

启东市蒿枝港南部海岸防护工程
海洋环境影响报告书

(送审稿)

辽宁飞思海洋科技有限公司

二〇二〇年十月

项目名称：启东市蒿枝港南部海岸防护工程

委托单位：启东市水务局

评价单位：辽宁飞思海洋科技有限公司

环评项目负责人：李伟 BH 015588

职业资格证书管理号：2015035120350000003508120024

目 录

1 总论	1
1.1 评价任务由来与评价目的.....	1
1.2 报告书编制依据.....	8
1.3 评价技术方法和技术路线.....	11
1.4 环境保护目标和环境敏感目标.....	19
2 工程概况	21
2.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置.....	21
2.2 工程的建设内容、平面布置、结构和尺度.....	21
2.3 工程的辅助和配套设施，依托的公用设施.....	37
2.4 生产物流与工艺流程、原(辅)材料及其储运、用水量及排水量等.....	38
2.5 工程施工条件、施工方法、工程量及计划进度.....	40
2.6 工程占用(利用)海岸线、滩涂和海域状况.....	49
3 工程分析	53
3.1 生产工艺与过程分析.....	53
3.2 工程各阶段污染环节与环境影晌分析.....	53
3.3 工程各阶段非污染环境影晌分析.....	56
3.4 环境影晌要素和评价因子的分析与识别.....	56
3.5 主要环境敏感目标和环境保护对象的分析与识别.....	57
3.6 环境现状评价和环境影晌预测方法.....	57
4 区域自然和社会环境现状	58
4.1 区域自然环境现状.....	58
4.2 区域社会环境现状.....	73
4.3 环境质量现状概况.....	75
4.4 周边海域环境敏感目标的现状与分布.....	75
5 环境现状调查与评价	78
5.1 水文动力环境现状调查与评价.....	78
5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价.....	92
5.3 海水水质现状调查与评价.....	100

5.4 海洋沉积物环境质量调查与评价	121
5.5 生物体质量现状调查与评价	124
5.6 海洋生态（包括生物资源）环境质量现状调查与评价	128
6 环境影响预测与评价	187
6.1 水文动力环境影响预测与评价	187
6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与分析	207
6.3 海水水质环境影响预测与评价	212
6.4 海洋沉积物环境影响预测与评价	215
6.5 海洋生态环境（包括生物资源）影响预测与评价	215
6.6 其它内容的环境影响预测与评价	219
6.7 对生态敏感区和环境保护目标的环境影响分析	222
7 环境风险分析与评价	223
7.1 风险危害识别	223
7.2 环境风险影响预测方法和主要预测因素	225
7.3 污染物迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布	227
7.4 自然灾害等风险析	236
7.5 事故防范措施和应急预案	236
8 清洁生产	238
8.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析	238
8.2 建设项目清洁生产评价	238
9 总量控制	240
9.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量	240
9.2 污染物的排放削减方法	240
9.3 污染物排放总量控制方案与建议	240
10 环境保护对策措施	241
10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施	241
10.2 建设项目各阶段的非污染环境保护对策措施	244
10.3 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施	244
11 环境保护的技术经济合理性	247
11.1 环境保护措施和对策措施的费用估算	247

11.2 环境保护的经济损益损失	247
11.3 环境保护的技术经济分析	247
12 海洋工程的环境可行性	248
12.1 海洋功能区划的符合性分析	248
12.2 相关规划的符合性	253
12.3 与产业类规划的符合性分析	260
12.4 工程选址与布置的合理性	261
12.5 环境影响可接受性分析	263
13 工程生态用海方案的环境可行性分析	264
13.1 岸线利用	264
13.2 用海布局	265
13.3 生态修复	265
13.4 跟踪监测	265
14 环境管理与环境监测	268
14.1 环境保护管理	268
14.2 环境监测计划	269
15 环境影响评价结论及建议	271
15.1 工程分析结论	271
15.2 环境选址分析与评价结论	271
15.3 环境影响预测分析与评价结论	274
15.4 环境风险分析与评价结论	276
15.5 清洁生产和总量控制结论	276
15.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	276
15.7 区划规划和政策符合性结论	276
15.8 建设项目环境可行性结论	277
项目建设立项文件	278
项目建设海洋环评委托函	279
项目建设海洋环评公示(第一次)	280
项目建设海洋环评公示(第二次)	281
16 资料来源	282

16.1 引用资料·····	282
16.2 现场勘查记录·····	283
不动产权籍调查表·····	289
附件 1·····	295
附件 2·····	301
附件 3·····	304
附件 4·····	310
附件 5·····	383
附件 6·····	386
附件 7·····	388
附件 8·····	391
附件 9·····	397
附件 10·····	399

1. 总论

1.1 评价任务由来与评价目的

1.1.1 评价任务由来

启东市地处江苏省最东端，南临长江入海口北支，东、北濒黄海，三面环水，形似半岛，集黄金水道、黄金海岸、黄金大通道于一身，是出江入海的重要门户。西与海门毗邻，是国际大都市上海的江北门户，襟江带海的美丽城市，素有“江风海韵北上海”之称，被誉为“江海明珠”。伴随着崇启大桥建成通车，扬启高速、通启铁路、临海高等级公路等也陆续建设完成，长三角北翼快速交通网络日益完善，启东市进入上海市一小时都市圈范畴，启东的发展也将开启新的篇章，进入发展的新纪元。见图 1.1-1。



图 1.1-1 启东市地理区位

近年来，启东市围绕建成江苏沿海开发区先导区的目标定位，进一步优化全市沿海开发布局，加大开发建设力度，逐步形成了主体功能清晰，各类要素集聚的开发新格局，海岸线 77.5 公里的沿海产业带依托独特的资源禀赋，成为启东

发展最大的潜力所在，是启东新一轮经济增长的最大空间，成为经济社会跨越发展的强大引擎。目前，启东市正加快沿海港口建设、完善园区功能配套、进一步增强发展后劲，倾全市之力推进沿海开发，启东市正逐步成为江苏沿海开发的重要节点和长三角区域一体化发展的核心区域。

海堤作为保障沿海人们生命财产安全重要的海岸防护工程设施，江苏省自1998年、2006年实施两轮海堤达标建设以来，已建工程经受了多次强台风和天文大潮袭击，有效提高了海堤防潮抗台能力，为保障沿海地区安全和稳定、促进沿海经济社会发展发挥了重要的作用。近年来，随着沿海大规模开发和滩涂围垦，启东市原有海堤格局逐步发生变化，现状部分主海堤事实上已退居二线、三线，但滩涂围垦所建设的海堤，一方面建设标准参差不齐，设计断面各异，前后工程交界处随意衔接，多处出现工程上“避讳”锐角，形成波浪能量集中，带来严重的安全隐患；另一方面，绝大多数“自围海堤”未履行水利基本建设程序，导致主管部门无法依法依规进行管理。

2014年，江苏省根据国家发改委、水利部部署开展全国海堤建设总体方案的要求，并在统筹考虑江苏省沿海气象、水文、地质等自然条件、区域社会经济发展需要、重要国民经济设施的安全运行要求基础上，以现行相关规范、标准、规划为主要依据，科学编制《江苏省海堤建设规划（2015-2020）》，进一步明确了省2015-2020年海堤建设的工程布局与时序、海堤建设与管理，以及省沿海防潮（洪）体系。为保障沿海地区防洪安全，服务沿海开发战略，针对沿海滩涂匡围、港城建设和挡潮闸下迁等情况，为有序开展海堤调整确认工作。2016年8月，江苏省水利厅以苏水管[2016]49号印发关于《江苏省海堤调整确认工作意见》的通知（见附件1）。根据《通知》的指示精神，启东市人民政府（启东市水务局）委托江苏省水利工程科技咨询股份有限公司编制了《启东市沿海围堤（蒿枝港至连兴港段）达标加固堤线论证报告》，并于2019年12月向水利主管部门作了呈报。2020年1月13日，南通市水利局在南京组织召开了《启东市沿海围堤（蒿枝港至连兴港段）达标加固堤线论证报告》的专家咨询会，与会专家同意了《报告》提出的堤线方案，并形成了会议纪要（见附件）。

随着沿海开发的不断深化，启东市近年来先后在沿海一带实施了包括大唐电厂、恒大集团、星湖集团等多个沿海围堤工程，总围堤长度达72.5km。经过多轮围垦后，除启海界至大洋港西侧约3.1km主海堤和塘芦港新闻南侧3km长海

堤（外面已淤涨）仍为一线海堤外，其余堤段已全部退居二线、三线，实际的防洪防潮功能已经由新围垦的一线围堤承担，由于启东市独特的地理位置，加上近年来低滩围垦的增多，近岸区域水流不稳，造成一线围堤每年都有不同程度的毁损，个别地段险情还相当严重。特别是蒿枝港至塘芦港新闻段围堤及寅兴垦区东侧大堤等处，经常出现堤脚淘空、护坡塌陷、堤身崩塌等险情，虽经多次抢险，但仍未彻底根除隐患，防台防潮形势很不乐观。同时由于围垦区未与内部水系沟通，缺乏淡水资源，给该区域的工农业生产和居民生命财产安全带来严重隐患。

根据《启东市城市总体规划（2011-2030）》，启东市的城市性质定位为长三角北翼重要的现代制造业基地，具有江海特色的生态宜居城市。规划市域形成“一主一副一特三片区”的空间结构，江海产业园处于三片区中的沿海片区。沿海产业集聚发展片区以临海重化工业、先进制造业、现代物流和旅游业为主，综合产业发展配套相对完善的居住和公共服务设施。发展战略提出加快沿海经济带的开发建设，使沿海地带成为启东经济新一轮发展的重点区域。中共启东市委启东市人民政府《关于进一步优化提升开发园区管理体制机制的实施意见》（启发[2020]3号，见附件3），将“江海产业园”纳入吕四港经济开发区“一区三园”的版块中，在空间规划、产业规划、招商引资、项目建设等方面协同发展。据此，江海产业园沿海大堤的防潮排涝、抵御风险设计标准必须作相应的提高。

启东市人民政府认真贯彻执行习近平生态文明思想，积极响应国家海洋局提出的“蓝色海湾”、“南红北柳”的生态保护与建设要求，加强启东江海产业园南区海岸及周边海域的环境治理和生态修复。同时，按照《海岸线保护与利用管理办法》和《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020）》的要求，依托启东海域良好的生态景观资源，通过独特景观环境的营造和现代生态技术的运用，开展岸线整治修复，恢复自然岸线的属性和生态功能，提升岸线的生态景观效果，实现启东海岸线的有效保护，发挥水利服务于沿海发展的基础性作用，保障人民生命财产安全，计划开展蒿枝港至塘芦港新闻段海堤建设工程。

南通启东市海岸带保护修复工程（蒿枝港至塘芦港新闻海堤工程），已经纳入国家自然资源部2020年度财政资助计划。依据该计划，整个海堤加固修复的实施范围为：北至启东雷达站导堤，南侧至塘芦港新闻北侧海堤。**整治修复岸线长度约15.68km**。旨在进一步完善沿海地区防潮减灾体系，为海堤工程的正常运用和海岸带区域安全创造条件，确保海堤工程长期发挥效益。主要包括加固海堤

和海堤生态化工程，其中加固海堤长度 15.68km，海堤背海侧生态化工程长度 15.68km，宽 50m，总面积 78.4hm²，向海侧试验段生态化工程长度 1.5km，宽 100m，总面积 15hm²。加固海堤和海堤生态化工程与管理岸线之间，总面积约为 1123.3557hm²，基本上属于土地的范畴，仅有很小部分属于“海域”。除开具有“土地证”的土地属性以外，还有五金机电城区域建设用海区块中的“5宗”填海造地的“海域证”，该区域实际上也已经是“土地”的属性。据统计“土地”属性的面积（含五金机电城区域建设用海）为 939.6271hm²，占比约 84%。属于“海域”属性的 16%（约 179hm²），其中五金机电城区域建设用海内部“留白区”的面积为 87.3333hm²，占比为 7.78%，这部分“类土地”属性的“海域”其处置方案已作为历史遗留问题上报至自然资源部等待批复。由此可见，海岸防护范围内“真正意义上的海域”属性面积仅为 92.35hm²，占比为 8.22%。加固修复的 15.68km 海堤中，整体上分为五个堤段，紧靠蒿枝港闸段、东省水产有限公司段、五金机电城区域建设用海至塘芦港闸段属于“土地”的管理范畴，而蒿枝港南部至东升水产有限公司北侧的堤段（约 2560m）及东升水产有限公司区块以南至五金机电城北部（约 4000m）属于“海域”的管理范畴。“土地”属性和填海造地的“类土地”属性的相关图件见图 1.1-1 及表 1.1.1~表 1.1.2。考虑到在后续的相关章节也要有相应的图斑及对应表格，所以本节的图中及表中的“宗地图序号”标注与后续的相关图表中一致。

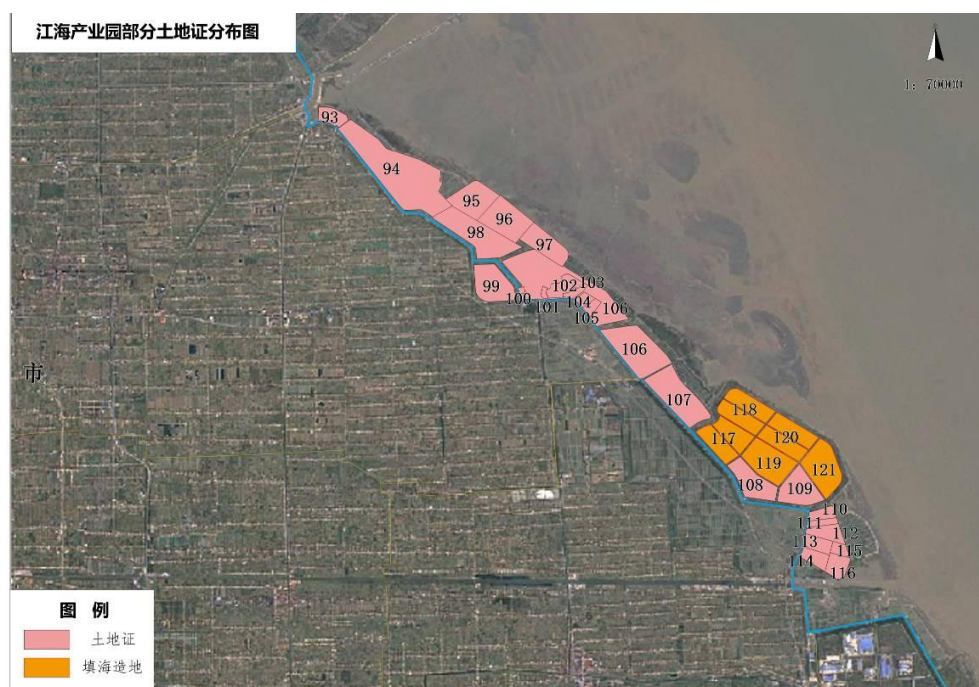


图 1.1-2 拟加固修复海岸防护区域的“土地证”分布情况图

表 1.1.1 拟加固修复海岸防护区域的“土地证”信息一览表

序号	权利人	宗地号	土地证号	面积 (m ²)
93	启东启越置业有限公司	01-40- (017) -005	启国用 (2008) 0139	138044
94	启东江海产业园管理委员会	320681002001GA00009 W00000000	苏 (2019) 启东市不动产权第 0028719 号	1764667
95	启东东升水产有限公司	01-40- (016) -005	启国用 (2005) 0989	396865.2
96	上海市水产研究所 启东科研基地	01-40- (016) -002	启国用 (2007) 1013	437622
97	启东东方明珠海洋 渡假有限公司	01-40- (016) -004	启国用 (2005) 0990	328136.5
98	上海三通实业有限公司	01-400- (016) -008	启国用 (2001) 2040001	644800
99	启东市盈泰置业发展有限公司	320681113500GB00001 W00000000	苏 (2017) 启东市不动产权第 0018724 号	408916
100	启东宏贤商业管理有限公司	320681002001GB00025	苏 (2018) 启东市不动产权第 0015084 号	13033
101	启东宏德商业管理有限公司	320681002001GB00026	苏 (2018) 启东市不动产权第 0010846 号	20467
102	启东宏德商业管理有限公司	320681002001GB00059	苏 (2020) 启东市不动产权第 0001743 号	155280
103	启东宏嘉置业有限公司	320681002001GB00058	苏 (2020) 启东市不动产权第 0001753 号	58712
104	启东宏嘉置业有限公司	320681002001GB00057	苏 (2020) 启东市不动产权第 0001750 号	53507
105	启东宏嘉置业有限公司	320681002001GB00056	苏 (2020) 启东市不动产权第 0001749 号	53506
106	启东长祥农业发展有限公司	320681002001GN00008 W00000000	苏 (2019) 启东市不动产权第 0007442 号	1652914
107	启东市振兴滩涂养殖	68-22-1	启国用 (2003) 0662	684016.2
108	启东汇华机电有限公司	320681002001GB00046 W00000000	苏 (2019) 启东市不动产权第 0006676 号	358707
109	启东汇金机械设备有限公司	320681002001GB00047 W00000000	苏 (2019) 启东市不动产权第 0006675 号	378772
110	启东海天蜃景滨海生态园有限公司	01-68- (022) -002-1	启国用 (2012) 0065	100000
111	启东海天蜃景滨海生态园有限公司	01-68- (022) -002-2	启国用 (2012) 0066	66667
112	启东海天蜃景滨海生态园有限公司	01-68- (022) -002-3	启国用 (2012) 0067	165339.9
113	南通塘芦港滨海生态园有限公司	01-68- (022) -003-1	启国用 (2012) 0282	133333
114	南通塘芦港滨海生态园有限公司	01-68- (022) -003-2	启国用 (2012) 0283	133333
115	南通塘芦港滨海生态园有限公司	01-68- (022) -003-4	启国用 (2013) 0115	66666
116	南通塘芦港滨海生态园有限公司	01-68- (022) -003-5	启国用 (2013) 0114	155047

表 1.1.2 拟加固修复海岸防护区域的“类土地”信息一览表

序号	权利人	海域证号	面积 (m ²)	类型	用海方式
117	启东德金电动工具有限公司	js20060045	483100.00	海域证 (填海造地)	建设填海造地
118	启东百营不锈钢有限公司	js20060047	465600.00	海域证 (填海造地)	建设填海造地
119	启东巨腾制冷设备有限公司	js20060046	476300.00	海域证 (填海造地)	建设填海造地
120	启东临港机械有限公司	js20060044	471800.00	海域证 (填海造地)	建设填海造地
121	启东广通环保设备有限公司	js20060049	489500.00	海域证 (填海造地)	建设填海造地

本项目作为南通启东市海岸带保护修复工程（蒿枝港至塘芦港新闻海堤工程）的重要组成部分，位于启东中部海域蒿枝港以南海域，总长约为 2560m，与现有管理岸线最近处约 500m，最远处约 1200m。该区域整体上属于“土地”的管理范畴，仅有很小部分属于“海域”，且因滩涂不断淤涨增高，于 2000 年前后有渔民圈围形成高涂养殖，该区域目前由启东元隆生态农业发展有限公司作为“启东元隆生态农业发展有限公司启源高涂养殖项目”办理用海，正在进行海域使用论证等报告的编制工作，履行用海审批手续，见图 1.1-3。

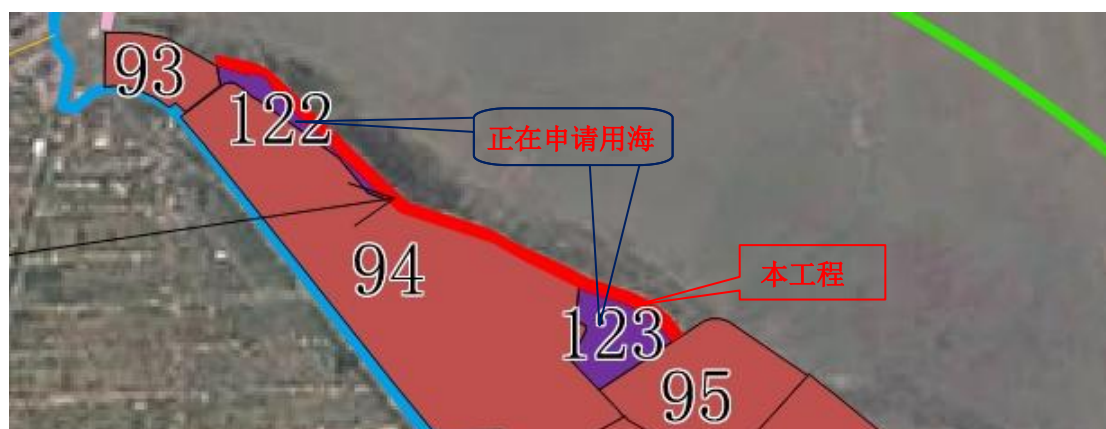


图 1.1-3 本项目拟加固修复的大堤位置与管理岸线关系图
(红色粗线为拟加固修复堤线，蓝色为管理岸线，
93#、94#、95#区块为“土地”，122#、123#为拟建的高涂养殖)

本工程占用的区域基本上为渔民高涂养殖区自围堤，典型的现状海堤堤顶高程约 4.7m，宽约 3m，堤防多由塘埂构成，外侧为素混凝土护坡，局部地段少量抛石护脚。挡浪墙为浆砌水泥砖构成，多处于失稳状态。内侧边坡为土质坡，紧邻水沟、鱼塘。见图 1.1-4。由于本工程位于“海域”的管理范畴的范围内，加上原有围堤也未取得合法的用海手续，所以本工程尽管是在原有围堤的基础上加固加高，但是性质上仍是“新建”工程且属“海上堤坝工程”。



图 1.1-4 典型堤防现状

本次通过规整改造，统一建设 100 年一遇标准的海岸防护工程，总体平面呈西北——东南走向。全长约 2560m，施工期 12 个月，工程投资 10240.89 万元。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》等相关法律、法规的要求，启东市水务局委托辽宁飞思海洋科技有限公司、河海大学联合开展本项目的海洋环境影响评价工作。评价单位接受委托后，在现场踏勘和调查收集有关工程资料的基础上，编制了本工程的海洋环境影响报告书（送审稿），现呈报主管部门审查。

1.1.2 评价目的

本次评价从环境保护的角度出发，根据工程附近的环境特点及对所在地区环境质量与污染物排放总量的控制目标，客观、科学地对本工程在建设期以及营运期后可能带来的环境问题评价，并通过评价达到以下几方面的目的。

（1）通过现场调查与现状监测，掌握工程所在区域的环境质量现状和自然、社会环境基本情况。

（2）根据工程分析，分析施工期的主要环境影响因素及污染物产排情况。

（3）对工程施工期对周围环境产生的影响进行分析，并预测其影响程度与范围，提出相应的防范和应急措施。

（4）对工程采取环保措施的可行性和合理性进行评价。

（5）从环境保护角度论证工程选址的环境可行性，并对工程的环境可行性

做出明确结论，为设计单位优化设计、管理部门决策、建设单位的环境管理提供科学依据。

1.2 报告书编制依据

1.2.1. 法律依据

1. 《中华人民共和国海洋环境保护法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订，2017年11月4日；

2. 《中华人民共和国环境保护法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过，2015年1月1日起施行；

3. 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议重新修订；

4. 《中华人民共和国海域使用管理法》，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2002年1月1日起施行；

5. 《中华人民共和国港口法》，全国人大委会第十四次会议修正，2015年4月24日；

6. 《中华人民共和国渔业法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订，2013年12月28日；

7. 《中华人民共和国水污染防治法》，十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，2017年6月27日起施行；

8. 《中华人民共和国大气污染防治法（2018年修订）》，2018年10月26日；

9. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法（2018年修订）》，2018年12月29日；

10. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，第十届全国人大常委会第十三次会议通过，2005年4月1日起施行；

11. 《环境影响评价公众参与办法》，于2018年4月16日由生态环境部部务会议审议通过，2019.1.1；

12. 《中华人民共和国清洁生产促进法》，第十一届全国人大常委会第二十五次会议通过，2012年7月1日起施行；

13. 《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，中华人民共和国国务院令682号，2017年7月16日）；

14. 《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），2018.7；

15. <贯彻落实《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》的实施意见（自然资规〔2018〕5号）>，2018.12；

16. 《自然资源部关于进一步明确围填海历史遗留问题处理有关要求的通知（自然资规[2018]7号）》，2018.12。

1.2.2. 法规依据

1. 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，中华人民共和国国务院令475号，2018年4月4日修订；

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

3. 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018年4月4日；

4. 《关于印发<海洋工程环境影响评价管理规定>的通知》，2017年4月27日修订，（国海规范[2017]7号）；

5. 《产业结构调整指导目录（2019年本）》，2019年8月27日第2次委务会议审议通过，2020年1月1日实施；

6. 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》，2017年5月23日修订；

7. 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，交海发[2007]165号，2007年5月1日起施行；

8. 《关于修改〈江苏省海洋环境保护条例〉的决定》，江苏省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议，2016年3月30日；

9. 《江苏省海域使用管理条例》，江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议，2018年3月28日；

1.2.3. 技术标准和规范

1. 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

2. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

3. 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

4. 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）；

5. 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

6. 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4-2009）；

7. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
8. 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002.4）；
9. 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2008）；
10. 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
11. 《海洋调查规范》（GB12763-2007）；
12. 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
13. 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
14. 《海洋生物质量标准》（GB18421-2001）；
15. 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；
16. 《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》；

1.2.4. 相关规划

1. 《江苏省近岸海域环境功能区划调整方案》，江苏省环境保护厅，2007年11月；
2. 《江苏省沿海地区生态环境保护规划》（2009~2020）；
3. 《江苏省海洋主体功能区规划》，江苏省发展改革委和江苏省海洋与渔业局，2018年7月；
4. 《江苏省海洋功能区划（2011-2020年）》，江苏省人民政府，2012年10月；
5. 《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020年）》，江苏省海洋与渔业局，2016年11月；
6. 《江苏省沿海地区发展规划》，国务院，2009年6月10日；
7. 《江苏省国家级生态红线保护规划》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日，江苏省人民政府；
8. 《市政府办公室关于印发<南通市贯彻落实国家海洋督察反馈意见整改方案>的通知》，通政办发〔2018〕38号，2018年4月28日，南通市人民政府；
9. 《江苏省贯彻落实国家海洋督察反馈意见整改方案》，2018年5月18日，江苏省人民政府；
10. 《省政府关于切实加强滨海湿地保护严格管控围填海有关事项的通知》（苏政发〔2018〕131号）。

1.2.5. 相关技术文件

- 1、“关于委托辽宁飞思海洋科技有限公司、河海大学联合进行《启东市蒿枝港南部海岸防护工程海洋环境影响评价》的委托书”；
- 2、《启东市蒿枝港南部海岸防护工程可行性研究报告》；
- 3、《启东市蒿枝港南部海岸防护工程潮流数学模型及泥沙冲淤影响研究报告》，河海大学，2020年5月；
- 4、《启东江海产业园南段岸线整治修复项目报告(2019年春季)》，江苏省海洋环境监测预报中心，2019年06月；
- 5、《启东江海产业园南段岸线整治修复项目海洋生态环境现状调查报告(2019年秋季)》，江苏省海洋环境监测预报中心，2019年12月；
- 6、《启东市蒿枝港南部海岸防护工程海域使用论证报告（报批稿）》，河海大学，2020年7月。

1.3 评价技术方法和技术路线

1.3.1 评价内容和评价重点

1.3.1.1 评价内容

根据《海洋工程环境影响评价导则》，本项目海岸防护工程，必选的评价内容为水质环境、沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、地形地貌与冲淤环境、水文动力环境和环境风险。各单项环境影响评价内容见表 1.3.1。

表 1.3.1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型	海洋环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其他评价内容
围填海、海上堤坝工程；城镇建设填海、填海形成工程基础、连片的交通能源项目等填海、填海造地、围垦造地、海湾改造、滩涂改造工程；人工岛、围海、滩涂围隔、海湾围隔等工程；需围填海的码头等工程，挖入式港池、船坞和码头等；海中筑坝、护岸、围堤(堰)、防波(浪)堤、导流堤(坝)、潜堤(坝)、引堤(坝)、促淤冲淤、各类闸门等工程	★	★	★	★	★	★	☆
注 1：★为必选环境影响评价内容； 注 2：☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容； 注 3：其他评价内容中包括放射性、电磁辐射、热污染、大气、噪声、固废、景观人文古迹等评价内容。							

1.3.1.2 评价重点

结合本工程特性和环境特征以及工程环境影响因子识别和筛选，确定本工程环境影响评价重点为：

- (1) 本工程实施对周边海域水文动力和冲淤环境的影响。
- (2) 本工程实施对附近海域水质、生态环境、渔业资源的影响。
- (3) 本工程实施对海洋环境敏感目标的影响。

1.3.2 评价等级

(1) 海洋环境要素

本项目为海岸防护工程，考虑到本项目位于近岸滩涂区域，现状为渔民高涂养殖区自围堤，本工程护岸长为 2559m，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)，确定项目水文动力环境、生态和生物资源环境、水质环境、海洋地形地貌与冲淤环境的评价等级均为 1 级，沉积物环境的评价等级为 2 级。单项海洋环境影响评价等级判据见表 1.3.2 和表 1.3.3。项目建设也不会对海域淤积产生明确影响。

表 1.3.2 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
围海、填海、海上堤坝类工程	海上堤坝工程；海中筑坝、护岸、围堤（堰）、防波（浪）堤、导流堤（坝）、潜堤（坝）、引堤（坝）等工程；海中堤防建设及维护工程；促淤冲淤工程；海中建闸等工程	长度大于2km	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其它海域	2	2	2	2
		长度（2~1）km	生态环境敏感区	1	2	2	1
			其它海域	2	3	3	3
		长度（1~0.5）km	生态环境敏感区	2	2	2	2
			其它海域	3	3	3	3

表 1.3.3 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 30 \times 10^4$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻冲刷、淤积的工程项目。
注：其它类型海洋工程的工程规模可参照表 1.3-2 中工程规模的分档确定。	

(2) 声环境影响评价

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)中评价等级的判定依据,本项目所在区域属于声环境3类功能区,本工程距离陆域敏感目标距离较远,工程建设所造成的噪声级增量和受影响人口变化范围有限。因此,本工程声环境的评价等级为三级。

(3) 风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018),本工程施工期船舶燃料油 $Q < 1$,因此本工程风险评价等级为简单分析。

(4) 小结

综上,本工程各项评价内容的评价等级见下表 1.3.4。

表 1.3.4 各单项环境影响评价内容评价等级汇总表

环境要素	海洋水文动力环境	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	声环境	环境风险
评价等级	1	1	2	1	1	三级	简单分析

1.3.3 评价范围

(1) 海洋水文动力环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》,海洋水文动力环境1级评价范围垂向距离一般不小于5km;纵向不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

(2) 海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水质、海洋沉积物环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》,海洋水文动力环境评价范围可以满足海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水质、海洋沉积物环境要求。

(3) 海洋生态环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》,1级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围,扩展距离一般不能小于(8~30)km。确定海洋生态环境评价范围同海洋水文动力环境的评价范围,可满足要求。

考虑到项目周边的敏感目标南通通启运河口距离位于本工程东南侧8.5km,确定本工程的评价范围为向西至陆域,向北、向东、向南外扩10km,面积约为200km²的区域。

(4) 声环境评价范围

本工程的声环境评价范围为工程周边 200m 的区域。

最终确定本工程的评价范围为各单项要素评价范围的最大者。具体论证范围及四至坐标见表1.3.5和图1.3-1。

表 1.3.5 本项目评价范围四至坐标

	纬度	经度
A	32°03'55.42"N	121°39'02.11"E
B	32°07'54.91"N	121°42'11.87"E
C	32°00'55.78"N	121°54'10.81"E
D	31°56'20.53"N	121°50'07.93"E



图1.3-1 项目评价范围图

1.3.4 评价标准

本次评价使用的环境质量评价标准及污染源评价标准详见表1.3.6。

表 1.3.6 海洋环评使用的评价标准

标准	项目	标准号	标准名称及分类	级别
环境质量评价标准	水环境	GB3097-1997	《海水水质标准》	一类~四类
	沉积物	GB18668-2002	《海洋沉积物质量》	一类
	海洋生物	GB18421-2001	《海洋生物质量标准》	三类
		HJ442-2008	《近岸海域环境监测技术规范》	生物多样性指数参考指标
	环境空气	GB3095-2012	《环境空气质量标准》	二级
声环境	GB3096-2008	《声环境质量标准》	3类	

1.3.4.1 环境质量标准

(1) 海域环境质量标准

1) 海水水质

海水环境质量标准见表1.3.7。

表 1.3.7 海水水质标准 单位：mg/L (pH 除外)

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
溶解氧>	6	5	4	3
悬浮物质	人为增加量≤10		人为增加量≤100	人为增加量≤150
化学需氧量≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
石油类≤	0.05		0.30	0.50
氰化物≤	0.005		0.10	0.20
硫化物(以 S 计)≤	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发酚≤	0.005		0.010	0.050
铜≤	0.005	0.010	0.050	
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
镉≤	0.001	0.005	0.010	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
铬≤	0.05	0.1	0.2	0.5
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
砷≤	0.020	0.030	0.050	

2) 海洋沉积物

沉积物评价采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)标准,标准值见表1.3.8。

表 1.3.8 沉积物中主要污染物评价标准 单位：mg/kg

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cr	Cd	硫化物	有机碳($\times 10^{-2}$)	汞	砷
第一类标准≤	500	60	150	35	80	0.50	300.0	2.0	0.2	20.0
第二类标准≤	1000	130	350	100	150	1.50	500.0	3.0	0.5	65.0
第三类标准≤	1500	250	600	200	270	5.00	600.0	4.0	1.0	93.0

3) 海洋生物质量

双壳类海洋生物质量执行《海洋生物质量》标准，甲壳类、鱼类海洋生物质量（除砷、铬和石油烃外）执行《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中的海洋生物质量评价标准，甲壳类、鱼类体内污染物砷、铬和石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的海洋生物质量评价标准。见表1.3.9~表1.3.11。

表 1.3.9 海洋生物质量标准（双壳类）

项目	标准值		
	一类	二类	三类
汞 (mg/kg) ≤	0.05	0.10	0.30
镉 (mg/kg) ≤	0.2	2.0	5.0
铅 (mg/kg) ≤	0.1	2.0	6.0
铜 (mg/kg) ≤	10	25	50(牡蛎 100)
锌 (mg/kg) ≤	20	50	100(牡蛎 500)
铬 (mg/kg) ≤	0.5	2.0	6.0
砷 (mg/kg) ≤	1.0	5.0	8.0
石油类 (mg/kg) ≤	15	50	80
粪大肠菌群数(个/kg)	3000	5000	-

表 1.3.10 鱼类、甲壳类海洋生物质量评价标准（鲜重：×10⁻⁶）

生物类别	总汞	Cu	Pb	Cd	Zn	As	Cr	石油烃	附注
甲壳类	0.2	100	2	2	150	8.0	1.5	20	砷、铬和石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查报告》中的评价标准，其余执行《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中的评价标准
鱼类	0.3	20	2	0.6	40	5.0	1.5	20	

表 1.3.11 近岸海域环境监测技术规范

指数 H'	≥3.0	≥2.0~<3.0	≥1.0~<2.0	<1.0
生境质量等级	优良	一般	差	极差

(2) 空气质量标准

本工程位于江海产业园东侧近岸滩涂区域，为启东东部工业与城镇用海区，环境空气执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。环境空气质量标准值见表1.3.12。

表 1.3.12 《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准

污染物	不同取值时间的浓度限值 (µg/m ³)			执行标准
	小时平均	24 小时平均	年平均	
SO ₂	500	150	60	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准及修改单
NO ₂	200	80	40	
PM ₁₀	-	150	70	
PM _{2.5}	-	75	35	
CO	10mg/m ³	4mg/m ³	-	
O ₃	200	最大 8 小时平均 160	-	
总悬浮颗粒物 (TSP)	-	300	200	
氮氧化物 (NO _x)	250	100	50	

(3) 声环境质量标准

本工程位于江海产业园东侧近岸滩涂区域，声环境参照执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准。见表1.3.13。

表 1.3.13 声环境质量标准（摘录） 单位：dB（A）

类别		昼间	夜间
0类		50	40
1类		55	45
2类		60	50
3类		65	55
4类	4a类	70	55
	4b类	70	60

1.3.4.2 污染物排放标准

(1) 大气

施工期的颗粒物排放执行《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996），具体见表1.3.14。

表 1.3.14 废气污染物排放标准

评价项目	评价标准及代号	排放因子	厂界外监控限值
施工期颗粒物	《大气污染物综合排放标准》 （GB16297-1996）	TSP	1.0mg/m ³

(2) 噪声

施工期执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），表1.3.15。

表 1.3.15 建筑施工厂界噪声排放限值（Leq）单位：dB（A）

噪声排放限值	昼间	70
	夜间	55

(3) 船舶污染物

船舶污染物的排放标准见表1.3.16。

表 1.3.16 船舶水污染物排放控制标准（GB3552-2018）

污染物种类	排放区域	规定
船舶含油污水	沿海	石油类不大于 15mg/L，排放应在船舶航行中进行。或收集并排入接收设施。
船舶生活污水	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域	应采用下列方式之一进行处理，不得直接排入环境水体：a) 利用船载收集装置收集，排入接收设施；b) 利用船载生活污水处理装置处理，达到标准 5.2 规定要求后再航行中排放。
船舶垃圾	沿海	在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。对于食品废弃物，在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施。

1.4 环境保护目标和环境敏感目标

1.4.1 环境保护目标

环境保护目标为评价范围内的海域水质、沉积物及生态环境。

1.4.2 环境敏感目标

根据现场调查，结合开发利用现状，确定本工程的敏感目标为《江苏省海洋功能区划（2011-2020年）》中的长江口渔场农渔业区（B1-04）、《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2010）》中的东南侧 1.9km 南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区和东南侧 8.5km 的南通通启运河口，详见图 1.4-1 和表 1.4.1。

表 1.4.1 工程附近海洋生态红线环境敏感区分布

类别	名称	方位及最近距离	主要保护对象及保护要求
海洋生态红线	南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区	E、1.9km	保护种质资源、海洋水质、生态环境
	南通通启运河口	SE、8.5km	保护河口地貌
海洋功能区划	长江口渔场农渔业区（B1-04）	E、1.9km	保护海洋水质、沉积物和生态环境

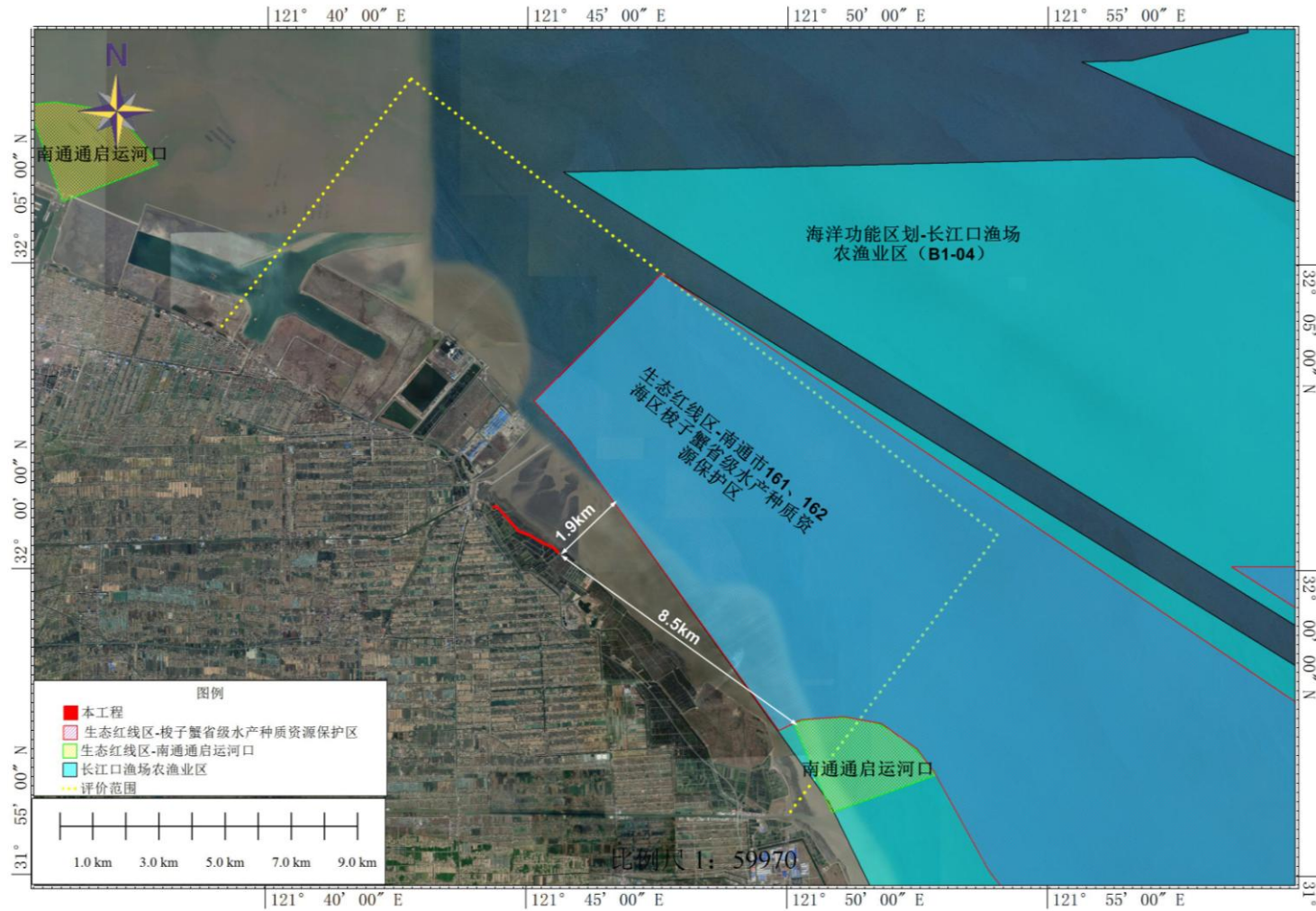


图1.4-1 敏感目标分布图

2.工程概况

2.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

(1) 项目名称：启东市蒿枝港南部海岸防护工程。

(2) 项目性质：新建。

(3) 建设单位：启东市水务局。

(4) 项目地理位置

本项目位于启东江海产业园滨海侧一线海堤(北起蒿枝港，南至塘芦港)，自蒿枝港以南约 750m 处启东东升水产有限公司的北堤。工程地理区位见图 2.1-1 错误！未找到引用源。。

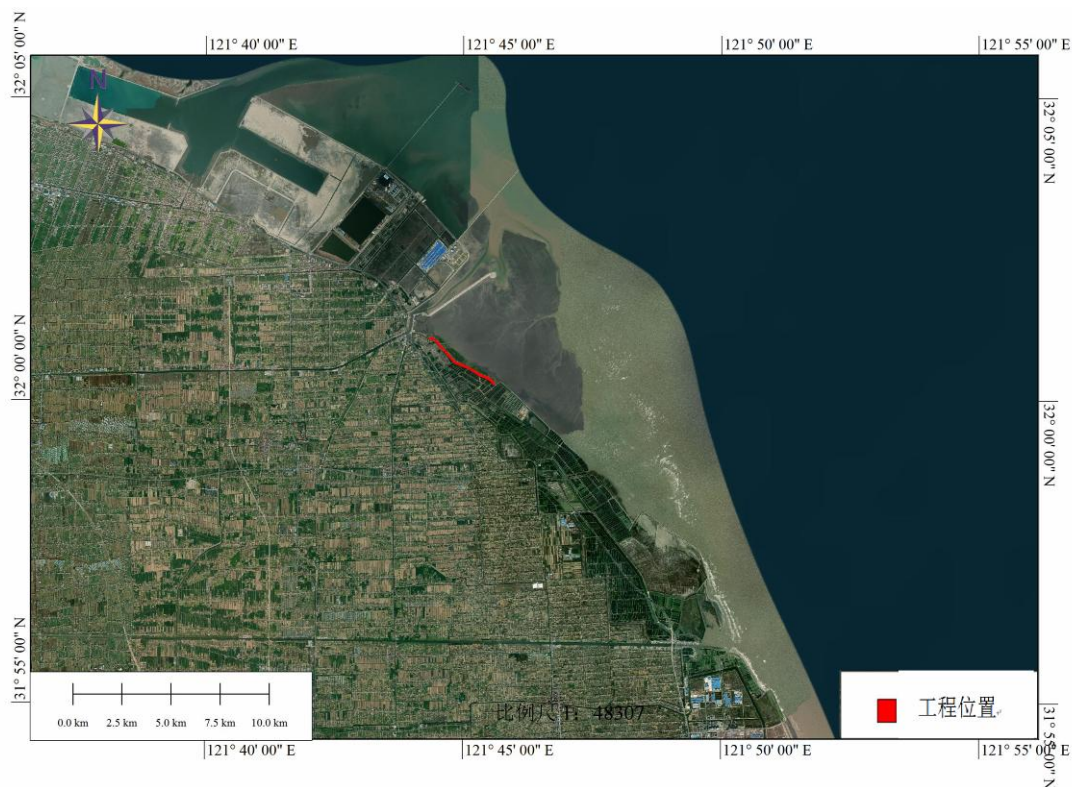


图2.1-1 本工程地理位置图

(5) 项目建设内容及规模：本工程的主要任务是建设启东江海产业园滨海侧一线海堤，达到防御 100 年一遇黄海高潮位加 11 级风浪 1 级海堤的标准。主要工程规模：新建海堤 2559m，主要工程内容包括新建、拆建挡浪墙，新建、修复灌砌块石护坡、新建护坡，堤身加高培厚，新建堤顶道路，新建背水坡土工格栅草皮护坡等。

工程施工期约为 12 个月，总投资 10240.89 万元。

2.2 工程的建设内容、平面布置、结构和尺度

2.2.1 用海项目区域成陆（围堤建设）回顾

《南通启东市海岸带保护修复工程》拟加固修复的海堤，即北起蒿枝港，南至塘芦港，全长 15.68km。与目前行政之间的距离在 500~1200m 不等，总面积约为 1123.3557hm²，基本上属于土地的范畴，仅有很小部分属于“海域”。据统计“土地”属性的面积（含五金机电城区域建设用海）为 939.6271hm²，占比约 84%。属于“海域”属性的约 179hm²，占 16%。其中五金机电城区域建设用海内部“留白区”的面积为 87.3333hm²，占比为 7.78%。海岸防护范围内“真正意义上的海域”属性面积仅为 92.35hm²，占比为 8.22%。自内向外、自北向南，成陆（围堤建设）时间不尽相同，总体上内侧早、外侧迟，北部早、南部迟。对于本工程自蒿枝港以南约 750m 处（桩号为 K0+752）至启东东升水产有限公司的北堤（桩号为 K3+390），总长约 2559m。拟加固修复海堤与行政岸线之间的大部分区域为 2000 年前后形成，尤其是蒿枝港以南区域形成围区较早（2000 年卫片已经显示较大范围的围区），而南部范围较小，2003 年的卫片显示，行政岸线以外出现大范围的围区，其围堤形状与目前的现状岸线基本相同，见图 2.2-1 和图 2.2-3。由此可见，蒿枝港至塘芦港海岸防护工程堤线与行政岸线之间大部分区域为《中华人民共和国海域使用管理法》施行前已成陆或者形成高涂围垦养殖区域的。



图 2.2-1 1999 年卫片显示行政岸线（蓝色线）以外基本没有围区



图 2.2-2 2000 年卫片显示行政岸线（蓝色线）以外南北均出现围区



图 2.2-3 2003 年卫片显示行政岸线（蓝色线）以外区域基本形成现有岸线

2.2.2 自围堤施工情况回顾

如前所述，本工程为原来渔民自围堤高涂养殖区改建项目，根据工程海域的历史卫片资料显示，本工程的渔民自围堤是在 2000 年前、后开工建设的，且 2003 年已经形成了养殖条件。通过走访当事人和当地群众调查，当时的自围堤施工主要是乘低潮露滩时段，采用挖掘机和人工作业进行的，在大堤堤身基本完成后再进行临海侧的块石混凝土护面施工，石料通过陆上汽车运输，混凝土为商用购买直接送至施工现场。经启东市原海洋与渔业局相关负责同志证实，本项目在 2000 年前、后施工期间没有出现油污等海洋环境事故发生，施工人员均为当地的农民，按照潮汐时间（乘低潮）集中于施工场地，收工后各自回家。因此，自围堤施工期间没有设置专门的施工营地，仅仅设有若干个临时性厕所，集中收集生活污水交由环卫部门处理。

2.2.3 本工程建设内容

2.2.3.1 蒿枝港至塘芦港段海岸防护工程整体工程建设内容

《南通启东市海岸带保护修复工程》的一个主要任务是建设（加固修复）启东江海产业园滨海侧一线海堤，即北起蒿枝港，南至塘芦港，全长 15.68km，使其达到防御 100 年一遇黄海高潮位加 11 级风浪 1 级海堤的标准，加固修复海堤 15.68km，新建 2 座净宽 3m 的涵闸；另拆除拆除涵洞 5 处。

整体工程的建设内容见表 2.2.1。

表 2.2.1 蒿枝港至塘芦港段海岸防护工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
一	水文			
1	潮位（大洋港闸）	m		
	历年最高潮位	m	4.69	（1979.1.30）
	历年最低潮位	m	-3.57	（1989.4.5）
	历年平均高潮位	m	1.78	
	历年平均潮位	m	-0.04	
	历年平均低潮位	m	-1.79	
	20 年一遇高潮位	m	4.66	
	50 年一遇高潮位	m	4.90	
	100 年一遇高潮位	m	5.10	
	200 年一遇高潮位	m	5.29	
	300 年一遇高潮位	m	5.41	
	最大潮差	m	7.31	
	最小潮差	m	0.31	
	平均潮差	m	3.73	

续表 2.2.1 蒿枝港至塘芦港段海岸防护工程特性表

序号	名称	单位	数量	备注
二	工程规模			
1	堤防级别		1 级	
2	抗震设计烈度		6 度	
3	防洪标准		100 年一遇	P=1%
4	设计潮位	m	5.30	
三	主要建筑物			
1	海堤长度	km	15.68	
2	挡浪墙顶高程	m	8.35~8.70	
3	堤顶高程	m	7.55~7.90	
4	堤顶宽度	m	8.5	
5	迎水侧坡比		1:3	
6	迎水坡平台高程/宽度	m	5.0/3.0	
7	背水侧坡比		1:3	
四	主要工程量			
1	土方填筑	m ³	2280998.18	
2	土方开挖	m ³	262351.84	
3	灌砌块石	m ²	130137.95	
4	碎石	m ³	40885.01	
5	干砌块石	m ³	2348.16	
6	抛石	m ³	46403.84	
7	种植粘土	m ³	54482.84	
8	沥青路面	m ²	94098	
9	现浇砼	m ³	66258.47	
10	预制砼	m ³	15221.97	
11	钢筋	t	1347	
12	FRP 复合材料钢筋	t	549	
13	土工布	m ²	303833.822	
14	草皮护坡	m ²	299163.74	
15	土工格栅	m ²	299163.74	
16	人行道	m ²	20074.24	
五	计划工期	月	12	
六	工程投资			
1	工程部分			
	建筑工程	万元	51845.46	
	金属结构设备及安装工程	万元	22.69	
	临时工程	万元	1909.07	
	独立费用	万元	3524.57	
2	投资合计			
	静态总投资	万元	63031.9	
	基本预备费	万元	5730.18	
	总投资	万元	63031.97	

2.2.3.2 本工程建设内容

由于整段海堤所处的区域其“管理属性”不一，有两段位于“海域”的管理范畴。因此，需要依据“海域的管理要求”对其开展相关的论证工作。本工程就是其中的一段，自蒿枝港以南约 750m 处（桩号为 K0+752）至启东东升水产有限公司的北堤（桩号为 K3+390），占用海域主要是渔民自围堤及内侧部分高涂。本堤段的工程规模是新建海堤 2559m，主要工程内容包括新建、拆建挡浪墙，新建、修复灌砌块石护坡，堤身加高培厚，新建堤顶道路，新建背水坡土工格栅草皮护坡等。本堤段的主要工程建设内容见表 2.2.2。

表 2.2.2 本堤段的海岸防护工程特性表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
1	土方工程			
1.1	堤身吹填（冲泥管袋）	m ³	55440.00	含迎水背坡
1.2	堤身吹填（散吹）	m ³	252560.00	
1.3	机械土方开挖	m ³	45308.00	
1.4	人工土方开挖	m ³	13592.40	迎水坡下 30cm 开挖
1.5	种植粘土	m ³	54.60	背水坡
2	块石工程			
2.1	灌砌块石护坡	m ³	29352.48	
2.2	袋装碎石垫层	m ³	8005.22	
2.3	坡脚抛石	m ³	2585.09	
2.4	水泥稳定碎石基层	m ³	4349.40	
3	混凝土工程			
3.1	C25 格梗	m ³	4642.88	
3.2	C25 消力坎	m ³	2136.78	
3.3	排水沟	m ³	830.97	
3.5	C25 钢筋砼挡浪墙	m ³	2849.04	
3.6	C15 混凝土基层	m ³	506.50	
3.8	细粒式沥青混凝土 4cm 厚	m ³	633.12	
3.9	中粒式沥青混凝土 6cm 厚	m ³	949.68	
3.10	C30 素混凝土垫层 10cm 厚	m ³	385.15	
3.11	C30 砼路缘石（0.12*0.3）	m ³	189.94	
3.12	C30 砼路缘石（0.3*0.12）	m ³	189.94	
4	钢筋			
4.1	钢筋	t	227.92	
5	其他			
5.1	260g/m 土工布一层	m ²	19602.15	
5.2	土工格栅草皮护坡	m ²	49225.08	
5.5	草皮护坡	m ²	49225.08	
5.6	清基（海堤底部）	m ²	129649.89	海堤平面投影面积，扣除清理突出块石段
5.7	人行道板砖（5cm 厚）	m ²	3376.64	
5.8	水泥砂浆找平层	m ³	67.53	

本项目的用海类型为海岸防护工程用海（84），用海方式为非透水构筑物（21）。本项目申请用海总面积为 14.2173 公顷。

2.2.4 平面布置

整体工程平面布置。根据《启东市海岸线整治修复三年行动计划》（2018~2020 年），江海产业园段海岸线属于自然岸线管控岸段；根据国家自然资源部《海岸线保护与利用管理办法》要求，需严格控制改变海岸自然形态和影响海岸生态功能的开发利用活动，预留未来发展空间，严格海域使用审批。布置堤线时尽量不占用现有围堤外海域，局部需平顺段尽量少占围堤外海域。2019 年 12 月启东市人民政府（启东市水务局）向水利主管部门呈报了《启东市沿海围堤（蒿枝港至连兴港段）达标加固堤线论证报告》，2020 年 1 月 13 日，南通市水利局组织专家咨询论证，同意了《报告》提出的堤线方案，并形成了会议纪要（见附件 1）。整体工程的堤线布置见图 2.2-4 错误! 未找到引用源。。由于整个堤线较长（15.68km），所以堤轴线附近的地形图附在报告书的最后。图 2.2-4 中的蓝色为行政管理岸线，粉红色线填充框内为“土地”的管理范畴，黄色填充区域为五金机电城的区域建设用海，已经取得海域权证（填海造地），未作填充的空白区域属于“海域”的管理范畴。由此可见，《南通启东市海岸带保护修复工程》拟加固修复的海岸防护工程堤线与现有行政管理岸线之间的区域大部分（84%）为“土地”属性，属于“海域”属性的 16%（约 179hm²），其中五金机电城区域建设用海内部“留白区”的面积为 87.3333hm²，占比为 7.78%，这部分“类土地”属性的“海域”其处置方案已作为历史遗留问题上报至自然资源部等待批复。由此可见，海岸防护范围内“真正意义上的海域”属性面积仅为 92.35hm²，占比为 8.22%。这部分海域目前正在由启东元隆生态农业发展有限公司拟建“启东元隆生态农业发展有限公司启源高涂养殖项目”和“启东元隆生态农业发展有限公司得惠高涂养殖项目”，现已经编制完成海域使用论证报告和海洋环境影响评价报告，正在申请“用海”程序的过程中。拟加固修复的海岸防护工程堤线占用的区域，分属“土地”和“海域”的两个管理范畴。

本堤段的工程平面布置。据此，堤防基本沿现有围堤布置，事实上该堤段属于《南通启东市海岸带保护修复工程》的一部分（见图 2.2-4），北侧起于蒿枝港闸以南约（桩号为 K0+752），南至启东东升水产有限公司的北堤（桩号为 K3+390），南北两端均与“土地”管理范畴的加固修复堤段自然衔接，长度

2559m。堤线布置见图 2.2-5。图 2.2-5 中的蓝色为行政管理岸线，红色为本工程拟加固修复的海岸防护工程占用的海域范围，粉红色线框内为“土地”的管理范畴。由此可见，一方面工程堤线与现有行政管理岸线之间的区域大部分为“土地”属性，仅有很少为“海域”属性，该部分（见图 2.2-5）正在申请用海的过程中。另一方面拟加固修复的海岸防护工程堤线占用的区域，则属于“海域”的管理范畴。

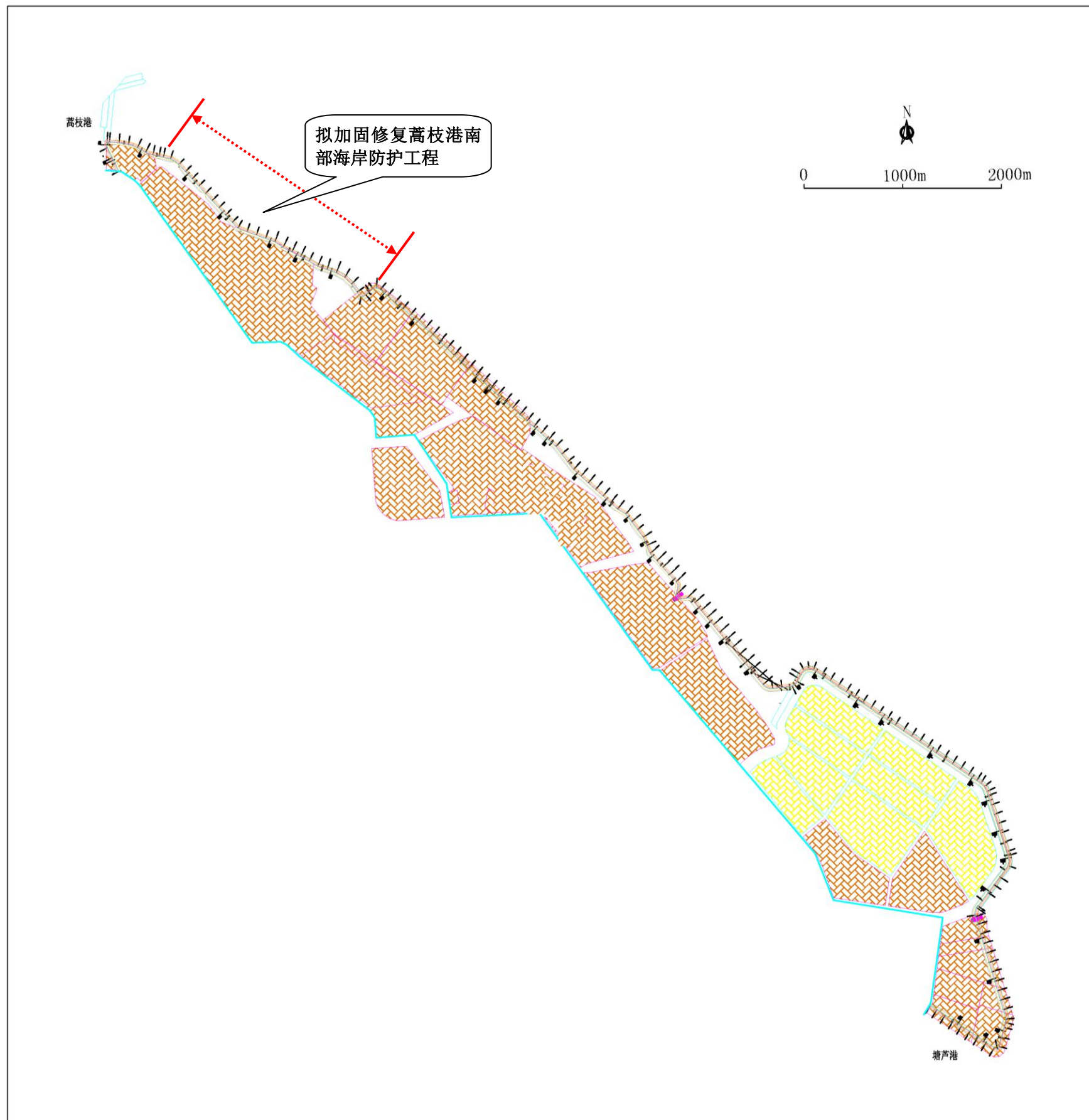


图 2.2-4 启东市蒿枝港至塘芦港海堤加固修复工程平面布置图

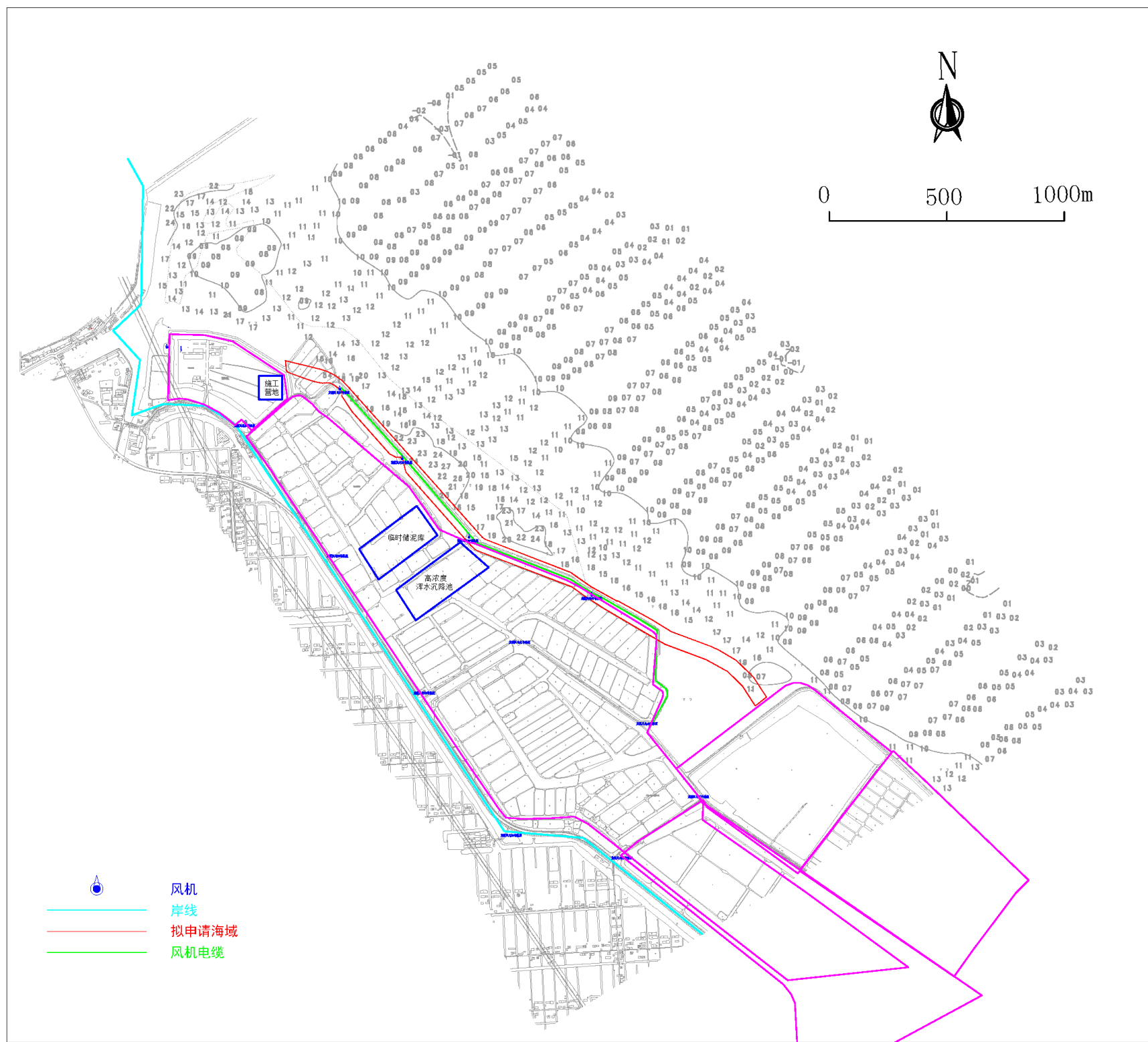


图 2.2-5 启东市蒿枝港南部海岸防护修复工程平面布置图

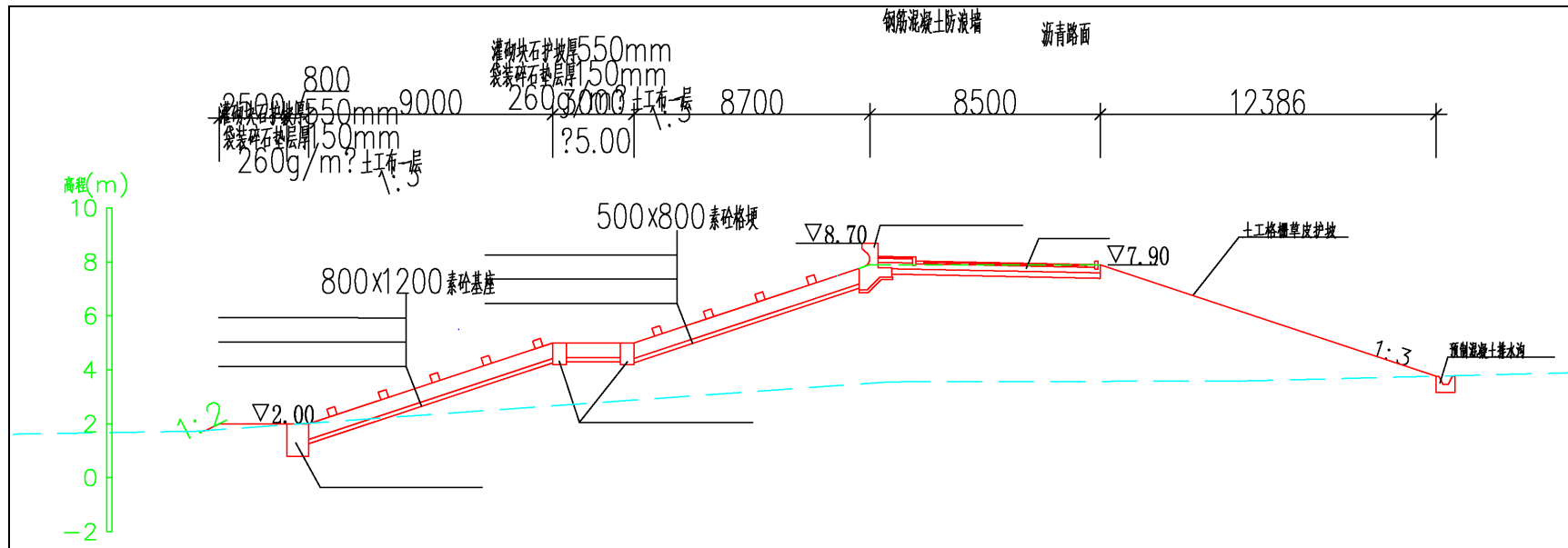


图 2.2-6 (a) 海岸防护工程典型断面图 (北部)

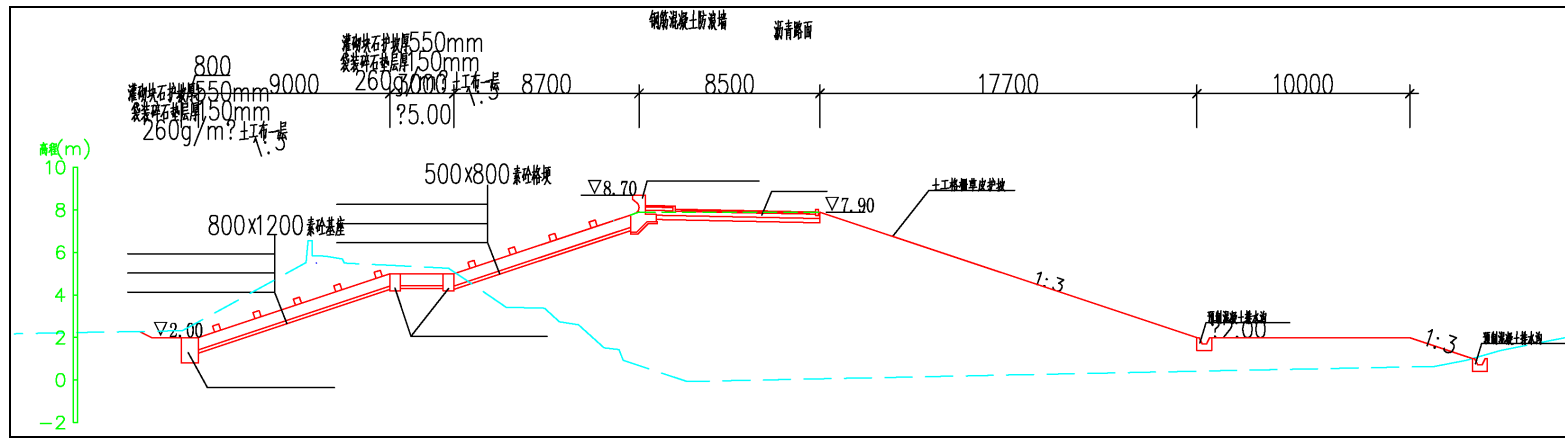


图 2.2-6 (d) 海岸防护工程典型断面图 (南部)

2.2.5 结构和尺度

2.2.5.1 堤顶高程

1) 设计波浪及爬高

据《海堤工程设计规范》6.1.1: 设计波浪和设计风速的重现期宜采用与设计高潮位相同的重现期, 如采用其他设计标准, 应经分析论证。

根据南科院《江苏沿海海堤波浪爬高计算分析报告》, 江苏省沿海地区的海岸风速一般是 NE~N 方向的风速大。按吕四站海洋站分析, N~NNE、NE~ENE 百年一遇风速分别为 32.4m/s、32.9m/s。100 年一遇重现期 N~NNE 向的波高 ($H_{1/10}$) 为 3.22m, 对应波周期 T_s 为 6.75s。

波浪向近岸浅水区传递, 其波高、波长、波向均发生变化, 需进行波浪浅水变形计算。本工程波浪浅水变形计算只计入浅水校正和底摩阻损失, 波浪变形计算中假设周期不变。浅水变形计算起始点为海岸线以外约 3.5km 处 (吕四海洋站位置)。最不利波向为 NE~N 方向, 100 年一遇深水平均波高 $\bar{H} = 1.586\text{m}$, 深水平均波周期 $\bar{T} = 5.97\text{s}$ 。

当 $K_\Delta=1$ 、 $H=1$ 时的波浪爬高值 R_1

$$R_1 = 1.24th(0.432M) + [(R_1)_m - 1.029]R(M)$$

$$M = \frac{1}{m} \left(\frac{L}{H_{1\%}} \right)^{1/2} \left(th \frac{2\pi d}{L} \right)^{-1/2}$$

$$(R_1)_m = 2.49th \frac{2\pi d}{L} \left(1 + \frac{4\pi d}{sh\left(\frac{4\pi d}{L}\right)} \right)$$

$$R(M) = 1.09M^{3.32} \exp(-1.25M)$$

式中: R_1 — $K_\Delta=1$ 、 $H=1$ 时的波浪爬高值; $H_{1\%}$ —累计频率 1%波高 (m); L —平均波长 (m); $(R_1)_m$ —相应于某一 d/L 时的爬高最大值 (m); M —与斜坡的 m 值有关的函数; $R(M)$ —爬高函数。

由此可得, 波浪爬高为 2.34m。

2) 堤顶高程的确定

根据《海堤工程设计规范》8.3.1 条的规定, 堤顶高程应按设计波浪计算的累积频率为 F 的波浪爬高值 (海堤按不允许越浪设计时 $F=2\%$, 按允许部分越浪

设计时取 $F=13\%$) (m) ; A—安全超高值 (m) , 取 1.0m。据此, 堤顶高程为 7.90m, 防浪墙顶高程为 8.70m。

2.2.5.2 堤顶宽度

《江苏省江海堤防达标建设修订设计标准的通知》(苏水管[1997]80号)要求堤顶宽度不小于 6~8m; 《堤防工程设计规范》(GB50286-2013)规定, 1级堤防堤顶宽度不宜小于 6m, 《海堤工程设计规范》(GB/T51015-2014)规定, 1级堤防堤顶宽度不小于 5m, 《江苏省海堤调整确认工作意见》(苏水管(2016)49号文)规定, 1级堤防不包括防浪墙的顶宽不小于 8米, 本次工程属于 1级堤防, 包括防浪墙的堤顶设计宽度取为 8.5m。

2.2.5.3 堤身结构设计

1) 挡浪墙设计

本段与渔民自围堤的现状堤顶高程不足、坡比偏陡、堤线调整等原因, 需在堤防加高培厚后新建挡浪墙。新建挡浪墙采用 C30 钢筋混凝土结构, 迎水侧设反弧面, 底板下设 10cm 混凝土垫层。挡浪墙每隔 10m 设置一伸缩缝。见图 2.2-7。

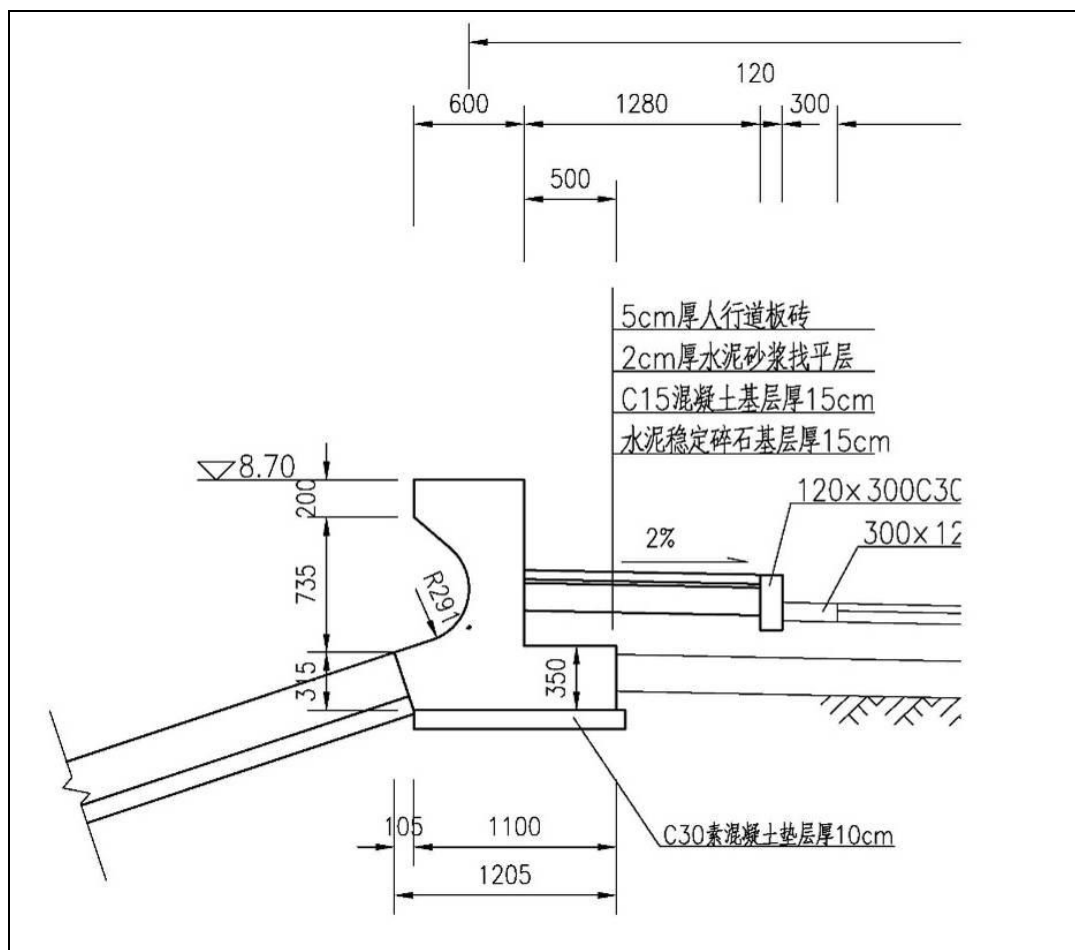


图 2.2-7 挡浪墙设计图

2) 堤坡坡度设计

《海堤工程设计规范》(SL435-2008)规定,海堤两侧坡比应根据堤身材料、护面型式,经稳定分析确定。初步拟定时可按表 2.2.3 选取:

表 2.2.3 海堤两侧边坡坡比表

海堤堤型	临海侧坡比	背海侧坡比
斜坡式	1: 1.5~1: 3.5	水上: 1: 1.5~1: 3.0 水下: 海泥掺沙 1: 5~1: 10 沙壤土 1: 5~1: 7

据苏水管(1997)80号文要求,海堤土堤迎水坡坡度一般为 1:5,背水坡坡度一般为 1:3,有护坡的海堤迎水坡坡比根据堤防高度、堤身结构、土质、潮水位、风浪等情况经稳定计算确定。背水坡坡比一般为 1:3。

本工程海堤对迎水坡进行护砌,初定迎水坡、背水坡均比为 1:3.0,迎水坡高程 5.0m 处设 3m 宽消浪平台。

3) 迎水坡护砌设计

海岸防护工程堤前波高相对较小,100 年一遇堤前计算平均波高 1.21m,现有围堤多年运行状况也证实该段波浪冲刷相对较小。根据计算结果,该段迎水侧护砌采用 55cm 灌砌块石护坡,其下依次为 15cm 厚袋装碎石垫层和 260g/m² 无纺土工布一层;坡面顶部与钢筋混凝土防浪墙相接。堤坡高程 5.00m 设消浪平台,宽 3.0m,消浪平台内、外侧各设 50×80cm (宽×高,下同)的素砼格埂;为减小波浪爬高,在迎水坡坡面上设 0.30×0.30×0.30m 消浪墩,梅花型布置,间距 4.00m。

坡面修复方案:(1)对该段围堤迎水面灌砌块石坡面进行低压力灌浆处理,用水泥浆将坡面下的孔洞填充密实;(2)对迎水面坡面灌砌块石护砌损坏严重段进行局部整修。

4) 迎水坡堤脚防护

迎水坡坡底设素砼基座,基座尺寸 0.8×1.2m,顶面高程 1.0~3.0m,顶面高出滩面的基座前设抛石防护,抛石宽 2.5m,抛石顶面不低于基座顶高程,表层块石需人工理砌。

5) 背水侧防护设计

为防止海堤水土流失,需对海堤背水坡进行防护。本报告拟针对四种形式的防护方案进行比选,分别为草皮护坡、土工格栅护坡、混凝土连拱护坡和绿化混凝土护坡。

①草皮护坡。背水坡铺设 20cm 壤土后整体铺设草皮，防治水土流失。

②土工格栅草皮护坡。坡面先铺设土工格栅进行防护，然后再铺设 20cm 壤土后，再铺设草皮防治水土流失。

③混凝土连拱草皮护坡。整坡后在背水坡浇筑素砼连拱，连拱内部采用草皮护坡。素砼连拱从堤顶道路内侧边缘开始布置，顶部浇筑 C30 素砼顶格梗，尺寸 35×40cm；每隔宽度 5.0m，浇筑 C30 素砼纵向格梗，尺寸 40×40cm；拱圈半径 3.0m，由 C30 素砼浇筑；底部浇筑 C30 素砼底格梗，尺寸 40×45cm。

④绿化混凝土护坡。

对上述四种方案从单价、优缺点进行对比，见表 2.2.4。

考虑到海堤背水坡防护的主要目的是防治水土流失，因此选择强度较高、水土流失防护效果较好、造价合理的土工格栅草皮护坡方案。

表 2.2.4 内坡防护方案比较表

方案	单价(元/m ²)	优点	缺点
草皮护坡	10	施工简单、造价低	防护效果较差
土工格栅草皮护坡	30	防护效果较好	施工较复杂
素砼连拱草皮护坡	50	防护效果较好、外形美观	施工复杂、造价较贵
绿化混凝土护坡	150	防护效果好、外形美观	施工复杂、造价贵

6) 堤顶道路

按照《江苏省海堤调整确认工作意见》（苏水管〔2016〕49 号文）规定，堤顶防汛道路不小于 4.5m；按照《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）14.4.4 要求，1 级海堤工程宜满足双车道行车要求。堤顶防汛道路参照 4 级公路设计，取车道宽度为 6.0m。路面采用沥青砼结构，从上往下结构为 4cm 细粒式沥青砼、粘层油、6cm 粗粒式沥青砼、0.6cm 下封层，下设 20cm 水泥稳定碎石及 20cm10% 石灰土垫层，堤顶道路设 2% 坡度线向背水坡侧斜，行车道外侧设慢行道，宽 1.4m。

2.3 工程的辅助和配套设施，依托的公用设施

2.3.1 供电照明

本工程不设变电所。照明电源引自附近 380V 照明电源箱出线。

电源：变电所单回路低压馈线，三相交流，50Hz，380V。

配电：低压电缆放射式供电，三相交流，50Hz，10KV，380/220V。

2.3.1 供水

施工期间用水主要包括生产用水、施工人员、船舶生活用水，排水主要为施工人员生活污水和船舶生活污水，产生量相对较小。

2.3.3 建筑材料供应

本工程所有块石、碎石均由浙江或安徽水运到现场。其他建筑材料如土工布、水泥、砂石料、排水板等选用信誉良好、质量稳定的产品，就近从南通、上海等地采购，水路运输到施工现场。

2.3.4 临时设施布置

临时设施主要包括临时办公、生活区、施工便道等。

本工程为护岸的一部分，工程区只设置临时办公、生活区、生产作业区，占地面积约40000m²。

2.4 生产物流与工艺流程、原(辅)材料及其储运、用水量及排水量等

2.4.1 生产物流与工艺流程

本工程为海岸防护工程，不涉及生产物流与工艺流程。

2.4.2 原(辅)材料及其储运

本工程充沙管袋和堤芯吹填土料采用吕四港港池疏浚土料，采用 1000m³ 的泥驳船运至拟建海堤的外侧（海）约 3.0~3.5km 的海域，该区域的海床底高程约为-5~-6m，即使在低潮位时仍有 3m 左右的水深，能够满足驳泥船的吃水要求。

其它的建筑材料，采用汽运至施工营地的施工仓库、堆料场。

2.4.3 土石方平衡

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）规定，堤身结构应按照经济实用、就地取材、便于施工的原则选取堤防的建筑材料。因海洋环境保护的需要，堤外不容许取土。经调查，可供使用的土源是蒿枝港东北侧约 30km 处的吕四港港池疏浚弃土，土质为粉沙，沙料质量较好，总储量约 1000 万 m³，可供本工程筑堤使用。考虑到本工程筑堤可和吕四港港池疏浚可相结合，且吕四港池疏浚土料可直接从海上运输至工程附近，运输成本低，因此本次堤防填筑土料选用吕四港港池疏浚土料。土料开采后通过船运至各工程段外海，再通过管道输送至工程位置吹填填筑海堤。大部分堤段已有围堤，可作为施工围堰，围堤进行修坡、加高培厚时不需要另外填筑围堰。本次设计背水侧及迎水侧高于围堤之上部分表面采用充泥管袋填筑作为护面结构，堤芯采用粉沙土填筑，充泥管袋充填的土料黏

粒含量应小于 10%。大堤外侧采用碎石垫层、灌砌块石，堤脚处抛 5~10m 宽不等的棱体防护，路基路面采用商供混凝土，内坡采用土工格栅和草皮护坡。工程的土石方平衡情况详见表 2.4.1。

表 2.4.1 项目土石方平衡一览表

序号	项目名称	单位	工程量
1	土方工程	m ³	366954.60
1.1	堤身填方	m ³	308000.00
1.2	堤身挖方	m ³	58900.00
1.5	种植粘土	m ³	54.60
2	块石工程	m ³	44292.19
2.1	灌砌块石护坡	m ³	29352.48
2.2	袋装碎石垫层	m ³	8005.22
2.3	坡脚抛石	m ³	2585.09
2.4	水泥稳定碎石基层	m ³	4349.40
3	混凝土工程	m ³	13314.00
3.1	内外护坡及防浪墙	m ³	12934.12
3.2	砼路缘石	m ³	379.88
4	钢筋	t	227.92
5	其他		
5.1	260g/m ² 土工布一层	m ²	19602.15
5.2	土工格栅草皮护坡	m ²	49225.08
5.5	草皮护坡	m ²	49225.08
5.6	清基（海堤底部）	m ²	129649.89
5.7	人行道板砖（5cm 厚）	m ²	3376.64
5.8	水泥砂浆找平层	m ³	67.53

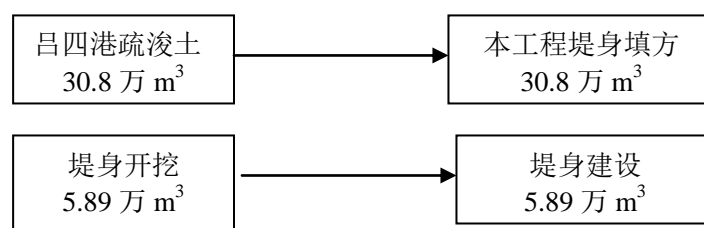


图 2.2-11 本工程土石方平衡图

2.4.4 用水量及排水量

本工程用水量及排水量集中在施工期，本工程施工平均日用工量100人。生活用水用量按100L/人d计，排水系数为0.8，则生活用水量为10m³/d，生活污水排放量约为8 m³/d。

本工程施工期生产用水量为10 m³/d，生产废水排放量约为3m³/d。

2.5 工程施工条件、施工方法、工程量及计划进度

2.5.1 施工总布置

2.5.1.1 施工总布置原则

施工总布置方案应遵循因地制宜、因时制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的原则。项目施工营地布置在启越置业有限公司(土地证)的东南角,总占地约 40000m²。临时贮泥库和高浓度浑水沉降池设置在项目堤段的中部内侧,占用启东元隆生态农业有限公司的区域(105#、106#土地证,该区域目前为废弃的养殖池),根据 5~6 条驳泥船的土方量估算临时贮泥库的面积,设置了约为 47000m²,中间可设置隔堤,交替使用。高浓度的浑水通过现有围堤的内侧河道(施工时将两端封堵,中间与沉降池联通)汇聚到预先设置的沉降池中(位于本堤段的中部区域,面积约为 150000m²),经过一定时间的沉降后,从沉降池的另一侧将“清水”排入河道,汇入蒿枝港闸排入大海。见图 2.5-1。

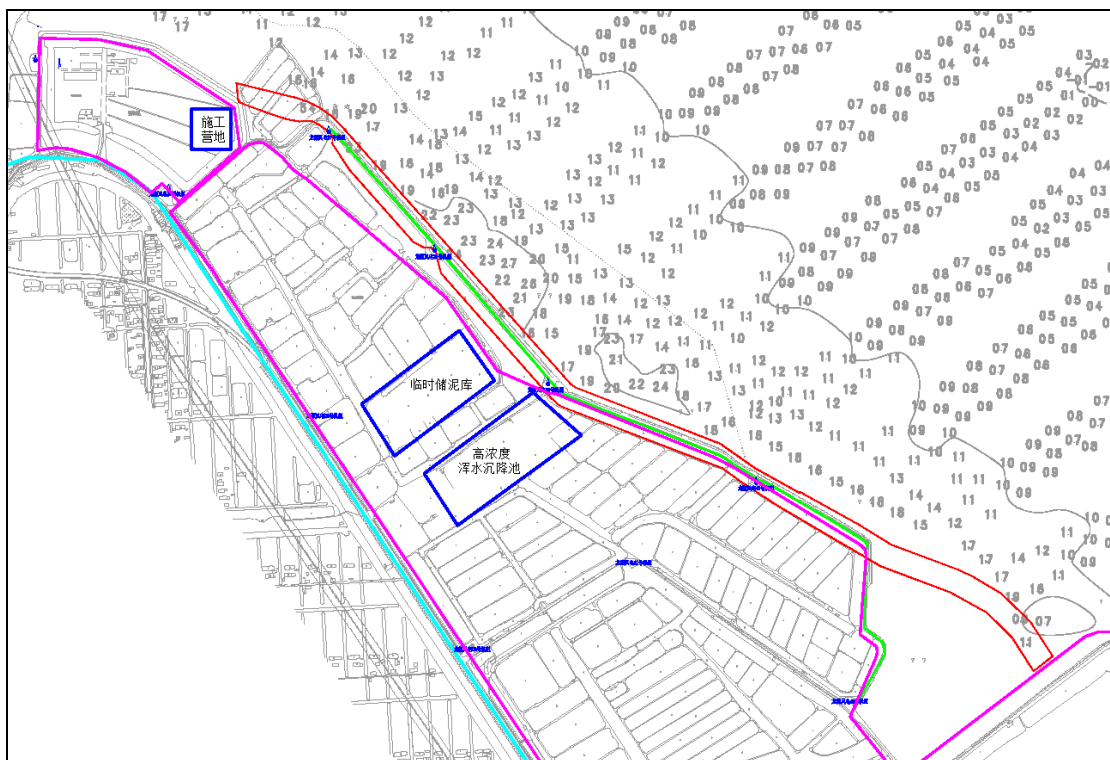


图 2.5-1 施工营地位位置示意图

2.5.1.2 施工临时设施

(1) 施工临时生产设施、办公及生活设施

施工临时设施主要包括施工临时生产设施、办公及生活设施。施工临时生

活及办公设施考虑集中布置一处，布置在老海堤内侧的空地上，拟现场搭设活动板房解决。

本工程混凝土采用商品混凝土，因此，现场不需要设置混凝土生产系统。需在现场设置的施工临时生产设施主要有综合加工厂、施工仓库、堆料场、机械设备停放场等。

施工营地及临时设施占地面积 40000 平米，平面布置见图 2.5-2 **错误! 未找到引用源。**。

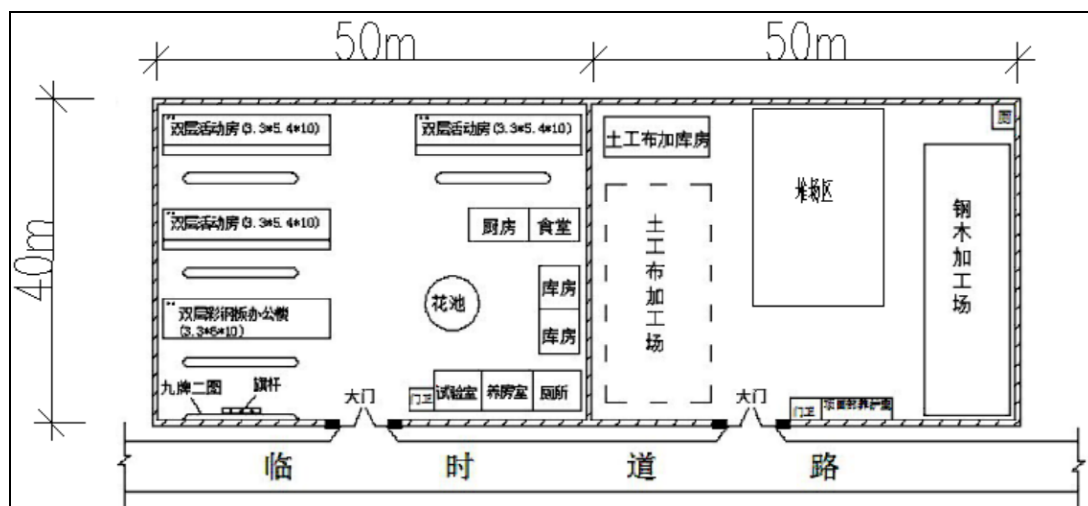


图 2.5-2 施工营地临时设施平面布置图

(2) 施工人员

根据项目规模及施工条件下，暂定施工组织指挥、技术及后勤保障等施工人员共计 120 人。人员配备情况见表 2.5.1。

表 2.5.1 施工人员配备表

组别	人员配备
指挥组	指挥长 1 人，指挥若干人
施工组	5 人
技术组	5 人
安全组	5 人
后勤保障	5 人
测量工程+技工	8 人（其中 2 名工程师）
铺袋组	10 人
机械组	30 人
排管组	10 人
抛石、防护组	20 人
机动组	10 人
驳泥船组	20 人

2.5.2 主体工程施工

2.5.2.1 施工测量

(1) 测量原则

本工程施工时严格按照施工规范的规定执行，结构物定位放线和控制网布设以及高程引测和沉降观测均需符合《工程测量规范》(GB50026-2007)，使用的测量仪器须经过质检部门校订，由监理工程师验收合格后方可使用。

(2) 海堤轴线测量

根据业主所提供的水准点、座标控制点，计算海堤轴线定位放样资料，测量放样时，采用极坐标法进行定点放样。

现场测量放样，沿堤轴线方向每隔 100m 测设一根轴线桩。测设海堤轴线时，同时测设横断面边脚线作为斜坡式棱体及镇脚边线的标记。

控制点必须设置在材料运输不会影响的区域和不影响施工的范围。测设完毕后，经现场监理复核后方可使用。每次测放、复核数据都应记录在案，以备日后查找。

在测设定位桩时，充分利用低潮时候下滩测设，但必须注意安全，在做好安全防范施工后方可下滩操作。

(3) 高程测量

根据业主提供的高程控制点，依据现场情况，布设一些临时水准点，以作为施工中结构物标高控制引测的基准，临时水准点的布设必须符合《工程测量规范》，临时水准点的高程必须经过监理工程师的复核合格后方可使用。

为了防止累积误差，结构工程的标高必须从相邻的临时水准点引测，而不能从刚完工的结构工程表面点引测。

2.5.2.2 施工顺序

- (1) 基础清基，要求将滩涂杂物清除；
- (2) 充泥管袋填筑和堤身土方填筑施工；
- (3) 堤脚抛石、镇脚施工；
- (4) 护坡加固修复，包括素砼抹平，挡浪墙施工；
- (5) 内坡防护施工；
- (6) 堤顶道路施工。

2.5.2.3 主要工程项目施工方法

(1) 主堤堤芯施工

本工程充沙管袋和堤芯吹填土料采用吕四港港池疏浚土料，采用 1000m^3 的泥驳船运至拟建海堤的外侧（海）约 $3.0\sim 3.5\text{km}$ 的海域，该区域的海床底高程约为 $-5\sim -6\text{m}$ ，即使在低潮位时仍有 3m 左右的水深，能够满足驳泥船的吃水要求。船舶停泊区（见图 2.5-3），再通过输泥管泵管道输送沙料至现场。

施工初期，首先将驳泥船的土源（疏浚沙）用输泥管泵管道输送沙料至临时泥库，利用泥浆泵充灌大堤围堰的充泥管袋，当构筑棱体（也就是内外围堰）达到一定规模和高度后，直接将驳泥船中土源直接吹至内外围堰之间，形成堤芯。这样就可以按照一定堤段长度，形成流水作业，最终完成整个大堤的施工。临时泥库的另一个作用时，当局部堤段需要查漏补缺，包括个别充泥管袋破损等特殊情况的处理。高浓度的浑水先通过大堤内侧的沿堤河汇入沉降池进行沉淀，然后将“清水”排入蒿枝港闸河出海。



图 2.5-3 海堤加固吹运沙船布置情况

考虑到本工程所在区域施工段较多，工程船数量多，同时为满足施工强度，本工程选择 1000m^3 泥驳供沙， 37kW 泥浆泵以及 $1600\text{m}^3/\text{h}$ 吹沙船吹沙。工艺流程见图 2.5-4。

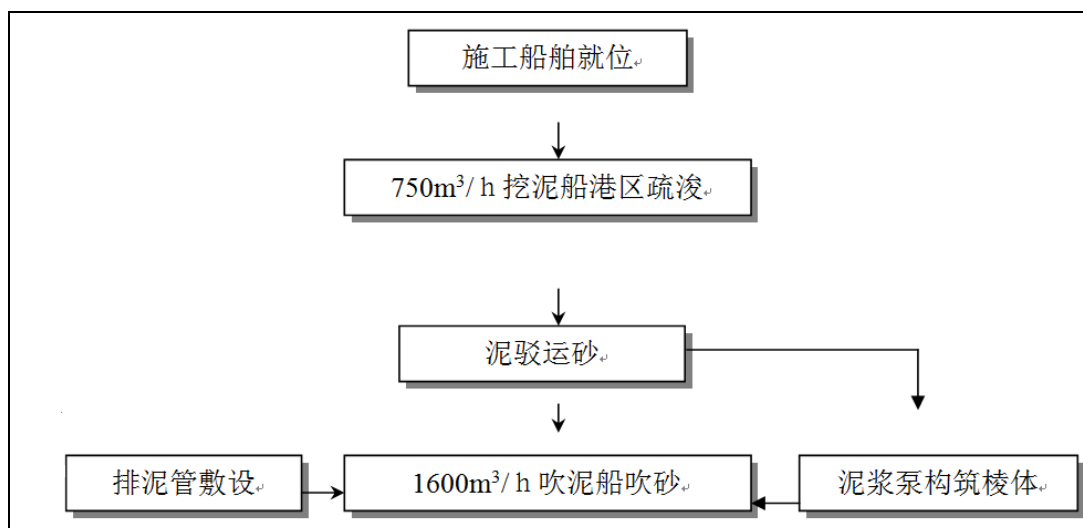


图 2.5-4 运沙—吹填—成堤流程示意图

采沙区距施工现场平均约 15km。本工程计划安排 1000m³ 运输船进行供沙运输，采沙区距施工现场运输时间约 1.5h/每趟。前期内侧围堰利用内坡清基及现有土石方袋装组成围堰，达到一定规模后，采用 1600m³/h 吹沙船直接吹填堤芯沙，吹沙船性能特点:配备有集束泵，施工时加一次接力，作业排距可达 4.0~5km，总扬程为 80m；抛锚固定船位，抗风能力强，占用水域面积小；从运沙船船舱内吸沙，吹排沙浓度高，一般在 20~25%，减少排水系统流量。

由于筑堤用沙质量要求较高，取沙区的沙源质量分布不明确，因此挖泥船在进行挖泥作业时，需对挖出的泥沙进行质量检测，检测满足设计要求后，才能由泥驳运输作为筑堤用沙。

本工程利用现有堤防内侧的“废弃”养殖池作为临时泥库，无水下充泥管袋施工。仅需要将养殖池的堤防内坡清基后铺设土工布保护，超过现有养殖池堤防高度后，采用冲泥管袋适当加高。

在堤身沿堤轴线方向每隔 200m 增做充沙管袋小格埂，并设溢流口，溢流口排入现有围堤内侧尾水通道（尾水通道利用后方鱼塘，打通塘埂串联形成尾水通道，高浓度的浑水先通过大堤内侧的沿堤河汇入沉降池进行沉淀，然后将“清水”排入蒿枝港闸河出海。经过沉淀，外排入海的水中含泥量很少，对近海环境影响甚微，使泥浆层溢流后沉积堤芯土。溢流口的高度应始终比泥库土方高 20~50cm。

采用 37kw 泥浆泵机组直接在泥库（泥驳）取沙，通过 6 寸胶管直接输送入编制布袋作业。

为确保工程质量和施工正常进行,充泥管袋在正式施工前,应在滩地上进行试充试验,以取得相关参数,如泥浆深度、布袋尺寸、屏浆压力、屏浆时间、固结速度和沉积率,经试验取得上述数据后,再进行正式施工。

正式施工前进行测量定位,测设出边线桩。并铺袋就位,应选择在低潮位时人工作业,铺装后应作适当固定,将输泥管插入袋口,启动泥浆泵开始输泥充填。在充泥过程中应不断地变换输送方向,移动变换吹泥口,以免袋体受力不均匀造成变形移位或涨裂。如果吹填泥浆粘性较重,每只袋子可安排二只泵吹填,当屏浆压力较大时,可在袋体上部开放水洞,但应注意,此时减少扰动袋体,以保证泥浆稳定沉淀。这种情况下,每只袋子充土时间可能较长,为了防止袋子涨裂,必要时也可作两次充填,但每层袋必须在同一潮中完成。

每层袋的充填厚度根据土料及试验情况而定,根据本工程土质情况,厚度控制在 0.6m 以下,同一层袋体厚度应均匀一致以便于上层灌袋施工,上下层袋体应交错铺设,即上下层袋子搭接缝错开,错距应在 3m 以上,上层袋应在下层袋滤水完毕后开始充填,并且同一层袋体之间铺设时应有 1m 左右的搭接,以免充填袋退挡后造成间隙漏水。充泥灌袋固结后干容重达到设计要求。

根据施工总体计划安排,在 2020.10~2021.1 期间施工强度最大。预计需要吹泥船 1 万 m^3/d , 以此为依据布置机械 1000 m^3 泥驳 2 艘, 1000 m^3 运沙船 5 艘, 1600 m^3/h 吹沙船 5 艘。

吹沙船停靠在现有围堤外侧 2km~3km 处,海床底部高程为-5~-6m(85 高程),这样,高潮至平潮位最低水深约为 5~6m,一般涨潮历时约 4 小时左右,落潮历时约 8 小时左右,一涨一落平均历时约 12 小时 25 分。低潮位时最低水深约 2m,满足驳泥船的空载吃水要求。

(1) 泥浆泵选型及数量。泥浆泵组施工在 2020.10~2021.1 期间施工强度最大,最高峰时 3.95 万 m^3/d , 以此为依据布置机械:

根据本工程的施工条件,前期作业时间为每天 8 小时左右,棱体出水后可全天作业,平均按 14 小时计,每套 37kw 泥浆泵产量约 420 m^3/d 。因此需泥浆泵组: 50 套(5 套备用)。相应配 4 台 500kw 发电机组。

(2) 抛石及面层块石理砌

抛石施工程序: 定位→抛石→测量并补抛找平。

施工方法: 护脚抛石分单元施工,单元长度 50m 左右。按由远而近的抛投

顺序进行。为保证抛投质量，采用经纬仪定位，埋设断面控制桩、插旗做标志。抛石采用人工抛投的方式进行。抛石过程中应严禁乱丢，避免破坏边坡，石料应大小搭配，孔隙率 $<30\%$ ，且质地坚硬、无风化，强度等级不得低于 MU40，块石重量 60~100Kg，禁用不合格石料。

(3) 混凝土灌砌石施工

采用 ZL50 装载机装或 2m^3 反铲挖掘机装车，10t 自卸汽车运卸到坝面，采用人工砌筑。砌石前先铺浇一层厚 6cm 混凝土，块石间竖缝宽为 8~10cm。错缝搭结，不通缝。混凝土灌注前，砌石按沉降伸缩缝要求，每 10m 分一段，隔段内设 2cm 沥青柚木板。

混凝土为 C20 细骨料一级配混凝土，最大粒径 2cm，水泥采用普通硅酸盐水泥，水泥强度等级 32.5Mpa，拌和用水为干净淡水。混凝土拌和采用 0.4m^3 移动式拌和机生产，采用 3m^3 混凝土搅拌运输车运至坝顶，坝顶至坡面设溜槽，混凝土经坝坡面溜槽运至各灌注面，采用人工铁锹抛灌，采用插入式振捣器捣固。

混凝土灌注完毕，为保证混凝土有适宜的硬化条件，并防止不正常的收缩，砌体表面铺设草袋，保持潮湿状态，混凝土养护时间不少于 10 天。

(4) 现浇混凝土施工

本工程现浇混凝土工程主要是防浪墙、镇脚、排水沟。

混凝土所用水泥品质应符合国家标准，并按设计要求和条件选用适宜的品种。拌制和养护混凝土用水不得含有水泥正常凝结和硬化的有害杂质。

混凝土运输应符合下列要求：以最少的转运次数，将拌成的混凝土送至浇筑仓内，在常温下运输的延续时间，不宜超过半小时；混凝土水平运输采用机动翻斗车 1t，垂直运输采用人工方式，当混凝土的自由下落高度，不宜大于 2m，超过时，应采用溜管、串筒或其他缓降措施。

混凝土应随浇随平，不得使用振捣器平仓，有粗骨料堆叠时，应将其均匀地颁布于沙浆较多处，严禁用沙浆覆盖。振捣器捣固混凝土时，应按一定顺序振捣，防止漏振、重振，移动间距应不大于振捣器有效半径的 1.5 倍；振捣器机头宜垂直插入并深入下层混凝土中 5cm 左右，振捣至混凝土无显著下沉、不出现气泡、表面泛浆并不产生离析后徐徐提出，不留空洞；振捣器头至模板的距离应约等于其有效半径的一半。

混凝土振捣采用 2.2kW 插入式振捣器。分坯浇捣厚度 0.3~0.4m，振捣点间距 0.45m，按梅花型交错排列。振捣时，不要碰到模板、钢筋以及预埋件，但离模板的距离也不应小于 0.3m，以免因漏振使混凝土表面出现蜂窝麻面。混凝土浇筑后，洒水养护时间 2~3 周。混凝土骨料（碎石、黄沙）由外地采购运至工地，现场冲洗。模板及钢筋制作由工地加工场完成后运至工地现场。

混凝土施工采用常规浇筑方法，严格按施工规范执行。混凝土施工结束后，应重视混凝土的养护工作。混凝土施工需严格按照《混凝土结构工程施工规范》（GB50666—2011）执行。

注意事项：砫镇脚位于潮位变动区，施工受潮水影响较大，有效施工时间较短，为保证砫施工质量，需在一个低潮位期间完成一仓砫有浇筑，因此需提前做好模板安装等准备工作。注意对浇筑好的混凝土在高潮期间的养护。平时注意观测潮位及其涨落周期，涨潮前 2 小时停止混凝土浇筑，期间做好对已浇筑混凝土的养护，在已浇筑的混凝土上用水玻璃覆盖，在其上铺设土工布，再用草袋装土压重。赶潮施工不宜大面积浇筑混凝土，应小面积分段浇筑。

2.5.3 施工总进度

2.5.3.1 施工总进度安排原则

施工总进度安排原则：（1）尽快使工程发挥效益；（2）施工强度应充分考虑风、浪、潮、雾、雨天对施工进度的影响和减效作用。

本进度编制通过分析确定关键性工程的施工分期和施工程序，协调平衡地安排其他单项工程的施工进度，使整个工程施工前后兼顾，互相衔接，减少干扰，均衡生产，最大限度地合理使用建设资金、劳动力、机械设备和建筑材料，在保证工程质量和施工安全前提下，按时建成投产，发挥效益。

2.5.3.2 施工进度安排

根据工程布置、各单项建筑物工程量、总体工程要求及施工进度安排原则，本工程计划总工期 12 个月，工程于 2020 年 10 月开工，施工工期具体安排如下：

1) 基础清基，10 天，2020 年 10 月 10 日完成；2) 充泥管袋填筑和堤身土方填筑施工、老涵拆除工期 3 个月，同步实施涵洞地基处理、涵洞浇筑。2021 年 1 月 10 日完成；3) 堤脚抛石、镇脚施工；工期 1 个月，2021 年 2 月 10 日完成；4) 护坡加固修复，包括素砫抹平，挡浪墙施工；2021 年 3 月 10 日前完成；5) 内坡防护施工包括土工格栅、耕植土、草皮护坡施工，工期 1 个月，2021 年

4月10日前完成；6) 2021年4月10日至2021年9月15日，汛期完成零星工程；7) 待沉降稳定后进行堤顶道路施工。工期15天，2021年10月前完成。

2.5.3.3 施工进度保证措施

施工进度保证措施如下：

1) 充分考虑风浪雾等各种影响工程施工的不利因素对施工进度的影响；2) 选择有经验、设备资源丰富的施工和监理单位；3) 对设备材料有一定的备用以便在出现突发事件时不影响工程的正常施工；4) 合理进行施工规划，并在施工过程中加强动态管理，及时调整，保证关键线路上各项工作的资源配置，确保各关键项目按计划完成；5) 加强施工过程观测，并根据观测结果及时调整优化施工，保证工程施工的正常进行。

2.5.3.4 施工特性

根据进度安排，本工程主要经济技术指标见表 2.5.2。

表 2.5.2 主要经济技术指标汇总表

序号	项目	数量	备注
1	总工期（月）	12	
2	高峰劳动力（人）	100	
3	平均劳动力（人）	30	
4	施工高峰用电（kw）	80	
5	施工高峰用水（m ³ d）	30	

根据进度安排，本工程主要施工船机设备见表 2.5.3。

表 2.5.3 主要施工船机设备汇总表

序号	项目	单位	数量
1	1m ³ 挖掘机	台	2
2	59kw 推土机	台	2
3	5/10t 自卸汽车	辆	2/2
4	胶轮车	辆	5
5	1t 机动翻斗车	辆	3
6	插入式振捣器	台	2
7	平板式振捣器	台	2
8	混凝土搅拌运输车	辆	1
9	轻型压路机	台	1
10	沥青摊铺机	台	1
11	液压凿岩	台	1
12	风镐	台	1
13	拖拉机	台	2
14	20t 汽车吊	台	1
15	驳泥船及运输船	艘	5~6
16	吹沙船	艘	2

2.6 工程占用(利用)海岸线、滩涂和海域状况

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009）5.8.4 的相关规定，“海岸防护工程用海是指为防范海浪、沿岸流的侵蚀及台风、气旋和寒潮大风等自然灾害的侵袭，建造海岸防护工程所使用的海域，包括海堤（塘）、护岸设施、保滩设施以及人工防护林、红树林等所使用的的海域。用海方式如下：a）海堤（塘）、护岸设施及保滩设施等所使用的的海域，用海方式为非透水构筑物；b）人工防护林、红树林等所使用的的海域，用海方式为防护林种植。”据此可判定，本项目的用海类型为海岸防护工程用海（84），用海方式为非透水构筑物（21）。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），5.3.2.1 非透水构筑物用海的范围界定方法：“岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界”。据此，界定本项目的用海面积为 14.2173 公顷。宗海位置和宗海界址见图 2.6-1~图 2.6-2。

启东市蒿枝港南部海岸防护工程项目宗海位置图

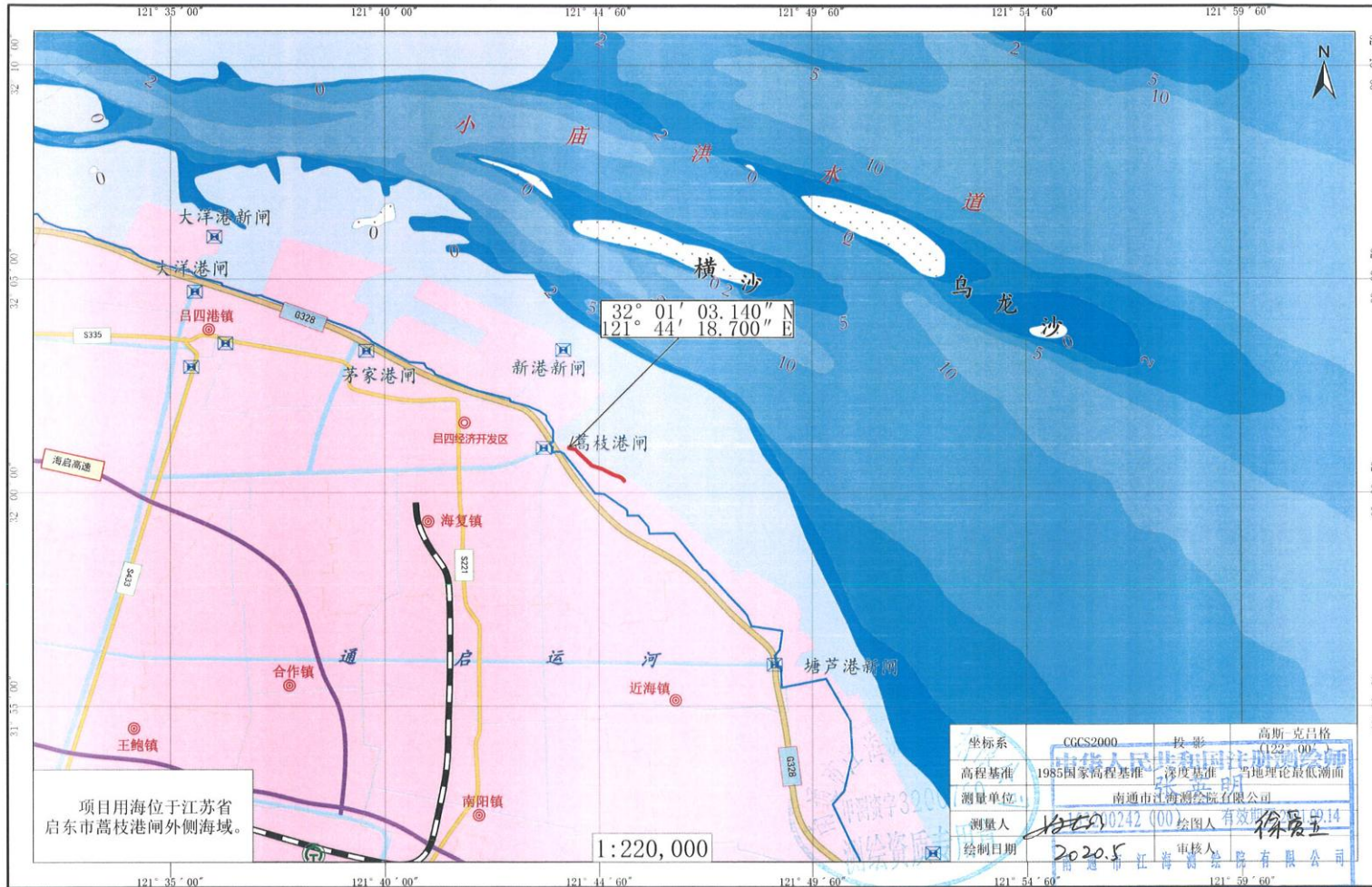


图2.6-1 工程宗海位置图

启东市蒿枝港南部海岸防护工程宗海界址图

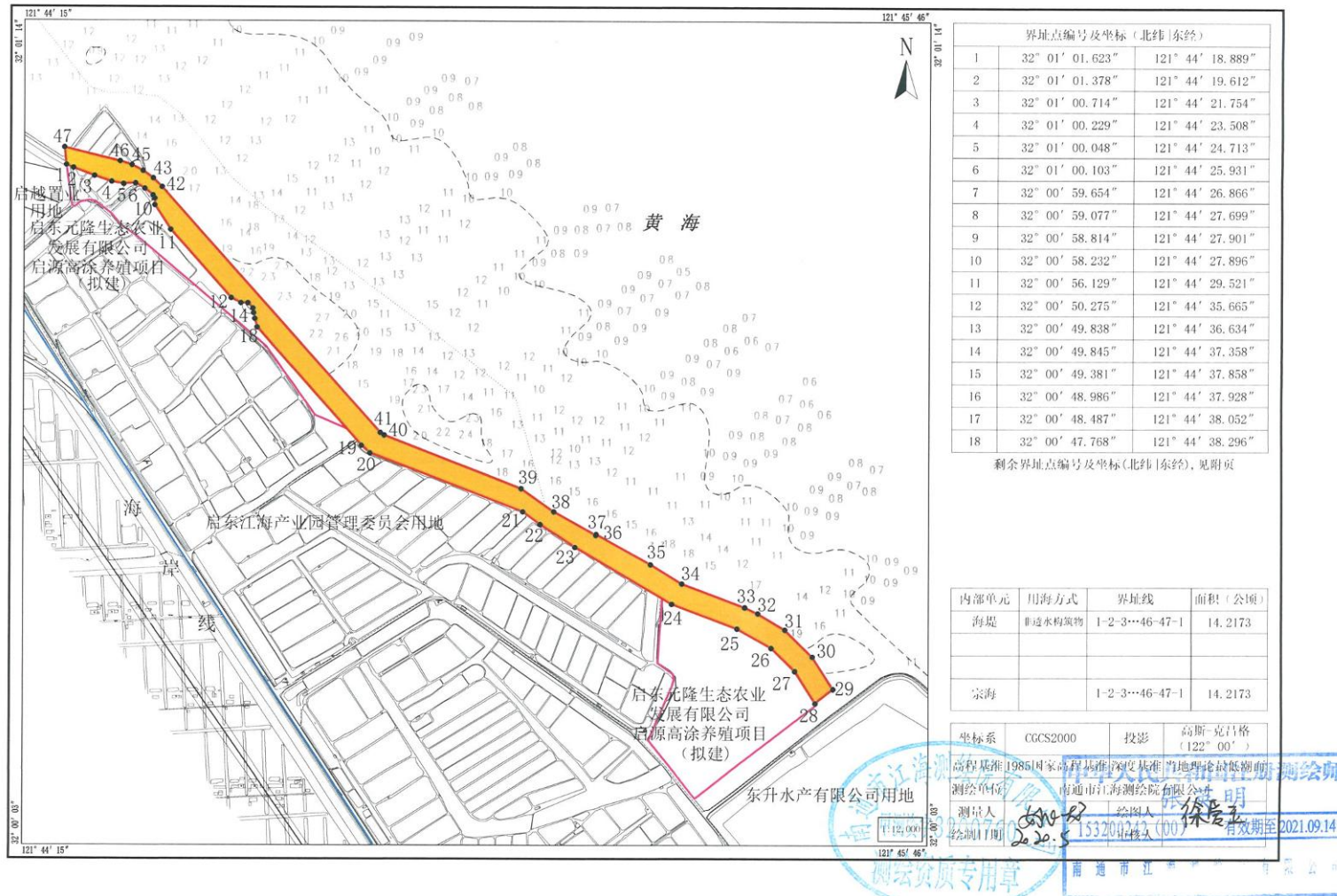


图2.6-2 工程宗海界址图

附页 启东市蒿枝港南部海岸防护工程宗海界址点(续)

界址点编号及坐标(北纬 东经)				
19	32° 00' 37.647"	121° 44' 48.851"		
20	32° 00' 36.999"	121° 44' 49.713"		
21	32° 00' 31.992"	121° 45' 05.216"		
22	32° 00' 30.907"	121° 45' 06.983"		
23	32° 00' 28.950"	121° 45' 10.528"		
24	32° 00' 24.054"	121° 45' 20.403"		
25	32° 00' 21.943"	121° 45' 27.058"		
26	32° 00' 20.309"	121° 45' 30.546"		
27	32° 00' 18.322"	121° 45' 32.949"		
28	32° 00' 15.580"	121° 45' 35.037"		
29	32° 00' 16.794"	121° 45' 36.844"		
30	32° 00' 19.557"	121° 45' 34.728"		
31	32° 00' 21.868"	121° 45' 31.929"		
32	32° 00' 23.255"	121° 45' 29.166"		
33	32° 00' 23.781"	121° 45' 27.840"		
34	32° 00' 25.805"	121° 45' 21.419"		
35	32° 00' 27.467"	121° 45' 18.233"		
36	32° 00' 30.060"	121° 45' 12.692"		
37	32° 00' 29.989"	121° 45' 12.646"		
38	32° 00' 31.995"	121° 45' 08.358"		
39	32° 00' 33.969"	121° 45' 05.036"		
40	32° 00' 38.524"	121° 44' 51.151"		
41	32° 00' 38.758"	121° 44' 50.752"		
42	32° 00' 59.790"	121° 44' 28.627"		
43	32° 01' 00.537"	121° 44' 27.715"		
44	32° 01' 01.159"	121° 44' 26.682"		
45	32° 01' 01.641"	121° 44' 25.552"		
46	32° 01' 01.973"	121° 44' 24.349"		
47	32° 01' 03.140"	121° 44' 18.700"		

南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司

测绘单位：南通市江海测绘院有限公司
 测量人：张英明
 绘制日期：2025

南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司
 南通市江海测绘院有限公司

3.工程分析

3.1 生产工艺与过程分析

本工程为海岸防护工程，不涉及生产工艺与过程分析。

3.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

3.2.1 施工期影响因素分析

本工程施工期对水环境、其他要素（大气、声环境、固废）环境的主要污染因素如下：

(1) 水环境污染因素

本工程的施工工艺为将驳泥船的土源（疏浚沙）用输泥管泵管道输送沙料至临时泥库，利用泥浆泵充灌大堤围堰的充泥管袋，当构筑棱体（也就是内外围堰）达到一定规模和高度后，直接将驳泥船中土源直接吹至内外围堰之间，形成堤芯。吹填过程产生的高浓度浑水先通过大堤内侧的沿堤河汇入沉降池进行沉淀，然后将“清水”排入蒿枝港闸河出海。施工过程产生的悬浮物浓度较小，对周围水质环境和生态环境的影响较小。

施工生产污水和陆域生活污水对周围环境的影响。

船舱机舱油污水和船舱生活污水对周围环境产影响。

(2) 其他要素环境影响因素

a.大气环境影响因素：施工扬尘；施工机械燃油废气；施工船舶废气。

b.声环境影响因素：施工机械噪声、船舶噪声。

c.固废环境影响因素：施工人员生活垃圾、船舶生活垃圾、施工建筑垃圾。

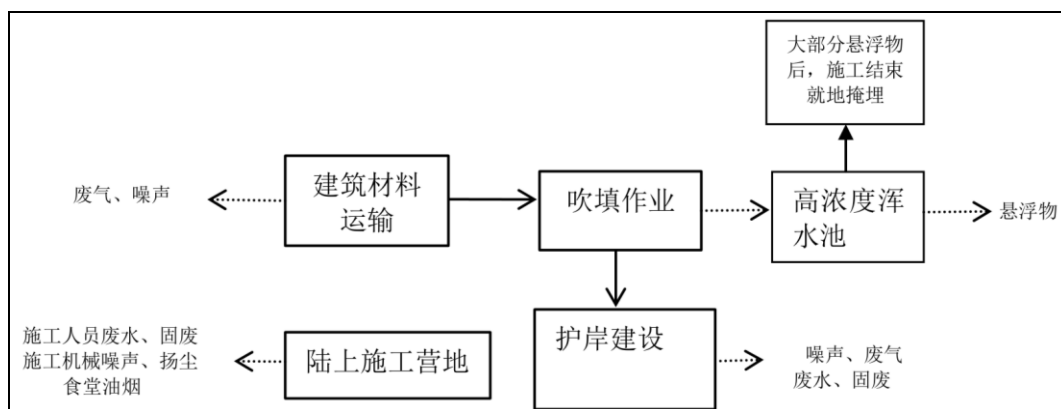


图 3.2-1 主要施工工序及产污环节

(3) 风险事故污染因素

本工程施工船舶存在着发生船舶溢油事故的可能性，同时施工船舶由于管理不善等原因，也存在着发生跑、冒、滴、漏等溢油事故的几率。可见突发性溢油事故对水环境及海洋生态环境的影响也不容忽视。

3.2.2 营运期影响因素分析

本项目为启东市蒿枝港南部海岸防护工程，项目建成运行后不产生废气、废水、固废、噪声等污染物。

3.2.3 施工期污染源强估算

本工程海岸防护工程，基础施工可能会引起施工海域悬浮物增加，本工程施工尽量在落潮时施工，采用干法施工，同时，施工过程中构筑棱体（也就是内外围堰）采用充泥管袋，堤芯的高浓度浑水先通过大堤内侧的沿堤河汇入沉降池进行沉淀，然后将“清水”排入蒿枝港闸河出海。采用该工艺后，施工过程的SS产生量较小，本次评价要求“清水”排入蒿枝港闸河前要定期监测SS，因此，本次评价对施工SS进行简单分析。

（1）生活污水

施工期人员的生活污水包括食堂污水、洗涤用水和粪便污水。污水的主要污染物为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和SS等。废水中 COD_{Cr} 浓度约为400mg/L、 BOD_5 浓度约为200mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度约为40mg/L，SS浓度约250mg/L。

根据同类工程类比，本工程施工平均日用工量100人。生活用水量按100L/（人·d）计，排水系数为0.8，则生活污水发生量约为8t/d。施工期生活污水中各污染物发生量： COD_{Cr} 约为3.2kg/d、 BOD_5 约为1.6kg/d、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 约为0.32kg/d，SS约为2.0kg/d。施工营地设置环保厕所，由环卫部门定期清运。

（2）施工生产废水

主要来自施工车辆和机械冲洗水，此类废水产生量较少，主要污染因子SS、石油类，发生量约为3m³/d。施工现场的生活用水及其他机械冷却、洗涤用水，此类废水经场内隔油沉淀池处理后回用于施工期石料、砼构件等养护用水，考虑到地表蒸发等作用，实际排入海域的量很少，对水环境影响小。

（3）固体废弃物

施工期固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾。施工人员生活垃圾按1.0kg/d人计，施工期固体废弃物产生量约为100kg/d。生活垃圾不得投入海中，收集后交当地环卫部门统一处理。

施工期的建筑垃圾主要包括废弃土石方及建筑材料，本工程实际建设过程中，建筑垃圾产生量约为5t/a，该部分建筑垃圾大部分均能综合利用，不能利用的约为0.5t，委托环卫部门统一处理。

根据《港口工程环境保护设计规范》，施工船舶垃圾以人均1.5kg/d产生量计算，本工程的施工船舶包括运砂船/泥驳等，同时施工船舶总数约为4艘计算，平均每艘船上人员约为10人计算，则船舶生活垃圾产生量约为60kg/d，年生活污水发生量约为18t（300天计）。

（4）废气

项目施工期环境空气污染源主要有施工粉尘和施工机械排放的废气。

施工粉尘主要来源于围堤工程完后的围堤内部建设时段各种作业过程中产生的扬尘和散逸尘，其中扬尘以工程车辆行驶扬尘为主，可达70%。施工粉尘将导致周围空气中悬浮颗粒物浓度短期显著上升，但是其影响范围较小，多在源点周围50~100m。

此外、施工机械设备运行时产生的尾气含有少量烟尘、氮氧化物、一氧化碳、烃类等污染物。由于施工机械布置较为分散，且它们所产生的少量尾气浓度低、易扩散，故不对尾气作具体估算。

（5）噪声

施工产生的噪声对周围声环境产生不利影响，常见施工机械噪声级躲在80-100dB。一般施工场地有多台机械同时作业，其噪声将产生叠加。

（6）船舶生活污水和机舱含油污水

本工程的施工船舶包括运砂船/泥驳等，同时施工船舶总数约为4艘计算，平均每艘船上人员约为10人计算，每人每天污水量按80L估算，船员生活污水发生量约为3.2m³/d，年生活污水发生量约为960m³（300天计），生活污水中主要污染物为COD，浓度约为350mg/L，则COD年产生量约为0.336t/a。船舶生活污水由有资质的单位接收处理。

施工期间的船舶含油污水主要来自施工船舶产生的舱底油污水。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2018）中施工船舶舱底油污水发生量系数进行计算，油污水的产生量按0.4吨/天·艘计，约为1.2m³/d，年污水发生量约为360m³（300天计）。机舱油污水的含油量按2000mg/L估算，则石油类污染物的发生量约为0.72t/a。船舶油污水由有资质的单位接收处理。

施工期“三本帐”见表3.2.1表。

表3.2.1 施工期“三本帐”

环境要素	产污环节	污染因子	污染物 (t/a)			处理措施及去向
			产生量	削减量	排放量	
水环境	施工悬浮物	SS	不进行定量分析			通过大堤内侧的沿堤河汇入沉降池进行沉淀,然后将“清水”排入蒿枝港闸河出海
	施工生活污水	COD _{Cr} NH ₃ -N SS	8t/d	8t/d	0	施工营地设置临时厕所,由环卫部门定期清运
	施工生产废水	SS 石油类	3t/d	3t/d	0	由隔油池沉淀后回用于工程施工
	船舶生活污水	COD _{Cr} NH ₃ -N	3.2m ³ /d	3.2m ³ /d	0	委托有资质单位接收处理
	船舶机舱油污水	石油类	1.2m ³ /d	1.2m ³ /d	0	委托有资质单位接收处理
固体废物	陆域垃圾	生活垃圾	100kg/d	/	100kg/d	当地环卫部门定期清运
		建筑垃圾	5t/a	4.5t/a	0.5 t/a	能回收利用的定用,不能利用的由当地环卫部门定期清运
	船舶垃圾	船舶生活垃圾	60kg/d	/	60kg/d	接收后由环卫部门定期清运
大气环境	堤内开挖、填筑施工	粉尘				洒水抑尘
	施工机械	机械废气				选择清洁的柴油,定期对机械进行保养
噪声	施工机械	噪声	80-100dB			自然排放

3.3 工程各阶段非污染环境影响分析

3.3.1 水文水动力、地形地貌与冲淤环境

本工程的建设,改变了海岸线形态和水下地形,会对工程附近的水文动力、地形地貌与冲淤环境产生一定的影响。

3.3.2 对生态环境的影响

本工程用海占用潮间带滩涂,改变了滩涂的自然属性,造成占用海域内栖息的底栖生物丧失。

本工程吹填过程产生的高浓度浑水先通过大堤内侧的沿堤河汇入沉降池进行沉淀,然后将“清水”排入蒿枝港闸河出海,该排放方式对海洋环境的影响较小。

本项目营运期不产生任何污染物及其废水,不会对海洋的水环境产生影响。

此外,本工程发生的风险事故也会对生态环境产生一定的影响。

3.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

3.4.1 环境影响要素识别

通过对工程环境影响因素及各污染物排放状况的分析，工程环境影响识别见表 3.4.1。

表 3.4.1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	报告书中分析评价内容所在章节
施工期	海水水质	SS	护岸建设	+	6.3
		COD	施工人员生活污水、船舶生活污水、船舶含油污水	+	
	海洋生态	底栖生物	工程占海	+++	6.5
	海洋水文动力	流速、流向	护岸建设	++	6.1
	环境空气	TSP	施工汽车、场地的粉尘排放	+	6.6.2
	固体废物	固废	施工产生固废和施工生活垃圾	+	6.6.3
	声环境	等效连续声级	作业机械噪声	+	6.6.1
事故风险	海洋生、水环境	燃料油	船舶操作故障或碰撞发生燃料油泄漏入海	+++	7

注：+ 表示环境要素所受影响程度为较小或轻微，进行影响描述；
 ++ 表示环境要素所受综合影响程度为中等，进行影响分析；
 +++ 环境要素所受影响程度为较大或较为敏感，进行重点评价。

3.4.2 评价因子筛选

通过上节的分析，对评价因子进行了筛选，筛选的结果见表 3.4.2。

表 3.4.2 评价因子筛选结果

评价时段	环境要素	评价内容	评价因子
施工期	水质环境	施工人员生活污水	COD
	大气环境	施工扬尘的影响	TSP（施工扬尘）
	声环境	施工机械噪声的影响	LAeq（dB）
	固体废物	施工人员生活垃圾	固体废物

3.5 主要环境敏感目标和环境保护对象的分析与识别

项目用海周边海域敏感目标见“1.4环境保护目标和环境敏感目标”分析，本章节不再重复介绍。

3.6 环境现状评价和环境影响预测方法

水质、沉积物现状评价主要采用单因子评价法，生态现状采用优势度、丰富度、均匀度和多样性指数进行评价。环境影响预测主要采用数值模拟预测的计算方面。

4.区域自然和社会环境现状

4.1 区域自然环境现状

4.1.1 气象与气候

本海域属北亚热带海洋性季风气候，受海洋调节和季风环流的影响，具有四季分明、降水充沛的特点。本工程气象资料均来自吕四海洋站，该站位于大洋港以北约5km处，小庙洪水道中段南侧，其地理位置 $32^{\circ} 08' N$ ， $121^{\circ} 37' E$ ，其风速仪离地面高度2007年以前为21.7m，2007年以后为22.1m，根据吕四海洋站（1985~2008年）观测资料统计：

（1）气温

多年平均气温 $15.9^{\circ} C$ ；累年最高气温 $36.7^{\circ} C$ （2007年8月2日）；累年最低气温 $-6.9^{\circ} C$ （1986年1月5日）；每年7~8月份气温最高，月平均最高气温分别为 $29.5^{\circ} C$ 、 $29.2^{\circ} C$ ；1~2月气温最低，月平均最低气温分别为 $2.5^{\circ} C$ 、 $3.2^{\circ} C$ 。

（2）降水

多年平均降水量735.4mm；年平均降水日数124.8天；日最大降水量302.7mm；日降水量 $\geq 25mm$ 日数10.5天；日降水量 $\geq 50mm$ 日数3~4天。

（3）风况

1) 风速、风向

根据吕四海洋站2006~2008年每日24次风资料统计，常风向为N向，频率12.24%；次常风向为ESE向，频率10.25%；强风向NE向，该向 ≥ 7 级风的频率为0.15%；全方位 ≥ 7 级风的频率为0.59%，全方位 ≥ 8 级风的频率为0.02%，最大风速为25.1m/s，风向为N，详见表3.1及风玫瑰图3-1。

春季：常风向为SSE向，频率14.64%；次常风向为ESE向，频率12.11%；强风向N向，该向 ≥ 7 级风的频率为0.19%；

夏季：常风向为ESE向，频率17.82%；次常风向为SSE向，频率14.62%；强风向SE向，该向 ≥ 7 级风的频率为0.14%；

秋季：常风向为N向，频率14.64%；次常风向为NE向，频率12.59%；强风向NE向，该向 ≥ 7 级风的频率为0.4%；

冬季：常风向为N向，频率20.38%；次常风向为NW向，频率12.46%；强

风向 NW 向，该向 ≥ 7 级风的频率为 0.14%。吕四海洋站风况统计表 4.1.1 和风玫瑰图 4.1-1。

表 4.1.1 吕四海洋站风况统计表

风速 风向	≤ 5.4 (m/s)	5.5-7.9 (m/s)	8.0-10.7 (m/s)	10.8-13.8 (m/s)	13.9-17.1 (m/s)	≥ 17.2 (m/s)	合计
N	3.84	4.15	3.05	1.10	0.10		12.24
NNE	3.25	1.91	1.04	0.33	0.07		6.60
NE	3.72	1.82	1.08	0.15	0.13	0.02	6.92
ENE	4.35	1.79	0.71	0.17	0.03		7.05
E	5.60	2.42	0.56	0.17	0.02		8.77
ESE	4.24	4.22	1.51	0.26	0.02		10.25
SE	3.34	2.61	1.43	0.38	0.03		7.79
SSE	3.92	3.17	1.58	0.18			8.85
S	3.00	1.58	0.49	0.04			5.11
SSW	2.09	0.76	0.16	0.03			3.04
SW	1.82	0.53	0.11	0.02			2.48
WSW	1.57	0.40	0.11	0.01			2.09
W	2.03	0.65	0.30	0.09	0.03		3.10
WNW	1.96	1.23	0.58	0.12	0.04		3.93
NW	1.96	1.86	1.65	0.38	0.05		5.90
NNW	2.00	1.77	1.29	0.44	0.05		5.55
C	0.34						0.34
合计	49.03	30.89	15.65	3.87	0.57	0.02	100

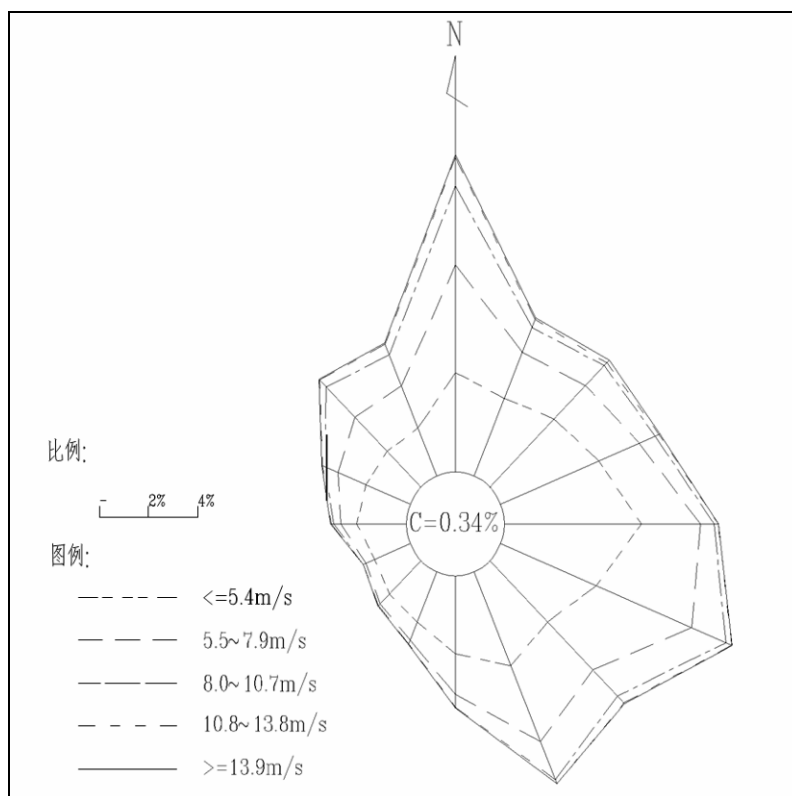


图 4.1-1 风玫瑰图

另根据多年实测风资料，本区全年出现风力 ≥ 6 级大风日数平均为 21.9 天，最多可达 70 天；全年出现风力 ≥ 7 级大风日数平均为 14.2 天，最多可达 22 天。

2) 热带气旋与寒潮

i) 热带气旋

据 1949~2005 年的热带气旋资料统计，影响本地区的热带气旋共有 124 个，平均每年 2.2 个，最多的 1989 年达 7 个，多发生在 5~11 月份。热带气旋影响时的风向多为 NE~SE 向，最大风速可达 29m/s。以“8114”号热带气旋（1981 年 9 月 1 日）对本区危害最严重，曾对渔业、农业和海岸工程造成较大的破坏。2012 年热带气旋“达维”于 8 月 2 日 21 时 30 分在江苏省连云港市响水县陈家港镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级（35m/s），中心最低气压 965 百帕。

近年来，受全球极端气候影响，本地区出现“双台风”、“三台风”连续影响的特殊现象。2015 年 7 月 9 日至 7 月 12 日，本地区受“灿鸿”、“莲花”两个热带气旋共同作用，其中“灿鸿”于 2015 年 7 月 11 日以强台风级别在浙江省舟山朱家尖登陆，登陆时中心附近最大风力有 14 级，风速 45 米/秒。受其影响，本地区 7 月 11 日至 7 月 12 日出现 7~9 级大风，最大风速为 21.2m/s，出现在 7 月 11 日 14 时。见图 4.1-2。

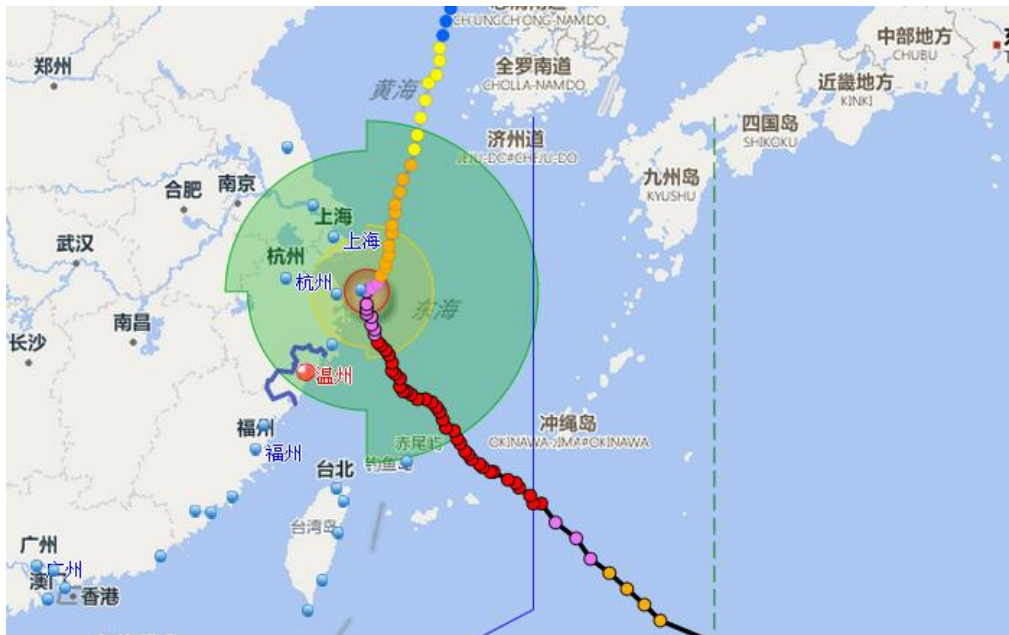


图 4.1-2 2015 年“灿鸿”台风路径示意图

ii) 寒潮

寒潮是冬半年影响本地区的主要灾害性天气之一，除了造成剧烈的降温以外，还常伴有霜冻、大风、暴雪、冻雨等严重的灾害性天气。据 1960~2009 年资料统计，本地区寒潮平均每年发生 3.4 次，出现寒潮过程最多年份为 1962

年，总计 8 次。寒潮天气一般出现在 10 月到次年 4 月，主要集中在 11 月至次年 3 月，约占总次数 87%；出现最多的月份为 11 月（52 次），占 30%；次多月份为 12 月（35 次），占 20%。寒潮期间，受影响地区平均风速值达 8~10m/s 的约占 31%，达 8~13m/s 的约占 47%，大于等于 13m/s 的约占 21%。极值风速为 20m/s，出现在 1972 年 4 月 1 日。

(4) 雾

本区多年平均雾日数为 29.1 天。

一年之中春季雾日最多，冬季次之；雾次过程大部分延时在 3~7h 之间，最长雾过程持续时间为 27 小时 41 分。

(5) 相对湿度

年平均相对湿度 77.6%；年最小相对湿度 17%。

(6) 雷暴

年平均雷暴日数 22.1 天；年最多雷暴日数 45 天；年最少雷暴日数 9 天。

4.1.2 水文

4.1.2.1 潮汐

(1) 基准面

本工程以 85 国家高程为基准面，各高程基面换算关系见图 4.1-3。

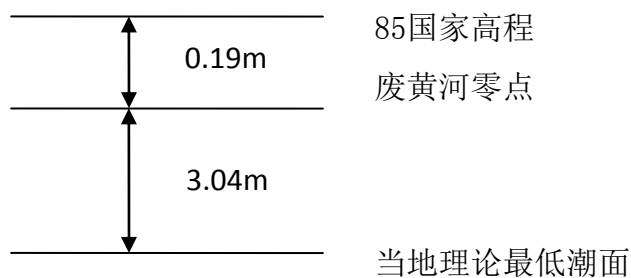


图 4.1-3 各基面换算关系图

(2) 潮位特征值

根据吕四海洋站 1985~2008 年实测资料统计：

最高高水位 4.51m (2002 年 7 月 11 日)

最低低水位 -3.57m (2006 年 3 月 29 日)

平均高潮位 2.01m

平均低潮位 -1.82m

最大潮差 7.31m

平均潮差	3.73m
最小潮差	0.31m
平均海平面	0.19m
平均涨潮历时	6h23min

4.1.2.2 潮流

(1) 实测潮流特征

为了解本工程水域潮流特征，于 2019 年 3 月在工程附近水域开展大、小潮水文测验（测站位置如图 4.1-4 所示）。依据实测潮流资料，本工程海区潮流特征如下：

1) 潮流流速

本工程区大潮期间流速普遍大于小潮。涨、落潮期间分层最大流速基本出现在垂线的中上部，流速垂线分布整体上呈自上部向水底减小的趋势。

涨潮最大流速为 1.53m/s，出现在 V1 垂线大潮 0.2H 层；落潮最大流速为 1.69m/s，出现在 V1 垂线大潮表层。涨潮平均流速最大为 0.80m/s，出现在 V1 垂线大潮期间；落潮平均流速最大为 0.80m/s，同样出现在 V1 垂线大潮期间。大潮、小潮平均流向变化较小。

涨潮平均流速整体上大于落潮平均流速。落潮流速/涨潮流速比值在 0.65~1.00 之间。

2) 潮流历时

V1~V7 垂线落潮历时普遍长于涨潮历时。涨潮流历时最长的是 V2 垂线，涨潮流历时为 6h18min；落潮流历时最长的是 V2 垂线，落潮流历时为 7h10min。

各潮流流速流向及潮流历时的特征值见表 4.1.2~表 4.1.3。

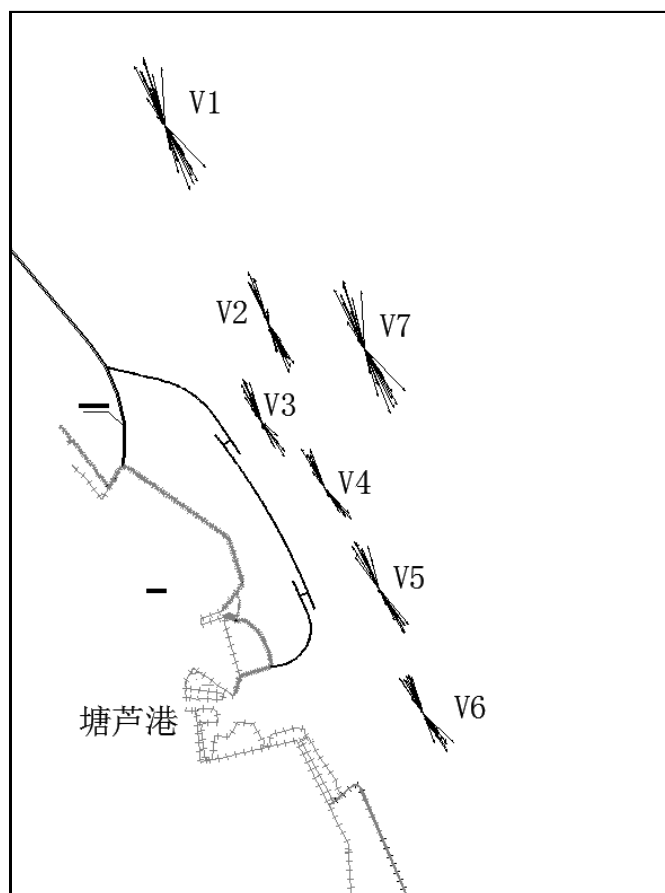


图 4.1-4 (a) 大潮实测潮流矢量图

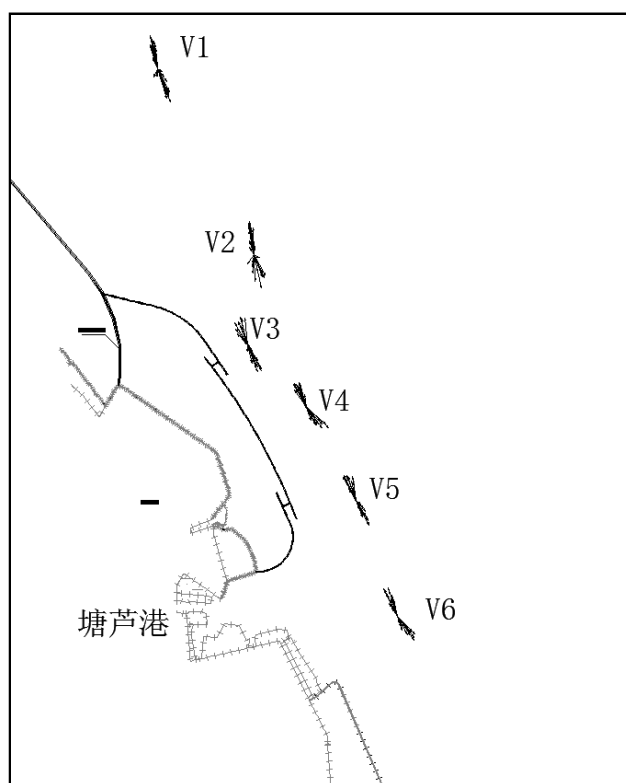


图 4.1-4 (b) 小潮实测潮流矢量图

表 4.1.2 涨、落潮测点最大流速统计表

垂线号	大潮				小潮			
	涨潮		落潮		涨潮		落潮	
	流速 (m/s)	相对水深	流速 (m/s)	相对水深	流速 (m/s)	相对水深	流速 (m/s)	相对水深
V1	1.53	0.2H	1.69	表层	0.78	表层	0.79	表层
V2	1.32	表层	1.17	表层	0.72	0.2H	0.75	表层
V3	1.04	表层	0.96	0.2H	0.64	表层	0.68	表层
V4	1.05	表层	0.89	表层	0.60	表层	0.67	0.2H
V5	1.18	表层	1.12	0.2H	0.63	表层	0.49	表层
V6	1.01	底层	1.03	0.2H	0.75	表层	0.58	0.4H
V7	1.22	表层	0.98	表层				

表 4.1.3 各垂线涨、落潮潮平均流速(向)统计表

垂线号	涨潮				落潮				平均流速		落/涨
	大潮		小潮		大潮		小潮		涨潮	落潮	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流速 (m/s)	
V1	0.80	336	0.49	350	0.80	152	0.42	162	0.65	0.61	0.94
V2	0.58	343	0.45	345	0.62	158	0.41	171	0.52	0.52	1.00
V3	0.66	2	0.37	3	0.35	132	0.32	141	0.52	0.34	0.65
V4	0.58	334	0.39	0	0.39	125	0.36	141	0.49	0.38	0.78
V5	0.75	18	0.41	339	0.57	119	0.30	139	0.58	0.44	0.76
V6	0.66	9	0.43	334	0.48	124	0.34	143	0.55	0.41	0.75
V7	0.73	343			0.52	168			0.73	0.52	0.71

4.1.2.3 波浪

(1) 波况

吕四海洋站位于小庙洪水道中部大洋港外侧海域，该海洋站测波资料能较好地反映本工程海区波况特征。

根据吕四海洋站 1969~2001 年实测波浪资料分析，本海区冬季以偏北方向波浪为主，夏季以偏东南向浪为主，外海 NE、E 和 SE 诸向的涌浪亦可传入该水域。工程海域波浪方向主要集中在 NW~N~E~SE 向 180 度范围，分向出现频率均在 4%~6%之间；常浪向为 N、NE、NW 向，出现频率均为 6.0%；强浪向为 NE，实测最大波高为 3.8m，平均波高为 0.6m；次强浪向为 NNW~N 向，实测最大波高为 3.3~3.5m。工程海域平均波高为 0.48m，全年无浪天数(H4%<0.1m)约占全年的 50%。H4%≥0.6m 的天数为 50d，H4%≥0.8m 的天

数为 27d, H4%>1.0m 的天数为 14d。见图 4.1-5 及表 4.1.4。

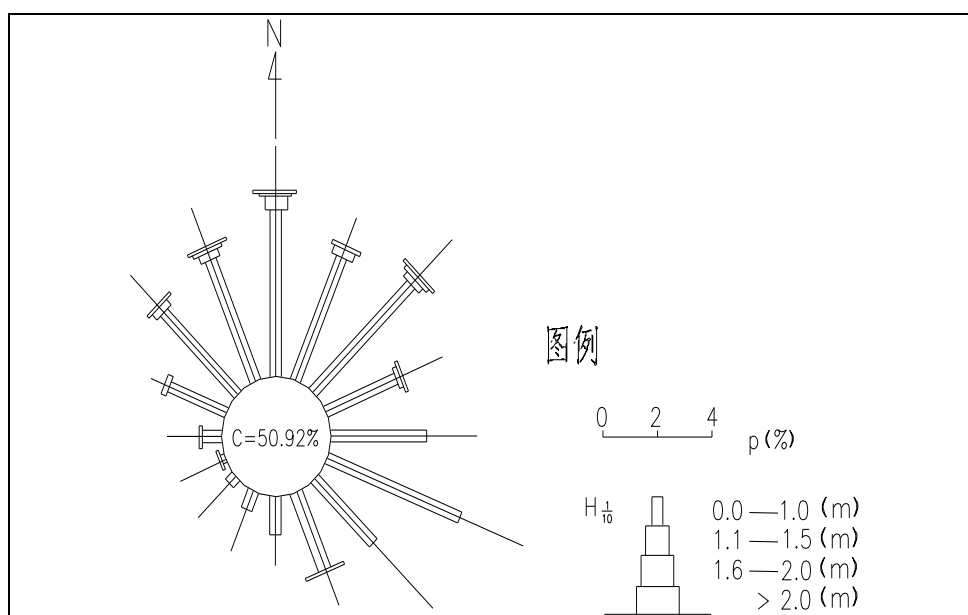


图 4.1-5 吕四海洋站波浪玫瑰图

表 4.1.4 吕四海洋站波况统计表 (1969~2001 年)

波向	频率 (%)	平均波高 (m)	最大波高 (m)	最大波高对应周期 (s)
N	6	0.6	3.3	5.3
NNE	5	0.6	3.0	4.4
NE	6	0.6	3.8	5.2
ENE	5	0.6	2.5	4.8
E	5	0.6	2.0	3.4
ESE	5	0.4	1.8	3.5
SE	4	0.5	2.5	4.0
SSE	3	0.4	2.1	3.0
S	1	0.4	1.7	2.8
SSW	1	0.3	1.2	2.9
SW	0	0.3	1.7	2.7
WSW	0	0.4	1.2	4.1
W	2	0.5	1.8	4.0
WNW	3	0.6	2.5	3.1
NW	6	0.6	2.7	4.2
NNW	5	0.6	3.5	4.5

4.1.3 地形、地貌及工程泥沙

4.1.3.1 地形、地貌

启东市全境地貌系长江口不同时期河相、海相沉积一长江河口三角洲近代冲击平原。场地位于启东市滨海工业拓展区滩涂，濒临黄海。场地地貌分

区为苏北滨海平原区的海积平原，场地地貌类型为海滩。

工程濒临苏北岸外辐射状沙脊区南翼的小庙洪水道，该水道是江苏岸外辐射沙脊区最南面，也是距岸最近的一条潮汐通道。此水道走向与吕四海堤基本一致，呈 NNW-SEE 向，深槽距海堤零米线 3.5~6.0km 不等，水道长约 38km，口门宽 15km。水道中段（启东大洋港附近）宽 4.5km，尾部在如东浅滩消失。口门处两个零米线以上的沙洲，将口门分为北水道、中水道和南水道。水道沿程有三条-10m 以深的深槽，一条位于口门段南水道，另两条位于小庙洪中段及尾部蛎岬山前缘，其中口门段南水道深槽在近口门处又分为南、北两汊。

与辐射沙脊区其他大型潮流通道不同的是，小庙洪水道的中段和尾部并不与相邻的潮汐水道连通，小庙洪北侧腰沙与岸相连呈东西向伸展的半岛状，将小庙洪水道与北部的网仓洪水道隔离，并且腰沙沙脊线高程相对较高，涨落潮过程中越过腰沙滩脊自由交换的潮量很少，小庙洪水道是一个相对独立的水、沙系统。

4.1.3.2 工程泥沙

(1) 含沙量

小庙洪水道内水体含沙量受风浪和潮流影响，具有风浪天水体含沙量高和流速大特点。水道内涨落潮含沙量基本一致，随季节不同，含沙量有差异，冬季含沙量大于夏季，其中冬季涨落潮平均含沙量 $0.41\text{kg}/\text{m}^3$ ，夏季为 $0.22\text{kg}/\text{m}^3$ 。全年大、中、小潮平均含沙量为 $0.26\text{kg}/\text{m}^3$ 。

根据 2019 年 3 月工程海域 6 条取沙垂线实测资料(位置示意图见图 4.1-4)，本工程含沙量特征（如表 4.1.5）如下：

1、大潮期间，各垂线涨潮测点最大含沙量为 $2.16\text{kg}/\text{m}^3$ ，出现在 V5 垂线的底层，落潮测点最大含沙量为 $2.12\text{kg}/\text{m}^3$ ，同样出现在 V5 垂线的底层。小潮期间，各垂线涨潮测点最大含沙量为 $1.32\text{kg}/\text{m}^3$ ，出现在 V3 垂线的底层，落潮测点最大含沙量为 $1.32\text{kg}/\text{m}^3$ ，均出现在 V4 垂线的底层。全潮平均含沙量最大为 $1.46\text{kg}/\text{m}^3$ ，出现在 V5 垂线；

2、测点最大含沙量基本出现在底层或相对水深 0.8H 处，个别垂线最大含沙量极值出现在垂线的中层。

3、除 V1、V6 垂线外，其他垂线涨潮期平均含沙量均明显大于落潮期。落涨比在 0.90~1.07 之间；

表4.1.5 各测点最大含沙量统计表（单位：kg/m³）

垂线号	大潮				小潮				测点最大值	
	涨潮		落潮		涨潮		落潮			
	含沙量	相对水深	含沙量	相对水深	含沙量	相对水深	含沙量	相对水深	涨潮	落潮
V1	1.20	0.8H	1.32	0.8H	1.04	底层	1.24	底层	1.20	1.32
V2	1.00	底层	1.04	底层	1.12	底层	1.16	底层	1.12	1.16
V3	1.36	底层	1.08	底层	1.32	底层	1.20	底层	1.36	1.20
V4	1.60	底层	0.9	底层	1.24	底层	1.32	底层	1.60	1.32
V5	2.16	底层	2.12	底层	0.88	0.8H	0.96	0.8H	2.16	2.12
V6	1.72	底层	1.88	0.2H	1.16	底层	1.16	0.6H	1.72	1.88

(2) 底质

在取沙测站位置进行底质取样。经统计分析，各底质取样点统计详见表 4.1.6。整体上本区底质以粉土与粉质粘土为主。

表4.1.6 各垂线河床质颗分样分析成果统计表（单位:mm）

土样编号	颗粒组成				界限粒径				界限系数		备注
	中	细	粉	粘	有效	中间	平均	限制	不均	曲率	
	砂	砂	粒	粒	粒	粒	粒	粒	匀	系	
	0.50	0.25	0.075		径	径	径	径	系数	数	
	~	~	~	<							
	0.25	0.075	0.005	0.005	d10	d30	d50	d60	Cu	Cc	
--	%	%	%	%	mm	mm	mm	mm	--	--	
V1	0	22.9	52.0	25.1	0.001	0.008	0.017	0.024	24.0	2.7	
V2	0	11.0	55.1	33.9	0.001	0.004	0.010	0.016	16.0	1.0	
V3	0	9.4	63.8	26.8	0.001	0.006	0.013	0.019	19.0	1.9	
V4	0	39.3	40.3	20.4	0.001	0.016	0.051	0.073	73.0	3.5	
V5	0	19.4	60.7	19.9	0.002	0.014	0.035	0.044	22.0	2.2	
V6	0	12.2	63.6	24.2	0.001	0.007	0.013	0.017	17.0	2.9	

(3) 海床稳定性

工程岸段位于近岸潮汐通道小庙洪水道的口门段南侧近岸潮滩地区。小庙洪口门段靠近大湾洪和网仓洪，水域相对开阔，由横沙和乌龙沙分割为北、中、南三支分汊。其中，北水道与网仓洪相通，中水道和南水道均与大湾洪

尾部相接。而工程岸段则位于南水道南汉近岸的蒿枝港闸至塘芦港闸之间的岸段。见图 4.1-7。

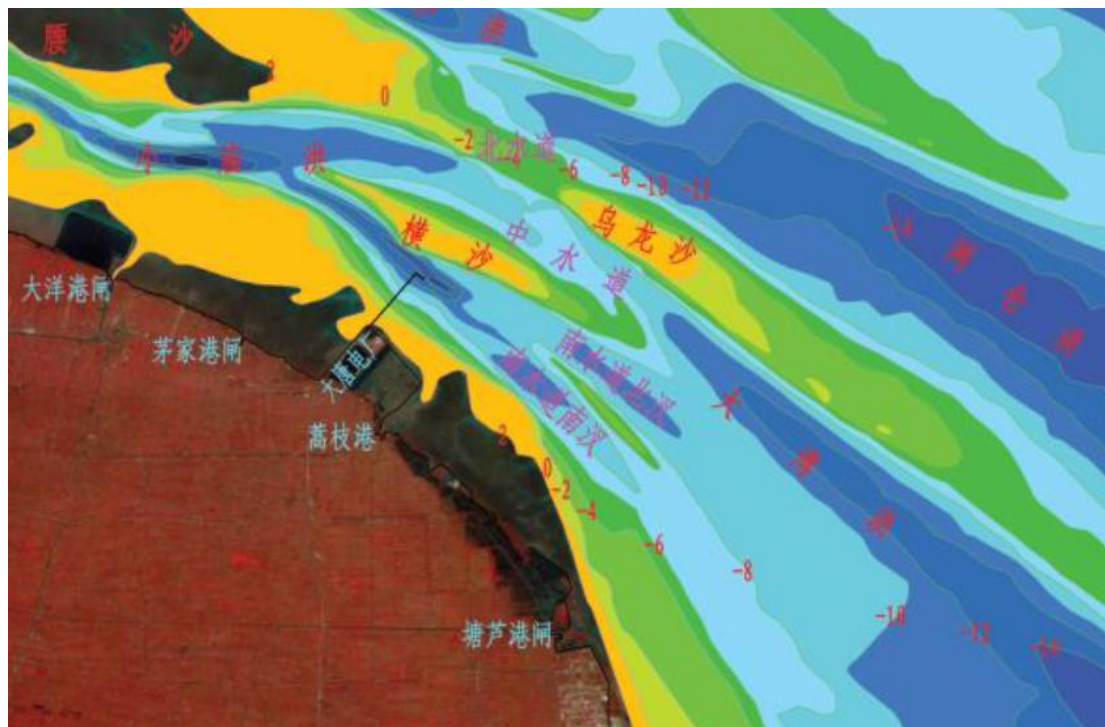


图4.1-7 工程岸段水道示意（2009年）

塘芦港北侧约 10km 的蒿枝港附近为小庙洪水道口门段，小庙洪南水道在此分为南汉和北汉，横沙外侧为大湾洪尾部与中水道交汇部位，中水道外有乌龙沙及其外侧的网仓洪水道，水深断面表现为脊槽相间分布，地形相对较为复杂。

蒿枝港岸段最靠岸的深水通道是小庙洪南水道南汉，该水道发育时间不长，口门附近 10m 等深线尚未贯通，最浅点水深 8m 左右。蒿枝港 5m 和 10m 等深线离岸最近距离分别约为 4.6km 和 6.2km。

塘芦港附近处于小庙洪水道口门外，岸外为大湾洪水道尾部及乌龙沙沙脊，除岸外约 5km 处一个小型水下沙脊分布外，乌龙沙内侧为宽达 15km 左右的大湾洪水域，其尾部水深达 12.5m 左右。在 -5m 以浅较陡，水下沙脊至大湾洪深槽较为平缓，平均坡度 0.6‰，-5m 和 -10m 离岸距离分别约为 4.8km 和 13km。

启海平原北部近东西走向的吕四海岸（东灶港至蒿枝港）为侵蚀性海岸。启海平原东南侧近南北走向的蒿枝港至连新港岸段，南部靠近长江口附近能够得到少量来自长江口的泥沙供给，被认为是稳定的岸段或为上淤下蚀的淤

蚀过渡岸段。

1974 年以来的遥感影像判读低潮水边线和海堤线对比显示，蒿枝港以西的小庙洪水道南岸海堤线基本保持不变，仅在 2005 年后实施了部分近岸围填工程。塘芦港以南岸段平均向海围填 1.5~2km，且为渐进式围垦。

低潮水边线因蒿枝港以西滩面潮沟发育，且在低潮水边线附近坡度较缓，遥感影像对比显示出的水边线波动相对活跃。但在蒿枝港以南，1974 年以来的历年低潮水边线变化幅度不超过 1km。这与以往关于这一岸段的冲淤情势认识基本一致，即东灶港至蒿枝港为侵蚀性岸段，蒿枝港以南为上淤下冲的淤蚀过渡岸段。见图 4.1-8。

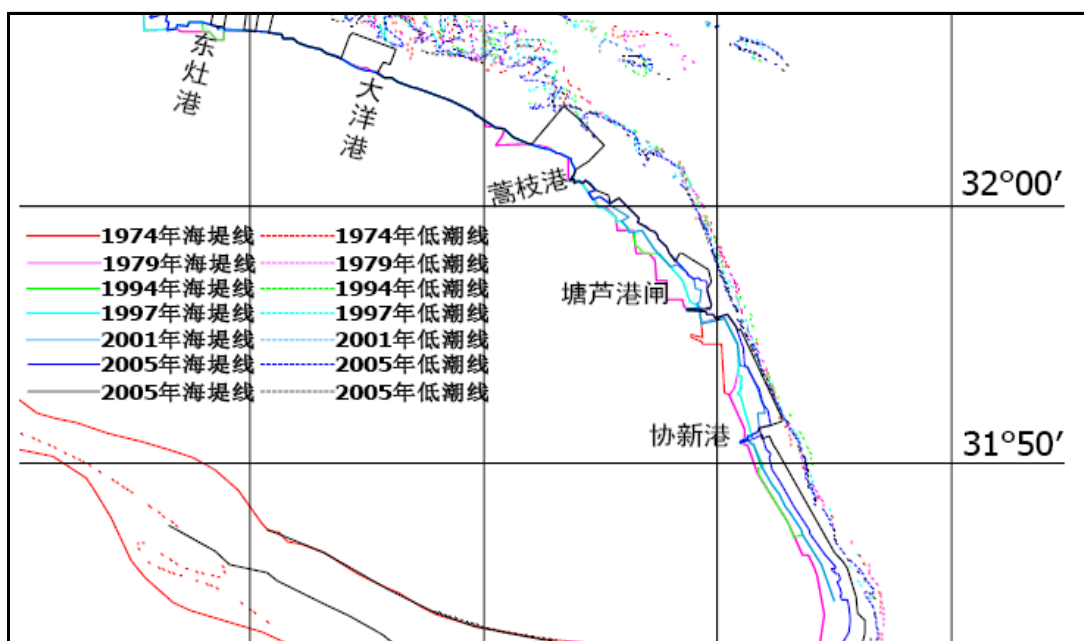


图4.1-8 1974-2011年工程岸段附近海堤线及低潮水边线变化

4.1.4 工程地质

根据野外钻探和原位测试等资料分析，在勘探深度范围内，按成因类型、地质时代、土性特征和物理力学性质相似和相近的原则，将场地地层划分为 5 层，现自上而下分叙述如下：

第 (0) 层填土 (Q_4^{al})：黄色、灰色、杂色为主，稍湿~湿，成分以轻粉质壤土和粉砂为主，局部夹淤泥，均质性差，多含碎石，草茎、碎贝壳等，该层土全场均有分布。层顶分布高程 3.58m~7.12m，层底分布高程-0.18m~3.08m，厚度 0.50m~5.50m，平均厚度 4.17m。

第 (1) 层 淤泥质粉质粘土混粉砂 (Q_4^{al})：灰色，呈流塑状态，干强度中

等，韧性中等，局部混少量粉砂团块，有空隙，均质性差，工程地质特性差，该层局部分布，多在 QDK1~QDK5 号孔一带堤外侧滩地地表及 QDK5~QDK8、QDK33~QDK35 一带钻孔内出露，层顶分布高程 1.82m~2.30m，层底分布高程 -9.48m~-3.60m，厚度 5.90m~11.30m，平均厚度 8.6m。

第(2)层 轻粉质壤土夹粉土(Q₄^{al})：灰色，一般呈软塑~可塑状态，局部流塑状态，夹中粉质壤土、局部夹淤泥质粉质粘土。该层分布不连续，仅在起点 QKD1~QDK5 一带分布，层顶分布高程 2.11m~2.62m，层底分布高程 -9.38m~-7.23m，厚度 9.5m~12.0m，平均厚度 10.82m。

第(3)层 粉砂(Q₄^{al})：灰色，湿~饱和，一般呈稍密~中密状态，局部夹薄层轻粉质壤土、淤泥等，多有碎贝壳及云母分布，该层在场区广泛分布，一般由北向南层厚变大，层顶分布高程-9.48m~3.08m，层底分布高程-26.30m~-9.18m，厚度 1.0m~27.45m，平均厚度 15.58m。

第(4)层 轻粉质壤土(Q₄^{al})：灰色，呈软塑~可塑状态，多含有团块状粉砂，局部夹中粉质壤土，该层在场区广泛部分，层底未揭穿，层顶分布高程 -26.30m~1.18m，平均厚度 12.13m，最大揭露厚度 26.95m。

各土层力学指标见表 4.1.7，地质剖面见图 4.1-9。

表 4.1.7 各土层物理力学性质建议表

层号	含水率 %	湿密度 g/cm ³	干密度	孔隙比	饱和度	压缩系数 MPa ⁻¹	压缩模量 MPa	直快		固快		允许承载力 kPa
								粘聚力 kPa	内摩擦角 度	粘聚力 kPa	内摩擦角 度	
(0)	24.5	1.89	1.52	0.765	85.8	0.23	7.6	15.2	20.5			/
(1)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	60
(2)	39.8	1.84	1.31	1.050	99.8	0.41	5.7	15.2	16.5	/	/	90
(3)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	110
(4)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	120

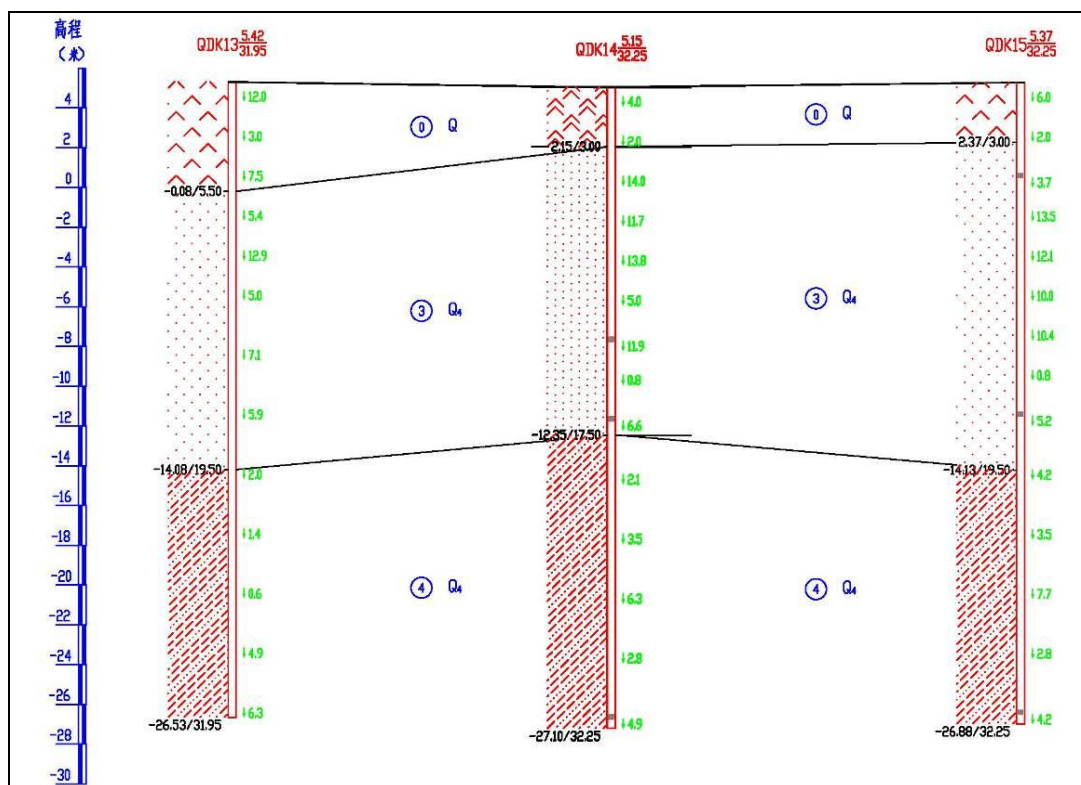


图4.1-9 工程区域的地质剖面图

4.1.5. 地震

根据国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）（2016年版），勘察区抗震设防烈度为6度，设计地震分组为第二组。根据本次钻探成果，并结合收集到的区域资料，拟建场地覆盖层厚度为15~80m，初步判定建筑场地类别为IV类。根据国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015）中表C.10，拟建场地所在地区II类场地基本地震动峰值加速度和反应谱特征周期分别为0.05g和0.45s，根据该规范中附录E表E.1，场地地震动峰值加速度调整系数Fa取1.25，换算为IV类场地基本地震动峰值加速度为0.0625g，根据该规范中表1确定IV类场地反应谱特征周期为0.90s。

根据国家标准《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）（2016年版）及行业标准《水运工程抗震设计规范》（JTJ 146—2012）的有关规定，抗震设防烈度为6度时，一般情况下可不考虑饱和砂土液化问题。

4.1.6. 自然灾害

所在地区的自然灾害主要有风暴潮、台风、暴雨、龙卷风、冰雹、雾等灾害性天气，以及地震等地质灾害。

风暴潮：风暴潮是本地区的重大灾害之一，这里每年几乎都要受到台风和寒

潮的侵袭。启东市沿海出现异常高潮位，多数因台风过境引起。由于本海区是广阔平坦的浅海滩，对风暴潮成长十分有利，台风风向大多与海岸正交，风急浪高，增水现象明显，对海堤造成的破坏影响最大。据吕四海洋站资料，1977年的7708号台风在崇明岛登陆，当时100cm以上增水持续29小时；200cm以上增水持续5小时，最高潮位达402cm，超过警戒水位22cm。1981年14号台风，适逢农历八月初大潮，吕四最大增水为2.38m。1997年11号台风吕四海洋站增水也十分明显，已接近历史最高潮位。1994年14号台风适逢大潮汛，启东吕四渔港潮位达4.24m，1997年11号台风曾造成江苏省江海堤防损坏331km，破坏护坡808处，启东市寅兴垦区部分鱼塘堤岸被损。寒潮大风引起的较大增水共有二次。一次是1976年3月18日，最高潮位达422cm，高潮时增水值为154cm，超过当地警戒水位42cm。第二次是1979年1月30日，最高潮位达431cm（为历年最高值），100cm以上增水持续3小时，最大增水值为163cm，超过当地警戒水位51cm。

台风：台风或强热带风暴是江苏省沿海主要灾害天气系统之一。据1951~2000年气象资料统计，江苏共有170次台风过境，其中对连云港、盐场、南通市段有影响149次，占87.6%。有重大影响乃至造成局部灾害的31次，其中仅南通市段13次，占总数的8.7%，灾害性台风大多出现在8~9月。

江淮气旋是严重影响江苏沿海的另一个主要天气系统，它生成于长江中游大别山地区。它的发展迅速，短时即发展成强对流中尺度系统并快速东移，是冰雹、龙卷风、暴雨和大风产生的主要系统源。江苏省是江淮气旋的最重要出海口，每年4~7月是该系统对沿海地区有重大影响的时间段。1959年4月11日因江淮气旋造成吕四渔场数以千计渔船因躲避不及在海上全部倾覆。

暴雨：特大暴雨是指24小时降水大于或等于150mm的灾害天气。1981~2000年间，江苏沿海地区共发生35次特大暴雨，主要发生在6~9月，8~9月的特大暴雨有66%是由台风产生。

1960年8月3日出现暴雨，吕四气象站日降水量267.88mm，启东县局部地区最大达530mm，导致吕四地区节制闸拦河坝倒塌，1.46万亩棉田受涝，7千多亩田失收。入海洪峰造成河口局部水位壅高，给沿海堤坝和围垦区造成较大危害。

龙卷风：1953~2000年的48年中，江苏沿海地区共发生419次冰雹，南通市段为冰雹多发区，每年6~8月是冰雹主要发生时段，南通市段62%的冰雹发生

在该时段内。据吕四海洋站资料，1969年8月18日13时12分~16时，冰雹伴大风，当时海上风力达27m/s，陆地上20m/s，给当地居民造成了极大危害。

雾：据吕四海洋站，启东累年平均雾日为12.8天。年最多雾日为23天，出现在1976年；最少为4天，出现在1971年。

月平均雾日最多2.5天，出现在4月。历年来8月份未出现过雾。月最多雾日为5天，共出现3个月。历年来最长连续有雾日数为3天，共出现5次。

4.2 区域社会环境现状

4.2.1 社会经济概况

启东市是由江苏省南通市代管的一个县级市，地处万里长江入海口北侧，三面环水，形似半岛，集黄金水道、黄金海岸、黄金大通道于一身，是出江入海的重要门户，也是江苏日出最早的地方。启东市与国际大都市上海隔江相望，距浦东直线距离仅50多公里，总人口112万（2012年）。启东文化属吴越文化，启东人属江浙民系使用吴语。启东陆地面积1208平方公里，下辖12个镇，以及2个省级经济开发区、2个街道办事处，被誉为“江海明珠”。作为全国首批沿海对外开放地区之一，启东市连续三届跻身全国农村综合实力百强县市行列，先后荣获全国科技百强县市、中国明星县市、全国卫生城市等称号。启东是中国著名的“海洋经济之乡”。拥有203公里江海岸线，60多万亩滩涂。吕四渔场是中国四大渔场之一，吕四渔港是中国六大中心渔港之一，每年海产品捕捞量占江苏省的1/3。

2018年，全市实现地区生产总值1063.33亿元，按可比价计算比上年增长7.4%。其中，第一产业增加值72.04亿元，增长2.5%；第二产业增加值505.34亿元，增长7.6%；第三产业增加值485.95亿元，增长7.8%。三次产业比例由2017年的7.0:48.0:45.0调整优化为6.8:47.5:45.7。全市按常住人口和户籍人口计算的人均地区生产总值分别达到111824元和95520元，列全国综合竞争力百强县市第21位、全国科技创新百强县第12位、全国绿色发展百强县第19位。。近年来启东市的地区生产总值及增幅情况，见图4.2-1。



图 4.2-1 启东市 2013-2018 年地区生产总值

4.2.2 区域海洋资源概况

4.2.2.1 港口、航道资源

小庙洪水道南岸属南通港吕四港区，该港区总体规划已获交通运输部和江苏省人民政府批复。目前在小庙洪水道口门段新港岸段已建有 3km^2 大唐电厂厂址围填和电厂煤码头，大唐电厂与蒿枝港之间建有 7.5km 石化新材料产业园围填，并拟在该围填区前沿建设液体化工码头和广汇 LNG 分销站码头。位于小庙洪水道中段的大洋港渔港外拓工程，以及大洋港与大唐电厂之间的环抱式港池工程正在建设。位于小庙洪水道尾部的海门、通州岸段已建有东灶渔港匡围及港池、蚬蚜山前缘 2 万 t 级通用码头，以及通州南区、北区围填，并规划实施三夹沙匡围工程。

4.2.2.2 旅游资源

吕四风情景度假旅游区位于大洋港外口东侧，总面积 0.6km^2 ，建有 0.1km^2 的渔业休闲和碧海公园，造型别致的望海楼为大洋港的标志性建筑。度假区内有供休息、度假、娱乐的滨海公园和度假村等休息运动娱乐场。为了适应开放型经济的发展的需要，规划在开发区的北侧、大洋港的东侧，建设占地 1.25km^2 ，集娱乐、餐饮、休闲为一体的吕四海滨旅游休闲渔业基地，它将成为启东旅游休闲渔业经济发展的新亮点。

4.2.2.3 滩涂资源

启东市拥有滩涂 36 万亩，5m 等深线以浅海域 100 多万亩。自 1992 年以来，在东元至寅阳园陀角淤涨型滩涂上围堰围垦面积 6.5 万亩，其中 3 万多亩围垦滩涂高程在 3.66m 以上（废黄河高程）。沿海潮间带 32.2 万亩，其中可利用 18.61

万亩，实际上已经利用 11 万亩。辐射沙洲 18.75 万亩，已经利用 3.95 万亩。滩涂养殖面积 20 万亩，其中紫菜养殖面积 1.2 万亩，贝类养殖 15 万亩。养殖品种主要有文蛤、四角蛤蜊、青蛤、泥蚶、蛭、泥螺等。

4.2.3 海域开发利用现状

本项目位于蒿枝港（北部）与塘芦港（南部）之间的沿岸高滩区域，海域使用现状如图 3.4-2 和图 3.4-3 所示，海域开发利用类型包括渔业用海、其它用海、造地工程用海、交通运输用海、工业用海等。在现状海堤内侧区域主要有两大企业集团入驻，分别为德汇集团和长甲集团，并已进行相关工程建设。

与本工程直接相关的区域主要是 93#、94#及 95#，这三块区域均为“土地”属性，另有拟加固修复堤线与 99#区块间的小部分空白区以及堤线与 94#、95#区块之间的区域（122#、123#）为“海域”属性，该部分早在 2000 年前、后已由当地“渔民”成陆（高涂养殖），现由长甲集团启东元隆生态农业发展有限公司接管，拟发展有机生态环保的高效养殖业，大部分区域正在开展相关用海申报、审批工作。

4.3 环境质量现状概况

根据《2018 年南通市环境状况公报》：南通市全市 8 个近岸海域监测点位中，4 个点位水质改善，海水优良率为 75%，较 2017 增加了 25 个百分点，近海水质改善明显。

4.4 周边海域环境敏感目标的现状与分布

见章节“1.4.2 环境保护目标及其分布”。

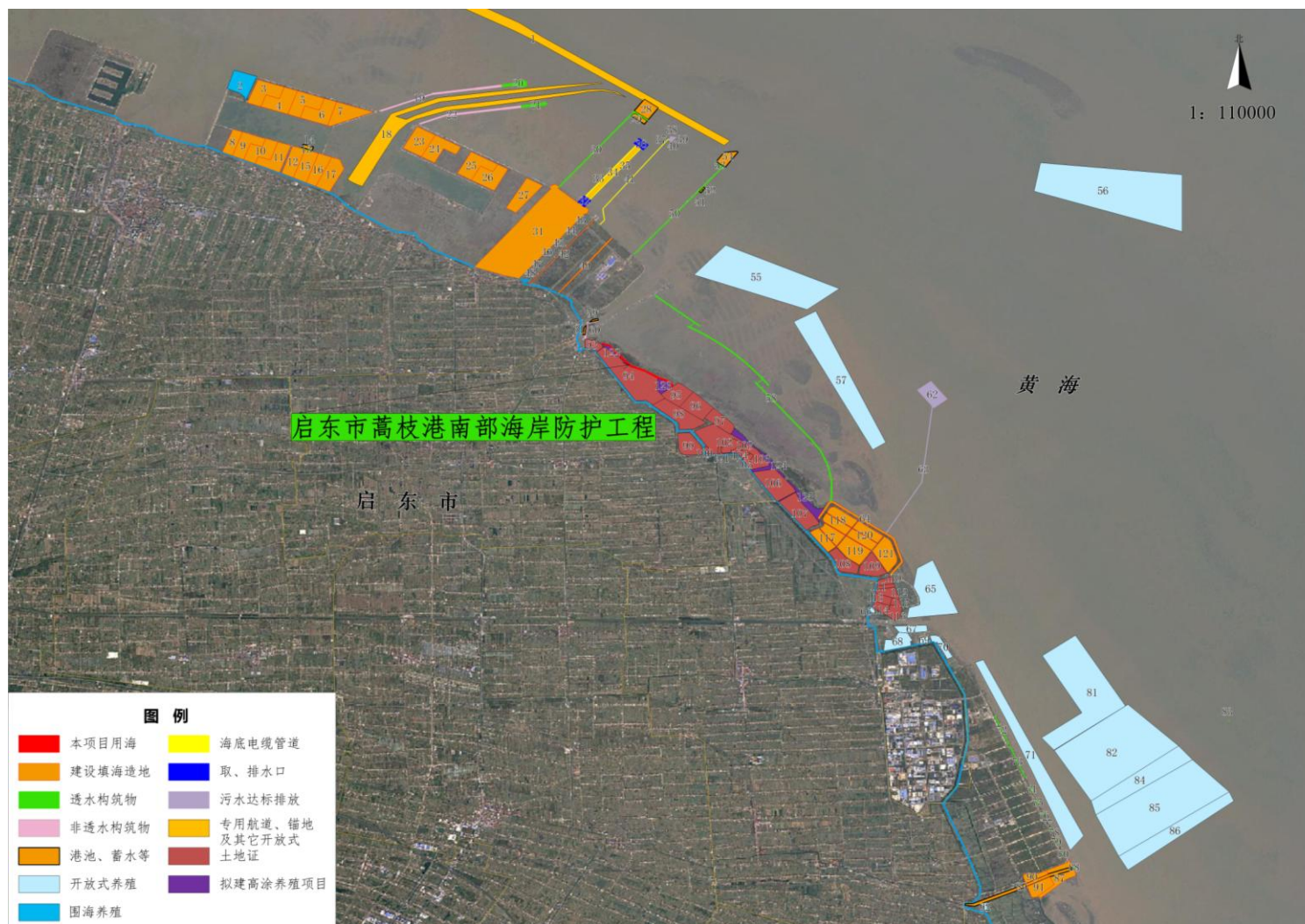


图 4.2-1 本项目所在海域使用现状（整体）

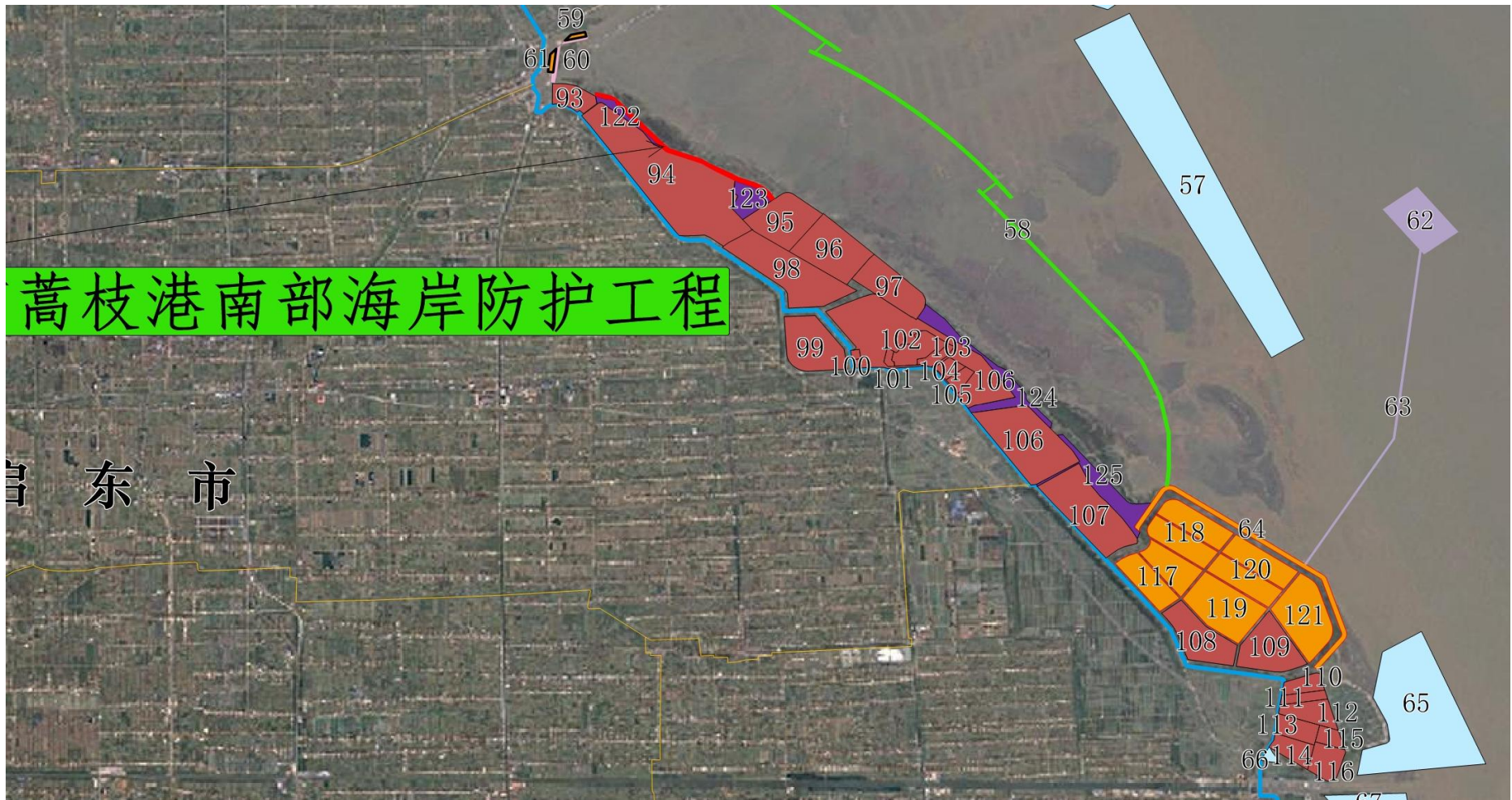


图 4.2-2 本项目所在海域使用现状（局部）

5. 环境现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状调查与评价

本工程水动力环境现状引自于长江水利委员会水文局长江口水文水资源勘测局 2017 年 5 月编制的《启东长甲项目用海水文泥沙测验技术报告》中的调查数据。

共布设东灶港、广汇能源和塘芦港 3 个临时潮位站，布置 9 条测流取沙固定垂线。具体点位见表 5.1.1~表 5.1.2 和图 5.1-1。

表 5.1.1 潮位站坐标表

序号	潮位站	坐标	
		纵坐标	横坐标
1	东灶港	3556258.34	362717.59
2	广汇能源	3550052.18	379254.74
3	塘芦港	3535688.34	393557.59

表 5.1.2 测流取沙站坐标表

序号	纬度	经度	序号	纬度	经度
V1	31°52'27.2085"	121°55'20.1629"	V6	32°05'47.3219"	121°44'32.3368"
V2	31°55'17.8193"	122°01'11.9063"	V7	32°07'51.5783"	121°46'16.6872"
V3	32°01'20.6410"	121°48'51.9174"	V8	32°08'05.5398"	121°37'59.9407"
V4	32°02'42.5438"	121°50'32.5728"	V9	32°09'42.9586"	121°32'57.2973"
V5	32°04'11.8559"	121°52'26.4116"			

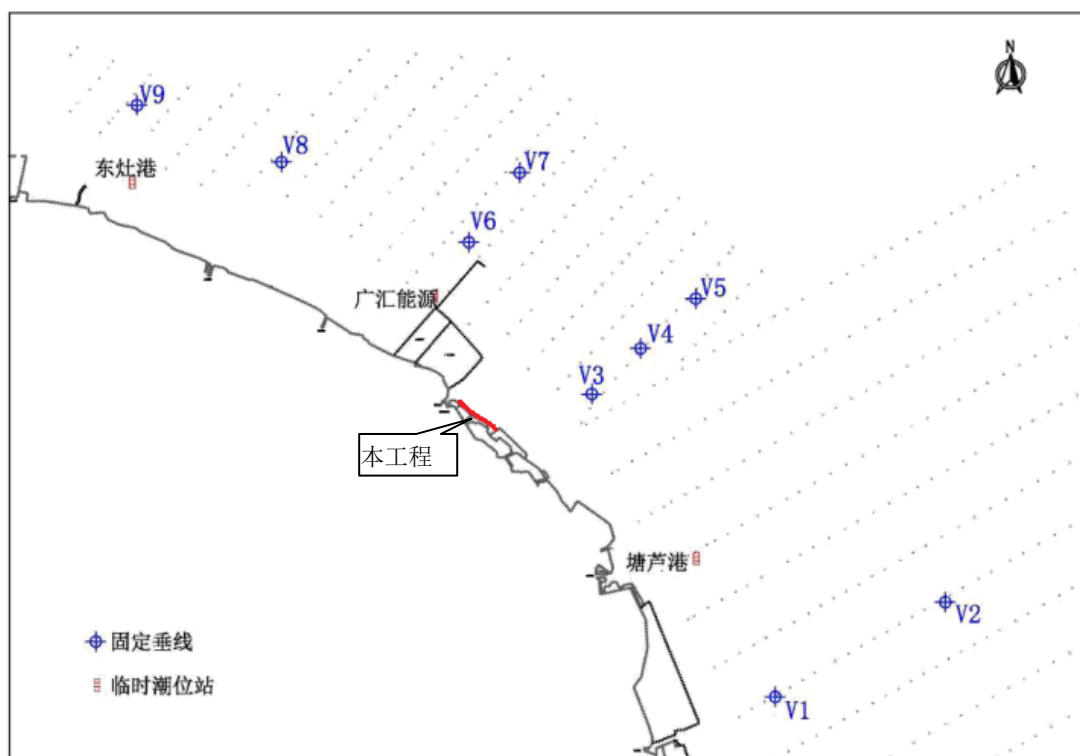


图 5.1-1 调查站位图

(1) 调查内容

流速、流向、含沙量、悬移质等项目。

(2) 调查时间

2017年4月20日至4月27日。

(3) 调查方法

采用潮位自记仪收集潮位资料，流速流向测验采用 HXH03-1 型流速流向仪，采样器采用 1000ml 容积的横式取样器，每次取样 1000ml，采用抓斗式采样器采样，泥样用聚乙烯塑料袋（保鲜袋）密封盛放。

5.1.1 潮汐特征

潮位资料收集时间为 2017 年 4 月 19 日 00:00-4 月 30 日 18:00，潮位过程线见图 5.1-2，由实测潮位统计出各站潮位特征见表 5.1.3~表 5.1.5。

统计各潮位站大、小潮测验期间潮位特征见表~表。大潮测验期间，测得最高潮位（即高高潮）为 2.97m，出现在东灶港站的 04 月 26 日 23:50；最大涨潮潮差为 5.74m，出现在东灶港站。小潮测验期间，测得最高潮位（即高高潮）为 1.24m，出现在东灶港站的 04 月 21 日 08:00；最大涨潮潮差为 2.12m，亦出现在东灶港站。

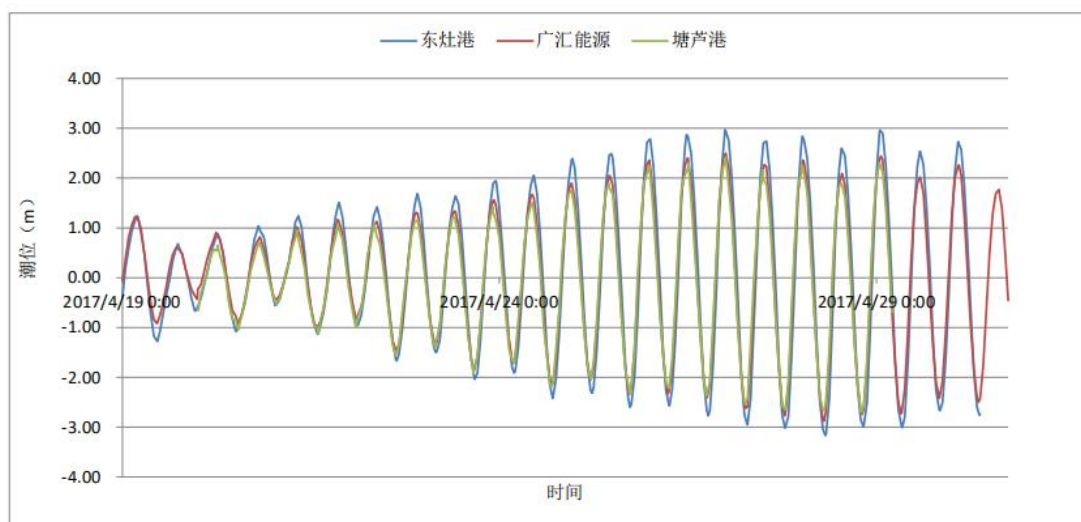


图 5.1-2 潮位过程线

表 5.1.3 各潮位站潮汐特征值统计

观测日期：04月19日00:00-04月30日18:00

单位：m

潮位站	潮位				平均				涨潮潮差			落潮潮差			平均涨落潮历时	
	最高	出现时间	最低	出现时间	高潮位	低潮位	潮位	潮差	最大	最小	平均	最大	最小	平均	涨潮	落潮
东灶港	2.97	2017/4/26 23:50	-3.17	2017/4/28 7:45	2.06	-2.09	0.01	4.13	5.95	1.55	4.16	6.01	1.35	4.09	6:10	6:17
广汇能源	2.50	2017/4/27 0:00	-2.88	2017/4/28 7:20	1.70	-1.86	-0.01	3.57	5.18	1.34	3.58	5.24	1.02	3.56	6:12	6:17
塘芦港	2.42	2017/4/27 0:00	-2.7	2017/4/28 19:20	1.61	-1.81	-0.07	3.39	4.92	1.31	3.33	4.96	1.24	3.45	6:04	6:22

注：1985 国家高程基准

表 5.1.4 各潮位站大潮期潮汐特征值统计

观测日期：04月26日17:00-04月27日21:00

单位：m

潮位站	潮位				平均				涨潮潮差			落潮潮差			平均涨落潮历时	
	最高	出现时间	最低	出现时间	高潮位	低潮位	潮位	潮差	最大	最小	平均	最大	最小	平均	涨潮	落潮
东灶港	2.97	2017/4/26 23:50	-3.02	2017/4/27 18:55	2.86	-2.91	-0.38	5.78	5.74	5.69	5.72	5.92	5.76	5.84	5:40	6:33
广汇能源	2.50	2017/4/27 0:00	-2.77	2017/4/27 18:45	2.39	-2.6	-0.38	4.99	4.91	4.89	4.9	5.12	5.04	5.08	5:53	6:25
塘芦港	2.42	2017/4/27 0:00	-2.65	2017/4/27 18:55	2.29	-2.52	-0.38	4.82	4.8	4.71	4.75	4.96	4.82	4.89	5:50	6:42

注：1985 国家高程基准

表 5.1.5 各潮位站小潮期潮汐特征值统计

观测日期：04月20日11:00-04月21日15:00

单位：m

潮位站	潮位				平均				涨潮潮差			落潮潮差			平均涨落潮历时	
	最高	出现时间	最低	出现时间	高潮位	低潮位	潮位	潮差	最大	最小	平均	最大	最小	平均	涨潮	落潮
东灶港	1.24	2017/4/21 8:00	-1.13	2017/4/21 14:10	1.14	-0.92	-0.03	1.98	2.12	1.8	1.96	2.37	1.6	1.99	7:12	5:45
广汇能源	1.02	2017/4/21 7:30	-1.00	2017/4/21 14:00	0.92	-0.79	-0.05	1.63	1.74	1.47	1.61	2.02	1.27	1.65	6:48	5:48
塘芦港	0.96	2017/4/21 7:30	-1.12	2017/4/21 14:30	0.83	-0.9	-0.14	1.64	1.76	1.49	1.62	2.08	1.24	1.66	6:40	6:10

注：1985 国家高程基准

5.1.2 潮流特征

5.1.2.1 潮平均流速

各固定垂线单宽涨、落潮平均流速（向），见表 5.1.6~5.1.8，平均流速分布见图 5.1-3，大小潮潮流流速矢量见图 5.1-4~图 5.1-5。潮流的平面分布特征如下：

（1）大、小潮：大潮潮平均流速明显大于小潮，落潮潮平均流速最大为 1.10m/s，在 V6 垂线大潮期；涨潮潮平均流速最大为 1.16m/s，同样出现在 V6 垂线大潮期。大潮、小潮平均流向变化较小。

（2）涨、落潮：V2、V4、V5 和 V6 垂线落潮期平均流速略小于涨潮期，落涨比值在 0.87~0.99 之间；其余各垂线均是落潮期平均流速大于等于涨潮期，落涨比值在 1.00~1.26 之间。

（3）在测验期间，各垂线前后半潮流速差异不大。

表 5.1.6 大潮各垂线涨、落潮潮平均流速(向)的统计表

垂线号	前一潮				后一潮				全潮			
	涨潮		落潮		涨潮		落潮		涨潮		落潮	
	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)
V1#	0.47	313	0.59	136	0.49	301	0.49	120	0.48	307	0.54	128
V2#	0.79	309	0.64	131	0.76	309	0.70	134	0.78	309	0.67	132
V3#	0.72	311	0.64	148	0.70	311	0.56	141	0.71	311	0.60	145
V4#	0.94	308	0.87	124	1.00	306	0.93	126	0.97	307	0.90	125
V5#	1.09	314	0.91	124	1.10	316	0.92	121	1.10	315	0.92	123
V6#	1.19	299	1.07	124	1.13	300	1.12	124	1.16	299	1.10	124
V7#	0.96	296	0.90	105	0.98	296	0.96	109	0.97	296	0.93	107
V8#	0.78	265	0.73	90	0.82	267	0.88	91	0.80	266	0.81	90
V9#	0.91	298	0.88	111	0.82	295	0.92	110	0.86	296	0.90	110

表 5.1.7 小潮各垂线涨、落潮潮平均流速(向)的统计表

垂线号	前一潮				后一潮				全潮			
	涨潮		落潮		涨潮		落潮		涨潮		落潮	
	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)	流速(m/s)	流向(°)
V1#	0.22	302	0.37	132	0.19	315	0.27	129	0.20	308	0.32	131
V2#	0.31	313	0.29	138	0.27	322	0.22	125	0.29	317	0.26	132
V3#	0.26	293	0.38	152	0.22	307	0.30	133	0.24	299	0.35	145
V4#	0.26	308	0.31	136	0.23	299	0.26	132	0.25	304	0.28	134
V5#	0.28	308	0.40	124	0.34	303	0.27	114	0.31	305	0.34	120
V6#	0.34	297	0.43	132	0.40	298	0.38	123	0.37	297	0.41	128
V7#	0.22	297	0.29	126	0.29	288	0.35	107	0.26	292	0.32	116
V8#	0.24	270	0.24	92	0.22	267	0.34	89	0.23	269	0.30	90
V9#	0.29	293	0.28	102	0.31	293	0.38	108	0.29	293	0.33	105

表 5.1-8 各垂线涨、落潮潮平均流速(向)的统计表

垂线号	涨潮				落潮				平均流速		落/涨
	大潮		小潮		大潮		小潮		涨潮	落潮	
	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流速 (m/s)	
V1#	0.48	307	0.20	308	0.54	128	0.32	131	0.34	0.43	1.26
V2#	0.78	309	0.29	317	0.67	132	0.26	132	0.53	0.47	0.87
V3#	0.71	311	0.24	299	0.60	145	0.35	145	0.47	0.48	1.00
V4#	0.97	307	0.25	304	0.90	125	0.28	134	0.61	0.59	0.97
V5#	1.10	315	0.31	305	0.92	123	0.34	120	0.71	0.63	0.89
V6#	1.16	299	0.37	297	1.10	124	0.41	128	0.76	0.76	0.99
V7#	0.97	296	0.26	292	0.93	107	0.32	116	0.62	0.63	1.02
V8#	0.80	266	0.23	269	0.81	90	0.30	90	0.52	0.56	1.08
V9#	0.86	296	0.29	293	0.90	110	0.33	105	0.58	0.61	1.07

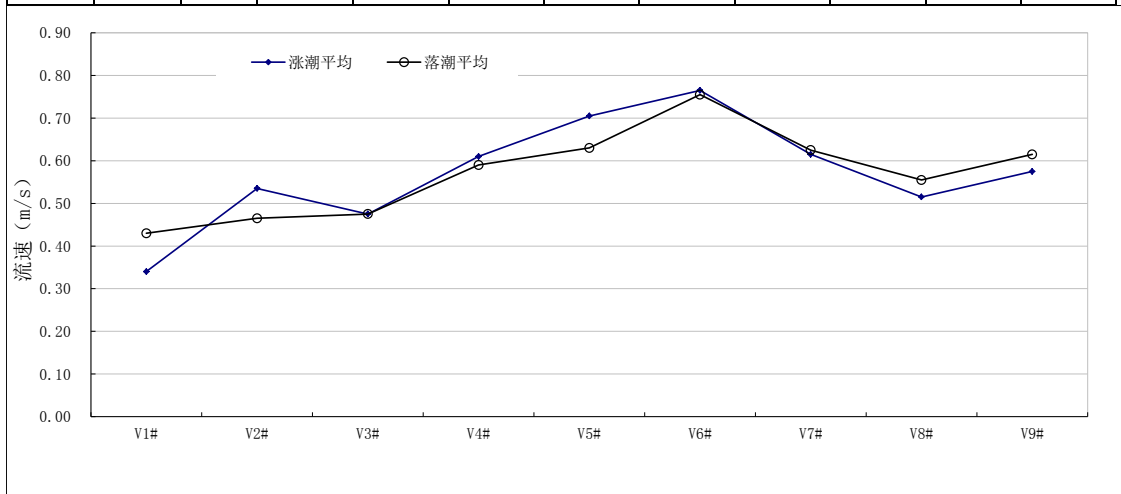


图 5.1-3 各垂线潮平均流速 (大、小潮平均) 分布图

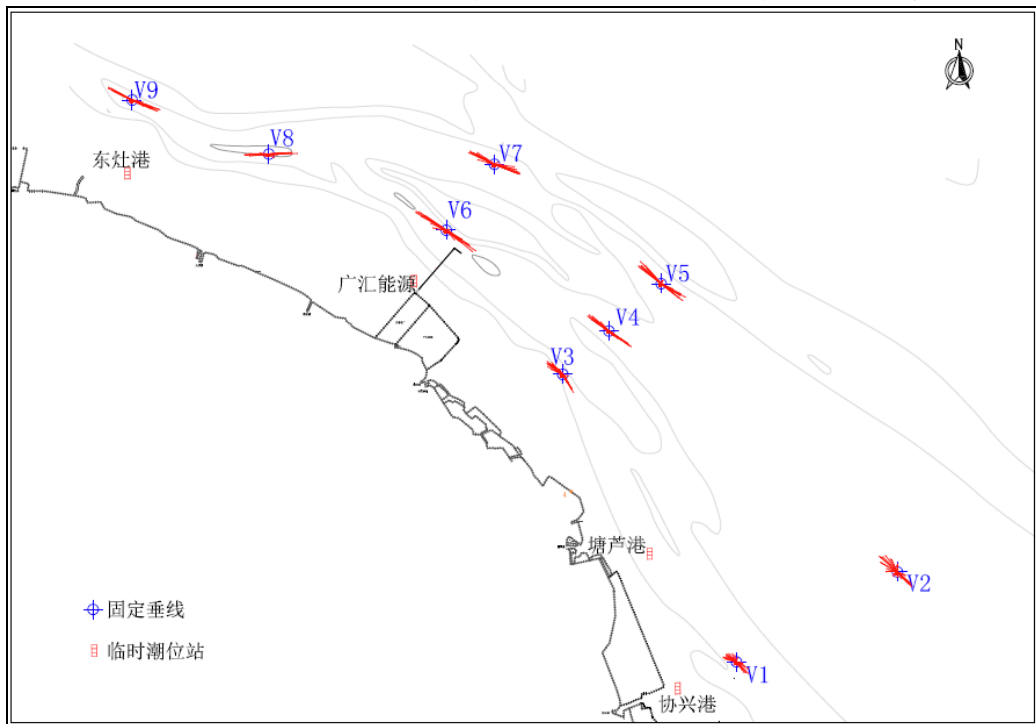


图 5.1-4 大潮流速矢量图

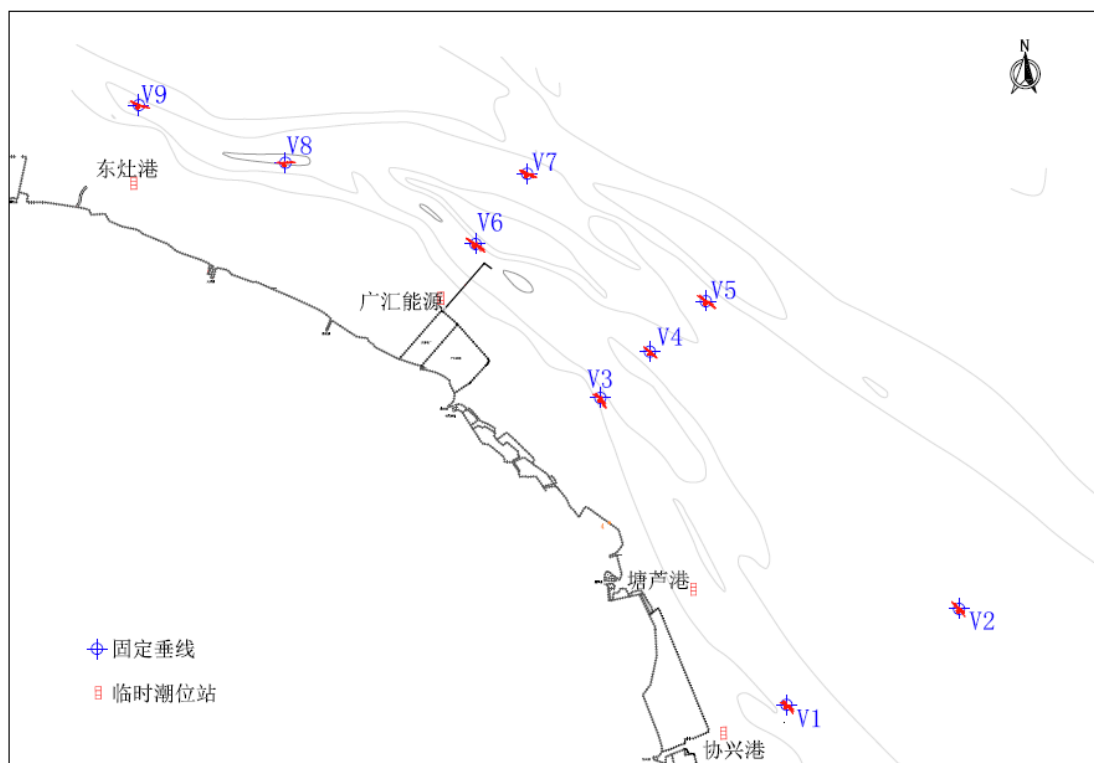


图 5.1-5 小潮流速矢量图

5.1.2.2 测点最大流速

根据实测资料，对各固定垂线的涨、落潮测点的最大流速进行统计，并标注其对应相对水深，详见表 5.1.9。

表 5.1.9 固定垂线涨、落潮测点最大流速统计表

垂线号	大潮				小潮			
	涨潮		落潮		涨潮		落潮	
	流速 (m/s)	相对水深	流速 (m/s)	相对水深	流速 (m/s)	相对水深	流速 (m/s)	相对水深
V1#	0.96	0.4H	1.09	0.2H	0.53	水面	0.88	水面
V2#	1.60	0.2H	1.35	0.2H	0.91	水面	0.88	水面
V3#	1.39	水面	1.47	0.2H	0.59	水面	0.70	0.4H
V4#	1.64	0.4H	1.83	0.2H	0.44	0.6H	0.56	水底
V5#	1.93	0.4H	1.71	水面	0.60	0.4H	0.86	水面
V6#	2.25	0.2H	2.40	水面	0.69	水面	0.74	水面
V7#	1.78	水面	2.03	水面	0.59	水面	0.73	水面
V8#	1.70	水面	2.05	0.2H	0.53	0.4H	0.63	水面
V9#	1.90	水面	1.99	水面	0.62	0.4H	0.76	水面

由统计表可知：

(1) 涨、落潮期固定垂线最大流速极值多数出现在垂线的中上部，一定程度上体现出区域上部水流流速较快，向水底渐减缓。涨潮期 V4#垂线最大流速极值出现在垂线的 0.6H 层。

(2) 实测固定垂线中，其测点最大流速的极值，涨潮流为 2.25m/s，出现在 V6 垂线大潮 0.2H 层；落潮流为 2.40m/s，出现在 V6 垂线大潮表层。

5.1.2.3 涨落潮历时

大、小潮各垂线涨落潮流历时见表 5.1.10~表 5.1.12，历时分布见图 5.1-6。从各垂线历时统计图、表可以看出：

(1) 由表 5.1.10~表 5.1.12 可见大、小潮平均涨、落潮历时统计中各垂线中 V1、V4 及 V7 垂线落潮历时明显长于涨潮历时，其余垂线与之相反。涨潮流历时最长的是位于 V9 垂线，涨潮流历时平均（大、小潮平均）为 6:56，落潮流历时最长的是位于 V4 垂线，落潮流历时平均（大、小潮平均）为 6:53。

(2) 大潮期，各垂线的全潮历时介于 23:57~24:50 之间。

(3) 小潮期，各垂线的全潮历时介于 25:34~27:20 之间。

表 5.1.10 大潮期各垂线涨、落潮流历时统计表（单位：hh:mm）

垂线号	前一潮		后一潮		全潮		
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮历时平均	落潮历时平均	总历时
V1#	5:46	5:45	6:07	6:19	5:56	6:02	23:57:00
V2#	6:30	5:23	6:37	5:54	6:33	5:38	24:24:00
V3#	6:33	5:26	6:41	5:40	6:37	5:33	24:20:00
V4#	5:58	6:35	5:27	6:41	5:42	6:38	24:41:00
V5#	6:14	5:52	6:09	6:15	6:11	6:03	24:30:00
V6#	6:28	5:48	6:14	6:20	6:21	6:04	24:50:00
V7#	6:17	6:21	5:50	6:15	6:03	6:18	24:43:00
V8#	5:50	6:19	5:49	6:14	5:49	6:16	24:12:00
V9#	5:51	6:17	6:36	5:59	6:13	6:08	24:43:00

表 5.1.11 小潮期各垂线涨、落潮流历时统计表（单位：hh:mm）

垂线号	前一潮		后一潮		全潮		
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮历时平均	落潮历时平均	总历时
V1#	5:59	7:59	5:01	7:01	5:30	7:30	26:00:00
V2#	7:52	7:03	6:06	6:19	6:59	6:41	27:20:00
V3#	6:58	7:41	5:40	5:45	6:19	6:43	26:04:00
V4#	6:29	7:20	6:00	6:59	6:14	7:09	26:48:00
V5#	6:25	7:07	6:45	5:51	6:35	6:29	26:08:00
V6#	7:02	6:19	7:23	6:02	7:12	6:10	26:46:00
V7#	5:48	6:33	6:38	6:35	6:13	6:34	25:34:00
V8#	7:03	5:27	7:06	6:30	7:04	5:58	26:06:00
V9#	8:14	4:52	7:04	5:57	7:39	5:24	26:07:00

表 5.1.12 各垂线涨、落潮流历时统计表 (单位: hh:mm)

垂线号	涨潮		落潮		大、小潮平均		
	大潮	小潮	大潮	小潮	涨潮	落潮	潮周期
V1#	5:56	5:30	6:02	7:30	5:43	6:46	12:29
V2#	6:33	6:59	5:38	6:41	6:46	6:09	12:56
V3#	6:37	6:19	5:33	6:43	6:28	6:08	12:36
V4#	5:42	6:14	6:38	7:09	5:58	6:53	12:52
V5#	6:11	6:35	6:03	6:29	6:23	6:16	12:39
V6#	6:21	7:12	6:04	6:10	6:46	6:07	12:54
V7#	6:03	6:13	6:18	6:34	6:08	6:26	12:34
V8#	5:49	7:04	6:16	5:58	6:27	6:07	12:34
V9#	6:13	7:39	6:08	5:24	6:56	5:46	12:42

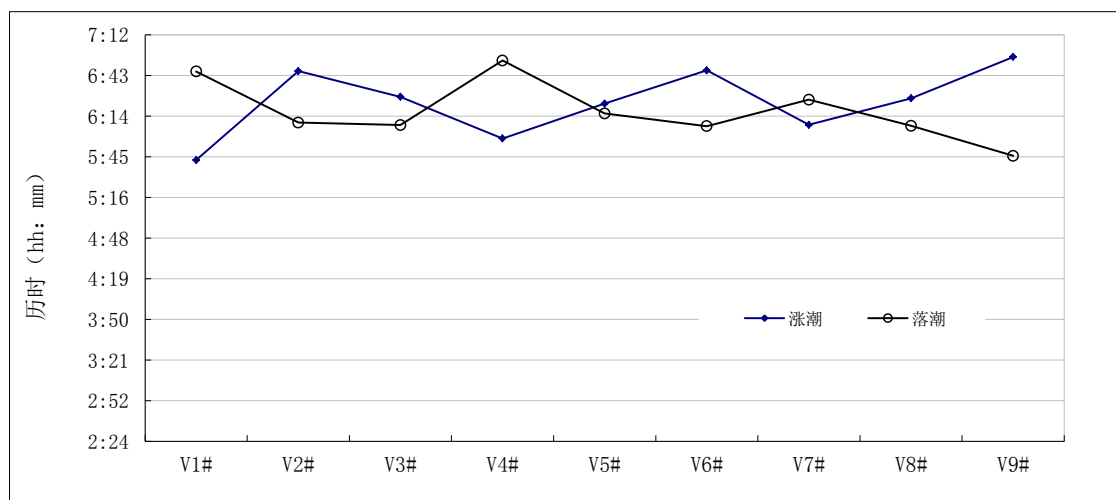


图 5.1-6 各垂线潮流历时 (大、小潮平均) 分布图

5.1.2.4 单宽潮量

依据固定垂线的实测资料进行潮流量计算, 并计算各垂线的大小潮单宽潮量, 分别见表 5.1.13 和表 5.1.14, 绘制各垂线单宽涨落潮潮量柱状图, 见图 5.1-7~图 5.1-8。

(1) 从表中可以看出, 大潮期间, 除 V1、V8 垂线外, 其他垂线均为落潮单宽潮量小于涨潮; 小潮期间, 除 V2、V6 以及 V9 垂线外, 各垂线均为落潮单宽潮流量大于涨潮, 表现为净泄沙量。

(2) 大潮期单宽涨潮潮量最大值为 $98.97 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V6# 垂线; 单宽落潮潮量最大值为 $87.22 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V9# 垂线; 净泄量最大值为 $2.05 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V1# 垂线; 净进量最大值为 $18.35 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V2# 垂线。

(3) 小潮期间单宽涨潮潮量最大值为 $38.19 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V9# 垂线; 单宽落潮潮量最大值为 $33.30 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V6# 垂线; 净泄量最大值为 $7.06 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V3# 垂线; 净进量最大值为 $8.32 \times 10^4 \text{m}^3$, 出现在 V9# 垂线。

表 5.1.13 各固定垂线大潮单宽潮量表 (单位: 10^4m^3)

垂线号	前一潮		后一潮		涨潮潮量	落潮潮量	净泄量
	涨潮	落潮	涨潮	落潮			
V1#	7.15	8.68	6.26	6.78	13.41	15.46	2.05
V2#	27.89	16.37	26.36	19.53	54.25	35.90	-18.35
V3#	19.21	13.87	18.23	12.29	37.44	26.16	-11.28
V4#	27.13	24.87	25.55	27.19	52.68	52.06	-0.62
V5#	37.42	27.32	37.51	30.27	74.93	57.59	-17.34
V6#	51.9	39.97	47.07	45.18	98.97	85.15	-13.82
V7#	26.87	24.04	25.68	24.97	52.55	49.01	-3.54
V8#	33.87	33.09	34.35	36.96	68.22	70.05	1.83
V9#	44.67	45.31	43.86	41.91	88.53	87.22	-1.31

注：“+”代表净泄，“-”代表净进

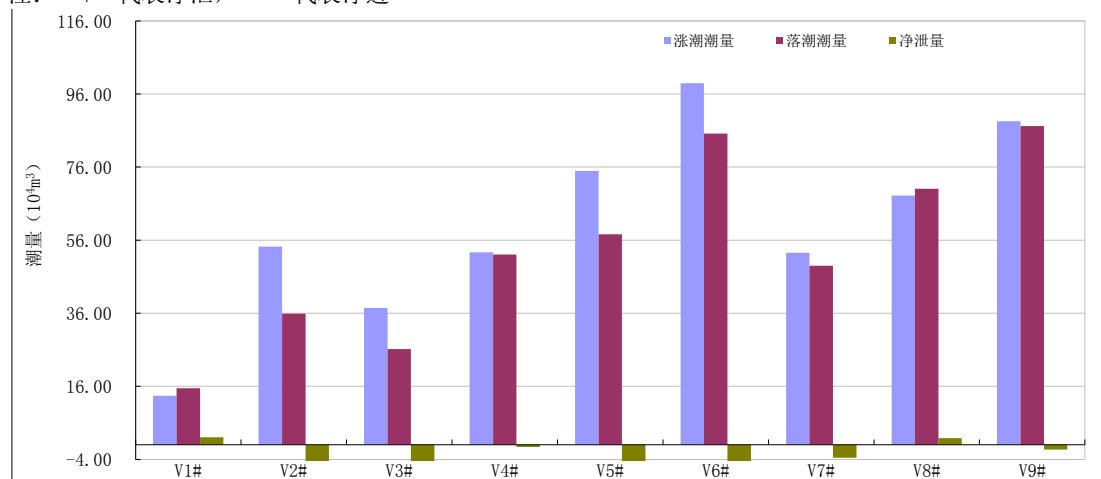


图 5.1-7 各垂线大潮单宽涨、落潮潮量柱状图

表 5.1.14 各固定垂线小潮单宽潮量表 (单位: 10^4m^3)

垂线号	前一潮		后一潮		涨潮潮量	落潮潮量	净泄量
	涨潮	落潮	涨潮	落潮			
V1#	3.02	7.19	2.39	4.54	5.41	11.73	6.32
V2#	12.07	10.66	8.47	6.96	20.54	17.62	-2.92
V3#	7.07	12.19	5.06	7.00	12.13	19.19	7.06
V4#	8.76	11.99	7.53	9.12	16.29	21.11	4.82
V5#	9.06	14.78	11.95	8.11	21.01	22.89	1.88
V6#	15.57	18.56	19.88	14.74	35.45	33.30	-2.15
V7#	5.76	8.68	8.9	10.04	14.66	18.72	4.06
V8#	11.98	9.73	11.57	15.95	23.55	25.68	2.13
V9#	19.87	11.25	18.32	18.62	38.19	29.87	-8.32

注：“+”代表净泄，“-”代表净进

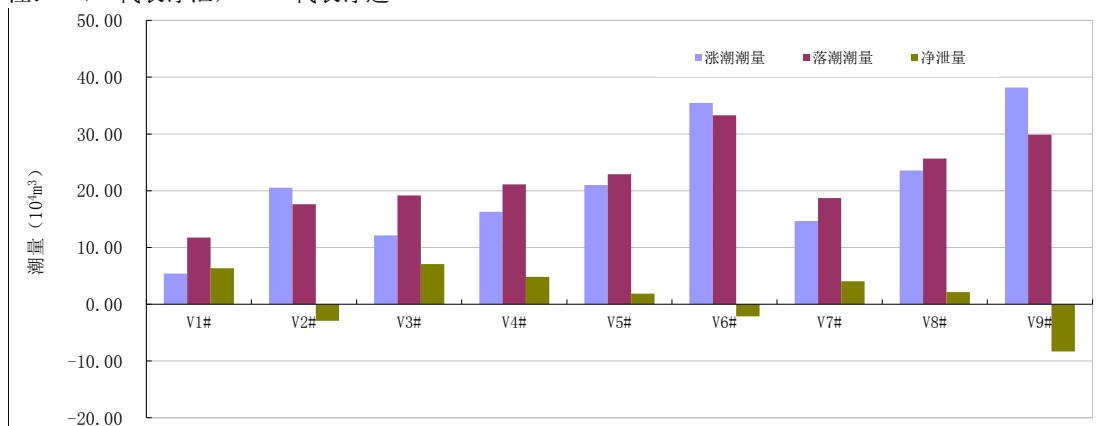


图 5.1-8 各垂线小潮单宽涨、落潮潮量柱状图

5.1.3 泥沙分析

5.1.3.1 潮平均含沙量

根据 9 条取沙垂线实测资料，计算涨、落潮期平均含沙量，计算结果见表 5.1.15 和图 5.1-9~图 5.1-11。由表 5.1.15 和图 5.1-9 可知：

(1) 从涨落潮来看：除 V2、V3 垂线外其他垂线均是涨潮期平均含沙量明显大于落潮期，落涨比在 0.83~0.98 之间。

(2) 从潮型来看：涨、落潮期，各垂线大潮平均含沙量明显大于小潮平均含沙量。测验区域 9 条垂线，全潮平均含沙量最大为 0.208kg/m³，出现在 V7 垂线。

表 5.1.15 垂线单宽潮平均含沙量统计表（单位：kg/m³）

测点	涨潮			落潮			潮平均	落/涨
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均		
V1#	0.226	0.061	0.144	0.212	0.069	0.141	0.142	0.98
V2#	0.198	0.048	0.123	0.196	0.049	0.123	0.123	1.00
V3#	0.318	0.038	0.178	0.328	0.039	0.184	0.181	1.03
V4#	0.347	0.064	0.206	0.328	0.056	0.192	0.199	0.93
V5#	0.328	0.066	0.197	0.268	0.078	0.173	0.185	0.88
V6#	0.156	0.054	0.105	0.122	0.061	0.092	0.098	0.87
V7#	0.403	0.042	0.223	0.346	0.042	0.194	0.208	0.87
V8#	0.123	0.055	0.089	0.118	0.056	0.087	0.088	0.98
V9#	0.257	0.064	0.161	0.200	0.068	0.134	0.147	0.83

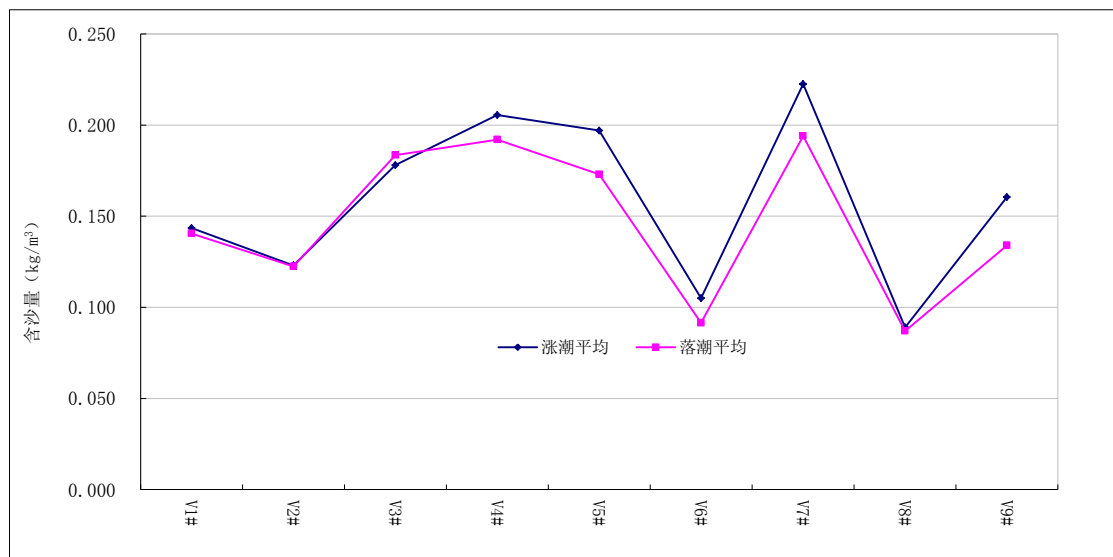


图 5.1-9 各垂线涨、落潮期潮平均含沙量（大、小潮平均）分布图

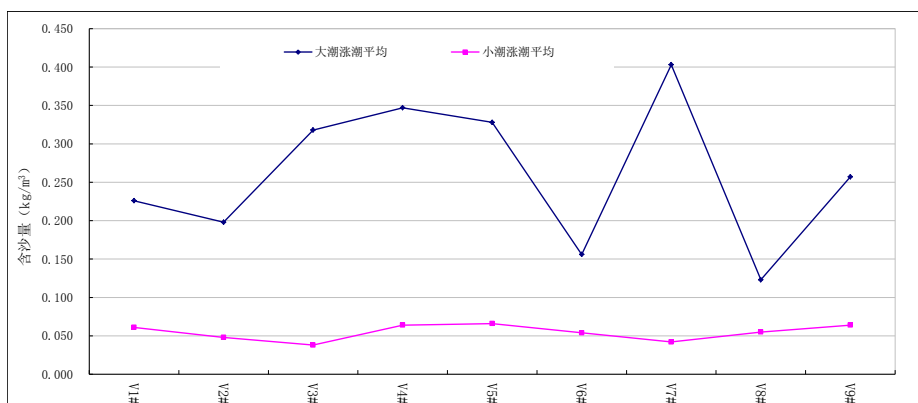


图 5.1-10 各垂线涨潮期潮平均含沙量分布图

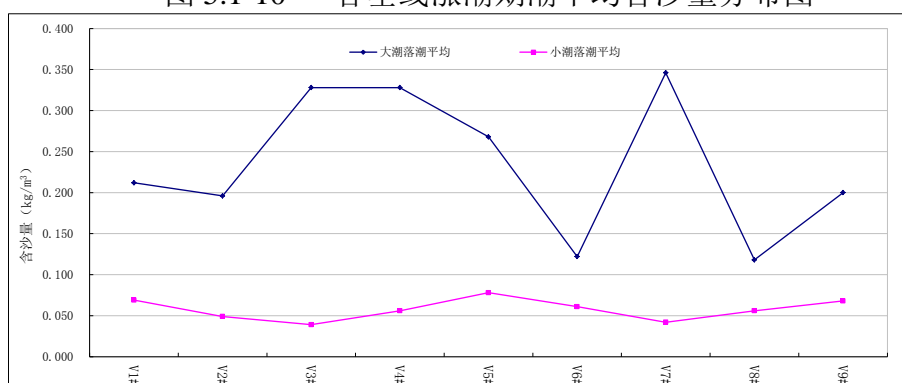


图 5.1-11 各垂线落潮期潮平均含沙量分布图

5.1.3.2 实测最大含沙量

根据本次实测资料，统计各取沙点最大含沙量。从表 5.1.16 可以知，

(1) 大潮期，各垂线涨潮测点最大含沙量为 1.79kg/m^3 ，出现在 V5 垂线的底层，落潮测点最大含沙量为 2.25kg/m^3 ，同样出现在 V5 垂线的底层。小潮期，各垂线涨潮测点最大含沙量为 0.280kg/m^3 ，落潮测点最大含沙量为 0.255kg/m^3 ，均出现在 V9 垂线的底层。

(2) 测点最大含沙量基本出现在底层或相对水深 0.8H 处，个别垂线最大含沙量极值出现在垂线的中层。

表 5.1.16 各测点最大含沙量统计表（单位： kg/m^3 ）

垂线号	大 潮				小 潮				测点最大值	
	涨 潮		落 潮		涨 潮		落 潮		涨潮	落潮
	含沙量	相对水深	含沙量	相对水深	含沙量	相对水深	含沙量	相对水深		
V1#	0.524	0.8H	0.372	0.8H	0.190	底层	0.187	底层	0.524	0.372
V2#	0.693	底层	0.577	底层	0.173	底层	0.112	底层	0.693	0.577
V3#	1.03	底层	1.26	底层	0.084	底层	0.081	底层	1.03	1.26
V4#	0.807	底层	0.779	底层	0.198	0.8H	0.164	底层	0.807	0.779
V5#	1.79	底层	2.25	底层	0.125	底层	0.167	0.8H	1.79	2.25
V6#	0.501	底层	0.288	0.4H	0.116	底层	0.126	底层	0.501	0.288
V7#	0.879	0.8H	1.15	底层	0.108	底层	0.103	底层	0.879	1.15
V8#	0.305	底层	0.286	底层	0.117	底层	0.160	底层	0.305	0.286
V9#	0.750	底层	0.508	0.8H	0.280	底层	0.255	底层	0.750	0.508

5.1.3.3 含沙量垂向分布

为了解含沙量的垂向分布，根据实测含沙量资料，本小节进行垂线最大含沙量特征值的统计，详见表 5.1.17~表 5.1.18。从表可知：

(1) 以各测点底层与表层最大含沙量比值来看，均大于 1，大潮涨、落潮期最大比值分别为 6.63 和 6.70；小潮涨、落潮期最大比值分别为 3.50 和 3.14，可以看出底层最大含沙量均大过表层。

(2) 各测点分层涨、落潮最大含沙量的垂向分布变化比较明显，基本呈表层向底层逐渐增大的特征，各测点底层含沙量大于表层，这与含沙量分布规律较为一致。

表 5.1.17 各测点含沙量最大值的分层统计(大潮) (单位: kg/m³)

测点	涨潮							落潮						
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	底/表	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	底/表
V1#	0.231	0.315	0.243	0.323	0.524	0.305	1.32	0.238	0.266	0.246	0.368	0.372	0.345	1.45
V2#	0.389	0.245	0.394	0.371	0.467	0.693	1.78	0.243	0.442	0.339	0.450	0.459	0.577	2.37
V3#	0.317	0.338	0.456	0.423	0.654	1.03	3.25	0.319	0.337	0.477	0.831	0.974	1.26	3.95
V4#	0.278	0.460	0.587	0.659	0.652	0.807	2.90	0.388	0.580	0.569	0.614	0.669	0.779	2.01
V5#	0.270	0.298	0.333	0.493	1.55	1.79	6.63	0.336	0.367	0.453	0.662	1.75	2.25	6.70
V6#	0.161	0.202	0.201	0.214	0.301	0.501	3.11	0.202	0.272	0.288	0.216	0.231	0.272	1.35
V7#	0.383	0.449	0.582	0.716	0.879	0.873	2.28	0.329	0.470	0.660	0.795	0.937	1.15	3.50
V8#	0.151	0.157	0.174	0.239	0.287	0.305	2.02	0.142	0.213	0.196	0.224	0.273	0.286	2.01
V9#	0.245	0.411	0.710	0.736	0.728	0.750	3.06	0.125	0.243	0.358	0.490	0.508	0.412	3.30

表 5.1.18 各垂线含沙量最大值的分层统计(小潮) (单位: kg/m³)

测点	涨潮							落潮						
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	底/表	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	底/表
V1#	0.063	0.076	0.084	0.118	0.092	0.190	3.02	0.088	0.096	0.090	0.111	0.147	0.187	2.13
V2#	0.068	0.085	0.097	0.093	0.157	0.173	2.54	0.082	0.083	0.067	0.087	0.091	0.112	1.37
V3#	0.055	0.062	0.063	0.069	0.067	0.084	1.53	0.052	0.056	0.064	0.071	0.064	0.081	1.56
V4#	0.107	0.107	0.170	0.176	0.198	0.189	1.77	0.087	0.083	0.117	0.117	0.149	0.164	1.89
V5#	0.084	0.089	0.100	0.098	0.108	0.125	1.49	0.106	0.092	0.109	0.119	0.167	0.142	1.34
V6#	0.056	0.086	0.076	0.081	0.094	0.116	2.07	0.069	0.068	0.071	0.091	0.095	0.126	1.83
V7#	0.047	0.060	0.057	0.061	0.064	0.108	2.30	0.050	0.069	0.069	0.079	0.091	0.103	2.06
V8#	0.066	0.066	0.076	0.073	0.076	0.117	1.77	0.051	0.062	0.068	0.091	0.102	0.160	3.14
V9#	0.080	0.112	0.114	0.105	0.193	0.280	3.50	0.093	0.080	0.136	0.115	0.130	0.255	2.74

5.1.3.4 固定垂线单宽输沙量

根据 9 条垂线实测逐时流速和含沙量资料，计算出各垂线的单宽输沙量，见表 5.1.19。从表 5.1.19 可以看出：

(1) 涨潮最大单宽输沙量出现在 V5 垂线大潮，为 246t，落潮最大单宽输沙量出现在 V9 垂线大潮期，为 174t。

(2) 大潮期间，除 V1 垂线外，其他垂线均为落潮输沙量小于涨潮输沙量，全潮表现为净进沙量。

(3) 小潮期间，V2、V9 垂线均为落潮输沙量小于涨潮输沙量，全潮为净进沙量，其他垂线均表现为净泄沙量。

表 5.1.19 固定垂线单宽输沙量统计表 (单位: t)

垂线号	大潮			小潮		
	涨潮	落潮	净泄沙量	涨潮	落潮	净泄沙量
V1#	30.2	32.7	2.57	3.31	8.10	4.79
V2#	107	70.3	-37.1	9.89	8.57	-1.32
V3#	119	85.9	-33.3	4.59	7.46	2.87
V4#	182	171	-11.7	10.5	11.8	1.34
V5#	246	154	-91.2	13.9	17.8	3.83
V6#	155	104	-50.7	19.2	20.3	1.10
V7#	207	168	-39.0	6.09	7.85	1.76
V8#	83.9	82.9	-1.02	12.9	14.3	1.32
V9#	227	174	-53.6	24.3	20.3	-3.95

注：“+”代表净泄，“-”代表净进

5.1.3.5 悬移质粒度分析

悬移质粒径常以中值粒径(d_{50})来表征，依据《疏浚岩土分类标准》(JTJ/T320-1996)中泥沙分类的规定进行分类，各垂线悬移质中值粒径详见表 5.1.20，各垂线悬移质中值粒径平均值分布见图 5.1-12~图 5.1-13。

表 5.1.20 各垂线悬移质中值粒径(d_{50})平均值统计表 (单位:mm)

垂线号	潮型	涨急	涨憩	落急	落憩
V1	大潮	0.012	0.012	0.012	0.010
	小潮	0.007	0.006	0.010	0.008
V2	大潮	0.013	0.014	0.015	0.012
	小潮	0.015	0.012	0.010	0.014
V3	大潮	0.013	0.013	0.015	0.014
	小潮	0.012	0.012	0.013	0.012
V4	大潮	0.013	0.013	0.015	0.016
	小潮	0.009	0.011	0.007	0.009
V5	大潮	0.012	0.014	0.010	0.014
	小潮	0.009	0.015	0.010	0.013
V6	大潮	0.011	0.011	0.011	0.010
	小潮	0.011	0.014	0.013	0.011
V7	大潮	0.017	0.014	0.016	0.015
	小潮	0.011	0.012	0.014	0.015
V8	大潮	0.014	0.012	0.015	0.015
	小潮	0.017	0.018	0.019	0.027
V9	大潮	0.014	0.014	0.014	0.015
	小潮	0.020	0.019	0.020	0.019

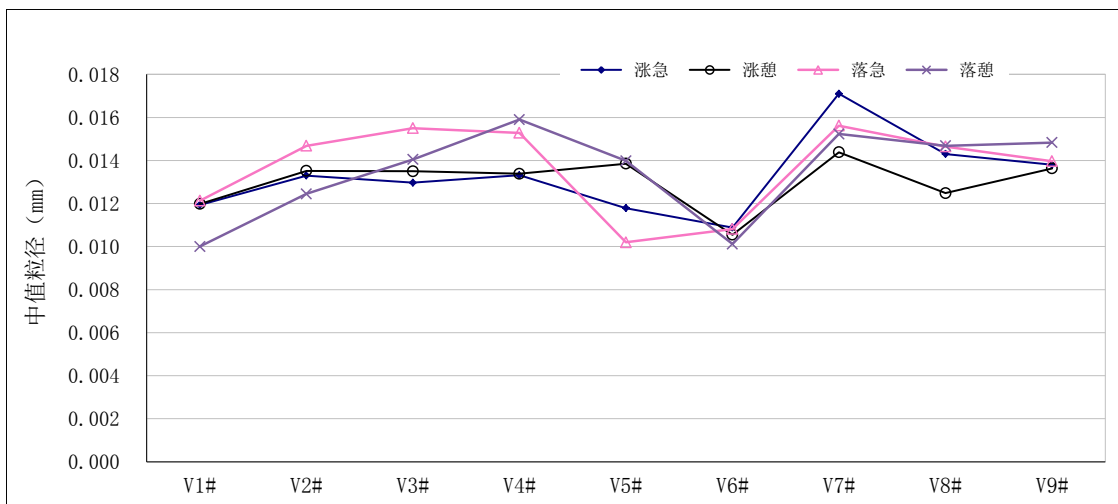


图 5.1-12 大潮期间悬移质中值粒径平均值分布图

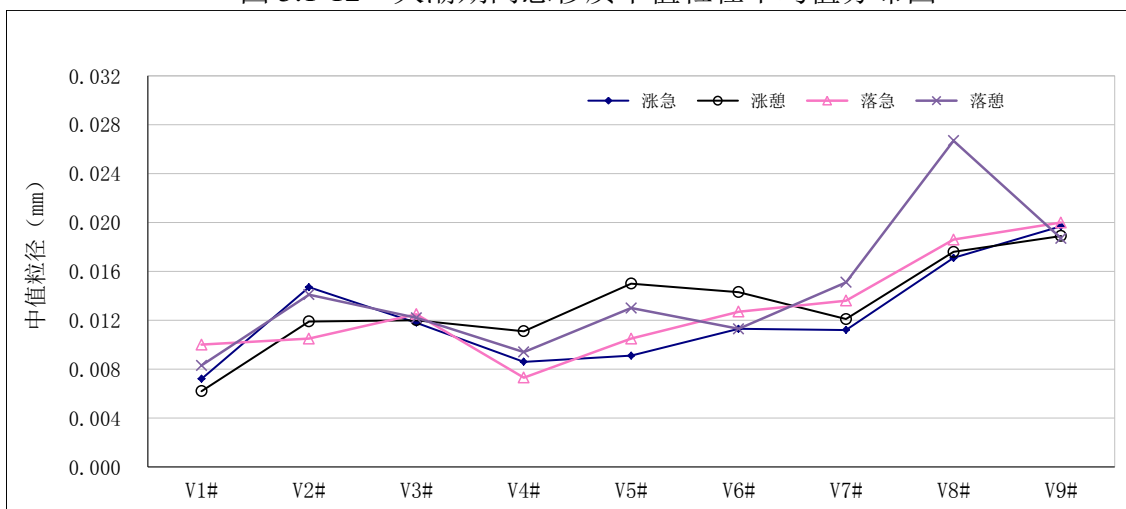


图 5.1-13 小潮期间悬移质质粒径平均值分布图

从图 5.1-12~图 5.1-13、表 5.1.20 可知，各垂线中值粒径最大值出现在 V8 垂线的小潮落憩，为 0.027mm；中值粒径最小值为 0.006 mm，出现在 V1 垂线的小潮涨憩。本次测验样本来看，各垂线大、小潮中值粒径在 0.006~0.027mm 之间。

5.1.3.6 底质粒径分析

底质粒径也以中值粒径(d_{50})来表征，对本次测验所取样品的分析结果予以统计，底质取样点统计详见表 5.1.21，底质取样点中值粒径分布见图 5.1-14。从图表可以看出：

(1) 本次测验，底质样中值粒径最大值出现在 V8 垂线，为 0.143mm；底质样中值粒径最小值出现在 V5 垂线，为 0.010mm。

(2) 测区范围内底质组成主要为粉质粘土。

表 5.1.21 各取沙垂线底质中值粒径及岩土名统计表 (单位:mm)

垂线号	平均粒径 (mm)	最大粒径 (mm)	中值粒径 (mm)	岩土名
V1	0.047	0.295	0.022	粉质粘土
V2	0.045	0.581	0.022	粉质粘土
V3	0.021	0.171	0.013	粉质粘土
V4	0.020	0.111	0.012	粉质粘土
V5	0.035	0.684	0.010	粘土
V6	0.032	0.584	0.013	粉质粘土
V7	0.099	0.432	0.075	粘质粉土
V8	0.150	0.509	0.143	粉砂
V9	0.039	0.586	0.019	粉质粘土

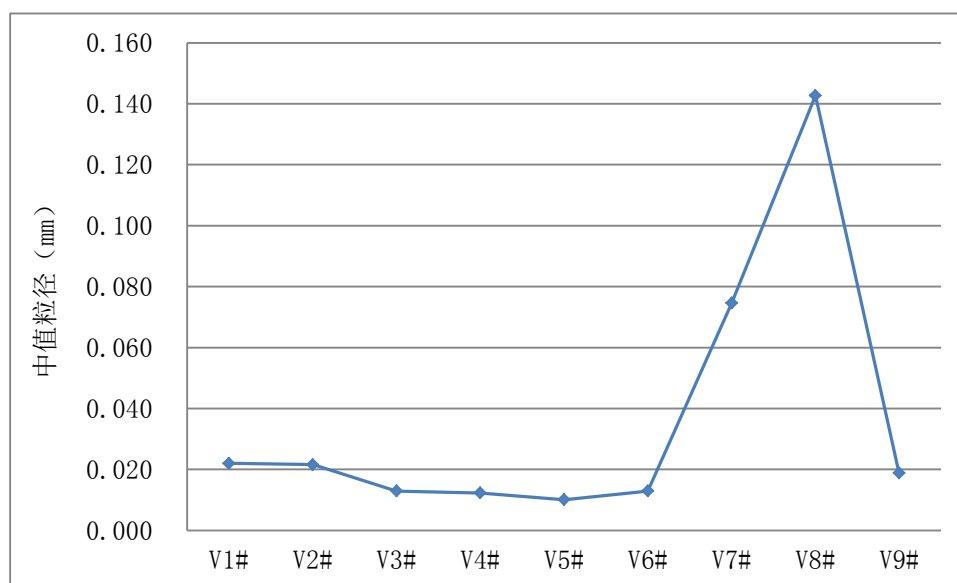


图 5.1-14 底质中值粒径分布图

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

启东市江海岸线漫长, 共有江海岸线 180 多 km, 其中江岸 67.5km, 海岸 77.5km, 洲岸 35km; 拥有江海滩涂 66 万亩, 其中潮间带滩涂 40 万亩, 江滩 20 万亩, 辐射沙洲 6 万亩, 另有浅水海域 60 多万亩。同时, 由于地处长江入海口, 滩涂平坦, 潮流畅通, 饵料生物丰富, 发展海水养殖得天独厚。每年长江中上游带来的大量泥沙, 使得长江口沙洲和沿海岸线不断淤积, 滩涂面积仍在不断增加, 每年以 100m 的速度向外延伸, 滩涂资源十分丰富, 利用前景十分广阔。

启东市滩涂围垦开发, 历史悠久。早在宋代之前, 古横江两侧, 启东的先民们就开始了围垦活动。宋庆历年 (1041-1048 年) 沿海在老海堤外围垦造田, 围垦古横港以南一带荡地。从宋代范仲淹修筑范公堤, 围海造田, 到近代清末著名实业家张謇大面积围垦植棉, 发展纺织工业。17 世纪末的清初, 启东复涨成沙, 1705 年崇明人陈朝玉来到启东围垦种植, 垦田达 15 万亩之多。建国以来, 启东

围垦大片滩涂，建立了一批新的商品粮棉水产基地。改革开放以来，为了加速开发土地后备资源，拓展生存空间，解决人多地少的矛盾，确保土地动态平衡，启东人民在滩涂的围垦与开发利用上，取得了很大进展。见图 5.2-1。

本地区位于长江入海口北侧，长江口北支是泥沙含量较大的区域，本区地貌分区为苏北滨海平原区的海积平原，地貌类型为海滩与盐田。国家海洋局第一海洋研究所 2005 年 10 月悬沙的调查结果表明，附近海域悬沙的浓度在 258.6mg/L~1558.4mg/L 之间，海水中较多的泥沙含量，利于潮滩沉积发育。本地区由长江口的沙洲淤涨连并而成，属长江三角洲冲积平原，沿海滩涂也是长江泥沙淤积而成。陆域为低平海积平原，岸线平直，呈近东西走向，属粉沙淤泥质海岸。



图 5.2-1 江苏省海岸演变图

5.2.1 小庙洪水道近期的演变动态

小庙洪水道是江苏沿海辐射沙洲最南缘的一条大型潮汐水道，总长约 38km，口门宽 15km，中段宽 4.5km，10m 等深线基本贯通。小庙洪水道北侧即为辐射状沙洲腰沙，由于它的掩护使小庙洪水道地形和水动力条件相对较为单一。小庙洪水道呈口宽内窄的喇叭形伸入到辐射状沙脊内部，只有在低潮时才见到明显的槽形，涨潮时潮水淹没了水道两侧浅滩，外形上看不到槽形。由于宽潮滩的存在，浅滩区的涨潮流主要是漫滩水流，落潮流则相对复杂。起落时，因滩面水层厚度较大，落潮流自西向东流出小庙洪；但退潮至某一水位后，滩面对于水流的摩阻力便在整个水深中起明显作用，重力成为控制滩面水流动主要因素，水流便沿坡度最大的路线向凹处流去，即滩面水流归槽。此时浅滩区的纳潮量才是真正对深槽起塑造和维持作用的潮量。由滩面地形和滩面水流归槽的特征，据现场水文资料分析，浅滩区的潮量仅约 50% 最终归槽。水道深槽断面已处于形态和动力较为适应的状态。

小庙洪水道是典型的潮汐水道，其-10m 深槽通及本区段的东段，对其形成演变和稳定性研究表明，深槽存在向南侧陆岸逼近、深泓逐渐加深的趋势。其北侧前沿水深明显较大，最大天然水深 16~17m。-10m 深槽的长度达 3.2km、宽度 500m，连通外海，距岸堤 6.5km 左右（图 5.2-2）。根据区内多期水域地形资料分析对比，从 0m、-5m、-10m 等深线的变化映出，近 40 年来小庙洪水道整体稳定，一直存在着北淤南冲、深槽南移的演变趋势，口门段的北水道深槽不断萎缩直至消失，南水道充分发展；自上世纪 80 年代南水道头部分成南北两汉以来，南汉始终处于发展过程。其中小庙洪中段深槽宽长、槽型单一，目前有进一步贴岸的发展趋势。口门蒿枝港岸段濒临的南道南汉深槽一直处于冲刷发展过程，深槽向外海延伸，水深加大，南侧水下岸坡基本保持稳定。

小庙洪水道深槽 10m 等深线基本贯通，水道内有三条-10m 以深的深槽，分别位于口门段的南水道、小庙洪中段和海门区段的蛎岬山前缘。三条深槽之间尚未贯通区段的长度仅为 800m 和 300m，稍加疏通，小庙洪水道南岸三十余 km 海岸均可成为水深 10m 以上的深水岸线。在深槽断面面积保持稳定的状态下，由于高潮淹没，陆域缺少固定边界，小庙洪口门段深槽还存在此消彼长的变化。由于口门段涨落潮主流分异，使得水道南侧水流动力增强，造成小庙洪北水道处于淤积环境，南水道处于冲刷发展环境，此变化趋势为小庙洪南岸港口开发提供了

有利条件。见图 5.2-2~图 5.2-5。

综上所述，海底潮沟自九十年代以来，渐趋稳定，近岸潮沟逐渐停止活动并趋淤浅萎缩；滩涂地势平坦，滩面仍在向海推进，壅高现象继续存在。在此从事区域建设用海项目建设，对海堤安全也有一定的好处。



图 5.2-2 小庙洪水道海域形势及水道

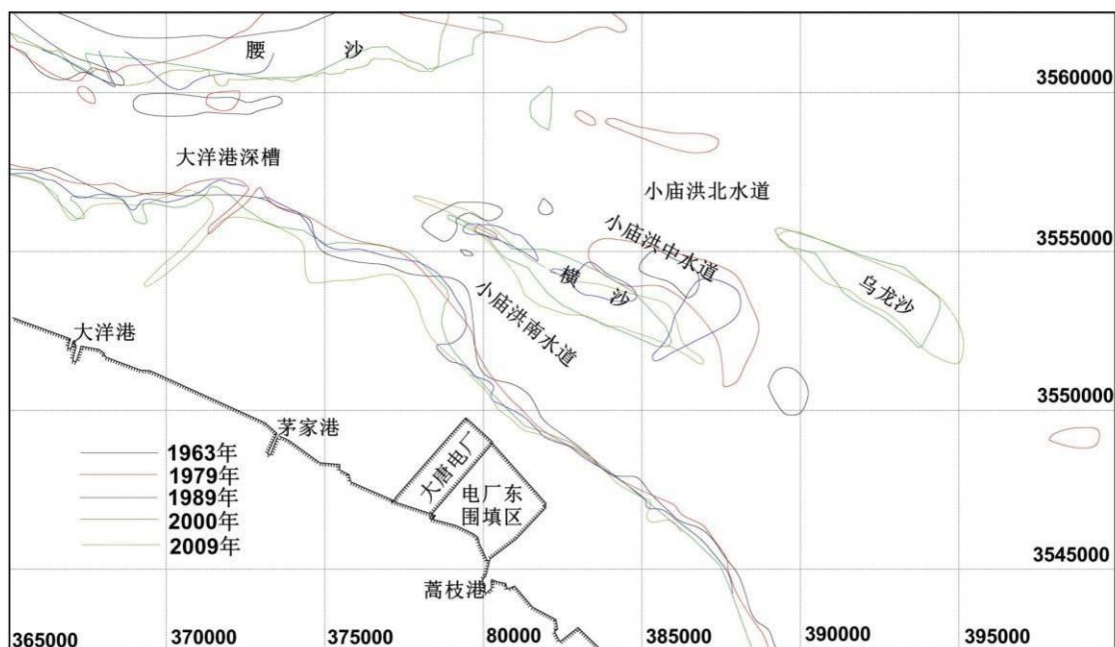


图 5.2-3 小庙洪海域 1963-2009 年 0m 线变化

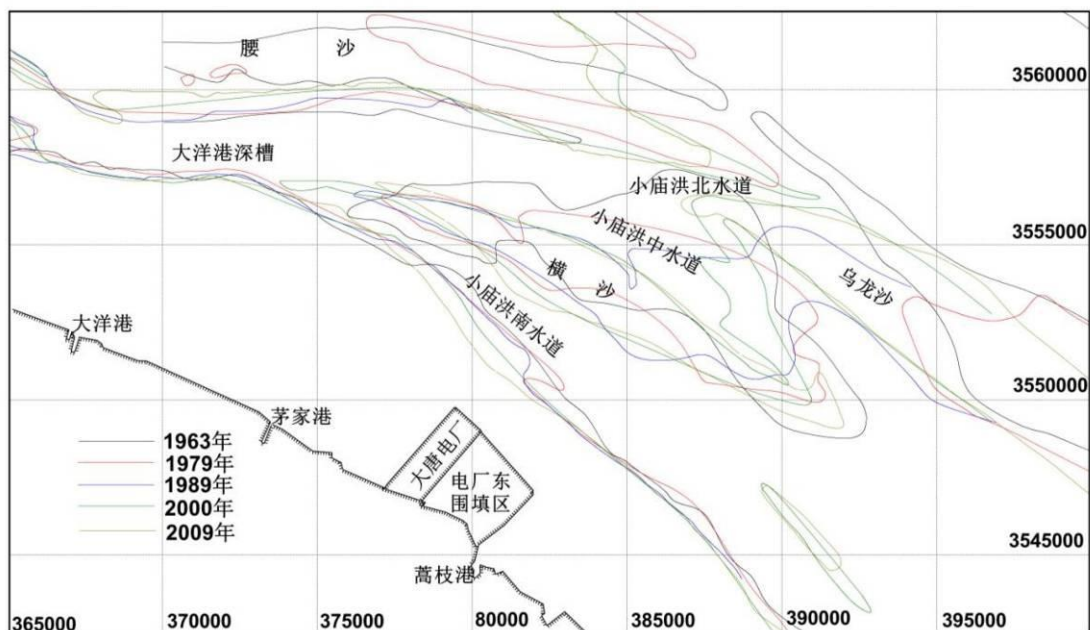


图 5.2-4 小庙洪海域 1963-2009 年-5m 线变化

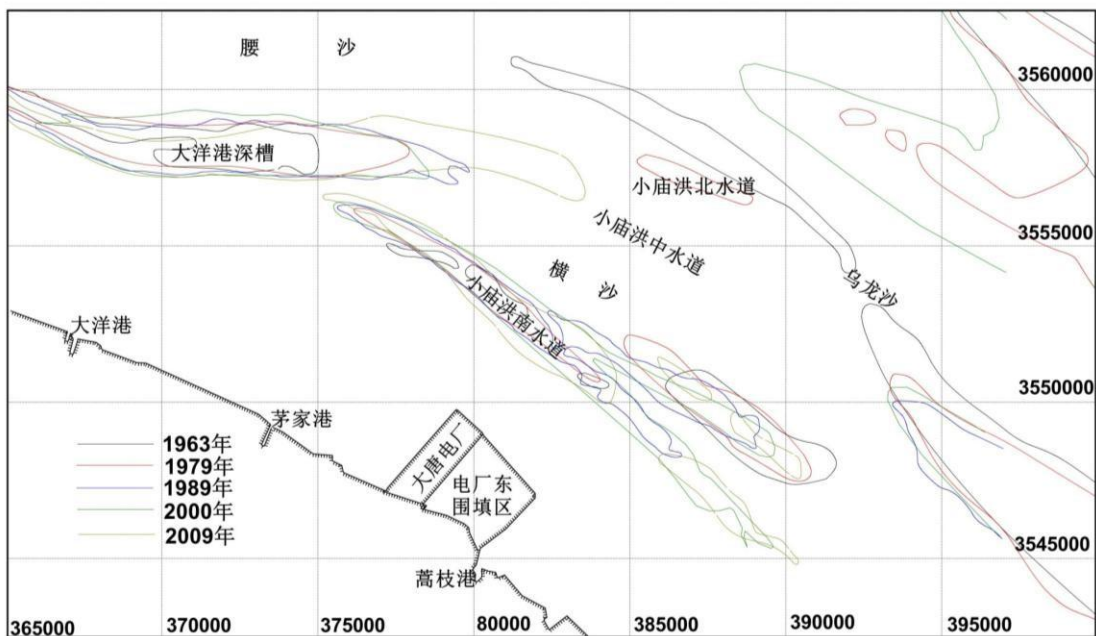


图 5.2-5 小庙洪海域 1963-2009 年-10m 线变化

5.2.2 小庙洪南侧边滩的演变动态

吕四海岸虽经沧海桑田，但海岸雏形在唐末即基本形成。宋天圣五年（公元 1027 年），太州西溪盐官范仲淹筑海堤自盐城县到余西场，宋玉和中（公元 1054~1056 年）海门知县沈起又西接范堤至吕四廖角嘴，该海堤即为黄河夺淮之前吕四岸线的标志。此堤走向与吕四现代海岸线走向基本一致，距海仅 2~3km。范堤在吕四地区距海如此之近，说明黄河夺淮以后吕四岸线向北淤涨是缓慢的。在长江入海口自北向南摆动过程中，吕四海岸主要表现为向东南方向伸展。启海

平原即在此期间形成。

海堤建造之后，由于盐业和垦殖需要也曾有过小块围垦。据调查，吕四目前的海堤建于 1961~1962 年，以后随防汛需要逐步加大到目前的规模。现海堤外曾先后有过三道低堤。第一道堤建于 1930 年，距现海堤约 600m，到 1939 年倒坍；第二道堤建于 1940 年，约距现海堤 350m，1949 年倒坍；第三道堤建于 1950 年，距现海堤 100m 左右，1960 年倒坍。反映近几十年来吕四岸线一直处于侵蚀过程。由所收集到的 1916 年地形图与 1969 年地形图比较，五十三年中，堤外高滩平均约后退 1000m，每年平均后退近 20m。1958 年与 1982 年地形图比较显示，东灶港外以东的滩面处于侵蚀过程，在大洋港一带侵蚀较为强烈，1958 年时大洋港外还有高滩 140m，目前已不复存在。

上述事实反映历史时期以来吕四岸线经历了由缓慢淤长到侵蚀的过程，这种侵蚀过程目前仍在继续。海岸冲淤趋势逆转的主要原因是供给吕四海岸的泥沙量发生了显著变化。

吕四海滩属现代河口三角洲沉积，组成物质为淤泥粉沙混合的分散体，抗冲性差。为了认识现代吕四海岸的侵蚀特征，南京水利科学研究院曾于 1981~1982 年在吕四近岸布设五条断面（图 5.2-6），进行了连续的现场观测。图 5.2-7 为一年间五条断面的冲淤变化。从海滩断面的冲淤变化看，侵蚀最强烈的地段在 3200m 以内的海滩，3200m 以外的海滩较为稳定，甚至略有淤积。由五条断面的观测资料分析，东灶港以东至新港闸，一年内在 3200m 以内的海滩上，冲走的泥沙近 688 万 m^3 ，冲刷强度自西向东增加，在 II 至 IV 断面之间，滩面平均刷深 9.3cm。另由全年冲淤变化观测，吕四岸滩存在冬冲夏淤的年内变化。冬季是海滩侵蚀的主要季节，每年的十月以后，海滩便呈现冲刷，这一过程要持续到第二年的二月。海滩年内冲淤交替的变化与不同季节的来沙条件和冬季大风有关，尽管夏季台风暴潮可能导致海滩出现短期冲刷，但台风造成强烈冲刷后，海滩又会有所回淤，吕四海滩在夏季总体上处淤积过程；冬季由寒潮大风的影响，吕四海滩总体处冲刷环境。

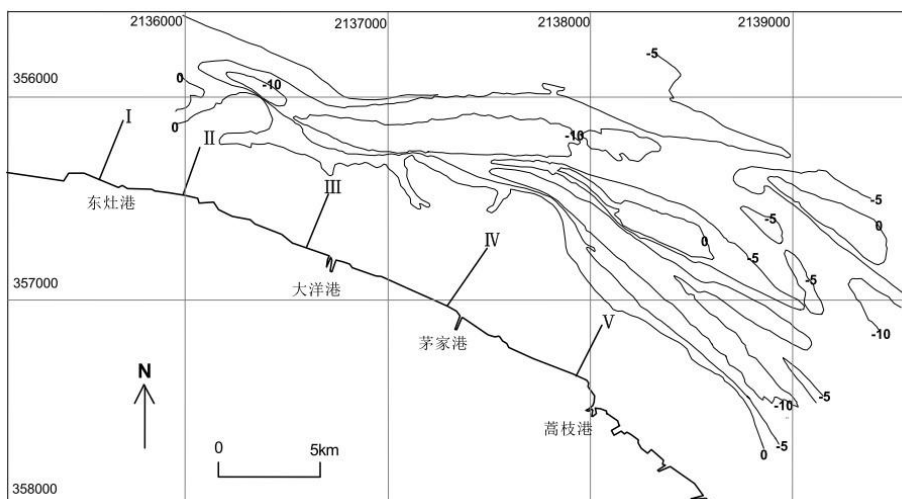


图 5.2-6 吕四海岸固定断面位置示意图

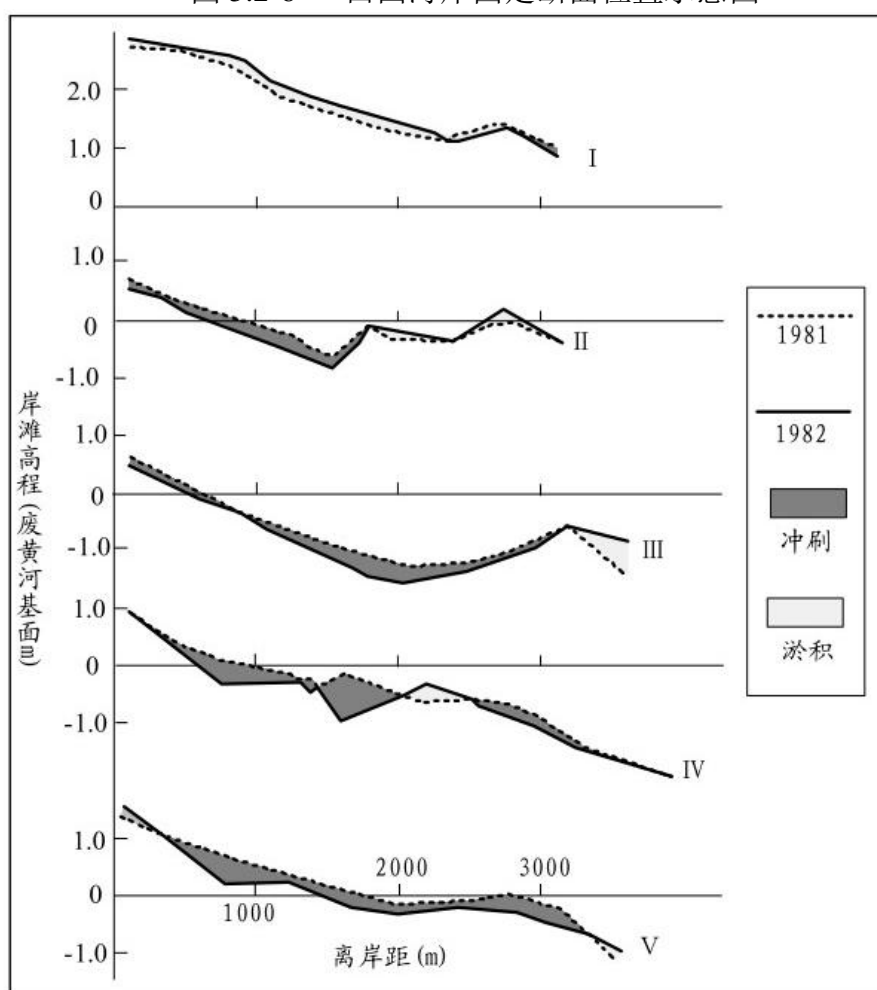


图 5.2-7 吕四海滩各断面的年冲淤变化

5.2.3 工程岸段的近期冲淤动态

小庙洪水道是一个陆侧有固定边界、岸外有腰沙和横沙等沙洲掩护的近岸潮汐通道。该水道茅家港以西为单一槽型水道，南岸为启东海门陆域，北侧为与如东相连的腰沙沙脊。小庙洪口门段靠近大湾洪和网仓洪，水域相对开阔，由横沙

和乌龙沙分割为北、中、南三支分汊，北水道与网仓洪相通，中水道和南水道均与大湾洪尾部相接。因沙洲水道相间分布，小庙洪口门段地形起伏明显（图 5.2-8）。

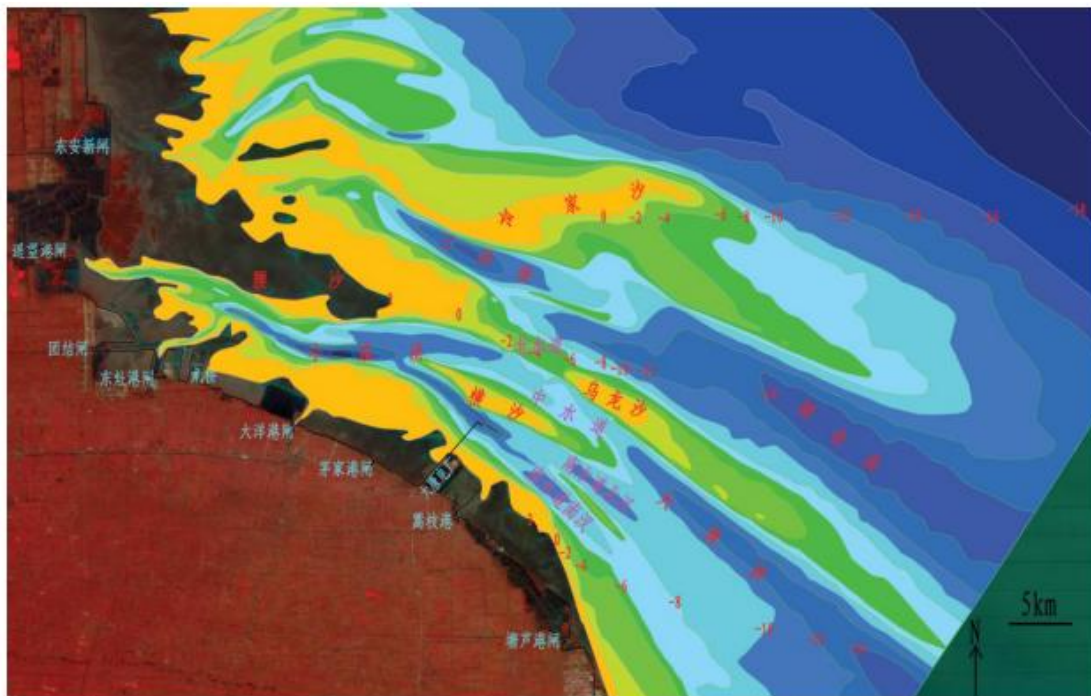


图 5.2-8 小庙洪水道及其附近水下地形图（据 2009 年实测水下地形图）

塘芦港北侧约 10km 的蒿枝港附近为小庙洪水道口门段，小庙洪南水道在此分为南汊和北汊，横沙外侧为大湾洪尾部与中水道交汇部位，中水道外有乌龙沙及其外侧的网仓洪水道，水深断面表现为脊槽相间分布，地形相对较为复杂。蒿枝港岸段最靠岸的深水通道是小庙洪南水道南汊，该水道发育时间不长，目前在 1#断面处最大水深 12m 左右，但口门附近 10m 等深线尚未贯通，最浅点水深 8m 左右。蒿枝港 5m 和 10m 等深线离岸最近距离分别约为 4.6km 和 6.2km。塘芦港附近处于小庙洪水道口门外，岸外为大湾洪水道尾部及乌龙沙沙脊，除岸外约 5km 处一个小型水下沙脊分布外，乌龙沙内侧为宽达 15km 左右的大湾洪水域，乌龙沙水下沙脊在 2#断面处最大高程已不足 -4m，相应的大湾洪水道尾部水深达 12.5m 左右。在 2#断面处 -5m 以浅较陡，水下沙脊至大湾洪深槽较为平缓，平均坡度 0.6‰，-5m 和 -10m 离岸距离分别约为 4.8km 和 13km。上世纪 80 年代海岸带与海涂资源综合调查结果认为，启海平原北部近东西走向的吕四海岸（东灶港至蒿枝港）为侵蚀性海岸。启海平原东南侧近南北走向的蒿枝港至连新港岸段，南部靠近长江口附近能够得到少量来自长江口的泥沙供给，被认为是稳定的岸段或为上淤下蚀的淤蚀过渡岸段。1974 年以来的遥感影像判读低潮水边线和海堤

线对比显示（图 5.2-9），蒿枝港以西的小庙洪水道南岸海堤线基本保持不变，仅在 2005 年后实施了部分近岸围填工程。塘芦港以南岸段平均向海围填 1.5~2km，且为渐进式围垦。低潮水边线因蒿枝港以西滩面潮沟发育，且在低潮水边线附近坡度较缓，遥感影像对比显示出的水边线波动相对活跃。但在蒿枝港以南，1974 年以来的历年低潮水边线变化幅度不超过 1km。这与以往关于这一岸段的冲淤情势认识基本一致，即东灶港至蒿枝港为侵蚀性岸段，蒿枝港以南为上淤下冲的淤蚀过渡岸段。

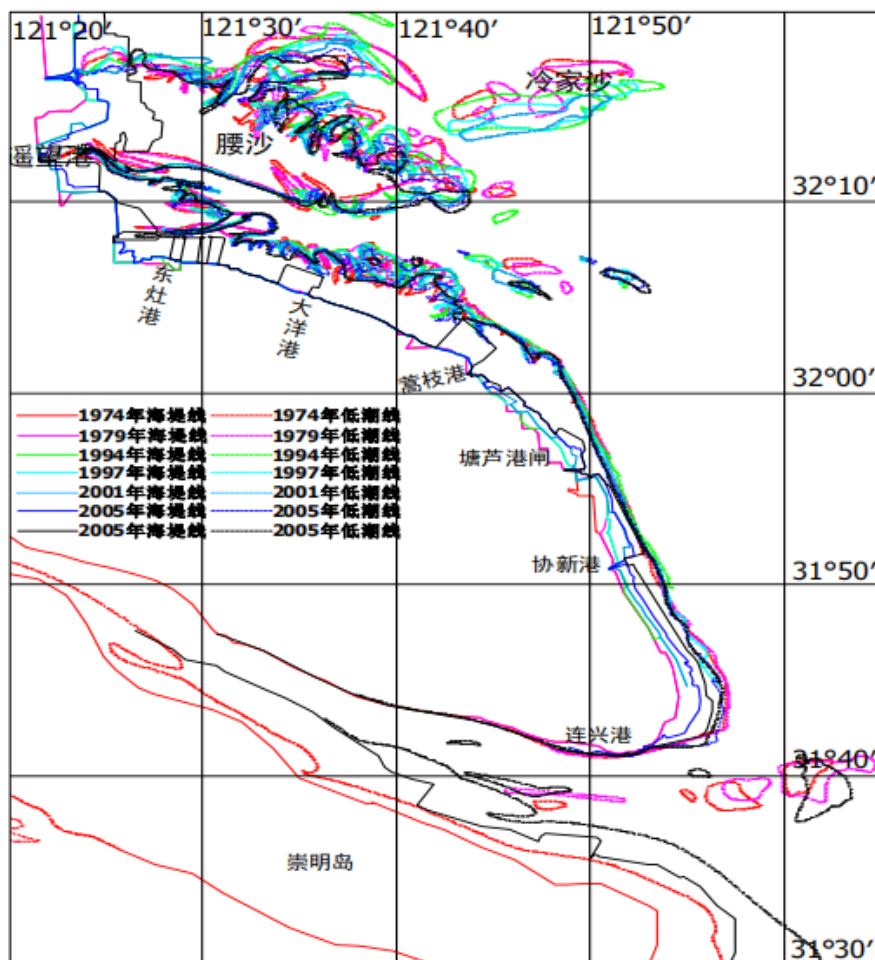


图 5.2-9 1974-2011 年蒿枝港附近海堤线及低潮水边线变化

5.3 海水水质现状调查与评价

5.3.1 2019 年 3 月水质质量现状调查与评价

江苏省海洋环境监测预报中心于 2019 年 4 月 23 日~30 日在工程附近海域进行了海洋环境质量现状调查，本次监测共布设 24 个监测站位、3 条潮间带。包括 24 个水质监测站位、15 个沉积物监测站位、15 个生物体质量监测站位、15 个海洋生态监测站位、15 个渔业资源监测站位、3 个潮间带监测断面。其中水质站位分表、底层采样。调查站位见表 5.3.1，监测站位分布见图 5.3.1。

表 5.3.1 2019 年 3 月调查站位坐标表

序号	经度	纬度	项目
1	32°9.572'	121°53.997'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
2	32°5.370'	121°57.732'	水质
3	32°2.889'	122°0.769'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
4	32°0.060'	122°2.216'	水质
5	31°56.826'	122°3.690'	水质
6	31°52.196'	122°5.971'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
7	31°50.801'	122°2.395'	水质
8	31°55.464'	122°0.353'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
9	31°58.730'	121°58.807'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
10	32°1.568'	121°57.315'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
11	32°3.928'	121°54.292'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
12	32°8.097'	121°50.706'	水质
13	32°6.689'	121°47.167'	水质
14	32°2.652'	121°50.288'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
15	32°0.303'	121°53.359'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
16	31°57.179'	121°55.061'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
17	31°53.839'	121°56.609'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
18	31°49.403'	121°58.556'	水质
19	31°48.067'	121°55.472'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
20	31°52.767'	121°53.031'	水质
21	31°55.936'	121°51.350'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
22	31°58.774'	121°49.959'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
23	32°1.056'	121°46.865'	水质
24	32°5.215'	121°43.419'	水质、沉积物、生物质量、生物生态
A 断面	32°0.319'	121°45.739'	潮间带
B 断面	31°56.753'	121°49.704'	潮间带
C 断面	31°50.551'	121°52.562'	潮间带

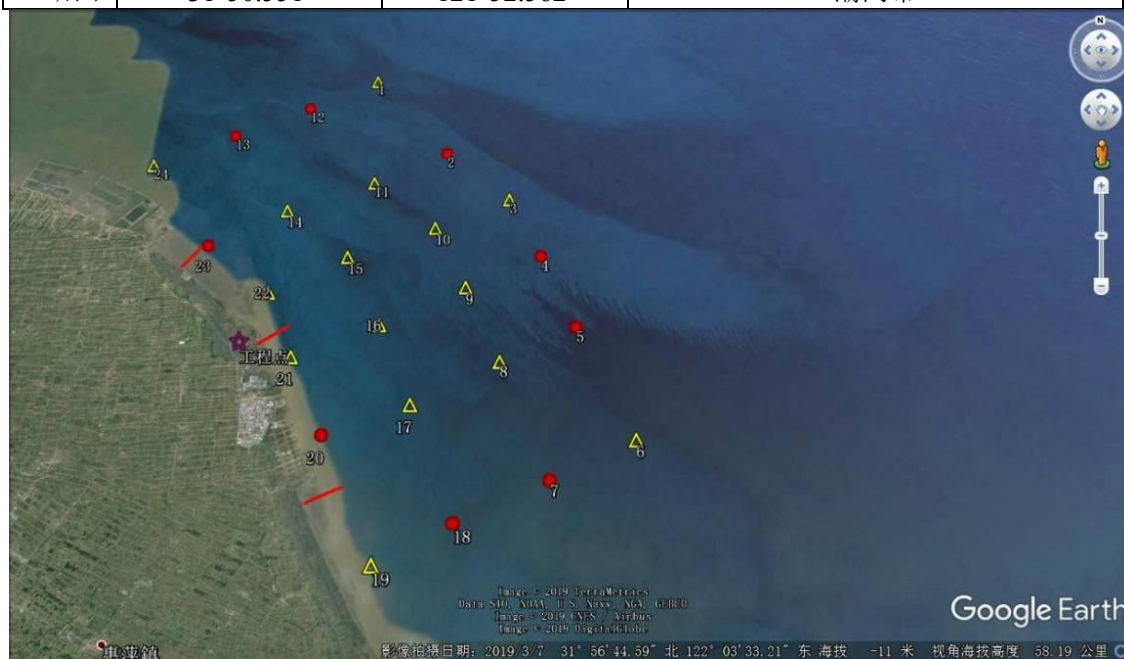


图 5.3-1 监测站位布设图

5.3.1.1 海水水质现状调查

(1) 调查项目

水温、盐度、pH、悬浮物、化学需氧量（CODMn）、溶解氧、硫化物、挥发性酚、石油类、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As）、磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐。

(2) 调查、分析方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求执行。见表 5.3.2。

表 5.3.2 水质各调查项目的分析方法

监测项目	分析方法	引用标准
水温	温度计法	GB/T 12763.2-2007
水色	比色法	GB/T 12763.2-2007
透明度	目测法	GB/T 12763.2-2007
盐度	盐度计法	GB 17378.4-2007
pH	pH 计法	GB 17378.4-2007
溶解氧	碘量法/电极法	GB 17378.4-2007
悬浮物	重量法	GB 17378.4-2007
化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.4-2007
氨-氮	流动分析法	HY/T147.1-2013
硝酸盐-氮	流动分析法	HY/T147.1-2013
亚硝酸盐-氮	流动分析法	HY/T147.1-2013
活性磷酸盐	流动分析法	HY/T147.1-2013
油类	紫外分光光度法	GB 17378.4-2007
挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法	GB 17378.4-2007
铜	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013
锌	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013
铅	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013
镉	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013
铬	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013
汞	原子荧光法	GB 17378.4-2007
砷	原子荧光法	GB 17378.4-2007

(3) 调查结果

1) pH

监测区域 pH 范围为 7.71~8.03，平均值为 7.92。

2) 溶解氧

监测区域溶解氧范围为 7.95 mg/L~8.83mg/L，平均值为 8.39mg/L。

3) 化学需氧量

监测区域化学需氧量范围为 0.46 mg/L~1.21mg/L，平均值为 0.75mg/L。

4) 悬浮物

监测区域悬浮物范围为 4.00 mg/L~209.00mg/L，平均值为 34.81mg/L。

5) 无机氮

监测区域无机氮范围为 0.22 mg/L~0.53mg/L，平均值为 0.35mg/L。

6) 活性磷酸盐

监测区域活性磷酸盐范围为 0.000 mg/L~0.015mg/L，平均值为 0.004mg/L。

7) 油类

监测区域油类范围为 8.34 μ g/L~26.30 μ g/L，平均值为 16.28 μ g/L。

8) 挥发酚

监测区域挥发酚范围为 <0.0003 mg/L~0.0019mg/L，平均值为 0.0006mg/L。

9) 铜

监测区域铜范围为 <0.12 μ g/L~2.33 μ g/L，平均值为 <0.12 μ g/L。

10) 锌

监测区域锌范围为 <0.1 μ g/L~22.88 μ g/L，平均值为 4.10 μ g/L。

11) 铅

监测区域铅范围为 <0.07 μ g/L~0.11 μ g/L，平均值为 <0.07 μ g/L。

12) 镉

监测区域镉范围为 <0.03 μ g/L~0.16 μ g/L，平均值为 0.07 μ g/L。

13) 铬

监测区域铬范围为 <0.05 μ g/L，平均值为 <0.05 μ g/L。

14) 汞

监测区域汞范围为 <0.007 μ g/L，平均值为 <0.007 μ g/L。

15) 砷

监测区域砷范围为 0.25 μ g/L~0.34 μ g/L，平均值为 0.29 μ g/L。

调查海域监测结果见表 5.3.3。

表 5.3.3 海水水质监测结果

站号	潮位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
1	涨	表	7.78	8.17	0.46	42.0	0.218	0.003	<0.0003	<0.2	12.9	<0.12	1.27	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.269
1	落	表	7.71	8.08	0.76	53.0	0.243	<0.0007	0.0011	<0.2	13.5	<0.12	5.96	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.274
1	落	表平行	7.71	8.08	0.68	44.0	0.267	<0.0007	<0.0003	<0.2	13.9	<0.12	5.2	<0.07	0.08	<0.05	<0.007	0.288
2	涨	表	7.91	8.12	0.97	48.0	0.235	<0.0007	<0.0003	0.48	17.7	<0.12	15.2	<0.07	0.12	<0.05	<0.007	0.259
2	涨	底	7.89	8.30	0.92	54.0	0.223	0.001		0.48		<0.12	<0.1	<0.07	0.07	<0.05	<0.007	0.280
2	落	表	7.90	8.31	0.62	19.0	0.289	0.004	0.0013	0.48	15.4	<0.12	3.5	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.284
2	落	底	7.87	8.20	0.72	40.0	0.291	0.001		<0.2		<0.12	1.1	<0.07	0.09	<0.05	<0.007	0.282
3	涨	表	7.95	8.41	0.49	22.0	0.327	0.007	<0.0003	<0.2	18.6	<0.12	4.05	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.315
3	涨	底	7.94	8.32	0.47	37.0	0.304	0.002		0.48		<0.12	1.99	<0.07	0.04	<0.05	<0.007	0.312
3	落	表	7.92	8.21	0.54	5.00	0.344	0.002	<0.0003	0.48	16.5	<0.12	4.50	<0.07	0.03	<0.05	<0.007	0.310
3	落	底	7.91	8.20	0.63	22.0	0.301	0.002		0.48		<0.12	<0.1	<0.07	0.07	<0.05	<0.007	0.316
4	涨	表	7.99	8.61	0.74	9.00	0.366	0.004	<0.0003	<0.2	19.7	<0.12	<0.1	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.309
4	涨	表平行	7.99	8.61	0.66	11.0	0.378	0.004	0.0011	0.48	16.0	<0.12	<0.1	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.312
4	落	表	8.01	8.61	0.60	11.0	0.372	<0.0007	0.0014	0.48	18.4	<0.12	5.3	<0.07	0.04	<0.05	<0.007	0.323
5	涨	表	7.98	8.57	0.50	7.00	0.417	0.005	<0.0003	<0.2	20.7	<0.12	<0.1	<0.07	0.03	<0.05	<0.007	0.308
5	落	表	7.96	8.38	0.58	10.0	0.332	<0.0007	<0.0003	<0.2	17.9	<0.12	3.3	<0.07	0.04	<0.05	<0.007	0.301
6	涨	表	7.96	8.37	0.66	13.0	0.395	0.001	0.0012	0.48	20.6	<0.12	0.68	<0.07	0.07	<0.05	<0.007	0.312
6	涨	底	8.01	8.26	0.62	14.0	0.533	0.001		<0.2		<0.12	6.55	<0.07	0.09	<0.05	<0.007	0.283
6	落	表	7.95	8.10	0.62	40.0	0.456	<0.0007	<0.0003	<0.2	16.9	<0.12	5.8	<0.07	0.11	<0.05	<0.007	0.297
6	落	底	7.98	8.29	0.68	13.0	0.453	<0.0007		0.48		<0.12	7.1	<0.07	0.07	<0.05	<0.007	0.290
7	涨	表	8.03	8.83	0.83	9.00	0.414	0.002	0.0010	0.48	21.2	<0.12	4.7	<0.07	0.08	<0.05	<0.007	0.323
7	落	表	7.97	8.48	0.80	8.00	0.424	0.001	<0.0003	<0.2	21.9	0.55	7.98	<0.07	0.11	<0.05	<0.007	0.316
8	涨	表	7.98	8.59	0.74	30.0	0.387	<0.0007	0.0011	0.48	24.5	0.13	12.3	0.10	0.16	<0.05	<0.007	0.339
8	涨	表平行	7.98	8.59	0.66	27.0	0.438	0.001	0.0014	0.48	21.2	<0.12	11.4	0.11	0.15	<0.05	<0.007	0.284
8	落	表	7.97	8.53	0.88	13.0	0.449	0.004	<0.0003	<0.2	19.3	<0.12	10.7	<0.07	0.13	<0.05	<0.007	0.290

站号	潮位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
9	涨	表	8.03	8.75	0.80	4.00	0.376	<0.0007	<0.0003	<0.2	26.3	<0.12	2.0	<0.07	0.04	<0.05	<0.007	0.337
9	落	表	8.00	8.65	0.74	49.0	0.440	0.008	<0.0003	<0.2	21.9	<0.12	0.42	<0.07	0.12	<0.05	<0.007	0.282
10	涨	表	8.00	8.52	0.58	23.0	0.347	0.002	0.0013	2.9	25.6	<0.12	14.5	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.299
10	落	表	8.00	8.52	0.82	19.0	0.334	0.004	<0.0003	<0.2	17.2	0.80	0.77	<0.07	0.10	<0.05	<0.007	0.276
11	涨	表	7.98	8.08	0.74	83.0	0.220	<0.0007	<0.0003	<0.2	16.5	<0.12	1.1	<0.07	0.03	<0.05	<0.007	0.270
11	落	表	7.98	8.47	0.87	26.0	0.257	0.001	<0.0003	<0.2	12.0	2.33	3.55	<0.07	0.08	<0.05	<0.007	0.276
12	涨	表	7.79	8.34	0.75	45.0	0.293	<0.0007	0.0011	0.48	14.0	<0.12	2.0	<0.07	0.03	<0.05	<0.007	0.273
12	涨	表平行	7.79	8.34	0.78	44.0	0.302	0.001	<0.0003	<0.2	12.8	<0.12	3.2	<0.07	<0.03	<0.05	<0.007	0.287
12	涨	底	7.81	8.32	0.97	26.0	0.356	0.002		<0.2		<0.12	1.5	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.283
12	落	表	7.81	8.28	0.58	16.0	0.262	0.004	<0.0003	0.48	17.3	<0.12	2.02	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.304
12	落	底	7.82	8.27	0.70	21.0	0.234	0.005		<0.2		<0.12	1.56	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.285
13	涨	表	7.89	8.58	0.81	17.0	0.224	0.005	0.0014	<0.2	20.0	<0.12	0.55	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.257
13	落	表	7.90	8.19	0.82	13.0	0.239	0.005	0.0011	0.48	19.6	<0.12	<0.1	<0.07	0.11	<0.05	<0.007	0.255
13	落	表平行	7.90	8.19	0.75	16.0	0.236	0.006	<0.0003	<0.2	15.3	<0.12	0.64	<0.07	0.11	<0.05	<0.007	0.276
14	涨	表	7.93	8.17	0.50	66.0	0.255	0.004	<0.0003	<0.2	14.8	<0.12	1.25	<0.07	<0.03	<0.05	<0.007	0.254
14	落	表	7.90	8.28	0.90	45.0	0.344	0.007	0.0010	<0.2	11.4	<0.12	4.06	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.278
15	涨	表	7.86	8.32	0.54	36.0	0.359	0.007	<0.0003	0.48	13.5	<0.12	<0.1	<0.07	0.08	<0.05	<0.007	0.271
15	落	表	7.82	8.37	0.53	26.0	0.323	0.006	0.0011	2.9	13.7	<0.12	2.30	<0.07	0.04	<0.05	<0.007	0.290
16	涨	表	7.88	8.47	0.52	24.0	0.370	0.010	<0.0003	0.48	10.4	<0.12	0.92	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.286
16	落	表	7.89	8.55	0.50	23.0	0.318	0.005	<0.0003	0.48	11.9	<0.12	0.77	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.266
17	涨	表	7.89	8.23	0.66	44.0	0.474	0.012	0.0011	<0.2	12.1	<0.12	5.61	<0.07	0.07	<0.05	<0.007	0.280
17	落	表	7.91	8.63	0.67	48.0	0.397	0.006	0.0011	0.48	14.9	<0.12	3.14	<0.07	0.09	<0.05	<0.007	0.294
18	涨	表	7.98	8.57	1.07	33.0	0.495	0.013	<0.0003	0.48	14.3	<0.12	1.95	<0.07	0.11	<0.05	<0.007	0.307
18	落	表	7.95	8.71	0.74	34.0	0.423	0.009	<0.0003	0.48	13.6	<0.12	1.76	<0.07	0.07	<0.05	<0.007	0.309
19	涨	表	7.87	8.27	0.68	29.0	0.444	0.009	<0.0003	<0.2	11.3	<0.12	5.92	<0.07	0.12	<0.05	<0.007	0.302
19	落	表	7.95	8.44	1.12	31.0	0.433	0.011	<0.0003	0.48	13.7	<0.12	5.21	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.281

站号	潮位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
20	涨	表	8.03	8.56	0.67	48.0	0.389	0.009	<0.0003	0.48	11.1	<0.12	4.35	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.290
20	落	表	7.97	8.47	1.18	64.0	0.521	0.015	0.0011	0.48	8.34	<0.12	<0.1	<0.07	<0.03	<0.05	<0.007	0.295
21	涨	表	7.98	8.57	0.78	35.0	0.402	0.008	0.0015	0.48	18.3	<0.12	5.64	<0.07	0.06	<0.05	<0.007	0.303
21	落	表	7.98	8.61	0.83	29.0	0.480	0.015	0.0017	0.48	17.0	<0.12	8.74	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.307
22	涨	表	7.98	8.56	0.86	28.0	0.342	0.007	0.0015	0.48	15.1	<0.12	<0.1	<0.07	0.08	<0.05	<0.007	0.278
22	落	表	7.94	8.43	0.80	29.0	0.329	0.012	0.0012	0.48	16.9	<0.12	22.9	<0.07	0.13	<0.05	<0.007	0.281
23	涨	表	7.97	8.48	0.89	41.0	0.366	0.004	0.0019	0.48	13.7	<0.12	5.23	<0.07	<0.03	<0.05	<0.007	0.276
23	落	表	7.96	8.50	0.72	36.0	0.313	0.008	0.0011	0.48	13.8	<0.12	2.17	<0.07	0.09	<0.05	<0.007	0.279
24	涨	表	8.00	7.95	1.14	209	0.263	0.002	0.0017	0.48	14.7	<0.12	2.67	<0.07	0.08	<0.05	<0.007	0.254
24	落	表	7.78	8.23	1.21	101	0.299	0.004	<0.0003	0.48	14.7	<0.12	9.27	<0.07	0.05	<0.05	<0.007	0.266
24	落	表平行	7.78	8.23	1.18	96.0	0.300	0.004	<0.0003	0.48	14.5	<0.12	7.73	<0.07	0.04	<0.05	<0.007	0.263
检出限			/	/	/	/	/	0.0007	0.0003	0.2	3.5	0.12	0.10	0.07	0.03	0.05	0.007	0.5
平均值			7.92	8.39	0.75	34.8	0.35	0.004	0.0006	0.40	16.3	0.09	4.10	0.02	0.07	0.01	0.00	0.29
最大值			8.03	8.83	1.21	209	0.53	0.015	0.0019	2.90	26.3	2.33	22.9	0.11	0.16	0.01	0.00	0.34
最小值			7.71	7.95	0.46	4.00	0.22	0.000	<0.0003	<0.2	8.34	<0.12	<0.1	<0.07	<0.03	<0.05	<0.007	0.25

5.3.1.2 海水水质现状评价

(1) 评价因子

水环境监测评价选取溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、油类、铜、铅、铬、镉、汞、砷、无机氮、PH、锌作为监测项目作为评价因子。

(2) 评价方法

采用单因子标准指数（Pi）法，评价模式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{io}}$$

式中：Pi——第 i 项因子的标准指数，即单因子标准指数；

Ci——第 i 项因子的实测浓度；

Cio——第 i 项因子的评价标准值。

当标准指数值 Pi 大于 1，表示第 i 项评价因子超出了其相应的评价标准，即表明该因子已不能满足评价海域海洋功能区的要求。

另外，根据 pH、溶解氧（DO）的特点，其评价模式分别为：

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

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

$$\text{其中 } DO_f = \frac{468}{(31.6 + T)}$$

DO——溶解氧的实测浓度，DO_f——饱和溶解氧的浓度，

DO_s——溶解氧的评价标准值，T——水温（℃）。

pH 评价指数按下式如下：

$$P_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sl}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$P_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j \geq 7.0$$

式中：pH_j—j 点 pH 值；pH_{sl}—水质标准规定的 pH 下限；pH_{su}—水质标准规定的 pH 上限。

(3) 评价标准

水质评价标准统一采用《海水水质标准》（GB3097-1997）中的二类水质标准。具体见表 5.3.4。

表 5.3.4 海水水质标准

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8	
DO>(mg/L)	6	5	4	3
COD≤(mg/L)	2	3	4	5
悬浮物(mg/L)	人为增加量≤10		人为增加量≤100	人为增加量≤150
无机氮≤(mg/L)	0.20	0.30	0.40	0.50
无机磷≤(mg/L)	0.015	0.030		0.045
油类≤(mg/L)	0.050		0.30	0.50
BOD ₅ ≤(mg/L)	1	3	4	5
铜≤(mg/L)	0.005	0.010	0.050	0.050
铅≤(mg/L)	0.001	0.005	0.010	0.050
锌≤(mg/L)	0.020	0.050	0.10	0.50
镉≤(mg/L)	0.001	0.005	0.010	0.010
汞≤(mg/L)	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
铬≤(mg/L)	0.050	0.10	0.20	0.50
砷	0.020	0.030	0.050	

第一类 适用于海洋渔业水域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区；第二类适用于水产养殖区、海水浴场、人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区；第三类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；第四类适用于海洋港口水域、海洋开发作业区。

(4) 评价结果

1) 各站位的溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、油类、铜、铅、铬、镉、汞、砷均符合第一类海水水质标准的要求。

2) 无机氮 27.4%的监测结果符合第二类海水水质标准，45.2%的监测结果符合第三类海水水质标准，24.2%的监测结果为四类海水水质标准，3.2%的监测结果为劣四类海水水质，详见表 4-2。其中 6 号站位涨潮和 24 号站位落潮监测结果为劣四类，可能的原因是 6 号站位靠近长江口外冲淡水区，24 号站位靠近近岸港口。

3) pH 88.7%的监测结果符合第一、二类海水水质标准，11.3%的监测结果符合第三、四类海水水质标准，详见表 5.3.5。

4) 锌 98.4%的监测结果符合第一类海水水质标准，1.6%的监测结果符合第二类海水水质标准，无第三类、第四类和劣四类海水水质；全部的监测结果均符合第二类海水水质标准，评价结果见表 5.3.5。

表 5.3.5 海水水质单因子污染指数评价结果

站号	潮位	pH		溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌		铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第三、四类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第二类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
1	涨	1.06	0.02	0.46	0.23	0.73	0.55	0.44	0.20	0.015	0.005	0.258	0.006	0.06	0.03	0.02	0.06	0.00	0.04	0.013
1	落	1.26	0.09	0.49	0.38	0.81	0.61	0.49	0.00	0.22	0.005	0.27	0.006	0.30	0.12	0.02	0.06	0.00	0.04	0.014
1	落	1.26	0.09	0.49	0.34	0.89	0.67	0.53	0.00	0.015	0.005	0.278	0.006	0.26	0.10	0.02	0.08	0.00	0.04	0.014
2	涨	0.69	0.11	0.48	0.48	0.78	0.59	0.47	0.00	0.015	0.024	0.354	0.006	0.76	0.30	0.02	0.12	0.00	0.04	0.013
2	涨	0.74	0.09	0.43	0.46	0.74	0.56	0.45	0.07		0.024		0.006	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.04	0.014
2	落	0.71	0.10	0.43	0.31	0.96	0.72	0.58	0.27	0.26	0.024	0.308	0.006	0.17	0.07	0.02	0.06	0.00	0.04	0.014
2	落	0.80	0.07	0.46	0.36	0.97	0.73	0.58	0.07		0.005		0.006	0.05	0.02	0.02	0.09	0.00	0.04	0.014
3	涨	0.57	0.15	0.40	0.25	1.09	0.82	0.65	0.47	0.015	0.005	0.372	0.006	0.20	0.08	0.02	0.06	0.00	0.04	0.016
3	涨	0.60	0.14	0.43	0.24	1.01	0.76	0.61	0.13		0.024		0.006	0.10	0.04	0.02	0.04	0.00	0.04	0.016
3	落	0.66	0.12	0.45	0.27	1.15	0.86	0.69	0.13	0.015	0.024	0.33	0.006	0.23	0.09	0.02	0.03	0.00	0.04	0.016
3	落	0.69	0.11	0.46	0.31	1.00	0.75	0.60	0.13		0.024		0.006	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.04	0.016
4	涨	0.46	0.19	0.35	0.37	1.22	0.92	0.73	0.27	0.015	0.005	0.394	0.006	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.04	0.015
4	涨	0.46	0.19	0.35	0.33	1.26	0.95	0.76	0.27	0.22	0.024	0.32	0.006	0.00	0.00	0.02	0.05	0.00	0.04	0.016
4	落	0.40	0.21	0.35	0.30	1.24	0.93	0.74	0.00	0.28	0.024	0.368	0.006	0.26	0.11	0.02	0.04	0.00	0.04	0.016
5	涨	0.49	0.18	0.36	0.25	1.39	1.04	0.83	0.33	0.015	0.005	0.414	0.006	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.04	0.015
5	落	0.54	0.16	0.41	0.29	1.11	0.83	0.66	0.00	0.015	0.005	0.358	0.006	0.16	0.07	0.02	0.04	0.00	0.04	0.015
6	涨	0.54	0.16	0.41	0.33	1.32	0.99	0.79	0.07	0.24	0.024	0.412	0.006	0.03	0.01	0.02	0.07	0.00	0.04	0.016
6	涨	0.40	0.21	0.44	0.31	1.78	1.33	1.07	0.07		0.005		0.006	0.33	0.13	0.02	0.09	0.00	0.04	0.014
6	落	0.57	0.15	0.48	0.31	1.52	1.14	0.91	0.00	0.015	0.005	0.338	0.006	0.29	0.12	0.02	0.11	0.00	0.04	0.015
6	落	0.49	0.18	0.43	0.34	1.51	1.13	0.91	0.00		0.024		0.006	0.36	0.14	0.02	0.07	0.00	0.04	0.015
7	涨	0.34	0.23	0.30	0.42	1.38	1.04	0.83	0.13	0.200	0.024	0.424	0.006	0.24	0.09	0.02	0.08	0.00	0.04	0.016
7	落	0.51	0.17	0.39	0.40	1.41	1.06	0.85	0.07	0.015	0.005	0.438	0.109	0.40	0.16	0.02	0.11	0.00	0.04	0.016
8	涨	0.49	0.18	0.36	0.37	1.29	0.97	0.77	0.00	0.22	0.024	0.49	0.025	0.61	0.25	0.10	0.16	0.00	0.04	0.017
8	涨	0.49	0.18	0.36	0.33	1.46	1.10	0.88	0.07	0.28	0.024	0.424	0.006	0.57	0.23	0.11	0.15	0.00	0.04	0.014

站号	潮位	pH		溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌		铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第三、四类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第二类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
8	落	0.51	0.17	0.37	0.44	1.50	1.12	0.90	0.27	0.015	0.005	0.386	0.006	0.53	0.21	0.02	0.13	0.00	0.04	0.015
9	涨	0.34	0.23	0.32	0.40	1.25	0.94	0.75	0.00	0.015	0.005	0.526	0.006	0.10	0.04	0.02	0.04	0.00	0.04	0.017
9	落	0.43	0.20	0.34	0.37	1.47	1.10	0.88	0.53	0.015	0.005	0.438	0.006	0.02	0.01	0.02	0.12	0.00	0.04	0.014
10	涨	0.43	0.20	0.38	0.29	1.16	0.87	0.69	0.13	0.26	0.145	0.512	0.006	0.72	0.29	0.02	0.05	0.00	0.04	0.015
10	落	0.43	0.20	0.38	0.41	1.11	0.84	0.67	0.27	0.015	0.005	0.344	0.159	0.04	0.02	0.02	0.10	0.00	0.04	0.014
11	涨	0.49	0.18	0.49	0.37	0.73	0.55	0.44	0.00	0.015	0.005	0.33	0.006	0.05	0.02	0.02	0.03	0.00	0.04	0.014
11	落	0.49	0.18	0.39	0.44	0.86	0.64	0.51	0.07	0.015	0.005	0.24	0.466	0.18	0.07	0.02	0.08	0.00	0.04	0.014
12	涨	1.03	0.01	0.42	0.37	0.98	0.73	0.59	0.00	0.22	0.024	0.28	0.006	0.10	0.04	0.02	0.03	0.00	0.04	0.014
12	涨	1.03	0.01	0.42	0.39	1.01	0.76	0.60	0.07	0.015	0.005	0.256	0.006	0.16	0.06	0.02	0.02	0.00	0.04	0.014
12	涨	0.97	0.01	0.43	0.48	1.19	0.89	0.71	0.13		0.005		0.006	0.08	0.03	0.02	0.06	0.00	0.04	0.014
12	落	0.97	0.01	0.44	0.29	0.87	0.66	0.52	0.27	0.015	0.024	0.346	0.006	0.10	0.04	0.02	0.06	0.00	0.04	0.015
12	落	0.94	0.02	0.44	0.35	0.78	0.59	0.47	0.33		0.005		0.006	0.08	0.03	0.02	0.06	0.00	0.04	0.014
13	涨	0.74	0.09	0.36	0.41	0.75	0.56	0.45	0.33	0.281	0.005	0.4	0.006	0.03	0.01	0.02	0.06	0.00	0.04	0.013
13	落	0.71	0.10	0.46	0.41	0.80	0.60	0.48	0.33	0.228	0.024	0.392	0.006	0.00	0.00	0.02	0.11	0.00	0.04	0.013
13	落	0.71	0.10	0.46	0.37	0.79	0.59	0.47	0.40	0.015	0.005	0.306	0.006	0.03	0.01	0.02	0.11	0.00	0.04	0.014
14	涨	0.63	0.13	0.46	0.25	0.85	0.64	0.51	0.27	0.015	0.005	0.296	0.006	0.06	0.03	0.02	0.02	0.00	0.04	0.013
14	落	0.71	0.10	0.44	0.45	1.15	0.86	0.69	0.47	0.209	0.005	0.228	0.006	0.20	0.08	0.02	0.06	0.00	0.04	0.014
15	涨	0.83	0.06	0.43	0.27	1.20	0.90	0.72	0.47	0.015	0.024	0.27	0.006	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.04	0.014
15	落	0.94	0.02	0.41	0.26	1.08	0.81	0.65	0.40	0.222	0.145	0.274	0.006	0.11	0.05	0.02	0.04	0.00	0.04	0.015
16	涨	0.77	0.08	0.39	0.26	1.23	0.93	0.74	0.67	0.015	0.024	0.208	0.006	0.05	0.02	0.02	0.05	0.00	0.04	0.014
16	落	0.74	0.09	0.37	0.25	1.06	0.80	0.64	0.33	0.015	0.024	0.238	0.006	0.04	0.02	0.02	0.06	0.00	0.04	0.013
17	涨	0.74	0.09	0.45	0.33	1.58	1.19	0.95	0.80	0.216	0.005	0.242	0.006	0.28	0.11	0.02	0.07	0.00	0.04	0.014
17	落	0.69	0.11	0.35	0.33	1.32	0.99	0.79	0.40	0.216	0.024	0.298	0.006	0.16	0.06	0.02	0.09	0.00	0.04	0.015
18	涨	0.49	0.18	0.36	0.54	1.65	1.24	0.99	0.87	0.015	0.024	0.286	0.006	0.10	0.04	0.02	0.11	0.00	0.04	0.015
18	落	0.57	0.15	0.33	0.37	1.41	1.06	0.85	0.60	0.015	0.024	0.272	0.006	0.09	0.04	0.02	0.07	0.00	0.04	0.015

站号	潮位	pH		溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌		铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第三、四类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第二类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
19	涨	0.80	0.07	0.44	0.34	1.48	1.11	0.89	0.60	0.015	0.005	0.226	0.006	0.30	0.12	0.02	0.12	0.00	0.04	0.015
19	落	0.57	0.15	0.40	0.56	1.44	1.08	0.87	0.73	0.015	0.024	0.274	0.006	0.26	0.10	0.02	0.05	0.00	0.04	0.014
20	涨	0.34	0.23	0.37	0.33	1.30	0.97	0.78	0.60	0.015	0.024	0.222	0.006	0.22	0.09	0.02	0.06	0.00	0.04	0.015
20	落	0.51	0.17	0.39	0.59	1.74	1.30	1.04	1.00	0.225	0.024	0.167	0.006	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.015
21	涨	0.49	0.18	0.36	0.39	1.34	1.01	0.80	0.53	0.015	0.024	0.366	0.006	0.28	0.11	0.02	0.06	0.00	0.04	0.015
21	落	0.49	0.18	0.35	0.42	1.60	1.20	0.96	1.00	0.334	0.024	0.34	0.006	0.44	0.17	0.02	0.05	0.00	0.04	0.015
22	涨	0.49	0.18	0.37	0.43	1.14	0.86	0.68	0.47	0.015	0.024	0.302	0.006	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.04	0.014
22	落	0.60	0.14	0.40	0.40	1.10	0.82	0.66	0.80	0.234	0.024	0.338	0.006	1.14	0.46	0.02	0.13	0.00	0.04	0.014
23	涨	0.51	0.17	0.39	0.45	1.22	0.92	0.73	0.27	0.380	0.024	0.274	0.006	0.26	0.10	0.02	0.02	0.00	0.04	0.014
23	落	0.54	0.16	0.38	0.36	1.04	0.78	0.63	0.53	0.221	0.024	0.276	0.006	0.11	0.04	0.02	0.09	0.00	0.04	0.014
24	涨	0.43	0.20	0.52	0.57	0.88	0.66	0.53	0.13	0.340	0.024	0.294	0.006	0.13	0.05	0.02	0.08	0.00	0.04	0.013
24	落	1.06	0.02	0.45	0.60	1.00	0.75	0.60	0.27	0.015	0.024	0.294	0.006	0.46	0.19	0.02	0.05	0.00	0.04	0.013
24	落	1.06	0.02	0.45	0.59	1.00	0.75	0.60	0.27	0.015	0.024	0.29	0.006	0.39	0.15	0.02	0.04	0.00	0.04	0.013
最大值		1.26	0.23	0.52	0.60	1.78	1.33	1.07	1.00	0.38	0.15	0.53	0.47	1.14	0.46	0.11	0.16	0.00	0.04	0.02
占比		88.7%	11.3%	100%	100%	27.4%	45.2%	24.2%	100%	100%	100%	100%	100%	98.4%	1.6%	100%	100%	100%	100%	100%

5.3.2 2019年10月水质质量现状调查与评价

江苏省海洋环境监测预报中心于2019年10月17日~24日在工程附近海域进行了海洋环境质量现状调查，本次监测共布设24个监测站位、3条潮间带。包括24个水质监测站位、15个沉积物监测站位、15个生物体质量监测站位、15个海洋生态监测站位、15个渔业资源监测站位、3个潮间带监测断面。其中水质站位分表、底层采样。调查站位见表5.3.1，监测站位分布见图5.3-1。

5.3.2.1. 海水水质现状调查

(1) 调查项目

水温、盐度、pH、悬浮物、化学需氧量(CODMn)、溶解氧、硫化物、挥发性酚、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、磷酸盐、亚硝酸盐、硝酸盐、铵盐。

(2) 调查、分析方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求执行。具体见表5.3-2。

(3) 监测结果

- 1) pH。监测区域pH范围为7.98~8.25，平均值为8.17。
- 2) 溶解氧。监测区域溶解氧范围为7.34 mg/L~8.28mg/L，平均值为7.62mg/L。
- 3) 化学需氧量。监测区域化学需氧量范围为0.73 mg/L~1.57mg/L，平均值为0.98mg/L。
- 4) 悬浮物。监测区域悬浮物范围为19.0mg/L~170mg/L，平均值为73.5mg/L。
- 5) 无机氮。监测区域无机氮范围为0.032 mg/L~0.464mg/L，平均值为0.206mg/L。
- 6) 活性磷酸盐。监测区域活性磷酸盐范围为0.005mg/L~0.022mg/L，平均值为0.011mg/L。
- 7) 油类。监测区域油类范围为1.80 μ g/L~14.9 μ g/L，平均值为6.63 μ g/L。
- 8) 挥发酚。监测区域挥发酚范围为<0.0003 mg/L~0.003mg/L，平均值为0.002mg/L。
- 9) 铜。监测区域铜范围为<0.12 μ g/L~1.30 μ g/L，平均值为0.25 μ g/L。
- 10) 锌。监测区域锌范围为5.39 μ g/L~16.7 μ g/L，平均值为9.23 μ g/L。

- 11) 铅。监测区域铅范围为 $<0.07\mu\text{g/L}$ ~ $0.57\mu\text{g/L}$ ，平均值为 $<0.24\mu\text{g/L}$ 。
 - 12) 镉。监测区域镉范围为 $0.03\mu\text{g/L}$ ~ $0.16\mu\text{g/L}$ ，平均值为 $0.08\mu\text{g/L}$ 。
 - 13) 铬。监测区域铬范围为 $0.45\mu\text{g/L}$ ~ $2.91\mu\text{g/L}$ ，平均值为 $0.67\mu\text{g/L}$ 。
 - 14) 汞。监测区域汞范围为 $<0.007\mu\text{g/L}$ ~ $0.02\mu\text{g/L}$ ，平均值为 $0.01\mu\text{g/L}$ 。
 - 15) 砷。监测区域砷范围为 $0.25\mu\text{g/L}$ ~ $0.92\mu\text{g/L}$ ，平均值为 $0.40\mu\text{g/L}$ 。
- 调查海域监测结果见表 5.3.6~5.3.7。

表 5.3.6 2019 年 10 月工程海域水质监测结果

站号	潮位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
1	涨	表	8.02	7.50	1.03	76.0	0.225	0.013	0.0025	<0.2	2.09	<0.12	6.60	<0.07	0.03	0.49	0.012	0.32
1	涨	底	8.04	7.66	0.98	87.0	0.227	0.017	/	<0.2	/	<0.12	7.54	<0.07	0.06	0.71	0.013	0.34
1	落	表	8.18	7.56	1.38	113	0.179	0.005	0.0017	<0.2	2.27	<0.12	6.63	<0.07	0.09	0.67	0.013	0.34
1	落	底	8.17	7.73	1.26	115	0.173	0.007	/	<0.2	/	0.13	6.22	<0.07	0.09	0.59	0.013	0.29
2	涨	表	8.12	7.58	0.74	27.0	0.034	0.006	0.0028	<0.2	1.80	<0.12	5.78	<0.07	0.12	0.55	0.011	0.40
2	涨	底	8.11	7.56	0.95	154	0.218	0.011	/	<0.2	/	<0.12	7.74	<0.07	0.03	0.59	0.009	0.35
2	落	表	8.17	7.51	1.18	74.0	0.163	0.008	0.0015	<0.2	4.17	<0.12	9.78	<0.07	0.09	0.56	0.012	0.35
2	落	底	8.15	7.68	1.06	161	0.140	0.008	/	<0.2	/	0.13	9.03	<0.07	0.05	0.65	0.015	0.27
3	涨	表	8.12	7.50	0.82	41.0	0.230	0.016	0.0023	<0.2	8.77	<0.12	6.28	<0.07	0.03	0.55	0.008	0.39
3	涨	底	8.12	7.54	0.94	42.0	0.195	0.015	/	<0.2	/	<0.12	8.43	<0.07	0.07	0.66	0.013	0.37
3	落	表	8.14	7.40	0.96	76.0	0.154	0.011	0.0022	<0.2	2.02	0.29	16.7	0.57	0.09	0.62	0.014	0.34
3	落	表	8.16	7.71	1.02	32.0	0.127	0.009	/	<0.2	/	<0.12	7.24	<0.07	0.03	0.57	0.014	0.33
4	涨	表	8.12	7.47	0.97	43.0	0.174	0.010	0.0028	<0.2	2.17	<0.12	7.88	<0.07	0.06	0.53	0.011	0.35
4	落	表	8.15	7.38	1.08	91.0	0.147	0.010	0.0023	<0.2	4.37	<0.12	6.69	0.29	0.06	1.97	0.014	0.34
5	涨	表	8.14	7.42	1.57	53.0	0.207	0.015	0.0024	<0.2	11.8	<0.12	9.13	<0.07	0.07	0.56	0.011	0.36
5	涨	底	8.15	7.57	1.06	91.0	0.216	0.017	/	<0.2	/	<0.12	11.9	<0.07	0.07	0.62	0.015	0.37
5	落	表	8.14	7.34	1.26	41.0	0.125	0.012	0.0019	<0.2	4.36	<0.12	8.53	<0.07	0.16	0.56	0.011	0.35
5	落	底	8.16	7.52	0.94	52.0	0.122	0.009	/	<0.2	/	<0.12	5.58	<0.07	0.05	0.57	0.012	0.34
6	涨	表	8.12	7.48	0.78	27.0	0.163	0.011	0.0024	<0.2	8.04	<0.12	10.0	<0.07	0.09	0.71	0.016	0.32
6	涨	底	8.14	7.65	0.86	25.0	0.121	0.010	/	<0.2	/	<0.12	9.67	<0.07	<0.03	0.51	0.014	0.37
6	落	表	8.13	7.41	0.97	32.0	0.032	0.007	0.0024	<0.2	2.15	<0.12	7.17	<0.07	0.06	0.98	0.011	0.33
6	落	底	8.14	7.65	1.11	19.0	0.132	0.010	/	<0.2	/	<0.12	7.08	<0.07	0.05	0.58	0.009	0.28
7	涨	表	8.14	7.43	1.06	22.0	0.138	0.010	0.0025	<0.2	2.51	<0.12	9.78	<0.07	0.09	0.62	0.011	0.34
7	涨	底	8.14	7.66	0.89	46.0	0.153	0.006	/	<0.2	/	<0.12	8.64	<0.07	0.11	0.58	0.012	0.32
7	落	表	8.14	7.37	1.10	63.0	0.181	0.010	0.0019	<0.2	9.80	<0.12	5.90	<0.07	0.04	0.54	0.013	0.34
7	落	底	8.14	7.54	0.86	61.0	0.172	0.011	/	<0.2	/	<0.12	14.7	<0.07	0.05	0.45	0.014	0.37
8	涨	表	8.14	7.38	0.86	24.0	0.146	0.010	0.0025	<0.2	12.3	<0.12	8.97	<0.07	<0.03	0.55	0.011	0.36

站号	潮位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
8	涨	底	8.13	7.55	1.15	38.0	0.178	0.013	/	<0.2	/	<0.12	7.35	<0.07	0.10	0.58	0.018	0.33
8	落	表	8.14	7.39	0.85	36.0	0.156	0.010	0.0021	<0.2	4.46	<0.12	11.1	<0.07	0.06	0.50	0.014	0.40
8	落	底	8.16	7.62	0.94	45.0	0.160	0.014	/	<0.2	/	<0.12	8.50	<0.07	0.13	0.61	0.014	0.36
9	涨	表	8.21	7.47	0.74	53.0	0.165	0.013	0.0023	<0.2	4.59	0.14	9.93	<0.07	0.08	0.61	0.012	0.41
9	涨	底	8.22	7.98	0.98	43.0	0.098	0.008	/	<0.2	/	<0.12	11.4	<0.07	0.07	0.57	0.014	0.45
9	落	表	8.25	7.50	0.78	46.0	0.142	0.007	0.0028	<0.2	12.5	<0.12	11.5	<0.07	0.05	0.56	0.015	0.47
9	落	底	8.25	7.71	0.94	72.0	0.149	0.010	/	<0.2	/	0.12	13.1	<0.07	0.11	0.51	0.010	0.45
10	涨	表	8.23	7.55	0.97	126	0.235	0.012	0.0024	<0.2	13.5	<0.12	9.34	<0.07	0.08	0.81	0.012	0.43
10	涨	底	8.24	7.74	0.98	105	0.259	0.014	/	<0.2	/	<0.12	12.7	<0.07	0.12	0.57	0.012	0.36
10	落	表	8.24	7.54	0.82	103	0.143	0.006	0.0023	<0.2	2.19	<0.12	14.4	<0.07	0.08	0.52	0.015	0.39
10	落	底	8.24	7.65	0.82	126	0.158	0.009	/	<0.2	/	0.16	9.64	<0.07	<0.03	0.57	0.014	0.46
11	涨	表	8.22	7.59	1.06	141	0.283	0.016	0.0021	<0.2	5.03	0.26	10.3	<0.07	0.11	0.58	0.011	0.40
11	落	表	8.24	7.55	0.99	88.0	0.215	0.010	0.0023	<0.2	12.8	<0.12	15.7	<0.07	0.08	0.49	0.011	0.38
12	涨	表	8.16	7.64	0.78	43.0	0.238	0.013	0.0024	<0.2	12.9	<0.12	9.88	<0.07	0.16	0.68	0.013	0.43
12	涨	底	8.18	7.79	1.46	55.0	0.214	0.012	/	<0.2	/	<0.12	7.79	<0.07	0.04	0.59	0.014	0.41
12	落	表	8.20	7.61	0.74	28.0	0.102	0.007	0.0019	<0.2	4.17	0.12	8.33	<0.07	0.11	0.57	0.012	0.42
12	落	底	8.22	7.78	0.73	62.0	0.097	0.009	/	<0.2	/	<0.12	9.12	<0.07	0.08	0.55	0.013	0.38
13	落	表	8.17	7.70	0.82	65.0	0.229	0.010	0.0017	<0.2	2.11	0.23	7.49	<0.07	0.06	2.91	0.007	0.42
13	落	表	8.17	7.70	1.31	37.0	0.270	0.012	0.0018	<0.2	3.86	<0.12	10.4	<0.07	<0.03	0.61	0.015	0.35
13	涨	表	8.17	7.85	0.75	23.0	0.179	0.011	0.0025	<0.2	4.83	0.13	7.98	<0.07	0.08	0.64	0.014	0.46
13	涨	底	8.13	7.97	0.90	104	0.173	0.008	/	<0.2	/	0.17	8.51	<0.07	0.10	0.53	0.012	0.49
14	涨	表	8.19	7.54	0.89	74.0	0.208	0.011	0.0022	<0.2	4.37	0.35	9.86	<0.07	0.08	0.60	0.011	0.40
14	涨	底	8.19	7.72	0.82	70.0	0.203	0.010	/	<0.2	/	<0.12	10.4	<0.07	0.16	0.53	0.015	0.85
14	落	表	8.19	7.62	0.86	55.0	0.277	0.013	0.0019	<0.2	2.26	0.16	6.54	<0.07	0.11	0.51	0.014	0.49
14	落	底	8.19	7.71	0.78	57.0	0.200	0.011	/	<0.2	/	<0.12	6.46	<0.07	0.07	0.49	0.009	0.50
15	涨	表	8.21	7.50	0.79	54.0	0.134	0.010	0.0022	<0.2	8.85	0.16	12.9	<0.07	0.13	0.58	0.010	0.46
15	涨	底	8.22	7.68	0.82	58.0	0.216	0.011	/	<0.2	/	0.12	12.1	<0.07	<0.03	0.56	0.011	0.37
15	落	表	8.23	7.57	1.02	73.0	0.213	0.010	0.0026	<0.2	4.88	1.30	11.5	0.14	0.11	0.62	0.013	0.41

站号	潮位	采样层次	pH	溶解氧	化学需氧量	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
15	落	底	8.23	7.72	0.88	81.0	0.170	0.010	/	<0.2	/	0.24	6.47	<0.07	0.07	0.54	0.013	0.92
16	涨	表	8.21	7.49	0.94	51.0	0.174	0.009	0.0025	<0.2	8.21	0.18	12.2	<0.07	0.04	1.08	0.012	0.46
16	涨	底	8.22	7.83	1.01	46.0	0.164	0.010	/	<0.2	/	0.24	10.3	<0.07	0.04	0.63	0.012	0.41
16	落	表	8.25	7.58	0.74	133.0	0.150	0.009	0.0028	<0.2	4.58	<0.12	10.3	<0.07	0.09	1.93	0.014	0.42
16	落	底	8.24	7.62	1.34	85.0	0.204	0.010	/	<0.2	/	0.18	11.0	<0.07	0.04	0.54	0.016	0.50
17	涨	表	8.21	7.54	0.76	36.0	0.222	0.012	0.0022	<0.2	12.5	0.16	7.46	<0.07	0.11	0.55	0.012	0.44
17	涨	底	8.22	7.61	0.74	41.0	0.180	0.010	/	<0.2	/	0.20	8.12	<0.07	<0.03	0.57	0.013	0.44
17	落	表	8.24	7.55	0.76	113	0.172	0.013	0.0024	<0.2	13.0	0.18	9.92	<0.07	0.06	0.56	0.012	0.50
17	落	底	8.24	7.65	0.74	53.0	0.185	0.012	/	<0.2	/	0.29	13.6	<0.07	0.05	0.60	0.012	0.52
18	涨	表	8.14	7.55	0.94	143	0.289	0.012	0.0026	<0.2	12.7	<0.12	6.18	<0.07	0.04	1.06	0.009	0.36
18	落	表	8.18	7.45	1.18	141	0.284	0.013	0.0032	<0.2	4.31	<0.12	8.82	<0.07	<0.03	0.66	0.009	0.33
19	涨	表	8.17	7.74	1.19	167	0.366	0.013	0.0024	<0.2	4.46	0.43	5.39	<0.07	0.08	0.60	0.010	0.35
19	落	表	8.16	8.00	1.06	136	0.285	0.010	0.0022	<0.2	12.4	0.42	9.49	<0.07	<0.03	0.58	0.010	0.25
20	涨	表	8.18	7.76	1.26	113	0.441	0.021	0.003	<0.2	12.4	0.23	11.0	<0.07	0.05	0.74	0.012	0.34
20	落	表	8.16	7.82	1.08	94.0	0.422	0.022	0.0021	<0.2	12.0	0.29	7.25	<0.07	0.08	0.57	0.010	0.36
21	涨	表	8.14	7.59	1.38	81.0	0.435	0.017	0.0026	<0.2	3.15	0.27	6.95	<0.07	0.03	0.60	0.011	0.35
21	落	表	8.18	7.94	0.77	35.0	0.289	0.005	0.0027	<0.2	2.52	<0.12	7.15	<0.07	0.07	0.81	0.012	0.38
22	涨	表	8.13	7.52	1.37	72.0	0.192	0.005	0.0025	<0.2	3.79	0.29	8.20	<0.07	0.09	0.64	0.007	0.34
22	落	表	8.16	7.69	1.04	62.0	0.413	0.017	0.0019	<0.2	2.33	<0.12	7.89	<0.07	0.07	0.53	0.011	0.35
23	涨	表	8.12	7.78	1.33	170	0.464	0.016	0.0024	<0.2	4.83	0.49	9.87	0.14	0.05	0.70	0.006	0.32
23	落	表	8.21	8.28	1.14	170	0.342	0.015	0.0022	<0.2	1.98	<0.12	5.84	<0.07	0.07	0.63	0.010	0.39
24	落	表	7.98	7.64	1.08	74.0	0.351	0.015	0.0021	<0.2	12.9	0.36	11.8	0.05	<0.03	0.59	0.005	0.36
24	涨	表	8.25	7.82	0.75	65.0	0.267	0.013	0.0028	<0.2	14.9	0.27	10.8	<0.07	<0.03	0.56	0.011	0.52
检出限			/	/	/	/	/	0.0007	0.0003	0.2	3.5	0.12	0.10	0.07	0.03	0.05	0.007	0.5
平均值			8.17	7.62	0.98	73.5	0.206	0.011	0.002	<0.2	6.63	0.25	9.23	0.24	0.08	0.67	0.01	0.40
最大值			8.25	8.28	1.57	170	0.464	0.022	0.003	<0.2	14.9	1.30	16.7	0.57	0.16	2.91	0.02	0.92
最小值			7.98	7.34	0.73	19.0	0.032	0.005	<0.0003	<0.2	1.80	<0.12	5.39	<0.07	<0.03	0.45	<0.007	0.25

5.3.2.2. 海水水质现状评价

(1) 评价因子

水质现状评价因子包括：pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物、石油类、铜、铅、镉、锌、铬、汞、砷。

(2) 评价方法

同2019年3月。

(3) 评价标准

同2019年3月。

(4) 评价结果

依据《海水水质标准》（GB3097-1997），采用单因子污染指数法对各监测站位水质监测结果进行计算和评价，详见表5.3.7。

1) 各站位的pH、溶解氧、化学需氧量、挥发酚、硫化物、油类、铜、锌、铅、铬、镉、汞、砷均符合第一类海水水质标准的要求。

2) 无机氮56.4%的监测结果符合第一类海水水质标准，33.3%的监测结果符合第二类海水水质标准，3.8%的监测结果符合第三类海水水质标准，6.4%的监测结果为四类海水水质标准，详见表5.3.7。

3) 活性磷酸盐83.3%的监测结果符合第一类海水水质标准，16.7%的监测结果符合第二类海水水质标准，详见表5.3.7。

表 5.3.7 2019 年 10 月水质监测各要素污染指数评价结果

站号	潮位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐		挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第二、三类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
1	涨	0.37	0.34	0.52	0.750	0.563	0.450	0.867	0.433	0.500	0.005	0.0418	0.01	0.33	0.04	0.03	0.10	0.240	0.02
1	涨	0.31	0.27	0.49	0.757	0.568	0.454	1.133	0.567	/	0.005	/	0.01	0.38	0.04	0.06	0.14	0.260	0.02
1	落	0.09	0.31	0.69	0.597	0.448	0.358	0.333	0.167	0.340	0.005	0.0454	0.02	0.33	0.04	0.09	0.13	0.260	0.02
1	落	0.06	0.24	0.63	0.577	0.433	0.346	0.467	0.233	/	0.005	/	0.03	0.31	0.04	0.09	0.12	0.260	0.01
2	涨	0.09	0.30	0.37	0.113	0.085	0.068	0.400	0.200	0.560	0.005	0.036	0.01	0.29	0.04	0.12	0.11	0.220	0.02
2	涨	0.11	0.31	0.48	0.727	0.545	0.436	0.733	0.367	/	0.005	/	0.01	0.39	0.04	0.03	0.12	0.180	0.02
2	落	0.06	0.33	0.59	0.543	0.408	0.326	0.533	0.267	0.300	0.005	0.0834	0.01	0.49	0.04	0.09	0.11	0.240	0.02
2	落	0.00	0.26	0.53	0.467	0.350	0.280	0.533	0.267	/	0.005	/	0.03	0.45	0.04	0.05	0.13	0.300	0.01
3	涨	0.09	0.34	0.41	0.767	0.575	0.460	1.067	0.533	0.460	0.005	0.1754	0.01	0.31	0.04	0.03	0.11	0.160	0.02
3	涨	0.09	0.32	0.47	0.650	0.488	0.390	1.000	0.500	/	0.005	/	0.01	0.42	0.04	0.07	0.13	0.260	0.02
3	落	0.03	0.38	0.48	0.513	0.385	0.308	0.733	0.367	0.440	0.005	0.0404	0.06	0.8	0.57	0.09	0.12	0.280	0.02
3	落	0.03	0.25	0.51	0.423	0.318	0.254	0.600	0.300	/	0.005	/	0.01	0.36	0.04	0.03	0.11	0.280	0.02
4	涨	0.09	0.35	0.48	0.580	0.435	0.348	0.667	0.333	0.560	0.005	0.0434	0.01	0.39	0.04	0.06	0.11	0.220	0.02
4	落	0.00	0.39	0.54	0.490	0.368	0.294	0.667	0.333	0.460	0.005	0.0874	0.01	0.33	0.29	0.06	0.39	0.280	0.02
5	涨	0.03	0.37	0.78	0.690	0.518	0.414	1.000	0.500	0.480	0.005	0.236	0.01	0.46	0.04	0.07	0.11	0.220	0.02
5	涨	0.00	0.31	0.53	0.720	0.540	0.432	1.133	0.567	/	0.005	/	0.01	0.6	0.04	0.07	0.12	0.300	0.02
5	落	0.03	0.41	0.63	0.417	0.313	0.250	0.800	0.400	0.380	0.005	0.0872	0.01	0.43	0.04	0.16	0.11	0.220	0.02
5	落	0.03	0.33	0.47	0.407	0.305	0.244	0.600	0.300	/	0.005	/	0.01	0.28	0.04	0.05	0.11	0.240	0.02
6	涨	0.09	0.35	0.39	0.543	0.408	0.326	0.733	0.367	0.480	0.005	0.1608	0.01	0.5	0.04	0.09	0.14	0.320	0.02
6	涨	0.03	0.27	0.43	0.403	0.303	0.242	0.667	0.333	/	0.005	/	0.01	0.48	0.04	0.02	0.10	0.280	0.02
6	落	0.06	0.38	0.48	0.107	0.080	0.064	0.467	0.233	0.480	0.005	0.043	0.01	0.36	0.04	0.06	0.20	0.220	0.02
6	落	0.03	0.27	0.55	0.440	0.330	0.264	0.667	0.333	/	0.005	/	0.01	0.35	0.04	0.05	0.12	0.180	0.01
7	涨	0.03	0.37	0.53	0.460	0.345	0.276	0.667	0.333	0.500	0.005	0.0502	0.01	0.49	0.04	0.09	0.12	0.220	0.02

站号	潮位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐		挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第二、三类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
7	涨	0.03	0.27	0.44	0.510	0.383	0.306	0.400	0.200	/	0.005	/	0.01	0.43	0.04	0.11	0.12	0.240	0.02
7	落	0.03	0.40	0.55	0.603	0.453	0.362	0.667	0.333	0.380	0.005	0.196	0.01	0.29	0.04	0.04	0.11	0.260	0.02
7	落	0.03	0.32	0.43	0.573	0.430	0.344	0.733	0.367	/	0.005	/	0.01	0.7	0.04	0.05	0.09	0.280	0.02
8	涨	0.03	0.39	0.43	0.487	0.365	0.292	0.667	0.333	0.500	0.005	0.246	0.01	0.45	0.04	0.02	0.11	0.220	0.02
8	涨	0.06	0.32	0.58	0.593	0.445	0.356	0.867	0.433	/	0.005	/	0.01	0.37	0.04	0.10	0.12	0.360	0.02
8	落	0.03	0.39	0.42	0.520	0.390	0.312	0.667	0.333	0.420	0.005	0.0892	0.01	0.6	0.04	0.06	0.10	0.280	0.02
8	落	0.03	0.29	0.47	0.533	0.400	0.320	0.933	0.467	/	0.005	/	0.01	0.42	0.04	0.13	0.12	0.280	0.02
9	涨	0.17	0.35	0.37	0.550	0.413	0.330	0.867	0.433	0.460	0.005	0.0918	0.03	0.50	0.04	0.08	0.12	0.240	0.02
9	涨	0.20	0.13	0.49	0.327	0.245	0.196	0.533	0.267	/	0.005	/	0.02	0.6	0.04	0.07	0.11	0.280	0.02
9	落	0.29	0.34	0.39	0.473	0.355	0.284	0.467	0.233	0.560	0.005	0.25	0.01	0.6	0.04	0.05	0.11	0.300	0.02
9	落	0.29	0.25	0.47	0.497	0.373	0.298	0.667	0.333	/	0.005	/	0.02	0.7	0.04	0.11	0.10	0.200	0.02
10	涨	0.23	0.32	0.48	0.783	0.588	0.470	0.800	0.400	0.480	0.005	0.27	0.01	0.47	0.04	0.08	0.16	0.240	0.02
10	涨	0.26	0.23	0.49	0.863	0.648	0.518	0.933	0.467	/	0.005	/	0.01	0.6	0.04	0.12	0.11	0.240	0.02
10	落	0.26	0.32	0.41	0.477	0.358	0.286	0.400	0.200	0.460	0.005	0.0438	0.01	0.7	0.04	0.08	0.10	0.300	0.02
10	落	0.26	0.27	0.41	0.527	0.395	0.316	0.600	0.300	/	0.005	/	0.03	0.48	0.04	0.02	0.11	0.280	0.02
11	涨	0.20	0.30	0.53	0.943	0.708	0.566	1.067	0.533	0.420	0.005	0.1006	0.05	0.5	0.04	0.11	0.12	0.220	0.02
11	落	0.26	0.32	0.50	0.717	0.538	0.430	0.667	0.333	0.460	0.005	0.256	0.01	0.8	0.04	0.08	0.10	0.220	0.02
12	涨	0.03	0.28	0.39	0.793	0.595	0.476	0.867	0.433	0.480	0.005	0.258	0.01	0.49	0.04	0.16	0.14	0.260	0.02
12	涨	0.09	0.21	0.73	0.713	0.535	0.428	0.800	0.400	/	0.005	/	0.01	0.39	0.04	0.04	0.12	0.280	0.02
12	落	0.14	0.29	0.37	0.340	0.255	0.204	0.467	0.233	0.380	0.005	0.0834	0.02	0.42	0.04	0.11	0.11	0.240	0.02
12	落	0.20	0.22	0.36	0.323	0.243	0.194	0.600	0.300	/	0.005	/	0.01	0.46	0.04	0.08	0.11	0.260	0.02
13	落	0.06	0.25	0.41	0.763	0.573	0.458	0.667	0.333	0.340	0.005	0.0422	0.05	0.37	0.04	0.06	0.58	0.140	0.02
13	落	0.06	0.25	0.66	0.900	0.675	0.540	0.800	0.400	0.360	0.005	0.0772	0.01	0.5	0.04	0.02	0.12	0.300	0.02
13	涨	0.06	0.19	0.38	0.597	0.448	0.358	0.733	0.367	0.500	0.005	0.0966	0.03	0.40	0.04	0.08	0.13	0.280	0.02

站号	潮位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐		挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第二、三类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
13	涨	0.06	0.13	0.45	0.577	0.433	0.346	0.533	0.267	/	0.005	/	0.03	0.43	0.04	0.10	0.11	0.240	0.02
14	涨	0.11	0.32	0.44	0.693	0.520	0.416	0.733	0.367	0.440	0.005	0.0874	0.07	0.49	0.04	0.08	0.12	0.220	0.02
14	涨	0.11	0.24	0.41	0.677	0.508	0.406	0.667	0.333	/	0.005	/	0.01	0.5	0.04	0.16	0.11	0.300	0.04
14	落	0.11	0.29	0.43	0.923	0.693	0.554	0.867	0.433	0.380	0.005	0.0452	0.03	0.33	0.04	0.11	0.10	0.280	0.02
14	落	0.11	0.25	0.39	0.667	0.500	0.400	0.733	0.367	/	0.005	/	0.01	0.32	0.04	0.07	0.10	0.180	0.03
15	涨	0.17	0.34	0.40	0.447	0.335	0.268	0.667	0.333	0.440	0.005	0.177	0.03	0.6	0.04	0.13	0.12	0.200	0.02
15	涨	0.20	0.26	0.41	0.720	0.540	0.432	0.733	0.367	/	0.005	/	0.02	0.6	0.04	0.02	0.11	0.220	0.02
15	落	0.23	0.31	0.51	0.710	0.533	0.426	0.667	0.333	0.520	0.005	0.0976	0.26	0.6	0.14	0.11	0.12	0.260	0.02
15	落	0.23	0.24	0.44	0.567	0.425	0.340	0.667	0.333	/	0.005	/	0.05	0.32	0.04	0.07	0.11	0.260	0.05
16	涨	0.17	0.34	0.47	0.580	0.435	0.348	0.600	0.300	0.500	0.005	0.1642	0.04	0.6	0.04	0.04	0.22	0.240	0.02
16	涨	0.20	0.19	0.50	0.547	0.410	0.328	0.667	0.333	/	0.005	/	0.05	0.5	0.04	0.04	0.13	0.240	0.02
16	落	0.29	0.30	0.37	0.500	0.375	0.300	0.600	0.300	0.560	0.005	0.0916	0.01	0.5	0.04	0.09	0.39	0.280	0.02
16	落	0.26	0.29	0.67	0.680	0.510	0.408	0.667	0.333	/	0.005	/	0.04	0.6	0.04	0.04	0.11	0.320	0.02
17	涨	0.17	0.32	0.38	0.740	0.555	0.444	0.800	0.400	0.440	0.005	0.25	0.03	0.37	0.04	0.11	0.11	0.240	0.02
17	涨	0.20	0.29	0.37	0.600	0.450	0.360	0.667	0.333	/	0.005	/	0.04	0.41	0.04	0.02	0.11	0.260	0.02
17	落	0.26	0.32	0.38	0.573	0.430	0.344	0.867	0.433	0.480	0.005	0.26	0.04	0.50	0.04	0.06	0.11	0.240	0.02
17	落	0.26	0.27	0.37	0.617	0.463	0.370	0.800	0.400	/	0.005	/	0.06	0.7	0.04	0.05	0.12	0.240	0.03
18	涨	0.03	0.32	0.47	0.963	0.723	0.578	0.800	0.400	0.520	0.005	0.254	0.01	0.31	0.04	0.04	0.21	0.170	0.02
18	落	0.09	0.36	0.59	0.947	0.710	0.568	0.867	0.433	0.640	0.005	0.0862	0.01	0.44	0.04	0.02	0.13	0.180	0.02
19	涨	0.06	0.23	0.60	1.220	0.915	0.732	0.867	0.433	0.480	0.005	0.0892	0.09	0.27	0.04	0.08	0.12	0.200	0.02
19	落	0.03	0.12	0.53	0.950	0.713	0.570	0.667	0.333	0.440	0.005	0.248	0.08	0.47	0.04	0.02	0.12	0.200	0.01
20	涨	0.09	0.22	0.63	1.470	1.103	0.882	1.400	0.700	0.600	0.005	0.248	0.05	0.5	0.04	0.05	0.15	0.230	0.02
20	落	0.03	0.20	0.54	1.407	1.055	0.844	1.467	0.733	0.420	0.005	0.24	0.06	0.36	0.04	0.08	0.11	0.200	0.02
21	涨	0.03	0.30	0.69	1.450	1.088	0.870	1.133	0.567	0.520	0.005	0.063	0.05	0.35	0.04	0.03	0.12	0.220	0.02

站号	潮位	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮			活性磷酸盐		挥发酚	硫化物	油类	铜	锌	铅	镉	铬	汞	砷
		第一、二类	第一类	第一类	第二类	第三类	第四类	第一类	第二、三类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
21	落	0.09	0.15	0.39	0.963	0.723	0.578	0.333	0.167	0.540	0.005	0.0504	0.01	0.36	0.04	0.07	0.16	0.240	0.02
22	涨	0.06	0.33	0.69	0.640	0.480	0.384	0.333	0.167	0.500	0.005	0.0758	0.06	0.41	0.04	0.09	0.13	0.130	0.02
22	落	0.03	0.26	0.52	1.377	1.033	0.826	1.133	0.567	0.380	0.005	0.0466	0.01	0.39	0.04	0.07	0.11	0.220	0.02
23	涨	0.09	0.22	0.67	1.547	1.160	0.928	1.067	0.533	0.480	0.005	0.0966	0.10	0.49	0.14	0.05	0.14	0.110	0.02
23	落	0.17	0.00	0.57	1.140	0.855	0.684	1.000	0.500	0.440	0.005	0.0396	0.01	0.29	0.04	0.07	0.13	0.200	0.02
24	落	0.49	0.28	0.54	1.170	0.878	0.702	1.000	0.500	0.420	0.005	0.258	0.07	0.6	0.05	0.02	0.12	0.090	0.02
24	涨	0.29	0.20	0.38	0.890	0.668	0.534	0.867	0.433	0.560	0.005	0.298	0.05	0.5	0.04	0.02	0.11	0.220	0.03
最大值		0.49	0.41	0.78	1.55	1.16	0.93	1.47	0.73	0.64	0.01	0.30	0.26	0.84	0.57	0.16	0.58	0.36	0.05
占比		100%	100%	100%	33.3%	3.8%	6.4%	83.3%	16.7%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

5.4 海洋沉积物环境质量调查与评价

5.4.1 海洋沉积物质量现状调查

(1) 采样点位、时间和监测项目

江苏省海洋环境监测预报中心于 2019 年 4 月 23 日~30 日在工程附近海域进行了海洋环境质量现状调查，沉积物质量现状调查与水质调查同步进行，调查站位见表 5.3-1、图 5.3-1。

(2) 调查项目

pH、石油类、有机碳、硫化物、粒度、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As）。

(3) 监测方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的要求执行，采表层样。具方法见表 5.4.1。

表5.4.1 沉积物监测项目分析方法

监测项目	分析方法	引用标准
石油烃	紫外分光光度法	GB 17378.5-2007
粒度	激光法	GB 17378.5-2007
有机碳	重铬酸钾氧化法	GB 17378.5-2007
pH	pH 计法	GB 17378.4-2007
硫化物	碘量法/亚甲基兰光度法	GB 17378.5-2007
铜	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013
锌	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013
铅	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013
镉	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013
铬	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.3-2013
汞	原子荧光分光光度法	GB 17378.6-2007
砷	原子荧光分光光度法	GB 17378.6-2007

(4) 调查结果

- 1) 沉积物 pH 范围 7.65~8.06，平均值为 7.85。
- 2) 沉积物有机碳含量范围 0.11%~0.65%，平均值为 0.39%。
- 3) 沉积物硫化物含量范围 $<0.3 \times 10^{-6}$ ，平均值为 $<0.3 \times 10^{-6}$ 。
- 4) 沉积物石油类含量范围 $10.9 \times 10^{-6} \sim 188 \times 10^{-6}$ ，平均值为 63.7×10^{-6} 。
- 5) 沉积物铜含量范围 $5.28 \times 10^{-6} \sim 23.8 \times 10^{-6}$ ，平均值为 15.6×10^{-6} 。
- 6) 沉积物锌含量范围 $25.4 \times 10^{-6} \sim 77.5 \times 10^{-6}$ ，平均值为 58.3×10^{-6} 。
- 7) 沉积物铅含量范围 $8.09 \times 10^{-6} \sim 22.6 \times 10^{-6}$ ，平均值为 17.6×10^{-6} 。
- 8) 沉积物镉含量范围 $0.05 \times 10^{-6} \sim 0.15 \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.12×10^{-6} 。
- 9) 沉积物铬含量范围 $26.5 \times 10^{-6} \sim 83.2 \times 10^{-6}$ ，平均值为 65.4×10^{-6} 。

10) 沉积物总汞含量范围 $0.005 \times 10^{-6} \sim 0.104 \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.029×10^{-6} 。

11) 沉积物砷含量范围 $5.82 \times 10^{-6} \sim 12.8 \times 10^{-6}$ ，平均值为 9.04×10^{-6} 。

具体监测结果见表 5.4.2~5.4.3。

表5.4.2 沉积物监测结果

站位号	pH	石油烃	铜	锌	铅	镉	铬	总汞	砷	硫化物	有机碳
		$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	%
1	7.92	167	7.48	43.4	13.8	0.109	71.6	0.006	5.82	<0.3	0.15
3	7.89	42.6	5.28	25.4	8.09	0.048	26.5	0.009	7.76	<0.3	0.22
6	7.96	125	6.84	39.4	13.8	0.073	45.3	0.005	6.31	<0.3	0.11
8	7.81	188	14.7	51.9	15.3	0.108	57.3	0.032	8.47	<0.3	0.47
9	7.74	31.0	23.8	77.5	22.6	0.138	83.2	0.033	10.6	<0.3	0.65
10	7.85	92.8	8.48	40.2	12.3	0.092	52.8	0.009	5.94	<0.3	0.18
11	7.89	86.6	16.7	62.8	17.4	0.106	69.1	0.030	7.74	<0.3	0.54
14	7.74	30.1	17.7	64.7	19.2	0.125	70.0	0.020	9.87	<0.3	0.38
15	8.01	32.5	17.3	68.6	18.4	0.127	73.2	0.104	7.59	<0.3	0.44
16	7.65	57.2	20.7	67.3	21.2	0.153	70.9	0.036	10.8	<0.3	0.53
17	7.96	15.4	21.7	71.8	22.2	0.125	69.3	0.045	12.8	<0.3	0.57
19	7.83	10.9	12.9	56.5	18.3	0.132	76.9	0.017	9.46	<0.3	0.28
21	8.06	23.8	16.9	60.4	18.2	0.123	64.2	0.029	9.37	<0.3	0.36
22	7.84	22.6	19.8	68.0	20.4	0.138	70.6	0.028	10.6	<0.3	0.43
24	7.65	29.8	23.3	76.9	22.3	0.141	79.7	0.032	12.4	<0.3	0.60
平均值	7.85	63.7	15.6	58.3	17.6	0.12	65.4	0.03	9.04	<0.3	0.39
最大值	8.06	188	23.8	77.5	22.6	0.15	83.2	0.10	12.8	<0.3	0.65
最小值	7.65	10.90	5.28	25.4	8.09	0.05	26.5	0.01	5.82	<0.3	0.11

表5.4.3 沉积物粒度监测结果

站位	砾石(mm)		砂 (mm)						粉砂 (mm)			粘土 (mm)			粒组含量			名称及代号	粒组系数		
	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.80%	3.10%	4.80%	11.48%	4.19%	2.37%	1.26%	0.00%	80.70%	15.67%	3.63%	砂(S)	108.10		56.03	0.36	
1	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.80%	3.10%	4.80%	11.48%	4.19%	2.37%	1.26%	0.00%	80.70%	15.67%	3.63%	砂(S)	108.10	56.03	0.36		
3	0.00%	0.00%	0.00%	0.80%	4.30%	27.30%	30.80%	22.00%	8.01%	4.89%	1.90%	0.00%	63.20%	30.01%	6.79%	粉砂质砂(TS)	90.05	76.71	1.96		
6	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	3.48%	13.40%	46.80%	20.20%	11.68%	4.42%	0.00%	16.90%	67.00%	16.10%	粉砂(T)	26.40	31.77	1.86		
8	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	5.80%	10.40%	46.40%	21.20%	11.65%	4.35%	0.00%	16.40%	67.60%	16.00%	粉砂(T)	25.47	35.98	2.25		
9	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	4.47%	39.10%	32.00%	17.89%	6.51%	0.00%	4.50%	71.10%	24.40%	粘土质粉砂(YT)	12.76	17.39	1.79		
10	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	20.40%	55.70%	20.45%	1.34%	1.20%	0.81%	0.00%	76.20%	21.79%	2.01%	粉砂质砂(TS)	89.41	41.54	0.44		
11	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.30%	4.60%	26.90%	36.90%	22.40%	7.90%	0.00%	5.90%	63.80%	30.30%	粘土质粉砂(YT)	8.60	18.03	2.93		
14	0.00%	0.00%	0.00%	1.30%	6.50%	64.40%	23.35%	2.64%	0.78%	0.63%	0.40%	0.00%	95.55%	3.42%	1.03%	砂(S)	153.20	57.73	2.29		
15	0.00%	0.00%	0.00%	0.80%	1.80%	12.50%	19.00%	42.80%	12.90%	7.37%	2.83%	0.00%	34.10%	55.70%	10.20%	砂质粉砂(ST)	40.64	57.45	3.22		
16	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%	4.95%	13.20%	41.90%	21.40%	13.41%	5.09%	0.00%	18.20%	63.30%	18.50%	粉砂(T)	24.19	35.16	1.90		
17	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.70%	3.30%	27.50%	37.00%	22.53%	7.97%	0.00%	5.00%	64.50%	30.50%	粘土质粉砂(YT)	8.50	16.54	3.48		
19	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.10%	18.10%	27.20%	26.40%	16.30%	8.57%	3.33%	0.00%	45.40%	42.70%	11.90%	粉砂质砂(TS)	48.17	56.12	0.62		
21	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.50%	3.10%	33.80%	35.70%	19.98%	6.92%	0.00%	3.60%	69.50%	26.90%	粘土质粉砂(YT)	10.32	15.41	2.97		
22	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.90%	4.30%	34.30%	33.60%	19.88%	7.02%	0.00%	5.20%	67.90%	26.90%	粘土质粉砂(YT)	10.69	18.08	2.79		
24	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.50%	5.00%	31.30%	34.80%	20.26%	7.14%	0.00%	6.50%	66.10%	27.40%	粘土质粉	10.30	19.03	3.20		

	%	%	%	%	%			%	%	%		%		%	%	砂(YT)			
--	---	---	---	---	---	--	--	---	---	---	--	---	--	---	---	-------	--	--	--

5.4.2 海洋沉积物质量现状评价

采用单因子污染指数法对沉积物监测结果进行计算和评价，详见表 5.4.4：监测区域除了 9 号、24 号站位铬为《海洋沉积物质量》中第二类沉积物质量标准，其余均符合第一类沉积物质量标准。

表5.4.4 沉积物评价结果

站位号	石油烃	铜	锌	铅	镉	铬		总汞	砷	硫化物	有机碳
	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第二类	第一类	第一类	第一类	第一类
1	0.33	0.21	0.29	0.23	0.22	0.89	0.48	0.03	0.29	0.00	0.07
3	0.09	0.15	0.17	0.13	0.10	0.33	0.18	0.05	0.39	0.00	0.11
6	0.25	0.20	0.26	0.23	0.15	0.57	0.30	0.03	0.32	0.00	0.05
8	0.38	0.42	0.35	0.25	0.22	0.72	0.38	0.16	0.42	0.00	0.23
9	0.06	0.68	0.52	0.38	0.28	1.04	0.55	0.17	0.53	0.00	0.32
10	0.19	0.24	0.27	0.21	0.18	0.66	0.35	0.05	0.30	0.00	0.09
11	0.17	0.48	0.42	0.29	0.21	0.86	0.46	0.15	0.39	0.00	0.27
14	0.06	0.50	0.43	0.32	0.25	0.88	0.47	0.10	0.49	0.00	0.19
15	0.07	0.50	0.46	0.31	0.25	0.91	0.49	0.52	0.38	0.00	0.22
16	0.11	0.59	0.45	0.35	0.31	0.89	0.47	0.18	0.54	0.00	0.26
17	0.03	0.62	0.48	0.37	0.25	0.87	0.46	0.23	0.64	0.00	0.29
19	0.02	0.37	0.38	0.30	0.26	0.96	0.51	0.09	0.47	0.00	0.14
21	0.05	0.48	0.40	0.30	0.25	0.80	0.43	0.15	0.47	0.00	0.18
22	0.05	0.56	0.45	0.34	0.28	0.88	0.47	0.14	0.53	0.00	0.22
24	0.06	0.67	0.51	0.37	0.28	1.00	0.53	0.16	0.62	0.00	0.30
最大值	0.38	0.68	0.52	0.38	0.31	1.04	0.55	0.52	0.64	0.00	0.32
占比	100%	100%	100%	100%	100%	87%	100%	100%	100%	100%	100%

5.5 生物体质量现状调查与评价

5.5.1 春季海洋生物质量现状评价

一、现状调查数据

(1) 生物体铬含量范围0.05mg/kg~2.16mg/kg，其中，葛氏长臂虾含量最低，鳎鱼含量最高。

(2) 生物体铜含量范围0.19mg/kg~5.97mg/kg，其中，四角蛤蜊含量最低，葛氏长臂虾含量最高。

(3) 生物体锌含量范围2.79mg/kg~15.0mg/kg，其中，四角蛤蜊含量最低，文蛤含量最高。

(4) 生物体镉含量范围0.01mg/kg~0.63mg/kg，其中，鳎鱼含量最低，毛蚶含量最高。

(5) 生物体铅含量范围<0.03mg/kg~0.11mg/kg，其中，蛭蛭、四角蛤蜊、文蛤检出，其余均未检出。

(6) 生物体砷含量范围0.23mg/kg~2.29mg/kg，其中，鳓鱼含量最低，螯蛭含量最高。

(7) 生物体总汞含量范围0.002mg/kg~0.06mg/kg，其中，文蛤含量最低，鳓鱼含量最高。

(8) 生物体石油烃含量范围0.49mg/kg~23.5mg/kg，其中，文蛤含量最低，螯蛭含量最高。

表5.5.1 海洋生物监测结果（鲜重）

站位号	样品种类	铬	铜	锌	镉	铅	砷	总汞	石油烃
		×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶
1	鳓鱼	1.05	0.74	4.36	0.01	<0.03	0.229	0.054	9.8
3	四角蛤蜊	0.69	0.92	11.16	0.11	0.04	1.61	0.008	10.2
6	螯蛭	0.77	1.88	9.42	0.04	0.11	2.29	0.010	23.5
8	毛蚶	0.54	0.45	9.97	0.63	<0.03	0.651	0.011	9.7
9	文蛤	0.85	1.53	15.02	0.19	0.07	1.21	0.005	0.8
10	菲律宾蛤仔	0.64	0.85	9.51	0.09	<0.03	1.06	0.005	1.2
11	鳓鱼	2.16	0.83	5.20	0.02	<0.03	0.411	0.055	8.2
14	葛氏长臂虾	0.05	1.57	4.25	0.02	<0.03	0.300	0.011	18.5
15	葛氏长臂虾	0.33	5.97	14.08	0.06	<0.03	0.288	0.011	3.5
16	螯蛭	0.37	1.53	7.74	0.02	0.07	1.39	0.007	20.5
17	四角蛤蜊	0.13	0.19	2.79	0.03	<0.03	0.886	0.005	3.8
19	毛蚶	0.25	0.27	5.09	0.31	<0.03	0.741	0.014	11.5
21	菲律宾蛤仔	0.33	0.69	5.75	0.05	<0.03	1.04	0.005	0.7
22	文蛤	0.22	0.35	4.13	0.05	<0.03	0.532	0.002	0.49
平均值		0.60	1.27	7.75	0.12	0.07	0.90	0.01	8.74
最大值		2.16	5.97	15.0	0.63	0.11	2.29	0.06	23.5
最小值		0.05	0.19	2.79	0.01	<0.03	0.23	0.002	0.49

二、评价方法和结果

依据《海洋生物质量标准》（GB18421-2001），采用单因子污染指数法对各监测站点的双壳贝类进行计算和评价，详见表5.5.2；依据《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中海洋生物质量评价标准对鱼类、甲壳类进行计算和评价，详见表5.5.3。

(1) 3号站位四角蛤蜊和9号站位文蛤中铬、砷，6号站位螯蛭中铬、铅、砷、石油烃，8号站位毛蚶中铬、镉，10号站位菲律宾蛤仔中铬、砷，16号站位螯蛭中砷、石油烃，19号站位毛蚶中镉，21号站位菲律宾蛤仔中砷为第二类标准，其余均符合第一类标准。

表5.5.2 双壳贝类评价结果

站位号	样品种类	铬	铜	锌	镉	铅	砷	总汞	石油烃
-----	------	---	---	---	---	---	---	----	-----

		第一类	第二类	第一类	第一类	第一类	第二类	第一类	第二类	第一类	第二类	第一类	第一类	第二类
3	四角蛤蜊	1.3 9	0.3 5	0.0 9	0.5 6	0.5 4	0.0 5	0.4 2	0.0 2	1.6 1	0.3 2	0.1 7	0.6 8	0.2 0
6	蛭蚌	1.5 4	0.3 8	0.1 9	0.4 7	0.2 1	0.0 2	1.1 1	0.0 6	2.2 9	0.4 6	0.2 1	1.5 7	0.4 7
8	毛蚶	1.0 9	0.2 7	0.0 5	0.5 0	3.1 7	0.3 2	0.1 5	0.0 1	0.6 5	0.1 3	0.2 2	0.6 5	0.1 9
9	文蛤	1.6 9	0.4 2	0.1 5	0.7 5	0.9 6	0.1 0	0.6 9	0.0 3	1.2 1	0.2 4	0.1 0	0.0 5	0.0 2
10	菲律宾蛤仔	1.2 8	0.3 2	0.0 9	0.4 8	0.4 6	0.0 5	0.1 5	0.0 1	1.0 6	0.2 1	0.1 0	0.0 8	0.0 2
16	蛭蚌	0.7 4	0.1 8	0.1 5	0.3 9	0.1 2	0.0 1	0.6 9	0.0 3	1.3 9	0.2 8	0.1 5	1.3 7	0.4 1
17	四角蛤蜊	0.2 6	0.0 7	0.0 2	0.1 4	0.1 4	0.0 1	0.1 5	0.0 1	0.8 9	0.1 8	0.1 0	0.2 5	0.0 8
19	毛蚶	0.5 0	0.1 3	0.0 3	0.2 5	1.5 5	0.1 6	0.1 5	0.0 1	0.7 4	0.1 5	0.2 8	0.7 7	0.2 3
21	菲律宾蛤仔	0.6 7	0.1 7	0.0 7	0.2 9	0.2 6	0.0 3	0.1 5	0.0 1	1.0 4	0.2 1	0.0 9	0.0 5	0.0 1
22	文蛤	0.4 5	0.1 1	0.0 4	0.2 1	0.2 5	0.0 2	0.1 5	0.0 1	0.5 3	0.1 1	0.0 4	0.0 3	0.0 1

(2) 鮑鱼和葛氏长臂虾均符合第一类评价标准。

表5.5.3 鱼类、甲壳类评价结果

站位号	样品种类	铜	锌	镉	铅	总汞	石油烃
		第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
1	鮑鱼	0.04	0.11	0.02	0.01	0.18	0.49
11	鮑鱼	0.04	0.13	0.03	0.01	0.18	0.41
14	葛氏长臂虾	0.02	0.03	0.01	0.01	0.05	0.93
15	葛氏长臂虾	0.06	0.09	0.03	0.01	0.06	0.18

注：石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》，其余指标均执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》

5.5.2 秋季海洋生物质量现状评价

一、现状调查数据

(1) 生物体铬含量范围0.13mg/kg~0.99mg/kg，其中，菲律宾蛤仔含量最低，海鳗含量最高。

(2) 生物体铜含量范围0.14mg/kg~7.02mg/kg，其中，中国花鲈含量最低，脊尾白虾含量最高。

(3) 生物体锌含量范围3.03mg/kg~14.56mg/kg，其中，中国花鲈含量最低，哈氏仿对虾含量最高。

(4) 生物体镉含量范围<0.03mg/kg~0.19mg/kg，其中，鮑鱼、中国花鲈、海鳗均未检出，文蛤含量最高。

(5) 生物体铅含量范围 $<0.03\text{mg/kg}\sim 0.12\text{mg/kg}$ ，其中，蟪蛄、四角蛤蜊、文蛤、周氏新对虾、菲律宾蛤仔检出，其余均未检出。

(6) 生物体砷含量范围 $0.12\text{kg}\sim 1.99\text{kg}$ ，其中，鳊鱼最低，哈氏仿对虾最高。

(7) 生物体总汞含量范围 $0.002\text{mg/kg}\sim 0.07\text{mg/kg}$ ，其中，脊尾白虾含量最低，海鳗含量最高。

(8) 生物体石油烃含量范围 $1.93\text{mg/kg}\sim 19.10\text{mg/kg}$ ，其中，海鳗含量最低，蟪蛄含量最高。

表5.5.4 海洋生物监测结果（鲜重）

站位号	样品种类	铬	铜	锌	镉	铅	砷	总汞	石油烃
		$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
1	脊尾白虾	0.38	7.02	11.28	0.09	<0.03	0.57	0.002	4.94
3	脊尾白虾	0.42	5.91	9.41	0.07	<0.03	0.27	0.002	3.96
6	哈氏仿对虾	0.65	4.44	11.24	<0.03	<0.03	0.19	0.007	2.51
8	海鳗	0.99	0.25	4.53	<0.03	<0.03	0.15	0.069	1.93
9	鳊鱼	0.19	0.28	4.64	<0.03	<0.03	0.12	0.022	3.81
10	周氏新对虾	0.55	2.91	7.17	0.03	<0.03	0.16	0.011	3.15
11	中国花鲈	0.82	0.14	3.03	<0.03	<0.03	0.54	0.025	2.07
14	哈氏仿对虾	0.98	6.09	14.56	0.03	<0.03	1.99	0.007	2.66
15	周氏新对虾	0.57	4.12	10.07	0.05	0.03	1.62	0.012	4.67
16	鳊鱼	0.18	0.25	3.62	<0.03	<0.03	0.21	0.020	5.51
17	菲律宾蛤仔	0.13	0.31	4.86	0.05	0.05	0.20	0.005	3.72
19	周氏新对虾	0.61	3.87	9.74	0.04	0.03	1.19	0.011	2.74
21	周氏新对虾	0.93	3.15	7.67	0.04	<0.03	1.67	0.013	2.79
22	文蛤	0.32	1.24	11.57	0.19	0.12	1.22	0.003	3.26
24	蟪蛄	0.84	3.94	9.87	0.05	0.08	0.35	0.013	19.10
平均值		0.57	2.93	8.22	0.06	0.06	0.70	0.015	4.45
最大值		0.99	7.02	14.56	0.19	0.12	1.99	0.069	19.10
最小值		0.13	0.14	3.03	0.03	0.03	0.12	0.002	1.93

二、评价方法和结果

依据《海洋生物质量标准》（GB18421-2001），采用单因子污染指数法对各监测站点的双壳贝类进行计算和评价；依据《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中海洋生物质量评价标准对鱼类、甲壳类进行计算和评价，详见表5.5.5。

(1) 22号站位文蛤中铅、砷，24号站位蟪蛄中铬、石油烃为第二类标准，其余均符合第一类标准，可能的原因是22号及24号站位离岸较近，受陆源污染排

放影响。

表5.5.5 双壳贝类评价结果

站位号	样品种类	铬		铜	锌	镉	铅		砷		总汞	石油烃	
		第一类	第二类	第一类	第一类	第一类	第一类	第二类	第一类	第二类	第一类	第一类	第二类
17	菲律宾蛤仔	0.27	0.07	0.03	0.24	0.25	0.50	0.02	0.20	0.04	0.10	0.25	0.07
22	文蛤	0.63	0.16	0.12	0.58	0.93	1.22	0.06	1.22	0.24	0.06	0.22	0.07
24	蛸蛸	1.68	0.42	0.39	0.49	0.27	0.81	0.04	0.35	0.07	0.26	1.27	0.38

(2) 脊尾白虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾、海鳗、鮟鱼和中国花鲈虾均符合第一类评价标准。

表5.5.6 鱼类、甲壳类评价结果

站位号	样品种类	铜	锌	镉	铅	总汞	石油烃
		第一类	第一类	第一类	第一类	第一类	第一类
1	脊尾白虾	0.07	0.08	0.04	0.01	0.01	0.25
3	脊尾白虾	0.06	0.06	0.03	0.01	0.01	0.20
6	哈氏仿对虾	0.04	0.07	0.01	0.01	0.03	0.13
8	海鳗	0.01	0.11	0.03	0.01	0.23	0.10
9	鮟鱼	0.01	0.12	0.03	0.01	0.07	0.19
10	周氏新对虾	0.03	0.05	0.02	0.01	0.05	0.16
11	中国花鲈	0.01	0.08	0.03	0.01	0.08	0.10
14	哈氏仿对虾	0.06	0.10	0.02	0.01	0.03	0.13
15	周氏新对虾	0.04	0.07	0.02	0.01	0.06	0.23
16	鮟鱼	0.01	0.09	0.03	0.01	0.07	0.28
19	周氏新对虾	0.04	0.06	0.02	0.01	0.06	0.14
21	周氏新对虾	0.03	0.05	0.02	0.01	0.06	0.14

注：石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》，其余指标均执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》。

5.6 海洋生态（包括生物资源）环境质量现状调查与评价

2019年3月和2019年10月，江苏省海洋环境监测预报中心对项目所在海域海洋环境现状进行了2次海洋生态调查。调查项目包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物和潮间带大型底栖生物，共布设15个生物体质量监测站位、15个海洋生态监测站位、15个渔业资源监测站位、3个潮间带监测断面（见表5.3.1，图5.3-1）。

5.6.1 监测方法

(1) 叶绿素 a

叶绿素 a 测定取自表层水样，每份取水样 1000ml 经 0.45 μm 滤膜过滤后放干燥冷藏箱保存，采用分光光度计法进行分析，即以丙酮溶液提取浮游植物色素，

依次在 664nm、647nm、630nm 波长下测定吸光值，按 Jeffrey-Humphrey 的方程式计算叶绿素 a 的含量，以 mg/m 表示。

(2) 浮游植物

浮游植物的调查方法依照《海洋监测规范》，使用浅水 III 型浮游生物网自水底至水面垂直拖网采集浮游植物。网采样品用 5% 甲醛固定保存。浮游植物样品使用光学显微镜采用个体计数法进行种类鉴定和数量统计。

(3) 浮游动物

浮游动物样品采用浅水 I 和 II 型浮游生物网自底至表垂直拖取，所获样品用 5% 甲醛固定保存，采样结束后在实验室内进行镜检分析，种类组成结合浅水 I 和 II 型浮游生物网采集的样品分析；生物量仅用浅水 I 型浮游生物网采集的样品去除水母等胶质生物后称重。

(4) 大型底栖生物

底栖动物调查采样采用 0.05m² 曙光采泥器采集，每站取样两次，取样面积 0.1m²，取样深度为 10-20cm。将采集到的沉积物放入网目为 0.5mm 底栖生物分样筛内，冲掉底泥，挑出所有生物，装入标本瓶内，放入标签，用 5% 福尔马林固定，标本带回实验室分析。

(5) 潮间带生物

潮间带生物调查采样使用规格为 25cm×25cm×30cm 的滩涂定量采样器；岩岸取样用 25cm×25cm 取样框。将采集到的样品转入网目为 1.0mm 过筛器内，冲掉底泥，挑出所有生物，装入标本瓶内，用 5% 甲醛固定液固定，标本带回实验室分析。

(6) 渔业资源

鱼类浮游生物、游泳动物现场采样按照《海洋调查规范-海洋生物调查》(GB/T12763.6-2007) 的有关要求进行。

鱼卵、仔稚鱼进行定量和定性分析。定量分析采用浅水 I 型浮游动物网垂直拖网，每站自底层到表层垂直拖网 1 次，定性分析采用大型浮游生物网，水平拖网每站拖曳 10min (定性)。样品经 5% 福尔马林固定，带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

游泳动物拖网调查使用适合当地的单拖渔船，单拖网囊网目应取选择性低的网目(网囊部 2a 小于 20mm)，每站拖曳 0.5h 左右(视具体海上作业条件而定)，

拖网速度控制在 2.5kn 左右。每网调查的渔获物进行分物种渔获重量和尾数统计。记录网产量，进行主要物种生物学测定。

(7) 生物体质量

各站采样均按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行。

5.6.2 评价方法-群落参数统计

根据各站位浮游生物和底栖生物所获样品的生物密度，分别对样品的多样性指数、丰度、均匀度、优势度等进行统计学评价分析，计算公式为

香农-韦弗（Shannon - Weaver）指数

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

式中：H'-多样性指数

s-样品中的种类总数

$P_i = n_i/N$ （ n_i 是第 i 个物种的个体数，N 是全部物种的个体数）。

根据《海洋赤潮监测技术规程》（国家海洋局，2002 年 2 月）中的赤潮判别与分级指标，H'值在 3~4 为清洁区域，2~3 为轻度污染，1~2 为中度污染，<1 为重度污染。

丰度（Margalef 计算式）

$$d = \frac{s-1}{\log_2 N}$$

式中：d-丰度

s-样品中的种类总数

N-样品中生物的个体总数

一般而言，健康的环境，种类丰度高，受污染的环境，种类丰度降低。

均匀度指数（PieLou 指数）

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

式中：J-均匀度

H'-种类多样性指数

S -样品中的种类总数

均匀度最大值为 1，该值大表明种间个体数差别小，反之则种间个体数差别大。

$$\text{优势度: } D = \frac{N_1 + N_2}{NT}$$

式中：D—优势度

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；

NT—样品中的总个体数。

根据各站位浮游生物和底栖生物所获样品的生物密度，分别对样品的多样性指数、丰度、均匀度、优势度等进行统计学评价分析，计算公式为

香农-韦弗（Shannon - Weaver）指数

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

式中：H'—多样性指数

s—样品中的种类总数

$P_i = n_i/N$ （ n_i 是第 i 个物种的个体数， N 是全部物种的个体数）。

根据《海洋赤潮监测技术规程》（国家海洋局，2002 年 2 月）中的赤潮判别与分级指标，H' 值在 3~4 为清洁区域，2~3 为轻度污染，1~2 为中度污染，<1 为重度污染。

丰度（Margalef 计算式）

$$d = \frac{s - 1}{\log_2 N}$$

式中：d—丰度

s—样品中的种类总数

N—样品中生物的个体总数

一般而言，健康的环境，种类丰度高，受污染的环境，种类丰度降低。

均匀度指数（PieLou 指数）

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

式中：J—均匀度

H'-种类多样性指数

S -样品中的种类总数

均匀度最大值为 1，该值大表明种间个体数差别小，反之则种间个体数差别大。

优势度

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

式中：D—优势度； 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； NT—样品中的总个体数。

5.6.3 调查结果与分析

(1) 叶绿素 a

2019 年 3 月通过对海域 15 个站位的叶绿素 a 监测，结果显示调查海域叶绿素 a 含量变化范围在 2.208~6.786μg/L 之间，平均值为 3.73μg/L。其中，叶绿素 a 含量最高值出现在 14 号站，最低值出现在 9 号、17 号站；2019 年 10 月调查结果显示调查海域叶绿素 a 含量变化范围在 2.370~4.092μg/L，平均浓度为 3.218μg/L，其中 6 号站位最高，10 号站位最低。见表 5.6.1~5.6.2。

表 5.6.1 2019 年 3 月调查海区叶绿素 a 含量 (ug/L)

站号	叶绿素 a (μg/L)	站号	叶绿素 a (μg/L)
1	3.555	15	4.416
3	3.385	16	3.401
6	3.393	17	2.208
8	3.555	19	3.555
9	2.208	21	5.763
10	4.416	22	3.555
11	3.393	24	2.370
14	6.786	/	/

表 5.6.2 2019 年 10 月调查海区叶绿素 a 含量 (mg/m³)

站号	叶绿素 a (μg/L)	站号	叶绿素 a (μg/L)
1	3.223	15	3.069
3	3.223	16	3.231
6	4.092	17	3.231
8	3.069	19	3.231
9	3.223	21	3.231
10	2.370	22	3.231
11	3.231	24	3.385
14	3.231	平均值	3.218

(2) 浮游植物

1) 浮游植物的种类组成与分布

①种类组成和生态类型

2019年3月，调查期间调查海域15个站位共鉴定出浮游植物5门49属88种（图5.6-1和图5.6-2），其中，硅藻门37属73种，占总属数的75.51%，占总种数的82.95%，为主要优势类群。甲藻门9属12种，蓝藻门、绿藻门、金藻门各为1属1种。生态类型主要以近岸低盐性类群为主，外海高盐性类群也有出现，偶有具孔盘星藻属等淡水种类出现。2019年10月，调查期间调查海域15个站位共鉴定出浮游植物4门40属79种（图5.6-3和图5.6-4），其中，硅藻门34属69种，占总属数的85.00%，占总种数的87.34%，为主要优势类群。甲藻门4属8种，蓝藻门、裸藻门各为1属1种。生态类型主要以近岸低盐性类群为主，外海高盐性类群也有出现，偶有裸藻等淡水种类出现。详见表5.6.3~5.6.4。

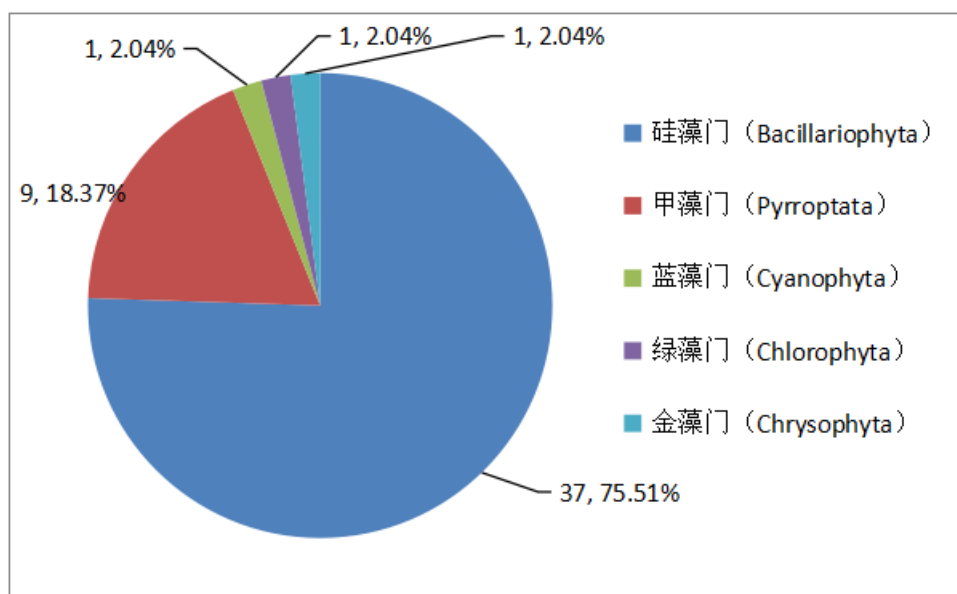


图5.6-1 2019年3月调查海域浮游植物各类群属数及百分比

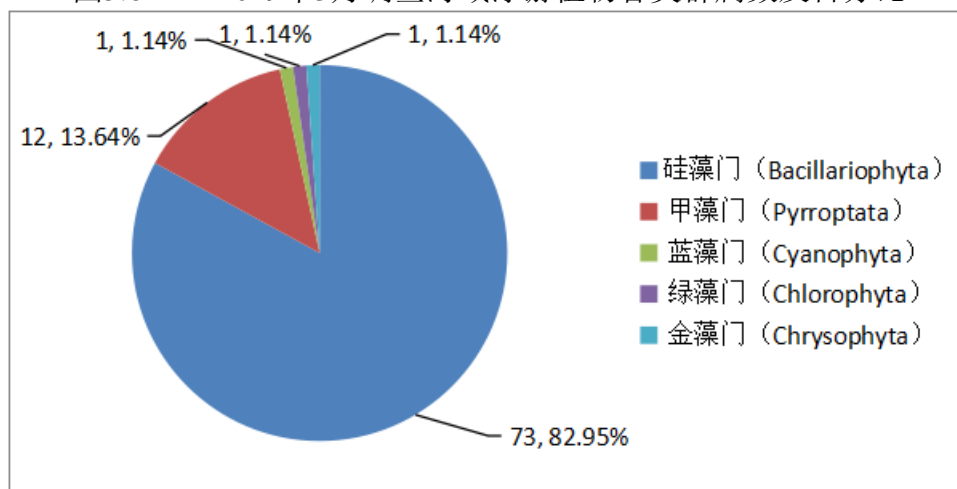


图5.6-2 2019年3月调查海域浮游植物各类群种数及百分比

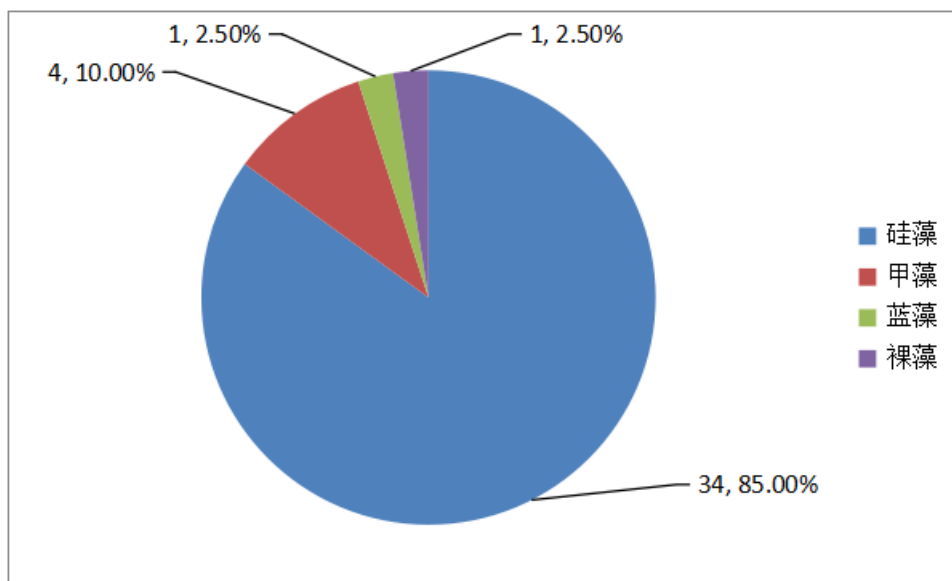


图 5.6-3 2019 年 10 月调查海域浮游植物各类群属数及百分比

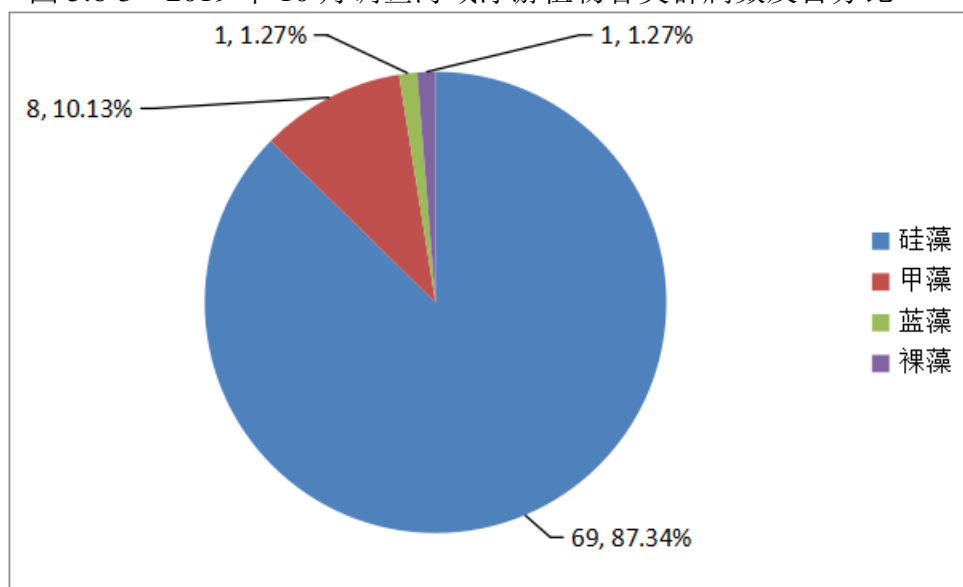


图 5.6-4 2019 年 10 月调查海域浮游植物各类群种数及百分比

表 5.6.3 2019 年 3 月调查海域浮游植物种类汇总

序号	类别	属	中文学名	拉丁名
1	硅藻门	辐衲藻	六幅辐衲藻	<i>Actinoptychus senarius</i>
2		星平藻	加拉星平藻	<i>Asteroplanus karianus</i>
3		棍形藻	派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i>
4		中鼓藻	锤状中鼓藻	<i>Bellerochea malleus</i>
5		齿状藻	活动齿状藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>
6			高齿状藻	<i>Biddulphia regia</i>
7			中华齿状藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
8		双尾藻	布氏双尾藻	<i>Brightwellii Ditylum</i>
9		鞍链藻	舟形鞍链藻	<i>Campylosira cymbelliformis</i>
10		角毛藻	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
11			卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i>
12			旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
13			丹麦角毛藻	<i>Chaetoceros danicus</i>
14			柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>
15			密联角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i>
16		棘冠藻	豪猪棘冠藻	<i>Corethron hystrix</i>
17		圆筛藻	虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridi</i>
18			蛇目圆筛藻	<i>Coscinodiscus argus</i>
19			星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
20			有翼圆筛藻	<i>Coscinodiscus bipartitus</i>
21			中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>
22			弓束圆筛藻	<i>Coscinodiscus curvatus</i>
23			明壁圆筛藻	<i>Coscinodiscus debilis</i>
24			巨圆筛藻	<i>Coscinodiscus gigas</i>
25			格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>
26			琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
27			具边线形圆筛藻	<i>Coscinodiscus marginato-lineatus</i>
28			辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
29			细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>
30			威氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>
31		双壁藻	蜂腰双壁藻	<i>Diploneis bombus</i>
32		双尾藻	太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>
33		井字藻	柔弱井字藻	<i>Eunotogramma debile</i>
34		脆杆藻	脆杆藻	<i>Fragilaria sp.</i>
35		斑条藻	海生斑条藻	<i>Grammatophora marina</i>
36		几内亚藻	薄壁几内亚藻	<i>Guinardia cylindrus</i>
37		布纹藻	波罗的海布纹藻	<i>Gyrosigma balticum</i>
38		半盘藻	哈氏半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>
39		明盘藻	细弱明盘藻	<i>Hyalodiscus subtilis</i>
40		细柱藻	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
41		楔形藻	短楔形藻	<i>Licmophora abbreviata</i>

42		直链藻	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>
43			念珠直链藻	<i>Melosira moniliformis</i>
44			具槽直链藻	<i>Melosira sulcte</i>
45		缪氏藻	膜状缪氏藻	<i>Meuniera membranacea</i>
46		舟形藻	舟形藻	<i>Navicula sp.</i>
47		菱形藻	洛伦菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>
48			拟螺形菱形藻	<i>Nitzschia sigmoidea</i>
49			新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>
50			长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
51			菱形藻	<i>Nitzschia sp.</i>
52		漂流藻	具翼漂流藻	<i>Planktoniella blanda</i>
53		曲舟藻	艾希曲舟藻	<i>Pleurosigma aestuarii</i>
54			海洋曲舟藻	<i>Pleurosigma pelagicum</i>
55			曲舟藻	<i>Pleurosigma sp.</i>
56		拟菱形藻	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
57		缝舟藻	菱形缝舟藻	<i>Rhaphoneis rhomoides</i>
58		根管藻	柔弱根管藻	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
59			刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
60			斯氏根管藻	<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>
61			笔尖根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
62		骨条藻	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
63		扭鞘藻	泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothecca tamesis</i>
64		针杆藻	针杆藻	<i>Synedra sp.</i>
65		海线藻	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschiodes</i>
66		海链藻	细长列海链藻	<i>Thalassiosira leptopus</i>
67			诺氏海链藻	<i>Thalassiosira nordenskiodi</i>
68			太平洋海链藻	<i>Thalassiosira pacifica</i>
69			圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>
70			离心列海链藻	<i>Thalassiosira excentricus</i>
71		海毛藻	伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix fauenfeldii</i>
72			长海毛藻	<i>Thalassiothrix longissima</i>
73		三角藻	蜂窝三角藻	<i>Triceratium favus</i>
74		亚历山大藻	链状亚历山大藻	<i>Alexandrium catenella</i>
75	塔玛亚历山大藻		<i>Alexandrium tamarense</i>	
76	角藻	叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>	
77		三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>	
78	卡盾藻	海洋卡盾藻	<i>Chattonella marina</i>	
79	鳍藻	具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>	
80	膝沟藻	具刺膝沟藻	<i>Gonyaulax spinifera</i>	
81	凯伦藻	米氏凯伦藻	<i>Karenia mikimotoi</i>	
82	夜光藻	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>	
83	原甲藻	海洋原甲藻	<i>Prorocentrum micans</i>	

84			微小原甲藻	<i>Prorocentrum minimum</i>
85		原多甲藻	五角原多甲藻	<i>Protoperidinium quinquecorne</i>
86	蓝藻门	颤藻	颤藻	<i>Oscillatoria sp.</i>
87	金藻门	硅鞭藻	小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i>
88	绿藻门	盘星藻	具孔盘星藻	<i>Pediastrum clathratum</i>

表 5.6.4 2019 年 10 月调查海域浮游植物种类汇总

序号	门	属	中文学名	拉丁名
1	硅藻	曲壳藻	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i>
2		辐环藻	爱氏辐环藻	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>
3		星杆藻	日本星杆藻	<i>Asterionella japonica</i>
4		辐衲藻	六幅辐衲藻	<i>Actinoptychus senarius</i>
5		辐杆藻	叉状辐杆藻	<i>Bacteriastrum furcatum</i>
6			透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
7		中鼓藻	锤状中鼓藻	<i>Bellerochea malleus</i>
8		棍形藻	派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i>
9		角毛藻	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
10			卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i>
11			旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
12			丹麦角毛藻	<i>Chaetoceros danicus</i>
13			并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>
14			劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
15			秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
16			舞姿角毛藻	<i>Chaetoceros saltans</i>
17		棘冠藻	棘冠藻	<i>Corethron criophilum</i>
18		圆筛藻	蛇目圆筛藻	<i>Coscinodiscus argus</i>
19			星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
20			中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>
21			弓束圆筛藻	<i>Coscinodiscus curvatus</i>
22			明壁圆筛藻	<i>Coscinodiscus debilis</i>
23			减小圆筛藻	<i>Coscinodiscus decrescens</i>
24			巨圆筛藻	<i>Coscinodiscus gigas</i>
25			格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>
26			琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
27			具边线形圆筛藻	<i>Coscinodiscus marginato-lineatus</i>
28			虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculusiridis</i>
29			辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
30			细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>
31			威氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailiesii</i>
32		小环藻	条纹小环藻	<i>Cyclotella striata</i>
33		双壁遭	蜂腰双壁遭	<i>Diploneis bombus</i>
34		双尾藻	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
35		井字藻	柔弱井字藻	<i>Eunotogramma debile</i>
36		环刺藻	热带环刺藻	<i>Gossleriella tropica</i>
37		布纹藻	尖布纹藻	<i>Gyrosigma acuminatum</i>
38		细柱藻	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
39		直链藻	具槽直链藻	<i>Melosira sulcata</i>
40		缪氏藻	膜状缪氏藻	<i>Meuniera membranacea</i>
41		舟形藻	舟形藻	<i>Navicula sp.</i>

42		菱形藻	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>
43			洛氏菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>
44			琴式菱形藻	<i>Nitzschia panduriformis</i>
45			拟螺形菱形藻	<i>Nitzschia sigmoidea</i>
46			菱形藻	<i>Nitzschia spp.</i>
47		齿状藻	活动齿状藻	<i>Odontella mobiliensis</i>
48			高齿状藻	<i>Odontella regia</i>
49			中华齿状藻	<i>Odontella sinensis</i>
50		漂流藻	具翼漂流藻	<i>Planktoniella blanda</i>
51			美丽漂流藻	<i>Planktoniella foromsa</i>
52			太阳漂流藻	<i>Planktoniella sol</i>
53		伪菱形藻	柔弱伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
54			尖刺伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
55		缝舟藻	菱形缝舟藻	<i>Rhaphoneis rhomoides</i>
56		根管藻	粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>
57			刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
58		骨条藻	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
59		扭鞘藻	泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothecce thamesis</i>
60		双菱藻	双菱藻	<i>Surirella sp.</i>
61		针杆藻	针杆藻	<i>Synedra spp.</i>
62		海线藻	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschiodes</i>
63		海链藻	离心列海链藻	<i>Thalassiosira eccentric</i>
64			细长列海链藻	<i>Thalassiosira leptopus</i>
65			太平洋海链藻	<i>Thalassiosira pacifica</i>
66			圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>
67		海毛藻	伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
68			长海毛藻	<i>Thalassiothrix longissima</i>
69		三角藻	蜂窝三角藻	<i>Triceratium favus</i>
70	甲藻	角藻	叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>
71			梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>
72			大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
73			三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>
74		鳍藻	尖锐鳍藻	<i>Dinophysis acuta</i>
75			具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>
76		夜光藻	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
77	原多甲藻	五角原多甲藻	<i>Protoperdinium pentagonum</i>	
78	蓝藻	颤藻	颤藻	<i>Oscillatoria sp.</i>
79	裸藻	裸藻	裸藻	<i>Euglena sp.</i>

②细胞密度和分布

浮游植物水样：

2019年3月，调查海域浮游植物水样的密度范围为 0.05×10^6 个/ m^3 ~ 6.22×10^6 个/ m^3 ，平均值为 1.39×10^6 个/ m^3 。密度高值区分布在 19、21、24 号站位；其他站位的浮游植物密度相对较低；密度空间分布差异较大，24 号站位密度最高，21、24 号站位出现了大量的中肋骨条藻；19 号站位出现了大量菱形藻 sp、

圆海链藻和中肋骨条藻。（图 5.6-5）。

浮游植物种类较为丰富，24 号站位种类最多，为 39 种，超过 30 种的有 21、22、24 共 3 个站位；其余站位均在 20~30 种之间，各站位平均出现 27 种(图 5.5-6)。

2019 年 10 月，调查海域浮游植物水样的密度范围为 0.60×10^6 个/ m^3 ~ 2.20×10^6 个/ m^3 ，平均值为 1.16×10^6 个/ m^3 。密度高值区分布在 10、21、6 号站位；其他站位的浮游植物密度相对较低；密度空间分布差异较大。（图 5.6-7）

浮游植物种类较为丰富，14、15 号站位种类最多，为 37 种，超过 30 种的有 1、6、10、14、15、17、24 共 7 个站位；其余站位均在 20~30 种之间，各站位平均出现 29 种（图 5.6-8）。

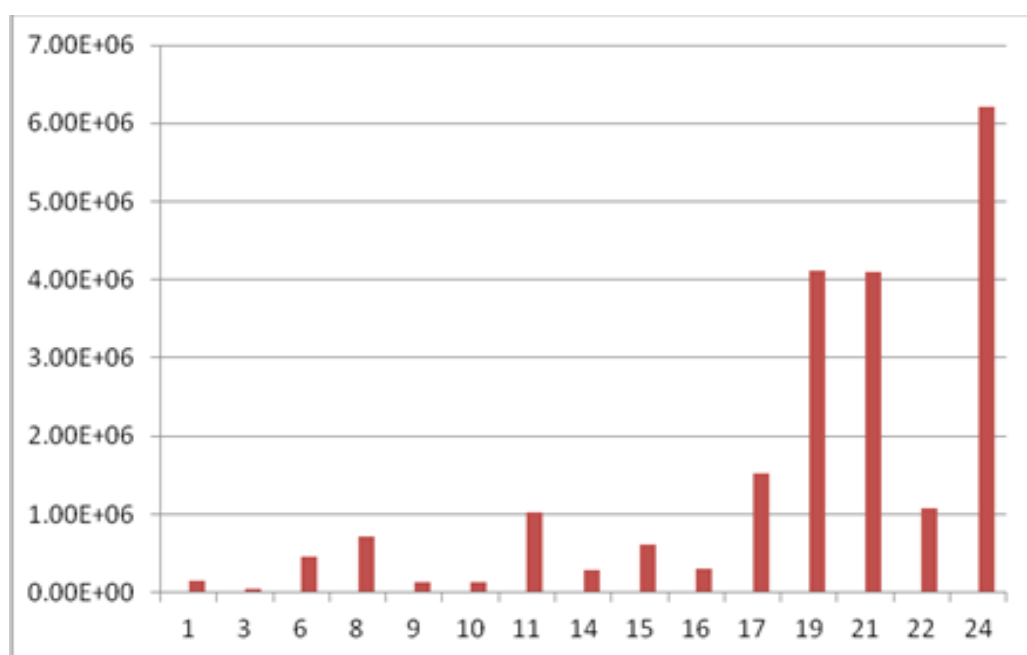


图 5.6-5 2019 年 10 月调查海域浮游植物密度 (×10⁵ind/m³)

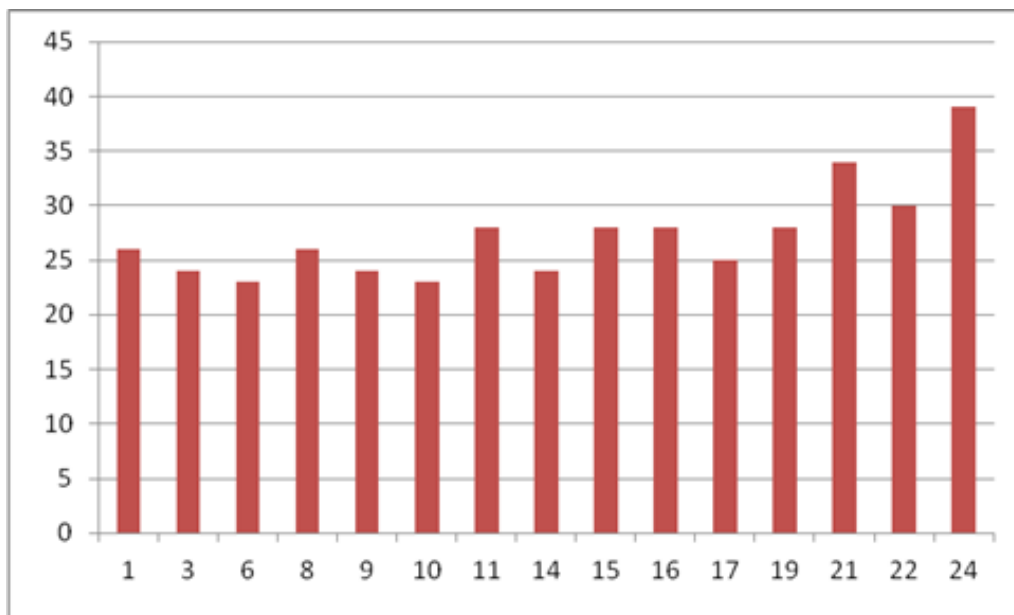


图 5.6-6 2019 年 10 月调查海域各站位浮游植物种类数

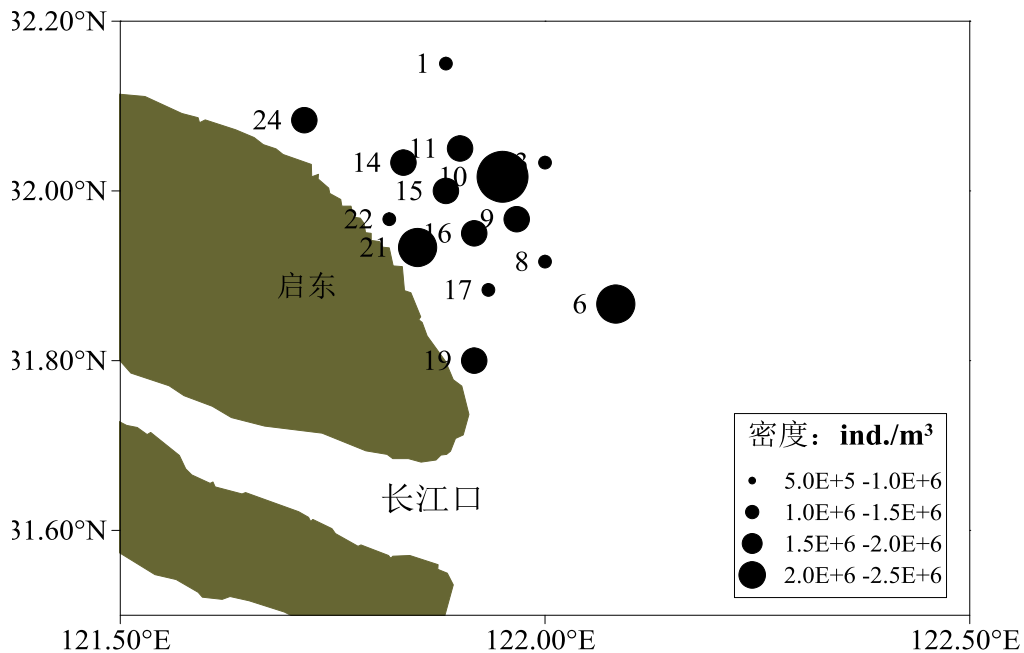


图 5.6-7 2019 年 10 月调查海域浮游植物密度

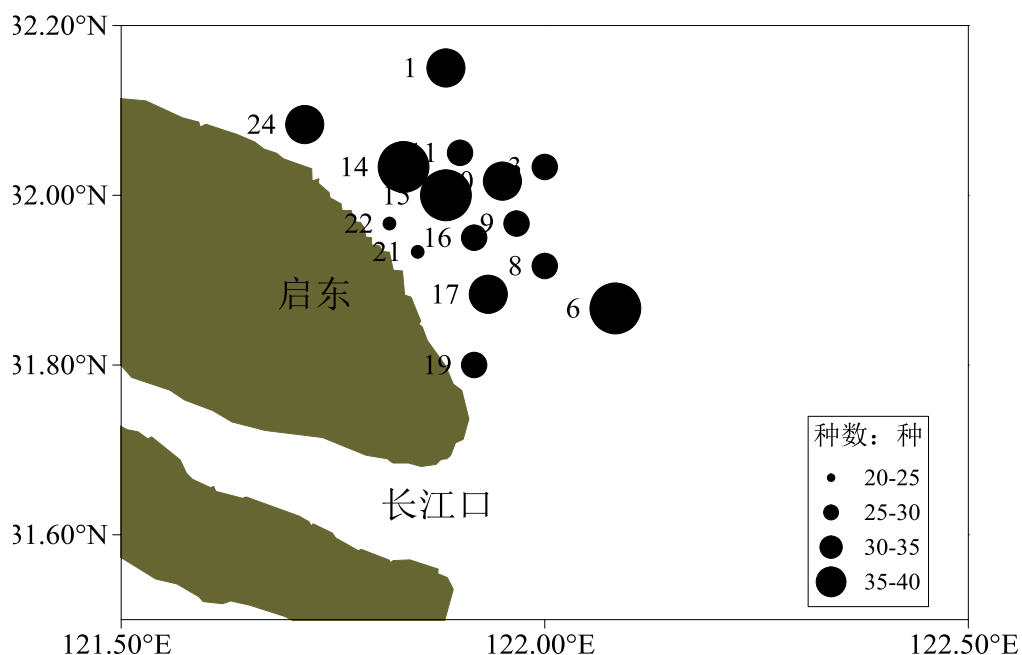


图 5.6-8 2019 年 10 月调查海域各站位浮游植物种类数

③生物多样性分析

2019 年 3 月，整个调查海域浮游植物的多样性指数均值为 2.133，均匀度均值为 0.651，丰富度均值为 4.572（表 5.6.5）。多样性指数 1 号站位最高，为 2.803，17 号站位最低，为 1.217；6、17、19、21、22、24 号站位多样性指数在 1~2 之间，其它站位均在 2~3 之间（图 5.6-9）。

2019 年 10 月，整个调查海域浮游植物的多样性指数均值为 2.618，均匀度均值为 0.541，丰富度均值为 1.663（表 5.6.6）。多样性指数 8 号站位最高，为 3.181，21 号站位最低，为 1.706；19、21 号站位多样性指数在 1~2 之间（中污染），1、8、14 号站位多样性指数大于 3（水质清洁），其它站位均在 2~3 之间（轻污染）（图 5.6-10）。

表 5.6.5 2019 年 3 月调查海域浮游植物多样性分析结果统计表

丰富度 (<i>d</i>)		多样性指数 (<i>H'</i>)		均匀度 (<i>J'</i>)	
范围	均值	范围	均值	范围	均值
3.261~5.464	4.572	1.217~2.803	2.133	0.369~0.860	0.651

表 5.6.6 2019 年 10 月调查海域浮游植物多样性分析结果统计表

丰富度 (<i>d</i>)		多样性指数 (<i>H'</i>)		均匀度 (<i>J'</i>)	
范围	均值	范围	均值	范围	均值
1.205~2.437	1.663	1.706~3.181	2.618	0.383~0.656	0.541

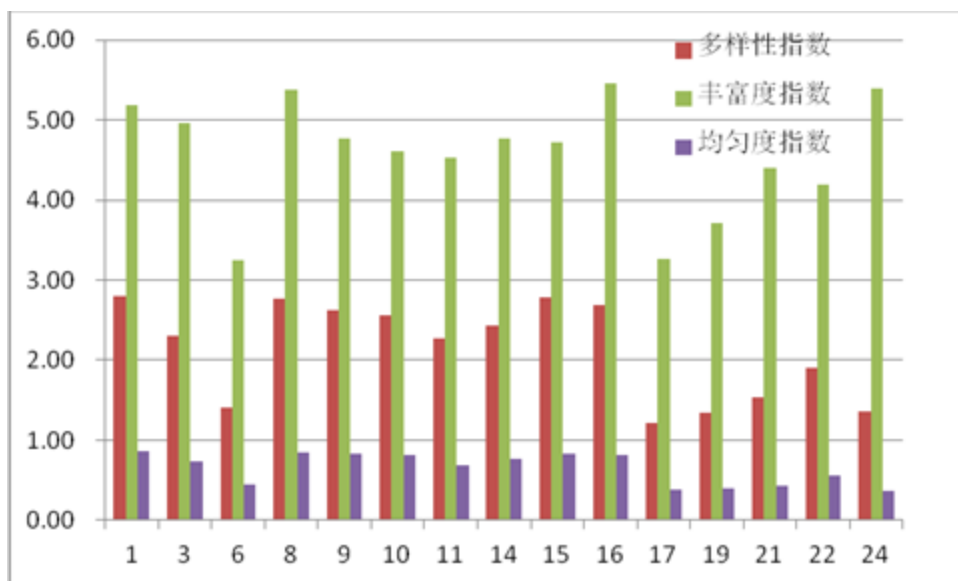


图 5.6-9 调查海域浮游植物群落特征

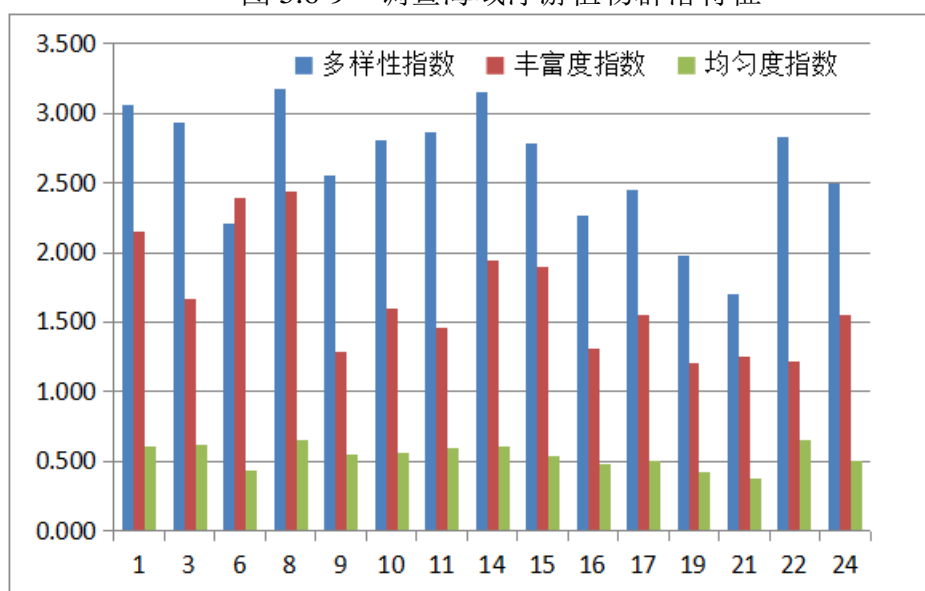


图 5.6-10 调查海域浮游植物群落特征

④优势种类

2019年3月，整个调查海域浮游植物优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共4种。优势度指数由高到低分别为中肋骨条藻、菱形藻 sp、圆海连藻、具槽直链藻，优势度分别为0.262、0.229、0.187、0.037，中肋骨条藻和菱形藻 sp.为主要优势种，表 5.5.7。

2019年10月，整个调查海域浮游植物优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共8种。优势度指数由高到低分别为琼氏圆筛藻、虹彩圆筛藻、颤藻、辐射圆筛藻、星脐圆筛藻、威氏圆筛藻、中肋骨条藻和蛇目圆筛藻，优势度分别为0.439、0.146、0.076、0.061、0.049、0.034、0.020、0.020，琼氏圆筛藻和虹彩圆筛藻为主要优势种，表 5.6.8。

表 5.6.7 2019 年 3 月调查海域浮游植物优势种

优势种	优势度
中肋骨条藻	0.262
菱形藻 sp	0.229
圆海连藻	0.187
具槽直链藻	0.037

表 5.6.8 2019 年 10 月调查海域浮游植物优势种

优势种	优势度
琼氏圆筛藻	0.439
虹彩圆筛藻	0.146
颤藻	0.076
辐射圆筛藻	0.061
星脐圆筛藻	0.049
威氏圆筛藻	0.034
中肋骨条藻	0.020
蛇目圆筛藻	0.020

(3) 浮游动物

1) I 型网采浮游动物

① 种类组成和生态类型

2019 年 3 月，调查期间调查海域共鉴定 I 型网浮游动物 11 大类 40 种。其中桡足类最多，共有 16 种，占总种数的 40.00%，其次是浮游动物幼虫，有 11 种，占总种数的 27.50%，腔肠动物 5 种，占总种数的 12.50%，原生动物 1 种，糠虾类 1 种，涟虫类 1 种，端足类 1 种，磷虾类 1 种，十足类 1 种，毛颚类 1 种，浮游被囊类 1 种，各占 2.50%，图 5.5-11。由调查结果可知：调查海域的大型浮游动物种类组成中桡足类和浮游幼虫类占最大优势，在数量上也占了绝对优势。

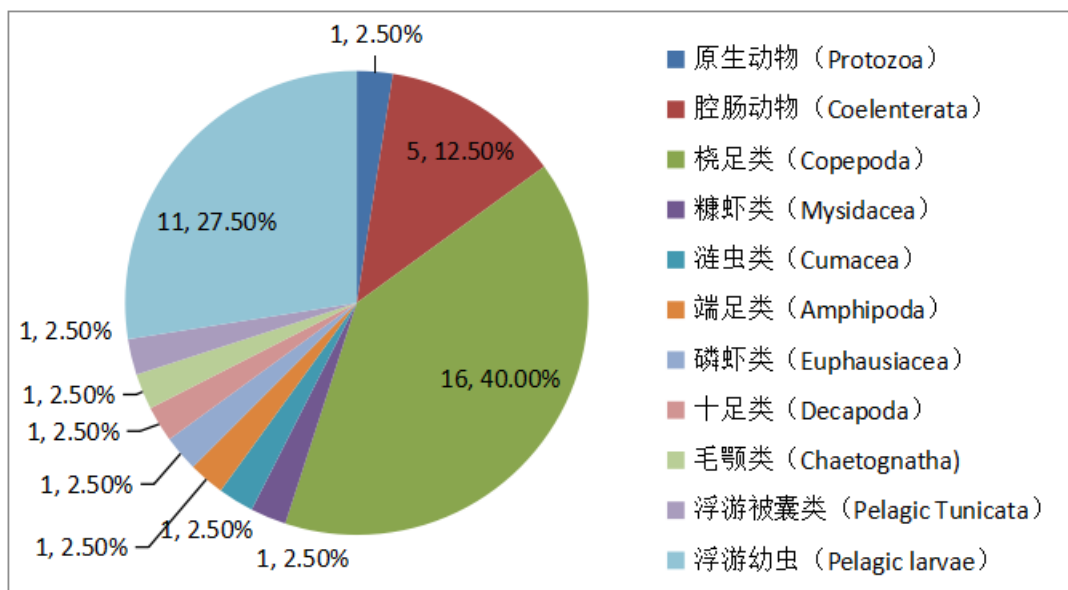


图 5.6-11 2019年3月调查海域I型网采浮游动物各类群种类数

调查显示本海区I型网采浮游动物种类主要由低盐近岸生态类群组成，辅以少量的半咸水河口生态类群和广温广盐生态类群，种类较为丰富，也出现了较多种类的幼体。

各站位I型网采浮游动物密度差异极大，密度最小的为109.1 ind./m³，出现在17号站位；密度最大的达到2727.5 ind./m³，出现在21号站位，各站位平均密度为732.8 ind./m³。8号站位和11号站位密度也较大，超过1500 ind./m³，因出现了大量的中华哲水蚤，图5.5-12。各站位出现的种数差异不大，最少的只有9种，出现在22号站位；最多的有19种，出现在3号、16号和17号站位，各站位平均出现15种，图5.6-13。

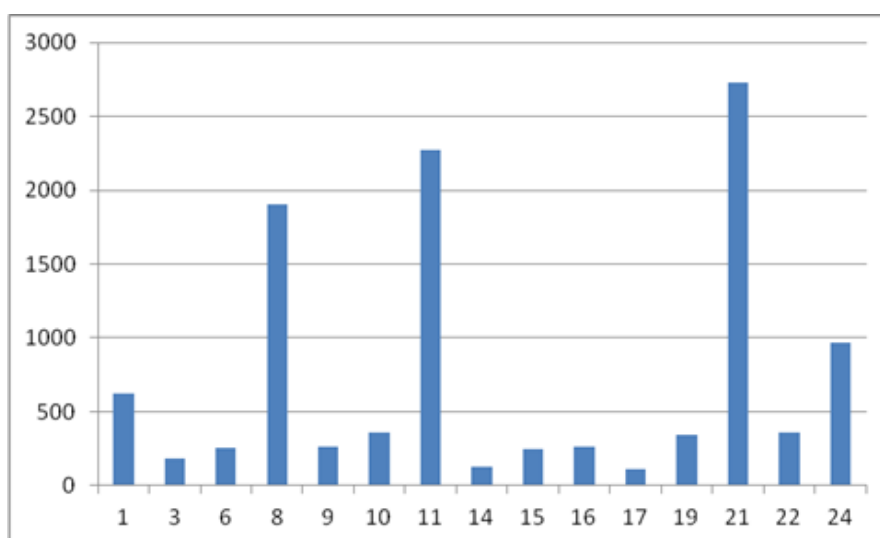


图 5.6-12 2019年3月调查海域I型网采各站位浮游动物密度(ind./m³)

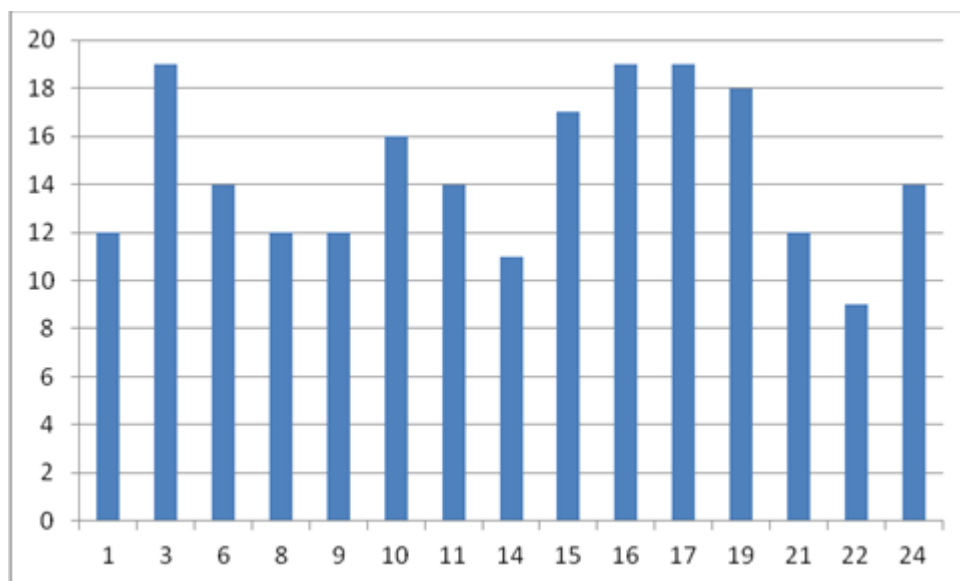


图 5.6-13 2019 年 3 月调查海域 I 型网采各站位浮游动物种数

2019 年 10 月，调查期间调查海域共鉴定 I 型网浮游动物 13 大类 50 种。其中桡足类最多，共有 12 种，占总种数的 24.00%；其次是腔肠动物类，有 11 种，占总种数的 22.00%；浮游幼虫类 9 种，占总种数的 18.00%；毛颚类 5 种，占总种数的 10.00%；十足类 3 种，占比 6.00%；端足类和糠虾类各 2 种，分别占比 4.00%；原生动物类 1 种，多毛类 1 种，枝角类 1 种，涟虫类 1 种，等足类 1 种，磷虾类 1 种，各占 2.00%，图 5.5-14。由调查结果可知：调查海域的大型浮游动物种类组成中桡足类和腔肠动物类占最大优势。

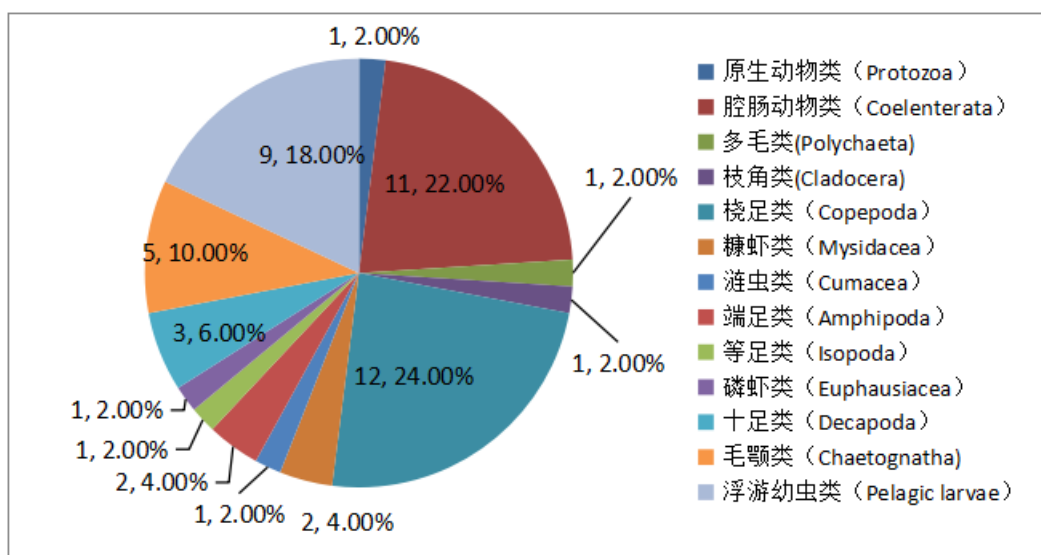


图 5.6-14 2019 年 10 月调查海域 I 型网采浮游动物各类群种类数

调查显示本海区 I 型网采浮游动物种类主要由低盐近岸生态类群组成，辅以少量的半咸水河口生态类群和广温广盐生态类群，种类较为丰富，也出现了较多种类的幼体。见表 5.6.9~表 5.6.10。

各站位 I 型网采浮游动物密度差异极大，密度最小的为 52.2ind./m³，出现在 22 号站位；密度最大的达到 734.3ind./m³，出现在 19 号站位，各站位平均密度为 234.0ind./m³。11 号站位和 21 号站位密度也较大，超过 450.0 ind./m³，11 号站位出现了大量的中华哲水蚤，21 号站位背针胸刺水蚤和长尾类幼体数量较多，图 5.5-17。各站位出现的种数差异不大，最少的只有 12 种，出现在 22 号和 24 号站位；最多的有 23 种，出现在 6 号站位，各站位平均出现 15 种，图 5.6-15。

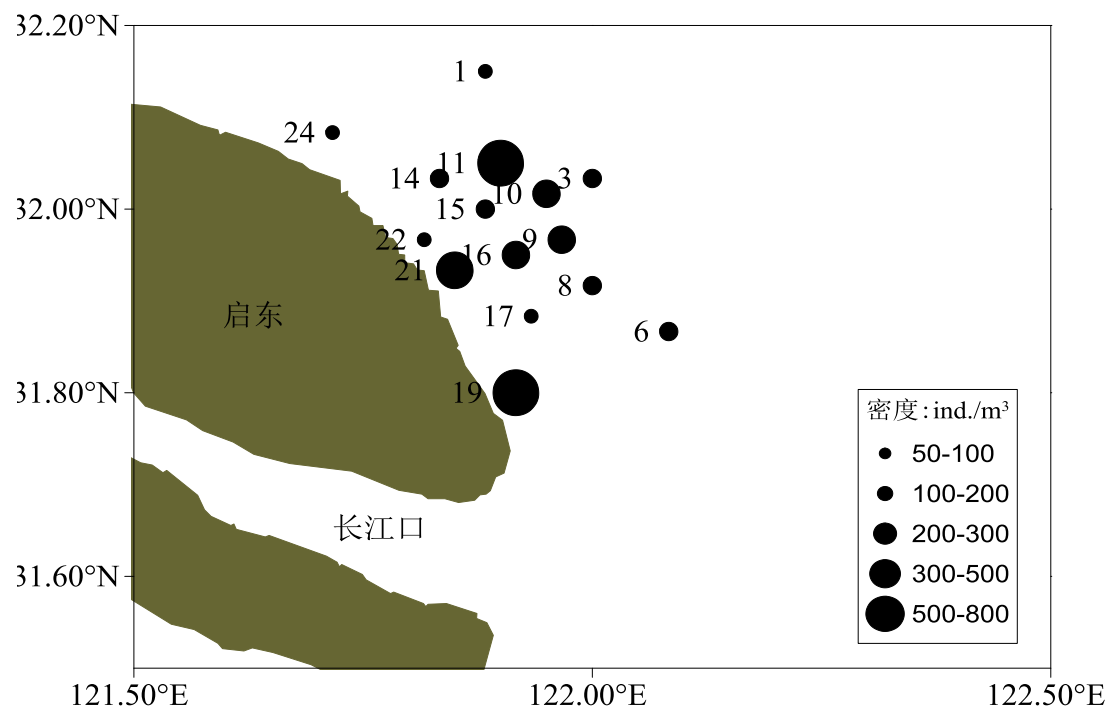


图 5.6-15 2019 年 10 月调查海域 I 型网采各站位浮游动物密度

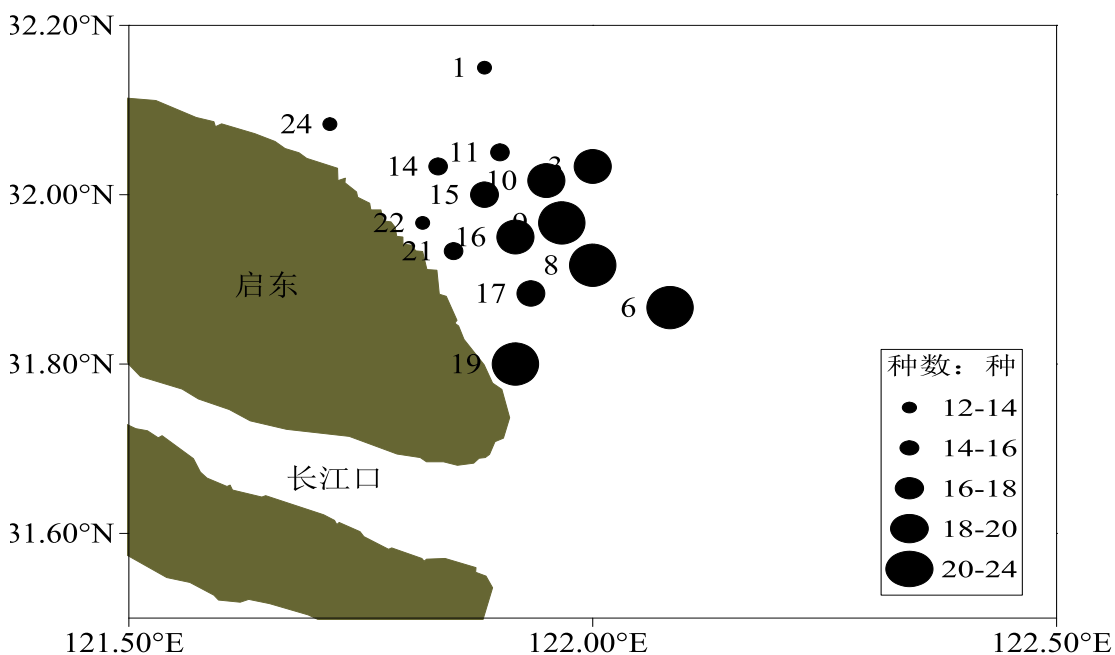


图 5.6-16 2019 年 10 月 调查海域 I 型网采各站位浮游动物种类数

表 5.6.9 2019 年 3 月调查海域 I 型网采浮游动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名	
1	原生动物	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>	
2	腔肠动物	顶管外肋水母	<i>Ectopleura minerva</i>	
3		短腺和平水母	<i>Eirene brevigona</i>	
4		拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>	
5		五角水母	<i>Muggiaea atlantica</i>	
6		球形侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>	
7		桡足类	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
8	小拟哲水蚤		<i>Paracalanus parvus</i>	
9	针刺拟哲水蚤		<i>Paracalanus aculeatus</i>	
10	驼背隆哲水蚤		<i>Acrocalanus gibber</i>	
11	精致真刺水蚤		<i>Euchaeta concinna</i>	
12	卢氏拟真刺水蚤		<i>Pareuchaeta russelli</i>	
13	长刺小厚壳水蚤		<i>Scolecithrix longispinosa</i>	
14	火腿许水蚤		<i>Schmackeria poplesia</i>	
15	指状伪镖水蚤		<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>	
16	汤氏长足水蚤		<i>Calanopia thompsoni</i>	
17	真刺唇角水蚤		<i>Labidocera euchaeta</i>	
18	克氏纺锤水蚤		<i>Acartia clasi</i>	
19	刺尾歪水蚤		<i>Tortanus spinicaudatus</i>	
20	捷氏歪水蚤		<i>Tortanus derjugini</i>	
21	拟长腹剑水蚤		<i>Oithona similis</i>	
22	近缘大眼剑水蚤		<i>Corycaeus affinis</i>	
23	糠虾类		长额刺糠虾	<i>Acanthomysis longirostris</i>
24	涟虫类		三叶针尾涟虫	<i>Diastylis tricineta</i>
25	端足类		钩虾	<i>Gammarus sp.</i>
26	磷虾类		中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>
27	十足类	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	
28	毛颚动物	强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>	
29	浮游被囊类	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>	
30	浮游幼虫	多毛类幼体	Polychaeta larva	
31		瓣鳃类幼体	Lamellibranchiata larva	
32		腹足类幼体	Gastropoda larva	
33		节胸幼虫	Calyptopsis larva	
34		长尾类幼体	Macrura larva	
35		短尾类溞状幼虫	Zoea larva (Brachyura)	
36		短尾类大眼幼虫	Megalopa larva (Brachyura)	
37		鲱科鱼卵	Fish egg(Clupedae)	
38		石首鱼科鱼卵	Fish egg(Sciaenidae)	
39		鲱科子稚鱼	Fish larva(Clupedae)	
40		石首鱼科仔稚鱼	Fish larva(Sciaenidae)	

表 5.6.10 2019 年 10 月调查海域 I 型网采浮游动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	原生动物类	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
2	腔肠动物类	四叶小舌水母	<i>Liriope tetraphylla</i>
3		日本长管水母	<i>Sarsia nipponica</i>
4		两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
5		锥形多管水母	<i>Aequorea conica</i>
6		蕈枝螅水母	<i>Obelia</i> spp.
7		真瘤水母	<i>Eutima levuka</i>
8		拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
9		双生水母	<i>Diphyes chamissonis</i>
10		五角水母	<i>Muggiaea atlantica</i>
11		球形侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>
12		刺胞栉水母	<i>Euchlora rubra</i>
13	多毛类	凯氏浮蚕	<i>Tomopteris kefersteinii</i>
14	枝角类	诺氏三角溞	<i>Evadne nordmanni</i>
15	桡足类	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
16		小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
17		针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
18		双刺唇角水蚤	<i>Labidocera bipinnata</i>
19		真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
20		腹针胸刺水蚤	<i>Centropages abdominalis</i>
21		背针胸刺水蚤	<i>Centropages dorsispinatus</i>
22		精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
23		芦氏拟真刺水蚤	<i>Pareuchaeta russelli</i>
24		太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
25		小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>
26		近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
27	糠虾类	黑褐新糠虾	<i>Neomysis awatschensis</i>
28		长额刺糠虾	<i>Acanthomysis longirostris</i>
29	涟虫类	三叶针尾涟虫	<i>Diastylis tricineta</i>
30	端足类	细足法虫戎	<i>Parathemisto gracilipes</i>
31		钩虾	<i>Gammarus</i> sp.
32	等足类	日本浪漂水虱	<i>Cirolana japonensis</i>
33	磷虾类	中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>
34	十足类	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>
35		日本毛虾	<i>Acetes japonicus</i>
36		亨氏莹虾	<i>Lucifer hanseni</i>
37	毛颚类	瘦型箭虫	<i>Sagitta tenuis</i>
38		拿卡箭虫	<i>Sagitta nagae</i>
39		肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
40		百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
41		强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>

42	浮游幼虫类	箭虫幼体	Sagitta larva
43		多毛类幼体	Polychaeta larva
44		桡足类无节幼虫	Nauplius larva (Copepoda)
45		腹足类幼体	Gastropoda larva
46		舌贝幼虫	Lingula larva
47		长尾类幼体	Macrura larva
48		短尾类溞状幼虫	Zoea larva (Brachyura)
49		鲱仔鱼	Fish larva(Pleuronectidae)
50		日本鳀仔鱼	Fish larva (Engraulidae)

②生物多样性分析

整个调查海域 I 型网采浮游动物的多样性指数均值为 2.271，均匀度均值为 0.590，丰富度均值为 1.059（表 5.6.11）。多样性指数大于 3 的站位有 14 号、15 号和 16 号站位；多样性指数在 1 和 2 之间的站位有 8 号、9 号、10 号、11 号、21 号和 22 号站位共 6 个站位，其它 6 个站位的多样性指数都在 2 和 3 之间，图 5.6-17。

表 5.6.11 2019 年 3 月调查海域 I 型网采浮游动物多样性分析结果统计表

丰富度 (<i>d</i>)		多样性指数 (<i>H'</i>)		均匀度 (<i>J'</i>)	
范围	均值	范围	均值	范围	均值
0.626~1.409	1.059	1.255~3.249	2.271	0.350~0.873	0.590

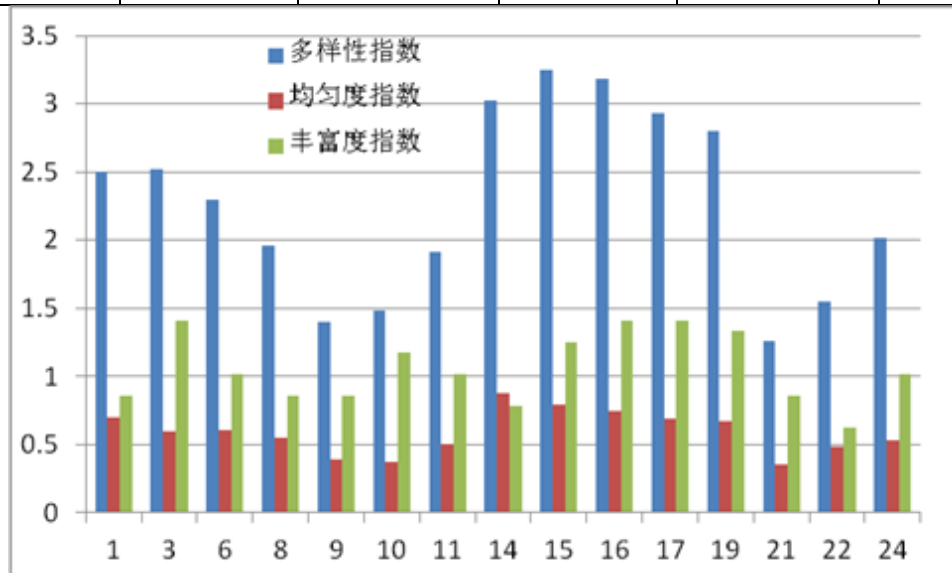


图 5.6-17 2019 年 3 月调查海域 I 型网采浮游动物群落特征

2019 年 10 月，整个调查海域 I 型网采浮游动物的多样性指数均值为 2.737，均匀度均值为 0.682，丰富度均值为 1.274（表 5.6.12）。多样性指数大于 3（水质清洁）的站位有 19 号、22 号和 24 号站位；其它 12 个站位的多样性指数都在 2 和 3 之间（轻污染），图 5.6-18。

表 5.6.12 2019 年 10 月调查海域 I 型网采浮游动物多样性分析结果统计表

多样性指数 (H')		均匀度 (J')		丰富度 (d)	
范围	均值	范围	均值	范围	均值
2.136~3.286	2.737	0.561~0.868	1.274	0.891~1.781	0.682

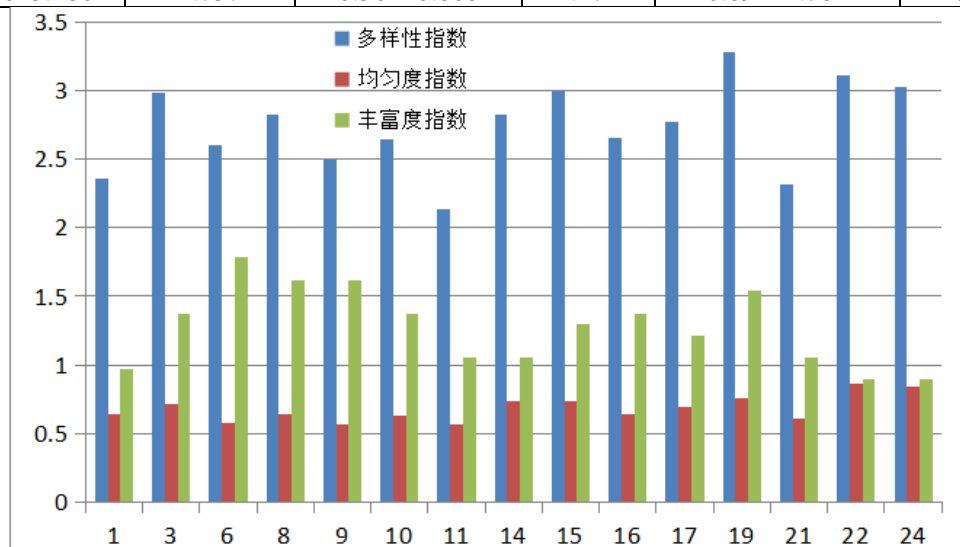


图 5.6-18 2019 年 10 月调查海域 I 型网采浮游动物群落特征

③优势种类

2019 年 3 月，整个调查海域 I 型网浮游动物优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共 7 种，分别为中华哲水蚤、火腿许水蚤、腹足类幼体、克氏纺锤水蚤、捷氏歪水蚤、小拟哲水蚤和夜光虫，优势度指数分别达 0.381、0.067、0.060、0.048、0.044、0.039 和 0.023，表 5.6.13。

2019 年 10 月，整个调查海域 I 型网浮游动物优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共 7 种，分别为中华哲水蚤、精致真刺水蚤、背针胸刺水蚤、双生水母、长尾类幼体、强壮箭虫和诺氏三角溇，优势度指数分别达 0.309、0.188、0.113、0.087、0.057、0.047 和 0.033，表 5.6.14。

表 5.6.13 2019 年 3 月调查海域 I 型网采浮游动物优势种

优势种	优势度	优势种	优势度
中华哲水蚤	0.381	捷氏歪水蚤	0.044
火腿许水蚤	0.067	小拟哲水蚤	0.039
腹足类幼体	0.060	夜光虫	0.023
克氏纺锤水蚤	0.048		

表 5.6.14 2019 年 10 月调查海域 I 型网采浮游动物优势种

优势种	优势度	优势种	优势度
中华哲水蚤	0.309	长尾类幼体	0.057
精致真刺水蚤	0.188	强壮箭虫	0.047
背针胸刺水蚤	0.113	诺氏三角溇	0.033
双生水母	0.087	/	/

(2) II型网采浮游动物种类

1) 种类组成和生态类型

2019年3月，调查期间共鉴定II型网采浮游动物12大类50种。其中桡足类最多，共有20种，占总种数的40.00%；其次是浮游动物幼虫12种，占总种数的24.00%；水母类6种，占总种数的12.00%；原生动物和端足类各2种，分别占总种数的12.00%；腔肠动物2种，糠虾类1种，涟虫类1种，等足类1种，磷虾类1种、十足类1种，毛颚类1种，浮游被囊类1种，各占总种数的2.00%。由调查结果可知：调查海域的浮游动物种类组成中的桡足类和浮游动物幼虫占绝对优势，桡足类和幼虫在数量上也占绝对优势（图5.6-19）。

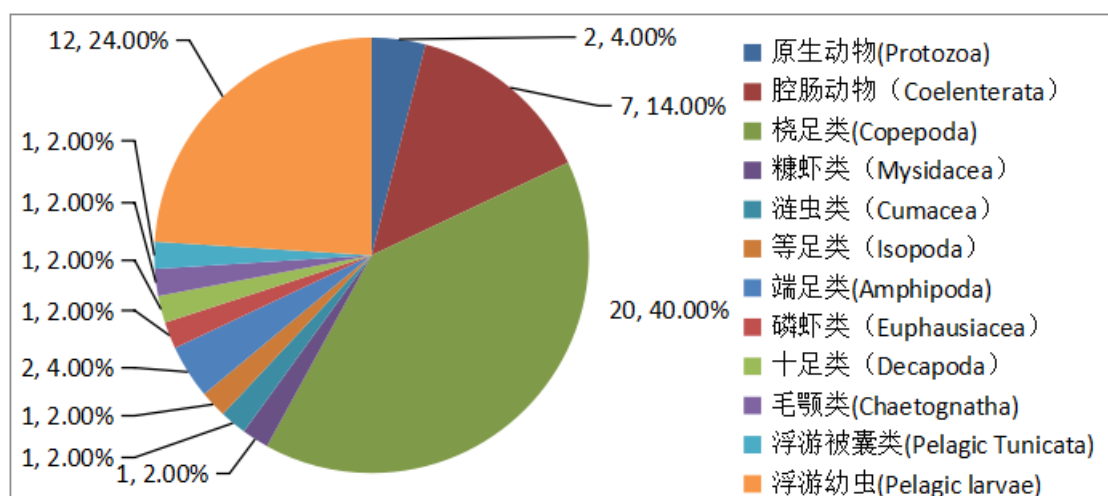


图 5.6-19 2019年3月调查海域II型网采浮游动物各类群种类数

调查显示本海区各站位II型网采浮游动物密度差异极大，密度最小的为3166.3 ind./m³，出现在3号站位；密度最大的达到31625.0 ind./m³，出现在8号站位，本站位检测到大量的克氏纺锤水蚤、拟长腹剑水蚤、小拟哲水蚤和桡足幼体，各站位平均密度为9104.7 ind./m³（图5.6-20）。各站位出现的种类数差异不大，最少的只有9种，出现在8号站位；最多的有21种，出现在14号和17号站位，各站位平均出现16种（图5.6-21）和表5.6.15。

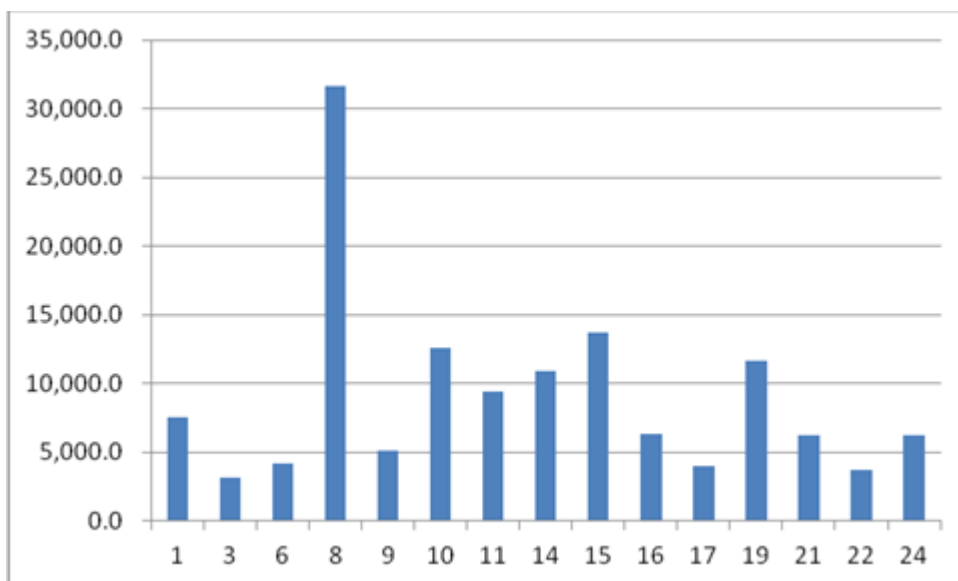


图 5.6-20 2019 年 3 月调查海域各站位 II 型网采浮游动物密度(ind./m3)

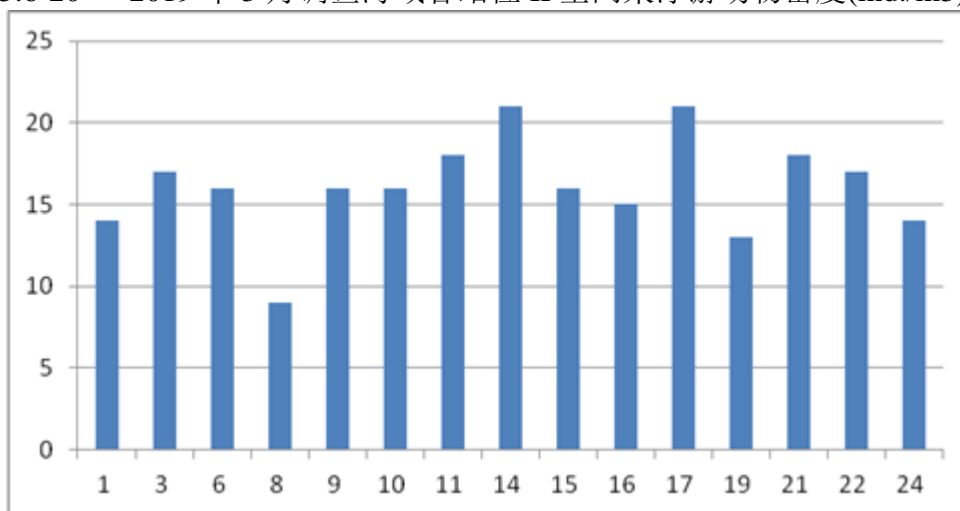


图 5.6-21 2019 年 3 月调查海域各站位 II 型网采浮游动物种类数

表 5.6.15 2019 年 3 月调查海域 II 型网采浮游动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	原生动物	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
2		伊格抱球虫	<i>Globigerina eggeri</i>
3	腔肠动物	杜氏外肋水母	<i>Ectopleura dumontieri</i>
4		顶管外肋水母	<i>Ectopleura minerva</i>
5		短腺和平水母	<i>Eirene brevigona</i>
6		两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
7		五角水母	<i>Muggiaea atlantica</i>
8		拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
9		球形侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>
10		桡足类	中华哲水蚤
11	小拟哲水蚤		<i>Paracalanus parvus</i>
12	强额拟哲水蚤		<i>Paracalanus crassirostris</i>
13	针刺拟哲水蚤		<i>Paracalanus aculeatus</i>
14	驼背隆哲水蚤		<i>Acrocalanus gibber</i>

15		精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
16		芦氏拟真刺水蚤	<i>Pareuchaeta russelli</i>
17		长刺小厚壳水蚤	<i>Scolecithrix longispinosa</i>
18		瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i>
19		墨氏胸刺水蚤	<i>Centropages abdominalis</i>
20		火腿许水蚤	<i>Schmackeria poplesia</i>
21		指状伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus inopinus</i>
22		汤氏长足水蚤	<i>Calanopia thompsoni</i>
23		真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
24		克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clasi</i>
25		刺尾歪水蚤	<i>Tortanus spinicaudatus</i>
26		捷氏歪水蚤	<i>Tortanus derjugini</i>
27		拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
28		近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
29		小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>
30	糠虾类	长额刺糠虾	<i>Acanthomysis longirostris</i>
31	涟虫类	三叶针尾涟虫	<i>Diastylis tricincta</i>
32	等足类	日本浪漂水虱	<i>Cirolana japonensis</i>
33	端足类	细足法虫戎	<i>Parathemisto gracilipes</i>
34		钩虾	<i>Gammarus sp.</i>
35	磷虾类	中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>
36	十足类	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>
37	毛颚动物	强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
38	浮游被囊类	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
39	浮游幼虫	多毛类幼体	Polychaeta larva
40		瓣鳃类幼体	Lamellibranchiata larva
41		腹足类幼体	Gastropoda larva
42		桡足类无节幼虫	Nauplius larva (Copepoda)
43		桡足幼体	Copepoda larva
44		节胸幼虫	Calyptopsis larva
45		长尾类幼体	Macrura larva
46		短尾类溞状幼虫	Zoea larva (Brachyura)
47		短尾类大眼幼虫	Megalopa larva (Brachyura)
48		海蛇尾长腕幼虫	Ophiopluteus larva
49		鱼卵	Fish egg
50		仔稚鱼	Fish larva

2019年10月，调查期间共鉴定II型网采浮游动物13大类48种。其中桡足类最多，共有17种，占总种数的35.42%；其次是浮游幼虫类13种，占总种数的27.08%；腔肠动物类5种，占总种数的10.42%；原生动物类、糠虾类和端足类各2种，分别占总种数的4.17%；多毛类1种，枝角类1种，涟虫类1种，磷虾类1种、十足类1种，毛颚类1种，浮游被囊类1种，各占总种数的2.08%。

由调查结果可知：调查海域的浮游动物种类组成中的桡足类和浮游动物幼虫占绝对优势，桡足类和幼虫在数量上也占绝对优势（图 5.6-22）。

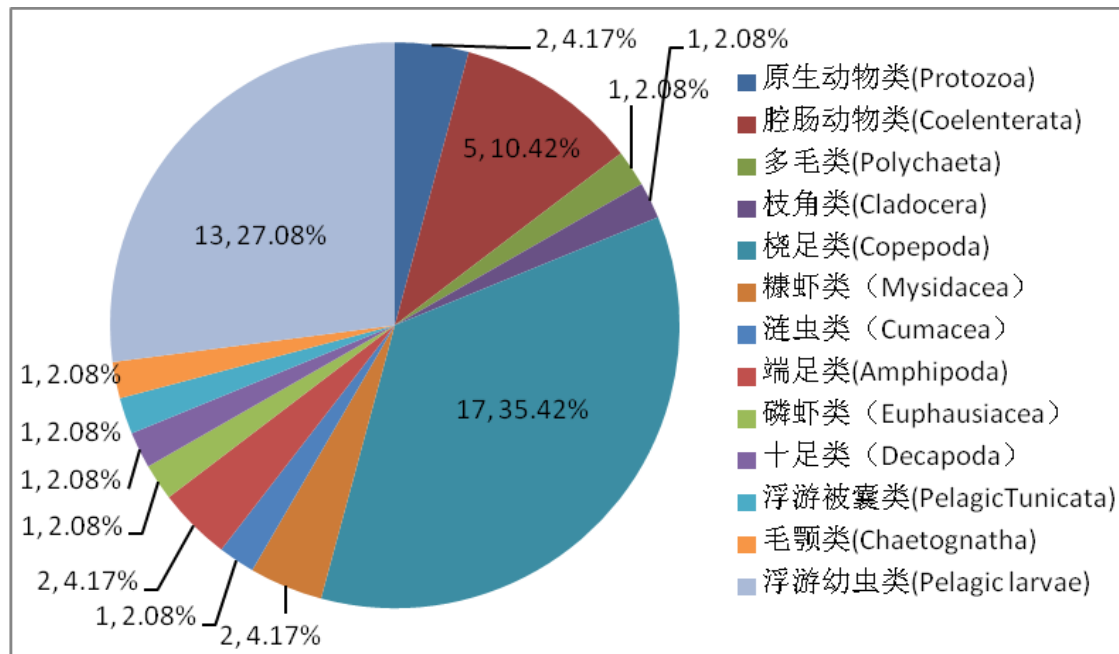


图 5.6-22 2019 年 10 月调查海域 II 型网采浮游动物各类群种类数
 调查显示本海区各站位 II 型网采浮游动物密度差异极大，密度最小的为 428.4 ind./m³，出现在 8 号站位；密度最大的达到 6055.1 ind./m³，出现在 19 号站位，本站位检测到大量的小拟哲水蚤和强额拟哲水蚤，各站位平均密度为 1786.5 ind./m³（图 5.6-23）。各站位出现的种类数差异不大，最少的只有 16 种，出现在 11 号站位和 21 号站位；最多的有 27 种，出现在 14 号站位，各站位平均出现 23 种（图 5.6-24）和表 5.6.16。

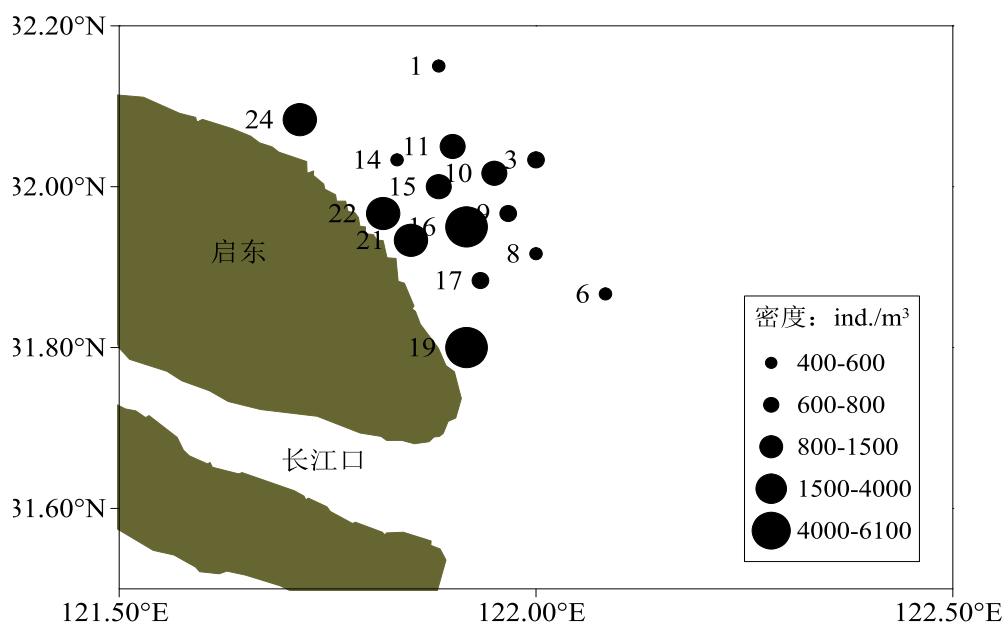


图 5.6-23 2019 年 10 月调查海域各站位 II 型网采浮游动物密度

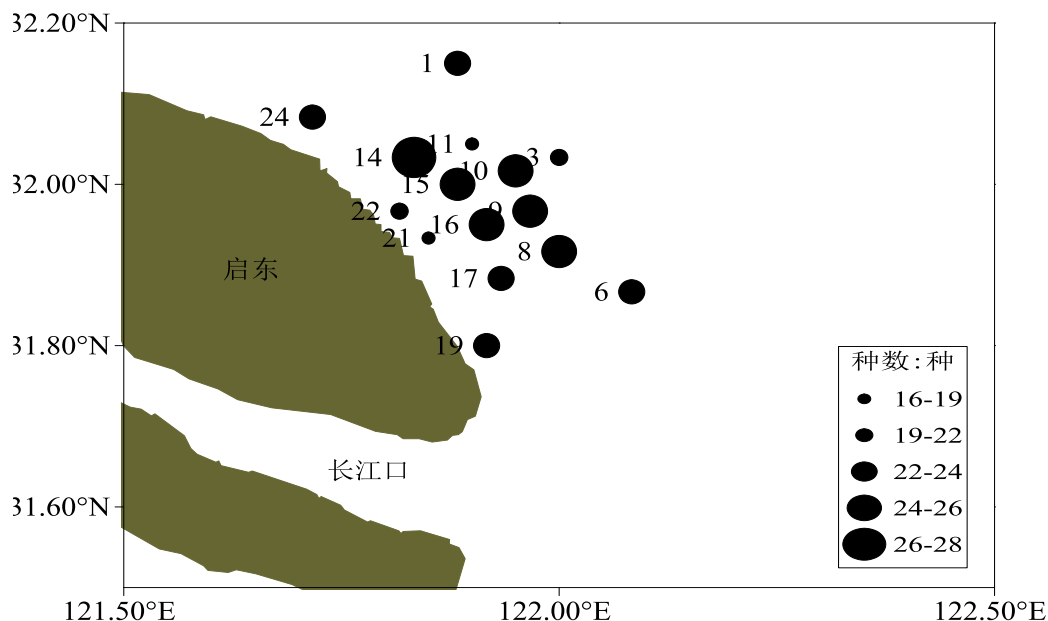


图 5.6-24 2019 年 10 月调查海域各站位 II 型网采浮游动物种类数

表 5.6.16 2019 年 10 月调查海域 II 型网采浮游动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	原生动物类	伊格抱球虫	<i>Globigerina eggeri</i>
2		夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
3	腔肠动物类	真瘤水母	<i>Eutima levuka</i>
4		五角水母	<i>Muggiaea atlantica</i>
5		拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
6		双生水母	<i>Diphyes chamissonis</i>
7		刺胞栉水母	<i>Euchlora rubra</i>
8	多毛类	凯氏浮蚕	<i>Tomopteris kefersteinii</i>
9	枝角类	诺氏三角溞	<i>Evadne nordmanni</i>
10	桡足类	真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
11		中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
12		小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
13		细巧华哲水蚤	<i>Sinocalanus tenellus</i>
14		强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>
15		针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
16		长刺小厚壳水蚤	<i>Scolecithrix longispinosa</i>
17		芦氏拟真刺水蚤	<i>Pareuchaeta russelli</i>
18		精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
19		汤氏长足水蚤	<i>Calanopia thompsoni</i>
20		背针胸刺水蚤	<i>Centropages dorsispinatus</i>
21		双毛纺锤水蚤	<i>Acartia bifilosa</i>
22		太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
23		拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
24		近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
25		小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>
26		暴猛水蚤	<i>Clytemnestra sp.</i>
27		糠虾类	长额刺糠虾
28	黑褐新糠虾		<i>Neomysis awatschensis</i>

29	涟虫类	三叶针尾涟虫	<i>Diastylis tricineta</i>
30	端足类	细足法虫戎	<i>Parathemisto gracilipes</i>
31		钩虾	<i>Gammarus sp.</i>
32	磷虾类	中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>
33	十足类	亨氏莹虾	<i>Lucifer hansenii</i>
34	浮游被囊类	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
35	毛颚类	强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>
36	浮游幼虫类	箭虫幼体	<i>Sagitta larva</i>
37		多毛类幼体	<i>Polychaeta larva</i>
38		桡足类无节幼虫	<i>Nauplius larva (Copepoda)</i>
39		桡足幼体	<i>Copepoda larva</i>
40		腹足类幼体	<i>Gastropoda larva</i>
41		舌贝幼虫	<i>Lingula larva</i>
42		短尾类溞状幼虫	<i>Zoea larva (Brachyura)</i>
43		阿利玛幼虫	<i>Alimama larva</i>
44		瓣鳃类幼体	<i>Lamellibranchiata larva</i>
45		节胸幼虫	<i>Calyptopsis larva</i>
46		长尾类无节幼虫	<i>Nauplius larva (Macrura)</i>
47		长尾类溞状幼体	<i>Zoea larva (Macrura)</i>
48		长尾类幼体	<i>Macrura larva</i>

2) 生物多样性分析

2019年3月，整个调查海域Ⅱ型网采浮游动物的多样性指数均值为2.320，均匀度均值为0.589，丰富度均值为1.083（表5.6.17）。多样性指数在1和2之间的站位有3个站位，分别为11号、14号和15号站位，其它站位的多样性指数都在2和3之间，22号站位的多样性指数最高，达到2.973，图5.6-25。

2019年10月，整个调查海域Ⅱ型网采浮游动物的多样性指数均值为2.966，均匀度均值为0.662，丰富度均值为1.550（表5.6.18）。多样性指数在2和3之间（轻污染）的有7个站位，分别为10号、16号、17号、19号、21号、22号和24号站位；其他8个站位的多样性指数都在3以上（水质清洁），14号站位的多样性指数最高，达到3.716，图5.6-26。

表 5.6.17 2019年3月调查海域Ⅱ型网采浮游动物多样性分析结果统计表

丰富度 (<i>d</i>)		多样性指数 (<i>H'</i>)		均匀度 (<i>J'</i>)	
范围	均值	范围	均值	范围	均值
0.733~1.332	1.083	1.716~2.973	2.320	0.420~0.783	0.589

表 5.6.18 2019年10月调查海域Ⅱ型网采浮游动物多样性分析结果统计表

丰富度 (<i>d</i>)		多样性指数 (<i>H'</i>)		均匀度 (<i>J'</i>)	
范围	均值	范围	均值	范围	均值
1.080~1.872	1.550	2.001~3.716	2.966	0.500~0.815	0.662

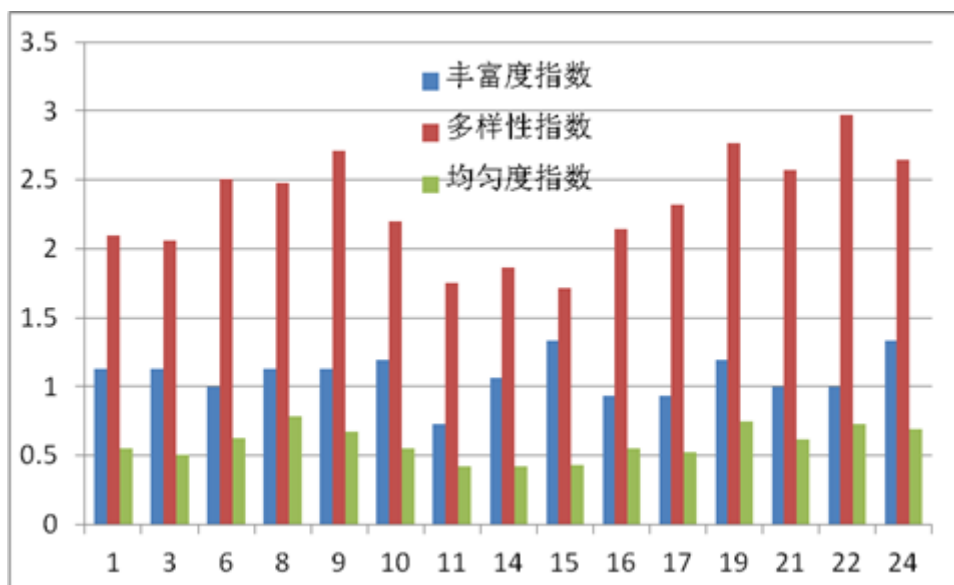


图 5.6-25 2019年3月调查海域II型网采浮游动物群落特征

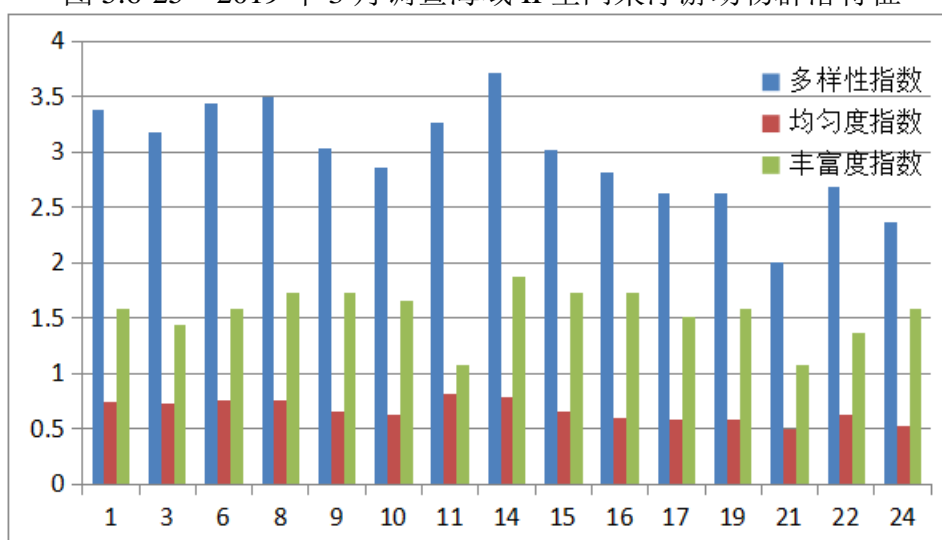


图 5.6-26 2019年10月调查海域II型网采浮游动物群落特征

3) 优势种类

2019年3月，整个调查海域II型网采浮游动物优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共6种，分别为克氏纺锤水蚤、小拟哲水蚤、桡足类幼体、桡足类无节幼虫、中华哲水蚤和腹足类幼体，优势度指数分别达0.452、0.200、0.159、0.028、0.027和0.027。其中，克氏纺锤水蚤、小拟哲水蚤和桡足类幼体是最主要的优势种。（表 5.6.19）

表 5.6.19 2019年3月 调查海域II型网采浮游动物优势种

优势种	优势度	优势种	优势度
克氏纺锤水蚤	0.452	桡足类无节幼虫	0.028
小拟哲水蚤	0.200	中华哲水蚤	0.027
桡足类幼体	0.159	腹足类幼体	0.027

2019年10月，整个调查海域II型网采浮游动物优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）

共 7 种，分别为小拟哲水蚤、强额拟哲水蚤、桡足幼体、拟长腹剑水蚤、中华哲水蚤、背针胸刺水蚤和精致真刺水蚤，优势度指数分别达 0.425、0.136、0.086、0.084、0.036、0.032 和 0.030。其中，小拟哲水蚤和强额拟哲水蚤是最主要的优势种（优势度 $Y \geq 0.1$ ）（表 5.6.20）。

表 5.6.20 2019 年 10 月调查海域 II 型网采浮游动物优势种

优势种	优势度	优势种	优势度
小拟哲水蚤	0.425	中华哲水蚤	0.036
强额拟哲水蚤	0.136	背针胸刺水蚤	0.032
桡足幼体	0.086	精致真刺水蚤	0.030
拟长腹剑水蚤	0.084	/	/

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

2019 年 3 月，调查海域定性和定量共鉴定 6 门 61 种底栖生物，其中节肢动物最多，有 22 种，占总种数的 36.07%；软体动物次之，有 20 种，占总种数的 32.79%；脊索动物和环节动物分别为 9 种和 8 种，各占总种数的 14.75%和 13.11%；纽形动物 1 种，棘皮动物 1 种，各占总种数的 1.64%，图 5.6-27。

2019 年 10 月，查海域定性和定量共鉴定 6 门 69 种底栖生物，其中节肢动物门最多，有 26 种，占总种数的 37.68%；环节动物门次之，有 21 种，占总种数的 30.43%；脊索动物门和软体动物门分别为 10 种，各占总种数的 14.49%；刺胞动物门 1 种，棘皮动物门 1 种，各占总种数的 1.45%，图 5.6-28 和表 5.6.21~表 5.6.22。

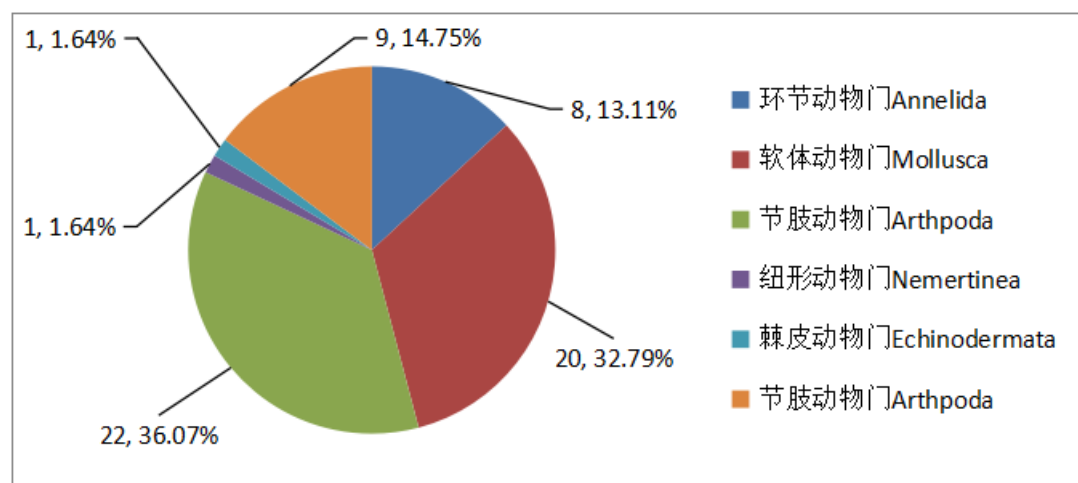


图 5.6-27 2019 年 3 月调查海域底栖动物各类群种数及百分比

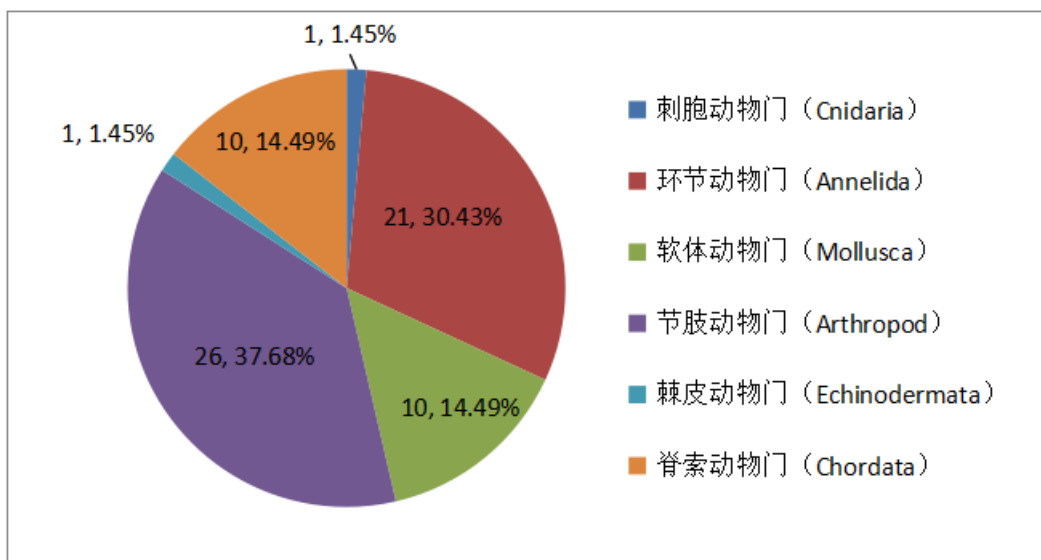


图 5.6-28 2019 年 10 月调查海域底栖动物各类群种数及百分比

表 5.6.21 2019 年 3 月调查海域底栖动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	环节动物门	长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>
2		全刺沙蚕	<i>Nectoneanthes oxypoda</i>
3		疣吻沙蚕	<i>Tylorrhynchus heterochaetus</i>
4		长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>
5		细蛇潜虫	<i>Ophiodromus angustifrons</i>
6		欧文虫	<i>Owenia fusiformis</i>
7		不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
8		日本强鳞虫	<i>Sthenolepis japonica</i>
9	软体动物门	假奈拟塔螺	<i>Turricula nelliae spurius</i>
10		红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>
11		秀丽织纹螺	<i>Nassarius festivus</i>
12		宽带梯螺	<i>Epitonium latifasciatum</i>
13		笋锥螺	<i>Turritella terebra</i>
14		普通锉棒螺	<i>Rhinoclayis vertagus</i>
15		橡子织纹螺	<i>Nassarius glans</i>
16		沟纹笋光螺	<i>Terebralia sulcata</i>
17		黄短口螺	<i>Inquistor flavidula</i>
18		纵肋织纹螺	<i>Nassarius variciferus</i>
19		爪哇拟塔螺	<i>Turricula javana</i>
20		栉褐带螺	<i>Duplicaria dussumierii</i>
21		中华拟蟹守螺	<i>Cerithidea sinensis</i>
22		圆筒原盒螺	<i>Eocylichna cylindrella</i>
23		伶鼬榧螺	<i>Oliva mustelina</i>
24		四角蛤蜊	<i>Mactra veneriformis</i>
25		小刀蛭	<i>Cultellus attenuatus</i>
26		脆壳理蛤	<i>Theora fragilis</i>
27		小荚蛭	<i>Siliqua minima</i>

28		彩虹明樱蛤	<i>Moerella iridescens</i>	
29	节肢动物门	雷伊著名团水虱	<i>Gnorimosphaeroma rayi</i>	
30		光背节鞭水虱	<i>Synidotea laevidorsalis</i>	
31		脊尾白虾	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	
32		口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	
33		涟虫	<i>Cumacea sp.</i>	
34		东方长眼虾	<i>Ogyrides orientalis</i>	
35		日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>	
36		日本新糠虾	<i>Neomysis japonica</i>	
37		长额刺糠虾	<i>Acanthomysis longirostris</i>	
38		中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	
39		中国周眼钩虾	<i>Periculodes meridichinensis</i>	
40		中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>	
41		葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>	
42		哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	
43		疣背宽额虾	<i>Latreutes planirostris</i>	
44		细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>	
45		红线黎明蟹	<i>Matuta planipes</i>	
46		隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>	
47		日本螯	<i>Charybdis japonica</i>	
48		绒毛细足蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i>	
49		三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>	
50			杂粒拳蟹	<i>Phiyra heterograna</i>
51		纽形动物门	纽虫 sp.	<i>Amphiporus sp.</i>
52	棘皮动物门	滩栖阳遂足	<i>Amphiura vadicola</i>	
53	脊索动物门	黑鳃梅童鱼	<i>Collichthys niveatus</i>	
54		莱氏舌鳎	<i>Cynoglossus lachneri</i>	
55		短吻舌鳎	<i>Cynoglossus abbreviatus</i>	
56		六丝钝尾虾虎鱼	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>	
57		小头栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypauchen microphalus</i>	
58		髭缟虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>	
59		凤鲚	<i>Coilia mystus</i>	
60		鲱科仔鱼	<i>Fish larva(Clupedae)</i>	
61		石首鱼科仔鱼	<i>Fish larva(Sciaenidae)</i>	

表 5.6.22 2019 年 10 月调查海域底栖动物种类汇总

序号	门	种名	拉丁名
1	刺胞动物门	黄海葵	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>
2	环节动物门	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
3		背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
4		齿吻沙蚕	<i>Nephtys sp.</i>
5		独指虫	<i>Aricidea fragilis</i>
6		寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
7		棘刺锚参	<i>Protankyra bidentata</i>

8		昆士兰稚齿虫	<i>Prionospio queenslandica</i>	
9		马丁海稚虫	<i>Spio martinensis</i>	
10		矛毛虫 sp.	<i>Phylofelix</i> sp.	
11		纽虫	<i>Amphiporus</i> sp.	
12		日本角吻沙蚕	<i>Goniada japonica</i>	
13		双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	
14		小瘤犹帝虫	<i>Eurythoe parvecarunculata</i>	
15		岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>	
16		异蚓虫	<i>Capitellethus dispar</i>	
17		长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>	
18		长指马耳他钩虾	<i>Melita longidactyla</i>	
19		真节虫 sp.	<i>Euclymene</i> sp.	
20		中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>	
21		中华异稚虫	<i>Heterospio sinica</i>	
22		足刺拟单指虫	<i>Cossurella aciculata</i>	
23		软体动物门	彩虹明樱蛤	<i>Moerella iridescens</i>
24			纵肋织纹螺	<i>Nassarius variciferus</i>
25			伶鼬榧螺	<i>Oliva mustelina</i>
26			红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>
27			不洁织纹螺	<i>Nassarius spurcus</i>
28			四角蛤蜊	<i>Mactra veneriformis</i>
29			圆筒原盒螺	<i>Eocylichna braunsi</i>
30	爪哇拟塔螺		<i>Turricula javana</i>	
31	小荚蛭		<i>Siliqua minima</i>	
32	假主棒螺		<i>Crassispira pseudoprincipilis</i>	
33	节肢动物门	中华近方蟹	<i>Hemigrapsus sinensis</i>	
34		红线黎明蟹	<i>Matuta planipes</i>	
35		弧边招潮蟹	<i>Uca arcuata</i>	
36		钩虾	<i>Gammarus</i> sp.	
37		哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	
38		细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis tenella</i>	
39		葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>	
40		长额刺糠虾	<i>Acanthomysis longirostris</i>	
41		中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	
42		日本毛虾	<i>Acetes japonicus</i>	
43		中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>	
44		中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>	
45		脊尾白虾	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	
46		安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i>	
47		三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>	
48		绒毛细足蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i>	
49		齿掌细身钩虾	<i>Maera serradiphma</i>	
50		东方长眼虾	<i>Ogyrides orientalis</i>	
51	狭颚绒螯蟹	<i>Eriochier leptognathus</i>		

52		日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
53		细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
54		弯螯活额寄居蟹	<i>Diogenes deflectomanus</i>
55		口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
56		日本螳	<i>Charybdis japonica</i>
57		日本浪漂水虱	<i>Cirolana japonensis</i>
58		阿利玛幼虫	Alima larva
59	棘皮动物门	金氏真蛇尾	<i>Ophiura kinbergi</i>
60	脊索动物门	鳊鱼	<i>Ilisha elongata</i>
61		凤鲚	<i>Coilia mystus</i>
62		髭缟虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>
63		小头栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypauchen microphalus</i>
64		银鱼	<i>Hemisalax prognathus</i>
65		焦氏舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>
66		短吻舌鳎	<i>Cynoglossus abbreviatus</i>
67		鲩鱼	<i>Miichthys miiuy</i>
68		龙头鱼	<i>Harpadon nehereus</i>
69			石首鱼科仔鱼

(2) 栖息密度、生物量及平面分布

2019年3月，抓斗式采泥器定量调查显示底栖生物栖息密度范围为5 ind./m²~200 ind./m²，平均值为64 ind./m²（表5.6.23）。从图5.6-29可以看出底栖动物密度各站位差异较大，其中密度最大的是15号站位，达到200 ind./m²，其次是16号站位和8号站位，密度分别达到160 ind./m²和140 ind./m²；15号站位采集到的为普通锉棒螺、沟纹笋光螺和笋锥螺，16号站位采集到较多的全刺沙蚕，8号站位采集到较多的纵肋织纹螺；密度贡献最大的底栖动物是软体动物，种类有纵肋织纹螺等，其次是多毛类，种类主要有全刺沙蚕等。重量生物量范围为0.20 g/m²~43.51 g/m²，平均值为8.43 g/m²。生物量最大的站位是3号站位，其次是8号站位和10号站位。重量贡献最大的是甲壳类的涟虫，多毛类的长吻沙蚕，软体动物的纵肋织纹螺，图5.6-30。

2019年10月，抓斗式采泥器定量调查显示底栖生物栖息密度范围为0 ind./m²~145 ind./m²，平均值为39 ind./m²（表5.6.24）。从图5.6-31可以看出底栖动物密度各站位差异较大，其中密度最大的是14号站位，达到145 ind./m²，其次是1号站位密度达到140 ind./m²；14号站位采集到最多的为昆士兰稚齿虫，1号站位采集到较多的背蚓虫；密度贡献最大的是环节动物门，种类有昆士兰稚齿虫和异蚓虫等，其次是软体动物门，种类主要有四角蛤蜊等。重量生物量范围为0.00 g/m²~27.60 g/m²，平均值为2.52 g/m²。生物量最大的站位是10号站位，

该站位出现黄海葵，导致生物量较高，其次是 8 号站位和 9 号站位。重量贡献最大的是刺胞动物门的黄海葵，图 5.6-32。

表 5.6.23 2019 年 3 月底栖动物栖息密度、生物量（抓斗式采泥器）

监测站位	密度	生物量	监测站位	密度	生物量
	ind./m ²	g/m ²		ind./m ²	g/m ²
1	20	5.50	15	200	12.60
3	10	43.51	16	160	5.11
6	70	4.72	17	10	0.35
8	140	21.50	19	60	4.64
9	55	4.55	21	20	0.20
10	15	19.66	22	100	0.77
11	50	1.40	24	5	0.85
14	50	1.05			

表 5.6.24 2019 年 10 月底栖动物栖息密度、生物量（抓斗式采泥器）

监测站位	密度	生物量	监测站位	密度	生物量
	ind./m ²	g/m ²		ind./m ²	g/m ²
1	140	0.78	15	15	0.16
3	10	0.83	16	5	0.21
6	35	0.88	17	60	0.50
8	90	2.78	19	15	0.02
9	20	1.80	21	0	0.00
10	5	27.60	22	10	1.27
11	5	0.01	24	35	0.29
14	145	0.71	/	/	/

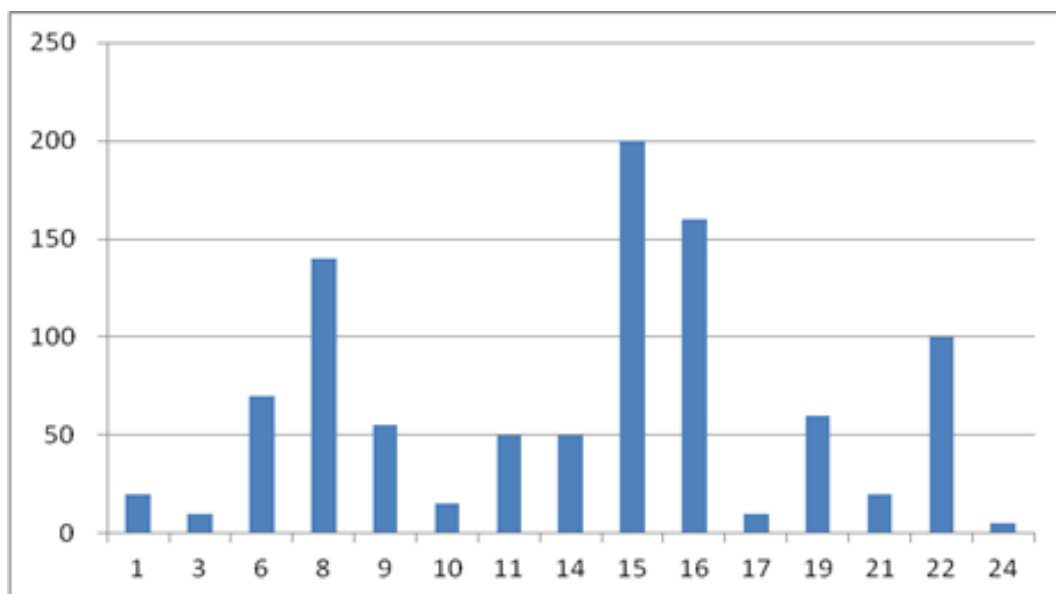


图 5.6-29 2019 年 3 月底栖动物栖息密度 (ind./m²)

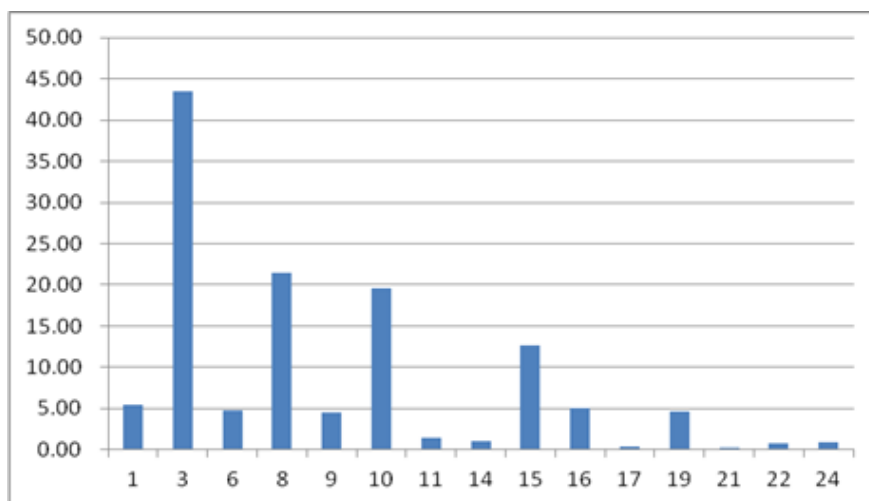


图 5.6-30 2019 年 3 月底栖动物栖息重量生物量 (g/m²)

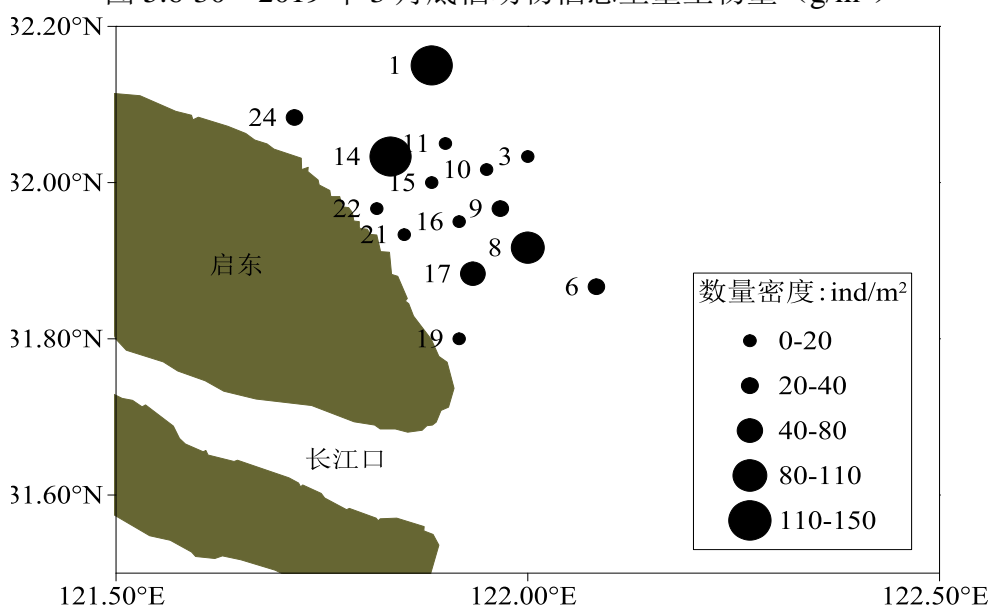


图 5.6-31 2019 年 10 月底栖动物栖息密度

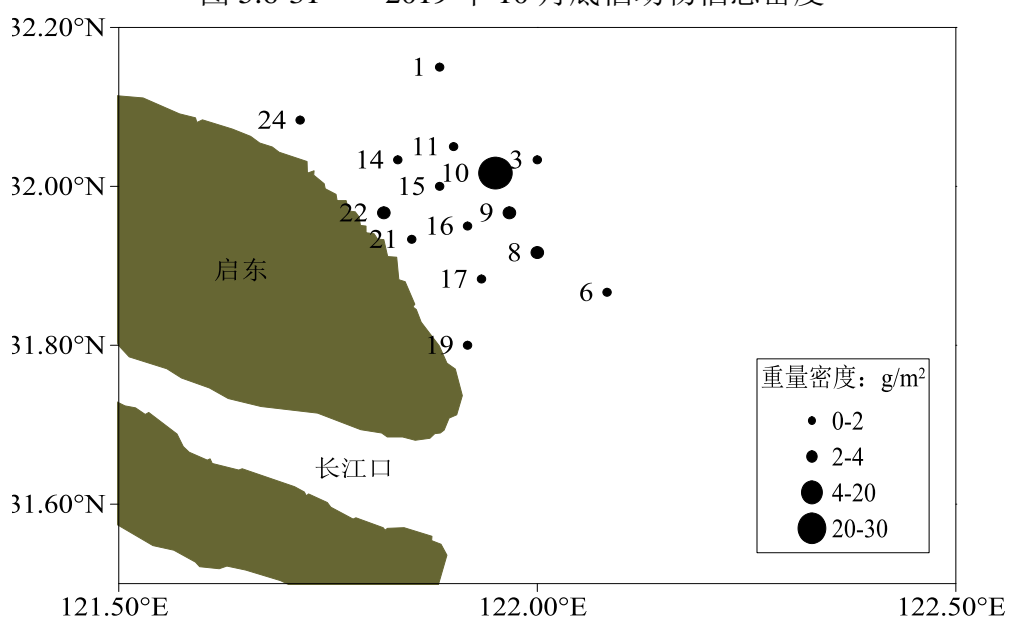


图 5.6-32 2019 年 10 月底栖动物栖息重量生物量

(3) 生物多样性分析

2019年3月,调查海域抓斗式采泥器采样,底栖动物数量特征的多样性指数均值为0.845,均匀度均值为0.512,丰富度均值为0.203(表5.6.25和图5.6-33)。没有多样性指数超过3的站位,19号站位的多样性指数在2和3之间,1号、6号、8号、9号、14号和15号站位的多样性指数在1和2之间,11号和22号站位多样性指数在0和1之间,其它站位的多样性指数都是零,19号站位的多样性指数最大,为2.252。各站位阿氏拖网定性采样10分钟,共采集到6类49种底栖生物,其中甲壳类最多,有21种,其次是软体动物,有13种,鱼类9种,多毛类4种,棘皮动物1种,纽形动物1种。数量最多的是甲壳动物的长额刺糠虾(368 ind.),其次是甲壳类的疣背宽额虾(116 ind.)和甲壳类的葛氏长臂虾(81 ind.)。

2019年10月,调查海域抓斗式采泥器采样,底栖动物数量特征的多样性指数均值为1.187,均匀度均值为0.591,丰富度均值为0.368(表5.5.26和图5.5-34)。多样性指数超过3(水质清洁)的站位只有1个,为8号站位;6号、17和24号站位的多样性指数在2和3之间(轻污染);1号、9号、14号和22号站位的多样性指数在1和2之间(中污染);其它站位的多样性指数都在0和1之间(重污染);8号站位的多样性指数最大,为3.081。各站位阿氏拖网定性采样10分钟,共采集到4类41种底栖生物,其中节肢动物门最多,有23种,其次是脊索动物门,有10种,软体动物门7种,环节动物门1种。数量最多的是节肢动物门的葛氏长臂虾(238 ind.),其次是节肢动物门的中国毛虾(83 ind.)和节肢动物门的日本鼓虾(81 ind.)。

表 5.6.25 2019 年 3 月调查站位底栖生物群落特征

站位	个/m ²	g/m ²	S	H'/log2S	d=(S-1)/log2N	H'=-∑Pi*log2Pi
	数量密度	质量密度	种数	均匀度指数	丰富度指数	多样性指数
1	20	5.50	2	1.000	0.145	1.000
3	10	43.51	1	0.000	0.000	0.000
6	70	4.72	4	0.921	0.436	1.842
8	140	21.50	5	0.652	0.581	1.514
9	55	4.55	4	0.843	0.436	1.686
10	15	19.66	1	0.000	0.000	0.000
11	50	1.40	2	0.971	0.145	0.971
14	50	1.05	3	0.865	0.291	1.371
15	200	12.60	3	0.991	0.291	1.571
16	160	5.11	1	0.000	0.000	0.000
17	10	0.35	1	0.000	0.000	0.000
19	60	4.64	5	0.970	0.581	2.252
21	20	0.20	1	0.000	0.000	0.000
22	100	0.77	2	0.469	0.145	0.469
24	5	0.85	1	0.000	0.000	0.000
平均值	61.7	23.30	2.4	0.512	0.203	0.845

表 5.6.26 调查站位底栖生物群落特征

站位	个/m ²	g/m ²	S	H'=-∑Pi*log2Pi	J'=H'/log2S	d=(S-1)/log2N
	数量密度	重量密度	种数	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
1	140	0.78	5	1.944	0.837	0.581
3	10	0.83	1	0.000	0.000	0.000
6	35	0.88	6	2.522	0.976	0.726
8	90	2.78	10	3.081	0.927	1.308
9	20	1.80	3	1.500	0.946	0.291
10	5	27.60	1	0.000	0.000	0.000
11	5	0.01	1	0.000	0.000	0.000
14	145	0.71	7	1.406	0.501	0.872
15	15	0.16	2	0.918	0.918	0.145
16	5	0.21	1	0.000	0.000	0.000
17	60	0.50	6	2.284	0.884	0.726
19	15	0.02	2	0.918	0.918	0.145
21	0	0.00	0	0.000	0.000	0.000
22	10	1.27	2	1.000	1.000	0.145
24	35	0.29	5	2.236	0.963	0.581
平均值	39.3	2.52	3	1.187	0.591	0.368

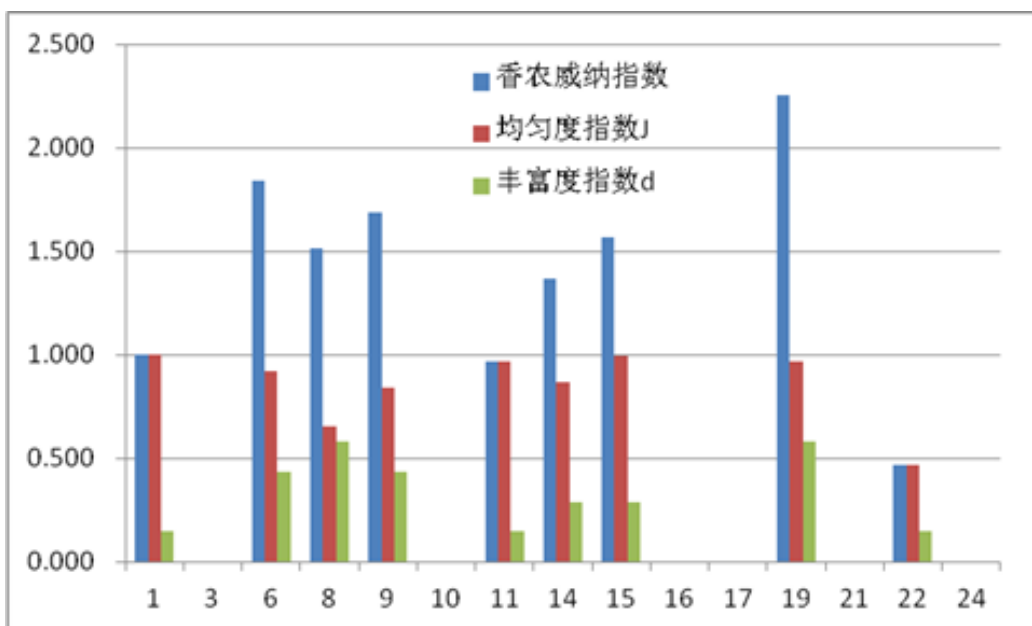


图 5.6-33 2019 年 3 月底栖生物群落特征

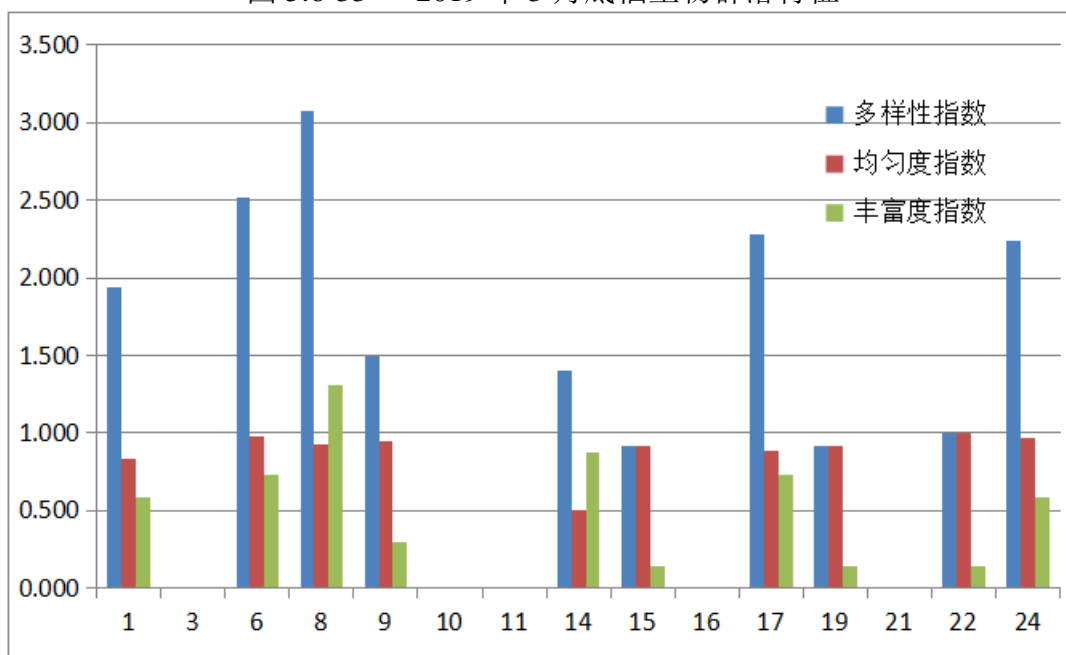


图 5.6-34 2019 年 10 月底栖生物群落特征

(4) 优势种类

2019 年 3 月，整个调查海域底栖动物数量优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共 2 种，分别为普通锉棒螺和全刺沙蚕，优势度指数分别达 0.027 和 0.163。底栖动物重量优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）仅 1 种，为全刺沙蚕，优势度指数 0.024，表 5.6.27。

2019 年 10 月，整个调查海域底栖动物数量优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）共 2 种，分别为昆士兰稚齿虫和异蚓虫，优势度指数分别达 0.093 和 0.034。底栖动物重量优势种类（优势度 $Y \geq 0.02$ ）仅 1 种，为黄海葵，优势度指数 0.049，表 5.5.28。

表 5.6.27 2019 年 3 月调查站位底栖生物优势种

数量优势种	优势度指数	重量优势种	优势度指数
全刺沙蚕	0.163	全刺沙蚕	0.024
普通锉棒螺	0.027	/	/

表 5.6.28 2019 年 10 月调查站位底栖生物优势种

数量优势种	优势度指数	重量优势种	优势度指数
昆士兰稚齿虫	0.093	黄海葵	0.049
异蚓虫	0.034	/	/

(5) 潮间带大型底栖生物

1) 种类组成

2019 年 3 月，调查海域 3 个断面定性与定量样品共鉴定潮间带生物 3 门类 14 种。其中软体动物最多，有 7 种，占总种数的 50.00%；节肢动物门甲壳类次之，有 4 种，占总种数的 28.57%；环节动物有 3 种，占总种数的 21.43%。软体动物门是最重要的组成部分，图 5.6-35 和表 5.6.29。

2019 年 10 月，调查海域 3 个断面定性与定量样品共鉴定潮间带生物 6 门类 41 种。环节动物最多，有 22 种，占总种数的 53.66%；软体动物次之，有 11 种，占总种数的 26.83%；节肢动物 4 种，占总种数的 9.76%，见图 5.6-36 和表 5.6.30。

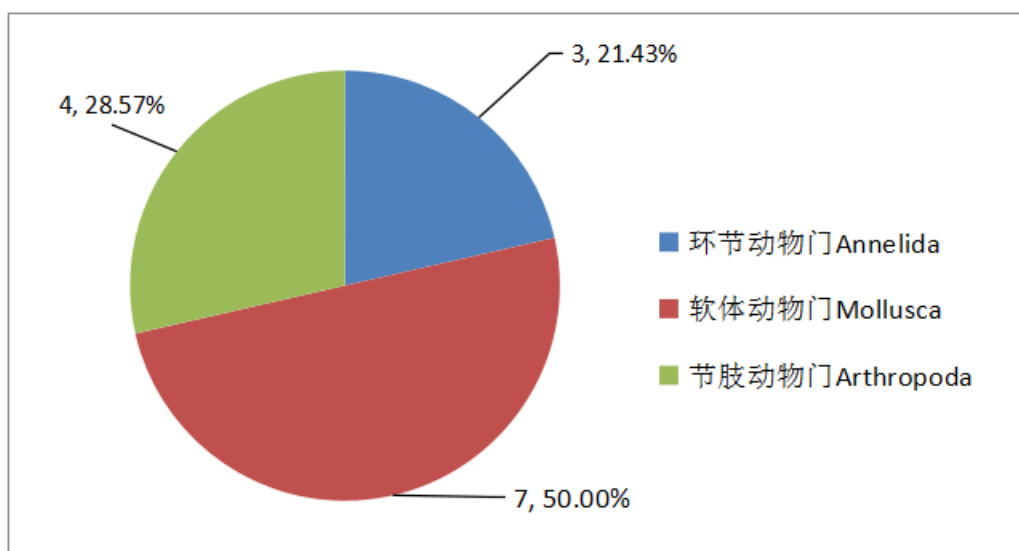


图 5.6-35 2019 年 3 月调查海域潮间带生物种数与百分比

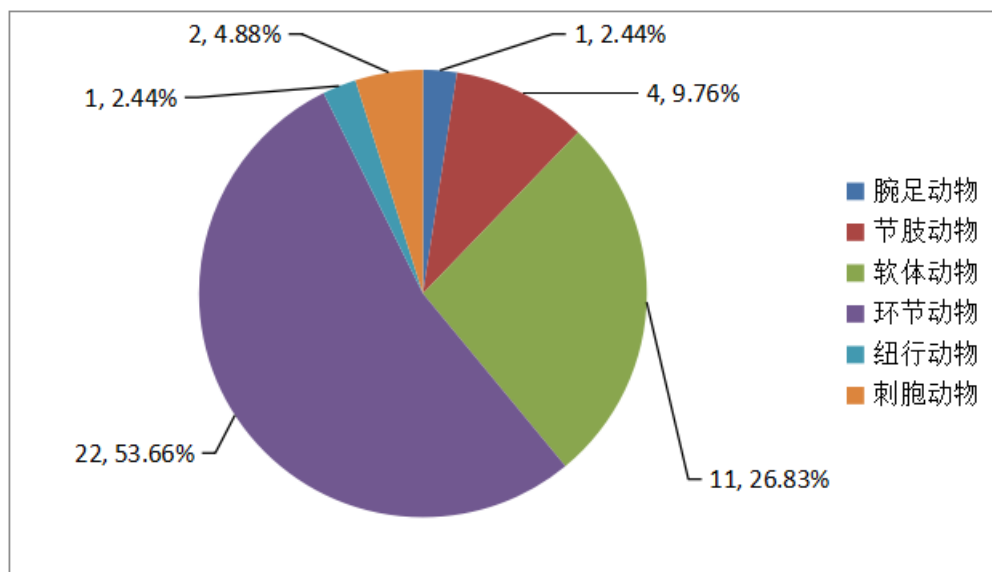


图 5.6-36 2019 年 10 月调查海域潮间带生物种数与百分比

表 5.6.29 2019 年 3 月调查海域潮间带生物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	环节动物门	疣吻沙蚕	<i>Tylorrhynchus heterochaetus</i>
2		长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>
3		全刺沙蚕	<i>Nectoneanthes.oxypoda</i>
4	软体动物门	四角蛤蜊	<i>Mactra veneriformis</i>
5		沟纹笋光螺	<i>Terebralia sulcata</i>
6		玫瑰明螺	<i>Atlanta rosea Souleyet</i>
7		普通锥棒螺	<i>Rhinoclayis vertagus</i>
8		纵胀环肋螺	<i>Cirsotrema varicosum</i>
9		笋锥螺	<i>Terebralia sulcata</i>
10		橡子织纹螺	<i>Nassarius glan</i>
11	节肢动物门	日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
12		细螯虾	<i>Leptochela gracilis Stimpson</i>
13		相手蟹	<i>Sesarma pictum</i>
14		中型相手蟹	<i>Sesarma intermedia</i>

表 5.6.30 2019 年 10 月调查海域潮间带生物种类汇总

序号	门	学名	拉丁名
1	腕足动物	鸭嘴海豆芽	<i>Lingula anatina</i>
2	节肢动物	艾氏活额寄居蟹	<i>Diogenes edwardsii</i>
3		钩虾	<i>Gammarus sp.</i>
4		日本大眼蟹	<i>Macrophthalmus japonicus</i>
5		中国周眼钩虾	<i>Perioculodes chinensis</i>
6		泥螺	<i>Bullacta. exarata</i>
7	软体动物	西施舌	<i>Coelomactra antiquata</i>
8		青蛤	<i>Cyclina sinensis</i>
9		四角蛤蜊	<i>Mactra veneriformis</i>
10		文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>
11		彩虹明樱蛤	<i>Moerella iridescens</i>
12		半褶织纹螺	<i>Nassarius semiplicatus</i>

13		秀丽织纹螺	<i>Nassarius dealbatus</i>	
14		纵肋织纹螺	<i>Nassarius variciferus</i>	
15		经氏壳蛞蝓	<i>Philine kinglipini</i>	
16		托氏瑁螺	<i>Trochus vesriarium</i>	
17	环节动物	中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinersis</i>	
18		独指虫	<i>Aricidea fragilis</i>	
19		中阿曼吉虫	<i>Armandia intermedia</i>	
20		锥稚虫	<i>Aonides oxycephala</i>	
21		小头虫	<i>Capitella capitata</i>	
22		丝线沙蚕	<i>Drilonereis filum</i>	
23		巧言虫	<i>Eulalia viridis</i>	
24		浅古铜吻沙蚕	<i>Glycera subaenea</i>	
25		长吻沙蚕	<i>Glycera chirori</i>	
26		尖叶长手沙蚕	<i>Magelona cincta</i>	
27		竹节虫	Maldanidae sp.	
28		加州齿吻沙蚕	<i>Nephtys californiensis</i>	
29		沙蚕	<i>Nereis</i> sp.	
30		背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>	
31		粘海蛹	<i>Ophelia limacina</i>	
32		双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	
33		矛毛虫	<i>Phylo felix</i>	
34		鳞腹沟虫	<i>Scoletepis squamata</i>	
35		尖锥虫	<i>Scoloplos armiger</i>	
36		膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>	
37		不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>	
38		日本臭海蛹	<i>Travisia japonica</i>	
39		纽行动物	纽虫	Nemertea sp.
40		刺胞动物	海葵	Actiniaria sp.
41			黄海葵	<i>Anthopleura xanthogrammica</i>

2) 栖息密度、生物量组成与分布

2019年3月调查海域3断面潮间带底栖生物平均栖息密度和生物量分别为25 ind./m²和19.398 g/m²，其中A断面潮间带底栖生物平均栖息密度和生物量分别为36 ind./m²和12.148 g/m²；B断面分别为25 ind./m²和18.356 g/m²；C断面分别为15 ind./m²和27.690 g/m²。栖息密度是A断面>B断面>C断面，生物质量是C断面>B断面>A断面（表5.6.31、表5.6.32）。

A断面的密度主要由疣吻沙蚕贡献，生物量主要由疣吻沙蚕和中型相手蟹贡献；B断面的密度主要由长吻沙蚕和沟纹笋光螺贡献，生物量主要由沟纹笋光螺、中型相手蟹和长吻沙蚕贡献；C断面的密度主要由疣吻沙蚕和楔子织纹螺贡献，生物量主要由四角蛤蜊和相手蟹贡献。总体来说，调查海域潮间带各潮区底栖生物中软体动物和多毛类优势较大。

2019年10月调查海域3断面潮间带底栖生物平均栖息密度和生物量分别为

69 ind./m² 和 15.437 g/m²，其中 A 断面潮间带底栖生物平均栖息密度和生物量分别为 73 ind./m² 和 31.799 g/m²；B 断面分别为 72 ind./m² 和 0.893 g/m²；C 断面分别为 61 ind./m² 和 13.620 g/m²。栖息密度是 A 断面>B 断面>C 断面，生物质量是 A 断面> C 断面>B 断面。（表 5.6.33、表 5.6.34）

A 断面的密度主要由加州齿吻沙蚕贡献，生物量主要由文蛤和青蛤贡献；B 断面的密度主要由加州齿吻沙蚕和中国周眼钩虾贡献，生物量主要由浅古铜吻沙蚕和加州齿吻沙蚕贡献；C 断面的密度主要由加州齿吻沙蚕、中国周眼钩虾和长吻沙蚕贡献，生物量主要由四角蛤蜊、西施舌和托氏昌螺贡献。总体来说，调查海域潮间带各潮区底栖生物中环节动物和软体动物优势较大。

表 5.6.31 2019 年 3 月潮间带生物栖息密度(ind./m²)及百分比组成统计表

断面	潮区	软体动物		环节动物		节肢动物		合计	
		密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比
A	高	26	54.17	22	45.83	0	0.00	48	100
	中	4	12.00	29	88.00	0	0.00	33	100
	低	14	53.85	8	30.77	4	15.38	26	100
平均值		15	40.99	20	55.28	1	3.73	36	100
B	高	10	62.50	6	37.50	0	0.00	16	100
	中	29	52.38	23	40.48	4	7.14	56	100
	低	0	0.00	2	100.00	0	0.00	2	100
平均值		13	53.15	10	41.44	1	5.41	25	100
C	高	12	54.55	6	27.27	4	18.18	22	100
	中	1	20.00	3	40.00	3	40.00	7	100
	低	2	12.50	10	62.50	4	25.00	16	100
平均值		5	34.33	6	41.79	4	23.88	15	100
三断面平均值		11	43.66	12	48.08	2	8.26	25	100

表 5.6.32 2019 年 3 月调查区潮间带生物生物量(g/m²)及百分比组成统计表

断面	潮区	软体动物		环节动物		节肢动物		合计	
		生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比
A	高	6.242	51.47	5.886	48.53	0.000	0.00	12.128	100
	中	1.501	21.12	5.608	78.88	0.000	0.00	7.109	100
	低	0.440	2.56	0.784	4.56	15.982	92.89	17.206	100
平均值		2.728	22.45	4.093	33.69	5.327	43.85	12.148	100
B	高	2.694	49.91	2.704	50.09	0.000	0.00	5.398	100
	中	16.583	33.43	20.317	40.95	12.711	25.62	49.610	100
	低	0.000	0.00	0.060	100.00	0.000	0.00	0.060	100
平均值		6.426	35.01	7.694	41.91	4.237	23.08	18.356	100
C	高	0.960	3.10	3.072	9.91	26.966	86.99	30.998	100
	中	0.008	0.39	0.487	23.47	1.579	76.14	2.073	100
	低	44.306	88.61	0.606	1.21	5.088	10.18	50.000	100
平均值		15.091	54.50	1.388	5.01	11.211	40.49	27.690	100
三断面平均值		8.082	41.66	4.391	22.64	6.925	35.70	19.398	100

表 5.6.33 2019 年 10 月潮间带生物栖息密度(ind./m²)及百分比组成统计表

断面	潮区	腕足动物		节肢动物		软体动物		环节动物		纽行动物		刺胞动物		合计	
		密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比	密度	百分比
A	高	6	8.33	0	0.00	4	5.56	56	77.78	6	8.33	0	0.00	72	100
	中	0	0.00	4	4.49	8	8.99	77	86.52	0	0.00	0	0.00	89	100
	低	0	0.00	0	0.00	6	10.34	40	68.97	10	17.24	2	3.45	58	100
平均值		2	2.74	1	1.83	6	8.22	58	79.00	5	7.31	1	0.91	73	100
B	高	0	0.00	8	13.33	0	0.00	52	86.67	0	0.00	0	0.00	60	100
	中	0	0.00	52	52.53	7	7.07	40	40.40	0	0.00	0	0.00	99	100
	低	0	0.00	0	0.00	4	6.90	54	93.10	0	0.00	0	0.00	58	100
平均值		0	0.00	20	27.65	4	5.07	49	67.28	0	0.00	0	0.00	72	100
C	高	0	0.00	0	0.00	6	6.67	84	93.33	0	0.00	0	0.00	90	100
	中	0	0.00	28	45.90	5	8.20	28	45.90	0	0.00	0	0.00	61	100
	低	0	0.00	0	0.00	0	0.00	24	75.00	8	25.00	0	0.00	32	100
平均值		0	0.00	9	15.30	4	6.01	45	74.32	3	4.37	0	0.00	61	100
总平均值		1	0.97	10	14.86	4	6.46	51	73.51	3	3.88	0	0.32	69	100

表 5.6.34 2019 年 10 月调查区潮间带生物生物量(g/m²)及百分比组成统计表

断面	潮区	腕足动物		节肢动物		软体动物		环节动物		纽行动物		刺胞动物		合计	
		生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比	生物量	百分比
A	高	12.796	18.99	0.000	0.00	51.164	75.93	3.412	5.06	0.008	0.012	0.000	0.00	67.380	100
	中	0.000	0.00	0.736	6.77	9.317	85.73	0.815	7.50	0.000	0.000	0.000	0.00	10.868	100
	低	0.000	0.00	0.000	0.00	16.224	94.60	0.854	4.98	0.012	0.070	0.060	0.35	17.150	100
平均值		4.265	13.41	0.245	0.77	25.568	80.41	1.694	5.33	0.007	0.021	0.020	0.06	31.799	100
B	高	0.000	0.00	0.008	1.56	0.000	0.00	0.504	98.44	0.000	0.000	0.000	0.00	0.512	100
	中	0.000	0.00	0.156	21.20	0.160	21.74	0.420	57.07	0.000	0.000	0.000	0.00	0.736	100
	低	0.000	0.00	0.000	0.00	0.096	6.71	1.334	93.29	0.000	0.000	0.000	0.00	1.430	100
平均值		0.000	0.00	0.055	6.12	0.085	9.56	0.753	84.32	0.000	0.000	0.000	0.00	0.893	100
C	高	0.000	0.00	0.000	0.00	17.812	92.75	1.392	7.25	0.000	0.000	0.000	0.00	19.204	100
	中	0.000	0.00	0.040	0.19	20.827	99.13	0.144	0.69	0.000	0.000	0.000	0.00	21.011	100
	低	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.532	82.61	0.112	17.391	0.000	0.00	0.644	100
平均值		0.000	0.00	0.013	0.10	12.880	94.57	0.689	5.06	0.037	0.274	0.000	0.00	13.620	100
三断面平均值		1.422	9.21	0.104	0.68	12.844	83.20	1.045	6.77	0.015	0.095	0.007	0.04	15.437	100

(6) 渔业资源

2019 年 3 月资料:

(1) 游泳动物

1) 种类组成

调查海域共鉴定游泳动物 4 大类 43 种，其中鱼类 24 种，占 55.81%；甲壳类 15 种，占 34.88%；软体类 4 种，占 9.30%（图 5.6-37）。

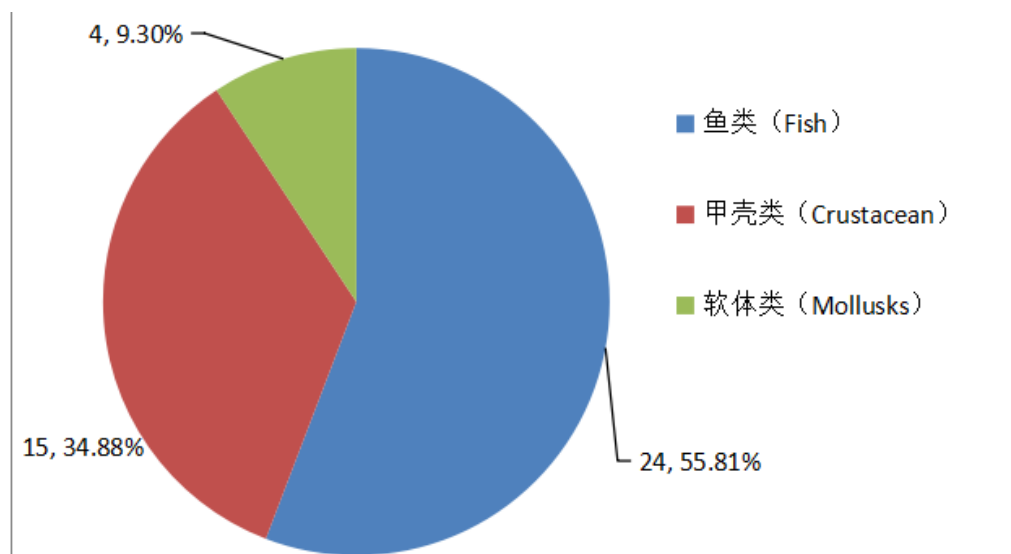


图 5.6-37 调查海域游泳动物种类百分比组成

调查海域各站位游泳动物种类在 12-27 种之间，11 号站位出现游泳动物种类最多，共计 27 种，包括鱼类 13 种，甲壳类 14 种；19 号站位出现游泳动物种类最少，为 8 种。各站位出现的游泳动物种类数见表 5.6.35。

表 5.6.35 调查海域各站位游泳动物各类群种数

站位	鱼类	甲壳类	软体类	总计
1	9	5	0	14
3	9	12	1	22
6	9	9	1	19
8	7	10	0	17
9	11	14	0	25
10	11	14	1	26
11	13	14	0	27
14	10	11	1	22
15	10	11	0	21
16	8	13	0	21
17	7	10	0	17
19	5	6	1	12
21	8	8	0	16
22	8	5	0	13
24	11	6	0	17

调查海域各站位出现的游泳动物种类名录见附表 5.6.36。

表 5.6.36 2019 年 3 月调查海域游泳动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	鱼类	斑尾刺虾虎鱼	<i>Acanthogobius ommaturus</i>
2		六丝钝尾虾虎鱼	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>
3		棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>
4		黑鳃梅童鱼	<i>Collichthys niveatus</i>
5		短吻舌鳎	<i>Cynoglossus abbreviatus</i>
6		焦氏舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>
7		莱氏舌鳎	<i>Cynoglossus lachneri</i>
8		紫斑舌鳎	<i>Cynoglossus purpureomaculatus</i>
9		虹鲆	<i>Erisphex pottii</i>
10		斑鲆	<i>Konosirus punctatus</i>
11		小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>
12		鲷鱼	<i>Miichthys miiuy</i>
13		海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>
14		黄姑鱼	<i>Nibea albiflora</i>
15		红狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>
16		鲷	<i>Platycephalus indicus</i>
17		褐菖鲉	<i>Sebastes marmoratus</i>
18		多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>
19		矛尾复虾虎鱼	<i>Synechogobius hasta</i>
20		赤鼻棱鲷	<i>Thryssa kammalensis</i>
21		带鱼	<i>Trichiurus lepturus</i>
22		髭缟虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>
23		纹缟虾虎鱼	<i>Tridentiger trigonocephalus</i>
24		孔虾虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>
25	甲壳类	鲜明鼓虾	<i>Alpheus heterocarpus</i>
26		日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
27		日本螯	<i>Charybdis japonica</i>
28		艾氏活额寄居蟹	<i>Diogenes penicillatus</i>
29		隆线强蟹	<i>Eucrate haswelli</i>
30		安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i>
31		日本关公蟹	<i>Heikea japonica</i>
32		细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
33		周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>
34		红线黎明蟹	<i>Mututa planipes</i>
35		口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
36		脊尾白虾	<i>Palaemon carinicauda</i>
37		葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>
38		哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
39		三疣梭子蟹	<i>Portunus tritubercularus</i>
40	软体类	短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>
41		香螺	<i>Npatunede cumingi</i>
42		纵肋织纹螺	<i>Nassarius variciferus</i>
43		毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>

2) 栖息密度、生物量及平面分布

调查海域游泳动物密度范围为 65 尾/(网.h)~1191 尾/(网.h)，平均值为 524 尾/(网.h)，11 号站位最多，为 1191 尾(只)/(网.h)，22 号站位最少，为 65 尾(只)/(网.h)；生物量范围为 501.1 g/(网.h)~13696.7g/(网.h)，平均值为 6983.2g/(网.h)，11 号站位生物量最高，为 13696.7g/(网.h)，19 号站位最少，位 501.1g/(网.h)（表 5.6.37，图 5.6-38 和 5.6-39）。

表 5.6.37 变层网各站位的生物质量与数量分布

站位	密度	重量	站位	密度	重量
	ind./网/h	g/网/h		ind./网/h	g/网/h
1	173	11440.2	15	677	8000.7
3	400	11537.4	16	551	4812.1
6	606	7633.0	17	912	6133.9
8	765	11043.9	19	90	501.1
9	575	4461.6	21	68	2789.9
10	695	7182.2	22	65	2731.6
11	1191	13696.7	24	201	5468.5
14	891	7315.3	平均	524	6983.2

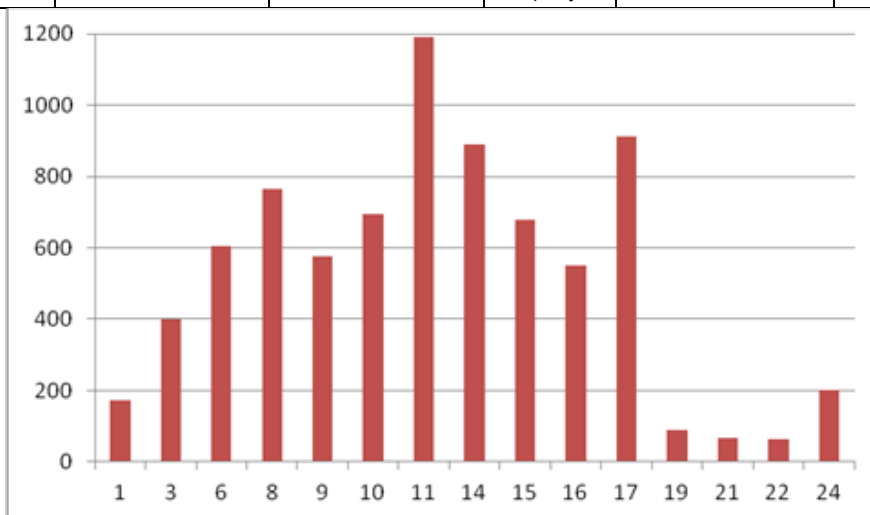


图 5.6-38 调查海域游泳动物密度（尾(只)/(网.h)）

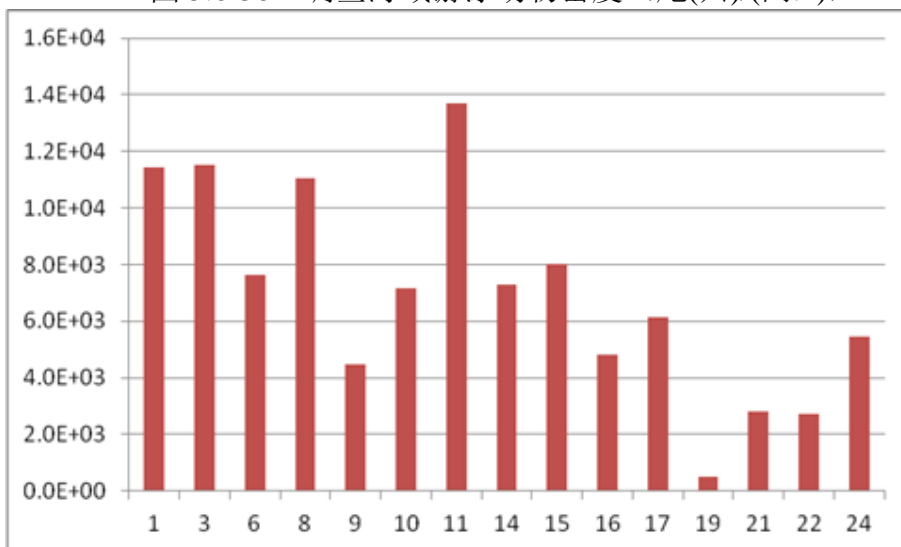


图 5.6-39 调查海域游泳动物生物量（g/(网.h)）

各类群平均生物密度甲壳类高于鱼类，分别为 402.5 尾(只)/网/h 和 120.7 尾(只)/网/h；平均生物量甲壳类高于鱼类，分别为 4163.4g/网/h 和 2788.8g/网/h（表 5.6.38）。此外，3、6、10、14、19 号站位捕捞到软体类，生物密度分别为 2 尾(只)/网/h、2 尾(只)/网/h、1 尾(只)/网/h、5 尾(只)/网/h、1 尾(只)/网/h，生物量分别为 380.0g/网/h、17.0g/网/h、1.8g/网/h、4.6g/网/h、60.6g/网/h。

表 5.6.38 2019 年 3 月调查海域各站位游泳动物各类群生物密度和生物量

站位	类别	生物量	密度	站位	类别	生物量	密度
		g/网/h	尾(只)/网/h			g/网/h	尾(只)/网/h
1	鱼类	9684.8	102	1	甲壳类	1755.4	71
3	鱼类	6142.1	185	3	甲壳类	5015.3	213
6	鱼类	1766.2	94	6	甲壳类	5849.8	510
8	鱼类	2604.0	127	8	甲壳类	8439.9	638
9	鱼类	1187.6	106	9	甲壳类	3274.0	469
10	鱼类	2252.8	147	10	甲壳类	4927.6	547
11	鱼类	5772.1	296	11	甲壳类	7924.6	895
14	鱼类	1690.1	113	14	甲壳类	5620.6	773
15	鱼类	2654.9	147	15	甲壳类	5345.8	530
16	鱼类	814.1	72	16	甲壳类	3998.0	479
17	鱼类	2394.6	236	17	甲壳类	3739.3	676
19	鱼类	241.2	36	19	甲壳类	199.3	53
21	鱼类	1257.6	24	21	甲壳类	1532.3	44
22	鱼类	1228.0	31	22	甲壳类	1503.7	34
24	鱼类	2142.6	95	24	甲壳类	3325.9	106
平均值		2788.8	120.7	平均值		4163.4	402.5

3) 优势种

调查海域游泳动物数量优势种有三疣梭子蟹、葛氏长臂虾、日本蟳、莱氏舌鳎、哈氏仿对虾、焦氏舌鳎和黑鳃梅童鱼，优势度分别为 0.319、0.121、0.103、0.085、0.083、0.026、0.022；重量优势种为三疣梭子蟹、日本蟳、莱氏舌鳎、短吻舌鳎、焦氏舌鳎、口虾蛄，优势度分别为 0.263、0.238、0.109、0.041、0.038、0.024；优势种大多为经济渔业资源种类，其中日本蟳、三疣梭子蟹、莱氏舌鳎、焦氏舌鳎在数量上和重量上均为优势种，表 5.6.39。

表 5.6.39 2019 年 3 月调查海域游泳动物优势种

数量优势种	优势度	重量优势种	优势度
三疣梭子蟹	0.319	三疣梭子蟹	0.263
葛氏长臂虾	0.121	日本蟳	0.238
日本蟳	0.103	莱氏舌鳎	0.109
莱氏舌鳎	0.085	短吻舌鳎	0.041
哈氏仿对虾	0.083	焦氏舌鳎	0.038
焦氏舌鳎	0.026	口虾蛄	0.024
黑鳃梅童鱼	0.022	/	/

4) 资源量

资源量计算公式

利用扫海面积法估算调查海域游泳动物资源量

扫海面积法评估公式:

$$B=C/q \times a$$

式中: B——资源量

C——单位时间内的渔获量(kg/h 或尾/h);

a——网具每小时扫海面积, 根据网口宽度、拖速。

q——游泳动物捕获系数,

① 底栖鱼类、虾类、蟹类: $q=0.3$

② 中上层鱼类(鲱形目、鲈形目的鲹科、鲭亚目、鲳亚目): $q=0.3$

③ 底层鱼类、头足类: $q=0.5$

重量、尾数资源量评估结果

根据所有调查站位的扫海面积, 每个鱼类品种的捕获系数、渔获量、渔获尾数, 确定各个鱼类品种重量资源量和资源尾数, 累加作为鱼类总的资源量。虾类、蟹类、头足类也是如此, 分别根据各个品种的捕捞系数、渔获量和渔获尾数确定各个品种的资源量和资源尾数。

经计算调查海域游泳动物平均资源量为 $399.437\text{kg}/\text{km}^2$, 范围为 $29.708\text{kg}/\text{km}^2 \sim 792.427\text{kg}/\text{km}^2$ 。资源密度平均为 30906 尾/ km^2 , 范围为 3828 尾/ $\text{km}^2 \sim 69414$ 尾/ km^2 (表 5.6.40)。

表 5.6.40 2019 年 3 月 调查海域各站位游泳动物资源量

监测站位	密度资源量 ind./ km^2	重量资源量 kg/km^2
1	10139	548.836
3	23470	668.090
6	36093	452.630
8	45560	658.261
9	34281	264.082
10	41121	415.916
11	69414	792.427
14	53216	431.060
15	39537	459.202
16	32577	287.657
17	53180	358.492
19	5304	29.708
21	4032	155.072
22	3828	154.346
24	11843	315.778
平均	30906	399

5) 游泳动物群落特征

调查海域数量多样性指数平均为 2.049，范围为 1.545~2.363。丰富度平均为 3.072，范围为 2.348~3.820。均匀度平均为 0.703，范围为 0.525~0.865；调查海域重量多样性指数平均为 1.817，范围为 1.542~2.168。丰富度平均为 2.106，范围为 1.391~2.856。均匀度平均为 0.621，范围为 0.528~0.750，见表 5.6.41 和图 5.6-40~图 5.6-41。

表 5.6.41 2019 年 3 月调查海域游泳动物群落特征

站位	数量多样性指数			重量多样性指数		
	H	D	J	H	D	J
1	2.036	2.523	0.772	1.604	1.391	0.608
3	2.259	3.505	0.731	2.077	2.245	0.672
6	1.545	2.809	0.525	1.556	2.013	0.528
8	1.674	2.410	0.591	1.542	1.719	0.544
9	2.216	3.777	0.689	1.980	2.856	0.615
10	2.363	3.820	0.725	2.018	2.816	0.619
11	2.157	3.671	0.655	2.168	2.730	0.658
14	1.940	3.092	0.628	1.834	2.360	0.593
15	2.003	3.069	0.658	1.993	2.225	0.655
16	1.951	3.169	0.641	1.643	2.359	0.540
17	2.207	2.348	0.779	2.124	1.835	0.750
19	2.150	2.445	0.865	1.851	1.769	0.745
21	2.034	3.555	0.734	1.609	1.891	0.580
22	1.924	2.875	0.750	1.675	1.517	0.653
24	2.272	3.017	0.802	1.579	1.859	0.557
平均值	2.049	3.072	0.703	1.817	2.106	0.621

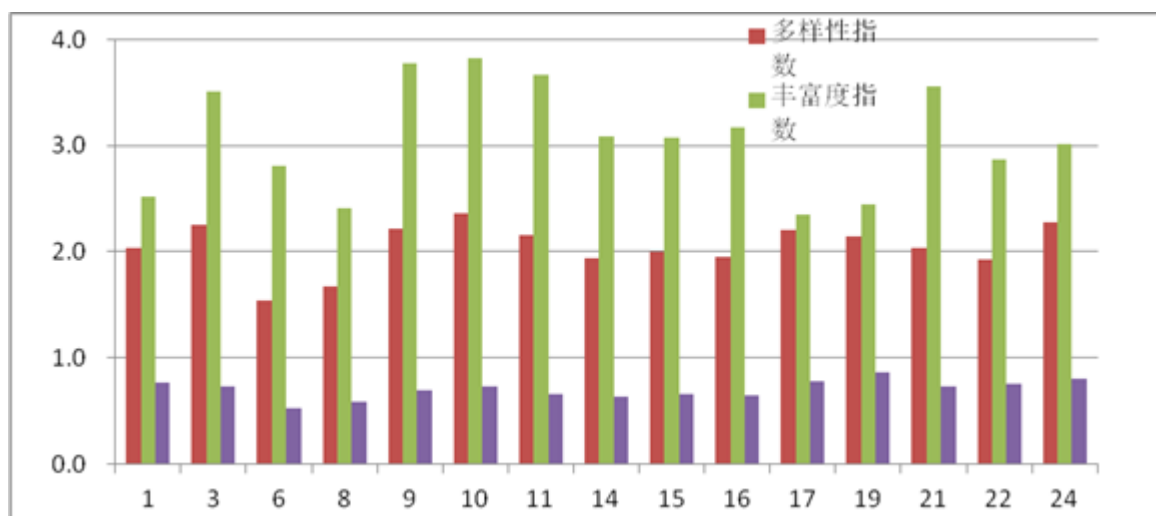


图 5.6-40 2019 年 3 月调查海域数量群落特征

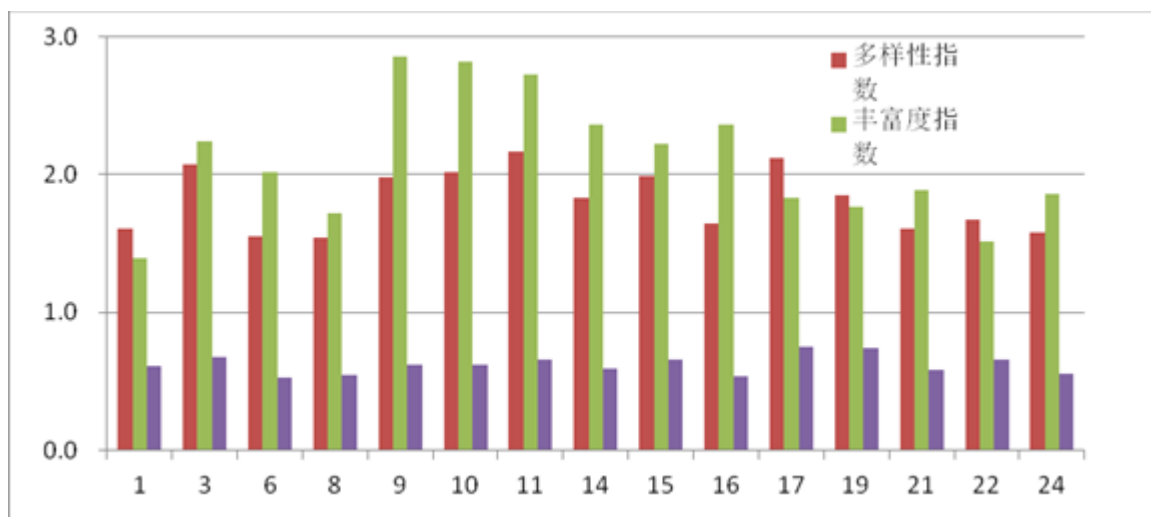


图 5.6-41 2019 年 3 月调查海域重量群落特征

(2) 鱼卵仔稚鱼

共检出仔鱼 2 科，鱼卵 2 科。在 11、14、15、16、17、19 号站位采集到仔鱼，密度范围在 $0.0 \text{ ind./m}^3 \sim 17.9 \text{ ind./m}^3$ 之间，15 号站位密度最高，站位平均值为 2.6 ind./m^3 ，由石首鱼科和鲱科仔鱼贡献；仅在 3、16 号站位采集到鱼卵，密度范围在 $0.0 \text{ ind./m}^3 \sim 3.9 \text{ ind./m}^3$ 之间，其中 16 号站位密度最高，站位平均值为 0.3 ind./m^3 ，由石首鱼科和鲱科鱼卵贡献。

2019 年 10 月资料：

(1) 游泳动物

1) 种类组成

调查海域共鉴定游泳动物 3 大类 60 种，其中鱼类 37 种，占 61.67%；甲壳类 20 种，占 33.33%；头足类 3 种，占 5.00%（图 5.6-42）。

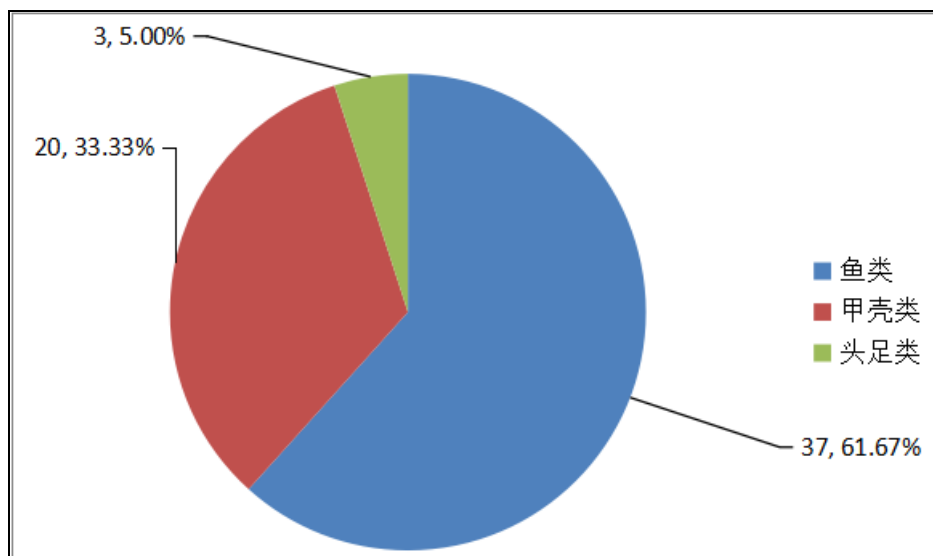


图 5.6-42 2019 年 10 月调查海域游泳动物种类百分比组成

调查海域各站位游泳动物种类在 24-37 种之间，8 号站位出现游泳动物种类最多，共计 37 种，包括鱼类 21 种，甲壳类 13 种，头足类 3 种；21 号站位出现游泳动物种类最少，为 24 种。各站位出现的游泳动物种类数见表 5.6.42。

表 5.6.42 调查海域各站位游泳动物各类群种数

站位	鱼类	甲壳类	头足类	总计
1	18	15	2	35
3	16	15	0	31
6	18	14	2	34
8	21	13	3	37
9	15	12	3	30
10	18	12	1	31
11	16	15	0	31
14	17	11	2	30
15	16	11	2	29
16	18	11	0	29
17	13	15	1	29
19	14	12	2	28
21	12	10	2	24
22	13	12	2	27
24	17	14	2	33

调查海域各站位出现的游泳动物种类名录见表 5.6.43。

表 5.6.43 2019 年 10 月调查海域游泳动物种类汇总

序号	类别	中文学名	拉丁名
1	鱼类	六丝钝尾虾虎鱼	<i>Amblychaeturichthys hexanema</i>
2		刀鲚	<i>Coilia nasus</i>
3		棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>
4		星康吉鳗	<i>Conger myriaster</i>
5		短吻舌鳎	<i>Cynoglossus abbreviatus</i>
6		窄体舌鳎	<i>Cynoglossus gracilis</i>
7		焦氏舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>
8		半滑舌鳎	<i>Cynoglossus semilaevis</i>
9		多鳞四指马鲛	<i>Eleutheronema rhadinum</i>
10		日本鯷	<i>Engraulis japonicus</i>
11		龙头鱼	<i>Harpadon nehereus</i>
12		日本海马	<i>Hippocampus japonicus</i>
13		鳓	<i>Ilisha elongata</i>
14		皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>
15		小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>
16		中国花鲈	<i>Lateolabrax maculatus</i>
17		深海红娘鱼	<i>Lepidotrigla abyssalis</i>
18		鲻鱼	<i>Miichthys miiuy</i>
19		海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>
20		黄姑鱼	<i>Nibea albiflora</i>
21		红狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus rubicundus</i>
22		尖吻蛇鳗	<i>Ophichthus apicalis</i>
23		条石鲷	<i>Oplegnathus fasciatus</i>

24		银鲳	<i>Pampus argenteus</i>
25		褐牙鲷	<i>Paralichthys olivaceus</i>
26		小头栉孔虾虎鱼	<i>Paratrypauchen microcephalus</i>
27		方氏锦鳎	<i>Pholis fangi</i>
28		鲷	<i>Platycephalus indicus</i>
29		褐菖鲉	<i>Sebastes marmoratus</i>
30		黄鲫	<i>Setipinna tenuifilis</i>
31		多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>
32		黑鲷	<i>Sparus macrocephalus</i>
33		尖海龙	<i>Syngnathus acus</i>
34		暗纹东方鲀	<i>Takifugu fasciatus</i>
35		赤鼻棱鲷	<i>Thryssa kammalensis</i>
36		带鱼	<i>Trichiurus lepturus</i>
37		髯须虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>
38	甲壳类	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>
39		鲜明鼓虾	<i>Alpheus disinguendus</i>
40		日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
41		日本螯	<i>Charybdis japonica</i>
42		隆线强蟹	<i>Eucrater haswelli</i>
43		安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i>
44		脊尾白虾	<i>Exopalaemon carinicauda</i>
45		日本关公蟹	<i>Heikea japonica</i>
46		细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
47		日本囊对虾	<i>Marsupenaeus Japonicus</i>
48		周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>
49		红线黎明蟹	<i>Mututa planipes</i>
50		口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>
51		细点圆趾蟹	<i>Ovalipes punctatus</i>
52		葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>
53		哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>
54		细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis tenella</i>
55		三疣梭子蟹	<i>Portunus tritubercularus</i>
56		锯缘青蟹	<i>Scylla serrata</i>
57		中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>
58	头足类	日本枪乌贼	<i>Loligo japonica</i>
59		短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>
60		曼氏无针乌贼	<i>Sepiella maindroni</i>

2) 栖息密度、生物量及平面分布

调查海域游泳动物密度范围为 608 ind./net.h ~2596 ind./net.h, 平均值为 1158 ind./net.h, 3 号站位最多, 为 2596 ind./net.h, 21 号站位最少, 为 608 ind./net.h; 生物量范围为 6477.7 g/net.h ~26198.7 g/net.h, 平均值为 13708.9g/net.h, 3 号站位生物量最高, 为 26198.7g/net.h, 19 号站位最少, 位 6477.7 g/net.h (表 5.6.44, 图 5.6-43 和图 5.6-44)。

表 5.6.44 变层网各站位的生物质量与数量分布

参数	密度	生物量
	ind./net.h	g/net.h
范围	608~2596	6477.7~26198.7
平均值	1158	13708.9

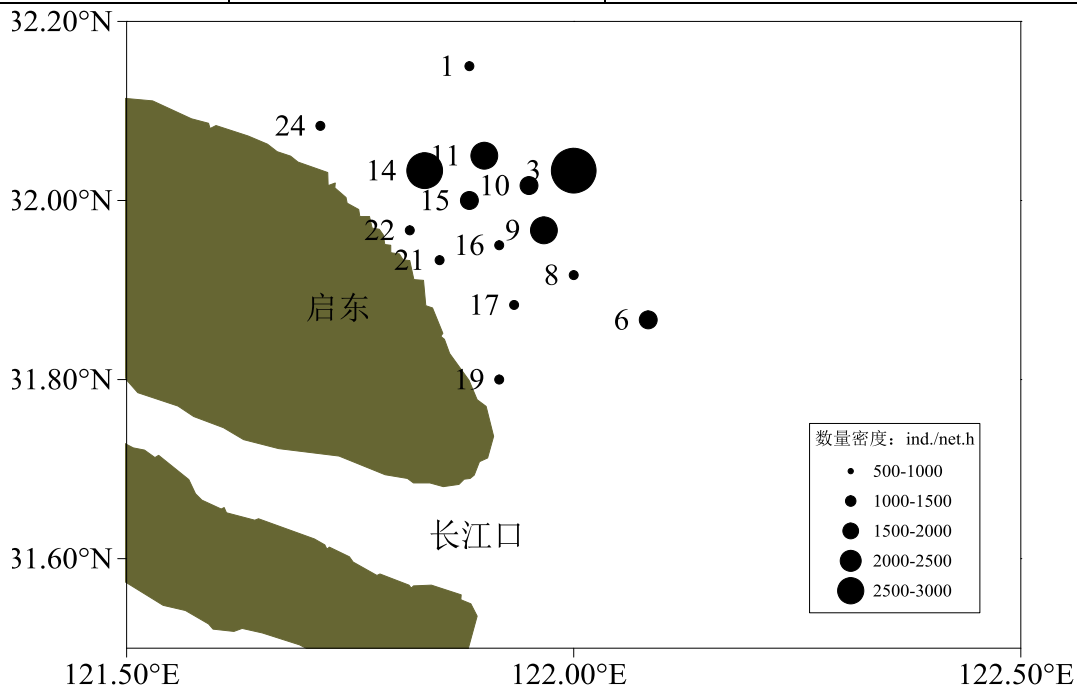


图 5.6-43 2019 年 10 月调查海域游泳动物密度

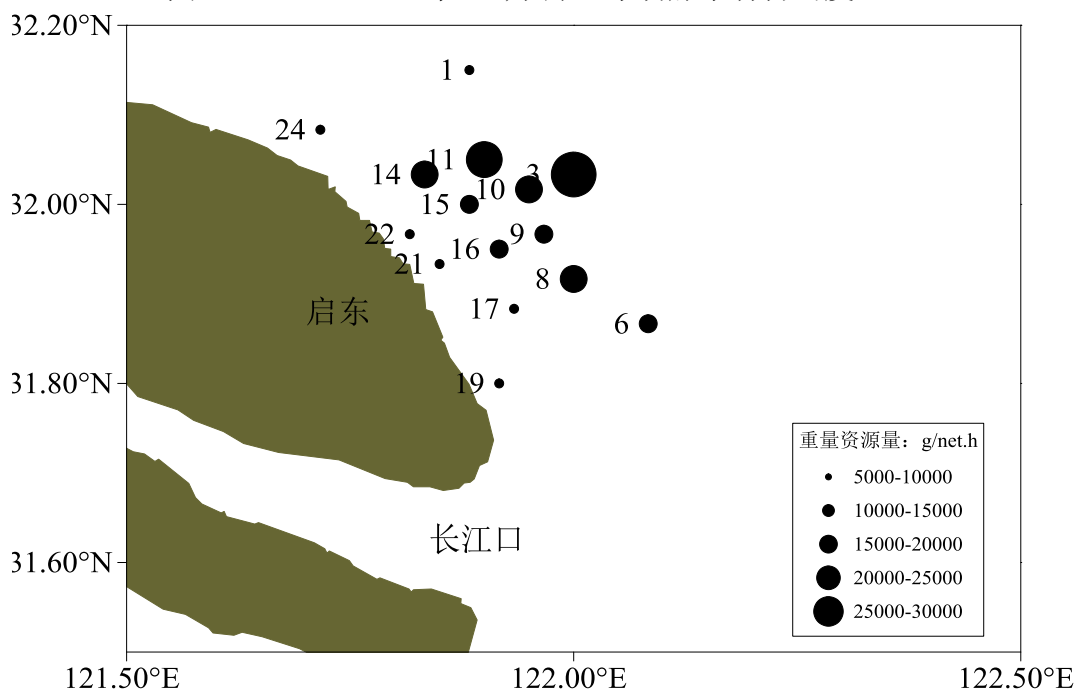


图 5.6-44 2019 年 10 月调查海域游泳动物生物量

各类群平均生物密度甲壳类>鱼类>头足类，分别为 829 ind./net.h、315 ind./net.h 和 14 ind./net.h；平均生物量甲壳类>鱼类>头足类，分别为 7783.9 g/net.h、5814.0 g/net.h 和 111.0 g/net.h（表 5.6.45）。

表 5.6.45 2019 年 10 月调查海域各站位游泳动物各类群生物密度和生物量

站位	类别	生物量	密度	类别	生物量	密度	类别	生物量	密度
		g/net.h	ind./net.h		g/net.h	ind./net.h		g/net.h	ind./net.h
1	鱼类	5404.2	390	甲壳类	3824.9	438	头足类	194.1	18
3	鱼类	10210.1	271	甲壳类	15988.6	2325	头足类	0.0	0
6	鱼类	4927.0	347	甲壳类	7543.2	651	头足类	214.1	27
8	鱼类	8175.4	382	甲壳类	10942.0	554	头足类	173.4	27
9	鱼类	7272.4	372	甲壳类	7481.1	1181	头足类	163.4	19
10	鱼类	8441.2	444	甲壳类	8800.5	672	头足类	4.5	2
11	鱼类	9000.6	235	甲壳类	11057.5	1300	头足类	0.0	0
14	鱼类	3583.2	256	甲壳类	11342.8	2005	头足类	160.4	13
15	鱼类	3903.1	234	甲壳类	8479.8	868	头足类	93.4	6
16	鱼类	10671.3	549	甲壳类	3708.5	253	头足类	0.0	0
17	鱼类	3657.4	308	甲壳类	5808.5	520	头足类	54.6	1
19	鱼类	1829.4	257	甲壳类	4345.8	330	头足类	302.5	50
21	鱼类	1894.9	123	甲壳类	6346.3	466	头足类	147.1	19
22	鱼类	4420.0	259	甲壳类	5253.4	412	头足类	41.2	4
24	鱼类	3820.2	300	甲壳类	5835.3	466	头足类	116.2	17
平均值		5814.0	315	平均值	7783.9	829	平均值	111.0	14

3) 优势种

调查海域游泳动物数量优势种有三疣梭子蟹、周氏新对虾、脊尾白虾、焦氏舌鳎、哈氏仿对虾、葛氏长臂虾、龙头鱼、棘头梅童鱼、鳎、日本蟳，优势度分别为 0.206、0.164、0.112、0.059、0.053、0.049、0.048、0.039、0.037、0.025；重量优势种为三疣梭子蟹、焦氏舌鳎、鲢鱼、日本蟳、棘头梅童鱼、周氏新对虾、小黄鱼、脊尾白虾、短吻舌鳎，优势度分别为 0.360、0.106、0.078、0.077、0.050、0.041、0.029、0.023、0.022；优势种大多为经济渔业资源种类，其中三疣梭子蟹、日本蟳、周氏新对虾、脊尾白虾、焦氏舌鳎和棘头梅童鱼在数量上和重量上均为优势种，表 5.6.46。

表 5.6.46 2019 年 10 月调查海域游泳动物优势种

数量优势种	优势度	重量优势种	优势度
三疣梭子蟹	0.206	三疣梭子蟹	0.360
周氏新对虾	0.164	焦氏舌鳎	0.106
脊尾白虾	0.112	鲢鱼	0.078
焦氏舌鳎	0.059	日本蟳	0.077
哈氏仿对虾	0.053	棘头梅童鱼	0.050
葛氏长臂虾	0.049	周氏新对虾	0.041
龙头鱼	0.048	小黄鱼	0.029
棘头梅童鱼	0.039	脊尾白虾	0.023
鳎	0.037	短吻舌鳎	0.022
日本蟳	0.025	\	\

4) 资源量

资源量计算公式

与 2019 年 3 月方法相同。

重量、尾数资源量评估结果

根据所有调查站位的扫海面积，每个鱼类品种的捕获系数、渔获量、渔获尾数，确定各个鱼类品种重量资源量和资源尾数，累加作为鱼类总的资源量。虾类、蟹类、头足类也是如此，分别根据各个品种的捕捞系数、渔获量和渔获尾数确定各个品种的资源量和资源尾数。

经计算调查海域游泳动物平均重量资源量为 $742.785\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $366.188\text{kg}/\text{km}^2 \sim 1397.381\text{kg}/\text{km}^2$ 。资源密度平均为 $65833\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $34545\text{尾}/\text{km}^2 \sim 153060\text{尾}/\text{km}^2$ （表 5.6.47）。

表 5.6.47 2019 年 10 月调查海域各站位游泳动物资源量

参数	密度资源量	重量资源量
	ind./km ²	kg/km ²
范围	34545~153060	366.188~1397.381
平均值	65833	742.785

5) 游泳动物群落特征

调查海域数量多样性指数平均为 3.502，范围为 2.454~4.200。丰富度平均为 2.949，范围为 2.487~3.632。均匀度平均为 0.711，范围为 0.500~0.823；调查海域重量多样性指数平均为 3.258，范围为 2.513~3.777。丰富度平均为 2.164，范围为 1.765~2.575。均匀度平均为 0.661，范围为 0.548~0.764，见表 5.6-48。

表 5.6-48 2019 年 10 月调查海域游泳动物群落特征

参数	数量多样性指数			重量多样性指数		
	H	D	J	H	D	J
范围	2.454~4.220	2.487~3.632	0.500~0.823	2.513~3.777	1.765~2.575	0.548~0.764
平均值	3.502	2.949	0.711	3.258	2.164	0.661

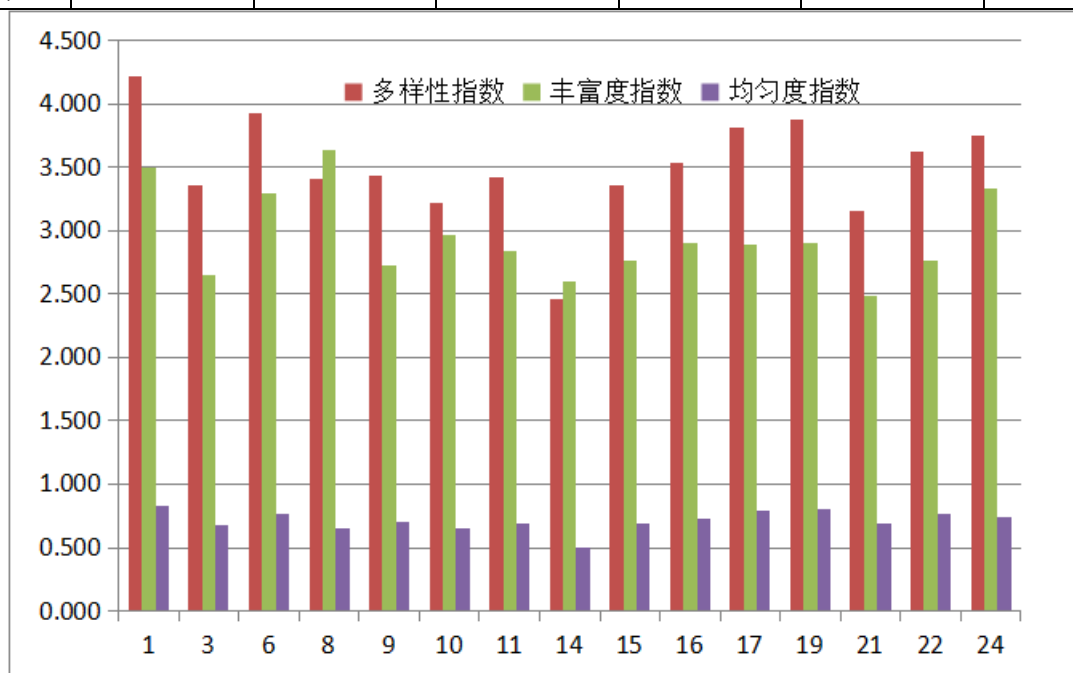


图 5.6-45 2019 年 10 月调查海域数量群落特征

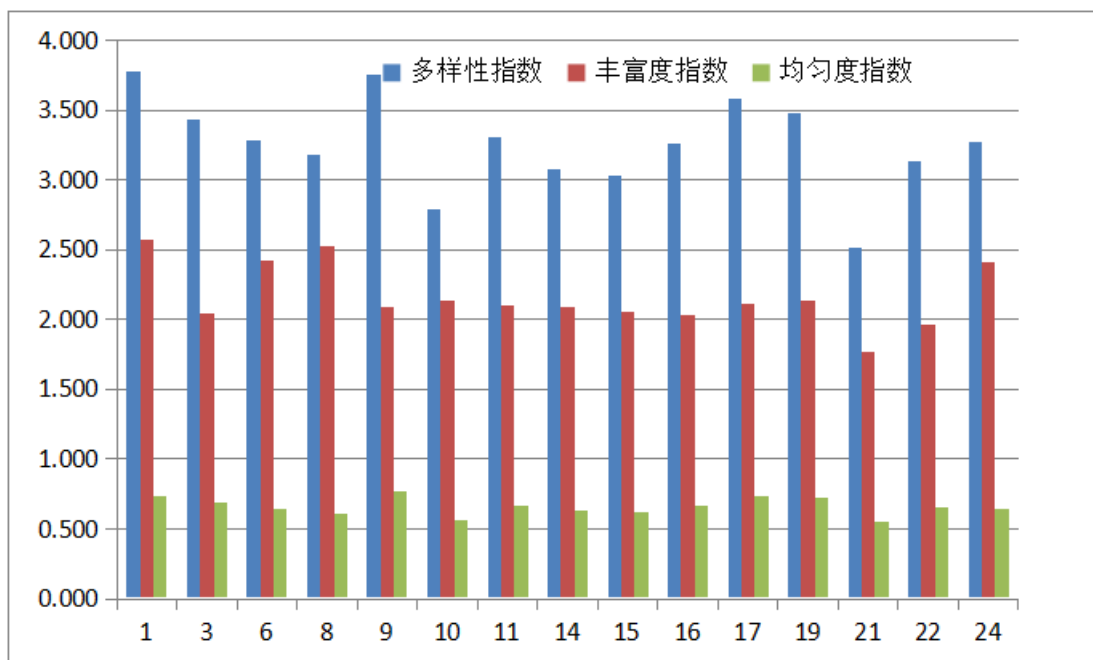


图 5.6-46 2019 年 10 月调查海域重量群落特征

(2) 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵与仔稚鱼定量调查共检出仔稚鱼 2 科。仅在 1 号和 3 号站位采集到仔稚鱼，密度范围在 $0.0\text{ind./m}^3 \sim 0.45\text{ind./m}^3$ 之间，1 号和 3 号站位仔稚鱼密度均为 0.45ind./m^3 ，分别有由日本鳀仔鱼和鲷科仔鱼贡献；15 个站位均未采集到鱼卵。

鱼卵与仔稚鱼定性调查仅采集到鱼卵 1 种，为鳀科鱼卵。

6. 环境影响预测与评价

6.1 水文动力环境影响预测与评价

潮流数值计算是研究评价海域现状潮流场及预测潮流场分布的一个重要内容，是海洋环境影响评价工作的基础。在此基础上可以预测评价海域因入海污染源及岸线变化而引起海水水质及水动力条件的变化。以便对工程的可行性作出正确的论证和评价，并为有关部门提供科学的管理依据。

6.1.1 水动力条件影响分析预测方法

江苏沿海的海洋动力环境相当独特，与海岸形态间相互作用，相互依存。沿海滩涂围垦工程的实施在一定程度上改变了江苏海岸的轮廓以及近岸海域的海底地形，地形条件的改变又将对海洋动力环境产生影响。当围垦方案实施后，海域地形条件和海洋动力环境之间通过相互作用将达到一个新的平衡状态。南黄海的潮波以半日潮为主，建立江苏及长江口近海平面二维潮流数值模型，对该海域潮流场进行数值模拟，给出工程方案实施前后潮流场的分布特征。

采用 Boussinesq 近似，不考虑盐度、温度和其它物质浓度变化的影响并采用静压假定。由于计算范围大，需考虑地球曲率和科氏加速度随纬度的变化，故采用球面坐标下的二维潮波传播方程。

$$\frac{1}{a \cos \varphi} \left[\frac{\partial}{\partial \lambda} (UD) + \frac{\partial}{\partial \varphi} (VD \cos \varphi) \right] + \frac{\partial \zeta}{\partial t} = 0 \quad (6-1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{U}{a \cos \varphi} \frac{\partial U}{\partial \lambda} + \frac{V}{a} \frac{\partial U}{\partial \varphi} - \frac{UV}{a} \operatorname{tg} \varphi = fV - \frac{g}{a \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (\zeta - \bar{\zeta}) \\ + \frac{A_H}{a^2 \cos \varphi} \left[\frac{1}{\cos \varphi} \frac{\partial^2 U}{\partial \lambda^2} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\cos \varphi \frac{\partial U}{\partial \varphi} \right) \right] - \frac{k_b}{D} \sqrt{U^2 + V^2} U \end{aligned} \quad (6-2a)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{U}{a \cos \varphi} \frac{\partial V}{\partial \lambda} + \frac{V}{a} \frac{\partial V}{\partial \varphi} - \frac{U^2}{a} \operatorname{tg} \varphi = -fU - \frac{g}{a} \frac{\partial}{\partial \varphi} (\zeta - \bar{\zeta}) \\ + \frac{A_H}{a^2 \cos \varphi} \left[\frac{1}{\cos \varphi} \frac{\partial^2 V}{\partial \lambda^2} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\cos \varphi \frac{\partial V}{\partial \varphi} \right) \right] - \frac{k_b}{D} \sqrt{U^2 + V^2} V \end{aligned} \quad (6-2b)$$

其中 t 是时间； λ 表示东经， φ 表示北纬； U 、 V 分别为沿水深平均的潮流速在 λ 、 φ 方向上的分量； $D=h+\zeta$ 为总水深， h 为静水深， ζ 为相对于静海面的波动值； f 为科氏力分量， $f=2\omega \sin \varphi$ ， ω 为地球自转角速度； a 为地球平均半

径， g 为重力加速度， AH 为平均涡粘系数，可视为常量。 k 为运动阻力系数 $k_b = g/C^2$ ， $C = D^{1/6}/n$ ， C 为谢才系数， n 为曼宁系数。 $\bar{\zeta}$ 为因引潮力引起的海面变化值，即平衡潮潮高。

模型范围 $1^{\circ}44'N$ 至 $40^{\circ}54'N$ ， $99^{\circ}06'E$ 至 $130^{\circ}56'E$ 。南起马来西亚与印度尼西亚间的宽海峡，东南沿太平洋西海岸由马来西亚、菲律宾并沿台湾岛东海岸外缘过琉球群岛至日本九州岛，东北在对马海峡的日本海一侧。模型区域剖分为 $2' \times 2'$ 的网格，网格数为 1175×955 。空间步长 $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 2'$ ，时间步长 $450s$ 。水平涡粘系数 AH 对计算结果影响不大，但有利于计算稳定，取为 $1000m^2/s$ 。底部摩阻， $k_b = gn^2/D^{1/3}$ ，初始值取曼宁系数 n 为 0.015 ，然后根据曼宁系数预估校正格式计算，通过克里格插值方式得到整个计算区域的曼宁系数。

定解条件包括初始条件和边界条件：

初始条件，由于潮波运动是一种摩阻运动，故采用冷启动，即潮位为零或常数，流速为零，由此产生的误差在计算过程中会自行消除。

边界条件分开边界和闭边界。开边界即水—水界面，闭边界为水—陆界面。

闭边界一般满足流体不可入条件，即 $\vec{U}_H \cdot \vec{n} = 0$ ，其中， $\vec{U}_H = (\bar{U}_\lambda, \bar{U}_\varphi)$ 为水平流速矢量， \vec{n} 为边界法向。

开边界给定潮位过程线。潮位过程线由潮汐调和常数按以下形式给定：

$$\zeta = \sum_{i=1}^8 H_i \cos(\sigma_i t - \theta_i) \quad , \text{其中 } H_i, \sigma_i, \theta_i \text{ 分别为各自分潮的振幅、角频率和迟角。}$$

对于二维深度平均浅水方程，描述天然水体运动的控制方程有连续性方程和动量方程。在直角坐标系下可以表述为：

连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = 0 \quad (6-3)$$

X 方向动量方程

$$\begin{aligned} & \frac{\partial uD}{\partial t} + \frac{\partial u^2 D}{\partial x} + \frac{\partial uvD}{\partial y} - f v D \\ & = -gD \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\tau_{sx} - \tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x} \left[2\nu_e D \frac{\partial u}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\nu_e D \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] \end{aligned} \quad (6-4)$$

Y 方向动量方程

$$\begin{aligned} & \frac{\partial vD}{\partial t} + \frac{\partial uvD}{\partial x} + \frac{\partial v^2 D}{\partial y} + f u D \\ & = -gD \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\tau_{sy} - \tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial y} \left[2\nu_e D \frac{\partial v}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[\nu_e D \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \right] \end{aligned} \quad (6-6)$$

式中, u, v 为水深平均流速在 x, y 方向分量, $u = \frac{1}{H} \int_{-h}^{\zeta} u_1 dz, v = \frac{1}{H} \int_{-h}^{\zeta} u_2 dz, u_1, u_2$ 为三维空间水平面上 x, y 方向流速分量; H 为水深, $H = h + \zeta$; ζ 水位; f 为科氏力系数 $f = 2\omega \sin \varphi$, ω 为地球地转角速度, φ 为纬度; ν_e 为有效粘性系数: $\nu_e = \nu_t + \nu$, ν_t 为紊动粘性系数, 可采用 smagorinsky 提出的紊流模型计算^[15]; τ_{bx}, τ_{by} 分别为底部切应力在 x, y 方向分量:

$$\tau_{bx} = \rho c_f u \sqrt{u^2 + v^2}; \quad \tau_{by} = \rho c_f v \sqrt{u^2 + v^2}$$

c_f 为底部摩擦系数。

τ_{sx}, τ_{sy} 分别为表面风应力在 x, y 方向分量:

$$\tau_{sx} = \rho k_s w_x |w|, \quad \tau_{sy} = \rho k_s w_y |w|, \quad |w| = \sqrt{w_x^2 + w_y^2}$$

其中 k_s 为系数, 本文计算中暂不考虑风应力的影响, 令 τ_{sx}, τ_{sy} 为零。

定解条件

(1) 初始条件: $\zeta(x, y)|_{t=0} = \zeta_0(x, y); u(x, y)|_{t=0} = 0; v(x, y)|_{t=0} = 0$

(2) 开边界: 海上开边界由东中国海潮波数学模型提供 $z|_{\text{边界}} = \zeta(t)$, 其中 $\zeta(t)$ 为边界的潮位。

(3) 动边界: 为避免模型计算出现不稳定性, 潮流模型边界采用干湿法控制的动边界处理。模型中干水深、淹没水深以及湿水深分别设定为 $h_{dry} = 0.005\text{m}$ 、 $h_{flood} = 0.05\text{m}$ 和 $h_{wet} = 0.1\text{m}$, 即当单元水深大于 0.1m , 动量通量和质量通量都会

在计算中被考虑；当某一单元的水深小于 0.1m，在此单元上的水流计算会被相应调整，即不计算动量方程，仅计算连续方程；而当水深小于 0.005m 的时候，会被冻结而不参与计算。淹没深度是用来检测网格单元是不是已经被淹没。

数值求解

采用非结构三角形网格和有限体积方法进行数值离散和求解。

(1) 空间的离散：

地理空间和谱空间的离散采用的是中心单元有限体积法。地理空间范围内使用的是自由网格，将连续的空间细分为不重叠的小单元，具体网格分布参见右图。

(2) 时间的离散：

时间的离散采用了二阶 Runge-Kutta 方法，具体形式为

$$U_{n+\frac{1}{2}} = U_n + \frac{1}{2} \Delta t G(U_n), \quad U_{n+1} = U_n + \Delta t G\left(U_{n+\frac{1}{2}}\right)$$

计算参数

(1) 在模型计算中，时间步长分为总时间步长和内部计算时间步长，其中总时间步长决定了结果输出的形式，同时在每个总时间步长点都对应着一个内部时间步长点，为满足计算稳定的要求，在总时间步长之间还会动态插入内部时间步长。在该模型中最小时间步长取 0.01s，最大时间步长取 30s。

(2) 紊动涡粘系数

紊动粘性系数的假设是针对流体处于紊动状态时脉动场的对流输送对整个时均场的影响而提出的，因此紊动粘性系数是联系紊动场和时均场的一个重要的物理参数，模型中的紊动涡粘系数根据 smagorinsky 公式确定。

$$E = C_s \Delta^2 \left[\left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 \right]$$

式中： U 、 V 为 x 、 y 方向垂线平均流速， Δ 为网格间距。水平涡粘系数对计算结果影响不大， C_s 系数一般取 $0.25 < C_s < 1.0$ 。

(3) 底部糙率系数

底部粗糙系数是数值计算中十分重要的参数，它反映了水流和河床相互作用中，河道边界的粗糙程度、河道形态、植被条件等因素对水流阻力的综合影响。床面阻力系数的确定直接影响到各水力要素的计算结果，影响底部糙率的因素较

多，把每个因素的都考虑进去是不现实的，所以底部糙率系数的取值一般都是在经验的基础上，通过潮位和流速的验证情况来调试率定。本模型根据 Manning

公式确定： $C = \frac{H^{1/6}}{n}$ 其中， H 为水深， C 为谢才系数， n 为曼宁系数。

(4) 海面风摩阻

根据研究需要在模型中可考虑或不考虑风的影响。

6.1.2 预测模型的建立

为弥补数模边界上实测流速和潮位资料的不足，利用已有的中国近海潮波数学模型，进行了中国近海潮波数值计算，为滩涂围垦工程的潮流数模提供开边界条件。考虑模型的主要目的是研究围垦工程对周边港口、航道和潮汐通道水动力的影响，根据初拟方案的规模及其影响范围，要求模型范围需足够大。考虑计算水边界需远离本工程影响的海域，同时兼顾到水文条件等相关资料获取的方便，这里模型开边界采用远离工程区且以能方便获得中国海潮波模型提供的开边界来进行研究。

中国近海潮波模型区域包括渤海、黄海、东海和南海 4 个主要海区和台湾岛东岸的太平洋海域以及泰国湾，具体范围如图 6.1-1 所示。

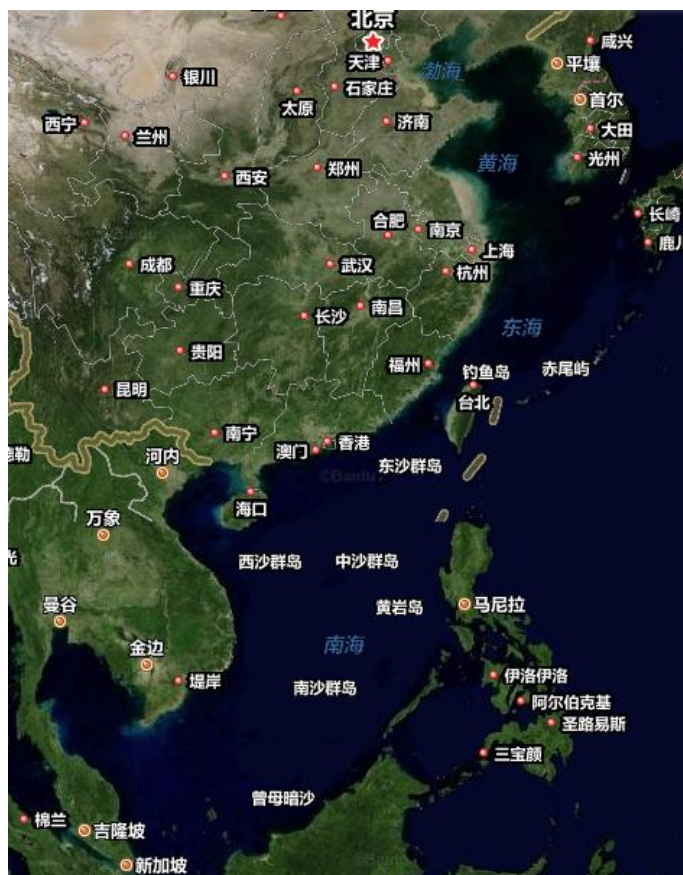


图 6.1-1 研究海域示意图

工程海域模型闭边界为自然岸线，模型南北方向长约 66km，东西方向长约 87km。计算海域内共剖分 111888 个三角形计算单元，计算节点数为 57458 个，并对工程区及可能影响到的航道、港区等海域进行了局部加密，空间步长最小为 5m（图 6.1-2）。

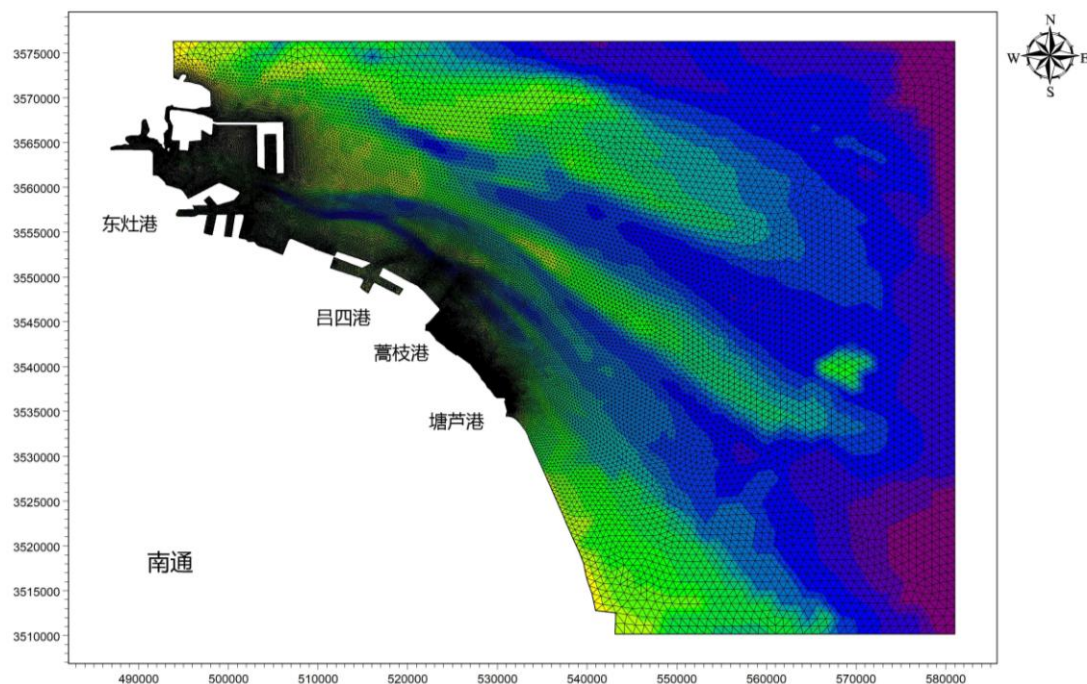


图 6.1-2 模型计算网格

6.1.3 水动力预测结果及分析评价

6.1.3.1 模型验证

模型验证的资料为 2019 年 3 月工程区海域 3 个潮位站潮位及 6 条同步实测潮流、含沙量过程数据。具体潮位站及流速流向、含沙量测点位置见图 6.1-3。

(1) 潮位验证

潮位验证结果见图 6.1-4。由图可知，潮位的计算值与实测值吻合较好，与实测值相比相位差不超过 0.25h，说明本模型的合理性，基本上反映了工程区附近海域的潮波运动规律，模拟精度满足工程研究的需要。

(2) 流速、流向验证

流速流向验证结果见图 6.1-5，从图上看各个测点的流速、流向的计算值与实测资料呈现较为明显的往复流的情况基本吻合，总体上来看，计算流速、流向数值基本能反映工程附近海域的流场分布情况。

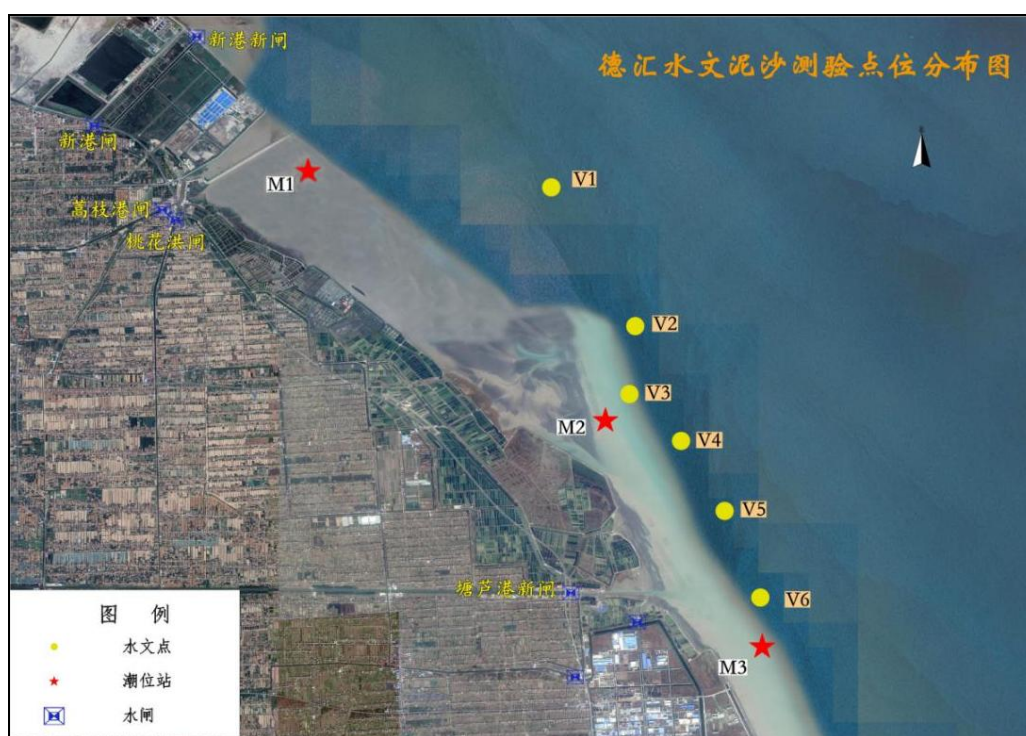
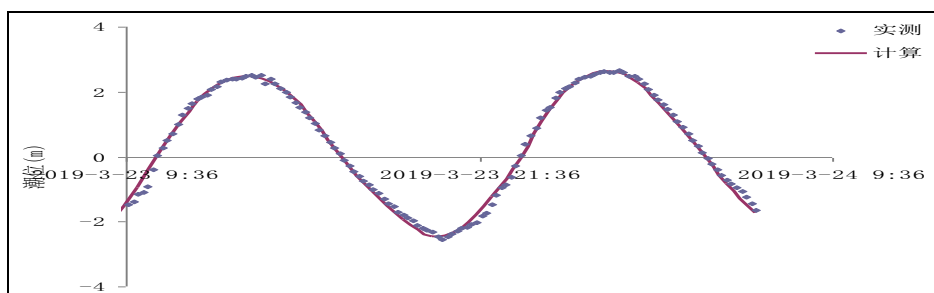
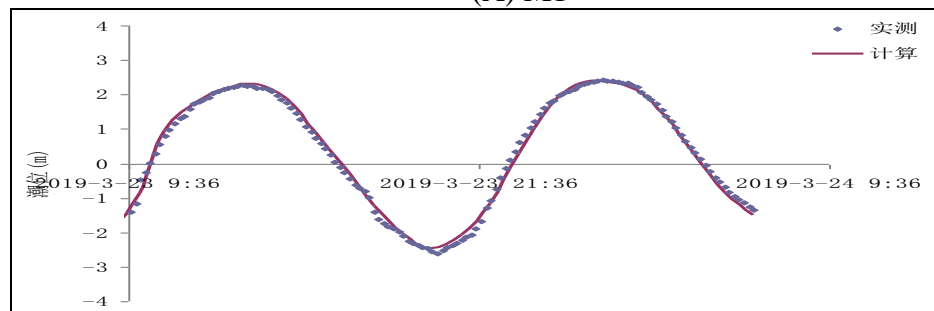


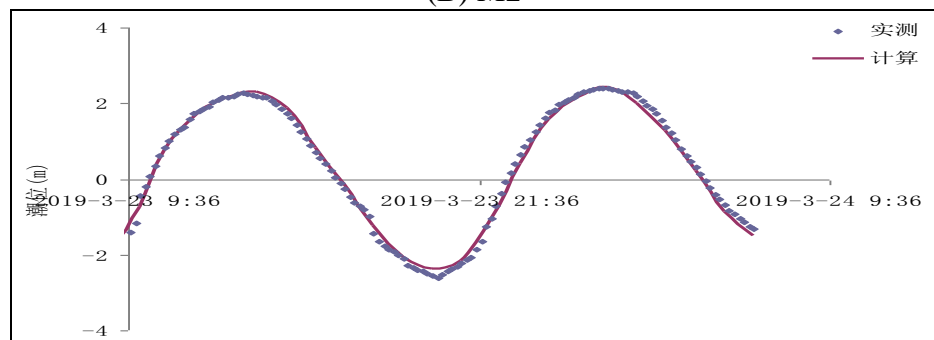
图 6.1-3 潮位站及水文泥沙测点位置示意图



(A) M1

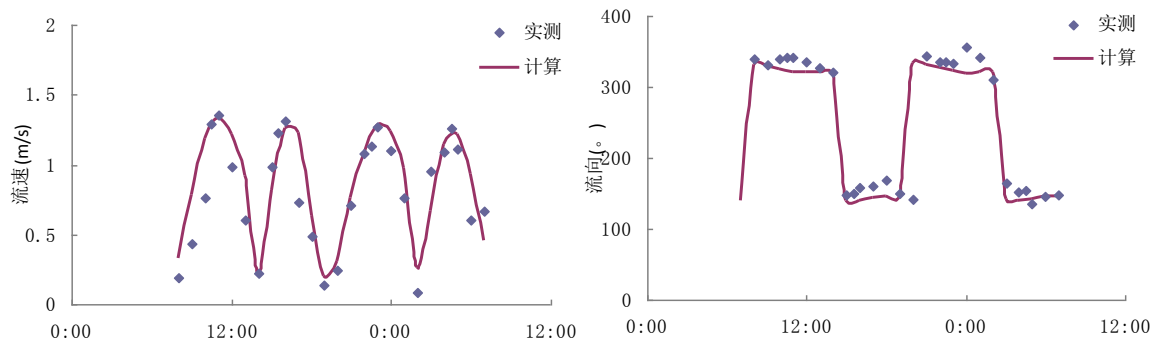


(B) M2

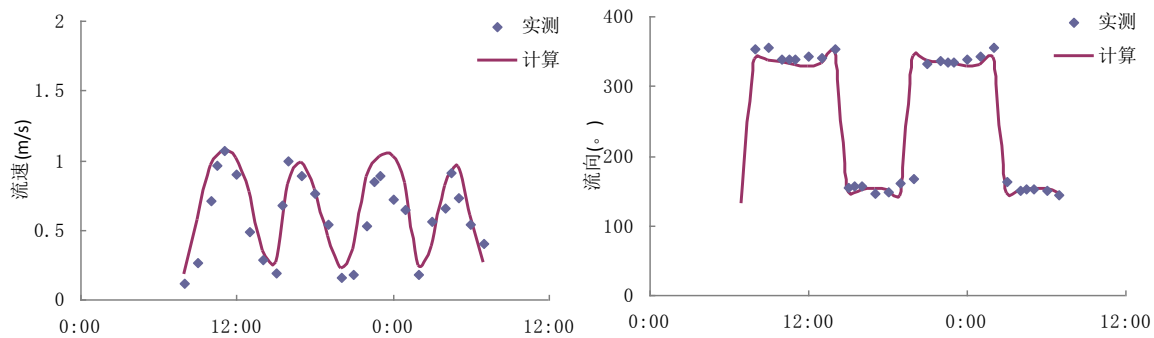


(C) M3

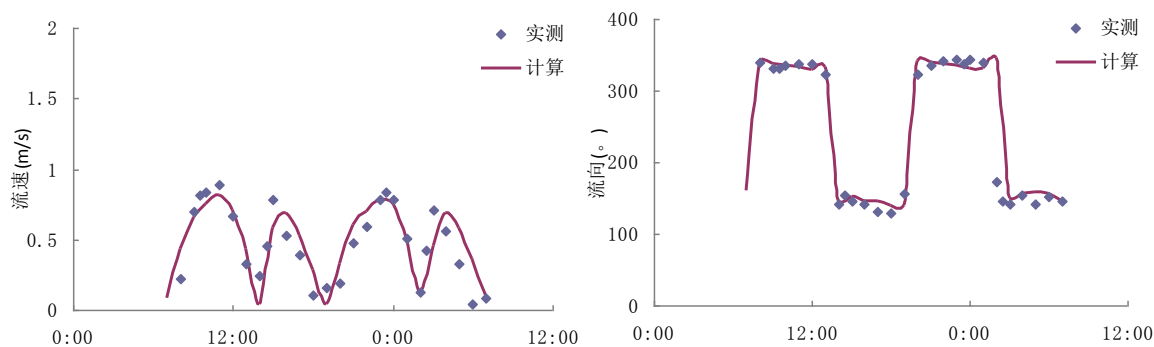
图 6.1-4 大潮潮位验证



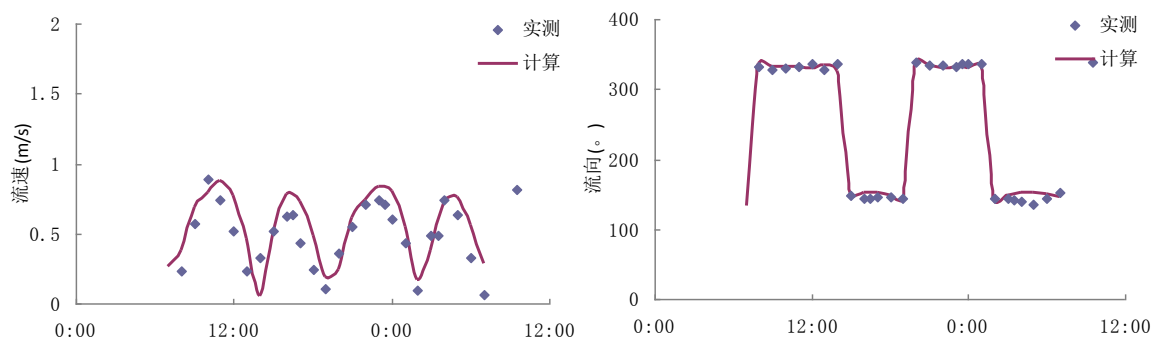
(A) V1



(B) V2

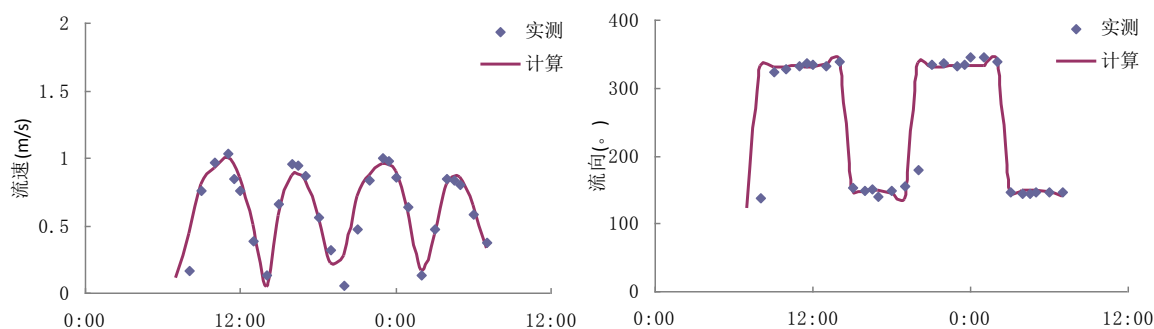


(C) V3



(d) V4

图 6.1-5a A~D 站的大潮流速流向验证



(E) V5

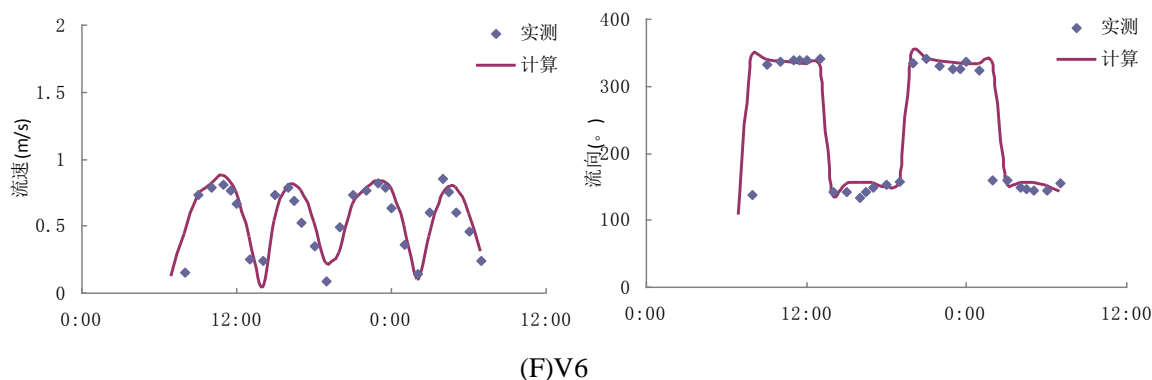


图 6.1-5b A~D 站的大潮流速流向验证

6.1.3.2 计算工况

为充分反映海域潮动力特征，这里利用潮差累计频率为 85% 的潮过程作为水动力环境影响的计算条件。藉此，利用数学模型对工程海域的流场进行推算。

本项目涉及蒿枝港至塘芦港间岸段的海堤建设，为充分反映项目进行海堤加固而不进行匡围的合理性，将计算工况设置为：

工况 0：现状岸线。

工况 1（推荐方案）：在蒿枝港至塘芦港间固有海堤、海塘基础上，修筑非透水海堤，其中，蒿枝港至五金机电城岸段海堤以对固有海塘进行加高加固的海堤修筑为主，五金机电城至塘芦港岸段海堤以对固有海堤进行加高加固为主，仅在五金机电城北侧内拐角处海堤外移约 150m，海堤基本不改变现状岸线形态；

工况 2（大方案）：在蒿枝港至五金机电城之间进行匡围，将蒿枝港南侧及五金机电城北侧海堤外推，使得蒿枝港至五金机电城之间的岸段形态更为顺直。

具体海岸形态及海堤布置如图 6.1-6~图 6.1-8 所示。



图 6.1-6 现状岸线（红色及黄色线框的外海侧）



图 6.1-7 工况 1（推荐方案——图中蓝色实线，原“土地”岸线轴线不变）



图 6.1-8 工况 2（大方案——绿色线框为新海堤）

6.1.3.3 工程前、后流场特征分析

这里主要对各个工况海区涨落潮流场进行分析，以明确工程海区的潮动力场特征。

图 6.1-9~图 6.1-11 给出了不同工况条件下工程海区大潮涨急、落急流场图。

由图 6.1-9~图 6.1-11 可知，在现有岸线条件下，工程海域位于吕四港东南部的小庙洪水道东南部，受海域整体潮流场制约，工程区前沿的涨潮流从外海以西北微偏北的方向涌入小庙洪南、北水道，经过吕四港，落潮流以相反方向回落，通过工程区前沿进入东部海域。工程所在的吕四港东南部小庙洪北水道涨落潮流基本上是东-西向的往复流，而在小庙洪南水道，即蒿枝港至塘芦港外海区的潮流方向则为东南—西北向涨落。同时，由于近岸高滩的存在，蒿枝港至塘芦港间宽阔潮滩涨落潮期间的漫滩及归槽现象显著。

对于推荐方案，即对蒿枝港至塘芦港将的固有海塘及海堤进行加高加固，仅在德汇北侧内拐角处海堤外移约 150m，基本不改变蒿枝港至塘芦港将现有岸段海岸形态特征，故而，涨落潮流速场基本未发生变化。

对于大方案，随着蒿枝港至德汇间海堤外移，蒿枝港至德汇间岸段海岸线趋直，该岸段前沿涨落潮流速略有降低，且流向有向海堤走向方向偏转趋势，且流

场变化的范围及幅度明显大于推荐方案。

比较推荐方案及大方案，推荐方案未改变现状海岸线基本形态，对涨落潮流场的影响相对更弱，海域大范围涨落潮流的形态并未受到明显影响，工程海区东部的涨落潮流向依然以偏东南—西北向往复流为主。

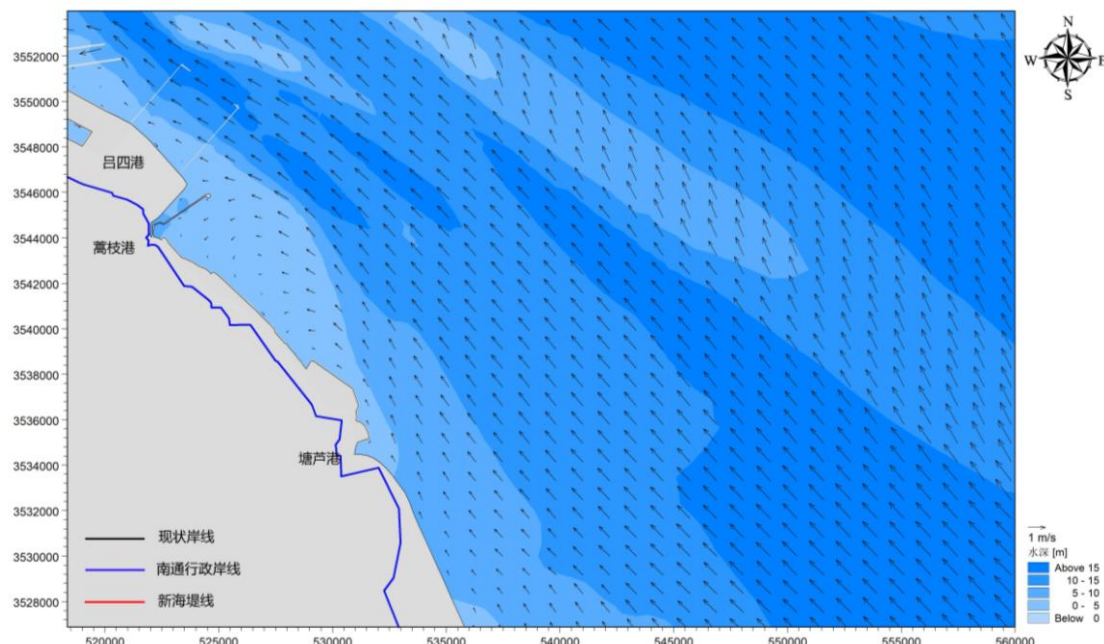


图 6.1-9a 现有岸线条件下大潮涨急流场图

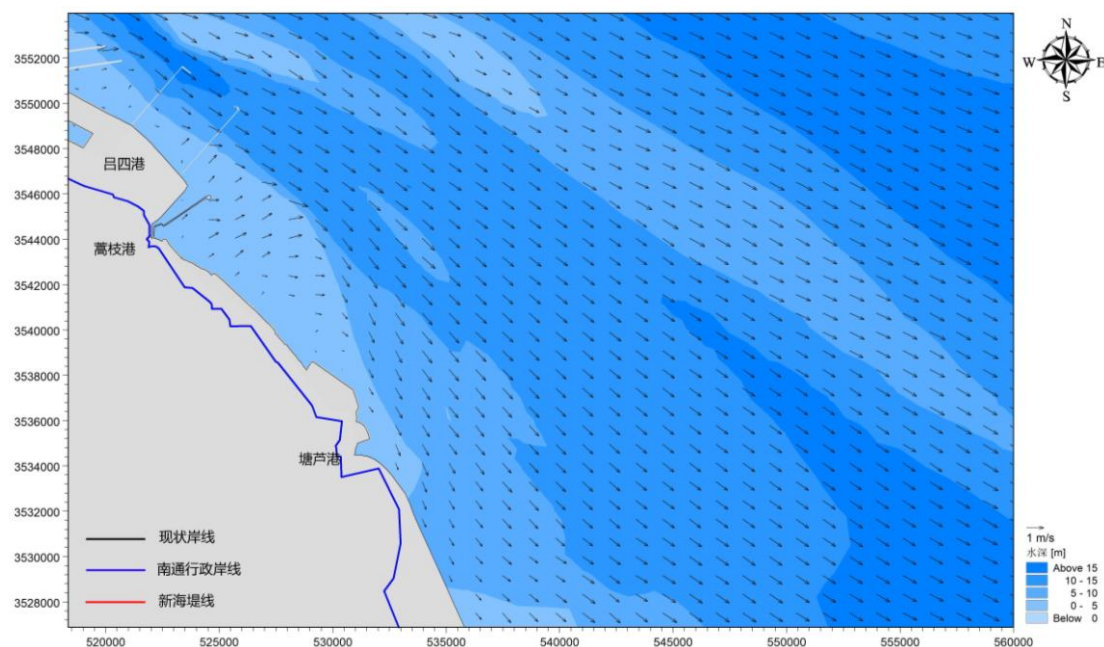


图 6.1-9b 现有岸线条件下大潮落急流场图

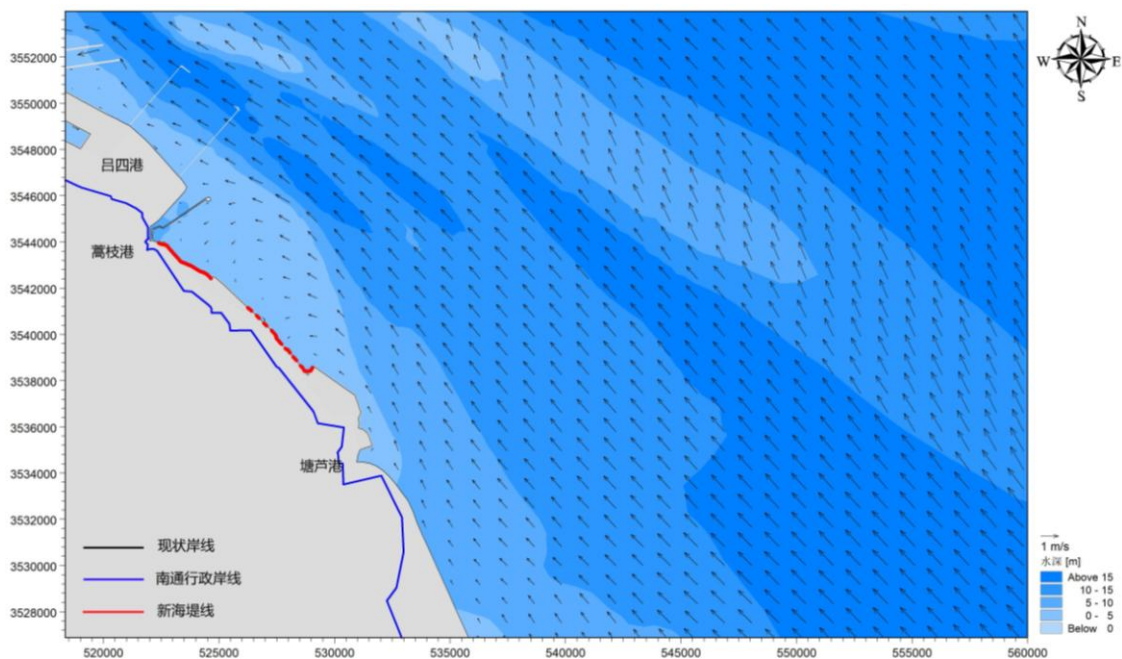


图 6.1-10a 推荐方案条件下大潮涨急流场

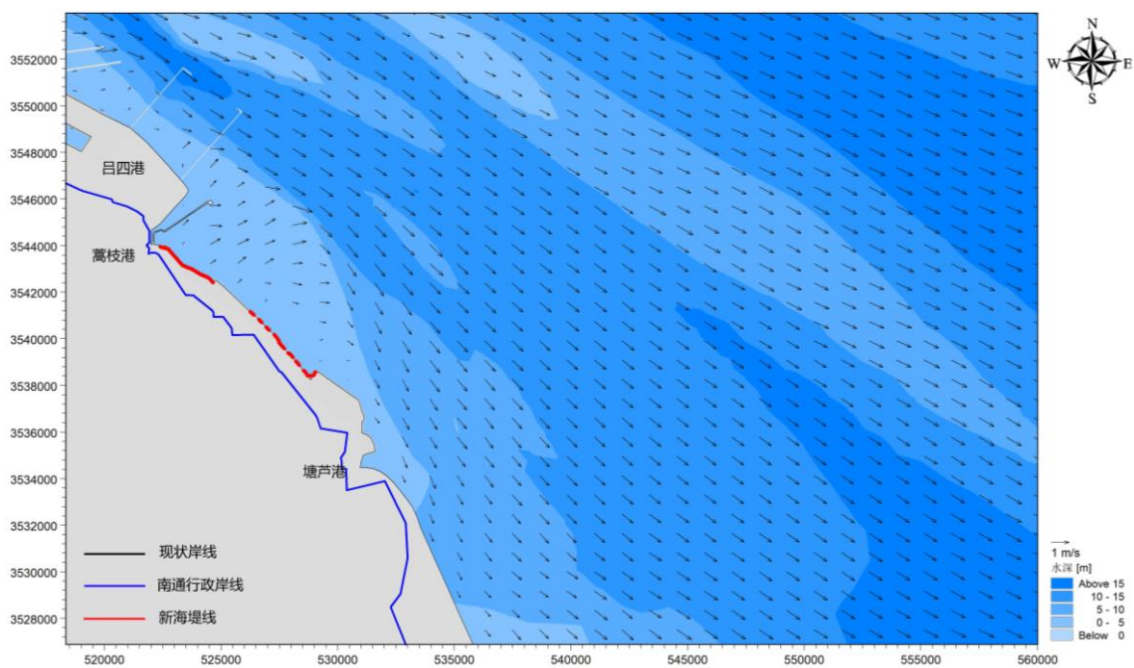


图 6.1-10b 推荐方案条件下大潮落急流场图

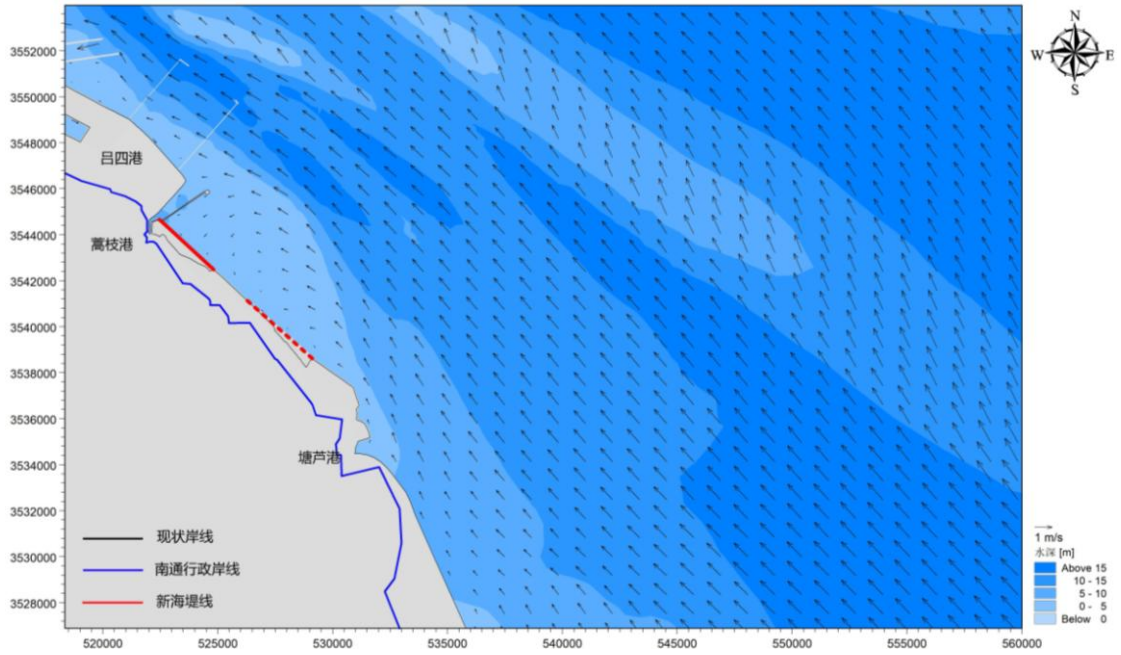


图 6.1-11a 大方案条件下大潮涨急流场

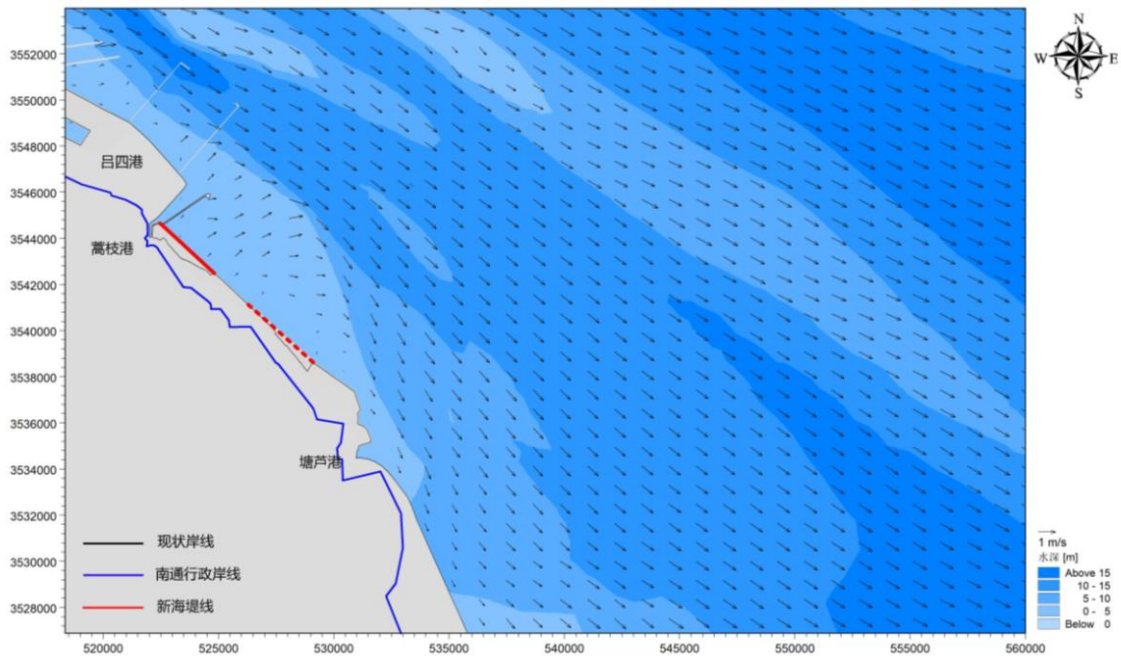


图 6.1-11b 大方案条件下大潮落急流场图

6.1.3.4 工程前、后流速变化

工程实施条件下，工程区附近的水动力环境随之发生变化。为了反映不同工况条件下的工程海区涨落潮流速场变化情况，这里给出了涨落潮期间工程海域不同工况条件下的涨急及落急流速变化分布图，见图 6.1-12~图 6.1-113。同时，为了进一步说明工程的实施对周边潮流场的影响，在重点关注的工程区附近水域、工程区北侧、南侧及东侧水域、吕四港码头等水域布置了 34 个采样点，进行定

量的分析。各个采样点（具体测点位置见图 6.1-14）涨落急时刻不同工况前后流速变化情况见表 6.1.1。

推荐方案条件下，由于主要对固有海堤及海塘进行加高加固，基本不改变海岸线形态特征，仅德汇北侧内拐角部位局部进行了海堤外移，因而，工程后蒿枝港至塘芦港间的流速场基本未出现明显变化，仅德汇北侧的内拐角前沿附近的涨落潮流速有所降低，不过，由于外移海堤所在位置的滩面高程基本在 1.50m 以上，因而，涨落潮流速变化的幅度有限，基本在 0.10m/s 以下。

大方案条件下，由于海堤向海外推进使得塘芦港至德汇之间的海岸线趋直，占用了固有潮滩，引起工程区附近涨落潮量降低，造成海堤前沿流速下降明显，涨落潮期间流速降幅达 0.05~0.30m/s，流速变化的范围及幅度远大于推荐方案。

比较推荐方案及大方案，由于推荐方案基本不改变蒿枝港至塘芦港间的海岸线形状，因而，其对周边海域的流速场影响也极为有限，流速场变迁以德汇北侧内拐角前沿的局部水域为主，远区吕四港、小庙洪等海域流速场基本未出现可见影响。

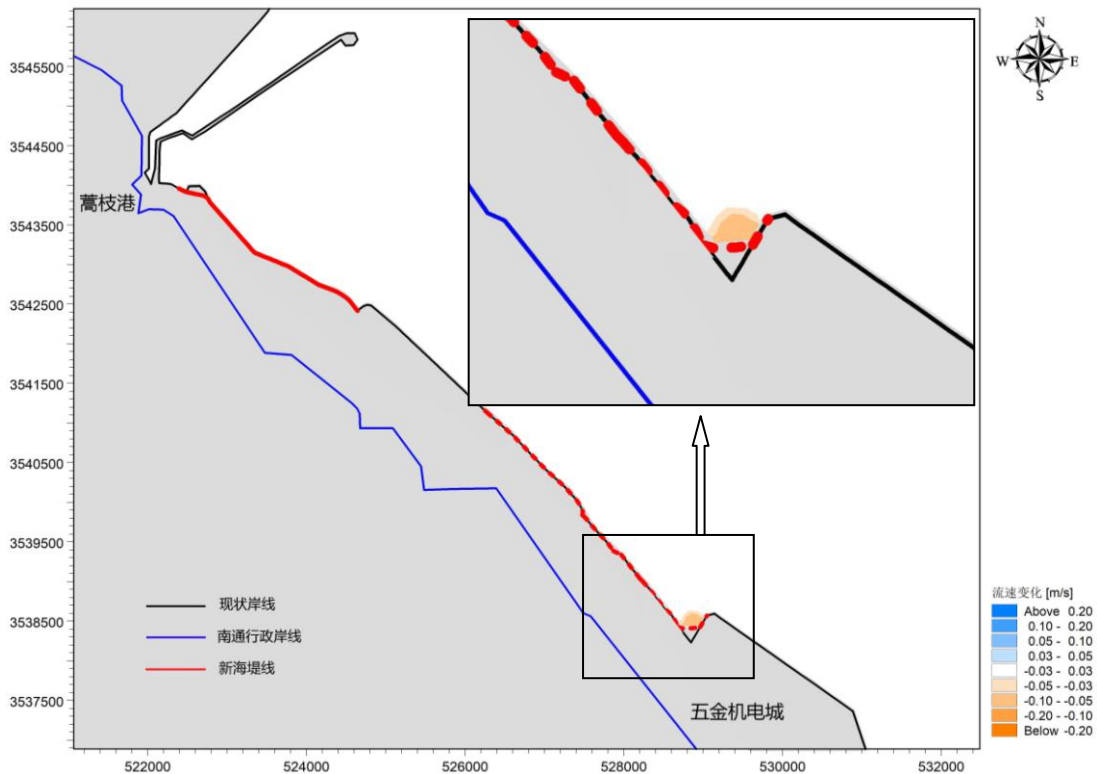


图 6.1-12a 推荐方案与现状条件下的大潮涨急流速变化分布图

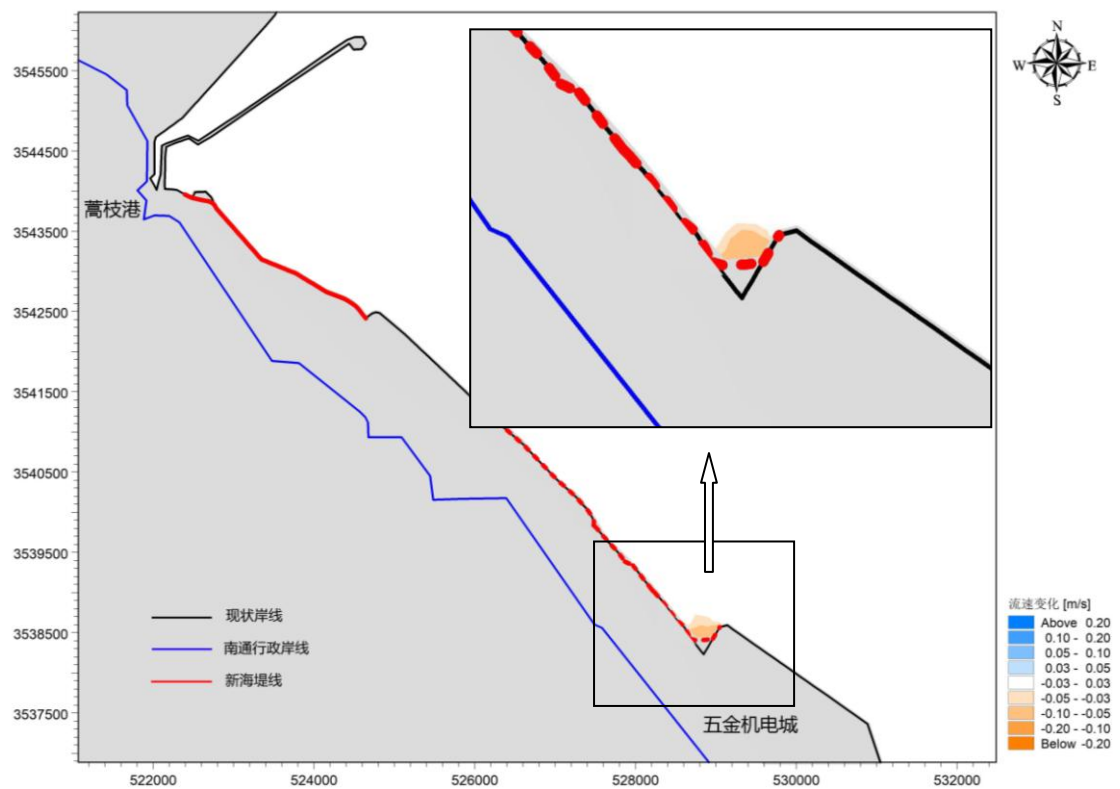


图 6.1-12b 推荐方案与现状条件下的大潮落急流速变化分布图

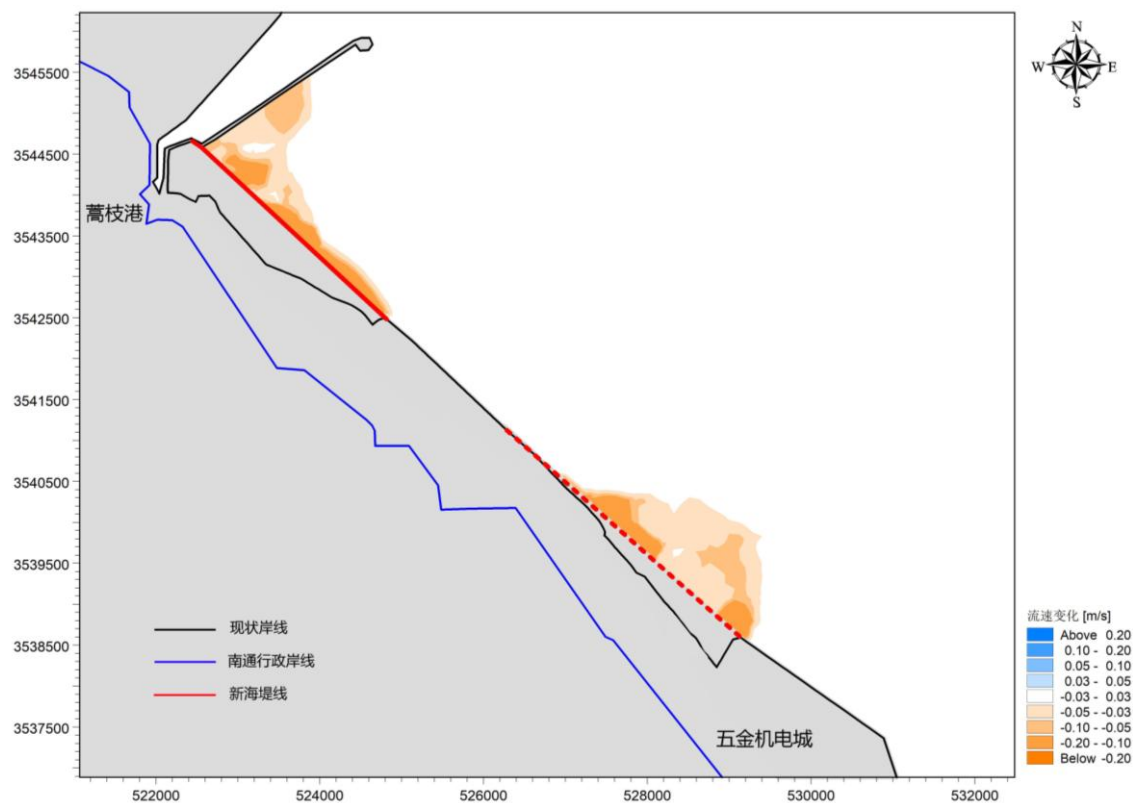


图 6.1-13a 大方案与现状条件下的大潮涨急流速变化分布图

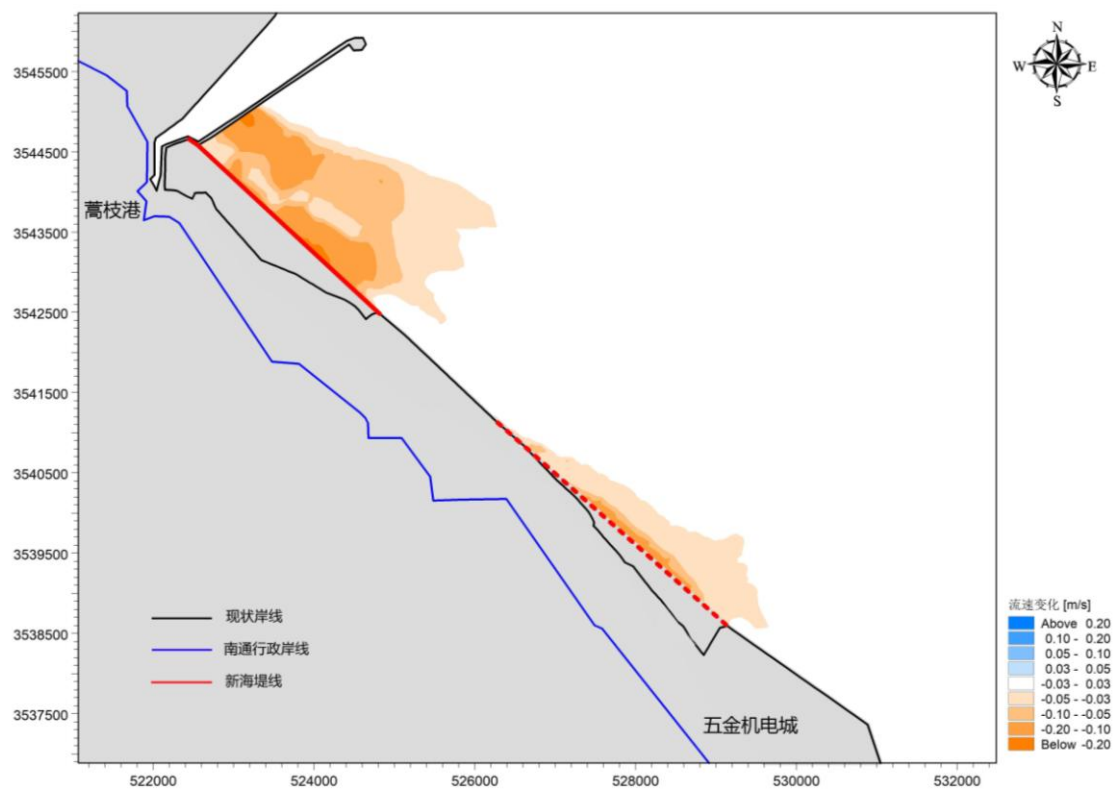


图 6.1-13b 大方案与现状条件下的大潮涨急流速变化分布图

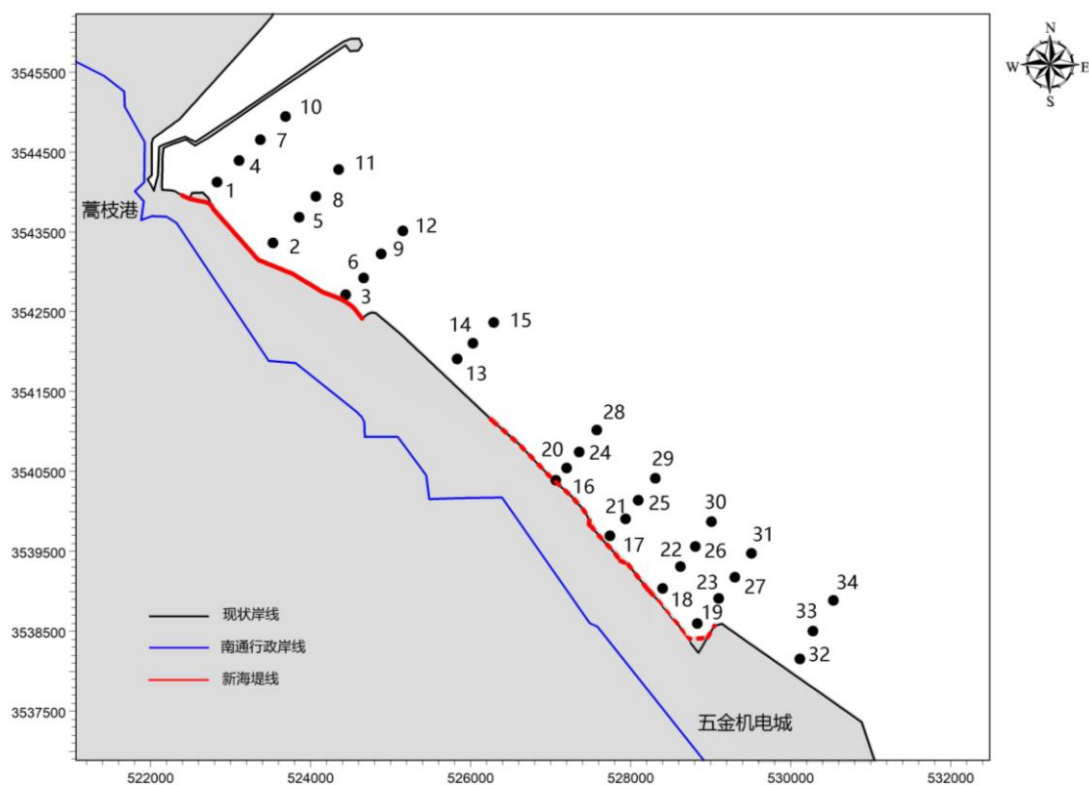


图 6.1-14 流速变化采样点位置示意图

表 6.1.1a 工程实施后大潮涨急流速变化

区域	序号	现状岸线	推荐方案		大方案	
		流速 (m/s)	流速 (m/s)	变化量 (m/s)	流速 (m/s)	变化量 (m/s)
蒿枝港 南侧岸段前沿	1	0.27	0.27	0.00	/	/
	2	0.10	0.10	0.00	/	/
	3	0.20	0.20	0.00	/	/
	4	0.32	0.32	0.00	0.20	-0.12
	5	0.43	0.43	0.00	0.33	-0.10
	6	0.56	0.56	0.00	0.50	-0.06
	7	0.66	0.66	0.00	0.58	-0.08
	8	0.47	0.47	0.00	0.44	-0.03
	9	0.61	0.61	0.00	0.59	-0.02
	10	0.64	0.64	0.00	0.58	-0.06
	11	0.73	0.73	0.00	0.72	-0.01
	12	0.64	0.64	0.00	0.63	-0.01
蒿枝港至德汇间 中部岸段前沿	13	0.20	0.20	0.00	0.20	0.00
	14	0.29	0.29	0.00	0.29	0.00
	15	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00
德汇 北侧岸段前沿	16	0.15	0.15	0.00	/	/
	17	0.14	0.14	0.00	/	/
	18	0.17	0.17	0.00	/	/
	19	0.10	0.05	-0.05	/	/
	20	0.21	0.21	0.00	0.16	-0.05
	21	0.15	0.15	0.00	0.08	-0.07
	22	0.17	0.17	0.00	0.10	-0.07
	23	0.23	0.22	-0.01	0.11	-0.12
	24	0.15	0.15	0.00	0.12	-0.03
	25	0.18	0.18	0.00	0.11	-0.07
	26	0.30	0.30	0.00	0.23	-0.07
	27	0.21	0.21	0.00	0.15	-0.06
	28	0.34	0.34	0.00	0.33	-0.01
	29	0.25	0.25	0.00	0.20	-0.05
	30	0.45	0.45	0.00	0.40	-0.05
	31	0.30	0.30	0.00	0.25	-0.05
德汇岸段前沿	32	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00
	33	0.48	0.48	0.00	0.48	0.00
	34	0.49	0.49	0.00	0.49	0.00

表 6.1.1b 工程实施后大潮落急流速变化

区域	序号	现状岸线	推荐方案		大方案	
		流速 (m/s)	流速 (m/s)	变化量 (m/s)	流速 (m/s)	变化量 (m/s)
蒿枝港 南侧岸段前沿	1	0.11	0.11	0.00	/	/
	2	0.11	0.11	0.00	/	/
	3	0.19	0.19	0.00	/	/
	4	0.17	0.17	0.00	0.10	-0.07
	5	0.27	0.27	0.00	0.15	-0.12
	6	0.31	0.31	0.00	0.19	-0.12
	7	0.32	0.32	0.00	0.19	-0.13
	8	0.36	0.36	0.00	0.28	-0.08
	9	0.48	0.48	0.00	0.39	-0.09
	10	0.26	0.26	0.00	0.21	-0.05
	11	0.59	0.59	0.00	0.52	-0.07
	12	0.65	0.65	0.00	0.58	-0.07
蒿枝港至德汇间 中部岸段前沿	13	0.31	0.31	0.00	0.29	-0.02
	14	0.41	0.41	0.00	0.38	-0.03
	15	0.55	0.55	0.00	0.53	-0.02
德汇 北侧岸段前沿	16	0.25	0.25	0.00	/	/
	17	0.21	0.21	0.00	/	/
	18	0.25	0.25	0.00	/	/
	19	0.10	0.05	-0.05	/	/
	20	0.34	0.34	0.00	0.28	-0.06
	21	0.30	0.30	0.00	0.24	-0.06
	22	0.31	0.31	0.00	0.24	-0.07
	23	0.29	0.28	-0.01	0.22	-0.07
	24	0.36	0.36	0.00	0.33	-0.03
	25	0.35	0.35	0.00	0.30	-0.05
	26	0.32	0.32	0.00	0.26	-0.06
	27	0.36	0.36	0.00	0.30	-0.06
	28	0.36	0.36	0.00	0.34	-0.02
	29	0.39	0.39	0.00	0.37	-0.02
30	0.41	0.41	0.00	0.38	-0.03	
31	0.36	0.36	0.00	0.33	-0.03	
德汇岸段前沿	32	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00
	33	0.46	0.46	0.00	0.46	0.00
	34	0.39	0.39	0.00	0.39	0.00

6.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与分析

6.2.1 泥沙冲淤计算方法

为了研究拟建工程对海洋冲淤环境的影响分析,在上述潮流数学模型的基础上,进行了泥沙冲淤数学模型计算。具体方法如下:

(1) 悬浮物输运扩散模型

基于水流运动方程,悬浮泥沙输移方程为:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial x} \left(h D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{1}{h} \frac{\partial}{\partial y} \left(h D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{F_s}{h} + \phi \quad (6-7)$$

式中: x 、 y 为笛卡尔坐标; t 为时间; h 为总水深; S 为悬沙浓度; u 、 v 为潮流垂线平均流速在 x 、 y 方向上的分量; D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向上泥沙扩散系数; F_s 为泥沙冲淤函数; ϕ 为源汇项。

(2) 海床冲淤变化

根据研究海域悬沙组成和垂线平均含沙量较高的特点,模式用切应力法由床面临界淤积切应力和临界冲刷切应力确定源汇项。

$$F_s = \begin{cases} \omega S (\tau / \tau_d - 1) & \tau \leq \tau_d \\ 0 & \tau_d < \tau < \tau_e \\ M (\tau / \tau_e - 1) & \tau \geq \tau_e \end{cases} \quad (6-8)$$

式中 τ_d 为临界淤积切应力 (N/m^2), τ_e 为临界冲刷切应力 (N/m^2), M 为冲刷系数 ($\text{kg/m}^2\text{s}$)。

由悬沙引起的底床冲淤变化方程为

$$\gamma_d \frac{\partial \eta_b}{\partial t} - F_s = 0 \quad (6-9)$$

式中: γ_d 为床沙干容重, η_b 为海床床面的竖向位移 (即冲淤变化量)。

定解条件

除开潮流数学模型应该满足的边界条件外,还应满足悬沙模型开边界条件:

$$\text{入流时: } S(x, y, t)|_{\Gamma} = S_*(x, y, t)$$

$$\text{出流时: } \frac{\partial}{\partial t} [(h+z)S] + \frac{\partial}{\partial x} [(h+z)uS] + \frac{\partial}{\partial y} [(h+z)vS] = 0$$

闭边界满足 $\frac{\partial S}{\partial n} = 0$ ， n 为闭边界外法向方向。

施工入海悬浮物扩散模型开边界一般要求满足：

$$\frac{\partial}{\partial t} [(h+z)C] + \frac{\partial}{\partial x} [(h+z)uC] + \frac{\partial}{\partial y} [(h+z)vC] = 0$$

闭边界满足 $\frac{\partial C}{\partial n} = 0$ ， n 为闭边界外法向方向。

(3) 冲淤验证

工程海域近期的工程较少，实测的地形也不多，同一区域内近期的重复测量的地形则更少。为进一步验证泥沙模型的合理性，这次收集到了 2013 年 12 月以及 2019 年 3 月启东五金机电城附近海域（图 6.2-1 中两次地形测量重叠的部分）的水下地形实测资料，对海床冲淤演变进行验证计算。

图 6.2-1 给出了工程区海域 2013 年至 2019 年间的实测海床冲淤变化特征。图 6.2-1 给出了工程海域 2013~2019 年间的模拟海床冲淤变化情况。

由图 6.2-1 可见，2013~2019 年间，工程区前沿海域的海床冲淤呈现比较明显的西北部冲刷、东南部淤积的特征。西北部海床冲刷幅度大部分在 0.2~0.6m 之间，局部冲刷最大可达 1.5m 以上；东南部海床淤积幅度基本在 0.1~0.7m 之间。综合而言，2013~2019 年间海床年平均冲刷幅度约 0.1m/a，海床年平均淤积幅度约 0.06m/a。

同时，模拟海床冲淤分布特征与实测海床冲淤较为相似，均反映出了西北部冲刷、东南部淤积的基本形态，且冲淤幅度及范围也基本相似，表明潮流泥沙数学模型能较好的反映工程海域的泥沙输运特征及海床演变过程，符合相关标准及规范的要求，可为相关工程研究提供必要的科学支撑。

6.2.2 泥沙冲淤影响分析

与潮流流速变化类似，为进一步说明工程的实施对周边泥沙冲淤强度分布的影响，图 6.2-2 给出了不同方案实施之后，工程周边重点关注水域的年冲淤强度分布情况，同样在工程区附近水域布置了 34 个采样点（点位与流速采样点相同）进行冲淤情况的定量分析，结果见表 6.2.1。

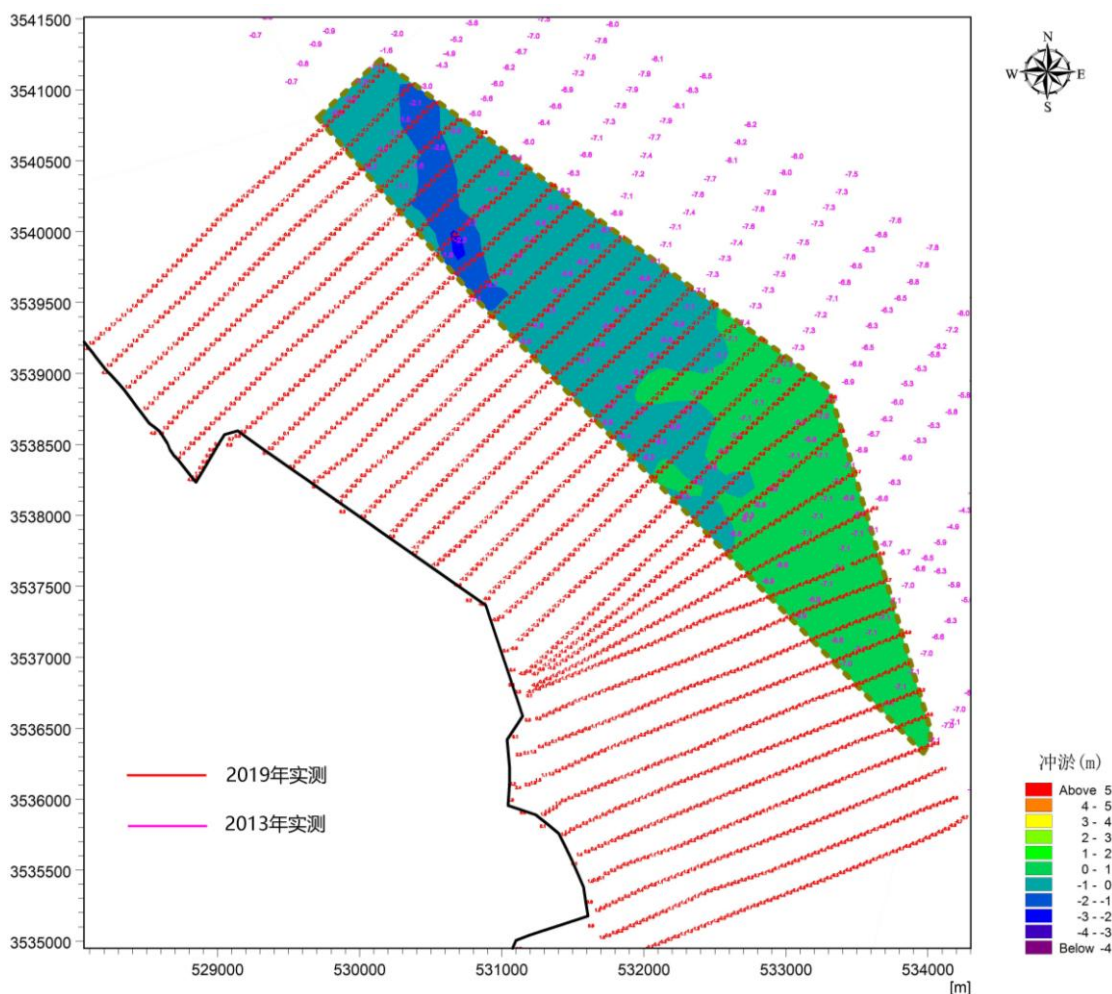


图 6.2-1 2013~2019 年间实测海床冲淤（彩色为模拟冲淤）

由此可见，当推荐方案实施后，由于基本未改变蒿枝港至塘芦港之间的海岸线形状，仅德汇内拐角附近岸线有所外推，使得该区域海堤前沿附近出现小幅度淤积，而海堤建设对其它岸段前沿的泥沙冲淤则基本无影响。同时，由于德汇内拐角附近海堤外移位置的滩面高程已经达 1.50m 以上，且外移的距离也基本在 150m 以内，因而，该段海堤前沿的泥沙回淤强度基本在 0.10m/a 以下。

大方案实施后，受新建海堤影响，前沿流速降低为主影响，海堤前沿滩面以泥沙淤积为主，泥沙回淤强度基本在 0.05~0.50m/a 之间。由于蒿枝港一侧新建海堤实施后，占用的滩面面积与德汇北侧新建海堤占用的滩面面积相比相对更大，因而，蒿枝港一侧新海堤前沿泥沙回淤的强度也相对更大。

比较推荐方案及大方案，由于推荐方案基本未改变现状海岸线形态，因而工程对周边海域冲淤影响轻微，对于远区的小庙洪水道、吕四港等海区的冲淤基本没有影响。

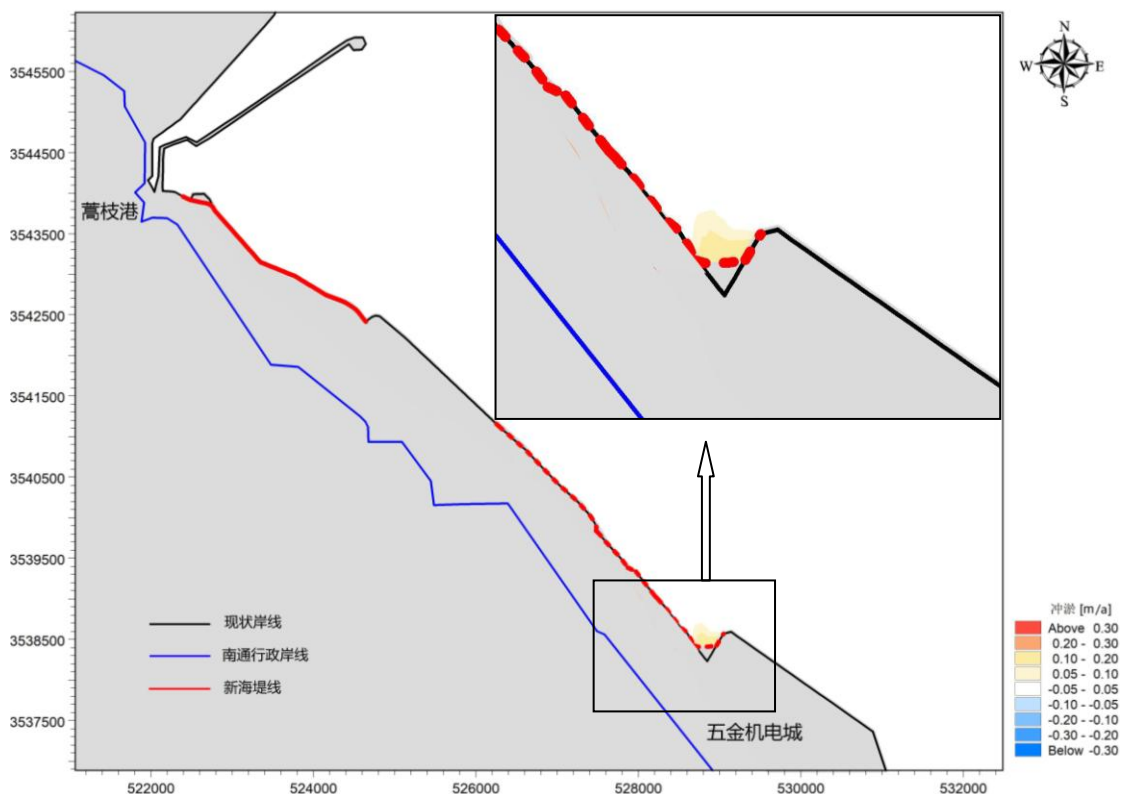


图 6.2-2a 推荐方案下周边水域泥沙回淤强度分布图 (m/a)

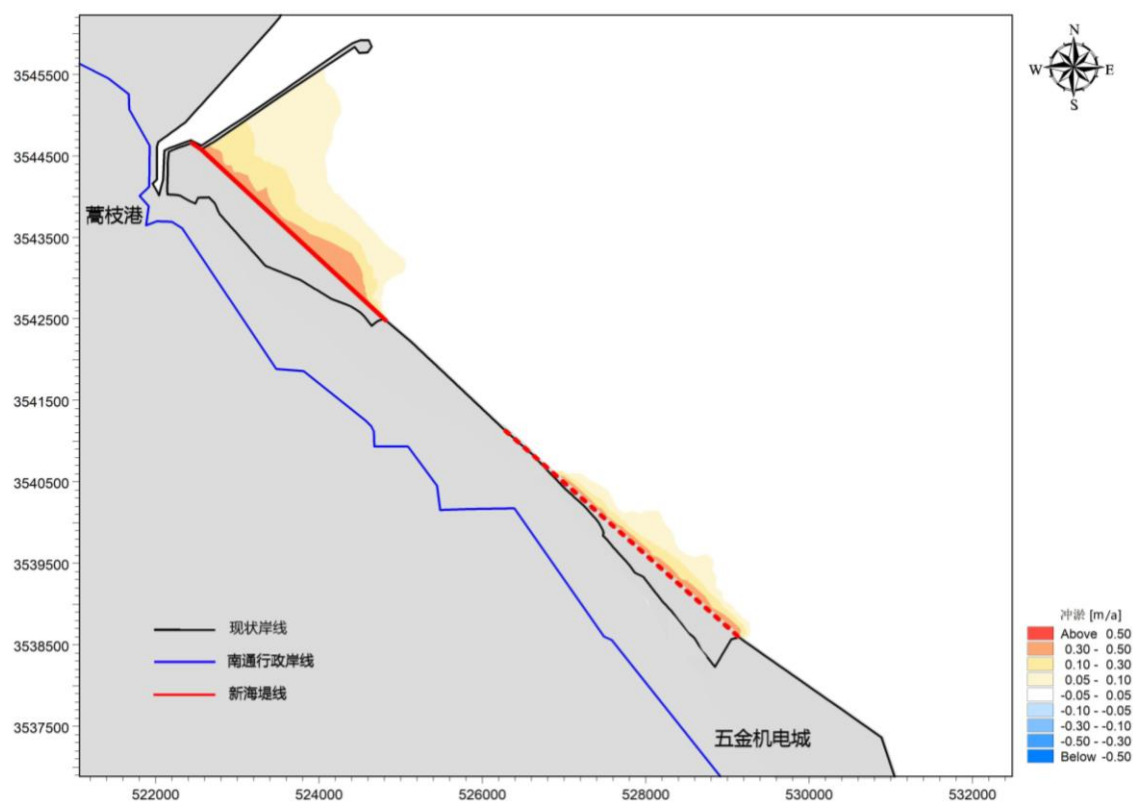


图 6.2-2b 大方案下周边水域泥沙回淤强度分布图 (m/a)

表 6.2.1 不同方案工程实施后泥沙年冲淤强度(m/a)

区域	序号	工况 1 (工况 0 基础上)	工况 2 (工况 0 基础上)
蒿枝港南侧岸段 前沿	1	0.00	/
	2	0.00	/
	3	0.00	/
	4	0.00	0.25
	5	0.00	0.26
	6	0.00	0.22
	7	0.00	0.11
	8	0.00	0.11
	9	0.00	0.06
	10	0.00	0.06
	11	0.00	0.04
	12	0.00	0.03
蒿枝港至德汇间 中部岸段前沿	13	0.00	0.00
	14	0.00	0.00
	15	0.00	0.00
德汇北侧岸段前 沿	16	0.00	/
	17	0.00	/
	18	0.00	/
	19	0.09	/
	20	0.00	0.06
	21	0.00	0.11
	22	0.00	0.17
	23	0.00	0.14
	24	0.00	0.03
	25	0.00	0.06
	26	0.00	0.06
	27	0.00	0.02
	28	0.00	0.00
	29	0.00	0.01
	30	0.00	0.01
	31	0.00	0.00
德汇岸段前沿	32	0.00	0.00
	33	0.00	0.00
	34	0.00	0.00

6.3 海水水质环境影响预测与评价

6.3.1 施工废水及生活废水影响分析

本次评价的海岸防护工程采用将土源通过泥驳船运至工程外侧海域，再用输送管至现有堤岸内侧的围塘，在需要采用泥浆泵吹填成堤，与海域侧的水体没有交换，吹填时产生的高浓度浑水经过现有海堤内侧的废弃养殖塘沉降后，“清水”通过蒿枝港排入外海，疏浚产生的SS通过沉降后浓度很小，并且不会直接排放入海，对海洋水质环境的影响较小。因此，在施工过程中的水污染主要来自于施工人员生活污水、生产废水以及船舶生活污水和机舱油污水。

(1) 施工人员生活污水

施工期人员的生活污水包括食堂污水、洗涤用水和粪便污水。污水的主要污染物为 COD_{Cr} 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和SS 等。废水中 COD_{Cr} 浓度约为400mg/L、 BOD_5 浓度约为200mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度约为40mg/L，SS浓度约250mg/L。

本工程施工平均日用工量100人。生活用水量按100L/（人·d）计，排水系数为0.8，则生活污水发生量约为8t/d。施工期生活污水中各污染物发生量： COD_{Cr} 约为3.2 kg/d、 BOD_5 约为1.6 kg/d、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 约为0.32 kg/d，SS 约为2.0 kg/d。施工营地设置环保厕所，由环卫部门定期清运。

(2) 施工生产废水

主要来自施工车辆和机械冲洗水，此类废水产生量较少，主要污染因子SS、石油类，发生量约为3m³/d。施工现场的生活用水及其他机械冷却、洗涤用水，此类废水经场内隔油沉淀池处理后回用于施工期石料、砼构件等养护用水，考虑到地表蒸发等作用，实际排入海域的量很少，对水环境影响小。

(3) 船舶生活污水和机舱含油污水

本工程的施工船舶包括运砂船/泥驳等，同时施工船舶总数约为4艘计算，平均每艘船上人员约为10人计算，每人每天污水量按80L估算，船员生活污水发生量约为3.2m³/d，年生活污水发生量约为960m³（300天计），生活污水中主要污染物为COD，浓度约为350mg/L，则COD年产生量约为0.336t/a。船舶生活污水由有资质的单位接收处理。

施工期间的船舶含油污水主要来自施工船舶产生的舱底油污水。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2018）中施工船舶舱底油污水发生量系数

进行计算，油污水的产生量按0.4吨/天·艘计，约为1.2m³/d，年污水发生量约为360m³（300天计）。机舱油污水的含油量按2000mg/L估算，则石油类污染物的发生量约为0.72t/a。船舶油污水由有资质的单位接收处理。

综上，本工程陆域施工人员的生活污水由施工营的环保厕所收集后，由环卫部门定期清运；陆域施工生产废水经场内隔油沉淀池处理后回用于施工期石料、砼构件等养护用，基本上不会排放；船舶生活污水和机舱油污水委托有资质的单位接收处理，因此，本工程施工期的各项污水均得到妥善处置，不会排放入海，对海洋环境的影响是可接受的。

6.3.2 营运期水环境影响分析

海岸防护工程在正常运行期间不产生任何污染物及其废水，不会对海洋的水环境产生影响。

6.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

由于工程区范围不大，紧靠近岸潮滩地区，且在施工过程中采用“干法”施工，施工中不会对海洋沉积物环境产生直接影响。筑堤土方在拟建围堤内侧获取，根据海洋环境监测结果，工程海域沉积物质量良好。考虑到本工程筑堤填充物来自工程区域，与工程周边海域沉积物性质一致，且沉积物质量良好，且施工采用“干法”施工，本工程占用的区域基本上为渔民高涂养殖区自围堤，因此，本工程建设对海洋沉积物质量造成的影响很小。

6.5 海洋生态环境（包括生物资源）影响预测与评价

6.5.1 对生态影响的主要环节

工程在施工过程中采用泥浆泵吹填成堤，与海域侧的水体没有交换，吹填时产生的高浓度浑水经过现有海堤内侧的废弃养殖塘沉降后，“清水”通过蒿枝港排入外海，虽然在施工过程中不会产生施工悬浮物对海洋水环境产生影响，但工程施工占用了内侧的“废弃”养殖塘且海岸防护工程也占用了海域，造成该区域内底栖生物的死亡，因此本次评价中主要对底栖生物的影响进行预测与评价。

6.5.2 对生态影响分析

工程施工过程中，地基附近的游泳生物由于活动能力较强，大多数会逃离现场，活动能力差的底栖生物如虾、短蛸将被覆盖死亡。

6.5.3 施工期生态环境影响分析

(1) 评估方法

根据《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》中的“表 2 海洋建设项目及油污染海洋生物资源损害补偿内容”确定本工程建设造成的生态损失应计算列于表 6.5.1 中。

表 6.5.1 海洋建设项目及油污染海洋生物资源损害补偿内容

建设项目类型	海洋生物资源损害补偿内容					
	鱼类	甲壳类和头足类等	鱼卵仔稚鱼	浮游动物	底栖生物	潮间带生物
海岸防护工程用海	★	★	★	☆	★	★

注：★为主要必选补偿内容，☆为依据建设项目具体情况可选补偿内容。

①底栖生物、潮间带生物资源损害和损失经济价值评估引用公式：

$$Y = \sum_{i=1}^n D_i \cdot S \cdot F$$

式中：

Y——生物价值（元）；

n——代表不同的补偿内容；

D_i ——i 类群生物量（kg/hm²）；

S——占用的海域面积或污染面积（hm²）；

F——当地生物平均价格（元/kg）。

②浮游动物资源损害和损失经济价值评估引用公式：

根据营养级与生态效率的转化关系，按生物学的十分之一定律，将浮游动物总生物量转化为低级游泳动物生物量。

$$Y = \frac{D \cdot V \cdot F}{10}$$

式中：

Y——浮游动物价值（元）；

D——浮游动物生物量（kg/hm²）；

V——占用和影响的海域体积（hm²）；

F——当地浮游动物平均价格（元/kg）。

3、鱼卵、仔稚鱼损失量计算引用公式：

$$W = D \cdot S_j \cdot K_j \cdot h$$

W ——鱼卵、仔稚鱼损失量，单位（个/尾）；

D ——鱼卵、仔稚鱼密度（ind./m³），四块海域取各自的鱼卵、仔稚鱼平均密度；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积（m²）；

K_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区鱼卵、仔稚鱼资源损失率（%），生物资源损失率取值详见《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》；

h ——占用海域的平均水深（m）

鱼卵、仔稚鱼损失经济价值计算公式：

$$M=W \cdot P \cdot E$$

式中：

M ——鱼卵、仔稚鱼损失经济价值，单位（元）；

W ——鱼卵、仔稚鱼损失量，单位（个/尾）；

P ——鱼卵、仔稚鱼折算为商品鱼苗的成活率（%）；

E ——当地鱼苗平均单价（元/尾）。

鱼卵和仔鱼折算为鱼苗的换算比例（ P ），鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算。见表 6.5.2。

表 6.5.2 “江苏海域海洋生态环境现状监测——海洋生物多样性专项”中各海域各生物类型平均生物量

海域	平均生物量						
	鱼类	甲壳类和头足类	鱼卵	仔稚鱼	浮游动物	底栖生物	潮间带生物
	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(ind./m ³)	(ind./m ³)	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)	(kg/hm ²)
连云港海域	3.18	3.43	10.40	2.13	8.45	894.22	2565.50
废黄河三角洲海域	2.24	1.24	0.20	0.64	2.46	174.76	284.24
辐射沙洲海域	3.22	5.37	3.26	2.40	8.04	64.78	950.83
长江口北部海域	9.10	3.32	18.24	1.96	11.58	277	1352.70

本工程位于长江口北部海域的潮间带，采用潮间带生物平均生物量进行计算。

(2) 计算结果

本工程护岸用海面积为 14.2173 公顷，潮间带生物量均值为 1352.70kg/hm²，

则护岸引起的生物损失量为 $14.2173 \times 1352.70 \times 20 = 384.63t$ 。

项目建设造成的底栖生物总损失量为 384.63t，底栖生物按 1.0 万元/吨计，则造成底栖生物损失为 384.63 万元。

6.5.3.2 悬浮物增加对生物资源的影响

1) 计算方法

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

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

悬浮泥沙对海洋生物资源损害，按下式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \quad (\text{式 6.5-2})$$

式中： W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个（个）、千克(kg)； D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/ km^2 ）、个平方千米（个/ km^2 ）、千克平方千米（kg/ km^2 ）； S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（ km^2 ）； K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；生物资源损失率取值参见表 6.5.3。n——某一污染物浓度增量分区总数。

表 6.5.3 污染物对各类生物损失率

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

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

2) 损失计算

施工期间产生的悬浮泥沙超二类水质标准 (>10mg/L 浓度范围) 面积按照工程施工实际占用的内侧废弃养殖塘面积测算，经现场测量选用工程中部的两个

废弃养殖塘作为高浓度浑水泥沙沉降净化之用，其面积约为 0.34km²。

悬浮泥沙浓度增量在区域存在时间少于 15 天，因此按一次性平均受损量评估，根据表 6.5-2 生物损失按各超标倍数对应的平均生物损失率计算，大于 9 倍时按 50%计。计算参数值见表 6.5.4。

表 6.5.4 不同计算区域的计算参数值

项目	类型	悬浮泥沙扩散范围带划分			
		10-20mg/L	20-50mg/L	50-100mg/L	>100mg/L
面积 (km ²)		0	0	0	0.34
损失率 (%)	鱼卵与仔稚鱼	5	17.5	40	50
	成体	1	5.5	15	20
	浮游动物	5	20	40	50
	浮游植物	5	20	40	50

注：悬浮物增量 10-20mg/L 浓度范围面积为>10mg/L 浓度范围面积减去>20mg/L 浓度范围面积；悬浮物增量 50-100mg/L 浓度范围面积为>50mg/L 浓度范围面积减去>100mg/L 浓度范围面积。

浮游动物、鱼卵和仔稚鱼、鱼类、甲壳类和头足类生物资源损失计算采用《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》中对应的生物资源平均生物量计算，浮游动物平均生物量为 11.58kg/hm²，鱼卵和仔鱼平均生物量分别为 18.24 个/m³ 和 1.96 个/m³，鱼类平均生物量为 9.10kg/hm²，甲壳类和头足类平均生物量为 3.32kg/hm²。施工期悬沙增量造成生物损失估算见表 6.5.5。

表 6.5.5 本项目施工期悬浮泥沙扩散引起的生物资源损失量计算表

损害类型	生物种类	生物量和生物密度 D	单位	悬沙浓度 (mg/L)	各污染区面积 S_j (km ²)	计算水深 H (m)	损失率 K (%)	生物资源累计损失量 W_i 计算公式	生物损失总量 W
施工期产生悬浮泥沙扩散	浮游动物	11.58	kg/hm ²	10~20	0.34	—	5	$W_i=D \times S_j \times K$	0.197t
				20~50			20		
				50~100			40		
				>100			50		
	鱼卵	18.24	个/m ³	10~20	0.34	1.0	5	$W_i=D \times S_j \times H \times K$	3.101×10^6 个
				20~50			20		
				50~100			40		
				>100			50		
	仔鱼	1.96	个/m ³	10~20	0.34	1.0	5	$W_i=D \times S_j \times H \times K$	0.333×10^6 个
				20~50			20		
				50~100			40		
				>100			50		
	鱼类	9.10	kg/hm ²	10~20	0.34	—	5	$W_i=D \times S_j \times K$	0.1547 t
				20~50			20		
				50~100			40		
				>100			50		
	甲壳类和头足类	3.32	kg/hm ²	10~20	0.34	—	5	$W_i=D \times S_j \times K$	0.0564t
				20~50			20		
				50~100			40		
				>100			50		

综合以上分析结果,本项目的实施对海洋生态环境的影响主要来自围海占用海域资源引起的生物资源损害和施工搅动的悬浮泥沙扩散对周边海洋生物的影响。项目用海进行围海及构筑物施工会直接掩埋用海区内的浮游动物、潮间带生物、鱼卵和仔鱼、鱼、虾、蟹、贝类等;施工搅动的高浓度悬浮泥沙扩散会使施工区周边一定范围内水体浑浊度增大,影响浮游植物的光合作用,导致其死亡,从而降低水域内初级生产力水平,同时搅起的底泥中的污染物也会对水体造成二次污染,影响浮游植物的生长,进而对浮游动物的生长率、存活率、摄食率等造成影响,堵塞浮游动物的食物过滤系统和消化器官等,从而影响鱼卵、仔鱼和鱼、虾、蟹、贝等的生长发育。本项目施工期已基本结束,对海洋生态环境的这些影响已经消失,生物资源正逐步得到恢复。

本项目实施共造成浮游动物总损失量为 0.197t,潮间带生物总损失量为 384.63t,鱼卵总损失量为 3.101×10^6 个,仔鱼总损失量为 0.333×10^6 个,鱼类损失量为 0.1547t,甲壳类和头足类损失量为 0.0564t。

本项目实施对海洋生物资源的损失将由相关主管部门征收生态补偿金,进行科学合理的渔业资源增殖规划,做好渔业资源修复和补偿的工作,有层次、有步骤地实施渔业资源增殖放流工作,以期实现对区域渔业资源的修复和补偿。

6.5.4 本工程补偿方式建议

根据本工程附近海域的实际情况和多年的生态补偿情况,本工程推荐采用增殖放流的方法进行生态补偿。按照《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法》推荐方法计算生态损失,浮游动物及甲壳类和头足类损失也按 1.0 万元/吨计,二者共计 0.253 万元,鱼类按 10.0 万元/吨计,即 1.547 万元。鱼卵和仔鱼分别按按 1%和 5%折算,这样二者共计损失量为 47660 (31010+16650) 条,4.766 万元,加上底栖生物生态损失量,本项目生态损失补偿金额为 391.20 万元。

为了缓解和减轻工程对所在的海区生态环境水生生物的不利影响,建设单位应按照《水生生物增殖放流管理规定》(农业部令第 20 号,2009.3)、《江苏省水生生物资源增殖放流工作规范》(2007 年)的要求实施生态补偿工作。建议采用增殖放流的方式进行,具体放流物种为三疣梭子蟹、中国花鲈、舌鳎,于项目建设完成后进行增殖放流,放流时间为每年 6~9 月,放流海域为工程周边海域,放流时间为项目建设完成后。

6.6 其他内容的环境影响预测与评价

6.6.1 施工期声环境影响预测与评价

本项目施工主要包括施工船舶、钢筋混凝土浇筑和建筑工程等。根据以上工程的施工特点，对声环境影响较大的施工机械主要有推土机、水泥震捣器和施工船舶等。通过对其它相关港口建设施工现场的类比监测，上述机械的噪声值见表 6.6.1。

表 6.6.1 施工机械噪声值

机械名称	监测距离 (m)	作业噪声值 (dB(A))
自卸卡车	10	78
泥浆泵	10	81
推土机	10	90
施工船舶	10	80
噪声叠加值	10	91.10

施工现场作业噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)标准要求。将上述各种机械的作业噪声值代入声源衰减模式，可求出各种机械的影响范围，计算模式见下式，结果见表 6.6.2。

声源衰减模式：

$$L_i = L_o - 20Lg(r_i / r_o)$$

式中： L_i — r_i 处的噪声值[dB (A)]；

L_o — r_o 处的噪声值[dB (A)]；

r_i —预测点至噪声源距离；

r_o —监测距离。

表 6.6.2 机械噪声影响范围 单位: m

机械名称	评价标准噪声限值dB(A)		达标影响范围 (m)	
	昼	夜	昼	夜
叠加后的噪声	70	55	114	638

从计算结果可知: 考虑施工机械噪声的叠加后, 噪声在距离施工现场白天114m, 夜间638m外即可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)的要求。本工程周边没有永久居民点等噪声敏感目标, 周边没有永久居民点等噪声敏感目标, 噪声衰减较快, 对周边环境影响较小。但仍需注意运输车辆经过村庄时避免鸣笛、注意减速, 避免夜间高噪声设备施工作业。

6.6.2 施工期大气环境影响预测与评价

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

(1) 扬尘

施工粉尘主要来源于匡围工程完后的垦区内部建设时段各种作业过程中产生的扬尘和散逸尘, 其中扬尘以工程车辆行驶扬尘为主, 可达70%。施工粉尘将导致周围空气中悬浮颗粒物浓度短期显著上升, 但是其影响范围较小, 多在源点周围50~100m。根据其他施工工地现场监测, 施工作业场地附近地面粉尘浓度可达1.5-30mg/m³。围垦区内除围塘、道路、河道等外, 还建设配套办公仓储功能区块, 建设过程中通过洒水等降尘措施, 可消减80%扬尘产生量, 估计施工期内扬尘排量约为2t/a。

(2) 车辆尾气

施工期间车辆排放的少量尾气会对大气环境造成短期污染, 主要为CO、NO_x等污染因子。项目处于沿海区域, 空气动力强, 少量汽车尾气迅速稀释扩散, 对大气环境影响有限。

6.6.3 施工期固体废物对环境影响的分析

施工期固体废弃物主要为施工人员的生活垃圾。施工人员生活垃圾按1.0kg/d·人计, 施工期固体废物产生量约为100 kg/d。生活垃圾不得投入海中, 收集后交当地环卫部门统一处理。

施工期的建筑垃圾主要包括废弃土石方及建筑材料, 本工程实际建设过程中, 建筑垃圾产生量约为5t/a, 该部分建筑垃圾大部分均能综合利用, 不能利用

的约为0.5t，委托环卫部门统一处理。

船舶生活垃圾产生量约为 60kg/d，年生活垃圾发生量约为 18t，船舶垃圾接收后由环卫部门定期清运。

综上，本工程各项固体废物均得到了妥善处置，不会直接排放入海，对海洋环境的影响是可接受的。

6.7 对生态敏感区和环境保护目标的环境影响分析

本工程周边主要的环境敏感目标为工程周边的滩涂养殖区。本工程占用的区域基本上为渔民高涂养殖区自围堤，本工程施工期采用将土源通过泥驳船运至工程外侧海域，再用输送管至现有堤岸内侧的围塘，在需要采用泥浆泵吹填成堤，与海域侧的水体没有交换，吹填时产生的高浓度浑水经过现有海堤内侧的废弃养殖塘沉降后，“清水”通过蒿枝港排入外海，对海洋水质环境的影响较小。同时，本工程施工过程产生的生活污水、生活垃圾、船舶生活污水等均得到妥善处置，不会排放入海。对本工程占用的海域造成的底栖生物的损失，本次评价采用生态补偿的方式进行补偿。

综上所述，本工程建设对生态敏感区和环境保护目标基本无影响。

7. 环境风险分析与评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则（HJ169-2018）》，该标准适用于涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存（包括使用管线运输）的建设项目可能发生的突发性事故（不包括人为破坏及自然灾害引发的事故）的环境风险评价。

本工程为海岸防护工程，不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存，本工程参照《建设项目环境风险评价技术导则（HJ169-2018）》，对各环节的用海风险进行评价。

本工程所在海域按生态环境敏感区考虑，本工程营运期不涉及危险物质，施工期的主要危险物质为施工船舶的燃料油，本项目风险因子——燃料油不属于易燃和爆炸性物质，同时，燃料油的LD₅₀（大鼠经皮）在500~2000mg/kg之间，不属于毒性危险物质，并且无重点危险源的运输；其风险主要来自港作船的增多可能产生的碰撞事故。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》，油类物质的临界量为2500t，施工船舶的燃料油贮存量为30t，低于油类物质的临界量2500t，本项目危险物质数量与临界量比值（Q）小于1，项目的环境风险潜势为I。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价工作等级为简单分析。

7.1 风险危害识别

1、考虑到本工程风险事故主要来自施工期船舶发生碰撞引发的燃料油外溢。造成船舶溢油事故的因素主要包括两方面：一方面，施工船舶在工程位置作业或者行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起的燃料油类跑、冒、滴、漏事故；另一方面，由于船舶本身出现设施损废，或者发生船舶碰撞，有可能使油类溢出造成污染。

本项目以燃料油作为风险因子，对泄漏潜在的风险进行分析评价，燃料油的主要技术要求见表7.1.1。

表 7.1.1 船用 180/380#燃料油性质

分析项目	RME25	RMF25	RMG35	RMH35
密度15°C kg/cm ³ , ≤	0.991		0.991	
粘度15°C mm ² /s, ≤	25		35	
闪点°C, ≥	60		60	
冬季品质, ≤	30		30	
夏季品质, ≤	30		30	
残碳%(m/m), ≤	15	20	18	22
灰份%(m/m), ≤	0.10	0.15	0.15	0.20
水%(v/v), ≤	1.0		1.0	
硫%(m/m), ≤	5.0		5.0	
钒mg/kg, ≤	200	500	300	600
铝+硅mg/kg, ≤	80		80	
总残余物%(m/m), ≤	0.10		0.10	

化学物质对人体健康的危害性通常是指物质的毒性,物质毒性危害程度分极度危害、高度危害、中度危害和轻度危害四个级别。表7.1-2给出了毒物危害程度分级标准。

对照表7.1-1燃料油理化性质和表7.1.2毒物危害程度分级可见,船用燃料油的LD₅₀在500~2000mg/kg之间,对人体健康的危害程度属轻度危害。

表 7.1.2 毒物危害程度分级依据

分类指标		分级			
		极度危害 (I级)	高度危害 (II)	中度危害 (III)	轻度危害 (IV)
急性吸入 LC50	蒸气 (mg/m ³)	<500	≥500~<2000	≥2000~<10000	≥10000~<20000
急性经皮 LD ₅₀ (mg/kg)		<5	≥5~<50	≥50~<300	≥300~<2000
急性经口 LD ₅₀ (mg/kg)		<50	≥50~<200	≥200~<1000	≥1000~<2000
刺激与腐蚀性	pH≤2或pH≥11.5; 腐蚀作用或不可 逆损伤作用	强刺激作用	中等刺激作用	轻刺激作用	
致癌性		人类至癌物	近似人类致 癌物	可能人类致癌物	未归入人类致癌物
实际危害后果与预后		职业中毒病死率 ≥10%	职业中毒病 死率<10%; 或致残(不可 逆损害)	器质性损害(可逆性 重要脏器损害),脱 离接触后可治愈	仅有接触反应
扩散性(常温或工业 使用时状态)	气态	液态,挥发性 高(沸点 <50°C);固 态,扩散性极 高(使用时形 成烟或烟尘)	液态,挥发性中(沸 点≥50~<150°C); 固态,扩散性高(细 微而轻的粉末,使用 时可见尘雾形成,并 在空气中停留数分 钟以上)	液态,挥发性低(沸点 ≥150°C);固态、粒状 固体、扩散性中,使用 时能见到粉尘但很快 落下,使用后粉尘留在 表面	

7.1.1 最大可信事故

随着海运事业的发展,世界各地陆续发生了各种原因引起的数以千计的溢油事故,造成严重的石油污染,损失相当可观。为防止本工程发生风险溢油事故,有必要对溢油风险事故发生的原因进行分析统计。

从众多溢油污染事故统计分析,一般发生重大溢油事故的原因主要是船舶突遇恶劣天气,风大、流急、浪高,加之轮机失控,造成船舶触礁、碰撞、搁浅,引起重大溢油污染事故。

7.1.2 风险事故源项确定

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017),船舶最大可信水上溢油事故溢油量按照设计代表船型所载货油或船用燃料油全部泄漏的数量确定,船舶可能最大水上溢油事故溢油量按照设计代表船型的1个货油边舱或燃料油边舱的容积确定。参考《水上溢油环境风险评估技术导则》中的驳船单舱载油量为30t,作为漏油计算源强。

7.2 环境风险影响预测方法和主要预测因素

7.2.1 溢油预测方法

在前述潮流场基础上,把油膜视为一系列质点群,然后对油膜质点群采用法格郎日法计算溢油漂移扩散影响范围,公式如下:

$$X=X_0+(U+\alpha W_{10}\cos A+r\cos B)\Delta t$$

$$Y=Y_0+(V+\alpha W_{10}\sin A+r\sin B)\Delta t$$

式中: X_0 、 Y_0 为某质点初始座标, U 、 V 为流速, W_{10} 为风速, A 为风向, α 为风对流的影响系数,通常取值为0.02~0.03,由于油膜在水面漂移,受风的影响较大,计算中取其上限; r 为随机扩散项, $r=RE$, R 为0~1之间的随机数, E 为扩散系数, B 为随机扩散方向, $B=2\pi R$ 。

由于溢油时间、地点、数量及相应的风、流等众多不确定的随机因素,因此计算不可能将所有情况一一描述清楚。

7.2.2 溢油预测参数选取

根据本工程特点,考虑溢油事故的情况,本次评价外溢物取船舶燃料油作为代表物质,溢油泄漏量取30t。

7.2.3 溢油发生点

假设油品泄漏发在施工海域前沿水域,以此作为溢油发生点对整个溢油过程

进行分析预测。溢油发生位置见图 7.2-1，敏感目标见图 7.2-2。

7.2.4 风况

溢油期间，风作用不可忽略，因而计算工况需考虑风向、风速。这里主要考虑静风、工程所在海域冬季和夏季的主导风向以及对敏感目标最不利的风向作为溢油预测风向。

表 7.2.1 计算工况组合

工况	溢油位置	典型风向	风速	潮型
1	1	冬季/NW	8.1m/s	涨潮
2				落潮
3		夏季/SE	6.9 m/s	涨潮
4				落潮
5		不利风向/S	10.8m/s	涨潮
6				落潮
7	2	冬季/NW	8.1m/s	涨潮
8				落潮
9		夏季/SE	6.9 m/s	涨潮
10				落潮
11		不利风向/NNW	10.8m/s	涨潮
12				落潮

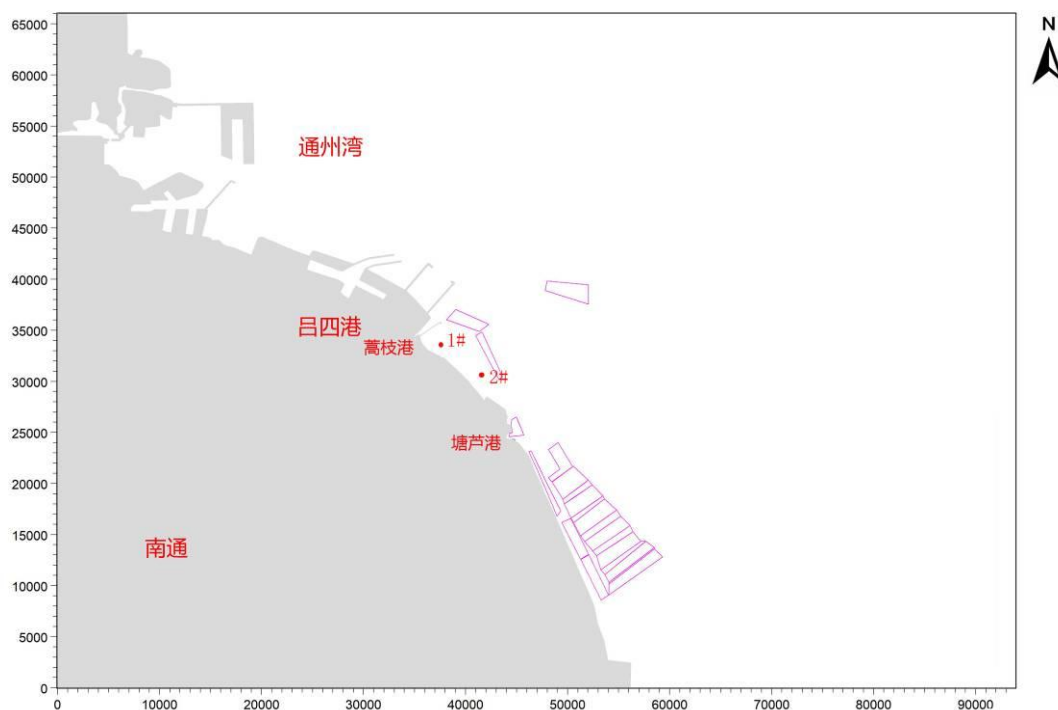


图 7.2-1 溢油发生位置示意图（红色点位 1#~2#为溢油发生位置）

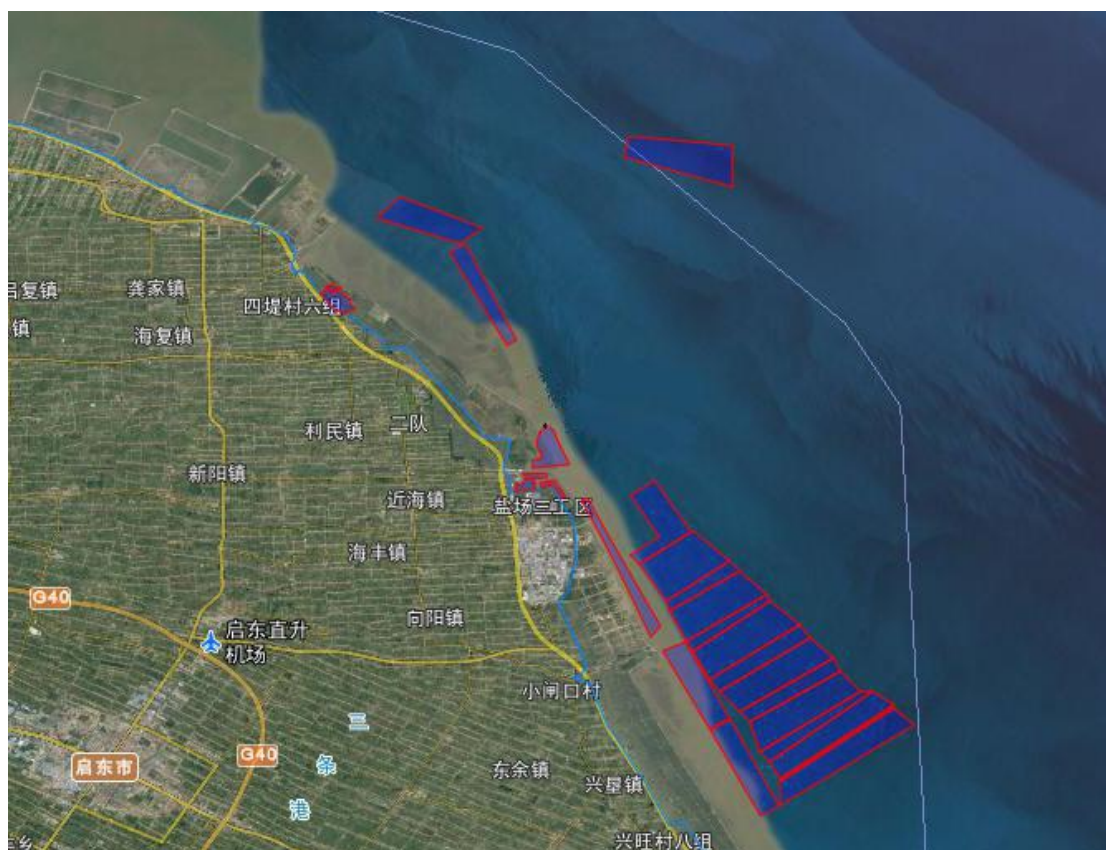


图 7.2-2 敏感目标示意图

7.3 污染物迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布

为详细反映工程施工期间因事故原因造成船舶溢油之后，油膜随涨、落潮流输移的路径及其影响范围，这里对应不同的工况，分别给出了溢油发生后 72 个小时内，各典型时刻油膜的影响范围及相应的影响面积。

同时，为考虑施工期间，事故溢油后 72 小时内油膜的扫海范围，这里也给出了相应时间段内的油膜扫海范围及面积。具体见图 7.2-3~图 7.2-14 及表 7.3.2~表 7.3.3。

结合图及表可以看出，溢油的输移路径及影响范围与溢油时刻、溢油后的时间及风速、风向等关系密切。溢油初期，油膜主要在溢油点附近运动，随着时间的增长，油膜在涨落潮流及风作用下呈现不同的输移扩散状态。

工况 1 条件下，油膜粒子的运动受涨落潮流的影响显著。由于溢油发生在涨潮时刻，因而，在涨潮流作用下，油膜在漫滩流作用下上滩，转流后，在归槽流作用下向岸外漂移，并在涨落潮流作用下呈东南-西北向往复扩散运动，同时，在 NW 向风作用下，油膜覆盖的范围有逐渐增大并向近岸向靠近扩散的趋势。溢油发生后 9.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海

面积达 193.1km²。

工况 2 条件下，溢油发生在落潮时刻，在落潮流作用下，油膜首先随归槽流向潮滩外漂移，此后，受涨落潮流影响，油膜逐渐向西北-东南方向运动，并在 NW 向风作用下，油膜覆盖的范围有逐渐增大并向近岸向靠近扩散的趋势。溢油发生后 4.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 186.2km²。

工况 3 条件下，由于溢油发生在涨潮时刻，在涨潮流作用下，油膜先随漫滩流上滩，转流后随归槽流入海，并在涨落潮流作用下呈东南-西北向扩散，同时，SE 向风作用下，油膜有向近岸靠近扩散的趋势。溢油发生后 9.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 193.3km²。

工况 4 条件下，溢油发生在落潮时刻，在落潮流作用下，油膜首先随归槽流归槽，之后，受涨落潮流影响，油膜逐渐呈东南-西北向往复运动，并在 SE 向风作用下，油膜有扩散且靠岸的趋势。溢油发生后 4.5 时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 211.5km²。

工况 5 条件下，由于溢油发生在涨潮时刻，受漫滩流作用下，油膜上滩，之后，受落潮归槽流影响，油膜进入外海并受涨落潮作用呈东南-西北方向扩散运动，并在 S 向风作用下，油膜有向偏北开阔海岸离岸扩散的趋势。溢油发生后 9.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时，油膜扫海面积达 290.0km²。

工况 6 条件下，溢油发生在落潮时刻，在落潮流作用下，油膜向潮滩外漂移，之后，受涨落潮流影响，油膜逐渐向西北-东南方向往复运动，但在 S 向风作用下，油膜有向偏北开阔海域输运扩散趋势。溢油发生后 4.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 119.1km²。

工况 7 条件下，溢油发生后 9.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 250.4km²。

工况 8 条件下，溢油发生后 16.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 200.1km²。

工况 9 条件下，溢油发生后 9.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 209.7km²。

工况 10 条件下，溢油发生后 16.5 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢

油后 72 小时油膜扫海面积达 167.6km²。

工况 11 条件下，溢油发生后 9.0 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 78.0km²。

工况 12 条件下，溢油发生后 16.0 小时，油膜抵达梭子蟹省级种质资源，溢油后 72 小时油膜扫海面积达 80.5km²。

通过对常风条件及不利风条件下的油品对水环境的预测分析，由于工程所在海域环境敏感区较多，一旦发生溢油后，油膜不可避免会对周边的环境敏感目标产生影响，因此为保护海洋环境及周边保护区水质，应加强管理，合理调配，尽可能避免溢油事故的发生，防止可能出现的泄漏风险事故对周边水环境的影响；一旦发生溢油事故，应尽快通过海洋行政主管部门及海事部门，并立即启动应急预案，布设围油栏，把溢油事故污染控制在围油栏所包围水域内，以保护海洋环境。

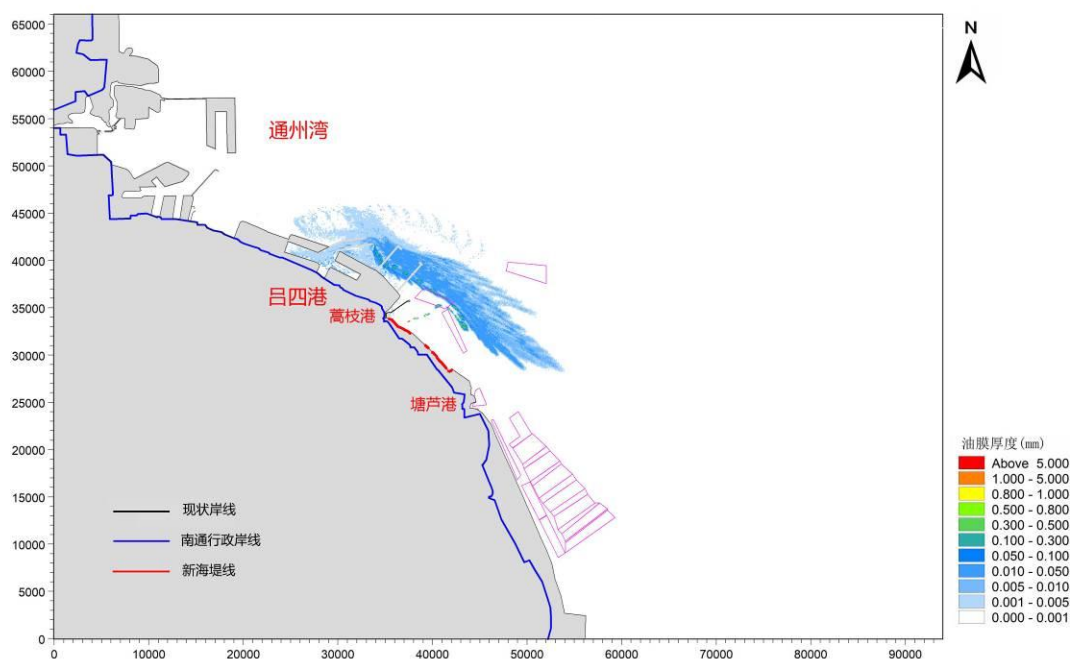


图 7.3-3 工况 1 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

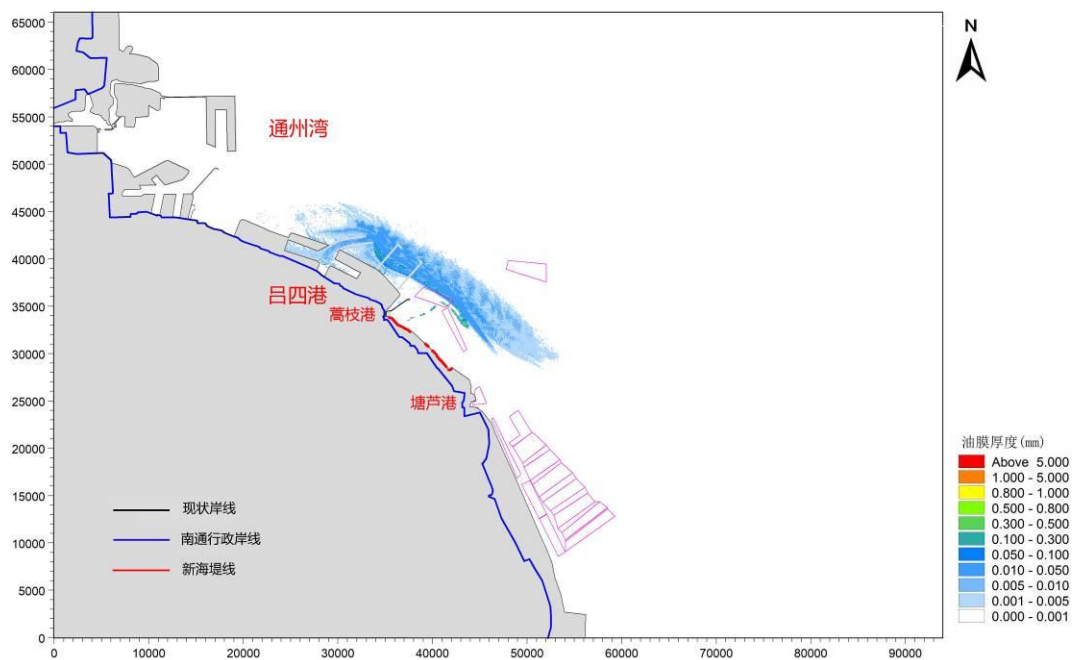


图 7.3-4 工况 2 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

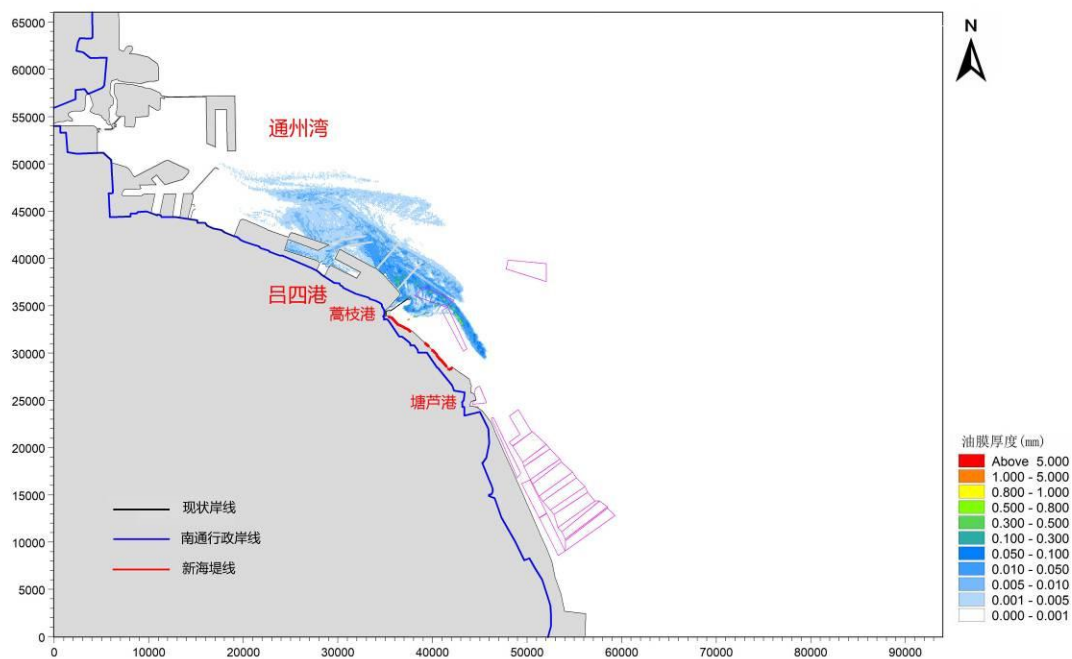


图 7.3-5 工况 3 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

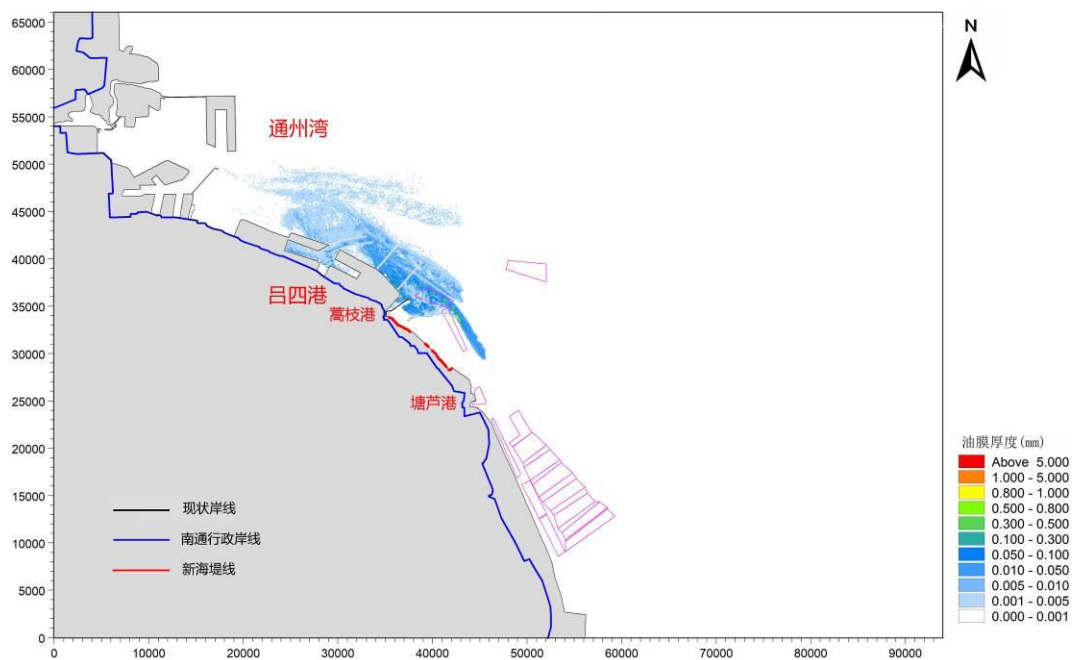


图 7.3-6 工况 4 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

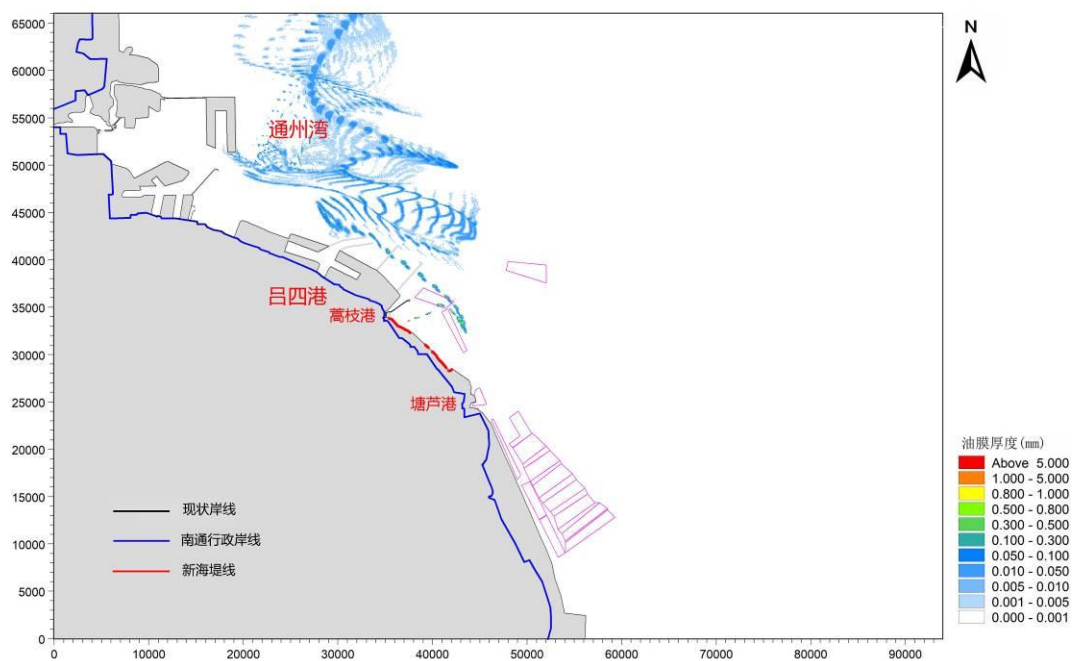


图 7.3-7 工况 5 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

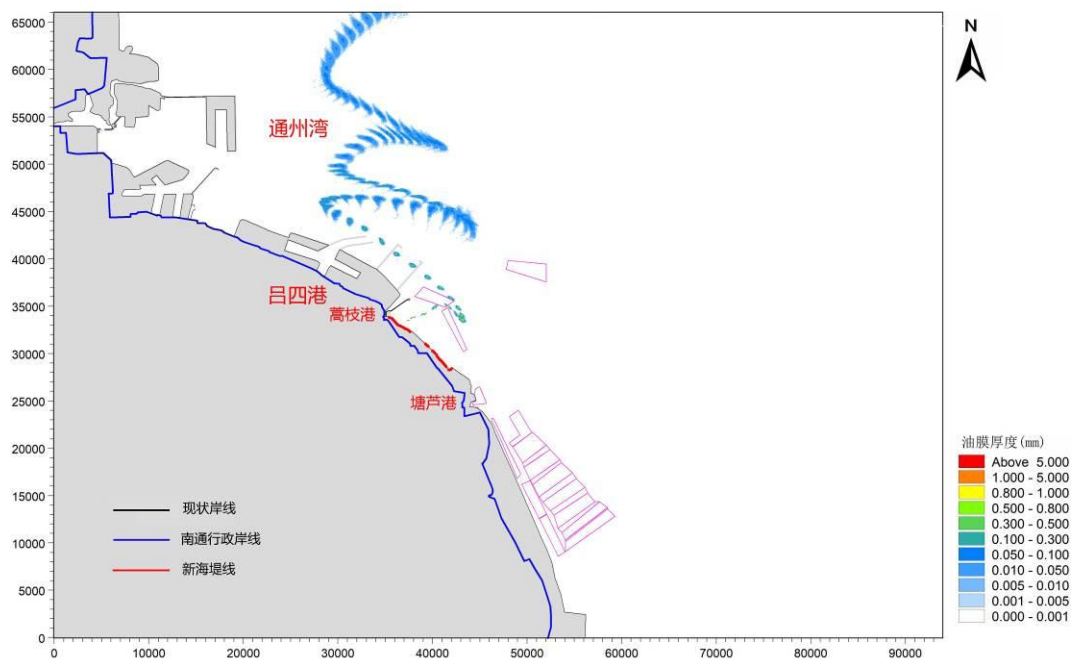


图 7.3-8 工况 6 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

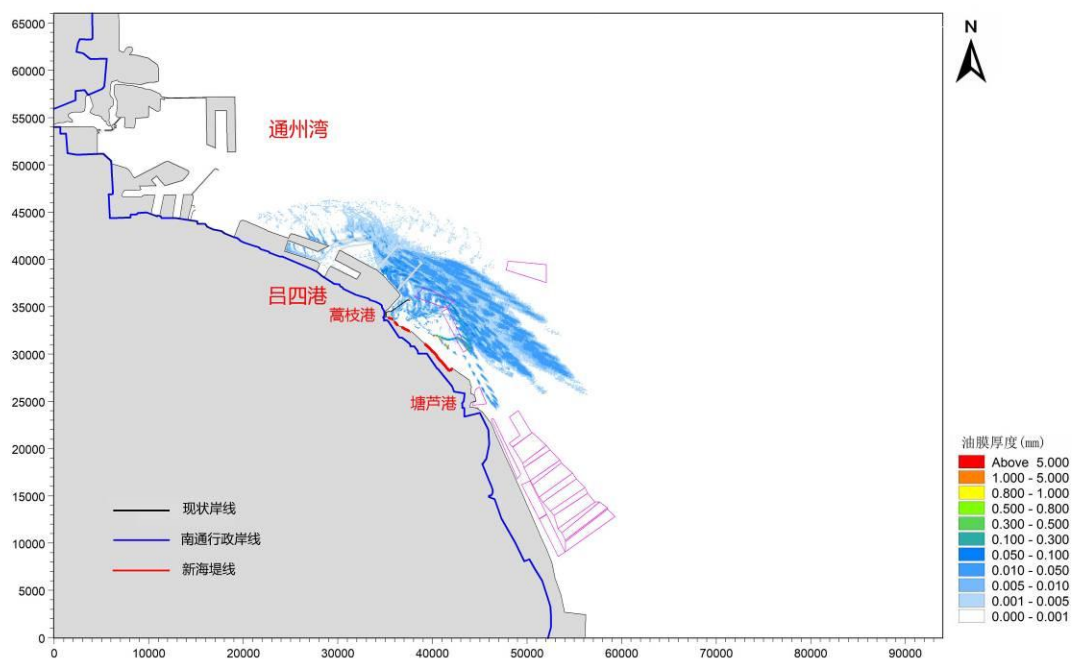
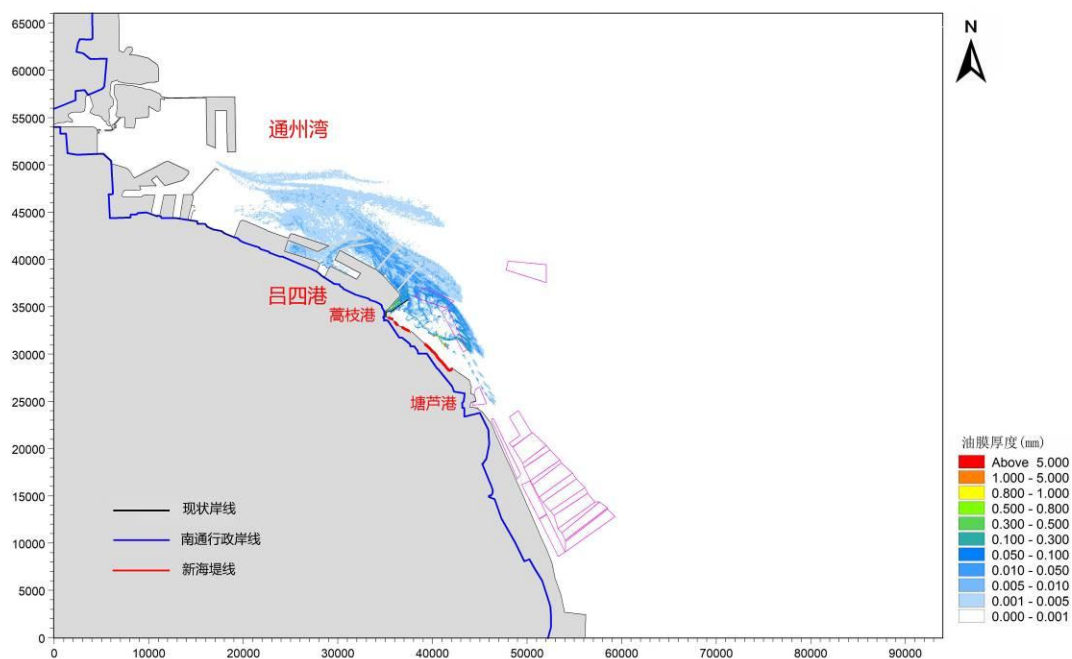
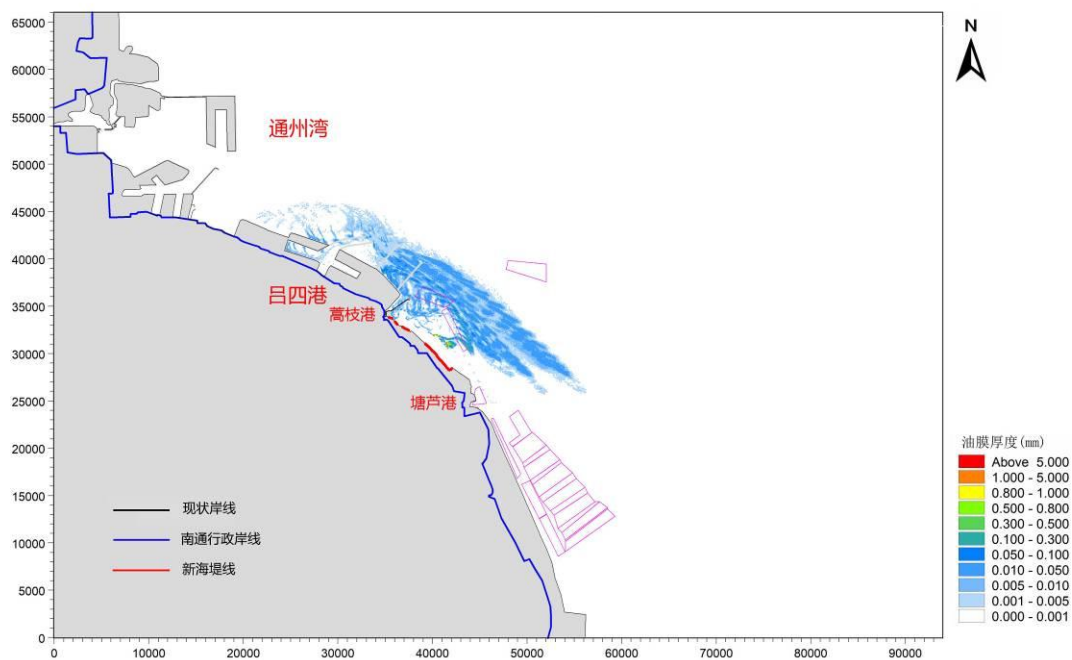


图 7.3-9 工况 7 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围



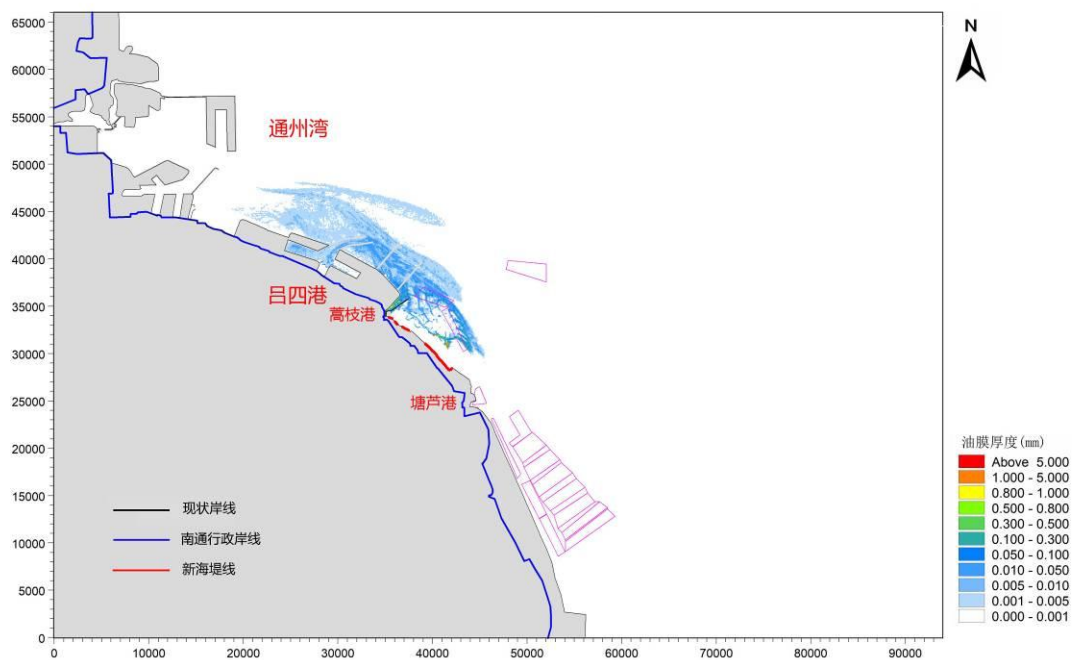


图 7.3-12 工况 10 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

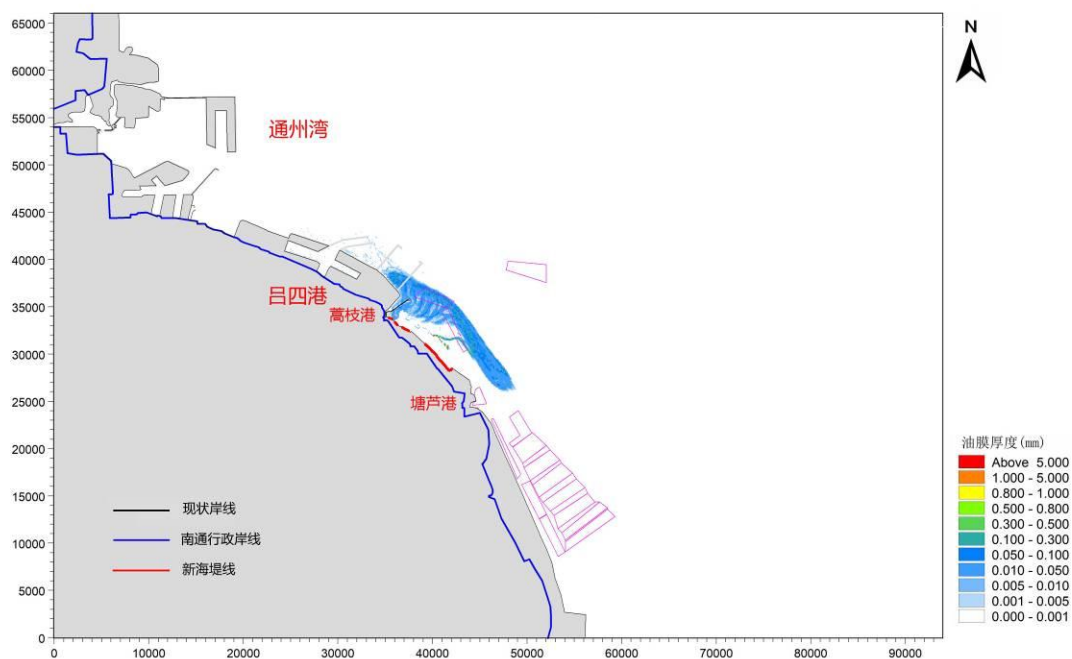


图 7.3-13 工况 11 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

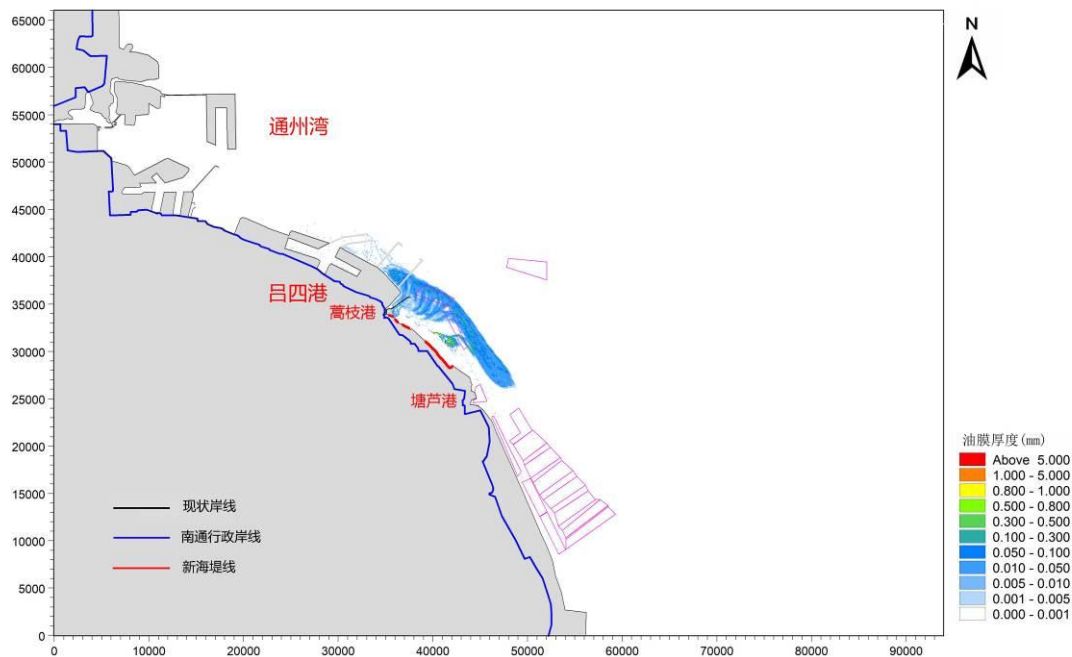


图 7.3-14 工况 12 条件下营运船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

表 7.3.2 涨落潮期间 1#点溢油后油膜影响范围(km²)

溢油后时间 ^(h)	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6
	冬季主导风 (NW,8.1m/s)		夏季主导风 (SE,6.9m/s)		不利风向(S,10.8m/s)	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
6	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.3
12	0.5	0.9	0.2	1.3	0.5	1.6
24	4.9	7.1	2.4	5.0	4.7	1.5
72	27.2	27.9	32.0	31.9	71.6	20.1
扫海面积(km ²)	193.1	186.2	193.3	211.5	290.0	119.1
溢油后油膜抵达保护 目标时间 ^(h)	9.5	4.5	9.5	4.5	9.5	4.5

表 7.3.3 涨落潮期间 2#点溢油后油膜影响范围(km²)

溢油后时间(h)	工况 7	工况 8	工况 9	工况 10	工况 11	工况 12
	冬季主导风 (NW,8.1m/s)		夏季主导风 (SE,6.9m/s)		不利风向 (NNW,10.8m/s)	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
6	0.1	0.3	0.1	0.3	0.0	0.4
12	1.7	0.3	1.7	0.3	1.2	0.4
24	6.9	2.4	4.5	1.3	4.4	2.2
72	28.6	23.2	30.2	24.3	6.4	7.2
扫海面积(km ²)	250.4	200.1	209.7	167.6	78.0	80.5
溢油后油膜抵达梭子 蟹省级种质资源保护 区时间(h)	9.5	16.5	9.5	16.5	9.0	16.0

7.4 自然灾害等风险分析

根据工程建设的特点和所在区域的环境特征，影响本项目建设主要的自然灾害为暴雨热带风暴等；工程建设自身引起的风险主要表现在水土流失风险等。

(1) 自然灾害风险

工程海域突发的台风、风暴潮、波浪等海洋灾害以及寒潮天气可能对本项目的施工及运营安全有较大影响。施工期间，风暴潮、台风、大浪等灾害性天气会影响施工安全和破坏工程。营运期间，热带气旋、暴雨、台风等灾害性天气可能会损毁堤防，影响工程安全。

(2) 堤防垮塌事故风险

堤防垮塌事故的发生可能是工程设计实施不当造成的，在堤坝断面设计中注意波浪对堤身的作用，考虑坡面的抗滑稳定性和地基沉降等因素，并在堤坡种植或移植植被，以增强堤身的抗风浪能力。在堤坝建成后仍需密切关注低洼段堤外滩面的淤长状况，并做好堤坝护坡工程的维护工作。

(3) 水土流失影响分析

项目建设期间进行的土方开挖、筑堤、弃土堆垫等带来地面扰动、植被破坏，大面积的堆垫在重力作用和降雨情况下极易发生水土流失。工程开挖过程中使原地表植被遭到破坏，原有的自然稳定状态受到破坏，失去原有的防冲、固土功能，从而在水力作用下容易出现冲刷，增加新的水土流失。工程填筑活动在施工场地形成填筑边坡，改变原来坡面的汇流条件，易造成水蚀，使水土流失由原来的面蚀改变为沟蚀，形成新增水土流失。本项目建设将不可避免地造成一定程度的水土流失，若不采取防治措施，严重的水土流失可能对主体工程建设产生危害，同时影响项目区域内生态系统的良性循环，对自然景观、土地资源等生态环境有一定的不利影响。因此，为预防水土流失现象发生，各防治区内的水土保持措施配合主体工程同时实施，相互协调，有序进行。工程措施在主体工程完工后就开始施工，林草措施则要结合季节性施工的特点，通过合理安排，提高植树、种草的成活率。

7.5 事故防范措施和应急预案

(1) 建设方在施工单位进入施工水域前向当地海事主管机关呈报施工方案，办理水上水下施工作业许可证，并按规定申请发布航行通告，制定安全措施并认

真落实，在规定的施工区域内施工。施工作业期间应申请监督和维护，保障水上水下施工作业和过往船舶的安全。

(2) 施工工程船必须具有合格的证书，并处于适航状态，配备符合要求的船员，施工船正确显示施工信号（建议按“操限船”显示号灯号型）。

(3) 本项工程施工船舶将会影响到周边海域船舶的通航。因此，施工单位和施工船舶必须根据所在港口航运区船舶动态，合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

(4) 施工作业船舶在施工期间应加强值班和了望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

(5) 施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

(6) 启东市海事部门海上交管中心在施工期间，加强对船舶秩序的管理；

(7) 严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告；

(8) 严格执行台风、风暴潮风险防范对策措施。

8. 清洁生产

8.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

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

根据本工程的特点，施工期实行清洁生产，采取以下节能措施：

(1) 合理选择船机设备

选择合理的适合本工程施工条件的船机设备，尤其是要尽量选择能耗低、效率高的施工船舶，提高施工效率，减低能耗。

(2) 加强船机设备管理

根据本工程自身特点配备足够的船机、设备、同时做好施工设备的管、用、养、确保施工设备始终处于良好的施工状态。配备数量充足的易损件、关键配件，确保施工设备始终处于良好的施工状态。

(3) 加强施工计划和管理

统筹考虑，制订详细切实可行的施工计划，合理安排施工工序，特别是各施工工序间的衔接，选择合理的流水节拍和施工速度，尽量使设备、人员的使用强度趋于平均，避免产生大的波动，以减少不必要的进退场时间和能源浪费。合理配备辅助船机设备，使主要设备更好的发挥施工效率，坚决杜绝主要设备产生窝工现象。

综上，清洁生产贯穿了生产过程，工艺较清洁。

8.2 建设项目清洁生产评价

本项目清洁生产贯穿整个施工期：

1、施工期工艺清洁分析

本工程为满足施工期间船舶海上快速定位的要求，对于施工期间的测量定位采用 DGPS 定位系统，辅以现场测量标志等设施，设置测量平台满足测量定位要求。

在施工过程中用泥浆泵袋装泥沙用于海堤外侧筑堤，外侧筑堤时采用低潮位

时干法施工，尽可能减少施工对海域的污染。

2、施工期污水处理清洁分析

施工船舶的生活污水与船舶油污水委托有资质的单位进行接收处理。

3、为了缓解和减轻工程对所在的海域生态环境水生生物的不利影响，建议采取人工增殖放流当地生物物种的补偿措施。具体人工放流种类以项目所在海域的常见的经济品种。具体增殖放流计划建议建设单位与当地渔业水产管理部门协商落实。

综上所述，施工期生活污水与生活垃圾按照要求收集处理，施工过程中采用施工方案，工期短、水上工程量较小，对周围海洋环境的影响小，因此施工期的工艺属于清洁水平。

9. 总量控制

9.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

根据国家主要污染物总量控制要求，确定本项目总量控制因子为：COD、NH₃-N。本项目施工期人员产生的生活废水中含有COD、NH₃-N，经环保厕所收集后由环卫部门定期清运；船舶生活污水和船舶机舱油污水委托有资质的单位接收处理。本工程为护岸工程，营运期不涉及污染物的产生和排放。因此，本工程的总量控制指标的建议值为0。

综上所述，COD、氨氮总量指标均为0。

9.2 污染物的排放削减方法

本项目施工期人员产生的生活废水中含有COD、NH₃-N，该部分废水由环保厕所收集后由环卫部门接收处理，不排入海域；船舶生活污水和船舶机舱油污水委托有资质的单位接收处理。

9.3 污染物排放总量控制方案与建议

根据《固定污染源排污许可分类管理名录（2019年版）》（生态环境部令 部令 第11号），本工程属于“五十、其他行业”，可实施登记管理。

10. 环境保护对策措施

10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

10.1.1 施工期水污染防治措施

(1) 减少施工污染水域措施

1) 本工程在施工时，采用泥驳船将泥沙输送至现有围堤内侧的围塘，采用泥浆泵袋装泥沙用于海堤外侧筑堤，外侧筑堤时采用低潮位时干法施工，尽可能减少施工对海域的污染。

2) 本工程在现有海堤内侧的废弃养殖塘设置沉淀池，沉淀池采用三级隔堤，吹填溢流产生的SS通过沉淀池（隔堤）沉降后通过蒿枝港排入外海，尽可能的减少施工SS对海水水质的影响。

3) 本次评价要求施工单位制定详细的施工作业计划，合理安排施工进度，避免施工对海水水质的影响。

4) 本次评价要求施工SS排入蒿枝港前需定期对SS进行监测，以减少SS对海水水质的影响。

(2) 防治施工废水及施工队伍生活污水等污染水域环境的措施

1) 施工现场道路保持通畅，排水系统处于良好的使用状态，使施工现场不积水；

2) 合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象；

3) 严格管理和节约施工用水、生活用水；

4) 本工程陆域需设置环保厕所，对施工人可见的生活污水进行收集后委托环卫部门定期清运。

5) 本工程施工期需设置沉淀池和隔油池，对施工生产废水进行处理后尽可能的回用，施工结束后就地掩埋。

(3) 船舶生活污水和船舶机舱油污水

施工船舶应严格执行海事局有关铅封管理的规定。根据交海发[2007]165号《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》的要求，施工期船舶由于必须事先经海事部门对其排污设备实施铅封，不准直接向水体排放油污水；

船舶生活污水和船舶机舱油污水需委托有资质的单位接收处理，不得直接排

放入海。

10.1.2 噪声污染防治措施

施工期的声环境污染源主要为集中于施工机械、运输车辆等。

减缓措施主要为：

(1) 合理安排施工进度和时间，以减少施工噪声对周围环境敏感点保护区的影响。

(2) 施工时应尽量采用噪声小的施工机械，加强施工作业管理。控制施工机械噪声，首先要从设备选型着手，选择新型低噪设备，并通过加装消音装置和隔离机器的振动部件来降低噪声；在作业过程中加强对各种机械的维护和保养，减小因机械磨损而增加的噪声。

(3) 做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，噪声敏感点禁止车辆鸣笛，降低交通噪声。

10.1.3 废气污染防治措施

(1) 防尘、抑尘对策措施

1) 合理安排施工作业，在大风天气条件下，工程建设过程中要避免进行场地开挖、土方填筑等容易产生扬尘的施工作业。

2) 建筑材料的堆放应定点定位，并采取防尘抑尘措施，如在大风、干燥天气，对散料堆场应采用水喷淋法防尘，减小施工场地风起扬尘污染，粉状物料应放在库内储存或严密遮盖。

3) 施工场地主要干道必须采取临时砂石铺盖等硬化措施，避免施工道路产生扬尘。

4) 施工材料运输车辆，应控制装载量，砂土、碎石等易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘。

5) 施工结束后必须及时清理和平整现场、清运残土和垃圾，并进行软硬覆盖。

(2) 施工机械、施工车辆燃油尾气控制措施

应加强监督管理，要求施工单位使用性能优良的施工机械和施工车辆，进入施工现场的车辆性能必须符合《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》(GB18352-2001) 及《车用压燃式发动机污染物排放限值及测量方法》

(GB17691-2001)的要求，禁止使用不符合上述性能的施工车辆。

(3) 加强对燃油机械设备的维护保养，保持设备的完好运行，既节约能源又可减少污染的产生；加强施工船舶和施工车辆的合理调配，尽量压缩工区内施工机械密度，以减少尾气的排放。

(4) 施工船舶尽可能选择清洁的柴油，减少船舶废气的产生。

10.1.4 固废污染防治措施

(1) 在项目后方空地设置施工营地，布置垃圾桶，生活垃圾通过垃圾桶集中至集中堆放场地，由当地环卫部门接收处理。

(2) 加强建筑垃圾管理。施工单位应尽量回收利用建筑垃圾，不得随意抛弃建筑材料、旧料和其它杂物。工程竣工后，施工单位应尽快清理施工场地内的建筑垃圾，负责拖运至环卫部门指定的建筑垃圾处理场处理。建设单位应对施工单位处置建筑垃圾进行督促。

(3) 施工船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆域处理。

10.1.5 环境风险防范措施

施工期杜绝溢油事故，主要是从管理方面着手，制定切实可行的管理措施，此外，若发生溢油事故，必须采取相应的应急处理措施，尽量减轻其所产生的危害程度。建设单位应制订《突发环境事件应急预案》，并定期组织应急演练，并配备相应的设施。

具体防范措施如下：

1.加强从业人员培训教育，提高操作技能和业务素质

(1)船舶的船员，应当持有海事管理机构颁布的适任证书和相应的培训合格证，熟悉所在船舶载运安全知识和安全操作，掌握安全载运的相关知识；

(2)船舶作业人员应持证上岗，并通过培训和应急预案演练不断提高人员安全作业和防污应急处置技能，发生事故时应遵循应急预案，采取相应的行动；

(3)加强船舶作业人员安全教育，增强防污意识，规范操作行为，杜绝人为因素造成的污染事故。

2、其他措施

(1) 施工期应密切关注风暴潮预报，制定防风暴潮应急预案，做好防范和

应对措施，避免风暴潮造成的损害；

(2) 应从工程设计的角度，制定防治海冰不利影响的工程措施，并加以实施。

10.2 建设项目各阶段的非污染环境保护对策措施

本工程的建设，将对工程所在海域生态环境和渔业资源构成一定程度的影响及损失，建设单位应根据工程实施所造成的生物资源损失货币化估算量投入一定的财力进行海域生态修复。

对于海洋生态的补偿应该在各市环保局、海洋渔业局等相关部门的指导下进行。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)规定，建设单位应委托海洋生物资源调查和评估的专业科研机构制订生态补偿实施方案，并征得地方海洋渔业有关部门的同意后，由建设单位出资进行生态补偿，由海洋渔业部门组织实施。可考虑采用海洋生物增殖放流、实施人工鱼礁建设、生态建设、岸线整治等方式。

本工程造成的海洋资源生态补偿费用应不少于391.20万元。建设单位应承担海洋生物资源损失进行补偿的责任，建设单位应与当地海洋与渔业部门协商，合理安排项目附近海域生态修复工作。

10.3 建设项目各阶段的海洋生态保护对策措施

本工程主要的环境保护设施和对策措施一览表见表 10.3.1。

本工程建设项目环保“三同时”检查一览表见表 10.3.2。

表 10.3.1 建设项目环保“三同时”检查一览表

序号	环境保护 对策措施	具体内容	规模及数量	预期效果	实施地点及投 入使用时间	责任主体 及运行机制
一、 污水 处理	施工船舶生活 污水处理	船舶生活污水由船舶自备容器集中储存。委托有相关资质的单位接收处理，不在施工海域排放。	全部接收处理	不会对水环境产生明显影响	施工期间	船舶生活污水由船舶自备容器集中储存，船舶生活污水和船舶机舱油污水由有资质的单位接收处理
	施工船舶油污 水处理	施工船舶的船舶油污水应委托有资质的单位进行接收处理。	全部接收处理	不会对水环境产生明显影响	施工期间	
	陆域生活污水	由环保厕所收集后由环卫部门定期清运	全部接收处理	不会对水环境产生明显影响	施工期间	建设单位和施工单位
	施工废水	设置沉淀池和隔油池，施工结束后就地掩埋	全部接收处理	不会对水环境产生明显影响	施工期间	建设单位和施工单位
	吹填溢流水	在现有海堤内侧的废弃养殖塘设置沉淀池，沉淀池采用三级隔堤，吹填溢流水沉降后通过蒿枝港排入外海	吹填溢流水需三级沉淀后排放	不会对水环境产生明显影响	施工期间	建设单位和施工单位
二、 固体 废物	陆域生活垃圾	采用垃圾桶收集后，定期由环卫部门清运	全部接收处理	收集处理	施工期间	建设单位和施工单位
	船舶生活垃圾	环卫部门接收处理	全部接收处理	收集处理	施工期间	建设单位和施工单位
	施工建筑垃圾	能回用的尽可能回用，不能回用的由环卫部门清运	能回用的回用，不能回用的全部接收处理	收集处理	施工期间	建设单位和施工单位
三、海洋 生态和 生物资 源保护	生态补偿	采用增殖放流方法补偿	本工程占用海域造成底栖生物损失直接为391.20t。	按照相关主管部门的要求，按时完成增殖放流的品种、数量	工程附近海域，施工完成后的2年内完成	建设单位
四、绿化	绿化	对护岸进行绿化	绿化面积达到可绿化面积的85%。		施工结束后完成	建设单位

表 10.3.2 环境保护设施和对策措施一览表

序号	环境保护对策措施	具体内容	规模及数量	环保投资 (万元)	预计效果	实施地点及投入 使用时间	责任主体及运行机制
一、 污水 处理	施工期及运营期 生活污水处理	环保厕所	1 座环保厕所	8	收集后由环卫清门清运	施工期间	施工单位、建设单位 负责管理
	施工废水	隔油池和沉淀池	1 座隔油池和沉淀池	5	施工结束后就地掩埋		
	吹填溢流水	沉淀池	利用现有废物鱼塘做为沉 淀池	0.5	施工结束后恢复原状		
	船舶生活污水和 船舶机舱油污水	委托有资质单位接 收处理		3			
二、 固体废物 处置	生活垃圾	垃圾桶	根据需要设置	0.1	收集后由环卫清门清运	施工期间	施工单位、建设单位 负责管理
	建筑垃圾	不能回用的袋装	根据需要收集	0.1	收集后由环卫清门清运	施工期间	施工单位、建设单位 负责管理
	船舶生活垃圾	委托有资质的单位 接收处理		0.1			
三、其他 环境保护 对策措施	噪声措施	管理措施	施工车辆和施工设备的维 护保养	2	施工现场噪声满足《建筑 施工场界环境噪声排放标 准》	施工期间	施工单位、建设单位 负责管理
	大气污染控制	管理措施	定期洒水，机械设备维护 保养等管理措施	3	《大气污染物综合排放标 准》无组织排放限值；	施工期间	施工单位
四、海洋 生态和生 物资源保 护	生态补偿	可采用增殖放流等 方式	在主管部门指导下，按照 具体生态补偿方案确定。	391.20	建设单位应与当地海洋与 渔业部门协商，编制本项 目生态修复方案，生态修 复方案需经海洋行政管理 部门审查批准后实施。	施工结束后进行	建设主体牵头，海洋 与渔业主管部门监督
五、环境 管理	环境监理	环境监理	采用巡视方式进行环境监 理	6		施工期间	施工单位负责建设、 运营和管理
	环境监测	环境监测	海洋生态、渔业环境、海 水水质监测	20		监测计划范围 内，运行期	建设单位
			沉淀池排放水监测	1		施工期	建设单位

11. 环境保护的技术经济合理性

11.1 环境保护措施和对策措施的费用估算

本项目涉及的施工期环保措施包括：水污染防治、固体废物处置、环境管理等。拟建工程总投资约 10240.89 万元，环保投资为 440.0 万元，占总投资的 4.30%。

11.2 环境保护的经济损益损失

11.2.1 正面效益

本工程的建设是为了保护岸线，防止因海岸受到冲刷，提高海堤防潮抗台能力。

11.2.2 负面效益分析

从工程污染分析中可知，本工程施工期间会对水环境和海洋生态环境产生一定影响。施工期间产生悬浮物对生态影响范围仅限于工程附近区域，且该影响是暂时的，随着工程的结束影响也随之消失，项目对底质的占用是永久性的，因此对作业段内的渔业资源而言也将是永久的、不可逆的完全破坏。因此，需通过必要的生态补偿和恢复措施，对工程附近海域生态环境进行有效修复。

11.3 环境保护的技术经济分析

尽管本工程在施工期间对水生生态、底栖生物资源等会产生一定程度的影响，但通过采取生态补偿措施，可在一定程度上减少工程建设对海洋生态环境的影响，另外，随着施工期结束，其影响也随之消失。项目建成后，可以提高海堤防潮抗台能力，保护了岸滩的稳定，对海堤内里的养殖区也有效地掩护，更好地促进了地方经济的发展，具有良好的经济效益和社会效益。因此，工程社会效益明显，有利于区域的发展，有利于社会稳定和地方经济建设，综合分析本工程建设的正面效益远大于负面效益。

12. 海洋工程的环境可行性

12.1 海洋功能区划的符合性分析

12.1.1 项目海域的海洋功能区分布

根据《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于启东东部工业与城镇用海区（A3-21）。

在评价范围内，项目用海周边主要海洋功能区有长江口渔场农渔业区（B1-04）、塘芦港外特殊利用区（B7-17）、小庙洪港口航运区（B2-15）、吕四大唐电厂特殊利用区（B7-15）等。项目用海毗邻海域的主要海洋功能区具体的分布状况见图 12.1-1 和表 12.1.1。

由图 12.1-1 和表 12.1.1 可知，本项目占用启东东部工业与城镇用海区（A3-21）的面积为 14.2173 公顷。与长江口渔场农渔业区（B1-04）、塘芦港外特殊利用区（B7-17）、小庙洪港口航运区（B2-15）、吕四大唐电厂特殊利用区（B7-15）最近距离分别约为 1.9km、6.5km、8.6km 和 4.3km。

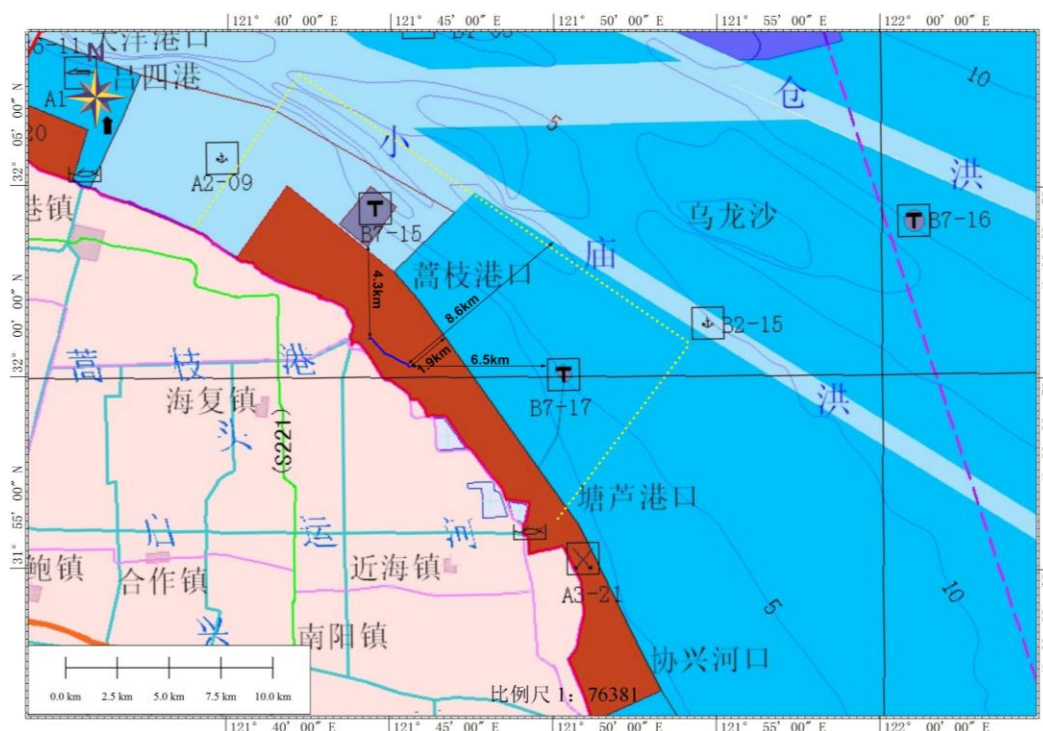


图 12.1-1 本项目周边海域海洋功能区划图

表 12.1.1 项目用海周围海洋功能区分布

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (公顷) 岸线长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
A3-21	启东东部工业与城镇用海区	启东市	1、121° 40' 18" E, 32° 03' 07" N; 2、121° 41' 52" E, 32° 05' 02" N; 3、121° 53' 12" E, 31° 51' 51" N; 4、121° 51' 03" E, 31° 51' 02" N; 5、121° 50' 24" E, 31° 52' 43" N; 6、121° 50' 13" E, 31° 55' 38" N; 7、121° 49' 12" E, 31° 55' 25" N。	工业与城镇用海区	8056/34000	<p>1 严格申请审批制度，用海必须依法取得海域使用权；工程建设必须科学规划论证；必须严格按照规划实施围填海；开发建设与环境协调进行；产业布局符合可持续发展规划。</p> <p>2 新规划的功能未实施前，原有功能继续发挥作用。</p> <p>3 下列海域兼容海上风能区：蒿枝港—塘芦港沿岸线状排列。</p>	<p>1 执行环保各项法律法规，推进生态保护项目建设，切实保护好基本功能区的生态环境；落实保护措施，保护海域环境和资源，减少污染损坏事故。要严格环境影响评价，要定期加强环境检测，发现问题及时处理。</p> <p>2 施工建设必须加强污染防治工作，杜绝污染损坏事故的发生，避免对海域生态环境产生不利影响。</p>
B1-04	长江口渔场农渔业区	南通市	蒿枝港以南外侧海域。	农渔业区	167800	<p>1 按照海域使用权证书批准的范围、方式从事养殖生产；注意与周边功能区关系的协调；用海方式要求不改变海洋自然属性。</p> <p>2 严格执行增殖措施，实现资源恢复和增殖效益的最大化。</p> <p>3 加强渔政管理；除已核准的航道、锚地区、排污区以及倾倒区外不得布置其他用海；认真控制渔具和捕捞方式，严格执行休渔制度，禁捕期内停止一切捕捞活动；加强渔政的监督检查工作。</p> <p>4 加强种质资源保护。</p> <p>5 兼容（1）通州管线桥区，遥望港东 500-1000m 之间（2）长江口海底管线区，1000ha 海底光缆。</p>	<p>1 提高海域环境整治和资源的保护意识，加强整治力度；养殖区海水水质标准不劣于二类水；海洋环境不达标的水域，要采取有效治理措施予以逐步解决；逐步实现养殖品种和养殖方式的多样性，提高生态系统健康水平。</p> <p>2 加强渔政管理；除风电兼容区和已核准的航道、锚地区、排污区以及倾倒区外不得布置其他用海；认真控制渔具和捕捞方式，严格执行休渔制度，禁捕期内停止一切捕捞活动；加强渔政的监督检查工作；履行捕捞许可制度，禁止渔船非法捕捞活动；保护区内的重要渔种，处理好捕捞区与种质资源保护区的关系；加强海上船舶的排污监督，定期检测海洋环境；捕捞区海水水质标准不劣于一类水。</p>

续表 12.1.1 项目用海周围海洋功能区分布

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (公顷) 岸线长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
B2-15	小庙洪港口航运区	南通市	小庙洪水道及腰沙南侧海域。	港口航运区	30798	<p>1 在不影响港区建设的情况下可以适度安排养殖活动。新建或扩建港口工程,要严格科学论证,做到选址合理,规模适中;在港口区可根据港口需要,适当进行围填海。按照相关法律法规,加强对海域使用的统一管理,禁止乱占滥用和违规占用。</p> <p>2 清除非法占用航道和锚地的设施,不能设置网箱养殖和拖网作业,保证航道和锚地畅通。协调与周围功能区的关系,在航道两侧和锚地周围安全范围之外可适当安排其它不改变海洋属性的用海活动。</p>	<p>1 港口区航运区建设要严格环境影响评价,进行海域使用论证;要定期加强环境检测,发现问题及时处理;港口的施工建设与运营应加强污染防治工作,避免对海域生态环境产生不利影响。</p> <p>2 航道区的施工运营和抛泥区的选址应经过充分科学论证,加强污染防治,避免对海域生态环境产生不利影响;严格监管锚地内船舶的倾倒、排污等活动,防止污染事故发生。</p>
B7-15	吕四大唐电厂特殊利用区	启东市	1.121° 45' 31" E, 32° 06' 05" N; 2.121° 46' 44" E, 32° 05' 21" N; 3.121° 44' 59" E, 32° 04' 00" N; 4.121° 43' 52" E, 32° 04' 38" N;	特殊利用区	822	<p>1、按照海域管理使用法的要求,严格进行海洋环境影响评价和海域使用论证;按照海洋功能区划设定和建设,不得任意扩大和改动。</p> <p>2、通过加强管理,处理好与邻近其它海洋功能区的关系。</p>	采取有效措施保护海洋生态环境。
B7-17	塘芦港外特殊利用区	南通市	塘芦港外侧海域。	特殊利用区	50	<p>1 按照海域管理使用法的要求,严格进行海洋环境影响评价和海域使用论证;按照海洋功能区划设定和建设,不得任意扩大和改动。</p> <p>2 通过加强管理,处理好与邻近其它海洋功能区的关系。</p>	采取有效措施保护海洋生态环境。

12.1.2 项目用海与海洋功能区的符合性分析

根据《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于启东东部工业与城镇用海区（A3-21）。

启东东部工业与城镇用海区（A3-21）海域使用管理要求为：①严格申请审批制度，用海必须依法取得海域使用权；工程建设必须科学规划论证；必须严格按照规划实施围填海；开发建设与环境保护协调进行；产业布局符合可持续发展规划。②新规划的功能未实施前，原有功能继续发挥作用。③下列海域兼容海上风能区：蒿枝港—塘芦港沿岸线状排列。海洋环境保护要求：①执行环保各项法律法规，推进生态保护项目建设，切实保护好基本功能区的生态环境；落实保护措施，保护海域环境和资源，减少污染损坏事故。要严格环境影响评价，要定期加强环境检测，发现问题及时处理。②施工建设必须加强污染防治工作，杜绝污染损害事故的发生，避免对海域生态环境产生不利影响。

本项目为海堤建设工程，堤内为江海产业园开发项目，项目建设有助于提高海堤防护级别，符合启东东部工业与城镇用海区（A3-21）的海域使用管理要求和海洋环境保护要求，符合《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》。

12.1.3 项目用海对相邻海洋功能区的影响

12.1.3.1 对农渔业区的影响

本项目东侧为长江口农渔业区（B1-04），拟建大堤基本上沿已建的“海堤”，只是在外侧修坡、抛石护脚、改建护坡等，主要在其内侧填土加高加宽。根据潮流泥沙数学模型计算结果，工程建设对周边潮流场和泥沙冲淤几乎没有影响。项目营运期对周边养殖环境的影响较小，不影响农渔业区海洋功能的发挥。

12.1.3.2 对港口航运区的影响

本项目东北侧为呈西北-东南延伸的小庙洪港口航运区（B2-15），最近距离约为8.6km。通过数模计算可知，工程建设对周边潮流场和泥沙冲淤几乎没有影响。对工程附近的流速场影响也很小，由此可见本项目的建设对于的小庙洪水道、吕四港等海区没有任何影响。

12.1.3.3 对特殊利用区的影响

本项目北侧6.5km处为塘芦港外特殊利用区（B7-17），本项目东北侧10km处为吕四大唐电厂特殊利用区（B7-15）。根据前述数模计算结果可知，本项目建设不会影响到特殊利用区所在海域，不影响该功能区功能的正常发挥。

12.1.4 项目与近岸海域功能区划的符合性分析

根据《江苏省近岸海域环境功能区划方案》，本工程位于绣新—斗长河口沿岸盐业养殖区（代码 JS005B II），为二类环境功能区。

绣新—斗长河口沿岸盐业养殖区（代码 JS005B II）：位于苏鲁交界绣针河口至新洋港河口，斗龙港河口至长江口的连云港岸线（本方案已划的其它环境功能区除外）向海至-10m 等深线范围内，为盐业生产区和滩涂、浅海水产养殖区。

本工程拟建大堤基本上沿已建的“海堤”，只是在外侧修坡、抛石护脚、改建护坡等，主要在其内侧填土加高加宽。因此，项目不会对绣新—斗长河口沿岸盐业养殖区的功能发生影响，因此，本工程建设符合《江苏省近岸海域环境功能区划方案》。



图 12.1-2 本工程与近岸海域环境功能区划相对位置关系

12.2 相关规划的符合性

12.2.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42号）是推进形成海洋主体功能区布局的基本依据，是海洋空间开发的基础性和约束性规划。海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：**优化开发区域**，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。**重点开发区域**，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。**限制开发区域**，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。**禁止开发区域**，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

本项目选址位于《全国海洋主体功能区规划》划分的**优化开发区域**。优化开发区域包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。该区域的发展方向与开发原则是，优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，提高产业准入门槛，积极开发利用海洋可再生能源，增强海洋碳汇功能；严格控制陆源污染物排放，加强重点河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能。

本项目位于长江口及其两翼海域。包括江苏省南通市、上海市和浙江省嘉兴市、杭州市、绍兴市、宁波市、舟山市、台州市毗邻海域。整合长三角港口资源，推动港口功能调整升级，发展现代航运服务体系，提高上海国际航运中心整体水平。发展生态养殖和都市休闲渔业。控制临港重化工业规模。严格落实长江经济带及长江流域相关生态环境保护规划，加大长江中下游水环境治理力度。加强杭州湾、长江口等海域污染综合治理和生态保护。严格海洋倾废、船舶排污监管，加强海洋环境监测，完善台风、风暴潮等海洋灾害预报预警和防御决策系统。

本项目为海堤建设工程，有助于完善台风、风暴潮等海洋灾害预报预警和防御决策系统。与《全国海洋主体功能区规划》相符。

12.2.2 与《江苏省海洋主体功能区规划》的符合性分析

《江苏省海洋主体功能区规划》综合运用指数评价法和主导因素法，确定江苏沿海县（市、区）主体功能。明确优化开发区域面积 18652.04 平方公里，占全省海域面积的 53.65%；重点开发区域面积 3254.11 平方公里，占全省海域面积的 9.36%；限制开发区域（海洋渔业保障区和重点海洋生态功能区）面积 10673.21 平方公里，占全省海域面积的 30.7%；禁止开发区域面积 2186.79 平方公里，占全省海域面积的 6.29%（图 12.2-1）。

海洋优化开发区域分别为连云港市赣榆区，盐城市滨海县和大丰区，南通市如东县、海门市和启东市海域，均属于现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。

海洋优化开发区域的功能定位是：海洋优化开发区域开发程度相对较高，具有较完备的港口、临港工业及城镇发展基础和配套能力，是全省海洋经济和沿海地区经济社会发展的核心区域。该区域的功能定位是：建成布局合理、优势互补和具有综合竞争力的现代化沿海港口群，以战略性新兴产业、临港产业为主体的先进制造业基地和现代服务业基地，以及全省主要的海洋水产品生产基地和滨海旅游目的地，海湾及河口生态保护功能区。

本项目位于海洋优化开发区域范围内，该区域 84%属于“土地”的管理范畴，该区域内已有长甲集团、德汇集团等诸多企业落户，开发力度较大。中共启东市委市政府已将“江海产业园”纳入吕四港经济开发区“一区三园”的板块协同发展，沿海大堤的防潮排涝、抵御风险设计标准必须作相应的提高。属于“海域”属性的 16%（约 179 hm^2 ），其中五金机电城区域建设用海内部“留白区”的面积为 87.3333 hm^2 ，占比为 7.78%，这部分“类土地”属性的“海域”其处置方案已作为历史遗留问题上报至自然资源部等待批复。由此可见，海岸防护范围内“真正意义上的海域”属性面积仅为 92.35 hm^2 ，占比为 8.22%。该部分“海域”早在 2000 年前、后已由当地“渔民”成陆（高涂养殖），现由长甲集团启东元隆生态农业发展有限公司接管，拟发展有机生态环保的高效养殖业，该区域正在开展相关用海申报、审批工作。本项目的拟加固修复海堤建设也是为该部分“海域”的可持续开发和高效利用起到保障作用。项目建设有助于提高海岸带开发建

设的安全防护级别，保障沿海安全，项目实施是实现江苏省历届政府对于启东市提高海洋灾害防御能力、践行生态文明的具体实践，是发挥生态系统减灾功能、提升海堤建设生态化水平、完善防灾减灾体系的需要，更是保障启东市社会经济持续、健康、快速发展的需要。因此，项目建设与《江苏省海洋主体功能区规划》是相符的。

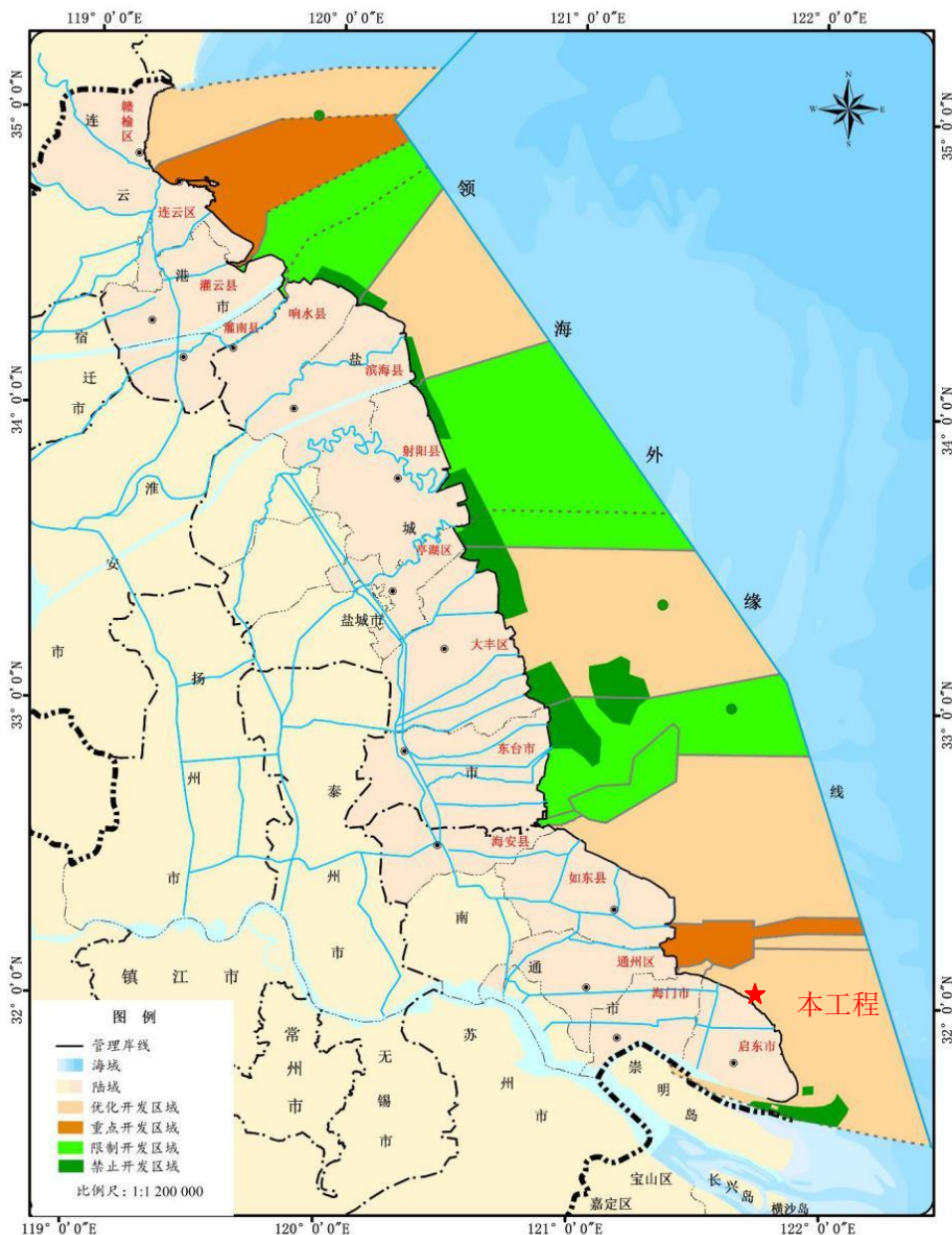


图 12.2-1 江苏省海洋主体功能区分区图

12.2.3 与《江苏省海洋生态红线保护规划》的符合性分析

《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》于 2017 年 3 月 16 日获得江苏省人民政府批复（苏政复[2017]18 号）。根据《江苏省海洋生态红线保护

规划（2016-2020年）》，海洋生态红线制度是指为维护海洋生态系统健康与生态安全，将重要海洋生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区划定为重点管控区域并实施严格分类管控的制度安排，旨在对具有重要保护价值和生态价值的海域实施分类指导、分区管理和分级保护。

根据江苏省海域自然地理特征和生态环境现状，将区域内重要海洋功能区、海洋生态脆弱区和敏感区纳入海洋生态红线区，主要包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、重要河口生态系统、重要滨海湿地、特别保护海岛、重要滨海旅游区、重要渔业海域、重要砂质岸线及邻近海域等8类。通过《规划》实施，到2020年全省海洋生态红线区面积占江苏管辖海域面积的比例达到27%以上，大陆自然岸线保有率达到37%以上，海岛自然岸线保有率达到35%，近岸海域水质优良比例达到41%。

（1）占用岸线

根据《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020年）》，自然岸线保有率是海洋生态红线保护规划的重要控制指标，根据江苏大陆自然岸线和海岛岸线的类型与自然特征，制定砂质岸线、粉砂淤泥质岸线、基岩岸线、整治修复岸线的分类差别化管控措施。其中粉砂淤泥质岸线管控措施主要是：“禁止实施可能改变或影响岸线自然属性的开发建设活动。加强统一规划，合理开发滩涂，注重调整产业结构。鼓励种植耐盐植物如芦苇等护岸固堤。实施整治修复保护工程应避免影响或改变海岸自然属性”。

本项目选址位于《规划》确定的人工岸线区外侧，不占用自然岸线。项目开发建设不会引起邻近海域水动力变化、地形冲淤变化、悬浮泥沙扩散等，对工程周边海域影响较小，不会对邻近岸线产生影响，不会改变邻近岸线的自然属性。

（2）周边生态红线区分布

根据海洋生态红线区的不同类型、所在区域开发现状与特征，并结合海洋水动力、海洋生态环境等特点，制定分区分类差别化的管控措施。禁止类红线区禁止任何形式的开发建设活动。限制类红线区施行区域限批制度，严格控制开发强度，禁止围填海，禁止采挖海砂，不得新增入海陆源工业直排口，严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达100%，控制养殖规模，鼓励生态化养殖，对已遭受破坏的海洋生态红线区，实施可行的整治修复措施，恢复原有生态功能，实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋

垃圾。

本项目周边海洋红线区分布具体见图 12.2-2 和表 12.2.1。

根据数模计算结果，本项目在开发建设中，不会对周边海域水动力环境、地形冲淤环境和海水水质环境的影响范围，不得影响周边海洋生态红线区海洋生态环境。

综上，项目建设与《江苏省海洋生态红线保护规划》是相符的。

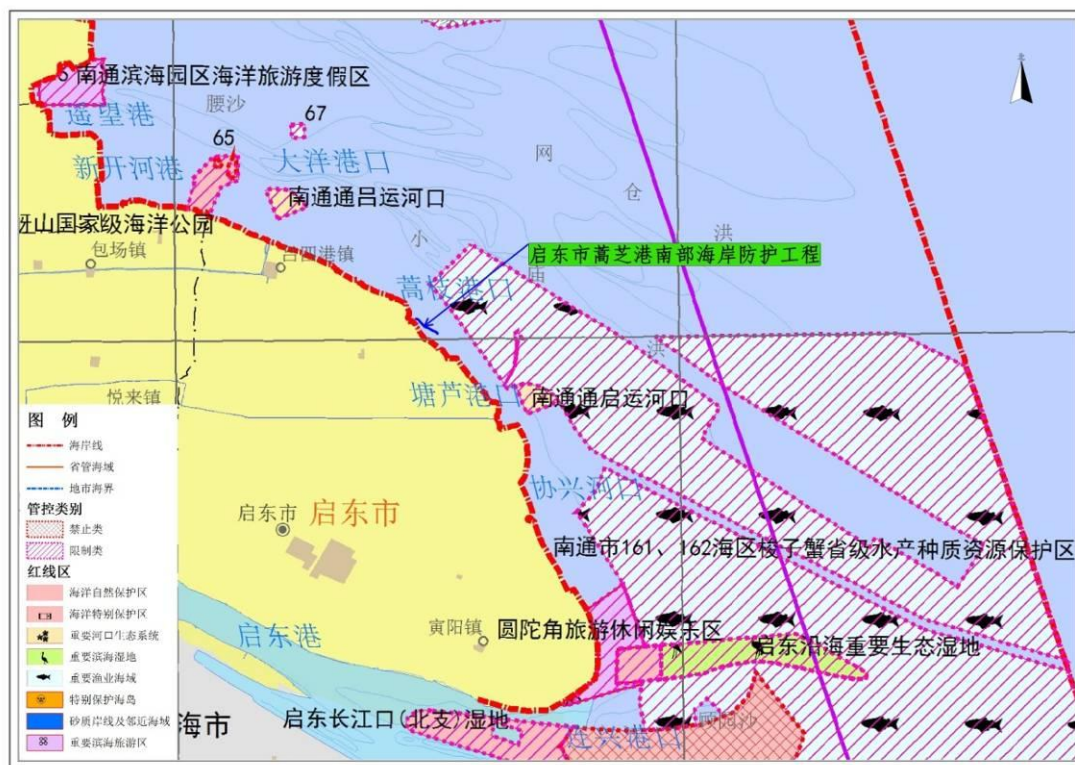


图 12.2-2 本项目与江苏省海洋生态红线关系图

表 12.2.1 本项目周边用海所在海洋红线区分布

所在行政区域		代码	管控类别	类型	名称	地理位置（起止坐标）	覆盖区域		生态保护目标	管控措施
市级	县级						面积（km ² ）	海岸线长度（km）		
南通	南通市	32-Xe16	限制类	重要渔业海域	南通市161、162海区梭子蟹省级水产种质资源保护区	四至： 121°45'11.70"E--122°9'42.97"E 31°32'47.61"N--32°4'49.57"N	1564.64	0	梭子蟹及其他列入保护的水产资源。	维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。开放式养殖用海应注意控制养殖密度和养殖方式，减少养殖污染，推广生态养殖。开展增殖放流活动，保护和恢复水产资源。
南通	如东县	32-Xe14	限制类	重要渔业海域	冷家沙重要渔业海域	四至： 121°38'57.22"E--121°53'44.04"E 32°15'48.51"N--32°23'9.98"N	165.44	0	海洋生态系统。	维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。开放式养殖用海应注意控制养殖密度和养殖方式，减少养殖污染，推广生态养殖。开展增殖放流活动，保护和恢复水产资源。
南通	如东县	32-Xe15	限制类	重要渔业海域	江苏如东文蛤省级水产种质资源保护区	四至： 121°36'59.99"E--121°37'48.05"E 32°10'16.99"N--32°10'58.03"N	1.56	0	文蛤及其他列入保护的水产资源。	维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其他可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。开放式养殖用海应注意控制养殖密度和养殖方式，减少养殖污染，推广生态养殖。开展增殖放流活动，保护和恢复水产资源。
南通	南通市	32-Xc01	限制类	重要河口生态系统	南通吕运河口	121°36'09.80"，32°06'10.60"为中心，半径为3公里的扇形区域	6.40	0	河口生态系统	维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全。严格控制围填海、采挖海砂、底土开挖、新增直排排污口等破坏河口生态系统功能的开发活动。加强对受损重要河口生态系统的综合整治与生态修复。
南通	南通市	32-Xc02	限制类	重要河口生态系统	南通启运河口	121°50'55.30"，31°56'10.17"为中心，半径为3公里的扇形区域	6.78	0	河口生态系统	维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全。严格控制围填海、采挖海砂、底土开挖、新增直排排污口等破坏河口生态系统功能的开发活动。加强对受损重要河口生态系统的综合整治与生态修复。

12.2.4 与《江苏省国家级生态保护红线规划》的符合性分析

2018年6月9日，江苏省人民政府发布《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》（苏政发〔2018〕74号）。《江苏省国家级生态保护红线规划》在全省共划定国家级生态保护红线区域总面积为18150.34平方公里，占全省陆海统筹国土总面积的13.14%。其中陆域生态保护红线区域面积8474.27平方公里，占全省陆域国土面积的8.21%；海洋生态保护红线区域面积9676.07平方公里，占全省管辖海域面积的27.83%。海域生态保护红线划定结果的划定根据《江苏省海洋生态红线保护规划（2016—2020年）》，全省共划定海洋生态保护红线面积9676.07平方公里（其中：禁止类红线区面积680.72平方公里，限制类红线区面积8995.35平方公里），占全省管辖海域面积的27.83%。共划定大陆自然岸线335.63公里，占全省岸线的37.58%；划定海岛自然岸线49.69公里，占全省海岛岸线的35.28%（图12.2-3）。

《江苏省国家级生态保护红线规划》海域生态保护红线划定结果与《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020年）》相一致，本项目位于规划中划分的人工岸线区，不在上述海洋特别保护区、重要渔业海域、重要河口生态系统和重要滨海旅游区红线区的范围内，项目用海符合《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020年）》，所以本项目用海也符合《江苏省国家级生态保护红线规划》。

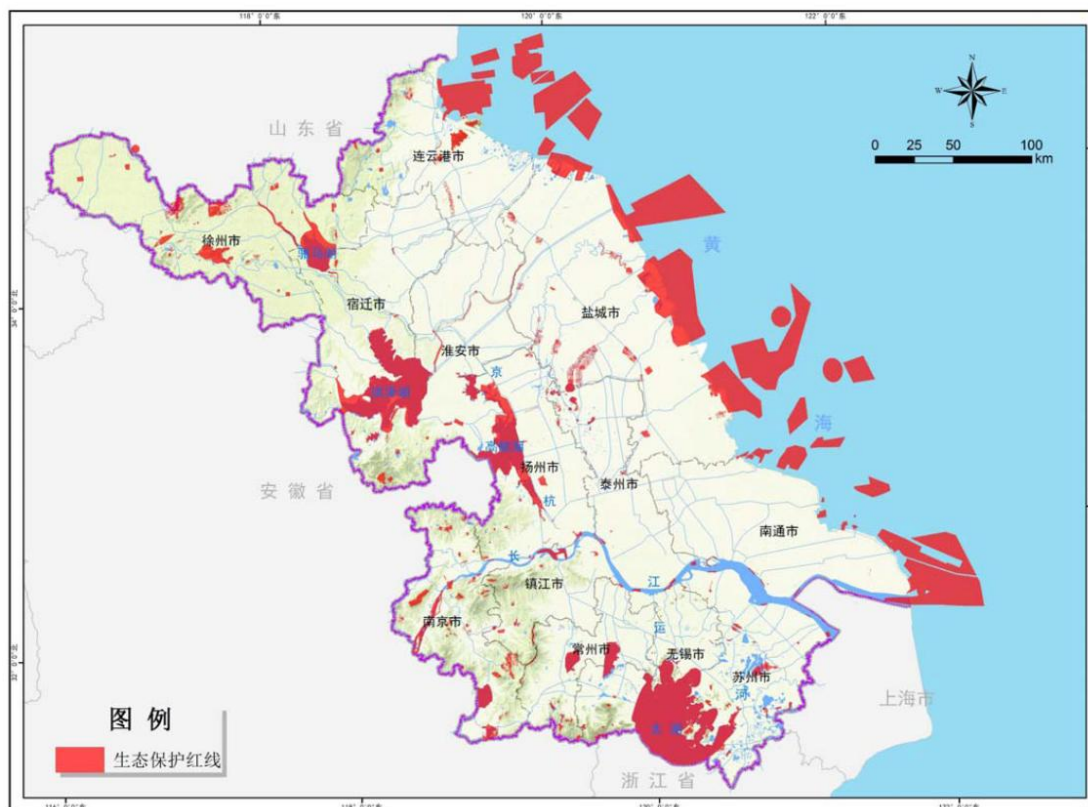


图 12.2-3 江苏省生态保护红线分布图

12.3 与产业类规划的符合性分析

12.3.1 与《产业结构调整指导目录（2019 年本）》的符合性分析

根据国家发展和改革委员会《产业结构调整指导目录（2019 年本）》对“二、水利类”的指导要求，“江河湖海堤防建设及河道治理工程”属于产业政策鼓励类项目。本项目是《南通启东市海岸带保护修复工程》（蒿枝港至塘芦港新闻海堤工程）其中的一个组成部分，南通启东市海岸带保护修复工程》的堤线方案是依据《江苏省海堤建设规划（2015-2020）》确定并 2020 年 1 月通过堤线方案论证。拟加固修复堤段与现有管理岸线最近处约 500m，最远处约 1200m。该区域 84%属于“土地”的管理范畴，该区域内已有长甲集团、德汇集团等诸多企业落户，开发力度较大。中共启东市委市政府已将“江海产业园”纳入吕四港经济开发区“一区三园”的版块协同发展，沿海大堤的防潮排涝、抵御风险设计标准必须作相应的提高。属于“海域”属性的 16%（约 179hm²），其中五金机电城区域建设用海内部“留白区”的面积为 87.3333hm²，占比为 7.78%，这部分“类土地”属性的“海域”其处置方案已作为历史遗留问题上报至自然资源部等待批复。由此可见，海岸防护范围内“真正意义上的海域”属性面积仅为 92.35hm²，占比

为 8.22%。该部分“海域”早在 2000 年前、后已由当地“渔民”成陆（高涂养殖），现由长甲集团启东元隆生态农业发展有限公司接管，拟发展有机生态环保的高效养殖业，该区域作为启东元隆生态农业发展有限公司拟建的“启东元隆生态农业发展有限公司启源高涂养殖项目”和“启东元隆生态农业发展有限公司得惠高涂养殖项目”，完成了海域使用论证报告等相关工作，现正在进行用海申报、审批工作。本项目的拟加固修复海堤建设也是为该部分“海域”的可持续开发和高效利用起到保障作用。据此，本项目为海堤建设项目，属于鼓励发展的项目。项目实施符合相关政策。

12.3.2 与水利类规划的符合性分析

本项目位于启东市蒿枝港至塘芦港间的中部，列入了《启东市海岸线整治修复三年行动计划》（2018~2020 年）（启政办发[2018]92 号）（见附件 10），行动计划指出“沿海各镇(园区)需结合自身实际，采用海岸生态廊道、滨海湿地植被种植与恢复、近岸废弃构筑物清理与清淤疏浚整治、沙滩生态修复与养护等修复方式，分别制定岸线整治修复计划，确保三年内我市整治修复并纳入自然岸线管控的岸线长度达 20.74km 以上”。行动计划共安排 4 项海岸线整治修复工程，分别是“江海产业园北段红树林耐盐植物种植项目”、“江海产业园缓坡入海及人工沙滩工程”、“江海产业园北片区海岸带植被种植项目”和“启东市东海和近海镇海岸线整治修复项目”。

根据 2020 年 6 月 4 日-6 日通过自然资源部组织《南通启东市海岸带保护修复工程项目实施方案（申报稿）》可知，该项目已成功入库“2020 年海岸带保护修复工程项目”，纳入国家自然资源部 2020 年度财政资助计划。

如前所述，本项目是该修复工程项目的重要组成部分，亦属于启东市江海产业园的海岸线整治修复计划岸段中的一部分。因此，本项目的建设符合江苏省、南通市及启东市等各级政府的水利类规划。

12.4 工程选址与布置的合理性

12.4.1 区域社会条件的适宜性

本项目作为南通启东市海岸带保护修复工程（蒿枝港至塘芦港新闻海堤工程）的重要组成部分，位于启东中部海域蒿枝港以南海域，总长约为 2560m，与现有管理岸线最近处约 500m，最远处约 1200m。该区域整体上属于“土地”的管理范畴，仅有很小部分属于“海域”，且因滩涂不断淤涨增高，于 2000 年前

后有渔民圈围形成高涂养殖。拟加固修复的工程结合海岸线整治修复，以提高海堤标准、保障沿海地区安全、改善海洋生态环境、促进当地社会经济发展的综合目标。对于“保护区域”内仍属“海域”管理范畴的区域，事实上早在2000年前、后已由当地“渔民”成陆（高涂养殖），现由长甲集团启东元隆生态农业发展有限公司接管，拟发展有机生态环保的高效养殖业，该区块正在开展相关用海申报、审批工作。本项目的拟加固修复海堤建设也是为该“海域”的可持续开发和高效利用起到保障作用。

工程建设有利于滩涂开发，对优化产业结构和改善滩涂生态环境，协调资源、环境和经济的相互关系，确保当地社会经济可持续发展具有重要的现实和战略意义。工程用海涉及的利益相关者具有可协调途径，项目建设与周边利益相关者可以避免重大冲突。

综上，本项目用海选址的自然条件适宜，区位条件较为优越，开发条件较为成熟，项目实施对资源环境影响可以接受，选址具有适宜的区位和社会条件。

12.4.2 项目用海的自然条件适宜性

本工程位于蒿枝港口南侧岸段，波浪不大、潮差中等、潮流不强；小庙洪水道内水体含沙量受风浪和潮流影响，具有风浪天水体含沙量高和流速大特点。工程海域大潮平均含沙量明显大于小潮平均含沙量，涨潮期平均含沙量明显大于落潮期；海岸性质属于粉砂淤泥质海岸，岸线和岸滩稳定；根据区域地质构造，拟建场区附近没有深大活动性断裂通过，历史上无大的破坏性地震发生，属地震活动较少、震级较低的地区。勘探场地主要地基土层分布较稳定，未发现对本工程场地稳定性有直接影响的活动断裂，本项目选址自然条件适宜。

12.4.3 项目选址与区划规划的符合性

根据《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于启东东部工业与城镇用海区（A3-21），项目用海符合《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》。

项目作为自然资源部《南通启东市海岸带保护修复工程》的重要组成部分，项目符合相关产业规划，符合相关区域发展规划，符合《全国海洋主体功能区规划》和《江苏省海洋主体功能区规划》，符合《江苏省生态空间管控区域规划》、《江苏省海洋生态红线保护规划》和《江苏省国家级生态保护红线规划》和《启东市海岸线整治修复三年行动计划》（2018~2020年）等相关规划中对该区域的功能定位。

12.4.4 项目建设的环境影响分析

通过数模计算可知，由于拟实施方案主要对固有海堤及海塘进行加高加固，基本不改变海岸线形态特征，仅五金机电城北侧内拐角部位海堤向外增加了一个圆弧，因而工程后蒿枝港至塘芦港间的流速场基本未出现明显变化，仅有五金机电城北侧的内拐角前沿附近的涨落潮流速有所降低。由于外移海堤所在位置滩面高程基本在 1.50m 以上，因而涨落潮流速变化的幅度有限，基本在 0.10m/s 以下。

当工程方案实施后，由于基本未改变蒿枝港至塘芦港之间的海岸线形状，仅德汇内拐角附近岸线有所外推，使得该区域海堤前沿附近出现小幅度淤积，而海堤建设对其它岸段前沿的泥沙冲淤则基本无影响。由于五金机电城北侧内拐角海堤圆弧位置滩面高程已经达 1.50m 以上，且外移的距离也基本在 150m 以内，因而该段海堤前沿的泥沙回淤强度基本在 0.10m/a 以下。

本项目主要工程规模：新建海堤 2559m，主要工程内容包括新建、拆建挡浪墙，新建、修复灌砌块石护坡、新建护坡，堤身加高培厚，新建堤顶道路，新建背水坡土工格栅草皮护坡等。布置堤线时尽量不占用现有围堤外海域，局部需平顺段尽量少占围堤外海域。对海域自然资源和生态环境影响有限。

综上所述，从区位和社会条件、自然条件和生态环境适宜性、与相关规划的符合性、和项目建设的环境影响分析，本项目选址合理。

12.5 环境影响可接受性分析

本项目建设对环境影响主要体现在：

(1) 生态环境：工程对渔业生物资源的影响主要是：(1) 永久或临时性占用渔业水域对底栖生物的影响。评估经济损失共计 391.20 万元。建议采用增殖放流的方式进行，具体放流物种为三疣梭子蟹、中国花鲈、舌鳎，于项目建设完成后进行增殖放流，放流时间为每年 6~9 月，放流海域为工程周边海域，放流时间为项目建设完成后。

(2) 水环境：本工程在施工过程中的水污染主要来自于施工人员生活污水和生产废水，其中生活污水通过施工营地设置环保厕所，由环卫部门定期清运，施工生产废水经场内隔油沉淀池处理后回用于施工期石料、砼构件等养护用水，考虑到地表蒸发等作用，实际排入海域的量很少，对水环境影响小。

海岸防护工程在正常运行期间不产生任何污染物及其废水，不会对海洋的水环境产生影响。

综上，本工程对附近海域海洋环境的影响是可以接受的。

13. 工程生态用海方案的环境可行性分析

13.1 岸线利用

本工程为海岸防护工程，根据 2019 年 11 月 12 日启东市人民政府《关于再次上报省自然资源厅海岸线修测初步成果（启东段）修改建议的报告》（附件），“蒿枝港以南该区域部分已作 2003 年土地占补平衡项目，面积约 176.5 公顷，权利人为启东市江海产业园管理委员会。此外，南侧的长祥农业发展有限公司地块，初步成果是沿着其土地证线型两侧最外围进行划定海岸线。考虑到此处已存在土地证并开展征地工作且该地块于 2006 年做土地占补平衡项目（苏国土资〔2004〕130 号文件），面积约 290 公顷，管理上已纳入土地范围，建议沿土地占补平衡项目及土地证范围最外侧边缘线进行划定海岸线（图 13.1-1）。



图 13.1-1 项目所在海域海岸线修测成果图

本项目位于蒿枝港南部与启东东升水产有限公司之间岸段，仅在启东东升水产有限公司北部新增岸线长度约 0.56km，占用修测岸线长度 1.2km。此岸段的实际海域使用情况为已围低标准养殖塘的围堰。此岸段的实际海域使用情况为已围低标准养殖塘的围堰，一方面从标准海堤建设的要求将此段岸线拉直，另一方面结合本次海岸带防护修复工程的整体建设，可将该堤段进行生态化改造，做到养滩护滩互为一体，逐步将其修复成“自然岸线”，提高启东市乃至南通市的自然

岸线保有量。

13.2 用海布局

本工程建设的目的是为了保护岸线，防止因海岸受到冲刷，提高海堤防潮抗台能力。同时本项目的平面布置方案基本不改变蒿枝港至塘芦港间的海岸形状，因而对周边海域的流速场影响很小，远区吕四港、小庙洪等海域流速场基本未出现可见影响。从数值模拟计算结果还可以看出，拟加固修复的海岸防护工程对内侧区域（大面积为“土地”属性）的开发起到了应有的防护作用，达到了本工程实施的目的，因为本项目用海布局合理。

13.3 生态修复

项目将对工程所在海域生态环境和渔业资源构成一定程度的影响及损失，建设单位应根据工程实施所造成的生物资源损失货币化估算量投入一定的财力进行海域生态修复。建设单位应与当地海洋与渔业部门协商，合理安排项目附近海域生态修复工作，建议采用人工增养殖放流当地生物物种和建设人工渔礁等方式进行生态恢复和补偿。本工程海洋资源生态补偿费用应不少于391.20万元，建议本项目生态修复和补偿措施结合《江海产业园南段岸线整治与生态修复专项规划》的相关内容，开展岸线整治修复，包括芦苇、碱蓬等海岸带植被种植，以及生态湿地和人工沙滩的建造。

13.4 跟踪监测

为了及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况，项目施工单位应定期委托有资质的环境监测部门对本项目主要污染源排放的污染物进行监测。重点针对水、生态环境进行监测。

工程施工期的环境监测工作应该根据国家海洋局于2002年4月发布的《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求进行跟踪监测。采样监测工作委托有资质环境保护监测站承担。应满足《海洋监测规范》及《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应规范和标准的要求。

考虑到本项目特点，施工期监测内容（表13.4.1）如下：

（1）水环境监测

监测项目：SS、水温、pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属（铜、锌、铅、镉、汞、砷）。

监测站位：本工程海堤东侧外海布置两个监测站位。

监测频率：施工前监测1次；施工期要求每季度监测1次，发现异常情况及时通知有关部门，采取相应对策措施；施工结束后监测1次。

监测采样、分析方法按常规环境监测要求执行。

跟踪监测应委托具有相应资质的监测单位进行，并提交有效的跟踪监测计量认证（CMA）报告。

（2）沉积物监测

监测项目：有机碳、石油类、硫化物、重金属（铜、锌、铅、镉、汞、砷）等。

监测站位：本工程海堤东侧外海布置两个监测站位。

监测频率：沉积物项目在施工开始时进行一次，施工期每年监测一次，运行期每两年监测一次。

跟踪监测应委托具有相应资质的监测单位进行，并提交有效的跟踪监测计量认证（CMA）报告。

（3）海洋生态

监测站位：可在水质监测站位中（离项目区最近的）选取最少1个监测站位；

监测项目及执行标准：监测因子为浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔鱼，采样和分析方法采用《海洋监测规范》（GB17378-2007）。

监测频率：在施工前、施工期以及施工结束后各进行一次监测。

跟踪监测应委托具有相应资质的监测单位进行，并提交有效的跟踪监测计量认证（CMA）报告。

（4）地形地貌

监测站位：在工程区两端布设2个断面；

监测项目：海洋地形地貌

监测时间与频率：在施工前及施工期结束后每年进行一次监测。

（5）排入蒿枝港的水质监测

对于经沉淀处理后排入蒿枝港的“清水”，本次评价要求定期对其排放口处的SS进行监测。

表13.4.1 项目监测内容

阶段	内容	监测站 位位置	监测项目	监测频率
施工前 施工期 施工后	海水水质	布置 2 个 站位	水温、pH 值、SS、DO、 石油类、COD、无机氮、 活性磷酸盐等	施工前监测 1 次；施工 期要求每季度监测 1 次； 施工结束后监测 1 次。
	沉积物		有机碳、硫化物、石油类、 总汞、铜、铅、镉、锌、 铬、砷	沉积物项目在施工开始 时进行一次，施工期每 年监测一次，运行期每 两年监测一次。
	海洋生态		叶绿素 a、浮游植物、浮 游动物、底栖生物、潮间 带生物、渔业资源	在施工前、施工期以及 施工结束后各进行一次 监测
	地形地貌		海洋地形地貌	在施工前及施工期结束 后每年进行一次监测。
施工期	沉淀处理后 排入蒿枝港 的“清水”水 质监测	对出水 口	SS	施工期每季度一次。

表 13.4.2 监测站位坐标

序号	北纬	东经	监测内容	备注
1	32° 1'4.09"北	121° 44'44.12"东	水质、沉积物、生 态	-
2	32° 0'28.50"北	121° 45'33.19"东		



图 13.4-1 本项目跟踪监测站位图

14. 环境管理与环境监测

本项目的环境管理与环境监控计划，力求通过环境监测反映和掌握施工期、营运期污染物的排放情况，以及污染物排放对周围环境的影响程度；为建设单位的环境管理提供科学依据，通过环境管理与控制保证各项环境保护措施的落实，最终达到减缓工程建设对环境的不利影响、保护项目所在地区环境质量的目的。

14.1 环境保护管理

(1) 施工期环境管理

本工程施工期环境管理工作由建设单位、监理单位和施工单位组成，共同承担相关环境保护的职责和义务。

1) 建设单位环境管理机构及职责

建设单位应设环境管理办公室，具体负责和落实工程施工期环境保护管理工作，对施工期工区内的环境保护工作进行检查和落实，协调各有关部门之间的环境保护工作，并配合地方海洋环境保护部门共同作好工区的监督和检查工作。建设单位环境管理办公室主要职责如下：

- ①明确“环境管理办公室”组成人员及职责；
- ②将环境保护措施纳入招标文件和施工承包合同；
- ③审核和安排环境保护工作经费；
- ④对施工方案进行审核管理；
- ⑤委托有资质单位按照有关监测技术规范进行环境监测，定期提供监测数据和分析报告；
- ⑥协调环境保护管理、环境监测部门以及其他有关部门之间的环保工作；
- ⑦处理因工程实施而引起的环境污染事故和纠纷及向上级有关部门汇报。

2) 监理单位环境管理机构及职责

监理单位受建设单位委托，在建设单位授权范围内开展施工期间环境保护监理工作，按照国家和地方有关环境保护法律法规、政策法令、标准以及环境影响报告书、环境保护设计文件和合同、标书中的有关内容对施工期环境保护工作进行监理，制定具体监理方案，确保落实各项环境保护措施、工程实施进度和质量。施工监理单位主要职责如下：

- ①编制环境监理规划和实施细则，确定环境监理项目和内容；

②对施工单位进行监理，防止和减轻由施工活动引起的环境污染；

③全面监督和检查各施工单位环境保护措施的实施情况和效果，及时处理和解决施工中出现的环境污染事件；

④负责落实环境监测计划的实施，审核有关环境报表，根据水质、环境空气、声环境等监测结果，对施工及管理提出相应要求，尽量减少施工给环境带来的不利影响；

⑤作好监理记录及监理报告，组织质量评定，参与竣工验收。

3) 施工单位环境管理机构及职责

施工单位应严格按照有关环境保护规定开展施工活动。施工单位应设立环境保护办公室，安排专职环保工作人员，具体负责执行招标文件中或设计文件中有关环保内容和审批通过的环境影响报告书所提出的各项环保措施的实施，落实施工场地的环保措施和各项经费，接受有关部门对环保工作的监督和管理。环境保护办公室在施工单位进场时成立，施工结束后经验收合格后撤消。施工单位施工期主要内容如下：

①制定环境保护年度工作计划；

②核算年度环保经费的使用情况；

③定期向建设单位、监理单位汇报承包合同中环保条款的执行情况；

④合理安排施工时间、方式，确保将规划实施建设对周围环境的影响减到最小，同时要做好施工人员卫生防疫工作；

⑤对施工过程中建筑材料的运输、堆放或利用的整个过程负责，确保弃土、弃渣不流失。

⑥委托有资质单位按照有关监测技术规范进行环境监测，定期提供监测数据和分析报告。

14.2 环境监测计划

14.2.1 海洋环境与生态监测

环境监测工作应该根据国家海洋局于2002年4月发布的《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求进行跟踪监测。采样监测工作委托有资质环境保护监测站承担，由海洋环境主管部门监督。应满足《海洋监测规范》及《海水水质标准》（GB3097-1997）中相应规范和标准的要求。

(1) 监测范围及站位布设

环境监测范围及站位布设参照和选取本报告的海水水质现状调查范围及站位确定，共设水质站位2个、沉积物2个，海洋生态站位2个，潮间带断面1条。

(2) 监测内容

水质：pH、悬浮物、油类、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌。

沉积物：铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷、石油类、硫化物。

海洋生态：叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵、仔鱼。

(3) 监测频率和时间

在运营期开展一次春季和秋季监测。

沉积物在运营期开展一次春季或秋季的监测。

海洋生态在运营期开展一次春季和秋季的监测。

以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

14.2.2 监测数据的管理

建设单位应委托有资质的监测单位根据工程施工进度按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知海洋、环保主管部门，以便采取相应的对策措施。

根据国家海洋局《建设项目海洋环境影响跟踪技术规程》，环境监测责任部门可与当地有计量认证资质的海洋环境监测站协商，签订环境监测合同，委托监测单位在工程建设过程中进行定期监测，为管理部门执行各项环境法规、标准、开展环境管理工作提供可信的监测数据与资料。在制定环境监测计划时，应同时制定环境监测资料的存贮、建档与上报的计划，并接受海洋管理部门的检查和指导。

15. 环境影响评价结论及建议

15.1 工程分析结论

(1) 地理位置

启东市蒿枝港南部海岸防护工程位于启东江海产业园滨海侧一线海堤(北起蒿枝港,南至塘芦港),自蒿枝港以南约750m处启东东升水产有限公司的北堤。

(2) 建设规模

本工程的主要任务是建设启东江海产业园滨海侧一线海堤,达到防御 100 年一遇黄海高潮位加 11 级风浪 1 级海堤的标准。主要工程规模:新建海堤 2559m,主要工程内容包括新建、拆建挡浪墙,新建、修复灌砌块石护坡、新建护坡,堤身加高培厚,新建堤顶道路,新建背水坡土工格栅草皮护坡等。

工程施工期约为12个月,总投资10240.89万元。

(3) 工程环境影响因素分析

施工过程对海洋环境的影响主要为海堤建设对水环境、生态环境的影响,以及工程区占压海域对海洋生物资源的影响。

15.2 环境现状分析与评价结论

(1) 海水水质环境

2019 年 3 月在该海域的调查显示:各站位的溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、油类、铜、铅、铬、镉、汞、砷均符合《海水水质标准》(GB3097-1997)中第一类海水水质标准的要求,无机氮、PH、锌部分站位超标。

2019 年 10 月在该海域的调查显示:各站位的 pH、溶解氧、化学需氧量、挥发酚、硫化物、油类、铜、锌、铅、铬、镉、汞、砷均符合符合《海水水质标准》(GB3097-1997)中第一类海水水质标准的要求,无机氮和活性磷酸盐部分站位超标。

(2) 沉积物环境

2019 年 4 月 23 日~30 日在工程附近海域沉积物调查中,监测区域除了 9 号、24 号站位铬为《海洋沉积物质量》中第二类沉积物质量标准,其余均符合第一类沉积物质量标准。

(3) 生物体质量

2019年3月在该海域的调查显示:3号站位四角蛤蜊和9号站位文蛤中铬、砷,6号站位螯蛭中铬、铅、砷、石油烃,8号站位毛蚶中铬、镉,10号站位菲律宾蛤仔中铬、砷,16号站位螯蛭中砷、石油烃,19号站位毛蚶中镉,21号站位菲律宾蛤仔中砷为第二类标准,其余均符合第一类标准。鮟鱼和葛氏长臂虾均符合第一类评价标准。

2019年10月在该海域的调查显示:22号站位文蛤中铅、砷,24号站位螯蛭中铬、石油烃为第二类标准,其余均符合第一类标准,可能的原因是22号及24号站位离岸较近,受陆源污染排放影响。脊尾白虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾、海鳗、鮟鱼和中国花鲈虾均符合第一类评价标准。

(4) 海洋生态

叶绿素 a: 2019年3月调海域叶绿素 a 含量变化范围在 2.208~6.786ug/L 之间,平均值为 3.73ug/L; 2019年10月调查海域叶绿素 a 含量变化范围在 2.370~4.092ug/L,平均浓度为 3.218ug/L。

浮游植物: 2019年3月,调查期间调查海域15个站位共鉴定出浮游植物5门49属88种,其中,硅藻门37属73种,占总属数的75.51%,占总种数的82.95%,为主要优势类群。甲藻门9属12种,蓝藻门、绿藻门、金藻门各为1属1种。游植物水样的密度范围为 0.05×10^6 个/ m^3 ~ 6.22×10^6 个/ m^3 ,平均值为 1.39×10^6 个/ m^3 ,多样性指数均值为 2.133,均匀度均值为 0.651,丰富度均值为 4.572。

2019年10月,调查期间调查海域15个站位共鉴定出浮游植物4门40属79种,其中,硅藻门34属69种,占总属数的85.00%,占总种数的87.34%,为主要优势类群。甲藻门4属8种,蓝藻门、裸藻门各为1属1种。浮游植物水样的密度范围为 0.60×10^6 个/ m^3 ~ 2.20×10^6 个/ m^3 ,平均值为 1.16×10^6 个/ m^3 ,多样性指数均值为 2.618,均匀度均值为 0.541,丰富度均值为 1.663。

浮游动物: 2019年3月,调查期间调查海域共鉴定 I 型网浮游动物 11 大类 40 种。其中桡足类最多,共有 16 种,占总种数的 40.00%,其次是浮游动物幼虫,有 11 种,占总种数的 27.50%,腔肠动物 5 种,占总种数的 12.50%,原生动物 1 种,糠虾类 1 种,涟虫类 1 种,端足类 1 种,磷虾类 1 种,十足类 1 种,毛颚类 1 种,浮游被囊类 1 种,各占 2.50%,整个调查海域 I 型网采浮游动物的多样性指数均值为 2.271,均匀度均值为 0.590,丰富度均值为 1.059; 2019年3月,调查期间共鉴定 II 型网采浮游动物 12 大类 50 种。其中桡足类最多,共有 20 种,

占总种数的 40.00%；其次是浮游动物幼虫 12 种，占总种数的 24.00%；水母类 6 种，占总种数的 12.00%；原生动物和端足类各 2 种，分别占总种数的 12.00%；腔肠动物 2 种，糠虾类 1 种，涟虫类 1 种，等足类 1 种，磷虾类 1 种、十足类 1 种，毛颚类 1 种，浮游被囊类 1 种，各占总种数的 2.00%，，整个调查海域 II 型网采浮游动物的多样性指数均值为 2.320，均匀度均值为 0.589，丰富度均值为 1.083。

2019 年 10 月，调查期间调查海域共鉴定 I 型网浮游动物 13 大类 50 种。其中桡足类最多，共有 12 种，占总种数的 24.00%；其次是腔肠动物类，有 11 种，占总种数的 22.00%；浮游幼虫类 9 种，占总种数的 18.00%；毛颚类 5 种，占总种数的 10.00%；十足类 3 种，占比 6.00%；端足类和糠虾类各 2 种，分别占比 4.00%；原生动物类 1 种，多毛类 1 种，枝角类 1 种，涟虫类 1 种，等足类 1 种，磷虾类 1 种，各占 2.00%，整个调查海域 I 型网采浮游动物的多样性指数均值为 2.737，均匀度均值为 0.682，丰富度均值为 1.274；2019 年 10 月，调查期间共鉴定 II 型网采浮游动物 13 大类 48 种。其中桡足类最多，共有 17 种，占总种数的 35.42%；其次是浮游幼虫类 13 种，占总种数的 27.08%；腔肠动物类 5 种，占总种数的 10.42%；原生动物类、糠虾类和端足类各 2 种，分别占总种数的 4.17%；多毛类 1 种，枝角类 1 种，涟虫类 1 种，磷虾类 1 种、十足类 1 种，毛颚类 1 种，浮游被囊类 1 种，各占总种数的 2.08%，整个调查海域 II 型网采浮游动物的多样性指数均值为 2.966，均匀度均值为 0.662，丰富度均值为 1.550。

底栖生物：2019 年 3 月，调查海域定性和定量共鉴定 6 门 61 种底栖生物，其中节肢动物最多，有 22 种，占总种数的 36.07%；软体动物次之，有 20 种，占总种数的 32.79%；脊索动物和环节动物分别为 9 种和 8 种，各占总种数的 14.75%和 13.11%；纽形动物 1 种，棘皮动物 1 种，各占总种数的 1.64%。密度范围为 5 ind./m²~200 ind./m²，平均值为 64 ind./m²，多样性指数均值为 0.845，均匀度均值为 0.512，丰富度均值为 0.203。

2019 年 10 月，查海域定性和定量共鉴定 6 门 69 种底栖生物，其中节肢动物门最多，有 26 种，占总种数的 37.68%；环节动物门次之，有 21 种，占总种数的 30.43%；脊索动物门和软体动物门分别为 10 种，各占总种数的 14.49%；刺胞动物门 1 种，棘皮动物门 1 种，各占总种数的 1.45%。密度范围为 0 ind./m²~145 ind./m²，平均值为 39 ind./m²，多样性指数均值为 1.187，均匀度均

值为 0.591，丰富度均值为 0.368。

潮间带底栖动物：2019 年 3 月，调查海域 3 个断面定性与定量样品共鉴定潮间带生物 3 门类 14 种。其中软体动物最多，有 7 种，占总种数的 50.00%；节肢动物门甲壳类次之，有 4 种，占总种数的 28.57%；环节动物有 3 种，占总种数的 21.43%。调查海域 3 断面潮间带底栖生物平均栖息密度和生物量分别为 25 ind./m² 和 19.398 g/m²。

2019年10月，调查海域3个断面定性与定量样品共鉴定潮间带生物6门类41种。环节动物最多，有22种，占总种数的53.66%；软体动物次之，有11种，占总种数的26.83%；节肢动物4种，占总种数的9.76%。调查海域3断面潮间带底栖生物平均栖息密度和生物量分别为69 ind./m²和15.437 g/m²。

(5) 渔业资源

2019 年 3 月调查海域共鉴定游泳动物 4 大类 43 种，其中鱼类 24 种，占 55.81%；甲壳类 15 种，占 34.88%；软体类 4 种，占 9.30%。调查海域游泳动物平均资源量为 399.437kg/km²，范围为 29.708kg /km² ~ 792.427 kg /km²。资源密度平均为 30906 尾/km²，范围为 3828 尾/km²~69414 尾/km²，数量多样性指数平均为 2.049，范围为 1.545~2.363。丰富度平均为 3.072，范围为 2.348~3.820。均匀度平均为 0.703，范围为 0.525~0.865；调查海域重量多样性指数平均为 1.817，范围为 1.542~2.168。丰富度平均为 2.106，范围为 1.391~2.856。均匀度平均为 0.621，范围为 0.528~0.750。鱼卵仔稚鱼共检出仔鱼 2 科，鱼卵 2 科。

2019 年 10 月调查资料表明：调查海域共鉴定游泳动物 3 大类 60 种，其中鱼类 37 种，占 61.67%；甲壳类 20 种，占 33.33%；头足类 3 种，占 5.00%。调查海域游泳动物平均重量资源量为 742.785kg/km²，范围为 366.188kg/km² ~ 1397.381 kg/km²。资源密度平均为 65833 尾/km²，范围为 34545 尾/km²~153060 尾/km²。调查海域数量多样性指数平均为 3.502，范围为 2.454~4.200。丰富度平均为 2.949，范围为 2.487~3.632。均匀度平均为 0.711，范围为 0.500~0.823；调查海域重量多样性指数平均为 3.258，范围为 2.513~3.777。丰富度平均为 2.164，范围为 1.765~2.575。均匀度平均为 0.661，范围为 0.548~0.764，鱼卵与仔稚鱼定量调查共检出仔稚鱼 2 科。

15.3 环境影响预测分析与评价结论

15.3.1. 水文动力环境

本工程对蒿枝港至塘芦港将的固有海塘及海堤进行加高加固,仅在德汇北侧内拐角处海堤外移约 150m,基本不改变蒿枝港至塘芦港将现有岸段海岸形态特征,从数模计算结果可以看出,本工程未改变现状海岸线基本形态,对涨落潮流场的影响较小,海域大范围涨落潮流的形态并未受到明显影响,工程海区东部的涨落潮流向依然以偏东南—西北向往复流为主。

15.3.2. 地形地貌冲淤环境

本工程海堤实施后,由于基本未改变蒿枝港至塘芦港之间的海岸线形状,仅德汇内拐角附近岸线有所外推,使得该区域海堤前沿附近出现小幅度淤积,而海堤建设对其它岸段前沿的泥沙冲淤则基本无影响。同时,由于德汇内拐角附近海堤外移位置的滩面高程已经达1.50m以上,且外移的距离也基本在150m以内,因而,该段海堤前沿的泥沙回淤强度基本在0.10m/a以下。

总的来看,本工程海堤基本未改变现状海岸线形态,因而工程对周边海域冲淤影响轻微,对于远区的小庙洪水道、吕四港等海区的冲淤基本没有影响。

15.3.3. 水质环境

本工程在施工过程中的水污染主要来自于施工人员生活污水和生产废水。生活污水通过施工营地设置环保厕所,由环卫部门定期清运。施工生产废水经场内隔油沉淀池处理后回用于施工期石料、砼构件等养护用水,考虑到地表蒸发等作用,实际排入海域的量很少,对水环境影响小。

海岸防护工程在正常运行期间不产生任何污染物及其废水,不会对海洋的水环境产生影响。

15.3.4. 海洋生态环境

工程在施工过程中采用泥浆泵吹填成堤,与海域侧的水体没有交换,吹填时产生的高浓度浑水经过现有海堤内侧的废弃养殖塘沉降后,“清水”通过蒿枝港排入外海,虽然在施工过程中不会产生施工悬浮物对海洋水环境产生影响,但工程施工占用了内侧的“废弃”养殖塘且海岸防护工程也占用了海域,造成该区域内底栖生物的死亡,因此本次评价中主要对底栖生物的影响进行预测与评价。

工程施工过程中悬浮泥沙扩散对生物生态的影响,按照工程施工实际占用的内侧“废弃”养殖塘面积测算,海岸防护工程覆盖的海域,活动能力差的底栖生物如虾、短蛸将被覆盖死亡。

通过计算,本工程护岸用海面积为14.2173公顷,项目建设造成的底栖生物

总损失量为384.63t，底栖生物按1.0万元/吨计，本项目实施SS共造成浮游动物总损失量为0.197t，潮间带生物总损失量为384.63t，鱼卵总损失量为 3.101×10^6 个，仔鱼总损失量为 0.333×10^6 个，鱼类损失量为0.1547t，甲壳类和头足类损失量为0.0564t。本项目造成生物损失共计391.20万元。建议通过增殖放流的方法进行生态补偿。

15.4 环境风险分析与评价结论

本工程为海岸防护工程，不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存，但在施工过程中考虑船舶发生碰撞引起的燃料油外溢事故。

当海堤外侧发生风险泄漏事故后，通过对常风条件及不利风条件下的油品对水环境的预测分析，由于工程所在海域环境敏感区较多，一旦发生溢油后，油膜不可避免会对周边的环境敏感目标产生影响，因此为保护海洋环境及周边保护区水质，应加强管理，合理调配，尽可能避免溢油事故的发生，防止可能出现的泄漏风险事故对周边水环境的影响；一旦发生溢油事故，应尽快通过海洋行政主管部门及海事部门，并立即启动应急预案，布设围油栏，把溢油事故污染控制在围油栏所包围水域内，以保护海洋环境。

15.5 清洁生产和总量控制结论

15.5.1 清洁生产

本工程为海堤项目，在海堤建设过程中选择能耗低、效率高的施工船舶进行作业，同时也加强船机设备管理，加强施工计划和管理，合理安排施工工序，特别是各施工工序间的衔接，将清洁生产贯穿了生产过程，工艺较清洁。

15.5.2 总量控制

根据国家主要污染物总量控制要求，确定本项目总量控制因子为：COD、NH₃-N。本项目施工期人员产生的生活废水中含有COD、NH₃-N，该部分废水纳入旱厕，定期清运处理后用作农肥，不再纳入总量控制。本工程为护岸工程，营运期不涉及污染物的产生和排放。因此，本工程的总量控制指标的建议值为0。

综上所述，COD、氨氮总量指标均为0。

15.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

项目采用的环保技术成熟可行，环保投资可以满足项目运行的要求。

15.7 区划规划和政策符合性结论

根据《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》，本项目位于启东东部工业与城镇用海区（A3-21），项目用海符合《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》。

项目作为自然资源部《南通启东市海岸带保护修复工程》的重要组成部分，项目符合相关产业规划，符合相关区域发展规划，符合《全国海洋主体功能区规划》和《江苏省海洋主体功能区规划》，符合《江苏省生态空间管控区域规划》、《江苏省海洋生态红线保护规划》和《江苏省国家级生态保护红线规划》和《启东市海岸线整治修复三年行动计划》（2018~2020年）等相关规划中对该区域的功能定位。

15.8 建设项目环境可行性结论

启东市蒿枝港南部海岸防护工程位于启东蒿枝港与塘芦港之间海域，靠近蒿枝港以南。本工程主要建设启东江海产业园滨海侧一线海堤，达到防御 100 年一遇黄海高潮位加 11 级风浪 1 级海堤的标准。在工程施工期污染物接收处理，不向海排放，营运期无产污环节，工程对于海水水质影响不大。工程占用海域及施工悬浮物造成的生态损失可通过增殖放流等手段进行生态补偿。工程建设对于区域水动力环境的影响是可接受的。

本工程环保投资约为 440.00 万元包括生态补偿、污染物接收处理、环境监测、环境监理等费用。通过落实各项环境保护措施将工程对评价海域的环境影响减至最低。在严格执行国家各项环境保护法律、法规，全面加强监督管理和认真落实报告书提出的各项环保措施，并合理安排施工的前提下，从海洋环境保护角度分析，本工程的建设和可行。