

南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东
液化天然气分销转运站2号泊位工程

环境影响报告书

(征求意见稿)

建设单位：广汇能源综合物流发展有限责任公司

主持编制机构：江苏润环环境科技有限公司

二〇二三年二月

目 录

1 概述.....	1
1.1 项目由来.....	1
1.2 项目特点.....	3
1.3 环境影响评价工作程序.....	4
1.4 分析判定相关情况.....	5
1.5 项目建设的必要性.....	32
1.6 关注的主要环境问题及环境影响.....	35
1.7 环境影响评价的主要结论.....	35
2 总则.....	37
2.1 编制依据.....	37
2.2 环境影响识别及评价因子筛选.....	42
2.3 评价标准.....	43
2.4 评价工作等级和评价范围.....	49
2.5 评价重点.....	59
2.6 环境保护目标.....	60
2.7 相关规划及环境功能区划.....	62
3 现有项目回顾性评价.....	85
3.1 现有项目概况.....	85
3.2 现有项目工程分析.....	88
3.3 现有项目用海情况.....	102
3.4 项目污染源及达标排放情况.....	105
3.5 现有项目存在的问题及“以新带老”措施.....	107
4 扩建项目工程分析.....	108
4.1 项目概况.....	108
4.2 项目工艺流程.....	143
4.3 水平衡.....	150
4.4 项目占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况.....	153
4.5 影响因素分析.....	154

4.6 污染物源强核算.....	155
4.7 环境风险分析.....	163
4.8 清洁生产分析.....	177
5 环境现状调查与评价.....	180
5.1 自然环境现状调查.....	180
5.2 区域海洋资源概况.....	257
5.3 开发利用现状.....	260
5.4 海洋环境现状调查与评价.....	269
5.5 环境空气质量现状评价.....	294
5.6 声环境质量现状及评价.....	294
6 环境影响预测与评价.....	296
6.1 海洋水文动力环境影响预测与评价.....	296
6.2 海洋地形地貌与冲淤环境影响预测与评价.....	303
6.3 海水水质环境影响预测与评价.....	304
6.4 海洋沉积物环境影响预测与评价.....	305
6.5 海洋生态环境影响预测与评价.....	306
6.6 大气环境影响预测与评价.....	313
6.7 地表水环境影响预测与评价.....	314
6.8 噪声环境影响预测与评价.....	323
6.9 固体废物环境影响预测与评价.....	326
6.10 环境风险评价.....	327
6.11 项目建设对海域开发活动的影响.....	343
7 环境保护措施及其可行性论证.....	345
7.1 建设项目污染防治措施.....	345
7.2 海洋生态保护对策措施.....	348
7.3 环境风险防范措施.....	350
7.4 环保措施“三同时”一览表.....	367
8 环境影响经济损益分析.....	370
8.1 经济效益分析.....	370

8.2 社会效益分析.....	371
8.3 环境效益分析.....	371
8.4 环境经济损益分析.....	372
8.4 总结.....	374
9 环境管理与监测计划.....	375
9.1 环境管理制度.....	375
9.2 污染物排放清单.....	380
9.3 环境监测计划.....	381
9.4 总量控制分析.....	386
10 环境影响评价结论.....	388
10.1 结论.....	388
10.2 建议.....	398

附 件

- 附件 1 环评委托书
- 附件 2 建设单位营业执照
- 附件 3 1 号泊位海域使用证及港口岸线使用证
- 附件 4 现有项目环评批复和验收文件
- 附件 5 关于《南通港总体规划（2018~2035 年）环境影响报告书》的审查意见（环审[2021]63 号）
- 附件 6 省生态环境厅关于南通港近岸海域环境功能区划调整的复函（苏环函[2021]71 号）
- 附件 7 声环境质量现状监测报告
- 附件 8 海洋环境现状调查报告（CMA 认证页）
- 附件 9 防治溢油污染海洋环境应急防备和应急处置委托协议
- 附件 10 污水处置协议
- 附件 11 声明

1 概述

1.1 项目由来

南通港位于长江左岸长江口以北的江苏省南通市境内，是长江三角洲区域综合交通运输体系的重要枢纽和沿海主要港口之一，是南通市发展临海工业、临港产业和现代物流的重要依托。吕四作业区地处南通市境内的长江口北翼，北临黄海，南靠长江，西依苏北平原，是南通港的重要组成部分，是南通市加快调整产业布局、承接产业转移和实现现代化的重要支撑。

2018 年 11 月 5 日，习近平总书记在首届中国国际进口博览会上宣布，支持长江三角洲区域一体化发展并上升为国家战略。2019 年 12 月 1 日，中共中央、国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，《规划纲要》指出“规划建设南通通州湾长江集装箱运输新出海口”。长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略后，南通市委市政府决策全方位融入苏南、对接上海，加快提升区域竞争力和影响力，把通州湾新出海口作为未来发展引擎，以“大通州湾”思维谋划推进全市域沿海开发、江海联动发展，构建市级统筹、各板块共同参与的发展格局。以吕四港作业区为起步港区、通州湾作业区为主体港区，探索建立与苏州港、上海港协同共建的合作模式。2020 年 5 月，《南通港总体规划（2018~2035 年）》通过审查，至此，南通港将形成“一港四区”的总体格局，其中，沿江港区整合为如皋、南通和通海等 3 个港区，沿海港区整合为通州湾港区，拟形成泊位 682 个、锚地 16 处。整合后的通州湾港区将包括洋口作业区、通州湾作业区、三夹沙作业区、海门作业区及吕四作业区。

南通港 LNG 运输发展迅猛，是我国 LNG 外贸运输体系的重要组成部分，在江苏省以及长三角地区天然气供应和冬季保供方面发挥着不可或缺的作用，发展潜力巨大。南通港现有 2 个 LNG 接收站项目，分别为中石油江苏如东 LNG 接收站和广汇能源启东液化天然气分销转运站。其中，广汇能源启东液化天然气分销转运站位于通州湾港区吕四作业区。通州湾港区吕四作业区横跨通州、海门和启东三市，滨江临海，紧靠上海，是南通港的重要组成部分。作为腹地临港工业发展的主要依托，吕四作业区近期主要服务于海门和启东两市沿海产业带开发带来的水运需求，中远期将服务于整个通州、海门、启东的发展需要，并逐步增强对苏中、苏北等其它内陆地区的辐射能力。

广汇能源综合物流发展有限责任公司是由广汇能源股份有限公司（原名新疆广汇实业股份有限公司）投资成立的全资子公司。广汇能源股份有限公司立足于新疆本土及中亚丰富的石油天然气和煤炭资源，确立了以能源产业为经营中心的产业发展格局，相继在鄯善吐哈油田、哈密伊吾县淖毛湖、阿勒泰吉木乃、哈萨克斯坦石油天然气上下游一体化开发三大能源业务，成为中国最大的陆基 LNG 能源供应商和跨国经营的能源公司。2010 年 4 月，为填补南通港 LNG 运输缺口、开拓市场，广汇能源股份有限公司在启东市吕四港经济开发区成立了广汇能源综合物流发展有限责任公司（以下简称“广汇能源”），负责吕四作业区相关项目的建设、运营和管理。2018 年 11 月，广汇能源启东液化天然气分销转运站正式对外开放，连续多年被江苏省政府列入重点项目加以推进。据统计，广汇能源启东液化天然气分销转运站 2020 年、2021 年共接卸 LNG 船舶 72 艘，卸货量达 426.72 万吨，为江苏省及周边地区贡献了大量清洁能源。

为缓解未来潜在的天然气缺口，保障江苏省及长三角地区能源安全，广汇能源启东液化天然气分销转运站规模日益扩增。为此，广汇能源拟投资 83895 万元建设南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程，在广汇能源启东液化天然气分销转运站现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位（即 2 号泊位，码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m^3 LNG 船舶进行设计、建设）。码头近期可靠泊舱容为 8.0~18.5 万 m^3 LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m^3 LNG 船舶装船。项目建成后，主要吞吐货种为 LNG，设计年通过能力 404 万 t（其中卸船 383.1 万 t，装船 20.8 万 t）。

根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》、《建设项目环境保护管理条例》等有关规定，本项目须进行环境影响评价，从环境影响角度论证本项目的可行性。经对照《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017）可知，本工程属于[G5532]货运港口。经对照《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》可知，本工程属于“五十二、交通运输业、管道运输业”大类中的“138 油气、液体化工码头”小类，且属于“新建；岸线、水工构筑物、吞吐量、储运量增加的扩建；装卸货种变化的扩建”，应编制环境影响报告书。为此，广汇能源综合物流发展有限责任公司特委托江苏润环环境科技有限公司进行南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源

启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程的环境影响评价工作（委托书见附件 1）。

接受委托后，我公司认真研究了该项目的有关材料，并进行实地踏勘和现场调研，收集和核实了有关材料，根据相关技术规定，开展了本工程的环境影响评价工作，编制完成了项目环境影响报告书。

目前，本工程岸线利用合理性评估报告正在编制中，本工程开工建设前需取得交通运输部关于本工程使用港口岸线的批复文件；本工程海域使用论证报告正在编制中，本工程开工建设前需取得江苏省自然资源厅关于本工程使用海域的批复文件。

1.2 项目特点

（1）本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。新建 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位（即 2 号泊位），码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m^3 LNG 船舶进行设计。本工程近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m^3 LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m^3 LNG 船舶装船。本工程吞吐货种为 LNG，泊位设计年通过能力 404 万 t（其中卸船 383.1 万 t，装船 20.8 万 t）。

（2）本工程码头呈蝶形布置，码头长度为 390m。码头由工作平台、2 个靠船墩、6 个系缆墩组成，工作平台、靠船墩和系缆墩之间通过人行桥连接，人行桥顶高程为 13.6m。工作平台上布置装卸设备、登船梯等；靠船墩对称布置于工作平台两侧，每个靠船墩上布置 3 组护舷，靠船墩顶高程为 11.0m；工作平台两侧分别布置 3 个系缆墩，系缆墩靠近联系桥布置，顶高程为 11.0m。同时，本工程泊位通过引桥、联系桥、现有栈桥与后方陆域相连接。联系桥北侧新建补偿平台，在现有 1 号泊位控制室平台南侧、北侧分别布置控制平台和消防泵平台。

（3）本工程码头前沿停泊水域设计底高程-13.8m，宽度 100m。回旋水域布置于泊位的正前方，呈椭圆布置，椭圆长轴与码头前沿线走向一致，平行于水流方向取 3 倍船长，为 900m；垂直于水流方向取 2 倍船长，为 600m。结合 1 号泊位现有回旋水域，本工程回旋水域在 1 号泊位回旋水域的基础上向东外扩 156m（面积增加 14 公顷），外扩后与 1 号泊位共用，回旋水域呈椭圆形布置，位于泊位的正前方，椭圆长轴与码头前沿线平行，长 900m，短轴长 600m，

底高程为-13.8m。根据 1 号泊位维护性疏浚后的最新地形扫测图可知，1 号泊位原港池区域均已达-13.8m，无需疏浚。因此，本次疏浚范围仅为新增港池范围，面积约 14 公顷，疏浚量约 96 万 m^3 ，拟采用耙吸式挖泥船进行开挖，全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

(4)本工程为 LNG 码头建设工程，LNG 输送至后方现有分销转运站内 LNG 储罐。本工程在新建引桥上布置工艺管线及检修车道，在现有栈桥上布置管廊及车道，实现与后方分销转运站的连接。2 号泊位单独设计卸船总管、保冷循环管线，与现有 1 号泊位共用氮气管线。本工程管廊位于现有栈桥现有管廊上方，管廊层高为 2.5 米（以引桥水工面为基准计算），宽度为 6.5 米，当管线跨越车辆通道时，管廊层高上升至 5.5 米高。管廊上从西到东，布置电气桥架、卸船管线（DN1200）、回气管线（DN400）、保冷循环管线（DN250）、消防管线（DN150）、仪表空气管线（DN100）和仪表桥架。

1.3 环境影响评价工作程序

本项目环境影响评价工作流程见图 1.3-1。

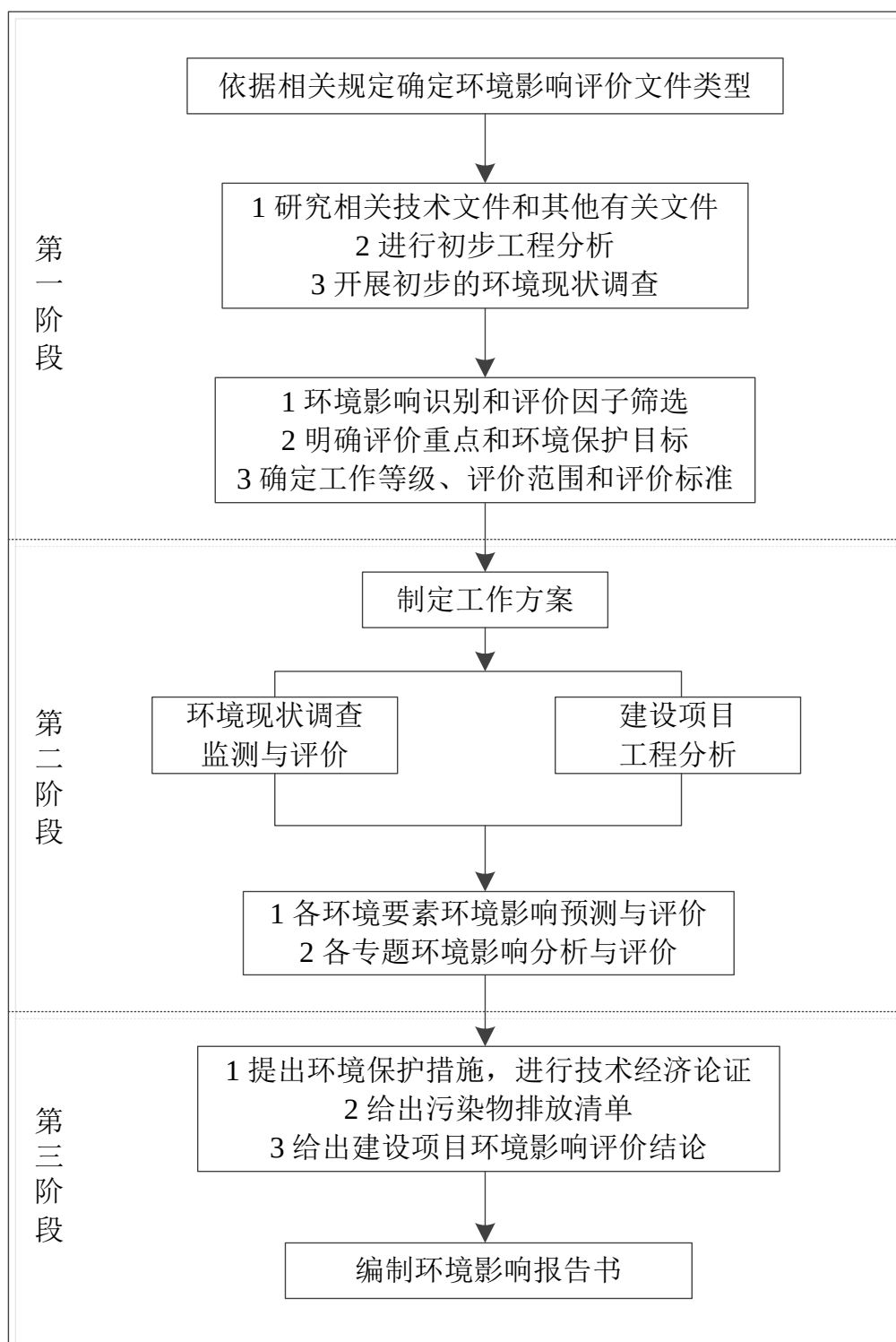


图 1.3-1 环境影响评价工作流程图

1.4 分析判定相关情况

1.4.1 与国家及地方相关法规、政策相符性分析

(1) 与国家及地方的产业政策相符性分析

经分析，本工程符合国家及地方产业政策，具体分析判定情况见表 1.4-1。

表 1.4-1 本项目与国家及地方产业政策相符性初判情况

序号	判定依据	相符性分析	判定结果
1	《产业结构调整指导目录（2019 年本）》	本项目为[G5532]货运港口，拟建 1 个 18.5 万 m ³ LNG 泊位。 对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“二十五、水运——1、深水泊位（沿海万吨级、内河千吨级及以上）建设”。	相符
2	《江苏省产业结构调整限制、淘汰和禁止目录》（苏办发[2018]32 号）	对照《江苏省产业结构调整限制、淘汰和禁止目录》（苏办发[2018]32 号），本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类项目，属于允许类项目。	相符
3	《江苏省工业和信息产业结构调整限制、淘汰目录和能耗限额》（苏政办发[2015]118 号）	对照《江苏省工业和信息产业结构调整限制淘汰目录和能耗限额》（苏政办发[2015]118 号），本项目不属于限制、淘汰类目录中的项目，不涉及限制淘汰类目录中的落后工艺装备和产品。	相符
4	《市场准入负面清单》（2022 年版）	本项目属于[G5532]货运港口，对照《市场准入负面清单》（2020 年版），企业具有港口经营许可证。因此，本项目不属于清单中禁止准入的事项。	相符
5	《南通市工业产业结构调整指导目录》	本项目属于[G5532]货运港口，对照《南通市工业产业结构调整指导目录》，不属于其中鼓励类、限制类和禁止类项目，属于允许类。	相符
6	《南通市建设项目环境准入暂行规定》	本项目属于[G5532]货运港口，未列入发展限制定中。	相符

（2）与相关环保政策的相符性分析

本工程与国家及地方相关环保政策的分析判定情况见表 1.4-2。

表 1.4-2 本项目与国家及地方相关环保政策相符性初判情况

序号	判定依据	文件要求	相符性分析	判定结果
1	《关于印发江苏省港口与船舶大气污染防治工作方案的通知》（苏环办[2022]258 号）	严格落实船舶大气污染物排放控制区要求，积极稳妥推进“限硫令”。船舶使用燃油应选择具有相应资质的船舶燃油供给单位，监督内河和江海直达船舶严格按照要求使用硫含量不大于 10 毫克/千克的柴油。加大燃油硫含量快速检测设备配备和使用力度，提高船用燃油抽检率，鼓励开展船舶尾气处理等减污降碳技术研发与应用。船舶使用尾气后处理装置的，应保持装置运行良好。2025 年全省营运船舶 NO _x 排放总量较 2020 年下降 7%。	本工程为 LNG 码头建设工程，到港船舶为 LNG 船舶，使用 LNG 作为主要动力燃料，备有少量船舶燃料油作为备用动力燃料。LNG 为清洁能源，备用船舶燃料油硫含量不大于 10 毫克/千克。	相符
2	《关于用更加严格举措切实加强船舶水污染防治的实施意见》（苏污防攻坚指办[2019]70 号）	加快推进港口码头船舶污染物接收设施建设，落实港口码头经营企业船舶污染物的接收责任。辖区所有港口码头经营企业要通过建设固定设施或者购买第三方服务，增强靠港作业船舶污染物接收能力，主动为靠港作业的内河船舶免费提供船舶垃圾和生活污水接收服务。港口码头经营企业应当按照有关规定将收集到的生活垃圾和生活污水，送交至所在地市政生活垃圾接收点和污水处理厂。接收到的船舶油污水应当按规定交由有处置资质的企业进行处理。	本工程停靠的船舶废水不在本项目港口排放、由海事部门认可的环保船接收处理，满足《船舶水污染物排放控制标准》的要求。 本工程陆域生活污水和码头初期雨水经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务处理有限公司集中处理。	相符
3	关于印发《长三角地区 2020-2021 年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》的通知	港口新增或更换作业车辆和机械原则上应使用新能源或清洁能源。	本工程为 LNG 码头建设工程，运输货种为 LNG。到港 LNG 通过管线输送至后方分销转运站 LNG 储罐，涉及的装卸设备使用电能，属于清洁能源。	相符
4	《启东市 2021 年水污染防治工作计划》	加强船舶污染控制。建设开发并推广应用船舶水污染物联合监管与服务信息系统。落实船舶污染物接收、转运、处置联合监管和联单制度，实施防治船舶及其有关作业活动污染水域环境应急能力建设规划。继续推进船舶生活污水存储设施、船舶垃圾储存容器改造，严控船舶含油废水	本工程到港船舶含油废水和生活污水均由海事部门认可的环保船接收处理，不在本海域排放。 广汇能源现已配备部分防污设备和器材，本项目建成后应根据需求增设，确保船舶污染物不在本海域排放。	相符

		和生活污水达标排放。加强对从事船舶相关作业单位的环境监管，单位应配备相应的防污染设备和器材，对违规处理船舶污染物的入江行为进行严厉处罚。		
5	《市政府办公室关于印发南通市 2020 年大气污染防治工作计划的通知》（通政办发[2020]34 号）	港口、机场新增和更换的作业机械主要采用清洁能源或新能源。	本工程为 LNG 码头建设工程，运输货种为 LNG。到港 LNG 通过管线输送至后方分销转运站 LNG 储罐，涉及的装卸设备使用电能，属于清洁能源。	相符
6	《市政府办公室关于印发南通市 2020 年水污染防治工作计划的通知》（通政办发[2020]33 号）	（1）严格执行海岸、海洋工程环境影响评价制度，加强各类涉海工程事中事后监管，强化环评后评估工作。 （2）新投入使用的沿海船舶严格执行《船舶水污染物排放控制标准》。	（1）本工程为海洋工程，正在进行环境影响评价工作。 （2）本工程停靠的船舶水污染物由海事部门认可的环保船接收处理，不在本工程港口排放，符合《船舶水污染物排放控制标准》要求。	相符

综上，本工程与国家及地方相关环保政策相符。

(3) 与《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》的相符性分析

本工程与《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》（环办环评[2018]2 号）相符性分析见表 1.4-3。由此可见，本工程的建设符合《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》要求。

表 1.4-3 与《港口建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》相符性分析

序号	文件要求	相符性分析	判定结果
1	项目符合环境保护相关法律法规和政策要求，与主体功能区规划、近岸海域环境功能区划、水环境功能区划、生态功能区划、海洋功能区划、生态环境保护规划、港口总体规划、流域规划等相协调，满足相关规划环评要求。	本工程符合环境保护相关法律法规和政策要求，与海洋功能区划、南通近岸海域环境功能区划调整方案、海洋主体功能区规划、海洋生态红线保护规划、江苏省国家级生态保护红线规划、江苏省生态空间管控区域规划、港口总体规划等相协调，并满足南通港总体规划环评审查意见的要求。	相符
2	项目选址、施工布置不占用自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区以及其他生态环境保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域。通过优化项目主要污染源和风险源的平面布置，与居民集中区等环境敏感区的距离科学合理。	对照南通市“三区三线”划定成果，本工程不占用自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、饮用水水源保护区以及其他生态环境保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域。 项目距离最近的居民区敏感目标为 6.5km，对其影响较小。	相符
3	项目对鱼类等水生生物的洄游通道及“三场”等重要生境、物种多样性及资源量产生不利影响的，提出了工程设计和施工方案优化、施工噪声及振动控制、施工期监控驱赶救助、迁地保护、增殖放流、人工鱼礁及其他生态修复措施。对湿地生态系统结构和功能、河湖生态缓冲带造成不利影响的，提出了优化工程设计、生态修复等措施。对陆域生态造成不利影响的，提出了避让环境敏感区、生态修复等对策。 在采取上述措施后，对水生生物的不利影响能够得到缓解和控制，不会造成原有珍稀濒危保护或重要经济水生生物在相关河段、湖泊或海域消失，不会对区域生态系统造成重大不利影响。	本工程施工期间对海洋生态环境的影响主要体现在工程占用海域对底栖生物的影响、疏浚施工引起的悬浮物扩散对海洋生态环境的影响以及施工噪声及振动控制对海洋生物的扰动影响。 本工程施工期提出了优化施工的设计，包括选用先进的、低噪声施工机械、施工船舶，尽量缩短施工期并避开水生生物产卵季等措施。 同时，为了缓解和减轻工程对所在的海域生态环境及水生生物的不利影响，本工程设有生态补偿资金，拟采取增殖放流等生态补偿措施。	相符

序号	文件要求	相符性分析	判定结果
4	项目布置及水工构筑物改变水文情势，造成水体交换、水污染物扩散能力降低且影响水质的，提出了工程优化调整措施。针对冲洗污水、初期雨污水、含尘废水、含油污水、洗箱（罐）废水、生活污水等，提出了收集、处置措施。在采取上述措施后，废（污）水能够得到妥善处置，排放、回用或综合利用均符合相关标准，排污口设置符合相关要求。	本工程对海洋水文动力及泥沙冲淤的影响主要局限于新建码头泊位及港池新疏浚区附近局部有限水域，通过尽量缩短施工期、方案比选等措施降低工程建设对水文情势及水体的影响。 本工程运营期产生的废水包括码头初期雨水、陆域生活污水和船舶废水。其中，码头初期雨水和陆域生活污水经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理，船舶废水由海事部门认可的环保船接收处理、不在本海域排放。	相符
5	煤炭、矿石等干散货码头项目，综合考虑建设性质、运营方式、货种等特点，针对物料装卸、输送和堆场储存提出了必要可行的封闭工艺优化方案，以及防风抑尘网、喷淋湿式抑尘等措施。油气、化工等液体散货码头项目，提出了必要可行的挥发性气体控制、油气回收处理等措施。散装粮食、木材及其制品等采用熏蒸工艺的，提出了采用符合国家相关规定的工艺、药剂的要求以及控制气体挥发强度的措施。根据国家相关规划或政策规定，提出了配备岸电设施要求。 在采取上述措施后，粉尘、挥发性气体等排放符合相关标准，不会对周边环境敏感目标造成重大不利影响。	本工程属于 LNG 码头，运输货种为 LNG（液化天然气）。本工程装卸的 LNG 通过密闭管道输送，正常工况下不会出现气体泄漏。 本工程到港船舶为 LNG 船舶，正常情况下使用 LNG 作为船舶动力燃料，柴油仅作为备用燃料。LNG 属于清洁能源，因此，本工程无需设置船舶岸电设施。 本工程正常工况下不产生废气，对周围环境影响较小。	相符
6	对声环境敏感目标产生不利影响的，提出了优化平面布置、选用低噪声设备、隔声减振等措施。按照国家相关规定，提出了一般固体废物、危险废物的收集、贮存、运输及处置要求。 在采取上述措施后，噪声排放、固体废物处置等符合相关标准，不会对周边居民集中区等环境敏感目标造成重大不利影响。	本工程周围 5km 范围内不存在声环境敏感目标。但出于对环境的考虑，工程建设时在设备选型上仍优先考虑低噪声设备，并对高噪声设备采取防振降噪措施，确保本工程噪声可以做到达标排放。 本工程产生的固废包括船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、检修产生的含油抹布、维护性疏浚土等。按国家规定提出了一般固体废物、危险废物的收集、贮存、运输及处置要求。各类固体废物均妥善处置不外排，对周围环境影响较小。	相符

序号	文件要求	相符性分析	判定结果
7	根据相关规划和政策要求,提出了船舶污水、船舶垃圾、船舶压载水及沉积物等接收处置措施。	根据相关政策和规划要求,来自疫区的船舶生活污水,在接收前应经过检验检疫部门的检疫,合格后方可予以接收。来自非疫区的船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理不外排。来自疫情地区的船舶垃圾由具有相应资质的卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理。非疫区船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后由环卫部门统一处理。	相符
8	项目施工组织方案具有环境合理性,对取、弃土(渣)场、施工场地(道路)等提出了水土流失防治和生态修复等措施。根据环境保护相关标准和要求,对施工期各类废(污)水、废气、噪声、固体废物等提出防治或处置措施。其中,涉水施工对水质造成不利影响的,提出了施工方案优化及悬浮物控制等措施;针对施工产生的疏浚物,提出了符合相关规定的处置或综合利用方案。	本工程施工方案具有环境合理性;对施工期各类废气、废水、噪声、固体废物提出了防治或处置措施。 本工程施工期作业导致海水中悬浮物增加,因此,提出施工期悬浮物控制措施;本工程疏浚土方通过泥驳运至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。	相符
9	针对码头、港区航道等存在的溢油或危险化学品泄漏等环境风险,提出了工程防控、应急资源配备、事故池、事故污水处置等风险防范措施,以及环境应急预案编制、与地方人民政府及相关部门、有关单位建立应急联动机制等要求。	对溢油事故提出风险防范和事故应急措施,配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等事故应急设施设备及物资,制定应急预案,提出与上级应急预案的衔接及与周边相关单位应急联动等。	相符
10	改、扩建项目在全面梳理了与项目有关的现有工程环境问题基础上,提出了“以新带老”措施。	本项目为扩建工程,现有工程“三废”可达标排放,自建设到运营以来未收到环保投诉,因此不存在现有工程环境问题,无“以新带老”措施。	相符
11	按相关导则及规定要求,制定了水生生态、水环境、大气环境、噪声等环境监测计划,明确了监测网点、因子、频次等有关要求,提出了开展环境影响后评价、根据监测评估结果优化环境保护措施的要求。根据需求和相关规定,提出了环境保护设计、开展相关科学研究、环境管理等要求。	本次评价按照相关要求制定了环境监测计划,明确了监测点位、监测因子及监测频次要求,提出开展海洋环境跟踪监测要求和环境管理要求。具体见 9.3 章。	相符
12	对环境保护措施进行了深入论证,建设单位主体责任、投资估算、时间节点、预期效果明确,确保科学有效、安全可行、绿色协调。	本次评价已对环境保护措施进行论证,明确了建设单位为责任主体,给出了环保措施投资估算、完成时间、处理效果、执行标准或拟达要求等。	相符
13	按相关规定开展了信息公开和公众参与。	建设单位已按照相关规定开展了信息公开和公众参与,公参结果详见公参报告。	相符
14	环境影响评价文件编制规范,符合相关管理规定和环评技术标准要求。	本次评价按相关管理规定和环评技术标准要求编制。	相符

(4) 与长江保护条例的相符性分析

①与《中华人民共和国长江保护法》的相符性分析

文件要求：“禁止在长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。禁止在长江干流岸线三公里范围内和重要支流岸线一公里范围内新建、改建、扩建尾矿库；但是以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。”

相符性分析：本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，距离长江约 4 公里。不在长江干支流岸线 1 公里范围内，且不属于新建、扩建化工园区和化工项目，不属于新建、改建、扩建尾矿库项目。综上，本工程的建设与《中华人民共和国长江保护法》的相关要求相符。

②与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）——江苏省实施细则》的相符性分析

本工程与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的相符性分析详表 1.4-4。

表 1.4-4 本项目与长江经济带发展负面清单的相符性分析

序号	《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》江苏省实施细则条款	项目情况	相符性
河段利用与岸线开发			
1	禁止建设不符合国家港口布局规划和《江苏省沿江沿海港口布局规划（2015-2030 年）》《江苏省内河港口布局规划（2017-2035 年）》以及我省有关港口总体规划的码头项目，禁止建设未纳入《长江干线过江通道布局规划》的过长江通道项目。	本工程的建设符合《全国沿海港口布局规划》、《江苏省沿江沿海港口布局规划（2015-2030）》和《南通港总体规划（2018-2035）》，同时，本工程不属于过江通道项目。	相符
2	严格执行《中华人民共和国自然保护区条例》，禁止在自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段范围内投资建设旅游和生产经营项目。严格执行《风景名胜区条例》《江苏省风景名胜区管理条例》，禁止在国家级和省级风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内投资建设与风景名胜资源保护无关的项目。自然保护区、风景名胜区由省林业局会同有关方面界定并落实管控责任。	本工程不占用自然保护区核心区、缓冲区的岸线和河段，不在国家级和省级风景名胜区核心景区的岸线和河段范围内。	相符

3	严格执行《中华人民共和国水污染防治法》《江苏省人民代表大会常务委员会关于加强饮用水源地保护的决定》《江苏省水污染防治条例》，禁止在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建与供水设施和保护水源无关的项目，以及网箱养殖、畜禽养殖、旅游等可能污染饮用水水体的投资建设项目；禁止在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内新建、改建、扩建排放污染物的投资建设项目；禁止在饮用水水源准保护区的岸线和河段范围内新建、扩建对水体污染严重的投资建设项目，改建项目应当消减排污量。饮用水水源一级保护区、二级保护区、准保护区由省生态环境厅会同水利等有关方面界定并落实管控责任。	本工程不在饮用水水源一级保护区的岸线和河段范围内，不在饮用水水源二级保护区的岸线和河段范围内，不在饮用水水源准保护区的岸线和河段范围内。	相符
4	严格执行《水产种质资源保护区管理暂行办法》，禁止在国家级和省级水产种质资源保护区的岸线和河段范围内新建围湖造田、围海造地或围填海等投资建设项目。严格执行《中华人民共和国湿地保护法》《江苏省湿地保护条例》，禁止在国家湿地公园的岸线和河段范围内挖沙、采矿，以及任何不符合主体功能定位的投资建设项目。水产种质资源保护区、国家湿地公园分别由省农业农村厅、省林业局会同有关方面界定并落实管控责任。	本工程为 LNG 码头建设工程，不属于新建围湖造田、围海造地或围填海等的投资建设项目。 本工程不在国家湿地公园的岸线和河段范围内，不进行挖沙和采矿工作。	相符
5	禁止违法利用、占用长江流域河湖岸线。禁止在《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区和保留区内投资建设除事关公共安全及公众利益的防洪护岸、河道治理、供水、生态环境保护、航道整治、国家重要基础设施以外的项目。长江干支流基础设施项目应按照《长江岸线保护和开发利用总体规划》和生态环境保护、岸线保护等要求，按规定开展项目前期论证并办理相关手续。禁止在《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段及湖泊保护区、保留区内投资建设不利于水资源及自然生态保护的项目。	本工程不占用《长江岸线保护和开发利用总体规划》划定的岸线保护区，不占用岸线保留区，不占用《全国重要江河湖泊水功能区划》划定的河段保护区、保留区。	相符
6	禁止未经许可在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。	本工程不在长江干支流及湖泊新设、改设或扩大排污口。	相符
区域活动			
7	禁止长江干流、长江口、34 个列入《率先全面禁捕的长江流域水生生物保护区名录》的水生生物保护区以及省规定的其它禁渔水域开展生产性捕捞。	本工程属于 LNG 码头建设工程，不开展捕捞作业。	相符

8	禁止在距离长江干支流岸线一公里范围内新建、扩建化工园区和化工项目。长江干支流一公里按照长江干支流岸线边界（即水利部门河道管理范围边界）向陆域纵深一公里执行。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，距离长江约 4 公里。不在长江干支流岸线 1 公里范围内，且不属于新建、扩建化工园区和化工项目。	相符
9	禁止在长江干流岸线三公里范围内新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库，以提升安全、生态环境保护水平为目的的改建除外。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，距离长江约 4 公里。不在长江干支流岸线 3 公里范围内，且不属于新建、改建、扩建尾矿库、冶炼渣库和磷石膏库目。	相符
10	禁止在太湖流域一、二、三级保护区内开展《江苏省太湖水污染防治条例》禁止的投资建设活动。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，不在太湖流域一、二、三级保护区内。	相符
11	禁止在沿江地区新建、扩建未纳入国家和省布局规划的燃煤发电项目。	本工程属于 LNG 码头建设工程，不属于燃煤发电项目。	相符
12	禁止在合规园区外新建、扩建钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	本工程属于 LNG 码头建设工程，不属于钢铁、石化、化工、焦化、建材、有色、制浆造纸等高污染项目。	相符
13	禁止在取消化工定位的园区（集中区）内新建化工项目。	本工程与国家及地方产业政策相符，与各项环保政策相符，与相关规划相符。	相符
14	禁止在化工企业周边建设不符合安全距离规定的劳动密集型的非化工项目和其他人员密集的公共设施项目。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，周围 1km 范围内不存在化工企业。	相符
产业发展			
15	禁止新建、扩建不符合国家和省产业政策的尿素、磷铵、电石、烧碱、聚氯乙烯、纯碱等行业新增产能项目。	本工程为 LNG 码头建设工程，不属于尿素、磷铵、电石、烧碱、聚氯乙烯、纯碱等行业新增产能项目。	相符
16	禁止新建、改建、扩建高毒、高残留以及对环境影响大的农药原药（化学合成类）项目，禁止新建、扩建不符合国家和省产业政策的农药、医药和染料中间体化工项目。	本工程为 LNG 码头建设工程，不属于农药、医药和染料中间体化工项目。	相符
17	禁止新建、扩建不符合国家石化、现代煤化工等产业布局规划的项目，禁止新建独立焦化项目。	本工程为 LNG 码头建设工程，不属于石化、煤化工和独立焦化项目。	相符

18	禁止新建、扩建国家《产业结构调整指导目录》《江苏省产业结构调整限制、淘汰和禁止目录》明确的限制类、淘汰类、禁止类项目，法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，以及明令淘汰的安全生产落后工艺及装备项目。	本工程为 LNG 码头建设工程，属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中“鼓励类”项目。不属于其他限制、淘汰类、禁止类项目。不属于法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目，以及明令淘汰的安全生产落后工艺及装备项目。	相符
19	禁止新建、扩建不符合国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目。禁止新建、扩建不符合要求的高耗能高排放项目。	本工程不属于国家产能置换要求的严重过剩产能行业的项目，不属于高能耗高排放的项目。	相符
20	法律法规及相关政策文件有更加严格规定的从其规定。	本工程不属于法律法规和相关政策明令禁止的落后产能项目。	相符

根据表 1.4-4 可知，本项目符合《长江经济带发展负面清单指南（试行,2022 年版）》相关要求。

1.4.2 与相关规划相符性分析

（1）与《南通港总体规划（2018~2035 年）》相符性

《南通港总体规划(2018~2035 年)》与本工程有关的具体内容见章节 2.7.3。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区，在广汇能源现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m³ LNG 泊位（即 2 号泊位）。工程的建设可促进能源结构调整，加快通州湾港区吕四作业区的开发建设进程和长三角地区能源建设的进程。工程进出港船舶依托小庙洪进港航道，依托小庙洪水道应急锚地进行锚泊。工程施工期、运营期废水、废气、固废、噪声均采取了相关污染防治措施，对环境影响较小；同时设生态补偿专项资金对工程建设造成的生态损失进行生态补偿；针对可能发生的环境风险事故，建设单位具备环境风险防范和应急处置能力。综上，本工程的建设与《南通港总体规划（2018~2035 年）》相符。

（2）与《南通港总体规划（2018~2035 年）环境影响报告书》及审查意见相符性

2021 年 8 月 4 日，《南通港总体规划（2018~2035 年）环境影响报告书》取得了中华人民共和国生态环境部出具的“关于《南通港总体规划（2018~2035 年）环境影响报告书》的审查意见”（环审[2021]63 号，详见附件 6）。本工程与《南通港总体规划（2018~2035 年）环境影响报告书》及其审查意见的相符性详见见表 1.4-5。

表 1.4-5 与南通港总体规划（2018~2035 年）环评审查意见的相符性分析

序号	（环审[2021]63 号）要求	项目情况	相符性

序号	(环审[2021]63 号) 要求	项目情况	相符性
1	处理好保护和发展的关系。以习近平生态文明思想为指导, 坚持生态优先、绿色发展, 处理好生态环境保护与港口发展的关系。合理控制港口开发规模与强度, 不得占用依法应当禁止开发的区域, 优先避让其他生态环境敏感区域, 采取严格的生态保护和修复措施, 确保符合区域、流域、海域的生态环境质量改善要求。优化港区、航道及锚地的布置, 增加过水通道工程, 确保港池内外水体交换, 合理安排港口开发建设时序, 确保优化后的《规划》符合绿色发展要求。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域, 小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。工程不占用禁止开发的区; 对照南通市“三区三线”划定成果, 本工程不占用生态环境敏感区。。 针对本项目造成的生态损失, 建设单位将采取生态补偿措施, 生态损失补偿金额合计约 334.17 万元, 生态补偿方案根据后续实际情况制定, 包括经济鱼类增殖放流、海洋生态环境跟踪调查、水文泥沙跟踪监测、工程区域滩涂地形跟踪测量、海岸带生态湿地建设等。	相符
2	提高岸线利用效率, 提升集约化水平。节约集约利用岸线、土地等资源, 坚持公用优先, 优化整合生产岸线水陆空间和码头资源, 减少企业自备码头泊位, 进一步提升生产岸线、码头泊位规模化、专业化、集约化水平和利用效率。	本工程为 LNG 码头建设工程, 占用岸线 390m, 主要用于 LNG 码头的建设, 项目建成后可为江苏省及长三角供应天然气。本工程按照据《液体天然气码头设计规范》(JTS165-5-2021)中相关要求合理确定设计船型, 以尽量减少占用岸线长度, 满足集约化布置原则。	相符
3	严守生态保护红线。将生态保护红线作为保障和维护区域生态安全的底线, 依法依规实施强制性保护, 不得在生态保护红线范围内新增规划岸线, 生态保护红线范围内已有岸线应退出。如皋港区、南通港区的 6.1 公里岸线, 小庙洪航道(蒿枝港外侧以东 10 公里段)以及 1#、2#、3#锚地的开发建设应符合生态保护红线相关管控要求。	本工程码头岸线位于《南通港总体规划(2018-2035 年)》中划定的 LNG 码头岸线区, 生态保护红线范围内不新增岸线。	相符
4	优化港口布局与功能, 严控新增围填海。通州湾港区通州湾作业区涉及国家重大战略项目确需围填海的, 应符合国发[2018]24 号文件要求并征得主管部门同意。强化与《江苏省国家级生态保护红线规划》《江苏省近岸海域环境功能区划》《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》及国土空间规划等的衔接, 不符合的规划内容不得实施。	本工程不涉及围填海。 。对照南通市“三区三线”划定成果, 本工程不占用生态环境敏感区, 符合“三线一单”生态环境分区管控方案和国土空间规划。	相符
5	加强环境风险防范。加强港区环境风险管理, 严格限定各港区运输和存储的液体散货货种, 强化危险品货物运输风险防范措施。建设与港区环境风险相匹配的应急能力, 统筹规划应急基地、船舶与设备库, 制定突发环境事件应急预案, 建立区域环境风险联防联控机制, 有效防控区域环境风险。	本工程为 LNG 码头建设工程, 运输货种为 LNG。LNG 主要成分为甲烷, 属于易燃易爆物质。本工程施工期、运营期发生的环境风险事故主要为船舶溢油事故和火灾爆炸事故, 建设单位后续将根据《企事业单位和工业园区突发环境事件应急预案编制导则》(DB32/T 3795-2020)编制应	相符

序号	(环审[2021]63 号) 要求	项目情况	相符性
		急预案, 并报主管部门备案。同时, 针对船舶溢油事故, 建设单位在施工期、运营期都将配备相关应急物资, 并有效利用周边资源, 可使环境风险降至最低。	
6	强化冷能等循环综合利用。提高《规划》涉及的冷能资源利用率, 落实资源循环综合利用的方式、规模, 保证用地, 最大限度减缓对区域环境的不良影响。	本工程的建设符合规划要求。	相符
7	强化并落实污染防治措施。统筹做好新建码头和现有码头的环境污染防治, 落实“以新带老”要求, 补齐环境保护短板。完善并落实港口和船舶污染物接收转运及处置设施建设方案, 加强全过程监管, 确保各类污染物得到有效处置。严格控制船舶大气污染物排放, 码头应同步配套建设岸电设施, 鼓励建设清洁能源供应设施, 优先采用绿色、低碳的集疏运方式。强化粉尘和挥发性有机物等污染治理, 干散货装卸、储运应优先采取全封闭措施, 液体散货码头及其罐区应采取油气回收等措施。强化噪声污染防治, 防止对周边居民造成不利影响。相关污染防治措施及要求应纳入《规划》同步落实。	本工程到港船舶为 LNG 船舶, 使用 LNG 作为船舶动力燃料。LNG 属于清洁能源, 产生的废气较少, 可有效减少船舶大气污染物的排放。船舶产生的船舶污染物均由海事部门认可的环保船舶运输, 不在本港区排放。 本工程周围 5km 不存在环境敏感目标, 运营期噪声主要来源于装卸设备噪声和船舶鸣号产生的交通噪声等, 经预测, 运营期厂界噪声昼、夜间均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 中的 3 类功能区标准要求, 对周围声环境影响较小。	相符
8	加强港口生态保护和修复。制定港口绿色发展规划, 打造绿色港口。《规划》实施过程中, 应采取严格的水生生物保护措施, 加强对湿地和鸟类的保护, 实施生态补偿和修复, 针对可能受影响的勺嘴鹬等重要保护物种, 制定专项保护方案。合理控制进出港船舶数量和航速, 最大限度减少对保护物种及其栖息地的扰动。依法依规加强船舶压载水及沉积物管理, 防止外来物种入侵。	针对本项目造成的生态损失, 建设单位将采取生态补偿措施, 生态损失补偿金额合计约 334.17 万元, 生态补偿方案根据后续实际情况制定, 包括经济鱼类增殖放流、海洋生态环境跟踪调查、水文泥沙跟踪监测、工程区域滩涂地形跟踪测量、海岸带生态湿地建设等。 同时, 进出港船舶应合理控制航速, 减少对海洋物种的扰动。	相符
9	建立健全生态环境长期监测体系。制定生态环境影响跟踪监测和评价实施方案, 在《规划》实施过程中开展长期监测。根据监测结果和生态环境质量变化情况, 及时优化《规划》建设内容、生态环境保护措施和运营管理。	建设单位将根据《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。跟踪监测计划详见 9.3.3 章节。	相符
10	加强后续管理。《规划》实施五年后, 应依法开展环境影响跟踪评价, 依法将评价结果报告或通报相关主管部门。在《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。	/	/
11	对《规划》包含的近期建设项目环评的意见:	本工程施工期生活污水主要为船舶生活污水, 由施工船生活污水处理	相符

序号	(环审[2021]63 号) 要求	项目情况	相符性
	《规划》所包含的近期建设项目在开展环境影响评价时,应强化规划环评对项目环评的指导和约束,重点分析项目实施对近岸海域水环境、海洋生态等产生的影响;对于涉及自然保护区、生态保护红线、水产种质资源保护区等生态环境敏感区或具有液体散货运输功能的建设项目,应就其影响方式、范围和程度开展深入分析和预测,强化生态环境保护和环境风险防控措施,预防或者减轻项目实施可能产生的不良环境影响。规划协调性分析等内容可适当简化。	设施处理达标后交由有资质单位处理,不在本海域排放;运营期生活污水和码头初期雨水经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务有限公司。本项目废水不排入项目港池内,对近岸海域水环境影响较小。 本工程不涉及自然保护区、生态保护红线等其他生态敏感区,不具有液体散货运输功能。 对照南通市“三区三线”划定成果,本工程不涉及自然保护区、生态保护红线、水产种质资源保护区等生态环境敏感区。	

综上所述,本工程的建设符合《南通港总体规划(2018~2035 年)》、《南通港总体规划(2018~2035 年)环境影响报告书》及审查意见的要求。

(3) 与其他规划相符性

经分析,本项目的建设符合《江苏省沿江沿海港口布局规划(2015-2030 年)》、《江苏沿海地区发展规划》、《南通港吕四港区总体规划》、《江苏启东吕四港经济开发区发展规划》(2017-2035)、《江苏省海洋功能区划(2011-2020 年)》、《江苏省海洋主体功能区规划》、《江苏省国家级生态保护红线规划》、《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(2016-2020 年)》等相关文件中的相关要求,具体分析内容详见本报告书第 2.7 章节。

1.4.3 与“三线一单”相符性分析

(1) 生态保护红线

①与南通市“三区三线”划定成果符合性分析

2022 年 10 月 14 日,自然资源部办公厅发文同意江苏省正式启用“三区三线”划定成果(自然资办函〔2022〕2207 号)。2022 年 10 月 27 日,南通市“三区三线”划定成果通过自然资源部审查,已正式启用,将作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

“三区三线”是指根据农业空间、生态空间、城镇空间三个区域,分别划定的永久基本农田保护红线、生态保护红线、城镇开发边界。科学划定“三区三线”作为编制国土空间规划的关键,更是保障粮食安全、生态安全和城镇集约节约高质量发展的重要基础。

南通市本次共划定永久基本农田保护面积 525.04 万亩，生态保护红线面积 380.13 万亩，城镇开发边界内面积 210.23 万亩。“通过划定‘三区三线’，进一步优化了国土空间布局，为重点项目建设以及城市未来可持续发展预留了更多的发展空间。”南通市“三区三线”数据成果已正式上线江苏省“一张图”实施监督信息系统，将助力南通市加快推进建设项目用地用海报批等工作，为南通市实现经济社会高质量发展、建设“一枢纽五城市”等目标提供支撑与保障。

本项目位于吕四作业区规划的液体散货及 LNG 泊位区，项目建设南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程，位于《南通港总体规划（2035 年）》中划定的 LNG 码头岸线区，利用预留的码头岸线建设 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位，本项目建设后将进一步完善江苏省天然气运输体系，提高全省天然气供应能力，有利于进一步促进江苏省形成供气市场主体多元化的格局，提高省内天然气市场运行效率，有效地促进吕四作业区开发建设，从而为保障吕四作业区及南通港的持续快速发展作出贡献，有利于通州湾港区的快速发展。

根据最新划定结果可知，本工程不占用南通市“三区三线”划定成果中划定的永久基本农田和生态保护红线，距离最近的为南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区，其他生态保护红线距离本项目较远，同时，施工及运营阶段产生的各类污废均得到妥善处置，各类影响可得到有效防治，因此，本项目不会对南通市“三区三线”划定成果中划定的永久基本农田和生态保护红线产生不利影响，所以，本项目与南通市“三区三线”划定成果相符合。

②与《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）的相符性分析

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。根据《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号），将陆域生态空间保护区域划定为江苏省生态空间管控区域。启东市生态空间管控区域包括 4 个国家级生态红线保护区、7 个生态空间管控区域，各红线保护区、生态空间管控区与本项目位置关系见表 1.4-6，本项目与江苏省生态空间管控区相对位置关系示意图 1.4-1。

由图表可知，距离本工程最近的江苏省生态空间管控区域是蒿枝港河清水通道维护区，位于本工程西南侧，相距约 6.5km，本项目未占用江苏省生态空间管控区。因此，本项目建设符合《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》（苏政发〔2020〕1 号）要求。

表 1.4-6 启东市重要生态红线区域与本项目位置关系

红线区域名称	主导生态功能	红线区域范围		面积(平方千米)			与本项目的 位置关系 (km)
		国家级生态保护红线范围	江苏省生态空间管控区范围	总面积	国家级生态红线保护面积	生态空间管控区域面积	
通吕运河（启东市） 清水通道维护区	水源水质保护	/	启东市境内通吕运河及两岸 各 500 米	9.67	/	9.67	W, 16.5
通启运河（启东市） 清水通道维护区	水源水质保护	/	启东市境内通启运河及两岸 各 500 米	34.78	/	34.78	S, 14.3
启东市饮用水水源保护区	水源水质保护	一级保护区位于启东市南侧、崇明岛北侧长江水域。范围为：取水口上游 1000 米至下游 500 米，及其两岸背水坡堤脚外 100 米范围内的水域和陆域。位于启东市南侧、崇明岛北侧长江水域。二级保护区：一级保护区以外上溯 2000 米、下延 500 米范围内的水域和陆域。准保护区：二级保护区以外上溯 2000 米、下延 1000 米范围内的水域和陆域	/	1.40	1.40	/	SW, 26.6
启东长江口（北支） 湿地省级自然保护区	生物多样性保护	包括自然保护区的核心区、缓冲区和实验区。核心区、缓冲区四至坐标： 1、121°53'26.50"E, 31°40'17.23"N； 2、121°52'40.31"E, 31°39'20.10"N； 3、121°53'51.46"E, 31°37'26.14"N； 4、122°04'25.40"E, 31°36'04.90"N； 5、122°06'43.40"E, 31°38'45.00"N； 6、122°07'10.40"E, 31°39'49.50"N； 7、122°04'20.00"E, 31°42'58.00"N。	启东长江口（北支）湿地省级自然保护区国家级生态保护红线以外的部分（含海域）	214.91 （含海域）	56.88	158.03（含海域）	S/SE, 42.5

		实验区四至坐标： 1、121°56'11.38"E， 31°44'14.10"N； 2、121°58'47.15"E， 31°44'23.47"N； 3、121°58'46.51"E， 31°42'39.54"N； 4、121°56'05.93"E， 31°42'26.95"N； 5、121°45'06.10"E， 31°41'12.37"N； 6、121°53'26.50"E， 31°40'17.23"N； 7、121°52'40.31"E， 31°39'20.10"N； 8、121°53'51.46"E， 31°37'26.14"N； 9、121°43'59.07"E， 31°40'08.90"N					
启东沿海重要湿地	湿地生态系统保护	/	省级自然保护区实验区（北区）外侧潮间带。坐标： 1、121°58'47.15"E， 31°44'23.45"N； 2、121°58'46.52"E， 31°42'39.55"N； 3、122°0'7.89"E， 31°42'46.05"N； 4、122°0'7.16"E， 31°44'28.14"N	7.23	/	7.23	SE， 37
新三和港河清水通道维护区	水源水质保护	/	启东市境内新三和港河南闸至新三和港河北闸水域及两岸各 500 米	30.30	/	30.30	SW， 17
蒿枝港河清水通道维护区	水源水质保护	/	启东市境内蒿枝港河及两岸各 500 米	15.37	/	15.37	SW， 6.5
头兴港河清水通道维护区	水源水质保护	/	启东市境内头兴港河及两岸各 500 米	33.33	/	33.33	SW， 12.0
南通圆陀角省级湿地公园	湿地生态系统保护	南通圆陀角省级湿地公园总体规划中确定的范围（包括湿地保育区和恢复重建区等）	/	10.11	10.11	/	SE， 42

③与《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》的相符性分析

根据《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号），将《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》划定的海域生态保护红线作为江苏省国家级生态保护红线。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。根据测绘可知，本工程新增用海面积 32.9511 公顷，对照《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》，**本工程部分占用南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区**。本工程与江苏省海洋生态红线区域位置关系见图 1.4-2，与江苏省海洋生态红线岸线位置关系见图 1.4-3。

根据《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》，南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区属于重要渔业海域红线区，**属于限制类红线区**。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。重要渔业海域的主要管控措施是：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。

本工程不属于围填海工程、开放式养殖工程，不开展采挖海砂、水下爆破施工和捕捞作业，不会截断洄游通道，不新增入海陆源工业直排口，工程的建设不会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动。另外，本工程专设生态补偿资金（334.17 万元），用于开展增殖放流、生态修复等生态补偿工作，以便保护和恢复水产资源。同时，工程附近海域不设置排污口，海洋水文动力及冲淤环境影响基本局限于项目所在港池内，工程建设对南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区影响较小。项目采取了各项污染防治措施，并制定了环境风险防范措施和应急预案，配备事故应急设施设备及物资等，将项目环境风险控制在较低的水平。因此，项目的

建设符合《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）和《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》的相关要求。

（2）环境质量底线

大气环境质量：根据《南通市生态环境状况公报》（2021 年），启东市 2021 年项目所在区域六项污染物均可达《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，因此，项目所在区域为城市环境空气质量达标区。

海水环境质量：2021 年，全市近岸海域达到或优于《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准的面积比例为 87.7%，三类面积比例为 4.2%，四类面积比例为 4.5%，劣四类面积比例为 3.6%。与 2020 年同比，优良（一、二类）面积比例上升 33.0 个百分点，劣四类面积比例下降 9.6 个百分点。主要超标指标为无机氮和活性磷酸盐。主要是由于城镇化的快速发展，污水中氮磷等营养物质增多，同时，由于长江入海径流带来的大量有机物质的影响，导致海水中活性磷酸盐、无机氮含量升高。

同时，根据 2022 年春季、秋季对工程所在区域海洋环境质量现状监测结果可知：本工程评价范围内，农渔业区站位的水质超标因子主要为无机氮；各站位监测海域沉积物质量良好，各项指标均符合一类海洋沉积物标准；各站位监测海域鱼类、甲壳类、软体动物海洋生物质量污染指数均小于 1，评价监测结果能够均符合相应的评价标准。据调查，造成农渔业区无机氮超标的可能的因素可能是海域附近城市生活污水与工业废水中的氮等营养物质汇流入海，造成农渔业区油类超标的可能原因是调查站位临近吕四港口航运区，正在进行大规模的港区建设，施工船舶及运行船舶密集，船舶废气及油污水外排导致。同时，海域受到长江径流输入的影响，造成部分海域范围内海水水质下降，无机氮含量升高。当地政府已制定了相应的地表水环境综合整治方案（《启东市人民政府关于实施<吕四港经济开发区主要污染物总量减排工作方案、水环境综合整治工作方案的通知>》），随着地表水环境综合整治工作的开展，当地近海海水环境质量将逐步得到改善。

声环境质量：根据声环境质量监测报告可知，本工程所在区域昼间、夜间声环境质量现状均满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 3 类功能区标准要求。

针对施工期和运营期可能产生的废水、废气、噪声、固废等污染物，建设单位均妥善采取相关污染防治措施。经预测，本工程的建设对大气、海洋、声等环境影响较小，环境风险处于可接受水平。项目排放污染物不会造成区域环境功能类别的改变，故项目建设符合环境质量底线的要求。

（3）资源利用上线

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、

广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。资源利用主要为海域空间资源。根据测绘，工程新增用海面积 32.9511 公顷。目前，本工程海域使用论证报告正在编制中，本工程开工建设前需取得江苏省自然资源厅关于本工程使用海域的批复文件。项目用海符合该港口建设规划，符合资源利用上线。同时，项目营运过程中会消耗一定量的电源和水资源，项目的资源消耗量相对区域资源利用总量较少，符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

为全面落实中共中央、国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见，深入贯彻“共抓大保护、不搞大开发”要求，推动长江经济带高质量发展，江苏省及各县人民政府就落实生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线，编制了省、市、县生态环境准入清单（以下统称“三线一单”），实施生态环境分区管控。本工程与各生态环境准入清单的相符性分析如下：

①《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49 号）、《南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（通政办规[2021]4 号）、《市政府办公室关于印发启东市“三线一单”生态环境分区管控实施方案（试行）的通知》（启政办规[2022]2 号）

根据《江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案》（苏政发[2020]49 号）、《南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案》（通政办规[2021]4 号）和《市政府办公室关于印发启东市“三线一单”生态环境分区管控实施方案（试行）的通知》（启政办规[2022]2 号），环境管控单元分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分类管控。其中，优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线和生态空间管控区域；重点管控单元指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括人口密集的中心城区和产业园区；一般管控单元指除优先保护单元、重点管控单元以外的其他区域，衔接街道（乡镇）边界形成管控单元。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。根据测绘可知，本工程新增用海面积 32.9511 公顷，对照《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》，本工程部分占用南通市 **161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区**。因此，本工程部分位于优先保护单元、部分位于重点管控单元。

根据苏政发[2020]49 号、通政办规[2021]4 号和启政办规[2022]2 号文件的规定，

优先保护单元严格按照国家生态保护红线和省级生态空间管控区域管理规定进行管控。依法禁止或限制开发建设活动，确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变；优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

本项目占用的重点管控单元与江苏省、南通市和启东市生态环境准入清单的相符性分析见表 1.4-7。

表 1.4-7 本项目与生态环境分区管控要求的相符性分析

序号	生态环境准入清单		本项目情况	相符性
江苏省重点区域（流域）生态环境分区管控要求——沿海地区				
1	空间布局约束	1.禁止在沿海陆域内新建不具备有效治理措施的化学制浆造纸、化工、印染、制革、电镀、酿造、炼油、岸边冲滩拆船以及其他严重污染海洋环境的工业生产项目。 2.沿海地区严格控制新建医药、农药和染料中间体项目。	本工程行业类别为 G5532 货运港口，不属于前述项目。	相符
2	污染物排放管控	按照《江苏省海洋环境保护条例》实施重点海域排污总量控制制度。	本工程运营期陆域生活污水和码头初期雨水经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务处理有限公司、不直接排入海域，污水总量在启东胜科水务处理有限公司内平衡。	相符
3	环境风险防控	1.禁止向海洋倾倒汞及汞化合物、强放射性物质等国家规定的一类废弃物。 2.加强对赤潮、浒苔绿潮、溢油、危险化学品泄漏及海洋核辐射等海上突发性海洋灾害事故的应急监视，防治突发性海洋环境灾害。 3.沿海地区应加强危险货物运输风险、船舶污染事故风险应急管控。	本工程不产生、不排放、不倾倒汞及汞化合物、强放射性物质等国家规定的一类废弃物。 本工程为 LNG 码头，主要装卸货物为 LNG，属于危险货物（UN 号 1972），建设单位在建设期、运营期将有针对性的制定突发环境事件应急预案，加强应急监测、加强应急管控。	相符
4	资源利用效率要求	至 2020 年，大陆自然岸线保有率不低于 37%，全省海岛自然岸线保有率不低于 25%。	本工程不占用自然岸线。	相符
南通市省级以上产业园区生态环境准入清单——江苏启东吕四港经济开发区				
1	空间布局约束	进一步优化调整开发区功能布局。对启动区内现有企业进行布局调整、升级改造和污染整治。充分考虑拓展区环境制约因素，节约利用土地，提高产业聚集度和专业化分工，尽可能将大气污染物排放量大的企业布置在区域西北侧，下风向布设轻污染类型产业。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。本工程为 LNG 码头建设工程，工程不占用土地；同时，工程吞吐货种为 LNG，正常工况下不产生废气，且 5km 范围内不存在环境敏感目标。	相符
2	污染物排放管控	以规划环评（跟踪评价）及批复文件为准。	目前，《启东吕四港经济开发区发展规划环境影响报告书》正在编制，尚未取得批复。 本工程废气、废水、噪声均经处理后达标排放；固废分类暂存、处置，不产生二次污染。因此，本工程污染物排放对周围环境影响较小。	相符

3	环境风险控制	1.建立健全区域环境风险防范体系和生态安全保障体系，建立应急响应联动机制，完善应急预案，提升开发区环境风险防控和应急响应能力，保障区域环境安全。 2.建立完善包括环境空气、地表水、地下水、土壤等环境要素的监控体系，做好长期跟踪监测与管理。 3.按照相关管理要求申报、处置废弃危险化学品。强化对危险废物的收集、贮存和处置的监督管理，实现危险废物监管无盲区、无死角。 4.落实相应的工程措施，特别是临海一侧及码头区必须实施有效的环境风险防范与应急工程措施，确保日常及突发事故情况下拓展区各类污水不进入周边海域。	1.工程建设期、运营期将通过制定各种相应环境风险防范措施和应急预案，成立应急指挥部，明确各种应急救援行动方案，可将项目发生的环境风险控制在较低水平。 2.本次评价针对海洋环境制定了详细的施工期和运营期监测计划，具体见 9.3 章节。 3.本工程运营期固废主要为生活垃圾和含油抹布、维护性疏浚土，其中含油抹布全过程不按危废管理，混入生活垃圾由环卫部门清运。 4.本工程施工期和运营期均会配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等事故应急设施设备及物资等，确保日常及突发事故情况下拓展区各类污水不进入周边海域。	相符
4	资源开发利用效率要求	(1) 限制单位工业增加值新鲜水耗高于 9 立方米/万元，单位工业增加值废水产生量高于 8 t/万元，单位工业增加值固废产生量高于 0.1 t/万元，工业用水重复利用率低于 75%，工业固体废物综合利用率低于 85%，单位工业增加值 COD 排放量高于 1kg/万元单位工业增加值二氧化硫排放量高于 1kg/万元的项目。(2)禁止销售使用燃料为“II 类”（较严），具体包括：1、除单台出力大于等于 20 蒸吨/小时锅炉以外燃用的煤炭及其制品。2、石油焦、油页岩、原油、重油、渣油、煤焦油。	本工程为 LNG 码头建设工程，不涉及上述燃料的使用。	相符
启东市环境管控单元生态环境准入清单——江苏启东吕四港经济开发区重点管控单元准入清单				
1	空间布局约束	进一步优化调整开发区功能布局。对启动区内现有企业进行布局调整、升级改造和污染整治。充分考虑拓展区环境制约因素，节约利用土地，提高产业集聚度和专业化分工，尽可能将大气污染物排放量大的企业布置在区域西北侧，下风向布设轻污染类型产业。	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。本工程为 LNG 码头建设工程，工程不占用土地；同时，工程吞吐货种为 LNG，正常工况下不产生废气，且 5km 范围内不存在环境敏感目标。	相符
2	污染物排放管控	以规划环评（跟踪评价）及批复文件为准。	目前，《启东吕四港经济开发区发展规划环境影响报告书》正在编制，尚未取得批复。 本工程废气、废水、噪声均经处理后达标排放；固废分	相符

			类暂存、处置，不产生二次污染。因此，本工程污染物排放对周围环境影响较小。	
3	环境风险控制	1.建立健全区域环境风险防范体系和生态安全保障体系，建立应急响应联动机制，完善应急预案，提升开发区环境风险防控和应急响应能力，保障区域环境安全。 2.建立完善包括环境空气、地表水、地下水、土壤等环境要素的监控体系，做好长期跟踪监测与管理。 3.按照相关管理要求申报、处置废弃危险化学品。强化对危险废物的收集、贮存和处置的监督管理，实现危险废物监管无盲区、无死角。 4.落实相应的工程措施，特别是临海一侧及码头区必须实施有效的环境风险防范与应急工程措施，确保日常及突发事件情况下拓展区各类污水不进入周边海域。	1.工程建设期、运营期将通过制定各种相应环境风险防范措施和应急预案，成立应急指挥部，明确各种应急救援行动方案，可将项目发生的环境风险控制在较低水平。 2.本次评价针对海洋环境制定了详细的施工期和运营期监测计划，具体见 9.3 章节。 3.本工程运营期固废主要为生活垃圾和含油抹布、维护性疏浚土，其中含油抹布全过程不按危废管理，混入生活垃圾由环卫部门清运。 4.本工程施工期和运营期均会配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等事故应急设施设备及物资等，确保日常及突发事件情况下拓展区各类污水不进入周边海域。	相符
4	资源开发效率要求	(1) 限制单位工业增加值新鲜水耗高于 9 立方米/万元，单位工业增加值废水产生量高于 8 t/万元，单位工业增加值固废产生量高于 0.1 t/万元，工业用水重复利用率低于 75%，工业固体废物综合利用率低于 85%，单位工业增加值 COD 排放量高于 1kg/万元单位工业增加值二氧化硫排放量高于 1kg/万元的项目。 (2) 禁止销售使用燃料为“Ⅱ类”（较严），具体包括： 1、除单台出力大于等于 20 蒸吨/小时锅炉以外燃用的煤炭及其制品。2、石油焦、油页岩、原油、重油、渣油、煤焦油。	本工程为 LNG 码头建设工程，不涉及上述燃料的使用。	相符

根据表 1.4-7 可知，本项目的建设符合江苏省、南通市和启东市生态环境准入清单的相关要求。

②《市政府办公室关于印发南通市近岸海域“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》（通政办发[2022]56 号）

表 1.4-8 本项目与南通市近岸海域准入清单的相符性分析

序号	生态环境准入清单		本项目情况	相符性
江苏启东吕四港经济开发区重点管控单元准入清单				
1	空间布局约束	进一步优化调整开发区功能布局。对启动区内现有企业进行布局调整、升级改造和污染整治。充分考虑拓展区环境制约因素，节约利用土地，提高产业集聚度和专业化分工，尽可能将大气污染物排放量大的企业布置在区域西北侧，下风向布设轻污染类型产业。	本工程为 LNG 码头建设工程，位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。 工程主要占用海域，在工程建设前应取得海域使用证；工程运营期不产生废气。	相符
2	污染物排放管控	以规划环评（跟踪评价）及批复文件为准。	目前，《江苏启东吕四港经济开发区发展规划环境影响报告书》正在编制，尚未取得批复。本工程废气、废水、噪声均经处理后达标排放；固废分类暂存、处置，不产生二次污染。因此，本项目污染物排放对周围环境影响较小。	相符
3	环境风险防控	1.建立健全区域环境风险防范体系和生态安全保障体系，建立应急响应联动机制，完善应急预案，提升开发区环境风险防控和应急响应能力，保障区域环境安全。 2.建立完善包括环境空气、地表水、地下水、土壤等环境要素的监控体系，做好长期跟踪监测与管理。 3.按照相关管理要求申报、处置废弃危险化学品。强化对危险废物的收集、贮存和处置的监督管理，实现危险废物监管无盲区、无死角。 4.落实相应的工程措施，特别是临海一侧及码头区必须实施有效的环境风险防范与应急工程措施，确保日常及突发事故情况下拓展区各类污水不进入周边海域。	1.本项目通过制定各种相应环境风险防范措施和应急预案，成立应急指挥部，明确各种应急救援行动方案，可将项目发生的环境风险控制在较低水平。 2.本项目制定了详细的施工期和运营期监测计划，具体见 8.3 章节。 3.（1）本项目事故状况下泄漏的 LNG 属于危险化学品，应按照国家相关管理要求申报、处置。 （2）本项目运营期产生的危险废物主要为含油抹布，根据《国家危险废物名录》（2021 年版），含油抹布全过程不按危险废物管理，可混入生活垃圾由环卫部门清运。 4.项目施工期、运营期都将实施有效的环境风险防范和应急措施，确保突发事故情况下各类污水不进入周边海域。	相符
4	资源开	（1）限制单位工业增加值新鲜水耗	本项目不属于新建、扩建燃用	相符

发效率 要求	高于 9 立方米/万元，单位工业增加值废水产生量高于 8 t/万元，单位工业增加值固废产生量高于 0.1 t/万元，工业用水重复利用率低于 75%，工业固体废物综合利用率低于 85%，单位工业增加值 COD 排放量高于 1kg/万元单位工业增加值二氧化硫排放量高于 1kg/万元的项目。 (2) 禁止销售使用燃料为“Ⅱ类”(较严)，具体包括：1、除单台出力大于等于 20 蒸吨/小时锅炉以外燃用的煤炭及其制品。2、石油焦、油页岩、原油、重油、渣油、煤焦油。	高污染燃料的项目和设施。	

根据表 1.4-8 可知，本项目的建设符合南通市近岸海域“三线一单”生态环境分区管控实施方案的相关要求。

同时，本项目的建设符合国家及地方相关产业政策及环保政策，符合港区的发展定位。因此，本项目的建设符合生态环境准入清单的要求相符。

综上，本项目的建设符合“三线一单”的要求。

1.4.4 初步分析结论

经初步分析判断，本项目符合国家和地方的产业政策、符合相关环保政策要求、符合相关规划要求、符合“三线一单”（即生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单）相关要求，可以开展环境影响评价工作。

1.5 项目建设的必要性

1、本工程的建设对于进口气源多元化、保障国家能源安全、促进国家能源结构调整不可或缺

近年来，随着中国经济的快速增长，社会对能源需求的增长幅度日益加大。一方面，世界能源市场更加复杂多变，不稳定性和不确定性进一步增加。全球能源资源供给长期偏紧的矛盾更加突出，能源的战略属性、政治属性更加凸显，围绕能源资源的博弈日趋激烈。能源供应格局深刻调整，作为全球油气输出重地的西亚、北非地区局势持续动荡；美国和加拿大页岩气、页岩油等非常规资源开发取得重大突破，推动全球化石能源结构变化。另一方面，我国能源资源短缺，常规化石能源可持续供应能力不足，能源对外依存度快速攀升，能源控总量、调结构、保安全面临着全新的挑战。与此同时，我国油气进口来源相对集中，进口通道受制于人，远洋自主运输能力不足，金融支撑体系亟待加强，能源储备应急体系不健全，应对国际

市场波动和突发性事件能力不足，能源安全保障压力巨大。此外，在我国能源消费结构以煤为主，不利于生态环境及经济社会可持续发展的大背景下，我国提出走多元互补、洁净化、可持续的能源发展道路的能源发展战略，并确立石油、天然气在能源中的战略地位。

本工程的主要功能之一是进口液化天然气，因此，工程的建设一方面有利于促进进口气源多元化，为国家能源供应安全提供一定支撑和保障；另一方面，也充分符合满足国内能源供需平衡要求，有利于推进能源结构调整，加快能源发展方式转变。

2、本工程的建设是响应国家鼓励社会资本投资建设天然气基础设施号召的需要

天然气在我国能源结构中的地位日益突出，但仍低于世界平均水平，其前景广阔。2022 年 3 月，国家发改委和国家能源局联合下发了《“十四五”现代能源体系规划》，《规划》提出：到 2025 年，天然气表观消费量达到 4231~4615 亿方，年均增量为 140~236 亿方。2025 年中国天然气产量仅达到 2300 亿方，对中国天然气消费量的贡献率将下滑至 50%，对外依存度将大幅攀升。天然气未来需求潜力巨大，目前，我国天然气基础设施输送能力仅为 2800 亿 m^3/a ，不能满足未来发展的需求。由此可知，我国天然气未来需求潜力较大，但基础设施能力不足。为了适应天然气市场的发展，国家鼓励、支持各类资本参与投资建设纳入统一规划的天然气基础设施。

本工程由广汇能源投资建设，属于国家鼓励、支持的社会资本。工程的建设有利于加快天然气基础设施建设，是响应国家鼓励社会资本投资建设天然气基础设施号召的需要。

3、本工程的建设是适应区域天然气市场发展需求、增强区域天然气安全保障能力的重要举措

长三角地区地处我国东部沿海地区的中心地带，是全国经济发展水平最高、综合实力最强、最具活力和发展潜力的区域之一。该地区工业基础雄厚、商品经济发达，水陆交通方便，是我国最大的外贸出口基地和我国第一大经济区，也是我国城镇化水平高、人口集中的地区之一，能源消费总量大。目前，长三角地区能源消费结构仍以煤炭为主，2020 年天然气消费占一次能源占比为 8%左右，与同期全球天然气消费占一次能源消费 24.1%的比例水平相距甚远。

近年来，长三角地区受雾霾等环境空气污染影响较大，与该地区能源需求、经济社会发展、居民对健康生活的向往等要求不相适应。《打赢蓝天保卫战三年行动计

划》等各项环保政策均将长三角地区列为重点攻关区域之一，作为我国能源消费及煤炭消费量较大的长三角地区来说，天然气市场需求潜力巨大。随着环保工作快速强力推进，区域天然气消费需求将不断增长，预计 2025 年、2030 年长三角地区天然气消费量将分别达到 950 亿 m^3 和 1200 亿 m^3 ，考虑国内供应、在建及已建接卸站供应以及外贸进口管输天然气供应能力，尚分别存在 141 亿 m^3 和 122 亿 m^3 供应缺口。

因此，迫切需要长三角沿海地区发展天然气上游业务，确保区域内天然气安全运行。而本工程的建设有利于增加区域天然气进口来源和数量，满足区域天然气市场发展需求，保障区域供气安全。

4、本工程的建设有利于促进江苏省天然气资源供应主体多元化、提高全省天然气供应能力

2021 年 3 月，江苏省人民政府印发了《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，《纲要》提出：着力增强能源安全保障，进一步加强能源保障体系建设，协调推进能源绿色低碳发展。围绕着力增强能源安全保障，《纲要》明确了重点任务：进一步加强能源保障体系建设。统筹推进能源消费革命、供给革命、技术革命和体制革命，强化能源基础设施布局建设，提高能源系统供应可靠和安全保障能力。强化天然气输气管道互联互通，加快形成省域一张网。统筹推进 LNG 接收站规划建设，推进 LNG“海进江”，着力打造沿海千万吨级 LNG 接收站，构建国家天然气海上通道重要支点。

本工程属于广汇能源启东液化天然气分销转运站的配套工程，工程的建设将进一步完善江苏省天然气运输体系，同时提高全省天然气供应能力；有利于进一步促进江苏省形成供气市场主体多元化的格局，提高省内天然气市场运行效率。

5、本工程的建设有助于加快推动启东市产业转型升级、实现高质量发展，引领腹地高耗能企业绿色环保可持续发展

启东市地处长江入海口，三面环水，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，与上海隔江相望，距浦东直线距离仅 50 多公里，地理区位优势明显。在长三角协同发展进程加快的背景下，启东全力推进服务上海配套工程，对接上海“四个中心”和具有全球影响力的科创中心建设，提升金融、航运、科技、贸易等领域配套能力；对接上海区域性国际大都市建设，提升交通、能源、通信等领域服务能力；对接上海城市功能调整，提升农产品供应、文化旅游、休闲

养老等领域承接能力。着力转换增长动能，深化生态建设，着力打造“三优三新”产业集群，构建绿色经济产业链和资源循环利用链，走节能减排、集约化发展的道路，提升产业综合竞争能力，推动产业结构优化升级，切实走好增长与转型良性互动、发展与生态相得益彰、经济与社会协调并进的高质量发展之路已成为启东市对接服务上海、实现高质量和可持续发展的大势所趋。

本项目建设可以有效减少高耗能产业的污染物排放量，集约化产业布局，加快启东市产业提质增效，推动新旧动能转换。

6、本工程的建设可为吕四港经济开发区临港石化、能源工业等项目提供清洁能源，保障园区企业安全平稳生产

本项目位于吕四港经济开发区，吕四港经济开发区规划重点发展电力能源、石油化工、金属冶炼等临港重化工业和大型港口物流。围绕“打造上海北翼第一海港、建设沿海开发第一强镇”的奋斗目标，吕四港经济开发区紧抓招商引资、项目带动两大工作重点，把握机遇，主动而为，区镇经济建设呈现良好发展态势。现已有大唐吕四港电厂、华峰超纤等项目落户园区，此外，一批临港石化、能源工业项目快速发展。本工程可以就近为开发区内项目提供天然气资源，保障园区企业安全平稳生产。

综上所述，本工程建设是十分必要的。

1.6 关注的主要环境问题及环境影响

本次环境影响评价工作的重点是：工程分析、环境影响预测与评价、污染防治措施评述、风险评价。针对本项目工程特点和项目周边的环境特点，项目需要关注的主要环境问题及环境影响如下：

（1）项目建设对海洋水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态环境产生的影响；

（2）项目施工期、运营期发生溢油事故对海洋环境产生的风险影响，及溢油事故对项目附近敏感目标的影响；

（3）项目施工期、运营期采取的大气、废水、固废、噪声等污染防治措施的可行性。

1.7 环境影响评价的主要结论

南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工

程符合《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《江苏省国家级生态保护红线规划》、《江苏省生态空间管控区域规划》、《江苏省海洋生态红线区域保护规划（2016-2020 年）》及相关规划要求。本工程的建设有利于缓解未来潜在的天然气缺口，保障江苏省及长三角地区能源安全，可有效提升港口核心竞争力。通过方案比选，本工程总体平面布置基本合理，工艺可行，采取的污染防治措施可行可靠，能有效实现污染物稳定达标排放，对环境影响较小；环境经济损益具有正面效应；制定了完善的环境管理制度和监测计划。在采取相应环境风险防范措施后，环境风险可防控。公示期间，未收到公众意见。在严格执行“三同时”制度、落实本报告书提出的各项污染防治措施条件下，从环境影响角度分析，项目建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家环保政策、法规

(1)《中华人民共和国环境保护法》，中华人民共和国主席令第九号，2015 年 1 月 1 日起实施；

(2)《中华人民共和国海洋环境保护法》，中华人民共和国主席令第八十一号，2017 年 11 月 5 日起实施；

(3)《中华人民共和国环境影响评价法》，中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日修正；

(4)《中华人民共和国大气污染防治法》，中华人民共和国主席令第十六号，2018 年 10 月 26 日修正；

(5)《中华人民共和国水污染防治法》，中华人民共和国主席令第七十号，2017 年 6 月 27 日修正；

(6)《中华人民共和国噪声污染防治法》，中华人民共和国主席令第一〇四号，2022 年 6 月 5 日施行；

(7)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，中华人民共和国主席令第五十七号，2020 年 4 月 29 日修正；

(8)《中华人民共和国土壤污染防治法》，2018 年 8 月 31 日审议通过，2019 年 1 月 1 日起施行；

(9)《中华人民共和国港口法》，中华人民共和国主席令第六十五号，2021 年 3 月 1 日起实施；

(10)《中华人民共和国渔业法》，2013 年 12 月 28 日修正；

(11)《中华人民共和国水法》，国家主席令第 48 号，2016 年 7 月 2 日修订；

(12)《中华人民共和国海域使用管理法》，中华人民共和国主席令第 61 号，2002 年 1 月 1 日起实施；

(13)《中华人民共和国海上交通安全法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，2021 年 4 月 29 日；

(14)《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院，2007 年 9 月 25 日第一次修订，2017 年 3 月 1 日第二次修订，2018 年 3 月 19 日第

三次修订；

(15)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院令 475 号，2006 年 11 月 1 日起施行，2017 年 3 月 1 日第一次修订，2018 年 3 月 19 日第二次修订；

(16)《中华人民共和国海洋倾废管理条例》，国务院令 676 号，2017 年 3 月 1 日修订；

(17)《中华人民共和国海洋倾废管理条例实施办法》，中华人民共和国国土资源部令 78 号，2017 年 12 月 27 日修正；

(18)《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，中华人民共和国交通运输部令 2019 年第 40 号，2019 年 11 月 28 日修正；

(19)《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》，交通运输部令 2017 年第 15 号，2017 年 5 月 23 日修正；

(20)《建设项目环境保护管理条例》，国务院令[1998]第 253 号，1998 年 11 月 28 日通过，1998 年 11 月 29 日施行；《国务院关于修改<建设项目环境保护管理条例>的决定》，国务院令 682 号，2017 年 6 月 21 日通过，2017 年 10 月 1 日起施行；

(21)《建设项目环境影响评价分类管理名录》，2021 年版，2021 年 1 月 1 日起施行；

(22)《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 29 号，2019 年 8 月 27 日；

(23)《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，国家海洋局，2012 年 4 月；

(24)《海洋自然保护区管理办法》，国家海洋局，1995 年 5 月 29 日起实施；

(25)《近岸海域环境功能区管理办法》，国家环境保护总局令 8 号，1999 年 12 月 10 日；

(26)《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定（试行）》，2008 年 11 月；

(27)《突发环境事件应急管理办法》，环境保护部令 34 号，2015 年 6 月 5 日；

(28)《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》，国发[2015]17 号，2015 年 4 月 16 日发布；

(29)《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》，国发[2013]37 号，2013 年 09 月 13 日发布；

(30)《环境影响评价公众参与办法》，生态环境部令 4 号，2019 年 1 月 1 日起施行；

(31)《关于印发<排污许可证管理暂行规定>的通知》，环水体[2016]186号，2016年12月23日；

(32)关于印发《长三角地区2020-2021年秋冬季大气污染综合治理攻坚行动方案》的通知，环大气[2020]62号。

2.1.2 地方环保政策、法规

(1)《江苏省大气污染防治条例》，2018年11月23日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议修正；

(2)江苏省水污染防治条例，2020年11月27日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议通过，自2021年5月1日起施行；；

(3)《江苏省固体废物污染环境防治条例》，2018年3月28日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第二次会议于修改，2018年5月1日起施行；

(4)《江苏省海洋环境保护条例》，江苏省人大及其常委会，2016年3月30日修正；

(5)《江苏省海域使用管理条例》，江苏省人大及其常委会，2018年3月28日修正；

(6)《江苏省渔业管理条例》，江苏省人大及其常委会，2019年3月29日修正；

(7)《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法》，江苏省海洋与渔业局，2016年10月；

(8)《江苏省产业结构调整限制、淘汰和禁止目录》，苏办发[2018]32号，中共江苏省委办公厅、江苏省人民政府办公厅，2018年8月7日；

(9)《省政府办公厅转发省经济和信息化委省发展改革委江苏省工业和信息产业结构调整限制淘汰目录和能耗限额的通知》，苏政办发[2015]118号，2015年11月23日；

(10)《关于落实省大气污染防治行动计划实施方案严格环境影响评价准入的通知》，苏环办[2014]104号，2014年4月28日；

(11)《省政府关于印发江苏省水污染防治工作方案的通知》，苏政发[2015]175号，2015年12月28日；

(12)《省政府关于印发江苏省土壤污染防治工作方案的通知》，苏政发[2016]169号，2016年12月27日；

(13)《江苏省海洋功能区划（2011-2020年）》，江苏省人民政府，2012年10月；

(14)《江苏省海洋主体功能区规划》，2018年7月；

(15)《江苏省生态空间管控区域规划》，江苏省人民政府，苏政发[2020]1 号，2020 年 1 月 8 日；

(16)《江苏省国家级生态保护红线规划》，江苏省人民政府，苏政发[2018]74 号，2018 年 6 月 9 日；

(17)《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》，江苏省人民政府，苏政复[2017]18 号，2017 年 3 月 16 日；

(18)《江苏省人民政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》，江苏省人民政府，苏政发[2020]49 号，2020 年 6 月 21 日；

(19)《市政府办公室关于印发南通市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》，南通市人民政府办公室，通政办规[2021]4 号，2021 年 2 月 24 日；

(20)《市政府办公室关于印发南通市近岸海域“三线一单”生态环境分区管控实施方案(试行)的通知》，南通市人民政府办公室，通政办发[2022]56 号，2022 年 5 月 24 日；

(21)《市政府办公室关于印发启东市“三线一单”生态环境分区管控实施方案的通知》，启东市人民政府办公室，启政办规[2022]2 号，2022 年 1 月 28 日；

(22)《省政府办公厅关于印发江苏省突发环境事件应急预案的通知》，苏政办函[2020]37 号，江苏省人民政府办公厅，2020 年 3 月 19 日；

(23)《关于印发江苏省生态环境厅突发环境事件应急预案的通知》，苏环办[2020]172 号，江苏省生态环境厅，2020 年 5 月 17 日；

(24)《省生态环境厅关于进一步加强危险废物污染防治工作的实施意见》，苏环办[2019]327 号，江苏省生态环境厅，2019 年 9 月 24 日；

(25)《省生态环境厅关于印发江苏省危险废物贮存规范化管理专项整治行动方案的通知》，苏环办[2019]149 号，江苏省生态环境厅，2019 年 4 月 29 日；

(26)市政府办公室关于转发市港口管理局《南通市沿江沿海港口和船舶污染物接收、转运及处置设施建设方案》的通知，通政办发[2017]155 号，南通市人民政府办公室，2017 年 10 月 17 日；

(27)《市政府办公室关于印发<启东市 2021 年水污染防治工作计划><启东市 2021 年大气污染防治工作计划><启东市 2021 年土壤污染防治工作计划>的通知》，启政办发[2021]18 号；

(28)《关于用更加严格举措切实加强船舶水污染防治的实施意见》，苏污防攻坚指办[2019]70 号；

(29) 《市政府办公室关于印发南通市 2021 年深入打好污染防治攻坚战工作计划的通知》，通政办发[2021]16 号；

(30) 《市政府办公室关于印发南通市 2020 年大气污染防治工作计划的通知》，通政办发[2020]34 号；

(31) 《市政府办公室关于印发南通市 2020 年水污染防治工作计划的通知》，通政办发[2020]33 号。

2.1.3 技术导则与规范

- (1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016)；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)；
- (3) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018)；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018)；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2021)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)；
- (7) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022)；
- (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境 (试行)》(HJ 964-2018)；
- (9) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)；
- (10) 《港口建设项目环境影响评价规范》(JST105-1-2011)；
- (11) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002 年 4 月；
- (12) 《海港总体设计规范》(JTS165-2013)；
- (13) 《液体天然气码头设计规范》(JTS165-5-2021)；
- (14) 《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)；
- (15) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)；
- (16) 《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2008)；
- (17) 《海洋监测规范》(GB17378-2007)；
- (18) 《海洋调查规范》(GB12763-2007)；
- (19) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)；
- (20) 《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)；
- (21) 《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T877-2013)；
- (22) 《排污单位自行监测技术指南 总则》(HJ 819-2017)；
- (23) 《排污许可证申请与核发技术规范 码头》(HJ 1107-2020)；

(24)《港口建设项目环境影响评价文件审批原则(试行)》,环办环评[2018]2 号,2018 年 1 月 4 日。

2.1.4 其他专题及资料文件

(1)《南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程可行性研究报告》(中交水运规划设计院有限公司,中国五环工程有限公司,2022 年 5 月);

(2)《南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程海洋环境现状调查报告》(浙江若海检测有限公司,2022 年 11 月);

(3)《南通港近岸海域环境功能区划调整技术报告(报批稿)》及其批复;

(4)建设单位提供的其他资料。

2.2 环境影响识别及评价因子筛选

2.2.1 环境影响因素识别

根据本项目主要污染源污染因子及区域环境特征,对项目实施后的主要环境影响要素进行识别,结果见表 2.2-1。

表 2.2-1 环境影响要素识别表

类别		自然环境					生态环境	
		环境空气	地表水环境	海洋环境		声环境	陆生生态	海洋生态
				水环境	水动力环境			
施工期	废气	-1D	/	/	/	/	/	/
	废水	/	-1D	-1D	/	/	/	/
	噪声	/	/	/	/	-1D	/	/
	固废	/	/	/	/	/	/	/
	码头前沿疏浚	-1D	/	-1D	-1D	-1D	/	-1D
运营期	废气	-1C	/	/	/	/	/	/
	废水	/	-1C	-1C	/	/	/	/
	噪声	/	/	/	/	-1C	/	/
	固废	/	/	/	/	/	/	/
	风险	-1D	-1D	-1D	/	/	-1D	-2D

说明:“-”分别表示有利、不利影响;“C”、“D”分别表示长期、短期影响;“1”至“2”数值分别表示轻微影响、中等影响。

由表 2.2-1 可知,本项目的建设对环境的影响是多方面的,既存在短期、局部及可恢复的不利影响,也存在长期的不利影响。施工期主要表现在对自然环境和海洋生态环境产生一定程度的负影响。运营期对环境的不利影响是长期存在的,主要表现在对环境空气、海洋水环境、声环境及生态环境等方面的长期负影响。但本项目的建设对当地的

工业发展、劳动就业及交通运输均会起到一定的积极作用。

2.2.2 评价因子筛选

根据本项目特点、环境影响的主要特征，结合区域环境功能要求、环境保护目标、评价标准和环境制约因素等，确定本次评价因子如下：

表 2.2-2 (1) 评价因子筛选表 (生态)

受影响对象	评价因子	工程内容及影响方式	影响性质	影响程度
物种	分布范围、种群数量、种群结构	(1) 工程施工、运行导致个体直接死亡； (2) 施工活动以及运行期噪声、振动对海洋生物行为产生干扰。	短期、可逆	弱

表 2.2-2 (2) 评价因子筛选表 (其他)

评价内容	现状评价因子	施工期影响评价因子	营运期影响评价因子	总量控制因子
大气环境	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP、VOCs	/	/
地表水环境	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	COD、NH ₃ -N、TP
声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级	/
海水水质	pH、DO、悬浮物、COD、BOD ₅ 、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷、六六六、滴滴涕、多氯联苯	SS	SS	/
海洋沉积物	有机碳、硫化物、油类、铜、锌、铅、镉、铬、总汞、砷、六六六、滴滴涕、多氯联苯	/	/	/
海洋水文动力环境	潮流、潮位	/	潮流、潮位	/
地形地貌与冲淤环境	地形地貌、冲淤	/	冲淤	/
海洋生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	/	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	/
固体废物	/	疏浚土方、陆域生活垃圾、船舶生活垃圾等	生活垃圾、危险废物	/
环境风险	/	石油类	石油类	/

2.3 评价标准

2.3.1 环境质量标准

2.3.1.1 环境空气质量标准

本项目所在区域环境空气质量功能区划为二类区。大气环境执行《环境空气质量标

准》(GB3095-2012) 二级标准及其修改单(生态环保部公告 2018 年第 29 号), 标准值详见表 2.3-1。

表 2.3-1 大气环境质量标准

污染物项目	平均时间	浓度限值 (mg/m ³)	标准来源
SO ₂	1h 平均	0.50	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 二级标准及其修改单(生态环保部 公告 2018 年第 29 号)
	日平均	0.15	
	年平均	0.06	
NO ₂	1h 平均	0.2	
	日平均	0.08	
	年平均	0.04	
CO	1h 平均	10	
	日平均	4	
O ₃	1h 平均	0.2	
	日最大 8 小时平均	0.16	
PM _{2.5}	日平均	0.075	
	年平均	0.035	
PM ₁₀	日平均	0.15	
	年平均	0.07	

2.3.1.2 海洋环境质量标准

根据《江苏省近岸海域环境功能区划方案》，港口航运区、工业与城镇用海区、农渔业区、海洋保护区、特殊利用区和保留区执行的海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准详见表 2.3-2。

表 2.3-2 海洋环境质量标准分类

序号	海洋功能分区		海水水质标准	海洋沉积物质量标准	海洋生物质量标准
1	农渔业区	农业围垦区、渔业基础设施区、养殖区、增殖区	不劣于二类	不劣于一类	不劣于一类
		渔港区	不劣于现状	不劣于现状	不劣于现状
		捕捞区、水产种质资源保护区	不劣于一类	不劣于一类	不劣于一类
2	港口航运区	港口区	不劣于四类	不劣于三类	不劣于三类
		航道、锚地和邻近水生野生动植物保护区、水产种质资源保护区等海洋生态敏感区的港口区	不劣于现状	不劣于现状	不劣于现状
3	工业与城镇用海区	/	不劣于三类	不劣于二类	不劣于二类
4	海洋保护区	海洋自然保护区	一类	一类	一类
		海洋特别保护区	一类	一类	一类
5	特殊利用区	排污区、倾倒区	不劣于四类	不劣于三类	不劣于四类
6	保留区	/	不劣于现状	不劣于现状	不劣于现状

(1) 海水水质标准

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。工程位于吕四港港口航运区，项目周边分布有农渔业区、海洋保护区、特殊利用区及保留区等。港口航运区的港口区执行不劣于四类海水水质标准、港口航运区的航道执行不劣于现状海水水质标准；工业与城镇用海区执行不劣于三类海水水质标准；农渔业区执行不劣于二类海水水质标准；海洋保护区执行不劣于一类海水水质标准；特殊利用区执行不劣于四类海水水质标准；保留区执行不劣于现状海水水质标准。各类水质标准值见表 2.3-3。

表 2.3-3 海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类	标准来源
pH（无量纲）	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		《海水水质标准》 （GB3097-1997）
水温（℃）	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其他季节不超过 2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃		
悬浮物质	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150	
化学需氧量≤	2	3	4	5	
溶解氧>	6	5	4	3	
活性磷酸盐≤ （以 P 计）	0.015	0.030		0.045	
无机氮≤（以 N 计）	0.20	0.30	0.40	0.50	
硫化物≤（以 S 计）	0.02	0.05	0.10	0.25	
挥发酚≤	0.005		0.010	0.050	
石油类≤	0.05		0.30	0.50	
铜≤	0.005	0.01	0.050		
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050	
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50	
镉≤	0.001	0.005	0.010		
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50	
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005	
砷≤	0.020	0.030	0.050		

(2) 海洋沉积物

本工程位于吕四港港口航运区，项目周边分布有农渔业区、海洋保护区、特殊利用区及保留区等。

其中港口航运区的港口区执行不劣于三类海洋沉积物质量标准、港口航运区的航道执行不劣于现状海洋沉积物质量标准；工业与城镇用海区执行不劣于第二类海洋沉积物质量标准；农渔业区执行不劣于一类海洋沉积物质量标准；海洋保护区执行不劣于一类

海洋沉积物质量标准；特殊利用区执行不劣于三类海洋沉积物质量标准；保留区执行不劣于现状海洋沉积物质量标准。各类海洋沉积物质量标准值见表 2.3-4。

表 2.3-4 海洋沉积物质量标准 单位：mg/kg

序号	项目	指标			标准来源
		第一类	第二类	第三类	
1	汞 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.20	0.50	1.00	《海洋沉积物质量标准》 (18668-2002)
2	镉 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	0.50	1.50	5.00	
3	铅 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	60.0	130.0	250.0	
4	锌 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	150.0	350.0	600.0	
5	铜 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	35.0	100.0	200.0	
6	铬 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	80.0	150.0	270.0	
7	砷 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	20.0	65.0	93.0	
8	有机碳 ($\times 10^{-2}$) $\leq$	2.0	3.0	4.0	
9	硫化物 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	300.0	500.0	600.0	
10	石油类 ($\times 10^{-6}$) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0	

(3) 海洋生物质量

①海洋贝类生物质量

本工程位于吕四港港口航运区，项目周边分布有农渔业区、海洋保护区、特殊利用区及保留区等。

海洋贝类生物质量标准执行《海洋生物质量》(GB18421-2001)，其中港口航运区的港口区执行不劣于三类海洋贝类生物质量标准，港口航运区的航道执行不劣于现状海洋贝类生物质量标准；农渔业区执行不劣于一类海洋贝类生物质量标准；海洋保护区执行不劣于一类海洋贝类生物质量标准；特殊利用区执行不劣于三类贝类海洋生物质量标准；保留区执行不劣于现状海洋贝类生物质量标准，见表 2.3-5。

表 2.3-5 海洋贝类生物质量标准（鲜重） 单位：mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类	标准来源
1	总汞 $\leq$	0.05	0.10	0.30	《海洋生物质量》 (GB18421-2001)
2	镉 $\leq$	0.2	2.0	5.0	
3	铅 $\leq$	0.1	2.0	6.0	
4	铬 $\leq$	0.5	2.0	6.0	
5	砷 $\leq$	1.0	5.0	8.0	
6	铜 $\leq$	10	25	50 (牡蛎 100)	
7	锌 $\leq$	20	50	100 (牡蛎 500)	
8	石油烃 $\leq$	15	50	80	

②鱼类、甲壳类、软体动物生物质量

海洋鱼类、甲壳类和软体动物生物质量评价，目前国家尚未颁布统一的评价标准，本次评价甲壳类、鱼类、软体动物海洋生物质量（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。

表 2.3-6 鱼类、甲壳类、软体动物海洋生物质量评价标准 单位: mg/kg

种类	铜	锌	铅	镉	铬	总汞	砷	石油类	附注
鱼类	≤20	≤40	≤2	≤0.6	≤1.5	≤0.3	≤5	≤20	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》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
软体动物	≤100	≤250	≤10	≤5.5	≤5.5	≤0.3	≤10	≤20	
甲壳类	≤100	≤150	≤2	≤2	≤1.5	≤0.2	≤8	≤20	

2.3.1.3 声环境质量标准

项目所在区域属于 3 类声功能区, 环境噪声执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3 类标准。具体标准值见表 2.3-7。

表 2.3-7 声环境质量标准

标准名称及编号	功能区类型	控制级别	噪声限值, dB (A)	
			昼间	夜间
《声环境质量标准》 (GB3096-2008)	工业生产、仓储物流	3 类	65	55

注: 夜间突发噪声最大声级超过环境噪声限值的幅度不得高于 15dB (A)。

2.3.2 污染物排放标准

2.3.2.1 大气污染物排放标准

本工程施工期扬尘参照执行《大气污染物综合排放标准》(DB32/4041-2021) 表 3 监控浓度限值要求, 具体标准值见表 2.3-8。

表 2.3-8 施工期大气污染物排放标准

序号	污染物	监控浓度限值 (mg/m ³)	监控位置
1	颗粒物 (其他颗粒物)	0.5	边界外浓度最高点

施工期和营运期汽车尾气排放执行《重型柴油车污染物排放限值及测量方法 (中国第六阶段)》(GB17691-2018) 中相关标准。

2.3.2.2 水污染物排放标准

本工程施工期船舶舱底油污水和生活污水、运营期船舶舱底油污水和生活污水均由海事部门认可的环保船接收处理; 运营期码头初期雨水、陆域工作人员生活污水经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务有限公司。

启东胜科水务有限公司接管标准执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 三级标准、《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T 31962-2015) B 等级标准; 尾水排

放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中一级 A 标准。具体标准值见表 2.3-10。

表 2.3-10 启东胜科水务有限公司接管标准和排放标准

序号	控制项目	单位	接管标准	尾水排放标准
1	pH	无量纲	6.0-9.0	6.0-9.0
2	COD	mg/L	500	50
3	SS	mg/L	400	10
4	氨氮	mg/L	45	5 (8)
5	总磷	mg/L	8.0	0.5
6	石油类	mg/L	20	1

备注：括号外数值为水温>12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

2.3.2.3 船舶污染物排放标准

运营期船舶舱底油污水、船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理，船舶生活垃圾由码头平台垃圾接收桶分类收集后由环卫部门统一处理。

船舶污染物执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)中的相关要求，详见表 2.3-11 和 2.3-12。

表 2.3-11 船舶污染物排放控制标准

污染物种类	排放区域	规定	标准来源
船舶含油污水	沿海	可按标准排放(油污水处理装置出水口石油类小于 15mg/L 时可在船舶航行中排放)或收集并排入接收设施。	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
船舶生活污水	在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域	应采取下列方式之一进行处理,不得直接排入水环境: 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,达标标准 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。	

表 2.3-12 船舶生活污水污染物排放限值 (GB3552-2018 中 5.2 达标标准)

序号	污染物项目	限值	污染物排放监控位置	排放去向
1	五日生化需氧量 (BOD ₅) (mg/L)	25	生活污水处理装置出水口	环境水体
2	悬浮物 (SS) (mg/L)	35		
3	耐热大肠菌群数 (个/L)	1000		
4	化学需氧量 (COD _{Cr}) (mg/L)	125		
5	pH 值 (无量纲)	6~8.5		
6	总氯 (总余氯) (mg/L)	<0.5		

2.3.2.4 噪声

施工期参照执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 具体标准

值见表 2.3-13。

表 2.3-13 建筑施工现场界环境噪声排放标准 单位：dB（A）

噪声限值		标准来源
昼间	夜间	
70	55	《建筑施工现场界环境噪声排放标准》 (GB12523-2011)

注：夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类区标准，具体标准值见表 2.3-14。

表 2.3-14 工业企业厂界环境噪声排放标准 单位：dB（A）

类别	标准值		标准来源
	昼间	夜间	
厂界噪声	65	55	《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB12348-2008) 3 类

注：夜间频发噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 10dB（A）；夜间偶发噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15dB（A）。

2.3.2.5 固体废物

本项目生活垃圾处理执行《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》（建城[2000]120 号）和《生活垃圾处理技术指南》（建城[2010]61 号）以及国家、省市关于固体废物污染环境防治的法律法规；一般工业固体废物贮存参照执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求。

2.4 评价工作等级和评价范围

2.4.1 评价工作等级

2.4.1.1 海洋环境要素评价等级

本工程用海类型为交通运输用海中的港口用海，用海方式为透水构筑物用海和港池用海。

本工程拟建一座 LNG 泊位，工程位于吕四港港口航运区。根据宗海界定，本工程部分占用现有的南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区，因此，工程所在海域和生态环境类型确定为“生态环境敏感区”。本工程涉及港池疏浚，总疏浚土方 96.35 万 m³，通过泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

根据《海洋工程环境影响评价技术 导则》（GB/T19485-2014）中表 2“海洋水文动力、海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价等级判据”、表 3“海洋地形地貌与冲淤环境评价等级判据”判定各项评价等级，并取所有工程内容各单项环境影响评价等级中的最高级别，结果见表 2.4-1~2.4-3。

表 2.4-1 海洋水文动力、海水水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源
评价等级判定依据

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
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁、海底隧道工程	原油、成品油、天然气（含 LNG、LPG）、化学及其他危险品和其他物质的仓储工程、储运和输送工程等；上述工程（水工构筑物）和设施的废弃、拆除等	所有规模	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	1	2	1
其他海洋工程	水下基础开挖等工程；疏浚、冲（吹）填等工程；海中取土（沙）等工程；挖入式港池、船坞和码头等工程；海上水产品加工工程等	开挖、疏浚、冲（吹）填、倾倒量 $300 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 50 \times 10^4 \text{m}^3$	生态环境敏感区	2	1	2	1
			其他海域	3	2	3	2

本工程拟建一座 LNG 泊位，不属于围海、填海和海湾改造工程，不属于围海筑坝、防波堤、导流堤等工程，不属于海砂开采工程。本工程占用岸线长度 390m，岸线性质为港口深水岸线，对海岸线基本无影响；根据冲淤影响预测可知，受新建码头桩基础及港池疏浚的影响，工程海域周边出现一定的泥沙回淤，新建码头前沿的泥沙回淤强度基本在 0.17m/a 以下、港池疏浚区的泥沙回淤强度基本在 0.30m/a 以下，但由于工程的码头结构为透空式结构，且港池的疏浚区范围有限，因而，工程建设后泥沙冲淤调整的部位基本在新建码头泊位及港池新疏浚区附近局部有限水域，难以对周边的广汇能源现有码头、大唐电厂码头、航道、小庙洪水道等海域的海床冲淤变形产生明显可见的影响；本工程不占用滩涂和海床，对滩涂和海床无影响。综上，本工程海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级为 3 级。

表 2.4-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其他类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 30 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km $\sim$ 1km）等工程；其他类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $30 \times 10^4 \text{m}^2 \sim 20 \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km $\sim$ 0.5km）等工程；其他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微冲刷、淤积的工程项目。

表 2.4-3 本项目海洋工程建设项目各单项环境影响评价等级

项目	本项目单项海洋环境影响评价等级				
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物	海洋地形地貌与	海洋水文动

			资源环境	冲淤环境	力环境
评价等级	1	1	1	3	1

2.4.1.2 大气环境影响评价工作等级

本工程为 LNG 码头建设工程，吞吐货种为 LNG（液化天然气）。码头进出港船舶均为 LNG 船舶，出厂的 LNG 通过 LNG 槽车运往国内需求客户。根据资料调查和实地调研可知，LNG 船舶和 LNG 槽车均使用液化天然气作为动力燃料。LNG（液化天然气）属于清洁能源，同时，码头接卸采取密闭的方式，因此，正常工况下，码头作业不产生废气。因此，本次评价对大气环境影响仅进行定性分析，因此无需进行大气环境影响评价工作等级判定。

2.4.1.3 地表水环境影响评价工作等级

本工程的地表水环境影响主要包括建设营运过程中生活污水和生产废水产生的污染影响以及项目水工建筑物占用水域对海洋水文要素的影响。

（1）水污染影响型评价工作等级

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ/T2.3-2018）表 1，水污染影响型建设项目评价等级判定依据见表 2.4-4。

表 2.4-4 水污染影响型建设项目评价等级判定

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

本工程运营期船舶舱底油污水、非疫区的船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理，不在本海域排放；来自疫区的船舶生活污水，在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收。建设单位应在本项目投产前与海事部门认可的环保船单位签订接收协议，确保其在经营期间具备船舶污染物接收能力。

本工程运营期码头初期雨水和陆域生活污水经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。根据表 2.4-4 可知，本项目水污染影响型评价工作等级为三级 B。

（2）水文要素影响型评价工作等级

本项目位于启东吕四近岸海域，水工建筑物主要为 1 个 $18.5 \text{ 万 } m^3$ LNG 泊位（水工建筑物结构为 $21.5 \text{ 万 } m^3$ ）及消防和控制平台，均为透水性构筑物，本工程港池疏浚

工程为部分回旋水域。根据南通市江海测绘院有限公司出具的《南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程宗海界址图》可知，本工程总用海面积 32.9511 公顷，其中，码头用海面积 3.0956 公顷、港池用海面积 29.6889 公顷、消防和控制平台用海面积 0.1666 公顷。根据设计资料可知，本工程垂直投影面积及外扩范围 $A_1 \approx 0.05 \text{ km}^2 < 0.15 \text{ km}^2$ ；工程扰动水底面积 $A_2 = 0.329511 \text{ km}^2 < 0.5 \text{ km}^2$ 。

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》（HJ/T2.3-2018），水文要素影响型建设项目评价等级判定依据见表 2.4-5。

表 2.4-5 水文要素影响型建设项目评价等级判定依据

评价等级	水温	径流		受影响地表水域		
	年径流量与总库容百分比 $\alpha/\%$	兴利库容与年径流量百分比 $\beta/\%$	取水量占多年平均径流量百分比 $\gamma/\%$	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积 $R/\%$		工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2 ；工程扰动水底面积 A_2/km^2 ；入海河口、近岸海域
				河流	湖库	
一级	$\alpha \leq 10$ ；或稳定分层	$\beta \geq 20$ ；或完全年调节与多年调节	$\gamma \geq 30$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \geq 0.5$ ；或 $A_2 \geq 3$
二级	$20 > \alpha > 10$ ；或不稳定分层	$30 > \beta > 10$ ，或季调节与不完全年调节	$30 > \gamma > 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$0.3 > A_1 > 0.05$ ；或 $1.5 > A_2 > 0.2$ ；或 $20 > R > 5$	$0.5 > A_1 > 0.15$ ；或 $3 > A_2 > 0.5$
三级	$A \geq 10$ ；或混合型	$\beta \leq 10$ ；或无调节	$\gamma \leq 10$	$A_1 \geq 0.3$ ；或 $A_2 \geq 1.5$ ；或 $R \geq 10$	$A_1 \leq 0.05$ ；或 $A_2 \leq 0.2$ 或 $R \leq 5$	$A_1 \leq 0.15$ ；或 $A_2 \leq 0.5$

同时，根据施工期疏浚挖泥悬浮物预测，本项目施工期疏浚开挖产生的悬浮物影响范围基本位于广汇能源码头前沿港池及东侧和西侧局部区域，高浓度悬浮物增量难以进入东北侧的航道、西侧的大唐电厂码头前沿等区域，对港池外海域也基本没有影响，影响范围内涉及的保护目标为南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区，不涉及饮用水水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等其他保护目标；根据《江苏省近岸海域环境功能区划方案》（苏环委[2001]7 号）、《省生态环境厅关于南通港近岸海域环境功能区划调整的复函》（苏环函[2021]71 号），本项目近岸海域环境功能区划为四类环境功能区。

因此，根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ/T2.3-2018）表 2 判定，本项目水文要素影响评价工作等级为三级评价。

2.4.1.4 声环境影响评价工作等级

本工程所在区域声环境功能区为《声环境质量标准》（GB3096-2008）规定的 3 类

区域；项目建设前后噪声声级增量小于 3dB (A)，且项目声环境评价范围内不存在声环境保护目标。根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，本项目声环境影响评价等级确定为三级。

2.4.1.5 地下水环境影响评价工作等级

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，周边 3km 均为海域，不涉及地下水环境。因此，本次评价不再对地下水环境影响进行展开分析。

2.4.1.6 土壤环境影响评价工作等级

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，周边 3km 均为海域，不涉及土壤环境。因此，本次评价不再对土壤环境影响进行展开分析。

2.4.1.7 生态影响评价工作等级

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。根据测绘可知，本工程新增用海面积 32.9511 公顷，对照《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》，工程部分占用现有的南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)，生态影响评价等级不低于二级。考虑本工程评价范围内环境敏感目标较多，本次评价将生态环境影响评价等级确定为一级。

2.4.1.8 环境风险评价等级

1、环境风险潜势初判

(1) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

1) 危险物质数量与临界量的比值 (Q)

本工程为 LNG 码头扩建工程，吞吐货种为 LNG。本工程进出港 LNG 船舶以天然气作为船舶动力燃料，船舶中储存一定的燃油作为备用动力燃料，因此，根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018) 附录 B，本工程涉及的危险物质主要为船用燃料油和 LNG。

①LNG 的最大存在总量

本工程为扩建工程，紧邻广汇能源现有 1 号 LNG 泊位，现有 1 号 LNG 泊位和本工程扩建 2 号泊位的最大设计船型均为 18.5 万 m³ LNG 船舶。按照 1 号泊位、2 号泊位同时停靠最大设计船型船舶考虑，装载系数为 80%，那么，LNG 的最大存在总量情况如下：

表 2.4-6 LNG 的最大存在总量

序号	危险物质名称	存在位置	密度 (t/m ³)	体积 (m ³)	最大存在量 (t)
1	LNG (甲烷)	1 号泊位	0.48	18.5 万*0.8	71040
2	LNG (甲烷)	2 号泊位	0.48	18.5 万*0.8	71040
合计					14.208

②船用燃料油的最大存在总量

本工程施工期及运营期均存在船舶碰撞溢油事故风险，施工期船舶吨位较小，因此本次评价按照运营期最大设计船型进行考虑。本工程为扩建工程，紧邻广汇能源现有 1 号 LNG 泊位，因此，船用燃料油的最大存在量按现有 1 号泊位和本次扩建 2 号泊位均停放最大代表船型考虑。现有 1 号 LNG 泊位和本工程扩建 2 号泊位的最大设计船型均为 18.5 万 m³ LNG 船舶。

根据设计单位和建设单位提供的资料可知，LNG 船舶仍需携带部分燃料油作为备用动力燃料。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)附录 C.5，采用外推法计算，18.5 万 m³ LNG 船舶 (LNG 密度为 0.48，折算成载重吨位即为 83250 吨船舶) 的燃油舱单舱燃油量为 2063t。

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值 Q。当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界比值，即为 Q；当存在多种危险物质时则按下式计算物质总量与其临界比值 (Q)：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q₁、q₂.....q_n——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q₁、Q₂.....Q_n——每种危险物质的临界量，t。

当 Q<1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为 (1) 1≤Q<10；(2) 10≤Q<100；(3) Q≥100。

综上，按照 1 号泊位、2 号泊位同时停靠最大设计船型船舶考虑，Q 值计算情况见表 2.4-7。

表 2.4-7 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 qn/t	临界量 Qn/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质 (船用燃料油)	/	4126	2500	1.6504
2	LNG (甲烷)	74-82-8	142080	10	14208
项目 Q 值 Σ					14209.6504

经识别，危险物质储存量 Q 值之和为 29601.6504，Q≥100。

2) 行业及生产工艺 (M)

本工程为 LNG 码头扩建工程, 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018) 附录 C 表 C.1, 本工程属于“涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等”, M 值确定表如下:

表 2.4-8 建设项目 M 值确定表

序号	工艺单元名称	生产工艺	数量/套	M 值
1	LNG 泊位	涉及危险物质的港口/码头	2	10
2	LNG 输送	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	1	10
项目 M 值 Σ				20

根据表 2.4-10, M 值属于 $10 < M \leq 200$, 因此, 行业及生产工艺 (M) 判定为 M2。

3) 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据 Q 和 M 值, 综合判定危险物质及工艺系统危险性, 判定规则如下:

表 2.4-9 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

危险物质数量与临界量比值 (Q)	行业及生产工艺 (M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 100$	P2	P3	P4	P4

根据上表可知, 本工程危险物质及工艺系统危险性 (P) 为 P2。

(2) 环境敏感程度 (E) 分级

1) 大气环境

通过调查, 本工程厂界外 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数小于 1 万人, 周边 500 m 范围内人口总数小于 500 人, 故大气环境敏感程度为 E3。

2) 地表水环境

本工程废水间接排放, 后期雨水排放点进入海水水质为四类功能区; 根据预测可知, 发生事故时, 危险物质泄漏到水体 24h 流经范围不跨省界、国界; 故项目地表水功能敏感性分区为较敏感区 F3。根据预测, 发生事故时, 燃料油泄漏入海事故排放点海域 1 个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的 2 倍范围内有近岸养殖区、南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区, 故环境敏感目标分级为 S1。综上, 项目所在地地表水环境敏感程度为 E2。

3) 地下水环境

本工程位于开放式海域,不涉及地下水环境。事故状态不会对地下水环境造成影响,因此,本次评价不对地下水环境敏感程度进行判定。

综上,本工程环境敏感特征情况如下:

表 2.4-10 建设项目环境敏感特征表

类别	环境敏感特征						
环境空气	厂址周边 5km 范围内						
	序号	敏感目标	相对方位	距离/m	属性	人口数	
	/	/	/	/	/	/	
	厂址周边 500m 范围内人口数小计					0	
	厂址周边 5km 范围内人口数小计					0	
	大气环境敏感程度 E 值					E3	
地表水	受纳水体						
	序号	受纳水体名称	排放点水域环境功能		24h 内流经范围/km		
	1	黄海	四类		55.296		
	内陆水体排放点下游 10km（近岸海域一个潮周期最大水平距离两倍）范围内敏感目标						
	序号	敏感目标名称	环境敏感特征		水质目标	与排放点距离/km	
	1	近岸养殖区	养殖区		二类	/	
	2	南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区	水产种质资源保护区		二类	/	
	地表水环境敏感程度 E 值					E2	
地下水	序号	环境敏感区名称	环境敏感特征		水质目标	包气带防污性能	与下游厂界距离（m）
	/	/	/		/	/	/
	地下水环境敏感程度 E 值						/

(3) 环境风险潜势初判

表 2.4-11 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I

注: IV⁺为极高环境风险。

本工程的危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P) 为 P2 级, 大气环境敏感程度为 E3, 地表水环境敏感程度为 E3。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 表 2, 综合判定本工程大气环境、地表水环境的环境风险潜势分别为 III 级、III 级, 因此, 环境风险潜势综合等级为 IV 级。

2、评价工作等级划分

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169—2018)，评价工作等级确定原则见表 2.4-12。

表 2.4-12 评价工作等级划分

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

a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A

本工程环境风险潜势综合等级为IV级，对照上表判断，本工程环境风险评价等级为一级。

2.4.2 评价范围

1、海洋环境要素评价范围

(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》(GB/T19485-2014)，海洋水文动力环境 1 级评价范围要求为：①垂向（垂直于工程所在海域中心的潮流主流向）距离一般不小于 5km；②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。

本工程垂直潮流方向评价范围取 5km；本工程所在海域平均流速约为 0.64m/s，潮流特征为半日潮，一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离约 28km，纵向评价范围取 56km。

②海洋地形地貌与冲淤环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，评价范围应包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，同时应满足建设项目地貌与冲淤环境特性的要求。

③海洋水质环境评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)，海洋水质评价范围应能覆盖建设项目的环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求。

④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》(GB/T19485-2014)，海洋沉积物评价范围应能覆盖受影响区域，并能充分满足环境影响评价和预测的需求。一般情况下应与海洋水质、海洋生态和生物资源的评价范围保持一致。

⑤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》(GB/T19485-2014), 海洋生态环境的调查评价范围, 主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。本项目 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 8~30km。本次评价扩展距离取 15km。

综上, 海洋评价范围是以水文动力环境、海洋生态环境等评价要素评价范围的最大外包络线为界, 同时考虑周边地形地貌、敏感目标分布情况, 确定评价范围为: 以工程位置为中心, 沿岸线方向分别向两侧扩展 28km, 垂直于岸线方向向海侧扩展 15km, 整个评价范围约 1480.41km², 具体见表 2.4-11 和图 2.4-1。

表 2.4-13 海洋环境评价范围拐点坐标

序号	东经	北纬
1	121°27'11.357"	32°07'02.358"
2	121°37'47.442"	32°20'01.719"
3	122°06'51.064"	32°02'15.131"
4	121°54'09.705"	31°46'23.497"

2、陆域环境要素评价范围

（1）大气环境评价范围

本项目无需设置大气环境评价范围。

（2）地表水环境评价范围

本项目地表水环境影响属于复合影响型建设项目，应分别确定地表水环境评价范围。

水污染影响评价范围：本项目水污染影响的评价等级为三级 B，且涉及地表水环境风险，因此，本项目水污染影响评价范围为覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域。

水文要素影响评价范围：地表水域影响评价范围为相对建设项目建设前日均或潮均流速及水深、或高（累积频率 5%）低（累积频率 90%）水位（潮位）变化幅度超过 $\pm 5\%$ 的水域。本项目对地表水环境的影响主要集中在工程周边的近岸海域，包含在海域评价范围之内。

（3）声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境评价范围为项目厂界外 200m 的范围。

3、环境风险评价范围

本工程大气环境风险评价工作等级为二级。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）规定，一级、二级评价距建设项目边界一般不低于 5km。因此，本工程大气环境风险评价范围为 5km。

本工程地表水环境风险评价工作等级为一级。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）规定，地表水环境风险评价范围参照 HJ2.3 确定。本工程地表水环境风险评价主要考虑船舶碰撞溢油事故，根据 HJ2.3：“涉及地表水环境风险的，应覆盖环境风险影响评价所及的水环境保护目标水域。”根据预测可知，溢油发生后 72h 内，油膜的到达范围未突破海洋环境评价范围。因此，确定本次评价的环境风险评价范围与海洋环境评价范围相同。

2.5 评价重点

结合本项目工程特点和周边环境特征以及项目环境影响因子识别和筛选，确定本次评价重点为工程分析、大气环境影响评价、水环境影响分析、海洋环境影响分析（海洋水文动力、海洋地形地貌与冲淤、海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境

等)、风险环境影响分析、固体废物环境影响分析、污染防治措施评述等。

2.6 环境保护目标

2.6.1 环境空气保护目标

本项目不设置大气评价范围,项目周边 500m 无居住区、文化区等环境空气保护目标。

2.6.2 声环境保护目标

本项目周围 200m 范围内无声环境保护目标。

2.6.3 陆域生态环境保护目标

根据《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》(苏政发〔2020〕1 号),将陆域生态空间保护区域划定为江苏省生态空间管控区域。启东市生态空间管控区域包括 4 个国家级生态红线保护区、7 个生态空间管控区域。本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域,小庙洪水道南侧、已建 1 号 LNG 泊位东侧,各红线保护区、生态空间管控区与本项目位置关系见表 1.4-6,本项目与江苏省生态空间管控区相对位置关系示意图 1.4-1。

由图表可知,距离本工程最近的江苏省生态空间管控区域是蒿枝港河清水通道维护区,位于本工程西南侧,相距约 6.5km,本项目未占用江苏省生态空间管控区。因此,本项目建设符合《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》(苏政发〔2020〕1 号)要求。

2.6.4 海洋环境保护目标

本工程海洋环境评价范围内的海洋环境保护目标根据《江苏省海洋生态红线保护规划(2016-2020 年)》、《江苏省海洋功能区划(2011-2020 年)》、《江苏省国家级生态保护红线规划》(苏政发〔2018〕74 号)、《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》(苏政发〔2020〕1 号)列出的海洋生态保护红线、生态空间管控区逐一列举。同时,本项目周边还存在一定数量的养殖区,也将其一并列为海洋环境保护目标。

本工程周边海域的海洋环境保护目标见表 2.6-1、分布情况见图 1.4-2。

表 2.6-1 项目周边海洋环境保护目标一览表

序号	保护对象		方位	与本项目最近距离	规模	保护目标/功能区类型
1	江苏海门蛎蚶山国家级海洋公园	《江苏省国家级生态保护红线规划》	NW	约 8.6km	面积 13.77km²、海岸线长度 2.39km	活牡蛎礁区及其生态系统
		《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》				
		《江苏省生态空间管控区域规划》	NW	约 14.7km	面积 15.46km²	生物多样性保护
2	江苏海门蛎蚶山国家级海洋公园禁止区	江苏省国家级生态保护红线规划	NW	约 13.0km	面积 1.69km²	活牡蛎礁区及其生态系统
		《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》				
3	南通通吕运河口	《江苏省国家级生态保护红线规划》	NW	约 5.8km	面积 6.4km²	河口生态系统
		《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》				
4	江苏如东文蛤省级水产种质资源保护区	江苏省国家级生态保护红线规划	NW	约 11.5km	面积 1.56km²	文蛤及其他列入保护的水产资源
		《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》				
5	南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区	江苏省国家级生态保护红线规划	E	约 7.0km	面积 1564.64km²	梭子蟹及其他列入保护的水产资源
		《江苏省海洋生态红线保护规划（2016-2020 年）》				
6	海门蛎蚶山牡蛎礁海洋特别保护区（1）	《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》	NW	约 14.0km	面积 66 公顷	海洋保护区
7	海门蛎蚶山牡蛎礁海洋特别保护区（2）		NW	约 13.0km	面积 125 公顷	海洋保护区
8	吕四农渔业区	《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》	NW	约 6.9km	面积 2496 公顷，海岸线长度 1000 米	农渔业区
9	长江口渔场农渔业区	《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》	NE	约 10.0km	面积 167800 公顷	农渔业区
10			NW	约 27.5km		
11	通州湾一港池东侧开放式养殖区 ^[2]		N	约 10km	面积 3642.59 公顷	开放式养殖区
12	滩涂养殖 ^[3]		NW	约 8.5km	面积 1322.1 公顷	开放式养殖区
13	启东沿海开发有限公司围海养殖项目 ^[4]		NW	约 4.6km	面积 46.31 公顷	开放式养殖区
14	开放式养殖项目 ^[5]		S	约 4.6km	面积 926.6847 公顷	开放式养殖区

注： [1]、[2]、[3]、[4]、[5]分别对应图 2.6-2 中的 1、2、3、4、5。

2.7 相关规划及环境功能区划

2.7.1 《江苏省沿江沿海港口布局规划（2015-2030 年）》

（1）规划要点

2017 年 4 月 20 日，江苏省人民政府公开发布了《省政府办公厅关于印发江苏省沿江沿海港口布局规划（2015-2030 年）的通知》（苏政办发[2017]57 号），规划我省港口形成以连云港港、南京港、镇江港、苏州港、南通港为主要港口，扬州港、无锡（江阴）港、泰州港、常州港、盐城港为地区性重要港口，分工合作、协调发展的分层次发展格局。规划要点如下：

①战略定位

从国家和全省经济社会发展大局出发，结合《全国沿海港口布局规划》和《长江经济带发展规划纲要》的相关要求，我省沿江沿海港口发展的战略定位是：融入“一带一路”、长江经济带国家战略，进一步扩大开放的重要资源；服务长江流域、沿陇海线地区经济社会发展的重要依托；加快推进我省新型工业化、城镇化，促进经济结构调整和转型升级的重要基础；构建全省现代综合交通运输体系、提升综合运输效率和服务水平的重要支撑。

②战略目标

牢固树立和贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，按照“陆海统筹、江海联动、创新融合”的原则，通过政府引导、市场主导，聚力推进长江南京以下江海联运港区、南京区域性航运物流中心、连云港港区域性国际枢纽港、苏州太仓集装箱干线港等“一区三港”的建设发展，着力提升综合服务功能和辐射带动能力，着力提升我省沿江沿海港口整体竞争力。到 2030 年，打造专业化的江海联运港区，构建便捷的港口集疏运通道，提升国际化的港口服务能力，基本建成布局合理、资源集约、保障有力、绿色平安的现代化港口体系。

③港口岸线利用和规划布局、

依据《中华人民共和国港口法》，以《全国沿海港口布局规划》和《长江经济带发展规划纲要》为指导，规划我省港口形成以连云港港、南京港、镇江港、苏州港、南通港为主要港口，扬州港、无锡（江阴）港、泰州港、常州港、盐城港为地区性重要港口，分工合作、协调发展的分层次发展格局。……随着国际能源结构调整，LNG 等清洁能源的应用将更加普遍，未来 LNG 能源将成为江苏省能源原料供应的重

要保障。我省 LNG 运输系统布局以沿海为主，在未明确 LNG 船舶进江通航安全的前提下，近期沿江地区通过管道、槽车运输 LNG。沿海港口 LNG 布局以盐城港、连云港港、南通港等为主，通过管道、槽车等方式向长江三角洲地区疏运。

（2）规划相符性分析

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区，属于 LNG 码头建设工程，工程的建设可促进能源结构调整，推进区域陆海统筹。因此，本项目的建设符合《江苏省沿江沿海港口布局规划（2015-2030 年）》。

2.7.2 《江苏沿海地区发展规划》

（1）规划要点

《江苏沿海地区发展规划》于 2009 年 6 月 10 日通过国务院常务会议审议，规划期为 2009-2020 年。规划要点如下：

①江苏沿海地区的战略定位

立足沿海，依托长三角，服务中西部，面向东北亚，建设我国重要的综合交通枢纽，沿海新型的工业基地，重要的后备土地资源开发区，生态环境优美、人民生活富足的宜居区，成为我国东部地区重要的经济增长极和辐射带动能力强的新亚欧大陆桥东方桥头堡。

②沿海空间开发布局

以连云港、盐城和南通三市的市区为极点，促进要素集聚，注重发展高技术产业，提升服务业发展水平，加快推进城市化进程，提升对周边地区的辐射带动能力；以沿海地区主要交通运输通道为轴线，加快沿线城镇发展，进一步强化腹地产业优势，构建产业和城镇带；以临近深水海港的区域为节点，加快布局临港产业，建设临港工业集中区和物流园区，培育和壮大临海城镇；以三极为中心，以产业和城镇带为依托，以沿海节点为支撑，促进互动并进，形成“三极、一带、多节点”的空间布局框架。

③沿海港口群建设

发挥港口资源丰富的优势，加快以连云港港为核心的沿海港口群建设，壮大港口实力，提升服务功能，发挥连接南北、沟通东西的桥梁作用，建设我国重要的综合交通枢纽，成为辐射带动能力强的新亚欧大陆桥东方桥头堡。其中关于南通港的建设指出：南通港是国家沿海主要港口，上海国际航运中心北翼重要组成部分，要充分发挥沟通江海的特殊区位优势，大力推进江海联运，加强与长江中上游港口的

合作，建设能源、原材料综合性物流加工基地，增强对长江中上游地区的服务功能；加快洋口港区 10 万吨级以上泊位建设，推进吕四港区建设，做好腰沙、冷家沙建港条件的研究论证，开发建设启海、通海港区，提升沿江港口群在区域发展中的带动能力。洋口港区利用烂沙洋深槽建设深水航道，未来可满足 20 万吨级海轮乘潮通航，规划建设以原材料、煤炭、石油化工、液体化工等散货运输为主，并兼顾集装箱运输的综合性港区，主要为临港工业开发服务，远期发展大宗散货中转及油品运输。吕四港区主要为临港开发区和产业开发服务，兼顾为周边地区发展服务。

④能源和电网建设

建设长三角能源供应储备基地。优化大型燃煤电源项目布局，优先安排“上大压小”、调整电源结构的电源点建设。推进盐城沿海以风电、生物质发电等为主的能源基地建设，加快南通如东液化天然气（LNG）项目建设，继续开展连云港等液化天然气（LNG）项目前期工作，适时在连云港、南通等沿海地区规划布局油气储备基地，规划建设日照至仪征原油管道及连云港支线。改善煤炭运输条件，结合燃煤电源项目布局，建设大型储煤基地。

（2）规划相符性分析

本工程的建设将加快通州湾港区吕四作业区的开发建设进程和长三角地区能源建设的进程，符合“进一步加快交通、水利、能源等重大基础设施规划和建设步伐，推进一体化发展，提高保障能力”的要求，充分考虑了江苏沿海地区发展规划对南通沿海发展的功能定位和发展要求。因此，本工程的建设符合《江苏沿海地区发展规划》。

2.7.3 《南通港总体规划（2018~2035 年）》

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区，工程位置如下：

（1）规划要点

为适应发展需要，南通市组织编制了《南通港总体规划（2018~2035 年）》，规划范围包括南通市所辖沿江原如皋、天生、南通、任港、狼山、富民、江海、通海、启海等港区和沿海原洋口、通州湾、吕四等港区的相关陆域、水域。通过资源整合和重组，南通港将形成“一港四区”的总体格局，其中，沿江港区整合为如皋、南通和通海等 3 个港区，沿海港区整合为通州湾港区，拟形成泊位 682 个、锚地 16 处。整合后的通州湾港区将包括洋口作业区、通州湾作业区、三夹沙作业区、海门作业区及吕四作业区。港口功能为现代化装卸储存、中转换装功能、科学运输组织管理、

临港工业开发、现代化物流服务、信息服务、综合服务等功能。

①港口岸线利用规划

沿海港口岸线规划（通州湾港区）：南通港整合沿海港口资源形成通州湾港区。通州湾港区包括洋口、通州湾、三夹沙、海门和吕四作业区，根据调整后的分布格局，沿海各作业区规划岸线如下。

.....吕四作业区：该区域规划岸线走向呈东西向，是吕四作业区主体开发所利用岸线，西端由吕四环抱式港池西侧大洋港闸，向东至大唐电厂以东蒿枝港闸，岸线总长约 14.8km。该段岸线均已开发利用，形成吕四作业区环抱式港池及东侧大唐电厂、新疆广汇 LNG 接卸码头等港口设施。

②港口空间布局规划

根据推进长江经济带、长三角区域一体化发展要求，结合南通城市、沿江沿海产业发展需要，对原南通港港区格局做适当调整。在现阶段已形成的“沿江沿海一港十二区”格局基础上，通过港口功能调整和资源整合，缩减港区规模，调整港区数量，形成南通港沿江三港区、沿海一港区“一港四区”总体格局。南通港将整合沿海原洋口港区、通州湾港区和吕四港区为通州湾港区，整合后的通州湾港区将包括洋口作业区、通州湾作业区、三夹沙作业区、海门作业区及吕四作业区。

根据南通港港口资源整合情况，结合港区功能布局，南通港沿江沿海各港区发展方向如下：

通州湾港区是南通港未来发展的重要港区和实现可持续发展的重要战略资源，其定位为：长江经济带战略支点、长三角港口群核心枢纽之一、长江经济带新出海口；是落实系列国家战略和推动江苏高质量发展的重要支撑。

通州湾港区以服务临港工业起步，以集装箱、干散货、液体散货、LNG 和件杂货等货类为主。逐步发展成为大型现代化综合性港区。吕四作业区以通用散杂货、煤炭、液体散货、油气品及集装箱等物资运输为主，主要为临港工业发展服务，兼顾满足地方物资运输需求。

③水域布置规划

——航道

小庙洪进港航道：吕四作业区、三夹沙作业区及海门作业区所依托的外航道均为小庙洪水道，航道由外海小庙洪水道口外的-18m 等深线，至东灶港通用码头，总长约 77km。其中，由外海至吕四大唐电厂煤炭码头段长 53.4km，设计底标高-13.1m，

航道有效宽度 210m，满足 10 万吨级散货船单向乘潮通航；由大唐电厂煤炭码头至东灶港通用码头段，航道长度 21.83km，设计底标高-8.0m，宽度 220~300m，满足 2 万吨级杂货船双向乘潮通航。外海至环抱式港池支航道与主航道交点段规划为 10 万吨级进港航道，环抱式港池支航道至海门作业区段进港航道规划为 5 万吨级进港航道；远期航道等级可结合发展需要和前期研究，另行专题研究进一步提升小庙洪航道等级。

吕四环抱式港池进港航道：吕四作业区环抱式港池进港航道自与主航道交点至西、中、东各港池。其中与主航道交点至西港池段长约 11km，满足 10 万吨级散货船、10 万吨级集装箱船乘潮单向通航的要求。可根据小庙洪进港航道等级提升，进一步提升吕四环抱式港池进港航道等级。

三夹沙南航道：三夹沙作业区及海门作业区进港航道为三夹沙南航道，自东灶港通用码头至 2 个作业区各港池。东灶港通用码头至三夹沙西港池口门段，长约 9.24km，设计底标高-8.0m，宽度 125m，满足 2 万吨级杂货船乘潮单向通航。三夹沙南航道规划为 5 万吨级进港航道。远期航道等级可结合发展需要和前期研究，另行专题研究进一步提升航道等级。

三夹沙支航道：三夹沙作业区东侧码头区进港航道为三夹沙支航道，规划为 5 万吨级进港航道；远期航道等级可结合发展需要和前期研究，另行专题研究进一步提升航道等级。

——锚地

吕四、三夹沙、海门作业区共用小庙洪水道，外设 4 块锚地，包括 1#、2#、3# 和 LNG 锚地，其中 2 号锚地为危险品锚地。

④环境保护规划

——气体污染防治措施

对油品及化工品气体污染，装卸工艺采用密闭输送，装车、船采用浸没式连接，贮罐区尽量采用焊接连接，石化产品贮罐尽可能专罐专用等，通过这些措施尽量控制进入空气中的物料气体数量，并加强营运中安全检查措施。

——污水防治措施

各港区采用雨、污分流的排水方式。未被污染的雨水就近排入河、海中，在散货堆场周围设排水沟和沉淀池，雨水经过沉淀后排放。运煤港区设含煤污水处理设施；油品港区污水接入污水处理站，污水经处理达标后排放入市政管网；港区生活

污水经过港区配套污水处理站的初步处理后，纳入市政污水处理系统。集装箱洗箱污水应设置专门的接收设备，与生产含油污水的收集类似，在洗箱场周围设置汇水暗沟，排入集装箱处理站内处理，经过消毒等流程达到一定的排放标准后排出，根据各港区实际状况确定排放标准及排污去向。

——噪声污染防治措施

高噪声机械作业区集中布置，码头作业区、物流园区及生产辅助区、生活服务区逐次分隔布置，使噪音污染强度逐步降低，港区机械设备选用低噪声动力设备，并设隔声、消声装置；集疏运通道两侧采取降噪、隔噪措施，在通道两侧一定范围内不宜建设对噪声敏感的设施。

——固体废弃物防治措施

及时收集陆地、船舶垃圾，并送到指定地点集中处理。

——溢油事故防治及应急措施

按照《港口溢油应急设备配备要求》（JT/T 451-2001），液体散货码头需配置围油栏、吸油装置及相应的吸油材、消油剂等事故溢油应急器材和专用的浮油回收船；完善港区内污染事故应急机制；加强水上交通安全管理，预防污染事故的发生。

——港作船舶尾气排放防治措施

加强港作船舶尾气排放治理，港作船舶推广使用清洁能源（或尾气处理措施）。

——绿化港区，保护环境

在港区开发建设过程中，严格按照国家和市有关要求，加强对生态环境影响的分析评估。主要道路两侧设置综合绿化带。

——推广使用船舶岸电

加强船舶使用岸电推广力度，提高全港岸电使用率，降低港口污染排放，推动港口绿色发展。

（2）规划相符性分析

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区，在广汇能源启东液化天然气分销转运站现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位（即 2 号泊位）。工程的建设可促进能源结构调整，加快通州湾港区吕四作业区的开发建设进程和长三角地区能源建设的进程。本工程进出港船舶依托小庙洪进港航道，依托小庙洪水道应急锚地进行锚泊。工程施工期、运营期废水、废气、固废、噪声均采取了相关污染防治措施，对环境影响较小；同时设生态补偿专项资金对工程建设造成的生态损失进行生态补

偿；针对可能发生的环境风险事故，建设单位具备环境风险防范和应急处置能力。综上，本工程的建设与《南通港总体规划（2018~2035 年）》相符。

2.7.4 《南通港吕四港区总体规划》（2018~2035 年）

南通港吕四港区总体规划原则为：突出吕四港区作为南通港重要沿海港区的作用，突出吕四港区主要为临港工业开发服务的作用；与全国及江苏省沿海港口布局规划相协调，与南通港总体规划相协调，与城市总体规划、区域生产力布局规划、海洋功能区划等相衔接，促进港口与城市协调发展；充分、合理利用岸线和陆域资源，统一规划、分期实施，为远期发展留有空间；远近结合、层次分明，既考虑近期发展，又保护岸线资源，并重视港口开发与生态、环境保护统一；拓展综合物流、临港工业等现代港口功能，加强集疏运通道等配套设施建设，促进港口的全面发展。

根据《南通港吕四港区总体规划》，吕四作业区以大宗散货、杂货、油品及液体化工品运输为主。其中大唐吕四电厂以东规划为液体散货功能区，作业区后方布置堆场、物流园区、生产辅建区及液体散货罐区。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区，在广汇能源启东液化天然气分销转运站现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m³ LNG 泊位（即 2 号泊位）。工程的建设可加强区域基础设施建设，因此，本工程的建设与《南通港吕四港区总体规划》（2018~2035 年）相符。

2.7.5 《江苏启东吕四港经济开发区发展规划》（2017-2035）、《江苏启东吕四港经济开发区发展规划环境影响报告书》

江苏启东吕四港经济开发区（以下简称“开发区”）位于启东市域北部。启东市地处我国大陆东部沿海的中心部位，居长江三角洲之东端，是我国沿江和沿海“T”型经济开发带的交汇处，具有滨江临海这一优越的大区位条件。

江苏启东吕四港经济开发区（原江苏省吕四海洋经济开发区）由江苏省人民政府于 2003 年批准设立（苏政复〔2003〕17 号）。批复面积为 3.01 平方公里（为启动区，含启东吕四港港口开发区北片 2 平方公里），分为 3 片，A 片：东至大洋港河，南至通吕运河，西至临汾路（现为城西路、经四路），北至振兴路（现更名为规划建设的新城路）。B 片：东至吕港路（规划建设），南至府前大街，西至水产路，北至串场河路。C 片：东至吕四外环路（现更名为规划建设的环境城东路），南至串场河路，西至鹤城北路，北至振兴路（现更名为规划建设的新城路）。

为配合沿海开发战略的实施,启东市政府在 2003 年江苏省政府批复同意设立的江苏省吕四海洋经济开发区基础上,进一步开发大唐电厂-东南侧的围填用地。2012 年省政府以苏政复[2012]25 号文《省政府关于同意江苏吕四海洋经济开发区为省级经济开发区的批复》,同意江苏省吕四海洋经济开发区为省级开发区,并更名为江苏启东吕四港经济开发区。批复总面积为 8.87 平方公里,其范围除包括苏政复〔2003〕17 号批复的启动区(即前述 A、B、C 片区)外,新增拓展区即 D 片区。D 片区规划面积为 5.86 平方公里,规划范围为:西北至规划中的新港河入海水道,东北、东南至围海大堤,西南至规划中的临海高等级公路。2012 年 5 月省环保厅以“苏环审[2012]90 号”文对《江苏启东吕四港经济开发区总体规划环境影响报告书》出具了审查意见,该规划期限为 2011 年-2015 年。

鉴于开发区原规划规划期已过,开发区原发展目标与现状差距较大,规划区内的产业布局、定位、发展目标等需要进行调整,根据最新的法律法规的要求,启东吕四港开发区管委会组织实施了开发区新一轮规划编制工作,编制了《江苏启东吕四港经济开发区发展规划》(2017-2035),其规划范围与原规划范围保持一致,主要对规划区内的产业布局、定位、发展目标等进行了调整。2018 年 4 月,江苏启东吕四港经济开发区管委会委托南京国环科技股份有限公司开展新一轮的《江苏启东吕四港经济开发区发展规划环境影响报告书》的编制工作,目前该项工作正在开展中。

2.7.5.1 产业定位及功能布局

根据《江苏启东吕四港经济开发区发展规划》(2017-2035),拓展区产业定位:主导产业为新材料产业,包括专用新材料、工程塑料、特种橡胶、新能源以及配套的物流仓储。拓展区的功能布局:拓展区内的工业组团主要为工程塑料产业组团、特种橡胶产业组团、专用新材料产业组团和新能源产业组团,拓展区同时发展可与主导产业形成上、下游产业链的辅助及配套产业发展,包括 LNG、液体化学品仓储物流等,配套建设仓储物流区。

2.7.5.2 区域基础设施建设情况

1、给水情况

(1) 给水现状

吕四港镇现有地面水厂一座,位于吕四港镇域西侧天汾镇境内,取水口位于天汾镇幸福村、通吕运河边,水源为通吕运河。目前水厂取水能力为 10 万立方米/日,主要为吕四港镇(含启动区)供水。拓展区供水由南通市区域水厂统一供水,水源

为长江，取水口位于南通市洪港水厂取水口。洪港水厂出水管一部分通过给水长输管线经北新增压泵站增压后沿吕北公路引入，沿原苏 221 线供应各片区。目前水源可靠，水质可以满足工业及生活用水要求。

（2）给水规划

供水管网规划根据吕四港镇区发展规划、用地布局，与现状给水管充分衔接，组成完整的环网体系。规划供水管网系统分为输水主干管和配水管两级，干管呈环状布局，与配水管连接成网状，提高供水的可靠性。给水主干管管径为 600~800mm，配水管管径为 200~400mm。供水干管主要布置在交通干道下。

2、排水情况

（1）开发区污水处理设施现状

开发区目前建设有两座污水处理厂，即江苏启东吕四港经济开发区污水处理厂、启东市启东胜科水务有限公司（启东吕四港污水处理厂）。

①江苏启东吕四港经济开发区污水处理厂

江苏启东吕四港经济开发区污水处理厂一期工程位于启东市新材料产业园东南角，由启东胜科水务有限公司投资建设运行。一期工程设计处理规模为 1.0 万吨/天，采用“预处理+水解酸化+A+MBBR+臭氧氧化+过滤+消毒”工艺。主要的服务范围为西至 211 省道，西北及北侧至新港河，东北至现状围堤，东南及南侧至蒿枝港河，即拓展区范围。目前污水处理厂一期工程主要服务对象为江苏华峰超纤材料有限公司、广汇能源，实际接纳平均废水量 1089t/d。污水处理厂远期工程服务范围覆盖整个拓展区。

2015 年 4 月，《江苏启东吕四港经济开发区污水处理工程（一期）建设项目环境影响报告书》获得启东市环保局批复；2015 年 5 月，污水处理厂正式开工建设；2016 年 5 月，开始接水正式进入试运行阶段；2017 年 2 月，通过启东市环保局组织的环保“三同时”竣工验收。污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准，尾水排入启东北部大唐电厂东侧、紧靠新港闸的排海口。

②启东市启东胜科水务有限公司

启东市启东胜科水务有限公司位于吕四港镇吕滨村北部，已建处理规模为 1 万 m³/d，规划扩建至 2 万吨/日。目前主要处理整个吕四港镇的生活污水（包括启动区 A-C 片的生活污水），规划收集处理部分临港产业区污水，目前处理废水量约 6000t/d。

2009 年 12 月,《吕四港镇 1 万吨/天污水处理工程项目环境影响报告书》获得南通市环保局批复;2010 年 7 月,污水处理厂正式开工建设;2011 年 5 月,项目建成并正式投入试生产;2013 年 1 月,通过启东市环保局组织的环保“三同时”竣工验收(启环验[2013]001 号)。

启东市启东胜科水务有限公司污水处理主工艺为“Carrousel 氧化沟+混凝沉淀+转盘滤池+紫外线消毒”,尾水排入大洋港闸外黄海海域大洋港排污区,污泥经浓缩、带式压滤机脱水后填埋处置,项目总占地约 3.05 万 m²。污水处理厂配套 1 座提升泵站,位于通吕运河西与 S335 道交叉处附近。污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级 A 标准,尾水排入大洋港闸南侧排污区,最终进入黄海。

(2) 开发区污水管网建设情况

目前,开发区 8.87km² 范围内污水管网全长 11.09km,其中启动区约 6.11km,拓展区约 4.98km。A 区污水干管和 B 区的主要干管、支管均已基本建成。但 C 区污水管线尚未建设、A 区支管建设进度滞后,导致启动区 A 区大部分区域和 C 区全部区域的污水无法接管。

(3) 中水回用规划

吕四港开发区污水处理厂尾水规划进行中水回用。中期规划中水回用率达 15%,远期规划中水回用率达 30%。

3、集中供热情况

启动区按照规划无集中供热意向,现有企业主要以水产品及电动工具类为主,用热企业较少、用热量不大,无集中供热需求。区内原有燃煤小锅炉/炉窑 2 台,现已由燃煤改为生物质燃料,其中 1 家企业(启东市鹤城氧化铁有限公司)已经关停。

拓展区按照规划采用大唐吕四港电厂供热,根据入区企业需要设有供热管线。目前年供华峰超纤蒸汽量约 2247297.8t/a,华峰超纤因工艺需求,另设了一台燃气导热油炉,用于聚酯多元醇及聚氨酯树脂生产所需,年耗天然气量为 877800m³。

①大唐吕四港电厂建设情况

江苏大唐吕四港电厂成立于 2003 年 9 月,位于启东市吕四镇秦潭乡新港闸西侧,吕四港现有海堤外侧。其建设内容为 4×1900t/h 超临界煤粉炉,配套建设 4×600MW 发电机组。该项目于 2004 年 12 月 3 日取得了原国家环境保护总局《关于江苏大唐吕四港电厂一期工程(4×600 兆瓦)环境影响报告书审查意见的复函》(环审[2004]505

号)。项目于 2009 年年底建成, 2010 年 3 月投入试运行, 2011 年 1 月 6 日获得原国家环境保护总局《关于江苏大唐吕四港电厂一期工程(4×600 兆瓦)竣工环境保护验收意见的函》(环验[2011]8 号)。燃煤烟气采用低氮燃烧技术+SCR 脱销+四室五电场静电除尘器+石灰石-石膏湿法脱硫装置处理后分别由 210 米高烟囱排放, 安装烟气在线自动监测系统并与地方环保部门联网。

2015 年, 大唐电厂对 4×600 兆瓦机组烟气进行了超低排放提效改造, 在满足特别排放限值的基础上, 达到以天然气为燃料的燃气轮机组的排放标准。主要工艺路线为: 脱销提效(增加一层催化剂层)+脱硫提效(增加一层喷淋层和一台浆液循环泵)+除尘提效(电源改造+高效除尘除雾器)配套实施了 CEMS 仪表优化和联网工程, 烟气最终通过 210 米高烟囱排放。

该提效改造工程于 2015 年 9 月 17 日获得了启东市环保局《关于江苏大唐国际吕四港电厂 4×600MW 机组污染物超低排放改造工程环境影响报告表的审查意见》(启环表[2015]0902 号), 于 2016 年、2017 年分别通过启东市环保局环境保护验收(启环发[2016]54 号、启环发[2016]7 号、启环发[2017]7 号、启环发[2016]77 号)。

②供热管网建设

目前, 江苏大唐吕四港电厂仅向江苏华峰超纤材料有限公司一期项目供热, 现状供热量为 130t/h。供热管网沿地上工业管廊架设, 目前已接入华峰超纤公司, 管线长度约为 4km, 拓展区其余区域管线尚未建设。

4、供电情况

开发区供电以开发区外 110KV 茅家港变电站和秦潭变电站为主电源。规划电压等级为 220kV、110kV、35KV、10kV、380/220V 五个等级, 其中高压输电线路为 220kV、110kV、35KV, 高压配电线路为 10kV, 低压配电线路为 380/220V。对于高压输电线, 35KV 及以上电力线路主要采用架空敷设, 按规划的电力走廊统一布置, 沿线设置绿化带。

远期规划在纬一路与经四路交叉口西北侧, 增设 1 座 110KV 秦东 110KV, 作为开发区的电源。同时, 依靠升级为 110KV 的秦潭变电站, 向开发区供电, 可以满足未来用电需要。

5、固废处置情况

开发区内不设固废集中处置场所, 一般工业固体废物综合利用或委外填埋、焚烧处置。生活垃圾由环卫部门统一清运, 委外焚烧发电。危险废物委托区外有资质

单位处置。

2.7.5.3 相符性分析

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区，在广汇能源启东液化天然气分销转运站现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位（即 2 号泊位）。本工程属于广汇能源启东液化天然气分销转运站的配套码头，项目的建设有利于推进港区基础设施建设，提高港口竞争力。同时，本工程给水、排水、供电等均依托市政，根据调查，工程所在地给水、排水、电力管网已敷设完毕。因此，本项目的建设符合《江苏启东吕四港经济开发区发展规划》（2017-2035）。

2.7.6 《江苏省近岸海域环境功能区划方案》

2001 年 4 月，江苏省环境保护委员会印发了《江苏省近岸海域环境功能区划方案》（苏环委[2001]7 号），将南通港沿海港区所在近岸海域划为一、二类环境功能区，据此提出了相应环境质量现状评价及海洋环境保护管理要求：一、二类环境功能区水质应执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的一类、二类标准。根据《江苏省近岸海域环境功能区划方案》（苏环委[2001]7 号），本工程位于原方案的二类环境功能区，水质执行二类《海水水质标准》。随着南通港沿海港区的开发，南通港近岸海域环境功能区划确定的保护目标过高，限制了港口功能的正常发挥，对南通港沿海港区近岸海域环境功能区划方案的调整十分必要。2006 年，如东市环港村-北坎闸近岸海域从原沿岸盐业养殖区调整为港口区，水质标准由原执行 II 类海水水质标准调整为执行 IV 类海水水质标准；2016 年，通州湾作业区及航道、锚地近岸海域环境功能区划调整获得江苏省环境保护委员会办公室批复（苏环委办[2016]25 号），其余沿海港区仍为一、二类环境功能区，港区发展仍然受限。

2021 年 4 月 19 日，江苏省生态环境厅发布了《省生态环境厅关于南通港近岸海域环境功能区划调整的复函》（苏环函[2021]71 号），详见附件 7。根据调整方案，部分近岸海域环境功能区划由二类调成四类，调整范围如下：“面积 242.49 平方千米，涉及部分作业区、锚地、航道、产业区、倾倒区（1-2#、4#、6-12#、16-19#、30-31#、34-36#、39#、43-45#）。《南通港总体规划》规划为作业区、锚地、航道、产业区、以及 1-2#拟选倾倒区、洋口 1#拟选倾倒区，以及未避免过度破碎化而涉及的区域，该部分区域调整为四类区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）四类海水水质”。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、

广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，工程与南通港近岸海域环境功能区划调整范围的位置关系图见图 2.7-8，经调整后的近岸海域环境功能区划为《海水水质标准》（GB3097-1997）四类标准。

2.7.7 《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》

《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》至 2020 年已到期，南通市正在开展《南通市国土空间总体规划（2020-2035）》编制工作，将在该规划编制过程中统筹协调港口发展。

根据《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程位于吕四港港口航运区（A2-09）和小庙洪港口航运区（B2-15），其海域使用管理要求及海洋保护要求如下：

1、海域使用管理要求

①吕四港港口航运区（A2-09）

“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。

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。”

②小庙洪港口航运区（B2-15）

“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。

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。”

本工程为南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程，工程选址与规模经过了科学论证，工程的建设有利于加快吕四作业区港口建设、提升港口功能、加快区域能源转型升级；本工程不进行围填作业，也不

涉及网箱养殖和拖网作业；工程未占用航道和锚地，工程的建设不改变海域属性。因此本工程的建设符合吕四港港口航运区（A2-09）和小庙洪港口航运区（B2-15）的海域使用管理要求。

2、海洋环境保护要求

①吕四港港口航运区（A2-09）

“1.港口航运区建设要严格环境影响评价，进行海域使用认证；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。

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，防治污染事故发生。”

②小庙洪港口航运区（B2-15）

“1.港口航运区建设要严格环境影响评价，进行海域使用认证；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。

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，防治污染事故发生。”

本工程正在进行环境影响评价手续和海域使用论证手续的办理，工程选址和布局依据相关规划进行，在设计、施工和运营过程中严格制定各项环保措施，减小对海洋生态环境的影响，并根据工程实施情况开展海洋环境跟踪监测；施工期和运营期各类污废均得到有效处置，禁止排入海域，可避免对海域生态环境造成不利影响。因此本项目建设符合吕四港港口航运区（A2-09）和小庙洪港口航运区（B2-15）的海洋环境保护管理要求。

综上，本工程结合了海域开发现状，依据吕四作业区相关规划进行布局和建设，与区域港口建设和海域开发活动相协调，工程建设符合《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》中吕四港港口航运区（A2-09）和小庙洪港口航运区（B2-15）的海域使用管理要求和海洋环境保护管理要求。因此，本项目用海与《江苏省海洋功能区划（2011~2020 年）》相符合。

表 2.7-1 本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
A3-20	东灶吕四工业与城镇用海区	海门市启东市	1.121°29'09"E, 32°08'09"N; 2.121°30'28"E, 32°08'09"N; 3.121°31'37"E, 32°08'45"N; 4.121°32'47"E, 32°08'24"N; 5.121°32'39"E, 32°07'37"N; 6.121°35'45"E, 32°06'30"N; 7.121°35'17"E, 32°05'11"N; 8.121°28'52"E, 32°06'55"N;	城镇用海区	3180/11000	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, 或发展生态旅游业。	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。
A1-14	吕四农渔业区	启东市	1.121°31'37"E, 32°08'45"N; 2.121°32'06"E, 32°09'06"N; 3.121°33'10"E, 32°08'18"N; 4.121°33'39"E, 32°08'18"N; 5.121°38'40"E, 32°09'06"N; 6.121°37'23"E, 32°07'56"N; 7.121°35'53"E, 32°04'59"N; 8.121°35'17"E, 32°05'11"N; 9.121°35'145"E, 32°06'30"N; 10.121°32'39"E, 32°07'37"N.	农渔业区	2496/1000	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。 2.严格执行增殖措施, 实现资源恢复和增殖效益的最大化。 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。	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。 2.加强渔政管理; 除风能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, 禁渔期内停止一切捕捞活动; 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

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
							督, 定期检测海洋环境; 捕捞区海水水质标准不劣于一类水。
A2-09	吕四港口航运区	启东市	1.121°37'24"E, 32°07'56"N; 2.121°46'59"E, 32°04'17"N; 3.121°45'07"E, 32°02'47"N; 4.121°41'51"E, 32°05'00"N; 5.121°40'18"E, 32°03'08"N. 6.121°35'53"E, 32°04'58"N;	港口航运区	7570/8000	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。 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。	1.港口航运区建设要严格环境影响评价, 进行海域使用认证; 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。 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, 防治污染事故发生。
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	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。 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	1.港口航运区建设要严格环境影响评价, 进行海域使用认证; 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。 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,

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
						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。	防治污染事故发生。
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, 32°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	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。	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。
A3-18	通州湾工业与城镇用海区	南通市、如东县	如东县南部、通州区沿岸海域	工业与城镇用海区	58570	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,或发展生态旅游业。 3.以下海域兼容海上风电区:沿滩涂线状海域。 4.科学规划,适度发展海洋旅游业。	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。
B1-04	长江	南通	蒿枝港以南外侧海域	农渔	167800	1、按照海域使用权证书批准的范围、方	1、提高海域环境整治和资源的保护意

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
	口渔场农渔业区	市		业区		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。 2、严格执行增殖措施，实现资源恢复和增殖效益的最大化。 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。 4、加强种质资源保护。 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。	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。 2、加强渔政管理；除风能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，禁渔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。
B7-15	吕四大唐电厂特殊利用区	启东市	1.121°43'28"E，32°04'01"N； 2.121°44'23"E，32°05'00"N； 3.121°45'11"E，32°04'28"N； 4.121°44'19"E，32°03'27"N；	特殊利用区	384	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。 2、通过加强管理，处理好与邻近其它海洋功能区的关系。	采取有效措施保护海洋生态环境。
B7-17	塘芦港外	南通市	塘芦外侧海域	特殊利用	50	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；	采取有效措施保护海洋生态环境。

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
	特殊利用区			区		按照海洋功能区划设定和建设，不得任意扩大和改动。 2、通过加强管理，处理好与邻近其它海洋功能区的关系。	
B2-18	网仓洪港口航运区	南通市	网仓洪水道及冷家沙南侧海域	港口航运区	13245	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。 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。	1.港口航运区建设要严格环境影响评价，进行海域使用认证；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。 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，防治污染事故发生。
A3-19	通海工业与城镇用海区	南通市海门市	1、121°22'04"E,32°12'04"N; 2、121°24'36"E,32°12'28"N; 3、121°24'38"E,32°11'55"N; 4、121°24'02"E,32°11'58"N; 5、121°24'02"E,32°11'47"N; 6、121°24'39"E,32°11'46"N; 7、121°24'38"E,32°11'30"N;	工业与城镇用海区	6434/19500	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，或发展生态旅游业。	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。要严格执行环境影响评价,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

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
			8、121°30'26"E,32°10'37"N; 9、121°31'13"E,32°09'22"N; 10、121°29'56"E,32°08'32"N; 11、121°26'24"E,32°08'24"N; 12、121°26'24"E,32°08'10"N; 13、121°28'29"E,32°08'09"N; 14、121°28'15"E,32°07'03"N; 15、121°25'28"E,32°06'51"N; 16、121°25'20"E,32°08'12"N; 17、121°25'38"E,32°08'15"N; 18、121°24'57"E,32°10'35"N; 19、121°22'34"E,32°10'35"N; 20、121°22'28"E,32°11'41"N; 21、121°22'06"E,32°11'41"N;			3 以下海域兼容水利工程区：通州管线桥区，遥望港东 500-1000m 之间。	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。

备注：表中内容摘自《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》。

2.7.8 《江苏省海洋主体功能区规划》

2018 年 6 月 4 日，原江苏省海洋与渔业局和江苏省发展和改革委员会联合下发《江苏省海洋主体功能区规划》（苏海法[2018]14 号）。根据《江苏省海洋主体功能区规划》到 2020 年海洋主体功能区布局基本形成的总体要求，推进形成海洋主体功能区的主要目标是：到 2020 年，全省形成主体功能定位清晰的海洋空间格局，经济布局更加集中，资源利用更加高效，生态系统更加稳定，开发秩序更加规范，基本实现沿海人口分布与经济布局、资源环境相互协调，海洋与陆地协调一致，可持续发展能力得到全面提升。

海洋开发强度到 2020 年控制在 0.76%以内，其中，优化开发区域海洋开发强度控制在 0.78%以内，重点开发区域海洋开发强度控制在 2.76%以内，限制开发区域海洋开发强度控制在 0.28%以内。禁止开发区域占规划海域面积不小于 6.29%，禁止开发区域内的海岛为 3 个。

明确优化开发区域面积 16860.4 平方公里，占全省海域面积的 53.65%；重点开发区域面积 2941.5 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 9647.9 平方公里，占全省海域面积的 30.7%；禁止开发区域面积 1976.7 平方公里，占全省海域面积的 6.29%。

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。

海洋重点开发区域分别为连云港市连云区和南通市通州湾江海联动开发示范区（简称通州湾示范区）海域，均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。

限制开发区域分别为连云港市灌云县和灌南县，盐城市响水县、射阳县、亭湖区和东台市，南通市海安市海域，是江苏重要的海洋生态功能区和海洋渔业水域。东台市为海洋水产品保障区；灌云县、灌南县、响水县、射阳县、亭湖区、海安市为重点海洋生态功能区，其中灌云县和灌南县为重要地理生境保护型，响水县、射阳县、亭湖区为生物多样性保护型，海安市为水文与景观资源保护型重点海洋生态功能区。

禁止开发区域是对维护海洋生物多样性、保护典型海洋生态系统以及维护国家

主权权益具有重要作用的海域。江苏海域 3 个自然保护区划为禁止开发区域，分别为盐城国家级珍禽自然保护区、大丰麋鹿国家级自然保护区、启东长江口（北支）湿地省级自然保护区。

无居民海岛原则上限制开发，国家战略确定的可开发利用无居民海岛可适度开发利用。领海基点所在岛屿、自然保护区内海岛禁止开发，江苏共有 3 个领海基点所在岛屿，分别为达山岛（含达东礁）、麻菜珩、外磕脚，列入禁止开发区域。

规划中对优化开发区域的发展方向和开发原则是：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，提高海洋生态环境服务功能。

本工程位于启东市海域。根据规划对启东市海域的要求是：有序推进吕四港区建设，提升沿海港口服务功能，发展现代航运服务体系。加快推进临港产业发展，控制临港化工业规模。优化产业空间布局，提高岸线利用效率。加强长江口海域污染综合治理和生态保护，开展长江口北支湿地保护和生态修复。发展生态养殖和都市休闲渔业，保障重要海洋水产品供给。兴隆沙、永隆沙以农业种养殖为主，严格控制工业及城镇开发。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，属于《江苏省海洋主体功能区规划》中的优化开发区域。本工程为广汇能源启东液化天然气分销转运站的配套码头，工程的建设有利于推动启东市海域的开发、加快区域能源结构调整升级，符合《江苏省海洋主体功能区规划》对于优化开发区域的发展方向和发展原则，符合对于启东市海域的要求。项目所在海域海洋主体功能区见图 2.7-10。

2.7.9 环境功能区划

（1）环境空气

根据《江苏省环境空气质量功能区划分》，本地区环境空气质量功能区划为《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二类区。

（2）声环境

本项目位于南通港通州湾港区吕四作业区，项目所在区域均属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类区域。

（3）海域

根据《江苏省近岸海域环境功能区划方案》，本项目位于吕四港港口航运区中的港口区。吕四港港口航运区港口区执行不劣于四类海水水质标准、三类海洋沉积物质量标准和三类海洋生物质量标准。

3 现有项目回顾性评价

3.1 现有项目概况

3.1.1 基本情况介绍

广汇能源综合物流发展有限责任公司是广汇能源股份有限公司的全资子公司，成立于 2010 年，坐落于江苏省南通港通州湾港区吕四作业区的最东端，距离港区东侧的大唐电厂项目约 2.0km。广汇能源依托江苏省启东市吕四港得天独厚的地理位置优势，以液化天然气产品营销为主，建设具备仓储、分销等功能的能源综合物流基地，整个基地由水域和陆域两部分组成。

(1) 水域

南通港吕四港区广汇能源启东液化天然气分销转运站工程水域部分已建 1 个 18.5 万 m^3 LNG 船舶的 LNG 卸船泊位，码头采用“T”型布置，泊位长度 372m，停泊水域宽度 100m，回旋水域呈椭圆形布置，长轴 900m，短轴 600m，运营船型为 19100 m^3 ~18.5 万 m^3 LNG 船舶。前方码头与后方陆域通过栈桥相连，栈桥长约 3890m。沿栈桥天然水深大约-8m 的位置，布设工作船舶泊位，可同时停靠 2 艘拖轮，2 个泊位长度共计 111m。

(2) 陆域

陆域已建 2 个 5 万 m^3 LNG 低温储罐、2 座 16 万 m^3 LNG 储罐、1 座 20 m^3 LNG 储罐、海水气化外输工程和启通天然气管线项目，1 套 LNG 装车系统及相应配套的公用设施和消防安全设施。在建 1 座 20 m^3 LNG 储罐，同时，规划建设其他对外输送管线工程。

3.1.2 环保“三同时”执行情况

2013 年，广汇能源投资建设“南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站工程”，并委托交通运输部天津水运工程科学研究所编制了该项目环境影响报告书，于 2013 年 9 月 9 日取得了江苏省海洋与渔业局的核准意见（苏海环函[2013]109 号）。目前该工程已全部建成，2017 年 10 月 26 日通过江苏省海洋与渔业局竣工环境保护验收，取得了海洋环境保护设施竣工验收意见的函（苏海环函[2017]86 号）。

2015 年，广汇能源在一期工程预留地上建设 1 个 16 万 m^3 的 LNG 预应力混凝土全包容储罐，因此，委托苏州科太环境技术有限公司编制了《南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站工程 16 万 m^3 储罐扩建工程》环境影响报告表，于 2015 年 6

月 30 日取得了启东市环境保护局的审批意见（启环表[2015]0701 号）。目前该工程已建成，其中，废气、废水环境保护措施于 2019 年 7 月 9 日通过企业组织的竣工环保自主验收，固体废物污染防治设施于 2019 年 8 月 9 日通过启东市行政审批局竣工环境保护验收，取得了固体废物污染防治设施竣工验收意见的函（启行审环[2019]215 号）。

2017 年，广汇能源在一期工程预留地上建设第二座 16 万 m^3 的 LNG 全包容预应力混凝土储罐，因此，委托江苏国恒安全评价咨询服务有限公司编制了《南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站扩建第二座 16 万 m^3 储罐工程》环境影响报告表，于 2017 年 9 月 15 日取得了启东市行政审批局的审批意见（启行审环评表[2017]0829 号）。目前该工程已建成，于 2022 年 4 月开展并通过了竣工环境保护自主验收。

2018 年，为进一步拓展天然气市场，为下游市场提供可靠稳定的 LNG 资源，广汇能源建设 LNG 海水气化外输及配套工程。该工程为启通天然气管线项目（环评批复文号：通行审批[2018]170 号）的配套工程，该项目改造大唐吕四港电厂现有海水冷却循环系统，取用电厂冷却温排水，经广汇能源 LNG 分销转运站中介介质式气化器（IFV）热交换降温，回排大唐电厂的冷却循环水系统，工程主要包括建设大唐电厂取水管道和回水管网、站外海水升压泵房、中央控制室、一期 2 台 200t/h 中介介质式气化器（IFV）及取排水管道、二期 2 台 200t/h 中介介质式气化器（IFV）及取排水管道、LNG 管道及其他配套工程。该项目建成后预计一期年气化 LNG 能力 300 万吨，二期年气化 LNG 能力达到 600 万吨，高峰期最大 750 万吨。该项目 2018 年 12 月 25 日取得启东市行政审批局的审批意见（启行审环[2018]300 号）。目前该工程已建成，于 2020 年 12 月 11 日开展并通过了竣工环境保护自主验收。

2019 年，广汇能源在一期工程预留地上增建 1 座 20 万 m^3 的全包容式混凝土顶 LNG 储罐（有效容积为 20 万 m^3 、设置罐内 LNG 潜液泵 4 台），新增 1 台处理能力为 100t/h 的火炬，不新增装车位及气化外输设备。因此，广汇能源委托江苏圣泰环境科技股份有限公司编制了《南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站 5#20 万 m^3 储罐工程》环境影响报告表，于 2019 年 11 月 7 日取得了启东市行政审批局的审批意见（启行审环[2019]262 号）。目前该工程已建成，于 2022 年 8 月 11 日开展并通过了竣工环境保护自主验收。

2019 年，为完善自身格局、适应 LNG 船型大型化发展需求，广汇能源投资建设“南通港吕四港广汇能源启动液化天然气分销转运站码头扩建工程”，在不改变现有

LNG 码头主体结构的前提下新增两座系缆墩，码头长度由 320m 增加至 372m，改造完成后，运营船型为 1.91 万 m³~18.5 万 m³ LNG 船舶。为此，广汇能源委托江苏润环环境科技有限公司编制了该项目环境影响报告书，于 2020 年 3 月 23 日取得了南通市行政审批局出具的项目环评批复（通行审批[2020]60 号）。目前该工程已建成，于 2021 年 12 月 11 日开展并通过了竣工环境保护自主验收。

2021 年，广汇能源委托江苏圣泰环境科技股份有限公司编制了《南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站 6#20 万 m³LNG 储罐工程项目》环境影响报告表，于 2021 年 2 月 1 日取得了启东市行政审批局的审批意见（启行审环[2021]26 号）。该工程正在建设中，预计于 2023 年 10 月建成投入使用。

现有工程环保手续执行情况汇总见表 3.1-1。

表 3.1-1 现有工程“三同时”一览表

项目	报告类型	环评审批情况		环保验收情况
		时间	审批部门、文号	
南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站工程	报告书	2013 年 9 月 9 日	江苏省海洋与渔业局、苏海环函[2013]109 号	2017 年 10 月 26 日通过江苏省海洋与渔业局组织的竣工验收（苏海环函[2017]86 号）
南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站工程 16 万 m ³ 储罐扩建工程	报告表	2015 年 6 月 30 日	启东市环境保护局、启环表[2015]0701 号	2019 年 7 月 9 日，废气、废水环境保护设施通过企业组织的竣工环保自主验收；2019 年 8 月 9 日，固废污染防治设施通过启东市行政审批局固体废物污染防治设施竣工环境保护验收（启行审环[2019]215 号）
南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站扩建第二座 16 万 m ³ 储罐工程	报告表	2017 年 9 月 15 日	启东市行政审批局、启行审环评表[2017]0829 号	已建成，于 2022 年 4 月开展并通过了竣工环境保护自主验收
南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站 LNG 气化外输及配套工程	报告表	2018 年 12 月 25 日	启东市行政审批局、启行审环[2018]300 号	已建成，于 2020 年 12 月 11 日开展并通过了竣工环境保护自主验收
南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站 5#20 万 m ³ 储罐工程	报告表	2019 年 11 月 7 日	启东市行政审批局、启行审环[2019]262 号	已建成，于 2022 年 8 月 11 日开展并通过了竣工环境保护自主验收
南通港吕四港广汇能源启动液化天然气分销转运站码头扩建工程	报告书	2020 年 3 月 23 日	南通市行政审批局，通行审批[2020]60 号	已建成，于 2021 年 12 月 11 日开展并通过了竣工环境保护自主验收
南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站扩建 6#20 万 m ³ LNG 储罐工程项目	报告表	2021 年 2 月 1 日	启东市行政审批局，启行审环[2021]26 号	正在建设中，尚未验收

3.2 现有项目工程分析

3.2.1 现有项目建设内容

广汇能源现有项目由陆域和水域两部分组成。其中，水域部分已建成 1 个 LNG 卸船泊位，接卸船型为 1.91 万 m^3 ~18.5 万 m^3 LNG 船舶，前方码头与后方陆域通过栈桥相连，栈桥长约 3890m。栈桥中部布设工作船泊位，考虑同时停靠 2 艘拖轮，2 个泊位长度共计为 111m。陆域部分已建成 2 个 5 万 m^3 LNG 储罐、1 个 16 万 m^3 LNG 储罐，在建 1 个 16 万 m^3 LNG 储罐、1 个 5#20 万 m^3 储罐，另设有 LNG 装车区、放散及火炬区、动力区、公共设施区及综合办公区，拟建海水气化区等。现有项目液化天然气年周转量约 115 万吨/年。现有项目组成情况见表 3.2-1。

表 3.2-1 现有项目建设内容一览表

项目		LNG 分销转运站项目（已批已建已验）	16 万 m ³ 储罐项目（已批已建已验）	第二座 16 万 m ³ 储罐项目（已批在建）	LNG 气化外输及配套工程（已批已建已验）	5#20 万 m ³ 储罐项目（已批已建已验）	6#20 万 m ³ 储罐项目（已批在建）	LNG 分销转运站扩建项目（已批已建已验）
主体工程	LNG 码头	1 个 150900m ³ LNG 船的 LNG 卸船泊位，码头采用“T”型布置，泊位长度 320m，停泊水域宽度 100m，回旋水域呈椭圆形布置，长轴 873m，短轴 582m。运营船型为 1.91 万 m ³ ~15.09 万 m ³ LNG 船舶	—	—	—	—	—	在 LNG 分销转运站码头两侧各新增一座系缆墩，新增系缆墩与现有系缆墩中心距为 20m，系缆墩大小与现有系缆墩一致，为 12m×12m。项目建成后，码头长度由 320m 增加至 372m，系缆墩由靠船墩两侧各 3 个增加至各 4 个，运营船型变更为 1.91 万 m ³ ~18.5 万 m ³ LNG 船舶。
	栈桥	前方码头与后方陆域通过栈桥相连，栈桥长约 3890m	—	—	—	—	—	—
	工作船码头	工作船码头位于栈桥中部，码头长度 111m，布置两个工作船舶泊位	—	—	—	—	—	—
	水域疏浚	码头前沿、港池现已疏浚至 -13.8m（吕四当地理论深度基准，下同，若有不同另行说明），满足 15.09 万 m ³ LNG 船舶满载吃水的要求；挖泥方量约为 342.78 万 m ³ ，所挖土方吹填至后方陆域	—	—	—	—	—	码头前沿底标高已疏浚至 -13.8m，可以满足设计船型靠泊使用要求，无需疏浚
	航道工程	主要依托南通港吕四港区 10 万吨级进港航道	—	—	—	—	—	主要依托南通港吕四港区 10 万吨级进港航道

	锚地	主要依托南通港吕四港区 2#危险品锚地	—	—	—	—	—	主要依托南通港吕四港区 2#危险品锚地
	后方陆域	后方陆域占地面积 502114 平方米，包括 2 个 5 万 m ³ LNG 储罐、BOG 工艺区及 LNG 装车区（16 个装车位）、放散火炬以及相配套的公用工程设施	1 座 16 万 m ³ 的 LNG 预应力混凝土全包容储罐，BOG 处理、LNG 外输及其他相关配套工程	1 座 16×104m ³ LNG 储罐及配套 LNG 潜液泵（2 台，流量 360m ³ /h），1 台低温 BOG 压缩机，1 台高压管线压缩机及配套设施	大唐电厂取水管和回水管网、站外海水升压泵房、中央控制室、一期 2 台 200t/h 中间介质式气化器（IFV）及取排水管道、二期 2 台 200t/h 中间介质式气化器（IFV）及取排水管道、LNG 管道及其他配套工程	增建 1 座 20×104m ³ 的全包容式混凝土顶 LNG 储罐及配套 LNG 潜液泵（4 台，3 台 485m ³ /h，1 台 1680m ³ /h），新增 1 座处理能力为 100t/h 的火炬	增建 1 座 20 万 m ³ 的全包容式混凝土顶 LNG 储罐及配套 LNG 潜液泵（4 台，3 台 485m ³ /h，1 台 1680m ³ /h）	—
	给水	由吕四港区市政给水管网供给，用水量约 2380t/a	—	—	新增员工 8 人，新增用水量 292t，依托一期给水管网	—	—	—
辅助工程	排水	采用雨污分流制，生活污水经陆域一体化污水处理设施处理后通过槽罐车运至启东市吕四污水处理厂集中处理，废水量 1712.94t/a。站内雨水采用自然排放，沿地面坡度排至站外港区河道。	—	—	新增生活污水 233.6t/a，依托一期陆域一体化污水处理设施处理后通过槽罐车运至启东市吕四污水处理厂集中处理	—	—	到港船舶生活污水、舱底含油污水均不在港区排放，由海事部门备案的启东市华荣船舶劳务有限公司接收处理。
	供电	LNG 转运站外部电源引自吕四港区 110KV 变电所，陆域站内设总变电所（10KV 变配电所）一座，所内设 10KV 户内式配电装置，经两台降压变压器将电压 10KV 降至 0.4KV。码头用电的电源引自后方罐	—	—	—	—	—	—

		区变电所。						
	氮气	外购，280m³/h。	—	—	—	—	—	—
	空压机	两台空压机，设计仪表空气 300m³/h	—	—	—	—	—	—
	供热	一台 0.47MW 常压热水锅炉	—	—	—	—	—	—
环保工程	废气	火炬燃烧后高空排放，当罐处于事故状态时，火炬能力不足，则通过另一放空筒直接排入大气。火炬检修时由放空筒排除必须放空的气体。	依托一期	依托一期	依托一期	依托一期		—
	废水	舱底含油废水由海事部门备案的南通亿洋船务有限公司收集后送至转运站与转运站机修含油污水一起经转运站油污水处理设施隔油后，接入转运站一体化地理式生活污水集中处理；生活污水由转运站一体化地理式生活污水集中处理；经地理式生活污水集中处理装置处理后的废水近期定期通过槽车送启东市吕四污水处理厂处理。需要在港区船舶生活污水排放的，接收上岸后由启东市吕四污水处理厂处理。废水量 1712.94t/a	—	废水量 500t/a 依托一期	废水量 233.6t/a 依托一期	—	—	到港船舶生活污水、舱底含油污水均不在港区排放，由海事部门备案的启东市华荣船舶劳务有限公司接收处理。
	噪声	选用低噪音设备、距离衰减、隔声。	选用低噪音设备、距离衰减	选用低噪音设备、距离衰减、隔声	—	选用低噪音设备、距离衰减、隔声	选用低噪音设备、距离衰减、隔声	主要为来往船舶运行产生的噪声，通过控制船速、限制鸣笛减少噪声排

			减、隔声					放。
	固废	危废由有资质单位回收处理，生活垃圾环卫清运。	—	—	—	—	—	船舶垃圾分类收集，接收上岸由环卫部门送城市垃圾处理厂处理。

3.2.2 现有项目平面布置和主要结构尺度

3.2.2.1 总平面布置

广汇能源现有项目位于启东市吕四港经济开发区化工新材料工业园，包括 LNG 码头和后方陆域。

其中，现有 LNG 码头布置在吕四港区规划的液体散货功能区的东段，与其西侧相邻的规划液体化工品码头间距大于 200m。LNG 码头通过 3890m 的栈桥与后方陆域罐区相连。码头呈 T 形布置，栈桥位于 LNG 泊位偏东侧，码头长度为 372m。码头轴线方位按平行于工程区域海流主流向布置，码头前沿水域底标高-13.8m。港池回旋水域布置在码头前方，港池底标高为-13.8m。码头端部设置堤头灯，港池与航道相交位置及港池拐角处设置浮标，并设置警示标志及夜间警示灯。LNG 卸船泊位以平台为中心对称布置靠船墩、系缆墩，平台上面布置有操作平台支持系统、登船梯、靠泊辅助系统等设施，各部分之间通过人行钢桥或码头联系桥连通。工作船泊位位于引桥中部，采用两侧靠船的突堤式布置，考虑同时停靠 2 艘拖轮，2 个泊位长度共计为 111m。

转运站后方陆域包含储罐区、工艺装置区、火炬及放散区、转运装车区、事故处理区、动力区、公共设施区、综合办公区、污水处理区、海水气化区以及一系列预留区。其中储罐及生产区布置在厂区最北端，火炬及放散区布置在厂区东北角，装车转运区、动力区、事故处理区及公共设施区布置在厂区中部，南侧为综合办公区和污水处理区，东侧为海水气化区。

现有项目总平面布置见图 3.2-1，现有项目水域平面布置见图 3.2-2，现有项目陆域平面布置见图 3.2-3。

3.2.2.2 设计船型

现有项目 LNG 运输采用 19100m³~18.5 万 m³ LNG 船舶，具体设计船型见表 3.2-2。

表3.2-2 现有项目设计船型主尺度表

船舶吨级	总长 L(m)	型宽 B(m)	型深 H(m)	满载吃水 T(m)	备注
19100m ³ LNG 船舶	151	28	16	7.6	设计船型
40000m ³ LNG 船舶	204	30	17	9	设计船型
65000m ³ LNG 船舶	216	30	21.26	8	设计船型
75500m ³ LNG 船舶	219	35	22.55	8.3	设计船型
15.09 万 m ³ LNG 船舶	291	43.4	26	11.6	设计船型
17.5 万 m ³ LNG 船舶	290	46.95	26.25	11.5	设计船型
18.5 万 m ³ LNG 船舶	300	50	28	12.0	设计船型

现有项目工作船码头选用 1 艘功率约 4500kw 消拖两用船作为设计代表船型, 具体尺度如下:

表3.2-3 现有项目工作船设计船型主尺度表

船舶吨级	总长 L(m)	型宽 B(m)	主机功率(kw)	满载吃水 T(m)
486 吨消拖两用船	35	8	2207*2	4

3.2.2.2 水域主尺度

(1) LNG 码头轴线布置

LNG 码头轴线方位按平行于工程区域小庙洪航道轴线布置, 码头方位为 306°~126°。

(2) 码头泊位长度

LNG 码头设 1 个 LNG 卸船泊位, 码头结构按 18.5 万 m³LNG 船舶建设, 码头岸线长度按最大靠泊船长的 1.2 倍考虑, 现有 LNG 码头长 372m, 呈蝶形布置, 由 LNG 卸船泊位 (中部为工作平台)、靠船墩 (2 座)、系缆墩 (8 座) 及码头前方作业楼平台组成。

工作船码头呈栈桥式布置, 两侧靠船, 码头前沿线方位与 LNG 码头前沿线方位一致, 与西侧相邻引桥呈 84°夹角。工作船码头岸线长度 111m。

(3) 码头前沿停泊水域

现有项目 LNG 码头前沿停泊水域宽度为 100 米, 码头前沿水深-13.8m。

工作船码头按 2 倍设计船宽设计, 码头前沿停泊水域宽度为 20m。

(4) 回旋水域

码头前沿港池水域设置船舶回旋区, 船舶调头圆呈椭圆形布置, 沿水流方向调头圆直径取 3 倍 18.5 万 m³ LNG 船船长, 为 900m, 垂直水流方向调头圆直径取 2 倍 18.5 万 m³ LNG 船船长, 为 600m。

(5) 码头顶面高程

与工作平台衔接处的联系桥顶高程为 13.6m。工作平台顶高程与联系桥相协调, 为 13.6m。

为避免吊缆的情况发生, 靠船墩上分层设置脱缆钩。靠船墩分层系缆平台高程分别为 11m 和 8.2m, 系缆墩顶面高程为 11m。

工作船码头位于引桥东侧, 前沿线与引桥垂直, 顺流布置。码头长 111m, 宽 12m, 采用双侧靠泊。码头结构采用可以多层系缆的高桩梁板结构, 码头面顶标高为 13.6m。

（6）航道尺度

现有项目 LNG 船舶进出港利用南通港吕四港区 10 万吨级进港航道，航道管理部门为南通市港口管理局。

南通港吕四港区 10 万吨级进港航道分两期建设，一期为 5 万吨级航道疏浚工程，于 2015 年 2 月开始施工建设，2015 年 12 月完成 5 万吨级航道疏浚工作；二期工程由 5 万吨级航道疏浚到 10 万吨级的航道，于 2017 年 6 月开始建设，2018 年 9 月完成 10 万吨级航道疏浚工程。

二期疏浚工程完成后，南通港吕四港区 10 万吨级进港航道主航道的通航标准提升为 10 万吨级散货船单向通航，单向航道有效宽度为 210m，航道底宽为 200m，水深为-16.78m，底标高为-13.1m，航道边坡 1:10。根据 10 万吨级航道工程质量核验意见，在航道设计底边范围内，所测断面未发现-13.1m 以浅的水深点。

10 万吨级航道起于大弯洪水道-18m 等深线，止于吕四港区规划的挖入式港池支航道与主航道交点处(位于吕四大唐电厂码头西北侧约 1.2km)，总长约 53.4km。航道分段情况如下：

AB 段：航道自外海沿乌龙沙南侧大弯洪水道进入，航道轴线 $303^{\circ}59' \sim 127^{\circ}59'$ ，长约 32.03km。

BC 段：航道轴线 $294^{\circ}30' \sim 114^{\circ}30'$ ，长约 17.53km。

CD 段：航道轴线 $305^{\circ}12' \sim 125^{\circ}12'$ ，长约 2.37km。

（7）锚地尺度

现有项目进出港 LNG 船舶依托南通港吕四港区 2#危险品锚地进行锚泊。2#危险品锚地现状水域面积为 2.82km^2 ，锚地水深-15.2~-16.3m；根据《南通港总体规划（2018-2035 年）》，2#锚地（危险品锚地）将扩容至 12.32km^2 ，锚地最浅水深-13.0m。因此，现有项目进出港 LNG 船舶依托的南通港吕四港区 2#危险品锚地满足 18.5 万 m^3 LNG 船舶满载吃水 1.2 倍的要求（12m）。

3.2.2.3 水工建筑物结构

现有项目泊位呈对称蝶形布置，泊位中部为工作平台，工作平台顶面标高为 13.6m，工作平台两侧分别布置了 1 个靠船墩和 4 个系缆墩；靠船墩、系缆墩顶面标高为 11.0m，码头通过引桥及联系桥与陆域相接，引桥宽度 12m，引桥及联系桥顶面标高为 14.0m。补偿器间距为 200m，根据工艺要求补偿器墩外伸的平面尺度为

10m×14m。现有码头结构总图见图 3.1-7。

(1) LNG 码头结构

①工作平台

LNG 码头工作平台长 39m，宽 25m，顶标高为 13.6m，为高桩墩式现浇钢筋混凝土结构，墩台厚 3.0m。基础采用 42 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 的钢管桩，桩尖标高约-50.0m。工作平台前边线距离码头前沿线 1.0m，平台上设操作间和集液池，并安装卸船、登船、防护设备等。工作平台结构图见图 3.1-8。

②靠船墩

现有 LNG 码头靠船墩为高桩墩式结构，长 38m，宽 18m，墩台厚度 2.5~3.5m，共 2 座。为兼顾 19100m³~18.5 万 m³ 的 LNG 船舶全天候的靠泊、系缆和人员上下的要求，靠船墩采取双层平台结构，下层平台顶高程为 8.2m，上层平台顶高程为 11.0m。双层平台为现浇钢筋混凝土结构，基础采用 30 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 的钢管桩，桩尖标高约-50.0m。每个靠船墩前沿安设三套两鼓一板 SC1700H 低反力型鼓形橡胶护舷，两个靠船墩之间护舷最小间距为 50m，最大间距为 110m。为方便船舶挂系倒缆，每个靠船墩上在 11.0m 平台上安装两套 750kN 一柱双钩的快速脱缆钩，在 8.2m 平台前沿安装两个导缆器，其后方安装两套 750kN 一柱双钩的防水型快速脱缆钩。靠船墩与工作平台之间用混凝土渡板相连，渡板顶面高程为 13.6m。每个靠船墩前沿 5.7m 标高处设两处平台，其上设爬梯，供 19100m³ 船舶靠泊时人员上下。靠船墩结构图见图 3.1-9。

根据船舶靠泊时产生的撞击能量和船舶在横浪作用下的撞击能量计算结果，现有 LNG 码头选用 SC1700H 两鼓一板标准反力型橡胶护舷（设计吸能量 1920kJ，设计反力为 2574kN）满足靠泊 18.5 万 m³LNG 船舶的要求。

③系缆墩

现有 LNG 码头设有系缆墩 8 座，其尺寸为 12m×12m，顶标高为 11.0m，墩台厚 3.0m，为现浇钢筋混凝土结构，基础采用 12 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 的钢管桩，桩尖标高约-50.0m。两侧的两座系缆墩每个墩上安装一套 1500kN 一柱四钩的快速脱缆钩，中间的六座系缆墩每个墩上安装一套 750kN 一柱三钩的快速脱缆钩。

西侧系缆墩间及系缆墩与靠船墩间采用钢板梁桥连接，最东侧系缆墩与其他系缆墩采用钢板梁桥连接，其他系缆墩依靠其后方的联系桥连接，系缆墩与联系桥间

由台阶过渡。系缆墩结构图见图 3.1-10。

④码头前方作业楼平台

码头前方作业楼的平台位于东侧靠船墩与联系桥之间，紧邻联系桥，平面尺寸为 29m×19m，采用高桩墩式结构，顶标高 14.0m，墩台厚 3.0m，基础采用 28 根 Φ1200mm 的钢管桩，桩尖标高约-50.0m。

(2) 引桥及联系桥

①码头连接桥

与码头前沿线平行段联系桥采用后张预应力钢筋混凝土箱型梁结构，顶面标高 14.0m，跨度为 30m，梁高为 1.6m；与工作平台间采用板梁桥结构，梁高 1.0m，顶面标高 13.6~14.0m。桥墩为高桩墩式现浇钢筋混凝土结构，墩台厚 2m，基础采用 Φ1200mm 的钢管桩，桩尖标高约-50.0m。

②连接码头和陆域的引桥

引桥长 3890m，补偿器墩的间距为 200m，外伸的平面尺度 10m×14m。补偿器之间布置 1 个固定墩和 4 个标准墩，桥长共布置 20 个补偿器墩，20 个固定墩和 80 个标准墩。管线带宽为 6.5m，车道宽为 4.5m，桥面总宽度为 12.0m。引桥桥面的顶高程为 14.0m，在接岸处桥面标高逐步降低与岸相接。

③补偿器墩

补偿器墩长 16m，宽 22m，厚度为 3.5m，基桩采用 12 根坡度为 4:1 的斜桩。桩底标高为-45.0~-50.0m。根据海底面标高的变化，-4.0m 等深线以深区域采用 Φ1200mm 的钢管桩；-4.0~0.0m 等深线区域采用 Φ1200mmPHC 桩；0.0m 至通过挖泥形成施工通道后可打桩区域采用 Φ1000mm 的 PHC 桩，PHC 桩桩尖处设置钢桩靴；近岸处不能打桩的区域采用灌注桩。补偿器墩断面图见图 3.1-11。

④固定墩

固定墩长 8m，宽 12m，厚度为 3.5m，基础采用 8 根坡度为 4:1 的斜桩。桩底标高为-45.0~-50.0m。根据海底面标高的变化，-4.0m 等深线以深区域采用 Φ1200mm 的钢管桩；-4.0~0.0m 等深线区域采用 Φ1200mmPHC 桩；0.0m 以上区域采用 Φ1000mm 的 PHC 桩，PHC 桩桩尖处设置钢桩靴；近岸处区域采用灌注桩。固定墩断面图见图 3.1-12。

⑤标准墩

标准墩长 2.2m，宽 11m，厚度为 2.0m，基础采用 2 根坡度为 4:1 的斜桩和 2 根直桩。桩底标高为-45.0~-50.0m。根据海底面标高的变化，-4.0m 等深线以深区域采用 $\Phi 1000\text{mm}$ 的钢管桩；-4.0~0.0m 等深线区域采用 $\Phi 1000\text{mm}$ PHC 桩；0.0m 以上区域采用 $\Phi 800\text{mm}$ 的 PHC 桩，PHC 桩桩尖处设置钢桩靴；近岸处区域采用灌注桩。标准墩断面图见图 3.1-13。

⑥后张预应力混凝土箱形梁

每个相邻桥墩之间设 4 榀后张预应力混凝土箱型连续梁，每跨 30m，梁高为 1.6m。

(3) 工作船码头

工作船码头位于引桥东侧，前沿线与引桥垂直，顺流布置。码头长 111m，宽 12m，采用双侧靠泊。码头结构采用可以多层系缆的高桩梁板结构，码头面顶标高为 13.6m，码头基桩采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 的 PHC 桩，桩顶现浇下横梁，预制安装纵梁和面板，再浇筑钢筋混凝土上横梁和板缝接头将各个预制构件连接成整体。工作船码头结构见图 3.1-14。

3.2.2.4 陆域结构

LNG 储罐由内罐和外罐组成，内罐盛装 LNG，直接与-162℃LNG 接触，所以罐体采用耐超低温的奥氏体不锈钢板制作，内罐设平吊顶。外壳可用 16MnDR 制作。内罐和外罐罐壁之间的保温材料用膨胀珍珠岩粉，罐底保温用发泡玻璃(或膨胀珍珠岩砌块)，吊顶保温材料为玻璃纤维(或矿渣棉)。储罐基础采用高台式基础，台基下通风良好，确保基础在不加温时也不会发生冻胀现象。此外陆域工程中的 LNG 装车区采用钢结构形式，其他建筑物采用钢筋混凝土框架结构。

3.2.3 现有项目运营情况

现有项目 LNG 分销转运站自 2017 年 6 月 4 日接收第一艘 LNG 船舶。据统计，现有项目 LNG 转运分销站 2020 年、2021 年共接卸到港 LNG 船舶 72 艘次，到港船舶总舱容主要为 15 万 m^3 和 17 万 m^3 ；接卸 LNG 总量 984.99 万 m^3 ，约 426.72 万 t。2020 年、2021 年到港 LNG 船舶情况如下：

表 3.2-1 2020 年、2021 年到港 LNG 船舶情况

总舱容 (m^3)	到港艘次 (艘次)	卸货量 (万 m^3)	卸货量 (万吨)
15 万	67	923.21	399.67

17 万	5	61.77	27.06
合计	72	984.99	426.72

3.2.4 现有项目工艺流程

现有项目装卸工艺流程如下：

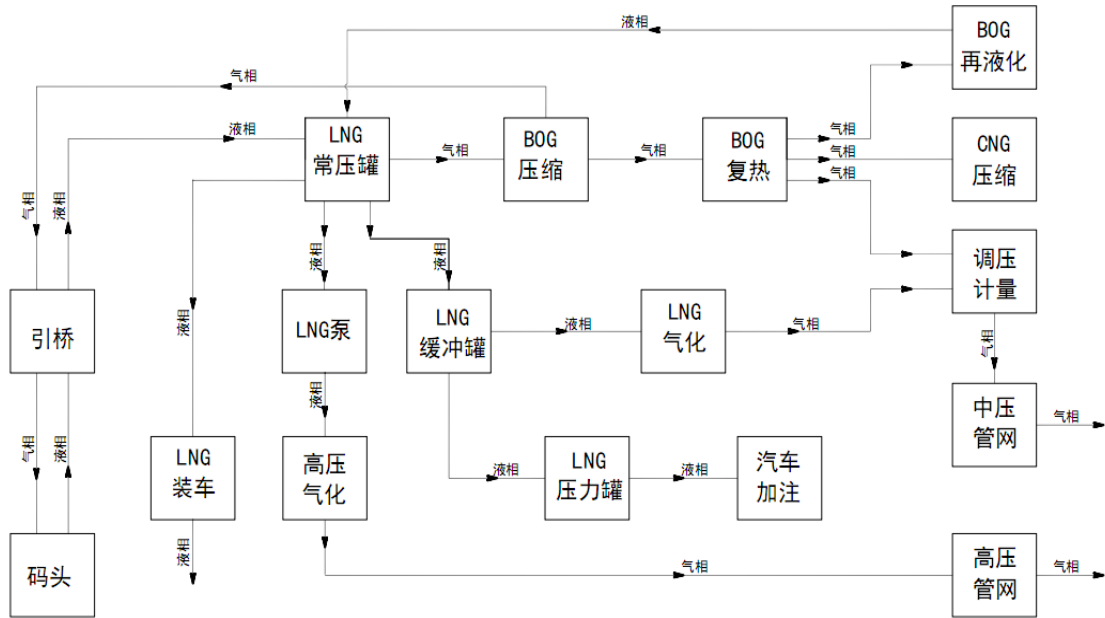


图 3.2-1 现有项目工艺流程图

工艺流程简述：

1、卸船系统

(1) 运输船停泊/连接卸船臂

目前，广汇能源设置专用码头 1 座，码头设有 LNG 卸载所需要的工艺和安全设施。现有工程设计的码头可兼顾 18.5 万 m³ 的 LNG 船的安全靠泊。LNG 船到岸时，港口操作员与领航员、拖船以及船只停泊监测系统控制运输船靠岸系泊。

在运输船安全系泊并和岸上建立了通信联系后，方可连接 LNG 卸料臂和气相返回臂。随后需测试紧急切断系统，并使用氮气置换卸船臂中的空气达到要求，再用船上的 LNG 冷却运输船的输送管道和 LNG 卸船臂后再进行卸船作业。

(2) 运输船卸载

LNG 运输船到达卸船码头后，LNG 由运输船上的卸料泵，经过 LNG 卸船臂，并通过卸船总管输送到 LNG 储罐中。为平衡船舱压力，LNG 储罐内的部分蒸发气经低温压缩机增压后，通过气相返回管线、气相返回臂返回 LNG 船舱中。

卸船操作时，实际卸船速率和同时接卸 LNG 储罐数量需根据 LNG 储罐液位和 LNG 船型来确定。每座 LNG 储罐均设有液位计，可用来监测罐内液位。卸船时可通

过卖方提供的货运单上的 LNG 组分使 LNG 合理地通过储罐的顶部或底部进料阀注入储罐中，避免 LNG 产生分层，从而减少储罐内液体翻滚的可能性。

卸船完成后，用氮气对卸船臂顶部进行吹扫，将卸船臂内的 LNG 送回到 LNG 码头排净罐。LNG 收集罐主要接收卸船结束后从各卸料臂液体支管中排出的 LNG，并通过 LNG 加热器将收集的 LNG 气化后经气体返回管线送至 BOG 返回总管。

在无卸船作业期间，通过一根从低压输出总管来的循环管线以小流量 LNG 经卸船管线循环，以保持 LNG 卸船管线处于冷态备用。循环的 LNG 经 LNG 储罐进料管线返回到 LNG 储罐。

2、LNG 储存系统

现有项目储罐均为全包容式混凝土顶储罐，内罐采用 9%Ni 钢，外罐采用预应力混凝土材料建成。储罐的设计压力为 $-0.5\text{kPaG}\sim 29\text{kPaG}$ 。储罐的环隙空间以及吊顶板都设有保温层，以确保在设计环境下使储罐的日最大蒸发量不超过储罐容量的 0.05%。

为防止 LNG 泄漏，罐内所有的流体进出管道以及所有仪表的接管均从罐体顶部连接。储罐设有 2 根进料管，既可以从顶部进料，也可以通过罐内插入立式进料管实现底部进料。进料方式取决于 LNG 运输船待卸的 LNG 与储罐内已有 LNG 的密度差。若船载 LNG 比储罐内 LNG 密度大，则船载的 LNG 从储罐顶部进入，反之，船载 LNG 从储罐底部进入。这样可有效防止储罐内 LNG 出现分层、翻滚现象。操作人员可以通过操控顶部和底部的进料阀来调节 LNG 顶部和底部进料的比例。

LNG 储罐通过一根气相管线与蒸发气管线相连，用于输送储罐内产生的蒸发气和卸船期间置换的气体至 BOG 压缩机和火炬系统。

LNG 储罐都设有连续的罐内液位、温度和密度监测仪表，以防止罐内 LNG 发生分层和溢流。储罐的压力通过 BOG 压缩机控制。如遇到大气压降低较快等工况，压缩机不能及时处理大量的蒸发气时，可通过排放至火炬系统来保护储罐，以防止系统超压。排放过量的蒸发气至火炬系统是储罐的第一级超压保护；每座储罐还配备数个安全阀，是储罐的第二级超压保护，安全阀的设定压力为储罐的设计压力，超压气体通过安装在罐顶的安全阀直接排入大气。

由于大气压快速增加导致储罐压力（表压）较低时，来自储罐补气气化器的破真空天然气输送至蒸发气总管，维持储罐内压力稳定；如果补充的破真空气体不足

以维持储罐的压力在操作范围内，空气通过安装在储罐上的真空安全阀进入罐内，维持储罐压力正常，保证储罐安全。

LNG 潜液泵和管道的设置允许单座罐内的 LNG 循环混合以及不同储罐之间的 LNG 倒罐。储罐内顶部设有喷嘴，与卸船管线相连，可以在储罐充装 LNG 之前，用少量 LNG 对储罐进行预冷，以避免储罐在充装时温度急剧变化导致过高的应力和 LNG 的大量蒸发气化。

3、BOG 处理系统

蒸发气的产生主要是由于外界能量的输入造成，如泵运转、外界热量的传入、大气压变化、环境的影响及 LNG 送入储罐时造成罐内蒸发气体积的变化。BOG 处理系统的目的是为了经济而有效地回收 LNG 转运站产生的 BOG。

LNG 转运站在卸船操作时产生的蒸发气的量远远大于不卸船操作的蒸发气量，当卸船时产生大量蒸发气时，一部分蒸发气经回流鼓风机增压后通过气相返回管线，经气相返回臂返回 LNG 船舱中，以保持卸船系统的压力平衡。另一部分则由 BOG 压缩机增压后进入再液化装置。

如果 BOG 流量高于压缩机的处理能力，储罐和蒸发气总管的压力将升高，当压力超过压力控制阀的设定值时，过量的蒸发气将排至火炬燃烧后高空排放。

4、LNG 外输系统

LNG 储罐内的 LNG 经潜液泵进入外输系统。LNG 潜液泵为立式潜液泵，安装在储罐的泵井中。LNG 潜液泵均为定速运行，其运行流量由 LNG 外输量确定。每台 LNG 潜液泵的出口管线上均设有最小流量调节阀，以保护泵的运行安全，在 LNG 装车总管上设有罐内自循环管线以防出现罐内 LNG 分层翻滚等现象。

储罐的 LNG 装车总管上设有紧急切断阀，既可用于隔离 LNG 装车泵与 LNG 装车总管，又可在紧急情况时使储罐与 LNG 装车总管隔离，同时可用于 LNG 装车泵或 LNG 装车外输管线的检修操作。

LNG 经装车站 LNG 进料总管压力控制输入装车站各 LNG 支管，由控制系统控制各支路的装车流量，再通过各装车位的槽车装车臂，进入 LNG 槽车。

现有工程 LNG 储罐内共设置 8 台 LNG 潜液泵，单台能力为 $360\text{m}^3/\text{h}$ ，4 用 4 备，8 个装车臂，满足装车能力要求。

5、火炬

火炬主要承担装置正常、事故、开停工及检修时的气体放空任务。本站火炬系统主要是接收全站可燃放空气体，引至火炬系统燃烧后排放大气，以减少环境污染。

3.3 现有项目用海情况

现有项目总用海面积 38.7437 公顷，包括南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站工程用海、南通港吕四港区广汇能源启东液化天然气分销转运站码头扩建工程用海。

其中，南通港吕四港区广汇能源 LNG 分销转运站工程由码头（LNG 码头和工作船码头）、引桥、港池（停泊水域、回旋水域）和临时航道组成，属于交通运输用海中的港口用海和航道用海，涉及的用海方式包括透水构筑物、港池用海和航道用海。项目用海总面积为 46.7587 公顷，其中 LNG 码头和工作船码头的用海面积为 2.0668 公顷，引桥的用海面积 12.2661 公顷，港池的用海面积 17.9229 公顷，临时施工航道的用海面积为 14.5029 公顷。南通港吕四港区广汇能源启东液化天然气分销转运站码头扩建工程由 LNG 码头（系缆墩）和港池（停泊水域、回旋水域）组成，用海类型属于交通运输用海中的港口用海，用海方式为开放式用海中的透水性构筑物和港池用海。项目新增用海面积为 6.4879 公顷，其中 LNG 码头（系缆墩）新增的用海面积为 0.3213 公顷，港池新增的用海面积 6.1666 公顷。

现有工程宗海位置图见图 3.3-1、图 3.3-2，宗海界址图见图 3.3-3、图 3.3-4，界址点坐标见表 3.3-1、表 3.3-2。

表3.3-1 LNG分销转运站工程宗海界址点坐标

界址点坐标及编号（东经 北纬）		
港池坐标		
1	121°46'31.26"	32°4'30.19"
2	121°46'22.82"	32°4'20.05"
3	121°46'32.77"	32°4'14.04"
4	121°46'46.60"	32°4'30.64"
5	121°46'45.25"	32°4'31.47"
18	121°46'6.57"	32°3'50.31"
21	121°46'6.26"	32°3'50.01"
22	121°46'7.85"	32°3'49.06"
23	121°46'8.11"	32°3'49.37"
24	121°46'4.28"	32°3'47.63"
25	121°46'6.45"	32°3'46.32"
26	121°46'10.69"	32°3'51.40"
27	121°46'8.82"	32°3'52.53"

码头坐标		
2	121°46'22.82"	32°4'20.05"
6	121°46'21.45"	32°4'18.41"
3	121°46'31.41"	32°4'12.40"
7	121°46'32.77"	32°4'14.04"
20	121°46'6.04"	32°3'49.75"
21	121°46'6.26"	32°3'50.01"
22	121°46'7.85"	32°3'49.06"
23	121°46'8.11"	32°3'49.37"
18	121°46'6.57"	32°3'50.31"
17	121°46'6.25"	32°3'50.49"
16	121°46'5.70"	32°3'49.95"
临时航道坐标		
8	121°45'38.11"	32°3'22.32"
9	121°44'57.91"	32°2'42.77"
10	121°45'00.51"	32°2'40.86"
11	121°45'40.70"	32°3'20.41"
引桥坐标		
12	121°46'28.94"	32°4'13.89"
13	121°44'52.06"	32°2'38.60"
14	121°44'52.89"	32°2'37.83"
15	121°46'6.02"	32°3'49.76"
16	121°46'5.70"	32°3'49.95"
17	121°46'6.25"	32°3'50.49"
18	121°46'6.57"	32°3'50.31"
19	121°46'29.94"	32°4'13.29"

表3.3-2 LNG分销转运站扩建工程用海宗海界址点坐标

界址点号	CGCS-2000 坐标系	
	北纬	东经
码头（系缆墩）坐标		
1	32°04'18.897"	121°46'20.651"
2	32°04'18.410"	121°46'21.450"
3	32°04'20.050"	121°46'22.820"
4	32°04'20.539"	121°46'22.018"
12	32°04'12.400"	121°46'31.410"
13	32°04'11.912"	121°46'32.218"
7	32°04'13.553"	121°46'33.586"
8	32°04'14.040"	121°46'32.770"
港池坐标		
4	32°04'20.539"	121°46'22.018"
5	32°04'35.884"	121°46'34.799"

6	32°04'30.579"	121°46'47.917"
7	32°04'13.553"	121°46'33.586"
8	32°04'14.040"	121°46'32.770"
9	32°04'30.640"	121°46'46.600"
10	32°04'31.470"	121°46'45.250"
11	32°04'30.190"	121°46'31.260"
3	32°04'20.050"	121°46'22.820"

3.4 项目污染源及达标排放情况

现有工程主要污染物排放资料来源参照现有工程的环评报告、验收报告、污染源例行监测数据和企业生产统计资料。

3.4.1 废水

(1) 废水产生及排放情况

现有项目废水包括港区废水和陆域废水。港区废水包括到港船舶舱底油污水和生活污水、码头面初期雨水，到港船舶舱底油污水和生活污水由海事部门备案的启东市华荣船舶劳务有限公司接收处理，不在项目所在地港区排放；码头面初期雨水通过平台面下集液池收集后由槽车拖运至胜科水务污水处理厂集中处理。陆域废水包括陆域机修含油污水、设备冲洗废水、陆域生活污水，由厂区地埋式污水处理站处理后接管至胜科水务污水处理厂集中处理。

(2) 达标排放情况

根据《南通港吕四港区广汇能源启东液化天然气分销转运站码头扩建工程建设项目竣工环境保护验收调查报告》，2021 年 11 月 24 日~25 日，江苏承泰环境技术服务有限公司对厂区废水总排口水质进行了监测，监测数据如下（监测期间企业正常运行）：

(.....略.....)

根据监测结果可知，现有项目废水可达标接入，COD、SS 的排放浓度符合《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 中三级标准，氨氮、总磷的排放浓度符合《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T31962-2015) 中 B 等级标准值。

3.4.2 废气

(1) 废气产生及排放情况

现有项目正常情况下无废气排放；非正常工况下，LNG 储罐内气相（BOG）空间压力超高，多余的 BOG 进入火炬燃烧，燃烧废气（CO₂、NO_x）通过 80m 高火炬排放。另外，装卸过程、安全阀泄放以及设备跑冒滴漏过程中存在少量废气排放，废气主要为甲烷、非甲烷总烃。

(2) 达标排放情况

根据《南通港吕四港区广汇能源启东液化天然气分销转运站码头扩建工程建设项目竣工环境保护验收调查报告》，2021 年 11 月 24 日~25 日，江苏承泰环境技术服

务有限公司对港区无组织废气进行了监测，监测数据如下（监测期间企业正常运行）：

（……………略……………）

根据监测结果可知，港区厂界无组织废气非甲烷总烃最大浓度为 $0.242\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控限值要求。

2021 年 12 月 27 日，建设单位委托江苏恒安检测技术有限公司对陆域无组织废气进行了监测，监测数据如下（报告编号：（2022）恒安（综）字第（021）号）：

（……………略……………）

根据监测结果可知，陆域厂界无组织废气非甲烷总烃最大浓度为 $0.242\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中无组织排放监控限值要求；厂区内无组织废气可满足《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB37822-2019）表 A.1 中特别排放限值要求。

3.4.3 噪声

（1）噪声产生及排放情况

现有项目港区噪声源主要是码头卸船机械及船泵噪声，陆域噪声主要是输出、泵风机、LNG 增压泵、丙烷泵、海水泵等设备产生的噪声。通过优化设备选型、高噪声设备加装减震垫、加强设备保养维护等措施实现噪声达标排放。

（2）达标排放情况

根据《南通港吕四港区广汇能源启东液化天然气分销转运站码头扩建工程建设项目竣工环境保护验收调查报告》，2021 年 11 月 24 日~25 日，江苏承泰环境技术服务有限公司对港区噪声进行了监测，监测数据如下：

（……………略……………）

根据监测结果可知，监测期间，港区厂界昼、夜间连续等效声功率级均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

2021 年 12 月 27 日，建设单位委托江苏恒安检测技术有限公司对陆域厂界噪声进行了监测，监测结果（报告编号：（2022）恒安（综）字第（021）号）见表 3.4-5。

（……………略……………）

根据监测结果可知，监测期间，陆域厂界昼、夜间连续等效声功率级均能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准。

3.4.4 固废

现有项目固废主要为生活垃圾和含油抹布。到港船舶废物接收上岸，船员生活垃圾由环卫部门定期清运；陆域生活垃圾分类收集，由环卫部门定期清运；含油抹布全过程不按危废管理，混入生活垃圾由环卫部门定期清运。固废均按“减量化、资源化、无害化”的处置原则，各类固废安全暂存、不产生二次污染。

3.5 现有项目存在的问题及“以新带老”措施

根据近年来例行监测结果，现有项目“三废”均可达标排放，固废均妥善处置、不产生二次污染。自现有项目投产以来，未收到过环保投诉。因此，现有项目不存在环境问题，本次评价未提出“以新带老”措施。

4 扩建项目工程分析

4.1 项目概况

4.1.1 项目名称、性质、建设地点及投资总额

(1) 项目名称：南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程；

(2) 项目性质：扩建；

(3) 建设单位：广汇能源综合物流发展有限责任公司；

(4) 行业类别：G5532 货运港口；

(5) 地理位置：本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧（中心经度 E121°46'33.161"，中心纬度 N32°1'11.530"），具体见图 4.1-1；

(6) 建设内容及规模：本工程拟在广汇能源现有 1 号 LNG 泊位东侧新建 1 个 18.5 万 m³ LNG 泊位（码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m³ LNG 船舶进行设计），近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m³ LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m³ LNG 船舶装船。本工程泊位设计年通过能力 404 万 t（其中卸船 383.1 万 t，装船 20.8 万 t）。同时配套建有消防泵房、控制平台和卸船、保冷相关管线等。

本工程码头前沿停泊水域设计底高程-13.8m，宽度 100m。回旋水域布置于泊位的正前方，呈椭圆布置，椭圆长轴与码头前沿线走向一致，平行于水流方向取 3 倍船长，为 900m；垂直于水流方向取 2 倍船长，取值 600m。

本工程港池疏浚量为 96.35 万 m³，主要为新增港池部分的疏浚工程，疏浚土方通过泥驳外抛至吕四港已批复的 1#临时倾倒区。

(7) 职工人数及工作制度：本次新增员工 30 人，作业实行 3 班运转制，每天工作 24 小时（每班 8 小时），年作业天数 350d；

(8) 投资总额：总投资为 83859 万元，环保投资 1067.51 万元，环保投资占比 0.98%；

(9) 施工时间：本工程计划于 2023 年 10 月开工建设，至 2025 年 10 月完成，建设工期 24 个月。

4.1.2 项目主要建设内容及规模

本工程主要技术经济指标详见表 4.1-1，各工程建设内容见表 4.1-2。

表 4.1-1 主要技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	泊位数量	个	1	近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m ³
2	泊位等级	万 m ³	18.5	LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m ³ LNG 船舶装船，水工结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m ³ LNG 船设计
3	码头设计通过能力	万吨/年	404	/
4	岸线长度	m	390	/
5	联系桥长度	m	270	宽 12m
6	引桥长度	m	23.5	宽 12m
7	疏浚工程	万 m ³	96.35	/
8	浮标	个	2	另备用 1 套
9	堤头灯	个	2	/
10	项目用海面积	万 m ²	32.9511	/
	其中 透水构筑物用海	万 m ²	3.2622	包括码头和消防、控制平台
	港池、蓄水用海面积	万 m ²	29.6889	/
11	港区定员	人	200	全厂共 200 人，本次新增 30 人
12	项目总投资	万元	83895	/
13	工期	月	24	/

表 4.1-2 各工程建设内容一览表

类别	工程名称	主要建设内容	工程量
主体工程	码头工程	本工程拟新建 1 个 18.5 万 m ³ LNG 泊位(码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m ³ LNG 船设计)，近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m ³ LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m ³ LNG 船舶装船。	设计年通过能力 404 万 t (其中卸船 383.1 万 t, 装船 20.8 万 t)。
	管线工程	为节省码头的卸船时间和增大卸船能力，本工程单独设计卸船总管、保冷循环管线和气相返回管线，与 1#泊位共用氮气管线。	新建卸船总管，管径 DN12000，最大卸船能力 12000m ³ /h
	疏浚工程	停泊水域、回旋水域的设计底高程均为 -13.8m。根据最新地形图可知，本工程码头前沿停泊水域已达设计底高程，本次仅需对部分回旋水域进行疏浚，通过泥驳外抛至 1#临时倾倒区。	疏浚土方量 96.35 万 m ³
公辅工程	给水工程	本项目给水主要为消防给水，由市政管网供给。	最大消防用水强度为 2052m ³ /h
	排水工程	船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理；初期雨水和陆域生活污水经分销转运站现有污水处理系统	废水产生总量为 2483.69t/a，其中船舶生活污水 (225.6t/a)、船舶舱底油

类别	工程名称	主要建设内容	工程量
		预处理后接管至启东胜科水务有限公司。	污水 (962.09t/a)、码头初期雨水 (456t/a)、陆域生活污水 (840t/a)。
	供电工程	广汇能源 LNG 分销转运站厂区内现有 110kV 总降压站一座。本工程 10kV 供电电源引自分销转运站厂区内 110kV 总降压站, 满足本工程用电设备要求。110kV 总降压站引出 4 路电源至本项目。 本次在现有 1 号泊位控制室旁新建一座控制室, 控制室内设低压配电室 (含干式变压器)。	
	照明工程	本工程照明包括正常照明和应急照明。正常照明的供电与电力负荷共用变压器, 应急照明灯具电源引自控制室 EPS, 并采用能瞬时可靠点燃的光源灯。装置区照明灯具一般由照明配电箱集中控制。	
	消防工程	包括稳高压消防给水系统、室外消火栓、码头消防水炮、水喷雾系统、水幕系统、高倍泡沫消防系统、码头干粉灭火系统、气体灭火系统等。	
	控制系统	控制系统主要是计算机管理系统、视频监控系统和其它辅助生产系统。	
	助导航及 安全监督 设施	根据扩建后的港池边界调整 1 号泊位现有港池东北角原已有虚拟标 1 座, 向东调整约 156.5m, 另取消现有东南角水上灯浮标 1 座。 为了便于进港船舶识别本工程码头位置, 防止船舶碰撞码头, 保证船舶航行和靠泊的安全, 将 1 号码头东端的灯桩移至 2 号码头东端系统墩上。	
环保工程	废水处理	船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理; 码头初期雨水和陆域生活污水经分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司。	
	废气处理	本工程吞吐货种为 LNG, 通过管线输送至后方 LNG 储罐, 正常工况下不产生废气; 到港船舶为 LNG 船舶, 船舶使用 LNG 作为动力燃料, LNG 属于清洁能源, 燃烧产生的废气较少。	
	噪声处理	本工程运营期噪声主要包括船舶鸣笛噪声和设备运行噪声。通过禁止鸣笛等方式控制船舶鸣笛噪声, 通过选用低噪声设备、减震、加强设备维护等措施控制设备运行噪声。	
	固废处理	船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后由环卫部门统一处理; 废含油抹布不分类收集, 混入生活垃圾, 由环卫部门统一处理。	
	环境风险	配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等事故应急设施设备及物资。	
依托工程	航道工程	本工程进出港船舶依托吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道。	
	锚地	小庙洪水道起点规划布置 4 块锚地, 1# 锚地等级为 3.5 万吨级及其以下船舶、2#锚地等级为 2 万吨级及其以下油船、化学品船、3#锚地等级为 5 万~10 万吨级散货船、LNG 锚地等级为 18.5 万 m ³ LNG 船。 本工程进港 LNG 船舶依托 LNG 锚地。	
	疏浚土去向	本工程港池疏浚量为 96.35 万 m ³ , 拟采用耙吸式挖泥船进行开挖, 全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。	
	后方分销 转运站	本工程运营期污水依托后方分销转运站现有污水处理系统预处理。	

4.1.3 吞吐量、集疏运量预测

1、吞吐量预测

广汇能源 LNG 分销转运站一期工程 (1#泊位) 已于 2017 年 6 月份建成投运, 并于 2021 年完成了码头扩建。目前, 接收站 LNG 年周转能力为 300 万吨。

本工程为广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程, 主要是为了满足

南通市燃气电厂用气需求；同时，利用区位优势满足江苏省和长三角地区其他地市的 LNG 需求；此外，通过与湖南 LNG 项目协同合作，扩宽供气范围，经内河水运为长江沿线地区服务，缓解供需矛盾。综合考虑腹地天然气需求及后方接收站建设规模和时序，预测到 2025 年、2030 年，本工程码头预测吞吐量详见表 4.1-3。

表 4.1-3 2 号泊位吞吐量预测表（单位：万 t/a）

名称	规模	
	2025 年	2030 年
气化外输	100	120
LNG 槽车	190	240
装船外运	10	20
合计	300	380

2、集疏运量预测

根据货物种类和流量、流向及港区集疏运条件可知，本工程集运主要方式在水运；疏运方式主要为公路槽车外运、管道气化外输，少量通过水运装船外运。2#泊位的集疏运量预测见表 4.1-4。

表 4.1-4 2#泊位集疏运量预测一览表（单位：万 t/a）

方式 年份	集运量		疏运			
	水运	合计	水运	公路	管道	合计
2025 年	300	300	10	190	100	300
2030 年	380	380	20	240	120	380

4.1.4 泊位设计通过能力

本工程泊位为 LNG 码头，通过能力主要由以下几个因素确定：LNG 运输船舶吨位及运输频率、接收站储罐容量及管输能力、码头年作业天数、航道通航密度等。

LNG 船可以在夜间进行卸船作业，但不宜在夜间进出港和靠离泊作业。根据《液体天然气码头设计规范》（JTS165-5-2021），液体天然气泊位的年设计通过能力根据下式计算：

$$P_t = \frac{T_y A_p t_d}{t_z + t_f + t_h} G$$

$$t_z = \frac{G}{p}$$

式中： P_t ——泊位的年设计通过能力（t/a）；

T_y ——泊位年可营运天数（d/a）；

A_p ——泊位有效利用率（%），应根据年运量、到港船型、装卸效率、泊位数、泊位的年可营运天数、船舶在港费用和港口投资及营运费用等因素综合确定，可取 55%~70%；（参照国内外 LNG 码头的实际运营经验，本工程泊位利用率取 55%）；

t_d ——昼夜小时数（h/d），取 24h/d；

G ——设计船型的装卸量（t）；

t_z ——装卸一艘设计船型所需的时间（h）；

t_f ——船舶的装卸辅助作业时间（h），是指在泊位上不能同装卸船作业同时进行的各项作业时间，可根据同类泊位的营运统计资料确定；

t_h ——候潮、候流或不在夜间进出航道和靠泊、离泊需增加的时间（h），可根据船舶从进港到出港全过程的各个操作环节，绘制流程图来确定；

p ——设计船时效率（t/h），按船型、设备能力和营运管理等因素综合分析确定。。

本工程泊位设计通过能力计算如下：

表 4.1-5 泊位通过能力计算表

符号	说明	单位	卸船			装船	
			185000	150900	75500	26000	12000
T _y	泊位可运营天数	d	290	290	310	290	290
A _p	泊位有效利用率	%	55				
t _d	昼夜小时数	h/d	24				
G	设计船型的装卸量	t	73260	59756	29898	10296	4752
t _z	装卸一艘设计船型所需的时间	h	23	21	18	15	15
t _f	船舶的装卸辅助作业时间	h	29.3	29.3	29.3	21.3	21.3
t _h	候潮、候流或不在夜间进出航道和靠泊、离泊需增加的时间	h					
p	设计船时效率	台/h	30%	9%	3%	7%	6%
Pt	计算通过能力	台	294.2	74.9	14.1	13.8	7.0
泊位通过能力小计(万 t/a)		383.2					20.8
泊位通过能力合计(万 t/a)		404					

根据计算结果可知，本工程 2 号泊位的年通过能力为 404 万 t/a（其中卸船 383.2 万 t/a，装船 20.8 万 t/a），满足 380 万 t/a 吞吐量需求。

4.1.5 设计船型

本工程设计船型详见表 4.1-6。

表 4.1-6 本项目设计船型表

船舶吨级 DWT	船长 L (m)	型宽 B (m)	型深 H (m)	满载吃水 T (m)	备注
21.5 万 m ³ LNG 船舶	315	50.0	27.0	12.0	水工结构设计船型
18.5 万 m ³ LNG 船舶	300	5.0	26.25	12.0	卸船船型
17.2 万 m ³ LNG 船舶	290	46.95	26.25	11.5	卸船船型
14.7 万 m ³ LNG 船舶	292	43.35	26.25	11.45	卸船船型
8 万 m ³ LNG 船舶	239	40.0	26.8	11.0	卸船船型
1 万 m ³ LNG 船舶	137	19.8	11.5	6.8	装船船型
2 万 m ³ LNG 船舶	152	28.0	15.0	7.6	装船船型
3 万 m ³ LNG 船舶	185	28.1	18.7	8.0	装船船型
4 万 m ³ LNG 船舶	204	30.0	17.0	9.0	装船船型

注：（1）LNG 船舶包含 LNG 船舶、CNG 船舶及 LNG/LPG 混合船舶；
（2）满载吃水为结构吃水，样本来源于英国劳氏船级社船型库资料。

4.1.6 设计主尺度

4.1.6.1 码头轴线走向与位置

本工程位于天然水深约 10m 处，离岸约 4km，为外海开敞式泊位。对于开敞式码头，由于受外海的风、波浪、水流等综合作用影响较大，为了尽量减小不利条件对船舶进港靠泊及作业的影响，码头轴线应尽量顺风、顺浪、顺流布置。

本工程区域常风向为 N 向，次常风向为 ESE 向，强风向 NE 向；常浪向为 ENE 向，次常浪向 N 向，强浪向为 NNW 向。工程海域潮流运动以往复流为主，流向与水道主轴方向基本一致。

结合 1 号泊位前期研究结论、运行情况及工程区域的自然条件，本工程的码头轴线方向与 1 号泊位的轴线方向相同，平行于小庙洪水道的走向，即 306°-126°。

4.1.6.2 码头泊位长度

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS 165-5-2021）5.4.5 条，码头泊位长度应满足液化天然气船舶安全靠泊、离泊和系泊作业的要求，可取 1.0 倍~1.3 倍设计船长。必要时，应通过模型试验优化确定，但不宜小于 1 倍设计船长。

根据《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）中 5.4.22 条，单个蝶形布置泊位长度 L_b 可取 1.1~1.3 倍设计船长。相邻危险品码头的船舶净间距应满足规范表 5.6.4 的要求。

本工程主力船型为 8 万~18.5 万 m³ LNG 船，最大兼顾船型为 21.5 万 m³ LNG 船。

对 18.5 万 m³ LNG 船：L=300m，（1.1~1.3）L=330~390m；

对 21.5 万 m³ LNG 船：L=315m，(1.1~1.3) L=346.5~409.5m。

为论证泊位长度对船舶系缆及装卸作业的影响，本工程设计阶段采用 OPTIMOOR 软件对不同长度的 LNG 码头进行计算，来综合分析码头泊位长度。经过计算分析，泊位长度取 390m，约为 21.5 万 m³ NG 船 1.24 倍设计船长时，缆绳受力均匀性、船舶运动量控制较好，故选用泊位长度 390m。

4.1.6.3 码头前沿停泊水域尺度

(1) 码头前沿停泊水域设计底高程

本工程码头为开敞式码头，按《海港总体设计规范》(JTS165-2013)的相关规定计算如下：

$$D=T+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4$$

式中：D——码头前沿设计水深 (m)；

T——设计船型满载吃水 (m)；

Z₁——航行时龙骨下最小富裕水深 (m)，取 0.3m；

Z₂——波浪富裕深度 (m)；Z₂=K₁H_{4%}

Z₃——船舶配载不均匀增加的船尾吃水值 (m)，取 0.15m；

Z₄——备淤富裕深度 (m)，本阶段暂取 0.4m；

K₁——系数，顺浪取 0.3，横浪取 0.5-0.7，。

H_{4%}——码头前允许停泊的波高(m)，波列累积频率为 4%的波高，根据当地波浪和港口条件确定。

设计底高程=当地理论最低潮面-D

码头前沿设计水深及底高程计算及取值详见下表 4.1-7。

表 4.1-7 码头前沿设计水深及底高程计算表 (单位：m)

项目	计算船型	
	18.5 万 m ³ LNG 船舶	21.5 万 m ³ LNG 船舶
T	12.0	12.0
Z ₁	0.3	0.3
Z ₂	0.90	0.90
Z ₃	0.15	0.15
Z ₄	0.4	0.4
D	13.75	13.75
当地理论最低潮面	0	0
设计底高程计算值	-13.75	-13.75

项目	计算船型	
	18.5 万 m ³ LNG 船舶	21.5 万 m ³ LNG 船舶
设计底高程取值	-13.8	-13.8

根据计算，本工程码头前沿设计底高程不浅于取-13.75m，同时，考虑与现有 1 号泊位的码头前沿停泊水域底高程保持一致，本工程码头前沿设计底高程最终取-13.8m。

根据设计单位提供的资料，本工程码头前沿水域泥面高程不满足设计要求，需要采取疏浚措施。

（2）码头前沿停泊水域宽度

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），码头前沿停泊水域宽度按设计船宽的 2 倍考虑。本工程码头前沿停泊水域宽度取 18.5 万 m³ LNG 船宽（50m）×2=100m。

（3）码头前沿停泊水域长度

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS 165-2021）5.2.3 条，液化天然气码头前沿停泊水域长度不应小于码头长度，且不宜小于 1.1 倍设计船长。

本工程码头前沿停泊长度取为 390m。

4.1.6.4 回旋水域尺度

（1）回旋水域平面尺度

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-2021）5.2.2 条：海港液化天然气码头回旋水域应设在方便船舶进出港口和靠离码头的位置。回旋水域的回旋圆直径不宜小于 2.5 倍设计船长。当布置较困难且水流流速较小时，回旋圆直径不应小于 2 倍设计船长。受水流影响较大的港口，回旋水域可采用椭圆形布置，可加长沿水流方向的长度至不小于 3 倍设计船长。

本工程泊位为外海开敞式泊位，外海海域的水流以往复流为主，顺流较大，横流较小。为保障船舶回旋靠泊的安全，回旋水域布置于泊位的正前方，呈椭圆布置，椭圆长轴与码头前沿线走向一致，平行于水流方向取 3 倍船长，为 900m；垂直于水流方向取 2 倍船长，取值 600m。

（2）回旋水域设计底标高

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013）进行计算：

$$D_0 = T + Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3$$

$$D=D_0+Z_4$$

式中：T——设计船型满载吃水（m）；

Z_0 ——船舶航行时船体下沉增加的富裕水深（m），按船舶航速 4 节计算；

Z_1 ——航行时龙骨下最小富裕水深（m），取 0.5m；

Z_2 ——波浪富裕深度（m）； $Z_2=K_1H_{4\%}$ ， K_1 为系数，本项目取 0.52； $H_{4\%}$ 为 1.5m（根据实测资料，本海区波高 $H_{4\%}\leq 1.5\text{m}$ 的频率为 97.64%），船浪夹角取 90° ，则 $Z_2=0.52\times 1.5=0.78\text{m}$ ；

Z_3 ——船舶配载不均匀增加的船尾吃水值（m）；

Z_4 ——备淤富裕深度（m），本阶段暂取 0.4m；

D_0 ——航道通航水深（m）；

D——航道设计水深（m）。

通航水位：通航水位按乘潮考虑，与航道保持一致。根据《南通港吕四港区 10 万吨级进港航道维护拓宽工程施工图》，乘潮水位为 3.38m，乘潮历时为 4.5 小时，保证率为 98%。

回旋水域底高程计算及取值详见下表 4.1-8。

表 4.1-8 回旋水域设计底高程计算表（单位：m）

项目	计算船型
	18.5 万 m^3 LNG 船舶
T（m）	12.0
Z_0 （m）	0.25
Z_1 （m）	0.5
Z_2 （m）	0.78
Z_3 （m）	0.15
Z_4 （m）	0.4
D_0 （m）	13.68
D（m）	14.08
通航水位（m）	3.38
通航底高程计算值（m）	-10.7
通航底高程取值（m）	-13.8

根据以上计算，航道设计底高程计算值为-11.03m，取为-11.0m。考虑与现状港池设计底高程保持一致，取为-13.8m。

4.1.6.8 制动水域及连接水域

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-2021）5.2.1 条：海港液化天然气船舶或装置制动段宜按进港方向的直线布置。当布置有困难时，可布置在曲线上，但曲率半径不得小于 5 倍设计船长。液化天然气船舶或装置制动距离可取 4 倍~5 倍设

计船长。

本工程船舶制动段未按进港方向的直线布置，为曲线布置，曲率半径为 1500m，按照 18.5 万 m³ LNG 船舶的 5 倍设计船长取值（即 $5L=5*300m=1500m$ ）；制动距离约为 1200m，按照 18.5 万 m³ LNG 船的 4 倍设计船长取值（即 $4L=4*300m=1200m$ ）。同时，参考现有 1#泊位实际运行情况，本工程 LNG 船舶在 9 号浮标附近配置 3-4 艘拖轮，在拖轮辅助作业下完成制动并进入港池。

4.1.6.5 靠船墩

（1）靠船墩位置

靠船墩、护舷的位置及尺度需结合兼靠船型的设计尺度、工作平台卸料臂位置、船舶艏艉直线段长度差异性、码头工作平台结构形式来综合确定。因 LNG 船舶艏艉直线段长度差距较大，一般艉直线段长度远大于艏直线段长度，因此在护舷布置时，除简单按照设计船长计算外，还需要根据 LNG 船舶朝向、输油臂的位置及不同吨级船舶的艏艉直线段长度来综合确定，以确保船舶的靠泊安全性。靠船墩的尺度还与码头工作平台结构类型有关，当工作平台采用高桩式结构时，因其整体性较差，若考虑在其上设置护舷，码头作业过程中外力作用下上部结构位移较大，易导致 LNG 工艺管道满足不了应力计算要求，因此在设计过程中尽量不会考虑将护舷设置在工作平台上，而是全部布置在靠船墩上，故而靠船墩尺度增大。

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS 165-2021）5.4.6 条，墩式液化天然气码头宜设置两个靠船墩，两墩中心间距可取设计船长的 25%~45%，当停靠船型差别较大时，可设置辅助靠船墩。经计算，靠船墩间距范围见表 4.1-9。

表 4.1-9 各类船型靠船墩中心距计算表

船舶吨级 DWT	船长 L (m)	最小间距 (m)	最大间距 (m)
21.5 万 m ³ LNG 船舶	315	78.75	141.75
18.5 万 m ³ LNG 船舶	300	75.00	135.00
17.2 万 m ³ LNG 船舶	290	72.50	130.50
14.7 万 m ³ LNG 船舶	292	73.00	131.40
8 万 m ³ LNG 船舶	239	59.75	107.55
1 万 m ³ LNG 船舶	137	34.25	61.65
2 万 m ³ LNG 船舶	152	38.00	68.40
3 万 m ³ LNG 船舶	185	46.25	83.25
4 万 m ³ LNG 船舶	204	51.00	91.80

（2）靠船墩布置

本工程需兼靠船型差别大，经优化比较，共需布置 6 个（3 对）护舷来兼顾所有船型的安全靠泊。在工作平台两侧各设置一个大型靠船墩，每个靠船墩考虑布置 3 个护舷。内侧护舷中心间距 56m，可兼靠 1.0 万~4.0 万 m^3 的 LNG 船舶；中间护舷中心间距 86m，可兼靠 4~21.5 万 m^3 的 LNG 船舶；外侧护舷中心间距 116m，可兼靠 14.7 万~21.5 万 m^3 的 LNG 船舶。

靠船墩尺度均为 36m×19.5m。

4.1.6.6 系缆墩及快速脱缆钩

本项目共设置 6 个系缆墩，对称布置在工作平台两侧，外侧 2 个系缆墩中心间距 378m，中间 2 个系缆墩中心间距 281.5m，内侧 2 个系缆墩中心间距 195m。同时，靠船墩兼顾系缆墩功能。考虑 LNG 船舶靠、离泊安全，系缆墩中心均退后至距码头前沿线 44m 处。外侧及中间系缆墩均采用 1 个四钩快速脱缆钩，内侧系缆墩采用三钩快速脱缆钩，靠船墩上设置双钩快速脱缆钩。

由于工程所在水域潮差较大，对于 1.0 万~4.0 万 m^3 LNG 船舶，为避免吊缆问题，靠船墩设置二层平台，上、下层分别设 2 组 2×1500kN 快速脱缆钩。由于船型尺度较小，为增加倒缆长度，下层快速脱缆钩布置在靠船墩后方。脱缆钩设计布置形式对应的系缆方式均能够满足本项目设计船舶的安全系缆要求。

4.1.6.7 工作平台尺度

建设工作平台一座，工作平台尺度由使用要求决定，根据技术要求，工作平台尺度为 45m×25m。

4.1.6.8 联系桥尺度

2 号泊位通过引桥、联系桥、已建栈桥与后方陆域连接，引桥长 23.5m，宽 12m，联系桥总长度为 270m，宽 12m。

4.1.6.9 控制室平台、消防泵房等尺度

本工程在已建控制室平台南侧新建控制室一座，控制室轴线尺寸为 24m×18.5m，控制室平台尺度为 33.5m×24.1m。

本工程在已建控制室平台北侧新建消防泵房一座，消防泵房轴线尺寸为 26m×16m，消防泵房平台尺度为 30m×22.2m。

新建联系桥南侧设置补偿平台，平台尺度均为 22m×18m，两个平台中心距离为 105.6m。

4.1.6.10 管线工程

(1) 工艺管线

为节省 LNG 卸船时间和增大卸船能力，本工程新建卸船管线、保冷循环管线等工艺管线。管线依托现有项目已建栈桥，在原有联系桥的管墩两端预留的钢板上立柱，以形成新增管廊，管廊层高为 2.5 米（以引桥水工面为基准计算），宽度为 6.5 米。管廊上从西到东，布置电气桥架、卸船管线（DN1200）、回气管线（DN400）、保冷循环管线（DN250）、消防管线（DN150）、仪表空气管线（DN100）和仪表桥架。当管线跨越车辆通道时，管廊层高上升至 5.5 米高。

新建卸船总管尺寸为 DN1200，最大卸船能力可达 12000m³/h，将 2 号 LNG 卸船臂的能力充分利用。保冷循环管线尺寸为 DN250，保持循环温升为 5~7℃。气相管线满足最大卸船要求，可实现共用。

2 号泊位与 1 号泊位共用气相回气管线，气相回气来源来自于 BOG 压缩机和空温式气化器，管内操作压力为 0.4-0.6MPaG。

(2) 公用工程管线

由于 1 号 LNG 码头的仪表阀动力来源采用的氮气，不符合安全评价相关标准，因此栈桥需新建仪表空气总管，根据仪表阀门个数统计，新建 DN100 的管径能力满足要求。

4.1.6.11 高程设计

根据工作平台、靠船墩、系缆墩、人行桥等结构要求，码头前沿设计顶高程按照受力标准控制，根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013）进行计算：

$$E = E_0 + h$$

$$E_0 = DWL + \eta - h_0 + \Delta F$$

式中：E——码头面高程（m）；

E₀——上部结构受力计算的下缘高程（m）；

h——码头上部结构高度（m），取为 2.5m；

DWL——设计水位（m），取设计高水位；

η——水面以上波峰高度（m）；

h₀——水面以上波峰面高出上部结构底面的高度（m），当波峰面低于上部结构底面时为 0；

ΔF——富裕高度（m）。

综上，码头面顶高程计算结果如下：

表 4.1-10 码头面顶高程计算

含义	码头面高程	上部结构受力计算的下缘高程	码头上部结构高度	设计水位	水面以上波峰高度	水面以上波峰面高出上部结构底面的高度	富裕高度
符号	E	E_0	h	DWL	η	h_0	ΔF
取值	12.58~13.58	10.08~11.08	2.5	6.08	4.00	0	0~1

经计算，码头面设计顶高程取 13.6m。

同时，为防止吨级较小的 LNG 船舶系缆时出现吊缆的情况，系缆墩及靠船墩的顶面高程取 11.0m；靠船墩设二层平台，二层平台顶面高程取 8.0m。

由于人行桥及引桥等桥面结构不能受力，且便于与码头平台衔接，人行桥的桥面高程取 13.6m；为了与一期工程做好衔接，控制室平台、泵房平台、补偿平台、联系桥及引桥的桥面高程均取 14.0m。

4.1.7 航道、锚地

4.1.7.1 航道

(1) 航道宽度

按照《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)，单线航道通航宽度按下式计算：

$$W=A+2c$$

$$A=n(L\sin\gamma+B)$$

式中：W——航道通航宽度 (m)；

A——航迹带宽度 (m)；

C——船舶与航道底边的富裕宽度 (m)；

n——船舶漂移倍数，工程区域总体以往复流为主，航道区域最大横流流速在 0.25m/s~0.50m/s，对应 $\gamma=7^\circ$ ，n 取 1.69；；

L——设计船长 (m)；

γ ——风、流压偏角 ($^\circ$)；

B——设计船宽 (m)。

计算结果详见下表。

表 4.1-11 航道通航宽度计算表

船型	B (m)	L (m)	n	γ ($^\circ$)	A (m)	c (m)	W (m)
18.5 万 m^3 LNG 船舶	50	300	1.69	7	146.29	75	296.29

注：n、 γ 采用《海港总体设计规范》(JTS165-2013) 表 6.4.2-1 中的数值。

根据以上计算结果，为满足 18.5 万 m^3 LNG 船舶通航需求，航道通航宽度

取为 296m，约为设计船宽的 6 倍。根据《南通港吕四港区 10 万吨级进港航道维护拓宽工程施工图》可知，南通港吕四港区 10 万吨级进港航道 A'B 段（自吕四港 4 号安全水域标~B 点）和 BC1 段航道宽度为 296m，满足 18.5 万 m³ LNG 船乘潮单向通航要求。

（2）航道设计底高程

根据《海港总体设计规范》（JTS165-2013），航道水深按下式进行计算：

$$D_0 = T + Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3$$

$$D = D_0 + Z_4$$

式中：T——设计船型满载吃水（m）；

Z_0 ——船舶航行时船体下沉增加的富裕水深（m）；

Z_1 ——航行时龙骨下最小富裕水深（m）；

Z_2 ——波浪富裕深度（m）；

Z_3 ——船舶装载纵倾富裕深度（m）；

Z_4 ——备淤深度（m），本工程所在港口属于有淤积的港口，备淤深度不宜小于 0.4m，本次设计取 0.4m；

D_0 ——航道通航水深（m）；

D——航道设计水深（m）。

考虑工程区域的海底地形复杂且稳定性较差，水下坡度较缓，航道长度较长，且到港船型密度不大，为减小工程的疏浚量、降低工程投资、减小工程投产后的维护难度，本工程考虑采用乘潮通航。本工程通航船舶进出港自南通港吕四港区 10 万吨级进港航道行驶至本工程港池水域靠泊结束，根据《南通港吕四港区 10 万吨级进港航道维护拓宽工程施工图》，乘潮历时 4.5 小时、保证率为 98%，乘潮水位为 3.38m。

综上，航道水深及底高程计算及取值详见下表 4.1-12。

表 4.1-12 航道设计底高程计算表（单位：m）

船型	T	Z_0	Z_1	Z_2	Z_3	D_0	Z_4	D	乘潮水位	设计底高程
18.5 万 m ³ LNG 船舶	12.0	0.58	0.5	0.78	0.15	14.01	0.4	14.41	3.38	-11.03

根据以上计算，航道设计底高程计算值为-11.03m，取为-11.0m。根据《南通港吕四港区 10 万吨级进港航道维护拓宽工程施工图》可知，南通港吕四港区

10 万吨级进港航道 A'B 段（自吕四港 4 号安全水域标~B 点）和 BC1 段航道设计底高程为-11.0m，满足 18.5 万 m³ LNG 船乘潮单向通航要求。

4.1.7.2 锚地

根据《液化天然气码头设计规范》（JTS165-5-2021）5.7.1 条规定，海港液化天然气码头应设置应急锚地。应急锚地可与油气化学品运输船船舶共用，且与非危险品船舶锚地的安全净距不应小于 1000m。

根据《海港锚地设计规范》（JTS/T177-2021）6.5.2 条规定，锚地设计水深可按下式计算：

$$D=c \times T+Z$$

式中：D—锚地设计水深（m）；

c—锚地水深系数。参考附录 A，对于 18.5 万 m³ LNG 船舶，波浪平均周期 6s，有效波高 3m，c 取为 1.20；

T—船舶满载吃水（m）；

Z—备淤富裕深度（m），对于天然水深满足使用要求且不淤的锚地，可不计备淤富裕深度。

对 18.5 万 m³ LNG 船舶：D=1.20×T+Z=1.20×12.0+0.4=14.8m。

设计水位取理论最低潮面，为 0m；则，应急锚地水深为 14.8m，锚地设计底高程取-14.8m。

当风力 > 7 级时，对 18.5 万 m³ LNG 船舶单船锚位半径：
R=L+10h+55=300+10×14.8+55=503m，取 510m。

综上，本工程所需锚地半径为 510m，锚地设计水深取为 14.8m，单船所需锚位面积为 0.82km²。

4.1.8 总平面布置及周边概况

4.1.8.1 总平面布置方案

本工程拟新建 1 个 18.5 万 m³ LNG 泊位（码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m³ LNG 船舶进行设计），近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m³ LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m³ LNG 船舶装船。本工程泊位设计年通过能力 404 万 t（其中卸船 383.2 万 t，装船 20.8 万 t）。

本工程位于通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，所在海域的天然水深约为 -10.0m。工程位于小庙洪水道上，水流、波浪、泥沙等自然条件复杂。本工程总平面

布置应充分考虑工程区域的自然条件和现状情况，为此，本次设计给出两个方案进行比选。

1、总平面布置方案一

(1) 码头轴线

工程位于通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位的东侧，所在海域的天然水深为-10.0m。考虑工程所在区域的风、波浪、潮流、海底地形及地质等自然条件，并结合已建 1 号泊位的码头及引桥现状，本工程码头前沿线走向与已建 1 号泊位走向一致，为 126° - 306° 。

(2) 码头平面布置

本工程 LNG 泊位（即 2 号泊位）位于联系桥外海侧、广汇能源已建 1 号泊位东侧，呈蝶形布置，码头长度为 390m。码头由工作平台、2 个靠船墩、6 个系缆墩组成。工作平台尺度为 $45\text{m}\times 25\text{m}$ ，平台顶高程为 13.6m，工作平台上布置装卸设备、登船梯等。靠船墩对称布置于工作平台两侧，每个靠船墩上布置 3 组护舷，内侧护舷中心距为 56m，中间护舷中心间距为 86m，外侧护舷中心距为 116m，靠船墩顶高程为 11.0m。工作平台两侧分别布置 3 个系缆墩，系缆墩靠近联系桥布置，顶高程为 11.0m。工作平台、靠船墩、系缆墩之间通过人行桥连接，人行桥顶高程为 13.6m。

本工程 LNG 泊位（即 2 号泊位）通过引桥、联系桥、已建栈桥与后方陆域连接，引桥长 23.5m，宽 12m，顶高程 13.6~14.0m，引桥上布置工艺管线及检修车道。联系桥总长度为 270m，宽 12m，顶高程 14.0m。已建栈桥长 3890m，宽 12m，顶高程 14.0m。已建栈桥上布置管廊及车道，陆侧端部与接收站相接。新建联系桥北侧布置补偿平台，补偿平台尺度为 $22\text{m}\times 18\text{m}$ ，间距为 105.6m；已建控制室平台南侧、北侧分别布置新建控制平台和消防泵房平台，新建控制室平台尺度为 $33.5\text{m}\times 24.1\text{m}$ ，新建消防泵房平台尺度为 $30\text{m}\times 22.2\text{m}$ 。

本工程 LNG 泊位（即 2 号泊位）停泊水域与已建 1 号泊位停泊水域衔接，两个泊位停泊水域总长度为 802.5m，停泊水域宽度为 100m，底高程为-13.8m。回旋水域在 1 号泊位的基础上向东外扩 156m（面积增加 14 公顷），外扩后可与 1 号泊位共用，回旋水域呈椭圆形布置，位于泊位的正前方，椭圆长轴与码头前沿线平行，长 900m，短轴长 600m，底高程为-13.8m。

2、总平面布置方案二

(1) 码头轴线

本方案中码头前沿线走向与已建 1 号泊位走向一致，为 126°-306°。

(2) 2 号泊位平面布置

本方案与方案一的区别主要在于 2 号泊位布置于 1 号泊位西侧，呈蝶形布置，码头长度为 390m，码头上部设施布置与方案一相同。

2 号泊位通过引桥、联系桥、已建引桥与后方陆域连接，引桥长 23.6m，宽 12m，顶高程 13.6~14.0m，引桥上布置工艺管线及检修车道。沿 1 号泊位已建联系桥向西侧续建 394m 接至 2 号泊位的引桥，联系桥宽 12m，顶高程 13.6m。已建引桥长 3890m，宽 12m，顶高程 13.6m。已建引桥上布置管廊及车道，陆侧端部与接收站相接。

2 号泊位停泊水域与已建 1 号泊位停泊水域衔接，本次新建停泊水域长度为 412m，停泊水域宽度为 100m，底高程为-13.8m。回旋水域与 1 号泊位共用，位于 2 号泊位的东北侧，回旋水域呈椭圆形布置，椭圆长轴与码头前沿线平行，长 900m，短轴长 600m，底高程为-13.8m。

3、方案比选

两个方案的主要技术指标及工程量如下：

表 4.1-13 主要技术指标及工程量一览表

序号	项目	单位	方案一	方案二	备注
1	泊位数量	个	1	1	/
2	泊位等级	万 m ³	18.5	18.5	近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m ³ LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m ³ LNG 船舶装船，水工结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m ³ LNG 船舶进行设计
3	岸线长度	m	390	390	/
4	引桥长度	m	23.6	23.6	宽 12m
5	联系桥长度	m	270	394	宽 12m
6	海域使用，其中：	/	/	/	/
	(1) 建设填海造地用海	万 m ²	/	/	/
	(2) 非透水构筑物	万 m ²	/	/	/
	(3) 透水构筑物	万 m ²	2.98	3.07	
	(4) 港池、蓄水等用海	万 m ²	14.65	24.11	
	(5) 专用航道、锚地等用	万 m ²	/	/	/
7	疏浚工程量	万 m ³	204.75 (96.35)	408.79	淤泥；括号内为新增港池面积对应疏浚量

总平面方案一：新建码头位于已建泊位的东侧，与已建泊位共用港池、航道，

回旋水域位于码头正前方，可充分利用已建港池，船舶靠离泊较为便利，且港池水域较为开阔，船舶回旋靠泊时，对航道的影响较小，同时本方案整体工程投资较低。

总平面方案二：新建码头位于已建泊位的西侧，与已建泊位共用港池、航道，回旋水域位于码头正前方，船舶靠离泊较为不便，且港池水域偏狭窄，船舶回旋靠泊时，对航道的影响较大，同时本方案整体工程投资较高。

综上，从环境敏感程度、环境制约因素，同时考虑区域统筹安排、节省工程投资的角度，**本阶段暂推荐总平面布置方案一。**

总平面布置方案一的平面布置见图 4.1-1。

4.1.8.2 项目周边概况

本工程位于通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，工程西侧为广汇能源已建 1 号 LNG 泊位及引桥，引桥中部已建工作船码头，工程北侧为南通港吕四港 10 万吨级进港航道。项目周围 500 米范围内不存在居民区、学校、医院等环境敏感目标。

4.1.9 水工建筑物结构

本工程拟建 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位（水工结构按照 21.5 万 m^3 设计），并兼顾 1.0 万~4.0 万 m^3 的 LNG 船舶装船，主要水工建筑物包括：工作平台、靠船墩、系缆墩、控制楼平台、海水泵房平台、联系桥、人行桥、补偿平台等。本工程 LNG 码头安全等级为一级。

本工程水工建筑物主要尺度见表 4.1-14。

表 4.1-14 水工建筑物主尺度表

建筑物名称	尺度 (m)	顶高程 (m)	前沿底高程 (m)	数量	备注
工作平台	45.0×25.0 (长×宽)	13.6	-13.8	1	高桩墩式结构或梁板式结构
靠船墩	36×19.5 (长×宽)	11.0	-13.8	2	高桩墩式结构
系缆墩	12.0×12.0 (长×宽)	11.0	-9.0	6	高桩墩式结构
控制楼平台	33.5×24.1 (长×宽)	14.0	-10.0	1	高桩墩式结构
消防泵房平台	30.0×22.2 (长×宽)	14.0	-10.0	1	高桩墩式结构
已建引桥	3886.7×12.0 (长×宽)	14.0	/	1	结构复核
新建联系桥 1	270×12.0 (长×宽)	14.0	/	1	连接联系桥2和已建联系桥
新建联系桥 2	23.5×12.0 (长×宽)	13.6~14.0	/	1	连接工作平台和联系桥2
人行桥 1	46×3.1 (长×宽)	13.8	/	1	/
人行桥 2	46×3.1 (长×宽)	13.8	/	1	/

人行桥 3	46×3.1 (长×宽)	13.8	/	1	/
人行桥 4	46×3.1 (长×宽)	13.8	/	1	/
补偿平台	22.0×18.0 (长×宽)	14.0	-9.0	2	高桩墩式结构

4.1.9.1 设计荷载

根据《港口工程荷载规范》(JTS144-1-2010),作用在固定式系船、靠船结构上的船舶荷载应包括由风和水流产生的系缆力、挤靠力;船舶靠岸时产生的撞击力;系泊船舶在波浪作用下产生的撞击力。当风速 $v \geq 24.9\text{m/s}$ (9 级风)或波高 $H_{4\%} \geq 2.00\text{m}$,船舶必须离开码头。

本项目水工建筑物结构计算的控制船型为 21.5 万 m^3 LNG 船舶。

1、系缆力

按设计代表船型在风荷载和水流力共同作用下计算系缆力。超过九级风时,船舶须离开码头到锚地停泊。根据《港口工程荷载规范》(JTS144-1-2010),船舶系缆力可按下列公式计算:

$$N = \frac{K}{n} \left[\frac{\sum F_x}{\sin \alpha \cos \beta} + \frac{\sum F_y}{\cos \alpha \cos \beta} \right]$$

式中: N —系缆力标准值 (kN);

$\sum F_x$, $\sum F_y$ —分别为可能同时出现的风和水流对船舶作用产生的横向分力总和及纵向分力总和 (kN);

K —系船柱受力分布不均匀系数,当实际受力的系船柱数目 $n=2$ 时, K 取 1.2; $n>2$ 时, K 取 1.3;

n —计算船舶同时受力的系船柱数目, n 取 8;

α —系船缆的水平投影与码头前沿线所成的夹角 ($^\circ$), α 取 30° ;

β —系船缆的水平面之间的夹角 ($^\circ$),对于海船码头, β 取 30° ;

通过计算,对于 21.5 万 m^3 LNG 船舶,在 24.4m/s 风速作用下,每个系船柱所受系缆力为 $N=1356\text{kN}$ 。

本工程单个卸船泊位设置 6 个系缆墩、2 个靠船墩,考虑到在风、浪、流共同作用下船舶系泊的复杂性及兼顾船型多的特点,后期需结合船舶系泊物理模型试验结论,确定系缆设施。目前考虑,每个系缆墩设 1 套 1500kN 四钩/三钩快速脱缆钩;每个靠船墩上、下层各设 2 套 1500kN 双钩快速脱缆钩。

2、撞击力

(1) 船舶撞击力

通常橡胶护舷的型号和等级应与船舶靠岸时产生的撞击力和系泊船舶在波浪作用下产生的撞击力相适应。按照《港口工程荷载规范》(JTS144-1-2010)计算船舶靠岸时的有效撞击能量:

$$E_0 = \frac{\rho}{2} M V_n^2$$

式中: E_0 —船舶靠岸时的有效撞击能量 (kJ);

ρ —有效动能系数;

M —船舶质量 (t), 按设计船型满载排水量计算;

V_n —船舶靠岸法向速度 (m/s)。

船舶撞击力计算结果详见下表 4.1-15。

表 4.1-15 船舶撞击力计算结果表

船型	ρ 有效动能系数	M 船舶质量 (t)	V_n 船舶靠岸法向速度 (m/s)	撞击能量 (kJ)
21.5 万 m^3 LNG 船舶	0.75	50000	0.15	1710

经计算, 对于 21.5 万 m^3 LNG 船舶, 船舶靠岸时的有效撞击能量 $E_0=1710\text{kJ}$ 。

(2) 波浪作用下的船舶撞击力

经计算, 在横浪作用下, 对于 21.5 万 m^3 LNG 船舶, 系泊船舶有效撞击能量为 1919kJ。

3、挤靠力

按照《港口工程荷载规范》(JTS144-1-2010), 当橡胶护舷间断布置时, 挤靠力标准值可按下式计算:

$$F_j' = \frac{K_j'}{n} \sum F_x$$

式中: F_j' —橡胶护舷间断布置时, 作用于一组或一个橡胶护舷上的挤靠力标准值 (kN);

K_j' —挤靠力分布不均匀系数, 取 1.3;

$\sum F_x$ —可能同时出现的风和水流对船舶作用产生的横向分力总和 (kN);

n —与船舶接触的橡胶护舷的组数或个数, 本项目设 6 组护舷;

经计算, 对于 21.5 万 m^3 LNG 船舶, 作用在一组护舷上的挤靠力标准值 F_j'

=841kN。

综上，本工程选用 H2000 鼓型橡胶护舷（两鼓一板标准反力型，单个护舷设计吸能量 3128kJ，设计反力 3562kN）。

4.1.9.2 结构方案

1、LNG 码头结构方案

本工程码头结构由 1 座工作平台、2 座靠船墩、6 座系缆墩、人行桥、联系桥和补偿平台组成。

根据地质条件，从结构形式对地基的适用性而言，本工程适宜采用桩基方案。由于墩台受撞击力、系缆力以及波浪力等较大水平力的作用，桩基斜率较大，且本工程位于开敞式海域，施工条件较差，根据相邻工程施工情况，钢管桩具有沉桩速度快、抗锤击能力强、抗弯性能好，本阶段桩基暂考虑钢管桩。码头工作平台上工艺设备预埋件较多，上部结构考虑采用现浇钢筋混凝土承台和梁板结构比选。靠船墩和系缆墩采用现浇混凝土墩台结构。

（1）工作平台

工作平台作为 LNG 码头的主要作业场地，平台上布置卸料臂、二层操作平台和登船梯等设备。工作平台长 45.0m，宽 25.0m，采用高桩墩式结构与高桩梁板式结构方案进行结构比选，两个方案如下：

方案一：高桩墩式结构方案

高桩墩式结构方案的平台主尺度为 45.0m×25.0m×3.0m（长×宽×高），顶高程 13.6m，底高程 10.6m。

平台基础采用 37 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩：其中平台主体基础共 35 根桩，最前排桩基斜率 10:1，其余桩基斜率 4:1；集液池下基础共 2 根直桩。平台上部采用现浇钢筋混凝土结构，顶部设 0.10m 现浇磨耗层。

平台西侧设集液池，与平台连接成整体。集液池平面尺度 6.0m×6.0m。平台前沿独立设置 2 个靠船桩，相距 34.5m。靠船桩顶高程 8.0m，采用 $\Phi 2000\text{mm}$ 钢管桩直桩，通长灌注混凝土。靠船桩顶部设置 1 组 H1600 鼓型橡胶护舷（一鼓一板），通过带肋钢板与钢管桩连接。

方案二：高桩梁板式结构方案

高桩梁板式结构方案的平台主尺度为 45.0m×25.0m×3.0m（长×宽×高），顶高程 13.6m，底高程 8.9m。

平台基础采用 51 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩，平台排架间距 7m，共布置 7 榀横向排架，每榀排架布置有 7 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩，最前排桩为直桩，后 6 排桩基斜率 4:1。集液池下基础共 2 根直桩。平台上部采用现浇横梁，预制安装纵梁、装卸臂梁、前后边梁，梁上设钢筋混凝土叠合板。

横梁为倒 T 型结构，长 25m，高 4.11m，底宽 2.4m，顶宽 1.4m；横梁上部布置预制纵梁、装卸臂梁和边梁。纵梁尺寸 $1.0\text{m}\times 1.6\text{m}$ ，装卸臂梁尺寸 $2.0\text{m}\times 1.6\text{m}$ ，前边梁尺寸 $0.6\text{m}\times 1.2\text{m}$ ，后边梁尺寸 $0.8\text{m}\times 1.6\text{m}$ 。叠合板预制部分厚度 0.3m，现浇部分厚 0.15m，板顶设厚度 0.10m 现浇磨耗层。

平台西侧设集液池，平面尺度与“高桩墩式结构方案”相同。集液池采用墩式结构，与现浇横梁一起浇筑；前沿设置 2 个靠船桩，具体形式与“高桩墩式结构方案”相同。

经综合经济、技术比较，高桩墩式方案虽然混凝土用量稍多，但在施工工序、耐久性和本项目环境适用性等方面更有优势，因此本阶段码头工作平台推荐采用高桩墩式结构方案。

（2）靠船墩

靠船墩为高桩墩式结构，墩台顶高程 8.0m，底高程 5.0m，主尺度为 $36.0\text{m}\times 19.5\text{m}\times 3.0\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高）。靠船墩前沿厚度增加至 4.5m，加厚范围 6.0m。靠船墩前沿底部布预制靠船构件，靠船构件底标高 1.90m。

靠船墩主体基础采用 35 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩，其中靠船墩前沿加厚部分下方布置 14 根桩（靠近前沿 7 根桩基斜率为 25:1，后 7 根桩斜率为 4:1），其余 21 根桩基斜率为 4:1。

靠船墩上层设系缆平台，顶高程 11.0m，底高程 10.2m，系缆平台主尺度 $30\text{m}\times 12\text{m}\times 0.8\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 高）。系缆平台下布置 16 根立柱（直径 1.2m，高 2.2m）和 2 根快速脱缆钩基础（边长 2m，高 2.2m），并设置 2 个楼梯用于操作人员通行。

每个靠船墩前沿设置 3 组 H2000 鼓型橡胶护舷（两鼓一板），护舷间距 15m；靠船墩上层平台设 2 组 $2\times 1500\text{kN}$ 快速脱缆钩、下层设 2 组 $2\times 1500\text{kN}$ 快速脱缆钩。下层系缆平台前安装 2 个导缆器。

本工程共设置 2 个靠船墩，与工作平台通过混凝土渡板连接。渡板高程 13.6m。

（3）系缆墩

系船墩为高桩墩式结构，墩台顶高程 11.0m，底高程 8.0m，主尺度为 12.0m×12.0m×3.0m(长×宽×高)。基础采用 12 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩，桩基斜率为 4:1。系缆墩顶部安装一组 3×1500kN 的快速脱缆钩。

本工程共设置 6 个系缆墩。系缆墩与靠船墩之间、东侧 3 个系缆墩之间通过人行桥连接；西侧 3 个系缆墩紧邻后方联系桥，直接通过台阶过渡。

(4) 人行桥

靠船墩与系缆墩、部分系缆墩之间、靠船墩与工作平台之间采用钢板梁桥人行桥连接，供工作人员带缆使用，钢主梁跨中高度 1.16m，主梁中心距 2.0m。

对于总平面方案一，共有 4 座人行桥。人行桥 1 和人行桥 2 采用钢板梁结构，桥长 46m，全宽 3.1m；钢主梁跨中高度 1.8m，端部高度 1.5m；主梁中心 2.5m。人行桥 3 和人行桥 4 采用钢板梁结构，桥长 36m，全宽 3.0m；钢主梁跨中高度 1.5m，端部高度 1.2m；主梁中心 2.5m。

对于总平面方案二，共有 5 座人行桥。人行桥 1 和人行桥 5 采用钢板梁结构，桥长 40m，全宽 3.1m；钢主梁跨中高度 1.8m，端部高度 1.5m；主梁中心 2.5m。人行桥 2 和人行桥 3 采用钢板梁结构，桥长 46m，全宽 3.1m；钢主梁跨中高度 1.8m，端部高度 1.5m；主梁中心 2.5m。人行桥 4 采用钢板梁结构，桥长 36m，全宽 3.0m；钢主梁跨中高度 1.5m，端部高度 1.2m；主梁中心 2.5m。

(5) 联系桥

广汇能源已建 1 号 LNG 泊位码头通过联系桥和引桥与陆域连接，引桥长 3886.7m，引桥宽 12m。接岸段桥面顶标高由 14.0m 以 3.73%坡度过渡至 11.53m 与后方大堤堤顶道路相接。补偿器墩的间距为 200m，外伸的平面尺度要求 10m×18m，在补偿器之间布置 1 个固定墩和 4 个标准墩，共布置 20 个补偿器墩，20 个固定墩和 79 个标准墩。

补偿器墩长 18m，宽 22m，基桩根据水深的不同分别采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 的钢管桩， $\Phi 1200\text{mm}$ 的 PHC 桩及 $\Phi 1000\text{mm}$ 的 PHC 桩钢管桩的斜度为 4:1，PHC 桩的斜度为 4.5:1，上部结构采用现浇钢筋混凝土承台结构。

固定墩长 6m，宽 12m，基桩根据水深的不同分别采用 $\Phi 1000\text{mm}$ 的钢管桩， $\Phi 1200\text{mm}$ 的 PHC 桩及 $\Phi 1000\text{mm}$ 的 PHC 桩及 $\Phi 1200\text{mm}$ 灌注桩。钢管桩的斜度为 4:1，PHC 桩的斜度为 4.5:1。上部结构采用现浇钢筋混凝土承台结构。

标准墩长 4m(接岸处 4.5m), 宽 12m, 基桩根据水深的不同分别采用 $\Phi 1000\text{mm}$ 的钢管桩, $\Phi 1000\text{mm}$ 及 $\Phi 800\text{mm}$ 的 PHC 桩和 $\Phi 1200\text{mm}$ 的灌注桩, 钢管桩的斜度为 4:1, PHC 桩的斜度为 4.5:1。上部结构采用现浇钢筋混凝土承台结构。

已建引桥上部结构除岸侧 3 跨和靠联系桥的 4 跨为跨度约 21~22m 的先张预应力空心板外, 其余均为 3×30m 先简支后连续小箱梁结构。

本工程利用已建联系桥为引桥南侧部分约 60.2m, 桥面高程 14m, 桥宽 12m, 上部为 2 跨 22m 的先张预应力空心板结构, 板高 1.1m。下部为 $\Phi 1000\text{mm}$ 或 $\Phi 1200\text{mm}$ 的钢管桩的桩基承台墩。

新建 2 号 LNG 泊位码头通过新建联系桥 1 和新建联系桥 2 与已建#1 泊位联系桥连接。联系桥 1 顶面标高为 14.0m, 采用后张预应力空心板, 空心板标准长度为 20.4m, 梁高为 1.1m。新建联系桥横向共 11 片空心板, 其中中板 9 片, 边板 2 片。空心板通过现浇铰缝和面层连接成整体。新建联系桥 1 一共 10 跨, 共 2 个补偿墩平台, 2 个固定墩和 5 个标准墩。新建联系桥 2 为 1 跨空心板结构, 海测搭接在工作船平台上, 另一侧搭接在过渡平台上。高程从 14.0m 过渡到 13.6m。新建联系桥桥墩为高桩墩式现浇钢筋混凝土承台结构, 墩台下部厚 1.7m, 上部厚 1.25m, 基础采用 $\Phi 1.0\text{m}$ 的钢管桩。单个墩台下设置 6 根斜度为 5:1 的钢管桩。新建联系桥 1 和联系桥 2 通过转弯过渡现浇平台相连, 平台尺寸 17m×17m, 墩台下设置 6 根斜度为 5:1 的钢管桩。

联系桥二层管廊布置方案:

在原有联系桥的管墩两端预留的钢板上立柱, 以形成新增管廊, 管廊层高为 2.5 米(以引桥水工面为基准计算), 宽度为 6.5 米。管廊上从东到西, 布置了电气桥架、卸船管线(DN1200)、回气管线(DN400)、保冷循环管线(DN250)、仪表空气管线(DN100)和仪表桥架。当管线跨越车辆通道时, 管廊层高上升至 5.5 米高。

(6) 补偿平台

补偿平台为高桩墩式结构, 墩台顶高程 14.0m, 底高程 11.0 m, 主尺度为 22.0m×18.0m×3.0m(长×宽×高)。基础采用 12 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩: 外侧桩基斜率为 4:1, 共 10 根; 其余为直桩, 共 2 根。

本工程设置 2 个补偿平台, 每个补偿平台北侧预留 2 个凹槽供相邻联系桥搭接。联系桥宽 12.0m, 高 1.8m, 搭接长度 1.0m。

(7) 控制楼平台

控制楼平台为高桩墩式结构，墩台顶高程 14.0m，底高程 11.5m，主尺度为 24.1m×33.5m×2.5m（长×宽×高）。基础采用 35 根 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩：前后两排桩基斜率为 4:1，共 10 根；其余为直桩，共 25 根。

本工程控制楼平台与一期引桥和已建控制楼平台紧邻。

(8) 消防泵房平台

消防泵房平台为高桩墩式结构，墩台顶高程 14.0m，底高程 11.5m，主尺度为 30.0m×22.2m×2.5m（长×宽×高）。基础采用 24 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩：前后两排桩基斜率为 4:1，共 12 根；其余为直桩，共 12 根。

消防泵房平台设 4 个海水取水管钢套筒。钢套筒直径 1000mm，自平台顶伸直 -0.28m 标高处。钢套筒与平台的钢管桩基础通过槽钢连接。

本工程消防泵房平台与一期引桥紧邻。

4.1.10 公辅工程

4.1.10.1 供电工程

广汇能源启东液化天然气分销转运站厂区内现有 110kV 总降压站一座。2 号泊位工程 10kV 供电电源引自分销转运站厂区内现有 110kV 总降压站，满足本工程用电设备要求。

本次在已有 1 号泊位控制室旁边新建一座控制室，控制室为一层建筑物，在控制室内设低压配电室（含干式变压器）。其两路 10kV 进线电源引自分销转运站厂区内现有 110kV 总降压站 10kV 不同母线段，低压配电室 0.4kV 系统接线为单母线分段形式，正常时两段母线分列运行，当任一电源供电回路失电，备自投动作，母联自动投入，每一电源供电回路均能带全部负荷。在 0.4kV 侧设电容补偿装置，使功率因数达到 0.92 以上。低压配电室分别向码头、消防水泵房等装置的低压用电设备供电。消防水泵房的高压用电设备电源直接引自分销转运站厂区内现有 110kV 总降压站 10kV 不同母线段。

新建控制室内设置 UPS 供仪表、电信控制系统；设置集中电源供消防应急照明与疏散指示系统；备用照明的电源引自 EPS。

4.1.10.2 照明工程

照明种类可分为正常照明和应急照明。正常照明的供电与电力负荷共用变压器，应急照明灯具电源引自控制室 EPS，并采用能瞬时可靠点燃的光源灯。装置区照明

灯具一般由照明配电箱集中控制。

消防应急照明设计应满足 GB51309《消防应急照明和疏散指示系统》的要求，本项目采用集中电源集中控制型系统，消防应急照明集中控制器的蓄电池电源最少使控制器继续工作时间不低于 180min，消防应急照明集中电源的蓄电池电源最少持续供电时间不低于 30min。消防应急照明配电电压为 DC36V。

备用照明的设计应满足 GB50016《建筑设计防火规范》的要求：消防水泵房、配电室应设备用照明，其作业面的最低照度不应低于正常照明的照度。备用照明最少持续供电时间不低于 180min。

4.1.10.3 消防工程

1、消防给水

根据《液化天然气接收站工程设计规范》(GB 51156-2015)、《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2021)及《油气化工码头设计防火规范》(JTS158-2019)的相关规定，本工程消防用水量应按消防水炮用水流量、水幕系统用水流量、水喷雾系统用水流量、泡沫混合液用水流量、水枪用水流量之和确定。经计算，本工程最大消防用水强度为 2052m³/h，火灾延续时间以 6h 考虑。

本工程新建一套稳高压消防给水系统，采用海水消防，淡水稳压，消防水量充足。新建码头消防泵房，拟配置如下：

海水长轴消防电泵：2 用，单台流量 1026 m³/h，扬程 160m；

海水长轴消防柴油泵：2 备，单台流量 1026 m³/h，扬程 160m；

消防稳压泵：2 台（1 用 1 备），单台流量 18 m³/h，扬程 100m。

2、室外消火栓

本工程在码头引桥、工作平台和操作平台等处设置室外消火栓，并在室外消火栓处就近放置消火栓箱（内含 1 条消防水带、1 个直流喷雾水枪）。室外消火栓布置间距不大于 60m。

3、码头消防水炮

本工程在码头靠船墩设置 2 台高架遥控消防水炮（炮塔自带水幕保护），每台高架遥控消防水炮流量 180L/s，射程不小于 105 米，工作时间为 6 小时。

在干粉炮塔上各设一台遥控消防水炮。消防水炮流量 60L/s，射程不小于 75 米，工作时间为 6 小时。

遥控消防炮为防爆型，可通过码头控制室遥控操作，并能无线遥控控制和手动

操作。

4、水喷雾系统

在码头工作平台范围内的疏散逃生通道及消防炮覆盖不到的平台下工艺设备处设置暴露防护自动水喷雾系统，其喷水强度不小于 $10.2\text{L}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ ，工作时间小于 30min。疏散通道的喷头采用水雾型喷头。

水喷雾系统具备自动控制，控制室远程遥控和就地控制的功能。当探测器探测到火灾信号后，传输信号至火灾报警控制盘，通过火灾报警控制盘的联锁控制信号启动雨淋阀，从而开启水喷雾系统。

5、水幕系统

在码头装卸设备前沿和登船梯前侧工作区域处设置水幕系统，该系统由管道、雨淋阀组、过滤器和水幕喷头等组成，具备自动控制、控制室手动远程控制、手动应急现场操作三种控制方式。设计喷淋强度 $2.0\text{L}/\text{s}\cdot\text{m}$ ，工作时间不小于 1 h。

码头远控消防水炮的炮塔上自带水幕系统，对炮塔进行冷却保护，去炮塔的冷却水幕系统的阀门保持常开状态，一旦消防水炮阀门开启，同时开启水幕系统，对炮塔进行冷却保护。

6、高倍泡沫消防系统

码头集液池处设置高倍数泡沫灭火系统。高倍数泡沫灭火系统的设置目的是控制泄漏到 LNG 收集池内的液化天然气的挥发。设计泡沫混合液供给强度为 $7.2\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ ，泡沫混合液供给时间不小于 40min。泡沫原液选用 3% 的高倍数泡沫原液。选用发泡倍数约为 500 倍的高倍数泡沫发生器。

高倍数泡沫灭火系统采用自动控制方式。每个 LNG 集液池设置至少 3 个低温探测器，当有 2 个低温探测器探测到有 LNG 泄漏到集液池后，由火灾报警控制盘联锁控制启动泡沫发生器给水阀，从而启动高倍数泡沫灭火系统，向集液池内喷射泡沫混合液。

高倍数泡沫灭火系统主要由泡沫原液储罐、泡沫比例混合器、阀门、泡沫混合液管道、高倍数泡沫发生器、导泡筒及其它附件等部件组成。

7、码头干粉灭火系统

码头区域设置 2 套干粉灭火系统，分别布置在码头装卸臂的两侧平台上。每套干粉灭火系统由一个干粉罐、氮气钢瓶组、一个远程控制干粉炮、两个干粉软管卷盘、管网及相应的控制阀门和仪表组成。

干粉灭火剂采用高聚磷酸铵，干粉供给强度为 3.6Kg/m^2 。干粉炮射程覆盖码头工作平台装卸区范围。干粉炮工作压力 1.5MPa ，喷射率 50Kg/s ，干粉喷射时间要求不小于 60s 。

系统由干粉罐、氮气瓶组、启动设施、干粉管道及附件、干粉炮等组成。可由操作平台处火灾探测系统自动启动，并具备控制室远程启动和就地应急（手动）启动功能。系统中的压力开关及火焰探测系统的报警信号均始终由火灾报警控制盘监控。

8、气体灭火系统

在码头控制室内设置七氟丙烷气体灭火系统。采用 3 套柜式七氟丙烷系统，保护 3 个防护区域，分别是机柜室、UPS 电池室和配电室，每个区域各布置 1 套。

本系统按全淹没灭火方式设计，灭火设计浓度 8% ，设计喷放时间不大于 8s ，灭火浸渍时间 5min ，3 个防护区域不同时动作。

系统设有自动控制和手动控制两种启动方式。

9、灭火器设置

为扑救初期火灾及局部火灾，在具有火灾爆炸危险的场所设置一定数量的移动式灭火器材——干粉灭火器和二氧化碳灭火器。在码头操作平台等处配置 MF/ABC8 型手提式干粉灭火器和 MFT/ABC50 型推车式干粉灭火器。在控制室内配置 MF/ABC8 型手提式干粉灭火器和 MT7 型手提式二氧化碳灭火器。

10、消防船或消拖两用船

本项目码头消防冷却水由消防船和码头消防炮共同提供。本项目水域消防依托为消拖两用船，每艘船设消防炮不少于两门，每门消防炮流量不小于 100L/s ，最小射程 90m 。

液化天然气船舶装卸作业时，保证至少有 1 艘消拖两用船在旁进行实时全程监护。液化天然气船舶装卸作业时，应有一艘警戒船在附近水面值守，防止无关船舶靠近、穿越码头水域，警戒船依托当地海事部门的警戒船。

11、国际通岸接头

根据《液化天然气码头设计规范》规定，码头供水管上应设置用于向船舶供给消防水的国际通岸接头，接头规格与现行国家标准《船用消防接头》（GB/T2031）中的国际通岸接头规格一致。在码头前沿设置 1 组共 3 个 DN65 的国际通岸接头。

12、火灾报警设施

在控制室内设置 1 套火警控制主盘，以显示危险区的位置。火警盘上的信号由设在各个危险点或防火分区的可燃气体探测器、感烟探测器、感温探测器、手动报警按钮等自动或手动报警设施送达。一旦发现火险或其他危险情况，报警设施将及时发出报警信号，以引起操作人员高度注意，采取适时补救措施。水喷雾系统、自动喷水灭火系统、以及消防水泵的启、停、工作状态等均应在火警盘上显示。

4.1.10.4 通信工程

1、船岸通信

(1) VHF 海岸电台

为满足本工程码头与港池、锚地及 A1 海域（25 海里以内）船舶的通信联络，在码头控制室调度员处设置简易 VHF 海岸电台，满足船舶进出港作业需求，负责船舶到、离港指令的下达。

1 号 LNG 泊位已设置 VHF 海岸电台 2 套，本工程根据需要进行扩容，增设 4 套。

VHF 海岸电台工作在水上专用工作频段，设备选用可编程多信道船台，发射功率 25w。

(2) 短波单边带（SSB）电台

为满足岸船之间中、远距离通信，需设短波单边带（SSB）无线电岸台设备，电台发射功率为 500W，通信覆盖范围约为 400km。

1 号 LNG 泊位已设置短波单边带电台，可满足本次工程需求。

(3) 辅助电子引航系统

辅助电子引航系统包括两大部分设备：引航员携带的上船便携设备和岸上固定设备。引航员的便携设备包括两个 GPS 接收机和一台带电子海图的操作笔记本电脑，该电脑配置了电子海图和通信接收设备，接受岸台的差分信号和本地的定位信号。岸上固定设备为 GPS 接收机和通信设备，船岸通信采用 UHF 无线传输。岸台操作终端与辅助靠泊系统控制终端统一设置，控制中心操作员可以通过操作终端监控和指导船舶航行。

2、安全监督设施

本工程设置船舶安全靠泊系统，包括 LNG 码头船舶靠泊系统和船舶漂移报警系统、海洋环境监测系统、快速脱缆钩远程操作及载荷监测系统、船岸连接系统(SSL)。船舶安全靠泊系统的现场设备布置于 LNG 码头装卸平台、靠船墩、系缆墩等区域。

用于采集现场设备的工业监控计算机的监控操作和管理系统设于控制室。码头靠泊系统通过交换机与 SIS 系统连接，传输码头系统（靠泊系统、海洋环境监测系统、快速脱缆钩及载荷监测系统、船岸连接系统、LNG 码头溢油监测系统等）数据。码头船岸连接系统与 SIS 系统还需连接硬线联锁信号（ESD 信号）。

LNG 码头船舶安全靠泊系统由 LNG 码头船舶靠泊系统和船舶漂移报警系统、海洋环境监测系统、快速脱缆钩及载荷监测系统等部分组成。

4.1.10.5 给排水工程

1、给水

本工程给水主要为消防给水。

2、排水

本项目排水系统采用雨污分流制。其中，码头区工作平台的初期雨水通过导液沟收集后就近排至码头事故集液池，然后通过泵加压送至后方分销转运站污水处理系统处理；后期雨水以重力流形式分散、就近排入海中。来自疫区的船舶生活污水在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收；来自非疫区的船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理，禁止船舶生活污水和舱底油污水直接排海。

4.1.10.6 控制系统

控制系统主要是计算机管理系统、视频监控系统和其它辅助生产作业系统等。

4.1.10.7 助导航及安全监督设施

1、常规导助航设施

根据扩建后的港池边界调整 1 号泊位现有港池东北角原已有虚拟标 1 座，向东调整约 156.5m，另取消现有东南角水上灯浮标 1 座。

为了便于进港船舶识别本工程码头位置，防止船舶碰撞码头，保证船舶航行和靠泊的安全，将 1 号码头东端的灯桩移至 2 号码头东端系缆墩上。

导助航设施具体设计方案以主管部门批复为准。

2、辅助靠泊系统

LNG 码头是装载危险性货物的船舶停靠码头，为了保证 LNG 船舶的靠泊和在泊安全，避免船舶在靠泊过程中发生事故，同时能够实时掌握船舶在停靠时的漂移状态，实行漂移异常时告警，在 2 号泊位设置船舶辅助靠泊系统 1 套，包括船舶靠泊和漂移报警系统、海面环境监测系统、缆绳张力监测系统。

4.1.11 依托工程

4.1.11.1 依托航道工程

本工程进出港船舶依托吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道，航道位置见图 4.1-10。

2008 年，吕四港区利用小庙洪水道天然水深条件，实施了“南通港吕四港区进港航道一期工程”，建成了自小庙洪水道口外-18m 等深线至大唐电厂码头的长约 54.3km 的双向航道，满足 3.5 万吨浅吃水肥大型运煤船双向乘潮通航要求。2015 年，吕四港区 10 万吨级进港航道开工疏浚，一期工程满足 5 万吨级散货船乘潮单向通航，同时兼顾 10 万吨级散货船减载乘潮通航要求，航道设计底标高-11.3m（当地理论最低潮面），有效宽度 246m，设计底宽 236m；二期工程满足 10 万吨级散货船单向乘潮通航要求，航道设计底标高-13.1m（当地理论最低潮面），通航宽度 210m，设计底宽 200m。其中，一期工程于 2015 年 3 月开工，当年 12 月通过交工验收；二期工程于 2017 年 8 月开工，2018 年 7 月完工，2019 年 3 月通过交工验收。

为满足广汇能源 18.5 万 m^3 LNG 船舶乘潮单向通航要求（乘潮保证率为 98%），江苏吕四港集团有限公司于 2021 年实施了“南通港吕四港区 10 万吨级进港航道维护拓宽工程”。根据中交上海航道勘察设计研究院有限公司出具的设计方案可知，南通港吕四港区 10 万吨级进港航道维护拓宽工程对吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道 A'B 段和 BC1 段进行拓宽。其中，A'B 段航道走向 $307^\circ59'43''$ - $127^\circ59'43''$ ，长约 15.29km，航道走向与大弯洪深泓一致，BC1 段航道走向 $294^\circ29'56''$ - $114^\circ29'56''$ ，长约 17.41km，航道全长约 32.7km。拓宽工程自 2021 年 5 月 31 日开工，2022 年 5 月 30 日通过交工验收，拓宽后的航道通航宽度 296m，设计底高程-11.0m，边坡 1:10，在现有航道基础上进行拓宽，利用边坡后两侧各拓宽 22m，形成复式断面，如图 2.2-14。拓宽工程结束后地形扫测图见图 2.2-13。

本工程最大设计船型为 18.5 万 m^3 LNG 船舶，且航道拓宽工程已竣工。为满足 18.5 万 m^3 LNG 船舶通航需求，航道通航宽度需为 296m，航道设计底高程需为-11.0m，因此，拓宽后的吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道 A'B 段和 BC1 段可满足本项目 LNG 船舶通航需求。

4.1.11.2 依托锚地工程

目前，小庙洪水道起点目前布置有 3 块锚地。1#锚地满足 3.5 万吨级及其以下船舶的锚泊需要，水域面积为 6.21 km^2 ，锚地水深-13.6~-16.2m；2#锚地为危险品锚地

满足 2 万吨级及其以下油船、化学品船等待泊需要，水域面积为 2.82km²，锚地水深 -15.2~-16.3m；3#锚地为大型散货锚地，满足 5~10 万吨级散货船锚泊水深要求，水域面积为 4.20km²，锚地水深-18.2~-19.6m。

表 3.1-20 小庙洪水道锚地一览表

锚地名称	锚地等级	锚地水深 (m)	水域面积 (km ²)
1#锚地	3.5万吨级及其以下船舶	-13.6~-16.2	6.21
2#锚地	2万吨级及其以下油船、化学品船	-15.2~-16.3	2.82
3#锚地	10万吨级散货船	-18.2~-19.6	4.20

为适应吕四作业区发展需要，《南通港总体规划（2018-2035 年）》对现状锚地进行了扩容和调整。1#锚地扩容至 30km²，满足 3.5 万吨级及其以下船舶锚泊需要；2#锚地（危险品锚地）扩容至 12.3km²，满足 2 万吨级及其以下油船、化学品船等待泊需要；3#锚地向东侧调整并扩容至 23.4km²，满足 5 万-10 万吨级散货船锚泊水深要求；新设 LNG 锚地长 2500m、宽 1500m，面积 3.75km²，可满足 18.5 万 m³ LNG 船舶锚泊需求。扩容调整后的锚地成果已纳入正在修订的《南通港总体规划（2018-2035 年）》，扩容调整后的锚地尺度见表 4.1-16。

表 4.1-16 扩容、调整后锚地尺度一览表

锚地名称	锚地等级	最浅水深 (m)	平面尺度	水域面积 (km ²)
1# 锚地	3.5万吨级及其以下船舶	-12.0	4.0km×7.5km	30
2# 锚地	2万吨级及其以下油船、 化学品船	-13.0	3.5km×3.5km	12.32
3# 锚地	5万~10万吨级散货船	-20.0	3.6km×6.5 km	23.4
LNG锚地	18.5万m ³ LNG船	-15.5	2.5km×1.5km	3.75

根据《海港锚地设计规范》（JTS/T177-2021）6.5.2 条可知，本工程进出港船舶所需锚地半径为 510m，锚地设计水深取为-14.8m，单船所需锚位面积为 0.82km²。本工程近期可靠泊舱容为 8.0 万~18.5 万 m³ LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0 万~4.0 万 m³LNG 船舶装船。因此，综合考虑本工程设计船型，本工程 LNG 船舶锚泊可利用新设的 LNG 锚地（3# 锚地）进行锚泊。

4.1.11.3 依托吕四港已批复的 2#临时倾倒区

本工程回旋水域在 1 号泊位回旋水域的基础上向东外扩 156m（面积增加 14 公顷），外扩后与 1 号泊位共用，回旋水域呈椭圆形布置，位于泊位的正前方，椭圆长轴与码头前沿线平行，长 900m，短轴长 600m，底高程为-13.8m。根据 1 号泊位维

护性疏浚后的最新地形扫测图可知，1 号泊位原港池区域均已达-13.8m，无需疏浚。因此，本次疏浚范围仅为新增港池范围，面积约 14 公顷，疏浚量约 96.35 万 m^3 ，拟采用耙吸式挖泥船进行开挖，全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

根据生态环境部 2021 年 3 月印发的《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》，南通吕四作业区 10 万吨级进港航道工程临时性海洋倾倒区 1#倾倒区（400 万 m^3 ）、2#倾倒区（900 万 m^3 ）可继续使用，年倾倒容量分别为 400 万 m^3 、900 万 m^3 。本工程计划于 2023 年 10 月开工建设，疏浚工程约持续 9 个月。根据倾倒区位置，1#倾倒区为近岸倾倒区，距离本项目较近；但根据吕四作业区近期建设项目的使用情况和施工时序进行分析，1#倾倒区 2023 年 10 月至 2024 年 7 月已计划接纳卫华码头 172 万 m^3 、华兴码头 88 万 m^3 、小庙洪航道 100 万 m^3 疏浚土，剩余容量 40 万 m^3 ，无法容纳本项目疏浚土需求（96 万 m^3 ）。因此，本工程疏浚土拟全部外抛至南通吕四作业区 10 万吨级进港航道工程临时性海洋倾倒区 2#倾倒区。

4.1.11.4 依托现有项目

1、栈桥及管廊

本工程依托现有项目已建栈桥，与 1 号泊位共用管架，在原有联系桥的管墩两端预留的钢板上立柱，以形成新增管廊，管廊层高为 2.5 米（以引桥水工面为基准计算），宽度为 6.5 米。管廊上从西到东，布置电气桥架、卸船管线（DN1200）、回气管线（DN400）、保冷循环管线（DN250）、消防管线（DN150）、仪表空气管线（DN100）和仪表桥架。当管线跨越车辆通道时，管廊层高上升至 5.5 米高。

2 号泊位与 1 号泊位共用气相回气管线，气相回气来源来自于 BOG 压缩机和空温式气化器，管内操作压力为 0.4-0.6MPaG。

由于 1 号 LNG 码头的仪表阀动力来源采用的氮气，不符合安全评价相关标准，因此栈桥需新建仪表空气总管，根据仪表阀门个数统计，新建 DN100 的管径能力满足要求。

1 号泊位管线现状见图 4.1-16，1 号泊位和 2 号泊位管线敷设关系详见图 4.1-17。

2、停泊水域和回旋水域

1 号泊位码头前沿停泊水域宽度 100m，停泊水域长度 372m。回旋水域按照椭圆形设计，长轴 900m，短轴 600m。停泊水域和回旋水域设计水深均为-13.8m。1 号泊

位港池现状水深详见图 4.1-18。

2 号泊位停泊水域与已建 1 号泊位停泊水域衔接, 扩建后, 两个泊位停泊水域总长度为 802.5m, 停泊水域宽度为 100m, 底高程为-13.8m。回旋水域在 1 号泊位的基础上向东外扩 156m (面积增加 14 公顷), 外扩后可与 1 号泊位共用, 回旋水域呈椭圆形布置, 位于泊位的正前方, 椭圆长轴与码头前沿线平行, 长 900m, 短轴长 600m, 底高程为-13.8m。

1 号泊位和 2 号泊位港池关系详见图 4.1-19。3、工作船泊位

工作船码头位于引桥东侧, 前沿线与引桥垂直, 顺流布置。码头长 111m, 宽 12m, 采用双侧靠泊。考虑到 LNG 船舶的特殊性, 借鉴其它工程的实际经验, 本工程船舶靠离泊需配备 4 条拖轮, 包括 2 条 3000kW 以上的全回转型拖轮及 2 条 3000kW 以上的消拖两用拖轮。港作拖轮及车辆依托港区及 1 号泊位和陆域接收站已有拖轮 (由 LNG 船舶公司自行配置) 和车辆, 不再单独配备。

4、后方分销转运站

本工程进出港的 LNG 依托后方分销转运站储罐、装车系统等进行储存和分销转运。

5、环保工程

本工程码头初期雨水和陆域新增的生活污水均进入后方分销转运站已建污水处理系统处理, 处理后的废水接管至启东胜科水务有限公司。

已建污水处理系统为地理式一体化污水处理设备, 处理规模为 $10\text{m}^3/\text{d}$ 。根据分析, 本工程新增陆域生活污水和初期雨水从水质、水量上来讲均不会对现有污水处理站造成冲击, 依托具有可行性。

6、其他公辅工程

1) 道路

本项目港作车辆主要依托现有项目水域已建栈桥行车道与后方接收站内已建道路以及吕四作业区其他道路相连接, 与港外交通连接主要通过 328 国道、221 省道进行。

2) 供电

本项目 10kV 供电电源引自现有项目陆域接收站内 110kV 总降压站, 满足用电设备要求。

3) 给水

本项目给水引自现有项目陆域接收站已建市政给水管网。

4) 排水

本项目运行期污水主要为到港船舶舱底油污水、生活污水和码头初期雨水及清净雨水。其中，来自疫区的船舶生活污水，在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收，来自非疫区的船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理，禁止船舶生活污水和舱底油污水直接排海。码头污染区的初期污染雨水通过导液沟收集后就近排至码头事故集液池，然后通过泵加压送至槽车外运处理。后期雨水以重力流形式分散、就近排入海中。

5) 消防

本项目在原控制室平台北侧新建消防泵房 1 座，配置一套稳高压消防给水系统和火灾报警设施，消防给水系统采用海水消防，淡水稳压，消防水量充足。同时，在码头联系桥、靠船墩、工作平台处设置室外消火栓、码头消防水炮、水喷雾系统、水幕系统、高倍泡沫消防系统、码头干粉灭火系统、气体灭火系统、灭火器、国际通岸接头等。

本项目液化天然气船舶装卸作业时，保证至少有 1 艘消拖两用船在旁进行实时全程监护，应有一艘警戒船在附近水面值守，防止无关船舶靠近、穿越码头水域，消拖两用船和警戒船依托现有项目的港作船舶和当地海事部门的警戒船。

6) 通信

本项目通信工程主要有船岸通信系统和安全监督系统，船岸通信系统中 VHF 海岸电台依托现有项目 1 号泊位进行扩容，1 号泊位已设置 VHF 海岸电台 2 套，本项目增设 4 套。短波单边带（SSB）电台依托现有项目 1 号泊位已建短波单边带（SSB）电台。辅助电子引航系统由本项目自行配备。

本项目自行配置安全监督系统，主要有船舶安全靠泊系统，包括 LNG 码头船舶靠泊系统和船舶漂移报警系统、海洋环境监测系统、快速脱缆钩远程操作及载荷监测系统、船岸连接系统（SSL）。

7) 控制及计算机管理

本项目在现有项目 1 号泊位南侧新建 1 个码头控制室，以完成码头区域的操作控制。码头控制室 JCR 由操作室、机柜室、工程师站、休息室、空调机室等组成。本项目新增多个自控系统，主要有分散过程控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）、可燃/毒性气体检测系统（GDS）等。

8) 导助航设施

根据港池边界的调整位置调整 1 号泊位现有港池东北角原已有虚拟标 1 座，向东调整约 156.5m，另取消现有灯浮标 1 座。

为了便于进港船舶识别本工程码头位置，防止船舶碰撞码头，保证船舶航行和靠泊的安全，将 1 号码头东端系缆墩上的灯桩移至 2 号码头东端系缆墩上。

4.1.12 土石方平衡

本工程弃土主要为部分回旋水域疏浚产生的疏浚土。根据最新地形扫测图，结合疏浚面积和设计方案进行计算，本工程疏浚量为 96.35 万 m³，全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

4.2 项目工艺流程

4.2.1 施工期施工工艺

4.2.1.1 施工方案

1、施工进度

本项目施工工期需 24 个月，详细进度安排见表 4.2-1。

表 4.2-1 施工进度安排表



2、主要施工设备

本工程施工活动主要在海上进行，海域施工所需的主要施工机械、船舶情况见表 4.2-2。

表 4.2-2 主要施工机械、船舶一览表

序号	施工机械名称	规格/型号	数量（艘）	备注
1	自航耙吸式挖泥船	10000m ³	1	疏浚工程
2	方驳	/	2	/
3	运输船	2000t	1	用于预测桩的运输
4	运输船	500t以下	1	用于其他材料运输
5	混凝土搅拌船	50m ³ /h	2	单船砼方量达400m ³ 以上
6	起重船	起吊能力150t	3	/
7	半潜驳船	5000t举力	4	/

序号	施工机械名称	规格/型号	数量（艘）	备注
8	打桩船	1000-3000t	2	用于桩基打桩
9	混凝土输送泵	/	1	用于混凝土输送

3、施工期临时占地

本工程施工期间不新建施工道路，施工便道利用现有道路。施工期间不设置施工营地，施工人员住宿可租住周边居民现有房屋。

4.2.1.2 疏浚工程

本工程回旋水域在 1 号泊位的基础上向东外扩 156m（面积增加 14 公顷），外扩后与 1 号泊位共用，回旋水域呈椭圆形布置，位于泊位的正前方，椭圆长轴与码头前沿线平行，长 900m，短轴长 600m，底高程为-13.8m。根据 1 号泊位维护性疏浚后的最新地形扫测图可知，1 号泊位原港池区域均已达-13.8m，无需疏浚。因此，本次疏浚范围仅为新增港池范围，面积约 14 公顷，疏浚量约 96.35 万 m³。

本工程港池疏浚土拟采用耙吸式挖泥船进行开挖，全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

4.2.1.3 码头工程

本项目码头工程采用高桩墩台结构，新建联系桥桥墩为高桩墩式现浇钢筋混凝土承台结构，靠船墩与系缆墩、部分系缆墩之间、靠船墩与工作平台之间采用钢板梁桥人行桥连接，消防泵房、控制楼均采用钢结构。码头工程主要施工流程图 4.2-1。

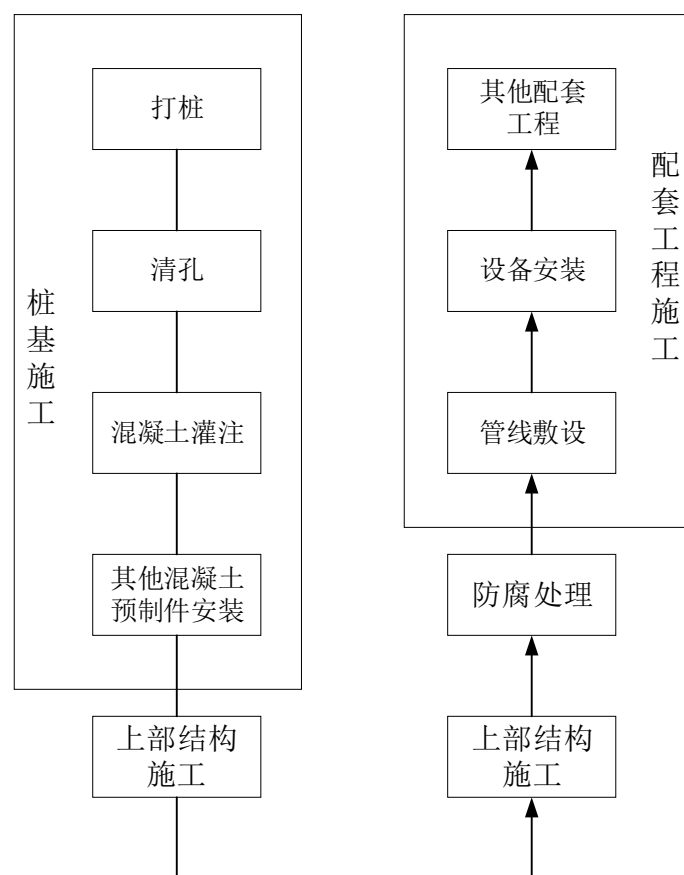


图 4.2-1 码头工程施工工艺流程图

(1) 桩基施工

本工程码头工作平台、靠船墩、系缆墩、控制平台等处桩基形式主要为钢筋混凝土灌注桩，基础为钢管桩。钢管桩可在上海或周边既有加工场制造完成，装方驳运输至施工现场，通过打桩船进行施工。打桩后及时进行基桩的夹桩固定，铺设底板，支模浇筑墩台钢筋混凝土。本工程施工需要的混凝土均由混凝土搅拌船供应。钢筋混凝土灌注桩的具体施工流程如下：

①打桩

打桩操作顺序：打桩船驻位→装方驳驻位→划桩号→捆桩→移船吊桩→移船就位→吊立桩入龙口→关闭下背板→安装替打→调整龙口垂直度→测量定位→桩自沉→微调偏位→拆除吊索→压锤→锤击沉桩→打桩记录→停止锤击→起吊锤和替打→估测桩偏位。

打桩施工需采用打桩船打桩作业，为防止叉桩打设后变形，需要及时夹桩处理。

②清孔

钢管桩安装完成后，将混凝土导管安装，并及时将桩内泥浆进行清理，为混凝土灌注做好准备。施工人员应对孔内泥浆比重、粘度、含砂率等指标进行检测，清孔直至泥浆各指标符合水下混凝土灌注要求。符合要求后准备进行混凝土灌注。

③混凝土灌注

本工程施工期间所需混凝土均由混凝土搅拌船现场搅拌。混凝土灌注过程中，导管应始终埋入混凝土液面以下 2-6cm，严禁将导管提出混凝土液面。水下混凝土灌注必须连续施工，且将灌注时间控制在混凝土不初凝的时间内。

④其他混凝土预制件安装

构件安装采取层层控制高程及边线的方法，水上起重船安装，水上交通船配合。构件安装过程中严格控制分层高程及边线。桩帽混凝土达到设计强度后，在桩帽上放设纵梁、横梁安装线，并抄测桩帽和横梁垫墩的顶高程误差，供施工人员根据误差值铺放砂浆。安装过程中利用靠尺对梁进行垂直度的调整，以保证梁安装后正位、垂直、平稳，安装后及时用砂浆勾缝，并用钢筋将构件连成整体，以防止梁类构件受风浪冲击移位。构件安装过程中，加强对桩帽、梁接头等现浇构件及桩基、梁、板等成品的保护。

（2）上部结构施工

本工程上部结构包括人行桥、联系桥、工作平台、补偿平台、消防泵房和控制楼等。本项目人行桥采用钢板梁桥结构，消防泵房、控制楼均采用钢结构。上述构件均由上海或周边既有加工场制造完成，装方驳运输至现场，在现场组装后再进行安装。本项目新建联系桥桥墩为高桩墩式现浇钢筋混凝土承台结构，利用搅拌船提供混凝土进行浇注，再由施工人员对其进行养护。

（3）防腐处理

根据设计要求，对码头工作平台、靠船墩、控制楼平台等混凝土构件进行防腐处理，通过涂刷防腐涂层实现防腐要求。防腐涂料涂刷前必须清除附着在混凝土构件表面的杂物，如表面有蜂窝需要涂环氧树脂水泥浆修补。

（4）配套工程施工

本工程配套工程主要为管线敷设、设备安装及其他配套工程。

①管线敷设：本工程在原有联系桥的管墩两端预留的钢板上立柱，以形成新增管廊，管廊层高为 2.5 米（以引桥水工面为基准计算），宽度为 6.5 米。管廊上从东到西，布置了电气桥架、卸船管线（DN1200）、回气管线（DN400）、保冷循环管线

(DN250)、仪表空气管线 (DN100) 和仪表桥架。当管线跨越车辆通道时, 管廊层高上升至 5.5 米高。

②设备安装: 本工程为 LNG 码头, 因此需要安装的设备主要为消防泵、登船梯、稳压泵等, 不涉及大型吊装设备。

③其它配套工程: 其他配套工程包括给消防、供电照明、控制、通信工程等, 这些工程项目可视相关工程的进展情况安排交叉流水施工。

4.2.2 运营期装卸工艺

4.2.2.1 装卸工艺流程

本工程 LNG 卸船码头可能容纳 80000~215000m³ 的 LNG 船, 同时兼顾装船船型范围为 10000-40000 m³。为节省 LNG 卸船时间和增大卸船能力, 2 号卸船码头和 1 号卸船码头单独设计卸船总管、保冷循环管线和气相返回管线, 共用公用工程氮气管线。

本工程 LNG 码头正常运行时共有三个运行模式, 包括卸船、装船和保冷循环。装卸工艺如下:

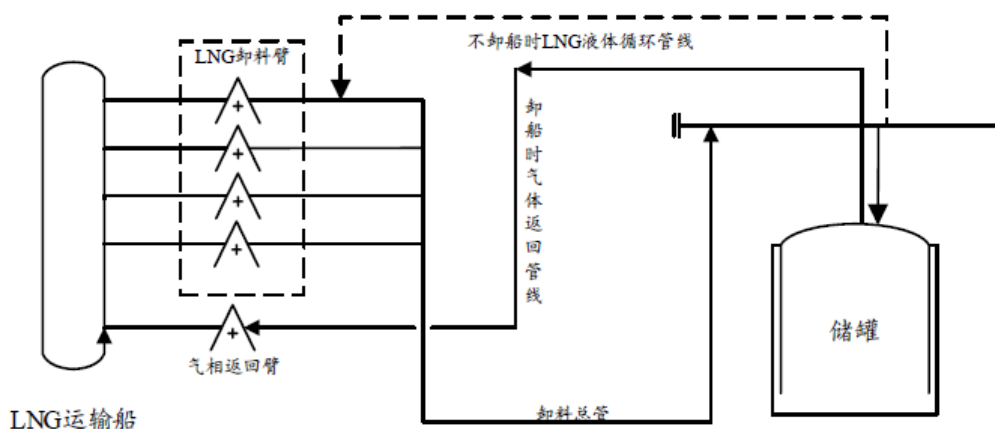


图 4.2-2 LNG 码头装卸工艺流程图

1、卸船模式

本工程 (2#泊位) 配备有 4 台液相卸船臂和 1 台气相返回臂, LNG 运输船靠泊并与卸船臂对接后, LNG 通过运输船上的输送泵并经卸船臂分别通过支管汇集到总管, 输送到 LNG 储罐中。LNG 储罐产生的 BOG 经 BOG 压缩机增压后通过回气管线输到 LNG 船舱中, 以维持船舱系统压力平衡。

2、装船模式

本工程（2#泊位）配备的 4 台液相卸船比中有 3 台液相臂具有装船返输功能，LNG 运输船靠泊与装船臂对接后，LNG 通过储罐（5#、6#、7#罐）内的装船泵加压后分别通过卸船管线返输至码头装船臂。船舱内产生的 BOG 经过回气管线返回至 LNG 储罐内，以维持船舱系统压力平衡。

3、保冷循环模式

在非卸船和非装船工况下，为维持本工程卸船管线 DN1200 和保冷循环管线 DN250 内处于冷态下，将低压 LNG 总管内约 $340\text{m}^3/\text{h}$ 的低温 LNG 经保冷循环总管送至码头前沿，后经卸船总管返回至库区 LNG 储罐，保持 LNG 循环温升在 $5\sim 7^\circ\text{C}$ 范围内。

在首次开车预冷时，需注意到码头卸船管道 DN1200 和保冷循环管道 DN250 管径较大、距离较长，需要严格控制预冷速率，保证管道温降速度不超过 $10^\circ\text{C}/\text{h}$ ，管道上、下部的温差不超过 50°C 。具体工艺流程如下：待卸船管道 DN1200 和保冷循环管道 DN250 完成氮气置换后，建议设置临时液氮气化装置，将气化后的氮气注入保冷循环管道，将低温氮气送至码头前沿，经卸船管道返回到 7#罐（7#罐拟建中，应与 2#泊位同时投产）内，由罐顶放空阀完成高点放空。待管道降温至 -100°C 以内后，可从低压 LNG 总管引入少量 LNG 对保冷循环管道和卸船管道进行进一步预冷，若排空气中甲烷含量低于 5%可继续排空，当甲烷含量高于 5%后，BOG 气体可引入 BOG 总管，送至 LNG 高架火炬。

4.2.2.2 主要管线

为实现 $18.5\text{万 m}^3\text{LNG}$ 船舶“今天靠泊，明天离泊”的要求，2 号泊位卸船速率需要达到 $12000\text{m}^3/\text{h}$ 。方案如下：

（1）工艺管线

为节省 LNG 卸船时间和增大卸船能力，本项目新建卸船管线、保冷循环管线等工艺管线。管线依托现有项目已建栈桥，在原有联系桥的管墩两端预留的钢板上立柱，以形成新增管廊，管廊层高为 2.5 米（以引桥水工面为基准计算），宽度为 6.5 米。管廊上从西到东，布置电气桥架、卸船管线（DN1200）、回气管线（DN400）、保冷循环管线（DN250）、消防管线（DN150）、仪表空气管线（DN100）和仪表桥架。当管线跨越车辆通道时，管廊层高上升至 5.5 米高。

新建卸船总管尺寸为 DN1200，最大卸船能力可达 $12000\text{m}^3/\text{h}$ ，将 2 号 LNG 卸

船臂的能力充分利用。保冷循环管线尺寸为 DN250，保持循环温升为 5~7℃。气相管线满足最大卸船要求，可实现共用。

(2) 公用工程管线

由于 1 号 LNG 码头的仪表阀动力来源采用的氮气，不符合安全评价相关标准，因此栈桥需新建仪表空气总管，根据仪表阀门个数统计，新建 DN100 的管径能力满足要求。

4.2.2.3 主要设备

本工程涉及的主要设备配置情况见表 4.2-4。

表 4.2-4 装卸机械设备配置总表

序号	设备名称	单位	数量	备注
1	卸船泊位卸料臂	台	4	三支液相臂、一只气相臂
2	登船梯	套	1	/
3	LNG 排净罐	个	1	30m ³
4	集液池	个	1	面积为 5.5m×5.5m，并配有 1 个集液泵，1 用 1 备
5	氮气缓冲罐	个	1	8m ³
6	仪表空气缓冲罐	个	1	30m ³

上述设备的主要用途及功能如下：

1、卸料臂

2 号 LNG 卸船码头能力为 12000m³/h，单支液相臂正常能力为 3000m³/h，在气相臂故障的情况下，液相臂可作为气相臂使用。

2、登船梯

本工程设 1 套登船梯采用升降式登船梯，提供码头与船舶之间的安全通道。2 号 LNG 泊位的登船梯布置在码头一层平台上，设备工作范围适应 1.0~21.5 万 m³ 舱容 LNG 船舶在各种水位和载重状态下的变化。登船梯采用电、液驱动，其结构由塔架、悬梯、升降架及相应的辅助机构组成。码头消防炮、工业电视摄像头设置在梯顶平台上。

3、LNG 排净罐

LNG 卸船码头在卸船结束后，卸船臂内残留少量 LNG，需用氮气将少量 LNG 吹至船舱内和 LNG 排净罐内。LNG 排净罐需设置在低点，根据卸船臂的大小计算 LNG 排净罐有效容积为 30m³。

3、集液池

在卸船和装船期间，由于操作不当或管道破损的情况下，会存在 LNG 泄露的风险，因而会存在危险的情况。需设置集液池对 LNG 进行收集，辅助消防泡沫进行覆盖，降低 LNG 蒸发速率。

在码头一般设置低温检测和可燃气体报警联锁，在 LNG 泄露后 30s 内可切断相应切断阀用于防止 LNG 进一步泄露。

2 号 LNG 卸船码头考虑泄露量为 33m³，集液池面积为 5.5m×5.5m。集液池需配置集液池泵，在下雨时用于排出雨水等。

4.3 水平衡

本工程运营期供水主要为船舶用水（生活用水）、陆域生活用水，污水主要为船舶废水（生活污水、舱底油污水）、码头面初期雨水和陆域生活污水。

（1）船舶废水

本工程到港船舶废水主要为船舶生活污水和船舶舱底油污水。来自非疫区的到港船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理；来自疫区的船舶生活污水，在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收。船舶的到港情况如下：

表 4.3-1 运营期船舶到港情况

船舶吨级 DWT	年平均到港艘次（艘）	到港停留时间（h）
18.5 万 m ³ LNG 船舶	22	29
17.2 万 m ³ LNG 船舶	22	29
14.7 万 m ³ LNG 船舶	16	25
8 万 m ³ LNG 船舶	4	19
1 万 m ³ LNG 船舶	18	16
2 万 m ³ LNG 船舶	6	17
3 万 m ³ LNG 船舶	3	18
4 万 m ³ LNG 船舶	3	21
合计	94	174

① 船舶生活污水

根据 73/78 国际海事组织制定的防止船舶污染海洋公约附则 IV 第 8 条的规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放。因此，本工程运营期船舶生活污水主要为船舶在港期间所产生的生活污水，由海事部门认可的环保接收船接收处理，不在本工程港区内排放。

根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》附录一中对海船、轮机部和客

运部最低安全配员表中对各类船舶的配员要求可知，基本每船配有 20~30 人/船，本次评价按照平均每艘船配有船员 30 人计算。根据表 4.3-1 可知，本工程全年到港船舶约 94 艘，每艘船平均在港停留时间约 24h（1d），参照《江苏省工业、服务业和生活用水定额》（2014 年修订），生活用水按每人每天 100L 计算，则本工程船舶在港期间生活用水量为 282t/a，产污系数按 80%计算，则本工程船舶在港期间生活污水产生量约为 225.6t/a。

② 船舶舱底油污水

本工程到港船舶均为 LNG 船舶，根据表 4.3-1 可知，本工程全年到港船舶约 94 艘，每艘船平均在港停留时间约 24h（1d）。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）表 4.2.4 舱底油污水水量计算，本工程船舶舱底油污水产生量如下：

表 4.3-2 船舶吨级及舱底油污水产生量

船舶吨级 DWT	年平均到港艘次 (艘)	舱底油污水产生量 (t/d·艘)	舱底油污水产生量 (t)
18.5 万 m ³ LNG 船舶	22	14.1	310.2
17.2 万 m ³ LNG 船舶	22	13.32	293.04
14.7 万 m ³ LNG 船舶	16	11.92	190.72
8 万 m ³ LNG 船舶	4	9.73	38.92
1 万 m ³ LNG 船舶	18	2.8	50.4
2 万 m ³ LNG 船舶	6	5.6	33.6
3 万 m ³ LNG 船舶	3	7.27	21.81
4 万 m ³ LNG 船舶	3	7.80	23.4
合计	94	/	962.09

根据表 4.3-2 可知，本工程船舶在港期间舱底油污水产生量为 962.09t/a。

（2）初期雨水

由于降雨形成的径流对地面冲刷，使污染物汇集于降雨径流中，因此，被污染的初期雨水需进行收集和处理。本工程装卸工作平台阀门区设有局部封闭围坎，平台面下设有集污池，用于收集围坎内的初期雨水。当发生降雨时，初期雨水经排水沟收集后进入集污池，集污池的初期雨水泵入后方分销转运站污水处理系统，再通过污水管网排入启东胜科水务有限公司集中处理。

参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），码头面初期雨水量计算公式如下：

$$V=\psi hF$$

式中：V——初期雨水量（m³）；

ψ ——径流系数，取 0.9；

h ——降雨深度 (m)，取 0.015-0.03m；

F ——汇水面积 (m^2)。

根据设计单位经验，工程所在区域降雨深度取 0.015m；本工程新增工作平台面积约 1125 m^2 。经计算，本工程新增初期雨水发生量为 15.2 m^3 /次，年暴雨频次按 30 次/a 计，则初期雨水收集量为 456 m^3 /a (15.2 m^3 /次)。

(3) 陆域生活污水

本工程新增员工 30 人，包括管理人员、码头面作业人员。本工程码头面不设置生活设施，生活设施全部布置在后方分销转运站，参照《江苏省工业、服务业和生活用水定额》(2014 年修订)，生活用水按每人每天 100L 计算，年作业天数 350d，则本工程新增陆域生活用水量为 1050t/a，产污系数按 80%计算，则本工程新增陆域生活污水产生量约为 840t/a。

综上，本工程运营期用水量总计 1332t/a，由市政管网供给；废水产生总量为 2483.69t/a，其中船舶生活污水 (225.6t/a)、船舶舱底油污水 (962.09t/a) 经船舶污水委托海事部门认可的环保船接收处理，码头初期雨水 (456t/a) 和陆域生活污水 (840t/a) 经后方分销转运站污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

运营期水平衡图见图 4.3-1。

4.4 项目占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

4.4.1 港口岸线使用情况

本工程占用港口岸线长度为 390m，岸线性质为港口深水岸线，不占用自然海岸线。目前本工程岸线利用合理性评估报告正在编制中，本工程开工建设前需取得交通运输部关于本工程使用港口岸线的批复文件。

4.4.2 占用滩涂情况

本工程不占用滩涂。

4.4.3 占用海域情况

本工程用海类型为交通运输用海中的港口用海，用海方式为透水构筑物用海和港池用海。根据南通市江海测绘院有限公司出具的《南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程宗海界址图》可知，本工程总用海面积 32.9511 公顷，其中，码头用海面积 3.0956 公顷、港池用海面积 29.6889 公顷、消防和控制平台用海面积 0.1666 公顷。

本工程宗海界址点坐标见表 4.4-1；宗海位置图见图 4.4-1，宗海界址图见图 4.4-2。

表 4.4-1 本工程宗海界址点坐标表

编号	坐标（CGCS-2000）	
	北纬	东经
码头		
1	121°46'31.998"	32°04'11.643"
2	121°46'45.371"	32°04'03.567"
3	121°46'46.959"	32°04'05.473"
6	121°46'33.587"	32°04'13.549"
港池		
3	121°46'46.959"	32°04'05.473"
4	121°47'03.085"	32°04'24.832"
5	121°46'47.920"	32°04'30.758"
6	121°46'33.587"	32°04'13.549"
消防、控制平台		
7	121°46'27.615"	32°04'10.999"
8	121°46'28.182"	32°04'10.581"
9	121°46'30.296"	32°04'12.659"
10	121°46'29.729"	32°04'13.077"

本工程设计使用年限为 50 年，施工期为 24 个月。根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，港口、修造船厂等建设工程用海的海域使用权最高期限为 50 年。因此，本项目申请用海期限为 50 年。

目前，本工程海域使用论证报告正在编制中，本工程开工建设前需取得江苏省自然资源厅关于本工程使用海域的批复文件。

4.5 影响因素分析

4.5.1 污染影响因素分析

4.5.1.1 施工期影响因素分析

(1) 大气环境影响因素分析

本工程施工期大气环境影响因素主要为施工材料运输产生的废气、混凝土搅拌船在搅拌混凝土时产生的粉尘、施工船舶燃料燃烧废气以及防腐涂料使用期间挥发的有机废气对周边大气环境的影响。

(2) 水环境影响因素分析

本工程施工期水环境影响因素包括码头桩基施工、疏浚作业产生悬浮物对附近海域水质环境的影响；施工人员生活污水、施工船舶舱底油污水对附近海域水质环境的影响。

(3) 声环境影响因素分析

本工程施工期声环境影响因素主要为施工船舶、施工机械等工作时产生的施工噪声对周围声环境的影响。

(4) 固体废物影响因素分析

本工程施工期固体废物主要为施工人员生活垃圾、疏浚土方、少量建筑垃圾及灌注桩废泥浆等，固体废物的影响主要是其收集、储存和处置对周围环境的影响。

4.5.1.2 运营期影响因素分析

(1) 大气环境影响因素分析

本工程运营期正常工况下不产生废气，对大气环境不产生影响。

(2) 水环境影响因素分析

本工程运营期水环境影响因素包括到港船舶废水（生活污水、舱底油污水）、陆域生活污水、工作平台初期雨水等对附近海域水质环境的影响；以及维护性疏浚产生悬浮物对附近海域水质环境的影响。

(3) 声环境影响因素分析

本工程运营期声环境影响因素主要为各类输送泵、装船泵等设备运行噪声以及船舶鸣号产生的交通噪声等对周围声环境的影响。

(4) 固体废物影响因素分析

本工程运营期固体废物影响因素主要包括到港船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、

维护性疏浚土等固体废物对周围环境的影响。

4.5.2 非污染影响因素分析

(1) 海洋水文动力、地形地貌与冲淤环境影响因素分析

本工程的建设可能会对项目附近的水文动力、地形地貌与冲淤环境产生一定的影响。

(2) 海洋沉积物环境影响因素分析

本工程对回旋水域的疏浚将引起水体中悬浮物浓度增加，悬浮物在水流和重力的作用下，在项目区附近扩散、沉降，造成泥沙沉积在底基上，改变海底沉积物。

(3) 海洋生态和生物资源环境影响因素分析

本工程码头构筑物占用海域造成占用区域底栖生物完全丧失，回旋水域的疏浚会造成疏浚区底栖生物损失且恢复时间较长，疏浚产生的悬浮泥沙扩散也造成海洋生物资源损失。

4.6 污染源强核算

4.6.1 施工期污染源强核算

4.6.1.1 废气

本工程施工期废气主要为施工材料运输产生的粉尘、混凝土搅拌船在搅拌混凝土时产生的粉尘、施工船舶燃料燃烧废气以及防腐涂料使用期间挥发的有机废气。

施工材料运输产生的粉尘和混凝土搅拌船在搅拌混凝土时产生的粉尘污染主要取决于原料类型、风力等因素，其中风力因素影响较大，随着风速的增大，粉尘产生的污染程度也将随之增强和扩大；施工船舶燃料燃烧尾气主要污染物是 THC、NO_x、CO，由于运输车辆、施工船舶流动性、且较为分散，因此废气产生量较小；工程进行防腐作业时需使用防腐涂料，防腐涂料含有有机溶剂因此产生有机废气。

本工程施工场地开阔，加之岸边空气动力强，产生的污染物经大气稀释扩散后对周围大气环境影响较小，施工结束后，上述废气影响随即消失，故本次评价不进行定量分析，仅进行定性分析。

4.6.1.2 废水

(1) 船舶生活污水

本项目的施工船舶包括耙吸式挖泥船、起重船、运输驳、混凝土搅拌船等，施工船舶总数约为 14 艘，施工船员按 200 人/天计，生活污水产生量按每人每天 80L

考虑, 计算得出船舶生活污水的产生量为 16t/d(施工期总产生量为 11200t)。类比《南通成世海洋工程装备制造基地项目环境影响报告书》, 船舶生活污水中污染因子主要为 COD、SS、NH₃-N、TP, 船舶生活污水各污染物的产生浓度如下: COD 400mg/L、SS 300 mg/L、NH₃-N 35mg/L、TP 5 mg/L, 产生量为: COD 6.4kg/d、SS 4.8kg/d、NH₃-N 0.56kg/d、TP 0.08kg/d。本工程施工船舶产生的生活污水严禁排入施工海域, 由海事部门认可的污水接收船接收处理。

(2) 船舶舱底油污水

本工程水上作业施工船舶主要为耙吸式挖泥船、运输船、混凝土搅拌船等。根据设计单位提供的资料, 本工程施工船舶总数为 14 艘。根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)表 4.2.4 可知, 不同船型的油污水水量不同。结合 JTS149-2018 表 4.2.4 和设计单位提供的资料可知, 施工期船舶舱底油污水产生量为 2828.4t, 具体情况详见表 4.6-1。

表 4.6-1 施工船舶机舱油污水产生及排放情况表

序号	设备名称	规格型号	船舶数量 (艘)	油污水产生量 (t/d 艘)	工期(天)	施工期总 产生量(t)
1	自航耙吸式挖泥船	10000m ³	1	2.8	180	504
2	方驳	/	2	0.14	180	50.4
3	运输船	2000t	1	0.54	600	324
4	运输船	500t 以下	1	0.14	600	84
5	混凝土搅拌船	50m ³ /h	2	0.14	300	84
6	起重船	起吊能力 150t	3	0.14	300	126
7	半潜驳船	5000t 举力	4	1.38	300	1656
合计			14	/	/	2828.4

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018), 舱底油污水中含油量为 2000~20000mg/L, 本次评价取舱底油污水中石油类浓度 10000mg/L, 则施工期石油类总产生量为 28.284t。本工程施工船舶产生的舱底油污水, 严禁排入施工海域, 由海事部门认可的污水接收船接收处理。

(3) 疏浚作业产生的悬浮泥沙

本工程疏浚过程需采用自航耙吸式挖泥船进行作业, 挖泥船挖泥过程搅动水体产生的悬浮泥沙量与挖泥船类型与大小、疏浚土质、作业现场的水流、现场水盐度、底质粒径分布有关, 挖泥船挖泥头部水中 SS 浓度增加范围为 300~350mg/L。本项目疏浚挖泥悬浮物发生量根据《水运工程建设项目环境影响评价指南》

(JTS/T105-2021) 推荐的公式计算, 具体如下:

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0$$

式中: Q——疏浚作业悬浮物发生量 (t/h);

R——发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比 (%), 无实测资料时可取 89.2%;

R_0 ——现场流速悬浮物临界粒径累计百分比 (%), 无实测资料时可取 80.2%;

T——挖泥船疏浚效率 (m^3/h);

W_0 ——悬浮物发生系数 (t/m^3), 无实测资料时可取 $0.038t/m^3$ 。

根据涉及单位提供的资料, 本工程施工期采用自航耙吸式挖泥船进行疏浚作业, 挖泥船疏浚效率为 $10000m^3/h$ 。根据上述公式及参数计算, 得出本工程施工期疏浚挖泥作业悬浮物发生量为 $422.64t/h$, 即 $117.4kg/s$ 。

4.6.1.3 噪声

本工程施工期主要为海域作业, 噪声主要考虑耙吸式挖泥船、运输船、混凝土搅拌船等施工船舶的影响。本工程施工期主要施工船舶噪声源强见表 3.6-3。

表 4.6-3 施工期主要施工船舶噪声源强

序号	噪声源	距声源距离 (m)	最大声级 (dB (A))
1	自航耙吸式挖泥船	5	95
2	方驳	5	95
3	运输船	5	82
4	运输船	5	80
5	混凝土搅拌船	5	95
6	起重船	5	95
7	半潜驳船	5	95

4.6.1.4 固体废物

(1) 施工船舶生活垃圾

根据设计单位提供的资料, 本工程施工船舶总数约为 14 艘, 参考《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018), 港作船的生活垃圾产生量按 $1.0kg/人 \cdot d$ 计。本工程施工船员按 200 人/天计, 则船舶施工人员生活垃圾产生量为 $200kg/d$ (施工期总产生量约 $146t$)。本工程为近岸施工, 船舶生活垃圾在陆域分类收集后交由当地环卫部门统一处理。

(2) 疏浚土方

根据设计单位提供的资料，本工程需要对回旋水域部分港池进行疏浚，疏浚量为 96.35 万 m^3 ，拟采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

(3) 灌注桩废泥浆

本工程码头灌注桩施工过程正常工况下不会出现漏浆现象，但若施工单位在施工过程中操作不当，质量把控较差的情况下，可能出现漏浆现象。若发现漏浆，施工单位应及时采取措施，将废泥浆收集上岸后，通过改善泥浆性能后回用，不得排海。

4.6.1.5 污染物排放汇总

施工期环境影响因素及主要污染物排放情况见表 4.6-4。

表 4.6-4 施工期主要污染物发生情况

环境影响	产污环节	污染因子	污染物产排情况			处理措施及去向
			产生量	削减量	排放量	
大气环境	混凝土搅拌、运输车辆来往等	TSP	/	/	/	洒水抑尘，废气扩散至大气环境
	施工船舶	CO、THC、NO _x	/	/	/	
水环境	疏浚	悬浮泥沙	5.41kg/s	0	5.41kg/s	自然沉降至附近海域
	船舶生活污水	废水量	16t/d	16t/d	0	由海事部门认可的污水接收船接收处理
		COD	6.4kg/d	6.4kg/d	0	
		SS	4.8kg/d	4.8kg/d	0	
		氨氮	0.56kg/d	0.56kg/d	0	
		TP	0.08kg/d	0.08kg/d	0	
	船舶舱底含油废水	废水量	2828.4t	2828.4t	0	
		石油类	28.284t	28.284t	0	
声环境	各类施工机械、施工船舶	噪声	80~95 dB (A)	10 dB (A)	70~85 dB (A)	选用低噪声设备，设置减震基础
固体废物	施工船舶	船舶垃圾	146t	146t	0	交通船统一接收上岸，在收集点分类存放后交由当地环卫部门清运处理
	港池疏浚	疏浚土方	96.35 万 m^3	96.35 万 m^3	0	采用泥驳外抛至吕四港已批复的2#临时倾倒区

4.6.2 运营期污染源强核算

4.6.2.1 废气

本工程为 LNG 码头建设工程，吞吐货种为 LNG（液化天然气），设计年吞吐量

为 380 万吨/年。码头进出港船舶均为 LNG 船舶，出厂的 LNG 通过 LNG 槽车运往国内需求客户。根据资料调查和实地调研可知，LNG 船舶和 LNG 槽车均使用液化天然气作为动力燃料。LNG（液化天然气）属于清洁能源，同时，码头接卸采取密闭的方式，因此，正常工况下，码头作业不产生废气，LNG 卸船、装船和装车作业对周围环境影响较小。

4.6.2.2 废水

本工程运营期污水主要为船舶废水（生活污水、舱底油污水）、陆域生活污水、码头初期雨水。

（1）到港船舶废水

本工程到港船舶废水主要为船舶生活污水和船舶舱底油污水。来自疫区的船舶污水在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收；来自非疫区的到港船舶污水可委托海事部门认可的环保船接收处理。

①船舶生活污水

根据 73/78 国际海事组织制定的防止船舶污染海洋公约附则 IV 第 8 条的规定，船舶上必需备有经主管机关认可的生活污水处理装置，且须保证生活污水处理设施的正常运转，达到标准后方可在航行中并且在 12 海里以外排放，因此，本工程运营期的船舶生活污水主要为船舶在港期间所产生的生活污水，由海事部门认可的环保接收船接收处理，不在本工程港区内排放。

根据 4.3 章节，本工程船舶生活污水产生量约为 225.6t/a。类比现有项目，生活污水的主要污染物为 COD、SS、NH₃-N 和 TP。各污染物产生浓度为：COD 450mg/L、SS 300mg/L、NH₃-N 35mg/L、TP 5mg/L。船舶生活污水由海事部门认可的环保接收船接收处理。②船舶舱底油污水

根据 4.3 章节，本工程船舶舱底油污水产生量约 962.09t/a。根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018），舱底油污水中石油类浓度取 2000~20000mg/L，本次评价取 10000mg/L，则舱底油污水中石油类的年发生量为 9.6209t/a。船舶舱底油污水由海事部门认可的环保接收船接收处理。

（2）码头初期雨水

根据 4.3 章节，本工程新增初期雨水发生量为 15.2m³/次，年暴雨频次按 30 次/a 计，则初期雨水收集量为 456m³/a（15.2m³/次）。类比现有项目，初期雨水的主要污染物为 COD、SS 和石油类，各污染物产生浓度为：COD 100mg/L、SS 200mg/L、石

油类 50 mg/L。初期雨水收集后经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

(3) 陆域生活污水

本工程新增员工 30 人,包括管理人员、码头工作人员等。码头处不设生活设施,生活设施设置在后方陆域分销转运站。根据 4.3 章节,本工程陆域生活污水产生量约为 840t/a。类比现有项目,生活污水的主要污染物为 COD、SS、NH₃-N 和 TP,各污染物产生浓度为: COD 450mg/L、SS 300mg/L、NH₃-N 35mg/L、TP 5mg/L。

综上,本工程运营期废水产生总量为 2483.69t/a,其中船舶生活污水(225.6t/a)、船舶舱底油污水(962.09t/a)经船舶污水委托海事部门认可的环保船接收处理,码头工作平台初期雨水(456t/a)和陆域生活污水(840t/a)经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

(4) 维护性疏浚作业产生的悬浮泥沙

本工程维护性疏浚过程采用耙吸式挖泥船进行作业,挖泥船挖泥过程搅动水体产生悬浮泥沙。维护性疏浚拟采用 10000m³/h 的耙吸式挖泥船进行,因此,维护性疏浚挖泥作业与施工期疏浚挖泥作业悬浮物发生量相同,均为 422.64t/h,即 117.4kg/s。本工程运营期航道维护性疏浚的作业影响与施工期疏浚作业影响基本相同,但维护性疏浚作业量和时间远小于施工期,其影响也大为减小。

本工程运营期废水产生及排放情况见表 4.6-5。

表 4.6-5 运营期废水产生及排放情况表

序号	废水种类	产生情况			处理方式	排放情况			排放去向
		污染物名称	产生浓度 mg/L	产生量 t/a		污染物名称	排放浓度 mg/L	排放量 t/a	
1	船舶舱底油污水	废水量	/	962.09	委托海事部门认可的环保船接收处理,不排入本工程海域	废水量	/	/	委托海事部门认可的环保船接收处理,不在本工程所在海域排放
		石油类	10000	9.6209		COD	/	/	
2	船舶生活污水	废水量	/	225.6		SS	/	/	
		COD	450	0.1015		氨氮	/	/	
		SS	300	0.0677		总磷	/	/	
		氨氮	35	0.0079		石油类	/	/	
		总磷	5	0.0011					
3	陆域生活污水	废水量	/	840	经后方的分销转运站污水处理系统预	废水量	/	1296	接管至启东胜科水务有限公司集中
		COD	450	0.378		COD	100	0.1296	
		SS	300	0.252		SS	70	0.09072	
		氨氮	35	0.0294		氨氮	15	0.01944	
		总磷	5	0.0042					

4	初期雨水	废水量	/	456	处理	总磷	3.2	0.0042	处理
		COD	100	0.0456					
		SS	200	0.0912					
		石油类	50	0.0228		石油类	10	0.01296	

4.6.2.3 噪声

本工程吞吐货种为 LNG（液化天然气），LNG 通过运输船上的输送泵并经卸料臂分别通过支管汇集到总管后输送到后方分销转运站的 LNG 储罐中。因此，本工程运营期噪声主要来源为 LNG 船舶上的输送泵的运行噪声和船舶鸣号产生的交通噪声等。一般情况下，船舶停靠后不鸣笛，因此船舶噪声的影响较小。本工程主要噪声设备见表 4.6-6。

表 4.6-6 噪声源强调查清单（室外声源）

序号	声源名称	型号	空间相对位置			声源源强	声源控制措施	运行时段
			X	Y	Z	声功率级/dB (A)		
1	输送泵	/	121.776	32.070	0	85	选取低噪声设备、加装减震垫、设备定期维护	昼间、夜间

4.6.2.4 固体废物

本项目固体废弃物种类分为一般工业固废和危险废物。危险废物主要为含油抹布；一般固废为船舶生活垃圾、陆域生活垃圾以及港池维护性疏浚土方。固体废物主要在原辅材料使用过程、产品生产过程、污染防治措施及公辅工程等环节产生，产生量类比同类项目生产经验估算得到。

（1）船舶生活垃圾

船舶生活垃圾主要是食物残渣、卫生清扫物、废旧包装袋、瓶、罐等。根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，港作船的生活垃圾产生量按 1kg/人·d 计。根据表 4.3-1 可知，本工程运营期船舶到港约 94 艘，每艘船平均在港停留 1d (24h)。根据《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》附录一中对海船、轮机部和客运部最低安全配员表中对各类船舶的配员要求可知，基本每船配有 20~30 人/船，本次评价按照平均每艘船配有船员 30 人计算。因此，本工程运营期船舶在港期间生活垃圾产生量为 2.82t/a。来自疫情地区的船舶垃圾由具有相应资质的卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理；非疫区船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后交由陆上环卫部门统一处理。

（2）陆域生活垃圾

本工程运营期新增员工 30 人,根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018),陆域生活垃圾产生量按 1.5kg/人·d 计,生活垃圾产生量约为 15.75t/a。本项目陆域及码头上设置生活垃圾接收桶,分类收集后由环卫部门统一处理。

(3) 含油抹布

本工程港区作业机械主要为卸料臂、登船梯等设备,需定期保养,保养过程中产生含油抹布,产生量约 0.5t/a。根据《国家危险废物名录(2021 年)》危险废物豁免管理清单,含油抹布未分类收集,全过程不按危险废物管理,混入生活垃圾由环卫部门清运。

(4) 维护性疏浚土方

为保持港池水深-13.8 以深,运营期每年需开展一次维护性疏浚。类比现有 1 号泊位 5 年来的维护性疏浚情况,本工程运营期每年维护性疏浚量约 50-70 万 m³,拟采用耙吸式挖泥船进行维护性疏浚,环评阶段拟定维护性疏浚土外抛至临时倾倒区。目前,南通港吕四作业区批复有 2 个临时性海洋倾倒区,维护性疏浚土运至生态环境部门指定的抛泥区或倾倒区,外抛前应取得国家海洋行政主管部门许可、完善外抛手续、取得相关许可证。

根据《固体废物鉴别标准通则》(GB 34330-2017)的规定,判断其是否属于固体废物,给出判定依据及结果,副产物的判定情况见表 4.6-7。

表 4.6-7 项目副产物产生情况汇总表

序号	副产物名称	产生工序	形态	主要成分	预测产生量(t/a)	种类判断		
						固体废物	副产品	判定依据
1	船舶生活垃圾	船员生活	固态	食品废物、纸、纺织物等	2.82	√	/	《固体废物鉴别标准通则》(GB34330-2017)
2	陆域生活垃圾	职工办公	固态	纸、纺织物等	15.75	√	/	
3	含油抹布	设备机修	固态	石油类	0.5	√	/	
4	维护性疏浚土方	维护性疏浚	半固态	砂石、泥浆、土	50-70 万 m ³	√	/	

由上表可知,本项目运营期无副产品产生。本项目产生的固体废物名称、类别、属性和数量等情况汇总见下表。同时,根据《国家危险废物名录》(2021 年版),判定其是否属于危险废物。

表 4.6-8 建设项目固体废物分析结果汇总表

序号	固废名称	属性	产生工序	形态	主要成分	危险特性鉴别方法	危险特性	废物类别	废物代码	产生量 (t/a)
1	船舶生活垃圾	一般固废	船员生活	固态	食品废物、纸、纺织物等	《国家危险废物名录》(2021 年)	/	/	/	2.82
2	陆域生活垃圾	一般固废	职工办公	固态	纸、纺织物等		/	/	/	15.75
5	含油抹布	危险废物	设备机修	固态	石油类		T, In	HW49	900-041-49	0.5
6	维护性疏浚土	一般固废	维护性疏浚	半固态	砂石、泥浆、土		/	其他废物	99	50-70 万 m ³

4.6.2.5 污染物排放汇总

本工程建成投产后，全厂污染物排放量汇总见表 4.6-9。

表 4.6-9 运营期污染物排放量汇总表

类别	污染物名称		现有项目接管量/外排量 (t/a)	本项目			以新带老削减量 (t/a)	排放增减量 (t/a)	全厂排放量 (t/a)
				产生量 (t/a)	削减量 (t/a)	接管量/外排量 (t/a)			
废气	正常工况	非甲烷总烃	0.11	0	0	0	0	0	0
	非正常工况	SO ₂	0.13	0	0	0	0	0	0.13
		NO _x	1.446	0	0	0	0	0	1.446
废水	废水量		2709.74	1296	0	1296	0	+1296	4005.74
	COD		0.2328	0.4236	0.294	0.1296	0	+0.1296	0.3624
	SS		0.105	0.3432	0.25248	0.09072	0	+0.09072	0.19572
	NH ₃ -N		0.0194	0.0294	0.00996	0.01944	0	+0.01944	0.03884
	TP		0.002	0.0042	0	0.0042	0	+0.0042	0.0062
	石油类		1.02	0.0228	0.00984	0.01296	0	+0.01296	1.03296
固废	船舶生活垃圾		0	2.82	2.82	/	0	0	0
	陆域生活垃圾		0	15.75	15.75	/	0	0	0
	含油抹布		0	0.5	0.5	/	0	0	0
	维护性疏浚土		0	50-70 万 m ³	50-70 万 m ³	0	0	0	0

4.7 环境风险分析

4.7.1 评价原则

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)的要求，环境风险评价应以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险防范、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

4.7.2 评价工作程序

环境风险评价工作程序见图 3.7-1。

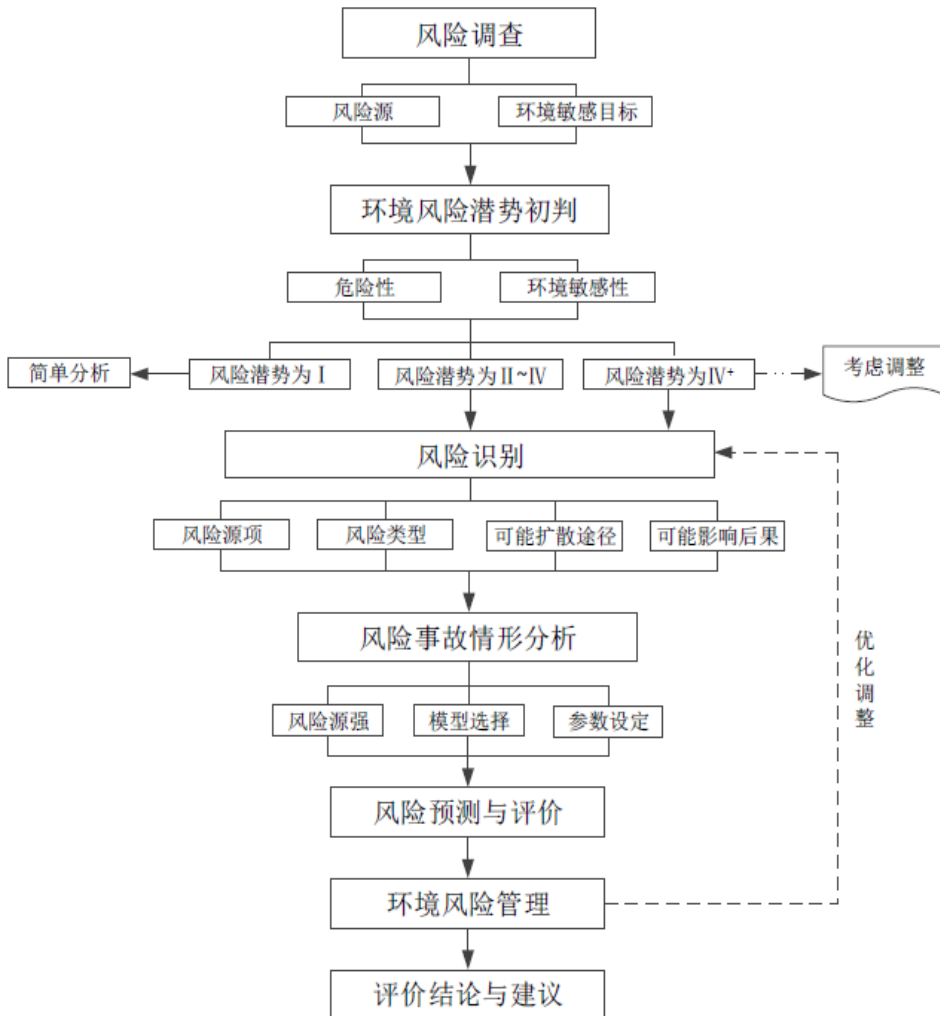


图 4.7-1 环境风险评价工作程序

4.7.3 环境风险识别

环境风险因素识别对象包括生产设施、所涉及物质、受影响的环境要素和环境保护目标，其中生产设施风险因素识别包括主要生产装置、贮运系统、公用工程系统、辅助生产设施及环保设施等；物质风险因素识别包括主要原材料及辅助材料、燃料、中间产品、最终产品、“三废”污染物、火灾和爆炸等伴生/次生的危险物质。

4.7.3.1 风险识别的内容

环境风险识别的内容包括物质危险性识别、生产系统危险性识别和危险物质向环境转移的途径识别。

(1) 物质危险性识别：包括主要原辅材料、燃料、中间产品、副产品、最终产

品、污染物、火灾和爆炸伴生/次生物质。

(2) 生产设施危险性识别：包括主要生产装置、储运设施、公用工程和辅助生产设施，以及环境保护设施等。

(3) 危险物质向环境转移的途径识别：包括分析危险物质特性及可能的环境风险类型，识别危险物质影响环境的途径，分析可能影响的环境敏感目标。

4.7.3.2 风险识别方法

1、资料收集和准备

本工程属于 G5532 货运港口，位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。工程涉及的危险物质主要为船舶携带备用燃料油和液化天然气（LNG），可能发生的事故包括船舶碰撞导致的船舶溢油风险事故和液化天然气的泄漏事故。

(1) 船舶溢油污染事故统计分析

经过统计，1973 年至 2017 年，我国沿海共发生船舶溢油事故近 92 起，溢油量约 43952 吨，占总溢油量的 90%左右，平均每年发生 2 起左右，每起 477.8 吨。我国 50 吨至 500 吨的溢油事故，占总次数 77.2%，其中溢油量在 100-500 吨的事故最多，占总次数的 56.5%；500-1000 吨及 1000 吨以上的重大船舶溢油事故次数较少，仅占总次数的 22.8%，但是溢油量占到了总溢油量的 64.6%，其溢油量是相当惊人的，危害十分巨大，事后的应急处理十分关键。根据统计，我国 1973-2017 年重大船舶溢油事故统计及原因分析如下：

表 4.7-1 我国 1973-2017 年重大船舶溢油事故统计及原因分析

事故原因	溢油次数	占事故总数比(%)	溢油地区					
			码头	港湾	进港时	近岸（50 公里以内）	外海	其他区
机械事故	2	2.2	1	1	0	0	0	0
碰撞	50	54.3	3	30	4	1	2	2
爆炸	2	2.2	1	1	0	1	0	0
失火	2	2.2	0	2	0	0	0	0
搁浅	8	8.7	0	6	0	0	0	0
撞击	10	10.9	2	3	0	0	0	1
结构损害	2	2.2	0	0	0	0	1	0
沉没	8	8.7	2	5		0		1
其他原因	8	8.7	1	4	0	1	0	3
总计	92	100	10	52	13	3	3	6

根据表 4.7-1 可知，我国的重大船舶溢油事故多数是船舶航行在港湾交通繁忙水

域、靠离码头时，由于碰撞、搁浅等恶性交通事故引起的。发生在港湾的溢油事故占总事故的 56.5%，由于碰撞和搁浅引起的溢油事故占 63%。

(2) LNG 船舶事故统计分析

根据国际气体运输船和码头经营者协会 (SIGRITO) 2008 年报显示，截止 2008 年，全球有 83 个外输和接收站，300 余艘 LNG 船在运行中。近 45 年，LNG 船舶已经累计完成了近 10 万次的全球各港口的装卸货作业，现在每年大约完成超过 3000 航次的 LNG 船运输任务。根据 DNV、Lloyds、SIGRITO、OSC 和 DouglasWestwood 等组织多年来对 LNG 船舶事故的追踪研究，迄今有较详细记录的 LNG 船事故共有 45 起，事故发生概率为 $4.5 \times 10(\text{次})$ ，其中 1965、1979、1980、1985 和 2006 年发生的事故达到了 3 次，最高的是 1974 年，达到了 5 次。又根据美国 Colton 公司统计的数据，投入运行的 LNG 船在 1970 年达到 9 艘，1980 达到 49 艘，1990 达到 81 艘，1998 年超过 100 艘，到了 2000 年已经达到了 120 艘，2008 年末突破 300 艘，至 2010 年 3 月 6 号已经达到 337 艘。各年份 LNG 船总数和事故数显然，在 1998 年前，LNG 船的增长是缓慢的，每年大约新建 4 艘；其后，随着天然气消耗和 LNG 每年大约新建 4 艘。其后，随着天然气消耗和液化天然气贸易的增长，LNG 船也开始爆发式增长，平均每年达到了将近 20 艘，相比于不断增长的 LNG 船数，LNG 船的事故却没有增长，相反相对于 LNG 船数，事故的发生频率是下降的。

LNG 船事故的首要原因多源自于 LNG 或蒸发气(BOG)泄漏事故，其次是在航行、靠泊、装卸货过程中发生的各种事故：如船舶碰撞、搁浅、遭遇恶劣天气、船舶推进系统失效、以及操作失误等。

据以往事故统计，发生 LNG 船泄漏的事故共 18 起，占有事故的 40%；BOG 泄漏占 3 次。其中有 7 次是由于装卸货过程中操作不当引起的有记录在案的，最大泄漏量是 100 加仑，可以说 LNG 船发生事故导致 LNG 或 BOG 泄漏的可能性约有 50%，且泄漏量不会很大。

2、物质危险性识别

物质危险性识别包括主要原辅材料、燃料、中间产品、副产品、最终产品、污染物、火灾和爆炸伴生/次生物等。本工程为 LNG 码头工程建设项目，不涉及产品生产，吞吐货种主要为液化天然气 (LNG)；废水主要污染物为 COD、SS、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP、石油类等，固废主要为船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、含油抹布；火灾和爆炸次生/伴生污染物为 CO。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)

附录 B、《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ941-2018) 附录 A 及《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 将液化天然气、船用燃料油和一氧化碳作为本工程运营期的危险物质进行评价。

(1) 液化天然气危险特性

液化天然气 (LNG) 是以甲烷为主的液态混合物, 属于甲 B 类火灾物质, 在空气中只要较小的点燃能量就会燃烧。本工程主要涉及的 LNG 特性见表 4.7-2。

表 4.7-2 液化天然气的主要性质

标识	中文名	天然气、甲烷	英文名	methane Marsh gas
	分子式	CH ₄	分子量	16.04
	危险货物编号	21008	UN 编号	1972
	CAS 号	74-82-8	危险性类别	第 2.1 类易燃气体
理化特性	相对密度	相对密度 (水): 0.42(-164℃), 相对密度 (空气=1): 0.60		
	熔点: °C	-182.5	沸点: °C	-161.5
	外观与性状	无色无臭气体		
	溶解性	微溶于水, 溶于醇、乙醚。		
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	禁忌物	强氧化剂、氟、氯	燃烧 (分解) 产物	一氧化碳、二氧化碳
	主要用途	用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造		
燃爆特性与消防	燃烧性	易燃	闪点 (°C)	-218
	爆炸上限%	15	引燃温度 (°C)	538
	爆炸下限	5	最小点火能 (mj)	无资料
	火灾危险类别	甲类	爆炸危险级别、组别	II A T1
	燃烧热 (kJ/mol)	889.5	饱和蒸气压(kPa):	53.32(-168.8℃)
	危险特性	易燃, 与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应		
	灭火方法	切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 可能的话将容器从火场移至空旷处。 灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。		
毒性、健康危害及防护措施	LD ₅₀ :	无资料		
	LC ₅₀ :	无资料		
	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护, 但建议特殊情况下, 佩戴自吸过滤式防毒面具 (半面罩)		
	眼睛防护	一般不需要特殊防护, 高浓度接触时可戴安全防护眼镜		
	身体防护	穿防静电工作服		
	手防护	戴一般作业防护手套		
	其他防护	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业, 须有人监护		
急救	皮肤接触	若有冻伤, 就医治疗。冻结在皮肤上的衣服, 要在解冻后才可脱去。接		

措施		触液化气体，接触部位用温水浸泡复温。注意患者保暖并且保持安静。确保医务人员了解该物质相关的个体防护知识，注意自身防护。
	眼睛接触	——
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医
	食入	——
泄漏应急处理		迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用
储运注意事项		易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密区停留。铁路运输时要禁止溜放。
包装		II 类包装；钢制气瓶

(2) 船用燃料油危险特性

船用燃料油属于易燃性物质，同时又有易蒸发的特点，挥发后与空气形成可燃性混合物，当混合物浓度达到一定比例时，遇到火种就可能燃烧和爆炸。由于船用燃料油种类暂未确定，根据相关调查，现阶段船舶常用的燃料油为 180/380CST 残渣型燃料油，根据《船用燃料油》(GB17411-2015)，船用燃料油典型特性见表 4.7-3。

表 4.7-3 船用 180/380 燃料油的主要性质

项目		指标			
		RME180	RMG180	RMG380	RMK380
运动粘度 (50℃) / (mm ² /s) 不大于		180.0	180.0	380.0	380.0
密度 / (kg/m ³) 不大于	15℃	991.0	991.0	991.0	1010.0
	20℃	987.6	987.6	987.6	1006.6
碳芳香度指数 (CCAI) 不大于		860	870	870	870
硫含量 (质量分数) /% 不大于	I	3.50	3.50	3.50	3.50
	II	0.50	0.50	0.50	0.50
闪点 (闭口) /℃ 不低于		60.0	60.0	60.0	60.0
硫化氢 / (mg/kg) 不大于		2.00	2.00	2.00	2.00
酸值 (以 KOH 计) / (mg/g) 不大于		2.5	2.5	2.5	2.5
总沉积物 (老化法) (质量分数) /% 不大于		0.10	0.10	0.10	0.10

残炭（质量分数）/% 不大于		15.00	18.00	18.00	20.00
倾点/℃ 不高于	冬季	30	30	30	30
	夏季	30	30	30	30
水分（体积分数）/% 不大于		0.50	0.50	0.50	0.50
灰分（质量分数）/% 不大于		0.070	0.100	0.100	0.150
钒/（mg/kg） 不大于		150	350	350	450
钠/（mg/kg） 不大于		50	100	100	100
铝+硅/（mg/kg） 不大于		50	60	60	60
净热值/（MJ/kg） 不小于		39.8	39.8	39.8	39.8

(3) 一氧化碳危险特性

表 4.7-4 一氧化碳的主要性质

标识	中文名	一氧化碳	英文名	Carbon mon oxide
	分子式	CO	分子量	28
	危险货物编号	21005	UN 编号	1016
	CAS 号	630-08-0	RTECS 号	FG3500000
理化特性	相对密度	相对密度（水=1）：1.25(0℃)，相对密度（空气=1）：0.97		
	熔点：℃	-205	沸点：℃	-191.5
	外观与性状	无色无味气体		
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、苯、氯仿等多数有机溶剂		
	稳定性	稳定	聚合危害	不聚合
	禁忌物	强氧化剂	燃烧（分解）产物	二氧化碳
燃爆特性 与消防	燃烧性	易燃	闪点（℃）	<-50
	爆炸上限%	74.2	引燃温度（℃）	610
	爆炸下限%	12.5	火灾危险类别	甲类
	临界温度℃	-140.2	临界压力 MPa	3.50
	燃烧热(kJ/mol)	285.624	饱和蒸气压(kPa):	无资料
	危险特性	一种易燃易爆气体，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。		
	灭火方法	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。		
健康危害	一氧化碳在血中与血红蛋白结合而造成组织缺氧。急性中毒：轻度中毒者出现头痛、耳鸣、心悸、呕吐、无力，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 10%；中度中毒者除上述症状外，还有皮肤粘膜呈樱红色、脉快、烦躁、步态不稳、浅至中度昏迷，血液碳氧血红蛋白浓度可高于 30%；重度患者深度昏迷、瞳孔缩小、肌张力增强、频繁抽搐、大小便失禁、休克、严重心肌损害等，血液碳氧血红蛋白可高于 50%。 慢性影响:能否造成慢性中毒及对心血管影响无定论。			
急救	吸入时迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。			
防护措施	工程防护	生产过程密闭，加强通风；提供安全淋浴和洗眼设备。		
	呼吸系统防护	空气中浓度超标时，佩戴自吸过滤式防毒面具(半面罩)。紧急事态抢救或撤离时，建议佩戴空气呼吸器、一化碳过滤式自救器。		
	眼睛防护	一般不需要特殊防护		
	防护服	穿相应的防护服		

	其他	工作现场严禁吸烟。实行就业前和定期的体检。避免高浓度吸入。进入限制性空间或其它高浓度区作业，须有人监护。
泄漏处置		迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并立即隔离 150m，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。

3、生产系统危险性识别

本工程为 LNG 码头建设工程，不涉及产品生产。运营期生产系统主要为 LNG 海上运输、卸船和输送。生产系统的危险性如下：

(1) LNG 海上运输

海上重大污染事故主要是由于船只在码头泊位或锚地、航道上发生碰撞、搁浅或船身、设备等破损而引起的。

本工程 LNG 的海上运输使用 LNG 船舶，采用 LNG 作为船舶动力燃料，但船舶中储存有一定量的燃油作为备用动力燃料。船舶若在码头泊位或锚地、航道上发生碰撞，可能导致油舱中的船用燃料油或运输的液化天然气品的瞬间大量泄漏，发生火灾、爆炸事故。

(2) LNG 装卸和输送

本工程为 LNG 码头建设，涉及的货种为 LNG（液化天然气），属于易燃、易爆物质。在装卸和管道输送过程中若发生泄漏，遇点火源易发生火灾、爆炸事故。

码头的 LNG 输送管道属于压力管道，其泄漏引起火灾爆炸可能造成事故后果最严重，造成管道中介质泄漏的原因有：

①管道质量因素泄漏。如设计不合理，管道的结构、管件与阀门的连接形式不合理或螺纹制式不一致，未考虑管道受热膨胀问题。

②管道工艺因素泄漏，如管道中高速流动的介质冲击与磨损；反复应力的作用；腐蚀性介质的腐蚀；长期在高温下工作发生蠕变；应预冷的卸料总管保冷失效或未预冷，低温下操作材料冷脆断裂；老化变质；高压物料窜入低压管道发生破裂；未及时更换老化、破损管线，发生胀裂、泄漏、污染等事故；管道在温度升高的情况下会导致胀压，使法兰连接处垫片受损而发生泄漏事故。

③外来因素破坏，如外来飞行物、狂风等外力冲击；设备与机器的振动、气流

脉动引起振动、摇摆；施工造成破坏；地震，管廊地基下沉等。

④操作失误引起泄漏，如错误操作阀门使可燃物料漏出；超温、超压、超速、超负荷运转；维护不周，不及时维修，超期和带病运转等。

⑤管线上的安全设施，如压力表等损坏，如有异常情况操作人员不能及时发现，容易导致事故的发生。

4、环境风险类型及危害分析

(1) 环境风险类型

根据危险物质及生产系统的风险识别结果，项目环境风险类型主要为危险物质泄漏。

(2) 环境风险危害分析及扩散途径

本项目进出港船舶发生溢油事故将造成海洋水体污染事故，从而造成对海洋生态环境的影响。

4.7.3.3 环境风险识别结果

本工程环境风险识别结果见表 4.7-5。

表 4.7-5 环境风险识别表

序号	危险单元	风险源	主要危险物质	环境风险类型	环境影响途径	可能受影响的环境敏感目标
1	LNG 码头	LNG 船舶	船用燃料油	泄漏	海洋	海洋生态环境，具体见 2.6.4 章节
2	LNG 码头	LNG 船舶	LNG、CO	泄漏、火灾/爆炸引起的次伴生污染	大气	
3	LNG 码头	LNG 卸船臂	LNG、CO		大气	

4.7.4 风险事故情形分析

4.7.4.1 风险事故情形设定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，最大可信事故的定义为基于经验统计分析，在一定可能性区间内发生的事故中，造成环境危害最严重的事故。

1、大气环境风险事故情形设定

通过风险识别可知，本工程大气环境风险主要为 LNG 泄漏以及 LNG 泄漏后遇明火发生火灾事故产生伴生/次生污染物 CO。

本项目 LNG 泄漏风险源包括扩建码头至后方分销转运站管径中 LNG 泄漏以及 LNG 船舶储罐发生泄漏。鉴于 LNG 属于温度低、比重小、蒸发气与空气混合极易燃烧等特点，为了适合货物特性和保障运输安全性，LNG 船舶均需采用耐低温材料、

采用货舱次屏蔽和设置双层船壳等设计、建造和管理。同时,根据 DNV、Lloyds、SIGTTO、OSC 和 Douglas Westwood 等组织多年来对 LNG 船舶事故的追踪研究,迄今未发生过重大的船舶交通事故,且未造成过 LNG 泄漏事故。因此,本项目 LNG 大气环境风险事故情形设定的 LNG 泄漏事故主要考虑扩建码头至后方分销转运站管线 LNG 泄漏的情况。

2、地表水风险事故情形设定

通过风险识别可知,本工程地表水环境风险主要为进出港船舶发生碰撞事故导致船用燃料油泄漏对海洋环境的影响。

3、最大可信事故

根据各类风险事故统计分析,本工程地表水环境风险的最大可信事故为码头进出港船舶发生碰撞导致船用燃料油泄漏对周围环境的影响,大气环境风险的最大可信事故为扩建码头至后方分销转运站管线内 LNG 泄漏以及泄漏后遇明火发生火灾事故产生伴生/次生污染物 CO。具体最大可信事故情形见表 4.7-6。

表 4.7-6 最大可信事故情形表

序号	环境风险类型	危险源	危险单元	危险物质	发生频率	影响途径
1	泄漏	LNG 码头	LNG 管线	LNG	$2.4 \times 10^{-6}/a$	大气、海洋
		LNG 船舶	LNG 罐	LNG	$1.00 \times 10^{-7}/a$	
		LNG 船舶	船舶燃料油舱	燃料油	$1.00 \times 10^{-4}/a$	
2	火灾爆炸伴生/次生污染物排放	LNG 码头	LNG 管线	CO	$1.00 \times 10^{-5}/a$	大气
		LNG 船舶	LNG 罐、船舶燃料油舱	CO	$1.00 \times 10^{-7}/a$	

4.7.4.2 源项分析

本次评价根据危险物质风险识别结果及风险事故的设定情形,大气环境风险事故主要考虑码头至后方分销转运站管线内 LNG 泄漏以及泄漏后遇明火发生火灾事故产生伴生/次生污染物 CO,地表水风险事故主要考虑进出港船舶发生碰撞导致溢油事故。

1、LNG 泄漏事故源强核算

LNG 为液化天然气,液化气一旦从管道及阀门泄漏,一小部分立即气化成为蒸气,泄漏到地面气化后与周围的空气混合成冷蒸气雾,在空气中冷凝形成白烟,再稀释受热后与空气形成爆炸性混合物。LNG 主要成分为甲烷,本项目 LNG 泄漏后进入大气的甲烷通过泄漏液体的蒸发量来考虑。

参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录 F 中液体泄漏公

式对泄漏的 LNG 进行计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中：Q—液体泄漏速度，kg/s；

C_d —液体泄漏系数；按圆形取 0.65；

A—裂口面积， m^2 ；HJ/T169-2018 附录 E，内径 $>150mm$ 的管道，泄漏孔径为 10%孔径（最大 50mm），本项目管道内径 1200mm，因此泄漏孔径取 50mm，计算得裂口面积为 $0.0020m^2$ ；

ρ —泄漏液体密度， kg/m^3 ；

P—容器内介质压力，Pa；

P_0 —环境压力，Pa；

g—重力加速度， $9.81m/s^2$ ；

h—裂口之上液位高度，m。

根据设计资料、结合LNG特点，假定从发生泄漏到得到控制时间为 15min，本工程LNG泄漏量计算结果见下表。

表 4.7-7 泄漏量计算（泄漏时间以 15min计）

危险单元	泄漏物质	容器内介质压力 P	环境压力 P_0	泄漏液体密度 ρ	重力加速度	裂口之上液位高度 h	液体泄漏系数 C_d	裂口面积 A	泄漏速率	泄漏量
		Pa	Pa	kg/m^3	m/s^2	m	-	m^2	kg/s	kg
LNG 管线	LNG	1600000	101325	480	9.81	0.1	0.65	0.0020	48.3	43740

泄漏液体的蒸发分为闪蒸蒸发、热量蒸发和质量蒸发三种，其蒸发总量为这三种蒸发之和。LNG采用低温方式储存、运输，储存温度低于LNG的沸点，因此，LNG泄漏之后不存在闪蒸的过程，直接进入热量蒸发和质量蒸发过程。

（1）热量蒸发

当液体闪蒸不完全，有一部分液体在地面形成液池，并吸收地面热量而汽化，其蒸发速率按下式计算：

$$Q_2 = \frac{\lambda S (T_0 - T_b)}{H \sqrt{\pi \alpha t}}$$

式中： Q_2 —热量蒸发速率，kg/s；

T_0 —环境温度，K；

T_b —泄漏液体沸点；K；

H —液体汽化热，J/kg；

t —蒸发时间，s；

λ —表面热导系数，W/（m·K）；取值根据HJ/T169-2018 表F.2，地面情况为水泥地；

S —液池面积，m²；

α —表面热扩散系数，m²/s；取值根据HJ/T169-2018 表F.2，地面情况为水泥地。

LNG泄漏后，假定从发生泄漏到得到控制时间为 15min，则热量蒸发速率计算见下表。

表 4.7-8 热量蒸发速率

危险单元	泄漏物质	环境温度 T_0	泄漏液体沸点 T_b	液体汽化热 H	蒸发时间 t	表面导热系数 λ	液池面积 S	表面热扩散系数 α	热量蒸发速率 Q_2
		K	K	J/kg	s	W/(m·K)	m ²	m ² /s	kg/s
LNG 管线	LNG	298	111.66	509880	900	1.1	10.5	1.29×10^{-7}	0.22

(2) 质量蒸发

当热量蒸发结束后，转由液池表面气流运动使液体蒸发，称之为质量蒸发。其蒸发速率按下式计算：

$$Q_3 = \alpha p \frac{M}{RT_0} u^{\frac{(2-n)}{(2+n)}} r^{\frac{(4+n)}{(2+n)}}$$

式中， Q_3 —质量蒸发速率，kg/s；

p —液体表面蒸气压，Pa；

R —气体常数，J/（mol·K）；

T_0 —环境温度，K；

M —物质的摩尔质量，kg/mol；

u —风速，m/s；

r —液池半径，m；

α ， n —大气稳定系数；取值根据HJ/T169-2018 表F.3，取稳定度为F的情况。

LNG泄漏后，假定从发生泄漏到得到控制时间为 15min，则质量蒸发速率计算见下表。

表 4.7-9 质量蒸发速率

危险单元	泄漏物质	液体表面蒸气压 p	气体常数 R	环境温度 T ₀	物质的摩尔质量 M	风速 u	液池半径 r	大气稳定系数		质量蒸发速率 Q ₃
		Pa	J/(mol·K)	K	kg/mol	m/s	m	a	n	kg/s
LNG 管线	LNG	101325	8.314	298	16	2.5	1.83	3.846×10^{-3}	0.2	16.88

(3) 液体蒸发总量

液体蒸发总量按下式计算：

$$W_p = Q_1 t_1 + Q_2 t_2 + Q_3 t_3$$

式中：W_p—液体蒸发总量，kg；

Q₁—闪蒸液体蒸发速率，kg/s；

Q₂—热量蒸发速率，kg/s；

Q₃—质量蒸发速率，kg/s；

t₁—闪蒸蒸发时间，s；

t₂—热量蒸发时间，s；

t₃—从液体泄漏到全部清理完毕的时间，s。

根据前述计算，本项目 LNG 泄漏后，假定从发生泄漏到得到控制时间为 15min，蒸发总量为 15390kg。

2、次生污染物 CO 源强核算

本工程涉及的危险物质为 LNG，主要成分为甲烷。根据 LNG 的性质可知，液化天然气泄漏后会立即蒸发，一旦接触明火则会引起火灾、爆炸事故，其次生污染物主要为 CO。

参照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录 F，一氧化碳产生量的计算公式如下：

$$G_{co}=2330qCQ$$

式中，G_{co}为一氧化碳的产生量，kg/s；

C 为物质中碳的质量百分比，本项目燃烧物质为甲烷，取 75%；

q 为化学不完全燃烧值，取 1.5-6.0%，本项目取值 5%；

Q 为参与燃烧的物质质量，t/s，按照 LNG 蒸发总量 0.0171t/s 进行计算。

经计算，发生火灾爆炸产生CO为：1.4941kg/s，燃烧时间按 2h计，则一氧化碳的产生量为 10757.61kg。

3、船舶溢油事故源强核算

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)，新建水运工程建设项目的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容积确定。本项目不涉及货油运输，因此溢油事故溢油量按照设计代表船型 1 个燃料油边舱容积确定。

本工程施工期及运营期均存在船舶碰撞溢油事故风险，施工期船舶吨位较小，因此本次评价按照运营期最大设计船型进行考虑。本工程为扩建工程，紧邻广汇能源现有 1 号 LNG 泊位，因此，船用燃料油的最大存在量按现有 1 号泊位和本次扩建 2 号泊位均停放最大代表船型考虑。现有 1 号 LNG 泊位和本工程扩建 2 号泊位的最大设计船型均为 18.5 万 m³ LNG 船舶。

根据设计单位和建设单位提供的资料可知，本项目到港 LNG 船舶以 LNG 为动力燃料，但仍需携带部分燃料油作为备用动力燃料。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)附录 C.5，采用外推法计算，18.5 万 m³ LNG 船舶（LNG 密度为 0.48，折算成载重吨位即为 83250 吨船舶）的燃油舱单舱燃油量为 2063t。

一旦发生船舶相撞导致漏油现象，建设单位会立即启动应急程序，对燃料油进行围堵、蘸、吸，并通知相关部门应急救援，但仍有一部分油会泄漏，泄漏的石油类首先用接油盆、吸油垫、草垫沙子、捞油兜等收油物品阻止或减少溢料入海，然后再经二道围油栏拦截回收。经上述处理后，约有 30%单舱燃料量泄漏入海洋，约 620t。故，本次评价溢油源强取为 620t。

综上，本项目风险事故源强统计如下：

表 4.7-10 本项目风险源强一览表

序号	风险事故情形描述	危险单元	危险物质	影响途径	释放或泄漏速率/(kg/s)	释放或泄漏时间/min	最大释放或泄漏量/kg	泄漏液体蒸发量/kg	其他事故源参数
1	泄漏	LNG 管线	LNG	大气	48.3	15	43740	15390	/
2	火灾/爆炸次伴生污染	LNG 管线	CO	大气	1.4941	120	10757.61	/	/
3	泄漏	LNG 船舶	燃料油	海洋	/	/	620000	/	/

4.8 清洁生产分析

本工程为 LNG 码头建设工程，码头不承担对物料的加工、处理或产品转化的功能，一般情况下，整个过程不会改变物料的理化性质和状态，所以码头建设项目的清洁生产评价不同于其它工业建设项目。码头的生产功能是汇成某一特定物料的装卸、仓储及转运。物料的装卸、仓储及转运过程的产污环节是影响港口码头清洁生产的主要因素。

目前，港口建设项目尚未制定清洁生产评价的统一行业标准和方法，本次评价根据《港口工程清洁生产设计指南》（JTS/T 178-2020）对本工程清洁生产情况进行分析。

4.8.1 产品清洁性分析

本工程运输产品为 LNG（液化天然气）。天然气作为清洁燃料，天然气在完全燃烧时过程中产生二氧化碳、水和微量二氧化硫，对大气环境影响很小，因此广泛用于民用燃料、工业燃料和发电。

本工程运输的 LNG 其硫含量 $\leq 33.8\text{mg}/\text{Sm}^3$ ，其含硫量远低于煤、燃料油、生物质颗粒等。与煤相比，LNG 不含灰分，且根据统计数据显示，天然气燃烧后产生的 NO_x 仅为煤的 19.2%，产生的 CO_2 仅为煤的 42.1%。因此，本工程所接卸的产品清洁性很高。

4.8.2 工艺先进性分析

本工程装卸的 LNG 由 LNG 船舶进行运输，通过装卸臂向后方分销转运站储罐卸料，分销转运站再进行气化外输或装车外售。本工程不涉及后方分销转运站的建设，因此，本次评价主要在海上运输、码头作业工艺等方面说明工程整体工艺的先进性。

4.8.2.1 LNG 船舶先进性分析

天然气运输方法有气态压缩运输与低温液化运输，后者与前者相比具有体积小、安全性高等优点。

由于 LNG 的温度极低，其长距离运输需要有能够耐受零下 162°C 以下低温的特殊货舱，LNG 船是在 -162°C 低温下运输液化气的专用船舶，其本身被国际公认为高技术、高难度、高附加值的“三高”产品。采用船舶运输 LNG，运输量大，最重要的特点是 LNG 运输的安全、可靠和稳定。按照国际公约 IGC 规则，LNG 船舶均采

用双壳双底结构，货舱位于内船壳内，从货舱壁到外船壳至少满足 760mm。相对于普通船舶，LNG 船舶具有较强的抵抗搁浅和碰撞冲击的能力。船舶的双层船体结构使其可以在内船体及 LNG 货物密封系统被破坏之前吸收大量的冲击能量，保证在发生撞船、触礁等事故时不发生 LNG 泄漏。

本工程采取天然气低温液化运输，符合技术发展趋势，安全性也能得到可靠保证，充分体现出技术先进性。同时，本工程所选用的 LNG 船舶均采用 LNG 作为船舶燃料动力、采用船用燃料油作为备用动力燃料，从 LNG 船舶的选型上也体现了清洁生产理念。

4.8.2.2 装卸工艺先进性分析

LNG 船舶靠泊并与装卸臂对接后，LNG 通过运输船上的输送泵经装卸臂分别通过支管汇集到总管，输送到后方分销转运站 LNG 储罐中。

在卸船操作初期，用较小的卸船流量来冷却装卸臂及辅助设施，从而避免产生的 BOG 超过蒸发气系统处理能力而排放到火炬。当冷却完成后，逐渐增加流量到设计值。

卸船期间，卸船操作在操作员的监控下操作，在卸船管线上设置有表面温度计和压力传感器，可及时监测其温度变化，控制预冷、卸船等作业。

卸船结束后，将码头上布置的氮气管线与装卸臂的氮气接口连接，利用氮气吹扫残留于装卸臂中的 LNG 至 LNG 运输船。

装卸臂通过液压系统控制，每台装卸臂上都安装有快速紧急脱离接头和联锁系统。在紧急情况下，LNG 运输船能快速安全地与装卸臂脱离。

当 LNG 接收站处于“零输出”状态时，除 1 台低压输送泵外其它所有的低压、高压输送泵停止运行。该泵运行以确保少量的 LNG 在卸船总管中及 LNG 输送管线中进行循环，保持系统处于冷状态。卸船时停止 LNG 保冷循环。该装卸工艺有利于减少 LNG 泄漏，充分利用 LNG 低温特性，减少能量消耗，有利于环境保护。

4.8.3 设备先进性分析

本工程采取先进的工艺控制系统和安全监控系统以保障操作人员和设备的安全，防止环境污染，确保生产设施安全、可靠、有效运行。

4.8.4 清洁生产评价

综上所述，本工程产品清洁、工艺和设备先进，三废等均按照要求收集处理，

尽可能使项目建设所带来的环境负影响减少到最低程度、减少能源物耗。因此，各项措施均体现了清洁生产的基本思想，符合清洁生产要求。

5 环境现状调查与评价

5.1 自然环境现状调查

5.1.1 地理位置

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，2022 年，全市户籍总人口 1077927 人，实现地区生产总值 1391.14 亿元。。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。

江苏启东吕四港经济开发区成立于 1993 年，为省级经济开发区，总规划面积 210 平方公里，其中陆上面积 150 平方公里。吕四港经济开发区位于千年古镇吕四，地处长江入海口北侧，紧依黄海，因著名的吕四渔港而闻名中外。园区紧靠国家四大渔场之一的吕四渔场，拥有国家六大中心渔港之一的吕四国家中心渔港。

区内吕四港为国家一类开发口岸，是我国除宁波、大连、香港外又一个不可多得的天然深水良港，可建设 10 万吨级的深水泊位数十个。区内交通便捷，吕四港内连通吕运河，外接小庙洪深水航道，海上运输极为方便，吕四至日本神户、韩国釜山距离约 420 海里。陆上交通也十分便捷，苏 211 线穿境而过，与苏 335 线接壤，距宁启高速 20 公里，距南通机场 50 公里。吕四至上海浦东国际机场路程约 105 公里，至上海虹桥国际机场路程约 120 公里，至上海浦东外高桥港区路程约 78 公里，至上海市区约 90 公里。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，地理位置见图 4.1-1。

5.1.2 气候与气象

吕四海洋监测站位于大洋港东北偏北 5km 处的小庙洪南侧，1968 年建立固定站

至今站位未变，地理坐标为 32°08'N，121°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。该站在拟建码头的 NW 向约 5km 处，具有良好的代表性。

5.1.2.1 气温

根据 2009 年-2019 年资料的统计，工程海域属北亚热带湿润气候区，海洋性季风气候特征明显，四季分明，光照充足，气温温和，雨水充沛，无霜期长（年平均无霜期 222 天），春季天气多变，秋季天高气爽。该区域气温特征值如表 5.1-1 所示。

表 5.1-1 区域气温特征值

年平均气温	16.1℃	/	/
平均最高气温	18.4℃	平均最低气温	14.4℃
最热月份	7-8 月	最冷月份	1-2 月
最热月份平均气温	29.9℃、29.6℃	最冷月份平均气温	6.0℃、7.4℃
极端最高气温	38.4℃ (2017 年 7 月 24 日)	极端最低气温	-10.0℃ (2016 年 1 月 24 日)

5.1.2.2 风况

根据吕四海洋站 2009~2019 年风资料统计，常风向为 N 向，频率 11.1%；次常风向为 ESE 向，频率 10.3%；强风向 N 向，该向≥7 级风的频率为 0.6%；全方位≥7 级风的频率为 1.7%，全方位≥8 级风的频率为 0.1%。

春季：常风向为 SSE 和 ESE 向，频率 12.7%；强风向 N 向，该向≥7 级风的频率为 0.5%；

夏季：常风向为 ESE 向，频率 16.0%；次常风向为 SSE 向，频率 14.3%；强风向 ENE 向，该向≥7 级风的频率为 0.3%；

秋季：常风向为 N 和 NNE 向，频率 12.6%；强风向 N 向，该向≥7 级风的频率为 1.1%；

冬季：常风向为 N 向，频率 18.1%；次常风向为 NW 向，频率 11.2%；强风向 N 向，该向≥7 级风的频率为 0.6%。

对吕四海洋站 2009~2019 年各方向风速、频率等资料进行分析，得吕四海洋站风况统计表 5.1-2 和风玫瑰图 5.1-1。

表 5.1-2 吕四海洋站 2009-2019 年风况统计表（单位：m/s）

风向 频率	风速						
	≤5.4	5.5-7.9	8.0-10.7	10.8-13.8	13.9-17.1	≥17.2	合计
N	3.0	3.2	2.7	1.6	0.5	0.1	11.1

NNE	2.8	2.4	1.8	0.9	0.2	/	8.2
NE	3.0	2.2	1.3	0.6	0.1	/	7.3
ENE	3.9	2.5	1.1	0.3	0.1	/	7.9
E	5.3	3	0.9	0.2	0	/	9.5
ESE	3.2	4.1	2.5	0.4	0.1	/	10.3
SE	2.6	2.6	1.7	0.5	0.1	/	7.4
SSE	3.6	3.2	1.9	0.4	0.1	/	9.2
S	2.8	1.7	0.7	0.1	/	/	5.3
SSW	1.7	0.8	0.2	/	/	/	2.7
SW	1.6	0.6	0.1	/	/	/	2.3
WSW	1.4	0.5	0.1	/	/	/	2
W	1.6	0.7	0.3	0.1	/	/	2.6
WNW	1.5	1.2	0.7	0.3	0.1	/	3.7
NW	1.6	1.6	1.4	0.7	0.1	/	5.4
NNW	1.5	1.3	1.2	0.7	0.2	/	5
C	0.1	/	/	/	/	/	0.1
合计	41.2	31.6	18.6	6.8	1.6	0.1	100

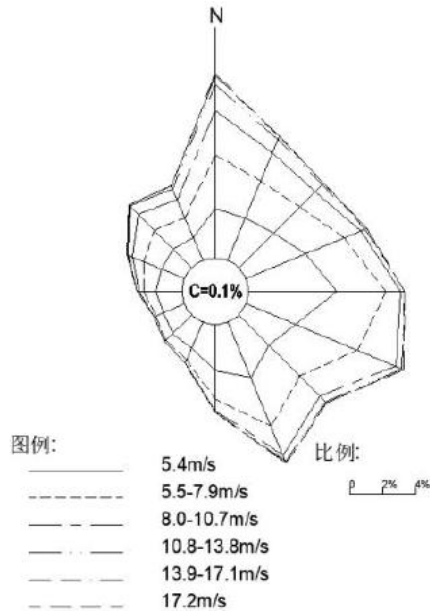


图 5.1-1 吕四海洋站风玫瑰图（2009-2019 年）

5.1.2.3 湿度

2009-2019 年年平均相对湿度 76.2%，最小相对湿度为 12%。各月相对湿度见表 5.1-3。

表 5.1-3 各月平均相对湿度

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
相对湿度	72.2	76.7	74.7	76.3	77	85.2	83.3	82.2	76	69.7	71.8	68.7	76.2

5.1.3 地形地貌和岸滩演变分析

5.1.3.1 历史岸滩地形地貌特征

启东市全境地貌系长江口不同时期河相、海相沉积-长江河口三角洲近代冲击平原。本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。

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。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 5.1-3）。

5.1.3.2 小庙洪海域滩槽的演变动态

小庙洪是辐射沙脊群南翼一个相对独立的水、沙系统，动力条件单一，水道不与相邻的潮汐通道串连，且南侧有固定的海堤边界，水道整体稳定性较好。

1) 小庙洪水道呈“北淤南冲、深槽南偏”的演变趋势。

吕四海滩组成物质为淤泥和粉沙，抗冲性差，由于黄河北归和长江口南移导致供沙量发生了显著变化，历史时期以来吕四海岸经历了由缓慢淤长到侵蚀的转换。近 20 年来，小庙洪水道整体呈“北淤南冲”的演变状态，2006~2009 年小庙洪水道北侧腰沙、横沙和乌龙沙分别淤积 3m 以上，2009~2014 年和 2014~2017 年上述沙体淤积 1~2m。吕四港~蒿枝港之间的南侧边滩冲刷，0m 等深线后退 200~400m 不等，但吕四挖入式港池实施后，口门导堤西侧边滩呈淤积态势，0m 边滩向深槽侧淤长 300~800m。

吕四岸滩地形变化呈冬冲夏淤的趋势，每年十月至次年二月，海滩呈现冲刷状态与不同季节的来沙条件和冬季大风有关；夏季总体处于淤积过程，虽然夏季台风会导致海滩出现短期冲刷，风暴过后海滩又会有所回淤。

随着小庙洪水道北侧淤积、南侧冲刷的逐步发展，南水道南汊 10m 深槽整体向南偏移，而南水道北汊由于横沙沙体冲刷的泥沙下移在 10m 槽根部形成条状淤积体，使得 10m 深槽中断约 800~1500m 左右。

2) 横沙头部冲刷后退、尾部淤长下延，乌龙沙头部淤长并与腰沙相连。

小庙洪水道自 2000 年以来，腰沙、横沙、乌龙沙等沙洲整体走势与深槽走向对应。2000~2017 年间，除横沙沙尾与乌龙沙 5m 沙体，腰沙与乌龙沙之间的北水道 5m 槽局部有所调整外，各沙洲和水道格局未出现显著变化。

2006-2009 年间，横沙头部及南侧淤积约 2m，北侧略有冲刷，冲刷深度约 0.6m，乌龙沙南缘冲刷约 2m。2009-2014 年间，横沙头部冲刷后退，尾部淤积约 2m，乌龙

沙头部及南缘淤长约 2~3m, 0m 线向腰沙逼近。2014-2017 年间, 横沙继续冲刷后退, 在靠近头部位置冲断, 形成两个独立沙体, 沙尾淤积约 2m, 乌龙头部沙继续向西淤长, 头部淤积 3m 以上, 浅滩区域与腰沙相连。

横沙和乌龙沙 5m 水深处沙体的变化较为频繁, 2000 年横沙沙尾与乌龙沙 5m 线相连, 到 2003 年横沙和乌龙沙 5m 沙体分离、通道冲刷发展, 2003~2006 年乌龙沙~横沙间 5m 通道进一步发展, 原孤立 5m 沙包已冲刷殆尽, 逐渐成为两个独立的沙体。

横沙在 2000 年呈长条形沙体, 2000 年横沙沙尾与乌龙沙 5m 线相连, 至 2003 两沙体分离, 中水道冲刷发展, 2003~2006 年原两沙体间 5m 沙包已冲刷殆尽, 2009 年后逐渐成为两个独立的沙体。2000 年~2009 年间, 横沙右缘距拟建进港航道右边线从 7.1km 缩短至 3.4km, 2014 年~2017 年间, 从 5.2km 缩短至 4.0km, 横沙右缘 0m 沙体向南发展, 需要继续关注横沙地形变化对对航道建设的影响。

据历年测图资料分析, 横沙面积在 2000-2009 年间逐渐增大, 2009-2017 年间沙体呈现“先萎缩再发展”的趋势, 17 年间沙体面积未发生较大变化。乌龙沙则从 2000 年至 2017 年持续发展, 由 2000 年的 640km² 增长到 2017 年的 962km²。

5.1.3.3 小庙洪水道尾部深槽冲刷上提并与中水道贯通

自 20 世纪 80 年代南水道头部分成南北两汊以来, 南汊始终处于发展的过程。2000 年小庙洪水道南水道 10m 深槽尾部并未贯通, 2000~2009 年, 小庙洪南水道 10m 深槽根部冲刷上提约 500m, 槽头北偏约 5~10°, 进一步归顺了南水道尾部的水流条件, 促进了南水道的发展; 至 2014 年南水道 10m 槽根部与中水道贯通, 自此南水道自大唐电厂向西至东灶通用码头前缘 10m 槽已全线贯通, 且与中水道尾部的连接部位 10m 深槽宽度由 2014 年 1.2km 增加至 2017 年 1.6km。

随着小庙洪南水道进一步发展, 小庙洪北水道 10m、5m 深槽不断萎缩直至消失, 2009 年以来北水道尾部(横沙北侧对开) 10m 槽淤积后退约 3.4km, 2017 年北水道中断距离达 8km, 较 2009 年增加约 2km。2009 年以来内小庙洪南水道深泓线未发生较大幅度调整, 上世纪后半段表现出来的北淤南冲趋势已有所减缓。

5.1.4 水文情势与相关水文特征值调查

(1) 特征潮位

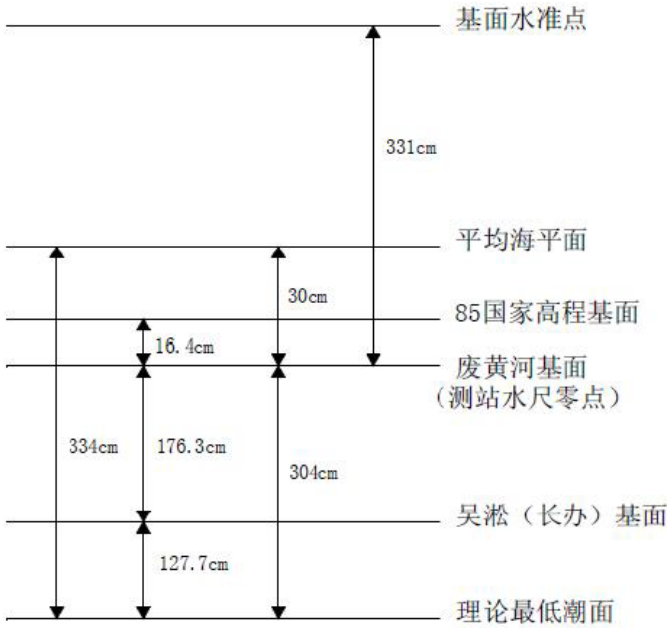
根据规划港区南侧小庙洪水道内吕四海洋站 1985~2008 年资料统计，该测站的特征潮位值见表 5.1-4。

表 5.1-4 吕四海洋站特征潮位统计表

	理论基面	85 国家高程
最高高潮位	7.74m (2002 年 7 月 11 日)	4.54m (2002 年 7 月 11 日)
最低低潮位	-0.34m (2006 年 3 月 29 日)	-3.54 (2006 年 3 月 29 日)
平均高潮位	5.24m	2.04m
平均低潮位	1.51m	-1.69m
大潮平均高潮位	6.30m	3.10m
小潮平均高潮位	4.20m	1.00m
最大潮差	7.31m	7.31m
最小潮差	0.31m	0.31m
平均潮差	3.73m	3.73m
平均海平面	3.34m	0.14m
涨潮平均历时	6 小时 23 分	6 小时 23 分
落潮平均历时	6 小时 2 分	6 小时 2 分

(2) 基准面

基面换算关系如下：



5.1.4.1 2019 年 1 月水文调查

中交第三航务工程勘察设计院有限公司勘察工程分公司于 2018 年 12 月~2019

年 1 月，在通州湾工程海域进行了水文泥沙测验工作，获取实测潮位、潮流、泥沙等资料，并对工程海域潮位、潮流、泥沙等特征进行分析工作。潮位站位置坐标见表 5.1-5、表 5.1-6 和图 5.1-5。

表 5.1-5 临时潮位站的坐标

站 名	54 北京坐标系 (L0=123 °)		WGS84 坐标系	
	X (m)	Y (m)	B	L
吕四海洋站	3557542	369469	32°08'	121°37'
临时潮位站	3560691	362742	32°09'40"	121°32'45"

表 5.1-6 定点流测流点位坐标

点 号	设计坐标	
	54 北京坐标系 (L0=123 °)	
	X=	Y=
#1	3561036	362365
#2	3557920	374757
#3	3570613	370188
#4	3565355	381169
#5	3560288	388144
#6	3564044	357015

临时潮位站与水文泥沙测验同步进行观测，观测时间为 2018 年 12 月 22 日 00:00 时~2019 年 1 月 23 日 23:00 时，历时 31 天并涵盖整个水文泥沙测验期间。同时收集吕四长期站同步潮位资料。

(1) 测潮期潮汐分析

工程水域潮汐，一日两涨两落较为规则。

1) 潮位

水文测验期，吕四潮位站的平均潮位为 20cm，最高高潮潮位为 367cm，最低低潮潮位为-286cm。临时潮位站的平均潮位为 21cm，最高高潮潮位为 366cm，最低低潮潮位为-292cm。潮位统计值见表 5.1-7。

表 5.1-7 各站水文测验期潮位特征 单位: cm

验潮站	平均潮位	最高高潮位	最低低潮位	平均高潮位	平均低潮位
吕四	20	367	-286	210	-171
临时潮位站	21	366	-292	215	-176

2) 潮差

潮差是工程海域潮汐强弱的重要标志之一，工程海域平均潮差相差不大，各站平均潮差在 380cm~390cm 之间。吕四潮位站的平均潮差为 380cm，最大潮差为 578cm，最小潮差为 200cm。临时潮位站的平均潮差为 390cm，最大潮差为 588cm，

最小潮差为 206cm。各站潮差特征值见表 5.1-8。

表 5.1-8 各站水文测验期潮差特征 单位: cm

验潮站	平均	最大	最小
吕四	380	578	200
临时潮位站	390	588	206

3) 涨落潮历时

涨落潮历时是反映地形、径流对潮波的作用和影响, 工程附近海域普遍落潮历时与涨潮历时相差不大, 各站涨潮历时在 6h11min~6h13min, 落潮历时在 6h12min~6h14min, 历时差在 1min~-3min 之间, 涨落潮历时见表 5.1-9。

表 5.1-9 平均涨、落潮历时 单位: hh:mm

验潮站	平均涨潮历时	平均落潮历时	历时差(涨-落)
吕四	06:12	06:13	00:01
临时潮位站	06:11	06:14	-00:03

4) 潮汐性质

采用王骥、方国洪的分潮模式, 对通州湾临时潮位站和吕四长期潮位站为期一个月的潮位资料进行调和分析, 调和分析结果见表 5.1-10。

表 5.1-10 各站调和常数

验潮站	分潮	K_1	O_1	M_2	S_2	M_4	M_{S4}
吕四	振幅(cm)	18.2	7.1	170.8	83.6	2.5	4.2
	相位(°)	22.3	342.7	116.8	159.6	133	166
临时潮位站	振幅(cm)	1836	6.9	175.7	85.0	2.5	4.7
	相位(°)	23.1	343.5	117.8	160.1	121.8	19.2

潮汐类型通常以主要振幅 $(H_{O1}+H_{K1})/H_{M2}$ 的比值 F 为判据, 计算结果见表 4.1-19。

各站 $(H_{O1}+H_{K1})/H_{M2}$ 值均在 0.15 左右, 可见工程附近海域主要以正规半日潮为主, 且本海域潮汐类型的变化主要取决于太阴半日分潮 M_2 的变化; 海区浅水分潮并不显著, 浅水影响系数 H_{M4}/H_{M2} 为 0.015。

表 5.1-11 各站潮汐性质判据

验潮站	H_{M2} (cm)	H_{M4} (cm)	$(H_{O1}+H_{K1})/H_{M2}$	H_{M4}/H_{M2}
吕四	170.8	2.5	0.148	0.015
临时潮位站	175.7	2.5	0.145	0.015

(2) 定点流潮流分析

海水受月球和太阳的作用, 除产生水面垂直升降外, 同时还产生周期性的水平流动, 此种现象叫潮流。本章所说的海流, 是包括具有周期性变化的潮流和非周期性变化的余流。海流是海洋动力的主体, 海洋中水文、化学要素和浮游生物种类及数量的分布特征, 海水中一切物质的运移、分布, 均与其密切相关。以下叙述了本

次全潮水文测验获得的潮流观测资料情况及分析结果。

按照技术要求共布置 6 个定点测站（#1～#6），进行分层潮流流速流向观测，观测时间为大、小潮全潮观测，观测时间间隔为半小时。

1) 实测最大流速及流向

对定点站（1#～6#）分别进行大、小潮涨落潮实测最大流速流向统计分析，定点流各潮次实测分层最大流速流向见表 5.1-12。

① 实测最大流速

以大潮为例对定点站实测最大流速在工程海域平面上的分布特点进行分析：

定点站中涨潮测点最大流速为 162cm/s，垂线最大为 134cm/s，落潮测点最大流速为 157cm/s，垂线最大为 139cm/s。定点站涨潮垂线最大流速在 96cm/s～134cm/s 之间，落潮垂线最大流速在 109cm/s～139cm/s 之间。总体来说，落潮各层最大流速略大于涨潮，落潮流为优势流。

#1 站涨潮最大流速为 154cm/s，垂线最大流速为 134cm/s；落潮最大流速为 155cm/s，垂线最大流速为 129cm/s。

#2 站涨潮最大流速为 136cm/s，垂线最大流速为 114cm/s；落潮最大流速为 138cm/s，垂线最大流速为 109cm/s。

#3 站涨潮最大流速为 122cm/s，垂线最大流速为 102cm/s；落潮最大流速为 142cm/s，垂线最大流速为 119cm/s。

#4 站涨潮最大流速为 147cm/s，垂线最大流速为 119cm/s；落潮最大流速为 157cm/s，垂线最大流速为 139cm/s。

#5 站涨潮最大流速为 162cm/s，垂线最大流速为 130cm/s；落潮最大流速为 134cm/s，垂线最大流速为 109cm/s。

#6 站涨潮最大流速为 106cm/s，垂线最大流速为 96cm/s；落潮最大流速为 146cm/s，垂线最大流速为 115cm/s。

② 实测最大流速的流向

以大潮为例，对各定点站实测最大流速的流向特征进行分析。

#1 站，涨潮垂线强流向为 308°，不同层间变幅 23°以内，落潮为 115°，不同层间变幅 36°以内。

#2 站，涨潮垂线强流向为 291°，不同层间变幅 19°以内，落潮为 101°，不同层

间变幅 20°以内。

#3 站，涨潮垂线强流向为 289°，不同层间变幅 8°以内，落潮为 122°，不同层间变幅 26°以内。

#4 站，涨潮垂线强流向为 296°，不同层间变幅 47°以内，落潮为 124°，不同层间变幅 15°以内。

#5 站，涨潮垂线强流向为 303°，不同层间变幅 28°以内，落潮为 134°，不同层间变幅 48°以内。

#6 站，涨潮垂线强流向为 291°，不同层间变幅 18°以内，落潮为 115°，不同层间变幅 7°以内。

表 5.1-12 定点站各潮次实测最大流速流向 单位：(V=cm/s、D=°)

站号	潮次	潮期	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线	
			V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
#1	大潮	涨潮	154	322	144	310	136	310	141	306	130	300	95	299	134	308
		落潮	155	132	145	146	153	110	142	116	119	127	78	112	129	115
	小潮	涨潮	85	276	80	289	73	281	70	281	63	282	53	268	69	284
		落潮	75	98	74	99	74	90	73	91	69	89	62	101	71	93
#2	大潮	涨潮	136	292	120	309	129	307	114	290	106	290	104	297	114	291
		落潮	138	88	131	99	127	97	110	98	99	104	81	84	109	101
	小潮	涨潮	62	286	60	294	61	277	60	273	54	271	46	270	57	276
		落潮	109	108	99	120	88	97	77	105	63	106	46	113	77	97
#3	大潮	涨潮	113	287	122	290	113	289	106	288	84	288	72	295	102	289
		落潮	142	126	141	123	138	122	122	121	100	118	63	144	119	122
	小潮	涨潮	69	300	64	300	65	307	57	304	51	306	36	297	57	305
		落潮	111	97	108	92	107	95	91	93	75	92	49	100	92	93
#4	大潮	涨潮	147	331	138	307	132	318	125	301	110	294	82	284	119	296
		落潮	157	136	147	128	142	122	144	122	134	121	110	121	139	124
	小潮	涨潮	58	313	58	313	54	319	51	308	46	311	28	318	49	309
		落潮	73	84	69	99	65	102	60	92	48	78	38	80	59	89
#5	大潮	涨潮	162	319	160	327	144	306	131	299	120	305	82	300	130	303
		落潮	134	144	126	146	116	167	112	128	106	119	74	124	109	134
	小潮	涨潮	81	291	79	300	73	299	70	282	53	298	44	286	65	287
		落潮	92	137	89	137	82	134	78	154	68	119	57	117	75	130
#6	大潮	涨潮	106	297	100	297	99	299	96	295	102	284	73	281	96	291
		落潮	146	113	143	113	130	114	113	117	88	118	60	120	115	115
	小潮	涨潮	80	300	62	313	59	293	54	299	52	285	45	278	55	292
		落潮	93	102	87	112	79	107	69	115	60	110	55	112	73	110

2) 全潮平均流速及流向

对定点站分别进行大、小潮涨落潮实测平均流速流向统计分析,具体见表 5.1-13。

以大潮为例对实测平均流速在工程海域平面上的分布特点进行分析:

定点站涨潮垂线平均流速在 53cm/s~86cm/s 之间,落潮垂线平均流速在 53cm/s~72cm/s 之间,总体来说,落潮各层平均流速略大于涨潮,落潮流为优势流。

#1 站涨潮垂线平均流速为 73cm/s;落潮垂线平均流速为 67cm/s。#2 站涨潮垂线平均流速为 60cm/s;落潮垂线平均流速为 70cm/s。#3 站涨潮垂线平均流速为 57cm/s;落潮垂线平均流速为 69cm/s。#4 站涨潮垂线平均流速为 67cm/s;落潮垂线平均流速为 72cm/s。#5 站涨潮垂线平均流速为 86cm/s;落潮垂线平均流速为 58cm/s。#6 站涨潮垂线平均流速为 53cm/s;落潮垂线平均流速为 53cm/s。

从表 5.1-14 定点站大潮垂线平均涨、落潮流速比值可以看到: #6 站涨落潮平均流速大小基本相同, #2、#3、#4 站落潮平均流速大于涨潮,落潮平均流速为涨潮的 1.07~1.22 倍。#5 站涨潮平均流速大于落潮,落潮平均流速为涨潮的 0.66 倍。

从表 5.1-15 定点站小潮垂线平均涨、落潮流速比值可以看到: #6 站涨落潮平均流速大小基本相同, #2、#3、#4、#5 站落潮平均流速大于涨潮,落潮平均流速为涨潮的 1.23~1.58 倍。#1 站涨潮平均流速大于落潮,落潮平均流速为涨潮的 0.82 倍。

以定点站大、小潮垂线平均流速的比值(表 5.1-16),定量地表征平均流速在潮次间的变化,各测站涨、落潮基本表现为大潮最大、小潮最小,小潮涨潮平均流速为大潮涨潮的 39%~61%,小潮落潮平均流速为大潮落潮的 45%~78%。

定点站大潮平均流速的垂向分布总体为表层最大、底层最小(表 5.1-17)。涨潮时底层流速为表层的 44%~60%,落潮时底层流速为表层的 33%~49%。

定点站小潮平均流速的垂向分布总体为表层最大、底层最小(表 5.1-18)。涨潮时底层流速为表层的 40%~54%,落潮时底层流速为表层的 31%~57%。

表 5.1-13 定点站全潮实测平均流速流向 单位: (V=cm/s、D=°)

站号	潮次	潮期	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线	
			V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
#1	大潮	涨潮	88	311	80	313	76	307	72	306	70	300	48	304	73	307
		落潮	85	119	77	127	72	122	68	120	58	119	33	116	67	122
	小潮	涨潮	49	287	46	299	45	299	41	297	35	296	24	290	41	296
		落潮	42	83	37	93	36	92	33	86	30	85	24	87	34	88
#2	大潮	涨潮	72	273	66	281	65	285	59	285	52	284	43	278	60	282
		落潮	91	95	85	93	80	97	69	102	54	103	32	105	70	98
	小潮	涨潮	37	277	33	283	34	278	34	274	29	273	20	270	32	277

		落潮	59	106	57	102	48	102	41	105	32	108	21	113	44	105
#3	大潮	涨潮	61	295	67	295	63	294	58	292	49	291	32	289	57	293
		落潮	88	132	86	130	81	130	70	130	51	129	29	126	69	130
	小潮	涨潮	37	301	36	303	36	305	34	304	27	303	18	301	32	303
		落潮	61	100	61	97	56	95	50	93	43	94	26	99	51	96
#4	大潮	涨潮	87	300	80	296	75	300	64	300	54	298	38	301	67	299
		落潮	91	109	81	98	81	108	74	108	58	110	44	108	72	106
	小潮	涨潮	34	312	32	306	30	305	26	303	22	303	14	308	27	305
		落潮	47	91	42	96	39	93	32	98	22	98	15	93	33	95
#5	大潮	涨潮	101	300	99	307	96	306	88	303	72	303	53	305	86	304
		落潮	72	145	69	149	64	147	56	142	46	137	36	138	58	144
	小潮	涨潮	42	292	41	294	40	293	36	292	30	293	22	289	36	293
		落潮	55	139	50	139	49	137	46	137	40	138	30	138	45	138
#6	大潮	涨潮	65	289	55	293	55	292	55	290	51	288	35	287	53	290
		落潮	71	118	65	114	58	114	51	115	41	118	25	120	53	116
	小潮	涨潮	44	284	38	297	35	296	30	296	28	294	24	288	33	294
		落潮	45	102	37	114	33	109	28	107	25	104	21	103	31	108

表 5.1-14 定点站大潮垂线平均涨、落潮流速比

站号	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨：落	1:0.91	1:1.16	1:1.22	1:1.07	1:0.66	1:0.98

表 5.1-15 定点站小潮垂线平均涨、落潮流速比

站号	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨：落	1:0.82	1:1.38	1:1.58	1:1.23	1:1.26	1:0.94

表 5.1-16 定点站大、小潮垂线平均涨、落潮流速比

站号	潮次	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨潮	大潮：小潮	1:0.55	1:0.52	1:0.56	1:0.39	1:0.41	1:0.61
落潮	大潮：小潮	1:0.50	1:0.62	1:0.73	1:0.45	1:0.78	1:0.59

表 5.1-17 定点站大潮各层平均涨、落潮流速比

站号	潮次	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨潮	表：中：底	1:0.82:0.55	1:0.82:0.60	1:0.94:0.52	1:0.73:0.44	1:0.86:0.52	1:0.84:0.53
落潮	表：中：底	1:0.79:0.39	1:0.76:0.35	1:0.80:0.33	1:0.81:0.48	1:0.76:0.49	1:0.71:0.34

表 5.1-18 定点站小潮各层平均涨、落潮流速比

站号	潮次	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨潮	表：中：底	1:0.83:0.48	1:0.90:0.54	1:0.91:0.48	1:0.76:0.40	1:0.86:0.52	1:0.67:0.53
落潮	表：中：底	1:0.77:0.57	1:0.69:0.36	1:0.81:0.41	1:0.66:0.31	1:0.84:0.55	1:0.62:0.47

3) 涨落潮流历时

定点站大潮时#3、#4、#5、#6 点表现为落潮流历时长于涨潮流历时， #1、#2

点涨潮流历时长于落潮流历时。定点站大潮垂线涨、落潮流历时见表 5.1-19。

表 5.1-19 定点站大潮垂线涨、落潮流历时

站号	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨潮流历时	6:30	6:29	6:00	6:07	5:37	5:59
落潮流历时	6:00	6:00	6:34	6:25	6:25	6:24

定点站小潮时#3 点表现为落潮流历时长于涨潮流历时，#1、#2、#4、#5、#6 点涨潮流历时长于落潮流历时。定点站小潮垂线涨、落潮流历时见表 5.1-20。

表 5.1-20 定点站小潮垂线涨、落潮流历时

站号	#1	#2	#3	#4	#5	#6
涨潮流历时	6:44	6:20	5:58	6:27	6:33	6:37
落潮流历时	5:45	6:04	6:37	6:04	6:03	5:26

4) 实测潮流与潮位关系

工程附近海域#1~#6 站潮位与潮流相位关系相似，在工程测流海域的潮波基本呈驻波形态（图 5.1-6

5) 工程区涨落潮流矢图

通州湾工程海域各潮次涨落潮流矢情况如图所示（图 5.1-18~图 5.1-19），为典型的往复流。

6) 潮流调和分析

潮流调和分析的目的是给出测流水域的潮流性质和运动形式，寻求其理论上的基本规律，本次测流资料用准调和方法计算，获得工程水域 O1、K1、M2、S2、M4、MS4 六个主要分潮流调和常数，在此基础上还开展潮流椭圆要素、余流、最大可能流速等项目的计算。

①潮流性质

本次水文测验对#1~#6 共 6 个定点测站的大、小潮实测资料进行调和分析，潮流准调和分析结果#1~#6 测站垂线平均 F ($F=(O1+K1)/M2$) 值在 0.08~0.28 之间，G ($G=(M4+MS4)/M2$) 值在 0.09~0.20 之间，说明工程区域半日潮流占据优势，且浅水分潮影响较大，属规则半日潮流，且浅水效应明显。

表 5.1-21 #1 点潮流椭圆要素一览表

项目	调和常数					椭圆要素					F	G
层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间	$(O_1+K_1)/M_2$	$(M_4+MS_4)/M_2$
		迟角	振幅	迟角	振幅			方向	时间			
		($^{\circ}$)	(cm/s)	($^{\circ}$)	(cm/s)					(cm/s)		
表层	O1	217	2.7	258	4.3	4.8	-0.32	240	67	4.9	0.16	0.15
	K1	277	6.1	249	6	8.3	-0.25	224	83	5.6		
	M2	271	37.1	87	72.3	81.2	0.03	117	88	3		
	S2	303	48.1	154	41.3	61.1	-0.28	140	136	4.5		
	M4	247	1.9	90	3.7	4.2	-0.16	116	85	1.5		
	MS4	257	6.9	276	4.6	8.2	-0.15	213	83	1.4		
0.2H 层	O1	71	3.9	311	0.2	3.9	-0.04	358	71	5.1	0.10	0.18
	K1	250	1.1	233	3.3	3.5	-0.09	252	54	3.6		
	M2	265	42.7	86	62.7	75.9	-0.01	124	86	3		
	S2	305	40.7	160	38.9	53.7	-0.32	136	141	4.7		
	M4	261	4.1	82	2.3	4.7	-0.01	150	81	1.4		
	MS4	239	3.6	292	8.4	8.7	-0.32	253	106	1.8		
0.4H 层	O1	198	3.1	134	0.6	3.1	-0.17	184	17	1.2	0.09	0.23
	K1	6	1.1	263	3.2	3.2	-0.33	274	82	5.5		
	M2	266	35.4	86	61.5	70.9	0	119	86	3		
	S2	312	34.5	157	37.7	49.9	-0.22	132	146	4.9		
	M4	249	3.4	61	2.7	4.4	0.08	141	66	1.1		
	MS4	292	6.2	300	10.2	11.9	-0.07	239	118	2		
0.6H 层	O1	210	2.5	181	0.8	2.6	-0.14	195	28	2	0.09	0.23
	K1	1	1.9	262	3.5	3.5	-0.52	276	79	5.3		
	M2	265	30.4	87	57.9	65.4	-0.02	117	87	3		
	S2	307	33.8	152	38.3	49.9	-0.22	131	141	4.7		
	M4	251	2.8	94	4.9	5.5	-0.17	118	89	1.5		
	MS4	296	7.3	279	6.5	9.7	-0.15	221	108	1.8		
0.8H 层	O1	240	1.8	232	1.9	2.7	-0.07	226	56	4.1	0.12	0.22

	K1	255	1.6	273	4.5	4.7	-0.1	250	91	6.1		
	M2	265	26	87	54.6	60.5	-0.01	115	87	3		
	S2	305	27.8	146	38.3	46.6	-0.18	125	139	4.7		
	M4	198	2.8	97	4.4	4.5	-0.6	100	90	1.6		
	MS4	297	7.4	300	5.3	9.1	-0.02	215	118	2		
底层	O1	266	0.7	184	1.1	1.1	-0.6	262	9	0.7	0.10	0.24
	K1	187	0.4	269	2.8	2.8	-0.15	268	88	5.9		
	M2	267	16.7	86	36.4	40.1	0.01	114	86	3		
	S2	302	19.6	154	24.6	30.4	-0.28	127	142	4.7		
	M4	194	1.4	119	4.6	4.6	-0.3	84	121	2.1		
	MS4	281	3.5	287	3.7	5.1	-0.05	226	104	1.8		
垂线平均	O1	192	1.2	224	1	1.5	-0.28	217	24	1.8	0.08	0.20
	K1	292	1.2	258	3.6	3.8	-0.17	253	81	5.4		
	M2	266	32.3	87	58.2	66.6	-0.01	119	87	3		
	S2	306	34.1	154	37.1	48.9	-0.24	132	141	4.7		
	M4	241	2.7	91	3.6	4.3	-0.25	126	80	1.4		
	MS4	284	5.6	291	6.7	8.7	-0.06	230	108	1.8		

表 5.1-22 #2 点潮流椭圆要素一览表

项目	调和常数					椭圆要素					F	G
层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间		
		迟角	振幅	迟角	振幅			(°)	(°)			
		(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)						(cm/s)	/
表层	O1	254	2.1	42	1.6	2.5	0.27	144	63	4.5	0.05	0.10
	K1	54	0.8	267	2	2.1	-0.2	289	83	5.6		
	M2	273	12.6	89	85.6	86.5	0.01	98	89	3.1		
	S2	37	2.3	139	40.6	40.6	-0.06	90	139	4.6		
	M4	164	1.5	47	3	3.1	-0.42	105	41	0.7		
	MS4	125	5	16	3.9	5.3	-0.65	332	144	2.5		
0.2H 层	O1	11	2.1	63	2.1	2.7	-0.49	44	36	2.6	0.07	0.10
	K1	73	2.3	233	1.6	2.8	-0.16	326	67	4.5		

	M2	295	12.3	88	80.4	81.2	0.07	97	89	3.1		
	S2	43	10.8	139	38.6	38.6	-0.28	91	140	4.7		
	M4	234	2.7	56	4	4.8	-0.02	123	56	1		
	MS4	246	2.3	325	3.1	3.1	-0.7	253	134	2.3		
0.4H 层	O1	17	2	66	2.9	3.3	-0.41	61	53	3.8	0.09	0.11
	K1	117	2.5	247	3	3.5	-0.46	306	85	5.7		
	M2	281	12.1	88	72.6	73.6	0.04	99	88	3.1		
	S2	335	6.8	140	40.5	41	0.04	99	141	4.7		
	M4	202	2.3	69	3.1	3.6	-0.4	122	54	0.9		
	MS4	183	4.7	266	3.1	4.7	-0.64	187	8	0.1		
0.6H 层	O1	35	3.5	61	4	5.1	-0.23	49	50	3.6	0.14	0.09
	K1	155	1.9	271	4.1	4.2	-0.39	283	96	6.4		
	M2	268	11.7	86	64.1	65.2	0.01	100	87	3		
	S2	331	9.5	141	38.9	40	0.04	103	141	4.7		
	M4	251	1.2	72	2.3	2.6	-0.01	117	72	1.2		
	MS4	229	2.6	296	3.1	3.4	-0.64	237	94	1.6		
0.8H 层	O1	21	4.7	86	3.9	5.2	-0.61	32	43	3.1	0.19	0.18
	K1	143	2.3	280	4.5	4.8	-0.3	292	107	7.1		
	M2	258	10.1	84	53	54	-0.02	100	84	2.9		
	S2	335	10.2	134	36.2	37.4	0.1	104	136	4.5		
	M4	259	3.1	77	4.3	5.3	0.02	126	77	1.3		
	MS4	269	4.3	20	1.1	4.3	0.23	174	88	1.5		
底层	O1	354	5.3	71	3	5.4	0.53	190	179	12.9	0.25	0.47
	K1	41	3.3	308	4.3	4.3	-0.76	274	125	8.3		
	M2	247	7.1	80	38	38.7	-0.04	100	79	2.8		
	S2	319	6	126	25.6	26.3	0.05	102	127	4.2		
	M4	213	3.5	61	7.9	8.5	-0.18	112	57	1		
	MS4	240	4.8	61	8.5	9.7	0	119	61	1		
垂线平均	O1	14	2.8	68	2.9	3.6	-0.52	47	43	3.1	0.10	0.11
	K1	107	1.7	270	3	3.4	-0.13	298	94	6.3		
	M2	274	10.9	87	66.5	67.3	0.02	99	87	3		

	S2	351	7	138	37.3	37.8	0.1	99	139	4.6		
	M4	229	2.1	65	3.8	4.3	-0.12	118	61	1.1		
	MS4	220	2.7	343	2	3	-0.5	149	24	0.4		

表 5.1-23 #3 点潮流椭圆要素一览表

项目	调和常数					椭圆要素					F	G
层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间	(O ₁ +K ₁)/M ₂	(M ₄ +MS ₄)/M ₂
		迟角	振幅	迟角	振幅			(°)	(°)			
		(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)					(cm/s)		
表层	O1	219	6.9	169	3.9	7.5	-0.37	203	29	2.1	0.20	0.20
	K1	304	8.8	149	9.7	12.8	-0.22	132	138	9.2		
	M2	246	49.7	62	87.3	100.4	0.03	119	63	2.2		
	S2	278	25.2	107	36.5	44.2	-0.08	124	104	3.5		
	M4	177	6.8	331	6.2	9	-0.23	318	165	2.9		
	MS4	219	8.1	25	7.8	11.2	0.12	136	32	0.6		
0.2H 层	O1	213	1.4	161	3	3.2	-0.34	71	167	12	0.14	0.14
	K1	316	6.4	156	8.6	10.6	-0.17	126	149	9.9		
	M2	246	51.8	61	84.5	99	0.03	121	63	2.2		
	S2	284	23.5	111	34	41.2	-0.06	124	109	3.6		
	M4	168	4.3	310	5.1	6.3	-0.33	308	145	2.5		
	MS4	199	5.6	22	5.2	7.6	-0.02	137	20	0.4		
0.4H 层	O1	56	3.2	222	1.7	3.6	-0.11	332	53	3.9	0.14	0.08
	K1	312	4.9	150	8.6	9.8	-0.14	119	146	9.7		
	M2	247	52.2	62	76.5	92.5	0.04	124	63	2.2		
	S2	294	18.1	117	28.9	34.1	-0.02	122	116	3.9		
	M4	138	2.4	296	2.7	3.6	-0.19	311	126	2.2		
	MS4	134	3.7	3	1	3.8	-0.2	349	136	2.3		
0.6H 层	O1	78	4.4	310	1.6	4.6	-0.27	346	82	5.9	0.15	0.11
	K1	321	2.8	138	7.4	7.9	0.02	110	138	9.2		
	M2	245	48	62	65.3	81	0.02	126	63	2.2		

	S2	299	14.2	120	25.1	28.9	-0.01	119	120	4		
	M4	102	4.1	246	1.8	4.3	-0.23	338	97	1.7		
	MS4	102	4.3	182	1.3	4.3	-0.31	3	103	1.8		
0.8H 层	O1	80	4.2	355	2.8	4.2	-0.65	5	76	5.5	0.16	0.16
	K1	313	0.5	126	5.1	5.1	0.01	95	126	8.4		
	M2	245	35.6	61	44.3	56.8	0.03	128	63	2.2		
	S2	303	7.7	122	16.4	18.1	0	115	122	4.1		
	M4	111	5.2	334	2	5.4	-0.24	343	115	2		
	MS4	104	2.4	118	3.1	3.9	-0.12	52	113	1.9		
底层	O1	78	2.4	346	1.7	2.4	-0.7	356	81	5.8	0.19	0.19
	K1	46	0.5	185	2.2	2.2	-0.14	279	6	0.4		
	M2	247	15.3	62	18.8	24.2	0.04	129	64	2.2		
	S2	288	2.5	137	6.4	6.7	-0.17	109	134	4.5		
	M4	79	1.6	69	1.1	1.9	-0.09	33	76	1.3		
	MS4	65	2	141	2.6	2.7	-0.67	70	127	2.2		
垂线平均	O1	92	1.9	224	0.4	1.9	-0.15	352	91	6.6	0.13	0.09
	K1	314	3.8	147	7	7.9	-0.09	118	144	9.6		
	M2	246	44.1	62	64.8	78.3	0.03	124	63	2.2		
	S2	290	15.3	116	25	29.3	-0.05	121	114	3.8		
	M4	134	3.4	310	2.6	4.3	-0.03	322	133	2.3		
	MS4	154	2.6	54	1.8	2.7	-0.66	347	162	2.8		

表 5.1-24 #4 点潮流椭圆要素一览表

项目	调和常数					椭圆要素					F	G
层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间		
		迟角	振幅	迟角	振幅			(°)	(°)			
		(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(cm/s)	/			(h)	(O ₁ +K ₁)/M ₂	(M ₄ +MS ₄)/M ₂
表层	O1	354	5	9	15.4	16.2	0.08	72	8	0.6	0.34	0.20
	K1	347	7	358	9.2	11.5	-0.1	232	174	11.6		
	M2	276	28.3	90	76.7	81.7	0.03	110	91	3.1		

	S2	321	23.1	132	50.3	55.3	0.06	114	134	4.5		
	M4	342	1.3	117	3.6	3.7	0.24	105	121	2.1		
	MS4	323	12.2	93	3.7	12.5	0.22	168	140	2.4		
0.2H 层	O1	41	9.2	32	9.3	13	-0.08	45	37	2.7	0.32	0.18
	K1	60	10.1	7	6.4	11	-0.43	25	49	3.3		
	M2	272	20.2	89	71.5	74.3	0.01	105	89	3.1		
	S2	342	13.6	135	52	53.5	0.11	103	136	4.6		
	M4	215	2	133	4.8	4.8	-0.42	86	135	2.3		
	MS4	289	8.3	42	3	8.4	0.33	171	106	1.8		
0.4H 层	O1	32	2.6	10	11.9	12.1	-0.08	78	11	0.8	0.28	0.19
	K1	7	3.1	354	7	7.7	-0.09	246	176	11.7		
	M2	278	25.4	88	65.9	70.5	0.05	110	90	3.1		
	S2	319	23.6	134	47.1	52.7	0.03	116	135	4.5		
	M4	277	1.9	152	4.4	4.6	-0.33	105	146	2.5		
	MS4	296	8.7	351	1.6	8.7	-0.15	186	116	2		
0.6H 层	O1	37	4.4	31	9.6	10.5	-0.04	65	32	2.3	0.28	0.18
	K1	27	6.2	0	4.2	7.3	-0.22	32	19	1.3		
	M2	274	21.4	86	59.7	63.4	0.05	109	87	3		
	S2	323	21	126	43	47.6	0.11	115	129	4.3		
	M4	242	2.9	127	4.1	4.4	-0.56	115	112	1.9		
	MS4	298	7.3	172	1.3	7.3	-0.14	173	119	2		
0.8H 层	O1	30	6	38	4.6	7.6	-0.07	37	33	2.4	0.29	0.28
	K1	17	6	321	2.9	6.2	-0.37	17	10	0.7		
	M2	273	15.9	85	45.5	48.1	0.04	109	86	3		
	S2	323	15	126	33	36	0.11	113	129	4.3		
	M4	281	0.3	67	5.4	5.5	0.03	92	67	1.2		
	MS4	304	6.6	80	5.1	7.8	0.39	144	109	1.9		
底层	O1	26	5.7	18	4.1	7	-0.07	35	23	1.7	0.36	0.23
	K1	32	4.5	344	3.7	5.3	-0.43	36	15	1		
	M2	281	11.9	87	32.1	34.1	0.08	109	89	3.1		

	S2	329	10.8	126	22.9	25	0.15	114	130	4.3		
	M4	224	0.8	73	2.4	2.5	-0.14	105	71	1.2		
	MS4	303	5.2	40	2.5	5.2	0.48	175	121	2.1		
垂线平均	O1	31	5.4	22	8.8	10.3	-0.07	58	25	1.8	0.28	0.19
	K1	30	5.7	354	5.2	7.4	-0.32	42	14	1		
	M2	275	20.5	88	59.3	62.7	0.04	108	88	3.1		
	S2	325	17.9	131	42.3	45.8	0.09	112	133	4.4		
	M4	250	1.4	115	3.7	3.8	-0.24	105	111	1.9		
	MS4	301	7.8	66	2.1	7.9	0.22	170	119	2		

表 5.1-25 #5 点潮流椭圆要素一览表

项目	调和常数					椭圆要素					F	G
层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间	(O ₁ +K ₁)/M ₂	(M ₄ +MS ₄)/M ₂
		迟角	振幅	迟角	振幅			(°)	(°)			
		(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)					(cm/s)		
表层	O1	159	7.1	284	1.8	7.2	-0.21	351	157	11.3	0.17	0.20
	K1	192	7.1	156	4.2	8	-0.28	207	4	0.3		
	M2	271	59	80	68.9	90.3	0.1	130	85	2.9		
	S2	330	33.5	146	32.1	46.3	0.03	136	148	4.9		
	M4	281	6.6	353	6.2	7.3	-0.72	218	131	2.3		
	MS4	297	10.1	359	5.4	10.5	-0.44	197	125	2.1		
0.2H 层	O1	155	5.2	349	2.7	5.8	-0.1	333	158	11.3	0.14	0.19
	K1	200	6.5	151	2.2	6.7	-0.25	193	17	1.2		
	M2	272	58.9	79	64.5	86.8	0.12	132	85	2.9		
	S2	329	38.9	145	27.6	47.6	0.03	144	147	4.9		
	M4	277	7.4	2	7.2	7.7	0.91	215	130	2.2		
	MS4	282	6.3	351	8.4	8.9	-0.63	244	155	2.6		
0.4H 层	O1	123	3.7	358	3.9	4.8	-0.51	312	152	11	0.12	0.18
	K1	202	5.1	92	1.8	5.2	-0.33	172	25	1.7		
	M2	270	53.8	79	63.8	83.1	0.09	130	84	2.9		

	S2	328	35.2	145	29.1	45.7	0.02	140	147	4.9		
	M4	268	6.1	8	7.5	7.7	0.76	110	24	0.4		
	MS4	278	6	357	7.3	7.5	-0.76	247	159	2.7		
0.6H 层	O1	112	2.1	27	2.4	2.4	-0.86	69	45	3.2	0.08	0.19
	K1	208	3.8	126	2.8	3.9	-0.7	191	20	1.4		
	M2	268	47.1	81	58.7	75.1	0.06	128	84	2.9		
	S2	326	28.4	146	27	39.2	0	136	146	4.9		
	M4	261	5.5	5	6.8	7.1	0.72	113	22	0.4		
	MS4	284	6.4	355	5.9	7.1	-0.71	217	133	2.3		
0.8H 层	O1	155	1.7	68	2.2	2.2	-0.77	84	72	5.2	0.09	0.23
	K1	194	3.1	144	2.7	3.7	-0.46	39	173	11.5		
	M2	268	37	81	50.7	62.7	0.06	126	84	2.9		
	S2	324	23.5	141	23.4	33.2	0.02	135	142	4.8		
	M4	253	5.3	29	4.9	6.7	0.4	138	53	0.9		
	MS4	288	7.4	358	3.7	7.6	-0.45	192	114	1.9		
底层	O1	77	2	235	1.1	2.3	-0.16	333	73	5.3	0.12	0.21
	K1	216	2.9	146	2.9	3.4	-0.7	223	2	0.2		
	M2	267	28.1	82	38.4	47.5	0.04	126	84	2.9		
	S2	324	18.5	140	15.2	23.9	0.04	140	143	4.8		
	M4	238	2.6	22	3.2	3.9	0.32	128	36	0.6		
	MS4	269	5.4	327	4.7	6.3	-0.55	217	112	1.9		
垂线平均	O1	140	3.2	8	1.9	3.5	-0.38	333	151	10.9	0.11	0.19
	K1	201	4.6	138	2.5	4.8	-0.44	197	13	0.9		
	M2	270	48	80	58.2	75.2	0.08	129	84	2.9		
	S2	327	30.3	144	26.1	40	0.02	139	146	4.9		
	M4	266	5.6	8	6.1	6.5	0.81	124	37	0.6		
	MS4	284	6.8	353	6.1	7.5	-0.68	216	131	2.2		

表 5.1-26 #6 点潮流椭圆要素一览表

项目	调和常数					椭圆要素					F	G
层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间	(O ₁ +K ₁)/M ₂	(M ₄ +MS ₄)/M ₂
		迟角	振幅	迟角	振幅			(°)	(°)			
		(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)					(cm/s)		
表层	O1	282	6.6	136	3	7.1	-0.22	157	108	7.7	0.18	0.21
	K1	155	4.2	216	5.3	5.9	-0.57	238	17	1.2		
	M2	258	23.3	82	67.5	71.4	-0.02	109	82	2.8		
	S2	278	19.5	147	31.7	34.7	-0.39	116	136	4.6		
	M4	237	3.8	175	4	4.7	-0.6	227	24	0.4		
	MS4	334	5.4	315	8.7	10.1	-0.15	238	140	2.4		
0.2H 层	O1	239	4.9	146	4.1	4.9	-0.84	170	68	4.9	0.16	0.18
	K1	19	2.5	227	4.4	5	-0.21	297	41	2.7		
	M2	257	24.9	84	58.3	63.3	-0.04	113	83	2.9		
	S2	326	11	143	30.5	32.4	0.02	109	143	4.8		
	M4	243	1.5	171	4.5	4.5	-0.32	83	173	3		
	MS4	331	0.9	314	6.9	7	-0.04	262	134	2.3		
0.4H 层	O1	266	4	141	2.5	4.3	-0.44	155	97	7	0.14	0.19
	K1	62	1.4	221	3.8	4.1	-0.12	289	43	2.9		
	M2	264	21.9	82	55.5	59.7	0.01	111	83	2.9		
	S2	323	9.6	136	29	30.5	0.04	108	136	4.6		
	M4	234	1.3	160	4.4	4.4	-0.28	85	161	2.8		
	MS4	355	2.7	300	6.5	6.7	-0.32	254	125	2.1		
0.6H 层	O1	280	3.7	130	2.4	4.3	-0.24	148	109	7.8	0.13	0.20
	K1	132	0.6	216	2.8	2.8	-0.22	268	36	2.4		
	M2	262	19.6	80	50.3	54	0.01	111	80	2.8		
	S2	318	10.1	128	28	29.7	0.06	109	129	4.3		
	M4	263	2.4	142	3.1	3.4	-0.54	121	124	2.1		
	MS4	20	1.4	323	7.4	7.4	-0.16	263	144	2.5		
0.8H 层	O1	279	3.3	85	2.4	4.1	0.12	144	94	6.8	0.13	0.20
	K1	125	1.8	217	0.7	1.8	-0.39	358	124	8.3		

	M2	264	16.2	79	44	46.9	0.03	110	79	2.7		
	S2	316	7.8	132	24.2	25.5	0.02	107	132	4.4		
	M4	255	1.7	84	1.3	2.2	-0.07	142	78	1.4		
	MS4	340	1	348	7.2	7.2	-0.02	262	168	2.9		
底层	O1	310	1.6	107	2.8	3.2	0.18	118	112	8.1	0.17	0.19
	K1	99	2.7	212	0.5	2.7	-0.18	355	98	6.5		
	M2	264	10.7	78	33.2	34.9	0.03	107	79	2.7		
	S2	320	3.9	152	14.3	14.8	-0.05	104	151	5.1		
	M4	229	2.4	96	3.1	3.6	-0.42	124	80	1.4		
	MS4	352	0.8	1	2.9	3	0.04	75	1	0		
垂线平均	O1	270	3.8	129	2.7	4.4	-0.33	147	102	7.3	0.13	0.17
	K1	94	1.3	221	2.9	3	-0.32	286	46	3.1		
	M2	261	19.9	81	51.6	55.3	0	111	81	2.8		
	S2	313	9.6	137	26.6	28.3	-0.02	109	137	4.6		
	M4	246	1.9	152	3	3	-0.64	93	150	2.6		
	MS4	348	1.8	323	6.4	6.6	-0.11	255	144	2.5		

②余流

余流一般指实测海流扣除周期性潮流后的剩余部分，主要受地形、气象、径流等因素的影响和控制。根据准调和成果，测区分层余流在 1.3cm/s~16.1cm/s 之间。垂线平均在 1.3cm/s~11.5cm/s 之间。

表 5.1-27 工程海域余流一览表

分层	#1		#2		#3	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
表层	13.6	325	10.4	133	13.1	122
0.2H 层	12.5	327	9.5	93	11.7	115
0.4H 层	12.3	328	5.9	96	10.8	111
0.6H 层	11.2	333	4.1	120	7.9	107
0.8H 层	10.9	327	3.5	151	6.0	100
底层	6.8	332	4.4	222	2.1	119
垂线平均	11.5	328	5.1	116	8.8	112
分层	#4		#5		#6	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
表层	16.1	29	15.7	213	1.3	171
0.2H 层	15.5	19	12.2	220	1.8	96
0.4H 层	11.8	26	11.4	221	2.0	355
0.6H 层	9.6	32	10.3	218	2.5	311
0.8H 层	4.2	23	6.9	210	3.4	291
底层	4.9	31	5.8	192	3.0	288
垂线平均	10.3	25	10.3	215	1.3	315

表 5.1-28 可能最大潮流流速一览表（流速:cm/s、流向:°）

分层	#1		#2		#3	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
表层	187	132	170	97	186	129
0.2H 层	167	131	164	95	189	129
0.4H 层	160	129	155	100	178	127
0.6H 层	158	126	137	101	157	126
0.8H 层	146	123	122	103	125	121
底层	109	120	111	110	76	122
垂线平均	155	127	144	99	155	127
分层	#4		#5		#6	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
表层	194	109	182	143	151	121

0.2H 层	183	94	172	147	140	114
0.4H 层	169	111	169	139	145	112
0.6H 层	160	105	157	137	132	114
0.8H 层	135	103	135	133	112	112
底层	100	103	96	139	90	104
垂线平均	157	103	155	140	134	113

5.1.4.2 2019 年 5 月水文调查

中交第三航务工程勘察设计院有限公司勘察工程分公司于 2019 年 4 月在通州湾工程海域进行了水文泥沙测验工作, 获取实测潮位、潮流、泥沙等资料, 并对工程海域潮位、潮流、泥沙等特征进行分析工作。潮位站位置坐标见表 5.1-29、表 5.1-30 和图 5.1-20。

表 5.1-29 临时潮位站的坐标

站 名	54 北京坐标系 (L0=123°)		WGS84 坐标系	
	X (m)	Y (m)	B	L
A 潮位站	3589624	359989	32°25'18"E	121°30'45"N
B 潮位站	3559719	359474	32°9'7"E	121°30'41"N
C 潮位站	3549913	379711	32°3'57"E	121°43'37"N
D 潮位站	3550254	416111	32°4'20"E	122°6'45"
E 潮位站	3581084	378642	32°20'48"E	121°42'42"N

表 5.1-30 定点流测流点位坐标

点号	实测坐标			
	54 北京坐标系 (L0=123°)		WGS84 坐标系	
	X (m)	Y (m)	B	L
C1	3581084	378642	32°20'48.28"N	121°42'42.19"E
C2	3569082	373892	32°14'16.86"N	121°39'46.32"E
C3	3558736	370118	32°8'39.54"N	121°37'27.24"E
C4	3574797	392177	32°17'29.22"N	121°51'22.26"E
C5	3562595	385587	32°10'50.82"N	121°47'15.72"E
C6	3553799	380939	32°6'3.60"N	121°44'22.26"E
C7	3568322	404226	32°14'3.00"N	121°59'5.04"E
C8	3555714	399290	32°7'12.18"N	121°56'1.32"E
C9	3547080	394705	32°2'30.42"N	121°53'9.84"E
C10	3562201	420148	32°10'48.78"N	122°9'14.94"E
C11	3550254	416111	32°4'19.92"N	122°6'44.64"E
C12	3537446	407270	31°57'21.66"N	122°1'12.00"E
C13	3589624	359989	32°25'17.58"N	121°30'44.52"E
C14	3593391	368387	32°27'23.52"N	121°36'03.96"E

临时潮位站与水文泥沙测验同步进行观测, 观测时间为 2019 年 4 月 14 日 17:00

时~2019 年 4 月 29 日 9:00 时, 历时 15 天并涵盖整个水文泥沙测验期间。同时收集吕四长期站同步潮位资料。

(1) 测潮期潮汐分析

工程水域潮汐, 一日两涨两落较为规则。

1) 潮位

水文测验期, A 潮位站的平均潮位为 25cm, 最高高潮潮位为 357cm, 最低低潮潮位为-285cm; B 潮位站的平均潮位为 26cm, 最高高潮潮位为 326cm, 最低低潮潮位为-277cm; C 潮位站的平均潮位为 24cm, 最高高潮潮位为 269cm, 最低低潮潮位为-236cm; D 潮位站的平均潮位为 24cm, 最高高潮潮位为 265cm, 最低低潮潮位为-225cm; E 潮位站的平均潮位为 26cm, 最高高潮潮位为 304cm, 最低低潮潮位为-258cm。潮位统计值见表 5.1-31。

表 5.1-31 各站水文测验期潮位特征 单位: cm

验潮站	平均潮位	最高高潮位	最低低潮位	平均高潮位	平均低潮位
A 潮位站	25	357	-285	243	-193
B 潮位站	26	326	-277	225	-179
C 潮位站	24	269	-236	194	-154
D 潮位站	24	265	-225	171	-134
E 潮位站	26	304	-258	206	-162

2) 潮差

潮差是工程海域潮汐强弱的重要标志之一, 工程海域平均潮差自东南向西北逐步增大, 各站平均潮差在 305cm~436cm 之间。A 潮位站的平均潮差为 436cm, 最大潮差为 636cm, 最小潮差为 142cm; B 潮位站的平均潮差为 404cm, 最大潮差为 597cm, 最小潮差为 98cm; C 潮位站的平均潮差为 348cm, 最大潮差为 503cm, 最小潮差为 86cm; D 潮位站的平均潮差为 305cm, 最大潮差为 466cm, 最小潮差为 58cm; E 潮位站的平均潮差为 368cm, 最大潮差为 546cm, 最小潮差为 98cm。各站潮差特征值见表各站潮差特征值见表 5.1-32。

表 5.1-32 各站水文测验期潮差特征 单位: cm

验潮站	平均	最大	最小
A 潮位站	436	636	142
B 潮位站	404	597	98
C 潮位站	348	503	86
D 潮位站	305	466	58
E 潮位站	368	546	98

3) 涨落潮历时

涨落潮历时是反映地形、径流对潮波的作用和影响，工程附近海域普遍落潮历时与涨潮历时相差不大，各站平均涨潮历时在 6h03min~6h17min，平均落潮历时在 6h08min~6h21min，历时差在 9min~-18min 之间，涨落潮历时见表 5.1-33。

表 5.1-33 平均涨、落潮历时 单位: hh:mm

验潮站	平均涨潮历时	平均落潮历时	历时差(涨-落)
A 潮位站	06:12	06:13	-00:01
B 潮位站	06:17	06:08	00:09
C 潮位站	06:07	06:17	-00:10
D 潮位站	06:03	06:21	-00:18
E 潮位站	06:13	06:12	00:01

由于 C 潮位站位于测区中心，以 C 潮位站的潮位变化作为潮流涨落潮的分析基础。

表 5.1-34 水文测验同步期 C 潮位站潮位表

潮型	日期	时间	潮位(m)	历时	潮差
大潮	2019/4/20	7:00	-235	5:50	489
	2019/4/20	12:50	254	6:10	490
	2019/4/20	19:00	-236	6:00	503
	2019/4/21	1:00	267	6:30	498
	2019/4/21	7:30	-231		
中潮	2019/4/24	9:00	-174	6:20	350
	2019/4/24	15:20	176	5:30	296
	2019/4/24	20:50	-120	6:30	307
	2019/4/25	3:20	187	6:00	334
	2019/4/25	9:20	-147		
小潮	2019/4/28	6:50	104	6:40	176
	2019/4/28	13:30	-72	7:00	200
	2019/4/28	20:30	128	5:40	150
	2019/4/29	2:10	-22	6:00	149
	2019/4/29	8:10	127		

(2) 定点流潮流分析

海水受月球和太阳的作用，除产生水面垂直升降外，同时还产生周期性的水平流动，此种现象叫潮流。本章所说的海流，是包括具有周期性变化的潮流和非周期性变化的余流。海流是海洋动力的主体，海洋中水文、化学要素和浮游生物种类及数量的分布特征，海水中一切物质的运移、分布，均与其密切相关。以下叙述了本次全潮水文测验获得的潮流观测资料情况及分析结果。

按照技术要求共布置 14 个定点测站(C1-C14)，进行分层潮流流速流向观测，

观测时间为大、小潮全潮观测，观测时间间隔为半小时。

1) 实测最大流速及流向

对定点站（C1-C14）分别进行大、小潮涨落潮实测最大流速流向统计分析，定点流各潮次实测分层最大流速流向见表 5.1-35。

表 5.1-35 各站大潮实测最大流速流向 单位：（V=cm/s、D=°）

点号	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
		V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	涨潮	125	282	122	282	118	281	111	284	102	284	80	279	111	282
	落潮	135	115	127	116	116	116	103	116	89	113	61	110	103	112
C2	涨潮	179	285	178	285	165	285	148	284	126	285	36	289	139	285
	落潮	111	132	121	128	117	133	112	131	90	131	39	177	100	130
C3	涨潮	186	264	165	277	156	275	148	273	137	271	140	272	149	268
	落潮	240	97	219	98	183	96	162	94	145	92	160	44	176	91
C4	涨潮	119	303	131	299	125	299	118	299	108	299	95	300	118	299
	落潮	152	90	158	90	139	92	127	92	110	93	100	94	132	92
C5	涨潮	159	315	155	315	146	316	142	317	133	317	124	316	143	316
	落潮	157	107	142	114	129	113	123	110	116	115	106	113	126	113
C6	涨潮	163	309	155	310	148	315	140	316	128	315	87	312	137	313
	落潮	154	135	141	132	140	134	129	132	109	134	69	161	125	134
C7	涨潮	142	307	141	309	135	310	127	311	104	311	84	309	124	310
	落潮	171	127	156	127	137	128	115	129	97	115	81	106	124	128
C8	涨潮	175	301	165	292	152	292	143	302	131	303	96	304	142	303
	落潮	176	124	165	126	152	126	130	127	115	126	79	113	135	126
C9	涨潮	129	311	125	311	115	309	102	309	89	324	102	315	109	309
	落潮	142	147	132	146	130	146	126	135	113	133	101	135	123	144
C10	涨潮	112	280	128	273	125	288	113	288	100	286	77	287	111	287
	落潮	161	130	153	133	141	114	124	124	103	135	86	133	125	133
C11	涨潮	143	316	141	317	135	305	124	312	109	312	83	310	124	312
	落潮	153	137	148	145	136	136	120	135	105	136	82	135	123	135
C12	涨潮	168	325	157	326	142	309	136	327	124	326	90	328	137	323
	落潮	157	143	148	148	138	144	127	143	106	140	94	137	126	139
C13	涨潮	137	250	/	/	/	/	137	264	/	/	94	246	114	265
	落潮	149	40	/	/	/	/	123	46	/	/	95	45	122	43
C14	涨潮	193	281	164	280	153	289	141	288	131	286	117	285	147	286
	落潮	166	113	164	97	144	107	136	106	129	107	105	106	136	106

表 5.1-36 大潮各站潮段垂线平均最大流速统计表 单位：（V=cm/s、D=°）

测站	涨潮 I		落潮 I		涨潮 II		落潮 II		最大值			
									涨潮		落潮	
	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	111	282	101	116	103	279	103	112	111	282	103	112

C2	139	285	84	130	135	284	100	130	139	285	100	130
C3	146	273	176	91	149	268	147	95	149	268	176	91
C4	106	297	132	92	118	299	124	93	118	299	132	92
C5	135	317	126	113	143	316	121	117	143	316	126	113
C6	137	313	125	134	124	317	109	130	137	313	125	134
C7	124	310	124	128	114	313	112	130	124	310	124	128
C8	134	291	135	126	142	303	129	119	142	303	135	126
C9	109	309	123	144	95	314	83	121	109	309	123	144
C10	107	300	125	133	111	287	123	131	111	287	125	133
C11	124	312	120	137	117	325	123	135	124	312	123	135
C12	137	323	113	135	133	325	126	139	137	323	126	139
C13	114	265	110	39	113	248	122	43	114	265	122	43
C14	147	286	135	104	141	286	136	106	147	286	136	106

表 5.1-37 各站中潮实测最大流速流向 单位: (V= cm/s、 D=°)

点号	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
		V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	涨潮	92	279	84	282	78	282	71	282	66	289	62	288	70	282
	落潮	120	123	110	122	102	120	90	120	78	121	56	123	92	121
C2	涨潮	120	277	107	284	100	278	90	276	64	283	41	275	85	278
	落潮	111	147	102	151	93	146	81	147	71	144	36	122	83	144
C3	涨潮	118	265	103	267	86	263	76	262	65	269	48	267	78	264
	落潮	111	114	103	100	94	94	84	96	69	97	48	103	84	97
C4	涨潮	75	314	90	299	85	313	77	313	68	315	58	315	77	314
	落潮	114	96	117	96	103	104	94	103	74	102	75	104	96	101
C5	涨潮	105	316	99	309	96	319	92	319	83	318	72	309	91	318
	落潮	111	112	117	114	107	117	99	116	81	116	23	102	93	115
C6	涨潮	151	321	138	322	127	322	116	325	104	320	83	320	115	319
	落潮	131	142	128	140	119	140	111	139	93	143	67	159	108	141
C7	涨潮	101	314	103	315	103	316	97	318	88	315	57	317	92	318
	落潮	132	134	121	136	104	138	90	135	74	132	51	128	96	135
C8	涨潮	97	307	99	312	101	312	93	313	85	312	59	342	90	313
	落潮	130	117	131	120	128	125	115	123	98	129	63	156	111	126
C9	涨潮	100	315	95	314	90	312	83	310	81	309	59	298	85	311
	落潮	117	145	108	143	97	143	90	142	84	133	81	133	94	142
C10	涨潮	95	325	97	309	98	309	84	298	76	295	45	299	78	307
	落潮	133	152	142	143	124	147	98	148	76	132	42	139	103	147
C11	涨潮	104	322	96	322	101	320	97	318	80	304	56	303	87	314
	落潮	93	148	90	143	104	153	96	150	73	145	59	169	86	146
C12	涨潮	121	333	114	331	104	312	97	336	90	328	64	335	97	327
	落潮	110	137	102	157	100	151	91	148	75	146	65	143	89	145
C13	涨潮	87	242	/	/	/	/	77	245	/	/	48	244	70	244

	落潮	90	48	/	/	/	/	73	39	/	/	46	42	63	41
C14	涨潮	86	283	84	283	75	285	74	285	60	274	48	304	70	286
	落潮	104	106	88	101	83	101	72	101	66	106	49	101	75	101

表 5.1-38 中潮各站潮段垂线平均最大流速统计表单位: (V=cm/s、D=°)

测站	涨潮 I		落潮 I		涨潮 II		落潮 II		最大值			
									涨潮		落潮	
	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	70	282	92	121	70	291	82	114	70	282	92	121
C2	61	282	83	144	85	278	52	157	85	278	83	144
C3	78	264	84	97	75	270	81	99	78	264	84	97
C4	74	296	96	101	77	314	86	95	77	314	96	101
C5	89	310	93	115	91	318	68	127	91	318	93	115
C6	115	319	108	141	112	322	90	136	115	319	108	141
C7	92	318	96	135	70	321	75	95	92	318	96	135
C8	90	313	111	126	80	318	109	121	90	313	111	126
C9	85	311	94	142	72	306	64	120	85	311	94	142
C10	78	307	103	147	71	277	78	101	78	307	103	147
C11	69	332	86	146	87	314	64	122	87	314	86	146
C12	97	327	79	140	93	330	89	145	97	327	89	145
C13	70	244	58	114	57	241	63	41	70	244	63	41
C14	70	286	75	101	66	282	61	95	70	286	75	101

表 5.1-39 各站小潮实测最大流速流向 单位: (V= cm/s、D=°)

点号	潮型	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
		V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	涨潮	47	283	49	290	49	295	44	290	36	293	29	292	41	291
	落潮	55	120	53	122	51	128	45	137	39	134	32	132	44	124
C2	涨潮	59	312	55	308	49	301	41	297	32	296	29	285	43	302
	落潮	46	154	53	157	51	155	46	151	45	138	35	132	44	138
C3	涨潮	46	292	35	266	36	271	40	276	37	274	32	279	37	275
	落潮	47	74	46	80	47	92	46	88	38	89	31	82	43	85
C4	涨潮	55	320	50	315	47	311	46	298	36	293	20	339	39	309
	落潮	59	66	57	77	52	133	43	129	42	133	24	112	44	75
C5	涨潮	55	355	52	355	53	320	51	312	45	325	43	323	38	319
	落潮	65	143	71	151	66	150	60	170	50	141	33	170	57	148
C6	涨潮	63	308	60	307	56	308	46	308	30	308	24	308	47	308
	落潮	66	160	65	160	60	161	45	163	30	165	24	139	49	161
C7	涨潮	67	309	69	317	69	315	60	320	54	302	36	329	60	317
	落潮	68	126	63	117	52	113	44	123	35	127	28	125	47	126
C8	涨潮	62	308	62	318	64	308	60	313	54	309	37	323	57	311
	落潮	83	111	80	112	80	115	74	121	61	123	35	128	70	117

C9	涨潮	65	319	59	328	50	322	44	321	40	322	36	297	48	321
	落潮	51	126	54	135	55	140	50	143	48	145	41	147	49	140
C10	涨潮	61	21	69	350	65	344	53	285	44	286	28	306	51	303
	落潮	62	56	64	45	58	41	61	151	51	154	35	149	54	148
C11	涨潮	73	264	69	271	59	275	50	288	45	284	40	282	55	276
	落潮	56	100	64	111	64	106	59	126	45	128	41	123	53	118
C12	涨潮	72	323	77	317	68	323	57	321	54	319	51	317	60	323
	落潮	64	51	68	143	69	149	53	158	48	154	42	165	55	149
C13	涨潮	36	224	/	/	/	/	35	233	/	/	29	222	33	227
	落潮	37	79	/	/	/	/	34	36	/	/	29	40	31	35
C14	涨潮	54	277	52	281	47	279	45	284	30	288	29	292	42	284
	落潮	50	98	45	86	40	92	37	95	31	102	24	101	36	95

表 5.1-40 小潮各站潮段垂线平均最大流速统计表单位: (V=cm/s、D=°)

测站	涨潮 I		落潮 I		涨潮 II		落潮 II		最大值			
									涨潮		落潮	
	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	31	295	26	108	41	291	44	124	41	291	44	124
C2	43	302	20	142	24	252	44	138	43	302	44	138
C3	32	246	39	115	37	275	43	85	37	275	43	85
C4	34	292.3	30	77	39	309	44	75	39	309	44	75
C5	36	349	27	96	38	319	57	148	38	319	57	148
C6	30	304	35	137	47	308	49	161	47	308	49	161
C7	37	322	47	126	60	317	46	116	60	317	47	126
C8	42	316	56	124	57	311	70	117	57	311	70	117
C9	44	324	22	78	48	321	49	140	48	321	49	140
C10	50	342	47	44	51	303	54	148	51	303	54	148
C11	43	285	26	64	55	276	53	118	55	276	53	118
C12	56	334	19	45	60	323	55	149	60	323	55	149
C13	33	227	31	35	30	255	29	47	33	227	31	35
C14	34	278	35	99	42	284	36	95	42	284	36	95

2) 涨落潮平均流速及流向

对定点站分别进行大、中、小潮涨落潮实测平均流速流向统计分析, 具体见表 5.1-41~表 5.1-46。

潮段平均流速各站在潮次间普遍表现为大潮最大, 中潮次之、小潮最小, 在垂向上表层最大, 底层最小。大潮涨潮平均垂线平均流速在 48cm/s~88cm/s 之间, 落潮平均垂线平均流速在 52cm/s~87cm/s 之间, 中潮涨潮平均垂线平均流速在 38cm/s~69cm/s 之间, 落潮平均垂线平均流速在 36cm/s~64cm/s 之间, 小潮涨潮平均垂线平均流速在 15cm/s~49cm/s 之间, 落潮平均垂线平均流速在 17cm/s~44cm/s

之间。

表 5.1-41 大潮各站潮段涨落潮平均垂线平均流速统计表单位：（ V= cm/s、D=°）

测站	涨潮 I		落潮 I		涨潮 II		落潮 II		涨潮流平均		落潮流平均	
	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	67	288	63	108	57	292	64	109	62	290	64	108
C2	78	295	55	127	80	292.3	60	133	79	288	57	124
C3	80	271	78	85	69	269	71	91	74	270	75	88
C4	66	293	75	86	79	300	79	81	71	297	77	83
C5	64	314	77	113	78	315	83	113	73	315	80	113
C6	80	317	99	139	66	312	78	129	73	315	87	134
C7	67	304	77	120	77	307	79	110	72	305	78	115
C8	70	299	82	120	88	302	81	115	82	299	72	116
C9	68	314	79	138	54	315	53	119	60	315	67	132
C10	78	298	79	126	64	302	80	130	70	300	79	128
C11	83	318	78	144	91	318	81	139	86	318	79	142
C12	96	324	68	142	79	320	93	146	87	322	80	144
C13	41	261	44	44	56	243	53	54	48	251	52	47
C14	87	283	84	106	88	284	79	107	88	283	82	107

表 5.1-42 大潮各站各层潮段平均流速垂线分布统计表：（ V=cm/s）

站名	涨 潮							落 潮						
	平均水深 (m)	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	平均水深 (m)	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
C01	10	70	69	67	65	61	22	11	79	76	72	66	58	22
C02	8	97	101	94	83	64	14	7	66	73	68	61	45	14
C03	11	82	88	84	76	65	34	9	94	90	83	74	61	34
C04	17	62	73	79	77	68	59	16	91	103	87	70	56	59
C05	9	81	81	78	73	67	58	8	95	94	87	78	69	58
C06	13	102	96	91	79	64	32	12	98	91	88	81	72	32
C07	11	82	84	79	71	59	47	11	94	90	84	78	66	47
C08	14	99	95	90	84	74	30	13	91	86	81	73	63	30
C09	15	77	72	66	59	50	32	13	76	71	70	67	62	32
C10	14	78	82	76	70	61	44	13	86	96	88	79	65	44
C11	19	101	100	94	85	75	56	18	88	92	87	79	67	56
C12	16	107	102	95	86	70	60	14	92	91	86	80	68	60
C13	5	60			47		37	4	65			55		37
C14	13	115	101	91	85	75	58	12	92	98	86	82	71	58

表 5.1-43 中潮各站潮段涨落潮平均垂线平均流速统计表单位: (V= cm/ s、D=°)

测站	涨潮 I		落潮 I		涨潮 II		落潮 II		涨潮流平均		落潮流平均	
	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	45	285	59	124	47	291	44	107	46	288	51	116
C2	41	274	58	148	51	281	33	142	46	278	46	146
C3	55	263	46	102	45	266	46	95	46	263	46	98
C4	50	298	54	100	44	310	61	85	46	304	56	92
C5	41	312	52	124	60	317	43	111	51	315	48	119
C6	71	322	73	145	66	321	53	131	69	321	63	139
C7	60	308	49	137	47	326	45	108	53	316	46	124
C8	57	320	62	119	53	319	60	119	55	319	61	119
C9	46	315	67	136	43	312	34	115	44	313	48	128
C10	47	302	75	144	42	288	46	106	44	295	58	130
C11	50	330	67	160	60	312	40	111	54	320	47	140
C12	57	324	56	142	46	325	73	146	50	324	64	144
C13	40	233	34	68	35	241	35	61	38	236	36	64
C14	43	282	58	102	45	286	40	102	44	284	49	102

表 5.1-44 中潮各站各层潮段平均流速垂线分布统计表 : (V= cm/ s)

站名	涨 潮							落 潮						
	平均水深 (m)	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	平均水深 (m)	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
C01	11	54	51	49	47	44	27	11	61	58	55	51	44	27
C02	8	56	46	59	52	39	16	7	59	56	51	46	37	16
C03	10	63	56	52	48	40	11	10	56	55	52	46	39	11
C04	16	38	50	52	49	43	38	16	74	74	61	51	41	38
C05	9	63	60	56	52	42	22	8	61	64	57	50	33	22
C06	14	88	82	76	70	57	28	14	77	72	68	62	54	28
C07	11	62	59	57	54	47	34	11	63	56	49	43	36	34
C08	14	60	62	61	55	50	36	14	77	71	66	62	56	36
C09	12	54	52	49	44	38	24	12	56	53	50	47	43	24
C10	14	50	53	49	45	37	22	14	68	74	67	55	45	22
C11	15	59	57	61	58	49	36	15	55	46	56	53	40	36
C12	15	62	60	55	47	42	33	15	77	74	67	64	55	33
C13	5	53			43		17	5	50			44		17
C14	13	57	54	49	42	34	29	13	64	58	54	49	40	29

表 5.1-45 小潮各站潮段涨落潮平均垂线平均流速统计表单位: (V=cm/s、 D=°)

测站	涨潮 I		落潮 I		涨潮 II		落潮 II		涨潮流平均		落潮流平均	
	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D
C1	20	274	17	101	27	288	29	134	23	282	23	124
C2	21	271	12	139	14	246	27	142	15	258	22	141
C3	20	263	27	110	23	277	26	89	21	269	25	100
C4	22	281	21	78	28	311	25	117	24	296	22	99
C5	18	316	13	87	25	320	36	156	21	318	24	144
C6	20	306	15	124	30	311	31	152	26	309	22	142
C7	21	332	26	135	38	314	28	124	28	321	27	129
C8	24	317	34	112	30	321	40	116	27	319	37	115
C9	21	318	14	85	30	319	32	144	26	319	23	131
C10	22	299	30	86	30	304	32	146	26	302	27	123
C11	31	282	19	62	31	288	30	113	31	285	24	98
C12	30	321	16	54	41	314	34	150	34	317	26	142
C13	14	246	21	42	18	258	13	35	16	252	17	39
C14	23	281	24	101	25	284	22	97	24	282	23	99

表 5.1-46 小潮各站各层潮段平均流速垂线分布统计表 单位: (V= cm/ s)

站名	涨 潮							落 潮						
	平均水深 (m)	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	平均水深 (m)	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
C1	11	28	26	25	24	22	9	11	25	26	24	23	21	9
C2	10	17	16	17	17	14	9	9	19	23	26	25	20	9
C3	10	28	22	22	22	20	14	10	29	28	28	26	21	14
C4	16	27	23	28	28	23	6	16	33	31	25	19	16	6
C5	9	21	22	26	25	19	11	9	26	29	26	24	20	11
C6	13	35	34	31	25	16	11	13	32	29	26	21	15	11
C7	11	34	32	32	28	24	16	11	42	36	30	24	19	16
C8	14	29	31	28	28	24	16	14	47	43	41	37	33	16
C9	12	31	28	27	25	23	18	12	21	22	24	24	23	18
C10	14	27	30	28	26	25	17	14	27	33	31	27	22	17
C11	18	34	32	34	32	29	23	18	30	30	29	22	17	23
C12	15	32	37	37	34	32	30	15	21	32	32	27	24	30
C13	5	20	0	0	17	0	10	5	21	0	0	20	0	10
C14	13	33	29	25	23	18	17	13	32	27	26	23	18	17

3) 涨落潮垂线平均流速比

根据实测数据,各站大、中、小潮垂线平均涨、落潮流速比中可以发现:C2 站大潮垂线平均落潮流明显小于垂线平均涨潮流,小潮垂线平均落潮流明显大于垂线平均涨潮流;C4 站中潮垂线平均落潮流明显大于垂线平均涨潮流;C8 站小潮垂线平均落潮流明显大于垂线平均涨潮流;C10 站中潮垂线平均落潮流明显大于垂线平均涨潮流;C11、C12 站小潮垂线平均落潮流明显小于垂线平均涨潮流。

以各站大、中、小潮垂线平均流速的比值定量地表示平均流速在潮次间的变化,各测站涨、落潮基本表现为大潮最大,中潮次之,小潮最小。小潮涨潮平均流速为大潮涨潮的 19%~42%,小潮落潮平均流速为大潮落潮的 25%~51%;中潮涨潮平均流速为大潮涨潮的 50%~93%,中潮落潮平均流速为大潮落潮的 58%~84%。

表 5.1-47 各站大、中、小潮平均涨、落潮流速比

站名	大潮	中潮	小潮
	涨潮流:落潮流	涨潮流:落潮流	涨潮流:落潮流
C1	1: 1.03	1: 1.10	1: 0.99
C2	1: 0.71	1: 0.98	1: 1.41
C3	1: 1.00	1: 0.98	1: 1.16
C4	1: 1.07	1: 1.22	1: 0.90
C5	1: 1.08	1: 0.94	1: 1.10
C6	1: 1.19	1: 0.91	1: 0.86
C7	1: 1.08	1: 0.86	1: 0.95
C8	1: 0.88	1: 1.10	1: 1.39
C9	1: 1.10	1: 1.07	1: 0.88
C10	1: 1.12	1: 1.30	1: 1.02
C11	1: 0.91	1: 0.87	1: 0.76
C12	1: 0.91	1: 1.27	1: 0.77
C13	1: 1.08	1: 0.96	1: 1.06
C14	1: 0.93	1: 1.10	1: 0.95

表 5.1-48 各站涨、落潮大中小潮垂线平均流流速比

站名	涨潮流	落潮流
	大潮:中潮:小潮	大潮:中潮:小潮
C1	1: 0.74: 0.37	1: 0.79: 0.35
C2	1: 0.58: 0.19	1: 0.80: 0.38
C3	1: 0.62: 0.28	1: 0.61: 0.33
C4	1: 0.64: 0.33	1: 0.73: 0.27
C5	1: 0.68: 0.29	1: 0.59: 0.29
C6	1: 0.93: 0.35	1: 0.71: 0.25
C7	1: 0.73: 0.39	1: 0.58: 0.34

C8	1: 0.67: 0.32	1: 0.84: 0.51
C9	1: 0.73: 0.42	1: 0.71: 0.33
C10	1: 0.62: 0.37	1: 0.72: 0.34
C11	1: 0.62: 0.35	1: 0.59: 0.29
C12	1: 0.57: 0.39	1: 0.80: 0.33
C13	1: 0.78: 0.32	1: 0.69: 0.32
C14	1: 0.50: 0.27	1: 0.60: 0.28

4) 涨落潮流历时

大潮时, C1、C2、C6、C8、C9、C13、C14 点表现为涨潮流历时长于落潮流历时, C3、C4、C5、C7、C10、C11、C12 点落潮流历时长于涨潮流历时。

中潮时, C1、C2、C6、C8、C9、C11、C12、C13 点表现为涨潮流历时长于落潮流历时, C3、C4、C5、C7、C10、C14 点落潮流历时长于涨潮流历时。

小潮时, C1、C2、C3、C4、C6、C8、C9、C11、C12、C13 点表现为涨潮流历时长于落潮流历时, C5、C7、C10、C14 点落潮流历时长于涨潮流历时。

5) 实测潮流与潮位关系

工程附近海域 C1~C14 站潮位与潮流相位关系相似, 在工程海域的潮波基本呈驻波形态, 如图 5.1-21~图 5.1-62。

大、中、小三潮, 各站的潮位潮流都存在这样的规律, 涨落潮最大流速发生在高低潮前 3 小时左右, 而高、低平潮前后 1 小时流速最小。

6) 工程区涨落潮流矢图

通州湾工程海域各潮次涨落潮流矢情况如图所示 (图 5.1-63~图 5.1-65), 为典型的往复流。

6) 潮流调和分析

潮流调和分析的目的是给出测流水域的潮流性质和运动形式, 寻求其理论上的基本规律, 本次测流资料用准调和计算方法, 获得工程水域 O1、K1、M2、S2、M4、MS4 六个主要分潮流调和常数, 在此基础上还开展潮流椭圆要素、余流、最大可能流速等项目的计算。

①潮流性质

本次水文测验对 C1~C14 共 14 个定点测站的大、中、小潮实测资料进行调和分析, 潮流准调和结果 C1~C14 测站垂线平均 F ($F=(O1+K1)/M2$) 值在 0.06~0.4 之间, G ($G=(M4+MS4)/M2$) 值在 0.06~0.33 之间, 说明工程区域半日潮流占据优势,

且浅水分潮影响较大，属规则半日潮流，且浅水效应明显。

表 5.1-49 各定点潮流椭圆要素一览表

定点站编号	项目	调和常数					椭圆要素					F	G
	层次	分潮	北分量		东分量		长轴	旋转率	方向		时间		
			迟角	振幅	迟角	振幅							
			(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)						(cm/s)	k
C1	表层	O1	24	6.7	81	1.1	6.8	-0.14	5	25	1.8	0.16	0.17
		K1	128	4.3	4	10.3	10.6	-0.33	284	179	11.9		
		M2	249	69.9	74	86.9	111.4	-0.05	128	72	2.5		
		S2	331	24.5	146	43	49.5	0.04	119	147	4.9		
		M4	28	0.9	155	4.8	4.8	-0.14	96	156	2.7		
		MS4	52	6.9	285	12.8	13.6	-0.38	291	96	1.6		
	0.2H 层	O1	351	5.2	10	2.1	5.6	0.11	200	173	12.5	0.14	0.15
		K1	189	4.4	357	7.2	8.4	-0.09	121	0	0		
		M2	251	57.9	75	82.1	100.4	-0.03	125	74	2.6		
		S2	357	19.8	130	41.3	43.8	0.31	110	137	4.6		
		M4	67	1.1	170	4	4	-0.27	93	171	3		
		MS4	24	5.8	291	11.4	11.4	-0.5	271	110	1.9		
	0.4H 层	O1	17	4.1	168	1.6	4.3	-0.17	340	13	1	0.13	0.14
		K1	162	4	18	6.3	7.1	-0.29	119	9	0.6		
		M2	252	56.2	73	70.6	90.3	-0.01	128	73	2.5		
		S2	328	15.4	144	35.8	38.9	0.03	113	145	4.8		
		M4	284	0.7	187	5	5	-0.14	270	7	0.1		
		MS4	52	3.4	281	7.5	7.8	-0.31	288	95	1.6		
	0.6H 层	O1	5	4.1	240	1.2	4.1	-0.23	349	7	0.6	0.15	0.18
		K1	121	2.8	3	7.4	7.5	-0.32	101	0	0		
		M2	248	51.6	74	61.1	79.9	-0.06	130	72	2.5		

		S2	312	13.9	150	33.5	36.1	-0.11	111	148	4.9		
		M4	73	1.3	144	4.5	4.5	-0.28	84	142	2.5		
		MS4	35	4.6	290	9.7	9.8	-0.45	278	107	1.8		
	0.8H 层	O1	9	4.6	170	1.8	4.9	-0.11	338	6	0.5	0.16	0.23
		K1	155	5	4	5.2	7	-0.26	313	170	11.3		
		M2	244	47.8	74	55.4	72.9	-0.09	130	70	2.4		
		S2	286	12.9	145	26.4	28.3	-0.27	112	139	4.7		
		M4	11	2.5	126	4.8	4.9	-0.45	105	133	2.3		
		MS4	14	11.8	300	6	11.9	-0.47	10	8	0.2		
	底层	O1	17	3.6	94	0.9	3.6	-0.23	3	17	1.3	0.16	0.16
		K1	133	2.6	9	6.5	6.6	-0.32	104	5	0.3		
		M2	250	40.2	75	51.1	65	-0.04	128	73	2.5		
		S2	331	14.8	146	25.5	29.5	0.04	119	147	4.9		
		M4	311	1.1	150	3.6	3.8	-0.09	106	149	2.6		
		MS4	52	2.8	294	6.8	6.9	-0.35	282	109	1.9		
	垂线平均	O1	8	4.4	146	0.3	4.5	-0.05	356	8	0.6	0.14	0.15
		K1	154	3.7	5	6.9	7.6	-0.22	296	179	11.9		
		M2	249	53.6	74	67.7	86.3	-0.04	128	72	2.5		
		S2	327	15.2	142	34.1	37.3	0.03	113	143	4.8		
		M4	22	1	156	4.2	4.3	-0.16	99	157	2.7		
		MS4	29	5.8	290	8.8	8.8	-0.64	280	103	1.8		
C2	表层	O1	137	8.2	320	6.9	10).7	-0.02	319	138	9.9	0.23	0.19
		K1	334	7	168	3.3	7.7	-0.09	155	156	10.4		
		M2	266	34.2	84	72.4	80.1	0.01	115	85	2.9		
		S2	344	18.5	154	38.5	42.6	0.06	115	156	5.2		
		M4	304	4.5	345	4	5.6	-0.38	220	141	2.4		

		MS4	14	6.3	73	8.5	9.4	-0.52	60	57	1		
	0.2H 层	O1	142	6	338	5	7.7	-0.14	320	149	10.7	0.20	0.17
		K1	310	8.1	118	5.3	9.7	0.1	147	126	8.4		
		M2	263	40.2	86	75.9	85.9	-0.03	117	85	3		
		S2	340	21.3	154	40.6	45.8	0.05	117	155	5.2		
		M4	286	4.7	349	4.5	5.5	-0.62	221	134	2.3		
		MS4	357	5.9	71	8.9	9.1	0.61	73	61	1		
	0.4H 层	O1	134	5.3	349	4.7	6.7	-0.31	319	149	10.7	0.21	0.17
		K1	303	8	106	5.9	9.8	0.15	143	117	7.8		
		M2	262	36.6	87	69.9	78.9	-0.03	117	86	3		
		S2	341	19.7	154	36.1	41.1	0.05	118	156	5.2		
		M4	294	4	355	4.6	5.3	-0.58	233	152	2.6		
		MS4	0	4.8	79	8.2	8.3	-0.57	80	73	1.2		
	0.6H 层	O1	128	4.4	345	4.3	5.8	-0.34	316	146	10.5	0.20	0.14
		K1	300	6.1	90	5.7	8.1	0.27	136	106	7.1		
		M2	256	31.7	86	62.5	69.9	-0.07	116	84	2.9		
		S2	335	17.2	156	31.7	36	-0.01	118	156	5.2		
		M4	291	2.7	6	3.6	3.7	0.67	249	173	3		
		MS4	347	3.5	69	5.9	6	0.57	83	65	1.1		
	0.8H 层	O1	110	3.5	344	2.6	4	-0.47	329	125	9	0.21	0.22
		K1	304	4.6	83	6.1	7.2	0.36	124	97	6.5		
		M2	251	23.8	85	48.8	54	-0.1	115	82	2.9		
		S2	331	12.8	155	24.4	27.5	-0.03	117	154	5.2		
		M4	279	1.8	3	4.7	4.7	0.39	87	2	0		
		MS4	318	3.7	71	6.8	7	0.47	105	79	1.3		
	底层	O1	107	0.9	176	0.4	0.9	-0.42	11	111	8	0.48	0.46

C3		K1	325	2.8	76	6	6.1	0.42	101	81	5.4		
		M2	253	7.8	89	12.5	14.7	-0.13	121	85	2.9		
		S2	316	5.2	163	2.2	5.5	-0.17	158	140	4.7		
		M4	21	1	291	2	2	-0.53	270	110	1.9		
		MS4	331	1	345	4.7	4.8	-0.05	258	164	2.8		
	垂线平均	O1	131	4.7	339	3.9	5.9	-0.25	320	142	10.2	0.20	0.17
		K1	308	6.2	99	5.1	7.8	0.25	141	117	7.8		
		M2	260	30.6	86	59.9	67.2	-0.05	116	85	2.9		
		S2	338	16.5	155	30.7	34.8	0.02	118	156	5.2		
		M4	292	3.1	353	3.9	4.4	-0.55	239	155	2.7		
		MS4	351	4.2	70	6.9	7	0.58	79	64	1.1		
	表层	O1	63	5.5	131	5.6	6.5	-0.67	46	98	7.1	0.20	0.15
		K1	285	0.7	293	11.4	11.5	-0.01	266	113	7.6		
		M2	241	4.5	89	90	90.1	-0.02	92	89	3.1		
		S2	53	4.3	136	42.4	42.4	-0.1	89	136	4.5		
		M4	323	4.2	164	7.5	8.5	-0.16	118	159	2.7		
		MS4	338	4.2	161	2.7	5	-0.02	147	159	2.7		
	0.2H 层	O1	38	1.1	135	4.9	4.9	-0.23	91	135	9.7	0.15	0.11
		K1	185	2.3	295	8.1	8.2	-0.27	276	116	7.8		
		M2	303	2.7	89	86.9	86.9	0.02	91	89	3.1		
		S2	44	0.9	133	43.9	43.9	-0.02	89	133	4.5		
		M4	231	2.9	175	6.3	6.6	-0.35	253	1	0		
		MS4	222	2.9	98	1.5	3.1	-0.4	160	51	0.9		
	0.4H 层	O1	55	2.3	145	4.5	4.5	-0.52	90	145	10.4	0.12	0.10
		K1	186	1.6	279	5.7	5.7	-0.28	270	99	6.6		
		M2	244	2.7	87	83.3	83.3	-0.01	91	87	3		

		S2	157	1.6	130	40.6	40.6	-0.02	88	131	4.4		
		M4	251	1.6	161	5.5	5.5	-0.29	89	161	2.8		
		MS4	251	2.8	61	1.3	3.1	0.07	154	69	1.2		
	0.6H 层	01	59	1.8	172	3	3.1	-0.53	289	2	0.2	0.10	0.10
		K1	284	0.2	265	4.2	4.2	-0.01	267	85	5.7		
		M2	180	3.9	85	75.2	75.2	-0.05	90	85	3		
		S2	149	2.5	129	35.8	35.9	-0.02	86	129	4.3		
		M4	211	1.3	156	4.5	4.6	-0.24	79	158	2.7		
		MS4	237	2.4	63	0.9	2.6	-0.03	159	58	1		
	0.8H 层	01	68	2.4	176	2.4	2.7	-0.73	313	30	2.2	0.10	0.10
		K1	8	1	257	3.8	3.8	-0.24	275	76	5.1		
		M2	150	5.2	84	63.1	63.1	-0.07	88	84	2.9		
		S2	153	3.5	125	30.5	30.7	-0.05	84	126	4.2		
		M4	146	1.4	158	2.8	3.1	-0.08	64	156	2.7		
		MS4	247	2.6	32	1.3	2.9	0.25	155	61	1		
	底层	01	92	4.5	135	3.4	5.3	-0.37	34	106	7.7	0.27	0.23
		K1	345	4.3	299	1.6	4.5	-0.25	195	161	10.7		
		M2	125	8.5	89	36.2	36.8	-0.14	79	90	3.1		
		S2	115	6.4	119	17.4	18.6	-0.02	69	119	4		
		M4	193	3.4	171	4.8	5.8	-0.18	55	179	3.1		
		MS4	213	2.4	209	1	2.6	-0.03	203	32	0.6		
	垂线平均	01	65	2.5	148	3.7	3.7	-0.65	80	142	10.2	0.12	0.10
		K1	242	0.4	282	5.5	5.5	-0.04	267	102	6.8		
		M2	183	2.3	87	74.2	74.2	-0.03	90	87	3		
		S2	125	2.1	130	36.1	36.2	0	86	130	4.4		
		M4	228	1.4	165	5	5.1	-0.25	82	166	2.9		

		MS4	248	2.3	86	0.9	2.4	-0.11	159	70	1.2		
C4	表层	O1	172	7.8	179	6.8	10).4	-0.06	41	175	12.6	0.29	0.12
		K1	255	6.8	268	7.6	10.1	-0.11	228	82	5.5		
		M2	308	17.3	76	71	71.8	0.19	98	78	2.7		
		S2	354	9.1	118	28.5	29	0.26	100	121	4		
		M4	135	5.7	344	2.7	6.2	-0.19	336	140	2.4		
		MS4	50	1.2	350	2.1	2.2	-0.44	250	179	3		
	0.2H 层	O1	182	7.7	190	7	10.4	-0.07	222	5	0.4	0.25	0.13
		K1	256	3.7	255	8.8	9.5	0	247	75	5		
		M2	290	18.8	75	79.2	80.8	0.13	101	77	2.7		
		S2	0	10	116	33.7	34	-0.26	98	118	4		
		M4	154	7.5	10	3.5	8	-0.24	337	159	2.8		
		MS4	268	1.6	25	2.8	2.9	0.47	109	35	0.6		
	0.4H 层	O1	169	7.5	194	3.5	8.2	-0.17	23	173	12.5	0.21	0.14
		K1	220	6.5	231	5.1	8.2	-0.1	217	44	3		
		M2	273	19.9	76	74.6	77	0.07	104	77	2.7		
		S2	354	6.3	115	29.6	29.8	0.18	96	116	3.9		
		M4	170	7.3	47	3.3	7.5	-0.35	344	175	3		
		MS4	274	3	23	0.8	3	0.25	174	93	1.6		
	0.6H 层	O1	173	7.3	330	0.8	7.3	-0.04	354	173	12.4	0.19	0.17
		K1	228	5.9	158	1.7	5.9	-0.28	186	46	3.1		
		M2	253	18.6	76	65.9	68.5	-0.01	105	76	2.6		
		S2	333	3.4	116	25.3	25.4	0.08	96	117	3.9		
		M4	163	7.9	98	1.9	7.9	-0.22	6	161	2.8		
		MS4	261	3.8	244	0.5	3.9	-0.04	186	81	1.4		
	0.8H 层	O1	169	6.5	25	1.9	6.7	-0.17	346	171	12.3	0.22	0.21

		K1	221	5.5	202	1.1	5.6	-0.07	191	40	2.7		
		M2	241	15.7	74	54.3	56.4	-0.06	105	73	2.5		
		S2	321	3.1	118	22.1	22.3	0.05	97	118	4		
		M4	158	6.6	137	2.7	7.1	-0.12	21	155	2.7		
		MS4	261	4.5	298	0.6	4.5	-0.07	185	82	1.4		
	底层	O1	174	6	331	3.3	6.8	-0.17	331	169	12.1	0.23	0.24
		K1	203	2.9	25	2.5	3.8	-0.02	139	24	1.6		
		M2	235	12.4	71	43.8	45.4	-0.07	105	70	2.4		
		S2	310	4.6	126	23	23.4	0.01	101	126	4.2		
		M4	158	5.1	124	3.4	6	-0.28	31	148	2.6		
		MS4	256	4.6	276	1.5	4.9	-0.1	197	77	1.3		
	垂线平均	O1	173	7.1	191	2	7.4	-0.08	15	175	12.6	0.20	0.14
		K1	230	5.1	244	3.4	6.1	-0.11	213	55	3.7		
		M2	267	16.2	75	66.2	68.1	0.05	103	76	2.6		
		S2	347	5.7	117	27.2	27.4	0.16	97	118	4		
		M4	159	6.8	64	1.8	6.8	-0.26	358	159	2.8		
		MS4	265	2.9	358	0.9	2.9	-0.3	179	85	1.4		
C5	表层	O1	160	11.8	13	1.2	11.8	-0.06	355	160	11.5	0.28	0.10
		K1	286	10.1	294	6.1	11.7	-0.06	211	108	7.2		
		M2	283	50.3	90	68.9	84.7	0.11	125	94	3.3		
		S2	341	21.4	144	32.4	38.5	0.14	122	149	5		
		M4	157	4.1	217	1.7	4.2	-0.34	13	161	2.8		
		MS4	222	3.2	193	3.4	4.6	-0.26	226	26	0.5		
	0.2H 层	O1	167	14.3	342	2.5	14.6	-0.01	350	167	12	0.32	0.10
		K1	270	12.7	335	3.7	12.8	-0.26	187	92	6.2		
		M2	281	52.4	88	66.9	84.5	0.11	127	93	3.2		

		S2	338	22.4	142	29.4	36.6	0.14	126	148	4.9		
		M4	179	3.9	146	1	4	-0.14	13	178	3.1		
		MS4	222	4.1	191	2.8	4.8	-0.26	212	33	0.6		
	0.4H 层	O1	161	13.9	326	3.2	14.3	-0.05	347	160	11.5	0.34	0.11
		K1	256	12.8	359	3.7	12.8	-0.28	175	75	5		
		M2	277	48.4	87	62.3	78.7	0.08	127	91	3.2		
		S2	341	21.1	136	27.5	33.9	0.21	126	145	4.9		
		M4	173	4.8	200	1.5	5	-0.13	16	175	3		
		MS4	227	3.4	192	2.5	4	-0.3	214	36	0.6		
	0.6H 层	O1	157	12.1	326	4.4	12.9	-0.06	340	155	11.2	0.33	0.12
		K1	245	10.3	0	2.4	10.4	0.21	174	64	4.3		
		M2	276	42.4	86	56.8	70.7	0.08	126	90	3.1		
		S2	343	19.5	136	25.5	31.3	0.23	126	146	4.9		
		M4	170	4.3	195	1.5	4.5	-0.14	18	173	3		
		MS4	240	3.6	161	2.4	3.7	-0.64	192	52	0.9		
	0.8H 层	O1	154	10	304	5.8	11.3	-0.23	331	147	10.6	0.32	0.15
		K1	249	7.7	27	0.4	7.7	0.03	177	69	4.6		
		M2	276	35.3	85	48	59.3	0.09	126	89	3.1		
		S2	338	17.2	131	23.3	28.2	0.23	125	140	4.7		
		M4	179	4.9	106	0.3	4.9	-0.06	1	179	3.1		
		MS4	235	3.9	168	1.8	4	-0.42	192	50	0.9		
	底层	O1	134	8	284	8.8	11.5	-0.26	311	117	8.5	0.37	0.26
		K1	266	1.3	226	3	3.2	-0.25	249	52	3.5		
		M2	285	23.8	90	32.4	39.9	0.13	126	95	3.3		
		S2	322	12.5	119	19.8	23.1	0.18	121	126	4.2		
		M4	170	5.9	165	0.8	5.9	-0.01	7	170	2.9		

		MS4	235	3.1	87	3.5	4.5	-0.28	131	73	1.2		
	垂线平均	O1	158	12	314	3.9	12.5	-0.12	343	156	11.2	0.31	0.12
		K1	260	9.6	331	2.2	9.6	-0.21	184	81	5.4		
		M2	278	43	87	56.9	71	0.09	126	91	3.2		
		S2	339	19.3	136	26.2	31.9	0.19	125	144	4.8		
		M4	173	4.5	183	1	4.6	-0.04	11	173	3		
		MS4	231	3.6	172	2.2	3.8	-0.46	202	40	0.7		
C6	表层	O1	162	3.7	238	5.1	5.2	-0.66	251	45	3.3	0.24	0.13
		K1	220	14.2	39	8.2	16.4	0.01	149	40	2.7		
		M2	250	65	69	64	91.2	0.01	135	69	2.4		
		S2	323	27.8	125	28.5	39.3	0.15	134	134	4.5		
		M4	134	3.1	6	7.1	7.4	-0.31	106	1	0		
		MS4	119	3.7	268	3.2	4.7	-0.28	319	106	1.8		
	0.2H 层	O1	153	3.2	229	4.2	4.3	-0.7	249	35	2.5	0.22	0.13
		K1	223	12.7	33	7.9	14.9	0.08	148	40	2.7		
		M2	250	61.4	68	60.2	86	0.02	135	69	2.4		
		S2	322	25.6	126	25.8	36	0.14	134	134	4.5		
		M4	135	2.9	10	6.6	6.8	-0.33	105	4	0.1		
		MS4	128	3.2	278	3.1	4.3	-0.26	316	113	1.9		
	0.4H 层	O1	159	2.8	239	4	4.1	-0.66	257	50	3.6	0.20	0.15
		K1	216	9.7	32	8.1	12.6	0.03	140	34	2.3		
		M2	252	58.7	69	56.7	81.5	0.02	135	70	2.4		
		S2	322	25	128	23.5	34.1	0.12	136	135	4.5		
		M4	138	4	15	6.5	6.9	-0.45	113	4	0.1		
		MS4	139	3.9	292	3.5	5.1	-0.24	318	127	2.2		
	0.6H 层	O1	167	1.6	244	3.6	3.6	-0.44	263	61	4.4	0.20	0.19

		K1	220	9.8	14	5.5	11	0.2	152	34	2.3		
		M2	251	52.8	69	50	72.7	0.02	136	70	2.4		
		S2	324	24.7	128	22.9	33.4	0.14	137	136	4.6		
		M4	163	4.8	27	7.2	8.2	-0.36	120	15	0.3		
		MS4	148	3.7	318	4	5.4	-0.09	313	143	2.4		
	0.8H 层	O1	131	1.3	256	2.8	2.9	-0.35	287	83	6	0.20	0.18
		K1	229	7.6	16	4.6	8.6	0.26	151	41	2.8		
		M2	252	42.1	71	40.8	58.6	0.01	135	71	2.5		
		S2	326	21.7	130	20.7	29.7	0.14	136	139	4.6		
		M4	175	4.6	29	5.7	7.1	-0.3	127	16	0.3		
		MS4	151	2.8	316	2.5	3.7	-0.14	318	145	2.5		
	底层	O1	328	0.5	246	4.4	4.4	-0.11	269	67	4.8	0.28	0.24
		K1	239	4.9	126	3.1	5.1	-0.53	160	69	4.6		
		M2	256	25.8	71	21.4	33.5	0.05	140	74	2.6		
		S2	328	12.2	129	9.1	15.1	0.16	143	142	4.7		
		M4	237	2.5	56	4.8	5.4	0.01	117	56	1		
		MS4	75	2.5	313	0.8	2.6	-0.26	349	78	1.3		
	垂线平均	O1	156	2.1	241	3.8	3.8	-0.54	265	59	4.2	0.21	0.15
		K1	222	9.8	30	5.9	11.4	0.09	149	39	2.6		
		M2	251	52.1	69	50.1	72.2	0.02	136	70	2.4		
		S2	323	23.4	128	22.4	32.1	0.14	136	136	4.5		
		M4	157	3.4	21	6.2	6.8	-0.32	114	13	0.2		
		MS4	135	3.2	298	2.9	4.2	-0.15	318	127	2.2		
C7	表层	O1	215	7.3	225	0.9	7.3	-0.02	186	35	2.6	0.16	0.17
		K1	190	5.6	174	4.4	7	-0.14	217	4	0.3		
		M2	290	62.4	65	74.7	90	0.41	127	83	2.9		

		S2	359	17.2	116	25	26.8	0.53	115	130	4.4		
		M4	209	6	343	8.5	9.7	-0.39	301	177	3.1		
		MS4	122	2.2	9	5.1	5.2	-0.39	101	4	0.1		
	0.2H 层	O1	222	7.6	279	1	7.6	-0.11	184	43	3.1	0.15	0.19
		K1	184	4.4	154	2.9	5.1	-0.24	31	176	11.7		
		M2	290	58.9	63	71.3	85.1	0.42	127	81	2.8		
		S2	355	18.8	111	24.8	27	0.57	119	129	4.3		
		M4	204	6.6	345	8.8	10.5	-0.33	304	178	3.1		
		MS4	131	0.8	10	6	6	-0.11	93	10	0.2		
	0.4H 层	O1	222	7.6	279	1	7.6	-0.11	184	43	3.1	0.15	0.19
		K1	184	4.4	154	2.9	5.1	-0.24	31	176	11.7		
		M2	290	58.9	63	71.3	85.1	0.42	127	81	2.8		
		S2	355	18.8	111	24.8	27	0.57	119	129	4.3		
		M4	204	6.6	345	8.8	10.5	-0.33	304	178	3.1		
		MS4	131	0.8	10	6	6	-0.11	93	10	0.2		
	0.6H 层	O1	228	6.1	216	1.9	6.4	-0.06	196	47	3.4	0.15	0.22
		K1	189	3.6	132	2.7	4	-0.5	31	171	11.4		
		M2	284	45.4	61	59.6	70.3	0.37	124	76	2.6		
		S2	352	16.4	109	22.1	24	0.56	118	125	4.2		
		M4	195	8.2	344	6.5	10.1	-0.27	142	3	0.1		
		MS4	223	1.7	15	5.5	5.7	0.13	105	18	0.3		
	0.8H 层	O1	227	5.2	214	1.5	5.4	-0.06	195	46	3.4	0.15	0.24
		K1	190	3.5	116	2.2	3.6	-0.57	194	2	0.2		
		M2	281	37.6	60	50.1	59	0.36	124	74	2.6		
		S2	349	13.9	111	19.1	21.1	0.51	119	127	4.3		
		M4	188	8	344	4.6	9.1	-0.18	151	2	0		

C8		MS4	231	2.5	9	4.9	5.3	0.3	113	16	0.3		
	底层	O1	213	3.2	222	3.4	4.6	-0.07	226	38	2.8	0.17	0.25
		K1	222	1.5	115	2.9	2.9	-0.49	101	110	7.3		
		M2	280	28.5	61	36.5	43.9	0.34	126	75	2.6		
		S2	347	11.5	112	15.2	17.1	0.49	121	129	4.3		
		M4	184	6	343	3.1	6.7	-0.15	153	0	0		
		MS4	223	2.1	346	3.9	4.1	-0.41	289	174	3		
	垂线平均	O1	223	6	227	1.5	6.2	-0.02	194	43	3.2	0.15	0.21
		K1	187	3.8	139	2.7	4.3	-0.42	31	173	11.5		
		M2	287	47.9	62	60.6	71.9	0.39	125	78	2.7		
		S2	353	16.3	111	21.8	23.8	0.56	118	128	4.3		
		M4	196	7.2	344	6.7	9.4	-0.29	137	1	0		
		MS4	207	1.1	11	5.3	5.4	0.05	101	12	0.2		
	表层	O1	114	1.6	269	4	4.2	-0.15	290	92	6.6	0.07	0.12
		K1	85	1.6	226	2.6	2.9	-0.31	298	56	3.7		
		M2	277	50	77	87.1	99.3	0.15	119	82	2.8		
		S2	345	22.1	141	30.1	36.6	0.2	125	149	5		
		M4	239	3.7	63	5.1	6.3	-0.03	125	61	1.1		
		MS4	349	1.9	338	5.8	6.1	-0.06	252	159	2.7		
	0.2H 层	O1	41	1.1	269	4.4	4.5	-0.19	280	87	6.3	0.07	0.13
		K1	128	2.1	236	1.9	2.3	-0.71	325	102	6.8		
		M2	272	49.7	77	81.9	95.2	0.11	120	81	2.8		
		S2	349	21.3	139	30.1	35.7	0.25	123	149	5		
		M4	213	3.4	74	5.6	6.2	-0.32	117	65	1.1		
		MS4	358	2.7	335	6.1	6.6	-0.15	247	159	2.7		
	0.4H 层	O1	79	0.6	281	3.6	3.7	-0.07	279	101	7.3	0.06	0.13

		K1	142	1.9	231	1	1.9	-0.53	0	142	9.5		
		M2	268	46.4	77	75.7	88.5	0.08	121	80	2.8		
		S2	349	20.5	139	29.2	34.6	0.25	123	148	5		
		M4	200	3.7	75	5.1	5.6	-0.48	119	60	1		
		MS4	1	3.5	333	5.1	6	-0.22	237	161	2.7		
	0.6H 层	O1	110	1	264	3.2	3.3	-0.12	285	86	6.2	0.06	0.14
		K1	146	1.8	187	0.5	1.8	-0.19	13	148	9.9		
		M2	262	42.8	76	67.9	80.2	0.05	122	78	2.7		
		S2	347	18.2	137	27.1	31.8	0.24	122	146	4.9		
		M4	181	3.5	67	5.5	5.7	-0.53	110	56	1		
		MS4	1	3.7	325	4	5.2	-0.32	227	162	2.7		
	0.8H 层	O1	223	0.8	281	0.8	1	-0.55	219	67	4.8	0.05	0.12
		K1	134	2.3	313	1.1	2.5	-0.01	333	134	8.9		
		M2	257	38.6	74	57.1	68.9	0.03	124	75	2.6		
		S2	350	15.5	138	24	27.6	0.26	120	146	4.9		
		M4	162	3.7	61	4.1	4.3	-0.81	119	37	0.6		
		MS4	350	3.2	332	2.7	4.1	-0.16	219	163	2.8		
	底层	O1	156	3	109	1.6	3.2	-0.34	22	148	10.7	0.22	0.20
		K1	185	3.7	292	3.8	4.2	-0.74	312	146	9.8		
		M2	244	23.5	73	23.4	33.1	-0.07	135	68	2.4		
		S2	21	8.1	118	11.4	11.5	-0.7	99	124	4.2		
		M4	103	2.6	19	3.7	3.7	-0.7	80	26	0.4		
		MS4	324	2.9	213	1.2	3	-0.38	170	147	2.5		
	垂线平均	O1	119	0.8	271	2.7	2.8	-0.12	284	93	6.7	0.06	0.13
		K1	143	1.9	256	1.2	2	-0.52	341	133	8.8		
		M2	265	42.4	76	67.5	79.4	0.07	121	79	2.7		

C9		S2	350	18	138	26.1	30.7	0.26	122	147	4.9		
		M4	190	2.9	66	4.8	5.2	-0.43	113	56	1		
		MS4	354	3.1	332	4.1	5	-0.19	233	159	2.7		
	表层	O1	221	11.4	333	1.8	11.4	-0.14	176	41	3	0.36	0.09
		K1	213	13.2	342	4.3	13.5	-0.24	167	30	2		
		M2	277	47.9	82	51.7	69.8	0.13	132	89	3.1		
		S2	339	25.2	135	29.1	37.7	0.21	130	145	4.9		
		M4	232	1.9	33	1.1	2.2	0.15	149	47	0.8		
		MS4	354	3.9	121	1.9	4.1	0.35	161	168	2.8		
	0.2H 层	O1	222	10.6	346	2.6	10.7	-0.2	171	40	2.9	0.37	0.08
		K1	215	13.1	0	4.2	13.5	0.17	165	32	2.2		
		M2	276	45.7	81	49	66.3	0.14	132	88	3.1		
		S2	338	22.2	135	26.3	33.8	0.2	129	145	4.8		
		M4	240	2.1	3	1.1	2.2	0.4	160	52	0.9		
		MS4	349	2.9	119	1.5	3	0.36	158	161	2.7		
	0.4H 层	O1	223	10.7	13	2.4	10.9	0.11	168	41	3	0.37	0.06
		K1	217	11.8	20	4.7	12.6	0.1	158	35	2.4		
		M2	274	44.2	79	46.9	63.9	0.13	133	86	3		
		S2	334	19.6	137	24.1	30.8	0.15	128	143	4.8		
		M4	267	1.5	27	0.5	1.5	0.26	170	84	1.5		
		MS4	351	2.4	117	0.6	2.4	0.21	170	169	2.9		
	0.6H 层	O1	218	9.7	35	2.5	10	0.01	165	38	2.8	0.36	0.08
		K1	223	10.8	28	4.1	11.5	0.09	159	41	2.8		
		M2	269	40.9	79	43.7	59.6	0.09	133	84	2.9		
		S2	331	17.1	136	22.1	27.7	0.13	127	142	4.7		
		M4	297	1.9	186	0.7	1.9	-0.35	170	120	2.1		

		MS4	4	2.8	171	0.6	2.9	-0.04	349	3	0.1		
	0.8H 层	O1	227	7.3	53	3.7	8.2	-0.04	153	48	3.5	0.39	0.09
		K1	227	11.7	29	5.2	12.7	0.11	156	44	3		
		M2	264	36.9	77	38.4	53.1	0.07	133	80	2.8		
		S2	326	14	130	18.7	23.2	0.13	126	136	4.6		
		M4	264	2.8	196	0.9	2.8	-0.3	187	82	1.4		
		MS4	0	1.8	184	1.2	2.2	-0.03	327	1	0		
	底层	O1	218	8.6	67	5.9	10.1	-0.24	147	47	3.4	0.52	0.22
		K1	247	8.8	24	7.5	10.7	0.39	141	50	3.4		
		M2	262	28.2	73	29	40.3	0.08	134	77	2.7		
		S2	314	9	131	11.4	14.5	0.02	128	132	4.4		
		M4	244	4	125	1.6	4.1	-0.35	166	69	1.2		
		MS4	30	2.1	133	4.6	4.7	-0.43	97	136	2.3		
	垂线平均	O1	222	9.6	31	2.5	10	0.04	165	41	3	0.37	0.08
		K1	221	11.6	18	4.6	12.3	0.14	159	38	2.6		
		M2	272	41	79	43.6	59.5	0.11	133	85	2.9		
		S2	333	17.9	135	22.3	28.3	0.16	128	142	4.7		
		M4	259	2.1	73	0.1	2.1	0.01	176	79	1.4		
		MS4	358	2.5	138	1.3	2.8	0.28	155	171	2.9		
C10	表层	O1	178	1(5.3	221	3.4	16.5	-0.14	8	179	12.9	0.44	0.14
		K1	269	17.9	266	10.5	20.8	-0.02	210	88	5.9		
		M2	306	61.8	77	68.8	84.1	0.46	130	98	3.4		
		S2	355	25	119	28.5	33.7	0.52	128	141	4.7		
		M4	280	6.9	16	5.7	7	0.8	165	88	1.5		
		MS4	5	4.4	174	2.3	5	-0.08	332	3	0.1		
	0.2H 层	O1	182	16.9	218	3.1	17.1	-0.11	188	3	0.2	0.43	0.16

		K1	264	19.6	275	8.9	21.4	-0.08	204	86	5.7		
		M2	306	66.1	76	74.9	90.4	0.47	129	97	3.4		
		S2	356	25	124	29.9	35	0.48	126	143	4.8		
		M4	283	8.6	3	7	8.8	0.76	200	119	2.1		
		MS4	338	5.7	332	0.3	5.7	0	182	158	2.7		
	0.4H 层	O1	186	14	219	4.6	14.5	-0.16	195	9	0.7	0.41	0.16
		K1	266	18.3	286	7.9	19.7	-0.12	202	89	6		
		M2	304	60.4	74	70.6	84.3	0.46	128	94	3.3		
		S2	354	23.1	119	27.3	32	0.5	126	140	4.7		
		M4	274	7.7	2	6.2	7.7	0.8	185	99	1.7		
		MS4	332	5.8	120	1	5.8	0.09	171	151	2.6		
	0.6H 层	O1	182	11.1	212	3.7	11.5	-0.15	196	5	0.4	0.38	0.18
		K1	266	15.3	272	4.5	16	-0.03	196	87	5.8		
		M2	301	51.2	73	61.6	73.3	0.44	127	91	3.2		
		S2	351	20.4	117	24.4	28.4	0.5	126	137	4.6		
		M4	265	7	3	5.6	7.2	0.76	163	72	1.2		
		MS4	328	5.8	72	1.9	5.9	0.31	175	147	2.5		
	0.8H 层	O1	187	10.2	190	1.3	10.3	-0.01	187	7	0.5	0.36	0.18
		K1	263	11.6	245	2.4	11.8	-0.06	191	82	5.5		
		M2	298	40.6	72	51.7	60.8	0.41	125	88	3.1		
		S2	347	16.6	114	19.6	23	0.5	127	134	4.5		
		M4	245	4.7	352	4.4	5.2	-0.74	140	34	0.6		
		MS4	319	5.7	46	2.6	5.7	0.45	181	140	2.4		
	底层	O1	188	7.2	295	1.9	7.2	-0.25	175	7	0.5	0.37	0.16
		K1	275	7.7	206	6.1	8.2	-0.65	208	76	5.1		
		M2	294	28.6	78	33.2	41.6	0.33	129	93	3.2		

C11		S2	335	10.6	114	18	19.9	0.32	116	123	4.1		
		M4	218	1.9	346	2.9	3.1	-0.43	297	179	3.1		
		MS4	317	3.1	98	1.8	3.5	0.29	153	129	2.2		
	垂线平均	O1	184	12.8	218	2.9	13.1	-0.12	190	5	0.4	0.40	0.15
		K1	266	15.4	268	6	16.6	-0.01	201	86	5.8		
		M2	303	52.6	74	62	74.3	0.44	127	93	3.2		
		S2	352	20.5	118	24.8	28.9	0.49	125	138	4.6		
		M4	269	6.2	2	5.4	6.3	0.86	172	83	1.4		
		MS4	332	5.2	83	1.1	5.2	0.2	175	151	2.6		
	表层	O1	141	14.4	222	4.9	14.4	-0.34	3	142	10.2	0.44	0.12
		K1	230	18.1	256	5.9	18.9	-0.13	196	52	3.5		
		M2	298	56.4	81	57.4	76.3	0.34	134	99	3.4		
		S2	341	41.7	111	32.9	48.4	0.45	145	144	4.8		
		M4	306	5.9	299	1.7	6.2	-0.03	195	125	2.2		
		MS4	262	1.4	219	2.6	2.8	-0.32	245	47	0.8		
	0.2H 层	O1	152	10.6	255	5.4	10.7	-0.49	350	147	10.6	0.33	0.16
		K1	234	14.7	300	4.6	14.8	-0.28	187	56	3.7		
		M2	299	57.5	81	56.9	76.5	0.34	135	100	3.5		
		S2	340	41.3	107	29.9	46.3	0.46	149	145	4.8		
		M4	305	4.7	353	6.3	7.2	-0.42	237	157	2.7		
		MS4	323	4.9	237	1.8	4.9	-0.37	181	143	2.4		
	0.4H 层	O1	164	10.5	286	5	10.9	-0.38	343	157	11.3	0.38	0.17
		K1	240	17.5	297	1	17.5	-0.05	181	60	4		
		M2	295	53.6	77	59.3	75.6	0.34	131	94	3.3		
		S2	341	39.3	110	28.1	44.3	0.43	149	146	4.9		
		M4	321	6	357	3.3	6.6	-0.26	205	148	2.6		

C12		MS4	311	5.9	307	0.5	5.9	-0.01	184	131	2.2		
	0.6H 层	O1	163	12	289	4.1	12.3	-0.27	347	159	11.5	0.43	0.16
		K1	243	16.9	300	1.1	16.9	-0.06	182	63	4.2		
		M2	288	48.9	77	51.5	68.4	0.28	133	92	3.2		
		S2	340	34.2	113	25.4	39.4	0.41	147	146	4.9		
		M4	301	5.6	0	2.7	5.8	0.38	196	127	2.2		
		MS4	297	5.1	18	0.6	5.1	0.12	181	117	2		
	0.8H 层	O1	170	7.7	287	4.9	8.1	-0.51	338	159	11.4	0.39	0.17
		K1	235	14.3	164	0.3	14.3	-0.02	180	55	3.7		
		M2	285	41.4	77	41.9	57.2	0.25	134	91	3.1		
		S2	341	28.6	114	21.9	33.3	0.41	145	145	4.8		
		M4	295	5.6	359	3.6	5.9	-0.51	201	127	2.2		
		MS4	278	3.9	106	0.5	4	-0.02	172	98	1.7		
	底层	O1	159	5.5	304	3.9	6.4	-0.29	326	148	10.7	0.42	0.15
		K1	236	12.4	159	1.1	12.4	-0.08	181	56	3.8		
		M2	285	31.4	80	33.3	44.7	0.22	133	92	3.2		
		S2	339	21.3	113	16.1	24.8	0.4	146	144	4.8		
		M4	290	4.6	24	2.5	4.6	0.55	177	109	1.9		
		MS4	239	2	24	0.6	2.1	0.15	166	57	1		
	垂线平均	O1	158	10.1	276	4.5	10.3	-0.38	346	153	11	0.39	0.15
		K1	237	15.7	279	1.7	15.8	-0.07	184	58	3.9		
		M2	293	48.8	79	51	67.5	0.31	133	95	3.3		
		S2	340	35	111	25.9	40	0.43	147	145	4.9		
		M4	305	5.4	356	3.5	5.9	-0.41	207	137	2.4		
		MS4	300	4	244	0.5	4	-0.09	183	120	2		
C12	表层	O1	110	8.4	171	7.8	9.9	-0.58	40	137	9.8	0.35	0.09

		K1	285	16	292	6.8	17.4	-0.04	203	106	7.1		
		M2	289	59.3	86	52.8	77.9	0.2	138	99	3.4		
		S2	331	48.9	127	31.5	57.1	0.19	148	144	4.8		
		M4	341	2.2	167	1	2.4	-0.03	155	162	2.8		
		MS4	244	3.9	301	3.8	4.8	-0.53	224	92	1.6		
	0.2H 层	O1	127	7.8	168	4.2	8.5	-0.3	24	135	9.7	0.37	0.10
		K1	303	19.8	316	5.4	20.5	-0.06	194	124	8.2		
		M2	283	62.7	85	49.4	78.9	0.16	142	96	3.3		
		S2	331	44.2	125	27.2	50.9	0.2	149	144	4.8		
		M4	321	2.1	205	2.4	2.8	-0.6	305	1	0		
		MS4	255	5.3	337	0.8	5.3	-0.16	181	76	1.3		
	0.4H 层	O1	131	4.8	197	0.5	4.8	-0.09	2	131	9.4	0.28	0.11
		K1	314	15.4	79	2.9	15.5	0.15	173	133	8.9		
		M2	282	56.6	83	47.1	72.6	0.17	140	94	3.3		
		S2	334	37.7	123	27.5	45.1	0.26	145	144	4.8		
		M4	346	2.9	263	0.7	2.9	-0.24	181	166	2.9		
		MS4	301	4.9	1	2.3	5	0.39	195	128	2.2		
	0.6H 层	O1	150	3.5	292	1.2	3.6	-0.19	344	147	10.6	0.23	0.14
		K1	309	11.1	118	3.5	11.6	0.05	162	128	8.5		
		M2	277	51.2	86	41.7	65.7	0.1	140	93	3.2		
		S2	332	34.7	124	25.5	41.9	0.24	144	143	4.8		
		M4	308	3.3	111	0.7	3.4	0.06	168	127	2.2		
		MS4	272	5.8	296	1.3	5.9	-0.09	191	94	1.6		
	0.8H 层	O1	117	3.7	29	1.3	3.7	-0.35	0	117	8.4	0.32	0.20
		K1	314	13.7	130	5	14.6	0.02	160	134	8.9		
		M2	272	45.9	86	34.2	57.2	0.05	143	90	3.1		

C13		S2	331	29.2	125	20.6	34.9	0.21	145	143	4.8		
		M4	277	3.1	65	1.9	3.6	0.25	150	89	1.5		
		MS4	252	7.9	0	1.9	7.9	0.23	175	71	1.2		
	底层	01	128	2.6	55	2.8	3.1	-0.73	52	85	6.1	0.26	0.18
		K1	311	8.2	145	3.1	8.8	-0.08	159	133	8.9		
		M2	276	37.2	89	27.2	46	0.06	143	93	3.2		
		S2	336	23.1	127	15.4	27.1	0.23	147	148	4.9		
		M4	301	2.9	98	1.6	3.2	0.17	151	116	2		
		MS4	263	5.2	11	0.8	5.2	0.14	177	83	1.4		
	垂线平均	01	126	4.9	162	1.3	5	-0.15	12	128	9.2	0.29	0.12
		K1	307	14.2	101	0.8	14.2	0.02	177	127	8.5		
		M2	280	52.7	85	42.4	67.1	0.13	141	94	3.3		
		S2	332	36.3	125	24.8	42.9	0.22	146	144	4.8		
		M4	312	2.6	144	0.6	2.6	-0.04	167	133	2.3		
		MS4	265	5.4	337	1.5	5.4	-0.27	185	87	1.5		
	表层	O1	49	3.2	324	4.1	4.1	-0.77	260	151	10.8	0.27	0.34
		K1	248	12.8	247	6.1	14.2	-0.01	205	68	4.5		
		M2	101	38.6	83	55.7	67	-0.15	55	89	3.1		
		S2	126	7.8	141	13.8	15.8	-0.1	61	137	4.6		
		M4	218	13.4	51	10.7	17	-0.11	141	43	0.7		
		MS4	100	1.7	64	5.5	5.7	-0.17	75	66	1.1		
	0.6H 层	01	62	3.5	266	2	4	-0.18	331	68	4.9	0.21	0.33
		K1	251	8.4	205	2.4	8.5	-0.19	191	69	4.6		
		M2	105	33.3	85	49.2	58.7	-0.16	56	91	3.2		
		S2	133	6.9	141	13.6	15.2	-0.06	63	139	4.7		
		M4	207	9.3	57	9.8	13.1	-0.26	133	43	0.7		

C14		MS4	67	2.5	83	5.6	6.1	-0.11	66	80	1.4		
	底层	01	45	3	309	3	3.2	-0.9	320	81	5.8	0.40	0.36
		K1	258	9.6	208	4.5	10	-0.33	198	72	4.8		
		M2	113	18	86	28.5	33	-0.21	59	94	3.2		
		S2	125	5.8	117	10.7	12.1	-0.06	61	119	4		
		M4	235	3.9	42	6.1	7.2	0.1	122	46	0.8		
		MS4	129	2.1	110	4.3	4.7	-0.14	64	114	1.9		
	垂线平均	01	53	3.3	306	2.7	3.5	-0.71	331	74	5.3	0.27	0.33
		K1	252	10	225	4	10.7	-0.16	200	68	4.6		
		M2	105	29.6	84	44	52.3	-0.17	56	91	3.1		
		S2	128	6.7	134	12.4	14.1	-0.05	61	133	4.4		
		M4	216	8.6	51	8.8	12.2	-0.13	134	44	0.8		
		MS4	96	1.9	84	4.8	5.1	-0.07	69	85	1.5		
	表层	O1	352	1.4	7	3	3.3	0.1	66	5	0.4	0.09	0.08
		K1	208	3.5	344	4.4	5.2	-0.39	125	0	0		
		M2	274	19.4	91	89.3	91.4	0.01	102	91	3.2		
		S2	323	16.1	149	38.9	42.1	-0.03	112	148	5		
		M4	72	4.2	75	1.2	4.4	-0.01	15	72	1.3		
		MS4	4	2.4	126	1.9	2.7	-0.53	148	166	2.8		
	0.2H 层	O1	306	0.7	43	3	3	0.24	91	44	3.2	0.09	0.07
		K1	174	2.5	4	4.3	5	-0.08	120	2	0.1		
		M2	269	14.8	91	84.5	85.8	-0.01	99	91	3.2		
		S2	331	12	143	38.7	40.5	0.04	107	144	4.8		
		M4	63	1.5	72	0.6	1.6	-0.05	20	64	1.1		
		MS4	331	3.7	196	2.2	4	-0.35	153	161	2.7		
	0.4H 层	O1	299	1	18	2.8	2.9	0.36	85	16	1.2	0.11	0.07

		K1	180	3.1	17	5.1	5.9	-0.13	120	13	0.9		
		M2	274	15.9	90	74.9	76.6	0.02	101	90	3.1		
		S2	325	14	142	33.2	36	0.02	112	143	4.8		
		M4	112	2.3	20	0.6	2.3	-0.27	359	113	2		
		MS4	322	2.3	168	1.9	2.9	-0.23	140	153	2.6		
	0.6H 层	O1	138	1	12	3	3	-0.26	101	9	0.7	0.13	0.07
		K1	151	3.4	9	5.5	6.3	-0.3	298	179	12		
		M2	272	15	89	68.1	69.8	0.01	102	89	3.1		
		S2	320	10.9	140	31.9	33.7	0	108	140	4.7		
		M4	146	1.9	105	1.1	2.1	-0.31	25	137	2.4		
		MS4	323	2.4	126	1.1	2.6	0.11	155	140	2.4		
	0.8H 层	O1	228	1.2	19	2.2	2.5	0.21	117	26	1.9	0.13	0.09
		K1	168	2.8	352	4.2	5.1	-0.03	303	171	11.4		
		M2	267	12.8	87	56.6	58	0	102	87	3		
		S2	319	9	133	28.9	30.3	0.03	107	133	4.5		
		M4	255	1.1	261	1.8	2.1	-0.05	239	80	1.4		
		MS4	268	2.3	138	2.7	3.2	-0.46	128	118	2		
	底层	O1	195	1.4	121	2.3	2.3	-0.56	75	129	9.3	0.10	0.11
		K1	155	2.3	310	0.4	2.4	-0.07	351	154	10.3		
		M2	256	11.3	89	45.5	46.8	-0.05	103	88	3.1		
		S2	322	7.8	130	20.9	22.2	0.07	110	131	4.4		
		M4	156	2.5	138	0.9	2.7	-0.1	19	154	2.7		
		MS4	270	2.4	357	0.6	2.4	-0.25	180	90	1.5		
	垂线平均	O1	251	0.4	27	2.4	2.4	0.12	97	28	2	0.10	0.06
		K1	172	2.8	4	4.2	5.1	-0.09	123	0	0		
		M2	270	14.7	90	70.3	71.8	0	101	90	3.1		

		S2	324	11.6	140	32.4	34.4	0.02	109	141	4.7		
		M4	113	1.3	98	0.2	1.3	-0.04	9	113	2		
		MS4	315	2.3	155	1.5	2.7	-0.16	147	141	2.4		

②余流

余流一般指实测海流扣除周期性潮流后的剩余部分，它主要受地形、气象、径流等因素的影响和控制。根据准调和成果，测区分层余流在 1.1cm/s~25.4cm/s 之间。垂线平均在 0.7cm/s~14.4cm/s 之间。

表 5.1-50 工程海域余流一览表

点号	表层		0.2 层		0.4 层		0.6 层		0.8 层		底层		垂线	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
C1	3.9	270	3.6	263	4.8	252	5.6	255	6.1	256	3	215	4.6	254
C2	14.4	266	13.6	261	14.1	248	13.4	240	10.7	240	2.5	212	11.9	249
C3	5.9	138	5.6	105	5.4	121	4.9	126	4.6	137	3.3	91	4.8	121
C4	25.4	50	24.7	51	15.3	41	10.4	25	7.1	15	6.8	26	14.4	41
C5	8.8	46	9	58	6.4	55	5.3	45	4.8	26	6.2	349	6.2	43
C6	12.1	316	11.4	315	10.1	313	8.4	315	5	310	3.9	212	8.1	311
C7	16.5	97	13.9	93	13.9	93	8.6	98	6.5	111	4.4	112	10	98
C8	9.6	66	9	54	7.6	53	5.6	50	3.9	53	1.7	8	6.3	54
C9	8.8	356	7.5	356	5.1	344	2.6	316	1.2	264	2.9	177	3.6	343
C10	8.7	137	11.5	128	10.4	136	8.2	148	7	165	5.1	163	8.6	142
C11	4	354	3.1	349	2.9	336	3.2	301	4.7	271	2.7	247	2.8	309
C12	7.9	13	4.3	352	4.6	284	3.7	279	3.5	277	3.5	285	3.4	310
C13	7.4	327					4.8	354			2.4	337	4.7	338
C14	1.7	239	2.2	46	1.2	119	1.9	130	1.1	138	1.8	302	0.7	108

③可能最大潮流流速

根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2015)中有关计算方法，工程海域垂线平均最大可能潮流流速在120cm/s~194cm/s之间。最大值为194cm/s，出现在C3站。

表5.1-51 可能最大潮流流速一览表（流速:cm/s、流向:°）

点号	表层		0.2 层		0.4 层		0.6 层		0.8 层		底层		垂线	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)	(cm/s)	(°)
C1	148	112	142	111	134	112	122	112	108	112	88	111	120	112
C2	197	117	186	120	173	122	157	122	139	118	43	124	149	121
C3	264	94	241	92	201	92	178	90	160	88	176	77	194	90
C4	167	89	174	96	140	94	140	95	121	97	110	97	145	93
C5	173	122	153	125	142	124	128	124	129	123	109	117	141	123
C6	170	136	159	136	150	136	138	138	117	137	96	145	136	137
C7	162	126	154	121	154	121	145	123	126	127	86	129	148	123
C8	194	120	167	120	159	121	146	121	127	123	80	120	142	121
C9	156	136	147	136	140	136	127	136	116	137	112	135	133	136
C10	177	133	198	142	184	141	162	140	134	138	90	137	163	140

C11	158	142	157	145	159	143	143	144	122	146	96	146	141	144
C12	176	144	172	148	162	147	149	146	137	147	107	147	152	147
C13	151	66					151	64			103	67	124	65
C14	212	104	173	102	155	105	153	104	141	105	117	102	145	105

7) 结论

①工程海域的潮流属正规半日浅海潮流类型，潮流的运动形式以往复流为主。大、中、小三潮，各站的潮位潮流都存在这样的规律：涨落潮最大流速发生在高低潮前3小时左右，而高、低平潮前后1小时流速最小。

②潮段平均流速除个别站位由于局部地形的影响有所差异，其余各站在潮次间普遍表现为大潮最大，中潮次之、小潮最小，在垂向上表层最大，底层最小，从大潮情况看，各站所处位置不同，涨落潮之间存在差异，基本上大潮涨潮垂线平均流速在48cm/s~88cm/s之间，落潮在52cm/s~87cm/s之间，中潮涨潮垂线平均流速在38cm/s~69cm/s之间，落潮垂线平均流速在36cm/s~64cm/s之间，小潮涨潮垂线平均流速在15cm/s~34cm/s之间，落潮垂线平均流速在17cm/s~37cm/s之间。

③大潮时C1、C2、C6、C8、C9、C13、C14点表现为涨潮流历时长于落潮流历时，C3、C4、C5、C7、C10、C11、C12点落潮流历时长于涨潮流历时。

中潮时C1、C2、C6、C8、C9、C11、C12、C13点表现为涨潮流历时长于落潮流历时，C3、C4、C5、C7、C10、C14点落潮流历时长于涨潮流历时。

小潮时C1、C2、C3、C4、C6、C8、C9、C11、C12、C13点表现为涨潮流历时长于落潮流历时，C5、C7、C10、C14点落潮流历时长于涨潮流历时。

④各站垂线平均余流在0.7cm/s~14.4cm/s之间。

⑤工程海域垂线平均最大可能潮流流速最大值为194cm/s，出现在C3站。

5.1.5 工程泥沙

5.1.5.1 2019 年 1 月泥沙测验成果

(1) 概述

本次测验在#1~#6，共6个测站进行大小两潮含沙量水样采样，采样分六层（表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层）采集含沙水样，获得本次测验含沙量（kg/m³）资料。

(2) 悬沙量特征

观测期间，各站含沙量相差较小，工程海域含沙量不大，各站大、小潮垂线平均的平均值在0.173 kg/m³~0.372kg/m³之间，在平面分布上无规律。测流海域含沙量，

各站大潮平均在 $0.244\text{kg/m}^3 \sim 0.372\text{kg/m}^3$ 之间，小潮平均在 $0.173\text{kg/m}^3 \sim 0.335\text{kg/m}^3$ 之间。

实测资料表明，含沙量的垂向分布变化特征为：含沙量的垂向分布具有表层低、底层高的显著特征，表层的平均含沙量在 $0.093\text{kg/m}^3 \sim 0.310\text{kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.166\text{kg/m}^3 \sim 0.391\text{kg/m}^3$ ；0.6H层平均含沙量在 $0.190\text{kg/m}^3 \sim 0.384\text{kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.258\text{kg/m}^3 \sim 0.522\text{kg/m}^3$ ；底层的平均含沙量在 $0.246\text{kg/m}^3 \sim 0.463\text{kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.329\text{kg/m}^3 \sim 0.683\text{kg/m}^3$ 。

为定量地表征含沙量的垂向变化，以大潮表、中、底层平均含沙量的比值予以说明，中层的平均含沙量一般为表层的1.0~1.3倍以内，底层的平均含沙量一般为表层的1.1~1.6倍以内。

表 5.1-52 定点站垂线平均含沙量 单位： kg/m^3

站号	大潮	小潮	平均
#1	0.257	0.185	0.221
#2	0.354	0.318	0.336
#3	0.348	0.304	0.326
#4	0.354	0.303	0.328
#5	0.372	0.335	0.354
#6	0.244	0.173	0.208

表 5.1-53 定点站全潮平均含沙量 单位： kg/m^3

站号	潮次	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线
#1	大潮	0.185	0.209	0.239	0.271	0.305	0.34	0.257
	小潮	0.131	0.151	0.174	0.193	0.216	0.246	0.185
#2	大潮	0.283	0.318	0.346	0.367	0.39	0.417	0.354
	小潮	0.221	0.261	0.297	0.336	0.371	0.425	0.318
#3	大潮	0.209	0.266	0.33	0.384	0.427	0.46	0.348
	小潮	0.186	0.23	0.28	0.324	0.377	0.427	0.304
#4	大潮	0.233	0.286	0.335	0.382	0.421	0.463	0.354
	小潮	0.181	0.222	0.267	0.322	0.382	0.457	0.303
#5	大潮	0.31	0.333	0.361	0.383	0.41	0.438	0.372
	小潮	0.231	0.274	0.317	0.356	0.394	0.44	0.335
#6	大潮	0.153	0.184	0.225	0.264	0.302	0.339	0.244
	小潮	0.093	0.121	0.155	0.19	0.224	0.254	0.173

表 5.1-54 定点站全潮最大含沙量 单位： kg/m^3

站号	潮次	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线
#1	大潮	0.332	0.382	0.460	0.493	0.520	0.546	0.459
	小潮	0.212	0.235	0.249	0.258	0.299	0.329	0.259
#2	大潮	0.385	0.449	0.468	0.485	0.505	0.540	0.474
	小潮	0.315	0.376	0.415	0.477	0.524	0.683	0.451
#3	大潮	0.300	0.366	0.446	0.522	0.560	0.593	0.468
	小潮	0.251	0.284	0.337	0.38	0.452	0.506	0.355

#4	大潮	0.324	0.420	0.460	0.500	0.541	0.590	0.474
	小潮	0.270	0.313	0.354	0.415	0.504	0.589	0.387
#5	大潮	0.391	0.420	0.454	0.472	0.493	0.525	0.453
	小潮	0.327	0.360	0.400	0.440	0.484	0.540	0.417
#6	大潮	0.204	0.240	0.303	0.341	0.368	0.410	0.311
	小潮	0.166	0.204	0.236	0.270	0.309	0.346	0.254

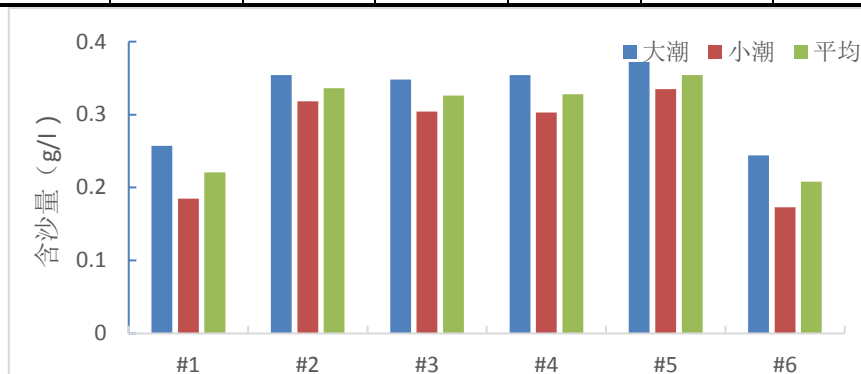
图 5.1-66 各定点站垂线平均含沙量比较图 单位: kg/m^3

表 5.1-55 大潮平均含沙量的垂向比

站号	#1	#2	#3	#4	#5	#6
表: 中: 底	1.0 : 1.13 : 1.29	1.0 : 1.12 : 1.22	1.0 : 1.27 : 1.58	1.0 : 1.23 : 1.44	1.0 : 1.07 : 1.16	1.0 : 1.2 : 1.47

(3) 悬沙粒度分析

本次测验在在#1~#6, 共 6 个测站进行悬沙粒度采样。在大、小潮期间, 涨、落急及涨、落憩进行采样, 每潮次共采 9 次悬沙颗粒水样。

工程海域的中值粒径 D_{50} , 大潮期间表层在 $8.07 \sim 12.78 \mu\text{m}$ 之间, 0.6 层在 $8.37 \sim 23.03 \mu\text{m}$ 之间, 底层在 $8.28 \sim 32.08 \mu\text{m}$ 之间。悬沙粒径在平面上的分布无明显规律。悬沙粒径在垂向上变化不大。

(4) 底质颗粒分析

根据本次底质采样的试验分析, 工程海域底质的中值粒径 D_{50} 在 $0.007\text{mm} \sim 0.184\text{mm}$ 之间, 基本为细砂与粘性土、粉砂、粘质粉土等几种沉积物类型。

5.1.5.2 2019 年 5 月泥沙测验成果

(1) 概述

本次测验在 C1-C14, 共 14 个测站进行大小两潮含沙量水样采样, 采样分六层 (表层、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底层) 采集含沙水样, 获得本次测验含沙量 (kg/m^3) 资料。

(2) 悬沙含量特征

观测期间, 各站大潮含沙量相差较大, 中小潮含沙量相差较小。工程海域含沙

量不大，各站大中小三潮垂线平均含沙量在 $0.044 \text{ kg/m}^3 \sim 0.505 \text{ kg/m}^3$ 之间。大潮含沙量大于中潮含沙量，中潮含沙量大于小潮含沙量，在平面分布上无规律。

实测资料表明，含沙量的垂向分布变化特征为：含沙量的垂向分布具有表层低、底层高的显著特征，表层的平均含沙量在 $0.036 \text{ kg/m}^3 \sim 0.337 \text{ kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.067 \text{ kg/m}^3 \sim 0.616 \text{ kg/m}^3$ ；0.2H 层平均含沙量在 $0.037 \text{ kg/m}^3 \sim 0.370 \text{ kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.068 \text{ kg/m}^3 \sim 0.685 \text{ kg/m}^3$ ；0.4H 层平均含沙量在 $0.040 \text{ kg/m}^3 \sim 0.481 \text{ kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.078 \text{ kg/m}^3 \sim 0.854 \text{ kg/m}^3$ ；0.6H 层平均含沙量在 $0.044 \text{ kg/m}^3 \sim 0.500 \text{ kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.082 \text{ kg/m}^3 \sim 1.456 \text{ kg/m}^3$ ；0.8H 层平均含沙量在 $0.042 \text{ kg/m}^3 \sim 0.631 \text{ kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.079 \text{ kg/m}^3 \sim 1.863 \text{ kg/m}^3$ ；底层的平均含沙量在 $0.051 \text{ kg/m}^3 \sim 1.349 \text{ kg/m}^3$ ，最大含沙量在 $0.720 \text{ kg/m}^3 \sim 4.242 \text{ kg/m}^3$ 。

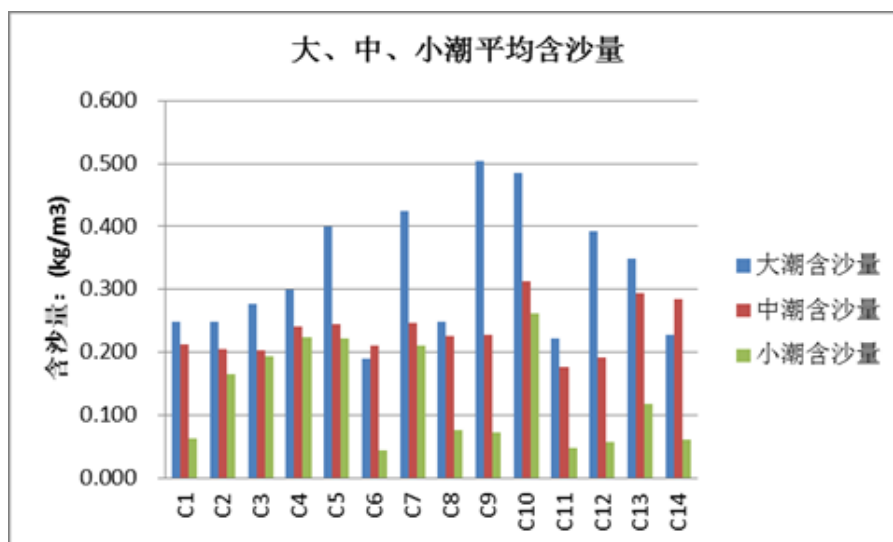


图 5.1-67 各定点站垂线平均含沙量比较图 单位: kg/m^3

表 5.1-56 定点站垂线平均含沙量 单位: kg/m^3

站号	大潮	中潮	小潮	平均
C1	0.248	0.212	0.062	0.174
C2	0.247	0.204	0.166	0.206
C3	0.276	0.202	0.193	0.224
C4	0.300	0.241	0.224	0.255
C5	0.400	0.244	0.222	0.289
C6	0.190	0.210	0.044	0.148
C7	0.425	0.247	0.210	0.294
C8	0.248	0.226	0.076	0.183
C9	0.505	0.228	0.071	0.268
C10	0.486	0.313	0.262	0.354
C11	0.222	0.177	0.047	0.149
C12	0.391	0.191	0.057	0.213
C13	0.348	0.295	0.118	0.254
C14	0.227	0.285	0.061	0.191

表 5.1-57 各站大中小潮平均含沙量比

站号	大潮：中潮：小潮
C1	1：0.85：0.25
C2	1：0.82：0.66
C3	1：0.73：0.69
C4	1：0.80：0.74
C5	1：0.60：0.55
C6	1：1.10：0.23
C7	1：0.58：0.49
C8	1：0.91：0.30
C9	1：0.45：0.14
C10	1：0.64：0.53
C11	1：0.79：0.21
C12	1：0.48：0.14

表 5.1-58 定点站全潮平均含沙量 单位：kg/m³

站号	潮次	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	大潮	0.152	0.166	0.227	0.259	0.316	0.390	0.248
	中潮	0.145	0.177	0.193	0.222	0.246	0.301	0.212
	小潮	0.049	0.055	0.057	0.064	0.067	0.088	0.062
C2	大潮	0.191	0.229	0.226	0.244	0.279	0.328	0.247
	中潮	0.161	0.189	0.192	0.190	0.229	0.278	0.204
	小潮	0.134	0.151	0.161	0.160	0.189	0.200	0.166
C3	大潮	0.197	0.239	0.264	0.297	0.307	0.351	0.276
	中潮	0.147	0.174	0.194	0.207	0.233	0.260	0.202
	小潮	0.154	0.174	0.197	0.190	0.211	0.234	0.193
C4	大潮	0.228	0.256	0.293	0.304	0.339	0.392	0.300
	中潮	0.191	0.212	0.222	0.246	0.274	0.307	0.241
	小潮	0.174	0.212	0.214	0.218	0.243	0.290	0.224
C5	大潮	0.260	0.315	0.387	0.391	0.508	0.543	0.400
	中潮	0.176	0.205	0.226	0.246	0.294	0.322	0.244
	小潮	0.172	0.188	0.194	0.231	0.268	0.285	0.222
C6	大潮	0.162	0.168	0.178	0.187	0.216	0.239	0.190
	中潮	0.161	0.204	0.195	0.221	0.218	0.260	0.210
	小潮	0.045	0.042	0.044	0.044	0.042	0.051	0.044
C7	大潮	0.292	0.365	0.419	0.421	0.495	0.560	0.425
	中潮	0.182	0.229	0.210	0.249	0.285	0.346	0.247
	小潮	0.168	0.200	0.198	0.218	0.227	0.248	0.210
C8	大潮	0.162	0.220	0.296	0.384	0.458	0.665	0.248
	中潮	0.097	0.144	0.195	0.232	0.281	0.458	0.226
	小潮	0.044	0.045	0.051	0.052	0.073	0.272	0.076
C9	大潮	0.224	0.302	0.383	0.480	0.573	1.349	0.505
	中潮	0.097	0.144	0.195	0.232	0.281	0.458	0.226
	小潮	0.044	0.045	0.051	0.052	0.073	0.272	0.076
C10	大潮	0.334	0.370	0.481	0.500	0.606	0.608	0.486
	中潮	0.197	0.211	0.321	0.323	0.394	0.439	0.313

	小潮	0.226	0.230	0.242	0.266	0.295	0.329	0.262
C11	大潮	0.135	0.145	0.168	0.210	0.297	0.441	0.222
	中潮	0.113	0.119	0.145	0.174	0.230	0.322	0.177
	小潮	0.036	0.037	0.040	0.048	0.056	0.073	0.047
C12	大潮	0.130	0.154	0.230	0.409	0.631	0.937	0.391
	中潮	0.109	0.121	0.151	0.193	0.250	0.373	0.191
	小潮	0.045	0.046	0.048	0.055	0.062	0.102	0.057
C13	大潮	0.337			0.354		0.353	0.348
	中潮	0.276			0.291		0.317	0.295
	小潮	0.110			0.118		0.125	0.118
C14	大潮	0.160	0.157	0.194	0.227	0.277	0.400	0.227
	中潮	0.132	0.128	0.227	0.251	0.452	0.605	0.285
	小潮	0.049	0.052	0.055	0.057	0.076	0.081	0.061
最大		0.337	0.370	0.481	0.500	0.631	1.349	0.505
最小		0.036	0.037	0.040	0.044	0.042	0.051	0.044
平均		0.158	0.175	0.204	0.231	0.278	0.362	0.229

表 5.1-59 定点站全潮最大含沙量 单位: kg/m³

站号	潮次	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
C1	大潮	0.306	0.337	0.321	0.466	0.615	0.835	0.391
	中潮	0.259	0.346	0.392	0.408	0.511	0.521	0.407
	小潮	0.109	0.103	0.105	0.115	0.134	0.154	0.099
C2	大潮	0.262	0.320	0.285	0.316	0.344	0.393	0.312
	中潮	0.201	0.233	0.258	0.253	0.277	0.320	0.250
	小潮	0.158	0.180	0.199	0.193	0.223	0.237	0.192
C3	大潮	0.264	0.334	0.350	0.399	0.424	0.439	0.360
	中潮	0.195	0.260	0.258	0.282	0.327	0.333	0.266
	小潮	0.178	0.238	0.240	0.242	0.266	0.283	0.231
C4	大潮	0.307	0.356	0.395	0.413	0.473	0.480	0.379
	中潮	0.248	0.283	0.294	0.322	0.340	0.364	0.292
	小潮	0.197	0.286	0.259	0.276	0.297	0.353	0.263
C5	大潮	0.368	0.469	0.534	0.568	0.623	0.638	0.480
	中潮	0.231	0.287	0.292	0.320	0.366	0.384	0.296
	小潮	0.227	0.226	0.261	0.260	0.336	0.367	0.247
C6	大潮	0.262	0.305	0.317	0.274	0.335	0.381	0.286
	中潮	0.261	0.390	0.288	0.347	0.346	0.372	0.293
	小潮	0.080	0.088	0.093	0.082	0.079	0.107	0.080
C7	大潮	0.397	0.489	0.570	0.564	0.634	0.696	0.530
	中潮	0.256	0.339	0.296	0.318	0.362	0.433	0.322
	小潮	0.198	0.239	0.219	0.266	0.264	0.286	0.242
C8	大潮	0.263	0.413	0.667	0.601	0.760	1.232	0.391
	中潮	0.150	0.243	0.330	0.361	0.450	0.921	0.328
	小潮	0.093	0.083	0.083	0.089	0.320	2.054	0.260
C9	大潮	0.403	0.685	0.808	0.925	1.411	4.242	0.938
	中潮	0.289	0.297	0.324	0.364	0.507	0.814	0.346
	小潮	0.088	0.099	0.105	0.102	0.147	1.879	0.258
C10	大潮	0.463	0.480	0.619	0.646	0.720	0.713	0.554
	中潮	0.294	0.322	0.450	0.480	0.483	0.581	0.402

	小潮	0.281	0.270	0.299	0.314	0.359	0.397	0.306
C11	大潮	0.277	0.218	0.255	0.437	0.768	1.156	0.416
	中潮	0.211	0.232	0.321	0.473	0.523	0.647	0.385
	小潮	0.067	0.068	0.078	0.097	0.137	0.148	0.091
C12	大潮	0.248	0.389	0.416	1.456	1.610	1.518	0.849
	中潮	0.257	0.248	0.276	0.361	0.454	0.771	0.350
	小潮	0.093	0.093	0.097	0.089	0.109	0.560	0.142
C13	大潮	0.616			0.573		0.616	0.602
	中潮	0.475			0.513		0.609	0.485
	小潮	0.183			0.167		0.195	0.172
C14	大潮	0.347	0.299	0.456	0.453	0.558	0.789	0.339
	中潮	0.285	0.262	0.854	0.540	1.863	1.844	0.750
	小潮	0.090	0.114	0.097	0.111	0.165	0.165	0.111
最大		0.616	0.685	0.854	1.456	1.863	4.242	0.938
最小		0.067	0.068	0.078	0.082	0.079	0.107	0.080
平均		0.249	0.280	0.327	0.377	0.485	0.720	0.350

(3) 悬沙粒度分析

本次测验在 C1~C14, 共 14 个测站进行悬沙粒度采样。在大、中、小潮期间, 涨、落急及涨、落憩进行采样, 每潮次共采 8 次悬沙颗粒水样。

工程海域的中值粒径 D50, 表层在 5.49~15.62 μm 之间, 0.2 层在 5.41~15.04 μm 之间, 0.4 层在 5.52~14.86 μm 之间, 0.6 层在 5.37~13.98 μm 之间, 0.8 层在 4.96~15.63 μm 之间, 底层在 5.63~15.43 μm 之间。悬沙粒径在平面上的分布无明显规律。悬沙粒径在垂向上变化不大。

5.1.6 工程地质

5.1.6.1 区域工程地质概况

本工程参照《南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源 LNG 分销转运站工程(码头部分施工图阶段)地质勘察报告》(2012 年 5 月), 该区域土层分布相对较有规律。对本次勘察所揭露的各土层分两个区由上至下分别叙述如下:

第一层:

表层淤泥质粉质粘土灰色, 流塑~软塑状, 中塑性, 混砂粒, 夹粉砂团, 局部夹较多粉砂薄层, 土质不均匀。该层分布连续, 本次勘察, 区内均有揭露, 层厚 3.3~5.5m 不等, 层底高程-13.37~-15.22m, 平均标贯击数 $N < 1$ 击。

①₂ 粉砂: 灰色, 松散~稍密状, 局部夹淤泥质土及粘性土薄层, 含少量贝壳屑, 土质不均匀。该层分布不连续, 本次勘察中在钻孔 SM3、SM4、SM6、SM20、SM23~SM25 和 SM27 处未揭露, 层厚 1.0~4.8m 不等, 层底高程-15.46~-19.59m, 平均标贯击数 $N = 10.7$ 击。

①₃ 粉土：灰色，稍密~中密状，夹粉砂及粘性土薄层，含少量贝壳屑，土质不均匀。该层在勘察区内分布较广泛，本次勘察中仅在少数钻孔处缺失，层厚 0.8~6.3m 不等，层底高程-19.48~-27.06m，平均标贯击数 $N=15.8$ 击。

①₄ 粉质粘土夹粉砂：灰色，软塑~可塑状，中塑性，夹较多单层厚 0.2-1.5cm 的粉砂及粉土薄层，层厚比约 4:1-6:1，土质不均匀。该层分布不连续，本次勘察中在钻孔 SM12、SM22、SM23、SM26 和 SM27 处缺失，层厚 1.1~7.8m 不等，层底高程-21.12~-25.82m，平均标贯击数 $N=7.9$ 击。

粉砂夹淤泥质土夹层：灰色，松散状，夹单层厚 0.2-0.5cm 的淤泥质土薄层，层厚比 4:1-6:1，土质不均。该层分布不连续，本次勘察中仅在钻孔 SM3、SM4、SM6、SM19、SM20、SM23~SM25 和 SM27 处揭露。平均标贯击数 $N=6.2$ 击。

淤泥质土夹粉砂：灰色，软塑状，中塑性，夹单层厚 0.1-2.0cm 的粉砂薄层，层厚比 4:1-7:1，土质不均。该层仅在少部分钻孔中揭露。平均标贯击数 $N=7.4$ 击。

第二土层：

②₁₋₁ 粉质粘土夹粉砂：灰色，软塑~可塑状，中塑性，土质不均匀，夹较多单层厚 0.1~3.5cm 不等的粉砂及粉土薄层，层厚比 3:1-8:1，局部呈粉质粘土与粉砂互层状。该层分布广泛，本次勘察钻孔中均有揭露，层厚 1.2~13.9m 不等，层底高程-27.26~-38.70m，平均标贯击数 $N=9.7$ 击。

②₄ 粉土：灰色，中密~密实状，夹粉质粘土薄层，局部呈粉土与粉质粘土互层状，土质不均。该层分布不连续，在部分钻孔中缺失，层厚 0.9~4.8m 不等，层底高程-33.76~-38.32m，平均标贯击数 $N=27.8$ 击。

第三土层：

粉质粘土夹粉砂：灰色，可塑~硬塑状，中塑性，夹单层厚 0.2~2.5cm 不等的粉砂薄层，层厚比 3:1-6:1，局部呈粉质粘土与粉砂互层状，该层分布不连续，平均标贯击数 $N=22.4$ 击。

粉质粘土与粉砂互层：粉质粘土，灰色，可塑状，中塑性，单层厚 0.2~3.5cm；粉砂，灰色，中密状，局部密实状，单层厚 0.2~2.0cm 不等。两类土层厚比 1:1-2.5:1。该层分布不连续，本次勘察中仅在钻孔 SM6、SM11、SM19、SM20 和 SM24~SM26 处揭露，平均标贯击数 $N=21.7$ 击。

粉砂夹粉质粘土：灰色，中密~密实状，夹单层厚 0.1~4.0cm 不等的粉质粘土薄层，两类土层厚比 3:1-9:1。该层分布较广，本次勘察中在 SM1、SM2、SM5、SM8、

SM9、SM11 和 SM16 处缺失，层厚 1.5~13.9m 不等，层底高程-38.08~-49.49m，平均标贯击数 $N=34.4$ 击。

③₁ 粉细砂：灰褐~灰色，密实状为主，局部呈中密状，夹少量粘性土薄层，土质不均匀。该层分布不连续，在钻孔 SM19~SM22 和 SM24~SM26 处缺失，层厚 1.0~8.3m 不等，平均标贯击数 $N=42.9$ 击。

③₂ 粉细砂：灰色，密实状，土质较均匀，局部夹粘性土薄层。该层分布连续，全区可见，本次勘察未穿透，揭露层顶高程-36.53~-50.80m，平均标贯击数 $N>50$ 击。

表 5.1-60 土层主要物理力学性质指标统计表

土层编号	土名	指标 项目	天然状态土物理性指标			塑性界限			直剪快剪		直剪固快		三轴试验UU		无侧限抗压强度 q _u kPa	压缩系数 a _{0.1-0.2} MPa ⁻¹	压缩模量 E _{s0.1-0.2} MPa	固结系数		压缩指数 C _c	渗透系数		自然休止角		标贯击数 N 击
			含水率 W %	重度 γ kN/m ³	孔隙比 e ₀	液限 W _L %	塑性指数 I _p	液性指数 I _L	凝聚力 C kPa	摩擦角 φ 度	凝聚力 C kPa	摩擦角 φ 度	总应力					P=200 C _v ×10 ⁻³ cm ² /s	P=200 C _H ×10 ⁻³ cm ² /s		K _v ×10 ⁻⁷ cm/s	K _H ×10 ⁻⁷ cm/s	干 α _c 度	水下 α _m 度	
													凝聚力 C kPa	摩擦角 φ 度											
	淤泥质粉质粘土	件数	59	18	18	59	59	59			6	6				4	4			1	1	1			58
		最大值	53.0	18.3	1.41	34.8	15.2	2.61			18	20.0				1.15	4.33								2
		最小值	32.8	16.1	1.01	26.5	10.6	1.19			9	15.4				0.54	2.09								<1
		平均值	40.7	17.7	1.12	30.1	12.1	1.88			14.2	17.9				0.75	3.29			0.26	6.4	6.1			<1
		变异系数	0.10	0.03	0.08	0.06	0.08	0.15			0.22	0.09				0.37	0.28								0.13
① ₂	粉砂	件数																					46	46	47
		最大值																					37.0	30.0	15
		最小值																					35.0	28.0	3
		平均值																					35.9	29.3	10.7
		变异系数																					0.01	0.02	0.31
① ₃	粉土	件数	51	18	18	51	51	51	3	3	10	10			2	9	9	5	4		2	3			48
		最大值	33.6	19.2	1.00	35.6	8.9	0.96	16	25.8	20	29.0			65.9	0.38	10.68	16.75	16.26		540.0	270.0			22
		最小值	19.4	17.7	0.76	24.6	5.9	0.12	5	23.9	9	26.0			28.6	0.17	5.11	9.29	10.63		190.0	67.0			8
		平均值	28.6	18.6	0.85	30.2	7.3	0.77	9.3	25.0	14.0	27.5			47.3	0.25	7.88	12.00	12.26		365.0	159.0			15.8
		变异系数	0.09	0.02	0.07	0.06	0.09	0.23	0.63	0.04	0.27	0.03			0.56	0.25	0.22	0.24	0.22		0.68	0.65			0.25
① ₄	粉质粘土夹粉砂	件数	65	22	22	65	65	65	2	2	6	6	7	7	2	19	19	9	3	3	5	7			35
		最大值	35.3	18.9	0.98	35.4	13.0	1.53	23	17.8	22	25.7	51	10.7	85.4	0.48	8.26	10.01	9.89	0.19	190.0	460.0			10
		最小值	26.0	17.8	0.82	25.5	10.3	0.69	23	14.5	11	19.9	11	1.2	73.0	0.22	4.05	5.51	7.28	0.14	5.7	13.0			4
		平均值	30.6	18.3	0.90	29.7	11.8	1.08	23.0	16.2	17.8	21.6	29.0	5.3	79.2	0.33	5.97	8.20	8.57	0.17	83.3	223.3			7.9
		变异系数	0.07	0.02	0.04	0.07	0.05	0.20	0.00	0.14	0.25	0.10	0.51	0.71	0.11	0.22	0.21	0.18	0.15	0.17	0.95	0.75			0.19
①内 夹层	粉砂夹淤泥质土	件数	6	1	1	6	6	6															18	18	22
		最大值	35.3			33.4	13.3	1.41															37.0	31.0	10
		最小值	27.2			25.8	10.9	1.12															35.0	28.0	2
		平均值	31.6	18.2	0.91	29.2	12.0	1.20															36.0	29.6	6.2
		变异系数	0.09			0.11	0.08	0.09															0.02	0.02	0.43

表 5.1-60 土层主要物理力学性质指标统计表（续表）

土层编号	土名	指标 项目	天然状态土物理性指标			塑性界限			直剪快剪		直剪固快		三轴试验UU		无侧限抗压强度 q _u kPa	压缩系数 a _{e,1-0.2} MPa ⁻¹	压缩模量 E _{s,1-0.2} MPa	固结系数		压缩指数 Cc	渗透系数		自然休止角		标贯击数 N _击
			含水率 W %	重度 γ kN/m ³	孔隙比 e ₀	液限 W _L %	塑性指数 I _p	液性指数 I _L	粘聚力 C kPa	摩擦角 φ 度	粘聚力 C kPa	摩擦角 φ 度	总应力					P=200 C _v ×10 ⁻³ cm ² /s	P=200 C _H ×10 ⁻³ cm ² /s		K _v ×10 ⁻⁷ cm/s	K _H ×10 ⁻⁷ cm/s	干密度 ρ _d 度	水下密度 ρ _m 度	
													粘聚力 C kPa	摩擦角 φ 度											
①内夹层	淤泥质土夹粉砂	件数	11	9	9	11	11	11			1	1	1	1		9	9	5		4	3	2			8
		最大值	42.8	18.2	1.23	33.4	14.3	1.06								0.08	5.30	7.08		0.37	29.0	18.0			8
		最小值	34.5	17.1	1.01	28.7	11.5	1.22								0.39	3.30	2.99		0.27	1.1	16.0			6
		平均值	36.6	17.7	1.06	30.4	12.6	1.50			15.0	19.1	27.0	1.2		0.51	4.06	6.06		0.31	14.7	17.0			7.4
		变异系数	0.06	0.02	0.07	0.05	0.06	0.13								0.15	0.13	0.30		0.14	0.95	0.08			0.10
② ₁₋₁	粉质粘土夹粉砂	件数	184	77	77	184	184	184	14	14	25	25	18	18	11	40	40	26	19	27	9	8			90
		最大值	37.6	19.3	1.02	33.8	13.8	1.76	33	17.7	29	22.3	47.0	11.4	65.4	0.63	7.84	8.92	8.54	0.32	87.0	330.0			12
		最小值	23.6	17.9	0.75	24.2	10.5	0.67	16	9.9	8	18.0	11.0	1.0	17.8	0.23	3.22	2.30	2.59	0.16	1.6	11.0			5
		平均值	30.8	18.5	0.89	28.6	11.7	1.19	23.5	16.0	17.9	20.3	30.3	6.0	45.7	0.36	5.48	6.39	6.77	0.24	31.2	163.6			9.7
		变异系数	0.09	0.02	0.07	0.07	0.05	0.13	0.19	0.15	0.32	0.06	0.26	0.53	0.29	0.23	0.21	0.25	0.20	0.16	1.03	0.76			0.19
② ₄	粉土	件数	40	2	2	40	40	40			2	2			1	2	2	1	1						43
		最大值	32.1	19.0	0.80	32.6	8.4	0.94			22	28.4				0.19	10.81								34
		最小值	25.2	18.6	0.77	27.0	5.9	0.25			16	27.3				0.16	9.52								20
		平均值	28.3	18.8	0.79	30.0	7.2	0.78			19.0	27.9			50.4	0.18	10.17	12.24	8.24						27.8
		变异系数	0.06	0.01	0.02	0.05	0.07	0.22			0.22	0.03				0.10	0.09								0.13
	粉质粘土夹粉砂	件数	43			43	43	43																	28
		最大值	34.0			32.4	13.0	1.49																	29
		最小值	25.0			23.2	10.4	0.87																	12
		平均值	28.2			26.4	11.3	1.15																	22.4
		变异系数	0.08			0.07	0.05	0.10																	0.25
	粉质粘土与粉砂互层	件数	37	5	5	37	37	37	2	2	2	2				3	3								26
		最大值	33.7	18.8	0.98	31.4	13.5	1.37	29	17.8	27	20.4				0.40	6.33								29
		最小值	24.4	18.1	0.81	25.2	10.5	0.67	17	17.1	10	20.0				0.29	4.63								13
		平均值	28.7	18.5	0.89	28.1	11.6	1.06	23.0	17.5	18.5	20.2				0.33	5.72								21.7
		变异系数	0.07	0.02	0.07	0.06	0.06	0.16	0.37	0.03	0.05	0.01				0.18	0.17								0.20

表 5.1-61 土层主要物理力学性质指标统计表（续表）

土层编号	土名	指标 项目	天然状态土物理性指标			塑性界限			直剪快剪		直剪固快		三轴试验UU		无侧限抗压强度 q _u kPa	压缩系数 a _{0.1~0.2} MPa ⁻¹	压缩模量 E _{50.1~0.2} MPa	固结系数		压缩指数 C _c	渗透系数		自然休止角		标贯数 N 击		
			含水率 W %	重度 γ kN/m ³	孔隙比 e ₀	液限 W _L %	塑性指数 I _p	液性指数 I _L	粘聚力 C kPa	摩擦角 φ 度	粘聚力 C kPa	摩擦角 φ 度	总应力					P=200 C _v ×10 ⁻³ cm ² /s	P=200 C _H ×10 ⁻³ cm ² /s		K _v ×10 ⁻⁷ cm/s	K _H ×10 ⁻⁷ cm/s	干 α _c 度	水下 α _m 度			
													粘聚力 C kPa	摩擦角 φ 度													
	粉砂夹粉质粘土	件数	69	1	1	69	69	69																63	63	145	
		最大值	34.1			30.5	13.2	1.54																37.0	31.0	45	
		最小值	22.2			22.9	6.0	0.31																35.0	29.0	19	
		平均值	27.7	18.1	0.93	26.7	10.9	1.09																36.2	29.7	34.4	
		变异系数	0.06			0.07	0.05	0.10																0.01	0.02	0.18	
③ ₁	粉细砂	件数																							48	48	63
		最大值																							37.0	30.0	50
		最小值																							35.0	28.0	24
		平均值																							36.0	29.4	42.9
		变异系数																							0.01	0.02	0.15
③ ₂	粉细砂	件数																							262	262	352
		最大值																							37.0	31.0	>50
		最小值																							35.0	28.0	49
		平均值																							35.7	29.1	>50
		变异系数																							0.01	0.02	0.00

5.1.6.2 工程地质条件评价

(1) 场区内地基土稳定性一般，场地稳定性一般，场区内不存在难以治理的重大不良工程地质问题，比较适宜于本工程建设。

(2) 场区抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.050g，设计地震分组为第二组。场地类别为 III 类。一般可不进行液化判别。当地表水平加速度峰值按 0.098g 和 0.200 考虑时，通过对 10 个标贯孔进行液化判别，结果表明：本区域 20m 深度以内的①₂ 粉砂和①₃ 粉土层中存在液化点。但两种情况下可液化点占判别点总数的百分比差别较大，液化等级也有较大差别，当地表水平加速度峰值按 0.098g 考虑时，地基土的液化等级以轻微~中等液化为主；当地表水平加速度峰值按 0.200g 考虑时，地基土的液化等级以中等~严重液化为主。勘察区内分布软土及可液化土层，本场地属抗震不利地段。

(3) 应力历史分析表明：②₁₋₁ 粉质粘土夹粉砂和②₃₋₁ 粉质粘土夹粉砂为正常固结土。

(4) 表层淤泥质粉质粘土和第一层内的淤泥质土夹粉砂夹层为勘察区内的软土层。这些软土层强度低，承载力小，土体的稳定性差，沉降和残余沉降大。勘察区第一层内的①₄ 粉质粘土夹粉砂，第二层内的②₁₋₁ 粉质粘土夹粉砂和②₃₋₁ 粉质粘土夹粉砂，以及第三层内的粉质粘土夹粉砂、粉质粘土与粉砂互层及粉砂夹粉质粘土等土层均为层状构造土，属特殊岩土，这类土层的均匀性较差，具有含水率较高，重度较小，塑性指数较小，压缩性中~高，而抗剪强度和标贯击数离散性较大的特点。

(5) 水质分析表明：海水对混凝土结构具有中等腐蚀性；在长期浸水条件下，海水对钢筋混凝土结构中钢筋均具有弱腐蚀性，在干湿交替条件下，对钢筋混凝土结构中的钢筋具有强腐蚀性。因此，需对钢筋混凝土灌注桩与钢管桩采取防腐蚀措施，如选用抗硫酸盐水泥和耐腐蚀钢种、增加预留腐蚀余量厚度、涂层防护、阴极保护、涂层与阴极保护联合防腐蚀等措施。具体采用的防腐设计方案，需根据建筑物重要性、使用年限、腐蚀环境、施工可行性、监测与维护方法、防腐材料性质等条件，结合通州湾港区吕四作业区及其附近已有水工建（构）筑物的防腐蚀设计与施工经验，通过技术、经济比较后确定。

(6) ③₂ 粉细砂和部分③₁ 粉细砂，工程地质性质好，为良好桩基持力层。



5.1.7 地震

根据国家质量技术监督局发布的 1:400 万《中国地震动参数区划图》及说明书 (GB18306-2001), 本区地震动峰值加速度为 0.05g, 地震动反应谱特征周期为 0.40s, 地震基本烈度为 VI 度。

5.1.8 海洋自然灾害

项目区天气复杂多变, 灾害性天气频繁。主要灾害有:

(1) 暴雨

90%以上的年份都会出现日雨量 $\geq 50\text{mm}$ 的暴雨, 最多年份 7 次 (1961 年), 年平均暴雨日 2.7 天, 主要集中在 6、7、8、9 四个月。日雨量 $\geq 100\text{mm}$ 的大暴雨日 1960~2001 年共有 16 次, $\geq 200\text{mm}$ 的特大暴雨出现过 2 次。

(2) 旱涝灾害

自然地理环境决定了区域洪涝旱灾害发生次数多, 受灾范围广, 有时连续几年干旱, 有时又洪涝并发, 水旱交错, 损失严重。据史料记载, 自公元 1031 年至 2001 年的近 1000 年间, 有灾害记录的就有 377 年, 平均不到三年就有一年受灾。新中国成立后的 50 年中, 灾害发生也十分频繁, 其中洪涝灾害有 33 年、干旱灾害有 12 年, 水旱交错年 19 年, 正常年景仅 6 年。

1960 年以来旱涝分布, 大涝 4 年, 占 9.5%; 偏涝 8 年, 占 19.0%; 正常 16 年, 占 38.1%; 偏旱 13 年, 占 31.0%; 大旱 1 年, 占 2.4%。一年四季均有旱情发生的可能, 其中以伏旱出现的机率最高, 秋冬旱其次, 春旱较少。夏季干旱主要是出梅后的伏旱, 秋旱主要发生在 10 月中旬至 11 月上旬。

(3) 寒潮

10 月下旬到翌年 4 月, 北方常有较强冷空气影响海门, 多有寒潮出现, 平均每年 3 次左右, 最多有 7 次 (1961 至 1962 年、1965 至 1966 年), 而 1967 至 1968 年、1983 至 1984 年没有出现寒潮。受寒潮袭击时, 24h 内气温下降 10-15℃, 并伴随 6-8 级大风和霜冻, 对农作物和海洋捕捞业造成较大的影响。

(4) 雾

一年四季均可能出现雾, 但以春夏、秋冬之交时出现频率最高。年平均雾日 29.1 天, 最多 53 天 (1997 年), 最少 11 天 (1973 年)。一般夜间起雾, 次晨 8~9 时消失, 浓雾也可持久不散, 沿海沿江雾日更多、更长。春、夏、秋、冬各季出现雾的次数分别占全年次数的 31.5%、15.8%、26.8%、25.9%。次数最多的是春季的 4 月和

秋末冬初的 11 月、12 月，月平均雾日都在 3.5 天。

（5）热带气旋

西太平洋生成的热带气旋平均每年有 29 个，其中能影响江苏省热带气旋平均每年有 3.1 个，在统计时段中，最多年份可达 7 个（1990 年），最少年份只有 0 个（1992 年、2002 年、2017 年）。每年热带气旋影响江苏省的时间在 5 月至 11 月，影响最早的是 5 月 18 日（2006 年 0601 号热带气旋）。影响集中期是 7 月至 9 月，其中 8 月份最多。

（6）风暴潮

风暴潮常常是伴随台风或寒潮而来，尤其是当风暴潮发生的时间与天文潮高潮时间相重，易造成特大增水。

台风风暴潮，多见于夏秋季节。其特点是，来势猛、速度快、强度大、破坏力强。中国东南沿海是这类风暴潮的多发地段。我国东海沿岸 23 个验潮站 1950~1997 年的观测资料表明，从江苏吕四到福建东山，这一岸段的最大增水值在 130cm~502cm 之间，变幅较大，地区差异明显，而江苏沿海最大增水可达 300cm。1951 年 8 月 21 日，连云港发生台风增水达 185cm；1977 年 9 月 11 日，吕四台风增水值达 246cm。“9711”号台风增水，致使江苏沿岸测站和内陆江河测站几乎全部超过警戒水位，本次台风过程，洋口港西太阳沙潮位站观测到的最高潮位为 4.94m（8 月 18 日 23:00），天文潮位 3.66m，台风增水达 1.28m，台风最大波高为 6.90m。2018 年 7 月 22 日，1810 号台风“安比”在江苏沿海引起 50~120cm 的风暴增水，7 月 22 日当日天文高潮距蓝色警戒 140cm 以上，灾害性海浪过程主要影响东海、黄海南部，有效波高最高可达 8m，江苏南部沿岸海域有效波高最高可达 5.5m。受 2018 年第 18 号台风“温比亚”（热带风暴级）的影响，8 月 16 日 08 时至 13 时，江苏盐城到浙江温州沿海出现了 20 到 60 厘米的风暴增水。8 月 16 日 14 时至 19 时，江苏连云港到浙江台州沿海出现了 30 到 100 厘米的风暴增水。

温带气旋风暴潮多发生在春、秋季节，对于我国东海地区来说，此类型的风暴潮增水幅度比台风增水小，成灾机会也小。

5.2 区域海洋资源概况

5.2.1 港口岸线资源

（1）吕四港

启东沿海地区可作港口开发利用岸线主要分布在北部吕四的蒿枝港—大洋港、蒿枝港附近和辐射沙洲内缘，吕四港深水岸线长达 30 公里，可建 5-10 万吨级深水泊位数十个，江海交汇的独特区位更是可以发展中转业务。

蒿枝港北侧已建大唐电厂一期工程配套建设了 2 个 3.5 万吨级卸煤专用泊位及 1 个工作船泊位，吕四新材料产业园区外侧建设了广汇 LNG 码头；吕四作业区环抱式港池已基本建成，进港航道、港口陆域、码头岸线已经形成，具备了港口码头建设条件。

（2）通州作业区、东灶港作业区

东灶港作业区位于海门东灶港至启东大洋港海岸线上，主要在海堤外滩涂上回填形成，以建设通用散杂货泊位为主，主要服务于海门及周边地区的临港产业。利用海门蛎岬山北侧长约 3.6km 的深水岸线进行泊位布置，布置 5 万吨级泊位。目前海门滨海新区共匡围用海面积 17.6km²。通过围填海作业，东灶港作业区共建成 1 号、2 号、3 号三个大型挖入式港池。1 号、2 号港池规划为 5 万吨级，3 号港池为 2 万吨级，港区规划岸线总长 14498m。2010 年东灶港作业区在蛎岬山北侧开工建设 2 万吨级（水工结构兼顾 5 万吨级）深水通用码头，通过一座栈桥与后方陆域连接，目前已经建成；二港池内建设了海润达码头、海警码头；三港池建设了通光码头、燕达码头、海事码头。

通州作业区位于通州湾示范区三夹沙海域，自团结河闸附近向东、向北围垦三夹沙成陆并形成码头岸线，近期以服务临港产业为主，相应发展港口物流。通州作业区规划港口岸线资源 17.5km，其中：近期港口作业区及临港产业发展区的港口岸线资源 12.2km，远期预留发展区港口岸线资源 5.3km。近期 12.2km 的港口岸线资源可布置 5 万吨级及其以下通用泊位 41 个，总通过能力约 3650 万 t。目前，三夹沙完成填海造地，形成了港口陆域及码头岸线，建设了一座 2 万吨级码头、道达风电基地码头。

（3）通州湾港区

腰沙-冷家沙海域位于小庙洪水道北侧，该水域属于辐射沙洲南翼最东部的低潮出露沙洲，其东北侧面临开敞水域。通州湾港区规划已经获批，一港池轮廓基本形成。

（4）大洋渔港

国家级吕四中心渔港建位于吕四大洋港外侧，通过滩涂围垦开发形成，已建成

国际领先、国内一流、功能齐全、服务配套的特大型群众性中心渔港，目前渔港已建成营运。原大洋港中心渔港渔船目前已迁至新渔港停靠。

(5) 东灶港渔港

东灶渔港是海门市唯一的群众性专业渔港，目前位于东灶港作业区二港池底部的东灶港闸内侧，仍有一百多艘渔船进出靠泊。

5.2.2 旅游资源

吕四风情度假旅游区，地处千年古镇吕四，总面积 0.67km^2 ，位于大洋港外口东侧，建有 0.10km^2 的渔业休闲区和滨海公园，造型别致的望海楼为大洋港的标志性建筑。风情区内有供休息、度假、娱乐的滨海公园、度假村等休息运动娱乐场。为了适应现代化开放型经济发展和江苏启东吕四港经济开发区的需要，规划在开发区北侧，大洋港港口东侧，建成占地 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。目前，该基地已投入资金 200 多万元，计划近两年内再投资 250 万元，使其成为中外客商和启东人民娱乐、健身、休闲的好去处，成为启东旅游休闲渔业经济发展的新亮点。

5.2.3 滩涂资源

启东市拥有滩涂 40 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填面积 6.5 万亩，其中 3 万多亩围填滩涂高程在 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、蛏、泥螺等。养殖形式以散养、插网围栏养殖、浅海底播、筏养等为主。

目前滩涂开发利用率只有 44.17%，特别是沿海潮间带滩涂粗放经营现象比较突出，辐射沙洲开发利用水平低，浅海开发尚未取得实质性进展。

5.2.4 海洋生物资源

启东市坐拥全国第四大渔场、世界九大渔场之一——吕四渔场，水产品资源丰富，海洋生物种类丰富、资源量大，可以为渔业生产提供大量的渔获物。启东市海域盛产海鳗、黄姑鱼、梅童鱼、黄鱼、小黄鱼、鲳鱼、马鲛鱼、带鱼、鳗鱼、河豚、毛虾、对虾、梭子蟹、海蜇等，有鱼类 150 种，其中软骨鱼类 20 种、硬骨鱼类 130

种，鱼类区系的特征为暖温带性质。近海鱼类的生物量从春季到冬季呈单峰周期变动。

海水养殖生物资源。海水养殖品种主要为文蛤、青蛤、四角蛤蜊、泥蚶、蛏、泥螺和紫菜等。养殖形式以散养、插网围栏养殖、浅海底播、筏式养殖等为主。

5.2.5 海洋风能资源

启东的风能资源主要分布在两个区：①启东北部风能区，平均风速普遍大于 3m/s。吕四海岸附近有效年均风能密度 138.4W/m²，有效时频 68.4%，年累积风能为 830KW.h/(m².a)，总面积 2.025km²。②启东南部风能区，北起协兴港，南至寅兴垦区南侧海堤一带（宽约 70m）连兴港向北 20km 岸线内滩涂养殖区，面积 10.122km²，地处江海交汇处，风力资源丰富，具备风能发电条件。

风能这种时空变化特征，对启东沿海能源开发有重要意义，可为滩涂开发、海水养殖、盐业生产、海水淡化等提供无污染的动力源。由于海岸滩涂风能更丰富、更稳定，因此开发利用更有特殊意义。

5.3 开发利用现状

5.3.1 海域开发利用现状

本工程周边海域的主要用海为：渔业用海、造地工程用海、交通运输用海、工业用海、达标尾水排放用海等。

①渔业用海

工程周边海域渔业用海主要有高涂养殖、海水养殖、贝类养护、紫菜养殖等养殖用海，分布于小庙洪水道北侧腰沙沙洲东部及启东蒿枝港南侧海域。

大洋港闸西侧吕四新渔港已经建成营运。

②交通运输用海

a.码头工程

吕四作业区 2 个 3.5 万吨级电厂专用煤码头已建成投产。大唐电厂东侧 LNG 码头也建成，建设规模近期吞吐量为 60 万吨/年，远期吞吐量为 115 万吨/年。

东灶港作业区 2 万吨级通用码头工程位于海门东灶港岸外滩涂至蛎岬山前缘 -10m 深槽的西端，后方陆域位于海门滨海新区东区东北角，码头通过引桥与后方陆域衔接。

通州作业区建成了一座 2 万吨级通用码头及道路风电基地码头。

b. 航道工程

吕四进港航道（小庙洪航道）位于乌龙沙-横沙南侧，2015 年 12 月一期工程基建疏浚通过交工验收，航道全长 56.6km，航道通航宽度 246m，航道最浅水深-11.3m，可满足 5 万吨级散货船乘潮单向通航，兼顾 10 万吨级散货船减载乘潮单向通航。吕四进港航道二期工程满足 10 万吨级航道散货船乘潮单向通航要求，航道全长 53.4km，航道通航宽度 210m，航道设计底标高-13.1m。二期工程于 2018 年 10 月完工。上延段自大唐电厂煤炭码头至小庙洪尾部的东灶港作业区为自然水深航道，航道长度 22.96km，设计底标高-7.5m，宽度 220~300m，满 2 万吨级杂货船双向乘潮通航。

南通港吕四港区吕四作业区西港池 10 万吨级进港航道自环抱式港池西港池 8#-11#码头泊位西边界（航道里程 0+490km）至与吕四港区 10 万吨级进港航道的交点（航道里程 11+403km），总长 10.9km。航道里程 0+490km~2+386km，通航底高程-12.9m，通航宽度 201m，设计底标高-13.3m。航道里程 2+386~8+850km，通航底高程-12.9m，通航宽度 217m，设计底标高-13.6m。航道里程 8+850~9+180km，通航底高程-12.9m，设计底标高-13.6m，通航宽度 256m。航道里程 9+180~11+403km，通航底高程-12.9m，设计底标高-13.3m，通航宽度 256m。通航标准为满足 10 万吨级散货船、10 万吨级集装箱船乘潮单线通航。目前，南通港吕四港区吕四作业区西港池 10 万吨级进港航道工程已基本完工。

③ 电力工业用海

江苏大唐吕四港电厂项目位于吕四作业区环抱式港池东侧，该项目确权用海面积 796.07 公顷，分为填海造地区、温排水区、港池、码头和取排水区。一期工程为 4×600MW，采用了国产超临界压力燃煤机组。建有 2 个 3.5 万吨级专用煤炭接卸泊位（内侧兼做工作船码头）和总长度为 3680m 的输煤引桥。

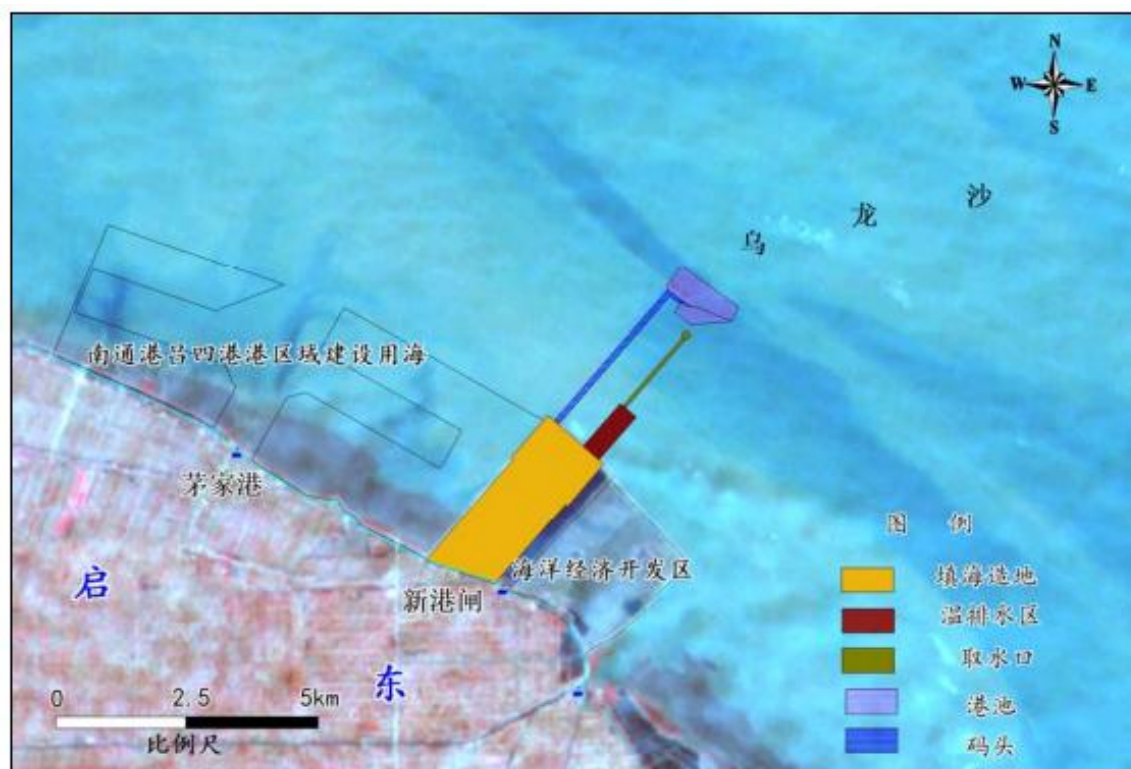


图 5.3-1 江苏大唐吕四港电厂一期工程

④其他工业用海

吕四港物流中心项目位于吕四港大唐电厂南侧，用海面积 584 公顷。目前，物流中心内吕四港广汇综合能源物流基地项目、华峰物流园项目已经进驻。

启东市五金机电城位于通启运河口北侧，拟投资建设江海产业经济园项目。目前，项目所在区域已完成围堤建设和吹填造陆工作。

⑤达标尾水排放用海

启东市北部区域达标尾水排海工程位于吕四作业区 LNG 码头西侧，小庙洪(南)水道深槽的南端。该项目为启东北部四座污水处理厂尾水收集排海海域排放项目，海域排海管由放流管和扩散管组成。污水达标排放用海面积为 2.1640 公顷，管道用海面积为 7.533 公顷，用海期限为 30 年。

⑥海洋生态红线

工程附近的海洋生态红线包括南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区、南通通启运河口、南通通吕运河口、江苏如东文蛤省级水产种质资源保护区、海门蛎蚜山国家级海洋公园。

⑦海洋公园

江苏海门蛎蚜山国家级海洋公园位于江苏省海门市滨海新区东北部，西至东灶

港 2 万吨级通用码头、北至小庙洪水道、南至现海洋管理岸线、东至黄海（海门市和启东市的滩涂——海域分界线），包括海洋和海堤两部分，总面积 1545.9080 公顷。

海洋部分：自蛎岬山海洋特别保护区资源恢复区至海堤，约 15km² 海域；海堤部分：长约 2 公里，海堤南侧 100 米，海堤北侧 200 米滩涂。海洋公园按功能划分为三个区：重点保护区、生态与资源恢复区、适度利用区。



图 4.3-3 海洋公园功能分区

5.3.2 海域使用权属现状

本项目周边海洋开发活动主要为海水养殖用海、填海造地用海等。工程周边用海的确权情况一览表见表 4.3-1。

表 4.3-1 工程周边相邻用海的确权情况一览表（用海面积单位为公顷）

序号	项目名称	使用权人	用海方式	用海面积	是否确权
1	启东市吕四渔业科技研发区	江苏省海洋水产研究所	建设填海造地	26.6833	是
2	启东市吕四东港星城项目	启东金泉投资有限公司	建设填海造地	37.3199	是
3	启东市吕四海港花苑项目	启东德发投资有限公司	建设填海造地	43.8641	是
4	启东市吕四金色水岸项目	启东东冠投资有限公司	建设填海造地	41.9042	是
5	启东市吕四渔港美食广场项目	启东万豪投资有限公司	建设填海造地	39.9091	是
6	启东市吕四金海岸旅游度假区项目	启东鹏程投资有限公司	建设填海造地	45.7956	是
7	启东市吕四渔景湾休闲度假区项目	启东港湾投资有限公司	建设填海造地	49.4551	是
8	观海美食长廊建设项目	启东鹏宇休闲体育有限公司	建设填海造地	13.9082	是
9	水产品深加工及综合配套建设项目	启东佳庆水产品有限公司	建设填海造地	46.5781	是
10	水产品交易市场及配套建设项目	启东凯德水产品有限公司	建设填海造地	46.2035	是
11	水产品交易市场及配套建设项目	启东凯德水产品有限公司	建设填海造地	46.2035	是
12	水产品交易市场及配套建设项目	启东凯德水产品有限公司	建设填海造地	46.2035	是
13	水产品交易市场及配套建设项目	启东凯德水产品有限公司	建设填海造地	46.2035	是
14	水产品交易市场及配套建设项目	启东凯德水产品有限公司	建设填海造地	46.2035	是
15	水产品深加工及综合配套建设项目	启东佳庆水产品有限公司	建设填海造地	46.5781	是
16	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
17	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
18	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
19	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
20	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
21	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
22	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是

序号	项目名称	使用权人	用海方式	用海面积	是否确权
23	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
24	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
25	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
26	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
27	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
28	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
29	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
30	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
31	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
32	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
33	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
34	岛式码头建设	启东华凯水产有限公司	建设填海造地	30.0285	是
35	吕四渔港经济区海口枢纽（大洋港）工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	专用航道、锚地及其它开放式	21.9379	是
36	吕四渔港经济区海口枢纽（大洋港）工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	非透水构筑物	21.9379	是
37	吕四渔港经济区海口枢纽（大洋港）工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	专用航道、锚地及其它开放式	21.9379	是
38	吕四渔港经济区海口枢纽（大洋港）工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	专用航道、锚地及其它开放式	18.7733	是
39	吕四渔港经济区海口枢纽（大洋港）工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	非透水构筑物	18.7733	是
40	吕四渔港经济区海口枢纽（大洋港）工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	专用航道、锚地及其它开放式	18.7733	是
41	南通港吕四港区进港航道一期上延工程	南通市交通运输局	专用航道、锚地及其它开放式	592.7516	是
42	启东沿海开发有限公司围海养殖项目	启东沿海开发有限公司	围海养殖	46.3182	是
43	启东吕通投资有限公司吕通物流建设项目	启东吕通投资有限公司	建设填海造地	49.9663	是
44	启东捷运物流有限公司物流建设项目	启东捷运物流有限公司	建设填海造地	49.9663	是
45	启东全速物流有限公司物流建设项目	启东全速物流有限公司	建设填海造地	49.0530	是
46	启东通顺物流有限公司通达物流建设项目	启东通顺物流有限公司	建设填海造地	49.9233	是
47	启东和美物流有限公司和美物流建设项目	启东和美物流有限公司	建设填海造地	49.2883	是
48	启东金富物流有限公司物流建设项目	启东金富物流有限公司	建设填海造地	24.9687	是

序号	项目名称	使用权人	用海方式	用海面积	是否确权
49	启东华荣物流有限公司物流建设项目	启东华荣物流有限公司	建设填海造地	40.4767	是
50	启东远通物流有限公司远通物流建设项目	启东远通物流有限公司	建设填海造地	44.2067	是
51	鹏庆物流建设项目	启东鹏庆物流有限公司	建设填海造地	46.6473	是
52	南通港吕四作业区西港池 8#-11#码头工程	江苏通吕港口发展有限公司	透水构筑物	17.1265	是
53	南通港吕四作业区西港池 8#-11#码头工程	江苏通吕港口发展有限公司	港池、蓄水等	17.1265	是
54	启东林能物流有限公司物流建设项目	启东林能物流有限公司	建设填海造地	36.0713	是
55	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池西港区 4#10 万吨级散货泊位工程	启东沿海开发有限公司	透水构筑物	4.7226	是
56	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池西港区 4#10 万吨级散货泊位工程	启东沿海开发有限公司	港池、蓄水等	4.7226	是
57	启东兴吕物流有限公司物流建设项目	启东兴吕物流有限公司	建设填海造地	41.1433	是
58	启东富华物流有限公司物流建设项目	启东富华物流有限公司	建设填海造地	37.0323	是
59	启东人和物流有限公司物流建设项目	启东人和物流有限公司	建设填海造地	48.2400	是
60	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池进港航道一期工程	启东沿海开发有限公司	非透水构筑物	65.9041	是
61	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池进港航道一期工程	启东沿海开发有限公司	透水构筑物	65.9041	是
62	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池进港航道一期工程	启东沿海开发有限公司	透水构筑物	65.9041	是
63	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池进港航道一期工程	启东沿海开发有限公司	非透水构筑物	65.9041	是
64	南通港吕四作业区西港池 10 万吨级进港航道工程	广汇能源综合物流发展有限责任公司	专用航道、锚地及其它开放式	95.7538	是
65	南通港吕四港区吕四作业区环抱式港池 10 万吨级进港航道工程	启东沿海开发有限公司	专用航道、锚地及其它开放式	263.3821	是
66	南通港吕四作业区西港池 10 万吨级进港航道工程（防沙导流堤根部至小庙洪航道段）	广汇能源综合物流发展有限责任公司	专用航道、锚地及其它开放式	105.6945	是

序号	项目名称	使用权人	用海方式	用海面积	是否确权
67	启东辉昇轴承有限公司年产 1800 万套精密轴承项目	启东辉昇轴承有限公司	建设填海造地	49.1762	是
68	启东海慧轴承有限公司年产 198 万套特大和大中型精密轴承	启东海慧轴承有限公司	建设填海造地	46.9892	是
69	启东赛贝尔制冷设备有限公司年产 4500 万件冰箱、冷柜两用器产品及 400 万台空调用热交换器产品建设	启东赛贝尔制冷设备有限公司	建设填海造地	49.7442	是
70	启东恒劲输送机有限公司年产 1000 套重型连续输送线	启东恒劲输送机有限公司	建设填海造地	49.5120	是
71	启东望宇环保设备有限公司年产 140 台（套）大型发电机组配套除尘设备	启东望宇环保设备有限公司	建设填海造地	49.4552	是
72	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	建设填海造地	416.6917	是
73	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	透水构筑物	45.6772	是
74	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	港池、蓄水等	45.6772	是
75	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	港池、蓄水等	45.6772	是
76	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	取、排水口	59.0903	是
77	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	海底电缆管道	59.0903	是
78	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	专用航道、锚地及其它开放式	59.0903	是
79	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	海底电缆管道	59.0903	是
80	江苏大唐吕四港电厂工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	取、排水口	59.0903	是
81	江苏大唐国际吕四港电厂一期送出配套 500KV 输变电工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	非透水构筑物	0.7015	是
82	江苏大唐国际吕四港电厂一期送出配套 500KV 输变电工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	非透水构筑物	0.7015	是
83	江苏大唐国际吕四港电厂一期送出配套 500KV 输变电工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	非透水构筑物	0.7015	是
84	江苏大唐国际吕四港电厂一期送出配套	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	非透水构筑物	0.7015	是

序号	项目名称	使用权人	用海方式	用海面积	是否确权
	500KV 输变电工程				
85	江苏大唐国际吕四港电厂一期送出配套 500KV 输变电工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	非透水构筑物	0.7015	是
86	江苏大唐国际吕四港电厂一期送出配套 500KV 输变电工程	江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司	非透水构筑物	0.7015	是
87	吕四港物流中心道路建设	江苏吕四海洋经济开发区管理委员会	建设填海造地	5.9830	是
88	吕四港物流中心道路建设	江苏吕四海洋经济开发区管理委员会	建设填海造地	8.9130	是
89	启东市北部区域达标尾水排海工程 (海底管道段) 项目	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	海底电缆管道	7.5335	是
90	启东市北部区域达标尾水排海工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	污水达标排放	2.1646	是
91	启东市北部区域达标尾水排海工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	污水达标排放	2.1646	是
92	启东市北部区域达标尾水排海工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	污水达标排放	2.1646	是
93	启东市北部区域达标尾水排海工程	江苏省吕四海洋经济开发区开发建设有限公司	污水达标排放	2.1646	是

5.4 海洋环境现状调查与评价

本次海洋环境现状调查与评价委托浙江若海检测有限公司进行，分别于 2022 年 3 月 17 日和 28 日~30 日（春季）和 2022 年 9 月 26 日~10 月 1 日（秋季）在本工程海洋环境评价范围内开展了春季、秋季海洋环境监测，监测报告见附件 9。

5.4.1 调查站位

根据 2.4.1.1 章节可知，本项目海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源、海洋地形地貌与充裕、海洋水文动力环境影响评价工作等级分别为 1 级、1 级、1 级、3 级、1 级。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），各海洋环境要素各环境影响评价工作等级应设置的调查站位如下：

表 5.4-1 理论应设置的调查站位数量及监测频次

监测项目	调查断面和站位理论设置数量	监测频次
海水水质	5 个~8 个调查断面，至少 15 个站位	应进行春季、夏季和秋季的调查，若时间不允许，至少应进行一个季节调查
沉积物	调查断面设置可与海洋水质调查相同，宜取水水质站位量的 50%左右	应与海洋水质和生物资源调查同步进行，一般进行 1 次现状调查
生态环境（包括海洋生物资源、渔业资源）	调查断面、调查站位的布设可与水质调查相同，可从水质调查站位中选择控制性调查站位，数量一般不少于水质调查站位的 60%。另选取 3 条潮间带监测潮间带生物	一般应在春、秋两季分别调查

本次海洋环境质量现状调查共布设海水水质调查站位 20 个、沉积物调查站位 10 个、生物生态和生物质量和渔业资源调查站位 12 个，另设置潮间带 3 条。上述站位设置可满足本工程各海洋环境要素评价工作等级要求。具体监测站位布设情况详见表 5.4-2 和图 5.4-1。

表 5.4-2 监测站位布设一览表

序号	L	B	东经	北纬	监测内容
1	121.67	32.12	121°40'28.009"	32°07'04.626"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
2	121.70	32.15	121°41'50.559"	32°09'00.736"	水质
3	121.72	32.18	121°43'10.998"	32°10'55.753"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
4	121.74	32.22	121°44'33.086"	32°13'15.497"	水质
5	121.72	32.09	121°43'26.866"	32°05'39.869"	水质
6	121.75	32.13	121°44'49.622"	32°07'57.668"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
7	121.77	32.16	121°45'58.192"	32°09'41.117"	水质

8	121.79	32.18	121°47'36.489"	32°11'02.309"	水质、渔业资源
9	121.76	32.07	121°45'46.081"	32°04'00.110"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
10	121.79	32.09	121°47'14.288"	32°05'30.996"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
11	121.81	32.12	121°48'21.225"	32°07'20.545"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
12	121.83	32.16	121°49'49.157"	32°09'19.354"	水质
13	121.81	32.03	121°48'50.137"	32°02'00.759"	水质
14	121.84	32.07	121°50'23.242"	32°04'04.110"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
15	121.86	32.09	121°51'20.547"	32°05'24.809"	水质
16	121.88	32.13	121°52'58.601"	32°07'33.111"	水质、渔业资源
17	121.86	31.99	121°51'43.268"	31°59'31.787"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
18	121.89	32.03	121°53'35.401"	32°02'05.436"	水质
19	121.92	32.06	121°55'02.562"	32°03'35.417"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
20	121.94	32.09	121°56'41.828"	32°05'41.356"	水质、沉积物、生物质量、生态、渔业资源
A1	121.70	32.09	121°41'45.284"	32°05'11.388"	潮间带
A2	121.69	32.08	121°41'28.856"	32°04'48.388"	潮间带
B1	121.76	32.03	121°45'52.610"	32°01'41.849"	潮间带
B2	121.75	32.01	121°44'54.972"	32°00'43.638"	潮间带
C1	121.83	31.95	121°49'53.649"	31°57'11.899"	潮间带
C2	121.82	31.95	121°49'17.825"	31°56'46.110"	潮间带

5.4.2 调查项目及调查频次

海洋环境调查项目详见表 5.4-3。

表 5.4-3 海洋环境监测项目一览表

监测项目	监测因子	采样层次
水质	水温、水色、透明度、悬浮物、pH、盐度、化学需氧量、溶解氧、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发性酚、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、六六六、滴滴涕、多氯联苯	调查项目除石油类只取表层水样外，其余项目的采集均按以下要求进行：当水深小于 10 米时，采集表层（0.1m-1.0m）；当水深大于 10 米小于 20 米时，采集二层样（表层和底层，底层一般离底 2m）；当水深大于 20 米时，采三层样（表层、10m 层和底层）。
沉积物	有机碳、硫化物、石油类、砷、总汞、铬、镉、铜、铅、锌、硒、含水率、氧化还原电位、六六六、滴滴涕、多氯联苯	海床表层
生态	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物；潮间带站位仅调查底栖生物	-

生物质量	石油烃、铜、锌、铅、镉、铬、总汞、砷、六六六、滴滴涕、多氯联苯	-
渔业资源	鱼卵、仔稚鱼、游泳动物	-

5.4.3 海洋水质现状调查与评价

5.4.3.1 样品的采集和分析测定方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)的要求进行。

水质样品分析参照《海洋监测规范 第4部分：海水分析》(GB 17378.4-2007)、《海洋调查规范 第4部分 海水化学要素调查》(GB/T 12763.4-2007)和《海洋监测技术规程 第1部分：海水》(HY/T 147.1-2013)等标准进行。分析方法详见下表。

表 5.4-4 海水化学样品分析方法和检出限

序号	分析项目	分析方法	规范性引用文件
1	pH 值	pH 计法	GB 17378.4-2007
2	水温	表层水温表法	GB 17378.4-2007
3	水色	比色法	GB 17378.4-2007
4	透明度	透明圆盘法	GB 17378.4-2007
5	盐度	盐度计法	GB 17378.4-2007
6	悬浮物	重量法	GB 17378.4-2007
7	溶解氧	碘量法	GB 17378.4-2007
8	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.4-2007
9	油类	紫外分光光度法	GB 17378.4-2007
10	硝酸盐	镉还原法	GB/T 12763.4-2007
11	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	GB 17378.4-2007
12	氨	次溴酸盐氧化法	GB 17378.4-2007
13	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	GB 17378.4-2007
14	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.4-2007
15	六六六、滴滴涕	气相色谱法	GB 17378.4-2007
16	多氯联苯	气相色谱法	HY/T 147.1-2013
17	汞	原子荧光法	GB 17378.4—2007
18	铜	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013
19	铅	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013
20	镉	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013
21	锌	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013
22	铬	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013
23	砷	电感耦合等离子体质谱法	HY/T 147.1-2013

5.4.3.2 评价标准

海水水质评价标准按《海水水质标准》(GB3097-1997)进行评价。

根据《江苏省海洋功能区划(2011-2020年)》，各调查站位所在的海洋功能区划

分布见图 5.4-2，各调查站位所在的海洋功能区确定相应的评价标准，具体见表 5.4-5。

表 5.4-5 海洋环境现状调查站位评价标准一览表

站位	站位总数	所在海洋功能区	《海水水质标准》 (GB3097-1997)
1、5、9	3	吕四港港口航运区	四类
2、6、11、16、10、14、 18	7	小庙洪港口航运区	四类
4、8	2	网仓洪港口航运区	四类
3	1	通州湾工业与城镇用海区	三类
7、12、15、20、19	5	吕泗渔场农渔业区	二类
13、17	2	长江口渔场农渔业区	二类

5.4.3.3 评价方法

(1) 一般水质因子（除溶解氧、pH 值外）采用单因子污染指数法：

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

式中： $S_{i,j}$ —评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ —评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$S_{s,j}$ —评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

(2) 评价因子中 pH 的污染指数计算方法如下：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}, \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ ——单项污染指数；

pH_j ——实际监测值；

pH_{sd} ——标准下限；

pH_{su} ——标准上限。

(3) 评价因子中 DO 的污染指数计算方法如下：

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_f$$

式中： S_{DO} ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值, mg/L ;

DO_s —溶解氧的水质评价标准限值, mg/L ;

DO_f —饱和溶解氧浓度, mg/L , 对于河流, $DO_f=468/(31.6+T)$, 对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域, $DO_s=(491-2.65S)/(33.5+T)$;

S --实用盐度符号, 量纲 1;

T --水温, $^{\circ}C$ 。

根据污染指数, 评价海域环境质量现状及污染水平。当污染指数大于 1, 表示该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要求。

5.4.3.4 春季调查结果与评价 (2022 年)

2022 年 3 月水质监测结果见下表。

(.....略.....)

(3) 评价结果与分析

(.....略.....)

评价结果显示, 农渔业区共 7 个站位, 执行二类海水水质标准, 无机氮有 1 个站位超标, 超标率 14.3%, 其余各项评价指标 (pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机磷、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、油类、挥发性酚、硫化物、六六六和滴滴涕) 均符合二类海水水质标准; 工业与城镇用海区共 1 个站位, 执行三类海水水质标准, 各项评价指标均符合三类海水水质标准; 航运区共 12 个站位, 执行四类海水水质标准, 各项评价指标均符合四类海水水质标准。

5.4.3.5 秋季调查结果与评价 (2022 年)

2022 年 10 月水质监测结果见下表。

(.....略.....)

(3) 评价结果与分析

(.....略.....)

评价结果显示, 农渔业区共 7 个站位, 执行二类海水水质标准, 无机氮有 3 个站位超标, 超标率 42.8%, 油类有 2 个站位超标, 超标率 28.6%, 其余各项评价指标 (pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机磷、铜、铅、锌、铬、镉、汞、砷、挥发性酚、硫化物、六六六和滴滴涕) 均符合二类海水水质标准; 工业与城镇用海区共 1 个站位, 执行三类海水水质标准, 各项评价指标均符合三类海水水质标准; 航运区共 12 个站位, 执行四类海水水质标准, 各项评价指标均符合四类海水水质标准。

造成农渔业区无机氮超标的可能的因素可能是海域附近城市生活污水与工业废水中的氮等营养物质汇流入海, 造成农渔业区油类超标的可能原因是调查站位临近吕四港口航运区, 正在进行大规模的港区建设, 施工船舶及运行船舶密集, 船舶废气及油污水外排导致。同时, 海域受到长江径流输入的影响, 造成部分海域范围内海水水质下降, 无机氮含量升高。当地政府已制定了相应的地表水环境综合整治方案 (《启东市人民政府关于实施<吕四港经济开发区主要污染物总量减排工作方案、水环境综合整治工作方案的通知>》), 随着地表水环境综合整治工作的开展, 当地近海海水环境质量将逐步得到改善。

5.4.3.6 区域海水环境的水质变化趋势

南通市全市近岸海域共设置 8 个海水监测点。根据 2017~2021 年南通市近岸海域环境质量报告, 近五年南通市近岸海域的海水水质情况如下:

2017 年，全市 8 个近岸海域监测点位中，近岸功能区小洋口测点水质为四类，大洋港和启东近岸测点水质为三类；

2018 年，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；

2019 年，全市 5 个近岸海域水质目标考核点位中，3 个点位水质保持稳定或改善，海水优良率为 80%，较 2018 年增加 20 个百分点；

2020 年，全市近岸海域达到或优于《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准的面积比例为 62.7%，三类面积比例为 16.8%，四类面积比例为 13.8%，劣四类面积比例为 6.7%。与 2019 年同比，优良（一、二类）面积比例降低 26.4 个百分点，劣四类面积比例上升 6.2 个百分点，主要超标指标为无机氮和活性磷酸盐；

2021 年，全市近岸海域达到或优于《海水水质标准》（GB3097-1997）二类标准的面积比例为 87.7%，三类面积比例为 4.2%，四类面积比例为 4.5%，劣四类面积比例为 3.6%。与 2020 年同比，优良（一、二类）面积比例上升 33.0 个百分点，劣四类面积比例下降 9.6 个百分点，主要超标指标为无机氮和活性磷酸盐。

根据上述情况可知，2017~2019 年，区域海水水质环境大体呈逐步改善趋势；但到 2020 年起，由于城镇化的快速发展，污水中氮磷等营养物质增多，同时，由于长江入海径流带来的大量有机物质的影响，导致海水中活性磷酸盐、无机氮含量升高。

5.4.4 海洋沉积物现状调查与评价

5.4.4.1 样品的采集和分析测定方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB 17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）的要求进行。

表 4.4-20 沉积物化学分析方法和检出限

序号	分析项目	分析方法	检出限	规范性引用文件
1	有机碳	氧化还原容量法	0.03%	GB 17378.5-2007
2	油类	紫外分光光度法	2×10^{-6}	GB 17378.5-2007
3	硫化物	碘量法	4×10^{-6}	GB 17378.5-2007
4	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5×10^{-6}	GB 17378.5-2007
5	铅	无火焰原子吸收分光光度法	1×10^{-6}	GB 17378.5-2007
6	铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}	GB 17378.5-2007
7	镉	火焰原子吸收分光光度法	0.05×10^{-6}	GB 17378.5-2007
8	锌	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}	GB 17378.5-2007
9	砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}	GB 17378.5-2007
10	总汞	原子荧光法	5×10^{-9}	GB 17378.5-2007
11	六六六	气相色谱法	2.10×10^{-9}	GB 17378.5-2007
12	滴滴涕	气相色谱法	2.10×10^{-9}	GB 17378.5-2007

序号	分析项目	分析方法	检出限	规范性引用文件
13	多氯联苯	气相色谱法	2.10×10^{-9}	GB 17378.5-2007

5.4.4.2 评价标准

结合《江苏省海洋功能区划（2011-2020）》，海洋沉积物评价标准按《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）进行评价。各站位海洋沉积物评价标准如下：

表 2.6-2 各站位海洋沉积物评价标准

序号	站位	站位总数	所在海洋功能区	《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002)
1	1、9	2	吕四港港口航运区	三类
2	6、10、11、14	7	小庙洪港口航运区	三类
3	3	1	通州湾工业与城镇用海区	二类
4	20、19	5	吕泗渔场农渔业区	一类
5	17	2	长江口渔场农渔业区	一类

5.4.4.3 评价方法

采用单项污染指数法进行质量评价，单项污染指数法的计算公式如下：

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

式中： $S_{i,j}$ ——第 i 站评价因子 j 的标准指数；

$C_{i,j}$ ——第 i 站评价因子 j 的测量值；

$C_{i,s}$ ——评价因子 j 的评价标准值。

5.4.4.4 春季调查结果与评价

(1) 沉积物调查结果

2022 年春季海洋沉积物调查结果见表 4.4-21。

(.....略.....)

(2) 评价结果与分析

2022 年春季沉积物调查评价结果见表 3.1-34。

(.....略.....)

根据评价结果可知，位于港口航运区的 6 个站位，各项评价指标均符合三类沉积物标准，符合所在功能区的要求；位于农渔业区的 3 个站位，各项评价指标均符合一类沉积物标准，符合所在功能区的要求；位于工业与城镇用海区的 1 个站位，各项评价指标均符合二类沉积物标准，符合所在功能区的要求。

5.4.5 海洋生物质量现状调查与评价

5.4.5.1 样品的采集和分析测定方法

生物质量采样及样品运输和保存按照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）中的要求执行。

生物质量分析项目及方法按照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007），详见表 4.4-27。

表 4.4-27 海洋生物质量分析项目和分析方法

序号	分析项目	分析方法	规范性引用文件
1	总汞	原子荧光法	GB 17378.6-2007
2	砷	原子荧光法	GB 17378.6-2007
3	铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
4	铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
5	锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
6	铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
7	镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.6-2007
8	石油烃	荧光分光光度法	GB 17378.6-2007
9	六六六	气相色谱法	GB 17378.6-2007
10	滴滴涕	气相色谱法	GB 17378.6-2007

5.4.5.2 评价标准

捕获到贝类的调查站位全部位于工业与城镇用海区，贝类生物质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）二类标准。甲壳类、鱼类、软体动物海洋生物质量（除石油烃外）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、软体类体内污染物石油烃执行《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。

5.4.5.3 评价方法

海洋生物质量评价采用单因子污染指数法：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中： P_i ——污染物 i 的污染指数；

C_i ——第 i 种污染物的实测浓度值；

S_i ——第 i 种污染物的质量标准值。

5.4.5.4 春季调查结果与评价（2022 年）

（1）海洋生物质量调查结果

2022 年春季生物质量调查结果见表 3.1-36。

（……………略……………）

鱼类、甲壳类、软体动物海洋生物质量评价结果见表 4.4-29，双壳贝类的生物质量评价结果见表 4.4-30。

(.....略.....)

根据评价结果可知，2022 年春季鱼类、甲壳类、软体动物中各检测指标均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册，1998，海洋出版社）和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（1986，海洋出版社）中的海洋生物质量评价标准要求；调查海域双壳贝类的各评价指标均符合《海洋生物质量标准》（GB 18421-2001）第二类生物质量标准。

5.4.5.5 秋季调查结果与评价（2022 年）

（1）海洋生物质量调查结果

2022 年秋季海洋生物质量现状调查要素结果统计表见表 4.4-30。

(.....略.....)

2022 年秋季鱼类、甲壳类、软体动物海洋生物质量评价结果见表 4.4-31，2022 年秋季双壳贝类生物质量评价结果见表 4.4-31。

(.....略.....)

根据评价结果可知，2022 年秋季鱼类、甲壳类、软体动物中各检测指标均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册，1998，海洋出版社）和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（1986，海洋出版社）中的海洋生物质量评价标准要求；调查海域双壳贝类的各评价指标均符合《海洋生物质量标准》（GB 18421-2001）第二类生物质量标准。

5.4.6 海洋生态环境现状调查与评价

5.4.6.1 样品的采集和分析测定方法

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、海洋调查规范（GB/T 12763-2007）的要求进行。

参照《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB 17378.7-2007）中规定的方法对叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物进行分析，方法详见表 4.4-32。

表 4.4-32 海洋生物要素分析方法

序号	分析项目	分析方法	规范性引用文件

序号	分析项目	分析方法	规范性引用文件
1	叶绿素 a	分光光度法	GB/T 12763.6-2007
2	浮游植物	计数法	GB 17378.7-2007
3	浮游动物	湿重、计数法	GB 17378.7-2007
4	潮间带底栖生物	湿重、计数法	GB 17378.7-2007
5	大型底栖生物	湿重、计数法	GB 17378.7-2007

5.4.6.2 评价方法

(1) 优势度 (Y)

优势种的概念有两个方面，即一方面占有广泛的生态环境，可以利用较高的资源，有着广泛的适应性，在空间分布上表现为空间出现频率(f_i)较高，另一方面，表现为个体数量(n_i)庞大，密度 n_i/N 较高。

设： f_i 为第 i 个种在各样方中出现频率

n_i 为群落中第 i 个种在空间中的个体数量

N 为群落中所有种的个体数总和

综合优势种概念的两个方面，得出优势种优势度(Y)的计算公式：

$$Y=n_i/N \times f_i$$

(2) 种类丰富度 (d)、均匀度指数(J')

群落多样性的高低，除了受取样大小、数量的分布外，主要依赖于群落中种类数多少及个体分布是否均匀。丰富度 (d) 和均匀度指数(J')计算公式如下：

$$d=(S-1)/\log_2 N$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{Max}} = \frac{H'}{\log_2 S},$$

上 2 式中， S 为种类数， n_i 为第 i 种的丰度， N 为总丰度， H' 为实测 Shannon-Weaver 多样性指数， $H'_{Max} = \log_2 S$ 。

(3) 多样性指数 (H')

根据中国环境监测总站的《环境质量报告书(水质生物学评价部分)》的有关近海海域及河口水质生物群落评价要求，结合《近海污染生态调查和生物监测》(HY/T003.9-91)中污染生态调查资料常用方法，本次调查的海洋生态生物学评价采用 Shannon-Weaver 多样性指数，具体计算方法如下：

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

式中， H' --- Shannon-Weaver 多样性指数， P_i 为 第 i 种 的个体数（或密度）占总个体数（或密度）的比例。

在进行海洋环境影响分析时，分析站位与 2007 年一致。采用 Surfer10.0 绘制各要素空间分布图。

（4）单纯度指数

$$\text{单纯度指数 } C: C = \sum (n_i/N)^2$$

式中： N 为群落中所有物种生物量， n_i 为第 i 个物种的生物量。

（5）相对重要性指数

$$\text{相对重要性指数 IRI: IRI} = (N+W) F$$

式中： N 为某一种的个数占总数的百分比， W 为某一种的重量占总重量的百分比， F 为某一种出现的站次数占调查总站次数的百分比。规定 IRI 指数前五位为主要优势种。

（6）资源密度

渔业资源密度计算采用面积法。渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007），各调查站资源密度（重量和尾数）的计算式为：

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

式中： B ——资源量

C ——单位时间内的渔获量(kg/h，尾/h)；

a ——网具每小时扫海面积，根据网口宽度、拖速。

q 取 0.5。

（7）初级生产力

初级生产力采用叶绿素法，用叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算，计算公式为： $P=1/2 \cdot r \cdot C \cdot E \cdot t$ 。

式中： P ——现场真光层初级生产力[mgC/(m²·d)]；

r ——同化系数，即单位叶绿素在光饱和情况下在单位时间内同化的碳量[mgC/(mgChla·h)]；

E ——真光层深度（m），取 Secchi 盘透明度的 3 倍；

t ——日出到日落的时间（h）；

C ——表层叶绿素 a 的含量（mg/m³）。

同化系数采用近海海水平均同化系数 3.0（引自 2006 年郑国侠等同化系数的计

算值), t 取 10h。

5.4.6.3 春季海洋生态调查结果与评价 (2022 年)

(1) 叶绿素 a

2022 年春季表层叶绿素 a 均值为 $0.73\mu\text{g/L}$ ($0.41\mu\text{g/L}$ - $1.03\mu\text{g/L}$), 底层叶绿素 a 均值为 $0.65\mu\text{g/L}$ ($0.52\mu\text{g/L}$ - $0.86\mu\text{g/L}$)。各站点叶绿素 a 数据如表 3.2-2 所示。

(.....略.....)

(2) 浮游植物

① 种类组成

2022 年春季, 调查海域共鉴定浮游植物 (水样) 2 门 23 种。其中硅藻门 21 种, 占 91.30%; 甲藻门 2 种, 占 8.70% (表 3.2-3、图 3.2-1)。各站位浮游植物的种类数在 7~12 种之间, 平均 9 种, 浮游植物的种类数一般。

2022 年春季, 调查海域共鉴定浮游植物 (III型网) 2 门 34 种。其中硅藻门 30 种, 占 88.24%, 甲藻门 4 种, 占 11.76% (表 3.2-4、图 3.2-2)。各站位浮游植物的种类数在 10~17 种之间, 平均 14 种, 浮游植物的种类数一般。

(.....略.....)

② 细胞丰度和分布

2022 年春季, 各站位浮游植物 (水样) 的细胞丰度在 14.17×10^3 个/L~ 52.44×10^3 个/L 之间, 平均 26.21×10^3 个/L, 14 号站位丰度最低, 20 号站位丰度最高 (图 3.2-3)。

2022 年春季, 各站位浮游植物 (III型网) 细胞丰度在 32.14×10^3 ind./ m^3 ~ 267.08×10^3 ind./ m^3 之间, 平均 129.02×10^3 ind./ m^3 , 1 号站位丰度最高, 9 号站位丰度最低 (图 3.2-4)。

③ 优势种

2022 年春季, 浮游植物 (水样) 共有优势种 6 种, 分别为中肋骨条藻、布氏双尾藻、琼氏圆筛藻、星脐圆筛藻、念珠直链藻、虹彩圆筛藻, 共占总丰度的 87.16%。

2022 年春季, 浮游植物 (III型网) 共有优势种 7 种, 分别为中肋骨条藻、布氏双尾藻、星脐圆筛藻、念珠直链藻、虹彩圆筛藻、并基角毛藻、琼氏圆筛藻, 共占总丰度的 90.44%。

④ 物种多样性分析

2022 年春季, 浮游植物 (水样) 物种的多样性指数 (H') 均值为 1.92 (0.99~2.85),

均匀度指数 (J') 均值为 0.61 (0.30~0.86), 丰富度指数 (d) 均值为 0.56 (0.41~0.74), 单纯度指数 (C) 均值为 0.40 (0.17~0.72) (表 3.2-5)。多样性数据显示: 调查海域浮游植物群落多样性指数一般, 均匀度指数一般, 丰富度一般, 群落稳定性一般。

2022 年春季, 浮游植物(III型网)物种的多样性指数(H')均值为 1.90(0.95~3.18), 均匀度指数 (J') 均值为 0.50 (0.23~0.78), 丰富度指数 (d) 均值为 0.79 (0.60~0.93), 单纯度指数 (C) 均值为 0.43 (0.15~0.75) (详见表 3.2-6)。多样性数据显示: 调查海域浮游植物的群落多样性指数一般、均匀度指数一般、丰富度指数一般, 群落稳定性一般。

(.....略.....)

(3) 浮游动物

①种类组成

2022 年春季, 调查海域共鉴定浮游动物 (I 型网) 3 类 13 种。其中, 桡足类 10 种, 占 76.92%; 浮游幼虫 2 种, 占 15.38%; 水母类 1 种, 占 7.69% (表 3.2-7、图 3.2-5)。该调查海域各站位的浮游动物出现的种类数在 4~9 种之间, 均值为 6 种, 浮游动物种类数较少。

2022 年春季, 调查海域共鉴定浮游动物 (II 型网) 4 大类 18 种。其中, 桡足类 12 种, 占 66.67%; 水母类 3 种, 占 16.67%; 浮游幼虫 2 种, 占 11.11%; 被囊类 1 种, 占 5.56% (表 3.2-8、图 3.2-6)。该调查海域各站位浮游动物出现的种类数范围为 7~12 种, 均值为 9 种, 浮游动物种类数一般。

(.....略.....)

②总生物量、总丰度及平面分布

2022 年春季, 各站位浮游动物 (I 型网) 生物量波动在 $3.89 \text{ mg/m}^3 \sim 38.75 \text{ mg/m}^3$ 之间, 平均生物量为 15.62 mg/m^3 (图 3.2-7)。1 号站位生物量最高, 11 号站位生物量最低, 浮游动物 (I 型网) 各站位生物量分布较不均匀, 总体上生物量水平较低。各站位浮游动物 (I 型网) 的丰度范围为 $5.92 \text{ ind./m}^3 \sim 116.67 \text{ ind./m}^3$, 平均为 26.95 ind./m^3 。1 号站位丰度最高, 20 号站位丰度最低 (图 3.2-8), 浮游动物丰度各站位丰度较不均匀, 总体上丰度水平较低。

2022 年春季, 各站位浮游动物(II型网)生物量波动在 $38.99 \text{ mg/m}^3 \sim 650.97 \text{ mg/m}^3$ 之间, 平均生物量为 234.99 mg/m^3 (图 3.2-9)。10 号站位生物量最高, 19 号站位生

物量最低，浮游动物（Ⅱ型网）各站位生物量分布较不均匀，总体上生物量水平一般。各站位浮游动物（Ⅱ型网）的丰度范围为 $150.00 \text{ ind./m}^3 \sim 2587.38 \text{ ind./m}^3$ ，平均为 1015.67 ind./m^3 。10 号站位丰度最高，19 号站位丰度最低（图 3.2-10），浮游动物丰度各站位丰度较不均匀，总体上丰度水平较高。

③优势种类

2022 年春季，浮游动物（Ⅰ型网）共出现 4 个优势种（表 3.2-9），分别为克氏纺锤水蚤、针刺拟哲水蚤、中华哲水蚤、太平真宽水蚤，共占总丰度的 54.55%。

2022 年春季，浮游动物（Ⅱ型网）共出现 3 个优势种（表 3.2-10），分别为克氏纺锤水蚤、小拟哲水蚤和拟长腹剑水蚤，共占总丰度的 60.23%。

(.....略.....)

④物种多样性

2022 年春季，浮游动物（Ⅰ型网）的物种多样性指数(H')均值为 2.34(1.85~2.98)，均匀度指数(J')均值为 0.92(0.84~0.95)，丰富度指数(d)均值为 1.34(0.58~2.34)，单纯度指数(C)均值为 0.23(0.14~0.31)（表 3.2-11）。该海域浮游动物群落多样性较丰富、丰富度指数较高、均匀度指数较高，单纯度指数较低，群落稳定性较好。

2022 年春季，浮游动物（Ⅱ型网）的物种多样性指数(H')均值为 1.57(1.04~1.90)，均匀度指数(J')均值为 0.50(0.37~0.60)，丰富度指数(d)均值为 0.88(0.57~1.13)，单纯度指数(C)均值为 0.49(0.36~0.71)（表 3.2-12）。该调查海域浮游动物群落多样性指数一般，丰富度一般，均匀度一般，群落稳定性一般。

(.....略.....)

(4) 底栖生物

①种类组成

2022 年春季，底泥采集样品共鉴定底栖生物 5 门 25 种（表 3.2-13）。其中，环节动物 12 种，占 48.00%；软体动物 8 种，占 32.00%；甲壳动物 3 种，占 12.00%；棘皮动物和纽形动物各 1 种，占 4.00%（图 3.2-11）。该调查海域各站底栖生物出现的种类数在 1~7 种之间，均值为 4 种，数据显示底栖生物种类数较低。

②总生物量、总丰度及平面分布

2022 年春季，各站位底栖生物的生物量分布在 $0.20 \text{ g/m}^2 \sim 28.60 \text{ g/m}^2$ 之间，平均生物量 7.76 g/m^2 。10 号站位生物量最高，17 号站位生物量最低，总体生物量水平较

低（图 3.2-12）。各站位的栖息密度范围为 30.00 ind./m²~140.00 ind./m²，均值 76.00 ind./m²，9 号站位栖息密度最高，17 号站位栖息密度最低，总体上栖息密度水平一般（图 3.2-13）。

③优势种类

2022 年春季，底栖生物共出现 5 个优势种（表 3.2-14），分别为光滑河蓝蛤、不倒翁虫、奇异稚齿虫、赛切尔泥钩虾、双齿围沙蚕，共占总栖息密度的 57.89%。

④物种多样性

2022 年春季，底栖生物物种的多样性指数（ H' ）均值为 1.72（0.00~2.61），均匀度指数（ J' ）均值为 0.94（0.88~1.00），丰富度指数（ d ）均值为 0.46（0.00~0.84），单纯度指数（ C ）均值为 0.36（0.18~1.00）（表 3.2-15）。该调查海域底栖生物群落多样性一般，均匀度指数较高，丰富度指数较低，群落稳定性一般。

（5）潮间带底栖生物

①种类组成

2022 年春季，定量样品共鉴定潮间带生物 3 门 22 种（表 3.2-16）。其中，软体动物 10 种，占 45.45%；环节动物 8 种，占 36.36%；甲壳动物 4 种，占 18.18%（图 3.2-14）。该调查海域各站位潮间带生物出现的种类数在 3~11 种之间，均值为 6 种。数据显示潮间带生物种类数较低。

②总生物量、总丰度

2022 年春季，各站位的潮间带生物生物量分布在 0.24 g/m²~14.33 g/m² 之间，平均生物量 5.21 g/m²。C 中潮带生物量最高，C 高潮带生物量最低，总体上生物量水平一般（图 3.2-15）。各站位栖息密度范围为 12.00 ind./m²~56.00 ind./m²，均值 30.22 ind./m²，A 低潮带栖息密度最高，B 高潮带栖息密度最低，总体上栖息密度水平一般（图 3.2-16）。

③优势种类

2022 年春季，潮间带生物共出现 5 个优势种（表 3.2-17），分别为光滑河蓝蛤、寡鳃齿吻沙蚕、双齿围沙蚕、绯拟沼螺、文蛤，共占总栖息密度的 73.77%。

（……………略……………）

④物种多样性

2022 年春季，潮间带生物物种多样性指数（ H' ）均值为 2.21（1.43~3.20），均匀

度指数 (J') 均值为 0.92 (0.84~0.98), 丰富度指数 (d) 均值为 1.09 (0.36~2.15), 单纯度指数 (C) 均值为 0.27 (0.13~0.40) (表 3.2-18)。该调查海域整体潮间带生物群落多样性较丰富, 均匀度指数较高, 丰富度指数较高, 群落稳定性较好。

(.....略.....)

5.4.6.4 秋季海洋生态调查结果与评价 (2022 年)

(1) 叶绿素 a

2022 年秋季表层叶绿素 a 均值为 $1.16\mu\text{g/L}$ ($0.81\mu\text{g/L}$ - $1.39\mu\text{g/L}$), 底层叶绿素 a 均值为 $1.21\mu\text{g/L}$ ($1.03\mu\text{g/L}$ - $1.55\mu\text{g/L}$)。各站点叶绿素 a 数据如表 3.2-19 所示。

(.....略.....)

(2) 浮游植物

① 种类组成

2022 年秋季, 调查海域共鉴定浮游植物 (水样) 2 门 15 种。其中硅藻门 14 种, 占 93.33%; 甲藻门 1 种, 占 6.67% (表 3.2-20、图 3.2-17)。各站位浮游植物的种类数在 1~5 种之间, 平均 3 种, 浮游植物的种类数较少。

2022 年秋季, 调查海域共鉴定浮游植物 2 门 20 种。其中硅藻门 19 种, 占 95.00%, 蓝藻门 1 种, 占 5.00% (表 3.2-21、图 3.2-18)。各站位浮游植物的种类数在 3~7 种之间, 平均 6 种, 浮游植物的种类数一般。

(.....略.....)

② 细胞丰度和分布

2022 年秋季, 各站位浮游植物的细胞丰度在 0.30×10^3 个/L~ 7.84×10^3 个/L 之间, 平均 2.97×10^3 个/L, 6 号站位丰度最低, 17 号站位丰度最高 (图 3.2-19)。

2022 年秋季, 各站位浮游植物 (III型网) 细胞丰度在 2.14×10^3 ind./ m^3 ~ 30.86×10^3 ind./ m^3 之间, 平均 12.39×10^3 ind./ m^3 , 1 号站位丰度最高, 14 号站位丰度最低 (图 3.2-20)。

③ 优势种

2022 年秋季, 浮游植物 (水样) 共有优势种 2 种, 分别为中肋骨条藻和虹彩圆筛藻, 共占总丰度的 61.34%。

2022 年秋季, 浮游植物 (III型网) 共有优势种 5 种, 分别为虹彩圆筛藻、琼氏圆筛藻、蛇目圆筛藻、星脐圆筛藻和近膜质席藻, 共占总丰度的 85.67%。

④ 物种多样性分析

2022 年秋季,浮游植物(水样)物种的多样性指数(H')均值为 1.00(0.00~2.25),均匀度指数(J')均值为 0.77(0.41~0.97),丰富度指数(d)均值为 0.15(0.00~0.39),单纯度指数(C)均值为 0.61(0.22~1.00)(表 3.2-22)。多样性数据显示:调查海域浮游植物群落多样性指数贫乏,均匀度指数一般,丰富度较低,群落稳定性较差。

2022 年秋季,浮游植物(III型网)物种的多样性指数(H')均值为 1.84(1.32~2.44),均匀度指数(J')均值为 0.74(0.49~0.94),丰富度指数(d)均值为 0.37(0.15~0.47),单纯度指数(C)均值为 0.36(0.20~0.54)(表 3.2-23)。多样性数据显示:调查海域浮游植物的群落多样性指数一般、均匀度指数一般、丰富度指数较低,群落稳定性一般。

(.....略.....)

(3) 浮游动物

① 种类组成

2022 年秋季,调查海域共鉴定浮游动物 6 类 17 种(I 型网)。其中,桡足类 7 种,占 41.18%;浮游幼虫 4 种,占 23.53%;水母类 3 种,占 17.65%;介形类、磷虾类和毛颚类各 1 种,分别占 5.88%(表 3.2-24、图 3.2-21)。该调查海域各站位的浮游动物出现的种类数在 4~12 种之间,均值为 6 种,浮游动物种类数较少。

2022 年秋季,调查海域共鉴定浮游动物 5 大类 16 种(II 型网)。其中,桡足类 10 种,占 62.50%;浮游幼虫 3 种,占 18.75%;磷虾类、毛颚类和栉水母类各 1 种,占 6.25%(表 3.2-25、图 3.2-22)。该调查海域各站位浮游动物出现的种类数范围为 7~12 种,均值为 9 种,浮游动物种类数一般。

(.....略.....)

② 总生物量、总丰度及平面分布

2022 年秋季,各站位浮游动物(I 型网)生物量波动在 $1.46 \text{ mg/m}^3 \sim 28.78 \text{ mg/m}^3$ 之间,平均生物量为 9.09 mg/m^3 (图 3.2-23)。6 号站位生物量最高,11 号站位生物量最低,浮游动物(I 型网)各站位生物量分布较不均匀,总体上生物量水平较低。各站位浮游动物(I 型网)的丰度范围为 $4.17 \text{ ind./m}^3 \sim 85.56 \text{ ind./m}^3$,平均为 26.61 ind./m^3 。6 号站位丰度最高,11 号站位丰度最低(图 3.2-24),浮游动物丰度各站位丰度较不均匀,总体上丰度水平较低。

2022 年秋季,各站位浮游动物(II 型网)生物量波动在 $22.70 \text{ mg/m}^3 \sim 148.66 \text{ mg/m}^3$

之间, 平均生物量为 65.78 mg/m^3 (图 3.2-25)。1 号站位生物量最高, 14 号站位生物量最低, 浮游动物 (II 型网) 各站位生物量分布较不均匀, 总体上生物量水平一般。各站位浮游动物 (II 型网) 的丰度范围为 $67.60 \text{ ind./m}^3 \sim 437.50 \text{ ind./m}^3$, 平均为 190.78 ind./m^3 。1 号站位丰度最高, 14 号站位丰度最低 (图 3.2-26), 浮游动物丰度各站位丰度较不均匀, 总体上丰度水平一般。

③优势种类

2022 年秋季, 浮游动物 (I 型网) 共出现 5 个优势种 (表 3.2-26), 分别为中华哲水蚤、小拟哲水蚤、背针胸刺水蚤、强壮箭虫和真刺唇角水蚤, 共占总丰度的 73.60%。

2022 年秋季, 浮游动物 (II 型网) 共出现 7 个优势种 (表 3.2-27), 分别为小拟哲水蚤、背针胸刺水蚤、挪威小毛猛水蚤、中华哲水蚤、真刺唇角水蚤、近缘大眼水蚤和强壮箭虫, 共占总丰度的 94.80%。

(.....略.....)

④物种多样性

2022 年秋季, 浮游动物 (I 型网) 的物种多样性指数 (H') 均值为 2.04 (1.19~2.87), 均匀度指数 (J') 均值为 0.78 (0.51~0.94), 丰富度指数 (d) 均值为 1.36 (0.90~1.71), 单纯度指数 (C) 均值为 0.33 (0.18~0.62) (表 3.2-28)。该海域浮游动物群落多样性较丰富、丰富度指数较高、均匀度指数较高, 单纯度指数较低, 群落稳定性较好。

2022 年秋季, 浮游动物 (II 型网) 的物种多样性指数 (H') 均值为 1.40 (0.63~2.15), 均匀度指数 (J') 均值为 0.44 (0.27~0.62), 丰富度指数 (d) 均值为 1.07 (0.66~1.52), 单纯度指数 (C) 均值为 0.60 (0.38~0.82) (表 3.2-29)。该调查海域浮游动物群落多样性指数一般, 丰富度一般, 均匀度一般, 群落稳定性一般。

(.....略.....)

(4) 底栖生物

①种类组成

2022 年秋季, 底泥采集样品共鉴定底栖生物 4 门 21 种 (表 3.2-30)。其中, 环节动物 11 种, 占 52.38%; 软体动物 8 种, 占 38.10%; 甲壳动物和脊索动物各 1 种, 分别占 4.76% (图 3.2-27)。该调查海域各站底栖生物出现的种类数在 2~6 种之间, 均值为 4 种, 数据显示底栖生物种类数较低。

(.....略.....)

②总生物量、总丰度及平面分布

2022 年秋季,各站位底栖生物的生物量分布在 $0.70 \text{ g/m}^2 \sim 10.20 \text{ g/m}^2$ 之间,平均生物量 2.55 g/m^2 。20 号站位生物量最高,9 号站位生物量最低,总体生物量水平较低(图 3.2-28)。各站位的栖息密度范围为 $35.00 \text{ ind./m}^2 \sim 155.00 \text{ ind./m}^2$,均值 97.00 ind./m^2 ,10 号站位栖息密度最高,19 号站位栖息密度最低,总体上栖息密度水平一般(图 3.2-29)。

③优势种类

2022 年秋季,底栖生物共出现 4 个优势种(表 3.2-31),分别为光滑河蓝蛤、不倒翁虫、中华内卷齿蚕和彩虹明樱蛤,共占总栖息密度的 86.08%。

(.....略.....)

④物种多样性

2022 年秋季,底栖生物物种的多样性指数(H')均值为 1.30 (0.30~2.07),均匀度指数(J')均值为 0.68 (0.30~0.92),丰富度指数(d)均值为 0.44 (0.15~0.71),单纯度指数(C)均值为 0.53 (0.27~0.90)(表 3.2 -32)。该调查海域底栖生物群落多样性一般,均匀度指数较高,丰富度指数较低,群落稳定性一般。

(.....略.....)

(5) 潮间带底栖生物

①种类组成

2022 年秋季,定量样品共鉴定潮间带生物 4 门 41 种(表 3.2-33)。其中,软体动物 17 种,占 41.46%;甲壳动物 13 种,占 31.71%;环节动物 9 种,占 21.95%;脊索动物 2 种,占 4.88%(图 3.2-30)。该调查海域各站位潮间带生物出现的种类数在 2~8 种之间,均值为 4 种。数据显示潮间带生物种类数较低。

(.....略.....)

②总生物量、总丰度

2022 年秋季,各站位的潮间带生物生物量分布在 $0.52 \text{ g/m}^2 \sim 62.56 \text{ g/m}^2$ 之间,平均生物量 19.62 g/m^2 。A2 低潮带生物量最高,B2 低潮带生物量最低,总体上生物量水平一般(图 3.2-31)。各站位栖息密度范围为 $8.00 \text{ ind./m}^2 \sim 92.00 \text{ ind./m}^2$,均值 43.22 ind./m^2 ,B1 高潮带栖息密度最高,C2 高潮带栖息密度最低,总体上栖息密度水平一般(图 3.2-32 所示)。

③优势种类

2022 年秋季，潮间带生物共出现 4 个优势种（表 3.2-34），分别为短滨螺、寡鳃齿吻沙蚕、齿纹蛭螺、尖锥拟蟹守螺，共占总栖息密度的 60.58%。

(.....略.....)

④物种多样性

2022 年秋季，潮间带生物物种多样性指数 (H') 均值为 1.41 (0.29~2.49)，均匀度指数 (J') 均值为 0.73 (0.29~1.00)，丰富度指数 (d) 均值为 0.62 (0.16~1.23)，单纯度指数 (C) 均值为 0.48 (0.21~0.91) (表 3.2-35)。该调查海域整体潮间带生物群落多样性一般，均匀度指数较高，丰富度指数一般，群落稳定性一般。

(.....略.....)

5.4.7 渔业资源

5.4.7.1 评价方法

鱼卵、仔稚鱼调查根据《海洋监测技术规程第 5 部分：海洋生态》(HY/T147.5-2013) 的有关要求进行，定量采用浅水 I 型浮游动物网，每站自底层到表层进行垂直拖网 1 次，所获样品应经 5%甲醛固定，带回实验室进行分析。

渔业资源拖网调查使用单拖网[9.5m (宽)×2.0m (高)]，网目范围 2~3cm，每网拖拽约 0.5h，对渔获物进行分种类渔获重量和尾数统计，记录网产量，并对主要物种进行生物学测定。

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 1h 左右（视具体海上作业条件而定），拖网速度控制在 3kn 为宜。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。渔业资源密度计算中各参数的确定，主要结合中华人民共和国水产行业标准《海洋渔业资源调查规范 (SC/T 9403-2012)》《渔业污染事故经济损失计算方法 (GB/T 21678-2018)》及水生生物生态习性确定，各调查站资源密度（重量和尾数）的计算式为：

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

式中：D 为渔业资源密度，单位为，ind/km² 或 kg/km²；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为，ind/网.h 或 kg/网.h；

a 为每小时网具取样面积，单位为 km²/网.h；

q 为网具捕获率，其中，底层鱼类、虾蟹类、头足类 q 取 0.5，近底层鱼类取 0.4，

中上层鱼类取 0.3。

表 3.2-36 海洋渔业资源调查分析方法

序号	分析项目	分析方法
1	鱼类浮游生物 (鱼卵、仔稚鱼)	海洋监测技术规程 第 5 部分: 海洋生态 体视显微镜计数法 HY/T 147.5-2013 (15.5~15.6)
2	渔获物样品分析	海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查 游泳动物调查 渔获物样品分析 GB/T 12763.6-2007 (14.3.3)
3	生物学测定-鱼类	海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查 游泳动物调查 长度 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.1.1) 体重 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.1.2)
4	生物学测定-虾类	海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查 游泳动物调查 长度、质量 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.2.2)
5	生物学测定-蟹类	海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查 游泳动物调查 头胸甲长度和宽度 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.3.2) 体重 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.3.3)
6	生物学测定-头足类	海洋调查规范 第 6 部分 海洋生物调查 游泳动物调查 胴体长度 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.4.2) 体重和纯体重 GB/T 12763.6-2007 (14.3.4.4.3)

5.4.7.2 春季鱼卵、子稚鱼调查结果与评价 (2022 年)

(1) 种类

2022 年春季, 该海域定量调查采集到鱼卵 2 目 2 科 3 种, 为斑鰾、日本鳀和凤鲚; 采集到仔稚鱼 2 目 2 科 4 种, 为日本鳀、凤鲚、小黄鱼和皮氏叫姑鱼 (表 3.2-37)。

表 3.2-37 2022 年春季调查海域鱼卵、仔稚鱼种名录

种类	学名	鱼卵	仔稚鱼	类群
斑鰾	<i>Liza haematocheila</i>	▲		鲱形目鲱科
日本鳀	<i>Engraulis japonicus</i>	▲	▲	鲱形目鳀科
凤鲚	<i>Coilia mystus</i>	▲	▲	鲱形目鳀科
小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>		▲	鲈形目石首鱼科
皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>		▲	鲈形目石首鱼科

(2) 生物密度

调查海域定量样品中, 鱼卵密度分布范围为 0~2.34 ind/m³, 均值为 1.09 ind/m³, 其中在 3、8、9、10、16、17、19 和 20 站位均采集到鱼卵; 调查海域仔稚鱼的密度分布范围为 0~4.17 ind/m³, 均值为 0.43 ind/m³, 仅在 1、17 和 19 站位采集到仔稚鱼。

5.4.7.3 秋季鱼卵、子稚鱼调查结果与评价 (2022 年)

(1) 种类

2022 年秋季, 该海域定量调查未采集到鱼卵; 采集到仔稚鱼 2 目 2 科 3 种, 为日本鳀、凤鲚、小黄鱼。

(2) 生物密度

调查海域定量样品中, 未采集到鱼卵, 鱼卵密度均值为 $0.00\text{ind}/\text{m}^3$; 调查海域仔稚鱼的密度分布范围为 $0.00\sim 3.13\text{ind}/\text{m}^3$, 均值为 $1.01\text{ind}/\text{m}^3$, 在 3、8、10、11、14、16、17 站位采集到仔稚鱼。

5.4.7.4 春季游泳动物调查结果与评价 (2022 年)

(1) 种类及其组成

2022 年春季, 调查海域共出现游泳动物 33 种。其中, 鱼类 18 种, 占总种类的 54.55%; 虾类 9 种, 占 27.27%; 蟹类 5 种, 占 15.15%; 头足类 1 种, 占 3.03%。

(2) 渔获重量和渔获尾数

2022 年春季, 调查海域游泳动物各类群的平均重量密度中蟹类最高, 为 $5.539\text{kg}/\text{h}$; 其次为鱼类, 重量密度为 $4.092\text{kg}/\text{h}$; 虾类为 $0.310\text{kg}/\text{h}$; 头足类为 $0.004\text{kg}/\text{h}$ 。各站位平均渔获重量密度为 $9.994\text{kg}/\text{h}$, 范围为 $7.836\text{kg}/\text{h}\sim 11.578\text{kg}/\text{h}$ 。其中以 10 号站渔获重量密度最高, 19 号站渔获重量密度最低。

2022 年春季调查海域游泳动物各类群的平均数量密度中, 鱼类最高, 为 $317\text{尾}/\text{h}$; 其次为蟹类, 数量密度为 $169\text{尾}/\text{h}$; 虾类为 $130\text{尾}/\text{h}$, 头足类为 $2\text{尾}/\text{h}$ 。各站位游泳动物平均渔获数量密度为 $618\text{尾}/\text{h}$, 范围为 $516\text{尾}/\text{h}\sim 752\text{尾}/\text{h}$, 其中以 16 号站渔获数量密度最高, 1 号站渔获数量密度最低。

(3) 资源密度 (重量、尾数)

2022 年春季, 游泳动物重量和尾数资源密度均值分别为 $715.926\text{kg}/\text{km}^2$ ($564.147\text{kg}/\text{km}^2\sim 833.539\text{kg}/\text{km}^2$) 和 $44.468\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ ($37.149\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2\sim 54.140\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$)。重量密度最大值出现在 10 号站位, 最小值出现在 19 号站位。尾数密度最大值出现在 16 号站位, 尾数密度最小值出现在 1 号站位。

(4) 优势种

2022 年春季, 调查海域渔获物中鱼类优势种为焦氏舌鳎、棘头梅童鱼、龙头鱼、黄鲫和凤鲚 (相对重要性指数 IRI 前五); 虾类优势种为口虾蛄、葛氏长臂虾和日本鼓虾, 蟹类优势种为三疣梭子蟹和日本蟳。

(5) 生物多样性分析

2022 年春季, 整个调查海域游泳动物重量的多样性指数均值为 2.43, 范围为 $2.19\sim 2.74$; 均匀度均值为 0.59, 范围为 $0.54\sim 0.66$; 丰富度均值为 0.87, 范围为 $0.71\sim 1.19$;

单纯度均值为 0.24, 范围为 0.19~0.24。该海域游泳动物群落多样性较丰富, 丰富度、均匀度指数较高, 单纯度指数较低, 群落稳定性较好。

2022 年春季, 整个调查海域游泳动物尾数的多样性指数均值为 3.37, 范围为 3.00~3.56; 均匀度均值为 0.81, 范围为 0.73~0.86; 丰富度均值为 1.09, 范围为 0.89~1.52; 单纯度均值为 0.12, 范围为 0.11~0.16。该海域游泳动物群落多样性丰富, 丰富度、均匀度指数较高, 单纯度指数较低, 群落稳定性好。

(6) 生物学特征及幼体比例

鱼类平均体长为 101.5 mm, 虾类 51.7mm, 蟹类平均壳宽 65.0mm, 头足类平均胴长 34.5 mm; 鱼类平均体重 9.88g, 虾类 2.22 g, 蟹类 30.66 g, 头足类 2.23g。

主要优势种生物学特征如下: 焦氏舌鳎平均体长为 158.6 mm, 平均体重 21.67 g, 总重量为 13307.95g; 棘头梅童鱼平均体长为 96.7 mm, 平均体重 15.33g, 总重量为 7834.24 g; 龙头鱼平均体长为 82.3 mm, 平均体重 3.04g, 总重量为 1252.02g; 黄鲫平均体长为 88.1 mm, 平均体重 9.19 g, 总重量为 517.75g; 凤鲚平均体长为 87.1 mm, 平均体重 2.79 g, 总重量为 211.29 g; 口虾蛄平均体长为 75.7mm, 平均体重 4.90 g, 总重量为 1175.42 g; 葛氏长臂虾平均体长为 45.8 mm, 平均体重 1.32 g, 总重量为 328.62g; 日本鼓虾平均体长为 33.9 mm, 平均体重 1.17 g, 总重量为 88.34 g; 三疣梭子蟹平均甲宽为 85.2 mm, 平均体重 29.99 g, 总重量为 17368.69 g; 日本蟳平均甲宽为 61.6 mm, 平均体重 37.55g, 总重量为 15776.34 g。

5.4.7.5 秋季游泳动物调查结果与评价 (2022 年)

(1) 种类及其组成

2022 年秋季监测海域共出现游泳动物 31 种。其中, 鱼类 18 种, 占总种类的 58.06%; 虾类 8 种, 占 25.81%; 蟹类 4 种, 占 12.90%; 头足类 1 种, 占 3.23%。

(2) 渔获重量和渔获尾数

2022 年秋季, 调查海域游泳动物各类群的平均重量密度中鱼类最高, 为 2.615 kg/h; 其次为蟹类, 重量密度为 2.363kg/h; 虾类为 0.350 kg/h; 头足类为 0.006 kg/h。各站位平均渔获重量密度为 5.334 kg/h, 范围为 3.479 kg/h~8.742 kg/h。其中以 11 号站渔获重量密度最高, 6 号站渔获重量密度最低。

2022 年秋季调查海域游泳动物各类群的平均数量密度中, 鱼类最高, 为 245 尾

/h; 其次为蟹类, 数量密度为 107 尾/h; 虾类为 94 尾/h, 头足类为 3 尾/h。各站位游泳动物平均渔获数量密度为 449 尾/h, 范围为 326 尾/h~552 尾/h, 其中以 3 号站渔获数量密度最高, 6 号站渔获数量密度最低。

(3) 资源密度 (重量、尾数)

2022 年秋季, 游泳动物重量和尾数资源密度均值分别为 384.015 kg/km^2 ($250.435 \text{ kg/km}^2 \sim 629.353 \text{ kg/km}^2$) 和 $32.325 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$ ($23.470 \times 10^3 \text{ ind./km}^2 \sim 39.741 \times 10^3 \text{ ind./km}^2$)。重量密度最大值出现在 11 号站位, 最小值出现在 6 号站位。尾数密度最大值出现在 3 号站位, 尾数密度最小值出现在 6 号站位。

(4) 优势种

2022 年秋季, 调查海域渔获物中鱼类优势种为焦氏舌鳎、凤鲚、棘头梅童鱼、龙头鱼和黄鲫 (相对重要性指数 IRI 前五); 虾类优势种为口虾蛄, 蟹类优势种为日本蟳和三疣梭子蟹。

(5) 生物多样性分析

2022 年秋季, 整个调查海域游泳动物重量的多样性指数均值为 2.78, 范围为 2.15~3.04; 均匀度均值为 0.68, 范围为 0.53~0.75; 丰富度均值为 1.86, 范围为 1.52~2.22; 单纯度均值为 0.20, 范围为 0.15~0.35。该海域游泳动物群落多样性较丰富, 丰富度、均匀度指数较高, 单纯度指数较低, 群落稳定性较好。

2022 年秋季, 整个调查海域游泳动物尾数的多样性指数均值为 3.29, 范围为 2.97~3.56; 均匀度均值为 0.81, 范围为 0.78~0.84; 丰富度均值为 1.06, 范围为 0.86~1.31; 单纯度均值为 0.14, 范围为 0.12~0.17。该海域游泳动物群落多样性丰富, 丰富度、均匀度指数较高, 单纯度指数较低, 群落稳定性好。

(6) 生物学特征及幼体比例

2022 年秋季监测海域游泳动物中鱼类平均体长为 100.9 mm, 虾类 55.7mm, 蟹类平均壳宽 49.8mm, 头足类平均胴长 28.4 mm; 鱼类平均体重 11.55g, 虾类 3.08 g, 蟹类 18.46 g, 头足类 2.17g。

主要优势种生物学特征如下: 焦氏舌鳎平均体长为 124.8 mm, 平均体重 11.71 g, 幼体比例为 78.95%; 凤鲚平均体长为 139.5 mm, 平均体重 11.26 g, 幼体比例为 53.82%; 棘头梅童鱼平均体长为 59.7 mm, 平均体重 5.54g, 幼体比例为 84.39%; 龙头鱼平均体长为 133.7 mm, 平均体重 12.75g, 幼体比例为 89.51%; 黄鲫平均体长为 123.1 mm,

平均体重 21.40 g, 幼体比例为 41.06%; 口虾蛄平均体长为 91.6mm, 平均体重 8.42 g, 幼体比例为 70.72%; 三疣梭子蟹平均甲宽为 64.6 mm, 平均体重 16.84 g, 幼体比例为 98.09%; 日本蟳平均甲宽为 48.2 mm, 平均体重 26.26g, 幼体比例为 100.00%。

5.5 环境空气质量现状评价

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018) 要求, 拟建项目所在区域环境空气质量达标情况评价指标为 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO 和 O₃, 六项基本污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。

根据《环境影响评价技术导则大气环境》(HJ2.2-2018), 项目所在区域达标情况判定优先采用国家或地方生态环境主管部门公开发布的环境质量公告或环境质量报告中的数据 and 结论。根据《南通市生态环境状况公报》(2021 年), 启东市区域环境空气质量见表 4.5-1。

表 4.5-1 区域环境空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	占标率%	达标情况
SO ₂	年日均质量浓度	7	60	11.7	达标
NO ₂	年日均质量浓度	17	40	42.5	达标
PM ₁₀	年日均质量浓度	46	70	65.7	达标
PM _{2.5}	年日均质量浓度	23	35	65.7	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	800	4000	20.0	达标
O ₃	日最大 8 小时滑动平均值 第 90 百分位数	146	160	91.3	达标

由上表可知, 2021 年, 项目所在区域六项污染物均可达《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准, 因此, 项目所在区域为城市环境空气质量达标区。

5.6 声环境质量现状及评价

(1) 监测布点

为了解项目所在地声环境质量现状, 本次评价在现有分销转运站四周各布设 1 个声环境质量监测点(N1~N4), 在现有 1#泊位处布设 3 个声环境质量监测点(N5~N7), 具体位置见图 5.6-1。

(2) 监测时间及频次

监测时间: 委托江苏裕和检测技术有限公司进行监测, 监测时间为 2022 年 10 月 26 日-2022 年 10 月 27 日。

监测频次：监测 2 天，昼夜各监测 1 次。

(3) 监测因子和监测方法

监测因子为连续等效声级 $L_{eq}(A)$ ；监测方法参照《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中规定的方法。

(4) 监测结果及评价

本项目噪声监测评价结果见表 5.6-1。

(.....略.....)

由上表可知，各监测点的昼间、夜间声环境质量监测值均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类功能区标准要求。

6 环境影响预测与评价

6.1 海洋水文动力环境影响预测与评价

6.1.1 模型建立

6.1.1.1 中国近海潮波模型

(1) 基本方程

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。

$$\begin{aligned} & \frac{1}{a \cos \varphi} \left[\frac{\partial}{\partial \lambda} (UD) + \frac{\partial}{\partial \varphi} (VD \cos \varphi) \right] + \frac{\partial \zeta}{\partial t} = 0 \\ & \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{U}{a \cos \varphi} \frac{\partial U}{\partial \lambda} + \frac{V}{a} \frac{\partial U}{\partial \varphi} - \frac{UV}{a} \tan \varphi = fV - \frac{g}{a \cos \varphi} \frac{\partial}{\partial \lambda} (\zeta - \bar{\zeta}) \\ & + \frac{A_H}{a^2 \cos \varphi} \left[\frac{1}{\cos \varphi} \frac{\partial^2 U}{\partial \lambda^2} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\cos \varphi \frac{\partial U}{\partial \varphi} \right) \right] - \frac{k_b}{D} \sqrt{U^2 + V^2} U \\ & \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{U}{a \cos \varphi} \frac{\partial V}{\partial \lambda} + \frac{V}{a} \frac{\partial V}{\partial \varphi} - \frac{U^2}{a} \tan \varphi = -fU - \frac{g}{a} \frac{\partial}{\partial \varphi} (\zeta - \bar{\zeta}) \\ & + \frac{A_H}{a^2 \cos \varphi} \left[\frac{1}{\cos \varphi} \frac{\partial^2 V}{\partial \lambda^2} + \frac{\partial}{\partial \varphi} \left(\cos \varphi \frac{\partial V}{\partial \varphi} \right) \right] - \frac{k_b}{D} \sqrt{U^2 + V^2} V \end{aligned}$$

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, A_H 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。

(2) 计算参数

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 A_H 对

计算结果影响不大，但有利于计算稳定，取为 $1000\text{m}^2/\text{s}$ 。底部摩阻， $k_b = \frac{gn^2}{D^{\frac{1}{3}}}$ ，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，通过克立格插值方式得到整个计算区域的曼宁系数。

(3) 定解条件

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：

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

5.1.1.2 潮流泥沙数学模型

(1) 基本方程

① 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

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

X 方向动量方程

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

Y 方向动量方程

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

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。

②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:

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

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。

③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。

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

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

$$\gamma_d \frac{\partial \eta_b}{\partial t} - F_s = 0$$

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)。

(2) 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 $h_{\text{dry}}=0.005\text{m}$ 、 $h_{\text{flood}}=0.05\text{m}$ 和 $h_{\text{wet}}=0.1\text{m}$, 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。

④悬沙模型开边界一般要求满足:

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

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) 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。

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

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

(4) 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。模型中时间步长取 3s。

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, 它反映了水流和海床相互作用中, 海洋边界的粗糙程度、海洋底部形态、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

本次预测在模型中不考虑风的影响。

6.1.2 模型范围及网格剖分

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, 为项目的潮流数模提供开边界条件。

考虑模型的主要目的是研究项目对周边港口、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项目影响的海域，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项目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，具体研究范围见图 6.1-1。

工程海域模型闭边界为自然岸线，模型沿岸线方向长约 128km，离岸方向长约 80km。计算海域内共剖分 54744 个三角形计算单元，计算节点数为 28300 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，具体见图 6.1-2。

6.1.3 模型验证

模型验证的资料为 2019 年 4 月工程区海域 4 个潮位站潮位及 12 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，从图上看出各个测点的流速、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。

(3) 含沙量验证

含沙量率定结果见图 6.1-6。从图上可以看出，计算值与实测值的变化趋势基本一致，含沙量变化过程的计算值与实测值吻合较好，这在一定程度上说明本模型的合理性，基本上反映了工程附近海域的泥沙运动规律，模拟精度满足研究需要。

6.1.4 工程建设对水动力影响分析

(1) 计算条件

利用数学模型对工程海域的流场进行了推算。

工程前：现状。

工程后：本项目工程建成，具体参见工程平面布置图。

(2) 工程前后流场特征

工程前后海区大潮涨急、落急流场图见图 6.1-7~图 6.1-10。

由图可知，吕四港位于通州湾东南部的小庙洪水道海域，其北部为江苏东部重要沙体——腰沙及冷家沙，沙体间水道动力强劲，尤以小庙洪水道和三沙洪水道的涨落潮流最为显著。其中，腰沙南侧为受东海前进潮波控制的小庙洪海域，北侧为烂沙洋海域。腰沙两侧水道深槽内涨落潮主流向与水道深槽基本走向一致，往复流特征明显；浅滩区域的潮流则表现为涨潮漫滩和落潮归槽形态。

涨潮期间，小庙洪和三沙洪深槽的涨潮流逐渐向腰沙漫滩，且腰沙北部有来之烂沙洋水流也沿近岸潮沟汇向腰沙，并与腰沙南侧的漫滩水流在腰沙中脊线附近汇合。落潮期间，腰沙两侧深槽区域的落潮流仍沿深槽走向落去，腰沙滩面落潮流也自西向东落潮。随着潮位降低，腰沙滩面的落潮流分别向北侧汇入三沙洪深槽和向南汇入小庙洪深槽，腰沙根部的水流则主要汇入东安闸下的潮沟，流入烂沙洋。

工程海域位于小庙洪水道东南端，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，直达遥望港，落潮流以相反方向回落，通过工程区前沿进入东部海域。工程所在的吕四港外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，即蒿枝港外海区的潮流方向则为东南—西北向涨落。

工程的码头及港池疏浚区位于已建 1#泊位及港池的东侧。工程实施后，由于码头结构均为高桩墩式的透空式结构形式，同时，疏浚区域有限且疏浚水深相比固有水深也有限。因而，工程难以显著改变海域的动力场，工程海区周边的涨落潮流场基本未发生明显可见调整，并且工程海域的高潮位及低潮位也基本未发生变化，码头前沿的涨落潮流向依然以偏东南—西北向往复流为主。

为进一步说明工程的实施对周边潮流场的影响，这里在重点关注的工程区附近水域、工程区北侧、西侧及东侧水域、航道、小庙洪水道等水域布置了 24 个采样点，进行定量的分析。具体测点位置见图 6.1-11。

工程前后海域大潮高潮位及低潮位变化见表 6.1-1。

(3) 工程前后流速变化

工程实施后，改变了工程区附近的水动力条件和泥沙运动规律。工程后大潮涨急及落急流速变化见图 6.1-12 和 6.1-13。

为进一步说明工程的实施对周边潮流场的影响，这里在重点关注的工程区附近水

域、工程区北侧、西侧及东侧水域、航道、小庙洪水道等水域布置了 24 个采样点，进行定量的分析。具体测点位置见图 6.1-11。涨落急时刻各个采样点不同工况前后流速变化情况具体见表 6.1-2～表 6.1-3。

根据预测结果可知，由于工程规模有限，且工程海域固有水深相对较大，工程的建设对周边动力场的影响也有限，涨落潮流速变化相对较为明显的区域主要出现在码头及港池右侧疏浚区附近。其中，工程区码头前沿涨落潮流速变化基本在 0.05m/s 以下，相比广汇能源码头及港池附近的流速而言，变率基本在 5% 以下；工程区港池西侧的疏浚区内，涨落潮流速以减小为主，流速降幅基本在 0.20m/s 以下，同时，疏浚区外围局部存在一定流速增大区，但流速增幅基本在 0.05m/s 以下。此外，受港池东部疏浚区的影响，紧邻港池的吕四港航道附近局部的涨落潮流速有一定变化，流速变幅基本在 0.10m/s 以下；广汇能源码头 1#泊位前沿的流速变幅基本在 0.02m/s 以下，西侧距离相对较远的大唐电厂码头前沿的涨落潮流速则基本没有变化。

工程后，由于码头结构采用高桩墩式结构形式，且原港池区域经过定期维护性疏浚已达到工程设计要求，因而，本工程的疏浚范围也有限。因而，工程难以对周边大范围海域的涨落潮流速场产生明显影响，工程后流速发生变化的范围基本集中新建码头前沿水域及港池疏浚区水域，相应地，工程采用透空式结构也使得工程海域的涨落急流向基本未发生明显可见变化。工程难以对广汇能源 1#码头、西侧的大唐电厂码头、小庙洪水道的流速场产生显著可见的影响。

6.2 海洋地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

为进一步说明码头工程的实施对周边泥沙冲淤强度分布的影响，在重点关注的工程区附近水域布置了 24 个采样点，进行定量的分析，具体测点位置参见图 5.1-11。

工程实施后工程区周边的泥沙年冲淤强度分布见图 6.2-1，工程实施之后对应各个采样点的泥沙冲淤强度值见表 6.2-1。

(……………略……………)

工程建成后，受新建码头桩基础及港池东侧新疏浚区的影响，工程海域近区出现一定的泥沙回淤。其中，新建码头前沿的泥沙回淤基本在 0.65m/a 以下，且以码头面周边的局部回淤为主；港池东侧的新疏浚区的泥沙回淤主要在 0.50~0.90m/a 之间变化。

由于工程的码头结构为透空式结构，且港池东侧的疏浚区范围有限，因而，工程建设后，泥沙冲淤调整的部位基本在新建码头泊位及港池新疏浚区附近局部有限

水域，难以对周边的广汇能源码头、大唐电厂码头、航道、小庙洪水道等海域的海床冲淤变形产生明显可见的影响。这与工程后水动力环境的变化规律相符。

6.3 海水水质环境影响预测与评价

本工程对海水水质的影响主要为疏浚挖泥作业时悬浮物的扩散。由于运营期维护性疏浚的工程量远小于施工期疏浚工程量，运营期维护性疏浚作业悬浮物的扩散对海水水质的影响远小于施工期，因此，本次预测与评价仅对施工期疏浚工程悬浮物的扩散进行预测。

(1) 预测模式

具体见 6.1.1~6.1.3。

(2) 预测源强

工程主要的施工为码头建设及港池东侧的疏浚。

其中，码头基础为桩基础，通常，管桩施工采用打桩船直接将钢管桩打入海底，无钻渣和泥浆，仅打桩锤的振动下沉，短时间内会导致海底泥沙悬浮，进而引起桩基础周边局部近区水域的水体浑浊，但打桩历时较短，施工结束即很快恢复。并且，打桩的桩位往往以单点为主，桩位面积远小于常规的港池疏浚范围，打桩引起的悬浮物扩散相比而言近似点源，且因打桩无钻渣和泥浆，仅因打桩锤的振动下沉引起悬浮物扩散的源强远弱于疏浚扰动造成悬浮物面源源强。因而，打桩产生的悬浮物扩散的范围极为有限，基本集中在打桩区周边局部范围，基本不会影响对远区水域产生明显影响。

同时，由于原港池区域经过定期维护性疏浚已达到工程设计要求，因此，港池西侧的局部疏浚开挖是本工程的主要疏浚工程。类比水下施工中最为常见的疏浚或抛泥引起的悬浮物入海扩散运动规律，施工引起的悬浮物入海扩散的范围与疏浚引起的源强及疏浚范围直接相关，源强及疏浚范围越大，施工悬浮物入海影响范围也越大，往往远大于桩基础打桩施工的影响。

综上，本工程主要考虑港池东侧的疏浚施工引起的悬浮泥沙扩散的影响。考虑施工船舶为绞吸式挖泥船，根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS 149-2018)，则每个挖泥作业点的悬浮物排海源强约 5.41kg/s。

(3) 悬浮物扩散典型点位置

源强典型释放点选取港池东侧疏浚区范围线作为控制边界，选定若干位置（如图 6.3-1，图中红点为典型作业点）作为典型的悬浮物排放点，按照预定源强排放。

(4) 预测结果

为充分反映施工期间施工悬浮物的扩散影响范围及变化特性,这里模拟了连续潮过程的悬浮物扩散,直至施工悬浮物扩散影响范围趋于稳定。同时,为详细反映涨落潮期间,港池东侧疏浚开挖产生的悬浮物入海输移扩散的过程及不同悬浮物浓度的影响范围,本次预测给出了相应涨落潮期间对应大于 10mg/L、20mg/L、50 mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的悬浮物浓度最大影响范围,并给出了涨落潮期间相应悬浮物浓度包络线的影响范围,具体见图 6.3-2 和表 6.3-1。

表 6.3-1 施工期疏浚挖泥悬浮物扩散范围包络线面积表

悬沙浓度	>10mg/L	>20mg/L	>50 mg/L	>100mg/L	>150mg/L
影响面积(km ²)	3.900	2.226	1.260	1.046	0.965

根据预测结果可知,由于工程位于广汇能源码头 1#泊位的东侧、小庙洪水道南侧,受小庙洪水道涨落潮挟沙水流影响以及施工悬浮物沉降作用,港池东侧的局部疏浚施工产生的悬浮物整体的扩散趋势总体呈东南-西北向输运扩散为主。

涨落潮期间,施工悬沙入海输移扩散范围随着泥沙浓度的增大而相应减少,疏浚产生的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的范围基本位于广汇能源码头前沿港池及东侧和西侧局部区域,高浓度悬浮物增量难以进入东北侧的航道、西侧的大唐电厂码头前沿等区域,对港池外海域也基本没有影响。

涨落潮期间,疏浚开挖产生的悬浮物浓度增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的影响范围包络线面积分别为 3.900km²、2.226 km²、1.260km²、1.046 km²、0.965 km²。

6.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

施工时泥沙在随潮流涨落运移过程中,其粗颗粒部分将迅速沉降于入海点附近海底,细颗粒部分在随潮流向边滩运移过程中遇到涨憩趋于零而慢慢沉降于海底。散落泥沙的扩散运移和沉降的范围与泥沙的粒径、水深和流速有关。

本工程为 LNG 码头建设工程,在施工过程中产生的泥沙来自海底,由于工程的施工搅动产生的悬沙短时间内将沉积在附近海底,除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外,没有其它污染物混入,对海底沉积物质量基本上没有影响。

本项目施工期和运营期污水不直接排海,,对沉积物环境基本上没有影响。此外,船舶生活垃圾统一收集处置,避免直接排入海域,项目海域沉积物的质量基本不受影响。

6.5 海洋生态环境影响预测与评价

6.5.1 施工期生态环境影响分析

本工程产生的生态影响主要发生在施工期，施工期生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要限定在码头构筑物、疏浚施工的范围之内。疏浚施工、码头施工等作业方式，将直接破坏底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地；间接影响则是由于疏浚等致使施工的局部水域悬浮物增加造成影响。施工活动直接、间接生态影响判定表见表 6.5-1。

表 6.5-1 施工直接、间接影响判定表

类型	影响区域	影响原因	恢复可能性	生物表现
直接影响	疏浚区占用海域	挖掘	部分恢复	原有底栖生物损失，部分可以恢复
	码头构筑物占用海域	撞击、扰动	不可恢复	原有底栖生物完全丧失，但影响面积较小
间接影响	施工悬浮物增量扩散	透明度降低	可以恢复	海洋生物部分受损

6.5.1.1 项目占用海域对底栖生物影响分析

本工程的建设对底栖生物最主要的影响是疏浚挖泥、码头构筑物建设等毁坏了底栖生物的栖息地，使底栖生物栖息空间受到了影响，并且可直接导致底栖生物死亡。

码头水工构筑物的建设过程将占用部分海域，造成占用海域底栖生物完全丧失，但由于受水工构筑物影响的底栖生物量较小，项目建成后，在水工构筑物底部将逐渐形成新的底栖生物群落，慢慢恢复到从前的生物水平。

码头疏浚工程毁坏了疏浚区所占用海域的底栖生物栖息地，使底栖生物栖息空间受到了影响，造成底栖生物损失。当底栖生物的影响区域较小，并且受影响的时间为非产卵期时，其恢复通常较快，恢复后其主要结构参数（种数、丰富度及多样性指数等）将与疏浚前或邻近的未挖掘水域基本一样，但物种组成仍有差异，要彻底恢复，则需要更长的时间。

6.5.1.2 施工悬浮泥沙扩散对海洋生态环境影响分析

(1) 施工悬浮泥沙扩散对浮游生物影响分析

本工程建设对浮游植物最主要的影响是水体中增加的悬浮物质影响了水体透光性，进而影响了浮游植物的光合作用。项目建设过程中造成悬浮物浓度增加，水体透光性减弱，光强减少，将对浮游植物的光合作用起阻碍作用。一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响，而当悬浮物浓度增

加 50mg/L 以上时,浮游植物会受到较大的影响,特别是中心区域,悬浮物含量极高,海水透光性极差,浮游植物基本上无法生存。当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时,浮游植物将会受到轻微的影响。

工程建设对水体的扰动,将使附近水域中浮游动物的数量有所降低,同时水体中悬浮物含量的增加也导致水域中浮游动物数量的降低。此外,由于工程建设引起水体悬浮物的增加,降低水中透光率,引起浮游植物生产量的下降,进而影响以浮游植物为食的浮游动物丰度,间接影响大眼幼体的摄食率,最终影响其发育和变态。

施工悬浮泥沙扩散将对一定范围内浮游植物、浮游动物产生一定的影响,这种影响是不可避免的。但施工过程引起的入海悬浮泥沙是暂时和有限的,随着项目的结束,泥沙的沉降作用,水质将逐渐恢复,浮游生物会逐渐恢复正常。有关资料表明,浮游生物群落的重新建立需要几天到几周时间。

(2) 施工悬浮泥沙扩散对渔业资源的影响分析

悬浮颗粒将直接对海洋生物仔幼体造成伤害,主要表现为影响胚胎发育。一般说来,仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。海水中悬浮物对虾、蟹类的影响较小,但在许多方面对鱼类会产生不同的影响。首先是悬浮微粒过多时,不利于天然饵料的繁殖生长;其次,水中大量存在的悬浮物微粒会随鱼呼吸动作进入其鳃部,损伤鳃组织,隔断气体交换,影响鱼类的存活和生长。据有关实验数据,悬浮物质含量在 200mg/L 以下及影响较短时期时,不会导致鱼类直接死亡,即使过高的悬浮物质浓度未能引起死亡,但其鳃部会严重受损,从而影响鱼类今后的存活和生长。

悬浮泥沙对渔业的影响主要还体现在对浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力,海中悬浮液、悬沙会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响,严重时甚至会导致死亡。从食物链的角度不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用,对渔业资源带来一定影响。

6.5.1.3 施工期海洋生物资源损失估算

1、工程占用造成海洋生物资源损失量估算

本工程码头及港池位于浅海区域,项目实施造成底栖生物损失。项目桩基永久占用海域底栖生物将永久丧失,参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007),以 20 年计算损失补偿;港池疏浚造成的底栖生物影响可以恢复,

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007),以 3 年计算损失补偿。

根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法(试行)》,生物量计算以“江苏海域海洋生态环境现状监测-海洋生物多样性专项”中 2012 年~2014 年监测数据为依据,选取近岸站位,取每年春、夏、秋三季平均生物量中最大值,通过换算统一计量单位,计算四个海域各自调查站位 3 年生物量平均值,具体见表 5.5-2。本项目所在海域属于“4 长江口北部海域”,底栖生物的平均生物量为 277kg/hm²。

表 6.5-2 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	底栖动物	潮间带生物
单位	kg/hm ²	kg/hm ²	ind./m ³	ind./m ³	kg/hm ²	kg/hm ²	kg/hm ²
1	3.18	3.43	10.40	2.13	8.45	894.22	2565.50
2	2.24	1.24	0.20	0.64	2.46	174.76	284.24
3	3.22	5.37	3.26	2.40	8.04	64.78	950.83
4	9.10	3.32	18.24	1.96	11.58	277	1352.70

注: 1 连云港海域、2 废黄河三角洲海域、3 辐射沙洲海域、4 长江口北部海域

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)及《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法(试行)》的相关要求,底栖生物损失量按如下公式计算:

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

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)。

根据本工程码头水工构筑物结构设计,考虑占用海域及实际施工影响,按照透水构筑物用海面积 3.2622 公顷(码头、消防和控制平台)计算生态损失,永久占用海域造成的生态损失按照 20 年补偿。根据工程设计资料,本项目疏浚范围约 14 公顷,疏浚临时占用海域造成的损失按照 3 年补偿。本项目占用海域海洋生态损失量计算结果见表 6.5-3。

表 6.5-3 本项目占用海域海洋生态损失量计算结果表

序号	用海方式	生物类型	平均生物量 (kg/hm ²)	占用海域面积(hm ²)	当地生物 平均价格 (万元/t)	一次性损失量(t)	损失补偿金额(万元)
1	永久用海	底栖生物	277	3.2622	1	0.9	18.0
2	疏浚临时用海	底栖生物	277	14	1	3.9	11.7
合计						4.8	29.7

备注：永久性用海，按 20 年进行生态补偿，疏浚临时用海，按 3 年进行生态补偿。
单价取当地交易平均价格。

故本项目占用海域造成底栖生物生态损失的补偿金额约 29.7 万元。

2、施工悬浮泥沙扩散造成海洋生物资源损失量估算

本工程施工悬浮泥沙扩散主要由于施工期疏浚作业造成，根据施工实施方案，疏浚作业持续时间为 9 个月，但疏浚作业是分段的、不连续的，污染物浓度增量区域存在时间较短（少于 15d）。因此，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），本工程施工悬浮泥沙扩散造成海洋生物资源为一次性损害（污染物浓度增量区域存在时间少于 15d）。

根据 SC/T9110-2007，一次性损害受损量评估的计算公式如下：

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

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾、个、kg；

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾/km²、个/km²、kg/km²；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km²；

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为%；生物资源损失率取值参见表 6.5-4。

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

表 6.5-4 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

污染物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

多种污染物同时存在，以超标准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。

悬浮物浓度的增高将造成鱼卵和仔稚鱼、鱼类、甲壳类和头足类、浮游动物等损失，损失的程度取决于悬浮物污染的程度。根据数模预测结果，整个施工期悬浮泥沙浓度大于 150mg/L、100mg/L、50mg/L、20mg/L、10mg/L 包络面积分别为 0.965km²、1.046km²、1.260km²、2.226km² 和 3.900km²。

参照表 5.5-4 中污染物对各类生物损失率，本次悬浮泥沙扩散浓度为 10~50mg/L、50~100mg/L、>100mg/L 的影响水域中鱼卵仔稚鱼损失率分别取 5%、30%和 50%，成体（鱼类、甲壳类和头足类）损失率分别取 1%、10%和 20%，浮游动物损失率分别取 5%、30%和 50%。根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》，一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍。

①鱼卵和仔稚鱼损失量计算

根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》，长江口北部海域鱼卵平均密度为 18.24ind/m³；仔稚鱼平均密度为 1.96ind/m³（见表 4.2-1）。工程处于浅海，施工影响水深平均按 5 米计算。

悬浮物扩散造成鱼卵的损失量为： $[1.046 \times 0.5 + (1.260 - 1.046) \times 0.3 + (3.900 - 1.260) \times 0.05] \times 10^6 \times 18.24 \times 5 = 65.6 \times 10^6$ 个；

悬浮物扩散造成仔稚鱼的损失量为： $[1.046 \times 0.5 + (1.260 - 1.046) \times 0.3 + (3.900 - 1.260) \times 0.05] \times 10^6 \times 1.96 \times 5 = 7.0 \times 10^6$ 尾。

根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》，鱼卵和仔稚鱼生长到商品鱼苗分别按 1%、5%成活率计算，则本项目悬浮物扩散造成商品鱼苗的损失量约为 $(65.6 \times 10^6 \times 0.01 + 7.0 \times 10^6 \times 0.05)$ 尾 = 100.6 万尾。商品鱼苗按 1 元/条（尾）计算，工程施工造成渔业资源损失 100.6 万元。本工程属于实际影响年限低于 3 年的，因此按 3 年进行补偿，则本工程疏浚作业造成的鱼卵、仔鱼损失补偿金额为 301.8 万元。

②鱼类损失量计算

根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》，长江口北部海域鱼类重量平均密度为 $9.10\text{kg}/\text{hm}^2$ （见表 5.5-2）。本项目施工期悬浮泥沙造成的鱼类损失为 $[1.046 \times 0.2 + (1.260 - 1.046) \times 0.1 + (3.900 - 1.260) \times 0.01] \times 100 \times 9.10 = 234\text{kg}$ 。按照每吨 2 万元计，工程施工造成鱼类损失 0.468 万元。本工程属于实际影响年限低于 3 年的，因此按 3 年进行补偿，则本工程疏浚作业造成的鱼类损失补偿金额为 1.4 万元。

③甲壳类和头足类损失量计算

根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》，长江口北部海域甲壳类和头足类平均生物量为 $3.32\text{kg}/\text{hm}^2$ （见表 5.5-2）。本项目施工期悬浮泥沙造成的甲壳类和头足类生物损失为 $[1.046 \times 0.2 + (1.260 - 1.046) \times 0.1 + (3.900 - 1.260) \times 0.01] \times 100 \times 3.32 = 85\text{kg}$ 。按照每吨 4 万元计，工程施工造成甲壳类和头足类损失 0.34 万元。本工程属于实际影响年限低于 3 年的，因此按 3 年进行补偿，则本工程疏浚作业造成的甲壳类和头足类损失补偿金额为 1.02 万元。

④浮游动物损失量计算

根据江苏省海洋与渔业局颁布的《江苏省海洋生物资源损害赔偿和损失补偿评估方法（试行）》，长江口北部海域浮游动物平均生物量为 $11.58\text{kg}/\text{hm}^2$ （见表 5.5-2）。项目施工期悬浮泥沙造成浮游动物的损失为 $[1.046 \times 0.5 + (1.260 - 1.046) \times 0.3 + (3.900 - 1.260) \times 0.05] \times 100 \times 11.58 = 833\text{kg}$ 。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，为 83.3kg 。按照每吨 1 万元计，工程施工造成浮游动物损失 0.0833 万元。本工程属于实际影响年限低于 3 年的，因此按 3 年进行补偿，则本工程疏浚作业造成的浮游动物损失补偿金额为 0.25 万元。

本项目施工悬浮泥沙扩散造成海洋生物资源损失量估算汇总见表 6.5-5。

表 6.5-5 本项目施工悬浮泥沙扩散造成海洋生物资源损失量估算汇总表

序号	生物类型	一次性受损量	补偿单价	补偿金额（万元）
1	鱼卵和仔稚鱼	100.6 万尾	1 元/条（尾）	301.8
2	鱼类	234kg	2 万元/吨	1.4
3	甲壳类和头足类	85kg	4 万元/吨	1.02
4	浮游动物	833kg（转化为低级游泳动物生物量进行计算，83.3kg）	1 万元/吨	0.25
合计				304.47

注：本工程施工期悬浮泥沙扩散属于实际影响年限低于 3 年的，因此补偿金额按 3 年进行计算。

3、施工期海洋生物资源损失估算汇总

综合码头及港池占用海域、施工期悬浮泥沙扩散影响，本工程码头及港池生态损失金额合计为 334.17 万元，详见表 6.5-6。

表 6.5-6 本工程海洋生物资源损失量估算汇总表

序号	影响类型		生物类型	损失量	损失补偿金额 (万元)
1	工程占用 海域影响	永久用海	底栖生物	0.9t	18.0
		疏浚临时用海	底栖生物	3.9t	11.7
2	施工悬浮泥沙扩散影响		鱼卵和仔稚鱼	100.6 万尾	301.8
			鱼类	234kg	1.4
			甲壳类和头足类	85kg	1.02
			浮游动物	833kg(转化为低级游泳动物生物量进行计算, 83.3kg)	0.25
合计					334.17 万元

备注：①损失量为一次性损失量；②损失补偿金额永久性用海按 20 年进行生态补偿计，疏浚临时用海按 3 年进行生态补偿计；③施工悬浮泥沙扩散影响为持续性影响，实际影响年限低于 3 年，因此补偿金额按 3 年进行计算。

6.5.2 运营期生态环境影响分析

1、废水排放造成的生态环境影响分析

本工程运营期对海洋环境产生影响的主要污染为含油污水（船舶含油污水、初期雨水）和生活污水（船舶生活污水和陆域生活污水），其对海洋生物产生的影响主要表现在以下方面：

（1）船舶含油污水和初期雨水属于含油污水，主要污染物为石油类，若不加处理直接排入港池，将会对该水域生物产生较大的影响。如果油膜较厚且连成片，会使水域水体的透光率下降，降低浮游植物的光合作用，因而影响水域的初级生产力，引起生态平衡的失调。

（2）生活污水中污染物主要有大小不等的悬浮物和溶解性的氮、磷与有机物等，这些物质是造成区域性富营养化的主要因素。如果对生活污水不加控制任意排放，将造成氮、磷等无机盐类和有机物质在港池内的积累，在气温高、降雨量大、营养盐丰富的适宜条件下，可能会引起赤潮生物的爆发式繁殖，导致赤潮的发生，造成生态系统的严重破坏。

本工程运营期船舶舱底油污水、和非疫区的船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理，不在本海域排放；来自疫区的船舶生活污水，在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收。建设单位应在工程建成投产前与海事部门认可的环保船单位签订接收协议，确保其在经营期间具备船舶污染物接收能力。本工程运营期陆域生活污水和码头初期雨水经后方分销转运站污水处理系统处理后接管至启东胜科水务有限公司。本工程不设海域污水排口，因此本项目运营期废水排放对附近海洋生态环境影响较小。

2、维护性疏浚造成的生态环境影响分析

本工程运营期维护性疏浚作业将直接破坏底栖生物生境，也会对渔业资源产生一定影响，渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔鱼。另外，维护性疏浚产生的悬浮泥沙污染工程区附近的水质环境，使水体浑浊，也将对浮游生物产生影响。但，维护性疏浚工程量远小于本工程施工期疏浚工程量，因此维护性疏浚造成的悬浮泥沙扩散影响远小于施工期疏浚作业造成的悬浮泥沙扩散影响。本工程对生态损失金额共计 334.17 万元，建设单位应在水产部门或渔业部门的指导下，投放适合当地海洋生态系统恢复的生物。

6.6 大气环境影响预测与评价

6.6.1 施工期大气环境影响分析

本工程施工期废气主要为混凝土搅拌船在搅拌混凝土时产生的废气、施工船舶燃料燃烧废气以及防腐涂料使用期间挥发的有机废气。

（1）粉尘

混凝土搅拌船在搅拌混凝土时产生的废气主要为粉尘，粉尘的大小主要取决于原料、风力等因素，其中风力因素影响较大，随着风速的增大，粉尘产生的污染程度也将随之增强和扩大。类比同类型项目，施工现场粉尘的污染情况如下：

表 6.6-1 施工场所粉尘污染情况

监测位置	工地上风向 50m	工地范围内	工地下风向		
			50m	100m	150m
范围值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	303-328	409-759	434-538	356-465	309-336
均值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	317	596	487	390	322
备注	平均风速 2.5m/s				

根据上表可知，施工期粉尘影响范围一般在下风向约 100m 以内。本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，周围 5 公里范围内不存在大气环境

敏感目标，因此，施工期粉尘的排放对周围环境影响较小。

（2）施工船舶燃料燃烧尾气

施工船舶燃料燃烧尾气主要污染物是 THC、NO_x、CO，由于运输车辆、施工船舶流动性、且较为分散，因此废气产生量较小，对周围环境影响较小。

（3）有机废气

工程进行防腐作业时需使用防腐涂料，防腐涂料含有有机溶剂因此产生有机废气。本工程施工时优先选用低挥发性的涂料，防腐作业施工量较小，因此废气产生量较小，对周围环境影响较小。

本工程施工场地开阔，加之岸边空气动力强，产生的污染物经大气稀释扩散后对周围大气环境影响较小。同时，施工期影响时间有限，施工结束后，上述废气影响随即消失。

6.6.2 运营期大气环境影响预测与评价

本工程为 LNG 码头建设工程，设计年吞吐量为 380 万吨/年液化天然气(LNG)。码头进出港船舶均为 LNG 船舶，出厂的 LNG 通过 LNG 槽车运往国内需求客户。根据资料调查和实地调研可知，LNG 船舶和 LNG 槽车均使用液化天然气作为动力燃料。液化天然气属于清洁能源，因此，本工程运营期的运输车辆和到港船舶的大气污染物对环境影响较小。同时，码头接卸采取密闭的方式，因此，正常工况下，LNG 卸船、装船和装车作业对周围环境影响较小，本次评价不进行定量分析，仅作定性说明。

6.7 地表水环境影响预测与评价

6.7.1 施工期废水环境影响分析

本工程施工期废水主要包括船舶生活污水、船舶舱底油污水，严禁排入施工海域，由海事部门认可的污水接收船接收处理。本工程施工期不设临时施工营地，施工人员可租住附近民房，因此，项目所在地不产生其他生活污水。本工程施工期各类废水可以妥善处置，不排入海域，对海水水质影响较小。

6.7.2 运营期废水环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ/T2.3-2018)表 1，间接排放、产生废水但回用的水污染影响型建设项目按照三级 B 评价，主要评价内容包括水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价、依托污水处理设施的环境可行性评价。

6.7.2.1 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价

本工程运营期船舶舱底油污水、来自非疫区的船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理，不在本海域排放；来自疫区的船舶生活污水，在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收。建设单位应在本项目投产前与海事部门认可的环保船单位签订接收协议，确保其在经营期间具备船舶污染物接收能力。

本工程运营期新增废水包括陆域生活污水和码头初期雨水，经后方分销转运站污水处理系统预处理后满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中的三级标准要求、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）表 1 中 B 级标准后接管至启东胜科水务有限公司集中处理，尾水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）及其修改单中一级 A 标准后排放至黄海。

本工程拟依托的后方分销转运站现有污水处理站的可行性分析如下：

1、后方分销转运站现有污水处理系统简介

现有污水处理系统为地埋式一体化污水处理设备，处理规模为 10m³/d。地埋式一体化污水处理站广泛应用于居住小区、集镇、车站、码头和部分小型企业，上面一般为绿化、停车场或道路等用途。

现有污水处理工艺流程为“进水→调节池→初沉池→接触氧化池→二沉池→消毒池→排放”。工艺流程如下：



图 6.7-1 后方分销转运站现有污水处理站工艺流程图

根据污水处理站设计资料可知，现有地埋式一体化污水处理站对污水中 COD、石油类、SS、NH₃-N 的去除率分别为 70~86.7%、85~92%、85~92.5%和 60~70%，处理后的 COD、SS、NH₃-N、TP 和石油类的排放浓度分别为 COD≤100 mg/L、SS≤70mg/L、NH₃-N≤15 mg/L、TP≤3.2mg/L、石油类≤10mg/L，可以满足启东胜科水务有限公司接管要求。

2、依托可行性分析

①水质

本工程运营期新增的废水主要为陆域生活污水和码头初期雨水，均经后方分销

转运站现有污水处理系统处理后接管至启东市启东胜科水务有限公司。根据工程分析可知，陆域生活污水的主要污染物为 COD、SS、氨氮、总磷，初期雨水的主要污染物为 COD、SS、石油类，上述混合废水的各污染物因子的产生浓度为：COD 326mg/L、SS 324mg/L、NH₃-N 22.7mg/L、TP 3.2mg/L、石油类 17.6mg/L。对比现有工程可知，本工程新增废水水质与现有污水水质类似。因此，从水质上来讲，本工程新增废水不会对现有污水处理站产生冲击，依托具有可行性。

②水量

根据调研，污水处理系统现处理陆域生活污水和初期雨水，处理量约 5.74t/d，污水处理系统的剩余处理量约 4.26t/d。本工程码头初期雨水和陆域新增的生活污水均约 3.70t/d。因此，从水量上来讲，本工程新增废水不会突破污水处理站剩余处理能力，依托具有可行性。

综上所述，本工程新增陆域生活污水和初期雨水从水质、水量上来讲均不会对现有污水处理站造成冲击，依托具有可行性。同时，处理后的废水可达标接管至启东胜科水务有限公司，采取的水污染控制和水环境影响减缓措施有效。

6.7.2.2 依托启东胜科水务有限公司的环境可行性分析

1、启东胜科水务有限公司简介

广汇能源综合物流发展有限责任公司位于启东市吕四港经济开发区化工新材料工业园，属于启东市启东胜科水务有限公司的服务范围内。

江苏启东吕四港经济开发区污水处理厂一期工程位于启东市新材料产业园东南角，沿海高等级公路西侧，纬十一路以北、经八路西侧，由启东胜科水务有限公司投资建设运营。污水处理厂一期工程服务范围西至 211 省道，西北及北侧至新港河，东北至现状围堤，东南及南侧至蒿枝港河。

江苏启东吕四港经济开发区污水处理厂一期工程由启东胜科水务有限公司投资建设运行。一期工程设计处理规模为 1.0 万吨/天，采用“预处理+水解酸化+A+MBBR+臭氧氧化+过滤+消毒”工艺。主要的服务范围为西至 211 省道，西北及北侧至新港河，东北至现状围堤，东南及南侧至蒿枝港河，即拓展区范围。目前污水处理厂一期工程主要服务对象为江苏华峰超纤材料有限公司、广汇能源，实际接纳平均废水量 1100t/d。污水处理厂远期工程服务范围覆盖整个拓展区。

2015 年 4 月，《江苏启东吕四港经济开发区污水处理工程（一期）建设项目环境影响报告书》获得启东市环保局批复；2015 年 5 月，污水处理厂正式开工建设；

2016 年 5 月，开始接水正式进入试运行阶段；2017 年 2 月，通过启东市环保局组织的环保“三同时”竣工验收。污水处理厂尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）的一级 A 标准，尾水排入启东北部大唐电厂东侧、紧靠新港闸的排海口。

启东市启东胜科水务有限公司江苏启东吕四港经济开发区污水处理厂的处理工艺流程图如下：

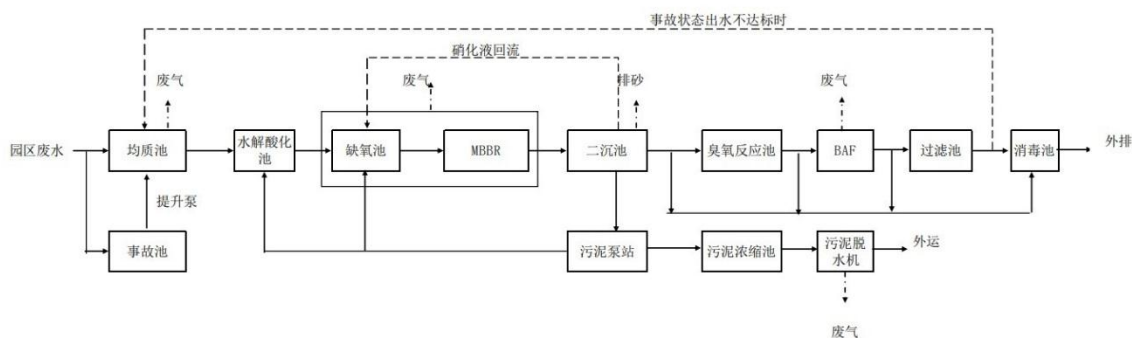


图 6.7-2 启东市启东胜科水务有限公司污水处理工艺流程图

2、接管可行性分析

①水质

本项目运营期新增的废水主要为陆域生活污水和码头初期雨水，均经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东市启东胜科水务有限公司。根据工程分析和污水处理站设计资料可知，经预处理后各污染物因子的接管浓度为：COD：100mg/L、SS：70mg/L、NH₃-N：15mg/L、TP：3.2mg/L、石油类 0.01296，满足启东胜科水务有限公司的接管标准。因此，从水质上来讲，污水处理厂有足够的 ability 接纳本项目废水。

②水量

目前启东胜科水务有限公司设计处理规模为 1 万吨/天，目前接管余量约 8900t/d。本工程运营期接管废水量较少，约 3.70t/d，占污水处理厂剩余污水处理量的 0.04%。因此，从处理规模上讲，本项目废水进入启东胜科水务有限公司集中处理是可行的。

③管网、位置落实情况及时间对接情况

本工程运营期新增的废水主要为陆域生活污水和码头初期雨水，均经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务有限公司。后方分销转运站位于启东市吕四港经济开发区化工新材料工业园，属于启东胜科水务有限公司的服务

范围内。目前,厂区周边市政污水管网均已敷设完毕,厂区污水可接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

综上所述,本工程新增的初期雨水、陆域生活污水在水质、水量上均满足启东胜科水务有限公司的接管标准,从运行时间、处理余量、管网铺设、接管要求等方面具备接管可行性。

6.7.2.3 污染物排放量核算结果

①废水类别、污染物及污染治理设施信息表

表 6.7-1 废水类别、污染物及污染治理设施信息表

序号	废水类别	污染物种类	排放去向	排放规律	污染治理设施			排放口编号	排放口设置是否符合要求	排放口类型
					污染治理设施编号	污染治理设施名称	污染治理设施工艺			
1	生活污水	COD、NH ₃ -N、SS、TP、	启东胜科水务有限公司	间断排放	TW001	污水处理系统	调节池→初沉池→接触氧化池→二沉池→消毒池	WS001	☑是 ☐否	☑企业总排
2	初期雨水	COD、SS、石油类								

②废水间接排放口基本情况表

表 6.7-2 废水间接排放口基本情况表

序号	排放口编号	排放口地理坐标		废水排放量(万 t/a)	排入去向	排放规律	间歇排放时段	受纳污水处理厂信息		
		经度	纬度					名称	污染物种类	国家污染物排放限值
1	WS001	121.68749	32.07602	0.4005	进入集中式污水处理厂	间断排放	/	启东胜科水务有限公司	COD	50
									SS	10
									NH ₃ -N	5 (8) *
									TP	0.5
									石油类	1

备注: *括号外数值为水温>12℃时的控制指标, 括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。

③废水污染物排放执行标准表

表 6.7-3 废水污染物排放执行标准表

序号	排放口编号	污染物种类	国家或地方污染物排放标准及其他按规定商定的排放协议	
			名称	浓度限值 (mg/L)
1	WS001	COD	启东胜科水务有限公司接管标准	500
		SS		400
		NH ₃ -N		45
		TP		8
		石油类		20

④废水污染物排放信息

表 6.7-4 废水污染物排放信息表 (改建、扩建项目)

序	排放	污染物种	排放浓度	新增日排	全厂日排	新增年排放	全厂年排放

号	口编号	类	(mg/L)	放量（t/d）	放量（t/d）	量（t/a）	量（t/a）
1	/	COD	100	3.7×10 ⁻⁴	1.04×10 ⁻³	0.1296	0.3624
		SS	70	2.59×10 ⁻⁴	5.59×10 ⁻⁴	0.09072	0.19572
		NH ₃ -N	15	5.55×10 ⁻⁵	1.11×10 ⁻⁴	0.01944	0.03884
		TP	3.2	1.2×10 ⁻⁵	1.77×10 ⁻⁵	0.0042	0.0062
		石油类	10	3.7×10 ⁻⁵	2.95×10 ⁻³	0.01296	1.03296
全厂排放口合计		COD				0.1296	0.3624
		SS				0.09072	0.19572
		NH ₃ -N				0.01944	0.03884
		TP				0.0042	0.0062
		石油类				0.01296	1.03296

6.7.2.4 地表水环境影响评价结论

本工程运营期船舶舱底油污水、非疫区船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理，不在本海域排放；来自疫区的船舶生活污水，在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收。建设单位应在本项目投产前与海事部门认可的环保船单位签订接收协议，确保其在经营期间具备船舶污染物接收能力。

本工程运营期陆域生活污水和码头初期雨水经后方分销转运站污水处理系统预处理达《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表4三级标准、《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)B等级标准后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。项目地表水环境影响可接受。

地表水环境影响评价自查表见表 6.7-5。

7 表 6.7-5 地表水环境影评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	水污染影响型 ☒ ; 水文要素影响型 ☒		
	水环境保护目标	饮用水水源保护区□; 饮用水取水口□; 涉水的自然保护区□; 重要湿地□; 重要保护与珍稀水生生物的栖息地□; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体□; 涉水的风景名胜区□; 其他 ☒		
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型	
		直接排放□; 间接排放□; 其他 ☒	水温□; 径流□; 水域面积 ☒	
	影响因子	持久性污染物□; 有毒有害污染物□; 非持久性污染物 ☒ ; pH 值 ☒ ; 热污染□; 富营养化□; 其他□	水温□; 水位（水深）□; 流速□; 流量□; 其他□	
评价等级		水污染影响型	水文要素影响型	
		一级□; 二级□; 三级 A□; 三级 B ☒	一级□; 二级□; 三级 ☒	
现状调查	区域污染源	调查项目		
		已建□; 在建□; 拟建□; 其他□	拟替代的污染源□	
	受影响水体水环境质量	调查时期		
		丰水期□; 平水期□; 枯水期□; 冰封期□ 春季 ☒ ; 夏季□; 秋季 ☒ ; 冬季□	数据来源	
	区域水资源开发利用状况	未开发□; 开发量 40%以下 ☒ ; 开发量 40%以上□;		
	水文情势调查	调查时期		
		丰水期□; 平水期□; 枯水期□; 冰封期□ 春季□; 夏季 ☒ ; 秋季□; 冬季□	数据来源	
	补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
		丰水期□; 平水期□; 枯水期□; 冰封期□ 春季□; 夏季□; 秋季□; 冬季□	()	监测断面或点位个数 () 个
	影响预测	评价范围	河流: 长度 () km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ²	
评价因子		(/)		

	评价标准	河流、湖库、河口：Ⅰ类 ☐ ；Ⅱ类 ☐ ；Ⅲ类 ☐ ；Ⅳ类 ☐ ；Ⅴ类 ☐ 近岸海域：第一类 ☐ ；第二类 ☒ ；第三类 ☐ ；第四类 ☐ 规划年评价标准（/）	
	评价时期	丰水期 ☐ ；平水期 ☐ ；枯水期 ☐ ；冰封期 ☐ 春季 ☐ ；夏季 ☐ ；秋季 ☐ ；冬季 ☐	
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况：达标 ☐ ；不达标 ☐ 水环境控制单元或断面水质达标状况：达标 ☐ ；不达标 ☐ 水环境保护目标质量状况：达标 ☐ ；不达标 ☐ 对照断面、控制断面等代表性断面的水质达标状况：达标 ☐ ；不达标 ☐ 底泥污染评价 ☐ 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 ☐ 水环境质量回顾评价 ☐ 流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况	达标区 ☐ ； 不达标区 ☐
	预测范围	河流：长度（/）km；湖库、河口及近岸海域：面积（/）km ²	
	预测因子	（/）	
	预测时期	丰水期 ☐ ；平水期 ☐ ；枯水期 ☐ ；冰封期 ☐ 春季 ☐ ；夏季 ☐ ；秋季 ☐ ；冬季 ☐ 设计水温条件 ☐	
	预测情景	建设期 ☐ ；生产运行期 ☐ ；服务期满后 ☐ 正常工况 ☐ ；非正常工况 ☐ 污染控制和减缓措施方案 ☐ 区（流）域环境质量改善目标要求情景 ☐	
	预测方法	数值解 ☐ ；解析解 ☐ ；其他 ☐ 导则推荐模式 ☐ ；其他 ☐	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区（流）域环境质量改善目标 ☒ 替代削减源 ☐	

	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求□ 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标□ 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 ☒ 水环境控制单元或断面水质达标 ☒ 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□ 满足区（流）域水环境质量改善目标要求 ☒ 水文要素影响型建设项目时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价□ 对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的合理性评价□ 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 ☒				
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量（t/a）		排放浓度（mg/L）
		COD		0.1296		100
		SS		0.09072		70
		NH ₃ -N		0.01944		15
		TP		0.0042		3.2
		石油类		0.01296		10
替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量（t/a）	排放浓度（mg/L）	
	/	/	/	/	/	
生态流量确定	生态流量：一般水期（）m ³ /s；鱼类繁殖期（）m ³ /s；其他（）m ³ /s 生态水位：一般水期（）m；鱼类繁殖期（）m；其他（）m					
防治措施	环保措施	污水处理设施 ☒ ；水文减缓设施□；生态流量保障设施□；区域削减□；依托其他工程措施□；其他□				
	监测计划	环境质量			污染源	
		监测方式	手动□；自动□；无监测 ☒		手动 ☒ ；自动□；无监测□	
		监测点位	（/）		（企业总排口）	
		监测因子	（/）		（COD、SS、氨氮、总磷）	
污染物排放清单	/					
评价结论	可以接受 ☒ ；不可以接受□					

6.8 噪声环境影响预测与评价

6.8.1 施工期噪声环境影响预测与评价

项目施工期噪声主要来源于施工机械、施工船舶等。施工机械、施工船舶的噪声可近似视为点声源处理，根据《环境影响评价技术导则声环境》（HJ2.4-2021）中点声源噪声衰减模式，估算距离声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中： $L_p(r)$ ——距声源 r 处的噪声值，dB(A)；

$L_p(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的声级，dB(A)；

r ——预测点距离声源的距离，m；

r_0 ——参考位置距离声源的距离，m。

不同施工设备不同距离处的噪声预测结果和噪声达标距离见表 6.8-1，昼间单台施工机械的辐射噪声在距施工场地 100 米外可达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中的相应标准限值（打桩船除外），夜间 500 米外基本可达到标准限值（打桩船除外）。但在施工现场，往往是多种施工机械共同作业，因此施工现场噪声是各种不同施工机械辐射噪声以及进出施工现场的各种船舶辐射噪声共同作用的结果，其噪声达标距离要超过昼间 100 米、夜间 500 米的范围。

表 6.8-1 主要施工设备不同距离处的噪声级 单位：dB (A)

距离 (m) 施工设备名称	5	10	20	40	50	60	80	100
混凝土输送泵	90	84	78.0	71.9	70.0	68.4	65.9	64.0
挖泥船	95.0	89.0	83.0	76.9	75.0	73.4	70.9	69.0
打桩船	95.0	89.0	83.0	76.9	75.0	73.4	70.9	69.0
起重船	82.0	76.0	70.0	63.9	62.0	60.4	57.9	56.0
运输船	80.0	74.0	68.0	61.9	60.0	58.4	55.9	54.0
距离 (m) 施工设备名称	150	200	500	1000	2000	3000	昼间达标距离 (m)	夜间达标距离 (m)
混凝土输送泵	60.5	58.0	50.0	44.0	38.0	34.4	50	281
挖泥船	65.5	63.0	55.0	-	-	-	89	500
打桩船	65.5	63.0	55.0	-	-	-	89	500
起重船	52.5	50.0	42.0	-	-	-	20	112
运输船	50.5	48.0	40.0	-	-	-	16	89

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，评价范围内无声环境敏感目标。随着码头工程的竣工，施工噪声的影响将随之消失。因此，本工程施工期噪声排放对周围环境影响较小。

6.8.2 运营期噪声环境影响预测与评价

本工程运营期噪声主要来源为输送泵、装船泵的运行噪声和船舶鸣号产生的交通噪声等。一般情况下，船舶停靠后不鸣笛，因此船舶噪声的影响较小。本工程主要噪声设备见表 4.6-6。

6.8.2.1 预测模式

(1) 预测模式

本工程高噪声设备均位于室外，根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2021)，采用噪声数学模式进行预测，预测模式如下：

①室外点声源在预测点产生的声级计算公式

A、已知声源倍频带声功率级时，预测点位置的倍频带声压级 $L_p(r)$ 计算公式为：

$$L_p(r) = L_w + D_c - A$$

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

式中： L_w ——声源的倍频带声功率级，dB；

D_c ——指向性校正，dB；对辐射到自由空间的全向点声源 $D_c=0$ dB；

A ——倍频带衰减，dB；

A_{div} ——几何发散引起的倍频带衰减，dB；

A_{atm} ——大气吸收引起的倍频带衰减，dB；

A_{gr} ——地面效应引起的倍频带衰减，dB；

A_{bar} ——声屏障引起的倍频带衰减，dB；

A_{misc} ——其它多方面效应引起的倍频带衰减，dB。

B、已知靠近声源处某点的倍频带声压级 $L_p(r_0)$ 时，预测点位置的倍频带声压级 $L_p(r)$ 计算公式为：

$$L_p(r) = L_p(r_0) - A \text{ 或 } L_p(r) = L_w - A - 8$$

预测点的 A 声级 $L_A(r)$ ，可用 8 个倍频带的声压级按如下公式计算：

$$L_A(r) = 10 \lg \left[\sum_{i=1}^8 10^{0.1(L_{pi}(r) - \Delta L_i)} \right]$$

式中： $L_{pi}(r)$ ——预测点 r 处，第 i 倍频带声压级，dB；

ΔL_i ——i 倍频带 A 计权网络修正值，dB。

C、在只能获得 A 声功率级或某点的 A 声级时，可做如下近似计算：

$$L_A(r) = L_{Aw} + D_c - A \text{ 或: } L_A(r) = L_A(r_0) - A$$

A 可选择对 A 声级影响最大的倍频带计算, 一般可选中心频率为 500Hz 的倍频带做估算。

②噪声预测值计算

本工程各类设备可视为点源噪声采用点声源衰减模式预测, 计算模式如下:

点声源的几何发散衰减为: $A_{div} = 20 \lg(r/r_0)$; 其它各种因素(包括声屏障、遮挡物、空气吸收、地面效应)引起的衰减计算可详见导则。

建设项目声源对预测点产生的贡献值(L_{eqg})为:

$$L_{eqg} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^n t_i 10^{0.1 L_{Ai}} + \sum_{j=1}^m t_j 10^{0.1 L_{Aj}} \right) \right]$$

式中: t_j ——在 T 时间内 j 声源工作时间, s;

t_i ——在 T 时间内 i 声源工作时间, s;

T——用于计算等效声级的时间, s;

N——室外声源个数;

M——等效室外声源个数。

声源对预测点等效声级为:

$$L_{eq} = 10 \lg (10^{0.1 L_{eqg}} + 10^{0.1 L_{eqb}})$$

式中: L_{eqg} ——建设项目声源在预测点的等效声级贡献值, dB(A);

L_{eqb} ——预测点的背景值, dB(A)。

6.8.2.2 预测结果与评价

本次评价采用上述预测模式计算各预测点处噪声值, 计算结果见表 6.8-2。

表 6.8-2 项目环境噪声预测结果 单位: dB(A)

点位	贡献值	标准值		评价结果
		昼间	夜间	
2#泊位停泊水域前沿	47.23	65	55	达标
2#泊位工作平台	37.31			达标
拟建联系桥西侧	32.04			达标
拟建联系桥东侧	32.60			达标

根据预测结果可知, 本工程各预测点处昼、夜间噪声贡献值均达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 3 类功能区标准要求。因此, 项目排放的噪声对周围声环境影响不明显。

根据上述结果统计, 本项目声环境影响评价自查表如下:

表 6.8-3 声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级 与范围	评价等级	一级 ☐ 二级 ☐ 三级 ☒					
	评价范围	200m ☒ 大于 200m ☐ 小于 200m ☐					
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
评价标准	评价标准	国家标准 ☒ 地方标准 ☐ 国外标准 ☐					
现状评价	环境功能区	0 类区 ☐	1 类区 ☐	2 类区 ☐	3 类区 ☒	4a 类区 ☐	4b 类区 ☐
	评价年度	初期 ☐		近期 ☐		中期 ☐ 远期 ☒	
	现状调查方法	现场实测法 ☒ 现场实测加模型计算法 ☐ 收集资料法 ☐					
	现状评价	达标百分比				100%	
噪声源调 查	噪声源调查方 法	现场实测 ☐ 已有资料 ☐ 研究成果 ☒					
声环境影 响预测与 评价	预测模型	导则推荐模型 ☒ 其他 ☐					
	预测范围	200m ☒ 大于 200m ☐ 小于 200m ☐					
	预测因子	等效连续 A 声级 ☒ 最大 A 声级 ☐ 计权等效连续感觉噪声级 ☐					
	厂界噪声贡献 值	达标 ☒ 不达标 ☐					
	声环境保护目 标处噪声值	达标 ☐ 不达标 ☐					
环境监测 计划	排放监测	厂界监测 ☒ 固定位置监测 ☒ 自动监测 ☐ 手动监测 ☒ 无监测 ☐					
	声环境保护目 标处噪声监测	监测因子：（/）		监测点位数（）		无监测 ☐	
评价结论	环境影响	可行 ☒ 不可行 ☐					

注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项。

6.9 固体废物环境影响预测与评价

6.9.1 施工期固体废物影响分析

本工程施工期产生固体废物主要为施工船舶生活垃圾、疏浚土方、灌注桩废泥浆。

本工程属于近岸施工，施工船舶生活垃圾分类收集后上岸委托环卫部门统一处理，对周围环境影响较小。

施工期码头工程灌注桩施工过程正常工况下不会出现漏浆现象，但若施工单位在施工过程中操作不当，质量把控较差的情况下，可能出现漏浆现象。若发现漏浆，施工单位应及时采取措施，将废泥浆收集上岸，通过改善泥浆性能后回用，不排海。

本工程港池疏浚量为 96 万 m³，通过泥驳外抛至南通吕四作业区 10 万吨级进港航道工程临时性海洋倾倒区 2#倾倒区。

综上，本工程施工期产生的固废均可妥善处置，对周围环境影响较小。

6.9.2 运营期固体废物影响分析

本工程运营期产生的固体废物包括含油抹布、船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、维护性疏浚土。按“减量化、资源化、无害化”的处置原则，落实各类固体废物特别是危险废物的收集、处置和综合利用。

本项目固体废物利用处置方案见表 6.9-1。

表 6.9-1 本项目固（液）体废物利用处置情况一览表

序号	固废名称	属性	产生工序	形态	废物代码	产生量 (t/a)	处理或处置方式
1	含油抹布	危险废物	设备机修	固态	900-041-49	0.5	混入生活垃圾，环卫部门统一清运
2	船舶生活垃圾	生活垃圾	船员生活	固态	99	2.82	环卫部门统一清运
3	陆域生活垃圾		职工办公	固态	99	15.75	
4	维护性疏浚土方	一般固废	维护性疏浚	半固态	50-70 万 m ³		运至生态环境部门指定的抛泥区或倾倒区

本工程运营期产生的一般固体废物主要是船舶生活垃圾、陆域生活垃圾和维护性疏浚土方。其中，来自疫情地区的船舶垃圾由具有相应资质的卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理。非疫区船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后由环卫部门统一处理。本工程在码头区域设置垃圾收集桶，各类生活垃圾分类收集后由环卫部门清运。产生的生活垃圾如不及时清运处理，则会腐烂变质、滋生蚊虫苍蝇，产生恶臭，传染疾病，从而对周围环境和作业人员的健康带来不利影响。因此应及时清运并进行处置。维护性疏浚土运至生态环境部门指定的抛泥区或倾倒区，外抛前应取得国家海洋行政主管部门许可、完善外抛手续、取得相关许可证。

本工程产生的危险废物主要为含油抹布，根据《国家危险废物名录（2021 年）》危险废物豁免管理清单，含油抹布未分类收集，全过程不按危险废物管理。因此，本项目设备机修产生的含油抹布混入生活垃圾后由环卫部门清运。

综上所述，本工程运营期产生的废物均可妥善处置、不产生二次污染，并且通过强化废物产生、收集、贮运各环节的管理，因此，本工程运营期固体废物对外环境影响较小。

6.10 环境风险评价

根据“2.4.1.8 环境风险评价等级”章节可知，本工程大气环境、地表水环境的风险潜势分别为Ⅲ级、Ⅲ级，评价等级分别为二级、二级。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，大气环境风险预测二级评价需选取最不利气象条件，

选择适用的数值方法进行分析预测，给出风险事故情形下危险物质释放可能造成的大气环境影响范围与程度；地表水环境风险预测二级评价应选择适用的数值方法预测地表水环境风险，给出风险事故情形下可能造成的影响范围与程度。

6.10.1 地表水环境风险预测与评价

根据风险事故情形设定，本工程地表水环境风险主要为进出港船舶发生碰撞事故导致船用燃料油泄漏对海洋环境的影响。

6.10.1.1 预测模型

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本报告采用在国际上得到广泛应用的油粒子模型对溢油事故影响进行预测与分析。油粒子模型是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的云团。

溢油计算是在水动力的基础上，基于欧拉-拉格朗日理论对各个时刻的油粒子属性的变化进行计算，在计算过程中考虑输移过程和风化过程。油粒子的输移包括扩展、漂移、扩散等过程，这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

(1) 扩展运动

采用修正的 Fay 理论基础上的重力-粘力公式计算油膜扩展：

$$\left[\frac{dA_{oil}}{dt} \right] = K_a^{\frac{1}{3}} \cdot \left[\frac{V_{oil}}{A_{oil}} \right]^{\frac{4}{3}}$$

式中 A_{oil} 为油膜面积， $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ ； R_{oil} 为油膜半径； K_a 为系数（率定为 0.5）； t 为时间；油膜体积为 $V_{oil} = R_{oil}^2 \cdot \pi \cdot h_s$ ， h_s 为油膜初始厚度。

(2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算：

$$U_{tot} = c_w(z) \cdot U_w + U_s$$

式中： U_w 为水面上的风； U_s 为表面流速； c_w 为风应力系数。流场数据由二维水动力模型计算获取。

(3) 风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组分发生改变，但其水平位置没有发生变化。

①蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定在油膜内部扩散不受限制（气温高于 0 度以及油膜厚度低于 10cm 时基本如此），油膜完全混合，油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。蒸发率可由下式表示：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot \frac{P_i^{SAT}}{RT} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X$$

式中： N^e 为蒸发率； k_e 为物质输移系数； P^{sat} 为蒸汽压； R 为气体常数； T 为温度； M 为分子量； ρ 为油组分密度； X 为摩尔系数； i 代表各种油组分。 k_{ei} 由 $k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc^{-\frac{2}{3}} \cdot U_w^{0.78}$ 计算， k 为蒸发系数（通过率定设置为 0.029）； Sc_i 为组分 i 的蒸汽 Schmidt 数。

②溶解

油在水中的溶解率用下式计算：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = K_{si} \cdot C_i^{SAT} \cdot X_{mol_i} \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot A_{oil}$$

式中 V_{oil} 为油膜体积； C_i^{SAT} 为组分 i 的溶解度； X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数； M_i 为组分 i 的摩尔质量； K_{si} 为溶解转质系数（ $K_{si} = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i = 2.36$ ）。

③乳化

乳化是一种液体以微小液滴均匀地分散在互不相溶的另一种液体中的作用。油向水体中的运动包括扩散、溶解和沉淀等。从油膜扩散到水体中的油分损失量 D 为：

$$D = D_a \cdot D_b$$

$$D_a = \frac{0.11(1 + U_w)^2}{3600}$$

$$D_b = \frac{1}{1 + 50\mu_{oil}h_sT\gamma_{ow}}$$

式中： D_a 是进入到水体的分量； D_b 是进入到水体后没有返回的分量； U_w 为风速； μ_{oil} 为油粘度， h_s 为油膜厚度， γ_{ow} 为油-水的界面张力。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\begin{aligned} \frac{dy_w}{dt} &= R_1 - R_2 \\ R_1 &= k_1 \frac{(1 + U_w)^2}{\mu_{oil}} (y_w^{\max} - y_w) \\ R_2 &= k_2 \frac{1}{A_s \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w \end{aligned}$$

式中： y_w 为实际含水率； R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释出速率； A_s 为油中沥青含量； Wax 为油中石蜡含量； K_1 和 K_2 分别为吸收系数和释放系数。

6.10.1.2 预测条件

1、溢油事故情形

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）中典型水上溢油事故情形模拟参数，给出本次溢油事故工况组合，具体见表 6.10-1。主要考虑工程所在海域常风以及对敏感目标最不利的风向作为溢油预测风向。

本次评价主要考虑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。因此，从保守度考虑，具体计算工况组合见下表。

表 6.10-1 溢油事故工况组合表

工况	溢油位置	典型风向	风速	潮型
1	港池	不利风向/NW	12.3m/s	涨潮
2				落潮
3		夏季/ESE	6.9 m/s	涨潮
4				落潮
5		冬季/N	8.1m/s	涨潮
6				落潮
7	航道	不利风向/NW	12.3m/s	涨潮
8				落潮
9		夏季/ESE	6.9m/s	涨潮
10				落潮
11		冬季/N	8.1m/s	涨潮
12				落潮

2、溢油事故源强

本工程进出港 LNG 船舶以天然气作为船舶动力燃料，但船舶中仍储存一定的燃

油作为备用动力燃料，因此，本工程码头附近及主航道附近仍可能存在船舶碰撞溢油事故风险。

本工程施工期及运营期均存在船舶碰撞溢油事故风险，施工期船舶吨位较小，因此本次评价按照运营期最大设计船型进行考虑，取其最大单仓漏油量作为本工程的溢油源强。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）附录 C.5，采用外推法计算，18.5 万 m³ LNG 船舶（LNG 密度为 0.45，折算成载重吨位即为 83250 吨船舶）的燃油舱单舱燃油量为 2063t。

一旦发生船舶相撞导致漏油现象，建设单位会立即启动应急程序，对燃料油进行围堵、蘸、吸，并通知相关部门应急救援，但仍有一部分油会泄漏，泄漏的石油类首先用接油盆、吸油垫、草垫沙子、捞油兜等收油物品阻止或减少溢料入海，然后再经二道围油栏拦截回收。经上述处理后，约有 30%单舱燃料量泄漏入海洋，约 620 吨。故，本次评价溢油源强取为 620t。

3、溢油位置

施工期间船舶溢油事故主要发生在码头及港池水域，运营期溢油事故主要发生在航行船舶频繁的航道水域及港池水域，但施工船舶吨位远小于运营期船舶吨位。因此，本次评价考虑运营期的运营船舶在航道及港池水域均可能发生事故溢油。同时，假设油品泄漏发在码头前沿港池水域以及航道水域，以此作为溢油发生点对整个溢油过程进行分析预测，具体见下图。

本次溢油事故发生位置见图 6.10-1，图中红色点为溢油点。

6.10.1.3 预测结果

为详细反映船舶溢油事故发生后，油膜随涨、落潮流输移的路径及其影响范围，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。具体如图 5.10-2~5.10-7 及表 5.10-2 所示。

表 6.10-2a 不同工况条件下港池附近船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

溢油后时间(h)	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6
	不利风向/NW		夏季主导风/ESE		冬季主导风/N	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.6	0.4
12	0.7	0.4	3.1	0.5	0.7	0.5
24	1.4	0.9	4.4	0.9	1.1	0.9
72	3.0	3.1	10.7	8.3	2.4	1.7

扫海面积(km ²)	76.0	119.3	212.8	148.2	82.9	51.6
溢油后油膜抵达养殖区时间(h)	/	/	27.0	60.0	11.5	12.0
溢油后油膜抵达海洋生态红线区时间(h)	11.0	1.5	18.0	1.5	11.0	1.5

注：“/”表示溢油后 72 小时油膜未抵达敏感目标。

表 6.10-2b 不同工况条件下航道附近船舶溢油后 72 小时内油膜的扫海范围

溢油后时间(h)	工况 7	工况 8	工况 9	工况 10	工况 11	工况 12
	不利风向/NW		夏季主导风/ESE		冬季主导风/N	
	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
6	0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.4
12	0.9	0.4	1.0	0.5	0.7	0.5
24	1.5	0.8	1.6	0.7	1.2	0.7
72	3.1	3.0	8.5	14.1	1.4	1.1
扫海面积(km ²)	78.3	124.6	152.0	150.9	82.0	52.0
溢油后油膜抵达养殖区时间(h)	/	/	18.5	60.0	12.0	/
溢油后油膜抵达海洋生态红线区时间(h)	11.0	1.0	18.5	1.5	11.0	1.0

注：“/”表示溢油后 72 小时油膜未抵达敏感目标。

结合图表可以看出，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，油膜首先向偏西北方向运动，转流之后，受落潮流影响，油膜逐渐向偏东南方向运动，油膜漂移的范围主要位于潮汐通道内，并且，在风作用下，油膜覆盖的范围有逐渐增大并向东南部外海扩散的趋势。溢油发生后 11.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 72 小时，油膜未抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 76.0km²。

工况 2 条件下，溢油发生在落潮时刻，在落潮流作用下，油膜首先向偏东南方向运动，转流之后，受涨潮流影响，油膜逐渐向偏西北方向运动，但在风作用下，油膜难以深入通州湾内部，油膜覆盖的范围有逐渐增大并向东南部外海扩散的趋势。溢油发生后 1.5 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 72 小时，油膜未抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 119.3km²。

工况 3 条件下，由于溢油发生在涨潮时刻，在涨潮流作用下，油膜先向偏西北向运动，转流之后，油膜逐渐向偏东南运动，在风作用下，油膜有向通州湾外北部扩散趋势。溢油发生后 18.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 27.0 小时，油膜抵达养殖区。溢油发生后 72 小时，油膜扫海面积达 212.8km^2 。

工况 4 条件下，溢油发生在落潮时刻，在落潮流作用下，油膜首先向偏东南方向运动，转流之后，受涨潮流影响，油膜逐渐向偏西北方向运动，但在风作用下，油膜有进入通州湾的趋势。溢油发生后 1.5 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 60 小时，油膜抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 148.2km^2 。

工况 5 条件下，由于溢油发生在涨潮时刻，因而，在涨潮流作用下，油膜首先向偏西北方向运动，转流之后，受落潮流影响，油膜逐渐向偏东南方向运动，不过在风作用下，油膜有向南岸登陆的趋势。溢油发生后 11.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 11.5 小时，油膜抵达养殖区。溢油后 72 小时，油膜扫海面积达 82.9km^2 。

工况 6 条件下，溢油发生在落潮时刻，在落潮流作用下，油膜首先向偏东南方向运动，转流之后，受涨潮流影响，油膜逐渐向偏西北方向运动，但在风作用下，油膜同样有向南岸登陆趋势。溢油发生后 1.5 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 12.0 小时，油膜抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 51.6km^2 。

工况 7 条件下，溢油发生后 11.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 72.0 小时，油膜未抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 78.3km^2 。

工况 8 条件下，溢油发生后 1.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 72.0 小时，油膜未抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 124.6km^2 。

工况 9 条件下，溢油发生后 18.5 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 18.5 小时，油膜抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 152.0km^2 。

工况 10 条件下，溢油发生后 1.5 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 60.0 小时，油膜抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 150.9km^2 。

工况 11 条件下，溢油发生后 11.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 12.0 小时，油膜抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 82.0km^2 。

工况 12 条件下，溢油发生后 1.0 小时，油膜抵达海洋生态红线区，溢油发生后 72.0 小时，油膜未抵达养殖区。溢油后 72 小时油膜扫海面积达 52.0km^2 。

综上，一旦发生溢油事故，将对工程周边海域生态环境造成影响。本工程应落

实各项溢油事故风险防范措施，制定应急预案，杜绝溢油事故发生。如发生溢油事故，应立即采取应急措施投放围油栏，将溢油事故污染控制在围油栏所包围海域，用收油机、油拖网、吸油毡等对其回收。通过采取应急措施，可将溢油事故影响降到最低，风险可控。

6.10.1.4 事故后果分析

（1）溢油对海洋浮游生物的影响

浮游生物是最容易受污染的海洋初级生物，一方面它们对油类的毒性特别敏感，即使在溢油浓度很低的情况下它们也会被污染；另一方面浮游生物与水体是连成一体，海面浮油会被浮游生物大量吸收，并且它们又不可能像海洋动物那样避开污染区。另外，海面油膜对阳光的遮蔽作用影响着浮游植物的光合作用，会使其腐败变质。变质的浮游植物以及细胞中进入碳氢化合物的藻类都会危及以浮游生物为食的海洋生物的生存。一旦浮游生物受到污染，其它较高级的海洋生物也会由于可捕食物的污染而受到威胁。如果在溢油海域喷洒溢油分散剂，并且该水域的交换能力差，那么，被分散的油对海洋生物的危害将更为严重。

（2）对底栖生物的影响

底栖生物是栖于海洋基底表面或沉积物中的生物，这类生物自潮间带到水深万米以上的大洋超深渊带（深海沟底部）都有生存，是海洋生物中种类最多的一个生态类型。虽然溢油事故产生的油膜不易对海洋底部的生物造成影响，但由于油膜可漂移到岸边，从这个角度分析，漂移到岸滩的油膜会污染沙滩及水质造成潮间带大片区域的污染，因此也会对在一定程度上对潮间带的底栖生物造成伤害，这种影响只能通过岸滩修复等后期补偿措施才能得到解决。

（3）溢油对渔业的危害

溢油对鱼类的影响是多方面的，首先会引起鱼类摄食方式、洄游路线、种群繁殖的改变或个体失衡。在鱼类的不同发育阶段其影响程度也不相同，其中对早期发育阶段的鱼类危害最大。油污染对早期发育鱼类的毒性效应，主要表现在滞缓胚胎发育，影响孵化，降低生理功能，导致畸变死亡。燃料油中可溶性芳香烃的麻醉作用导致鱼类胚胎活力减弱，代谢低下，当胚胎发育到破膜时，由于能量不足引起初孵仔鱼体形畸变。此外，溢油漂移期间，渔区和捕捞作业会受到很大的影响。成龄鱼类为回避油污而逃离渔场，渔场遭到破坏导致渔获减少；捕获的鱼类也可因沾染油污而降低市场价值。

（4）对其它海洋生物的影响

对于哺乳动物类、鸟类等这样大型的海洋脊椎动物，它们虽能逃离污染区，但是如果是在生殖季节，油类污染了正在栖息生殖的海滩，他们将极易受到伤害，它们的幼体有被窒息的危险，溢油还会污染它们的皮毛，甚至眼睛、鼻孔和嘴，造成不同程度的伤害，威胁其生命。

（5）溢油对水质及底质环境的影响分析

受溢油影响的水域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响海—气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

（6）溢油对水产业的危害

养鱼场网箱里的鱼因不会逃离，受溢油污染后将不能食用。近岸养殖的扇贝、海带等也是如此。另外，用于养殖的网箱受油污染后很难清洁，只有更换才能彻底消除污染，这样的费用是十分昂贵的。

（7）溢油对码头、工业的危害

码头对溢油也是非常敏感的，通常情况下需要对港区水域进行清理，这势必会影响到船舶的进出港。要对被污染的游艇和船舶采取清洁措施，这种操作的费用也是较高的。如果岸线设有工厂取水口，那么溢油就会进入工厂设备系统，造成设备的毁坏，甚至造成一个工厂的关闭，造成经济损失。

溢油事故发生时，应立即采取应急措施保护这些资源。由于溢油对不同岸线的影响是不同的，因此它们对溢油的敏感性也不同。溢油事故发生时，要根据各类岸线对溢油的敏感程度排列优先保护次序，以供决策者确定应急对策。溢油对环境的危害程度还与环境自身的特征有关。溢油发生地点是否是敏感区，溢油发生的季节是否是鱼类产卵期、收获期，不同的海况等，都影响溢油的危害程度。相同规模的溢油事故，发生在开阔水域要比发生在封闭水域的危害程度低；发生在海洋生物生长期要比发生在其产卵繁殖期的危害低。

6.10.2 大气环境风险预测与评价

根据风险事故情形设定，本工程大气环境风险主要为码头至后方分销转运站管

线内 LNG 泄漏以及泄漏后遇明火发生火灾事故产生伴生/次生污染物 CO。

6.10.2.1 LNG 泄漏后甲烷大气环境风险预测

(1) 预测模型

LNG 是液化天然气，主要成分为甲烷。一旦 LNG 发生泄漏，通过吸收环境中的热量形成气体，气体随着空气的流动就那些上升和扩散。采用《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018) 推荐的 AFTOX 模型开展甲烷泄漏的预测。

(2) 预测参数

结合源项分析，本次预测参数建表 6.10-1。

表 6.10-1 大气风险预测模型主要参数表（甲烷）

参数类型	选项	参数
基本情况	事故源经度/(°)	121.77576
	事故源纬度/(°)	32.07046
气象参数	气象条件类型	最不利气象
	风速 (m/s)	1.5
	环境温度/(°C)	25
	相对湿度/%	50
	稳定度	F
	地表粗糙度/m	0.03
其他数	是否考虑地形	否
	地形数据精度/m	/

(3) 预测结果

最不利气象条件下，本项目 LNG 泄漏后甲烷污染物在下风向不同距离处的高峰浓度见表 6.10-1 和图 6.10-1，最大影响范围见图 6.10-2。

表 10-1 甲烷下风向不同距离处的高峰浓度

距离 (m)	浓度出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
10	0.11	6.17×10^6
60	0.67	4.43×10^5
110	1.22	2.11×10^5
160	1.78	1.30×10^5
210	2.33	8.88×10^4
260	2.89	6.48×10^4
310	3.44	4.96×10^4
360	4.00	3.93×10^4
410	4.56	3.20×10^4
460	5.11	2.67×10^4
510	5.67	2.26×10^4
560	6.22	1.94×10^4
610	6.78	1.69×10^4
660	7.33	1.49×10^4
710	7.89	1.32×10^4
760	8.44	1.18×10^4

810	9.00	1.06×10^4
860	9.56	9.64×10^3
910	10.11	8.79×10^3
960	10.67	8.04×10^3
1010	11.22	7.40×10^3
1060	11.78	6.83×10^3
1110	12.33	6.33×10^3
1160	12.89	5.88×10^3
1210	13.44	5.48×10^3
1260	14.00	5.13×10^3
1310	14.56	4.80×10^3
1360	15.11	4.51×10^3
1410	15.67	4.23×10^3
1460	16.22	4.03×10^3
1510	16.78	3.86×10^3
1560	17.33	3.70×10^3
1610	17.89	3.54×10^3
1660	18.44	3.40×10^3
1710	19.00	3.27×10^3
1760	19.56	3.15×10^3
1810	20.11	3.03×10^3
1860	20.67	2.93×10^3
1910	21.22	2.82×10^3
1960	21.78	2.73×10^3
2010	22.33	2.64×10^3
2060	22.89	2.55×10^3
2110	23.44	2.47×10^3
2160	24.00	2.40×10^3
2210	24.56	2.33×10^3
2260	25.11	2.26×10^3
2310	25.67	2.19×10^3
2360	26.22	2.13×10^3
2410	26.78	2.07×10^3
2460	27.33	2.02×10^3
2510	27.89	1.96×10^3
2560	28.44	1.91×10^3
2610	29.00	1.87×10^3
2660	29.56	1.82×10^3
2710	310.11	1.77×10^3
2760	30.67	1.73×10^3
2810	31.22	1.69×10^3
2860	31.78	1.65×10^3
2910	32.33	1.61×10^3
2960	32.89	1.58×10^3
3010	33.44	1.54×10^3
3060	34.00	1.51×10^3
3110	34.56	1.48×10^3
3160	35.11	1.45×10^3
3210	35.67	1.42×10^3

3260	36.22	1.39×10^3
3310	36.78	1.36×10^3
3360	37.33	1.33×10^3
3410	37.89	1.31×10^3
3460	38.44	1.28×10^3
3510	39.00	1.26×10^3
3560	39.56	1.23×10^3
3610	40.11	1.21×10^3
3660	40.67	1.19×10^3
3710	41.22	1.17×10^3
3760	41.78	1.15×10^3
3810	42.33	1.13×10^3
3860	42.89	1.11×10^3
3910	43.44	1.09×10^3
3960	44.00	1.07×10^3
4010	44.56	1.05×10^3
4060	45.11	1.04×10^3
4110	45.67	1.02×10^3
4160	46.22	1.00×10^3
4210	46.78	9.86×10^2
4260	47.33	9.71×10^2
4310	47.89	9.56×10^2
4360	48.44	9.41×10^2
4410	49.00	9.27×10^2
4460	49.56	9.13×10^2
4510	50.11	9.00×10^2
4560	50.67	8.87×10^2
4610	51.22	8.74×10^2
4660	51.78	8.62×10^2
4710	52.33	8.49×10^2
4760	52.89	8.37×10^2
4810	53.45	8.26×10^2
4860	54.00	8.15×10^2
4910	54.56	8.03×10^2
4960	55.11	7.93×10^2

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 H, 选择大气毒性终点浓度值作为预测评价标准, 甲烷的大气毒性终点浓度-1、大气毒性终点浓度-2 分别为 $26000\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $15000\text{mg}/\text{m}^3$ 。根据预测结果可知, 在最不利气象条件下, LNG 泄漏后甲烷到达毒性终点浓度-1 的最远影响距离为 140m、到达毒性终点浓度-2 的最远影响距离为 70m。项目周边 5km 不存在大气环境关心点, 因此不开展关心点概率分析。

6.10.2.2 火灾/爆炸次伴生污染大气环境风险预测

(1) 预测模型

采用《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)推荐的 AFTOX 模型开展 CO 预测。

(2) 预测参数

结合源项分析,本次预测参数建表 6.10-1。

表 6.10-1 大气风险预测模型主要参数表 (CO)

参数类型	选项	参数
基本情况	事故源经度/(°)	121.77576
	事故源纬度/(°)	32.07046
	事故源类型	火灾/爆炸次伴生污染 CO 排放
气象参数	气象条件类型	最不利气象
	风速 (m/s)	1.5
	环境温度/(°C)	25
	相对湿度/%	50
	稳定度	F
其他数	地表粗糙度/m	0.03
	是否考虑地形	否
	地形数据精度/m	/

(3) 预测结果

最不利气象条件下,本项目火灾爆炸事故次生的 CO 污染物在下风向不同距离处的高峰浓度见表 6.10-1 和图 6.10-1,最大影响范围见图 6.10-2。

表 10-1 CO 下风向不同距离处的高峰浓度

距离 (m)	浓度出现时间 (min)	高峰浓度 (mg/m ³)
10	0.11	5.39×10^5
60	0.67	3.87×10^4
110	1.22	1.85×10^4
160	1.78	1.14×10^4
210	2.33	7.76×10^3
260	2.89	5.66×10^3
310	3.44	4.33×10^3
360	4.00	3.44×10^3
410	4.56	2.80×10^3
460	5.11	2.33×10^3
510	5.67	1.98×10^3
560	6.22	1.70×10^3
610	6.78	1.48×10^3
660	7.33	1.30×10^3
710	7.89	1.15×10^3
760	8.44	1.03×10^3
810	9.00	9.30×10^2
860	9.56	8.42×10^2
910	10.11	7.67×10^2
960	10.67	7.03×10^2
1010	11.22	6.46×10^2

1060	11.78	5.97×10^2
1110	12.33	5.53×10^2
1160	12.89	5.14×10^2
1210	13.44	4.79×10^2
1260	14.00	4.48×10^2
1310	14.56	4.20×10^2
1360	15.11	3.94×10^2
1410	15.67	3.69×10^2
1460	16.22	3.53×10^2
1510	16.78	3.37×10^2
1560	17.33	3.23×10^2
1610	17.89	3.10×10^2
1660	18.44	2.97×10^2
1710	19.00	2.86×10^2
1760	19.56	2.75×10^2
1810	20.11	2.65×10^2
1860	20.67	2.56×10^2
1910	21.22	2.47×10^2
1960	21.78	2.38×10^2
2010	22.33	2.31×10^2
2060	22.89	2.23×10^2
2110	23.44	2.16×10^2
2160	24.00	2.10×10^2
2210	24.56	2.03×10^2
2260	25.11	1.97×10^2
2310	25.67	1.92×10^2
2360	26.22	1.86×10^2
2410	26.78	1.81×10^2
2460	27.33	1.76×10^2
2510	27.89	1.72×10^2
2560	28.44	1.67×10^2
2610	29.00	1.63×10^2
2660	29.56	1.59×10^2
2710	30.11	1.55×10^2
2760	30.67	1.51×10^2
2810	31.22	1.48×10^2
2860	31.78	1.44×10^2
2910	32.33	1.41×10^2
2960	32.89	1.38×10^2
3010	33.44	1.35×10^2
3060	34.00	1.32×10^2
3110	34.56	1.29×10^2
3160	35.11	1.26×10^2
3210	35.67	1.24×10^2
3260	36.22	1.21×10^2
3310	36.78	1.19×10^2
3360	37.33	1.16×10^2
3410	37.89	1.14×10^2
3460	38.44	1.12×10^2

3510	39.00	1.10×10^2
3560	39.56	1.08×10^2
3610	40.11	1.06×10^2
3660	40.67	1.04×10^2
3710	41.22	1.02×10^2
3760	41.78	1.00×10^2
3810	42.33	98.47
3860	42.89	96.77
3910	43.44	95.12
3960	44.00	93.53
4010	44.56	91.97
4060	45.11	90.45
4110	45.67	89.00
4160	46.22	87.58
4210	46.78	86.20
4260	47.33	84.85
4310	47.89	83.54
4360	48.44	82.26
4410	49.00	81.02
4460	49.56	79.81
4510	50.11	78.64
4560	50.67	77.49
4610	51.22	76.37
4660	51.78	75.28
4710	52.33	74.21
4760	52.89	73.18
4810	53.45	72.63
4860	54.00	71.17
4910	54.56	70.21
4960	55.11	69.27

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 H, 选择大气毒性终点浓度值作为预测评价标准, CO 的大气毒性终点浓度-1、大气毒性终点浓度-2 分别为 $380\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $95\text{mg}/\text{m}^3$ 。根据预测结果可知, 在最不利气象条件下, 发生火灾或爆炸事故后, CO 到达毒性终点浓度-1 的最远影响距离为 3.91km、到达毒性终点浓度-2 的最远影响距离为 1.95km。项目周边 5km 不存在大气环境关心点, 因此不开展关心点概率分析。

6.10.3 自然灾害风险事故分析

项目所在地可能对工程直接造成的不利影响主要为海洋灾害, 包括台风和风暴潮等。

施工期间, 风暴潮、台风、大浪等灾害性天气会影响施工船舶的安全, 可造成未完工的建(构)筑物损毁、倒塌, 还可能造成施工船舶发生碰撞、翻船而导致溢油事故发生, 将给海洋生态环境带来危害。

工程运营期若遭遇台风、风暴潮、大浪等自然灾害, 可能会冲击工程构筑物, 损毁水工构筑物。另外, 工程建成后, 桩基受潮流动力影响, 局部会出现冲刷, 部

分桩基局部可能受到的冲刷幅度较大，如设计的桩基埋深不足，或不采取桩基防冲刷保护的工程措施，可能会引起工程联系桥、人行桥等处的桩基失稳，并致使工程倒塌。

6.10.4 通航安全风险事故分析

本工程施工期间，将投入打桩船、方驳、混凝土搅拌船、交通船、各类辅助作业船等船舶，船舶数量较多、种类较复杂。这些船舶频繁进出项目附近水域，对航道的通航安全有一定影响。

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，进出港船舶依托吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道。工程施工期和运营期会增加进出航道的船舶流量，会对吕四作业区其它码头船舶进出港航行、会让、靠离泊等产生一定的相互影响，双方航行和避让行为不当会引发水上交通事故。此外航道如遭遇大风天气，口门航道可能发生骤淤，造成通航不畅，出现通航安全风险。吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道定期开展航道维护性清淤，进行水深维护，发生骤淤碍航的风险较小。

6.10.5 分析结论

本工程运营期环境风险事故主要为进出港船舶发生碰撞导致船用燃料油泄漏对周围海水环境的影响，在各环境风险防范措施落实到位的情况下，将可大大降低建设项目的环境风险，最大程度减少对环境可能造成的危害。在落实本评价提出的各项风险防范措施后，项目对环境的风险影响可接受。

本工程环境风险简单分析内容见表 5.10-11。

表 5.10-11 建设项目环境风险简单分析内容表

工作内容		完成情况				
风险调查	危险物质	名称	LNG		燃料油	
		存在总量/t	29600		4126	
	环境敏感性	大气	500m范围内人口数 0 人		5km范围内人口数 0 人	
		地表水	地表水功能敏感性	F1□	F2□	F3V
			环境敏感目标分级	S1V	S2□	S3□
		地下水	地下水功能敏感性	G1□	G2□	G3□
			包气带防污性能	D1□	D2□	D3□
	物质及工艺系统危险性	Q值	Q<1□	1≤Q<10□	10≤Q<100V	Q>100V
		M值	M1□	M2V	M3□	M4□

		P值	P1□	P2v	P3□	P4□	
环境敏感程度	大气	E1v	E2□			E3v	
	地表水	E1v	E2v			E3□	
	地下水	E1□	E2□			E3v	
环境风险潜势		IV+□	IV□	IIIv	II□	I□	
评价等级		一级□		二级v	三级□	简单分析□	
风险识别	物质危险性	有毒有害v			易燃易爆v		
	环境风险类型	泄漏v			火灾、爆炸引发伴生/次生污染物排放v		
	影响途径	大气v			地表水v	地下水□	
事故情形分析		源强设定方法	计算法v	经验估算法□		其他估算法□	
风险预测与评价	大气	预测模型	SLAB□	AFTOXv		其他□	
		预测结果	大气毒性终点浓度-1 最大影响范围 3910m				
			大气毒性终点浓度-2 最大影响范围 1950m				
	地表水	最近环境敏感目标南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区，到达时间 1.0h					
	地下水	下游厂区边界到达时间 /d					
		最近敏感目标 /，到达时间 /d					
重点风险防范措施		①码头设置低温检测和可燃气体报警联锁，在LNG 泄露后 30s 内可切断相应切断阀，以防止LNG进一步泄漏。 ②在码头引桥、工作平台和操作平台等处设置室外消火栓、消防水炮、干粉灭火系统、高倍泡沫消防系统等消防设施。 ③在各个危险点或防火分区设有可燃气体探测器、感烟探测器、感温探测器、手动报警按钮等报警设施。 ④为了提高LNG 船舶进出港航行的安全，对LNG 船舶的位置进行实时监控，应用电子海图和DGPS 定位系统，通过无线电方式把船位传输到码头控制室和海事安全部门，动态了解船舶进出港状况，并应用电子海图和DGPS 定位系统协助引航。 ⑤配备了相应的应急物资，同时与南通亿洋船务工程有限公司签订了《防治溢油污染海洋环境应急防备和应急处置委托协议》，一旦发生溢油事故，可利用周边现有资源协助进行溢油应急处理。					
评价结论与建议		本项目涉及可燃、易燃和有毒物质，在落实风险防范措施以及应急措施的基础上，本项目风险水平可防控。 根据风险预测分析结果，泄漏的污染物在短时间内污染物排放量较大，造成地面污染物瞬时出现高浓度，会对环境产生不利影响；通过设置风险防范措施，建立风险应急预案，能够满足当前风险防范的要求，可以有效的防范风险事故的发生和处置，结合企业在运营期间不断完善的风险防范措施，工厂发生的环境风险可以控制在较低的水平，风险发生概率及危害将低于国内同类企业水平，项目的事故风险值处于可接受水平。					

6.11 项目建设对海域开发活动的影响

根据项目所在海域开发利用现状和海洋环境影响分析，分析项目用海对所在海域开发活动的影响。

(1) 项目实施引起的水动力、冲淤变化对周边用海的影响

根据预测，工程实施后，由于码头结构均为高桩墩式的透空式结构形式，同时，疏浚区域有限且疏浚水深相比固有水深也有限。因而，工程难以显著改变海域的动力场，工程海区周边的涨落潮流场基本未发生明显可见调整，并且工程海域的高潮位及低潮位也基本未发生变化，码头前沿的涨落潮流向依然以偏东南—西北向往复流为主。工程后，流速发生变化的范围基本集中在新建码头前沿水域及港池疏浚区水域，相应地，工程采用透空式结构也使得工程海域的涨落急流向基本未发生明显可见变化。工程难以对广汇能源 1#码头、西侧的大唐电厂码头、小庙洪水道的流速场产生显著可见的影响。工程建成后，受新建码头桩基础及港池东侧新疏浚区的影响，工程海域近区出现一定的泥沙回淤。其中，新建码头前沿的泥沙回淤基本在 0.17m/a 以下，且以码头面周边的局部回淤为主；港池东侧的新疏浚区的泥沙回淤基本在 0.30m/a 以下。

（2）本项目施工期对周边用海影响

施工期对海洋环境的影响主要是码头构筑物、港池等对水域的直接占用和码头构筑物施工、码头停泊水域疏浚等造成悬浮泥沙的增加。

根据预测，施工悬沙入海输移扩散范围随着泥沙浓度的增大而相应减少，疏浚产生的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的范围基本位于广汇能源码头前沿港池及东侧和西侧局部区域，高浓度悬浮物增量难以进入东北侧的航道、西侧的大唐电厂码头前沿等区域，对港池外海域也基本没有影响。

疏浚工程对水环境的影响仅在施工期内产生，当施工结束后，施工悬浮物的影响也随之消失。

（3）本项目运营期对周边用海影响

本项目运营期对水环境的影响主要包括船舶生活污水、船舶舱底油污水、陆域生活污水和码头初期雨水等。船舶舱底油污水、船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理；陆域生活污水和码头初期雨水经后方分销转运站现有的污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

综上所述，项目实施引起的水动力、冲淤变化较小，对周边海域开发建设影响较小；本工程不向周围海域直接排放污水，不会对周围水环境和环境保护目标产生不良影响，对评价范围内的海域水质无显著影响。因此，本项目建设对项目周边的渔业用海、海洋保护区用海、工业用海、港口用海等影响较小，不会影响周边海域开发建设。

7 环境保护措施及其可行性论证

7.1 建设项目污染防治措施

7.1.1 施工期污染防治措施

7.1.1.1 施工期大气污染防治措施

施工过程中产生的废气主要为混凝土搅拌船进行混凝土搅拌过程中产生的粉尘、施工机械设备废气、施工船舶废气以及防腐涂料使用时产生的有机废气等。根据《江苏省大气颗粒物污染防治管理办法》、《省生态环境厅关于印发江苏省重点行业堆场扬尘污染防治指导意见（试行）的通知》（苏环办[2021]80 号）提出如下污染防治措施：

- （1）合理安排工期，尽可能地加快施工速度，减少施工时间；
- （2）4 级或者 4 级以上大风天气应停止土方作业；。
- （3）混凝土搅拌船在混凝土搅拌过程中应当进行密闭搅拌并配备防尘除尘装置；
- （4）建议使用污染物排放少的新型施工机械，加强对施工机械的维修保养，禁止施工机械超负荷运转，减少气态污染物和颗粒物的排放；
- （5）施工单位需及时维护施工船舶，加强对维修保养，禁止施工机械超负荷运转，减少船舶废气排放；
- （9）排烟大的施工机械安装排烟装置，以减轻对大气环境污染。

7.1.1.2 施工期水污染防治措施

（1）加强管理，合理操作挖泥船，尽量减小施工产生的悬浮泥沙影响；不得随意扩大疏浚施工范围，文明施工；为了尽量减少泥沙的溢散，施工单位定期对挖泥设备进行维修保养，确保设备处于正常状态。

（2）为了减少施工活动的影响程度和范围，施工单位在施工期间应制定施工计划、安排进度，并充分注意附近海域的环境保护问题，特别对海洋特别保护区和农渔业区。

（3）施工船舶在水域内定点作业、船舶停泊均应根据施工作业场地选择合理的环保措施，杜绝发生船舶污染物污染水域的事故。施工船舶的船舶舱底油污水、船舶生活污水均由海事部门认可的污水接收船接收处理。加强对施工船舶的管理，防止船舶燃料油溢漏事故的发生。建议将本项目施工船舶污染物排放的监督管理应纳入当地海事局船舶监督管理系统。

(4) 施工尽量选择在退潮时间段进行施工作业，减少施工对水下扰动产生悬浮物。

(5) 根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发[2007]165 号)的要求，施工期船舶必须事先经海事部门对其油污水系统排放阀及与油污水管路直接相连的阀门实施铅封，禁止向水体排放油污水。

(6) 加强对施工期水环境保护措施的监控和管理，合理安排作业时间和季节，不得随意扩大疏浚范围，进一步减少水下施工对周边环境的影响。

7.1.1.3 施工期声污染防治措施

(1) 尽量选用低噪音、低振动的施工机械设备，并通过加装消音装置和隔离机器的振动部件来降低噪声。

(2) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减小因机械磨损而增加的噪声。

(3) 合理安排施工进度和时间，加强对施工场地的监督管理。对高噪音设备应采取相应的限时作业，减小施工噪声对周围环境的影响。

(4) 做好施工船舶、施工机械的调度和交通疏导工作，合理疏导进入施工区域的船舶，限制船速，禁止船舶鸣笛，以减少噪声对周围环境影响。

7.1.1.4 施工期固体废物污染防治措施

(1) 本项目为近岸施工，施工期产生的船舶生活垃圾不得随意倾倒在施工现场或直接抛入海中，应由施工船舶配备的垃圾收集装置统一收集委托环卫部门处置，严禁排海。

(2) 本工程疏浚土方拟采用耙吸式挖泥船进行开挖，全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。根据生态环境部 2021 年 3 月印发的《关于发布 2021 年全国可继续使用倾倒区和暂停使用倾倒区名录的公告》，南通吕四作业区 10 万吨级进港航道工程临时性海洋倾倒区 1#倾倒区(400 万 m^3)、2#倾倒区(900 万 m^3)可继续使用，年倾倒容量分别为 400 万 m^3 、900 万 m^3 。本工程疏浚土方量 96 万 m^3 ，因此，2#倾倒区容量可满足本工程疏浚土方量需求。

(3) 本工程码头灌注桩施工过程中若发现漏浆，施工单位应及时采取措施，将废泥浆收集上岸后，通过改善泥浆性能后回用，不得排海。

7.1.2 运营期污染防治措施

7.1.2.1 运营期大气污染防治措施

本工程为 LNG 码头建设工程，吞吐货种为 LNG（液化天然气），设计年吞吐量为 380 万吨/年。码头进出港船舶均为 LNG 船舶，出厂的 LNG 通过 LNG 槽车运往国内需求客户。根据资料调查和实地调研可知，LNG 船舶和 LNG 槽车均使用液化天然气作为动力燃料。LNG（液化天然气）属于清洁能源，同时，码头接卸采取密闭的方式，因此，正常工况下，码头作业不产生废气，LNG 卸船、装船和装车作业对周围环境影响较小。但为保证环境空气的质量，运营期仍应采取如下措施：

（1）选用性能和材质较好的管道、阀门及泵机，营运中还须重视设备管线的日常维护、管理，努力提高设备运行完好率，杜绝管线、阀门和泵机的跑、冒、滴、漏。

（2）加强设备及管线的保养、维修，使其保持正常运行。

7.1.2.2 运营期水污染防治措施

本工程运营期污水主要为船舶废水（生活污水、舱底油污水）、陆域生活污水、码头初期雨水。

本工程到港船舶废水主要为船舶生活污水和船舶舱底油污水。来自疫区的船舶污水在接收前应经过检验检疫部门的检疫，合格后方可予以接收；来自非疫区的到港船舶污水可委托海事部门认可的环保船接收处理。船舶废水的处理满足《防止船舶污染海洋公约》的要求。

本工程运营期产生的陆域生活污水、码头初期雨水经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理，根据 6.7.2 章节水污染控制和水环境影响减缓措施的有效性评价可知，经后方分销转运站污水处理系统预处理后的废水可满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中的三级标准要求、《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）表 1 中 B 级标准，尾水满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）及其修改单中一级 A 标准。

另外，本工程维护性疏浚过程采用耙吸式挖泥船进行作业，挖泥船挖泥过程搅动水体产生悬浮泥沙。本工程运营期航道维护性疏浚的作业影响与施工期疏浚作业影响基本相同，但维护性疏浚作业量和时间远小于施工期，因此其影响也大为减小。

7.1.2.3 运营期声污染防治措施

本工程吞吐货种为 LNG（液化天然气），LNG 通过运输船上的输送泵并经卸料臂分别通过支管汇集到总管后输送到后方分销转运站的 LNG 储罐中。因此，本工程运营期噪声主要来源为 LNG 船舶上的输送泵的运行噪声和船舶鸣号产生的交通噪声

等。一般情况下，船舶停靠后不鸣笛，因此船舶噪声的影响较小。本工程运营期主要噪声防治措施如下。

(1) 工艺设计中选用噪声低的泵机，日常工作中对设备、管线等做好维护工作，保持设备低噪音水平。

(2) 来往车辆应限速行驶，禁止到港车辆、船舶使用高音喇叭，尽量减少鸣笛次数，船舶进出港区应关闭机舱门。

(3) 船舶噪声主要有船舶发动机的移动噪声和船舶的汽笛声，均为间歇性噪声源，其中汽笛声为突发性噪声。主要采取措施有：船舶发动机噪声源可达 90dB，主要采取停港即停机，减少停靠时间等方法减少发声的时间；船舶汽笛应按照规定进行鸣笛。

采取以上措施以后，主要噪声源降噪在 20dB(A)左右，噪声环境影响预测评价表明，对厂界噪声影响较小，厂界噪声均可以达标排放。因此，项目噪声污染防治措施可行。

7.1.2.4 运营期固体废物污染防治措施

本工程运营期固体废物主要来源于到港船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、含油抹布和维护性疏浚土方，拟采取以下防治措施：

(1) 设备维护产生的含油抹布不分类收集，混入生活垃圾后由环卫部门清运。

(2) 来自疫情地区的船舶垃圾由具有相应资质的卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理。码头面和陆域均设置生活垃圾接收桶，非疫区船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后由环卫部门统一处理，禁止在码头附近水域内排放固体废物。

本工程运营期产生的所有固废均得到妥善处理处置，不会对环境产生二次污染，对周围环境影响较小。但固体废物处理处置前在厂内的堆放、贮存场所必须严格按照国家固体废物贮存有关要求设置。建设单位应确保在开工前必须办理好固废委托处理相关手续，避免固废长期堆放产生二次污染。

7.2 海洋生态保护对策措施

7.2.1 主要保护措施

本项目评价范围内涉及生态保护红线、水产种质资源保护区等生态环境敏感区，为避免项目建设对各类生态环境敏感区造成影响，需采取的主要保护措施如下：

- (1) 合理安排施工时间，水上施工作业尽可能避开水生生物敏感期。
- (2) 采用先进、精确的施工定位设备配合施工，严格限定施工范围，不得超出施工范围作业，避免扩大周边海洋生态环境的影响。
- (3) 优化施工方案，采取控制有效手段减少对水体的扰动和悬浮物的发生量，从而减轻对水生生物的影响。
- (4) 对整个施工进行合理规划，尽量缩短疏浚施工期，以减轻施工可能带来的海洋生态环境影响。
- (5) 污染事故一旦发生将会对海洋生态环境产生显著影响，必须按照区域风险防范系统的要求，做好污染事故的防范和应急工作。
- (6) 环境管理人员加强管理，做好施工期跟踪监测，当监测点水域的悬浮物浓度过高时，应暂停施工。

7.2.2 生态补偿方案

项目施工期间对海洋生态环境的影响主要体现在占用海域对底栖生物的影响及疏浚施工引起的悬浮物扩散对海洋生态环境的影响。根据计算，本工程码头建设及新增港池疏浚造成的生态损失补偿金额为 334.17 万元，纳入环保投资。

工程在建设过程中通过优化施工组织作业面、优化施工工艺、加强施工营地管理、有针对性开展施工监测等措施来减少项目施工过程中产生的悬浮沙，以减少悬浮物对海洋生态资源的影响。

同时，为了减缓工程建设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）、《江苏省水生生物增殖放流工作规范》（苏农规[2019]6 号）的要求实施生态补偿工作。目前，常规的生态补偿方案多为增殖放流当地易于繁育的苗种，根据不同海域情况开展放流工作；建设人工鱼礁的生态补偿方案也在试验之中，逐渐开始尝试在辐射沙洲南翼的粉砂淤泥质海岸进行人工鱼礁建设；岸线整治、生态整治与修复等也是目前急需开展的工作。因此，本项目海洋生态补偿的具体方式可结合区域海洋生态补偿工作的实际情况进行确定。工程建成投入运行前，建设单位应编制生态补偿方案，并报海洋行政主管部门审查，审查通过后方可实施；实施前，应向海洋行政主管部门报备，并在海洋行政主管部门的现场监督下实施。

根据本工程所在海域特征及项目特征，本评价建议：

- 1) 施工过程中，完善环保设施，并采取积极措施，尽量减少对海洋环境质量的

影响，对突发性事故，及时与有关渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对渔业损失的污染影响程度降低到最小。

2) 生态补偿由当地农渔业主管部门统一制定和实施生态恢复措施，有目的、有计划地进行修复。增殖放流物种应结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术合理选取，确保生态补偿措施落实到位以取得预期恢复效果。

7.3 环境风险防范措施

7.3.1 现有风险防范对策措施

7.3.1.1 现有项目环境风险管理

广汇能源综合物流发展有限责任公司具有较良好的管理体系，配备各种检查单和记录表等，可及时发现问题、解决问题。

现已制定的紧急预案和响应计划，覆盖了船舶溢油、LNG 储罐泄漏、火灾爆炸、自然灾害等造成的环境、健康和安全影响的各类意外事故。依托以上紧急预案和响应计划，为意外事故时受影响的本厂人员和非本厂人员提供了支撑条件，协调了与当地社区和邻近企业的良好关系。为了确保快速、有序和有效的应急救援能力，公司所有人员必须熟悉可能产生的各种紧急事故和应急行动。所有员工要接受安全和应急培训，熟悉警报，疏散路线，安全躲避场所等。此外，应急救援组织的成员要求进行专业培训，并定期进行训练和演习。

从建厂生产以来的实际生产经验来看，广汇能源综合物流发展有限责任公司所采取的制度、措施及预案可以较好地防治污染事故的发生，并确保在发生事故时能够采取有效的措施阻止事故的蔓延和削减对周围环境的危害。

自 2017 年 1#码头建成投运以来，未发生过重大环境风险事故，由此可见，公司的现有风险管理制度完善、措施到位、预案可行，基本上可以满足当前环境风险管理要求。

(1) 总平面布置

现有码头在平面布置上严格遵守《海港总平面设计规范》、《液化天然气码头设计规范》、《水运工程抗震设计规范》等国家有关规范的要求进行设计，从工程设计上确保工程运营后的安全。

(2) 风险源监控系统

①LNG 码头区域设置了明显的红灯信号和可燃气体检测报警器、低温探测器和火焰探测器等报警装置。

②为 LNG 船靠、离泊提供安全保障，码头配备船舶安全靠离泊系统。主要有：船舶靠泊系统和船舶漂移报警系统；海洋环境监测系统；脱缆钩载荷监测系统。

③码头设置 CCTV 系统，用于监视船舶靠离泊，装卸作业和码头面的安全情况。

（3）消防系统

①现有码头设置固定式水冷却和泡沫灭火系统，在 LNG 码头工作平台两侧靠船墩上设置四座消防炮塔，主要冷却对象为停泊的 LNG 船舶，每座炮塔设置消防水炮一台。

②现有装卸设备前设置水幕，用以保护设施和人员的安全。

（4）船舶碰撞事故风险防范措施

①企业建立了完善的进港、靠泊和信息交换体制，制定了健全的航行、码头管理规定和作业标准，船舶严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行，

②LNG 船舶靠泊时配置 4 艘拖船协助作业，LNG 船舶离泊时，配置 2 艘拖船协助作业。

③在大雾、大风及水流流速较大等恶劣情况下码头停止运营。

④加强航海人员培训教育，提高操作技能和安全意识。

（5）船舶溢油事故风险防范措施

①实行船舶进出港审批管理制度，从源头上杜绝低标准船舶进入港口，码头配备了围油栏，按规定对港内作业油船进行围油栏作业，并检查管路、阀门等有关设备，使其处于良好状态，检查双方系泊是否安全。

②加强现场监督管理和日常巡查工作，及时发现并制止船舶违章行为。

③对于小型跑、冒、滴、漏，配备了相应的堵漏措施，防止泄漏事故的扩大，并在易发生滴漏处布置了吸油毡等。

④利用实时监控设备，对船舶靠泊离泊、装卸作业进行实时远程监控，一旦出现险情，及时反应，防止事态扩大。

7.3.1.2 现有项目应急物资

广汇能源已自行配置部分应急设备物资，并委托启东市华荣船舶劳务有限公司作为第三方清污机构，可满足《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》

(JT/T451-2017) 一级防备要求。围油栏布放艇和溢油应急处置船由该公司签约的第三方服务机构能提供。现有应急处置设施如下：

表 7.3-1 现有应急处置设施

编号	名称	型号	计量单位	数量	位置	备注
一、溢油事故应急物资装备清单						
1	杜邦防护衣	B 级	套	2	仓库	/
2	低温防冻保暖服	DW-LWS-002	套	2	仓库	/
3	空气呼吸器	BD2100	套	4	仓库	/
4	防护面具	代尔塔 101304	个	15	仓库	/
5	护目镜	代尔塔 101104	个	15	仓库	/
6	防护手套	代尔塔 201801	双	15	仓库	/
7	便携式可燃气体检测仪	/	台	2	仓库	/
8	固体浮子式围油栏	WGJ1100	m	880	仓库	/
9	防火围油栏	WGJ1000H	m	400	仓库	/
10	下行带式收油机	DXS40 型	套	1	仓库	/
11	浮动油囊	FN-10	个	2	仓库	/
12	浮动油囊	FN-15	个	1	仓库	/
13	收油网	SW10	套	1	仓库	/
14	生物降解型消油剂	MEBELSC-1 水域型	吨	1	仓库	/
15	常规型消油剂	富肯 3 号	吨	1.78	仓库	/
16	溢油分散剂喷洒装置	PS40	套	1	仓库	/
17	吸油毡	PP-2	吨	0.65	仓库	/
18	吸油毡	PP-1	吨	0.65	仓库	/
19	吸油毡	/	吨	1	仓库	租赁
20	吸油拖栏	TL-Y220	米	1000	仓库	/
21	溢油监视报警系统	/	套	1	仓库	/
22	专业清污船	/	艘	1	仓库	租赁
23	围油栏布放艇	/	艘	1	仓库	租赁
24	应急性围油栏	/	米	2200	仓库	租赁
25	收油机	100m ³ /h	套	1	仓库	租赁
26	卸载泵	/	套	1	仓库	租赁
27	油拖网	10m ³ /h	套	1	仓库	租赁
28	浓缩型溢油分散剂	/	吨	2.5	仓库	租赁
29	溢油分散剂喷洒装置	/	套	1	仓库	租赁
30	储存装置	/	套	1	仓库	租赁
二、防台防汛应急物资装备清单						
1	防护面具	/	个	5	机修组	/
2	安全帽	/	个	30	仓库	/
3	纯棉工作服	/	件	20	仓库	/
4	防冻手套	/	副	20	机修组	/
5	防低温鞋	/	双	20	机修组	/

编号	名称	型号	计量单位	数量	位置	备注
6	担架	/	副	1	医务室	/
7	车辆	/	辆	2	保安室	/
8	对讲机	/	个	20	各班组	/
9	氧气面罩	/	个	2	机修组	/
10	热水瓶	/	只	4	办公室	/
11	紧急医疗箱	/	只	1	医务室	/
12	医用纱布	/	包	5	医务室	/
13	救生衣	/	件	20	仓库	/
14	雨衣	/	件	20	仓库	/
15	雨鞋	/	双	20	仓库	/
16	应急手电	/	把	20	仓库	/
17	铁丝	/	千克	100	仓库	/
18	编织袋	/	条	150	仓库	/
19	尼龙绳	/	捆	2	仓库	/
20	麻绳	/	捆	2	仓库	/
21	消防栓	/	个	10	项目现场	/
22	消防炮	/	台	4	项目现场	/
23	灭火器	/	个	10	各班组	/

7.3.2 本工程风险防范对策措施

本工程为广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程，属于扩建工程。根据本工程性质和工程建设内容，工程在实施过程中应采取如下措施：

7.3.2.1 LNG 泄漏风险防范措施

本工程为 LNG 码头建设工程，吞吐货种为 LNG。装卸的 LNG 通过管线输送至后方分销转运站，鉴于 LNG 是一种极易燃、易爆的危险品，一旦发生风险事故，可能导致 LNG 泄漏，对海洋环境和人类生命财产造成较大的影响。因此，工程建设时应对 LNG 的泄漏作出风险防范，具体内容如下：

(1) 在平面布置防火、防爆、防静电、防雷、防震等安全性方面严格按照《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》、《液化天然气码头设计规范》、《建筑设计防火规范》、《石油化工企业设计防火规范》、《水运工程抗震设计规范》等国家有关规范的要求进行设计。从工程设计上确保工程营运后的安全。其次则是在资金许可的条件下，尽量提高工程设备的结构、材质、制造、焊接和防腐等的设计标准，以防止营运后设备管道、阀门等可能产生的泄漏。

(2) 禁止在管道上方及近旁动工开挖和修建建筑物，不得在管道上方及近旁从事其它生产活动。

(2) 在管道中心线两侧及管道设施场区外各 50m 范围内, 禁止爆破、修筑大型建筑物、构筑物工程。

(3) 制定严格的运行操作规程制度, 对操作人员进行岗位培训, 防止误操作带来的风险事故。

(4) 按规定进行设备维修、保养、更换易损及老化部件, 防止跑冒滴漏发生。

(5) 码头设置低温检测和可燃气体报警联锁, 在 LNG 泄露后 30s 内可切断相应切断阀, 以防止 LNG 进一步泄漏。

7.3.2.2 火灾爆炸事故风险防范措施

本工程为 LNG 码头建设工程, 吞吐货种为 LNG。装卸的 LNG 通过管线输送至后方分销转运站, 鉴于 LNG 是一种极易燃、易爆的危险品, 本工程采取如下措施应对火灾爆炸事故:

(1) 本工程设置了可燃气体探测系统、火灾报警系统等。上述系统在码头经常有人的地方发出警报。可燃气体检测系统应在测到气体和蒸气不高于爆炸下限的 25% 时, 发出声光警报。火焰探测器应在厂内经常有人的地方发出警报。

(2) 本工程在码头设置了消防水系统、高倍数泡沫灭火系统、干粉灭火系统、灭火器、水幕系统等消防设施。

7.3.2.3 海上 LNG 船舶风险防范措施

鉴于 LNG 运输船舶属于大型特殊危险品船舶, 为确保航行和靠离码头的安全, LNG 船舶进出港航行要配备警戒船等, 并实行水上交通管制 (VTS)。LNG 船舶调头和靠泊时由 3~4 艘拖轮协助, 以不大于规定的法向速度平稳靠泊码头, 带好艏、艉缆, 横缆和倒缆后进行卸料作业。为保障船舶和码头的安全, 应注意下列主要事项:

(1) 为了提高 LNG 船舶进出港航行的安全, 对 LNG 船舶的位置进行实时监控, 应用电子海图和 DGPS 定位系统, 通过无线电方式把船位传输到码头控制室和海事安全部门, 动态了解船舶进出港状况, 并应用电子海图和 DGPS 定位系统协助引航。

(2) 当 LNG 船在进出港航道上行驶或调头时, 任何船舶都不得在规定的行驶安全区内接近 LNG 运输船; 液化天然气船舶在进出港航道航行时, 其前方应有海事巡逻艇清道护航, 后方应有消拖两用船护航。液化天然气船从停靠码头开始到卸料完毕离开码头为止, 拖消两用轮一直对其实行监护作业。

(3) LNG 运输船在停泊时, 其他船舶应保持必要的安全距离:

①液化天然气船舶进出港和进出锚地应由高级引航员引航, 并规定引航员的培训与考核制度, 引航员的职责、以及引航员对航道、浅滩、礁石、港口水文气象条件熟悉的培训。

②在港轮船应实施值班、瞭望制度。尽管产生船舶事故的原因及不确定因素较复杂, 但人为因素、尤其失去警惕是造成船舶事故的主要原因。因此, 轮船加强值班、瞭望工作是减少船舶事故发生可能性的重要措施。

③LNG 运输船靠泊码头时, 船舶靠船法向速度 V_n 应 $\leq 0.15\text{m/s}$ 。

④码头靠船墩的橡胶护舷应该经常检查, 损坏时严禁靠船, 以免引起船舶受损和发生火花。

⑤对各电气接零和防爆、防雷接地、管道防静电的装置应经常检查维修, 保持良好状态, LNG 船靠泊后, 必须先要在码头上接地后才能进行卸船。

⑥报警装置, 陆上和水上的消防系统应定期检查, 使之保持良好的备用状态。

⑦液化天然气码头为易燃、易爆的危险场所, 应严格加强防火防爆的管理和监测, 严禁携带火种进入码头。液化气船卸料完毕, 应立即向液化气船的储罐输送液氮, 使液化天然气储罐充满惰性气体, 以利于液化气的安全。

⑧当风速、浪高、流速、能见度超过作业限制条件时, 液化天然气船不得进行靠泊作业。正常情况下, LNG 船舶不宜夜航和夜间靠、离泊。

7.3.2.3 溢油事故风险防范措施

本工程进出港船舶主要为 LNG 船舶, 采用 LNG 作为动力燃料, 备有少量的船用燃料油。进出港船舶依托吕四作业区小庙洪 10 万吨级进港航道, 航道上来往船只较多, 因此, 发生溢油风险事故较大。为防止溢油事故的发生, 本工程需做到如下几点:

(1) 服从管理部门调度, 在有船舶通过时, 提前采取避让措施。船舶在航行期间应加强值班和瞭望, 作业人员应严格按照操作规程进行操作。

(2) 船舶航行期间须按照交通部信号管理规定显示信号。

(3) 定期对船舶设备进行安全检查, 加强对船舶违章作业、设备老化等情况的监管。加强船舶安全管理, 落实各船舶安全生产规章、制度和防台、防风应急预案。

(4) 各类船舶在发生紧急事件时, 应立即采取必要的措施, 同时向相关管理部门报告。

(5) 本项目施工时, 施工单位和施工船舶应合理安排施工作业面, 在有船舶通过时, 提前采取避让措施。

(6) 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; 根据施工安排, 可考虑在码头结构施工作业点附近设置围油栏, 一旦出现溢油事故, 能够及时控制油膜扩散范围。

(7) 在水文、气象不利条件下, 根据具体情况可禁止海上施工; 运营期, 控制进出船舶的数量。

(8) 合理安排船期, 并严格监管, 以保证通航水深满足船舶安全航行的要求, 保障进港航行和靠离泊作业安全。

(9) 船舶在进出码头水域及靠、离码头时, 应接受当地海事部门及港口的安排, 并加强与附近在航船舶的联络与配合, 确保船舶的安全。

(10) 正确操作船舶, 船舶靠泊时的靠船速度和角度应满足安全要求; 加强船岸配合, 严格按操作规程进行解、系缆作业。

(11) 在进入泊位之前, 船舶应备妥必需的系泊设备。若出现任何有可能影响系泊安全的情况, 如设备存在缺陷或无法与岸上设备匹配等, 都应向码头和海事部门报告。

(12) 一旦发生溢油风险事故, 根据本项目风险事故模拟预测结果, 结合涨落潮情况, 立即采取必要措施, 控制油膜扩散。

(13) 为保证快速反应, 本项目建设单位应成立事故应急指挥部, 一旦发生事故, 由应急指挥部统一指挥, 进入事故应急计划的运行。建议本项目应急指挥部纳入到项目所在海域应急指挥系统中。

7.3.2.4 自然灾害风险防范措施

(1) 针对台风、风暴潮等自然灾害, 密切注意台风的预报信息, 做好及时防范和应对措施, 制定“防台风、防风暴潮应急预案”, 加强预报预警工作。

(2) 项目施工应尽量避免台风季节, 如需在台风季节施工, 应注意施工船舶安全, 并在台风来临前对未完成的水工建筑物等进行加固防护, 做好防台抗台工作, 以确保施工安全, 避免造成巨大的经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响。还应加强设计和施工管理, 保证工程防浪防潮设施按标准设计, 将可能的风险降到最低。

(3) 运营期间各项机械设备应严格按照国家相关规范和标准进行防风与报警措

施设置，定期对码头进行检查，对破损部位及时修复，在台风、风暴潮来临前应对码头基础薄弱部位进行加固，防止发生坍塌。

7.3.2.5 通航安全风险防范措施

为保障码头附近海域船舶的航行安全，建设单位应接受海事部门对船舶交通、船舶报告等方面的协调、监督和管理。根据主管部门的要求，不断完善船舶靠泊、助航导航等安全设施。为保障到港船舶的航行安全，船舶应及时掌握最新海图、港口航道、潮汐潮流、助航标志、海深底质等相关资料，严格遵守操船作业规定；如遇恶劣天气海况，应服从海事部门的通航管理，听从码头调度指挥进行操船作业，以避免碰撞、搁浅、触碰等事故的发生。

7.3.2.6 应急物资配备情况

根据《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017)：“从事散装液体污染危害性货物装卸作业的新、改、扩建码头、装卸站应通过自行配置应急资源或联防方式，其他码头、装卸站还可以通过购买服务方式，满足表 1 中一级防备要求，并在应急预案中提出满足表 1 的二级防备、三级防备要求的衔接措施。同一码头有多个泊位的，按照其中最高风险的泊位作为本码头的水上溢油防备目标。”

本工程为 LNG 码头扩建工程，扩建后，广汇能源启东液化天然气分销转运站将有 2 个 LNG 码头。1 号泊位和 2 号泊位的最大设计代表船型均为 18.5 万 m³ LNG 船舶。本工程水上溢油应急防备等级为一级防备，对照 JT/T451-2017 表 1，应急资源拥有方式可为自有、联防以及购买应急防备服务。其中，自有应急防备能力占总资源的 10%，联防单位为南通亿洋船务工程有限公司。

1、周边应急资源概况

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，为扩建工程。企业现已配备部分应急物资，工程施工期可依托现有应急物资。

同时，目前项目所在区域未制定区域应急预案，未设置区域溢油应急设备库，一旦事故超出企业处理能力，可依托周边区域应急资源进行联防应急处理。建设单位已与南通亿洋船务工程有限公司签订了《防治溢油污染海洋环境应急防备和应急处置委托协议》，一旦发生溢油事故，建设单位应请相关部门协调上述周边单位，利用现有资源协助进行溢油应急处理。

根据调查可知，南通亿洋船务工程有限公司应急设备库距本工程约 50km。根据

《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T877-2013), 海上速度取 8kn~10kn, 计算得出, 南通亿洋船务工程有限公司应急资源到达本项目溢油点时间约 3.0h。根据风险预测结果, 一旦发生溢油事故发生, 油膜最快 2.5h 会扩散至敏感目标。同时, 南通亿洋船务工程有限公司已在广汇能源 LNG 码头附近设置值守船一艘, 因此, 南通亿洋船务工程有限公司应急资源应急反应时间可控制在 4h 以内, 满足《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017) 表 1 中应急反应时间的最低要求。

2、本工程溢油应急设施、设备、物资配备情况

按照《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T877-2013) 分别计算需要配备的应急物资的种类及数量。

(1) 围油栏

船舶溢油事故发生后, 通过布设围油栏等措施对海面溢油进行控制, 防治溢油扩散, 辅助溢油回收和清除。围油栏数量计算公式如下:

$$L=L_1+L_2+L_3+L_4$$

式中: L 为围油栏的总数量, m ;

L_1 ——溢油源围控的围油栏数量, m ;

L_2 ——收油作业配套的围油栏数量, m ;

L_3 ——导流配套的围油栏数量, m ;

L_4 ——防护配套的围油栏数量, m 。

① L_1 计算: $L_1 \geq 3 \times (B+W) \times N_1$

式中: B 为最大船型船舶的船长, m ;

W 为最大船型船舶的船宽, m ;

N_1 为布设围控的围油栏层数, 本次评价取 2。

本工程最大设计船型为 18.5 万 m^3 LNG 船舶, 船长为 300m, 船型宽为 5.0m, 计算得出 L_1 为 1830m。

② L_2 计算: $L_2 = D \times 100$

式中: D 为“收油系统”数, 本评价取 2。

计算得出 L_2 为 200m。

③ L_3 计算: $L_3 = U \times N_2$

式中: U 为一组围油栏长度, N_2 为所需围油栏组数, 本次 L_3 按 1500m 计。

④ L_4 计算: $L_4 = (L_1 + L_2 + L_3) \times \Phi$

Φ 为加权系数，取值为 0.2~0.5，本次取 0.3。

计算得出 L_4 为 1059m。

综上， $L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 1830 + 200 + 1500 + 1059 = 4589\text{m}$ 。

经调查，现有工程已配备各类围油栏共 3480m。本工程至少需新增 1109m 围油栏。

受风、波浪和水流等因素的影响，经常会导致围油栏所拦截的油从围油栏栏下逃逸，从而发生拦油失效。因此，根据码头所在区域的风、浪、流等气象条件，固体浮子式围油栏应满足抗风速大于 10m/s，抗波高大于 1m，抗流速大于 1knot 的要求，且满足栏高 $\geq 1000\text{mm}$ 的要求。材质应选择橡胶或 PVC 材质。

(2) 收油机

回收能力可采用以下方法进行计算：

$$E = T \times P_1 \div [\rho \times \alpha \times Y \times 6 \times (1 - \Phi_1)]$$

式中：E 为收油机回收速率， m^3/h ；

T——总溢油量，t；根据 2.4.1.8 章节，船用燃料油携带量约 2063t，按照携带总油量的 10%作为应急防备目标，即取 210t；

P_1 ——机械回收量占总溢油量的比例（%），取值区间 40%~60%，本次取 40%；

ρ ——回收油水混合物密度， t/m^3 ；考虑回收水油混合物为主，本次评价取 $0.95\text{t}/\text{m}^3$ ；

α ——收油机实际收油速率占标定收油速率的比例；本工程位于开阔水域，参考表 7.3-2 取值，本次取 5%；

Y——收油作业天数，d；本次取 3 天；

6——每天工作时间，h；

Φ_1 ——富裕量；本次取 20%。

计算得出，收油机能力为 $123\text{m}^3/\text{h}$ 。

表 7.3-2 收油机实际收油速率占标定收油速率经验值

油品种类	实际收油速率占标定收油速率的比例（ α ）	
	非开阔水域	开阔水域
中质原油、燃料油	15%	7%
重质原油、燃料油	10%	5%

经调查，现有工程已配备 1 套收油机（收油能力 $100\text{m}^3/\text{h}$ ），无法满足本工程应

急需求，应新增 1 台收油能力不低于 $23\text{m}^3/\text{h}$ 的收油机。

(3) 拖油网

对于收油机难以回收的高粘度油品，需要使用油拖网回收，另外吸油材料的回收也可以使用油拖网。现有工程已配备 1 套容量 $10\text{m}^3/\text{h}$ 的油拖网，可以满足本项目需求，因此本工程不在单独配备油拖网。

(4) 溢油分散剂喷洒能力

①溢油分散剂配备数量按下式计算：

$$G = T \times 10^3 \times P_2 \times R$$

式中：G——需喷洒的溢油分散剂数量，kg；

T——总溢油量，t；根据 2.4.1.8 章节，船用燃料油携带量约 2063t，按照携带总油量的 10%作为应急防备目标，即取 210t；

P_2 ——溢油分散剂处理溢油数量占总溢油量的比例（%）；取 30%；

R——溢油分散剂与油的用量配比，常规型分散剂取值为 0.3~1，浓缩型分散剂取值为 0.1~0.2；本工程拟采用浓缩型分散剂，取 0.1。

计算得出需要喷洒的溢油分散剂数量为 6.3t。由于溢油分散剂具有一定的有效期（3~5 年），因此配备时应采用实际配备一定数量，其余部分与生产厂家或其他单位签订协议的方式实现。参照《国家船舶溢油应急设备库设备配置管理规定》，实际配备的溢油分散剂量应不低于总需求量的 10%。因此本工程应采购浓缩型溢油分散剂 0.63 吨。现有工程已配备溢油分散剂 2 吨，可满足本工程需要。同时，溢油分散剂应在需要时及时外购。

由于工程周边有开放式养殖区等环境敏感目标，溢油分散剂配备需得到海事部门认可。依据《关于加强水上污染应急工作的指导意见》（交海发[2010]366 号）：“水深不足 10m 的海域，以及渤海、长江口、珠江口和内河等环境敏感水域，一般应使用微生物降解的环保型消油剂，并进行评估”。因此建议采用对环境水域污染较小的环保型溢油分散剂，尽量减少溢油分散剂使用对水域造成的二次污染。

②溢油分散剂喷洒装置喷洒速率按下式计算：

$$V = G \div \rho_1 \div Y \div 60$$

式中：V——溢油分散剂喷洒装置喷洒速率，L/min；

G——需喷洒的溢油分散剂数量，kg；按上述计算取 6.3t；

ρ_1 ——溢油分散剂密度，kg/L；本次取 0.98kg/L；

Y——作业天数，单位为天（d），沿海取 3 天，内河水域取 2 天；本次取 3 天；

6——每天工作时间，h。

经计算，溢油分散剂喷洒装置喷洒速率为 6.0L/min。

经调查，现有工程已配备 1 套溢油分散剂喷洒装置（喷洒速率为 10L/min），可满足本工程需求。

（5）吸收吸附能力

常规的吸附材料为吸油毡，是目前处理日常作业船舶污染事故的常用材料之一，也是对海上环境敏感目标有效防护的重要设备。吸油毡数量按下式计算：

$$I = T \times P_3 \div (J \times K \times \Phi_1)$$

式中：I——吸油毡数量，t；

T——总溢油量，t；根据 2.4.1.8 章节，船用燃料油携带量约 2063t，按照携带总油量的 10%作为应急防备目标，即取 210t；

P_3 ——吸附回收量占总溢油量的比例，%；本次取 20%；

J——实际吸附倍数；本次取 10；

K——油保持率，%；本次取 80%；

Φ_1 ——吸附加权系数；本次取 0.3。

计算得出，吸油毡需要数量为 17.5t。

经调查，现有工程已自备吸油毡 3.06 吨，另配有吸油拖栏 1000m，可满足本工程需求。

（6）储存装置

临时存储能力指可储存转运污油的能力，用储油船舶、储油囊和储油罐的储存能力来表征。本次评估建议采用《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT 451-2017）中“基本应急防备要求”，即 3 倍回收能力的容积，369m³。

经调查，现有工程已自备浮动油囊 3 个，储存能力约 277m³，无法满足应急要求，应新增 92m³ 的储存装置。

综上，本工程应新增的溢油应急设施、设备、物资配备情况详见表 7.3-2。

表 7.3-2 应急设施、设备及物资配备情况表

序	应急设备名称	单位	应设置数量	已设置数量	需增加数

号						量
1	溢油围控	应急型围油栏	m	4589	3480	1109
2	设备	围油栏布放艇	艘	1	租赁亿洋船务公司	/
3	回收设备	收油机	m ³ /h	收油能力 123 m ³ /h	收油能力 100m ³ /h	收油能力 23 m ³ /h
4		存储设施	套	369m ³	浮动油囊 3 个, 277m ³	92m ³
5		油拖栏	m ³	2	1 套	/
6	溢油分散	溢油分散剂	t	6.3 (0.63)	2	/
7	剂及喷洒设备	溢油分散剂喷洒设备	套	1	1	/
8	吸油材料	吸油毡	t	17.5	3.06, 吸油拖栏 1000 米	/
9	清洗装置	高压清洗机	台	1	依托亿洋船务公司	/
10	溢油监视报警系统		套	1	1	/
11	应急人员防护设备		套	5	5	/
12	应急设备库		座	1	1	/

7.3.3 突发环境事件应急预案

建设单位应根据江苏省《企事业单位和工业园区突发环境事件应急预案编制导则》(DB32/T 3795-2020) 编制突发环境事故应急预案, 并报主管部门备案, 主要包括如下内容:

(1) 组织机构及职责

按照“预防为主、自救为主、统一指挥、分工负责”的原则, 企业内部应急组织机构由应急指挥部、综合协调组、现场处置组、应急监测组、应急保障组和专家组等构成。

应急指挥部: 发生突发环境事件时, 发布和解除应急救援命令、信号, 负责组织指挥应急救援工作; 根据事态情况决定是否向上级海事部门和环保局等部门报告请求救援, 决定污染事故进展情况的发布, 决定临时调度有关人员、应急设施、物资以及污染应急处置的其他工作; 在应急终止后, 负责保护事故发生后的相关数据, 配合上级部门进行事故调查并负责组织事故现场的恢复工作; 建议企业应急指挥部应纳入到项目所在海域应急指挥系统中。

应急处置组: 收集汇总相关数据, 组织进行技术研判, 开展事态分析, 迅速组织切断污染源, 设围油栏控制溢油扩散, 并开展溢油回收工作等。

综合协调组: 根据事故发生时实际情况, 负责协调环境保护、公安、消防、医

疗卫生、气象水文、交通运输、新闻通讯等各方救援力量参与溢油事故的救援。

环境应急监测组：突发环境事件发生后，协助专业机构进行应急监测工作，根据油膜的扩散速度，确定污染物扩散范围，为突发环境事件应急决策提供依据；跟进环境事件后的应急监测工作，将应急监测结果及时上报总指挥，并根据监测结果，提出事件后是否需要相应的整改工作。

应急保障组：负责应急行动过程中的各类物资供给和物资运输保障工作，为应急救援行动做好应急保障；负责伤员运送车辆的协调联系；应急行动结束后负责统计应急物资的消耗情况，并采购所需的应急救援物资，确保下一次应急救援工作可以顺利开展。

专家组：负责对溢油事故应急救援提出科学合理建议，为现场指挥救援工作提供技术咨询。

（2）监控预警

1) 监控

对码头船只进行安全检查，制订日常检查表，专人巡检，作好检查记录，查“三违”，查事故隐患，落实整改措施；应急设备设施定期保养并保持完好；在码头区域设置视频监控系统等。

2) 预警

按照早发现、早报告、早处置原则，根据可能引发突发环境事件的因素和自身实际，建立企事业单位突发环境事件预警机制。

（3）信息报告

发生事故后，在初步了解事故情况后，应急指挥部应当先立即通过电话向上级主管部门进行口头汇报，还应当尽快逐级以书面材料上报事故有关情况。企业应设立 24 小时应急值守电话。报告内容通常包含：①联系人的姓名和电话号码；②发生事故的单位名称和地址；③事件发生时间或预期持续时间；④事故类型（船舶碰撞溢油等）；⑤主要污染物和数量（如实际溢油量等）、水域影响面积，水生生物受影响程度等；⑥污染物的传播介质和传播方式，是否会产生单位外影响即可能的程度（可根据流速等条件进行判断）；⑦需要采取什么应急措施和预防措施等。

当突发环境事件可能影响到其他单位和海洋生态敏感目标时，应由应急指挥部立即向上级主管部门汇报，及时向相关单位及海洋生态敏感目标管理部门发出警报或公告，应将影响程度、损失情况、救援情况向媒体公布，必要时可以通过召开新闻

发布会的形式向公众及媒体公布，信息发布应当及时、准确、全面。

（4）环境应急监测

应制定环境应急监测制度和计划，委托有资质的监测单位进行环境应急监测，同时协助海洋部门启动事故应急监测系统，根据油膜的扩散速度，确定污染物扩散范围。根据监测结果，综合分析环境事件污染变化趋势，并通过专家咨询的方式，预测并报告环境事件的发展情况和污染物的变化情况，作为环境事件应急决策的依据。

（5）应急响应

1) 分级响应

对于三级事件，事故的有害影响局限在码头工程范围内，此种情况启动三级响应：由公司应急指挥部负责应急指挥，组织相关人员进行应急处置。

对于二级事件，事故的有害影响超出码头范围，但局限在启东市内，此种情况启动二级响应：应急指挥部应立即向上级主管部门报告，并移交指挥权，由上级主管部门负责指挥，组织相关应急工作小组开展应急工作，企业相关人员配合上级主管部门工作人员开展应急工作，向该应急指挥部汇报事故情况和已采取的应急措施、企业当前可用应急物资情况、可在短时间内外购或调用的应急物资情况、企业内部应急体系当前的联系人员等，并根据上级主管部门的具体指挥指令安排相关人员进行落实。

对于一级事件，事故影响超出启东市范围的，此种情况启动 I 级应急响应：由应急指挥部立即向上级主管部门汇报，上级主管部门根据事件情况立即上报南通市相关部门以及江苏省或国家相关部门，由相关部门决定启动相关预案、并采取相应的应急措施。政府成立现场应急指挥部时，应急指挥部需将指挥权移交由政府成立的应急指挥部，并向该应急指挥部汇报事故情况和已采取的应急措施、企业当前可用应急物资情况、可在短时间内外购或调用的应急物资情况、企业内部应急体系当前的联系人员等，并根据政府成立的应急指挥部的具体指挥指令安排相关人员进行落实。

2) 应急处置措施

溢油事故发生后，为了减少事故损失，要尽快采取行动对溢油事故进行处置。根据事故特点决定所选择的溢油应急处置对策，然后选择适用的溢油应急设备，采用溢油源控制、溢油围控、溢油机械回收、溢油吸附回收等方法对溢油进行清除回

收。

①溢油源控制

在对水面溢油采取围控和清除等措施之前，迅速查明事故发生的源点、泄漏部位和原因，初步判断船舶破损情况，组织堵漏和将残油转移，防止溢油的进一步溢出或引发安全事故。

②溢油围控

为减少溢油影响范围，溢油发生时，应迅速用围油栏围住溢油，防止其继续扩散，以便于回收和处理。

③溢油机械回收

用围油栏将溢出的油品围截后，用收油机、油拖网等对其迅速回收，防止溢油继续污染其他区域。

④溢油吸附回收

水面溢油回收后，采用吸油毡等吸油材料将剩余的少量溢油吸附回收。

⑤溢油分散

溢油分散剂的使用《溢油分散剂使用准则》（GB18188.2-2000）规定：溢油发生在对水产资源有重大影响区域时，限制使用溢油分散剂。考虑到本项目周边有渔业用海及海洋特别保护区，因此不建议采用溢油分散剂，必须使用时，建议使用环保型溢油分散剂，避免对海洋环境的二次污染。

⑥溢油储存和处置

利用储油囊、储油桶等对回收的溢油进行储存，委托有资质单位处置。

（6）应急终止

1) 应急终止条件

符合下列条件之一的，即满足应急终止条件：

- ①事件现场得到控制，事件条件已经消除；
- ②溢油等污染源的泄漏或释放已降至规定限值以内；
- ③事件所造成的危害已经被彻底消除，无继发可能；
- ④事件现场的各种专业应急处置行动已无继续的必要；

⑤采取了必要的防护措施以保护贝类开放式养殖区及江苏海门蛎蛎山国家级海洋公园，免受再次危害，并使事件可能引起的中长期负面影响趋于并保持在尽量低的水平。

2) 应急终止程序

在符合应急终止的条件下，需由应急指挥部确认终止时机，报上级主管部门批准后方可终止。应急状态终止后，企业应协助继续进行环境监测和评价工作，直至其他补救措施无需继续进行为止。

(7) 事后恢复

分析、查找事件原因，防止类似问题的重复出现；进行环境危害调查与评估；进行应急过程评价，分析应急处置过程中的经验与教训；保养维护相关应急设备，使之始终保持良好的技术状态；根据事故调查结果，对防范措施和应急预案作出评价，指出其有效性和不足之处，提出整改意见。

(8) 保障措施

1) 经费保障

确保应急救援的需要，企业应在预算中拨出一定数额的应急救援专项资金，该项资金专款专用，主要用于更新应急装备、应急救援队伍补贴、保险、购买应急物资等。

2) 应急装备物资保障

具体见 6.3.2.1 中溢油应急资源配备情况。

3) 应急队伍保障

综合协调组、应急处置组、环境应急监测组、应急保障组等定期进行专业培训、演习，定期开展应急演练及演练活动。建立专业应急救援队伍，保证在突发事件发生后，能迅速参与并完成现场处置工作。

4) 通信与信息保障

应急指挥部及应急工作小组人员必须 24 小时开通个人手机，配备必要的有线、无线通信器材，值班室电话保持 24 小时通畅，节假日必须安排人员值班。要充分发挥信息网络系统的作用，确保应急时能够统一调动有关人员、物资迅速到位。

(9) 预案管理

1) 预案培训与演练

开展应急预案培训，按照应急预案内容，定期进行环境应急实战演练，提高防范和处置环境事件的技能，增强实战能力。通过多种媒体和形式，向贝类开放式养殖区、海洋保护区等广泛宣传环境污染事件应急预案和相关的应急法律法规。

2) 预案的管理与更新

应根据国家和地方应急救援相关法律法规的制定、修改和完善，在本码头应急资源发生变化、建设内容发生变化，或者应急实践过程中发现存在的问题和出现新的情况时，及时对应急预案进行评估，加以修订完善。

（10）应急预案的衔接

目前，项目所在区域未制定区域应急预案，建议尽快制定区域应急预案，并做好本项目与区域应急预案衔接，建立区域应急联动机制。

7.4 环保措施“三同时”一览表

本工程环保“三同时”一览表详见表 7.4-1。

表 7.4-1 建设项目环保措施“三同时”一览表

类别	污染源		污染物	治理措施	处理效果、执行标准或拟达要求	环保投资 (万元)
废气	施工期	材料运输、堆存，现场浇筑，混凝土搅拌船搅拌作业，施工机械设备，运输车辆，施工船舶作业等过程	颗粒物、SO ₂ 、NO _x	混凝土搅拌船在混凝土搅拌过程中进行密闭搅拌并配备防尘除尘装置；使用污染物排放少的施工机械、施工船舶，并加强维修保养	《大气污染物综合排放标准》(DB32/4041-2021) 表 3	20
废水	施工期	船舶生活污水、船舶舱底油污水	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	由海事部门认可的污水接收船接收处理	满足环保要求	10
	运营期	船舶舱底油污水、船舶生活污水	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	由海事部门认可的污水接收船接收处理	满足环保要求	20
		陆域生活污水、码头初期雨水	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	经后方生产基地现有一体化污水处理设施处理后接管至启东胜科水务有限公司	《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 表 4 三级标准、《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T 31962-2015) B 等级标准	/
噪声	施工期	施工船舶、施工机械等	噪声	采用低噪声设备，采取隔声、减震措施；加强施工机械保养；加强场地的监督管理，做好施工船舶、施工机械的调度和交通疏导工作	《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	10
	运营期	装卸设备、运输车辆和船舶等	噪声	选用低噪声设备，采取隔声、减震措施，加强机械设备保养，装卸作业尽量做到轻起慢放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类	10
固废	施工期	施工船舶生活垃圾、陆域生活垃圾	生活垃圾	船舶生活垃圾、陆域生活垃圾收集后交由当地环卫部门清运	妥善处置，不产生二次污染	10
		疏浚工程	疏浚土方	通过泥驳外抛至 2#临时倾倒区		50
	运营期	一般固废	船舶生活垃圾、陆域生活垃圾	设置垃圾分类收集桶，委托环卫部门清运	妥善处置，不产生二次污染	50 (主要用于固废转

类别	污染源		污染物	治理措施	处理效果、执行标准或拟达要求	环保投资（万元）
			维护性疏浚土	拟定通过泥驳外抛至临时倾倒区		移）
		危险废物	含油抹布	不分类收集，混入生活垃圾，委托环卫部门清运		
事故应急措施	需新增围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等事故应急设施设备及物资；修订突发环境事件应急预案，并到主管部门备案				防范环境风险事故造成海洋环境污染	50
生态补偿	对码头建设及疏浚造成海洋生物的损失进行补偿，建议采取增殖放流等生态补偿措施。工程建成投入运行前，建设单位应编制生态补偿方案，并报海洋行政主管部门审查，审查通过后方可实施；实施前，应向海洋行政主管部门报备，并在海洋行政主管部门的现场监督下实施				满足环保要求	334.17
环境管理（机构、监测能力等）	建立体制完善的环保机构，并制定相关的规章制度。开展污染源监测、环境质量监测、海洋跟踪监测				满足环境管理要求	200
清污分流、排污口规范化设置（流量计、在线监测仪等）	雨污分流，雨水管网、污水管网建设				满足污水收集和环保管理要求	20
总量平衡具体方案	/				/	/
区域解决问题	/				/	/
合计						784.17

8 环境影响经济损益分析

环境经济损益分析主要是评价建设项目实施后，对环境造成的损失费用和采取各种环保治理措施所能收到的环保效果及其带来的经济和社会效益，衡量建设项目的环保投资在经济上的合理水平。

一个项目的开发建设，除对国民经济的发展起着促进作用外，同时也在一定程度上影响着项目拟建地区的环境。社会影响、经济影响、环境影响是一个系统的三个要素，最终以提高人类的生活质量为目的。它们之间既相互促进又相互制约，必须通过全面规划、综合平衡，正确地把全局利益和局部利益、长远利益和近期利益结合起来，对环境保护和经济发展进行协调，实现社会效益、经济效益、环境效益的三统一。通过对本项目的经济、社会和环境效益分析，为项目决策者更好地考虑环境、经济和社会效益的统一提供依据。

8.1 经济效益分析

2018 年 11 月 5 日，习近平总书记在首届中国国际进口博览会上宣布，支持长江三角洲区域一体化发展并上升为国家战略。2019 年 12 月 1 日，中共中央、国务院印发了《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》，《规划纲要》指出“规划建设南通通州湾长江集装箱运输新出海口”。长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略后，南通市委市政府决策全方位融入苏南、对接上海，加快提升区域竞争力和影响力。把通州湾新出海口作为未来发展新引擎，以“大通州湾”思维谋划推进全市域沿海开发、江海联动发展，构建市级统筹、各板块共同参与的发展格局。以吕四港作业区为起步港区、通州湾作业区为主体港区，探索建立与苏州港、上海港协同共建的合作模式。2020 年 5 月，《南通港总体规划（2018~2035 年）》通过审查，至此，南通港将形成“一港四区”的总体格局，其中，沿江港区整合为如皋、南通和通海等 3 个港区，沿海港区整合为通州湾港区，拟形成泊位 682 个、锚地 16 处。整合后的通州湾港区将包括洋口作业区、通州湾作业区、三夹沙作业区、海门作业区及吕四作业区。

南通港 LNG 运输发展迅猛，是我国 LNG 外贸运输体系的重要组成部分，在江苏省以及长三角地区天然气供应和冬季保供方面发挥着不可或缺的作用，发展潜力巨大。南通港现有 2 个 LNG 接收站项目，分别为中石油江苏如东 LNG 接收站和广汇能源启东液化天然气分销转运站。其中，广汇能源启东液化天然气分销转运站位

于通州湾港区吕四作业区。通州湾港区吕四作业区横跨通州、海门和启东三市，滨江临海，紧靠上海，是南通港的重要组成部分。作为腹地临港工业发展的主要依托，吕四作业区近期主要服务于海门和启东两市沿海产业带开发带来的水运需求，中远期将服务于整个通州、海门、启东的发展需要，并逐步增强对苏中、苏北等其它内陆地区的辐射能力。

为缓解未来潜在的天然气缺口，保障江苏省及长三角地区能源安全，广汇能源启东液化天然气分销转运站规模日益扩增。为此，广汇能源拟投资 83895 万元建设南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程，在广汇能源启东液化天然气分销转运站现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位(即 2 号泊位,码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m^3 LNG 船舶进行设计、建设)。码头近期可靠泊舱容为 8.0~18.5 万 m^3 LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0~4.0 万 m^3 LNG 船舶装船。项目建成后，主要吞吐货种为 LNG，设计年通过能力 404 万 t (其中卸船 383.1 万 t，装船 20.8 万 t)。本工程的建设有利于加快港口设施建设、提升港口功能，是积极落实国家战略的重要举措，是进一步完善南通港港口布局、提升南通港沿海港区整体竞争力的需要。因此，建设项目具有较好的经济效益。

8.2 社会效益分析

本项目建成后能带动港口及相关临港产业发展，同时吸引更多投资落户该地区，间接增加当地政府财政收入和当地居民就业岗位，提高当地居民收入水平。但本项目建成后提供直接就业岗位很少。

本项目无需拆迁，对当地居民生活、环境无影响，因此，项目的建设社会风险很小。

8.3 环境效益分析

本工程运营期对产生的废气、废水、噪声等采取了措施，达到了有效控制污染和保护环境的目的。本工程环境保护投资的环境效益表现在以下方面：

(1) 废气治理环境效益：本工程运营期废气主要为装卸机械及运输车辆产生的废气，产生量较小。项目所在地位置开阔，废气易于扩散，对周围环境影响较小。

(2) 废水治理环境效益：港区生活污水经后方生产基地现有一体化污水处理设施处理后接管至启东启东市启东胜科水务有限公司，机修含油废水经后方生产基地拟建隔油沉淀池处理后用于厂区绿化、道路清扫。本工程废水对周围水环境影响较

小。

(3) 噪声治理环境效益：在设备选型时尽量选用低噪声的先进设备，关键部位加胶垫以减少振动，因此明显减少噪声对厂界的影响、改善工作环境；噪声治理措施落实后可确保厂界噪声达标，减小对周边声环境的影响。

(4) 固废处置的环境效益：本工程运营期产生的固体废弃物全部妥善处置，不产生二次污染。

由此可见，本工程针对排放的“三废”采取了有效的处理措施，实现达标排放，废气处理、噪声治理、固废处置处理措施可行，环保工程投入的环境效益显著，体现了国家环保政策，贯彻了“总量控制”、“达标排放”的污染控制原则，达到保护环境的目的。

8.4 环境经济损益分析

8.4.1 环保治理投资费用分析

本工程涉及的环保措施包括：废气、废水、噪声、固废污染防治以及应急物资的配置，生态补偿、环境管理与环境监测等。本工程总投资 83895 万元，环保投资约 784.17 万元，环保投资占总投资的 0.93%，具体见表 9.5-1。环保投资在企业可承受范围内。

8.4.2 环境治理投资损益分析

(1) 分析方法

本工程环境经济损益分析方法采用指标计算方法。指标计算方法是把项目对环境经济产生的损益，先分解成各项经济指标，包括环保费用指标、污染损失指标和环境效益指标，再按完整的指标体系进行逐项计算。最后通过环境经济的静态分析得出项目环保投资的年净效益、环保治理费用的经济效益和效益与费用比例等各项参数。

环保投资的年净效益是指扣除污染控制费用后的环保投资的直接经济效益。

环保污染治理费用的经济效益等于环保效益指标与污染控制费用（年运行费用）之比。当比值大于等于 1 时，可以认为项目的环保治理方案在经济技术上可行，反之则认为不可行。

(2) 基础数据

① 总投资及环保投资

本工程总投资 83895 万元，环保投资约 784.17 万元，环保投资占总投资的 0.93%。

②环保设施年运行费用

本工程所需环保设施主要为污水处理站，依托后方分销转运站；后方分销转运站已建成，环保设施运行费用不在本工程投资范围内。

本工程运营期环保设施运行费用主要为高噪声设备的维护费用，约 5 万元/a；生活垃圾、含油抹布和维护性疏浚土的转移费用，委托处置费用约 50 万元/a。

综上，因此本工程环保设施年总运行费用约 55 万元/a。

③环保辅助费用

环保辅助费用主要包括相关管理部门的办公费、监测费、科研技术咨询、学习交流及增设环境机构所需投入的资金和人员工资等，环保辅助费用按 5 万元计。

④设备折旧年限

本项目按工程设计有效生产年限 20 年计。

(3) 环保经济指标确定

①环保费用指标

环保费用指标是指项目污染治理需用的各项投资费用，包括污染治理的投资费用、污染控制运行费用和其它辅助费用构成。环保费用指标按下式计算：

$$C = \frac{C_1 \times \beta}{\eta} + C_2 + C_3$$

式中：C—环保费用指标；

C_1 —环保投资费用，本工程环保投资为 784.17 万元；

C_2 —年运行费用，本工程环保设施年总运行费用约 55 万元；

C_3 —环保辅助费用，本工程环保辅助费用约 5 万元；

η —为设备折旧年限，以有效生产年限 20 年计；

β —为固定资产形成率，本工程以投资经费的 90%计。

经核算，本工程年环保费用指标为 95.3 万元。

②环保效益指标

环保效益指标主要是生产工艺带来的环境效益价值。环保效益指标由下式计算：

$$R_1 = \sum_{i=1}^n N_i + \sum_{i=1}^n M_i + \sum_{i=1}^n S_i$$

式中： R_1 —环保效益指标；

N_i —能源利用的经济效益，包括清洁生产工艺带来的各种动力、原材料利用率提高后产生的环保经济效益；

M_i —减少排污的经济效益；

S_i —固体废物利用的经济效益，包括综合回收利用各固体废物等；

i —分别为各项效益的种类。

本工程直接经济效益主要是清洁生产工艺带来的环保经济效益，约 200 万元/a。

(4) 环境经济的静态分析

① 环保年净效益

环保年净效益指环保直接经济效益（本项目即为效益指标）扣除环保费用指标后所得到的经济效益。即：

$$\text{年净效益} = \text{环保效益指标} - \text{环保费用指标} = 200 - 95.3 = 104.7 \text{ 万元}$$

根据计算，本项目年净效益为 104.7 万元。

② 环保效益与费用比

$$\text{环保效益与费用比} = \frac{\text{环保效益指标}}{\text{环保费用指标}}$$

环保效益与污染控制费用比，一般认为比值大于或等于 1 时，该项目的环境控制方案在技术上是可行的，否则认为是不合理的。

根据计算，环保效益与环保费用比指标为 $200/104.7=1.91$ ，因此本项目的环境控制方案在技术上和经济上均是可行的。

8.4 总结

综上所述，本工程社会效益明显，环境影响较小，有利于落实长三角一体化的国家战略，能够加快南通沿海港口的开发建设，提高整体效益，将对地方经济建设发挥积极的作用，有利于港口经济健康发展，有利于社会稳定和地方经济建设。因此，本项目可以实现经济效益与环保效益的相统一。

9 环境管理与监测计划

9.1 环境管理制度

9.1.1 环境管理机构设置

根据项目建设规模和环境管理的任务，应设 1 名环保专职或兼职人员，负责项目建设期的环境保护工作；项目建成后应设专职环境监督人员 2~3 名，负责本项目的环境保护监督管理及各项环保设施的运行管理工作，污染源和环境质量监测可委托有资质的环境监测单位承担。环境保护管理机构人员的主要职责是：

- (1) 贯彻执行环境保护法规和标准。
- (2) 组织制定和修改企业的环境保护管理规章制度并负责监督执行。
- (3) 制定并组织实施企业环境保护规划和计划。
- (4) 负责整理和统计企业污染源资料、日常监测资料，并及时上报地方环保部门。
- (5) 检查企业环境保护设施的运行情况。
- (6) 落实企业污染物排放许可，加强对污染治理设施、治理效果以及治理后的污染物排放状况的监测检查。
- (7) 组织开展企业的环保宣传工作及环保专业技术培训，用以提高全体员工环境保护意识及素质水平。

9.1.2 施工期环境管理

(1) 工程项目的施工承包合同中，应包括环境保护的条款，其中应包括施工中在环境污染预防和治理方面对承包的具体要求，如施工噪声，废水、废气等污染控制措施，施工期固废处置等内容。

(2) 建设单位应安排公司的环保员参加施工场地的环境监测和环境管理工作。

(3) 加强对施工人员的环境保护宣传教育，增强施工人员环境保护和劳动安全意识，杜绝人为引发环境污染事件的发生。

(4) 定时监测施工区域和附近区域大气中颗粒物的浓度，定时检查施工现场污水排放情况和施工机械噪声水平，以便及时采取措施，减少环境污染。

(5) 严禁将施工过程中产生的废水直接排入附近海洋水体，严禁将产生的疏浚土方抛弃至周边海洋。

(6) 加强施工期的风险防范措施，制定并落实施工期的风险应急预案。

(7) 开展施工期环境监理。

建设单位委托环境监理单位开展施工期间环境监理工作,应按照国家 and 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,制定环境监理方案,全面监督和检查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,落实施工期环境监测计划,根据监测结果,对施工及管理提出相应要求,尽量减少项目施工给环境带来的不利影响。

9.1.3 运营期环境管理

项目建成后,企业应建立健全环境管理制度体系,将环保纳入考核体系,确保在日常运行中将环保目标落到实处。

9.1.3.1 环境管理制度

(1) “三同时”制度

根据《建设项目环境保护管理条例》,建设项目需要配套建设的环境保护设施,必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。项目环评报告书获批复后,建设单位应当按照国务院环境保护行政主管部门规定的标准和程序,对配套建设的环境保护设施进行验收,编制验收报告。建设单位在环境保护设施验收过程中,应当如实查验、监测、记载建设项目环境保护设施的建设和调试情况,不得弄虚作假,验收报告应依法向社会公开。本项目配套建设的环境保护设施经验收合格,方可投入生产或者使用。

(2) 排污许可证制度

根据《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》(国办发[2016]81 号文件),新建项目必须在实际发生排污行为之前申领排污许可证,环境影响评价文件及批复中与污染物排放相关的主要内容应当纳入排污许可证,企业应在实际排污前完成排污许可证的申领。

建设单位应对照《固定污染源排污许可分类管理名录(2019 年版)》的规定,在实际发生排污行为之前申领排污许可证。

同时,排污单位应根据《排污许可证申请与核发技术规范 码头》(HJ 1107-2020)的要求提交排污许可年度执行报告,报告内容主要包括:排污单位基本情况、污染防治设施运行情况、自行监测执行情况、环境管理台账记录执行情况、实际排放情况及合规判定分析、其他需要说明的问题、结论、附图附件等。

一旦排污发生重大变化、污染治理设施改变或进行改、扩建等,建设单位都需向当地环保部门申报。

（3）环保台账制度

厂内需完善记录制度和档案保存制度，有利于环境管理质量的追踪和持续改进；记录台账包括设施运行和维护记录、废水、废气污染物监测台帐、所有化学品使用台账、突发性事件的处理、调查记录等，妥善保存所有记录、台账及污染物排放监测资料、环境管理档案资料等。

（4）污染治理设施管理制度

项目建成后，必须确保污染处理设施长期、稳定、有效地运行，不得擅自拆除或者闲置污染处理设施，不得故意不正常使用污染处理设施。污染处理设施的管理必须与生产经营活动一起纳入单位日常管理工作的范畴，落实责任人、操作人员、维修人员、运行经费、设备的备品备件、化学药品和其他原辅材料。同时要建立岗位责任制、制定操作规程、建立管理台帐。

（5）环保奖惩制度

企业应加强宣传教育，提高员工的污染隐患意识和环境风险意识；制定员工参与环保技术培训的计划，提高员工技术素质水平；设立岗位实责制，制定严格的奖、罚制度。建议企业设置环境保护奖励条例，纳入人员考核体系。对爱护环保设施、节能降耗、改善环境者实行奖励；对环保观念淡薄、不按环保管理要求，造成环保设施损坏、环境污染及资源和能源浪费者一律处以重罚。

（6）信息公开制度

建设单位在环评编制、审批、排污许可证申请、竣工环保验收、正常运行等各阶段均应按照有关要求，通过网站或者其他便于公众知悉的方式，依法向社会公开拟建项目污染物排放清单，明确污染物排放的管理要求。包括工程组成，建设项目拟采取的环境保护措施及主要运行参数，排放的污染物种类、排放浓度和总量指标，排污口信息，执行的环境标准，环境风险防范措施以及环境监测等相关内容。

（7）固体废物环境保护制度

①根据本次评价分析，建设项目生产过程中仍会产生一些危险废物和一般固体废物，这些物质的产生必须严格按照国家和地方的管理要求进行处置，不得随意将产生的危险废物或副产品外售。

②明确建设单位为固体废物污染防治的责任主体，要求企业建立风险管理及应急救援体系，执行环境监测计划、转移联单管理制度及国家和省有关转移管理的相关规定、处置过程安全操作规程、人员培训考核制度、档案管理制度、处置全过程管理制度等。

③规范建设危险废物贮存场所并按照要求设置警告标志，危废包装、容器和贮存场所应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单有关要求张贴标识。

9.1.3.2 环境管理要求

- （1）加强固体废物暂存期间的环境管理。
- （2）加强管道、设备的保养和维护。安装必要的用水监测仪表，减少跑、冒、滴、漏，最大限度地减少用水量。
- （3）加强本项目的环境管理和环境监测。设专职环境管理人员，按报告书的要求认真落实环境监测计划。
- （4）加强职工的安全生产和环境保护知识的教育。配备必要的环境管理专职人员，落实、检查环保设施的运行状况，配合当地环保部门做好环境管理、验收、监督和检查工作。

9.1.3.3 应向社会公开内容

建设方应向社会公开的内容主要包括以下几个方面。

- （一）建设项目名称及概要；
- （二）项目建设单位名称及联系方式；
- （三）建设项目具体情况简述；
- （四）建设项目对环境可能造成影响的概述；
- （五）预防或者减轻不良环境影响的对策和措施的要点。

本工程组成、风险防范措施及信息公开内容见表 9.1-1。

表 9.1-1 工程组成、风险防范措施及信息公开内容

工程组成	建设内容	主要货种及吞吐量	废气污染物排放情况	废水污染物排放情况	固体废物排放情况	主要风险防范及事故应急措施	向社会信息公开要求
主体工程	本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧。新建 1 个 18.5 万 m ³ LNG 泊位（即 2 号泊位），码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m ³ LNG 船舶进行设计。本工程近期可靠泊舱容为 8.0~18.5 万 m ³ LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0~4.0 万 m ³ LNG 船舶装船	吞吐货种为 LNG，泊位设计年通过能力 404 万 t（其中卸船 383.1 万 t，装船 20.8 万 t）	本工程营运期废气主要为运输机动车、港作车辆排放的尾气。项目周边开阔，废气易于扩散，本项目装卸设备、运输车辆、船舶产生废气较少。	本工程船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理；码头初期雨水和陆域生活污水经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。	全部合理处置，不外排	本工程主要环境风险为船舶溢油事故、LNG 泄漏引发的火灾爆炸事故的次伴生影响。本工程建成后应制定应急预案，配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等应急设施设备及物资，配备灭火器、消防栓、水幕系统等消防物资。	根据《环境信息公开办法（试行）》第十九条国家鼓励企业自愿公开下列企业环境信息：（一）企业环境保护方针、年度环境保护目标及成效；（二）企业年度资源消耗总量；（三）企业环保投资和环境技术开发情况；（四）企业排放污染物种类、数量、浓度和去向；（五）企业环保设施的建设和运行情况；（六）企业在生产过程中产生的废物的处理、处置情况，废弃产品的回收、综合利用情况；（七）与环保部门签订的改善环境行为的自愿协议；（八）企业履行社会责任的情况；（九）企业自愿公开的其他环境信息。
公辅及环保工程	给排水，供电，照明，消防，暖通、通风，控制系统，生产及辅助建筑，助导航设施，废气、废水、噪声、固废等污染防治						

9.2 污染物排放清单

本项目污染物排放清单见表 9.2-1。

表 9.2-1 污染物排放清单

污染物类别	污染源名称	污染名称	治理措施	运行参数	排污口信息		排放状况			执行标准	
					编号	排污口参数	排放浓度	排放量	排放方式	排放浓度	标准名称
废水	船舶舱底油污水、船舶生活污水	COD、SS、NH ₃ -N、TP、石油类	由海事部门认可的污水接收船接收处理	/	/		废水量 1187.69t/a，由海事部门认可的污水接收船接收处理，不外排		间歇	/	
	陆域生活污水、码头初期雨水	COD、SS、NH ₃ -N、TP	经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东胜科水务有限公司	/	WS-001	/	COD 400mg/L、SS 250 mg/L、NH ₃ -N 35 mg/L、TP 5 mg/L	COD 0.896t/a、SS 0.56 t/a、NH ₃ -N 0.0784 t/a、TP 0.0112 t/a	间接排放	COD 500mg/L、SS 400 mg/L、NH ₃ -N 45 mg/L、TP 8 mg/L	《污水综合排放标准》(GB8978-1996)表 4 三级标准、《污水排入城市下水道水质标准》(GB/T 31962-2015)B 等级标准
噪声	装卸设备、运输车辆、船舶	噪声	采用低噪声设备；采取隔声、减震措施；加强设备维护和保养等	/	/		/		间歇	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 3 类标准	
固废	船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、含油抹布、维护性疏浚土方	船舶生活垃圾、陆域生活垃圾	船舶生活垃圾、码头生活垃圾委托环卫部门清运	/	/		/		间歇	妥善处置，不外排	
		含油抹布	混入生活垃圾，由环卫部门清运	/	/		/		间歇		
		维护性疏浚土方	外抛至临时倾倒区	/	/		/		间歇		

9.3 环境监测计划

环境监测是衡量环境管理成果的一把尺子，也是环保工作不可缺少的一项工作，因而本项目要配套建设能开展常规监测的化验室并有固定的工作场所，配备监测（分析）人员、仪器和设备等，重点是为废水处理设施配备。制订监测制度，定期对污染源、“三废”治理设施进行监测，同时做好监测数据的归档工作。监测和分析应按国家的有关规范要求进行，监测分析人员要接受一定的培训教育，持证上岗。

9.3.1 施工期环境监测计划

根据《市政府办公室关于开展南通市区施工扬尘专项治理的实施意见》（通政办发[2010]58 号），施工过程中设置扬尘及噪声在线监测装置，对噪声、扬尘进行实时监测，监测项目为 PM_{2.5}、PM₁₀ 以及噪声 Leq（A）。

9.3.2 运营期环境监测计划

根据《排污许可证申请与核发技术规范 码头》（HJ 1107-2020）、《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）等要求，排污单位应按照规定对污染物排放情况进行监测。因此，除了环保主管部门的监督监测外，建设单位还应开展常规监测，以便及时了解本项目对环境造成影响的情况，并采取相应措施，消除不利因素，减轻环境污染，使各项环保措施落到实处，以期达到预定的目标。

建设单位应成立相应部门，定期完成自行监测任务，若不具备监测条件，可委托有资质的环境监测单位进行监测，同时应完成采样、分析、报告编制和记录资料存档工作。

1、污染源监测

污染源监测方案见表 9.3-1。

表 9.3-1 本项目污染源监测方案一览表

序号	类别	监测点位	监测指标	监测频次	执行排放标准
1	废水	后方分销转运站污水总排口	废水量、COD、SS、氨氮、总磷	每半年监测 1 次	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 三级标准、《污水排入城市下水道水质标准》（GB/T 31962-2015）B 等级标准
2	噪声	扩建码头处设置 3 个监测点（沿岸线布设，左中右各 1 个）	连续等效声级 Leq（A）	每季度监测 1 天，每天昼夜各监测 1 次	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准

建设单位将以上监测结果按季、年进行统计，编制环境监测报表，上报上级环

保部门，如发现问题，必须及时采取纠正措施，防止环境污染。

9.3.3 海洋环境跟踪监测计划

海洋环境跟踪监测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检验资质的环境监测机构承担，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

本工程施工期影响范围主要集中在疏浚挖泥作业区，运营期影响范围主要集中在码头前沿。因此，本工程跟踪监测点主要布置在疏浚挖泥作业区和码头前沿，并在临近海洋环境敏感目标处布点。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，同时结合现有工程、海洋环境质量现状监测点位，本工程跟踪监测共设置 3 个监测断面，共设置水质站位 7 个、沉积物 3 个、海洋生态站位 3 个，另选取潮间带断面 4 条用以监测潮间带生物。具体设置情况见表 8.3-2。

表 9.3-2 站位布设情况

监测项目	断面编号	断面位置	站位设置
海洋水质、海洋沉积物、海洋生态	1#监测断面(主断面)	2#泊位前沿	3 个监测站位
海洋水质	2#监测断面	吕四作业区环抱式港池口门处	1 个站位
海洋水质	3#监测断面	南通市 161、162 海区梭子蟹省级水产种质资源保护区	3 个站位

站位具体经纬度及位置分布见表 8.3-3 和图 8.3-1。

表 9.3-3 站位具体位置一览表

序号	L	B	东经	北纬	监测内容
1	121.72	32.09	121°43'26.866"	32°05'39.869"	水质
2	121.76	32.07	121°45'46.081"	32°04'00.110"	海洋水质、海洋沉积物、海洋生态
3	121.79	32.09	121°47'14.288"	32°05'30.996"	
4	121.81	32.12	121°48'21.225"	32°07'20.545"	
5	121.81	32.03	121°48'50.137"	32°02'00.759"	水质
6	121.84	32.07	121°50'23.242"	32°04'04.110"	
7	121.86	32.09	121°51'20.547"	32°05'24.809"	
A1	121.70	32.09	121°41'45.284"	32°05'11.388"	潮间带
A2	121.69	32.08	121°41'28.856"	32°04'48.388"	潮间带
B1	121.76	32.03	121°45'52.610"	32°01'41.849"	潮间带
B2	121.75	32.01	121°44'54.972"	32°00'43.638"	潮间带

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、监测时间和频率

本工程施工期 20 个月。

海洋水质在施工期内每年的春季或秋季进行大、小潮期的监测。运营期至少在一年的春季和秋季进行一次大、小潮期的监测。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

沉积物在施工期监测一次，运行期每两年监测一次。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

海洋生态在施工期内每年的春季或秋季进行大、小潮期的监测。运营期至少在一年的春季和秋季进行一次大、小潮期的监测。以后可根据前几次的监测结果，适当加大和减小监测频率。

本项目海洋环境跟踪监测计划详见表 8.3-3。

表 8.3-3 海洋跟踪环境监测计划

监测内容	监测时间、频率	监测项目
海洋水质	施工期：施工期间选取春季或秋季进行一次大、小潮潮期的监测。 运营期：至少在一年的春季和秋季进行一次大、小潮潮期的监测。	pH、悬浮物、石油类、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌
海洋沉积物	施工期：施工期间监测一次； 运营期：每两年监测一次。	铜、锌、铅、镉、铬、汞、砷、石油类、硫化物、有机碳
海洋生态	施工期：施工期间选取春季或秋季进行一次大、小潮潮期的监测。 运营期：至少在一年的春季和秋季进行一次大、小潮潮期的监测。	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

9.3.4 应急监测计划

本工程存在船舶发生溢油事故的风险，一旦发生溢油事故，将会对周围的环境敏感目标构成威胁。一旦发生溢油事故，应进行事故状态下的环境跟踪监测。其目的是掌握溢油事故可能威胁到的环境敏感点、油膜影响范围外附近海域等海水中石油类污染物的浓度等。突发环境事故下的应急监测应根据《突发环境事件应急监测

技术规范》（HJ589-2010）的相关要求，综合考虑事故类型情景、污染物的种类、污染途径进行应急监测，以突发环境事件发生位置及附近区域为主，关注本项目周边环境敏感目标。监测站位、监测频率等应根据溢油事故情况与监测部门协商确定。建议包括以下应急监测工作：

（1）监测点位

事故发生海域、附近开放式养殖区。

（2）监测项目

海水水质：pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、重金属等；

生态环境：生物体内残毒分析、底栖生物、浮游植物、浮游动物等。

（3）监测频率

监测频率应根据污染程度，能反映所污染海域的海水水质和生态污染程度。以上监测均应委托具有相应资质的监测单位进行。

9.3.5 排污口规范化设置

根据《江苏省排污口设置及规范化整治管理办法》的第十二条规定，排污口符合“一明显、二合理、三便于”的要求，即环保标志明显，排污口设置合理、排污去向合理，便于采集样品、便于监测计量、便于公众监督管理。并按照《环境保护图形标志》（GB15562.1-1995、GB15562.2-1995）的规定，对各排污口设立相应的标志牌。标志牌应设置在排污口(采样点)附近且醒目处，高度为标志牌上缘离地面 2 米，排污口附近 1 米范围内有建筑物的，设平面式标志牌，无建筑物的设立式标志牌。排污口的有关设置(如力形标志牌、计量装置、监控装置等)属环保设施，排污单位必须负责日常的维护保养，任何单位和个人不得擅自拆除，如需要变更的须报当地环保局同意并办理变更手续。

按照《江苏省排污口设置规范化整治管理办法》的有关规定，在项目建设中对各类污染物排污口进行规范化设置与管理。按照国家环境保护总局制定的《〈环境保护图形标志〉实施细则（试行）》（环监[1996]463 号）的规定，在各排污口设立相应的环境保护图形标志牌。

9.3.6 监测数据、报告及报表管理

建设单位应委托有资质的监测单位按监测计划进行监测，若有异常情况应及时通知当地海洋、环保主管部门，以便采取相应的对策措施。监测数据、报告及报表管理要求如下：

(1) 对于建设单位自行监测的项目，数据需经分析人员复核、审核，以确保数据准确；

(2) 对于委托监测的数据，受委托单位负责其数据的准确性；

(3) 监测数据的汇总、统计、保存，由环保部门负责；

(4) 所有监测均须出具监测报告，委托监测由受委托单位出具监测报告；

(5) 废气监测月报表以及监测年报表由企业环保部门汇总、统计，报送生产经理；

(6) 政府部门环境年报按照政府部门要求、由环保部门统计、填写；

(7) 所有对外报送的监测数据和报告，需经环保部门经理审核签字，并加盖公司印章后方可报送。

(8) 根据原国家海洋局《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，委托监测单位在项目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。

9.4 总量控制分析

污染物排放总量控制是针对工程分析、环保治理措施及环境影响预测和分析的结果而进行的控制，污染物排放总量应在建设项目达标排放的基础上，核定企业的排污总量，并据此进行总量平衡分析，最终核定建设项目实施后项目的污染物总量控制指标，为环保部门监督管理提供依据。

9.4.1 总量控制原则

以本项目投入运行后最终排入环境中的“三废”污染物种类和数量为基础，以排污可能影响到的大气、水等环境要素的区域为主要对象，根据项目特点和环境特征确定实施总量控制的主要污染物，并对污染物采取切实有效的措施进行处理、处置，应遵循以下原则：

(1) 主要污染物“双达标”；

- (2) 实施清洁生产，在达标排放情况下进一步削减污染物的排放量；
- (3) 充分考虑环境现状，提出切实可行方案，保证区域的总量控制要求；
- (4) 目总量指标控制在区域污染物排放总量指标内。

9.4.2 总量控制指标

本项目建成后，污染物排放量汇总见表 8.4-1。

表 8.4-1 本项目污染物排放量汇总表

类别	污染物名称		现有项目接管量/外排量 (t/a)	本项目			以新带老削减量(t/a)	排放增减量 (t/a)	全厂排放量 (t/a)
				产生量 (t/a)	削减量 (t/a)	接管量/外排量 (t/a)			
废气	正常工况	非甲烷总烃	0.11	0	0	0	0	0	0
	非正常工况	SO ₂	0.13	0	0	0	0	0	0.13
		NO _x	1.446	0	0	0	0	0	1.446
废水	废水量		2709.74	1296	0	1296	0	+1296	4005.74
	COD		0.2328	0.4236	0.294	0.1296	0	+0.1296	0.3624
	SS		0.105	0.3432	0.25248	0.09072	0	+0.09072	0.19572
	NH ₃ -N		0.0194	0.0294	0.00996	0.01944	0	+0.01944	0.03884
	TP		0.002	0.0042	0	0.0042	0	+0.0042	0.0062
	石油类		1.02	0.0228	0.00984	0.01296	0	+0.01296	1.03296
固废	船舶生活垃圾		0	2.82	2.82	/	0	0	0
	陆域生活垃圾		0	15.75	15.75	/	0	0	0
	含油抹布		0	0.5	0.5	/	0	0	0
	维护性疏浚土		0	50-70 万 m ³	50-70 万 m ³	0	0	0	0

本工程建成后，运营期船舶舱底油污水、船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理；码头初期雨水和陆域生活污水经后方分销转运站现有污水处理系统处理后接管至启东市启东胜科水务有限公司集中处理，水污染物总量在启东市启东胜科水务有限公司总量内平衡。

本项目固体废物均妥善处置、不排向外环境，无需申请总量。

10 环境影响评价结论

10.1 结论

10.1.1 建设项目概况

广汇能源拟投资 83895 万元建设南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程，在广汇能源启东液化天然气分销转运站现有 1 号泊位东侧建设 1 个 18.5 万 m^3 LNG 泊位（即 2 号泊位，码头结构按可靠泊舱容为 21.5 万 m^3 LNG 船舶进行设计、建设）。码头近期可靠泊舱容为 8.0~18.5 万 m^3 LNG 船舶卸船，同时兼顾 1.0~4.0 万 m^3 LNG 船舶装船。项目建成后，主要吞吐货种为 LNG，设计年通过能力 404 万 t（其中卸船 383.1 万 t，装船 20.8 万 t）。

本工程码头呈蝶形布置，码头长度为 390m。码头由工作平台、2 个靠船墩、6 个系缆墩组成，工作平台、靠船墩和系缆墩之间通过人行桥连接，人行桥顶高程为 13.6m。工作平台上布置装卸设备、登船梯等；靠船墩对称布置于工作平台两侧，每个靠船墩上布置 3 组护舷，靠船墩顶高程为 11.0m；工作平台两侧分别布置 3 个系缆墩，系缆墩靠近联系桥布置，顶高程为 11.0m。同时，本工程 2 号泊位通过引桥、联系桥、现有栈桥与后方陆域相连接。联系桥北侧新建补偿平台，在现有控制室平台南侧、北侧分别布置控制平台和消防泵平台。

本工程码头前沿停泊水域设计底高程-13.8m，宽度 100m。回旋水域布置于泊位的正前方，呈椭圆布置，椭圆长轴与码头前沿线走向一致，平行于水流方向取 3 倍船长，为 900m；垂直于水流方向取 2 倍船长，取值 600m。结合 1 号泊位现有回旋水域，本工程回旋水域在 1 号泊位回旋水域的基础上向东外扩 156m（面积增加 14 公顷），外扩后与 1 号泊位共用，回旋水域呈椭圆形布置，位于泊位的正前方，椭圆长轴与码头前沿线平行，长 900m，短轴长 600m，底高程为-13.8m。根据 1 号泊位维护性疏浚后的最新地形扫测图可知，1 号泊位原港池区域均已达-13.8m，无需疏浚。因此，本次疏浚范围仅为新增港池范围，面积约 14 公顷，疏浚量约 96 万 m^3 ，拟采用耙吸式挖泥船进行开挖，全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区。

本工程为 LNG 码头建设工程，LNG 输送至后方现有分销转运站内 LNG 储罐。本工程在新建引桥上布置工艺管线及检修车道，在现有栈桥上布置管廊及车道，实现与后方分销转运站的连接。2 号泊位单独设计卸船总管、保冷循环管线，与现有 1

号泊位共用氮气管线。本工程管廊位于现有栈桥现有管廊上方，管廊层高为 2.5 米（以引桥水工面为基准计算），宽度为 6.5 米，当管线跨越车辆通道时，管廊层高上升至 5.5 米高。管廊上从西到东，布置电气桥架、卸船管线（DN1200）、回气管线（DN400）、保冷循环管线（DN250）、消防管线（DN150）、仪表空气管线（DN100）和仪表桥架。

本工程总投资为 83859 万元，环保投资 1067.51 万元，环保投资占比 0.98%；工程施工期 24 个月。

10.1.2 环境质量现状

10.1.2.1 海水水质

根据现状监测和评价结果可知：本项目海域水质除磷酸盐外，其余监测因子均满足相应标准值要求。磷酸盐超标原因可能由于受到周围水产养殖和入海排污口排污的影响。建议根据海域的污染物最大接纳量来分配各个排污口污染物的排放量，同时加强对排污企业的监管力度，严格控制陆域污染源，其污、废水要达标排放；控制养殖规模、建立多品种养殖结构的生态养殖模式，以促进水产养殖业健康、稳定发展，保护黄海海水水质。当地政府已制定了相应的地表水环境综合整治方案（《启东市人民政府关于实施<吕四港经济开发区主要污染物总量减排工作方案、水环境综合整治工作方案的通知>》），随着地表水环境综合整治工作的开展，当地近海海水环境质量将逐步得到改善。

9.1.2.2 海洋沉积物

根据现状监测和评价结果可知：2022 年春季，位于港口航运区的 6 个站位，各项评价指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）三类沉积物标准，符合所在功能区的要求；位于农渔业区的 3 个站位，各项评价指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类沉积物标准，符合所在功能区的要求；位于工业与城镇用海区的 1 个站位，各项评价指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）二类沉积物标准，符合所在功能区的要求。

9.1.2.3 海洋生物质量

根据现状监测和评价结果可知：2022 年春季和秋季鱼类、甲壳类、软体动物中各检测指标均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册，1998，海洋出版社）和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（1986，海洋出版社）中的海洋生物质量评价标准要求；调查海域双壳贝类的各评价指标均符合《海洋生物质量标准》（GB 18421-2001）第二类生物质量标准。

9.1.2.4 海洋生态环境

根据现状监测和评价结果可知：

2022 年春季，潮间带生物物种多样性指数 (H') 均值为 2.21 (1.43~3.20)，均匀度指数 (J') 均值为 0.92 (0.84~0.98)，丰富度指数 (d) 均值为 1.09 (0.36~2.15)，单纯度指数 (C) 均值为 0.27 (0.13~0.40)。该调查海域整体潮间带生物群落多样性较丰富，均匀度指数较高，丰富度指数较高，群落稳定性较好。

2022 年秋季，潮间带生物物种多样性指数 (H') 均值为 1.41 (0.29~2.49)，均匀度指数 (J') 均值为 0.73 (0.29~1.00)，丰富度指数 (d) 均值为 0.62 (0.16~1.23)，单纯度指数 (C) 均值为 0.48 (0.21~0.91)。该调查海域整体潮间带生物群落多样性一般，均匀度指数较高，丰富度指数一般，群落稳定性一般。

9.1.2.5 渔业资源

根据 2019 年 5 月监测结果，共捕获游泳动物 43 种，其中鱼类有 22 种，虾类有 11 种，蟹类有 9 种，头足类 1 种；监测海域渔获物平均重量渔获率为 7.67kg/h，渔业资源平均重量资源密度为 721.62kg/km²，平均尾数资源密度为 78079.17 尾/km²。

根据 2019 年 10 月监测结果，调查海域 16 个站位中，共出现渔业资源 52 种。其中鱼类 27 种，虾类 11 种，蟹类 9 种，头足类 2 种，其他类 3 种。调查海域渔业资源平均重量密度为 18.877 kg/h，范围为 3.066 kg/h~79.288 kg/h，调查海域渔业资源平均资源量为 640.623 kg/km²，范围为 91.261 kg/km²~2996.117 kg/km²。资源密度平均为 69672 尾/km²，范围为 14542 尾/km²~229162 尾/km²。调查海域生物多样性指数平均为 2.49，范围为 1.26~3.51；丰富度指数平均为 1.75，平均为 0.77~3.01；均匀度指数平均为 0.62，范围为 0.32~0.75。

9.1.2.6 环境空气

根据《南通市生态环境状况公报》(2021 年)，启东市 2021 年项目所在区域六项污染物均可达《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准，因此，项目所在区域为城市环境空气质量达标区，环境空气质量良好。

9.1.2.7 声环境质量

根据现状监测结果可知：各噪声监测点的昼间、夜间噪声监测值均能满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 中 3 类标准要求。

10.1.3 污染物排放情况

9.1.3.1 施工期污染物排放情况

（1）废气排放情况

施工期废气主要为施工材料运输产生的废气、混凝土搅拌船在搅拌混凝土时产生的废气、施工船舶燃料燃烧废气以及防腐涂料使用期间挥发的有机废气。

（2）废水排放情况

施工期废水主要为施工船舶生活污水(11200t)、施工船舶舱底油污水(2828.4t)，由海事部门认可的污水接收船接收处理。

同时，施工期疏浚过程需采用自航耙吸式挖泥船进行作业，挖泥船挖泥过程搅动水体产生悬浮泥沙，施工期疏浚挖泥作业悬浮物发生量为 422.64t/h，即 117.4kg/s。

（3）噪声排放情况

施工期噪声主要考虑挖泥船、打桩船、起重船、交通运输船等施工船舶及其附属机械影响，噪声源强为 80~95dB（A）。

（4）固体废物排放情况

施工期产生的固废主要为施工船舶生活垃圾（146t）、疏浚产生疏浚土方（96 万 m³）、灌注桩废泥浆。其中船舶生活垃圾委托环卫部门统一处理；疏浚土方拟采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区；码头灌注桩施工过程中若发现漏浆，施工单位应及时采取措施，将废泥浆收集上岸后，通过改善泥浆性能后回用。

9.1.3.2 运营期污染物排放情况

（1）废气排放情况

本工程为 LNG 码头建设工程，正常工况下，码头作业不产生废气。

（2）废水排放情况

本工程运营期废水产生总量为 2483.69t/a，其中船舶生活污水（225.6t/a）、船舶舱底油污水（962.09t/a）经船舶污水委托海事部门认可的环保船接收处理，码头工作平台初期雨水（456t/a）和陆域生活污水（840t/a）经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

同时，本工程维护性疏浚过程采用耙吸式挖泥船进行作业，挖泥船挖泥过程搅动水体产生悬浮泥沙，产生量为 422.64t/h，即 117.4kg/s。

（3）噪声排放情况

本工程运营期噪声主要来源于输送泵噪声和船舶鸣号产生的交通噪声等，噪声源强为 75~90dB（A）。

（4）固体废物排放情况

本工程运营期产生的固体废物主要为到港船舶生活垃圾（2.82t/a）、陆域生活垃圾（15.475t/a）、含油抹布（0.5t/a）、维护性疏浚土方（50-70 万 m^3 ）。其中，到港船舶生活垃圾、陆域生活垃圾经环卫部门清运；机械擦拭产生的含油抹布不分类收集，混入生活垃圾，由环卫部门清运；维护性疏浚土运至生态环境部门指定的抛泥区或倾倒区，外抛前应取得国家海洋行政主管部门许可、完善外抛手续、取得相关许可证。本工程运营期固废均妥善处置，不外排。

10.1.4 主要环境影响

10.1.4.1 海洋水文动力及冲淤环境影响

根据预测结果可知，由于工程规模有限，且工程海域固有水深相对较大，工程的建设对周边动力场的影响也有限，涨落潮流速变化相对较为明显的区域主要出现在码头及港池右侧疏浚区附近。其中，工程区码头前沿涨落潮流速变化基本在 0.05m/s 以下，相比广汇能源码头及港池附近的流速而言，变率基本在 5% 以下；工程区港池西侧的疏浚区内，涨落潮流速以减小为主，流速降幅基本在 0.20m/s 以下，同时，疏浚区外围局部存在一定流速增大区，但流速增幅基本在 0.05m/s 以下。此外，受港池东部疏浚区的影响，紧邻港池的吕四港航道附近局部的涨落潮流速有一定变化，流速变幅基本在 0.10m/s 以下；广汇能源码头 1#泊位前沿的流速变幅基本在 0.02m/s 以下，西侧距离相对较远的大唐电厂码头前沿的涨落潮流速则基本没有变化。

工程后，由于码头结构采用高桩墩式结构形式，且原港池区域经过定期维护性疏浚已达到工程设计要求，因而，本工程的疏浚范围也有限。因而，工程难以对周边大范围海域的涨落潮流速场产生明显影响，工程后流速发生变化的范围基本集中新建码头前沿水域及港池疏浚区水域，相应地，工程采用透空式结构也使得工程海域的涨落急流向基本未发生明显可见变化。工程难以对广汇能源 1#码头、西侧的大唐电厂码头、小庙洪水道的流速场产生显著可见的影响。

工程建成后，受新建码头桩基础及港池东侧新疏浚区的影响，工程海域近区出现一定的泥沙回淤。其中，新建码头前沿的泥沙回淤基本在 0.65m/a 以下，且以码头面周边的局部回淤为主；港池东侧的新疏浚区的泥沙回淤主要在 0.50~0.90m/a 之间变化。

由于工程的码头结构为透空式结构，且港池东侧的疏浚区范围有限，因而，工程建设后，泥沙冲淤调整的部位基本在新建码头泊位及港池新疏浚区附近局部有限

水域，难以对周边的广汇能源码头、大唐电厂码头、航道、小庙洪水道等海域的海床冲淤变形产生明显可见的影响。这与工程后水动力环境的变化规律相符。

10.1.4.2 海水水质环境影响

(1) 施工期海水水质环境影响

根据预测结果可知，由于工程位于广汇能源码头 1#泊位的东侧、小庙洪水道南侧，受小庙洪水道涨落潮挟沙水流影响以及施工悬浮物沉降作用，港池东侧的局部疏浚施工产生的悬浮物整体的扩散趋势总体呈东南-西北向输运扩散为主。

涨落潮期间，施工悬沙入海输移扩散范围随着泥沙浓度的增大而相应减少，疏浚产生的悬浮物增量浓度大于 10mg/L 的范围基本位于广汇能源码头前沿港池及东侧和西侧局部区域，高浓度悬浮物增量难以进入东北侧的航道、西侧的大唐电厂码头前沿等区域，对港池外海域也基本没有影响。

施工期船舶产生的生活污水和舱底油污水，由海事部门认可的污水接收船接收处理。施工期各类废水可以妥善处理，不排入海域，对海水水质影响较小。

(2) 运营期海水水质环境影响

项目运营期船舶舱底油污水、船舶生活污水由海事部门认可的环保船接收处理；码头工作平台初期雨水和陆域生活污水经后方分销转运站现有污水处理系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。本项目运营期各类废水妥善处置后，不排入海域，对海洋环境影响较小。

10.1.4.3 海洋沉积物环境影响

本工程为码头建设工程，施工时泥沙在随潮流涨落运移过程中，其粗颗粒部分将迅速沉降于入海点附近海底，细颗粒部分在随潮流向边滩运移过程中遇到涨憩趋于零而慢慢沉降于海底。散落泥沙的扩散运移和沉降的范围与泥沙的粒径、水深和流速有关。

在施工过程中产生的泥沙来自海底，由于工程的施工搅动产生的悬沙短时间内将沉积在附近海底，除对海底沉积物产生部分分选、位移、重组和松动外，没有其它污染物混入，对海底沉积物质量基本上没有影响。

本项目施工期和运营期污水不直接排海，对沉积物环境基本上没有影响。此外，船舶生活垃圾统一收集处置，避免直接排入海域，项目海域沉积物的质量基本不受影响。

10.1.4.4 海洋生态环境影响

(1) 施工期生态环境影响分析

本项目疏浚施工、码头施工等作业方式，将直接破坏占用海域底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地，造成底栖生物损失；其次疏浚施工会导致局部水域悬浮物增加从而造成海洋生物资源损失。项目占用海域造成底栖生物的一次性损失量为 0.9t、疏浚临时用海造成底栖生物的一次性损失量为 3.9t，施工悬浮泥沙扩散造成鱼卵和仔稚鱼、鱼类、甲壳类和头足类、浮游动物等损失，一次性损失量分别为 100.6 万尾、234kg、85kg、83.3kg。

(2) 运营期生态环境影响分析

本项目废水均能妥善处置，不在海域设置污水排口，运营期对附近海洋生态环境影响较小。

9.1.4.5 大气环境影响

(1) 施工期大气环境影响

本工程施工场地开阔，加之岸边空气动力强，产生的污染物经大气稀释扩散后对周围大气环境影响较小。同时，施工期影响时间有限，施工结束后，上述废气影响随即消失。

(2) 运营期大气环境影响

本工程为 LNG 码头建设工程，设计年吞吐量为 380 万吨/年液化天然气(LNG)。码头进出港船舶均为 LNG 船舶，出厂的 LNG 通过 LNG 槽车运往国内需求客户。根据资料调查和实地调研可知，LNG 船舶和 LNG 槽车均使用液化天然气作为动力燃料。液化天然气属于清洁能源，因此，本工程运营期的运输车辆和到港船舶的大气污染物对环境的影响较小。

9.1.4.6 噪声环境影响

(1) 施工期噪声环境影响

本工程位于南通港通州湾港区吕四作业区外海开敞式海域，小庙洪水道南侧、广汇能源已建 1 号 LNG 泊位东侧，评价范围内无声环境敏感目标。随着码头工程的竣工，施工噪声的影响将随之消失。因此，本工程施工期噪声排放对周围环境的影响较小。

(2) 运营期噪声环境影响

本项目运营期噪声源的贡献值满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》

(GB12348-2008) 中的 3 类标准要求。

9.1.4.7 固废环境影响

(1) 施工期固废环境影响、

施工期船舶生活垃圾、陆域生活垃圾分类收集后交由当地环卫部门清运；疏浚土方和岸坡挖泥全部通过泥驳外抛至南通吕四作业区 10 万吨级进港航道工程临时性海洋倾倒区 2#倾倒区；码头灌注桩施工过程中若发现漏浆，施工单位应及时采取措施，将废泥浆收集上岸后，通过改善泥浆性能后回用，不得排海。本项目施工期短，产生固废总量小，妥善处置后，对周围环境影响较小。

(2) 运营期固废环境影响

本项目运营期产生的固体废物主要为到港船舶生活垃圾、陆域生活垃圾、含油抹布和维护性疏浚土方。来自疫情地区的船舶垃圾由具有相应资质的卫生检验检疫部门对其进行检疫之后按相关规定处理；码头面和陆域均设置生活垃圾接收桶，非疫区船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后由环卫部门统一处理。含油抹布未分类收集，全过程不按危险废物管理，因此含油抹布不分类收集，混入生活垃圾后由环卫部门清运。维护性疏浚土运至生态环境部门指定的抛泥区或倾倒区，外抛前应取得国家海洋行政主管部门许可、完善外抛手续、取得相关许可证。

综上，本项目运营期产生的固废总量较小，得到妥善处置后，对周围环境影响较小。

10.1.4.8 环境风险评价

本项目环境风险主要考虑溢油事故对海水的影响，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，可以发现，当溢油发生后，如不采取一定的应急措施，溢油油膜会对开放式养殖区等海洋保护目标产生影响。为保护海洋生态环境，项目施工应科学、规范、谨慎，运营期船舶必须严格按规划操作，按照管理部门安排，与周边港口码头协调一致，避免发生干扰，尽可能避免溢油事故的发生。

10.1.5 公众意见采纳情况

根据《南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程环境影响评价公众参与说明》，本次公众参与调查通过在江苏环保公众网（网站：<http://www.jshbgz.cn/>）以及启东日报进行信息公开和公众意见的征求，同时选择在距离最近的敏感目标处张贴公示。公示及征求意见期间未收到反对意见。

建设单位应做好与当地公众的沟通与交流工作，定期公布信息，解除公众的疑

虑和担忧，实现经济建设与环境保护协调发展。同时建设单位在项目建设、运行过程中，应重视公众的各种意见，认真落实报告书中提出的环保措施，以实现环境效益、社会效益和经济效益的统一。

10.1.6 环境保护措施

10.1.6.1 施工期环境保护措施

(1) 大气环境

施工期大气环境保护措施主要包括混凝土搅拌船在混凝土搅拌过程中进行密闭搅拌并配备防尘除尘装置；使用污染物排放少的施工机械、施工船舶，加强维修保养；选择封闭性能好，不易洒漏的运输车辆并采取密闭措施；施工便道面层采用沥青或混凝土，厚度和强度应满足施工和行车需要。

(2) 水环境

施工期水环境保护措施主要为船舶生活污水、舱底油污水由海事部门认可的污水接收船接收处理。

(3) 声环境

施工期声环境保护措施主要为尽量选用低噪声设备，对高噪声设备采取隔声、减震措施；加强施工机械、运输车辆保养；加强场地的监督管理，做好施工船舶、施工机械、运输车辆的调度和交通疏导工作。

(4) 固体废物

施工期固体废物污染防治措施主要为：船舶生活垃圾、陆域生活垃圾分类收集后交由当地环卫部门清运；疏浚土方全部采用泥驳外抛至吕四港已批复的 2#临时倾倒区；码头灌注桩施工过程中若发现漏浆，施工单位应及时采取措施，将废泥浆收集上岸后，通过改善泥浆性能后回用，不得排海。

9.1.6.2 运营期环境保护措施

(1) 大气环境

正常工况下，本工程码头作业不产生废气，但为保证环境空气的质量，运营期仍采取如下措施：选用性能和材质较好的管道、阀门及泵机，重视设备管线的日常维护、管理，努力提高设备运行完好率，杜绝管线、阀门和泵机的跑、冒、滴、漏。

(2) 水环境

运营期船舶生活污水和船舶舱底油污水委托海事部门认可的环保船接收处理；本工程运营期产生的陆域生活污水、码头初期雨水经后方分销转运站现有污水处理

系统预处理后接管至启东胜科水务有限公司集中处理。

(3) 声环境

运营期声环境保护措施主要为选用低噪声设备，对高噪声设备采取隔声、减震措施，并加强机械设备保养，装卸作业尽量做到轻起慢放。

(4) 固体废物

运营期码头面和陆域均设置生活垃圾接收桶，船舶生活垃圾和陆域生活垃圾分类收集后由环卫部门统一处理；含油抹布不分类收集，混入生活垃圾，由环卫部门清运。

10.1.6.3 非污染环境保护措施

项目施工期，水上工程施工作业尽可能避开水生生物敏感期。为了缓解和减轻项目对所在的海域生态环境水生生物的不利影响，建设单位应采取增殖放流等生态补偿措施，后续根据实际情况制定可行的生态补偿方案。

10.1.6.4 环境风险防范措施

本项目通过制定各种相应环境风险防范措施和应急预案，配备围油栏、收油机、吸油毡、溢油分散剂等事故应急设施设备及物资等，成立应急指挥部，加强员工应急培训，确保应急信息传递和反馈系统畅通，明确各种应急救援行动方案，可将项目发生的环境风险控制在较低的水平。

10.1.7 环境影响经济损益分析

本项目在确保环保资金和污染治理设施到位的前提下，项目产生的“三废”在采取合理的处理处置措施后，可明显降低其对周围环境的危害，并取得一定的经济效益。因此，本项目具有较好的环境经济效益。

10.1.8 环境管理与监测计划

为了保护环境，保证工程污染防治措施的有效实施，项目计划设立健全的环境保护管理机构，建立完善的环境监测制度，并针对本项目污染特点制定相应较为完善的监测计划。

10.1.9 总结论

南通港通州湾港区吕四作业区广汇能源启东液化天然气分销转运站 2 号泊位工程符合《江苏省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《江苏省国家级生态保护红线规划》、《江苏省生态空间管控区域规划》、《江苏省海洋生态红线区域保护规划（2016-2020

年)》及相关规划要求, 本项目建设能够完善区域集疏运体系, 为临港企业服务, 促进港区可持续发展。项目平面布置合理、工艺可行, 采取的污染防治措施可行可靠, 能有效实现污染物稳定达标排放, 对环境影响较小; 环境经济损益具有正面效应; 制定了完善的环境管理制度和监测计划。因此, 在落实本报告提出的各项污染防治措施和生态补偿措施的前提下, 从环保角度出发, 本项目具有环境可行性。

10.2 建议

(1) 加强对船舶溢油及其他风险事故的防范, 制定应急预案, 落实必要的应急设施, 定期组织风险应急演练。建议尽快制定区域应急预案, 建设区域应急设备库, 并做好本项目与区域应急管理体系、应急预案等衔接。

(2) 建议建设单位在竣工验收前, 编制海洋生态补偿实施方案, 在海洋行政主管部门的指导下, 实施具体的生态恢复和补偿措施。

(3) 加强机械设施及污染防治设施运行的管理, 定期对污染防治设施进行保养检修, 确保污染物达标排放, 避免污染事故发生。

(4) 对靠岸船舶在停泊期间污染物的产生及排放情况进行监管。

(5) 加强地形监测, 注意港池、支航道回淤, 特别是灾害性天气过程后支航道骤淤问题。及时维护港池及航道水深, 避免阻碍船舶航行或导致船舶发生风险事故。