

项目编号:

北海市铁山港工业区 A5 深海
排放管工程-海域部分
环境影响报告书

建设单位：北海市路港建设投资开发有限公司

编制单位：天科院环境科技发展（天津）有限公司

2022 年 9 月

目录

1	概述	5
1.1	项目由来	5
1.2	项目特点	6
1.3	环境影响评价过程	6
1.4	关注的主要环境问题	7
1.5	环境影响评价主要结论	7
2	总论	8
2.1	编制依据	8
2.2	评价目的和评价原则	10
2.3	评价内容和评价重点	11
2.4	环境影响及评价因子识别	12
2.5	评价等级	13
2.6	评价范围	16
2.7	评价标准	19
2.8	环境保护目标与环境敏感目标	22
3	工程概况	24
3.1	项目名称、性质及地理位置	24
3.2	项目建设内容	24
3.3	设计方案	32
3.4	工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度	49
4	工程分析	57
4.1	工程各阶段污染环境的影响分析	57

4.2	工程各阶段非污染物环境影响分析	62
5	自然社会环境概况	64
5.1	工程地理位置	64
5.2	气象条件	64
5.3	水文条件	67
5.4	地形、地貌及工程泥沙	77
5.5	工程地质及地震	80
6	环境现状调查与评价	90
6.1	水动力现状调查与评价	90
6.2	海水水质环境质量现状调查与评价	125
6.3	海洋沉积物环境质量现状调查与评价	164
6.4	海洋生态环境质量现状调查与评价	168
6.5	渔业资源环境质量现状调查与评价	259
6.6	生物体质量环境质量现状调查与评价	301
6.7	现状小结	310
6.8	本底值选取	310
7	环境影响预测与评价	313
7.1	水文水动力环境影响预测与评价	313
7.2	水环境影响预测与评价	330
7.3	排放口环境容量计算	357
7.4	海洋沉积物环境影响预测与评价	363
7.5	海洋生态环境影响预测与评价	364
8	环境事故风险分析与评价	372

8.1	风险识别	372
8.2	事故风险分析	372
8.3	风险预测	377
8.4	事故后果分析	409
8.5	环境风险事故防范措施和应急方法	410
9	总量控制	425
10	环境保护措施及其可行性论证	426
10.1	建设项目各阶段的污染环境保护对策措施	426
10.2	建设项目各阶段的海洋生态环境保护措施	431
10.3	建设项目的环境保护设施和对策措施一览表	433
11	环境保护的技术经济合理性	438
11.1	环境保护设施和对策措施的费用估算	438
11.2	环境保护的经济损益分析	438
11.3	环境保护的技术经济合理性	439
12	相关规划和功能区划符合性分析	441
12.1	相关规划	441
12.2	污染防治和生态环境保护的规划及相关文件	473
12.3	其他环境敏感区	492
12.4	其他环境敏感区	493
12.5	广西北部湾港总体规划修编	499
12.6	相关规划要求的制约——排污区（口）设置适宜性研究初选区域 ..	502
13	环境管理与环境监测计划	506
13.1	环境保护管理计划	506

13.2	环境监测计划	508
14	环境影响评价结论及建议	510
14.1	工程分析结论	510
14.2	环境现状分析与评价结论	510
14.3	环境影响预测分析与评价结论	512
14.4	环境风险分析与评价结论	514
14.5	环境保护对策措施的合理性、可行性结论	514
14.6	区划规划和政策符合性结论	515
14.7	建设项目环境可行性结论	515

1 概述

1.1 项目由来

随着广西北部湾经济区发展规划、北部湾城市群发展规划、“一带一路”、陆海新通道等国家发展战略的实施，北海、钦州、防城港三市进入快速发展阶段，重要工业行业、重大项目布局，包括冶炼、造纸、钢铁、石化、煤电项目正在规划或建设中，特别是大造纸、大钢铁、大锂电、大石化等项目投资建设，成为广西沿海经济发展新的增长点。

铁山港（龙潭）组团是广西北部湾经济开发五大组团之一，组团主要包括北海铁山港（临海）工业区（以下简称“西港”）、铁山东港产业园（以下简称“东港”）、玉林龙潭产业园（含白平片区），均需依托铁山港深海排放口排放尾水。北海市铁山港（临港）工业区于 2007 年设立，是北部湾经济区五大功能组团之一铁山港（龙潭）组团的核心工业园区，是北部湾经济区三大临海工业区之一。工业区重点打造石油化工和临港新材料两大千亿元产业，积极发展林纸、海洋装备制造、港航物流、加工贸易等其他临港型产业及配套产业，主要经济指标多年来持续保持两位数以上的增长速度。

现阶段铁山港范围内已投产排海口为 B3，根据《自治区海洋局关于北海市铁山港区污水处理厂尾水排海管工程项目（构筑物和其他方式）海洋环境影响报告书核准意见的函》（桂海函〔2017〕26 号），**B3 排污口核准污水排放总量为 23.2 万立方米/天**。目前排入该排口已批复项目为铁山港区污水处理厂（一期）（1.2 万 m³/d）、制浆造纸行业/斯道拉恩索项目（2 万 m³/d）、广西太阳纸业有限公司 350 万吨林浆纸一体化项目变更（一、二期）（74324 m³/d）、广西太阳纸业纸板有限公司林浆纸一体化项目（20699 m³/d）。

基于铁山港（临海）工业区上述状况，为推进广西重大项目落地、铁山港（临海）工业区乃至整个北部湾后续发展排污提供技术支撑，铁山港（临海）工业区管理委员会开展了铁山港入海排污区（口）选划工作，并取得相关成果：广西壮族自治区生态环境厅专题会议纪要（第 65 期）《铁山港深海排放区优选成果评审会纪要》、《基于推进广西重大项目落地入海排污区（口）选划——

之北海铁山港区研究报告》（2021 年 7 月）拟将铁山港深海排放共设置 2 个排污口，即最优排水方案为 B3+A5 组合（B3 最大=15 万 m³/d 时，A5=60 万 m³/d）。该方案既近期考虑了北海、玉林两市重大项目排污的迫切需求，又考虑了广西北部湾经济区远期重大项目的发展需求。

因此，为满足园区发展带来的污水增量排放需求，亟需按照铁山港工业区管理委员会对于北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程建设工作安排，开展 A5 点污水深海排放管工程环境影响评价工作，解决工业区未来污水排放问题。

1.2 项目特点

本项目拟在北海铁山港工业园区新建一条深海排放管，排污能力为 60 万立方米/天，主要接纳包括造纸废水在内的北海铁山港工业园区达标尾水。项目整体分两段，分别是陆域段和海域段。其中陆域段长度约为 11.4km，共布置 3 座调压井。海域段由铁山港工业园区内入海点（铁山港啄罗作业区后方陆域）至 A5 排放口，路由总长度 16.333km。见图 3.1-1。本次评价对象为海域部分，陆域部分不作为本次评价对象。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年本），本工程属于“排海工程”，应编制环境影响报告书。

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）中建设项目对地下水环境影响的程度，将建设项目分为四类，其中Ⅳ类建设项目不开展地下水环境影响评价。本项目属于“海底隧道、管道、电（光）缆工程”，地下水环境影响评价类别为Ⅳ类，因此不开展地下水环境影响。由于本项目主体为海域部分，项目施工期及营运期对大气和声环境的影响较小，因此简单分析本项目对大气和声环境影响做。根据本项目特点，工程对环境产生的主要影响为开挖埋管施工作业所产生的悬浮物对海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境产生的影响，以及项目营运期主要影响为达标尾水排放对周围海洋环境的影响。

1.3 环境影响评价过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》等法律法规的要求，北海市路港建设投资开发有

限公司委托天科院环境科技发展（天津）有限公司进行北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程环境影响评价工作。2022 年 7 月，评价单位接受委托后，在现场踏勘、调研、收集有关工程资料的基础上，编制了本工程的海洋环境影响评价报告书。。

接受委托后，我公司立即成立了本项目环评小组。项目组仔细研究了国家和地方有关环境保护的法律法规、政策、标准、相关规划、相关技术文件等，进行了初步工程分析，组织项目成员赴本项目拟建管道及周边进行了实地踏勘，同时收集了区域自然概况、区域污染源、环境现状监测等资料。在环评报告编制的过程中，建设单位于 2022 年 7 月 20 日发布第一次网络公示；2022 年 9 月 13 日发布第二次网络公示、报纸及现场公示。在项目初步设计报告工程资料的基础上，编制完成了本项目环境影响报告书。并在编制过程中，与设计单位紧密配合，切实体现环评对工程设计的指导作用。

1.4 关注的主要环境问题

项目评价工作关注的主要环境问题有：

- （1）施工期开挖埋管作业所产生的悬浮物对海水水文动力、水质、沉积物、生态和生物资源环境的影响；
- （2）营运期达标尾水排放对海水水文动力、水质、沉积物、生态和生物资源环境的影响；
- （3）运营期环境保护对策措施和环境事故风险的应急预案和对策措施等。

1.5 环境影响评价主要结论

在落实报告书中要求的各项环保措施后，工程施工期污染源均能达标排放，固体废物能得到无害化处置，污染治理措施可靠有效。营运期达标尾水通过深海排放口排放，由于深海排放口水深条件好、水动力扩散能力强，叠加相应的本底值后，不会对评价范围内的环境保护目标产生直接不利影响。

因此，在严格执行国家各项环境保护法律、法规，全面加强监督管理、认真落实本报告书提出的各项环境保护对策措施、生态保护与补偿要求，以及环境风险防控要求的基础上，从环境保护角度分析，该工程建设是可行的。

2 总论

2.1 编制依据

2.1.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日全国人大通过、施行；2018年12月29日最新修订）；

(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2002年10月28日颁布，2018年12月19日最新修正）；

(3) 《中华人民共和国渔业法》（1986年1月20日颁布，2020年3月27日最新修订）；

(4) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（1982年8月23日颁布，2013年12月28日最新修订，2014年3月1日起实施；2016年11月7日修订）；

(5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（1995年10月30日全国人大通过，1996年4月1日起施行，2016年11月7日第四次修正）；

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日全国人大修订通过，2018年1月1日起施行）；

(7) 《中华人民共和国海上交通安全法》（1983年9月2日全国人大通过、公布，1984年1月1日起施行，2021年4月29日修正）；

(8) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2006.11）；

(9) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2009年9月2日国务院常务会议通过，2010年3月1日起施行，2017年3月1日第五次修订）；

(10) 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165号）；

(11) 《产业结构调整指导目录（2019年本）修正》（2019.8）；

(12) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（2012.7）；

(13) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（2012.8）；

(14) 《环境影响评价公众参与办法》（2018.7）；

(15) 《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案（2015-2020年）》（2015.7）；

(16) 《全国海洋功能区划（2011-2020年）》（国务院，2012年3月3日）；

- (17) 《全国海洋主体功能区规划》（国发[2015]42号）；
- (18) 《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）；
- (19) 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84号）；
- (20) 《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评[2016]150号）；
- (21) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年本）；

2.1.2 地方有关环境保护法律、法规及行政性文件

- (1) 《广西壮族自治区环境保护条例（2016年5月25日修订）》，2016年9月1日实施；
- (2) 《广西壮族自治区主体功能区规划》（2012年）；
- (3) 《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011-2020）；
- (4) 《广西壮族自治区海洋环境保护规划》（2016-2025）；
- (5) 《广西近岸海域环境功能区划调整方案》，桂政办发〔2011〕74号，2011年5月6日起实施）；
- (6) 《广西壮族自治区海洋环境保护条例》，（2014年2月施行）；
- (7) 《广西海洋生态红线划定方案》（桂政函〔2017〕233号）；
- (8) 《北海市城市总体规划（2013-2030）》（2015年修编）；
- (10) 《北海市铁山港（临海）工业区分区规划（2009-2025）》；
- (13) 《北海市水污染防治行动计划工作方案》（北政办〔2016〕14号）；
- (14) 《北海市海洋环境保护规划 2010-2020》（北政发〔2012〕13号）。

2.1.3 技术依据

- (1) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (2) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）；
- (3) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ/T2.4-2021）；

- (6) 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)；
- (7) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)；
- (8) 《海洋监测规范》(GB17378.1~7-2007)；
- (9) 《海洋调查规范》(GB/T 12763.1~11-2007)；
- (10) 《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)；
- (11) 《经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约 (MARPOL73/78)》，国际海事组织, 1978；
- (12) 《污水海洋处置工程污染控制标准》(GB18486-2001)；
- (13) 《污水排海管道工程技术规范》(GB/T 19570-2017)。

2.1.4 基础资料

- (1) 《北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程——海域部分 初步设计》(2022 年 9 月)
- (2) 《基于推进广西重大项目落地入海排污区(口)选划研究——之北海铁山港区》(2021 年 9 月)。

2.2 评价目的和评价原则

2.2.1 评价目的

北海市铁山港工业区 A5 深海排污管工程海洋环境影响评价作为工程可行性研究的一个重要组成部分, 主要从保护海洋环境, 维护生态平衡的原则出发, 根据本工程附近海域的环境特点和环境质量控制目标, 对施工和运营带来的环境问题进行全面科学论证, 以期达到如下目的:

- (1) 全面系统进行环境现状调查与评价, 掌握工程附近污染源的分布排放特征和海域环境现状, 为海域环境管理和预测评价提供可靠的基础资料。
- (2) 利用相关数学模式, 结合工程实际环境问题, 利用污染物输移扩散的数学模型, 预测工程施工对附近海域环境影响的程度和范围。
- (3) 通过对工程的海洋环境影响评价, 提出合理可行的环保措施与对策,

尽可能减少工程建设对环境的影响，以达到环境、经济、社会三个效益的统一。

(5) 从环境保护角度出发，分析、预测工程的建设对环境敏感区的影响；评价该项目建设的可行性，为环境保护工程设计及该项目的环境管理提供依据。

2.2.2 评价原则

突出环境影响评价的源头作用，坚持保护和改善环境质量。

(1) 依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.3 评价内容和评价重点

2.3.1 评价内容

本次评价对象为 A5 深海排放管工程海域部分，工程内容包含放流管道和扩散器两部分，属于海洋工程，参考《海洋工程环境影响评价技术导则》，海域排海管线和扩散器属于海底管道工程，评价内容主要包括：水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、海洋地形地貌和冲淤环境以及环境风险。

各单项环境影响评价内容详见表 2.3-1。

表 2.3-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型和内容	环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其它评价内容
海底管道、海底电（光）缆工程；海上和海底电（光）缆等工程；海上和海底输水管道等工程， 海洋排污等工程 ，海上和海底石油、天然气等管道输送等工程；有毒有害及危险品物质管道输送等工程；石油、天然气、化学品、有毒有害及危险品管道的废弃，拆除等；海洋光（电）缆废弃，拆除等	★	★	★	☆	☆	★	☆
其他海洋工程：工程基础开挖，疏浚、冲（吹）填等工程，海中取土（砂）等工程；水下炸礁（岩），爆破挤淤，海上和海床爆破等工程； 污水海洋处置（污水排海）工程 等；海上水产品加工等工程	★	★	★	★	☆ ^d	★	☆
a) ★为必选环境影响评价内容；							
b) ☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容；							
c) d当工程内容包括需要填海的码头、挖入式港池（码头）、疏浚、冲（吹）填、海中取土（沙）等影响水文动力环境时，应将水文动力环境列为必选评价内容。							

根据上述分析，将海洋水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、海洋地形地貌与冲淤环境、海洋水文动力和环境风险列为本次评价内容。

2.3.2 评价重点

本评价重点是施工期海管施工和营运期达标尾水排放对海洋环境的影响，并提出相应的生态保护和污染防治对策。主要包括：

- （1）管道施工过程中对水环境、生态环境的影响；
- （2）营运期达标尾水排放的环境影响；
- （3）环境保护对策措施和环境事故风险的应急预案和对策措施等。

2.4 环境影响及评价因子识别

根据工程主要污染源污染因子及区域环境特征，按照环境影响评价技术导则的主要环境影响要素进行识别，结果见表 2.4-1。

表 2.4-1 环境影响要素和评价因子识别一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
施工期	海洋生态	底栖生物、潮间带生物	施工占用	+++
		鱼卵、仔鱼、游泳动物、底栖生物、潮间带生物	施工引起的悬浮物	++
	海洋水文动力	流速、流向	管道占用海域	+

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

	水质	COD、氨氮、石油类、悬浮物		施工船舶生活污水、油污水、生活垃圾，施工引起的悬浮物，陆上施工人员生活污水、生产废水等	+
	海洋沉积物	沉积物		施工船舶生活污水、油污水、生活垃圾，施工引起的悬浮物	+
	大气环境	颗粒物		施工扬尘	+
	声环境	等效声级		机械噪声	+
	固体废物	固体废物		陆上生活垃圾 船舶垃圾	+
	环境风险	溢油风险事故		施工船舶燃料油泄漏	+++
运营期	海洋生态	鱼卵、仔鱼、游泳动物、底栖生物		达标排放尾水	+++
	海水水质	无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类、AOX		达标排放尾水	+++
		无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类、AOX		不达标尾水排放	+++
环境风险	海水水质	施工期	溢油风险事故	施工船舶燃料油泄漏	+++
		运营期	无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类、AOX	管道破裂	+++

注：+ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；++ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；+++ 环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

2.5 评价等级

2.5.1 水文动力环境、水质、沉积物、生态和生物资源

本工程为北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程，工程建设规模为设计日排放量为 60 万 t/d。工程位于近岸生态敏感海域，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）水文动力环境、水质、沉积物、生态和生物资源的评价等级划分原则，确定本工程水文动力、水质、沉积物和生态和生物资源环境影响评价等级确定的要求见表 2.5-1。

表 2.5-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源

					境		源环 境
海底管道、 海底电（光） 缆类工程	海洋排污管道工 程；城市排污管 道工程；污水海 洋处置等工程	污水排放量大于 30000m ³ /d	生态环境 敏感区	1	1	1	1
			其它海域	2	1	2	1
		污水排放量 (30000~10 000) m ³ /d	生态环境 敏感区	2	1	1	1
			其它海域	3	2	2	2
		污水排放量 (10000~ 5000) m ³ /d	生态环境 敏感区	2	1	2	1
			其它海域	3	2	3	2
其他海洋工 程	低放射性废液牌 海、造纸废水排 海、大型温排水 工程	所有规模	所有海域	1	1	1	1 ^b
b: 低放射性废液牌海、造纸废水排海等工程需增加生物遗传多样性分析评价内容							

同时，本工程设计排放量 60 万 m³/d，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，“4.10 特大型海洋工程建设项目，m) 污水排放(海)量 30×10 m³/d 及其以上的造纸、海洋排污管道、城市排污管道、污水海洋处置等工程”，将工程界定为特大型海洋工程建设项目。

因此，本项目属于特大型海洋工程。

按照“就高不就低”原则，综合工程性质、工程规模和工程所在地的环境特征，判定本次评价中的海洋水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级均定为 1 级。

2.5.2 海洋地形地貌与冲淤

本工程对海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积。因此，确定本次评价中的海洋地形地貌与冲淤评价等级定为 3 级。见表 2.5-2。

表 2.5-2 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 50×10 ⁴ 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；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积（50~30）×10 ⁴ 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~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积（30~20）×10 ⁴ 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~0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

2.5.3 环境风险评价

本项目环境风险主要来自施工期的操作性溢油风险事故及管道破裂而引起的达标尾水泄漏事故。

本项目营运期排放的达标尾水中含无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类等常规因子和 AOX 等特征因子，其中含 AOX 的造纸漂白废水存在毒性，高浓度的 AOX 漂白废水对鱼卵孵化产生一定的抑制作用，对仔鱼产生尾部畸形和致死现象，鱼卵孵化的 EC_{50} 为 0.1018 mL/mL；仔鱼 72 h LC_{50} 和 96 h LC_{50} 分别为 0.1557 和 0.1774 mL/mL，72 h 的 LOEC 和 NOEC 分别为 0.1032 和 0.1001 mL/mL，96 h 的 LOEC 和 NOEC 分别为 0.1003 和 0.1001 mL/mL（蒋枚等，AOX 漂白废水对黑鲷鱼卵及仔鱼的毒性效应[J]，2006）。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）的环境风险评价等级确定方法，及《化学品分类和标签规范 第 28 部分：对水生环境的危害》（GB 30000.28-2013）中危害水环境物质分类，本项目达标尾水存在危害水环境物质（急性毒性分类 1），临界值为 100t，本项目 A5 排放口 AOX 最大存在量为 3.384t/d，规划运行年限 50 年（海管 50 年使用年限）排放量 $q=61758t$ ， $Q=617$ ，即 $Q>100$ 。

根据管道、港口/码头确定行业及生产工艺 $M=10$ ，即为 M3，本项目危险物质及工艺系统危险性等级判断为 P2。

环境敏感程度方面，由于项目附近存在广西合浦儒艮国家级自然保护区（执行一类海水水质标准）、角头沙西海洋保护区（执行一类海水水质标准）、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区（执行一类海水水质标准）、现状养殖区（执行二类海水水质标准）等环境敏感目标，敏感目标位于距离小于一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围。因此判断地表水功能敏感性等级为 F1，环境敏感目标等级为 S1，环境高度敏感区为 E1。

综合危险物质及工艺系统危险性与环境敏感程度，判断风险潜势为 IV 级，最终确定风险评价等级为一级。

表 2.5-3 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。				

表 2.5-4 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。				

此外,本项目施工期操作性溢油风险事故,泄露物质为燃料油,根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017)以及《船舶污染海洋环境风险评价技术规范(试行)》相关要求,本项目海洋环境风险为一级评价。

2.5.4 其他

本项目对大气和声环境的影响较小,因此不对大气及噪声评价等级量化核定。

2.5.5 评价等级小结

综上所述,确定本项目各单项海洋环境评价等级见表 2.5-5。

表 2.5-5 本工程各项环境影响评价工作等级

水文动力 环境	水质 环境	沉积物 环境	生态和生物 资源环境	海洋地形地 貌与冲淤	环境风 险
1 级	1 级	1 级	1 级	3 级	一级

2.6 评价范围

根据拟建工程所处的海洋功能区、海域环境的特点以及本项目涉海工程的内容、评价等级,按照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)及有关规范确定海域评价的范围如下:

(1) 水动力环境评价范围

依据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)中垂直于工程所在海区中心点潮流主流向距离一般不小于 5km,潮流主流向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

根据工程所在海域潮流流速特征统计结果,工程治所在海域实测垂线平均流

速最大值约为 0.30m/s，同时考虑距离工程位置东侧 3km 以外分布有合浦儒艮海洋保护区等环境敏感区，东南侧范围适当扩大至保护目标处。因此，海洋水文动力环境评价范围在纵向方面，以排海口为中心，向东北侧约 17km，西南侧约 15km；在垂向方面，评价范围由内陆岸线向外海适当扩大至东南侧约 8.8km，西北-东南向距离共约 32km。评价范围见图 2.6-1，坐标见表 2.6-1

（2）生态环境评价范围

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

（3）水质、沉积物环境评价范围

由于本项目水动力环境、海洋生态环境评价范围能覆盖工程环境影响所及区域，并能充分满足水质、沉积物环境影响评价与预测要求，因此水质、沉积物环境评价范围与水动力环境、海洋生态环境评价范围保持一致。

（7）风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）、《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），风险海域评价范围为发生事故可能影响的最远距离，本项目水环境风险评价范围见图 2.6-1。

表 2.6-1 水环境评价范围控制点坐标

编号	东经	北纬
1	109°35'09.3324"	21°34'15.2188"
2	109°44'15.3628"	21°22'33.2190"
3	109°29'44.3992"	21°11'44.7040"
4	109°18'46.0252"	21°27'02.8910"

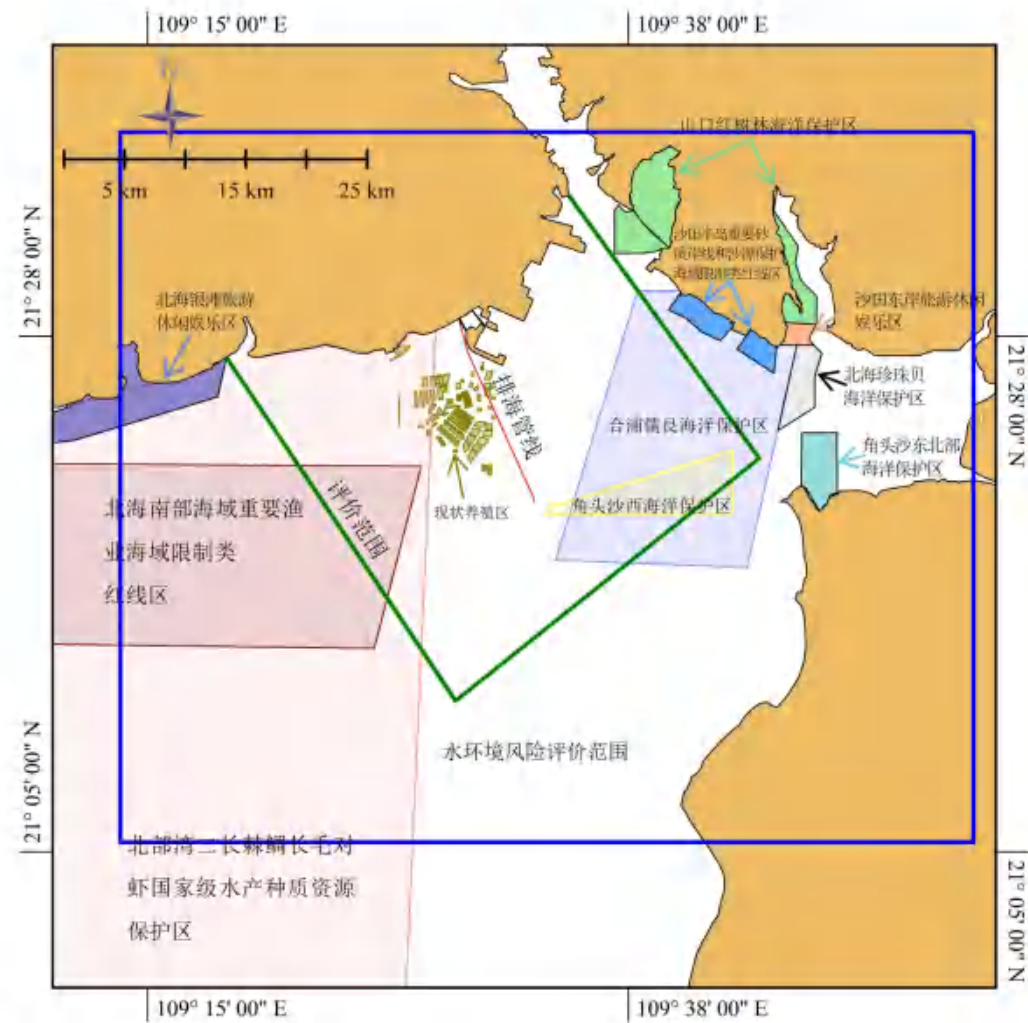


图 2.6-1 评价范围示意图

2.7 评价标准

2.7.1 污染物排放标准

本工程执行以下污染物排放标准，排放浓度限值见表 2.7-1~表 2.7-7。

- (1) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A；
- (2) 《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015）新建企业执行标准；
- (3) 《制浆造纸工业水污染排放标准》（GB3544-2008）新建企业水污染排放限值、造纸企业水污染排放限值；
- (4) 《电镀污染物排放标准》（GB21900-2008）新建企业水污染排放浓度限值；
- (5) 《大气污染物综合排放标准》（GB 16297-1996）；
- (6) 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）环境噪声排放限值；
- (7) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）三类标准。

表 2.7-1 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 中各类污染物最高允许排放浓度

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
化学需氧量 (COD _{Cr})	50	铅	0.1
铜	0.5	砷	0.1
悬浮物 (SS)	10	汞	0.001
石油类	1	锌	1.0
总氮	15	镍	0.05
总磷 (2006 年 1 月 1 日起建设的)	0.5	铬	0.1
苯	0.1	镉	0.01
甲苯	0.1	AOX	1.0
硫化物	1.0	氰化物	0.5
挥发酚	0.5		

表 2.7-2 《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015）新建企业执行标准

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
总氮	40	总磷	1.0
化学需氧量 (COD _{Cr})	60	石油类	5.0
汞	0.05	铅	1.0
硫化物	1.0	总氰化物	0.5

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
挥发酚	0.5		

表 2.7-3 《制浆造纸工业水污染排放标准》(GB3544-2008) 新建企业水污染排放限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
总氮	12	总磷	0.5
化学需氧量 (COD _{Cr})	90	AOX	12

表 2.7-4 《制浆造纸工业水污染排放标准》(GB3544-2008) 造纸企业水污染排放限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
总氮	10	总磷	0.5
化学需氧量 (COD _{Cr})	60	AOX	8

表 2.7-5 《电镀污染物排放标准》(GB21900-2008) 新建企业水污染排放浓度限值

污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)	污染物	最高允许排放浓度 (mg/L)
总氮	20	总磷	1.0
化学需氧量 (COD _{Cr})	80	石油类	3.0
总汞	0.01	总铜	0.5
总铅	0.2	总镉	0.05
总氰化物	0.3		

表 2.7-6 建筑施工场界环境噪声排放标准 (GB12523-2011) 单位: dB (A)

昼间	夜间
70	55

表 2.7-7 《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008) 三类标准
单位: dB (A)

厂界外声环境功能区类别	时段	
	昼间	夜间
3	65	55

2.7.2 环境质量标准

- (1) 《海水水质标准》(GB3097-1997);
- (2) 《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002);
- (3) 《海洋生物质量标准》(GB 18421-2001);
- (4) 《环境空气质量》(GB3095-2012);
- (5) 《声环境质量》(GB3096-2008)。

结合项目周边海域的海洋功能区划, 本次海洋水质、海洋沉积物、海洋生物评价采用的评价标准见表 2.7-8~表 2.7-10。

表 2.7-8 评价标准一览表

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

序号	项目	标准编号	标准名称及级别
环境质量标准	海水水质	GB3097-1997	海水水质标准, 二类
	海洋沉积物质量	GB18668-2002	海洋沉积物质量, 一类
	海洋生物质量	GB 18421-2001	海洋生物质量, 一类
	环境空气质量	GB3095-2012	二级
	声环境质量	GB3096-2008	4a 类标准

表 2.7-9 海水水质标准限值标准值 单位: mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
水温℃	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃, 其它季节不超过 2℃		人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃	
DO	>	6	5	4
COD	≤	2	3	4
无机氮	≤	0.20	0.30	0.40
活性磷酸盐	≤	0.015	0.03	0.045
石油类	≤	0.05	0.30	0.50
硫化物	≤	0.02	0.05	0.10
汞	≤	0.00005	0.0002	0.0005
锌	≤	0.020	0.050	0.10
镉	≤	0.001	0.005	0.010
铅	≤	0.001	0.005	0.010
铜	≤	0.005	0.010	0.050
阴离子表面活性剂 (LAS)	≤	0.03	0.10	

表 2.7-10 海洋沉积物质量 单位: ×10⁻⁶

项目	第一类	第二类	第三类
废弃物及其它	海底无工业、生活废弃物, 无大型植物碎屑和动物尸体等		海底无明显工业、生活废弃物, 无明显大型植物碎屑和动物尸体等
汞	≤	0.20	0.50
镉	≤	0.50	1.50
铅	≤	60.0	130.0
铬	≤	80.0	150.0
砷	≤	20.0	65.0
铜	≤	35.0	100.0
锌	≤	150.0	350.0
石油类	≤	500.0	1000.0
六六六	≤	0.50	1.00
滴滴涕	≤	0.02	0.05

表 2.7-11 海洋生物质量标准值 (鲜重) 单位: mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	铜≤	10	25	50 (牡蛎 500)

2	锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
3	铅≤	0.1	2.0	6.0
4	镉≤	0.2	2.0	5.0
5	汞≤	0.05	0.10	0.30
6	砷≤	1.0	5.0	8.0
7	石油烃≤	15	50	80

海洋鱼类、甲壳类生物质量评价，目前国家尚未颁布统一的评价标准，本报告采用《全国海岸带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”进行评价，标准限值见表 2.7-12、表 2.7-13，同时参照《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的第一类标准进行评价。

表 2.7-12 海洋鱼类、甲壳类生物体污染物评价标准 单位：mg/kg

生物类别	铜≤	铅≤	镉≤	锌≤	总汞≤	石油类≤
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	20

表 2.7-13 海洋贝类生物质量标准值（鲜重） mg/kg

项目	第一类	第二类	第三类
总汞 ≤	0.05	0.10	0.30
镉 ≤	0.2	2.0	5.0
铅 ≤	0.1	2.0	6.0
砷 ≤	1.0	5.0	8.0
铜 ≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌 ≤	20	50	100（牡蛎 500）
铬≤	0.5	2.0	6.0
石油烃 ≤	15	50	80

表 2.7-14 其它环境质量评价标准

标 准	污染因子	标准限值	
《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 中二级标准	TSP	日平均 0.30mg/m ³	
	SO ₂	日平均 0.15mg/m ³ , 1 小时平均 0.50mg/m ³	
	NO ₂	日平均 0.08 mg/m ³ , 1 小时平均 0.20mg/m ³	
	PM _{2.5}	日平均 0.075mg/m ³	
	PM ₁₀	日平均 0.15mg/m ³	
	O ₃	日最大 8h 平均 0.16 mg/m ³ , 1 小时平均 0.20 mg/m ³	
《声环境质量标准》 (GB3096-2008) 4a（道路两侧）	Leq	道路两侧	昼间 70 dB, 夜间 55 dB

2.8 环境保护目标与环境敏感目标

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011—2020 年）》、《广西近岸海域环境功能区划调整方案》（桂政办发〔2011〕74 号）、《广西海洋生态红线划定方案》（2017 年 12 月）以及《北海市近岸海域环境功能区划局部调整报告》（2022 年 6 月），同时考虑原农业部划定“水产种质资源保护区”、《广东省

海洋功能区划（2011—2020 年）》，并通过现场踏勘，确定本次评价的环境保护目标和环境敏感目标见表 2.8-1、图 2.6-1。

表 2.8-1 环境保护目标和环境敏感目标

序号	类别	名称	保护对象	相对位置	最近距离 (km)	备注
1	海洋自然保护区	广西合浦儒艮国家级自然保护区	儒艮和中华白海豚为主的珍稀海洋生物及其栖息环境；海草生态系统及其生境、中国鲨、海马、珍稀鸟类等	E	3.1	1992 年 10 月确定为国家级合浦儒艮自然保护区（国函[1992]166 号）；《广西海洋生态红线》中确定的红线区；《广西近岸海域环境功能区划调整方案》中的 GX001A I
		角头沙西海洋保护区	儒艮及其生境	E	2.0	《广东省海洋功能区划》中海洋保护区
2	重要砂质岸线和沙源保护海域	福成-营盘重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区	砂质岸线、沙源海域、滩涂渔业资源、方格星虫资源	W	9.2	《广西海洋生态红线》中限制类红线区
3	重要渔业海域	北海南部海域重要渔业海域限制类红线区/北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区	二长棘鲷（现改为“二长棘犁齿鲷”）、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲨、海马	W	2.2	《广西海洋生态红线》中限制类红线区；《北海市近岸海域环境功能区划》中增殖用海区，包含实验区、核心区
4	养殖区	现状养殖		穿越	0	

3 工程概况

3.1 项目名称、性质及地理位置

(1) 项目名称：北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程；

(2) 性质：新建项目；

(3) 地理位置：本工程位于北海市铁山港区，本排放管工程位于北海铁山港工业园区，陆域段放流管经铁山港西港区石头埠作业区、北暮作业区、啄罗作业区后方陆域后下海，终点至 A5 排污口。入海点位于啄罗作业区后方陆域；排污口 A5 位于（109°33'26.9886"E，21°20'49.9430"N），天然水深-18.6m。

本工程地理位置图 3.1-1。



图 3.1-1 本工程地理位置示意图

3.2 项目建设内容

本工程排放能力按远期污水量设计，排放能力为 60 万 m^3/d 。为达到自净流速，采用间歇排放。项目整体规模分两段，分别是陆域段和海域段。

陆域部分管线从滨海大道与五号路交叉口至 3#调压井，沿着规划滨海大道、已建石化配套路及 18 号路后方临时便道布置，路由长度约为 11.4km。共布置 3 座调压井。1#调压井位于五号路与滨海大道交汇处；2#调压井位于在新二路与滨海大道处；3#调压井位于 LNG 码头根部。1#调压井至 2#调压井段长 3.1km，管径为 DN2500；2#调压井至 3#调压井段长 8.3km，管径为 DN2700。

海域部分管线由入海口至 A5 排放口，长度为 16.333km，包含海管与扩散器段两部分，其中，海管管径为 DN2700。

本次评价对象为海域部分，陆域部分不作为本次评价对象。

3.2.1 建设内容及规模

本项目海域部分主要建设内容仅包含海域段放流管道和尾水扩散器，其中，放流管长 15.953km，扩散器段长 380m。

本工程新建一条排海管，排放能力按远期污水量设计。项目整体规模分两段，分别是陆域段和海域段。本报告仅包括海域部分，管线总长度约 16.333km，包含扩散段。管径采用 DN2700。排污能力为 60 万 m³/d。

海域段工期按 20 个月考虑。

3.2.2 管线路由布置方案

入海点位于海岸线上。入海点坐标为（109°29'53.924"E， 21°28'46.963"N），周边现状见图 3.2-1。



图 3.2-1 入海点周边现状

路由自入海点入海后，走势沿东南方向，总长度约 16.333km，见表 3.2-1 和图 3.2-2。

表 3.2-1 管线路由坐标

管线路由坐标	经度	纬度
入海点	109°29'53.924"	21°28'46.963"
拐点	109°30'17.5184"	21°27'19.7973"
A5	109°33'26.9886"	21°20'49.9430"

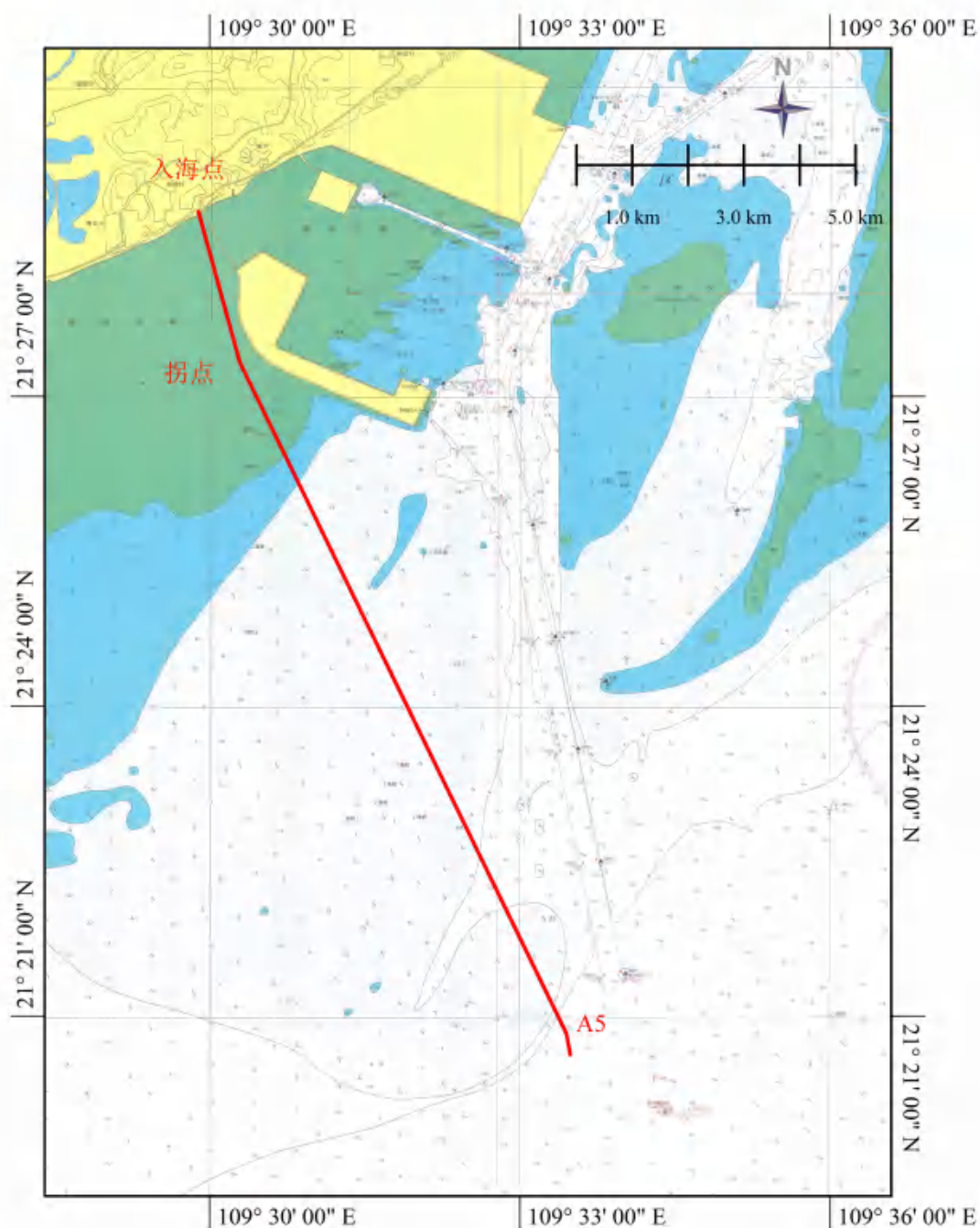


图 3.2-2 管线路由方案平面布置图

3.2.3 排污口选址位置

根据广西壮族自治区生态环境厅专题会议纪要（第 65 期）《铁山港深海排放区优选成果评审会纪要》，交通运输部天津水运工程科学研究院《基于推进广西重大项目落地入海排污区(口)选划之北海铁山港区研究报告》及北海市生态环境局《关于同意北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程入海排污口设置备案申

请的函》（北环函[2022]59 号），北海市铁山港工业区 A5 深海排放口与 LNG 码头后方陆域距离约 11.1km，天然水深-18.6m，坐标（109°33'26.9886"E，21°20'49.9430"N）。

3.2.4 与临近工程位置关系

（1）与 LNG 接收站及管线的关系

本工程海域段埋管不穿过航运区，但与已建 LNG 接收站引堤较近，其中入海点紧邻引堤根部，见图 3.2-4 和图 3.2-5。

（2）与中海油涠北天然气管线的关系

中海油涠北天然气管线项目为新建 1 条长约 69.47km 从涠洲终端至北海铁山港的海底输气管道，在铁山港登陆点新建一座具有收球、过滤、计量功能的北海首站。

该管线与本项目交叉，交叉点坐标（109° 30'13.41"E， 21° 27'34.76"N）（K2+304.4）。其中，中海油涠北天然气管线在交叉点埋深约为 35m，本项目该处预埋深度为 4m，见图 3.2-3。目前涠北管线的规划方案采用定向钻方案穿越，预留了足够的深度和平面范围，本工程该交叉点最大施工影响深度 10m 左右，不受影响。



图 3.2-4 规划天然气管线与本工程平面关系示意图（1）



图 3.2-5 规划天然气管线与本工程平面关系示意图（2）

（3）与铁山湾进港航道的关系

如图 3.2-6 所示，A5 排污口位于铁山港主航道附近，航道规划规模为 10~20 万吨级单向航道，通航宽度为 190~330m，设计底高程-14.0~-18.4m。但根据最新建设文件，航道规模为 30 万吨级进港航道，A5 处目前天然水深约 -18.6m，满足尾水扩散要求，规划 A5 点距离航道边线大于 400m，不会对正常通航造成较大影响。建议对本项目进行通航专项论证，以确保与航道的安全距离满足铁山湾进港航道通航要求。

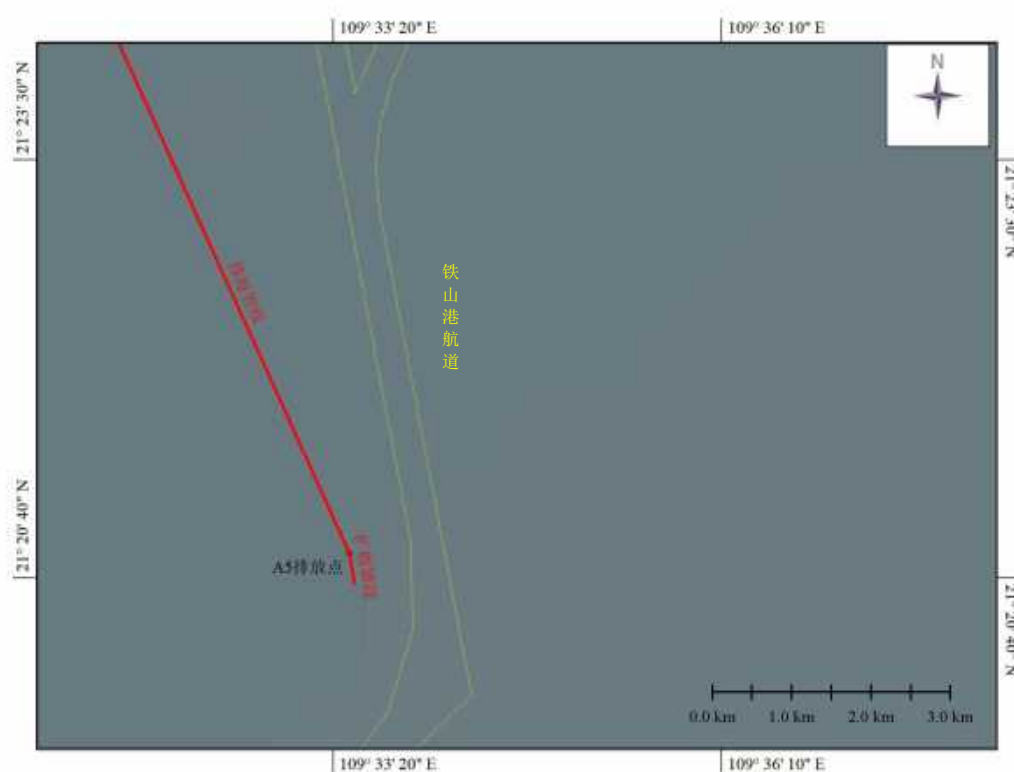


图 3.2-6 铁山港航道与本工程平面关系示意图

3.3 设计方案

3.3.1 海域段放流管道

海域段从 3#调压井到 A5 排放口（3#调压井属于陆域段内容），顺直布置。本工程近岸段（离岸约 5km 区域）为 2m 以内浅水区（理论最低潮面，下同），中段海床高程 -2~-5.7m，排放管末端靠近铁山海域深槽处，海床面高程 -17~-18.6m，本排放点水深约 -18.6m。

本工程选定开挖埋管的方式施工，并采用法兰连接钢管方案。

3.3.1.1 管径确定

根据工程设计资料，确定海域排水管管径 DN2700，其主要设计参数详见表 3.3-1。

表 3.3-1 排水管的水力计算表

管径	阶段	流量	流速	水头损失
DN2700	近期	37.38 万 m ³ /d	1.00m/s	4.60m
	中期	49.71 万 m ³ /d	1.33 m/s	7.297m
	远期	60 万 m ³ /d	1.60m/s	10.252m

3.3.1.2 设计工作压力与管道试压

3#调压井最高设计水位 21.707m，故本工程设计工作压力约 0.16MPa。

管道安装完毕后，做水压试验和管道允许压力降应满足《污水排海管道工程技术规范》(GB/T19570-2017)的相关要求。

3.3.1.3 管线立面及断面设计

1. 管线埋深

本海域海床稳定，无明显冲淤变化。考虑到海床相对低点易发生淤积，海床相对高点易发生冲刷，且单调降坡管线坡度对排水较为有利，本次设计确定管道中心埋深为 4~6.5m。

表 3.3-2 管线里程及高程数据表

里程(m)	泥面高程(m)	中心高程(m)	坡降(m)	中心埋深(m)
0	8	3.947		4.053
100	3	-1.000	4.947	4.000
500	2.944	-1.056	0.056	4.000
1,000	2.351	-1.649	0.593	4.000
1,500	1.855	-2.145	0.496	4.000
2,000	1.501	-2.499	0.354	4.000
2,500	1.147	-2.853	0.354	4.000
3,000	1	-3.100	0.247	4.100
3,500	0.084	-4.000	0.900	4.084
4,000	0.023	-4.200	0.200	4.223
4,500	-0.444	-4.444	0.244	4.000
5,000	-2.414	-6.414	1.970	4.000
5,500	-3	-7.000	0.586	4.000
6,000	-3	-7.200	0.200	4.200
6,500	-2.906	-7.400	0.200	4.494
7,000	-2.783	-7.600	0.200	4.817

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

7,500	-2.583	-7.800	0.200	5.217
8,000	-2.432	-8.000	0.200	5.568
8,500	-2.812	-8.200	0.200	5.388
9,000	-3.276	-8.400	0.200	5.124
9,500	-3.824	-8.600	0.200	4.776
10,000	-3.715	-8.800	0.200	5.085
10,500	-3.896	-9.000	0.200	5.104
11,000	-4.3	-9.200	0.200	4.900
11,500	-5	-9.400	0.200	4.400
12,000	-5	-10.650	1.250	5.650
12,500	-5.336	-11.725	1.075	6.389
13,000	-5.654	-12.800	1.075	7.146
13,500	-5.108	-14.300	1.500	9.192
14,000	-4.602	-15.800	1.500	11.198
14,500	-4.105	-16.850	1.050	12.745
15,000	-4.253	-17.900	1.050	13.647
15,100	-4.817	-18.500	0.600	13.683
15,200	-6.093	-19.100	0.600	13.007
15,300	-8.532	-19.700	0.600	11.168
15,400	-10.658	-20.300	0.600	9.642
15,500	-12.111	-20.900	0.600	8.789
15,600	-14.036	-21.500	0.600	7.464
15,700	-16.269	-22.500	1.000	6.231
15,800	-17.962	-22.500	0.000	4.538
15,900	-18.375	-22.500	0.000	4.125
16,000	-18.457	-22.500	0.000	4.043

2.管线深度范围地质条件

本工程管线埋深范围内的土层包括：淤泥~淤泥质土、黏土、粉质黏土、粉土、细砂、中砂、粗砂、砾砂。 大类土层单一，全部为适合开挖埋管地质土层。从小类划分，从淤泥~淤泥质土至砾砂土层多样，且没有分布规律。2-1 层淤泥~淤泥质土分布于 ZG20、 ZG21、 ZG22 钻孔区域，埋深 5.9~15.1m。含水量 57.8%，孔隙比 1.65， 指标为淤泥和淤泥质土界限值附近。标贯击数 N=3~4 击。从地质纵剖面图 3.3-1 可以看出， 2-1 层淤泥~淤泥质土上部和下部均为透水层， 在上覆砂层自重压力作用下已经有了一定的固结，在上覆应力变化不大的条件下，不会发生明显沉降。

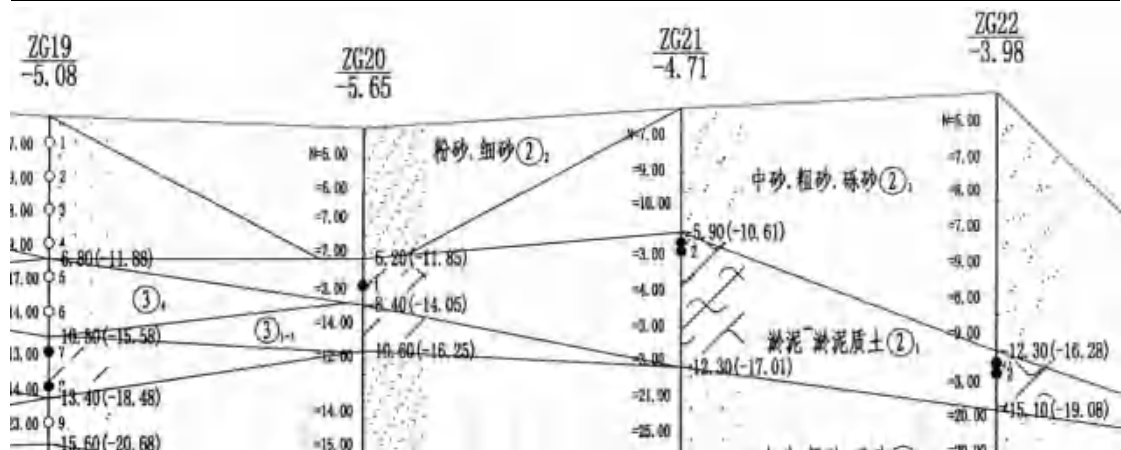


图 3.3-1 地质纵剖面图（局部）

本项目为海域开挖埋管，施工前后土层应力基本不变。 本项目所有比选方案(钢管或 HDPE 管)均为接头强度高，管身延性好的方案，均为抗震有利管型，发生震害轻微。本项目为 6 度抗震设防区域，远低于上述规范中提到的可能发生震害的 7 度或 8 度区。

综合分析土层应力变化、管线技术方案、抗震设防烈度等因素，判定本工程的 2-1 淤泥~淤泥质土发生震陷的风险较低。

3.开挖沟槽设计

引述《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268-2008）如下：

表 7.2.4 沉管基槽底部宽度和边坡尺寸

岩土类别	底部宽度 (mm)	边 坡	
		开挖深度 <2.5m	开挖深度 ≥2.5m
淤泥、粉砂、细砂	$D_0+2b+2500\sim4000$	1:3.5~4.0	1:5.0~6.0
砂质粉土、中砂、粗砂	$D_0+2b+2000\sim4000$	1:3.0~3.5	1:3.5~5.0
砂土、含卵砾石土	$D_0+2b+1800\sim3000$	1:2.5~3.0	1:3.0~4.0
黏质粉土	$D_0+2b+1500\sim3000$	1:2.0~2.5	1:2.5~3.5
黏土	$D_0+2b+1200\sim3000$	1:1.5~2.0	1:2.0~3.0
岩石	$D_0+2b+1200\sim2000$	1:0.5	1:1.0

图 3.3-2 沉管基槽底部宽度和边坡尺寸

工程管道线路长，为满足工期要求和控制造价，推荐采用 300m 或以上长分段管节水下安装，水下定位时需要相对较大的调整空间，因次沟槽底宽度不宜过小。依据《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB 50268-2008）表 7.2.4，沟槽底宽取 5.2m，基床顶面宽度 8.2m。加配重方案水下对口（承插+焊接或柔性管

+法兰)，对比一般钢管法兰连接稍容易，不再另加配重尺寸宽度，所有方案挖泥底宽统一取值 5.2m。长分段安装，流水作业间隔时间相对长，沟槽暴露时间相对较长，设计边坡不宜过缓。工程线路长，钻孔数量相对较少(没有必要对海底埋管项目做更多钻孔)，在开挖深度内难以逐段确认土层性质。依据图 3.3-2 中所示《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）表 7.2.4，开挖设计边坡统一取 1:3。

3.3.1.4 法兰连接钢管方案

1.方案选型

本项目可考虑采用在岸上拼接 300m 或以上长度分段，采用滑道或其它工艺管道下水、浮运并安装。岸上管道采用坡口对焊连接，水下采用法兰连接，并在法兰接头位置采用套箱混凝土加强止水措施。



图 3.3-3 参考案例钢管拖带现场照片



图 3.3-4 参考案例钢管水下安装现场照片

2. 钢管材质及壁厚.

本项目设计内压较低（0.15MPa），不是钢管方案控制性设计条件。由于钢管埋深不大，水下浮重度计算上覆土压力不高（低于 60kPa），外压也不是钢管控制性设计条件。

与陆上埋地钢管不同，海底埋管施工期不能采用内支撑，需要较大的环刚度，确保在吊运期间管壁不会失稳。在海上长分段起吊安装，也需要钢管纵向具有较大的强度和刚度，有利于法兰接头对接。

小直径钢管径厚比一般不大于 100，大直径钢管壁厚可以相对较薄。按照类似工程经验，外径 2720mm 钢管，可采用 24mm 壁厚，径厚比 $SDR=113$ ，环刚度 SN 大于 12kPa；也可采用 20mm 壁厚，并在钢管外壁焊接加劲环提升管道抗变形和抗失稳能力。

由于钢管强度不是控制性条件，所有牌号的钢材刚度(弹性模量)相近，推荐采用 Q235B。

钢管采用直焊缝或螺旋焊缝钢管，在钢管厂加工制作完成，通过水路或陆路运至现场。如采用陆上运输，钢管制作长度一般为 12m。陆上运输最常见采用 12m(集卡)平板车，单节运输钢管低于 20 吨，属常规车辆运输。

3. 管线连接

本项目管线连接采用法兰连接。

水下安装段长度较短时，法兰接头过多，工作量大；水下安装段较长时，水下对法兰的难度加大，法兰难以充分上紧密封。在以往较多案例中，连接法兰刚度不足，大口径法兰容易变形漏水，多使用在对漏水要求不严格的热电厂循环水等工程。

本项目可采用的改进措施：

(1) 采用锻造工艺制作 A 型对焊环板式松套法兰 PL/W-A，提升钢管法兰刚度和加工精度。

(2) 每个法兰接头附近位置预留人孔。法兰安装后，由潜水员进入管道，采用密封胶堵缝。

(2) 在接头位置采用下沉钢套箱及水下浇筑混凝土包封。

采取上述改进措施后，可满足本工程排水管线防渗漏要求。

钢管下水及连接主要步骤包括：

(1) 在滑道上采用坡口对焊连接为长管。

(2) 长管两端加盲板，下水及浮运管道至安装位置。

(3) 起重船就位，完成起吊状态。

(4) 在钢管完全吊离水面的情况下拆除钢管盲板。

(5) 保持钢管一端略高、另一端略低的状态下(确保单端进水)，将钢管吊入水中。

(6) 水下对接法兰。

(7) 接头包封等后续工作。

4. 定制法兰

钢管法兰应确保结构刚度，使管道变形均匀地发生在管身，不能向法兰连接部位集中。

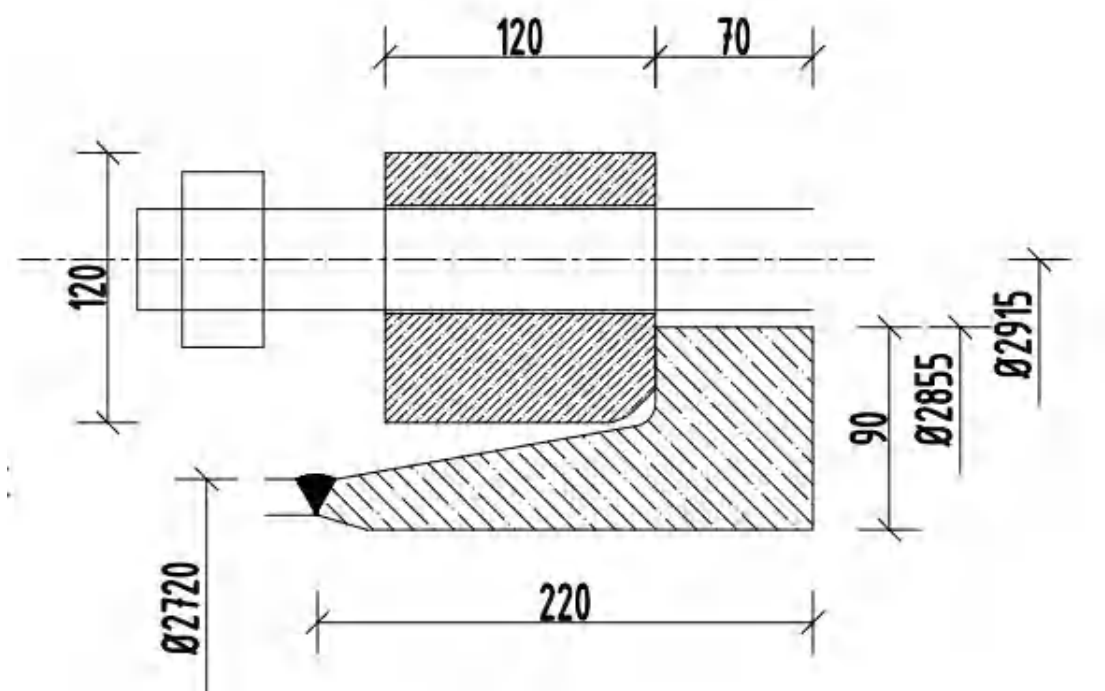


图 3.3-5 定制钢管松套法兰设计图

法兰技术参数为：

A 型对焊环板式松套法兰 PL/W-A；

对焊环， Q235B， D2855/F70；

法兰环， Q235B， D3010/K2915/B2770/C120；

64-M45× 3× (200+200+200) 双头螺柱 8.8 级；

128-M45× 3 GB/T 6171-2016 1 型六角螺母 细牙 8 级；

两端管法兰及紧固件组合为一套。

5.耐久性设计

海域钢管内、外防腐选择与陆域钢管内、外防腐一致，均为 0.8mm 厚双层熔结环氧粉末防腐。海域钢管内防腐环境与陆域钢管防腐一致，以下重点讨论钢管外防腐。

引述《水运工程结构耐久性设计标准》(JTS 153-2015)钢结构防腐规定：

表 6.1.4 钢结构单面平均腐蚀速度 (mm/年)

环 境	部 位		平均腐蚀速度
海水环境	大气区		0.05 ~ 0.10
	浪溅区	有掩护条件	0.20 ~ 0.30
		无掩护条件	0.40 ~ 0.50
	水位变动区、水下区		0.12
	泥下区		0.05
淡水环境	水上区		0.06
	水下区		0.03
	泥下区		0.03

注:①表中平均腐蚀速度适用于 pH=4~10 的环境条件,对有严重污染的环境,应适当增大;

②对水质含盐量层次分明的河口区或年平均气温高、波浪大、流速大的环境,应适当增大;

③钢板桩岸侧可参照泥下区取值。

图 3.3-6 钢结构单面平均腐蚀速度

海底埋地钢管没有干湿交替和海流问题,腐蚀环境优于水运工程的钢管桩和钢板桩岸侧环境,可以参照取值平均腐蚀速度 0.05mm/年。据此,采用钢管外壁涂料和预留腐蚀厚度 2mm,足够可以保证钢管 50 年使用年限,无需另外采用阴极保护措施。

水下法兰接头由于构件外形复杂,在施工期涂料容易发生破损,防腐是个难点。本项目法兰接头外部采用钢套箱+水下混凝土包封,既起到密封止水作用,也解决了法兰接头的防腐蚀问题。

6.管周填料

钢管虽然重量较大,但按照外径毛体积计算平均重度依然较小(约 1.2t/m³)。施工期若操作不当,可能发生回填料冲击偏位或上浮,因次需要采用可靠的回填方案,避免发生事故。若回填土质较差,在波浪和地震作用下可能发生砂土液化,导致钢管上浮。

为避免钢管上浮风险,钢管周围采用碎石混合料回填,填料粒径要求砾石以上,二片石以下。回填料应符合环保要求,不得含有溶解于海洋的污染物。

管周填料压顶块石规格为 100~300kg 块石。压顶块石在沟槽内,没有形成高于周围海床的堤身,没有向两侧坍塌的风险;因次,压顶块石宽度为 7m(略大于 2.5 倍管径),可满足管道防护要求。压顶块石厚度为 1.2m(大于 2 倍块石粒径)。压顶块石与管顶之间为 0.5~0.6m 厚度管周填料过渡层。

7.开挖埋管典型断面

综合以上沟槽、管道、填料等设计分析，本次“法兰连接钢管方案”典型设计断面图如下：

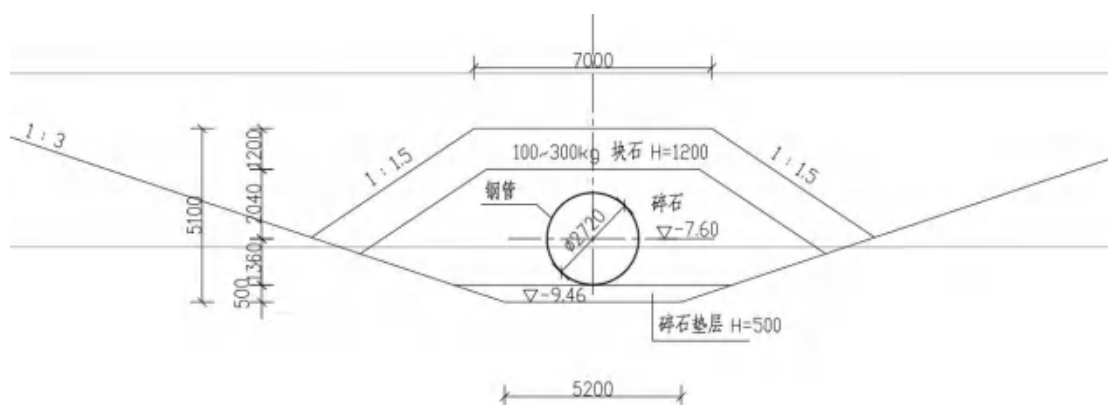


图 3.3-7 法兰连接钢管方案-开挖埋管典型断面图

3.3.1.5 特殊区段技术方案

1.浅水段方案

本工程有约 5km 的浅水段，挖泥船及起重船等无法直接作业，需在拟建敷设管线西侧临时开挖约 50m 宽，至-2.0m 高程以下的临时水上作业区，位置见图 3.3-8。施工完成后通过原土回填，恢复原状。



图 3.3-8 临时水上作业区位置

2.岸上衔接段方案

设计内容为 3#调压井(不含 3#调压井)至 A5 排放点之间的放流管及扩散段。3#调压井范围内管道预留至围墙外 1m 并预留法兰接口，放流管与该预留管道采用法兰连接。

若 3#调压井及预留放流管接口提前建成，可从预留接口向外依次安装放流管。在岸上预留合拢管段时，放流管也可先行施工。

管线合拢段应包含一个伸缩节，通过定制法兰连接陆域及海域管道。

3.扩散管段方案

本工程扩散管段为变径管，可采用与放流管相同的结构方案。

3.3.2 扩散器

在污水排海过程中，扩散器的主要作用是通过它可以将污水均匀分散的排放到海洋水体环境中去，可提供给污水极大的初始稀释，对海洋环境起到明显

的保护作用，良好的扩散器的设计，是污水排海工程成功的关键因素。

尾水排海工程为使扩散器有良好的运行状态，对扩散器水力设计要求如下：

(1) 为达到保护海洋环境的目的，在水平放置的扩散器（各喷口处于同一水深），设计中应保证各喷口出流量均匀，对沿海底有一定坡度放置的扩散器（各喷口处于不同水深），在设计中应保证各喷口出流量沿水深较深的喷口出流量较大，一般由于离岸较远的喷口处于较深的位置，因此要求各喷口出流量从近岸到远岸有一流量逐步增加的趋势。

(2) 为防止悬浮物和颗粒物在排海管道内沉积，要求管道内流速应满足冲淤流速（自净流速）的条件，由于管道内流速与污水排放量有关，因此要求在设计中至少在高峰流量时应达到 $0.6\sim 0.9\text{m/s}$ 的冲淤流速值。

(3) 管道内的总水头损失要小，以减少日后污水排海工程投入运行后的能耗和运行、管理最低的要求。

(4) 扩散器喷口应充满污水，并应尽量避免海水倒灌现象发生。

(5) 扩散器中的流速应达到自净流速，扩散器喷口流速一般要求在 $2.0\sim 3.5\text{m/s}$ 之间。

(6) 扩散器喷口出口直径一般选为 $55\sim 230\text{mm}$ 之间。

(7) 扩散器开口总面积应小于放流管的横截面。

(8) 扩散器喷口的间距约等于喷口至水面深度的 $1/3$ ，要保证污水在初始稀释扩散过程中相互不重叠。

扩散器成品图详见图 3.3-9，扩散器设置示意图详见图 3.3-10。



图 3.3-9 扩散器装备样品图

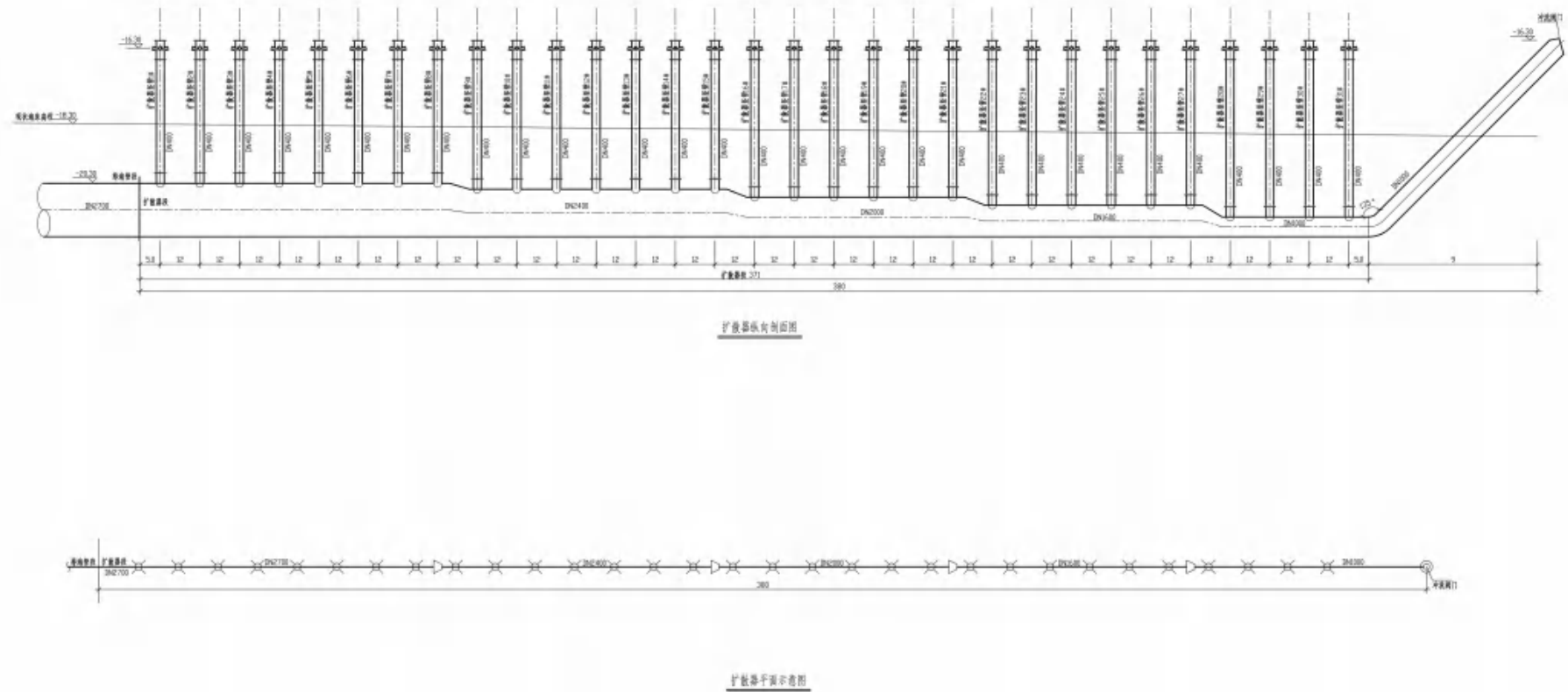


图 3.3-10 扩散器设置示意图

3.3.2.1 初始稀释浓度

扩散器的作用是将污水分散成许多小流体，改点源排放为线源排放，同时利用污水喷口流速的动能及由污水和海水密度差造成的浮力使污水以浮射流的形式在海底多点释放向上浮动，从而在受纳水体较大面积内扩散，混合形成稀释水流，以达到净化污水的目的。

我国《污水海洋处置工程污染控制标准》（GB18486-2001）中规定：污水海洋处置排放点的选取和放流系统的设计应使其初始稀释度在一年 90%的时间保证率下满足表 3.3-3 规定的初始稀释度要求。

表 3.3-3 90%时间保证率下初始稀释度要求表

排放水域	海域		按地面水分类的河口水域		
水质类别	第三类	第四类	III	IV	VI
初始稀释度	45	35	50	40	30

注：对经特批在第二类海域划出一定范围设污水海洋处置排放点的情形，按 90%保证率下初始稀释度应 ≥ 55 。

本工程排放口所在海域为港口、工业、生活排污用海，属二类功能区，海水水质执行三类标准，为了更好的保护周边海域环境，本工程中排放口按 90%保证率下初始稀释度 ≥ 55 设计。

3.3.2.2 扩散器水深

《污水海洋处置工程污染控制标准》规定“4.4.3 扩散器必须敷设在全年任何时候水深至少达 7m 的水底，其起点离低潮线至少 200m”，《污水排海管道工程技术规范》规定“6.2.13 放流管的末端水深应大于 10m，其起点离低潮为线至少 200m 远”。本工程扩散器处水深 17.3m，距离岸线约 16km，满足相关要求。

3.3.2.3 喷口流速

为保证扩散器最末端仍能保持一定的喷射流速，同时能量损耗不太大，喷口的平均射流速度宜控制在 2.0~3.5m/s 之间，本工程喷口流速取 3.0m/s。

3.3.2.4 喷口直径

为防止喷口被阻塞，扩散器喷口直径应在 5cm 与 23cm 之间。本工程直径喷口取 $d \geq 0.175\text{m}$ 。

3.3.2.5 喷射口孔数

每根竖管上的喷口数通常为偶数，这样便于均匀布置，方便施工。喷口数增加有利于分散出口的污水，但喷口数太多，反而因为密集喷射的污水形成环状反而不利于稀释。本工程每根竖管上喷口数采用 $n=4$ 。

3.3.2.6 扩散器竖管间距

对于密度均匀的海水，尾水从扩散管孔口喷出后，最终可因为密度差到达海面，在水面形成相互不重叠的污水团。根据《污水排海管道工程技术规范》规定“扩散器立管上喷口的间距约等于喷口至水面深度的 $1/3$ ，喷口间距应小于扩散器长度，达到各喷口喷出的污水在初始稀释扩散过程中相互不重叠的要求。”

本工程扩散器的间距应大于 $(16.3+6.86)/3=7.72$ ，设计中取 12.0m 。

3.3.2.7 扩散管设计计算

污水排放口处平均水深 $H=15.8\text{m}$ ，每根竖管为 4 个喷口，设计流量 60 万 m^3/d ，每个喷口取 $d100$ 、 $d125$ 、 $d150$ 、 $d175$ 、 $d200$ 五种情况，与喷口流速 $V_1=3.5\text{m/s}$ ， $V_2=3.0\text{m/s}$ ， $V_3=2.5\text{m/s}$ ， $V_4=2.0\text{m/s}$ 四种情况相组合，分别计算所需竖管根数 N ，初始稀释度等，计算结果见下表 3.3-4。

表 3.3-4 扩散器水力计算表

喷口孔径	喷口流速	竖管根数	Fr	初始稀释度 S0	初始平均 稀释度S1	初始平均 稀释度S2
0.1	3.5	82	25.65	109.18	107.46	513.36
0.1	3	96	21.99	114.26	119.09	598.92
0.1	2.5	115	18.32	121.60	134.48	718.71
0.1	2	144	14.66	132.69	156.06	898.39
0.125	3.5	53	22.94	84.89	79.81	328.55
0.125	3	61	19.66	88.39	88.44	383.31
0.125	2.5	74	16.39	93.55	99.88	459.97
0.125	2	92	13.11	101.47	115.89	574.97
0.15	3.5	37	20.94	69.32	62.58	228.16
0.15	3	43	17.95	71.86	69.36	266.19
0.15	2.5	51	14.96	75.69	78.32	319.43
0.15	2	64	11.97	81.68	90.88	399.28

0.175	3.5	27	19.39	58.53	50.96	167.63
0.175	3	31	16.62	60.44	56.47	195.57
0.175	2.5	38	13.85	63.39	63.77	234.68
0.175	2	47	11.08	68.09	74.00	293.35
0.2	3.5	21	18.14	50.63	42.65	128.34
0.2	3	24	15.55	52.10	47.26	149.73
0.2	2.5	29	12.95	54.44	53.37	179.68
0.2	2	36	10.36	58.24	61.93	224.60

3.3.2.8 扩散器选择

从上表中可看出扩散器竖管 $N \geq 31$ 时可以满足稀释度不小于 55 的要求，喷口直径 100~200mm 可满足稀释度 ≥ 55 要求。本工程选择喷口孔径 $D=175\text{mm}$ 。

扩散器竖管 $N=31$ 根，竖管间距取为 10.0m，扩散管长度为 335m。由喷口孔径和孔数计算得出每根竖管管径为 400mm。

近期规模为 37.38 万 m^3/d 时，应封闭其中 13 根管竖管喷孔，保留竖管 18 根，喷口流速为 3.0m/s，Fr 为 16.62，初始稀释倍数为 60.44，满足排放要求。

3.3.2.9 分段设计

扩散器根据远期流量分五段：

第一段为竖管 4 根，设计流量 $Q_1=1.16\text{m}^3/\text{s}$ ，管径 $D_1=\text{DN}1000$ ，设计流速 $V_1=1.54\text{m/s}$ ；

第二段为竖管 6 根，加上第一段 4 根，合计 10 根，设计流量 $Q_2=2.89\text{m}^3/\text{s}$ ，管径 $D_2=\text{DN}1600$ ，设计流速 $V_2=1.47\text{m/s}$ ；

第三段为竖管 6 根，加上第一段 4 根，第二段 6 根，合计 16 根，设计流量 $Q_3=4.67\text{m}^3/\text{s}$ ，管径 $D_3=\text{DN}2000$ ，设计流速 $V_3=1.52\text{m/s}$ 。

第四段为竖管 7 根，加上第一段 4 根，第二段 6 根，第三段 6 根，合计 23 根，设计流量 $Q_4=6.80\text{m}^3/\text{s}$ ，管径 $D_4=\text{DN}2400$ ，设计流速 $V_4=1.53\text{m/s}$ ；

第五段为竖管 8 根，加上第一段 4 根，第二段 6 根，第三段 6 根，第四段 7 根合计 31 根，设计流量 $Q_5=9.29\text{m}^3/\text{s}$ ，管径 $D_5=\text{DN}2700$ ，设计流速 $V_5=1.65\text{m/s}$ 。

3.3.2.10 喷孔布置

每根竖管设 4 个喷孔，对称布置在竖管两侧。喷孔间的夹角为 90° ，扩散管轴线与喷孔夹角 45° ，喷射角 0° 。

3.3.2.11 防冲刷措施

海底扩散器置于深水区，涨潮退潮流速较大。可考虑放流管及扩散管埋设在最大冲刷度以下，并在管道上部设有块石保护层。

3.3.3 事故排放管

事故排放管只有在海上放流系统出现非正常情况，如：由于船舶抛锚损坏上升管；由于海水入侵、泥沙沉积致使扩散器阻塞或出流极不均匀，水压不能使污水顺利出流时才投入使用。只要在设计中采取相应工程措施，并在运行中加强管理，此类事故是可以避免的。

设计应对措施：加大扩散器出口流速，避免扩散器阻塞；通过水力计算分析，合理控制扩散器干管管径，避免扩散器内出现负压，同时在扩散器排出口设置鸭嘴阀，避免海水入侵。

由于紧急排放管使用概率小，而工程投资大，此外本项目陆域 2#调压井与 B3 排水口管线连接，可以作为紧急情况下的事故排水管使用，故本设计暂不考虑设置紧急排放管。此外为了有效保护放流系统，拟将排海管沿线两侧各 50m 范围内设为禁航区，禁止船舶在此区域内进行任何形式的作业和倾倒垃圾等，以防止对扩散管造成危害。因此在禁航区内须设置明显的标志牌或航标灯等警戒装置。警戒装置按有关规定应由具有相应资质的海上安全技术咨询单位设计和施工，并委托有关部门养护管理。

3.3.4 排海管的冲洗措施

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程近期规模为 37.38 万 m^3/d ，远期 60 万 m^3/d 。当排海污水流量达到近期设计流量时，排海管和扩散管可满足在不淤流速的条件下工作。

放流管道内部的淤积主要来自两部分：一部分为出水水质中所含的悬浮物沉积，一部分为海水倒灌带来的泥沙入侵。对于污水本身所含的悬浮物，只要确保污水流速达到最小不淤流速，则可解决管道淤积问题；对于泥沙入侵，项目扩散器孔口处均设置了鸭嘴阀，作为防海水倒灌措施，可以有效避免泥沙入侵问题。

对于刚投入使用的放流管，由于施工过程中管道内充满了海水，且水流静止，从而导致了悬浮物淤积，可通过水力清除法，在启动放流管道时，通过一

定时间内控制放流管内管道流速，从而达到将放流管内淤泥排放出管道的目的。

本项目正常运行后采用连续式排水方式，如发生淤积可考虑利用泵抽方式予以冲洗。

3.4 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度

3.4.1 工程施工内容

拟建排海管的排放能力按远期污水量设计。本工程建设海域段达标尾水排放管道，海域管线总长度约 16.333km，含扩散段，管径采用 DN2700，排污能力为 60 万 m³/d。

海域工程建设内容为放流管铺设和扩散器安装，采用水下开挖沟槽埋管方案。由于本工程近岸 5km 范围为浅水段，挖泥船及起重船等无法直接作业，需在拟建敷设管线西侧开挖临时水上作业区，见图 3.4-1。施工完成后通过项目开挖土方回填，恢复原状。

工程内容主要包括：管道拼接、下水等临建设施；管材、管件采购；配重等附属结构预制；管线下水、拖带浮运；管线下沉安装、连接；管槽及临时水上作业区开挖，管周及管顶、临时水上作业区回填等。



图 3.4-1 临时水上作业区图

3.4.2 项目施工配套条件

3.4.2.1 水陆交通条件

本工程后方接岸为现有市政地块，已建疏港道路有经四路及主干道营闸路，与铁山港主干道相连。铁山港区距北海市近 40 公里，距合浦县城廉州镇 40 多公里，距自治区首府南宁市 250 公里，并且项目附近有多条水路，水陆交通便利。

3.4.2.2 材料供应条件

本工程位于铁山湾湾口区域，工程主要原材料可通过水路、公路直接运抵现场。

3.4.2.3 水电供应条件

施工用水、用电均由后方陆域接入，可满足施工需求。

3.4.2.4 气候环境条件

当地气候条件温和，冬无严寒，夏无酷暑，施工条件较好，但夏季常有台风和暴雨，施工过程中管道应分段铺设，同时应关注气象变化，加强台风预报资料搜集。台风到来前，对已铺设的外露管道应及时回填防护，防止台风浪侵袭造成损失，施工船舶应到避风锚地防台。

3.4.2.5 施工能力条件

本工程推荐方案及比选方案均有国内大型公司的可比案例经验。本海域工程规模大，技术难度大，建议选择有经验的大型施工企业，确保本工程安全、优质、高效地完成。

3.4.3 主要施工内容、方法

3.4.3.1 施工工序

根据工程特点和当地条件，本工程的施工顺序安排如下：施工临建→管线岸上拼接→基槽（临时水上作业区）开挖→基床整平→管道下水、浮运、铺设安装→管周（临时水上作业区）回填→竣工验收。

3.4.3.2 临建设施

本工程管线规模较大，需较大的管线堆存及拼接场地。采用浮管拖带出运方案时，还应建设出运临时滑道。

推荐方案主要临建平面图可参考下图。施工场地布置需施工单位结合具体施工方案进行详细布置。

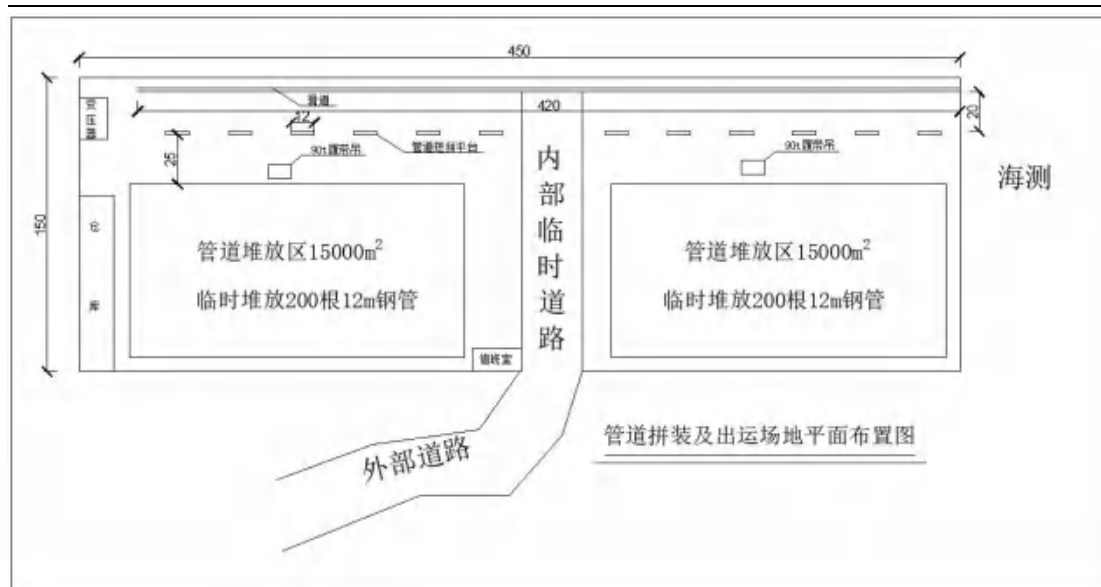


图 3.4-2 管道拼接及下水临建平面示意图

3.4.3.3 沟槽及临时水上作业区开挖

沟槽及临时水上作业区开挖均采用抓斗式挖泥船，顺序施工。开挖料通过泥驳抛填至指定位置。泥驳数量根据运距距离和频次配置，尽可能保证挖泥船能连续施工，尽可能缩短水上施工工期。

基槽分区段、分条、分层开挖。区段之间，条与条之间重叠 2m，分层厚度 2m 以内。按设计边坡放坡，台阶式开挖法形成边坡，按照“下超上欠、超欠平衡”的原则控制边坡开挖质量。基槽开挖过程中及时进行施工过程检测，绘制施工过程基槽开挖断面图，了解基槽开挖情况。基槽应分段验收，以便进行后序工程施工。各段基槽开挖以后在管道安装前应进行浅点检测，有浅点部位使用抓斗船清除。基槽验收测量使用 RTK GPS+测深仪施测，并绘制出相关水下地图和基槽断面图，显示开挖质量情况。



图 3.4-3 抓斗式挖泥船施工

3.4.3.4 管线下水、安装

本工程管线口径大，无法采用铺管船连续式施工方案，只能采用分段沉管安装方案。

本工程海域管线路线长，工期紧，推荐采用 300m 以上水下安装分段进行。安装方式可为多台起重船吊装、气囊或浮箱等助浮安装。按照设计水下接头方案，由潜水员配合进行水下连接施工。

管线安装后水平偏位不应大于 2m，高程误差不应大于 0.5m。

3.4.3.5 沟槽及临时水上作业区回填

本工程采用分段流水施工。管周碎石及块石需外购，船运至现场进行抛填。抛填作业应充分分析并避免填料对管道偏位或上浮的影响。回填高程不得低于设计高程，宽度不得小于设计宽度。

临时水上作业区可由后续管线沟槽开挖原土回填。

其余开挖量方全部考虑外抛。具体抛泥工序与施工方案及施工船机设备组织有关，不存在临时储泥的工序。外抛区域为铁山港外临时海洋倾倒区（生态环境部 2021，51 号）（109°18'47.207"E,21°17'09.904"N;109°21'23.297"E,21°18'15.440"N; 109°22'03.978"E,21°16'48.286"N;109°19'27.90"E,21°15'42.761"N 四点连线围成的区域，面积 14.43 平方公里）见图 3.4-4，外抛运距本项目约 30km。后续根据施工前办理的抛泥点更新。

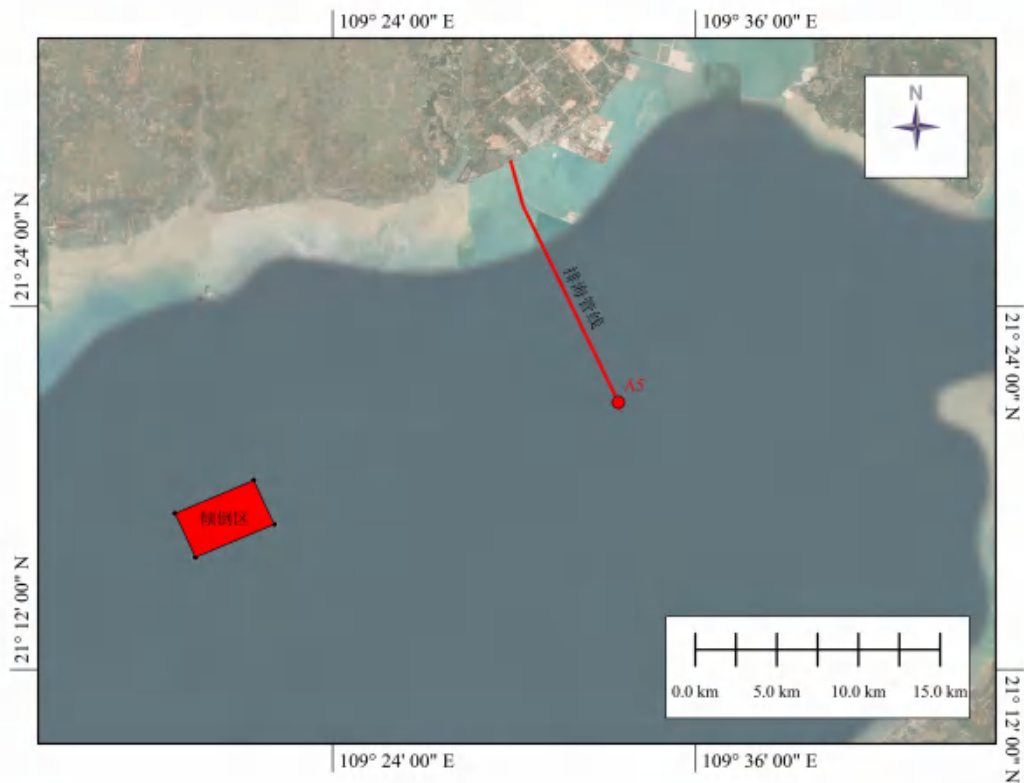


图 3.4-4 铁山港外临时海洋倾倒区

3.4.3.6 主要大型施工设备

本工程主要施工机械设备包括挖泥船组、泥驳、方驳、起重船、拖船等。设备见表 3.4-1。

表 3.4-1 主要设备列表

序号	名称	型号	数量	用途
1	起重船	500t	3	管道安装 管道拖运、起重船起锚等
2	拖轮	2000Hp	2	
3	锚艇	1000hp	4	
4	平板驳	2000t	4	碎石抛填等
5	交通船		2	人员上下 管道拼接
6	履带吊	90t	2	
7	电焊机		8	
8	汽车吊	25t	2	综合
9	履带吊	50t	2	综合
10	抓斗船	18m ³	3	基槽挖泥，单艘船约 2 万 m ³ /天
11	泥驳	3500m ³	8	运载泥沙

3.4.4 土方平衡

本项目开挖及回填量见表 3.4-2。

表 3.4-2 水域开挖及回填量

开挖及回填量	土方量	备注
临时作业区开挖及回填	93.64 万方	100%后续开挖原土回填
挖泥外抛	511.004 万方	运距 30km 抛泥区
开挖量合计	604.644 万方	

3.4.5 计划工期

根据本工程的规模和施工特点，本项目海域部分计划总工期 20 个月，具体见表 3.4-3。

表 3.4-3 施工实施进度表

施工内容\施工月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
施工前准备工作																				
管线采购																				
施工临建																				
陆域管线拼接																				
挖泥施工																				
管道下水、浮运、安装																				
回填恢复																				
警示灯标等附属设施安装																				
竣工验收																				

4 工程分析

4.1 工程各阶段污染环境影响分析

4.1.1 工程各阶段污染环境影响因素分析

4.1.1.1 施工期污染环境影响因素分析

根据施工进度安排，本工程主要建设内容包括：陆域管线拼接、临时水上作业区挖泥施工、管槽挖泥施工、管道铺设、临时水上作业区及管槽回填恢复等，施工期间的环境影响因素主要包括以下几方面：

（1）水环境影响因素

- ①开挖管槽施工过程中产生悬浮物对海水水质环境的影响；
- ②开挖临时水上作业区施工过程中产生悬浮物对海水水质环境的影响；
- ③临时水上作业区及管槽回填施工过程中产生悬浮物对海水水质环境的影响；
- ④施工船舶生活污水和舱底含油污水对海水水质环境的影响；
- ⑤陆域营地生活污水及生产废水对海水水质环境的影响。

（2）海洋生态环境影响因素分析

开挖埋管、开挖及回填临时水上作业区施工产生悬浮物对渔业资源的损害。

（3）固体废物环境影响因素分析

施工船舶产生的生活垃圾、陆域施工产生的生活垃圾等固体废物对海洋环境的影响。

（4）大气环境影响因素分析

拟建工程施工对环境空气的主要影响因素是粉尘，主要污染因子是颗粒物。主要污染环节是：陆上坡口对焊连接管道产生的粉尘及NO_x。

（5）声环境影响因素分析

施工机械噪声对声环境的影响。

（6）环境风险影响因素分析

施工船舶事故性和操作性溢油事故对海洋环境的影响。

4.1.1.2 营运期污染环境影响因素分析

营运期间的环境影响因素主要是达标尾水排放对海域水质、海洋生态环境的影响。

由于钢管内、外采用0.8mm 厚的双层熔结环氧粉末进行防腐，法兰接头外部采用钢套筒+水下混凝土包封进行防腐，本工程排海管道无需另外采用阴极保护措施，因此不会对沉积物产生直接不利影响。

4.1.2 工程各阶段污染源强估算

4.1.2.1 施工期污染源强估算

(1) 水污染物源强

①施工产生悬浮物

本工程水域施工位置为从陆域至排放口的管道沟槽，以及拟建敷设管线西侧临时开挖临时水上作业区。均采用 18m³ 抓斗式挖泥船进行施工，每艘 18m³ 抓斗式挖泥船作业效率取 2 万 m³/天。泥水比例按 2:3 计，根据北部湾海域泥沙中值粒径确定悬浮泥沙干容重度按 1500kg/m³，悬浮泥沙发生量 k 一般为抓泥量的 3%~5%，则挖泥悬浮泥沙源强=2 万 m³/天×2/3×0.03×1500kg/m³=6.94 kg/s。

临时水上作业区由后续管线沟槽开挖原土回填。管道通过岸上拼接，经滑道下水，浮运并水下逐段安装，每段管道长度约300m，每段管槽施工开挖土方约 10.56万m³，作业周期10~14天，采用3500m³泥驳回填/外抛。考虑施工进度，每段回填作业周期2~3天，回填量取4.22万m³/天，考虑抛填悬浮泥沙发生量大于抓泥的产生量，则挖泥悬浮泥沙源强=4.22万m³/天×2/3×0.05×1500kg/m³=24.44kg/s。

②施工船舶工作人员生活污水

根据施工安排，本项目水上施工内容主要管沟开挖及管道铺设，相应的水上施工设备主要包括挖泥船组、泥驳、方驳、起重船、拖船等。施工船舶数量按照 26艘，平均每艘船舶最大人员配备10人，每人每天生活用水量取80L，则生活污水产生量取80%，则每日生活污水量约为16.6m³，年污水发生量约为6074m³。类比调查结果表明，生活污水中COD含量约为350mg/L、氨氮含量约为40mg/L，则COD产生量约为2.13t/a、氨氮产生量约为0.24t/a。上述船舶生活污水由海事主管

部门认可的有资质单位接收处理。

③施工船舶机舱含油污水

根据《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舱底油污水发生量以 $0.4\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{艘}$ 计，施工船舶数量按照26艘估算，则每日机舱含油污水量约为 10.4m^3 ，年含油污水发生量约为 3796m^3 。类比调查结果表明，机舱含油污水中的石油类含量约为 2000mg/L ，则石油类产生量约为 7.59t/a 。上述机舱含油污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理。

④陆域施工人员生活污水

类比同类建设项目，按照现场施工人员50人计，每人每天的生活污水发生量按80L估算，则施工队伍每天产生的生活污水约 3.2m^3 左右，施工期陆域施工人员生活污水年发生量为 1168m^3 。类比调查结果表明，生活污水中COD含量约为 350mg/L 、氨氮含量约为 40mg/L ，则COD产生量约为 0.41t 、氨氮产生量约为 0.047t ，设置移动式环保厕所收集处理。

④陆域施工生产污水

主要施工废水为施工中产生的基坑水及砂石料冲洗水等废水，类比同类建设项目，每日生产发生量按100L估算，主要污染因子为SS，含量约为 1000mg/L ，采用沉淀池处理。

（2）固体废物源强

本项目施工期间的固体废物主要来自船舶和陆域两方面。

船舶施工人员产生的生活垃圾发生量按《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）中 $1.5\text{kg/d}\cdot\text{人}$ 计算，每日船舶垃圾量约为 390kg ，年船舶垃圾发生量约为 142t 。上述船舶垃圾由海事主管部门认可的有资质单位接收处理。

陆上施工人员产生生活垃圾以 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{日}$ 计，生活垃圾产生量为 50kg/d ，施工期陆域施工人员垃圾发生量为 18t 。陆域垃圾统一收集送市政垃圾处理场处置。

（3）大气源强

施工期对周围空气环境产生影响的主要因素是粉尘。施工粉尘主要来自临时堆场的管线焊接、运输等作业过程。

施工现场一般为多点施工，点源与面源共同对大气环境产生影响，为了较准确分析施工对空气环境的影响，类比同类型施工现场起尘规律研究，未采取环保

措施时，施工现场面源污染源强为 $539\text{g/s}\cdot\text{m}^2$ 。采取环保措施时，施工现场面源污染源强为 $140\text{g/s}\cdot\text{m}^2$ 。

本工程焊接过程有焊接烟尘产生，属于无组织排放，其产生量根据《焊接工作的劳动保护》中的焊接烟尘理论产生量计算。本项目焊接过程中焊丝及焊剂用量约 4.5t ， 1kg 焊丝及焊剂产生 0.3g 烟尘，则本工程焊接产生的焊接烟尘量为 0.001t 。

(4) 噪声源强

本工程施工期对声环境的影响因素主要是施工机械、设备、车辆、船舶噪声，其噪声值一般在 $68\sim 106\text{dB(A)}$ ，主要噪声设备噪声源强详见下表。

表 4.1-1 施工期主要噪声源及源强一览表

序号	污染源	最大声级 dB(A)	测点与声源距离(m)	降噪方式
1	施工船舶	68~75	10~20	选用低噪声的施工设备，科学布置、合理安排施工时间
2	吊管机	88	2	
3	自卸卡车	88	7.5	
4	混凝土搅拌机	95	10	
5	混凝土翻斗车	90	12	
6	电焊机	85	60	
7	装载机	90	5	
8	切割机	95	8	

施工期主要污染物排放见表3.1-2。

表 3.1-2 施工期主要污染物发生情况

种类	污染源	发生情况	主要污染物	拟采取措施及环评建议
污水	施工悬浮物	6.94kg/s	SS(250~500mg/L)	保持设备正常运转。
		24.44kg/s		
	船舶生活污水	6074m ³ /a	COD (350mg/L) : 2.13t/a NH ₄ -N (40mg/L) : 0.24t/a	由海事主管部门认可的有资质单位接收处理
	船舶含油污水	3796m ³ /a	石油类 (2000mg/L) : 7.59t/a	
	陆域施工生活污水	1168 m ³ /a	COD (350mg/L) : 0.41t NH ₄ -N (40mg/L) : 0.047t	设置移动式环保厕所收集，定期送化学园区污水处理厂达标处理
	陆域施工生产污水	30t/a	SS:1000mg/L	自然蒸发
固体废物	施工船舶	142t/a	施工船舶生活垃圾等固体废物	由海事主管部门认可的有资质单位接收处理
	陆上施工人员	陆上施工期 18t	生活垃圾等固体废物	统一收集送市政垃圾

				圾处理场处置
环境 空气	施工粉尘	140g/s·m ²	颗粒物	道路喷洒逸尘
噪声	机械噪声	68~106dB (A)	等效声级	选用低噪音设备

4.1.2.2 营运期污染源强估算

根据《基于推进广西重大项目落地入海排污区（口）选划——之北海铁山港区研究报告》（2021 年 7 月），A5 排放口（109° 33'26.9886"E, 21° 20'49.9430"N）达标尾水深海排放排水量为 60 万 t/d。

根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A、《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015）新建企业执行标准、《石油化学工业污染物排放标准》（GB31571-2015）直接排放水污染物限值标准、《制浆造纸工业水污染排放标准》（GB3544-2008）新建企业水污染排放限值、造纸企业水污染排放限值、《电镀污染物排放标准》（GB21900-2008）新建企业水污染排放浓度限值，铁山港工业区 A5 排放口排放的达标尾水控制因子、浓度限值执行要求见错误!未找到引用源。。

根据调研结果并结合“北海铁山港（临海）工业区总体规划”，北海铁山东港临港工业区 A5 排放管尾水来源已批复及规划工业企业及污水处理厂包括：斯道拉恩索项目、北海炼化项目、北部湾表面处理中心、太阳纸业三期、铁山港区污水处理厂(二期)、石化园污水厂、炼化一体化项目自建污水处理厂、玖龙纸业（北海）林浆纸污水厂及东港污水处理厂，水量共 363264m³/d，此外，A5 排放管预留水量 36736 m³/d，玉林龙潭产业园区水量 20 万 m³/d。共计排放量 60 万 m³/d。铁山东港临港工业区各工业企业及污水处理厂尾水排放量、主要污染因子排放浓度见表 4.1-2。

根据《基于推进广西重大项目落地入海排污区（口）选划研究——之北海铁山港区》的研究结论，以不利情况保守考虑，主要污染因子排放浓度见表 4.1-2。

表 4.1-2 达标尾水控制因子、浓度限值

已批/ 规划	已批/规划污染 源	执行标准	废水量 m ³ /d	污染物（mg/L）				
				CODcr	无机氮	活性磷 酸盐	石油 类	AOX
已批	斯道拉恩索项	造纸行业排放标	70352	90	12	0.48	1	12

待建	目	准						
已批	北海炼化项目	石油炼制工业污染物	3479	60	40	0.6	5	0
已批	北部湾表面处理中心	电镀污染物排放标准	2750	80	20	0.6	3	0
已批	太阳纸业三期	造纸行业排放标准	28362	73	10	0.48	1	12
规划	铁山港区污水处理厂(二期)	城镇一级 A	0	50	15	0.3	1	0
规划	石化园污水厂	城镇一级 A	25000	50	15	0.3	1	0
规划	炼化一体化项目自建污水处理厂	石油炼制工业污染物	10021	60	40	0.6	5	0
已批	玖龙纸业(北海)林浆纸污水厂	造纸行业排放标准	183300	70	12	0.3	1	12
已批	东港污水处理厂	城镇一级 A	40000	50	15	0.3	1	0
A5(已批+规划)		总水量/混合浓度	363264	70.23	13.48	0.36	1.16	9.32
A5(东港+西港)		总水量/混合浓度	403264	68.23	13.63	0.36	1.15	8.39
A5(预留量)		城镇一级 A	36736	50	15	0.3	1	0
A5(玉林)		城镇一级 A	200000	50	15	0.3	1	0
A5 合计		总水量/混合浓度	600000	62.25	14.08	0.34	1.10	5.64
保守取整		总水量/混合浓度	600000	65	15	0.5	2	6

4.2 工程各阶段非污染物环境影响分析

(1) 临时水上作业区及管道施工对海域底栖生物的影响分析方式

海域管道总长约16.333km、管径DN2700，采用开挖的施工方式。受水深等条件限制，拟敷设管线在近岸浅水段需开挖临时水上作业区，临时水上作业区及浅水段管线开挖长度约5km，开挖宽度50m，占海面积25公顷。

海域管道深水段施工，施工船舶直接开展施工作业，无需开挖临时水上作业区，该段埋管施工开沟占海面积39.776公顷。

综上，管道沟槽开挖以及浅水段临时水上作业区施工占用海域面积约64.776ha，此范围内的底栖生物将在施工期间临时丧失，施工完成后通过原土回填，恢复原状。

另外临时水上作业区及管道敷设过程造成周围的底栖生物将因悬浮物增加而死亡。这种底栖生物所受到的影响是可逆的，但自然修复期较长。在此期间，以底栖生物为饵料的鱼类资源将受到影响。

另外临时水上作业区及管道敷设过程造成周围的底栖生物将因悬浮物增加而死亡。这种底栖生物所受到的影响是可逆的，但自然修复期较长。在此期间，以底栖生物为饵料的鱼类资源将受到影响。

（2）临时水上作业区及管道施工对渔业资源和生态环境的影响

临时水上作业区及管道基槽开挖过程中，悬浮物将在一定范围内形成高浓度扩散场，对水产资源的影响主要表现在对开挖区附近高浓度悬浮物水域中的海洋生物的仔幼体可能造成的伤害，同时对渔业生产和浮游生物也会产生不同程度的影响。

（3）排海管道建成后对水文动力环境的影响

排海管道投产后，达标尾水的排放将改变扩散器附近区域的局部水动力条件，由此会对工程附近的水文动力、地形地貌与冲淤环境产生一定的影响。

5 自然社会环境概况

5.1 工程地理位置

北海地处广西南端，北部湾东北岸。位于东经 $108^{\circ} 50' 45'' \sim 109^{\circ} 47' 28''$ ，北纬 $21^{\circ} 29' \sim 21^{\circ} 55' 34''$ 之间，西北距南宁 206 公里，东距湛江 198 公里，东南距海口市 147 海里。拟建项目所处的北海市铁山港工业区距北海市近 40 公里，距合浦县城廉州镇 40 多公里，距自治区首府南宁市 250 公里，距广东省湛江市约 150 公里，距海南省首府海口市 124 海里。铁山港区西面有钦北铁路，北面有北海至湛江高速公路经过。国家“十一五”计划建设的合浦-河唇铁路、玉林至合浦十字路乡铁路、合浦十字路乡至铁山港铁路支线、玉林至铁山港高速公路贯穿该区。铁山港区是西南最便捷的出海通道之一，是广西以及大西南连接广东、福建陆路经济走廊的重要交通枢纽。

本排放管工程位于北海铁山港工业园区，经过铁山港西港区石头埠作业区、北暮作业区、啄罗作业区后方陆域后下海，终点至 A5 排污口。入海点位于啄罗作业区后方陆域，均为沙滩，周边多为防护林；排污口 A5 排污口位置位于 E109.5575、N21.3472，与陆域最近 11.9km，天然水深-18m。

5.2 气象条件

铁山港工业区，位于广西壮族自治区南端、北海市东部地理位置为东经 $109^{\circ} 15' \sim 109^{\circ} 45'$ ，北纬 $21^{\circ} 26' \sim 21^{\circ} 40'$ 。东邻广东省湛江市，南临北部湾，西部为北海市区，北部为灵山县、浦北县和博白县。

5.2.1 气温

北海地区属亚热带海洋性季风气候，据北海气象观测站 1980 年~2010 气温资料统计：

累年年平均气温：22.9℃

累年年极端最高气温：37.1℃

累年年极端最低气温：2.6℃

累年年最热月为 7 月，平均气温 29℃；年最冷月为 1 月，平均气温 14.6℃。

5.2.2 降水

北海市雨量充沛，每年 5~9 月为雨季，占全年降水量的 80.1%，其中以 8 月份降水量最多；10 月至次年 4 月为旱季，仅为全年降水量的 19.9%。据多年实测资料统计：

累年年最大降水量：2211.2mm

累年年最小降水量：849.1mm

累年年平均降水量：1775.4mm

一日最大降水量：509.2mm

日降水量 $\geq 50\text{mm}$ 的降水日数平均每年为 8.6 天；日降水量 $\geq 100\text{mm}$ 的降水日数平均每年为 3.1 天。

5.2.3 雾

北海地区雾主要出现在冬末春初，尤以 3 月份雾日最多，据统计：

累年年最多雾日数：24 天

累年年最少雾日数：4 天

累年年平均雾日数：13.2 天

5.2.4 相对湿度

累年年平均湿度：81%

累年年最小相对湿度：5%

5.2.5 风况

根据北海市气象站统计资料（见表 5.2-1 工程区域风况表 图 5.2-1），北海地区风向季节性变化显著，冬季盛行偏北风，夏季盛行东南风。夏、秋两季受台风影响，每年发生 2~4 次，台风由南海进入北部湾时，因受到海南岛与雷州半岛的阻挡，风力减弱，一般为 5~6 级，10 级以上少见，其延时 24 小

时左右。

全年常风向为正北，次常风向为东南偏东，频率分别为 22.1%和 10.8%；频率加权年平均风速为 3.0m/s。强风向为东南，最大风速 29m/s，次强风向为东南偏东，最大风速为 21m/s。根据资料统计，每年风力 ≥ 6 级的出现天数平均 11.8 天，最多 25 天，最少 3 天。

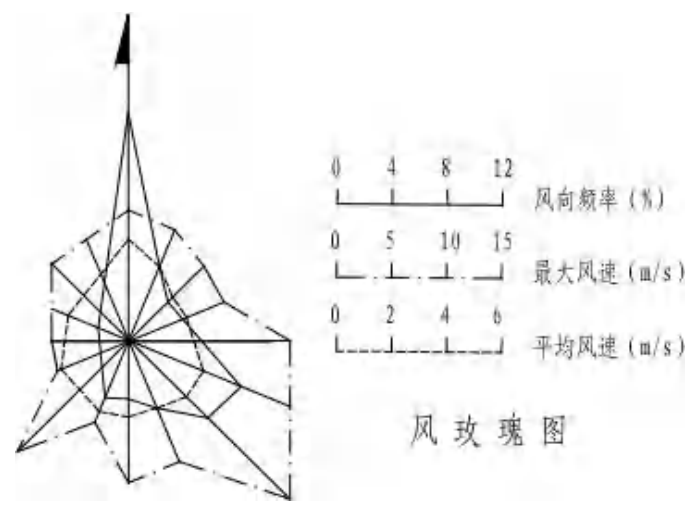


图 5.2-2 风玫瑰图
表 5.2-1 工程区域风况表

方向 项目	N	NE	E	SE	S	SW	W	WNW	NNW	C							
频率 (%)	22.1	8.7	3.5	3.7	5.3	10.8	9.6	4.5	4.3	4.7	2.6	1.3	1.1	1.4	1.5	3.1	11.8
平均风速(m/s)	4.6	3.2	2.2	2.3	2.4	3.2	3.2	3.8	2.8	3.2	2.8	2.6	2.5	2.8	2.3	3.0	
最大风速(m/s)	15	14	12	12	20	21	29	15	18	10	20	8	8	10	13	13	

5.2.6 台风

北海地区夏、秋两季受台风影响，每年发生 2~4 次。北海受台风袭击时，市区陆地平均最大风力 ≥ 9 级，或涠洲岛附近海面平均最大风力 ≥ 11 级的年份约占总数的 38%，其中 2014 年 7 月 18 日~19 日受台风袭击时风力最大，市区陆地最大

风力达 14 级以上、涠洲岛附近海面最大风力达 15 级以上，陆地最大风速出现的风向为偏东风（即风向为 ENE~ESE），涠洲岛附近海面最大风速出

现的风向为东南偏南风（即风向为 SE~S）。

5.2.7 雷暴

据雷暴资料分析估算，年雷暴影响天数约 83 天。

5.3 水文条件

5.3.1 潮汐及潮位

（一）潮型

工程海域潮汐性质按判别式计算，铁山港潮汐性质比值为 3.29，属非正规全日潮。

铁山港潮波没有形成独立的潮波系统，其潮波振动主要受北部湾传入的潮波所控制。在港内，全日分潮效应比半日分潮大得多，K1 分潮振幅在 80cm 以上，M2 分潮振幅只有 50cm。潮振幅分布由湾口向湾顶逐渐递增。该港一年中约有 60%的时间为一天一次潮，其余时间为一天两次潮。潮汐日不等现象相当显著，此外，还有月不等、年不等现象。

（二）基准面及换算关系

本工程如无特殊说明，高程基准面均采用当地理论最低潮面。当地理论最低潮面在 1985 年国家高程以下 2.497m。具体如图 5.3-1。

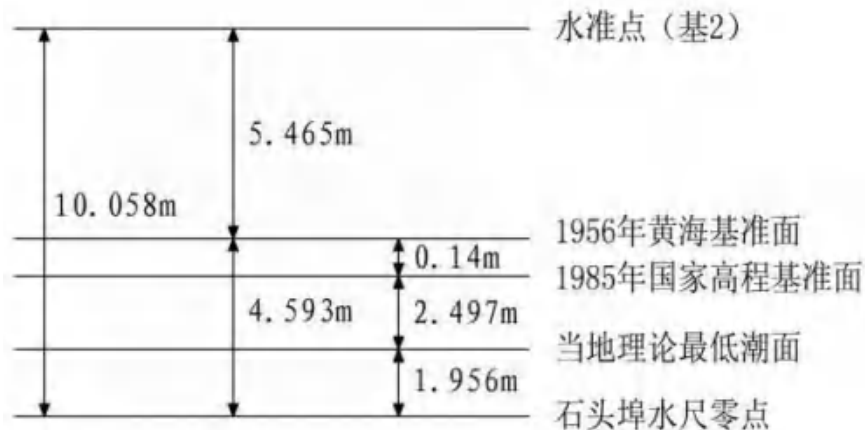


图 5.3-1 高程基准面示意图

（三）潮位特征值及设计水位

（1）潮位特征值

工程海域潮差为华南沿海最大区域之一。据石头埠多年资料统计，平均潮差 2.45m，最大潮差 6.25m。平均涨潮历时在 13~16 小时之间，平均落潮历时为

9~12 小时，最高潮位 6.31m，最低潮位-0.09m。潮汐特征值如下：

累年最高潮位：6.31m

累年最低潮位：-0.09m

平均高潮位：4.28m

平均低潮位：1.80m

平均潮位：3.00m

平均潮差：2.45m

最大潮差：6.25m

平均涨潮历时：8.1h

平均落潮历时：6.4h

(2) 设计水位

设计高水位（高潮累积频率 10%）：5.41m

设计低水位（低潮累积频率 90%）：1.13m

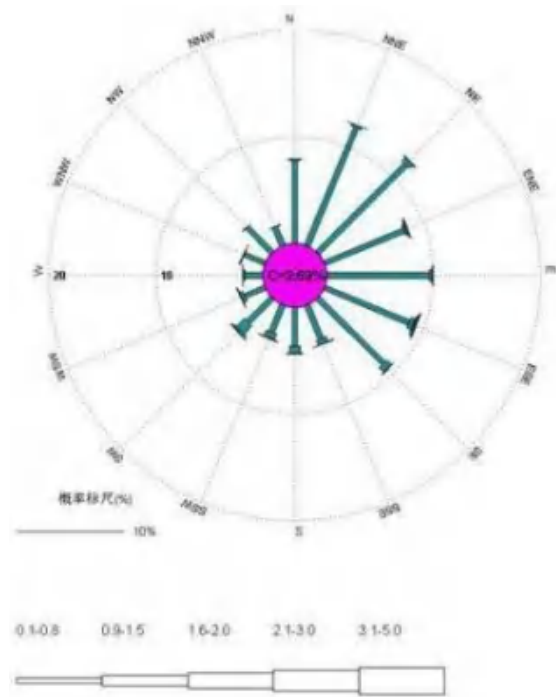
极端高水位（重现期为 50 年一遇）：6.86m

极端低水位（重现期为 50 年一遇）：-0.46m

5.3.2 波浪

(1) 波况

本区受雷州半岛掩护，波浪强度不大。根据南科院对涠洲岛站 1960~1991 年波浪观测资料统计，年平均波高为 0.67m，常浪向为 NNE 和 NE，频率分别为 10.67%和 10.39%。强浪向为 SSW，年平均波高为 1.23m，频率为 8.90%。波高小于 0.5m 的风浪，频率为 38.85%；波高大于 1.5m 的风浪，频率为 4.6%。经台风大浪统计和频率分析表明，其方向主要发生在 S、SSW 和 SW 向，观测期间三方向的极值波高分别为 4.6m、4.5m 和 4.6m。此外，根据北海市南湾渔业基地测波站实测资料统计分析，常波向为 NW，次常波向为 SE，而涌浪以 SSW 向最多；平均大波波高 $H_{1/10}$ 为 0.5m，平均波高为 0.3m，平均周期为 3.0S，最大波高为 2.5m，相应波向为 WSW，周期为 3.8S，出现于 1976 年 6 月 1 日。最大波高出现在 2011 年第 4 号热带风暴“海马”期间。具体如图 5.3-2 所示。



(2) 设计波浪

拟建工程位于铁山湾湾口，湾口向南开敞。参考河海大学 2008 年 9 月完成的《北海市铁山湾海域波浪整体数学模型》计算报告，计算点位如图 5.3-3 所示，拟建工程区设计波浪要素如

表 5.3-1、表 5.3-2、表 5.3-3 所示：

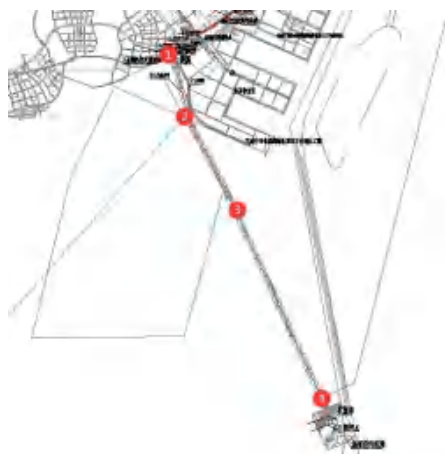


图 5.3-3 计算点位示意图

表 5.3-1 段设计波浪要素 (SE)

重现期	水位	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	T _m (s)	L (m)
50 年一遇	极端高	4.82	4.16	4.03	3.44	2.26	8.0	74.3
	设计高	4.49	3.88	3.77	3.22	2.12	8.0	70.9
	设计低	3.19	2.78	2.71	2.33	1.57	8.0	57.6
25 年一遇	极端高	4.34	3.74	3.63	3.10	2.03	7.6	70.6
	设计高	4.04	3.49	3.39	2.90	1.91	7.6	67.4
	设计低	2.87	2.50	2.44	2.10	1.41	7.6	54.7
10 年一遇	极端高	3.88	3.34	3.24	2.75	1.79	7.1	64.5
	设计高	3.59	3.09	3.00	2.55	1.66	7.1	61.8
	设计低	2.61	2.27	2.20	1.89	1.25	7.1	50.5
2 年一遇	设计高	1.83	1.55	1.50	1.26	0.80	5.6	44.1
	设计低	1.42	1.21	1.18	0.99	0.63	5.6	37.7

表 5.3-2 段设计波浪要素 (SE)

重现期	水位	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	T _m (s)	L (m)
50 年一遇	极端高	4.71	4.10	3.99	3.44	2.31	8.0	67.2
	设计高	3.85*	3.78	3.68	3.19	2.16	8.0	62.6
	设计低	1.28*	1.28*	1.28*	1.28*	1.67	8.0	43.3
25 年一遇	极端高	4.24	3.69	3.59	3.10	2.08	7.6	63.8
	设计高	3.85*	3.40	3.31	2.87	1.94	7.6	59.5
	设计低	1.28*	1.28*	1.28*	1.28*	1.50	7.6	41.1
10 年一遇	极端高	3.80	3.30	3.20	2.75	1.82	7.1	58.6
	设计高	3.49	3.04	2.96	2.55	1.71	7.1	54.8
	设计低	1.28*	1.28*	1.28*	1.28*	1.29	7.1	38.2
2 年一遇	设计高	1.81	1.54	1.49	1.26	0.81	5.6	40.2
	设计低	1.37	1.19	1.15	0.99	0.66	5.6	28.9
	设计低	1.42	1.21	1.18	0.99	0.63	5.6	37.7

表 5.3-3 段设计波浪要素 (SE~S)

重现期	水位	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H _m (m)	T _m (s)	L (m)
50 年一遇	极端高	3.91	3.39	3.29	2.82	1.89	8.0	65.4
	设计高	3.57	3.10	3.02	2.60	1.78	8.0	60.5
	设计低	0.68*	0.68*	0.68*	0.68*	0.68*	8.0	39.4
25 年一遇	极端高	3.52	3.05	2.96	2.54	1.70	7.6	62.1
	设计高	3.21	2.79	2.72	2.34	1.60	7.6	57.5
	设计低	0.68*	0.68*	0.68*	0.68*	0.68*	7.6	37.4
10 年一遇	极端高	3.14	2.71	2.63	2.25	1.50	7.1	57.1
	设计高	2.87	2.49	2.41	2.07	1.40	7.1	53.0
	设计低	0.68*	0.68*	0.68*	0.68*	0.68*	7.1	34.8

5.3.3 水流

铁山港潮流性质特征值在 1.63~3.70 之间,表明该湾大部分区域为不规则半

日潮海区，口门附近为不规则全日潮流。比值由口门向里递减，如口门处为 3.70，港湾顶部仅 1.63。潮流主流向与深槽走向相一致，口门处涨潮流向 NNE，落潮流向为 SSW。铁山港主要日分潮椭圆长轴方向与水道走向一致，为 S-N 向，旋转率在 0.03-0.32 之间，为逆时针方向旋转。潮流的运动形式，属往复流性质。

铁山湾湾口往外至涠洲岛一带，潮流由往复流逐渐过渡为旋转流。不过长轴仍为 NE~SW 方向。转流方向由落转涨一般为顺时针方向，由涨转落一般为逆时针方向。湾内最大流速超过 1m/s，湾外流速一般都在 0.3~0.5m/s 以下。

根据天津水运工程勘察设计院 2021 年 4 月在项目所在海域开展的大、小潮周日全潮同步水文观测，工程区海流特征如下：

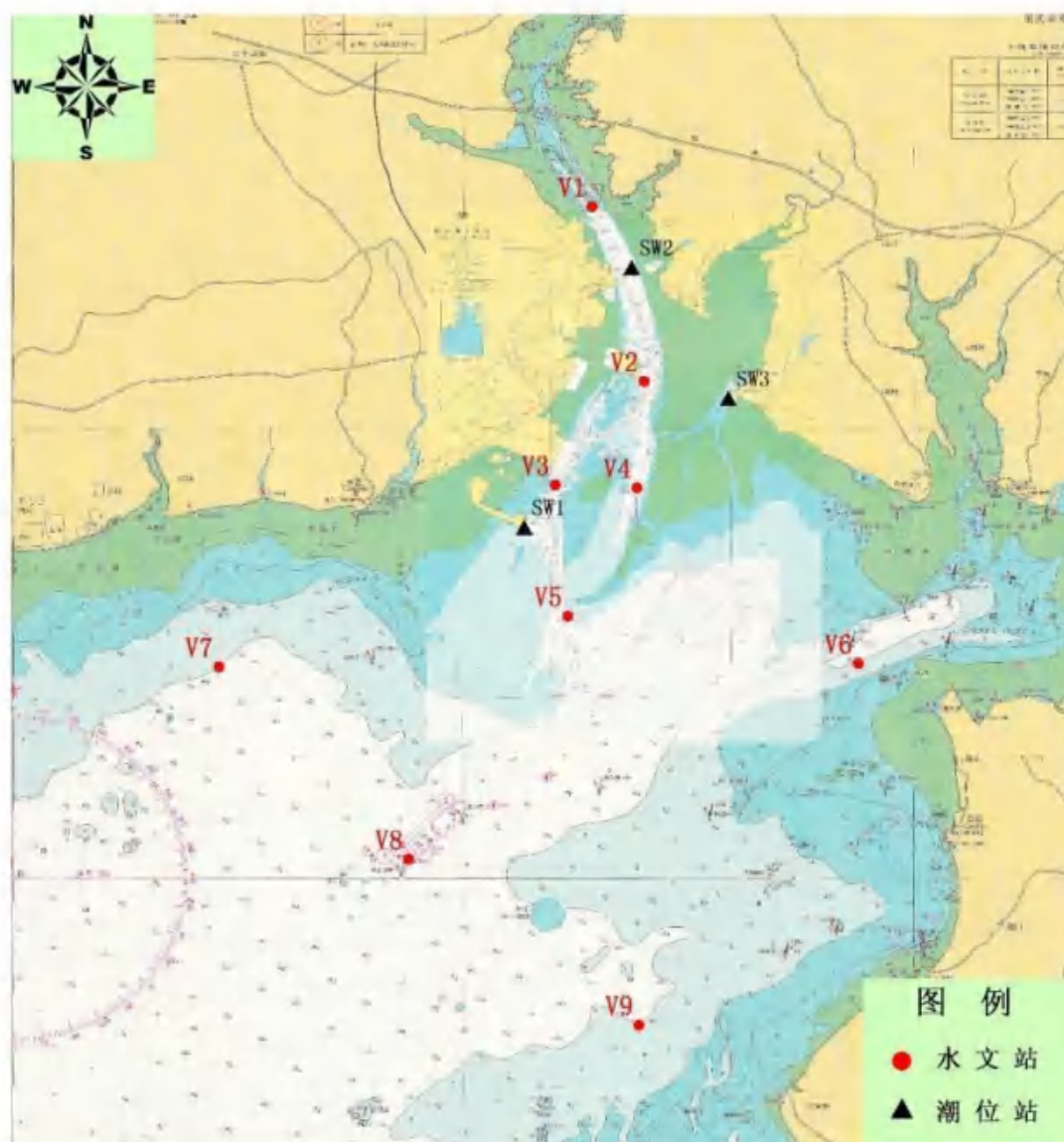


图 5.3-4 观测站位示意图

(1) 流向

根据各站涨、落潮平均流速、流向计算结果下表，本次测验施测海域垂线平均流速矢量图见图 3.3-5～图 3.3-6。

结合统计结果以及各测站垂线平均流速矢量图可以看出， V1～V9 测站基本呈明显的往复流性质，与潮流调和分析结果一致。湾内和湾口处的 V1～V5 测站涨、落潮平均流向基本与岸线走向一致。湾外的 V6～V8 测站涨、落潮平均流向为 NE～WSW，各涨、落潮流平均流向基本平行于岸线方向。

表 5.3-4 大、小潮涨、落潮平均流向统计表单位：流向（°）

站位	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
V1	322	321	321	145	145	145
V2	36	37	36	208	211	209
V3	22	22	22	203	200	202
V4	13	10	12	199	197	198
V5	3	21	12	197	197	197
V6	58	62	60	237	239	238
V7	55	67	61	251	252	251
V8	51	54	53	238	237	237
V9	28	38	33	230	215	222
平均	25	30	28	212	210	211

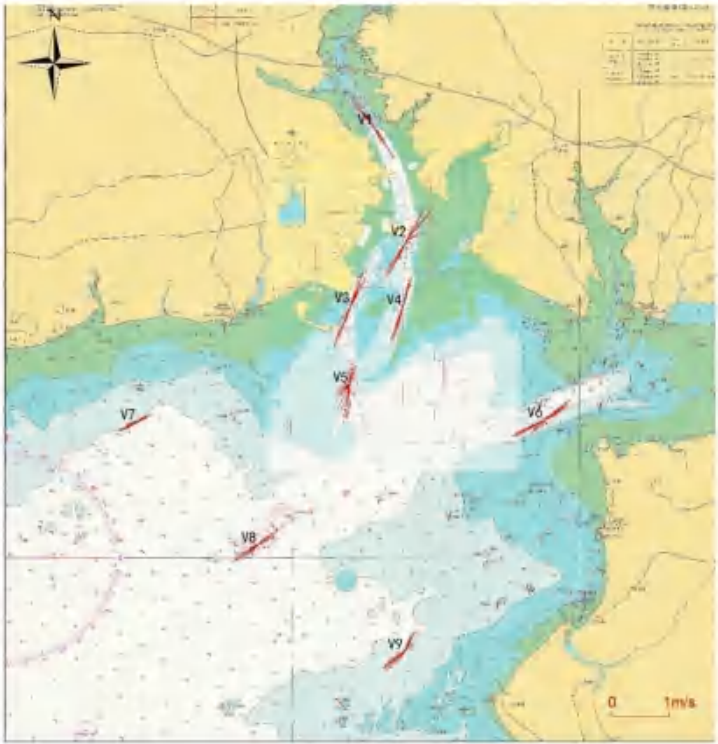


图 5.3-5 大潮垂线平均潮流矢量图

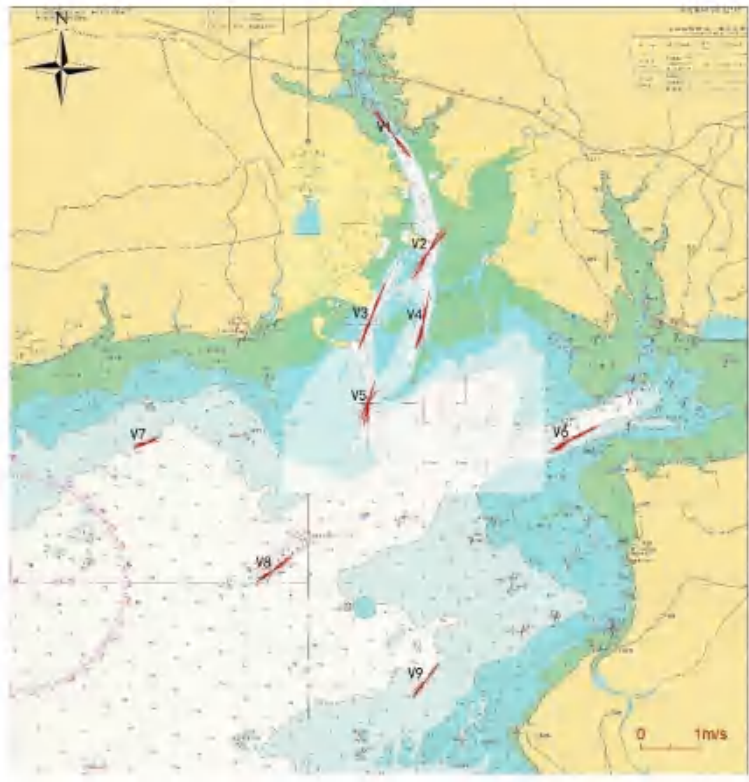


图 5.3-6 小潮垂线平均潮流矢量图

(2) 流速

1) 平均流速

施测海域实测涨、落潮平均流速均为 0.3m/s。其中，大潮涨、落潮段平均流速分别为 0.31m/s 和 0.35m/s；小潮涨、落潮段平均流速分别为 0.29m/s 和 0.25m/s。

表 5.3-5 各测站潮段平均流速统计表单位：流速（m/s）

站位	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
V1	0.39	0.39	0.39	0.35	0.29	0.32
V2	0.42	0.38	0.4	0.43	0.34	0.39
V3	0.36	0.39	0.37	0.46	0.3	0.38
V4	0.36	0.3	0.33	0.37	0.28	0.33
V5	0.22	0.23	0.23	0.39	0.24	0.31
V6	0.36	0.32	0.34	0.36	0.26	0.31
V7	0.14	0.15	0.15	0.21	0.16	0.18
V8	0.25	0.21	0.23	0.29	0.19	0.24
V9	0.27	0.23	0.25	0.27	0.21	0.24
平均	0.31	0.29	0.3	0.35	0.25	0.3

2) 最大流速

①垂线平均最大流速：各测站垂线平均最大流速，大潮为 0.81m/s，流向

202°，出现在 V3 测站的落潮段；小潮为 0.72m/s，流向 23°，出现在 V3 测站的涨潮段。

②测点最大流速：各层实测最大流速，大潮出现在 V3 测站的表层，为 0.93m/s，流向为 205°；小潮出现在 V3 测站的表层，为 0.85m/s，流向为 20°。

③实测最大流速随潮汛的变化：由上述数据按潮汛比较可知，各测站均呈现大潮流速大，小潮流速小的规律。

表 5.3-6 垂线平均最大流速统计表 流速 (m/s) 流向 (°)

站位	潮段	大潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向
V1	涨潮	0.73	323	0.65	322
	落潮	0.63	147	0.48	142
V2	涨潮	0.75	40	0.65	39
	落潮	0.75	209	0.54	209
V3	涨潮	0.72	20	0.72	23
	落潮	0.81	202	0.52	201
V4	涨潮	0.56	17	0.54	10
	落潮	0.65	196	0.45	196
V5	涨潮	0.42	2	0.38	16
	落潮	0.66	183	0.46	181
V6	涨潮	0.59	52	0.55	63
	落潮	0.61	243	0.42	243
V7	涨潮	0.28	58	0.26	69
	落潮	0.34	242	0.24	248
V8	涨潮	0.44	54	0.41	51
	落潮	0.51	236	0.33	235
V9	涨潮	0.47	31	0.4	36
	落潮	0.46	230	0.35	216

表 5.3-7 涨、落潮段测点最大流速特征值统计表 流速 (m/s) 流向 (°)

潮型	站名	涨潮			落潮		
		流速	流向	测点	流速	流向	测点
大潮	V1	0.8	325	表层	0.64	150	表层
	V2	0.81	42	0.4H	0.79	209	表层
	V3	0.82	16	表层	0.93	205	表层
	V4	0.64	15	表层	0.79	209	表层
	V5	0.55	2	0.2H	0.76	190	0.2H
	V6	0.73	52	表层	0.71	249	表层
	V7	0.32	59	0.2H	0.49	266	表层
	V8	0.51	55	0.2H	0.68	239	表层
小潮	V1	0.68	320	0.2H	0.54	143	表层
	V2	0.7	44	0.2H	0.58	210	0.2H

	V3	0.85	20	表层	0.61	207	表层
	V4	0.61	10	表层	0.54	197	表层
	V5	0.44	25	表层	0.55	192	表层
	V6	0.63	54	表层	0.55	243	表层
	V7	0.29	65	表层	0.32	247	表层
	V8	0.6	39	表层	0.39	237	0.6H
	V9	0.44	35	0.2H	0.4	227	表层

3) 平均流速垂向分布

统计结果表明：本海域垂向上流速涨、落潮时均呈从表层到底层逐渐减小的分布趋势；分层流速与各自表层流速之比，表层、0.6H 层、底层涨潮为 1.00、0.87 和 0.71，落潮为 1.00、0.86 和 0.66。

表 5.3-8 涨、落潮段平均流速垂向分布统计表 流速 (m/s)

潮型	站名	涨潮						落潮					
		表	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底	表	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底
大潮	V1	0.42	0.42	0.41	0.38	0.38	0.35	0.39	0.39	0.38	0.33	0.33	0.27
	V2	0.46	0.44	0.44	0.43	0.42	0.36	0.49	0.48	0.46	0.43	0.41	0.37
	V3	0.44	0.4	0.38	0.35	0.34	0.29	0.54	0.51	0.49	0.47	0.42	0.3
	V4	0.4	0.4	0.38	0.36	0.36	0.31	0.46	0.43	0.39	0.36	0.34	0.27
	V5	0.29	0.3	0.28	0.25	0.21	0.17	0.49	0.47	0.46	0.43	0.37	0.28
	V6	0.42	0.41	0.38	0.37	0.35	0.3	0.45	0.41	0.39	0.36	0.36	0.3
	V7	0.16	0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.26	0.24	0.23	0.21	0.2	0.17
	V8	0.27	0.28	0.28	0.26	0.24	0.18	0.36	0.33	0.3	0.29	0.27	0.23
	V9	0.33	0.31	0.29	0.26	0.25	0.21	0.32	0.29	0.28	0.28	0.27	0.23
小潮	V1	0.44	0.41	0.4	0.38	0.37	0.34	0.31	0.32	0.29	0.29	0.28	0.26
	V2	0.41	0.41	0.4	0.38	0.38	0.33	0.39	0.37	0.35	0.35	0.33	0.28
	V3	0.45	0.44	0.4	0.39	0.37	0.3	0.35	0.34	0.32	0.32	0.28	0.24
	V4	0.33	0.33	0.32	0.3	0.3	0.26	0.36	0.31	0.3	0.28	0.24	0.21
	V5	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.18	0.31	0.28	0.28	0.27	0.24	0.19
	V6	0.39	0.36	0.35	0.32	0.3	0.24	0.32	0.29	0.29	0.26	0.24	0.19
	V7	0.18	0.14	0.17	0.16	0.16	0.13	0.19	0.18	0.17	0.17	0.14	0.12
	V8	0.31	0.24	0.22	0.22	0.18	0.14	0.18	0.18	0.23	0.22	0.21	0.17
	V9	0.28	0.26	0.23	0.23	0.22	0.19	0.24	0.24	0.22	0.22	0.2	0.1
平均		0.35	0.33	0.32	0.3	0.29	0.24	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.24
与表层比值		1	0.96	0.92	0.87	0.83	0.71	1	0.94	0.91	0.86	0.8	0.66

5.4 地形、地貌及工程泥沙

根据天津水运工程勘察设计院有限公司 2021 年 4 月在项目所在海域开展的大、小潮周日全潮同步水文观测，工程区海流特征如下：

5.4.1 地形、地貌

5.4.1.1 海岸地貌

铁山港陆上地貌主要有冲积—洪积台地、滨海沙堤、坡洪积平原、海积平原等。海积平原广泛分布于北暮盐场-石头埠，且规模较大，一般长约（3~5）km，宽（1~2）km，在河流出口处也有小面积分布。这些海积平原主要由人工海堤或人工海堤和海滨沙堤共同保护下形成的，大部分开辟为盐田、稻田和海水养殖场，极小部分为荒滩；海蚀崖是该湾最显著的海蚀地貌类型，广泛分布于沿岸一带。

5.4.1.2 海底（水下）地貌

铁山港主要海底地貌类型有潮间浅滩、潮沟、潮流冲刷深槽等。

（1）潮间浅滩

铁山港水下部分主要为潮间浅滩，沿着中部海湾沿岸呈片状分布，其浅滩宽阔平坦，一般宽 1~2km，最宽为湾口门两侧达 3~5km，浅滩坡度为 0.3‰~1.0‰之间，按水动力作用条件，沉积物粗细及组成特征可清楚地把潮间浅滩划分 3 种类型：即沙砾滩、沙滩、红树林滩。

沙砾滩：见于西岸西北段旧尾坡高潮线一带和下底村南侧沙咀红树林前缘局部地带，属于波浪侵蚀海岸产物，砾石含量达 26.76%，以 5mm~10mm 占多，细砂占 45.63%，分选程度较差。沙砾滩上的沙蟹特别密集。

沙滩：广泛分布于石头埠以南铁山港湾中部沿岸，甚至超过湾口向外延伸。其滩面较为平坦，微有起伏向海倾斜，坡度 1‰~1.5‰，沙滩一般宽 1.5km~1.2km，最宽达 5km，湾口北暮西南侧沿岸的沙滩后缘为海蚀陡崖。

红树林滩：主要分布于铁山港东岸沙田往北至湾顶沿岸的沙泥质海滩上，呈片状或者带状沿海岸分布，其生长密度和长势状况在各岸滩具有明显差异，大部

分地带生长稀疏，局部海滩生长茂盛。

（2）潮沟

潮沟发育于该湾潮间浅滩之中，把潮滩切割成块状，一般潮沟在高潮时被淹没，低潮时出露。由岸向海，浅而窄的树枝状小潮沟不断汇聚形成宽而深的大潮沟，一直延伸接潮流冲刷深槽。一般宽 30m~100m，水深 1m~3m，可作小型货、渔船的天然航道。沉积物与沙滩物质相近。

（3）潮流深槽

铁山港湾潮流冲刷深槽自湾口门向北延伸至老鸦洲岛西侧全长 26km，宽为 0.6km~1.5km，在老鸦洲西侧附近仅 0.2km~0.3km。水深一般 6m~10m，最深处位于湾口即中间沙以西深槽处，水深达 22.5m，而深槽尾端水深为 4m~7m。除在湾口潮流深槽分叉口有潮流沙脊（中间沙）和东侧几道潮流沙脊处，整个潮流深槽没有暗礁。由于落潮流速大于涨潮流速，使深槽内泥沙淤积少，且潮流深槽较稳定。

5.4.1.3 海湾水下地形地貌

铁山港属台地溺谷湾，是从凹陷构造的基础上经冰冻后期海平面上升溺淹而形成的长 40km（湾顶至外挡门浅滩）、宽 3~4km 的狭长潮汐通道。湾内通道（深槽）以潮汐作用为主，即是由涨潮与落潮流冲刷共同塑造而形成的深槽。从地貌和沉积物分布反映出，落潮三角洲发育明显，湾口至湾内有一条明显潮流冲刷槽，也就是铁山港湾的主槽。口门及口门以外水域，潮流冲刷槽出现分异，形成东、西两个深槽，东槽为落潮所形成，西槽为涨潮所形成，东槽与主槽贯通，在东、西槽之间有拦沙坝和浅滩。

5.4.1.4 地形测量

本工程已经完成地形测量，详见本工程设计图纸及测量报告《北海市铁山港（临海）工业区 A5 深海排放管工程测量技术报告》，图纸比例：1:2000 中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2022 年 1 月。

5.4.2 工程泥沙

5.4.2.1 泥沙来源

铁山港的泥沙来源分为陆相来沙和海相来沙。

陆相来沙：海湾周围台地主要由亚粘土、亚砂土和细砂组成，山坡和丘陵上植被较好，小河或冲沟发育。陆相来沙主要是来源于港湾周围的小河流，其中较大者流入丹兜港的白沙河，流域面积 644.25km²，河长 83.227km，此外还有公馆河、闸利河、白坭江，其流域面积分别为 10km²、57.7km² 和 74.7km²，为海湾提供少量泥沙。这些河流径流量小而输沙率很小，南康河、白沙河都在下游建坝蓄水，只有在洪水暴发时才有少量泥沙带入该湾内。整个海湾陆域集水范围每年能提供的泥沙约 30 万 t，输沙量较小。

海相来沙：海相来沙取决于底质沙源条件，地形条件以及风、浪、潮流等海洋动力要素等，据南海所等对铁山港海区沉积物类型分布状况调查和采样分析，整个铁山港湾以较粗的砂质物占优势，海湾的东、西、北三个潮流冲刷槽分布有砾砂、中砂、中细砂、砂等沉积物。各槽的两侧浅滩以细砂为主；落潮三角州东南部较深水域和单刀港南侧外海分布着粉砂质砂、粘土质砂、中细砂、砂和砂—粉砂—粘土物质，是细粒沉积物较多的区域，是铁山港海域海相来沙的主要沙源地。

由于铁山湾海区水深大、水流波浪动力均较弱，水下地形比较稳定，平均水体含沙量很小、仅为 0.001~0.01kg/m³，悬移质颗粒细（中值粒径 0.003~0.018mm）、主要沉积于湾顶和丹兜港内区域。

5.4.2.2 沉积物类型与分布

铁山湾的沉积物类型以较粗的砂质沉积物占优势。海湾北段潮流冲刷槽分布有砾砂、中砂、中细砂、砂等沉积物，两侧浅滩则以细砂为主，仅南部浅滩为粗中砂或砂；东槽及两侧浅滩沉积物为砂、细中砂、中细砂、粗中砂、中粗砂和砾砂等；西槽自北而南，分布着砾砂和细砂；大牛石西南的边缘沙坝，自岸向海依次分布着砾砂、粗砂、中粗砂和中砂。落潮三角洲东南部较深水域和丹兜港南侧外海分布着粉砂质砂、粘土质砂、中细砂、砂和砂—粉砂—粘土物质，是细粒

沉积物含量较高的区域。

5.4.2.3 泥沙运移趋势

铁山港湾在南至南西向主浪作用下，使营盘以东沿岸潮间浅滩和部分水下浅滩的泥沙向东北方向运移，进入海湾口、在湾口西岸形成北暮沙嘴，退潮时，泥沙随潮流流出，在潮流和波浪的共同作用下形成沙田沙堤。同时，由于铁山港口外存在有旋转流，它和往复流复合后使流场流速增强，有利于潮流沙脊形成，致使湾口处形成数列规模较大的潮流沙脊。其伸展方向与潮流方向一致。对比多年海图可知，铁山湾区域地形相对稳定，平面形态没有发生明显变化，稳定性较好。

5.5 工程地质及地震

5.5.1 地质构造

据《广西壮族自治区海岸带和海涂资源综合调查报告》（地质部分）、《广西壮族自治区区域地质志》等资料成果显示广西一级构造单元属南华准地台范畴，其中工程场区所在北部湾区域受早第三纪始新世早期喜马拉雅构造运动影响，沉降称谓拗陷区，即北部湾拗陷（二级构造单元）。

北部湾拗陷属于新生代大型沉积盆地，中心大致在涠洲岛西南一带，盆地基底由古生代和中生代褶皱和岩体组成，新生代以前，本区西北部和其余广大地区分别属于钦州残余地槽与云开台隆的范畴。北部湾拗陷去第三系发育，分布很广，但大部分淹没在海水之下，钻遇厚达 3500 米，地震解释为 6000 米。第四系亦很发育，然而厚度较薄，数十米至百余米之间。

5.5.2 地质分层及特征

本项目已经完成《北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程岩土工程勘察报告》

（可行性研究阶段，中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2021 年 12 月）。根据勘察报告并结合区域地质资料，场区地层由三大部分构成：①层为第四系

全新统人工填土层（Q4ml）；②层为第四系全新统海相沉积层（Q4m）；

③层为第四系下更新统湛江组沉积层（Q_{1z}）。依据岩、土层物理力学性质及地质特征，将场区地层划分为 3 个工程地质层、9 个地质亚层，具体岩土体分层情况见错误!未找到引用源。：

表 5.5-1 岩土体分层情况表

序号	地层编号	地层名称	地层时代成因
1	①1	素填土	第四系全新统人工填土层 (Q _{4^{ml}})
2	②1	淤泥~淤泥质土	第四系全新统海相沉积层 (Q _{4^m})
3	②2	粉砂.细砂	
4	②3	中砂.粗砂.砾砂	
5	③1-1	黏土~粉质黏土	第四系下更新统湛江组沉积层 (Q _{1z})
6	③1-2	黏土~粉质黏土	
7	③2	粉土	
8	③3	粉砂.细砂	
9	③4	中砂.粗砂.砾砂	

5.5.2.1 第四系全新统人工填土层（①层 Q_{4ml}）

各亚层特征如下：

①1 素填土：黄褐色、红褐色，稍湿，欠压实，以黏性土夹细砂为主，含少量碎石，为近期人工堆填。

该层仅在陆地钻孔有揭示，在各路由段分布情况见表 5.5-2：

表 5.5-2 素填土层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数	3	3	3	3	3	ZK01~ZK03
	最大值	3.50	22.27	18.87	0.00	3.50	
	最小值	3.30	13.19	9.69	0.00	3.30	
	平均值	3.40	18.71	15.31	0.00	3.40	
海域段	统计个数	1	1	1	1	1	ZG07
	最大值						
	最小值						
	平均值	2.70	13.35	10.65	0.00	2.70	

5.5.2.2 第四系全新统海相沉积层（②层 Q_{4m}）

各亚层特征如下：

②1 淤泥~淤泥质土：灰色，饱和，软，岩芯有光泽，手搓有滑腻感，含腐

殖质，稍具臭味，局部混少量细砂。

该层仅在路由海域段局部揭示，分布情况见表 5.5-3。

表 5.5-3 淤泥~淤泥质土层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数						未揭示
	最大值						
	最小值						
	平均值						
海域段	统计个数	3	3	3	3	3	ZG20~ZG22
	最大值	6.40	-10.61	-14.05	12.30	15.10	
	最小值	2.20	-16.28	-19.08	5.90	8.40	
	平均值	3.80	-12.91	-16.71	8.13	11.93	

②2 粉砂.细砂：灰色，饱和，松散，含少量贝壳碎，局部混 20%~30%淤泥，级配不良。

该层仅在路由海域段局部揭示，分布情况见表 5.5-4。

表 5.5-4 粉砂.细砂层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数						未揭示
	最大值						
	最小值						
	平均值						
海域段	统计个数	5	5	5	5	5	ZG08~ZG09, ZG11, ZG18, ZG20
	最大值	6.20	2.29	1.59	4.10	8.80	
	最小值	0.60	-8.50	-13.20	0.00	0.60	
	平均值	2.66	-2.14	-4.80	0.82	3.48	

②3 中砂.粗砂.砾砂：灰黄色，灰色，饱和，松散~稍密，石英质，含少量贝壳碎，局部混少量淤泥，级配不良。

该层在路由海域段较广泛分布，分布情况见表 5.5-5。

表 5.5-5 中砂.粗砂.砾砂层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数						未揭示
	最大值						

最小值					
平均值					
统计个数	13	13	13	13	13
最大值	12.30	0.82	-0.02	0.60	12.30
最小值	0.70	-18.62	-21.42	0.00	1.30
平均值	4.98	-4.06	-9.05	0.05	5.03

5.5.2.3 第四系下更新统湛江组沉积层 (③层 Q1z)

各亚层特征如下:

③1-1 黏土~粉质黏土: 浅灰色, 灰黄色, 局部夹粉红色, 饱和, 硬为主, 偶见中等, 黏性较好, 韧性中等, 干强度中等, 无摇晃反应, 切面稍具光泽, 局部呈黏性土混砂、黏性土夹砂状。

该层在管线路由段局部揭示, 具体分布情况见表 5.5-6。

表 5.5-6 黏土~粉质黏土层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数	1	1	1	1	1	ZK03
	最大值						
	最小值						
	平均值	3.50	18.87	15.37	3.40	6.90	
海域段	统计个数	10	10	10	10	10	ZG08, ZG10~ZG11, ZG13~ZG18, ZG20
	最大值	7.60	1.59	-4.21	11.60	16.70	
	最小值	1.30	-16.00	-21.10	0.70	6.50	
	平均值	5.12	-8.18	-13.55	5.93	11.30	

③1-2 黏土~粉质黏土: 浅灰色, 灰白色, 饱和, 坚硬, 黏性较好, 韧性中等, 干强度中等, 无摇晃反应, 切面稍具光泽, 局部呈黏性土混砂、黏性土夹砂状, 局部夹少量灰黑色腐木。

该层在管线路由段广泛分布, 具体分布情况见表 5.5-7。

表 5.5-7 黏土~粉质黏土层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数	3	3	3	3	3	全区分布
	最大值	12.20	15.37	-5.82	13.20	28.70	
	最小值	7.00	6.19	-9.91	6.90	23.10	

	平均值	9.50	9.68	-7.39	9.03	26.10	
海域段	统计个数	17	17	17	17	17	全区分布
	最大值	21.85	3.05	-30.02	39.70	44.00	
	最小值	1.25	-43.68	-45.60	1.30	13.75	
	平均值	9.29	-19.12	-33.97	16.63	31.48	

③2 粉土：灰白色，局部浅灰色，很湿，中密~密实，摇震反应中等，无光泽反应，多呈砂质粉土状，局部含少量黏粒。

该层在管线路由段局部揭示，具体分布情况见表 5.5-8。

表 5.5-8 粉土层位统计表

路由段	统计项目	层厚 (m)	层顶高程 (m)	层底高程 (m)	层顶深度 (m)	层底深度 (m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数	1	1	1	1	1	ZK01
	最大值						
	最小值						
	平均值	5.20	12.68	7.48	8.00	13.20	
海域段	统计个数	12	12	12	12	12	ZG11~ZG22
	最大值	14.50	-13.20	-16.00	23.40	33.70	
	最小值	2.80	-27.38	-37.31	8.80	11.60	
	平均值	7.39	-19.74	-29.17	16.28	25.72	

③3 粉砂.细砂：灰色为主，局部见灰黄色，饱和，中密，含少量黏粒，局部混较多粉土颗粒，呈砂质粉土状。

该层在管线路由段局部揭示，具体分布情况见表 5.5-9。

表 5.5-9 粉砂.细砂层位统计表

路由段	统计项目	层厚 (m)	层顶高程 (m)	层底高程 (m)	层顶深度 (m)	层底深度 (m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数	3	3	3	3	3	ZK01~ZK03
	最大值	12.60	11.37	0.18	16.50	24.00	
	最小值	4.00	4.18	-8.51	3.50	20.50	
	平均值	8.73	8.41	-3.35	10.30	22.07	
海域段	统计个数	7	7	7	7	7	ZG07~ZG09, ZG11~ZG12, ZG20, ZG23
	最大值	9.10	-4.21	-14.63	31.10	38.20	
	最小值	1.50	-36.75	-43.55	6.50	12.20	
	平均值	5.66	-16.16	-28.26	14.79	26.89	

③4 中砂.粗砂.砾砂：灰色，灰黄色，饱和，中密，偶见密实，石英质，呈次棱角-亚圆形，局部混少量黏性土颗粒和角砾。

该层在管线路由段局部揭示，具体分布情况见表 5.5-10。

表 5.5-10 中砂.粗砂.砾砂层位统计表

路由段	统计项目	层厚(m)	层顶高程(m)	层底高程(m)	层顶深度(m)	层底深度(m)	揭示钻孔
陆域段	统计个数	1	1	1	1	1	ZK01
	最大值						
	最小值						
	平均值	4.70	17.38	12.68	3.30	8.00	
海域段	统计个数	13	13	13	13	13	ZG07~ ZG13,ZG18~ ZG23
	最大值	17.50	10.65	-7.58	22.50	39.70	
	最小值	1.60	-26.90	-43.68	1.10	6.70	
	平均值	8.12	-12.26	-25.74	9.96	23.44	

根据野外钻探，结合室内土工试验成果，对场区的各岩土层的物理力学指标按规范要求进行了统计分析，统计过程中对个别异常值予以剔除：土的物理力学性质指标统计成果表见“岩土物理力学性质指标统计成果表”。

海域工程钻孔布置见图 5.5-1。海域工程地质纵剖面见图 5.5-2。

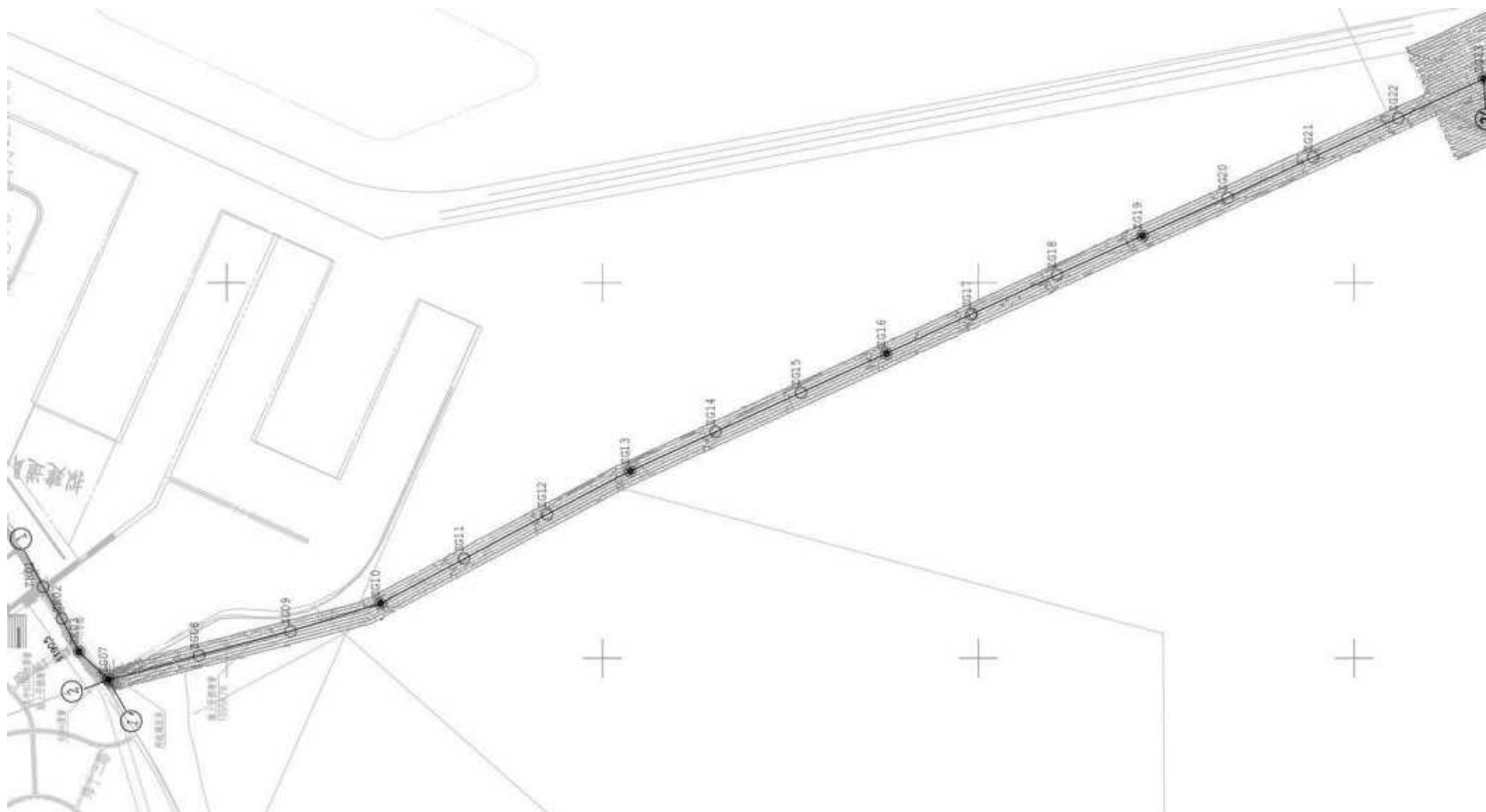


图 5.5-1 钻孔平面位置图

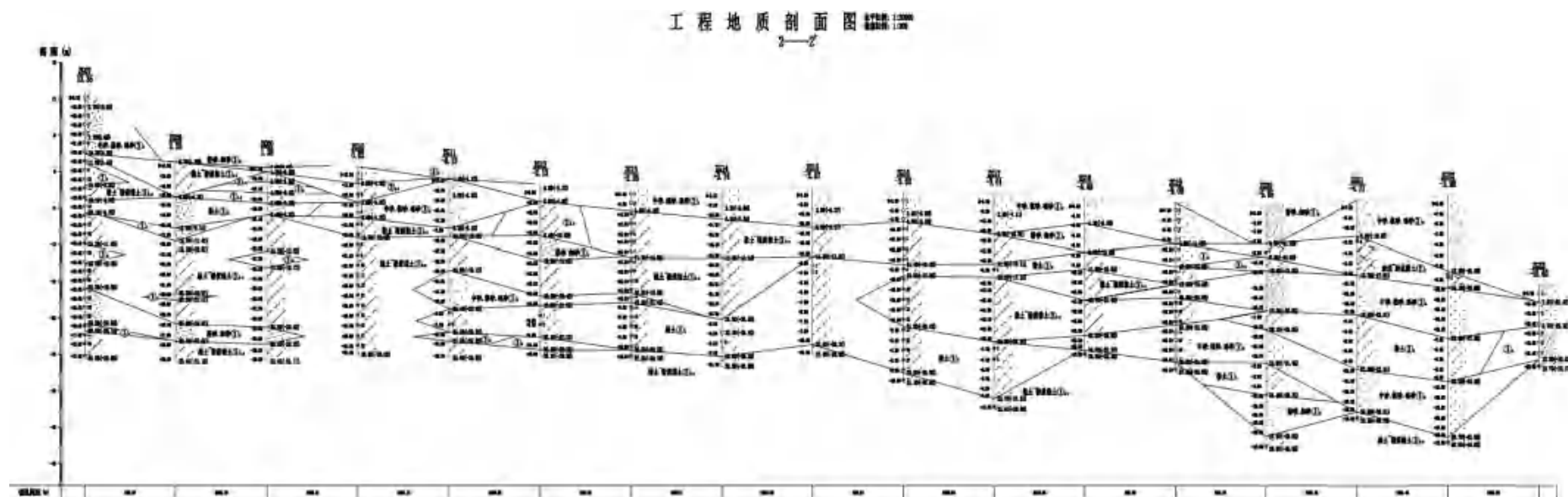


图 5.5-2 地质剖面图

5.5.3 地震

5.5.3.1 地震烈度

根据国家标准《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)及《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010(2016 年版))附录 A, 北海地区的抗震设防烈度为 6 度, 设计地震分组为第一组, 设计基本地震加速度值为 0.05g。

本项目位于 6 度抗震区域中, 存在软弱土层, 属抗震不利地段。

5.5.3.2 砂土液化

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010(2016 年版))第 4.3.1 条规定, 针对本项目, 饱和粉土和饱和砂土的液化判别和地基处理在抗震设防烈度为 6 度时可不进行判别和处理。

5.5.3.3 软土震陷

根据本次勘察成果, 场区的软土主要为②1 淤泥~淤泥质土层, 上述软土层主要分布在管线路由的海域段, 揭示厚度 2.20m~6.40m 不等, 具有含水量高、强度低、压缩性高的工程特征。

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 年版), “5.7.11 抗震设防烈度等于或大于 7 度的厚层软土分布区, 宜判别软土震陷的可能性和估算震陷量”。

根据《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》(GB 50032-2003), “4.3.11 当软弱黏土层上层覆盖有非软土层, 其厚度不小于 5m(设防烈度 8 度)或 8m(设防烈度 9 度)时, 可不采取消除软土震陷的措施”

5.5.4 场地条件综合评价

5.5.4.1 场地稳定性与适宜性评价

根据区域地质资料、结合现场地形地貌、本次钻探揭示的地层情况以及现场

调查情况，场区内未发现有层位错乱、断层角砾岩、断层泥等代表断层特征的现象；未发现有采空、滑坡、滚石、空洞、崩塌等不良地质现象；未发现埋藏的沟浜、墓穴等对工程不利的埋藏物，未发现洞穴、临空面等，场区内无断裂的迹象，场地基本稳定。综合评定，场地适宜本工程建设。

5.5.4.2 抗震设计原则

根据《室外给水排水和燃气热力工程抗震设计规范》（GB 50032-2003），“1.0.8 对位于设防烈度 6 度地区的室外给水、排水和热气、热力工程设施，可不作抗震计算”。

6 环境现状调查与评价

6.1 水动力现状调查与评价

6.1.1 2021 年 3 月~4 月（春季）水动力环境现状调查与评价

天津水运工程勘察设计院有限公司于 2021 年 03 月 27 日至 2021 年 04 月 30 日对铁山港海域开展了潮位、潮流、含沙量、盐度、悬沙颗粒取样分析等水文测验工作。

6.1.1.1 潮位

1、测站布置

本次观测共设 3 个临时验潮站，站名分别为 SW1、SW2 和 SW3（见图 6.1-1），其站位坐标见表 6.1-1。验潮站的布设满足以下要求：能充分反映测区的水位变化，无沙洲浅滩阻隔，无回流断水现象，不直接受风浪、激流冲击影响，不易被船只碰撞，能牢固设立临时水尺。

表 6.1-1 潮位观测临时验潮站坐标

站号	WGS-84 坐标	
	东经	北纬
SW1	109°32.040'	21°26.700'
SW2	109°35.640'	21°35.340'
SW3	109°38.880'	21°30.960'

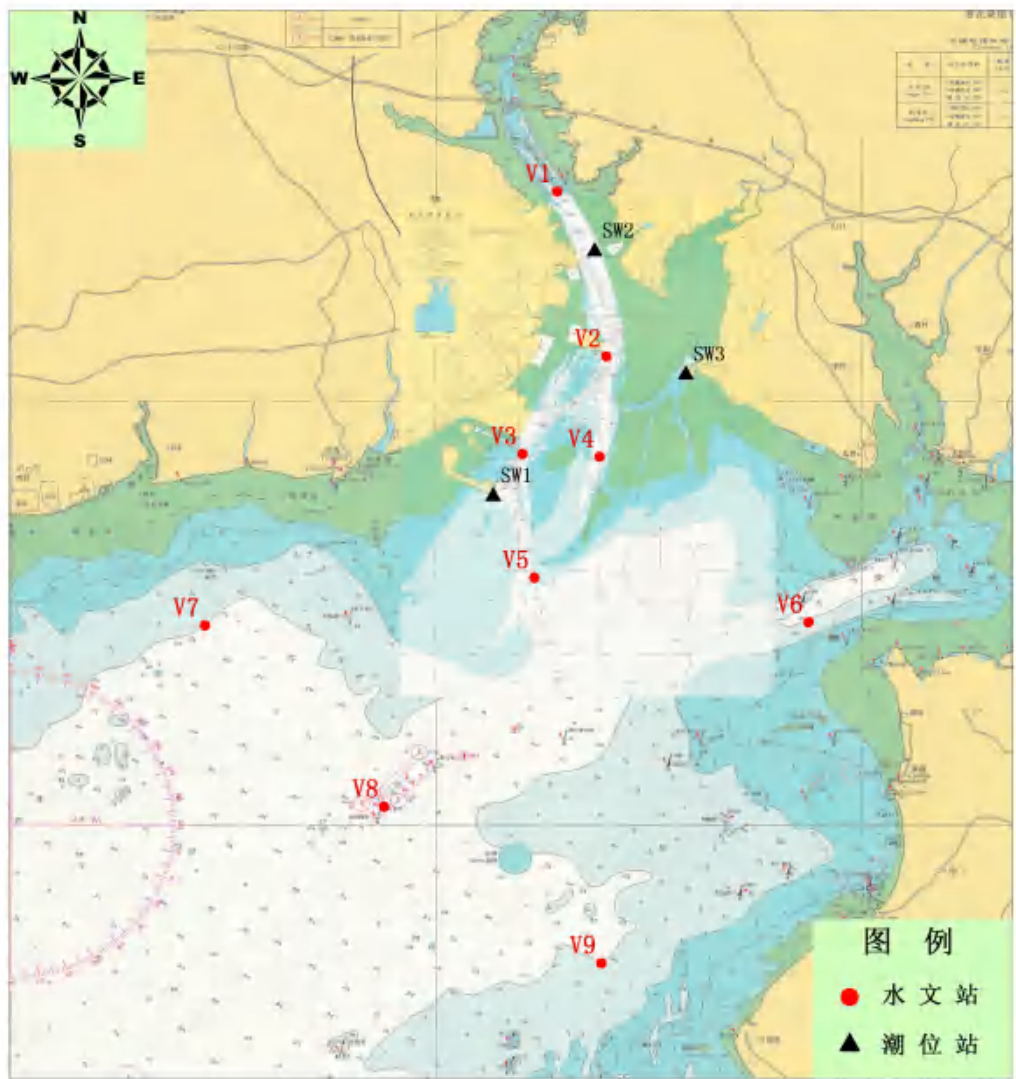


图 6.1-1 水文全潮测验验潮站及潮流站站位示意图

2、小潮观测期间潮位特征

从实测潮位过程线图来看，在大、小潮期间，施测海域的潮汐日不等现象较为明显。本次全潮测验期间，SW1、SW2、SW3 潮站实测最大潮差大潮为 463cm、小潮为 249cm，三站实测平均潮差大潮为 243cm、小潮为 187cm（图 6.1-2～图 6.1-3）。



图 6.1-2 大潮期间各验潮站潮位过程线图

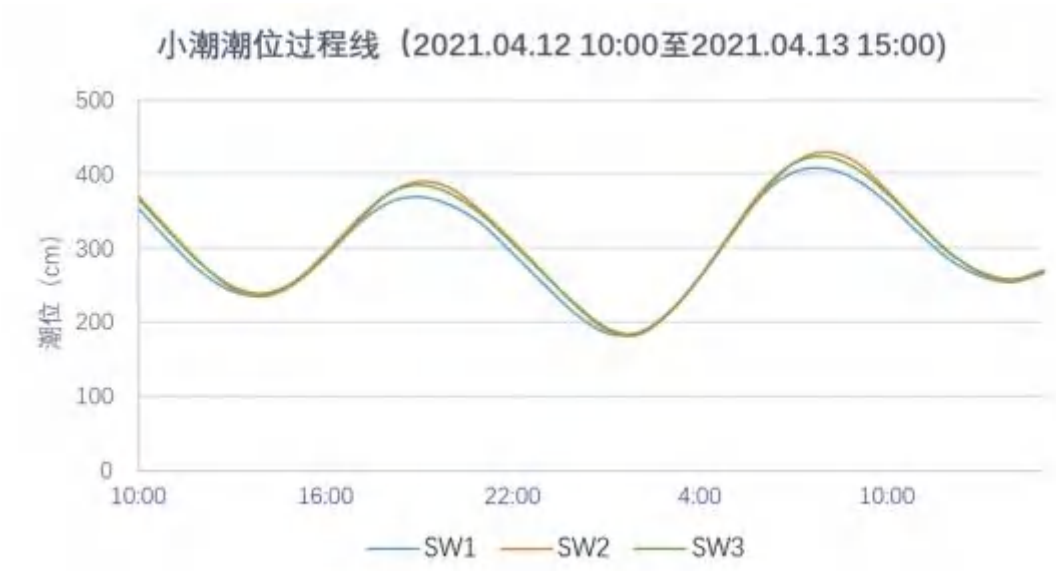


图 6.1-3 小潮期间各验潮站潮位过程线图

施测海域高、低潮位统计表见表 6.1-2。根据实测资料统计得知，观测海域大、小潮期间，三站高低潮发生时刻差别不大。

表 6.1-2 大、小潮期间施测海域各测站高、低潮位统计表
潮时 (hh:min)、潮高 (cm)

站 位	潮 型	低 潮		高 潮		低 潮		高 潮		低 潮		高 潮	
		潮时 h:min	潮高 (cm)	潮时 h:min	潮高 (cm)	潮时 h:min	潮高 (cm)	潮时 h:min	潮高 (cm)	潮时 h:min	潮高 (cm)	潮时 h:min	潮高 (cm)
SW1	大潮	—	—	11:20	317	14:35	268	21:10	515	7:00	81	12:45	266
	小潮	13:50	236	18:55	369	1:30	183	7:45	408	14:00	255	—	—
SW2	大潮	—	—	11:27	337	14:52	264	21:17	539	7:15	76	12:52	284
	小潮	13:52	235	19:07	390	1:40	181	8:00	430	14:00	255	—	—

SW3	大潮	—	—	11:22	332	14:45	268	21:07	531	7:20	77	12:47	280
	小潮	13:52	239	19:02	385	1:45	184	7:47	424	14:00	258	—	—

统计观测期间大、小潮涨落潮历时和潮差统计结果见表 6.1-3。

(1) 实测涨、落潮平均历时：大潮涨、落潮平均历时分别为 6 小时 02 分和 6 小时 40 分；小潮涨、落潮平均历时分别为 5 小时 41 分和 6 小时 22 分，涨潮历时小于落潮历时。大、小潮涨、落潮平均历时差分别为 38 分和 41 分，涨落潮历时差差异不明显。

(2) 实测涨、落潮平均潮差：SW1 站大潮为 229cm、小潮为 174cm，SW2 站大潮为 255cm、小潮为 197cm，SW3 站大潮为 246cm、小潮为 188cm。大潮涨、落潮平均潮差分别为 230cm 和 256cm，小潮分别为 191cm 和 182cm。SW1、SW2、SW3 站平均潮差分别为 202cm、226cm、217cm。

表 6.1-3 大、小潮观测期间施测海域涨、落潮历时和潮差统计表
历时 (hh:min)、潮差 (cm)

站位	潮型	历时 (h:min)						潮差 (cm)					
		第一次涨落潮		第二次涨落潮		平均		第一次涨落潮		第二次涨落潮		平均	
		涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
SW1	大潮	6:35	3:15	5:45	9:50	6:10	6:32	247	49	185	434	216	242
	小潮	5:05	6:35	6:15	6:15	5:40	6:25	133	186	225	153	179	170
SW2	大潮	6:25	3:25	5:37	9:57	6:01	6:41	275	73	208	463	242	268
	小潮	5:15	6:32	6:20	6:00	5:47	6:16	155	209	249	175	202	192
SW3	大潮	6:22	3:22	5:27	10:12	5:55	6:47	263	64	203	454	233	259
	小潮	5:10	6:42	6:02	6:12	5:36	6:27	146	201	240	166	193	184

3、实测短期潮位特征值

根据施测海域三处临时验潮站本期观测数据统计，各站实测潮位特征值见下表 6.1-4。

表 6.1-4 各验潮站潮位特征值

单位：cm

验潮站	SW1	SW2	SW3
潮位特征值			
最高潮位	524	547	540
最低潮位	80	76	77
平均高潮位	426	440	435
平均低潮位	180	181	184
平均海平面	305	314	314
最大潮差	444	470	463
最小潮差	17	15	11
平均潮差	244	258	250

平均涨潮历时 (h:min)	8:12	7:49	7:41
平均落潮历时 (h:min)	7:22	7:17	7:25
潮高基准面	当地理论基准面		
统计时间	2021 年 03 月 27 日 00:00~2021 年 04 月 14 日 00:00		

各站实测最高潮位由湾外向湾内呈逐步增大趋势，最里侧的 SW2 站为 5.47m。施测海域最大潮差 4.70m，平均潮差 2.51m，潮差由湾外向湾内呈逐步增大趋势，即 SW1 站<SW3 站<SW2 站。三站平均涨潮历时均大于落潮历时，平均涨、落潮历时差约为 32 分钟。

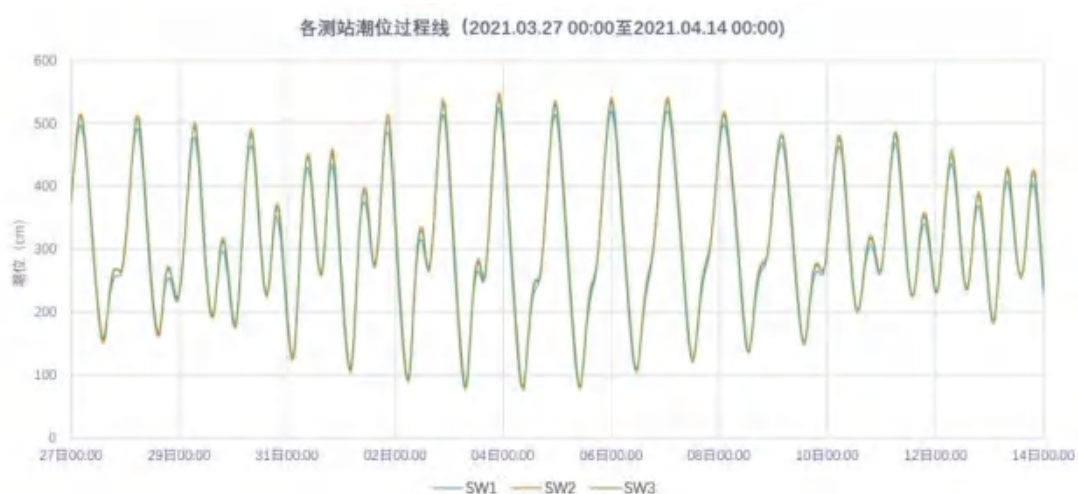


图 6.1-4 各验潮站潮位过程线图

4、短期潮汐调和分析

通过对本次测验验潮站 SW1、SW2、SW3 站 2021 年 03 月 27 日 00:00~2021 年 04 月 14 日 00:00 的潮位数据，采用最小二乘法进行潮汐调和分析，求出 11 个分潮的调和常数。调和常数表见表 6.1-5。

表 6.1-5 各测站调和常数表

分 潮		SW1		SW2		SW3	
		H(cm)	g(°)	H(cm)	g(°)	H(cm)	g(°)
1	Q ₁	19.2	11	19.7	13	19.3	12
2	O ₁	100.4	36	103.1	38	100.6	37
3	P ₁	31.3	100	32.3	101	31.8	102
4	K ₁	94.7	104	97.5	105	96.1	106
5	N ₂	10.9	154	12.2	161	11.4	157
6	M ₂	57.2	181	63.7	188	59.5	184
7	S ₂	22.1	248	23.5	253	23.7	250
8	k ₂	6.0	252	6.4	257	6.5	254
9	M ₄	2.2	199	1.6	249	2.1	214

10	MS ₄	3.7	344	3.8	3	4.6	349
11	M ₆	1.4	283	1.2	296	1.4	287

潮汐性质按下式计算标准判别：

$$F = \frac{H_{M_2} + H_{K_1}}{H_{M_2}}$$

当 $F \leq 0.5$ 时为正规半日潮

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不正规半日混合潮

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时为不正规全日混合潮

当 $4.0 < F$ 时为正规全日潮

式中的、 H_{M_2} 、 H_{K_1} 分别为主太阴日分潮、太阴太阳赤纬日分潮、主太阴半日分潮的平均振幅（cm）。

计算得出 SW1、SW2、SW3 站的 F 值分别为 3.41、3.15、3.31，从数值上看，可以表明施测海域的潮汐属于不正规全日潮性质。

6.1.1.2 海流

1、水文全潮测验

本项目共布设了 9 个水文观测站 V1~V9（见图 6.1-1），进行大、小潮周日全潮同步观测。测站实际位置坐标如表 6.1-6。

表 6.1-6 水文全潮测验水文测站坐标表

站名	东经	北纬
V1	109°34.325'	21°37.386'
V2	109°36.063'	21°31.547'
V3	109°33.108'	21°28.096'
V4	109°35.826'	21°28.000'
V5	109°33.527'	21°23.719'
V6	109°43.195'	21°22.136'
V7	109°21.899'	21°22.022'
V8	109°28.223'	21°15.608'
V9	109°35.891'	21°10.065'

本次观测水文全潮测验均按计划时间方案如期顺利进行，实际施测时间见表 6.1-7：

表 6.1-7 水文全潮测验实际潮型时间表

潮型	观测时间	最大潮差
大潮	2021 年 4 月 02 日 11:00~2021 年 4 月 03 日 14:00 农历：二月廿一至腊二月廿二	504
小潮	2021 年 4 月 12 日 12:00~2021 年 4 月 13 日 15:00 农历：三月初一至三月初二	251

2、海流特征值分析

（一）潮段平均流向

根据各站涨、落潮平均流速、流向计算结果（表 6.1-8），本次测验施测海域垂线平均流速矢量图见图 6.1-5~图 6.1-6。

表 6.1-8 施测海域大、小潮涨、落潮平均流向统计表

单位：流向（°）

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
V1	322	321	321	145	145	145
V2	36	37	36	208	211	209
V3	22	22	22	203	200	202
V4	13	10	12	199	197	198
V5	3	21	12	197	197	197
V6	58	62	60	237	239	238
V7	55	67	61	251	252	251
V8	51	54	53	238	237	237
V9	28	38	33	230	215	222
平均	25	30	28	212	210	211

结合统计结果以及各测站垂线平均流速矢量图可以看出，V1~V9 测站基本呈明显的往复流性质，与潮流调和分析结果一致。湾内和湾口处的 V1~V5 测站涨、落潮平均流向基本与岸线走向一致。湾外的 V6~V8 测站涨、落潮平均流向为 NE~WSW，各涨、落潮流平均流向基本平行于岸线方向。

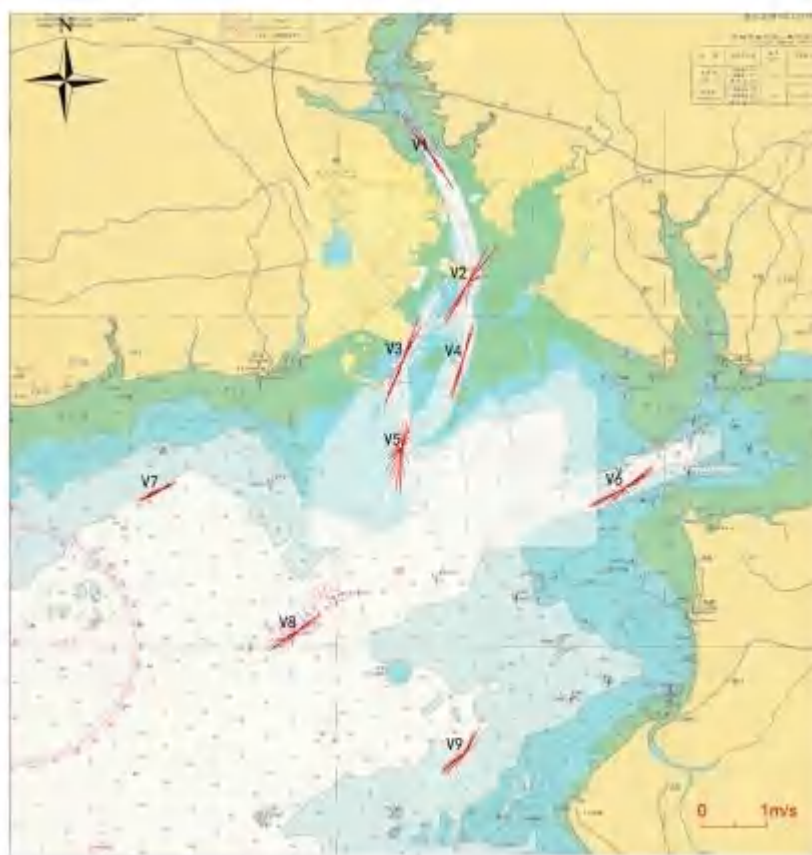


图 6.1-5 大潮垂线平均潮流矢量图

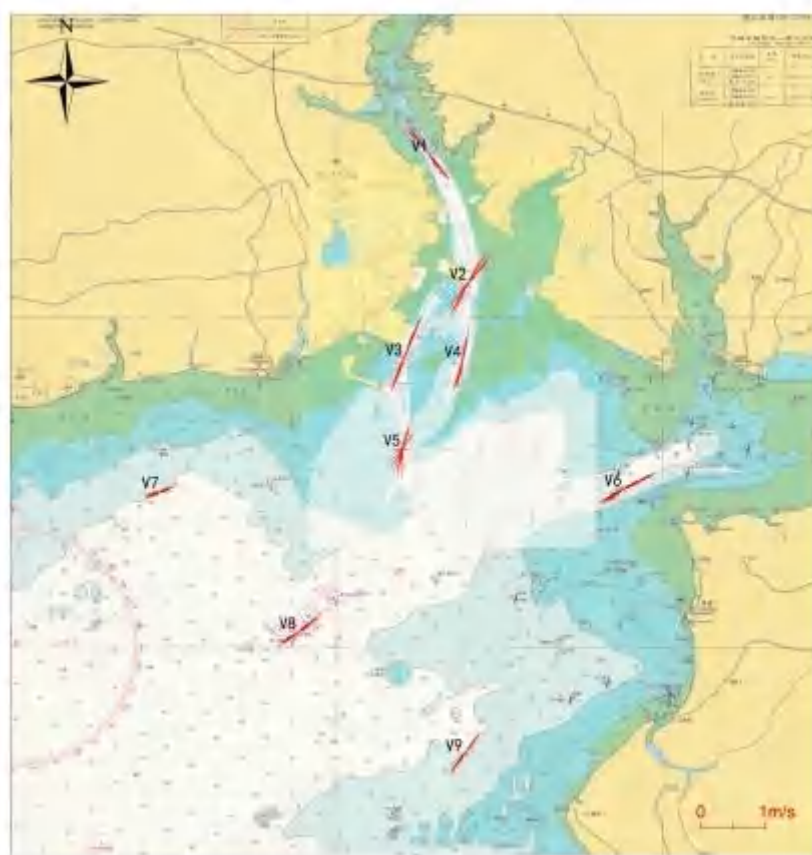


图 6.1-6 小潮垂线平均潮流矢量图

（二）潮段平均流速

通过对本期测验各测站的垂线平均流速进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其矢量平均值得到各测站潮段平均流速（表 6.1-9），统计得出：

施测海域实测涨、落潮平均流速均为 0.3m/s。其中，大潮涨、落潮段平均流速分别为 0.31m/s 和 0.29m/s；小潮涨、落潮段平均流速分别为 0.35m/s 和 0.25m/s。

表 6.1-9 各测站潮段平均流速统计表

单位：流速（m/s）

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
V1	0.39	0.39	0.39	0.35	0.29	0.32
V2	0.42	0.38	0.40	0.43	0.34	0.39
V3	0.36	0.39	0.37	0.46	0.30	0.38
V4	0.36	0.30	0.33	0.37	0.28	0.33
V5	0.22	0.23	0.23	0.39	0.24	0.31
V6	0.36	0.32	0.34	0.36	0.26	0.31
V7	0.14	0.15	0.15	0.21	0.16	0.18
V8	0.25	0.21	0.23	0.29	0.19	0.24
V9	0.27	0.23	0.25	0.27	0.21	0.24
平均	0.31	0.29	0.30	0.35	0.25	0.30

（三）实测最大流速

各测站涨、落潮段的垂线平均最大流速如表 6.1-10 所示。

表 6.1-10 施测海域涨、落潮垂线平均最大流速、流向统计表

单位：流速（m/s），流向（°）

站号	潮段	大潮		小潮	
		流速	流向	流速	流向
V1	涨潮	0.73	323	0.65	322
	落潮	0.63	147	0.48	142
V2	涨潮	0.75	40	0.65	39
	落潮	0.75	209	0.54	209
V3	涨潮	0.72	20	0.72	23
	落潮	0.81	202	0.52	201
V4	涨潮	0.56	17	0.54	10
	落潮	0.65	196	0.45	196
V5	涨潮	0.42	2	0.38	16
	落潮	0.66	183	0.46	181
V6	涨潮	0.59	52	0.55	63
	落潮	0.61	243	0.42	243
V7	涨潮	0.28	58	0.26	69
	落潮	0.34	242	0.24	248

V8	涨潮	0.44	54	0.41	51
	落潮	0.51	236	0.33	235
V9	涨潮	0.47	31	0.40	36
	落潮	0.46	230	0.35	216

(1) 垂线平均最大流速：各测站垂线平均最大流速，大潮为 0.81m/s，流向 202°，出现在 V3 测站的落潮段；小潮为 0.72m/s，流向 23°，出现在 V3 测站的涨潮段。

(2) 测点最大流速：各层实测最大流速，大潮出现在 V3 测站的表层，为 0.93m/s，流向为 205°；小潮出现在 V3 测站的表层，为 0.85m/s，流向为 20°。

(3) 实测最大流速随潮汛的变化：由上述数据按潮汛比较可知，各测站均呈现大潮流速大，小潮流速小的规律。

表 6.1-11 各测站涨、落潮段测点最大流速特征值统计表

单位：流速 (m/s), 流向 (°)

潮型	站名	涨潮			落潮		
		流速	流向	测点	流速	流向	测点
大潮	V1	0.80	325	表层	0.64	150	表层
	V2	0.81	42	0.4H	0.79	209	表层
	V3	0.82	16	表层	0.93	205	表层
	V4	0.64	15	表层	0.79	209	表层
	V5	0.55	2	0.2H	0.76	190	0.2H
	V6	0.73	52	表层	0.71	249	表层
	V7	0.32	59	0.2H	0.49	266	表层
	V8	0.51	55	0.2H	0.68	239	表层
	V9	0.55	14	表层	0.67	240	表层
小潮	V1	0.68	320	0.2H	0.54	143	表层
	V2	0.70	44	0.2H	0.58	210	0.2H
	V3	0.85	20	表层	0.61	207	表层
	V4	0.61	10	表层	0.54	197	表层
	V5	0.44	25	表层	0.55	192	表层
	V6	0.63	54	表层	0.55	243	表层
	V7	0.29	65	表层	0.32	247	表层
	V8	0.60	39	表层	0.39	237	0.6H
	V9	0.44	35	0.2H	0.40	227	表层

(四) 潮段平均流速垂向分布

通过对本次测验各个测站的各层实测的流速资料进行统计，按涨潮段、落潮段分别统计平均值得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布（如表 6.1-12 所示）。

统计结果表明：本海域垂向上流速涨、落潮时均呈从表层到底层逐渐减小的分布趋势；分层流速与各自表层流速之比，表层、0.6H 层、底层涨潮为 1.00、0.87 和 0.71，落潮为 1.00、0.86 和 0.66。

表 6.1-12 各测站涨、落潮段平均流速垂向分布统计表

单位：流速（m/s）

潮型	站名	涨潮						落潮					
		表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
大潮	V1	0.42	0.42	0.41	0.38	0.38	0.35	0.39	0.39	0.38	0.33	0.33	0.27
	V2	0.46	0.44	0.44	0.43	0.42	0.36	0.49	0.48	0.46	0.43	0.41	0.37
	V3	0.44	0.40	0.38	0.35	0.34	0.29	0.54	0.51	0.49	0.47	0.42	0.30
	V4	0.40	0.40	0.38	0.36	0.36	0.31	0.46	0.43	0.39	0.36	0.34	0.27
	V5	0.29	0.30	0.28	0.25	0.21	0.17	0.49	0.47	0.46	0.43	0.37	0.28
	V6	0.42	0.41	0.38	0.37	0.35	0.30	0.45	0.41	0.39	0.36	0.36	0.30
	V7	0.16	0.17	0.17	0.16	0.15	0.13	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.17
	V8	0.27	0.28	0.28	0.26	0.24	0.18	0.36	0.33	0.30	0.29	0.27	0.23
	V9	0.33	0.31	0.29	0.26	0.25	0.21	0.32	0.29	0.28	0.28	0.27	0.23
小潮	V1	0.44	0.41	0.40	0.38	0.37	0.34	0.31	0.32	0.29	0.29	0.28	0.26
	V2	0.41	0.41	0.40	0.38	0.38	0.33	0.39	0.37	0.35	0.35	0.33	0.28
	V3	0.45	0.44	0.40	0.39	0.37	0.30	0.35	0.34	0.32	0.32	0.28	0.24
	V4	0.33	0.33	0.32	0.30	0.30	0.26	0.36	0.31	0.30	0.28	0.24	0.21
	V5	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.18	0.31	0.28	0.28	0.27	0.24	0.19
	V6	0.39	0.36	0.35	0.32	0.30	0.24	0.32	0.29	0.29	0.26	0.24	0.19
	V7	0.18	0.14	0.17	0.16	0.16	0.13	0.19	0.18	0.17	0.17	0.14	0.12
	V8	0.31	0.24	0.22	0.22	0.18	0.14	0.18	0.18	0.23	0.22	0.21	0.17
	V9	0.28	0.26	0.23	0.23	0.22	0.19	0.24	0.24	0.22	0.22	0.20	0.19
平均		0.35	0.33	0.32	0.30	0.29	0.24	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.24
与表层比值		1.00	0.96	0.92	0.87	0.83	0.71	1.00	0.94	0.91	0.86	0.80	0.66

3、潮流准调和分析

潮流调和分析的目的是根据海流周日观测资料，分离潮流和非潮流，同时算得潮流调和常数，进而计算其潮流特征值，并判断海区的潮流性质。

（一）潮流椭圆要素

对本次测验的 9 个测站的大、小潮实测潮流资料，采用准调和分析方法分别计算出 O1、K1、M2、S2、M4、MS4 6 个主要分潮流调和常数，再根据调和常数，计算出各测站主要分潮流的潮流椭圆要素（如表 6.1-13~表 6.1-14 所示）。

各主要分潮流以 M2 半日分潮流为主，其次是 O1 全日分潮流、K1 全日分潮流、S2 半日分潮流、M4 四分之一日分潮流、和 MS4 复合分潮流较小。M2 半日分潮流最大流速（长半轴）的最大值为 45.2cm/s，出现在 V3 测站的表层。

表 6.1-13 各测站垂线平均主要分潮流椭圆要素表

单位: 长半轴 (cm/s), 长轴向 (°)

测站	O ₁			K ₁			M ₂			S ₂			M ₄			MS ₄		
	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向
V1	26.3	-0.03	143	22.2	0.04	322	34.4	0.04	322	16.0	-0.04	319	6.2	-0.01	143	2.3	-0.06	136
V2	27.9	-0.08	215	26.2	-0.01	37	37.3	-0.01	34	19.5	-0.02	32	3.9	-0.04	242	2.5	-0.13	243
V3	27.1	-0.08	203	20.5	-0.06	28	40.7	-0.03	21	15.1	-0.01	22	8.3	-0.04	198	3.7	-0.11	191
V4	22.1	-0.10	195	17.0	-0.12	16	35.9	-0.04	14	13.2	-0.02	10	4.7	-0.12	184	2.7	-0.15	6
V5	19.2	-0.17	184	19.9	-0.03	6	29.8	-0.26	11	10.2	-0.04	26	5.1	-0.06	193	3.7	0.04	354
V6	20.3	-0.03	247	13.9	-0.07	62	34.1	-0.14	62	13.2	-0.06	58	5.1	-0.06	251	2.8	-0.06	260
V7	11.8	-0.05	237	12.0	-0.07	60	20.5	-0.05	68	5.2	-0.03	71	1.7	-0.22	244	1.4	-0.06	72
V8	22.7	-0.07	234	15.4	-0.08	56	23.7	-0.07	56	9.1	-0.01	55	3.4	-0.08	220	1.8	-0.44	47
V9	16.9	-0.09	227	15.4	-0.07	50	26.3	-0.10	38	9.6	-0.01	36	3.9	-0.05	225	2.1	-0.20	63

表 6.1-14 各测站各层主要分潮流椭圆要素表

单位: 长半轴 (cm/s), 长轴向 (°)

测站		O ₁			K ₁			M ₂			S ₂			M ₄			MS ₄		
		长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向	长半轴	椭圆率	长轴向
V1	表层	26.5	-0.01	146	22.7	-0.03	325	37.2	0.06	323	17.6	-0.07	321	5.9	-0.02	143	2.6	-0.04	139
	0.2H	28	-0.04	143	23	0.07	324	37.3	0.04	324	17.2	-0.04	317	7.6	-0.17	147	3.1	-0.65	138
	0.4H	27.4	-0.01	143	23.8	0.04	321	35.3	0.05	322	16.4	-0.03	319	6.2	-0.13	135	2.3	-0.03	120
	0.6H	26.2	-0.04	143	21.6	0.05	322	34.3	0.04	321	14.9	-0.07	317	5.9	-0.04	136	2.5	-0.09	143
	0.8H	26	-0.06	142	21.9	0.07	321	32.8	0.01	320	15.1	-0.01	322	6.2	-0.2	149	2	-0.14	147
	底层	21.4	-0.05	145	18.7	-0.01	325	27.3	0.03	319	15.5	-0.03	320	5.1	-0.34	151	2	-0.46	159
	垂线平均	26.3	-0.03	143	22.2	0.04	322	34.4	0.04	322	16	-0.04	319	6.2	-0.01	143	2.3	-0.06	136
V2	表层	28.4	-0.27	217	25.4	-0.16	31	43.1	-0.02	34	18.9	-0.02	38	3.9	-0.33	223	2.7	0.44	282
	0.2H	29.3	-0.15	214	26.4	-0.07	35	40.2	-0.02	34	20.4	-0.02	37	4	-0.07	248	2.5	-0.53	236
	0.4H	29.1	-0.05	213	28.2	-0.08	38	38.5	-0.04	35	19.7	-0.07	32	3.9	-0.14	241	2.2	-0.35	244
	0.6H	28	-0.07	215	26.2	-0.01	36	36.8	-0.01	34	19.8	-0.01	30	4	-0.15	241	3.4	-0.12	253
	0.8H	27.4	-0.03	216	26.7	-0.02	41	34.7	-0.01	33	19.8	-0.01	29	4.5	-0.15	243	2.8	-0.13	250
	底层	23.4	-0.07	216	22.7	-0.11	46	30.2	-0.03	30	16.6	-0.05	27	3.6	-0.04	241	2.3	-0.26	207
	垂线平均	27.9	-0.08	215	26.2	-0.01	37	37.3	-0.01	34	19.5	-0.02	32	3.9	-0.04	242	2.5	-0.13	243
V3	表层	32.2	-0.12	204	25.5	-0.04	33	45.2	-0.01	23	17.1	-0.07	27	8.2	-0.13	202	3.3	-0.19	202
	0.2H	29.1	-0.15	206	23.9	-0.1	39	42.7	-0.02	21	16.9	-0.07	22	9.2	-0.04	200	4.3	-0.07	193
	0.4H	28	-0.09	202	22.5	-0.1	32	42.8	-0.02	21	15	-0.03	23	9.9	-0.03	195	4	-0.03	201
	0.6H	27.1	-0.05	204	21.5	-0.01	25	41.3	-0.07	21	15.4	-0.02	21	8.3	-0.01	194	3.2	-0.07	182
	0.8H	25.7	-0.04	198	17.6	-0.09	17	39	-0.04	20	14	-0.04	20	7.2	-0.08	202	3.6	-0.34	182

	底层	19.8	-0.03	200	11.8	-0.2	10	30.2	-0.05	22	11.5	-0.01	16	6.2	-0.2	191	3.5	-0.34	191
	垂线平均	27.1	-0.08	203	20.5	-0.06	28	40.7	-0.03	21	15.1	-0.01	22	8.3	-0.04	198	3.7	-0.11	191
V4	表层	26.7	-0.03	193	23	-0.06	15	40.5	-0.09	16	16.1	-0.03	11	7.6	-0.04	190	3.8	-0.35	6
	0.2H	25.2	-0.08	195	20.7	-0.01	16	39.2	-0.04	13	14.4	-0.01	13	5.3	-0.03	180	3.5	-0.27	358
	0.4H	21.9	-0.14	196	15.8	-0.13	16	37.5	-0.05	14	14.1	-0.04	12	5	-0.01	194	2.6	-0.08	356
	0.6H	22.6	-0.13	196	17.1	-0.2	21	35.3	-0.05	14	12.5	-0.02	8	3.3	-0.03	183	2.1	-0.07	22
	0.8H	20.1	-0.07	193	15.1	0.2	11	33.2	-0.02	14	12	-0.09	5	4	-0.48	170	1.9	-0.11	13
	底层	14.6	-0.11	199	10.2	-0.18	19	28.3	-0.01	13	10	-0.01	4	5	-0.23	183	3.2	-0.04	9
	垂线平均	22.1	-0.1	195	17	-0.12	16	35.9	-0.04	14	13.2	-0.02	10	4.7	-0.12	184	2.7	-0.15	6
V5	表层	22	-0.07	181	17.6	-0.01	8	34.7	-0.25	14	11	-0.04	31	4.9	-0.01	188	4.3	0.06	346
	0.2H	20	-0.18	181	17.9	-0.06	11	33.7	-0.24	14	9.8	-0.03	28	5.9	-0.07	193	4.2	0.05	353
	0.4H	20.5	-0.2	183	20.6	-0.03	11	32.7	-0.28	13	10.2	-0.05	26	5.5	-0.19	192	3.9	-0.22	1
	0.6H	17.3	-0.15	183	19.2	-0.03	359	31.2	-0.26	11	9.7	-0.01	26	6.1	-0.06	191	4.4	-0.05	358
	0.8H	18.6	-0.13	188	22.9	0.03	4	25.4	-0.24	7	11.2	-0.09	23	5.4	-0.03	200	3.5	0.01	350
	底层	18.8	-0.27	189	22.2	0.13	6	18.1	-0.22	3	9.7	-0.07	20	2.6	-0.08	17	1.9	-0.2	330
	垂线平均	19.2	-0.17	184	19.9	-0.03	6	29.8	-0.26	11	10.2	-0.04	26	5.1	-0.06	193	3.7	0.04	354
V6	表层	21.3	-0.19	246	14.4	-0.13	65	42	-0.18	60	15.2	-0.12	64	5	-0.32	223	2.9	-0.11	225
	0.2H	21.5	-0.06	246	15.8	-0.06	59	38.9	-0.17	61	14.6	-0.14	63	4	-0.4	231	2.5	-0.31	255
	0.4H	22	-0.04	246	15.6	-0.09	64	36.1	-0.12	62	14.3	-0.03	56	5.9	-0.17	254	3.3	-0.06	264
	0.6H	20.8	-0.12	248	13.1	-0.18	60	33.6	-0.1	63	12.8	-0.02	52	5.5	-0.14	251	3	-0.4	260
	0.8H	19.2	-0.11	248	13.8	-0.15	61	29.1	-0.1	61	12.7	-0.01	56	6.1	-0.14	261	3.1	-0.16	271
	底层	15.4	-0.13	247	9.9	-0.2	57	23.7	-0.21	64	8.7	-0.05	60	4.8	0.2	272	1.9	-0.08	286
	垂线平均	20.3	-0.03	247	13.9	-0.07	62	34.1	-0.14	62	13.2	-0.06	58	5.1	-0.06	251	2.8	-0.06	260
V7	表层	13.1	0.42	259	13.8	-0.09	79	20.3	-0.03	66	7.9	-0.06	69	2.1	-0.09	234	1.2	-0.29	89
	0.2H	14.4	-0.14	244	13.5	-0.08	68	17	-0.03	65	7.6	-0.01	77	1.9	-0.43	288	1.9	-0.11	105
	0.4H	11.5	-0.05	241	12.4	-0.32	62	16.6	-0.02	69	8.3	-0.07	68	2.6	-0.18	275	1.6	-0.24	109
	0.6H	10.4	-0.07	233	11.4	-0.1	56	16.1	-0.04	68	8.3	-0.03	71	2	-0.18	233	0.8	-0.53	16
	0.8H	11.8	-0.09	229	10.6	-0.15	45	14.5	-0.07	69	6.6	-0.21	69	3.3	-0.25	228	1.2	-0.1	56
	底层	8.9	-0.11	231	10.5	-0.21	44	12.4	-0.21	74	5.5	-0.21	65	2.1	-0.06	231	1.2	-0.64	101
	垂线平均	11.8	-0.05	237	12	-0.07	60	20.5	-0.05	68	5.2	-0.03	71	1.7	-0.22	244	1.4	-0.06	72
V8	表层	28.5	-0.08	234	23.5	-0.15	60	26.4	-0.16	53	11.7	-0.2	49	2.6	-0.65	225	1.5	-0.26	153
	0.2H	28.8	-0.1	236	19.8	-0.03	55	23.9	-0.1	54	9.6	-0.05	47	3.6	-0.29	225	2	-0.33	50
	0.4H	24.3	-0.08	235	14.6	-0.16	54	24.2	-0.11	54	10.6	-0.02	57	3.6	-0.15	227	2.3	-0.26	62
	0.6H	21.1	-0.06	232	12.3	-0.11	52	25.2	-0.01	57	9.5	-0.01	54	3	-0.29	218	1.1	-0.82	81
	0.8H	18.1	-0.03	232	13.3	-0.24	55	23.5	-0.06	58	7.8	-0.09	63	3.9	-0.46	213	2.3	-0.15	25
	底层	14.5	-0.07	229	11.9	-0.29	56	17.9	-0.03	59	6.4	-0.04	71	3.5	-0.12	219	2.8	-0.3	50
	垂线平均	22.7	-0.07	234	15.4	-0.08	56	23.7	-0.07	56	9.1	-0.01	55	3.4	-0.08	220	1.8	-0.44	47
V9	表层	22	-0.01	228	21.9	-0.11	54	30	-0.16	41	11.6	-0.07	42	4.2	-0.1	206	2.7	-0.43	33
	0.2H	19.9	-0.06	233	19.5	-0.16	56	27.8	-0.11	38	11.1	-0.03	39	3.8	-0.2	223	2.8	-0.26	78
	0.4H	16.4	-0.07	220	15.4	-0.07	48	27.7	-0.07	37	8.3	-0.01	37	2.9	-0.12	221	1.1	-0.71	81
	0.6H	15.8	-0.17	223	15.7	-0.08	221	26.8	-0.11	38	10.2	-0.06	33	4.3	-0.24	226	2	-0.2	58
	0.8H	16	-0.09	228	11.2	-0.19	53	23.8	-0.11	38	9	-0.08	36	5.1	-0.04	232	3.2	-0.14	74

	底层	11.9	-0.18	228	9.9	-0.19	47	21.2	-0.08	36	8.3	-0.08	32	3.8	-0.22	239	1.3	-0.07	45
	垂线平均	16.9	-0.09	227	15.4	-0.07	50	26.3	-0.1	38	9.6	-0.01	36	3.9	-0.05	225	2.1	-0.2	63

(二) 潮流类型

海区的潮流类型按以下方式判别：

$$F = \frac{W_{Q_1} + W_{K_1}}{W_{M_2}}$$

式中的 W_{Q_1} 、 W_{K_1} 、 W_{M_2} 分别为主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度（cm/s）。

当 $F \leq 0.5$ 时为规则半日潮流

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不规则半日潮流

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时为不规则全日潮流

当 $4.0 < F$ 时为规则全日潮流

表 6.1-15 各测站潮流示性系数 F 特征值表

站号	潮流示性系数						
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	1.32	1.37	1.45	1.39	1.46	1.47	1.41
V2	1.25	1.39	1.49	1.47	1.56	1.53	1.45
V3	1.28	1.24	1.18	1.18	1.11	1.05	1.17
V4	1.23	1.17	1.01	1.12	1.06	0.88	1.09
V5	1.14	1.12	1.26	1.17	1.63	2.27	1.31
V6	0.85	0.96	1.04	1.01	1.13	1.07	1.00
V7	1.33	1.64	1.44	1.35	1.54	1.56	1.16
V8	1.97	2.03	1.61	1.33	1.34	1.47	1.61
V9	1.46	1.42	1.15	1.18	1.14	1.03	1.23

计算结果表明，各测站垂线平均的 F 值在 1.00~1.61 之间，平均为 1.27。表明施测海域各测站潮流类型为不规则半日潮流性质。

4、潮流的可能最大流速

对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值：

$$\begin{aligned} \bar{V}_{\text{max}} &= 1.295 \bar{W}_{M_2} \pm 1.245 \bar{W}_{S_2} + \bar{W}_{K_1} + \bar{W}_{Q_1} \pm \bar{W}_{Q_1} + \bar{W}_{Q_1} \\ \bar{V}_{\text{max}} &= \bar{W}_{M_2} + \bar{W}_{S_2} + 1.600 \bar{W}_{K_1} + 1.450 \bar{W}_{Q_1} \end{aligned}$$

式中的潮流的可能最大流速单位为：cm/s， \vec{H}_{M2} 、 \vec{H}_{S2} 、 \vec{H}_{M1} 、 \vec{H}_{O1} 、 \vec{H}_{M4} 、 \vec{H}_{S4}

分别为主太阴半日分潮流、主太阳半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流、主太阴日分潮流、太阴四分之一日分潮流和太阴太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量。

计算结果见表 6.1-16。潮流的可能最大流速以 V3 测站的表层为最大，达 149cm/s。受海底摩擦的影响，各测站潮流的可能最大流速基本由表到底逐渐减小。各测站各层潮流的可能最大流速介于 47cm/s~149cm/s 之间。

表 6.1-16 各测站潮流可能最大流速表
单位：流速（cm/s），流向（°）

测站	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂线平均	
	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
V1	129	324	132	323	129	322	122	321	121	321	104	323	124	322
V2	144	35	145	35	145	35	139	34	137	36	116	36	139	35
V3	149	26	142	25	138	23	132	21	122	19	94	18	131	22
V4	133	14	123	14	111	14	108	16	99	11	82	13	109	13
V5	106	11	103	12	105	11	98	9	100	8	90	8	99	9
V6	116	61	112	62	111	63	101	63	95	64	72	66	102	63
V7	69	74	67	67	61	64	57	61	54	55	47	56	62	63
V8	117	55	107	54	93	55	85	54	79	56	64	56	90	55
V9	108	47	98	48	84	41	85	40	77	44	64	41	85	44

5、潮流的运动形式

潮流的运动形式由潮流的椭圆旋转率值来描述，值为潮流椭圆的短轴和长轴之比。当大于 0.25 时，潮流表现为旋转流特征；当小于 0.25 时，潮流表现为往复流特征。根据前述的分析，施测海域潮流类型基本属于不规则半日潮流性质，且半日分潮流中，M2 分潮最具有代表性，因此我们根据 M2 分潮流的椭圆旋转率值来分析施测海域潮流的运动形式。

表 6.1-17 各测站 M2 分潮的 K 值

测站	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
K	0.04	-0.01	-0.03	-0.04	-0.26	-0.14	-0.05	-0.07	-0.10

根据表 6.1-17 所列的 M2 分潮的值可以看出：除 V5 测站的值的绝对值大于 0.25 外，其他各测站的值的绝对值均小于 0.25，则实测海域运动形式基本呈现往复流特征，与实测结果相一致。

6、余流

余流是指海流中除天文引潮力作用所引起的潮流以外的海流。在近海海区，一般情况下余流相对于潮流的量级较小，但在某些特定海域，余流影响不能被忽略。它主要受制于水文气象、地形等因素，因而不同天气条件、不同时间段的余流分布特征有所差异。

表 6.1-18 是本次测验各测站全潮期间的垂线平均及各层流速的余流计算结果表。垂线平均余流矢量图见图 6.1-7~图 6.1-8。

余流的变化主要受风场以及地形的支配。从计算结果来看：

垂线平均余流，最大值出现在大潮期间 V5 测站，达 9.4cm/s，方向为 214°。各层余流，最大值出现在大潮期间 V5 测站表层，达 11.5cm/s，方向为 222°。

表 6.1-18 各测站余流计算结果一览表

单位：流速（cm/s），流向（°）

站号	层次	大 潮		小 潮	
		流速	流向	流速	流向
V1	表层	2.1	172	3.4	300
	0.2H	1.4	166	1.9	289
	0.4H	1.6	152	3.1	303
	0.6H	1.0	210	2.5	280
	0.8H	1.8	234	2.1	288
	底层	2.6	264	3.0	288
	垂线平均	1.3	199	2.5	292
V2	表层	9.4	176	6.4	142
	0.2H	9.1	178	4.4	138
	0.4H	7.4	181	2.7	142
	0.6H	5.9	187	1.4	170
	0.8H	4.3	196	0.6	230
	底层	4.3	219	2.4	298
	垂线平均	6.6	185	2.1	150
V3	表层	6.3	235	1.5	346
	0.2H	6.3	217	1.9	13
	0.4H	6.3	216	1.2	25
	0.6H	5.7	195	1.5	79
	0.8H	4.0	189	2.5	61
	底层	2.7	134	2.1	70
	垂线平均	5.0	207	1.5	45
V4	表层	10.0	233	4.9	222
	0.2H	7.6	224	2.2	239
	0.4H	5.5	220	2.3	238
	0.6H	4.6	196	1.9	236

	0.8H	3.3	206	2.0	292
	底层	1.7	256	1.3	296
	垂线平均	5.2	219	2.1	246
V5	表层	11.5	222	7.3	178
	0.2H	10.3	212	5.3	180
	0.4H	10.2	217	4.2	179
	0.6H	9.7	213	4.3	189
	0.8H	7.8	208	2.7	210
	底层	6.5	212	2.8	231
	垂线平均	9.4	214	4.2	188
V6	表层	5.3	284	2.5	28
	0.2H	4.6	302	2.2	50
	0.4H	9.7	223	1.3	68
	0.6H	1.8	179	2.9	109
	0.8H	4.1	178	2.7	96
	底层	3.0	159	3.6	119
	垂线平均	4.7	234	2.1	85
V7	表层	0.0	281	3.3	307
	0.2H	6.1	279	3.4	259
	0.4H	5.1	273	1.6	232
	0.6H	4.1	267	1.6	270
	0.8H	3.7	251	0.9	322
	底层	3.2	265	0.5	333
	垂线平均	5.0	271	1.6	272
V8	表层	6.6	262	10.8	19
	0.2H	3.6	252	5.6	26
	0.4H	2.2	262	2.4	89
	0.6H	3.0	267	1.7	95
	0.8H	3.5	268	0.4	145
	底层	3.6	258	1.0	157
	垂线平均	3.4	262	2.6	43
V9	表层	7.7	304	0.9	341
	0.2H	5.8	310	0.7	135
	0.4H	5.5	302	1.6	187
	0.6H	4.7	293	0.8	173
	0.8H	4.6	282	1.2	177
	底层	3.9	275	2.2	174
	垂线平均	5.2	297	0.9	174

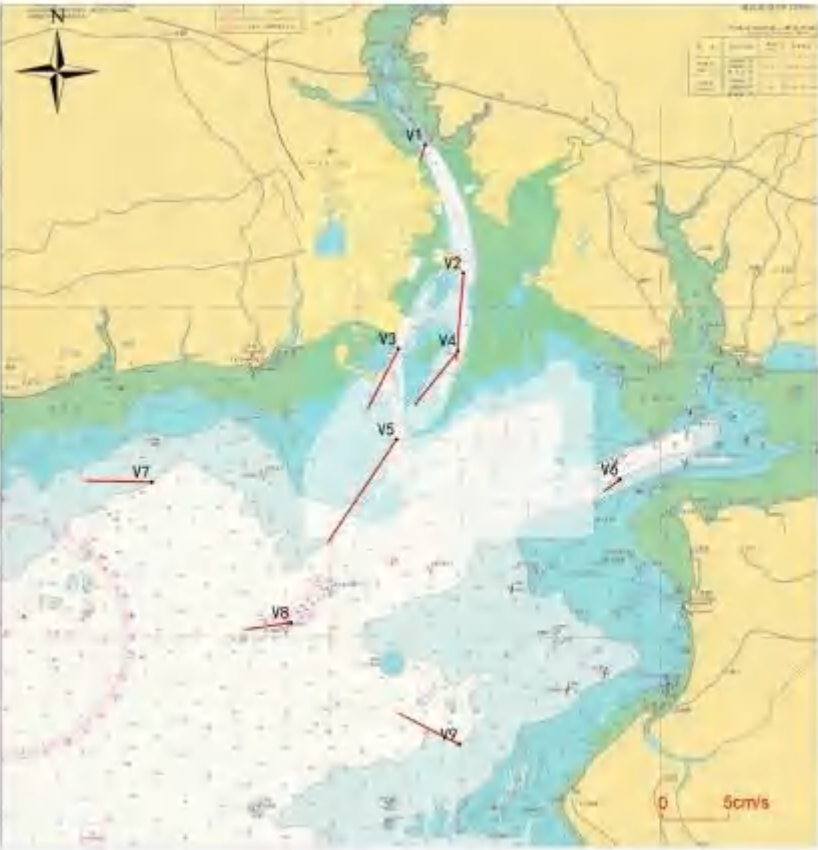


图 6.1-7 大潮各测站垂线平均余流矢量图

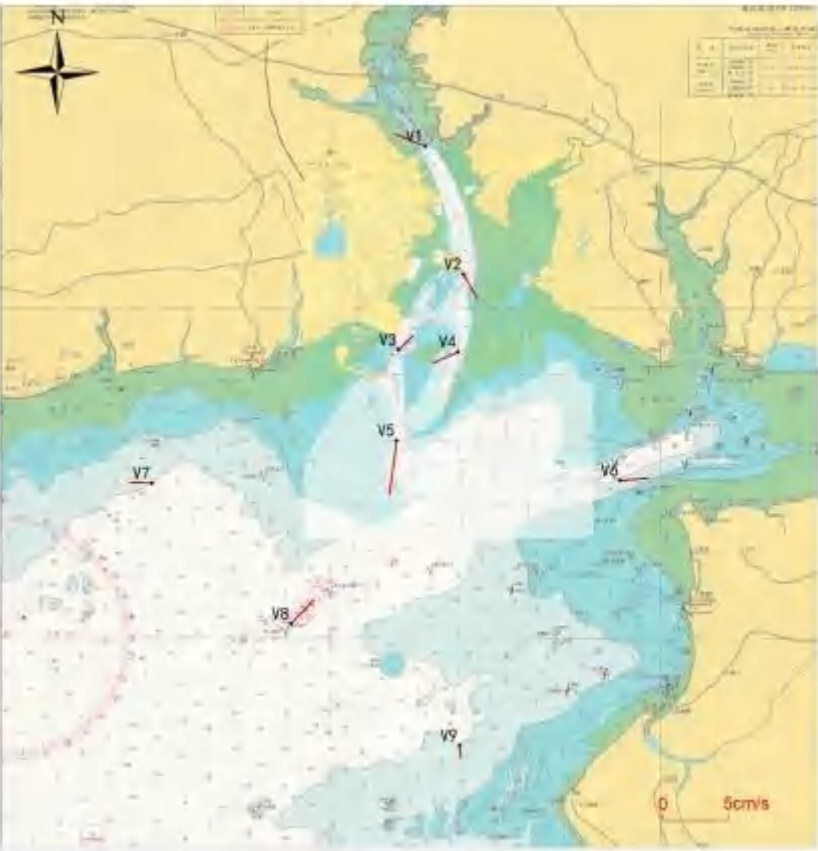


图 6.1-8 小潮各测站垂线平均余流矢量图

6.1.1.3 含沙量

1、潮段平均含沙量

通过对本次测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其算术平均值得到各测站潮段平均含沙量（见表 6.1-19）。

表 6.1-19 各测站潮段平均含沙量统计表

单位：含沙量(kg/m³)

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	平均	大潮	小潮	平均
V1	0.027	0.018	0.023	0.026	0.018	0.022
V2	0.031	0.024	0.028	0.035	0.025	0.030
V3	0.018	0.018	0.018	0.017	0.015	0.016
V4	0.025	0.025	0.025	0.026	0.021	0.024
V5	0.020	0.018	0.019	0.023	0.017	0.020
V6	0.023	0.019	0.021	0.022	0.016	0.019
V7	0.006	0.009	0.008	0.006	0.009	0.007
V8	0.009	0.008	0.009	0.011	0.007	0.009
V9	0.009	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009
平均值	0.019	0.016	0.018	0.020	0.015	0.017

从表 4-3-1-1 可以看出：

（1）本次测验期间，施测海域实测涨、落潮平均含沙量分别为 0.018 kg/m³ 和 0.017 kg/m³，相差不大。其中，大潮涨落潮平均含沙量为 0.019 kg/m³，小潮涨落潮平均含沙量为 0.016 kg/m³，大潮期间的含沙量略大于小潮含沙量。

（2）本期测验期间，施测海域实测含沙量，大潮垂线平均含沙量分布在 0.004 kg/m³~0.063 kg/m³ 之间，小潮垂线平均含沙量分布在 0.006 kg/m³~0.039 kg/m³ 之间。实测数据标明：工程海域水体清澈，含沙量较小。

（3）水体含沙量浓度平面分布如图 6.1-9 所示，各测站垂线平均含沙量呈湾内大于湾外的特性，靠近外海的 V7~V9 测站含沙量较小。

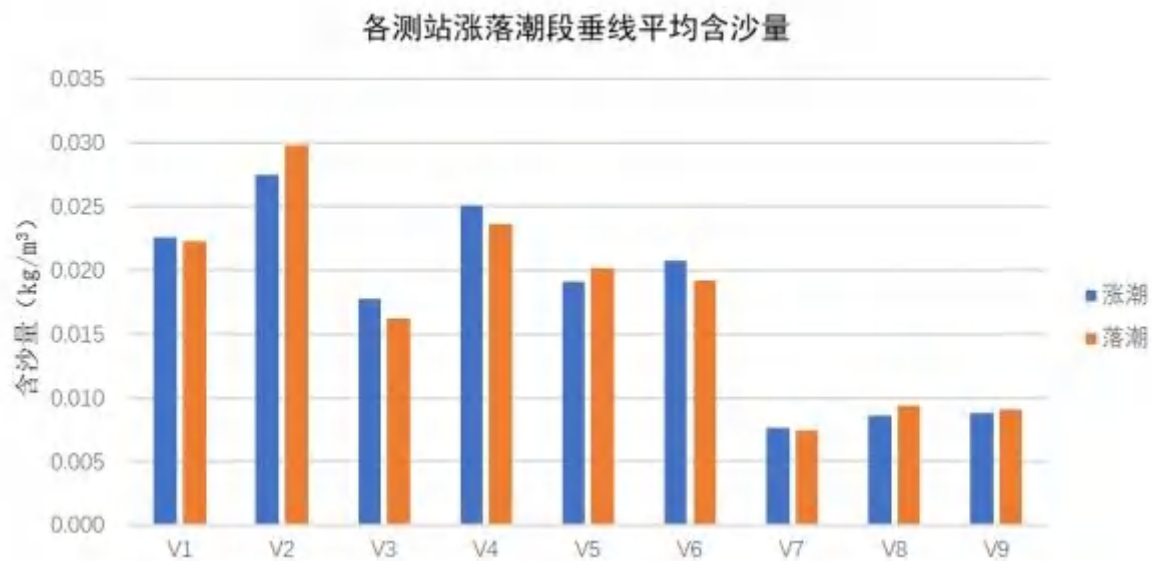


图 6.1-9 各测站涨、落潮段垂线平均含沙量柱状分布图

2、垂线平均最大含沙量

通过对本次测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大含沙量（见表 6.2-17）。

表 6.1-20 各测站涨、落潮段垂线平均最大含沙量统计表

单位：含沙量(kg/m³)

站名	涨潮			落潮		
	大潮	小潮	最大值	大潮	小潮	最大值
V1	0.038	0.024	0.038	0.040	0.022	0.040
V2	0.042	0.033	0.042	0.063	0.032	0.063
V3	0.021	0.027	0.027	0.023	0.016	0.023
V4	0.036	0.039	0.039	0.043	0.028	0.043
V5	0.036	0.026	0.036	0.044	0.029	0.044
V6	0.031	0.026	0.031	0.039	0.025	0.039
V7	0.007	0.011	0.011	0.007	0.013	0.013
V8	0.012	0.010	0.012	0.018	0.008	0.018
V9	0.012	0.010	0.012	0.014	0.012	0.014
最大值	0.042	0.039	0.042	0.063	0.032	0.063

本海域垂线平均最大含沙量，大潮为 0.063 kg/m³，出现在 V2 测站的落潮时段；小潮为 0.039 kg/m³，出现在 V4 测站的涨潮时段。各测站垂线平均最大含沙量平面分布如图 6.1-10 所示。

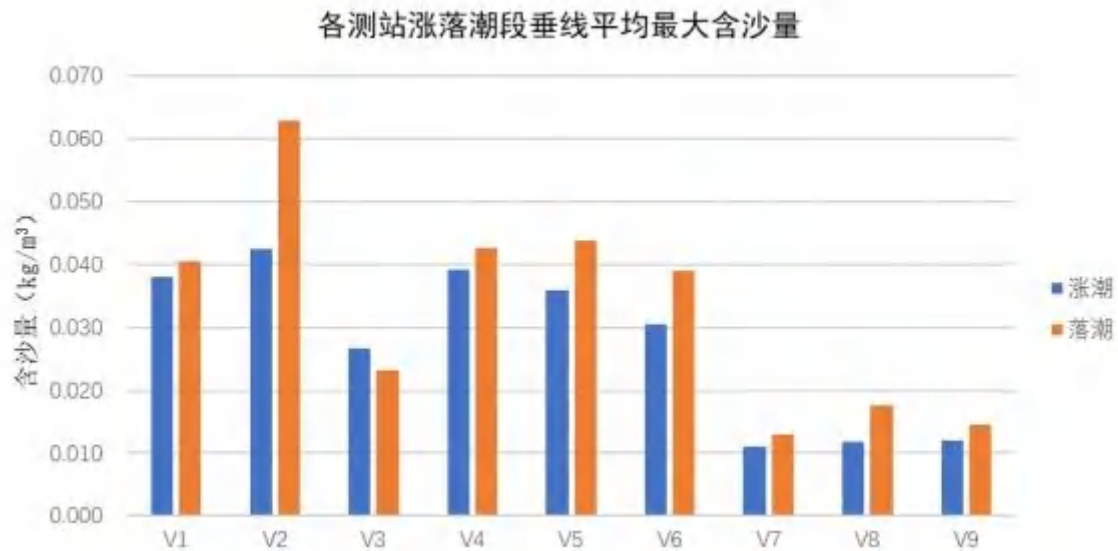


图 6.1-10 各测站垂线平均涨落潮段最大含沙量柱状分布图

3、最大含沙量特征值

通过对本次测验各个测站的各层实测的含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站测点的涨、落潮段最大含沙量（如表 6.1-21 所示）。

表 6.1-21 各测站测点最大含沙量统计表

单位：含沙量(kg/m³)

测站	涨 潮				落 潮			
	大潮		小潮		大潮		小潮	
	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层
V1	0.052	底层	0.034	底层	0.048	底层	0.027	0.8H、底层
V2	0.055	底层	0.042	底层	0.075	底层	0.050	底层
V3	0.029	底层	0.031	0.8H	0.032	底层	0.024	底层
V4	0.062	底层	0.052	底层	0.063	底层	0.036	底层
V5	0.061	底层	0.031	0.8H	0.060	底层	0.039	底层
V6	0.063	底层	0.039	底层	0.052	底层	0.039	底层
V7	0.010	底层	0.026	底层	0.010	底层	0.028	底层
V8	0.026	底层	0.022	底层	0.037	底层	0.016	底层
V9	0.021	底层	0.017	底层	0.029	底层	0.019	底层
最 大	0.063	底层	0.052	底层	0.075	底层	0.050	底层

测点最大含沙量，大潮出现在 V2 测站 04 月 03 日 03:00 的底层，为 0.075 kg/m³，对应流速值为 0.55m/s，流向 212°，处于落潮时段；小潮出现在 V4 测站 04 月 12 日 17:00 的底层，为 0.052 kg/m³，对应流速值为 0.23m/s，流向 8°，处于涨潮时段。

4、潮段平均含沙量垂向分布

通过对本次测验各个测站的各层实测的含沙量资料进行统计,按涨潮段、落潮段分别统计平均值得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布(如表 6.1-22~表 6.1-23 所示)。

统计结果表明:本海域垂线上含沙量呈从表层到底层逐渐增大的分布趋势。

表 6.1-22 各测站潮段平均含沙量垂向分布(大潮)

单位:含沙量(kg/m³)

站名	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
V1	0.019	0.022	0.025	0.029	0.032	0.035	0.021	0.024	0.026	0.027	0.029	0.033
V2	0.026	0.028	0.030	0.032	0.033	0.041	0.029	0.029	0.032	0.035	0.039	0.043
V3	0.013	0.017	0.018	0.019	0.019	0.021	0.013	0.015	0.016	0.018	0.020	0.023
V4	0.019	0.022	0.022	0.025	0.029	0.038	0.019	0.023	0.025	0.027	0.030	0.035
V5	0.014	0.015	0.019	0.020	0.024	0.034	0.017	0.018	0.020	0.024	0.026	0.036
V6	0.014	0.015	0.019	0.023	0.031	0.038	0.018	0.019	0.021	0.021	0.025	0.034
V7	0.004	0.005	0.006	0.006	0.007	0.008	0.004	0.004	0.005	0.006	0.006	0.008
V8	0.005	0.006	0.007	0.010	0.013	0.017	0.005	0.006	0.010	0.011	0.015	0.021
V9	0.006	0.007	0.008	0.010	0.012	0.015	0.006	0.007	0.007	0.010	0.011	0.018
平均值	0.013	0.015	0.017	0.019	0.022	0.027	0.015	0.016	0.018	0.020	0.022	0.028
比值	1.000	1.135	1.266	1.431	1.653	2.044	1.000	1.108	1.241	1.369	1.528	1.899

表 6.1-23 各测站潮段平均含沙量垂向分布(小潮)

单位:含沙量(kg/m³)

站名	涨潮						落潮					
	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层
V1	0.013	0.016	0.017	0.019	0.021	0.024	0.015	0.016	0.018	0.019	0.019	0.021
V2	0.022	0.021	0.023	0.023	0.025	0.030	0.020	0.022	0.024	0.025	0.028	0.032
V3	0.014	0.016	0.017	0.017	0.020	0.022	0.012	0.013	0.014	0.015	0.017	0.019
V4	0.021	0.022	0.024	0.024	0.028	0.034	0.016	0.018	0.020	0.022	0.023	0.027
V5	0.016	0.015	0.017	0.018	0.020	0.023	0.014	0.015	0.015	0.018	0.020	0.024
V6	0.012	0.015	0.018	0.020	0.022	0.026	0.013	0.014	0.014	0.016	0.019	0.024
V7	0.006	0.007	0.007	0.009	0.012	0.016	0.005	0.006	0.007	0.010	0.013	0.017
V8	0.005	0.005	0.006	0.009	0.010	0.014	0.005	0.005	0.006	0.008	0.009	0.014
V9	0.006	0.007	0.008	0.009	0.009	0.011	0.005	0.006	0.008	0.009	0.011	0.014
平均值	0.013	0.014	0.015	0.016	0.019	0.022	0.012	0.013	0.014	0.016	0.018	0.021
比值	1.000	1.077	1.192	1.288	1.464	1.752	1.000	1.099	1.208	1.350	1.518	1.816

6.1.1.4 盐度

本次全潮水文观测,9个水文测站进行了逐时分层海水盐度观测。大、小潮

海水盐度特征值分别列入表 6.1-24~表 6.1-25。

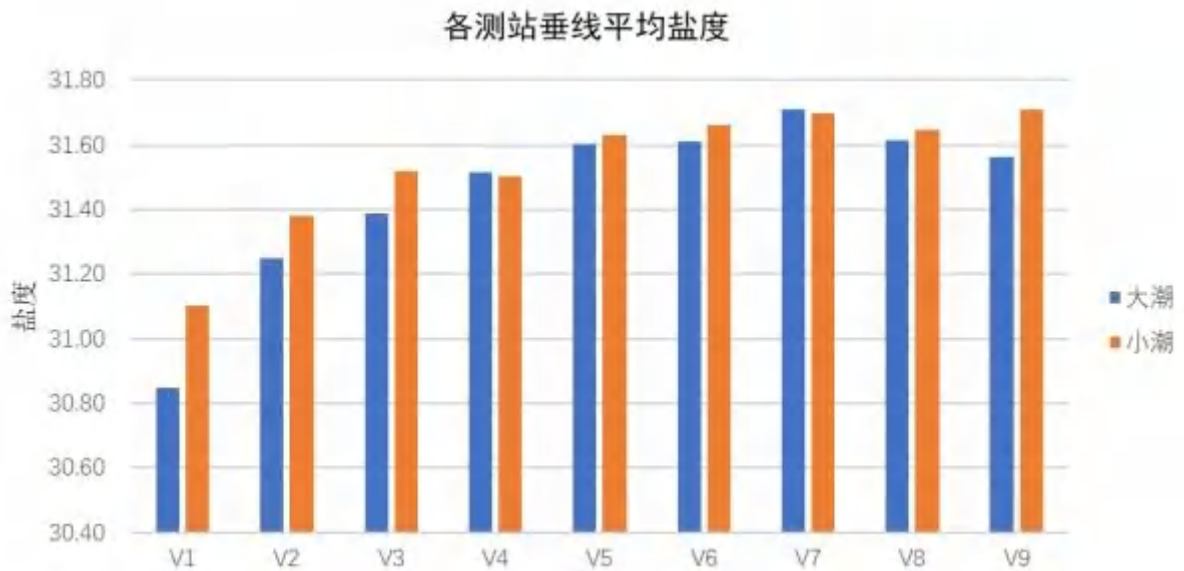


图 6.1-11 各测站垂线平均盐度平面分布图

测验结果表明：

（1）本期测验期间，各测站垂线平均盐度大潮分布在 30.40~31.74 之间，小潮分布在 30.85~31.83 之间，大、小潮平均盐度分别为 31.46、31.54（如图 6.1-11）。

（2）本期测验期间，各测站最大盐度大、小潮分别为 31.74、31.84，分别出现在 V7 测站表层、0.4H、0.6H、0.8H、底层和 V9 测站表层、0.8H、底层；各测站最小盐度大、小潮分别 30.35、30.83，均出现在 V1 测站的表层。大、小潮盐度极端变化量分别为 1.40、1.00。

（3）盐度平面分布，总体呈外海较大、湾内较小的趋势。盐度垂直分布，大、小潮盐度随深度的增加变化不大，底层盐度与表层盐度之比，大、小潮分别为 1.002、1.003。

表 6.1-24 水文测验各测站海水盐度特征值（大潮）

单位：盐度

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	平均	30.81	30.83	30.84	30.86	30.87	30.88	30.85
	最高	31.19	31.20	31.20	31.20	31.20	31.20	31.20
	最低	30.35	30.38	30.38	30.41	30.43	30.44	30.40
V2	平均	31.21	31.23	31.25	31.26	31.26	31.26	31.25
	最高	31.37	31.38	31.39	31.40	31.40	31.41	31.39
	最低	31.05	31.07	31.11	31.12	31.13	31.13	31.11
V3	平均	31.36	31.38	31.39	31.39	31.40	31.40	31.39

	最高	31.49	31.51	31.51	31.52	31.57	31.59	31.51
	最低	31.20	31.23	31.26	31.26	31.27	31.28	31.25
V4	平均	31.49	31.51	31.51	31.52	31.52	31.52	31.51
	最高	31.66	31.68	31.69	31.69	31.69	31.70	31.68
	最低	31.34	31.36	31.37	31.36	31.36	31.37	31.37
V5	平均	31.50	31.58	31.61	31.62	31.63	31.64	31.60
	最高	31.67	31.71	31.72	31.73	31.74	31.74	31.71
	最低	31.31	31.35	31.40	31.41	31.42	31.42	31.39
V6	平均	31.58	31.59	31.60	31.62	31.63	31.64	31.61
	最高	31.70	31.70	31.71	31.72	31.72	31.73	31.71
	最低	31.31	31.33	31.36	31.38	31.40	31.40	31.37
V7	平均	31.69	31.70	31.71	31.72	31.72	31.72	31.71
	最高	31.74	31.73	31.74	31.74	31.74	31.74	31.74
	最低	31.62	31.64	31.65	31.67	31.67	31.68	31.65
V8	平均	31.57	31.61	31.62	31.62	31.62	31.62	31.61
	最高	31.65	31.66	31.66	31.66	31.66	31.66	31.66
	最低	31.51	31.55	31.57	31.57	31.58	31.58	31.57
V9	平均	31.57	31.57	31.56	31.56	31.56	31.55	31.56
	最高	31.66	31.65	31.65	31.64	31.64	31.64	31.65
	最低	31.50	31.51	31.51	31.50	31.51	31.51	31.51

表 6.1-25 水文测验各测站海水盐度特征值（小潮）

单位：盐度

测站	特征值	表层	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底层	垂线平均
V1	平均	31.07	31.09	31.10	31.11	31.12	31.12	31.10
	最高	31.31	31.32	31.32	31.33	31.33	31.33	31.32
	最低	30.83	30.84	30.85	30.86	30.86	30.86	30.85
V2	平均	31.31	31.37	31.39	31.39	31.39	31.39	31.38
	最高	31.39	31.43	31.44	31.45	31.47	31.46	31.44
	最低	31.23	31.31	31.33	31.33	31.34	31.34	31.32
V3	平均	31.50	31.52	31.52	31.52	31.53	31.53	31.52
	最高	31.57	31.57	31.58	31.58	31.58	31.58	31.58
	最低	31.41	31.44	31.45	31.45	31.46	31.46	31.45
V4	平均	31.26	31.49	31.53	31.54	31.55	31.56	31.50
	最高	31.53	31.60	31.62	31.64	31.64	31.65	31.61
	最低	30.91	31.37	31.42	31.43	31.43	31.43	31.38
V5	平均	31.50	31.61	31.64	31.65	31.66	31.66	31.63
	最高	31.64	31.66	31.70	31.74	31.75	31.75	31.69
	最低	31.37	31.51	31.57	31.58	31.58	31.58	31.55
V6	平均	31.63	31.65	31.66	31.67	31.67	31.67	31.66
	最高	31.70	31.72	31.72	31.72	31.73	31.73	31.72
	最低	31.55	31.59	31.60	31.60	31.60	31.60	31.59
V7	平均	31.67	31.69	31.70	31.70	31.70	31.70	31.70

	最高	31.70	31.73	31.72	31.72	31.72	31.72	31.72
	最低	31.61	31.64	31.68	31.68	31.69	31.69	31.67
V8	平均	31.60	31.64	31.65	31.65	31.65	31.65	31.64
	最高	31.66	31.67	31.67	31.68	31.68	31.68	31.67
	最低	31.57	31.61	31.62	31.64	31.64	31.64	31.63
V9	平均	31.71	31.71	31.71	31.71	31.71	31.71	31.71
	最高	31.84	31.83	31.83	31.83	31.84	31.84	31.83
	最低	31.59	31.60	31.60	31.61	31.61	31.61	31.60

6.1.1.5 悬沙颗粒分析

本次水体悬沙颗粒分析样品采集工作选择在 V1~V9 测站与全潮水文同步进行, 采用 1000ml 瓶式取样, 分别在涨、落急时段进行样品采集, 因施测期间天气状况较好各测站水体均较为清澈, 所取沙样难以满足粒径分析的用量, 故采取合并水样分析的方法。

表 6.1-26 各测站悬沙平均中值粒径统计表

中值粒径 (mm)

测站	大潮	小潮	平均
V1	0.0084	0.0083	0.0084
V2	0.0092	0.0099	0.0095
V3	0.0080	0.0080	0.0080
V4	0.0083	0.0081	0.0082
V5	0.0080	0.0078	0.0079
V6	0.0083	0.0081	0.0082
V7	0.0083	0.0082	0.0083
V8	0.0081	0.0079	0.0080
V9	0.0082	0.0081	0.0082
平均	0.0083	0.0083	0.0083

分析结果表明(如表 6.1-26 所示), 大潮悬沙中值粒径在 0.0080~0.0092mm 之间变化, 平均为 0.0083mm; 小潮悬沙中值粒径在 0.0078~0.0099mm 之间变化, 平均为 0.0083mm; 大、小潮悬沙中值粒径平均为 0.0083mm。

6.1.1.6 小结

(1) 本项目测验是在铁山港附近海域开展的多点同步大、小潮全潮水文测验, 天津水运工程勘察设计院有限公司按要求完成了测验任务。测验于 2021 年 03 月 27 日至 2021 年 04 月 30 日进行, 共完成 3 处验潮站 18 天潮位观测; 9 个

水文测站的大、小潮周日水文全潮测验。测验项目包括：潮位、流速、流向、含沙量、盐度、悬沙颗粒取样分析等。

(2) 施测海域的潮汐属于不正规全日潮性质。实测最高潮位为 5.47m，平均海平面为 3.11m，最大潮差 4.70m，平均潮差 2.51m，平均涨潮历时均大于平均落潮历时。

(3) 本次观测期间施测海域各测站潮流类型为不规则半日潮流性质，海流运动形式基本呈现往复流特征。潮流的可能最大流速以 V3 测站的表层为最大，达 149cm/s。余流最大值出现在大潮期间 V5 测站表层，达 11.5cm/s，方向为 222°。

(4) 本次观测期间，施测海域实测涨、落潮平均流速均为 0.3m/s。垂线平均流速湾内大于湾外，施测海域各测站垂线平均最大流速出现在 V3 测站的落潮段，为 0.81m/s，流向 202°。各层实测最大流速出现在 V3 测站的表层，为 0.93m/s，流向为 205°。垂向上流速基本呈从表层到底层逐渐减小的分布趋势。

(5) 本次测验期间，施测海域实测涨、落潮平均含沙量分别为 0.018 kg/m³ 和 0.017 kg/m³，相差不大。大潮期间的含沙量略大于小潮含沙量。实测海域垂线平均最大含沙量，出现在 V2 测站的落潮时段，为 0.063 kg/m³。测点最大含沙量出现在大潮 V2 测站底层，为 0.075 kg/m³。含沙量呈湾内大于湾外的特征，垂线上含沙量呈从表层到底层逐渐增大的分布趋势。

(6) 本期测验期间，施测海域实测盐度值介于 30.35~31.84 区间。各测站大、小潮平均盐度分别为 31.46、31.54，各测站最大盐度大、小潮分别为 31.74、31.84，分别出现在 V7 测站表层、0.4H、0.6H、0.8H、底层和 V9 测站表层、0.8H、底层。盐度平面分布，总体呈湾外大湾内小的特征。盐度垂直分布，大、小潮盐度随深度的增加变化不大。

(7) 施测海域各测站大、小潮悬沙中值粒径介于 0.0078~0.0099mm 之间，平均中值粒径均为 0.0083mm。

6.1.2 2022 年 3 月水动力环境现状调查与评价

于 2022 年 3 月 5 日至 2022 年 3 月 6 日（农历二月初三至二月初四，大潮期）对铁山港海域开展了潮位、潮流、含沙量、盐度、悬沙颗粒取样分析等水文测验工作。

6.1.2.1 潮位

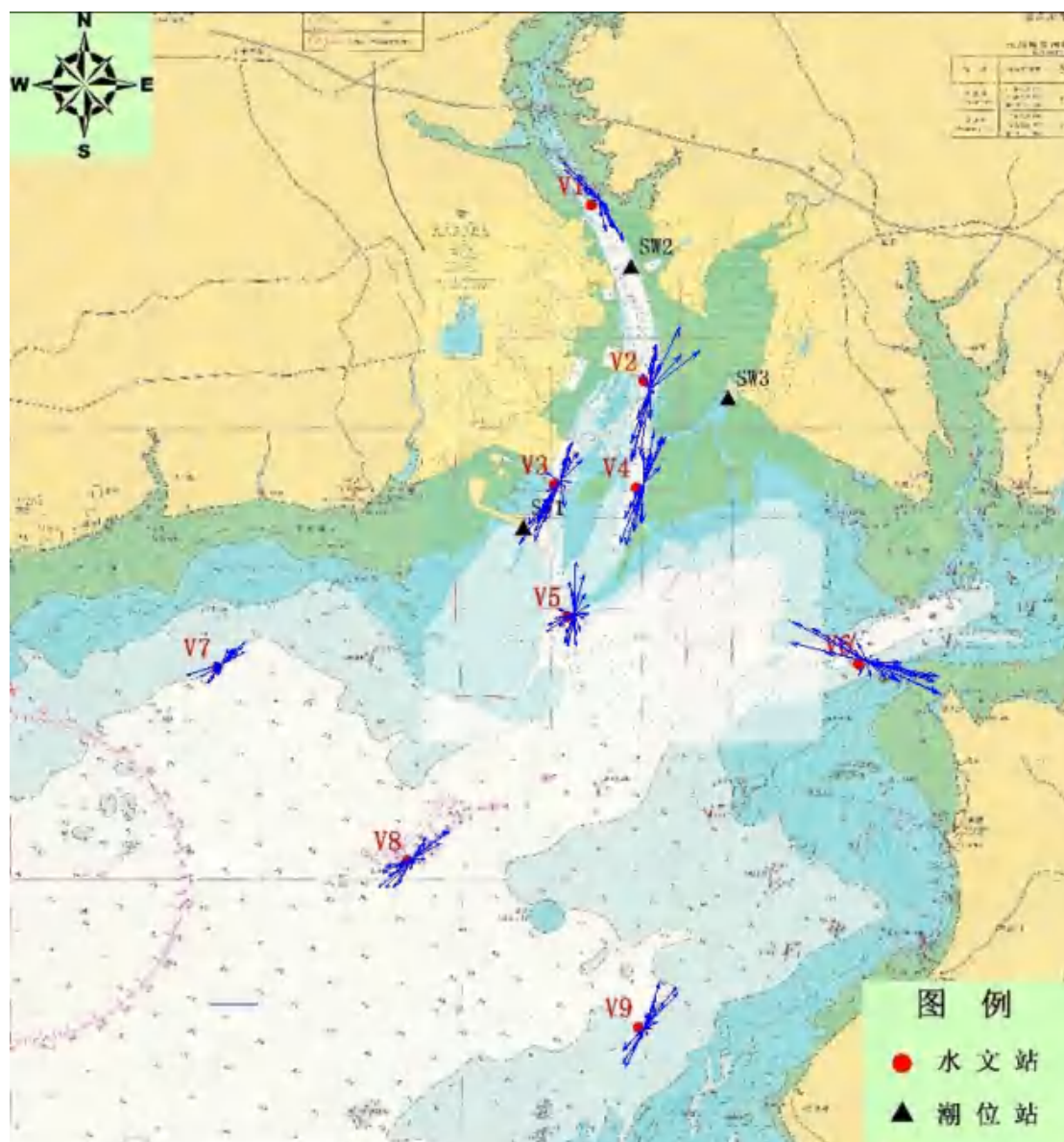
6.1.2.2 海流

1、观测时间与观测方法

2022 年 3 月 5 日至 2022 年 3 月 6 日（农历二月初三至二月初四，大潮期）进行潮流观测，观测共分为 9 个站位，具体的观测站点见表 6.1-6、图 6.1-1。

2、流速流向分布

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见表 6.1-27，实测流速矢量见图 6.1-12、图 6.1-13。



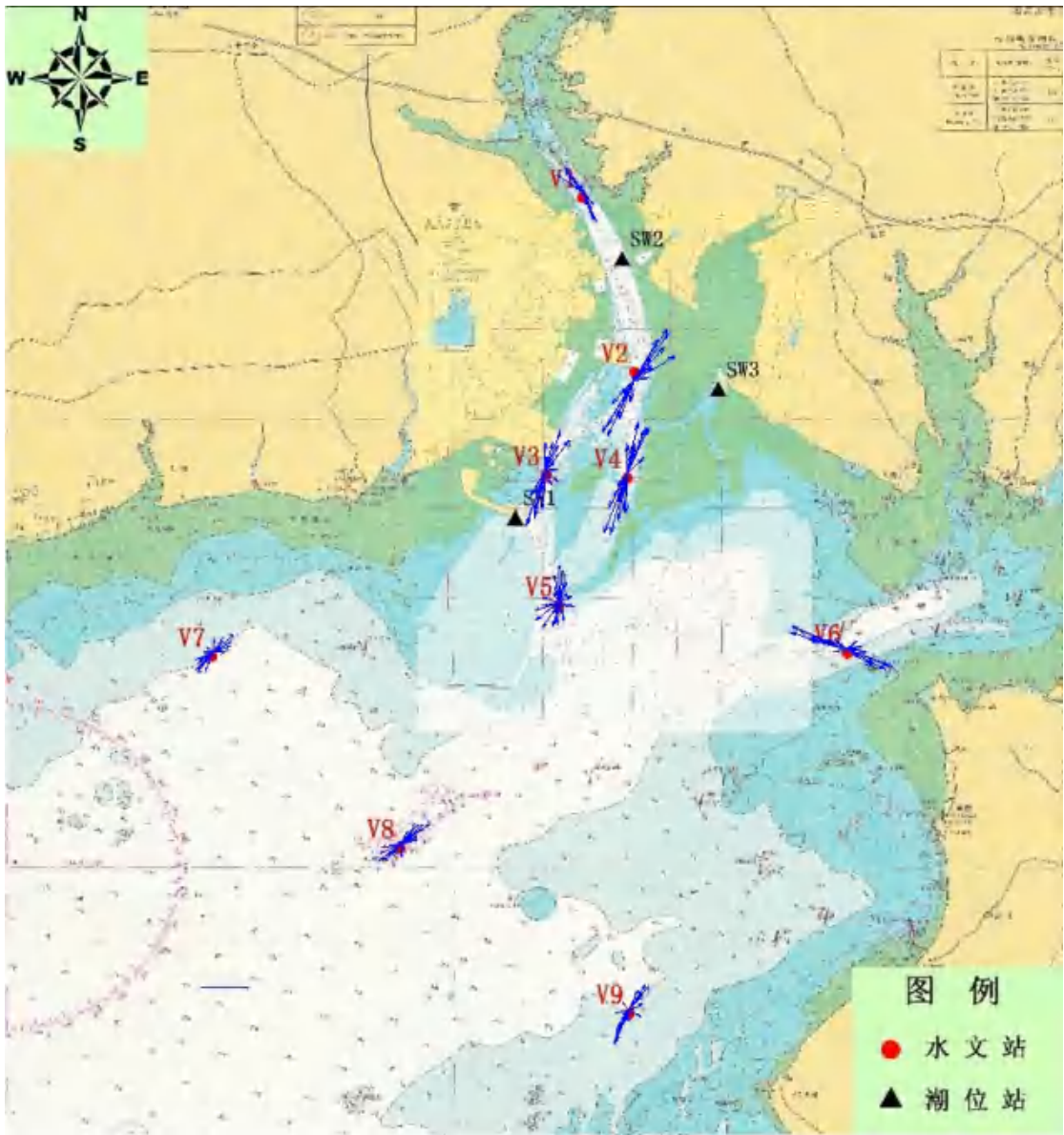


图 6.1-13 实测底层流速矢量

可以看出：除 V5 站实测海流流向相对分散外，其余各站流向较为集中，涨潮流多在偏 N 向区间（V6 为偏 E 向），而落潮流多在偏 S 向区间（V6 为偏 W 向）。

表 6.1-27 实测流向分布（%）

站·层	流向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
V1	表	4	0	0	0	0	0	11	41	4	0	0	0	4	4	30	4
	5m	4	4	0	0	4	0	4	44	4	0	0	0	0	4	22	11
	底	0	0	0	0	0	0	7	44	0	0	0	0	0	0	37	11
V2	表	15	11	7	0	0	0	0	4	15	37	0	0	0	0	4	7
	5m	7	30	7	0	0	0	0	4	4	41	7	0	0	0	0	0
	底	4	7	26	11	0	0	0	0	0	33	15	0	0	0	0	4

V3	表	0	26	7	0	4	0	0	4	4	41	11	0	0	4	0	0
	5m	4	22	4	4	0	0	0	0	7	44	4	4	0	4	0	4
	底	7	11	19	4	4	0	4	4	11	37	0	0	0	0	0	0
V4	表	15	26	4	0	0	0	0	0	19	26	11	0	0	0	0	0
V5	表	15	15	0	4	7	4	0	4	15	15	4	15	0	4	0	0
	底	15	4	4	7	0	7	0	11	7	15	7	7	0	4	0	11
V6	表	0	4	0	0	11	41	4	0	7	4	0	0	0	19	7	4
	底	0	0	11	0	11	26	7	0	0	4	0	4	0	33	4	0
V7	表	0	4	30	7	0	0	0	0	0	7	22	19	7	4	0	0
	底	4	0	15	11	11	0	0	0	0	7	26	11	11	0	4	0
V8	表	0	4	30	4	4	0	0	0	4	11	22	19	0	4	0	0
	5m	4	4	7	26	0	0	0	4	0	15	15	22	4	0	0	0
	10m	0	0	22	15	4	4	4	0	0	7	22	19	4	0	0	0
	底	0	4	22	15	0	0	0	4	4	7	26	11	4	4	0	0
V9	表	7	26	11	4	0	4	0	4	0	22	15	7	0	0	0	0
	5m	0	7	30	0	4	0	7	0	0	41	7	0	0	0	4	0
	底	0	11	19	7	0	4	4	0	7	33	7	4	0	0	4	0

表 6.1-28 为各层、各级流速出现频率，由表中可以看出，各层流速区间分布有一定差别，各站最大流速均不超过 90 cm/s。

表 6.1-28 各站各级流速 (cm/s) 出现频率 (%)

流 速 站·层		0~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~89	≥90
V1	表	19	26	15	26	7	7	0	0	0	0
	5m	15	26	19	26	11	4	0	0	0	0
	底	26	33	22	19	0	0	0	0	0	0
V2	表	11	11	15	15	19	7	7	15	0	0
	5m	7	19	11	19	11	15	15	4	0	0
	底	7	15	26	11	11	11	19	0	0	0
V3	表	7	22	11	19	19	11	7	4	0	0
	5m	15	15	22	15	11	11	4	4	4	0
	底	4	30	22	11	22	7	4	0	0	0
V4	表	4	22	15	19	15	19	7	0	0	0
V5	表	0	33	37	22	4	4	0	0	0	0
	底	0	52	30	19	0	0	0	0	0	0
V6	表	7	19	7	19	7	4	11	7	19	0
	底	11	30	19	11	15	7	7	0	0	0
V7	表	26	37	30	7	0	0	0	0	0	0
	底	22	48	30	0	0	0	0	0	0	0
V8	表	7	37	15	19	22	0	0	0	0	0
	5m	15	26	33	15	11	0	0	0	0	0
	10m	19	30	33	19	0	0	0	0	0	0
	底	22	33	37	7	0	0	0	0	0	0

V9	表	19	26	19	19	15	4	0	0	0	0
	5m	11	37	7	30	15	0	0	0	0	0
	底	15	33	30	15	7	0	0	0	0	0

3、平均流速和最大流速

平均流速和最大流速分布见表 6.1-29，总体上看平均流速由表层向底层依次减小；实测最大涨潮流流速为 87.9 cm/s、对应流向为 297.5°，最大落潮流流速为 84.2 cm/s、对应流向为 114.7°，均出现于 V6 站表层。

表 6.1-29 实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）

站号	层次	涨 潮 流			落 潮 流			全潮 平均
		平均 流速	最 大		平均 流速	最 大		
			流速	流向		流速	流向	
V1	表	21.2	54.0	316.0	27.6	51.0	150.0	24.5
	5m	24.2	53.0	317.0	25.5	49.0	154.0	24.9
	底	18.2	33.0	306.0	16.1	33.0	156.0	17.1
V2	表	34.0	72.1	25.6	44.8	77.4	194.9	39.6
	5m	34.1	69.2	27.1	40.8	71.8	197.2	37.5
	底	33.9	65.8	32.7	37.4	65.6	205.4	35.7
V3	表	23.9	42.8	16.3	47.9	79.0	212.5	36.4
	5m	21.7	46.3	30.2	44.7	83.0	205.5	33.6
	底	23.9	45.4	21.5	36.6	62.7	200.0	30.5
V4	表	31.0	56.3	11.3	37.7	66.9	202.2	34.5
V5	表	24.3	54.4	2.1	25.5	36.0	237.4	24.9
	底	20.9	39.4	0.7	20.7	32.3	212.5	20.8
V6	表	36.2	87.9	297.5	56.7	84.2	114.7	46.8
	底	30.6	67.7	292.3	25.9	53.0	111.9	28.1
V7	表	18.6	34.7	45.7	17.1	38.6	251.9	17.8
	底	15.0	28.4	48.1	16.6	26.4	215.7	15.8
V8	表	22.5	48.6	54.4	28.9	46.4	230.2	25.8
	5m	22.6	42.7	55.1	23.5	41.3	236.8	23.1
	10m	20.2	33.4	52.0	21.3	35.5	229.6	20.8
	底	18.9	37.4	56.6	17.8	29.8	232.1	18.3
V9	表	27.0	53.0	38.5	22.6	47.3	206.0	24.7
	5m	24.5	45.0	42.4	25.0	44.4	207.4	24.6
	底	17.6	32.3	38.8	23.8	40.2	204.3	20.8

4、潮流的准调和分析

潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。

根据观测的数据个数，用准调和差比法计算各分潮流的调和常数。

(1) 潮流性质

利用潮流类型分类判别标准,根据调和计算结果,算得潮流性质比值。由表 6.1-30 可以看出,除 V1 站底层、V5 站底层与 V9 站表层外,其余各站层 K 值均小于 2.0 而大于 0.5,观测期间本海区潮流属不正规半日潮流性质。

表 6.1-30 观测各站位潮流性质

站位	表层	5m	10m	底层
V1	1.93	1.97	-	2.03
V2	1.65	1.75	-	1.65
V3	1.52	1.77	-	1.74
V4	1.67	-	-	-
V5	1.78	-	-	2.11
V6	1.93	-	-	1.91
V7	1.84	-	-	1.56
V8	1.63	1.09	0.98	1.53
V9	2.27	1.87	-	1.75

(2) 潮流的运动形式

反映潮流运动形式的参量为旋转率(亦称椭圆率) K' ,其值为该分潮流椭圆短轴与椭圆长的比值,其符号有“+”、“-”之分,正号表示分潮流为逆时针旋转,负号则为顺时针旋转。由表 6.1-31 得知该海区的潮流性质属半日潮流,因此主要半日分潮流(M2 和 S2)的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。

根据计算结果(见表 6.1-31) V5 站旋转较为明显,其余各站半日分潮流的椭圆率 K 值均远小于 0.5,其潮流运动形式以往复流为主。

表 6.1-31 各观测站位调和常数

	层次	分潮	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率(K')
V1	表层	O ₁	22.6	144.9	3.6	0.161
		K ₁	20.3	144.9	3.3	0.161
		M ₂	22.2	143.9	1.1	0.049
		S ₂	7.6	143.9	0.4	0.049
		M ₄	1.1	293.2	0.5	-0.416
		MS ₄	0.8	113.2	0.3	-0.416
	5m	O ₁	23.7	144.5	5.2	0.220
		K ₁	21.3	144.5	4.7	0.220
		M ₂	22.9	146.4	0.7	-0.032
		S ₂	7.8	146.4	0.3	-0.032
		M ₄	1.8	266.7	0.1	-0.060
		MS ₄	1.2	86.7	0.1	-0.060
	底层	O ₁	17.0	147.4	1.8	0.104
		K ₁	15.3	147.4	1.6	0.104
		M ₂	15.9	147.9	0.3	-0.017
		S ₂	5.4	147.9	0.1	-0.017

		M ₄	1.1	168.5	0.7	-0.657
		MS ₄	0.7	168.5	0.5	-0.657
V2	表层	O ₁	32.0	202.7	7.8	-0.244
		K ₁	28.8	202.7	7.0	-0.244
		M ₂	36.8	199.3	1.7	-0.047
		S ₂	12.5	199.3	0.6	-0.047
		M ₄	4.2	158.2	2.4	0.581
		MS ₄	2.9	158.2	1.7	0.581
	5m	O ₁	32.4	201.9	5.6	-0.173
		K ₁	29.2	201.9	5.0	-0.173
		M ₂	35.1	207.2	1.9	-0.053
		S ₂	11.9	207.2	0.6	-0.053
		M ₄	2.8	262.2	1.5	0.529
		MS ₄	1.9	262.2	1.0	0.529
	底层	O ₁	29.9	207.6	3.7	-0.123
		K ₁	26.9	207.6	3.3	-0.123
		M ₂	34.5	216.2	2.4	-0.071
		S ₂	11.7	216.2	0.8	-0.071
		M ₄	2.3	262.3	0.4	-0.190
		MS ₄	1.6	262.3	0.3	-0.190
V3	表层	O ₁	25.2	203.8	3.4	0.133
		K ₁	22.7	203.8	3.0	0.133
		M ₂	31.4	208.3	2.1	0.067
		S ₂	10.7	208.3	0.7	0.067
		M ₄	1.4	231.6	0.8	-0.560
		MS ₄	0.9	51.6	0.5	-0.560
	5m	O ₁	27.3	197.3	2.5	0.091
		K ₁	24.5	197.3	2.2	0.091
		M ₂	29.3	204.7	1.5	0.050
		S ₂	10.0	204.7	0.5	0.050
		M ₄	1.9	23.5	0.4	-0.189
		MS ₄	1.3	23.5	0.2	-0.189
	底层	O ₁	23.4	19.4	3.0	-0.130
		K ₁	21.0	199.4	2.7	-0.130
		M ₂	25.5	204.4	0.1	0.005
		S ₂	8.7	204.4	0.0	0.005
		M ₄	2.4	355.1	0.9	0.395
		MS ₄	1.6	355.1	0.6	0.395
V4	表层	O ₁	28.2	199.5	1.1	0.040
		K ₁	25.4	199.5	1.0	0.040
		M ₂	32.2	196.1	3.1	0.097
		S ₂	10.9	196.1	1.1	0.097
		M ₄	2.9	207.8	0.0	0.008

		MS ₄	2.0	207.8	0.0	0.008
V5	表层	O ₁	18.7	188.5	10.7	0.575
		K ₁	16.8	188.5	9.6	0.575
		M ₂	19.9	201.0	8.1	0.410
		S ₂	6.8	201.0	2.8	0.410
		M ₄	2.0	277.5	1.2	-0.631
		MS ₄	1.3	277.5	0.8	-0.631
	底层	O ₁	17.8	188.0	8.0	0.450
		K ₁	16.0	188.0	7.2	0.450
		M ₂	16.0	204.2	7.5	0.472
		S ₂	5.4	204.2	2.6	0.472
		M ₄	2.1	66.1	0.3	0.149
		MS ₄	1.4	246.1	0.2	0.149
V6	表层	O ₁	40.7	111.0	2.8	0.069
		K ₁	36.7	111.0	2.5	0.069
		M ₂	40.1	111.7	5.5	0.138
		S ₂	13.6	111.7	1.9	0.138
		M ₄	4.2	333.4	0.1	0.031
		MS ₄	2.9	333.4	0.1	0.031
	底层	O ₁	26.6	109.4	3.2	0.120
		K ₁	24.0	109.4	2.9	0.120
		M ₂	26.5	109.1	0.7	-0.027
		S ₂	9.0	109.1	0.2	-0.027
		M ₄	2.9	309.6	0.8	0.278
		MS ₄	2.0	309.6	0.6	0.278
V7	表层	O ₁	15.3	242.3	0.2	0.011
		K ₁	13.8	242.3	0.2	0.011
		M ₂	15.8	226.2	0.1	-0.006
		S ₂	5.4	226.2	0.0	-0.006
		M ₄	1.1	143.9	0.6	0.543
		MS ₄	0.7	143.9	0.4	0.543
	底层	O ₁	11.8	25.6	1.8	0.149
		K ₁	10.6	205.6	1.6	0.149
		M ₂	14.3	232.6	1.0	0.068
		S ₂	4.9	232.6	0.3	0.068
		M ₄	1.2	35.0	0.6	0.464
		MS ₄	0.8	215.0	0.4	0.464
V8	表层	O ₁	21.0	229.6	8.0	-0.381
		K ₁	18.9	229.6	7.2	-0.381
		M ₂	24.4	230.9	2.4	-0.098
		S ₂	8.3	230.9	0.8	-0.098

		M ₄	0.9	228.6	0.0	-0.003
		MS ₄	0.6	228.6	0.0	-0.003
	5m	O ₁	13.0	227.3	1.4	0.105
		K ₁	11.7	227.3	1.2	0.105
		M ₂	22.6	232.0	3.4	-0.152
		S ₂	7.7	232.0	1.2	-0.152
		M ₄	1.3	134.5	0.1	0.043
		MS ₄	0.9	134.5	0.0	0.043
	10m	O ₁	10.7	212.4	4.2	0.387
		K ₁	9.7	212.4	3.7	0.387
		M ₂	20.9	233.8	1.2	-0.056
		S ₂	7.1	233.8	0.4	-0.056
		M ₄	1.5	244.1	0.2	0.155
		MS ₄	1.0	244.1	0.2	0.155
	底层	O ₁	14.1	220.0	4.8	0.340
		K ₁	12.7	220.0	4.3	0.340
		M ₂	17.5	233.9	1.6	0.091
		S ₂	6.0	233.9	0.5	0.091
		M ₄	0.5	214.3	0.3	-0.521
		MS ₄	0.4	214.3	0.2	-0.521
V9	表层	O ₁	26.7	33.3	1.9	0.070
		K ₁	24.0	213.3	1.7	0.070
		M ₂	22.3	210.6	2.3	-0.103
		S ₂	7.6	210.6	0.8	-0.103
		M ₄	1.8	137.5	1.0	-0.525
		MS ₄	1.2	137.5	0.7	-0.525
	5m	O ₁	23.2	26.8	0.4	-0.019
		K ₁	20.9	206.8	0.4	-0.019
		M ₂	23.5	213.7	1.4	-0.061
		S ₂	8.0	213.7	0.5	-0.061
		M ₄	1.1	173.4	0.8	0.717
		MS ₄	0.7	173.4	0.5	0.717
	底层	O ₁	18.0	13.6	0.6	-0.033
		K ₁	16.2	193.6	0.5	-0.033
		M ₂	19.5	214.6	1.2	-0.062
		S ₂	6.6	214.6	0.4	-0.062
		M ₄	1.7	159.7	0.1	-0.089
		MS ₄	1.1	159.7	0.1	-0.089

5、余流

余流是由浅海中多种因素引起的，主要有潮汐余流（因摩阻、海底地形、边

界形状种种原因使得潮流非线性现象所致)、风生流、密度流等。要把上述流动逐个分开是十分困难的,所以在这里描述的是基于周日观测实测的由各种因素流动合成的余流。

根据周日观测数据求出观测站位的各层次的余流见表 6.1-32。观测期间 V3 与 V6 余流流速超过 10cm/s, 相对较大, 其余各站位余流流速较小, 分布于 1-5cm/s 区间范围内, 各站、层余流流向分布较为分散。

表 6.1-32 余流计算结果

站位	余流要素	表层	5m	10m	底层
V1	流速(cm/s)	4.6	2.4	-	3.5
	流向(°)	209.2	270.5	-	281.8
V2	流速(cm/s)	5.2	2.5	-	3.6
	流向(°)	174.6	155.5	-	118.4
V3	流速(cm/s)	13.2	11.1	-	6.5
	流向(°)	211.7	207.3	-	166.7
V4	流速(cm/s)	1.8	-	-	-
	流向(°)	205.5	-	-	-
V5	流速(cm/s)	3.1	-	-	3.9
	流向(°)	289.3	-	-	292.3
V6	流速(cm/s)	10.4	-	-	5.1
	流向(°)	109.0	-	-	291.9
V7	流速(cm/s)	2.0	-	-	1.1
	流向(°)	12.5	-	-	216.0
V8	流速(cm/s)	1.5	2.1	1.1	2.0
	流向(°)	212.1	138.4	117.5	59.9
V9	流速(cm/s)	3.8	2.4	-	4.5
	流向(°)	17.2	126.2	-	175.0

6.1.2.3 含沙量

6.1.2.4 盐度

6.1.2.5 悬沙颗粒分析

6.1.2.6 小结

(1) 本海区海流以潮流为主, 潮流性质为半日潮, 兼有旋转与往复运动。M2、S2 分潮流的贡献较大, 浅水分潮方面, M4、MS4 相对主要分潮而言, 分潮流都较小。

(2) 除 V5 站实测海流流向相对分散外, 其余各站流向较为集中, 涨潮流

多在偏 N 向区间（V6 为偏 E 向），而落潮流多在偏 S 向区间（V6 为偏 W 向）。观测期间最大流速不超过 90cm/s，实测最大涨落潮流均出现在 V6 站表层。

（3）观测期间 V3 与 V6 余流流速超过 10cm/s，相对较大，其余各站位余流流速较小，分布于 1-5cm/s 区间范围内，各站、层余流流向分布较为分散。

6.2 海水水质环境质量现状调查与评价

6.2.1 2021 年 3 月（春季）海水水质环境现状调查与评价

1、水质现状调查

（1）监测站位布设

广西壮族自治区海洋环境监测中心站于 2021 年 3 月（春季）大潮、涨潮期铁山港近岸海域排污区海域内 24 个点位的水质监测结果进行现状评价分析，点位分布见图 6.1-1 及表 6.2-1，海水水质现状监测数据见表 6.2-1。

表 6.2-1 2021 年 3 月（春季）海洋环境质量现状调查站位和项目

序号	经度	纬度	监测项目
1	109° 32' 59.9123" E	21° 39' 23.8669" N	水质、沉积物、生态
2	109° 34' 29.8819" E	21° 37' 06.6633" N	水质
3	109° 35' 54.1034" E	21° 34' 44.4614" N	水质、沉积物、生态
4	109° 38' 53.6155" E	21° 32' 37.4627" N	水质
5	109° 45' 13.4141" E	21° 26' 58.7578" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
6	109° 36' 24.4993" E	21° 32' 28.8823" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
7	109° 38' 15.9616" E	21° 29' 50.4359" N	水质
8	109° 40' 27.0110" E	21° 27' 15.7382" N	水质
9	109° 42' 13.1777" E	21° 24' 51.3742" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
10	109° 35' 47.9919" E	21° 30' 53.9978" N	水质
11	109° 34' 12.1670" E	21° 30' 09.7988" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
12	109° 35' 56.1507" E	21° 27' 53.3834" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
13	109° 37' 44.0513" E	21° 25' 31.7368" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
14	109° 39' 40.6055" E	21° 22' 58.6273" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
15	109° 31' 15.0218" E	21° 27' 37.7390" N	水质
16	109° 32' 54.1428" E	21° 25' 28.5539" N	水质
17	109° 34' 35.0603" E	21° 23' 16.9460" N	水质
18	109° 36' 29.7672" E	21° 20' 47.2595" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
19	109° 28' 07.9809" E	21° 25' 30.0094" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
20	109° 29' 47.5117" E	21° 23' 17.1660" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
21	109° 31' 26.4222" E	21° 21' 05.0676" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
22	109° 33' 18.4060" E	21° 18' 35.4142" N	水质、沉积物、生态、渔业资源、生物质量
23*	109° 33' 05.0075" E	21° 23' 21.3478" N	水质

24*	109° 33' 16.2715" E	21° 20' 55.9055" N	水质
C1	109° 37' 14.4928" E	21° 33' 55.0961" N	潮间带
C2	109° 41' 37.6538" E	21° 29' 21.8136" N	潮间带
C3	109° 29' 08.6572" E	21° 27' 37.2240" N	潮间带

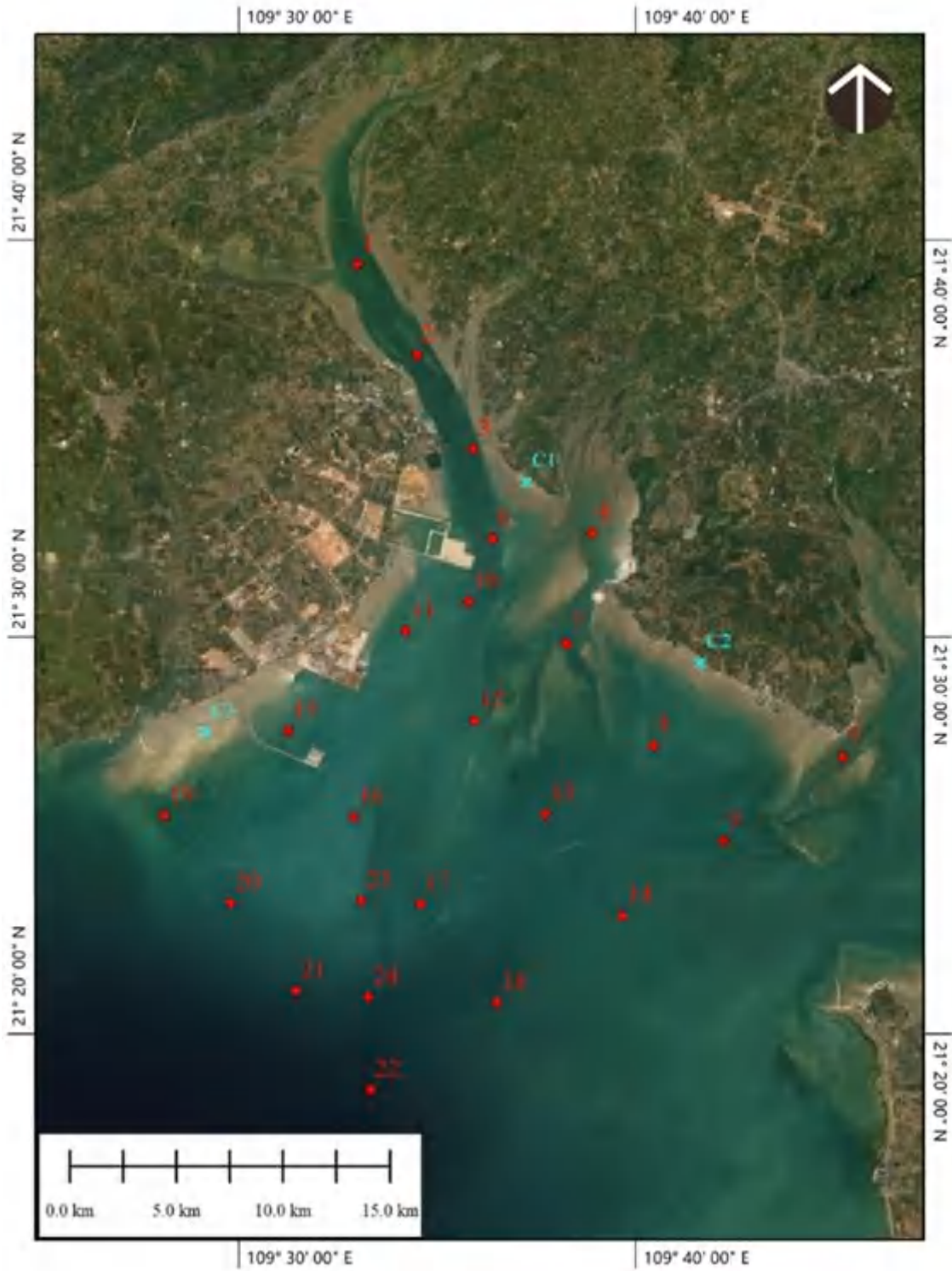


图 6.2-1 2021 年 3 月（春季）海洋环境质量现状调查站位图

（1）监测项目

水温、盐度、pH 值、悬浮物、DO、COD、BOD₅、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类、重金属（As、Hg、Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Ni）、氰化物、硫化物、氟化物、苯并 a 芘、挥发酚、总氮、总磷、苯、甲苯、邻二甲苯、对二甲苯、间二甲苯、乙苯、二噁英。其中二噁英仅在 6#、10#、11#、12#站位监测。

（2）监测时间与频次

于春季（大潮或小潮）进行一次监测，潮间带监测时间应在调查月的大潮汛期间进行。调查站位见表 6.2-1。

（3）采样层次

监测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（海面以下 0.1~1m）；当水深大于 10 米小于 25 米时，采集表层，底层（离海底 2m 的水层）二层样；当水深大于 25 米小于 50 米时，按照表层、10m、底层三层采样。

（4）调查方法

现场样品采集、贮存与运输等要求按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）等相关要求进行。

（5）数据分析

样品的分析方法应遵照 GB17378.4-2007《海洋监测规范》中的有关条文执行。

表 6.2-2 2021 年 3 月（春季）水质现状监测数据

监测项目	温度（℃）	盐度（‰）	pH 值 (无量纲)	溶解氧 (mg/L)	COD (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	硫酸盐 (mg/L)	氟化物 (mg/L)	活性磷酸 盐（mg/L）	硫化物 (μg/L)	氰化物 (mg/L)	挥发酚 (mg/L)	石油类 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	硝酸盐氮 (mg/L)	亚硝酸盐 氮（mg/L）
WH1 [#] -1	20.6	31	7.91	6.33	2.89	1L	2.33	0.930	0.013	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0794	0.1672	0.155	0.017
WH2 [#] -1	21.8	31	7.92	6.23	2.14	1L	2.31	0.877	0.025	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0496	0.1624	0.124	0.015
WH2 [#] -2	21.8	29	7.89	6.24	1.04	1L	2.36	1.00	0.023	0.4	0.0005L	0.0011L	——	0.1644	0.125	0.015
WH3 [#] -1	22.2	31	8.03	6.16	1.07	1L	2.36	0.948	0.029	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0483	0.1268	0.108	0.012
WH3 [#] -2	22.3	31	7.94	6.12	0.91	1L	2.39	0.937	0.021	0.4	0.0005L	0.0011L	——	0.1240	0.089	0.012
WH4 [#] -1	19.2	31	7.92	6.88	1.58	1	2.38	0.922	0.024	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0412	0.0924	0.091	0.014
WH5 [#] -1	20.2	31	8.02	7.79	1.64	1	2.37	1.25	0.032	0.8	0.0005L	0.0011L	0.0317	0.0338	0.053	0.008
WH6 [#] -1	22.6	31	7.96	5.88	1.00	1L	2.22	0.948	0.018	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0435	0.0973	0.087	0.009
WH6 [#] -2	22.2	31	7.95	5.98	0.87	1L	2.40	0.935	0.009	0.4	0.0005L	0.0011L	——	0.0994	0.095	0.010
WH7 [#] -1	19.9	31	7.99	7.45	1.00	1L	2.36	0.924	0.016	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0328	0.1071	0.069	0.009
WH8 [#] -1	21.5	32	8.09	7.10	2.92	1	2.42	0.952	0.012	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0367	0.0446	0.083	0.002
WH9 [#] -1	22.8	32	8.18	6.62	0.44	1L	2.41	0.955	0.013	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0427	0.0466	0.010	0.004
WH10 [#] -1	22.7	32	8.02	5.87	0.84	1L	2.34	0.955	0.023	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0466	0.1056	0.090	0.010
WH10 [#] -2	20.6	32	8.01	6.101	0.89	1L	2.35	0.952	0.016	0.4	0.0005L	0.0011L	——	0.1460	0.081	0.010
WH11 [#] -1	21.5	32	8.02	6.14	0.77	1L	2.19	0.941	0.012	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0486	0.1186	0.096	0.008
WH12 [#] -1	21.9	32	8.02	6.35	0.59	1L	2.38	0.965	0.009	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0491	0.0253	0.066	0.007
WH13 [#] -1	22.2	32	8.15	6.45	0.50	1L	2.42	0.964	0.013	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0477	0.0322	0.010	0.003
WH14 [#] -1	22.8	32	8.21	6.51	0.87	1L	2.44	0.974	0.007	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0348	0.0512	0.049	0.003
WH14 [#] -2	21.7	32	8.18	6.42	0.51	1L	2.44	0.952	0.005	0.5	0.0005L	0.0011L	——	0.0865	0.039	0.003
WH15 [#] -1	22	32	8.08	7.23	0.68	1L	2.40	0.976	0.009	0.3	0.0005L	0.0011L	0.0376	0.0341	0.087	0.006
WH16 [#] -1	21.4	32	8.11	6.29	0.63	1L	2.40	0.970	0.004	0.3	0.0005L	0.0011L	0.0427	0.0372	0.051	0.005
WH17 [#] -1	21.5	32	8.11	6.42	0.71	1L	2.41	0.974	0.011	0.3	0.0005L	0.0011L	0.0412	0.0309	0.052	0.005
WH18 [#] -1	22.8	32	8.15	6.82	0.54	1L	2.38	0.967	0.004	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0433	0.0140	0.048	0.002
WH18 [#] -2	22.7	32	8.2	6.70	0.52	1L	2.43	0.978	0.004	0.2	0.0005L	0.0011L	——	0.0146	0.046	0.002
WH19 [#] -1	20.6	32	8.08	7.71	2.97	1L	2.42	0.978	0.009	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0375	0.0076	0.084	0.005
WH20 [#] -1	21.5	32	8.12	6.64	0.63	1L	2.44	0.978	0.008	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0467	0.0326	0.063	0.004
WH21 [#] -1	21.9	32	8.14	6.58	0.94	1L	2.43	0.870	0.01	0.3	0.0005L	0.0011L	0.0384	0.0157	0.025	0.004
WH22 [#] -1	22.2	32	8.14	6.81	0.66	1L	2.44	0.968	0.005	0.4	0.0005L	0.0011L	0.0427	0.0136	0.028	0.002
WH22 [#] -2	22.8	32	8.12	6.75	0.87	1L	2.43	0.967	0.005	0.6	0.0005L	0.0011L	——	0.0136	0.015	0.003
WH23 [#] -1	21.7	32	8.12	6.61	0.99	1L	2.42	0.914	0.008	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0313	0.0277	0.044	0.005
WH24 [#] -1	22	32	8.14	6.40	1.11	1L	2.40	0.930	0.006	0.5	0.0005L	0.0011L	0.0427	0.0325	0.023	0.004
WH24 [#] -2	21.4	32	8.14	6.70	0.55	1L	2.36	1.04	0.006	0.2	0.0005L	0.0011L	——	0.0222	0.038	0.005
最大值	22.8	32	8.21	7.79	2.97	1	2.44	1.25	0.032	0.8	0	0	0.0794	0.1672	0.155	0.017
最小值	19.2	29	7.89	5.87	0.44	1	2.19	0.87	0.004	0.2	0	0	0.0313	0.0076	0.01	0.002

注：样品编号（样品编号后-1 表示表层，-2 表示深层）。

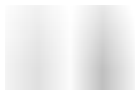
表 6.2-3 2021 年 3 月（春季）水质现状监测数据

监测项目	六价铬 (mg/L)	汞 (mg/L)	铅 (μg/L)	锌 (μg/L)	铜 (μg/L)	镉 (μg/L)	铬 (μg/L)	镍 (μg/L)	砷 (μg/L)
WH1 [#] -1	0.004L	0.000017	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	4.1	0.5L
WH2 [#] -1	0.004L	0.000020	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.6	0.5L
WH2 [#] -2	0.004L	0.000026	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1.5	3.2	0.5L
WH3 [#] -1	0.004L	0.000024	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.3	0.5L
WH3 [#] -2	0.004L	0.000018	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1.3	0.5L	0.5L
WH4 [#] -1	0.004L	0.000018	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.5	0.5L
WH5 [#] -1	0.004L	0.000017	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.0	0.5L
WH6 [#] -1	0.004L	0.000014	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.2	0.5L
WH6 [#] -2	0.004L	0.000010	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1.8	1.8	0.5L
WH7 [#] -1	0.004L	0.000012	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1.3	2.4	0.5L
WH8 [#] -1	0.004L	0.000014	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.7	0.5L
WH9 [#] -1	0.004L	0.000013	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.0	0.5L
WH10 [#] -1	0.004L	0.000014	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.3	0.5L
WH10 [#] -2	0.004L	0.000012	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	3.5	0.5L
WH11 [#] -1	0.004L	0.000011	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.6	2.7	0.5L
WH12 [#] -1	0.004L	0.000013	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	0.5	0.5L
WH13 [#] -1	0.004L	0.000010	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.0	0.5L
WH14 [#] -1	0.004L	0.000012	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	0.8	0.5L
WH14 [#] -2	0.004L	0.000012	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1.4	1.0	0.5L
WH15 [#] -1	0.004L	0.000013	0.03L	3.1L	2L	0.4L	2.2	1.0	0.5L
WH16 [#] -1	0.004L	0.000011	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1.8	1.6	0.5L
WH17 [#] -1	0.004L	0.00001	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.1	0.5L
WH18 [#] -1	0.004L	0.000009	0.03L	3.1L	2L	0.4L	2.4	0.6	0.5L
WH18 [#] -2	0.004L	0.000011	0.03L	3.1L	2L	0.4L	2.0	2.0	0.5L
WH19 [#] -1	0.004L	0.000010	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.8	0.5L
WH20 [#] -1	0.004L	0.000013	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.4	0.5L
WH21 [#] -1	0.004L	0.000012	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.3	0.5L
WH22 [#] -1	0.004L	0.000010	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.2	0.5L
WH22 [#] -2	0.004L	0.000013	0.03L	3.1L	2L	0.4L	1	0.3	0.5L
WH23 [#] -1	0.004L	0.000008	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	2.0	0.5L
WH24 [#] -1	0.004L	0.000009	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	1.0	0.5L
WH24 [#] -2	0.004L	0.000017	0.03L	3.1L	2L	0.4L	0.4L	0.9	0.5L
最大值	——	——	——	——	——	——	1.5	4.1	——
最小值	——	——	——	——	——	——	1	0.3	——

2、水质现状评价

(1) 评价方法

采用单因子标准指数（Pi）法，评价模式如下：



式中：Pi——第 i 项因子的标准指数，即单因子标准指数；

Ci——第 i 项因子的实测浓度；

Cio——第 i 项因子的评价标准值。

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

另外，根据 pH、溶解氧（DO）的特点，其评价模式分别为：

DO 评价指数按下式如下：

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

$$F_{DO} = 1 - \frac{DO}{DO_s} \quad DO < DO_s$$

其中 $DO_f = \frac{468}{(31.5 + T)}$

DO——溶解氧的实测浓度，DO_f——饱和溶解氧的浓度，

DO_s——溶解氧的评价标准值，T——水温（℃）。

海水 pH 值的评价，标准指数用下式计算：

$$E_{pH} = \frac{pH_i - pH_{sm}}{pH_{sm} - pH_{sd}}$$

式中， $pH_{sm} = \frac{1}{2}(pH_{\mu} + pH_{sd})$ ， $pH_{sd} = \frac{1}{2}(pH_{\mu} - pH_{sd})$ ；

E_{pH} ——第 i 站 pH 的标准指数；pH_i——第 i 站 pH 测量值；pH_μ——pH 评价标准的最高值；pH_{sd}——pH 评价标准的最低值。

根据污染指数，评价水域环境质量现状及污染水平。

(2) 评价标准

本次调查海域的水质情况以《海水水质标准》（GB3097-1997）中二类标准作为优

良评价限值。各调查点位水质情况详见表 6.2-4。

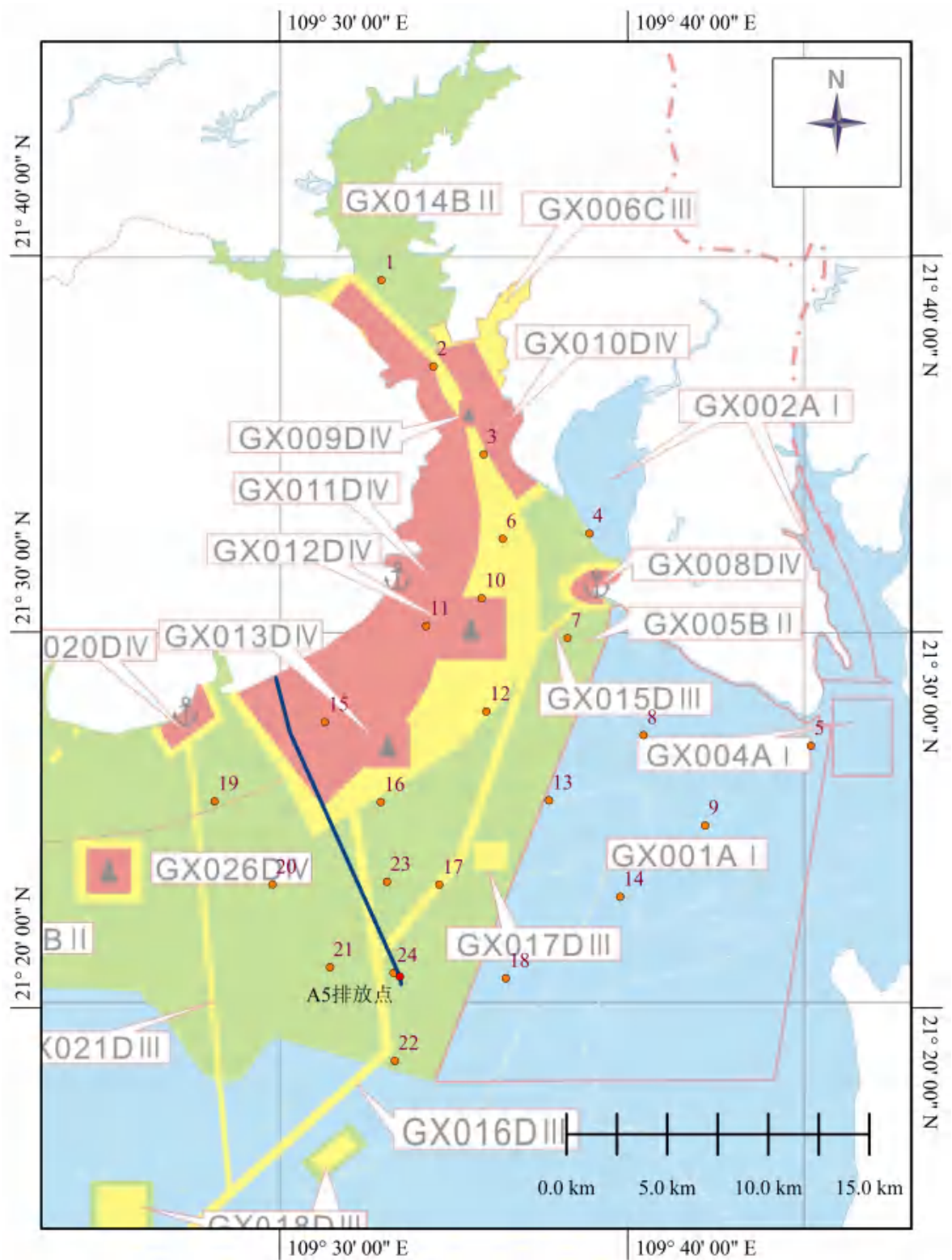


图 6.2-2 2021 年 3 月现状监测站位与广西近岸海域环境功能区划叠图
表 6.2-4 按海洋功能区划 评价标准表

评价标准	站位
一类	4、5、8、9、13、14、16~24
四类	1~3、6、7、10~12、15、

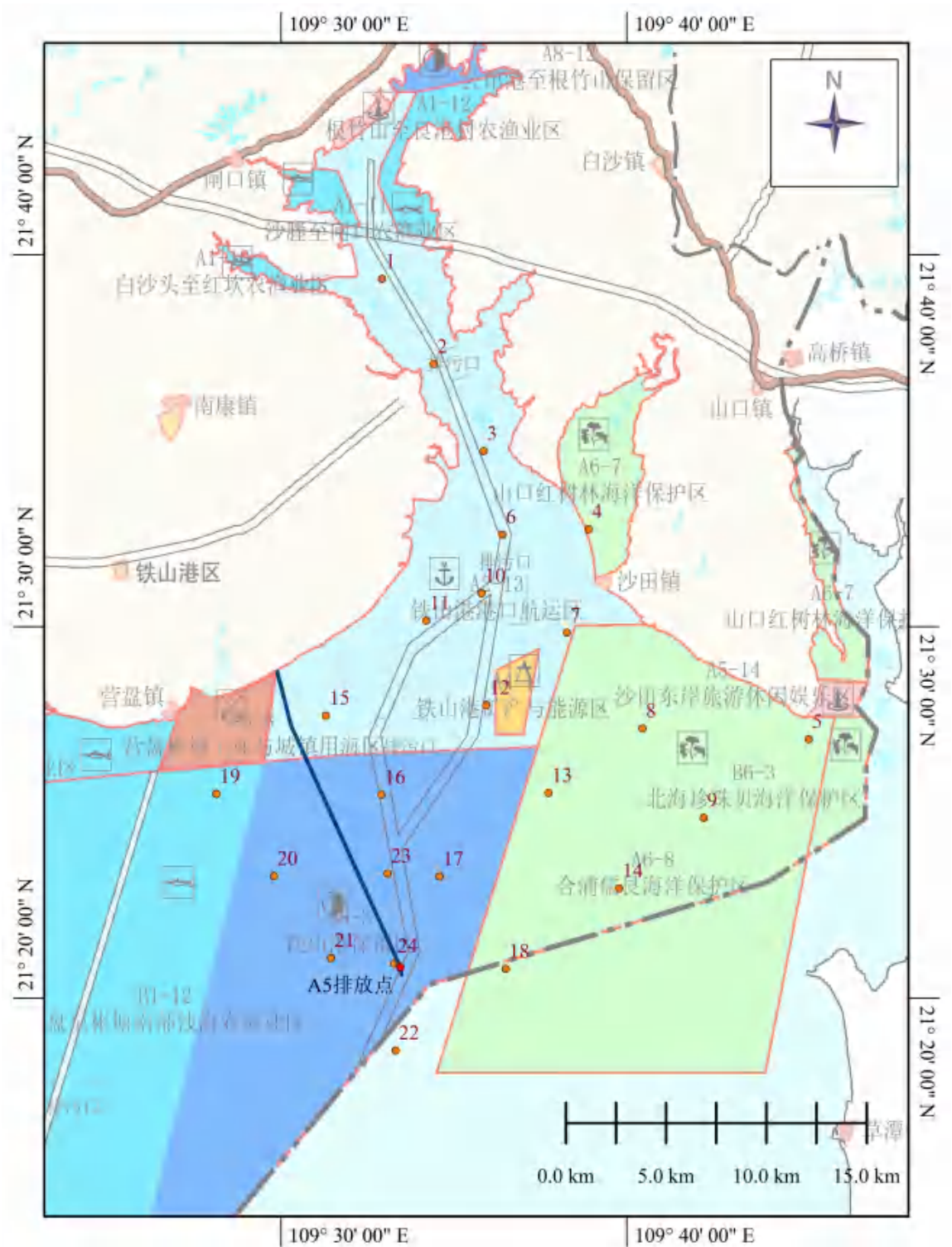


图 6.2-3 2021 年 3 月现状监测站位与广西壮族自治区海洋功能区划叠图

表 6.2-5 接近岸海域 评价标准表

评价标准	站位
一类	4、5、8、9、13、14、18
二类	1、7、16、19-24
三类	2、3、6、10、12、17
四类	11、15

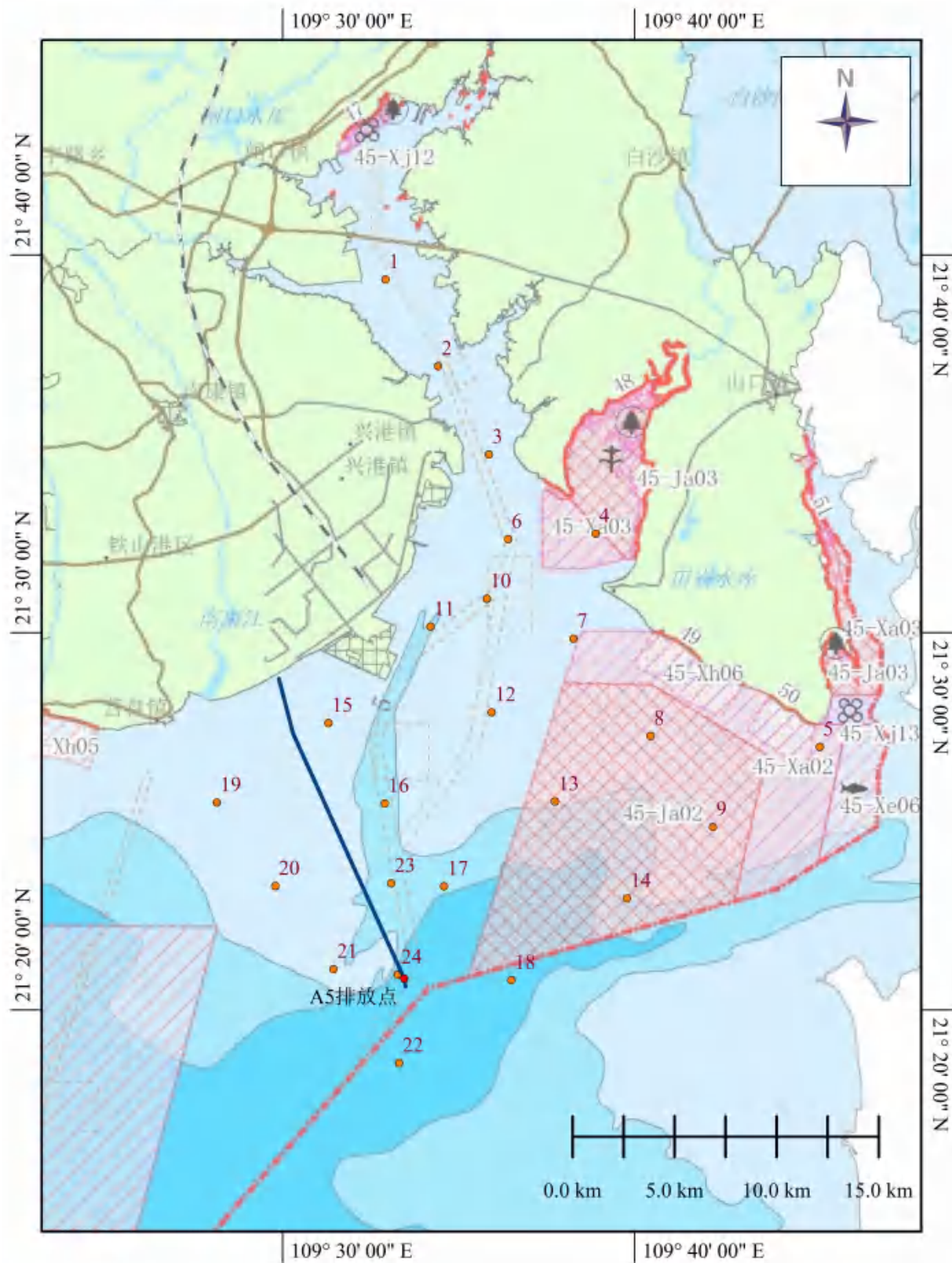


图 6.2-4 2021 年 3 月现状监测站位与广西海洋生态红线叠图

表 6.2-6 涉及生态红线的站位（按一类标准评价）

评价标准	站位
一类	4、5、8、9、13、14

将以上三个表格中每个站位对应的评价标准取严，得到最终的评价标准：

表 6.2-7 2021 年 3 月现状监测评价标准表

评价标准	站位
一类	4、5、8、9、13、14、16~24
二类	1、7
三类	2、3、6、10、12
四类	11、15

(3) 评价结果

评价结果显示，调查海域海水中 pH、总铬、汞、硫化物等均能满足相应水质标准的要求，COD 共 2 个样品超出相应水质标准要求（超标测站位于 WH8#-1 和 WH19#-1，超标率 6.3%，最大超标倍数 0.49 倍）；无机氮 1 个样品超出相应水质标准要求（超标测站位于 WH1#-1，超标率 3.1%，最大超标倍数 0.13 倍）；活性磷酸盐 2 个样品超出相应水质标准要求（超标测站位于 WH4#-1、WH5#-1，超标率 6.3%，最大超标倍数 1.13 倍）；石油类 1 个样品超出相应水质标准要求（超标测站位于 WH1#-1，超标率 9.1%，最大超标倍数 0.59 倍）。

表 6.2-8 2021 年 3 月（春季）海水水质评价结果

项目	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	挥发酚
站位			mg/L				μg/L								
WH1#-1	0.61	0.79	0.96	1.13	0.43	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
WH2#-1	0.51	0.96	0.54	0.75	0.83		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
WH2#-2	0.49	0.64	0.26	0.75	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
WH3#-1	0.57	0.65	0.27	0.63	0.97		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WH3#-2	0.52	0.82	0.23	0.58	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
WH4#-1	0.61	0.87	0.79	1.00	1.60		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
WH5#-1	0.68	0.77	0.82	0.45	2.13	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
WH6#-1	0.53	0.68	0.25	0.48	0.60		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WH6#-2	0.53	0.67	0.22	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
WH7#-1	0.66	0.67	0.33	0.63	0.53		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
WH8#-1	0.73	0.85	1.46	0.65	0.80	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH9#-1	0.79	0.91	0.22	0.30	0.87		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH10#-1	0.57	0.68	0.21	0.53	0.77	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WH10#-2	0.56	0.66	0.22	0.60	0.53		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WH11#-1	0.57	0.49	0.15	0.44	0.27	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WH12#-1	0.57	0.63	0.15	0.25	0.30		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
WH13#-1	0.77	0.93	0.25	0.25	0.87	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
WH14#-1	0.81	0.92	0.44	0.50	0.47		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH14#-2	0.79	0.93	0.26	0.65	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00
WH15#-1	0.60	0.41	0.14	0.26	0.20		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
WH16#-1	0.74	0.95	0.32	0.45	0.27	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00
WH17#-1	0.74	0.93	0.36	0.45	0.73		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH18#-1	0.77	0.88	0.27	0.30	0.27	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00
WH18#-2	0.80	0.90	0.26	0.30	0.27		0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00
WH19#-1	0.72	0.78	1.49	0.50	0.60		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH20#-1	0.75	0.90	0.32	0.50	0.53	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

WH21#-1	0.76	0.91	0.47	0.20	0.67		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH22#-1	0.76	0.88	0.33	0.20	0.33	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
WH22#-2	0.75	0.89	0.44	0.15	0.33		0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00
WH23#-1	0.75	0.91	0.50	0.40	0.53		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
WH24#-1	0.76	0.94	0.56	0.30	0.40	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
WH24#-2	0.76	0.90	0.28	0.35	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
最大值	0.81	0.00	1.49	1.13	2.13	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.0400	0.0000
最小值	0.49	0.96	0.14	0.15	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0012	0.0000
超标率	0.00 %	0.00%	6.25 %	3.13%	6.25%	9.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00 %	0.00%	0.00%
超标样品	0	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总样品	32	32	32	32	32	11	32	32	32	32	11	32	32	32	32
最大超标倍数	-	-	0.49	0.13	1.13	0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.2.2 2021 年 9 月（夏季）海水水质环境现状调查与评价

1、水质现状调查

（1）监测站位布设

国家海洋局北海海洋环境监测中心站于 2021 年 9 月在工程附近海域进行了环境质量现状调查，调查共布设 31 个监测站位，包含水质现状监测站位 31 个，生态 19 个（表 6.2-9、图 6.2-5）。

表 6.2-9 2021 年 9 月海洋环境质量现状调查站位和项目

站位	经度（E）	纬度（N）	监测项目
1	109°24'56.700"	21°23'19.880"	水质、生态、渔业资源、生物质量
2	109°26'32.570"	21°20'59.160"	水质
3	109°28'12.150"	21°18'49.220"	水质、生态、渔业资源、生物质量
4	109°30'01.900"	21°16'17.850"	水质
5	109°31'56.520"	21°13'45.700"	水质、生态、渔业资源、生物质量
6	109°36'24.500"	21°32'28.888"	水质、生态、渔业资源、生物质量
7	109°38'15.970"	21°29'50.436"	水质
8	109°40'27.000"	21°27'15.740"	水质
9	109°42'13.178"	21°24'51.370"	水质、生态、渔业资源、生物质量
10	109°35'48.000"	21°30'54.000"	水质
11	109°34'12.170"	21°30'09.800"	水质
12	109°35'56.150"	21°27'53.378"	水质、生态、渔业资源、生物质量
13	109°37'44.051"	21°25'31.738"	水质、生态、渔业资源、生物质量
14	109°39'40.600"	21°22'58.620"	水质
15	109°31'51.25"	21°27'42.29"	水质、生态、渔业资源、生物质量
16	109°32'54.140"	21°25'28.500"	水质、生态、渔业资源、生物质量
17	109°34'35.050"	21°23'16.980"	水质、生态、渔业资源、生物质量
18	109°36'29.760"	21°20'47.260"	水质、生态、渔业资源、生物质量
19	109°28'08.000"	21°25'30.000"	水质
20	109°29'47.500"	21°23'17.100"	水质、生态、渔业资源、生物质量
21	109°31'26.400"	21°21'05.060"	水质、生态、渔业资源、生物质量
22	109°33'18.400"	21°18'35.410"	水质、生态、渔业资源、生物质量
23	109°33'05.000"	21°23'21.345"	水质

24	109°33'16.270"	21°20'55.920"	水质
25	109°35'13.720"	21°15'56.566"	水质
26	109°38'22.000"	21°18'09.468"	水质、生态、渔业资源、生物质量
27	109°22'05.500"	21°21'25.850"	水质、生态、渔业资源、生物质量
28	109°23'40.500"	21°18'57.000"	水质、生态、渔业资源、生物质量
29	109°25'36.830"	21°16'45.948"	水质
30	109°27'21.900"	21°14'9.000"	水质、生态、渔业资源、生物质量
31	109°29'24.800"	21°11'30.160"	水质、生态、渔业资源、生物质量
C1	109° 28' 54.42"	21° 28' 12.85"	潮间带生物
C2	109° 28' 59.96"	21° 27' 56.06"	潮间带生物
C3	109° 29' 2.77"	21° 27' 48.89"	潮间带生物

(2) 监测项目

pH 值、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、总铬。

(3) 监测频率与方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的要求进行。

(4) 监测结果

调查海域监测结果见表 6.2-10、。

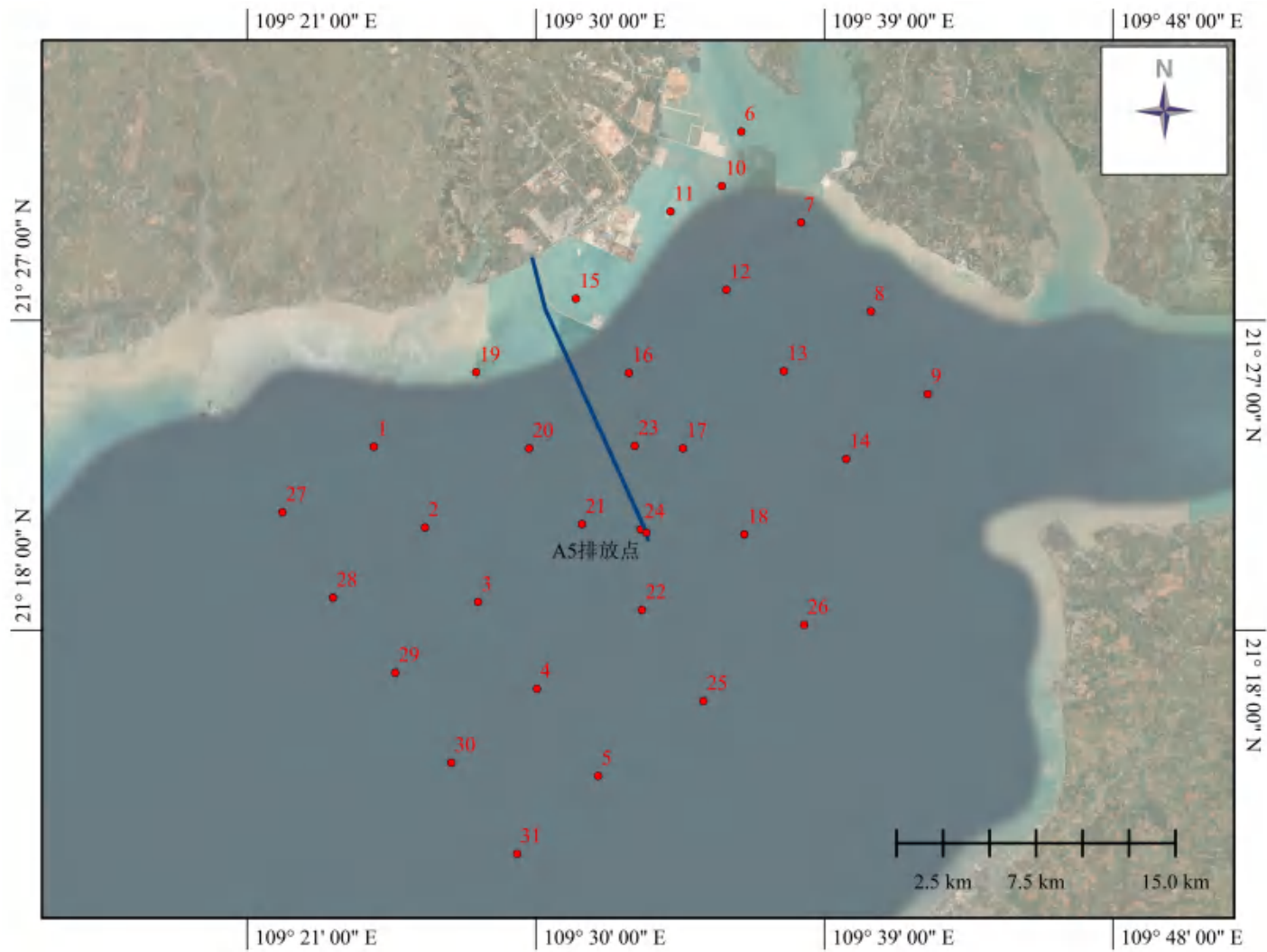


图 6.2-5 2021 年 9 月海洋环境质量现状调查站位图

表 6.2-10 2021 年 9 月（夏季）水质现状监测结果

监测站 位	采样层 次	采样深度	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	生化需氧量	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	无机磷	油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞
		m	℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
31	S	0.5	30.9	32.648	8.09	13.6	5.93	0.64	<1.0	0.0030	0.0061	0.0118	0.0026	8.3	<0.6	0.71	8.23	<0.09	0.60	0.032
	B	14.7	30.0	32.644	8.09	13.0	5.85	0.50	<1.0	0.0026	0.0048	0.0108	0.0025		<0.6	0.58	8.36	<0.09	0.42	0.049
30	S	0.5	31.2	32.721	8.08	11.7	5.98	0.32	<1.0	0.0026	0.0037	0.0097	0.0044	8.4	1.97	0.89	9.72	<0.09	0.73	0.041
	B	18.5	30.7	32.726	8.10	13.0	5.84	0.56	<1.0	0.0026	0.0030	0.0091	0.0047		<0.6	0.53	6.49	<0.09	0.68	0.044
29	S	0.5	31.0	32.386	8.09	17.1	6.11	0.62	1.48	0.0022	0.0025	0.0085	0.0031	9.4	1.00	0.36	20.0	<0.09	0.79	0.049
	B	13.5	30.6	32.401	8.11	14.9	6.05	0.30	1.42	0.0022	0.0024	0.0081	0.0036		1.08	0.38	6.14	<0.09	0.46	0.039
28	S	0.5	31.1	32.064	8.11	12.2	6.04	0.37	<1.0	0.0026	0.0068	0.0152	0.0033	28.6	<0.6	0.54	6.88	<0.09	0.69	0.037
	B	14.2	30.7	32.052	8.08	14.5	5.88	0.53	<1.0	0.0032	0.0045	0.0132	0.0026		<0.6	<0.3	5.82	<0.09	0.67	0.034
27	S	0.5	31.2	31.757	8.11	12.8	6.26	0.56	<1.0	0.0022	0.0062	0.0167	0.0011	27.3	3.39	1.99	10.4	<0.09	0.52	0.043
	B	13.8	30.6	31.704	8.12	16.1	6.05	0.68	<1.0	0.0028	0.0090	0.0190	0.0033		0.95	0.50	9.60	<0.09	0.63	0.035
1	S	0.5	31.3	31.318	8.12	14.8	6.46	0.82	<1.0	0.0021	0.0070	0.0173	0.0036	9.3	0.99	1.03	9.10	<0.09	<0.4	0.039
	B	10.7	30.6	31.394	8.12	17.7	5.98	0.64	<1.0	0.0028	0.0028	0.0114	0.0020		<0.6	0.42	5.07	<0.09	0.61	0.043
20*	S	0.5	31.6	30.957	8.13	15.7	7.09	0.82	1.24	0.0024	0.0028	0.0100	0.0014	<3.5	1.42	0.70	8.66	<0.09	0.58	0.038
5	S	0.5	31.1	32.613	8.09	15.3	5.87	0.64	<1.0	0.0028	0.0110	0.0164	0.0030	10.5	1.44	0.52	10.7	<0.09	0.57	0.042
	B	11.5	30.8	32.636	8.09	15.5	5.93	0.61	<1.0	0.0028	0.0141	0.0157	0.0050		1.32	0.80	62.0	<0.09	0.44	0.028
4	S	0.5	31.2	32.735	8.11	13.5	6.02	0.38	1.05	0.0033	0.0066	0.0132	0.0064	24.1	1.11	0.63	9.27	<0.09	0.49	0.029
	B	19.0	30.8	32.733	8.12	14.7	5.83	0.60	<1.0	0.0032	0.0180	0.0267	0.0050		<0.6	0.62	54.6	<0.09	0.45	0.045
3	S	0.5	31.2	32.440	8.11	15.3	6.00	0.51	<1.0	0.0030	0.0066	0.0114	0.0042	16.0	1.78	0.58	11.3	<0.09	0.66	0.049
	B	10.7	31.0	32.424	8.12	15.3	5.92	0.58	<1.0	0.0035	0.0058	0.0097	0.0044		4.72	0.52	20.0	<0.09	0.66	0.040
2	S	0.5	31.8	32.086	8.12	13.9	6.15	0.80	<1.0	0.0032	0.0039	0.0096	0.0020	<3.5	2.20	0.43	12.7	<0.09	0.45	0.036
	B	11.2	30.9	32.111	8.12	18.4	5.84	0.63	<1.0	0.0039	0.0054	0.0122	0.0044		2.01	0.45	12.1	<0.09	0.65	0.046
19*	S	0.5	31.4	30.579	8.14	14.2	6.76	1.14	<1.0	0.0034	0.0054	0.0145	0.0025	<3.5	1.50	1.16	13.3	0.11	0.60	0.028
16	S	0.5	31.6	30.702	8.17	14.1	7.10	1.22	1.06	0.0024	0.0029	0.0080	0.0022	<3.5	1.41	0.98	15.3	<0.09	0.61	0.031
	B	10.7	30.9	30.851	8.15	16.0	7.09	0.90	1.13	0.0031	0.0059	0.0119	0.0010		1.59	0.41	12.4	<0.09	0.79	0.028
12	S	0.5	32.0	30.755	8.11	22.9	6.33	1.07	<1.0	0.0035	0.0047	0.0103	0.0017	15.3	1.82	1.29	16.7	<0.09	0.49	0.032
	B	12.4	31.2	30.752	8.11	20.4	6.35	0.98	<1.0	0.0040	0.0070	0.0173	0.0036		1.50	0.44	9.34	<0.09	<0.4	0.040
15	S	0.5	31.7	29.660	8.09	15.1	7.13	1.71	1.70	0.0127	0.0701	0.0434	0.0011	18.4	1.52	0.54	24.8	<0.09	0.63	0.049
21	S	0.5	31.0	31.502	8.11	16.2	6.58	0.81	<1.0	0.0025	0.0056	0.0094	0.0022	<3.5	3.49	1.16	22.8	0.11	0.61	0.047
24*	S	0.5	31.3	31.810	8.11	14.6	6.57	0.72	1.14	0.0027	0.0033	0.0082	0.0028	<3.5	<0.6	0.77	17.7	<0.09	0.56	0.038
22	S	0.5	31.0	32.449	8.10	13.4	6.44	0.63	<1.0	0.0026	0.0018	0.0092	0.0047	<3.5	0.81	0.56	19.9	<0.09	<0.4	0.044
	B	17.0	30.6	32.488	8.10	13.0	5.88	1.02	<1.0	0.0026	0.0014	0.0089	0.0025		<0.6	0.54	13.2	<0.09	<0.4	0.046
25	S	0.5	31.3	32.537	8.10	15.1	6.01	0.81	<1.0	0.0026	0.0015	0.0128	0.0044	<3.5	<0.6	0.30	13.4	0.10	<0.4	0.044
	B	9.2	31.0	32.524	8.11	11.3	5.94	0.67	<1.0	0.0029	0.0042	0.0128	0.0033		<0.6	0.37	16.5	<0.09	0.42	0.048
26	S	0.5	30.8	32.062	8.10	8.9	5.99	0.52	<1.0	0.0030	0.0033	0.0160	0.0030	<3.5	<0.6	0.18	4.34	<0.09	0.57	0.043

18	S	0.5	31.6	32.339	8.10	9.4	5.98	0.48	<1.0	0.0029	0.0044	0.0186	0.0030	<3.5	3.27	2.45	16.5	<0.09	0.97	0.025
	B	16.0	30.9	32.382	8.10	18.7	5.84	0.42	<1.0	0.0033	0.0074	0.0132	0.0030		0.80	0.56	11.4	0.10	0.59	0.040
14	S	0.5	31.8	31.572	8.12	10.0	6.72	0.87	1.52	0.0026	0.0043	0.0085	0.0011	<3.5	<0.6	0.40	17.4	<0.09	0.61	0.037
	B	10.2	30.7	32.200	8.10	21.7	5.88	0.48	<1.0	0.0033	0.0015	0.0069	0.0038		<0.6	0.37	5.75	<0.09	<0.4	0.046
17	S	0.5	32.4	31.810	8.06	13.9	6.62	0.71	1.49	0.0029	0.0010	0.0159	0.0027	<3.5	<0.6	0.99	12.9	<0.09	0.53	0.049
	B	10.3	31.0	32.213	8.09	19.7	5.89	0.64	1.12	0.0036	0.0055	0.0136	0.0072		<0.6	0.42	10.0	<0.09	0.53	0.025
23	S	0.5	32.0	31.435	8.14	13.3	6.73	1.06	1.60	0.0027	0.0043	0.0108	0.0041	<3.5	1.40	0.72	6.56	<0.09	0.76	0.040
	B	10.3	30.9	31.584	8.14	15.9	6.56	1.16	1.09	0.0027	0.0027	0.0091	0.0064		<0.6	0.49	8.81	<0.09	0.71	0.037
13	S	0.5	31.2	30.713	8.01	17.6	5.87	0.89	<1.0	0.0038	0.0042	0.0128	0.0032	11.1	<0.6	1.66	7.04	<0.09	0.40	0.056
9	S	0.5	30.8	31.241	8.02	18.3	5.98	0.65	<1.0	0.0050	0.0074	0.0154	0.0030	5.5	<0.6	0.81	8.34	<0.09	0.55	0.052
8	S	0.5	31.4	30.432	8.02	13.5	6.11	1.12	<1.0	0.0035	0.0052	0.0145	0.0027	13.4	<0.6	1.12	9.25	0.11	0.51	0.048
7	S	0.5	30.6	28.554	7.93	19.1	5.88	1.46	<1.0	0.0163	0.0739	0.0563	0.0058	21.3	<0.6	0.64	29.9	0.40	0.42	0.046
11	S	0.5	30.9	29.148	7.89	14.9	6.00	1.25	<1.0	0.0187	0.107	0.0910	0.0122	5.1	<0.6	0.76	6.81	<0.09	0.58	0.057
10*	S	0.5	31.2	28.504	7.81	15.4	5.48	1.18	1.40	0.0236	0.140	0.100	0.0210	12.4	<0.6	0.36	5.86	0.20	0.55	0.045
6	S	0.5	31.9	28.442	7.79	13.1	5.37	1.17	<1.0	0.0243	0.140	0.106	0.0195	6.3	1.98	0.64	10.0	0.12	0.83	0.060
	B	16.0	30.9	28.824	7.79	17.1	5.37	1.40	<1.0	0.0221	0.125	0.0908	0.0204		<0.6	0.39	57.6	<0.09	0.75	0.050
最小值			19	32.4	32.735	8.17	22.9	7.13	1.71	1.7	0.0243	0.14	0.106	0.021	28.6	4.72	2.45	62	0.4	0.97
最大值			0.5	30	28.442	7.79	8.9	5.37	0.3	1.05	0.0021	0.001	0.0069	0.001	5.1	0.8	0.18	4.34	0.1	0.4

表 6.2-11 2021 年 9 月（夏季）水质现状监测结果

监测站位	采样层次	AOX*	砷	硫化物	挥发性酚	镍*	硒*
		μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L
31	S	818	0.54	0.33	<0.0011	0.97	6.6
	B	525	0.55	0.51	<0.0011	0.63	4.0
30	S	766	0.62	0.42	<0.0011	0.71	4.0
	B	770	0.68	0.29	<0.0011	0.64	3.3
29	S	391	0.67	0.34	<0.0011	0.61	4.3
	B	770	0.63	0.43	<0.0011	0.70	3.8
28	S	546	0.69	0.25	<0.0011	0.73	2.7
	B	329	0.66	0.29	<0.0011	0.65	2.5
27	S	383	0.67	0.22	<0.0011	0.84	2.8
	B	256	0.66	0.29	<0.0011	0.87	2.4
1	S	783	0.61	0.35	<0.0011	0.79	2.5
	B	475	0.64	0.27	<0.0011	0.65	1.7
20*	S	520	0.65	0.27	<0.0011	0.72	1.9
5	S	381	0.69	0.27	<0.0011	0.74	2.0
	B	354	0.65	0.25	<0.0011	0.84	3.1
4	S	274	0.74	0.24	<0.0011	0.80	2.3
	B	289	0.71	0.22	<0.0011	0.93	1.2
3	S	770	0.72	0.22	<0.0011	0.81	1.0
	B	765	0.75	0.20	<0.0011	0.96	1.7
2	S	768	0.73	0.22	<0.0011	0.68	1.3
	B	547	0.77	0.24	<0.0011	0.67	2.0
19*	S	752	0.77	0.28	<0.0011	0.71	2.0
16	S	520	0.71	0.40	<0.0011	0.67	1.4
	B	766	0.70	0.51	<0.0011	1.13	2.5
12	S	519	0.73	0.27	<0.0011	1.28	2.2
	B	336	0.79	0.27	<0.0011	1.18	1.3
15	S	250	0.90	0.34	<0.0011	1.37	2.2
21	S	399	0.74	0.40	<0.0011	1.20	2.6
24*	S	470	0.78	0.32	<0.0011	1.04	1.2
22	S	383	0.74	0.25	<0.0011	0.94	1.3
	B	534	0.75	0.27	<0.0011	0.96	0.9
25	S	414	0.72	0.42	<0.0011	1.02	1.0
	B	519	0.72	0.36	<0.0011	1.02	0.3
26	S	754	0.81	0.25	<0.0011	0.90	2.1
18	S	766	0.81	0.22	<0.0011	0.92	2.0
	B	373	0.77	0.29	<0.0011	1.24	1.2

14	S	549	0.77	0.22	<0.0011	1.24	1.5
	B	296	0.78	0.34	<0.0011	1.13	0.9
17	S	334	0.82	0.36	<0.0011	1.07	1.2
	B	816	0.82	0.40	<0.0011	1.15	2.9
23	S	787	0.81	0.29	<0.0011	1.38	1.4
	B	545	0.72	0.26	<0.0011	1.02	0.2
13	S	329	0.81	0.24	<0.0011	1.07	1.2
9	S	813	0.86	0.27	<0.0011	1.19	1.9
8	S	781	0.86	0.34	<0.0011	1.27	0.3
7	S	257	0.86	0.36	<0.0011	1.51	1.3
11	S	337	0.90	0.29	<0.0011	1.58	1.3
10*	S	814	0.98	0.23	<0.0011	1.61	1.3
6	S	520	1.00	0.25	<0.0011	1.97	2.2
最小值		818	1	0.51	-	1.97	6.6
最大值		250	0.54	0.2	-	0.61	0.2

2、水质现状评价

(1) 评价因子

pH 值、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、总铬。

(2) 评价方法

同 2021 年 3 月。

(3) 评价标准

水质评价标准采用《海水水质标准》(GB3097-1997)，各调查站位所执行的海水水质保护目标则依据《广西近岸海域环境功能区划调整方案图》、《广西壮族自治区海洋环境功能区划》、《广西海洋生态红线控制图》有关文件的规定。本监测海域中 2~5、8、9、13、14、16~18、20~31 号站及其附近水域执行第一类海水水质保护目标；1、7、19 号站及其附近水域执行第二类海水水质保护目标；6、10、12 号站及其附近水域执行第三类海水水质保护目标；11、15 号站及其附近水域执行第四类海水水质保护目标。见图 6.2-6~图 6.2-8 和表 6.2-12~表 6.2-15。

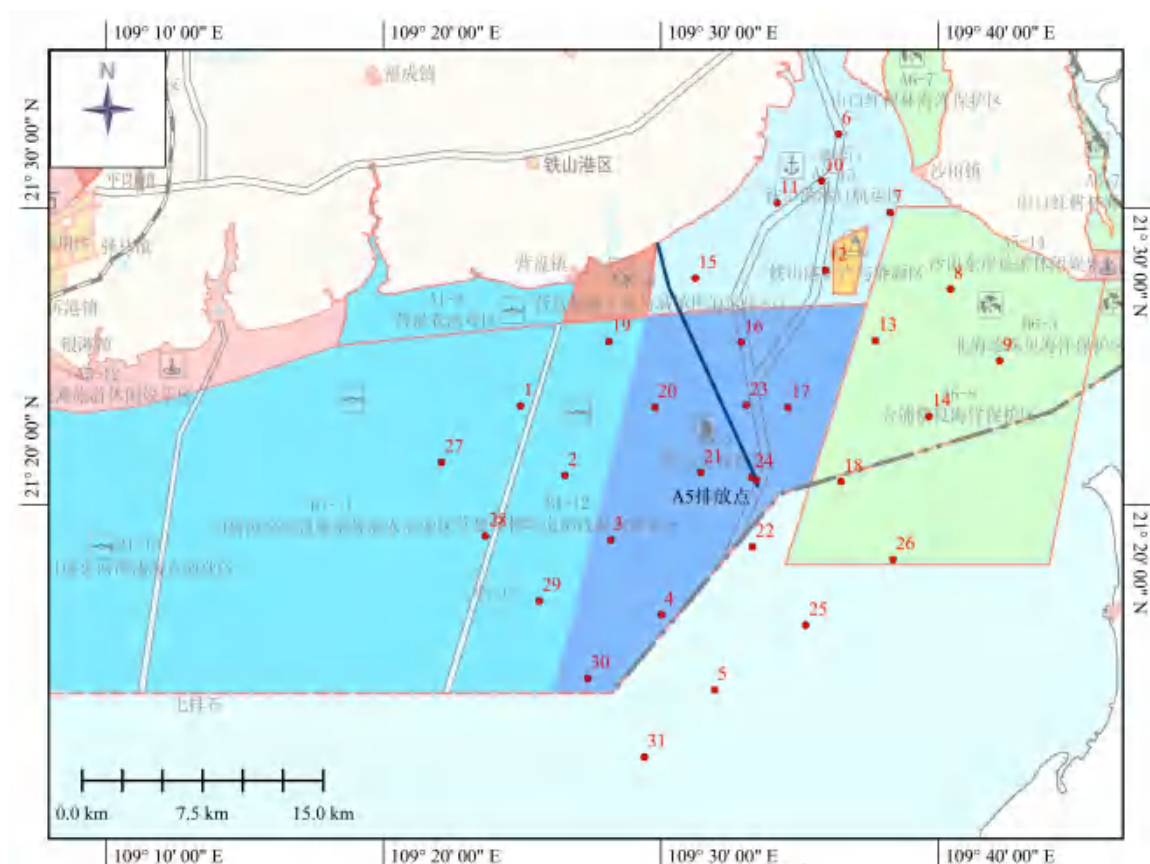


图 6.2-6 2021 年 9 月现状监测站位与广西海洋功能区划叠图

表 6.2-12 2021 年 9 月（夏季）按海洋功能区划 评价标准表

评价标准	站位
一类	3~5、8、9、13、14、20~26、30、31
二类	1、2、19、27~29
四类	6、7、10~12、15

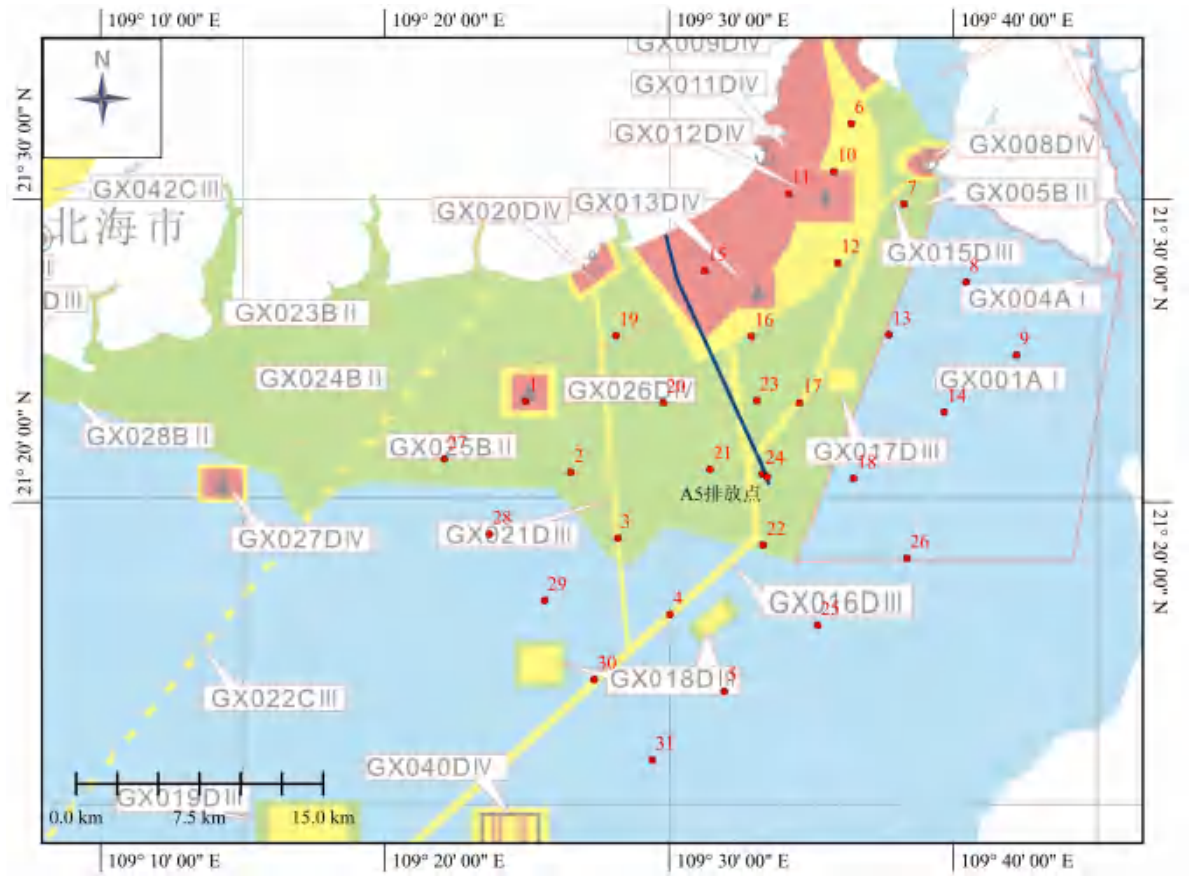


图 6.2-7 2021 年 9 月现状监测站位与广西壮族自治区海洋功能区划叠图

表 6.2-13 接近岸海域 评价标准表

评价标准	站位
一类	8、9、13、14、18
二类	2、5、7、16、19~27、30、31
三类	3、4、6、10、12、17
四类	1、11、15

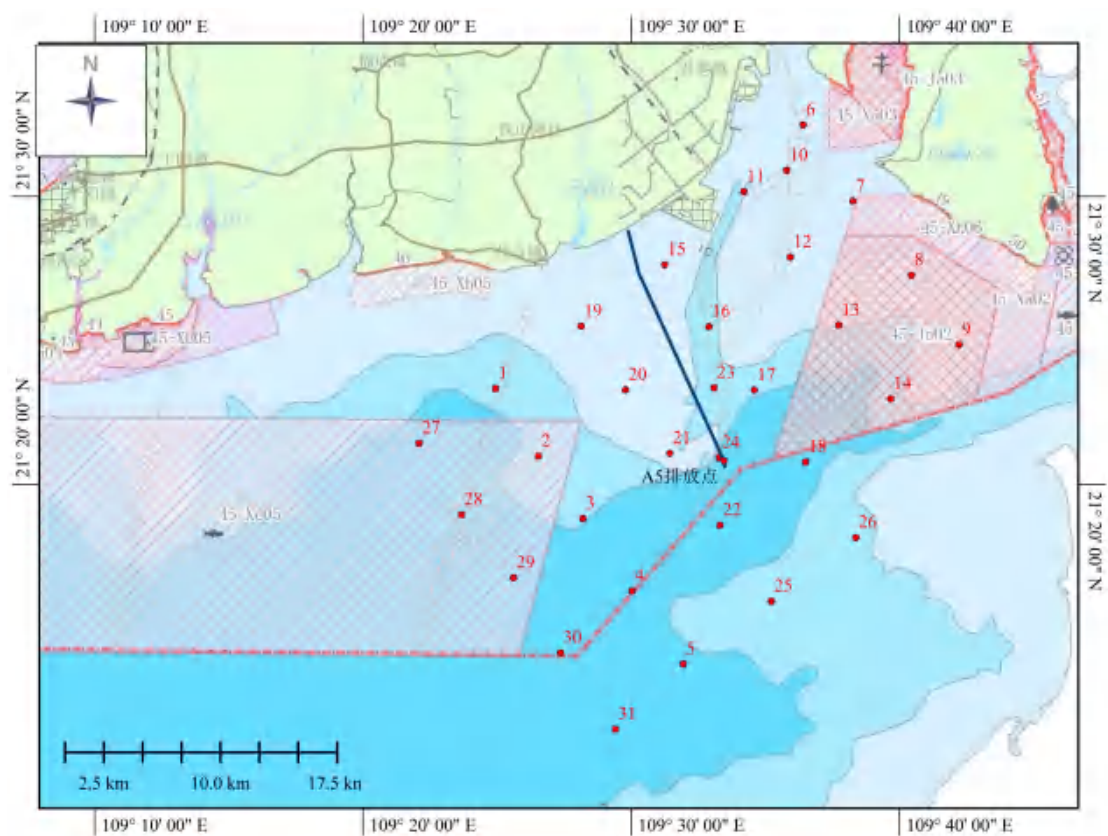


图 6.2-8 2021 年 9 月现状监测站位与广西海洋生态红线叠图

表 6.2-14 涉及生态红线的站位（按一类标准评价）

评价标准	站位
一类	2、8、9、13、14、27~29

将以上三个表格中每个站位对应的标准取严，得到最终的评价标准：

表 6.2-15 评价标准表

评价标准	站位
一类	2~5、8、9、13、14、16~18、20~31
二类	1、7、19
三类	6、10、12
四类	11、15

（4）评价结果

评价结果显示，调查海域海水中化学需氧量、无机氮、溶解氧、活性磷酸盐、铜、铅、镉、砷、铬均能满足相应水质标准要求。

溶解氧 17 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#2、#3、#5、#13、#18、#22、#25、#27、#28、#30、#31，超标率 34%，最大超标倍数 0.03；BOD₅12 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#4、#5、#12、#14、#22、#13、#16、#17、#23、

#28、#29，超标率 24%，最大超标倍数 0.6；铅 5 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#7、#9、#14、#18、#27，超标率 10.2%，最大超标倍数 1.45 倍；锌 3 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#3、#4、#24，超标率 6%，最大超标倍数 2.1 倍；汞 2 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#8、#9，超标率 4%，最大超标倍数 0.12 倍。详见表 6.2-16。

表 6.2-16 夏季水质现状评价结果

站位	pH	DO	化学需氧量	无机氮	生化需氧量	活性磷酸盐	油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	挥发性酚
31s	0.73	1.01	0.32	0.1	0.17	0.17	0	0.71	0.41	0	0.01	0.64	0.03	0.02	0	0.73
31b	0.73	1.03	0.32	0.1	0	0.17	0.05	0	0.71	0.41	0	0.01	0.64	0.03	0.02	0
30s	0.73	1.00	0.25	0.09	0	0.17	0	0	0.58	0.42	0	0.01	0.98	0.03	0.03	0
30b	0.72	1.03	0.16	0.08	0	0.29	0.04	0.39	0.89	0.49	0	0.01	0.82	0.03	0.02	0
29s	0.73	0.98	0.28	0.07	0	0.31	0	0	0.53	0.32	0	0.01	0.88	0.03	0.01	0
29b	0.73	0.99	0.31	0.07	1.48	0.21	0	0.2	0.36	1	0	0.02	0.98	0.03	0.02	0
28s	0.74	0.99	0.15	0.06	1.42	0.24	0	0.22	0.38	0.31	0	0.01	0.78	0.03	0.02	0
28b	0.74	1.02	0.19	0.12	0	0.22	0	0	0.54	0.34	0	0.01	0.74	0.03	0.01	0
27s	0.72	0.96	0.27	0.1	0	0.17	0	0	0	0.29	0	0.01	0.68	0.03	0.01	0
27b	0.74	0.99	0.28	0.13	0	0.07	0	0.68	1.99	0.52	0	0.01	0.86	0.03	0.01	0
1s	0.75	0.77	0.34	0.15	0	0.22	0	0.19	0.5	0.48	0	0.01	0.7	0.03	0.01	0
1b	0.75	0.84	0.27	0.09	0	0.12	0	0.1	0.21	0.18	0	0	0.2	0.02	0.01	0
20*s	0.75	0.85	0.21	0.06	0	0.07	0	0	0.08	0.1	0	0.01	0.22	0.02	0.01	0
5s	0.75	1.02	0.41	0.08	1.24	0.09	0	0.28	0.7	0.43	0	0.01	0.76	0.03	0.01	0
5b	0.73	1.01	0.32	0.15	0	0.2	0	0.29	0.52	0.54	0	0.01	0.84	0.03	0.01	0
4s	0.73	1.00	0.31	0.16	0	0.33	0	0.26	0.8	3.1	0	0.01	0.56	0.03	0.01	0
4b	0.74	1.03	0.19	0.12	1.05	0.43	0	0.22	0.63	0.46	0	0.01	0.58	0.04	0.01	0
3s	0.75	1.00	0.3	0.24	0	0.33	0	0	0.62	2.73	0	0.01	0.9	0.04	0.01	0
3b	0.74	1.01	0.26	0.11	0	0.28	0	0.36	0.58	0.57	0	0.01	0.98	0.04	0.01	0
2s	0.75	0.98	0.29	0.1	0	0.29	0.22	0.94	0.52	1	0	0.01	0.8	0.04	0.01	0
2b	0.75	1.03	0.4	0.08	0	0.13	0.11	0.44	0.43	0.64	0	0.01	0.72	0.04	0.01	0
19*s	0.75	0.89	0.32	0.11	0	0.29	0.27	0.4	0.45	0.61	0	0.01	0.92	0.04	0.01	0
16s	0.76	0.85	0.38	0.08	0	0.08	0.43	0.15	0.23	0.27	0.02	0.01	0.14	0.03	0.01	0
16b	0.78	0.85	0.61	0.07	1.06	0.15	0.01	0.28	0.98	0.77	0	0.01	0.62	0.04	0.02	0
12s	0.77	0.95	0.45	0.1	1.13	0.07	0.04	0.32	0.41	0.62	0	0.02	0.56	0.04	0.03	0
12b	0.62	0.63	0.27	0.05	0	0.06	0.02	0.04	0.13	0.17	0	0	0.16	0.01	0	0
15s	0.62	0.42	0.25	0.07	0	0.12	0	0.03	0.04	0.09	0	0	0.2	0.02	0	0
21s	0.61	0.91	0.34	0.25	0.34	0.02	0.05	0.03	0.01	0.05	0	0	0.1	0.02	0	0
24*s	0.74	0.91	0.41	0.09	0	0.15	0	0.7	1.16	1.14	0.11	0.01	0.94	0.04	0.02	0
22s	0.74	0.93	0.36	0.07	1.14	0.19	0.04	0	0.77	0.89	0	0.01	0.76	0.04	0.02	0
22b	0.73	1.02	0.32	0.07	0	0.31	0	0.16	0.56	1	0	0	0.88	0.04	0.01	0
25s	0.73	1.00	0.51	0.06	0	0.17	0	0	0.54	0.66	0	0	0.92	0.04	0.01	0
25b	0.73	1.01	0.41	0.08	0	0.29	0	0	0.3	0.67	0.1	0	0.88	0.04	0.02	0
26s	0.74	1.00	0.34	0.1	0	0.22	0	0	0.37	0.83	0	0.01	0.96	0.04	0.02	0
18s	0.73	1.00	0.26	0.11	0	0.2	0	0	0.18	0.22	0	0.01	0.86	0.04	0.01	0
18b	0.73	1.03	0.24	0.13	0	0.2	0	0.65	2.45	0.83	0	0.02	0.5	0.04	0.01	0
14s	0.73	0.89	0.21	0.12	0	0.2	0	0.16	0.56	0.57	0.1	0.01	0.8	0.04	0.01	0
14b	0.75	0.85	0.44	0.08	1.52	0.07	0	0	0.4	0.87	0	0.01	0.74	0.04	0.01	0

17s	0.73	0.91	0.24	0.06	0	0.25	0	0	0.37	0.29	0	0	0.92	0.04	0.02	0
17b	0.71	1.02	0.36	0.1	1.49	0.18	0	0	0.99	0.65	0	0.01	0.98	0.04	0.02	0
23s	0.73	0.89	0.32	0.11	1.12	0.48	0	0	0.42	0.5	0	0.01	0.5	0.04	0.02	0
23b	0.76	0.91	0.53	0.09	1.6	0.27	0	0.28	0.72	0.33	0	0.02	0.8	0.04	0.01	0
13s	0.76	1.02	0.58	0.07	1.09	0.43	0	0	0.49	0.44	0	0.01	0.74	0.04	0.01	0
9s	0.67	0.84	0.45	0.1	0	0.21	0	0	1.66	0.35	0	0.01	1.12	0.04	0.01	0
8s	0.68	0.98	0.33	0.14	0	0.2	0	0	0.81	0.42	0	0.01	1.04	0.04	0.01	0
7s	0.68	0.85	0.56	0.12	0	0.18	0.22	0	1.12	0.46	0.11	0.01	0.96	0.04	0.02	0
11s	0.62	0.50	0.49	0.49	0	0.19	0.11	0	0.13	0.6	0.08	0	0.23	0.03	0.01	0
10*s	0.49	0.73	0.25	0.43	0	0.27	0.27	0	0.02	0.01	0	0	0.11	0.02	0	0
6s	0.45	0.74	0.3	0.66	0.35	0.7	0.43	0	0.04	0.06	0.02	0	0.23	0.02	0	0
6b	0.44	0.74	0.29	0.68	0	0.65	0.01	0.04	0.06	0.1	0.01	0	0.3	0.02	0	0
最大值		0.42	0.61	0.68	1.6	0.7	0.57	0.94	2.45	3.1	0.11	0.02	1.12	0.04	0.0255	0
最小值		1.03	0.15	0.05	0.34	0.02	0	0	0	0.01	0	0	0.1	0.01	0.0012	0
超标率		34.00%	0.00%	0.00%	24%	0.00%	0.00%	0.00%	10%	6.00%	0.00%	0.00%	4.00%	0.00%	0.00%	0.00%
超标样品		17	0	0	12	0	0	0	5	3	0	0	2	0	0	0
总样品		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
最大超标倍数		0.03	-	-	0.6	-	-	-	1.45	2.1	-	-	0.12	-	-	-

6.2.3 2021 年 11 月（秋季）海水水质环境现状调查与评价

1、水质现状调查

（1）监测站位布设

同 2021 年夏季。

（2）监测项目

同 2021 年夏季。

（3）监测频率与方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的要求进行。

（4）监测结果

调查海域监测结果见表 6.2-17。

表 6.2-17 秋季水质现状监测结果

监测站位	采样 层次	采样深度	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需氧 量	生化需氧 量	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	无机磷	油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	挥发性酚	镍*	硒*	AOX*
		m	℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L
31	S	0.5	23.6	32.122	8.27	11.0	6.92	2.37	<1.0	0.0023	0.0034	0.0122	0.0018	<3.5	<0.6	1.25	8.7	<0.09	<0.4	0.047	0.78	<0.2	<0.0011	1.23	1.8	<29
	B	14.2	23.3	32.136	8.29	10.8	6.90	2.32	<1.0	0.0021	0.0057	0.0143	0.0026		<0.6	<0.3	8.1	<0.09	<0.4	0.046	0.80	<0.2	<0.0011	1.41	1.3	<29
30	S	0.5	23.8	32.336	8.31	10.3	7.24	1.96	<1.0	0.0022	0.0073	0.0156	0.0021	35.5	<0.6	0.56	10.3	<0.09	0.46	0.034	0.81	<0.2	<0.0011	1.11	1.1	<29
	B	17.5	23.3	32.307	8.33	10.3	7.08	1.97	<1.0	0.0021	0.0089	0.0169	0.0018		<0.6	1.54	12.4	<0.09	<0.4	0.040	0.76	<0.2	<0.0011	1.32	1.4	<29
29	S	0.5	23.6	32.176	8.28	10.8	6.94	2.29	<1.0	0.0016	0.0046	0.0124	0.0046	6.1	<0.6	0.72	11.4	0.13	0.40	0.043	0.88	<0.2	<0.0011	1.33	1.1	36
	B	12.5	23.2	32.126	8.29	9.6	6.99	2.38	<1.0	0.0022	0.0036	0.0114	0.0015		<0.6	0.52	4.94	<0.09	<0.4	0.024	0.82	<0.2	<0.0011	1.21	0.5	32
28	S	0.5	23.4	32.090	8.28	8.0	7.09	0.93	<1.0	0.0019	0.0043	0.0099	0.0035	4.6	<0.6	<0.3	10.2	0.17	0.46	0.030	0.75	<0.2	<0.0011	1.77	1.2	46
	B	14.0	23.1	32.100	8.28	8.1	6.97	0.91	<1.0	0.0021	0.0028	0.0091	0.0038		<0.6	1.30	14.1	<0.09	<0.4	0.037	0.80	<0.2	<0.0011	2.07	0.8	38
27	S	0.5	23.1	31.989	8.27	8.7	7.13	0.61	<1.0	0.0022	0.0090	0.0116	0.0024	4.5	<0.6	2.39	20.5	<0.09	<0.4	0.027	0.76	<0.2	<0.0011	2.72	1.6	33
	B	13.5	21.8	31.924	8.28	8.6	6.95	0.64	<1.0	0.0019	0.0060	0.0104	0.0066		<0.6	1.52	13.3	<0.09	<0.4	0.022	0.84	<0.2	<0.0011	1.80	2.1	100
1	S	0.5	23.6	32.051	8.28	9.4	7.13	0.59	<1.0	0.0014	0.0030	0.0113	0.0049	7.1	<0.6	1.28	14.5	0.15	1.13	0.028	0.79	<0.2	<0.0011	2.38	1.2	71
	B	11.0	23.3	32.020	8.28	7.1	6.93	0.66	<1.0	0.0016	0.0042	0.0117	0.0029		<0.6	0.88	7.86	<0.09	<0.4	0.024	0.88	<0.2	<0.0011	1.53	2.2	67
20	S	0.5	22.2	31.418	8.28	8.1	7.12	0.60	1.06	0.0025	0.0101	0.0118	0.0026	4.2	<0.6	1.08	21.1	<0.09	<0.4	0.035	0.81	<0.2	<0.0011	1.68	1.5	34
5	S	0.5	23.1	31.908	8.28	11.0	6.55	2.29	<1.0	0.0014	0.0026	0.0110	0.0026	4.4	<0.6	0.88	19.8	0.11	<0.4	0.033	0.80	<0.2	<0.0011	1.37	0.9	<29
	B	11.0	22.7	31.869	8.27	10.8	6.98	2.33	<1.0	0.0015	0.0045	0.0138	0.0026		<0.6	<0.3	42.4	<0.09	<0.4	0.039	0.80	<0.2	<0.0011	1.40	1.3	33
4	S	0.5	23.6	32.195	8.28	11.1	6.92	1.96	<1.0	0.0018	0.0051	0.0124	0.0025	<3.5	<0.6	1.38	16.9	<0.09	<0.4	0.044	0.74	<0.2	<0.0011	1.23	1.0	63
	B	19.1	23.3	32.219	8.30	9.3	6.91	1.92	<1.0	0.0022	0.0051	0.0112	0.0038		<0.6	1.24	8.85	<0.09	<0.4	0.024	0.83	<0.2	<0.0011	1.39	0.9	30
3	S	0.5	23.3	31.922	8.28	18.8	6.96	2.11	<1.0	0.0019	0.0053	0.0142	0.0038	4.7	<0.6	0.54	6.5	<0.09	0.48	0.047	0.96	<0.2	<0.0011	1.65	0.8	61
	B	10.1	23.0	31.939	8.28	18.0	6.90	2.02	<1.0	0.0023	0.0052	0.0147	0.0026		<0.6	<0.3	12.1	<0.09	<0.4	0.037	0.93	<0.2	<0.0011	1.34	0.9	<29
2	S	0.5	23.6	32.224	8.29	9.1	6.89	0.78	<1.0	0.0017	0.0023	0.0089	0.0032	<3.5	<0.6	1.13	47.2	<0.09	<0.4	0.027	0.81	<0.2	<0.0011	1.57	1.7	140
	B	13.7	23.3	32.207	8.29	8.8	6.85	0.61	<1.0	0.0017	0.0040	0.0121	0.0057		<0.6	0.90	9.87	<0.09	<0.4	0.032	0.79	<0.2	<0.0011	1.46	1.0	50
19*	S	0.5	22.4	31.302	8.28	9.2	7.61	0.50	1.29	0.0019	0.0048	0.0104	0.0018	<3.5	<0.6	0.89	8.28	0.26	<0.4	0.035	0.76	<0.2	<0.0011	2.05	1.4	30
16	S	0.5	23.4	31.172	8.28	19.4	6.74	1.16	1.18	0.0040	0.0135	0.0176	0.0066	7.9	<0.6	0.66	11.4	0.09	0.41	0.030	0.81	<0.2	<0.0011	1.93	1.0	<29
	B	9.9	23.0	31.344	8.28	19.4	6.92	0.86	<1.0	0.0029	0.0119	0.0188	0.0046		<0.6	<0.3	8.81	<0.09	<0.4	0.049	0.86	<0.2	<0.0011	1.45	1.1	34
12	S	0.5	22.5	30.296	8.13	13.8	7.08	0.96	<1.0	0.0106	0.0818	0.0507	0.0169	5.9	<0.6	0.41	14.2	<0.09	<0.4	0.037	1.14	<0.2	<0.0011	1.42	1.5	<29
	B	10.1	22.1	30.279	8.12	14.3	6.86	0.92	<1.0	0.0111	0.0858	0.0541	0.0192		<0.6	<0.3	22.1	<0.09	<0.4	0.030	1.22	<0.2	<0.0011	1.82	1.3	<29
15	S	0.5	22.8	30.842	8.19	19.3	7.12	1.04	1.34	0.0071	0.0480	0.0255	0.0116	<3.5	<0.6	<0.3	12.1	0.10	0.41	0.022	0.95	<0.2	<0.0011	1.43	1.4	<29
21*	S	0.5	22.8	31.536	8.28	17.8	7.28	0.68	<1.0	0.0022	0.0093	0.0168	0.0029	<3.5	<0.6	0.46	8.51	<0.09	<0.4	0.040	0.89	<0.2	<0.0011	1.32	1.2	<29
24	S	0.5	23.6	32.054	8.26	11.6	7.17	0.50	<1.0	0.0024	0.0036	0.0111	0.0030	6.2	<0.6	0.66	64.3	0.10	<0.4	0.039	0.87	<0.2	<0.0011	1.31	1.7	<29
	B	18.0	23.1	32.100	8.29	10.0	7.17	0.63	<1.0	0.0019	0.0008	0.0083	0.0021		<0.6	0.42	4.1	<0.09	<0.4	0.048	0.88	<0.2	<0.0011	1.74	0.3	<29
22	S	0.5	23.6	32.161	8.28	10.7	7.89	0.47	<1.0	0.0023	0.0049	0.0137	0.0024	<3.5	<0.6	<0.3	15.7	<0.09	0.40	0.026	0.86	<0.2	<0.0011	1.23	0.5	<29
	B	16.5	23.1	32.148	8.29	9.6	7.11	0.60	<1.0	0.0022	0.0018	0.0112	0.0018		<0.6	<0.3	4.29	<0.09	<0.4	0.026	0.84	<0.2	<0.0011	1.36	1.2	<29
25*	S	0.5	23.0	31.810	8.25	9.4	7.08	0.70	1.24	0.0022	0.0067	0.0155	0.0040	5.3	<0.6	<0.3	6.68	<0.09	<0.4	0.036	1.00	<0.2	<0.0011	1.29	0.9	<29
26	S	0.5	22.9	31.342	8.26	7.9	7.18	0.86	1.86	0.0025	0.0039	0.0132	0.0035	7.7	<0.6	0.64	4.2	<0.09	0.48	0.028	0.98	<0.2	<0.0011	1.18	1.1	29
18	S	0.5	23.6	31.950	8.28	10.8	7.20	0.90	1.13	0.0025	0.0016	0.0123	0.0054	11.2	1.54	<0.3	5.4	<0.09	0.41	0.041	0.98	<0.2	<0.0011	1.29	1.0	<29

	B	13.9	23.2	31.950	8.28	11.0	7.08	0.74	<1.0	0.0024	0.0035	0.0121	0.0024		<0.6	<0.3	6.13	<0.09	<0.4	0.033	0.97	<0.2	<0.0011	1.29	1.0	<29
14	S	0.5	23.2	31.052	8.27	18.4	7.55	1.02	1.98	0.0021	0.0047	0.0142	0.0060	10.2	<0.6	<0.3	3.37	0.10	<0.4	0.036	0.86	<0.2	<0.0011	1.27	0.8	<29
17	S	0.5	23.6	31.484	8.27	19.1	7.43	0.87	1.70	0.0029	0.0051	0.0137	0.0046	12.6	<0.6	<0.3	6.99	<0.09	<0.4	0.049	1.05	<0.2	<0.0011	1.60	0.7	<29
23	S	0.5	23.7	31.631	8.28	9.3	7.30	0.43	1.36	0.0016	0.0032	0.0124	0.0057	16.1	<0.6	0.80	9.06	0.31	<0.4	0.036	0.94	<0.2	<0.0011	1.40	1.4	46
	B	9.0	23.4	31.792	8.28	10.3	6.98	0.52	1.01	0.0023	0.0044	0.0138	0.0043		<0.6	<0.3	6.2	<0.09	<0.4	0.025	0.90	<0.2	<0.0011	1.35	0.8	<29
13	S	0.5	22.9	31.379	8.22	7.8	7.34	0.28	1.05	0.0026	0.0105	0.0151	0.0052	<3.5	<0.6	<0.3	7.26	0.12	<0.4	0.048	0.84	<0.2	<0.0011	1.20	1.1	<29
9	S	0.5	22.4	30.298	8.20	8.3	7.86	0.56	1.25	0.0035	0.0090	0.0126	0.0084	9.2	<0.6	<0.3	5.46	0.11	<0.4	0.042	0.86	<0.2	<0.0011	1.37	1.0	<29
8	S	0.5	22.8	30.968	8.23	16.8	7.55	0.47	1.07	0.0026	0.0039	0.0109	0.0054	3.5	<0.6	<0.3	24.1	<0.09	<0.4	0.046	0.96	<0.2	<0.0011	1.91	1.0	<29
7	S	0.5	22.9	29.379	8.07	10.3	7.88	1.06	<1.0	0.0270	0.1330	0.0621	0.0234	15.5	<0.6	<0.3	4.5	<0.09	<0.4	0.049	0.98	<0.2	<0.0011	2.26	1.4	<29
11*	S	0.5	22.6	30.084	8.07	8.4	7.21	0.78	1.21	0.0139	0.110	0.0613	0.0242	5.2	<0.6	<0.3	7.72	0.20	<0.4	0.034	0.90	<0.2	<0.0011	1.66	1.4	<29
10	S	0.5	22.9	29.811	8.05	8.8	7.14	1.40	1.11	0.0160	0.116	0.0661	0.0290	13.5	<0.6	<0.3	6.04	0.10	<0.4	0.041	0.96	<0.2	<0.0011	1.71	0.7	43
6	S	0.5	23.0	29.553	8.01	7.1	6.60	1.42	1.11	0.0166	0.131	0.0697	0.0340	7.3	<0.6	<0.3	5.77	0.22	<0.4	0.048	0.93	<0.2	<0.0011	1.83	2.2	<29
	B	14.1	22.4	29.722	8.02	12.4	6.89	1.47	1.02	0.0160	0.124	0.0585	0.0304		<0.6	<0.3	5.96	0.14	<0.4	0.052	1.27	<0.2	<0.0011	2.69	1.3	<29
最大值		19.1	23.8	32.3	8.3	19.4	7.9	2.4	2.0	0.0	0.1	0.1	0.0	35.5	1.5	2.4	64.3	0.3	1.1	0.1	1.3	-	-		2.7	2.2
最小值		0.5	21.8	29.4	8.0	7.1	6.6	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.5	0.4	3.4	0.1	0.4	0.0	0.7	-	-		1.1	0.3

2、水质现状评价

(1) 评价因子

pH 值、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、总铬、硫化物、挥发性酚。

(2) 评价方法

同 2021 年夏季。

(3) 评价标准

同 2021 年夏季。

(4) 评价结果

评价结果显示，调查海域海水中 pH、无机氮、溶解氧、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、砷、铬均能满足相应水质标准要求。

COD 共个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#1、#20、#27、#28，超标率 9.52%，最大超标倍数 0.19 倍；铅 9 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#1、#5、#7、#10、#11、#27、#28、#30、#31、，超标率 23.81%，最大超标倍数 1.39 倍；锌 6 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#5、#14、#16、#27、#28、#30，超标率 11.9%，最大超标倍数 2.22 倍。评价结果见表 6.2-18。

表 6.2-18 秋季水质现状评价单因子污染指数统计结果

站位	层次	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	挥发性酚
31	S	0.85	0.87	0.47	0.08	0.23	0.00	0.00	0.00	0.51	0.17	0.01	0.60	0.04	0.00	0.00
31	B	0.85	0.87	0.46	0.07	0.25		0.00	1.30	0.71	0.00	0.00	0.74	0.04	0.00	0.00
30	S	0.85	0.83	0.31	0.11	0.16	0.71	0.00	2.39	1.03	0.00	0.00	0.54	0.04	0.00	0.00
30	B	0.85	0.85	0.32	0.09	0.44		0.00	1.52	0.67	0.00	0.00	0.44	0.04	0.00	0.00
29	S	0.85	0.86	0.20	0.05	0.16	0.12	0.00	0.26	0.29	0.03	0.01	0.14	0.03	0.00	0.00
29	B	0.85	0.86	0.22	0.06	0.10		0.00	0.18	0.16	0.00	0.00	0.12	0.03	0.00	0.00
28	S	0.85	0.85	0.30	0.12	0.17	0.09	0.00	1.08	1.06	0.00	0.00	0.70	0.04	0.00	0.00
28	B	0.85	0.86	1.15	0.08	0.17		0.00	0.88	0.99	0.11	0.00	0.66	0.04	0.00	0.00
27	S	0.85	0.84	1.17	0.10	0.17	0.09	0.00	0.00	2.12	0.00	0.00	0.78	0.04	0.00	0.00
27	B	0.85	0.86	0.98	0.10	0.17		0.00	1.38	0.85	0.00	0.00	0.88	0.04	0.00	0.00
1	S	0.87	0.70	0.96	0.09	0.25	0.14	0.00	1.24	0.44	0.00	0.00	0.48	0.04	0.00	0.00
1	B	0.85	0.72	1.06	0.11	0.25		0.00	0.54	0.33	0.00	0.01	0.94	0.05	0.00	0.00
20*	S	0.85	0.84	1.01	0.11	0.17	0.08	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00	0.74	0.05	0.00	0.00
5	S	0.86	0.92	0.39	0.06	0.21		0.00	1.13	2.36	0.00	0.00	0.54	0.04	0.00	0.00
5	B	0.86	0.86	0.31	0.09	0.38	0.00	0.00	0.90	0.49	0.00	0.00	0.64	0.04	0.00	0.00
4	S	0.85	0.87	0.17	0.06	0.06		0.00	0.18	0.17	0.05	0.00	0.18	0.03	0.00	0.00
4	B	0.85	0.87	0.58	0.18	0.44	0.00	0.00	0.66	0.57	0.09	0.01	0.60	0.04	0.00	0.00
3	S	0.85	0.86	0.43	0.17	0.31		0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.98	0.04	0.00	0.00
3	B	0.63	0.87	0.24	0.36	0.56	0.00	0.00	0.04	0.14	0.00	0.00	0.19	0.02	0.00	0.00
2	S	0.62	0.87	0.23	0.38	0.64		0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.15	0.02	0.00	0.00
2	B	0.66	0.88	0.21	0.16	0.26	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00
19*	S	0.85	0.79	0.34	0.14	0.19		0.00	0.46	0.43	0.00	0.00	0.80	0.04	0.00	0.00
16	S	0.84	0.89	0.25	0.09	0.20	0.16	0.00	0.66	3.22	0.10	0.00	0.78	0.04	0.00	0.00
16	B	0.86	0.87	0.32	0.06	0.14		0.00	0.42	0.21	0.00	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00
12	S	0.85	0.85	0.24	0.10	0.16		0.00	0.00	0.79	0.00	0.01	0.52	0.04	0.00	0.00

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

12	B	0.86	0.58	0.30	0.08	0.12	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.52	0.04	0.00	0.00
15	S	0.83	0.42	0.35	0.12	0.27		0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.72	0.05	0.00	0.00
21*	S	0.84	0.82	0.43	0.10	0.23	0.00	0.00	0.64	0.21	0.00	0.01	0.56	0.05	0.00	0.00
24*	S	0.85	0.84	0.45	0.08	0.36		0.31	0.00	0.27	0.00	0.01	0.82	0.05	0.00	0.00
24*	B	0.85	0.84	0.37	0.09	0.16		0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.66	0.05	0.00	0.00
22	S	0.85	0.76	0.51	0.11	0.40	0.00	0.00	0.00	0.17	0.10	0.00	0.72	0.04	0.00	0.00
22	B	0.85	0.84	0.44	0.11	0.31	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.98	0.05	0.00	0.00
25*	S	0.85	0.85	0.22	0.09	0.38		0.00	0.80	0.45	0.31	0.00	0.72	0.05	0.00	0.00
26	S	0.85	0.84	0.26	0.10	0.29	0.15	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.50	0.05	0.00	0.00
18	S	0.81	0.83	0.14	0.14	0.35		0.00	0.00	0.36	0.12	0.00	0.96	0.04	0.00	0.00
18	B	0.80	0.85	0.28	0.13	0.56		0.00	0.00	0.27	0.11	0.00	0.84	0.04	0.00	0.00
14	S	0.82	0.79	0.24	0.09	0.36	0.20	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.92	0.05	0.00	0.00
17	S	0.71	0.81	0.35	0.74	0.78		0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.25	0.03	0.00	0.00
23	S	0.59	0.82	0.16	0.37	0.54	0.32	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.07	0.02	0.00	0.00
23	B	0.58	0.86	0.35	0.50	0.97		0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.21	0.02	0.00	0.00
13	S	0.56	0.82	0.36	0.54	1.13	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.24	0.02	0.00	0.00
9	S	0.57	0.64	0.37	0.50	1.01		0.00	0.00	0.06	0.01	0.00	0.26	0.03	0.00	0.00
8	S	0.85	0.40	0.47	0.08	0.23		0.00	0.00	0.51	0.17	0.01	0.60	0.04	0.00	0.00
7	S	0.85	0.51	0.46	0.07	0.25		0.00	1.30	0.71	0.00	0.00	0.74	0.04	0.00	0.00
11*	S	0.85	0.55	0.31	0.11	0.16		0.00	2.39	1.03	0.00	0.00	0.54	0.04	0.00	0.00
10	S	0.85	0.56	0.32	0.09	0.44		0.00	1.52	0.67	0.00	0.00	0.44	0.04	0.00	0.00
6	S	0.85	0.61	0.20	0.05	0.16		0.00	0.26	0.29	0.03	0.01	0.14	0.03	0.00	0.00
6	B	0.85	0.58	0.22	0.06	0.10		0.00	0.18	0.16	0.00	0.00	0.12	0.03	0.00	0.00
最大值		0.89	0.40	1.19	0.38	0.64	0.71	0.31	2.39	3.22	0.31	0.01	0.98	0.05	0.0000	0.0000
最小值		0.62	0.92	0.14	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.02	0.0000	0.0000
超标率%		0.00 %	0.00%	9.52%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	23.81 %	14.29 %	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
超标样品		0	0	4	0	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

总样品	42	48	42	42	42	31	42	42	42	42	42	42	42	42	42
最大超标倍数	/	/	1.19	/	/	/	/	2.39	3.22	/	/	/	/	/	/

6.2.4 2022 年 2 月 (冬季)海水水质环境现状调查与评价

1、水质现状调查

(1) 监测站位布设

同 2021 年夏季。

(2) 监测项目

同 2021 年夏季。

(3) 监测频率与方法

所有样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB12763-2007)的要求进行。

(4) 监测结果

调查海域监测结果见表 6.2-19、错误!未找到引用源。。

表 6.2-19 2022 年 2 月（冬季）水质现状监测结果

监测站 位	采样层 次	采样深度	水温	盐度	pH	悬浮物	溶解氧	化学需 氧量	生化需 氧量	亚硝酸 盐	硝酸盐	氨	无机磷	油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	挥发性 酚	AOX*
		m	℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	mg/L	μg/L
31	S	0.5	15.2	32.434	8.12	6.7	8.31	0.81	<1.0	0.0025	<0.0006	0.0040	0.0016	13.4	<0.6	0.69	9.06	<0.09	0.74	0.039	0.54	<0.2	<0.0011	107
	B	13.0	15.3	32.486	8.12	7.0	8.23	0.86	<1.0	0.0027	0.0036	0.0046	0.0033		<0.6	0.78	9.78	<0.09	0.59	0.047	0.55	<0.2	<0.0011	87
30	S	0.5	15.6	32.435	8.10	4.8	8.56	0.57	1.51	0.0027	0.0080	0.0077	0.0008	13.5	<0.6	0.72	7.04	<0.09	0.53	0.045	0.57	<0.2	<0.0011	265
	B	16.0	16.1	32.864	8.10	10.1	8.15	0.73	1.15	0.0039	0.0463	0.0166	0.0044		<0.6	0.32	4.66	<0.09	0.59	0.027	0.73	<0.2	<0.0011	122
29	S	0.5	15.7	32.518	8.10	15.1	8.40	0.64	1.28	0.0038	0.0439	0.0158	0.0039	7.4	<0.6	0.66	10.0	<0.09	0.53	0.031	0.83	0.21	<0.0011	117
	B	10.7	15.8	32.546	8.10	15.5	8.50	0.76	<1.0	0.0039	0.0476	0.0176	0.0041		<0.6	<0.3	9.24	<0.09	0.81	0.037	0.85	0.20	<0.0011	140
28	S	0.5	14.9	32.204	8.14	4.4	9.14	0.53	1.06	0.0021	0.0019	0.0066	<0.00062	41.1	<0.6	1.2	11.3	<0.09	0.62	0.036	0.55	<0.2	<0.0011	130
	B	11.4	15.0	32.399	8.15	4.6	8.60	0.49	<1.0	0.0023	0.0021	0.0076	<0.00062		<0.6	0.65	6.28	<0.09	0.81	0.029	0.61	<0.2	<0.0011	124
27	S	0.5	14.8	32.478	8.15	3.3	8.94	0.56	<1.0	0.0014	0.0058	0.0096	0.0018	30.0	<0.6	0.72	6.91	<0.09	0.67	0.027	0.67	0.24	<0.0011	512
	B	11.1	14.9	32.486	8.16	3.7	8.86	0.48	<1.0	0.0020	0.0028	0.0076	0.0014		<0.6	0.52	8.3	<0.09	0.49	0.028	0.62	0.26	<0.0011	115
1	S	0.5	14.3	31.904	8.12	13.0	8.92	0.76	<1.0	0.0027	0.0942	0.0275	0.0016	6.1	<0.6	0.91	8.0	<0.09	0.64	0.029	0.60	0.20	<0.0011	115
	B	8.5	14.7	32.258	8.14	14.7	8.94	0.45	<1.0	0.0025	0.0092	0.0068	<0.00062		<0.6	0.44	4.95	<0.09	0.63	0.017	0.61	<0.2	<0.0011	105
20	S	0.5	14.8	31.714	8.13	13.3	8.98	0.47	1.55	0.0030	0.0197	0.0102	0.0030	20.5	<0.6	0.78	8.53	<0.09	0.66	0.022	0.63	0.22	<0.0011	130
5	S	0.5	14.9	32.236	8.11	6.7	8.54	0.95	1.46	0.0026	0.0038	0.0078	0.0014	10.1	<0.6	0.30	7.24	<0.09	0.69	0.025	0.66	<0.2	<0.0011	173
	B	9.8	14.9	32.210	8.11	6.7	8.50	0.83	<1.0	0.0025	<0.0006	0.0056	<0.00062		<0.6	<0.3	11.6	<0.09	0.57	0.028	0.62	<0.2	<0.0011	153
4	S	0.5	15.5	32.483	8.13	3.2	8.45	0.87	<1.0	0.0033	0.0136	0.0121	0.0008	8.8	<0.6	0.49	6.12	<0.09	0.69	0.026	0.62	0.21	<0.0011	109
	B	17.5	15.6	32.535	8.11	6.4	8.18	0.92	<1.0	0.0031	0.0130	0.0130	0.0016		<0.6	0.58	8.06	<0.09	0.52	0.033	0.56	<0.2	<0.0011	122
3	S	0.5	15.1	32.193	8.11	15.2	8.70	0.68	1.25	0.0029	0.0233	0.0139	0.0014	16.9	<0.6	0.40	14.9	<0.09	0.65	0.042	0.78	<0.2	<0.0011	188
	B	8.5	15.1	32.229	8.11	16.5	8.63	0.84	1.10	0.0027	0.0262	0.0154	0.0022		<0.6	<0.3	12.6	<0.09	0.58	0.033	0.78	<0.2	<0.0011	121
2	S	0.5	14.7	31.942	8.12	14.6	8.98	0.45	1.20	0.0023	0.0024	0.0086	0.0011	18.3	3.01	0.86	11.5	<0.09	0.57	0.023	0.58	<0.2	<0.0011	198
	B	9.3	14.3	31.912	8.10	14.5	8.96	0.49	<1.0	0.0027	0.0049	0.0105	<0.00062		<0.6	0.54	12.6	<0.09	0.53	0.023	0.61	0.20	<0.0011	127
19*	S	0.5	15.2	31.436	8.19	11.6	10.29	0.71	1.82	0.0032	0.0328	0.0153	<0.00062	6.6	<0.6	1.23	6.23	<0.09	0.70	0.038	0.56	0.24	<0.0011	118
16	S	0.5	15.0	31.422	8.08	15.8	9.09	1.19	1.38	0.0032	0.0538	0.0242	0.0039	17.5	<0.6	<0.3	9.2	<0.09	0.65	0.041	0.68	<0.2	<0.0011	114
	B	10.1	15.0	31.352	8.07	7.1	9.01	0.95	1.17	0.0032	0.0663	0.0272	0.0052		<0.6	0.34	5.66	<0.09	0.68	0.036	0.63	<0.2	<0.0011	121
12	S	0.5	16.3	31.012	8.09	4.5	9.46	1.04	1.69	0.0078	0.0523	0.0181	0.0042	<3.5	<0.6	0.58	9.73	<0.09	0.44	0.043	0.74	<0.2	<0.0011	262
	B	10.2	16.1	31.069	8.11	5.3	9.40	0.90	1.70	0.0080	0.0543	0.0195	0.0043		<0.6	0.53	13.2	<0.09	0.57	0.053	0.76	<0.2	<0.0011	150
15*	S	0.5	15.2	31.288	8.08	12.8	9.03	1.58	1.42	0.0026	0.0704	0.0290	0.0042	18.5	<0.6	0.46	9.12	<0.09	0.66	0.038	0.70	0.20	<0.0011	112
21	S	0.5	15.1	31.999	8.12	18.5	9.06	1.00	1.51	0.0030	0.0255	0.0153	0.0014	16.6	<0.6	0.67	13.2	<0.09	0.75	0.031	0.67	<0.2	<0.0011	109
24	S	0.5	15.1	32.351	8.12	5.6	8.64	1.21	1.26	0.0094	0.0257	0.0110	0.0026	8.9	<0.6	0.77	9.52	<0.09	0.59	0.028	0.88	0.26	<0.0011	204
22	S	0.5	15.2	32.155	8.13	4.0	8.83	0.89	1.17	0.0049	0.0033	0.0134	0.0014	<3.5	<0.6	0.44	27.4	<0.09	0.67	0.034	0.63	<0.2	<0.0011	135
	B	15.5	15.5	32.409	8.15	9.6	8.74	0.91	<1.0	0.0054	0.0039	0.0108	0.0014		<0.6	0.34	4.5	<0.09	0.61	0.030	0.73	<0.2	<0.0011	230
25	S	0.5	15.7	32.285	8.15	4.8	8.42	0.92	1.41	0.0030	<0.0006	0.0059	0.0011	4.1	<0.6	0.49	8.54	<0.09	0.53	0.038	0.64	<0.2	<0.0011	333
26	S	0.5	15.9	32.016	8.16	3.3	8.81	0.87	1.55	0.0035	<0.0006	0.0062	0.0019	<3.5	<0.6	0.30	4.8	<0.09	0.53	0.029	0.51	0.21	<0.0011	276
18	S	0.5	16.1	31.602	8.16	10.4	8.80	0.79	1.56	0.0051	0.0112	0.0079	<0.00062	4	1.54	0.42	7.92	<0.09	0.64	0.037	0.59	0.20	<0.0011	169
	B	12.5	15.5	32.051	8.14	15.5	8.58	1.58	<1.0	0.0077	0.0185	0.0142	0.0022		<0.6	0.44	8.24	<0.09	0.56	0.034	0.67	<0.2	<0.0011	107

14	S	0.5	15.8	30.531	8.12	12.0	8.99	1.75	1.48	0.0100	0.0768	0.0222	0.0041	<3.5	<0.6	0.69	10.9	<0.09	0.48	0.033	0.62	0.20	<0.0011	114
17	S	0.5	17.1	31.047	8.12	2.9	9.04	1.65	1.26	0.0065	0.0193	0.0159	0.0014	6.9	<0.6	0.35	6.48	<0.09	0.56	0.030	0.60	0.20	<0.0011	448
23	S	0.5	15.3	31.760	8.10	13.9	8.98	0.92	1.97	0.0032	0.0414	0.0186	0.0041	9.2	<0.6	0.46	11.6	<0.09	0.60	0.032	0.68	0.20	<0.0011	106
13	S	0.5	19.0	30.174	8.10	5.4	9.10	1.62	1.65	0.0107	0.0725	0.0293	0.0058	8.1	<0.6	0.48	4.83	<0.09	0.61	0.024	0.67	0.20	<0.0011	166
9	S	0.5	18.6	30.942	8.09	10.3	8.64	1.44	1.66	0.0074	0.0409	0.0175	0.0090	<3.5	<0.6	0.76	5.43	<0.09	0.57	0.034	0.68	0.20	<0.0011	128
8*	S	0.5	18.2	29.390	8.08	6.6	9.22	1.44	1.71	0.0200	0.1930	0.0361	0.0158	<3.5	<0.6	0.54	5.02	<0.09	0.60	0.032	0.76	<0.2	<0.0011	136
7	S	0.5	17.9	28.496	8.08	14.5	9.00	1.26	1.21	0.0222	0.2100	0.0503	0.0191	10.1	<0.6	0.59	10.5	0.17	0.60	0.053	0.84	<0.2	<0.0011	91
11*	S	0.5	15.9	30.112	8.02	5.7	8.86	0.98	1.83	0.0124	0.126	0.0239	0.0126	5.8	<0.6	0.53	4.8	<0.09	0.56	0.045	0.70	<0.2	<0.0011	104
10	S	0.5	16.0	28.985	8.02	9.0	8.14	1.39	1.48	0.0141	0.154	0.0330	0.0135	12.9	<0.6	0.74	9.81	0.20	0.57	0.044	0.89	0.22	<0.0011	225
6	S	0.5	18.0	28.472	8.01	14.5	8.30	1.32	<1.0	0.0202	0.193	0.0464	0.0172	10.6	<0.6	<0.3	6.35	<0.09	0.54	0.045	0.80	<0.2	<0.0011	149
	B	13.4	15.9	29.212	8.02	15.7	8.32	1.17	1.13	0.0158	0.150	0.0318	0.0149		<0.6	<0.3	18.20	<0.09	0.67	0.047	0.87	<0.2	<0.0011	118

2、水质现状评价

(1) 评价因子

pH 值、化学需氧量、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、锌、铅、镉、汞、砷、总铬。

(2) 评价方法

同 2021 年 9 月。

(3) 评价标准

同 2021 年 9 月。

(4) 评价结果

评价结果显示，调查海域海水中化学需氧量、溶解氧、活性磷酸盐、石油类、铜、镉、砷、铬均能满足相应水质标准要求。无机氮 1 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#8，超标率 2.17%，最大超标倍数 0.25 倍；活性磷酸盐 1 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#8，超标率 2.6%，最大超标倍数 0.05 倍；铅 1 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#28，超标率 2.17%，最大超标倍数 0.2 倍；锌 1 个样品超出相应水质标准要求，超标站位位于#22，超标率 2.17%，最大超标倍数 0.37 倍。评价结果见表 6.2-20。

表 6.2-20 2022 年 2 月（冬季）水质现状评价单因子污染指数统计结果

项目	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	镍*	硒*	氰化物*
站位			mg/L	μg/L											μg/L	μg/L	μg/L
31s	0.75	0.72	0.41	0.03	0.11	0.27	0.00	0.69	0.45	0.00	0.01	0.78	0.03	0.00	0.126	0.06	0.08
31b	0.75	0.73	0.43	0.05	0.22		0.00	0.78	0.49	0.00	0.01	0.94	0.03	0.00	0.14	0.06	0.12
30s	0.73	0.70	0.29	0.09	0.05	0.27	0.00	0.72	0.35	0.00	0.01	0.90	0.03	0.00	0.178	0.1	0.08
30b	0.73	0.74	0.37	0.33	0.29		0.00	0.32	0.23	0.00	0.01	0.54	0.04	0.00	0.154	0.13	0.08
29s	0.73	0.71	0.32	0.32	0.26	0.15	0.00	0.66	0.50	0.00	0.01	0.62	0.04	0.01	0.202	0.1	0.12
29b	0.73	0.71	0.38	0.35	0.27		0.00	0.00	0.46	0.00	0.02	0.74	0.04	0.01	0.17	0.15	0.06
28s	0.76	0.07	0.27	0.05	0.00	0.82	0.00	1.20	0.57	0.00	0.01	0.72	0.03	0.00	0.228	0.1	0.16
28b	0.77	0.70	0.25	0.06	0.00		0.00	0.65	0.31	0.00	0.02	0.58	0.03	0.00	0.182	0.03	0.1
27s	0.77	0.67	0.28	0.08	0.12	0.60	0.00	0.72	0.35	0.00	0.01	0.54	0.03	0.01	0.256	0.09	0.08
27b	0.77	0.68	0.24	0.06	0.09		0.00	0.52	0.41	0.00	0.01	0.56	0.03	0.01	0.228	0.05	0.12
1s	0.75	0.56	0.25	0.41	0.05	0.12	0.00	0.18	0.16	0.00	0.01	0.15	0.02	0.00	0.119	0.025	0.14
1b	0.76	0.56	0.15	0.06	0.00		0.00	0.09	0.10	0.00	0.01	0.09	0.02	0.00	0.065	0.04	0.1
20s	0.75	0.01	0.24	0.16	0.20	0.41	0.00	0.78	0.43	0.00	0.01	0.44	0.03	0.01	0.204	0.09	0.06
5s	0.74	0.70	0.48	0.07	0.09		0.00	0.30	0.36	0.00	0.01	0.50	0.03	0.00	0.14	0.11	0.08
5b	0.74	0.71	0.42	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.01	0.56	0.03	0.00	0.256	0.07	0.16
4s	0.75	0.71	0.44	0.15	0.05		0.00	0.49	0.31	0.00	0.01	0.52	0.03	0.01	0.166	0.05	0.08
4b	0.74	0.73	0.46	0.15	0.11	0.00	0.00	0.58	0.40	0.00	0.01	0.66	0.03	0.00	0.23	0.05	0.14
3s	0.74	0.69	0.34	0.20	0.09		0.00	0.40	0.75	0.00	0.01	0.84	0.04	0.00	0.204	0.16	0.12
3b	0.74	0.70	0.42	0.22	0.15	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.01	0.66	0.04	0.00	0.196	0.09	0.1
2s	0.75	0.04	0.23	0.07	0.07		0.60	0.86	0.58	0.00	0.01	0.46	0.03	0.00	0.23	0.09	0.08
2b	0.73	0.04	0.25	0.09	0.00	0.00	0.00	0.54	0.63	0.00	0.01	0.46	0.03	0.01	0.212	0.1	0.08
19*s	0.79	0.49	0.24	0.17	0.00		0.00	0.25	0.12	0.00	0.01	0.19	0.02	0.00	0.252	0.06	0.1

16s	0.72	0.07	0.60	0.41	0.26	0.35	0.00	0.00	0.46	0.00	0.01	0.82	0.03	0.00	0.17	0.03	0.14
16b	0.71	0.03	0.48	0.48	0.35		0.00	0.34	0.28	0.00	0.01	0.72	0.03	0.00	0.216	0.07	0.12
12s	0.61	0.14	0.26	0.20	0.14		0.00	0.06	0.10	0.00	0.00	0.22	0.01	0.00	0.072	0.04	0.025
12b	0.62	0.09	0.23	0.20	0.14	0.00	0.00	0.05	0.13	0.00	0.00	0.27	0.02	0.00	0.059	0.025	0.025
15*s	0.60	0.02	0.32	0.20	0.09		0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.0196	0.024	0.008
21s	0.75	0.03	0.50	0.22	0.09	0.33	0.00	0.67	0.66	0.00	0.02	0.62	0.03	0.00	0.154	0.04	0.08
24s	0.75	0.69	0.61	0.23	0.17		0.00	0.77	0.48	0.00	0.01	0.56	0.04	0.01	0.166	0.07	0.08
22s	0.75	0.68	0.45	0.11	0.09		0.00	0.44	1.37	0.00	0.01	0.68	0.03	0.00	0.226	0.05	0.12
22b	0.77	0.69	0.46	0.10	0.09	0.00	0.00	0.34	0.23	0.00	0.01	0.60	0.04	0.00	0.142	0.1	0.1
25s	0.77	0.71	0.46	0.04	0.07	0.08	0.00	0.49	0.43	0.00	0.01	0.76	0.03	0.00	0.156	0.07	0.16
26s	0.77	0.68	0.44	0.05	0.13		0.00	0.30	0.24	0.00	0.01	0.58	0.03	0.01	0.08	0.05	0.16
18s	0.77	0.68	0.40	0.12	0.00	0.08	0.31	0.42	0.40	0.00	0.01	0.74	0.03	0.01	0.186	0.05	0.06
18b	0.76	0.70	0.79	0.20	0.15		0.00	0.44	0.41	0.00	0.01	0.68	0.03	0.00	0.146	0.05	0.08
14s	0.75	0.67	0.88	0.55	0.27		0.00	0.69	0.55	0.00	0.01	0.66	0.03	0.01	0.176	0.16	0.08
17s	0.75	0.01	0.83	0.21	0.09	0.14	0.00	0.35	0.32	0.00	0.01	0.60	0.03	0.01	0.2	0.05	0.12
23s	0.73	0.00	0.46	0.32	0.27		0.00	0.46	0.58	0.00	0.01	0.64	0.03	0.01	0.2	0.1	0.08
13s	0.73	0.66	0.81	0.56	0.39	0.16	0.00	0.48	0.24	0.00	0.01	0.48	0.03	0.01	0.2	0.06	0.12
9s	0.73	0.58	0.72	0.33	0.60		0.00	0.76	0.27	0.00	0.01	0.68	0.03	0.01	0.1	0.04	0.12
8*s	0.72	0.03	0.72	1.25	1.05	0.00	0.00	0.54	0.25	0.00	0.01	0.64	0.04	0.00	0.238	0.08	0.16
7s	0.72	0.44	0.42	0.94	0.64		0.00	0.12	0.21	0.03	0.01	0.27	0.03	0.00	0.148	0.035	0.16
11*s	0.57	0.45	0.20	0.32	0.28		0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.09	0.01	0.00	0.0376	0.014	0.008
10s	0.57	0.49	0.35	0.50	0.45		0.00	0.07	0.10	0.02	0.00	0.22	0.02	0.00	0.0575	0.06	0.015
6s	0.56	0.48	0.33	0.65	0.57		0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.23	0.02	0.00	0.0505	0.04	0.02
6b	0.57	0.48	0.29	0.49	0.50		0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.24	0.02	0.00	0.052	0.0525	0.03
最大值	0.79	0.00	0.88	1.25	1.05	0.82	0.60	1.20	1.37	0.03	0.02	0.94	0.04	0.01	0.26	0.16	0.16
最小值	0.56	0.74	0.15	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01

超标率	0.00%	0.00%	0.00%	2.17%	2.17%	0.00%	0.00%	2.17%	2.17%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
超标样品	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
总样品	46	46	46	46	46	21	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
最大超标倍数	/	/	/	0.25	0.05	/	/	0.2	0.37	/	/	/	/	/	/	/	/

6.3 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

6.3.1 2021 年 3 月（春季）沉积物质量现状调查

以 2021 年 3 月（春季）大潮、涨潮期铁山港入海排污区海域内 14 个点位的沉积物监测结果，对石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞等 10 个常规指标均做出了相应的评价。具体点位分布见图 6.1-1 及表 6.2-1。在分析过程中，对于未检出的数据，按检出限的 1/2 值进行计算。2021 年铁山港入海排污区海域沉积物质量监测统计结果见表 6.3-1，各项因子在调查海域的单因子污染指数均小于 1，各点位监测指标中均达到《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的一类标准限值，沉积物总体环境质量优良。

沉积物质量平均值和最大值变化范围和趋势详见图 6.3-1，其中有机碳含量最大值最接近一类标准，其他因子均远低于一类标准限值。

表 6.3-1 2021 年 3 月沉积物监测结果统计表 单位：mg/kg（标注除外）

指标	石油类	有机碳（%）	硫化物	镉	铅	铬	砷	铜	锌	汞
最小值	12.5	0.06	0.15	0.07	11.9	11.6	3.6	16	24.1	0.0031
最大值	189	1.95	159	0.41	42.5	54	9.7	28.3	76	0.038
平均值	62	0.53	28.36	0.14	26.7	37.6	6.7	21	51	0.020
一类标准值	500	2.00	300	0.5	60	80	20	35	150	0.20
单因子污染指数	0.12	0.27	0.09	0.29	0.45	0.47	0.34	0.61	0.34	0.10

注：表中单因子污染指数按《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准计算。

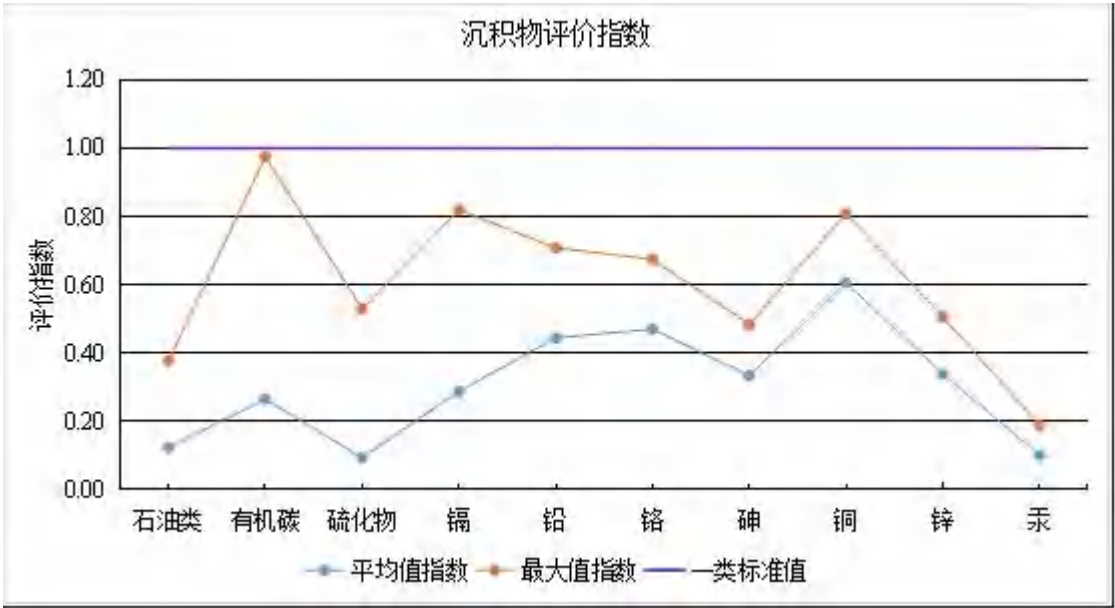


图 6.3-1 2021 年沉积物质量指数图 (Si)

6.3.2 2021 年 11 月（秋季）沉积物质量现状调查

6.3.2.1 调查站位

选择国家海洋局北海海洋环境监测中心站于 2021 年 11 月在工程附近进行的海洋沉积物质量现状调查结果。具体见表 6.2-9、图 6.2-5。

6.3.2.2 调查项目

有机碳、硫化物、石油类、总汞、砷、铜、铬、铅、镉、锌。

6.3.2.3 调查结果

调查结果见表 6.3-2。

表 6.3-2 2021 年秋季沉积物现状调查结果

监测站 位	石油类 ×10 ⁻⁶	硫化物 ×10 ⁻⁶	有机碳 %	总汞 ×10 ⁻⁶	砷 ×10 ⁻⁶	铜 ×10 ⁻⁶	铬 ×10 ⁻⁶	铅 ×10 ⁻⁶	镉 ×10 ⁻⁶	锌 ×10 ⁻⁶
27	44.3	<4.0	0.81	0.052	5.1	2.87	13.2	14.6	<0.04	28
28	51.9	8.15	0.63	0.06	5.26	2.72	16.9	15.6	0.04	30
1	48.2	<4.0	1.06	0.053	5.67	4.98	18.1	19.4	0.06	29.6
20	43.1	<4.0	0.33	0.036	2.23	<2.0	2.44	1.1	<0.04	<6.0
5	35.0	14.7	1.06	0.053	6.06	5.84	21.6	18.6	0.04	42.1
31	84.0	16.6	0.73	0.064	7.16	5.26	18.8	16.4	0.04	37.2
30	32.6	4.3	0.73	0.050	6.31	5.22	6.01	13.3	<0.04	30.8
3	50.7	<4.0	1.09	0.068	6.67	5.01	20.1	16.7	0.05	35.8
21	43.7	<4.0	0.5	0.031	2.10	<2.0	2.3	1.0	<0.04	<6.0
16	26.3	5.9	0.58	0.063	3.50	<2.0	3.68	8.2	0.04	14.7
15	159.0	26.3	1.38	0.087	5.13	4.48	21.2	20.3	0.04	32.4
22	61.2	5.4	1.06	0.053	6.96	8.62	25.8	22.8	0.05	45.2
26	20.6	10.7	0.53	0.036	3.09	8.56	9.92	23.1	0.06	44.8
18	29.3	12.6	1.01	0.053	7.30	5.58	17.3	19.8	0.04	37.5
17	77.1	7.6	0.99	0.054	5.90	4.48	15.7	16.6	<0.04	29.5
12	177	<4.0	0.86	0.066	3.25	<2.0	8.7	10.8	<0.04	19.3
13	117	12.3	1.08	0.057	6.64	2.5	6.7	17.2	0.05	33.0
9	50.6	<4.0	1.09	0.054	5.10	2.5	15.5	18.0	0.04	24.6
6	141	6.6	1.17	0.073	7.61	<2.0	28.8	18.3	0.06	33.9
最大值	177	26.3	1.38	0.087	7.61	8.6	28.8	23.1	0.06	45.2
最小值	20.6	4.3	0.33	0.031	2.1	2.5	2.3	1	0.04	14.7

6.3.2.4 沉积物质量现状评价

(1) 评价因子

有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷。

(2) 评价方法

采用标准指数法，其公式为：

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

式中： $P_{i,j}$ —i 污染物 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ —i 污染物 j 点的实测浓度，mg/L；

$S_{i,j}$ —i 污染物 j 点的标准浓度，mg/L。

(3) 评价标准

评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准。

(4) 评价结果

评价结果见表 6.3-3，评价结果显示调查海域沉积物中的所有调查因子有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、总汞、砷、总铬均符合海洋沉积物质量第一类标准的要求，沉积物质量现状良好。

表 6.3-3 2021 秋季沉积物现状评价结果与统计

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	锌	砷	镉	铅	铬	汞	站位类别
	0.41	0.00	0.09	0.08	0.19	0.26	0.00	0.24	0.17	0.26	一类
28	0.32	0.03	0.10	0.08	0.20	0.26	0.08	0.26	0.21	0.30	一类
1	0.53	0.00	0.10	0.14	0.20	0.28	0.12	0.32	0.23	0.27	一类
20	0.17	0.00	0.09	0.00	0.00	0.11	0.00	0.02	0.03	0.18	一类
5	0.53	0.05	0.07	0.17	0.28	0.30	0.08	0.31	0.27	0.27	一类
31	0.37	0.06	0.17	0.15	0.25	0.36	0.08	0.27	0.24	0.32	一类
30	0.37	0.01	0.07	0.15	0.21	0.32	0.00	0.22	0.08	0.25	一类
3	0.55	0.00	0.10	0.14	0.24	0.33	0.10	0.28	0.25	0.34	一类
21	0.25	0.00	0.09	0.00	0.00	0.11	0.00	0.02	0.03	0.16	一类
16	0.29	0.02	0.05	0.00	0.10	0.18	0.08	0.14	0.05	0.32	一类
15	0.35	0.04	0.11	0.02	0.05	0.06	0.01	0.08	0.08	0.09	三类
22	0.53	0.02	0.12	0.25	0.30	0.35	0.10	0.38	0.32	0.27	一类
26	0.27	0.04	0.04	0.24	0.30	0.15	0.12	0.39	0.12	0.18	一类
18	0.51	0.04	0.06	0.16	0.25	0.37	0.08	0.33	0.22	0.27	一类
17	0.50	0.03	0.15	0.13	0.20	0.30	0.00	0.28	0.20	0.27	一类
12	0.22	0.00	0.12	0.00	0.03	0.03	0.00	0.04	0.03	0.07	三类
13	0.54	0.04	0.23	0.07	0.22	0.33	0.10	0.29	0.08	0.29	一类

9	0.55	0.00	0.10	0.07	0.16	0.26	0.08	0.30	0.19	0.27	一类
6	0.29	0.01	0.09	0.00	0.06	0.08	0.01	0.07	0.11	0.07	三类
最大值	0.55	0.06	0.23	0.25	0.30	0.37	0.12	0.39	0.32	0.34	
最小值	0.17	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.03	0.07	
超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
超标站位	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
总站位	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
最大超标倍数	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

6.4 海洋生态环境质量现状调查与评价

6.4.1 2021 年 3 月（春季）海洋生态现状调查与评价

本节数据来自 2021 年 3 月 23 日-25 日（春季）大潮、涨潮期广西北部湾海洋研究中心现状监测，14 个调查点位布设见图 6.1-1 及表 6.2-1，调查内容包括叶绿素 a、初级生产力、浮游生物（植物、动物）、大型底栖生物调查；潮间带生物共布设三个断面（C1~C3），每个断面按大中小潮分别布设 9 个监测点。

6.4.1.1 叶绿素 a

本次现状调查该海域的 14 个调查站位叶绿素 a 含量的测定结果和营养状态指数见表 6.4-1。

表 6.4-1 各站叶绿素 a 含量及营养状态指数

站位	层次	叶绿素 a 含量 (ug/L)	营养状态指数 <i>TSI</i>
WH1 [#]	表	1.60	35
WH3 [#]	表	1.71	36
WH5 [#]	表	7.39	50
WH6 [#]	表	1.17	32
WH9 [#]	表	1.66	36
WH11 [#]	表	1.59	35
WH12 [#]	表	1.01	31
WH13 [#]	表	1.01	31
WH14 [#]	表	1.25	33
WH18 [#]	表	1.21	32
WH19 [#]	表	2.40	39
WH20 [#]	表	1.76	36
WH21 [#]	表	1.99	37
WH22 [#]	表	1.10	31
最小值	—	1.01	31
最大值	—	7.39	50
平均值	—	1.92	35

由表可知，本次调查的 14 个站位中，水质较好的站位（呈现贫营养型）有 12 个，占 85.71%；水质一般（中营养型）和水质较差（富营养型）的点位各

1 个，共占 14.29%，分别为 19 号站位和 5 号站位。

6.4.1.2 初级生产力

根据叶绿素 a 含量，调查海域各点位的初级生产力值如表 6.3-3 所示。

表 6.4-2 调查海区海洋初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)

监测点位	初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)
WH1 [#]	213.12
WH3 [#]	227.77
WH5 [#]	984.35
WH6 [#]	155.84
WH9 [#]	221.11
WH11 [#]	211.79
WH12 [#]	134.53
WH13 [#]	134.53
WH14 [#]	166.50
WH18 [#]	161.17
WH19 [#]	319.68
WH20 [#]	234.43
WH21 [#]	265.07
WH22 [#]	146.52
最小值	134.53
最大值	984.35
平均值	255.46

由表可知，本次调查该海域的初级生产力变化范围在 $134.53 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ~ $984.35 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间，平均值为 $255.46 \text{ mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。初级生产力的分布与叶绿素的分布一致。

6.4.1.3 浮游植物

(1) 数量分布

本次调查浮游植物密度分布为 1.6×10^4 ~ 15×10^4 个/L，平均为 4.7×10^4 个/L，最小值出现在 13 号站，最大值出现在 5 号站。硅藻密度分布为 0.95×10^4 ~ 15×10^4 个/L，平均为 3.4×10^4 个/L；甲藻密度分布为 0.17×10^4 ~ 4.0×10^4 个/L，平

均为 1.3×10^4 个/L。

调查海域浮游植物数量主要以硅藻、甲藻为主，具体数值见

表 6.4-3。

表 6.4-3 浮游植物个体数量统计表 单位: $\times 10^4$ 个/L

站位	硅藻	甲藻	总数
WH1 [#]	7.2	0.79	8.0
WH3 [#]	1.9	1.2	3.1
WH5 [#]	15	0.22	15
WH6 [#]	2.4	2.5	4.9
WH9 [#]	1.6	0.17	1.8
WH11 [#]	2.4	1.1	3.5
WH12 [#]	1.4	2.6	4.0
WH13 [#]	1.2	0.40	1.6
WH14 [#]	1.7	0.77	2.5
WH18 [#]	1.5	0.37	1.9
WH19 [#]	3.6	4.0	7.6
WH20 [#]	0.95	1.0	2.0
WH21 [#]	3.2	1.6	4.8
WH22 [#]	3.2	1.3	4.5
最小值	0.95	0.17	1.6
最大值	15	4.0	15
平均值	3.4	1.3	4.7

(2) 结构组成

本次调查共鉴定出浮游植物 4 门 47 属 76 种，其中硅藻种类最多为 33 属 59 种，占种类数的 77.6%；其次为甲藻共有 11 属 13 种，占种类数的 17.1%；裸藻 1 属 2 种，占种类数的 2.6%；着色鞭毛藻 2 属 2 种，占种类数的 2.6%。具体见表 6.4-4

本次调查海域主要优势藻种为派格棍形藻 (*Bacillaria paxillifera*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、海洋原甲藻 (*Prorocentrum micans*)。

表 6.4-4 浮游植物种名录

序号	中文名	拉丁名	序号	中文名	拉丁名
1	派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i>	2	短孢角毛藻	<i>Chaetoceros brevis</i>
3	劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	4	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
5	双孢角毛藻	<i>Chaetoceros didymus</i>	6	卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i>
7	扁面角毛藻	<i>Chaetoceros comperssus</i>	8	深环沟角毛藻	<i>Chaetoceros constrictus</i>
9	柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>	10	范氏角毛藻	<i>Chaetoceros van heurcki</i>
11	密连角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>	12	冕孢角毛藻	<i>Chaetoceros diadema</i>
13	拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocuroisetus</i>	14	微小环藻	<i>Cyclotella caspia</i>
15	条纹小环藻	<i>Cyclotella striata</i>	16	具槽帕拉藻	<i>Paralia sulcata</i>
17	优美旭氏藻	<i>Schrderella delicatula</i>	16	柔弱根管藻	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
19	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>	20	覆瓦根管藻细径变种	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
21	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>	22	翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
23	透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	24	翼根管藻纤细变型	<i>Rhizosolenia alata f. gracilima</i>
25	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	26	叉状辐杆藻	<i>Bacteriastrium delicatulum</i>
27	长角弯角藻	<i>Odontella longicruris</i>	28	短角弯角藻	<i>Eucampia zoodiacus</i>
29	膜状缪氏藻	<i>Meuniera membranacea</i>	30	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
31	太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>	32	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
33	短楔形藻	<i>Licmophora abbreviata</i>	34	柔弱拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>
35	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	36	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
37	细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>	38	曲舟藻	<i>Pleurosigma sp.</i>
39	海洋曲舟藻	<i>Pleurosigma pelagicum</i>	40	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
41	佛氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	42	洛伦菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i>
43	长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>	44	菱形藻	<i>Nitzschia spp.</i>
45	新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>	46	柔弱井字藻	<i>Eunotogramma debile</i>
47	针杆藻	<i>Synedra sp.</i>	48	蜂腰双壁藻	<i>Diploneis bombus</i>

49	舟形藻	<i>Navicula</i> sp.	50	羽纹藻	<i>Pinnularia</i> sp.
51	海生斑条藻	<i>Grammatophora marina</i>	52	双菱藻	<i>Surirella</i> sp.
53	脆杆藻	<i>Fragilaria</i> spp.	54	双眉藻	<i>Amphora</i> sp.
55	双角角管藻	<i>Cerataulina bicornis</i>	56	大洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>
57	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i>	58	鼓形拟脆杆藻	<i>Fragilariopsis doliolus</i>
59	波罗的海布纹藻中华变种	<i>Gyrosigma balticum</i>	60	微小原甲藻	<i>Prorocentrum minimum</i>
61	利马原甲藻	<i>Prorocentrum lima</i>	62	海洋原甲藻	<i>Prorocentrum micans</i>
63	多环旋沟藻	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	64	螺旋环沟藻	<i>Gyrodinium spirale</i>
65	哈曼褐多沟藻	<i>Pheopolykrikos hartmannii</i>	66	塔玛亚历山大藻	<i>Alexandrium tamarense</i>
67	春膝沟藻	<i>Gonyaulax verior</i>	68	五角原多甲藻	<i>Protoperidinium pentagonum</i>
69	灰白下沟藻	<i>Katodinium glaucum</i>	70	血红哈卡藻	<i>Akashiwo sanguinea</i>
71	叉状角藻	<i>Ceratium furca</i>	72	米氏凯伦藻	<i>Karenia mikimotoi</i>
73	小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i>	74	海洋卡盾藻	<i>Chattonella marina</i>
75	静裸藻	<i>Euglena deses</i>	76	喜滨裸藻	<i>Euglena thimophila</i>

(3) 生物多样性评价

依据《海水增殖养殖区监测技术规程》提供的生物多样性指数评价标准，H' 值在 3~4 为清洁区域，2~3 为轻度污染，1~2 为中度污染，<1 为重污染，同时结合均匀度、丰富度和优势度等指标来衡量调查海域生物群落结构状况。浮游植物生物多样性评价指数见表 3.4.3-3，其中评价为清洁区域的点位有 11 个，占 57.14%；轻度污染的点位 2 个，占 14.29%，中度污染点位 1 个，占 7.14%。14 个站位的均匀度指数平均值为 0.77，总体在 0.48~0.92 之间；优势度指数平均值为 0.44，总体在 0.23~0.82 之间，丰度指数平均值为 1.51，总体在 0.87~2.45 之间。

表 6.4-5 浮游植物生物多样性评价指数表

站位	生物多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	优势度指数 (D)	丰度指数 (d)
WH1 [#]	1.91	0.48	0.82	0.92
WH3 [#]	3.01	0.79	0.46	0.87
WH5 [#]	3.08	0.72	0.53	1.05
WH6 [#]	2.81	0.69	0.55	1.03
WH9 [#]	3.72	0.81	0.45	1.62
WH11 [#]	3.92	0.83	0.30	1.66
WH12 [#]	3.20	0.68	0.44	1.63
WH13 [#]	4.27	0.90	0.23	1.86
WH14 [#]	3.77	0.80	0.36	1.71
WH18 [#]	3.82	0.92	0.33	1.19
WH19 [#]	2.91	0.60	0.68	1.73
WH20 [#]	3.35	0.80	0.46	1.19
WH21 [#]	4.46	0.84	0.28	2.45
WH22 [#]	4.36	0.85	0.23	2.20
最小值	1.91	0.48	0.23	0.87
最大值	4.46	0.92	0.82	2.45
平均值	3.47	0.77	0.44	1.51

6.4.1.4 浮游动物

(1) 种类和组成

调查海域共发现浮游动物 28 类，分属于 7 大类，其中桡足类 14 种，介形类 1 种，毛颚类 2 种，被囊类 2 种，水母类 2 种，多毛类 1 种，浮游幼虫 6(类)、莹虾类 1 种。浮游动物种名录详见表 6.4-6。

表 6.4-6 浮游动物种名录

类	序号	中文名	拉丁名
毛颚类	1	百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
	2	肥胖软箭虫	<i>Flaccisagitta enflata</i>
被囊类	3	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
	4	长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>
介形类	5	针刺真浮萤	<i>Euconchoecia striata</i>
水母类	6	拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>

	7	肉质介螳水母	<i>Hydractinia carnea</i>
桡足类	8	尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>
	9	强额孔雀哲水蚤	<i>Pavocalanus crassirostris</i>
	10	细长腹剑水蚤	<i>Oithona tenuate</i>
	11	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
	12	羽长腹剑水蚤	<i>Oithona plumifera</i>
	13	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
	14	近缘大眼水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
	15	锥形宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>
	16	太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
	17	双毛纺锤水蚤	<i>Acartiabi filosa</i>
	18	美丽大眼水蚤	<i>Corycaeus speciosus</i>
	19	小毛猛水蚤	<i>Microseteua norvegica</i>
	20	汤氏纺锤水蚤	<i>Acartia tonsa</i>
	21	叉胸刺水蚤	<i>Centropages furcatus</i>
多毛类	22	多毛类	<i>Trochophore</i>
浮游 幼虫	23	短尾类溞状幼体	<i>Brachyura zoea</i>
	24	糠虾幼体	<i>Mysidacea larva</i>
	25	曼足类幼体	<i>Balanus larva</i>
	26	桡足类无节幼体	<i>Copepod larva</i>
	27	磁蟹溞状幼体	<i>Porcellana zoea</i>
	28	长腕幼虫	<i>Echinopluteus larva</i>

(2) 丰度及生物量分布

浮游动物丰度变化范围从 20 号站的最低值 $0.36 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 到 12 号站的最高值 $13 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ ，平均丰度为 $4.2 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 。浮游动物生物量范围从 20 号站的最低值 $0.15 \times 10^3 \text{ mg/m}^3$ 到 13 号站的最高值 $1.4 \times 10^3 \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 $0.71 \times 10^3 \text{ mg/m}^3$ 。各站位浮游动物丰度和生物量具体见表 6.4-7。

表 6.4-7 浮游动物丰度和生物量统计表

站位	丰度 ($\times 10^3 \text{ ind./m}^3$)	生物量 ($\times 10^3 \text{ mg/m}^3$)
WH1 [#]	0.98	0.27
WH3 [#]	4.1	0.46
WH5 [#]	3.7	0.67
WH6 [#]	3.1	0.57
WH9 [#]	4.8	0.94
WH11 [#]	3.2	0.85
WH12 [#]	13	0.92

WH13 [#]	10	1.4
WH14 [#]	4.1	1.2
WH18 [#]	1.6	0.46
WH19 [#]	0.97	0.56
WH20 [#]	0.36	0.15
WH21 [#]	4.0	0.56
WH22 [#]	4.8	0.96
最小值	0.36	0.15
最大值	13	1.4
平均值	4.2	0.71

(3) 生物多样性评价

浮游动物的生物多样性评价方法与浮游植物相同。本次调查该海域生物多样性指数最小值为 20 号站 0.81，最大值为 22 号站的 3.24，总体平均值为 2.23。均匀度指数最小值为 6 号站 0.45，最大值为 19 号站的 0.96，总体平均值为 0.72，各站位的具体评价指数见表 6.4-8。

表 6.4-8 浮游动物生物多样性评价指数表

站位	生物多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	优势度指数 (D)	丰度指数 (d)
1	1.76	0.88	0.70	0.30
3	1.04	0.52	0.93	0.25
5	2.00	0.48	0.73	0.34
6	1.86	0.45	0.73	0.34
9	2.48	0.67	0.63	0.98
11	2.79	0.88	0.49	0.69
12	2.39	0.75	0.63	0.59
13	2.02	0.55	0.75	0.90
14	3.05	0.76	0.51	1.25
18	2.61	0.75	0.64	0.94
19	2.24	0.96	0.57	0.40
20	0.81	0.81	1.00	0.12
21	2.98	0.83	0.48	0.92
22	3.24	0.83	0.45	1.15
最小值	0.81	0.45	0.00	0.12
最大值	3.24	0.96	1.00	1.25
平均值	2.23	0.72	0.66	0.65

6.4.1.5 底栖生物

(1) 种类和组成

大型底栖生物调查时间为 2021 年 3 月 23 日-3 月 25 日,共采集了 14 个站点。共采集到底栖生物 36 种,其中多毛类最多,为 16 种,占总种数 45.7%;其次为节肢动物动物,9 种,占总种数 25.7%;第三为软体动物,6 种,占总种数 17.1%;第四为棘皮动物,2 种,占总种数 5.7%;纽形动物、刺胞动物和脊索动物各 1 种。可见多毛类、节肢动物、软体动物和棘皮动物为调查区域底栖生物主要组成类群。底栖动物种类名录见表 6.4-9。

表 6.4-9 底栖动物种类名录

序号	类群	中文名	拉丁名
1	多毛类	智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>
2		索沙蚕属	<i>Lumbrineris</i> sp.
3		四索沙蚕	<i>Lumbrineris tetraura</i>
4		寡鳃齿吻沙蚕	<i>Nephtys oligobranchia</i>
5		膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>
6		背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
7		方格吻沙蚕	<i>Glycera tessellata</i>
8		花索沙蚕	<i>Arabella iricolor</i>
9		奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>
10		梯斑海毛虫	<i>Chloeia parva</i>
11		石纹角沙蚕	<i>Ceratonereis marmorata</i>
12		明管虫	<i>Hyalinoecia tubicola</i>
13		岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>
14		白全刺毛虫	<i>Pareurythoe borealis</i>
15		弦毛内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>
16		角海蛹	<i>Ophelina acuminata</i>
17	节肢动物	豆形短眼蟹	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>
18		日本和美虾	<i>Nihonotrypaea japonica</i>
19		红线黎明蟹	<i>Matuta planipes</i>
20		日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
21		韦氏毛带蟹	<i>Dotilla wichmann</i>
22	节肢动物	隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
23		亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
24		大螯蛄虾	<i>Upogebia major</i>
25		鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>

26	软体动物	锥螺	<i>Turritella terebra</i>
27		菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>
28		小文蛤	<i>Meretrix planisulcata</i>
29		蜆螺	<i>Umbonium vestiarium</i>
30		大竹蛏	<i>Solen grandis</i>
31		毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>
32	棘皮动物	蛇尾残体	<i>Ophiuroidea</i>
33		小双鳞蛇尾	<i>Amphipholis squamata</i>
34	纽形动物	纽虫	<i>Nemertea</i>
35	刺胞动物	海鳃目	<i>Pennatulacea</i>
36	脊索动物	厦门文昌鱼	<i>Branchiostoma belcheri</i>

(2) 生物量和生物密度

各站底栖生物密度分布范围为 $7.4 \text{ ind./m}^2 \sim 2.04 \times 10^3 \text{ ind./m}^2$ ，平均为 238 ind./m^2 ，栖息密度最高的为 12 站，其次为 20 站，最低的为 1 站。生物量分布范围为 $2.5 \text{ g/m}^2 \sim 798 \text{ g/m}^2$ ，平均为 152 g/m^2 。生物量最高的是 12 站，其次为 20 站，最低的为 1 站。生物密度和生物量分布见表 6.4-10。

表 6.4-10 底栖动物生物密度和生物量

站号	生物密度 (ind./m^2)	生物量(g/m^2)
1	7.4	2.5
3	200	94.6
5	37.0	54.4
6	118	56.2
9	29.6	28.0
11	126	174
12	2.04×10^3	798
13	37.0	13.0
14	51.9	3.0
18	44.4	20.6
19	66.7	5.8
20	452	769
21	66.7	70.7
22	59.3	33.9
最小值	7.4	2.5
最大值	2.04×10^3	798
平均	238	152

(3) 生物多样性评价

底栖生物的生物多样性评价方法与浮游植物相同。生物多样性评价指数以及各群落统计学特征指数最小值均为 1 号站，生物多样性指数最大值为 3 号站 2.77，平均值为 1.59；丰度指数最大值为 22 号站的 2.00，平均值 1.15；均匀度指数最大值为 18 号站的 1.00，平均值 0.69；种类数最大值为 10 种，分别是 3 号站和 20 号站，平均值为 5 种。评价结果见表 6.4-11。

表 6.4-11 底栖生物多样性评价指数表

站号	生物多样性指数 (H')	丰度指数 (d)	均匀度指数 (J)	种类数 (S)
1	0.00	0.00	0.00	1
3	2.77	1.89	0.83	10
5	0.72	0.43	0.72	2
6	2.13	1.25	0.82	6
9	1.50	1.00	0.95	3
11	2.67	1.71	0.89	8
12	0.55	0.86	0.18	8
13	1.37	0.86	0.86	3
14	2.13	1.42	0.92	5
18	2.58	1.93	1.00	6
19	0.99	0.63	0.62	3
20	1.07	1.52	0.32	10
21	0.99	0.63	0.62	3
22	2.76	2.00	0.98	7
最小值	0.00	0.00	0.00	1
最大值	2.77	2.00	1.00	10
平均	1.59	1.15	0.69	5

6.4.1.6 潮间带生物

(1) 调查时间、调查断面和调查方法

潮间带调查时间为 2021 年 3 月 22 至 3 月 24 日。共布设三条断面(C1~C3)，每条断面设 9 个站，每个站随机采集 3 个大小为 25cm×25cm 的样方。

(2) 种类和类群组成

共采集到潮间带动物 72 种，其中，多毛类 27 种，软体动物 25 种，节肢动物 10 种，刺胞动物 4 种，星虫动物 2 种，棘皮动物 2 种，纽形动物和脊索动物各 1 种。潮间带生物种类见表 6.4-12。

表 6.4-12 潮间带生物种类名录

序号	类群	中文名	拉丁名
1	软体动物	蜆螺	<i>Umbonium vestiarium</i>
2		中国朽叶蛤	<i>Caecella chinensis</i>
3		四射缀锦蛤	<i>Tapes blecheri</i>
4		畸心蛤	<i>Cryptonema producta</i>
5		青蛤	<i>Cyclina sinensis</i>
6		文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>
7		斯氏小樱蛤	<i>Tellinella spengleri</i>
8		汛期环楔形蛤	<i>Cyclosunetta menstraulis</i>
9		短竹蛏	<i>Solen dunherianus Clessin</i>
10		纵带滩栖螺	<i>Batillaria zonalis</i>
11		角神女蛤	<i>Gonimyrtea sp</i>
12		短文蛤	<i>Meretrix pethechialis</i>
13		长竹蛏	<i>Solen strictus</i>
14		彩虹明樱蛤	<i>Moerella Iribescens</i>
15		菲律宾明樱蛤	<i>Moerella philippinarum</i>
16		大竹蛏	<i>Solen grandis</i>
17		菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>
18		小文蛤	<i>Meretrix planisulcata</i>
19		日本镜蛤	<i>Dosinia japonica</i>
20		伊萨伯雪蛤	<i>Chione isabellina</i>
21		加夫蛤	<i>Gafrarium pectinatum</i>
22		无齿蛤	<i>Anodontia edentula</i>
23		舵毛蚶	<i>Scapharca gubernaculum</i>
24		中国绿螂	<i>Cadulus anguidens</i>
25		缢蛏	<i>Sinonovacula constricta</i>
26	节肢动物	豆形短眼蟹	<i>Xenophthalmus pinnotheroides</i>
27		细足梭子蟹	<i>Portunus pmbescens</i>
28		细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis tenella</i>
29		沙栖新对虾	<i>Metapenaeus moyebi</i>
30		长腕和尚蟹	<i>Mictyris longicarpus</i>
31		珠带拟蟹守螺	<i>Cerithidea cingulata</i>
32		凹指招潮蟹	<i>Uca vocans</i>
33		艾氏活额寄居蟹	<i>Diogenes edwardsii</i>
34		韦氏毛带蟹	<i>Dotilla wichmann</i>
35	节肢动物	网纹纹藤壶	<i>Amphibalanus reticulatus</i>
36	多毛类	四索沙蚕	<i>Lumbrineris tetraura</i>
37		锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i>
38		中阿曼吉虫	<i>Armandia intermedia</i>
39		明管虫	<i>Hyalinoecia tubicola</i>

40		扁模裂虫	<i>Typosycis fasciata</i>
41		智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>
42		矾沙蚕	<i>Eunice apiroditois</i>
43		白色吻沙蚕	<i>Glycera alba</i>
44		裸沙蚕属	<i>Nicon sp.</i>
45		花索沙蚕	<i>Arabella iricolor</i>
46		方格吻沙蚕	<i>Glycera tessellata</i>
47		短叶索沙蚕	<i>Lumbrineris latreilli</i>
48		日本角沙蚕	<i>Ceratonereis japonica</i>
49		沙蚕属	<i>Nereis sp.</i>
50		石纹角沙蚕	<i>Ceratonereis marmorata</i>
51		厚鳃蚕	<i>Dasbranchus malcolmi</i>
52		矾沙蚕属	<i>Eunice sp.</i>
53		角海蛹	<i>Ophelina acuminata</i>
54		日本裸沙蚕	<i>Nicon japonicus</i>
55		巧言虫	<i>Eulalia viridis</i>
56		相拟节虫	<i>Praxillella cf. affinis</i>
57		膜囊尖锥虫	<i>Scoloplos marsupialis</i>
58		背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
59		岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>
60		欧文虫	<i>Owenia fusiformis</i>
61		似帚毛虫	<i>Lygdamis cf.indicus</i>
62		壳砂笔帽虫	<i>Pectinaria conchilega</i>
63	刺胞动物	日本侧花海葵	<i>Anthoplenura nigrescens</i>
64		曲道喜石海葵	<i>Phellia gausapata</i>
65		中华仙影海葵	<i>Cereus sinensis</i>
66		海鳃	<i>Pennatula phosphorea</i>
67	星虫动物	裸体方格星虫	<i>Sipunculus nudus</i>
68		可口革囊星虫	<i>Phascolosoma esculenta</i>
69	棘皮动物	美丽裸蛇尾	<i>Ophiogymna elegans</i>
70		扁平蛛网海胆	<i>Arachnoides placenta</i>
71	脊索动物	厦门文昌鱼	<i>Branchiostoma belcheri</i>
72	纽形动物	纽虫	<i>Nemertea</i>

(3) 优势种

此次调查潮间带生物优势种为畸心蛤（*Crypyonema producta*）、角神女蛤（*Gonimyrtea sp*）和长腕和尚蟹（*Mictyris longicarpus*）。

(4) 密度和生物量分布

各断面潮间带生物密度和生物量分布见表 6.4- 13。C3 断面生物密度最低，

为 142ind/m²；C2 断面最高，为 217ind/m²；三个断面平均值为 185ind/m²。C1 生物量最少，为 156g/m²；C3 生物量最多，为 303g/m²；三个断面平均值为 251g/m²。

表 6.4-13 潮间带生物密度和生物量分布

断面	生物密度 (ind./m ²)	生物量 (g/m ²)
C1	197	156
C2	217	292
C3	142	303
最小值	142	156
最大值	217	303
平均值	185	250

(5) 生物多样性评价

潮间带生物的生物多样性评价方法与浮游植物相同。依据《海水增养殖区监测技术规程》提供的生物多样性指数评价标准，C1、C2、C3 共 3 个断面的生物多样性指数在 3.79~3.96 之间，均为清洁区域。丰度指数在 4.43~5.13 之间，均匀度指数在 0.73~0.74 之间，种类数在 36~44 之间；各断面多样性指数和群落统计学特征均相差不大；具体评价结果见表 6.4-14。

表 6.4-14 各断面生物多样性指数

断面	生物多样性指数 (H')	丰度指数 (d)	均匀度指数 (J)	种类数 (S)
C1	3.96	5.13	0.73	44
C2	3.95	4.70	0.74	41
C3	3.79	4.43	0.73	36
最小值	3.79	4.43	0.73	36
最大值	3.96	5.13	0.74	44
平均值	3.90	4.75	0.73	40

6.4.2 2021 年 9 月（夏季）海洋生态现状调查与评价

6.4.2.1 叶绿素 a

海水叶绿素 a 的含量监测共布设 19 个调查站位，与水质调查同步实施，海水透明度作同步观测，用以估算海洋初级生产力水平。叶绿素 a 的测定按照《海洋监测规范》（GB 17378.7-2007）中规定的方法（分光光度法）进行。

(1) 叶绿素 a 的含量及分布

本次调查各站位海水叶绿素 a 的含量分布状况详见表 6.4-15 和图 6.4-1。

统计结果显示, 监测海域叶绿素 a 的含量范围为 0.2~6.6 $\mu\text{g/L}$, 平均为 1.7 $\mu\text{g/L}$ 。各调查站位叶绿素 a 含量存在一定差异, 其中, 15 号站位叶绿素 a 含量最高, 为 6.6 $\mu\text{g/L}$; 其次为 13 号站位, 叶绿素 a 含量为 4.2 $\mu\text{g/L}$; 再次, 6 号站底层、9、16、20 号站的叶绿素 a 含量介于 3.2~3.9 $\mu\text{g/L}$ 之间; 1、12、22 号站表层、27、28 号站的叶绿素 a 含量介于 1.1~2.8 $\mu\text{g/L}$ 之间; 3、5、6 号站表层、17、18、21、22 号站底层、26、30、31 号站的叶绿素 a 含量相对较低, 介于 0.2~0.9 $\mu\text{g/L}$ 之间。

表 6.4-15 监测海域叶绿素 a 含量及初级生产力水平

调查站位	层次	水深	透明度	叶绿素 a 含量	初级生产力
	m	m	m	$\mu\text{g/L}$	$\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
1	0.5	12.7	2.0	1.1	152.6
	10.7			2.0	277.5
3	0.5	12.7	2.5	0.5	86.7
	10.7			0.4	69.4
5	0.5	13.5	1.8	0.2	25.0
	11.5			0.7	87.4
6	0.5	18.0	1.8	0.9	112.4
	16.0			3.2	399.6
9	0.5	5.3	1.1	3.7	282.4
12	0.5	14.4	1.1	2.4	183.2
	12.4			2.8	213.7
13	0.5	6.7	1.1	4.2	320.5
15	0.5	5.0	1.8	6.6	763.1
16	0.5	12.7	2.4	3.4	566.1
	10.7			3.9	649.4
17	0.5	12.2	2.5	0.5	86.7
	10.2			0.9	156.1
18	0.5	18.0	2.7	0.5	93.7
	16.0			0.5	93.7
20	0.5	7.8	1.8	3.4	424.6
21	0.5	5.3	1.6	0.2	22.2
22	0.5	19.0	2.5	1.1	190.8
	17.0			0.5	86.7
26	0.5	9.8	4.2	0.4	90.7
27	0.5	15.8	2.0	1.8	249.8
	13.8			2.3	319.1
28	0.5	16.2	2.8	1.3	252.5
	14.2			1.5	291.4
30	0.5	20.5	2.5	0.7	121.4

	18.5			0.7	121.4
31	0.5	16.7	2.0	0.9	124.9
	14.7			0.9	124.9
最小值	—	—	—	0.2	22.2
最大值	—	—	—	6.6	763.1
平均值	—	—	—	1.7	220.0

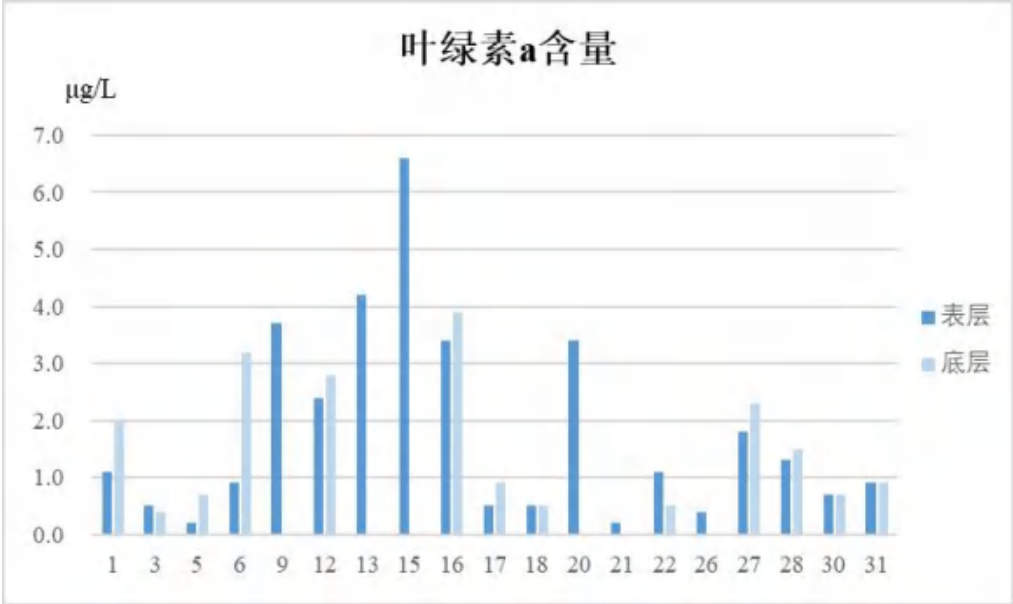


图 6.4-1 监测海域叶绿素 a 含量分布

6.4.2.2 初级生产力

海洋初级生产力水平的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的 Cadée（1975）公式进行估算。估算公式如下：

$$P = \frac{Chl.a \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

P—现场初级生产力（mg • C/(m² • d)）；

Chl.a—真光层内叶绿素 a 的平均含量（mg/m³）；

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；

D —昼长时间（h），根据季节和海区情况取 12.5 小时；

E—真光层深度，取透明度的 3 倍，若透明度的 3 倍大于水深，则取水深值。

监测海域海洋初级生产力水平的估算结果列于表 4.3.1-1。由表可知，监测

海域的海洋初级生产力水平介于 $22.2 \sim 763.1 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间, 平均为 $220.0 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。不同调查站位间初级生产力水平差异较大, 其中 15 号站位初级生产力最高, 为 $763.1 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 其次为 16 号站, 平均初级生产力为 $607.7 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 再次, 1 号站底层、6 号站底层、9、12 号站底层、13、20、27、28 号站的初级生产力水平介于 $213.7 \sim 424.6 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$; 1 号站表层、3、5、6 号站表层、12 号站表层、17、18、21、22、26、30、31 号站的初级生产力水平相对较低, 介于 $22.2 \sim 190.8 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。各调查站位初级生产力水平见图 6.4-2, 其分布状况与叶绿素 a 的含量分布趋势基本一致。

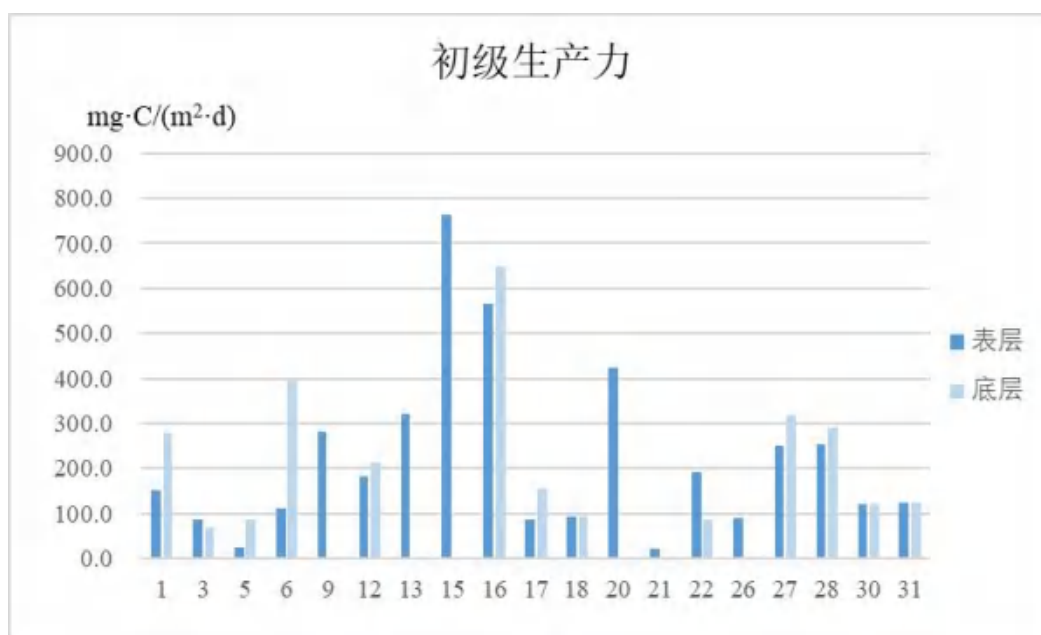


图 6.4-2 各调查站位初级生产力水平分布

6.4.2.3 浮游植物

浮游植物现场采样调查共布设 19 个站点, 现场样品采集包括浮游植物水采样品和网采样品。浮游植物水采样品采用 5L 有机玻璃采水器进行现场采集, 与水质项目同步开展; 网采样品采用浅水 III 型浮游生物网 (网口面积 0.1 m^2 , 网口直径 37 cm , 网长 140 cm) 由海底至海面作垂直拖网一次。采集到的样品均用 5% 的甲醛溶液固定, 然后带回实验室进行镜检分析、种类鉴定和个体数量计数。

(1) 种类组成与分布

水采样品

浮游植物 (水采样品) 共鉴定出 3 大类 23 属 32 种 (含变种、变型)。其中,

硅藻类较多，有 19 属 28 种，占浮游植物总种数的 87.5%；其次是甲藻门，有 3 属 3 种，占总种数的 9.4%；蓝藻门仅有 1 种，占总种数的 3.1%。

各调查站点出现的浮游植物（水采样品）种类数介于 2~14 种之间，其中 22 号站种类数最多，有 14 种；30 号站种类数最少，仅有 2 种。各门类浮游植物的种类数在各调查站点的分布情况详见图 6.4-3。可以看出，各调查站点浮游植物水采样品皆以硅藻种类占优势，其次是甲藻，蓝藻最少，仅出现 1 种于 12 号站点。

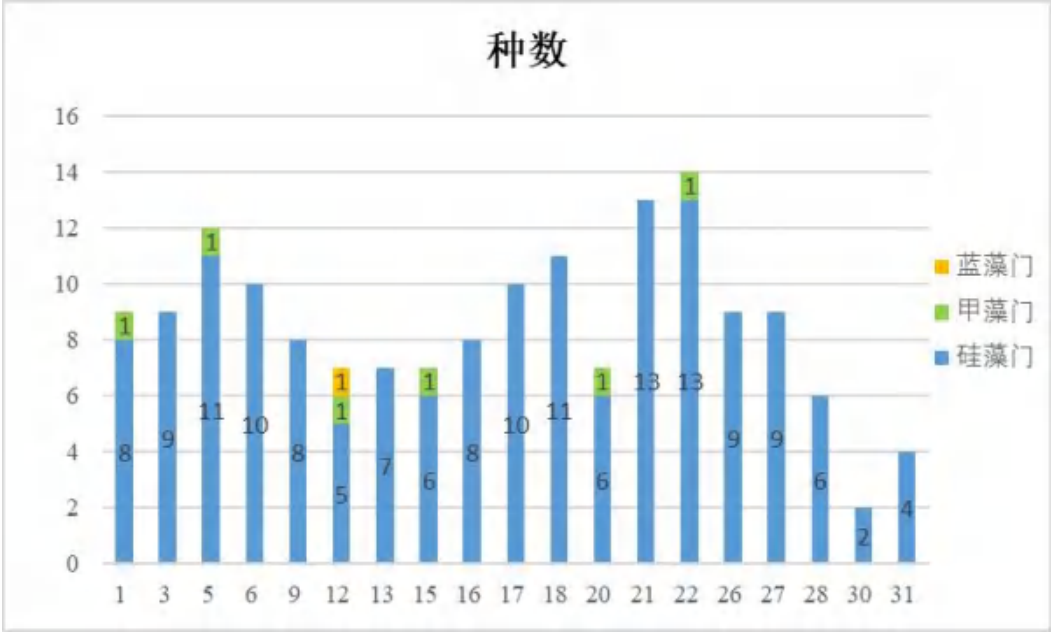


图 6.4-3 各调查站位浮游植物（水采样品）种类组成网采样品

浮游植物（网采样品）共鉴定出 3 大类 33 属 65 种（含变种、变型）。其中，硅藻类最多，有 27 属 53 种，占浮游植物总种数的 81.5%；甲藻门次之，有 5 属 11 种，占总种数的 16.9%；蓝藻门仅出现 1 种，占总种数的 1.5%。

各调查站点出现的浮游植物（网采样品）种类数介于 17~31 种之间，其中 22 号站种类数最多，有 31 种；15 号站种类数最少，有 17 种。各门类浮游植物的种类数在各调查站点的分布情况详见图 6.4-4。可知，各调查站点浮游植物网采样品亦以硅藻种类占优势，甲藻次之，蓝藻最少。

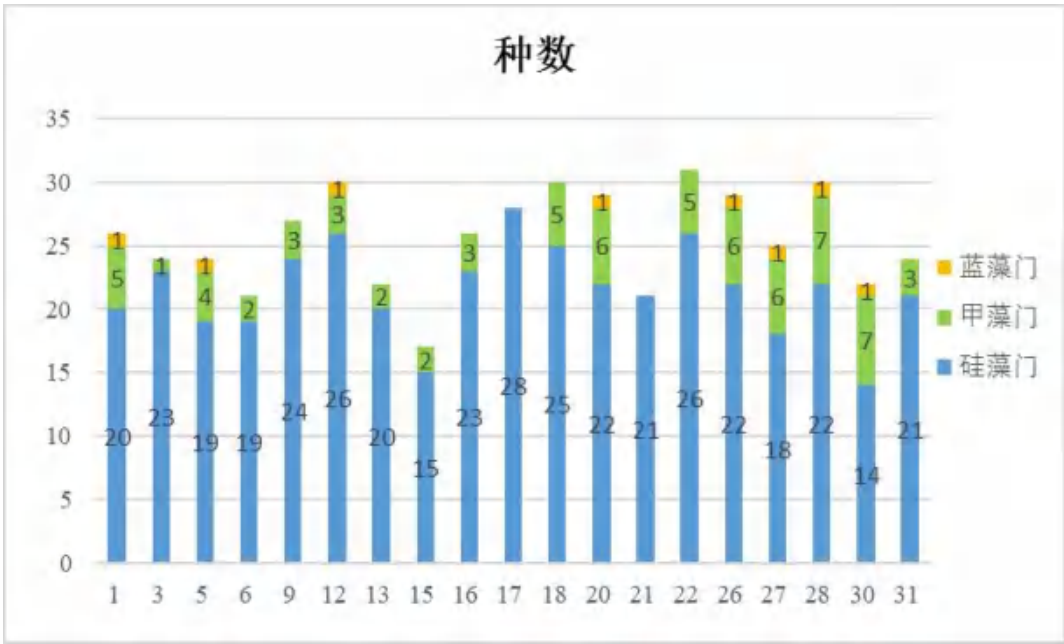


图 6.4-4 各调查站位浮游植物（网采样品）种类组成

(2) 数量组成与分布

水采样品

监测海域各调查站位浮游植物（水采样品）的细胞丰度介于 $2.44 \times 10^4 \sim 5.64 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $2.18 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物的细胞丰度存在一定差异，其中 20 号站的浮游植物丰度最高，为 $5.64 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ；其次为 16 和 15 号站，丰度分别为 $5.13 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 和 $4.98 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ；再次为 6 号站，丰度为 $4.13 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ；其余 14 个站位的浮游植物细胞丰度介于 $2.72 \times 10^4 \sim 3.14 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $1.52 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ；30 号站的浮游植物细胞丰度最低，为 $2.44 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物（水采样品）细胞丰度详见图 6.4-5。在本次监测中硅藻丰度最高，占浮游植物总平均丰度的 98.2%；蓝藻次之，其丰度占浮游植物总平均丰度的 1.6%；甲藻细胞丰度最低，仅占 0.2%。

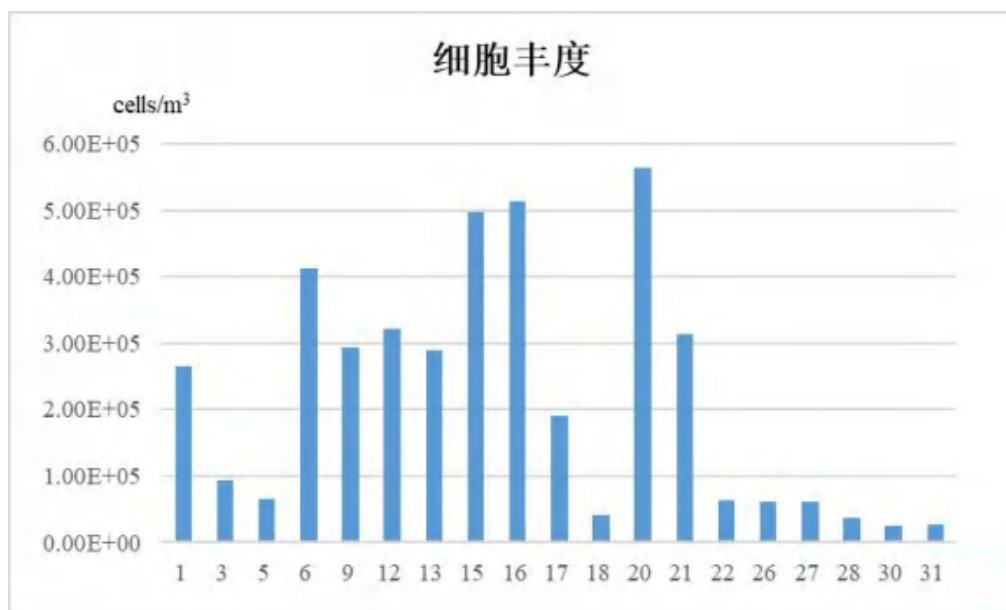


图 6.4-5 调查海域各站位浮游植物（水采样品）数量分布
网采样品

监测海域各调查站位浮游植物（网采样品）的细胞丰度介于 $3.31 \times 10^6 \sim 2.23 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $7.20 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物的细胞丰度亦存在一定差异，其中 16 号站的浮游植物细胞丰度最高，为 $2.23 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ ；其次为 15 和 9 号站，丰度分别为 $1.94 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ 和 $1.87 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ ；有 7 个站位（1、6、12、13、17、20、21）浮游植物细胞丰度相差不大，介于 $6.98 \times 10^7 \text{ cells/m}^3 \sim 1.17 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $9.55 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ；有 8 个站位（3、5、18、22、26、27、28、31）浮游植物细胞丰度相对较低，介于 $5.28 \times 10^6 \text{ cells/m}^3 \sim 2.82 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $1.15 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ；30 号站的浮游植物细胞丰度最低，为 $3.31 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物（网采样品）细胞丰度详见图 4.3.2-4。在本次监测中硅藻丰度最高，占浮游植物总平均丰度的 98.2%；其次为蓝藻，其丰度占浮游植物总平均丰度的 1.7%；甲藻细胞丰度最低，仅占 0.1%。

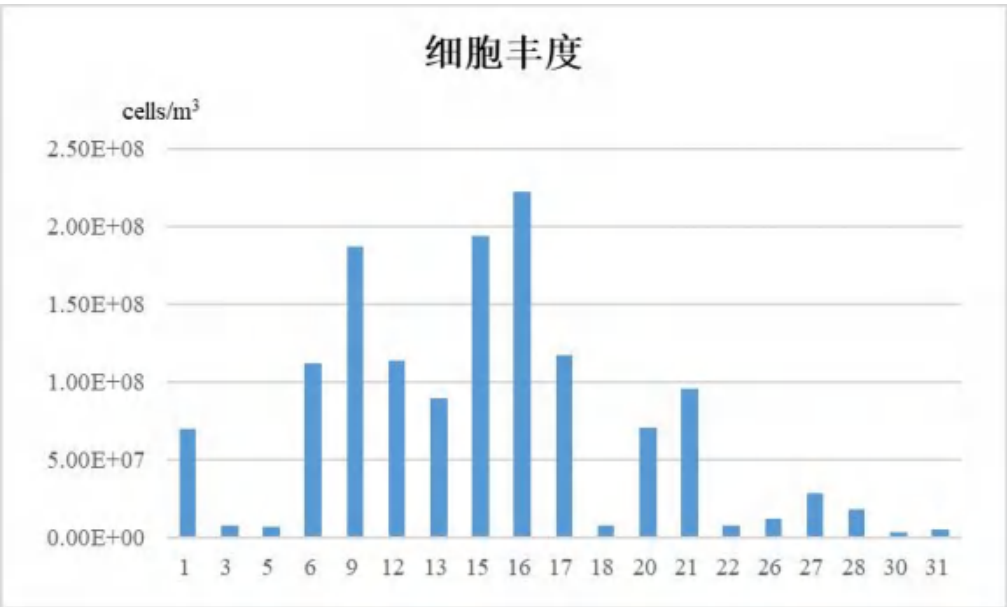


图 6.4-6 调查海域各站位浮游植物（网采样品）数量分布

(3) 优势种及其优势度

优势种的优势度有多种方法表示，这里采用不同的计算公式来分别计算和表示各个调查站优势种的优势度和整个调查海区优势种的优势度。

对于某一调查站优势种的优势度可用百分比表示：

$$D=ni/N\cdot 100\%$$

式中：D—第 i 种的百分比优势度；

ni—第 i 种的数量；

N—该站群落中所有种的数量，数量可用个体数、密度、重量等单位表示，本报告用密度表示。

对于某一区域优势种的优势度，计算公式如下：

式中：ni—为第 i 种的数量；

fi—为该种在各站出现的频率；

N—为群落中所有种的数量。

当某一种浮游植物的优势度 $Y \geq 0.02$ 时，判定该种为监测区域的优势种。

根据上述优势度公式的计算结果，调查海域浮游植物的优势种及其优势度详见表 6.4- 16。浮游植物（水采样品）的优势种有 3 种，它们是旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）、中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）和斯托根管藻

（*Rhizosolenia stolterfothii*），其优势度分别为 0.730、0.061 和 0.031；浮游植物（网采样品）的优势种有 2 种，它们是旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）和中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*），其优势度分别为 0.722 和 0.098；可知，该海域旋链角毛藻占绝对优势，其密度在本次浮游植物水采样品和网采样品中分别占总密度的 85.8%和 79.7%。

表 6.4- 16 浮游植物水采样品和网采样品优势种及其优势度

类别	中文名	拉丁文名	优势度
水采样品	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0.730
	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	0.061
	斯托根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0.031
网采样品	旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0.722
	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	0.098

（4）种类多样性指数、均匀度和丰富度

种类多样性指数是生物群落结构的一个重要属性的反映，可作为水质评价的生物指标，并可用来预测赤潮。现使用 Shannon-Wiener 法的多样性指数公式和 Pielous 均匀度公式来进行计算：

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$
$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

式中：H'为多样性指数；S 为种类数；Pi=ni/N（ni 是第 i 个物种的个体数，N 是全部物种的个体数）；J'为均匀度。

丰富度（richness）是表示生物群落中种类丰富程度的指数，是应当首先了解的。丰富度的计算公式有多种，现采用马卡列夫（Margalef, 1958）的丰富度公式进行计算：

$$d=(S-1)/\log_2N$$

其中：d 表示丰富度，S 表示样品中的种类总数，N 表示样品中生物的数量。一般而言，健康环境，种类丰富度高；受污染的环境，丰富度降低。

监测海域浮游植物（水采样品）的种类多样性指数、均匀度和丰富度的计算

结果列于表 4.3.2-2。计算结果表明, 监测海域各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 0.362~3.036 之间, 平均值为 1.445; 均匀度介于 0.152~0.847 之间, 平均值为 0.479; 丰富度指数介于 0.099~1.175 之间, 平均值为 0.637。5 号站的浮游植物多样性指数和均匀度最高, 30 号站的浮游植物多样性指数和丰富度指数最低。总体而言, 监测海域浮游植物(水采样品)的种类多样性指数、均匀度和丰富度指数均呈现较低水平。

表 6.4-17 浮游植物(水采样品)种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	9	1.476	0.466	0.641
3	9	1.710	0.539	0.698
5	12	3.036	0.847	0.993
6	10	1.282	0.386	0.696
9	8	1.070	0.357	0.556
12	7	1.251	0.446	0.473
13	7	0.433	0.154	0.477
15	7	0.426	0.152	0.457
16	8	0.810	0.270	0.532
17	10	1.546	0.465	0.740
18	11	2.825	0.817	0.942
20	7	0.883	0.315	0.453
21	13	0.956	0.258	0.948
22	14	1.979	0.520	1.175
26	9	1.969	0.621	0.725
27	9	2.039	0.643	0.726
28	6	1.945	0.753	0.474
30	2	0.362	0.362	0.099
31	4	1.457	0.729	0.294
变化范围	2~14	0.362~3.036	0.152~0.847	0.099~1.175
平均值	9	1.445	0.479	0.637

监测海域浮游植物(网采样品)的种类多样性指数、均匀度和丰富度的计算

结果列于表 4.3.2-3。计算结果表明, 监测海域各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 0.845~4.120 之间, 平均值为 2.210; 均匀度介于 0.176~0.832 之间, 平均值为 0.472; 丰富度指数介于 0.838~1.900 之间, 平均值为 1.429。其中 31 号站的浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度指数皆最高, 16 号站的种类多样性指数最低, 12 号站的均匀度最低, 15 号站的丰富度指数最低, 其余站位间的丰富度指数差别不大。监测海域浮游植物(网采样品)的种类多样性指数总体处于中等水平, 丰富度指数相对较高。

表 6.4-18 浮游植物(网采样品)种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	26	1.031	0.219	1.384
3	24	3.300	0.720	1.450
5	24	3.588	0.783	1.466
6	21	1.413	0.322	1.079
9	27	1.002	0.211	1.365
12	30	0.862	0.176	1.564
13	22	1.143	0.256	1.147
15	17	0.954	0.233	0.838
16	26	0.845	0.180	1.301
17	28	1.629	0.339	1.453
18	30	3.966	0.808	1.833
20	29	1.369	0.282	1.549
21	21	1.953	0.445	1.089
22	31	4.120	0.832	1.900
26	29	3.658	0.753	1.717
27	25	1.838	0.396	1.399
28	30	2.883	0.588	1.738
30	22	3.212	0.720	1.399
31	24	3.222	0.703	1.486
变化范围	17~31	0.845~4.120	0.176~0.832	0.838~1.900
平均值	26	2.210	0.472	1.429

6.4.2.4 浮游动物

本次监测浮游动物调查站位与浮游植物相同。现场调查采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2 m²，网口直径 50 cm，网长 145 cm）由海底至海面垂直拖网一次，采集到的样品用 5% 的甲醛溶液固定，带回实验室进行种类鉴定、个体数量计数和生物量称重。

1) 种类组成与分布

本次调查浮游动物样品共鉴定出浮游动物 69 种和浮游幼虫 15 种。其中，桡足类最多，有 30 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 35.7%；其次为腔肠动物，有 25 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 29.8%；再者为浮游幼虫，有 15 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 17.9%；其余类群分别为毛颚动物、被囊动物、栉水母、枝角类、原生动物、樱虾类、端足类和介形类，这些类群的种类数皆在 1~3 种之间，各类群的种类组成见图 6.4-7。

各调查站位鉴定出的浮游动物种类数在 14~33 种之间，不同调查站位的种类数存在一定差异，其中 28 号站浮游动物种类数较多，有 33 种；3 和 31 号站的种类数有 32 种；9 和 21 号站的种类数相对较少，分别为 14 和 18 种；其余站位的种类数在 20~29 种之间。具体种类数分布见图 6.4-8。

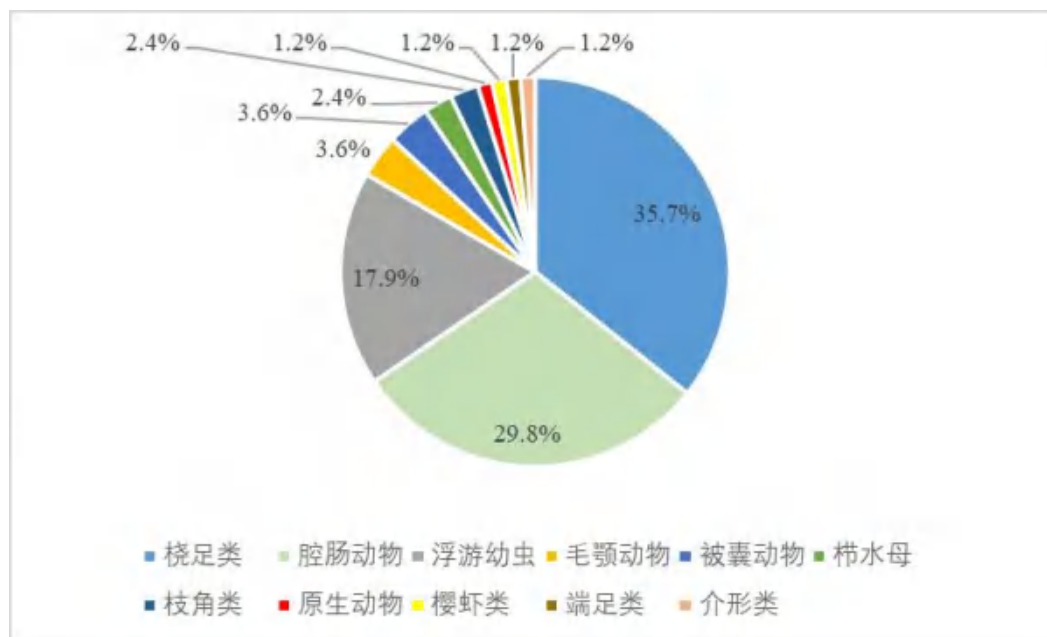


图 6.4-7 浮游动物种类组成

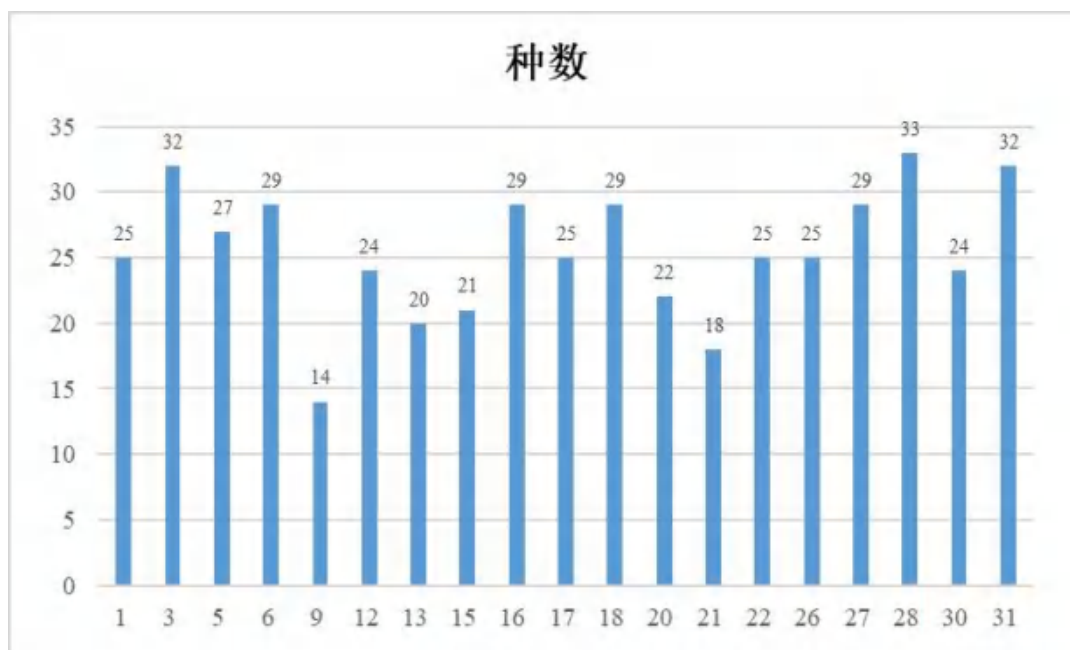


图 6.4-8 各调查站位浮游动物种类数分布

(2) 数量组成与分布

监测海域各调查站浮游动物的密度介于 $174.1 \sim 1327.0 \text{ ind/m}^3$ 之间，平均为 521.6 ind/m^3 。其中 3 号站位浮游动物密度最高，为 1327.0 ind/m^3 ；其次为 20 号站，浮游动物密度为 1049.8 ind/m^3 ；再者为 15 和 16 号站，平均密度为 777.3 ind/m^3 ；其他 14 个站位浮游动物密度介于 $196.7 \sim 575.4 \text{ ind/m}^3$ 之间，平均密度为 414.6 ind/m^3 ；12 号站浮游动物密度最低，为 174.1 ind/m^3 。各调查站位的浮游动物密度分布如图 6.4-9 所示。

各调查站位浮游动物的生物量变化介于 $113.7 \sim 491.0 \text{ mg/m}^3$ 之间，平均生物量为 255.2 mg/m^3 。各调查站位间浮游动物生物量亦存在一定差异，其中 20 号站的浮游动物生物量最高，为 491.0 mg/m^3 ；其次为 3 号站，生物量为 482.6 mg/m^3 ；再者有 16 个站位的生物量介于 $130.3 \sim 323.0 \text{ mg/m}^3$ 之间，平均生物量为 242.1 mg/m^3 ；9 号站的生物量最低，仅为 113.7 mg/m^3 。监测海域浮游动物生物量分布情况详见图 6.4-10。

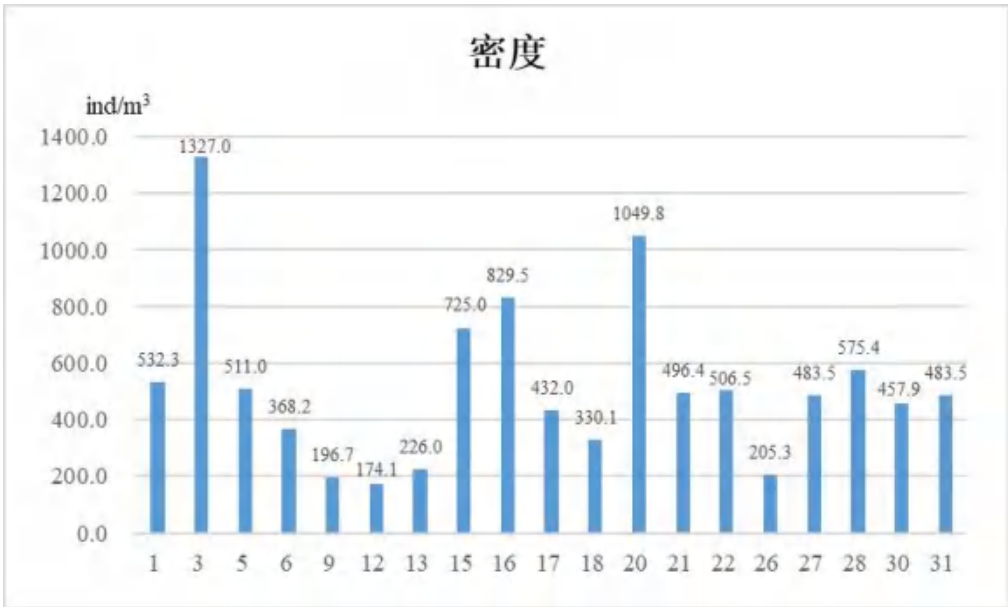


图 6.4-9 各调查站位浮游动物密度分布

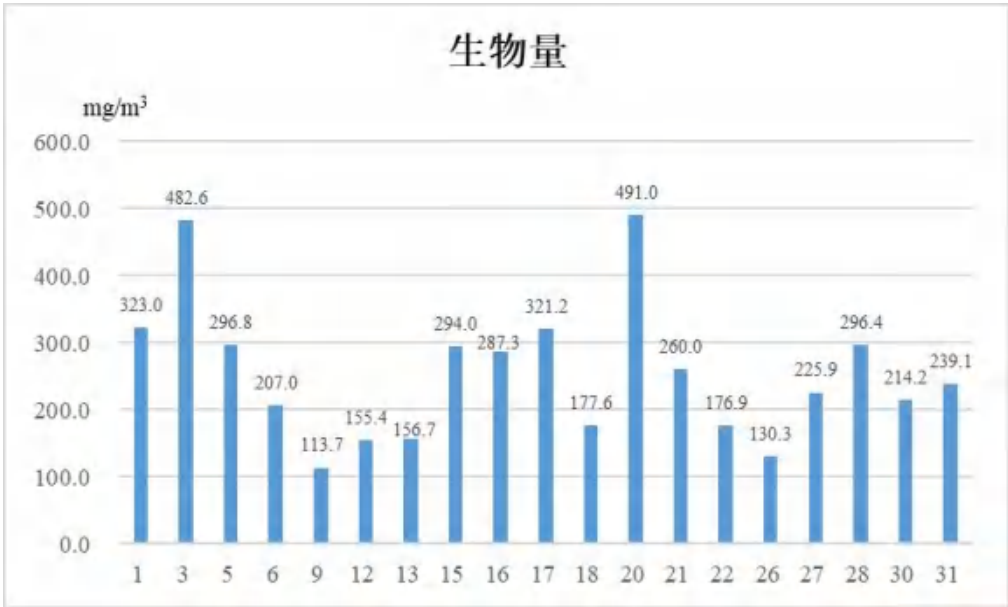


图 6.4-10 各调查站位浮游动物生物量分布

浮游动物种类优势度的计算方法和优势种的判断标准与浮游植物相同。根据优势度的计算结果（详见表 6.4-19），监测海域浮游动物的优势种类共 9 种（包含浮游幼虫），其中肥胖软箭虫（*Flaccisagitta enflata*）优势度最高，为 0.125；其次为短尾类溞状幼虫（*Brachyura zoea larva*）和长尾类幼体（*Macrura larva*），优势度分别为 0.113 和 0.105；再者为亨生莹虾（*Lucifer hansenii*）和海蛇尾长腕幼虫（*Ophiopluteus larva*），优势度分别为 0.087 和 0.080；其余优势种类群的优势度介于 0.020~0.068 之间。

表 6.4-19 浮游动物优势种及其优势度

序号	中文名	拉丁文名	优势度
1	肥胖软箭虫	<i>Flaccisagitta enflata</i>	0.125
2	短尾类溞状幼虫	<i>Brachyura zoea larva</i>	0.113
3	长尾类幼体	<i>Macrura larva</i>	0.105
4	亨生莹虾	<i>Lucifer hansenii</i>	0.087
5	海蛇尾长腕幼虫	<i>Ophiopluteus larva</i>	0.080
6	百陶带箭虫	<i>Zonosagitta bedoti</i>	0.068
7	鱼卵	<i>Fish egg</i>	0.039
8	蔓足类节肢幼虫	<i>Cirripedia larva</i>	0.020
9	亚强真哲水蚤	<i>Eucalanus subcrassus</i>	0.020

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

浮游动物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游植物相同, 计算结果列于表 6.4-20。计算结果表明, 监测海域各调查站位浮游动物种类多样性指数介于 2.440~3.935 之间, 平均值为 3.446; 均匀度介于 0.532~0.886 之间, 平均值为 0.746; 丰富度指数介于 2.461~5.035 之间, 平均值为 3.995。监测海域 31 号站的浮游动物种类多样性指数最高, 其余站位多样性指数水平皆较高; 30 号站的多样性指数和均匀度最低; 28 号站的丰富度指数最高。总体而言, 监测海域多样性指数和丰富度处于较高水平。

表 6.4-20 浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	25	3.815	0.822	3.823
3	32	3.384	0.677	4.311
5	27	3.223	0.678	4.169
6	29	3.495	0.720	4.739
9	14	3.374	0.886	2.461
12	24	3.230	0.704	4.458
13	20	3.467	0.802	3.505
15	21	3.366	0.766	3.037

16	29	3.332	0.686	4.166
17	25	3.717	0.801	3.955
18	29	3.319	0.683	4.828
20	22	3.396	0.762	3.019
21	18	3.627	0.870	2.739
22	25	3.014	0.649	3.854
26	25	3.887	0.837	4.507
27	29	3.778	0.778	4.530
28	33	3.670	0.728	5.035
30	24	2.440	0.532	3.754
31	32	3.935	0.787	5.015
变化范围	14~33	2.440~3.935	0.532~0.886	2.461~5.035
平均值	25	3.446	0.746	3.995

6.4.2.5 底栖生物

监测海域底栖生物的现场调查站位亦与浮游生物相同，共布设 19 个监测站位。现场调查定量样品采用开口面积为 0.05m² 的抓斗式采泥器采集，每站采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中；定性样品随机选取 3 个站位进行阿拖网采集（拖网 10~30min），每站亦采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中；所有采集的样品均用 5% 的甲醛溶液固定后带回实验室进行鉴定分析。

（1）种类组成与分布

底栖生物定性样品

监测海域底栖生物（定性样品）共鉴定出 4 个门类 44 种。其中节肢动物最多，有 22 种，占全部种类的 50.0%；软体动物次之，有 13 种，占全部种类的 29.5%；再者为脊索动物，有 7 种，占全部种类的 15.9%；棘皮动物最少，仅有 2 种，占全部种类的 4.5%。监测海域底栖生物定性样品的种类组成如图 6.4-11 所示。

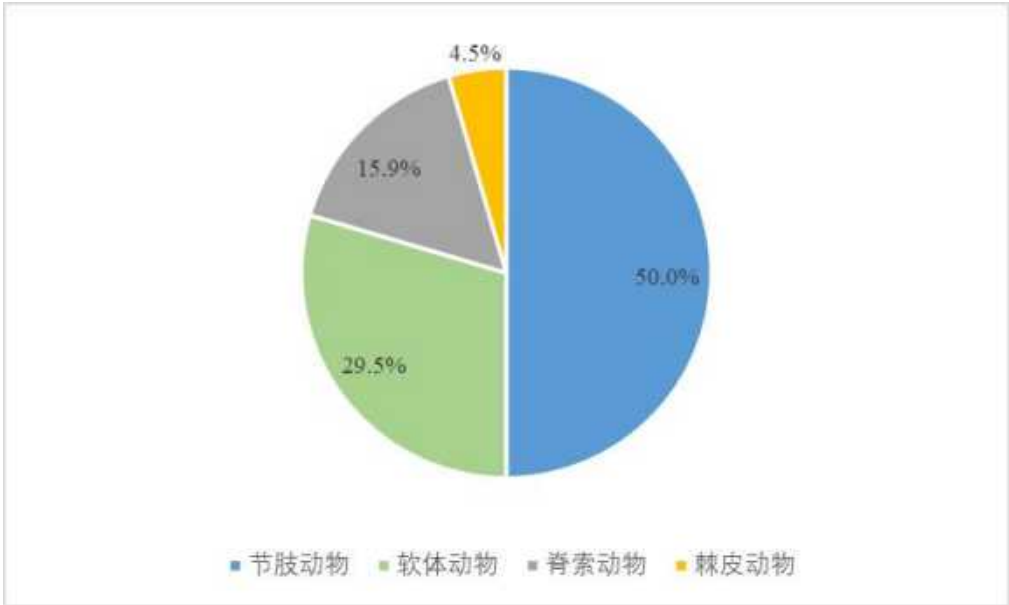


图 6.4-11 监测海域底栖生物种类组成（定性样品）

各调查站位的底栖生物（定性样品）种类组成及其分布详见表 6.4-21 和图 6.4-12。其中 17 号站的底栖生物种类数最高，有 1~12 种；20 号站的底栖生物种类次之，有 15 种；13 号站的底栖生物种类数最少，有 12 种。

表 6.4-21 各站位底栖生物种类组成及其分布（定性样品）

站位	13	17	20
节肢动物	6	12	8
软体动物	4	5	4
脊索动物	1	4	2
棘皮动物	1	1	1
合计	12	22	15

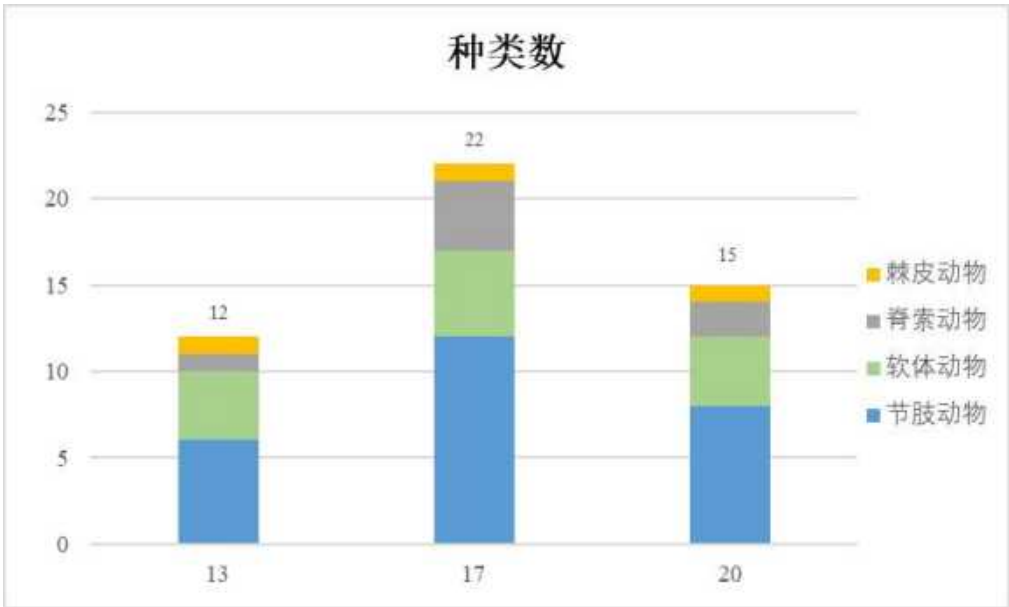


图 6.4-12 各调查站位底栖生物种类组成及其分布(定性样品)
底栖生物定量样品

监测海域底栖生物（定量样品）共鉴定出种 53 种，分属于 8 个门类，环节动物是该海域的主要底栖生物类群。其中环节动物最多，有 22 种，占全部种类的 41.5%；软体动物次之，有 14 种，占全部种类的 26.4%；再者为节肢动物和蠕虫动物，分别有 8 种和 3 种，各占全部种类的 15.1%和 5.7%；星虫动物和脊索动物各有 2 种，各占全部种类的 3.8%；棘皮动物和纽形动物最少，均只有 1 种，各占全部种类的 1.9%。监测海域底栖生物定量样品的种类组成如图 6.4-13 所示。



图 6.4-13 监测海域底栖生物种类组成（定量样品）

各调查站位的底栖生物（定量样品）种类组成及其分布详见表 6.4-22 和图 6.4-14。其中 20 号站的底栖生物种类数最高，有 24 种，主要为环节动物和软体动物，分别有 20 种和 4 种；12 号站的底栖生物种类次之，有 17 种；1、17 和 28 号站的底栖生物种类数最少，均各有 2 种。

表 6.4-22 监测海域底栖生物种类组成及其分布（定量样品）

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31
环节动物	1	1	1	3	4	7	7	6	1	1	2	20	1	1	1	2	1	2	1
软体动物	0	2	0	0	0	8	1	1	1	1	0	4	0	1	1	0	0	1	0
节肢动物	1	0	1	1	2	1	2	2	2	0	2	0	1	1	1	1	0	0	1
蠕虫动物	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
星虫动物	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
脊索动物	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
棘皮动物	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
纽形动物	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	2	4	4	7	6	17	14	10	6	2	5	24	3	4	4	3	2	4	3

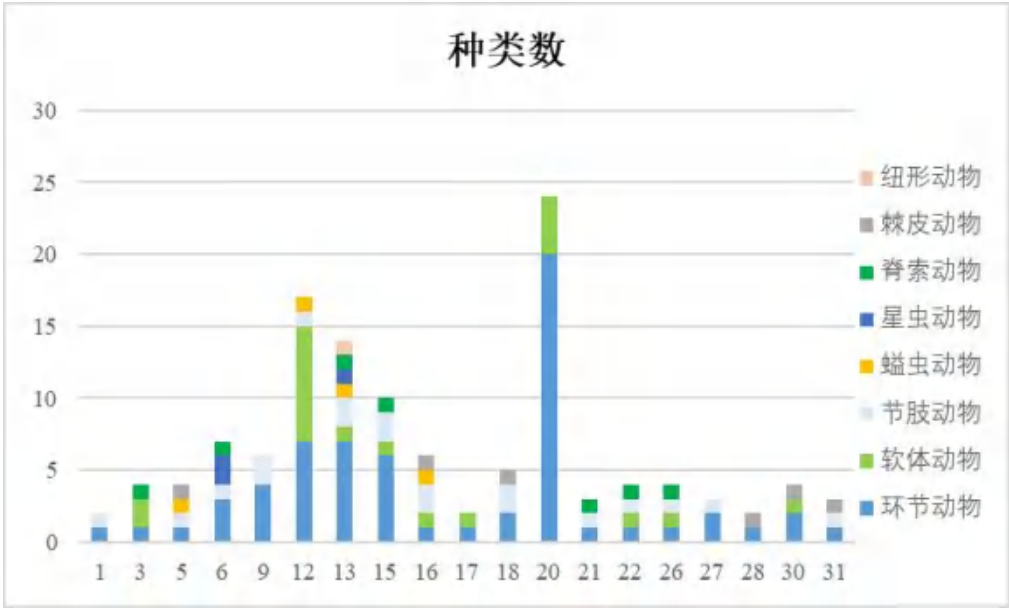


图 6.4-14 各调查站位底栖生物种类组成及其分布(定量样品)

(2) 栖息密度

从表 6.4-23 可以看出，本次监测海域各调查站位的底栖生物栖息密度介于 30~440ind/m² 之间，平均栖息密度为 109.5ind/m²。各站位间底栖生物栖息密度存在较大差异，其中 12 号站的栖息密度最高，17、27 和 31 号站的栖息密度最低。从平均栖息密度分布来看，底栖生物群落的栖息密度从大到小依次表现为：环节动物>节肢动物>软体动物>棘皮动物>脊索动物>星虫动物>蠕虫动物>纽形动物。可知，环节动物对监测海域的栖息密度贡献最大，其平均栖息密度为 36.3ind/m²，占总平均栖息密度的 33.2 %。

表 6.4-23 监测海域底栖生物栖息密度组成及其分布 (ind /m²)

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	均值
环节动物	20	10	10	40	70	190	110	90	10	10	30	0	20	10	10	20	10	20	10	36.3
软体动物	0	20	0	0	0	180	10	30	10	20	0	210	0	10	10	0	0	10	0	26.8
节肢动物	50	0	10	80	20	60	20	80	70	0	90	0	10	10	10	10	0	0	10	27.9
蠕虫动物	0	0	10	0	0	10	20	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6
星虫动物	0	0	0	60	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2
脊索动物	0	10	0	20	0	0	10	10	0	0	0	0	20	10	10	0	0	0	0	4.7
棘皮动物	0	0	10	0	0	0	0	0	40	0	10	0	0	0	0	0	40	10	10	6.3
纽形动物	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
栖息密度合计	70	40	40	200	90	440	200	210	140	30	130	210	50	40	40	30	50	40	30	109.5

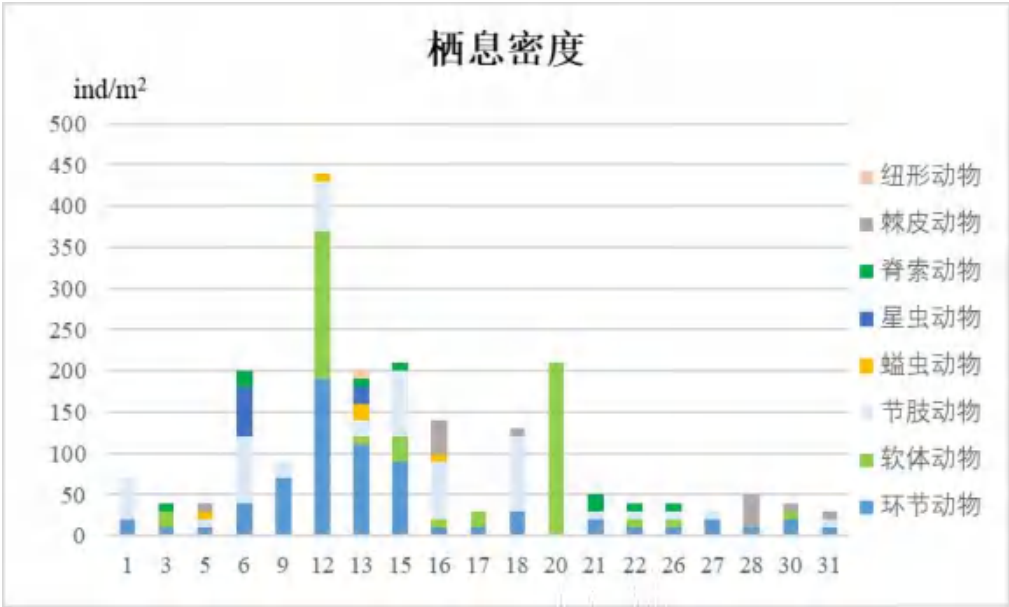


图 6.4-15 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

(3) 生物量

各调查站位底栖生物的生物量在 4.7~774.4g/m² 之间，平均生物量为 87.0 g/m²，分布状况详见表 6.4-24 和图 6.4-16。可知，该监测海域底栖生物中软体

动物的生物量贡献最大，其平均生物量为 37.4 g/m²，占总平均生物量的 43.0%；环节动物和脊索动物的生物量次之；其余门类的平均生物量介于 0.1~7.0 g/m² 之间，平均生物量相对较低。

表 6.4-24 监测海域底栖生物的生物量及其分布（g/m²）

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	均值
环节动物	0.2	0.9	0.3	6.9	3.6	27.9	8.1	24.5	0.9	0.7	0.9	0	0.3	1.4	0.8	0.5	0.4	2.4	0.4	4.3
软体动物	0	7.4	0	0	0	623.4	1.1	5.8	10.9	13.9	0	33.7	0	1.4	1.4	0	0	10.9	0	37.4
节肢动物	36.6	0	1.6	54.3	6.3	85.6	5.6	71.0	64.2	0	75.6	0	1.3	20.9	20.9	6.6	0	0	0	23.8
蠕虫动物	0	0	12.0	0	0	37.5	10.5	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3
星虫动物	0	0	0	16.8	0	0	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0
脊索动物	0	0.1	0	3.5	0	0	1.1	183.5	0	0	0	0	3.1	1.1	1.1	0	0	0	0	10.2
棘皮动物	0	0	1.0	0	0	0	0	0	83.2	0	1.4	0	0	0	0	0	38.9	3.1	4.7	7.0
纽形动物	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
生物量合计	36.8	8.4	14.9	81.5	9.9	774.4	30.7	284.8	162.5	14.6	77.9	33.7	4.7	24.8	24.2	7.1	39.3	16.4	5.9	87.0

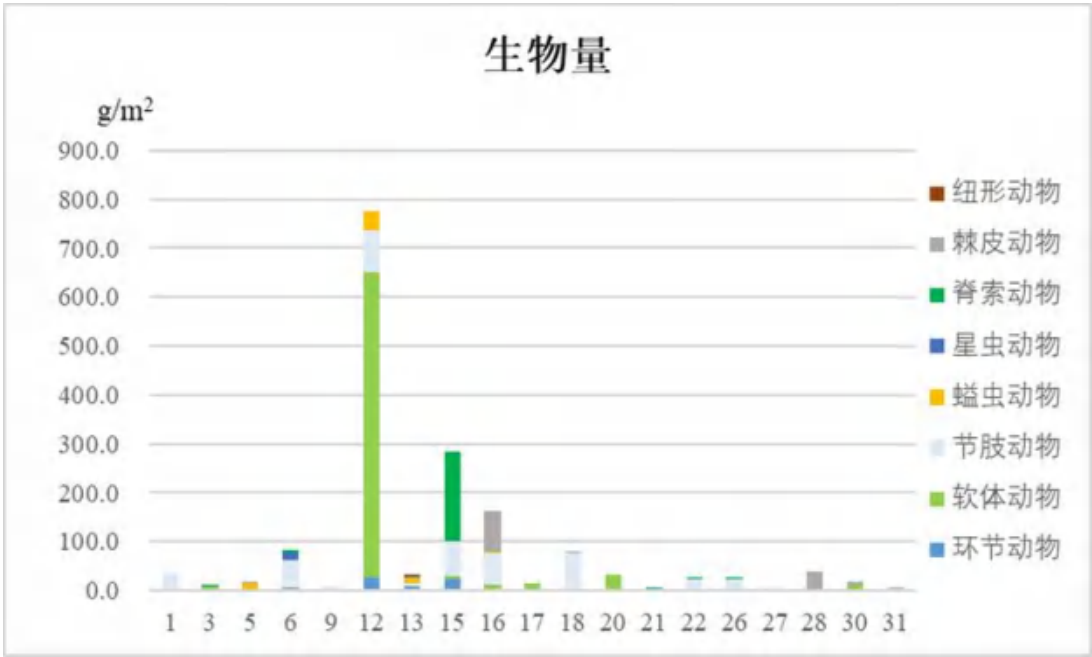


图 6.4-16 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

(4) 优势种及其优势度

底栖生物种类优势度的计算方法和优势种的判定与浮游生物相同。采用定

量调查数据进行计算和判定，监测海域底栖生物优势种仅有 1 种，为齿腕拟盲蟹（*Typhlocarcinops denticarpes*），优势度为 0.096。

（5）种类多样性指数、均匀度和丰富度

底栖生物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游动物相同，计算结果列于表 6.4-25。由表可知，监测海域底栖生物的种类多样性指数介于 0.722~3.701 之间，平均值为 1.967；均匀度介于 0.577~1.000 之间，平均值为 0.904；丰富度介于 0.235~2.629 之间，平均值为 0.944。总体上，调查海域底栖生物种类多样性指数总体处于中等或较低水平，均匀度指数较高但丰富度较低。

表 6.4-25 底栖生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	2	0.863	0.863	0.235
3	4	2.000	1.000	0.813
5	4	2.000	1.000	0.813
6	7	2.341	0.834	1.132
9	6	2.419	0.936	1.111
12	17	3.701	0.905	2.629
13	14	3.646	0.958	2.454
15	10	2.908	0.876	1.683
16	6	2.128	0.823	1.012
17	2	0.918	0.918	0.294
18	5	1.881	0.810	0.822
20	4	1.154	0.577	0.561
21	3	1.522	0.960	0.511
22	4	2.000	1.000	0.813
26	4	2.000	1.000	0.813
27	3	1.585	1.000	0.588
28	2	0.722	0.722	0.256
30	4	2.000	1.000	0.813

31	3	1.585	1.000	0.588
变化范围	2~17	0.722~3.701	0.577~1.000	0.235~2.629
平均值	5	1.967	0.904	0.944

6.4.2.6 潮间带生物

监测海域潮间带生物调查共布设 3 条断面，每条断面在高、中、低潮带各布设一个站位，现场调查定量样品采用 25cm×25cm×30cm 的定量框采集，样品厚度为 30cm，每站采集 4 个样方合并为一个样品，泥样淘洗后拣出该潮带所有底栖生物装入样品瓶中，用 5%的甲醛溶液固定后带回实验室进行鉴定分析。

(1) 种类组成与分布

本次监测海域潮间带生物样品共鉴定出 51 种，分属于 6 个门类，软体动物是该海域的主要潮间带生物类群。其中软体动物最多，有 25 种，占全部种类的 49.0%；其次为环节动物有 13 种，占全部种类的 25.5%；再者为节肢动物，有 10 种，占全部种类的 19.6%；脊索动物、星虫动物和纽形动物最少，均只有 1 种，各占 2.0%。各调查站位潮间带生物的种类组成及其分布见表 6.4-26。监测海域潮间带生物种类组成见图 6.4-17 监测海域潮间带生物种类组成。

表 6.4-26 各站位潮间带生物种类组成及其分布

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带
软体动物	4	0	7	1	7	7	7	5	6
环节动物	2	6	4	4	2	3	4	0	4
节肢动物	3	2	1	2	1	1	3	3	3
脊索动物	0	0	0	0	0	0	0	1	0
星虫动物	0	1	0	0	0	0	0	1	0
纽形动物	0	0	1	0	0	0	0	0	0
种类合计	9	9	13	7	10	11	14	10	13



图 6.4-17 监测海域潮间带生物种类组成

(2) 数量组成与分布

各调查站位潮间带生物栖息密度在 48~380ind/m² 之间，平均栖息密度为 201.3 ind/m²，其中 C1-2 站位中潮带的栖息密度最高，C2-1 站位高潮带的栖息密度最低。从表 6.4-27 和图 6.4-18 可知，软体动物的平均栖息密度最高，为 120.9 ind/m²；其次为节肢动物 55.1 ind/m²；再者为环节动物，平均栖息密度为 23.1 ind/m²；星虫动物的平均栖息密度为 1.3 ind/m²；脊索动物和纽形动物的栖息密度最低，均为 0.4 ind/m²。

表 6.4-27 监测海域潮间带生物栖息密度组成及其分布 (ind/m²)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3	均值
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
软体动物	52	196	60	4	136	140	92	256	152	120.9
环节动物	8	80	36	16	12	24	20	0	12	23.1
节肢动物	100	96	60	28	16	8	72	80	36	55.1
脊索动物	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0.4
星虫动物	0	8	0	0	0	0	0	4	0	1.3
纽形动物	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0.4
栖息密度合计	160	380	160	48	164	172	184	344	200	201.3

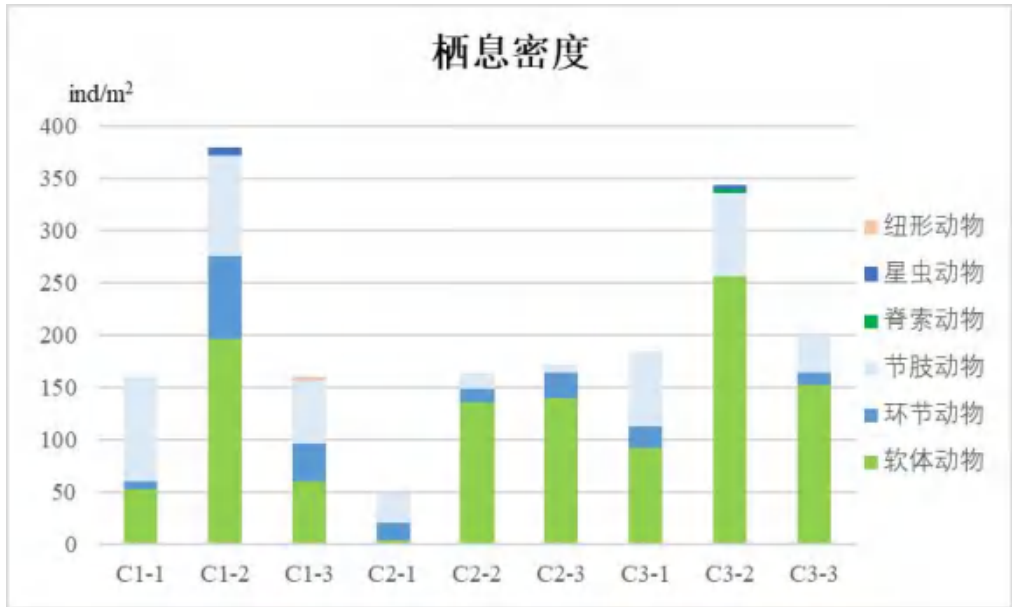


图 6.4-18 监测海域潮间带生物栖息密度组成及分布

(3) 生物量

监测海域各调查站位潮间带生物的生物量在 147.88~633.73g/m² 之间，平均生物量为 297.58 g/m²，分布状况详见表 6.4-28 和图 6.4-19。可以看出，软体动物对该海域生物量的贡献最大，其平均生物量为 214.26 g/m²；其次为节肢动物 75.84 g/m²；环节动物、脊索动物、星虫动物和纽形动物的生物量相对较少，平均生物量在 0.32~4.22 g/m² 之间。

表 6.4-28 各调查站位潮间带生物的生物量及其分布 (g/m²)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3	均值
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
软体动物	113.36	256.24	109.04	1.92	240.08	173.32	102.00	302.68	629.73	214.26
环节动物	14.76	5.72	3.08	2.36	8.44	1.36	1	0	1.24	4.22
节肢动物	140.44	219.84	92.28	143.6	22.72	5.40	51.08	4.44	2.76	75.84
脊索动物	0	0	0	0	0	0	0	17.68	0	1.96
星虫动物	0	5.68	0	0	0	0	0	3.08	0	0.97
纽形动物	0	0	2.92	0	0	0	0	0	0	0.32
生物量合计	268.56	487.48	207.32	147.88	271.24	180.08	154.08	327.88	633.73	297.58



图 6.4-19 监测海域潮间带生物生物量分布

（4）优势种及其优势度

潮间带生物种类优势度的计算方法和优势种的判定与浮游生物相同。采用定量调查数据进行计算和判定，监测海域潮间带生物优势种有 4 种，为青蛤（*Cyclina sinensis*）、短指和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）畸心蛤（*Cryptonema producta*）和毛掌活额寄居蟹（*Diogenes penicillatus*），其优势度分别为 0.113、0.067、0.053 和 0.026。

（5）种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游动物相同，计算结果列于表 4.3.5-4。由表可见，调查海域各站位潮间带生物种类多样性指数在 2.339~2.844 之间，平均值为 2.675；均匀度在 0.672~0.898 之间，平均值为 0.779；丰富度指数在 1.541~2.493 之间，平均值为 1.963。总体而言，调查海域潮间带生物的种类多样性指数、均匀度和丰富度处于中等水平。

表 6.4-29 潮间带生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	潮带	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
C1-1	高潮带	9	2.787	0.879	1.576
C1-2	中潮带	15	2.651	0.678	2.357
C1-3	低潮带	13	2.844	0.769	2.364
C2-1	高潮带	7	2.522	0.898	1.550

C2-2	中潮带	10	2.643	0.796	1.765
C2-3	低潮带	11	2.659	0.769	1.943
C3-1	高潮带	14	3.221	0.846	2.493
C3-2	中潮带	10	2.339	0.704	1.541
C3-3	低潮带	12	2.409	0.672	2.076
变化范围		7~15	2.339~2.844	0.672~0.898	1.541~2.493
平均值		11	2.675	0.779	1.963

6.4.3 2021 年 11 月（秋季）海洋生态现状调查与评价

6.4.3.1 叶绿素 a

海水叶绿素 a 的含量监测共布设 19 个调查站位，与水质调查同步实施，海水透明度作同步观测，用以估算海洋初级生产力水平。叶绿素 a 的测定按照《海洋监测规范》（GB 17378.7 -2007）中规定的方法（分光光度法）进行。

（1）叶绿素 a 的含量及分布

监测海域各调查站位间海水叶绿素 a 的含量分布状况详见表 6.4-30 和图 6.4-20。统计结果显示，监测海域叶绿素 a 的含量范围为 0.3~3.1 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.1 $\mu\text{g/L}$ 。其中，12 号站底层叶绿素 a 含量最高，为 3.3 $\mu\text{g/L}$ ；1 号站表层含量次之，为 3.0 $\mu\text{g/L}$ ；再次，3 号站底层、6 号站底层、9、12 号站表层、15、16、20、21、22 号站表层和 30 号站底层叶绿素 a 含量介于 1.0~2.9 $\mu\text{g/L}$ 之间；1 号站底层、3 号站表层、5、6 号站表层、13、17、18、22 号站底层、26、27、28、30 号站表层和 31 号站的叶绿素 a 含量相对较低，介于 0.3~0.9 $\mu\text{g/L}$ 之间。总体而言，监测海域叶绿素 a 含量皆较低。

表 6.4-30 监测海域叶绿素 a 含量及初级生产力水平

调查站位	层次	水深	透明度	叶绿素 a 含量	初级生产力
	m	m	m	$\mu\text{g/L}$	$\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
1	0.5	13.0	3.0	3.0	554.4
	11.0			0.5	92.4
3	0.5	12.1	6.4	0.3	74.5
	10.1			1.0	248.5
5	0.5	13.0	3.2	0.6	118.3
	11.0			0.3	59.1

6	0.5	16.1	2.9	0.8	142.9
	14.1			1.3	232.3
9	0.5	5.4	1.6	1.9	187.3
12	0.5	12.2	1.8	1.8	199.6
	10.1			3.3	365.9
13	0.5	7.9	2.3	0.9	127.5
15	0.5	4.3	2.5	2.9	256.1
16	0.5	11.9	3.5	2.2	474.4
	9.9			1.6	345.0
17	0.5	9.8	2.4	0.6	88.7
18	0.5	15.9	3.3	0.8	162.6
	13.9			0.4	81.3
20	0.5	6.9	4.2	1.6	226.7
21	0.5	8.2	5.9	1.8	303.1
22	0.5	18.5	4.2	1.3	336.4
	16.5			0.9	232.9
26	0.5	8.1	4.2	0.3	49.9
27	0.5	15.5	3.0	0.3	55.4
	13.5			0.4	73.9
28	0.5	16.0	4.3	0.4	106.0
	14.0			0.4	106.0
30	0.5	19.5	2.6	0.9	144.2
	17.5			1.6	256.3
31	0.5	16.2	3.1	0.4	76.4
	14.2			0.3	57.3
最小值	—	—	—	0.3	49.9
最大值	—	—	—	3.3	554.4
平均值	—	—	—	1.1	188.2

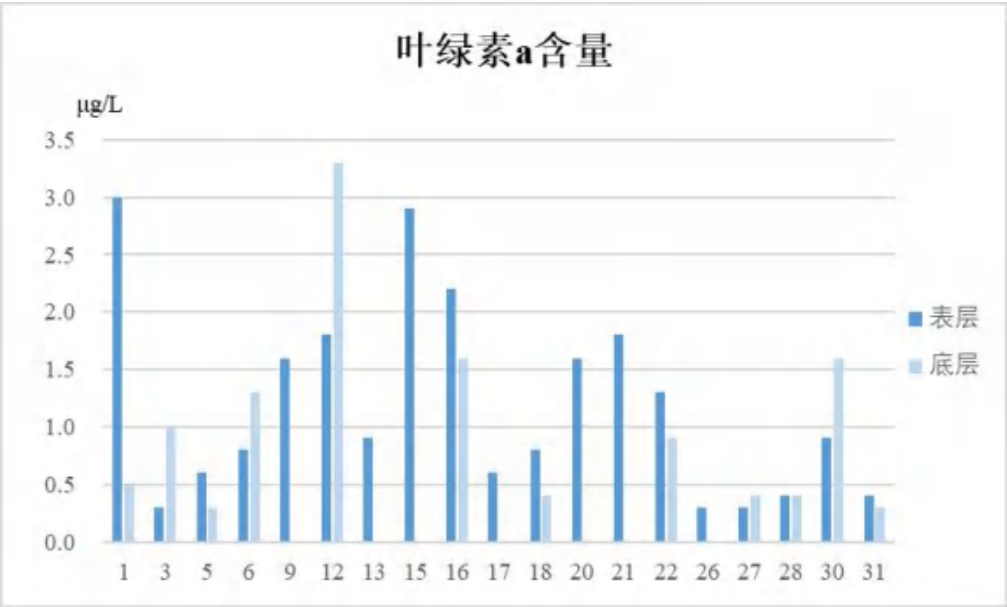


图 6.4-20 各调查站位叶绿素 a 含量分布

6.4.3.2 初级生产力

海洋初级生产力水平的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的 Cadée（1975）公式进行估算。估算公式如下：

$$P = \frac{Chl.a \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

P—现场初级生产力（ $\text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ）；

Chl.a—真光层内叶绿素 a 的平均含量（ mg/m^3 ）；

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；

D—昼长时间（h），根据季节和海区情况取 11.1 小时；

E—真光层深度，取透明度的 3 倍，若透明度的 3 倍大于水深，则取水深值。

本次调查海域海洋初级生产力水平的估算结果详见表 4.4.1-1。由表可知，监测海域的海洋初级生产力水平介于 $49.9 \sim 554.4 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间，平均为 $188.2 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。同次调查站位间初级生产力水平存在一定差异，其中 1 号站表层初级生产力最高，为 $554.4 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；其次为 16 号站表层初级生产力，为 $474.4 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；再次，3 号站底层、5 号站表层、6、9、12、13、15、16 号站底层、18 号站表层、20、21、22、28 和 30 号站的初级生产力居中间，介于 $106.0 \sim 365.9 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ；1 号站底层、3 号站表层、5 号站底层、17、18 号站底层、26、27 和 31 号站的初级生产力水平相对较低，介于 $49.9 \sim 92.4 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间。整体来看，监测海域各站位间初级生产力水平分布与叶绿素 a 的含量分布趋势基本一致，其初级生产力水平见图 6.4-21。

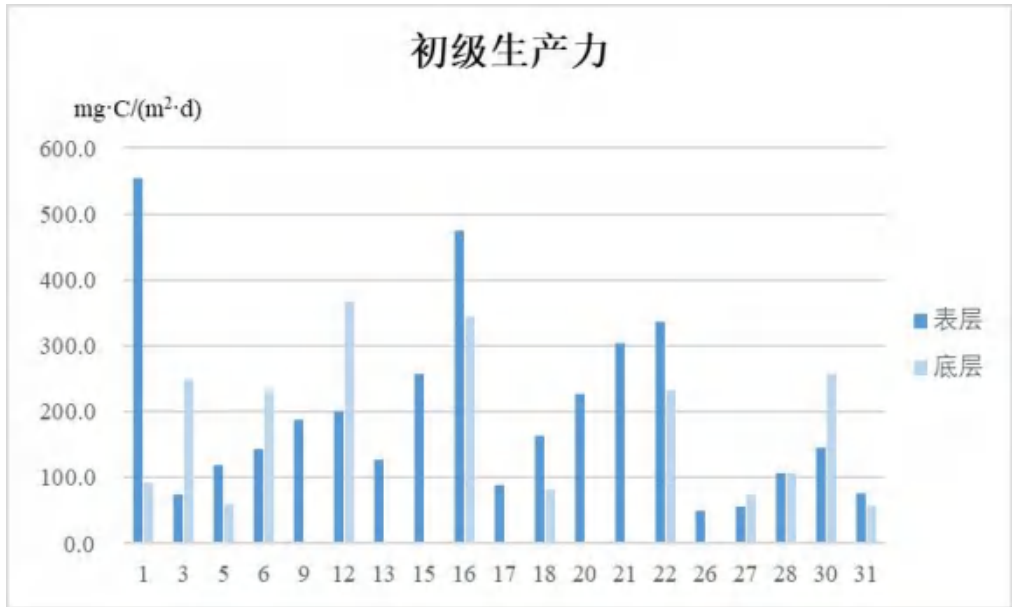


图 6.4-21 各调查站位初级生产力水平分布

6.4.3.3 浮游植物

浮游植物现场采样调查共布设 19 个站点，现场样品采集包括浮游植物水采样品和网采样品。浮游植物水采样品采用 5L 有机玻璃采水器进行现场采集，与水质项目同步开展；网采样品采用浅水Ⅲ型浮游生物网（网口面积 0.1m²，网口直径 37cm，网长 140cm）由海底至海面作垂直拖网一次。采集到的样品均用 5% 的甲醛溶液固定，然后带回实验室进行镜检分析、种类鉴定和个体数量计数。

（1）种类组成与分布

水采样品

浮游植物（水采样品）共鉴定出 3 大类 22 属 33 种（含变种、变型）。其中，硅藻类较多，有 20 属 31 种，占浮游植物总种数的 94.0%；蓝藻门和甲藻门均只有 1 种，各占总种数的 3.0%。

各调查站点出现的浮游植物（水采样品）种类数介于 1~10 种之间，其中 13 和 30 号站的种类数最多，各有 10 种；其次是 31 号站，有 9 种；20 号站种类数最少，仅有 1 种；其余 15 个站位的种类数差异不大。各门类浮游植物的种类数在各调查站点的分布情况详见图 6.4-22。可以看出，各调查站点浮游植物水采样品皆以硅藻种类占优势，甲藻和蓝藻均仅出现 1 种，分别是 3 和 30 号站位。

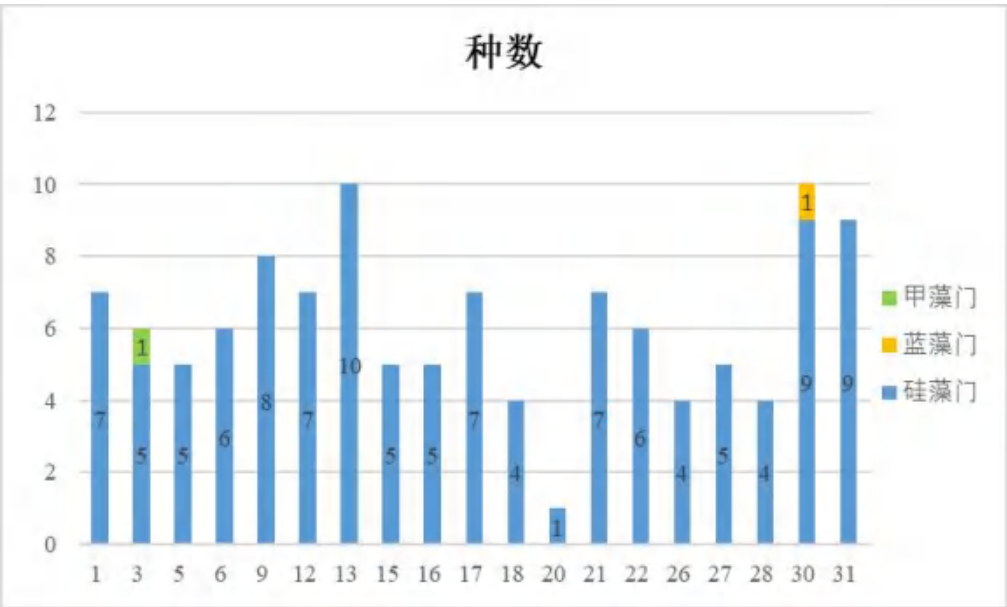


图 6.4-22 各调查站位浮游植物种类组成（水采样品）

网采样品

浮游植物（网采样品）共鉴定出 3 大类 32 属 70 种（含变种、变型）。其中，硅藻类最多，有 27 属 60 种，占浮游植物总种数的 85.7%；甲藻门次之，有 4 属 8 种，占总种数的 11.4%；蓝藻门仅出现 2 种，占总种数的 2.9%。

各调查站点出现的浮游植物（网采样品）种类数介于 23~36 种之间，其中 13 和 18 号站种类数最多，有 36 种；其次为 1、26、27 和 31 号站，均有 35 种；其余 13 个站位种类数差异较小，介于 25~34 种之间；12 号站位的种类数最少，有 23 种。各门类浮游植物的种类数在各调查站点的分布情况详见图 6.4-23。可知，各调查站点浮游植物网采样品亦以硅藻种类占优势，甲藻次之，蓝藻最少。

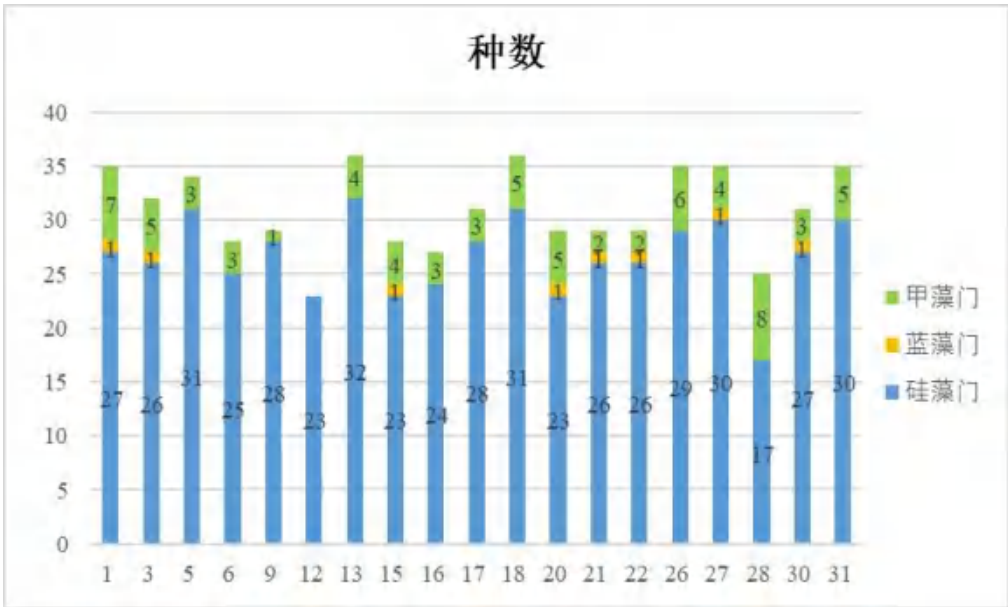


图 6.4-23 各调查站位浮游植物种类组成（网采样品）

(2) 数量组成与分布

水采样品

监测海域各调查站位浮游植物（水采样品）的细胞丰度介于 $5.10 \times 10^3 \sim 1.34 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $4.21 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物的细胞丰度存在一定差异，其中 9 号站的浮游植物丰度最高，为 $1.34 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ；其次为 31 号站，丰度为 $1.04 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ；再次为 13 号站，丰度为 $9.38 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；其余 15 个站位的浮游植物细胞丰度介于 $7.70 \times 10^3 \sim 6.84 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $3.09 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；28 号站的浮游植物细胞丰度最低，为 $5.10 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物（水采样品）细胞丰度详见图 6.4-24。在本次监测中硅藻丰度最高，占浮游植物总平均丰度的 97.1%；蓝藻次之，其丰度占浮游植物总平均丰度的 2.8%；甲藻细胞丰度最低，仅占 0.1%。

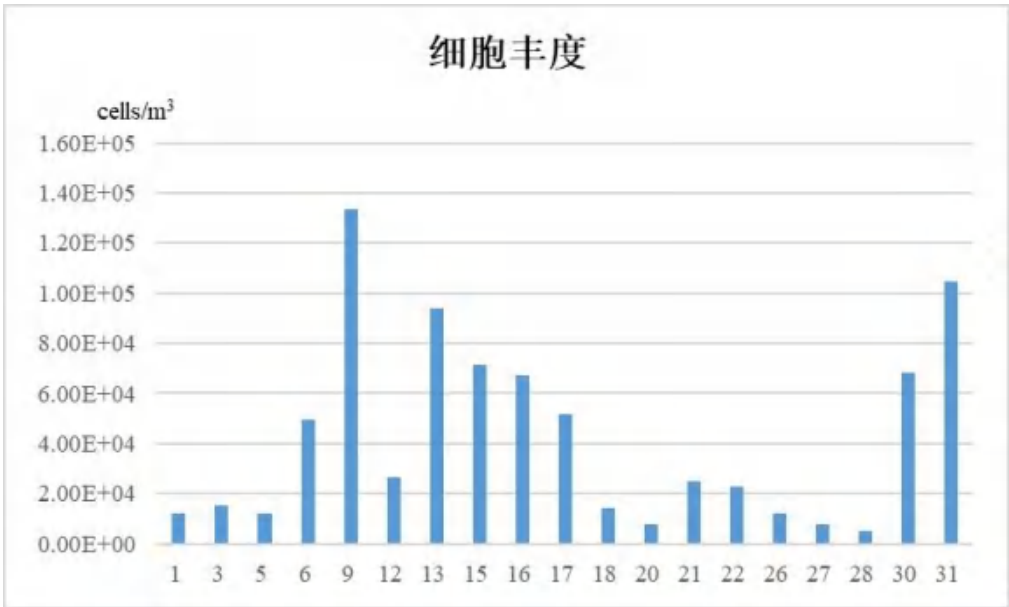


图 6.4-24 调查海域各站位浮游植物数量分布（水采样品）
网采样品

监测海域各调查站位浮游植物（网采样品）的细胞丰度介于 $1.22 \times 10^6 \sim 2.01 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $7.15 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物的细胞丰度略有差异，其中9号站的浮游植物细胞丰度最高，为 $2.01 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ；其次为20和30号站，丰度均为 $1.05 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ；有11个站位（5、12、13、15、16、17、18、21、22、26、31号站）浮游植物细胞丰度相差不大，介于 $5.07 \times 10^6 \text{ cells/m}^3 \sim 9.91 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $7.42 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ；有4个站位（1、3、6、27号站）浮游植物细胞丰度相对较低，介于 $1.57 \times 10^6 \text{ cells/m}^3 \sim 3.84 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $2.95 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ；28号站的浮游植物细胞丰度最低，为 $1.22 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物（网采样品）细胞丰度详见图 6.4-25。在本次监测中硅藻丰度最高，占浮游植物总平均丰度的 94.1%；蓝藻次之，其丰度占浮游植物总平均丰度的 5.1%；甲藻细胞丰度最低，仅占 0.8%。

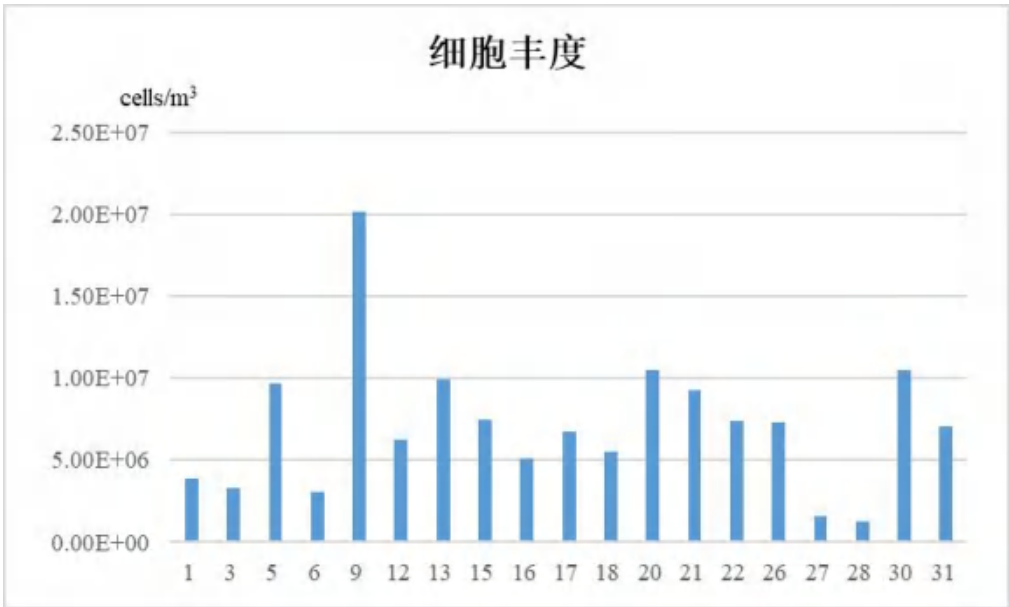


图 6.4-25 调查海域各站位浮游植物数量分布（网采样品）

(3) 优势种及其优势度

优势种的优势度有多种方法表示，这里采用不同的计算公式来分别计算和表示各个调查站优势种的优势度和整个调查海区优势种的优势度。

对于某一调查站优势种的优势度可用百分比表示：

$$D=ni/N\cdot 100\%$$

式中：D—第 i 种的百分比优势度；

ni—第 i 种的数量；

N—该站群落中所有种的数量，数量可用个体数、密度、重量等单位表示，本报告用密度表示。

对于某一区域优势种的优势度，计算公式如下：



式中：ni—为第 i 种的数量；

fi—为该种在各站出现的频率；

N—为群落中所有种的数量。

当某一种浮游植物的优势度 $Y\geq 0.02$ 时，判定该种为监测区域的优势种。

根据上述优势度公式的计算结果，调查海域浮游植物的优势种及其优势度详见表 6.4-31。浮游植物（水采样品）的优势种有 6 种，它们是拟弯角毛藻（*Chaetoceros pseudocurvisetus*）、环纹娄氏藻（*Lauderia annulata*）、丹麦细柱

藻（*Leptocylindrus danicus*）、斯托根管藻（*Rhizosolenia stolterfothii*）、菱软几内亚藻（*Guinardia flaccida*）和曲舟藻（*Pleurosigma sp.*），其优势度分别为 0.135、0.079、0.034、0.027、0.025 和 0.021；浮游植物（网采样品）的优势种有 9 种，拟弯角毛藻（*Chaetoceros pseudocurvisetus*）占有绝对优势，其优势度为 0.150。

表 6.4- 31 浮游植物水采样品和网采样品优势种及其优势度

类别	中文名	拉丁文名	优势度
水采样品	拟弯角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	0.135
	环纹娄氏藻	<i>Lauderia annulata</i>	0.079
	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>	0.034
	斯托根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0.027
	菱软几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>	0.025
	曲舟藻	<i>Pleurosigma sp.</i>	0.021
网采样品	拟弯角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	0.150
	佛氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	0.094
	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0.085
	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.065
	斯托根管藻	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0.041
	变异辐杆藻	<i>Bacteriastrum varians</i>	0.032
	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	0.024
	粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>	0.024
	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliiformis</i>	0.022

（4）种类多样性指数、均匀度和丰富度

种类多样性指数是生物群落结构的一个重要属性的反映，可作为水质评价的生物指标，并可用来预测赤潮。现使用 Shannon-Wiener 法的多样性指数公式和 Pielous 均匀度公式来进行计算：

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

式中： H' 为多样性指数； S 为种类数； $P_i=n_i/N$ (n_i 是第 i 个物种的个体数， N 是全部物种的个体数)； J' 为均匀度。

丰富度 (richness) 是表示生物群落中种类丰富程度的指数，是应当首先了解的。丰富度的计算公式有多种，现采用马卡列夫 (Margalef, 1958) 的丰富度公式进行计算：

$$d=(S-1)/\log_2N$$

其中： d 表示丰富度， S 表示样品中的种类总数， N 表示样品中生物的数量。一般而言，健康环境，种类丰富度高；受污染的环境，丰富度降低。

水采样品

监测海域浮游植物 (水采样品) 的种类多样性指数、均匀度和丰富度的计算结果列于表 6.4-32。计算结果表明，监测海域各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 0~2.926 之间，平均值为 2.086；均匀度介于 0~0.963 之间，平均值为 0.841；丰富度指数介于 0~0.808 之间，平均值为 0.490。总体上，监测海域浮游植物 (水采样品) 的均匀度较高，种类多样性指数处于中等水平。

表 6.4-32 浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度 (水采样品)

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	7	2.664	0.949	0.638
3	6	2.377	0.920	0.519
5	5	2.189	0.943	0.426
6	6	2.115	0.818	0.463
9	8	2.104	0.701	0.593
12	7	2.631	0.937	0.589
13	10	2.926	0.881	0.786
15	5	0.869	0.374	0.358
16	5	1.748	0.753	0.360
17	7	2.475	0.882	0.553
18	4	1.738	0.869	0.314

20	1	0	0	0
21	7	2.399	0.855	0.592
22	6	2.294	0.887	0.498
26	4	1.614	0.807	0.319
27	5	2.236	0.963	0.447
28	4	1.918	0.959	0.351
30	10	2.792	0.840	0.808
31	9	2.545	0.803	0.692
变化范围	1~10	0~2.926	0~0.963	0~0.808
平均值	6	2.086	0.841	0.490

网采样品

本次浮游植物（网采样品）的种类多样性指数、均匀度和丰富度的计算结果详见表 4.4.2-3。统计结果显示，各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 2.217~4.211 之间，平均值为 3.785；均匀度介于 0.490~0.862 之间，平均值为 0.765；丰富度指数介于 1.406~2.384 之间，平均值为 1.920。调查海域浮游植物（网采样品）的种类多样性指数、均匀度和丰富度指数处于较高水平。

表 6.4-33 浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度（网采样品）

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	35	3.811	0.743	2.242
3	32	3.970	0.794	2.066
5	34	4.211	0.828	2.052
6	28	4.142	0.862	1.807
9	29	3.614	0.744	1.665
12	23	2.217	0.490	1.406
13	36	3.873	0.749	2.173
15	28	3.350	0.697	1.706
16	27	3.925	0.826	1.684
17	31	3.990	0.806	1.907
18	36	4.050	0.784	2.256

20	29	3.450	0.710	1.732
21	29	4.004	0.824	1.745
22	29	3.832	0.789	1.771
26	35	4.147	0.809	2.152
27	35	3.853	0.751	2.384
28	25	3.686	0.794	1.712
30	31	3.892	0.786	1.856
31	35	3.892	0.759	2.155
变化范围	23~36	2.217~4.211	0.490~0.862	1.406~2.384
平均值	31	3.785	0.765	1.920

6.4.3.4 浮游动物

本次监测浮游动物调查站位与浮游植物相同。现场调查采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2m²，网口直径 50cm，网长 145cm）由海底至海面垂直拖网一次，采集到的样品用 5% 的甲醛溶液固定，带回实验室进行种类鉴定、个体数量计数和生物量称重。

（1）种类组成与分布

本次调查浮游动物样品共鉴定出浮游动物 60 种和浮游幼虫 14 种。其中，桡足类最多，有 24 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 32.4%；其次为腔肠动物，有 22 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 29.7%；再者为浮游幼虫，有 14 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 18.9%；其余类群分别为毛颚动物、栉水母、被囊动物、介形类、原生动物、枝角类、樱虾类、端足类和软体动物，这些类群的种类数皆在 1~3 种之间，各类群的种类组成见图 6.4-26。

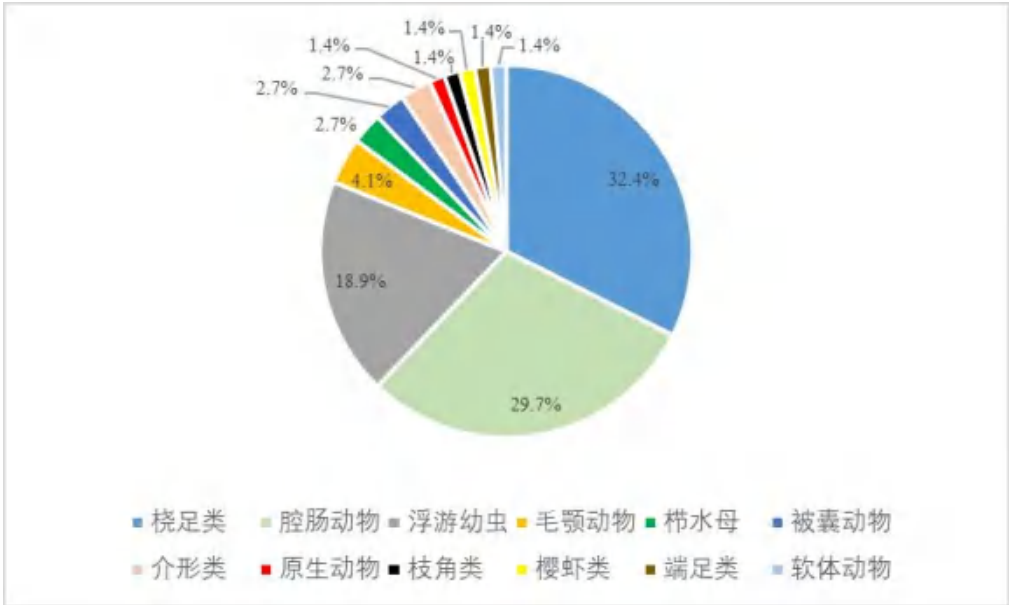


图 6.4-26 浮游动物种类组成

各调查站位鉴定出的浮游动物种类数在 15~40 种之间，不同调查站位的种类数略有差异，其中 27 号站浮游动物种类数最高，有 40 种；其次为 18 和 30 号站，分别有 37 种和 35 种；有 12 个站位(1、3、5、6、13、16、17、20、21、22、26 和 31 号站)浮游动物种类数差别不大，介于 19~32 种之间；9 和 28 号站的种类数相对较少，分别为 16 和 19 种；12 和 15 号站浮游动物种类数最低，各有 15 种。具体种类数分布见图 6.4-27。

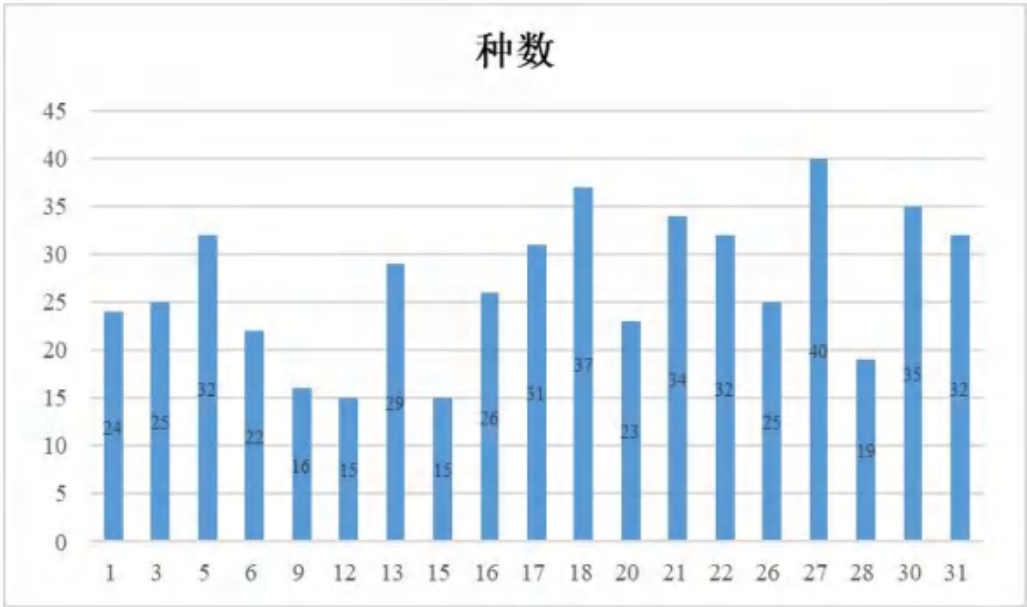


图 6.4-27 浮游动物种类数分布

(2) 数量组成与分布

监测海域各调查站浮游动物的密度介于 164.1~1146.7ind/m³ 之间，平均为

496.9 ind/m³。其中 21 和 30 号站位浮游动物密度相对较高，分别为 1146.7 ind/m³ 和 1136.4 ind/m³；其次为 22 和 31 号站，浮游动物密度分别为 756.6 ind/m³ 和 749.2 ind/m³；再者为 17 号站，浮游动物密度为 707.5 ind/m³；有 7 个站位（1、3、5、13、18、26 和 27 号站）浮游动物密度居中间，介于 373.6~660.6 ind/m³ 之间，平均密度为 492.9 ind/m³；有 6 个站位（6、9、12、15、16 和 28 号站）浮游动物密度相对较低，介于 168.9~350.4 ind/m³ 之间，平均密度为 221.8 ind/m³；20 号站浮游动物密度最低，为 164.1 ind/m³。各调查站位的浮游动物密度分布如图 6.4-28 所示。

各调查站位浮游动物的生物量变化介于 113.2~486.7 ind/m³ 之间，平均生物量为 235.4 ind/m³。各调查站位间浮游动物生物量存在一定差异，其中 21 号站的浮游动物生物量最高，为 486.7 ind/m³；其次为 18 和 22 号站，生物量分别为 467.0 ind/m³ 和 419.0 ind/m³；有 15 个站位的生物量介于 113.2~360.1 ind/m³ 之间，平均生物量为 200.4 ind/m³；12 号站的生物量最低，为 101.6 ind/m³。各调查站位浮游动物生物量分布情况详见图 6.4-29。

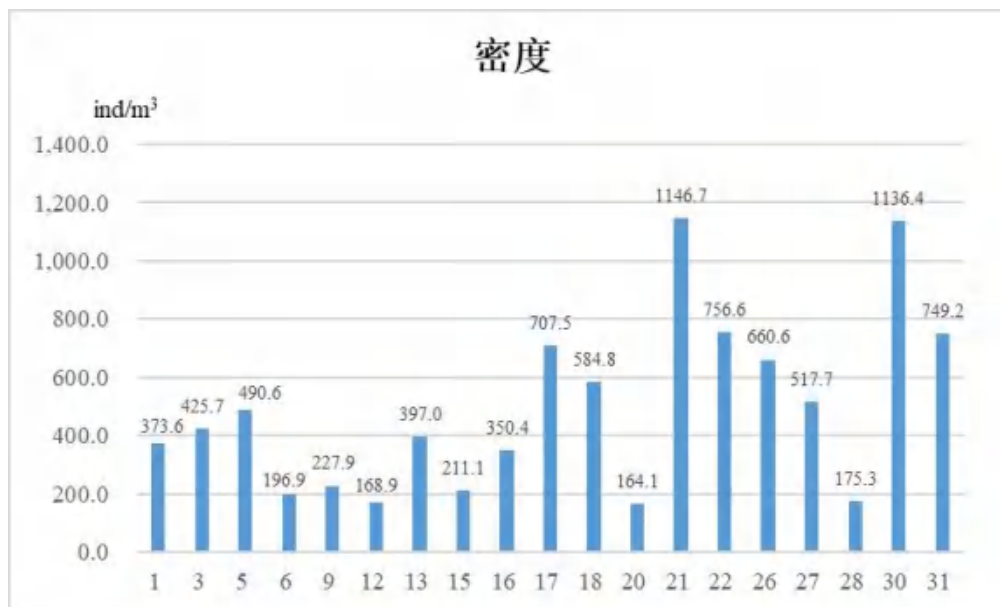


图 6.4-28 各调查站位浮游动物密度分布



图 6.4-29 各调查站位浮游动物生物量分布

(3) 优势种及其优势度

浮游动物种类优势度的计算方法和优势种的判断标准与浮游植物相同。根据优势度的计算结果（详见表 6.4-34），监测海域浮游动物的优势种类共 12 种（包含浮游幼虫），其中亚强真哲水蚤（*Eucalanus subcrassus*）优势度最高，为 0.125；其次为亨生莹虾（*Lucifer hansenii*）和异体住囊虫（*Oikopleura dioica*），优势度分别为 0.092 和 0.079；再次为蔓足类节肢幼虫（*Cirripedia larva*）和肥胖软箭虫（*Flaccisagitta enflata*），为 0.063 和 0.059；其余 7 种优势类群的优势度介于 0.028~0.059 之间。

表 6.4-34 浮游动物优势种及其优势度

序号	中文名	拉丁文名	优势度
1	亚强真哲水蚤	<i>Eucalanus subcrassus</i>	0.100
2	亨生莹虾	<i>Lucifer hansenii</i>	0.092
3	异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>	0.079
4	蔓足类节肢幼虫	<i>Cirripedia larva</i>	0.065
5	肥胖软箭虫	<i>Flaccisagitta enflata</i>	0.063
6	长尾类幼体	<i>Macrura larva</i>	0.059
7	锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>	0.052

8	百陶带箭虫	<i>Zonosagitta bedoti</i>	0.052
9	夜光虫	<i>Noctiluca scientillans</i>	0.040
10	短尾类溞状幼虫	<i>Brachyura zoea larva</i>	0.035
11	微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>	0.031
12	刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>	0.028

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

浮游动物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游植物相同, 计算结果列于表 6.4-35。计算结果可知, 监测海域各调查站位浮游动物种类多样性指数介于 2.245~4.084 之间, 平均值为 3.481; 均匀度介于 0.561~0.906 之间, 平均值为 0.742; 丰富度指数介于 2.616~6.241 之间, 平均值为 4.248。其中 27 号站的浮游动物种类多样性指数和丰富度指数最高, 各站位间浮游动物均匀度差别不大。总体来看, 监测海域多样性指数、均匀度和丰富度指数均处于较高水平。

表 6.4-35 浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	24	3.626	0.791	3.883
3	25	3.341	0.719	3.964
5	32	3.386	0.677	5.004
6	22	3.097	0.695	3.975
9	16	2.245	0.561	2.763
12	15	2.779	0.711	2.729
13	29	3.594	0.740	4.679
15	15	3.209	0.821	2.616
16	26	3.785	0.805	4.267
17	31	3.991	0.806	4.572
18	37	4.025	0.773	5.650
20	23	3.485	0.770	4.313
21	34	3.689	0.725	4.684

22	32	3.518	0.704	4.677
26	25	3.523	0.759	3.696
27	40	4.084	0.768	6.241
28	19	3.849	0.906	3.484
30	35	3.439	0.670	4.833
31	32	3.478	0.696	4.683
变化范围	15~40	2.245~4.084	0.561~0.906	2.616~6.241
平均值	27	3.481	0.742	4.248

6.4.3.5 底栖生物

监测海域底栖生物的现场调查站位亦与浮游生物相同，共布设 19 个监测站位。现场调查定量样品采用开口面积为 0.05 m² 的抓斗式采泥器采集，每站采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中；定性样品随机选取 3 个站位进行阿拖网采集（拖网 10~30min），每站亦采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中；所有采集的样品均用 5% 的甲醛溶液固定后带回实验室进行鉴定分析。

（1）种类组成与分布

底栖生物定性样品

监测海域底栖生物（定性样品）共鉴定出 5 个门类 54 种。其中节肢动物最多，有 28 种，占全部种类的 51.9%；脊索动物和软体动物次之，分别有 12 种和 10 种，各占全部种类的 22.2% 和 18.5%；再者为棘皮动物，有 3 种，占全部种类的 5.6%；刺胞动物最少，仅出现 1 种，占全部种类的 1.9%。各调查站位底栖生物定性样品的种类组成如图 6.4-30 所示。

各调查站位的底栖生物（定性样品）种类组成及其分布详见表 6.4-36 和图 6.4-31。本次监测海域底栖生物定性样品中种类数最高的是 17 号站，有 25 种；13 和 21 号站的底栖生物种类次之，各有 19 种。

表 6.4-36 各站位底栖生物种类组成及其分布（定性样品）

种类	13	17	21
节肢动物	14	15	6
脊索动物	2	6	4

软体动物	3	3	5
棘皮动物	0	0	3
刺胞动物	0	1	1
合计	19	25	19

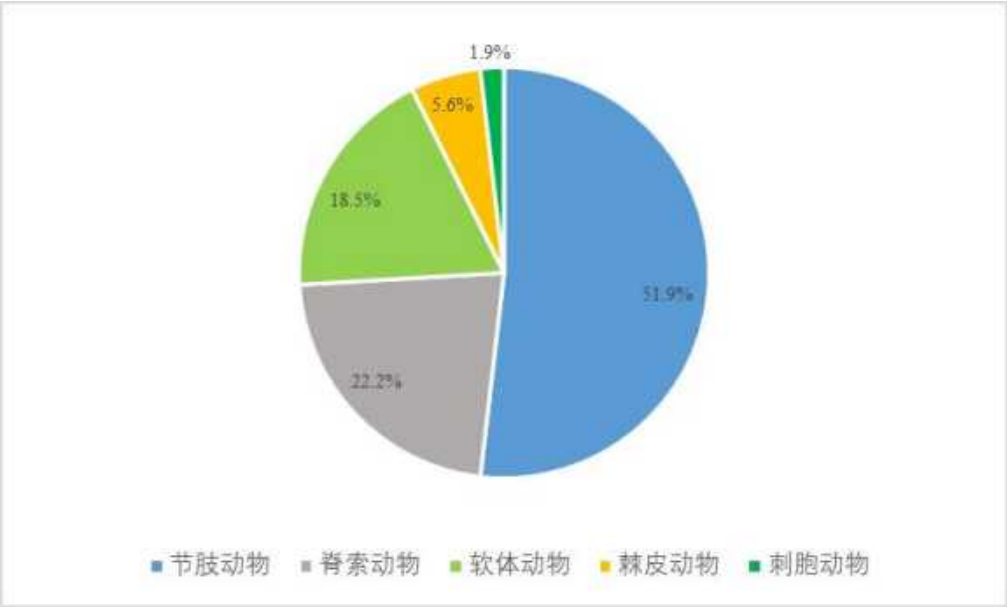


图 6.4-30 监测海域底栖生物种类组成（定性样品）

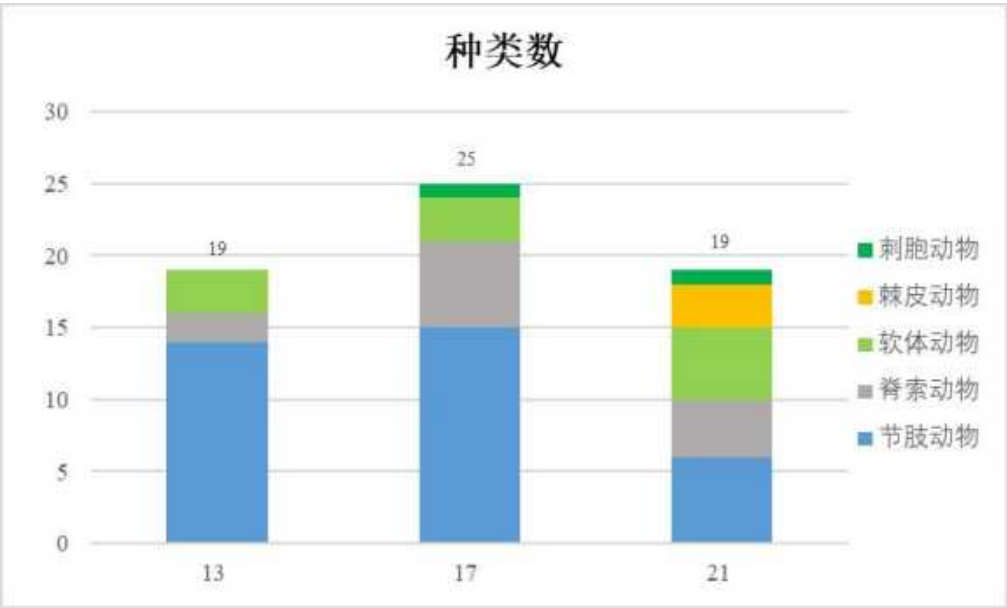


图 6.4-31 各调查站位底栖生物种类组成及其分布(定性样品)

底栖生物定量样品

监测海域底栖生物（定量样品）共鉴定出种 57 种，分属于 9 个门类，环节动物是该海域的主要底栖生物类群。其中环节动物最多，有 28 种，占全部种类的 49.1%；软体动物次和节肢动物次之，均有 9 种，各占全部种类的 15.8%；再者为棘皮动物和星虫动物，分别有 3 种，各占全部种类的 5.3%；脊索动物有 2

种，占全部种类的 3.5%；蠕虫动物、刺胞动物和纽形动物最少，均只出现 1 种，各占全部种类的 1.8%。监测海域底栖生物定量样品的种类组成如图 6.4-32 所示。

各调查站位的底栖生物（定量样品）种类组成及其分布详见表 6.4-37 和图 6.4-33。其中 12 号站的底栖生物种类数最高，有 12 种，主要为环节动物；26 和 6 号站的底栖生物种类次之，分别有 11 种和 10 种；5 号站的底栖生物种类数最少，仅在 15 号站出现 1 种软体动物。

表 6.4-37 监测海域底栖生物种类组成及其分布（定量样品）

种类	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31
环节动物	4	1	0	4	2	10	2	1	5	3	0	2	2	2	3	5	1	4	0
软体动物	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4	0	0	0	2
节肢动物	0	1	0	2	1	1	0	1	1	1	2	1	2	2	2	0	0	1	0
棘皮动物	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
星虫动物	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
脊索动物	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
蠕虫动物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	5	4	1	10	4	12	3	4	7	4	3	5	6	5	11	6	2	7	2



图 6.4-32 监测海域底栖生物种类组成（定量样品）

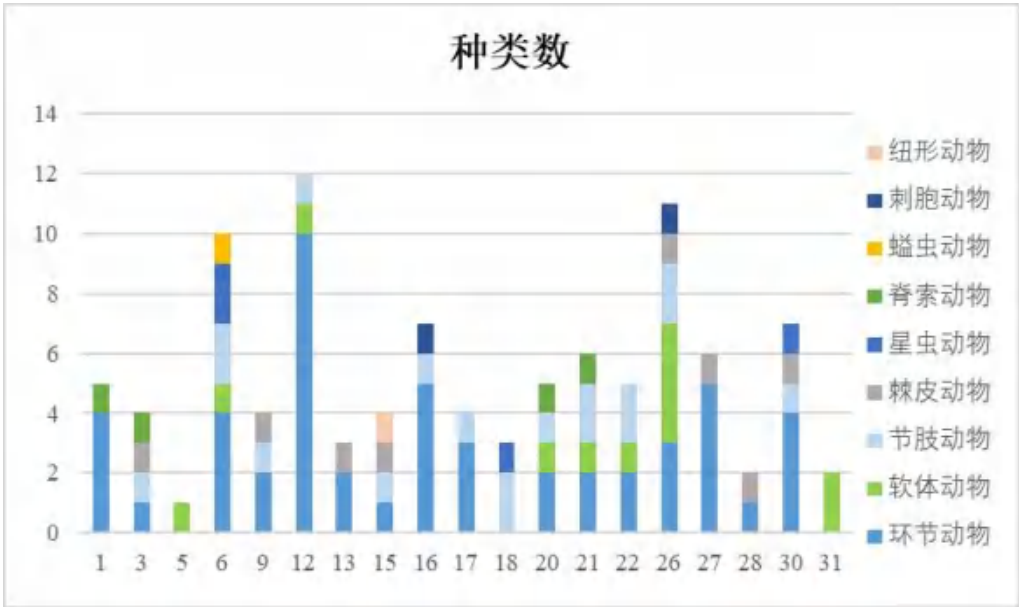


图 6.4-33 各调查站位底栖生物种类组成及其分布(定量样品)

(2) 栖息密度

从表 4.4.4-3 可以看出，本次监测海域各调查站位的底栖生物栖息密度介于 40~730ind/m² 之间，平均栖息密度为 154.7 ind/m²。各调查站位底栖生物栖息密度略有差异，其中 6 号站的栖息密度最高，28 和 15 号站的栖息密度次之，9 号站的栖息密度最低，其余站位的栖息密度差异相对较小。从平均栖息密度分布来看，底栖生物群落的栖息密度从大到小依次表现为：环节动物>棘皮动物>节肢动物>软体动物、蠕虫动物>脊索动物>星虫动物>刺胞动物>纽形动物。由表可知，环节动物对监测海域的栖息密度贡献最大，其平均栖息密度为 45.8

ind/m²，占总平均栖息密度的 29.6%。

表 6.4-38 监测海域底栖生物栖息密度组成及其分布 (ind /m²)

种类	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	均值
环节动物	100	10	0	110	20	190	40	10	80	30	0	20	40	20	60	70	10	60	0	45.8
软体动物	0	0	110	10	0	10	0	0	0	0	0	10	10	10	50	0	0	0	50	13.7
节肢动物	0	20	0	320	10	10	0	10	40	10	90	10	20	30	20	0	0	20	0	32.1
棘皮动物	0	30		0	10	0	30	270	0	0	0	0	0	0	30	10	370	10	0	42.2
星虫动物	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	2.6
脊索动物	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	0	5.3
蠕虫动物	0	0	0	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.7
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	1.1
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
栖息密度合计	110	70	110	730	40	210	70	300	130	40	100	80	110	60	170	80	380	100	50	154.7

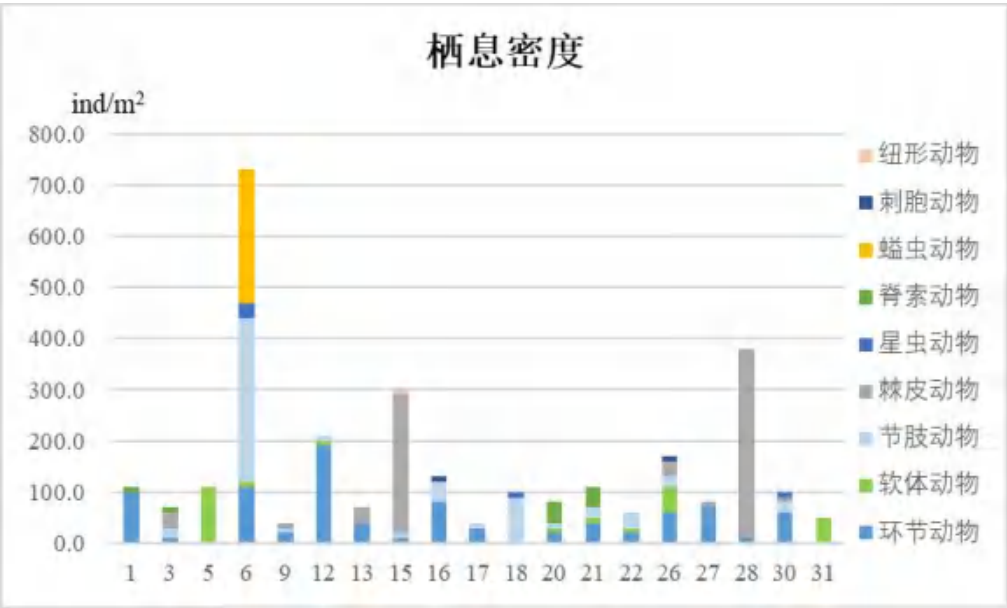


图 6.4-34 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

(3) 生物量

各调查站位底栖生物的生物量在 3.2~1766.8g/m² 之间，平均生物量为 186.5 g/m²，分布状况详见表 6.4-39 和图 6.4-35。由表可知，蠕虫动物的平均生物量最高，为 73.3 g/m²，占总平均生物量的 39.3%；其次为棘皮动物，平均生物量为 50.5 g/m²，占总平均生物量的 27.1%；其余 5 个门类的平均生物量介于

0.3~31.1 g/m² 之间，平均生物量为 10.4 g/m²； 纽形动物平均生物量最低，为 0.1 g/m²。

表 6.4-39 监测海域底栖生物的生物量及其分布（g/m²）

种类	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	均值
环节动物	4.0	0.3	0	82	8.6	22.5	5.6	1.3	15.0	5.6	0	1.3	2.2	2.8	2.7	15.4	1.1	4.0	0	9.2
软体动物	0	0	4.8	10.8	0	20.8	0	0	0	0	0	21.3	1.2	8.9	57.9	0	0	0	3.2	6.8
节肢动物	0	1.2	0	259.4	9.4	6.1	0	28.3	21.9	2.2	125.4	7.6	108.3	4.0	15.1	0	0	1.1	0	31.1
棘皮动物	0	16.7	0	0	2.2	0	6.0	176.9	0	0	0	0	0	0	7.8	5.5	742.7	2.5	0	50.5
星虫动物	0	0	0	22.0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0	1.4	0	1.4
脊索动物	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.9	252.1	0	0	0	0	0	0	13.9
蠕虫动物	0	0	0	1392.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73.3
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0	0.3
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
生物量合计	4.6	18.6	4.8	1766.8	20.2	49.4	11.6	207.9	40.4	7.8	128.7	41.1	363.8	15.7	86.1	20.9	743.8	9.0	3.2	186.5

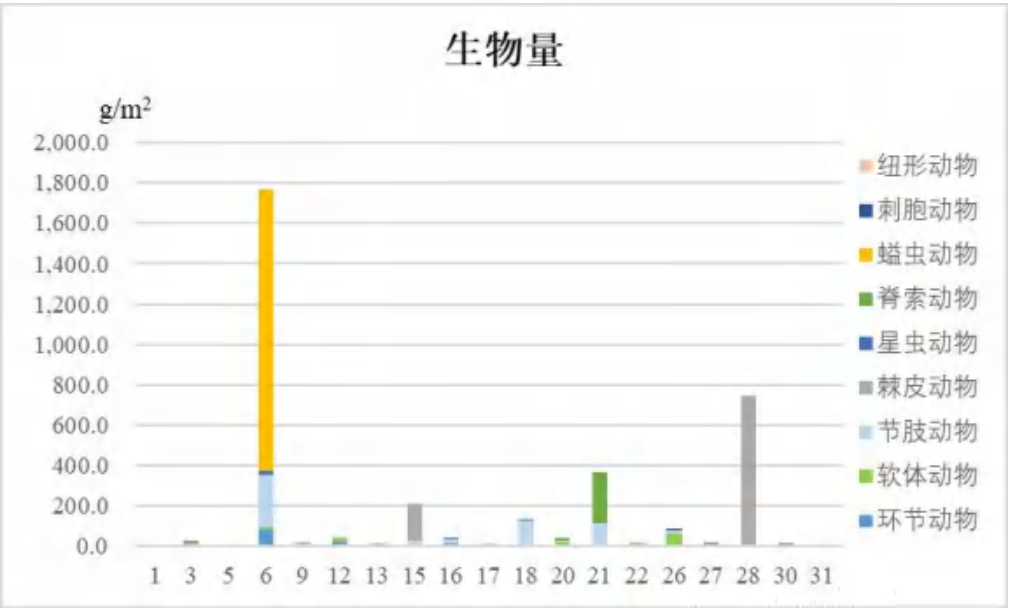


图 6.4-35 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

（4）优势种及其优势度

底栖生物种类优势度的计算方法和优势种的判定与浮游生物相同。采用定量调查数据进行计算和判定，监测海域底栖生物优势种有 3 种，他们是齿腕拟盲蟹（*Typhlocarcinops denticarpes*）、洼颚倍棘蛇尾（*Amphioplus depressus*）和欧努菲虫（*Onuphis eremita*），其优势度分别为 0.084、0.062 和 0.025。

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

底栖生物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游动物相同, 计算结果列于表 6.4-40。由表可知, 监测海域底栖生物的种类多样性指数介于 0~3.293 之间, 平均值为 1.800; 均匀度介于 0~1.000 之间, 平均值为 0.799; 丰富度介于 0~2.057 之间, 平均值为 0.897。监测海域底栖生物均匀度较高, 种类多样性指数处于中等较低水平。

表 6.4-40 底栖生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	5	1.673	0.721	0.851
3	4	1.842	0.921	0.706
5	1	0	0	0
6	10	2.056	0.619	1.365
9	4	2.000	1.000	0.813
12	12	3.178	0.886	2.057
13	3	1.557	0.982	0.471
15	4	0.628	0.314	0.526
16	7	2.470	0.880	1.233
17	4	2.000	1.000	0.813
18	3	0.922	0.582	0.434
20	5	2.000	0.861	0.913
21	6	2.300	0.890	1.064
22	5	2.252	0.970	0.977
26	11	3.293	0.952	1.947
27	6	2.406	0.931	1.141
28	2	0.176	0.176	0.168
30	7	2.722	0.970	1.303
31	2	0.722	0.722	0.256
变化范围	1~12	0~3.293	0~1.000	0~2.057
平均值	5	1.800	0.799	0.897

6.4.3.6 潮间带生物

监测海域潮间带生物调查共布设 3 条断面，每条断面在高、中、低潮带各布设一个站位，现场调查定量样品采用 25cm×25cm×30cm 的定量框采集，样品厚度为 30cm，每站采集 4 个样方合并为一个样品，泥样淘洗后拣出该潮带所有底栖生物装入样品瓶中，用 5%的甲醛溶液固定后带回实验室进行鉴定分析。

(1) 种类组成与分布

本次监测海域潮间带生物样品共鉴定出 42 种，分属于 6 个门类，软体动物是该海域的主要潮间带生物类群。其中软体动物最多，有 19 种，占全部种类的 45.2%；其次为环节动物有 11 种，占全部种类的 26.2%；再者为节肢动物，有 9 种，占全部种类的 21.4%；星虫动物、刺胞动物和纽形动物最少，均只有 1 种，各占 2.4%。各调查站位潮间带生物的种类组成及其分布见表 6.4-41。监测海域潮间带生物种类组成见图 6.4-36。

表 6.4-41 各站位潮间带生物种类组成及其分布

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带
软体动物	5	6	6	2	5	5	2	7	4
环节动物	0	0	3	1	0	4	2	1	1
节肢动物	3	2	3	1	2	2	2	1	3
星虫动物	0	1	1	0	1	0	0	0	0
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	0	0	1
纽形动物	0	0	0	1	0	0	0	1	1
种类合计	8	9	13	5	8	11	6	10	10



图 6.4-36 监测海域潮间带生物种类组成

(2) 数量组成与分布

各调查站位潮间带生物栖息密度在 60~320ind/m² 之间，平均栖息密度为 175.1 ind/m²，其中 C3-3 站位低潮带的栖息密度最高，C3-1 站位高潮带的栖息密度最低。从表 6.4-42 和表 6.4-37 可知，软体动物的平均栖息密度最高，为 121.3 ind/m²；其次为节肢动物 35.6 ind/m²；再者为环节动物，平均栖息密度为 11.1 ind/m²；星虫动物和纽形动物的平均栖息密度分别为 4.0 ind/m² 和 2.2 ind/m²；刺胞动物的平均栖息密度最低，均为 0.9 ind/m²。

表 6.4-42 监测海域潮间带生物栖息密度组成及其分布 (ind /m²)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3	均值
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
软体动物	100	140	80	40	268	76	12	120	256	121.3
环节动物	0	0	44	20	0	20	12	4	0	11.1
节肢动物	96	60	24	4	24	44	36	4	28	35.6
星虫动物	0	4	4	0	28	0	0	0	0	4.0
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.9
纽形动物	0	0	0	12	0	0	0	4	4	2.2
栖息密度合计	196	204	152	76	320	140	60	132	296	175.1

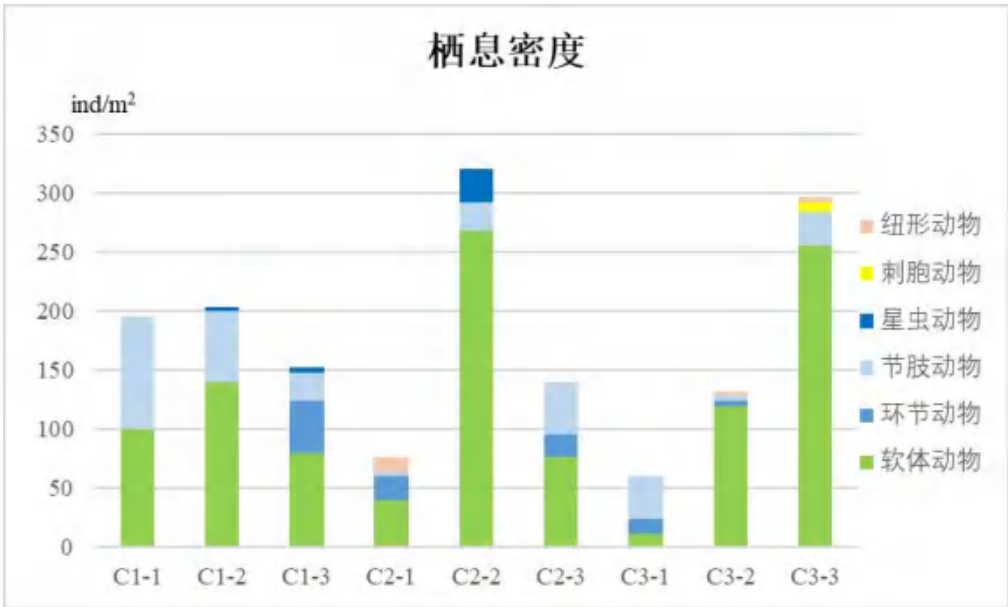


图 6.4-37 监测海域潮间带生物栖息密度组成及分布

(3) 生物量

监测海域各调查站位潮间带生物的生物量在 19.64~413.92g/m² 之间，平均生物量为 267.45 g/m²，分布状况详见表 6.4-43 和图 6.4-38。由表可知，软体动物的平均生物量最高，为 210.84 g/m²；其次为节肢动物，平均生物量为 53.90 g/m²；环节动物、星虫动物、刺胞动物和纽形动物的生物量相对较少，平均生物量介于 0.14~1.40 g/m² 之间。

表 6.4-43 各调查站位潮间带生物的生物量及其分布（g/m²）

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3	均值
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
软体动物	187.20	44.36	172.48	13.52	60.68	478.80	7.92	353.36	579.28	210.84
环节动物	0	0	6.80	1.28	0	2.36	1.52	0.32	0.32	1.40
节肢动物	226.72	92.48	68.72	4.84	24.2	18.44	5.44	5.56	38.68	53.90
星虫动物	0	2.84	0.80	0	4.80	0	0	0	0	0.94
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	0	0	2.08	0.23
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0.72	0.14
生物量合计	413.92	139.68	248.80	19.64	89.68	499.60	14.88	359.80	621.08	267.45

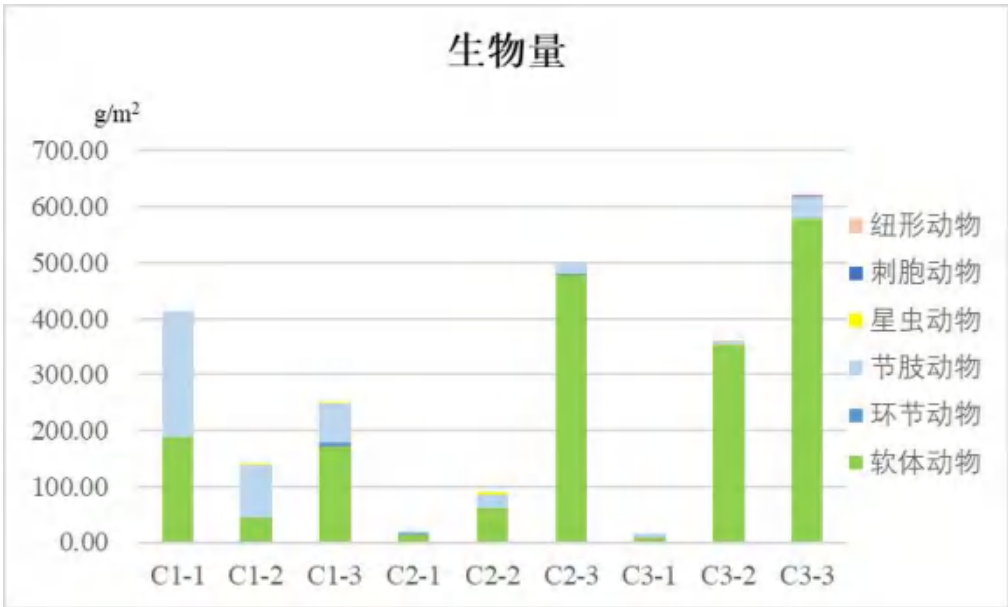


图 6.4-38 监测海域潮间带生物生物量分布

（4）优势种及其优势度

潮间带生物种类优势度的计算方法和优势种的判定与浮游生物相同。采用定量调查数据进行计算和判定，监测海域潮间带生物优势种有 4 种，为青蛤（*Cyclina sinensis*）、崎心蛤（*Cryptonema producta*）、短指和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）和纹藤壶（*Amphibalanus amphitrite*），其优势度分别为 0.232、0.101、0.071 和 0.039。

（5）种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游动物相同，计算结果列于表 6.4-44。由表可见，调查海域各站位潮间带生物种类多样性指数在 1.312~3.196 之间，平均值为 2.160；均匀度在 0.437~0.864 之间，平均值为 0.698；丰富度指数在 0.924~2.389 之间，平均值为 1.558。其中 C1-3 站位低潮带的多样性指数、均匀度和丰富度指数最高，C2-2 站位中潮带的多样性指数和均匀度最低。总体上，监测海域潮间带生物种类多样性指数、均匀度和丰富度指数皆处于中等水平。

表 6.4-44 潮间带生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	潮带	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
C1-1	高潮带	8	2.274	0.758	1.326
C1-2	中潮带	9	2.134	0.673	1.504
C1-3	低潮带	13	3.196	0.864	2.389

C2-1	高潮带	5	1.885	0.812	0.924
C2-2	中潮带	8	1.312	0.437	1.214
C2-3	低潮带	11	2.858	0.826	2.024
C3-1	高潮带	6	2.040	0.789	1.221
C3-2	中潮带	10	2.274	0.685	1.843
C3-3	低潮带	10	1.467	0.442	1.574
变化范围		5~13	1.312~3.196	0.437~0.864	0.924~2.389
平均值		9	2.160	0.698	1.558

6.4.4 2022 年 2 月（冬季）海洋生态现状调查与评价

6.4.4.1 叶绿素 a

海水叶绿素 a 的含量监测共布设 19 个调查站位，与水质调查同步实施，海水透明度作同步观测，用以估算海洋初级生产力水平。叶绿素 a 的测定按照《海洋监测规范》（GB 17378.7 -2007）中规定的方法（分光光度法）进行。

（1）叶绿素 a 的含量及分布

本次各调查站位间海水叶绿素 a 的含量分布状况详见表 6.4-45 和图 6.4-39。

由下表可知，调查海域叶绿素 a 的含量范围为 0.3~2.6 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.4 $\mu\text{g/L}$ 。其中，叶绿素 a 表层站含量介于 0.7~2.6 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.3 $\mu\text{g/L}$ ，其中 31 号站叶绿素 a 表层含量最高，1 号站表层含量最低；叶绿素 a 底层站含量介于 0.3~2.6 $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.4 $\mu\text{g/L}$ ，其中 18 号站叶绿素 a 底层含量最高，1 号站底层含量最低。整体来说，调查海域叶绿素 a 含量普遍较低。

表 6.4-45 监测海域叶绿素 a 含量及初级生产力水平

调查站位	层次	水深	透明度	叶绿素 a 含量	初级生产力
	m	m	m	$\mu\text{g/L}$	$\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
1	0.5	10.5	4.4	0.7	157.7
	8.5			0.3	67.6
3	0.5	10.5	3.3	2.1	446.2
	8.5			1.1	233.7
5	0.5	11.8	2.4	0.8	123.6
	9.8			1.3	200.9
6	0.5	15.4	1.4	1.4	126.2

	13.4			1.6	144.2
9	0.5	3.5	2.1	1.3	97.6
12	0.5	12.2	2.5	1.3	209.2
	10.2			1.3	209.2
13	0.5	4.7	1.6	2.1	211.8
15	0.5	3.2	2.1	1.0	68.7
16	0.5	12.1	3.0	1.4	270.4
	10.1			1.6	309.0
17	0.5	9.7	2.3	1.5	222.1
18	0.5	14.5	2.1	2.2	297.4
	12.5			2.6	351.5
20	0.5	5.5	5.5	1.3	153.4
21	0.5	6.3	3.2	0.9	121.7
22	0.5	17.5	2.7	0.9	156.4
	15.5			1.4	243.4
26	0.5	7.3	2.5	1.5	235.0
27	0.5	13.1	4.5	0.8	224.9
	11.1			1.3	365.5
28	0.5	13.4	3.6	0.8	185.4
	11.4			0.6	139.1
30	0.5	18.0	3.3	1.0	212.5
	16.0			1.5	318.7
31	0.5	13.0	2.4	2.6	401.7
	13.0			2.1	324.5
最小值	—	—	—	0.3	67.6
最大值	—	—	—	2.6	446.2
平均值	—	—	—	1.4	220.3

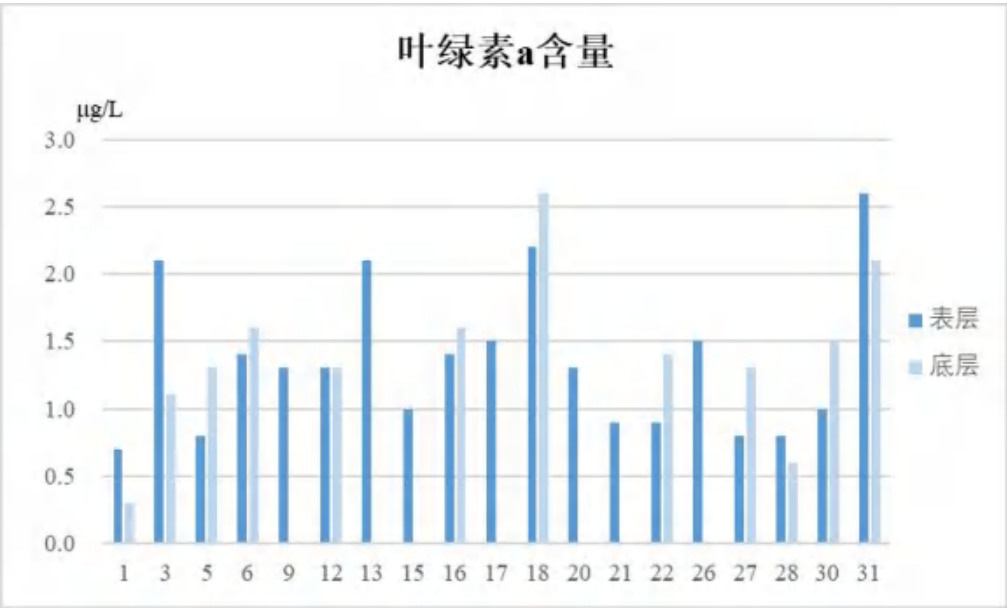


图 6.4-39 各调查站位叶绿素 a 含量分布

6.4.4.2 初级生产力

海洋初级生产力水平的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的 Cadée（1975）公式进行估算。估算公式如下：

$$P = \frac{Chl.a \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

P—现场初级生产力（ $\text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ）；

Chl.a—真光层内叶绿素 a 的平均含量（ mg/m^3 ）；

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；

D —昼长时间（h），根据季节和海区情况取 11.6 小时；

E—真光层深度，取透明度的 3 倍，若透明度的 3 倍大于水深，则取水深值。

调查海域各站位的海洋初级生产力估算结果列于表 4.3.1-1。由表可知，2022 年 2 月份调查海域海洋初级生产力水平介于 $67.6 \sim 446.2 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间，平均为 $220.3 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。调查海域各站位间初级生产力水平分布与叶绿素 a 含量分布趋势基本一致，其中表层站的初级生产力值介于 $68.7 \sim 446.2 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间，平均为 $206.4 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，3 号站表层初级生产力值最高，15 号站表层初级生产力值最低；底层站的初级生产力值介于 $67.6 \sim 365.5 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间，平均为 $242.3 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，27 号站底层初级生产力值最高，1 号站底层初级生产力值最低。调查海域的海洋初级生产力总体上呈中低水平分布，各站位初级生产力值如图 6.4-40 所示。

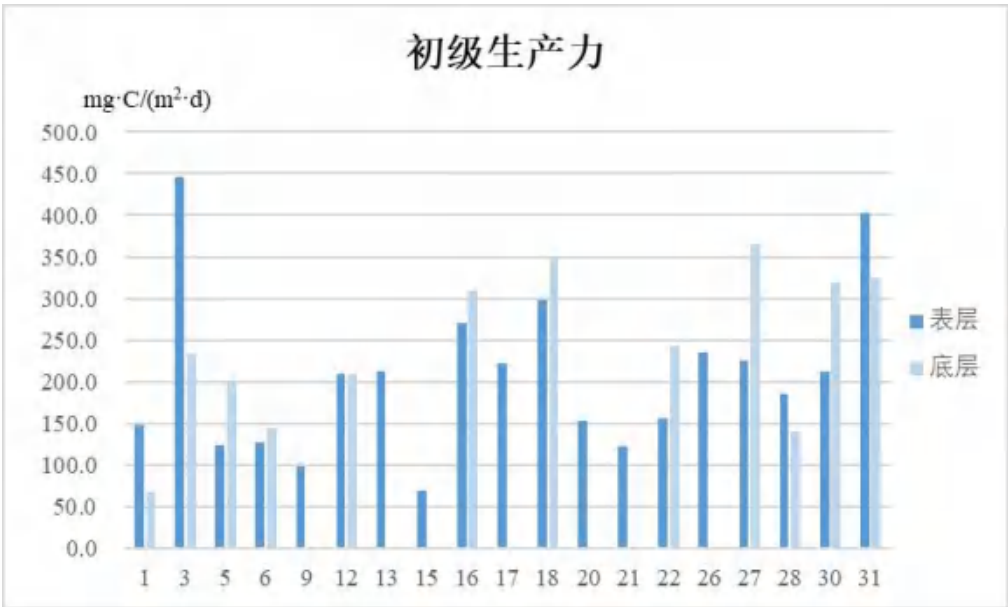


图 6.4-40 各调查站位初级生产力水平分布

6.4.4.3 浮游植物

浮游植物现场采样调查共布设 19 个站点，现场样品采集包括浮游植物水采样品和网采样品。浮游植物水采样品采用 5L 有机玻璃采水器进行现场采集，与水质项目同步开展；网采样品采用浅水Ⅲ型浮游生物网（网口面积 0.1m²，网口直径 37cm，网长 140cm）由海底至海面作垂直拖网一次。采集到的样品均用 5% 的甲醛溶液固定，然后带回实验室进行镜检分析、种类鉴定和个体数量计数。

（1）种类组成与分布

水采样品

浮游植物（水采样品）共鉴定出 17 种（含变种、变型），均为硅藻门。

各调查站位出现的浮游植物（水采样品）种类数介于 1~6 种之间，其中 5 和 18 号站的种类数最多，均有 6 种；其次为 22 和 31 号站，分别有 5 种和 4 种；1、13、16、20、21 和 28 号站的种类数最少，均只出现 1 种；其余 9 个站位的种类数介于 2~4 种之间，差异相对较小。由下图 6.4-41 可知，各调查站位浮游植物水采样品皆以硅藻种类为主。

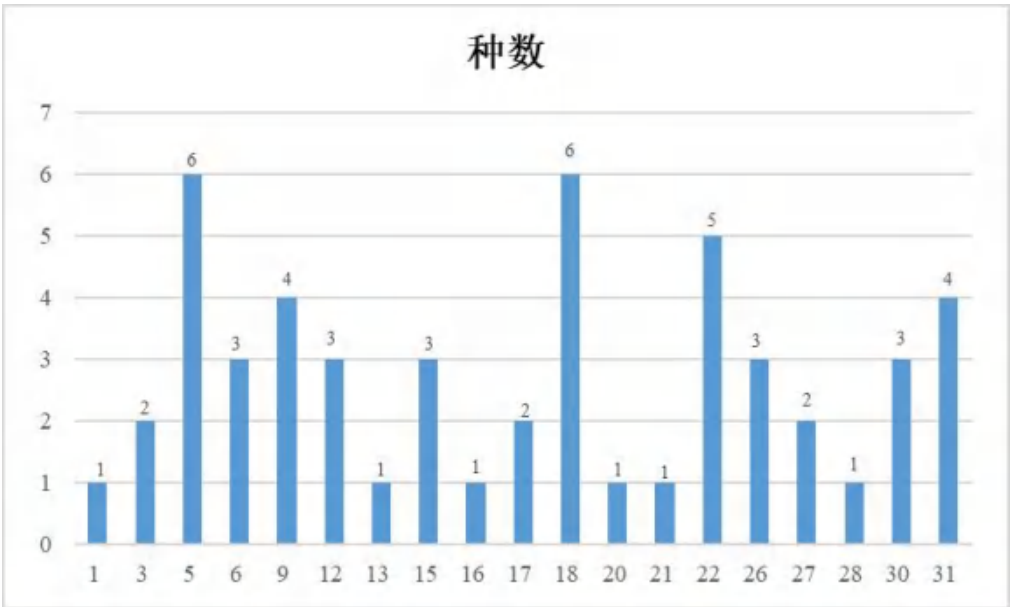


图 6.4-41 各调查站位浮游植物种类组成（水采样品）

网采样品

浮游植物（网采样品）共鉴定出 2 大类 28 属 45 种（含变种、变型）。其中，硅藻类最多，有 24 属 39 种，占浮游植物总种数的 86.9%；其次是甲藻门，有 4 属 6 种，占总种数的 13.3%。



图 6.4-42 各调查站位浮游植物种类组成（网采样品）

(2) 数量组成与分布

水采样品

监测海域各调查站位浮游植物（水采样品）的细胞丰度介于 $1.25 \times 10^3 \sim 2.99 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $1.20 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。各站位浮游植物的细胞丰度

略有差异，其中 5 号站的浮游植物细胞丰度最高，为 $2.99 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；其次有 9 个站位（6、9、15、17、18、22、26、30 和 31 号站）浮游植物细胞丰度介于 $1.08 \sim 2.16 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $1.74 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；再次有 8 个站位（1、3、12、13、16、20、27 和 28 号站）浮游植物细胞丰度介于 $1.40 \sim 9.90 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均为 $5.06 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ；21 号站的浮游植物细胞丰度最低，为 $1.25 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。各调查站位浮游植物（水采样品）细胞丰度详见图 6.4-43。

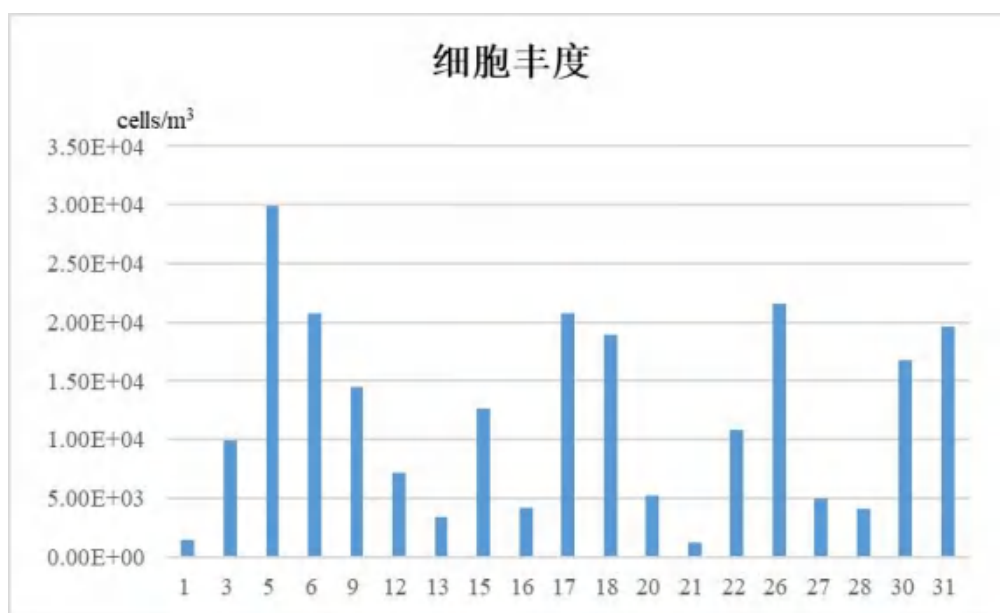


图 6.4-43 调查海域各站位浮游植物数量分布（水采样品）
网采样品

监测海域各调查站位浮游植物（网采样品）的细胞丰度介于 $3.03 \times 10^5 \sim 1.96 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $5.00 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 。各调查站位浮游植物的细胞丰度存在一定差异，其中 31 号站的浮游植物丰度最高，为 $1.96 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ；其次为 9 和 18 号站，丰度分别为 $1.42 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ 和 $1.40 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ；再次为 30 和 5 号站，丰度分别为 $1.10 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ 和 $7.43 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ；其余 13 个站位的浮游植物细胞丰度介于 $3.74 \times 10^5 \sim 4.86 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均丰度为 $2.20 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ；6 号站的浮游植物细胞丰度最低，为 $3.03 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。各站位浮游植物（网采样品）细胞丰度详见图 6.4-44。在本次监测中硅藻丰度最高，占浮游植物总平均丰度的 99.9%。

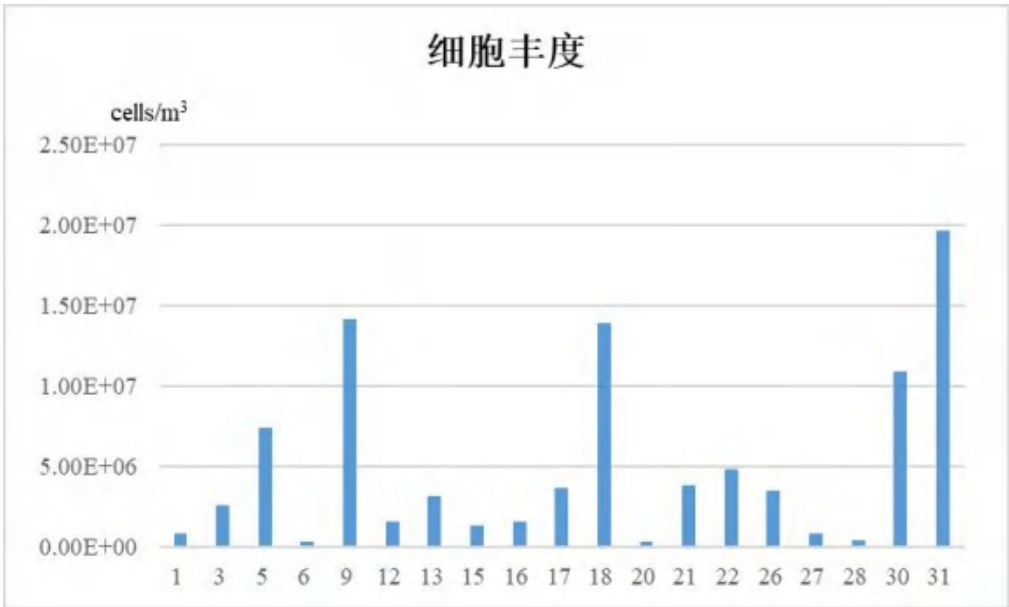


图 6.4-44 调查海域各站位浮游植物数量分布（网采样品）

(3) 优势种及其优势度

优势种的优势度有多种方法表示，这里采用不同的计算公式来分别计算和表示各个调查站优势种的优势度和整个调查海区优势种的优势度。

对于某一调查站优势种的优势度可用百分比表示：

$$D=ni/N\cdot 100\%$$

式中：D—第 i 种的百分比优势度；

ni—第 i 种的数量；

N—该站群落中所有种的数量，数量可用个体数、密度、重量等单位表示，本报告用密度表示。

对于某一区域优势种的优势度，计算公式如下：

式中：ni—为第 i 种的数量；

fi—为该种在各站出现的频率；

N—为群落中所有种的数量。

当某一种浮游植物的优势度 $Y\geq 0.02$ 时，判定该种为监测区域的优势种。

根据上述优势度公式的计算结果，调查海域浮游植物水采样品和网采样品的优势种及其优势度详见表 6.4-46。

浮游植物（水采样品）的优势种有 4 种，它们是拟弯角毛藻（Chaetoceros

pseudocurvisetus)、艾氏角毛藻 (Chaetoceros eibonii)、洛氏角毛藻 (Chaetoceros lorenzianus) 和布氏双尾藻 (Ditylum brightwellii)，其优势度分别为 0.126、0.027、0.024 和 0.022。

浮游植物 (网采样品) 的优势种有 9 种，其中笔尖形根管藻 (Rhizosolenia styliformis)、艾氏角毛藻 (Chaetoceros eibonii) 和拟弯角毛藻 (Chaetoceros pseudocurvisetus) 的优势度较高，分别为 0.216、0.145 和 0.119；中华盒形藻 (Biddulphia sinensis) 优势度最低，为 0.021；其余 5 个优势种类群的优势度介于 0.031~0.096 之间。

表 6.4- 46 浮游植物水采样品和网采样品优势种及其优势度

类别	中文名	拉丁文名	优势度
水采样品	拟弯角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	0.126
	艾氏角毛藻	<i>Chaetoceros eibonii</i>	0.027
	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0.024
	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>	0.022
网采样品	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	0.216
	艾氏角毛藻	<i>Chaetoceros eibonii</i>	0.145
	拟弯角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	0.119
	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>	0.096
	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>	0.057
	覆瓦根管藻	<i>Rhizosolenia imbricate</i>	0.055
	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0.034
	齿角毛藻	<i>Chaetoceros denticulatus f. denticulatus</i>	0.031
	中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>	0.021

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

种类多样性指数是生物群落结构的一个重要属性的反映，可作为水质评价的生物指标，并可用来预测赤潮。现使用 Shannon-Wiener 法的多样性指数公式和 Pielous 均匀度公式来进行计算：

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

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

式中： H' 为多样性指数； S 为种类数； $P_i = n_i/N$ (n_i 是第 i 个物种的个体数， N 是全部物种的个体数)； J' 为均匀度。

丰富度 (richness) 是表示生物群落中种类丰富程度的指数，是应当首先了解的。丰富度的计算公式有多种，现采用马卡列夫 (Margalef, 1958) 的丰富度公式进行计算：

$$d = (S-1)/\log_2 N$$

其中： d 表示丰富度， S 表示样品中的种类总数， N 表示样品中生物的数量。一般而言，健康环境，种类丰富度高；受污染的环境，丰富度降低。

水采样品

监测海域浮游植物 (水采样品) 的种类多样性指数、均匀度和丰富度的计算结果列于表 6.4-47。计算结果表明，监测海域各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 0~2.217 之间，平均值为 0.896；均匀度介于 0~1.000 之间，平均值为 0.506；丰富度指数介于 0~0.508 之间，平均值为 0.180。其中 1、13、20、21 和 28 号站浮游植物水采样品仅出现 1 种，其多样性指数、均匀度和丰富度指数皆最低；18 号站的多样性指数和丰富度指数最高。整体来看，监测海域浮游植物 (水采样品) 的均匀度处于中等水平，种类多样性指数和丰富度指数均处于较低水平。

表 6.4-47 浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度 (水采样品)

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	1	0	0	0
3	2	0.503	0.503	0.109
5	6	1.910	0.739	0.485
6	3	0.991	0.625	0.201
9	4	1.571	0.786	0.313
12	3	1.061	0.670	0.225
13	1	0	0	0
15	3	0.986	0.622	0.212

16	1	0	0	0
17	2	0.544	0.544	0.101
18	6	2.217	0.858	0.508
20	1	0	0	0
21	1	0	0	0
22	5	2.197	0.946	0.431
26	3	1.061	0.670	0.200
27	2	1.000	1.000	0.117
28	1	0	0	0
30	3	1.189	0.750	0.206
31	4	1.788	0.894	0.304
变化范围	1~6	0~2.217	0~1.000	0~0.508
平均值	3	0.896	0.506	0.180

网采样品

本次浮游植物（网采样品）的种类多样性指数、均匀度和丰富度的计算结果详见表 6.4-48。由下表可知，各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 2.409~3.545 之间，平均值为 3.047；均匀度介于 0.631~0.887 之间，平均值为 0.756；丰富度指数介于 0.792~1.276 之间，平均值为 1.048。总体而言，监测海域浮游植物（网采样品）的种类多样性指数、均匀度和丰富度指数均处于较高水平。

表 6.4-48 浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度（网采样品）

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	14	2.737	0.719	0.950
3	19	3.095	0.729	1.220
5	19	3.545	0.835	1.138
6	11	2.409	0.696	0.792
9	17	3.151	0.771	0.972
12	12	2.697	0.752	0.769
13	15	2.922	0.748	0.935

15	13	3.208	0.867	0.850
16	16	2.944	0.736	1.052
17	18	3.352	0.804	1.125
18	22	3.471	0.778	1.276
20	14	3.375	0.887	1.013
21	18	3.407	0.817	1.122
22	19	3.280	0.772	1.169
26	17	2.729	0.668	1.062
27	16	2.522	0.631	1.102
28	14	2.597	0.682	1.006
30	20	3.316	0.767	1.172
31	21	3.135	0.714	1.191
变化范围	11~22	2.409~3.545	0.631~0.887	0.792~1.276
平均值	17	3.047	0.756	1.048

6.4.4.4 浮游动物

本次监测浮游动物调查站位与浮游植物相同。现场调查采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2m²，网口直径 50cm，网长 145cm）由海底至海面垂直拖网一次，采集到的样品用 5% 的甲醛溶液固定，带回实验室进行种类鉴定、个体数量计数和生物量称重。

（1）种类组成与分布

本次调查浮游动物样品共鉴定出浮游动物 52 种和浮游幼虫 7 种。其中，桡足类最多，有 23 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 39.0%；其次为腔肠动物，有 14 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 23.7%；再者为浮游幼虫，有 7 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 11.9%；其余类群分别为毛颚动物、栉水母、枝角类、被囊动物、介形类、原生动物、樱虾类、端足类和软体动物，这些类群的种类数在 1~3 种之间，各类群的种类组成见图 6.4-45。

各调查站位鉴定出的浮游动物种类数在 9~33 种之间，各调查站位的种类数存在一定差异，其中 18、30 和 31 号站浮游动物种类数最高，均有 33 种；其次

为 1、22 和 28 号站，均有 27 种；有 12 个站位(3、5、6、9、12、15、16、17、20、21、26 和 27 号站)浮游动物种类数差异较小，介于 13~21 种之间；13 号站的种类数最低，有 9 种。具体种类数分布见图 6.4-46。

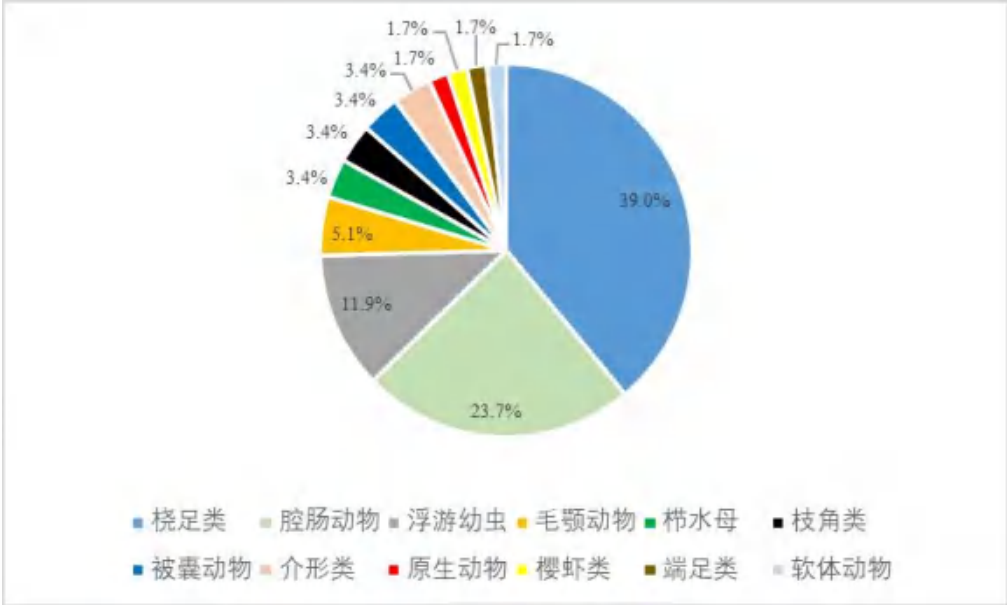


图 6.4-45 浮游动物种类组成

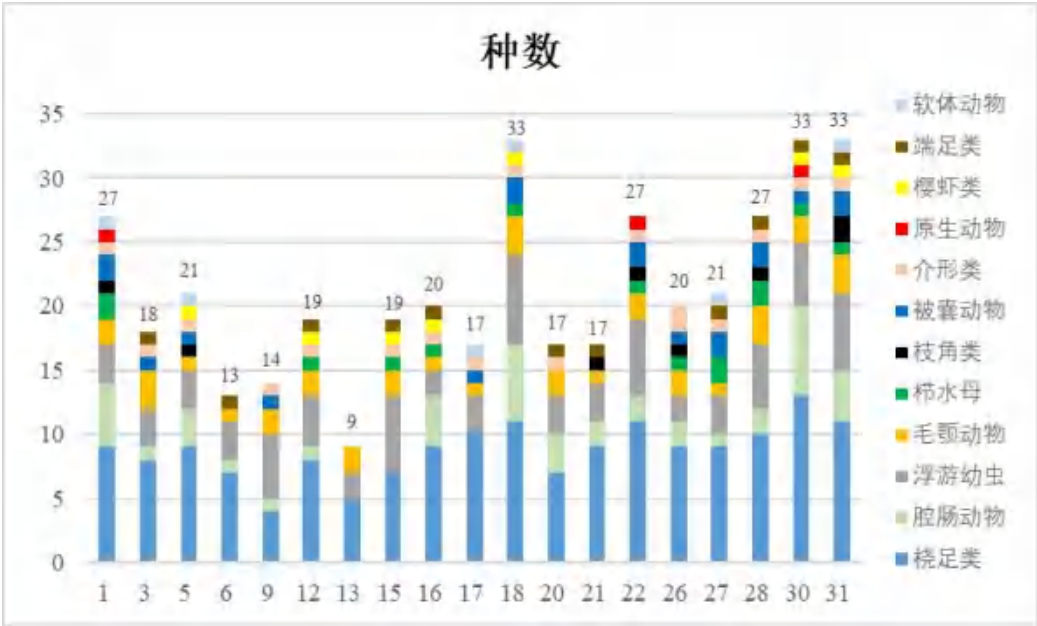


图 6.4-46 浮游动物种类数分布

(2) 数量组成与分布

监测海域各调查站浮游动物的密度介于 14.7~2441.7 ind/m³ 之间，平均为 366.2 ind/m³。其中 15 号站位浮游动物密度最高，为 2441.7 ind/m³；9 和 11 号站次之，浮游动物密度分别为 1389.9 ind/m³ 和 648.0 ind/m³；有 15 个站位浮游动物密度差别不大，介于 52.0~343.0 ind/m³ 之间，平均密度为 164.2 ind/m³；6 号站

浮游动物密度最低，为 14.7 ind/m³。各调查站位的浮游动物密度分布如图 4.3.3-3 所示。

各调查站位浮游动物的生物量变化介于 37.7~895.0 ind/m³ 之间，平均生物量为 218.6 ind/m³。各调查站位间浮游动物生物量存在一定差异，其中 15 号站的浮游动物生物量最高，为 895.0 ind/m³；其次为 9 和 21 号站，生物量分别为 642.0 ind/m³ 和 514.5 ind/m³；有 15 个站位的生物量介于 43.0~224.6 ind/m³ 之间，平均生物量为 137.6 ind/m³；6 号站的生物量最低，为 37.7 ind/m³。各调查站位浮游动物生物量分布与密度分布趋势一致，具体分布情况详见图 6.4-47。

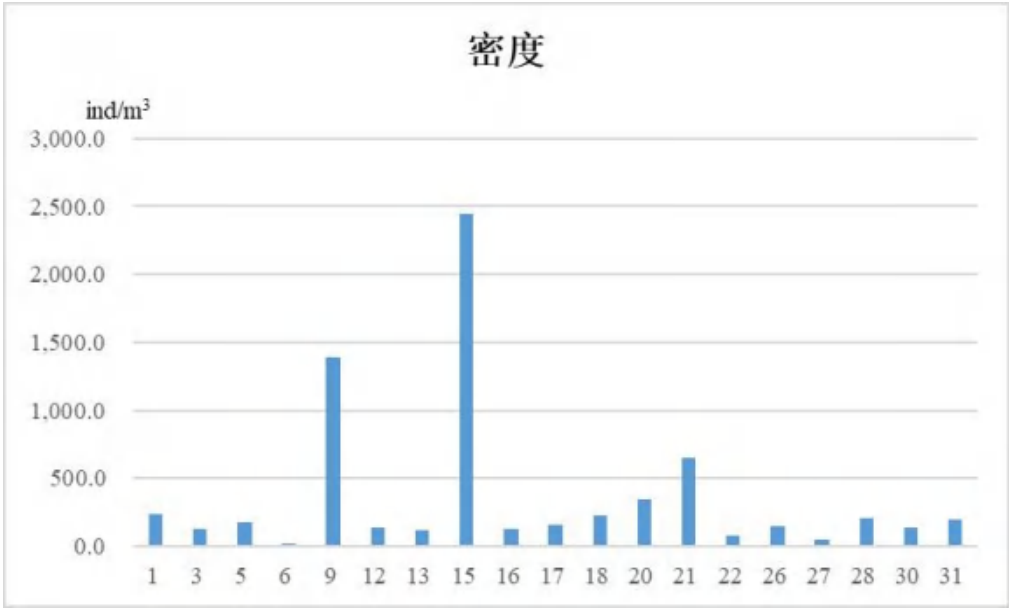


图 6.4-47 各调查站位浮游动物密度分布

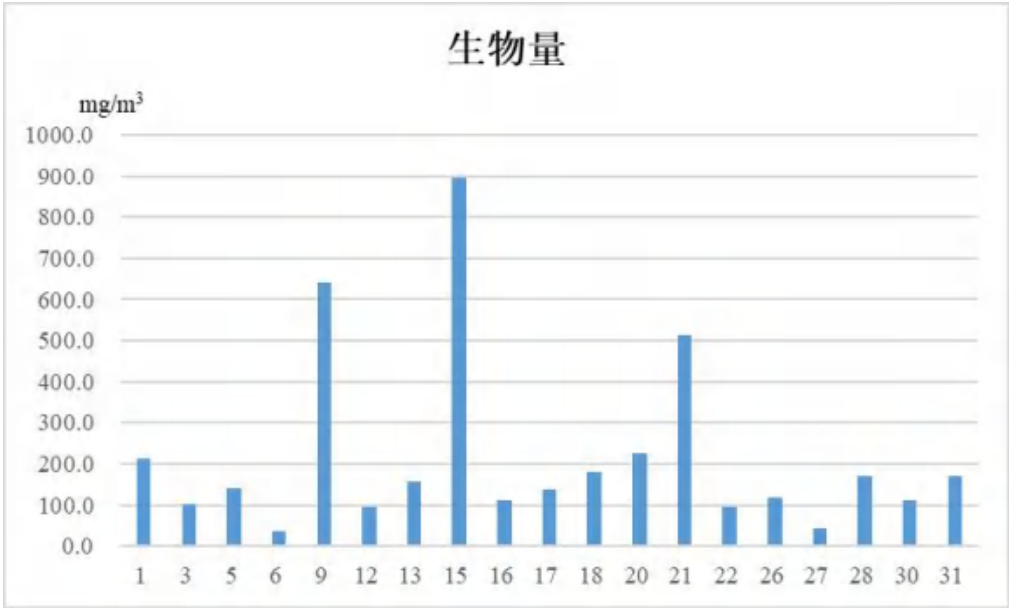


图 6.4-48 各调查站位浮游动物生物量分布

(3) 优势种及其优势度

浮游动物种类优势度的计算方法和优势种的判断标准与浮游植物相同。根据优势度的计算结果（详见表 6.4-49），监测海域浮游动物的优势种类共 9 种（包含浮游幼虫），其中瘦尾胸刺水蚤（*Centropages tenuiremis*）优势度最高，为 0.178；其次为刺尾纺锤水蚤（*Acartia spinicauda*）和百陶带箭虫（*Zonosagitta bedoti*），优势度分别为 0.174 和 0.119；再次为针刺拟哲水蚤（*Paracalanus aculeatus*），优势度为 0.081；其余 5 种优势类群的优势度介于 0.020~0.036 之间。

表 6.4-49 浮游动物优势种及其优势度

序号	中文名	拉丁文名	优势度
1	瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i>	0.178
2	刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>	0.174
3	百陶带箭虫	<i>Zonosagitta bedoti</i>	0.119
4	针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.081
5	微驼隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gracilis</i>	0.036
6	鱼卵	<i>Fish egg</i>	0.031
7	锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>	0.023
8	长尾类幼体	<i>Macrura larva</i>	0.022
9	针刺真浮萤	<i>Euconchoecia aculeata</i>	0.020

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

浮游动物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游植物相同，计算结果列于表 6.4-50。统计结果显示，监测海域各调查站位浮游动物种类多样性指数介于 1.924~4.106 之间，平均值为 3.198；均匀度介于 0.530~0.892 之间，平均值为 0.733；丰富度指数介于 1.686~6.530 之间，平均值为 4.049。其中 27 号站的浮游动物种类多样性指数和丰富度指数最高，各站位间浮游动物均匀度差别不大。总体上，监测海域浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度指数均处于较高水平。

表 6.4-50 浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	27	3.256	0.685	4.763
3	18	2.953	0.708	3.525

5	21	3.492	0.795	3.880
6	13	3.300	0.892	4.465
9	14	2.019	0.530	1.796
12	19	2.800	0.659	3.650
13	9	1.924	0.607	1.686
15	19	3.401	0.801	2.308
16	20	3.233	0.748	3.910
17	17	2.957	0.723	3.152
18	33	3.929	0.779	5.910
20	17	2.934	0.718	2.741
21	17	3.010	0.736	2.471
22	27	4.106	0.864	5.930
26	19	3.172	0.747	3.607
27	22	3.531	0.792	5.315
28	29	3.216	0.662	5.254
30	33	3.717	0.737	6.530
31	33	3.803	0.754	6.037
变化范围	9~33	1.924~4.106	0.530~0.892	1.686~6.530
平均值	21	3.198	0.733	4.049

6.4.4.5 底栖生物

监测海域底栖生物的现场调查站位亦与浮游生物相同，共布设 19 个监测站位。现场调查定量样品采用开口面积为 0.05m² 的抓斗式采泥器采集，每站采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中；定性样品随机选取 7 个站位进行阿拖网采集（拖网 10~30min），每站亦采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中；所有采集的样品均用 5% 的甲醛溶液固定后带回实验室进行鉴定分析。

（1）种类组成与分布

底栖生物定性样品

监测海域底栖生物（定性样品）共鉴定出 7 个门类 76 种。其中节肢动物和软体最多，均有 25 种，各占全部种类的 32.9%；其次为脊索动物，有 14 种，占

全部种类的 18.4%；再者为棘皮动物，有 5 种，占全部种类的 6.6%；环节动物和刺胞动物相对较少，分别有 4 种和 2 种，各占全部种类的 5.3%和 2.6%；星虫动物最少，仅出现 1 种，占全部种类的 1.3%。各调查站位底栖生物定性样品的种类组成如图 6.4-49 所示。

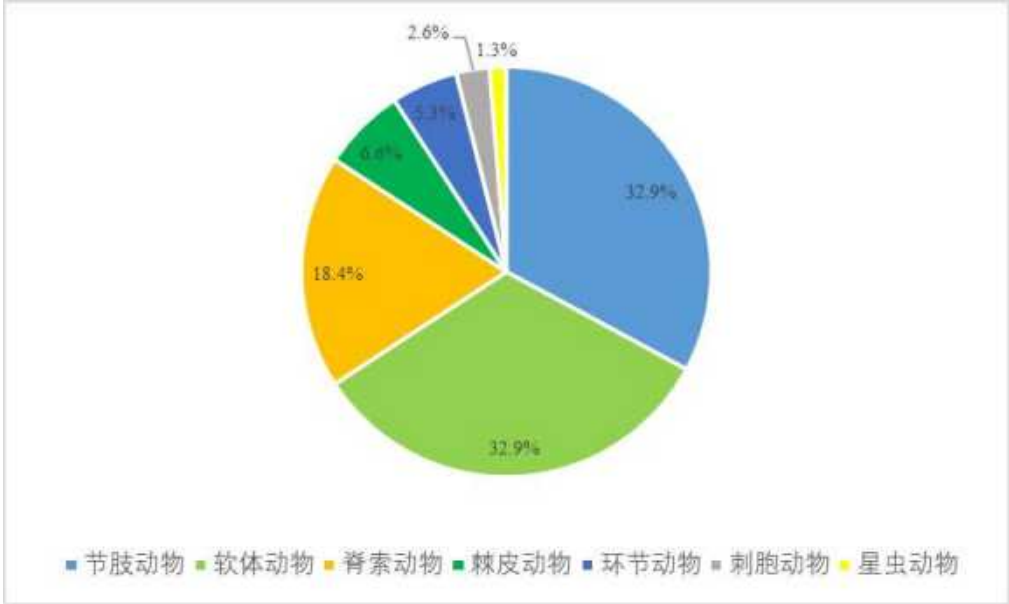


图 6.4-49 监测海域底栖生物种类组成（定性样品）

各调查站位的底栖生物（定性样品）种类组成及其分布详见表 6.4-51 和图 6.4-50。本次监测海域底栖生物定性样品中种类数最高的是 20 号站，有 25 种；12 和 13 号站的底栖生物种类次之，分别有 20 种 19 种；再次为 17 号站和 15 号站，分别有 15 种和 12 种；6 和 16 号站最少，各有 11 种。

表 6.4-51 各站位底栖生物种类组成及其分布（定性样品）

种类	6	12	13	15	16	17	20
节肢动物	2	7	9	4	5	6	9
软体动物	8	6	5	2	1	2	9
脊索动物	0	2	1	5	2	4	5
棘皮动物	0	1	1	0	0	3	2
环节动物	1	2	2	1	3	0	0
刺胞动物	0	2	0	0	0	0	0
星虫动物	0	0	1	0	0	0	0
合计	11	20	19	12	11	15	25

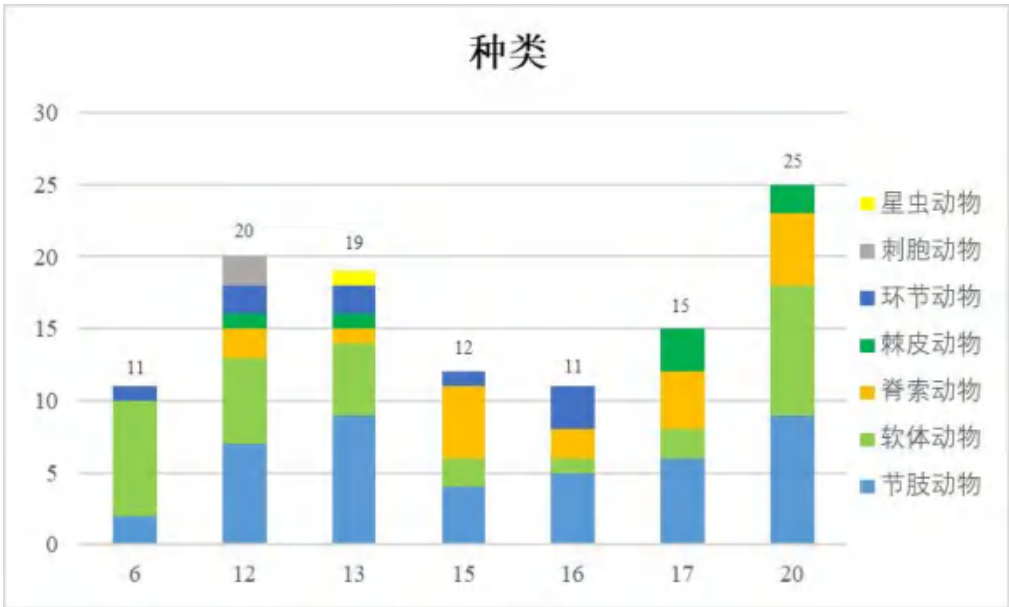


图 6.4-50 各调查站位底栖生物种类组成及其分布(定性样品)

底栖生物定量样品

监测海域底栖生物（定量样品）共鉴定出种 52 种，分属于 8 个门类，环节动物是该海域的主要底栖生物类群。其中环节动物最多，有 23 种，占全部种类的 44.2%；软体动物次之，有 13 种，占全部种类的 25.0%；再者为节肢动物，有 9 种，占全部种类的 17.3%；棘皮动物和星虫动物均有 2 种，各占全部种类的 3.8%；蠕虫动物、刺胞动物和脊索动物最少，均只出现 1 种，各占全部种类的 1.9%。监测海域底栖生物定量样品的种类组成如图 6.4-51 所示。

表 6.4-52 监测海域底栖生物种类组成及其分布（定量样品）

种类	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31
环节动物	1	3	1	5	4	4	3	5	2	1	3	1	0	4	2	1	2	2	2
软体动物	3	4	1	1	0	3	0	0	2	2	0	1	2	0	3	0	0	1	1
节肢动物	1	2	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3	0	1	0
棘皮动物	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
星虫动物	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
蠕虫动物	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
刺胞动物	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

脊索动物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
合计	5	9	4	9	4	11	3	6	5	4	5	3	2	4	6	4	3	4



图 6.4-51 监测海域底栖生物种类组成（定量样品）

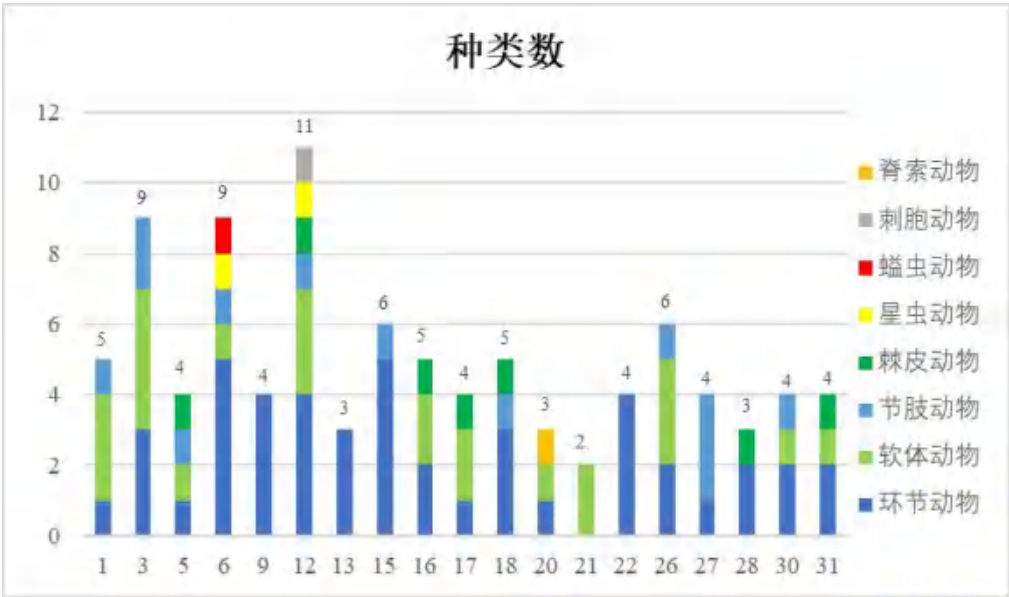


图 6.4-52 各调查站位底栖生物种类组成及其分布(定量样品)

(2) 栖息密度

从表 6.4-53 可以看出，本次监测海域各调查站位的底栖生物栖息密度介于 20~3510ind/m² 之间，平均栖息密度为 368.4ind/m²。各调查站位底栖生物栖息密度略有差异，其中 12 号站的栖息密度最高，5 和 16 号站的栖息密度次之，21 号站的栖息密度最低，其余 15 个站位的栖息密度差别不大。从平均栖息密度分布来看，底栖生物群落的栖息密度从大到小依次表现为：软体动物>环节动物>

棘皮动物>节肢动物>蠕虫动物>脊索动物>星虫动物>刺胞动物。统计结果表明，软体动物对监测海域栖息密度贡献最大，其平均栖息密度为 281.6 ind/m²，占总平均栖息密度的 76.4%。

表 6.4- 53 监测海域底栖生物栖息密度组成及其分布（ind /m2）

种类	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	均值
环节动物	10	80	10	70	40	60	30	50	20	10	40	60	0	80	20	20	20	20	20	34.7
软体动物	60	60	1420	10	0	3410	0	0	40	40	0	10	20	0	140	0	0	40	100	281.6
节肢动物	10	20	10	20	0	10	0	10	0	0	10	0	0	0	60	40	0	10	0	10.5
棘皮动物	0	0	10	0	0	10	0	0	480	20	10	0	0	0	0	0	20	0	10	29.5
星虫动物	0	0	0	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1
蠕虫动物	0	0	0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8
刺胞动物	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
脊索动物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	0	0	4.7
栖息密度合计	80	160	1450	220	40	3510	30	60	540	70	60	160	20	80	220	60	40	70	130	368.4

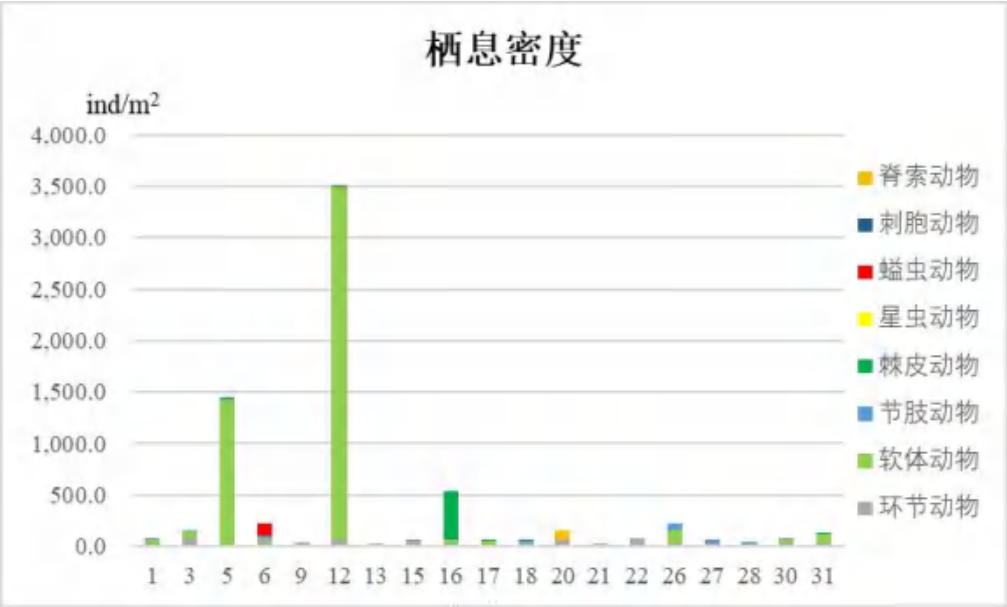


图 6.4- 53 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

(3) 生物量

各调查站位底栖生物的生物量在 2.7~1294.6g/m² 之间，平均生物量为 161.4g/m²，分布状况详见表 6.4- 54 和图 6.4- 54。由表可知，软体动物和棘皮动物的平均生物量相对较高，分别为66.7g/m²和63.2g/m²，各占总平均生物量的 41.3%和 39.2%；其次为蠕虫动物，平均生物量为 17.8g/m²，占总平均生物量的 11.0%；其余 4 个门类的平均生物量介于 1.1~5.4g/m² 之间，平均生物量为 3.3g/m²；星虫动物平均生物量最低，为 0.5g/m²。

表 6.4- 54 监测海域底栖生物的生物量及其分布 (g/m²)

种类	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	均值
环节动物	0.7	3.2	0.8	33.8	4.2	13.3	2.7	6.1	1.2	0.4	2.6	1.7	0	10.5	2.9	0.3	1.2	5.4	1.7	4.9
软体动物	16.6	47.3	286.2	3.0	0	223.9	0	0	110.7	8.8	0	2.8	3.9	0	145.1	0	0	122.7	295.8	66.7
节肢动物	15.2	13.4	0.4	17.2	0	2.8	0	2.4	0	0	4.7	0	0	0	13.2	32.1	0	0.7	0	5.4
棘皮动物	0	0	1	0	0	6.4	0	0	1182.7	2.2	3.4	0	0	0	0	0	3.7	0	2.1	63.2
星虫动物	0	0	0	4.2	0	4.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
蠕虫动物	0	0	0	338.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.8
刺胞动物	0	0	0	0	0	36.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9
脊索动物	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.6	0	0	0	0	0	0	0	1.1
生物量合计	32.5	63.9	288.4	396.8	4.2	286.9	2.7	8.5	1294.6	11.4	10.7	25.1	3.9	10.5	161.2	32.4	4.9	128.8	299.6	161.4

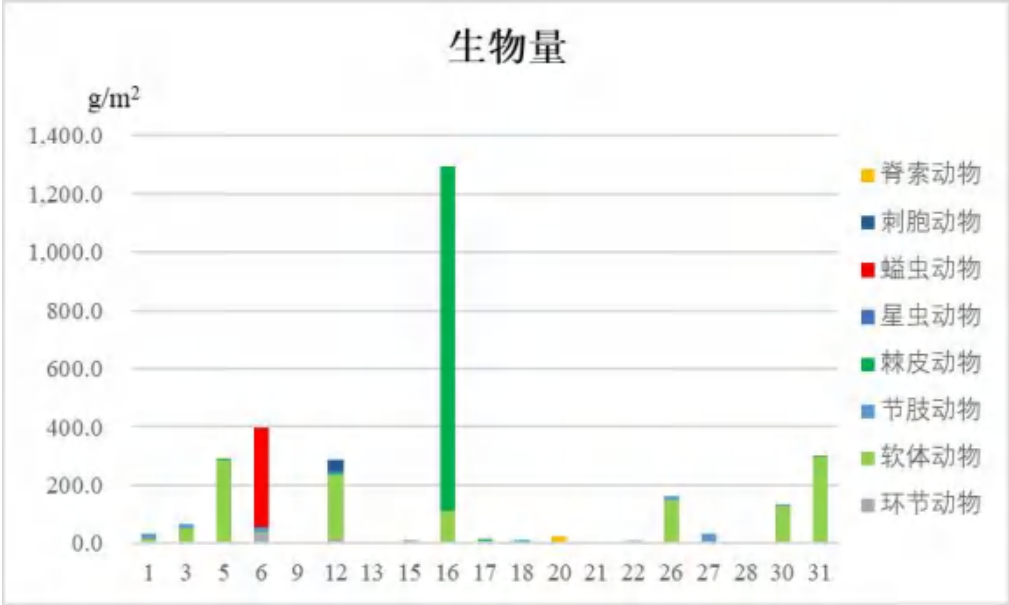


图 6.4- 54 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

(4) 优势种及其优势度

底栖生物种类优势度的计算方法和优势种的判定与浮游生物相同。采用定量调查数据进行计算和判定，监测海域底栖生物优势种有 3 种，他们是棒锥螺（*Turritella bacillum*）、巴非蛤（*Paphia papilionacea*）和洼颚倍棘蛇尾（*Amphiplus depressus*），其优势度分别为 0.088、0.025 和 0.025。

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

底栖生物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游动物相同，计算结果列于表 6.4- 55。由表可知，监测海域底栖生物的种

类多样性指数介于 0.178~2.906 之间, 平均值为 1.658; 均匀度介于 0.089~1.000 之间, 平均值为 0.783; 丰富度介于 0.334~1.576 之间, 平均值为 0.815。总体而言, 监测海域底栖生物的均匀度较高, 种类多样性指数和丰富度指数均处于较低水平。

表 6.4-55 底栖生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
1	5	2.000	0.861	0.913
3	9	2.906	0.917	1.576
5	4	0.178	0.089	0.412
6	9	2.457	0.775	1.483
9	4	2.000	1.000	0.813
12	11	0.324	0.094	1.225
13	3	1.585	1.000	0.588
15	6	2.585	1.000	1.221
16	5	0.702	0.303	0.636
17	4	1.950	0.975	0.706
18	5	2.252	0.970	0.977
20	3	1.248	0.787	0.394
21	2	1.000	1.000	0.334
22	4	1.811	0.906	0.685
26	6	2.281	0.883	0.927
27	4	1.918	0.959	0.733
28	3	1.500	0.946	0.542
30	4	1.664	0.832	0.706
31	4	1.145	0.573	0.616
变化范围	2~11	0.178~2.906	0.089~1.000	0.334~1.576
平均值	5	1.658	0.783	0.815

6.4.4.6 潮间带生物

监测海域潮间带生物调查共布设 3 条断面, 每条断面在高、中、低潮带各布设一个站位, 现场调查定量样品采用 25cm×25cm×30cm 的定量框采集, 样

品厚度为 30 cm，每站采集 4 个样方合并为一个样品，泥样淘洗后拣出该潮带所有底栖生物装入样品瓶中，用 5%的甲醛溶液固定后带回实验室进行鉴定分析。

(1) 种类组成与分布

本次监测海域潮间带生物样品共鉴定出 40 种，分属于 6 个门类，软体动物是该海域的主要潮间带生物类群，详见附件潮间带生物报表 4。其中软体动物最多，有 17 种，占全部种类的 42.5%；其次为环节动物有 11 种，占全部种类的 27.5%；再者为节肢动物，有 9 种，占全部种类的 22.5%；星虫动物、刺胞动物和纽形动物最少，均只出现 1 种，各占全部种类的 2.5%。各调查站位潮间带生物的种类组成及其分布见表 6.4-56。监测海域潮间带生物种类组成见图 6.4-55。

表 6.4-56 各站位潮间带生物种类组成及其分布

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带
软体动物	3	8	7	2	4	6	2	5	8
环节动物	3	3	0	2	4	2	0	4	4
节肢动物	0	1	1	1	1	1	7	3	3
星虫动物	0	1	1	0	1	1	0	1	0
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	1	1	0
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	1	1
种类合计	6	13	9	5	10	10	10	15	16



图 6.4-55 监测海域潮间带生物种类组成

(2) 数量组成与分布

各调查站位潮间带生物栖息密度在 40~324ind/m² 之间，平均栖息密度为 212.0ind/m²。其中 C1-3 站位低潮带的栖息密度最高，C2-1 站位高潮带的栖息密度最低。从表 6.4-57 和图 6.4-56 可知，软体动物的平均栖息密度最高，为 169.8ind/m²；其次为节肢动物和环节动物，平均栖息密度分别为 23.6ind/m² 和 13.8ind/m²；再者为星虫动物，平均栖息密度为 3.1ind/m²；刺胞动物和纽形动物的平均栖息密度最低，均为 0.9ind/m²。

表 6.4-57 监测海域潮间带生物栖息密度组成及其分布 (ind /m²)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3	均值
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
软体动物	268	252	312	16	120	248	12	64	236	169.8
环节动物	16	4	0	16	20	8	0	28	32	13.8
节肢动物	0	4	4	8	4	24	96	24	48	23.6
星虫动物	0	4	8	0	4	4	0	8	0	3.1
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0.9
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0.9
栖息密度合计	284	264	324	40	148	284	112	132	320	212.0

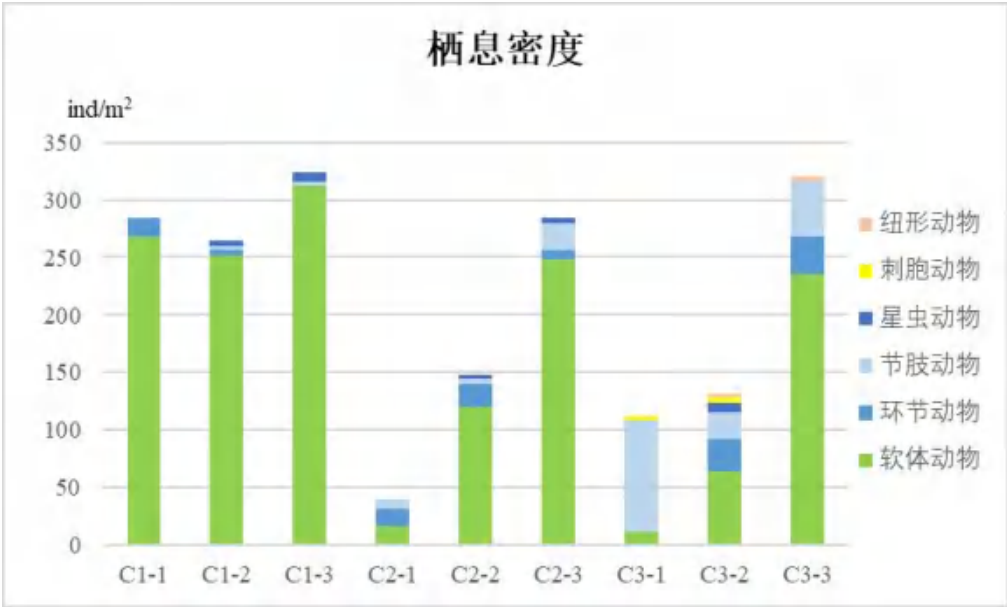


图 6.4-56 监测海域潮间带生物栖息密度组成及分布

(3) 生物量

监测海域各调查站位潮间带生物的生物量在 35.48~478.84g/m² 之间，平均

生物量为 229.15g/m²，分布状况详见表 6.4-58 和图 6.4-57。由下表可知，软体动物的平均生物量最高，为 197.35g/m²；其次为节肢动物，平均生物量为 27.20g/m²；其余 3 种（环节动物、星虫动物和刺胞动物）的平均生物量相对较低，介于 0.94~1.86g/m² 之间；纽形动物的平均生物量最低，为 0.10。

表 6.4-58 各调查站位潮间带生物的生物量及其分布（g/m²）

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	C3-1	C3-2	C3-3	
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	均值
软体动物	475.56	183.4	275.04	24.16	138.28	252.76	7.32	107.84	311.80	197.35
环节动物	3.28	1.00	0	1.40	1.28	1.16	0	5.96	2.64	1.86
节肢动物	0	5.4	5.48	35.00	3.40	65.72	26.72	23.88	79.20	27.20
星虫动物	0	4.24	7.32	0	0.72	2.00	0	1.00	0	1.70
刺胞动物	0	0	0	0	0	0	1.44	7.04	0	0.94
纽形动物	0	0	0	0	0	0	0	0.44	0.44	0.10
生物量合计	478.84	194.04	287.84	60.56	143.68	321.64	35.48	146.16	394.08	229.15

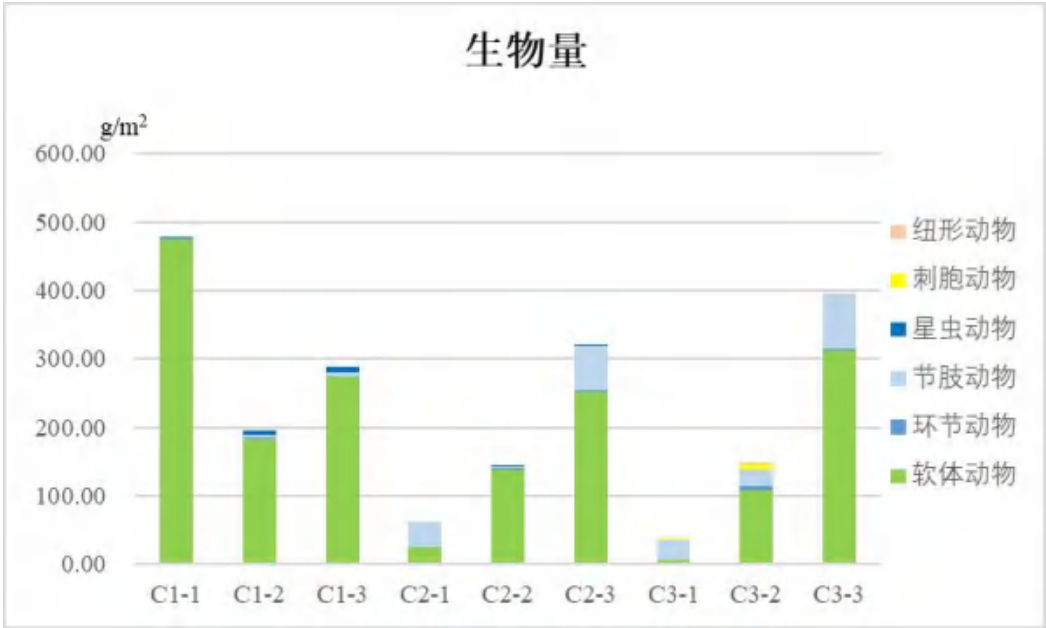


图 6.4-57 监测海域潮间带生物生物量及其分布

（4）优势种及其优势度

潮间带生物种类优势度的计算方法和优势种的判定与浮游生物相同。采用定量调查数据进行计算和判定，监测海域潮间带生物优势种有 4 种，为畸心蛤（*Cryptonema producta*）、青蛤（*Cyclina sinensis*）、短指和尚蟹（*Mictyris brevidactylus*）和珠带拟蟹守螺（*Cerithidea cingulata*），其优势度分别为 0.307、

0.136、0.033 和 0.024。

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

潮间带生物的种类多样性指数 H' 、均匀度 J' 及丰富度指数 d 的计算方法亦与浮游动物相同, 计算结果列于表 6.4-59。由表可见, 调查海域各站位潮间带生物种类多样性指数在 1.491~3.430 之间, 平均值为 2.341; 均匀度在 0.470~0.935 之间, 平均值为 0.711; 丰富度指数在 0.885~2.867 之间, 平均值为 1.07。其中 C3-2 站位中潮带的种类多样性指数和丰富度指数最高, C1-3 站位低潮带的种类多样性指数和均匀度最低。整体来看, 监测海域潮间带生物的均匀度较高, 种类多样性指数和丰富度指数均处于中等水平。

表 6.4-59 潮间带生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站位	潮带	种类数 (种)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
C1-1	高潮带	6	1.596	0.617	0.885
C1-2	中潮带	13	2.134	0.577	2.141
C1-3	低潮带	9	1.491	0.470	1.384
C2-1	高潮带	5	2.171	0.935	1.084
C2-2	中潮带	10	1.889	0.569	1.801
C2-3	低潮带	10	2.154	0.648	1.593
C3-1	高潮带	10	2.972	0.895	1.907
C3-2	中潮带	15	3.430	0.878	2.867
C3-3	低潮带	16	3.235	0.809	2.600
变化范围		5~16	1.491~3.430	0.470~0.935	0.885~2.867
平均值		10	2.341	0.711	1.807

6.5 渔业资源环境质量现状调查与评价

6.5.1 2021 年 3 月（春季）渔业资源环境质量现状调查与评价

6.5.1.1 鱼卵和仔、稚鱼

（1）垂直拖网法

①种类组成

鱼卵仔鱼调查时间为 2021 年 3 月 23 日-3 月 25 日，共设 12 个调查站位。各个站位见图 6.1-1 及表 6.2-1。共采集到 4 种鱼卵、3 种仔鱼。鱼卵仔鱼种类组成及名录见表 6.5-1。

表 6.5-1 鱼卵仔鱼生物种类名录（垂直拖网法采集）

类别	序号	中文名	拉丁名
鱼卵	1	红鳍笛鲷鱼卵	<i>Lutjanus erythropterus</i>
	2	鳀鱼鱼卵	<i>Engraulis japonicus</i>
	3	鲮鱼鱼卵	<i>Mugil cephalus</i>
	4	叫姑鱼鱼卵	<i>Johnius grypotus</i>
仔鱼	1	鳀鱼仔鱼	<i>Engraulis japonicus</i>
	2	丽叶鲷仔鱼	<i>Caranx kalla</i>
	3	叫姑鱼仔鱼	<i>Johnius grypotus</i>

②密度分布

有 6 个站采集到鱼卵，平均密度为 2.1 ind/m³，5 个站采集到仔鱼，平均密度为 1.7 ind/m³。鱼卵仔鱼密度分布见表 6.5-2。

表 6.5-2 鱼卵仔鱼密度分布（垂直拖网法采集）

站号	鱼卵密度 (ind./m ³)	仔稚鱼密度 (ind./m ³)
WH5 [#]	0	0
WH6 [#]	0	0
WH9 [#]	3.6	0
WH11 [#]	2.4	0
WH12 [#]	0	3.3
WH13 [#]	0	0
WH14 [#]	5.3	1.5
WH18 [#]	0	7.0

WH19#	0	0
WH20#	2.8	0
WH21#	7.4	3.1
WH22#	3.4	5.6
最小值	0	0
最大值	7.4	7.0
平均值	2.1	1.7

(2) 水平拖网法

①种类组成

鱼卵仔鱼调查时间为2021年3月23日-3月25日，共设12个调查站位，站位与垂直拖网法一致。调查方法为水平拖网法，采集到5种鱼卵，采集到2种仔鱼。仔鱼种类组成见表 6.5-3。

表 6.5-3 鱼卵仔鱼生物种类名录（水平拖网法采集）

类别	序号	中文名	拉丁名
鱼卵	1	红鳍笛鲷鱼卵	<i>Lutjanus erythropterus</i>
	2	鯷鱼鱼卵	<i>Engraulis japonicus</i>
	3	鲮鱼鱼卵	<i>Mugil cephalus</i>
	4	叫姑鱼鱼卵	<i>Johnius grypotus</i>
	5	大头狗母鱼鱼卵	<i>Trachiocephalus myops</i>
仔鱼	1	鯷鱼仔鱼	<i>Engraulis japonicus</i>
	2	丽叶鲷仔鱼	<i>Caranx kalla</i>

②密度分布

有5个站采集到鱼卵，平均密度为0.1 ind/m³；3个站采集到仔鱼，平均密度为0.0 ind/m³。鱼卵仔鱼密度分布见表 6.5-4。

表 6.5-4 鱼卵仔鱼密度分布（水平拖网法采集）

站号	鱼卵密度 (ind./m ³)	仔稚鱼密度 (ind./m ³)
WH5#	0	0.10
WH6#	0	0
WH9#	0	0
WH11#	0	0
WH12#	0.10	0
WH13#	0	0
WH14#	0.60	0.10
WH18#	0.10	0

WH19#	0	0
WH20#	0	0
WH21#	0.30	0
WH22#	0.10	0.10
最小值	0	0
最大值	0.60	0.10
平均值	0.10	0.025

6.5.1.2 游泳生物

(1) 渔获物种类组成

游泳动物调查时间为 2021 年 3 月 26 日（春季）大潮、涨潮期，共采集 4 个调查断面，分别为 WH9#、WH11#、WH12#和 WH13#号站，拖网位置见表图 6.1-1 及表 6.2-1。

本次调查共采集到渔获物 60 种，其中鱼类 24 种，虾类 5 种，蟹类 17 种，口足类 4 种，头足类 4 种，其他种类 6 种。游泳动物种类名录见表 6.5-5。

表 6.5-5 游泳动物种类名录

序号	类群	中文名	拉丁名
1	鱼类	犬牙繸虾虎鱼	<i>Amoya caninus</i>
2		鳄鲋	<i>Cociella crocodilus</i>
3		线纹鳗鲶	<i>Plotosus lineatus</i>
4		鲋	<i>Platycephalus indicus</i>
5		皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belangerii</i>
6		长棘银鲈	<i>Gerres filamentosus</i>
7		黄鳍棘鲷	<i>Acanthopagrus latus</i>
8		铅点东方鲀	<i>Takifugu alboplumbeus</i>
9		斑鲹	<i>Konosirus punctatus</i>
10		短吻鲷	<i>Leiognathus brevirostris</i>
11		金钱鱼	<i>Scatophagus argus</i>
12		红鳍赤鲷	<i>Paracentropogon rubripinnis</i>
13		仰口鲷	<i>Secutor ruconius</i>
14		长丝梨突虾虎鱼	<i>Myersina filifer</i>
15		斑尾刺虾虎鱼	<i>Acanthogobius omonaturus</i>
16		李氏鲷	<i>Richardsoni blecher</i>
17		中华单角鲀	<i>Monacanthus chinensis</i>
18		臀斑髭鲷	<i>Hcanthogobius ornmaturus</i>
19		舌鰕虎鱼	<i>Glossogobiuss giuris</i>
20		亚洲鳎	<i>Sillago asiatica</i>
21	鱼类	鰺	<i>Ilisha elongata</i>
22		斑头舌鰺	<i>Cynoglossus puncticeps</i>
23		褐菖鲉	<i>Sebastiscus marmoratus</i>
24		真鲷	<i>Pagrus major</i>
25	蟹类	菲岛关公蟹	<i>Philippidorippe philippinensis</i>
26		拟皱短桨蟹	<i>Thalamita corrugata</i>
27		矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
28		远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>
29		强壮菱蟹	<i>Parthenope validus</i>
30		日本蜆	<i>Charybdis japonica</i>
31		沟痕绒球蟹	<i>Daclea canalifera</i>
32		日本关公蟹	<i>Dorippe japonica</i>
33		隆线强蟹	<i>Eucrate crenata</i>
34		环纹蜆	<i>Charybdis annulata</i>
35		善泳蜆	<i>Charybdis natator</i>
36		变态蜆	<i>Charybdis variegata</i>
37		直额蜆	<i>Charybdis truncata</i>
38		多刺刺蛛蟹	<i>Cyrtomaia hispida</i>
39		三叶小瓷蟹	<i>Porcellanella triboba</i>
40		哈氏强蟹	<i>Eucrate haswelli</i>

41		东方螳	<i>Charybdis orientalis</i>
42		鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>
43	虾类	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>
44		须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>
45		刀额新对虾	<i>Metapenaeus ensis</i>
46		亨氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hungerfordi</i>
47		亚洲小口虾蛄	<i>Oratosquilla asiatica</i>
48	口足类	方尾牛虾蛄	<i>Busquilla quadraticauda</i>
49		伍氏平虾蛄	<i>Oratosquilla woodmasoni</i>
50		日本猛虾蛄	<i>Harpisquilla japonica</i>
51		中国枪鱿	<i>Uroteuthis (Photololigo) chinensis</i>
52	头足类	短腕乌贼	<i>Sepia elliptica</i>
53		火枪鱿	<i>Loliolus beka</i>
54		短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>
55		翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>
56	其他类	海鳃	<i>Pennatula firnibriata</i>
57		亚洲侧花海葵	<i>Anthoplenura nigrescens</i>
58		蛎敌荔枝螺	<i>Thais echinata Blainville</i>
59		毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>
60		中华鲎	<i>Tachypleus tridentatus</i>

(2) 优势种

2021 年 3 月调查该海域游泳动物优势种为短吻蝠（*Leiognathus brevirostris*）、须赤虾（*Metapenaeopsis barbata*）和亨氏仿对虾（*Parapenaeopsis hungerfordi*）。

(3) 渔获量及相对资源密度

各站及调查海区平均游泳动物渔获量和相对资源密度见表 3.5.1-2。游泳动物的平均渔获重量为 11.34 kg/网·h，以 9 号站最高，为 16.8 kg/网·h；13 号站站渔获重量最低，为 7.37kg/网·h。

游泳动物的平均渔获尾数为 2020ind./网·h，以 11 号站最高，为 2471 ind./网·h；其次为 12 号站，个体渔获重量为 2218ind./网·h；13 号站的渔获率较低，为 1569ind./网·h。

游泳动物的重量相对资源密度约为 $5.36 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$ ，各站中以 9 号站最高（ $8.62 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$ ），11 号站次之（ $5.98 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$ ），13 号站最低（资源密度为 $3.07 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$ ）。

游泳动物的尾数资源密度约为 $9.80 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$ 。各站中以 9 号站最高（ $16.5 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$ ），11 号站次之（ $9.34 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$ ），13 号站最低（资源密度

为 $6.54 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$)。游泳动物渔获率和资源密度具体见表 6.5-6。

表 6.5-6 渔获量组成及相对资源密度

站号	种类	渔获尾数 (ind./网·h)	渔获重量 (kg/网·h)	尾数相对资源密度 ($\times 10^4 \text{ ind./km}^2$)	重量相对资源密度 ($\times 10^2 \text{ kg/km}^2$)
WH9 [#]	鱼类	237	2.28	1.22	1.17
	蟹类	735	11.7	3.77	5.98
	虾类	801	2.02	4.11	1.04
	口足类	18	0.19	0.090	9.76
	头足类	27	0.63	0.14	0.32
	其他	3	0.030	0.020	0.015
	总计	1821	16.8	9.34	8.62
WH11 [#]	鱼类	2316	7.38	15.4	4.92
	蟹类	73	0.86	0.49	0.57
	虾类	53	0.28	0.36	0.18
	口足类	0	0.00	0.00	0.00
	头足类	13	0.25	0.090	0.17
	其他	16	0.20	0.10	0.14
	总计	2471	8.97	16.5	5.98
WH12 [#]	鱼类	761	3.43	2.34	1.06
	蟹类	308	4.88	0.95	1.50
	虾类	1059	2.39	3.26	0.73
	口足类	0	0.00	0.00	0.00
	头足类	21	0.76	0.060	0.23
	其他	68	0.79	0.21	0.24
	总计	2218	12.2	6.82	3.77
WH13 [#]	鱼类	229	1.95	0.96	0.81
	蟹类	122	1.73	0.51	0.72
	虾类	1165	2.21	4.85	0.92
	口足类	25	0.37	0.10	0.16
	头足类	28	0.19	0.12	0.080
	其他	2	0.92	0.010	0.38
	总计	1569	7.37	6.54	3.07
平均	鱼类	886	3.76	4.98	1.99
	蟹类	310	4.79	1.43	2.19
	虾类	770	1.72	3.14	0.72

口足类	11	0.14	0.048	2.48
头足类	22	0.46	0.10	0.20
其他	22	0.48	0.085	0.19
总计	2020	11.34	9.80	5.36

(4) 生物多样性评价

游泳动物的生物多样性评价方法与浮游植物相同。评价结果见表 6.5-7。

表 6.5-7 游泳动物生物多样性评价指数表

站号	香农-维纳指数 (H')	均匀度指数 (J)	物种丰富度指数 (d)	种类数(S)
WH9 [#]	2.84	0.57	3.24	31
WH11 [#]	1.31	0.28	2.47	26
WH12 [#]	2.47	0.55	2.19	23
WH13 [#]	1.66	0.34	2.80	29
最小值	1.31	0.28	2.19	23
最大值	2.84	0.57	3.24	31
平均值	2.07	0.43	2.68	27

6.5.2 2021 年 9 月（夏季）渔业资源环境质量现状调查与评价

6.5.2.1 鱼卵和仔、稚鱼

本次监测所获鱼卵、仔稚鱼的具体分析如下。现场调查采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2 m^2 ，网口直径 50 cm ，网长 145 cm ）进行水平拖网和垂直拖网结合的方式采样调查，采集到的样品用 5% 的甲醛溶液固定，带回实验室进行种类鉴定和个体数量计数。

（1）鱼卵数量及密度分布

垂直拖网

本次定量调查共捕获鱼卵 601 粒（含目、科、属），其中 12 号站的小公鱼属（*Stolephorus* sp.）最多，有 58 粒；其次为 31 号站的多鳞鳕（*Sillago sihama*），有 36 粒。

本次定量调查具体详见表 6.5-8。鱼卵捕获数量范围为 $14\sim73 \text{ ind/net}$ ，平均为 31.63 ind/net 。密度变化范围为 $5.28\sim88.33 \text{ ind/m}^3$ ，平均为 22.76 ind/m^3 ，最高出现在 15 号站，最低出现在 28 号站。

水平拖网

本次定性调查共捕获鱼卵 13805 粒（含目、科、属），其中 3、5、16、18、26、28、31 号站均以多鳞鳕（*Sillago sihama*）和鲷科（*Leiognathidae*）的鱼卵数量居多，12、17、20、21、22、27、30 号站均以小公鱼属（*Stolephorus* sp.）的鱼卵数量最多。

鱼卵定性调查具体详见表 6.5-9。定性捕获数量范围为 $21\sim2160 \text{ ind/net}$ ，平均为 726.58 ind/net 。密度变化范围为 $0.14\sim13.99 \text{ ind/m}^3$ ，平均为 4.71 ind/m^3 ，最高出现在 17 号站，最低出现在 12 及 27 号站。

（2）仔、稚鱼数量及密度分布

垂直拖网

本次定量调查共捕获仔、稚鱼 71 尾（含目、科、属），其中 22 号站的鲷科（*Leiognathidae*）数量最多，有 5 尾。

仔、稚鱼定量调查具体详见表 6.5-10。定量捕获数量范围为 1~34 ind/net，平均为 7.00 ind/net。密度变化范围为 0.27~56.67 ind/ m³，平均为 6.32 ind/ m³，其中 21 号站最高，1、16、20、26 号站均未采集到仔、稚鱼。

水平拖网

本次定性调查共捕获仔、稚鱼 613 尾（含目、科、属），其中 13、17、22、30、31 号站均以眶棘双边鱼（*Ambassis gymnocephalus*）最多，3、5、12、15 号站均未采集到仔、稚鱼。

仔、稚鱼定性调查具体详见表 6.5-11。定性捕获数量范围为 3~240 ind/net，平均为 40.87 ind/net。密度变化范围为 0.02~1.55 ind/ m³，平均平均为 0.27 ind/ m³。

表 6.5-8 各站位垂直拖网（定量）的鱼卵密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量 (ind)	37	17	23	29	48	73	27	53	14	32	32	18	34	24	16	24	15	22	63	31.63
滤水量 (m ³)	2.20	2.00	2.30	3.20	0.60	2.40	1.00	0.60	2.20	2.00	3.20	1.20	0.60	3.40	1.60	2.80	2.84	3.70	2.94	2.15
密度 (ind/ m ³)	16.82	8.50	10.00	9.06	80.00	30.42	27.00	88.33	6.36	16.00	10.00	15.00	56.67	7.06	10.00	8.57	5.28	5.95	21.43	22.76

表 6.5-9 各站位水平拖网（定性）的鱼卵密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量 (ind)	300	1030	750	123	1003	22	1114	37	2038	2160	1786	34	1117	138	1200	21	360	156	416	726.58
密度 (ind/ m ³)	1.94	6.67	4.86	0.80	6.50	0.14	7.22	0.24	13.20	13.99	11.57	0.22	7.23	0.89	7.77	0.14	2.33	1.01	2.69	4.71

表 6.5-10 各站位垂直拖网（定量）的仔、稚鱼密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量 (ind)	0	4	2	1	2	27	1	6	0	1	1	0	34	9	0	5	4	1	7	7.00
滤水量 (m ³)	2.20	2.00	2.30	3.20	0.60	2.40	1.00	0.60	2.20	2.00	3.20	1.20	0.60	3.40	1.60	2.80	2.84	3.70	2.94	2.15
密度 (ind/ m ³)	0	2.00	0.87	0.31	3.33	11.25	1.00	10.00	0	0.50	0.31	0	56.67	2.65	0	1.79	1.41	0.27	2.38	6.32

表 6.5-11 各站位水平拖网（定性）的仔、稚鱼密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量（ind）	7	0	0	4	23	0	19	0	4	8	3	6	49	240	35	57	24	86	48	40.87
密度（ind/ m ³ ）	0.04	0	0	0.03	0.15	0	0.12	0	0.03	0.05	0.02	0.04	0.32	1.55	0.23	0.37	0.16	0.56	0.31	0.27

6.5.2.2 游泳生物

本次游泳生物现场调查共 19 个站位。调查采用的网具为底拖网，网囊网目尺寸 120 mm，网口宽度 6.0 m，网长 40 m，拖速 3 kn，拖网时间为 20~60 min。

(1) 种类组成和分布

本次调查共捕获渔业资源游泳动物 86 种，具体数据详见附件报表 6。其中鱼类最多，达到 56 种，占总种类数的 65.1%；其次是甲壳类，有 27 种，占总种类数的 31.4%；再次是头足类，有 3 种，占总种类数的 3.5%。调查海域游泳生物种类组成见图 6.4-1。

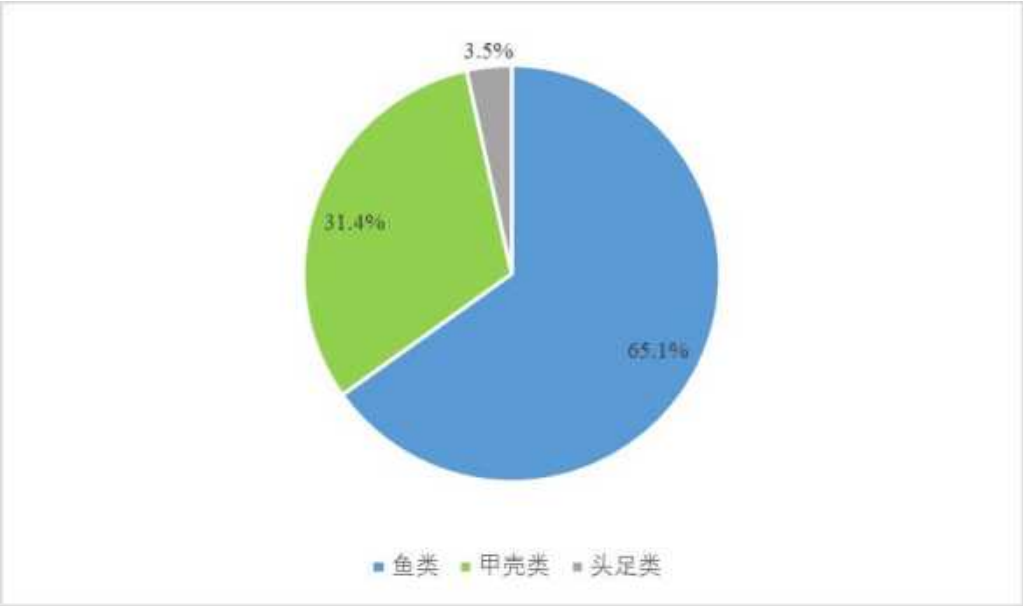


图 6.5-1 调查海域游泳生物种类组成

调查的 19 个站位总渔获种数在 15~32 种之间，平均每站渔获 22 种。鱼类在全部站位均有出现，出现站渔获种数在 8~20 种之间，平均每站渔获 14 种。甲壳类在全部站位亦皆有出现，出现站渔获种数在 3~13 种之间，平均每站渔获 7 种。头足类在 5、13、17、21、26、30 号站出现，渔获种数均在 1~2 种之间，平均每站渔获 1 种。各站位渔获种类数分布详见表 6.5-12。

表 6.5-12 各站各类游泳生物渔获种数分布

站位	总渔获 (种)	鱼类 (种)	甲壳类 (种)	头足类 (种)
1	27	14	13	0
3	27	14	13	0

站位	总渔获 (种)	鱼类 (种)	甲壳类 (种)	头足类 (种)
5	32	19	11	2
6	22	17	5	0
9	17	10	7	0
12	26	20	6	0
13	21	15	5	1
15	15	11	4	0
16	16	12	4	0
17	19	15	3	1
18	22	12	10	0
20	18	14	4	0
21	22	14	7	1
22	20	16	4	0
26	20	12	7	1
27	22	13	9	0
28	23	13	10	0
30	26	14	10	2
31	16	8	8	0
平均	22	14	7	1

(2) 拖网调查渔获率分布

本次调查 19 个站位总渔获量共 70.9701 kg，5304 尾，各站位平均渔获率为 7.8197 kg/h，平均尾数渔获率为 576 ind/h。渔获率最高的站位是 17 号站，为 23.2814 kg/h；最低的是 5 号站，渔获率为 0.0150 kg/h。不同调查站位间尾数渔获率略有差异，分布范围为 165~2073 ind/h 之间。尾数渔获率最高的是 17 号站，最低的是 22 号站。各站位渔获率及尾数渔获率详见表 6.5-13、表 6.5-14 和图 6.5-2、图 6.5-3。

各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、甲壳类、头足类（表 6.5-13）。各类游泳生物的平均尾数渔获率由高到低亦为鱼类、甲壳类、头足类（表 6.5-14）。

表 6.5-13 各站各类游泳生物渔获率分布 (kg/h)

站位	总渔获率	鱼类	甲壳类	头足类
----	------	----	-----	-----

站位	总渔获率	鱼类	甲壳类	头足类
1	7.3522	3.1464	4.2058	0
3	7.3522	3.1464	4.2058	0
5	0.0150	0.0103	0.0046	0.0001
6	5.3654	4.1544	1.2110	0
9	23.2546	15.9402	7.3144	0
12	16.7297	6.6173	10.1123	0
13	5.3785	2.7695	2.2907	0.3183
15	6.6322	1.7714	4.8608	0
16	6.3028	1.3882	4.9146	0
17	23.2814	10.7150	12.3117	0.2547
18	4.2014	2.2230	1.9784	0
20	5.9388	3.0038	2.9350	0
21	3.2994	2.1108	1.1630	0.0256
22	3.1593	2.5318	0.6275	0
26	5.1738	4.0784	1.0540	0.0414
27	3.4423	2.3033	1.1390	0
28	2.9562	1.8640	1.0922	0
30	13.9042	9.2974	4.4632	0.1436
31	4.8356	2.0422	2.7934	0
平均	7.8197	4.1639	3.6146	0.0412
合计	148.5749	79.1137	68.6774	0.7837

表 6.5-14 各站各类游泳生物尾数渔获率分布 (ind/h)

站位	总尾数渔获率	鱼类	甲壳类	头足类
1	378	158	220	0
3	378	158	220	0
5	714	378	332	4
6	528	450	78	0
9	990	592	398	0

站位	总尾数渔获率	鱼类	甲壳类	头足类
12	857	480	377	0
13	402	198	182	22
15	464	190	274	0
16	506	220	286	0
17	2073	1347	723	3
18	282	156	126	0
20	574	406	168	0
21	430	304	124	2
22	165	130	35	0
26	590	518	70	2
27	347	194	153	0
28	309	222	87	0
30	638	316	318	4
31	320	120	200	0
平均	576	344	230	2
合计	10945	6537	4371	37

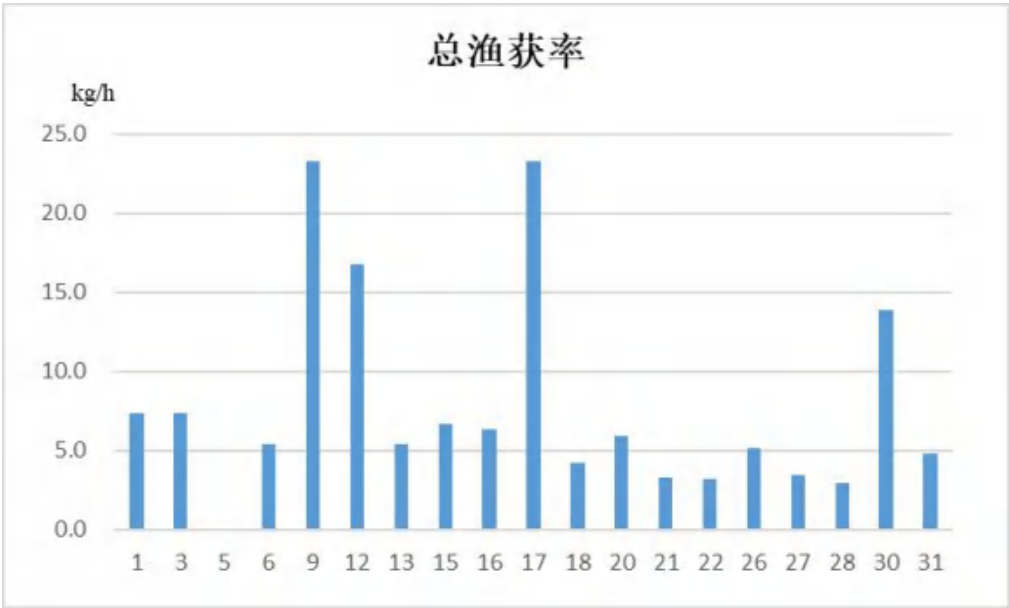


图 6.5-2 调查海域各站位渔获率分布

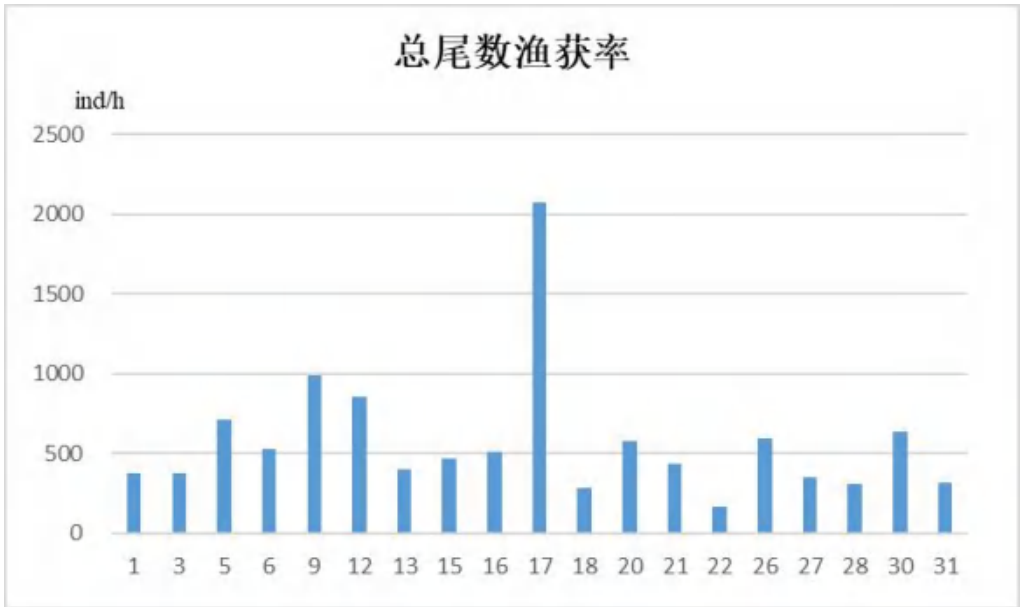


图 6.5-3 调查海域各站位尾数渔获率分布

(3) 渔业资源密度分布

游泳生物资源密度执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T 9110-2007），采用面积法对拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）进行计算，公式为：

$$D=C/(q \times a)$$

式中：

D 为渔业资源密度，单位为尾/km² 或 kg/km²；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为尾/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（按底层鱼类、虾蟹类、头足类 q 值取 0.5）。

本次游泳生物调查各站位平均资源密度为 2532.2922 kg/km²，平均资源尾数密度为 184942.1 ind/km²。资源密度最高的站位是 17 号站，为 13982.8228 kg/km²；最低的是 5 号站，为 3.5971 kg/km²。资源尾数密度最高的站位是 17 号站，为 1245045.0 ind/km²，最低的是 22 号站，为 15277.7 ind/km²。各站位的资源密度及资源尾数密度详见表 6.5-15、表 6.5-16 和图 6.5-4、图 6.5-5。

各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、甲壳类、头足类（表 6.5-15）；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低亦表现为鱼类、甲壳类、头足类（表 6.5-16）。

表 6.5-15 各站各类游泳生物资源密度分布（kg/km²）

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
1	1763.1175	754.5324	1008.5851	0
3	1763.1175	754.5324	1008.5851	0
5	3.5971	2.4700	1.1031	0.0240
6	1286.6667	996.2590	290.4077	0
9	5576.6427	3822.5899	1754.0528	0
12	10047.8079	3974.3544	6073.4535	0
13	933.7674	480.8160	397.6910	55.2604
15	1590.4557	424.7962	1165.6595	0
16	1511.4629	332.9017	1178.5612	0
17	13982.8228	6435.4354	7394.4144	152.9730
18	1007.5300	533.0935	474.4365	0
20	1424.1726	720.3357	703.8369	0
21	791.2230	506.1871	278.8969	6.1391
22	292.5232	234.4213	58.1019	0
26	1240.7194	987.0336	252.7578	9.9281
27	212.4876	142.1790	70.3086	0
28	182.4815	115.0617	67.4198	0
30	3334.3406	2229.5923	1070.3118	34.4365
31	1159.6163	489.7362	669.8801	0
平均	2532.2922	1259.8665	1258.8665	13.6190

表 6.5- 16 各站各类游泳生物资源尾数密度分布 (ind/km²)

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
1	90647.5	37889.7	52757.8	0
3	90647.5	37889.7	52757.8	0
5	171223.0	90647.5	79616.3	959.2
6	126618.7	107913.7	18705.0	0
9	237410.0	141966.4	95443.6	0
12	514514.5	288288.3	226226.2	0
13	69791.7	34432.9	31539.4	3819.4

站位	总渔获	鱼类	甲壳类	头足类
15	111270.9	45563.5	65707.4	0
16	121342.9	52757.8	68585.1	0
17	1245045.0	808808.8	434434.4	1801.8
18	67625.9	37410.1	30215.8	0
20	137649.9	97362.1	40287.8	0
21	103117.5	72901.7	29736.2	479.6
22	15277.7	12037.0	3240.7	0
26	141486.8	124220.6	16786.6	479.6
27	21419.7	11975.3	9444.4	0
28	19074.1	13703.7	5370.4	0
30	152997.6	75779.4	76259.0	959.2
31	76738.6	28777.0	47961.6	0
平均	184942.1	111596.1	72898.7	447.3

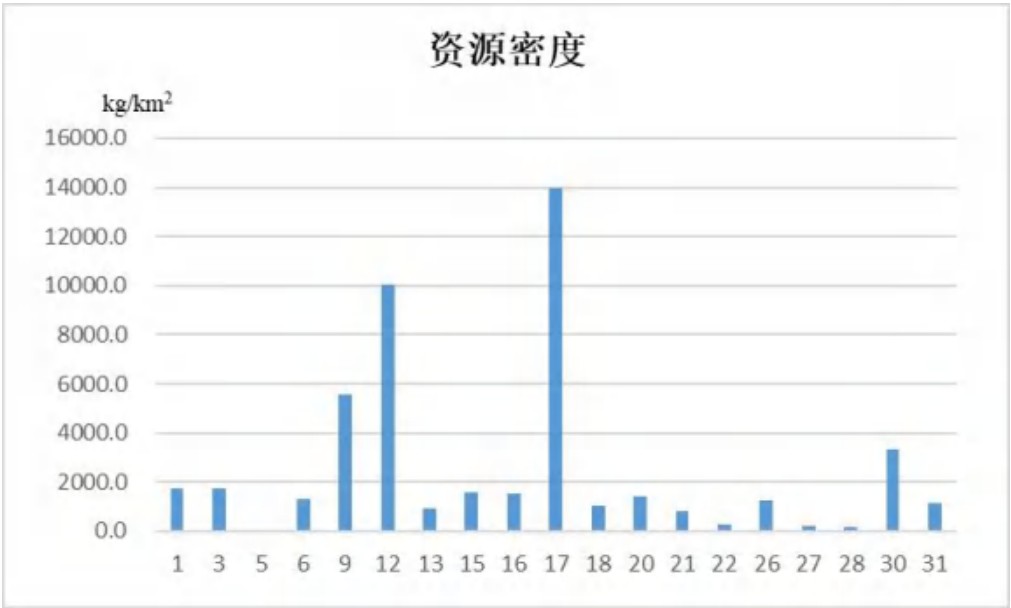


图 6.5-4 调查海域各站位资源密度分布

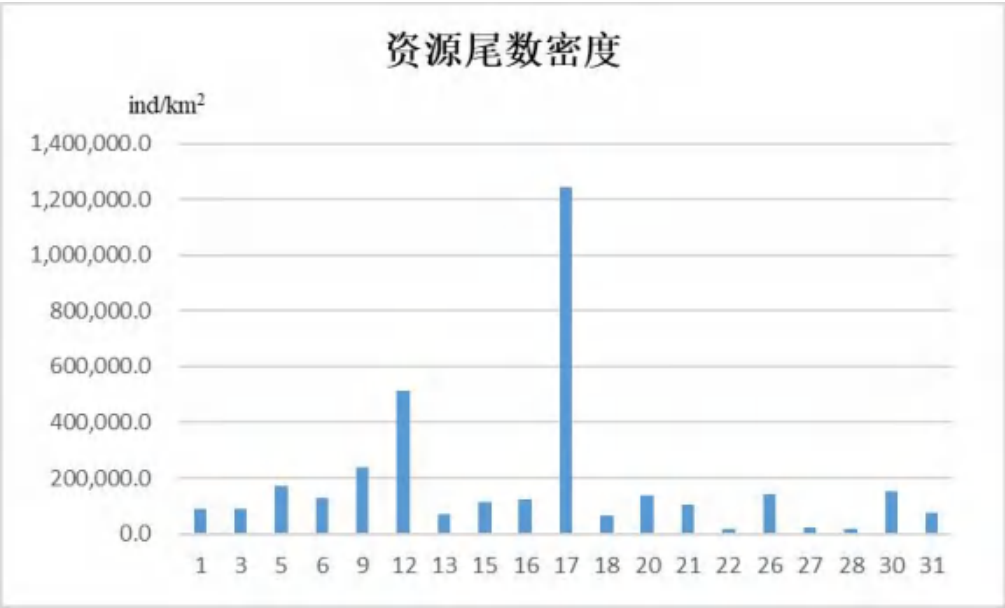


图 6.5-5 调查海域各站位资源尾数密度分布

6.5.3 2021 年 11 月（秋季）渔业资源环境质量现状调查与评价

6.5.3.1 鱼卵和仔、稚鱼

本次监测所获鱼卵、仔稚鱼的具体分析如下。现场调查采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2 m²，网口直径 50 cm，网长 145 cm）进行水平拖网和垂直拖网结合的方式采样调查，采集到的样品用 5% 的甲醛溶液固定，带回实验室进行种类鉴定和个体数量计数。

（1）鱼卵数量及密度分布

垂直拖网

本次定量调查共捕获鱼卵 76 粒（含目、科、属），其中 17 号站的多鳞鱖（*Sillago sihama*）最多，有 19 粒；有 6 个站位（12、15、18、28、30、31 号站）均未发现鱼卵。

本次定量调查具体详见表 6.5-17。鱼卵捕获数量范围为 1~27 ind/net，平均为 4.00 ind/net。密度变化范围为 0.37~17.31 ind/m³，平均为 2.88 ind/m³，最高出现在 17 号站，最低出现在 27 号站。

水平拖网

本次定性调查共捕获鱼卵 2299 粒（含目、科、属），其中有 7 个站（1、9、13、15、20、27、31 号站）均以多鳞鱖（*Sillago sihama*）鱼卵数量最多，有 9 个站（3、5、6、12、16、17、21、22、30 号站）皆以鲷科（*Leiognathidae*）鱼卵数量最多，有 2 个站（26、28 号站）未发现鱼卵。

鱼卵定性调查具体详见表 6.5-18。定性捕获数量范围为 7~1002 ind/net，平均为 121.00 ind/net。密度变化范围为 0.04~6.49 ind/m³，平均为 0.78 ind/m³，最高出现在 16 号站，最低出现在 1 号站。

（2）仔、稚鱼数量及密度分布

垂直拖网

本次定量调查共捕获仔、稚鱼 20 尾（含目、科、属），捕获数量较少，有 10 个站均未发现仔、稚鱼。

仔、稚鱼定量调查具体详见表 6.5-19。定量捕获数量范围为 1~5 ind/net，

平均为 1.05 ind/net。密度变化范围为 0.35~1.80 ind/ m³，平均为 0.44 ind/ m³，其中 18 号站密度最高，31 号站密度最低。

水平拖网

本次定性调查共捕获仔、稚鱼 353 尾（含目、科、属），除 6 个站位（6、12、15、17、26、28 号站）未发现仔、稚鱼，其余站位基本皆以多鳞鳉（*Sillago sihama*）居多。

仔、稚鱼定性调查具体详见表 6.5-20。定性捕获数量范围为 1~220 ind/net，平均为 18.58 ind/net。密度变化范围为 0.01~1.42 ind/ m³，平均平均为 0.12 ind/ m³，其中 20 号站密度最高，3、9、13、16、18、21 号站均仅有 1 尾仔、稚鱼，密度皆最低。

表 6.5-17 各站位垂直拖网（定量）的鱼卵密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量（ind）	2	1	7	1	5	0	16	0	2	27	0	4	2	4	4	1	0	0	0	4.00
滤水量（m ³ ）	2.20	2.02	2.20	2.82	0.68	2.02	1.18	0.46	1.98	1.56	2.78	0.98	1.24	3.30	1.22	2.70	2.80	3.50	2.84	2.03
密度（ind/ m ³ ）	0.91	0.50	3.18	0.36	7.35	0	13.56	0	1.01	17.31	0	4.08	1.61	1.21	3.30	0.37	0	0	0	2.88

表 6.5-18 各站位水平拖网（定性）的鱼卵密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量（ind）	7	79	258	25	29	82	76	261	1002	8	28	220	81	20	0	79	0	14	30	121.00
密度（ind/ m ³ ）	0.04	0.51	1.67	0.16	0.19	0.53	0.49	1.69	6.49	0.05	0.18	1.42	0.52	0.01	0	0.51	0	0.09	0.19	0.78

表 6.5-19 各站位垂直拖网（定量）的仔、稚鱼密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量（ind）	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	5	0	1	3	0	0	2	2	1	1.05
滤水量（m ³ ）	2.20	2.02	2.20	2.82	0.68	2.02	1.18	0.46	1.98	1.56	2.78	0.98	1.24	3.30	1.22	2.70	2.80	3.50	2.84	2.03
密度（ind/ m ³ ）	0.46	0	0	0	0	0	0	0	1.52	1.28	1.80	0	0.81	0.91	0	0	0.71	0.57	0.35	0.44

表 6.5-20 各站位水平拖网（定性）的仔、稚鱼密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量（ind）	7	1	6	0	2	0	1	0	1	0	1	220	1	4	0	6	0	31	72	18.58
密度（ind/ m ³ ）	0.04	0.01	0.04	0	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.01	1.42	0.01	0.03	0	0.04	0	0.20	0.47	0.12

6.5.3.2 游泳生物

本次游泳生物现场调查共 19 个站位。调查采用的网具为底拖网，网囊网目尺寸 120 mm，网口宽度 6.0 m，网长 40 m，拖速 3 kn，拖网时间为 30~60 min。

(1) 种类组成和分布

本次调查共捕获渔业资源游泳动物 89 种，具体数据详见附件报表 6。其中鱼类最多，达到 57 种，占总种类数的 64.0%；其次是蟹类，有 14 种，占总种类数的 15.7%；再者是虾类，有 12 种，占总种类数的 13.5%；虾蛄类和头足类相对较少，各有 3 种，分别占总种类数的 3.4%。调查海域游泳生物种类组成见图 6.5-6。

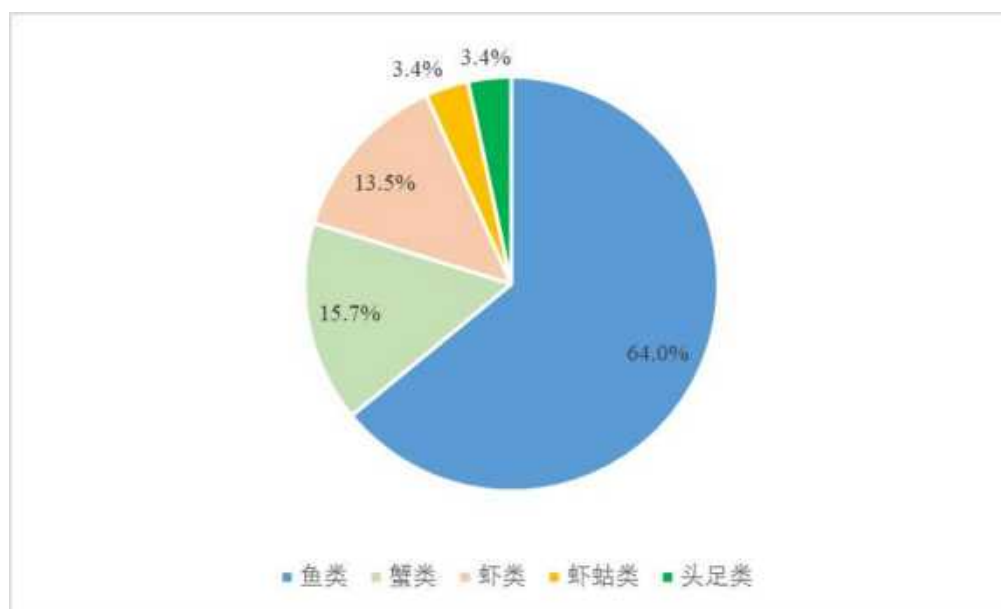


图 6.5-6 调查海域游泳生物种类组成

调查的 19 个站位总渔获种数在 16~29 种之间，平均每站渔获 22 种。鱼类在全部站位均有出现，出现站渔获种数在 8~19 种之间，平均每站渔获 13 种。蟹类在全部站位均有出现，出现站渔获种数在 2~6 种之间，平均每站渔获 4 种。虾类在全部站位均有出现，出现站渔获种数在 1~4 种之间，平均每站渔获 3 种。虾蛄类在 17 个站位均有出现，出现站渔获种数在 1~2 种之间，平均每站渔获 1 种。头足类仅在 4 个站位出现，出现站渔获种数在 1~3 种之间，平均渔获种数最少。各站位渔获种类数分布详见表 6.5-21。

表 6.5-21 各站各类游泳生物渔获种数分布

站位	总渔获 (种)	鱼类 (种)	蟹类 (种)	虾类 (种)	虾蛄类 (种)	头足类 (种)
1	23	12	5	4	2	0
3	29	19	4	4	2	0
5	27	15	6	4	1	1
6	26	17	5	2	1	1
9	19	13	4	2	0	0
12	22	14	3	3	2	0
13	21	11	6	3	1	0
15	16	11	3	2	0	0
16	27	18	4	3	2	0
17	29	19	5	3	2	0
18	19	11	4	3	1	0
20	18	11	3	3	1	0
21	21	11	6	3	1	0
22	20	13	3	3	1	0
26	18	11	5	1	1	0
27	22	13	4	3	1	1
28	18	11	3	2	2	0
30	23	14	2	2	2	3
31	17	8	3	4	2	0
平均	22	13	4	3	1	0

(2) 拖网调查渔获率分布

本次调查 19 个站位总渔获量共 48.5216 kg，3290 尾，各站位平均渔获率为 4.4746 kg/h，平均尾数渔获率为 306 ind/h。渔获率最高的站位是 13 号站，为 11.8698 kg/h；最低的是 15 号站，渔获率为 1.6398 kg/h。各调查站位间尾数渔获率略分布范围为 104~596 ind/h。尾数渔获率最高的是 13 号站，最低的是 15 号站。各站位渔获率及尾数渔获率详见表 6.5-22、表 6.5-23 和图 6.5-7、图 6.5-8。

各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、蟹类、虾类、虾蛄类、头足类（表 6.5-22）。各类游泳生物的平均尾数渔获率由高到低依次为鱼类、

虾类、蟹类、虾蛄类、头足类（表 6.5-23）。

表 6.5-22 各站各类游泳生物渔获率分布（kg/h）

站位	总渔获率	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	2.9938	0.8512	1.1442	0.4404	0.5580	0
3	5.3732	3.6666	0.5412	0.8870	0.2784	0
5	3.1544	2.1456	0.4176	0.4896	0.0696	0.0320
6	2.3865	1.8340	0.3571	0.0882	0.0425	0.0647
9	6.0698	4.5402	1.2344	0.2952	0.0000	0
12	1.9474	1.1568	0.0724	0.2462	0.4720	0
13	11.8698	8.6562	1.4440	1.7338	0.0358	0
15	1.6398	1.1937	0.2167	0.2294	0.0000	0
16	6.0649	2.9536	1.5439	0.7484	0.8190	0
17	5.5982	3.6562	0.5476	0.2304	1.1640	0
18	2.2800	1.1256	0.4800	0.6150	0.0594	0
20	4.9912	3.4292	0.4058	0.6282	0.5280	0
21	6.4270	3.9102	1.9892	0.4736	0.0540	0
22	3.4790	2.0554	0.4350	0.6146	0.3740	0
26	1.9094	1.5070	0.2598	0.1214	0.0212	0
27	2.2530	1.4184	0.2610	0.4418	0.1144	0.0174
28	6.2626	3.9420	1.0640	0.4446	0.8120	0
30	3.4222	2.1900	0.4696	0.6120	0.0912	0.0594
31	6.8950	3.9680	1.1372	0.8638	0.9260	0
平均	4.4746	2.8526	0.7379	0.5370	0.3379	0.0091

表 6.5-23 各站各类游泳生物尾数渔获率分布（ind/h）

站位	总尾数渔获率	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	290	104	52	94	40	0
3	494	360	38	88	8	0
5	302	170	80	44	6	2
6	196	171	14	8	1	2
9	188	114	42	32	0	0

站位	总尾数渔获率	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
12	121	70	7	24	20	0
13	596	426	68	100	2	0
15	104	77	13	14	0	0
16	337	147	83	59	48	0
17	248	150	40	26	32	0
18	174	76	28	66	4	0
20	300	178	30	74	18	0
21	446	312	90	42	2	0
22	288	150	36	80	22	0
26	146	62	38	44	2	0
27	392	294	36	56	4	2
28	370	254	30	54	32	0
30	486	176	138	162	4	6
31	340	132	38	126	44	0
平均	306	180	47	63	15	1

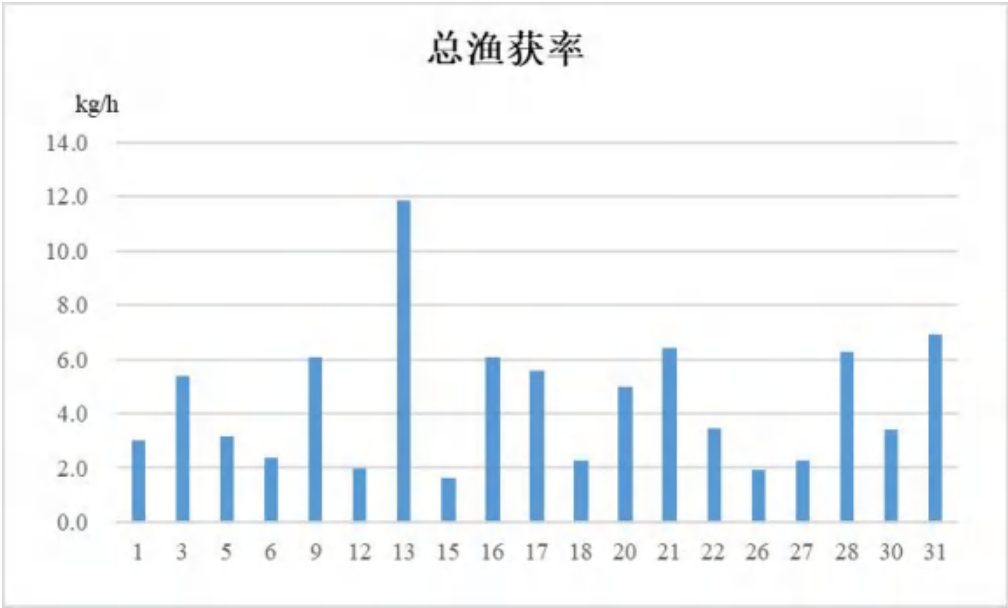


图 6.5-7 调查海域各站位渔获率分布

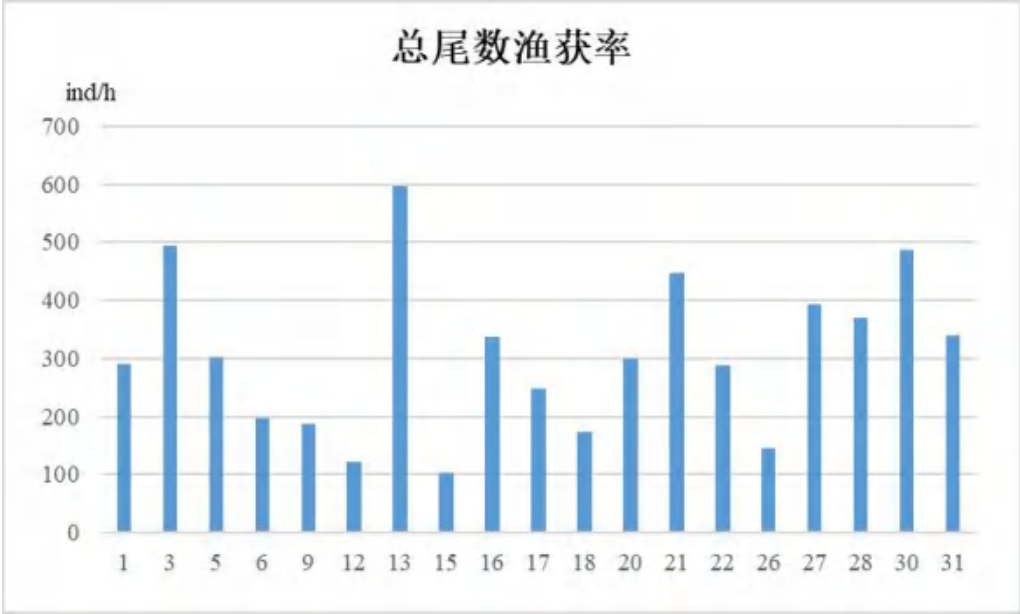


图 6.5-8 调查海域各站位尾数渔获率分布

(3) 渔业资源密度分布

游泳生物资源密度执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T 9110-2007），采用面积法对拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）进行计算，公式为：

$$D=C/(q \times a)$$

式中：

D 为渔业资源密度，单位为尾/km² 或 kg/km²；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为尾/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（按底层鱼类、虾蟹类、头足类 q 值取 0.5）。

本次游泳生物调查各站位平均资源密度为 960.2098 kg/km²，平均资源尾数密度为 66327.3 ind/km²。资源密度最高的站位是 13 号站，为 2846.4748 kg/km²；最低的是 15 号站，为 101.2222 kg/km²。资源尾数密度最高的站位是 13 号站，为 142925.7 ind/km²，最低的是 15 号站，为 6419.8 ind/km²。各站位的资源密度及资源尾数密度详见表 6.5-24、表 6.5-25 和图 6.5-9、图 6.5-10。

各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、蟹类、虾类、虾蛄类、头足类（表 6.5-24）；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次表现为鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类、头足类（表 6.5-25）。

表 6.5-24 各站各类游泳生物资源密度分布（kg/km²）

站位	总渔获	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	717.9376	204.1247	274.3885	105.6115	133.8129	0
3	1288.5372	879.2806	129.7842	212.7098	66.7626	0
5	756.4509	514.5324	100.1439	117.4101	16.6906	7.6739
6	147.3148	113.2099	22.0432	5.4444	2.6235	3.9938
9	1455.5876	1088.7770	296.0192	70.7914	0.0000	0
12	120.2098	71.4074	4.4691	15.1975	29.1358	0
13	2846.4748	2075.8273	346.2830	415.7794	8.5851	0
15	101.2222	73.6852	13.3765	14.1605	0.0000	0
16	374.3766	182.3210	95.3025	46.1975	50.5556	0
17	1342.4940	876.7866	131.3189	55.2518	279.1367	0
18	546.7626	269.9281	115.1079	147.4820	14.2446	0
20	1196.9304	822.3501	97.3141	150.6475	126.6187	0
21	1541.2469	937.6978	477.0264	113.5731	12.9496	0
22	834.2925	492.9017	104.3165	147.3861	89.6882	0
26	457.8897	361.3909	62.3022	29.1127	5.0839	0
27	540.2878	340.1439	62.5899	105.9472	27.4341	4.1727
28	1501.8225	945.3237	255.1559	106.6187	194.7242	0
30	820.6715	525.1799	112.6139	146.7626	21.8705	14.2446
31	1653.4773	951.5588	272.7098	207.1463	222.0624	0
平均	960.2098	617.1804	156.4350	116.4858	68.5252	1.5834

表 6.5- 25 各站各类游泳生物资源尾数密度分布 (ind/km²)

站位	总渔获	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	69544.3	24940.0	12470.0	22542.0	9592.3	0
3	118465.2	86330.9	9112.7	21103.1	1918.5	0
5	72422.1	40767.4	19184.7	10551.6	1438.8	479.6
6	12098.8	10555.6	864.2	493.8	61.7	123.5
9	45083.9	27338.1	10071.9	7673.9	0	0
12	7469.2	4321.0	432.1	1481.5	1234.6	0
13	142925.7	102158.3	16307.0	23980.8	479.6	0

站位	总渔获	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
15	6419.8	4753.1	802.5	864.2	0	0
16	20802.6	9074.1	5123.5	3642.0	2963.0	0
17	59472.4	35971.2	9592.3	6235.0	7673.9	0
18	41726.5	18225.4	6714.6	15827.3	959.2	0
20	71942.4	42685.9	7194.2	17745.8	4316.5	0
21	106954.3	74820.1	21582.7	10071.9	479.6	0
22	69064.8	35971.2	8633.1	19184.7	5275.8	0
26	35012.0	14868.1	9112.7	10551.6	479.6	0
27	94004.8	70503.6	8633.1	13429.3	959.2	479.6
28	88729.0	60911.3	7194.2	12949.6	7673.9	0
30	116546.7	42206.2	33093.5	38848.9	959.2	1438.8
31	81534.8	31654.7	9112.7	30215.8	10551.6	0
平均	66327.3	38845.1	10275.4	14073.3	3000.9	132.7



图 6.5-9 调查海域各站位资源密度分布

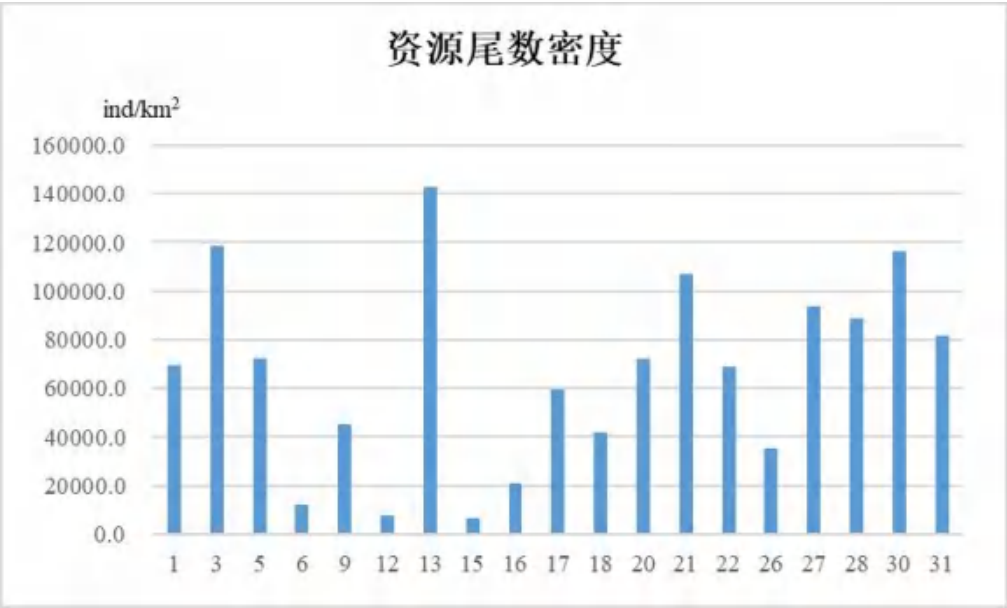


图 6.5- 10 调查海域各站位资源尾数密度分布

6.5.4 2022 年 2 月（冬季）渔业资源环境质量现状调查与评价

6.5.4.1 鱼卵和仔、稚鱼

本次监测所获鱼卵、仔稚鱼的具体分析如下。现场调查采用浅水 I 型浮游生物网（网口面积 0.2 m^2 ，网口直径 50 cm ，网长 145 cm ）进行水平拖网和垂直拖网结合的方式采样调查，采集到的样品用 5% 的甲醛溶液固定，带回实验室进行种类鉴定和个体数量计数。

（1）鱼卵数量及密度分布

垂直拖网

本次定量调查共捕获鱼卵 53 粒（含目、科、属），其中有 7 个站位均出现多鳞鳕（*Sillago sihama*），以 6 号站数量最多，有 8 粒；有 6 个站位均未发现鱼卵。

本次定量调查具体详见表 6.5-26。各调查站位鱼卵捕获数量范围为 1~9 ind/net，平均为 2.79 ind/net。密度变化范围为 $0.65 \sim 10.00 \text{ ind/m}^3$ ，平均为 1.82 ind/m^3 ，最高出现在 9 号站，最低出现在 17 号站。

水平拖网

本次定性调查共捕获鱼卵 1789 粒（含目、科、属），其中有 15 个站（3、5、6、9、12、13、15、16、18、20、21、26、27、30、31 号站）均以多鳞鳕（*Sillago sihama*）数量居多，22 号站的鱼卵数量相对较高。

鱼卵定性调查具体详见表 6.5-27。定性捕获数量范围为 7~605 ind/net，平均为 94.16 ind/net。密度变化范围为 $0.04 \sim 3.92 \text{ ind/m}^3$ ，平均为 0.61 ind/m^3 ，最高出现在 22 号站，最低出现在 20、31 号站。

（2）仔、稚鱼数量及密度分布

垂直拖网

本次定量调查共捕获仔、稚鱼 14 尾（含目、科、属），捕获数量较少，有 10 个站位均未发现仔、稚鱼。

仔、稚鱼定量调查具体详见表 6.5-28。各调查站位仔、稚鱼的定量捕获数量范围为 1~6 ind/net，平均为 0.74 ind/net。密度变化范围为 $0.31 \sim 4.17 \text{ ind/m}^3$ ，

平均为 0.57 ind/ m³，其中 15 号站密度最高，30 号站密度最低。

水平拖网

本次定性调查共捕获仔、稚鱼 97 尾（含目、科、属），其中有 2 个站（1、28 号站）以鲈科（Scorpaenidae）居多，有 4 个站（5、9、18、26 号站）以眶棘双边鱼（Ambassis gymnocephalus）居多，有 3 个站（13、22、27 号站）以多鳞鱚（Sillago sihama）居多，有 8 个站（3、6、12、15、16、17、30、31 号站）均未发现仔、稚鱼。

仔、稚鱼定性调查具体详表 6.5-29。定性捕获数量范围为 1~18 ind/net，平均为 5.11 ind/net。密度变化范围为 0.01~0.12 ind/ m³，平均平均为 0.12 ind/ m³，其中 1 号站密度最高，13、21、22 号站密度皆最低。

表 6.5-26 各站位垂直拖网（定量）的鱼卵密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量 (ind)	3	0	0	8	3	9	2	0	0	1	4	0	0	4	2	2	4	9	2	2.79
滤水量 (m ³)	1.70	1.70	1.96	2.68	0.30	2.04	0.54	0.24	1.82	1.54	2.50	0.70	0.86	3.10	1.06	2.22	2.28	3.20	2.60	1.74
密度 (ind/ m ³)	1.76	0	0	2.98	10.00	4.41	3.70	0	0	0.65	1.60	0	0	1.29	1.89	0.90	1.75	2.81	0.77	1.82

表 6.5-27 各站位水平拖网（定性）的鱼卵密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量 (ind)	250	14	34	135	47	16	24	15	27	138	119	7	43	605	80	10	209	9	7	94.16
密度 (ind/ m ³)	1.62	0.09	0.22	0.87	0.30	0.10	0.16	0.10	0.18	0.89	0.77	0.04	0.28	3.92	0.52	0.06	1.35	0.06	0.04	0.61

表 6.5-28 各站位垂直拖网（定量）的仔、稚鱼密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31	平均值
数量 (ind)	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	6	1	0	0	0	0	1	1	1	0.74
滤水量 (m ³)	1.70	1.70	1.96	2.68	0.30	2.04	0.54	0.24	1.82	1.54	2.50	0.70	0.86	3.10	1.06	2.22	2.28	3.20	2.60	1.74
密度 (ind/ m ³)	1.18	0	0	0	0	0.49	0	4.17	0	0	2.40	1.43	0	0	0	0	0.44	0.31	0.38	0.57

表 6.5-29 各站位水平拖网（定性）的仔、稚鱼密度分布

站位	1	3	5	6	9	12	13	15	16	17	18	20	21	22	26	27	28	30	31		平均值
数量（ind）	18	0	14	0	8	0	2	0	0	0	12	9	1	2	6	9	16	0	0		5.11
密度（ind/ m³）	0.12	0	0.09	0	0.05	0	0.01	0	0	0	0.08	0.06	0.01	0.01	0.04	0.06	0.10	0	0		0.03

6.5.4.2 游泳动物

本次游泳生物现场调查共 19 个站位。调查采用的网具为底拖网，网囊网目尺寸 120 mm，网口宽度 6.0 m，网长 40 m，拖速 3 km，拖网时间为 30~60 min。

(1) 种类组成和分布

本次调查共捕获渔业资源游泳动物 58 种，具体数据详见附件报表 6。其中鱼类最多，达到 35 种，占总种类数的 60.3%；其次是蟹类和虾类，均有 10 种，各占总种类数的 17.2%；再者是头足类，有 2 种，占总种类数的 3.4%；虾蛄类最少，仅有 1 种，占总种类数的 1.7%。调查海域游泳生物种类组成见图 5.3.5-1。

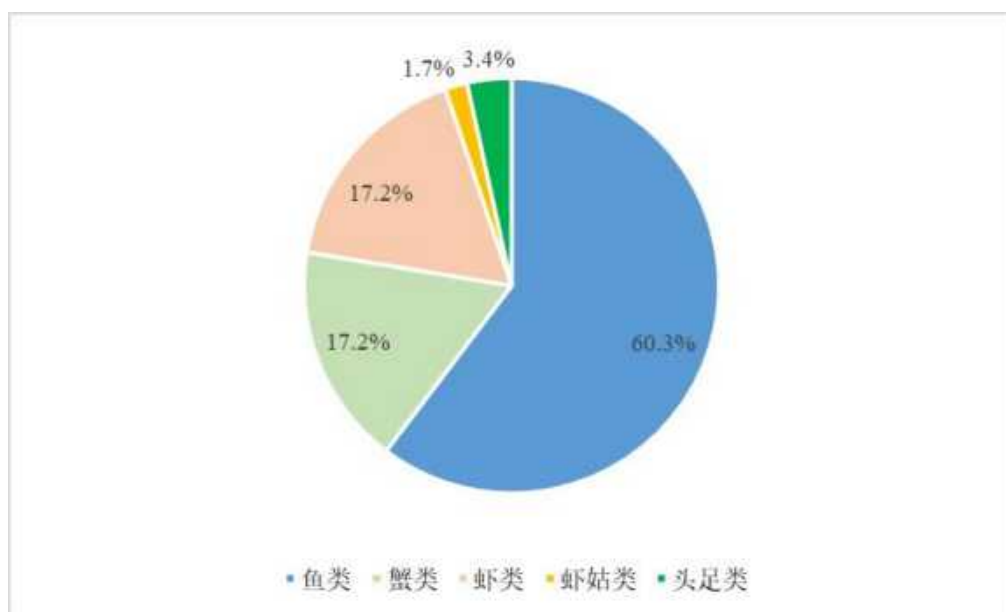


图 6.5-11 调查海域游泳生物种类组成

调查的 19 个站位总渔获种数在 8~23 种之间，平均每站渔获 17 种。鱼类在全部站位均有出现，出现站渔获种数在 4~15 种之间，平均每站渔获 11 种。蟹类在全部站位均有出现，出现站渔获种数在 2~5 种之间，平均每站渔获 3 种。虾类在 17 个站位均有出现，出现站渔获种数在 1~4 种之间，平均每站渔获 2 种。虾蛄类仅在 27、28 号站位出现，出现站渔获种数均只有 1 种，出现站渔获种数最少。头足类在 12 个站位均有出现，出现站渔获种数均为 1 种，平均每站渔获 1 种。各站位渔获种类数分布详见表 6.5-30。

表 6.5-30 各站各类游泳生物渔获种数分布

站位	总渔获 (种)	鱼类 (种)	蟹类 (种)	虾类 (种)	虾蛄类 (种)	头足类 (种)
1	16	9	3	3	0	1
3	21	11	5	4	0	1
5	22	14	5	2	0	1
6	14	8	3	3	0	0
9	18	10	3	4	0	1
12	8	4	4	0	0	0
13	23	15	3	4	0	1
15	16	11	2	3	0	0
16	15	9	5	1	0	0
17	16	9	3	3	0	1
18	18	11	4	2	0	1
20	14	8	3	2	0	1
21	10	6	3	0	0	1
22	15	10	2	2	0	1
26	20	13	4	2	0	1
27	20	13	3	3	1	0
28	22	14	4	3	1	0
30	20	14	3	2	0	1
31	17	11	3	3	0	0
平均	17	11	3	2	0	1

(2) 拖网调查渔获率分布

本次调查 19 个站位总渔获量共 33.2249 kg，3178 尾，各站位平均渔获率为 3.6007 kg/h，平均尾数渔获率为 326 ind/h。渔获率最高的站位是 5 号站，为 5.9318 kg/h；最低的是 6 号站，渔获率为 1.1700 kg/h。各调查站位间尾数渔获率略分布范围为 84~740 ind/h。尾数渔获率最高的是 5 号站，最低的是 6 号站。各站位渔获率及尾数渔获率详见表 6.5-31、表 6.5-32 和图 6.5-12、图 6.5-13。

各类游泳生物的平均渔获率由高到低依次为鱼类、虾类、蟹类、头足类、虾蛄类（表 6.5-31）。各类游泳生物的平均尾数渔获率由高到低依次为鱼类、

虾类、蟹类、头足类、虾蛄类（表 6.5-32）。

表 6.5-31 各站各类游泳生物渔获率分布（kg/h）

站位	总渔获率	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	3.5944	1.6604	0.5070	1.2434	0	0.1836
3	3.5266	1.4976	1.1118	0.8002	0	0.1170
5	5.9318	1.6378	1.4072	2.7620	0	0.1248
6	1.1700	0.9284	0.2030	0.0386	0	0
9	4.8692	3.6228	0.3666	0.8472	0	0.0326
12	5.6130	4.9778	0.6352	0.0000	0	0
13	3.9418	3.1412	0.3004	0.3496	0	0.1506
15	4.1072	3.2882	0.6060	0.2130	0	0
16	3.7014	3.3122	0.3574	0.0318	0	0
17	4.1024	2.8518	0.3488	0.7310	0	0.1708
18	1.7650	0.7812	0.3620	0.2578	0	0.3640
20	1.6736	0.7428	0.1692	0.4416	0	0.3200
21	1.4472	1.0492	0.1640	0.0000	0	0.2340
22	3.4230	2.9844	0.0630	0.1016	0	0.2740
26	4.5854	4.0138	0.1892	0.2462	0	0.1362
27	4.5694	3.5962	0.4382	0.4678	0.0672	0
28	1.7188	0.7573	0.5039	0.4051	0.0525	0
30	4.6364	2.3700	0.6856	1.4760	0	0.1048
31	4.0360	2.9680	0.9558	0.1122	0	0
平均	3.6007	2.4306	0.4934	0.5540	0.0063	0.1164

表 6.5-32 各站各类游泳生物尾数渔获率分布（ind/h）

站位	总尾数渔获率	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	454	130	146	168	0	10
3	460	98	258	98	0	6
5	740	136	248	352	0	4
6	84	72	6	6	0	0
9	424	200	34	186	0	4

站位	总尾数渔获率	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
12	288	280	8	0	0	0
13	446	218	36	180	0	12
15	266	198	30	38	0	0
16	458	426	28	4	0	0
17	296	150	44	88	0	14
18	208	44	28	110	0	26
20	130	60	12	44	0	14
21	110	90	8	0	0	12
22	244	122	24	80	0	18
26	286	184	50	42	0	10
27	282	148	60	68	6	0
28	164	62	47	54	1	0
30	564	152	144	262	0	6
31	288	176	102	10	0	0
平均	326	155	69	94	0	7

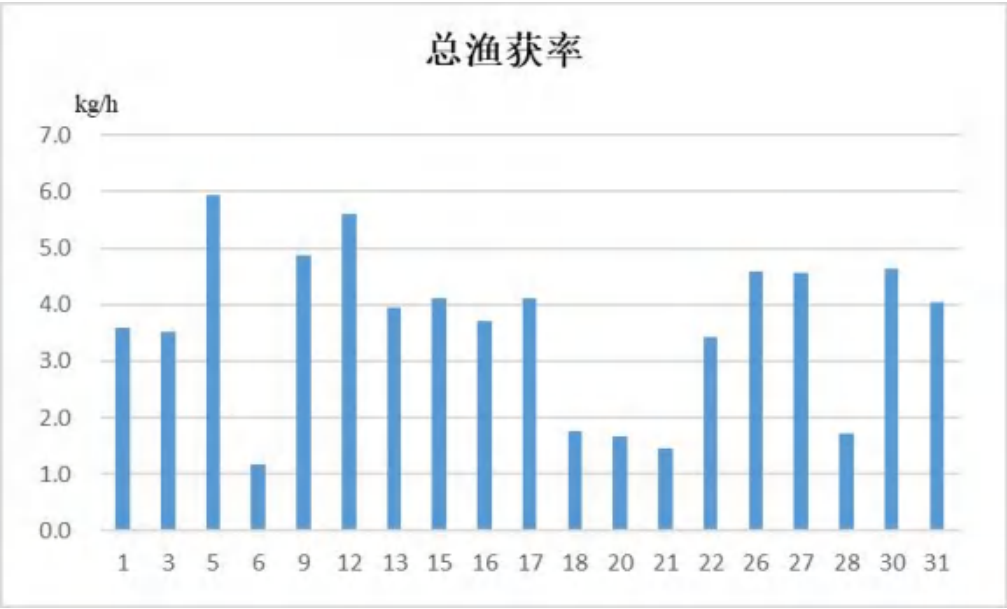


图 6.5-12 调查海域各站位渔获率分布

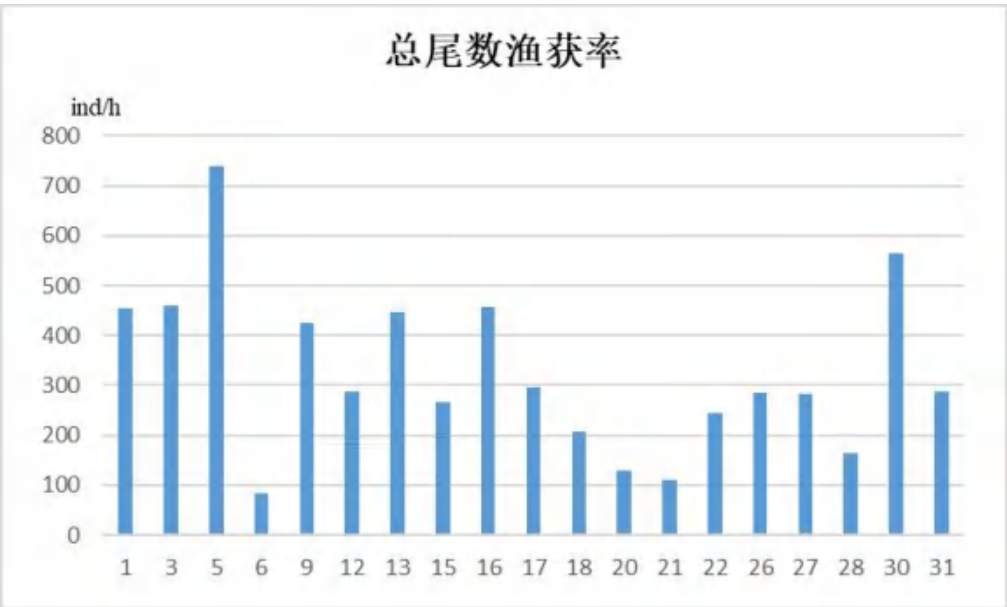


图 6.5- 13 调查海域各站位尾数渔获率分布

(3) 渔业资源密度分布

游泳生物资源密度执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T 9110-2007），采用面积法对拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）进行计算，公式为：

$$D=C/(q\times a)$$

式中：

D 为渔业资源密度，单位为尾/km² 或 kg/km²；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为尾/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（按底层鱼类、虾蟹类、头足类 q 值取 0.5）。

本次游泳生物调查各站位平均资源密度为 847.3587 kg/km²，平均资源尾数密度为 76615.2 ind/km²。资源密度最高的站位是 5 号站，为 1422.4940 kg/km²；最低的是 28 号站，为 106.0987 kg/km²。资源尾数密度最高的站位是 5 号站，为 177458.0 ind/km²，最低的是 28 号站，为 10123.4 ind/km²。各站位的资源密度及资源尾数密度详见表 6.5- 33、表 6.5- 34 和图 6.5- 14、图 6.5- 15。

各类游泳生物的平均资源密度由高到低依次为鱼类、虾类、蟹类、头足类、虾蛄类（表 6.5- 33）；各类游泳生物的平均资源尾数密度由高到低依次表现为鱼类、虾类、蟹类、头足类、虾蛄类（表 6.5- 34）。

表 6.5-33 各站各类游泳生物资源密度分布 (kg/km²)

站位	总渔获	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	861.9665	398.1775	121.5827	298.1775	0	44.0288
3	845.7075	359.1367	266.6187	191.8945	0	28.0576
5	1422.4940	392.7578	337.4580	662.3501	0	29.9281
6	280.5756	222.6379	48.6811	9.2566	0	0
9	1167.6739	868.7770	87.9137	203.1655	0	7.8177
12	1346.0431	1193.7170	152.3261	0.0000	0	0
13	945.2758	753.2854	72.0384	83.8369	0	36.1151
15	984.9400	788.5372	145.3237	51.0791	0	0
16	887.6259	794.2926	85.7074	7.6259	0	0
17	983.7890	683.8849	83.6451	175.2998	0	40.9592
18	423.2614	187.3381	86.8106	61.8225	0	87.2902
20	401.3429	178.1295	40.5755	105.8993	0	76.7386
21	347.0503	251.6067	39.3285	0.0000	0	56.1151
22	820.8633	715.6835	15.1079	24.3645	0	65.7074
26	1099.6164	962.5420	45.3717	59.0408	0	32.6619
27	1095.7794	862.3981	105.0839	112.1823	16.1151	0
28	106.0987	46.7469	31.1049	25.0062	3.2407	0
30	1111.8465	568.3453	164.4125	353.9568	0	25.1319
31	967.8657	711.7506	229.2086	26.9065	0	0
平均	847.3587	575.7760	113.5947	129.0455	1.0187	27.9238

表 6.5-34 各站各类游泳生物资源尾数密度分布 (ind/km²)

站位	总渔获	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
1	108873.0	31175.1	35012.0	40287.8	0	2398.1
3	110311.7	23501.2	61870.5	23501.2	0	1438.8
5	177458.0	32613.9	59472.4	84412.5	0	959.2
6	20143.8	17266.2	1438.8	1438.8	0	0
9	101678.6	47961.6	8153.5	44604.3	0	959.2
12	69064.8	67146.3	1918.5	0	0	0

站位	总渔获	鱼类	蟹类	虾类	虾蛄类	头足类
13	106954.5	52278.2	8633.1	43165.5	0	2877.7
15	63788.9	47482.0	7194.2	9112.7	0	0
16	109832.1	102158.3	6714.6	959.2	0	0
17	70983.2	35971.2	10551.6	21103.1	0	3357.3
18	49880.1	10551.6	6714.6	26378.9	0	6235.0
20	31175.1	14388.5	2877.7	10551.6	0	3357.3
21	26378.9	21582.7	1918.5	0	0	2877.7
22	58513.2	29256.6	5755.4	19184.7	0	4316.5
26	68585.1	44124.7	11990.4	10071.9	0	2398.1
27	67625.9	35491.6	14388.5	16307.0	1438.8	0
28	10123.4	3827.2	2901.2	3333.3	61.7	0
30	135251.7	36450.8	34532.4	62829.7	0	1438.8
31	69064.7	42206.2	24460.4	2398.1	0	0
平均	76615.1	36601.8	16131.5	22086.3	79.0	1716.5

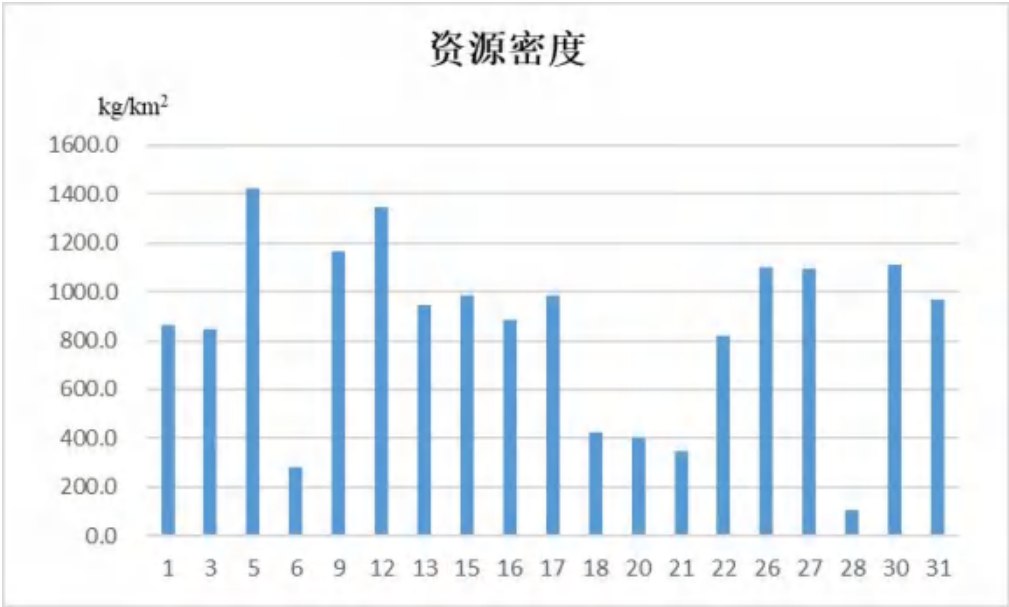


图 6.5-14 调查海域各站位资源密度分布

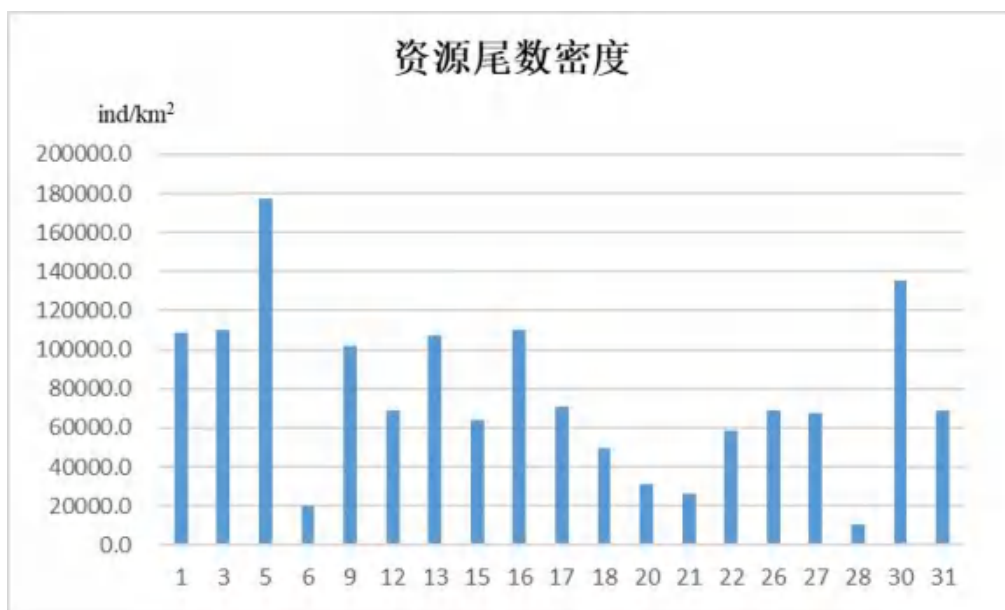


图 6.5-15 调查海域各站位资源尾数密度分布

6.6 生物体质量环境质量现状调查与评价

6.6.1 2021 年 3 月（春季）生物质量现状调查与评价

为了分析阐明调查海域范围内生物质量现状，本报告选取了排污口附近 4 个拖网区域，区域起、终点坐标见图 6.1-1 及表 6.2-1，分别对 2 个鱼类、5 个甲壳类和 1 个软体动物等生物质量样品中铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃、挥发酚以及氰化物等 10 个因子进行了评价。

（1）监测结果分析

2021 年 3 月生物质量监测结果中，挥发酚与氰化物均未检出，超《海洋生物质量》（GB18421-2001）一类标准的因子有铅、镉、铬、总汞、砷，样品超标率分别为 87.5%、37.5%、75.0%、37.5%、和 37.5%（表 6.6-1）；无超二类标准因子。

表 6.6-1 2021 年 3 月生物质量评价结果表 单位：mg/kg

生物种类	生物类型	铜	铅	锌	镉	铬	总汞	砷	石油烃
鱼类	黄鳍棘鲷	2.82	0.37	0.74	0.031	0.62	0.0809	0.22	5.28
	皮氏叫姑鱼	0.58	0.25	0.65	0.048	0.38	0.039	0.63	2.26
甲壳类	拟皱短浆蟹	6.09	0.16	4.73	0.11	0.86	0.0624	1.56	5.43
	日本鲷	6.84	0.01	5.21	0.27	0.28	0.0375	3.03	4.18
	须赤虾	1.86	0.20	4.19	0.023	0.57	0.013	0.91	2.27
	亚洲小口虾姑	8.44	0.23	3.61	0.45	0.71	0.0711	2.10	5.64
	刀额新对虾	6.14	0.27	5.19	0.053	0.7	0.0162	0.10	8.20
软体动物	中国枪鱿	8.75	0.42	2.06	0.39	1.06	0.0197	0.85	12.0

平均值	5.19	0.24	3.30	0.172	0.65	0.0425	1.18	5.66
最大值	8.75	0.42	5.21	0.45	1.06	0.0809	3.03	12.0
最小值	0.58	0.01	0.65	0.023	0.28	0.013	0.10	2.26
超一类标准比率 (%)	0	87.5	0	37.5	75.0	37.5	37.5	0
超二类标准比率 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0
一类标准	10	0.1	20	0.2	0.5	0.05	1	15
二类标准	25	2	50	2	2	0.1	5	50
三类标准	50	6	100	5	6	0.3	8	80

(2) 生物质量评价

2021 年在调查海域范围内 4 个点位共采集 2 个鱼类、5 个甲壳类和 1 个软体动物样品中，各生物体含量均超过一类标准，但均符合二类标准，详见表 6.6-2。

表 6.6-2 2021 年 3 月生物质量评价结果表

生物种类	生物类型	类别	超一类标准项目	超二类标准项目
鱼类	黄鳍棘鲷	二类	铅、铬、总汞	-
	皮氏叫姑鱼	二类	铅	-
甲壳类	拟皱短浆蟹	二类	铅、铬、总汞、砷	-
	日本鲷	二类	镉、砷	-
	须赤虾	二类	铅、铬	-
	亚洲小口虾姑	二类	铅、镉、铬、总汞、砷	-
	刀额新对虾	二类	铅、铬	-
软体动物	中国枪鱿	二类	铅、镉、铬	-

6.6.2 2021 年 9 月（夏季）生物质量现状调查与评价

6.6.2.1 生物体质量环境监测结果

2021 年 9 月 2 日至 5 日对北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程周边海域实施了第一次生物体质量的监测，检测项目包括石油烃、总汞、砷、铜、铅、镉和锌共 7 项，监测结果见表 6.6-3。

表 6.6-3 海洋生物体质量数据报表

监测 站 位	类群	生物种 中文学名	生物种拉丁名	石油烃	总汞	镉	铅	铜	锌	砷
				$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
15	脊索动物	黑棘鲷	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	155	0.057	0.008	0.43	<0.4	14.8	<0.2

16	节肢动物	法氏口虾蛄	<i>Oratosquilla fabricii</i>	147	0.020	1.05	0.35	0.99	24.0	0.24
20	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	161	0.015	0.042	0.26	<0.4	8.26	<0.2
30	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	41.7	0.021	0.012	0.31	1.27	15.5	0.30
31	节肢动物	法氏口虾蛄	<i>Oratosquilla fabricii</i>	61.8	0.046	1.44	0.14	0.75	23.7	0.21
5	脊索动物	项斑项鰭	<i>Nuclepoma nuchalis</i>	<0.20	0.044	0.012	0.31	<0.4	15.3	<0.2
3	脊索动物	丽叶鲷	<i>Caranx kalla</i>	86.2	0.019	0.010	0.19	<0.4	19.8	<0.2
28	脊索动物	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	93.6	0.014	0.009	0.23	<0.4	6.00	<0.2
27	脊索动物	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	84.1	0.009	0.008	0.26	<0.4	5.74	<0.2
1	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	<0.20	0.008	0.009	0.22	1.19	13.0	<0.2
6	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	31.1	0.009	0.010	0.24	1.14	14.2	<0.2
12	软体动物	华贵栉孔扇贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	11.7	0.008	0.592	0.56	<0.4	28.4	<0.2
13	软体动物	蛎敌荔枝螺	<i>Thais echinata</i>	11.2	0.012	0.809	0.69	1.63	13.1	0.34
9	脊索动物	中华海鲇	<i>Arius sinensis</i>	<0.20	0.057	0.009	0.30	<0.4	9.75	0.32
18	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	24.3	0.024	0.050	0.26	1.26	13.6	<0.2
26	脊索动物	布氏鲷	<i>Trachinotus blochii</i>	112	0.026	0.007	0.17	<0.4	5.91	<0.2
22	脊索动物	丽叶鲷	<i>Caranx kalla</i>	97.6	0.059	0.008	0.11	<0.4	18.7	<0.2
21	脊索动物	黑棘鲷	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	65.6	0.051	0.008	0.22	<0.4	14.8	<0.2
17	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	197	0.021	0.008	0.26	<0.4	7.78	<0.2

注：表中的“<”表示该站位该检测项目低于检出限。

6.6.2.2 生物体质量环境现状评价

本次海洋生物质量参与评价的指标为石油烃、总汞、砷、铜、铅、镉和锌共7项，海洋生物质量各评价因子的单项标准指数Pi及其统计结果见表 6.6-4。

评价标准采用《海洋生物质量标准》（GB 18421-2001）、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第九篇环境质量调查）和《第二次全国海洋污染基线调查规程》（第二分册）中的标准，评价结果显示：12号站海洋贝类超标的监测指标有镉、铅和锌，超标倍数分别为：196%、460%和42.0%；13号站海洋贝类超标的监测指标有镉和铅，超标倍数分别为：305%和590%；15号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为675%；20号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为705%；3号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为

331%；28 号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为 368%；27 号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为 321%；26 号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为 460%；22 号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为 388%；21 号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为 228%；17 号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为 885%；16 号、30 号、31 号、6 号和 18 号甲壳类超标的监测指标均为石油烃，超标倍数分别为：635%、109%、209%、55.5%和 21.5%。

表 6.6-4 海洋生物质量各评价因子的标准指数

种类	监测 站位	类群	生物种 中文学名	生物种拉丁名	石油烃	总汞	镉	铅	铜	锌	砷
海洋 贝类	12	软体动物	华贵栉孔扇贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	0.78	0.16	2.96	5.60	0.01	1.42	0.10
	13	软体动物	蛎敌荔枝螺	<i>Thais echinata</i>	0.75	0.24	4.05	6.90	0.16	0.66	0.34
鱼 类	15	脊索动物	黑棘鲷	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	7.75	0.19	0.01	0.22	0.01	0.37	0.01
	20	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	8.05	0.05	0.07	0.13	0.01	0.21	0.01
	5	脊索动物	项斑项鲂	<i>Nucleola nuchalis</i>	0.01	0.15	0.02	0.16	0.01	0.38	0.01
	3	脊索动物	丽叶鲷	<i>Caranx kalla</i>	4.31	0.06	0.02	0.10	0.01	0.50	0.01
	28	脊索动物	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	4.68	0.05	0.02	0.12	0.01	0.15	0.01
	27	脊索动物	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	4.21	0.03	0.01	0.13	0.01	0.14	0.01
	9	脊索动物	中华海鲷	<i>Arius sinensis</i>	0.01	0.19	0.02	0.15	0.01	0.24	0.01
	26	脊索动物	布氏鲷	<i>Trachinotus blochii</i>	5.60	0.09	0.01	0.09	0.01	0.15	0.01
	22	脊索动物	丽叶鲷	<i>Caranx kalla</i>	4.88	0.20	0.01	0.06	0.01	0.47	0.01
	21	脊索动物	黑棘鲷	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	3.28	0.17	0.01	0.11	0.01	0.37	0.01
	17	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	9.85	0.07	0.01	0.13	0.01	0.19	0.01
甲 壳 类	16	节肢动物	法氏口虾蛄	<i>Oratosquilla fabricii</i>	7.35	0.10	0.53	0.18	0.01	0.16	0.03
	30	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	2.09	0.11	0.01	0.16	0.01	0.10	0.04
	31	节肢动物	法氏口虾蛄	<i>Oratosquilla fabricii</i>	3.09	0.23	0.72	0.07	0.01	0.16	0.03
	1	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	0.01	0.04	0.00	0.11	0.01	0.09	0.01
	6	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	1.56	0.05	0.01	0.12	0.01	0.09	0.01
	18	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	1.22	0.12	0.03	0.13	0.01	0.09	0.01

最小值	0.01	0.03	0.00	0.06	0.01	0.09	0.01
最大值	9.85	0.24	4.05	6.90	0.16	1.42	0.34
超标率 (%)	73.7	0.00	10.5	10.5	0.00	5.26	0.00

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 或 1/4 参加统计计算

6.6.3 2021 年 11 月（秋季）生物质量现状调查与评价

6.6.3.1 生物体质量环境监测结果

2021 年 11 月 15 日至 18 日对北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程周边海域实施了第二次生物体质量的监测，检测项目包括石油烃、总汞、砷、铜、铅、镉和锌共 7 项，监测结果见表 6.6-5。

表 6.6-5 生物体质量监测结果

监测 站位	类群	生物种 中文学名	生物种拉丁名	石油烃	总汞	镉	铅	铜	锌	砷
				$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
1	节肢动物	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	25.3	0.020	0.038	0.08	1.29	17.4	0.26
3	脊索动物	银鲳	<i>Pampus argenteus</i>	18.9	0.055	0.012	0.05	<0.4	2.17	0.24
5	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	7.4	0.029	0.036	0.18	1.14	15.0	0.23
6	软体动物	栉江珧	<i>Atrina pectinata</i>	12.2	0.029	0.230	0.33	0.93	210	0.22
9	脊索动物	斑鲳	<i>Konosirus punctatus</i>	4.9	0.011	0.012	<0.04	0.53	11.8	0.20
12	软体动物	华贵栉孔扇贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	4.3	0.019	0.176	0.23	<0.4	63.8	0.27
13	软体动物	蛎敌荔枝螺	<i>Thais echinata</i>	4.6	0.012	0.059	0.16	1.27	17.5	0.33
15	节肢动物	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	39.8	0.069	0.196	0.08	0.83	20.9	<0.2
16	节肢动物	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	59.5	0.073	0.035	0.08	<0.4	17.8	0.29
17	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	20.0	0.019	0.040	0.20	1.52	12.2	0.34
18	脊索动物	斑鲳	<i>Konosirus punctatus</i>	0.8	0.013	0.021	0.20	<0.4	11.5	0.25
20	节肢动物	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	8.3	0.022	0.014	0.09	1.73	14.0	0.21
21	脊索动物	二长棘鲷	<i>Parargyrops edita</i>	<0.20	0.039	0.012	0.07	0.49	4.73	0.22
22	脊索动物	棕斑兔头鲈	<i>Lagocephalus spadiceus</i>	11.2	0.023	0.012	0.04	<0.4	5.27	0.26
26	软体动物	翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>	2.2	0.020	0.098	0.69	1.21	11.3	0.26
27	脊索动物	犬牙僵虾虎	<i>Amoya caninus</i>	37.1	0.023	0.022	0.20	0.40	1.89	0.22

		鱼								
28	脊索动物	鲻	<i>Mugil cephalus</i>	29.6	0.023	0.012	0.05	<0.4	9.35	0.27
30	脊索动物	细纹鲷	<i>Leiognathus berbis</i>	20.8	0.017	0.010	<0.04	0.49	9.26	0.28
31	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	21.5	0.018	0.040	0.19	2.33	12.1	<0.2

注：表中的“<”表示该站位该检测项目低于检出限。

6.6.3.2 生物体质量环境现状评价

本次海洋生物质量参与评价的指标为石油烃、总汞、砷、铜、铅、镉和锌共7项，海洋生物质量各评价因子的单项标准指数Pi及其统计结果见表 6.6-6。

评价标准采用《海洋生物质量标准》（GB18421-2001）、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（第九篇环境质量调查）和《第二次全国海洋污染基限调查规程》（第二分册）中的标准，评价结果显示：6号站海洋贝类超标的监测指标有镉、铅、锌，超标倍数分别为：13.0%、230%和950%；12号站海洋贝类超标的监测指标有铅和锌，超标倍数分别为：130%和219%；13号站海洋贝类超标的监测指标有铅，超标倍数为60%；26号站海洋贝类超标的监测指标有铅，超标倍数为590%；27号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为85.5%；28号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为48.0%；30号站鱼类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为4.0%；1号站甲壳类超标的监测指标为石油烃，超标倍数为26.5%；15号站甲壳类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为99.0%；16号站甲壳类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为198%；31号站甲壳类超标的监测指标有石油烃，超标倍数为7.5%。

表 6.6-6 海洋生物质量各评价因子的标准指数

种类	监测 站位	类群	生物种 中文学名	生物种拉丁名	石油 烃	总汞	镉	铅	铜	锌	砷
海洋 贝类	6	软体动物	栉江珧	<i>Atrina pectinata</i>	0.81	0.58	1.15	3.30	0.09	10.5	0.22
	12	软体动物	华贵栉孔扇贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	0.29	0.38	0.88	2.30	0.02	3.19	0.27
	13	软体动物	蛎敌荔枝螺	<i>Thais echinata</i>	0.31	0.24	0.30	1.60	0.13	0.88	0.33
	26	软体动物	翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>	0.15	0.40	0.49	6.90	0.12	0.57	0.26
鱼 类	3	脊索动物	银鲳	<i>Pampus argenteus</i>	0.95	0.18	0.02	0.03	0.01	0.05	0.05
	9	脊索动物	斑鲳	<i>Konosirus punctatus</i>	0.25	0.04	0.02	0.01	0.03	0.30	0.04

甲壳类	18	脊索动物	斑鰹	<i>Konosirus punctatus</i>	0.04	0.04	0.04	0.10	0.01	0.29	0.05
	21	脊索动物	二长棘鲷	<i>Parargyrops edita</i>	0.01	0.13	0.02	0.04	0.02	0.12	0.04
	22	脊索动物	棕斑兔头鲈	<i>Lagocephalus spadiceus</i>	0.56	0.08	0.02	0.02	0.01	0.13	0.05
	27	脊索动物	犬牙僵虾虎鱼	<i>Amoya caninus</i>	1.86	0.08	0.04	0.10	0.02	0.05	0.04
	28	脊索动物	鲻	<i>Mugil cephalus</i>	1.48	0.08	0.02	0.03	0.01	0.23	0.05
	30	脊索动物	细纹鲷	<i>Leiognathus berbis</i>	1.04	0.06	0.02	0.01	0.02	0.23	0.06
	1	节肢动物	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	1.27	0.10	0.02	0.04	0.01	0.12	0.03
	5	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	0.37	0.15	0.02	0.09	0.01	0.10	0.03
	15	节肢动物	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	1.99	0.35	0.10	0.04	0.01	0.14	0.01
	16	节肢动物	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	2.98	0.37	0.02	0.04	0.00	0.12	0.04
	17	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	1.00	0.10	0.02	0.10	0.02	0.08	0.04
	20	节肢动物	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	0.42	0.11	0.01	0.05	0.02	0.09	0.03
	31	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	1.08	0.09	0.02	0.10	0.02	0.08	0.01
最小值					0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.05	0.01
最大值					2.98	0.58	1.15	6.90	0.13	10.5	0.33
超标率 (%)					36.8	0.00	5.26	21.1	0.00	10.5	0.00

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 或 1/4 参加统计计算

6.6.4 2022 年 2 月（冬季）生物质量现状调查与评价

6.6.4.1 生物体质量环境监测结果

2022 年 2 月 25 日至 28 日对北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程周边海域实施了第三次生物体质量的监测，检测项目包括石油烃、总汞、砷、铜、铅、镉和锌共 7 项，监测结果见表 6.6-7。

表 6.6-7 海洋生物体质量数据报表

监测 站位	类群	生物种 中文学名	生物种拉丁名	石油烃	总汞	镉	铅	铜	锌	砷
				$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$	$\times 10^{-6}$
1	脊索 动物	花鲈	<i>Lateolabrax japonicus</i>	84.1	0.053	<0.005	<0.04	0.44	5.58	0.60
3	节肢 动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	16.3	0.014	<0.005	0.070	2.47	13.6	0.34

5	软体动物	棒锥螺	<i>Turritella bacillum</i>	49.6	0.016	0.056	0.762	1.10	10.3	0.33
6	软体动物	华贵栉孔扇贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	49.1	0.015	0.098	0.129	<0.4	17.9	0.28
9	脊索动物	横纹多纪鲀	<i>Takifugu oblongus</i>	105	0.046	<0.005	<0.04	<0.4	9.33	0.50
12	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	103	0.017	<0.005	<0.04	<0.4	1.36	0.25
13	软体动物	华贵栉孔扇贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	60.9	0.029	0.114	0.117	<0.4	11.0	0.37
15	脊索动物	斑鲹	<i>Konosirus punctatus</i>	98.8	0.015	<0.005	0.048	<0.4	8.85	0.32
16	软体动物	翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>	103	0.013	0.034	0.113	<0.4	11.8	0.27
17	脊索动物	鹿斑仰口鲷	<i>Secutor ruconius</i>	50.5	0.020	<0.005	<0.04	<0.4	13.0	0.33
18	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	116	0.016	<0.005	<0.04	3.09	20.1	0.32
20	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	55.5	0.019	<0.005	<0.04	<0.4	1.41	0.27
21	脊索动物	黑棘鲷	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	41.1	0.017	<0.005	0.049	0.44	3.85	0.32
22	脊索动物	斑鲹	<i>Konosirus punctatus</i>	29.0	0.020	<0.005	0.055	<0.4	9.15	0.35
26	脊索动物	斑鲹	<i>Konosirus punctatus</i>	120	0.018	<0.005	0.055	<0.4	8.78	0.32
27	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	130	0.013	<0.005	0.086	1.14	13.1	0.46
28	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	21.3	0.018	<0.005	<0.04	<0.4	1.09	0.31
30	软体动物	棒锥螺	<i>Turritella bacillum</i>	17.9	0.021	0.054	0.602	1.02	10.0	0.31
31	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	7.84	0.022	<0.005	<0.04	4.14	19.5	0.33

注：表中的“<”表示该站位该检测项目低于检出限。

6.6.4.2 生物体质量环境现状评价

本次海洋生物质量参与评价的指标为石油烃、总汞、砷、铜、铅、镉和锌共7项，海洋生物质量各评价因子的单项标准指数Pi及其统计结果见表 6.6-8。

评价标准采用《海洋生物质量标准》（GB 18421-2001）、《全国海岸带和

海涂资源综合调查简明规程》（第九篇环境质量调查）和《第二次全国海洋污染基限调查规程》（第二分册）中的标准，评价结果显示：5号站海洋贝类超标的监测指标有石油烃和铅，超标倍数为231%和662%；6号站海洋贝类超标的监测指标有石油烃和铅，超标倍数为227%和29.0%；13号站海洋贝类超标的监测指标有石油烃和铅，超标倍数为306%和17.0%；16号站海洋贝类超标的监测指标有石油烃和铅，超标倍数为306%和10.0%；30号站海洋贝类超标的监测指标有石油烃和铅，超标倍数为19.3%和502%；1号、9号、12号、15号、17号、20号、21号、22号、26号和28号站鱼类超标指标均是石油烃，超标倍数分别为：321%、425%、415%、394%、153%、178%、106%、45.0%、500%和6.5%；18号和27号站甲壳类超标指标均是石油烃，超标倍数为450%和550%。

表 6.6-8 海洋生物质量各评价因子的标准指数

种类	监测 站位	类群	生物种 中文学名	生物种拉丁名	石油 烃	总汞	镉	铅	铜	锌	砷
海洋 贝类	5	软体 动物	棒锥螺	<i>Turritella bacillum</i>	3.31	0.32	0.28	7.62	0.11	0.52	0.33
	6	软体 动物	华贵栉孔扇 贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	3.27	0.30	0.49	1.29	0.01	0.90	0.28
	13	软体 动物	华贵栉孔扇 贝	<i>Mimachlamys nobilis</i>	4.06	0.58	0.57	1.17	0.01	0.55	0.37
	16	软体 动物	翡翠贻贝	<i>Perna viridis</i>	6.87	0.26	0.17	1.13	0.01	0.59	0.27
	30	软体 动物	棒锥螺	<i>Turritella bacillum</i>	1.19	0.42	0.27	6.02	0.10	0.50	0.31
鱼 类	1	脊索 动物	花鲈	<i>Lateolabrax japonicus</i>	4.21	0.18	0.00	0.01	0.02	0.14	0.12
	9	脊索 动物	横纹多纪鲀	<i>Takifugu oblongus</i>	5.25	0.15	0.00	0.01	0.01	0.23	0.10
	12	脊索 动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	5.15	0.06	0.00	0.01	0.01	0.03	0.05
	15	脊索 动物	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	4.94	0.05	0.00	0.02	0.01	0.22	0.06
	17	脊索 动物	鹿斑仰口鲷	<i>Secutor ruconius</i>	2.53	0.07	0.00	0.01	0.01	0.33	0.07
	20	脊索 动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	2.78	0.06	0.00	0.01	0.01	0.04	0.05
	21	脊索 动物	黑棘鲷	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	2.06	0.06	0.00	0.02	0.02	0.10	0.06
	22	脊索 动物	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	1.45	0.07	0.00	0.03	0.01	0.23	0.07

	26	脊索动物	斑鱚	<i>Konosirus punctatus</i>	6.00	0.06	0.00	0.03	0.01	0.22	0.06
	28	脊索动物	叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	1.07	0.06	0.00	0.01	0.01	0.03	0.06
甲壳类	3	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	0.82	0.07	0.00	0.04	0.02	0.09	0.04
	18	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	5.80	0.08	0.00	0.01	0.03	0.13	0.04
	27	节肢动物	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis consobrina</i>	6.50	0.07	0.00	0.04	0.01	0.09	0.06
	31	节肢动物	南美白对虾	<i>Litopenaeus Vannamei</i>	0.39	0.11	0.00	0.01	0.04	0.13	0.04

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 或 1/4 参加统计计算。

6.7 现状小结

6.8 本底值选取

根据广西海洋监测中心站常规监测站位分布情况，见图 6.8-1，选取 2020 年秋季~2022 年共三年七季的连续监测数据，同时选取距离 A5 排放口较近的 GXN05008、GXN05010，距离分别为 9.8km 和 11.4km，对历次监测中取上述两个站位监测结果的平均值，作为该次监测 D1 排污口区域的水质污染因子代表值，进行本底分析，见表 6.8-1。

同时，根据本次现状监测站位分布情况，见图 6.8-2，选取 2021 年春季~冬季，共一年四季的连续监测数据。本次海水水质监测距 A5 扩散器最近的监测点为位于东北侧约 0.36km 处的 #24 测站，A5 扩散器与附近其它监测站位距离大于 3.5km，本底值选取以最不利情况考虑，选取历次监测中#24 测站最大监测结果，作为该次监测 A5 排放口区域的水质污染因子代表值，进行环境本底分析，见表 6.8-2。

通过表 6.8-1 和表 6.8-2 可知，常规监测站位的各污染因子本底情况均优于本次监测站位，同时考虑 A5 排放口距实测站位的距离常规监测站位远大于本次监测站位，以最不利情况考虑，选择表 6.8-2 中本次现状监测得到的值作为污染物本底值。即无机氮环境本底值 0.07mg/L、活性磷酸盐环境本底值 0.006 mg/L、COD 环境本底值 1.21 mg/L、石油类环境本底值 0.043 mg/L、AOX 环境本底值

0.47 mg/L。

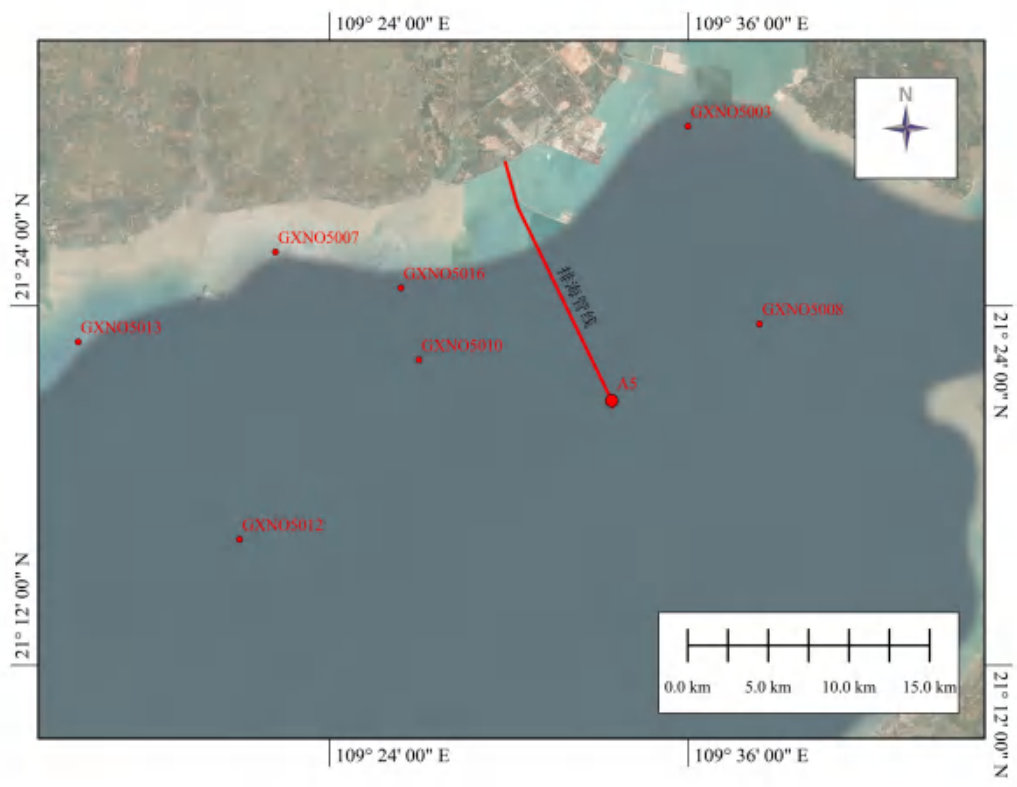


图 6.8-1 常规水质监测站位位置图

表 6.8-1 常规水质监测站环境本底值（mg/L）

区控点	年	季	无机氮	活性磷酸盐	化学需氧量	石油类
			(mg/L)			
GXN05008, GXN05010 平均	2020	春	0.0175	0.0015	0.755	0.0135
	2020	夏	0.023	0.001	0.805	0.012
	2020	秋	0.0205	0.0015	0.82	0.02
	2021	春	0.0195	0.002	0.58	0.0345
	2021	夏	0.0055	/	0.465	0.0095
	2021	秋	0.0055	0.004	0.53	0.007
	2022	春	0.018	0.0025	0.585	/
环境本底值			0.0205	0.004	0.82	0.0345

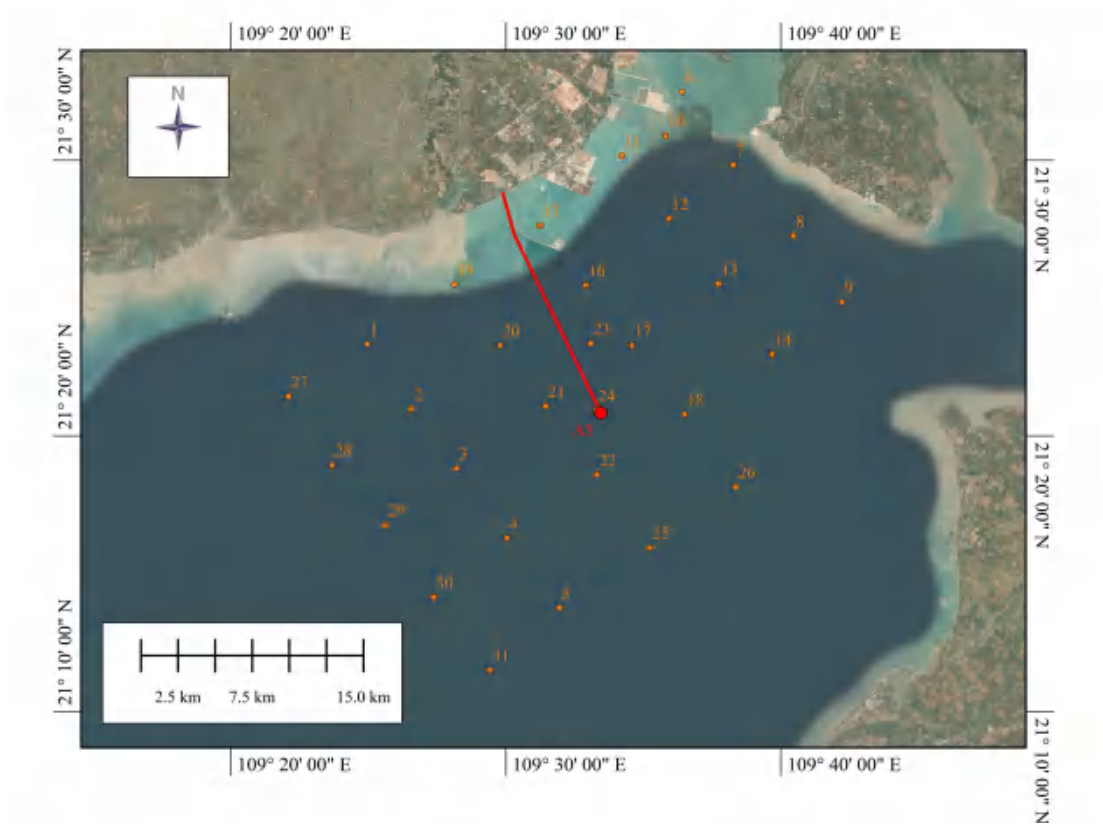


图 6.8-2 2021~2022 年本次水质监测站位位置图
表 6.8-2 2021~2022 年 A5 排放口环境本底值 (mg/L)

污染因子		无机氮	活性磷酸盐	COD _{Mn}	石油类	AOX
春季	表层	0.060	0.006	1.11	0.043	-
	底层	0.070	0.006	0.55	-	-
夏季		0.014	0.003	0.72	0.0035L	0.470
秋季	表层	0.017	0.003	0.50	0.006	0.029L
	底层	0.011	0.002	0.63	-	0.029L
冬季		0.046	0.003	1.21	0.009	0.204
环境本底值		0.070	0.006	1.21	0.043	0.470

7 环境影响预测与评价

7.1 水文水动力环境影响预测与评价

7.1.1 水动力模型建立与验证

水动力影响分析采用不规则三角单元平面二维数学模型计算来进行。

1、预测模型

二维潮流及扩散基本方程：

(1) 连续方程

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

(2) 运动方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial x} - fv + g \frac{u\sqrt{u^2+v^2}}{C^2H} - E \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial h}{\partial y} + fu + g \frac{v\sqrt{u^2+v^2}}{C^2H} - E \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) = 0$$

式中：

h ：水位；

H ：水深；

u 、 v ：分别 x 、 y （即东、北）方向的流速分量；

f ：柯氏力系数；

E ：为流体的涡动粘性系数；

C ：谢才系数， $C = H^{1/6} / n$ ， n 为曼宁系数；

g ：重力加速度。

2、定解条件

初始条件为：

$$u(x,y) \Big|_{t=0} = u_0(x,y)$$

$$v(x,y) \Big|_{t=0} = v_0(x,y)$$

$$h(x,y) \Big|_{t=0} = h_0(x,y)$$

边界条件为：

岸边界：法向流速为 0

水边界： $h_w = h_w(t)$ 或 $u_w = u_w(t)$ 、 $v_w = v_w(t)$ ，

w ——水边界节点

3、资料选取及控制条件

计算域为以北海市铁山港工业区 A5 排放管工程为中心，东西约 120km、南北约 120km 的海域，见图 7.1-1，整个计算域由 84142 个节点和 165967 个三角单元组成，见图 7.1-2，对 A5 排放口及路由附近工程区域加密，最小空间步长约为 30 米，见图 7.1-3。计算时间步长从 0.01-30s 自动调节。

水下地形及岸线采用海军司令部航海保证部海图、工程附近采用近期实测数据，部分岸线采用卫星图片进行修正。

水文资料采用 2021 年 03 月 26 日-04 月 14 日的实测资料，其中大潮：2021 年 4 月 2 日-4 月 3 日，小潮：2021 年 4 月 12 日-4 月 13 日，共采用了 9 个潮流站和 3 个潮位站，满足海洋工程环评导则的时效要求（5 年内），位置见图 7.1-4。

模型边界采用潮位控制，模型边界节点潮位过程由中国近海潮汐预报模型软件，按照边界节点经纬度及相应同步时间计算给出，通过调试模型内部节点的曼宁系数，直到模型满足验潮站流速流向误差要求为止。

曼宁系数 n 经调试取为 0.02-0.04。

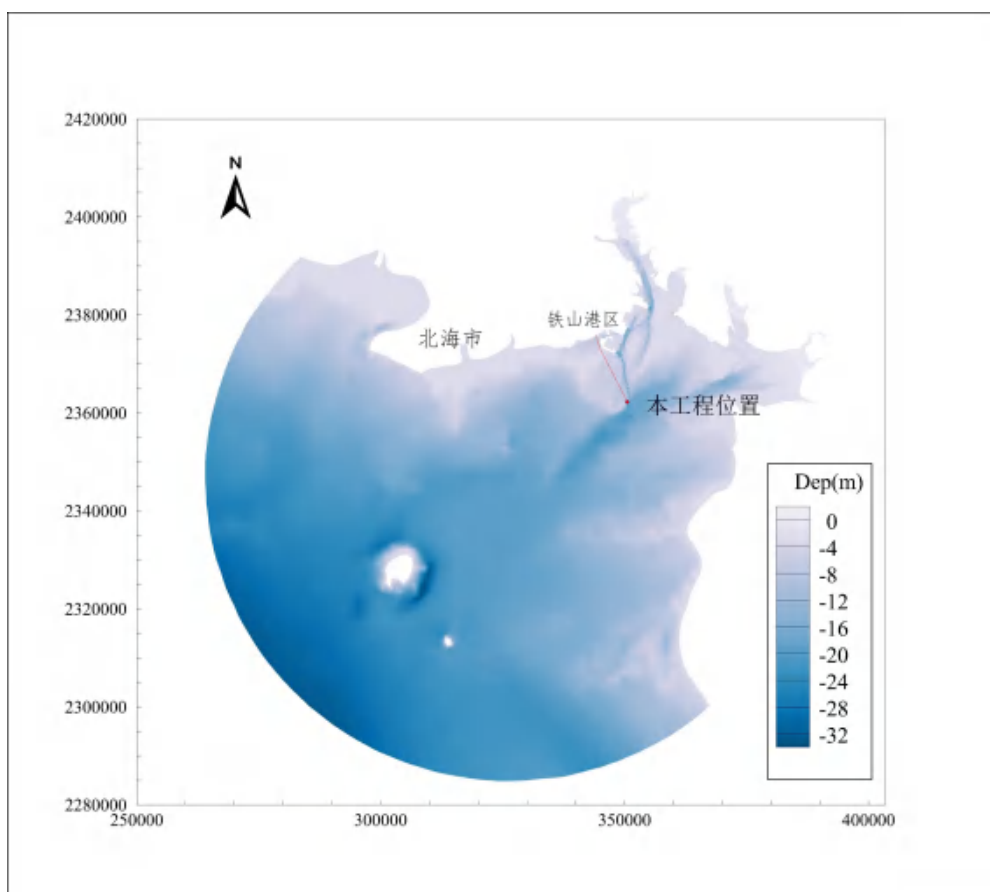


图 7.1-1 计算范围图

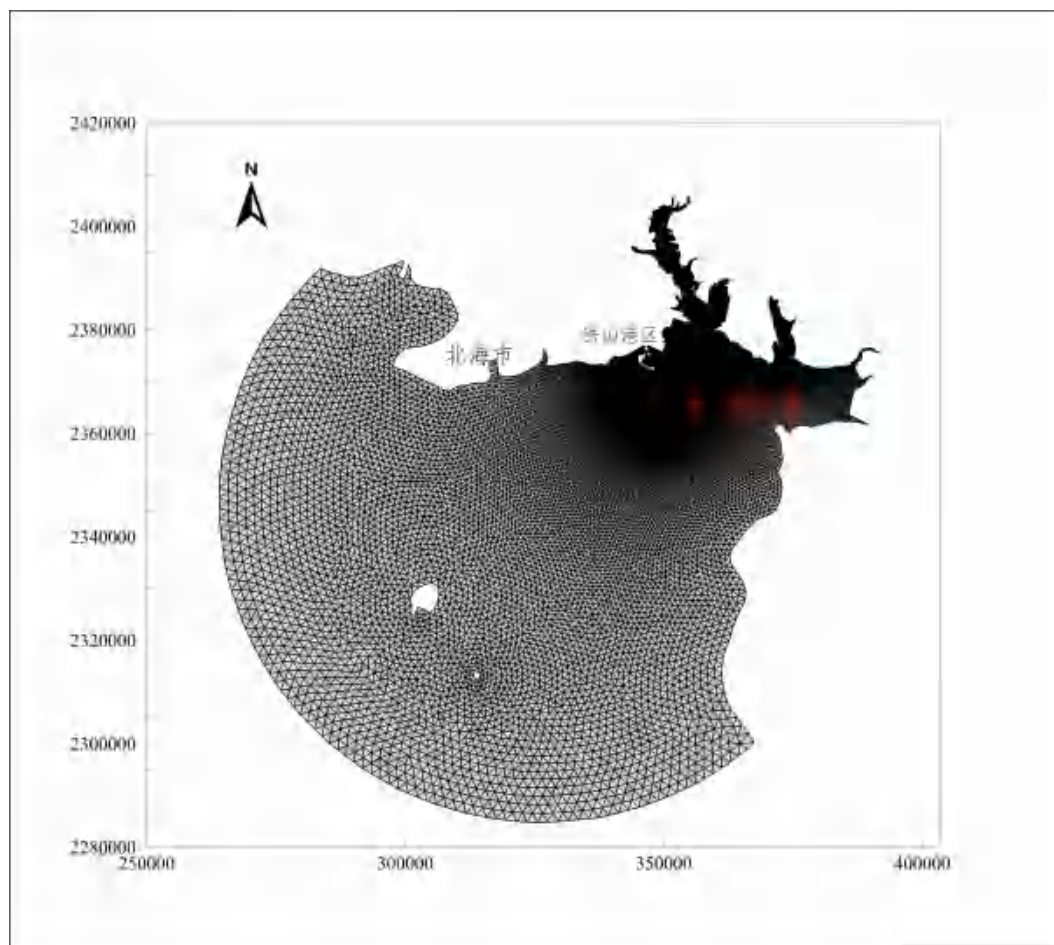


图 7.1-2 模型计算网格图

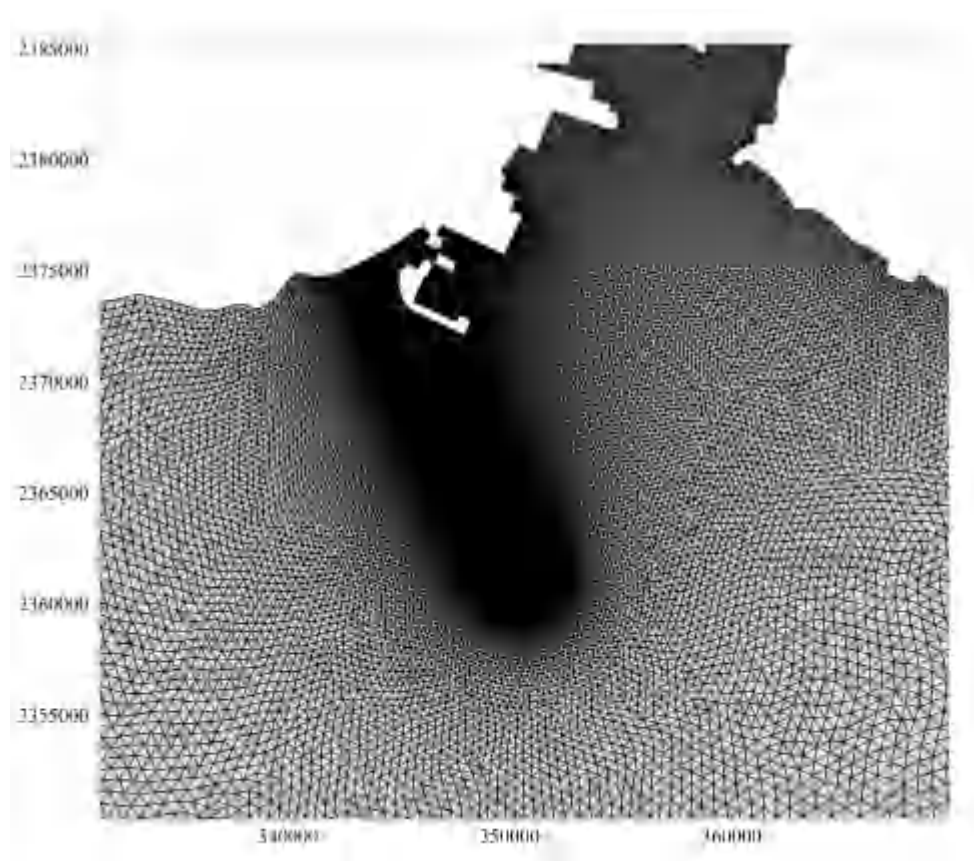


图 7.1-3 A5 排放口及路由加密网格图

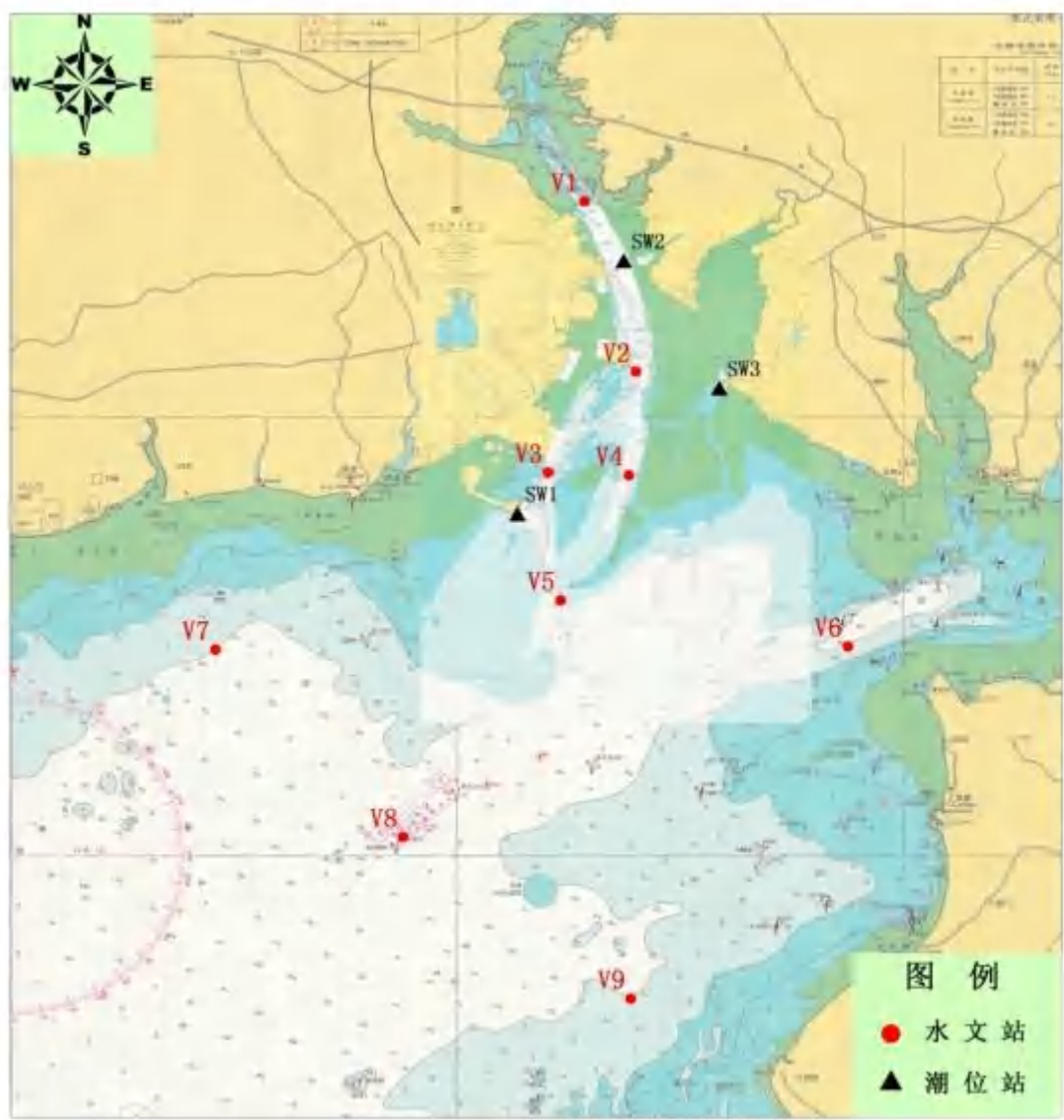


图 7.1-4 监测站位

4、验证计算

(1) 潮位验证

通过预测，分析潮位计算值与实测值，得出对比曲线如图 7.1-5 所示，以 2021 年 3 月 31 日 00:00 为验证起始时刻，水位基准面均换算为平均海平面。通过验证可以看出，计算水位过程与实测资料吻合较好，符合涨落潮变化趋势，计算能够反映出本项目为中心的北部湾海域潮位情况。

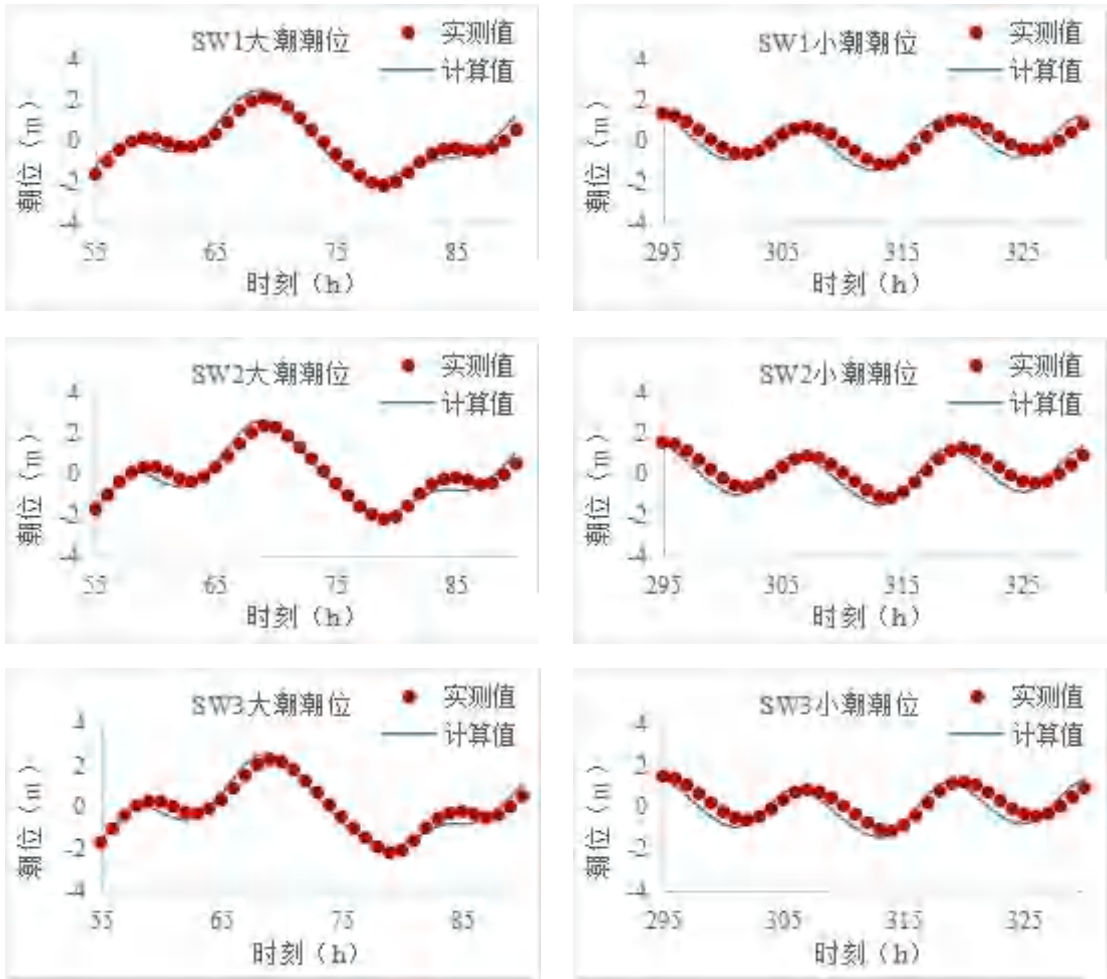


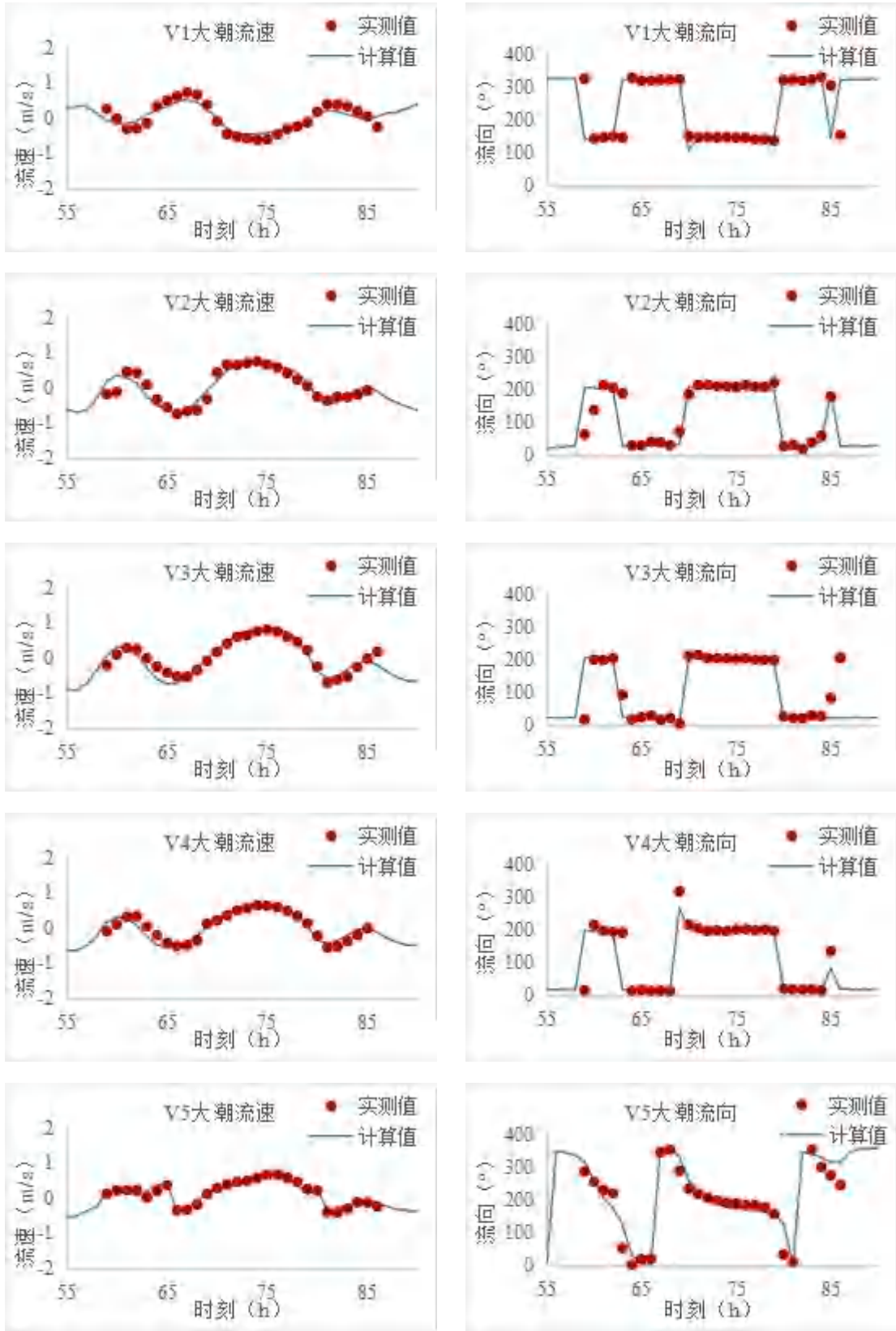
图 7.1-5 潮位验证图

(2) 潮流验证

潮流验证选取北部湾海域 9 个潮流实测点，大、小潮潮流验证结果见图 7.1-6、图 7.1-7。工程海域潮汐性质属非正规全日潮，在整个潮周期内，全日潮与半日潮并存，潮汐日不等现象显著；涨潮历时略大于落潮历时，涨潮流向主要集中在 NE，落潮流向主要集中在 SW；结合潮位变化曲线，显示落潮流速一般大于涨潮流速，且大潮涨潮潮位过程线呈双峰型，即在中潮位附近，潮位曲线有时出现一个稳定的时间历程，有时略有回落，致使涨潮流速减小，甚至出现短暂的落潮流。计算结果与实测值基本吻合，从流态上看，也较为合理，说明本模型能够较好地反映实际情况，较准确地预测工程附近海域的水动力特征。

总体上看，本研究所建立的数学模型较全面的反映了工程区域附近的流动情况，基本能够反映出工程所在海域的实际情况，可以作为进一步分析计算的基础

资料。



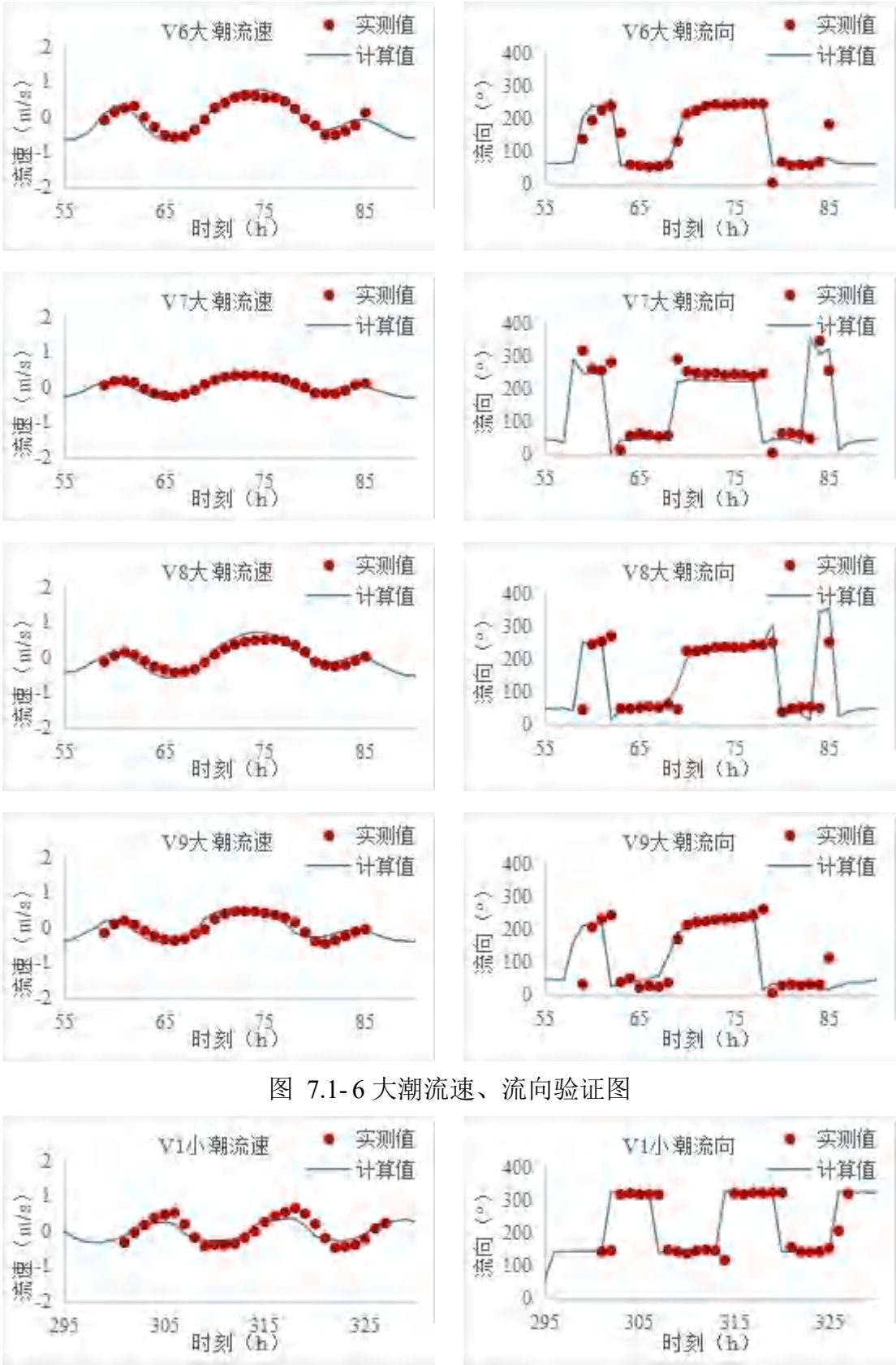
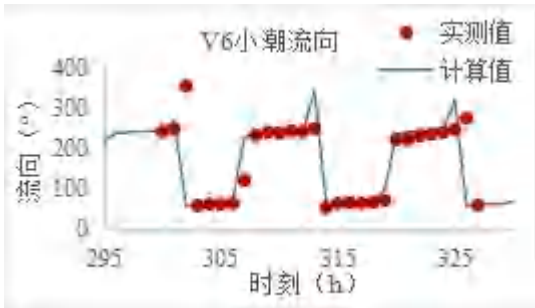
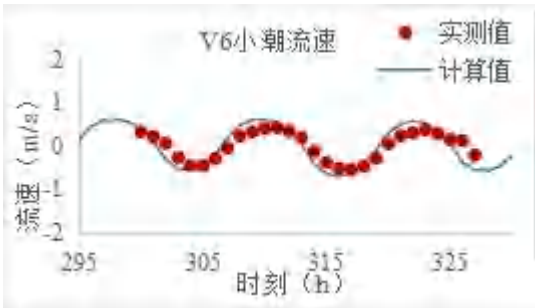
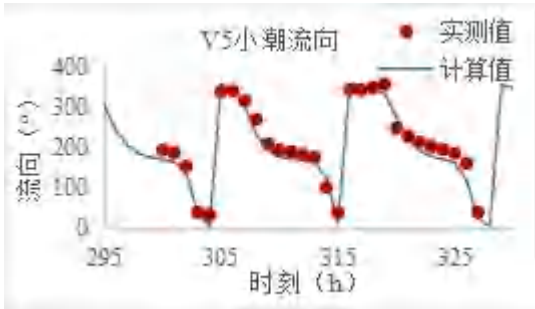
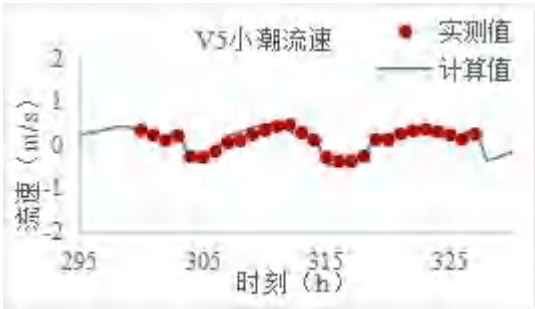
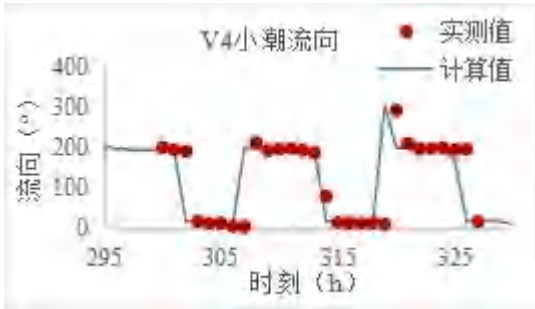
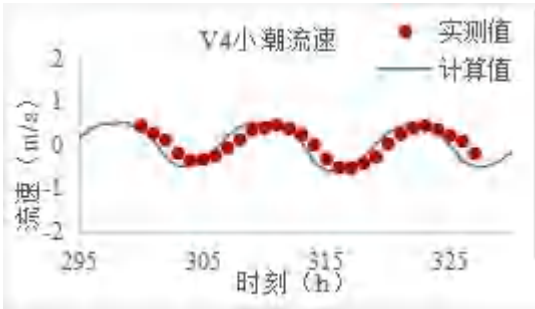
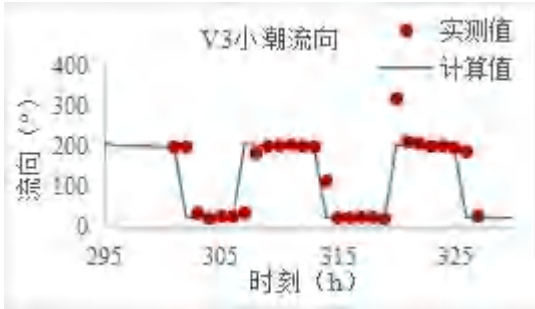
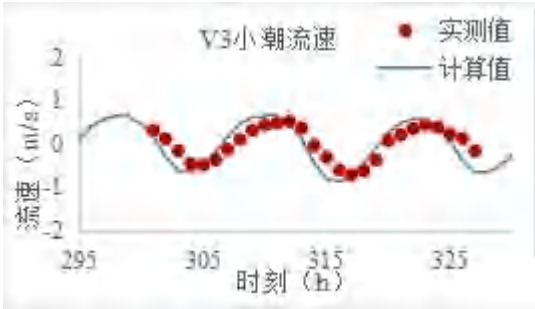
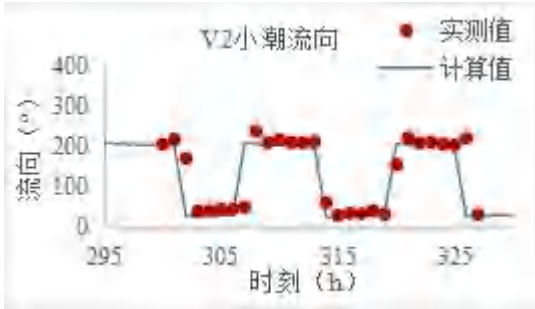
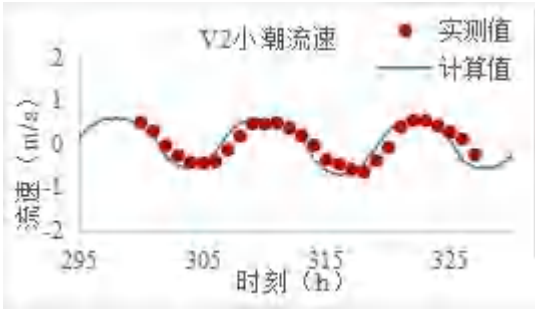


图 7.1-6 大潮流速、流向验证图



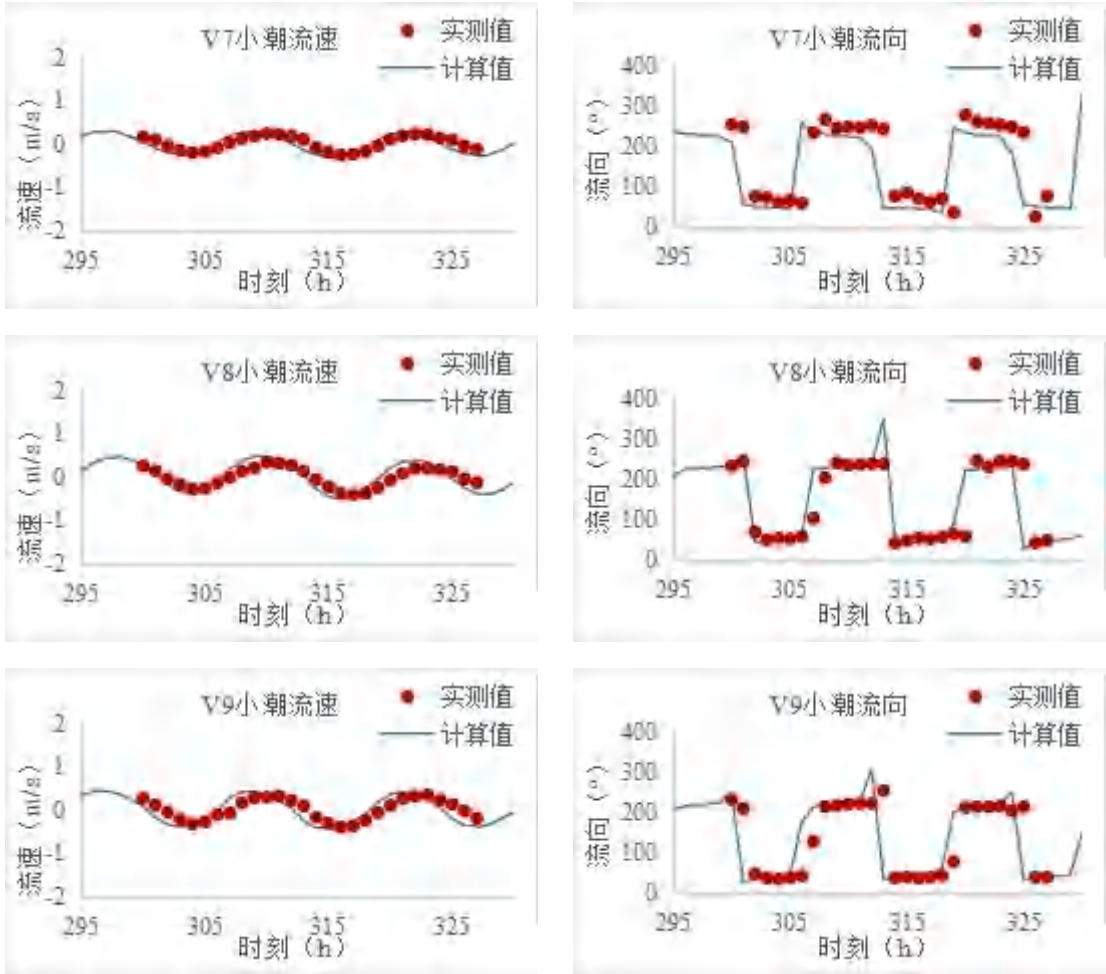
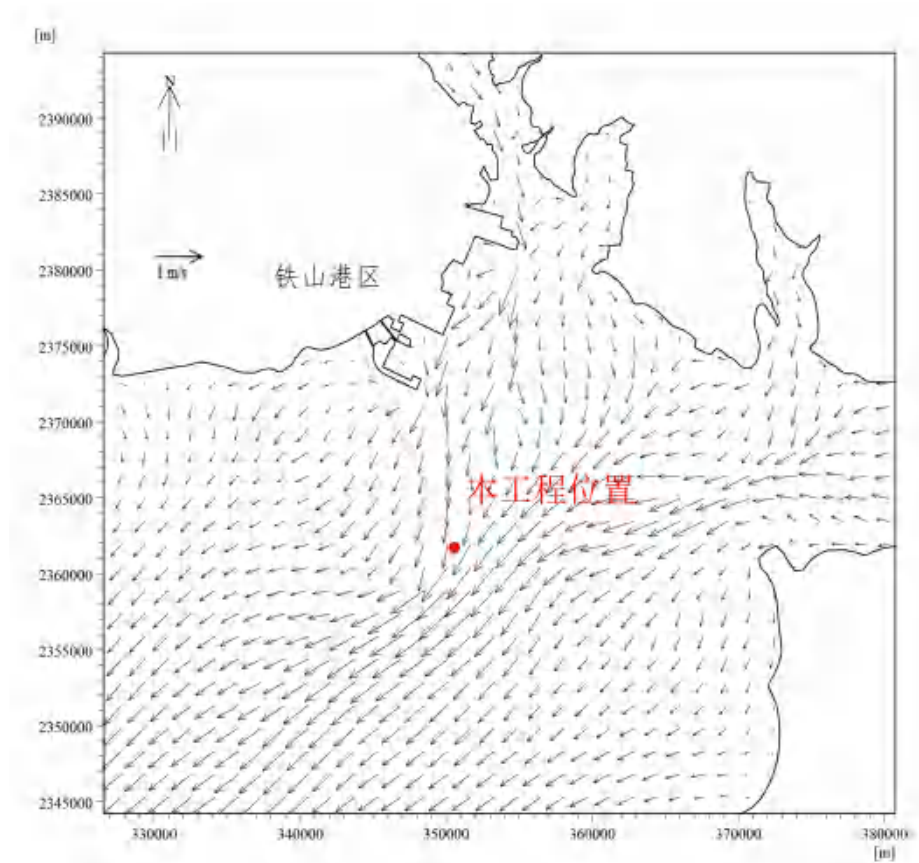


图 7.1-7 小潮流速、流向验证图

7.1.2 流场计算结果及分析

现状大范围涨落急流场见图 7.1-8、图 7.1-9，工程区局部流场见图



7.1-10、

图 7.1-11。从计算结果可以看出，本工程排海口所在的北部湾海域潮流强劲，受地形影响较为突出，深水区域与浅滩潮流的流速流向差异明显，在深水区域潮流流向基本与等深线方向平行，在浅滩区域以滩地淹没形式的向岸流为主，在铁山港航道及狭窄水道处受地形因素影响和制约，流速增大，局部区域潮流归槽现象明显。本工程扩散器处流场最大流速约达 0.87m/s，流向呈 NE-SW 向的往复流。

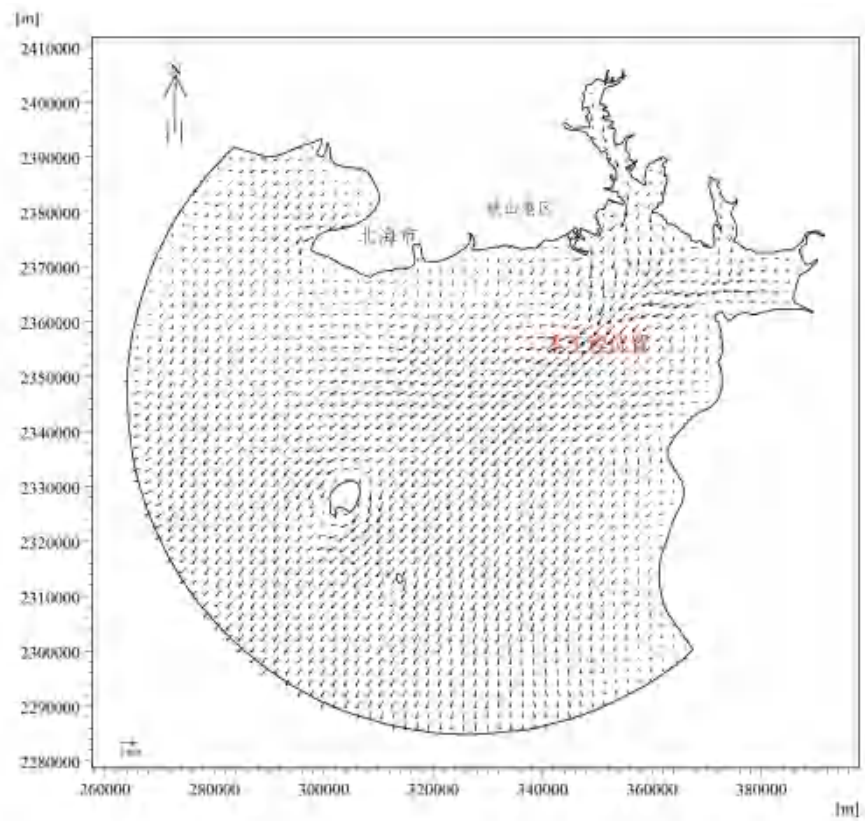


图 7.1-8 大范围涨急潮流场

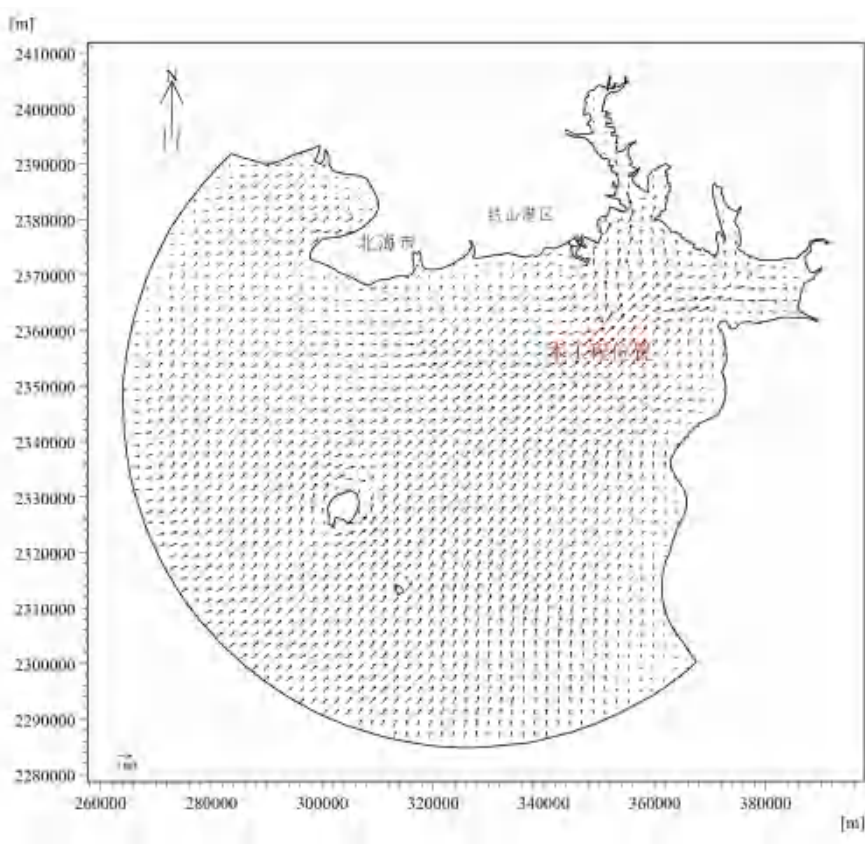


图 7.1-9 大范围涨急潮流场

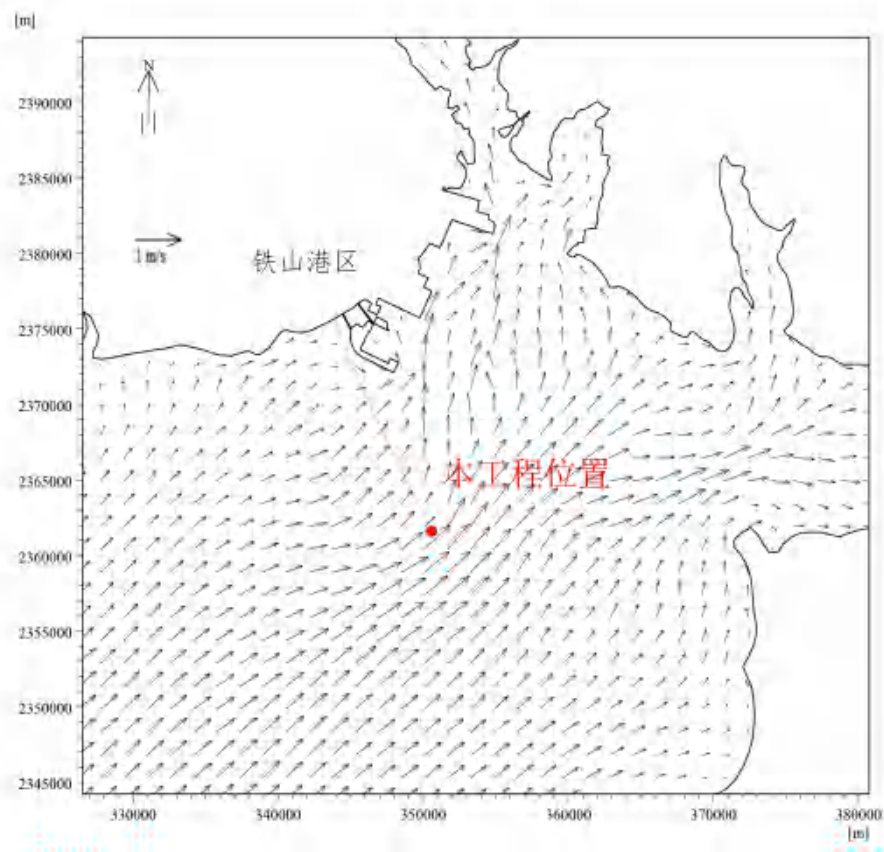


图 7.1-10 铁山港大潮涨急流场

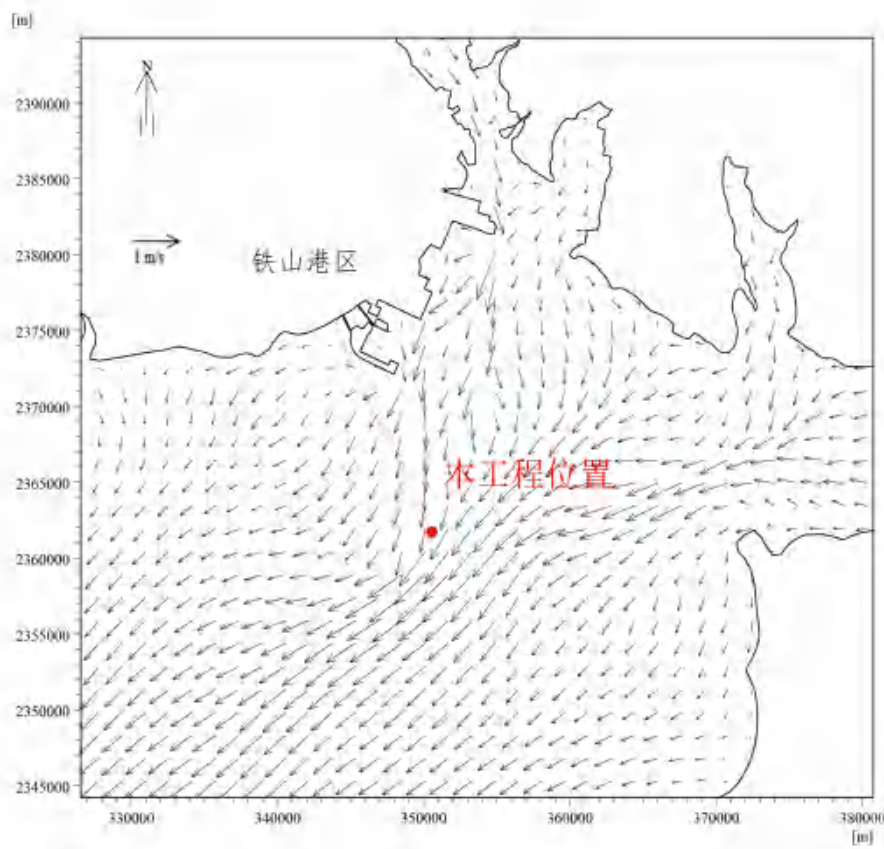


图 7.1-11 铁山港大潮落急流场

2、排海条件下工程区水动力分析

图 7.1-12、图 7.1-13 分别为排海条件下排放口 A5 所在海域涨、落急时刻的流速等值线图。根据研究成果可知，排海后排放口 A5 处涨潮最大流速为 0.8506m/s，平均流速为 0.5799m/s，平均流向为 44.7006°；落潮最大流速为 0.8686m/s，平均流速为 0.5957m/s，平均流向为 207.2476°。综上所述，工程前后排放口 A5 处最大流速变化小于 0.0001m/s，平均流速变化小于 0.0003m/s，平均流向变化小于 0.065°。由此可见，排海工程对水动力的影响总体上很小。

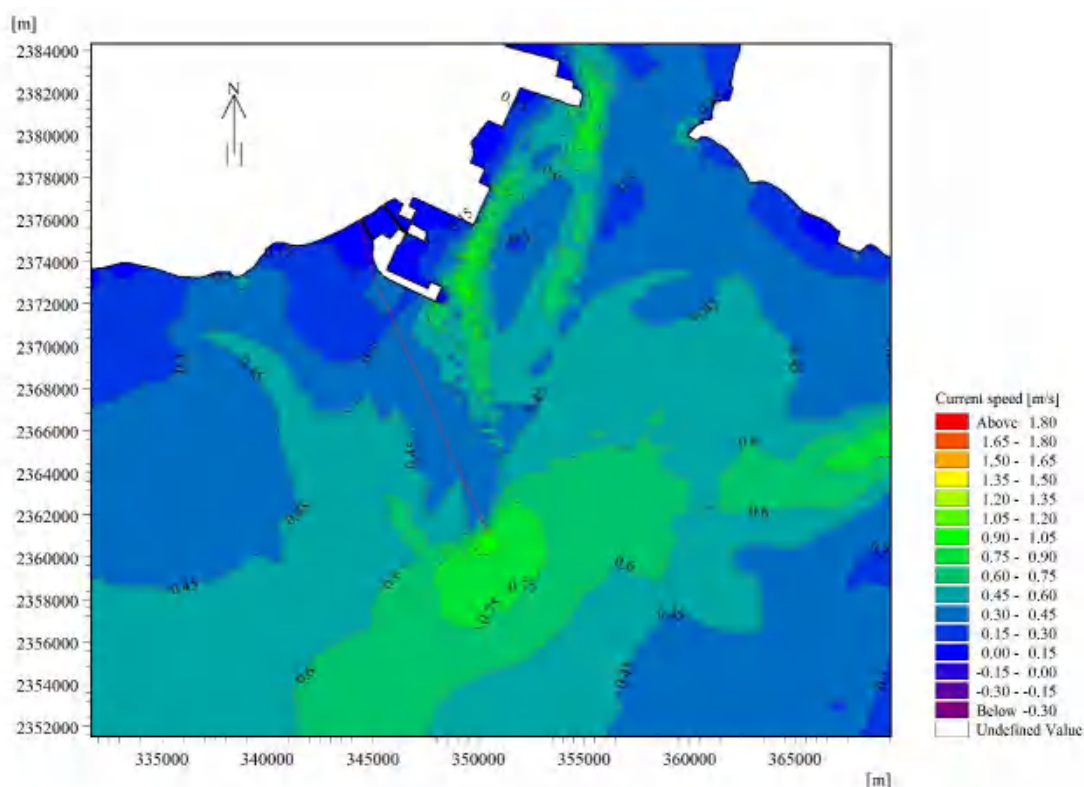


图 7.1-12 排海工程涨急时刻流速等值线图

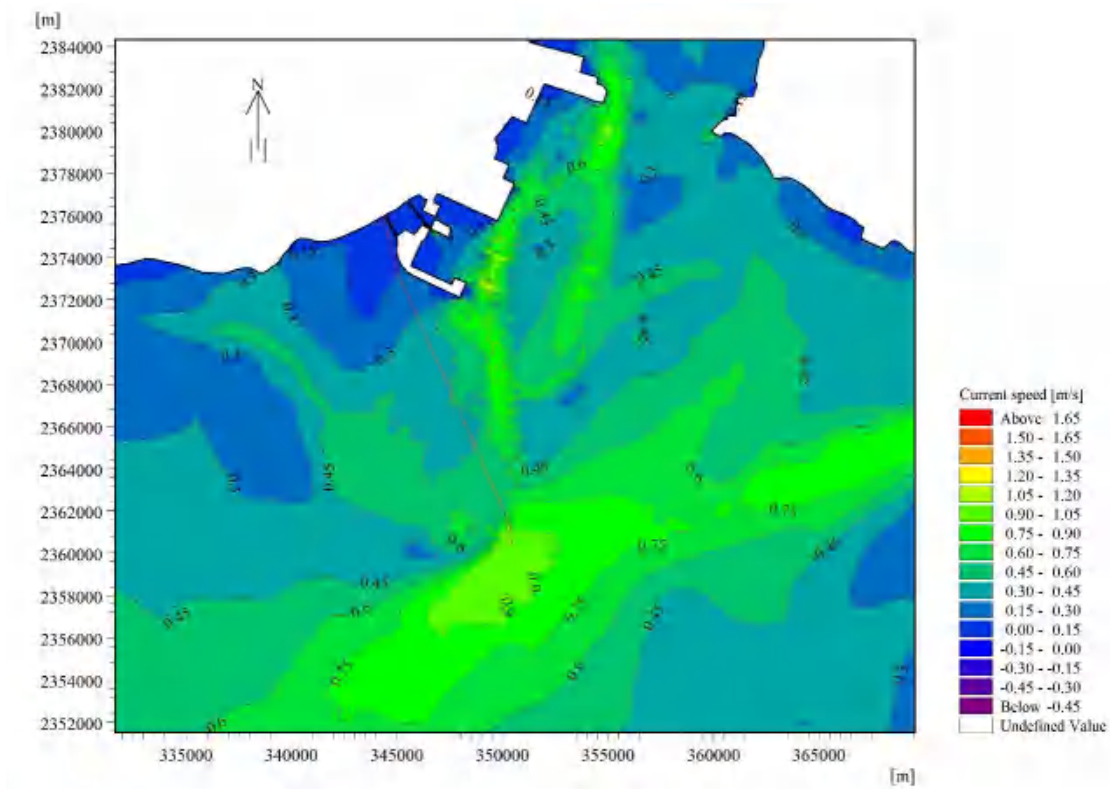


图 7.1-13 排海工程落急时刻流速等值线图

图 7.1-14、图 7.1-15 分别为排海前后排放口 A5 所在海域涨、落急时刻的流速变化范围图。根据计算结果可知，施行排海方案后，涨急时刻流速沿 NE 方向减小，流速减小 0.0008m/s 最大变化范围约 0.12km²，距扩散器最远距离约 0.93km；涨急时刻流速在扩散器与管道接口处流速增大，流速增大 0.0005 m/s 最大变化范围约 0.15km²，距扩散器最远距离约 0.5km；落急时刻流速沿 SW 方向减小，流速减小 0.0008m/s 最大变化范围约 0.21km²，距扩散器最远距离约 1.36km；落急时刻流速增大现象不明显，变化小于 0.0005m/s。由此可见，排海工程对现状区域的流速影响很小。

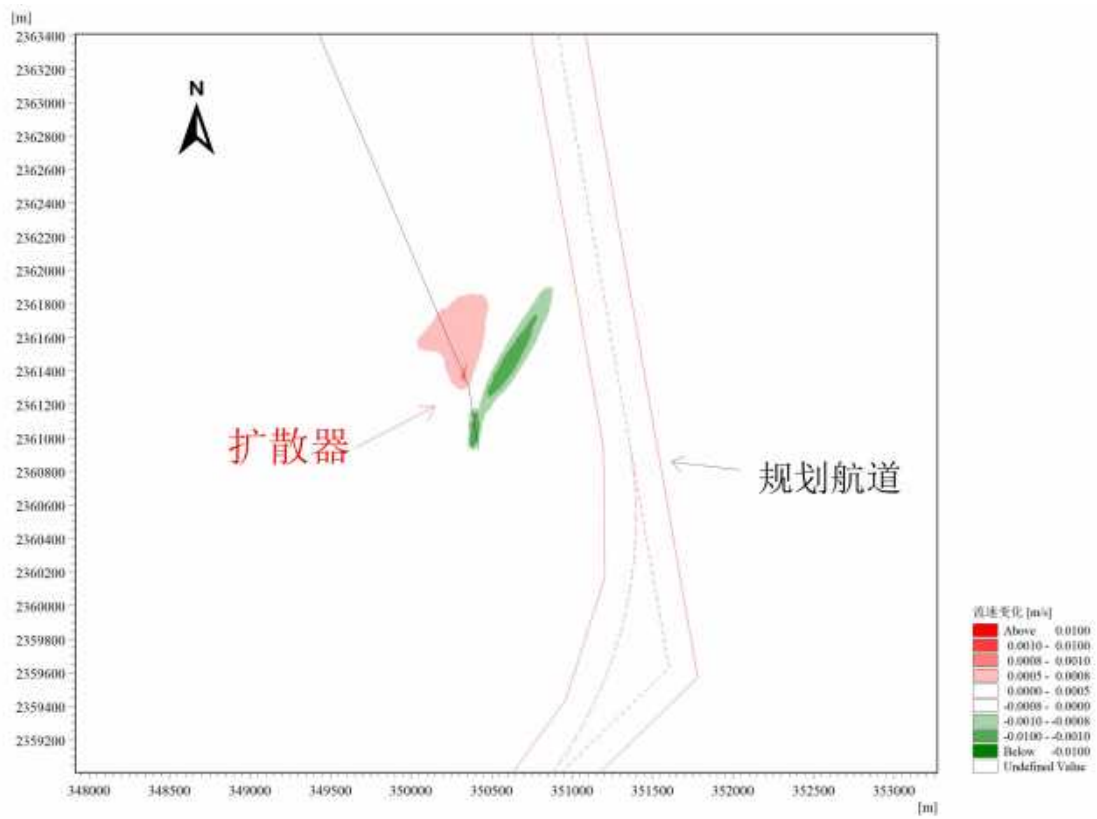


图 7.1- 14 排海工程前后涨急时刻流速变化范围图

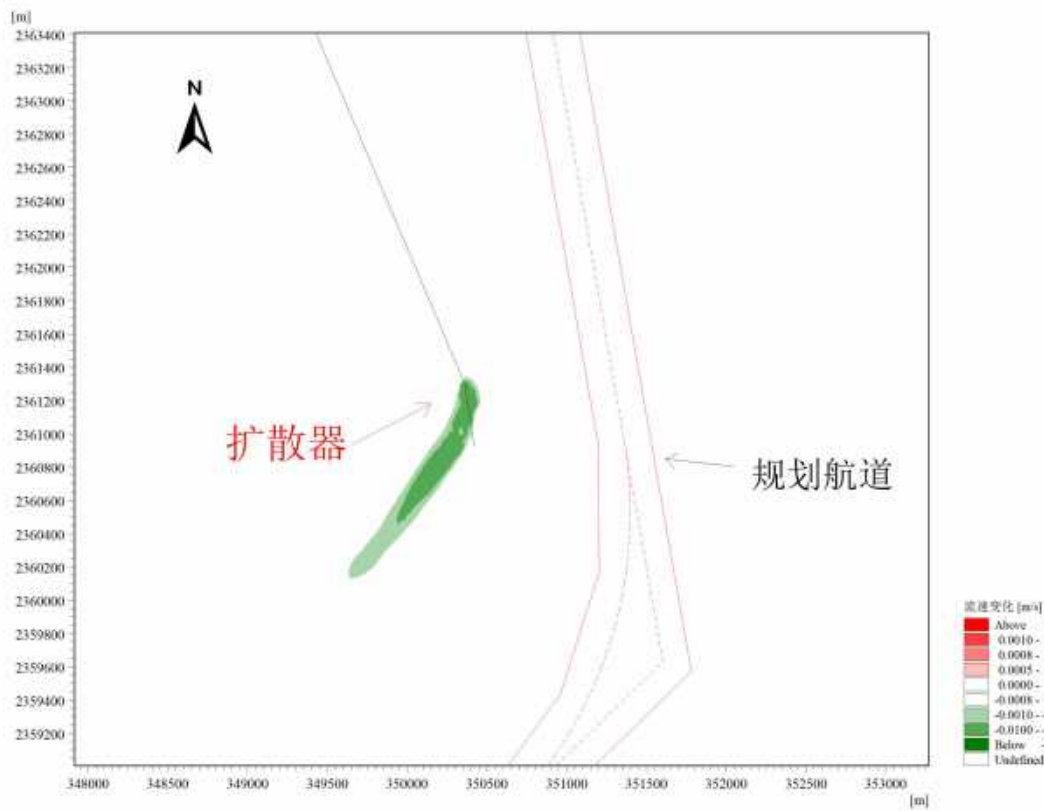


图 7.1- 15 排海工程前后落急时刻流速变化范围图

7.2 水环境影响预测与评价

7.2.1 施工期水环境影响预测

7.2.1.1 施工期悬浮物影响

(一) 悬沙数值模型

预测模式采用污染物扩散方程，扩散方程与二维水流预测模式联解，即可得到悬浮物浓度分布；污染物扩散方程如下：

$$\frac{\partial HP}{\partial t} + \frac{\partial HUP}{\partial x} + \frac{\partial HVP}{\partial y} = E_x \frac{\partial^2 (HP)}{\partial x^2} + E_y \frac{\partial^2 (HP)}{\partial y^2} + M$$

式中， P ：污染物浓度（ g/m^3 ）；

K_x 、 K_y ：分别是 x 、 y 方向的扩散系数；

其中： $K_x = 5.93 \sqrt{g|u|H/C}$ ， $K_y = 5.93 \sqrt{g|v|H/C}$

M ：对于溶解性污染物为源项，对于悬浮物为源项和沉降项

（ $M = M_0 - M_f$ ）， M_0 为排放源强，沉降项 $M_f = \alpha * \omega * P$ ， α 为沉降系数， ω 为沉速。其它符号同前。

(二) 计算源强

① 开挖管槽及临时水上作业区

由工程分析可知，管槽及临时水上作业区开挖产生的悬浮物源强约为 6.94kg/s ，以此源强进行悬浮物影响范围预测计算。

② 回填临时水上作业区

由工程分析可知，管槽及临时水上作业区开挖产生的悬浮物源强约为 24.44kg/s ，以此源强进行悬浮物影响范围预测计算。

(三) 管槽开挖悬沙影响预测分析

采用上述扩散方程，在海域路由管线施工沿线选取 8 个代表点对施工作业产生的悬浮物扩散进行模拟计算，并综合考虑整个工程施工的影响，得到施工作业的最大可能影响包络线面积。代表点位置见表 7.2-1，代表点包络线见图 7.2-1。

表 7.2-1 管槽开挖施工悬浮物代表点位置

代表点	经度	纬度
1	109° 29′ 56.170233″ E	21° 28′ 37.486218″ N
2	109° 30′ 17.518400″ E	21° 27′ 19.797310″ N
3	109° 30′ 55.435990″ E	21° 26′ 01.832892″ N
4	109° 31′ 33.341785″ E	21° 24′ 43.865244″ N
5	109° 32′ 11.235805″ E	21° 23′ 25.894378″ N
6	109° 32′ 49.118069″ E	21° 22′ 07.920300″ N
7	109° 33′ 26.988600″ E	21° 20′ 49.943008″ N
8	109° 33′ 29.156700″ E	21° 20′ 37.755808″ N

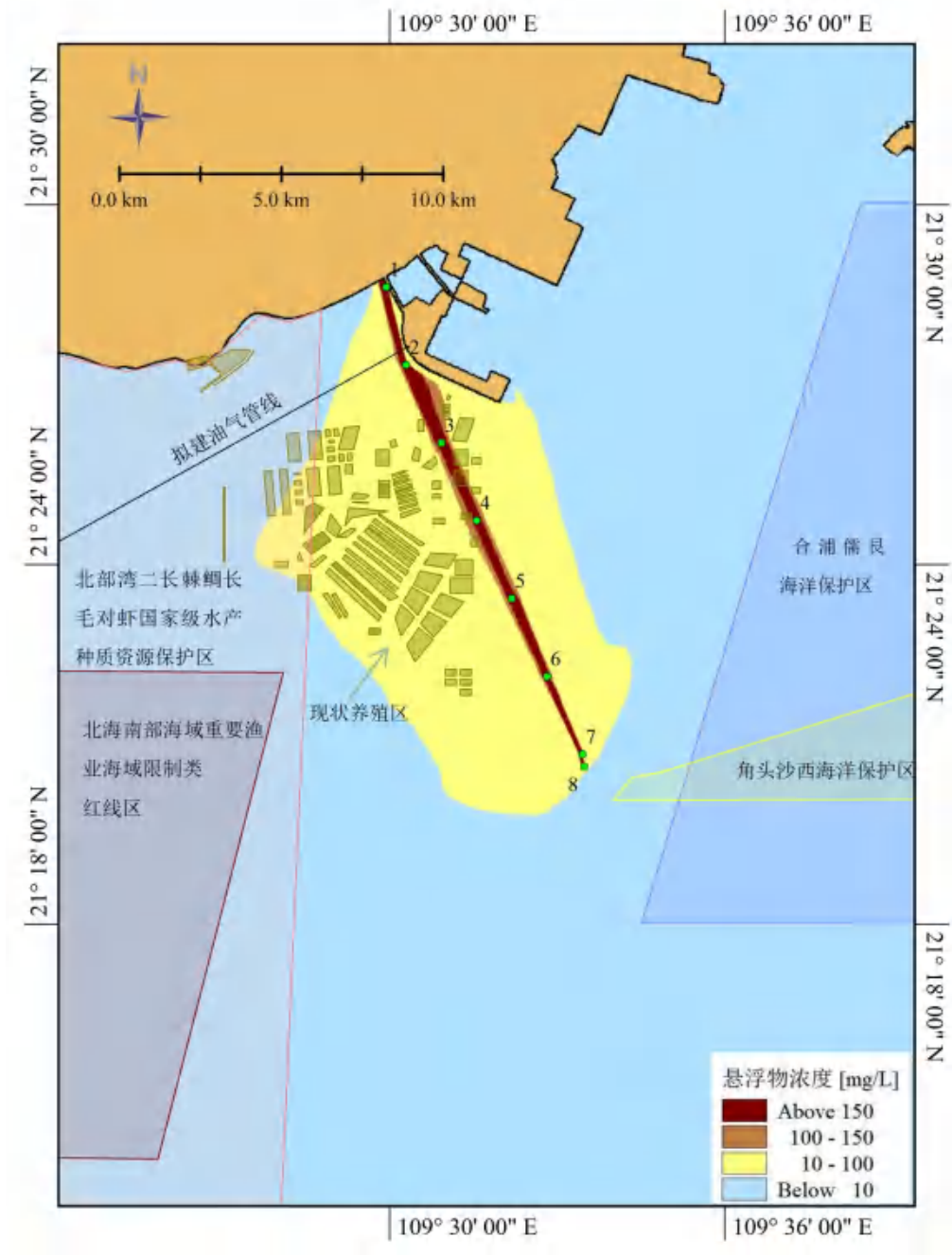


图 7.2-1 管槽开挖施工悬浮物代表点影响范围包络图

(四) 临时水上作业区开挖悬沙影响预测分析

采用上述扩散方程，在临时水上作业区施工沿线选取 7 个代表点对施工作业产生的悬浮物扩散进行模拟计算，并综合考虑整个工程施工的影响，得到施工作业的最大可能影响包络线面积。代表点位置见表 7.2-2，代表点包络线见图 7.2-2。

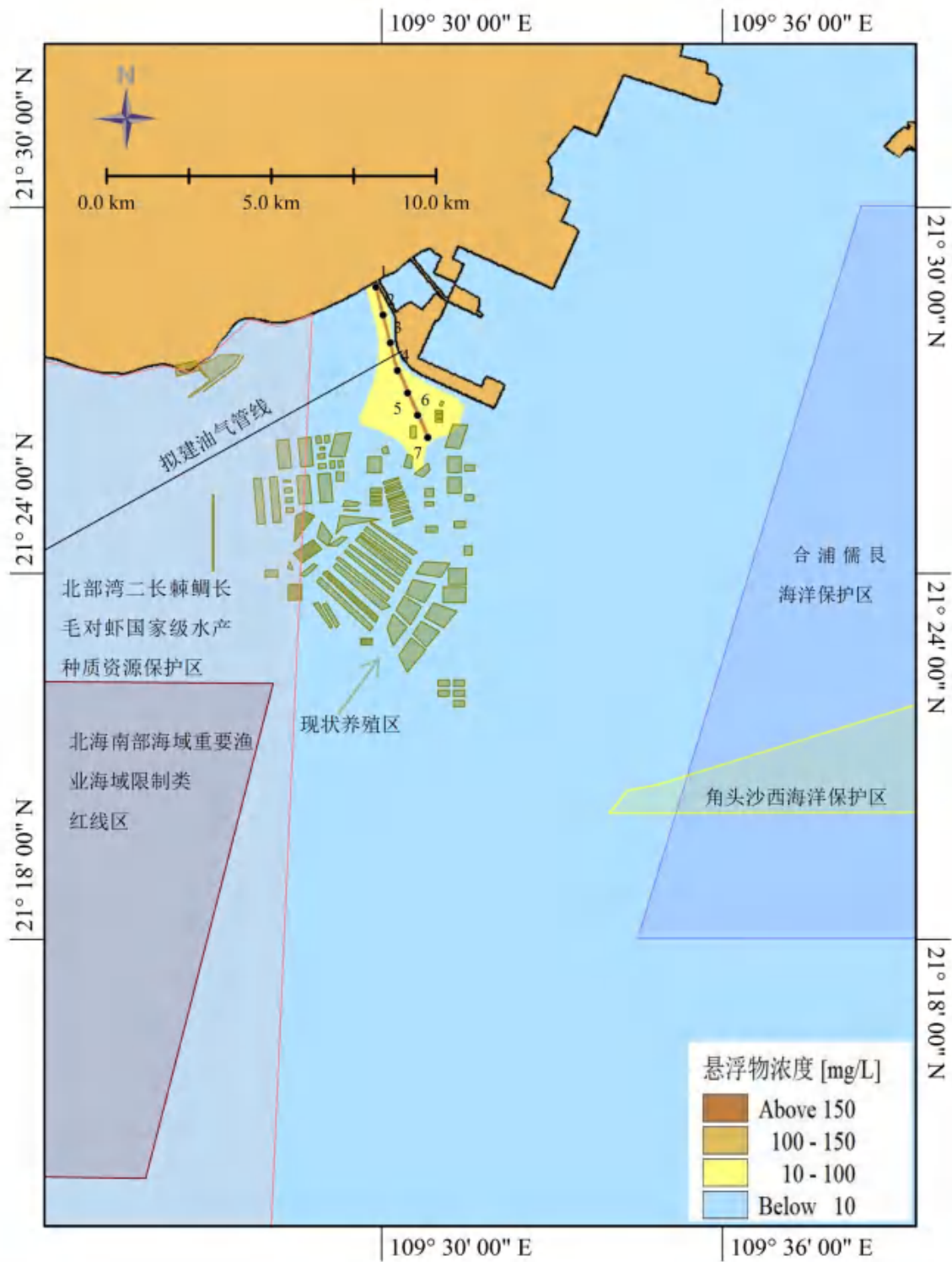


图 7.2-2 临时水上作业区开挖施工悬浮物代表点影响范围包络图

表 7.2-2 临时水上作业区开挖施工悬浮物代表点位置

代表点	经度	纬度
1	109° 29' 54.086700" E	21° 28' 41.725800" N
2	109° 30' 01.621533" E	21° 28' 14.321600" N
3	109° 30' 09.156367" E	21° 27' 46.917400" N
4	109° 30' 16.691200" E	21° 27' 19.513200" N
5	109° 30' 27.339067" E	21° 26' 57.608800" N
6	109° 30' 37.986933" E	21° 26' 35.704400" N
7	109° 30' 48.634800" E	21° 26' 13.800000" N

(五) 临时水上作业区回填悬沙影响预测分析

采用上述扩散方程，在临时水上作业区施工沿线选取 7 个代表点对施工作业产生的悬浮物扩散进行模拟计算，并综合考虑整个工程施工的影响，得到施工作业的最大可能影响包络线面积。代表点包络线见图 7.2-3。



图 7.2-3 临时水上作业区回填施工悬浮物代表点影响范围包络图

(六) 小结

图表中可以看出，本工程挖沟作业产生的悬浮物随涨落潮流呈 SW-NE 向漂移扩散，各代表点 10mg/L 浓度悬浮物的最大影响距离距作业点约为 SW 向 7.2km，NE 向 5.0km，大于 150mg/L 浓度悬浮物的影响范围为作业点附近的局部

区域，影响范围主要是作业点周围水域，大于 10mg/L 浓度的悬浮物不会对工程周边的环境敏感目标产生直接影响。见图 7.2-4 和表 7.2-3

对路由沿线管道铺设作业及临时水上作业区开挖产生的悬浮物进行叠加，综合考虑施工区域的悬浮物影响范围，大于 10mg/L 的悬浮物影响范围最大为 121.68km²，大于 10mg/L 浓度的悬浮物不会影响到附近的环境保护目标，影响时间主要为工程施工期，随着工程施工的结束其影响也将消失。

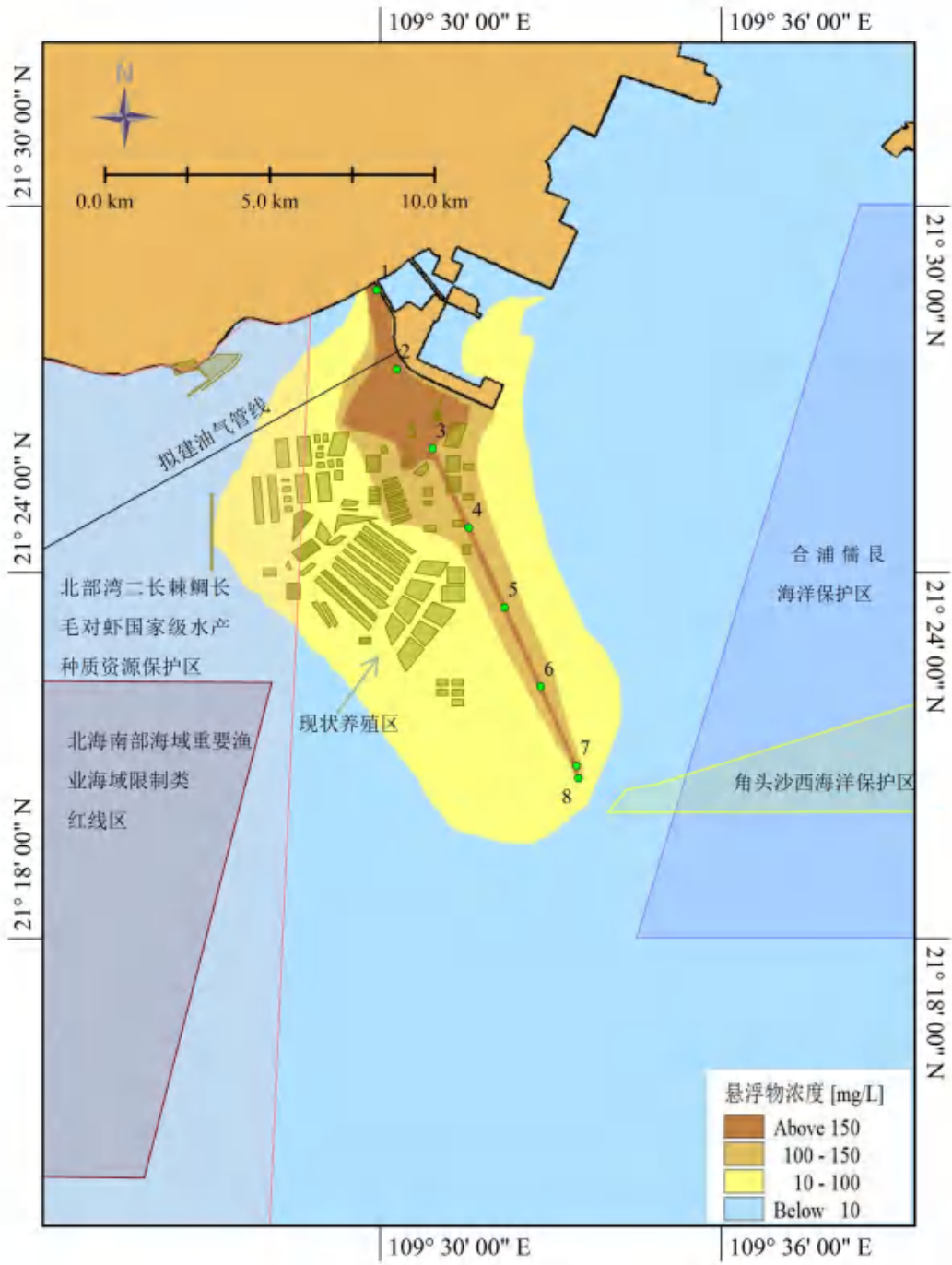


表 7.2-3 施工悬浮物最大可能影响范围

悬浮物浓度	对水域影响总面积(km ²)
>150mg/L	9.41
>100mg/L	27.55
>10mg/L	121.68

7.2.1.2 施工期污水影响

(1) 船舶油污水

根据工程分析结果，船舶舱底油污水年发生量约 3796m³/a。机舱油污水的含油量按 2000mg/L 估算，则石油类污染物的发生量约为 7.592t/a。根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》的要求，施工期船舶必须事先经海事部门对其排污设备实施铅封，船舶油污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理，不直接向水体排放油污水，不会对工程周围环境造成不良影响。上述机舱含油污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理。

(2) 船舶生活污水

根据工程分析结果，本工程施工船舶共有施工人员约 260 人，每人每天污水量按 80L 估算，则每日生活污水量约为 16.64m³，年污水发生量约为 6073.6m³，生活污水中 COD 按 350mg/L 计算、NH₄-N 按 40mg/L 计算，则 COD 产生量约为 2.13t/a、NH₄-N 产生量约为 0.24t/a。上述船舶生活污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理，不会对工程周围环境造成不良影响。

7.2.2 营运期水环境影响预测

营运期排放主要水环境污染物包括无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类、AOX 等。

7.2.2.1 污染物模拟参数

(一) 排放量

根据《北海市管理委员会关于启动铁山港（临海）工业 A5 深海排放管建设工作的函》、《基于推进广西重大项目落地入海排污区（口）选划——之北海铁山港区研究报告》（2021 年 7 月），A5 排放口（109° 33'26.9886"E，21° 20'49.9430"N）达标尾水深海排放排水量为 60 万 t/d。

(二) 污染控制因子及浓度限值**(1) 正常排放**

根据表 7.2-4 中污染物源强分析, A5 排放管共计排放量 60 万 m^3/d 。主要污染因子排放浓度见表 7.2-6。

(2) 非正常排放

由于铁山港工业区最大排水量的企业为玖龙纸业, 因此将玖龙纸业产生废水未经处理直接外排的情景作为非正常工况情景。非正常情景主要污染因子排放浓度见表 7.2-5。

表 7.2-5 非正常排放下污染物浓度

已批/规划	已批/规划污染源	执行标准	废水量 m^3/d	CODcr	无机氮	活性磷酸盐	石油类	AOX
已批待建	斯道拉恩索项目	造纸行业排放标准	70352	90	12	0.48	1	12
已批	北海炼化项目	石油炼制工业污染物	3479	60	40	0.6	5	0
已批	北部湾表面处理中心	电镀污染物排放标准	2750	80	20	0.6	3	0
已批	太阳纸业三期	造纸行业排放标准	28362	73	10	0.48	1	12
规划	铁山港区污水处理厂(二期)	城镇一级 A	0	50	15	0.3	1	0
规划	石化园污水厂	城镇一级 A	25000	50	15	0.3	1	0
规划	炼化一体化项目自建污水处理厂	石油炼制工业污染物	10021	60	40	0.6	5	0
已批	玖龙纸业(北海)林浆纸污水厂	造纸行业排放标准	183300	1820	20	2.5	1	12
已批	东港污水处理厂	城镇一级 A	40000	50	15	0.3	1	0
A5(已批+规划)		总水量/混合浓度	363264	953.27	17.52	1.47	1.16	9.32
A5(预留量)		城镇一级 A	36736	50	15	0.3	1	0
A5(玉林)		城镇一级 A	200000	50	15	0.3	1	0
A5 合计		总水量/混合浓度	600000	596.87	16.52	1.01	1.10	5.64
保守取整		总水量/混合浓度	600000	600	20	1.5	2	6

综上, 根据调研结果并结合“北海铁山港(临海)工业区总体规划”、《基于推进广西重大项目落地入海排污区(口)选划研究——之北海铁山港区》的研究结论, 北海铁山东港临港工业区 A5 排放管尾水排放量、正常排放与非正常情

况下主要污染因子排放浓度见。其中无机氮：以总氮记，活性磷酸盐：以 0.6 倍总磷记，COD_{Mn} 与 COD_{Cr} 比值取 1：3。由于石油类和 AOX 在玖龙纸业产生废水未经处理直接外排的情景下无明显变化。排放浓度同正常排放情景，因此石油类和 AOX 不作为非正常排放情况下污染因子。

表 7.2-6 达标尾水控制因子、浓度限值

	废水量 m ³ /d	污染物 (mg/L)				
		无机氮	活性磷酸盐	COD _{Mn}	石油类	AOX
正常排放	600000	15	0.5	21.76	2	6
非正常排放		20	1.5	200	2	6

(三) 环境本底值

选取距排放口最近#24 站位的 2021-2022 年春、夏、秋、冬四季平均值作为环境本底值，见表 7.2-7。

表 7.2-7 环境本底值

污染因子	无机氮	活性磷酸盐	COD _{Mn}	石油类	AOX
环境本底值 (mg/L)	0.070	0.006	1.21	0.043	0.470

7.2.2.2 污染物正常排放预测结果

1. 无机氮对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的无机氮扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m³/d，排放浓度为 15mg/L，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，无机氮的本底值为 0.070 mg/L，以此为本底进行叠加。经预测，现状及规划岸线下无机氮叠加本底值后对水环境的影响预测结果见图 7.2-5、图 7.2-6 及表 7.2-8。由图表中可以看出，规划岸线下叠加本底值后排污口排放的无机氮超过三类海水水质标准 (0.4mg/L) 的面积为 1.75km²。

表 7.2-8 正常排放无机氮对水环境的影响

污染因子	边界	本底值 (mg/L)	影响面积(km ²)		
			>0.5mg/L 四类水质标准	>0.4mg/L 三类水质标准	>0.3mg/L 二类水质标准
无机氮	现状岸线	0.070	0.82	1.46	3.75
	规划岸线		0.98	1.75	4.50

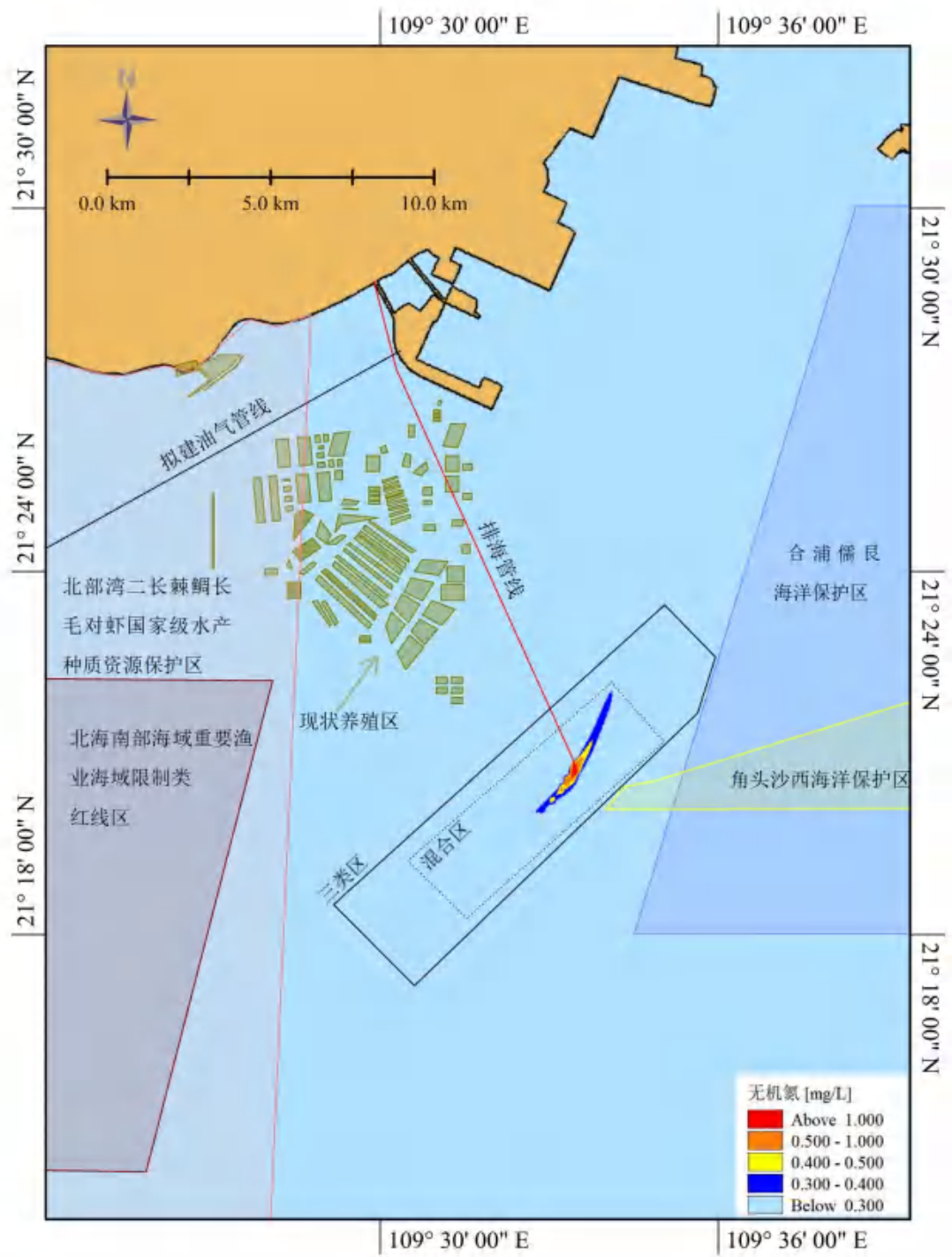


图 7.2-5 正常排放现状岸线无机氮影响范围

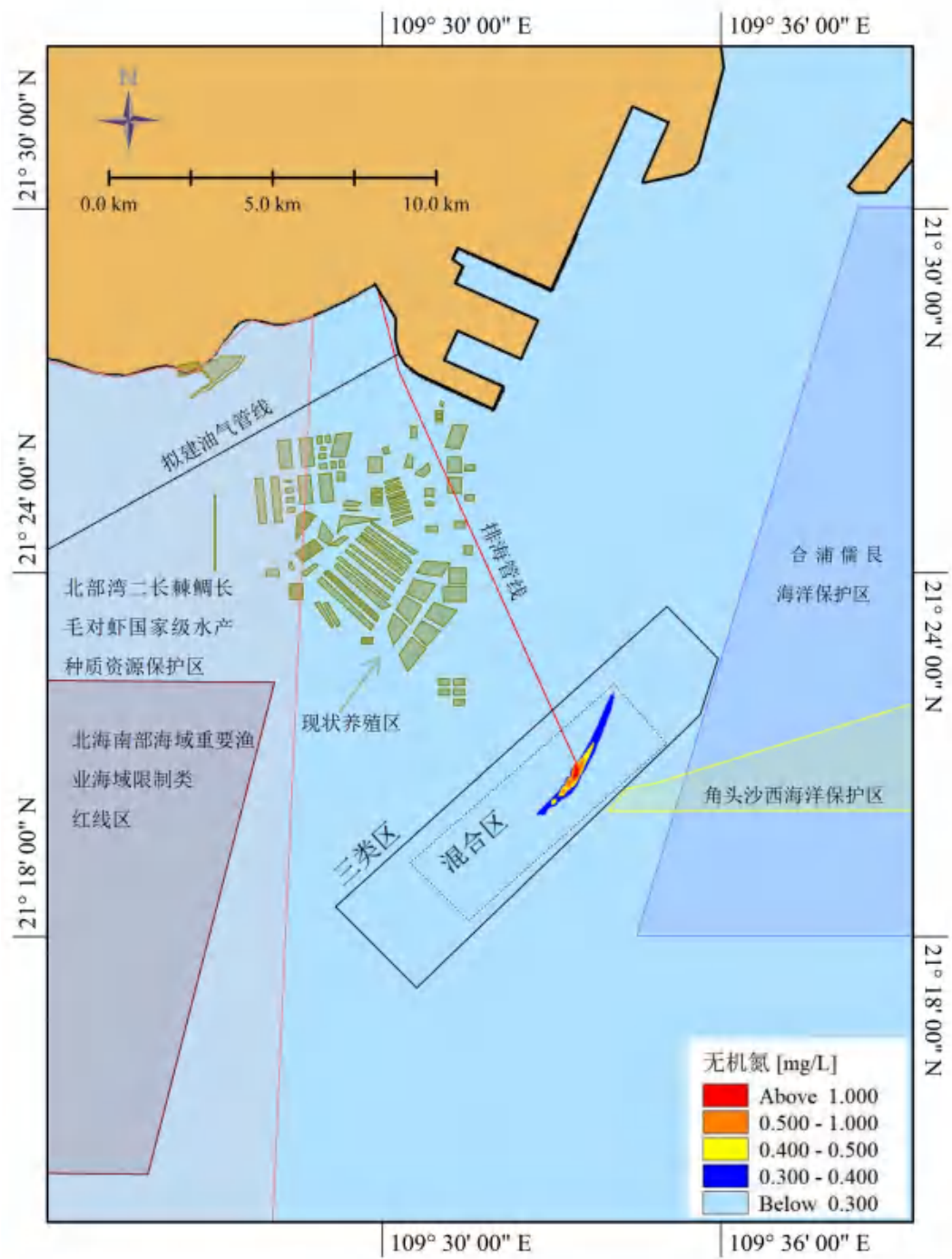


图 7.2-6 正常排放规划岸线无机氮影响范围

2. 活性磷酸盐对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的活性磷酸盐扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m³/d，排放浓度为 0.5mg/L，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，活性磷酸盐的本底值为 0.006 mg/L，以此为本底

进行叠加。由图表中可以看出，规划岸线下叠加本底值后排污口排放的活性磷酸盐超过三类海水水质标准（0.03mg/L）影响面积为 0.21 km²。影响范围如表 7.2-9 和图 7.2-7、图 7.2-8。

表 7.2-9 正常排放活性磷酸盐对水环境的影响

污染因子	边界	本底值 (mg/L)	影响面积(km ²)		
			>0.05mg/L	>0.04mg/L	>0.03mg/L 三类水质标准
活性磷酸盐	现状岸线	0.006	0.05	0.06	0.18
	规划岸线		0.06	0.08	0.21



图 7.2-7 正常排放现状岸线活性磷酸盐影响范围

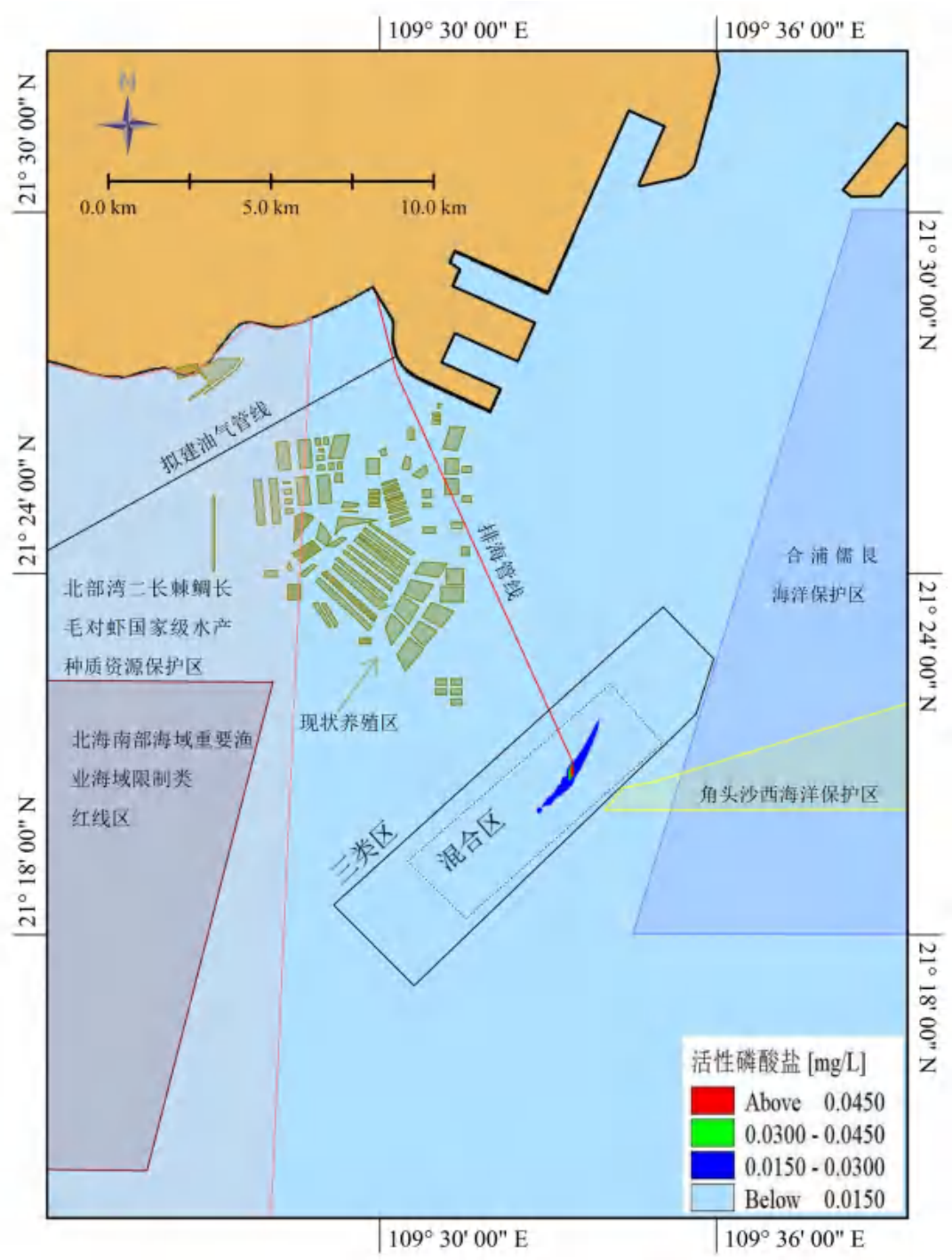


图 7.2-8 正常排放规划岸线活性磷酸盐影响范围

3.COD 对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的 COD 扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m³/d，排放浓度为 21.67mg/L，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，COD 的本底值为 1.21 mg/L，以此为本底进行叠

加。由图表中可以看出，规划岸线下叠加本底值后排污口排放的 COD 超过三类海水水质标准（4mg/L）的面积为 0.05km²，影响范围如表 7.2-10 和图 7.2-9、图 7.2-10 所示。

表 7.2-10 正常排放 COD 对水环境的影响

污染因子	边界	本底值 (mg/L)	影响面积(km ²)		
			>2mg/L	>3mg/L	>4mg/L 三类水质标准
COD	现状岸线	1.21	0.50	0.05	0.05
	规划岸线		0.61	0.06	0.05

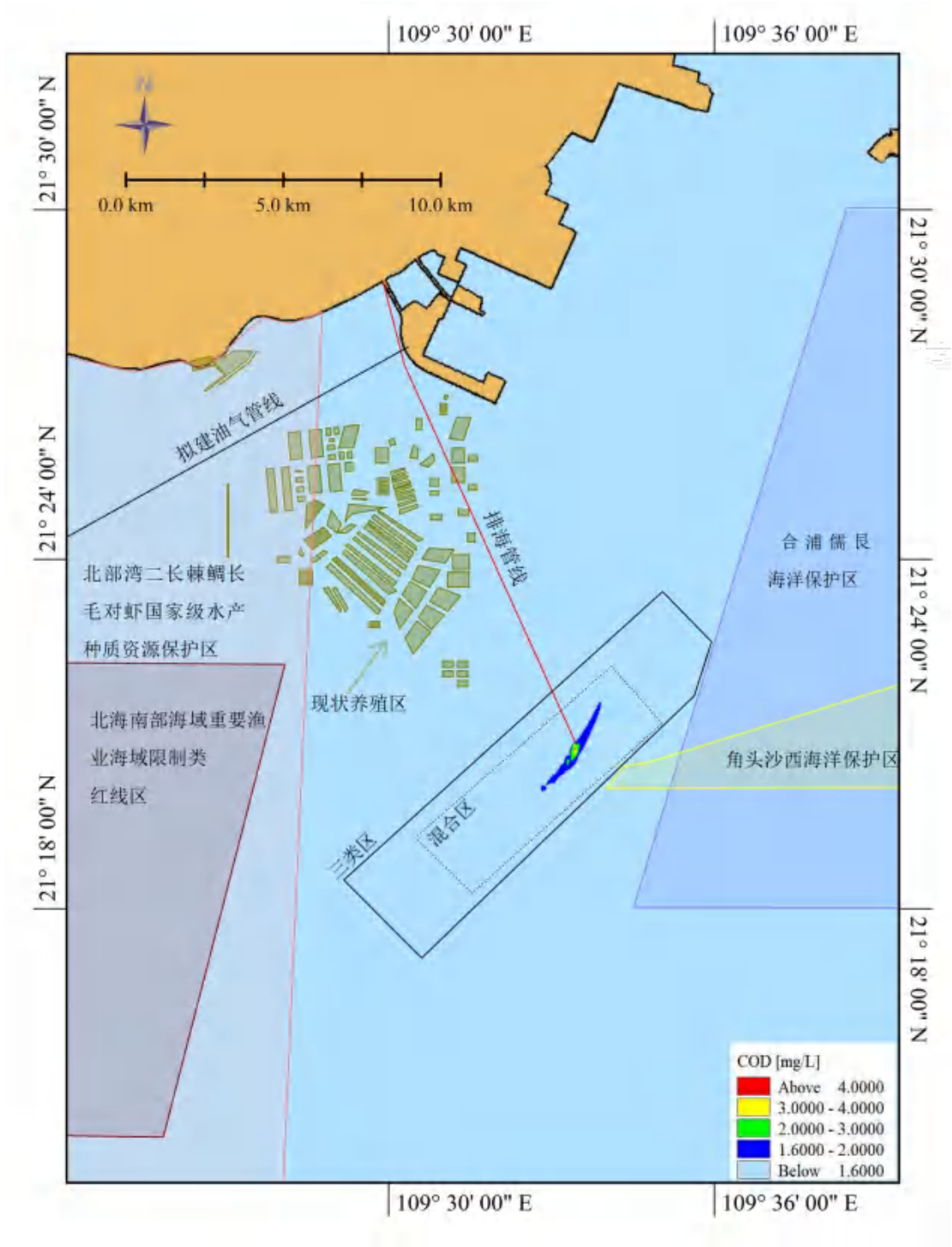


图 7.2-9 正常排放现状岸线 COD 影响范围

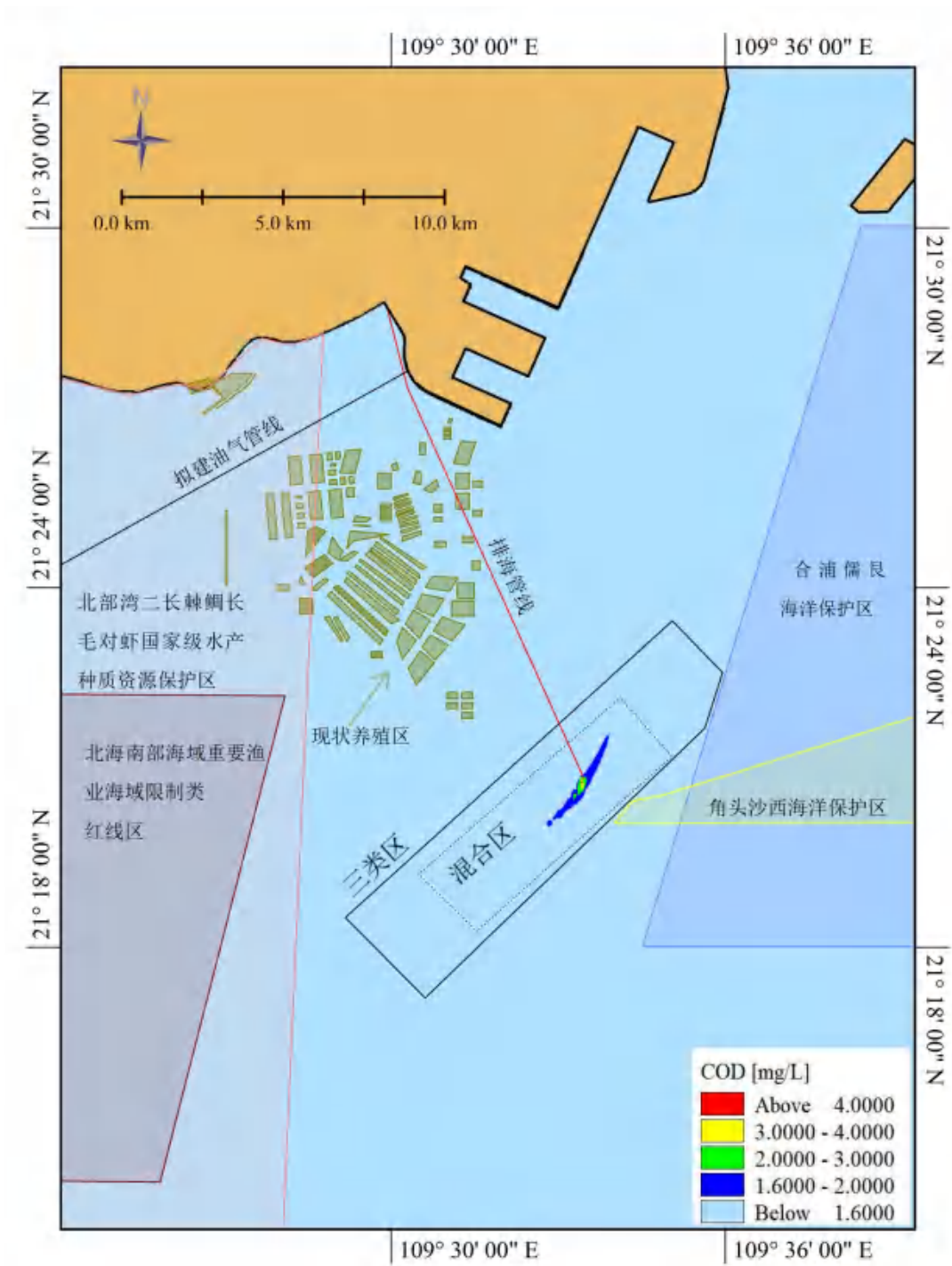


图 7.2-10 正常排放规划岸线 COD 影响范围

4. 石油类对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的石油类扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m³/d，排放浓度为 2mg/L，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，石油类的本底值为 0.043 mg/L，以此为本底进行

叠加。由图表中可以看出，规划岸线下叠加本底值后排污口排放的石油类超过三类海水水质标准（0.3mg/L）的面积为 0.05 km²，影响范围如表 7.2-11 和图 7.2-11 中所示。

表 7.2-11 正常排放石油类对水环境的影响

污染因子	边界	本底值 (mg/L)	影响面积(km ²)			
			>0.3mg/L 三类水质标准	>0.2mg/L	>0.1mg/L	>0.08mg/L
石油类	现状岸线	0.043	0.05	0.05	0.82	2.12
	规划岸线		0.05	0.06	0.98	2.55

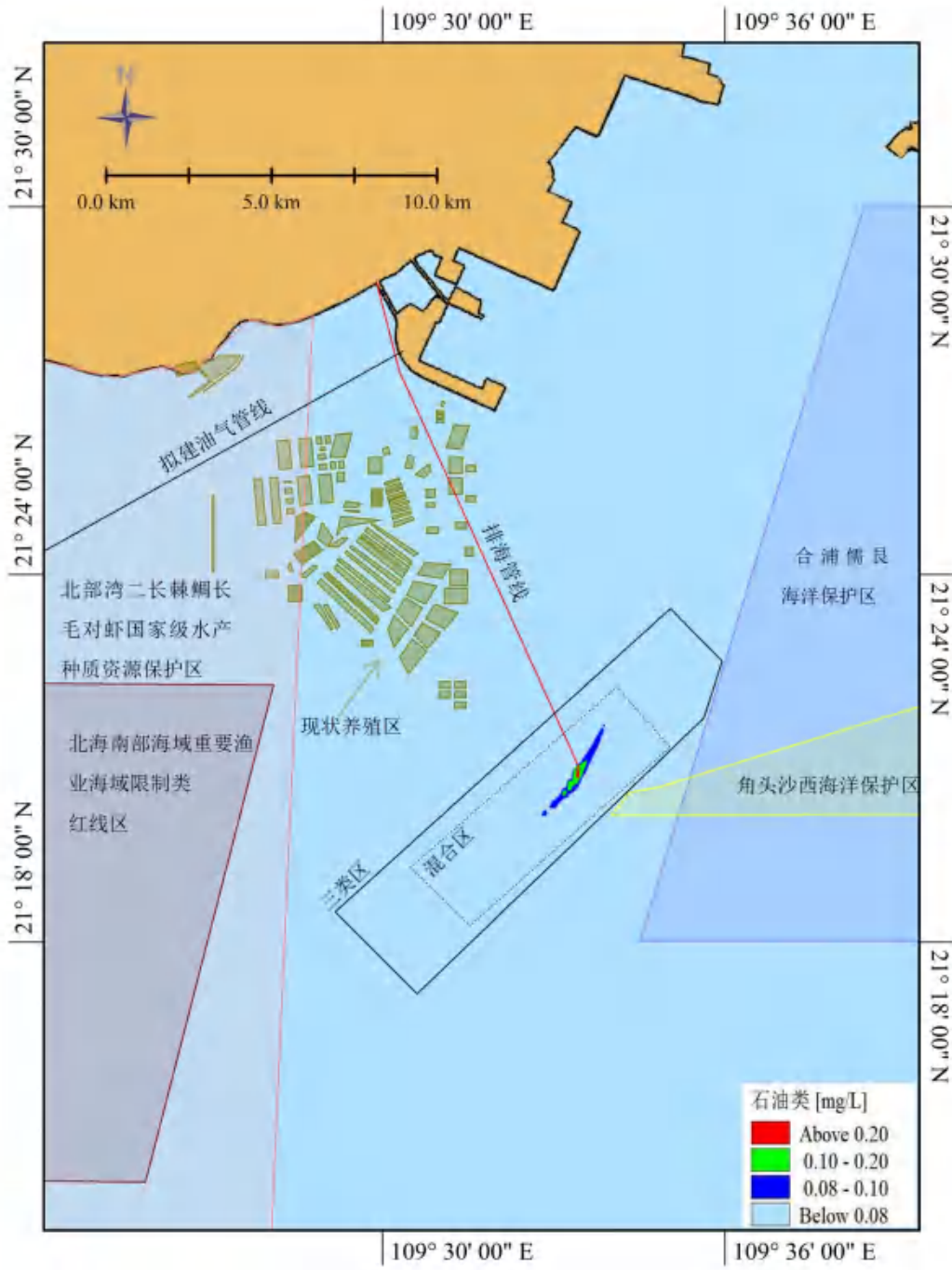


图 7.2- 11 正常排放现状岸线石油类影响范围

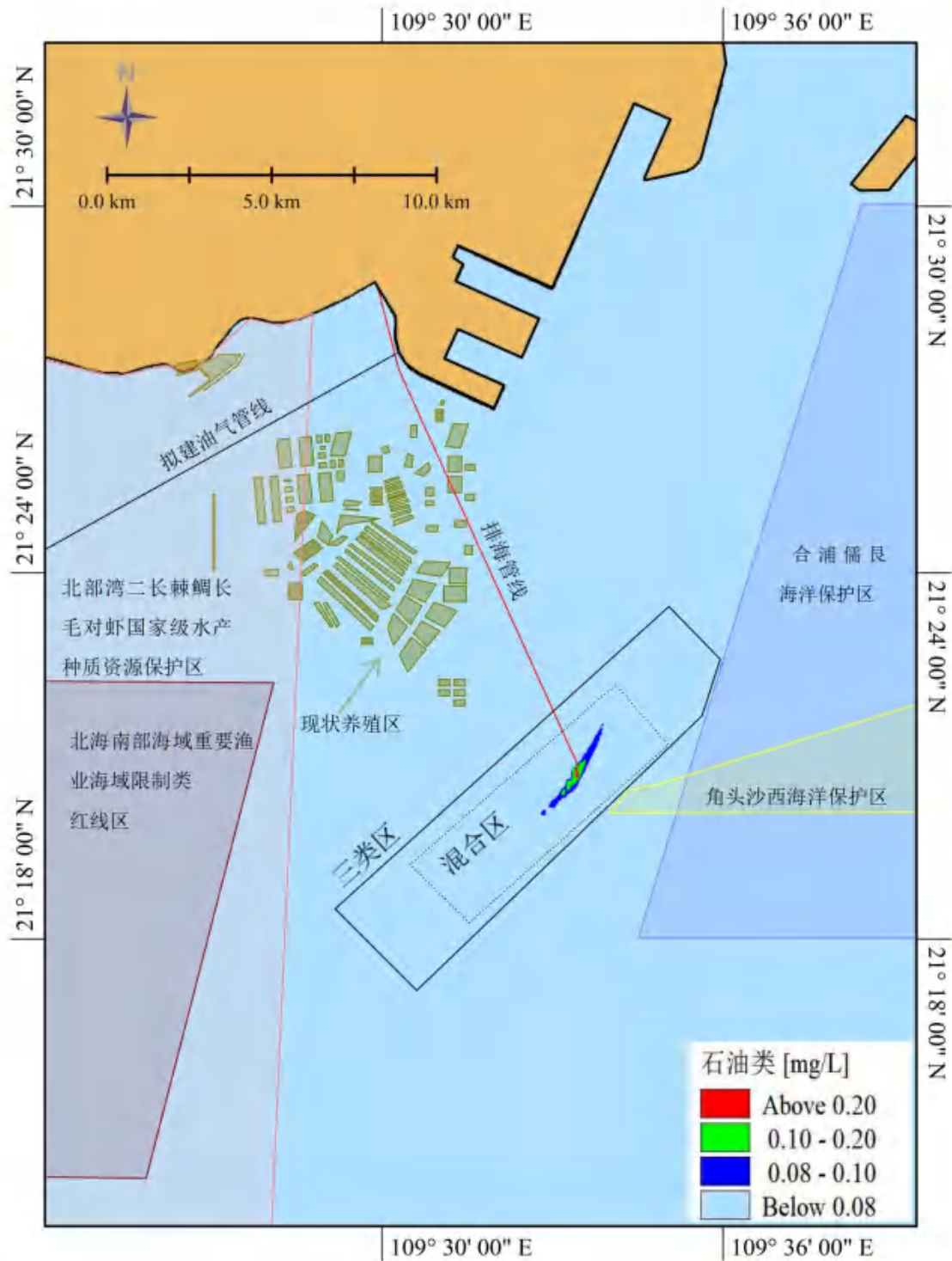


图 7.2- 12 正常排放规划岸线石油类影响范围

5. AOX 对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的 AOX 扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m³/d，排放浓度为 6mg/L，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，AOX 的本底值为 0.470 mg/L，以此为本底进行叠加。由图表中可以看出，规划岸线下叠加本底值后排污口排放的 AOX 超过 1mg/L 的面积为 0.13 km²，影响范围如表 7.2-11 和图 7.2-13、图 7.2-14 中所示。

表 7.2-12 正常排放 AOX 对水环境的影响

污染因子	边界	本底值 (mg/L)	影响面积(km ²)		
			>2mg/L	>1.5mg/L	>1mg/L
AOX	现状岸线	0.470	0.04	0.06	0.11
	规划岸线		0.05	0.07	0.13

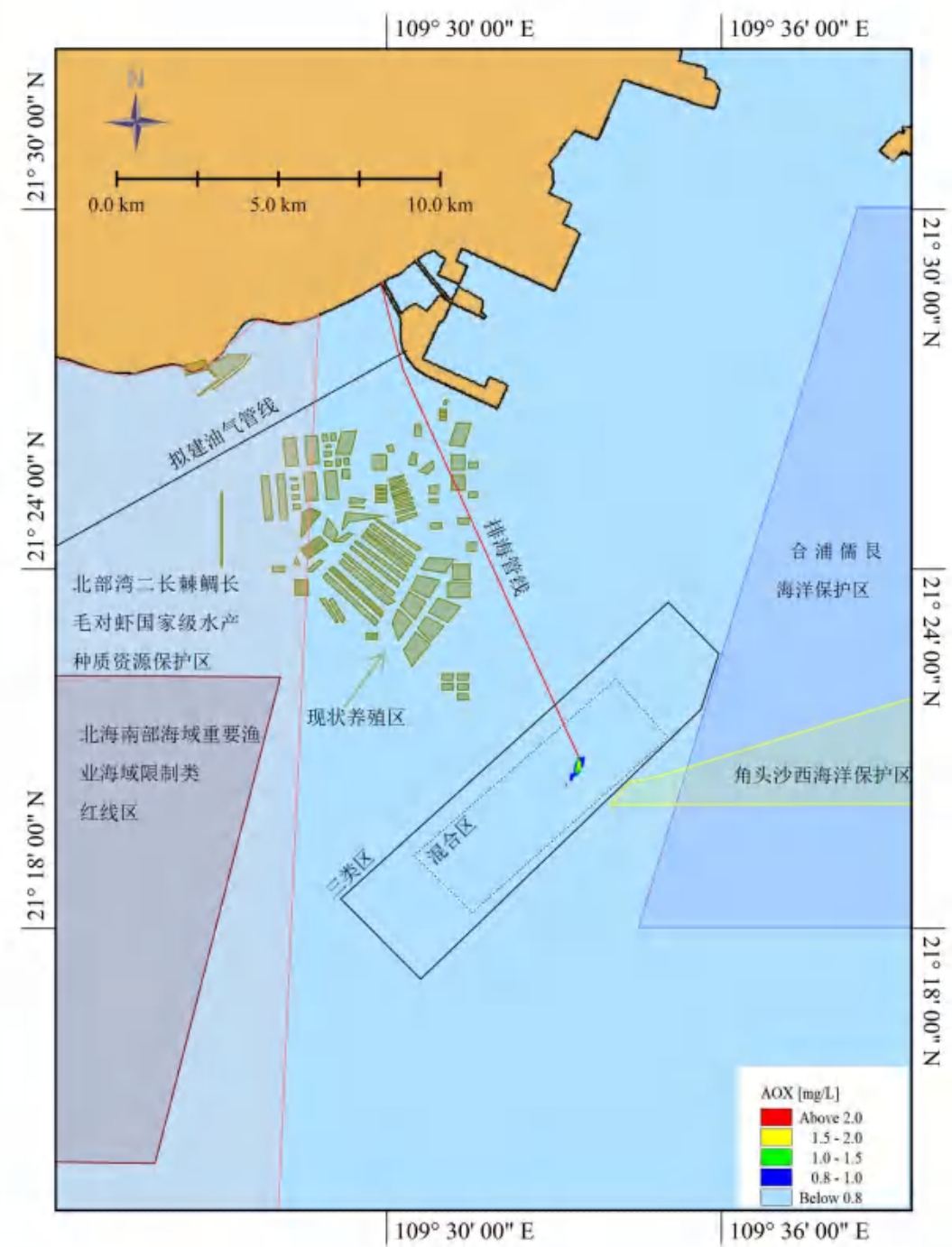


图 7.2-13 正常排放现状岸线 AOX 影响范围

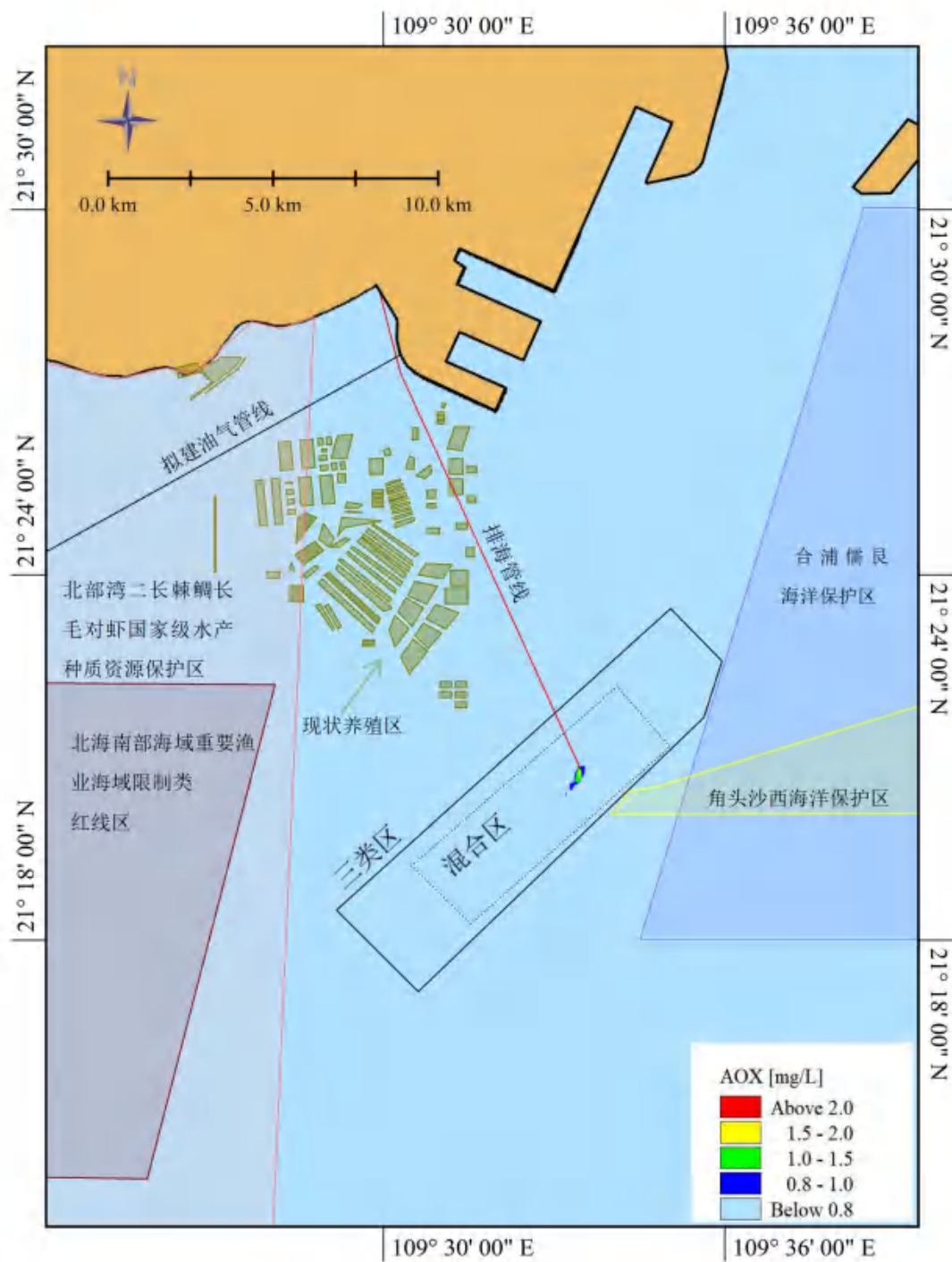


图 7.2-14 正常排放规划岸线 AOX 影响范围

7.2.2.3 污染物非正常排放预测结果

1. 无机氮对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的无机氮扩散连续进行 30 个潮周预

测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m^3/d ，排放浓度为 20mg/L，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，无机氮的本底值为 0.007 mg/L，以此为本底进行叠加。叠加本底值后无机氮对水环境的影响预测结果见图 7.2-15 及表 7.2-13。由图表中可以看出，现状岸线下叠加本底值后排污口排放的无机氮超过三类海水水质标准（0.4mg/L）的面积为 3.05 km^2 。

表 7.2-13 非正常排放无机氮对水环境的影响

污染因子	本底值 (mg/L)	影响面积(km^2)		
		>0.5mg/L 四类水质标准	>0.4mg/L 三类水质标准	>0.3mg/L 二类水质标准
无机氮	0.007	1.53	3.05	8.88

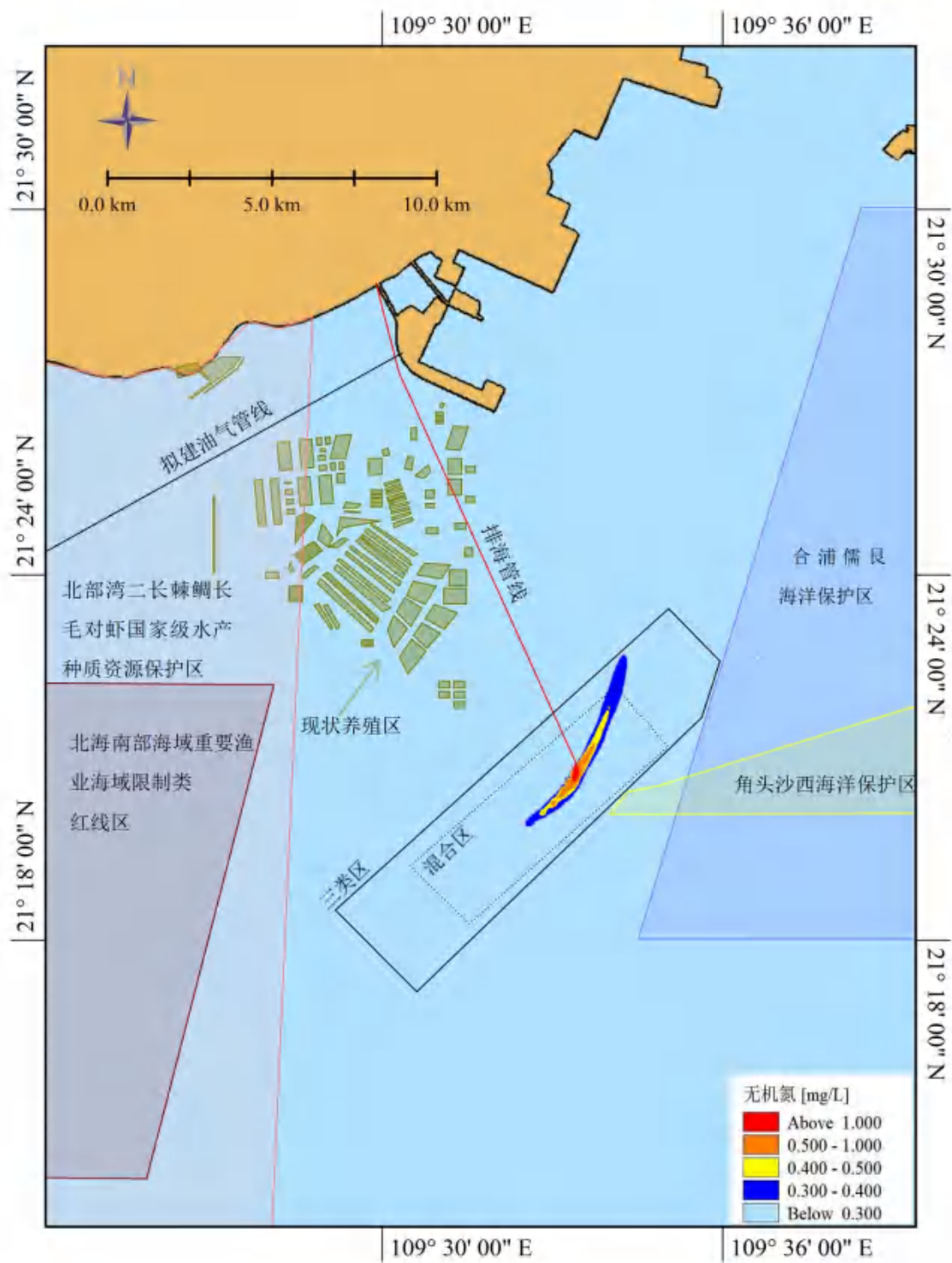


图 7.2-15 非正常排放无机氮影响范围

2. 活性磷酸盐对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的活性磷酸盐扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m^3/d ，排放浓度为 1.5mg/L ，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，活性磷酸盐的本底值为 0.006mg/L ，以此为本底

进行叠加。由图表中可以看出，现状岸线下叠加本底值后排污口排放的活性磷酸盐超过三类海水水质标准（0.03mg/L）影响面积为 3.34km²。影响范围如表 7.2-14 和图 7.2-16。

表 7.2-14 非正常排放活性磷酸盐对水环境的影响

污染因子	本底值 (mg/L)	影响面积(km ²)		
		>0.05mg/L	>0.04mg/L	>0.03mg/L 三类水质标准
活性磷酸盐	0.006	0.79	1.37	3.34

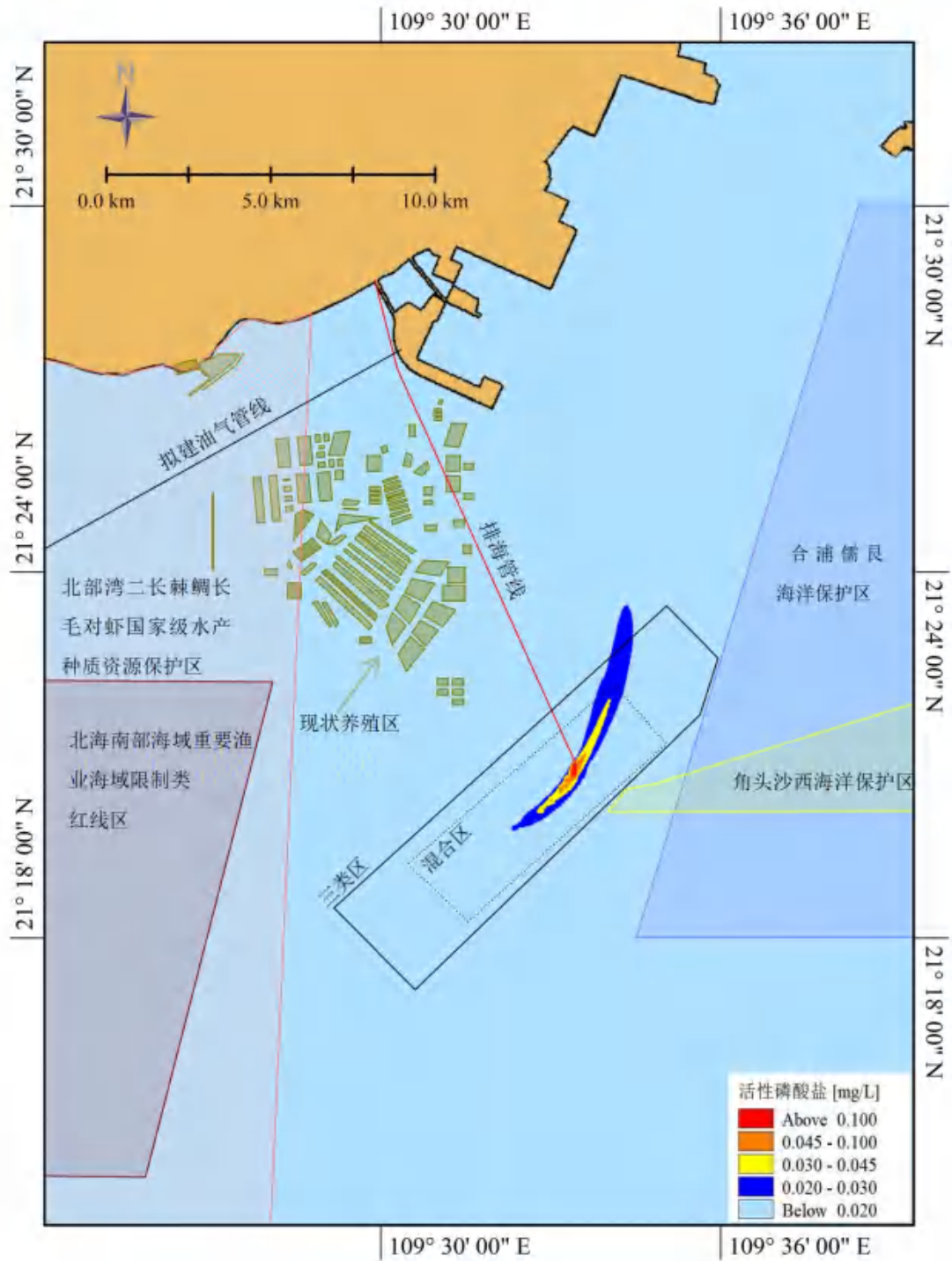


图 7.2-16 非正常排放活性磷酸盐影响范围

3.COD 对水环境的影响

采用污染物扩散方程对拟选排污口排放的 COD 扩散连续进行 30 个潮周预测计算，达标尾水排放量约为 60 万 m^3/d ，排放浓度为 200mg/L ，以此为源强进行计算。

根据环境现状本底分析，COD 的本底值为 1.21 mg/L ，以此为本底进行叠加。由图表中可以看出，现状岸线下叠加本底值后排污口排放的 COD 超过三类

7.2.3 污染物对周边保护目标的影响

为了分析达标尾水中污染物对水环境的影响大小，在此，设置一系列参量来进行分析：

（1）环境容余浓度：即排污海域海水水质标准浓度限值与现状浓度的差，表示排污海域水质达到水质功能区划标准浓度所允许容纳污染物浓度的余量（环境容余浓度=海水水质标准浓度-现状浓度）；

（2）安全稀释度：即污染物排放浓度与环境容余浓度之比，表示同一个排放量的达标尾水中不同浓度的污染物对该海域所允许容纳同一污染物的浓度余量的影响无量纲数（水质影响系数=排放浓度 / 环境容余浓度）。

根据 A5 排放口的实际情况，排放口水质按三类管理，安全稀释度也按照三类进行计算，结果见表 7.2-16。从表可见，水质影响系数从大到小的污染因子依次为：无机氮>活性磷酸盐> COD_{Mn}=石油类。

表 7.2-16 A5 排放口达标尾水中污染因子对水环境的影响能力比较表

污染因子	现状本底	排放浓度	三类海水水质标准 (mg/L)	安全稀释度	影响大小排序
无机氮	0.070	15	0.4	45.5	1
活性磷酸盐	0.006	0.5	0.03	20.8	2
COD _{Mn}	1.210	21.67	4	7.8	3
石油类	0.043	2	0.3	7.8	3

本次主要对安全稀释度最大的无机氮为代表因子进行分析，计算中边界控制浓度以海水水质标准中的一类水来控制的，即无机氮浓度为 0.2mg/L，同时由于铁山湾内分布有多个环境敏感目标，包括：合浦儒艮海洋保护区、角头沙西海洋保护区、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区和北海南部海域重要渔业海域限制类红线区，污染物的影响应满足相应保护区的水质管理要求。

如图 7.2-18 所示，根据计算结果，A5 深海排放管工程无机氮以 0.2 mg/L 最大包络线距合浦儒艮海洋保护区最近距离约 2.7km；距角头沙西海洋保护区最近距离约 1.2km；距北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区最近距离约 8.0km，距北海南部海域重要渔业海域限制类红线区最近距离约 6.7km。

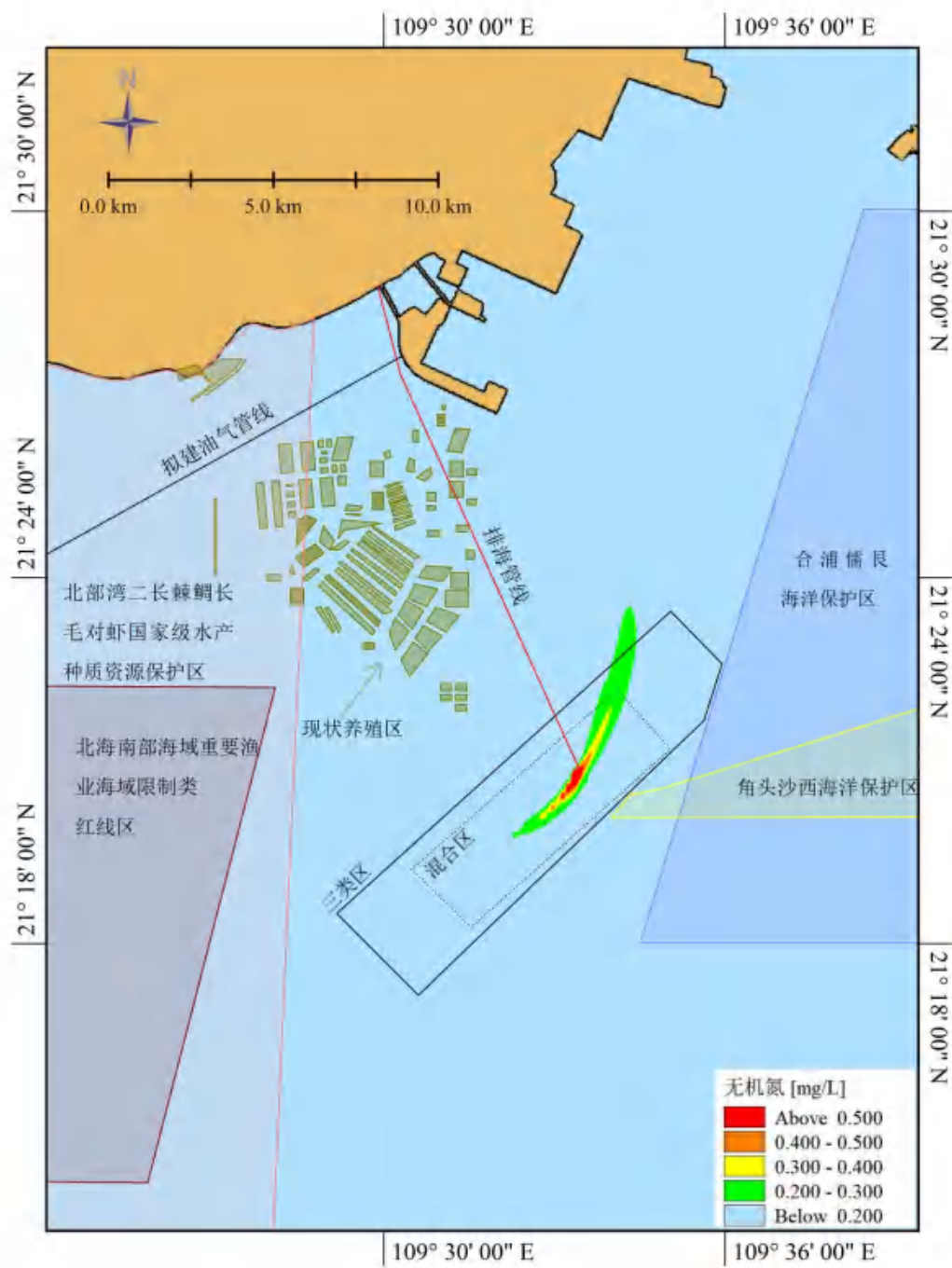


图 7.2-18 无机氮影响范围

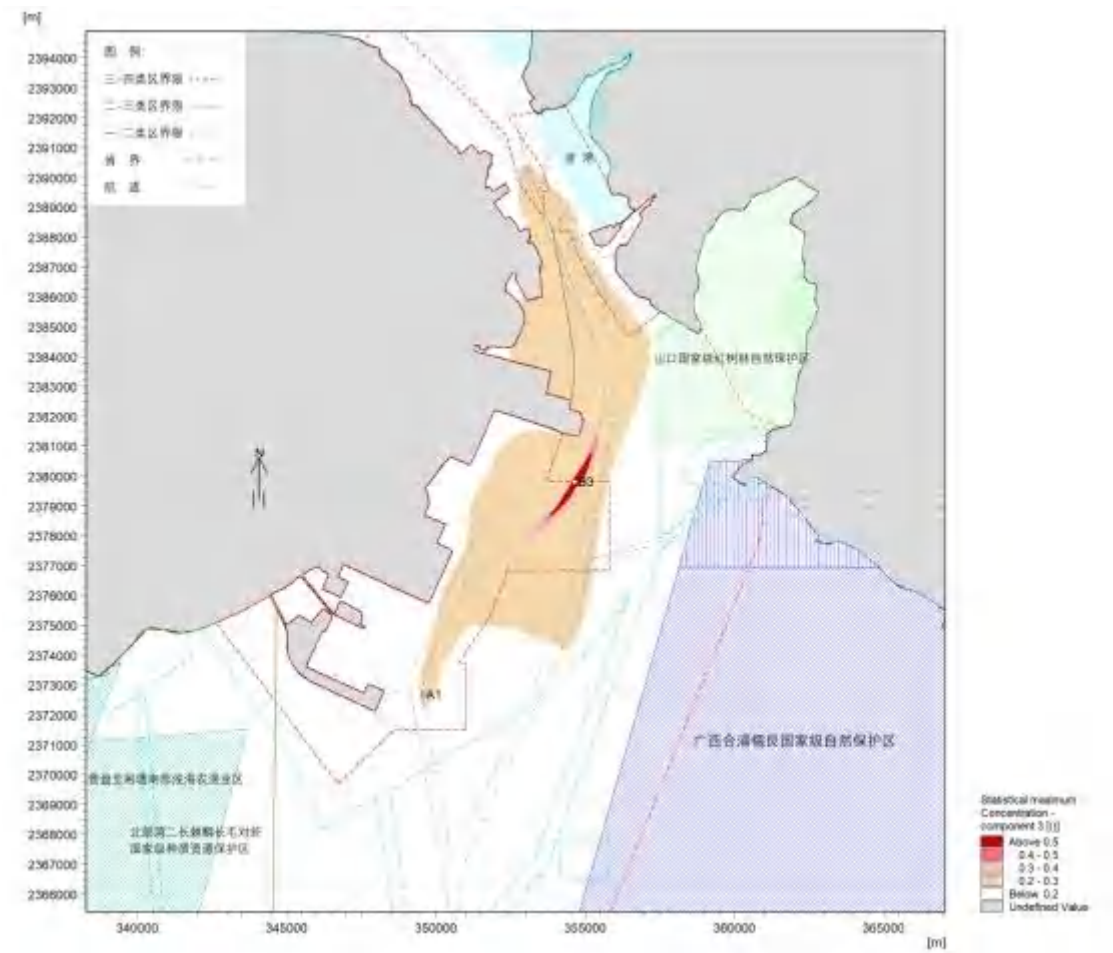
7.3 排放口环境容量计算

本小节引用《基于推进广西重大项目落地入海排污区（口）选划研究——之北海铁山港区》（2021 年 9 月）结论。

7.3.1 已有排放口 B3 环境容量

1、按照现有环境管理要求计算 B3 环境容量

考虑周边的环境保护目标，得出当影响系数最大的污染因子无机氮经 B3 排放口排放后，最大允许排放量约 15 万 m³/d，此时的混合区面积为 0.63km²，限制因素主要是山口国家红树林自然保护区。规划岸线实施后，最大允许排放量约 11 万 m³/d。图 7.3-1、图 7.3-2 分别为达到最大允许排放量时无机氮的影响范围图。



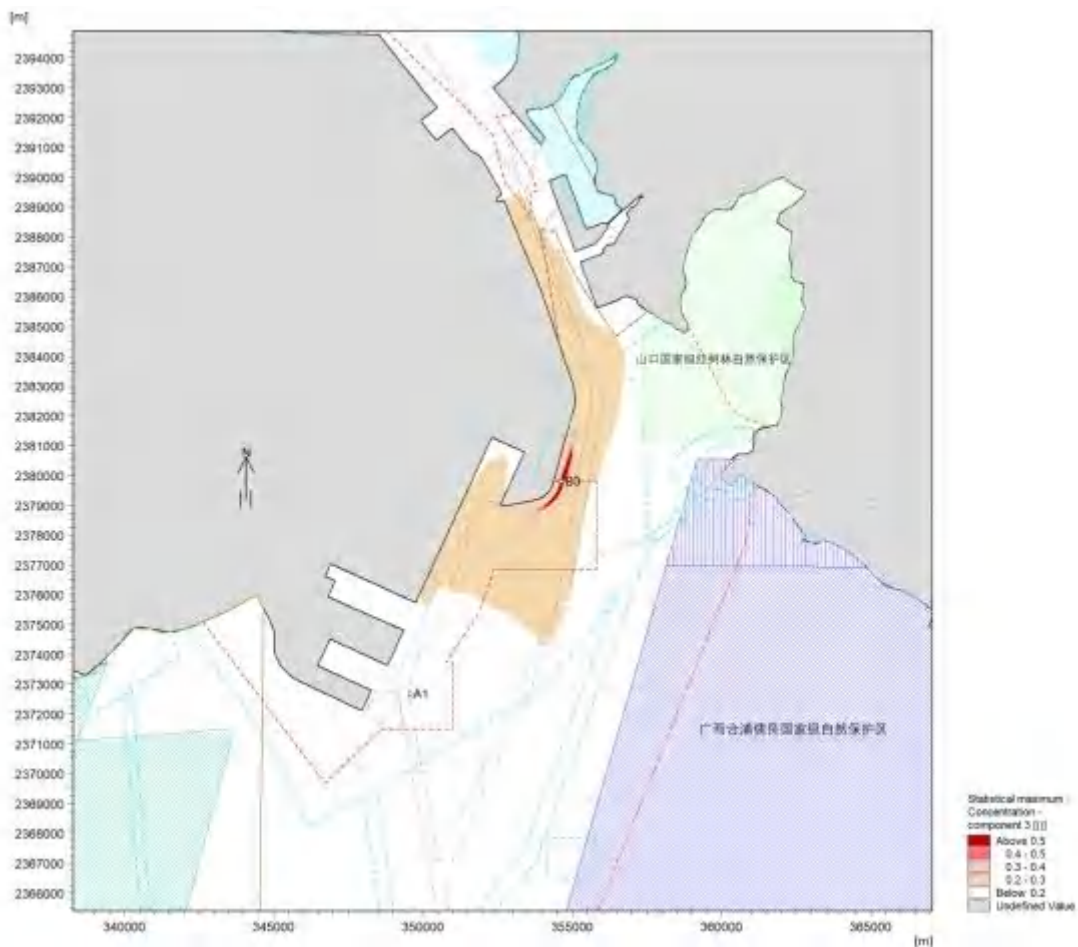


图 7.3-2 规划岸线排放口 B3 达到 11 万 m³/d 时无机氮的影响分布

2、突破现有环境管理要求计算 B3 环境容量

若突破现有环境管理要求，得出当影响系数最大的污染因子无机氮经 B3 排放口排放后，最大允许排放量约 27 万 m³/d，限制因素主要是满足混合区面积小于 1.44km² 的要求。规划岸线实施后，考虑以上限制条件，最大允许排放量约 25 万 m³/d。图 7.3-3、图 7.3-4 分别为达到最大允许排放量时无机氮的影响范围图。

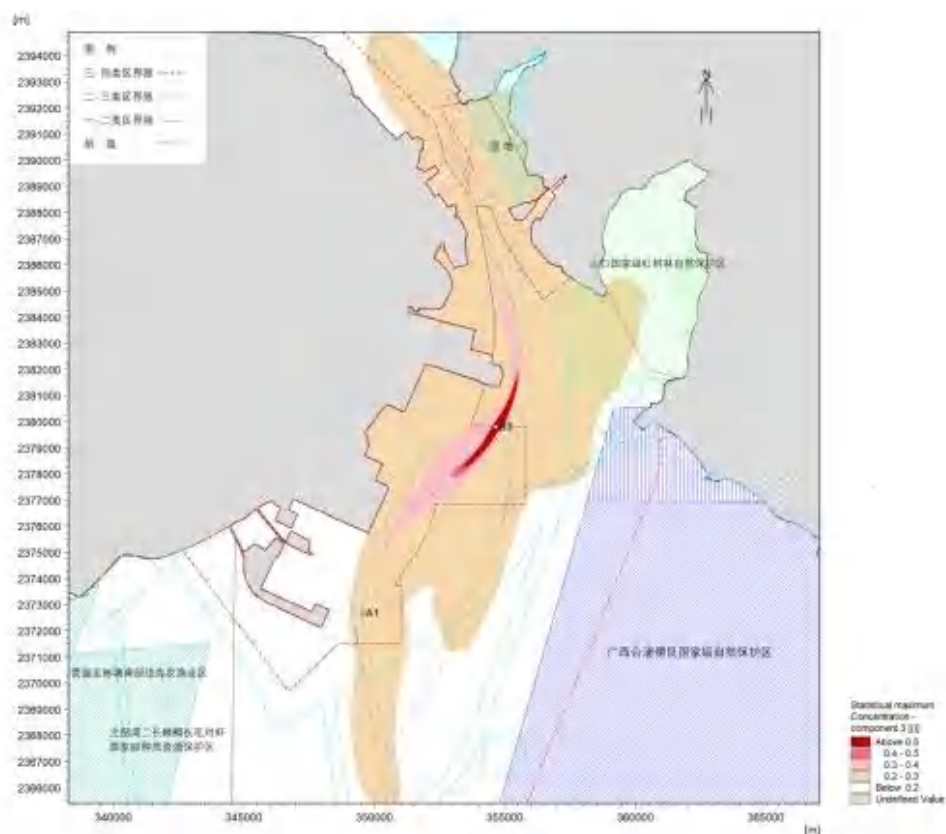


图 7.3-3 现状岸线排放口 B3 达到 27 万 m^3/d 时无机氮的影响分布

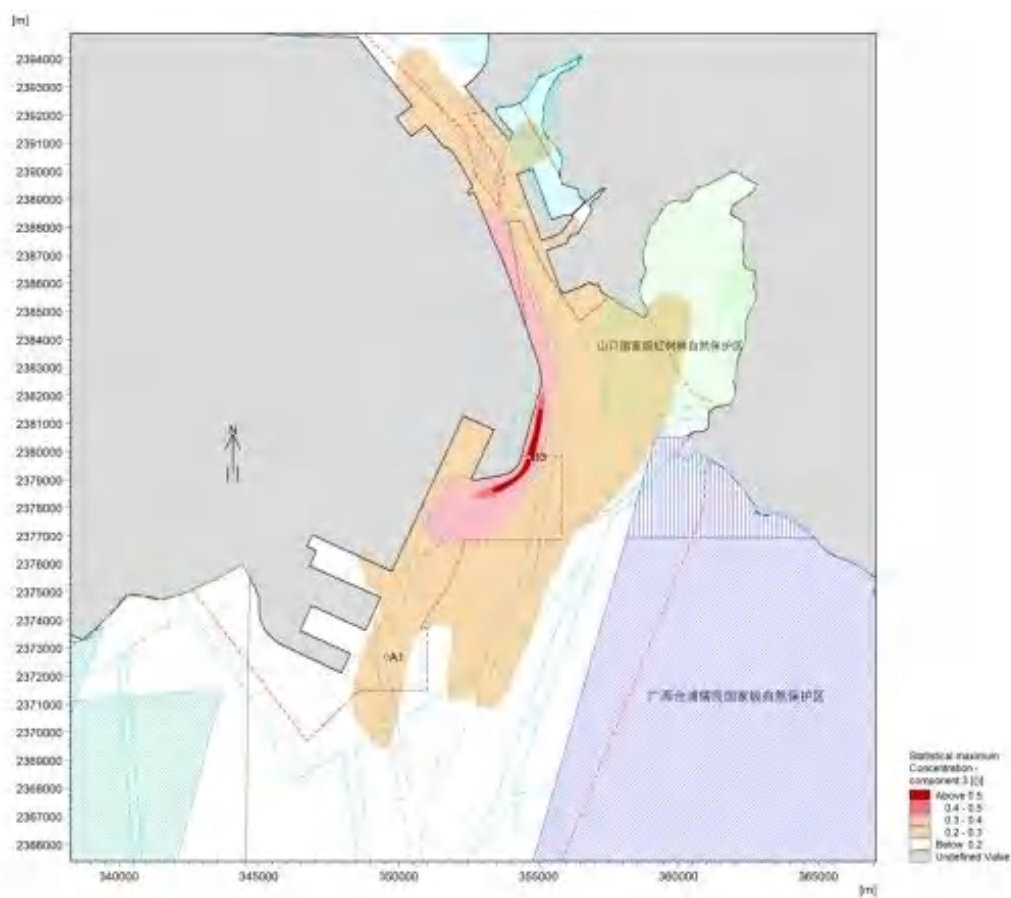


图 7.3-4 规划岸线排放口 B3 达到 25 万 m^3/d 时无机氮的影响分布

3、排放口 B3 环境容量结论

- (1) B3 排污口核准污水排放总量为 23.2 万 m^3/d ;
- (2) 采用符合铁山湾现状的岸线、地形、水文观测资料以及水质环境本底值对 B3 排放口重新核算环境容量;
- (3) 现状条件下 B3 最大允许排放量为 15 万 m^3/d 。
- (4) 后续对环境本底尤其是无机氮进行削减, 仍可实现 23.2 万 m^3/d 的排放量。

7.3.2 单独考虑排放口 A5 时的环境容量

本次容量研究中对环境影响较小的方案以及分区域选取代表方案进行容量反演计算。

1、最大混合区控制要求

根据前述本海域最大混合区控制要求可知, A5 混合区最大面积按 $\leq 3.0 \text{ km}^2$ 控制。

2、环境本底资料选取

根据 2017 年~2020 年的连续监测数据进行本区域的本底值选取, 得到容量反演计算中无机氮以 0.149mg/L 作为环境本底资料进行预测。

3、混合区边界控制浓度

排污口水环境容量计算是依据确定的海域水质控制目标, 通过控制最大混合区边界浓度, 利用潮流数值模拟和污染物扩散数值模拟计算排污口的最大允许排放量。

本次分析中主要对安全稀释度最大的无机氮为代表因子进行排水量容量反演计算, 计算中混合区边界的边界控制浓度是以近岸海域环境功能区划中的三类水质目标来控制的, 即无机氮浓度为 0.4mg/L , 同时由于铁山湾内分布有多个环境敏感目标, 还应满足相应保护区的水质管理要求。

4、排污口水环境容量以排放口附近站位现状监测结果中最大值作为环境本底值, 通过污染物扩散数值模拟, 在混合区边界水质控制下, 计算各污染物的最大允许排放量。

本次通过数值模拟反演计算, 得出当污染因子无机氮经各排放口排放后, 混合区范围达到各自最大控制面积并满足相应保护区的水质要求时, 经排口排放的

最大允许水量。结果显示，在满足混合区面积要求及不影响到附近保护区的前提下，影响范围见图 7.3-5，位于航道拐弯处深水区的 A5 最大允许排放量可达到 60 万 m^3/d 。

总的来看，当污水水质执行一级 A 标准，按本研究报告无机氮安全稀释度最大时，拟选排口 A5 最大允许排放量约 60 万 m^3/d ，其所形成的混合区面积分别为 1.87 km^2 。

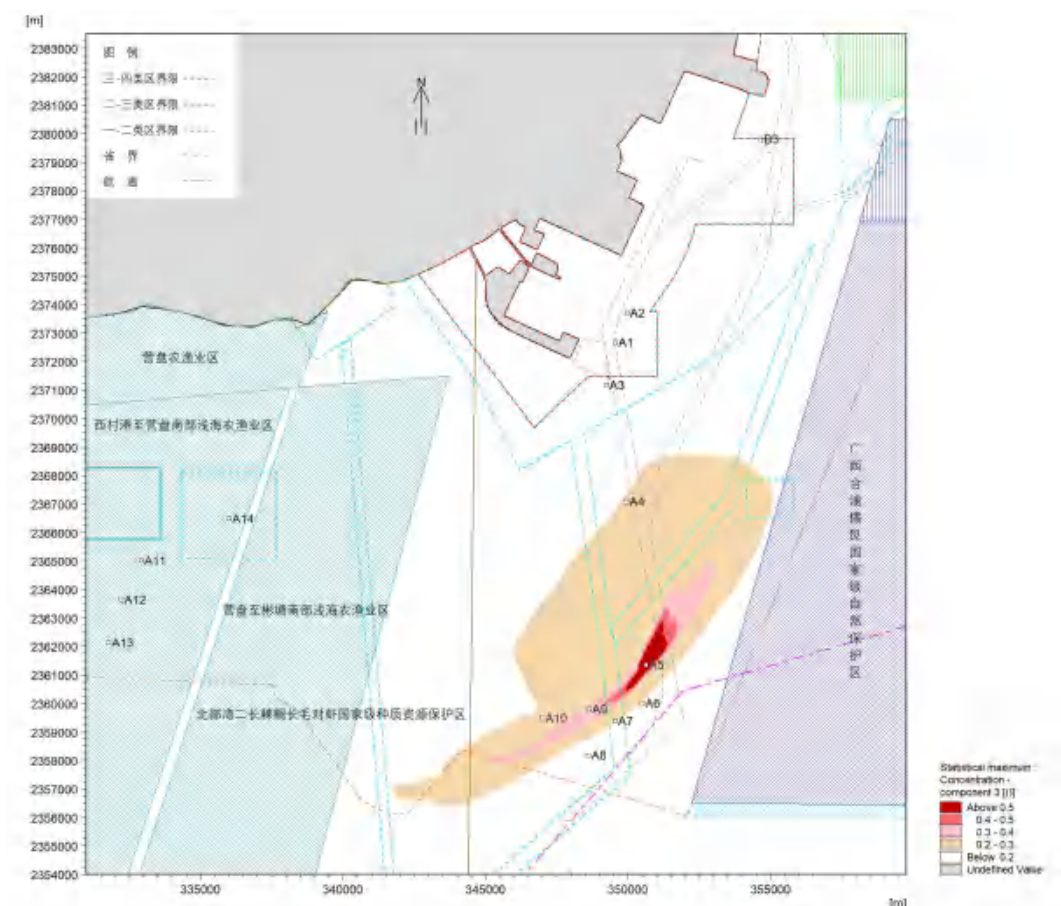


图 7.3-5 A5 最大允许排放量时无机氮的影响范围

7.3.3 考虑 B3 同时排放时排放口 A5 的环境容量

1、按照现有环境管理要求计算 A 口环境容量

由于铁山湾内已建有 B3 排污口，若同时排放将会造成污染物的叠加影响，因此在选择与计算排放口 A5 时，应将排污口 B3 一并考虑。

将以上单独计算的排放口 A5 方案的最大允许排放量 60 万 m^3/d 与 B3 最大允许排放量 15 万 m^3/d 同时排放分别进行计算，若同时满足 B3 的容量限制条件与 A5 的限制条件，则视为各方案的真正环境容量。

结果显示，A5 与 B3 同时排放时，最大允许排放量没有明显变化。

A5 位于航道拐弯内测的深水区，扩散条件较好，环境容量也相对较大，作为排污口设置区是合理的。

2、突破现有环境管理要求计算 A 口环境容量

根据前述排放口 B3 的容量计算结果，若突破现有环境管理要求，仅考虑混合区控制因素，排放口 B3 最大允许排放量为 27 万 m^3/d 。将 B3 排放量分别按照 27 万 m^3/d 、23.2 万 m^3/d 、15 万 m^3/d 计算，排放口 A5 与 B3 距离较远，混合区相互不受影响。

表 7.3-1 B3 与 A5 同时排放时计算方案 单位：万 m^3/d

计算方案	固定排放口	固定排放量	固定排放口	变化排放量
	B3	27	A5	60
	B3	23.2	A5	60
	B3	15	A5	60

7.3.4 小结

根据计算结果及以上规律，推荐最优方案：减少排污口数量，将排污口设置在湾外，即 B3+A5，B3=15 万 m^3/d ，A5=60 万 m^3/d ，总排水量 T=75 万 m^3/d 。

7.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

7.4.1 施工期海洋沉积物影响分析

施工过程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，而细颗粒部分在随潮流向边滩运移过程中遇到涨息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。

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

根据沉积物现状调查结果可知，工程周围海域的沉积物环境状况良好，工程周围的沉积物质量基本满足一类沉积物标准，重金属等污染物的浓度含量较低，可见，施工期疏浚底质扰动后沉积物中扩散出来的重金属等污染物对周围生态环境的影响较小。

本项目施工船舶污水和垃圾不外排，对海域水质的影响不大，对沉积物环境基本上没有影响。

7.4.2 营运期海洋沉积物影响分析

根据沉积物质量现状调查结果，工程所在海域沉积物质量良好，符合一类标准要求。根据营运期水环境影响分析结果项目所在海域主要污染因子为营养盐，因此要严格落实有关措施的前提下，其影响范围不会超过混合区的范围。因此，营运期达标尾水深海排放对环境的影响主要集中在混合区范围内，不会对其他海域沉积物环境造成直接的不良影响。

本工程采用钢管内、外采用0.8mm 厚的双层熔结环氧粉末进行防腐，法兰接头外部采用钢套箱+水下混凝土包封进行防腐，本工程排海管道无需另外采用阴极保护措施，因此对周边海洋沉积物影响不大。

7.5 海洋生态环境影响预测与评价

7.5.1 海洋生态损失计算

7.5.2 施工期生态环境影响损失计算

7.5.2.1 管道施工占海对底栖生物的影响分析

根据工程分析管道施工占用海域面积约 64.776ha（深水段海域管道施工过程中沟槽埋管占海面积 39.776hm²、浅水段海域管道及临时水上作业区施工占海 25hm²），此范围内的深水段的底栖生物和浅水段的潮间带生物将永久丧失。依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）第 6.4.2.1 款各种类生物资源损害量按如下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i——第 i 种类生物资源受损量，单位为千克（kg）；

D_i——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为：kg/km²；

S_i——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km²。

生物量计算以 2021 年 3 月、2021 年 9 月、2021 年 11 月、2022 年 2 月由广西壮族自治区海洋环境监测中心站、国家海洋局北海海洋环境监测中心站在工程海域监测鱼卵密度平均值 7.39 粒/m³、仔稚鱼密度平均值 2.28 尾/m³、底栖生物平均值 168.23g/m²、潮间带生物平均值 261.05g/m² 为依据。

因此，底栖生物一次性损害量为： $39.776\text{ha} \times 168.23\text{g/m}^2 = 66913.18\text{ kg}$

潮间带生物一次性损害量为： $25\text{ha} \times 261.05\text{g/m}^2 = 65261.25\text{ kg}$

7.5.2.2 施工悬浮物对海洋生物资源的影响分析

海管施工过程造成局部海域悬浮物浓度增加会对海洋生物资源造成影响。在施工过程中，一部分泥沙与海水混合，形成悬沙含量很高的水团，从而大大地增加了水中悬浮物质的含量。水中所含悬浮物质增量的多少，是衡量水环境质量的指标之一，也是水生生物对其生存的水体空间的环境要素要求之一。

①对浮游植物的影响

从水生生态学角度来看，悬浮物质的增多，会对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，从而降低了海洋初级生产力，使浮游植物生物量下降。在水生食物链中，除了初级生产者浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物生物量有所减少；相应地以浮游动物为食的一些鱼类，也会由于饵料的贫乏而导致资源量下降；进而以捕食鱼类为生的一些高级消费者，会由于低营养级生物数量的减少，而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增多，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

②对浮游动物的影响

其次是对浮游动物的影响。据有关资料，水中悬浮物质含量的增多，对桡足类的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞桡足类的食物过滤系统和消化器官，尤其在其含量水平达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。而在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

③对鱼类的影响

水中悬浮物质含量过高，使鱼类的鳃腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据，悬浮物质的含量水平为 80000mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量水平为 6000mg/L 时，最多能存活一周；含量水平为 300mg/L 时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300mg/L ，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为，悬浮物质的含量在 200mg/L 以下

及影响较短期时,不会导致鱼类直接死亡。但在疏浚作业点中心区域附近的鱼类,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。

④生物资源损失量评估

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），对施工过程造成的生态损失进行分析和计算。

本方法适用于污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

一次性损害：污染物浓度增量区域存在时间少于 15 天（不含 15 天）；

持续性损害：污染物浓度增量区域存在时间超过 15 天（含 15 天）。

■一次性平均受损量评估

某种污染物浓度增量超过 GB11607 或 GB3097 中 II 类标准值（GB11607 或 GB3097 中未列入的污染物，其标准值按照毒性试验结果类推）对海洋生物资源损害，按公式计算：

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

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为（尾）、个（个）、千克(kg)；

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/km²）、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（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，单位为百分之（%）；生物资源损失率取值参见表 7.5-1。

n ——某一污染物浓度增量分区总数

表 7.5-1 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数	各类生物损失率（%）
---------------	------------

(B_i)	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

注：

(1) 本表列出污染物 i 的超标倍数(B_i)，指超《渔业水质标准》或超Ⅱ类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标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。

■持续性损害受损量评估

当污染物浓度增量区域存在时间超过15天时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

W_i ——第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以15），单位为个（个）。

■本项目产生悬浮物造成的渔业资源损失估算

海管施工产生的悬浮物扩散范围内对海洋生物资源的损害属于一次性损害。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的相关要求，本工程施工产生悬浮物造成的渔业资源损失估算如下（影响水深按 5m 计算）：

根据悬浮泥沙扩散预测结果，浓度 10-100mg/L 悬浮物最大可能影响面积约为 94.13km²，鱼卵、仔鱼损失率 5%，游泳动物损失率 1%；浓度 100-150mg/L

悬浮物最大可能影响面积约为 18.14 km²，鱼卵、仔鱼损失率 30%，游泳动物损失率 10%；浓度>150mg/L 悬浮物最大可能影响面积约为 9.41 km²，鱼卵、仔鱼损失率 50%，游泳动物损失率 20%；平均水深按 5m 计算，悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损失见表 7.5-2。

表 7.5-2 悬浮泥沙扩散造成的海洋生物资源损失

悬浮物扩散范围 (km ²)	渔业资源	资源密度	资源密度单位	损失率	影响水深 (m)	损失量(ind, kg)
94.13 (10~100mg/L)	鱼卵	7.39	ind/m ³	5%	5	17390517.5
	仔鱼	2.26	ind/m ³	5%		5312461.875
	游泳动物	1279.23	kg/km ²	1%		1204.14
18.14 (100~150mg/L)	鱼卵	7.39	ind/m ³	30%		20108190.00
	仔鱼	2.26	ind/m ³	30%		6142657.50
	成体	1279.23	kg/km ²	10%		2320.52
9.41(>150mg/L)	鱼卵	7.39	ind/m ³	50%		17384975.00
	仔鱼	2.26	ind/m ³	50%		5310768.75
	成体	1279.23	kg/km ²	20%		2407.51

由表可知，悬浮泥沙扩散造成鱼卵损失量共计 54883682.50 粒，仔鱼损失量共计 16765888.13 尾，游泳动物损失量共计 5932.17 kg。

7.5.3 营运期生态损失计算

营运期生态损失为污染物对海洋生态的影响。

由工程分析可知，铁山港工业区入海排污口工程营运后对海洋环境的主要水污染因子为COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类等，数模计算了60万t/d排放量条件下各个水污染因子稀释扩散最大包络面积。其中无机氮超三类海水水质标准影响范围最大，为1.75km²。根据相关规定选取无机氮为评价对象。

根据前述分析，鱼卵密度平均值 2.1 粒/m³、仔稚鱼密度平均值 1.7 尾/m³。营运期排海区域影响水深平均按 5 米计算。

本项目营运后污染物排放造成的鱼卵、仔鱼损失估算如下：

根据数模计算无机氮浓度大超过三类海水水质标准（0.3mg/L）的面积为 1.75km²。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），本工程污染为持续污染源，污染物浓度增量区域超过 15d，应按 15 天为 1 个周期，鱼卵、仔鱼按 5%受损估算，游泳动物按 1%受损估算，浮游生物按 5%受损估算，则营运期生态损失量见表 7.5-3：

表 7.5-3 污染物扩散造成的海洋生物资源损失

污染物扩散范围 (km ²)	渔业资源	资源密度	资源密度单位	损失率	影响水深 (m)	损失量(ind, kg)
1.75 (>0.3mg/L)	鱼卵	7.39	ind/m ³	5%	5	323312.50
	仔鱼	2.26	ind/m ³	5%		98765.63
	游泳动物	1279.23	kg/km ²	1%		22.39
	浮游植物	47	g/m ²	5%		2056250
	浮游动物	4200	ind/m ³	5%		183750000

由表可知，污染物扩散造成鱼卵损失量共计 323312.50 粒，仔鱼损失量共计 98765.63 尾，游泳动物损失量共计 22.39 kg，浮游植物损失量共计 2056250kg，浮游动物损失量共计 183750000 kg。

可见本期工程的尾水排放对所在局部海域的渔业资源量有一定的影响，但这个数量对海域的补充群体影响不大，且海洋鱼类具有繁殖能力强、产卵多的特点，本工程取水过程不会导致该海域渔业资源的衰退。

7.5.4 生态损失货币化估算

7.5.4.1 生物损害赔偿等级、年限的确定

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），损害赔偿年限和倍数按不同海洋工程、海岸工程对占用海域影响的轻重而有不同规定：

（1）各类工程施工对海域生态环境造成不可逆影响的或对自然景观、自然保护区和珍稀动物造成影响的，其生物资源损害赔偿年限均按不低于 20 年计算。

（2）占用海域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年赔偿；占用 3 年～20 年的，按工程设计服务年限赔偿；占用 20 年以上的，按不低于 20 年或工程设计服务最高年限赔偿。

（3）一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍。

（4）持续性生物资源损害赔偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年计；实际影响年限为 3 年～20 年的，按实际影响年限计；影响年限持续时间

20 年以上的，赔偿计算时间不应低于 20 年或根据专家评估法按其实际年限计，本项目根据实际情况补偿年限按 20 年计算。

7.5.4.2 海洋生态补偿量

综上，本工程施工期及运营期一次性造成的生物损失量及生态补偿见表 7.5-4。

表 7.5-4 一次性生态损失量一览表

类型	施工期一次性损害		运营期一次性损害	合计
	施工占海	悬浮泥沙	污染物	
鱼卵（粒）		54883682.5	323312.5	55206995
仔鱼（尾）		16765888.13	98765.625	16864653.75
游泳动物（kg）		5932.173859	22.38652719	5954.560386
底栖生物（kg）	66913.176		14719.6875	81632.8635
潮间带生物（kg）	65261.25			65261.25
浮游植物（ind）			2056250	2056250
浮游动物（ind）			183750000	183750000

施工期由施工占海和悬浮泥沙造成的生物资源损害实际影响年限低于 3 年的，补偿年限按 3 年计；运营期由污染物造成的生物资源损害实际影响年限持续时间 20 年以上的，补偿年限按 20 年计。见表 7.5-5。

表 7.5-5 持续性生态损失量一览表

类型	施工期持续性损害		运营期持续性损害	合计
	施工占海	悬浮泥沙	污染物	
补偿年限（年）	3		20	
鱼卵（粒）		164651047.5	6466250	171117297.5
仔鱼（尾）		50297664.38	1975312.5	52272976.88
游泳动物（kg）		17796.52158	447.7305438	18244.25212
底栖生物（kg）	200739.528		294393.75	495133.278
潮间带生物（kg）	195783.75			195783.75
浮游植物（ind）			41125000	41125000
浮游动物（ind）			3675000000	3675000000

据此估算本工程海洋生物资源补偿量为：鱼卵为 171117297.5 粒，仔鱼为 52272976.88 尾，游泳动物 18244.25212kg，底栖生物 495133.278kg，潮间带生物 195783.75kg。鱼卵按 1%达到商品鱼苗，仔鱼按 5%达到商品鱼苗，则需要补偿的渔业资源量折合成商品鱼苗为 4324821.82 尾。

鱼苗价格按 0.8 元/尾计算，游泳动物、底栖生物、潮间带生物价格按 1 万元

t、则本工程的海洋生态环境补偿应为：1036.90 万元。

总的来说，项目施工属于短期行为，虽然会对周边海域生态系统造成短暂的影响，但是施工并不会长期改变现有海洋生态系统组成及现有水生生物种类，从生态环境角度分析，本项目是可行的。

7.5.5 小结

综合施工期和营运期对海洋生态环境的影响分析，共造成渔业资源经济损失合计为 1036.90 万元，应采取必要的生态影响减缓及补偿措施。

7.5.6 生物遗传多样性分析

工程附近海域生物遗传多样性综合评价如下：

(1) 从 16S rDNA 的分析结果看，所有种类表现为 A+T 含量高于 G+C 含量，鱼类的遗传多样性除赤鼻棱鳀较低外（0.00012），其它三个种分别为 0.00110、0.00179 和 0.00154，与已发表的鱼类的遗传多样性相比，均处于中等水平，而三种甲壳类除双斑螳多样性较高（0.00370），其它两种甲壳类的遗传多样性较低，分别为 0.00028 和 0.00077，本次调查的贝类的遗传多样性 0.00163 和 0.00257，均处于较高水平。

通过线粒体 COI 基因序列的分析结果来看，除拉氏狼牙虾虎鱼 G+C 含量（35%）较低外，其余三种鱼类的核酸碱基组成较为一致（G+C 含量为 43.4%~46.5%），不同种类间差异不大，群体内个体间遗传变异不大（0.4%~0.8%）。而甲壳类（日本鼓虾除外）的碱基组成和鱼类有显著差异，体现为 A+T 碱基的含量较高。鱼类和甲壳类的核苷酸多样性分别为 0.00207~0.00714 和 0.00093~0.00323，与已发表的其他同类相比，遗传多样性处于中等水平。

(2) RAPD 检验核基因多样性指标表明，调查海域内代表性生物的 Shannon 多样性指数 0.2630~0.3986，Nei 基因多样性指数为 0.1484~0.2635，与其它种类相比，遗传多样性指数处于中等偏上水平，RAPD 标记检测的多样性指数高于文献报道的其它种类的分析结果。

整体而言，所检测的水域的优势种类具有相对较丰富的遗传多样性，具有一定的适应环境变化的能力。

8 环境事故风险分析与评价

8.1 风险识别

根据《建设项目环境风险评价技术导则》，风险类型分为火灾、爆炸和泄漏三种类型。

本工程为海底管道工程，在施工过程中需要采用各类施工船舶进行施工，风险事故主要为施工期内发生的船舶溢油事故；另外施工船舶在工程位置作业或者行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故的可能性是比较大的，这类溢油事故对环境影响相对较小，但也会对水域造成油污染。因此，有必要对本工程可能发生的风险事故进行计算分析。

表 8.1-1 船用 180/380#燃料油性质

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

在营运期风险污染事故的类型主要反映在各企业尾水排放过程发生事故时造成排海管线发生破裂时发生的达标尾水泄漏引起的环境问题。

经识别，本项目环境风险主要来源于突发性事故溢油和管道破裂达标尾水泄露。

8.2 事故风险分析

8.2.1 风险因子分析

施工期船舶溢油事故风险因子为燃料油；营运期管道破裂事故选择无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类等常规因子，及毒理性较强的特征污染因子 AOX 作为代表性风险因子。

8.2.2 风险类型分析

施工期事故风险主要为船舶事故性燃料油泄露；营运期事故风险类型为受管道内外腐蚀、移动上浮、非正常抛锚引起的管线破裂，导致尾水从破裂处泄露入海。

8.2.3 风险源项分析

8.2.3.1 施工期船舶泄露源项分析

(1) 船舶风险事故概率分析

船舶风险事故概率按照交通部水运科所使用计算公式：

$$P = \frac{n \text{ 年水上交通事故数量}}{n \text{ 年船舶进出港艘次}} \times k$$

式中：

P—海损污染事故概率

k—为船舶发生海损性事故后导致的污染事故的概率，参考波罗的海的相关研究，k 值取 0.10。

根据广西海事局 2010 年~2018 年对运输性船舶事故的统计，2010~2018 年期间北海港港域共发生水上交通事故 42 起，详见表 8.2-1。

根据事故种类统计，2010 年~2018 年北部湾港共发生碰撞事故 17 起、搁浅事故 8 起、触损事故 6 起、浪损事故 1 起、火灾爆炸事故 3 起、风灾事故 1 起、自沉事故 6 起，可见，北海港域水上交通事故主要是碰撞和搁浅，占事故总数的 59.5%。结合北海港未来危化品运输特点，规划期间北海港可能发生的主要环境风险事故为船舶溢油事故、可溶性危化品泄漏事故和易燃易爆危化品火灾爆炸事故。

根据事故地点统计，北海港水上交通事故多发地为港区和航道附近海域，经咨询当地海事部门，港区及航道事故多发生于航道交叉处（此处船舶密集，易发生海难性事故），其次是码头前沿近岸水域（主要是操作性事故）。

本工程设计吞吐量为 900 万吨/年，码头营运期船型主要为 10 万吨级，每年将通过 10 万吨级船舶 90 艘，计算得船舶污染风险事故概率为 0.036 次/a。

表 8.2-1 2010~2018 年北海港海域事故种类统计

种类 年度	碰撞	搁浅	触礁	触损	浪损	火灾/爆炸	风灾	自沉	其他	合计
2010 年	3									3
2011 年	3									3

2012 年	2	2		1				1		6
2013 年	2					2		1		5
2014 年								2		2
2015 年	1						1	1		4
2016 年	1	5		2		1				9
2017 年	5	1		3				1		10
2018 年										0
合计	17	8	0	6	0	3	1	6	0	42

(2) 溢油可信风险事故规模统计分析

(1) 不同泄漏量事故比例分析

根据国际船东污染联合会（ITOPF）对近 30 年间（1975~2004）全球 9234 起溢油事故的统计资料，不同类型事故起数比例具有一定的统计规律，详见图 8.2-1 和

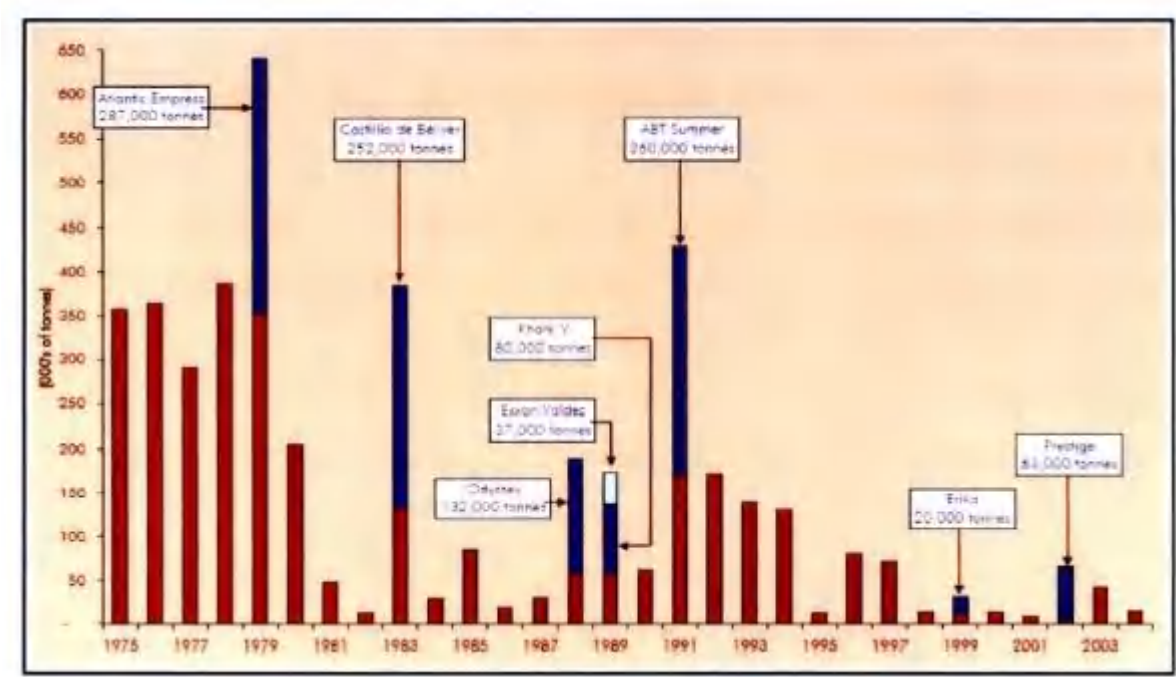


图 8.2-2。

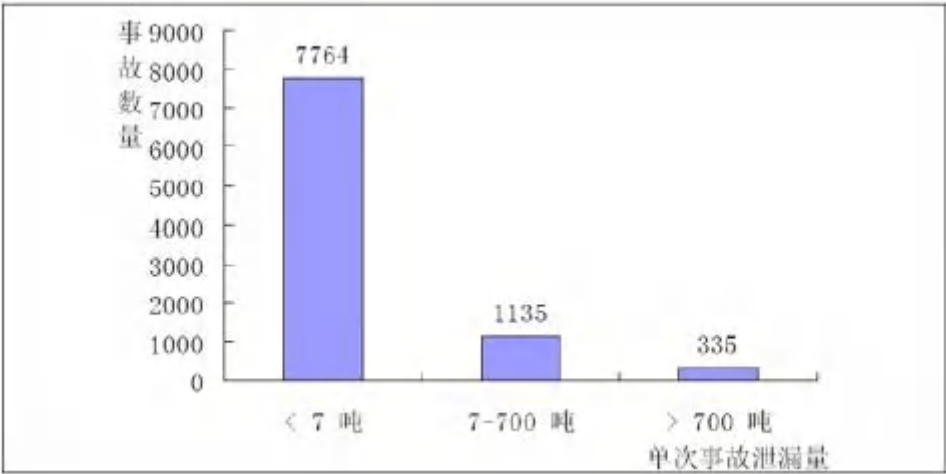


图 8.2-1 不同泄漏量事故起数比例统计分析图

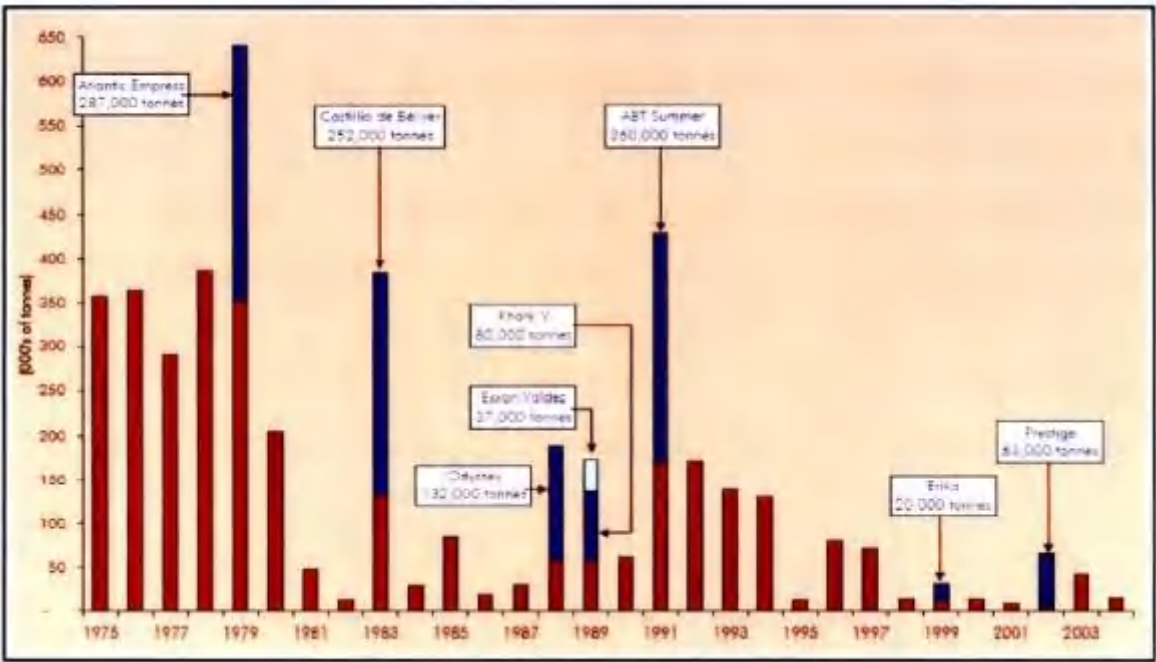


图 8.2-2 1975~2004 每年全球溢油总量及重大事故溢油量图

从图 8.2-1 中可以看出，小于 7 吨的溢油事故占到总事故数的 84.1%，7~700 吨的占 12.3%，泄漏量大于 700 吨的则占 3.63%。可见，溢油量小于 7 吨的溢油事故发生起数较多；大于 700 吨的事故虽然事故起数相对较少。

从

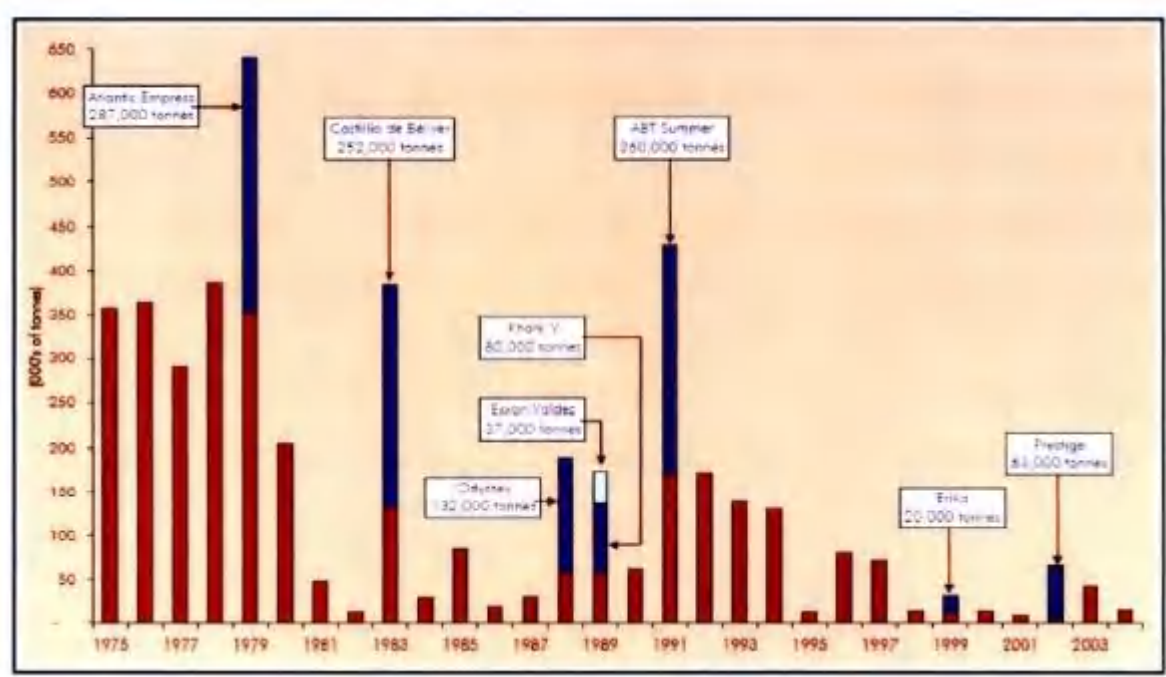


图 8.2-2 中可以看出，单次大型事故的溢油量对当年溢油总量的贡献较大，并且发生重大事故年份当年的溢油总量较为突出。可见重大溢油事故规模大、泄漏量大，一旦发生事故往往是灾难性的。

(2) 我国 50 吨以上船舶溢油事故分析

据 20 年的统计资料，我国沿海共发生大小船舶溢油事故 2635 起，其中溢油 50 吨以上的船舶溢油事故共 69 起，总溢油量 37077 吨，平均每年发生 3.5 起，平均每起污染事故溢油量 537 吨。统计数据见表 8.2-2。

表 8.2-2 20 年间我国船舶溢油事故档次表

溢油事故分档 (吨)	等级	溢油 次数	占总次数 (%)	溢油量	平均溢油量 (吨)	占总溢油量 (%)
0~100 (不含100)	一般	9	13	640	71	1.7
100~500 (不含500)	较大	43	62	10263	239	27.7
500~1000 (不含1000)	重大	10	15	7263	726	19.6
1000以上	特别 重大	7	10	18911	2701	51.0
总计		69	100	37077	537	100

我国 1974~1987 年间发生的溢油事故（除 1 次全船沉没外）的溢油量平均为船舶满载量的 2.5%。

(3) 溢油可信风险事故源强分析

根据本工程在施工期间的船舶分析,来确定本次预测过程中风险的源强。在施工期内,出于安全保守分析,当施工船舶发生事故性泄漏时,船内所有油料全部泄漏,根据施工船舶的作业效率要求,施工船舶载油量要保证 10 天的支持率,根据调查,在本工程施工期间施工船舶最大载油量约为 100 吨,其他施工船舶载油量均不会超过此,因此本次预测过程中以 100 吨作为油品的泄漏源强。

本次评价以燃料油作为风险因子,泄漏量取 100t。

8.2.3.2 营运期管道破裂源项分析

本工程为污水处理厂达标尾水排海管道工程,排海管道一旦发生破裂,达标尾水将不可避免通过破裂管道进行扩散。本次评价中考虑非正常情况下,管道破裂,达标尾水全部通过该破裂口向海域扩散,分析事故状态下对海洋环境的影响情况。在预测过程中,达标尾水取最大流量 60 万 m^3/d 作为泄漏源强,选取的无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类和 AOX 作为事故排放预测因子。

8.3 风险预测

8.3.1 溢油事故影响预测

8.3.1.1 预测模式

在第 7 章潮流场计算的基础上,采用拉格郎日法计算溢油漂移扩散影响范围,公式如下:

$$X=X_0+(U+\alpha W_{10}\cos A+r\cos B)\Delta t\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Y=Y_0+(V+\alpha W_{10}\sin A+r\sin B)\Delta t\ldots\ldots\ldots (2)$$

式中: X_0 、 Y_0 为某质点初始坐标(m);

U 、 V 为流速(m/s);

W_{10} 为风速(m/s);

A 为风向;

α 为修正系数;

r 为随机扩散项, $r=RE$, R 为 0~1 之间的随机数, E 为扩散系数;

B 为随机扩散方向, $B=2\pi R$ 。

海面溢油在其输运扩散的过程中,也同时经历着诸如蒸发和乳化等各种风化过程,直接导致油膜的理化性质的变化。

①蒸发

蒸发将使溢油量减少，同时改变溢油的密度和粘性等物理性质。依据 Stiver 和 Mackay (1985) 的参数化公式，溢油蒸发系数可定义为：

$$\theta' = \frac{k' A t}{V_0} = \frac{k' t}{\delta}$$

其中 $k' = 2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$ ， U_w 为海面以上 10 米处的风速，A 为油膜的面积， V_0 为溢油的初始体积，t 为时间。

②乳化

溢油的乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般可用含水率 Y_w 来表征乳化程度。

$$Y_w = \frac{1}{K_B} (1 - e^{-K_A K_B (1 + U_w)^{2t}})$$

其中， Y_w 为乳化物的含水量 (%)， $K_A = 4.5 - 10^{-6} U_K$ 风速， $K_B = \frac{1}{Y_w^F} \approx 1.25$ ， Y_w^F 是最终含水量，t 为时间。

8.3.1.2 预测情景和结果

(1) 预测源强

根据前面章节源项分析，在本次预测过程中，以 100 吨作为油品的泄漏源强。

(2) 预测情景

按照《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017) 要求，对工程附近气象站的历时风场资料分析的基础上，选择 N (冬季主导风)、S (夏季主导风)、ESE (不利风)、W (不利风) 作为本次溢油事故模拟的特征风场，各溢油点对应的不利风向见表。其中，主频风对应的风速以平均风速考虑；不利风向的选择以尽可能多的危害敏感目标为依据，其风速值则选取改风向下的历史风速最大值。

结合实际情况，分别对涨潮期、落潮期及冬、夏季以及不利风向的组合条件发生溢油事故进行预测分析，预测情景见表 8.3-1。

溢油事故发生位置选取①扩散器处、②路由中间、③浅水临时作业区三个代表区域，外溢物取燃料油作为代表位置。

海上溢油的运动及变化受其物理、化学和生物等过程的影响，而这些过程又与油类

的性质、海洋水动力环境及海洋气象环境等密切相关。溢油事故发生后，溢油应急部门将会迅速采取应急措施，从保守角度考虑以及为溢油应急部门的溢油应急提供技术依据，本报告预测了不同工况条件下发生的溢油事件在 72h 内溢油的时空分布变化情况。

表 8.3-1 施工期溢油风险事故预测情景

溢油事故位置	组合序号	潮期	代表风况	风向	风速 (m/s)
代表点 1 扩散器 (100t)	1	涨潮起	冬季主导风	N	3
	2	落潮起	冬季主导风	N	3
	3	涨潮起	夏季主导风	S	3
	4	落潮起	夏季主导风	S	3
	5	涨潮起	不利风 1	ESE	10.8
	6	落潮起	不利风 1	ESE	10.8
	7	涨潮起	不利风 2	W	10.8
	8	落潮起	不利风 2	W	10.8
代表点 2 路由中间 (100t)	9	涨潮起	冬季主导风	N	3
	10	落潮起	冬季主导风	N	3
	11	涨潮起	夏季主导风	S	3
	12	落潮起	夏季主导风	S	3
	13	涨潮起	不利风 1	ESE	10.8
	14	落潮起	不利风 1	ESE	10.8
	15	涨潮起	不利风 2	W	10.8
	16	落潮起	不利风 2	W	10.8
代表点 3 浅水临时作业 区 (100t)	17	涨潮起	冬季主导风	N	3
	18	落潮起	冬季主导风	N	3
	19	涨潮起	夏季主导风	S	3
	20	落潮起	夏季主导风	S	3
	21	涨潮起	不利风 1	ESE	10.8
	22	落潮起	不利风 1	ESE	10.8
	23	涨潮起	不利风 2	W	10.8
	24	落潮起	不利风 2	W	10.8

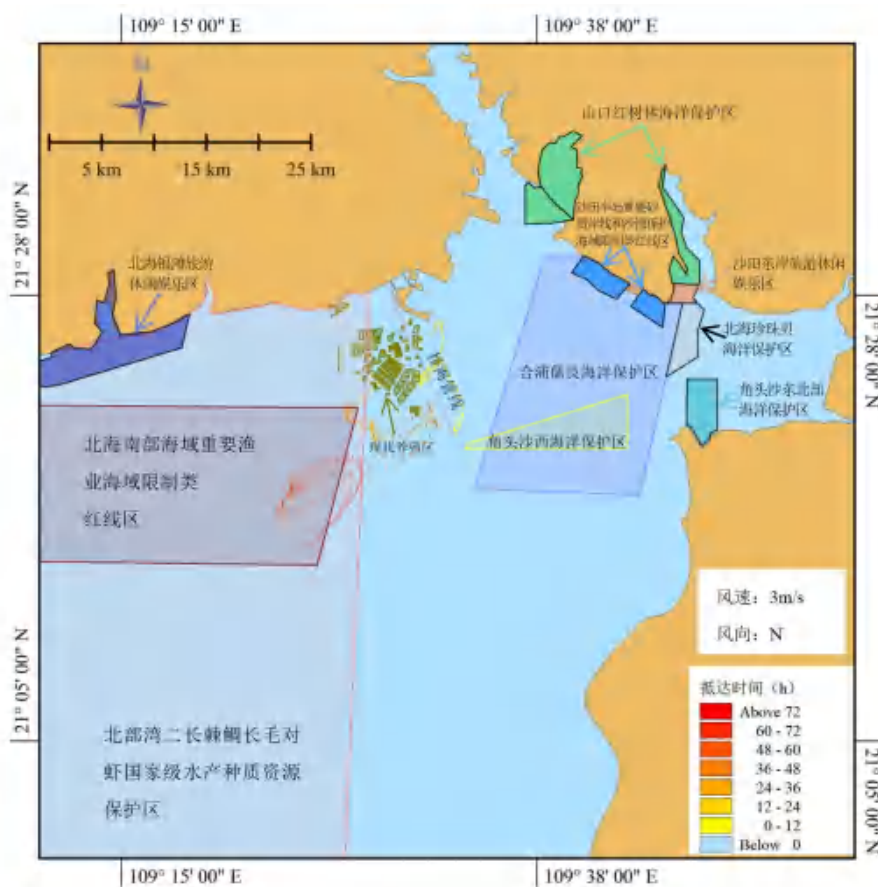
(3) 溢油事故预测结果

按照上述工况预测计算，其结果列于图 8.3-1~图 8.3-24

表 8.3-2 溢油事故影响范围

组合序号	最远扩散距离 (km)	72h 最大扫海面积 (km ²)	对敏感目标的影响
1	18.8	12.6	油膜向 N 漂移，约 6.5h 折向 W 随后继续向 NE 漂移，约 17h 折向 W，对现状养殖区产生直接不利影响；约 24h 抵达北海南部海域重要渔业海域限制类红线区、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 32h 折向 E，约 40h 折向 SW，约 55h 发生顺时针旋转，72h 时油膜漂移至北海南部海域重要渔业海域限制类红线区
2	38.8	10.59	油膜向 SW 漂移，约 5.5h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 7h 抵达北海南部海域重要渔业海域限

			制类红线区；约 9.5h 发生顺时针旋转，约 13h 发生微小的波动并继续旋转向 SW 漂移，约 37h 和 62h 时再次发生顺时针旋转并继续向 SW 漂移，72h 油膜漂移至北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区
3	21.8	5.9	油膜向 NNE 漂移，约 17.5h 在铁山港航道处这项 SSW，在铁山港西港码头近岸海域往复漂移
4	23.9	9.41	油膜向 SW 漂移，约 7.5h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 8.5h 折向 NE，约 17.5h 抵达部分现状养殖区对现状养殖区产生直接不利影响，约 25h 折向 SSW，约 34h 折向 NNE，约 49h 折向 SSW，约 62h 折向 NNE，72h 时油膜漂移至铁山港口门处
5	11.6	0.64	油膜向 NNW 漂移，约 6.5h 抵达 LNG 码头前沿
6	27.5	4.31	油膜向 W 漂移，约 2.5h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 3h 抵达北海南部海域重要渔业海域限制类红线区，随后向 NW 漂移，约 18.5h 抵岸
7	27.1	3.73	油膜向 E 漂移，约 2.5h 抵达合浦儒艮海洋保护区，约 8h 抵达角头沙西海洋保护区，约 15h 抵达角头沙东北部海洋保护区，约 16.5h 抵岸
8	25.3	5.8	油膜向 SSW 漂移，约 8h 折向 E，约 25h 抵岸
9	16.8	10.9	油膜向 NNE 漂移，约 16h 折向 SSW，约 26h 折向 NE，约 40h 折向 SW，期间多次穿越现状养殖区，对现状养殖区产生直接不利影响；约 46h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 47.5h 抵达北海南部海域重要渔业海域限制类红线区，72h 时油膜漂移至北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区
10	24.1	15.68	油膜穿越现状养殖区向 SW 漂移，约 5h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 7h 抵达北海南部海域重要渔业海域限制类红线区并折向 E，约 24h 折向 SW，约 38h 发生顺时针旋转并继续向 SW 漂移，72h 油膜漂移至北海南部海域重要渔业海域限制类红线区
11	2.8	0.68	油膜向 NE 漂移，约 6.5h 抵岸
12	8.9	4.11	油膜穿越现状养殖区向 SE 漂移，约 6h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 8h 折向 NE，约 18h 折向 E，约 23h 抵达码头岸线
13	6.7	1.25	油膜穿越现状养殖区向 NW 漂移，约 6h 抵岸
14	7.2	2.65	油膜穿越现状养殖区向 WNW 漂移，约 4h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 11h 抵岸
15	39.2	6.81	油膜向 NE 漂移，约 6h 折向 SE，约 9.5h 抵达合浦儒艮海洋保护区，约 16h 抵达沙田半岛重要砂质海岸和沙源保护海域限制类红线区，约 18.5h 抵达北海珍珠贝海洋保护区，约 28.5h 抵达角头沙东北部海洋保护区，约 33h 抵岸
16	28.6	4.36	油膜穿越现状养殖区向 S 漂移，约 10h 折向 W，约 12.5h 抵达合浦儒艮海洋保护区，约 26h 抵岸
17	25.2	8.26	油膜向 SW 漂移，约 10h 折向 SE，约 16h 折向 SW，期间穿越现状养殖区，对现状养殖区产生直接不利影响，约 21h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区，约 24.5h 抵达北海南部海域重要渔业海域限制类红线区，约 32h 折向 E，约 41h 折向 SW，72h 油膜漂移至北海南部海域重要渔业海域限



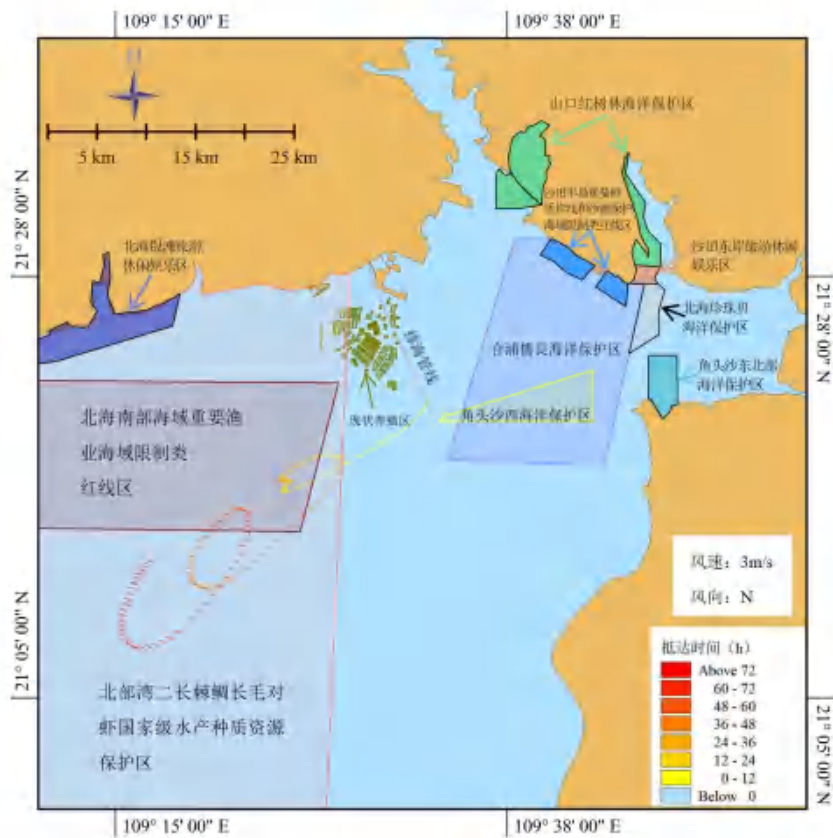


图 8.3-2 溢油油膜影响过程（落潮，冬季常风，扩散器处）

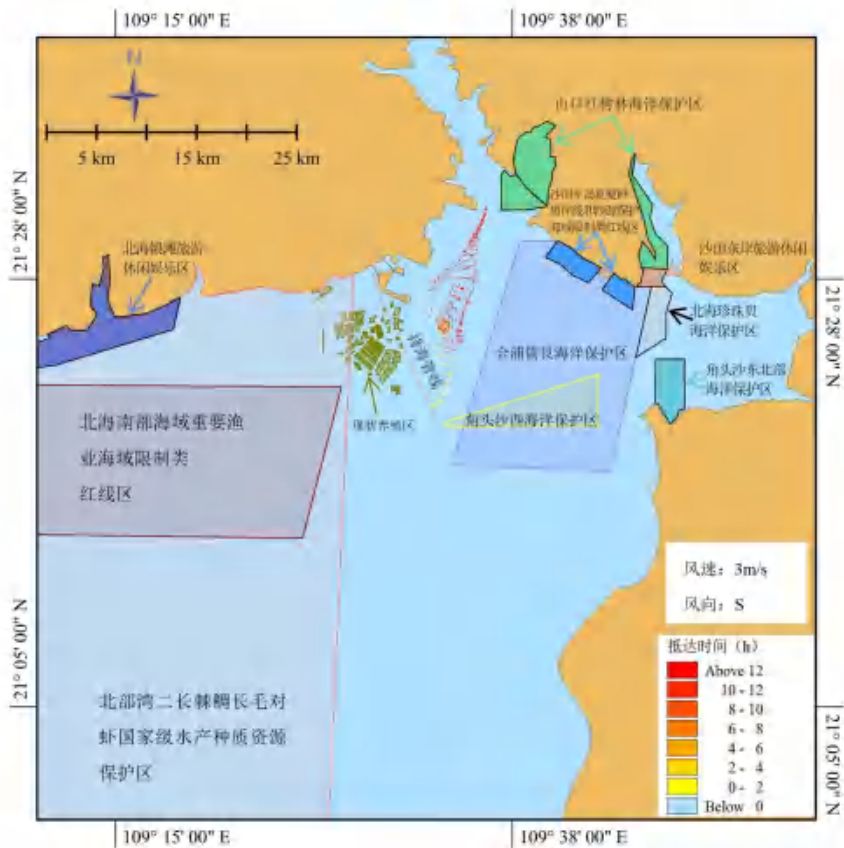


图 8.3-3 溢油油膜影响过程（涨潮，夏季常风，扩散器处）

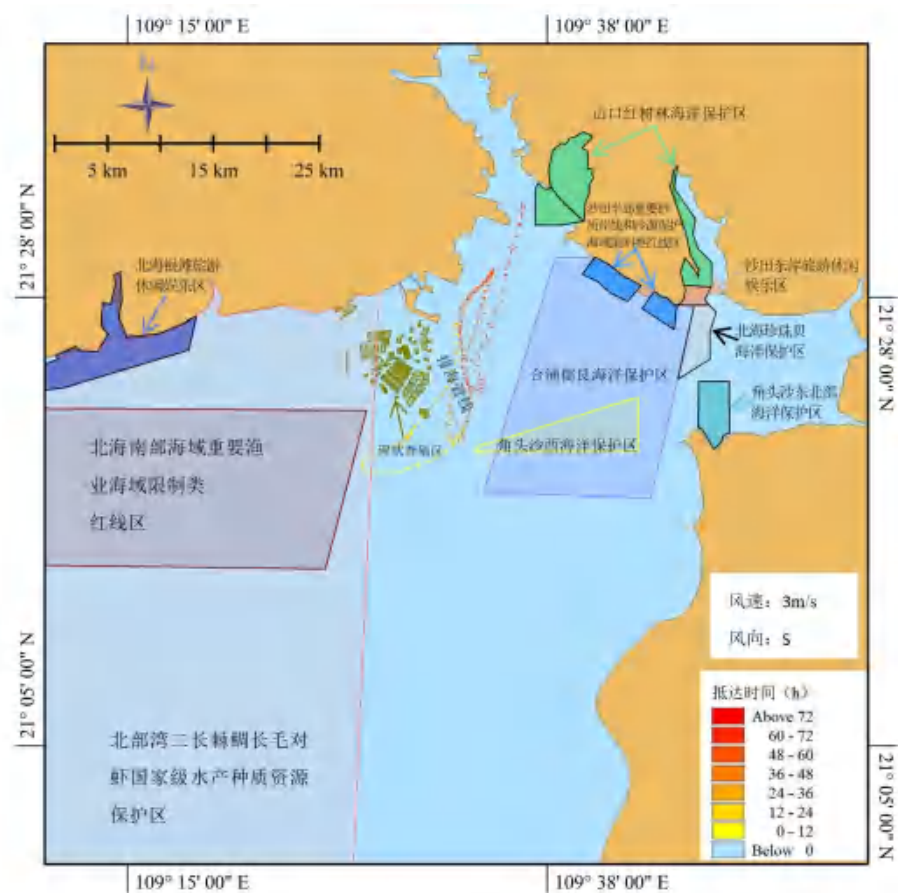


图 8.3-4 溢油油膜影响过程（落潮，夏季常风，扩散器处）

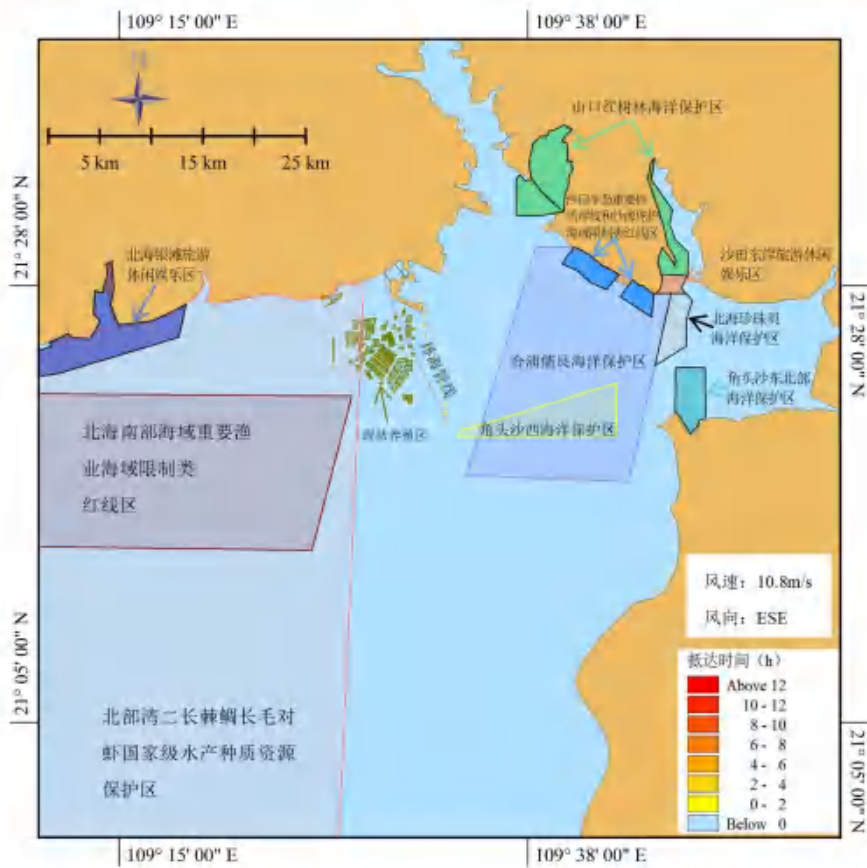


图 8.3-5 溢油油膜影响过程（涨潮，不利风 1，扩散器处）

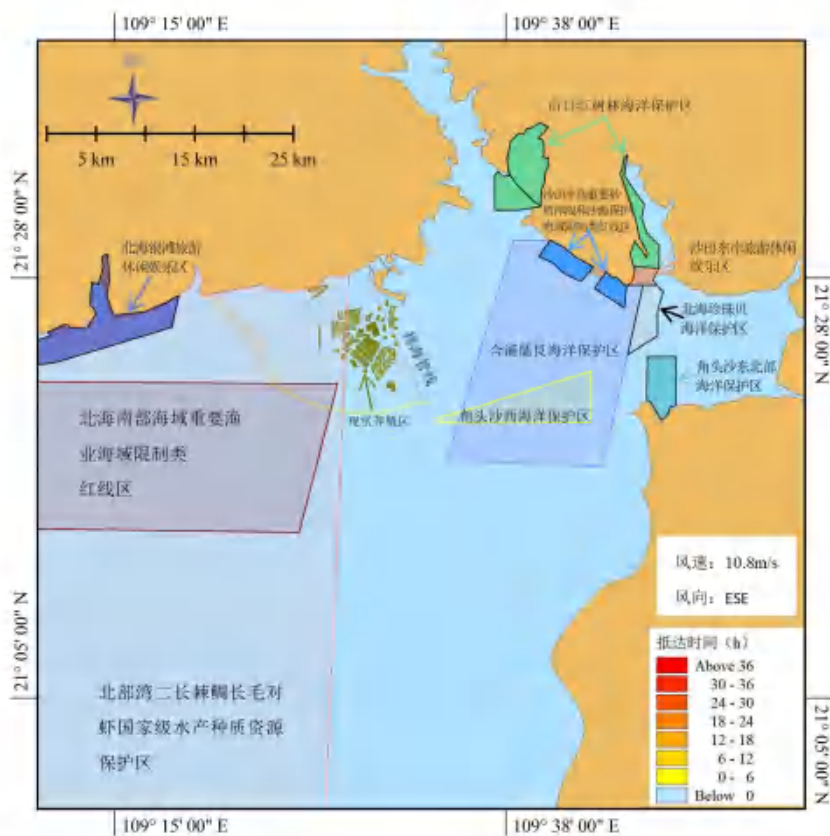


图 8.3-6 溢油油膜影响过程（落潮，不利风 1，扩散器处）

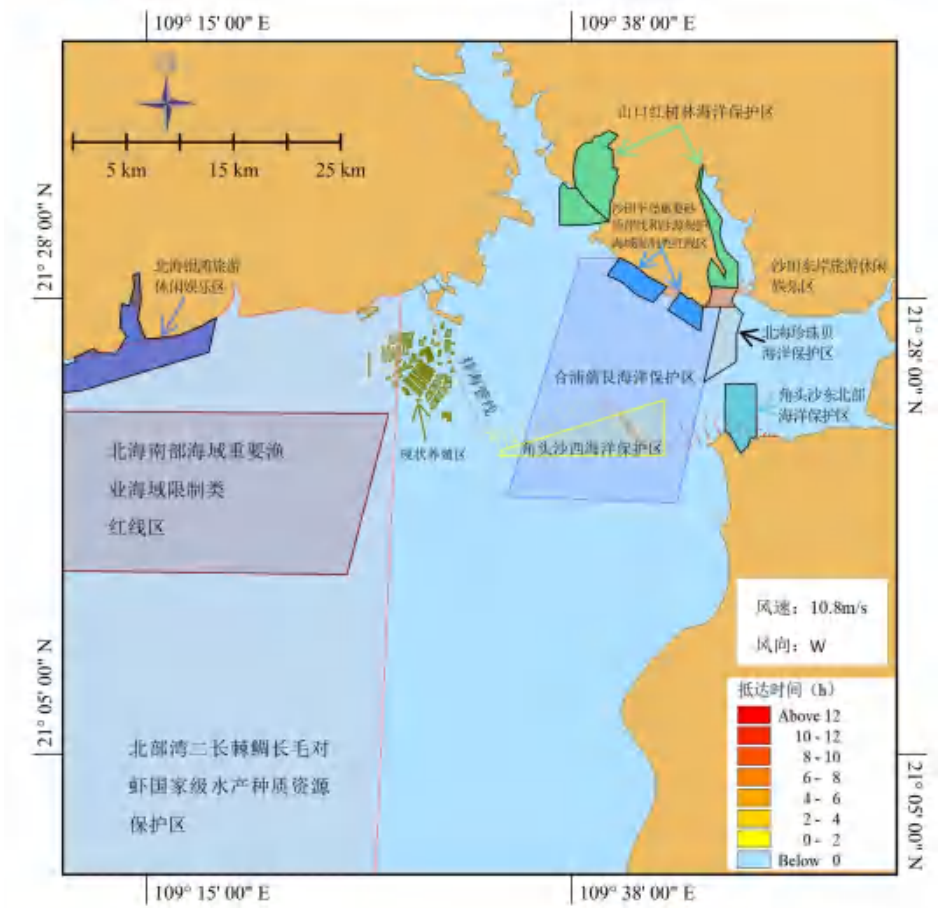


图 8.3-7 溢油油膜影响过程（涨潮，不利风 2，扩散器处）

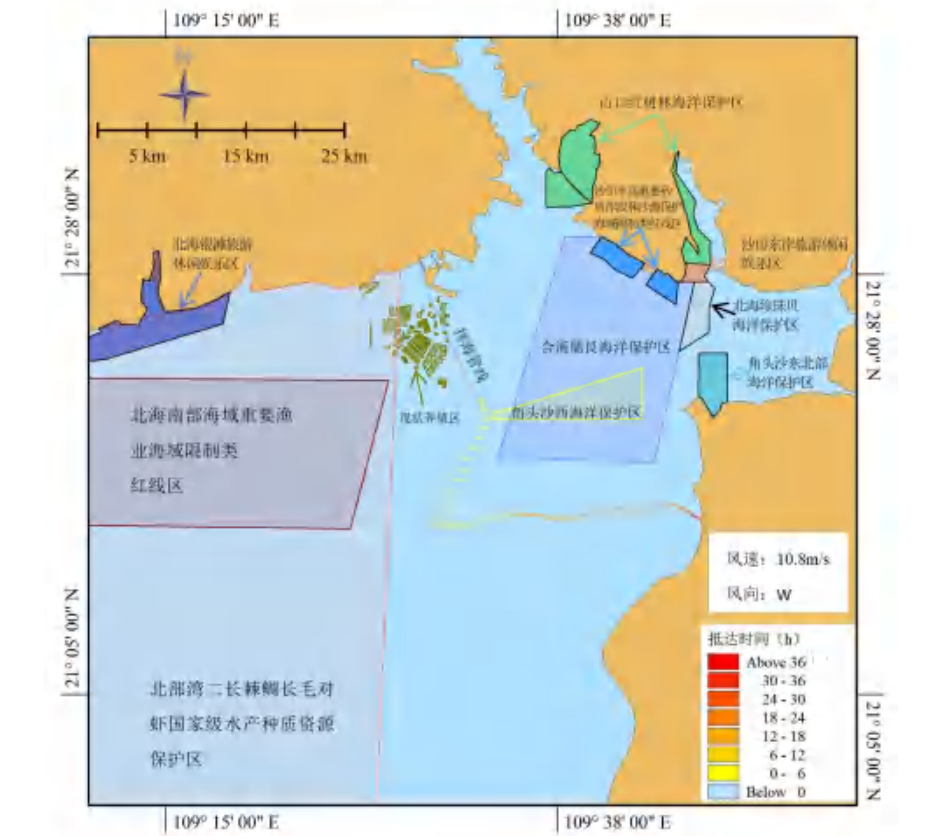


图 8.3-8 溢油油膜影响过程（落潮，不利风 2，扩散器处）

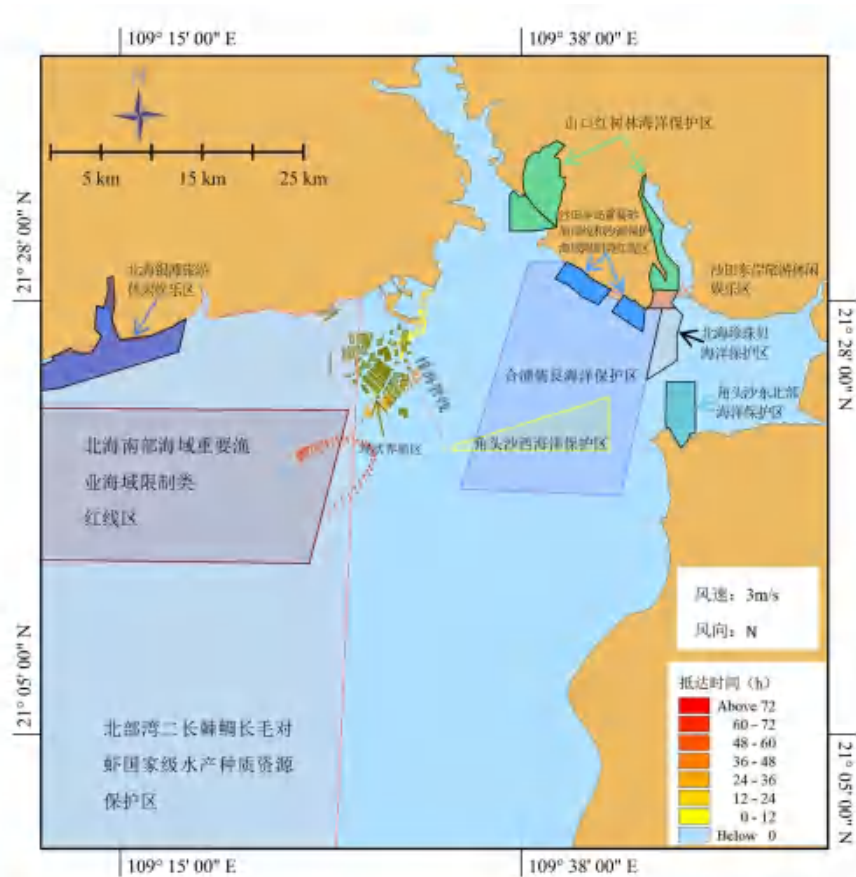


图 8.3-9 溢油油膜影响过程（涨潮，冬季常风，路由中间）

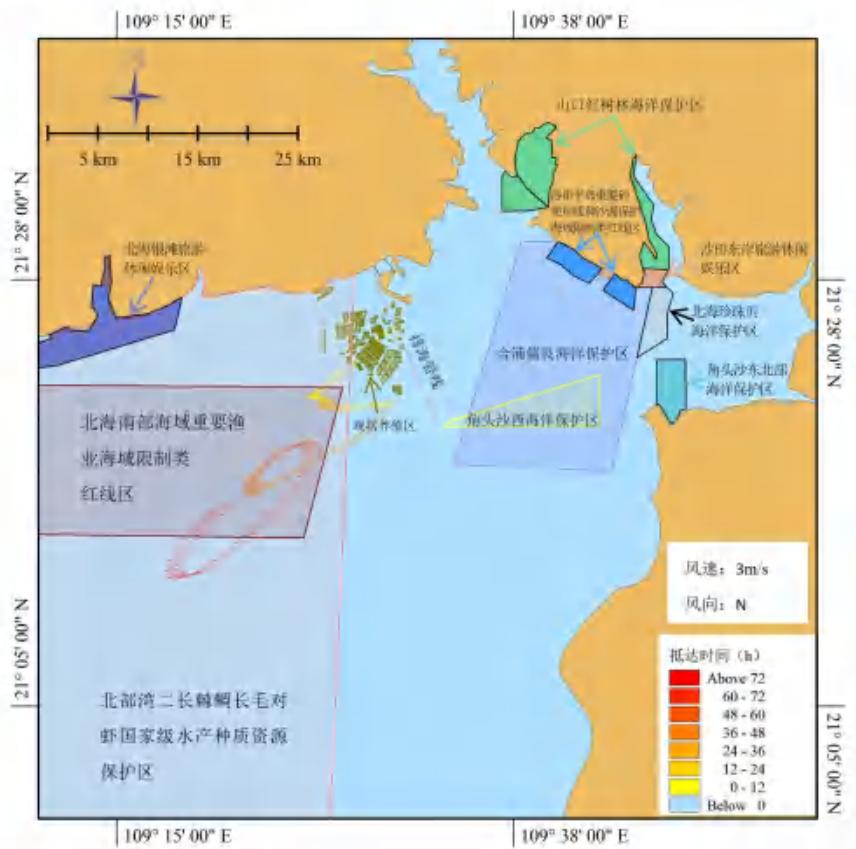


图 8.3-10 溢油油膜影响过程（落潮，冬季常风，路由中间）

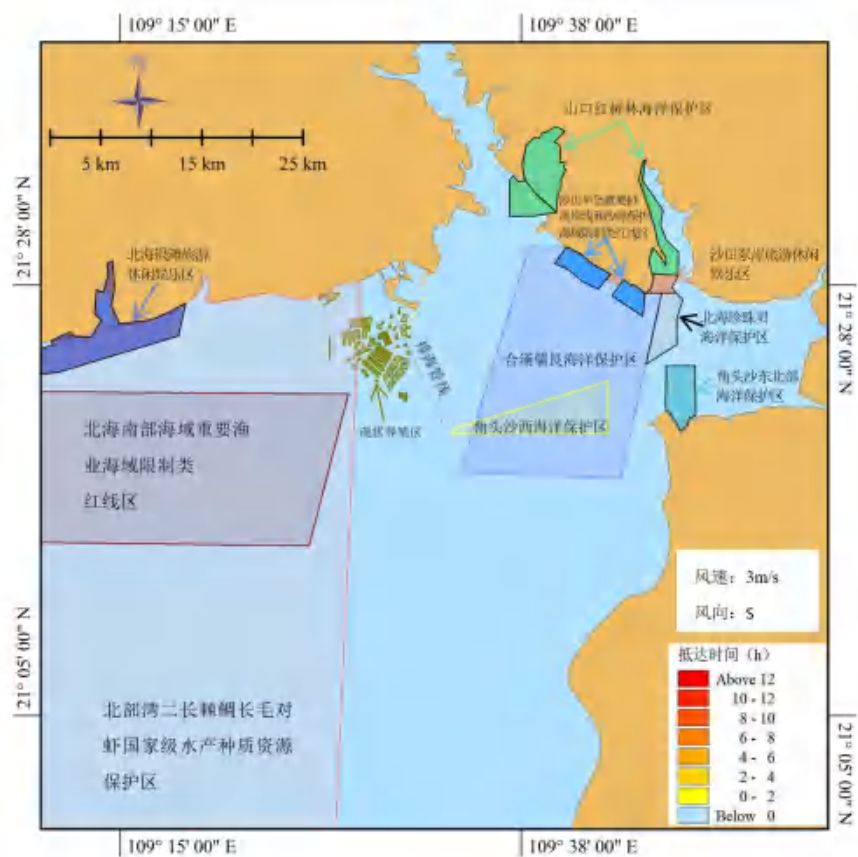


图 8.3-11 溢油油膜影响过程（涨潮，夏季常风，路由中间）

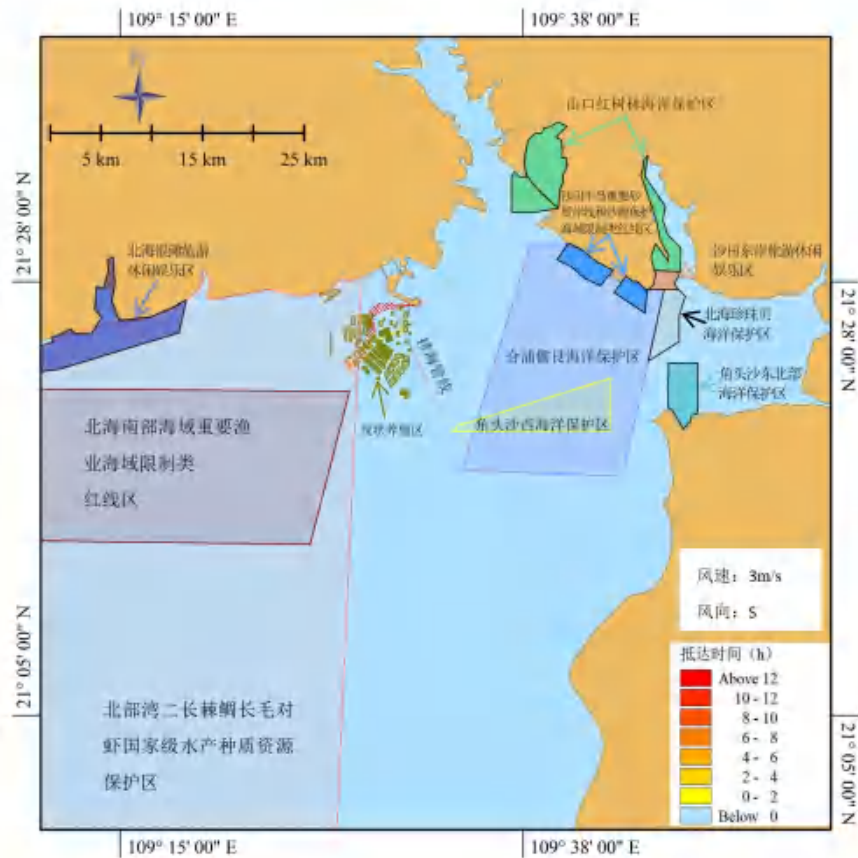


图 8.3-12 溢油油膜影响过程（落潮，夏季常风，路由中间）

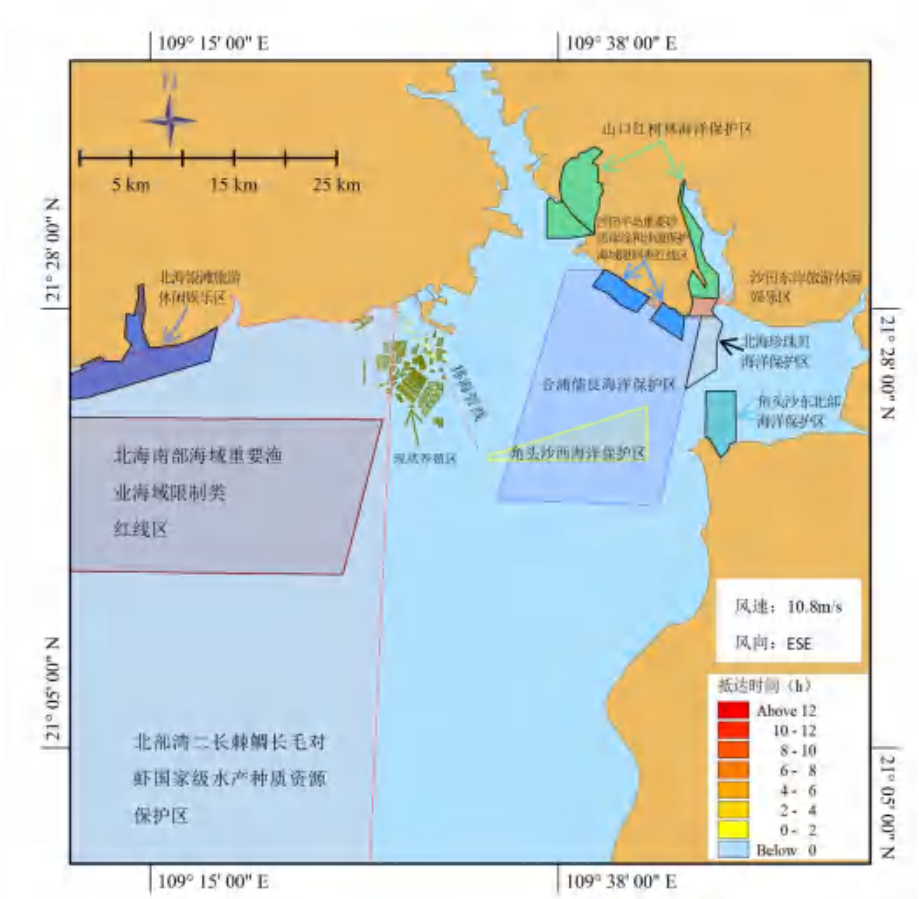


图 8.3-13 溢油油膜影响过程（涨潮，不利风 1，路由中间）

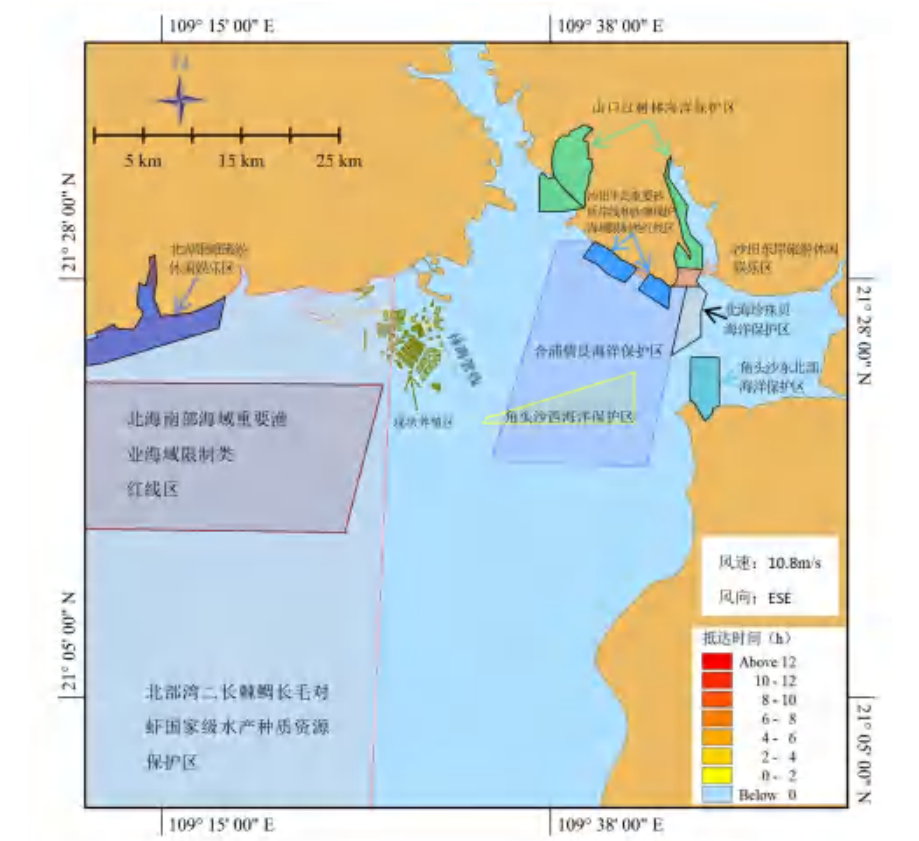


图 8.3-14 溢油油膜影响过程（落潮，不利风 1，路由中间）

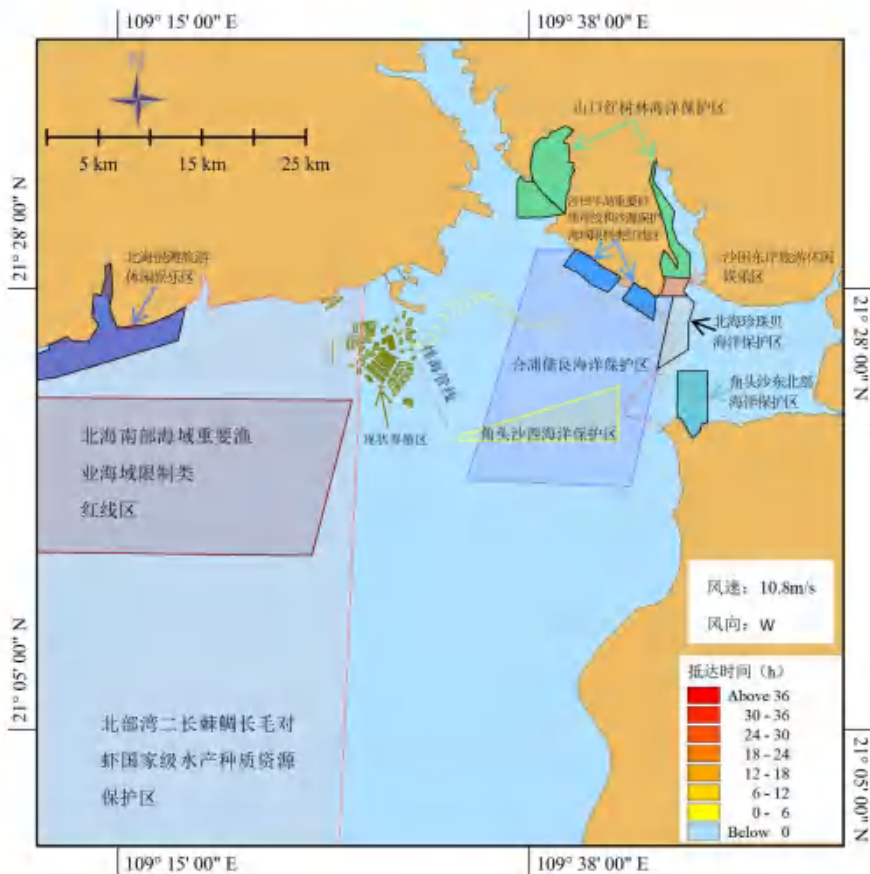


图 8.3-15 溢油油膜影响过程（涨潮，不利风 2，路由中间）

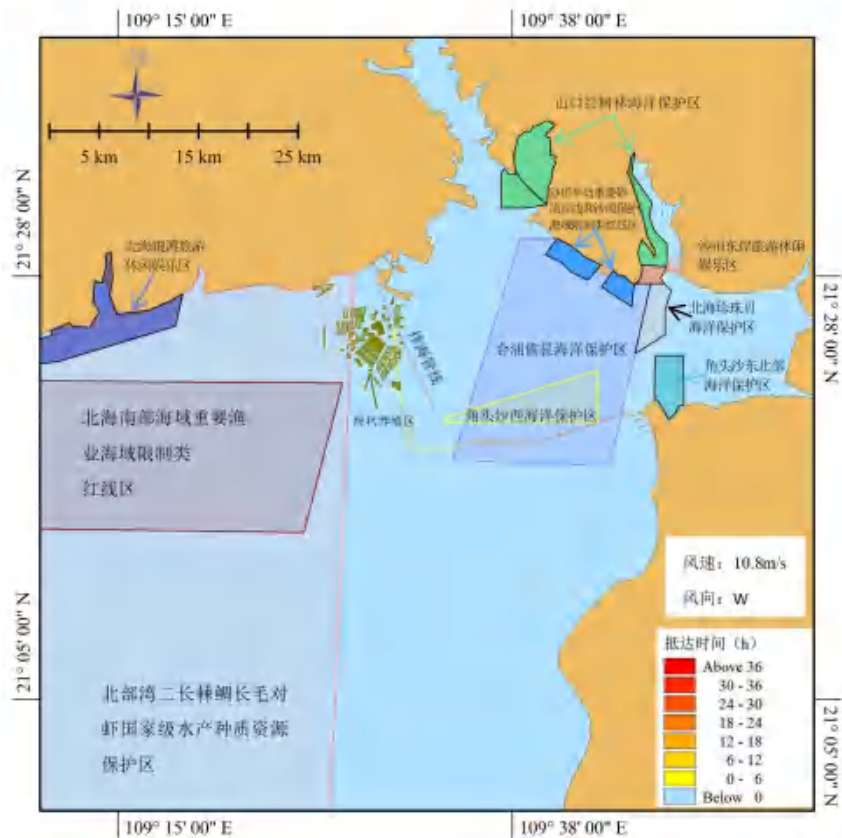


图 8.3-16 溢油油膜影响过程（落潮，不利风 2，路由中间）

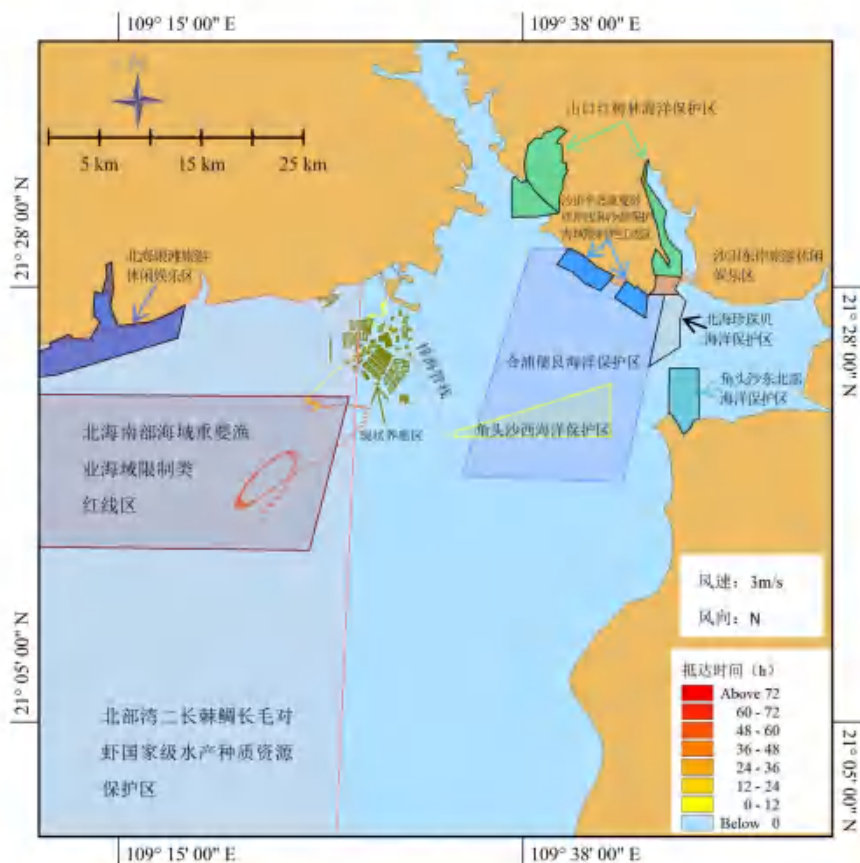


图 8.3-17 溢油油膜影响过程（涨潮，冬季常风，浅水临时作业区）

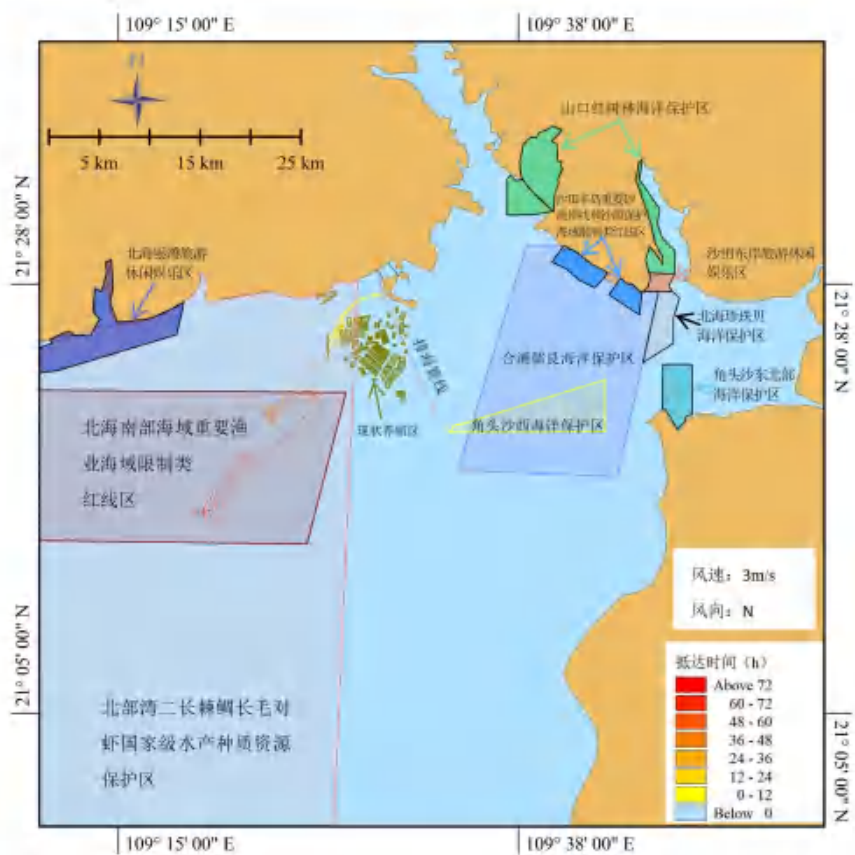


图 8.3-18 溢油油膜影响过程（落潮，冬季常风，浅水临时作业区）

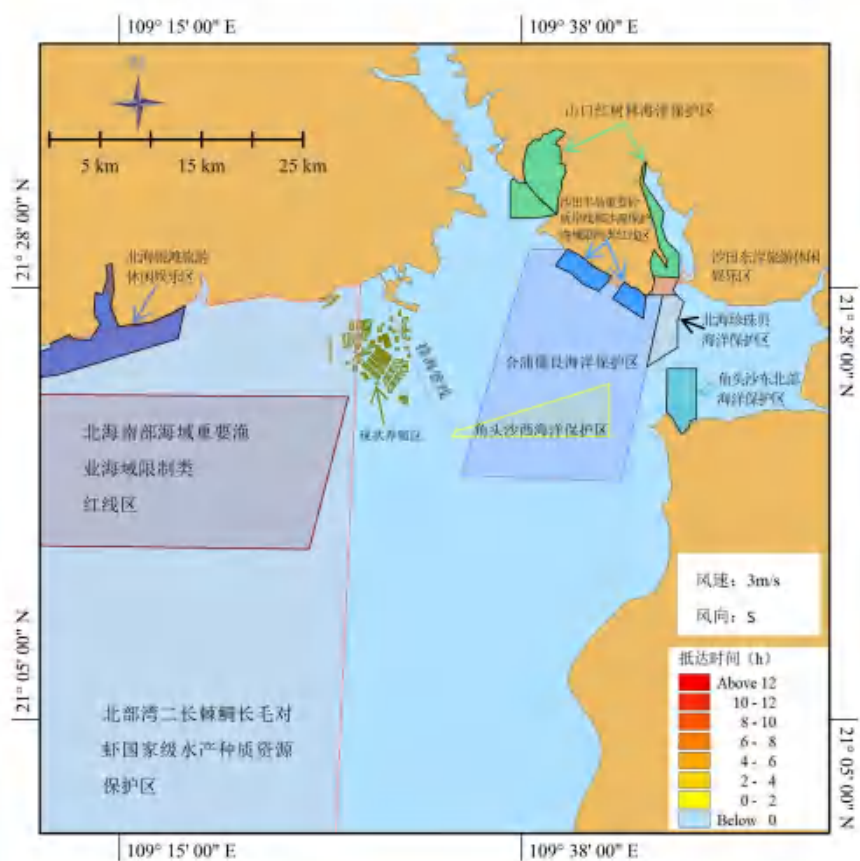


图 8.3-19 溢油油膜影响过程（涨潮，夏季常风，浅水临时作业区）

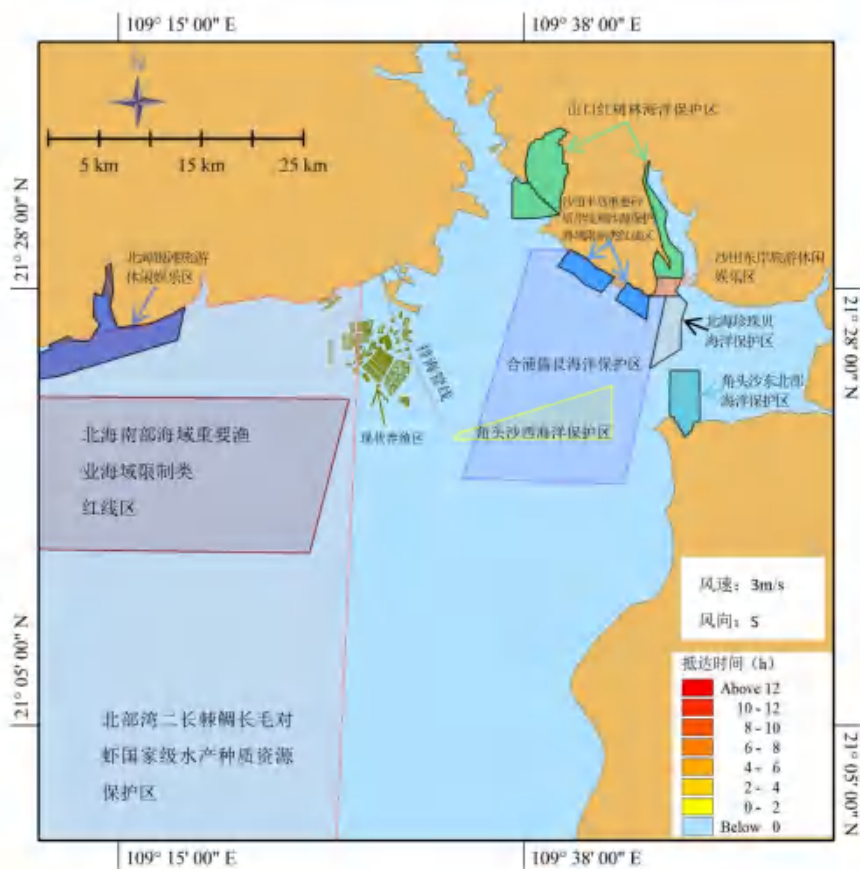


图 8.3-20 溢油油膜影响过程 (落潮, 夏季常风, 浅水临时作业区)

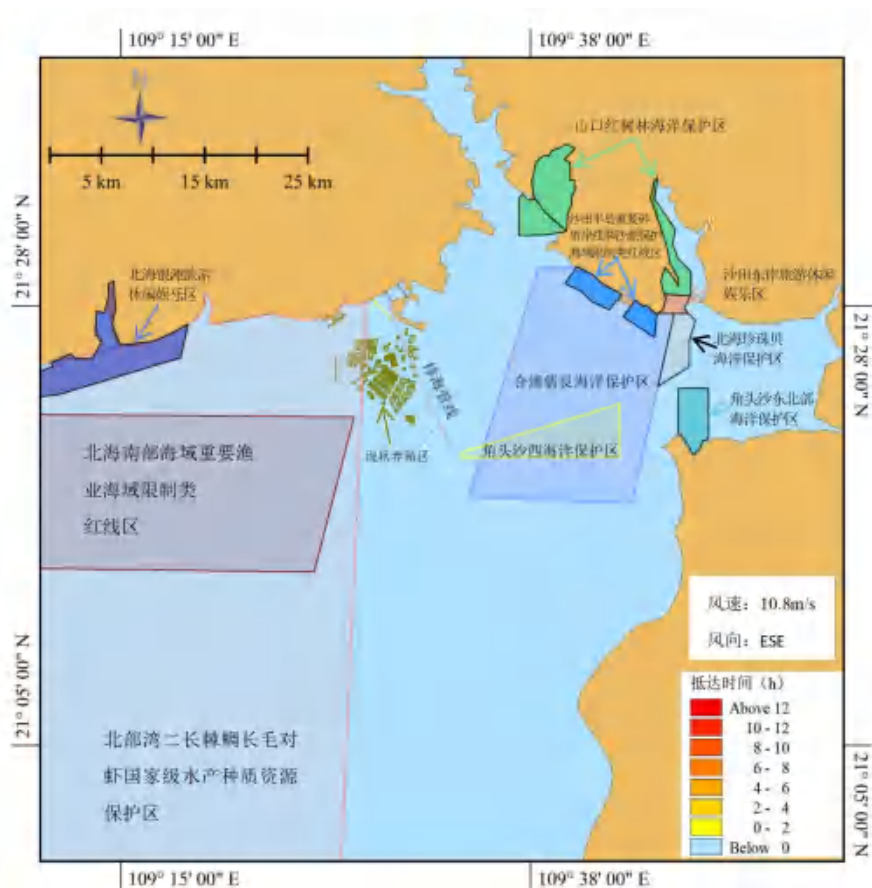


图 8.3-21 溢油油膜影响过程（涨潮，不利风 1，浅水临时作业区）

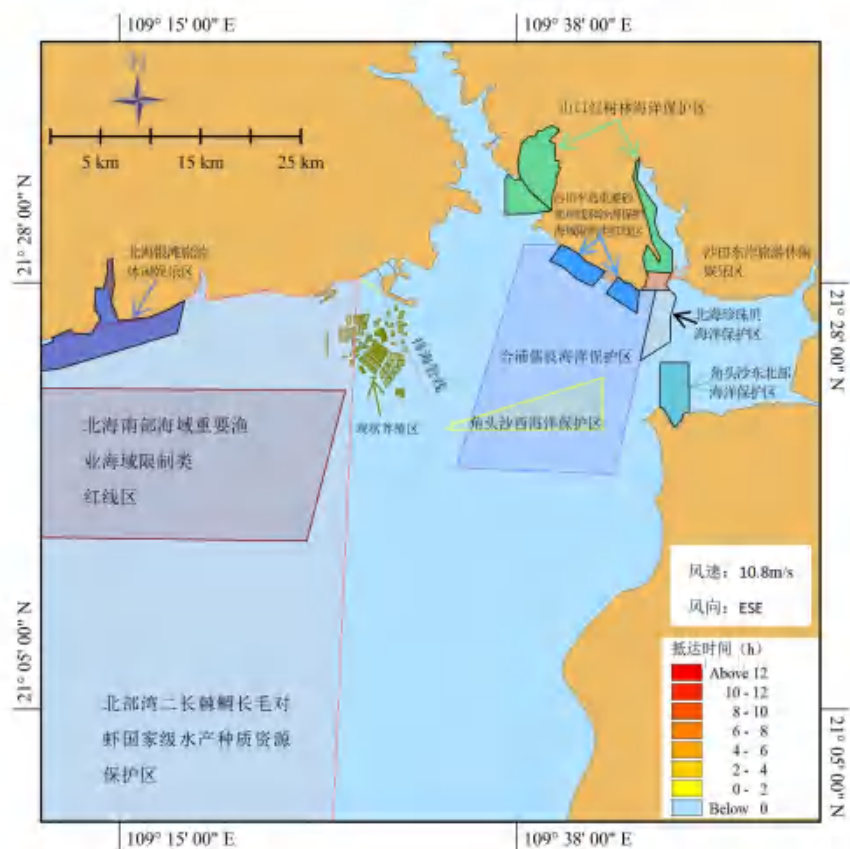


图 8.3-22 溢油油膜影响过程（落潮，不利风 1，浅水临时作业区）

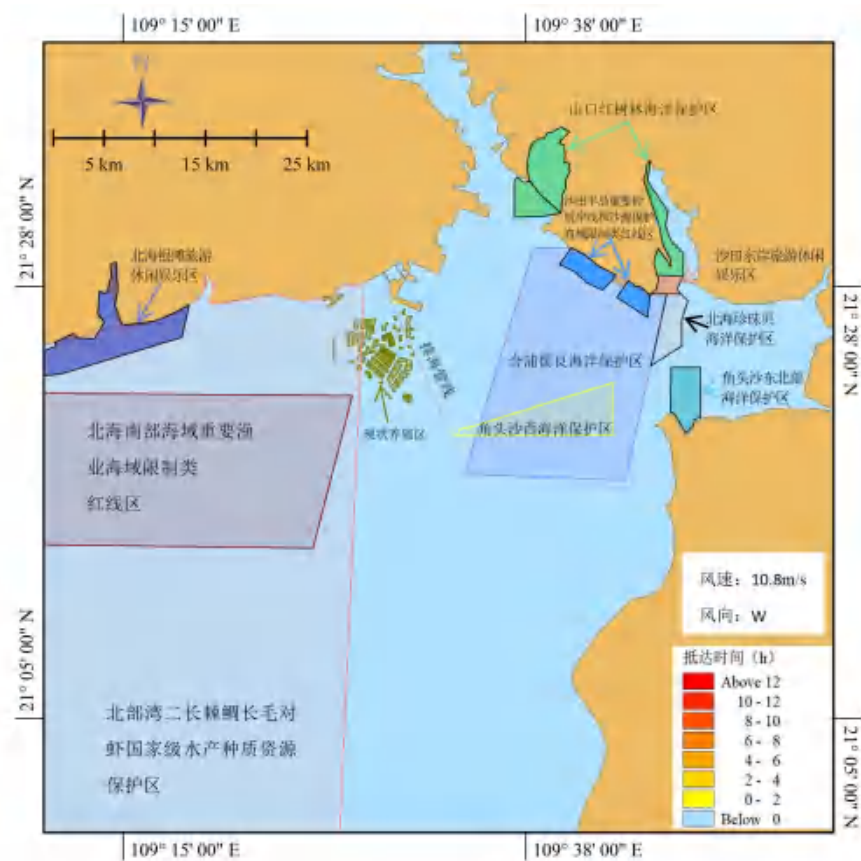


图 8.3-23 溢油油膜影响过程（涨潮，不利风 2，浅水临时作业区）

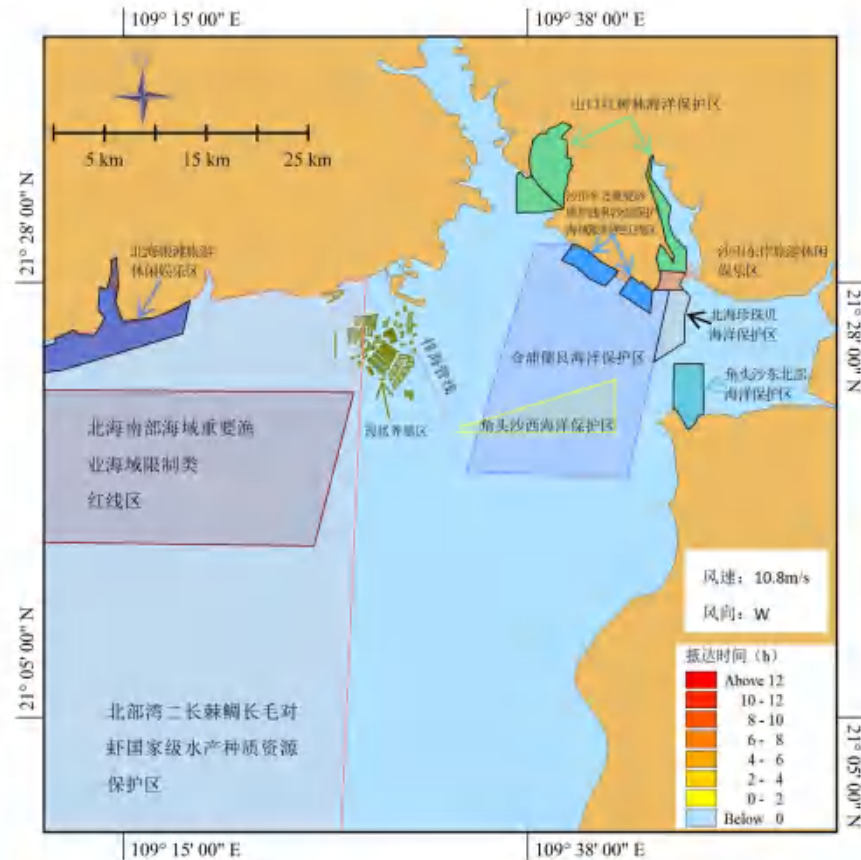


图 8.3-24 溢油油膜影响过程（落潮，不利风 2，浅水临时作业区）

8.3.2 营运期管道破裂事故预测条件

8.3.2.1 预测情景

(1) 预测源强

根据前面章节源项分析，达标尾水取最大流量 60 万 m³/d 作为泄漏源强，通过对主要污染因子对水环境的影响能力比较的分析，选取水质影响系数较大的无机氮、活性磷酸盐、COD、石油类、AOX 作为事故排放预测因子，污染物排放浓度取值见表 8.3-3

表 8.3-3 管道破裂事故控制因子、浓度限值

	废水量 m ³ /d	污染物 (mg/L)				
		CODcr	无机氮	活性磷酸盐	石油类	AOX
正常排放	600000	65	15	0.5	2	6

(2) 事故发生点

本次计算管道破裂事故发生点分别为①管线距现状养殖区较近的位置、②海域管道折点位置作为两个代表点进行预测。

8.3.2.2 预测结果

营运期现状养殖区附近管道破裂事故污染物扩散预测结果见

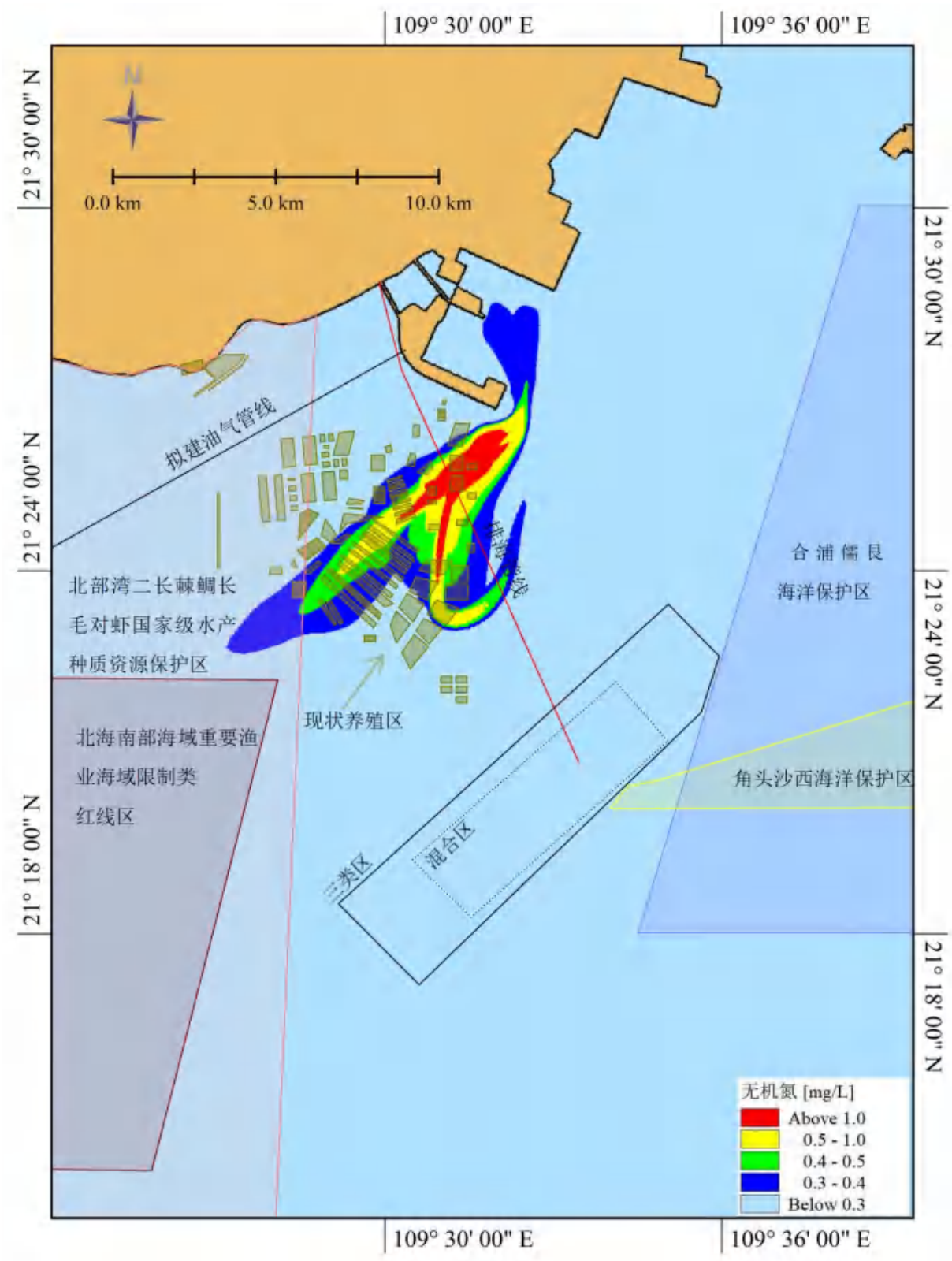


图
8.3-25~

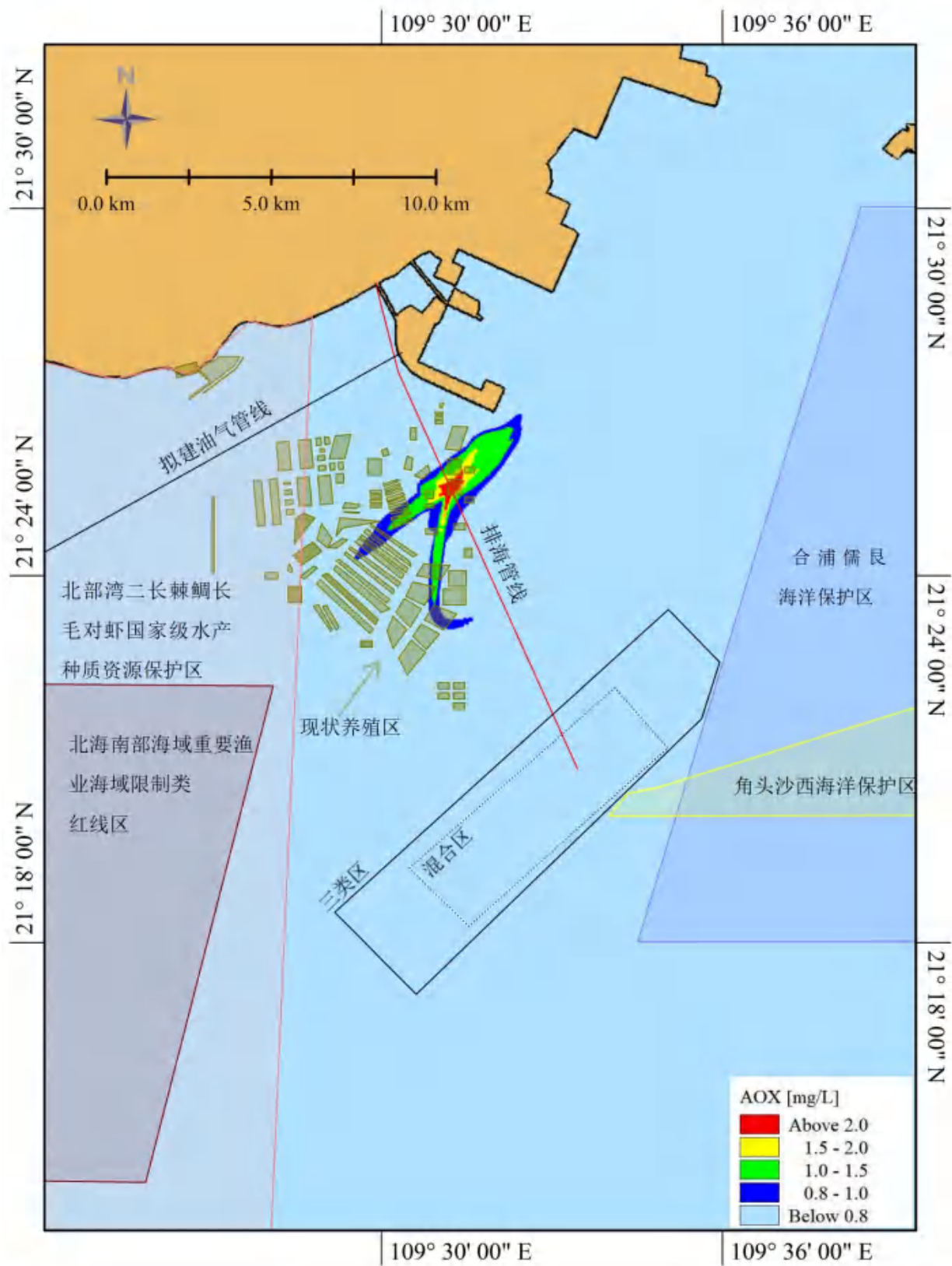
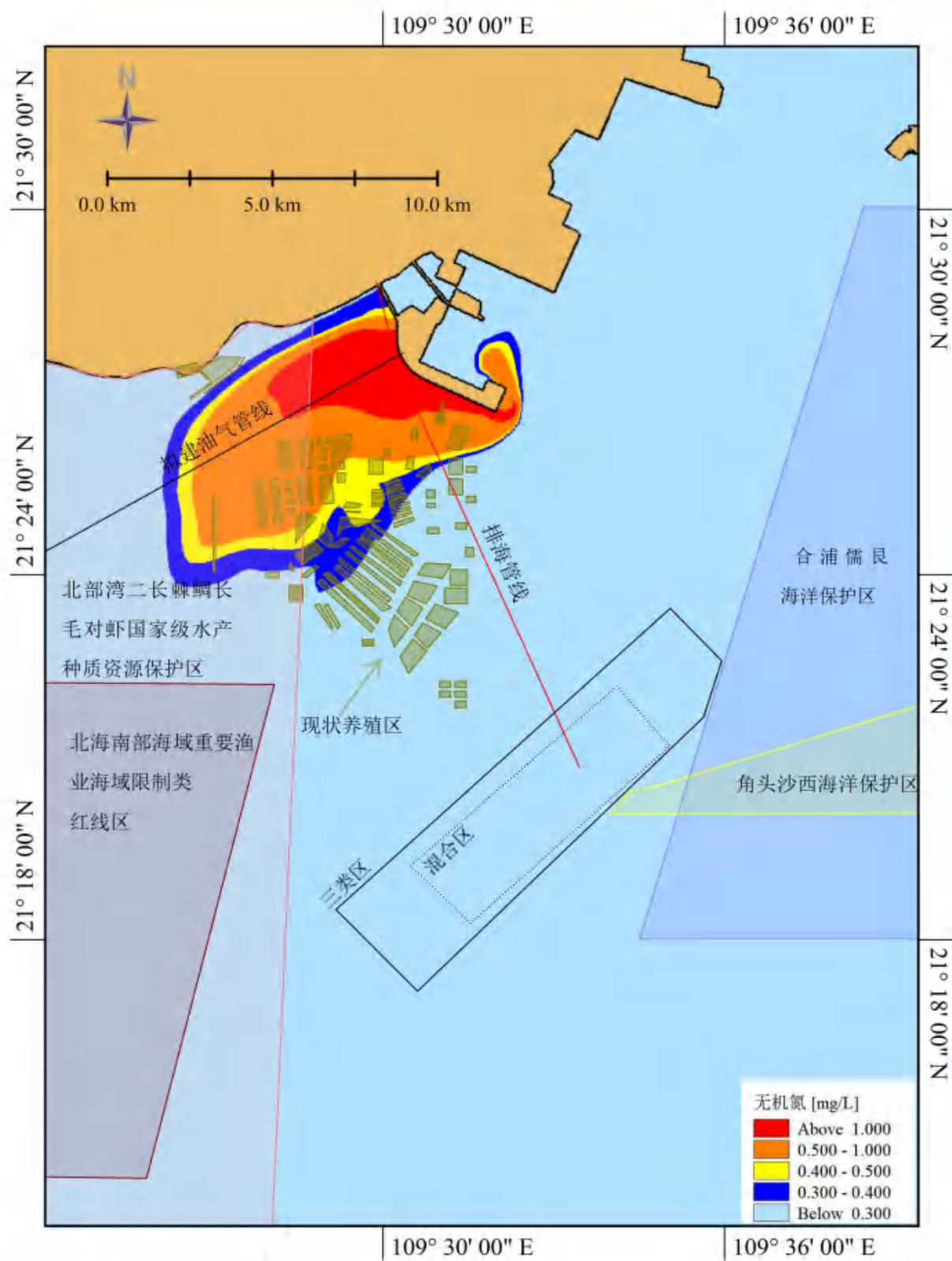


图 8.3-29 ; 海域管道折点管道破裂污染物扩散预测结果见



四

图 8.3-34。

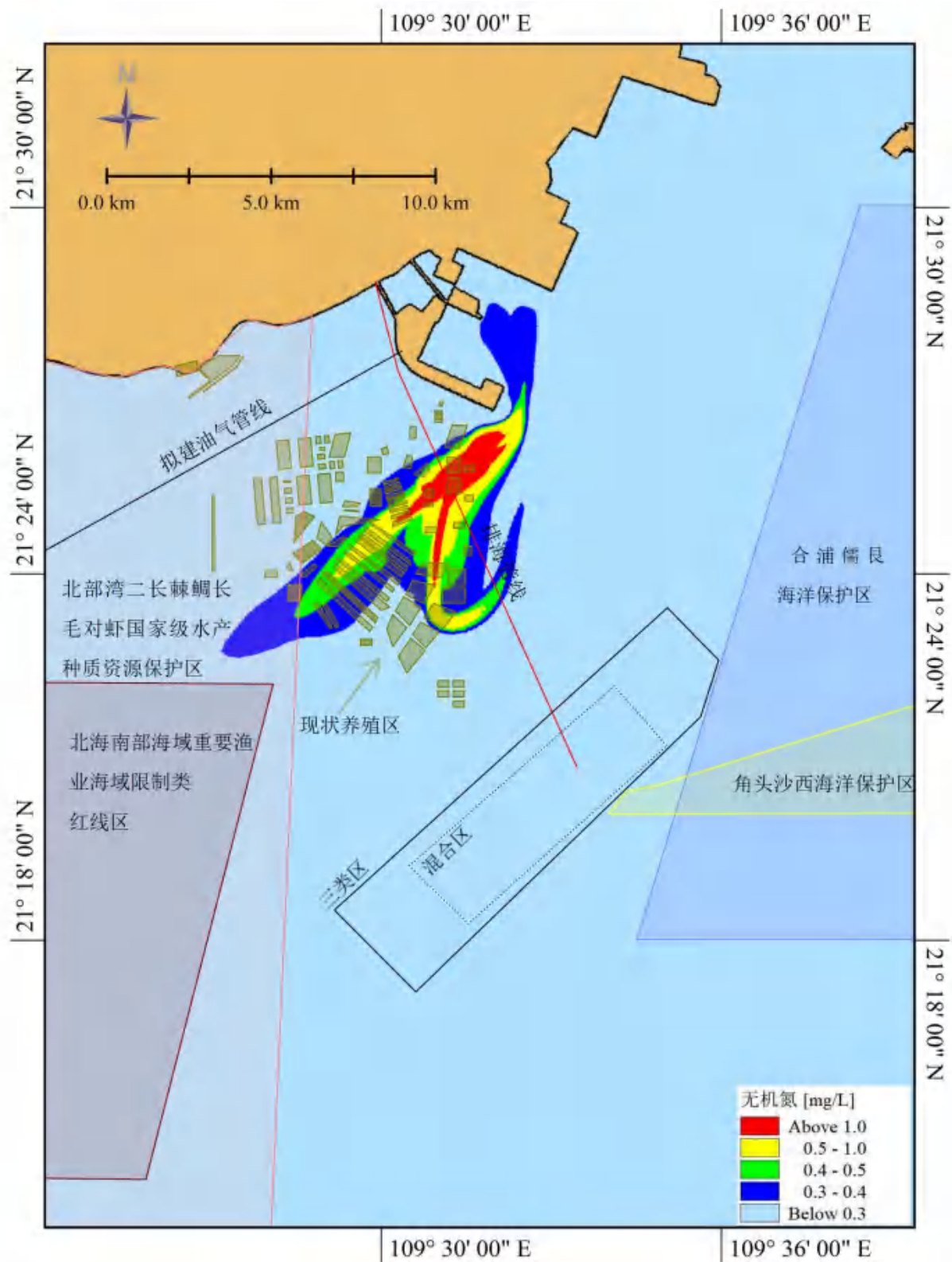


图 8.3-25 现状养殖区附近管道破裂（无机氮）

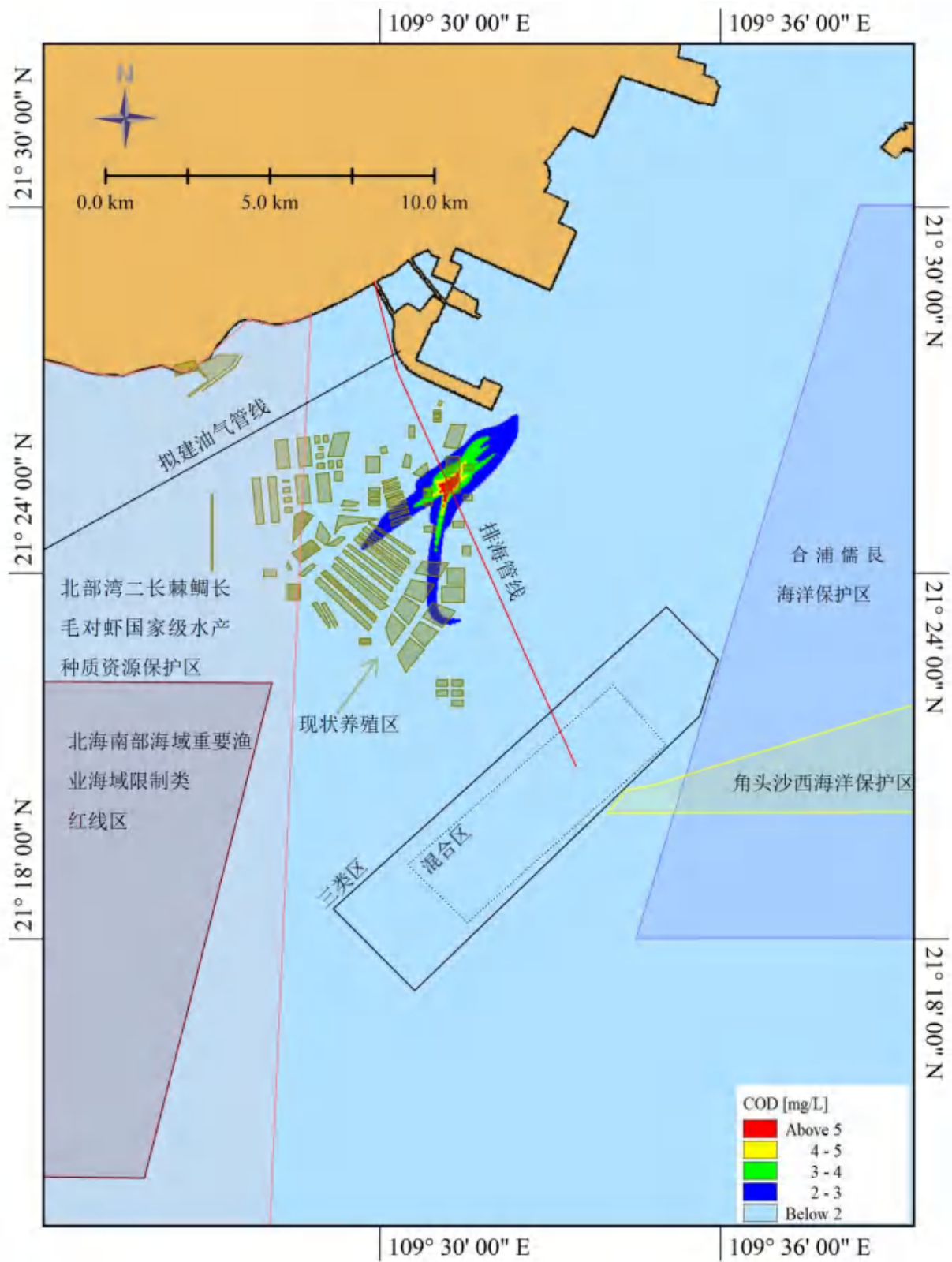


图 8.3-27 现状养殖区附近管道破裂 (COD)

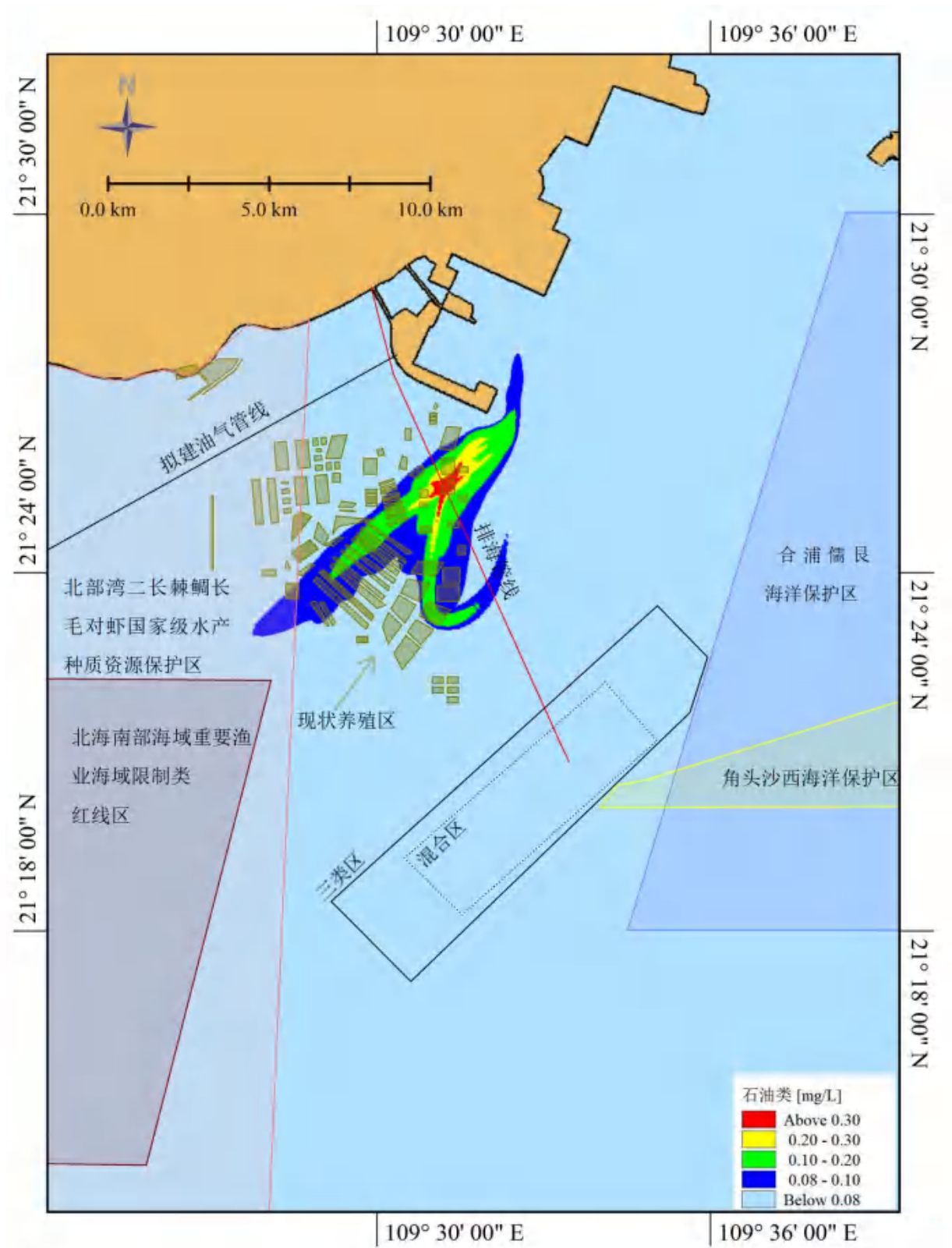


图 8.3-28 现状养殖区附近管道破裂（石油类）

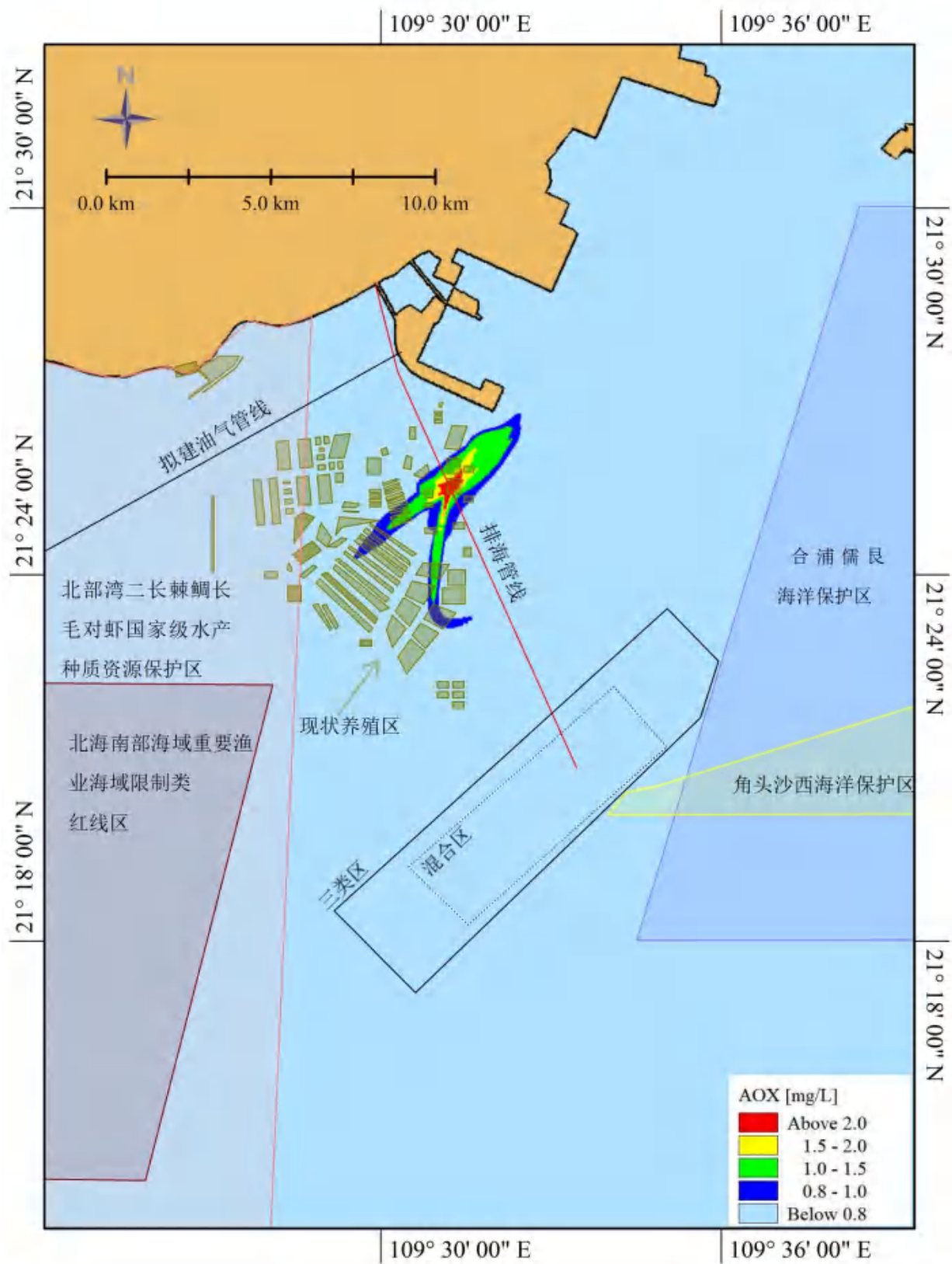


图 8.3-29 现状养殖区附近管道破裂 (AOX)

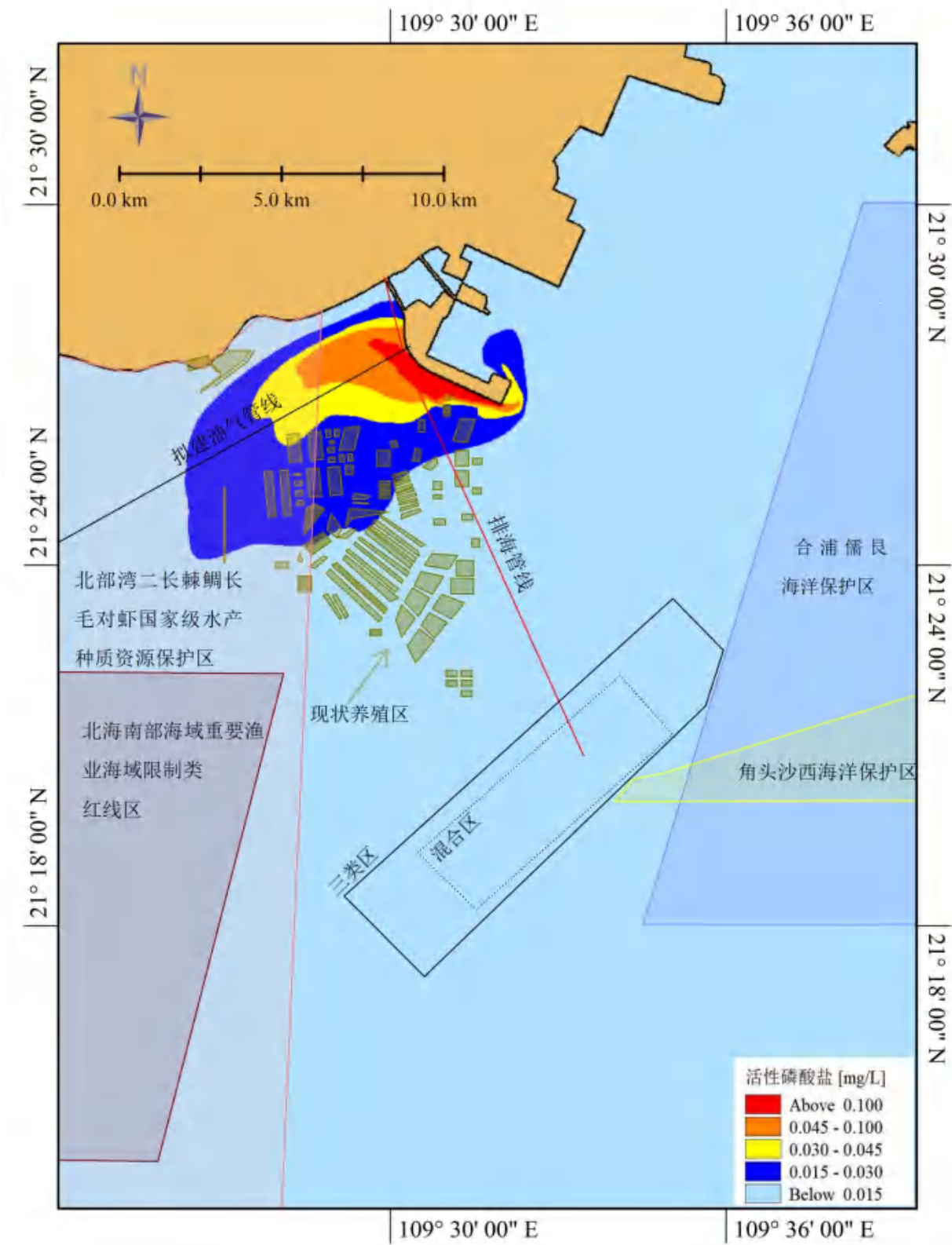


图 8.3-31 海域管道折点管道破裂（活性磷酸盐）

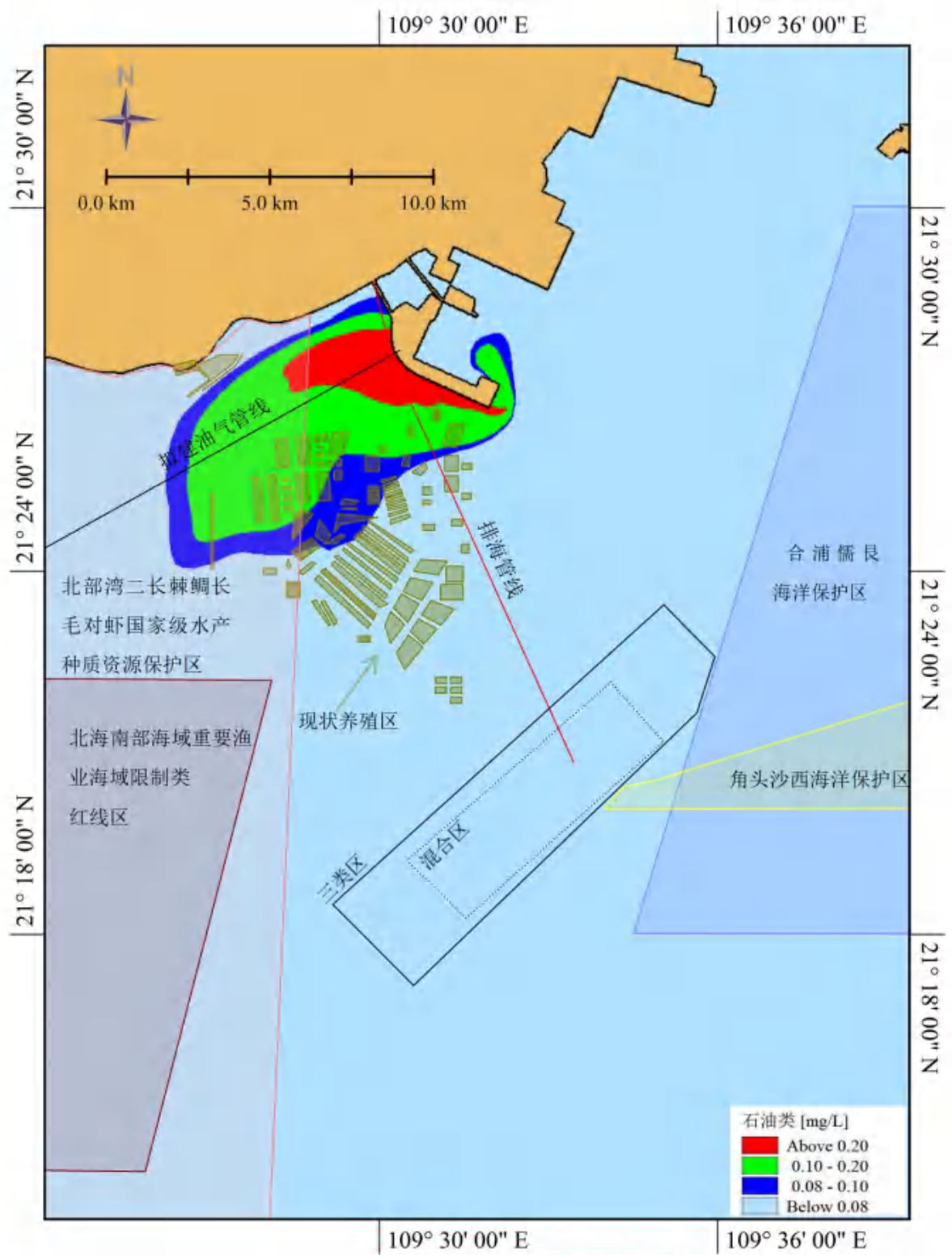


图 8.3-33 海域管道折点管道破裂（石油类）

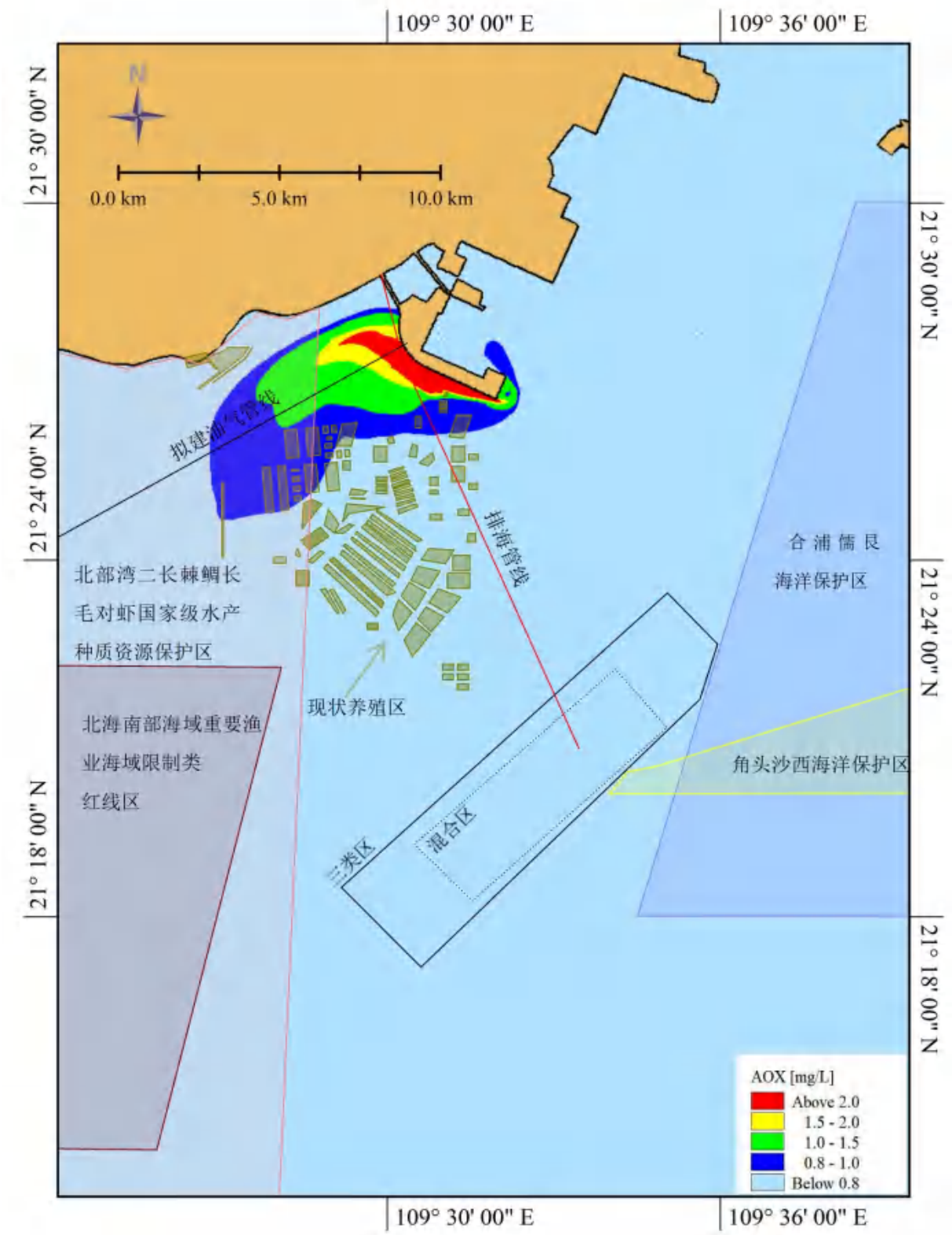


图 8.3-34 海域管道折点管道破裂 (AOX)

8.4 事故后果分析

8.4.1 施工期船舶泄露事故后果

船舶油舱油料泄漏会直接进入海洋水体，油膜通过扩散会对海洋水体产生影响。

船舶溢油事故发生后油膜随着海潮的涨落而来回地漂移对所在海域水质和生态环境造成影响，在溢油事故状态下水面被油膜覆盖，阻碍空气和水体的氧交换，将影响浮游植物的光合作用，使其生长受到抑制，海域初级生产力下降；同时某些耐污性单细胞浮游植物将大量增殖而形成赤潮，造成鱼、虾、贝类大量死亡，改变浮游植物群落结构，大大降低浮游植物多样化水平。进入水中的乳化油达到一定浓度会造成贝类大量死亡，油污粘附在水生生物的呼吸和运动器官上都会导致其因缺氧而窒息死亡。此外，在鱼、虾繁殖季节里，油污迫使鱼、虾、蟹类回避迁移，将导致产卵和育幼场消失或产下卵子不能孵化。

溢油事故发生后油膜在一定局部区域内随着海潮的涨落而来回地漂移的同时，泄漏油品不断地进入水体中。因此，溢油事故对海洋生态环境的影响，一方面是油膜对生态环境的影响，另一方面是进入水体油份对生态环境的影响。

一旦发生海域溢油事故不可避免地会给附近海域生态环境、渔业资源带来不利的影响，尤其在溢油点附近的一定范围和溢油发生后的一定时间内，中、上层鱼类以及浮在海面上或生活在海水上层的鱼卵、仔鱼将受到严重影响，油污可能严重杀伤浮游性鱼卵、仔鱼和其他上层游泳生物（如鱼类、头足类和甲壳类等），它可改变鱼类的摄食、洄游和种群繁殖，亦可使其个体失去平衡从而导致资源量的变动；当油污蔓延到沿岸时还会严重危害潮间带生物。根据有关资料分析，发生溢油事故海域游泳生物死亡率约为 25%，而浮性鱼卵、仔鱼及潮间带生物死亡率为 100%。

溢油事故对生态环境影响巨大，需对溢油事故严加防范杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

8.4.2 营运期管道破裂事故后果

当发生事故水泄漏情况下，可能会产生渔业生态环境及海洋生物资源的风险，风险事故发生不达标尾水排放或排放管道破裂尾水泄漏都会造成大范围海区环境的污染，从而影响海洋生态环境。虽然发生环境风险为小概率事件，但考虑到其对环境危害巨大，因此应加强预防预警工作，因此为保护周围海域海洋环境，应加强管理，合理调配，尽可能避免排海尾水泄露事故的发生。

8.5 环境风险事故防范措施和应急方法

8.5.1 溢油事故的防范措施和应急预案

8.5.1.1 溢油风险事故的防范

(1) 建设方在施工单位进入施工水域前向当地海事主管机关呈报施工方案, 办理水上水下施工作业许可证, 并按规定申请发布航行通告, 制定安全措施并认真落实, 在规定的施工区域内施工。施工作业期间应申请监督艇维护, 保障水上水下施工作业和过往船舶的安全。

(2) 施工工程船必须具有合格的证书, 并处于适航状态, 配备符合要求的船员, 施工船正确显示施工信号 (建议按“操限船”显示号灯号型)。

(3) 本项工程施工船舶将会影响到周边海域船舶的通航。因此, 施工单位和施工船舶必须根据铁山港港区船舶动态, 合理安排施工作业面, 在有船舶通过时, 提前采取避让的措施。

(4) 施工作业船舶在施工期间应加强值班和了望, 施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

(5) 施工作业船舶在发生紧急事件时, 应立即采取必要的措施, 同时向海上交管中心报告。

(6) 广西海事部门海上交管中心在施工期间, 加强对船舶秩序的管理;

(7) 严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区, 严禁无关船舶进入施工作业水域, 并提前、定时发布航行公告。

8.5.1.2 环境敏感区域应急措施

正常情况下, 施工时溢油不会对广西合浦儒艮国家级自然保护区、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、福成-营盘重要砂质岸线和沙源保护海域等敏感目标产生影响, 考虑到风险事故的不确定性, 一旦发生溢油事故, 仍需根据事故地点、规模, 优先对项目周边环境敏感目标采取必要的保护措施。

一旦发现油膜向环境敏感区漂移, 立即通知敏感目标管理单位, 应立即使用吸油材料, 将油污对敏感区的损失降至最低; 一旦溢油在不利风向条件下向岸线漂移, 立即动用港区内就近应急物资, 采取布防围油栏、吸油材料等防护措施, 阻止油污登岸。必要时可利用港区内拖轮布设围油栏对溢油进行导流, 阻止油污进入风景敏感区

域。恶劣天气条件下，机械处理受限制，但强风、急流等却能提高分散剂的效力，但是应当慎重使用分散剂，使用前需经海事、环保部门许可。

建议施工单位开展船舶污染专题评估，并配备相关应急器材，并编制对应应急预案。

事故发生后应及时对环境敏感区环境质量进行应急监测，发现海水水质环境、发生异常变化及早告知周边海域养殖户、取水企业以及陆域居民。事故发生后组织相关部门开展事故损害评估工作，对因事故造成的影响进行补偿和恢复。

8.5.1.3 溢油应急力量

根据《防治船舶污染海洋环境管理条例》，结合《水运工程环境保护设计规范》（JTJ149-2018）和《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》（JT/T451-2017）及有关配套文件的要求，业主单位、建设单位应当委托有资质的评估单位，按照交通运输部和中华人民共和国海事局有关防治船舶及其有关作业活动污染海洋环境的规范、标准，对本项目防治船舶污染海洋环境风险进行评估，提出本项目防治船舶污染海洋环境能力建设需求，并向海事部门提交船舶污染海洋环境风险评估报告，经海事部门组织专家对评估报告进行评审，业主单位应按照评估报告提出的防污染应急设备配备方案，配备防污染应急设备及应急设备的专用库房。

广西北海市港龙码头有限公司应配备足够的围油栏、转盘式收油机、吸油器材、消油剂及消油剂喷洒装置等，同时按要求配备足够的防污染管理人员和作业人员，加强应急人员安全和防污染专业知识和技能培训，定期开展应急反应演练，工程防污染应急设备配备方案详见表 8.5-1。

表 8.5-1 工程码头溢油应急设备配备要求表

设备名称		靠泊能力
		100000吨级
围油栏	应急型（m）	不低于最大设计船型的3倍设计船长，不小于750m
收油机	总能力（m³/h）	6.5
油拖网	数量（套）	1
吸油材料	数量（t）	1
溢油分散剂	浓缩型，数量（t）	0.8
溢油分散剂喷洒装置	数量（套）	1
存储装置	有效容积（m³）	6.5

8.5.1.4 溢油应急预案

一、应急机构与职责

污染事故应急反应程序是发生污染应急反应时各相关部门应遵守的程序性规定，是计划的核心。主要包含报告和报警（通报）程序和内容、应急等级确定和风险评估和应急反应行动 3 部分内容。

二、应急组织指挥体系

为保证进出港区的船舶安全、保护区域海洋环境，应充分依托北海市溢油应急设备库及各码头企业溢油应急设备，形成以建设单位应急救援指挥部为核心，与地方政府部门（海事、港航、生态环境局、消防等）和周边企业，建立港口搜救、防污、应急三级综合联动体系。建设单位应急组织机构如下图所示。

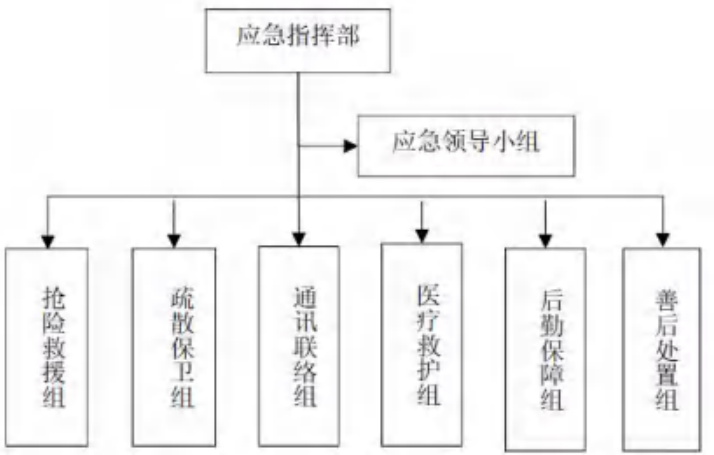


图 8.5-1 应急组织机构图

(1) 应急指挥部组成及职责

总指挥：总经理

职责：负责公司级突发环境事故应急救援指挥工作，全面指挥事故现场的应急救援工作，发布抢险救援、应急监测命令；对特殊情况进行紧急决断，及时对外发布、上报事故有关信息；组织制定并实施环境事故应急预案及定期演练。

副总指挥：副总经理

职责：负责协助总指挥做好具体的指挥工作，落实抢险命令；负责现场封锁、疏散、后勤、救护个应急救援小组的工作组织落实；随时向总指挥报告。

当总指挥不在现场时，行驶总指挥职责，执行总指挥的决定。

成员：各部门经理

(2) 抢险救援组

组长：副总经理

组员：各部门经理、作业机械队成员

职责：负责事故现场的抢险，及时控制危险源，遏制事态扩大：设备抢修、泄漏源堵漏、有害物质的消除、重要设备、设施的紧急关闭、应急供电或断电、人员生命及财产抢救，直到专业队伍到来。

（3）疏散保卫组

组长：安全部经理

组员：作业区安环室安全员

职责：担负现场治安，交通指挥，设立警戒，组织区域内人员撤离；维护现场秩序；保护事故现场及有关数据。

（4）通讯联络组

组长：办公室主任

组员：办公室成员

职责：负责各队之间的联络和对外联系通信任务。收集公司内事故信息和演变趋势并根据事故的严重程度依次逐级上报上级领导，协调有关工作、接受政府的指令和调动。

（5）医疗救护组

组长：培训主管

职责：负责事故现场的伤员转移和救助工作。协助医疗救助部门将伤员送到相关单位进行抢救和安置。发生重大污染事故时，协助疏散保卫组组织厂区人员安全撤离现场。

（6）后勤保障组

组长：后勤部经理

组员：物资管理员

职责：负责应急救援设施和装备的购置和妥善保管。在事故发生时及时将有关应急设备、救援器材、安全防护品、现场应急处置材料等应急物资运送到事故现场。负责作业区内车辆和装备的调度。

（7）善后处理组

组长：总经理

成员：副总经理、办公室主任

职责：对事故发生后的仪器设备、建筑设施等损坏情况进行清点处理以及应急物资的消耗情况。对事故中的人员伤亡进行安抚和善后。协助调查事故原因。协助有关部门做好伤亡人员赔偿有关工作。

8.5.1.5 应急响应

1、应急启动

当接受到报警信息时，应急指挥机构应立即对所获取的信息进行核实，判断报警信息的真实、可靠性，并根据核实的信息评估险情相应的等级。核实主要途径包括海事机构、船舶报告中心、船舶所有人以及附近的船舶等。

2、险情上报

确定的险情等级后，应及时根据险情级别上报相关机构和单位，以引起足够的重视。

3、险情评估

应急协调人应组织险情评估。险情评估主要考虑以下因素：

- （1）遇险人数和危险程度；
- （2）造成污染的可能性及程度；
- （3）对人命财产安全和水、陆域的影响程度；
- （4）其他危害性影响。

4、应急处置

应急协调人应拟定应急等级和相应的应急措施，提出所需的应急救助力量、设施等应急资源。

（1）应急总指挥的行动

启动相应的应急预案，指定现场指挥，并根据险情的变化调整既定方案；根据事态发展组织进一步的险情评估，并根据最新评估结果调整应急等级；

（2）应急协调人的行动

在确定应急总指挥之前应自动承担应急总指挥职责，根据险情初步评估和应急总指挥进行应急部署。

（3）现场指挥的行动

执行应急总指挥发布的或应急协调人下达的指令和要求，并及时报告情况，主要负责组织现场力量实施救援，并根据现场情况及其变化提出增加或减少救助力量等相

关建议：

(4) 搜救成员单位的行动

(5) 现场救助力量的行动

抵达现场报告后接受现场指挥的统一协调，及时反馈信息；

(6) 专家咨询组的行动

(7) 事故调查组的行动

(8) 法律支援组的行动

5、应急行动终止或中止

由下列情况之一的应急总指挥应宣布终止或中止行动：

(1) 险情解除，突发事件的危害已彻底消除或控制；

(2) 受客观因素影响如恶劣天气等原因，无法进行救援行动；

1、突发环境事件分级

根据《突发环境事件分级标准》，突发环境事件可分为一般突发环境事件Ⅳ级（蓝色）预警、较大突发环境事件Ⅲ级（黄色）预警、重大突发环境事件Ⅱ级（橙色）预警、特别重大突发环境事件Ⅰ级（红色）预警。分级标准对接《北海市突发环境事件应急预案》。

(1) 特别重大环境事件(Ⅰ级)

凡符合下列情形之一的，为特别重大环境事件：

- 1) 因环境污染直接导致 10 人以上死亡或 100 人以上中毒的；
- 2) 因环境污染需疏散、转移群众 5 万人以上的；
- 3) 因环境污染造成直接经济损失 1 亿元以上的；
- 4) 因环境污染造成区域生态功能丧失或国家重点保护物种灭绝的；
- 5) 跨省（区、市）突发环境事件。

(2) 重大环境事件(Ⅱ级)

凡符合下列情形之一的，为重大环境事件：

- 1) 因环境污染直接导致 3 人以上 10 人以下死亡或 50 人以上 100 人以下中毒的；
- 2) 因环境污染需疏散、转移群众 1 万人以上 5 万人以下的；
- 3) 因环境污染造成直接经济损失 2000 万元以上 1 亿元以下的；
- 4) 因环境污染造成区域生态功能部分丧失或国家重点保护野生动植物种群大批死

亡的；

5) 重金属污染或危险化学品生产、贮运、使用过程中发生爆炸、泄漏等事件，或因倾倒、堆放、丢弃、遗撒危险废物等造成的突发环境事件发生在国家重点流域、国家级自然保护区、风景名胜区或居民聚集区、医院、学校等敏感区域的；

6) 跨区县突发环境事件。

(3) 较大环境事件(III级)

凡符合下列情形之一的，为较大环境事件：

1) 因环境污染直接导致 3 人以下死亡或 10 人以上 50 人以下中毒的；

2) 因环境污染需疏散、转移群众 5000 人以上 1 万人以下的；

3) 因环境污染造成直接经济损失 500 万元以上 2000 万元以下的；

4) 因环境污染造成国家重点保护的动植物物种受到破坏的；

(4) 一般环境事件(IV级)。

除特别重大突发环境事件、重大突发环境事件、较大突发环境事件以外的突发环境事件。

(5) 包含以下情形的突发环境事件，一时无法判明等级的突发环境事件应当按照重大(II级)或者特别重大(I级)突发环境事件进行报告：

1) 有可能产生跨市或跨省影响的；

2) 因环境污染引发群体性事件，或者社会影响较大的；

3) 县级以上地方人民政府环境保护主管部门认为有必要报告的其他突发环境事件。

2、分级响应

按照突发环境事件的可控性、严重程度和影响范围，以及预警级别的划分，突发环境事件的应急响应分为社会级响应、公司级响应两级，根据事态发展，一旦事故超出公司应急处置能力时，应及时请求上一级应急救援指挥机构启动更高一级应急预案并配合上级部门和有关政府机关完成处置措施。

(1) 社会级——I 级响应

发生以公司应急能力无法有效控制事故，公司应急指挥部在应急救援的同时，应立即拨打 110、119、120、12369、12395 等电话请求支援，同时报请市政府事故应急救援预案，启动上级预案予以支援。

(2) 公司级——II 级响应

由公司应急指挥部组织应急救援，由公司总指挥发布指令，公司各应急小组听指令开展应急救援工作。

响应级别与事件分级对照见表 8.5-2。

表 8.5-2 响应分级划分一览表

响应分级	判断标准	备注
社会级（I 级响应）	（1）船舶由于碰撞、搁浅等原因发生大量溢油事故，在企业可控能力之外，造成大程度污染，导致广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西儒艮国家级自然保护区的海域生态功能部分丧失，鱼类、红树林大批量死亡； （2）因环境污染造成直接经济损失500万元以上的； （3）台风、暴雨等极端天气造成火灾及其他次生环境污染事故超过公司控制能力的； （4）发生火灾，火势特大，公司已无法控制并有蔓延至周边泊位的趋势的； （5）应政府或其他企业应急联动要求。	启动I级应急响应
公司级（II 级响应）	（1）火灾事故，在公司控制能力之内的； （2）废水处理设施故障，造成废水不能及时处理，现场可进行解决的； （3）因环境污染造成直接损失500 万元以下的。	启动II级应急响应

8.5.1.6 应急监测

项目不具备对废水污染物的应急监测能力，如发生突发环境事件，其污染物可委托第三方监测机构作为应急监测单位，及时开展应急监测。同时上报北海市生态环境局。

1、应急监测方案

根据《突发环境事件应急监测技术规范》相关内容，进行现场应急监测。

根据污染源以及污染物的类型，直接测定该污染源或排放口所排污染物在水环境中的浓度。需要根据事故类型，严重程度和影响范围确定采样点，根据本项目风险事故情况，本项目应急监测计划见表 8.5-2。

表 8.5-3 应急监测项目及点位参考表

类别	监测项目	监测频次	监测点位	备注
溢油事故	燃油	每隔2小时监测一次	以污染点位中心，在扩散趋势下游布设3个点，上游布设2个	根据当时情况布点，可增多监测点位
管道破裂事故	无机氮、活性磷酸盐、石油类、COD、AOX等	每隔2小时监测一次	以污染点位中心，在扩散趋势下游布设3个点，上游布设2个	根据当时情况布点，可增多监测点位

应急监测的频次根据事故发生的时间而有所变化，根据污染物的状况，在事发初期应当增加频次，不少于2小时采样一次；待摸清污染规律后可适当减少，不少于6小时一次；应急终止后可24小时一次进行取样。至影响完全消除后方可停止取样。

2、应急监测人员安全防护措施

现场应急监测分析方案的具体实施均是由应急监测组成员完成的。为了保护监测人员并有效地实施现场快速分析，在实施应急监测方案之前，还应该配备必要的防护器材，如防火防化服、防毒工作服、防毒呼吸器、面部防护罩、靴套、防毒手套、头盔、头罩、口罩、气密防护眼镜以及应急灯等。

8.5.1.7 应急预警和预防

预警和预防是通过分析预警信息，做出相应判断，采取预防措施，防止事故发生或做好应急反应准备，主要包括以下内容：

（1）信息监测与报告

管理部门应做好船舶安全流量、动态等监测工作，并将监测区域的情况及时通报给相关部门，以便及时做好安全准备工作。

（2）预警预防行动

相关部门应积极预测预防营运过程中发生影响船舶正常通航的可能性，并做好相应的预防措施。

（3）预警支持系统

（4）预警级别与发布

特别应该注意的问题：预警与预防机制的建立既要考虑水路交通事故的普遍特点，又要考虑该水域内可能发生的特殊应急事件，做到预警与预防及早、有效。

8.5.1.8 应急保障

1、应急队伍人力资源保障

公司各部门和全体员工都负有突发环境事件应急处置的责任，是应急响应的后备人力资源。公司设应急指挥部和应急处置小组，培训一支常备不懈，熟悉环境应急知识，充分掌握各类突发性环境污染事件处置措施的预备应急力量；保证在突发事件发生后，能迅速参与并完成救援、排险、消毒、监测等现场处置工作。加强应急人员安全和防污染专业知识和技能培训，定期开展应急反应演练。

项目周边现有应急队伍主要有：广西公安边防总队海警第一支队、南海救助局北海基地、国家海洋局北海海洋环境监测中心站、广西海洋环境监测中心站、中石化北海炼化、广西鹏达海洋工程有限公司等。

2、应急物资装备保障

环境应急物资储备由安全环保部门负责。必要的应急物资储备，包括应急物资的种类、储存量，根据环境风险状况决定。公司内配备一定的应急设备和防护用品，以便在发生环境安全事故时，能快速、正确的投入到应急救援行动中，以及在应急行动结束后，做好现场洗消及对作业场所和设备的清理净化。

负责人应确保各物资的使用均在有效期内，准备过期的，建议可用于进行应急演练。

3、通讯与信息保障

公司应急救援指挥部和各应急小组成员的手机要 24 小时开机待命，各应急救援人员在接到指挥部的事故应急救援命令后，须在 5 分钟内到达指定地点，并迅速开展工作。

8.5.1.9 应急预案联动

1、与北海市的应急联动

发生船舶溢油环境风险事故时，公司应急指挥领导小组应迅速启动环境风险事件应急预案，同时及时报告铁山港区、北海港及地方政府部门等；根据应急预案迅速判断事故等级；若发生 III 级以上响应等级的码头溢油事故，应该按《北海市船舶污染应急响应预案》进行与北海市政府进行应急联动。

2、与铁山港区的应急联动

本项目应急预案应与北海市铁山港区应急预案相衔接，充分利用铁山港区现有应急救援资源，与铁山港区保持联动。当环境风险事件发生后，首先启动本公司应急预案，并及时将事故情况向铁山港区有关部门报告。若发生的溢油事故的响应等级为 III 级时，公司的应急响应行动与铁山港区的应急响应保持联动；在与铁山港区政府联动的同时还应确保信息的及时传递，事故的及时通知处置等。

3、与港区的应急联动

当发生的船舶溢油事故的应急响应等级为 IV 级时可以根据项目编制的应急预案进行处置，并在发生事故的过程中及时上报地方政府。当所在港区发生的溢油事故可能影响到项目所在岸线或者项目所在区域海洋环境时，项目应急预案应与港区应急预案相联动，并及时采取相关措施并提供相关应急设备。

8.5.2 营运期事故的防范措施及应急预案

8.5.2.1 海底管线保护措施

原国土资源部于 2003 年 12 月 30 日公布了《海底电缆管道保护规定》，自 2004 年 3 月 1 日起施行。该规定第七条的内容为：国家实行海底电缆管道保护区制度。海底电缆管道保护区的范围，按照下列规定确定：

沿海宽阔海域为海底电缆管道两侧各 500m；

海湾等狭窄海域为海底电缆管道两侧各 100m；

海港区为海底电缆管道两侧各 50m。

该规定第八条的内容为：禁止在海底电缆管道保护区内从事挖砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其它可能破坏海底电缆管道安全的海上作业。

本达标尾水排海工程管线受《海底电缆管道保护规定》的约束，因此，在工程完工之后，应在该水域管道两侧设立保护区，并在海图上标注，提醒过往船舶谨慎驾驶，加强瞭望，避免对海底管线造成破坏。

8.5.2.2 防治尾水不达标排放的措施

本项目所接纳的达标尾水来自于园区各工业企业达标尾水，各工业企业应加强内部运行管理，严格执行其环境影响报告书中提出的管理要求。

（1）水“量”的控制

接入污水管网处安装流量监测仪表，排水量较大，且污染物较高的，须安装在线自动监测仪，以计量各企业达标尾水量及动态监控达标尾水是否达到接管标准。

为了保证营运期间事故排放不会对海洋产生影响，本次评价中要求排放达标尾水的企业必须设置事故池（或缓冲池），能够满足发生事故时事故反应时间（2h）内所产生最大达标尾水量的排放需求。事故池为达标尾水排海的最后保障；一旦发生事故，将及时切换阀门，将上述超标水排入事故池或缓冲池内，待处理达标后进行排放。

（2）水“质”的控制

凡接入本工程管道的所有尾水，必需符合相关行业的排放标准和本项目接管要求。在管道进水口、出水口均需要安装闸门和在线监测系统，随时测定接入尾水的污染物浓度。一旦在线监测系统显示本工程排放管道内数据有超标现象，对于园区各企业应该立即启动应急预案：关闭闸门、查找超标原因、提出事故处理方案，并在事故处理完成后提出整改方案，同时将超标原因、处理方案、整改方案提交给相关部门备案。通过这样的处理防止超标尾水进入海域，扩大混合区范围，影响海域生态环境。

加强对达标尾水中持久性有机污染物及重金属等污染物的控制，严格限制含特异因子（特别是有机毒物及难生化降解物质）的尾水排放。各工业企业应加强通过清洁生产、废水预处理等手段减少污染物的排放，杜绝事故排放，严格限制含有机毒物的尾水进入本工程截流管网。排放此类达标尾水的企业应进行厂内预处理，去除其中的特异因子（特别是有机毒物和难生化降解物质）后，方可进入污水管网。

通过以上方式从而保证进入本工程排海管道内的尾水可以达到排放的水质标准及接管要求，从源头上杜绝营运期不达标尾水事故排放的可能性。

8.5.2.3 排海管道风险的防范

（1）管理措施

为了保证污水处理工程的稳定运行，应加强管网的维护和管理，防止泥砂淤积而影响管道过水能力、影响扩散器的扩散能力；项目建成后，对已建成的排放管道更要加强巡检，防止人为和意外破损事故的发生，发现问题及时补救；定期对海管位置进行监测，防止管道路由发生位移；

为了检测泄漏，管道沿线每 1km 安装一台压力监测及变送设备，在第一个扩散器上安装流速仪。

（2）风险的预防措施

①配备流量、水质自动分析监测仪器

本工程扩散器段需要规范化设置，安装远程监控流量计和 pH、水质在线监测仪；

②选用优质设备

对接头处可能产生腐蚀区域进行专业级的防腐处理，以保证管道的抗腐性和耐久性；

③加强事故苗头监控

定期管道巡查、保养、维修，及时发现问题，消除事故隐患；

④主要操作人员上岗前应严格进行理论和实际操作培训。

8.5.2.4 应急预案

一、应急预案框架

应急救援预案的主要内容

①指挥机构的设置和职责

指挥人员名单、职责、临时替代人；

组成人员、现场指挥人及常规值班表；

确定各人员主要职责。

②应急事故报警、通讯网络及联系方式

应急事故抢修队地点、负责人；

应急指挥人员、应急反应人员的通讯联络方法；

③预防事故的措施

④事故的处置

事故报告制度及程序；

事故处置程序。

⑤工程抢险抢修

工程抢险方法、手段、工具、器材及防护用品。

⑥社会支援

⑦附件

组织机构名单；

值班联系电话；

组织应急救援有关人员联系电话；

外部救援单位联系电话；

有关资源位置、能力、数量以及联络方式。

二、应急救援预案的实施

应急预案实施的程序大致如下：

(1) 报警；

(2) 应急预案启动；

(3) 通知联络有关人员；

- (4) 应急指挥系统启动;
- (5) 分析、判断、决策;
- (6) 确定应急对策和事故预案;
- (7) 联络应急队伍、调集设备;
- (8) 实施事故预案, 采取应急反应行动;
- (9) 恢复生产。

三、应急预案的更新、培训与维护

- (1) 更新有关数据, 修改、新建事故预案;
- (2) 应急人员的理论培训、桌面演习、实际操作及实战演习;
- (3) 应急设备设施的维护保养。

四、应急机构、职责及实施计划

总经理负责运营期的应急管理工作。

企业应建立以总经理为总指挥的应急中心, 并下设若干应急反应专业部门, 负责完成预案抢险工作。应急中心应设值班人员, 负责联络通知应急指挥人员及应急反应人员。应急中心主要职责:

① 安全管理部门: 负责组织制定应急预案的管理制度和技术措施, 编制应急抢险计划方案, 组织事故预防和应急救援教育和演练, 组织实施的自救与社会应急救援, 组织事故分析和上报等;

② 环境保护部门: 负责组织制定应急监测计划, 组织对事故现场的监测和环境监测, 测定事故的灾害区域, 预测事故危害程度, 指导控制污染措施的实施, 事故现场善后污染清理等;

③ 信息部门: 负责组织应急通讯队伍, 保证救援通讯的畅通等;

④ 物资部门: 负责保障供应救援设施、器具, 物资运输等;

⑤ 维修部门: 负责善后设备及抢修任务。

应急中心还应设事故应急专家委员会, 由事故应急专家、及管线沿途地方安全生产、环保等主管部门人员等组成, 为应急预案制定、事故应急决策提供技术咨询、技术方案及建议。

责任主体应针对营运期发生尾水事故排放制定有针对性的应急预案, 以防止尾水排放对保护区及近岸滩涂的影响; 在事故处理完成后, 应形成环境事故报表, 向海洋行政主管部门及保护区管理处进行报备。

五、应急预案的实施

(1) 当发生风险事故时（近岸管线破裂或尾水不达标），应迅速准确地向企业应急中心报警，同时组织专、兼职人员开展自救，采取措施控制事故源，以确保尾水进入缓冲池，不排入海域；

(2) 企业应急中心接报后，迅速启动应急反应计划，通知联络有关应急反应人员启动应急指挥系统，并向有关部门和利益相关方说明发生事故的位置、状况；组织事故应急专家对事故进行分析、判断和决策，确定应急对策和事故预案，联络各应急反应专业部门和队伍赴现场各司其职，实施救援计划。

六、应急事故的终止和善后处理

由应急中心根据现场指挥部、事故应急专家委员会意见决定并发布应急状态的终止。事故现场及受其影响区域应采取有效的善后措施，包括清理现场、清除污染、恢复生产等现场工作；事故损失的估算，事故原因分析和防止事故再发生的防范措施等；总结经验教训，写出事故报告，报有关主管部门等。

另外对在风险事故中受影响的海域及间接受影响的群体，业主应启动风险应急基金进行补偿，补偿可通过地方政府、海洋主管部门或渔业部门等政府机构进行。

9 总量控制

水污染物总量控制指标为 COD 和氨氮，根据工程分析，本工程为尾水排海管道工程，本身不产生污染物，因此本工程无污染物产生量、也无排放量和削减量。

本项目主要接收园区各工业企业达标尾水，各总量控制指标由各工业企业各自承担，本深海排放管工程不再单独申请。

表 9.1-1 污染因子最大排放量（最大排水量 60m³/d）

	本工程排放浓度限值（mg/L）	日最大排放量（t/d）
无机氮	15	9
活性磷酸盐	0.5	0.3
COD _{Cr}	65	39
石油类	2	1.2
AOX	6	3.6

根据《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评[2017]84号）和《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），环境影响评价制度是建设项目的环境准入门槛，是申请排污许可证的前提和重要依据。依据园区内各排污企业相关管理办法，向具有管理权限的环境保护行政主管部门提出排污许可申请。在未取得排污许可证前不得运行，并进行达标尾水深海排放；获得排污许可证后要严格按照许可证规定排放。

10 环境保护措施及其可行性论证

10.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

10.1.1 施工期污染防治措施

1、防治开挖及回填污染水域环境措施

在进行铺管施工时，采用沟槽开挖施工作业。为使施工影响减小到最低限度，在进行施工作业时，应有专人监督管理施工过程的环保问题，并采取以下环保措施：

(1) 合理安排工期。在大潮期及退潮时，水流流速较大，悬浮泥沙较难沉降，因此在此可能的情况下，尽量减少在大潮期及退潮时进行施工作业。

(2) 加强管理，文明施工。为了尽量减少泥沙的溢散，施工单位必须加强管理，做到文明作业，定期对施工设备进行维修保养，确保设备处于正常状态。

(3) 减小沟槽开挖及疏浚土回填对海洋环境的影响，考虑在施工区域周围设置防污帘，确保施工悬浮物高浓度区集中在局部施工范围内。

2、施工期防治船舶水污染的措施

(1) 施工船舶应严格执行海事局有关铅封管理的规定。根据交海发[2007]165号《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》的要求，施工期船舶由于必须事先经海事部门对其排污设备实施铅封，不准直接向水体排放含油污水，船舶含油污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理；

(2) 施工船舶产生的生活污水应按海事部门最新的管理要求自身配备处理设施进行处理，船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作后交陆域处理；

(3) 将本工程船舶污染物排放的监督纳入海事局船舶监督管理体系。对于施工产生的生产及生活垃圾，应采用收集及分类的办法，交由环卫部门统一处理。

3、施工期固体废物防治措施

(1) 施工期固体废物由各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋。

(2) 施工船舶产生的生活垃圾和生产垃圾均不得向海里倾倒，须做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交由陆域处理。

(3) 管道焊接时产生的废弃焊头和拆卸下来的材料设备废包装物，不得直接丢弃，应在每个焊接作业点配备铁桶，废弃焊头直接放入容器中；在每个施工现场设置废料回收桶，由环卫部门统一收集。

4、施工期施工场地水污染防治措施

(1) 施工场地配置环保厕所，有效收集场地内施工人员生活污水。

(2) 施工场地生产废水主要为冲洗废水，设置临时冲洗池集中收集冲洗废水，施工结束后对临时冲洗池覆土掩埋。

10.1.2 营运期污染防治措施

10.1.2.1 污染物排放标准的控制

园区各企业产生的污水需在厂区内进行污水预处理，符合各排放标准要求后，排入本深海排放管。一旦在污水处理厂出水口处监测有超标现象，应立即关闭管道阀门，将尾水立即送入缓冲池以便进一步处理，达标后进行排放。

对园区内企业实施强制性清洁生产，加强各类工业废水、循环利用、梯级利用，努力实现少排放，通过这样的方式减少园区达标尾水的排放量。

10.1.2.2 加强排海达标尾水水质监测

在调压井处设置了在线监测系统并安装闸门，随时测定接入尾水的污染物浓度，用于监测排海尾水指标以控制调压井的运行及阀门的开启，依据水泵参数控制单位时间污水排放量核算排放总量；同时由有资质单位在泵房前池每天至少开展一次取样检测，监测标准执行各企业各污染因子的排放限值。检测单位每周提交一次正规检测报告。

在实际运营过程中，园区管委会应与环保主管部门进行沟通，根据本工程深海排放管线所接纳的达标污水企业的情况，出具具体的在线监测因子方案，方案应在环保主管部门的主持下进行专家评审，并听取专家的意见和建议，针对该污染物因子进行在线监测。当基地落户新的企业、且达标尾水中因子发生变化时，管委会应重新制订在线监测因子方案，提请环保主管部门进行专家咨询，并及时调整在线监测因子，以防止高毒、剧毒污染物的排放。对于在线监测数据，管委会应作好备份、备案，以备对达标尾水各因子的排放情况进行跟踪研究。

为避免超标尾水经本项目排放，应对管道进行日常维护并监督本项目的进水水质。进水水质一旦出现事故状态，应立即关闭闸门，将尾水送入应急池以便进一步处理，达标后进行排放；在必要时，园区各企业应限产或停产，以减小污水处理工程的负荷及环境风险。

10.1.2.3 排放口设置

必须按照排污口设置及规范化管理相关要求设置排污口，在达标尾水排污口处设置环境保护图形标志牌，实行排放口规范化。

本工程为建设总长约 16.333km 的深海排放管，为保证本工程排水口以及周边通航船舶航行安全，结合相关规范要求，需在排放管入海点以及排污点头部位置设置相应的警示标志及助航标志。

本工程拟在 3#调压井临海侧的排放管入海点设置管线标一座；同时在排污点头部设置灯浮标 4 座，并备品 2 座灯浮标。管线标形状为两根立柱上端装等边三角形空心标牌一块，总高 5m，三角形标牌尖端朝上，标牌下部写“禁止抛锚”；立柱为红白色相间斜纹，标牌为白色、黑边、黑字；标牌的三个顶端各设置白色或红色定光灯一盏；同时配备相应的太阳能电源系统及免维护蓄电池。灯浮标采用钢质浮标，浮体为直径 2.4m 钢质柱形浮筒，浮筒上配置顶标、一体化航标灯，并配备遥测终端，浮筒下接有锚链及混凝土沉块。

10.1.3 营运期监督管理措施

10.1.3.1 监督管理责任单位

本工程监督管理需要由行业行政主管部门、项目主管部门、项目责任主体和第三方服务机构参与下进行，其中海事部门、环保行政主管部门及其他相关行业主管部门；项目主管部门为铁山港工业区园区管委会；项目责任主体为项目建设单位或管委会认可的项目运营管理单位；第三方服务机构是指具有相应服务资质的设备供应单位、监测单位和评价咨询单位。责任主体对第三方服务机构的委托过程应接受环保行政主管部门的监督，第三方服务机构在进行监测、评价等服务中应接受环保行政主管部门的监督和指导。

10.1.3.2 监督管理程序

营运期数据资料管理主要在环保行政主管部门的监督、指导下，由责任主体北海市路港建设投资开发有限公司委托第三方服务机构对海洋环境本底进行调查、在营运期进行跟踪监测、对新增企业或变更水资源利用和污水入管评估、收集在线监测数据以及达标尾水深度处理回用的相关研究；在此过程中第三方服务机构受责任主体的委托，但同时受行政主管部门的监督、指导，且行政主管部门对委托进行的各监测、评估方案路线进行审查、监督。

第三方服务机构在日常在线监测过程中，需要收集自动监测数据并定期进行人工监测，以确保在线监测的准确性及某些因子无法自动监测的特殊性；根据在线监测数据的情况实时监控数据异常情况，一旦发生数据异常时第三方服务应立即向责任主体及行政主管部门报告，责任主体需要启动应急方案，在行政主管部门监督及协查下提出切实有效的解决方案，直至异常情况解除，并在随后的跟踪监测中进行特征因子的补充监测，以分析异常情况对水环境的影响；在此过程中第三方服务机构同样需要将数据异常情况形成报表报备行政主管部门。第三方服务机构需要在年终形成年度综合评估报告，向海洋行政主管部门进行报备，并听取海洋行政主管部门的审查意见和指导。

本工程在达到远期排放量，且在日常的在线监测及环境跟踪监测下，海域水环境条件良好的条件下，可逐渐减少环境跟踪监测的频次，但必须保证在线监测的有效性，以确保营运期达标尾水不会对海洋环境产生影响。

图 10.1-1 营运期监管程序框图

10.2 建设项目各阶段的海洋生态环境保护措施

10.2.1 施工期生态保护对策措施

(1) 水生生物保护管理措施

①环境管理人员仍应加强管理，实施施工期的跟踪监测，当监测点水域中悬浮物浓度超标时，应暂停施工。

②合理安排施工进度

(2) 水生生物恢复与补偿建议措施

项目施工期造成的生物损失应承担的生态补偿投资额为 1036.90 万元。

目前世界各国对海岸带采取了多种保护措施，早在1972年10月27日，美国颁布了《海岸带管理法》（CZMA），随之韩国、日本、新加坡、英国等国也先后制定了海岸带管理法律、法规。同时为了减少资源破坏和避免生态进一步恶化，利用人口措施对已受到破坏和退化的海岸带进行生态恢复，由于人类对海岸带生态系统复杂性认识的局限性，目前对海岸带生态恢复和补偿措施的研究，还主要集中在单个的生态因子上，对河口、海岸带生态系统的综合系统的恢复技术仍处在探索研究阶段。

我国是世界上河口、海岸带生态系统退化最严重国家之一，也是较早开始海岸带保护的国家之一。在20世纪50年代和20代纪90年代共开展了3次大规模海岸带、滩涂和海岛资源综合调查，为随后海岸带保护和修复工作奠定了基础。20世纪90年代末在南海、东海、黄海、渤海等海域实施了伏季休渔制度。虽然我国在海岸带保护工作方面取得了巨大进步，但在海岸带生态修复技术研究和应用方面工作很少，还基本处于起步阶段。

目前国内对于海岸带开发，采取的生态恢复及补偿措施主要是海洋生物人工放流增殖技术：

海洋生物人工放流增殖技术在我国应用较早，自80年代以来，我国先后在渤海、黄海、东沌放养了以中国对虾为代表的近海海洋资源，目前规模化放流和试验放流种类已扩大到日本对虾、三疣梭子蟹、海蜇、虾夷扇贝、魁蚶、海参、鲍、以及梭鱼、真鲷、黑鲷、牙鲆等10多个品种，对近海海洋生物恢复起到了积极作用。

2000年8月26日上午10时，全国水产技术推广总站和日本栽培渔业协会共同

在山东省日照市近海(东经119°03'、北纬35°21')成功的进行了牙鲆和日本对虾的海上标志放流实施。

因此,为了缓解和减轻工程对所在的海域生态环境水生生物的不利影响,可采取人工放流当地生物物种的生态恢复和补偿措施。具体人工放流种类以该海域的常见经济鱼、虾类为主,放流地点为工程附近的水域,同时,应对增殖放流的结果进行跟踪监测。

10.2.2 营运期生态环境及渔业资源影响减缓措施

(1) 尾水排放口混合区位置确定

在项目正常运营过程中,在加强对海洋环境跟踪监测的基础上,在达标尾水排放对海洋环境的影响可控制在本报告所划定的混合区的前提下,建议在下一轮海洋功能区划调整过程中,将本工程排海口的混合区范围调整为海洋功能区划中的排污区。

在海洋区划功能调整的基础上,应明确确定本项目排放口的混合区面积和具体的地理位置。

(2) 污染物排放严格执行相关标准

严格执行相关污染物排放标准,排海管不得擅自接入其它类型尾水,如确需接入,应另行进行可行性论证。

(3) 加强达标尾水排海水质监测,建立安全预警、应急处理机制

建设水质在线监测系统,设立水质检测实验室,配备相关人员;建立污染物应急处理设施,以应对尾水排海前污水处理设施可能发生的事故风险,严禁事故尾水进入本项目排海管道;设立管道安全管理队伍,对管道进行日常维护和修缮。

(4) 排海口附近水域海洋环境跟踪监测

在达标尾水排海系统开始运行后,每个季度对混合区周边海域进行一次水质跟踪监测;每年进行一次沉积物、生物体质量(春季或秋季)跟踪监测;每次监测后的监测单位需提交监测报告和评价报告,报告中需要对数据进行对比,分析在不同时段各监测站位的数据变化情况,分析在相同时间监测的、距排海口不同距离的各监测站位的数据变化趋势,每年监测完成后第三方机构需要形成监测结果年度报告。

(5) 修复评价海区受损的渔业资源、生态环境

本项目在正常运行下，不可避免地对渔业资源造成直接损害。因此为有效减缓工程实施对渔业资源的影响，建议实施渔业资源增殖放流的修复措施。按影响评价结果，本项目营运期对渔业资源造成经济损失合计为 30157.85873 万元。具体的增殖放流品种、数量、规格和放流时间应与当地海洋与渔业主管部门协调后明确。

10.3 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

工程施工期环境保护设施和对策措施及环保竣工验收一览表见表 10.3-1；

工程营运期环境保护设施和对策措施及环保竣工验收一览表见表 10.3-2；

表 10.3-1 施工期环境保护设施和对策措施及环保竣工验收一览表

序号	环境保护 对策措施	具体 内容	规模及数量、方法等	预期效果	实施地点及 投入使用时间	责任主体 及运行机制
一、污 染防治 措施	船舶生活 污水、油 污水	COD、石 油类、氨 氮	船舶生活污水 COD 产生量约为 2.13t/a、氨氮产生量约为 0.24t/a；船舶含油污水石油类产生量约为 7.59t/a；由海事主管 部门认可的有资质单位接收处理		施工现场	施工单位负责建 设、使用和管理
	船舶垃圾				施工现场	
	生活垃圾 收集	垃圾桶	若干	控制生活垃圾随意丢 弃	施工营地	
	陆域生活 污水、生产 污水	COD、氨 氮	陆域生活污水 COD 产生量约为 0.41t、氨氮产生量约为 0.05t； 设置移动式环保厕所收集，定期送化学园区污水处理厂达标 处理		施工现场	
	施工悬浮 物	SS	管槽和临时水上作业区开挖产生悬浮物约为 6.94kg/s；临时 水上作业区回填产生悬浮物约为 24.44kg/s；在施工区域周围 设置防污帘		施工现场	
二、非 污染环 境保护 措施	施工期防 冲刷	开挖埋 管	管道埋深控制	管道在泥面下	施工期	施工单位负责建 设
三、海 洋生态 保护措 施	生态补偿	采用增 殖放流 方法补 偿	工程施工应承担的生态补偿投资额为 1036.90 万元。	按照相关主管部门的 要求，完成增殖放流 的品质、数量	工程附近海域，在 施工完成后每年的 休渔期（6~9 月） 在工程周边海域进 行增殖放流，放流 3 年。	北海路港建设投 资开发有限公司 负责组织落实， 可委托专业单位 完成
四、环 境监管 措施	开展环境 监理		委托有资质单位开展环境监理工作	对工程建设全过程进 行环境监理，保证相 关环保措施的严格落 实	与工程施工同步进 行	

表 10.3-2 营运期环境保护设施和对策措施及环保竣工验收一览表

序号	环境保护 对策措施	具体 内容	规模及数量、方法等	预期效果	实施地点及 投入使用时间	责任主体 及运行机制
一、污 染防治 措施	达标尾水 质量控制	排放标 准控制 措施	接入本海底管道的达标尾水各项因子需严格执行各行业企业确定的各污染因子的排放限值。	达标尾水排放因子满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A；《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015）新建企业执行标准；《制浆造纸工业水污染排放标准》（GB3544-2008）新建企业水污染排放限值、造纸企业水污染排放限值；《电镀污染物排放标准》（GB21900-2008）新建企业水污染排放浓度限值；	营运期间，接入本工程排海管道所有的达标尾水	北海路港建设投资开发有限公司
	达标尾水 有序排放	在线监 测系统	在调压井泵房处设置在线监测系统，用于监测排海尾水指标以控制水泵的运行及阀门的开启，依据水泵参数控制单位时间排放量核算排放总量；同时由有资质单位在泵房前池每天至少开展一次取样检测，监测标准执行各污染因子的排放限值。检测单位每周提交一次正规检测报告。	正常运行时监测因子满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A；《石油炼制工业污染物排放标准》（GB 31570-2015）新建企业执行标准；《制浆造纸工业水污染排放标准》（GB3544-2008）新建企业水污染排放限值、造纸企业水污染排放限值；《电镀污染物排放标准》（GB21900-2008）新建企业水污染排放浓度限值；	泵房前池与主体工程同时投入使用	
	警示灯浮 标	设置灯 浮标	排污点头部设置灯浮标	海上设置灯浮标	与主体工程同时投入使用	
二、风 险防范	不达标尾 水防范对	在线监 测系统	1、在调压井泵房处设置在线监测系统，用于监测排海尾水指标以控制调压井的运行及阀门的开启，依据调压井参数控	在线监测，缩短事故反应时间，实现事故状态下快速反	调压井泵房处；	

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

序号	环境保护 对策措施	具体内容	规模及数量、方法等	预期效果	实施地点及 投入使用时间	责任主体 及运行机制
措施	策措施		制单位时间尾水排放量核算排放总量；同时由有资质单位在调压井每天至少开展一次取样检测，监测标准执行各污染因子的排放限值。当监测检测水质指标超标时，发出预警，并根据调压井运行工况，控制调压井运行时间，及时切换阀门。 3、为了监测泄漏，管道沿线每 1km 安装一台压力监测及变送设备，在第一个扩散器上安装流速仪。	应	管道沿线 与本项目主体工程同时投入使用	北路港建设投资 开发有限公司
		海底管线保护措施	1、根据《海底电缆管道保护规定》，在工程完工之后，应在该水域管道两侧设立保护区（管道两侧各 500m）； 2、在排海口处设置需要设立明显警示标识，并在海图上标注，提醒过往船舶谨慎驾驶，加强瞭望，避免对海底管线造成破坏； 3、加强管网的维护和管理，防止泥砂淤积而影响管道过水能力、影响扩散器的扩散能力； 4、定期对海管位置进行监测，对所在路由区域地面沉降、冲刷进行观测，防止管道路由发生位移。	保护管道、确保管道不发生 断裂、位移等事故	与本项目主体工程同时完成	
		事故池		利用事故罐和基地内污水管线、企业内自建事故池共同构成不达标尾水应急收纳处置系统，能够满足发生事故时事故反应时间（2h）内所产生最大尾水量的排放需求	与主体工程同时投入使用	
三、非 污染环境 保护措施	营运期勘测	每年进行常规地形勘测	1 次/年	预防、处理管道沿线出现冲刷状态	项目运营后	
四，环境 监管措施	开展环境跟踪监测	水质、沉积物、生物质量	1、在排海系统运行之前本工程深海排海口未正式排放尾水之前对本工程所在海域小范围（不得小于现状调查中的重点控制范围，其调查站位、调查要素、调查因子均应与其保持一致），开展至少一次本底调查（春或秋季）； 2、在排海系统开始运行后，每个季度对混合区周边海域进行一次水质跟踪监测；	环境跟踪监测、检测报表及 评价报告	在排海口附近 海域 排放系统运行 之前、之后	

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程-海域部分环境影响报告书

序号	环境保护 对策措施	具体内容	规模及数量、方法等	预期效果	实施地点及 投入使用时间	责任主体 及运行机制
			<p>3、在排海系统开始运行后，每年对混合区周边海域进行一次沉积物、生物体质量（春季或秋季）跟踪监测；</p> <p>4、每次监测后的监测单位需提交监测报告和评价报告，报告中需要对数据进行对比，分析在不同时段各监测站位的数据变化情况，分析在相同时间监测的、距排海口不同距离的各监测站位的数据变化趋势，每年监测完成后第三方机构需要形成监测结果年度报告；</p>			
	开展环境影响后评估	水质、沉积物、生物质量	工程投入使用两年后开展首次环境影响后评估工作，根据首次后评估工作结果确定后续后评估工作开展的具体要求，并将相关材料定期送交海洋环境保护行政主管部门备案，供海洋主管部门进行综合评估。	环境影响后评估报告	工程投入使用两年后委托第三方有资质单位开展第一次后评估	

11 环境保护的技术经济合理性

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本工程在项目施工期间及营运期间环保投资总费约 1792.90 万元，占项目工程总投资为 114086.66 万元的比例为 1.57%。详见表 11.1-1，由于本项目为达标尾水排放工程，项目具有特殊性，因此在其后的营运期间应不断地加大营运期环境跟踪监测费用和研究经费，并进行评估，以保证环境的良性发展。

表 11.1-1 环保投资一览表

环保措施分类	项目	环保投资估算（万元）	效 果	实施时期
施工期	施工船舶污染物接收	20	减缓施工期含油污水影响海域	施工期实施
	生态放流	1036.90	减缓生态环境的影响	水上施工结束后实施
	施工期环境监理	200	对施工期进行跟踪监理，减缓对环境影响	施工期实施
营运期	在线监测系统	450	保证通过本排海管道的尾水均达标排放	营运期内进行
	营运期环境跟踪监测	另外委托	保证排海口水环境质量	营运期内进行
	环保验收	80		
其他	宣传教育	1	提高环保意识	施工、营运期实施
	环境保护管理	5	保证各项环保措施落实和执行	施工、营运期落实
合计（万元）		1792.90	项目总投资（万元）	114086.66
			环保投资占总投资比例（%）	1.57

注：所有委托第三方的费用以实际发生费用为准。

11.2 环境保护的经济损益分析

11.2.1 经济效益分析

（1）项目的建设将避免尾水排放对水环境的污染以及由此产生的经济损失，减轻尾水对地下水源的污染，使区内人民生活环境和生态环境都得以改观。将对改善该区域的投资环境，吸引外资，发展工业经济，提高工业产品质量等起到积极、有效的作用。

（2）本项目为达标尾水排海工程，本身不会产生利益，但作为园区配套项目，本项目的实施对铁山港工业园区招商、建设、完善和发展壮大具有举足轻

重的意义。

11.2.2 社会效益分析

建设达标尾水排海工程是借鉴国内外的成功经验。利用海洋自净能力来处置工业废水和生活废水在国外已有一百年多的历史，广泛为美、英、法、香港、台湾等沿海国家和沿海城市所采用。国内如上海市就已建成竹园、白龙港、星火、奉浦尾水排海系统，在严格控制难降解物质的前提下，科学利用长江口、杭州湾等大水体环境承载容量，将部分城市尾水进行海洋处置，取得了显著的经济效益、社会效益和环境效益。

国内外的成功经验表明，达标尾水排海具有减轻环境污染和促进经济发展的双重效益。本工程的建设是铁山港临港产业基地的重要组成部分，是北海市社会发展、经济发展、保护人民身体健康、改善地区水环境质量及投资环境的大型基础设施项目。

本项目的建设为提升铁山港产业园区自身基础设施配套条件，改善投资环境，增加投资吸引力，促进铁山港经济可持续发展做出的必要举措。本项目将解决铁山港工业园区的尾水最终出路问题，改善基地环境，使其更具投资价值，有利于吸引大规模、大用水量、大排污量的工业项目，促进园区开发和发展的良性循环，使得沿海地区工业项目发展的限制条件得到解决，必将为地区的经济发开展辟通道，对地区环境与社会经济等方面产生巨大的影响，进而促进地区的全面可持续的发展。因此，本工程具有良好的社会效益。

11.3 环境保护的技术经济合理性

本项目本身为达标尾水排放项目，为了减小对海洋环境的影响，项目在前期进行了专题研究，包括潮流泥沙数模及岸滩演变分析、海洋水环境容量等研究等，根据研究成果，拟选排污口位置有利于污染物的扩散，可将其对环境的影响降到较低水平，具有较好的环境效益。同时，通过加强监督管理，从源头上预防事故排放的可能性。

综上所述，本项目虽无明显的经济效益，但本项目的实施却为铁山港工业园区提供了强有力的保障；项目在施工过程中采用先进的施工工艺，在营运期通过各种环保措施防止污染事件的发生；深海排放虽然增大了施工投资，但却大大地减小了对水环境的影响范围，有效保护和修复近岸的生态敏感海域，具

有显著的生态与环境效益。因此本项目的建设除具有良好的社会效益、经济效益，更重地体现了达标尾水集中深海排放的环境效益。

12 相关规划和功能区划符合性分析

12.1 相关规划

12.1.1 港口发展规划

12.1.1.1 广西北部湾港总体规划修编（桂政函〔2018〕74 号）

2018 年 5 月 2 日，广西壮族自治区人民政府批复了《广西北部湾港总体规划修编》（桂政函[2018]74 号）。本次规划修编注重港口发展与临港产业、城市生态文明建设之间的平衡，兼顾城市生态休闲旅游需求。《规划修编》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

第四章 港口岸线利用规划：第二节 港口岸线利用规划

三、北海港域

.....

铁山港西岸线，位于铁山湾西岸、自湾口的青头村至红岸楼段，规划港口岸线 36426.2m。其中，啄罗岸线 12113.5m，布置液体散货、干散货、件杂货泊位和港口支持系统，**主要为临港工业服务**；北暮岸线 12863m，布置干散货、集装箱、件杂货泊位，主要为腹地物资中转运输服务；北暮东岸线，规划为预留港口岸线；石头埠岸线 8955.7m，由石头埠修造船基地分为南、北两段，长度分别为 6740.9m、2214.8m，布置干散货、件杂货泊位和港口支持系统，主要为临港工业服务；雷田南岸线规划为预留港口岸线，雷田北岸线 2494m，布置固体危险品泊位。石头埠岸线中部的 1111m 岸线、石头埠岸线与雷田南岸线之间的 6350m 岸线为修造船等临港工业使用岸线。

铁山港东岸线，位于铁山湾东岸中部、沙田至苏屋坡段，规划港口岸线 10863m。其中，沙田岸线 2098m，布置干散货、件杂货、集装箱泊位和港口支持系统；沙尾岸线 2346m，布置干散货、件杂货泊位；榄根岸线 3888m，布置干散货、件杂货、集装箱泊位；充美岸线 2531m，布置干散货、件杂货泊位和港口支持系统。

.....

第五章 港口总体布置规划

广西北部湾港将形成“一港、三域、八港区、多港口”的港口布局体系。“一港”指广西北部湾港；“三域”指防城港域、钦州港域和**北海港域**；“八港区”即渔湾港区、企沙港区、金谷港区、大榄坪港区、三墩港区、石步岭港区、**铁山港西港区**、**铁山港东港区**等八个规划期内重点发展的枢纽港区；“多港口”即沿海分散布局的小港口。

广西北部湾港主要运输系统布局：煤炭和矿石运输系统以防城港域为主，集装箱运输系统以钦州港域为主，油品运输系统由钦州港域和北海港域共同承担，邮轮运输系统以北海港域为主。

防城港域以煤炭和矿石等大宗散货运输为主，积极发展集装箱和粮食运输。钦州港域以集装箱和石油化工运输为主，依托钦州保税港区，着力打造成为国际集装箱干线港。**北海港域主要发展国际邮轮旅客运输、商贸和清洁型物资运输**。广西北部湾港通过加快港域功能结构优化调整，提升专业化和规模化水平，促进“三域”深度融合，逐步发展成为港产城协调发展的多功能、现代化、综合性港口。

广西北部湾港将全面打造现代化的服务体系格局：渔湾港区、企沙港区、大榄坪港区、三墩港区、**铁山港西港区**主要为煤炭、矿石、集装箱、石油等四大货种专业化中转运输服务；金谷港区、**铁山港东港区**主要为临海工业服务；石步岭港区主要为国际海上旅游客运服务。

从以上规划文本可以看出，本次修编主要针对北海铁山港服务对象、服务内容进行规划，未针对区域排污选划提出明确的就入海排污区（口）选化的相应管理要求，本次研究应关注入海排污区（口）应征求海洋、海事、渔业行政主管部门意见，避开港区作业区、航道、锚地等。

12.1.1.2 广西北部湾经济区龙港新区总体规划（修编）（2020-2035）

2020年4月2日，自治区北部湾办组织召开了《广西北部湾经济区龙港新区总体规划（修编）》评审会，本规划旨在解决龙港新区产业项目落地、相关规划不协调等问题，加快推进龙港新区规划建设，《规划修编》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

《广西北部湾经济区龙港新区总体规划修编（2020-2035）》提出的环境保护规划内容是“增强法制观念和环境保护意识，坚持谁污染谁治理的原则，全社会动员，保护清洁的水环境，进一步加强水环境质量改善工作。**采取有力措施对污染源进行治理，完善规划范围排水系统和污水处理设施，严格禁止向地表水体和海洋直接排放污、废水，严禁在红树林生态保护区范围内设置排污口。**尽快完善污水处理厂体系建设，按照污水处理达到一级 A 标准进行建设；建设规划范围中水处理系统，处理后的水用于绿化浇灌，道路清洗及部分企业用水回补。采取雨、污分流制，加强规划范围排洪渠内水体的污染控制，清理污泥，提高自净能力；禁止在居民区附近水域倾倒废弃物。对排洪渠进行清淤、疏通，清除内源污染，改善规划范围排水条件。建筑工地废水经过处理回用或合格排放，禁止无组织地占用道路经营洗车。通过与海绵城市建设结合，加强对雨水的处理及利用，充分对雨水进行渗、滞、蓄、净、用、排的处理，有效减少径流总量，减少对地表水体的污染。**严格保护沿海红树林不被开发建设破坏；**参照景观要求，在园内其他区域种植当地植物，减少水土流失及地面径流，打造生态绿廊，美化园区景观环境。”

以上规划文本可以看出，本次规划修编主要就龙港新区总体规划中涉及自治区级重要湿地、红树林、污水深海排放等重大问题提出管制要求及解决方案，本次研究设置的入海排污区（口）应严格禁止向地表水体和海洋直接排放污、废水，严禁在红树林生态保护区范围内设置排污口。

12.1.1.3 北海港总体规划（2019-2035）

2020 年 3 月 11 日，《北海港总体规划（2019-2035 年）》审查会在南宁召开。本次规划注重提升航道规划等级，布局北海临港产业、推动北海港发展成为一流大港。《规划》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

港口性质和功能：

性质定位：北海港是我国西南中南地区开放发展的重要出海通道和最便利出海口，是构建面向东盟的国际大通道、打造西南中南地区开放发展新的战略支点、形成“一带一路”有机衔接重要门户的重要枢纽和平台。

功能定位：北海港具备装卸仓储、多式联运、临港工业、现代物流、保税、航运服务、客运旅游和区域性国际邮轮母港等功能的现代化港口，满足港口腹地经济及临港产业对以石油、煤炭、矿石、集装箱等大宗型货物为主的货物运输需求，以及对休闲旅游客运的需求。

.....

港口总体布置规划：

北海港规划布置石步岭港区、铁山港西港区和铁山港东港区等重点发展枢纽港区，以及海角港点、侨港港点、涠洲岛港区和合浦港点等。各港区（港点）定位如下：

石步岭港区：以旅游客运为主、兼顾客货滚装运输，积极拓展国际邮轮母港功能，将发展成为集客运、旅游和航运服务功能为一体的现代化国际客运和商务中心。

铁山港西港区：以矿石、煤炭、油品等大宗散货运输为主，以集装箱、粮食、农副产品运输为辅，将发展成为现代化的综合性港区。

铁山港东港区：以干散货和杂货运输为主，兼顾集装箱运输，将发展成为龙港新区和湛江—北海粤桂北部湾经济合作区、桂东南地区发展的重要依托。

小港点（港区）：除上述主要港区外，利用港口岸线资源开发建设若干各具特色的小港点（港区），包括海角港点、侨港港点、涠洲岛港区、合浦港点，作为发展当地经济的重要依托和全港功能的有效补充，服务当地生产生活物资运输和旅游客运。

水域布置规划：一、航道

2、铁山湾航道铁山湾航道由湾外的铁山湾进港航道、湾口的铁山港区进港航道以及湾内航道组成。

（1）铁山湾进港航道 铁山湾进港航道由涠洲岛北部外海向东北延伸至铁山湾口，现状为 10 万吨级单向航道，规划为 30 万吨级单向航道、10 万吨级双向航道，兼顾 40 万吨级散货船单向通航，通航宽度 370m，设计底高程-24.2～-25.5m。

（2）铁山港区进港航道 铁山港区进港航道包括进港西航道和进港东航道。进港西航道由铁山湾口向西北至啄罗作业区 2 号突堤段规划为 30 万吨级单向航

道、10 万吨级双向航道，兼顾 40 万吨级散货船单向通航，通航宽度 360~370m，设计底高程-14.0~-23.4m；由啄罗作业区 2 号突堤向北至北暮作业区 3 号泊位后、折向东北至北暮外航道段规划为 20 万吨级单向航道，通航宽度 270m，设计底高程-18.4m；由北暮作业区 3 号泊位向北延伸至 3 号港池段规划为 15 万吨级单向航道，通航宽度 230m，设计底高程-15.4m。

远期由铁山湾口向东北经东深槽开辟进港东航道至北暮外航道，规划为 10 万吨级双向航道，通航宽度 360m，设计底高程-14.0m。

吞吐量预测：经预测，北海港 2025 年、2030 年和 2035 年货物吞吐量分别为 12900 万吨、22200 万吨和 30000 万吨，预测北海港 2025 年、2030 年和 2035 年客运量分别为 700 万人次、850 万人次和 1000 万人次。

从以上规划文本可以看出，本次修编主要针对北海港各港区功能进行规划，对航道进行划分，未针对区域排污选划提出明确的就入海排污区（口）选化的相应管理要求，本次研究应关注入海排污区（口）应征求海洋、海事、渔业行政主管部门意见，避开港区作业区、航道、锚地等。

12.1.2 经济发展规划

12.1.2.1 广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和

2035 年远景目标纲要（桂政发〔2021〕11 号）

2021 年 4 月 26 日，广西壮族自治区人民政府发布了《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（桂政发〔2021〕11 号）。本规划纲要着力突出建设“一个高地（枢纽）、两个强区、三个体系”，即加快形成面向东盟更好服务“一带一路”的开放合作高地、国内国际双循环重要节点枢纽，基本建成生态文明强区和文化旅游强区，构建现代产业体系、现代化基础设施体系和现代化公共服务体系，明确了 2035 年基本建成壮美广西，与全国同步基本实现社会主义现代化的远景目标。《纲要》中涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

第一章 发展环境：第一节 决胜全面建成小康社会取得决定性成就

生态文明建设巩固提升。蓝天、碧水、净土保卫战取得重要成效，全区设

区城市空气质量优良天数比例达到 97.7%，地表水水质优良率 96.2%，劣 V 类水体全部消除，**近岸海域水质稳居全国前列**。生态环境质量保持全国一流，石漠化治理成效、植被生态质量和生态改善程度均居全国首位，森林覆盖率达到 62.5%、排全国第三。全面消除城市黑臭水体，城镇污水处理率超过 95%，城镇生活垃圾实现无害化处理。

.....

第四章 高水平共建西部陆海新通道：第一节 **加快建设北部湾国际门户港**

按照“一流设施、一流技术、一流管理、一流服务”的建设要求，对标国内国际一流港口，大力推进扩能优服，实施北部湾国际门户港三年行动计划，打造畅通高效的国际航运物流新枢纽和西部地区对外开放新门户。加快推进专业集装箱码头、大型散货码头、大型滚装码头、深水航道等港航设施建设，改造升级既有码头设施。**实现北部湾港具备接纳世界各类大型船舶靠泊能力**，货物吞吐量 5 亿吨以上、集装箱吞吐量 1000 万标箱以上。织密航运服务网络，推动与海南洋浦港协同发展，大力发展国际集装箱中转业务，常态化开行和规模化运营至新加坡、香港等航线，加密至东盟、日韩、国内主要港口航线，积极培育美洲、欧洲等远洋航线。积极拓展增值服务功能，降低港口综合收费，实现无纸化通关，国际贸易“单一窗口”功能覆盖贸易物流全链条，推动进出口单证合规、边境合规的时间和成本达到国内一流港口水平。

第三十七章 促进大中小城市和小城镇协调发展

坚持多元化发展，增强中心城市辐射带动功能，加快发展中小城市，因地制宜发展小城镇，促进形成以南宁市为核心，柳州、桂林市为副中心，其他市县和小城镇协调发展的城镇体系。

专栏 30 区域中心城市定位：

.....

北海市：建设向海经济发展示范城市、国际化现代化滨海名城、海景生态花园城市。

第四十六章 扎实推进生态环境保护建设

坚持人与自然和谐共生，统筹山水林田湖草海湿地系统治理，**加强生态环境治理和保护修复**，提升生态系统质量和稳定性，持续擦亮广西生态优势金字

招牌。

第二节 持续改善环境质量

深入开展污染防治行动，持续打好蓝天碧水净土保卫战，强化多污染物协同控制和区域协同治理。开展大气污染综合治理专项行动，深入实施工业污染治理和环境空气质量稳定达标管理，精细化管控大气环境。科学开展人工影响天气活动。巩固提升水环境治理成效，优先保护饮用水水源安全，深入推进重点流域综合治理，推进美丽河湖保护与建设，加强地下水质量监管。**深化重点海域、入海河流、海湾综合整治，开展北部湾生态环境保护和综合治理。**全面开展土壤污染防治，推进受污染耕地和建设用地管控修复，实施水土环境风险协同防控，加强重金属污染源头防控和白色污染治理。提升固体废弃物处置利用水平，推行垃圾分类和减量化、资源化，加快构建废旧物资循环利用体系，加强危险废物、医疗废物收集处理，强化新污染物治理。

以上规划纲要文本可以看出，该规划纲要就生态文明建设巩固提升、北海市建设向海经济发展示范城市、深化重点海域、入海河流、海湾综合整治，开展北部湾生态环境保护和综合治理提出明确要求；本次研究就是结合海域近年海水水质状况和铁山湾区域四大园区拟排污需求调研，重新对铁山湾排污区（口）开展选划研究，解决经济发展与环境的和谐统一的问题。

12.1.2.2 广西北部湾经济区北钦防一体化发展规划（2019-2025 年）

2019 年 11 月 1 日，广西壮族自治区人民政府发布了《广西北部湾经济区北钦防一体化发展规划（2019-2025 年）》。本次规划旨在统筹推进北钦防一体化和水平开放高质量发展。《规划》涉及本入海排污区（口）选划研究的内容如下：

第二章 总体要求：第四节 发展目标

到 2025 年，发展空间进一步优化，改革创新示范效应进一步显现，交通物流、产业发展、开放合作、生态环境、公共服务等领域一体化发展达到较高水平，基本形成综合实力强、发展活力充沛、要素流动顺畅、人与自然和谐共生的发展新格局。

——一体化发展空间布局更加优化。北钦防实现协调有序、错位分工、集约高效发展，促进广西北部湾经济区联动发展和北部湾城市群协作水平明显提升。

——一体化综合交通枢纽基本建成。**基础设施支撑能力显著增强，港口集装箱吞吐量、铁路密度、高速公路密度大幅提升**，智能高效的现代综合交通和物流体系基本形成。

.....

——一体化沿海生态屏障筑牢向好。**生态环境协同防治水平进一步提高**，联动监管机制有效运行，重要生态系统得到有效保护，蓝绿生态屏障作用有效发挥，生态环境更加优美。

.....

到 2035 年，北钦防一体化新格局全面形成，交通基础设施互联互通全面实现，西部陆海新通道门户枢纽基本建成，**现代临港产业体系富有竞争力，开放型经济新体制更加完善，生态环境质量保持全国前列**，宜居宜业宜游的蓝色生态湾区全面建成，基本公共服务均等化全面实现，经济综合实力强劲，人民生活更加富裕，成为具有区域影响力和带动力的重要增长极。

第四章 提升交通互联互通水平：第一节 打造西部陆海新通道国际门户港

加快西部陆海新通道国际门户港建设，形成以北部湾港为陆海交汇门户，连接中国-东盟时间最短、服务最好、效率最高、效益最优的国际贸易大通道。

强化三港域分工协作。服务西部陆海新通道建设，进一步强化三港域功能定位。钦州港域以集装箱和石油化工运输为主，着力打造国际集装箱干线港；防城港域以煤炭和矿石等大宗散货运输为主，打造西部陆海新通道大宗商品集散枢纽，拓展粮食运输，积极发展集装箱运输；**北海港域主要发展国际邮轮旅客运输、商贸运输，加快铁山港综合航运港和国际邮轮码头建设，提升服务临港产业和腹地货运需求能力**。加强港口资源管控，完善沿海岸线和涉海规划协调会商制度。

第八章 加强生态环境齐保共治：第三节 加强生态环境协同防治

严格执行能耗“双控”，落实新建项目能源利用效率达到国内先进水平的要求。构建陆海统筹污染防治体系，实行严格的项目准入制度，统一划定毗邻区

域的生态旅游区、自然保护区、国家海洋公园和重点养殖区，实现海域管理全覆盖。

推进近岸海域污染齐防共治。推行河长制，鼓励生态养殖和清洁生产，从源头严控工农业及生活污水排放，推进南流江、钦江、防城江、茅岭江、大风江等入海河流域水环境综合整治和污染防治。推行湾长制，以大风江口、钦州湾、廉州湾和防城港湾为重点，**协同推进近岸海域污染治理**，严格控制水产养殖污染、港口码头船舶污染、采沙污染。统筹布局垃圾填埋场、码头航道建设抛泥区、固体废物处置区及相关环保基础设施，危险废物统一由有资质的单位收集处理。加快建设钦州国家级资源循环利用基地，促进典型废弃物的分类收集和循环利用。

从以上规划文本可以看出，本次规划主要是优化北钦防一体化新格局、建设一体化综合交通枢纽、提升生态环境质量，其中，加强生态环境齐保共治中，提出推进近岸海域污染齐防共治，协同推进近岸海域污染治理，本次入海排污区（口）选划研究就是要优化提升近岸海域环境质量，解决近岸海域污染问题。

12.1.2.3 广西北部湾经济区发展规划（2014 年修订）

2014 年 10 月 29 日，广西壮族自治区人民政府印发了《广西北部湾经济区发展规划(2014 年修订)》（桂政办发〔2014〕97 号）。本次规划为打造西南中南地区开放发展新的战略支点，推动与珠江—西江经济带协同发展，推进北部湾经济区开放开发。《规划（修订）》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

第三章 空间布局：第二节 城镇体系

二、新型城镇化（二）增强中心城市辐射带动作用

1. 组成区中心城市。

北海市要发挥宜居优势，建设成为服务全国、面向国际的亚热带滨海旅游度假胜地；中国—东盟区域经济合作中重要的商贸基地；现代产业集聚地；广西海洋产业基地和高新技术名城，南国宜居城市。到 2020 年，城市建成区人口

发展到 100 万~120 万人，城市建成区建设用地控制在 140 平方公里以内。城市发展重点向东向北拓展，铁山港区作为城市功能区布局建设，统筹北海城区与合浦县城、铁山港区基础设施建设。

第四节 功能组团

根据空间布局和岸线分区，规划建设 5 个功能组团。

.....

北海组团。主要包括北海市区、合浦县城及周边重点开发区，发挥亚热带滨海旅游资源优势，开发滨海旅游和跨国旅游业，重点发展电子信息、生物制药、海洋开发等高技术产业、出口加工业和商贸、物流等现代服务业。保护良好生态环境，成为人居环境优美舒适的海滨城市。

铁山港（龙潭）组团。主要包括北海市铁山港西岸和东岸、玉林市龙潭镇，充分发挥深水岸线和紧靠广东的区位优势，重点建设铁山港大能力泊位和深水航道，承接产业转移，重点发展能源、石化、林浆纸、新材料、先进装备制造、再生资源加工利用及现代服务业等产业。

.....

第七章 生态环境：第二节 污染防治

大力发展循环经济，全面推行清洁生产，促进污染物和废料资源化利用。积极发展无公害农产品、绿色食品、有机产品、无公害生物农药、高效绿肥、生态养殖等。对邕江、钦江、南流江等重点江河污染加大综合治理力度。加强城市（镇）污水和生活垃圾集中处理设施建设，加强农村面源污染控制与治理。截断地下水污染通道，防止地下水水质污染和恶化。临海工业废水排放必须达到国家标准，严禁任何类型的污水未经处理向海洋直接排放。燃煤电厂必须按照环保规定建设并使用脱硫设施和脱硝设施达标排放。强化对沿海重化工业的环境风险防范，加强对主要入海河流域、河口及陆源排污口的监控管理，实施污染物总量控制制度。提高大中型港口、停港船舶和海上石油平台、海洋工程的废水、废油、垃圾回收与处理装置的配备率，实现达标排放。建立溢油、赤潮应急反应预案。加强海洋环境监测，实施海洋环境预警预报工程。

从以上规划可以看出，本次规划明确了铁山港区作为城市功能区布局建设，强调临海工业废水排放必须达到国家标准，严禁任何类型的污水未经处理

向海洋直接排放，强化沿海重化工业的环境风险防范。本次入海排污区（口）选划研究就是要解决北海铁山港污染防治问题，本次研究应关注现状排污量与环境容量问题。

12.1.2.4 关于推进北钦防一体化和高水平开放高质量发展的意见

2019 年 7 月 28 日，广西壮族自治区人民政府印发了《关于推进北钦防一体化和高水平开放高质量发展的意见》。本意见旨在深入推进北钦防一体化和高水平开放高质量发展，打造西部陆海新通道门户枢纽，建成高质量发展重要增长极，通过明确发展目标，加快形成一体化发展空间布局，形成一体化现代临港产业体系，打造一体化沿海生态屏障。《意见》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

二、加快形成一体化发展空间布局

（四）构建一廊三区多点两屏障空间格局。依托铁山港-北海-钦州-防城港-东兴交通干线通道，统筹港口建设、产业发展和城镇布局，打造北部湾向海经济走廊。推动钦州和防城港深度融合，**加强港口分工协作和交通互联互通**，打造临港经济发达、边贸活跃、港产城共荣的钦州湾-防城湾片区；统筹北海主城区、北海工业园、合浦县城发展，打造城区品质升级、产业高端、产城一体的廉州湾片区；**推进龙港新区、铁山港（临海）工业区联动发展，打造产业集聚、园区互动、港产城融合的铁山湾片区**。完善城镇布局，重点加快建设北海海湾新城、防城港海湾新区、钦州港新城，创新“滨海+旅游+城镇”“口岸+边贸+城镇”等特色发展模式，打造一批特色小城镇。共建蓝绿生态屏障，筑牢青山绿水生态防线，形成陆海统筹的生态保护体系。

.....

六、加快打造一体化沿海生态屏障

（十八）共筑沿海生态屏障。依托**沿海红树林湿地**、海洋公园和自然保护区，以及十万大山和钦州北部生态地区，改善海湾和河流入海口生态环境，增加生态保障、水源涵养、绿色产品供给等功能，打造一体化蓝绿生态屏障，形成北钦防协同、陆海统筹的生态安全格局。

.....

(二十)加强生态环境协同防治。强化能源消费总量和强度“双控”，实行严格的项目准入制度。统一划定毗邻区域的生态旅游区、自然保护区、国家海洋公园和重点养殖区，实现海域管理全覆盖。严格落实河长制，推行湾长制，**齐防共治重点流域水环境和近岸海域污染，构建陆海统筹污染防治体系**。协同应对区域多污染物，推进区域大气污染联防联控，统筹布局垃圾填埋场、码头航道建设抛泥区、固体废物处置区及相关环保基础设施，规范危险废物收集处理。加快建设钦州国家级资源循环利用基地。

以上意见可以看出，仅在一体化发展空间布局和沿海生态屏障方面，提出齐防共治重点流域水环境和近岸海域污染，构建陆海统筹污染防治体系，未针对区域排污选划提出明确的就入海排污区（口）选化的相应管理要求，本次研究将优化构建陆海统筹、协同防治近岸海域污染的问题。

12.1.2.5 北海市城市总体规划（2013-2030）（2019 年修订）

2019 年 8 月 2 日广西壮族自治区政府发布了关于《北海市城市总体规划（2013—2030 年）（2019 年修订）》的批复(桂政函〔2019〕84 号)。规划涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

为贯彻国家和广西新型城镇化发展战略及“一带一路”发展战略，引导城镇发展方式转变，提升城镇化发展质量，加快城乡统筹，以及全面适应国民经济和社会发展转型时期北海城市发展需要。

.....

（六）市域滨海岸线及近岸海域利用规划

1、市域滨海岸线利用

市域滨海岸线利用分为六类进行规划指引，分别为自然生态岸线、风景旅游岸线、城镇生活岸线、港口及临港产业岸线、渔业岸线、预留储备岸线。

2、市域近岸海域规划

市域近岸海域结合北海市海洋功能区划，分为 9 个类型区域进行规划指引，分别为自然保护区、海洋特别保护区和湿地公园，**港口区**、渔业基础设施



本次选划研究的入海排污区（口）工程，将为北海市开发创造提供良好的基础设施条件。本次入海排污区（口）工程应避开自然保护区、海洋特别保护区和湿地公园、锚地区和航道区、风景旅游和文体娱乐区等。

12.1.3.1 广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016-2025）

《广西壮族自治区海洋环境保护规划(2016-2025)》涉及本入海排污区(口)选化研究的内容如下:

第二章 海洋环境保护现状与前景：三 存在问题

（一）陆源污染未得到有效控制

城镇污水处理设施建设滞后。2015 年。北海、防城港、钦州市污水年排放量达 15988.02 万吨，超出污水处理总量 2038.50 万吨。现有污水处理厂配备不足，污水处理能力及工艺仍不能满足实际需求，大量污水未经处理直排入海，对河口附近海域水质产生较明显影响。

工业园区治污设施未配套完善。北海、防城港、钦州市部分工业园区尚未完成配套污水处理厂及污水管网建设，并存在超标排污、未执行环评批复等环境违法问题。2015 年，直排入海工业排污口污染物浓度达标率约 54%，比 2011 年升高了 29%，但排污口附近海域环境质量状况未见明显改善。

养殖污水处理未得到有效防控。2015 年，我区北海、防城港、钦州市虾塘规模达到 2.11 万公顷，是 2000 年的 1.5 倍、养殖污染整治仅限于规模化养殖企业，家庭式散养污染排放仍未得到有效管控，大量养殖废物未经处理随意排放，近岸海域营养化导致每年冬季发生大面积绿潮。

（二）海洋生态系统压力增大

局部近岸海洋环境污染恶化。2015 年，我区海水养殖面积达 5.5 万公顷，比 2010 年增长 7.24%，浅海、滩涂养殖面积持续扩大；局部海域渔排、蚝桩分布密集，严重影响海岸景观和通航安全。至 2015 年，重点旅游区海滩垃圾逐年增多，以木制品类、玻璃品类和塑料类为主，83.3%来源于海岸娱乐活动，海绵漂浮垃圾、海底垃圾也常有发现。大部分港口船舶防污设备不足，生活污水、垃圾及含油污水等直排入海造成一定水质污染。

典型生境及生物资源遭受破坏。“十一五”以来，保护区之外天然红树林面积逐年减少，0.13 万多公顷人工营造红树林仅存约 266.67 公顷，成活率和保存率较低。2015 年 5 月，北海铁山港海草床中心草场面积为 42.32 公顷，防城港珍珠湾海草床中心草场面积为 16.20 公顷，与往年同期相比明显减少。本地盐沼湿地面积也急剧减少。气候变化和酷渔滥捕导致广西珊瑚礁生态系统退化趋势明显，多属种组合的造礁石珊瑚群落向单一属种优势种群演替，生物多样性降低，盗采珊瑚现象时有发生。

北部湾中北部近岸海域马氏珍珠贝（珍珠螺）、近江牡蛎（大蚝）、裸体方格星虫（杀虫）、中国鲎（东方鲎）等广西珍稀特色品种数量、品质逐年下降，天然种群遭受严重破坏；儒艮、玳瑁、文昌鱼、大珠母贝等国家重点保护水生野生动物种占用海域

。

外来物种及有害物种危害加剧。互花米草在铁山港泛滥成灾，且向西分布至大风江口一带。红树林受陆源害虫广州小斑螟、柚木驼蛾、裳夜蛾等侵害，自 2004 年起每年爆发虫灾，红树林生态系统健康状况堪忧。海岛天然植被桉树化严重，海岛生态系统自然完整性削弱。

海洋灾害频发且加重趋势。2010 年至 2015 年，热带气旋引起的沿海风暴潮灾害整体趋向严重；发生波高 $\geq 3\text{m}$ 大浪的天数由 21 天增至 37 天；绿潮常年大面积爆发，赤潮灾害鲜有发生，但因球形棕囊藻爆发性增殖引起的水质异常现象有愈加严重趋势。

第三章 指导思想、基本原则和规划目标：二 基本原则

坚持生态优先。严守生态红线，实行保护性开发。**优化沿海区域产业结构和生产方式，大力发展生态经济，促进海洋资源集约节约利用，构筑生态安全屏障，形成海洋开发保护空间格局。**

坚持统筹发展。**以陆源入海污染物排放总量控制为重点，建立工业点源及农业面源相结合的污染防控体系，实施区域、流域、海域一体化全面防控。以自治区层面高度统筹，相关地方政府落实责任目标，加强部门联动，合力控制近岸海域环境污染。**

.....

第五章 海洋环境保护主要任务：五 海洋环境监管能力建设

（四）强化海洋环境保护综合执法力度

逐步建立完备海洋环境执法监督体系，加强海监、环境监察、海事、渔政、森林警察等部门环境执法队伍建设，完善执法保障装备，提升执法能力。加强重大环境风险源监管，**强化海上排污监管**，在自治区人大出台《广西水污染物排放排污许可证条例》基础上，**研究建立海上污染排放许可证制度，完善陆源排污口、海洋工程、运输船舶、渔船等各类污染源排污监管及问责机制。**加强海上综合执法管理，推行海洋行政处罚公开化制度。加大执法力度，重点打击非法用海用岛、非法盗采海砂、非法排污和倾废等各类涉海违规违法行为，切实做到违法必究、执法必严。

以上规划文本可以看出，本次规划提及陆源污染未得到有效控制问题，现有污水处理厂配备不足，污水处理能力及工艺仍不能满足实际需求，大量污水未经处理直排入海，对河口附近海域水质产生较明显影响，局部近岸海洋环境污染恶化。本次研究设置的入海排污区（口），就是要解决制近岸海域环境污染的问题。

12.1.3.2 广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）

2021 年 3 月 4 日，广西壮族自治区林业局印发了《广西红树林资源保护规划（2020-2030 年）》（桂林发〔2021〕10 号）。本次规划注重加强红树林资源的保护和管理，严格红树林及其宜林地空间和用途的管控。《规划》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

第一章 资源状况：第一节：数量与分布情况

二 分布现状：（一）北海市：北海市现有红树林 4192.78 公顷，占全区的 44.94%。其中，1067.76 公顷（25.47%）位于自然保护地内，3125.02 公顷（74.53%）位于自然保护地外。按土地类型分：乔木林地 123.85 公顷，占 2.95%；灌木林地 4020.52 公顷，占 95.89%；未成林造林地 48.41 公顷，占 1.15%。按行政区域分：海城区 31.89 公顷，占 0.76%；银海区 373.72 公顷，占 8.91%；铁山港区 38.82 公顷，占 0.93%；合浦县 3748.36 公顷，占 89.40%。

第二节 受威胁与保护状况：一、威胁因素

（二）人为因素：4、海区污染引发红树林敌害生物泛滥。入海河流、陆基海水养殖、临海工业、种植业、畜禽养殖、船舶排放等导致的海区污染是红树林敌害生物爆发的重要诱因。2010 年以来，曾经在放养家鸭的共同作用下，引起蛀木生物团水虱爆发，导致北部湾局地成熟红树林连片死亡。

第三节 适宜恢复地与恢复条件：一、适宜恢复地

根据 2019 年 4 月自然资源部、国家林草局联合组织的红树林资源和适宜恢复地专项调查结果，广西红树林适宜恢复地总面积 1449.28 公顷，包括宜林滩涂 1890.94 公顷（61.47%）、宜林养殖塘 498.18 公顷（34.37%）、宜林盐田 44.19 公顷（3.05%）、未成林造林地 15.97 公顷（1.10%）。其中：位于自然保护地内的适宜恢复地 805.63 公顷，占 55.59%；位于自然保护地外的适宜恢复地 643.65 公顷，占 44.41%。

（一）北海市：北海市红树林适宜恢复地总面积 840.49 公顷，其中：自然保护地内 437.76 公顷，占 52.08%；自然保护地外 402.73 公顷，占 48.92%。按土地类型分：未成林造林地 15.97 公顷，占 1.90%；宜林滩涂 571.46 公顷，占 67.99%；宜林养殖塘 208.87 公顷，占 24.85%；宜林盐田 44.19 公顷，占 5.26%，均位于广西山口国家级红树林生态自然保护区内。

第三章 空间布局：第二节：分区管理

二、分区布局：

（一）禁止开发建设的红树林区域禁止开发建设的红树林区域总面积 4115.57 公顷，占现有红树林总面积的 44.11%。

划分条件：自然保护地和国家重要湿地(含国际重要湿地)内的所有红树林。

具体范围：山口国家级红树林生态自然保护区、北仑河口国家级自然保护区、茅尾海红树林自治区级自然保护区、北海滨海国家湿地公园、合浦儒艮国家级自然保护区、茅尾海国家级海洋公园内的红树林。

规划期内新设立自然保护地中的红树林，自动纳入禁止开发建设的红树林区域。自然保护地范围发生调整的，红树林的管理区域类型相应调整。

规划期内新认定的国家重要湿地范围内的红树林，自动纳入禁止开发建设的红树林区域。国家重要湿地范围发生变动的，红树林的管理区域类型相应调整。

（二）限制开发建设的红树林区域

限制开发建设的红树林区域总面积 4978.65 公顷，占现有红树林总面积的 53.36%。

划分条件：自治区重要湿地、红树林保护小区内的所有红树林，以及自然保护地、国家重要湿地、自治区重要湿地、红树林保护小区以外连片分布面积≥1 公顷的红树林。

具体范围：北海市铁山港、营盘港、西村港、廉州湾、大风江口东岸等区域面积≥1 公顷的红树林，不含山口保护区；钦州市大风江口西岸、鹿耳环江、金鼓江、钦州湾、茅尾海等区域面积≥1 公顷以上的红树林，不含茅尾海自然保护区和茅尾海海洋公园；防城港市钦州湾西岸、东湾、西湾、珍珠湾、北仑河口等区域面积≥1 公顷以上的红树林，不含北仑河口保护区。

自治区重要湿地名录公布后，自治区重要湿地范围内的红树林自动纳入限制开发建设的红树林区域。

规划期内新设立红树林保护小区内的红树林，自动纳入限制开发建设的红树林区域。

规划期内任何单位和个人在本规划范围以外区域新种植的红树林，不纳入

限制开发建设的红树林区域，法律、法规或其他规划另有规定的除外。

（三）红树林生态修复规划区域

红树林生态修复规划区域总面积 1685.36 公顷，其中宜林滩涂 906.91 公顷，宜林养殖塘 542.37 公顷，零星分布的红树林 236.08 公顷（占现有红树林总面积的 2.53%）。

划分条件：2019 年 4 月自然资源部、国家林草局联合组织的红树林资源和适宜恢复地专项调查确定的红树林适宜恢复地，以及自然保护地、国家重要湿地、自治区重要湿地、红树林保护小区以外连片分布面积 ≤ 1 公顷的红树林。

具体范围：山口国家级红树林生态自然保护区、北仑河口国家级自然保护区、茅尾海红树林自治区级自然保护区、北海滨海国家湿地公园、合浦儒艮国家级自然保护区、茅尾海国家级海洋公园内的红树林宜林地和宜林养殖塘；上述区域以外、专项调查确定的红树林宜林地和宜林养殖塘，散布于北海、钦州、防城港三市各海湾；自然保护地、国家重要湿地、自治区重要湿地、红树林保护小区以外连片分布面积 ≤ 1 公顷的红树林，散布于北海、钦州、防城港三市各海湾。

红树林生态修复规划区域内的红树林适宜恢复地造林成功后，经验收评估，按划分条件分别纳入禁止开发建设的红树林区域或限制开发建设的红树林区域管理。

以上规划文本可以看出，该规划仅阐明海区污染引发红树林敌害生物泛滥的状况及威胁因素，未针对区域排污选划提出明确的管理要求，本次研究应关注设置的入海排污区（口）严禁进入红树林生态自然保护区，考虑排污区（口）与红树林自然保护区的位置关系，严格遵守红树林保护区的管控要求，加强对广西红树林资源的保护。

12.1.3.3 生态广西建设规划纲要（桂政发〔2007〕34 号）

2007 年 7 月 10 日，广西壮族自治区人民政府印发了《生态广西建设规划纲要》（桂政发〔2007〕34 号）。本规划纲要旨在结合经济社会与人口资源环境，统筹规划和实施经济建设、环境保护和社会发展，优化配置资源，充分发挥生

态资源优势 and 体制机制优势，大力发展生态经济，切实改善生态环境，积极倡导生态文明。《规划纲要》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

（四）建设步骤及分阶段目标

.....

3.全面达标和深化提高阶段（2021 年～2025 年）

再用五年左右的时间，进一步提高生态广西各方面建设的水平，生态经济发达，生态环境质量处于全国前列，生态文化氛围全面形成。全区经济社会与人口、资源、环境全面协调发展，可持续发展能力显著增强。80%以上的市、县达到生态市、生态县建设指标。

到 2025 年，人均生产总值达 35000 元，城镇化水平达到 55%；森林覆盖率稳定在 58%以上，地表水水质、**近岸海域水质**和主要城市空气环境质量全部**达到环境功能区划标准；城镇污水集中处理率达到 95%，城镇生活垃圾无害化处理率达到 95%以上。**

（八）近岸海洋生态区

1.主要特征

本生态区包括**北海**、钦州、防城港等 3 个市的滩涂（面积 1005 km²）、0～20m 等深线的浅海（面积 6488 km²）及海岛（500m² 以上的海岛面积 66.90 km²）。本区是海洋鱼虾类产卵场、洄游通道及鱼、虾、贝类养殖区和红树林、海草床、珊瑚礁主要分布区，在保护海洋渔业资源、维护海洋生物多样性等方面具有重要功能。区内已有 5 个海洋及湿地类型自然保护区。本区旅游资源丰富，有北海银滩、涠洲岛，钦州龙门七十二泾，防城港江山半岛、金滩等景区景点；近海有丰富的钛铁矿、金红石、锆英石、石英砂等砂矿。本区主导生态功能为维护海洋生物多样性和渔业资源。**面临的主要生态环境问题是：红树林、海草床等重要湿地面积减少，过度捕捞导致渔业资源萎缩，近岸局部海域水质因陆源污染和水产养殖污染而下降。**

2.发展方向与保护建设重点

本生态区应大力发展海洋生态养殖业、海洋矿产、海洋运输、海洋生态旅游以及海洋能源等产业。生态保护和建设的重点是：**加强各类海洋资源开发的监管力度，防止典型海洋生态系统进一步破坏；实施海洋生态恢复和重建，加强**

沿海湿地、海洋自然保护区和渔业资源保护区的建设与管理，保护海洋珍稀濒危物种及其栖息环境，杜绝破坏红树林、海草床和珊瑚礁的行为；**加强港口、船舶污染和海水养殖污染防治，改善近海水质；加强围海造地的规划管理，防止因无序开发导致海洋环境改变。**

从以上规划文本可以看出，本次规划纲要主要针对近岸海洋生态区面临的主要问题及发展方向、保护建设重点进行阐述，未针对区域排污选划提出明确的就入海排污区（口）选化的相应管理要求，本次研究应关注设置入海排污区（口），是否对近岸海域环境质量有优化提升作用，是否改善近海水质等。

12.1.3.4 北海市海洋环境保护规划（2010-2020）

2012 年 3 月 5 日，北海市人民政府印发了《北海市海洋环境保护规划(2010-2020)》（北政发〔2012〕13 号）。本规划的实施，为解决北海海域特别是近岸海域突出的生态环境问题，减轻重点海湾环境压力，减缓或遏制生态环境退化趋势，保护和恢复海洋生态系统的重点服务功能，促进海洋经济与生态环境的良性循环。《规划》中涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

二、海洋环境保护的基本状况：（二）海洋生态环境问题及原因

3. 陆源污染和海源污染呈加剧趋势。随着城镇化、临海工业、海水养殖和旅游业的加快发展，工业、生活、养殖等**污染物排放量明显增加**，给海洋生态环境造成影响。特别是沿海城镇环保基础设施严重滞后，生活污染治理率低，局部海域因陆域和海域排污的影响使海水质量下降。5. 海洋环境保护缺乏足够科技支撑。**海洋环境保护缺少必要的海洋环境保护基础研究**，对新技术的消化和采用不够，管护手段落后，效率不高，一些领域的观测预报时效性不够强，对环境监测对象、监测要素的涵盖面不够广；对海洋环境保护的相关法律法规宣传力度不够，部分企业和群众的海洋环保意识不强，缺乏防治海洋污染的自觉性；对排污企业单位的监管和处罚力度不够。

...

三、海洋环境保护的主要任务：（一）污染控制

2. 加强海上污染源控制管理。加强港口、船舶和海洋工程污染防治。争取

2015 年石步岭港区、铁山港港口全部安装废水、废油、垃圾回收与处理装置，做到达标排放；海洋工程建设严格执行海洋环境影响评价制度，环境保护设施应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用；在工程建设和运营过程中，采取有效措施防止污染物大范围扩散和破坏海洋环境，污水排放符合方排放标准或污染物排海总量控制指标，建立和实施海洋工程污染物排海总量控制制度；采取科学方式从事海水养殖，减少养殖饵料及药物对海洋环境的污染；严格执行倾倒区科学论证和审批程序，依法申报和批准废弃物海洋倾倒区；加强海洋倾倒区的监测、监督与管理，合理利用海域的纳污能力；通过政策引导，鼓励产生废弃物的企业采取清洁工艺，逐步减少废弃物产生数量，并采取有别于海洋倾倒的其他海洋处置方式或陆地安全处置；制定实施《海洋石油勘探开发海上溢油应急计划》和《船舶溢油和船载危险化学品事故应急计划》；建立完善环境污染、溢油与赤潮灾害监测及应急体系，控制重大涉海污染事故发生。

3. 开展重点港湾污染治理，实行污染物排海监控。加强北海外沙内港、电建渔港、地角渔港、铁山港湾、廉州湾以及南流江入海口等重点污染区域的综合整治和管理，依据海洋功能区环境保护要求和海域自然环境容量特征，调查、评估铁山港湾、廉州湾可容纳污染物总量，确定无机氮、无机磷、COD、石油类等重点控制污染物的具体环境容量。实施污染物排放监控并定期通报重点排污单位污染物排放状况，对各类严重损害海洋环境的污染源进行全面监控，确保重点海湾总量控制目标实现。

...

四、海洋环境保护重点工程项目：（四）重点海湾环境容量模拟计算与控制研究工程。

结合广西海洋监测预报中心近期在廉州湾开展的“入海污染物总量控制与减排技术集成与示范”科技项目，逐步开展铁山港湾等其它重要海域的潮流场模拟及环境容量计算，建立各重点港湾的海水动力交换模型和海水水质控制模型，定期监测并发布各重点港湾海水环境容量及预测成果。着重分析和预测临海工业区重点项目建成投产后对各重点港湾海洋环境可能产生的影响范围和程度，为政府管理部门决策重大项目布局提供科学依据。

以上规划纲要文本可以看出，该规划主要从海洋生态环境问题及污染管控措施进行阐述，规划中指出海洋环境保护缺乏足够科技支撑，海洋环境保护缺少必要的海洋环境保护基础研究，提出开展重点港湾污染治理，将重点海湾环境容量模拟计算与控制研究工程列入海洋环境保护重点工程项目。本次研究就是结合海域近年海水水质状况和铁山湾区域四大园区拟排污需求调研，重新对铁山湾排污区（口）开展选划研究，改善北海市海洋生态环境恶化的问题。

12.1.3.5 海岸线保护与利用管理办法

2017 年 1 月 19 日，国家海洋局印发了《海岸线保护与利用管理办法》，《办法》明确国家对海岸线实行分类保护与利用。根据海岸线自然资源条件和开发程度，将海岸线分为严格保护、限制开发和优化利用三类，并提出了分类管控要求。《办法》中涉及本入海排污区（口）选划研究的内容如下：

第二章 岸线分类保护

第九条 自然形态保持完好、生态功能与资源价值显著的自然岸线应划为严格保护岸线，主要包括优质沙滩、典型地质地貌景观、**重要滨海湿地、红树林、珊瑚礁**等所在海岸线。

严格保护岸线按生态保护红线有关要求规定，由省级人民政府发布本行政区域内严格保护岸段名录，明确保护边界，设立保护标识。

除国防安全需要外，禁止在严格保护岸线的保护范围内构建永久性建筑物、围填海、开采海砂、**设置排污口**等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。

以上《办法》明确提出，严禁在保护岸线的保护范围内设置排污口。因此，本次北海铁山港区排污区（口）选划位置，应避开重要滨海湿地、红树林、珊瑚礁等。

12.1.4 功能区划

12.1.4.1 广西壮族自治区主体功能区规划（桂政发〔2012〕89 号）

2012 年 11 月 21 日，广西壮族自治区人民政府印发了《广西壮族自治区主体功能区规划》（桂政发〔2012〕89 号），本规划旨在大力推进生态文明建设，

优化国土空间开发格局，加快实施主体功能区战略，推动各地区严格按照主体功能定位发展，构建科学合理的城市化格局、农业发展格局、生态安全格局，就国土空间的开发利用与经济社会的持续较快发展列出功能定位及发展方向，《规划》涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

第四章 重点开发区域：第二节 国家层面重点开发区域

广西北部湾经济区是国家层面的重点开发区域，位于全国“两横三纵”城市化战略格局中沿海通道纵轴的南端。包括南宁、**北海**、钦州和防城港四市所辖的13个城区，以及横县、合浦县、灵山县、东兴市等4个县(市)，土地面积2.56万平方公里，占全区总面积的10.8%。2010年，总人口1050万人，占全区总人口20.4%；地区生产总值1901.4亿元，占全区地区生产总值19.9%。

北部湾经济区是我国西部唯一的沿海地区，最适宜人居的区域之一，区域开发强度不高，可利用土地资源、水资源、深水岸线资源较为丰富，大气环境、水环境质量良好，城镇化水平不高，人口和经济集聚处于起步阶段，区位优势明显，发展潜力巨大。

功能定位：我国面向东盟国家对外开放的重要门户，中国—东盟自由贸易区的前沿地带和桥头堡，中国—东盟区域性的物流基地、商贸基地、加工制造基地和信息交流中心，成为带动支撑西部大开发的战略高地、我国沿海发展新增长极、重要国际区域经济合作区。

发展方向：

——深入实施广西北部湾经济区发展规划，全面落实国家赋予的各项优惠政策，在资源配置、产业布局、**重大项目**、政策支持等方面进一步加大倾斜力度，推动产业、港口、交通、物流、城建、旅游、招商、文化等实现大发展，充分发挥引领带动作用。

——构建以南宁为核心、南宁至滨海为主轴、综合运输通道为纽带的北部湾城市群，形成在全国有重要影响的大城市群。

基础设施网络：

...

2.北海市积极构建“一带两湾”的城市发展新格局，加快建设海湾新城区、**铁山港临港工业区**、银滩旅游区以及涠洲岛旅游区，打造“**北部湾休闲之都**”，建

成区域性、国际化的现代产业集聚之地、旅游商贸物流中心、开放合作重要平台和生态宜居文明城市。

第八章 区域政策：第七节 环境政策

——建立和完善有利于环保的激励性政策。实施有利于资源节约和环境保护的优惠政策，对资源综合利用、**环境污染防治及污水和垃圾处理**等项目，对清洁生产、环境标识产品、环境友好型产品等生产和消费行为给予鼓励。对环境不友好的企业，取消或减少政策性优惠。

——制定分类的污染物排放标准。重点开发区域要根据环境容量提高污染物排放标准，发展循环经济，推进清洁生产，加大排污单位工程治理力度，强化监督管理，**控制主要污染物排放**。限制开发区域要通过治理、限制或关闭污染严重、技术设备落后、生产水平低下的企业等手段，实现污染物排放总量有效控制。禁止开发区域要依法关停迁出所有排放污染物的企业，确保污染物的“零排放”。

——制定分类的产业准入环境标准。重点开发区域要按照国内先进水平，根据环境容量逐步提高产业准入环境标准。农产品主产区要按照保护和恢复地力的要求设置产业准入环境标准。重点生态功能区要按照生态功能恢复和保育原则设置产业准入环境标准。禁止开发区域要按照强制保护原则设置产业准入环境标准。

——制定分类的排放许可制度。重点开发区域要积极推进排污权交易制度，制定合理的排污权有偿取得价格，鼓励新建项目通过排污权交易获得排污权，合理控制排污许可证的发放。限制开发区域要从严控制排污许可证发放。禁止开发区域不发放排污许可证。

——制定分类的污染控制和管理措施。重点开发区域要注重从源头上控制污染，凡依法应当进行环境影响评价的重点流域、区域开发和行业发展规划及建设项目，要严格履行环境影响评价程序，建设项目要加强环境影响评价和环境风险防范，开发区和重化工业集中地区要按照循环经济的要求进行规划、建设和改造。限制开发区域要尽快全面实行矿山环境治理恢复保证金制度,并实行较高的提取标准。禁止开发区域的旅游资源开发须同步建立完善的污水垃圾收集处理设施。

——制定分类的水资源利用和水环境保护政策。重点开发区域要合理开发和配置水资源，控制水资源开发利用强度，**加强水资源节约与管理**，限制入河排污总量，保护好水资源和水环境；限制开发区域要加大水土保持和水生态保护与修复的力度，适度开发利用水资源，满足基本的生态用水和农业用水；禁止开发区域严格禁止不利于水生态环境保护的水资源开发活动,实施严格的水资源保护政策。

——研究开征适用于各类主体功能区的环境税，积极推行绿色信贷、绿色保险、绿色证券等。



图 12.1-2 广西壮族自治区主体功能区划分总图

以上规划文本及图件可以看出，本次北海铁山港区排污区（口）所在区域为国家重点开发区域，该规划针对北海市铁山港临港工业区做出明确功能定位及发展方向，提出建立和完善有利于环保的激励性政策，制定分类的污染物排放标准。本次研究应关注排污需求与环境容量的关系，统筹兼顾、系统优化，遵循可持续发展的原则，保障北海铁山港海域未来产业经济可持续发展需求。

12.1.4.2 广西壮族自治区海洋主体功能区规划（桂政发〔2018〕23

号)

2018 年 4 月 28 日广西壮族自治区政府发布了《广西壮族自治区人民政府关于印发广西壮族自治区海洋主体功能区规划的通知》(桂政发[2018]23 号)。该规划依据《全国海洋主体功能区规划》对广西壮族自治区海域主体功能定位,充分考虑海洋资源环境承载能力、现有开发强度和发展潜力,将全区海域划分为优化开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能,广西海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域。

优化开发区域,是指现有开发利用强度较高,资源环境约束较强,产业结构亟需调整和优化的海域。

重点开发区域,是指在沿海经济社会发展中具有重要地位,发展潜力较大,资源环境承载能力较强,可以进行高强度集中开发的海域。

限制开发区域,是指以提供海洋水产品为主要功能的海域,包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。

禁止开发区域,是指对维护海洋生物多样性,保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域,包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

《规划》涉及本此排污区(口)研究的内容如下:

海洋是我区战略资源的重要基地。提高海洋资源开发能力,发展海洋经济,保护海洋生态环境,维护国家海洋权益,对于我区实施海洋强国战略,建设海洋强区,大力发展向海经济,推进生态文明建设,更好完成党中央赋予广西“三大定位”新使命具有十分重要的意义。推进形成主体功能区,是国家优化国土空间开发格局、促进区域协调发展的重大举措。

第一章 规划背景: 第二节 综合评价

海域空间利用。广西沿海地区海域空间开发呈现集中开发、点状分布的特点,主要集中在防城港市港口区、钦州市钦州港区、北海市铁山港区域,其他地区的海域空间利用程度较低。

海洋资源条件。广西海洋空间、海洋生物、海洋油气及矿产、滨海旅游、海洋能等资源十分丰富,可利用滩涂资源、可利用大陆自然海岸线资源的比重

较高。

海洋生态系统状况。广西海洋自然保护区内珍稀濒危物种及其生境得到有效保护，生物多样性丰富度、保护物种分布集中度、生态功能重要度水平总体情况良好。山口、北仑河口红树林生态系统持续保持健康状态，涠洲岛珊瑚礁生态系统、**铁山港海草床生态系统处于亚健康状态。**

海洋灾害风险。广西沿海地区发生风暴潮、海浪、海啸、赤潮等四类灾害的风险值较低。

第三章 海洋主体功能区

本规划海域总面积 7000 平方千米。其中，优化开发区域海域面积 2824.2 平方千米，占 40.3%；重点开发区域海域面积 1236.5 平方千米，占 17.7%；限制开发区域海域面积 2451.2 平方千米，占 35%；禁止开发区域海域面积 488.1 平方千米，占 7%。

第二节 重点开发区域

重点开发区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区，具体为防城港市港口区、钦州市钦州港经济技术开发区、**北海市铁山港区管理海域**，面积 1236.5 平方千米。该区域的发展方向与开发原则是：全区海洋经济活动主要承载区域，沿海地区工业化与城镇化发展空间拓展区域；实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群；实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，严格围填海监管；统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控；加强海洋防灾减灾能力建设；原则上限制开发利用区域内无居民海岛，国家战略需要、允许开发利用无居民海岛的开发利用，须按照相关法律规定进行。各区域主体功能如下：

.....

北海市铁山港区管理海域（面积 396.1 平方千米）：加强深水航道和泊位建设，建设高水平的出海通道，发展临港及配套产业，形成以商贸和清洁型物资运输为主的集约化程度较高的综合性港区；推进营盘中心渔港建设，发展深水

抗风浪离岸养殖，发展南珠养殖，强化对南珠的保护，加大人工鱼礁建设，维持海洋生态平衡；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，增加人工增殖放流活动，减少海水养殖对海洋环境影响；加强海洋环境监测，严格控制开发活动对自然岸线占用，保护好红树林、海草床等海洋生态系统，强化对珍珠贝、大獭蛤等贝类，方格星虫、蓝圆鲀和二长棘鲷产卵场的保护，修复受损的红树林生态系统及受互花米草（大米草）侵占的沿岸浅滩涂。

第三节 限制开发区域

限制开发区域包括海洋渔业保障区、海洋特别保护区和海岛及其周边区域，具体为防城港市东兴市、北海市合浦县、北海市银海区、涠洲岛—斜阳岛海域，面积 2451.2 平方千米。该区域的发展方向与开发原则是：保护海洋渔业资源和海洋生态功能，禁止开展对区域主要功能有较大影响的开发利用活动，允许适度发展生态旅游、生态养殖、休闲渔业等；实施分类管理，在海洋渔业保障区，实施禁渔区、休渔期管制，加强水产种质资源保护，禁止开展对海洋经济生物繁殖生长有较大影响的开发活动；在海洋特别保护区，严格限制不符合保护目标的开发活动，不得擅自改变海岸、海底地形地貌及其他自然生态环境状况；限制开发利用区域内无居民海岛，允许开展少量以加强海岛生态系统的保护为主，对环境影响小的利用活动。各区域主体功能如下：

.....

北海市合浦县管理海域（海洋水产品保障区域，面积 379.1 平方千米）：根据海洋资源环境承载力，适度发展滨海旅游业，铁山港东岸发展深水航道和对外开放口岸（龙港新区）；推行多种业态的渔业发展模式，加强渔业基础设施建设；优化海水养殖布局，按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，降低对近岸海洋环境影响；加强红树林、海草床生态功能区修复和治理；保护海岸景观和生态功能，实施海岸线综合整治，加强海洋环境监测，加强海洋防灾减灾工作，加强侵蚀岸段的治理和保护，推进滨海堤防标准化建设，提升防灾减灾能力；海域内的 27 个无居民海岛以农林牧渔业、旅游娱乐业用岛为主，兼顾防洪防涝、防风暴潮等防灾工程、红树林保护等。

北海市银海区管理海域（人文与景观资源保护型限制开发区域，面积 1708.8

平方千米)：打造国际滨海旅游休闲城市和中国最佳海洋旅游城市品牌，加强亲海公共设施建设，发展滨海旅游业，提升银滩旅游区景观和生态功能；加强人工鱼礁建设，控制捕捞强度，保护蓝圆鲀和二长棘鲷产卵场；加强海洋环境监测，优化海水养殖布局，按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，降低对近岸海洋环境影响；严格保护沿岸自然、人文景观，控制农渔业的污染，开展海域污染综合治理，修复退化的沙滩，开发特色旅游产品，提升旅游品质。

第四章 政策保障：第五节 环境政策

以改善海洋环境质量、提升海洋生态服务功能为目标，实行分类管理的环境政策。**制定实施近岸海域污染防治方案。**加强跨部门、跨行政区的陆海统筹和协调合作，**统筹海洋环境保护和陆源污染防治，建立陆海联动的海洋污染防控新机制，保持和改善海洋环境质量，提升生态服务功能。**

实施最严格的源头保护制度。落实环境影响评价制度，未依法进行环境影响评价的开发利用规划不得组织实施，建设项目不得开发建设。**实施陆源污染物排海总量控制制度，科学确定重点港湾入海污染物排放总量指标，建立实施总量控制目标责任制度。**制定实施近岸海域污染防治方案，**建立水污染防治联动协作机制，探索建立陆海统筹的海洋生态环境保护修复机制。**实施“蓝色海湾”整治行动计划和“南红北柳”（南方滨海地区的红树林和北方滨海地区的怪柳）生态修复计划。严格执行海洋伏季休渔制度，控制近海捕捞强度，减少渔船数量和功率总量。

本入海排污区（口）选化研究区域涉及以下区域：

- （1）重点开发区：北海市铁山港区区域；
- （2）限制开发区：北海市合浦县区域；
- （3）禁止开发区：合浦儒艮国家级自然保护区、山口红树林国家级自然保护区。

本次入海排污区（口）选化研究区域应优先选在北海市铁山港区区域；其次，若选在北海市合浦县区域，应满足改区域的发展方向与开发原则；严禁选在合浦儒艮国家级自然保护区、山口红树林国家级自然保护区。

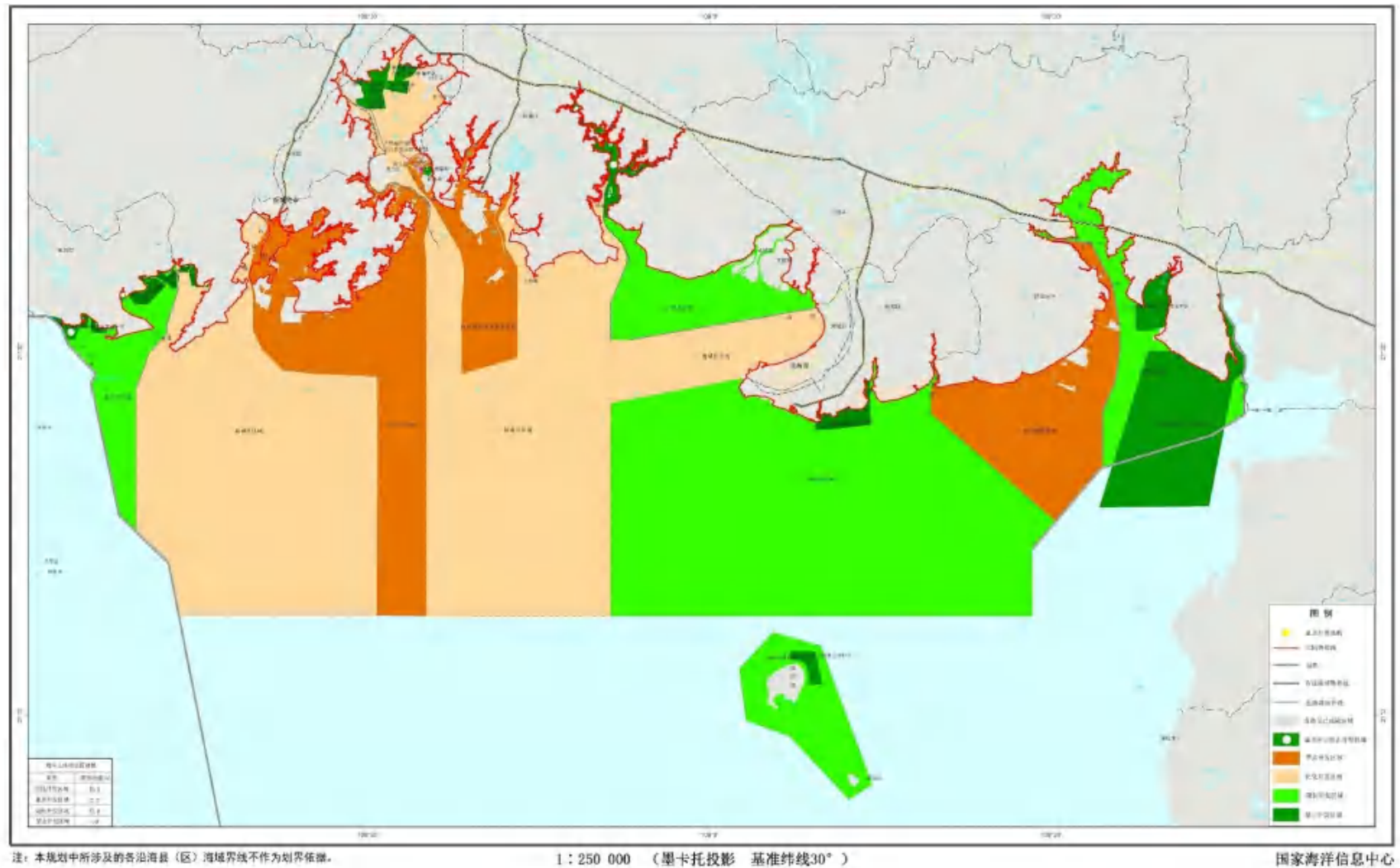


图 12.1-3 广西壮族自治区海洋主体功能区规划分区图

12.1.4.3 北海市土地利用总体规划（2006-2020）

《北海市土地利用总体规划（2006—2020 年）》的实施，主要为满足当前各项重大建设项目和产业布局对用地的合理需求，促进土地节约集约利用，保障北海市经济建设、社会发展和环境保护。《规划》中涉及本入海排污区（口）选化研究的内容如下：

第十条 规划实施成效：（四）土地生态环境得到改善

上轮规划实施以来，通过沿海防护林建设、**湿地保护、自然保护区建设**、植树造林、水土保持、**水利基础设施建设**、基本农田保护、农村生态能源建设、工矿企业污染防治、修建海堤等措施，全市土地生态环境得到改善。

第十三条 经济社会发展定位

立足北部湾、服务“三南”（西南、华南和中南）、沟通东中西、面向东南亚，依托丰富的旅游资源、**海洋资源、港口资源**以及高新技术产业优势，努力建设成国际性亚热带滨海旅游度假胜地、海洋产业基地、区域高新技术次中心以及广西大型临海工业基地。

第十六条 土地利用形势：（三）**生态环境建设任务艰巨**

受地质地貌和沿海区位影响，全市水土流失和土地盐碱化现象较突出。同时由于森林覆盖率较低，牧草地资源缺乏，防止水土流失难度较大。各项生产建设活动和农业结构调整也需占用部分林地，人为加剧了水土流失。另外，**铁山港临海大型工业基地的建设，对沿海防护林和红树林等具有重要生态功能的用地也会造成一定影响。**

第二十六条 建设用地内部结构：（一）交通、水利等基础设施用地调整

坚持统筹安排、保障重点、时序推进、合理布局、与经济社会发展相协调的方针，重点保障国家和自治区级的交通、水利、能源等基础设施用地，尤其是“一横两纵”的铁路和高速公路项目用地、“三横八纵”的一、二级公路项目用地，**合理安排港口码头、水利、能源等用地。**

第三十二条 重大基础设施用地布局

构建以铁路和高速公路为骨架，以一级、二级公路为主干，**以港口码头建设为轴线**，以北海福成机场为支点的公路、铁路、水运和航空立体交通网络体

系，形成与自治区、北部湾经济圈、大西南交通运输体系相衔接的物流与客运中心。规划期间，基础设施新增建设用地 1136.80 公顷。

（三）港口码头用地布局

规划期间，新建和扩建北海铁山港公共码头、武汉凯迪煤化工项目配套码头工程、北海石步岭港区码头、北海国际客运码头、北海港涠洲港区码头、**铁山港东岸榄根港区工业配套码头**、沙田港码头、北海国际旅游邮轮码头（含联检设施）等项目，其用地指标根据实际情况在城镇建设用地中安排。

（四）水利项目用地布局

规划期间，重点建设以农村饮水安全工程、铁山港供水工程、**铁山港区水厂及管网**、海堤标准化工程、病险水库除险加固工程、病险水闸加固工程、防洪堤工程、水土保持治理工程、城镇供水工程、水源保护工程、河道整治工程、大中型灌区节水改造工程以及小型农田水利更新改造工程等为主的水利工程。规划期间，安排新增建设用地 66.33 公顷。

第五十三条 中心城区外围重大城市基础设施用地布局

科学合理配置中心城区规划控制范围内规模边界以外的机场、铁路、公路和高压走廊，主要包括南北高速公路、北海福成机场、钦北铁路、晋海大道、北铁一级公路、合北二级公路、银滩大道和金海岸大道的东段、迎宾大道北面

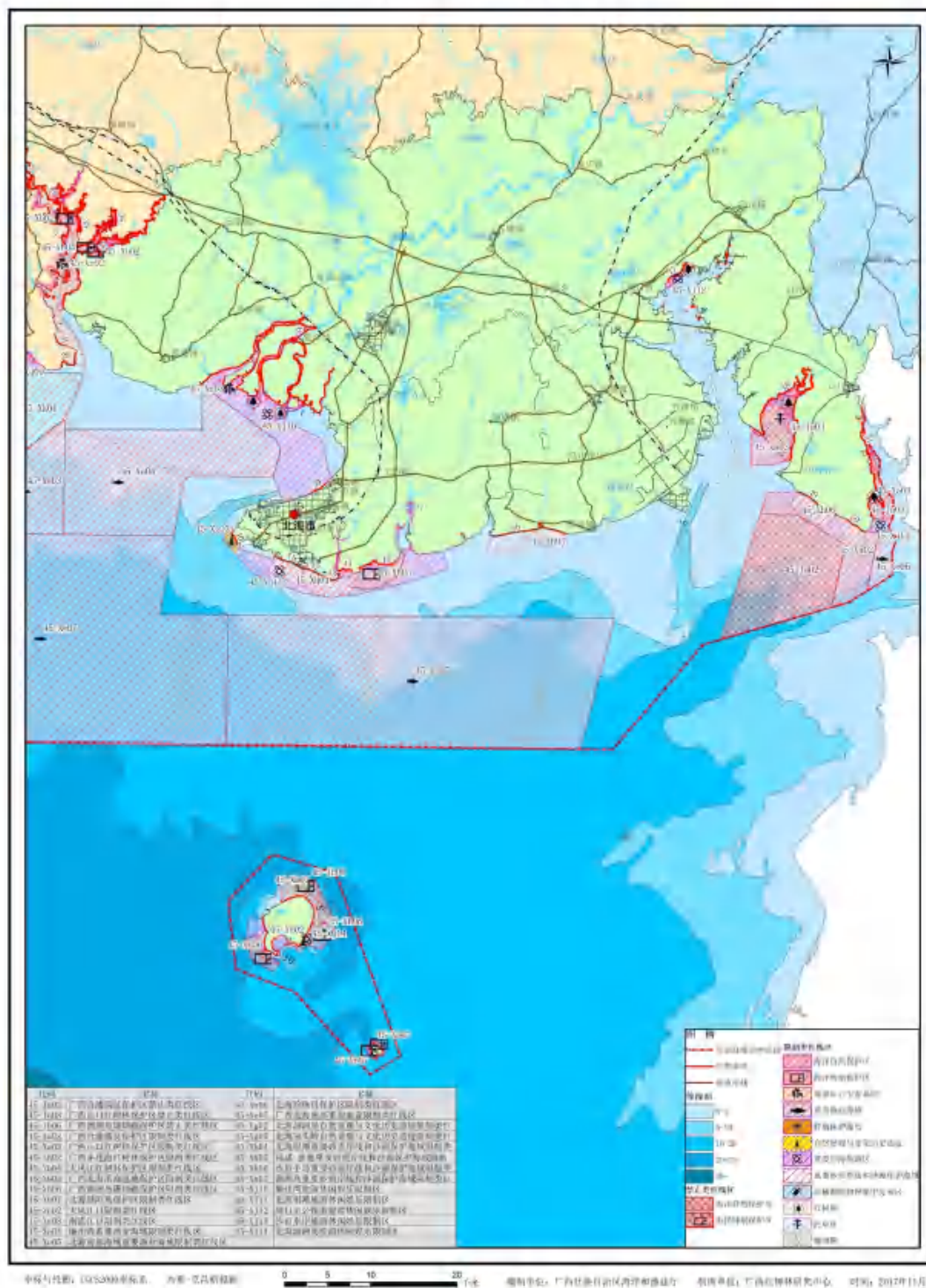
的高压走廊、规划的铁山港铁路支线、**铁山港高压走廊以及铁山港工业区排水明渠等。**

从以上规划文本可以看出，本次规划主要针对北海市土地生态环境、重大基础设施用地布局等方面进行规划，未针对区域排污选划提出明确的就入海排污区（口）选化的相应管理要求，本次研究应关注入海排污区（口）应与《规划》布局相符，避免对沿海防护林和红树林等具有重要生态功能的用地造成影响。

12.2 污染防治和生态环境保护的规划及相关文件

12.2.1 生态红线

根据广西壮族自治区人民政府 2017 年 12 月编制的《广西海洋生态红线划定方案》，广西海洋生态红线区分为禁止类红线区和限制类红线区，具体划分了 2 类禁止类红线区和 8 类限制类红线区共 54 个，其中禁止类红线区 5 个，限制类红线区 49 个。其中北海市海域涉及禁止类红线区 3 个，限制类红线区 24 个（图 4.2-1），铁山港海域主要分布有禁止类红线区 2 个，限制类红线区 8 个（图 4.2-2）。铁山港海域主要海洋生态红线区管理要求见表 12.2-1。由表 12.2-1 可知排污口位置的选划应避开以上 10 个海洋生态红线区。



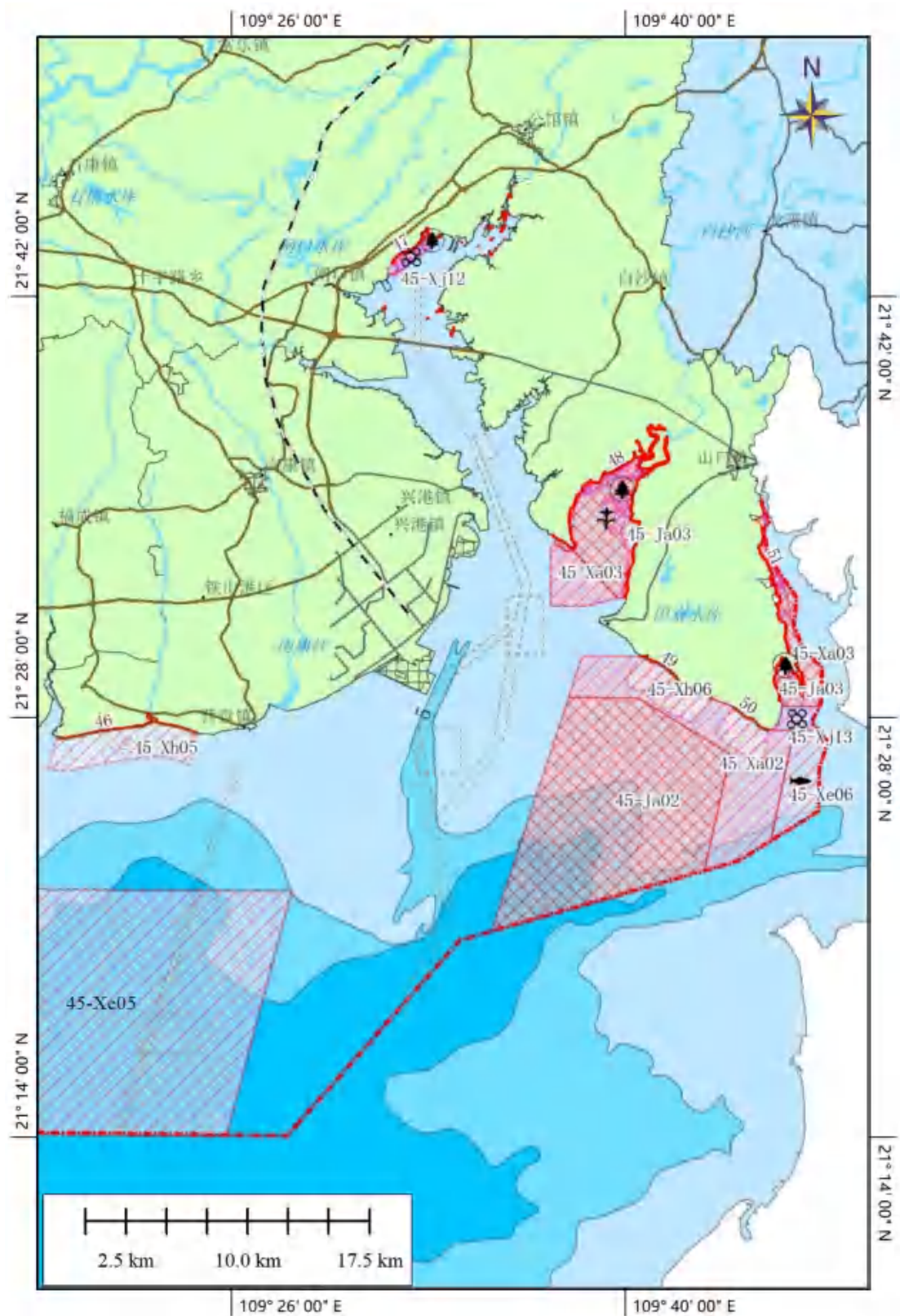


图 12.2-2 广西海洋生态红线控制图—北海市铁山港海域

表 12.2-1 广西海洋生态红线区登记表（摘录：铁山港海域）

序号	代码	类型	名称	管控类别	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	生态目标	管控要求与管控措施
1	45-Ja02	海洋自然保护区	广西合浦儒艮保护区禁止类红线区	禁止类红线区	109°35'24" 109°43'45" 21°20'41" 21°28'36"	131.51	海草生态系统及其生境、中华白海豚、中国鲎、海马等	管控要求：在海洋自然保护区的核心区和缓冲区， 禁止开展任何形式的开发建设活动 。管控措施：按照《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年修订）和《海洋自然保护区管理办法》（1995 年5 月11 日）（1995 年5 月11 日）进行管理。除进行必要的调查、科研和管理活动外，禁止进行其他活动。环境保护要求：维持海草床及邻近海域自然生态系统，保护生态保护目标及其生境。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
2	45-Ja03	海洋自然保护区	广西山口红树林保护区禁止类红线区	禁止类红线区	109°37'29" 109°46'59" 21°28'21" 21°36'44"	36.73	红树林及其生境、中国鲎、海马、珍稀鸟类等	管控要求：在海洋自然保护区的核心区和缓冲区， 禁止开展任何形式的开发建设活动 。管控措施：按照《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年修订）和《海洋自然保护区管理办法》（1995 年5 月11 日）（1995 年5 月11 日）进行管理。除进行必要的调查、科研和管理活动外，禁止进行其他活动。环境保护要求：维持红树林及邻近海域自然生态系统，保护生态保护目标及其生境。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
3	45-Xj12	重要滨海旅游区	闸口至公馆港重要滨海旅游区限制类红线区	限制类红线区	109°31'29" 109°33'10" 21°42'47" 21°44'25"	2.55	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：保护红树林及其生物多样性，维护海洋景观，保持岸滩

序号	代码	类型	名称	管控类别	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	生态目标	管控要求与管控措施
								的自然稳定,改善海岸生态环境。允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。环境保护要求:维持、恢复、改善海岸生物多样性,保护自然景观。加强水质监测,杜绝不达标的陆域生活污水排海。海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
4	45-Xa02	海洋自然保护区	广西合浦儒艮保护区限制类红线区	限制类红线区	109°38'02" 109°45'59" 21°22'47" 21°30'00"	56.52	海草床及其生境、中国鲎、海马、珍稀鸟类等	基本管控要求:1、禁止围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、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%。5、控制养殖规模,鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度,有效清理海洋垃圾。管控措施:按照《中华人民共和国自然保护区条例》(2017年修订)和《海洋自然保护区管理办法》(1995年5月11日)进行管理。在不影响保护前提下,可适度进行旅游开发等用海活动。环境保护要求:维持、恢复、改善海洋生态环境和海草床生态系统的生物多样性,减少或避免保护区周边海域环境污染。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
5	45-Xa03	海洋自然保护区	广西山口红树林保护区限制类红线区	限制类红线	109°37'22" 109°46'19" 21°28'21" 21°36'44"	10.76	红树林及其生境、中国鲎、海马、珍稀鸟类等	基本管控要求:1、禁止围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、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%。5、控制养殖规模,鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海

序号	代码	类型	名称	管控类别	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	生态目标	管控要求与管控措施
				区				洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：按照《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年修订）和《海洋自然保护区管理办法》（1995 年 5 月 11 日）进行管理。在不影响保护前提下，可适度进行旅游开发等用海活动。环境保护要求：维持、恢复、改善海洋生态环境和红树林生态系统的生物多样性，减少或避免保护区周边海域环境污染。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
6	45-Xh06	重要砂质岸线和沙源保护海域	沙田半岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区	限制类红线区	109°39'59" 109°45'06" 21°26'29" 21°30'00"	16.26	砂质岸线、沙源海域、滩涂渔业资源	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：严格控制占用岸线、沙滩和沿海防护林的开发活动，禁止采挖海砂等可能诱发海岸蚀退的用海活动。经严格论证后可在适宜区域建设旅游休闲娱乐附属设施。环境保护要求：保护滨海沙滩，保持良好的海域水质环境，避免陆源污染，及时清理沙滩固废，保持良好的海水浴场用海环境。本海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

序号	代码	类型	名称	管控类别	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	生态目标	管控要求与管控措施
7	45-Xe06	重要渔业海域	北海珍珠贝保护区限制类红线区	限制类红线区	109°45'13" 109°47'13" 21°23'49" 21°27'33"	13.36	珍珠贝种质资源及珍珠养殖环境	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能的围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：按照《水产种质资源保护区管理暂行办法》（2011 年 1 月 5 日）进行管理。禁止围填海等可能改变珍珠贝生境自然属性、破坏滨海湿地生态系统功能的开发活动。加强对受损湿地的整治与生态修复。环境保护要求：避免陆源污染，控制珍珠贝养殖强度，保护滨海湿地海洋环境，维持和恢复滨海湿地生态系统。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
8	45-Xj13	重要滨海旅游区	沙田东岸重要滨海旅游区限制类红线区	限制类红线区	109°45'06" 109°46'54" 21°27'33" 21°28'21"	3.33	海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源、中国鲎	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：保持岸滩的自然稳定，改善海岸生态环境。允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。环境保护要求：维持、恢复、改善海岸生物多样性，保护自然景观。加强水质监测，杜绝不达标的陆域生活污水排海。海水水质不劣于二类标准，海洋

序号	代码	类型	名称	管控类别	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	生态目标	管控要求与管控措施
								沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
9	45-Xh05	重要砂质岸线和沙源保护海域	福成-营盘重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区	限制类红线区	109°19'40" 109°24'56" 21°25'58" 21°27'48"	17.54	砂质岸线、沙源海域、滩涂渔业资源、方格星虫资料	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、 不得新增入海陆源工业直排口 。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：严格控制占用岸线、沙滩和沿海防护林的开发活动，禁止采挖海砂等可能诱发海岸蚀退的用海活动。经严格论证后可在适宜区域建设旅游休闲娱乐附属设施。环境保护要求：保护滨海沙滩，保持良好的海域水质环境，避免陆源污染，及时清理沙滩固废，保持良好的海水浴场用海环境。本海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
10	45-Xe05	重要渔业海域	北海南部海域重要渔业海域限制类红线区	限制类红线区	109°02'21" 109°28'19" 21°13'41" 21°21'58"	654.87	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲨、海马	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能的围填海。2、禁止采挖海砂。3、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。4、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。5、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。管控措施：禁止伤害中华白海豚的活动，限捕中国鲨。按照《水产种质资源保护区管理暂行办法》（2011 年1 月5 日）进行管理。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。环境保护要求：加强海域污染防治和监测， 避免污染 ，保护海洋生物资源的生存环境不受破

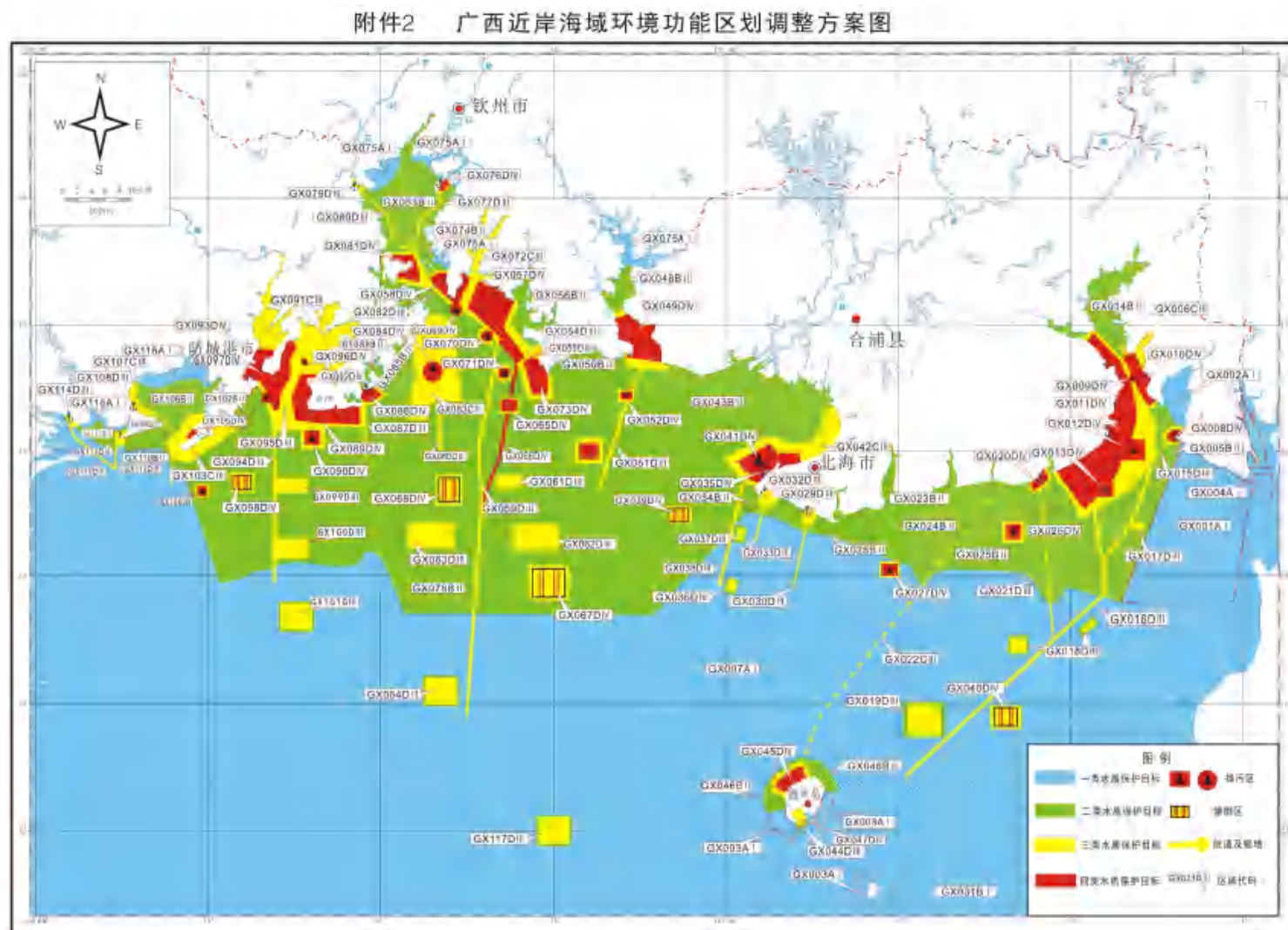
序号	代码	类型	名称	管控类别	地理位置 (四至)	面积 (km ²)	生态目标	管控要求与管控措施
								坏。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

12.2.2 相关功能区划

12.2.2.1 广西近岸海域环境功能区划

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂政办发[2011]74 号），铁山港海域近岸海域环境功能区划分布见图 12.2-3、图 12.2-4，广西近岸海域环境功能区划调整方案汇总表见表 12.2-2。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》第十三条：“.....在海洋自然保护区、重要渔业水域、海滨风景名胜区和需要特别保护的区域，不得新建排污口”。由此，排污口选划应避开《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中的广西合浦儒艮国家级自然保护区（GX001AI）、广西山口红树林生态自然保护区（GX002AI）和广西马氏珍珠母贝原种场（GX004AI）。



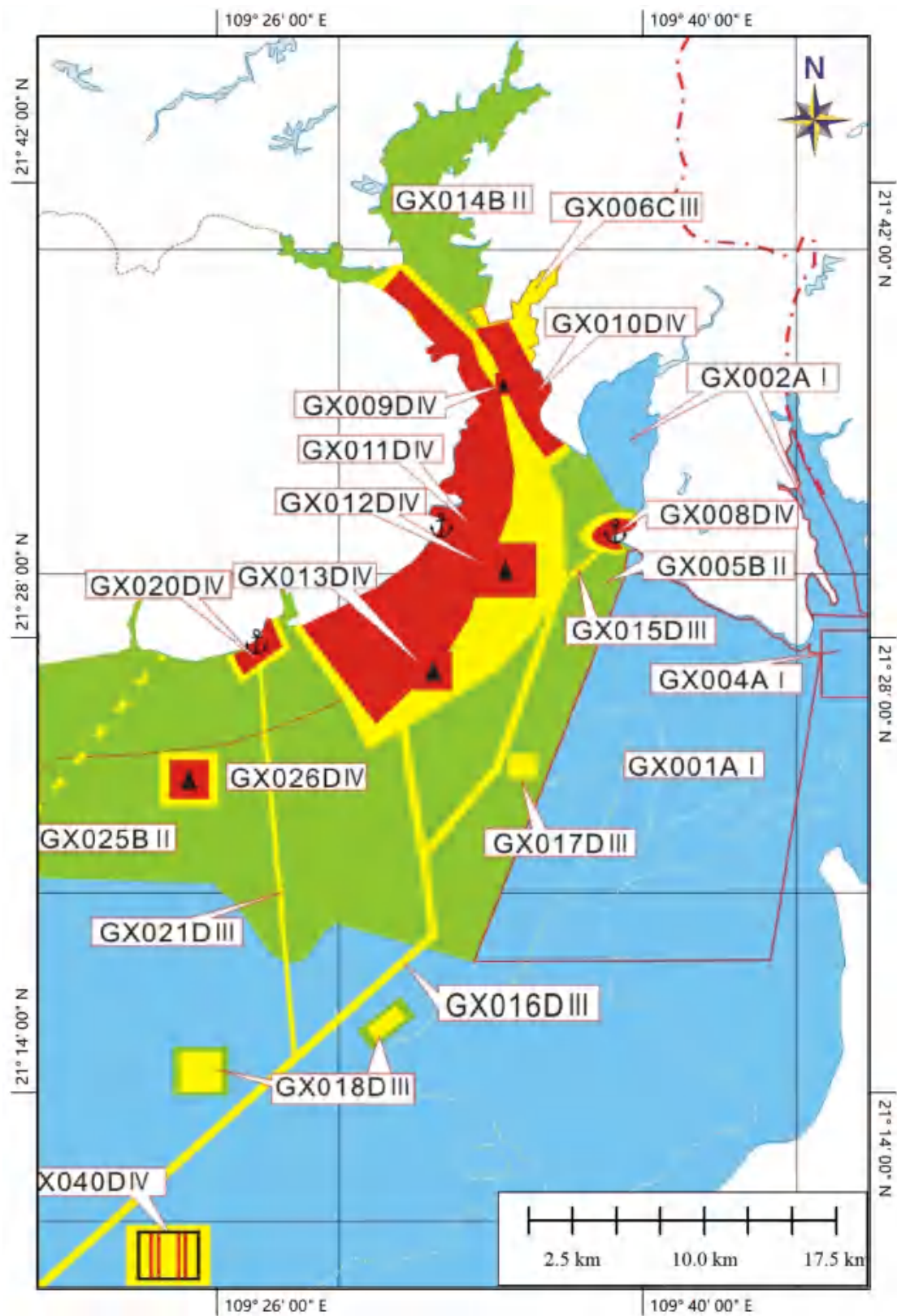


图 12.2-4 广西近岸海域环境功能区划图（铁山港附近海域）

表 12.2-2 广西近岸海域环境功能区划调整方案汇总表（摘录）

序号	环境功能区名称	环境功能区		隶属行政区	环境功能区位置	面积(km ²)	主导功能	水质目标类型
		代码	类别					
1	广西合浦儒艮国家级自然保护区	GX001AI	一	北海市	东起合浦县山口镇英罗港,西至沙田镇,岸线长43km,位置是E109°38'30.0"、N21°30'00.0",E109°46'30.0"、N21°30'00.0",E109°44'00.0"、N21°18'00.0",E109°34'30.0"、N21°18'00.0"围成的海域,其中核心区面积132km ² ,缓冲区面积110km ² ,实验区面积108km ² 。	350	保护以儒艮和中华白海豚为主的珍稀海洋生物及其栖息环境	一
2	广西山口红树林生态自然保护区	GX002AI	一	北海市	合浦县丹兜海和英罗港湾内,海岸线总长50km,陆域面积40km ² ,海域面积为40km ² ,核心区位于E109°43'00.0"、N21°28'00.0"附近海域。	80(陆域40、海域40)	保护红树林生态系统	一
3	广西马氏珍珠母贝原种场	GX004AI	一	北海市	英罗港南侧海域,位置是E109°45'13.0"、N21°23'50.0",E109°45'13.0"、N21°27'33.0",E109°47'13.0"、N21°23'50.0",E109°47'13.0"、N21°27'33.0"围成的海域。	13.4	保护马氏珍珠母贝原种群生存境	一
4	英罗港养殖区	GX005BII	二	北海市	沙田镇至英罗港海域(除广西山口红树林生态自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、港口区、航道区、工业用海区、排污区外),岸线长约15km。	45	方格星虫等海产品养殖用海	二
5	铁山港水产养殖区	GX014BII	二	北海市	沙田、白沙、山口、闸口、兴港镇附近海域。		对虾、鱼、蟹等海产品养殖用海	二

序号	环境功能区名称	环境功能区		隶属行政区	环境功能区位置	面积 (km ²)	主导功能	水质目标类型
		代码	类别					
6	营盘海产品增殖区	GX025BII	二	北海市	从营盘渔港西侧至西村港东岸-5 至-10m 等深线的海域。	600	海产品增殖、海洋渔业用海	二
7	榄子根工业用海区	GX006CIII	三	北海市	铁山港湾东岸，榄子根村以北至朱屋村岸线，岸线向海 1 km 的海域。	6	工业建设用海	三
8	沙田港航道区	GX015DIII	四	北海市	沙田镇西南海域，长 6km，宽 0.3km。	1.8	船舶通航用海	三
9	铁山港航道区	GX016DIII	四	北海市	铁山港中、南部海域（东西两条航道），东航道长 40km，宽 0.5km；西航道长 5km，宽 0.5km。	22.5	船舶通航用海	三
10	铁山港5万吨级 锚地区	GX017DIII	四	北海市	铁山港湾口，位置是 E109°34'08.0"、N21°22'52.0"，E109°37'08.0"、N21°20'10.0"，E109°36'51.1"、N21°20'10.0"，E109°36'51.0"、N21°22'52.0"围成的海域，周围设 0.2km 水质过渡带。	10	船舶停泊、引航、检疫用海	三
11	营盘渔港航道区	GX021DIII	四	北海市	营盘镇南部海域，长 14km，宽 0.3km。	4.2	船舶通航用海	三

12.2.2.2 《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》

《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》将全区海域划分为农渔业区、港口航运区、工业与城镇用海区、矿产与能源区、旅游休闲娱乐区、海洋保护区、特殊利用区和保留区共 8 个类别 74 个海岸基本功能区(图 12.2-5)。铁山港海域涉及的功能区及管理要求见图 12.2-6 及表 12.2-3。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》第十三条：“.....在海洋自然保护区、重要渔业水域、海滨风景名胜区和和其他需要特别保护的区域，不得新建排污口”，结合各功能区的管理规定，排污口选划应避开山口红树林海洋保护区（A6-7）、合浦儒艮海洋保护区（A6-8）、沙田东岸旅游休闲娱乐区（A5-14）及各个农渔业区水域。

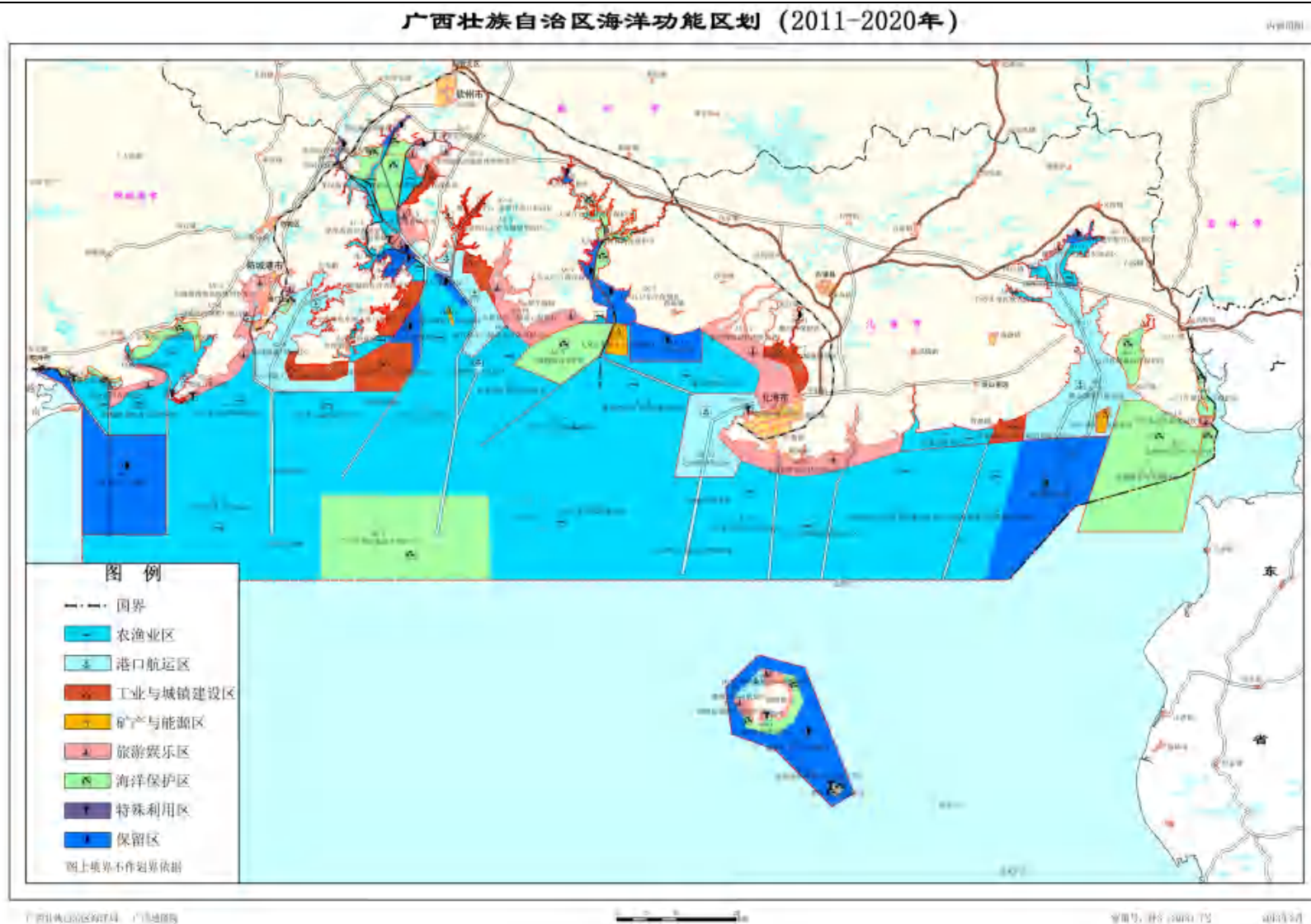


图 12.2-5 广西壮族自治区海洋功能区划图（铁山港附近海域）

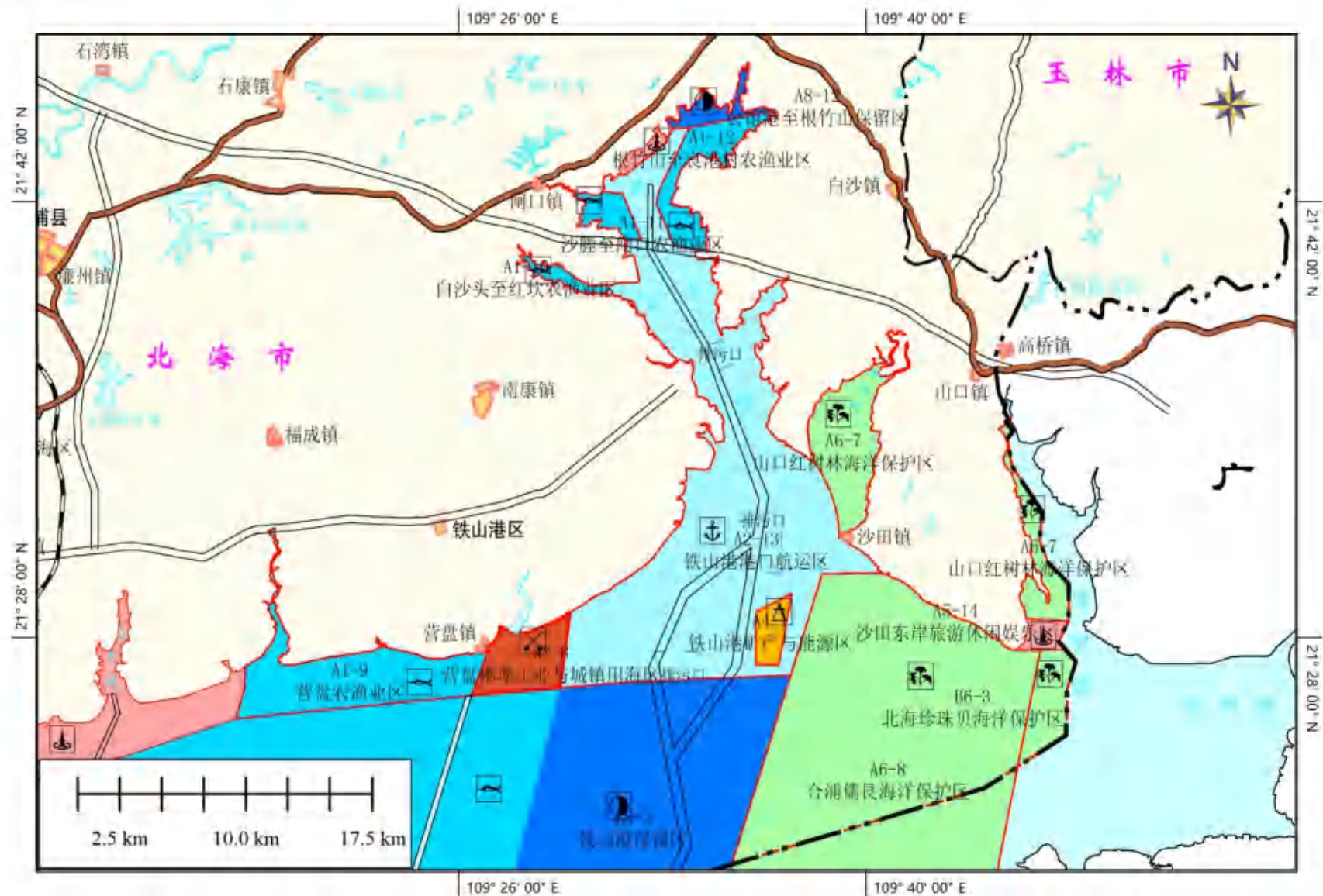


图 12.2-6 广西壮族自治区海洋功能区划图（铁山港附近海域）

表 12.2-3 广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）登记表（摘录：铁山港海域）

序 号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 （公顷）	岸段 长度 （米）	管理要求				
								海域使用管理			海洋环境保护	
								用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
64	A2-13	铁山港港口航运区	北海 市	铁山湾海域，东经 109°30'-109°40'，北纬 21°26'-21°44'。	港口航运区	22 087	93 480	保障港口航运及相关临港（海）工业用海。	合理规划并严格论证码头、堆场和港口物流等临港工业的填海活动；集约化利用岸线资源，优化海岸线布局；严格保护深水岸线；允许适度改变海域自然属性，通行船只不允许抛锚。		维护和改善原有的水动力和泥沙冲淤环境；不损害原有港航条件。	对铁山港东岸排污区、铁山港排污一区和铁山港排污二区进行污染监测，减少对海洋环境的影响；海水水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准。
62	A1-9	营盘农渔业区	北海市铁山港区	营盘港至营盘镇沿岸海域，东经 109°18'-109°27'，北纬 21°25'-21°31'。	农渔业区	4 471	37 121	海岸基本功能为渔业用海。	保障区内渔港建设用海需要，严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式。		加强对珍珠贝的保护；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；保护现有岸滩资源及渔港设施。	减少渔业用海对北海银滩旅游区的污染；渔港海域海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于二类标准；其他海域海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
66	A1-10	白沙头至红坎农渔业区	北海市	白沙头至红坎沿岸，东经 109°27'-109°31'，北纬 21°38'-21°40'。	农渔业区	359	19 795	海岸基本功能为渔业用海。	按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；不得设置明显改变水动力环境的构筑物。		维持现有岸线形态；维持河口泄洪功能。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
67	A1-11	沙滕至闸口农渔业区	北海市合浦县	沙滕至闸口沿岸，东经 109°29'-109°32'，北纬 21°40'-21°42'。	农渔业区	656	14 393	海岸基本功能为渔业用海。	按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；不得设置明显改变水动力环境的构筑物。		维持现有岸线形态；维持河口泄洪功能。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
69	A8-12	公馆港至根竹山保留区	北海市合浦县	铁山港湾最北端公馆港至根竹山沿岸，东经 109°33'-109°36'，北纬 21°44'-21°46'。	保留区	621	22 385	严格论证海域最适合功能。	禁止大规模围填海活动和其他严重改变海域自然属性的开发利用方式。		保持河道畅通。	海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。
70	A1-12	根竹山至良港村农渔业区	北海市合浦县	铁山湾东北部滩涂，东经 109°32'-109°36'，北纬 21°40'-21°44'。	农渔业区	1616	22 306	海岸基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相关的兼容性开发活动。	严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；严格控制围填海活动，不得设置明显改变水动力环境的构筑物。	加强滩涂渔业资源保护与修复。	保护现有岸线；保护红树林生态系统。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
71	A6-7	山口红树林海洋保护区	北海市合浦县	山口镇沙田半岛的东西两侧，东经 109°37'-109°46'，北纬 21°28'-21°37'。	海洋保护区	4 073	63 189	海岸基本功能为海洋保护区用海；兼顾生态观光旅游用海和渔业用海。	禁止围填海及其他与保护对象、保护方向不一致的活动。	修复和改善红树林生态系统。	保护红树林及其海洋自然生态系统，提高红树林生态系统的生物多样性；保护自然景观。	严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，执行保护区总体规划。海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

72	A6-8	合浦儒艮海洋保护区	北海市合浦县	东起山口镇，西至沙田镇海域，东经 109°34′-109°45′，北纬 21°18′-21°30′。	海洋保护区	23200	9 703	海岸基本功能为海洋保护区用海；靠近海岸线附近海域可适度开展方格星虫的增殖以及相关科研活动。	禁止围填海及其他与保护对象、保护方向不一致的活动。		保护儒艮及海草床。	严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，执行保护区总体规划。开展海域生态环境动态监测和评估；海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
93	B8-3	铁山港保留区	北海市	铁山港内，东经 109°13′-109°24′，北纬 21°13′-21°28′。	保留区	24 105		允许改、扩建航道、选划排污混合区等用海活动；严格论证海域最适合功能。	禁止围填海。		维护航道及锚地地形地貌稳定。	不劣于现状水平。
73	A5-14	沙田东岸旅游休闲娱乐区	北海市合浦县	沙田镇东岸沿海，东经 109°45′-109°46′，北纬 21°27′-21°28′。	旅游休闲娱乐区	408	2 357	海岸基本功能为旅游娱乐用海。	严格论证基础设施建设，不得影响山口红树林海洋保护区生态环境；周边海域不得设置排污口、工业排水口或其他污染源；周边的开发活动不得影响原有的自然和人文景观。		保护岸线现有形态。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
91	B1-11	西村港至营盘南部浅海农渔业区	北海市	西村港至营盘南部浅海海域，东经 109°11′-109°26′，北纬 21°13′-21°26′。	农渔业区	43 273		海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动。	严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止非法围填海活动；加强养殖用海污染防治。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	加强对珍珠贝的保护；1～7 月为蓝圆鲀或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲀和二长棘鲷产卵场的保护。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
92	B1-12	营盘至彬塘南部浅海农渔业区	北海市铁山港区	营盘至彬塘南部浅海海域，东经 109°22′-109°29′，北纬 21°13′-21°26′。	农渔业区	13 347		海域基本功能为渔业用海；允许在论证基础上，安排与渔业相兼容的开发活动。	严格限制改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式；禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产；禁止非法围填海活动；加强养殖用海污染防治。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	加强对珍珠贝的保护；1～7 月为蓝圆鲀或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲀和二长棘鲷产卵场的保护。	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

12.3 其他环境敏感区

12.3.1 广西山口国家级红树林生态自然保护区

根据《广西山口国家级红树林生态自然保护区总体规划》(2011 年~2020 年), 广西山口国家级红树林生态自然保护区由北海市合浦县东南部沙田半岛东侧和西侧的沿岸陆域和海域组成, 分为英罗港分区和丹兜海分区两大部分。英罗港分区位于沙田半岛东侧的英罗港, 陆域北起广西广东陆上交界的洗米河口, 向南经山口镇的山东、高坡、北界, 至英罗村止, 跨 4 个村委, 海岸线总长 21.7 km; 海域为广西广东海上分界线以西, 向南止于 21°28'22" 的海域。丹兜海分区位于沙田半岛西侧的丹兜海湾, 陆域东起上新村、向北经永安、丹兜和山角, 至白沙镇的那郊后向南经那江、那潭、和荣, 最后止于沙尾, 跨 11 个村, 海岸线总长 19.2 km; 海域范围为向南止于 21°31'40" 的丹兜海域。

广西山口国家级红树林生态自然保护区是 1990 年 9 月经国务院批准建立的我国首批(5 个)国家级海洋类型保护区之一, 主要保护对象为红树林湿地生态系统。保护区海岸线总长 41km, 总面积 8000 hm², 其中核心区面积 824 hm², 缓冲区面积 3600hm², 实验区面积 3576 hm²。

保护区现存红树植物种类包括外来种无瓣海桑在内共有 9 科 10 属 10 种, 有半红树植物 5 科 6 属 6 种。红树林伴生植物按生活型分有乔木类型 4 种, 灌木类型 7 种, 藤本 4 种, 草本 6 种。真红树植物中, 白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄、木榄和海漆是保护区红树植物群落中的主要建群种, 这些种类形成单优种或 2 个共建种的红树植物群落。半红树植物和伴生植物的种类主要分布于红树林的向岸边缘、海堤或近岸陆地上。一些种类, 如黄槿和海芒果, 甚至可分布到离海岸较远的河流岸边或陆地上。此外, 保护区还分布有浮游植物 3 门 20 种; 浮游动物 12 类 36 种(类); 底栖硅藻 128 种; 大型底栖动物共有 251 种, 以软体动物为优势种; 鱼类均为硬骨鱼纲鱼类, 其中林缘鱼类有硬骨鱼纲 28 科 42 种, 潮沟鱼类有硬骨鱼纲 26 科 50 种; 昆虫 301 种; 鸟类有 16 目 32 科 118 种, 其中国家二级保护动物有白琵鹭、黑脸琵鹭、凤头鹰、松鹊鹰、雀鹰、鸢、灰脸鵟鹰、燕隼、红脚隼、红隼、小鸦鹃、斑头鸫鹛、红脚鹬等 13 种。

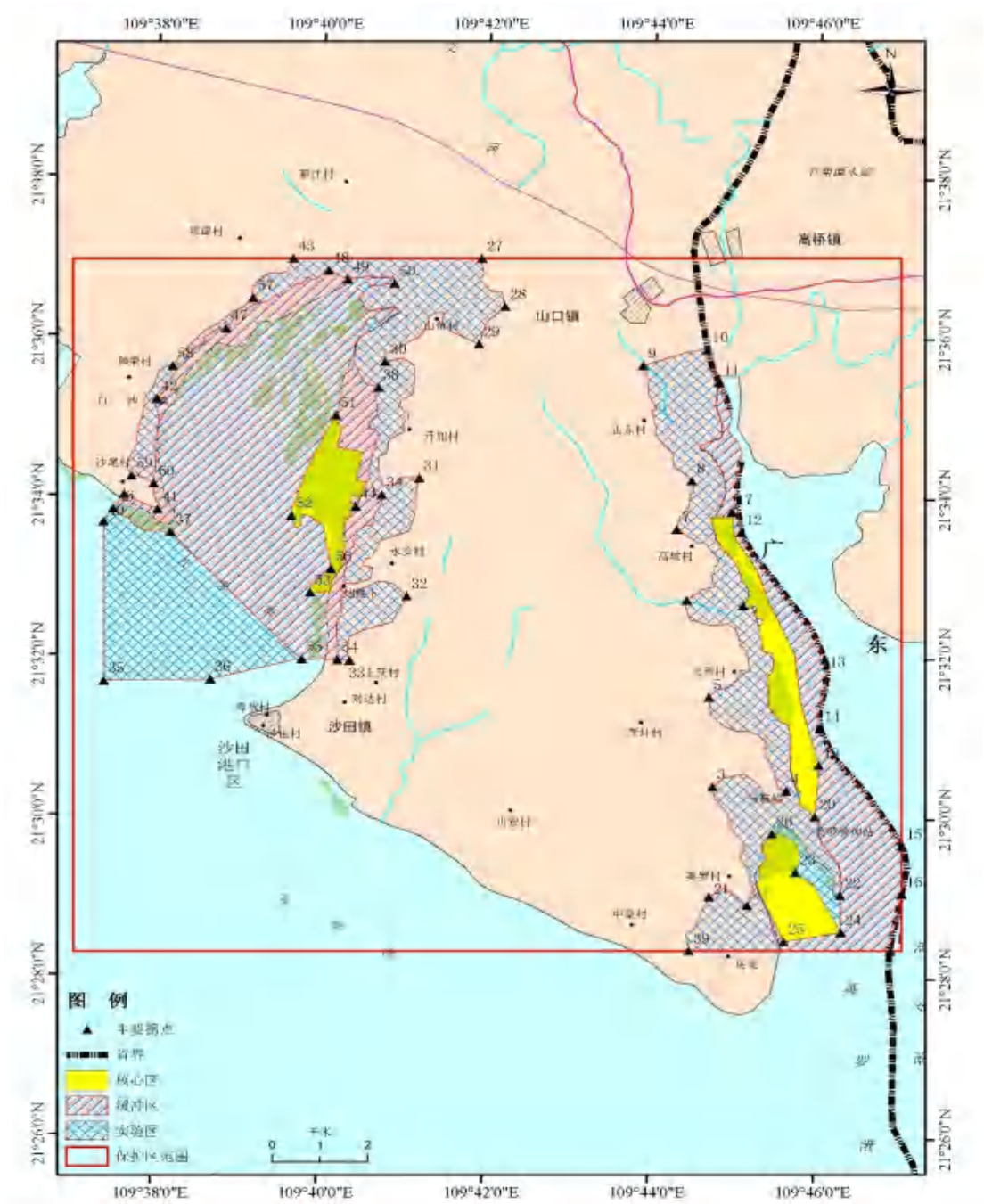


图 12.3-1 广西山口国家级生态自然保护区功能区划图

12.4 其他环境敏感区

12.4.1 广西山口国家级红树林生态自然保护区

广西合浦儒艮国家级自然保护区位于北海市合浦县，保护区东起山口镇英罗港，西至沙田镇海域，海岸线全长 43km，界线为地理坐标（109°38'30”，21°30'）、（109°46'30”，21°30'）、（109°34'30”，21°18'）、（109°44'，21°18'）

四点连线内的海域，保护区总面积为 350 km²，其中核心区面积 132 km²、缓冲区面积 110 km²、实验区面积 108 km²。主要保护对象为珍稀濒危哺乳动物儒艮、中华白海豚和海草床及儒艮赖以生存的海洋生态系统。

根据《广西壮族自治区合浦儒艮国家级自然保护区综合科学考察报告》，广西合浦儒艮国家级自然保护区管理站与南京师范大学于 2003 年 2004 年对保护区及其邻近水域的儒艮资源进行了调查，该次调查中没有获得儒艮存在的直接证据，但根据调查中三次疑似儒艮的发现及问卷调查中所获的信息，不排除该水域仍有儒艮分布和活动的可能性，但其数量已非常稀少，需要大力加强保护；调查中发现在保护区及邻近水域中华白海豚的数量约在 200 头左右，保护区水域的中华白海豚与中国其他水域（福建厦门、长江和浙江乐清沿岸）的中华白海豚之间已有显著的遗传差异和分化；调查还在保护区发现有国家Ⅱ级保护动物绿海龟和列入《中国濒危动物红皮书》名录的江豚；调查表明，保护区及其附近的海草床主要分布在铁山港和英罗港的西南部，基本呈 7 块斑块分布，各斑块面积为 20~200hm²不等，海草最少有 4 种，即喜盐草、矮大叶藻、二药藻和贝克喜盐草，以喜盐草为优势种。

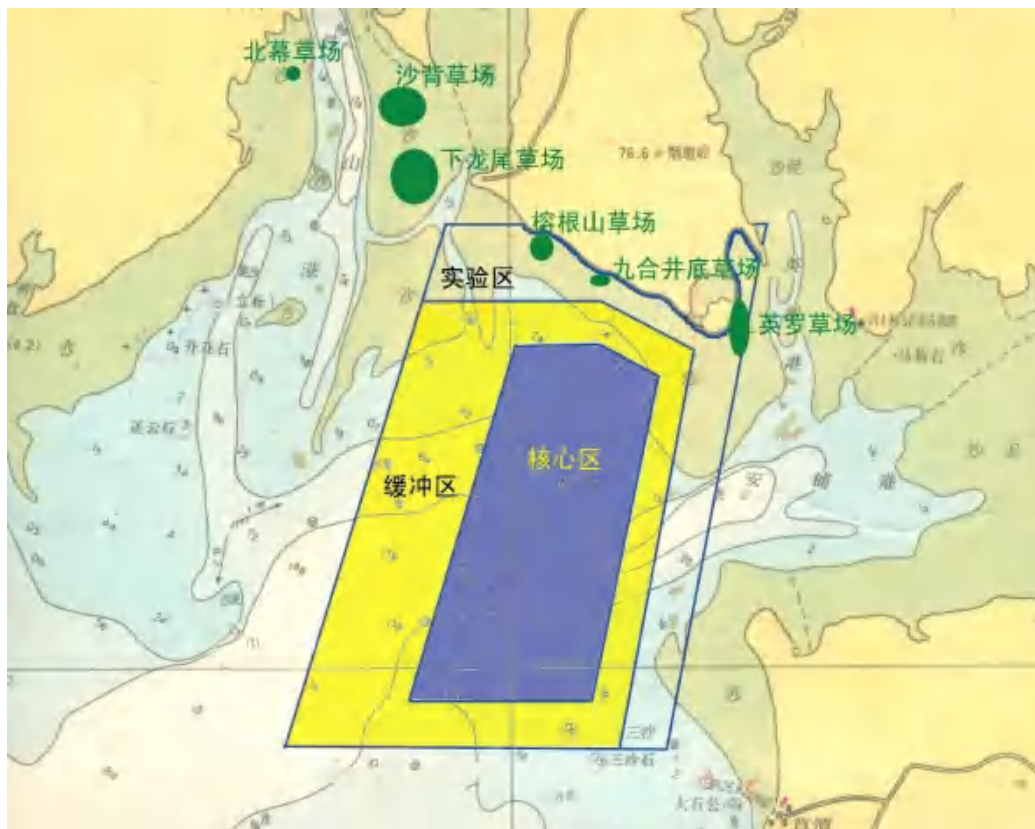


图 12.4-1 广西合浦儒艮国家级自然保护区功能区划图

12.4.2 水产种质资源保护区

广西海域分布有北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区。

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区是 2009 年农业部批准的水产种质资源保护区。位于北部湾东北部沿岸区域，由北纬 21°31'线、五个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成，拐点坐标分别为（108°04'E，21°31'N；108°30'E，21°00'N；109°00'E，20°30'N；109°30'E，20°30'N；109°30'E，21°29'N）。核心区由五个拐点连线组成，拐点坐标分别为（108°15'E，21°15'N；108°30'E，21°00'N；109°00'E，20°30'N；109°30'E，20°30'N；109°30'E，21°15'N）；实验区由北纬 21°31'线、四个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成，拐点坐标分别为（108°04'E，21°31'N；108°15'E，21°15'N；109°30'E，21°15'N；109°30'E，21°29'N）。保护区总面积 1142158.03hm²，其中核心区面积 808771.36hm²，实验区面积 333386.67hm²。核心区特别保护期为每年 1 月 15 日至 3 月 1 日。

根据农业部第 1130 号公告，北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾。保护区内栖息的其他物种包括金线鱼、蓝圆鲹、黄带鲱鲤、长尾大眼鲷、蛇鲻类、日本金线鱼、墨吉对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾、锈斑蟳、逍遥馒头蟹、日本蟳、马氏珠母贝、方格星虫等。

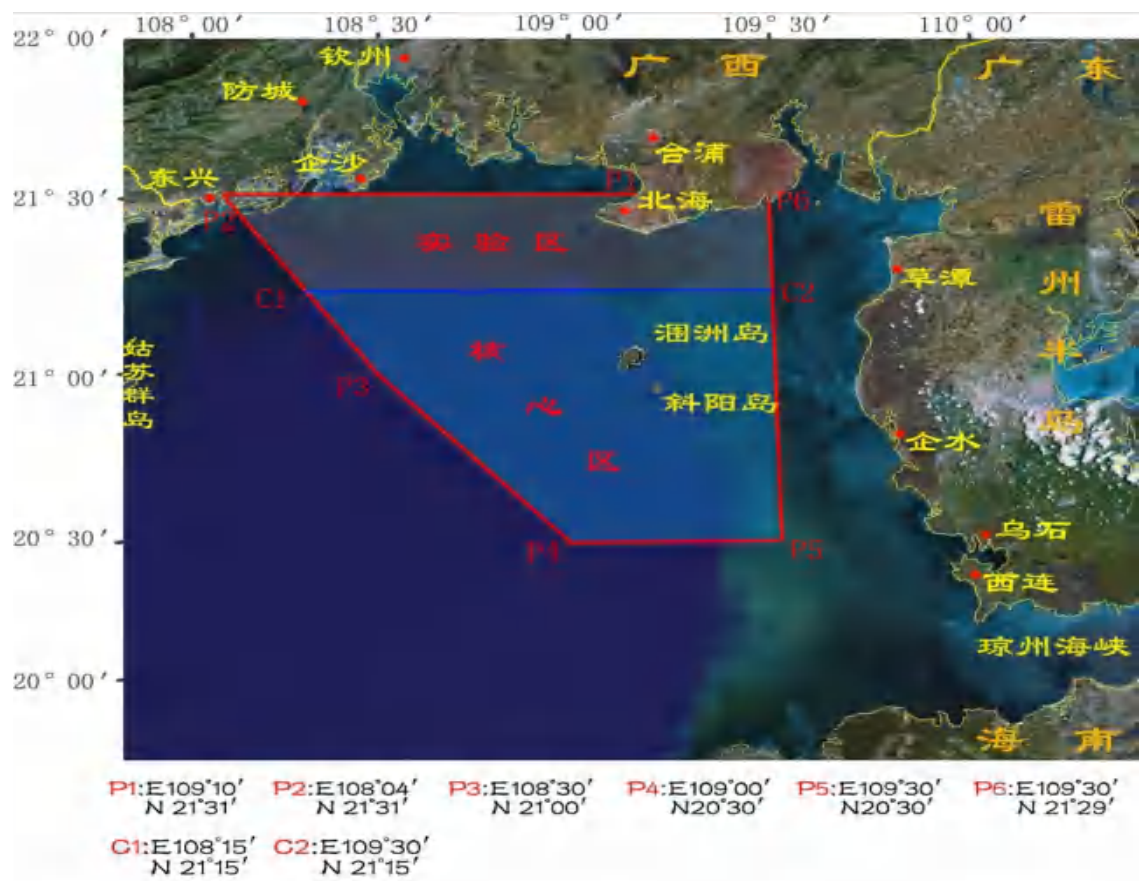


图 12.4-2 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区范围图

12.4.3 重要湿地

根据“广西壮族自治区林业局关于公布第一批自治区重要湿地名录的通知（桂林发[2020]20 号）”，铁山港海域主要湿地主要为广西合浦儒艮自治区重要湿地、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地，具体见表 12.4-1 和图 12.4-3~图 12.4-4。

表 12.4-1 第一批自治区重要湿地名录（摘录）

序号	湿地名称	行政区域	总面积 (hm ²)	湿地面积 (hm ²)	湿地类型（保护对象）	保护 方式	责任主体
12	广西合浦儒艮自治区重要湿地	合浦县	35000	14413.08	近海与海岸湿地、人工湿地	自然 保护区	合浦县 人民政府
13	广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地	合浦县	1430.76	1430.76	近海与海岸湿地	无	合浦县 人民政府



图 12.4-3 广西合浦儒艮自治区重要湿地范围及类型分布图

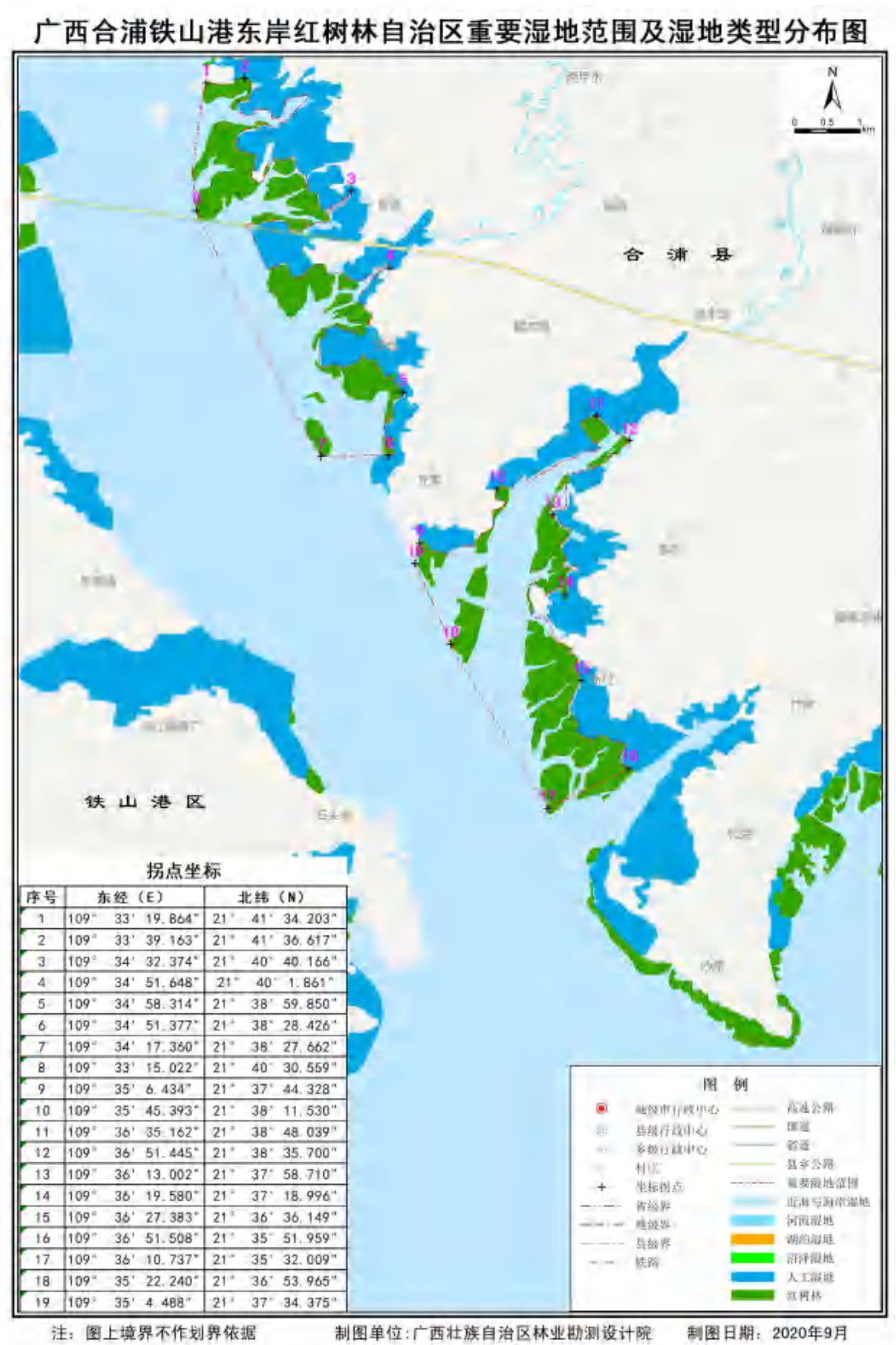


图 12.4-4 广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地范围及类型分布图

12.4.4 小结

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》第十三条：“.....在海洋自然保护区、重要渔业水域、海滨风景名胜区和需要特别保护的区域，不得新建排污口”。由此，排污口选划应避开广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、广西合浦儒艮自治区重要湿地及广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地。

12.5 广西北部湾港总体规划修编

根据《广西北部湾港总体规划》（修编），北海港域规划包括石步岭港区、铁山港西港区和铁山港东港区 3 个枢纽港区，海角港点、侨港港点和涠洲岛港区等小港点、小港区，以及远景预留发展的大风江东岸线。本研究主要涉及铁山港西港区和铁山港东港区。

其中铁山港西港区由啄罗作业区、北暮作业区、石头埠作业区和雷田作业区组成，远景预留发展北暮东作业区。调整后，铁山港西港区规划港口岸线 36.431km（深水岸线 30.096km），可建 120 个生产性泊位（深水泊位 100 个），陆域面积 3209.53hm²，年通过能力约 4.3 亿吨。

铁山港东港区自南向北规划沙田作业区、沙尾作业区、榄根作业区和充美作业区等四个作业区；规划港口岸线 16.164km（深水岸线 7.912km），可建 92 个生产性泊位（深水泊位 36 个），陆域面积 1105.0hm²，年通过能力约 1.36 亿吨。

铁山港海域航道主要为铁山湾航道，北海港域航道规划一览表详见表 12.5-1。北海港域总体布局规划图见图 12.5-1。

排污口选划应避开铁山港海域规划的港区及航道范围。

表 12.5-1 北海港域航道规划一览表

航道名称	航道规模	航道尺度(m)		备注
		通航宽度	设计底高程	
石步岭航道	5 万吨级单向航道, 兼顾 22.5 万总吨客船单向通航	160~252	-10.4~-11.5	全程
铁山湾进港航道	15 万吨级双向航道	385	-17.8	外海至铁山湾口
铁山港区进港西航道	15 万吨级双向航道	360	-17.8	铁山湾口向西北至北暮作业区 7 号泊位
	10 万吨级单向航道	190	-14.0	北暮作业区 3 号泊位向东北至北暮外航道
铁山港区进港东航道	10 万吨级双向航道, 兼顾 15 万吨级船舶单向通航	205~360	-14.0~-17.8	铁山湾口向东北至北暮外航道
北暮外航道	10 万吨级双向航道	360	-14.0	进港东航道北端至石头埠作业区 5 号泊位
石头埠航道	10 万吨级单向航道	190	-14.0	石头埠作业区 5 号泊位向西北至电厂码头南端
	5 万吨级单向航道	150	-12.2	电厂码头以北段
雷田航道	0.5~1 万吨级单向航道	75~95	-6.5~-7.5	验潮站以北段
沙田航道	5 万吨级单向航道	150	-12.2	北暮外航道至沙田作业区
侨港航道	5000 吨级单向航道	86	-6.0	

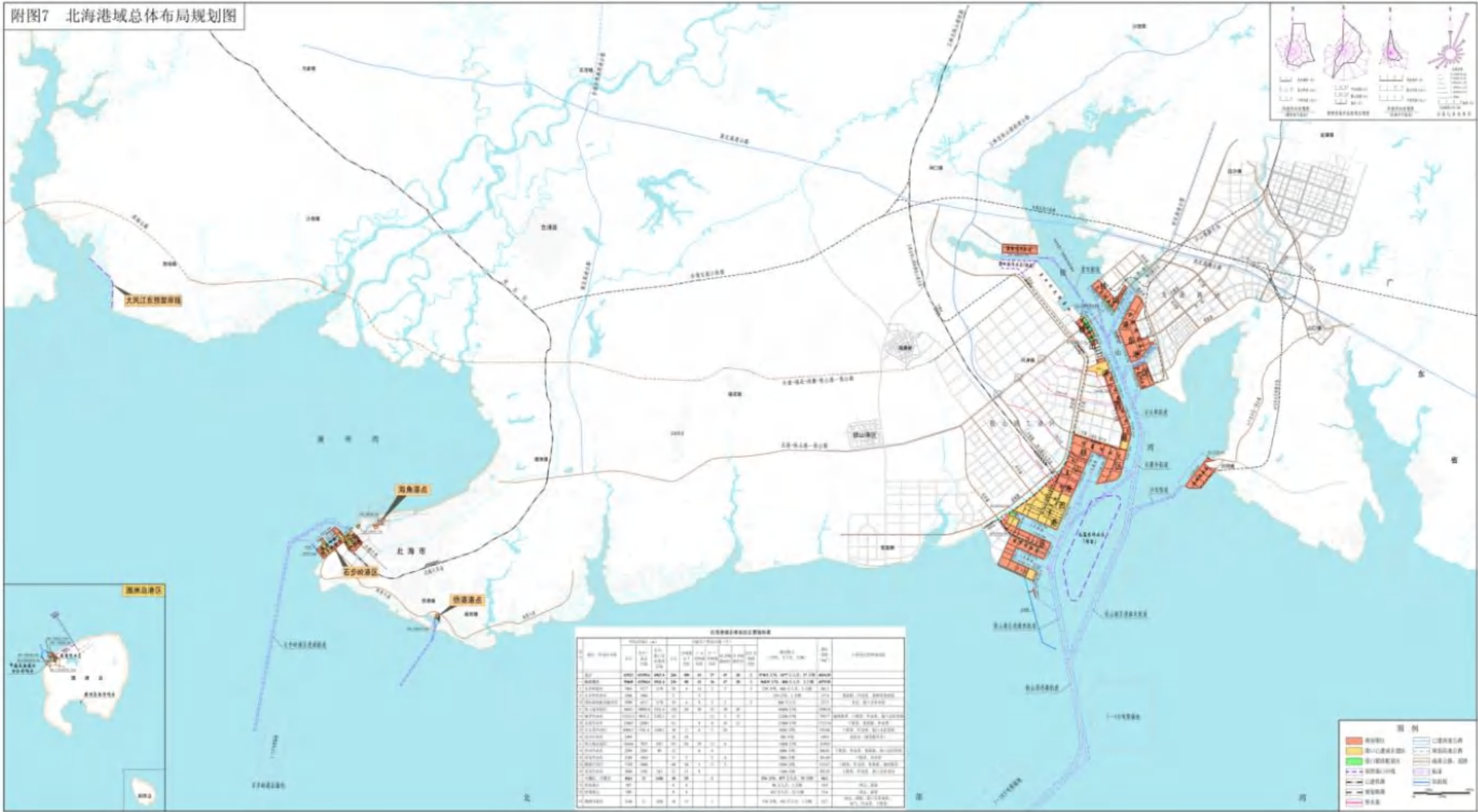


图 12.5-1 北海港域总体布局规划图

12.6 相关规划要求的制约——排污区（口）设置适宜性研究初选区域

1、排污口选划应避免铁山港周边海域生态红线区及环境敏感区

- (1) 避开铁山港周边的海洋生态红线区；
- (2) 避开《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》中的广西合浦儒艮国家级自然保护区（GX001AI）、广西山口红树林生态自然保护区（GX002AI）和广西马氏珍珠母贝原种场（GX004AI）。
- (3) 避开海洋功能区划中的山口红树林海洋保护区（A6-7）、合浦儒艮海洋保护区（A6-8）、沙田东岸旅游休闲娱乐区（A5-14）及农渔业区水域；
- (4) 避开广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西合浦儒艮国家级自然保护区、北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、广西合浦儒艮自治区重要湿地及广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地；
- (5) 避开《广西北部湾港总体规划（修编）》中铁山港海域规划的港区及航道。

2、允许进入海洋功能区划中的保留区及近岸海域环境功能区划（二~三类区）

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》，铁山港南侧水域分布有“铁山港保留区（B8-3）”。其海洋环境保护要求为“不劣于现状水平”，如考虑排污口混合区内水质现状可达标，不对保留区内的水质造成影响，并不叠加近岸海域环境功能区划的情况下，铁山港海域排污区（口）设置适宜区域范围见图 12.6-1。

3、禁止进入海洋功能区划中的保留区及近岸海域环境功能区划（二~三类区）

如考虑《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》中的“铁山港保留区（B8-3）”，并叠加近岸海域环境功能区划（二~三类区）的情况下，铁山港海域排污区（口）设置适宜范围见图 12.6-2。

需要科学论证在四类环境功能区范围内设置排污口是否有良好的污染物扩散条件和足够的环境容量。若四类环境功能区内无法设置排污口，而在“铁山

港保留区（B8-3）或近岸海域环境功能区划二~三类功能区内论证出合适的排污口位置，则需要申请对推荐排污口所在海域进行相应功能区的调整。

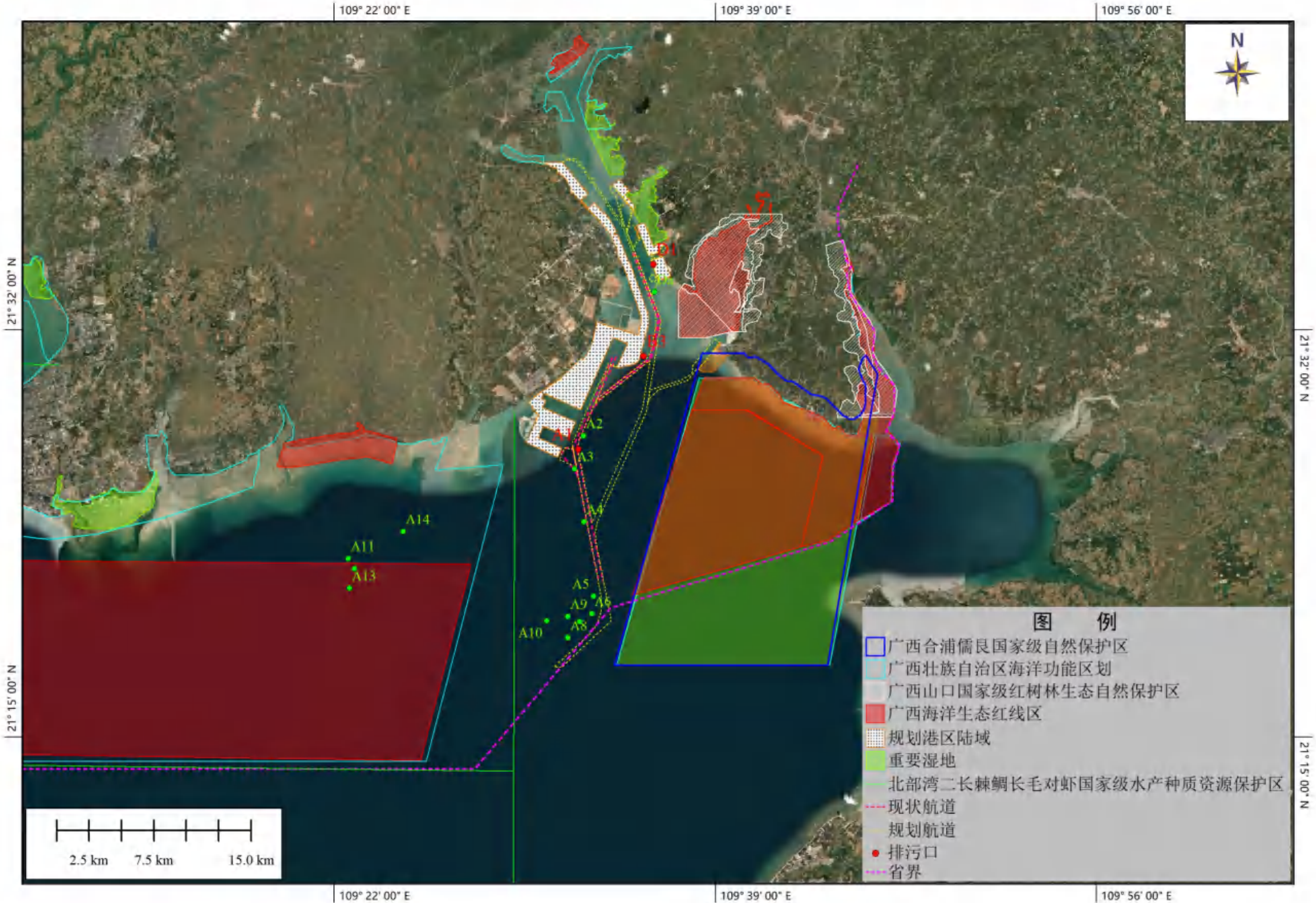


图 12.6-1 铁山港海域排污区（口）设置适宜区域范围（允许进入海洋功能区划中的保留区及近岸海域环境功能区划二~三类区）

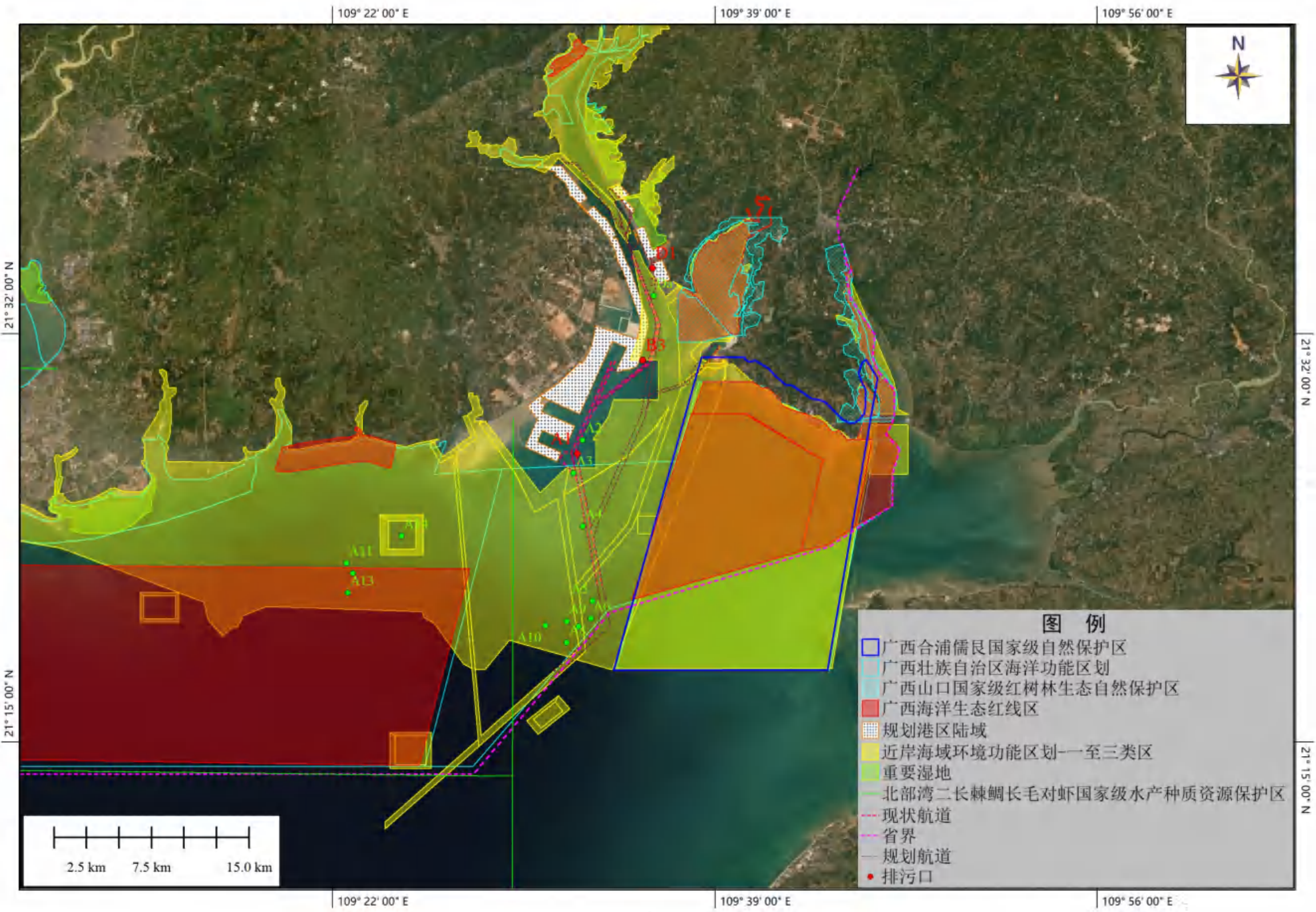


图 12.6-2 铁山港海域排污区（口）设置适宜区域范围（禁止进入海洋功能区划中的保留区及近岸海域环境功能区划二~三类区）

13 环境管理与环境监测计划

13.1 环境保护管理计划

13.1.1 海洋保护管理部门

(1) 海洋保护管理部门

包括环保和海洋行政主管部门对工程的建设进行环境监督管理，北海市生态环境局负责日常环保管理与监督工作。

当地海事行政主管部门负责水域监视，及其相关作业污染水域的监督管理。北海市政府海洋行政管理部门参与水域重大污染事故的处理。

北海市海上搜寻救助分中心负责统一组织、指挥水域污染事故的控制、清除工作。

本项目施工期的环保管理工作除上述有关部门外，应由项目的建设单位落实各项海洋保护管理措施并配合上述机构的环保执法与监督管理工作。

(2) 项目建设单位海洋保护管理机构的职责

①宣传并执行国家有关环保、海洋保护法规、条例、标准，并监督有关部门执行；

②负责拟建工程施工期环境保护管理工作，负责监督各项保护措施的实施与执行情况；

③在施工地点，应由工程环保监理人员在施工现场跟踪监控管理，监察环保设施设置与实施情况；

④工程环境监理纳入工程监理，接受行政主管部门的指导和监督，以便更好地履行职责；

⑤按行政主管部门的规定和要求填报各种环境管理报表；

⑥协调、处理因拟建工程的建设所产生的环境问题而引起的各种投诉，并达成相应的谅解措施；

⑦海洋保护的监测工作及监测计划的实施，应由建设单位的海洋保护机构完成，在不具备条件的情况下亦可委托当地环境监测站协助进行；

⑧建设期加强对其监督管理，出现情况及时向海洋保护管理部门汇报，会同工程管理部门及时处理。

13.1.2 环境监理

工程环境监理工作主要依据国家和地方有关环境保护的法律法规和文件、环境影响报告书、有关的技术规范及设计文件等，工程环境监理包括生态保护、污染防治等环境保护工作的所有方面。工程环境监理工作应作为工程监理的一个重要组成部分，纳入工程监理体系统筹考虑。

1、工程环境监理的组织与实施

(1) 工程环境监理单位和人员的资质

建设单位应委托具有工程监理资质并经过环境保护专业培训的单位承担工程环境监理工作，工程环境监理单位和人员的资质按照交通部关于工程监理的有关规定执行。

(2) 工程招标、合同等文件的管理

建设单位应依据本环境影响报告书、工程设计等文件的有关要求，制定施工期工程环境监理计划，并在施工招标文件、施工合同、工程监理招标文件和监理合同中明确施工单位和工程监理单位的环境保护责任和目标任务。

(3) 工程环境的原则要求

①环境监理的依据：国家和地方有关的环境保护法律、法规和文件，环境影响报告书或项目的环境行动计划、技术规范、设计文件，工程和环境质量标准等。

②环境监理主要内容：主要包括环保达标监理和环保工程监理。环保达标监理是使主体工程的施工符合环境保护的要求，噪声、废气、污水等排放应达到本环境影响报告书中列出的标准；环保工程监理包括生态环境保护、水环境保护等，同时包括污水处理设施等在内的环保设施建设的监理。

③环境监理机构：建设项目的工程总监办负责对工程和环境实施统一监理工作。一般可在总监办设置一名工程环境监理的兼职或专职的副总监，重点负责工程的环境监理工作。驻地办可任命一定数量的工程环境监理工程师（工程监理工程师兼任），具体落实各项工程的环境保护工作。

④环境监理考核：工程监理考核内容中应包括工程环境监理的相应内容，并单独完成工程环境监理情况的总结报告，该总结报告应作为环保单项验收的资料之一。环境保护单项工程考核和验收时，应有交通管理部门负责环保工作的人员参加。

2、本项目施工期工程环境监理的具体工作内容

在建设项目工程施工过程中，工程环境监理人员主要进行如下的监察工作：施工船舶生活污水、油污水、生活垃圾的收集和处置措施落实情况；悬浮物工程控制措施落实情况。

13.1.3 环境保护管理建议

针对拟建项目的特点，提出如下环境保护管理要求和建议：

（1）所有与拟建工程直接相关的污染防治设施的建设必须与项目主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

（2）项目竣工后，应按照有关要求申请进行建设项目环保竣工验收。

（5）建议拟建工程在落实各项环境保护设施时，采用各级行政主管部门认证合格单位的污染治理技术或设施。

13.2 环境监测计划

（1）生态环境监测的目的

环境监测的目的在于了解和掌握本项目营运期尾水排海对海洋生态环境的污染状况。评价营运期监测点水质是否满足海水水质标准要求，为加强环境管理提供依据。通过现场监测了解营运期海洋生态现状的变化情况，为制定相应的对策提供科学依据。

（2）环境监测内容的选择

根据本项目工程分析结果和环境评价结果，环境监测和生态监测工作主要集中在营运期。以达标尾水深海排放的污染物种类作为主要监测因子，监测站位主要选择本工程排海口及排海口周边水域。监测内容包括：水质、沉积物、生物体质量。

（3）环境监测依据的标准方法

海水水质和沉积物监测评价主要依据 GB3097-1997《海水水质标准》和《海洋沉积物质量标准》，监测和分析方法依据《海洋监测规范》GB17378.4-6-91 及《海洋监测规范》GB12763.6-91 中规定的方法。

（4）监测计划

按照国家海洋局《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》规定，依据管道建设项目特点和所处海域自然环境特征分别对本项目营运期制定监测计划。

①本工程建成后，深海排海口未正式排放前对本工程所在海域小范围（不得小于现状调查中的重点控制范围，其调查站位、调查要素、调查因子均应与其

保持一致），开展至少一次本底调查（春或秋季）；

②在排海系统开始运行后，每个季度对混合区周边海域进行一次水质跟踪监测；

③在排海系统开始运行后，每年对混合区周边海域进行一次沉积物、生物体质量（春季或秋季）跟踪监测；

④每次监测后的监测单位需提交监测报告和评价报告，报告中需要对数据进行对比，分析在不同时段各监测站位的数据变化情况，分析在相同时间监测的、距排海口不同距离的各监测站位的数据变化趋势，每年监测完成后第三方机构需要形成监测结果年度报告；

⑤如在排海工程运行后，根据常规跟踪监测结果显示排海口所在区域环境质量有恶化现象，应该进行重新评估；管委会有责任对所有入区企业进行监管，在有超标排放的情况下，管委会需要进行应急处置，查找超标原因，必要时对区内企业进行停产、整顿、整改，在整改完成后，在各排放尾水因子达标情况下才可进一步生产运营。

（5）监测数据的管理

海洋环境跟踪监测单位由项目责任主体单位进行委托；监测单位应该按监测计划进行监测，每次监测结果应同时提交给业主及海洋主管部门报备，结果及数据（电子版本）进行整理归档，以作为进一步研究及对比的基础资料；若出现异常情况应分析原因，及时排查是否与本项目的排放尾水有关，并及时通知当地政府、海洋局和环保局，以便采取相应的对策措施；监测单位必须拥有相关的海洋环境监测资质，监测完成后提交有效的计量认证（CMA）监测成果，并将跟踪监测结果同时提交给海洋局、环保局及渔业主管部门。

14 环境影响评价结论及建议

14.1 工程分析结论

14.1.1 工程概况

建设地点：本工程排海管线以北海铁山港工业园区啄罗作业区后方陆域为起点，排污口 A5 位于（109°33'26.9886"E，21°20'49.9430"N），天然水深-18.6m。

建设规模：本工程设计规模为 60 万 m³/d，海域部分管线总长度约 16.333km，其中放流管长 15.953km，扩散器段长 380m，管径采用 DN2700。

14.1.2 环境影响因素分析

14.1.2.1 施工期

开挖管槽及开挖临时水上作业区施工过程中产生悬浮物对海水水质环境、渔业资源的影响；施工船舶污染物对海洋环境的影响；施工船舶事故性和操作性溢油事故对海洋环境的影响。

14.1.2.2 营运期

营运期间的环境影响因素主要是对水环境和海洋生态环境的影响。影响主要是营运期达标尾水排放对海域水质环境的影响。

14.1.3 非环境影响因素分析

施工对海域底栖生物、渔业资源和生态环境的影响。排海管道建成后，改变了水下地形，由此会对工程附近的水文动力环境产生一定的影响。

14.2 环境现状分析与评价结论

14.2.1 海水水质现状分析与评价结论

调查海域海水指标均能满足相应功能区划标准的要求，调查海域海水环境质量现状良好。

14.2.2 沉积物

评价结果显示调查海域各站位中所有调查因子均能满足一类沉积物质量标准的要求，沉积物质量现状良好。

14.2.3 海洋生态

调查海域叶绿素 a、初级生产力、浮游生物（植物、动物）、大型底栖生物调查、潮间带等海洋生态。

（1）叶绿素 a、初级生产力

本次调查的 14 个站位中，水质较好的站位（呈现贫营养型）有 12 个，占 85.71%；初级生产力变化范围在 $134.53 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d}) \sim 984.35 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间，平均值为 $255.46 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

（2）浮游植物

浮游植物密度分布为 $1.6 \times 10^4 \sim 15 \times 10^4$ 个/L，平均为 4.7×10^4 个/L，浮游植物生物多样性评价指数评价为清洁区域的点位有 11 个，占 57.14%；轻度污染的点位 2 个，占 14.29%，中度污染点位 1 个，占 7.14%。14 个站位的均匀度指数平均值为 0.77，总体在 0.48~0.92 之间；优势度指数平均值为 0.44，总体在 0.23~0.82 之间，丰度指数平均值为 1.51，总体在 0.87~2.45 之间。

（3）浮游动物

调查海域共发现浮游动物 28 类，分属于 7 大类。丰度变化范围从 20 号站的最低值 $0.36 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 到 12 号站的最高值 $13 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ ，平均丰度为 $4.2 \times 10^3 \text{ ind./m}^3$ 。

（4）底栖生物

共采集到底栖生物 36 种，底栖生物密度分布范围为 $7.4 \text{ ind./m}^2 \sim 2.04 \times 10^3 \text{ ind./m}^2$ ，生物量分布范围为 $2.5 \text{ g/m}^2 \sim 798 \text{ g/m}^2$ ，平均为 152 g/m^2 。

（5）潮间带生物

共采集到潮间带动物 72 种。潮间带生物优势种为畸心蛤（*Crypyonema producta*）、角神女蛤（*Gonimyrtea* sp）和长腕和尚蟹（*Mictyris longicarpus*）。

（6）生物密度

C1、C2、C3 共三个断面生物密度平均值为 185 ind./m^2 。生物多样性指数在 3.79~3.96 之间，均为清洁区域。丰度指数在 4.43~5.13 之间，均匀度指数在 0.73~0.74 之间，种类数在 36~44 之间。

14.2.4 生物质量

2021 年在调查海域范围内 4 个点位共采集 2 个鱼类、5 个甲壳类和 1 个软体

动物样品中，各生物体含量均超过一类标准，且符合二类标准。

14.2.5 渔业资源

(1) 鱼卵、仔鱼

垂直拖网法共采集到 4 种鱼卵、3 种仔鱼。有 6 个站采集到鱼卵，平均密度为 2.1 ind/m^3 ，5 个站采集到仔鱼，平均密度为 1.7 ind/m^3 。

水平拖网法共采集到 5 种鱼卵，2 种仔鱼。鱼卵，平均密度为 0.1 ind/m^3 ；仔鱼平均密度为 0.0 ind/m^3 。

(2) 游泳动物

共采集到渔获物 60 种，其中鱼类 24 种，虾类 5 种，蟹类 17 种，口足类 4 种，头足类 4 种，其他种类 6 种。

游泳动物的平均渔获重量为 $11.34 \text{ kg/网} \cdot \text{h}$ ，以 9 号站最高，为 $16.8 \text{ kg/网} \cdot \text{h}$ ；13 号站站渔获重量最低，为 $7.37 \text{ kg/网} \cdot \text{h}$ 。游泳动物的平均渔获尾数为 $2020 \text{ ind./网} \cdot \text{h}$ ，以 11 号站最高，为 $2471 \text{ ind./网} \cdot \text{h}$ ；其次为 12 号站，个体渔获重量为 $2218 \text{ ind./网} \cdot \text{h}$ ；13 号站的渔获率较低，为 $1569 \text{ ind./网} \cdot \text{h}$ 。游泳动物的重量相对资源密度约为 $5.36 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$ ，各站中以 9 号站最高 ($8.62 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$)，11 号站次之 ($5.98 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$)，13 号站最低 (资源密度为 $3.07 \times 10^2 \text{ kg/km}^2$)。游泳动物的尾数资源密度约为 $9.80 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$ 。各站中以 9 号站最高 ($16.5 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$)，11 号站次之 ($9.34 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$)，13 号站最低 (资源密度为 $6.54 \times 10^4 \text{ ind./km}^2$)。

14.3 环境影响预测分析与评价结论

14.3.1 水文水动力环境影响预测分析结论

本工程为管道工程，在工程建设前后基本不会改变原来海底地形地貌，因此工程建设前后对海域水动力条件基本没有影响，另外根据排海口附近流态矢量图排海口附近水动力条件较强，因此污染物排放后受水流和水深地形的综合影响扩散充分，降低达标尾水对近岸区域对水环境的影响。

14.3.2 海水水质环境影响分析结论

(一) 施工期

(1) 悬沙影响预测分析

对路由沿线管道铺设作业产生的悬浮物进行叠加，综合考虑施工区域的悬

浮物影响范围，大于 10mg/L 的悬浮物影响范围最大为 121.68km²，大于 10mg/L 浓度的悬浮物不会影响到附近的环境保护目标，影响时间主要为工程施工期，随着工程施工的结束其影响也将消失。

（2）施工期废水影响分析

船舶油污水：根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》的要求，施工期船舶必须事先经海事部门对其排污设备实施铅封，船舶油污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理，不直接向水体排放油污水，不会对工程周围环境造成不良影响。

船舶生活污水：船舶生活污水由海事主管部门认可的有资质单位接收处理，不会对工程周围环境造成不良影响。

在采取上述措施后，施工期废水不会对项目所在海域海洋环境造成不良影响。

（二）营运期

达标尾水通过深海排放口排放，由于深海排放口水深条件好、水动力扩散能力强，叠加相应的本底值后，除环境影响系数最大的无机氮在排放口附近出现超三类海水水质标准范围（1.75km²）外，其余因子叠加本底值后均小于相应的标准浓度限值，超标范围限于一个计算单元内。超标范围不会影响到附近的环境敏感目标。

14.3.3 沉积物环境影响分析结论

（1）施工期

根据沉积物现状调查结果可知，工程周围海域的沉积物环境状况良好，工程周围的沉积物质量基本满足一类沉积物标准，重金属等污染物的浓度含量较低，可见，施工期疏浚底质扰动后沉积物中扩散出来的重金属等污染物对周围生态环境的影响较小。

本项目施工船舶污水和垃圾不外排，对海域水质的影响不大，对沉积物环境基本上没有影响。

（2）营运期

本工程选用碳钢管作为排海管线管材并采用涂层—牺牲阳极阴极保护法防腐，其中外防腐层采用 PE 涂层，具有化学稳定性好，具有耐磨、耐冲击、抗海

水侵透的优点，因此对周边海洋沉积物影响不大。

14.3.4 海洋生态环境影响分析结论

(1) 海洋生态环境影响损失：施工期和营运期对海洋生态环境的影响分析，共造成渔业资源生态损失合计约为 1036.90 万元，应采取必要的生态影响减缓及补偿措施，具体措施由海洋环境行政主管部门会同渔业主管部门、建设单位共同协商制定。

(2) 持久性污染物排放对海洋生物的影响：特征污染物在可食部分的肌肉，腹足等部分富集远不如内脏，鳃等部分明显。对游泳动物而言，一旦到达特征污染物含量较低的清洁水体，经过 15 天左右，所富集的大部分特征污染物可以释放。因此特征污染物累积效应的影响对象主要是贝类等生物。持久性污染物扩散几乎很少波及渔业水域，项目对渔业水域贝类影响，造成特征污染物累积性程度较小，因此持久性污染物难以通过贝类，通过食物链将特征污染物传导到鱼虾类。工程水域主要经济鱼类的饵料中没有贝类，因此，本项目尾水排放持久性污染物对生态造成影响在可接受范围之内。

14.4 环境风险分析与评价结论

(1) 施工期：

由于溢油事故本身对海洋环境的影响较大，因此应加强管理，合理调配，尽可能避免溢油事故的发生，在船舶施工作业时要及时布设围油栏，防止可能出现的泄漏风险事故对周边水环境的影响。溢油事故一旦发生将给周围水域造成较严重的污染，应严加防范杜绝此类事故的发生。

(2) 营运期：

当出现不达标尾水排放时，污染物的影响范围远大于达标排放，为了保护海域生态环境，应加强管理，严格落实排海管道接纳达标尾水的标准，严禁超标尾水进入管道排放。

14.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

(1) 鉴于项目所在海域主要污染因子为营养盐，因此要严格落实有关措施，以改善区域环境质量。

(3) 严格落实环境跟踪监测要求，适时开展环境影响后评估工作，将相关材料定期送交海洋环境保护行政主管部门备案。

(4) 积极开展石化废水的先进处理技术研究，提高石化废水回用率等措施保障预期减量效果。

14.6 区划规划和政策符合性结论

北海市铁山港工业区 A5 深海排放管工程符合《广西壮族自治区海洋环境保护规划(2016-2025)》、《北海市海洋环境保护规划(2010-2020)》(北政发〔2012〕13 号)的管理要求，符合《广西海洋生态红线划定方案》、《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划》、《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020)》，符合《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、《北海市城市总体规划(2013—2030 年)(2019 年修订)》和国家产业政策。

14.7 建设项目环境可行性结论

在严格执行国家各项海洋环境保护法律、法规，全面加强监督管理、认真落实本报告书提出的各项总量控制要求，落实环境保护对策措施要求，生态保护与补偿要求，环境风险防控要求和改善区域环境质量要求的基础上，从海洋环境保护角度考虑，该工程的环境影响是可以接受的，工程建设可行。