

建设项目环境影响报告表

(污染影响类)

项目名称: 陆丰核电站5、6号机临时海淡系统

建设单位(盖章): 中广核陆丰核电有限公司

编制日期: 二〇二三年四月

中华人民共和国生态环境部制

打印编号：1681984489000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	gb8xd1		
建设项目名称	陆丰核电站5、6号机临时海淡系统		
建设项目类别	43--096海水淡化处理；其他水的处理、利用与分配		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称（盖章）	中广核陆丰核电有限公司		
统一社会信用代码	91441500671554960P		
法定代表人（签章）	上官斌		
主要负责人（签字）	陈杰华		
直接负责的主管人员（签字）	陈杰华		
二、编制单位情况			
单位名称（盖章）	广东澜海环境科学技术有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA5CXENW3C		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
陈本中	201905035440000003	BH017425	陈本中
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈本中	主要环境影响和保护措施、环境保护措施监督检查清单、海洋环境影响专项	BH017425	陈本中
李慧	建设项目基本情况、建设项目工程分析、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准、结论	BH055949	李慧



中华人民共和国 税收完税证明

23 (0403) 44证明60006448

税务机关 国家税务总局广东省税务局

填发日期 2023-04-03

纳税人名称 陈本中

纳税人识别号 412721

年月	用人单位	养老保险		医疗保险		工伤保险	失业保险		生育保险
		单位	个人	单位	个人		单位	个人	
202304	01	642.32	367.04	388.67	113.48	7.36	11.04	4.60	-

以下内容为空。

目 录

一、建设项目基本情况	1
二、建设项目工程分析	10
三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准	21
四、主要环境影响和保护措施	29
五、环境保护措施监督检查清单	42
六、结论	43
附图：	44
附图 2 临时海水淡化系统集装箱区域平面布置图	45
附图 3 项目取、排水口位置图	46
附图 8 广东省海洋主体功能区划图	47
附图 9 环境空气质量功能区划图	48
附图 10 项目与海洋生态红线的位置关系	50
附件：	51
附件 1：项目委托书	51
附表	52
建设项目污染物排放量汇总表	52
海洋环境影响专项及入海排污口设置论证	53

一、建设项目基本情况

建设项目名称	陆丰核电站 5、6 号机临时海淡系统		
项目代码	2020-000052-44-02-013817		
建设单位联系人	吴仕君	联系方式	17777593800
建设地点	广东省汕尾陆丰市碣石镇碣石湾东岸		
地理坐标	(115 度 49 分 11.538 秒, 22 度 44 分 30.771 秒)		
国民经济行业类别	海水淡化处理 D4630	建设项目行业类别	四十三、水的生产和供应业 -96.海水淡化处理 463
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建（迁建） <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）		项目审批（核准/备案）文号（选填）	
总投资（万元）	2000 万	环保投资（万元）	12
环保投资占比（%）	0.6	施工工期	1 个月
是否开工建设	<input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是： 2022.12	用地（用海）面积（m ² ）	2000
专项评价设置情况	根据专项评价设置原则，本项目不开展大气、地表水、环境风险、生态专项。本项目浓盐水排入海洋中，需开展海洋专项评价。		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	<p style="text-align: center;">一、项目地理位置</p> <p>为解决广东陆丰核电站 5、6 号机组项目施工和生活用水不足的问题，建设临时海水淡化系统。项目位于广东省汕尾陆丰市碣石镇碣石湾东岸，海水淡化系统所处位置为陆丰核电站范围内，设备中心地理坐标为：115°49'11.538"E、</p>		

	<p>22°44'30.771"N; 取水点位于陆丰核电站一期工程取水明渠用海范围内，取水点地理坐标为：115°49'8.447"E、22°44'29.121"N；排水点地理坐标为：115°49'9.387"E、22°44'25.407"N。地理位置图见图 1-1。</p> <p>二、规划符合性分析</p> <p>陆丰核电项目已列入《核电中长期发展规划（2011-2020 年，调整）》，本项目为保障陆丰核电站 5、6 号机组项目施工和生活用水的临时海水淡化工程，符合核电发展的规划。</p>
其他符合性分析	<p>一、与海洋功能区划符合性分析</p> <p>根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所处的海洋功能区为“田尾山工业与城镇用海”，本项目与所在海洋功能区划海域使用管理要求和海洋环境保护要求的符合性详见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》表 7.1-1。</p> <p>本项目周边海域海洋功能区划主要有田尾山-石碑山农渔业区、碣石湾农渔业区、珠海-潮州近海农渔业区等，与本项目相距分别为 2.2km、6.9km、2.3km。本项目排水口规模较小，排水口采取了扩散排放措施，排入海域中的浓盐水基本在近岸区扩散、稀释、降解，对周边海洋功能区的水质、沉积物和海洋生物质量影响很小。</p> <p>综上，本项目临时海淡系统排水工程的建设对项目所在地的“田尾山工业与城镇用海”及周边其他海洋功能区的海洋水质、沉积物等影响很小。</p> <p>二、与海洋生态红线符合性分析</p> <p>根据《广东省海洋生态红线》（2017 年）、《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目不处于广东省海洋生态红线区的控制范围内，也不占用《广东省海洋生</p>

态红线》中大陆岸线的保有自然岸线，与最近的湖东港砂质岸线约 0.9km。项目与海洋生态红线的位置关系见附图 7。

项目周边的海洋生态红线区有金厢海岸防护物理防护极重要区、金厢重要渔业资源产卵场、碣石湾海马珍稀濒危物种分布区、金厢角砂质岸线、浅澳港砂质岸线、湖东港砂质岸线，与本项目的距离分别为 8.7km、10km、11.5km、9.7km、1.5km、0.9km，除浓盐水外，项目排水口不排放其他废水，海水淡化系统化学清洗废水不排放入海；排海的浓盐水在近岸进行分散溢流排放，并逐渐稀释降解，不对周边的生态红线区造成影响。

项目周边生态红线的管控措施的符合性见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》表 7.2-1。

综上所述，本项目工程未占用生态红线区，与有关生态红线区保持了一定的距离，符合《广东省海洋生态红线》、《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》的要求。

三、与相关规划符合性分析

1.与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于海域管控单元中的重点管控单元，该类管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

项目建设与广东省“三线一单”的符合性分析如下：

- (1) 本项目建设所在位置未被划入海洋生态红线区；
- (2) 本项目排水口及排水管道为沿岸铺设，不进行挖埋，

工程量很小，施工期不产生悬沙；运营期主要为浓盐水排海，其组分与原海水基本相同，主要为咸度的增加，项目浓盐水的排放量较小，咸度增量范围很小，浓盐水经过稀释后对周边的影响很小。临时海淡系统化学清洗废水不排海；因此，本项目建设不会突破当地环境质量底线；

(3) 本项目利用海水生产淡水，项目建设投入主要为生产器械、化学药品、人力等，生产过程中的能源消耗较低，因此，本项目建设不突破当地的资源利用上线；

(4) 本项目产生的污染物都将进行妥善处理，排放的浓盐水经稀释后影响很小，与“重点管控单元”的减排等要求相符，对“一般管控单元”的生态环境功能影响不大。

综上，本项目建设与《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》相符。

2.与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于汕尾市近岸海域环境管控单元中的重点管控单元，其管控单元序号为“77”，编码为“HY44150020005”，为田尾山工业与城镇用海区，项目与该管控单元的符合性详见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》表 7.3.2-1。

根据分析可知，本项目建设与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符。

3.与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性

《广东省海洋主体功能区规划》依据主体功能，将海洋空间划分为四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域及禁止开发区域，项目所处位置属于限制开发区域的海洋渔业保障区（详见图 7.3.3-1），该区域为是保障海洋

食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需求，是人与海洋和谐发展的重要载体。区域实施产业据点式开发。在科学分析资源环境承载力基础上，选择沿海部分地区实施点状开发，控制开发强度。科学推进徐闻粤海通道、阳江核电、惠东核电、陆丰核电，以及阳江海洋经济特色产业基地等产业项目和园区建设。推进徐闻港、碧甲港、南澳港等港口建设，强化与枢纽港的融合，提升区域服务能力。本项目为陆丰核电建设期的临时海淡系统，为陆丰核电的实施提供淡水保障，项目取、排水口位于现有工程用海范围内，符合据点式开发的要求。

因此，本项目建设符合《广东省海洋主体功能区规划》。

二、产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录》（2021年修改）中的“鼓励类”：“二十二、城镇基础设施”中“22、沿海城镇海水供水管网及海水淡化工程”；“四十三、环境保护与资源节约综合利用”中“3、微咸水、苦咸水、劣质水、海水的开发利用及海水淡化综合利用工程”。

本项目海水淡化工程的建设进一步完善了陆丰核电项目建设期的供水系统，有效缓解淡水资源紧缺的紧张局面，解决核电项目施工期的供水问题；同时本项目的建设积极合理科学开发利用临海区域丰富的海水资源，海水淡化处理成的淡水资源广泛用于陆域生活、生产建设中，对改善区域建设条件、推进陆丰核电项目的开发与利用。

因此，本项目建设符合《产业结构调整指导目录》（2021年修改）要求。

三、《市场准入负面清单（2022年版）》的符合性分析

根据《市场准入负面清单（2022年版）》，市场准入负面清单分为禁止和许可两类事项。对禁止准入事项，市场主

	<p>体不得进入，行政机关不予审批、核准，不得办理有关手续；对许可准入事项，包括有关资格的要求和程序、技术标准和许可要求等，或由市场主体提出申请，行政机关依法依规作出是否予以准入的决定，或由市场主体依照政府规定的准入条件和准入方式合规进入；对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。</p> <p>本项目为海水淡化工程，不属于国家产业政策明令淘汰和限制的产品、技术、工艺、设备及行为，符合《广东省海洋主体功能区规划》的要求，为许可准入类，项目在办理相关许可后进行施工，因此与《市场准入负面清单（2022年版）》是相符的。</p>
--	--



图 1-1 项目地理位置图

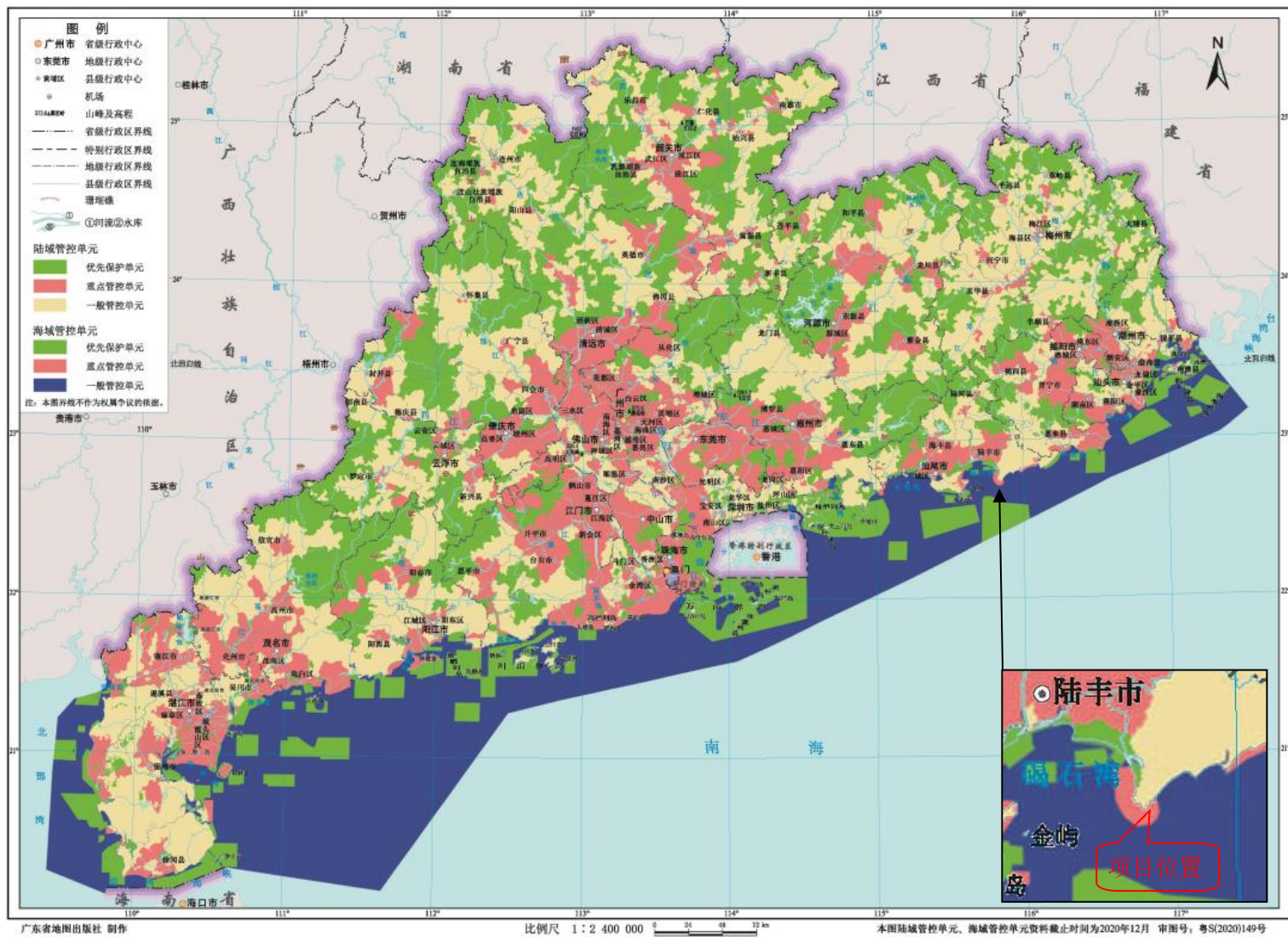


图 1-2 广东省“三线一单”生态环境分区图

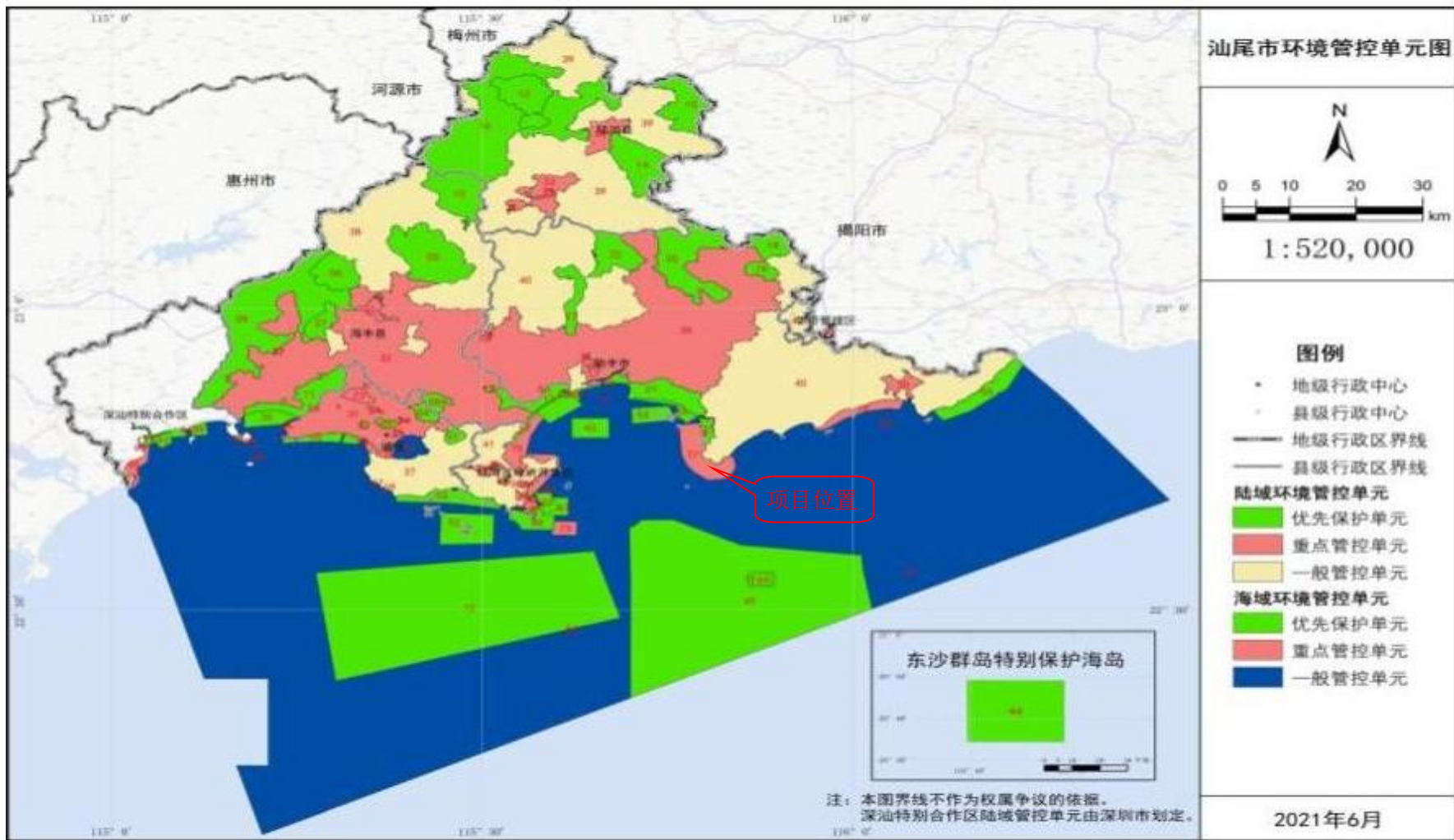


图 1-3 汕尾市“三线一单”生态环境分区

二、建设项目工程分析

建设 内容	<p>一、项目概况</p> <p>项目名称：陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统</p> <p>建设单位：中广核陆丰核电有限公司</p> <p>建设性质：扩建</p> <p>建设内容：</p> <p>广东陆丰核电站位于汕尾市辖陆丰市碣石镇以南 8km 的田尾山，根据《国家发改委关于核准广东陆丰核电站 5、6 号机组项目的批复》（发改能源〔2022〕年 738 号），为保障广东省电力供应，建设广东陆丰核电站 5、6 号机组项目。目前由于碣石水厂向现场供水的两条供水管线供水量仅为 2150m³/d，无法满足 5、6 号机组项目的施工和生活用水需求。故建设陆丰核电厂 5、6 号机临时海水淡化系统以解决施工和生活供水不足的问题。</p> <p>本项目建设临时海水淡化系统供水量为 4500m³/d（一期 3000m³/d，二期增加 1500m³/d），系统产水主要用于陆丰核电厂 5、6 号机建设期混凝土搅拌及养护、生活饮用等。临时海水淡化系统计划使用年限为 3 年，采用多介质过滤+二级反渗透系统生产淡水。建设内容包括：</p> <p>（1）一期建设包含 6 台日产水 500m³/d 的主机（集成在 40 尺的集装箱中），目前集装箱设备已安装完成；二期计划于 2023 年年底根据供水情况进行安装，为 3 台日产水 500m³/d 的主机（集成在 40 尺的集装箱中）。</p> <p>（2）厂区设置一个 500m³ 的原水箱、一个 360m³ 的产水箱。</p> <p>（3）项目设置一个海水取水口及原水管，一期工程取水 7320m³/d，二期工程取水 3660m³/d。</p> <p>（4）项目设置一个浓盐水排水口及浓水管，排水管长约 180m，排水口位于当地最低潮位以下，采用三通管分散排放的方式，一期工程排放浓盐水 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d。</p> <p>（5）在 5、6 号机组施工场所设置蓄水池 3000m³，供水管长约 2.4km。</p> <p>建设地址：项目海水淡化厂主体工程位于陆丰核电站范围内。海水取水口位</p>
----------	---

于陆丰核电站一期工程 1、2 号机组取水明渠用海范围内。浓盐水排水口位于海水淡化厂东南面海域，为陆丰核电站一期工程范围内海域。项目位置图见图 1-1。

环评分类：根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“四十三、水的生产和供应业”中“海水淡化处理 463”，应编制报告表，依据《建设项目环境影响报告表编制技术指南（污染影响类）（试行）》编制。

二、工程组成及建设情况

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统主要由 9 座海水淡化集装箱（一期工程 6 座，二期工程 3 座）、1 个箱变站、1 个原水箱、1 个产水箱、1 个取水口及原水管线、1 个排水口及排水管线、输水管及蓄水池组成，占地面积约 2000m²（位于现有核电项目范围内，不新增占地）。项目组成详见下表：

表 2-1 项目工程组成表

序号	工程类别	工程内容	备注
1	主体工程	海水淡化集装箱	一期工程 6 座（已安装完成），二期工程 3 座；为集成式海水淡化设备，集装箱内包括多介质过滤器、一级反渗透装置、二级反渗透装置以及相关水泵等
		取水口及原水管	取水口位于海水淡化厂南面的陆丰核电站一期工程 1、2 号机组取水明渠用海范围内。 ①取水口由 2m×2m×4.9m 的混凝土基础、3 台原水泵（2 用 1 备）、2 根 4m 长的取水管组成。 ②原水管连接取水口与原水箱，长约 90m、DN250。
		浓盐水排水口及浓水管	浓盐水排水口位于海水淡化厂南面海域。 ①浓盐水排水口末端采用三通管分散排放，3 个排水点间隔 2m； ②浓水管连接集装箱与浓盐水排水口，为 DN315 的 PE 管，长约 180m。
		原水箱	500m ³
		产水箱	360m ³
2	辅助工程	蓄水池	3000m ³ ，位于 5、6 号机组施工场所内
		输水管	DN250，长约 2.4km，连接海淡系统与蓄水池
3	公用工程	箱式变电站	1 座

三、劳动定员及工作制度

本项目无需固定劳动定员，定期清洗及维护检修由陆丰核电厂 5、6 号机组劳动定员调配。

四、原辅材料消耗

项目海水生产线最大淡水生产量为 4500m³/d（其中一期 3000m³/d、6 条生产线；二期 1500m³/d、3 条生产线）；项目抽取海水量 10980m³/d（其中一期工程抽取海水量 7320m³/d，二期工程抽取海水量 3660m³/d）；项目排放浓盐水 6750m³/d（其中一期工程排放 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d）。项目采用多介质过滤+二级反渗透系统生产淡水，海水浓缩倍数为 1.63 倍。

二期建成后，项目水平衡图见下图：

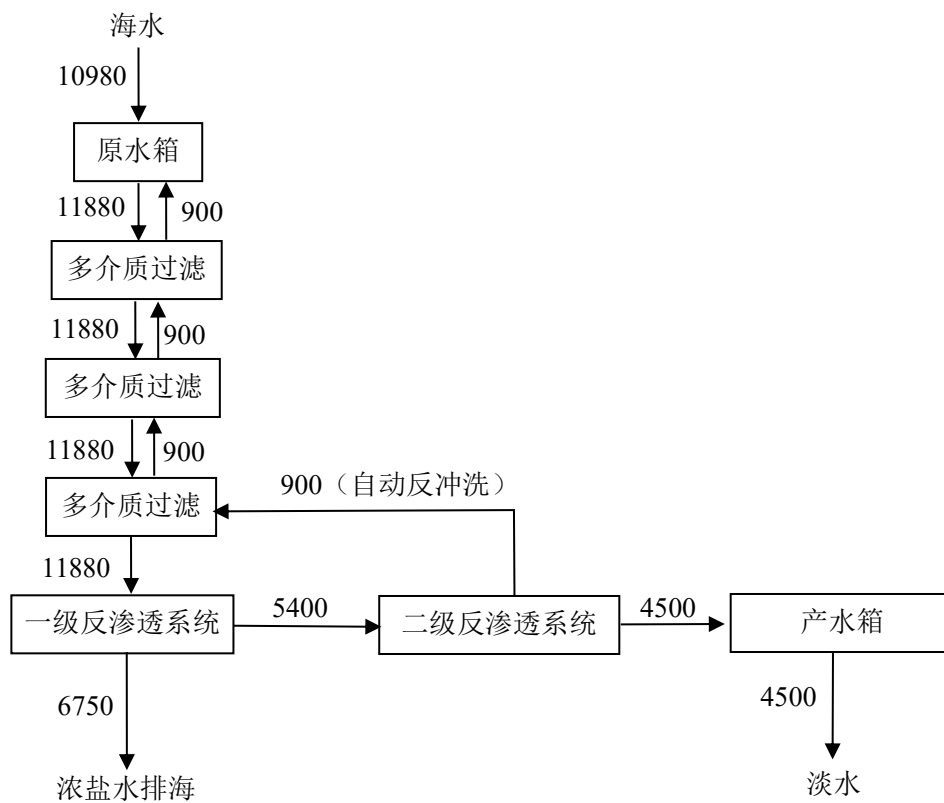


图 2-1 项目水平衡图（单位：m³/d）

海水淡化系统主机原辅材料见下表：

表 2-2 原辅助材料消耗及存储

名称	使用装置	使用量	最大贮存量 (t)	备注
杀菌剂（次氯酸钠）	原水泵出口	加药浓度 3ppm	0	由氯化钠溶液电解生产
阻垢剂	多介质过滤管道	加药浓度 3ppm	0.1	
还原剂（亚硫酸氢钠）	多介质过滤管道	加药浓度 5ppm	0.2	
氢氧化钠	一级产水到二级 高压泵前	加药浓度 3ppm	0.2	
氯化钙	二级产水后	加药浓度 90ppm	0.2	
碳酸氢钠	二级产水后	加药浓度 140ppm	0.2	
HCl	化学清洗药剂，根据运行状况，选择清洗剂及清洗步骤	0.2%(wt)	0.1	去除无机盐垢
磷酸		0.5%(wt)	0.1	去除无机盐垢、金属氧化物
柠檬酸		2.0%(wt)	0.1	去除无机盐垢、金属氧化物
氢氧化钠		0.1%(wt)	0.2	去除硫酸盐垢

注：主要原辅材料理化性质说明

①次氯酸钠：食品级次氯酸钠用于饮料水、食品制造设备、器具的杀菌消毒。

②阻垢剂：为高分子聚合物，是高效能的液状阻垢/分散剂，外观是清澈的琥珀色液体。用于控制膜分离系统中控制碳酸钙、硫酸盐及氧化铁沉淀所造成的结垢。使用此阻垢剂后可延长系统清洗周期，使膜寿命延长而降低成本。无毒无害，广泛应用于海水淡化工艺作为阻垢剂、分散剂使用。

③氢氧化钠：俗称烧碱、火碱、苛性钠，一种具有强腐蚀性的强碱，一般为片状或块状形态，易溶于水（溶于水时放热）并形成碱性溶液，另有潮解性，易吸取空气中的水蒸气（潮解）和二氧化碳（变质），纯品是无色透明的晶体。氢氧化钠在水处理中可作为碱性清洗剂，溶于乙醇和甘油；不溶于丙醇、乙醚。

④柠檬酸（CA），又名枸橼酸，分子式为 $C_6H_8O_7$ ，是一种有机酸，为无色晶体，无臭，有很强的酸味，易溶于水，是酸度调节剂（GB2760—2014）和食品添加剂。可用于金属清洗，和无机酸相比较而言，柠檬酸的酸性相对比较弱，所

以对设备所产生的腐蚀性也比较小。

⑤亚硫酸氢钠，是一种无机化合物，化学式为 NaHSO₃，为白色结晶性粉末，有二氧化硫的不愉快气味，主要用作防止反渗透膜受余氯的氧化的还原剂。

五、主要设备

本项目主要设备见表 2-3。

表 2-3 主要设备列表

序号	名称	规格参数	单位	一期数量	二期数量
1	原水泵	55-70m ³ /h	台	2	1(2用1备)
2	原水箱	500m ³	个	1	/
3	多介质过滤器(活性炭)	55m ³ /h	台	18	9
4	保安过滤器	过滤精度 5 微米	台	12	6
5	高压泵		台	12	6
6	增压泵		台	6	3
7	反洗泵		台	6	3
8	一级反渗透装置	8040-7W FRP	套	6	3
9	二级反渗透装置	8040-6W FRP	套	6	3
10	化学清洗泵		台	6	3
11	加药装置		台	36	18
12	产水箱	360m ³	个	1	/
13	产水外供泵		台	2(1用1备)	/
14	蓄水池	3000m ³	个	1	/
15	2.12 产水电导仪		台	1	/

六、公用工程

(1) 供电

项目供电由碣石镇市政供电管网供给，电力线路结合其它市政管线共同布置。

(2) 供水

本项目用水由海水淡化系统供给。

(3) 排水

项目产生的浓盐海水收集到浓盐水池后采用扩散的方式排放。本项目无需固定工作人员，无生活废水产生。化学清洗废水收集后外运处理。

七、周边环境和平面布置

本项目位于陆丰核电厂南面，为陆丰核电站 5、6 号机组项目建设期混凝土搅拌及养护、生活饮用等提供用水，项目用地、用海均位于现有工程范围内。

目前陆丰核电站一期工程、5、6 号机组工程均处于施工状态，现场填海工程已全部完成。一期工程取水明渠、防洪工程已基本完成，本项目取水口位于核电站一期工程取水明渠内，由于核电站一期工程主体工程未完成施工及运营，且本项目取水量较小，区域有丰富的海水资源，因此本项目取水口布置不影响陆丰核电站一期工程取水。

海水淡化厂平面布置见附图 1、临时海水淡化系统集装箱区域平面布置图见附图 2、取排水口位置见附图 3。

一、施工流程

项目海水淡化集装箱设施、取水口及原水管、原水箱、产水箱、输水管、蓄水池、箱式变电站等目前均已完成施工及设备安装，后续进一步进行浓盐水排水口及浓水管的施工及安装。

项目取水口位于陆丰核电厂 1、2 号机组取水明渠范围内，取水泵架设在混凝土基础上，取水泵基础结构见下图。

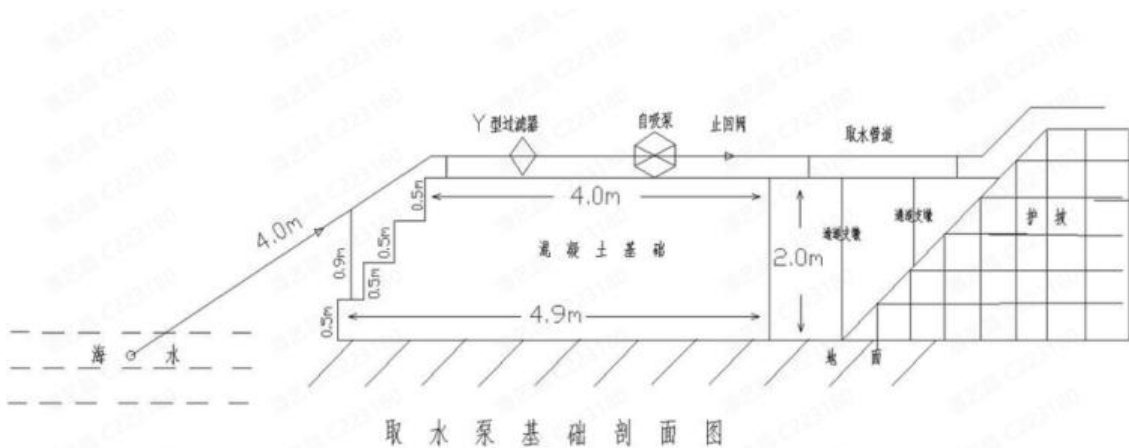


图 2-1 项目取水泵基础结构图

项目浓水管沿着现有岸线护坡放置，无需挖埋。浓盐水排水口位于最低潮位线以下，采用三通分三路扩散排出，在浓水管铺设完成后直接安装。

施工期主要污染环节为：

- (1) 废气：工程运输车辆的尾气；
- (2) 噪声和振动：运输车辆、施工机械噪声；
- (3) 固废：少量废件及废弃包装物；

二、生产工艺流程

项目采用三级预处理+二级反渗透膜法生产淡化水。海水首先经原水泵进入原水池，然后经过三级多介质过滤（即活性炭过滤）装置过滤后进入一级反渗透系统（配备 PX 能量回收）脱盐；再进入二级反渗透系统进行进一步脱盐；二级反渗透产水经调质、杀菌进入产水箱，最终由供水泵、供水管网送至施工场所的蓄水池。

项目海水淡化生产流程见下图：

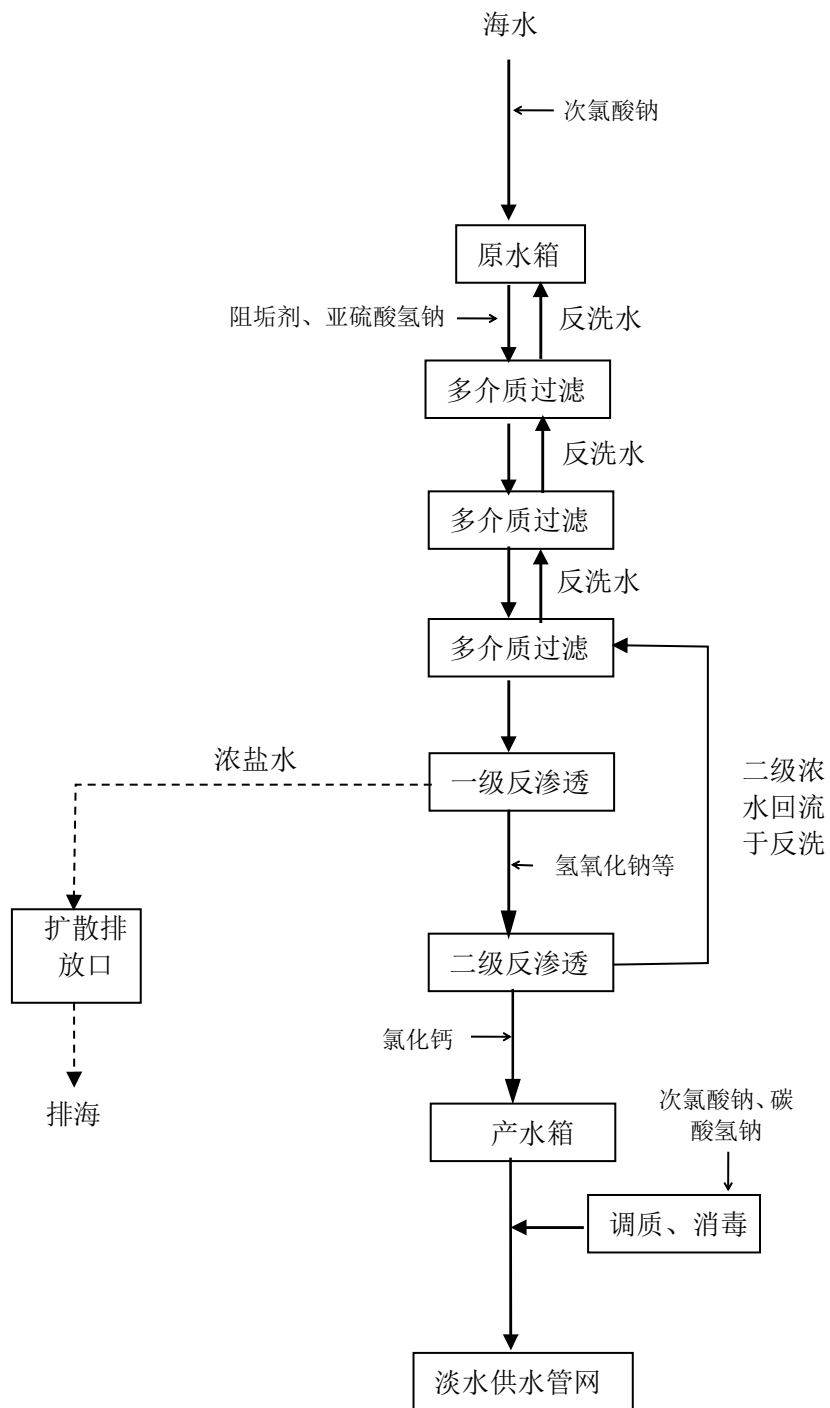


图 2-2 海水淡化工艺流程图

多介质过滤装置设置有自动反洗功能，过滤器前压力增大 0.3kg 时，预处理

罐会自动反洗，反洗水回到原水箱进一步利用。

反渗透膜需进行化学清洗，当产水水质逐渐下降，超过原指标 10%时（排除原水变化的因素），则说明反渗透膜需要进行化学清洗。通常运行 3~6 月需清洗一次，化学清洗剂为盐酸、磷酸、氢氧化钠和柠檬酸等。化学清洗分为酸洗和碱洗，根据设备脱盐率、系统压降、统产水量判断存在的问题，采用不同的化学清洗药剂进行 1~2 步清洗。常见的问题及对应的化学清洗剂见下表：

表 2-4 反渗透膜不同问题及其对应的清洗剂

污染物及清洗液	0.1%(wt)NaOH、30°C最大值]	0.1%(wt)NaOH(W)、30°C最大值]	0.2%(wt)HCl	1.0%(wt)Na ₂ S ₂ O ₄	0.5%(wt)磷酸	1.0%(wt)NH ₂ SO ₃ H	2.0%(wt)柠檬酸
无机盐垢(如CaCO ₃)			最好	可以	可以		可以
硫酸盐垢(CaCO ₃ 、BaSO ₄)	最好	可以					
金属氧化物(如铁)				最好	可以	可以	可以
无机胶体(淤泥)		最好					
硅	可以	最好					
微生物	可以	最好					
有机物	做第一步清洗可以	做第一步清洗最好	作第二步清洗最好				

三、运营期产污环节

1、废气

本项目运营期间不产生大气污染物，对周围大气环境基本无影响。

2、废水

项目运营期产生的废水主要为浓盐水、化学清洗废水。

3、噪声

运营期噪声主要来源于原水泵、高压泵、增压泵、反洗泵等设备的噪声。

4、固废

项目运营过程中产生的固体废物主要为原水箱的沉淀污泥、反渗透工艺更换

	<p>的滤膜元件。</p>
<p>与项目有关的环境污染问题</p>	<p>根据《关于陆丰核电厂 1、2 号机组环境影响报告书（选址阶段）的批复》（环审〔2014〕147 号）、《关于广东陆丰核电 5、6 号机组环境影响报告书（建造阶段）的批复》（环审〔2022〕144 号）等相关批复以及现场调查，陆丰核电厂 1、2 号机组、5、6 号机组目前正在施工推进中。</p> <p>根据设计，陆丰核电厂 1、2 号机组运营期采用从取水明渠内抽取海水为冷却水的直流供水系统，5、6 号机组运营期从港池西侧采用暗涵取水的方式抽取海水为冷却水。1、2 号机组、5、6 号机组温排水均采用海底排水隧洞的方式离岸深排。</p> <p>目前陆丰核电厂填海工程已基本完成，取水工程已完成南、北导流堤的建设，形成取水明渠，本项目取水口即位于 1、2 号机组取水明渠内。1、2 号机组排水隧洞施工已进入海域。南防洪堤、东北防洪堤、重件码头及西防洪堤工程主体结构已基本完成。</p> <p>现有环境污染问题主要为施工现场的扬尘、车辆、施工噪声等污染。</p> <p>项目周边情况见下图：</p>



图 2-3 项目周边情况图

三、区域环境质量现状、环境保护目标及评价标准

区域 环境 质量 现状	一、本项目所在区域环境功能属性			
	表 3-1 建设项目所在地环境功能属性表			
	序号	功能区类别	功能区分类及执行标准	
	1	海洋功能区	/	《广东省海洋功能区划》（2017年），项目所在海域属于田尾山工业与城镇用海区，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准
	2	环境空气功能区	二类区	根据《汕尾市环境保护规划纲要（2011-2020年）》，该区域执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准
	3	环境声功能区	3类区	根据《汕尾市声环境功能区划方案》（汕环〔2021〕109号），该区域执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3类标准
	4	是否基本农田保护区	否	
	5	是否风景名胜保护区	否	
	6	是否水库库区	否	
	7	是否污水处理厂集水范围	是，陆丰核电厂污水处理设施	
8	是否自然保护区	否		
二、环境质量标准				
1、海水水质标准				
综合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》及广东省近岸海域环境功能区划，项目排水口所在海域执行 海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准 。				
表 3-2 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L (pH 除外)				
污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50

活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
Pb ≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu ≤	0.005	0.010	0.050	
As ≤	0.020	0.030	0.050	
Hg ≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Zn ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类 ≤	0.05	0.05	0.30	0.50
Cd ≤	0.001	0.005	0.010	

2、海洋沉积物标准

根据海洋沉积物质量（GB18668-2002），进行海洋沉积物质量现状的评价。

表 3-3 海洋沉积物质量标准（单位：除有机碳为 $\times 10^{-2}$ ，其余为 $\times 10^{-6}$ ）

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	硫化物	有机碳
一类标准	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	300.00	2.0
二类标准	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	500.00	3.0
三类标准	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	600.00	4.0

3、生物体质量标准

鱼类、甲壳类(除石油烃外)按《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》推荐的评价标准进行评价，石油烃按《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的标准进行评价。

表 3-4 海洋生物质量（GB18421—2001）（鲜重， $\times 10^{-6}$ ）

项目	第一类	第二类	第三类
感观要求	贝类的生长和活动正常，贝类不得沾粘油污等异物，贝肉的色泽、气味正常，无异色、异臭、异味		贝类能生存，贝肉不得有明显的异色、异臭、异味
总汞≤	0.05	0.10	0.30
镉≤	0.2	2.0	5.0
铅≤	0.1	2.0	6.0
铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃≤	15	50	80

注：1 以贝类去壳部分的鲜重计；

表 3-5 海洋生物质量评价标准 (×10⁻⁶)

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃*
《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”	鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/
	软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

2、大气环境

本项目所在地环境空气属二类环境空气质量功能区，常规大气污染因子执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的相应标准。环境空气标准摘录见表 3-6。

表3-6 环境空气质量标准

污染物名称	取值时间	浓度限值	选用标准
二氧化硫 (SO ₂)	1 小时平均	500	《环境空气质量标准》 (GB3095-2012) 及其修改单
	24 小时平均	150	
	年平均	60	
二氧化氮 (NO ₂)	1 小时平均	200	
	24 小时平均	80	
	年平均	40	
一氧化碳 (CO)	1 小时平均	10	
	24 小时平均	4	
臭氧 (O ₃)	1 小时平均	200	
	日最大 6 小时平均	160	
可吸入颗粒物 (PM ₁₀)	24 小时平均	150	
	年平均	70	
可吸入颗粒物 (PM _{2.5})	24 小时平均	75	
	年平均	35	
总悬浮颗粒物 (TSP)	24 小时平均	300	

3、声环境

根据声环境功能区划，本项目执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准限值。具体标准值见表 3-7。

表 3-7 声环境质量标准 (GB 3096-2008) 单位: dB(A)

声环境功能区类别	昼间	夜间	备注
3 类	65	55	以工业生产、仓储物流为主要功能

三、环境质量现状

1、环境空气质量现状

根据《2022 年汕尾市生态环境状况公报》(http://www.swhqglq.gov.cn/gkmlpt/content/0/896/post_896440.html#2738)，汕尾市 2022 年环境空气质量情况如下表所示。

表 3-8 区域空气质量现状评价表

序号	污染物	年评价指标	现状浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率 (%)	达标性
1	SO ₂	年平均质量浓度	7	60	11.67	达标
2	NO ₂	年平均质量浓度	8	40	20	达标
3	PM ₁₀	年平均质量浓度	27	70	38.57	达标
4	PM _{2.5}	年平均质量浓度	15	35	42.86	达标
5	CO	日均值的第 95 百分位数	800	4000	20	达标
6	O ₃	日最大 8 小时平均值的第 90 百分位数	134	160	83.75	达标

备注：1、CO 年均值按 24 小时平均第 95 百分位数统计；
2、O₃ 年均值按日最大 8 小时滑动平均值第 90 百分位数统计。

按照环境空气质量标准 (GB3095-2012) 进行评价，汕尾市区空气质量优良天数 354 天，其中优 219 天，良 135 天。空气质量达到二级以上天数比例平均为 97.0%，较去年下降 0.3%。环境空气质量综合指数 2.18，较去年下降 0.26。

根据《2022 年汕尾市生态环境状况公报》可知，汕尾市 2022 年环境空气质量六项污染物全部达标，项目所在区域属于达标区。

2、地表水环境质量现状

本项目不涉及陆域地表水环境，海洋水质现状见海洋环境质量现状。

3、声环境质量现状

根据《汕尾市声环境功能区划方案》(汕环〔2021〕109 号)，该区域执行《声环境质量标准》(GB3096-2008) 3 类标准，本项目厂界外 50m

范围内不存在声环境保护目标，因此不需要进行声环境质量现状的监测与评价。

4、地下水环境质量现状

根据《建设项目环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）附录 A 地下水环境影响评价行业分类表，本项目属于“U 城镇基础设施及房地产”中“146、海水淡化、其他水处理和利用”中报告表 IV 类项目，因此不开展地下水评价。

5、土壤环境质量现状

本项目属于《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）“四十三、水的生产和供应业”中“海水淡化处理 463”。根据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中附录 A 表 A.1 土壤环境影响评价项目类别中判定，本项目属于“电力热力燃气及水生产和供应业”中的其他类别，判定为 IV 类，故本项目不开展土壤环境影响评价。

6、生态环境质量现状

本项目位于陆丰核电厂现有用地范围内，该区域无珍稀植物和古树名木，由于受到人类活动的影响，无大型动物活动，常见的昆虫类、蛙、啮齿类动物等，无国家重点保护的珍稀濒危野生动物，总的来说，项目周边生态环境结构简单，生态环境现状一般。

7、海洋环境质量现状

海洋环境质量现状见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》，根据该专项调查可知，项目所在区域位于田尾山工业与城镇用海区，该海域调查站位涨、落潮海水中 pH 值、溶解氧、活性磷酸盐、COD、石油类均符合第二类海水水质标准要求；区域海水水质环境现状较好。

项目附近的田尾山-石碑山农渔业区各监测站位涨、落潮海水中 pH 值、溶解氧、活性磷酸盐、COD、石油类均符合第二类海水水质标准要求；珠海-潮州近海农渔业区调查站位涨潮时海水中活性磷酸盐超出第一类海水水质标准，超标率为 75%，达到二类海水水质标准，落潮时达到一类海水水质标准；

	<p>pH 值、溶解氧、COD、石油类涨、落潮时均符合第一类海水水质标准要求。</p>
<p>环境保护目标</p>	<p>1、大气环境。厂界外 500 米范围内无自然保护区、风景名胜区、文化区等环境保护目标。</p> <p>2、声环境。厂界外 50 米范围内无声环境保护目标。</p> <p>3、地下水环境。厂界外 500 米范围内无地下水集中式饮用水水源和热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源。</p> <p>4、生态环境。本项目海淡系统位于陆丰核电厂现有用地范围内，不新增陆域用地。项目取水口、排水口位于陆丰核电厂 1、2 号机组用海范围内。</p> <p>5、海洋环境。</p> <p>项目周边海洋环境保护目标主要为周边海洋生态红线区、经济鱼类繁育场保护区及幼鱼幼虾保护区等，包括金厢海岸防护物理防护极重要区（距离 8.7km）、金厢重要渔业资源产卵场（距离 10km）、碣石湾海马珍稀濒危物种分布区（距离 11.5km）等，具体位置及保护要求详见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》。</p>
<p>污染物排放控制标准</p>	<p>施工期</p> <p>（1）施工扬尘排放执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 中的无组织排放标准（颗粒物 1.0mg/m³）；</p> <p>（2）施工人员的生活污水近期利用槽车运往陆丰市碣石镇污水处理厂处理，执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）三级标准；</p> <p>（3）施工期场界噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）（昼间≦70dB(A)、夜间≦55dB(A)）；</p> <p>（4）固体废弃物：施工期固废应及时清运、妥善处理施工期间产生的各类固体废弃物，做好施工弃土弃渣和建筑垃圾处理处置。</p> <p>营运期</p> <p>（1）废水</p> <p>根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，所在海域的海洋功能区划为“田尾山工业与城镇用海”，海洋环境保护要求为：1. 加强海洋环境监测，</p>

建立完善的应急体系；2. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准；3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号），项目所在海域位于“田尾山生态资源保护区”，水质目标为二类。

本项目为海水淡化工程，因此工程排放浓盐水需不影响海水水质目标，满足《海水淡化浓盐水排放要求》（HY/T0289-2020）及《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）二级标准中的较严值，即 pH：6.5~8.5、COD：110mg/L、BOD₅：30mg/L、悬浮物：100mg/L、温差：≤10℃（与海水淡化进水相比）、总磷：0.5mg/L。

表 3-9 海水淡化浓盐水排放要求

指标	单位	海水淡化浓盐水排放要求
悬浮物	mg/L	—
pH 值	—	6.5~8.5
温差	℃	≤10（与海水淡化进水相比）
铁	mg/L	≤0.3
铝	mg/L	≤0.05
总磷（以 P 计）	mg/L	≤0.5
铜	mg/L	≤0.2
铬	mg/L	≤0.05
镍	mg/L	≤0.02

《海水淡化浓盐水排放要求》（HY/T0289-2020）一般要求：1、海水淡化浓盐水排水口处应安装扩散装置，加快浓盐水的稀释与扩散；2、海水淡化工程建成运行后，在环境影响后评估工作中，应监测浓盐水排放对海洋环境的影响；3、海水淡化浓盐水宜与冷却海水、达到排放标准的污水等混合排放；其他种类废水、污水等不应与海水淡化浓盐水混合排放；4、对于有条件的企业、地区，宜开展浓盐水综合利用。

表 3-10 水污染物排放限值（DB44/26-2001）

指标	适用范围	单位	一级标准	二级标准	三级标准
pH 值	其他排污单位	—	6~9	6~9	6~9
COD		mg/L	90	110	500

BOD ₅		mg/L	20	30	300
悬浮物		mg/L	60	100	400

项目化学清洗废水收集后外运至陆丰市碣石镇污水处理厂处理，执行《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）三级标准，不通过本项目浓盐水排水口排放。

(2) 噪声

厂界噪声排放执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》3类标准（昼间 $\leq 65\text{dB(A)}$ 、夜间 $\leq 55\text{dB(A)}$ ）。

(3) 固废

一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）要求。

总量控制指标

本项目为海水淡化工程，运营期无废气产生，浓盐水排放的主要因子为钠离子、钾离子、氯离子等，均来自于原海水。化学清洗废水外运处理。因此，本项目不设置污染物排放总量控制指标。

四、主要环境影响和保护措施

施工期环境保护措施	<p>项目主要由 9 座海水淡化集装箱（一期工程 6 座，二期工程 3 座）、1 个箱变站、1 个原水箱、1 个产水箱、1 个取水口及原水管线、1 个排水口及排水管线、输水管及蓄水池组成。其中一期工程 6 座海水淡化集装箱、产水箱、原水箱、取水口及构筑物、输水管及蓄水池已建设完成，项目所在片区均为施工状况，本项目已施工工程无遗留问题。</p> <p>需进一步施工的工程有：排水管线敷设（沿地表敷设，不挖埋）、排水口扩散管安装、二期工程 3 座海水淡化集装箱（计划 2023 年底施工）。</p> <p>1、大气环境影响分析及保护措施</p> <p>（1）大气环境影响分析</p> <p>主要为工程施工期运输车辆的尾气；</p> <p>施工施工运输车辆的燃油废气主要污染物为 SO₂、NO_x 和烟尘，此类废气为间断排放，项目工程量较小，同时施工车辆使用符合标准的燃料油，其烟气产生量相对较少，随着施工的开始将消失，对大气环境的影响很小。</p> <p>（2）大气环境保护措施</p> <p>为使施工中产生的粉尘对周边空气质量的影响降到最小程度，建议采取以下措施：</p> <p>①限制车辆行驶速度及保持路面清洁；</p> <p>②运输车辆应采用符合国际标准的燃料；</p> <p>在采取上述措施后，施工期对大气环境不会造成大的影响。</p> <p>2、水环境影响分析及保护措施</p> <p>（1）水环境影响分析</p> <p>本项目施工人员由陆丰核电项目调度，不另外新增施工人员，由于陆丰核电项目生活污水处理设施尚未完善，本项目产生的少量生活污水依托陆丰核电项目生活污水收集设施收集后运至陆丰市碣石镇污水处理厂处理。</p> <p>项目取水口位于陆丰核电厂 1、2 号机组取水明渠范围内，取水泵架设在混凝土基础上，混凝土基础施工时产生少量悬砂。由于取水明渠周边有导流</p>
-----------	--

提及取水隔堤（透水构筑物），悬砂沉降速率较快，几乎不影响堤坝以外水域，且影响是暂时性的，取水泵混凝土基础目前已施工完毕，对周边水质无不利影响。

项目排水口不进行开挖作业，仅安装扩散管道，对水环境的影响很小。

根据上述分析可知，施工期取、排水口的工程量较小，施工时间较短，对水环境的污染有限，施工结束后对水质环境无不利影响。

（2）水环境保护措施

①应避免在雨季、台风或天文大潮等不利气象条件下进行施工，并尽量缩短施工的时间。

②施工材料妥善保管，堆放地宜远离水体，且需采取一定的防散落措施。

③陆域施工场地应加强对车辆和设备使用的油品管理，防止油污进入施工废水，溢流污染海域水质。

④加强施工过程的管理，杜绝渣土、含油废水排放到地表水体环境中。

3、噪声环境影响分析及保护措施

（1）声环境影响分析

项目主要是运输车辆、设备安装产生的噪声，约为 70-90dB。施工噪声主要由施工机械所产生，具有阶段性、临时性和不固定性。项目施工期主要设备噪声源强，经距离自然衰减后，在项目主体工程 50m 以外噪声级可降至 60dB 以下，项目周边 50m 范围内无声环境敏感点，故对声环境的影响很小。

（2）噪声防治措施

建议采取措施以保障工程施工期间施工现场产生噪声的达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

①对施工设备定期保养，严格规范操作，采用先进施工工艺，降低噪声源强。

②合理安排作业时间，夜间禁止施工。

4、固体废弃物影响及保护措施

（1）固体废弃物影响分析

本项目施工过程中产生的主要固体废弃物为施工时产生的少量废弃建筑材

料，运至城市弃渣场综合处理。项目不新增施工人员，产生的少量生活垃圾依托陆丰核电项目收集设施收集。

项目一期工程海水淡化集装箱已安装完成，地面已完成硬底化，取水泵基座已建设完成，现场废弃建筑材料均已完成清运，对环境的影响很小。

5、生态环境影响分析及保护措施

(1) 生态环境影响分析

项目占地及施工场地范围内不涉及基本农田、水源保护区、生态红线区、自然保护区，无珍稀保护动植物。施工期对陆域生态环境的影响主要是施工地表扰动可能造成局部的水土流失。

项目所在区域均属于施工状态，自然植被很少，临时海淡集装箱所在区域与海洋之间均有防护堤，施工未造成对地表水体的影响，且集装箱区域地表硬化施工及设备安装已结束，施工对生态环境的影响很小。

一、大气环境影响分析

本项目运营期间不产生大气污染物，对周围大气环境基本无影响。

二、地表水环境影响分析

1、地表水环境影响分析

项目运营期产生的废水主要为浓盐水、化学清洗废水。

本项目无固定劳动定员，由陆丰核电 5、6 号机组项目劳动定员调配。

(1) 浓盐水

项目原海水先经过三级多介质过滤系统后再进行两级反渗透处理，一级淡水反渗透产生的浓盐水通过排水口扩散排放；二级淡水反渗透浓水在系统内回用于多介质过滤系统反冲洗。多介质过滤系统每日进行一次自动反冲洗程序，冲洗后的水返回到原水箱中，进一步进入海水淡化系统。

项目海水生产线最大淡水生产量为 4500m³/d（其中一期 3000m³/d、二期 1500m³/d），项目抽取海水量 10980m³/d（其中一期 7320m³/d，二期 3660m³/d）；项目排放浓盐水 6750m³/d（其中一期工程排放 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d）。

项目浓盐水成分与原海水相同，各类因子总量基本不发生变化，但浓度会升高，排水中盐度、SS、COD 等均为原海水的 1.63 倍。根据自然资源部第一海洋研究所《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测》2021 年 12 月、2022 年 1 月、2022 年 2 月份对项目附近海域的动态监测结果，其中 L11 站位位于本项目附近，故取枯水期 L11 站位的平均值作为项目原海水水质状况的依据。则项目原海水的水质情况及排放浓盐水各污染物情况见下表。

表 4-1 项目取水口原海水及排水口浓盐水水质情况

污染物	盐度(‰)	COD _{Mn}	无机氮	SS	活性磷酸盐	水温(°C)
原海水水质浓度	32.34	0.82	0.05	7.59	0.011	/
浓盐水排放浓度	52.71	1.34	0.08	12.37	0.018	不发生变化

注：详细数据见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》2.2 章节。

(2) 化学清洗废水

反渗透膜在运行一段时间后，当膜性能下降时，需配制特定清洗液进行清洗，通常运行 3~6 月需清洗一次，化学清洗剂为盐酸、磷酸、氢氧化钠和柠檬酸等。化学清洗分为酸洗和碱洗，根据设备脱盐率、系统压降、统产水量判断存在的问题，采用不同的化学清洗药剂进行 1~2 步清洗。

化学清洗按每次清洗 2 小时，用水量约 200~300m³，平均年清洗用水量按 1000t/a 计算，用水取自厂内生产的淡化水，排水量按用水量的 90% 计，则反冲洗废水产生量为 900t/a。化学清洗废水主要污染物为 pH、COD、SS，该部分废水返回清洗水箱经中和后运往陆丰市碣石镇污水处理厂处理。由于每次清洗选用的药剂不同，因此 pH 会不同，约为 3-9，均在清洗水箱经过中和处理后再运走；其他污染物类比同类型项目，COD 约为 500mg/L，SS 约为 200mg/L。化学清洗废水不经过浓盐水排水口排放，对海洋环境不造成影响。

本项目排水情况见下表：

表 4-2 本项目排水情况

废水来源	废水量 (万 m ³ /a)	污染物	产生浓度	产生量	处理方式	排放浓度	排放量	排放去向
浓盐水	246.375	盐度	52.71‰	/(未新增)	扩散排放	52.71‰	/(未新增)	扩散排至海水中
		COD	1.34mg/L			1.34mg/L		
		无机氮	0.08mg/L			0.08mg/L		
		SS	12.37mg/L			12.37mg/L		
		总磷	0.027mg/L			0.027mg/L		
化学清洗废水	900	pH	3-9	/	中和处理	7.0	/	运往陆丰市碣石镇污水处理厂处理
		COD	500mg/L	0.45t/a		500mg/L	0.45t/a	
		SS	200mg/L	0.18t/a		200mg/L	0.18t/a	

(4) 浓盐水排海环境影响分析

根据《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》中对排水口水质环境影响进行的预测可知，项目浓盐水排水口正常排放下，对海洋水质环境的影响如下：

PSU (盐度) 最大增加值范围为 0‰~4.237‰, 最大增加值在排放处最大, 距离排放处越远最大增加值越小, 最大增加值大于 0.01‰、0.25‰、0.5‰的包络面积分别为 26.129428km²、0.052062km²、0.008504km², 上溯距离分别为 7456m、562m、125m, 下泄距离分别为 3286m、384m、78m, PSU 最大增加值 0.01‰、0.25‰、0.5‰包络线与本项目取水口的距离分别为 0m、624m、1068m, 与金厢海岸防护物理防护极重要区的距离分别为 3205m、9085m、9543m, 与碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的距离分别为 9786m、11392m、11681m。

COD_{Mn} 浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.1072mg/L, 最大增加值在排污口位置处最大, 距离排污口越远最大增加值越小, 污染物下泄距离小于上溯距离, 最大增加值大于 0.03mg/L 的包络面积为 938m²、上溯距离为 27m、下泄距离为 20m。

无机氮浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.0065mg/L, 最大增加值在排污口位置处最大, 距离排污口越远最大增加值越小, 污染物下泄距离小于上溯距离, 最大增加值大于 0.003mg/L 的包络面积为 232m²、上溯距离为 9m、下泄距离为 8m。

活性磷酸盐浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.0014mg/L, 最大增加值在排污口位置处最大, 距离排污口越远最大增加值越小, 污染物下泄距离大于上溯距离, 最大增加值大于 0.0003mg/L 的包络面积为 4885m²、上溯距离为 34m、下泄距离为 58m。

SS 浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.9614mg/L, 最大增加值在排污口位置处最大, 距离排污口越远最大增加值越小, 污染物下泄距离小于上溯距离, 最大增加值大于 0.1mg/L 的包络面积为 7792m²、上溯距离为 90m、下泄距离为 77m。

根据预测可知, 项目排放的浓盐水盐度、COD、无机氮、活性磷酸盐、SS 等污染因子经排放口分散排放后快速稀释, 周边海域水质均达到《海水水质标准》二类标准; 项目排水口浓盐水中 SS 浓度增量≤10mg/L, 符合《海水水质标准》二类标准; 因此浓盐水排水口满足所在地海域功能区划“田尾山工

业与城镇用海”和近岸海域环境功能区划中对区域海水水质的环境保护要求，对周边海水水质现状的影响很小。

2、水污染控制和减缓措施

项目浓盐水经排水管网扩散排放至项目南面海洋，符合《海水淡化浓盐水排放要求》的要求。

化学清洗废水经中和后达到广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段三级标准外运至陆丰市碣石镇污水处理厂处理，不通过本项目浓盐水排水口排放。

(1) 浓盐水排水口情况

项目浓盐水排水口中心地理坐标为：115°49'9.387"E、22°44'25.407"N。采用近岸排放，排水口采用三通管扩大分散的方式排放，以溢流排水管末端为中心，向两边扩大，设3个排水点，符合《海水淡化浓盐水排放要求》(HY/T 0289-2020)中“海水淡化浓盐水排水口处应安装扩散装置，加快浓盐水的稀释与排放”。

项目抽取海水最大量为10980m³/d，浓盐水排放量最大为6750m³/d，浓盐水成分与原海水相同，各类污染物总量不会发生变化，但浓度会升高，排水中各离子浓度为原海水的1.63倍。经预测，浓盐水排放后各预测因子浓度最大预测值均达标，符合“田尾山工业与城镇用海”及广东省近岸海域环境功能区划中海水水质目标为二类要求。

废水排放口情况见表4-3。

表 4-3 废水排放口基本情况表

编号	污染源名称	排放口地理坐标		废水排放量 (万 t/a)	排放去向	排放规律	汇入受纳自然水体处地理坐标		
		经度	纬度				功能目标	经度	纬度
W1	浓盐水排水	115°49'9.387"E	22°44'25.407"N	246.375	直排近岸海	连续	二类水质	115°49'9.387"E	22°44'25.407"N

	口				域				
--	---	--	--	--	---	--	--	--	--

(2) 依托陆丰市碣石镇污水处理厂可行性分析

项目化学清洗废水外运至陆丰市碣石镇污水处理厂处理，该污水处理厂位于陆丰市碣石镇霞博村沿海公路南侧，厂区占地面积约 50 亩，日处理污水 3 万吨，出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准及《水污染排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准的较严值。

本项目清洗废水排放量较少，每次约 270m³，仅占污水处理厂容量的 0.9%，对污水处理厂的冲击很小，因此项目化学清洗废水排入陆丰市碣石镇污水处理厂是可行的，对环境的影响很小。

综上所述，项目排放的水污染物对地表水环境的影响很小。

三、声环境影响分析及防治措施

1、声环境影响分析

临时海淡系统营运期噪声主要来源于原水泵、高压泵、增压泵、反洗泵、化学清洗泵、产水外供泵等设备的噪声，噪声值约为 70~85dB(A)之间。

表 4-4 主要设备的噪声分布一览表

序号	名称	数量（台）	源强（dB(A)）
1	原水泵	3	70~85
2	高压泵	18	70~85
3	增压泵	9	70~85
4	反洗泵	9	70~85
5	化学清洗泵	9	70~85
6	产水外供泵	2	70~85

2、声环境影响防治措施

在设备采购时，应首先选用低噪声设备，加固生产设备的基座并加装减振机座，在很大程度上能消减噪声的影响。除原水泵外，其他设备均位于集装箱内。在采取源头消减、建筑围护结构阻挡等措施后，噪声将大大消减，其厂界噪声能达到 3 类标准（昼间≤65dB（A），夜间≤55dB（A））的要求。

四、固体废物环境影响分析

本项目临时海水淡化项目运营期的固体废物主要为原水箱定期清理产生的少量污泥，类比同类型项目，产生量约为 1t/a；海水淡化工艺中反渗透工艺更换的滤膜等，产生量约为 0.5t/a。项目产生的固废均属于一般固废，委托环卫部门定期处理，对周边环境影响很小。

五、土壤环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，本项目为海水淡化项目，属于 HJ964-2018 附录 A 中“其他行业”项目类别为“IV 类”，根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)，IV 类建设项目可不开展土壤环境影响评价。

本项目建设过程中对海淡系统集装箱所在区域地面采取硬化、防渗处理，通过处采取相应的防渗措施，项目对厂区及附近土壤环境不会产生明显的不利影响。

六、环境风险影响分析

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，环境风险评价是以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境风险进行分析、预测和评估，提出环境风险预防、控制、减缓措施。

1、环境风险调查与评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)对项目主要风险物质及生产系统危险性进行识别。

(1) 生产系统危险性识别

项目生产过程中风险物质储罐或管道在使用过程中因设备老化或故障而引起的破损，造成化学试剂泄漏引起环境污染事故。

(2) 主要危险物质的风险识别

项目临时海淡系统运营期使用的次氯酸钠由氯化钠溶液电解生产，现场不储存。因此根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)附录 B，项目主要风险物质为盐酸、磷酸。

(3) 环境风险潜势判定

确定项目涉及的环境风险物质为盐酸、磷酸，Q 值计算结果见下表：

表 4-5 环境风险物质与临界量的比值结果

物质名称	CAS 号	储存方式	本项目最大储存量 q (t)	临界量 Q (t)	q/Q
盐酸	7647-01-0	罐装	0.1	7.5	0.013
磷酸	7664-38-2	罐装	0.1	10	0.01
$\sum qn/Qn$					0.023

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C，危险物质数量与临界量比值（Q），属于 $Q < 1$ 的范围，因此项目环境风险影响为简单分析。

2、环境风险识别与分析

根据项目所涉及的风险物质以及生产工艺，项目可能发生的风险事故为：风险物质发生泄漏遇到降雨，风险物质随雨水流入邻近海域，造成附近海域海水水质污染。

3、环境风险敏感目标

项目周围主要为海洋环境敏感目标，环境敏感目标情况见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》的 1.5 章节。

4、环境风险分析

(1) 泄漏对环境空气影响分析

本项目磷酸、盐酸存放于集装箱中，储存量较少，发生泄漏事故后气体挥发量较小，对周围大气环境影响较小。

(2) 泄漏对海洋环境影响分析

磷酸、盐酸若发生泄漏，可能会流入附近水环境中，对周围水环境造成污染，项目风险物质储存量较小，且项目周边海域均有防护堤，泄漏不会大量流入周边水环境中，对海洋环境的影响较小。

5、环境风险防范措施

环境风险防范的核心是降低风险度，可以从两个方面采取措施，一是降低事故发生概率，二是减轻事故危害强度，此外预先指定好切实可行的事故

应急预案，可以大大减轻事故发生时可能受到的损失，针对项目具体情况提出以下环境风险防范措施：

(1) 工艺设计安全防范措施

A.所有物料管线、设备必须处于密闭状态；

B.设备和机械要保持干净，并且要装有合适的防护设施。工具要正确摆放在指定的地方，以备随时使用；

C.加强安全管理，建立完善的安全制度，设立工艺设备的巡检路线和巡检记录。

(2) 风险防范日常管理措施

A.加强安全、消防和环保管理，建立健全环保、安全、消防各项制度，设置环保、安全、消防设施专职管理人员，保证设施正常运行或处于良好的待命状态。

B.加强安全教育，企业内全体人员都认识安全、杜绝事故的意义和重要性，了解事故处理程序和要求，了解处理事故的措施和器材的使用方法，特别是明确自己在处理事故中的职责。加强对职工培训，掌握具体化学品的性质和事故发生时相应的处理措施。

C.原料来源必须有正规的渠道，有专门的运输车辆运输，要求押运人员持有押运证，并携带安全资料表，装卸过程要轻装轻放，避免撞击、重压造成泄漏。

D.强化岗位责任制，严格各项操作规程和奖惩制度，除设置专门环保机构外，各生产单位都要设专人负责本单位的安全和环保问题，对易发事故的各生产环节必须经常检查，杜绝事故隐患，发现问题及时处置并立即向有关部门报告。

加强和强化公司安全检查和巡查体系的建立，定期、定点、定向的对公司所有存在安全隐患和环境风险隐患的设备设施进行安全排出和检查。对排查出的风险隐患要得到及时的处理，并作相关的记录，以便做到风险防范有章可查，有帐可查。

(3) 风险事故发生后防范及减缓措施

A.物料泄漏应急、救援及减缓措施

当发生化学药品泄漏时，可根据物料性质，选取以下措施，防止事态进一步发展：少量液体泄漏时，用砂土或其他材料吸附或吸收或构筑临时围堤收容。

应对化学药剂运输、使用管理等方面进行严格管理，尽可能降低事故发生的概率。

在风险物质的运输过程中，针对本身的风险特性，应设立清晰的危险品标志；减少物质泄漏以及性质相悖的货物直接接触造成事故。液体原料的运输装卸要严格按《危险化学品安全管理条例》的要求，加强管理；制定安全操作规程，要求操作人员严格按操作规程作业。

加强使用管理，对液体药剂用量进行严格登记，液体药剂储罐区和投加泵房应配置消防器材，同时要对液体药剂投加人员配备必要的劳保防护用品，以减轻和避免风险物质对人体健康的危害，液体药剂投加人员使用液体药剂的过程中应严格《危险化学品管理制度》。

综上所述，在风险防范措施落实到位后，环境风险可防控。

七、其他环境要素环境影响分析

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目为地下水环境影响评价行业分类表中的IV类，根据导则一般性原则：IV类建设项目不开展地下水环境影响评价。

项目所在地面全部采取硬化措施，可能产生渗漏的环节均得到有效控制，项目不会对地下水造成明显的影响。

八、环境监测

本项目为陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统的建设，项目运营期环境监测涉及海洋环境监测，详见《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统海洋环境影响专项及入海排污口设置论证》环境监测章节。

九、环保投资

本项目总投资 2000 万元，其中环保投资 12 万元，占总投资的 0.6%，环保投资明细见下表。

表 4-6 项目环保投资一览表

序号	项目	环保措施内容	投资（万元）	备注
1	废水	化学清洗废水外运、浓盐水排放口扩散设施	5	—
2	噪声	基础减振、低噪音设备等	2	—
3	固废	污泥、废反渗透膜外运处置	5	
总计			12	占总投资的 0.6%

本项目排放的浓盐水对海域生态环境会产生一定的影响，但造成的盐度变化较小，对海洋生物不造成损失，因此本项目可不进行海洋生物资源损害补偿。

项目运营过程中，根据跟踪监测的情况，以及后续水文环境、生态环境发生较大变化，则建议后续根据生态环境部门以及渔业部门等的要求，重新对生态损失额进行核准。具体补偿的方式、鱼苗苗种、数量和价格由建设方与当地渔业主管部门商定。

五、环境保护措施监督检查清单

要素 \ 内容	排放口(编号、名称)/污染源	污染物项目	环境保护措施	执行标准
大气环境	运营期无废气产生			
地表水环境	W1 浓盐水排放口	盐度	排水口扩大排放	《海水淡化浓盐水排放要求》(HY/T 0289-2020)及《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)二级标准
声环境	水泵等	噪声	选用低噪声设备、加固生产设备的基座并加装减振机座	《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中3类标准
电磁辐射	/			
固体废物	生产工艺中产生的污泥和废反渗透膜,均属于一般固体废物,收集后交由环卫部门清理			
土壤及地下水污染防治措施	项目建设过程中对厂区地面采取硬化、防渗处理,通过处采取相应的防渗措施,项目对厂区及附近土壤环境不会产生明显的不利影响。			
生态保护措施	项目浓盐水分散排入海域后,随着潮流的稀释、扩散对周边海域的生态影响不大,基本不会影响原来的生态环境。			
环境风险防范措施	严格规范化学品的运输及使用规范,根据自身实际情况编制应急预案			
其他环境管理要求				

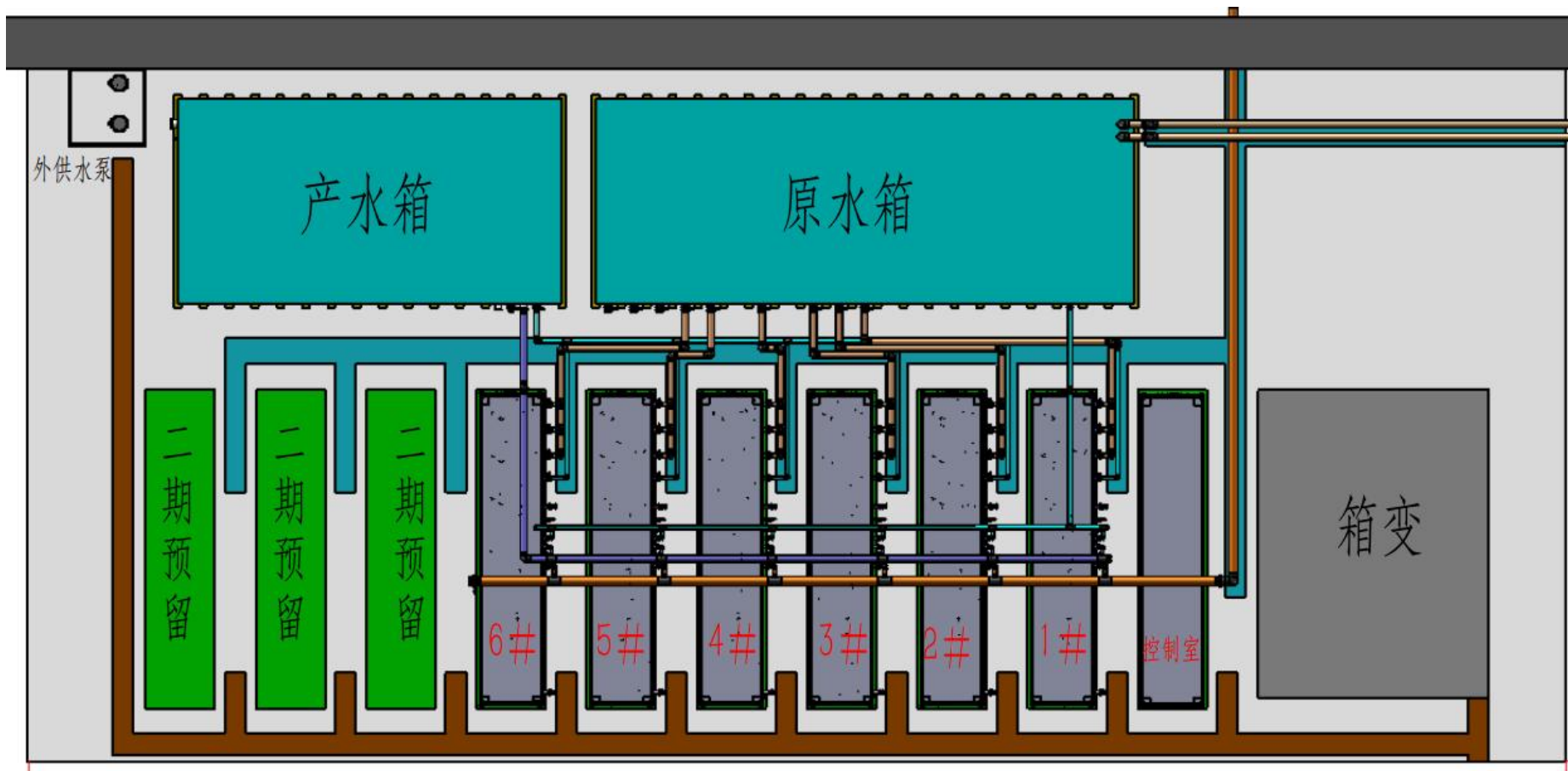
六、结论

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统项目，主要用于陆丰核电厂 5、6 号机建设期混凝土搅拌及养护、生活饮用等。计划使用年限为 3 年，采用多介质过滤+二级反渗透系统生产淡水。项目符合国家产业政策，项目运营期内采取的污染物治理技术可行，措施有效，符合“三线一单”要求。工程实施后污染物达标排放，海水淡化浓盐水对区域海洋环境影响较小，在落实本报告表提出的环保措施和风险防控措施前提下，切实做到“三同时”，从环境保护角度而言，本项目的建设是可行的。

附图：



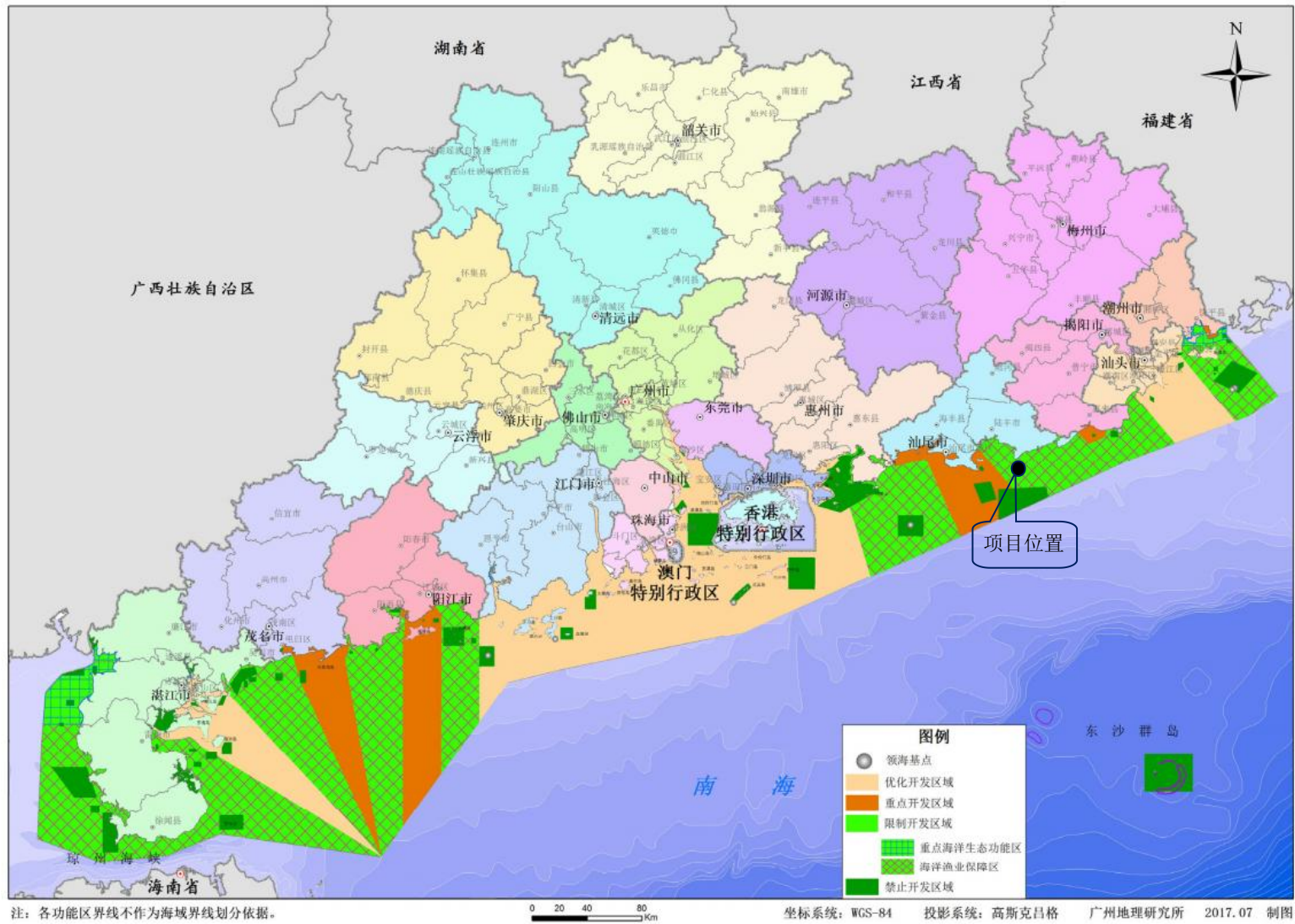
附图 1 项目平面布置图



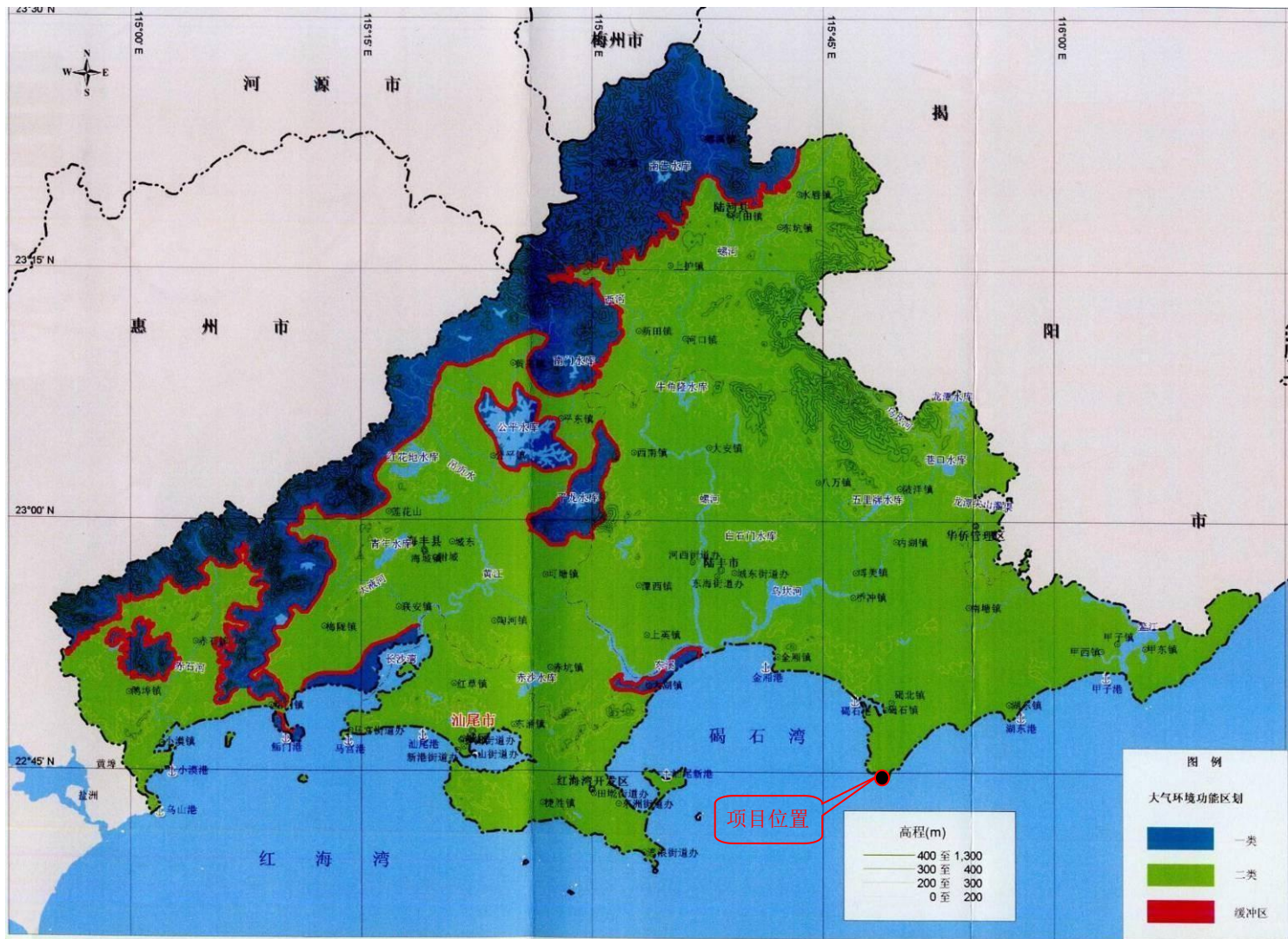
附图2 临时海水淡化系统集装箱区域平面布置图



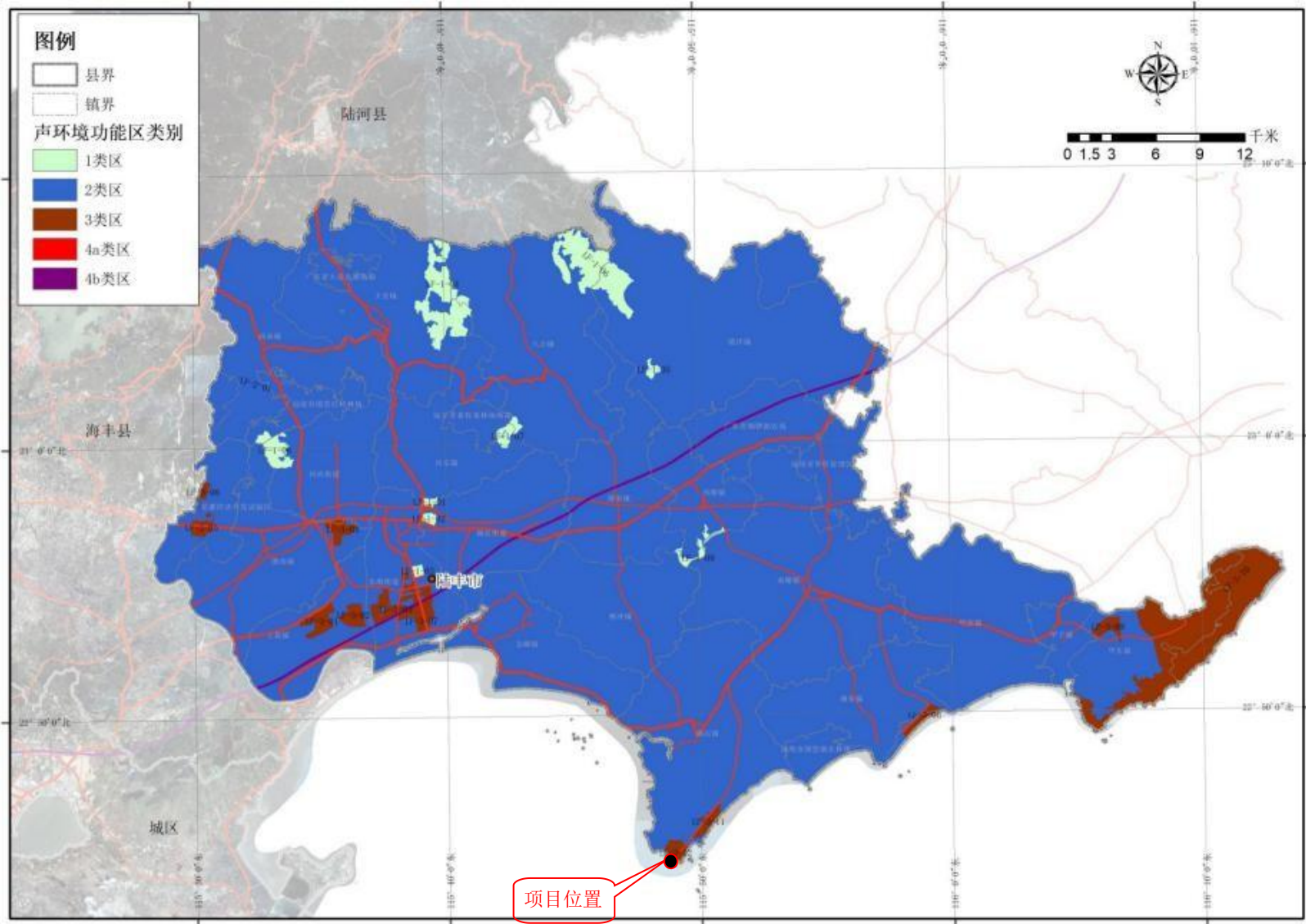
附图3 项目取、排水口位置图



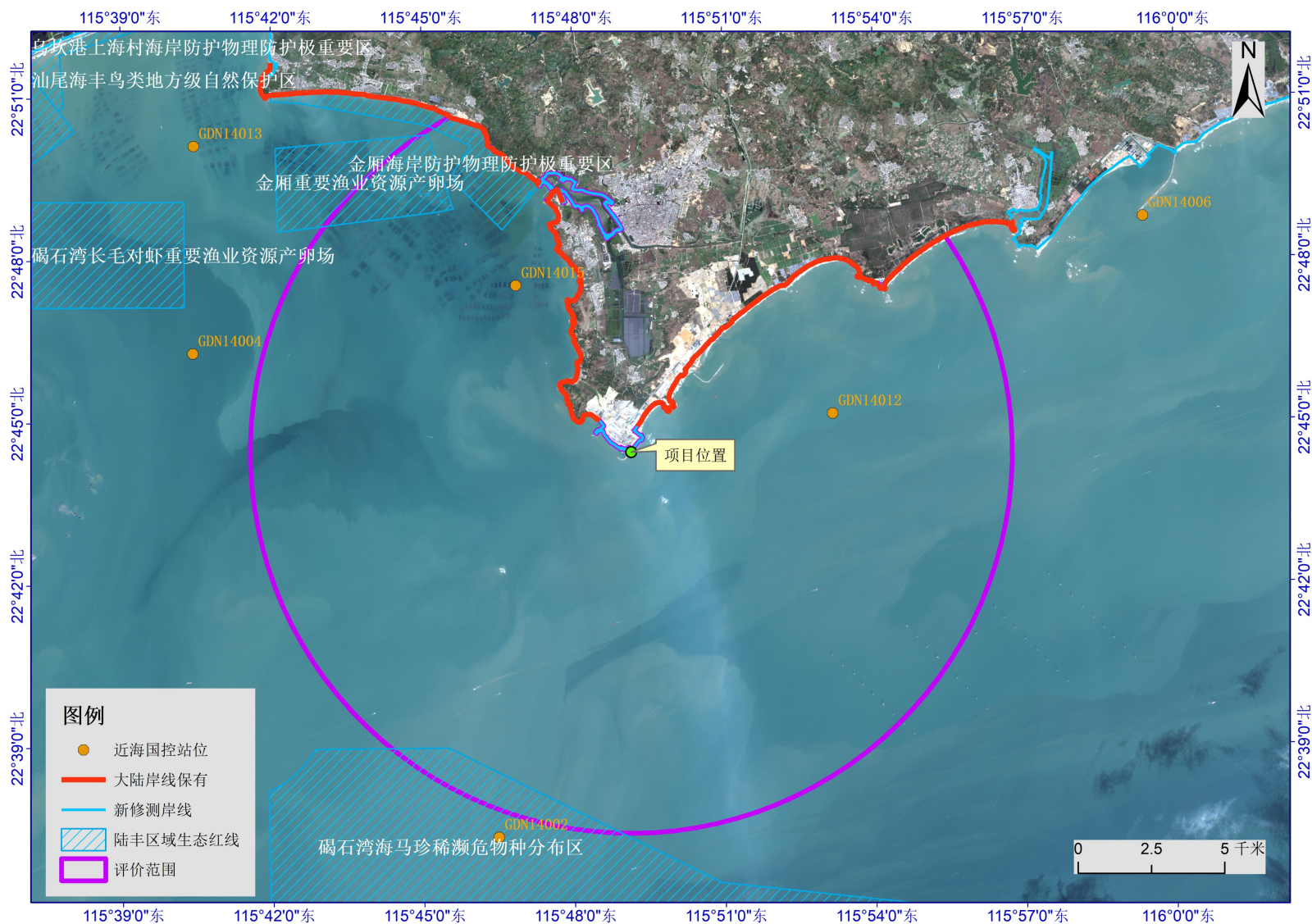
附图4 广东省海洋主体功能区划图



附图5 环境空气质量功能区划图



附图 6 声环境功能区划图



附图 7 项目与海洋生态红线的位置关系

附件：

附件 1：项目委托书

委 托 书

广东澜海环境科学技术有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》及《建设项目环境保护管理条例》的相关规定，我单位需编制《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统环境影响报告表》，特委托贵单位承担此项工作，请接受委托后尽快按照国家、省、地方相关部门的要求开展工作。

特此委托！

委托单位（盖章）：中广核陆丰核电有限公司

日期：2023 年 3 月 1 日



附表

建设项目污染物排放量汇总表

分类	项目	污染物名称	现有工程 排放量(固体废物 产生量)①	现有工程 许可排放量 ②	在建工程 排放量(固体废物 产生量)③	本项目 排放量(固体废物 产生量)④	以新带老削减量 (新建项目不填)⑤	本项目建成后 全厂排放量(固体废物产 生量)⑥	变化量 ⑦
废气		/							
		/							
废水		浓盐水	0	0	0	243750m ³ /d	0	2463750m ³ /d	0
		/							
一般工业 固体废物		/							
		/							
危险废物		/							
		/							

注：⑥=①+③+④-⑤；⑦=⑥-①

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统 海洋环境影响专项及入海排污口 设置论证

建设单位：中广核陆丰核电有限公司

编制单位：广东澜海环境科学技术有限公司

编制时间：二〇二三年四月

目 录

1 总论	59
1.1 论证任务由来与目的	59
1.2 编制依据	59
1.2.1 全国性法律法规	59
1.2.2 地方性法规及规范性文件	60
1.2.3 技术导则依据	61
1.2.4 其他评价依据	62
1.3 环境论证执行标准	62
1.3.1 环境质量标准	62
1.3.2 污染物排放标准	64
1.4 海洋环境功能属性	66
1.4.1 海洋功能区划	66
1.4.2 项目所在近岸海域环境功能区划	70
1.4.3 项目所在“三线一单”生态环境管控单元	72
1.5 海洋环境保护目标	76
1.6 工作等级及范围	82
1.6.1 海洋环境评价评价等级	82
1.6.2 排污口设置论证工作等级	83
1.6.3 论证及评价范围	84
1.7 论证内容及重点	87
2 排污口设置工程污染分析	88
2.1 排污口后方项目概况	88
2.2 排污口的设置及源强	96
2.3 区域污染源调查	100
3 排污口设置海域及其集水区环境概况	101
3.1 海域自然环境概况	101
3.1.1 海洋水文	101
3.1.2 地形地貌	103
3.1.3 主要航道	104
3.1.4 渔业资源	104
3.1.5 岛礁资源	105
3.2 区域社会经济状况	106
4 海洋环境质量现状调查与评价	107
4.1 水文动力环境现状调查与评价	107
4.1.1 调查站位及内容	107
4.1.2 海流观测与分析	110
4.1.3 余流	121
4.1.4 悬沙	122
4.1.5 温度	123
4.1.6 盐度	124

4.2	海水水质现状调查与评价	125
4.2.1	调查站位	125
4.2.2	水质调查分析项目	127
4.2.3	采样方法及频率	127
4.2.4	水质调查结果	127
4.2.5	功能区判定	131
4.2.6	水质现状评价	133
4.3	海洋沉积物环境质量现状调查与评价	134
4.3.1	调查站位	134
4.3.2	沉积物调查分析项目	136
4.3.3	沉积物分析方法	136
4.3.4	沉积物组成及类型	136
4.3.5	沉积物监测结果	137
4.3.6	沉积物质量现状评价	140
4.4	海洋生态环境现状调查与评价	140
4.4.1	采样方法及频率	141
4.4.2	叶绿素 a 和初级生产力	142
4.4.3	浮游植物	143
4.4.4	浮游动物	147
4.4.5	鱼卵仔稚鱼	149
4.4.6	大型底栖生物	152
4.4.7	潮间带生物	156
4.4.8	游泳动物	158
4.4.9	生物体质量	164
5	环境影响预测与评价	167
5.1	地表水环境影响预测与评价	167
5.1.1	预测模型	167
5.1.2	水动力预测	175
5.1.3	盐度预测	195
5.1.4	水质预测	201
5.2	地形地貌与冲淤环境影响预测与评价	208
5.3	海洋沉积物环境影响评价	211
5.4	海洋生态环境影响评价	211
5.5	主要环境敏感区和海洋功能区环境影响分析	212
5.5.1	对取水口的影响分析	212
5.5.2	对碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的影响分析	214
5.5.3	对金厢重要渔业资源产卵场的影响分析	214
5.5.4	对人工鱼礁的影响分析	214
5.5.5	对重要渔业水域的影响	214
5.5.6	对国控站位的影响分析	215
6	环境保护对策措施	217
6.1	海洋环境保护对策措施	217
6.2	排污口规范化设置措施	217

6.3 生态补偿方案	217
7 相关符合性分析	219
7.1 与海洋功能区划的符合性	219
7.2 与海洋生态红线符合性分析	220
7.3 与相关规划符合性分析	222
7.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析	222
7.3.2 与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析	223
7.3.3 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性	224
7.3.4 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性	226
7.3.5 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性	226
7.3.6 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析	227
7.3.7 产业政策符合性分析	227
7.4 排污口设置合理合法性分析	228
7.4.1 与《中华人民共和国海洋环境保护法》的符合性	228
7.4.2 与《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》的符合性	228
7.4.3 与《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》符合性	229
7.4.4 排污口位置合理性分析	229
8 污染物允许排放量控制	230
9 生态环境监测计划	231
9.1 环境管理计划	231
9.2 环境监测	231
9.2.1 水污染源监测计划	231
9.2.2 海域环境监测计划	231
10 结论与建议	233
10.1 环境影响结论	233
10.2 排污口设置方案	234
10.3 污染物排放量总量控制建议	234
10.4 环境保护措施建议	234
附录	235
1、浮游植物种类名录	235
2、浮游动物名录	238
3、底栖动物名录	241
附件	242
1、陆丰核电站 5、6 号机组项目的批复	242
2、陆丰核电 5、6 号机组环境影响（建造阶段）的批复	246
3、陆丰核电淡水供应方案的专题会纪要	250

1 总论

1.1 论证任务由来与目的

广东陆丰核电站位于汕尾市辖陆丰市碣石镇以南 8km 的田尾山，根据《国家发展改革委关于核准广东陆丰核电站 5、6 号机组项目的批复》（发改能源〔2022〕年 738 号），为保障广东省电力供应，建设广东陆丰核电 5、6 号机组项目，目前该项目正在施工中。由于碣石水厂向现场供水的两条供水管线供水量仅为 2150m³/d，无法满足 5、6 号机组项目的施工和生活用水需求，故建设陆丰核电厂 5、6 号机临时海水淡化系统以解决施工和生活供水不足的问题。

本项目建设临时海水淡化系统供水量为 4500m³/d（一期 3000m³/d，二期增加 1500m³/d），系统产水主要用于陆丰核电厂 5、6 号机建设期混凝土搅拌及养护、生活饮用等。临时海水淡化系统计划使用年限为 3 年，采用多介质过滤+二级反渗透系统生产淡水。设置一个浓盐水排水口及浓水管，排水口采用三通管分散排放的方式，一期工程排放浓盐水 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》第三十条，“入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报设区的市级以上人民政府环境保护行政主管部门备案。”因此，中广核陆丰核电有限公司委托广东澜海环境科学技术有限公司对陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统入海排污口位置进行论证，评价单位接受委托后，经现场调研和收集资料、数值模拟等工作，根据《环境影响评价技术导则》以及相关技术导则、规范的要求，编制了《陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统入海排污口位置论证报告》。

入海排污口位置论证的主要目的是保护海洋生态环境，针对目前海域的水质情况，通过科学控制入海排污口排污量和区域削减污染负荷等手段，使得近岸海域水质满足海洋功能的要求。

1.2 编制依据

1.2.1 全国性法律法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》（1989 年 12 月 26 日全国人大常委会通过，2014 年 4 月 2 日全国人大常委会修订）；

- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（1982年8月23日全国人大常委会通过，2013年12月28日全国人大常委会第二次修订；2016年11月修改；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2008.6），2017年6月修订；
- (4) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2005.4），2016年修正；
- (5) 《中华人民共和国渔业法》（2004.8），2013年12月修订；
- (6) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002.1）；
- (7) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2003.9），2016年7月修订；2018年12月29日再次修订；
- (8) 《近岸海域环境功能区管理办法》（国家环保总局第8号令，1999.12）；
- (9) 《环境影响评价公众参与办法》（2019.7）；
- (10) 《中华人民共和国海岛保护法》，（2010.3.1）；
- (11) 《建设项目环境保护管理条例》（2017.7）；
- (12) 《全国生态环境保护纲要》（国家环境保护总局，2000.11）；
- (13) 《海洋工程环境影响评价管理规定》国家海洋局，国海规范〔2017〕7号；
- (14) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》中华人民共和国农业部第189号公告，2002年；
- (15) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018年3月第三次修订）；
- (16) 《全国海洋主体功能区规划》，国发〔2015〕42号；
- (17) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（修订），（2018.3）；
- (18) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017.10）；
- (19) 《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019年本）〉的决定》（2021年修改），2021.12。

1.2.2 地方性法规及规范性文件

- (1) 《广东省环境保护条例》（2019年11月29日第二次修正）；
- (2) 《广东省海洋环境保护条例》（2005.1）；
- (3) 《广东省近岸海域环境功能区划》（广东省环保局，1999.7）；
- (4) 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018年11月29日修订）；

- (5) 《广东省海域开发利用与保护总体规划纲要》（2001）；
- (6) 《关于加强建设项目环境保护管理的通知》（粤府办〔1999〕27号）；
- (7) 《关于进一步加强环境保护工作的决定》（粤府〔2002〕71号）；
- (8) 《广东省海域使用管理条例》（2021年9月29日修正）；
- (9) 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，2012年11月公布实施；
- (10) 《广东省海洋主体功能区规划》，粤府函〔2017〕359号；
- (11) 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》（2018年11月29日第二次修正）；
- (12) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知（粤府办〔2021〕33号）》，2021年9月30；
- (13) 《广东省生态环境厅关于印发广东省生态环境保护“十四五”规划的通知》（粤环〔2021〕10号）；
- (14) 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资源部，2022年10月；
- (15) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》；广东省人民政府、国家海洋局，2017年10月；
- (16) 《广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）》；
- (17) 《广东省生态环境厅关于印发《广东省生态环境保护“十四五”规划》的通知》，2022年3月31日；
- (18) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》，粤环〔2022〕7号；
- (19) 《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》，2022.7；
- (20) 《汕尾市海洋功能区划》（2015—2020年）；
- (21) 《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，粤府〔2020〕71号；
- (22) 《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，汕府〔2021〕29号；
- (23) 《汕尾市海洋经济发展“十四五”规划》，2022.4。

1.2.3 技术导则依据

- (1) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》；

- (2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》，HJ 2.1-2016；
- (3) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014；
- (4) 《环境影响评价技术导则生态影响》，HJ 19-2022；
- (5) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018；
- (6) 《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ 2.2-2018；
- (7) 《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ 2.4-2021；
- (8) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ2.3-2018；
- (9) 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；
- (10) 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；
- (11) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- (12) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110-2007；
- (13) 《陆源入海排污口及邻近海域生态环境评价指南》（HY/T086-2005）；
- (14) 《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）。

1.2.4 其他评价依据

- (1) 《关于广东陆丰核电 5、6 号机组环境影响报告书（建造阶段）的批复》，环审〔2022〕144 号；
- (2) 《陆丰核电淡水供应方案的专题会纪要》，广核陆工作纪要〔2022〕39 号；
- (3) 《500TPD 双级海水淡化反渗透设备操作说明》，青岛双瑞海洋环境工程股份有限公司，2022.8。

1.3 环境论证执行标准

1.3.1 环境质量标准

本次海洋环境影响评价采用如下的环境质量标准：

- (1) 《海水水质标准》GB 3097-1997；
- (2) 《海洋沉积物质量》GB 18668-2002；
- (3) 《海洋生物质量》GB 18421-2001；
- (4) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (5) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。

本项目所在海洋功能区划属于“田尾山工业与城镇用海”，《广东省海洋功能区划

（2011-2020年）》对“田尾山工业与城镇用海”的海洋环境保护管理要求为：1. 加强海洋环境监测，建立完善的应急体系；2. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准；3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）及《汕尾市近岸海域环境功能区划（调整方案）》，项目所在海域水质目标为三类。

本项目区域为已开发利用，综合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》及《广东省近岸海域环境功能区划》，项目排水口所在海域执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

表 1.3.1-1 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030		0.045
Pb ≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu ≤	0.005	0.010	0.050	
As ≤	0.020	0.030	0.050	
Hg ≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Zn ≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类 ≤	0.05	0.05	0.30	0.50
Cd ≤	0.001	0.005	0.010	

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。

第二类 适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。

第三类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第四类 适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

表 1.3.1-2 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（单位：除有机碳为×10⁻²，其余为×10⁻⁶）

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Cr	Hg	As	硫化物	有机碳
一类标准	500	60.0	150.0	35.0	0.50	80	0.20	20	300.00	2.0

二类标准	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	150	0.50	65	500.00	3.0
三类标准	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	270	1.0	93	600.00	4.0

注：第一类 适用于海洋渔业海域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类 适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类 适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。

表 1.3.1-3 海洋生物质量 (GB18421—2001) (鲜重, $\times 10^{-6}$)

项目	第一类	第二类	第三类
感观要求	贝类的生长和活动正常，贝类不得沾粘油污等异物，贝肉的色泽、气味正常，无异色、异臭、异味		贝类能生存，贝肉不得有明显的异色、异臭、异味
总汞 \leq	0.05	0.10	0.30
镉 \leq	0.2	2.0	5.0
铅 \leq	0.1	2.0	6.0
铜 \leq	10	25	50 (牡蛎 100)
锌 \leq	20	50	100 (牡蛎 500)
石油烃 \leq	15	50	80

注：1 以贝类去壳部分的鲜重计；

注：第一类 适用于海洋渔业海域、海水养殖区、海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类：适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。

第三类：适用于港口海域和海洋开发作业区。

表 1.3.1-4 海洋生物质量评价标准 ($\times 10^{-6}$)

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃*
《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”	鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
	甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/
	软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

注：石油烃含量执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。

1.3.2 污染物排放标准

本项目为海水淡化工程，因此工程排放浓盐水同时满足《海水淡化浓盐水排放要求》(HY/T0289-2020)及广东省地方标准《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)中二级标准的要求。临时海淡系统产生的化学清洗废水外运处理，不通过本项目浓盐水排放口排放。

表 1.3.2-1 海水淡化浓盐水排放要求

指标	单位	海水淡化浓盐水排放要求
悬浮物	mg/L	—
pH 值	—	6.5~8.5
温差	°C	≤10（与海水淡化进水相比）
铁	mg/L	≤0.3
铝	mg/L	≤0.05
总磷（以 P 计）	mg/L	≤0.5
铜	mg/L	≤0.2
铬	mg/L	≤0.05
镍	mg/L	≤0.02

根据《海水淡化浓盐水排放要求》（HY/T0289-2020）一般要求：1、海水淡化浓盐水排放口处应安装扩散装置，加快浓盐水的稀释与扩散；2、海水淡化工程建成运行后，在环境影响后评估工作中，应监测浓盐水排放对海洋环境的影响；3、海水淡化浓盐水宜与冷却海水、达到排放标准的污水等混合排放；其他种类废水、污水等不应与海水淡化浓盐水混合排放；4、对于有条件的企业、地区，宜开展浓盐水综合利用。

综合海洋功能区划及近岸海域环境功能区划，项目排水口所在海域海水水质目标为三类水质，因此项目排放的浓盐水需满足广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）中二级标准的要求。

表 1.3.2-2 《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）标准（mg/L，pH 除外）

污染物	适用范围	一级标准	二级标准	三级标准
pH	一切排污单位	6-9	6-9	6-9
悬浮物	其他排污单位	70	100	400
五日生化需氧量	其他排污单位	20	30	300
化学需氧量	其他排污单位	100	130	500
石油类	一切排污单位	5.0	10	30
氨氮	其他排污单位	10	20	/
磷酸盐（以 P 计）	其他排污单位	0.5	1.0	/

1.4 海洋环境功能属性

1.4.1 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划》（2017年）（见图 1.4-1），项目所在地海域为“田尾山工业与城镇用海”，海洋环境保护要求为：1. 加强海洋环境监测，建立完善的应急体系；2. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准；3. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

项目周边海域海洋功能区划主要有：田尾山-石碑山农渔业区、碣石湾农渔业区、珠海-潮州近海农渔业区等。

表 1.4.1-1 本项目与各海洋功能区位置关系表（广东省）

序号	功能区名称	与本项目相对位置		所属功能区
		方向	最近距离（km）	
1	田尾山工业与城镇用海	/	项目所在	工业与城镇用海区
2	田尾山-石碑山农渔业区	东侧	2.2	农渔业区
3	碣石湾农渔业区	西北侧	6.9	农渔业区
4	珠海-潮州近海农渔业区	南侧	2.3	农渔业区

表 1.4.1-2 项目所在海域及周边海洋功能区登记表（广东省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理位置 (东经, 北纬)	功能区类型	面积 (公顷)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
1	A3-26	田尾山工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°50'30" 西至:115°45'56" 南至:22°42'55" 北至:22°48'35"	工业与城镇用海区	4183 15382	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障核电用海需求, 在基本功能未利用前, 保留浅海增养殖等渔业用海; 3.适当保障港口航运用海需求; 4.围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 5.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 6.加强对围填海、温排水的动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.加强海洋环境监测, 建立完善的应急体系; 2.基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3.工程建设期间及建设完成后, 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
2	A1-17	田尾山-石碑山农渔业区	汕尾市、揭阳市	东至:116°30'23" 西至:115°49'43" 南至:22°43'05" 北至:22°59'33"	农渔业区	44281 128331	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.严格保护石碑山角领海基点; 3.保障神泉渔港、澳角渔港、甲子渔港、湖东渔港、深水网箱养殖、人工鱼礁用海需求, 保障防灾减灾体系建设用海需求; 4.适当保障后湖、石碑山角等旅游娱乐用海需求; 5.适当保障港口航运用海需求; 6.经严格论证后, 适当保障海上风电用海需求; 7.严禁在曲清河、瀛江、隆江等河口海域围填海, 维护防洪纳潮功能, 维持航道畅通; 8.合理控制养殖规模和密度; 9.保障国防安全用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.保护甲子屿、港寮湾礁盘生态系统, 保护龙虾、鲍、鲎、海龟、海胆等重要渔业品种; 2.严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 3.加强渔港环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理位置 (东经, 北纬)	功能区类型	面积 (公顷)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
3	A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至:115°49'00" 西至:115°31'21" 南至:22°45'11" 北至:22°54'24"	农渔业区	17434 91757	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3.保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海; 4.经过严格论证,保障核电等工业发展的用海需求; 5.严格控制螺河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海; 6.合理控制养殖规模和密度; 7.维护河口海域防洪纳潮功能,维持航道畅通。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.保护碣石湾生态环境; 2.保护鲍、海马等重要渔业品种; 3.严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 4.加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
4	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至:117°31'36" 西至:114°26'02" 南至:21°49'34" 北至:23°35'10"	农渔业区	1272845	<ol style="list-style-type: none"> 1.相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2.禁止炸岛等破坏性活动; 3.40米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度,维持渔业生产秩序; 4.经过严格论证,保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求; 5.优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2.执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

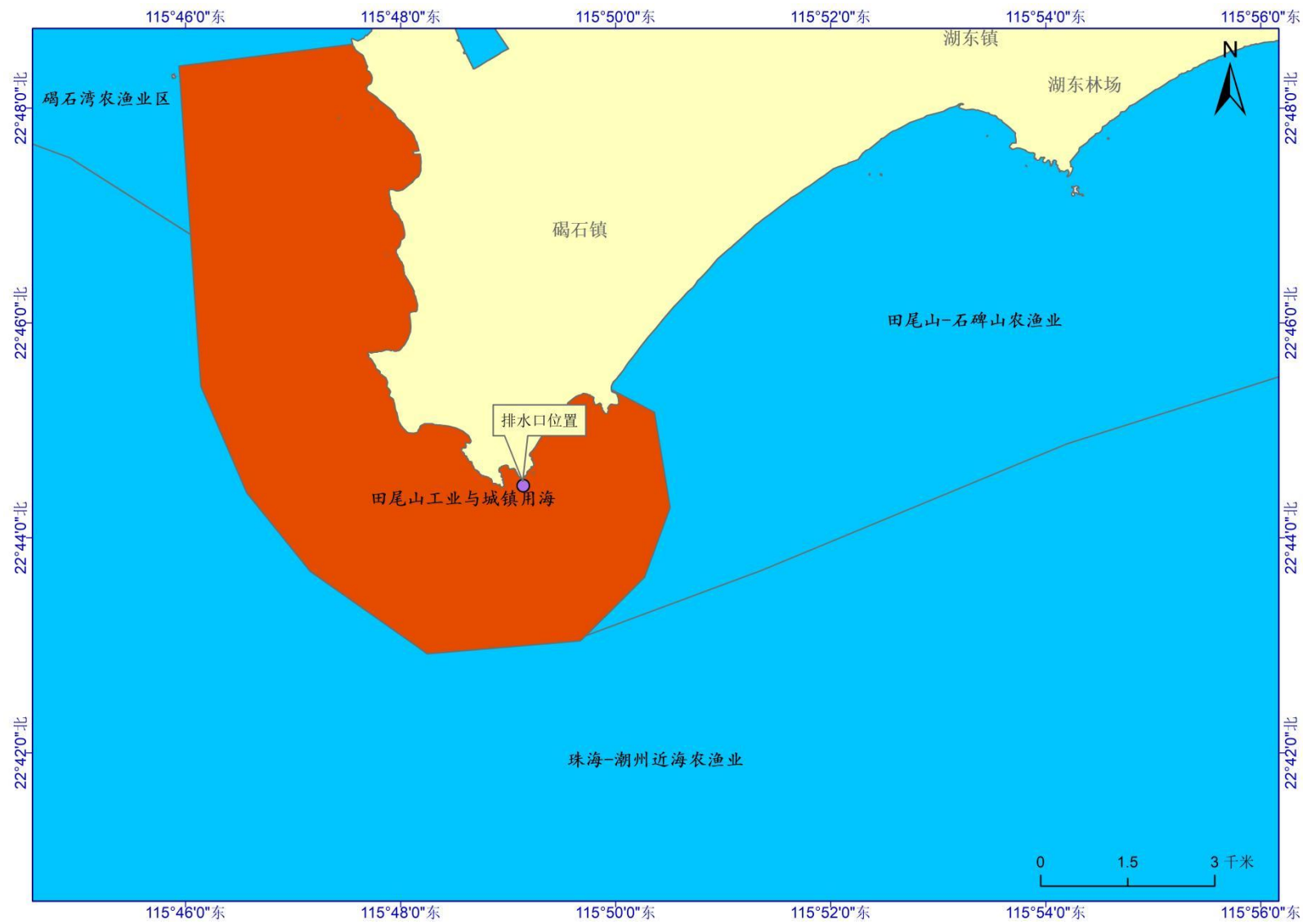


图 1.4.1-1 项目所在区域海洋功能区划图 (广东省)

1.4.2 项目所在近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）及《汕尾市近岸海域环境功能区划（调整方案）》，项目所在海域水质目标为三类。

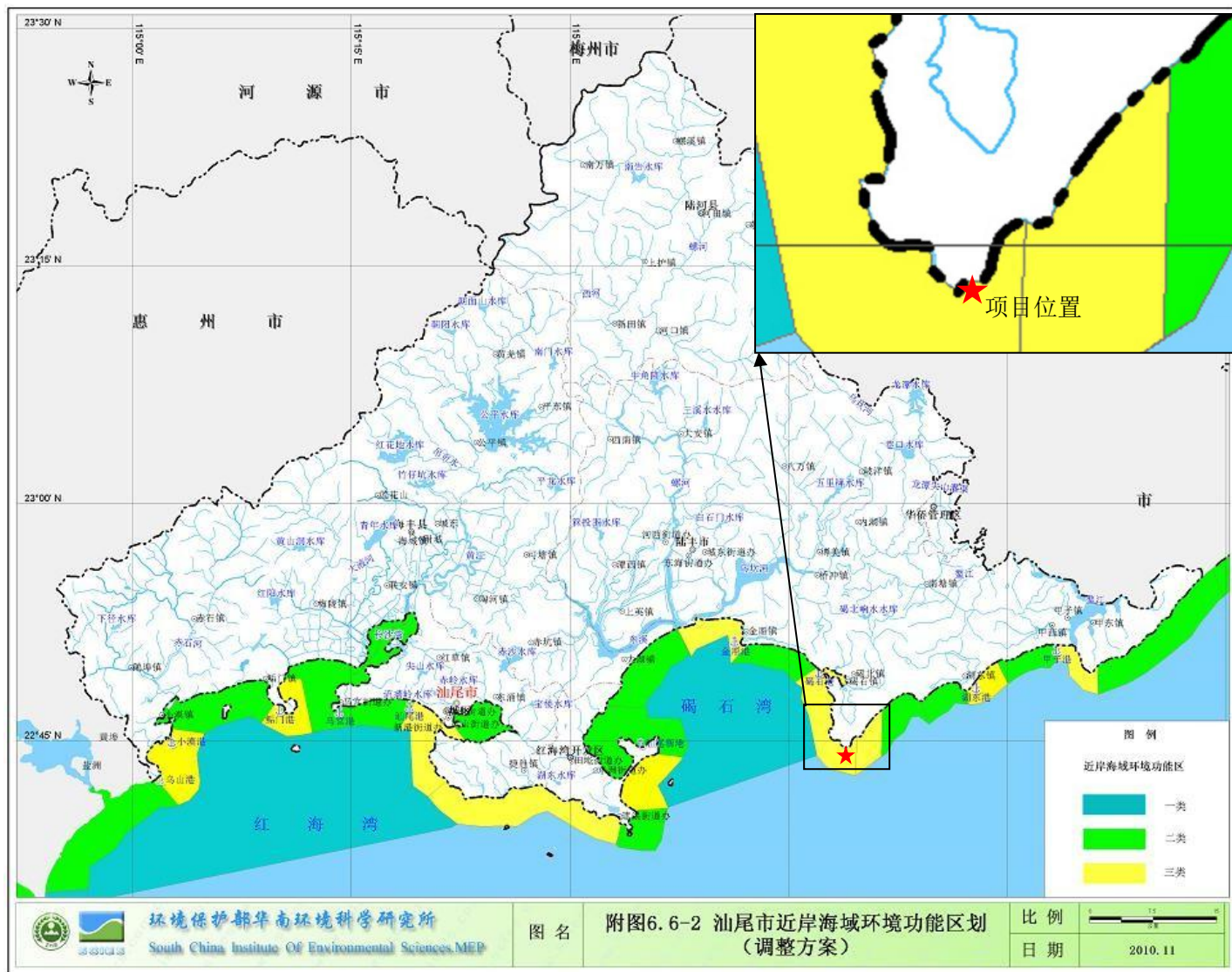


图 1.4.2-1 项目所在近岸海域环境功能区划图

1.4.3 项目所在“三线一单”生态环境管控单元

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于海域管控单元中的重点管控单元（图 1.4.3-1），该类管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于汕尾市近岸海域环境管控单元中的重点管控单元，其管控单元序号为“77”，编码为“HY44150020005”，为田尾山工业与城镇用海区，见图 1.4.3-2。

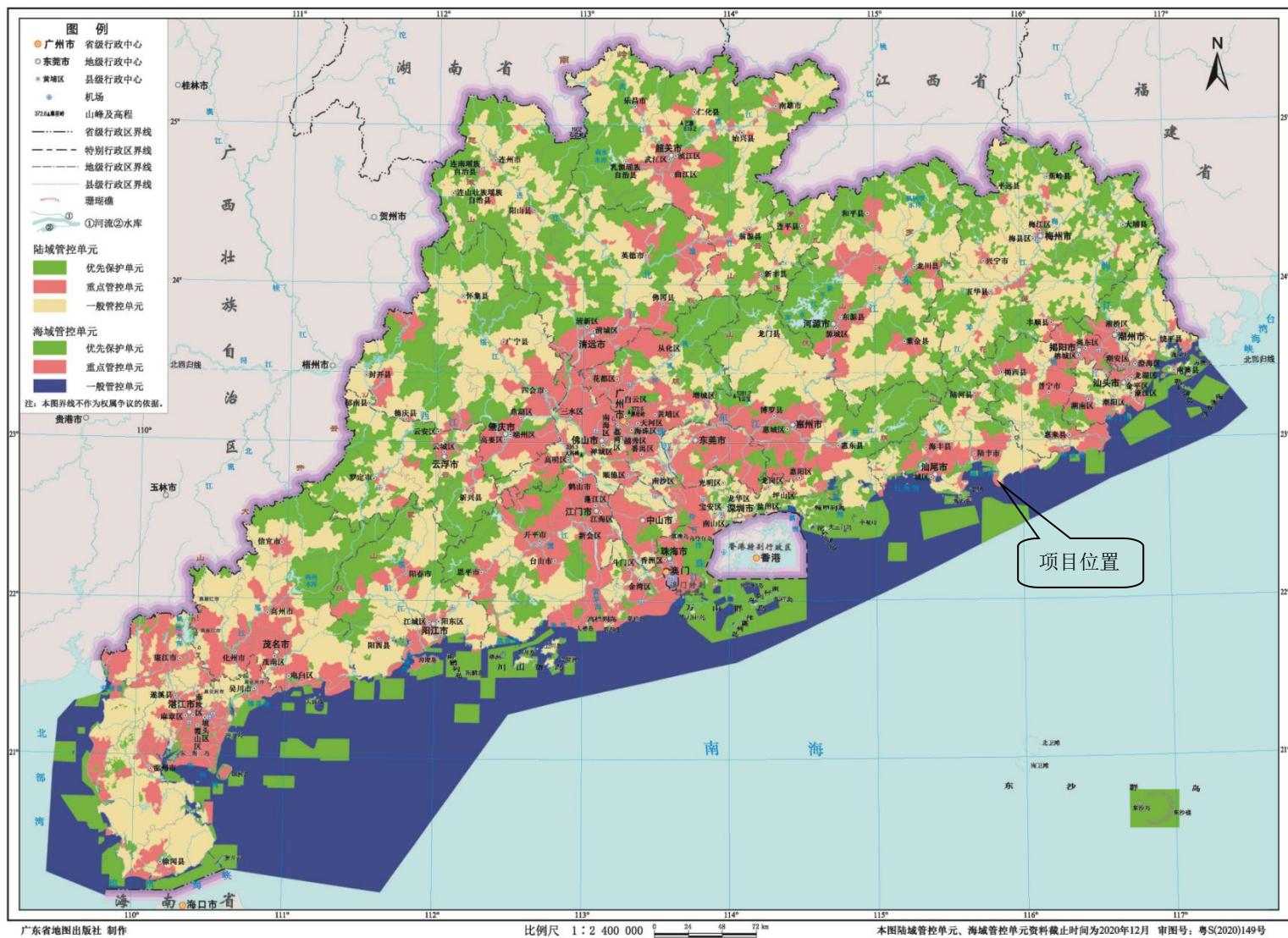


图 1.4.3-1 项目所处广东省“三线一单”生态环境管控单元示意图

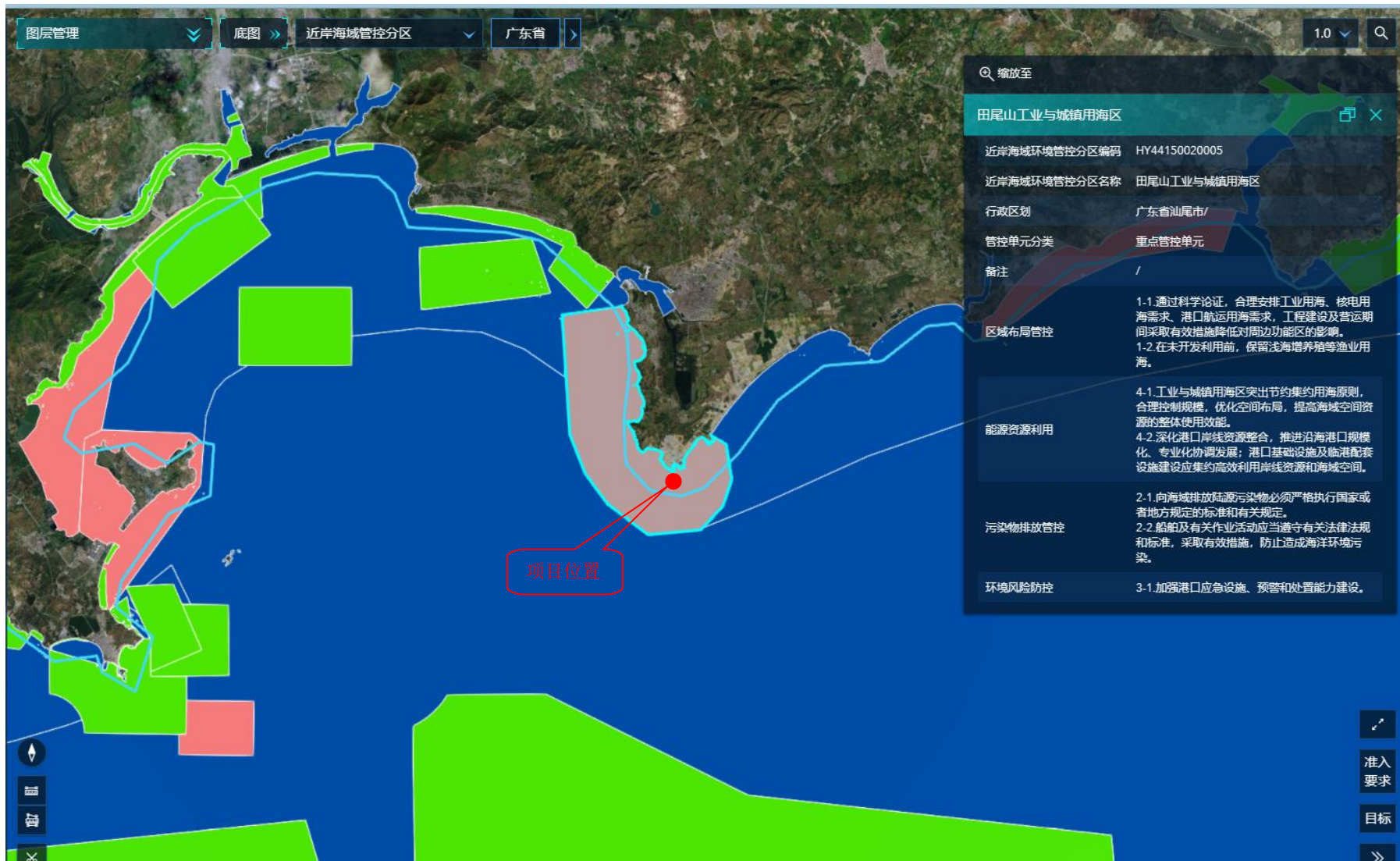


图 1.4.3-2 项目所处汕尾市“三线一单”生态环境管控单元示意图（广东省“三线一单”平台）

表 1.4.3-1 项目所处汕尾市“三线一单”生态环境管控单元管控措施一览表

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划		管控单元分类	准入要求			
			省	市		区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
77	HY44150020005	田尾山工业与城镇用海区	广东省	汕尾市	重点管控单元	<p>1-1.通过科学论证，合理安排工业用海、核电用海需求、港口航运用海需求，工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响。</p> <p>1-2.在未开发利用前，保留浅海增养殖等渔业用海。</p>	<p>2-1.工业与城镇用海区突出节约集约用海原则，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。</p> <p>2-2.深化港口岸线资源整合，推进沿海港口规模化、专业化协调发展；港口基础设施及临港配套设施建设应集约高效利用岸线资源和海域空间。</p>	<p>3-1.向海域排放陆源污染物必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。</p> <p>3-2.船舶及有关作业活动应当遵守有关法律法规和标准，采取有效措施，防止造成海洋环境污染。</p>	<p>4-1.加强港口应急设施、预警和处置能力建设。</p>

1.5 海洋环境保护目标

根据《广东省海洋生态红线》、《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》、《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批）等资料，本项目的环境保护目标主要包括项目周边海洋生态红线区、经济鱼类繁育场保护区及幼鱼幼虾保护区等的水质环境以保证项目区所在海域生态红线区的海水水质、沉积物及海洋生物质量达到所在海洋功能区规定的标准要求。

表 1.5-1 本项目海洋环境敏感目标

序号	环境敏感目标	地理位置	方位	距离本项目最近距离 (km)	保护对象及环境保护目标
1	金厢海岸防护物理防护极重要区	115°42'0.08"~115°47'19.57"E; 22°49'14.93"~22°51'6.38"N	西北面	8.7	海岸防护物理防护极重要区
2	金厢重要渔业资源产卵场	115°42'5.07"~115°45'50.96"E; 22°47'15.71"~22°50'18.43"N	西北面	10	重要渔业资源产卵场
3	碣石湾海马珍稀濒危物种分布区	115°41'55.01"~116°0'50"E; 22°32'59.98"~22°38'58.42"N	南面	11.5	珍稀濒危物种分布区
4	金厢角砂质岸线 (183)	起点坐标:115°47'22.805"E, 22°49'25.871"N; 终点坐标: 115°42'01.634"E, 22°51'38.689"N	西北面	9.7	大陆自然岸线保有
5	浅澳港砂质岸线 (184)	起点坐标:115°48'30.215"E, 22°45'01.534"N; 终点坐标: 115°47'49.175"E, 22°49'02.658"N。	西北面	1.5	
6	湖东港砂质岸线 (185)	起点坐标:115°56'45.827"E, 22°48'41.468"N; 终点坐标: 115°49' 16.946"E, 22°44'53.819"N	东北面	0.9	
7	GDN14015	E: 115.7793, N: 22.7952	西北面	6.9	国控站位
8	GDN14012	E: 115.8860, N: 22.7524	东北面	7.0	
9	南海区幼鱼幼虾	由粤东南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻	项目所在		水质、生态

序号	环境敏感目标	地理位置	方位	距离本项目最近距离 (km)	保护对象及环境保护目标
	保护区 (3月1日至5月31日)	县以外罗港沿海 20 米水深以内的海域			
10	南海北部幼鱼繁育场保护区 (全年)	位于南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线、17 个基点连线以内水域	项目所在		经济鱼类繁育活动
11	陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区	115°53'23"E、22°47'20"N	东北侧	8.1	人工鱼礁
12	陆丰市金厢南人工鱼礁区	115°43'20"E、22°48'55"N	西北侧	10	

根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》，碣石湾海域共规划建设人工鱼礁区 6 个，分别为 1、陆丰市甲子麒麟山人工鱼礁区；2、陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区；3 陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区（已搬迁）；4、陆丰市金厢南人工鱼礁区；5、汕尾市遮浪角东人工鱼礁区；6、汕尾市遮浪角西人工鱼礁区。目前，已建成汕尾市遮浪角东人工鱼礁区，共投放礁体 860 个，总空方 26691m³。此外，陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区已易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。陆丰市金厢南人工鱼礁区，正在施工建设。目前位于项目评价范围内的人工鱼礁区为湖东三洲澳人工鱼礁区、陆丰市金厢南人工鱼礁区。

海洋环境保护目标分布见下图 1.5-1~1.5-3

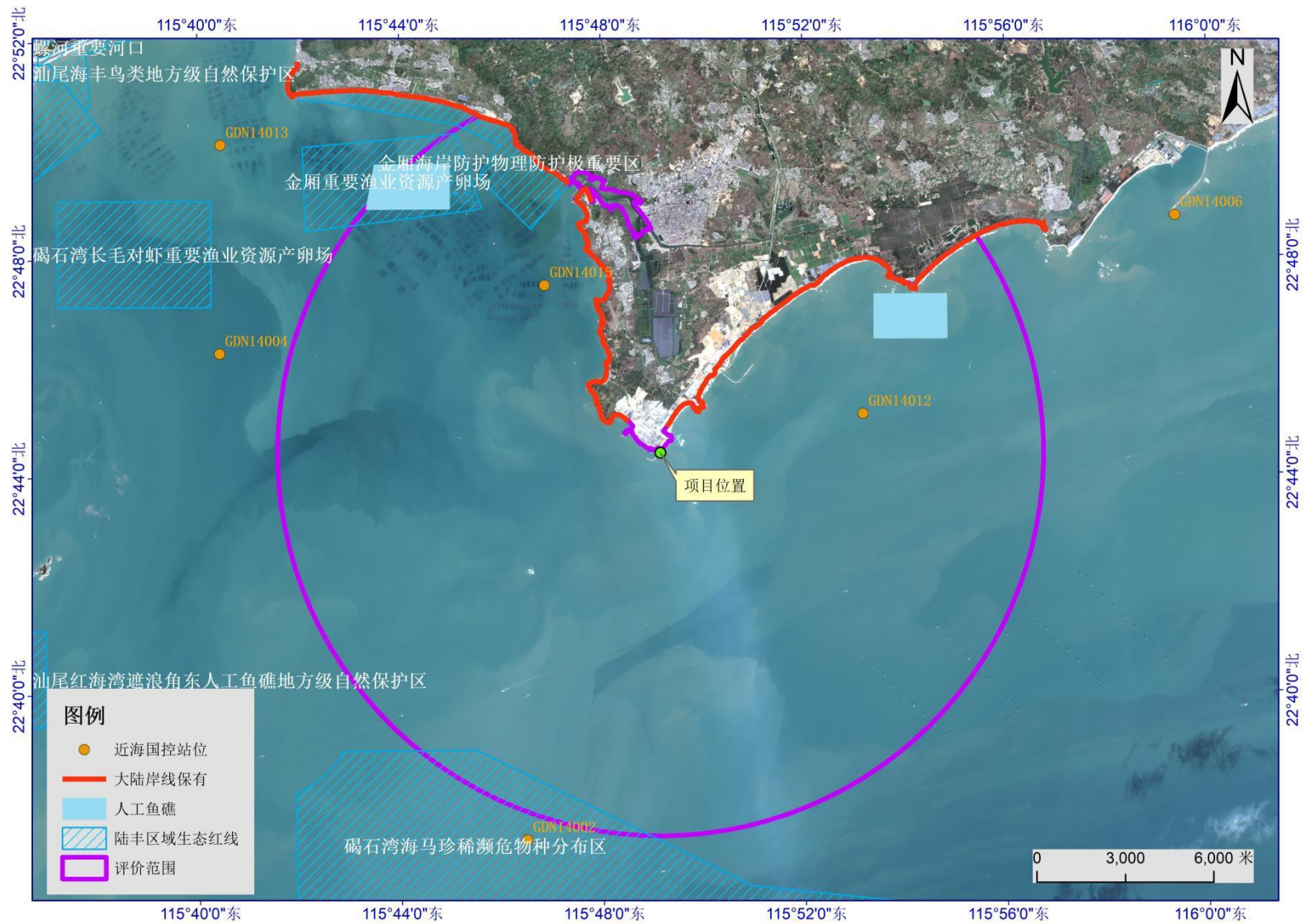


图 1.5-1a 海洋环境保护目标（整体）



图 1.5-1b 海洋环境保护目标（局部放大）

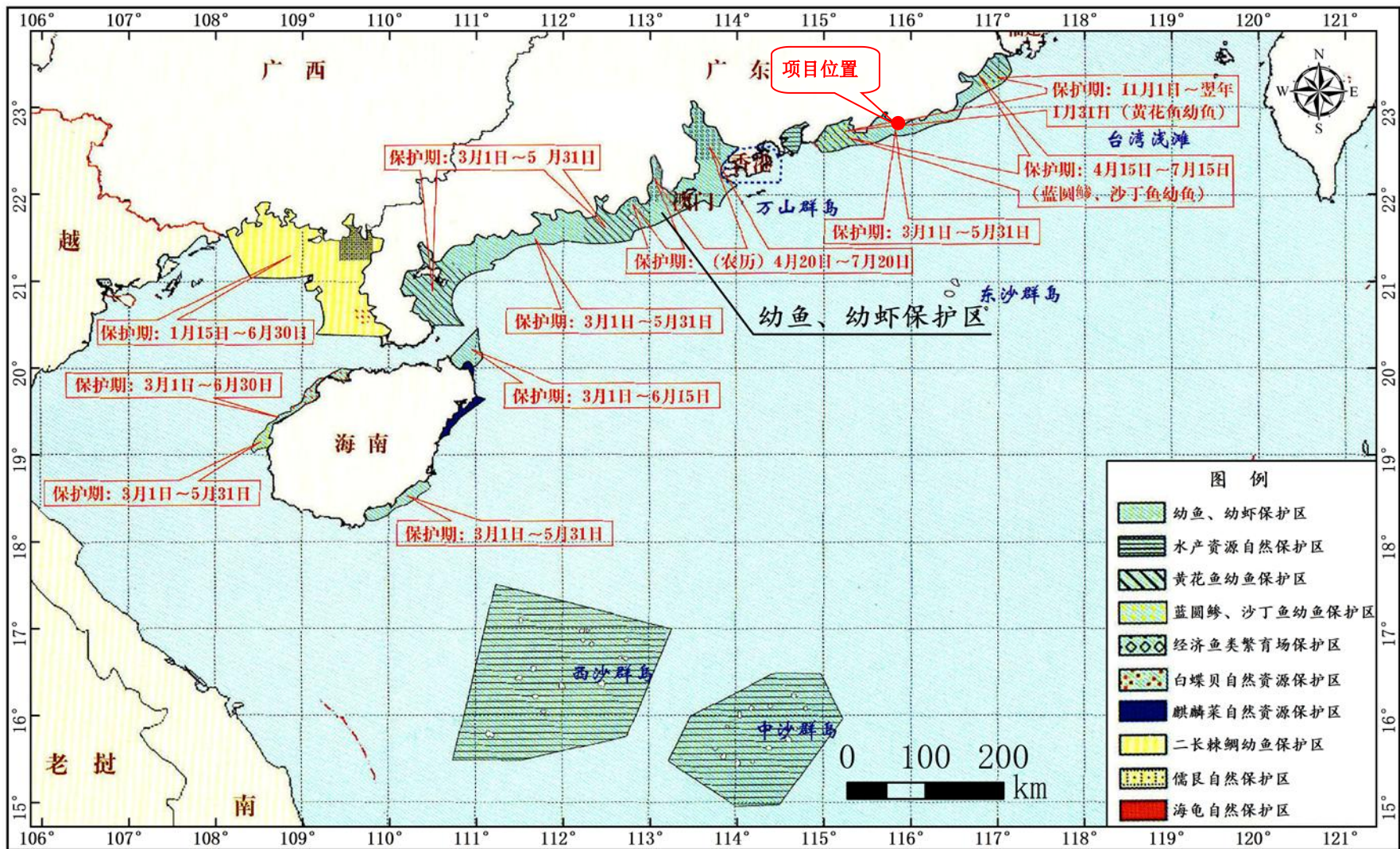


图 1.5-2 南海区幼鱼幼虾保护区示意图

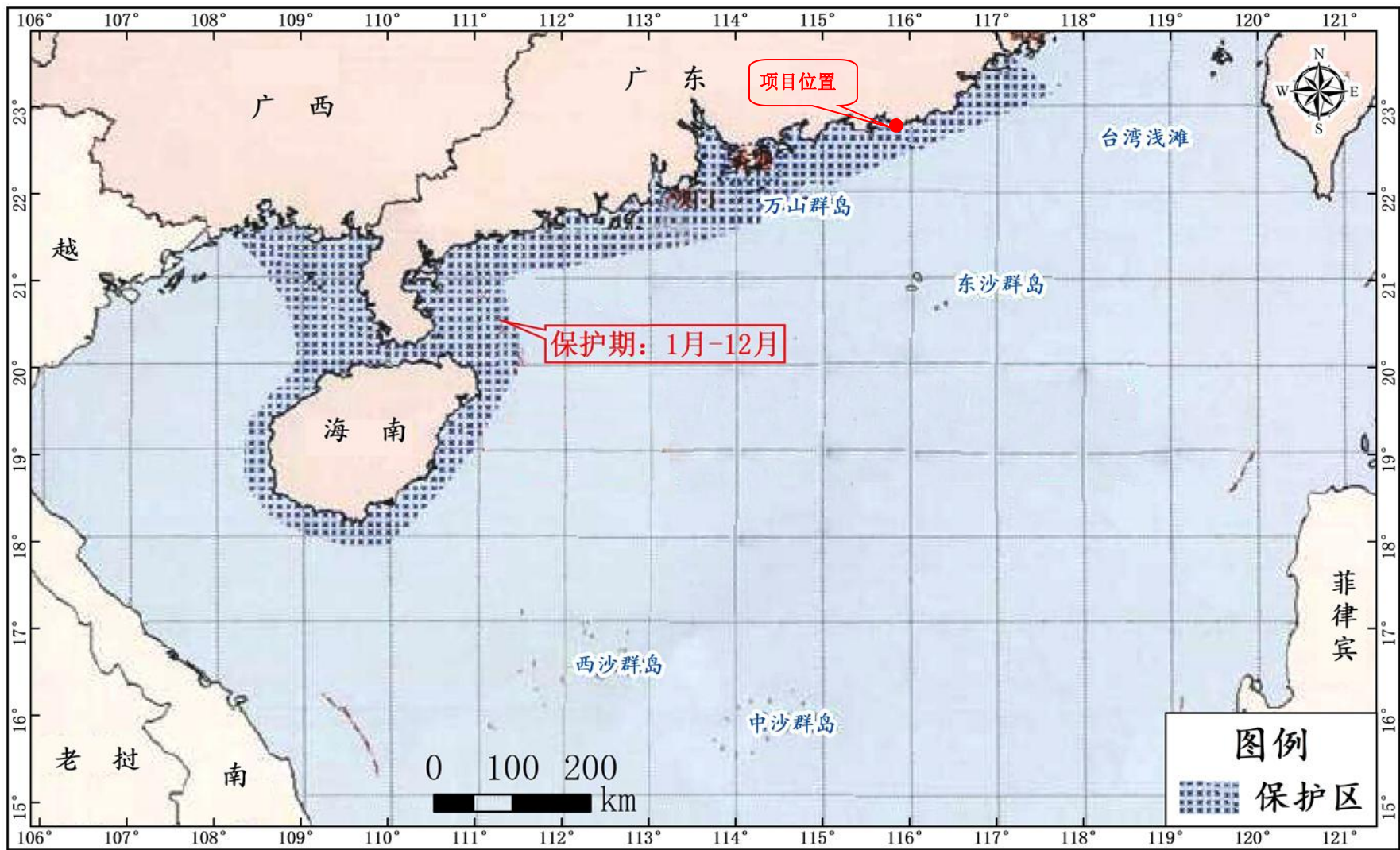


图 1.5-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

1.6 工作等级及范围

1.6.1 海洋环境评价评价等级

本项目取、排水口位于碣石镇碣石湾东岸田尾山南面海域，为海水淡化工程，属于海洋工程，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），结合本项目的特点、规模及所在区域的环境状况，确定评价等级。见下表 1.6.1-1。

表 1.6.1-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据一览表

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	海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
盐田、海水淡化等海水综合利用类工程	海水淡化等海水综合利用工程；海水冲厕等海水直接利用工程；其他生活海水利用工程；海水热泵工程；其他海水综合利用等工程	海水用量 $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2
	$10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d} \sim 5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$	生态环境敏感区	2	1	1	1	
		其他海域	3	2	2	2	
	$5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d} \sim 2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$	生态环境敏感区	2	1	2	1	
		其他海域	3	2	3	2	

项目海水用量 $10980 \text{m}^3/\text{d}$ （其中一期工程抽取海水量 $7320 \text{m}^3/\text{d}$ ，二期工程抽取海水量 $3660 \text{m}^3/\text{d}$ ）；项目排放浓盐水 $6750 \text{m}^3/\text{d}$ （其中一期工程排放 $4500 \text{m}^3/\text{d}$ ，二期工程排放 $2250 \text{m}^3/\text{d}$ ），低于上表中工程规模要求的下限，因此本项目参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中的最低等级类比进行评价，即水文动力环境评价等级为 3 级、水质环境评价等级为 3 级、沉积物环境评价等级为 3 级、生态和生物资源环境评价等级为 3 级。

本项目为海水淡化工程，仅进行海水取水及近岸排放浓盐水，非大规模开挖以及构筑非透水构筑物海堤等行为，也不涉及围海、填海、海湾改造等工程，因此，本项目对海床自然性状的改变较小，项目地形地貌与冲淤环境的评价等级确定为 3 级，等级判断依据见表 1.6.1-2。

表 1.6.1-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其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 $(50 \sim 30) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~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 $(30 \sim 20) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~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。

注：其它类型海洋工程的工程规模可按照表中工程规模的分档确定。

1.6.2 排污口设置论证工作等级

由于现在无关于入海排污口设置的相关技术规范发布，参考《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则（征求意见稿）》（2022.6）中 C 类污水分级方法（见表 1.6.2-1），本项目浓盐水排放量为 $6750 \text{m}^3/\text{d}$ ，排污规模低于其中的排污规模，故水质环境工作等级、生态环境工作等级均参考其 3 级评价进行论证。

表 1.6.2-1 排放 C 类污水的入海排污口设置论证工作等级分级

是否邻近海洋生态环境敏感区	海域特征	污水量等级		水质环境工作等级	生态环境工作等级
		划分等级	排污规模 a (m^3/h)		
是	各类海域	V	$a \geq 250000$	1	1
	各类海域	IV	$250000 > a \geq 167000$	1	1
	各类海域	III	$167000 > a \geq 92000$	1	1
	封闭、半封闭海域	II	$92000 > a \geq 56000$	1	1
	其他海域			2	2
	封闭海域	I	$56000 > a \geq 14500$	1	1
	其他海域			2	2
否	各类海域	V	$a \geq 250000$	1	1
	封闭、半封闭海域	IV	$250000 > a \geq 167000$	1	1
	其他海域			2	1
	各类海域	III	$167000 > a \geq 92000$	2	2
	封闭海域	II	$92000 > a \geq 56000$	2	2
	其他海域			3	3
	各类海域	I	$56000 > a \geq 14500$	3	3

^a C 类污水表示向海域排放可能引起纳污水体物理性质（如温度、盐度等）发生变化的物质的污水，放射性污水除外。

1.6.3 论证及评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014），结合项目特点、污染物类型特性、项目施工可能影响到的范围，确定项目评价范围确定依据见表 1.6.3-1。

表 1.6.3-1 海洋工程评价范围确定依据一览表

项目	评价等级	评价范围
水文动力	3	垂向（垂直于工程所在海域中心点潮流主流向）距离：一般不小于 2km
		纵向（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
水质环境	3	覆盖建设项目的环境影响所及区域
沉积物环境	3	将建设项目可能影响海洋沉积物的区域包括在内，与海洋水质、海洋生态和生物资源的现状调查与评价范围一致
生态和生物资源环境	3	以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定范围，扩展距离不小于 3km-5km。
地形地貌与冲淤环境	3	包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，并应满足地貌与冲淤环境特征要求
入海排污口设置论证	3	与海洋环境评价范围相同

参考《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则（征求意见稿）》（2022.6），结合项目特点、污染物类型特性、项目实施可能影响到的范围，确定项目评价范围确定依据见表 1.6.3-2。

表 1.6.3-2 评价范围确定依据一览表

项目	论证工作等级	论证范围 ¹
潮流主流向距离/ 垂向距离 ²	1 级	相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的 1.5 倍~2.5 倍。
	2 级	相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的 1.0 倍~2.0 倍。
	3 级	相应流向大潮最大落潮（涨潮）期间水质点可能达到的最大落潮（涨潮）水平距离的 0.5 倍~1.5 倍。
主要预测因子受影响方向扩展距离 ³	1 级	不小于 9 km
	2 级	不小于 6 km
	3 级	不小于 2.5 km

注 1：水平距离的系数按表 1~3 中污水量等级确定：当为 I~II 等级时取水平距离倍数的低值~中值，当为 III 等级时取水平距离倍数的中低值~中高值，当为 IV~V 等级时取水平距离倍数的中值~高值。

注 2：潮流垂向距离，即垂直于排污口所在海域中心的潮流主流向距离。根据潮流主流向距离/垂向距离确定水文动力环境的调查范围。

注 3：根据主要预测因子受影响方向扩展距离确定海洋生态和生物资源的调查评估范围。

结合《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）及《入河入海排污口监督管理技术指南 入海排污口设置技术导则（征求意见稿）》（2022.6），根据水文调查可知，区域水质点的最大可能运移距离为 11502.9m，则本项目评价范围位以排水点为中心，分别向四周扩展 13km 的范围。四至坐标如表 1.6.3-3 所示，共约 429km² 海域面积。

表 1.6.3-3 评价范围四至坐标

序号	东经(E)	北纬(N)
1	115°45'34.929"E	22°50'38.127"N
2	115°55'25.920"E	22°48'23.220"N
3	115°56'44.832"E	22°44'25.367"N
4	115°41'33.939"E	22°44'25.367"N
5	115°49'9.387"E	22°37'22.794"N

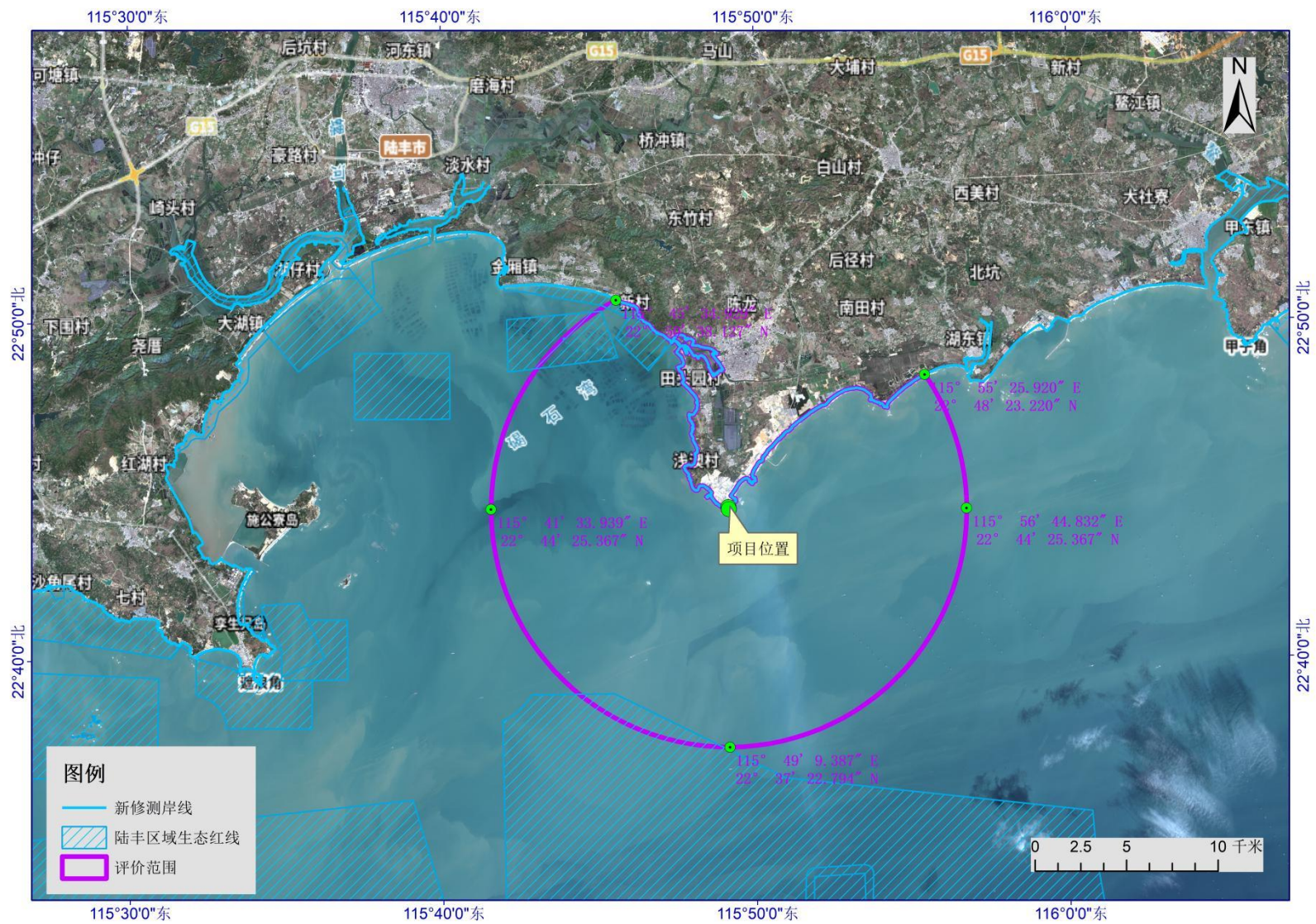


图 1.6.3-1 项目评价范围

1.7 论证内容及重点

排污口设置论证主要内容为排污口设置的合理性，具体包括：

（1）排污口设置与环境区划、相关规划的环境符合性分析，包括与功能区划管理要求与环境保护要求符合性分析，以及相关规划符合性与协调性分析等。

（2）海域环境现状调查与影响评估，包括海域环境水质、沉积物环境、以及生物质量现状调查与评价等。

（3）主要污染物的扩散影响范围等。

2 排污口设置工程污染分析

2.1 排污口后方项目概况

广东陆丰核电厂位于汕尾市辖陆丰市碣石镇以南 8km 的田尾山，根据《国家发改委关于核准广东陆丰核电站 5、6 号机组项目的批复》（发改能源〔2022〕年 738 号），为保障广东省电力供应，建设广东陆丰核电站 5、6 号机组项目。目前由于碣石水厂向现场供水的两条供水管线供水量仅为 2150m³/d，无法满足 5、6 号机组项目的施工和生活用水需求。故建设陆丰核电厂 5、6 号机临时海水淡化系统以解决施工和生活供水不足的问题。

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统建设临时海水淡化系统供水量为 4500m³/d（一期 3000m³/d，二期增加 1500m³/d），系统产水主要用于陆丰核电厂 5、6 号机建设期混凝土搅拌及养护、生活饮用等。临时海水淡化系统计划使用年限为 3 年，采用多介质过滤+二级反渗透系统生产淡水。

一、陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统建设内容包括：

（1）一期建设包含 6 台日产水 500m³/d 的主机（集成在 40 尺的集装箱中），目前集装箱设备已安装完成；二期计划于 2023 年年底根据供水情况进行安装，为 3 台日产水 500m³/d 的主机（集成在 40 尺的集装箱中）。

（2）厂区设置一个 500m³ 的原水箱、一个 360m³ 的产水箱。

（3）设置一个海水取水口及原水管，一期工程取水 7320m³/d，二期工程取水 3660m³/d。

（4）设置一个浓盐水排水口及浓水管，排水口位于当地最低潮位以下，采用三通管分散排放的方式，一期工程排放浓盐水 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d。

（5）在 5、6 号机组施工场所设置蓄水池 3000m³，供水管长约 2.4km。

临时海淡系统化学清洗废水收集后外运处理，不通过本项目排污口排放。

二、陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统工程组成及建设情况

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统主要由 9 座海水淡化集装箱（一期工程 6 座，二期工程 3 座）、1 个箱变站、1 个原水箱、1 个产水箱、1 个取水口及原水管线、1 个排水口及排水管线、输水管及蓄水池组成。项目组成详见下表：

表 2.1-1 临时海淡系统工程组成表

序号	工程类别	工程内容	备注
1	主体工程	海水淡化集装箱	一期工程 6 座（已安装完成），二期工程 3 座；为集成式海水淡化设备，集装箱内包括多介质过滤器、一级反渗透装置、二级反渗透装置以及相关水泵等
		取水口及原水管	取水口位于海水淡化厂南面的陆丰核电站一期工程 1、2 号机组取水明渠用海范围内。 ①取水口由 2m×2m×4.9m 的混凝土基础、3 台原水泵（2 用 1 备）、2 根 4m 长的取水管组成。 ②原水管连接取水口与原水箱，长约 90m、DN250。
		浓盐水排水口及浓水管	浓盐水排水口位于海水淡化厂南面海域。 ①浓盐水排水口末端采用三通管分散排放，排水点间隔 2m，位于当地低潮位以下； ②浓水管连接集装箱与浓盐水排水口，为 DN315 的 PE 管，长约 180m。
		原水箱	500m ³
		产水箱	360m ³
2	辅助工程	蓄水池	3000m ³ ，位于 5、6 号机组施工场所内
		输水管	DN250，长约 2.4km，连接海淡系统与蓄水池
3	公用工程	箱式变电站	1 座

三、建设地址：陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统主体工程位于陆丰核电站范围内。海水取水口位于陆丰核电站一期工程 1、2 号机组取水明渠用海范围内。浓盐水排水口位于海水淡化系统东南面海域，为陆丰核电站一期工程范围内海域。项目位置图见图 2.1-1。陆丰核电站一期工程宗海图见图 2.1-2。



图 2.1-1 项目地理位置图



图 2.1-2 陆丰核电站一期工程宗海图

四、周边环境和平面布置

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统位于陆丰核电厂南面，为陆丰核电站 5、6 号机组项目建设期混凝土搅拌及养护、生活饮用等提供用水，项目用地、用海均位于现有工程范围内。

目前陆丰核电站一期工程、5、6 号机组工程均处于施工状态，现场填海工程已全部完成。一期工程取水明渠、防洪工程已基本完成，本项目取水口位于核电站一期工程取水明渠内，由于核电站一期工程主体工程未完成施工及运营，且本项目取水量较小，区域有丰富的海水资源，因此临时海淡系统取水口布置不影响陆丰核电站一期工程取水。

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统平面布置见图 2.1-3、现场照片见图 2.1-4。



图 2.1-3 陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统平面布置图



海水淡化系统（集装箱式）



取水口



原水箱



排水口位置

图 2.1-4 现场照片

2.2 排污口的设置及源强

本项目入海排污口位于陆丰核电厂东南面海域，排放的废水为浓盐水。陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统产生的化学清洗废水收集后外运处理，不通过本项目排污口排放。项目排水口末端采用三通管分散排放，排水点间隔 2m，位于当地低潮位以下。

项目海水生产线最大淡水生产量为 4500m³/d（其中一期 3000m³/d、6 条生产线；二期 1500m³/d、3 条生产线）；项目抽取海水量 10980m³/d（其中一期工程抽取海水量 7320m³/d，二期工程抽取海水量 3660m³/d）；项目排放浓盐水 6750m³/d（其中一期工程排放 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d）。项目采用多介质过滤+二级反渗透系统生产淡水，海水浓缩倍数为 1.63 倍。

二期建成后，项目水平衡图见下图：

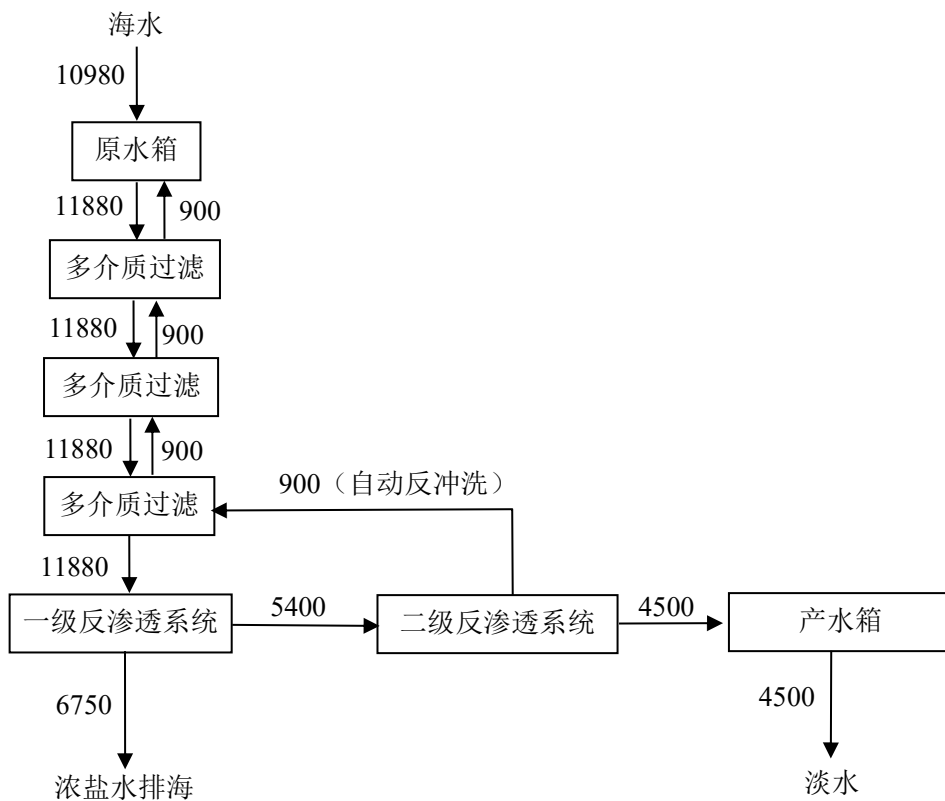


图 2.2-1 项目水平衡图（单位：m³/d）

根据自然资源部第一海洋研究所《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与

海洋环境动态监测》2021年12月、2022年1月、2022年2月份对项目附近海域的动态监测结果，其中L11站位位于本项目排水口附近，故取枯水期L11站位的平均值作为项目原海水水质状况的依据。

表 2.2-1 项目原海水水质状况 单位：(mg/L、盐度、水温除外)

环境指标 监测站位		水温 (°C)	盐度(‰)	无机氮	活性磷 酸盐	DO	COD _{Mn}	SS	石油 类
L11 (2021.12)	涨潮表 层	17.45	33.05	0.028	0.006	7.99	0.51	12.2	0.008
	涨潮底 层	18.06	33.17	0.064	0.007	8.07	0.51	13.4	/
	落潮表 层	17.05	33.02	0.021	0.005	7.72	0.27	9.8	0.008
	落潮底 层	17.97	33.11	0.03	0.005	8.00	0.40	10.8	/
L11(2022.1)	涨潮表 层	17.80	32.84	0.067	0.016	7.88	2.01	5.7	0.009
	涨潮底 层	17.95	33.28	0.069	0.019	7.78	2.07	4.2	/
	落潮表 层	17.92	32.88	0.021	0.007	7.85	1.63	10.6	0.007
	落潮底 层	17.79	32.88	0.025	0.007	7.94	1.38	5.7	/
L11(2022.2)	涨潮表 层	16.21	31.12	0.116	0.023	8.90	0.12	5.7	0.024
	涨潮底 层	15.69	30.95	0.115	0.022	9.02	0.28	6.2	/
	落潮表 层	17.74	30.85	0.024	0.008	8.86	0.30	2.1	0.007
	落潮底 层	15.89	30.94	0.02	0.007	9.53	0.36	4.7	/
平均值		17.29	32.34	0.05	0.011	8.295	0.82	7.59	0.011

根据表 2.2-1 中监测数据取平均值，污染物浓度为原海水的 **1.63 倍**，根据相关文献研究，按活性磷酸盐 (PO₄-P) =0.75 总磷换算，则项目排放的浓盐水中各污染物浓度见下表：

表 2.2-2 项目浓盐水污染物情况 单位：(mg/L、水温、pH 除外)

浓盐水污 染物	盐度(‰)	COD	无机氮	SS	活性磷酸 盐	总磷	水温 (°C)
排放浓度	52.71	1.34	0.08	12.37	0.018	0.027	不发生变化

项目排放口基本情况见表 2.2-3，排水口位置见图 2.2-1。

表 2.2-3 浓盐水排放口基本情况表

编号	污染源名称	排放口地理坐标		废水排放量 (万 t/a)	排放去向	排放规律	受纳水体信息		汇入受纳自然水体处地理坐标	
		经度	纬度				名称	功能目标	经度	纬度
W1	浓盐水排水口	115°49'9.387"E	22°44'25.407"N	246.375	直排近岸海域	连续	南海	二类水质	115°49'9.387"E	22°44'25.407"N

表 2.2-4 排污口排污情况

废水来源	废水量 (万 m ³ /a)	污染物	产生浓度	产生量	处理方式	排放浓度	排放量	排放去向
浓盐水排放口	246.375	盐度	52.71‰	/(未新增)	扩散排放	52.71‰	/(未新增)	排至海水中
		COD	1.34mg/L			1.34mg/L		
		无机氮	0.08mg/L			0.08mg/L		
		SS	12.37mg/L			12.37mg/L		
		总磷	0.027mg/L			0.027mg/L		



图 2.2-1 项目排水口位置图

2.3 区域污染源调查

本项目周边目前的海洋开发利用活动较少，主要为陆丰核电厂项目，包括 1、2 号机组项目、5、6 号机组项目、海洋工程基地水工码头、汕尾海洋工程基地（陆丰）等项目。

由于陆丰核电厂 1、2 号机组项目、5、6 号机组项目均处于施工期，海洋工程基地水工码头无入海排污口，因此陆丰核电厂区域目前无已建成入海排污口。在建、拟建入海排污口为陆丰核电厂 1、2 号、5、6 号机组项目的温水排水口，均为离岸深排，位于本项目排水口南面及西南面，最近距离约为 1.2km。

本项目东北面约 3km 为汕尾海洋工程基地（陆丰）项目，该项目配套陆丰市海工基地污水处理厂，设计处理能力为 1000t/d，采用改良型 A2/O 法处理区域生活污水，该项目入海排污口正在建设中。

3 排污口设置海域及其集水区环境概况

3.1 海域自然环境概况

3.1.1 海洋水文

3.1.1.1 基面关系

当地理论最低潮面在当地平均海平面下 0.9m，56 黄海平均海面在理论最低潮面上 0.623m，85 国家高程在理论最低潮面上 0.465m，本节除特别说明外，潮位基面均基于平均海平面。各基准面关系如图 3.1.1-1 所示。

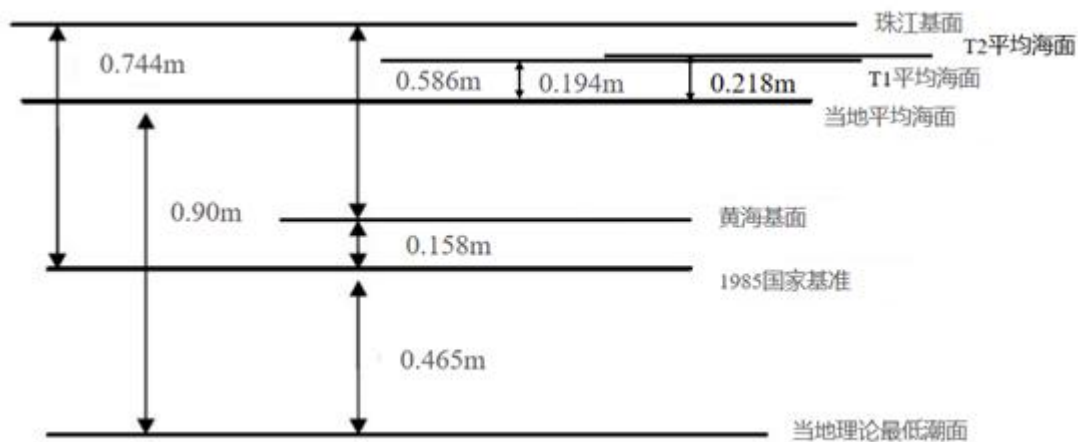


图 3.1.1-1 汕尾站基面关系图

3.1.1.2 潮位特征

潮位特征采用神泉站、甲子站和遮浪站的观测情况。潮位站的观测均开始于 2017 年 12 月 1 日 0 时，其中神泉站观测结束于 2017 年 12 月 20 日 12 时，观测日数共计 19 日；甲子站观测结束于 2017 年 12 月 21 日 15 时，观测日数共计 20 日；遮浪站观测结束于 2017 年 12 月 31 日 17 时，观测日数共计 30 日。

各站逐时潮位数据变化如图 3.1.1-2 所示(潮位基面基于平均海平面)，从图中可以看出各潮位站的潮位数据日周期变化明显，并在其上叠加有半日周期的小幅振荡。约 14 天周期的大一小潮变化显著，在观测期间，3 个验潮站大-小潮周期内的最低潮位相当，最高潮位以遮浪站为最高，甲子站次之，神泉站最低。

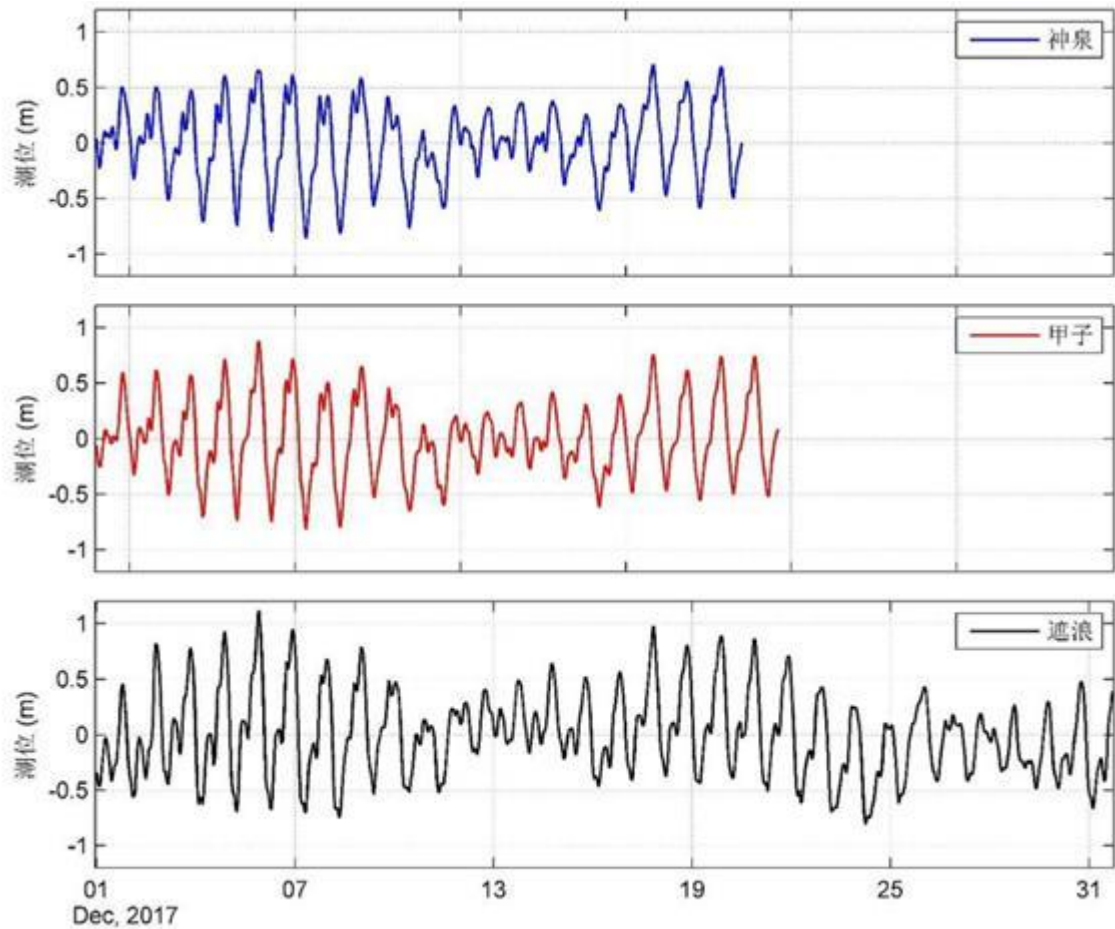


图 3.1.1-2 神泉、甲子、遮浪潮位站观测到的潮位变化

对神泉、甲子、遮浪这 3 个潮位站的数据资料进行统计，潮位特征如表 3.1.1-1 所示。

表 3.1.1-1 冬季潮位站短期潮位特征表（单位：m）

	神泉站	甲子站	遮浪站
最高潮位	0.72	0.90	1.12
最低潮位	-0.88	-0.80	-0.80
平均高潮位	0.46	0.51	0.64
平均低潮位	-0.56	-0.54	-0.48
最大潮差	1.46	1.64	1.84
平均潮差	1.01	1.05	1.13
平均涨潮历时 (h)	13.71	14.21	14.50
平均落潮历时 (h)	10.29	9.79	9.50

3.1.1.3 潮汐

所在海域的潮汐为正规全日潮，场址以西的海域则为不正规全日潮。观测期间，3 个站的平均潮差相当，均为 1.1m 左右；平均高潮位以遮浪站为最高为 0.64m，神泉站最低为 0.46m；平均低潮位以遮浪站最高为 -0.48m，神泉站最低为 -0.88m；观测海域的平均涨潮历时大于落潮历时，在 3 个验潮站中，甲子站的平均涨潮历

时和平均落潮历时均居中，分别为 14.21h 和 9.79h。

3.1.1.4 海流

本项目位于汕尾碣石湾近岸海区，其海流的主要驱动力为周期性的潮流和广东沿岸流。根据以往的水文观测及研究成果，粤东沿岸流受南海季风的影响显著，流向随季风风向变化，冬季为西南向流，夏季为东北向流；另一方面，夏季珠江径流量增大，珠江冲淡水在强西南季风的驱动下得以向东扩展，对粤东近岸的海流和盐度分布产生影响。

3.1.1.5 盐度

根据遮浪站 1961~2006 年的表层海水盐度资料统计，得到该站逐月表层海水盐度特征值如表 3.1.1-2。

表3.1.1-2 遮浪海洋站1961~2006 年逐月表层海水盐度(‰)特征值

月份 项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均盐度	32.2	32.3	32.9	33.2	33.2	32.0	31.8	32.1	32.5	33.0	32.8	32.2	32.5
最高盐度	34.0	34.8	34.8	34.5	35.5	35.0	35.0	35.3	35.1	35.6	35.2	35.1	35.6
最低盐度	27.3	28.5	28.6	25.1	19.2	17.0	20.3	15.9	18.7	27.9	28.8	24.0	15.9

3.1.2 地形地貌

区域海域地貌类型包括海积平原、侵蚀陡坎、沙滩、近岸水下浅滩和水下岸坡等类型。海岸类型为沉积型沙质海岸，岸线为东北-西南走向，岸线比较稳定，海岸沙滩比较宽缓，海岸沙堤高程 1-2m。沙堤向陆内侧为防护林带。

碣石半岛南端地质地貌基础为花岗岩经侵蚀剥蚀形成的低丘陵，几个丘峰(如田尾山、狮山头)高程数十米至 100 余米，呈西北~东南向排列，丘陵表面为花岗岩风化残积层(粘土伴碎石)，并暴露有大量石蛋，地形崎岖。

田尾山花岗岩丘陵北部为碣石泻湖(含泻湖和泻湖平原)，高程 2.0m 以下；东北面为海岸沙坝、沙丘(高程 10 余米)和沙地(高程数米)，地形向西北方倾斜。

花岗岩丘陵南部为典型的岬湾海岸，有 4 个岬角向海突出，它们长年承受波浪冲击，岩体暴露。岬角之间分布三个海湾，其中以田尾大湾(西部)地貌组合比较复杂，该湾内部及湾缘有较大规模的沙坝和海滩分布，但受丘陵区流出的小河切割，形态破碎。海滩为西北~东南走向，略呈弧形，它承受着 SSW 向波浪的长

期作用,前滨坡度 $7^{\circ}\sim 8^{\circ}$,为偏反射型海滩,由细砂组成。海滩向上以高度 1.5~2.0m 之陡坎过渡至滩肩上部,沉积物为砾砂或粗砂。

田尾岬角以外海床,在水深 15m 以内,水下地形仍呈岬角形状,再外等深线逐步呈东—西向分布。由于东桔礁的存在,使海礁岛周围水流湍急,泥沙难于积聚,致使 20m 等深线向北突出,离岸距离仅有 800m,为深层陆架水入侵的范围。

3.1.3 主要航道

项目不涉及航道,附近海域海上交通较为繁忙,主要有粤东海域区域内、粤东海域连接珠三角、以及粤东海域连接华南地区的海上运输航线。风电场北侧海甲航道和大星角甲子航道,这两条航线也与风电场项目路由相交越;另外,项目西北侧近岸海域存在碣石湾与海甲航道相连的航行通道,大星角甲子航道北侧存在煤电厂码头进出航道,项目东北侧神泉港海域存在神泉港与海甲航道相连的神泉港连港航道(图 3.1.3-1)。



图 3.1.3-1 项目附近主要航道示意图

3.1.4 渔业资源

根据《中国海洋志第九分册(中国东部海洋)》(海洋出版社,1998),海洋捕捞是碣石湾沿海居民传统的海洋产业之一。碣石湾渔港众多是渔业发展的基础。湾外不远是汕头渔场、甲子渔场和汕尾渔场。金厢鱿鱼饮誉海内外。

由于近海捕捞过度,近海鱼类资源衰退,渔获物中杂鱼及小鱼增加,而价值较高的经济鱼类减少。因此,海洋渔业发展要坚持“以养为主、养捕结合、多种

经营、全面发展”的方针，保护和利用近海水产资源，积极向外海发展，开展资源增殖，发展增养殖业，逐步实现近海渔业农牧化。要积极发展外海捕捞，与现有大马力的渔船进行改造，增加投资，组织一支由国营渔业公司的沿海县市参加的外海捕捞队，开辟外海渔场，形成渔业基地。东沙群岛离碣石湾较近，如能改进捕捞作业，则可利用该海域资源。东沙群岛以北和以西海域水深为 100~200m，海域面积 $1 \times 10^4 \text{km}^2$ ，蕴藏着竹筴鱼、狭头鲐及红贝圆鳐等中、上层鱼类资源，为底拖网和流刺网捕捞渔场。

3.1.5 岛礁资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岸线自陆丰与惠来县南海农场交界处至海丰县小漠乌山全长 455.2 公里。全国著名的汕尾渔场，面积达 3.5 万平方公里。其中属大陆架内的海洋国土面积 2.39 万平方公里，相当于汕尾市陆地国土面积的 4.5 倍。据《中国海岛志·广东卷第一册》记载，汕尾市近海海域有岛（礁）311 个，其中有居民岛 2 个，无居民岛（礁）309 个。海岛总面积 79.6 平方公里，岛岸线长 12.82 公里，面积大于或等于 500 平方米的岛（礁）93 个。根据 2005 年版《海丰县志》和 2007 年版《陆丰县志》记载的岛屿名录共有 74 个。其中陆丰县 17 个。具体名称是：陆丰县：甲子屿岛、叠石岛、东白礁岛屿、大礁母岛、宫仔岛、赤礁东岛、大士岛、羊仔岛、北士岛、渔翁礁、眼礁岛、东桔礁岛、西桔礁岛、刺礁岛、头干岛、白礁岛、黑大礁岛。

汕尾市位于海岛保护区的粤东区，规划范围有 2 个区，分别是红海湾区、甲子湾—碣石湾沿岸区。该区域共有海岛 428 个，其中，有居民海岛 2 个，无居民海岛 424 个，列入国家第一批可开发利用无居民海岛有 2 个。

靠近项目的无居民海岛属于甲子湾—碣石湾沿岸区，有红厝礁、北士岛、水牛坟角、北士一岛、北士二岛、北士三岛、北士四岛、锣锅头、三洲澳东岛、三洲澳南岛、三洲澳西岛、三洲澳岛、鸟石礁、大马礁、大马南一岛、大马南二岛、后耳礁、蚊帐礁、渔翁礁、眠礁、两峡礁、东桔礁、东桔东岛、浪泡石。

3.2 区域社会经济状况

汕尾市位于广东省东南部沿海，莲花山南麓，珠江三角洲东岸，与台湾一水之隔，为海峡西岸经济区连接粤港澳大湾区桥头堡。汕尾市东邻揭阳市惠来县，西连惠州市惠东县，南濒南海，临红海湾和碣石湾，北接梅州市五华县和河源市紫金县，总面积 4865.05 平方公里（包括深汕合作区）。大陆沿海岸线（包括深汕合作区）长 455.2 公里，占全省岸线长度的 11.1%。大陆架内（即 200 米水深以内）海域面积（包括深汕合作区）2.39 万平方公里，相当于陆地面积的 4.5 倍。

1988 年，经国务院批准在原海丰、陆丰两县行政区域上设置地级汕尾市。至 2019 年末，有旅居港澳台同胞和海外侨胞 140 万余人。汕尾是一片红色故土、革命老区。是全国 13 块红色革命根据地之一，中国第一个县级苏维埃政权诞生地。全市 4 个县（市、区）均为一类革命老区县。全市海岸线长 455 公里，居全省第二位；海岛数量 881 个，居全省第一位，是南海优良渔场。拥有中国大陆最大的滨海潟湖——品清湖。

2021 年末，全市常住人口 268.69 万人，比上年末增加 1.75 万人，其中城镇常住人口 154.66 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）57.56%，比上年末增加 2.18 万人。年末户籍人口 356.43 万人，其中城镇人口 178.97 万人，占户籍人口的比重 50.21%。

经广东省统计局统一核算，2021 年汕尾实现地区生产总值（初步核算数）1288.04 亿元，比上年增长 12.7%。其中，第一产业完成增加值 175.08 亿元，增长 11.4%，对地区生产总值增长的贡献率为 12.7%；第二产业增加值 498.96 亿元，增长 16.8%，对地区生产总值增长的贡献率为 48.9%；第三产业增加值 614.00 亿元，增长 10.0%，对地区生产总值增长的贡献率为 38.4%。三次产业结构为 13.6:38.7:47.7，第二产业比重提高 1.7 个百分点。人均地区生产总值 48095 元（按年平均汇率折算为 7455 美元），增长 12.7%。

4 海洋环境质量现状调查与评价

4.1 水文动力环境现状调查与评价

4.1.1 调查站位及内容

4.1.1.1 调查站位

本次水文动力环境现状调查采用自然资源部第一海洋研究所《陆丰核电厂2019-2024年度施工期海域使用与海洋环境动态监测》中2022年4月进行的调查。

共布设4个定点海流观测站和1个潮位观测站（潮位站与测流同步观测），具体站位坐标见表4.1.1-1，站位示意图4.1.1-1。

表 4.1.1-1 水文观测站位表

站位	经度		纬度		观测项目
C4	115	51.612	22	45.457	海流、温盐、悬沙
C7	115	49.138	22	37.772	海流、温盐、悬沙
C9	115	46.802	22	48.541	海流、温盐、悬沙
C10	115	46.52	22	43.824	海流、温盐、悬沙

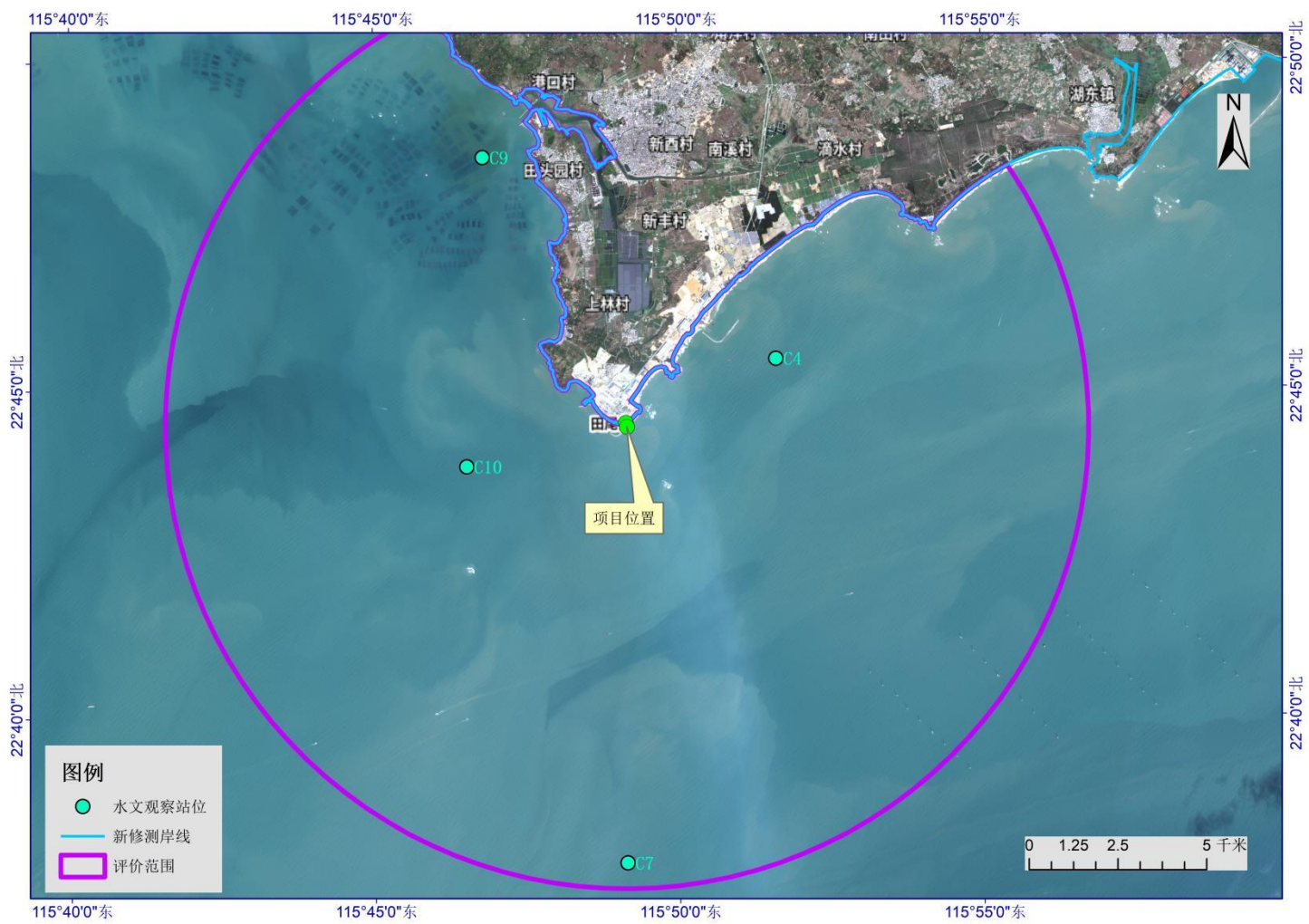


图 4.1.1-1 水文观察站位分布图

4.1.1.2 测验内容

此次观测内容有流速、流向、悬沙、水深、海面简易气象（包括风速、风向、海况等）等内容。

4.1.1.3 测验方式

在大潮期间对各站位的海流进行多船同步周日连续观测，连续观测时间为25小时。

(1)定位

多船同步观测中使用具有足够精度的GPS进行定位，以保证不偏离设计观测站位。

(2)水深

各测点每次观测前及观测结束后，用测深绳测量水深，取两次观测平均值。

(3)海流

观测层次：4个测验站按三点法观测，即表、0.6H（H为整点时刻实测水深）、底层。

观测频次：大潮25小时连续观测，每小时整点观测一次。

观测仪器：采用的仪器为挪威诺泰克公司生产的小阔龙流速仪。该仪器为自容式，采集时间间隔均为每分钟记录一次，整点时将仪器下放至海底，观测时保证仪器在每一层次保持约5min，逐层观测结束后将仪器放置于表层水面，连续记录表层潮流和温度。观测结束后，根据仪器压力值的变化，筛选出各层逐时的实测海流流速、流向值。

4.1.1.4 观测时间

大潮观测时间为2022年4月22日19:00-2022年4月23日20:00（农历三月二十二~二十三）。

4.1.1.5 资料处理

采用小阔龙流速仪观测时，采集时间间隔为每分钟记录一次，整点时将仪器下放至海底，观测时保证仪器在每一层次保持约3min，逐层观测结束后将仪器放置于表层水面，连续记录表层潮流。观测结束后，根据仪器压力值的变化，筛选出各层逐时的实测海流流速、流向值。观测时保证仪器在每一层次保持约3分钟，根据仪器压力值的变化，筛选出各层实测海流流速、流向值。

海流数据经磁偏角订正使用。

各测站每 2 小时复核一次站位，两次观测未发现观测船移位现象，各站站位坐标均按实测值，未予改正。

4.1.2 海流观测与分析

本次海流观测共布设 4 个海流站，按三点法观测，即表、0.6H(H 为整点时刻实测水深)、底层。海流观测使用仪器为小阔龙海流计。以下海流数据主要根据各站实测数据进行分析计算。

4.1.2.1 流速、流向过程线

根据流速、流向观测记录过程线，将实测海流数据进行适当地修正后，流速、流向过程曲线图和编制海流观测报表，并进行海流数据分析。

4.1.2.2 海流在平面上的分布

表 4.1.2-1 为各站实测涨落潮流的平均流速、流向，图 4.1.2-1~4.1.2-4 为观测期间各站垂线平均流速流向矢量图。由表 4.1.2-1 及图 4.1.2-1~4.1.2-4 可以看出，观测期间，整个海湾内海流呈现一定的往复流的性质，C4 站和 C7 站主流向为 NE~SW 向，C9 和 C10 站主流向为 SE~NW 向。涨、落潮流平均流速及流向以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速，其变化范围落潮流为 5~16cm/s，涨潮流变化范围为 6~11cm/s。由表 4.1.2-1 可知，观测期间，C7 站涨潮平均流速最大，C10 站涨潮平均流速最小，C10 站落潮平均流速最大，C7 站落潮平均流速最小。

各站中，观测期间，C4，C7 和 C9 站涨潮流平均流速大于落潮流平均流速；C10 站落潮流平均流速大于涨潮流平均流速。

观测期间，落潮流平均流速最大为 16cm/s，流向为 125°，出现在 C10 站，涨潮流平均流速最大为 11cm/s，流向为 36°，出现在 C7 站。最大涨、落潮流流速及流向由表 4.1.2-1 可以看出，观测期间，垂线平均的落潮流流速的变化范围为 9~24cm/s，最大值为出现在 C10 站，流向为 126°，垂线平均的涨潮流流速的变化范围在 10~28cm/s，最大值为出现在 C4 站，流向为 53°。

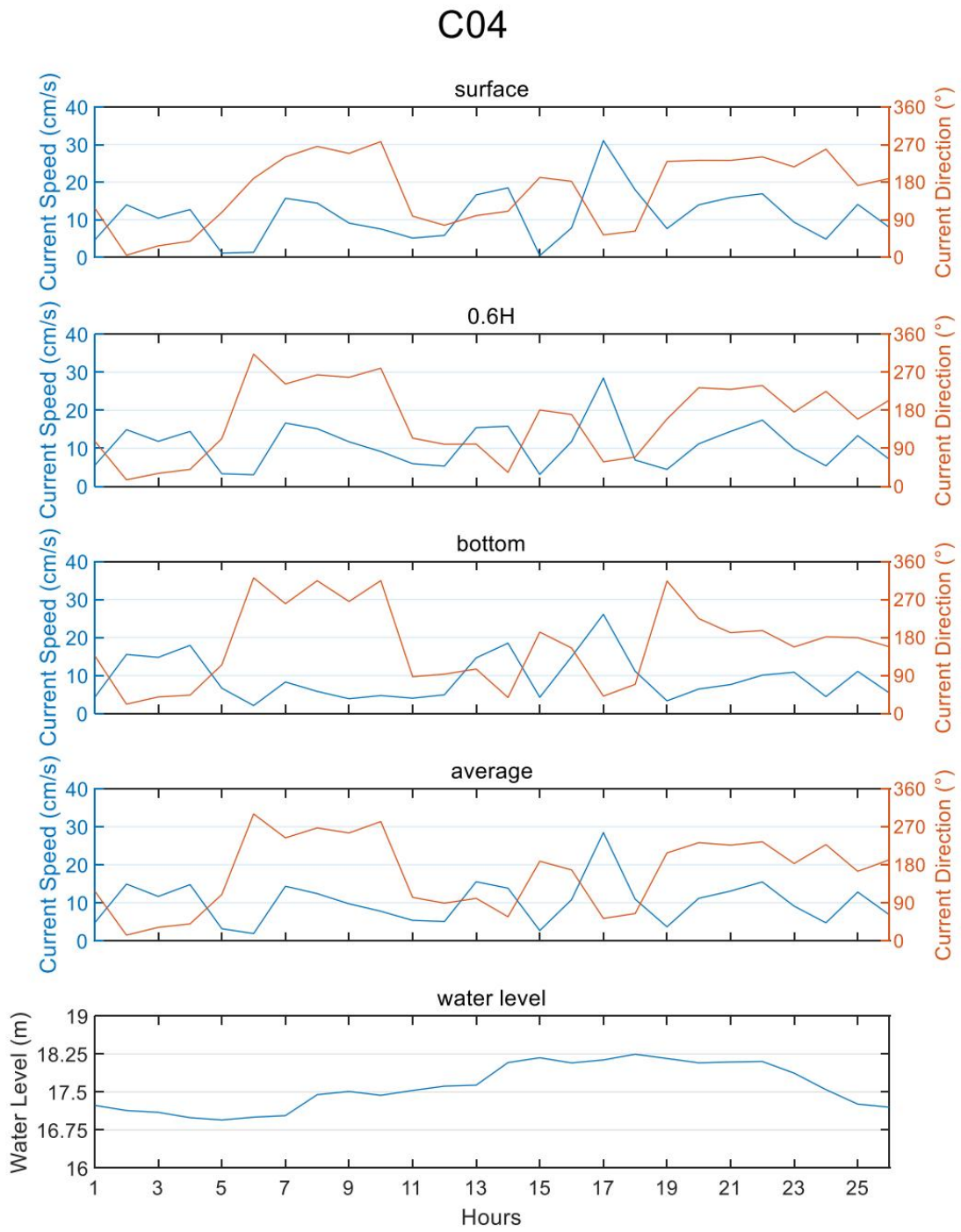


图 4.1.2-1 C4 站流速过程曲线图

C07

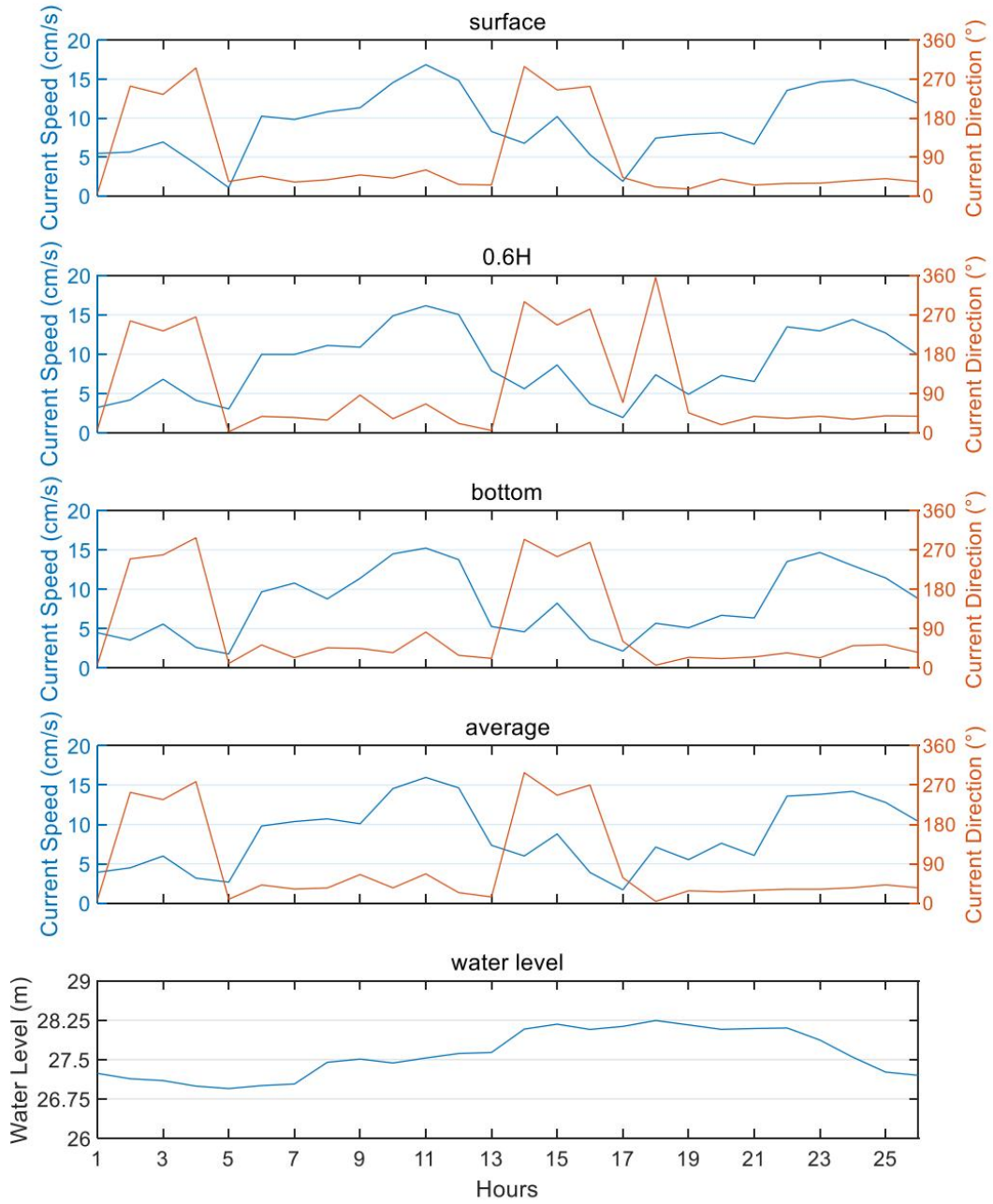


图 4.1.2-2 C7 站流向过程曲线图

C09

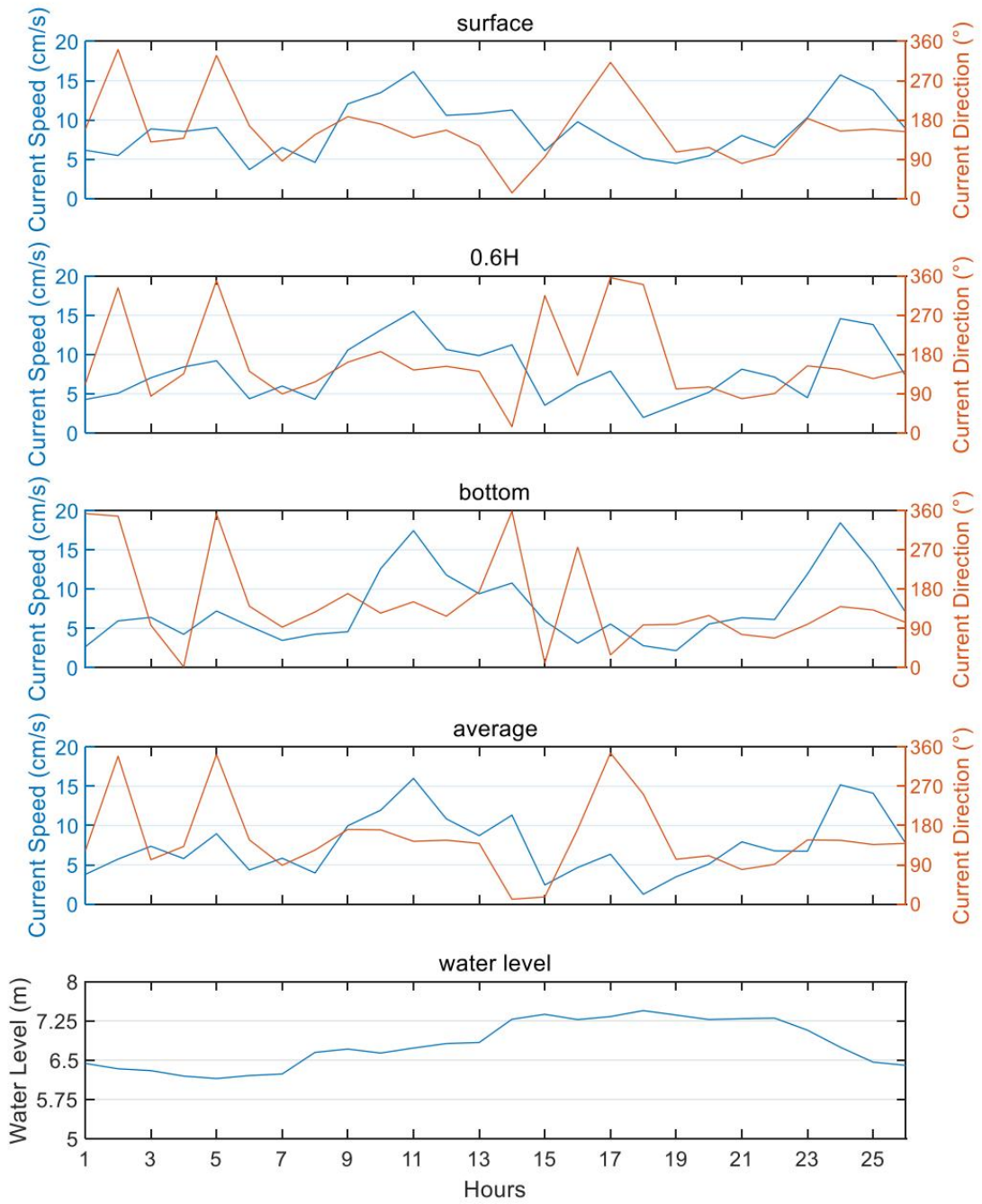


图 4.1.2-3 C09 站流速过程曲线图

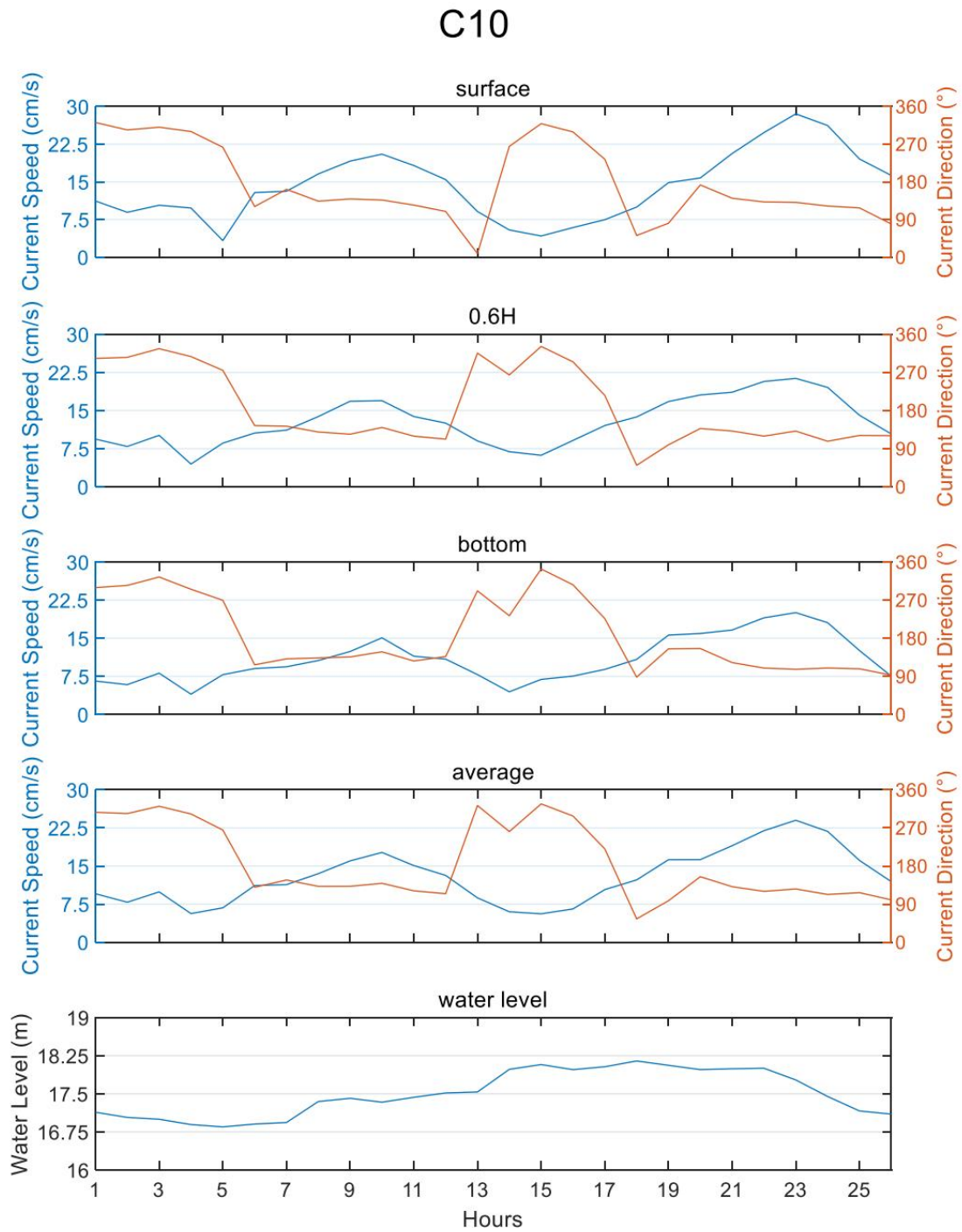


图 4.1.2-4 C10 站流速过程曲线图

4.1.2.3 海流在垂向上的分布

观测中,海流流速的最大值均出现在表层,流速基本上均自表至底逐渐减小,流向在垂直线上的分布比较一致。

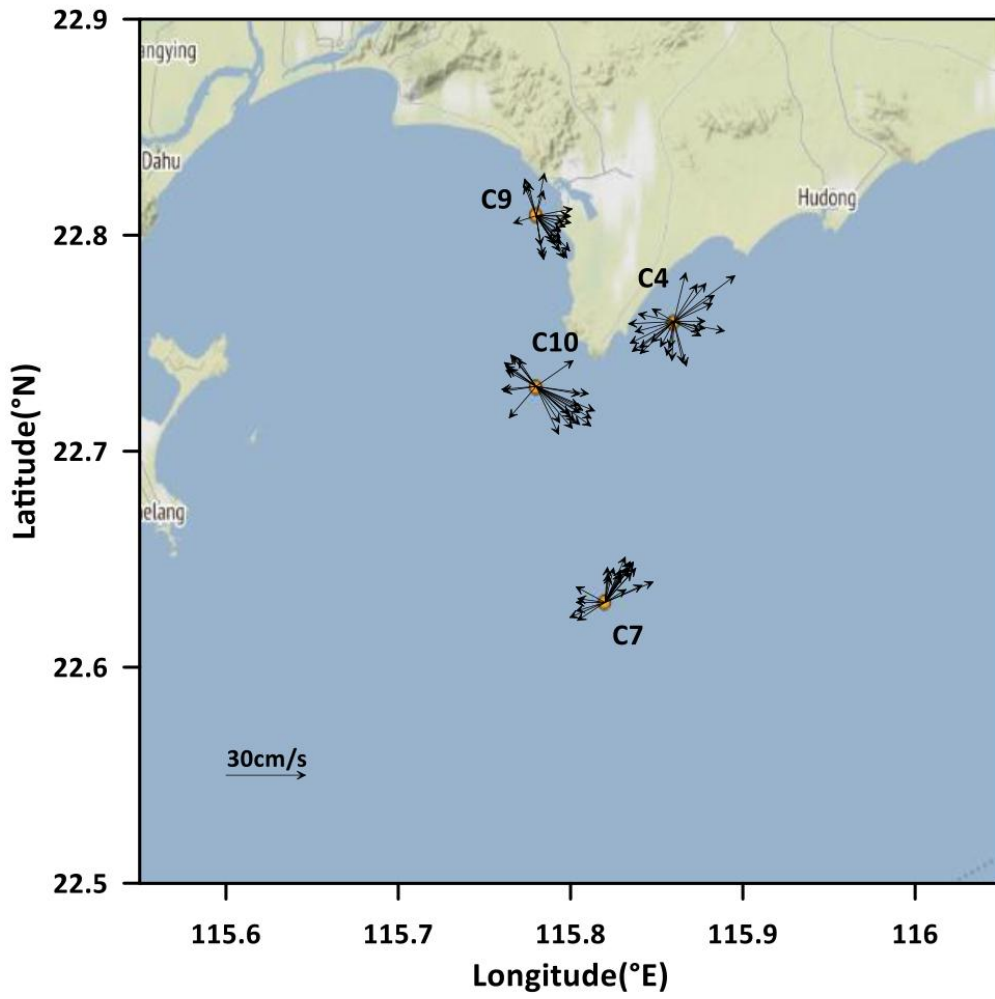


图 4.1.2-5 观测期间各站垂线平均海流矢量图

表 4.1.2-1 各站实测涨、落潮流平均及最大流速 V(cm/s)流向 (°)

站 位	项 层 次 目	平均流速				最大流速			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
C4	表层	11	65	9	233	31	54	17	240
	0.6H	10	58	9	231	28	58	17	239
	底层	10	56	4	211	26	41	11	180
	平均	10	59	8	230	28	53	15	234
C7	表层	11	36	6	260	17	60	10	245
	0.6H	10	36	5	260	16	66	9	247
	底层	10	39	4	269	15	82	8	255
	平均	11	36	5	261	16	67	9	247
C9	表层	8	342	7	148	11	13	16	140
	0.6H	8	357	6	133	11	15	16	144
	底层	7	0	6	120	11	358	18	140
	平均	8	353	6	135	11	11	16	144
C10	表层	7	306	18	127	11	322	29	131
	0.6H	7	295	15	125	12	216	21	131
	底层	5	295	13	126	9	226	20	107
	平均	6	297	16	125	10	220	24	126

4.1.2.4 潮流状况

将经过磁差等订后的实测海流资料，按照《海洋调查规范》的方法，在计算机上分别对大潮的海流观测资料根据《潮汐和潮流的分析和预报》（方国洪、郑文振、陈余庸，海洋出版社）中最小二乘法进行了潮流准调和和分析计算，计算所得潮流调和常数及椭圆要素以表格的形式给出，各站位调和和分析结果见表 4.1.2-2~4.1.2-5。

表 4.1.2-2 C4 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O ₁	59	4.9	151.1	4.9	5	306.2	0.5	4.8	-0.96
	K ₁	104	2.6	196.1	2.6	2.6	306.2	3.4	2.5	-0.96
	M ₂	138	8	106	15.4	16.9	65	3.9	3.9	0.23
	S ₂	166	3.4	133.9	6.6	7.3	65	4.7	1.7	0.23
	M ₄	315.3	10.9	28.7	13.8	14.5	64.8	0.2	10	-0.68
	Ms ₄	343.3	9.4	56.7	11.9	12.5	64.8	0.7	8.6	-0.68
0.6 H	O ₁	64.4	6.1	185.7	2.1	6.2	349	4.4	1.8	-0.28
	K ₁	109.3	3.2	230.6	1.1	3.3	349	7.1	0.9	-0.28
	M ₂	126.7	8.5	107.4	14.9	17	61	3.9	2.5	0.14
	S ₂	154.6	3.6	135.4	6.4	7.3	61	4.7	1.1	0.14
	M ₄	283.2	6.4	20.6	14	14.1	94.3	0.4	6.4	-0.45
	Ms ₄	311.1	5.5	48.5	12.1	12.1	94.3	0.9	5.5	-0.45
底层	O ₁	79.2	6.6	159.5	2.7	6.6	4.6	5.8	2.6	-0.4
	K ₁	124.1	3.5	204.5	1.4	3.5	4.6	8.4	1.4	-0.4
	M ₂	141	7.3	110.8	10	12	55.1	4.2	3.1	0.26
	S ₂	168.9	3.1	138.8	4.3	5.2	55.1	5	1.3	0.26
	M ₄	271.2	5.7	351.9	8.1	8.2	257.6	2.8	5.6	-0.68
	Ms ₄	299.1	4.9	19.9	6.9	7	77.6	0.2	4.8	-0.68

表 4.1.2-3 C7 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O ₁	186.6	3.6	155.7	2.2	4.1	29.7	12.8	1	0.24
	K ₁	231.6	1.9	200.7	1.2	2.2	209.7	2.9	0.5	0.24
	M ₂	324.1	8.8	316.2	10.4	13.6	229.9	4.8	0.9	0.07
	S ₂	352.1	3.8	344.2	4.5	5.8	229.9	5.6	0.4	0.07
	M ₄	79.4	7.8	53.8	9.2	11.8	50	1.1	2.6	0.22
	Ms ₄	107.4	6.7	81.8	7.9	10.1	50	1.6	2.3	0.22
0.6 H	O ₁	178.4	3.7	151.1	1.7	4.1	23.4	12.5	0.7	0.18
	K ₁	223.3	2	196.1	0.9	2.1	203.4	2.6	0.4	0.18
	M ₂	325.5	7.6	315.9	10.1	12.6	233.3	4.8	1	0.08
	S ₂	353.5	3.3	343.8	4.3	5.4	233.3	5.6	0.4	0.08
	M ₄	76.8	8.8	50.3	6.5	10.6	35.5	1.2	2.4	0.22
	Ms ₄	104.7	7.5	78.3	5.6	9.2	35.5	1.6	2	0.22
底层	O ₁	181.1	3	146.6	1.9	3.4	30	12.3	0.9	0.27
	K ₁	226	1.6	191.5	1	1.8	210	2.5	0.5	0.27
	M ₂	314.9	6.9	319.1	9.5	11.8	234.1	4.7	0.4	-0.03
	S ₂	342.9	3	347	4.1	5.1	234.1	5.5	0.2	-0.03
	M ₄	85.3	4	50.3	8.2	8.8	66.8	1	2.1	0.24
	Ms ₄	113.2	3.4	78.3	7	7.6	66.8	1.4	1.8	0.24

表 4.1.2-4 C9 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O ₁	305.1	1.2	145.3	1.3	1.7	133.6	9.7	0.3	0.18
	K ₁	350	0.6	190.3	0.7	0.9	313.6	0	0.2	0.18
	M ₂	174.2	8	0.5	4	8.9	333.2	6.1	0.4	0.05
	S ₂	202.1	3.4	28.5	1.7	3.8	153.2	0.8	0.2	0.05
	M ₄	166.5	7.8	148.1	3.4	8.4	23	2.8	1	0.12
	MS ₄	194.5	6.7	176.1	2.9	7.3	203	0.2	0.9	0.12
0.6 H	O ₁	288.4	2.9	237.3	1.1	3	194.5	7.5	0.8	0.28
	K ₁	333.4	1.5	282.3	0.6	1.6	194.5	9.9	0.4	0.28
	M ₂	167.6	9.5	347.1	3	10	342.8	5.8	0	0
	S ₂	195.6	4.1	15.1	1.3	4.3	162.8	0.5	0	0
	M ₄	184.5	6.5	94.2	2.2	6.5	179.9	0.1	2.2	0.34
	MS ₄	212.5	5.6	122.2	1.9	5.6	179.9	0.6	1.9	0.34
底层	O ₁	319.4	2.2	222.8	2.2	2.3	308.1	0.6	2.1	0.89
	K ₁	4.4	1.1	267.7	1.2	1.2	308.1	3.5	1.1	0.89
	M ₂	158.1	8.7	338.5	5.8	10.4	326.2	5.5	0	0
	S ₂	186.1	3.7	6.4	2.5	4.5	146.2	0.2	0	0
	M ₄	215.5	8.2	13	4.9	9.4	149.9	0.5	1.6	-0.17
	MS ₄	243.5	7	41	4.2	8.1	149.9	1	1.4	-0.17

表 4.1.2-5 C10 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O ₁	11	5.5	219.9	7.2	8.8	306	2.1	2.2	0.25
	K ₁	56	2.9	264.8	3.8	4.7	306	5	1.1	0.25
	M ₂	119.5	16.8	316.4	17.2	23.8	314.3	4.4	3.5	0.15
	S ₂	147.4	7.2	344.4	7.4	10.2	314.3	5.2	1.5	0.15
	M ₄	100.5	4.3	52.5	10	10.5	72.5	1	3.1	0.29
	MS ₄	128.5	3.7	80.4	8.6	9	72.5	1.5	2.6	0.29
0.6 H	O ₁	16.8	4.1	223.5	7.8	8.6	296.1	2.7	1.6	0.19
	K ₁	61.8	2.2	268.4	4.1	4.6	296.1	5.5	0.9	0.19
	M ₂	116.9	12.3	301.9	16.8	20.8	306.2	4.1	0.9	0.04
	S ₂	144.9	5.3	329.9	7.2	8.9	306.2	4.9	0.4	0.04
	M ₄	236.1	1.1	59.5	5.1	5.3	101.8	1	0.1	0.01
	MS ₄	264.1	0.9	87.5	4.4	4.5	101.8	1.5	0.1	0.01
底层	O ₁	3.1	6.2	242.4	6.9	8.1	308.4	2.8	4.5	0.56
	K ₁	48	3.3	287.3	3.7	4.3	308.4	5.5	2.4	0.56
	M ₂	110.1	10.5	304.3	13.7	17.1	307.3	4.1	2.1	0.12
	S ₂	138	4.5	332.3	5.9	7.4	307.3	4.9	0.9	0.12
	M ₄	260.9	4.4	50.4	3.5	5.4	142.6	1.2	1.4	-0.26
	MS ₄	288.8	3.8	78.4	3	4.7	142.6	1.7	1.2	-0.26

4.1.2.5 潮流性质

按《海港水文规范》潮流可分为规则的、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}<0.5$ 为规则半日潮流

$0.5<(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}<2.0$ 为不规则半日潮流

$2.0<(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}<4.0$ 为不规则全日潮流

$(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}>4.0$ 为规则全日潮流

$(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和计算分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 4.1.2--6。

表 4.1.2-6 各站潮流类型判别数 $(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}$

项目 \ 站位号		C4	C7	C9	C10
$(W_{0I}+W_{KI})/W_{M2}$	表层	0.45	0.46	0.29	0.57
	0.6H	0.56	0.49	0.46	0.63
	底层	0.84	0.44	0.34	0.73

观测海区 C7、C9 站各层潮流类型判别数均小于 0.5，潮流性质为规则半日潮，其余各站各层潮流类型判别数大于 0.5，潮流性质主要表现为不规则半日潮流。

4.1.2.6 潮流的运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当 $|K|=1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K|=0$ 时，潮流椭圆为一直线，海水在一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K|$ 值通常在 0-1 之间， $|K|$ 值越大，旋转流的形式越显著，问值越小，往复流的形式越显著。由于观测海域基本为半日潮流类型，因此，主要以 M2 分潮流的椭圆率来对潮流运动形式作近似分析。各分潮流椭圆率计算结果见表 4.1.2-7。潮流的旋转方向，通常是以旋转率 K 前面的符号来判断。 K 前面为“+”，表示潮流逆时针旋转（左旋）， K 前面为-说明潮流是顺时针旋转（右旋）。

表 4.1.2-7 各站各层 M2 分潮流的 k 值表

项目	C4	C7	C9	C10
表层	0.23	0.07	0.05	0.15
0.6H	0.14	0.08	0.01	0.04
底层	0.26	-0.03	0.01	0.12

由表可知，C4、C7 和 C9 各站各层地分潮流的 $|A|$ 值 0.01~0.26 之间，潮

流运动形式以往复流为主。

4.1.2.7 潮流最大可能流速

潮流的可能最大流流速一般按下列公式计算：

规则半日潮流海区：

$$\bar{V}_{max} = 1.29\bar{W}_{M_2} + 1.23\bar{W}_{S_2} + \bar{W}_{K_1} + \bar{W}_{O_1} + \bar{W}_{M_4} + \bar{W}_{MS_4}$$

规则全日潮流海区：

$$\bar{V}_{max} = \bar{W}_{M_2} + \bar{W}_{S_2} + 1.68\bar{W}_{K_1} + 1.46\bar{W}_{O_1}$$

上式中： \bar{W}_{M_2} 、 \bar{W}_{S_2} 、 \bar{W}_{K_1} 、 \bar{W}_{O_1} 、 \bar{W}_{M_4} 、 \bar{W}_{MS_4} 分别表示 M_2 、 S_2 、 O_1 、 K_1 、

M_4 、 MS_4 分潮流的最大流速。

对于不规则半日潮流和不规则全日潮流海区，采用上两式中的较大值，计算结果列入表 4.1.2-8。由表可以看出，测区潮流最大可能流速 C10 站表层最大，为 75.6cm/s，方向为 298.8°。

4.1.2.8 潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离一般按下列公式计算：

规则半日潮流海区：

$$\bar{L}_{max} = 183.6\bar{W}_{M_2} + 169.1\bar{W}_{S_2} + 274.3\bar{W}_{K_1} + 295.9\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

规则全日潮流海区：

$$\bar{L}_{max} = 142.3\bar{W}_{M_2} + 137.5\bar{W}_{S_2} + 460.8\bar{W}_{K_1} + 432.0\bar{W}_{O_1}$$

以上公式中： \bar{W}_{M_2} 、 \bar{W}_{S_2} 、 \bar{W}_{K_1} 、 \bar{W}_{O_1} 、 \bar{W}_{M_4} 、 \bar{W}_{MS_4} 分别表示 M_2 、 S_2 、 O_1 、 K_1 、 M_4 、 MS_4 分潮流的最大流速。

对于不规则半日潮流和不规则全日潮流海区，采用上两式中的较大值，计算结果列入表 4.1.2-8，由表可知，测区水质点的最大可能运移距离 C10 站表层最大，为 11502.9m。

表 4.1.2-8 各站可能最大流速和水质点可能最大运移距离

站位	项目 层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速(cm/s)	方向()	距离 (m)	方向()
C4	表层	64.3	74.1	7552.5	88
	0.6H	57.2	61.4	6934.9	35.5
	底层	46.2	47.4	6962.2	29.2
C7	表层	55.6	226.5	6919.4	222
	0.6H	51.1	221.1	6491.1	217.3
	底层	44.7	234.6	5638.4	227.1
C9	表层	32	352.6	3642.4	340.3
	0.6H	36.4	354.3	4724.2	358.9
	底层	41.6	325.4	4834.9	321.4
C10	表层	75.6	298.8	11502.9	303.9
	0.6H	67.2	299.7	10643.9	299.1
	底层	59.9	310.2	9600.3	309.1

4.1.3 余流

按调和和分析得出观测期间各测站的余流情况见表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 各站各层大潮期余流流速流向

站位	项目 层次	大潮期	
		流速(cm/s)	方向(°)
C4	表层	1.40	168.70
	0.6H	1.10	165.10
	底层	3.20	84.20
C7	表层	7.20	26.90
	0.6H	6.50	27.50
	底层	6.40	29.80
C9	表层	5.50	145.50
	0.6H	4.80	122.50
	底层	4.50	107.30
C10	表层	8.30	125.50
	0.6H	6.80	125.00
	底层	6.00	129.00

余流流速：本次观测海域余流流速，大潮期各站各层余流流速在 1.4~8.3cm/s 之间，最大余流流速出现在 C10 站表层，流向为 125.5°。

余流流向：C4、C9、C10 余流流向以偏东南向为主，C7 以偏东北向为主。

垂向上各层余流流速逐渐减小，流向基本一致。

小结:

(1)整个海湾内海流呈现一定的往复流的性质，C4 站和 C7 站主流向为 NE~SW 向，C9 和 C10 站主流向为 SE~NW 向。

(2)观测期间，C7 站涨潮平均流速最大，C10 站涨潮平均流速最小，C10 站落潮平均流速最大，C7 站落潮平均流速最小。各站中，观测期间，C4，C7 和 C9 站涨潮流平均流速大于落潮流平均流速；C10 站落潮流平均流速大于涨潮流平均流速。观测期间，落潮流平均流速最大为 16cm/s，流向为 125°，出现在 C10 站，涨潮流平均流速最大为 11cm/s，流向为 36°，出现在 C7 站。

(3)海流流速的最大值均出现在表层，流速基本上均自表至底逐渐减小，流向在垂直线上的分布比较一致。

(4)C4、C7 和 C9 各站各层 M2 分潮流的网值 0.01~0.26 之间，潮流运动形式以往复流为主。（潮流最大可能流速 C10 站表层最大，为 75.6cm/s，方向为 298.8°，测区水质点的最大可能运移距离 C10 站表层最大，为 11502.9m。

(5)大潮期各站各层余流流速在 1.4~8.3cm/s 之间，最大余流流速出现在 C10 站表层，流向为 125.5°。C4、C9、C10 余流流向以偏东南向为主，C7 以偏东北向为主。垂向上各层余流流速逐渐减小，流向基本一致。

4.1.4 悬沙

本次悬浮泥沙观测与海流观测同时进行，在项目附近设置 4 个观测站，具体位置见图 4.1.1-1。采样频次为每 2 个小时 1 次，各站采用三点法进行悬浮泥沙观测。对所有水样均进行含沙量测试。

含沙量的测定采用抽滤法，滤膜孔径显 0.45 μ m，1/10,000 克电子天平称重，根据抽滤前后滤膜重量的变化及水量得出含沙量 (mg/L)。

1、含沙量一般特征

根据现场观测和实验室分析，将各站水体含沙量值进行统计分析，列于表 4.1.4-1。

表 4.1.4-1 大潮期各站含沙量变化统计表(mg/L)

站位号	最大	最小	平均
C4	14.40	7.0	11.24
C7	23.45	6.55	14.56
C9	12.5	5.6	8.31
C10	24.15	9.05	16.61

观测海区大潮期含沙量的变化范围为 5.6mg/L~24.15mg/L，平均含沙量的变化范围在 8.31mg/L~16.61mg/L 之间；含沙量分布较均匀。

2、含沙量与流速的相关性

本次观测中各站含沙量较小，各站含沙量与流速相关性不明显。

3、含沙量的变化

表 4.1.4-2 为大潮各站各层的平均含沙量，由于观测海区水体含沙量较小，表底层水混合均匀，各层平均含沙量相差不大。

表 4.1.4-2 各站各层平均含沙量 (mg/L)变化

层 次	C4	C7	C9	C10
表层	10.05	13.09	7.53	15.79
0.6H	10.15	13.39	8.36	16.48
底层	13.51	17.21	9.03	17.55
垂线平均	11.24	14.56	8.31	16.61

4、小结

(1)观测海区大潮期含沙量的变化范围为 5.6mg/L~24.15mg/L，平均含沙量的变化范围在 8.31mg/L~16.61mg/L 之间。

(2)本次观测中各站含沙量较小，表底层水混合均匀，各层平均含沙量相差不大。

4.1.5 温度

1、水温特征值

按技术要求对 4 个测站进行了大潮的周日温度连续观测。对温度观测资料进行统计分析，给出大潮期间测站各层温度的特征值，其结果列入表 4.1.5-1 中。

由表可以看出：

(1)观测期间各站各层最高水温为 24.37℃，最低水温为 21.11℃。

(2)观测期间各站各层平均水温在 21.17~23.24℃之间。

表 4.1.5-1 各站各层水温特征值统计表 单位：°C

站号	层次	大潮期			
		最高	最低	日均	日差
C4	表层	24.00	22.32	22.88	1.68
	0.6H	21.69	21.26	21.34	0.43
	底层	21.40	21.26	21.31	0.14
C7	表层	23.86	22.18	22.74	1.68
	0.6H	21.55	21.12	21.20	0.44
	底层	21.26	21.11	21.17	0.15
C9	表层	24.37	22.68	23.24	1.69
	0.6H	22.04	21.62	21.69	0.42
	底层	21.73	21.62	21.66	0.11
C10	表层	24.30	22.61	23.17	1.69
	0.6H	21.97	21.55	21.62	0.42
	底层	21.66	21.55	21.59	0.12

2、水温垂向分布

从表 4.1.5-1 可以看出，总体来看表层海水温度略高，底层海水温度略低。

4.1.6 盐度

海流观测期间进行盐度观测，观测层次与海流观测一致，采样频次为每 1 个小时 1 次，观测仪器采用加拿大生产的 RBR-CTD。

1、盐度特征值

本期测验对 4 个测站进行了大潮期的盐度观测。对盐度观测资料进行统计分析，给出观测期间测站各层盐度的特征值，其结果列入表 4.1.6-1 中。

由表 5.1-1 可以看出：

- (1) 观测期间各站各层最高盐度为 34.19，最低盐度为 32.64。
- (2) 观测期间各站各层平均盐度在 33.17~34.10 之间。

表 4.1.6-1 各站各层盐度特征值统计表 (单位: ‰)

站号	层次	最大	最小	日均
C4	表层	33.59	33.35	33.51
	0.6H	33.99	33.42	33.87
	底层	34.02	33.84	33.93
C7	表层	33.76	33.51	33.67
	0.6H	34.16	33.59	34.04
	底层	34.19	34.01	34.10
C9	表层	32.87	32.64	32.80
	0.6H	33.38	32.82	33.26
	底层	33.51	33.33	33.43
C10	表层	33.26	33.01	33.17
	0.6H	33.65	33.09	33.53
	底层	33.68	33.50	33.59

2、盐度垂向分布

从表 4.1.6-1 可以看出, 各站各层盐度沿垂向递增。

4.2 海水水质现状调查与评价

4.2.1 调查站位

本次调查采用自然资源部第一海洋研究所《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测》中 2022 年 2 月 26 日对项目周边海域进行的水质环境现状监测, 站位经纬度和监测项目详见表 4.2.1-1、图 4.2.1-1。

表 4.2.1-1 监测站位地理位置表

序号	站位	经度 (E)	纬度 (N)
1	L04	115°50'45.11"	22°45'36.59"
2	L05	115°51'37.79"	22°44'55.20"
3	L07	115°49'57.58"	22°44'58.76"
4	L08	115°50'19.46"	22°44'00.44"
5	L09	115°50'53.52"	22°42'26.72"
6	L11	115°48'41.84"	22°44'00.44"
7	L12	115°48'15.73"	22°42'28.82"
8	L14	115°47'21.85"	22°44'56.15"
9	L15	115°45'48.76"	22°43'39.29"

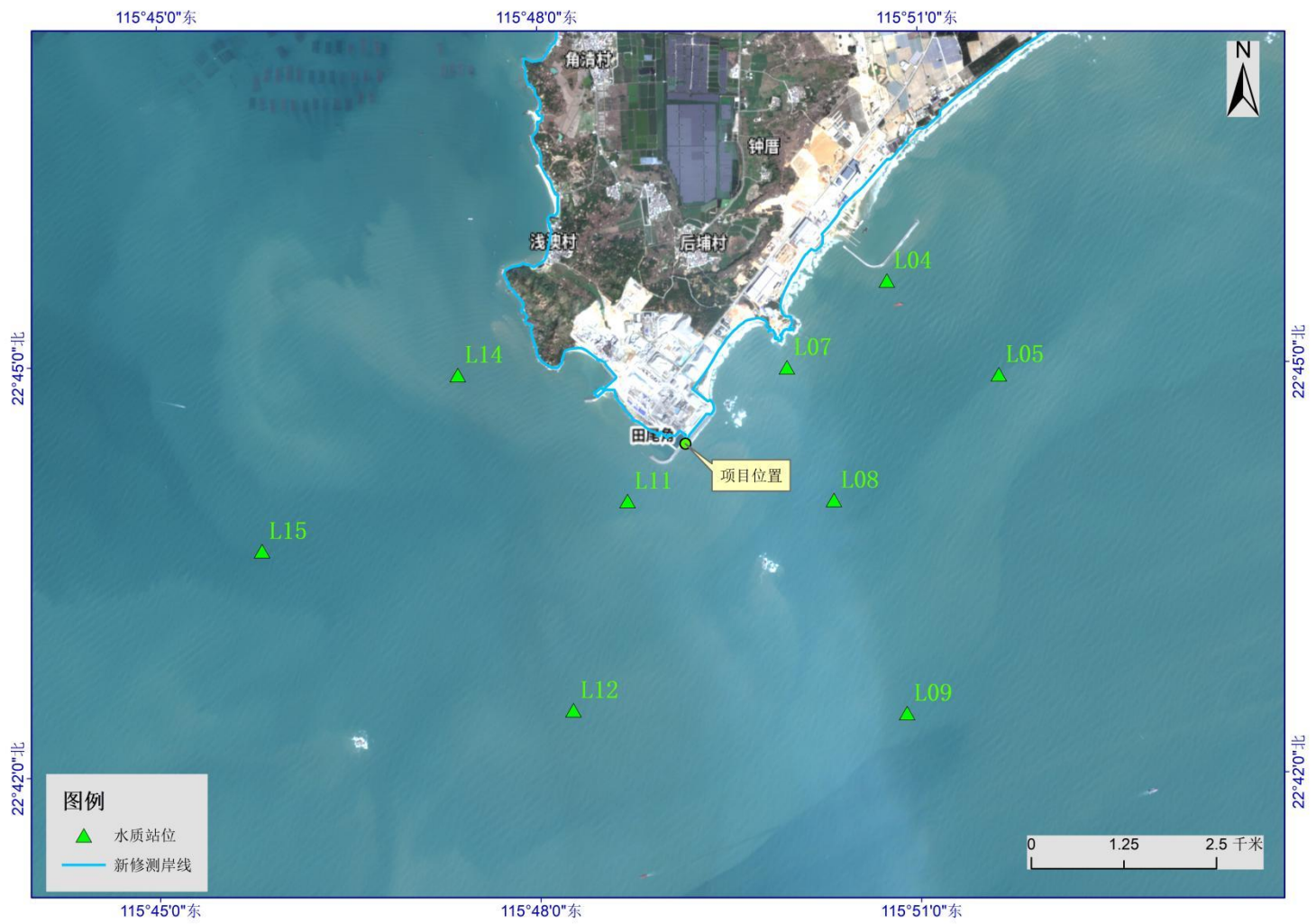


图 4.2.1-1 海水水质监测站位分布

4.2.2 水质调查分析项目

海水水质调查项目为：水温、盐度、水深、透明度、pH、浊度、溶解氧、化学需氧量、悬浮物、活性磷酸盐、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、油类共 14 类。

水质项目分析方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007)规定的方法进行；《海洋调查规范》（GB/T12763-2007)规定的方法、要求开展。具体见表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 水质项目分析方法

项目	标准	方法	分析仪器
水温	GB/T12763.2-2007	5温盐深仪法	温盐深测量仪/XR-420
盐度		6温盐深仪法	
水深		4.8钢丝绳测深法	不锈钢直尺
透明度		10透明度盘法	透明度盘/SD20
DO	GB17378.4-2007	31碘量法	滴定管
COD		32碱性高锰酸钾法	
活性磷酸盐		39.1磷钼蓝分光光度法	紫外分光光度计 / INESA752N
亚硝酸盐		37萘乙二胺分光光度法	
硝酸盐		38.2锌-镉还原法	
铵盐		36.2次溴酸盐氧化法	
油类		13.2紫外分光光度法	
pH		26pH计法	pH 计
浑浊度		13.2紫外分光光度法	紫外分光光度计
悬浮物		27重量法	电子天平 / PSA2004

4.2.3 采样方法及频率

(1) 采样方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GBn12763-2007)的要求进行。

(2) 水质监测分涨、落潮时各作一次采样，各站位采集表（水面下 0.5m）、底（离底 1.0m)两层海水样品。

(3) 对无法现场分析的各类样品，按《海洋监测规范》（GB17378-2007)的要求加固定剂后带回实验室进行分析。

4.2.4 水质调查结果

水质调查结果见下表：

表 4.2.4-1 涨潮时水质监测结果统计表

编号	站号	层次	水深 (m)	透明度 (m)	水温 ℃	盐度	铵盐 (mg/L)	亚硝 酸盐 (mg/L)	硝酸 盐 (mg/L)	活性磷 酸盐 (mg/L)	pH	溶解 氧 (mg/L)	COD (mg/L)	浑浊 度	悬浮物 (mg/L)	油类 (mg/L)
1	L04	表	11	1.5	16.88	30.74	0.014	0.008	0.082	0.024	8.07	8.62	0.98	0.4	3.4	0.02
2	L04	底			15.8	30.78	0.015	0.007	0.086	0.022	8.07	8.66	0.9	0.55	4.6	/
3	L05	表	16.5	2.1	16.32	30.69	0.012	0.006	0.097	0.025	8.08	9	0.93	0.29	3	0.018
4	L05	底			15.5	30.87	0.01	0.008	0.088	0.022	8.08	8.71	0.98	0.24	3.5	/
5	L07	表	9	1.3	17.18	30.74	0.013	0.009	0.095	0.022	8.02	8.7	0.71	0.27	2.7	0.025
6	L07	底			15.69	30.87	0.015	0.007	0.083	0.021	8.04	8.61	0.6	0.22	2.7	/
7	L08	表	18	2	16.34	30.87	0.012	0.005	0.098	0.026	8.07	7.94	0.55	0.5	2.6	0.022
8	L08	底			15.42	31.02	0.008	0.004	0.085	0.019	8.08	7.91	0.46	0.43	4.6	/
9	L08	表			16.34	30.87	0.012	0.005	0.096	0.026	8.08	9.09	0.67	0.56	2.8	0.025
10	L08	底			15.42	31.02	0.008	0.004	0.083	0.02	8.07	8.55	0.41	0.38	4.5	/
11	L09	表	22	2.3	16.16	30.74	0.013	0.005	0.103	0.024	8.07	8.82	0.18	0.36	9.2	0.018
12	L09	底			15.36	31.08	0.016	0.005	0.085	0.021	8.08	8.68	0.26	0.31	3.9	/
13	L11	表	15.5	1.6	16.21	31.12	0.015	0.009	0.092	0.023	8.05	8.9	0.12	0.38	5.7	0.024
14	L11	底			15.69	30.95	0.013	0.008	0.085	0.022	8.08	9.02	0.28	0.3	6.2	/
15	L12	表	21.5	2	15.9	30.84	0.013	0.005	0.102	0.024	8.06	8.39	0.52	0.31	2.6	0.021
16	L12	底			15.42	31.07	0.012	0.005	0.09	0.026	8.09	8.87	0.63	0.29	4	/
17	L14	表	12	1.5	15.89	30.83	0.012	0.008	0.066	0.013	8.07	8.67	0.41	0.42	2.8	0.018
18	L14	底			15.95	30.95	0.014	0.008	0.079	0.021	8.08	8.81	0.38	0.4	3	/
19	L15	表	13.5	2.2	15.95	30.87	0.014	0.008	0.076	0.022	8.08	8.57	0.52	0.53	2.7	0.018
20	L15	底			15.82	31.02	0.013	0.008	0.083	0.022	8.07	8.78	0.64	0.35	3.5	/
21	L15	表			15.95	30.87	0.008	0.006	0.065	0.016	8.06	8.84	0.59	0.5	2.4	0.017

编号	站号	层次	水深(m)	透明度(m)	水温(°C)	盐度	铵盐(mg/L)	亚硝酸盐(mg/L)	硝酸盐(mg/L)	活性磷酸盐(mg/L)	pH	溶解氧(mg/L)	COD(mg/L)	浑浊度	悬浮物(mg/L)	油类(mg/L)
22	L15	底			15.82	31.02	0.013	0.008	0.085	0.022	8.07	9.21	0.52	0.42	3.1	/

表 4.2.4-2 落潮时水质监测结果统计表

编号	站号	层次	水深(m)	透明度(m)	水温(°C)	盐度	铵盐(mg/L)	亚硝酸盐(mg/L)	硝酸盐(mg/L)	活性磷酸盐(mg/L)	pH	溶解氧(mg/L)	COD(mg/L)	浑浊度	悬浮物(mg/L)	油类(mg/L)
1	L04	表	11	2.0	17.68	31.12	0.011	0.003	0.003	0.006	8.02	9.57	0.42	0.79	3.1	0.007
2	L04	底			15.79	30.85	0.013	0.002	0.005	0.007	8.06	8.71	0.35	0.36	2.3	/
3	L05	表	16.5	2.0	17.5	30.73	0.011	0.003	0.017	0.01	8.04	8.94	0.72	0.37	2.8	0.008
4	L05	底			15.48	30.98	0.008	0.006	0.02	0.009	8.09	9.15	0.8	0.26	2.9	/
5	L07	表	12	1.5	16.79	30.82	0.021	0.003	0.01	0.01	8.06	9.48	0.76	0.41	2.9	0.009
6	L07	底			15.68	30.97	0.017	0	0.016	0.017	8.09	9.18	0.77	0.31	3.1	/
7	L08	表	18	1.5	16.41	31.02	0.018	0.002	0.007	0.009	8.06	9.1	0.52	0.31	3.5	0.01
8	L08	底			15.49	31.06	0.015	0.002	0.011	0.009	8.1	9.35	0.54	0.33	3.2	/
9	L08	表			16.41	31.02	0.018	0.002	0.007	0.009	8.06	9.14	0.53	0.3	3.6	0.008
10	L08	底			15.49	31.06	0.015	0.002	0.011	0.009	8.05	9.21	0.63	0.35	3.3	/
11	L09	表	22	2.0	16.64	30.8	0.013	0.015	0.06	0.015	8.09	9.18	0.26	0.39	3.8	0.008
12	L09	底			15.34	31.1	0.015	0.013	0.046	0.011	8.1	9.53	0.38	0.38	4.7	/
13	L11	表	15.5	1.5	17.74	30.85	0.014	0.002	0.008	0.008	8.03	8.86	0.3	0.39	2.1	0.007
14	L11	底			15.89	30.94	0.012	0.001	0.007	0.007	8.05	9.53	0.36	0.39	4.7	/
15	L12	表	21.5	2.0	16.89	30.77	0.014	0.007	0.039	0.012	8.05	9.11	0.41	0.35	2.4	0.023
16	L12	底			15.51	31.07	0.011	0.006	0.032	0.011	8.1	9.48	0.24	0.48	2.3	/
17	L14	表	13	2.3	17.09	30.96	0.011	0.001	0.005	0.007	8.07	9.2	0.46	0.37	2.4	0.021

编号	站号	层次	水深 (m)	透明 度(m)	水温 ℃	盐度	铵盐 (mg/L)	亚硝 酸盐 (mg/L)	硝酸 盐 (mg/L)	活性磷 酸盐 (mg/L)	pH	溶解 氧 (mg/L)	COD (mg/L)	浑浊 度	悬浮物 (mg/L)	油类 (mg/L)
18	L14	底			16.24	31.08	0.011	0.001	0.004	0.006	8.06	9.26	0.64	0.5	2.1	/
19	L15	表	15.5	2.5	16.65	30.88	0.013	0.002	0.008	0.01	8.04	9.33	0.75	0.4	3.1	0.026
20	L15	底			15.86	31.08	0.013	0.002	0.01	0.008	8.04	9.08	0.67	0.49	3.9	/
21	L15	表			16.65	30.88	0.013	0.002	0.008	0.01	8.04	9.42	0.72	0.39	2.7	0.024
22	L15	底			15.86	31.08	0.013	0.002	0.01	0.008	8.08	8.98	0.58	0.48	3.5	/

4.2.5 功能区判定

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020）》、《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、汕尾市近岸海域环境功能区划（调整方案），以各站位所处的功能区的管理要求来确定评价标准。各站位海水水质、沉积物、海洋生物质量评价标准见下表：

表 4.2.5-1 各站位所属功能区划

调查站位	所属功能区	执行标准
L07、L08、L11、L14、a、b	海洋功能区划：田尾山工业与城镇用海	执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准
L02、L04、L05	海洋功能区划：田尾山-石碑山农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
L09、L12、L15、L18	海洋功能区划：珠海-潮州近海农渔业区	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准

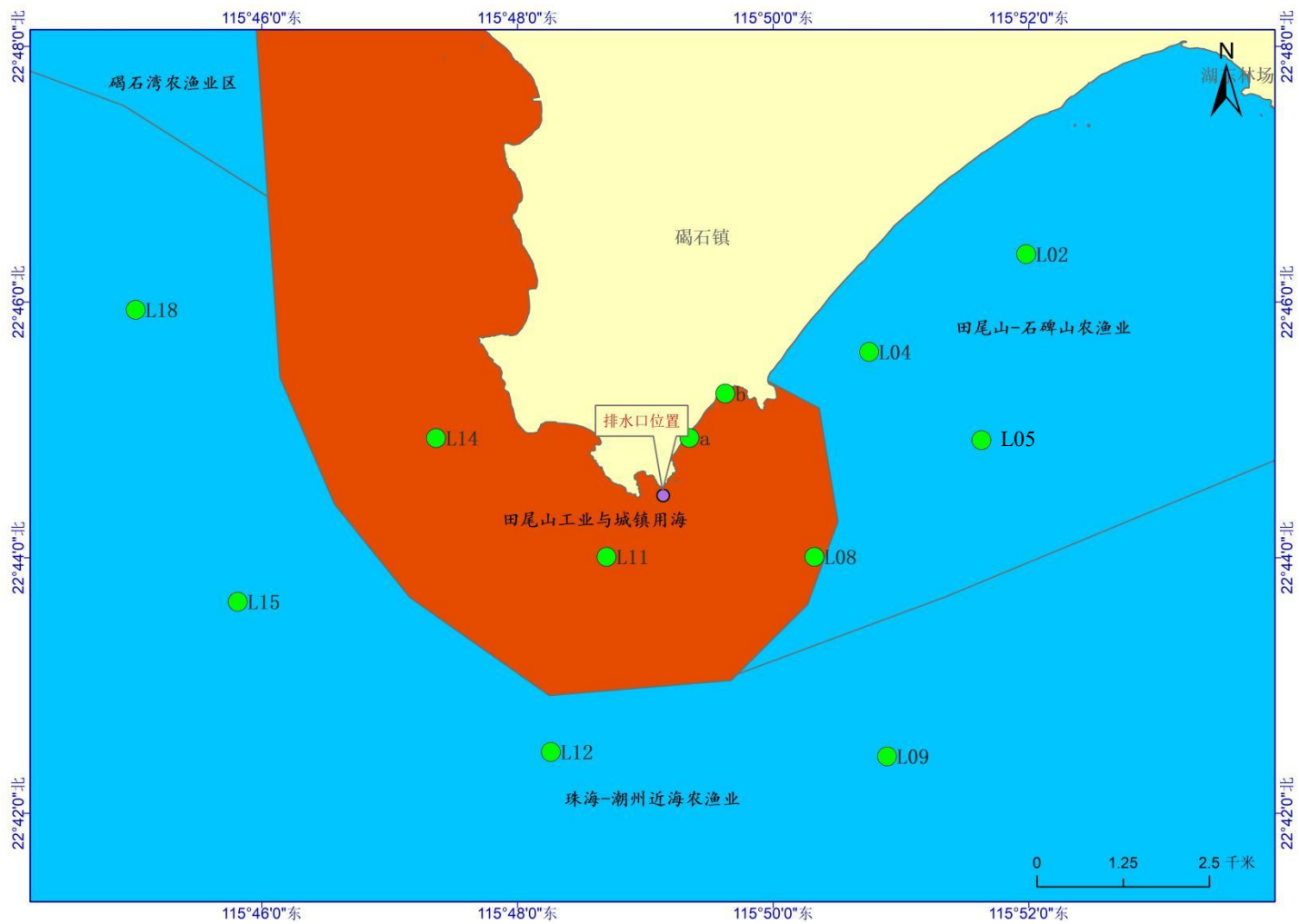


图 4.2.5-1 监测站位所属功能区划图

4.2.6 水质现状评价

根据调查采样样品的测定结果，采用标准指数法，计算出本次调查海水的数量指数。

评价结果表明：

田尾山工业与城镇用海：该海域调查站位涨、落潮海水中 pH 值、溶解氧、活性磷酸盐、COD、石油类均符合第三类海水水质标准要求，且达到二类水质标准；

田尾山-石碑山农渔业区：该海域调查站位涨、落潮海水中 pH 值、溶解氧、活性磷酸盐、COD、石油类均符合第二类海水水质标准要求；

珠海-潮州近海农渔业区：该海域调查站位涨潮时海水中活性磷酸盐超出第一类海水水质标准，超标率为 75%，达到二类海水水质标准，落潮时达到一类海水水质标准；pH 值、溶解氧、COD、石油类涨、落潮时均符合第一类海水水质标准要求。

表 4.2.6-1 涨潮时水质指标评价表（二类标准：田尾山工业与城镇用海、田尾山-石碑山农渔业区）

编号	站号	层次	活性磷酸盐	pH	溶解氧	COD	油类
1	L04	表	0.80	0.54	0.16	0.33	0.40
2	L04	底	0.73	0.54	0.11	0.30	/
3	L05	表	0.83	0.54	0.24	0.31	0.36
4	L05	底	0.73	0.54	0.11	0.33	/
5	L07	表	0.73	0.51	0.20	0.24	0.50
6	L07	底	0.70	0.52	0.09	0.20	/
7	L08	表	0.87	0.54	0.63	0.18	0.44
8	L08	底	0.63	0.54	0.63	0.15	/
9	L08	表	0.87	0.54	0.27	0.22	0.50
10	L08	底	0.67	0.54	0.06	0.14	/
11	L11	表	0.77	0.53	0.21	0.04	0.48
12	L11	底	0.73	0.54	0.21	0.09	/
13	L14	表	0.43	0.54	0.12	0.14	0.36
14	L14	底	0.70	0.54	0.16	0.13	/

表 4.2.6-2 涨潮时水质指标评价表（一类标准：珠海-潮州近海农渔业区）

编号	站号	层次	活性磷酸盐	pH	溶解氧	COD	油类
1	L09	表	1.60	0.54	0.26	0.09	0.36
2	L09	底	1.40	0.54	0.13	0.13	/
3	L12	表	0.80	0.53	0.05	0.26	0.42
4	L12	底	0.87	0.55	0.22	0.32	/

编号	站号	层次	活性磷酸盐	pH	溶解氧	COD	油类
5	L15	表	1.47	0.54	0.13	0.26	0.36
6	L15	底	1.47	0.54	0.21	0.32	/
7	L15	表	1.07	0.53	0.25	0.30	0.34
8	L15	底	1.47	0.54	0.40	0.26	/

表 4.2.6-3 落潮时水质水质指标评价表（二类标准：田尾山工业与城镇用海、田尾山-石碑山农渔业区）

编号	站号	层次	活性磷酸盐 (mg/L)	pH	溶解氧 (mg/L)	COD (mg/L)	油类(mg/L)
1	L04	表	0.20	0.51	0.53	0.14	0.14
2	L04	底	0.23	0.53	0.12	0.12	/
3	L05	表	0.33	0.52	0.30	0.24	0.16
4	L05	底	0.30	0.55	0.24	0.27	/
5	L07	表	0.33	0.53	0.43	0.25	0.18
6	L07	底	0.57	0.55	0.26	0.26	/
7	L08	表	0.30	0.53	0.28	0.17	0.20
8	L08	底	0.30	0.55	0.30	0.18	/
9	L08	表	0.30	0.53	0.30	0.18	0.16
10	L08	底	0.30	0.53	0.26	0.21	/
11	L11	表	0.27	0.52	0.29	0.10	0.14
12	L11	底	0.23	0.53	0.38	0.12	/
13	L14	表	0.23	0.54	0.36	0.15	0.42
14	L14	底	0.20	0.53	0.32	0.21	/

表 4.2.6-4 落潮时水质指标评价表（一类标准：珠海-潮州近海农渔业区）

编号	站号	层次	活性磷酸盐 (mg/L)	pH	溶解氧 (mg/L)	COD (mg/L)	油类(mg/L)
1	L09	表	1.00	0.55	0.47	0.13	0.16
2	L09	底	0.73	0.55	0.49	0.19	/
3	L12	表	0.80	0.53	0.46	0.21	0.46
4	L12	底	0.73	0.55	0.49	0.12	/
5	L15	表	0.67	0.52	0.54	0.38	0.52
6	L15	底	0.53	0.52	0.35	0.34	/
7	L15	表	0.67	0.52	0.58	0.36	0.48
8	L15	底	0.53	0.54	0.31	0.29	/

4.3 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

4.3.1 调查站位

本次调查采用自然资源部第一海洋研究所《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测》中 2022 年 4 月 28 日对项目周边海域进行的沉积物、海洋生态监测。监测站位见下表：

表 4.3.1-1 沉积物及海洋生态监测站位位置

序号	站位	经纬度		监测内容	
		东经	北纬	沉积物	海洋生态
1	L04	115°50'45.11"	22°45'36.59"	√	√
2	L08	115°50'19.46"	22°44'00.44"	√	√
3	L09	115°50'53.52"	22°42'26.72"	√	√
4	L11	115°48'41.84"	22°44'00.44"	√	√
5	L12	115°48'15.73"	22°42'28.82"	√	√
6	L14	115°47'21.85"	22°44'56.15"	√	√
7	L15	115°45'48.76"	22°43'39.29"	√	√
8	L18	115°45'00.85"	22°45'56.38"	√	√

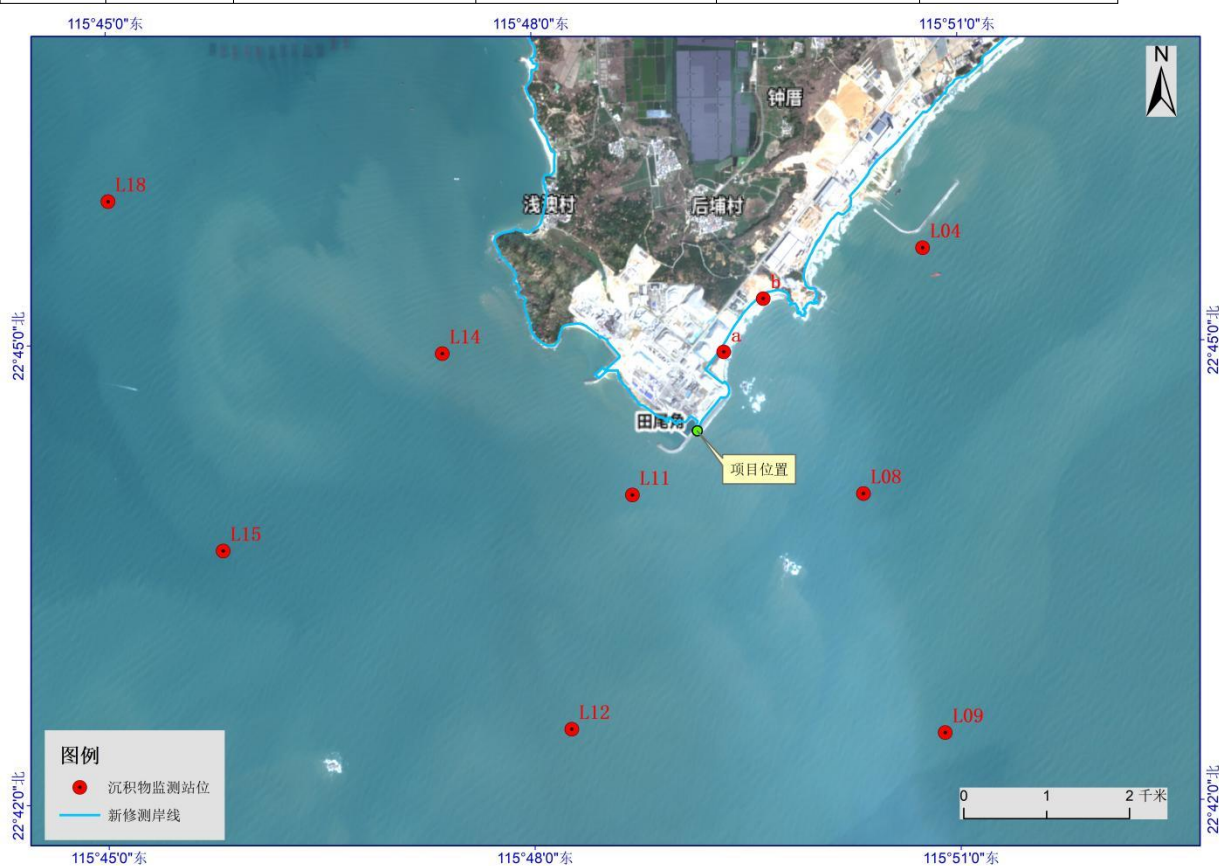


图 4.3.1-1 沉积物站位分布图

4.3.2 沉积物调查分析项目

本次沉积物调查分析项目为：粒度、pH、硫化物、石油类、有机碳、锌、镉、铅、铜、总铬、总汞、砷。

4.3.3 沉积物分析方法

水质项目分析方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007)规定的方法进行；《海洋调查规范》（GB/T12763-2007)规定的方法、要求开展。具体见表 4.3.3-1。

表 4.3.3-1 沉积物分析方法

项目	分析方法	检出限/ μw	引用标准	分析仪器
粒度	激光法	0.001mm	GB/T12763.8-2007	激光粒度仪 / Mastersier3000
pH	电位计法	0.01	GB/T12763.8-2007	pH 计 / Five easy Plus
有机碳	元素分析仪法	0.03×10^{-2}	GB17378.5-2007	元素分析仪 / 电感耦合等离子光谱仪
硫化物	电感耦合等离子体质谱法	4×10^{-6}		
总汞	原子荧光光度法	0.002×10^{-6}		原子荧光光度计 / AFS-930
砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}		电感耦合等离子体质谱仪 / ICPMS
铬	电感耦合等离子体质谱法	2.0×10^{-6}		
锌		6.0×10^{-6}		
铜		2.0×10^{-6}		
铅		3.0×10^{-6}		
镉		0.05×10^{-6}		
油类	紫外分光光度法	3.0×10^{-6}		

4.3.4 沉积物组成及类型

表层沉积物粒度统计结果分别见表 4.3.4-1。

由表 4.3.4-1 可见，监测海域表层沉积物粒度类型多样，粗颗粒沉积和细颗粒沉积均有分布。粗粒沉积有砂和砂质粉砂，细颗粒沉积有粉砂和粘土质粉砂。

从粒级组分含量上看，粉砂最多，含量在 36.85%~75.76%之间，平均为 62.59%；砂含量次之，含量在 2.90%~49.60%之间，平均为 20.03%；粘土含量

再次，含量在 12.36%~22.71%之间，平均为 17.36%；砾最少，含量在 0.00%~0.05%之间，平均为 0.02%。

表 4.3.4-1 表层沉积物粒度类型及参数

站位	层次 (cm)	粒级含量 (%)				沉积物类型
		砾	砂	粉砂	粘土	
		(>2mm)	(2mm~0.063mm)	(0.063mm~0.004mm)	(<0.004mm)	
L04	0~5	0.00%	6.22	73.26	20.52	粘土质粉砂
L08	0~5	0.05%	2.90	74.37	22.68	粘土质粉砂
L09	0~5	0.02%	10.42	72.99	16.57	粘土质粉砂
L11	0~5	0.01%	37.50	49.54	12.95	砂质粉砂
L12	0~5	0.00%	7.67	69.62	22.71	粘土质粉砂
L14	0~5	0.03%	49.60	36.85	13.52	粉砂质砂
L15	0~5	0.02%	39.28	48.34	12.36	砂质粉砂
L18	0~5	0.03%	6.64	75.76	17.57	粉砂
最小值		0.00	2.90	36.85	12.36	/
最大值		0.05	49.60	75.76	22.71	
平均值		0.02	20.03	62.59	17.36	

4.3.5 沉积物监测结果

本次监测沉积物中各项目的含量及统计结果见表 3.3.5-1。各项目含量分布特征综述如下：

pH:

由表 3.3.5-1 可知：沉积物 pH 在 8.17~8.26 之间变化，平均值为 8.22。

有机碳:

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中有机碳的含量在 $0.70\sim 1.32\times 10^{-2}$ 之间变化，平均值为 1.07×10^{-2} 。

油类:

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中油类的含量在 $51.41\sim 163.02\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 108.62×10^{-6} 。

硫化物:

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中硫化物的含量在 $37.61\sim 241.7\times 10^{-6}$ 之间变化平均值为 126.02×10^{-6} 。

铜：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中铜的含量在 $3.43\sim 12.83\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 7.07×10^{-6} 。

铅：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中铅的含量变化在 $22.28\sim 44.44\times 10^{-6}$ 之间，平均值为 31.30×10^{-6} 。

锌：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中锌的含量在 $35.71\sim 84.40\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 54.97×10^{-6} 。

镉：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中镉的含量在 $0.02\sim 0.08\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 0.05×10^{-6} 。

铬：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中铬的含量在 $23.34\sim 65.36\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 46.88×10^{-6} 。

汞：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中汞的含量在 $0.02\sim 0.15\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 0.06×10^{-6} 。

砷：

由表 3.3.5-1 可知：沉积物中砷的含量在 $6.07\sim 13.46\times 10^{-6}$ 之间变化，平均值为 10.15×10^{-6} 。

表 4.3.5-1 沉积物表层中各项的含量及统计结果

站位	pH	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
		10 ⁻²	10 ⁻⁶								
L04	8.21	1.30	51.41	65.27	3.43	24.11	42.37	0.08	59.90	0.07	11.73
L08	8.17	1.22	77.74	86.27	10.64	38.03	73.66	0.07	65.36	0.08	12.51
L09	8.22	1.06	117.98	199.13	4.93	22.28	35.71	0.02	23.34	0.06	10.78
L11	8.26	1.32	163.02	37.61	4.93	25.93	43.33	0.05	42.50	0.03	6.07
L12	8.22	1.02	82.97	151.22	3.82	24.23	35.88	0.04	31.84	0.06	13.46
L14	8.25	0.75	106.12	136.78	8.24	38.28	69.06	0.05	46.16	0.02	6.41
L15	8.20	0.70	157.33	241.79	7.75	33.13	55.33	0.04	41.48	0.04	7.96
L18	8.21	1.18	112.43	90.10	12.83	44.44	84.40	0.05	64.44	0.15	12.29
最小值	8.17	0.70	51.41	37.61	3.43	22.28	35.71	0.02	23.34	0.02	6.07
最大值	8.26	1.32	163.02	241.79	12.83	44.44	84.40	0.08	65.36	0.15	13.46
平均值	8.22	1.07	108.62	126.02	7.07	31.30	54.97	0.05	46.88	0.06	10.15

4.3.6 沉积物质量现状评价

采用单项标准指数法，与水质评价计算方法相同。根据 4.2.5 章节功能区判断，L08、L11、L14 站位执行海洋沉积物质量二类标准，L04、L09、L12、L15、L18 执行海洋沉积物质量一类标准。

表 4.3.6-1 沉积物评价指标结果（一类标准）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
L04	0.65	0.17	0.22	0.10	0.40	0.28	0.16	0.75	0.35	0.59
L09	0.53	0.39	0.66	0.14	0.37	0.24	0.04	0.29	0.30	0.54
L12	0.51	0.28	0.50	0.11	0.40	0.24	0.08	0.40	0.30	0.67
L15	0.35	0.52	0.81	0.22	0.55	0.37	0.08	0.52	0.20	0.40
L18	0.59	0.37	0.30	0.37	0.74	0.56	0.10	0.81	0.75	0.61

表 4.3.6-2 沉积物评价指标结果（二类标准）

站位	有机碳	石油类	硫化物	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷
L08	0.41	0.08	0.17	0.11	0.29	0.21	0.05	0.44	0.16	0.19
L11	0.44	0.16	0.08	0.05	0.20	0.12	0.03	0.28	0.06	0.09
L14	0.25	0.11	0.27	0.08	0.29	0.20	0.03	0.31	0.04	0.10

调查海域海洋沉积物各项调查参数的评价结果见表 4.3.6-1、4.3.6-2。评价结果显示，L04、L09、L12、L15、L18 各站位调查海域海底表层沉积物各项评价指标均达到《海洋沉积物标准》（GB18668-2001）中的一类标准；L08、L11、L14 站位各项评价指标均达到《海洋沉积物标准》（GB18668-2001）中的二类标准。

4.4 海洋生态环境现状调查与评价

本次调查采用自然资源部第一海洋研究所《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测》中 2022 年 4 月 28 日对项目周边海域进行的沉积物、海洋生态监测。监测站位见表 4.4-1。

表 4.4-1 海洋生态监测站位表

序号	站位	经纬度		监测内容
		东经	北纬	海洋生态

1	L02	115°51'58.84"	22°46'22.48"	√
2	L04	115°50'45.11"	22°45'36.59"	√
3	L08	115°50'19.46"	22°44'00.44"	√
4	L09	115°50'53.52"	22°42'26.72"	√
5	L11	115°48'41.84"	22°44'00.44"	√
6	L12	115°48'15.73"	22°42'28.82"	√
7	L14	115°47'21.85"	22°44'56.15"	√
8	L15	115°45'48.76"	22°43'39.29"	√
9	L18	115°45'00.85"	22°45'56.38"	√
10	a	115°49'20.76"	22°44'56.24"	潮间带生物
11	b	115°49'37.57"	22°45'17.02"	



图 4.4-1 海洋生态监测站位分布图

4.4.1 采样方法及频率

(1)采样方法按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）的要求进行。

(2)水质（含叶绿素 a）监测分涨、落潮时各作一次采样，各站位采集表(水面

下 0.5m)、底 (离底 1.0m)两层海水样品。

(3)生物生态采样

浮游植物：样品采集采用浅水 III 型浮游生物网由底层至表层做一次垂直拖网的方法采集。采集到的样品按照《海洋监测规范》的规定，用 5%的甲醛（福尔马林）固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数。

浮游动物：样品采用浅水 I 型浮游动物网采集，每站取自底层至表层做一次垂直拖网的方法采集浮游动物样品。采集到的样品用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行湿重生物量称重，并用镜检分析法和个体计数法进行浮游动物的种类鉴定和计数。

底栖生物：样品分沉积物采样和拖网采样两种方法。其中沉积物采样使用 0.05m²的采泥器，每站采集 2 次，样品用作底栖生物定量分析；拖网采样使用阿氏拖网在调查船低速时进行，每站拖网时间一般为 15min，深水拖网可适当延长时间，样品用作底栖生物定性分析。

潮间带生物：定量监测选择在落潮时设一条断面，按高、中、低潮区布各 2 个站，每个点用 25cmx25cmx30cm 采样框取样，先拾取采样框内底质表面的生物，再挖掘至 30cm 深，样品倒入孔径 1mm 的套筛中用海水冲洗，拣出所有样品，装样品瓶编号登记，并用 5%中性福尔马林溶液固定，带回实验室进行样品分析、种类鉴定、生物量的称重及栖息密度的计算；定性采样尽量搜集齐全定量采样站周围出现的动植物，采集到的样品立即进行速冻，带回实验室种类鉴定、计数。

(4)对无法现场分析的各类样品，按《海洋监测规范》（GB17378-2007）的要求加固定剂后带回实验室进行分析。

4.4.2 叶绿素 a 和初级生产力

2022 年 4 月监测海域表层叶绿素 a 平均值为 2.127mg/m³，变化范围为 0.808mg/m³~3.788mg/m³，底层叶绿素 a 平均值为 1.825mg/m³，变化范围为 0.948mg/m³~3.388mg/m³。

初级生产力用各站表层叶绿素 a 值、透明度值、相应光辐射时间，引用温带近海水域平均碳同化系数 3.7mgC/(mgChla·h)，依据 Cad 知所提出的初级生产力

简化公式进行估算。初级生产力平均值为 666.64mgC/(m²·d)，变化范围为 349.78mgC/(m²·d)~1261.40mgC/(m²·d)。

表 4.4.2-1 监测海域叶绿素 a 含量及初级生产力

站位	叶绿素 a (mg/m ³)			初级生产力 (mgC/(m ² ·d))
	表层	底层	均值	
L02	3.788	3.388	3.588	1261.40
L04	2.364	2.368	2.366	708.49
L08	1.264	1.452	1.358	378.82
L09	1.360	0.948	1.154	543.46
L11	2.984	1.948	2.466	1093.04
L12	0.808	1.144	0.976	349.78
L14	2.956	2.784	2.870	492.17
L15	1.144	1.264	1.204	431.75
L18	2.472	1.132	1.802	740.86
最小值	0.808	0.948	0.976	349.78
最大值	3.788	3.388	3.588	1261.40
平均值	2.127	1.825	1.976	666.64

综合评价：本次监测海域表层叶绿素 a 平均值为 2.127mg/m³，变化范围为 0.808mg/m³~3.788mg/m³，底层叶绿素 a 平均值为 1.825mg/m³，变化范围为 0.948mg/m³~3.388mg/m³。初级生产力平均值为 666.64mgC/(m²·d)，变化范围为 349.78mgC/(m²·d)~1261.40mgC/(m²·d)。

4.4.3 浮游植物

浮游植物的样品采集包括采水和网采两种方式。网采使用浅水 III 型浮游生物网（网口直径 37cm，网长 140cm）由底至表垂直拖网，样品加 5%甲醛溶液固定，静置后浓缩至一定体积；采水样品为采集表层、底层海水，每样采水体积 500cm³，样品加鲁哥氏液（Lugol's solution）固定。在显微镜下鉴定种类和计算细胞个体数量，网采结果换算成 cells/m³，采水结果换算成 cells/L。

4.4.3.1 浮游植物的种类组成

监测海域共出现浮游植物 102 种，隶属于硅藻门、甲藻门和金藻门 3 个门类，其中硅藻门 64 种，占浮游植物出现种数的 62.7%；甲藻门 35 种，占 34.3%；金藻门 3 种，占 2.9%。硅藻以角毛藻属种类较为丰富，达 11 种，其次是圆筛藻属和根管藻属，分别为 8 种和 7 种，甲藻以角藻属种类较多，包括 11 种，其次是

原甲藻属，为 6 种。不同采样方式下，网采浮游植物样品中出现种类 61 种，水采浮游植物样品中种类略高于网采，出现种类 77 种。

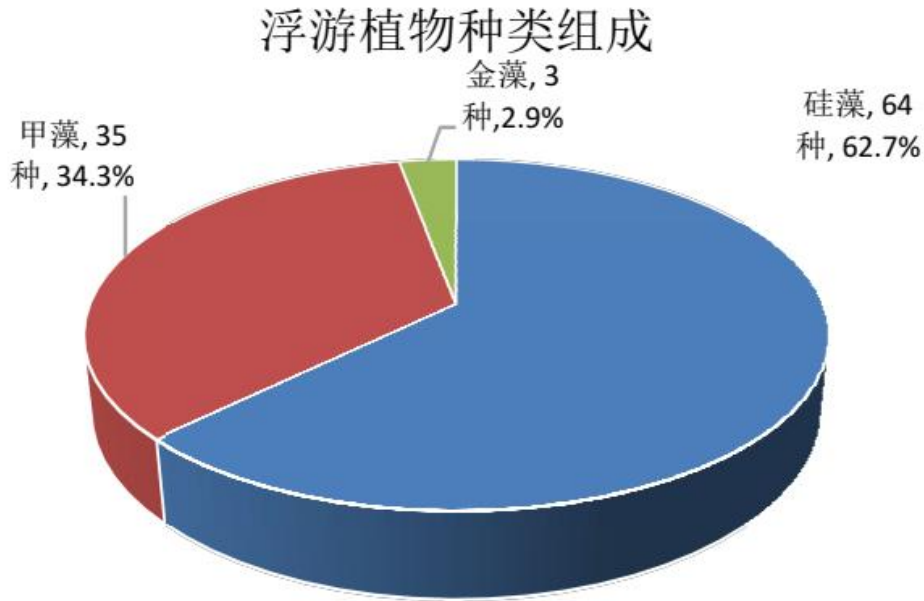


图 4.4.3-1 监测海域浮游植物的物种组成

4.4.3.2 浮游植物细胞丰度

网采浮游植物细胞丰度的平均值为 $106.6 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，各站位细胞丰度范围为 $24.8 \times 10^4 \text{cells/m}^3 \sim 302.8 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，变幅为 12 倍左右，最高值出现在 L14 站位，次高值出现在 L02 站位，最低值出现在 L8 站位。采水浮游植物表层细胞丰度平均值为 $180.0 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，各站位细胞丰度范围为 $23.5 \times 10^3 \text{cells/L} \sim 503.2 \times 10^3 \text{cells/L}$ ；底层细胞丰度平均值为 $90.6 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，各站位细胞丰度范围为 $8.8 \times 10^3 \text{cells/L} \sim 392.5 \times 10^3 \text{cells/L}$ 。表底层的最高值均出现在 L02 站位，表层最低值出现在 L09 站位，底层最低值出现在 L15 站位。

表 4.4.3-1 监测海域各站位浮游植物细胞丰度

站号	网采 10^4 cells/ m^3	水采 (10^3 cells/L)	
		表层	底层
L02	203.0	503.2	392.5
L04	196.4	228.7	125.8
L08	24.8	58.7	47.4
L09	30.6	23.5	14.7
L11	98.3	199.0	60.6
L12	36.7	23.7	31.9
L14	302.8	476.0	118.7
L15	32.5	58.7	8.8
L18	34.0	48.6	14.7
最小值	24.8	23.5	8.8
最大值	302.8	503.2	392.5
平均值	106.6	180.0	90.6

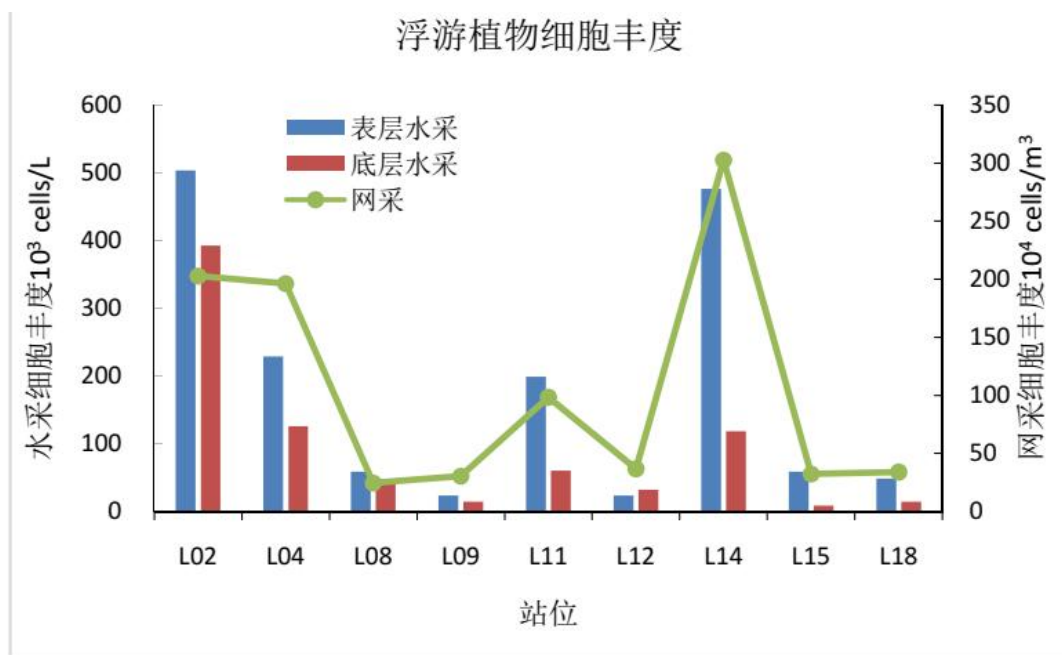


图 4.4.3-1 监测海域浮游植物细胞丰度的站位分布

4.4.3.3 浮游植物优势种

网采和水采浮游植物优势种（优势度 Y20.02）详见表 4.4.3-2。可见，浮游植物优势种仅网采方式下甲藻门的夜光藻(*Noctiluca scintillans*)成为优势种之一，其余优势种全为硅藻，网采和水采两种采样方式下尖刺拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)和中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)均为主要的优势种。

表 4.4.3-2 监测海域浮游植物优势种及优势度

采样方式	中文种名	拉丁文种名	类群	优势度Y
网采	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle	硅藻	0.683
	透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder	硅藻	0.044
	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	硅藻	0.039
	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Ehrenberg	甲藻	0.026
	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg	硅藻	0.022
水采	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	硅藻	0.277
	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	硅藻	0.254
	尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle	硅藻	0.163

4.4.3.4 浮游植物群落指数

生物多样性指数 (H')、均匀度指数 (J)、丰富度指数 (D)、优势度 ($D2$) 等群落指数是反映浮游植物群落结构特点的一些重要参考指标。较高的生物多样性指数表明调查海域浮游植物群落结构相对较复杂而稳定,其生态结构能承受一定程度的干扰而不易崩溃。监测海域浮游植物群落依据网采数据计算各群落指数见表 5。从表中可以看出,该海域内浮游植物物种组成较为丰富,大部分站点上的物种数 S 较高,多样性指数 H' 和均匀度指数 J 整体上但处于中等水平,由于部分站点上优势种细胞丰度所占比例较高, H' 和 J 均较低,优势度 $D2$ 偏高,群落稳定性一般。

表 4.4.3-3 监测海域网采浮游植物群落指数

站号	物种数	多样性指数	均匀度指数	丰富度	优势度
L02	30	0.866	0.177	1.997	0.943
L04	26	0.944	0.201	1.725	0.919
L08	19	1.552	0.365	1.449	0.785
L09	21	2.998	0.683	1.583	0.329
L11	26	1.693	0.360	1.812	0.798
L12	27	3.410	0.717	2.029	0.270
L14	26	1.642	0.349	1.675	0.852
L15	24	3.157	0.689	1.812	0.483
L18	28	2.873	0.598	2.120	0.540
最小值	19	0.866	0.177	1.449	0.270
最大值	30	3.410	0.717	2.120	0.943
平均值	25	2.126	0.460	1.800	0.657

4.4.3.5 综合评价

监测海域共出现浮游植物 102 种,隶属于硅藻门、甲藻门和金藻门 3 个门类,其中硅藻门 64 种,占浮游植物出现种数的 62.7%;甲藻门 35 种,占 34.3%;金藻门 3 种,占 2.9%。网采浮游植物细胞丰度的平均值为 $106.6 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$,各站

细胞丰度范围为 $24.8 \times 10^4 \text{cells/m}^3 \sim 302.8 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。采水浮游植物表层细胞丰度平均值为 $180.0 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，各站位细胞丰度范围为 $23.5 \times 10^3 \text{cells/L} \sim 503.2 \times 10^3 \text{cells/L}$ ；底层细胞丰度平均值为 $90.6 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，各站位细胞丰度范围为 $8.8 \times 10^3 \text{cells/L} \sim 392.5 \times 10^3 \text{cells/L}$ 。浮游植物物种组成较为丰富，大部分站位上的物种数 S 较高，多样性指数 H' 和均匀度指数 J 整体上但处于中等水平，由于部分站位上优势种细胞丰度所占比例较高， H' 和 J 均较低，优势度 $D2$ 偏高，群落稳定性一般。

4.4.4 浮游动物

4.4.4.1 浮游动物种类组成

本航次共鉴定浮游动物 74 种（类），包括桡足类 27 种，浮游幼体 17 种，刺胞动物 11 种，端足类 3 种，被囊类、毛颚类、十足类、枝角类和节肢动物各 2 种，涟虫类、介形类、糠虾类、双壳类、翼足类和原生动物各 1 种。不同类群浮游动物种类数百分比见（图 4.4.4-1）。

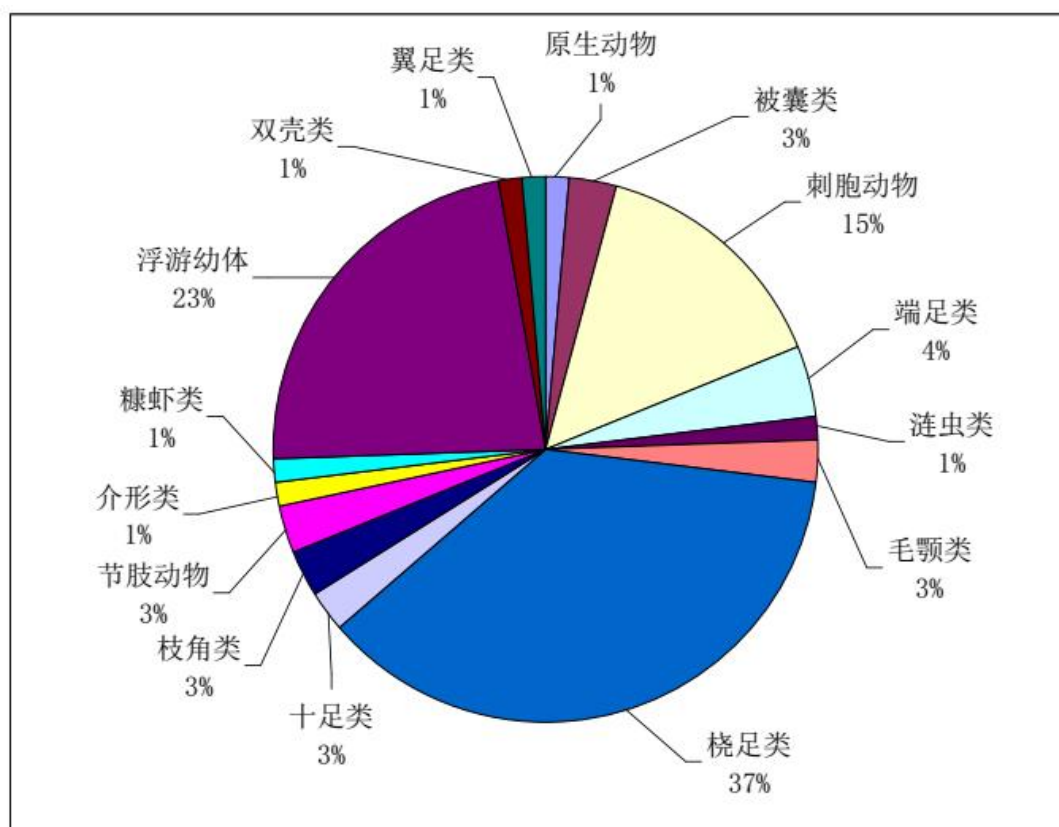


图 4.4.4-1 不同类群浮游动物种类数百分比

当浮游动物种类优势度 20.02 时，确定该种类为本次调查浮游动物优势种。

经计算，肥胖箭虫(Sagittaenflata)、锥形宽水蚤 {Temoraturbinata}>鸟喙尖头潘 (Peniliaavirostris)、短尾类潘状幼体 (Brachyurazoea)、蔓足类无节幼体 Cirripedianauplius)、拟细浅室水母 CLensiasubtiloides)、长尾类幼体(Macrulararvae)等为本次调查浮游动物优势种和优势度见 (表 4.4.4-1)，浮游动物种类组成见附录 2。

表 4.4.4-1 浮游动物优势种所属类群及优势度

种名	类群	优势度
肥胖箭虫	桡足类	0.29
锥形宽水蚤	桡足类	0.18
鸟喙尖头蚤	枝角类	0.05
短尾类蚤状幼体	浮游幼体	0.05
蔓足类无节幼体	浮游幼体	0.04
拟细浅室水母	刺胞幼体	0.03
长尾类幼体	浮游幼体	0.03

4.4.4.2 浮游动物丰度及生物量

浮游动物丰度变化范围为 168.27-556.63ind./m³，均值为 352.69ind./m³，最大值出现在 L04 站，最小值出现在 L02 站；浮游动物生物量变化范围为 43.02-158.50mg/m³，均值为 107.00mg/m³，最高值出现在 L14 站，最小值出现在 L02 站(图 4.4.4-2)。

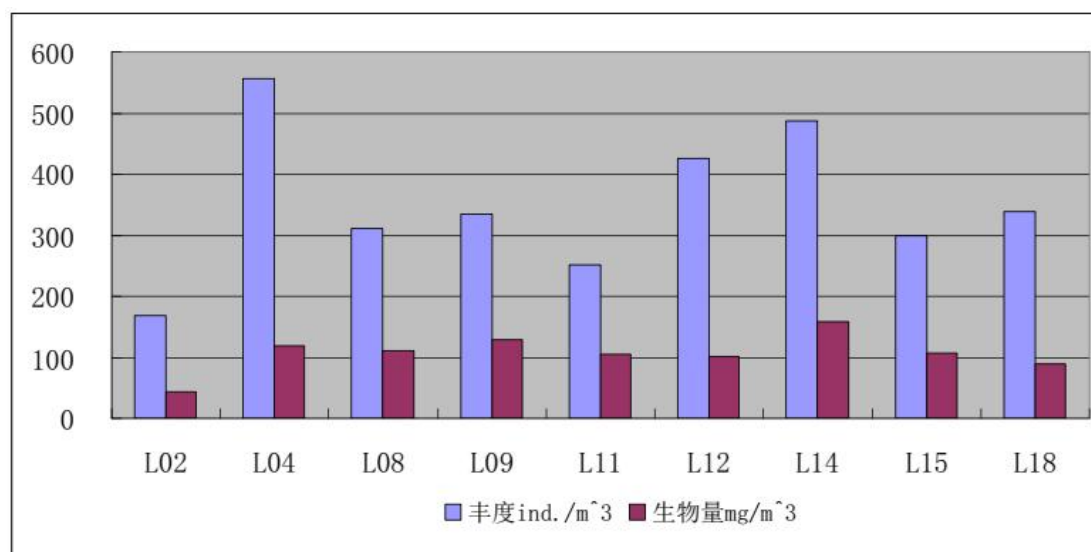


图 4.4.4-2 不同站位浮游动物丰度(ind./m³)和生物量 (mg/m³)分布

4.4.4.3 浮游动物群落多样性指数

Shannon 多样性指数变化范围为 2.96~4.07，均值为 3.63，最高值出现在 L08 站，最低值出现在 L14 站；Margalef 丰富度指数变化范围为 3.02-5.14，均值为 4.34，最高值出现在 L02 站，最低值出现在 L14 站；Pielou 均匀性指数变化范围为 0.61-0.75，平均为 0.69，最高值出现在 L08 站，最低值出现在 L14 站；站位优势度变化范围为 0.39-0.64，平均为 0.48，最高值出现在 L14 站，最低值出现在 L08 站（表 4.4.4-3）；调查海区较高的多样性指数表明浮游动物群落结构复杂且相对稳定。

表 4.4.4-3 调查海区浮游动物群落多样性指数及站位优势度

站位	Shannon多样性	Margalef丰富度	Pielou均匀性	站位优势度
L02	3.78	5.14	0.71	0.49
L04	3.97	5.04	0.71	0.44
L08	4.07	4.95	0.75	0.39
L09	3.44	4.53	0.65	0.45
L11	3.39	4.01	0.67	0.55
L12	3.73	4.58	0.70	0.42
L14	2.96	3.02	0.61	0.64
L15	3.81	4.26	0.74	0.41
L18	3.52	3.57	0.71	0.49

4.4.4.4 综合评价

共鉴定浮游动物 74 种（类），包括桡足类 27 种，浮游幼体 17 种，刺胞动物 11 种，端足类 3 种，被囊类、毛颚类、十足类、枝角类和节肢动物各 2 种，涟虫类、介形类、糠虾类、双壳类、翼足类和原生动物各 1 种。浮游动物丰度变化范围为 168.27~556.63ind./m³，均值为 352.69ind./m³。Shannon 多样性指数变化范围为 2.96~4.07，均值为 3.63；Margalef 丰富度指数变化范围为 3.02-5.14，均值为 4.34；Pielou 均匀性指数变化范围为 0.61-0.75，平均为 0.69；站位优势度变化范围为 0.39-0.64，平均为 0.48。

4.4.5 鱼卵仔稚鱼

本航次监测鱼卵、仔稚鱼定性样品采用浅水 I 型浮游生物网于表层水平拖曳 15 分钟取得，拖速 2 节。定量样品采用浅水 I 型浮游生物网从近底层至表层垂直采集。海上捕获的生物样品用 5%甲醛海水溶液固定，带回实验室后将鱼卵、仔

稚鱼标本单独挑出，在解剖镜下鉴定和计数。

4.4.5.1 种类组成（定性）

本次监测水平拖网站位在采集的样品中共鉴定鱼卵 6 种（类），隶属于 5 科，种类名录如下：（见表 3.4.5-1）；共鉴定仔鱼 6 种（类），隶属于 5 科，种类名录如下：（见表 4.4.5-2）。

表 4.4.5-1 水平拖网鱼卵种类组成

序号		中文名	拉丁名
1	鱻科	多鳞鱻	<i>Sillago sihama</i>
2	金线鱼科	金线鱼	<i>Sinocyclocheilus grahami</i>
3	鯷科	日本鯷	<i>Engraulis japonicus</i>
4	鯷科	康氏小公鱼	<i>Stolephorus commersonii</i>
5	鲱科	金色小沙丁鱼	<i>Sardinella aurita</i>
6	鱼衔科	鱼衔	Callionymidae

表 4.4.5-2 水平拖网仔鱼种类组成

序号		中文名	拉丁名
1	鲷科	褐菖鲷	<i>Sebastiscus</i>
2	鲷科	平鲷	<i>Rhabdosargus sarba</i>
3	鯷科	日本鯷	<i>Engraulis japonicus</i>
4	鯷科	康氏小公鱼	<i>Stolephorus commersoni</i>
5	角鱼科	多斑棘角鱼	<i>Pterygotrigla</i>
6	鲱科	斑鲚	<i>Konosirus punctatus</i>

本次监测的 3 个水平拖网站位中，共捕获鱼卵 164 粒，其中多鳞鱻鱼卵最多，合计 89 粒，金线鱼鱼卵次之，为 30 粒，康氏小公鱼鱼卵 23 粒，鱼衔科卵 12 粒，鯷鱼卵 9 粒，金色小沙丁鱼卵 1 粒；捕获仔稚鱼 55 尾，康氏小公鱼仔鱼最多，为 38 尾，鯷鱼仔鱼 8 尾，平鲷仔鱼 4 尾，褐菖鲷、多斑棘角鱼、斑鲚仔鱼数量较少。

水平拖网调查 3 个站位共采集到鱼卵平均密度为 0.30 粒/m³；仔稚鱼平均密度为 0.10 尾/m³（见表 4.4.5-3）。

表 4.4.5-3 水平拖网各站位鱼卵 (粒/m³)、仔稚鱼密度 (尾/m³)

站位	LF-14	LF-15	LF-18	平均值
鱼卵密度	0.24	0.36	0.29	0.30
仔稚鱼密度	0.02	0.25	0.03	0.10

4.4.5.2 种类组成 (定量)

本次监测垂直拖网站位在采集的样品中共鉴定鱼卵 6 种 (类), 隶属于 5 科, 种类名录见表 4.4.5-4, 采集仔鱼 9 种类, 隶属于 8 科, 详见表 4.4.5-5。

表 4.4.5-4 定性垂直拖网中鱼卵种类组成

序号	中文名	拉丁名
1	鱈科 多鳞鱈	<i>Sillago sihama</i>
2	金线鱼科 金线鱼	<i>Sinocyclocheilus grahami</i>
3	鯷科 日本鯷	<i>Engraulis japonicus</i>
4	鯷科 康氏小公鱼	<i>Stolephorus commersonii</i>
5	鲱科 金色小沙丁鱼	<i>Sardinella aurita</i>
6	鲷科 鲷科	Mugilidae

表 4.4.5-5 定性垂直拖网中仔鱼种类组成

序号	中文名	拉丁名
1	鱈科 多鳞鱈	<i>Sillago sihama</i>
2	金线鱼科 金线鱼	<i>Sinocyclocheilus grahami</i>
3	鯷科 日本鯷	<i>Engraulis japonicus</i>
4	鯷科 康氏小公鱼	<i>Stolephorus commersonii</i>
5	鲱科 金色小沙丁鱼	<i>Sardinella aurita</i>
6	鲷科 鲷科	Mugilidae
7	鰕虎鱼科 鰕虎鱼科	Gobiidae
8	鲷科 褐菖鲷	<i>Sebastiscus marmoratus</i>
9	笛鲷科 画眉笛鲷	<i>Lutjanus vitta</i>

本次监测的 9 个垂直拖网站位中, 共捕获鱼卵 127 粒, 金线鱼和多鳞鱈鱼卵较多, 分别为 55 和 50 粒, 鯷鱼卵 14 粒; 捕获仔稚鱼 152 尾, 康氏小公鱼仔鱼最多, 为 89 尾, 鲷科、画眉笛鲷、多鳞鱈、金线鱼仔鱼也较多, 分别为 27、11、

9 和 8 尾。

垂直拖网调查 9 个站位共采集到鱼卵平均密度为 4.30 粒/m³；仔稚鱼平均密度为 4.88 尾/m³(详见表 4.4.5-6)。

表 4.4.5-6 垂直拖网各站位鱼卵 (粒/m³)、仔稚鱼密度 (尾/m³)

站位	LF-2	LF-4	LF-8	LF-9	LF-11	LF-12	LF-14	LF-15	LF-18	平均值
鱼卵密度	5.43	8.00	7.22	1.90	4.71	1.67	6.50	1.00	2.27	4.30
仔稚鱼密度	1.96	3.00	6.94	3.81	2.94	10.00	2.50	10.00	2.73	4.88

4.4.5.3 综合评价

水平拖网站位在采集的样品中共鉴定鱼卵 6 种(类)，隶属于 5 科，共鉴定仔鱼 6 种(类)，隶属于 5 科。3 个水平拖网站位中，共捕获鱼卵 164 粒，其中多鳞鳕鱼卵最多，合计 89 粒；捕获仔稚鱼 55 尾，康氏小公鱼仔鱼最多，为 38 尾。

4.4.6 大型底栖生物

本次底栖生物共采集了 9 个站位定量样品和 6 个站位的定性样品。定量样品的采集方法是用面积 0.05m² 的采泥器在每站采样 2 次，将所得底泥倒入孔径为 0.5mm 的套筛中并用海水冲洗后捞出所有生物样品，装入样品瓶中，加入 5%福尔马林溶液固定后带回实验室进行种类鉴定。

定性样品的采集方法是用宽度为 1.5m 的阿氏拖网连续以均匀慢速拖 15 分钟，拖网距离 1000m，采集所有生物用自封袋封存带回实验室进行个体计数和种类鉴定。

4.4.6.1 种类组成

大型底栖生物共采集到 59 种底栖生物，其中环节动物 18 种，节肢动物 17 种，软体动物 11 种，鱼类 8 种，棘皮动物 3 种，腔肠动物 2 种。定量样品共采集到 27 种底栖生物，其中环节动物 17 种，软体动物和节肢动物各 4 种，脊索动物 1 种，棘皮动物 1 种。大型底栖生物定性样品共采集到 32 种，其中节肢动物最多为 13 种，软体动物和鱼类各 7 种，腔肠动物和棘皮动物各 2 种，环节动物 1 种。

定量采泥的优势种有白色吻沙蚕 *Glycera alba*(Muller)、蜆螺

Umboniumthomasi、太平洋白毛虫 *Pilargrs verrucosa* 及中华内卷齿蚕 *Aglaophamus sinensisFauvel*。定性采样优势种有日本螻 *Charybdis japonica* 和砂海星 *Luidia quinariavon Martens*。

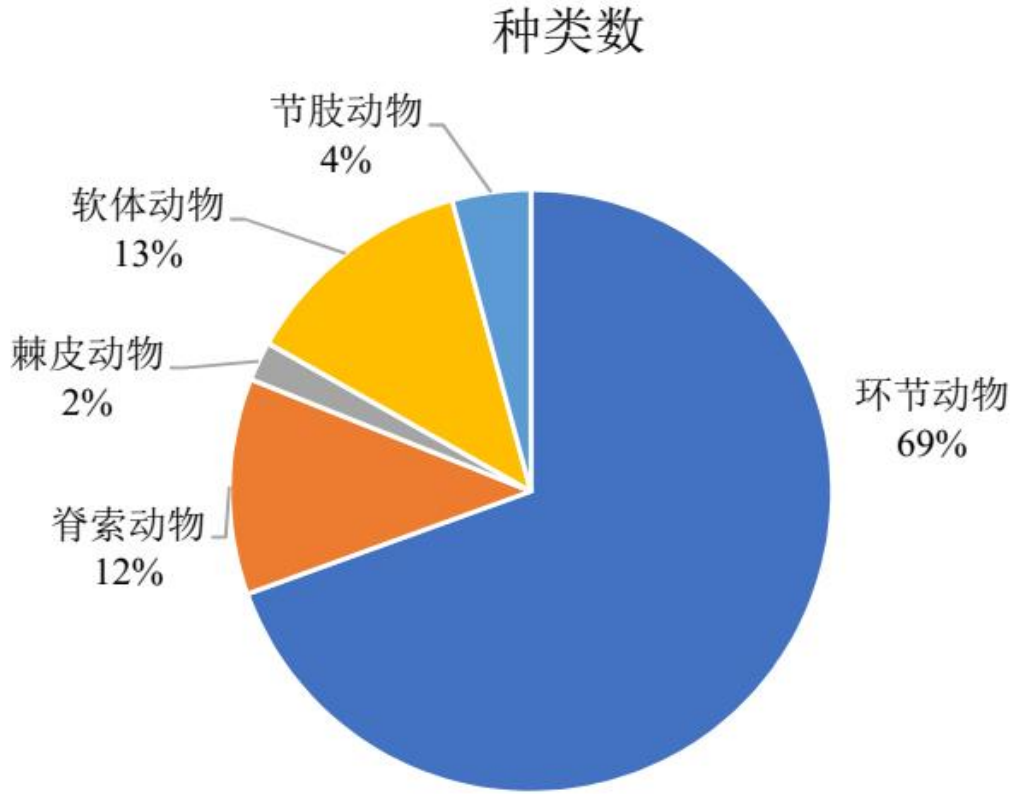


图 4.4.6-1 大型底栖生物定量采集种类数

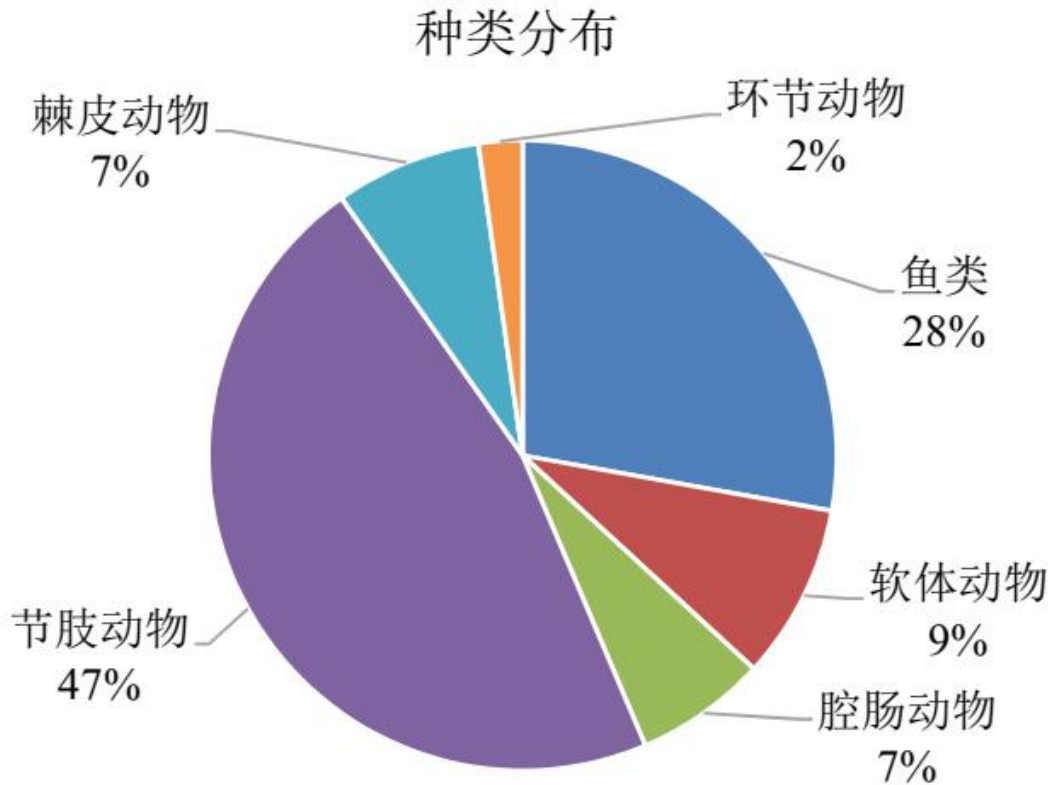


图 4.4.6-2 大型底栖生物定性采集种类数

4.4.6.2 栖息密度

本次调查大型底栖生物平均栖息密度为 200ind./m²，其中环节动物最高为 147ind./m²，软体动物次之为 27ind./m²，棘皮动物和节肢动物均低于 10ind./m²。最大栖息密度出现在 L11 站位为 660ind./m²，最低为 L08 和 L12 站位，为 20ind./m²。

表 4.4.6-1 大型底栖生物栖息密度(单位: ind./m²)

物种类群	L02	L04	L08	L09	L11	L12	L14	L15	L18	平均栖息密度
环节动物	280	20	20	60	660	20	200	20	40	147
脊索动物	60	0	0	0	0	0	80	0	0	16
棘皮动物	0	0	0	0	0	0	0	20	0	2
软体动物	0	40	0	180	0	0	0	0	20	27
节肢动物	0	0	0	0	0	0	80	0	0	9
总栖息密度	340	60	20	240	660	20	360	40	60	200

4.4.6.3 生物量

本次调查大型底栖生物平均生物量为 2.93g/m²，其中棘皮动物最高为 11.98g/m²，脊索动物为 1.79g/m²，环节动物为 1.10g/m²，软体动物和节肢动物均低于 1.00g/m²。最大生物量出现在 L15 站位为 12.00g/m²，最低为 L04 和 L12 站

位，为 0.07ind./m² 和 0.04ind./m²。

表 4.4.6-2 大型底栖生物量 (单位: g/m²)

物种类群	L02	L04	L08	L09	L11	L12	L14	L15	L18	平均生物量
环节动物	1.42	0.01	0.13	0.02	5.76	0.04	1.62	0.02	0.94	1.10
脊索动物	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19	0.00	0.00	1.79
棘皮动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.98	0.00	11.98
软体动物	0.00	0.06	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.04
节肢动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	0.00	0.06
总生物量	3.80	0.07	0.13	0.20	5.76	0.04	3.37	12.00	1.03	2.93

4.4.6.4 生物多样性指数

2022 年 4 月近岸 9 个站位大型底栖生物调查结果显示，该海域底栖生物多样性较低。各站均采集到底栖生物，L02、L11 和 L14 站位采集的种类数较多，均为 5 种以上，其它站位为 1-4 种。多样性指数 (log_e) 为 0~2.21，平均值为 0.97。

表 4.4.6-3 大型底栖生物多样性指数

站位	种类数 (S)	均匀度指数 (J')	多样性 (H', log _e)	优势度 (1-λ')
L02	6	0.9209	1.65	0.8309
L04	2	0.9183	0.6365	0.6667
L08	1	****	0	****
L09	4	0.8648	1.199	0.7121
L11	5	0.8004	1.288	0.6799
L12	1	****	0	****
L14	11	0.9242	2.216	0.9216
L15	2	1	0.6931	1
L18	3	1	1.099	1

4.4.6.5 综合评价

本次监测定性和定量大型底栖生物共采集到 59 种底栖生物，其中环节动物 18 种，节肢动物 17 种，软体动物 11 种，鱼类 8 种，棘皮动物 3 种，腔肠动物 2 种，其中定量样品共采集到 27 种底栖生物，定性样品共采集到 32 种。大型底栖生物平均栖息密度为 200ind./m²，其中环节动物最高为 147ind./m²，软体动物次之为 27ind./m²；平均栖息密度为 2.93g/m²，其中棘皮动物最高为 11.98g/m²，脊索动物为 1.79g/m²，环节动物为 1.10g/m²，软体动物和节肢动物均低于 1.00g/m²。

4.4.7 潮间带生物

本次潮间带生物监测在 2022 年 5 月 3 日落潮时进行，共布设 A、B 两个断面。各断面高潮带设置 2 个站点，中潮带设置 2 个站点，低潮带设置 2 个站点。用 25cm×25cm 采样框取定量样品，先拾取采样框内底质表面的生物，再挖掘至 30cm 深，样品倒入孔径 1mm 的套筛中用海水冲洗，拣出所有样品，装样品瓶编号登记，并用 5%中性福尔马林溶液固定，带回实验室进行样品分析、种类鉴定、生物量的称重及栖息密度的计算；定性采样尽量搜集齐全定量采样站周围出现的动、植物，样品冷冻保存后带回实验室种类鉴定、计数。

4.4.7.1 潮间带自然状况

潮间带 A 断面，从高潮带到低潮带表层沉积物是砂。潮间带 B 在 A 断面以东，高潮带是岩礁，中潮带和低潮带表层沉积物为沙。

4.4.7.2 种类组成

本次潮间带生物监测共鉴定 13 种，其中甲壳动物最多，为 5 种，软体动物次之为 4 种。

4.4.7.3 栖息密度

潮间带定量采集栖息密度平均为 115ind./m²，其中甲壳动物最高，为 75ind./m²，其次为软体动物为 25ind./m²。LF2 断面栖息密度较大，其中低潮区和中潮区平均栖息密度较高，分别为 150ind./m²和 125ind./m²，优势类群为甲壳动物。

表 4.4.7-1 潮间带大型底栖生物定量采集栖息密度 (ind./m²)

物种类群	LF1低	LF1中	LF1高	LF2低	LF2中	LF2高
总生物量	37.5	275	25	150	125	75
环节动物	0	12.5	0	0	0	50
棘皮动物	0	0	0	0	0	25
甲壳动物	0	175	25	125	125	0
软体动物	37.5	87.5	0	25	0	0

4.4.7.4 生物量

陆丰潮间带大型底栖生物量平均为 29.16g/m²，其中软体动物最高，为 25.68g/m²，其次为软体动物，为 3.47g/m²。LF2 断面栖息密度较大，其中中潮区

和低潮区平均栖息密度分别为 111.43g/m² 和 4.67g/m²，中潮区采集到较多的圆球股窗蟹 *Scopimeraglobosa*。

表 4.4.7-2 潮间带大型底栖生物量 (g/m²)

物种类群	LF1低	LF1中	LF1高	LF2低	LF2中	LF2高
总生物量	2.33	0.00	15.00	3.48	0.00	0.00
环节动物	2.33	5.48	50.98	4.67	111.43	0.08
棘皮动物	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03
甲壳动物	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
软体动物	0.00	5.48	35.97	1.19	111.43	0.00

4.4.7.5 生物多样性

潮间带由于为砂质海岸，生物多样性水平较低，大部分采样站位仅取到 1 种。香农-威纳多样性指数 (log2)为 0~1.81，平均值为 0.46。

表 4.4.7-3 潮间带大型底栖生物定量采集生物多样性

	种类数 S	丰富度 d	均匀度 J'	Shannon多样性 H'(log2)	优势度 1-λ'
LF1低1	1	0.00	--	0.00	0.00
LF1低2	1	0.00	--	0.00	0.00
LF1中1	1	0.00	--	0.00	0.00
LF1中2	3	0.32	0.76	1.21	0.53
LF1高1	1	0.00	--	0.00	0.00
LF1高2	1	0.00	--	0.00	0.00
LF2低1	4	0.57	0.91	1.81	0.69
LF2低2	3	0.43	0.95	1.50	0.63
LF2中1	1	0.00	--	0.00	0.00
LF2中2	1	0.00	--	0.00	0.00
LF2高1	2	0.22	1.00	1.00	0.51
LF2高2	1	0.00	--	0.00	0.00

4.4.7.6 综合评价

潮间带生物监测共鉴定 13 种，其中甲壳动物最多，为 5 种，软体动物次之为 4 种。栖息密度平均为 115ind./m²，其中甲壳动物最高，为 75ind./m²，其次为软体动物为 25ind./m²。LF2 断面栖息密度较大。栖息密度平均为 29.16g/m²，其中软体动物最高，为 25.68g/m²，其次为软体动物，为 3.47g/m²。

4.4.8 游泳动物

本节内容引自自然资源部第三海洋研究所 2020 年 9 月的《广东陆丰核电一期工程受纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查》内容。调查站位见下图：

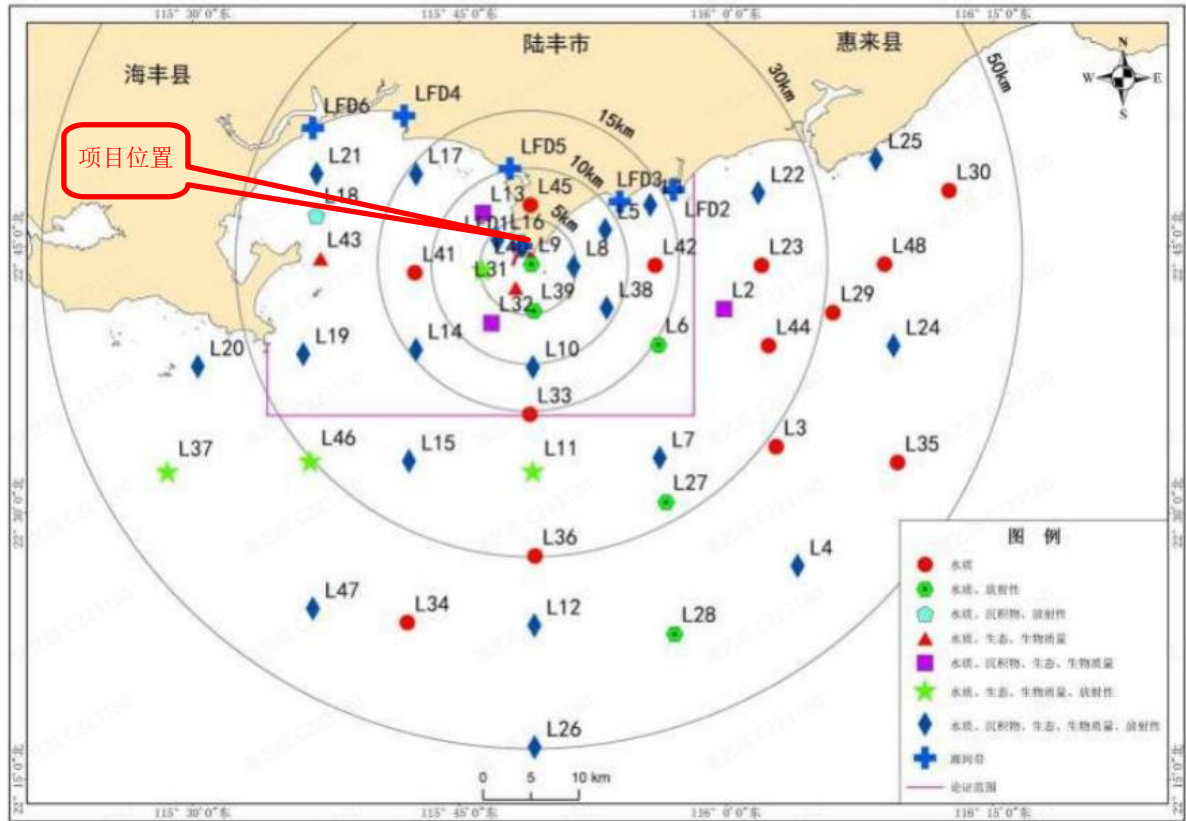


图 4.4.8-1 游泳动物调查站位

4.4.8.1 调查方法

(1) 调查网具

网具为双囊有翼底拖网，其网口扫海宽度为 7.2m，最小和最大网目为 15mm ~55mm。每个试捕站样品处理按照《海洋调查规范》的要求进行。

(2) 样品采集

从每网渔获物中先将较大的不同种类单独挑出，然后随机取样采集约 20kg 渔获样品供进一步分析，不足 20kg 时全部取样。

(3) 渔获物样品分析

调查内容包括样品渔获物种类及其百分组成、数量分布、渔获物优势种、主要和重要经济品种的生物学特征、渔获物中幼鱼百分比值、现存相对资源密度、生物多样性等相关内容。

4.4.8.2 调查结果

①种类组成及平面分布

春季拖网调查鉴定游泳动物 117 种（表 4.4.8-1），其中鱼类 77 种，占拖网总种数的 65.81%，虾类 10 种，占 8.55%，蟹类 18 种，占 15.38%，虾蛄类 5 种，占 4.27%，头足类 7 种，占 5.98%，从种类数平面分布上来看（表 4.4.8-2），各站位间种类数存在差异，各站位出现种类数在 10~35 之间，1#站最多，15#站最少。

秋季拖网调查鉴定游泳动物 94 种（表 4.4.8-1），其中鱼类 50 种，占拖网总种数的 63.83%，虾类 17 种，占 18.09%，蟹类 17 种，占 18.09%，虾蛄类 6 种，占 6.38%，头足类 4 种，占 4.26%，从种类数平面分布上来看（表 4.4.8-2），各站位间种类数存在差异，各站位出现种类数在 20-33 之间，1#、20#/43#站最多，24#和 26#站最少。

表 4.4.8-1 游泳动物种类数及其百分比组成

类群	春季		秋季	
	种类数	%	种类数	%
鱼类	77	65.81	50	63.83
虾类	10	8.55	17	18.09
蟹类	18	15.38	17	18.09
虾蛄类	5	4.27	6	6.38
头足类	7	5.98	4	4.26
合计	117	100	97	100

②渔获物（重置、尾数）分类群组成

春季调查渔获物中鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类、头足类重量分类群百分比分别占 60.87%、1.00%、14.24%、15.99%和 7.90%，尾数分类群百分比分别为 60.52%、4.36%、16.53%、14.60%和 3.99%（表 4.4.8-3）。秋季调查渔获物中鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类、头足类重量分类群百分比分别占 37.13%、4.75%、21.54%、34.24%和 2.35%，尾数分类群百分比分别为 21.81%、9.20%、29.69%、37.27%和 2.03%（表 4.4.8-3）。

表 4.4.8-2 游泳动物各站位种类数分布情况

站位	种类数	
	春季	秋季
1	35	33
2	25	30
4	21	26
5	25	23
7	23	31
8	32	23
10	30	22
11	25	25
12	20	28
13	14	26
14	24	22
15	10	27
16	27	28
17	26	25
19	13	24
20	20	33
21	31	24
22	20	22
24	28	21
25	23	24
26	23	21
31	27	26
32	24	26
37	17	29
38	26	22
40	31	22
43	31	33
46	29	24
47	22	29

表 4.4.8-3 渔获物(重量、尾数)分类群百分比组成

类群	春季		秋季	
	重量 (%)	尾数 (%)	重量 (%)	尾数 (%)
鱼类	60.87	60.52	37.13	21.81
虾类	1	4.36	4.75	9.20
蟹类	14.24	16.53	21.54	29.69
虾蛄类	15.99	14.6	34.24	37.27
头足类	7.9	3.99	2.35	2.03

④资源密度（重量、尾数）及平面分布

春季调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 410.99kg/km² 和 31998ind./km²(表 4.4.8-4)，其中，鱼类为 250.17kg/km²、19364ind./km²，虾类为 4.10kg/km²、1396ind./km²，蟹类为 58.53kg/km²、5289ind./km²，虾蛄类为 65.72kg/km²、4672ind./km²，头足类为 32.48kg/km²、1276ind./km²。在本次调查中，重量密度最大值出现在 40#站，为 838.96kg/km²，重量密度最小值出现在 31#

站，仅为 104.58kg/km²，尾数密度最大值出现在 8#站，为 57496ind./km²，最小值也出现在 37#站，仅为 7299ind./km²(表 4.4.8-5)。

表 4.4.8-4 调查海域渔获物各类群资源密度

类群	春季		秋季	
	kg/ km ²	ind./ km ²	kg/ km ²	ind./ km ²
鱼类	250.17	19364	164.21	9664
虾类	4.1	1396	20.99	4077
蟹类	58.53	5289	95.28	13157
虾蛄	65.72	4672	151.43	16517
头足类	32.48	1276	10.39	900
游泳动物	410.99	31998	442.31	44315

秋季调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 442.31kg/km² 和 44315ind./km²(表 4.4.8-4)，其中，鱼类为 164.21kg/km²、9664ind./km²，虾类为 20.99kg/km²、4077ind./km²，蟹类为 95.28kg/km²、13157ind./km²，虾蛄类为 151.43kg/km²、16517ind./km²，头足类为 10.39kg/km²、900ind./km²，在本次调查中，重量密度最大值出现在 17#站，为 737.47kg/km²，重量密度最小值出现在 26#站，仅为 157.69kg/km²，尾数密度最大值出现在 1#站，为 95243ind./km²，最小值出现在 40#站，仅为 20141ind/km²(表 4.4.8-5)。

表 4.4.8-5 调查海域渔获物各站位资源密度

站位	春季		秋季	
	kg/ km ²	ind./ km ²	kg/ km ²	ind./ km ²
1	476.8	34597	732.27	95243
2	490.94	55396	621.07	79601
4	440.59	22798	271.72	23463
5	614.66	56396	477.33	80887
7	515.02	19999	616.78	47247
8	745.21	57496	286.81	30534
10	423.52	51296	412.75	32944
11	620.33	30798	553.70	60103
12	396.45	41897	398.40	25873
13	261.72	30698	649.77	40658
14	455.09	36197	335.18	28712
15	168.31	25798	329.53	28498
16	378.89	32798	542.56	25712
17	193.99	21398	737.47	45318
19	227.25	23498	363.78	37604
20	178.13	16299	395.28	38247
21	340	21298	499.45	45640
22	277.08	27098	676.70	40658
24	638.43	33098	277.57	33105
25	260.12	11899	524.76	33265
26	544.37	31698	157.69	23034
31	104.58	16499	429.54	52068
32	217.93	35197	333.40	55603
37	187.76	7299	327.47	33426
38	478.13	44997	543.07	77887
40	838.96	54596	248.03	20141
43	660.93	29298	354.67	45961
46	358.04	29198	254.97	44890
47	425.42	28398	475.31	58817

⑤渔获物优势种

春季调查各类群渔获物优势种及其相对重要性指数如表 4.4.8-6 所示，渔获物的优势度差异非常明显，二长棘鲷的 IRI 指数达 3511.99，为最优势的种类。其次为皮氏叫姑鱼，IRI 值为 1843.57，IRI 指数较高的种类还包括长蛇鲻、竹荚鱼、六带拟鲈等；虾类 IRI 指数均较低，细巧仿对虾 IRI 指数最高为 89.09，蟹类中双斑蟳 IRI 指数为 684.15，为优势种，此外直额蟳、隆线强蟹、变态蟳也超过 100，其它种类中，口虾蛄和杜氏枪乌贼的 IRI 指数较高，分别为 2428.91 和 603.27，IRI 指数超过 100 的还包括葛氏小口虾蛄和日本猛虾蛄。

秋季调查各类群渔获物优势种及其相对重要性指数如表 4.4.8-7 所示，渔获物的优势度差异非常明显，鱼类中龙头鱼和皮氏叫姑鱼的 IRI 指数较高，为 1073.41 和 1038.88，其它鱼类的 IRI 指数都小于 300，虾类 IRI 指数以哈氏仿对虾最多，也仅为 470.89，其它种类都在 100 以下，蟹类中以直额蟳 IRI 指数最高，为 1252.62，其次是双斑蟳、红星梭子蟹、纤手梭子蟹等 IRI 指数均在 500 以上；

虾蛄类中，日本猛奸蛄的 IRI 指数最高为 2377.88，为本次调查最优势的种类，此外断脊小口虾蛄和口虾蛄 IRI 指数也较高，分别为 1958.52 和 1539.54，头足类在本次调查中渔获较少，因此 IRI 指数均小于 100。

表 4.4.8-6 春季各类群渔获物优势种及其相对重要性指数

类群	种类	W%	N%	F%	IRI
鱼类	二长棘鲷	8.67	30.51	89.66	3511.99
	皮氏叫姑鱼	16.06	5.32	86.21	1843.57
	长蛇鲻	9.77	2.91	68.97	874.47
	竹荚鱼	3.18	3.15	62.07	392.84
	六带拟鲈	1.95	3.13	62.07	315.01
虾类	细巧仿对虾	0.12	1.86	44.83	89.09
蟹类	双斑蟳	1.78	9.25	62.07	684.15
其它类	口虾蛄	12.88	11.41	100.00	2428.91
	杜氏枪乌贼	5.23	2.38	79.31	603.27
	葛氏小口虾蛄	1.11	1.65	62.07	171.00
	日本猛虾蛄	1.69	1.14	58.62	165.89

表 4.4.8-7 秋季各类群渔获物优势种及其相对重要性指数

类群	种类	W%	N%	F%	IRI
鱼类	龙头鱼	9.78	7.51	62.07	1073.41
	皮氏叫姑鱼	8.36	2.80	93.10	1038.88
虾类和蟹类	哈氏仿对虾	1.41	3.84	89.66	470.89
	直额蟳	4.13	11.66	79.31	1252.62
	双斑蟳	2.59	9.45	75.86	913.16
	红星梭子蟹	7.51	1.74	89.66	829.14
	纤手梭子蟹	3.10	3.48	82.76	544.58
虾蛄类	日本猛虾蛄	14.71	12.88	86.21	2377.88
	断脊小口虾蛄	8.46	14.26	86.21	1958.52
	口虾蛄	8.73	7.81	93.10	1539.54

⑦渔获物物种多样性

春季渔获物重星多样性指数 (H') 均值为 2.23(1.48~2.80) (表 4.4.8-8)，丰富度指数(D)均值为 2.60(1.11~3.71)，均匀度指数(J')为 0.71 (0.51~0.84)，尾数多样性指数(H')均值为 2.13(1.30~2.79)，丰富度指数(D)均值为 3.64(1.44~5.20)，均匀度指数(J')为 0.67(0.44~0.83)(表 4.4.8-9)。

秋季渔获物重量多样性指数 (H') 均值为 2.41(2.01~2.77) (表 4.4.8-8)，丰富度指数(D)均值为 2.77(2.22~3.64)，均匀度指数(J')为 0.74(0.61~0.85)，尾数多样性指数 (H') 均值为 2.43(2.12~2.87)，丰富度指数(D)均值为 3.74(2.88~4.87)，均匀度指数(J')为 0.75(0.65~0.88)(表 4.4.8-9)。

表 4.4.8-8 各季节重量多样性指数

指数	春季		秋季	
	范围	均值	范围	均值
<i>D</i>	1.11~3.71	2.6	2.22~3.64	2.77
<i>J</i>	0.51~0.84	0.71	0.61~0.85	0.74
<i>H'</i>	1.48~2.80	2.23	2.01~2.77	2.41

表 4.4.8-9 各季节尾数多样性指数

指数	春季		秋季	
	范围	均值	范围	均值
<i>D</i>	1.44~5.20	3.64	2.88~4.87	3.74
<i>J</i>	0.44~0.83	0.67	0.65~0.88	0.75
<i>H'</i>	1.30~2.79	2.13	2.12~2.87	2.43

4.4.8.3 综合评价

调查海域春季调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 410.99kg/km² 和 31998ind./km²，秋季调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 442.31kg/km² 和 44315ind./km²，春季主要优势种包括二长棘犁齿鲷、皮氏叫姑鱼、口虾蛄、长蛇鲻、双斑蟳等；秋季主要优势种类为日本猛虾蛄、口虾蛄、断脊小口虾蛄、龙头鱼、皮氏叫姑鱼、直额蟳等，春季渔获物重最多多样性指数 (*H'*) 均值为 2.23，丰富度指数(*D*)均值为 2.60，均匀度指数 (*J'*) 为 0.71，尾数多样性指数 (*H'*) 均值为 2.13，丰富度指数(*D*)均值为 3.64，均匀度指数 (*J'*) 为 0.67，秋季渔获物多样性指数 (*H'*) 均值为 2.41，丰富度指数(*D*)均值为 2.77，均匀度指数 (*J'*) 为 0.74，尾数多样性指数 (*H'*) 均值为 2.43，丰富度指数(*D*)均值为 3.74，均匀度指数 (*J'*) 为 0.75。

4.4.9 生物体质量

本节内容引自自然资源部第三海洋研究所 2020 年 9 月的《广东陆丰核电一期工程接纳水体水质环境、水生生态与渔业资源调查》内容。

(1) 调查站位见图 4.4.8-1。

(2) 监测项目

生物体内的石油烃、铜、铅、镉、铬、锌、汞、砷、银、硼、钴，共计 11 项指标进行检测分析。

(3) 调查及分析方法

样品采样后将样品放在聚乙烯袋中，压出袋内空气，将袋口打结，将此袋和

样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口、冷冻保存，带回实验室分析。室内分析时，取贝类的软组织、甲壳类和龟类的肌肉组织备用。

生物质量分析方法主要依据《海洋监测规范》(GB17378.6-2007)、《海洋监测技术规程》(HY/T147.3-2013)中规定的有关方法进行。

表 4.4.9-1 生物质量分析方法、执行标准及检出限

序号	项目	分析方法	执行标准	检出限
1	铜	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》Y/T147.3-2013	0.08×10^{-6}
2	铅	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》Y/T147.3-2013	0.03×10^{-6}
3	锌	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》Y/T147.3-2013	1.66×10^{-6}
4	镉	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》Y/T147.3-2013	0.03×10^{-6}
5	铬	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》Y/T147.3-2013	0.30×10^{-6}
6	砷	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》Y/T147.3-2013	0.10×10^{-6}
7	总汞	原子荧光法	《海洋监测规范》GB17378.6-2007	0.002×10^{-6}
8	石油烃	荧光分光光度法	《海洋监测规范》GB17378.6-2007	0.2×10^{-6}
9	银	电感耦合等离子体质谱法	-	-
10	硼	电感耦合等离子体质谱法	-	-

(4) 调查结果

①春季

全部鱼类中铜、铅、锌、镉、汞均未超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》中鱼类的重金属含量限值。甲壳类中铜、铅、锌、镉、汞均未超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》中鱼类的重金属含量限值。采用海洋生物质量一类标准进行评价时，贝类（双壳类）中铜、锌、铬、汞、石油烃均符合海洋生物质量一类标准，超过海洋生物质量一类标准的元素主要集中在铅、镉和砷，有 13 个贝类（双壳类）铅含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 61.5%，有 6 个贝类（双壳类）镉含量虽超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 46.2%，有 1 个贝类（双壳类）砷含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 7.7%，采用海洋生物质量二类标准进行评价时，贝类（双壳类）中铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃均未超过海洋生物质量二类标准。

②秋季

全部鱼类中铜、铅、锌、镉、汞均未超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》中鱼类的重金属含量限值，

甲壳类中铜、铅、锌、镉、汞均未超过《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》和《第二次全国海洋污染基线调查报告》中鱼类的重金属含量限值。采用海洋生物质量一类标准进行评价时，贝类（双壳类）中铜、锌、铬、汞、石油烃均符合海洋生物质量一类标准，超过海洋生物质量一类标准的元素主要集中在铅、镉和砷。有 12 个贝类（双壳类）铅含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 75.0%，有 6 个贝类（双壳类）镉含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 37.5%，有 2 个贝类（双壳类）砷含量超过海洋生物质量一类标准，占总样品数的 12.5%，采用海洋生物质量二类标准进行评价时，贝类（双壳类）中铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷和石油烃均未超过海洋生物质量二类标准。

5 环境影响预测与评价

5.1 地表水环境影响预测与评价

5.1.1 预测模型

5.1.1.1 预测范围

本项目取排水口位于碣石湾田尾角，上游经碣石湾与南溪河、乌坎河、东河、螺河、西河、潭西水、东溪相接，下游与中国南海相接，预测范围见图 5.1.1-1。碣石湾模型，上边界从东到西分别为鳌江水闸、湖东水-湖东桥闸、南溪河-碣石桥闸、乌坎河-乌坎水闸、东河水闸、螺河桥闸、西河水闸、潭西水水闸、东溪水闸，下边界为中国南海（距离本项目约 30km），其中，本项目距离金厢海岸防护物理防护极重要区约 9.6km、距离碣石湾海马珍稀濒危物种分布区约 11.8km。模型采用非结构网格，外海边界分辨率为 450m，近海边界分辨率为 30~300m，取排水口半径 1km 区域网格双重加密（取排水口半径 1km 区域最大网格面积为 1000m²、取排水口半径 50m 区域最大网格面积为 10m²），共 24645 个节点、40871 个单元，预测范围地形网格见图 5.1.1-2，项目区域地形网格见图 5.1.1-3。

本项目设置 11 个预测站点、2 个预测断面，见表 5.1.1-1 和图 5.1.1-1。

表 5.1.1-1 预测位置

序号	海洋	位置	经度 (E)	纬度 (N)
Point_1	碣石湾田尾角	本项目取水口	115.819014	22.741423
Point_2	碣石湾田尾角	本项目取水口西南偏西 50m	115.818569	22.741221
Point_3	碣石湾田尾角	取水隔堤中间	115.817337	22.740302
Point_4	碣石湾田尾角	取水明渠中间	115.816626	22.739513
Point_5	碣石湾田尾角	取水明渠入口	115.815552	22.739662
Point_6	碣石湾田尾角	本项目排水口西侧 1km	115.809519	22.740392
Point_7	碣石湾田尾角	本项目排水口南侧 1km	115.819275	22.731389
Point_8	碣石湾田尾角	本项目排水口东侧 1km	115.829028	22.740392
Point_9	碣石湾田尾角	本项目排水口南侧 50m	115.819275	22.739936
Point_10	碣石湾田尾角	本项目排水口东侧 50m	115.819767	22.740392
Point_11	碣石湾田尾角	本项目排水口	115.819275	22.740392
Section_1	碣石湾田尾角	取水明渠入口断面	115.815552	22.739662
Section_2	碣石湾田尾角	取水隔堤断面	115.817337	22.740302

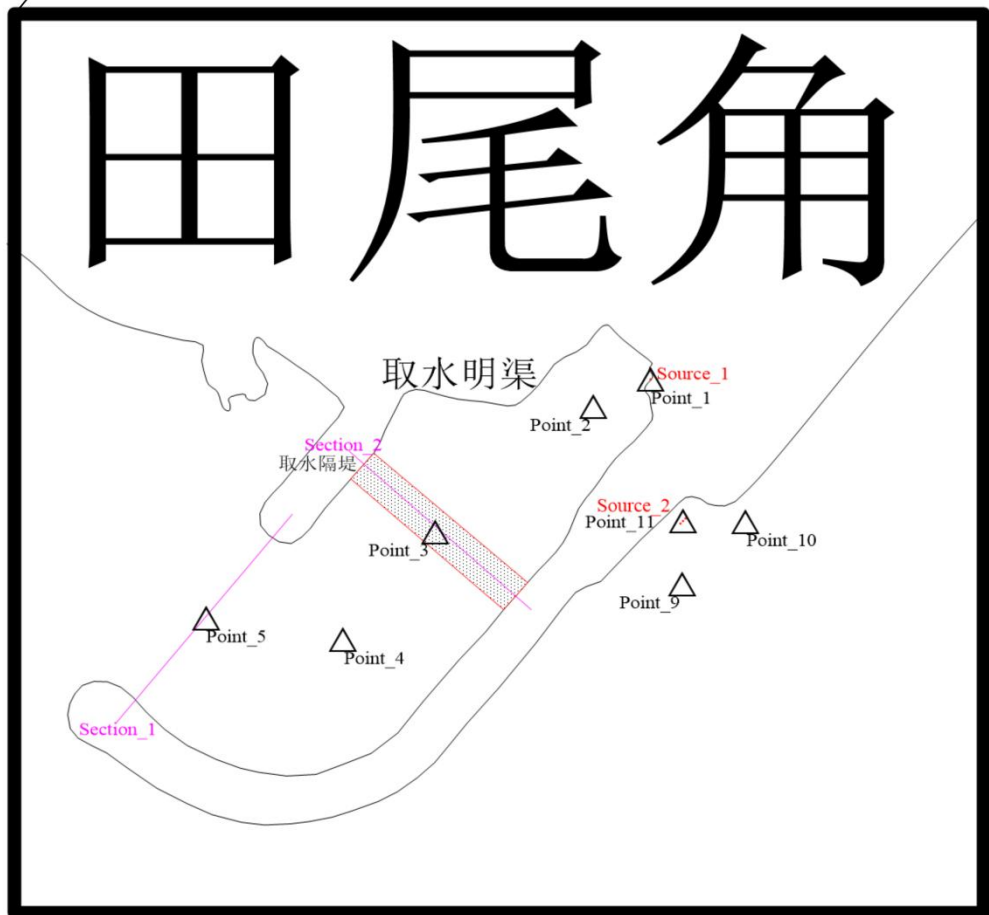
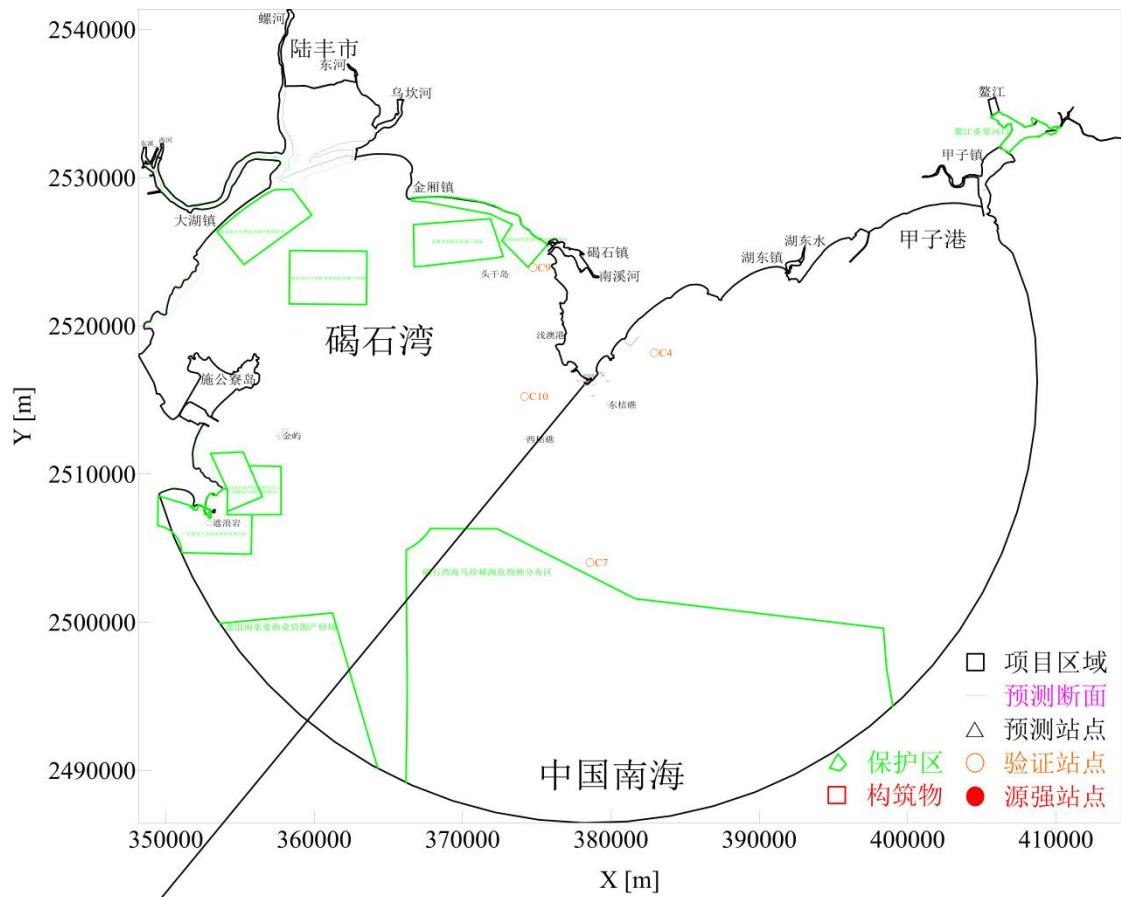


图 5.1.1-1 预测范围

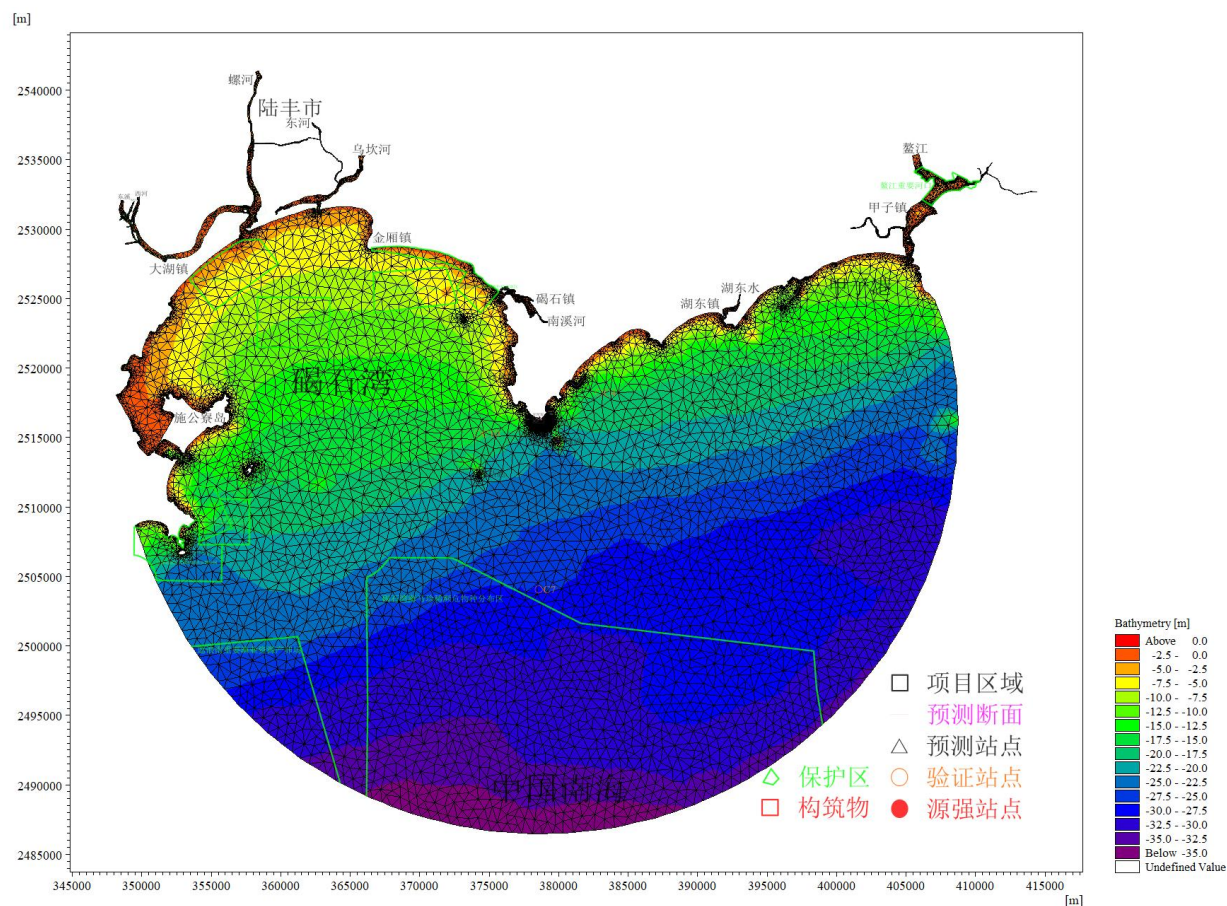


图 5.1.1-2 预测范围地形网格

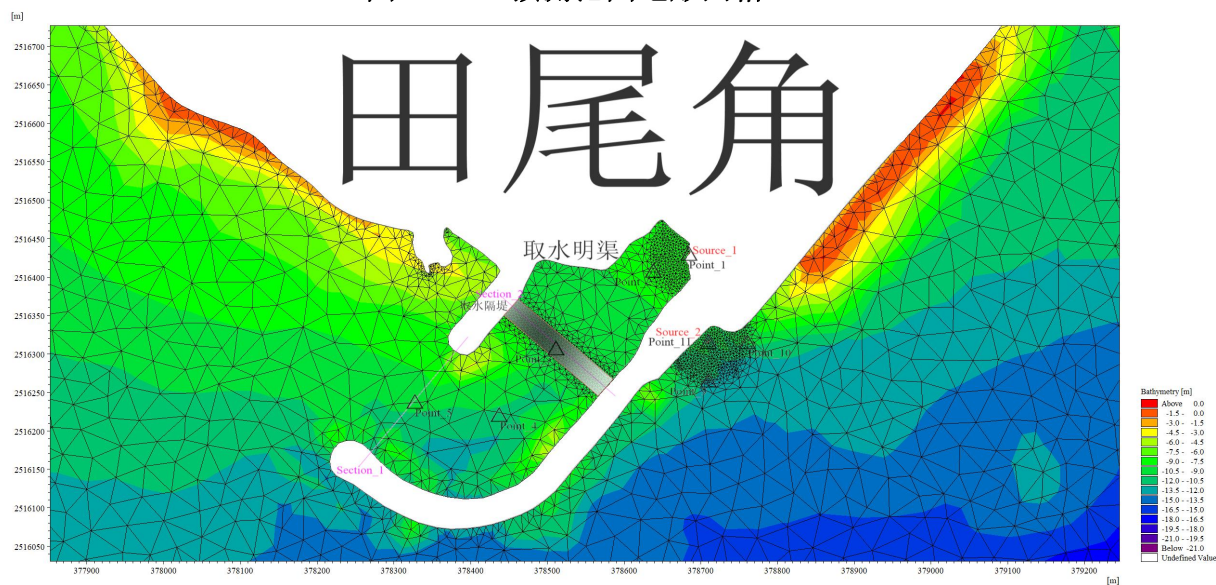


图 5.1.1-3 项目区域地形网格

5.1.1.2 预测时段

本项目预测时段为设计水文条件 15 天。

5.1.1.3 基本方程

本项目采用平面二维数学模型进行地表水环境影响预测。

水动力数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = hS$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial(h+z_b)}{\partial x} + fv - \frac{g}{C_z^2} \frac{\sqrt{u^2+v^2}}{h} u + \frac{\tau_{sx}}{\rho h} + A_m \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial(h+z_b)}{\partial y} - fu - \frac{g}{C_z^2} \frac{\sqrt{u^2+v^2}}{h} v + \frac{\tau_{sy}}{\rho h} + A_m \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right)$$

式中:

h——水深, m;

t——时间, s;

u——对应于 x 轴的平均流速分量, m/s;

x——笛卡尔坐标系 X 向的坐标, m;

v——对应于 y 轴的平均流速分量, m/s;

y——笛卡尔坐标系 Y 向的坐标, m;

S——源(汇)项, s⁻¹;

g——重力加速度, m/s²;

z_b——河底高程, m;

f——科氏系数, $f = 2\Omega \sin\varphi$, s⁻¹;

C_z——谢才系数, m^{1/2}/s;

τ_{sx} 、 τ_{sy} ——分别为水面上的风应力, $\tau_{sx} = r^2 \rho_a w^2 \sin\alpha$,

$\tau_{sy} = r^2 \rho_a w^2 \cos\alpha$, r^2 为风应力系数, ρ_a 为空气密度, kg/m³, w 为风

速, m/s, α 为风方向角;

ρ ——水的密度, kg/m³;

A_m——水平涡动黏滞系数, m²/s。

水质数学模型的基本方程为:

$$\frac{\partial(hC)}{\partial t} + \frac{\partial(uhC)}{\partial x} + \frac{\partial(vhC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(E_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + hf(C) + hSC_s$$

式中:

C——污染物浓度, mg/L;

E_x ——污染物纵向扩散系数， m^2/s ；

E_y ——污染物横向扩散系数， m^2/s ；

$f(C)$ ——反应项， $g/(m^3 \cdot s)$ ；若为常见污染物， $f(C)=-kC$ ， k 为污染物综合衰减

系数， s^{-1} ；若为盐度， $f(C) = 0$ ；

C_s ——源（汇）项污染物浓度， mg/L 。

5.1.1.4 水文条件

碣石湾模型，河流边界验证水文条件采用 90%多年平均天然径流量、河流边界设计水文条件采用 10%多年平均天然径流量（引用《陆丰市主要河道采砂规划（2021-2025 年）（征求意见稿）》（广东省水利电力勘测设计研究院，2021 年 4 月）乌坎河（集雨面积 $506km^2$ ）年径流量 6.93 亿 m^3 （10%多年平均天然径流量= $2.197489m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $19.777397m^3/s$ ）、螺河（集雨面积 $1356km^2$ ）多年平均流量 $68.1m^3/s$ （10%多年平均天然径流量= $6.81m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $61.29m^3/s$ ）、潭西水（集雨面积 $209km^2$ ）多年平均流量 $9.7m^3/s$ （10%多年平均天然径流量= $0.97m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $8.73m^3/s$ ），其他河流边界流量数据采用集水面积类比计算：鳌江（集雨面积 $273km^2$ ，就近类比乌坎河，10%多年平均天然径流量= $1.185602m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $10.670414m^3/s$ ）、湖东水（集雨面积 $44.7km^2$ ，就近类比乌坎河，10%多年平均天然径流量= $0.194126m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $1.747134m^3/s$ ）、南溪河（集雨面积 $51.94km^2$ ，就近类比乌坎河，10%多年平均天然径流量= $0.225568m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $2.030115m^3/s$ ）、东河（集雨面积 $68km^2$ ，就近类比螺河，10%多年平均天然径流量= $0.341504m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $3.073540m^3/s$ ）、西河（集雨面积 $55.3km^2$ ，就近类比潭西水，10%多年平均天然径流量= $0.256656m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $2.309900m^3/s$ ）、东溪（集雨面积 $210.4km^2$ ，就近类比潭西水，10%多年平均天然径流量= $0.976498m^3/s$ ，90%多年平均天然径流量= $8.788478m^3/s$ ），潮位边界采用中国海域潮汐预报软件 Chinatide 模型计算结果（考虑了 M_2 、 S_2 、 N_2 、 K_2 、 K_1 、 O_1 、 P_1 和 Q_1 8 个主要分潮及 Sa 天文气象分潮）。

预测范围水深地形，国家海洋局南海规划与环境研究院 2018 年 1 月 1:1000 陆丰核电厂一期工程 2016-2019 年度动态监测第五航次水深图、中国人民解放军海军

航道测量局最新出版的海图。

5.1.1.5 参数验证

(一) 参数

(1) 时间步长

根据模型网格、水深条件动态调整时间步长使得 CFL 数小于 0.8，以满足模型稳定的要求，本项目时间步长设置为 60s。

(2) 干湿边界

本项目采用网格冻结方法处理预测范围内滩地干湿过程：当网格点水深小于 0.005m 时，滩地干出，不参与水动力计算；当网格点水深大于 0.005m 但小于 0.05m 时，流速为零，仅参与水动力连续方程计算；当网格点水深大于 0.1m 时，河水上滩，参与水动力计算。

(3) 涡粘系数

涡流粘度采用 Smagorinsky 公式估算，本项目涡粘系数设置为 0.28。

(4) 曼宁系数

本项目采用模拟计算与实测资料率定曼宁系数，本项目曼宁系数设置为 $32\text{m}^{1/3}/\text{s}$ 。

(5) 衰减系数

参考《广州市污水治理总体规划修编环境影响报告书》（珠江水资源保护科学研究所）“ COD_{Cr} 降解系数取 0.13/d，氨氮降解系数取 0.1/d”、《广州佛山跨市水污染综合整治方案》（中山大学）“ COD_{Cr} 降解系数取 0.2/d，氨氮降解系数取 0.05/d~0.1/d”、《广东省地表水环境容量核定技术报告》（华南环境科学研究所）“ COD_{Cr} 降解系数取 0.1/d~0.2/d，氨氮降解系数取 0.05/d~0.1/d”、《河网水功能区水环境容量核定技术规范》编制说明（征求意见稿）（河海大学，2021 年 4 月）“宜兴经济开发区野外同步监测通过模型率定得到 COD 降解系数为 0.08/d，氨氮降解系数为 0.1/d，TP 降解系数为 0.08/d；长江江苏江段 COD_{Mn} 降解系数为 0.2/d，氨氮降解系数为 0.18/d；太湖 COD_{Mn} 降解系数 0.09/d-0.13/d，氨氮降解系数 0.04/d-0.069/d，总氮降解系数 0.056/d-0.102/d，总磷降解系数 0.0424/d。”、《苏州新区浒东污水处理厂二期扩建及提标改造工程项目（重新报批）地表水专项评价》

(2021年12月)“本项目枯水期 COD_{Cr} 综合降解系数取 0.12/d, $\text{NH}_3\text{-N}$ 综合降解系数取 0.10/d, 总磷综合降解系数取 0.08/d。”和《河道整治工程中悬浮物输移扩散数值模拟研究》(李晓凌等, 2013)“悬浮物衰减系数(或沉降系数)取 5.0/d”, 本项目 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐和 SS 的衰减系数定为 0.12d^{-1} 、 0.10d^{-1} 、 0.08d^{-1} 和 5.0d^{-1} 。

(二) 验证

碣石湾模型采用自然资源部第一海洋研究所 2022 年 4 月 22 日 20 时至 23 日 20 时实测数据进行验证, 潮位验证结果见图 5.1.1-4, 潮流验证结果见图 5.1.1-5。验证结果显示, 潮位过程线的形态基本一致, 最高和最低潮位值偏差均在 $\pm 10\text{cm}$ 以内; 流速和流向过程线的形态基本一致, 除在转流时存在一定偏差外平均流速偏差均在 $\pm 10\%$ 以内、旋转流的流向偏差均在 $\pm 15^\circ$ 以内, 满足数值模拟验证计算精度控制要求, 说明碣石湾模型预测结果较准确, 可用于本项目对水环境影响的预测。

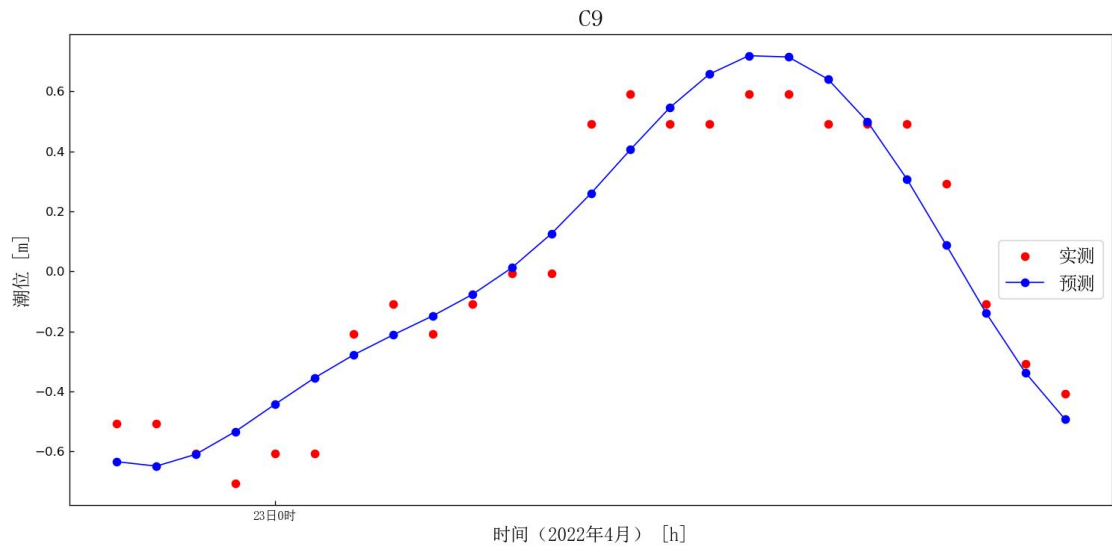
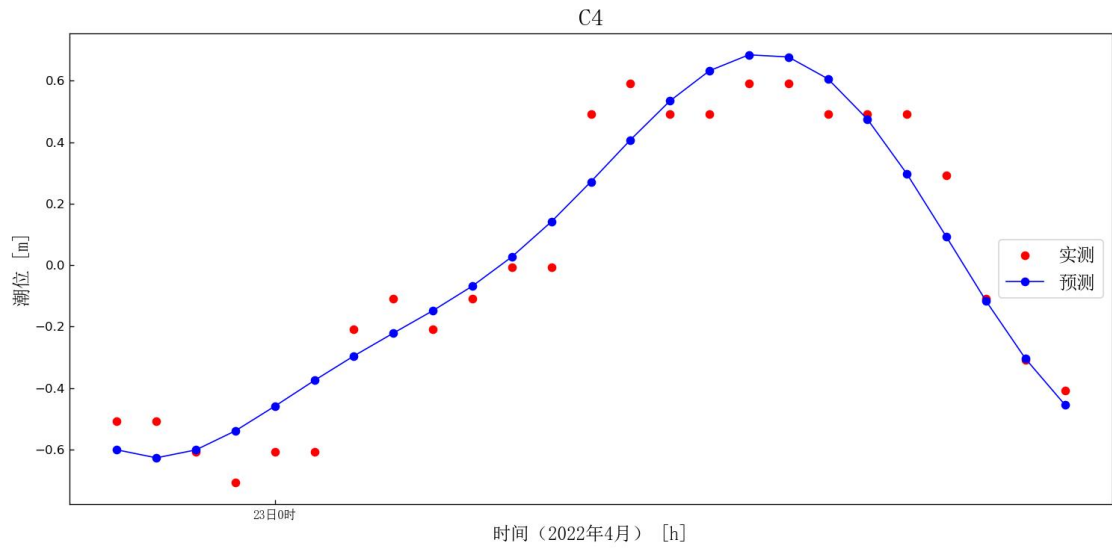


图 5.1.1-4 潮位验证结果

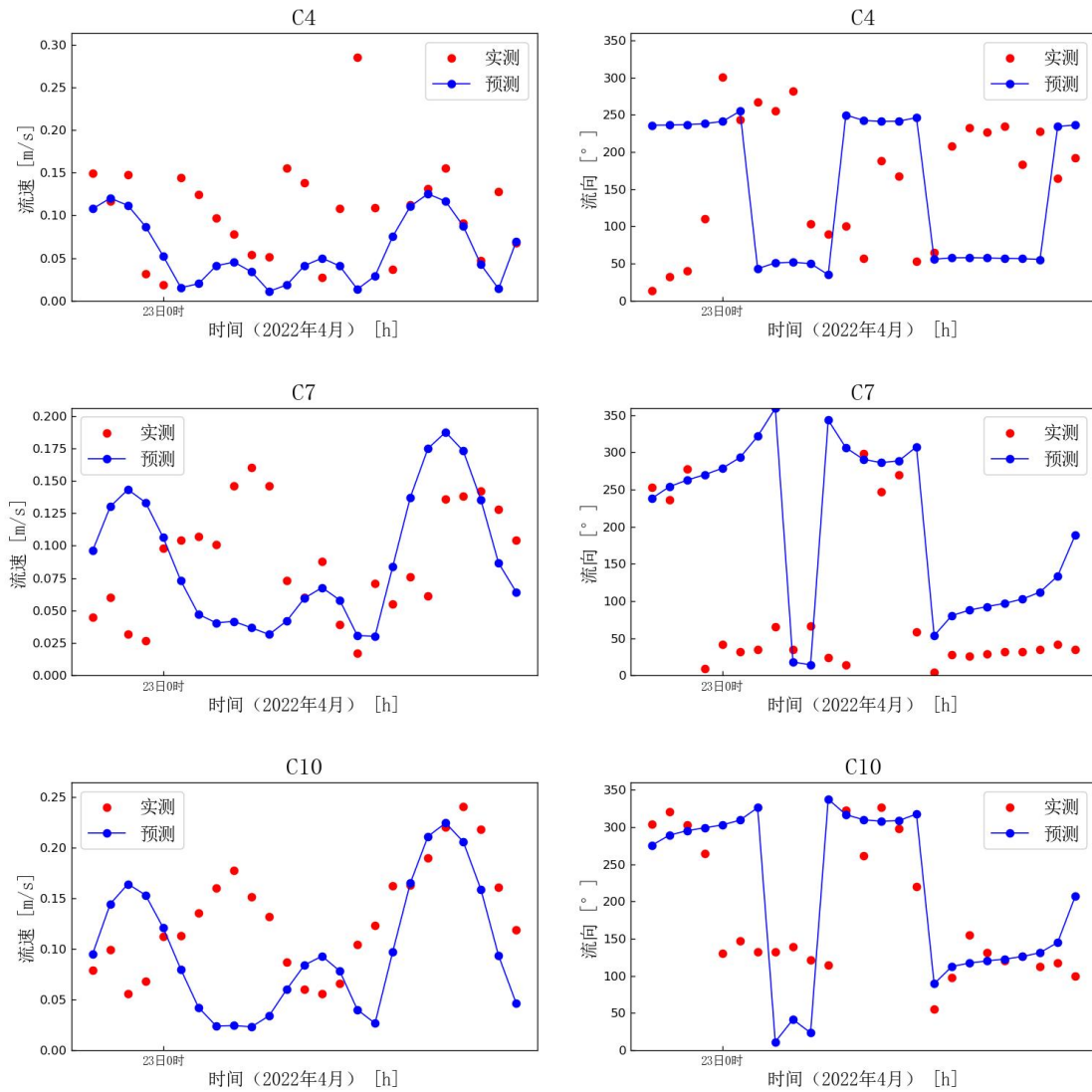


图 5.1.1-5 潮流验证结果

5.1.2 水动力预测

本项目水动力预测情景包括 2 个工况，分别为工程前、工程后，本项目水动力预测工况见表 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 水动力预测工况

工况	海洋	位置	经度 (E)	纬度 (N)	流量 (m ³ /s)	取/排水方式
工程前取排水	碣石湾田尾角	本项目取水口	115.819014	22.741423	0	连续
	碣石湾田尾	本项目排水	115.8192	22.74039	0	连续

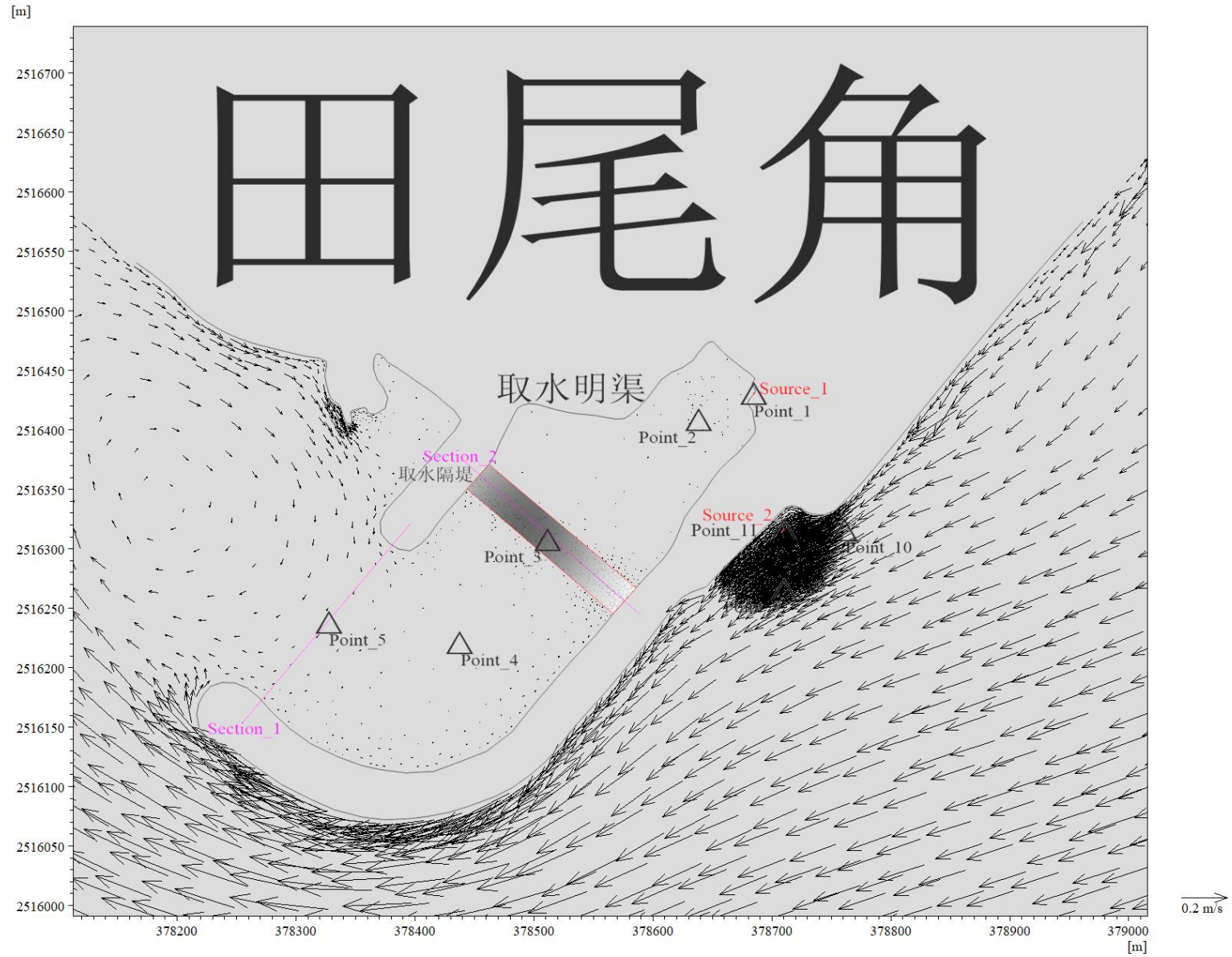
	角	口	75	2		
工程后取排水	碣石湾田尾角	本项目取水口	115.8190	22.74142	0.127083	连续
	角	口	14	3		
	碣石湾田尾角	本项目排水口	115.8192	22.74039	0.078125	连续
	角	口	75	2		

5.1.2.1 流场分布

工程前，项目区域受涨落潮和岸线影响主要表现为顺时针旋转的往复流，其中，排水口水域涨潮期间出现顺时针旋转流、落潮期间出现逆时针旋转流，取水明渠入口与取水隔堤中间水域表现为逆时针旋转流、取水隔堤内部水动力较弱，取排水口大潮涨急（本项目的涨落急时刻以 Point_6 即本项目排水口西侧 1km 潮流作为判定依据）流速大于落急流速、涨潮平均流速小于落潮平均流速。大潮涨急时刻，项目区域流速矢量分布见图 5.1.2-1，取排水处流速矢量分布见图 5.1.2-2，Point_1 即本项目取水口水位为 0.134m、水深为 8.254m、流速为 0.000042m/s、流向为 44°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.139m、水深为 10.945m、流速为 0.049m/s、流向为 245°N；大潮落急时刻，项目区域流速矢量分布见图图 5.1.2-3，取排水处流速矢量分布见图 5.1.1-9，Point_1 即本项目取水口水位为 0.546m、水深为 8.666m、流速为 0.000034m/s、流向为 217°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.539m、水深为 11.345m、流速为 0.034m/s、流向为 254°N。Point_1 即本项目取水口，大潮平均流速为 0.000053m/s、涨潮平均流速为 0.000046m/s、落潮平均流速为 0.000059m/s；Point_11 即本项目排水口，大潮平均流速为 0.040m/s、涨潮平均流速为 0.038m/s、落潮平均流速为 0.042m/s。

工程后，项目区域受涨落潮和岸线影响主要表现为顺时针旋转的往复流，其中，排水口水域涨潮期间出现逆时针旋转流、落潮期间出现顺时针旋转流，取水明渠入口与取水隔堤中间水域表现为逆时针旋转流、取水口水域表现为汇聚流，取排水口大潮涨急（本项目的涨落急时刻以 Point_6 即本项目排水口西侧 1km 潮流作为判定依据）流速大于落急流速、涨潮平均流速大于落潮平均流速。大潮涨急时刻，项目区域流速矢量分布见图 5.1.2-4，取排水处流速矢量分布见图 5.1.2-5，Point_1 即本项目取水口水位为 0.133m、水深为 8.253m、流速为 0.00183m/s、流向为 89°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.136m、水深为 10.942m、流速为

0.043m/s、流向为 244°N；大潮落急时刻，项目区域流速矢量分布见图 5.1.2-6，取排水处流速矢量分布见图 5.1.2-7，Point_1 即本项目取水口水位为 0.546m、水深为 8.666m、流速为 0.00168m/s、流向为 91°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.530m、水深为 11.336m、流速为 0.029m/s、流向为 31°N。Point_1 即本项目取水口，大潮平均流速为 0.00176m/s、涨潮平均流速为 0.00181m/s、落潮平均流速为 0.00172m/s；Point_11 即本项目排水口，大潮平均流速为 0.038m/s、涨潮平均流速为 0.041m/s、落潮平均流速为 0.036m/s。



图图 5.1.2-1 工程前项目区域大潮涨急时刻流速矢量图

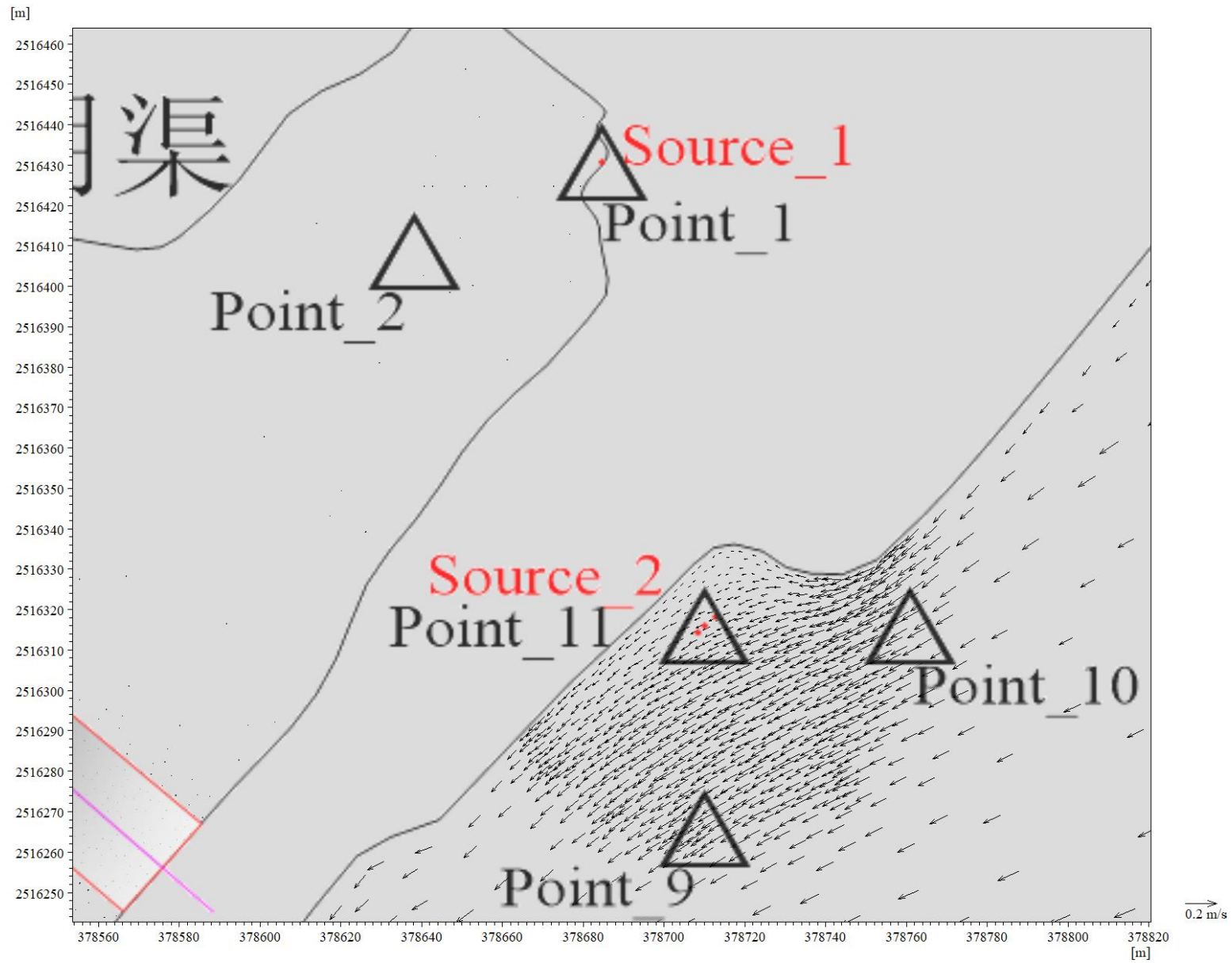


图 5.1.2-2 工程前取排水处大潮涨急时刻流速矢量图（局部放大）

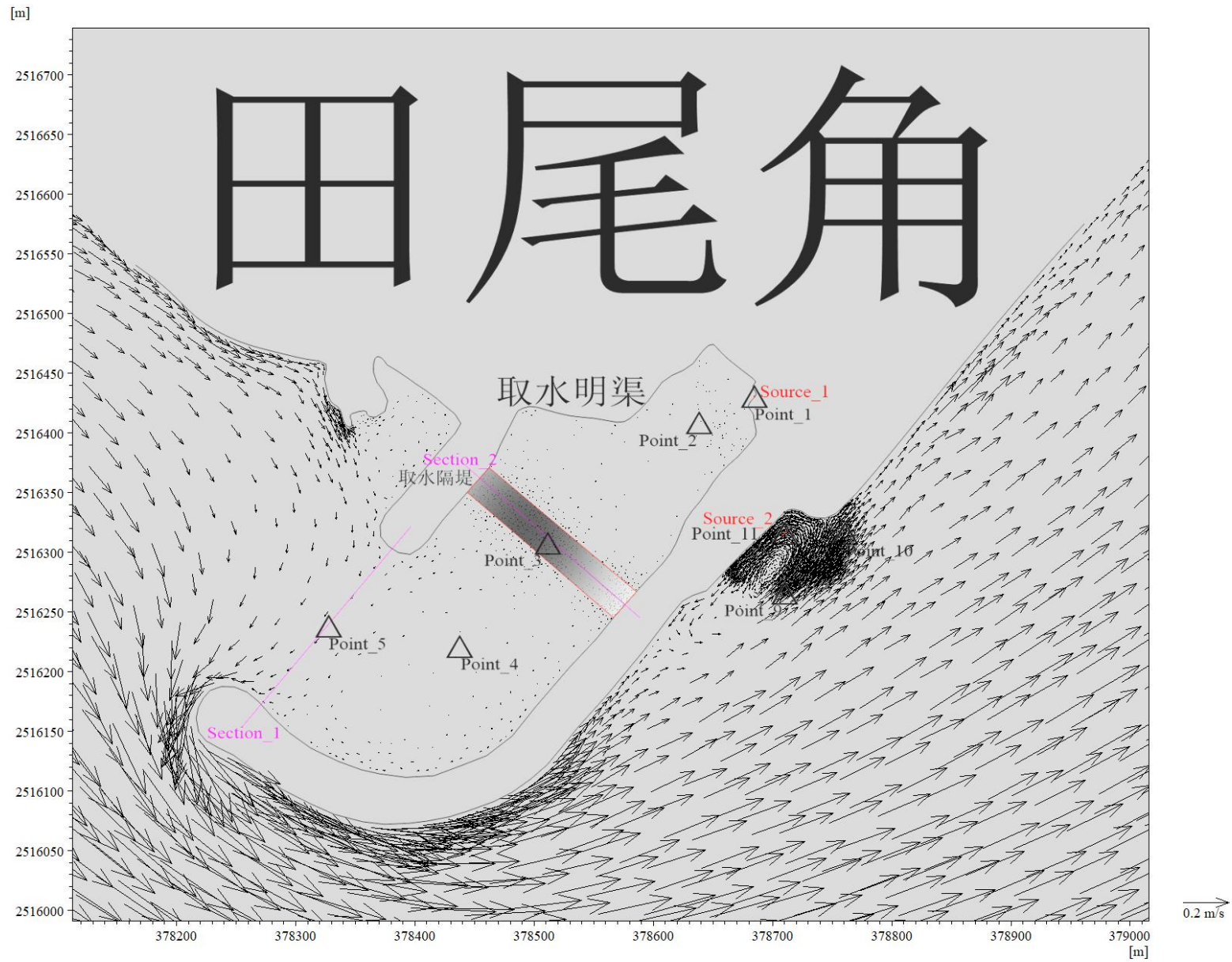


图 5.1.2-3 工程前项目区域大潮落急时刻流速矢量图

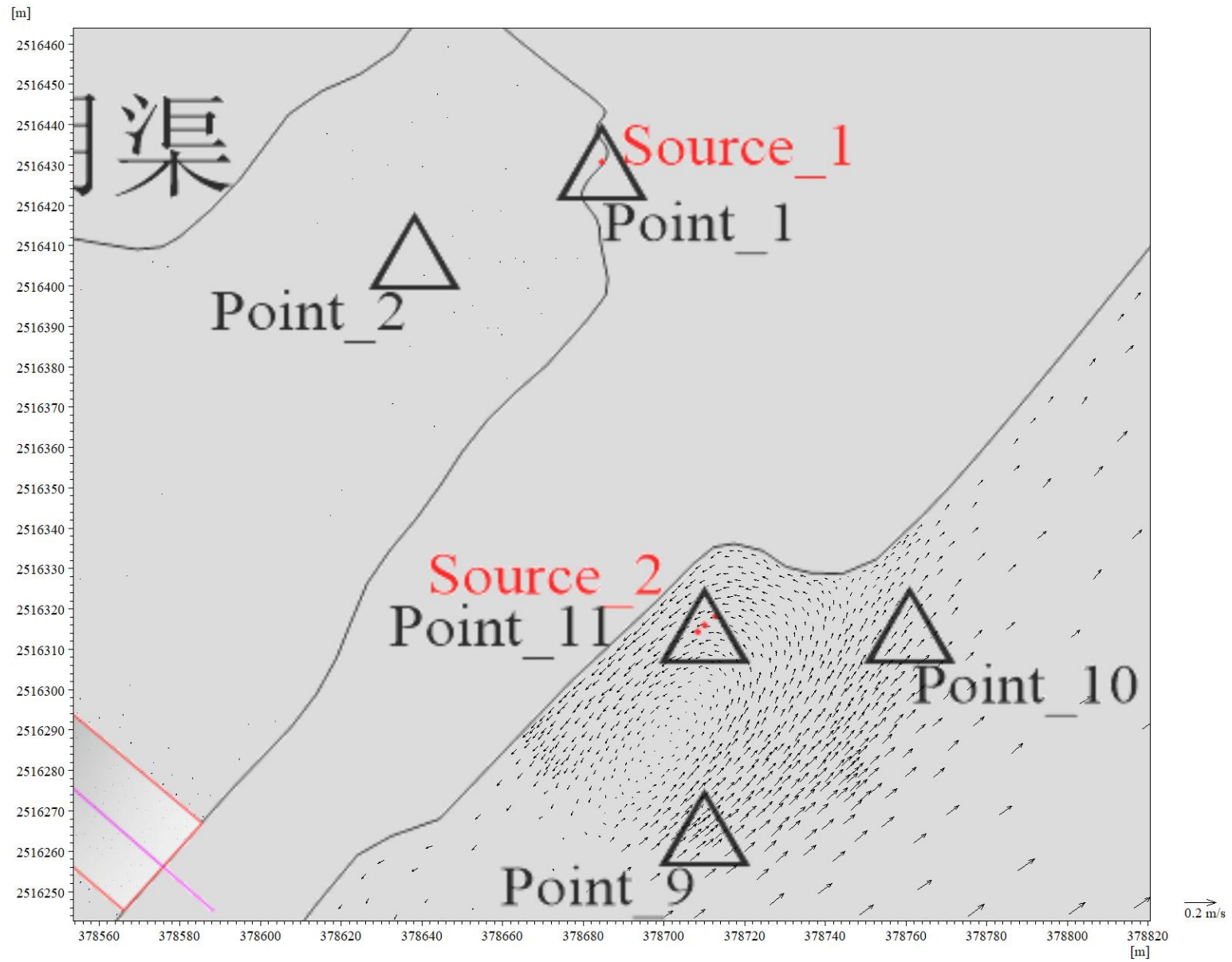


图 5.1.2-4 工程前取排水处大潮落急时刻流速矢量图（局部放大）

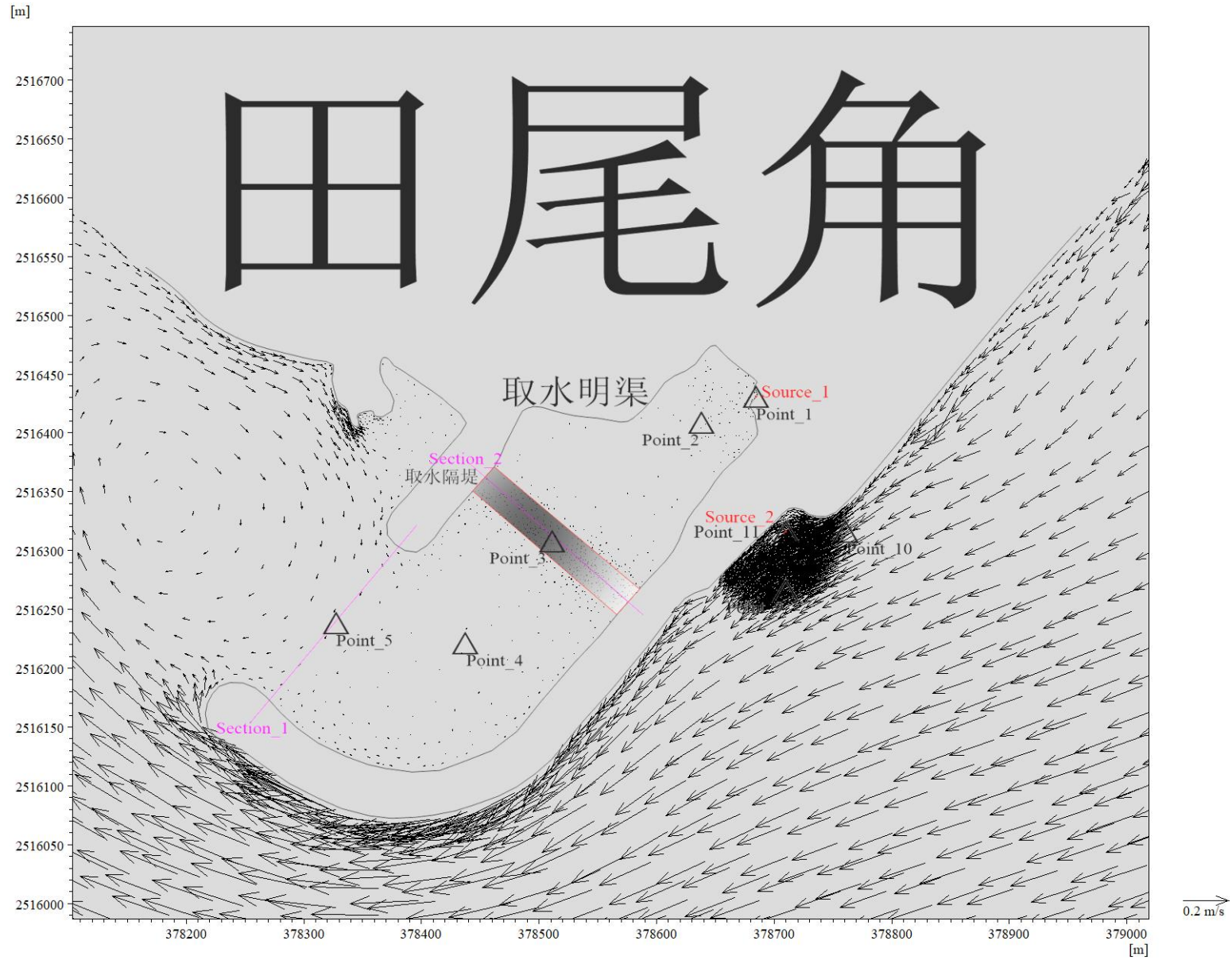


图 5.1.2-5 工程后项目区域大潮涨急时刻流速矢量图

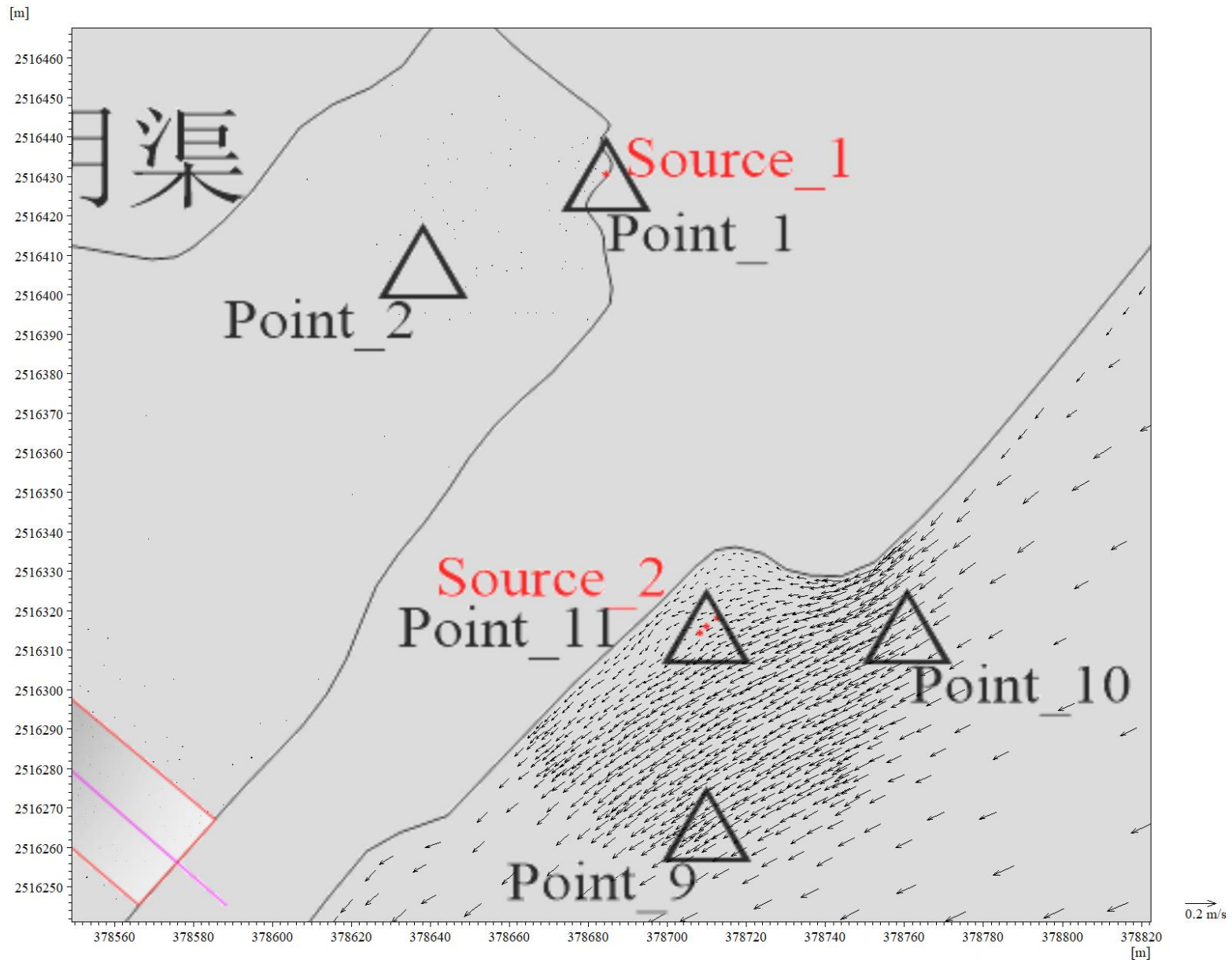


图 5.1.2-6 工程后取排水处大潮涨急时刻流速矢量图（局部放大）

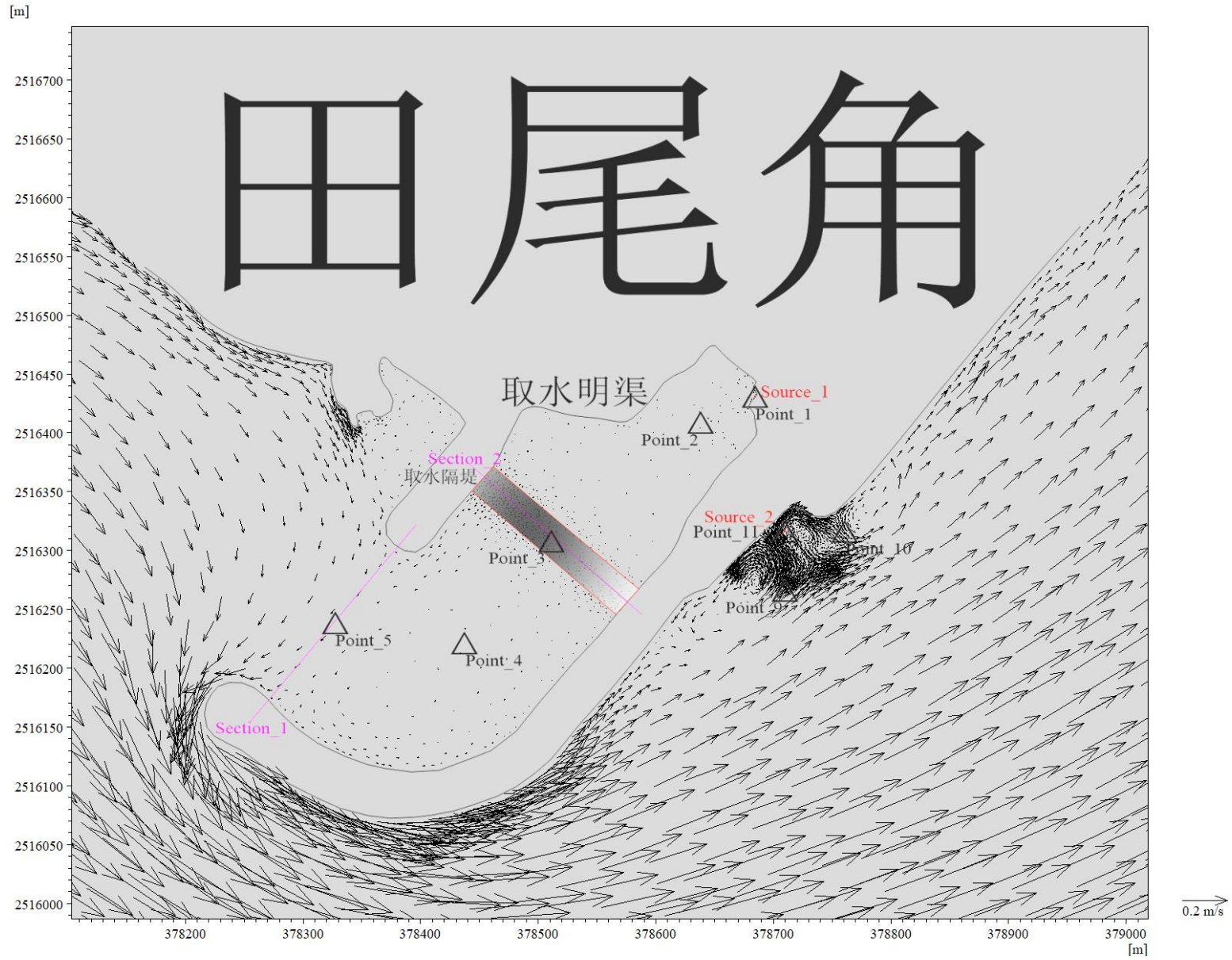


图 5.1.2-7 工程后项目区域大潮落急时刻流速矢量图

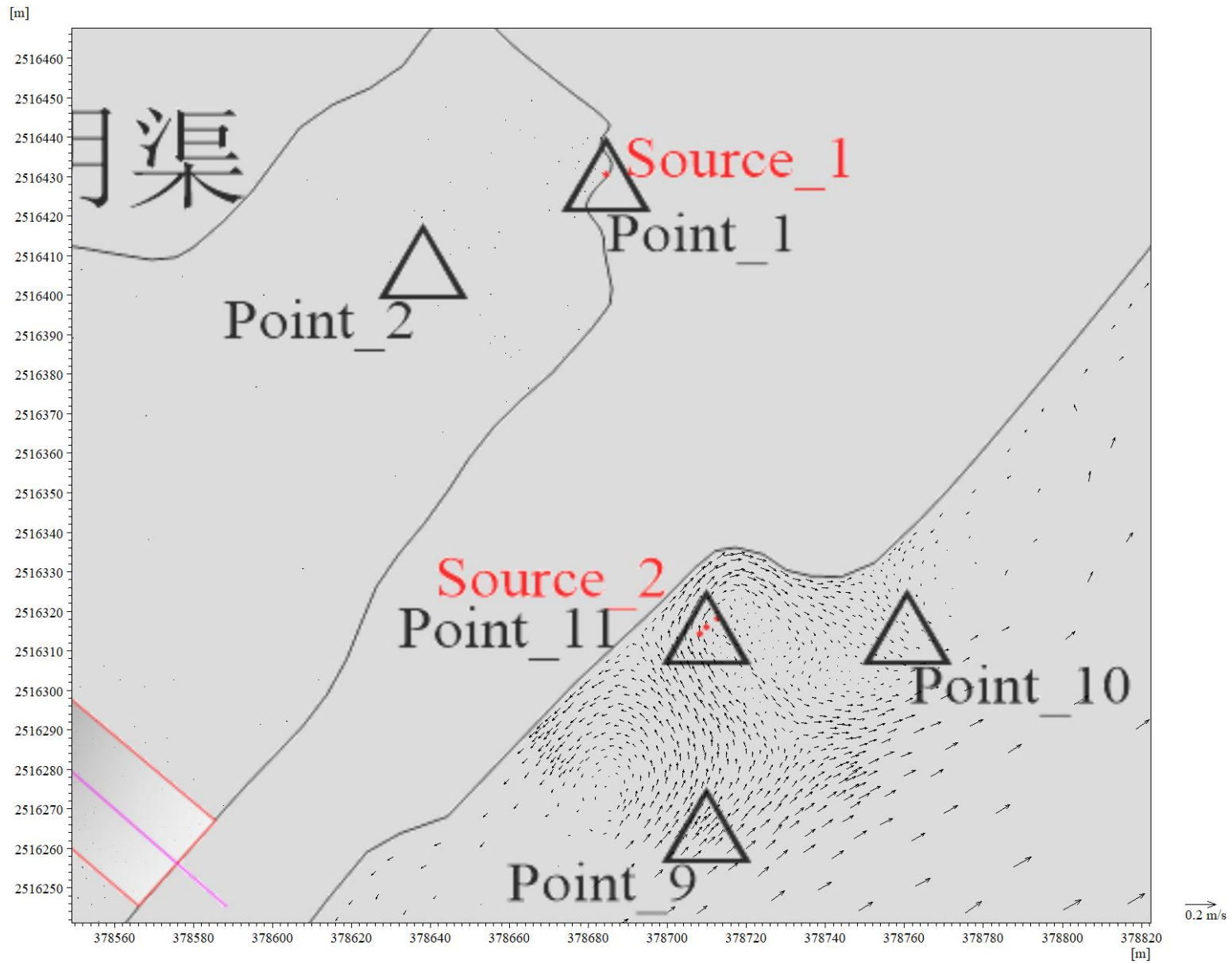


图 5.1.2-8 工程后取排水处大潮落急时刻流速矢量图（局部放大）

5.1.2.2 站点水文

工程前后项目区域大潮涨急时刻、大潮落急时刻流速矢量对比见图 5.1.2-9、图 5.1.2-10，各预测站点水位、水深、流速、流向统计见表 5.1.2-1，可见：工程后，碣石湾田尾角海域水文条件受到很小影响，总体上影响程度取排水处（Point_1 和 Point_11）>项目区域（Point_2 至 Point_10）、取水口处（Point_1）>排水口处（Point_11）、项目近区（Point_2 至 Point_5、Point_9 至 Point_10）>项目远区（Point_6 至 Point_8），各预测站点流速的最大值变化量范围为-0.004561m/s~0.001883m/s，Point_11 即本项目排水口流速的最大值变化量为-0.004561m/s，Point_1 即本项目取水口流速的最大值变化量为 0.001855m/s，Point_5 即取水明渠入口流速的最大值变化量为 0.001883m/s。

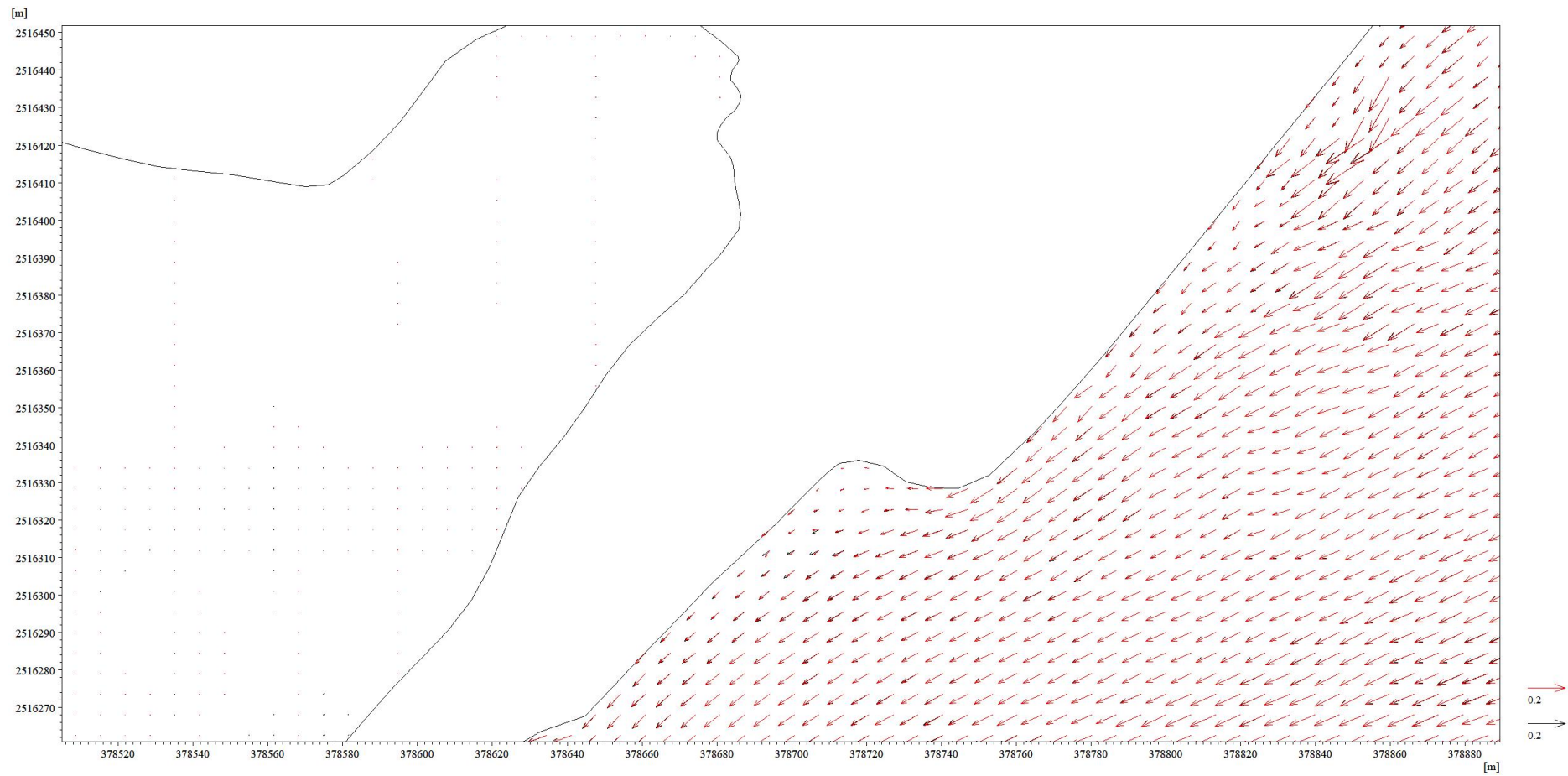


图 5.1.2-9 工程前后项目区域大潮涨急时刻流速矢量对比图（工程前为黑色、工程后为红色、单位为 m/s）

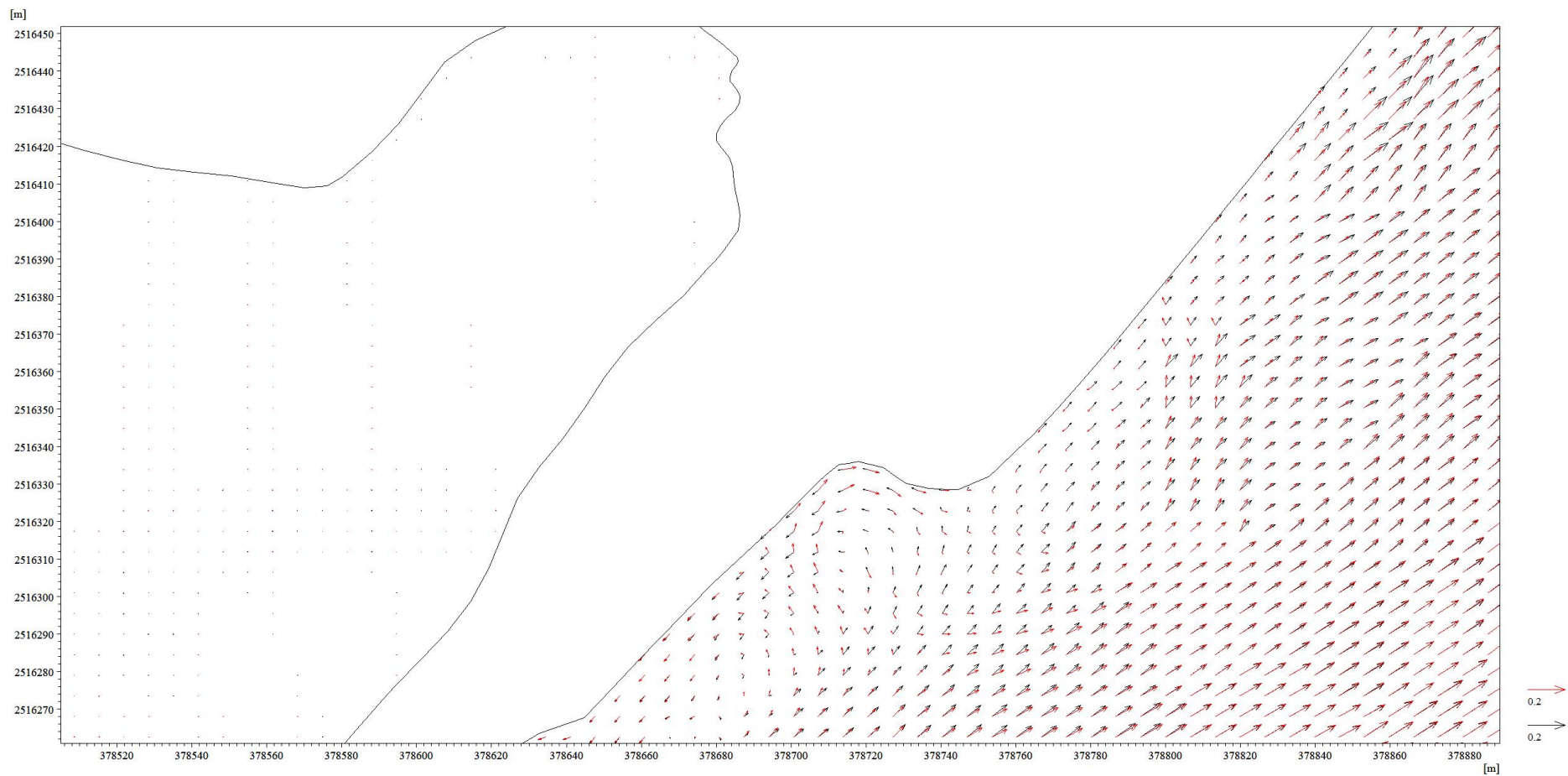


图 5.1.2-10 工程前后项目区域大潮落急时刻流速矢量对比图（工程前为黑色、工程后为红色、单位为 m/s）

表 5.1.2-1 各预测站点水位、水深、流速、流向统计

工况	预测站点	统计	水文要素				对比工程前变化量				对比工程前变化率 [%]			
			水位 [m]	水深 [m]	流速 [m/s]	流向 [°N]	水位 [m]	水深 [m]	流速 [m/s]	流向 [°N]	水位	水深	流速	流向
工程前	Point_1	最大值	0.762	8.882	0.000112	211.6								
		最小值	-0.656	7.464	0.000002	358.3								
		平均值	0.000	8.120	0.000043									

Point_2	最大值	0.762	8.882	0.000617	20.9								
	最小值	-0.656	7.464	0.000051	295.4								
	平均值	0.000	8.120	0.000341									
Point_3	最大值	0.762	9.882	0.002445	252.3								
	最小值	-0.656	8.464	0.000248	334.9								
	平均值	0.000	9.120	0.001226									
Point_4	最大值	0.762	11.467	0.004646	317.2								
	最小值	-0.656	10.049	0.001352	292.0								
	平均值	0.000	10.705	0.002877									
Point_5	最大值	0.762	10.894	0.029155	212.2								
	最小值	-0.656	9.476	0.003319	207.0								
	平均值	0.000	10.131	0.015948									
Point_6	最大值	0.762	11.480	0.284354	120.5								
	最小值	-0.656	10.062	0.006631	27.1								
	平均值	-0.001	10.717	0.140256									
Point_7	最大值	0.756	21.671	0.323814	258.7								
	最小值	-0.653	20.262	0.004596	355.0								
	平均值	0.000	20.915	0.145054									
Point_8	最大值	0.748	13.152	0.405949	64.9								
	最小值	-0.650	11.754	0.008308	199.0								
	平均值	-0.001	12.403	0.184663									
Point_9	最大值	0.753	12.833	0.153477	236.9								
	最小值	-0.651	11.429	0.003335	50.1								
	平均值	-0.001	12.079	0.077647									
Point_10	最大值	0.752	11.072	0.187687	238.9								
	最小值	-0.651	9.669	0.000958	29.5								
	平均值	-0.001	10.319	0.090224									
Point_11	最大值	0.753	11.559	0.074536	58.9								

	1	最小值	-0.651	10.155	0.001429	153.7								
		平均值	-0.001	10.805	0.037924									
工程后	Point_1	最大值	0.761	8.881	0.001967	89.2	-0.001	-0.001	0.00185	-122.4	-0.10	-0.01	1649.46	-57.86
		最小值	-0.657	7.463	0.001621	93.3	-0.001	-0.001	0.00162	-264.9	0.13	-0.01	75456.90	-73.95
		平均值	-0.001	8.119	0.001821		-0.001	-0.001	0.00178		187.60	-0.01	4163.67	
	Point_2	最大值	0.762	8.882	0.000939	53.7	0.000	0.000	0.00032	32.7	0.00	0.00	52.18	156.41
		最小值	-0.656	7.464	0.000060	202.5	0.000	0.000	0.00001	-92.9	0.01	0.00	16.51	-31.45
		平均值	-0.001	8.119	0.000408		0.000	0.000	0.00007		25.06	0.00	19.93	
	Point_3	最大值	0.762	9.882	0.002648	274.8	0.000	0.000	0.00020	22.5	0.00	0.00	8.30	8.91
		最小值	-0.656	8.464	0.000169	70.9	0.000	0.000	-0.00008	-264.1	0.01	0.00	-31.70	-78.84
		平均值	-0.001	9.120	0.001152		0.000	0.000	-0.00007		35.02	0.00	-6.06	
	Point_4	最大值	0.762	11.467	0.005874	350.7	0.000	0.000	0.00123	33.5	-0.01	0.00	26.41	10.57
		最小值	-0.656	10.049	0.001417	130.8	0.000	0.000	0.00007	-161.2	0.02	0.00	4.87	-55.20
		平均值	-0.001	10.705	0.003350		0.000	0.000	0.00047		36.81	0.00	16.45	
	Point_5	最大值	0.762	10.894	0.031038	211.8	0.000	0.000	0.00188	-0.4	-0.02	0.00	6.46	-0.18
		最小值	-0.656	9.476	0.003538	227.5	0.000	0.000	0.00022	20.5	0.01	0.00	6.60	9.92
		平均值	-0.001	10.131	0.016182		0.000	0.000	0.00023		35.70	0.00	1.47	
	Point_6	最大值	0.762	11.480	0.284402	120.5	0.000	0.000	0.00005	0.0	0.00	0.00	0.02	0.01
		最小值	-0.656	10.062	0.006642	33.7	0.000	0.000	0.00001	6.6	0.02	0.00	0.17	24.28
		平均值	-0.001	10.717	0.140334		0.000	0.000	0.00008		17.17	0.00	0.06	
	Point_7	最大值	0.756	21.671	0.323805	258.7	0.000	0.000	-0.00001	-0.1	0.00	0.00	0.00	-0.02
		最小值	-0.653	20.262	0.004027	353.1	0.000	0.000	-0.00057	-2.0	0.00	0.00	-12.39	-0.56
		平均值	0.000	20.915	0.145014		0.000	0.000	-0.00004		17.00	0.00	-0.03	
	Point_8	最大值	0.748	13.152	0.405626	64.9	0.000	0.000	-0.00032	0.0	0.00	0.00	-0.08	-0.06
		最小值	-0.650	11.754	0.009022	207.2	0.000	0.000	0.00071	8.2	0.01	0.00	8.59	4.12
		平均值	-0.001	12.403	0.184720		0.000	0.000	0.00006		4.85	0.00	0.03	
	Point_9	最大值	0.753	12.833	0.153332	236.8	0.000	0.000	-0.00015	-0.1	-0.03	0.00	-0.09	-0.03
		最小值	-0.652	11.428	0.005757	351.7	0.000	0.000	0.00242	301.5	0.02	0.00	72.63	601.42

		平均值	-0.001	12.079	0.080443		0.000	0.000	0.00280		54.28	0.00	3.60	
	Point_1 0	最大值	0.752	11.072	0.188862	238.9	0.000	0.000	0.00118	0.0	-0.04	0.00	0.63	0.01
		最小值	-0.652	9.668	0.002876	141.4	0.000	0.000	0.00192	111.9	0.02	0.00	200.27	379.03
		平均值	-0.001	10.319	0.087414		-0.001	-0.001	-0.00281		55.71	-0.01	-3.11	
	Point_1 1	最大值	0.749	11.555	0.069975	244.9	-0.004	-0.004	-0.00456	186.0	-0.58	-0.04	-6.12	315.66
		最小值	-0.655	10.151	0.014270	84.5	-0.004	-0.004	0.01284	-69.2	0.64	-0.04	898.91	-45.04
		平均值	-0.006	10.801	0.037384		-0.005	-0.005	-0.00054		719.05	-0.05	-1.42	

备注:

1. Point_1 即本项目取水口;
2. Point_2 即本项目取水口西南偏西 50m;
3. Point_3 即取水隔堤中间;
4. Point_4 即取水明渠中间;
5. Point_5 即取水明渠入口;
6. Point_6 即本项目排水口西侧 1km;
7. Point_7 即本项目排水口南侧 1km;
8. Point_8 即本项目排水口东侧 1km;
9. Point_9 即本项目排水口南侧 50m;
10. Point_10 即本项目排水口东侧 50m;
11. Point_11 即本项目排水口。

5.1.2.3 断面流量

各预测断面流量统计见表 5.1.2-2。可见，工程后，取水明渠水文条件受到较小影响，总体上影响程度取水隔堤断面（Section_2）>取水明渠入口断面（Section_1），各预测断面净流量的最大值变化率范围为-6.49%~-2.44%，Section_2 即取水隔堤断面净流量的最大值变化率为-6.49%，Section_1 即取水明渠入口断面净流量的最大值变化率为-2.44%，取水明渠工程前纳潮量为 95306.3m³、工程后纳潮量为 103084.4m³、工程后纳潮量变化量为 7778.1m³、工程后纳潮量变化率为 8.16%。

表 5.1.2-2 各预测断面流量统计

工况	预测断面	统计	水文要素			对比工程前变化量			对比工程前变化率[%]		
			净流量 [m3/s]	正流量 [m3/s]	负流量 [m3/s]	净流量 [m3/s]	正流量 [m3/s]	负流量 [m3/s]	净流量	正流量	负流量
工程前	Section_1	最大值	5.189800	22.529203	-25.309141						
		最小值	-3.446142	1.749161	-0.883818						
		平均值	0.008476	12.311924	-12.303448						
	Section_2	最大值	1.955293	2.492304	-1.848033						
		最小值	-1.298422	0.203989	-0.448010						
		平均值	0.003224	1.164375	-1.161151						
工程后	Section_1	最大值	5.062955	23.213354	-25.213264	-0.126845	0.684151	0.095877	-2.44	3.04	-0.38
		最小值	-3.573237	2.732281	-0.376700	-0.127096	0.983120	0.507118	3.69	56.21	-57.38
		平均值	-0.118572	12.125950	-12.244522	-0.127048	-0.185974	0.058926	-1498.90	-1.51	-0.48
	Section_2	最大值	1.828297	2.398378	-2.143719	-0.126996	-0.093927	-0.295686	-6.49	-3.77	16.00
		最小值	-1.425531	0.024845	-0.111206	-0.127109	-0.179144	0.336804	9.79	-87.82	-75.18
		平均值	-0.123845	0.827471	-0.951316	-0.127070	-0.336904	0.209835	-3940.82	-28.93	-18.07

备注：

1. Section_1 即取水明渠入口断面；
2. Section_2 即取水隔堤断面。

5.1.2.4 小结

(一) 流场分布

工程前，项目区域受涨落潮和岸线影响主要表现为顺时针旋转的往复流，其中，排水口水域涨潮期间出现顺时针旋转流、落潮期间出现逆时针旋转流，取水明渠入口与取水隔堤中间水域表现为逆时针旋转流、取水隔堤内部水动力较弱，取排水口大潮涨急（本项目的涨落急时刻以 Point_6 即本项目排水口西侧 1km 潮流作为判定依据）流速大于落急流速、涨潮平均流速小于落潮平均流速。大潮涨急时刻，Point_1 即本项目取水口水位为 0.134m、水深为 8.254m、流速为 0.000042m/s、流向为 44°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.139m、水深为 10.945m、流速为 0.049m/s、流向为 245°N；大潮落急时刻，Point_1 即本项目取水口水位为 0.546m、水深为 8.666m、流速为 0.000034m/s、流向为 217°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.539m、水深为 11.345m、流速为 0.034m/s、流向为 254°N。Point_1 即本项目取水口，大潮平均流速为 0.000053m/s、涨潮平均流速为 0.000046m/s、落潮平均流速为 0.000059m/s；Point_11 即本项目排水口，大潮平均流速为 0.040m/s、涨潮平均流速为 0.038m/s、落潮平均流速为 0.042m/s。

工程后，项目区域受涨落潮和岸线影响主要表现为顺时针旋转的往复流，其中，排水口水域涨潮期间出现逆时针旋转流、落潮期间出现顺时针旋转流，取水明渠入口与取水隔堤中间水域表现为逆时针旋转流、取水口水域表现为汇聚流，取排水口大潮涨急（本项目的涨落急时刻以 Point_6 即本项目排水口西侧 1km 潮流作为判定依据）流速大于落急流速、涨潮平均流速大于落潮平均流速。大潮涨急时刻，Point_1 即本项目取水口水位为 0.133m、水深为 8.253m、流速为 0.00183m/s、流向为 89°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.136m、水深为 10.942m、流速为 0.043m/s、流向为 244°N；大潮落急时刻，Point_1 即本项目取水口水位为 0.546m、水深为 8.666m、流速为 0.00168m/s、流向为 91°N，Point_11 即本项目排水口水位为 0.530m、水深为 11.336m、流速为 0.029m/s、流向为 31°N。Point_1 即本项目取水口，大潮平均流速为 0.00176m/s、涨潮平均流速为 0.00181m/s、落潮平均流速为 0.00172m/s；Point_11 即本项目排水口，大潮平均流速为 0.038m/s、涨潮平均流速为 0.041m/s、落潮平均流速为 0.036m/s。

(二) 站点水文

工程后，碣石湾田尾角海域水文条件受到很小影响，总体上影响程度取排水处（Point_1 和 Point_11）>项目区域（Point_2 至 Point_10）、取水口处（Point_1）>排水口处（Point_11）、项目近区（Point_2 至 Point_5、Point_9 至 Point_10）>项目远区（Point_6 至 Point_8），各预测站点流速的最大值变化量范围为-0.004561m/s~0.001883m/s，Point_11 即本项目排水口流速的最大值变化量为-0.004561m/s，Point_1 即本项目取水口流速的最大值变化量为 0.001855m/s，Point_5 即取水明渠入口流速的最大值变化量为 0.001883m/s。

（三）断面流量

工程后，取水明渠水文条件受到较小影响，总体上影响程度取水隔堤断面（Section_2）>取水明渠入口断面（Section_1），各预测断面净流量的最大值变化率范围为-6.49%~-2.44%，Section_2 即取水隔堤断面净流量的最大值变化率为-6.49%，Section_1 即取水明渠入口断面净流量的最大值变化率为-2.44%，取水明渠工程前纳潮量为 95306.3m³、工程后纳潮量为 103084.4m³、工程后纳潮量变化量为 7778.1m³、工程后纳潮量变化率为 8.16%。

5.1.3 盐度预测

本项目盐度预测情景包括 1 个工况，即工程后正常排放，预测因子为 PSU，预测源强见表 5.1.3-1。

表 5.1.3-1 盐度预测源强

盐度工况	海洋	位置	经度 (E)	纬度 (N)	流量(m ³ /s)	排放方式	PSU[‰]
工程后正常排放	碣石湾田尾角	本项目排水口	115.819275	22.740392	0.078125	连续	52.71

工程后正常排放，PSU 最大增加值影响范围见图 5.1.3-1 至图 5.1.3-4，最大增加值范围为 0‰~4.237‰，最大增加值在排放处最大，距离排放处越远最大增加值越小，最大增加值大于 0.01‰、0.25‰、0.5‰的包络面积分别为 26.129428km²、0.052062km²、0.008504km²，上溯距离分别为 7456m、562m、125m，下泄距离分别为 3286m、384m、78m，PSU 最大增加值 0.01‰、0.25‰、0.5‰包络线与本项目取水口的距离分别为 0m、624m、1068m，PSU 最大增加值 0.01‰、0.25‰、0.5‰包络线与金厢海岸防护物理防护极重要区的距离分别为 3205m、9085m、9543m，PSU 最大增加值 0.01‰、0.25‰、

0.5‰包络线与碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的距离分别为 9786m、11392m、11681m。

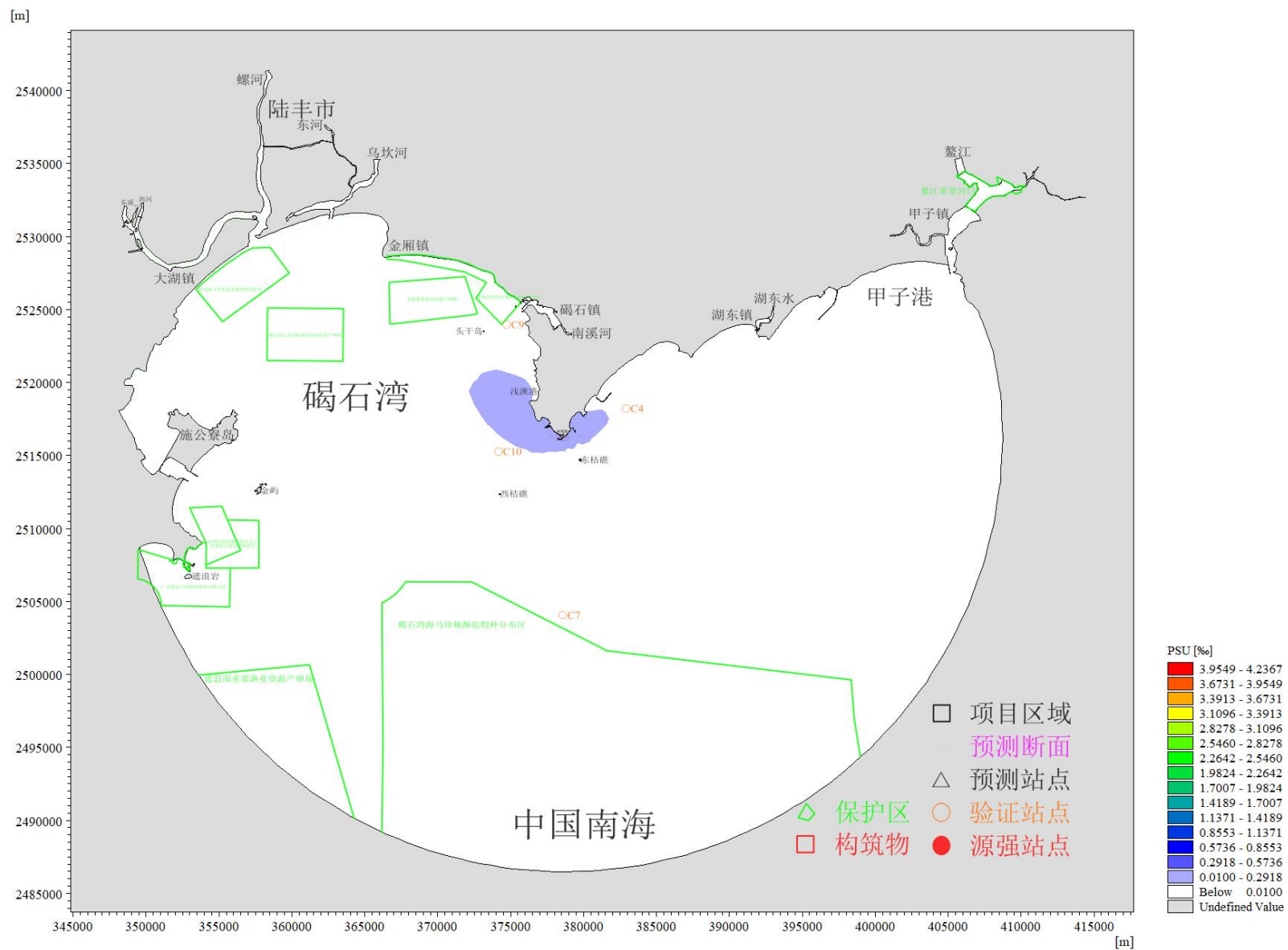


图 5.1.3-1 工程后正常排放 PSU 最大增加值 0.01%包络线图 (预测范围)

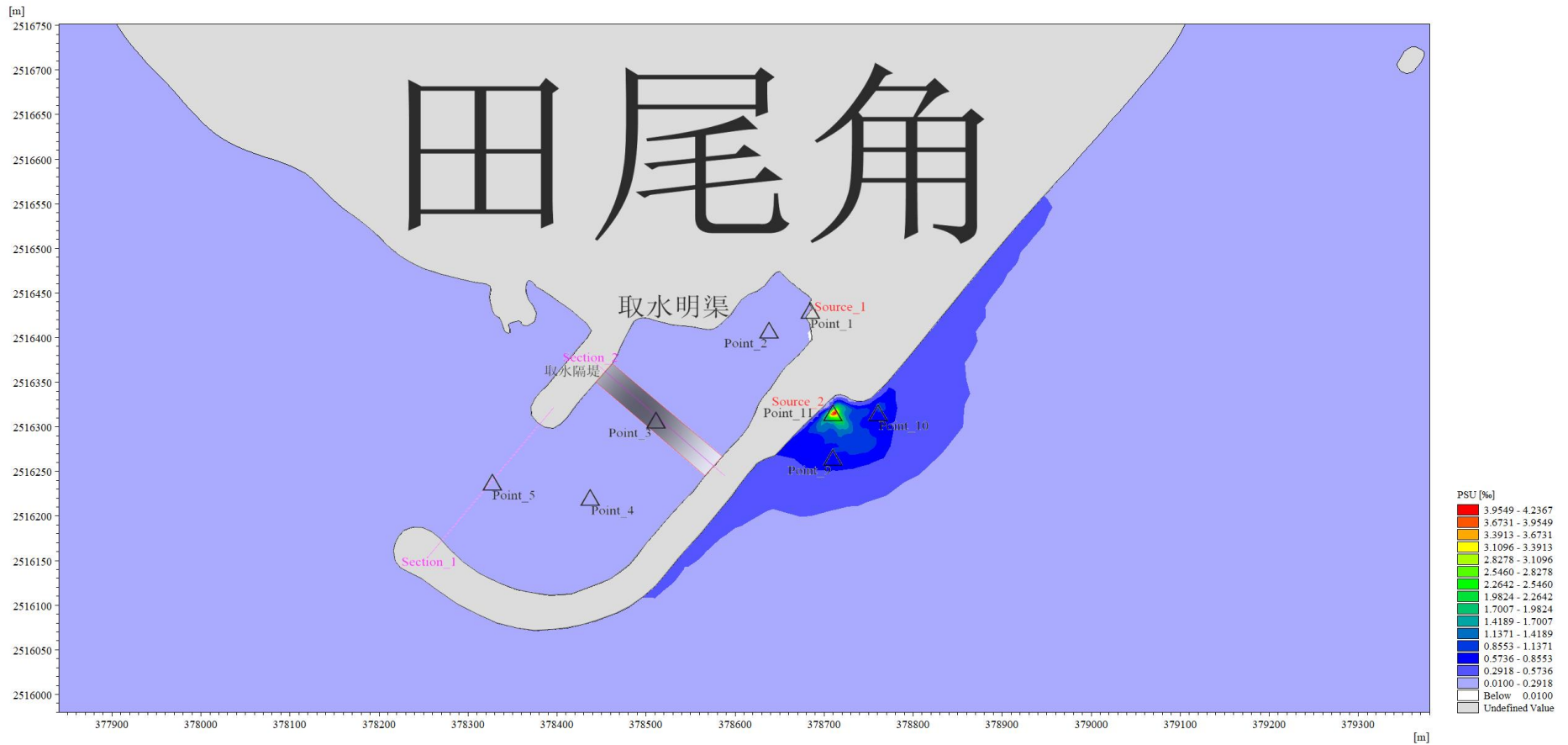


图 5.1.3-2 工程后正常排放 PSU 最大增加值 0.01‰包络线图 (项目区域)

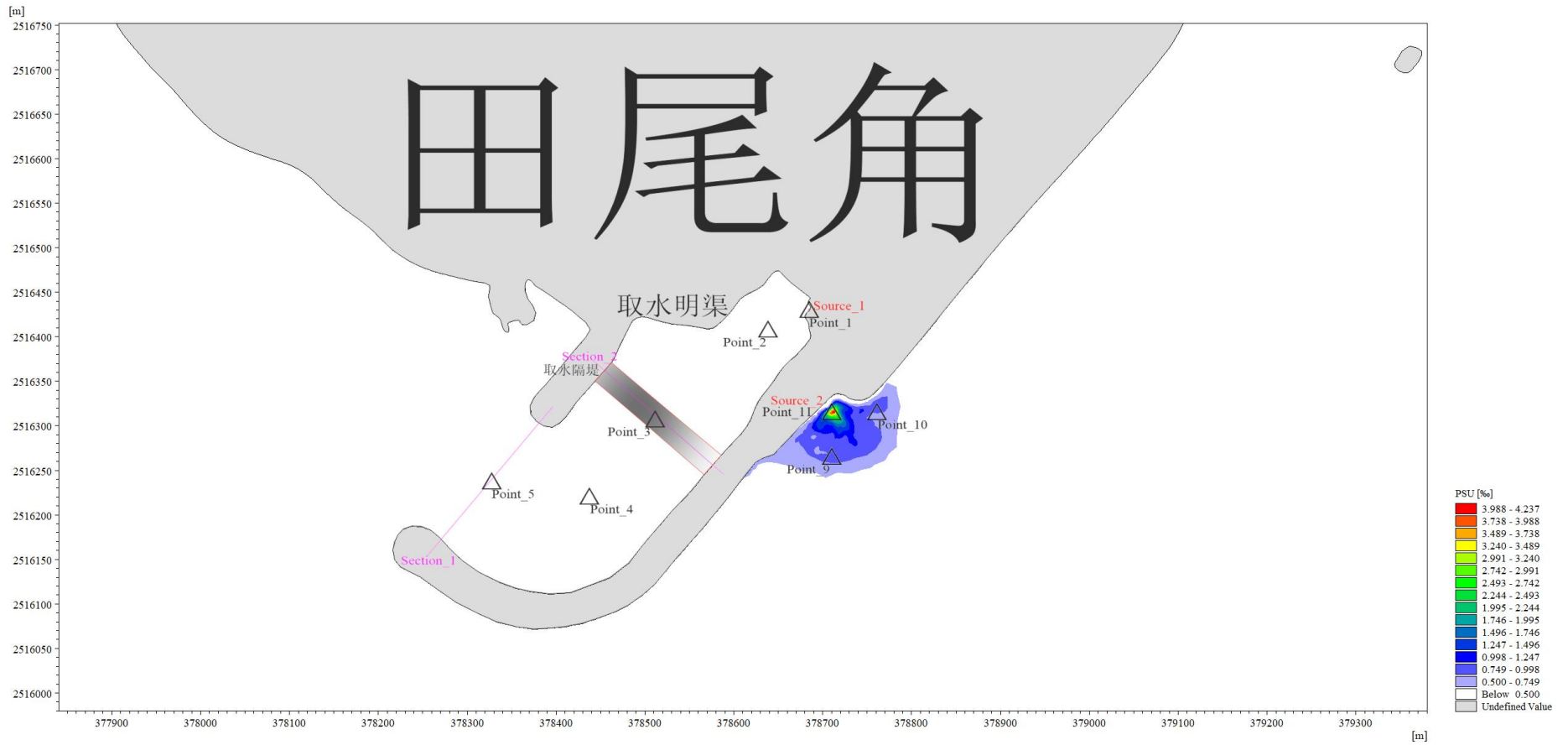


图 5.1.3-3 工程后正常排放 PSU 最大增加值 0.5‰包络线图 (项目区域)

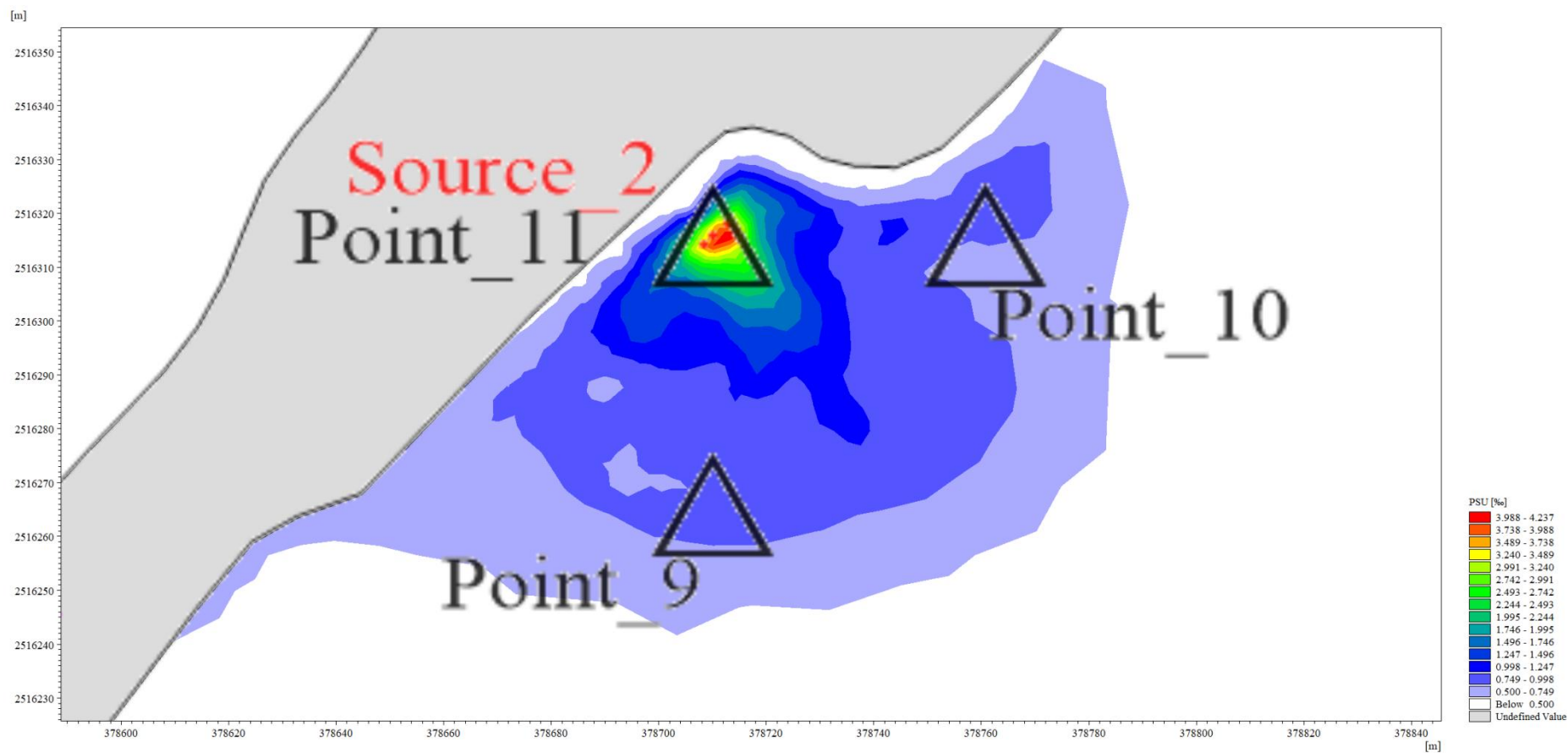


图 5.1.3-4 工程后正常排放 PSU 最大增加值 0.5‰包络线图 (局部区域)

5.1.4 水质预测

本项目水质预测情景包括 1 个排放工况，即工程后正常排放。

本项目水质预测因子包括 COD_{Mn} 、无机氮、活性磷酸盐、SS。

本项目水质预测源强见表 5.1.4-1。

表 5.1.4-1 水质预测源强

工况	海洋	位置	经度 (E)	纬度 (N)	流量 (m ³ /s)	排污方式	污染成分排放浓度 (mg/L)			
							COD _{Mn}	无机氮	活性磷酸盐	SS
工程后正常排放	碣石湾田尾角	本项目工程后排污口	115.819275	22.740392	0.078125	连续	1.34	0.08	0.018	12.37

5.1.4.1 工程后正常排放

(一) COD_{Mn}

工程后正常排放情景下，COD_{Mn}浓度最大增加值影响范围见图 5.1.4-1，最大增加值范围为 0mg/L~0.1072mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离小于上溯距离，最大增加值大于 0.03mg/L 的包络面积为 938m²、上溯距离为 27m、下泄距离为 20m。

(二) 无机氮

工程后正常排放情景下，无机氮浓度最大增加值影响范围见图 5.1.4-2，最大增加值范围为 0mg/L~0.0065mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离小于上溯距离，最大增加值大于 0.003mg/L 的包络面积为 232m²、上溯距离为 9m、下泄距离为 8m。

(三) 活性磷酸盐

工程后正常排放情景下，活性磷酸盐浓度最大增加值影响范围见图 5.1.4-3，最大增加值范围为 0mg/L~0.0014mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离大于上溯距离，最大增加值大于 0.0003mg/L 的包络面积为 4885m²、上溯距离为 34m、下泄距离为 58m。

(四) SS

工程后正常排放情景下，SS 浓度最大增加值影响范围见图 5.1.4-4，最大增加值范围为 0mg/L~0.9614mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离小于上溯距离，最大增加值大于 0.1mg/L 的包络面积为 7792m²、上溯距离为 90m、下泄距离为 77m。

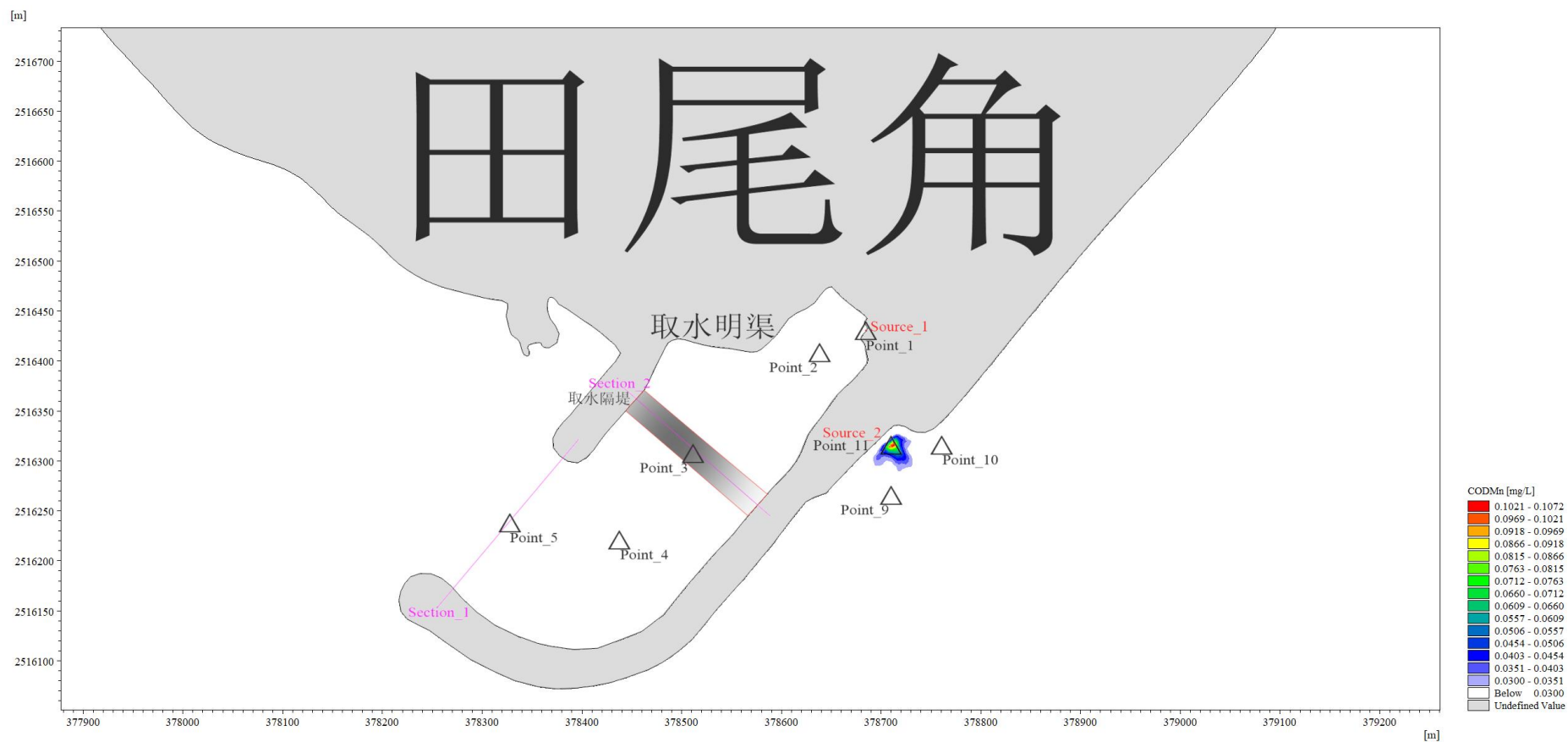


图 5.1.4-1 工程后正常排放 COD_{Mn} 浓度最大增加值影响范围

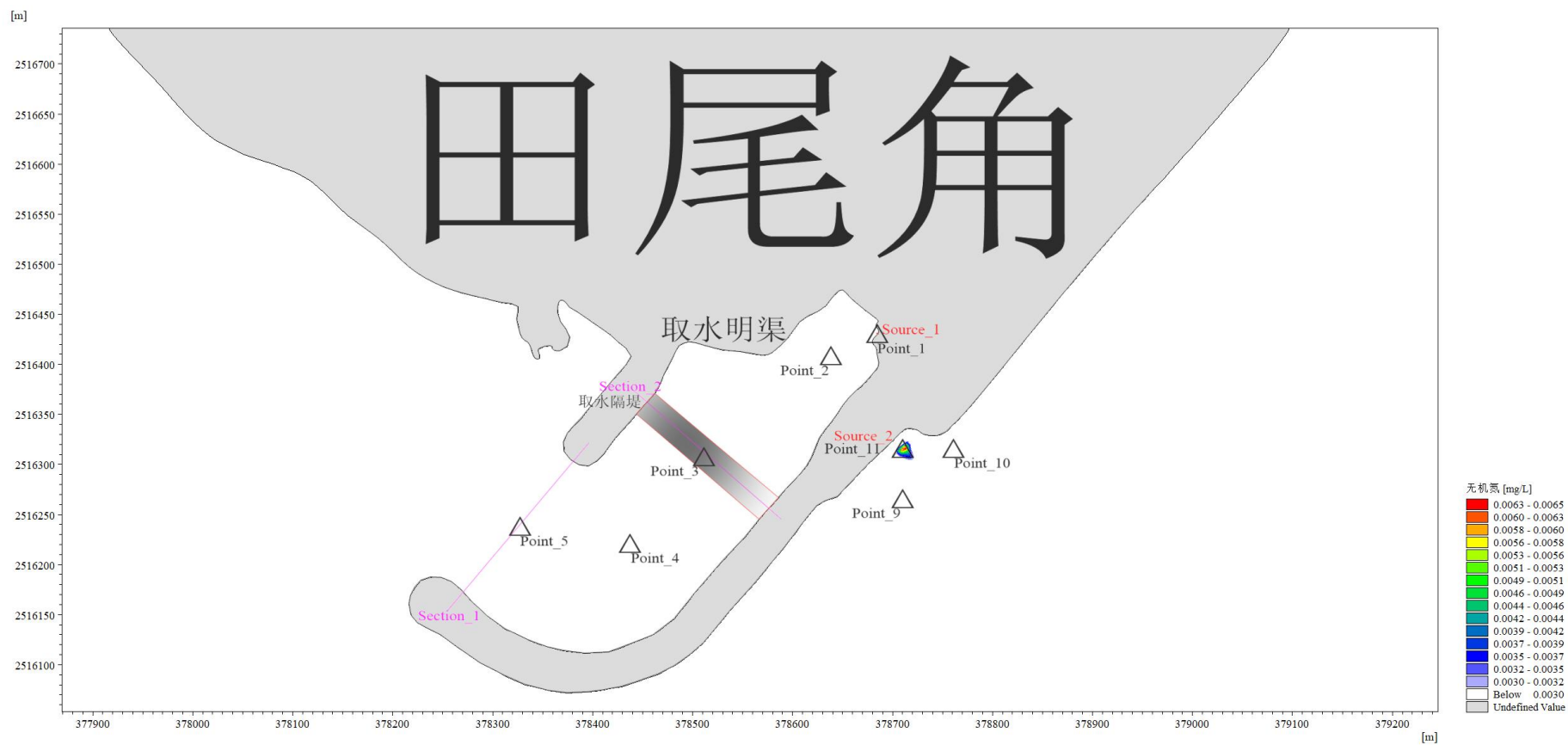


图 5.1.4-2 工程后正常排放无机氮浓度最大增加值影响范围

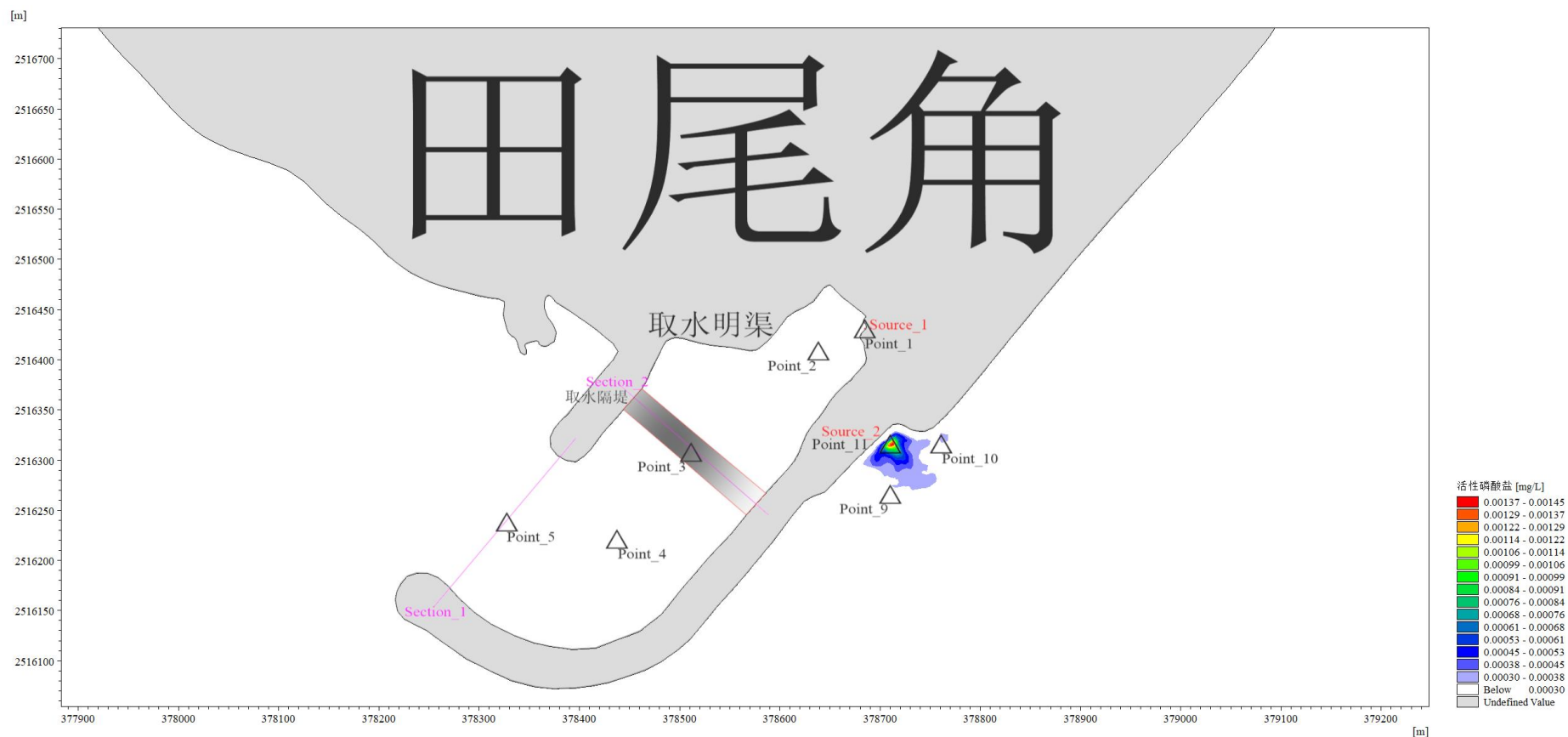


图 5.1.4-3 工程后正常排放活性磷酸盐浓度最大增加值影响范围

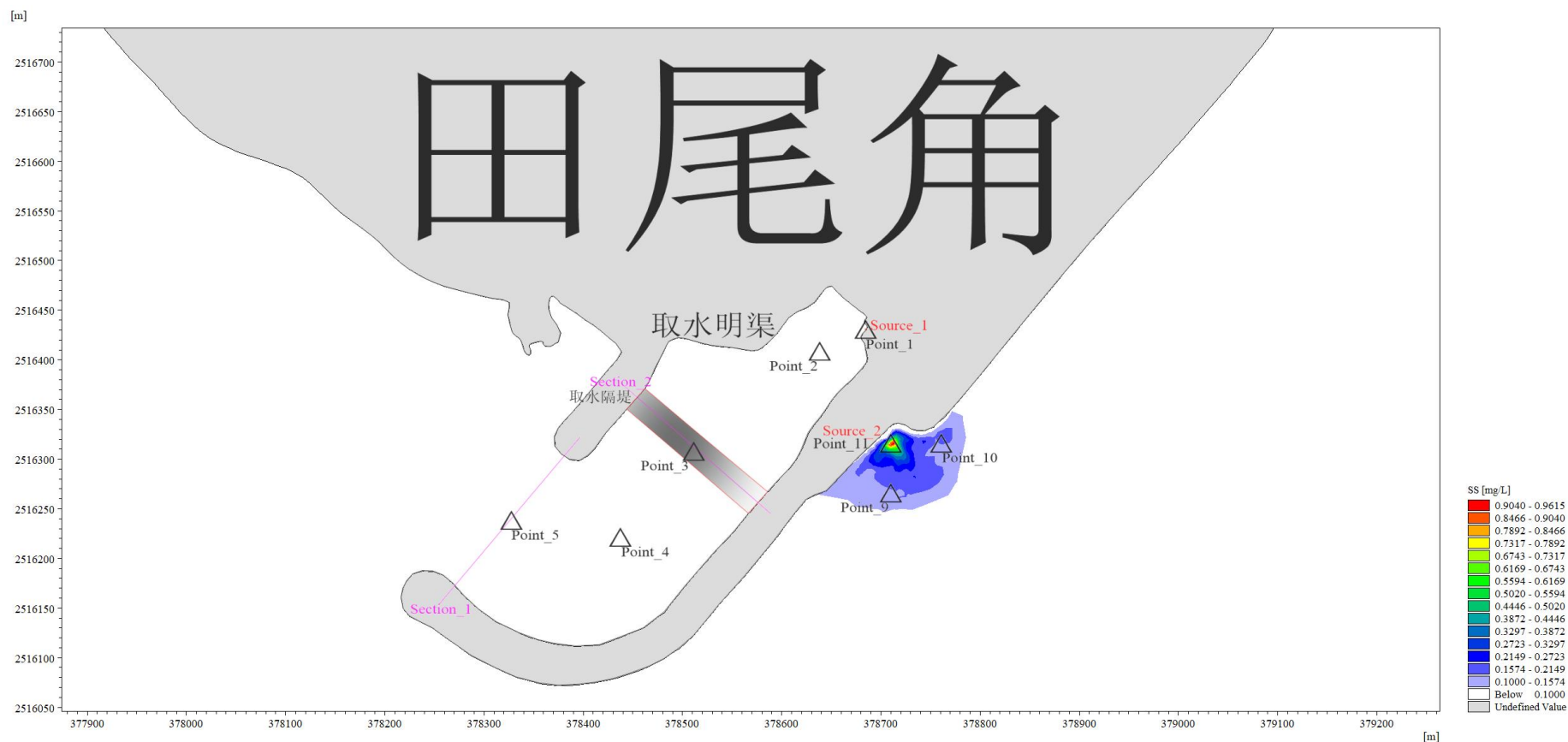


图 5.1.4-4 工程后正常排放 SS 浓度最大增加值影响范围

5.1.4.2 混合区

工程后正常排放情景下，本项目排污口各预测因子浓度最大预测值达标情况及混合区范围见表 5.1.4-2，可见，排污口位置各预测因子浓度最大预测值均达标，排污口位置不存在混合区，排污口混合区范围 $\leq 3\text{km}^2$ 且与排污口的距离 $< 1\text{km}$ ，满足相关污水处置工程污染控制要求。

表 5.1.4-2 工程后正常排放本项目排污口各预测因子浓度最大预测值达标情况及混合区范围

项目	本项目工程后排污口			
	COD _{Mn}	无机氮	活性磷酸盐	SS
标准值 [mg/L]	3	0.3	0.03	10
现状值 [mg/L]	0.820	0.050	0.011	7.592
混合区等值线 [mg/L]	2.180	0.250	0.019	2.408
最大增加值 [mg/L]	0.1072	0.0065	0.0014	0.9614
最大预测值 [mg/L]	0.927	0.056	0.012	8.553
最大预测值占标率 [%]	30.91	18.69	41.33	85.53
达标情况	达标	达标	达标	达标
混合区包络面积 [km ²]	/	/	/	/
混合区上溯距离 [m]	/	/	/	/
混合区下泄距离 [m]	/	/	/	/

5.1.4.3 小结

工程后正常排放情景下，本项目取水口处水质受到很小影响，总体上影响程度 PSU > 活性磷酸盐 > COD_{Mn} > 无机氮 > SS，本项目取水口处 PSU 增加值占标率最大为 0.09%、平均为 0.032%，本项目取水口处活性磷酸盐浓度增加值占标率最大为 0.013%、平均为 0.005%，本项目取水口处主要污染物（COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐）及 SS 预测值均达标，工程后本项目取水口处水质能够满足取水要求。

排污口位置主要污染物（COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐）及 SS 浓度最大预测值均达标，排污口位置不存在混合区，排污口混合区范围 $\leq 3\text{km}^2$ 且与排污口的距离 $< 1\text{km}$ ，满足相关污水处置工程污染控制要求。

5.2 地形地貌与冲於环境影响预测与评价

项目附近的自然海岸属岬湾海岸，花岗岩岬角是一个稳定的地质体，虽然长期承受波浪的冲击，但其侵蚀速度甚慢，近年来地形变化不明显，该海域自然岸滩相对稳定，但区域经过人工围填海后岸线变化较大。根据《广东陆丰核电一期工程围填海项

目生态评估报告（报批稿）》，一期工程填海于 2013 年底开始施工，围填海过程岸线变化见图 5.2-1。

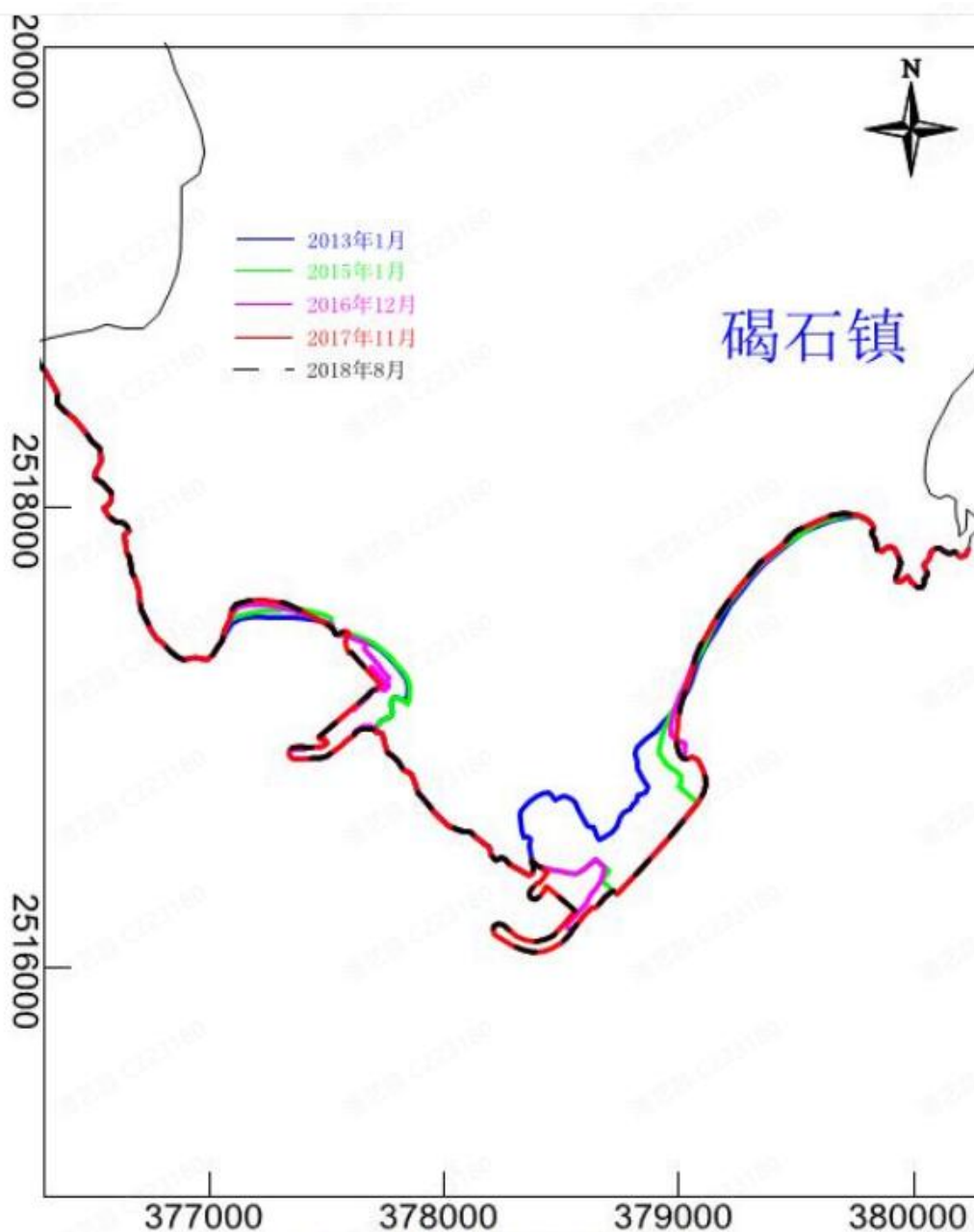


图 5.2-1 项目周边围填海过程岸线变化

根据《广东陆丰核电站 5、6 号机组泥沙数值模拟专题研究报告》，项目附近海域地形近期演变如下：在陆丰核电工程建设前后，十年内近岸水深分布变化不大，核电工程建设后，由于取水口导流堤和重件码头的建设，不透水构筑物向海延伸，导致重件码头附近-8m 等深线向海略有推移，导流堤附近-12m 等深线向海突出。

从 2009 年和 2019 年项目区域等深线对比图（图 5.2-2）可以更清晰的看出，田尾角西南侧重件码头防波堤和取水口导流堤沿岸凸入外海约 300m，东南侧核电站围

填海，岸线向海凸出 200m 以上，在很大程度上改变了近岸地形特征，造成过程局部地形变化。重件码头防波堤头附近-8m 以深等深线向外海推移，其中-10m 等深线向外海最大推移了近 100m，重件码头掩护区内-8m 以浅等深线分布变化则不大。重件码头至核电厂取水口之间岸线和等深线则基本无变化，核电厂取水口附近-12m 等深线则推移至取水明渠导流堤最外端。

田尾角东南侧核电厂围填部分海域-8m 等深线被推移至核电厂陆域边缘防波堤处，-8m 以深等深线变化不大。总体上看，核电厂重件码头和核电厂取水明渠的建设造成田尾角西侧岸线发生变化，向外推移近 300m，造成-8m 以深等深线向外海最大推移约 100m，田尾角东侧-8m 以深等深线变化则不大。

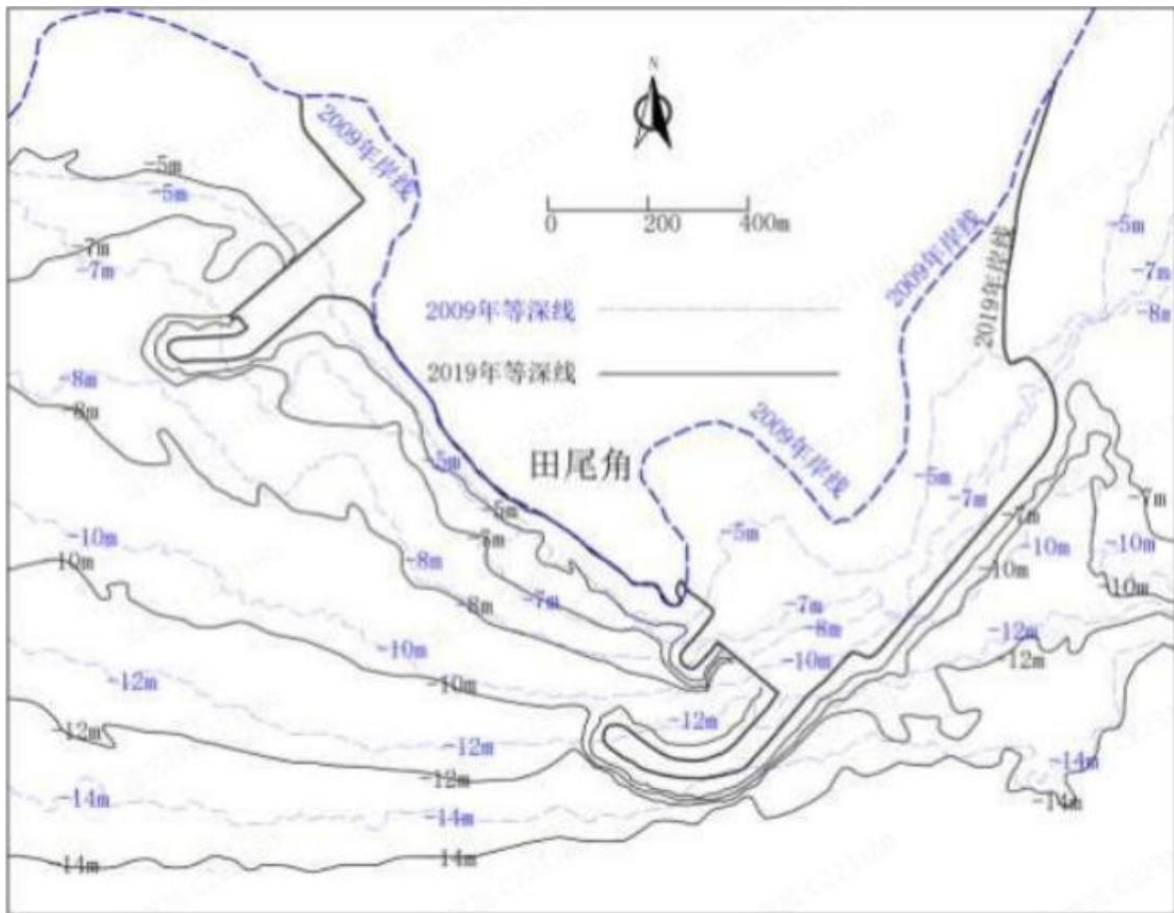


图 5.2-2 2009 年和 2019 年工程区域等深线对比图

本项目为陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统，计划运营期为 3 年，取水口、排水口均未大规模开挖，因此对地形地貌的影响很小。根据 5.1.2 章节潮流动力变化分析，项目取、排水口建设后，区域海域水文条件受到很小影响，各预测站点流速的最大值变化量范围为-0.004561m/s~0.001883m/s，本项目排水口流速的最大值变化量为-0.004561m/s，临时海淡系统取水口流速的最大值变化量为 0.001855m/s。潮流动力基

本不变，因此淤积强度保持在现有的冲淤状态，总体来说，工程对附近海域冲淤环境影响变化不大，冲淤维持原态势。

5.3 海洋沉积物环境影响评价

由沉积物调查结果分析可知，调查海区的沉积物质量基本较好。项目建设与营运过程执行环保措施，不向海域排放除浓盐水以外的其他污水，浓盐水的成分与原有海水相同。项目排放的浓盐水对浮游生物和渔业生产可能会对周边海域沉积物造成一定影响，但对海域基本功能基本没有影响。因此，项目施工对周边海域的沉积物环境基本没有影响，沉积物的环境质量不会产生明显变化，沉积物质量现状仍将保留现有水平。

5.4 海洋生态环境影响评价

项目排水口仅排放浓盐水，盐度的升高会改变海洋生物本身体液与其生活环境海水中渗透压的平衡，从而降低海洋生物的繁殖力(主要是幼虫和幼仔)。研究发现许多类海洋生物的呼吸及排泄能力，都与其周遭环境的盐度有密切的关系。有些海洋生物被称为狭盐性，因为它们仅能在一个狭窄的盐度变化范围内保持其体液与周围环境间渗透压的平衡。而能忍受环境中较大盐度变化的海洋生物，则被称为广盐性。有些海洋生物虽然在盐度增高至某一程度时仍能生存，但其细胞的增殖能力却已大为减低。此外，由于底栖生物无足够的移栖能力，因此浓盐水排放对排水口附近的底栖生物的影响尤其严重。其中广温低盐种底栖生物、浮游植物会受到不同程度的影响，有自我保护能力的大型浮游动物和鱼类会回避这个局部海域。根据本海域生态环境现状调查，区域种类组成以沿岸广温低盐种和近岸广温广盐种为主。本项目周边海域生物类型都为常见种类，无特别珍稀种类。据报导海洋生物生存适宜盐度的上限是 33~36‰，当盐度超过 40‰时，一些生物将会死亡。

根据 2.2 章节，本项目区域原海水盐度取平均值为 32.34‰，经过浓缩后，本项目排放口排放的浓盐水盐度值为 52.71‰，经根预测（5.1.3 章节），浓盐水排放后，周边海域的**最大盐度增量为 4.237‰**，即项目排水口周边最大盐度可达 56.947‰，但仅限于排放口处（见图 5.1.3-2），距离排放处越远最大增加值越小，根据预测，最大增加值大于 0.01‰、0.25‰、0.5‰的包络面积分别为 26.129428km²、0.052062km²、0.008504km²，上溯距离分别为 7456m、562m、125m，下泄距离分别为 3286m、384m、

78m。随着潮流的稀释、扩散对周边海域的生态影响不大，基本不会影响原来的海洋生态环境。

5.5 主要环境敏感区和海洋功能区环境影响分析

5.5.1 对取水口的影响分析

根据自然资源部第一海洋研究所 2021 年 12 月 26 日、2022 年 1 月 8 日、2022 年 2 月 26 日在项目附近（碣石湾田尾角 L11 测站）开展的海水环境质量现状检测报告（报告名称：《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测项目海洋环境质量动态监测报告(BL10)(2021 年 12 月航次)》、《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测项目海洋环境质量动态监测报告（BL10）（2022 年 1 月航次）》、《陆丰核电厂 2019-2024 年度施工期海域使用与海洋环境动态监测项目海洋环境质量动态监测报告（BL10）（2022 年 2 月航次）》），陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统取水口处海水环境质量现状值见表 5.5.1-1。

表 5.5.1-1 海水环境质量现状检测结果[mg/L]

序号	海洋	位置	COD _{Mn}	无机氮	活性磷酸盐	SS	PSU
Point_1	碣石湾田尾角	本项目取水口	0.82	0.05	0.011	7.59	32.34

备注：

取水口现状值取 L11 枯水期（2021 年 12 月至 2022 年 2 月）现状值的平均值；
各预测位置预测因子的预测值=现状值-本项目工程前排放污水造成的增加值（若有）+本项目工程后排放污水造成的增加值。

工程后正常排放情景下取水口处各预测因子浓度增加值、预测值统计见表 1.1-8，可见，工程后正常排放情景下，临时海淡系统取水口处水质受到很小影响，总体上影响程度 PSU > 活性磷酸盐 > COD_{Mn} > 无机氮 > SS，临时海淡系统取水口处 PSU 增加值占标率最大为 0.09%、平均为 0.032%，活性磷酸盐浓度增加值占标率最大为 0.013%、平均为 0.005%，取水口处主要污染物（COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐）及 SS 预测值均达标，因此陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统排水口建成后，取水口处水质能够满足取水要求，排水口对取水口的水质影响很小。

表 5.5.1-2 工程后正常排放取水口处各预测因子浓度增加值、预测值统计

Point_1	统计	浓度 [mg/L]					占标率 [%]				
		CODMn	无机氮	活性磷酸盐	SS	PSU	CODMn	无机氮	活性磷酸盐	SS	PSU
增加值	最大	0.000188	0.000014	0.000004	0.000000	0.029024	0.006	0.005	0.013	0.000	0.090
	最小	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	平均	0.000086	0.000006	0.000002	0.000000	0.010327	0.003	0.002	0.005	0.000	0.032
预测值	最大	0.82019	0.04960	0.01100	7.59167	32.36986	27.34	16.53	36.68	75.92	100.09
	最小	0.82000	0.04958	0.01100	7.59167	32.34083	27.33	16.53	36.67	75.92	100.00
	平均	0.82009	0.04959	0.01100	7.59167	32.35116	27.34	16.53	36.67	75.92	100.03

备注：

取水口执行第二类海水标准值，其中 PSU 以现状值作为标准值计算占标率。

5.5.2 对碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的影响分析

碣石湾海马珍稀濒危物种分布区位于陆丰市碣石镇对开海域，范围包括 A：东经 115°42'00"、北纬 22°33'00"；B：东经 116°00'50"、北纬 22°34'00"；C：东经 116°02'35"、北纬 22°24'40"；D：东经 115°42'00"、北纬 22°20'40"等四点连线内海域，面积约为 500 公顷，保护对象为三斑海马、日本海马和克氏海马等及其栖息环境。2006 年 8 月 15 日由汕尾市政府（汕府函〔2016〕74 号）文件批准成立。

根据 5.1.3 章节预测，PSU 最大增加值 0.01‰、0.25‰、0.5‰包络线与碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的距离分别为 9786m、11392m、11681m（见图 5.5-1）。因此对本项目排水口对碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的影响很小。

5.5.3 对金厢重要渔业资源产卵场的影响分析

金厢重要渔业资源产卵场主要为保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。根据预测，本项目排水口盐度最大增加值 0.01‰包络线距离金厢重要渔业资源产卵场约 4000m（见图 5.5-1），因此对厢重要渔业资源产卵场的渔业生态环境不造成影响。

5.5.4 对人工鱼礁的影响分析

根据《广东省沿海人工鱼礁建设规划》，碣石湾海域共规划建设人工鱼礁区 6 个，分别为 1、陆丰市甲子麒麟山人工鱼礁区；2、陆丰市湖东三洲澳人工鱼礁区；3 陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区（已搬迁）；4、陆丰市金厢南人工鱼礁区；5、汕尾市遮浪角东人工鱼礁区；6、汕尾市遮浪角西人工鱼礁区。目前，已建成汕尾市遮浪角东人工鱼礁区，共投放礁体 860 个，总空方 26691m³。此外，陆丰市碣石田尾山人工鱼礁区已易址到陆丰市金厢南人工鱼礁区。陆丰市金厢南人工鱼礁区，正在施工建设。目前位于项目评价范围内的人工鱼礁区为湖东三洲澳人工鱼礁区、陆丰市金厢南人工鱼礁区。

根据预测，本项目排水口盐度最大增加值 0.01‰包络线距离湖东三洲澳人工鱼礁区约 4900m，距离陆丰市金厢南人工鱼礁区约 4200m（见图 5.5-1），因此对湖东三洲澳人工鱼礁区、陆丰市金厢南人工鱼礁区的影响均很小。

5.5.5 对重要渔业水域的影响

本工程所处海域分布有南海区幼鱼幼虾保护区（3月1日至5月31日）、南海北部幼鱼繁育场保护区（全年）。根据中华人民共和国农业部第189号公告（2002年2月8日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》，广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海20m水深以内的海域为幼鱼幼虾保护区。保护期为每年的3月1日至5月31日，保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及以捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸40米等深线、17个基点连线以内水域，保护期为1-12月。管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

经计算排放口周边海域的最大盐度增量为4.237‰，但仅限于排放口处，距离排放处越远最大增加值越小，经预测，最大增加值大于0.01‰、0.25‰、0.5‰的包络面积分别为26.129428km²、0.052062km²、0.008504km²，浓盐水与海水成分基本相同，盐度增量在海洋鱼类的生存范围内，浓盐水排入海域后，随着潮流的稀释、扩散对周边海域的生态影响不大，且项目排水口造成的盐度变化小于区域海洋自然盐度变化，因此不会对幼鱼幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区水质、沉积物和海洋生物质量造成不利影响。

5.5.6 对国控站位的影响分析

项目周边的国控站位为GDN14015、GDN14012，距离排水口分别为6.9km、7.0km，浓盐水增量0.01‰的扩散边界与国控站位GDN14015、GDN14012最近距离分别为1.3km、3.8km（见图5.5-1），因此项目浓盐水排水口各污染因子对国控站位的影响很小。



图 5.5-1 盐度最大增加值 0.01%范围与各敏感点的位置关系图

6 环境保护对策措施

6.1 海洋环境保护对策措施

1、在排水口安装过程中采用 GPS 与常规定位技术相结合的方法，准确定位施工位置，确保海上施工又快又准，避免重复操作。

2、严格按设计要求进行施工，避免随意更改排水口位置。

3、浓盐水采用近岸排放，排水口需置于当地最低潮位线以下，采用三通管扩大分散的方式排放，以溢流排水管末端为中心，向两边扩大，设 3 个排水点，需符合《海水淡化浓盐水排放要求》（HY/T 0289-2020）中“海水淡化浓盐水排水口处应安装扩散装置，加快浓盐水的稀释与排放”。

4、陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统化学清洗废水收集后外运处理，需按照设计要求，严禁化学清洗废水通过本项目排水口排入海洋环境。

6.2 排污口规范化设置措施

(1) 在浓盐水排水管至入海前段设置规范的监测点，以便实施水质采样及流量监测。

(2) 应在浓盐水排水口监测点处设置明显的标志牌、公示入海排污口的基本信息和监督管理单位信息。

(3) 在浓盐水排水口附近醒目处设置警示标志和环境保护图形标志牌，标明管口具体位置、单位名称、编号、污染物种类、相关监督管理单位、联系方式等信息，要求字迹工整，字体颜色与标志牌颜色要总体协调。

(5) 浓盐水采用管道方式排放，出水管口位置应当在当地低潮线以下。

(6) 在浓盐水排水管穿越道路、岸线等关键建筑、设施时需要设置标志。

6.3 生态补偿方案

本项目排水工程的建设对海域生态环境会产生一定的影响，但项目造成的盐度变化较小，对海洋生物不造成损失，因此本项目可不进行海洋生物资源损害赔偿。

项目运营过程中，根据跟踪监测的情况，以及后续水文环境、生态环境发生较大

变化，则建议后续根据生态环境部门以及渔业部门等的要求，重新对生态损失额进行核准。具体补偿的方式、鱼苗苗种、数量和价格由建设方与当地渔业主管部门商定。

7 相关符合性分析

7.1 与海洋功能区划的符合性

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所处的海洋功能区为“田尾山工业与城镇用海”，本项目与所在海洋功能区划海域使用管理要求和海洋环境保护要求的符合性详见表 7.1-1 所示。

表 7.1-1 项目用海与广东省海洋功能区划符合性分析

功能区名称	管理要求	符合性分析	符合情况	
田尾山工业与城镇用海	海域使用管理要求	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海；	本项目为海水淡化系统浓盐水排放口，符合用海的要求。	符合
		2.保障核电用海需求，在基本功能未利用前，保留浅海增殖养殖等渔业用海；	项目为核电厂的施工建设提供淡水资源，不影响核电项目的用海需求。	符合
		3.适当保障港口航运用海需求；	项目不涉及港口航道。	符合
		4.围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源。	本项目不涉及围填海。	符合
		5.工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响	项目排水口建设工程量很小，运营期浓盐水与原海水成分相同，仅浓度增加，且排放量较小，经过稀释后不影响周边功能区。	符合
		6.加强对围填海、温排水的动态监测和监管。	本项目不涉及围填海、温排水。	符合
	海洋环境保护要求	1.加强海洋环境监测，建立完善的应急体系；	陆丰核电项目自启动以来，委托自然资源部第一海洋研究所每月对周边海洋环境进行动态监测。	符合
		2.基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准；	项目位于核电项目范围内，为已利用海域。	符合
		3.工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋	经预测，项目实施后，周边海域水质、沉积物、生物质量均可维持现状。沉积物质量和海洋生物质量的影响很小。	符合

		沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。	
--	--	-----------------------	--

本项目周边海域海洋功能区划主要有田尾山-石碑山农渔业区、碣石湾农渔业区、珠海-潮州近海农渔业区等，与本项目相距分别为 2.2km、6.9km、2.3km。本项目排水口规模较小，排水口采取了扩散排放措施，排入海域中的浓盐水基本在近岸区扩散、稀释、降解，对周边海洋功能区的水质、沉积物和海洋生物质量影响很小。

综上，本项目临时海淡系统排水工程的建设对项目所在地的“田尾山工业与城镇用海”及周边其他海洋功能区的海洋水质、沉积物等影响很小。

7.2 与海洋生态红线符合性分析

根据《广东省海洋生态红线》（2017年）、《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，本项目不处于广东省海洋生态红线的控制范围内，也不占用《广东省海洋生态红线》中大陆岸线的保有自然岸线，与最近的湖东港砂质岸线约 0.9km。项目及浓盐水影响范围与海洋生态红线的位置关系见图 5.5-1。

项目周边的海洋生态红线区有金厢海岸防护物理防护极重要区、金厢重要渔业资源产卵场、碣石湾海马珍稀濒危物种分布区、金厢角砂质岸线、浅澳港砂质岸线、湖东港砂质岸线，与本项目的距离分别为 8.7km、10km、11.5km、9.7km、1.5km、0.9km，除浓盐水外，项目排水口不排放其他废水，海水淡化系统化学清洗废水不排放入海；排海的浓盐水在近岸进行分散溢流排放，并逐渐稀释降解，不对周边的生态红线区造成影响。

项目周边生态红线的管控措施如下：

表 7.2-1 项目与海洋生态红线的管控措施符合性分析

名称	管理要求	符合性分析	符合情况
金厢海岸防护物理防护极重要区（原：金厢重要砂质岸线及邻近海	管控措施：禁止从岸可能改变或影响沙滩自然属性的开发建设活动。设立砂质海岸退缩线，禁止在高潮线向陆一侧 500 米或第一个永久性构筑物或防护林以内构建永久性建筑。在砂质海岸向海一侧禁止采挖海砂、围填海	距离本项目 8.7km，本项目排水口不排放有害有毒污水，不改变该区域自然岸线生态功能，不占用岸线进行围填海、挖砂	符合

域限制类 红线区)	<p>等可能诱发沙滩蚀退的开发活动。加强对受损砂质岸线的修复。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类和其他废弃物，改善海洋环境质量。</p>		
金厢重要 渔业资源 产卵场 (原：金 厢重要渔 业海域限 制类红线 区)	<p>管控措施：禁止围填海，禁止截断洄游通道，水下爆破施工等开发活动；保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。维持海域自然属性，禁止破坏性捕捞方式，合理有序开展捕捞作业；严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定。港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。</p> <p>环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，严格控制有害有毒的污水、油类、油性混合物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄露等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。</p>	<p>本项目浓盐水排放增量 0.1‰包络线距离该区域约 4000m，不排放有害有毒污水，对渔业资源不造成影响。</p>	符合
碣石湾海 马珍稀濒 危物种分 布区(原 碣石湾海 马珍稀濒 危物种集 中分布区 限制类红 线区)	<p>管控措施：禁止围填海，维持促进珍稀濒危物种栖息和索饵的渔业资源，维持海域自然属性，严格保护海马资源及其生境，禁止排故有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质。</p> <p>环境保护要求：执行海水水质第一类标准、海洋沉积物质至第一类标准和海洋生物质量第一类标准。</p>	<p>本项目浓盐水排放最大增量 0.1‰包络线距离该区域约 9786m，不排放有害有毒污水，对该区域不造成影响。</p>	符合
金厢角砂 质岸线	<p>维持岸线自然属性，向海一侧 3.5 海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对</p>	<p>本项目排水口距离 9.7km，浓盐水排放不影响岸线的自然形态。</p>	符合

	受损自然岸线的整治与修复。		
浅澳港砂质岸线	维持岸线自然属性，向海一侧3.5海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。	本项目排水口距离1.5km，浓盐水排放不影响岸线的自然形态。	符合
湖东港砂质岸线	维持岸线自然属性，向海一侧3.5海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。保障不改变自然岸线属性的核电基础设施建设。	本项目排水口距离0.9km，浓盐水排放不影响岸线的自然形态。	符合

综上所述，本项目工程未占用生态红线区，与有关生态红线区保持了一定的距离，符合《广东省海洋生态红线》、《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》的管控要求。

7.3 与相关规划符合性分析

7.3.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于海域管控单元中的重点管控单元（图 1.4.3-1），该类管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

项目建设与广东省“三线一单”的符合性分析如下：

- （1）本项目建设所在位置未被划入海洋生态红线区；
- （2）本项目排水口及排水管道为沿岸铺设，不进行挖埋，工程量很小，施工期不产生悬沙；运营期主要为浓盐水排海，其组分与原海水基本相同，主要为咸度的增加，项目浓盐水的排放量较小，咸度增量范围很小，浓盐水经过稀释后对周边的影响很小。临时海淡系统化学清洗废水不排海；因此，本项目建设不会突破当地环境质量底线；

(3) 本项目利用海水生产淡水，项目建设投入主要为生产器械、化学药品、人力等，生产过程中的能源消耗较低，因此，本项目建设不突破当地的资源利用上线；

(4) 本项目产生的污染物都将进行妥善处理，排放的浓盐水经稀释后影响很小，与“重点管控单元”的减排等要求相符，对“一般管控单元”的生态环境功能影响不大。

综上，本项目建设与《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》相符。

7.3.2 与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于汕尾市近岸海域环境管控单元中的重点管控单元，其管控单元序号为“77”，编码为“HY44150020005”，为田尾山工业与城镇用海区，见图 1.4.3-2、表 7.3.2-1，符合性分析见下表：

表 7.3.2-1 项目与汕尾市“三线一单”管控方案的符合性

环境管控单元名称	准入要求		符合性分析	是否符合
田尾山工业与城镇用海区	区域布局管控	1.通过科学论证，合理安排工业用海、核电用海需求、港口航运用海需求，工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响。	本项目为核电项目的施工提供淡水资源，所处海域为陆丰核电一期项目用海范围，项目运营期为 3 年，对周边功能区的影响很小。	符合
		2.在未开发利用前，保留浅海增殖养殖等渔业用海。	所在区域为已开发利用海域，周边养殖渔业均已搬迁。	符合
	能源资源利用	1.工业与城镇用海区突出节约集约用海原则，合理控制规模，优化空间布局，提高海域空间资源的整体使用效能。	项目排水口占用海域为陆丰核电一期项目用海范围内，规模较小，仅在核电项目施工期运行，可提高海域空间资源的整体使用效能。	符合
		2.深化港口岸线资源整合，推进沿海港口规模化、专业化协调发展；港口基础设施及临港配套设施建设应集约高效利用岸线资源和海域空间。	本项目为海水淡化工程，不涉及港口设施。	符合
污染物排	1.向海域排放陆源污染物必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。	本项目不向海域排放陆源污染物和固废，排放的浓盐水与原海水成分相同，仅浓度升高，经过扩散排放后对海水影	符合	

	放 管 控	2.船舶及有关作业活动应当遵守有关法律法规和标准，采取有效措施，防止造成海洋环境污染。	响很小。 本项目不涉及船舶的使用。	符合
	环 境 风 险 防 控	1.加强港口应急设施、预警和处置能力建设。	本项目不涉及港口工程。	符合

根据上表可知，本项目建设与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符。

7.3.3 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性

2017年12月，广东省人民政府批复了《广东省海洋主体功能区规划》（粤府函〔2017〕359号）。根据《广东省海洋主体功能区规划》，全省主要目标为“到2020年，全省形成主体功能定位清晰的海洋国土空间格局，沿海海湾更加美丽、海洋产业布局更加均衡、海洋和陆地发展更加协调，资源利用更加集约高效、生态系统更加稳定，基本实现经济布局、生态环境相协调，海洋资源开发利用与沿海经济社会可持续发展的新局面。”

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。《广东省海洋主体功能区规划》依据主体功能，将海洋空间划分为四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域及禁止开发区域，项目所处位置属于限制开发区域的**海洋渔业保障区**（详见图7.3.3-1），该区域为是保障海洋食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需求，是人与海洋和谐发展的重要载体。

区域实施产业据点式开发。在科学分析资源环境承载力基础上，选择沿海部分地区实施点状开发，控制开发强度。科学推进徐闻粤海通道、阳江核电、惠东核电、陆丰核电，以及阳江海洋经济特色产业基地等产业项目和园区建设。推进徐闻港、碧甲港、南澳港等港口建设，强化与枢纽港的融合，提升区域服务能力。本项目为陆丰核电建设期的浓盐水排放口，为陆丰核电的实施提供淡水保障，项目位于现有工程用海范围内，符合据点式开发的要求。

因此，本项目建设符合《广东省海洋主体功能区规划》。

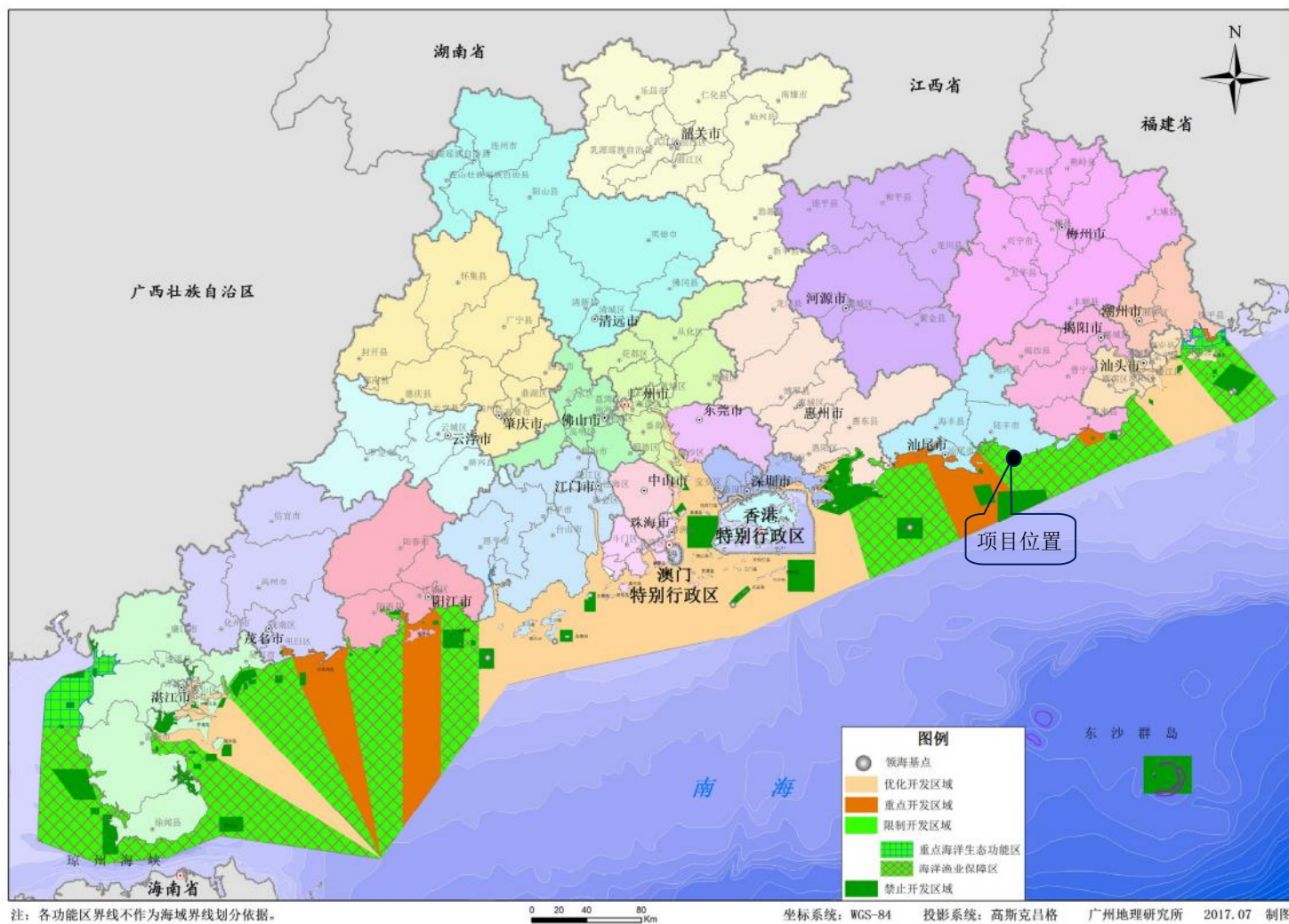


图 7.3.3-1 广东省海洋主体功能区规划图

7.3.4 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提出“积极发展海水综合利用业。重点发展海水淡化、海水冷却等核心技术，推动海水综合利用材料与成套设备研发和产业化。在海岛和沿海缺水地区布局海水淡化工程，支持南澳岛、万山群岛、川岛、东海岛等开展海水淡化与综合利用示范。支持海洋船舶、平台配套加装海水淡化装置。加强军民融合海水淡化基础设施建设。引导临海企业使用海水作为工业冷却水，推动海水冷却循环技术在沿海电力、化工、石化、核电等高用水行业的规模化应用。”

本工程的建设为陆丰核电站 5、6 号机的施工建设和生活提供淡水，为发展核电经济提供支持，属于基础设施建设。项目的建成有利于水资源的节约利用，因此，建设项目符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》。

7.3.5 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》提出：“按照“一核一带一区”发展格局，完善“三线一单”生态环境分区管控体系，强化其在生态环境源头预防制度体系中的基础地位和作用。优化海域环境管控单元，细化近岸海域环境管控单元准入清单，落实区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控、环境风险防控等环境管控要求”。

本项目为陆丰核电站 5、6 号机临时海淡系统排水口建设，项目建设不涉及且不占用《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》中的重点河口海湾海岸带保护和修复工程以及海洋渔业资源养护工程，项目建设对“规划”中的海洋生态保护修复重点工程基本无影响。根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所处海域属于汕尾市近岸海域环境管控单元中的重点管控单元，为田尾山工业与城镇用海区，本项目建设与田尾山工业与城镇用海区的区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控、环境风险防控等要求均符合，项目建设不涉及重点污染物的排放，排放浓盐水仅浓度增高，成分与原海水基本一致，可严格按“三线一单”生态环境分区管控实施，本项目符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》中的“优化海域环境管控单元，细化近岸海域环境管控单元准入清单，落实区域布局管控、能源资源利用、污染物排放管控、环境风险防控等环境管控要求”。综上，本项目建设与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符合。

7.3.6 与《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》，以 2035 年远景目标为基础，汕尾市“十四五”时期海洋生态环境保护的主要目标是：

——海洋生态环境质量持续改善。近岸海域水质优良（一、二类水质）面积比例达到 98%以上；国控河流入海断面劣V类水质比例保持为 0；城市污水处理率达到 98%以上。

——海洋生态保护修复取得实效。大陆自然岸线保有率达到广东省要求；红树林营造修复面积 6.10 公顷；海洋生态保护红线面积比例达到省下达目标。

——公众亲海需求得到满足。亲海空间环境质量和公益服务品质明显改善，公众临海亲海的获得感、幸福感显著增强，基本建成 3 个美丽海湾；主要海水浴场水质达标率达到 100%；整治修复亲海岸滩长度 12.35 千米。

陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统产生的浓盐水采用近岸排放方式扩散排放，除浓海水外，产生的其他废水、废弃物都集中处理，不外排入海，而浓盐水的成分与原海水基本相同，仅咸度等浓度增大，充分利用海洋的扩散降解和自净能力进行处理，分散扩大排放，较大程度降低对近岸海域水质的影响。因此本项目的建设不会加重海洋环境的污染，符合《汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划》中的要求。

7.3.7 产业政策符合性分析

本项目属于《产业结构调整指导目录》（2021 年修改）中的“鼓励类”：“二十二、城镇基础设施”中“22、沿海城镇海水供水管网及海水淡化工程”；“四十三、环境保护与资源节约综合利用”中“3、微咸水、苦咸水、劣质水、海水的开发利用及海水淡化综合利用工程”。

本项目海水淡化工程的建设进一步完善了陆丰核电项目的供水系统，有效缓解区域淡水供给不足的紧张局面，解决核电项目施工、生活用水问题；同时本项目的建设积极合理科学开发利用丰富的海水资源，海水淡化处理成的淡水资源广泛用于生活生产建设中，推进核电项目的开发与利用。

因此，本项目建设符合《产业结构调整指导目录》（2021 年修改）要求。

三、《市场准入负面清单（2022年版）》的符合性分析

根据《市场准入负面清单（2022年版）》，市场准入负面清单分为禁止和许可两类事项。对禁止准入事项，市场主体不得进入，行政机关不予审批、核准，不得办理有关手续；对许可准入事项，包括有关资格的要求和程序、技术标准和许可要求等，或由市场主体提出申请，行政机关依法依规作出是否予以准入的决定，或由市场主体依照政府规定的准入条件和准入方式合规进入；对市场准入负面清单以外的行业、领域、业务等，各类市场主体皆可依法平等进入。

本项目为海水淡化工程，不属于国家产业政策明令淘汰和限制的产品、技术、工艺、设备及行为，符合《广东省海洋主体功能区规划》的要求，为许可准入类，项目在办理相关许可后进行施工，因此与《市场准入负面清单（2022年版）》是相符的。

7.4 排污口设置合理合法性分析

7.4.1 与《中华人民共和国海洋环境保护法》的符合性

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017修正）第三十条规定“入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报设区的市级以上人民政府环境保护行政主管部门备案。环境保护行政主管部门应当在完成备案后十五个工作日内将入海排污口设置情况通报海洋、海事、渔业行政主管部门和军队环境保护部门。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。在有条件的地区，应当将排污口深海设置，实行离岸排放。设置陆源污染物深海离岸排放排污口，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和海底工程设施的有关情况确定，具体办法由国务院规定。”，本项目开展的入海排污口论证符合相关备案法律程序，同时项目所在地不在以上所列的特别保护区域，因此符合相关法律。

7.4.2 与《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》的符合性

根据《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》“第八条 任何单位和个人，不得在海洋特别保护区、海上自然保护区、海滨风景游览

区、盐场保护区、海水浴场、重要渔业水域和其他需要特殊保护的区域内兴建排污口。对在前款区域内已建的排污口，排放污染物超过国家和地方排放标准的，限期治理。”，本项目排水口未位于以上所列特殊保护区中，且排放的浓盐水来自于本区域内的海水，各因子总量不发生变化，因此符合相关条例。

7.4.3 与《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》符合性

根据《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》“第十四条 设置向海域排放废水设施的，应当合理利用海水自净能力，选择好排污口的位置。采用暗沟或者管道方式排放的，出水管口位置应当在低潮线以下。”，本项目采用管道方式排放，并在管道末端按照扩散器，排水口位于低潮线以下，尽可能减少浓盐水对环境的影响，因此符合相关条例。

7.4.4 排污口位置合理性分析

本项目浓海水排放口采用预留的管网近岸排放，排水口需选择海水自净能力较好的区域，并与取水口保持一定距离。项目排水口距离取水口约 100m，位于核电项目取水明渠内，与排水口之间有隔堤分离，根据 5.5.1 章节分析，临时海淡水系统取水口处 PSU 增加值占标率最大为 0.09%，因此项目排水口对取水口影响较小。

根据 5.1.2 章节可知，项目区域受涨落潮和岸线影响主要表现为逆时针旋转流，其中排水口水域涨潮期间出现顺时针旋转流、落潮期间出现逆时针旋转流，排水口大潮涨急流速大于落急流速、涨潮平均流速大于落潮平均流速，大潮平均流速为 0.040m/s、涨潮平均流速为 0.038m/s、落潮平均流速为 0.042m/s。因此排水口排放的浓盐水能快速的进行稀释，有利于水质的净化。根据 5.1.3、5.1.4 章节的预测，项目排放的浓盐水、COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐、SS 对各环境敏感点的影响均非常小，因此，项目排污口设置的位置是合理的。

8 污染物允许排放量控制

本项目为临时海水淡化系统的排水口工程，运营期仅排放浓盐水，浓盐水排放的主要因子为钠离子、钾离子、氯离子等，均来自于原海水。海水淡化系统的化学清洗废水收集后外运处理，不经本项目排水口排放。因此，本项目不设置污染物排放总量控制指标。

9 生态环境监测计划

9.1 环境管理计划

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护设计规定》等法规的要求，确定环保管理机构，制定管理程序。

根据本项目工程建设的实际情况，工程指挥部应设人员负责环境保护事宜，加强对浓盐水排放、保护措施等管理，尽量减少排水口对周边海洋生态环境的影响。

9.2 环境监测

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）、《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。根据项目特征，本项目施工期很短，主要对运营期进行跟踪监测。

9.2.1 水污染源监测计划

根据《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）及《海水淡化浓盐水排放要求》（HY/T0289-2020），废水监测计划见表 9.2-1。

表 9.2-1 废水监测计划

排放口编号	监测位置	监测实施	监测频率	监测因子
W1	浓盐水排水口	手工	每季度	悬浮物、pH 值、温差、铁、铝、总磷（以 P 计）、铜、铬、镍、盐度等

9.2.2 海域环境监测计划

陆丰核电项目自实施以来，委托自然资源部第一海洋研究所对周边海域环境进行海域使用与海洋环境动态监测，其中水质环境监测每月一次，海洋沉积物、海洋生态环境每年监测一次，监测布点见 4.2、4.3、4.4 章节，因此本项目不再开展海域环境监

测计划。

通过海洋环境动态监测，全面及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现本工程或周围其他用海不利的环境变化，需根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施；海洋环境动态监测由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及当地海洋环境保护行政主管部门。

10 结论与建议

10.1 环境影响结论

为满足陆丰核电厂 5、6 号机组项目的施工和生活用水需求，故建设陆丰核电厂 5、6 号机临时海水淡化系统，本项目排水口位于海水淡化系统东南面海域，为陆丰核电站一期工程范围内海域。本项目仅排放临时海淡系统产生的浓盐水，其化学清洗废水收集后外运处理，不通过本项目排污口排放。

工程排污口建设后，盐度最大增加值在排放处最大，距离排放处越远最大增加值越小，最大增加值大于 0.01‰、0.25‰、0.5‰ 的包络面积分别为 26.129428km²、0.052062km²、0.008504km²，上溯距离分别为 7456m、562m、125m，下泄距离分别为 3286m、384m、78m，盐度最大增加值 0.01‰、0.25‰、0.5‰ 包络线与本项目取水口的距离分别为 0m、624m、1068m，与金厢海岸防护物理防护极重要区的距离分别为 3205m、9085m、9543m，与碣石湾海马珍稀濒危物种分布区的距离分别为 9786m、11392m、11681m。对周边环境敏感点的影响较小。

正常排放情况下，COD_{Mn} 浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.1072mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离小于上溯距离，最大增加值大于 0.03mg/L 的包络面积为 938m²、上溯距离为 27m、下泄距离为 20m。

正常排放情况下，无机氮浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.0065mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离小于上溯距离，最大增加值大于 0.003mg/L 的包络面积为 232m²、上溯距离为 9m、下泄距离为 8m。

正常排放情况下，活性磷酸盐浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.0014mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离大于上溯距离，最大增加值大于 0.0003mg/L 的包络面积为 4885m²、上溯距离为 34m、下泄距离为 58m。

正常排放情况下，SS 浓度最大增加值范围为 0mg/L~0.9614mg/L，最大增加值在排污口位置处最大，距离排污口越远最大增加值越小，污染物下泄距离小于上溯距离，最大增加值大于 0.1mg/L 的包络面积为 7792m²、上溯距离为 90m、

下泄距离为 77m。

10.2 排污口设置方案

本项目入海排污口排放的废水为浓盐水。陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统产生的化学清洗废水收集后外运处理，不通过本项目排污口排放。项目排水口末端采用三通管分散排放，排水点间隔 2m，位于当地低潮位以下。项目排放浓盐水 6750m³/d（其中一期工程排放 4500m³/d，二期工程排放 2250m³/d）。

10.3 污染物排放量总量控制建议

本项目为临时海水淡化系统的排水口工程，运营期仅排放浓盐水，浓盐水排放的主要因子为钠离子、钾离子、氯离子等，均来自于原海水。海水淡化系统的化学清洗废水收集后外运处理，不经本项目排水口排放。因此，本项目不设置污染物排放总量控制指标。

10.4 环境保护措施建议

在排水口在安装过程中准确定位施工位置，确保海上施工又快又准，避免重复操作。严格按设计要求进行施工，避免随意更改排水口位置。浓盐水采用近岸排放，排水口需置于当地最低潮位线以下，采用三通管扩大分散的方式排放，以溢流排水管末端为中心，向两边扩大，设 3 个排水点，需符合《海水淡化浓盐水排放要求》（HY/T 0289-2020）中“海水淡化浓盐水排水口处应安装扩散装置，加快浓盐水的稀释与排放”。陆丰核电厂 5、6 号机临时海淡系统化学清洗废水收集后外运处理，需按照设计要求，严禁化学清洗废水通过本项目排水口排入海洋环境。

附录

1、浮游植物种类名录

中文种名	拉丁文种名
硅藻门	
辐辏藻	<i>Actinoptychus</i> sp.
冰河拟星杆藻	<i>Asterionellopsis glacialis</i> (Castracane) Round
派格棍形藻	<i>Bacillaria paxillifera</i> (Müller) Hendey
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Lauder
锤状钟鼓藻	<i>Bellerochea malleus</i> (Brightwell) Van Heurck
盒形藻	<i>Biddulphia</i> sp.
紧密角管藻	<i>Cerataulina compacta</i> Ostenfeld
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder
卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i> Karsten
密聚角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder
扁面角毛藻	<i>Chaetoceros compressus</i> Lauder
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve
并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve
密联角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i> (Cleve) Cleve
齿角毛藻	<i>Chaetoceros denticulata</i> H.S.Lauder
粗股角毛藻	<i>Chaetoceros femur</i> F.Schütt
平滑角毛藻	<i>Chaetoceros laevis</i> Leuduger-Formorel
角毛藻	<i>Chaetoceros</i> spp.
双凹梯形藻	<i>Climacodium biconcavum</i> Cleve
豪猪棘冠藻	<i>Corethron hystrix</i> Hensen
星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg
有翼圆筛藻	<i>Coscinodiscus bipartitus</i> Rattray
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i> Grough
琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Greville) Ostenfeld
虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
圆筛藻	<i>Coscinodiscus</i> sp.
细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i> Ehrenberg
威利圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran & Angst
新月柱鞘藻	<i>Cylindrotheca closterium</i> Reimann et Levin
矮小短棘藻	<i>Detonula pumila</i> (Castracane) Gran
蜂腰双壁藻	<i>Diploneis bombus</i> Ehrenberg
双壁藻	<i>Diploneis</i> sp.
浮动弯角藻	<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg
萎软几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i> (Castracane) H.Peragallo
斯氏几内亚藻	<i>Guinardia striata</i> (Stolterfoth) Hasle
泰晤士旋鞘藻	<i>Helicotheca tamesis</i> (Shrubsole) M.Ricard
环纹劳德藻	<i>Lauderia annulata</i> Cleve
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve

中文种名	拉丁文种名
舟形藻	<i>Navicula</i> sp.
菱形藻	<i>Nitzschia</i> sp.
活动齿状藻	<i>Odontella mobiliensis</i> (J.W.Bailey) Grunow
中华齿状藻	<i>Odontella sinensis</i> (Greville) Grunow
哈德掌状藻	<i>Palmeria hardmaniana</i> Greville
具槽帕拉藻	<i>Paralia sulcata</i> (Ehr.) Cleve
近缘斜纹藻	<i>Pleurosigma affine</i> Grunow
斜纹藻	<i>Pleurosigma</i> sp.
佛焰足囊藻	<i>Podocystis spathulata</i> Van Heurck
柔弱伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve) Heiden
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> (Grunow ex Cleve) Hasle
翼根管藻纤细变型	<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i> (Cleve) Gran
伯氏根管藻	<i>Rhizosolenia bergonii</i> H.Peragallo
卡氏根管藻	<i>Rhizosolenia castracanei</i> H.Peragallo
粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i> G.Norman ex Ralfs
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell
笔尖根管藻粗径变型	<i>Rhizosolenia styliformis f. latissima</i> Brightwell
笔尖根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> T.Brightwell
优美旭氏藻	<i>Schroederella delicatula</i> (H.Peragallo) Pavillard
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i> (Greve.) grunow
伏氏海线藻	<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow) Tempère & Peragallo
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky
圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier
海链藻	<i>Thalassiosira</i> sp.
长海毛	<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve & Grunow
甲藻门	
塔玛亚历山大藻	<i>Alexandrium tamarense</i> (Lebour) Balech
短角角藻	<i>Ceratium breve</i> (Ostenfeld & Schmidt) Schröder
镰状角藻	<i>Ceratium falcatum</i> (Kofoid) Jörgensen
叉状角藻	<i>Ceratium furca</i> (Ehrenberg) Claparède & Lachmann
纺锤角藻	<i>Ceratium fusus</i> (Ehrenberg) Dujardin
粗刺角藻	<i>Ceratium horridum</i> (Cleve) Gran
线形角藻	<i>Ceratium lineatum</i> (Ehrenberg) Cleve
马西里亚角藻	<i>Ceratium massiliense</i> (Gourret) Karsten
苏门答腊角藻	<i>Ceratium sumatranum</i> (Karsten) Jörgensen
三叉角藻	<i>Ceratium trichoceros</i> (Ehrenberg) Kofoid
三角角藻	<i>Ceratium tripos</i> (O.F.Müller) Nitzsch
角藻	<i>Ceratium</i> sp.

中文种名	拉丁文种名
渐尖鳍藻	<i>Dinophysis acuminata</i> Claparède & Lachmann
具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent
圆鳍藻	<i>Dinophysis rotundata</i> Levander
多纹膝沟藻	<i>Gonyaulax polygramma</i> F. Stein
膝沟藻	<i>Gonyaulax</i> sp.
具刺膝沟藻	<i>Gonyaulax spinifera</i> Murray & Whitting
环沟藻	<i>Gyrodinium</i> sp.
凯伦藻	<i>Karenia</i> sp.
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i> (Macartney) Ehrenberg
尖甲藻	<i>Oxytoxum</i> sp.
扁形原甲藻	<i>Prorocentrum compressum</i> (Bailey) T.H.Abé ex J.D.Dodge
闪光原甲藻	<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg
微小原甲藻	<i>Prorocentrum minimum</i> (Pavillard) J.Schiller
三歧原甲藻	<i>Prorocentrum triestinum</i> Schiller
反曲原甲藻	<i>Prorocentrum sigmoides</i> Böhm
原甲藻	<i>Prorocentrum</i> sp.
歧分原多甲藻	<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenberg) Balech
原多甲藻	<i>Protoperidinium</i> sp.
纺锤梨甲藻	<i>Pyrocystis fusiformis</i> C.W.Thomson
夜光梨甲藻	<i>Pyrocystis noctiluca</i> Murray ex Haeckel
斯氏扁甲藻	<i>Pyrophacus steinii</i> (Schiller) Wall & Dale
斯氏藻	<i>Scrippsiella</i> sp.
尾沟藻	<i>Torodinium</i> sp.
金藻门	
小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg
六异刺硅鞭藻	<i>Dictyocha speculum</i> Ehrenberg
三裂醉藻	<i>Ebria tripartita</i> (J.Schumann) Lemmermann

2、浮游动物名录

中文名	拉丁文	类群	L02	L04	L08	L09	L11	L12	L14	L15	L18
真刺唇角水蚤	<i>Labidocera eu chaeta</i>	桡足类		0.33	0.28	0.24	0.29			0.33	
唇角水蚤属	<i>Labidocera sp.</i>	桡足类							0.5		
钝筒角水蚤	<i>Pontellopsis yamadae</i>	桡足类									0.45
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>	桡足类		1.67	0.28	1.19					
红纺锤水蚤	<i>Acartia erythraea</i>	桡足类	0.65	6.67	1.39			1.19	10	3.33	2.27
小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>	桡足类				3.57	1.47				
捷氏歪水蚤	<i>Tortanus derjugini</i>	桡足类			0.28	0.24	1.47				
瘦歪水蚤	<i>Tortanus gracilis</i>	桡足类								0.33	
歪水蚤属	<i>Tortanus sp.</i>	桡足类		0.33							
东亚大眼剑水蚤	<i>Corycaeus asiaticus</i>	桡足类			1.39	0.24		2.38		1.67	
红大眼剑水蚤	<i>Corycaeus erythraeus</i>	桡足类	3.26	3.33	4.17	0.24	10.29	4.76	7.5	13.33	2.27
灵巧大眼剑水蚤	<i>Corycaeus catus</i>	桡足类				0.24				0.33	
小型大眼剑水蚤	<i>Corycaeus pumilus</i>	桡足类		0.33							
麦杆虫属	<i>Caprella sp.</i>	端足类	0.22	8.33	0.28						
细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>	十足类		0.33							
针尾涟虫	<i>Diastylidae sp.</i>	涟虫类	4.57	30	2.78						
针刺真浮萤	<i>Euconchoecia aculeata</i>	介形类	1.3	1.67							
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>	毛颚类	50.22	163.33	88.89	64.29	76.47	103.57	212.5	65	93.18
百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>	毛颚类	1.3	11.67	16.67	1.19	2.94	13.1	5	10	15.91
红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>	被囊类	7.17	13.33	1.39	13.1	4.41	23.81	2.5	5	
小齿海樽	<i>Doliolum denticulatum</i>	被囊类		2	0.28	2.38	1.47	3.57	2.5	0.33	
箭虫幼体	<i>Sagitta larvae</i>	浮游幼体	2.61	5	5.56			7.14		1.67	9.09
莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>	浮游幼体			1.39	10.71	0.29	11.9		6.67	15.91
长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>	浮游幼体	3.26	20	12.5	5.95	7.35	3.57	22.5	1.67	6.82
糠虾幼体	<i>Mysidacea larve</i>	浮游幼体	2.61	5	1.39	3.57	1.47	7.14	10	10	9.09
长腕幼虫(蛇尾纲)	<i>Ophiopluteus larvae</i>	浮游幼体							0.5		
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>	浮游幼体	7.17	6.67	8.33	3.57	1.47	2.38	5	0.33	0.45
蔓足类无节幼体	<i>Cirripedia nauplius</i>	浮游幼体	7.83	48.33	23.61	3.57	4.41	3.57	27.5	13.33	9.09

中文名	拉丁文	类群	L02	L04	L08	L09	L11	L12	L14	L15	L18
夜光虫	<i>Noctiluca miliaris</i>	原生动物	1.96	10	5.56		8.82				
真囊水母	<i>Euphysora bigelowi</i>	刺胞动物	1.3	3.33			0.29		0.5		
锡兰和平水母	<i>Eirene ceylonensis</i>	刺胞动物	0.22	0.33							
和平水母属	<i>Eirene sp.</i>	刺胞动物			1.39	1.19					
四枝管水母	<i>Proboscidactyla flavicirrata</i>	刺胞动物	0.22						0.5		
四叶小舌水母	<i>Liriope tetraphylla</i>	刺胞动物			1.39	3.57		1.19			
半口壮丽水母	<i>Aglaura hemistoma</i>	刺胞动物	0.22		1.39	1.19		3.57		1.67	
拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>	刺胞动物	7.17	18.33	12.5	7.14	23.53	5.95	12.5	5	
短体五角水母	<i>Muggiaea delsmanni</i>	刺胞动物	0.65	5	4.17	22.62	2.94	11.9	0.5	5	9.09
球型侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>	刺胞动物	1.3	10	2.78	1.19	1.47	0.24	5		0.45
鸟喙尖头蚤	<i>Penilia avirostris</i>	枝角类	0.22	0.33	5.56	75		67.86	3	40	2.27
肥胖三角蚤	<i>Evadne tergestina</i>	枝角类	0.22	10	6.94	0.24	11.76	3.57	5	6.67	4.55
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>	桡足类		0.33		0.24	1.47	2.38		1.67	
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>	桡足类			1.39	0.24	0.29	4.76		1.67	0.45
普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>	桡足类		0.33							
亚强真哲水蚤	<i>Eucalanus subcrassus</i>	桡足类				0.24				1.67	0.45
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	桡足类	0.22					0.24			
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>	桡足类	1.3								
精致真刺水蚤	<i>Enchaeta concinna</i>	桡足类		1.67		0.24		0.24			0.45
锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>	桡足类	32.61	80	31.94	76.19	61.76	75	97.5	58.33	72.73
异尾宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>	桡足类				1.19		1.19		3.33	4.55
瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i>	桡足类	4.57	6.67	4.17	1.19	5.88	2.38	27.5	10	15.91
背针胸刺水蚤	<i>Centropages dorsis pinatus</i>	桡足类			0.28						
中华胸刺水蚤	<i>Centropages sinensis</i>	桡足类		8.33	1.39						
小长足水蚤	<i>Calanopia minor</i>	桡足类		0.33							
双刺唇角水蚤	<i>Labidocera bipinnata</i>	桡足类						1.19			

中文名	拉丁文	类群	L02	L04	L08	L09	L11	L12	L14	L15	L18
阿利玛幼体	<i>Alima larvae</i>	浮游幼体						1.19		0.33	2.27
短尾类大眼幼体	<i>Brachyura megalopa</i>	浮游幼体	0.22	0.33							
短尾类溞状幼体	<i>Brachyura zoea</i>	浮游幼体	5.22	26.67	15.28	13.1	2.94	28.57	5	13.33	36.36
磷虾幼体	<i>Euphausia larvae</i>	浮游幼体	2.61	3.33	9.72		4.41	1.19	10		4.55
鱼卵	<i>Fish eggs</i>	浮游幼体	5.22	7.67	6.94	1.43	4.71	1.67	6.5	5.67	2.73
仔鱼	<i>Fish larvae</i>	浮游幼体	1.96	3.33	8.89	5.48	4.12	11.67	2.5	6.33	4.09
六肢幼体	<i>Nauplii</i>	浮游幼体					1.47		0.5		0.45
桡足类幼体	<i>Copepoda larvea</i>	浮游幼体		5		1.19	0.29	1.19	2.5		
翼足类	<i>pteropods</i>	翼足类						0.24			
磁蟹溞状幼体	<i>Magnetic crab Zoea</i>	浮游幼体	4.57	3.33	1.39	4.76	0.29	1.19		1.67	4.55
底栖端足类	<i>Benthic Amphipoda</i>	端足类	1.3	3.33	2.78		0.29				
涟虫	<i>Cumacea</i>	节肢动物	0.22	6.67	1.39						
亨生莹虾	<i>Lucifer hanseni</i>	十足类		1.67		1.19		3.57		1.67	6.82
羽腕幼虫	<i>bipinnaria</i>	浮游幼体									0.45
双壳类幼体	<i>Bivalve larvae</i>	双壳类					0.29				
水母幼体	<i>Jellyfish larvae</i>	刺胞动物	0.65	1.67	1.39	1.19	1.47	0.24	2.5	0.33	
介形类	<i>Ostracoda</i>	节肢动物		0.33	0.28	1.19		4.76		0.33	
裂鄂蛮虫戎	<i>Carcharhiniformes</i>	端足类	0.65					0.24			
短额刺糠虾	<i>Acanthomysis brevirostris</i>	糠虾类	0.65	10	11.11			1.19		0.33	0.45
顶室真囊水母	<i>Euphysora apiculifera</i>	刺胞动物	0.65								

3、底栖动物名录

汉语名称	拉丁文名称	物种类群
斑头舌鳎	<i>Cynoglossus puncticeps</i>	鱼类
扁鱼衔	<i>Callionymus planus</i>	鱼类
红狼牙鰕虎鱼	<i>Odontamblyopus rubicundus</i>	鱼类
焦氏舌鳎	<i>Arelicus joyneri Günther</i>	鱼类
叫姑鱼	<i>Johnius grypotus</i>	鱼类
孔鰕虎鱼	<i>Trypauchen vagina (Bloch et Schneider)</i>	鱼类
鲐鱼	<i>Scomber japonicus</i>	鱼类
带锥螺	<i>Turritella fascialis Manke</i>	软体动物
红带织纹螺	<i>Nassarius succinctus</i>	软体动物
红枝鳃海牛	<i>Dendrodoris rubra</i>	软体动物
联球蚶	<i>Anadara consociata</i>	软体动物
枪乌贼	<i>Loliolus sp.</i>	软体动物
双喙耳乌贼	<i>Sepiola birostrata</i>	软体动物
习见赤蛙螺	<i>Bufo nariarana</i>	软体动物
棒海鳃科	<i>Veretillidae</i>	腔肠动物
海葵	<i>Actiniaria</i>	腔肠动物
鞭腕虾	<i>Lysmata vittata</i>	节肢动物
大管鞭虾	<i>Solencera melantho</i>	节肢动物
豆蟹	<i>Pinnotheres sp.</i>	节肢动物
鼓虾	<i>Alpheoidea</i>	节肢动物
寄居蟹	<i>Paguristes sp.</i>	节肢动物
强蟹	<i>Eucrate sp.</i>	节肢动物
球形拳蟹	<i>Philyra jlobulosa</i>	节肢动物
日本螯	<i>Charybdis japonica (A. Milne-Edwards)</i>	节肢动物
伍氏平虾蛄	<i>Erugosquilla woodmasoni</i>	节肢动物
鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendusde Man</i>	节肢动物
异指虾科	<i>Processidae</i>	节肢动物
中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	节肢动物
中华菱蟹	<i>Parthenop sinensis</i>	节肢动物
辐蛇尾	<i>Ophiactidae</i>	棘皮动物
砂海星	<i>Luidia quinaria von Martens</i>	棘皮动物
鳞沙蚕科	<i>Aphroditidae</i>	环节动物

附件

1、陆丰核电站 5、6 号机组项目的批复

国家发展和改革委员会文件

发改能源〔2022〕738 号

国家发展改革委关于核准广东 陆丰核电站 5、6 号机组项目的批复

广东省发展改革委，中国广核集团有限公司：

《广东省发展改革委、中国广核集团有限公司关于上报中广核广东陆丰核电 5、6 号机组项目申请报告的请示》（粤发改能源〔2021〕150 号）收悉。经国务院第 170 次常务会议审议通过，现就该项目核准事项批复如下：

一、为保障广东省电力供应，优化广东省和粤港澳大湾区能源结构，推动核电高质量发展，同意建设广东陆丰核电站 5、6 号机组项目。

二、项目位于广东省汕尾市辖陆丰市。厂址规划建设 6 台百

— 1 —

万千瓦级压水堆核电机组，一次规划，分期实施。本期工程建设2台单机容量120万千瓦的“华龙一号”压水堆核电机组，总装机容量240万千瓦。单台机组计划建设工期约62个月，坚持进度服从质量。

三、项目建成价377亿元，其中资本金75.4亿元，由中广核集团出资，资本金以外的资金通过国内金融机构贷款解决。

四、中广核集团的全资子公司中广核陆丰核电有限公司作为项目业主，负责项目的投资、建设和运营管理，中广核集团承担全面核安全责任。

五、坚持安全第一、质量至上，落实企业安全生产主体责任，将项目设计、建设、运营等全链条安全责任落实到人，建立行政和技术两条线的安全质量责任体系，深入推进核安全文化建设，完善质量保证体系并严格执行，精心设计、精心施工，确保工程建设质量和运行安全，做到万无一失。

六、加强核电技术管理，充分吸收“华龙一号”示范工程建设经验，优化工程设计和建造方案，认真执行《华龙项目管理规定》和《华龙技术管理规定》，确保“华龙一号”融合技术方案落实到位。

七、高度重视核电自主化工作，尽可能采用自主核电标准，落实设备国产化政策，做好核电科技重大专项和核电技术提升行动计划成果应用，充分发挥国内核电装备制造产业能力，项目设备国产化比例应不低于90%。做好风险防范工作，对可能受限的

进口设备要提前制订替代方案并组织实施。

八、保障社会稳定，强化项目社会稳定风险评估，及时化解风险隐患。做好核电科普宣传，畅通信息公开和公众参与渠道，构建社会稳定工作协同机制，营造良好的发展环境。

九、项目实施过程中，要严格落实核安全、用地、用海、城乡规划、环境保护、水土保持、用水、核应急等方面的法律法规和有关审批文件要求。

十、如需对本项目核准文件所规定的有关内容进行调整，请及时以书面形式向我委提出变更申请，并按照有关规定办理。

请按照上述要求，加强项目建设管理，深入贯彻新发展理念，将绿色发展理念融入核电建设和管理全过程，更好服务生态环境改善和地方经济社会发展，高质量建成广东陆丰核电站5、6号机组项目。



抄送：自然资源部、生态环境部、水利部、卫生健康委、应急管理部、国防科工局、地震局，中国南方电网有限责任公司。

国家发展改革委办公厅

2022年5月18日印发



2、陆丰核电 5、6 号机组环境影响（建造阶段）的批复

中华人民共和国生态环境部

环审〔2022〕144号

关于广东陆丰核电 5、6 号机组 环境影响报告书（建造阶段）的批复

中广核陆丰核电有限公司：

你公司《关于审查广东陆丰核电 5、6 号机组环境影响报告书（建造阶段）的请示》（广核陆〔2022〕16号）和《关于呈报广东陆丰核电 5、6 号机组环境影响报告书（建造阶段）（报批稿）的函》（广核陆函〔2022〕18号）收悉。经研究，现批复如下。

一、广东陆丰核电 5、6 号机组位于广东省陆丰市碣石镇以南约 8km 的田尾山，规划建设两台百万千瓦级压水堆“华龙一号”机组及配套设施。

— 1 —

《广东陆丰核电 5、6 号机组环境影响报告书（建造阶段）》编制依据充分，采用的评价标准恰当，所执行的标准级别明确；施工活动对环境的影响可接受；机组正常运行状态下的辐射环境影响结果和设计基准事故条件下的环境放射性后果满足《核动力厂环境辐射防护规定》（GB6249—2011）的限值要求。

我部原则同意你公司按照环境影响报告书中所列建设项目的性质、规模、工艺、地点和拟采取的环境保护对策措施开展下一阶段工作。

二、在工程建造阶段及今后一个时期应重点做好的工作：

（一）严格执行施工期间的环境影响评价标准，落实噪声、施工废水、扬尘污染等防治措施和固体废物处理措施，加强施工场地环境管理，尽可能减小施工活动造成的环境影响。

（二）进一步落实放射性固体废物处置方案，确保本项目放射性固体废物的安全处置。

三、建设项目应严格执行配套建设的环境保护措施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。

四、我部委托广东省生态环境厅配合华南核与辐射安全监督站，负责该项目的环境保护监督检查工作。

五、你公司应在收到本批复后 20 个工作日内，将批准后的环境影响报告书分送华南核与辐射安全监督站和广东省生态环境厅，并按规定接受各级生态环境主管部门的监督检查。



(此件社会公开)

生态环境部
生态环境部
生态环境部

生态环境部

生态环境部



(加盖公章)

抄 送：发展改革委，能源局，广东省生态环境厅，生态环境部华南核与辐射安全监督站、核与辐射安全中心，中国广核集团有限公司。

生态环境部办公厅

2022年9月7日印发



3、陆丰核电淡水供应方案的专题会纪要

中广核陆丰核电有限公司

总经理部专题工作会议纪要

广核陆工作纪要〔2022〕39号

陆丰核电淡水供应方案的专题会纪要

2022年3月3日下午，公司副总经理张士朋在现场综合办公楼504会议室主持召开了陆丰核电淡水供应方案专题会，公司党委书记、董事长上官斌出席会议。会议查阅了陆丰核电供水需求曲线（附件1），回顾总结了淡水供应问题工作组工作（附件2），听取了临时海水淡化供应系统策划方案（附件3）、陆丰核电淡水供水方案（附件4）的汇报，经研究讨论，形成纪要如下：

一、会议背景

陆丰核电5、6号机组核准在即，当前由碣石水厂向现场供水

— 1 —

的两条供水管线的供水量仅为 2150 方/天，无法满足 FCD+6 后的施工和生活用水需求。为解决 FCD+6 后施工和生活用水供应不足问题、生产运营期间赤潮等应急工况下的生产和生活用水问题，公司成立淡水供应问题工作组予以应对解决。工作组基于调研、资料收集、供水试验等工作，制定了陆丰核电淡水供应的综合方案，现予以汇报决策，明确后续工作方向。

二、会议讨论意见

1. 会议明确陆丰核电的供水保持“生产用水采用海水淡化，施工、生活及应急工况下的生产用水采用另案淡水供应”的总原则不变。

2. 会议同意按照“碣石水厂+基地内地下水+临时海淡装置”的供水方案开展工作，以解决 FCD+6 后施工和生活用水供应不足问题。

三、后续工作安排

1. 请工程部负责按照不低于 2000 方/天开采目标开展基地内地下水资源论证工作并牵头办理取水许可，8 月 30 日前完成；

2. 请工程公司项目部负责按照 4500 方/天的规模，采用“一次规划、一次招标、分步实施”的策略开展临时海淡装置的采购、施工工作，12 月 30 日前实现 3000 方/天的供水能力；

3. 请工程部负责跟踪陆丰市螺河引水工程（至碣石镇）的相关论证进展，加强与陆丰市政府及相关主管部门的联系，将陆丰核电的用水需求纳入螺河引水工程的论证报告，为后续陆丰核电

从该工程引水做好技术准备。10月30日前完成；

4. 请工程公司项目部关注临时海淡工程取水水泵扬程、设备防腐、预留不停机可扩容的接口以及供排水管线路径优化等工作，同步研究落实浓盐水零排放方案的可行性。3月31日前完成；

5. 请工程公司项目部负责研究临时海淡工程冗余设计、多模块化海淡设备及建立快速维修能力等工作，以提升运行可靠性；

6. 请工程部负责临时海淡工程的取排水手续的办理，10月30日前完成；

7. 请工程公司设计院进一步做好陆丰核电水域赤潮发生概率分析，结合陆丰市螺河引水工程方案及供水能力、尖山水库及D段供水管道等资料，优化完善陆丰核电淡水供应方案，6月30日前完成。

- 附件：1. 陆丰核电 1&2、5&6 号机组供需水量曲线
2. 陆丰核电淡水供应问题
3. 陆丰核电现场临时海水淡化系统策划方案
4. 陆丰核电淡水供水方案汇报

与会：陆丰公司上官斌、张士朋、刘宝鹏、刘小坚、杨满、张敏、周先许、张成、郑红兵，工程公司陆丰项目部孙跃川、冯海鹏、张冀，工程公司设计院杨东、李斌、崔素文、裴燕、董宜玲、卢照升、陈海松、苗艳红。

记录：杨海东。

分送：陆丰公司总经理部、工程部、技术部，工程公司陆丰项目部、
设计院。

中广核陆丰核电有限公司综合管理部 2022年3月10日印发

文件编码：013-GN-A-2022-SN-0041
