的任务仍十分艰巨。污水处理厂再生水回用项目尚未完全建成。

5.1.4 水基础设施建设

(1) 污水收集处理率偏低,城区截污管网不完善

老城区建设的污水管网为雨污合流制,污水管网系统还不完善;现存排污管道年久失修,跑冒滴漏和老化的现象非常严重,严重影响污水收集率;雨水管道

出口处存在一定高度的溢流墙用作污水管道，每当下雨或超过污水处理厂处理能力时，水位超出溢流墙，污水直接排入河道；部分区域尚未建设截污管网，河流沿岸居民生活污水及部分企业废水通过暗渠未处理直接排入水体，威胁河流水质安全。

(2) 污水处理设施建设不完善

由于污水处理厂建设不足，部分企业的废水没有集中式污水处理厂的依托，不利于水环境风险的控制。乡镇水环境治理设施薄弱，目前龙口多个乡镇尚未建设污水处理装置，造成乡镇上居民的生活废水存在直排现象，影响到近岸海水水环境质量。

5.1.5 面源污染

由于农业生产中农药、化肥等化学品的大量使用以及畜禽、水产养殖规模的不断扩大，农业面源污染等已日益成为地表水以及近岸海洋环境的重要污染因素。据不完全统计，龙口市畜禽养殖主要污染物汛期入河量远大于工业主要污染物入河量，大量未经处理的农业污水、退水进入水循环系统，已成为威胁龙口市水环境安全头号因素。随着龙口市辖区内农村步入快速城镇化阶段，乡镇及社区对水资源的压力和水环境的要求进一步提升。乡镇垃圾处置体系建设滞后，沿河居民向河道两岸乱堆乱倒垃圾现象较为普遍，汛期垃圾进入水体，直接影响河流水以及近岸海域的环境质量。

5.2 水污染排放情况

5.2.1 陆源入海污染物总量计算

5.2.1.1 城镇生活污染源

(1) 污染物排放量

生活污水的排放量大小主要由人口数量决定，本报告主要考虑的对象为城市管网所服务的城镇常住人口（户籍城镇人口与暂住人口之和）。根据《龙口市水污染防治规划》（龙口市人民政府，2018.9），龙口市生活污染源主要可分为三个控制单元，分别为黄水河控制单元、泳汶河控制单元和北马河控制单元城镇生活污染源污染物产生量预测结果如表 5.2-1 所示。

按照龙口市污水处理厂建设规划，龙口市到 2020 年建成运行污水处理厂 5 座，根据预测 2020 年至 2025 年逐年增加，2024 年污染物排放量应小于预测 2025 年污染物排放量。2020 年污染物 COD_{Cr}、氨氮的产生量分别为 25.06 t/d、2.09 t/d；2025 年污染物 COD_{Cr}、氨氮的产生量分别为 30.54 t/d、2.55 t/d。

（2）生活污染源排放情况小结

2020 年，龙口市生活污水产生总量为 8.35 万 m³/d，COD_{Cr}、氨氮的产生量分别为 914.33t/a 和 30.48t/a；2025 年，龙口市生活污水产生总量为 10.18 万 m³/d，COD_{Cr}、氨氮的产生量分别为 1114.71t/a 和 37.16t/a。各排水单元生活污水经收集后进入污水处理厂处理后均进入各流域，经污水处理厂处理后达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（一级 A 标准）后入海。

表 5.2-1 城镇生活污染物入海量表

控制单元	市区及镇驻地	2015 驻地 人口 (万人)	2020 驻地 人口 (万人)	2025 驻地 人口 (万人)	污水产生量 (万 m ³ /d)			COD _{Cr} 产生量 (t/d)			氨氮产生量 (t/d)			COD _{Cr} 排放量 (t/a)			氨氮排放量 (t/a)		
					2015 年	2020 年	2025 年	2015 年	2020 年	2025 年	2015 年	2020 年	2025 年	2015 年	2020 年	2025 年	2015 年	2020 年	2025 年
黄水河	东城区	16.00	19.05	23.22	2.02	2.74	3.34	6.05	8.23	10.03	0.50	0.69	0.84	442.38	300.03	365.73	58.98	10.00	12.19
	诸由观镇	1.20	2.00	2.44	0.15	0.29	0.35	0.45	0.86	1.05	0.04	0.07	0.09	164.25	31.76	38.33	13.69	1.06	1.28
	石良镇	0.60	1.50	1.83	0.08	0.22	0.26	0.23	0.65	0.79	0.02	0.05	0.07	87.60	24.09	28.47	7.30	0.80	0.95
	七甲镇	0.30	0.50	0.61	0.04	0.07	0.09	0.11	0.22	0.26	0.01	0.02	0.02	43.80	7.67	9.86	3.65	0.26	0.33
	兰高镇	0.40	0.50	0.61	0.05	0.07	0.09	0.15	0.22	0.26	0.01	0.02	0.02	54.75	7.67	9.86	4.56	0.26	0.33
泳汶河	东城区	9.20	10.95	13.35	1.16	1.58	1.92	3.48	4.73	5.77	0.29	0.39	0.48	254.04	173.01	210.24	33.87	5.77	7.01
	下丁家镇	0.30	0.50	0.61	0.04	0.07	0.09	0.11	0.22	0.26	0.01	0.02	0.02	43.80	7.67	9.86	3.65	0.26	0.33
	徐福镇	0.40	0.50	0.61	0.05	0.07	0.09	0.15	0.22	0.26	0.01	0.02	0.02	54.75	7.67	9.86	4.56	0.26	0.33
	芦头镇	0.40	0.50	0.61	0.05	0.07	0.09	0.15	0.22	0.26	0.01	0.02	0.02	54.75	7.67	9.86	4.56	0.26	0.33
北马河	北马镇	0.90	1.50	1.83	0.11	0.22	0.26	0.34	0.65	0.79	0.03	0.05	0.07	120.45	24.09	28.47	10.04	0.80	0.95
	黄山馆镇	0.20	0.50	0.61	0.03	0.07	0.09	0.08	0.22	0.26	0.01	0.02	0.02	32.85	7.67	9.86	2.74	0.26	0.33
	西城区	17.10	20.00	24.38	2.15	2.88	3.51	6.46	8.64	10.53	0.54	0.72	0.88	470.85	315.36	384.35	62.78	10.51	12.81
总计		47.00	58.00	70.70	5.92	8.35	10.18	17.77	25.06	30.54	1.48	2.09	2.55	1824.27	914.33	1114.71	210.39	30.48	37.16

5.2.1.2 工业污染源

根据环统基 101 表，龙口市 61 家环境重点监察企业中，有 6 家直接进入海域，其余均经城镇污水管网进入各污水处理厂。直排入海企业名单如表所示、进入污水处理厂工业废水量如表 5.2-4 所示。

表 5.2-3 龙口市直排企业名单

企业名称	排水去向	工业废水排放量 (t/a)	COD _{Cr} 排放量 (t/a)	氨氮排放量 (t/a)
南山集团有限公司	直接进入海域	1896000	355.937	19.951
龙口玉龙纸业有限公司	直接进入海域	1818000	253.652	7.075
山东道恩钛业有限公司	直接进入海域	1404510	103.8442	6.5
山东振龙生物化工集团有限公司	直接进入海域	1198075	251.175	12.75
龙口市渤海纸业有限公司	直接进入海域	603000	80.381	2.806
山东兴民钢圈股份有限公司	直接进入海域	78404	4.789	0.41

表 5.2-4 各污水厂收纳工业废水量

污水厂名称	收纳工业污水 (t/a)	收纳工业污水 (t/d)	污水厂处理能力 (t/d)
龙口市黄水河污水处理厂	4271326	11702	40000
龙口市第二污水处理厂	431747	1183	20000
龙口市污水处理厂	2892075	7923	25000

表 5.3-5 龙口市污水处理设施收集现状

名称 项目	龙口市第一污水厂	龙口市第二污水厂	龙口市黄水河污水厂
正式运行时间	2000.11	2006.07	2012.05
设计处理规模	2.5 万 t/d	2.0 万 t/d	4.0 万 t/d
处理工艺	一体化氧化沟	预处理+一体化氧化沟+絮凝沉淀池+臭氧接触池+滤布滤池	推流式 A ² /O+絮凝沉淀池+臭氧接触池+滤布滤池
服务范围	东莱街道、新嘉街道东部、东江街道和高新区东部	经济开发区北部和北马镇	滨海度假区、诸由观镇、兰高镇、石良镇
服务人口	8 万人	6.5 万人	6.5 万人
排水去向	黄水河	北马南河	黄水河
污水排放执行标准	一级 B 标准	一级 A 标准	一级 A 标准
远程视频监控系统	已安装	已安装	已安装
污泥处置方式	山东振龙生物化工集团处理	山东振龙生物化工集团处理	山东振龙生物化工集团处理

污水处理厂收纳的工业污水按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)一级 A 标准排海, COD_{Cr} 浓度为 50mg/L、氨氮浓度为 5 mg/L, COD_{Cr} 和氨氮排放量分别为 379.7t/a 和 38.0t/a。6 家直排企业的排放量为 COD_{Cr} 和氨氮排放量分别为 1049.8t/a 和 49.5t/a。

5.2.1.3 面源污染源

根据《龙口市水污染防治规划》(龙口市人民政府)预测结果, 龙口市畜禽养殖排泄物的产生总量为 21.03 万 t/a, 其中 COD_{Cr}、氨氮的产生量为 3930.10 t/a 和 404.37 t/a; 污染物 COD_{Cr} 和氨氮的入海量分别为 471.6 t/a 和 48.52 t/a。

龙口市化肥通过地表径流和地下淋溶的途径流失率高达 54%, 有效利用率非常低; 污染物 TN、TP 和氨氮的入海量分别 318.91 t/a、176.81 t/a 和 105.24 t/a。

5.2.1.4 小结

综合城镇生活污染源、工业污染源和面源污染源, COD_{Cr} 和氨氮的入海量分别为 2815.4t/a 和 271.8t/a。

表 5.2-5 陆源入海污染物总量

污染源	COD _{Cr}	氨氮
	单位: t/a	
生活污水	914.3	30.5
工业污水	1429.5	87.5
面源	471.6	153.8
共计	2815.4	271.8

5.2.2 海水养殖排污分析

龙口市海水养殖业的迅速发展, 为人类提供了丰富的蛋白质, 带来了巨大的经济效益, 但由于对养殖生态系统缺乏科学深入的认识, 缺乏科学有效的管理和调控, 养殖区生态环境恶化现象日益突出, 严重影响了水产养殖业的可持续发展。养殖废物排泄、化学药品使用等加剧了局部海域污染程度。

海水养殖产生的污染物数量取决于养殖生物的生理生态学特征、养殖系统的营养物质来源、养殖模式、养殖过程的科学化管理程度、饵料类型及其投喂方式等。

网箱养鱼为典型的人工营养型养殖系统, 其污染负荷主要来源于未食残饵和养殖生物的排泄物等, 其中, 大量未食残饵又占该养殖系统有机污染的主要部分。

传统的虾池养殖往往采用大换水的养殖方式保持养殖塘内水质符合对虾生长要求，含大量有机碎屑、对虾粪便及无机氮、无机磷、溶解有机物的废水通过换水直接进入附近海域，造成对周围海域环境的污染。

滤食性贝类的过滤与生物沉积作用使摄食但未被同化的物质在养殖区海底形成一个“有机质库”。同时，生物沉积减少了养殖海域颗粒物质的向外扩散和运移，促进了局部海域的沉积有机污染。贝类的生物沉积作用促使有机物在海底的大量堆积，这些有机成分在微生物作用下的分解过程消耗了大量溶解氧，造成海底缺氧和无氧环境的产生，从而导致海水中的硫酸盐还原产生大量对养殖贝类有严重毒害作用的氢气或硫化氢，将严重影响养殖区的生态系统健康并诱发疾病。

根据现状调查，裕龙岛东侧仅黄山馆镇百佳水产池塘养殖就设置了 7 个养殖废水排放口，养殖废水排入裕龙岛与陆域之间的水道，可能对水道内的水质产生一定的影响。

根据相关文献，鱼类、虾蟹类及贝类海水养殖的污染物产生量按下面经验公式计算：

(1) 鱼类

根据海水养殖调查及相关参考文献，取鱼虾类饵料系数为 1，即鱼虾类投饵量为其养殖量的 1 倍，根据鱼虾类五种常用配合饲料中 C、N、P 含量分别为 44.4%、7%和 1.04%。参考相关文献，取饵料中有 51%的 C、N、P 不能被鱼类利用，以溶解态的形式进入水体。则鱼类养殖产生的污染物计算公式为：

$$\text{COD}=\text{M}\times 2.5\times 44.4\%\times 51\%\times 48/12$$

$$\text{TN}=\text{M}\times 2.5\times 7\%\times 51\%$$

$$\text{TP}=\text{M}\times 2.5\times 1.04\%\times 51\%$$

(2) 虾蟹类

参考相关文献，虾蟹类养殖产生的污染物计算公式为：

$$\text{COD}=\text{M}\times 2.5\times 44.4\%\times 16\%\times 48/12$$

$$\text{TN}=\text{M}\times 2.5\times 7\%\times 16\%$$

$$\text{TP}=\text{M}\times 2.5\times 1.04\%\times 16\%$$

(3) 贝类

参考相关文献，贝类养殖产生的污染物计算公式为：

$$\text{COD}=\text{M}\times 0.0107\times 48/12$$

$$TN=M*0.0017$$

$$TP=M*0.00026$$

根据上述公式，取入海系数为 0.1，可计算得龙口市海水养殖污染物排放量如表 5.2-1 所示：

表 5.2-1 2011 年-2018 年龙口市海水养殖污染物入海通量

项目		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
鱼类	养殖量 (t)	670	660	740	860	980	935	940	915
	COD (t)	60.69	59.78	67.03	77.90	88.76	84.69	85.14	82.88
	TN (t)	2.39	2.36	2.64	3.07	3.50	3.34	3.35	3.26
	TP (t)	0.36	0.35	0.39	0.46	0.52	0.50	0.50	0.49
虾蟹类	养殖量 (t)	0	0	0	0	0	0	0	0
	COD (t)	0	0	0	0	0	0	0	0
	TN (t)	0	0	0	0	0	0	0	0
	TP (t)	0	0	0	0	0	0	0	0
贝类	养殖量 (t)	4500	2900	15400	18629	27534	31500	33130	35330
	COD (t)	7.70	4.96	26.36	31.89	47.14	53.93	56.72	60.49
	TN (t)	1.93	1.24	6.59	7.97	11.78	13.48	14.18	15.12
	TP (t)	0.05	0.03	0.16	0.19	0.29	0.33	0.34	0.36

由上表及图可知，总体来讲，龙口近海养殖以鱼类和贝类为主，鱼类养殖的 COD 和 TP 排放贡献量最大，而贝类养殖的 TN 排放贡献量最大。这是因为贝类的氮排泄物包括氨、尿素、尿酸、氨基酸等其中氨的比例最大。有研究表明，达到或超过 70%。

5.2.3 船舶污染分析

龙口市所辖范围的港口主要有龙口港、龙口渔港、港栾渔港和中国石化胜利油田有限公司海洋石油船舶公司港区，其中龙口港为国家一类港口，中国沿海最大的对非散杂货出口贸易口岸和铝矾进口口岸，国内铝土矿进口第一港，中国最大地方港。按照港口船舶管理相关要求，船舶排放的含油污水和生活污水应经收集后送相关资质单位处理。近年来随着渔民环保意识的增强以及执法力度的加强，船舶乱排污水的现象逐年减小，船舶排污产生的污染物排放量相对较小。

5.2.4 邻近海域输入性污染物分析

莱州湾为渤海内海洋环境质量较差的区域，东营、潍坊等海域存在大范围的

劣四类海水区域。龙口湾位于莱州湾的东北角，由于海水的流通性，莱州湾内部污染物扩散至龙口西海岸。邻近海域输入性污染物定量估算较困难，其对龙口市海洋环境质量也会产生一定程度的影响。

6 海洋功能区划、近岸海域环境功能区划等相关规划

6.1 《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》

6.1.1 龙口市近岸海域功能区概况

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》（图 6.1-1），龙口市近岸海域共划分为 15 个功能区，包括 2 个农渔业区，分别为龙口北农渔业区（A1-9）和长岛西农渔业区（A1-10）；

1 个工业与城镇用海区，为龙口湾工业与城镇用海区（A3-11）；

4 个特殊利用区，分别为龙口湾特殊利用区（A7-5）、龙口北部特殊利用区（A7-6）、龙口东海特殊利用区（A7-7）和龙口黄水河口特殊利用区（A7-8）；

2 个港口航运区，分别为龙口港口航运区（A2-9）和蓬莱-长岛港口航运区（A2-10）；

2 个旅游休闲娱乐区，分别为龙口南山东海旅游休闲娱乐区（A5-7）和龙口滨海旅游休闲娱乐区（A5-8）；

1 个保留区，为龙口港北部保留区（A8-10）；

3 个海洋保护区，分别为烟台砬埠岛海洋保护区（A6-13）、烟台桑岛海洋保护区（A6-14）和龙口黄水河口海洋保护区（A6-15）。

农渔业区的环境保护要求为：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。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。

工业与城镇用海区的环境保护要求：加强海洋环境质量监测，加强工业区环境治理及动态监测；实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。开发利用期执行海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量、海洋生物质量不劣于二类标准。

特殊利用区的环境保护要求：避免对毗邻海洋保护区、旅游休闲娱乐区产生影响。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。

港口航运区的环境保护要求为：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。

旅游休闲娱乐区的环境保护要求为：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。

保留区的环境保护要求为：保持现状。

烟台砬埠岛海洋保护区的环境保护要求为：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。

烟台桑岛海洋保护区的环境保护要求为：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、海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行一类标准。

龙口黄水河口海洋保护区的环境保护要求为：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，减少保护区周边海域环境点面源污染。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。

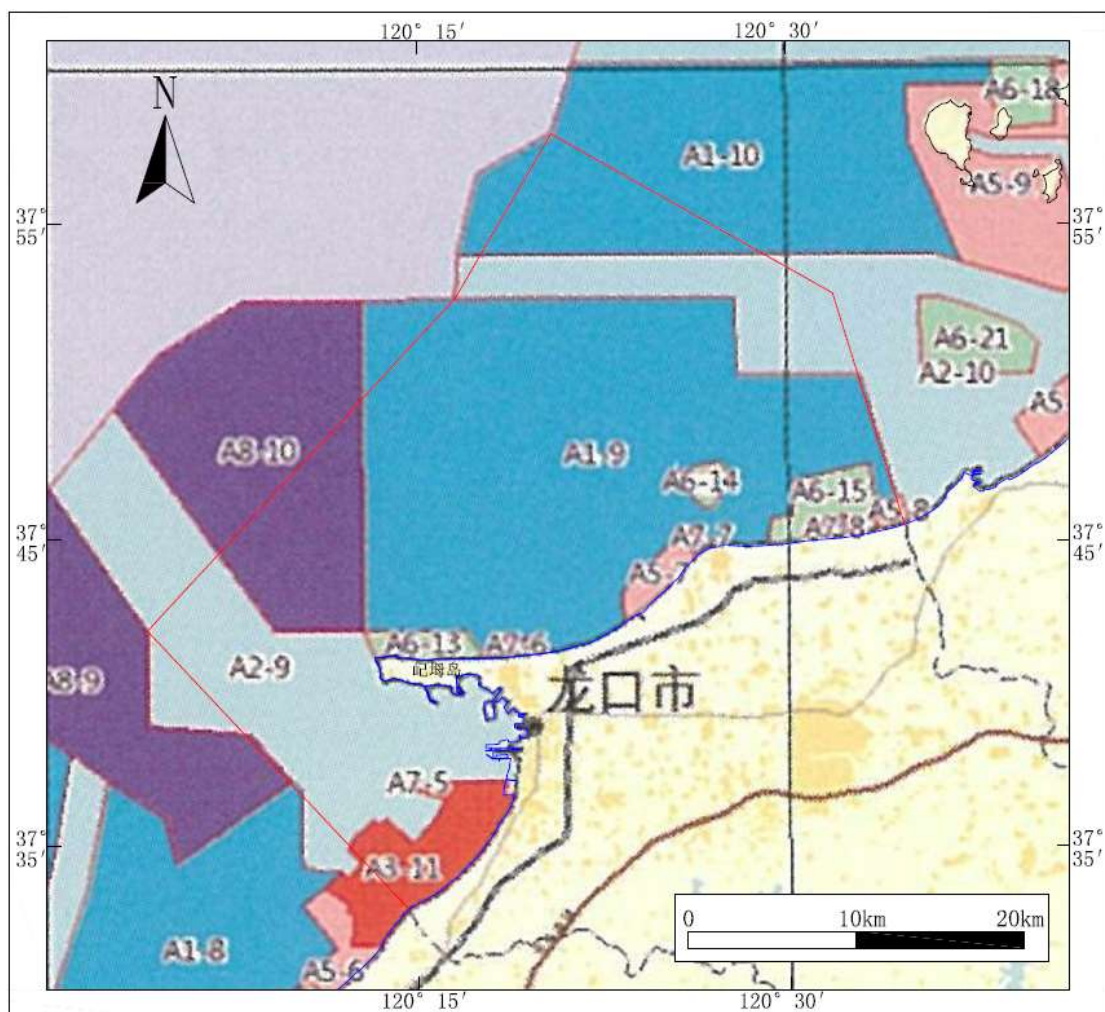


图 6.1-1 《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》

6.1.2 用海项目与功能区划协调性分析

农渔业区包括：龙口北农渔业区（A1-9）和长岛西农渔业区（A1-10）。龙口北农渔业区（A1-9）内的用海项目开放式养殖区和渔业基础设施用海；龙口海域范围内的长岛西农渔业区（A1-10）无用海项目。养殖区内的用海项目均符合海洋功能区划，但存在部分尚未确权情况，建议进行科学规划、禁止违规新建池塘养殖区。

工业与城镇用海区包括：龙口湾工业与城镇用海区（A3-11）。本区域基本功能为工业与城镇用海，河口处兼容污水达标排放功能。现状为城镇建设填海造地用海，符合该功能区划的基本要求。

特殊利用区包括：龙口湾特殊利用区（A7-5）、龙口北部特殊利用区（A7-6）、龙口东海特殊利用区（A7-7）和龙口黄水河口特殊利用区（A7-8）。本区域基本功能为特殊利用功能，调整海域属性需经科学论证。现状为城镇建设填海造地用

海和开放式养殖，符合该功能区划要求。

港口航运区包括：龙口港口航运区(A2-9)和蓬莱-长岛港口航运区(A2-10)。龙口港口航运区(A2-9)主要开发了龙口港、龙口渔港、砣矶岛渔港等港口码头以及部分围海养殖，由于该功能区基本功能为港口航运功能，在基本功能未利用时允许兼容农渔业、矿产与能源等功能，龙口港口航运区内用海项目符合功能区划；龙口海域范围内的蓬莱-长岛港口航运区(A2-10)无用海项目。港口航运区内的用海项目均符合海洋功能区划。

旅游休闲娱乐区包括：龙口南山东海旅游休闲娱乐区(A5-7)和龙口滨海旅游休闲娱乐区(A5-8)。龙口南山东海旅游休闲娱乐区(A5-7)主要开发为旅游基础设施用海和围海养殖，本区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；围海养殖符合该区的农渔业等功能要求；龙口滨海旅游休闲娱乐区(A5-8)无用海项目。

保留区为龙口港北部保留区(A8-10)，该功能区功能待定，龙口海域范围该功能区内无用海项目。

保护区为烟台砣矶岛海洋保护区(A6-13)、烟台桑岛海洋保护区(A6-14)和龙口黄水河口海洋保护区(A6-15)，本区域基本功能为海洋保护功能，部分兼容旅游休闲娱乐功能和农渔业功能，现状为海洋特别保护区，无其他用海项目。

龙口海域范围内用海项目与《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》相协调，符合《山东省海洋功能区划(2011-2020年)》。

6.2 《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》

根据《山东省近岸海域环境功能区划(2016-2020年)》，龙口市近岸海域共划分为15个环境功能区(图6.2-1)，包括3个一类环境功能区，分别为SD078A II、SD082A I、SD083A II；4个二类环境功能区，分别为SD077B II、SD080B II、SD085B II、SD090B II；3个三类环境功能区，分别为SD073C III、SD079C III、SD084C III；4个四类环境功能区，分别为SD076D IV、SD063D III、SD081D IV、SD088D III；1个混合区，为SD072H。

一类环境功能区、二类环境功能区、三类环境功能区和四类环境功能区，分别执行《海水水质标准(GB3097-1997)》中第一类、第二类、第三类和第四类海水水质标准；混合区不设置水质目标，但不得影响临近功能区的水质。

根据第四章环境质量调查结果可知，龙口近岸海域水质季节性变化较大。除部分站位无机氮、磷酸盐、汞及石油类超标外，其余所有因子调查结果均符合相应海水水质标准。表明龙口附近海域水质环境质量整体较好。龙口海域范围内用海项目与山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020年）相协调。

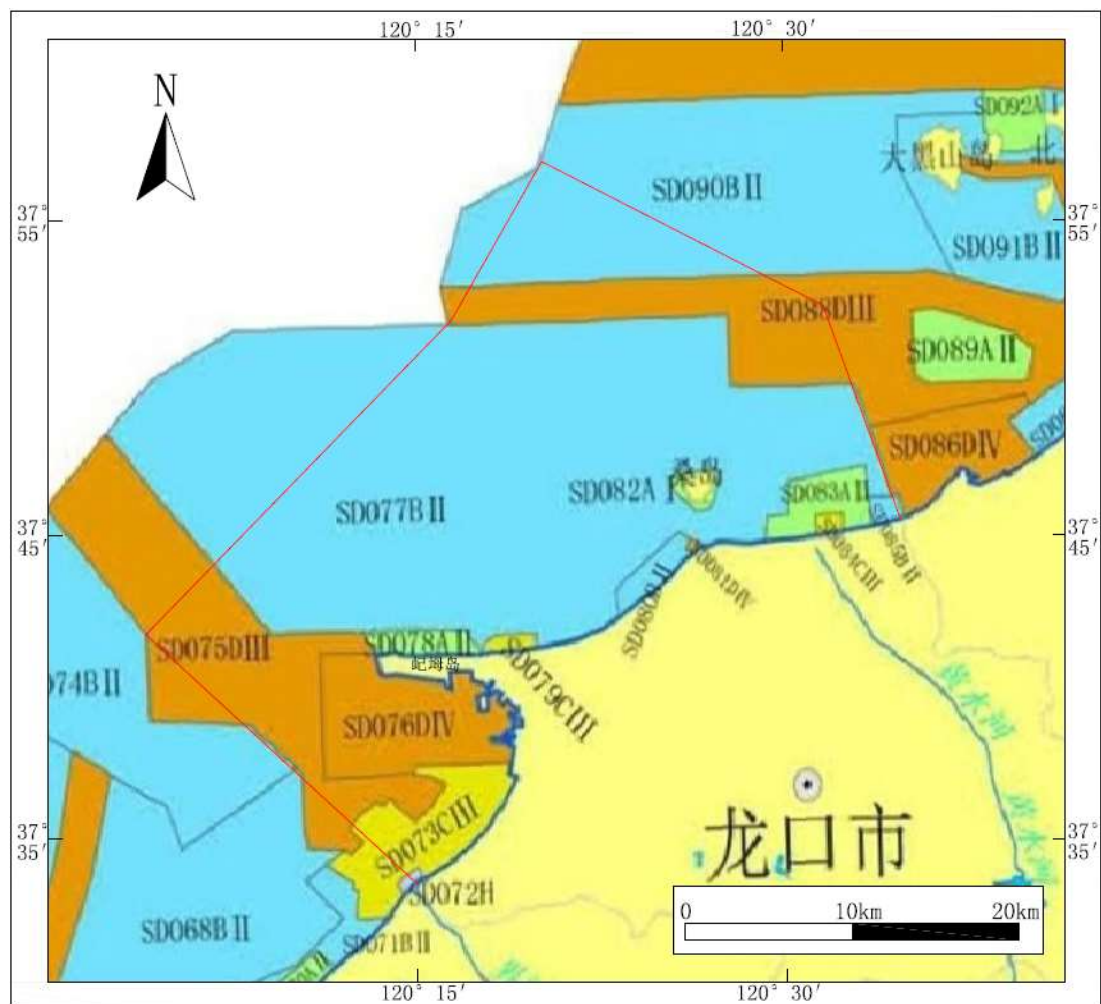


图 6.2-1 《山东省近岸海域环境功能区划（2016-2020年）》

6.3 《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》

6.3.1 山东省渤海海洋生态红线区概况

根据《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》，龙口市近岸海域共有 7 个生态红线区（图 6.3-1），包括 6 个限制开发区和 1 个禁止开发区。限制开发区包括龙口渔业海域限制区（XZ5-12）、龙口砮姆岛景观遗迹限制区（XZ7-2）、龙口南山东海滨海旅游限制区（XZ10-1）、龙口砂质岸线限制区（XZ8-3）、桑岛依岛海岛限制区（XZ6-3）和龙口黄水河口海洋生态限制区

(XZ2-9); 禁止开发区为龙口黄水河口海洋生态禁止区 (JZ2-9)。

龙口渔业海域限制区 (XZ5-12)、桑岛依岛海岛限制区 (XZ6-3)、龙口黄水河口海洋生态限制区 (XZ2-9) 和龙口黄水河口海洋生态禁止区 (JZ2-9) 环境保护要求为: 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。龙口砮姆岛景观遗迹限制区 (XZ7-2)、龙口南山东海滨海旅游限制区 (XZ10-1) 和龙口砂质岸线限制区 (XZ8-3) 环境保护要求为: 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。

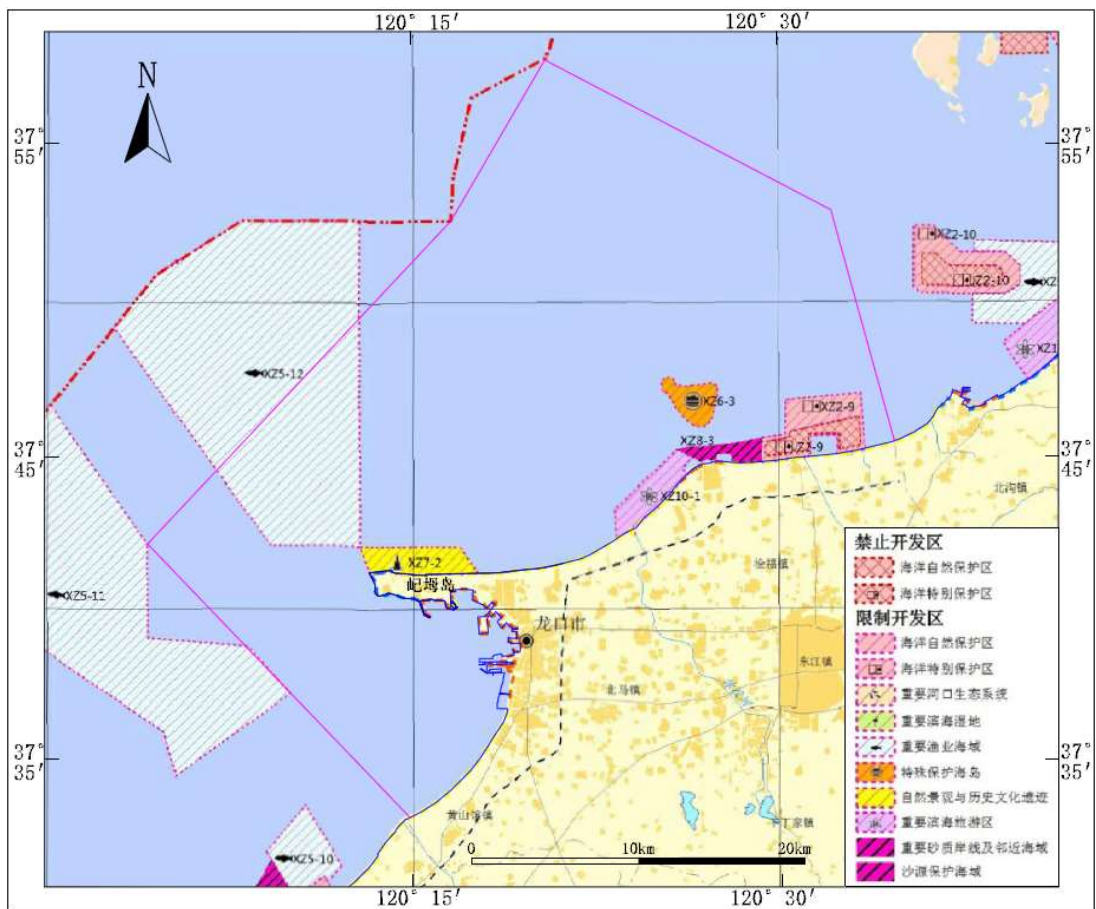


图 6.3-1 《山东省渤海海洋生态红线区划定方案 (2013-2020)》

6.3.2 用海项目与《山东省渤海海洋生态红线区划定方案 (2013-2020)》符合性分析

禁止开发区为龙口黄水河口海洋生态禁止区 (JZ2-9), 管控措施为按照《海洋特别保护区管理办法》进行管理。生态保护区除进行必要的调查、科研和管理活动外, 禁止进行其他活动。该区域没有进行开发活动。

限制开发区包括: 龙口渔业海域限制区 (XZ5-12)、龙口砮姆岛景观遗迹限

制区（XZ7-2）、龙口南山东海滨海旅游限制区（XZ10-1）、龙口砂质岸线限制区（XZ8-3）、桑岛依岛海岛限制区（XZ6-3）和龙口黄水河口海洋生态限制区（XZ2-9）。

龙口渔业海域限制区（XZ5-12）：管控措施为禁止水下采砂和施工等用海活动，保护经济鱼类的三场一道，采取增殖放流等措施，加强渔业资源养护，控制捕捞强度。在不影响海域生态环境的前提下，允许航道用海。该区域没有开发利用活动。

龙口砬姆岛景观遗迹限制区（XZ7-2）：管控措施为严格控制岸线附近的建设工程；保护自然生态环境，禁止围填海、设置直接排污口、爆破作业等有损海洋自然景观的开发活动，保护海蚀崖、海蚀平台独特地质地貌景观的完整性。该区域没有开发利用活动。

龙口南山东海滨海旅游限制区（XZ10-1）：管控措施为严格控制岸线附近的景区建设工程；保护自然景观，严格控制占用沙滩和沿海防护林。保障河口行洪安全。可允许符合港口规划的航道用海和码头建设，允许适度进行旅游基础设施建设。该区域现状开发为围海养殖和旅游基础设施，不占用沙滩、沿海防护林，不影响河口行洪安全，区域开发活动符合龙口南山东海滨海旅游限制区管控要求。

龙口砂质岸线限制区（XZ8-3）：管控措施为禁止采挖海砂等可能诱发海岸蚀退的用海活动，采取适当措施阻止海滩侵蚀灾害的恶化，可进行与海岸侵入治理和岸线整治相适应的工程建设。可适度进行岛陆交通及交通基础设施建设。该区域现状开发活动主要为渔业基础设施，区域开发活动符合龙口砂质岸线限制区管控要求。

桑岛依岛海岛限制区（XZ6-3）：管控措施为禁止炸礁、填海连岛、采挖海砂等可能造成海岛生态系统破坏及自然地形、地貌改变的行为。可适度进行养殖用海、旅游用海、岛陆交通及基础设施建设。该区域没有进行开发利用活动，符合桑岛依岛海岛限制区管控要求。

龙口黄水河口海洋生态限制区（XZ2-9）：管控措施为按照《海洋特别保护区管理办法》进行管理。在不影响保护区保护的前提下，可适度进行旅游等用海活动和航道用海。该区域没有进行开发利用活动，符合龙口黄水河口海洋生态限制区管控要求。

6.4 《龙口市海域使用规划（2013-2020年）》

龙口市海域使用规划工作立足于党的十八大提出的“全面建设小康社会”的发展目标和建设“海洋强国”的战略部署，按照“提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境”的总体要求，依照山东省海洋功能区划，结合龙口市海域自然条件、开发利用现状和社会经济发展需求，科学确定本区域海洋资源利用和保护、海洋产业布局的方向与重点。龙口市海域使用规划目的为按照开发类型、开发强度、开发过程和开发时序对海域使用的空间格局进行科学合理的配置，协调海域空间利用与保护之间的矛盾，规范县级海域使用规划管理，调整优化海洋产业结构，提高海域资源的使用效率，为海洋开发活动及海域管理和海洋环境保护工作提供科学依据。其意义是：充分发挥海域价值，科学利用、有效保护海域资源，促进龙口市海洋经济健康、持续发展，推动山东半岛蓝色经济区建设，加快我国“海洋强国”的建设步伐。

龙口市海洋环境质量达标规划主要目标为通过采取相关措施，实现龙口入海水质持续改进，海源污染物入海总量逐年削减，龙口海洋环境质量稳中趋好的目标。本次海域开发利用活动与《龙口市海域使用规划（2013-2020年）》相协调，符合《龙口市海域使用规划（2013-2020年）》。

7 海洋环境跟踪监测方案

结合龙口市近岸河流分布、开发利用现状、裕龙石化产业园污染物排放特点以及环境质量现状调查结果，有针对性的开展环境质量跟踪监测；监测站位布设应考虑陆源排污口位置、大型河流（流域面积超过 100 平方公里）、保护区及养殖分布，监测站位见图 7.1-1。

（1）海洋水质监测计划

监测站位布设：龙口近岸海域共布设 10 个监测站位。

监测项目：SS，石油类，COD，无机氮，铜、镍、铁、汞、铝、锌等重金属。

监测频率：每个季度进行一次大、小潮期的监测。

监测方法：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》（GB17378-2007）规定的有关方法进行。

（2）海洋沉积物监测计划

监测站位：与水质监测站位相同。

监测项目：硫化物，有机碳，石油类，铜、镍、汞、铁、铝等重金属含量。

监测频率：每年监测一次。

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。



图 7.1-1 环境监测站位布置示意图

8 达标方案

8.1 目标要求

加强海陆统筹,建立海陆一体化的入海污染物总量控制制度和海域流域联防联控机制,充分发挥河长制的作用,综合运用海绵城市建设。明确污染控制的关键区域与主要产业,以近岸海域优良水质控制目标为依据,明确主要流域入海总量及削减量。从源头控制工业点源、城市生活污水点源、农村及农业面源的排放量,加快市政管网和污水处理设施建设,开展工业企业面源污染整治及河流污染整治,减少陆源污染物入海。推进主要入海河流水环境综合治理,有效削减黄水河、泳汶河等重点入海河流的污染物总量。开展违规围海养殖、堤坝综合整治,港口船舶污染防治和龙口海岸带生态环境保护修复,同时加强龙口近岸海域海洋灾害风险管控。逐步减少入海污染物的总量,确保龙口近岸海域水质基本达到相应功能区水质标准要求,其中海洋保护区、风景旅游区达到一类海水水质标准;农渔业区、旅游休闲娱乐区达到二类海水水质标准;港口航运区、工业与城镇用海区、特殊利用区达到三类水质标准;做到海面干净、沙滩整洁,海洋生态环境明显改善。

8.2 治理措施

根据第五章污染源及排放量分析可知,入海污染物主要来源于陆域的生活污染源、工业污染源和面源污染源,邻近海域输入性污染物具有一定的影响,海域内的海水养殖及船舶污染对海洋环境的影响相对较弱。陆源入海污染防治结合《龙口市水污染防治规划》(龙口市人民政府 2018.9);近岸海域污染防治结合《龙口市近岸海域污染防治规划》(龙口市人民政府 2018.12)编制本报告海洋环境达标措施。

8.2.1 陆域整治措施

1、调整沿海地区产业结构,提高涉海项目环境准入门槛

调整沿海地区产业结构。结合“一带一路”建设、环渤海经济圈建设等国家

重大战略，实施科技引领，加快龙口地区实现创新驱动发展和绿色发展转型。推动产业升级，引领新兴产业和现代服务业发展。加快构建沿海现代农业产业体系。制定严格环境准入制度，提高行业准入门槛。从严控制“两高一资”产业在龙口地区布局，严格执行环境保护和清洁生产等方面的法律法规标准和重点行业环境准入条件，从产业结构、布局、规模、区域环境承载力、与相关规划的协调性等方面，严格项目审批，提高行业准入门槛；依法淘汰龙口地区污染物排放不达标或超过总量控制要求的产能。（市发改局、市经信局、市生态环境局牵头）

2、加强工业、企业污染综合治理

（1）工业点源污染治理项目

黄水河流域：工业点源污染治理项目主要包括工业污染深度治理项目、落后产能淘汰关停项目、工业清洁生产项目等。对威龙葡萄酒股份有限公司、龙口市渤海纸业有限公司、龙口玉龙纸业有限公司等废水直排环境的企业要求整改建设污水治理项目处理要求达到地表水Ⅴ类水标准或纳入污水管网进行处理。

对龙口尹村外贸联营粉丝生产厂、龙口市大洋食品有限公司、龙口市万顺昌水产食品有限公司、龙口三明水产食品有限公司、龙口佳宝水产食品有限公司、龙口市鼎昌电镀有限公司、龙口市印染厂、龙口佳源颜料有限公司、龙口市龙蓬精密铜管有限公司、龙口联合化学有限公司等农副产品加工和化工厂以及新能源类、生物类朗源股份有限公司、龙口恒源生物股份有限公司等还没有污水预处理设施的企业需建设污水预处理设施，已建设污水处理设施的企业进一步检查设施运行情况，对有条件的企业建议建设深度处理设施，经厂区预处理后达到进入污水处理厂标准方可接入污水处理厂。

泳汶河流域：对新能源类、生物类、化工类和农副产品加工类企业，龙口市新达工具有限公司，龙口龙口安德利果汁饮料有限公司，龙口市海格瑞颜料有限公司和山东华龙友信材料表面处理有限公司，还没有污水预处理设施的企业需建设污水预处理设施，已建设污水处理设施的企业进一步检查设施运行情况，对有条件的企业建议建设深度处理设施，达到水资源的重复利用。

在迟家水库泳纹河上游河岸两侧分布有大小石材厂 19 家，石材厂除对当地生态环境造成破坏外，石材加工切割冲洗过程还将产生加工废水，废水主要成分为悬浮颗粒物。石材厂应配套建设沉砂池，加工冲洗废水收集经沉砂池沉淀后回用于生产，实现生产用水零排放。石材厂生活污水进入附近市政污水管网或用于

工厂绿化和农业生产。禁止石材加工厂废水和生活废水入河。（市环保局牵头）

北马河控制单元：梁家煤矿、北皂煤矿等煤矿企业内部建设污水处理厂，出水标准达到排海标准后直接排放入海。龙口新龙食油有限公司，龙口康乐染整有限公司，隆基集团有限公司，山东龙口蓄电池总厂，山东道恩高分子材料股份有限公司和山东龙口双龙化工有限公司，还没有污水预处理设施的企业需建设污水预处理设施，已建设污水处理设施的企业进一步检查设施运行情况，对有条件的企业建议建设深度处理设施，达到水资源的重复利用。（市生态环境局牵头）

（2）生态工业园区建设

对于泳汶河流域，规划龙口市经济技术开发区争取创建国家生态工业示范园区，遵循生态工业园区建设基本原则，在园区布局、基础设施、建筑物构造和工业发展过程中，促进水资源的高效利用和高值利用。同时，在工业园区中进行水管理政策创新，尝试只在园区集中污水处理厂和重点监管企业的排污口进行监管，对于其他企业则可以与污水处理厂自愿协商，双方商定排水的水质和收费价格。

（市发改局、市生态环境局牵头）

（3）循环经济示范基地建设

对于黄水河流域，依托诸由观镇工业园区，建设化工循环经济产业园区，在循环经济示范基地，工业废水处理经深度处理后，同时承接第一和第三污水处理厂的再生水作为龙口市丛林热电循环冷却等用水。龙口市丛林热电有限公司可与就近的污水处理厂之间铺设再生水管网，使用再生水做循环冷却水。鼓励化工、纺织等企业使用再生水。对于泳汶河流域，依托已有的化工循环经济产业园区，在南山集团有限公司，山东福尔有限公司和龙口矿业集团洼里煤矿建设循环经济示范基地，工业废水处理经深度处理后，再生水作为龙口市东海热电有限公司，山东怡力电业有限公司（东江），龙口嘉元东盛热电有限公司，山东怡力电业有限公司（徐福）和山东南山铝业股份有限公司热电厂循环冷却等用水。到 2018 年再生水利用达到 25%，水循环利用率 50%。（市发改局、市生态环境局牵头）

（4）清洁生产能力建设

至 2019 年底，全部环境重点监察企业都进行清洁生产审核。（市环保局牵头）

3、污水处理厂及配套管网建设

（1）污水处理厂

加快城镇污水处理设施建设。对现有龙口市污水处理厂、龙口市黄水河污水

处理厂、龙口市第二污水处理厂进行扩建改造，设计出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准，预留出水水质地表水 IV 类水质标准的改造条件。龙口市污水处理厂处理能力由 2.5 万吨/天增大至 4 万吨/天，投资总额为 12954 万元；龙口市黄水河污水处理厂处理能力由 2 万吨/天增大至 4 万吨/天，投资总额 9583 万元。

规划新建龙口市泳汶河污水处理厂、龙口市海岱污水处理厂和山东裕龙石化产业园污水处理厂。出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准。

龙口市泳汶河污水处理厂一期工程处理规模 4 万吨/天，计划投资总额 12000 万元。服务范围南山集团东海园区、徐福街道、新嘉街道西部、芦头镇、高新区西部和南山集团本部内的生活污水和工业污水。处理工艺采用“预处理（粗格栅+提升泵站+细格栅+旋流沉砂池）+调节池+A2/O-MBBR 工艺+二沉池+磁混凝沉淀池+纤维转盘滤池+深床反硝化滤池+臭氧接触池+消毒池”工艺。粗格栅及提升泵站、细格栅、旋流沉砂池、A2/O-MBBR 生化池、二沉池、磁混凝沉淀池、纤维转盘滤池、消毒池、巴氏计量槽、泥浓缩池、污泥脱水机房等。

龙口市海岱污水处理厂计划开工时间 2020 年 3 月，设计处理规模 4 万吨/天，计划投资总额 15000 万元。服务范围为南起八里沙河，北至北马南河，东起牟黄路铁路桥，西至环海南路片区的工业污水和生活污水。拟采用“预处理（粗格栅及提升泵房+细格栅+沉砂池+调节池+初沉池）+一级处理（水解酸化池）+二级处理（AAO/MBBR+二沉池）+深度处理（高密度沉淀池+滤布滤池+高级氧化臭氧/紫外+生物活性炭过滤+消毒工艺）”处理工艺。

山东裕龙石化产业园污水处理厂一期处理量约 12 万吨/天，工程计划总投资为 3943.15 万元。该污水处理厂主要服务山东裕龙石化产业园，项目处理工艺尚未确定。

预留出水水质地表水 IV 类水质标准的改造条件。同时依据《龙口市城市排水专项规划》（2014-2025）的污水管网与雨水管网规划，对东城区及南部拓展区、城市新区、高新技术产业园区、滨海旅游度假区诸由工业园区污水管网进行改造调整。首先考虑对现状管道进行利用，其次对不满足收水量要求或老化管道进行改造或废弃处理，管网敷设尽量依地势，必要时加装提升泵站。（市住建局牵头、市生态环境局牵头）

按照进入污水处理厂污水执行《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)经处理后污水按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级 A 标准进行排放。入水水质 COD_{Cr}≤ 500mg/L, TN ≤ 50mg/L; 出水水质 COD_{Cr}≤50mg/L, TN≤15mg/L。扩建及新建污水处理厂处理能力为 23.5 万吨/天, COD_{Cr} 减排量为 105.75 吨/天, TN 减排量为 8.23 吨/天。裕龙岛炼化一体化项目(一期)总污水排放量 1.4081 万吨/天, 其中 COD_{Cr} 浓度为 30mg/L、TN 浓度为 15mg/L, COD_{Cr} 排放量为 0.42 吨/天, TN 排放量为 0.21 吨/天。炼化一体化项目(一期)工程污染物排放量远小于改扩建污水处理厂减排量, 污水处理厂改扩建后污染物排海量将大幅减小。

为提高龙口市城镇生活垃圾无害化处理水平, 切实改善人居环境, 根据山东省人民政府办公厅《关于印发“十二五”山东省城镇生活垃圾无害化处理设施建设规划的通知》(鲁政办发〔2013〕1号)要求, 健全垃圾收集转运体系, 按照“户分类、村收集、镇清运、市转运、处理”的模式, 全面推动城乡环卫一体化, 提高无害化处理能力和水平, 加强存量垃圾治理, 保护和修复周边生态环境。提高垃圾渗滤液处理能力, 处理技术和工艺采用“外置式 MBR (反硝化+硝化+错流管式 UF)+NF+RO”。渗滤液经处理符合国家标准后, 通过原有专用排放管道排至泳汶河污水处理厂再处理后达标排放。(市住建局牵头、市生态环境局牵头)

(2) 污水管网

本次规划遵循《龙口市城市排水专项规划》(2014-2025)的污水管网与雨水管网规划, 仅根据现状及未来发展作适当调整。管网规划采用雨污分流的排水体制。东城区现状排水体制为合流制, 本次规划将东城区排水体制由合流制逐步改为分流制。首先考虑对现状管道进行利用, 其次对不满足收水量要求或老化管道进行改造或废弃处理, 管网敷设尽量依地势, 必要时加装提升泵站。

1) 东城区及南部拓展区

污水干管敷设在北外环路、264 省道、北大街、港城大道、龙泉路, 流向自东向西污水汇入绛水河污水管道, 流向自西向东污水汇入绛水河污水管道, 污水均进入龙口第一污水处理厂进行处理。

2) 城市新区

污水以府东二路为分水岭, 以西污水干管敷设在北外环路、264 省道、府北一路、港城大道、龙泉路, 流向自东向西, 汇入泳汶河污水干管, 最终入泳汶河

污水处理厂。府东二路以东污水干管敷设在北外环路、264 省道、府北一路、北一东路，流向自西向东，汇入绛水河污水管，最终流入龙口第一污水处理厂。

3) 高新技术产业园区

以东莱街为界，以西污水干管敷设在环渠路、高速路辅路和郎源路，流向自东向西，汇入泳汶河污水干管，最终入泳汶河污水处理厂。东莱街以东污水干管敷设在环渠路、东一路和东二路，流向自西向东，汇入绛水河污水干管，最终入龙口第一污水处理厂。

4) 滨海旅游度假区

黄水河东部区域污水干管敷设在海景路上，流向自东向西，经徐福文化园旁污水泵站提升进黄水河污水处理厂处理。

黄水河西部区域污水干管敷设在海景路、希望路、东风路，最终汇入徐福文化园旁污水泵站提升进黄水河污水处理厂处理。

5) 诸由工业园区

北三路为界，以北污水干管敷设在滨海大道、通海路、杨褚路、龙翔路、观兴路、滨河路，流向自东向西，汇入污水泵站，提升至黄水河污水处理厂；以南污水干管敷设在北四路、中心大道、观锦路、观华路、杨褚路、滨河路，最红收集至黄水河沿河污水管，排放至黄水河污水处理厂。

4、开展入海河流生态综合整治

(1) 现已完成入海河流整治措施

1) 龙口北河项目

龙口北河为西城区北部主要排涝河道，存在河道填占淤积、过流断面少、水生态环境差、部分岸墙老化损毁等问题，治理长度 8.1 公里，总投资 1700.68 万元，主要工程措施如下：

工程实施后，全面疏通了淤积、填占河道，极大改善了河道中上游流域的田间排水状况，极大减轻了涝渍对作物、果树威胁；清理了大量沿河、河内垃圾，改善了河道生态环境（垃圾外运 6.8 万方）；清理了城区段多年积累的河内垃圾（其中暗渠清淤 7.8 万方），极大提高了北河防洪排涝能力，减轻洪涝灾害对城区居民威胁。

2) 莱茵河项目

莱茵河主要存在防洪标准低、河道淤积、河堤损毁、险工隐患多、部分岸墙损坏等问题，工程建设主要内容：

莱茵河七甲段清淤疏挖 6.686km；岸坡整治 8.882km，岸墙河段新建、改建、维修及基础加固；新建、改建和维修加固建筑物 47 座。莱茵河兰高段清淤疏挖 5.132km；岸坡及河岸加固治理 3.181km；新建、改建和维修加固建筑物 23 座，工程等别为 IV 等，总投资 3669 万元。

工程实施后，河道行洪能力显著提高，达到 10 年一遇标准，保护了两岸农田、村庄安全。通过岸墙护砌，消除了河道安全隐患；通过垃圾清理，改善了河道水质，污染状况明显改善；通过拦蓄设施建设，改善了生物栖息条件和河道水环境，方便农业灌溉用水，改善流域小气候，美化了周边环境，河道治理综合效益特别突出。

3) 泳汶河中下游治理

工程主要对泳汶河中下游段进行了治理，总投资 7899 万元。工程实施后，泳汶河行洪能力显著提高。清除了沿河垃圾，培厚加高了堤防，河道面貌得到彻底改观，改善了两岸交通条件，提高群众通行安全和生产条件。待泳汶河污水处理厂及人工湿地建成运行后，深度处理再生水入河补源，将常年保持连续水面，最大限度地发挥工程修复水生态、改善水环境、提升水功能、彰显水魅力的综合效益，形成“河畅水清、岸绿景美、交通便捷、人水和谐”的绿色生态长廊。

(2) 规划实施入海河流整治措施

1) 黄水河河道生态治理工程

2022 年底计划完成对黄水河河道的综合生态整治工程，治理长度约 16 公里，主要包含河道清淤、微生态活水（HDP）提高水体溶解氧、提升泵站将污水厂污水提升到上游坑塘人工湿地中、河道设置生态浮岛、打造生态驳岸等生态治理工程。（市水务局、市生态环境局、市住建局牵头）

2) 界河道生态治理工程

界河生态治理工程总投资 480 万元，自招远边界王家到界河桥 1220 米河道进行治理，河床整平疏浚，河堤护砌加固，岸墙高 3 米，新建 3 座涵洞，堤顶宽 6 米，酥石路面。工程实施后，消除工程险情，防洪标准达到 20 年一遇。（市水务局、市生态环境局、市住建局牵头）

3) 泳汶河河道生态恢复工程

河道生态恢复工程总投资 6999 万元。在泳汶河建设生态河道，对上游河水和雨水进行深度处理，建成为城市景观廊道，发挥河道走廊净化功能，经过湿地植物层层净化，充分发挥河道沿岸植物的水质净化功能。对整条河流进行底泥清淤、拆除河岸硬化面，河道拓宽、建设生态护岸和河道表流湿地等综合整治工程。（市水务局、市生态环境局、市住建局牵头）

5、防治畜禽养殖污染

龙口市各乡镇（社区）规划集中式畜禽养殖场，将分散的畜禽养殖户按养殖规模与畜禽种类划分片区，每个养殖场配备专业技术员，科学合理养殖。规划到 2020 年，所有未建设污染物集中处理的规模畜禽养殖场（合作社），均建设集中沼气工程项目，将养殖排泄物统一收集处理利用。畜禽养殖废水禁止无序外排，养殖场外建围堰和排水沟渠，集中收集处理或自行处理外排标准达地表水 IV 类水。养殖区地面做好防渗处理，防止养殖废水对土壤和地下水的污染。（市畜牧局牵头）

6、加强农业生产污染防治。

针对龙口市七甲镇、兰高镇、石良镇等乡镇的农村面源污染问题，必须从土地耕种的角度提出防治方案。提高化肥利用效率，加强技术指导和管理师改进；增施有机肥，各地可根据实际情况推广豆科绿肥，实行引草入田、草田轮作、粮草经济作物带状间作和根茬肥田等形式种植；推行秸秆还田，增加土壤有机质；改进施肥方法，氮肥深施；改变灌溉方式，到 2020 年 80%实现滴灌。（市农业局牵头）

7、推进农业面源污染治理

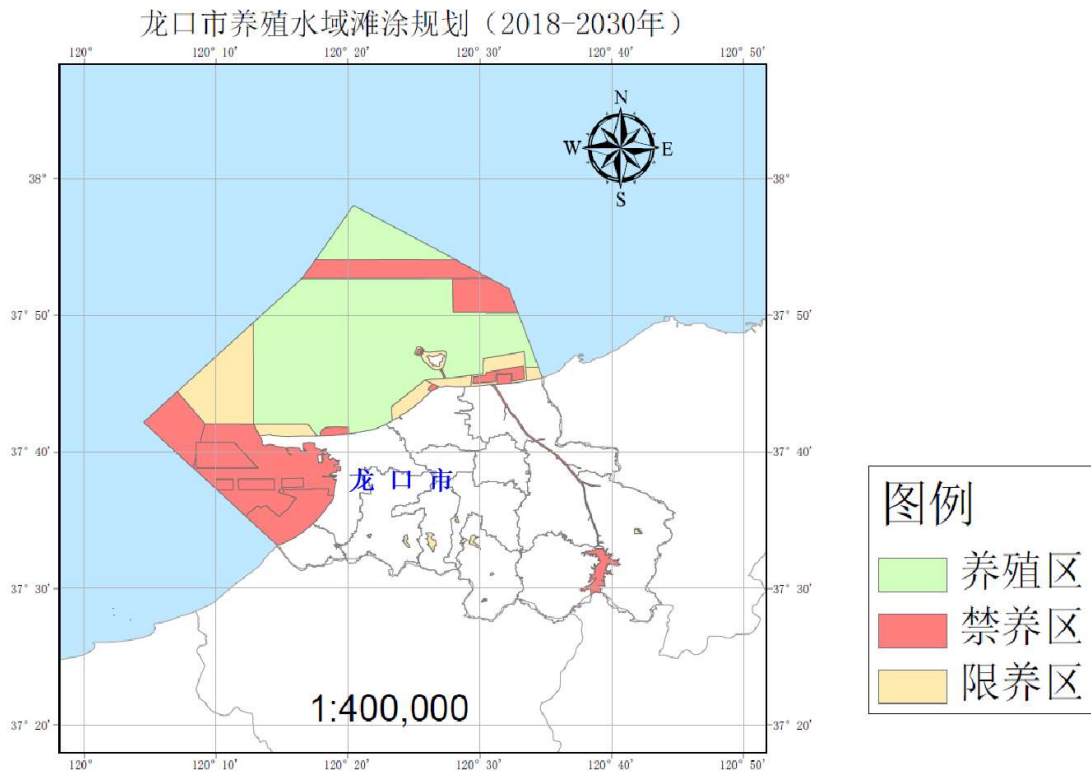
种植业特别是在蔬菜和瓜果等经济作物上，引导农民树立绿色增产的理念，开展农药、化肥减量行动，大力推广科学施肥，提高用肥的精准性和利用率，鼓励农民多使用有机肥，扩大测土配方施肥使用范围，推进配方肥进村入户到田增施有机肥，各地可根据实际情况推广豆科绿肥，实行引草入田、草田轮作、粮草经济作物带状间作和根茬肥田等形式种植；推行秸秆还田，增加土壤有机质；加强对农药使用的管理，强化源头治理，规范农民使用农药的行为，加速生物农药、高效低毒低残留农药推广应用，全面推行高毒农药定点经营，建立高毒农药可追溯体系。鼓励农业社会化服务组织对农民使用农药提供指导和服务，大力推进专业化统防统治与绿色防控融合。（市农业局牵头）

8.2.2 海域整治措施

1、推动海水养殖污染防治

(1) 加强海水养殖污染防控。依据龙口市养殖投入品标准，严格市场准入。加强海水养殖排水口监测监管，将围海养殖排水口纳入日常监管范围，对总氮、COD 等主要污染物至少每月监测一次，监测时间为投饵后养殖粪便集中排放时期。加快海水养殖废水处理设施建设，在陆基工厂化养殖场、池塘化养殖场出水口全部建设沉淀池，有条件的可建设氧化池，防止残存饵料、排泄废物、投入品等随养殖废水直接进入海域。（市海洋发展与渔业局牵头）

(2) 合理控制养殖规模。结合《龙口市养殖水域滩涂规划》(2018-2030 年)，砬姆岛西侧和南侧设置禁养区，拆除龙口湾内现有养殖；砬姆岛东侧和北侧合理调整养殖布局，转变养殖方式。减少浅海养殖密度与比例，鼓励在离岸 2000m 之外开展离岸养殖。减少贝类养殖规模，合理发展虾蟹等污染较少的养殖类型。发展水产健康养殖，建立渔业污染防控长效机制，因地制宜开展退渔还滩，引导渔民转产、转业。2021 年年底前逐步拆除裕龙岛东侧陆域的池塘养殖和岛间水道内违规养殖。2022 年年底前，保持龙口市海水养殖面积不增加，离岸养殖比例提高到 35%。（市海洋发展与渔业局牵头）



2、加强港口船舶污染防治

(1) 积极治理船舶污染。加强船舶污水垃圾处理设施建设，2020 年底前商船及渔船全部安装污水垃圾处理或贮存设施。制定完善龙口市船舶管理办法，严禁向海洋随意倾倒污水垃圾。国际航线船舶按照国际公约要求实施压载水交换或安装压载水灭活处理系统。规范拆船行为，禁止冲滩拆解。(市海事局牵头)

(2) 增强港口码头污染防治能力。完成商港、渔港、码头、装卸点、船舶制造厂污染治理设施普查，加快污水垃圾接收、转运及处理处置设施建设，提高含油污水、化学品洗舱水、生活污水和垃圾等接收处置能力，并做好与市政公共处理设施的衔接，实现船舶污染物按规定处置。2020 年底前，沿海商港、渔港全部具备船舶污水和垃圾等接收处置能力，全面实现污染物按规定处置。(市港航局、市海事局、市海洋发展与渔业局牵头)

(3) 加强海上溢油和危化品泄露环境风险应急能力。开展海上溢油及危险化学品泄漏环境风险评估，防范溢油等污染事故发生。加强海上溢油及危险化学品泄漏对近岸海域影响的环境监测。健全海上溢油及危险化学品泄漏污染海洋环境应急响应机制。针对可能污染近岸海域的海上溢油和危险化学品泄漏事故，明确近岸海域和海岸的污染治理责任主体，完善应急响应和指挥机制。按照“统一管理、合理布局、集中配置”原则，配置应急物资库，建设应急物资统计、监测、调用综合信息平台。提升船舶与港口码头污染事故应急处置能力，加强沿海地区突发环境事件风险防控。协同烟台港航部门，加强船舶通航安全管理，制定溢油应急预案，避免溢油事故对近岸海域水体造成污染。(市海事局、市海洋发展与渔业局、市港航局、市生态环境局牵头)

3、加大海洋环境执法监管机制建设，严控海域违法排污行为

加强执法管理，严控违法排污。严把涉海工程审批关，对海洋环境影响较大的涉海工程要坚决制止。加强近岸海域环境保护监督执法能力建设，提高执法队伍素质，严格环境执法，加大执法力度，提高执法效率。加强海陆联动的海上执法机制，加大对涉海工程向海域排污行为的查处力度、惩处力度；加强海上施工监测，确保海洋工程各项环保措施落实到位，减少悬浮泥沙等污染物的排放；加大对海上倾废活动的监管，建立海上倾废全过程监控，杜绝中途非法倾废行为。

(市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头)

4、严肃查处违法围填海行为、加强海岸带生态系统保护

(1) 划定并严守生态保护红线。严格执行《山东省生态保护红线规划

（2016-2020 年）》、和《山东省渤海海洋生态红线划定方案（2013-2020 年）》，按照山东省生态保护红线划定工作要求，划定龙口市生态保护红线，编制和实施《龙口市生态保护红线区划定方案》。沿海资源开发建设活动应严守生态保护红线；非法占用生态保护红线范围的建设项目应限期退出；导致生态保护红线范围内生态破坏的，应按照生态损害者赔偿、受益者付费、保护者得到合理补偿的原则，进行海洋生态补偿。（市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头）

（2）严格控制填海工程，查处违法围填海行为。严格执行《山东省生态保护红线规划（2016-2020 年）》、《山东省渤海海洋生态红线划定方案（2013-2020 年）》，开展围填海和占用自然岸线项目专项整治，对自然保护区、海洋自然保护区等生态敏感区内的非法项目责令限期退出，对涉嫌非法围填海和占用自然岸线的恶性案件进行立案查处，追究相关人员责任。严禁开发利用滨海湿地分布区，加强近岸海域湿地的开发建设活动管理，按照《湿地保护修复制度方案》（国办发〔2016〕89 号）、《关于加强滨海湿地管理与保护工作的指导意见》（国海环字〔2016〕664 号）等的规定予以落实。2021 年底前清理完成所有非法围填海和占用自然岸线的项目。（市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头）

（3）大力整治非法用海。开展非法用海专项整治行动，对全市范围内非法用海项目进行全面排查，摸清龙口市管辖海域范围内的海洋保护区、航道、锚地、滨海公园、休闲娱乐区内的非法养殖、非法采砂、违法用海构筑物等非法用海行为。根据排查结果，优先鼓励自行清理，规定完成日期。对于逾期未自行清理的非法用海单位和个人，于 2020 年 12 月底前实施强制清理。（市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头）

5、保护海洋生态系统、开展生态修复

（1）开展水动力环境修复

裕龙岛围填海施工阶段岛陆和岛间主水道桥梁未修建，其间的临时非透水道路迄今未贯通，严重影响了主水道内及周边流场和水交换。为改善主水道内的水质和水体流通，需拆除裕龙岛岛陆和岛间现有临时道路 9 条，同时逐步建设桥梁，在方便岛间和岛陆交通便利的同时，为打通到主水道、促进水道内水体交换、改善水道水质和冲淤环境提供条件。

裕龙岛围填海岛陆和岛间共有临时道路 9 条，共计长度约 2400m，随着桥梁的建设施工逐步拆除，预计总拆除面积约 15.71 公顷，总拆除方量约 112.52 万

方，拆除总投资 6751.2 万元。

(2) 加强典型生态系统保护。加强保护砂质岸线等龙口市典型生态系统，新建房地产、工业等基础设施建设与海岸线保持至少 500 米的距离。(市海洋发展与渔业局牵头)

(3) 加强海洋生物多样性保护。实施《山东省生物多样性保护战略与行动计划(2011-2030 年)》。以生物多样性保护优先区域为重点，开展海洋生物多样性本底调查与编目；加强海洋生物多样性监测预警能力建设，提高海洋生物多样性保护与管理水平；通过设立国家公园、湿地自然保护区、湿地公园、水产种质资源保护区、海洋特别保护区等方式加强湿地保护，加快生态敏感和脆弱地区保护管理体系建设；加强海洋特别保护区、海洋类水产种质资源保护区建设，强化海洋自然保护区监督执法，提升现有海洋保护区规范化能力建设和管理水平。定期开展海洋类型自然保护区卫星遥感监测。加大海洋保护区选划力度。开展海洋外来入侵物种防控措施研究。(市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头)

(4) 切实做好“蓝色海湾”整治行动。围绕浅海、海湾、河口、海岸带、潮间带湿地生态系统，实施近岸海域、陆域和流域环境协同综合整治修复，切实做好“蓝色海湾”整治行动。(市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头)

(5) 恢复自然岸线和生态系统。采取播植海藻、投放人工鱼礁等措施，大力建设海洋牧场，恢复浅海渔业生物种群。采用排污控制、河口清淤、植被恢复等措施，修复受损河口生境和自然景观。在滨海城镇区、休闲旅游区、重要生态区，实施退养还滩、开堤通海等，拆除不合理的养殖堤坝和围海养殖池塘、渔船码头等人工构筑物，清理海滩和岸滩工程废弃物，逐步退出占有优质岸线。建设滨海休闲廊道、海岸景观等，拓展公众亲水岸滩。防治岸线侵蚀，开展海岸侵蚀防护与沙滩修复建设。(市海洋发展与渔业局、市生态环境局牵头)

龙口市北侧岸线以砂质海岸为主，沙滩开阔，滨海旅游发展潜力大，但是该段岸线受海浪、潮流等作用影响较为显著，由于河流输沙减少和人工构筑物阻挡沿岸输沙，长期处于侵蚀状态。近几年来，海岸线每年被海水侵蚀的速度达到 5-7 米，侵蚀土地面积为 18-25 亩，目前侵蚀的现状已危及海边诸多的建筑和基础设施。结合《烟台裕龙岛炼化一体化项目填海工程生态修复方案》，在龙口北部岸线建设潜堤 2.5km，开展海岸侵蚀防护，总投资 10375 万元。

6、加强环境监测，提升对所辖海域水环境污染现状的监测与评价能力

(1) 严格入海排污口监管。全面整治设置不合理的入海排污口，定期开展全市排污口全面检查。对龙口市主要入海排污口全部进行规范化改造，建立入海排水口登记台账。国家确定的重点行业企业排污口安装化学需氧量、氨氮、总氮、总磷自动在线监控设备并按规定与环保部门联网，一旦发现超标排放，及时确定污染源并开展相应的治理措施；通过在线监测系统较准确估算常规污染物入海量并分析近年变化情况，为建立陆海一体化的入海污染物总量控制制度提供支撑。（市水务局、市生态环境局、市海洋发展与渔业局牵头）

(2) 掌握海域环境变化规律，对环境变化做出预判。定期开展龙口海域环境质量调查，开展近岸海域环境形势分析，掌握龙口近岸海域水质和沉积物质量的季节变化规律、年度变化规律，对监测结果明显异常的站位开展有针对性的集中监测，明确造成环境质量异常的原因。实现海洋监测由近岸到远海，由有限的监测频次向在线自动监测，由海上监测向海底、海面、空中的立体监测的重大转变。为此，要着重提升海洋环境的在线监测能力，遥感、遥测能力和海洋生态环境监测数据信息的服务能力。便于管理部门制定方针、政策和应急预案，及时解决近岸海域突出环境问题。（市生态环境局、市海洋发展与渔业局牵头）

9 保障措施

（一）提高认识，加强组织领导

龙口市人民政府是海域污染防治的责任主体。污染防治应由各级政府主要领导牵头，各职能部门具体负责，明确责任，分管负责同志靠上抓，层层抓落实。加强沟通协调，定期会商，形成上下联动、横向协作、有序推进的工作局面。针对不同海洋生态环境问题，采取统一行动，将本方案确定的目标任务纳入地方年度计划及专项发展规划中，制定具体实施方案，确保重点工程项目落到实处，共同推进海洋生态环境保护工作。

（二）强化制度建设

各有关部门和单位在制定相关专项规划和空间规划时，要综合考虑海域生态环境保护和治理需求，把相关要求细化到指标、落实到空间，引导优化产业布局、调整产业结构、科学合理开发利用。严守生态保护红线，建立海洋经济产业发展准入机制，重污染产业退出机制，完善产业发展鼓励政策。实施陆海污染同步监管防治，加强涉海工程环境保护监督。开展海洋生态保护区建设，完善现有各级各类海洋保护区管理制度。规范海洋资源开发利用，制定海洋保护与开发利用的中长期规划。

（三）加大投入力度，强化经费保障

海洋生态环境综合整治周期长、投资大，龙口市财政、发展改革和生态环境部门要大力争取中央、省级和市级财政资金，加大海域环境综合治理资金投入力度，提升资金使用绩效。充分发挥市场机制作用，建立多元化筹资机制，支持专业化企业和机构参与开展海洋工程设施拆解、海洋污染物处置、海洋环境监测与评估、海洋生态治理修复等海洋环保服务。推进海洋环保设施建设运营市场化，鼓励采取委托运营等方式，引导社会资本提供海洋环保设施投资运营服务。

（四）严格执法监管

健全近岸海域环境执法联防联控机制，建立突发性海域污染事故调查处理快速反应机制，加强对近岸海域环境状况的联合调查和陆海联合执法检查。加强近岸海域环境监测监控能力建设，优化环境监测点位，进一步完善近岸海域、入海河流和直排海污染源监测监控体系，推进近岸海域环境信息共享。保持海洋环保

执法高压态势，进一步提高执法频次，严肃查处违规、违法的企业和个人。加强对陆源污染物影响海洋环境的监督监测，密切跟踪入海河流、溪闸的水质变化情况；加强重点入海污染源对海洋生态环境的影响监测及评估。加强近岸海域环境保护监督执法能力建设，提高执法队伍素质，提高执法效率。

严格围填海管理，合理有序开发保护近岸海域，探索建立资源环境承载能力监测预警机制，深化规划环评，逐步提高重点产业资源环境效率准入门槛。

（五）加强科技支撑

加大对莱州湾污染防治相关科学研究的支持力度，利用莱州湾典型的区位优势，加强与高校、研究所的技术合作，开展近岸海域污染防治共性、关键、前瞻技术研发，加强海陆统筹污染防控、近海资源环境承载力、沿海产业结构转型升级等理论和技术方法研究。加强科技成果共享和转化，推广成熟先进的污染治理和近岸海域生态修复等适用技术。

（六）开展宣传教育、加强公众参与

加强龙口近岸海域环境信息公开和公众参与。按照相关规定公开近岸海域环境质量、海岸带开发利用等信息，组织公众参与海洋环境保护公益活动，提高公众保护海洋环境的意识。各级环境保护部门要按规定公开新建项目环境影响评价信息，重点排污单位要依法及时准确地在当地主流媒体上公开污染物排放、治污设施运行情况等环境信息，接受社会监督。通过公开听证、网络征集、报纸征集等形式，充分了解公众对重大决策和建设项目的意见。

环境保护离不开群众参与，通过宣传教育，提高公众的环保意识。健全举报制度，充分发挥环保举报热线和网络平台作用，及时办理公众举报投诉的近岸海域环境问题。充分调动广大人民群众参与环境保护的积极性，建立环境违法行为举报奖励制度，鼓励社会公众检举监督身边的环境违法现象，形成全社会积极参与环境保护的良好氛围。

10 建议

1) 由于海水相互流通的特性，龙口市海洋环境质量不仅与龙口市的污染物排放有关，与整个莱州湾、乃至渤海污染物排放均有密切关联。应加强区域联动，相关管理部门制定莱州湾的海洋环境达标规划。

2) 非法排污对海洋环境可能造成较大的破坏，本规划无法定量的估算其对海洋环境产生的影响，相关执法部门加强非法排污的查处力度，坚决杜绝非法排污。