

华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控
平台及浮标布放施工项目海域使用论证报告表
(公示稿)

广州至远海洋科技有限公司

二〇二五年七月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4415212025001563		
论证报告所属项目名称	华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广州至远海洋科技有限公司		
统一社会信用代码	91440101783797066N		
法定代表人	陈畅		
联系人	杨文琪		
联系人手机	15011890249		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
张旭	BH005390	论证项目负责人	张旭
张旭	BH005390	1. 项目用海基本情况 8. 结论	张旭
吴梦瑶	BH005392	2. 项目所在海域概况 9. 报告其他内容	吴梦瑶
梁文字	BH003832	3. 资源生态影响分析 6. 项目用海合理性分析 7. 生态用海对策措施	梁文字
		4. 海域开发利用协调分析 5. 国土空间规划符合性分析	
本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。 承诺主体(公章) 2025年7月3日			



申请人	单位名称	深圳市深汕特别合作区华润电力有限公司				
	法人代表	姓名	王恩泽	职 务	经理	
	联系人	姓名	严建军	职 务	项目经理	
		通讯地址	深圳市深汕特别合作区小漠镇大澳村华润电厂办公楼			
项目用海基本情况	项目名称	华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工项目				
	项目地址	广东省深圳市深汕特别合作区小漠镇				
	项目性质	公益性 () 经营性 (√)				
	用海面积	0.0556 ha	投资金额	229.55 万元		
	用海期限	23 年	预计就业人数	人		
	占用岸线	总长度	0 m	预计拉动区域经济产值	万元	
		自然岸线	0 m			
		人工岸线	0 m			
		海岛岸线	0 m			
	海域使用类型	工矿通信用海 (一级类) 工业用海 (二级类)		新增岸线	0 m	
	用海方式		面积		具体用途	
	专用航道、锚地及其他开放式		0.0556ha		海基式浮标水质在线监测系统	

目 录

1. 项目用海基本情况	1
1.1. 项目由来	1
1.2. 论证依据	2
1.2.1. 法律法规	2
1.2.2. 相关规划和区划	5
1.2.3. 技术标准和规范	5
1.2.4. 项目技术资料	6
1.3. 论证工作等级和范围	6
1.3.1. 论证工作等级	6
1.3.2. 论证范围	7
1.4. 论证重点	8
1.5. 用海项目基本情况	8
1.5.1. 用海项目建设内容	8
1.5.2. 平面布置和主要结构、尺度	10
1.5.3. 主要水工结构、尺度	11
1.5.4. 主要施工工艺和方法	19
1.5.5. 浮标系统运行维护	23
1.5.6. 浮标系统回收	25
1.6. 项目用海需求	26
1.6.1. 项目用海面积和期限	26
1.6.2. 占用岸线情况	27
1.7. 项目用海必要性	27
1.7.1. 项目建设必要性	27
1.7.2. 项目用海必要性	28
2. 项目所在海域概况	29
2.1. 海洋资源概况	29
2.1.1. 海岛资源	29
2.1.2. 锚地资源	30
2.1.3. 港口资源	30
2.1.4. 航道资源	31
2.1.5. 渔业资源	32
2.1.6. 旅游资源	32
2.1.7. 矿产资源	33
2.1.8. 深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区概况	33
2.2. 海洋生态概况	35
2.2.1. 地理概况	35
2.2.2. 地形地貌	35
2.2.3. 地层岩性特征	36
2.2.4. 气候气象特征	39
2.2.5. 区域水系	41
2.2.6. 区域水文条件	42

2.2.7. 海洋自然灾害	42
2.2.8. 海洋水文动力环境现状	43
2.2.9. 海洋水环境现状	59
2.2.10. 海洋生态概况	70
3. 资源生态影响分析	85
3.1. 资源影响分析	85
3.1.1. 项目占用海洋空间资源影响分析	85
3.1.2. 海洋生物资源损耗分析	86
3.2. 生态影响分析	87
3.2.1. 水文动力和冲淤环境影响	87
3.2.2. 水环境影响	87
3.2.3. 沉积物环境影响分析	88
3.2.4. 海洋生态环境影响	88
3.2.5. 项目用海对典型生态系统的影响	89
3.2.6. 对通航环境影响	93
3.2.7. 项目用海环境风险分析	94
4. 海域开发利用协调分析	94
4.1. 海域开发利用现状	94
4.1.1. 社会经济概况	94
4.1.2. 海域使用现状	95
4.1.3. 海域使用权属	97
4.2. 项目用海对海域开发活动的影响	97
4.2.1. 对养殖活动的影响	97
4.2.2. 对码头工程的影响	97
4.2.3. 对电力工业项目的影响	97
4.2.4. 通航环境影响分析	98
4.3. 利益相关者界定	98
4.4. 相关利益协调分析	99
4.5. 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析	99
4.5.1. 对国防安全和军事活动的影响分析	99
4.5.2. 对国家海洋权益的影响分析	99
5. 与国土空间规划符合性分析	100
5.1. 与国土空间规划的符合性分析	100
5.1.1. 与《广东省国土空间规划（2020~2035 年）》符合性分析	100
5.1.2. 与《深圳市深汕合作区国土空间总体规划（2021-2035 年）》符合性分析	101
5.1.3. 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》相符性分析	102
5.2. 与《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》相符性分析	103
5.3. 与近岸海域环境功能区划相符性分析	104
5.4. 与广东省“三区三线”划定成果的符合性分析	106
5.5. 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符性分析	107
6. 项目用海合理性分析	107
6.1. 用海选址合理性分析	107
6.1.1. 选址区位和社会条件适宜性分析	108
6.1.2. 自然资源和生态环境适宜性分析	109

6.1.3. 与周边海域开发活动的适宜性分析	109
6.2. 用海平面布置合理性分析	110
6.2.1. 与生态保护原则符合性	110
6.2.2. 与节约、集约用海原则的符合性	110
6.2.3. 与维持项目周围水动力和冲淤环境的相符性	110
6.2.4. 与周边其他用海活动的适应性	111
6.3. 用海方式合理性分析	111
6.3.1. 与维护海域基本功能适宜性	111
6.3.2. 与保持自然岸线属性的相符性	111
6.3.3. 与周围海域生态环境适宜性	111
6.3.4. 与保护海域自然属性适宜性	111
6.4. 占用岸线合理性分析	112
6.5. 用海面积合理性分析	112
6.5.1. 与项目用海需求符合性	112
6.5.2. 与行业的设计标准和规范符合性	112
6.5.3. 减少项目用海面积的可能性分析	113
6.5.4. 宗海图绘制	113
6.6. 用海期限合理性分析	116
7. 生态用海对策措施	117
7.1. 生态用海对策	117
7.1.1. 施工期生态保护对策措施	117
7.1.2. 营运期生态保护对策	117
7.1.3. 风险防范对策措施	118
7.2. 生态保护修复措施	119
8. 结论与建议	119
8.1. 结论	119
8.1.1. 项目用海基本情况	119
8.1.2. 项目用海必要性结论	120
8.1.3. 项目用海资源环境影响分析结论	120
8.1.4. 海域开发利用协调分析结论	120
8.1.5. 项目用海与国土空间规划符合性分析结论	121
8.1.6. 项目用海合理性分析结论	121
8.1.7. 项目用海可行性结论	122
8.2. 建议	122

1. 项目用海基本情况

1.1. 项目由来

华润电力海丰电厂位于广东省深圳市深汕特别合作区小漠镇，由华润电力控股有限公司筹建，电厂规划容量为 $4 \times 1000\text{MW}$ 机组，现有建成投产的 $2 \times 1000\text{MW}$ 超超临界燃煤发电机（1、2#机组）和在建的 $2 \times 1000\text{MW}$ 超超临界燃煤发电机（3#、4# 机组），是广东省电力系统大型骨干燃煤电厂。华润电力海丰电厂 3#、4# 机组扩建项目运营期需要从海洋取水，并排放温排水、海水淡化系统排水，运营期循环冷却水系统取排水和海水淡化工程取排水将对海洋环境和海洋生态系统产生一定影响。此外，位于电厂东北侧 1.6km 处的深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区是重要的生态保护区域，扩建工程建成后将不可避免地保护区水环境和海洋生态系统产生影响。

为了准确了解温排水对周围生态环境的影响，实时监控海域水温等关键环境参数，以便于电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护电厂周围海洋生态环境，同时落实华润电力海丰电厂 4 号机组环境影响报告书提出的环境监测方案，本项目拟在九龙湾海洋生态地方级自然保护区附近海域建设海洋水质智能监控平台，通过布放一套水质浮标和一套岸基站水质观测系统，严格实时在线监测电厂排水水质情况，防止水质超标，以保护自然环境的生态平衡。通过建立海洋水质智能监控平台，实现对水温、盐度、浊度、溶解氧、PH 等关键指标的实时监测。并通过设置阈值，在排水水质接近或超出保护区允许水质标准时，发出警报并记录，便于及时采取相关措施。

为科学合理地使用海域，保障本项目海洋水质智能监控平台和浮标布放施工得以顺利实施，并为海域使用审批提供重要依据，根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《广东省海域使用管理条例》等的规定和要求，需要对本项目用海进行论证。为此，深圳市深汕特别合作区华润电力有限公司于 2025 年 3 月对包括海域使用论证工作在内的华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工项目进行了公开招标，我公司广州至远海洋科技有限公司按照国家有关法律法规和项目招标文件要求参加了项目投标工作并中标（见附件

1)。我公司收到中标通知书并与建设单位签订项目合同后，根据有关法律法规和相应的技术规范，针对工程项目的性质、规模和特点，通过现场调查、资料收集分析等工作，编制了《华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工项目海域使用论证报告表》（送审稿），以作为自然资源主管部门审查该项目用海的依据。

1.2. 论证依据

1.2.1. 法律法规

- （1）《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日实施）；
- （2）《中华人民共和国海洋环境保护法》（第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订，自2017年11月5日起施行）；
- （3）《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修订）；
- （4）《中华人民共和国海上交通安全法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，自2021年9月1日起施行）；
- （5）《中华人民共和国港口法》（第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议第三次修正）；
- （6）《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令475号，2018年3月修正）；
- （7）《海域使用权管理规定》，国家海洋局，国海发[2006]27号，2007年1月1日；
- （8）《中华人民共和国水污染防治法》（第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议于2017年6月27日通过，自2018年1月1日起施行）；
- （9）《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》，国家海洋局，国海规范〔2016〕10号；
- （10）《海洋自然保护区管理办法》（国海发[1995]251号），1995年5月29日；
- （11）《广东省海域使用管理条例》，广东省第十届人民代表大会常务委员会第二十九次会议于2007年1月25日通过；

(12) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函〔2022〕640号）（2022年4月15日）；

(13) 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，2015年4月25日；

(14) 《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020年），2015年7月16日；

(15) 《关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，自然资规〔2021〕1号；

(16) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日；

(17) 《国家海洋局办公室关于印发<建设项目用海面积控制指标（试行）>的通知》（海办发〔2017〕22号），2017年5月27日；

(18) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，中华人民共和国交通运输部令，2016年第69号；

(19) 《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035年)》，2025年1月；

(20) 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办〔2017〕62号，广东省人民政府办公厅，2017年10月15日；

(21) 《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）；

(22) 《广东省自然资源厅印发<关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见>的通知》（粤自然资发〔2019〕37号）；

(23) 《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》（粤府〔2017〕119号）；

(24) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅，2020年11月1日；

(25) 广东省自然资源厅关于印发《广东省项目用海政策实施工作指引》的通知（粤自然资函〔2020〕88号）；

(26) 《广东省严格保护岸段名录》（粤府函〔2018〕28号）；

(27) 《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成

果的函》（2020 年 12 月 24 日）；

（28）《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》（自然资办函〔2021〕2073 号）（2021 年 11 月 10 日）；

（29）《关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见》，粤自然资发〔2019〕37 号；

（30）《自然资源部关于印发《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》的通知》（自然资发〔2023〕234 号）；

（31）《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》（粤自然资规字〔2021〕4 号），广东省自然资源厅，2021 年 7 月 2 日；

（32）广东省财政厅广东省自然资源厅关于印发《广东省海域使用金征收使用管理办法》的通知（粤财规〔2019〕3 号）；

（33）《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依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号）（2022 年 10 月 14 日）；

（34）《产业结构调整指导目录（2024 年本）》；

（35）《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）；

（36）《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》（粤自然资发〔2023〕11 号）（2023 年 11 月 29 日）；

（37）《广东省海域使用管理条例》，2007 年 1 月 25 日广东省第十届人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2021 年 9 月 29 日修正；

（38）《广东省财政厅 广东省自然资源厅关于印发〈广东省海域使用金征收标准（2022 年修订）〉的通知》，广东省财政厅、广东省自然资源厅，2022 年 6 月 17 日；

（39）《广东省渔业管理条例》，2019 年 9 月 25 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议《关于修改〈广东省食品安全条例〉等十项地方性法规的决定》第三次修正；

（40）《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发

(2023) 89 号) (2023 年 6 月 13 日)。

1.2.2. 相关规划和区划

- (1) 《全国海洋主体功能区规划》，国发〔2015〕42 号，2015 年 8 月 1 日；
- (2) 《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，2012 年 3 月 3 日批准；
- (3) 《广东省海洋主体功能区规划》粤府函〔2017〕359 号，2017 年 12 月 18 日；
- (4) 《国务院关于<广东省国土空间规划（2021-2035 年）>的批复》（国函〔2023〕76 号，2023 年 8 月）；
- (5) 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》（广东省自然资源厅，粤自然资发〔2023〕2 号，2023 年 5 月 10 日）；
- (6) 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（广东省自然资源厅，2025 年 1 月 23 日）；
- (7) 《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，2016 年 10 月 11 日修订；
- (8) 《广东省人民政府办公厅关于印发广东省自然资源保护与开发“十四五”规划的通知》粤府办〔2021〕31 号
- (9) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，2021 年 10 月；
- (10) 《粤港澳大湾区发展规划纲要》，中共中央、国务院，2019 年 2 月；
- (11) 《深圳市深汕特别合作区总体规划（2017-2035 年）》，2018 年 12 月；
- (12) 《深圳市深汕特别合作区“十四五”生态环境保护规划》，2022 年 1 月 28 日；
- (13) 《深圳市综合交通“十四五”规划》，2022 年 2 月 23 日；
- (14) 《汕尾港总体规划（2021-2035 年）》，2021 年 8 月 25 日；
- (15) 《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

1.2.3. 技术标准和规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；

- (2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；
- (3) 《海域使用分类》（HY/T123-2009）；
- (4) 《海籍调查规范》（HY/T124-2009）；
- (5) 《海洋监测规范》（GB17378-2008）；
- (6) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；
- (7) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (8) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- (9) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (10) 《渔业水质标准》（GB11607-89）；
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- (12) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 1251-2018）；
- (13) 《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2001）；
- (14) 《海域使用面积测量规范》（HY/T 070-2022）；
- (15) 《海洋资料浮标作业规范》（HY/T 037-2017）。

1.2.4. 项目技术资料

- (1) 《华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及安装布放施工技术规范及要求》（2025 年 6 月）；
- (2) 《华润电力海丰电厂 4 号机组项目海洋环境影响专题报告》（中国科学院南海海洋研究所，2024 年 5 月）；
- (3) 建设单位提供的其他相关资料等。

1.3. 论证工作等级和范围

1.3.1. 论证工作等级

本项目属于华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程的配套环保监测设施，项目用海权属的申请单位为深圳市深汕特别合作区华润电力有限公司，项目建设目的是为了海丰电厂扩建工程正常运行期间，同步监测周边海域海洋环境变化情况，以便在海洋环境出现不利变化趋势时，及时采取有效措施保护周边海域和保护区的海洋环境。结合上述内容，根据《海域使用分类》(HYT 123-2009)，本项目用

海类型属于“工业用海（一级类）”中的“电力工业用海（二级类）”。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（自然资发〔2023〕234号），本项目用海类型属于“工矿通信用海（一级类）”中的“工业用海（二级类）”。用海方式为“开放式（一级方式）”中的“专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）”。依据《海域使用论证技术导则》（GB T 42361-2023）中对海域使用论证等级的判定依据（节选导则中表1），确定本项目用海单元的论证等级（见表1.3.1-1），最后确定本项目海域使用论证等级为三级。

表 1.3.1-1 本工程海域使用论证工作等级

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
开放式	其他开放式	所有规模	所有海域	三

等级划分补充规定：
同一项目用海类型、规模或者方式规定的等级不一致时，采用就高不就低的原则；其他用海根据用海类型、规模、方式，参照本表确定的海域使用等级。

注：引自《海域使用论证技术导则》（2023年）的表1。

1.3.2. 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB T 42361-2023）的要求，论证范围要求覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，二级论证向外扩展 8km，三级论证向外扩展 5km。

本项目论证等级为三级，论证范围为用海外缘线向外扩展 5km，论证工作范围如图 1.3.2-1 中所包含的海域，论证面积约 78.90km²。

图 1.3.2-1 论证范围图（略）

1.4. 论证重点

本项目用海类型属于“工矿通信用海（一级类）”中的“工业用海（二级类）”，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，参考导则附录 C 中表 C.1 并结合本项目用海情况，确定本项目论证重点为：

- （1）选址（线）合理性分析；
- （2）用海面积合理性分析；
- （3）海域开发利用协调分析；

1.5. 用海项目基本情况

1.5.1. 用海项目建设内容

（1）项目名称：华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工项目

（2）建设单位：深汕特别合作区华润电力有限公司

（3）建设性质：本项目为华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程的配套环保监测设施。

（4）工程投资额：229.55 万元。

（5）项目用海位置：项目位于广东省深圳市深汕特别合作区小漠镇，海洋浮标式在线监测系统位于红海湾海域，中心坐标为 115°03'29.7409"E，22°46'39.8142"N；岸基式海洋在线监测系统位于陆域，中心坐标为 115°02'22.2937"E，22°45'14.0755"N。

（6）主要建设内容：本项目建设内容包括一套智能监测软件平台、一套海基浮标式在线监测系统和一套岸基式海洋在线监测系统的布放施工。智能监控平台布置在陆域办公楼内。岸基式海洋在线监测系统采用立杆式设计布放于陆域。海基浮标式在线监测系统采用单点锚系结构固定，布放于海域，浮标体直径 3 米，饼型+锥型。



图 1.5-1 项目所在地理位置示意图

1.5.2. 平面布置和主要结构、尺度

1.5.2.1. 总平面布置

本项目海洋浮标式在线监测系统中心坐标为 $115^{\circ}03'29.74''\text{E}$, $22^{\circ}46'39.81''\text{N}$, 位于小漠港东侧海域, 浮标体为圆饼状+锥形, 直径 3m。岸基式海洋在线监测系统中心坐标为 $115^{\circ}02'22.2937''\text{E}$, $22^{\circ}45'14.0755''\text{N}$, 位于陆域, 智能监测软件平台布置在陆域办公楼内。岸基式海洋在线监测系统和智能监测软件平台均不占用海域范围。

1.5.2.2. 海基浮标式在线监测系统

浮标系统由浮标体、传感器、通信系统、数据采集器、供电系统、安全系统、锚泊系统及数据接收站组成。

本项目浮标体直径为 3 米, 浮标体为圆饼状+锥形, 下放的挂载架为锥形, 上方固定在浮标体底部, 下放有大的实心圆环形连接孔, 方便连接锚泊系统, 具有刚性强、耐磨损的特点。适合近海长期连续可靠地进行原位观测, 且便于陆地运输、海上布放、维护和回收等作业, 是立体海洋观测网的重要组成部分。浮体整体材料使用优质船钢, 外表喷涂聚脲材料, 即可达到整体强度高、破损易维修、易对金属舱表面进行保养的要求, 又具有外表耐海水腐蚀、防生物附着, 性价比高的优点。数据由数据采集器完成采集处理和存储, 通过通讯系统(如北斗、铱星、短波、超短波等)将观测的数据传输到岸站数据接收系统。浮标锚系按照可在 20 米水深布放设计。

1.5.2.3. 岸基式海洋在线监测系统

该系统采用立杆式设计, 具有结构紧凑、安装便捷、维护方便的特点, 能够有效减少占地面积, 适应多种复杂环境条件, 确保在不同地理与气候条件下稳定运行。系统专为海洋环境监测设计, 能实时监测水温、盐度、浊度、溶解氧、叶绿素等参数, 并提供灵活的扩展性。根据用户需求, 系统可以轻松增加或更换传感器, 实现更多水质指标的在线监测。

监测系统由三部分组成: 传感器、数据采集与传输系统、物联网监测平台。系统能够长期、连续获取数据, 满足电厂温排水在线监测需求, 为电厂的温排水管理与环境监控提供科学、可靠的数据支持。观测要素可以根据需求定制, 确保

数据的精准性与全面性。

该系统设计用于电厂 2 号门岗取水口（岸边取水管）附近的在线监测，作为一体化观测站，系统集成度高，安装便捷，维护简单，适应多种复杂海洋环境。设备具备采样及传输频率 10 分钟/条的能力，符合高频率数据需求。

监测仪器设计上支持水温、盐度、浊度、溶解氧、叶绿素等参数的长期监测，并具备可扩展性，允许后期增加气温等其他监测参数。所有设备满足可靠性和稳定性的要求，并遵循行业规范。系统的采样与数据传输频率 10 分钟/条，支持 4G/5G 数据传输，确保数据及时、稳定地上传。系统数据实时传输至智能监控平台，且支持存储超过三年的历史数据，便于长期监控与分析。

1.5.2.4. 智能监控平台

海洋水质智能监控平台以海水水质在线监测为核心，运用物联网、BI、大数据分析等技术，采用开放式平台架构，构建一套集海洋水质监测、处理、分析、决策及展示为一体的水环境物联网平台，实现海洋水环境质量实时监测、超标告警、问题溯源和管理可视化。确保生产企业用水满足水质要求，排水符合排水规范，避免电厂排水对海洋生态环境造成影响。系统利用先进的传感技术、数据处理及分析算法，结合大数据分析与环境评估模块，实现多功能、全方位的海洋水环境质量管理。智能监控平台布置在办公楼内。

针对九龙湾市级自然保护区等敏感区域，严格控制电厂排水水质超标对水体生态环境的影响，防止水质超标，保护自然环境的生态平衡。

通过建立水环境质量对周边水域环境影响评估模块，对比历史监测数据，分析不同监测指标的变化趋势，建立水质预测功能，降低排水的水温及或者其它水质指标可能对生态环境造成的风险影响。

通过建立水温、盐度、浊度、溶解氧、叶绿素等数据监测，建立历史数据数据库。通过数据分析和趋势预测，提前预测水质排放情况。设置阈值，在排水水质接近或超出保护区允许水质标准时，发出警报并记录，便于及时采取相关措施。

系统自动生成月度、季度和年度监测报告，记录水质使用及排放情况，结合管理要求生成相关报表，为管理决策提供支持。

1.5.3. 主要水工结构、尺度

项目岸基式海洋在线监测系统和智能监控平台均布置在陆域，不占用海域范围。主要水工构筑物为海洋在线监测系统浮标，因此本项目主要针对海基在线监测系统浮标进行分析和论证。

海基式海洋在线监测浮标系统由浮标体、传感器、通信系统、数据采集器、供电系统、安全系统、锚泊系统及数据接收站组成。浮标体直径为3米，浮标体为圆饼状+锥形。

1.5.3.1. 浮标体设计

3米浮标肋骨和水上平台由优级船用CCSB钢板焊接而成。整体结构由平台、仪器舱等部件构成。平台上设有传感器安装平台，用于安装水质传感器、锚灯、通讯系统、安防系统等。浮力舱主要提供浮力，确保浮标能够稳定的漂浮；浮标试验平台甲板上装有缆桩、仪器井、人孔舱口；人孔采用法兰盘固定，凹槽安装密封圈方式密封，人孔舱上预留标准橡胶水密接插件螺纹孔；仪器舱和电池舱是浮标内部封闭舱室，用于安装仪器设备和蓄电池等。

浮标体直径3米，采用整体全焊接钢结构，浮力舱包围着仪器舱和电池舱；浮体外围有一个防撞钢结构护环。浮体水下部分装有牺牲阳极、锥形挂锚支架，支架采用316L不锈钢材料，挂锚环材料采用耐磨钢板。浮标甲板上设有起重吊环，浮标外围安装防撞环，浮力舱内开设3个仪器安装井，满足水下仪器的安装需求，并提供浮标底座。

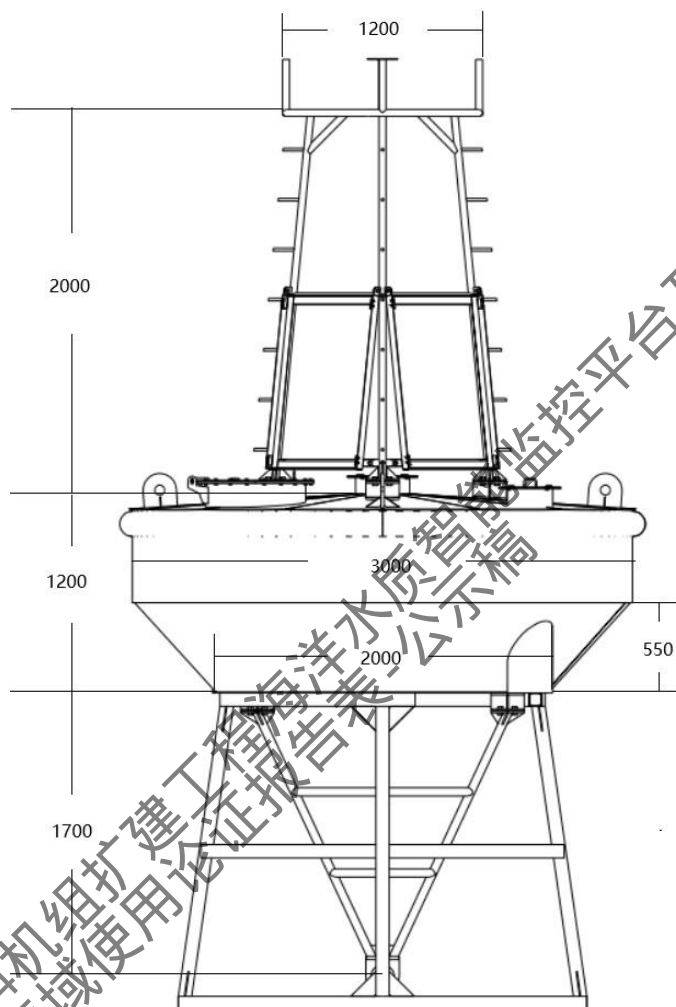


图 1.5.3-1 浮标外形尺寸示意图

表 1.5.3-1 浮标技术参数

指标	设计指标
直径	3 米
型高	1.2 米
平台高	2.00 米
下支架长	1.70 米
浮体重	1.6 吨（不含电池、锚链、仪器等）
电池	铅酸电池 400Ah
太阳能板	360W
排水量	3 吨
自摇周期	1.9 秒
随波性	≥ 0.9
浮标海上连续工作时间	≥ 1 年
设计寿命	≥ 5 年

● 稳心：

浮标在外力作用下偏离其平衡位置而倾斜，当外力消失后，能自行回复到原来平衡位置的能力，成为浮标的稳性，包括初稳性（或称小倾角稳性）和大倾角稳性两种。小倾角稳性一般指倾斜角小于 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 或甲板边远开始如水前的稳性；大倾角稳性一般指倾角大于 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 或甲板边缘开始入水后的稳性。

● 初稳性：

初稳性是指浮体在小角度横摇范围内的稳性问题，在初稳性计算中，初稳性高度是衡量浮标初稳性好坏的重要指标，计算得稳性高度为 2.6m，当试验平台作小倾角摇摆时，假设当浮体倾斜为 1° 时，其恢复力矩求得为 1.5 吨米。

● 大倾角稳性：

所谓大倾角稳性是指浮标在大风、大浪的极限海况下受到的外力作用，倾角大于 10° 的稳性，它涉及到浮标布放海区能够抗多大的风浪、或者说浮标横倾到什么程度将丧失稳性而倾覆。当浮体作大倾角倾斜时，按马特格索夫稳性计算法进行计算，求浮体的形状稳性臂、重量稳性臂和回复力臂，因而得出静稳性值。对静稳性曲线进行积分而求得浮标在各倾角下的动稳性力臂而得出动稳性值。

浮标最大静稳性力臂所对应的横倾角为 33° ；浮标的静稳性消失角为 88° 。

● 自摇周期：

为保证浮标的安全，以及提供良好的工作条件，浮标的自摇周期必须远离投放海区的常遇波周期，以避免浮标与常遇波发生共振，避免共振的方法，将浮标周期尽量减小，避开常遇波的周期范围，而且小周期随波性更好，有利于测波的要求。

本浮标的自摇周期计算 $T=1.9$ 秒，据资料介绍，浮标投放海域常遇波周期为 4.5~6 秒，占全年波浪 90% 左右，因此次浮标能避开与常遇波发生共振。

● 衡准数：

试验平台在设计极限风速为 50 米/秒、抗浪高 20 米条件下，根据试验平台风压倾侧力矩和试验平台的最小倾角复力矩，可算出该试验平台的稳性衡准数为 $K=2.5>1$ 。该浮标的衡准数远远大于 1，浮标不至于倾覆，具有足够的稳性。

● 优点：

(1) 便捷的安装方式：钢制浮标设计有专门的锚泊系统，包括锚链、浮筒、

挂锚点都是可单独拆卸的，安装维护过程相对简单。可根据不同的水域环境和使用要求，选择合适的安装位置和系泊方式。

(2) 方便后期运维：浮标设计有便于开启和关闭的人孔，方便维护人员对内部设备进行检查、维护和更换。

(3) 防腐蚀与生物附着：浮标表面涂有亮黄色的防腐材料，具有防腐和生物附着的功能。光滑醒目的标体更方便运维人员定期对浮标外观进行检查，表面附着物清理简单。

(4) 性价比高：相较于传统浮标，标体被腐蚀后修复成本高，且不易修复。钢制浮标体仅外层喷涂聚脲涂料，起到防腐与防生物附着的作用，内部钢质材料被腐蚀后可利用焊接工艺对被腐蚀处进行修复，大大减少维护流程和维护成本。

(5) 安全性高：传统标体无法对金属密封舱进行外观检查，且在后续长期维护保养过程中会留下安全隐患，钢制标体修复起来简单且修复后标体整体结构与强度基本不会减弱，适用于长期执行海上观测任务，安全性更高。



图 1.5.3-2 设备示意图

1.5.3.2. 锚系系统

浮标试验平台的锚系由全锚链和大抓力锚等组成，为浮标试验平台提供一个稳定的系泊力，确保浮标试验平台能够在恶劣的海洋环境中长期系泊定位，不走锚，不断锚。按照国际航标协会（IALA）建议内容：一般情况下浮标锚链长度与布设水深有关：水深小于 50m 时，浮标锚链最小布设长度为水深的 2 倍；水深大于 50m 时，浮标锚链最小布设长度为水深的 1.5 倍。本项目设置 1 个浮标，

该浮标试验平台预设可布放海深 20 米内，锚系采用全锚链系统，锚链长度和水深比按 2: 1 设计。项目浮标所处海域附近水深约 3.6m，锚链设计取水深的 2 倍，考虑所在海域防台风等海洋自然灾害需求，本项目适当延长锚链长度，取整数为 10m。配备 1 吨大抓力锚霍尔锚，沉石部分将采用混凝土浇筑，总重量大于 2 吨，初步设计规格为上方为 $1.35\text{m} \times 1.35\text{m}$ ，下方为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，高为 0.65m。锚链采用有档锚链结构，链径 28mm，锚链规格见图 1.5.3-3。大抓力锚实物示意图见图 1.5.3-4 所示，浮标试验平台在水深 20 米处锚系布放示意图见图 1.5.3-5。

钢制浮标锚系设计综合考虑浮标布放海域的地形地貌、底质条件、使用水深、恶劣海洋环境影响和浮标稳性要求，采用单个主锚搭配全锚链的设计，不用缆绳会使整个锚泊系统更加坚固，且锚链自身的重量将浮标系统运行更加稳固。主锚采用 $\phi 28$ 的有档锚链和综合抓力可达 1 吨以上的霍尔锚，其可为整个浮标在线监测系统提供锚定功能，使其不走锚不跑锚，另外可让浮标在波浪流的作用下保持稳定，同时可维持通信系统的持续性和稳定性。

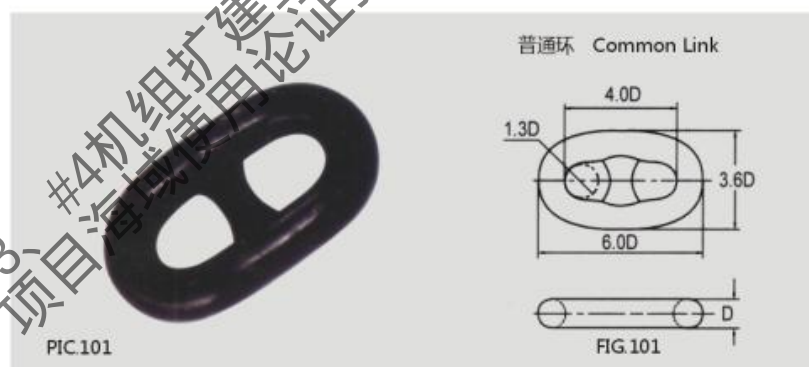


图 1.5.3-3 锚链规格图

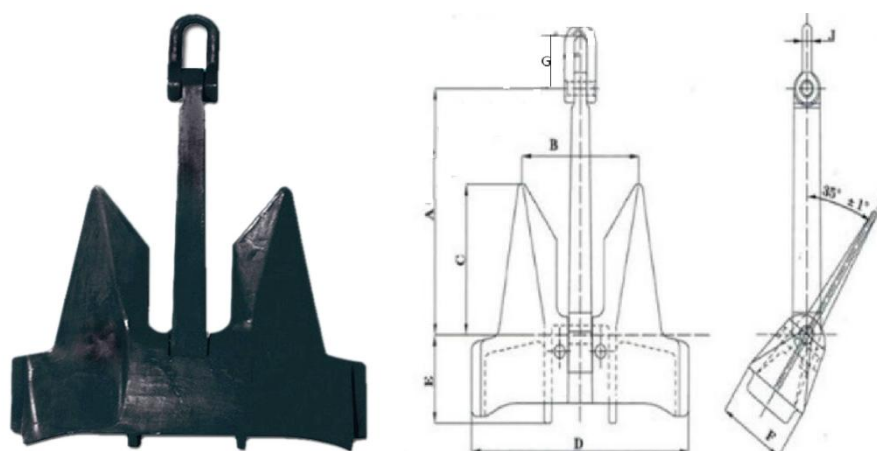


图 1.5.3-4 大抓力锚实物图

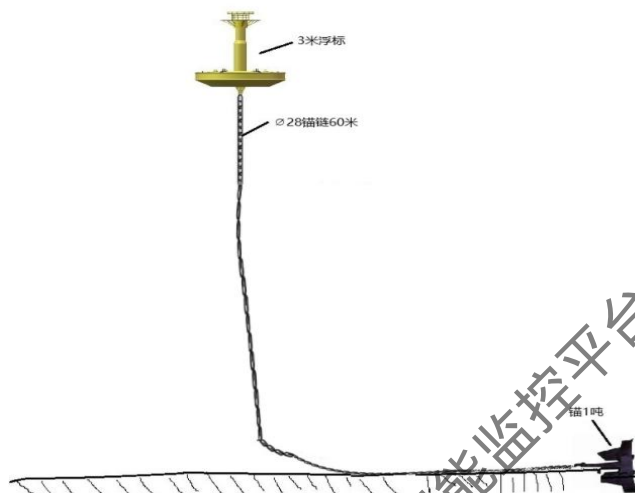


图 1.5.3-5 3 米浮标试验平台水深 20 米锚系布放示意图

1.5.3.3. 供电系统

本次项目供电系统由蓄电池、太阳能板、电源控制器等组成，并根据测量系统用电功率、数据量大小、信号强弱、用电负荷等需求，综合配备合适的数据采集传输以及供电设备，保证监测设备连续稳定运行。采用的供电系统为太阳能供电，所选用的电池具有配合高性能高、容量大、免维护等优点，所用的太阳能板具有发电功率大、发电能稳定等特点。

1.5.3.4. 安全防护系统

安全防护系统主要针对浮标的安全运行进行防护和报警警戒。该系统主要由定位系统、AIS 系统、警示标志、锚灯、报警系统、防腐防污及雷达反射器等部分组成。

采用北斗三号短报文数据传输终端作为浮标系统的定位器。具备全天候的定位导航、双向北斗三号报文通信功能以及可扩展的 4G 通信功能。

AIS 防碰撞系统终端包含位置信息（含航标名称、类型、识别码、移位信息等）广播和航标状态信息（航标灯亮/灭、电池电压、电流等）发送等功能。主要用于航行船舶对航标的识别，包括航标的名称、移位告警等信息。同时便于航标管理部门，对航标上有关设施进行遥测，包括航标位置情况、航标灯开关情况、工作电流及电压等等。如有任何异常信息，航标管理部门可以及时获取，以便采取应对措施。

采用 LED 锚灯，射程 8 海里，工作环境：-40℃~+70℃，防护等级 IP65。

闪光频率和光控灵敏度确定之后，固定、接通电源便可开始工作。可自动光控感应控制，白天光线充足关闭，光线不足情况下自动开启。顶部有避鸟针，减少鸟类对航标灯的影响。

1.5.3.5. 数据采集传输系统

数据采集传输系统由数据采集器、电子水密仓、仪器舱、北斗通讯、4G 网络等部分共同组成，固定于浮标仓内，是整个海洋观测系统的智能核心，可集成多源传感器，实时处理并融合水质数据，通过数据传输系统与本地备份，确保数据安全采集与传输。具备其适应恶劣环境。浮标通信系统应具有 2 个及以上通信设备将浮标所观测数据同时或互为备份方式传输至指定的数据接收站。

1.5.3.6. 试运行方案

（1）浮标数据接收监控

在保障在位浮标安全的前提下，要保障浮标数据接收的连续及有效。数据接收监控人员需进行 24 小时连续不间断监控，及时记录数据接收的变化情况，对接下来的数据质量监控提供数据记录。

（2）水下仪器的维护保养

根据编制的水下仪器维护方案，定期或应急对水下仪器进行维护保养，主要包括水生物去除、故障仪器更换等工作，以保证各仪器运作正常，获取数据准确无误。

（3）技术培训

在浮标试运行的过程中，浮标设备供给厂家需要对浮标使用单位技术人员进行培训，保障今后浮标系统在业务化运行过程中出现问题可以及时进行处理解决。培训的主要内容包括浮标体的维护保养方法、各仪器设备的维护保养方法、岸站接收软件的使用方法及简单故障排除、通讯系统使用方法及主要故障排除等方面的内容。

（4）整理准备验收材料

随着浮标试运行工作的进行，需对浮标的运行状态、数据有效接收率等相关数据进行统计分析并整理存档，按照最终验收要求，准备浮标运行状态的相关资料，为浮标的验收工作做好充分的准备及数据支持。

水质观测系统采用的水质观测设备为美国赛莱默公司旗下的 YSI-EXO2s 多

参数水质仪。

1.5.4. 主要施工工艺和方法

1.5.4.1. 施工工艺

本次海洋在线监测系统浮标工程施工工艺流程如下：装置（链锚、锚块与浮标）陆运→主体拼接→装船→施工船运输至布放位置→布放作业（投放安装）→浮标现场功能检测。

1.5.4.2. 施工方法

浮标采用先标后锚法，即先投放浮体、系统、水下测量仪器，最后放锚，由于系统投放过程中始终漂浮在水面，因而系统所承受的负载相对较小，同时对投放回收辅助设备的负载要求可以降低，亦减轻了投放回收操作人员的劳动强度。选择有利时机出海投放，投放回收作业时要求的海况：0~3 级海况，非阴雨天气，投放海域没有大型船只及其他作业船的干扰等。

一、投放当天准备工作

从已选好的码头装船，当船行驶到遴选出的投放点时，首先对海况、海底抛锚情况、当日潮位等进行测量，投放点应尽可能远离渔船作业区，投放点水深不应超过浮标使用条件。

（1）对设备进行下水前最后检查，包括电气和结构上的各部分的安装和连接是否牢靠。确定系统一切正常后才能开始投放设备。

（2）设备投放前需清除固定用的绳缆。

（3）释放小艇在海上待命，小艇工作人员应带齐工具、救生衣、绳索、对讲机。待浮标下水后接过系在浮标上的止荡控制绳，小艇控制绳缆保持浮标与地震仪不靠拢作业船即可。

（4）将系留钢缆上端用卸扣转环组固定在系留点上。

（5）将系留主锚用绳挂在船舷外，并将锚链顺序排好。

二、浮标及系留系统投放

浮标的投放主要涉及到浮标的拖带、浮标锚系的投放及水下传感器的安装。在浮标投放前，浮标设计单位随船人员必须与船方施工负责人员交流清楚布放任

务及应该注意的事情，比如：拖带过程中的值班安排，各个环节锚链的可靠固定等，防止因某个环节工作没有做到位而出现意外事故。所有参加投放的工作人员、船只及设备均就位，且必须严格听从统一指挥，坚守岗位。注意从陆上到船上的受力变化；固定船，确保船受力不会漂开；若有浪，注意站稳，小心保护浮标，勿产生碰撞；打结的地方必须使用船结；岸边有人抬浮标，船上同时有人接应。

（1）浮标起吊及下放

作业船从上风向靠近浮标，选择迎风面投放。一切准备工作就绪后，指挥员发布起吊命令。浮标入水速度应保持匀速，平稳，缓慢。各路人员调节止荡绳松紧，不要使浮标（特别是上部塔架和传感器）与任何东西碰撞，不要使浮标摆动。浮标平缓向船外移动。止荡绳通过人力外加依靠船上设备，如船舷、缆桩等进行控制以维持浮标姿态。浮标越过船舷后，通过几条控制绳控制浮标，使浮标上部塔架远离船舷并保持这一状态。

（2）浮标入水

浮标入水时，在海浪的作用下，将很难控制，这时应借助缆桩紧紧控制住浮标配重，缓缓放松，千万不可使配重摆动，以防浮标在海浪作用下撞到船舷；小艇将浮标向外拖（在浮标入水同时止荡绳交给小艇），使浮标渐渐正浮。若布防船有侧推，脱钩同时启动船的侧推，帮助浮标远离布放船。回收各控制绳、止荡绳。不能让绳留在浮标上，以免在海流的作用下缠绕浮标。浮标布放现场示意图见图 1.5.3-6 所示。

（3）浮标拖拽

浮标的拖带应使用两根直径大于 50mm 的尼龙缆绳同时拖带。其中的一根作为主拖缆，另外一根作为备用拖缆。拖缆在浮标上的固定端应分别通过浮标上的导缆孔固定到对应的带缆桩上；拖缆在船上的固定端应有人看守，随时调整缆绳的收放，以控制浮标的运动。

在海上，浮标的拖带采用尾拖方式，拖带速度不得大于 6 节，本次作业拟采用 4 节船速进行拖带；

拖带时，应注意对浮标的控制与保护，防止浮标碰到其他船只、礁石或海上建筑等。



图 1.5.3-6 浮标下放和入水现场照片

(4) 系留和锚的投放以及仪器的安装

A 投放点经纬度确认

浮标拖带到站位附近之后，将浮标从尾拖状态更改为旁拖状态，同时确保浮标端锚链固定处朝向船上的作业区，以方便锚链的对接利用 GPS 将船准确定位在投放站点，并抛锚固定；抛锚后再次检查站位经纬度的误差，确保站位的准确性。

B 连接标体与锚链

用船上的钢丝绳将浮标端锚链固定好，在浮标上打开固定锚链的钢丝绳扣，同时利用吊车或绞盘将锚链拖到船甲板上，利用钢丝绳将其可靠固定在船上的带缆桩上；将浮标端锚链与船上锚链的自由端对接好，并将肯特卸扣销孔两端封铅处理；整体检查锚链、转环及锚的连接情况，确保没有遗漏环节或不安全的因素存在。

C 释放锚链

解开固定锚的钢丝绳，用吊车或绞盘将锚移动至船舷外侧，缓慢下放锚，直到锚链拉紧。再用吊车或绞盘的钢丝绳拴住上一段的锚链，吊点应选在固定该段锚链（甲板上 S 形的一段锚链）钢丝绳的下方。拴好之后，启动吊车或绞盘将该段锚链连接的水下锚链吊起。这时候，吊点以上的锚链不受力，可解开其上方的固定钢丝绳。之后，启动吊车或绞盘下放锚链。这样，顺序逐段下放锚链，直到所有船上锚链都放在水中。最后利用回头缆系住锚链，并将锚链对接处的固定点拆除，利用回头缆将锚系安全放入水中。

在整个投放过程中，应避免锚系整体自由下水，防止锚链及锚的重量及它们带来的冲量破坏浮标的系链眼板或锚本体。锚系的投放也可根据船上设备实际情况进行变动，但要提前与有关人员进行协商，尽量避免单方面的决策，以防止出现重大事故。

(5) 浮标及监测设备的调试

开箱检查：检查内容包括监测仪器、电缆线及数据采集传输系统等。检查外包装是否破损、电缆线是否有故障，电缆检查结束就可以连接仪器。采集传输系统检查：首先要检查安装板螺丝是否脱落；其次检查接线处电线是否松脱、接线端子内是否有保险管；最后检查防水接头是否松动。

通电检查：首先核对设备的型号、规格、保护装置等项技术指标。再检查保护装置、供电系统，进行设备的技术性能测试。

单体调试：设备进行通电、断电三次，确认系统设备正常。

系统调试：在单体调试完成后，进行系统调试，按照先单个仪器调试，最后进行系统联合调试，各部分调试严格按照调试计划进行，并做好过程记录。

1.5.4.3. 施工工期及进度安排

根据工程施工船舶航线规划,本项目单个海洋在线监测系统浮标在码头吊装至施工船舶并固定历时约 1~2h, 24h 内浮标由施工船舶从码头运输至工程位置, 3h 完成投放工作, 2h 现场功能检测, 无需夜间进行航标抛投作业。

单个浮标布放时间为 1 天, 本项目布放 1 个浮标, 所以项目海上施工期为 1 天。

1.5.5. 浮标系统运行维护

本项目浮标运行维护工作持续时间为 1 年。浮标运行满 1 年后, 根据运行情况, 选择性考虑是否将浮标回收上岸修整。当浮标设备损坏需要应急维修或应甲方要求需要对设备进行回收时, 根据《海洋资料浮标作业规范》(HY/T 037-2017) 中关于海上回收的相关要求进行回收。

一、监测设备日常巡检

浮标长期海上在位运行, 受高温、高湿、高盐海洋环境影响, 浮标观测系统存在传感器故障风险, 同时近海海洋生物附着情况严重, 对水质测量传感器影响较大。因此, 为保障浮标的正常运行和数据采集的准确性, 需要定期开展浮标例行治理, 包括定期检查、维修和更换浮标各部件, 以保证设备的可靠性和稳定性。

例行巡检和治理: 通过船舶对建设浮标每年开展例行巡检和治理, 主要包括检查浮标外观、传感器、数据传输设备、能源供应等, 根据巡检结果, 及时修复或更换受损的各部件, 包括电池、传感器、通信设备等, 确保浮标系统正常运行。

除了例行检查之外, 波浪浮标系统还需要应急治理计划。每年应安排至少一次应急航次, 确保在浮标发生故障或遭遇恶劣天气时能够迅速响应。应急治理航次主要包括对浮标的紧急维修、更换损坏的传感器或部件, 以及重新校准系统。这种应急措施确保浮标在意外情况下的快速恢复, 减少数据丢失和设备损坏的风险。

此外, 也需要定期收集、备份和分析浮标所采集的环境数据, 以评估浮标的工作状态和环境变化。浮标运行过程中的巡视应填写“海洋资料浮标巡视记录表”, 以备归档。

二、监测设备运行维护

各浮标所搭载的设备均需要运行维护保养, 具体工作内容包括: 浮标上搭载

的水质传感器、数据采集器、通讯系统等需保持 24 小时持续稳定运行监测。

根据数据量大小、信号强弱、用电负荷等需求配备合适的数据采集传输以及供电设备，保证监测设备连续稳定运行，数据传输及时可靠，全年数据获取率与设备可用率应不低于 90%（不可抗力因素除外）。

海基式浮标在线监测系统及其搭载设备均应建立维护档案，并建立监测设备相关的预防性维修大纲和程序，根据大纲和程序要求进行日常巡检和运维，监测设备需要进行定期计量标定，原则上不超过一年一次。

表 1.5.5-1 运维服务表

系统类型	运维类型	运维内容	运维频次
数据平台	日常管理	对数据进行巡检、核查	1 次/日
浮标系统	常规维护	保障浮标系统的正常运行和使用	4 次/年
	突发状况维护	定时远程巡查，遇突发状况 4 小时内响应，24 小时内前往现场检修	根据天气等实际情况前往
	大维护	针对浮标体海生物附着及系统损耗进行整体打捞养护	1 次/年
	监测设备	仪器校准	4 次/年
	监测设备	计量标定	1 次/年

三、运维方案

（1）浮标体运行维护

定期对浮标体检查，需要从以下几个方面检查：首先检查浮标体表面是否有损坏、腐蚀、裂缝或生物附着。检查浮标体的焊接点、连接处是否牢固，有无松动或变形。检查防腐涂层是否完好，有无脱落或破损。检查人孔的密封性，确保其便于开启和关闭。

获取天气预报和海况信息后，选择合适的时间进行运维作业。定期对浮标体进行维护，清理浮标体表面的附着物，保持浮标清洁。修补或重新涂装防腐涂层，防止腐蚀。检查焊接点和连接处，必要时进行加固或修复。检查人孔的密封圈，必要时更换，确保其密封性。标体运维流程如下：

- 1) 运维船抵达浮标现场安全范围区域；
- 2) 进行在船设备仪表各项功能测试如水下定位系统及相关船机系统等；
- 3) 安全监督组织所有在船施工人员进行作业前风险分析，并按计划进行相

关安全演习；

4) 指挥运维船环绕浮标一圈，相关运维人员拍照记录，主要目视检查浮标整体外观情况；

5) 若浮标周边存在较多垃圾杂物，下放小艇，安排人员进行清理。

(2) 锚泊系统运行维护

定期检查锚链是否有磨损、断裂或腐蚀，必要时更换损坏的锚链；浮筒是否有损坏、漏气或生物附着，必要时进行修补或更换；检查挂锚点是否牢固，有无松动或变形，必要时进行加固或修复；检查锚链与浮筒、挂锚点之间的连接件是否完好，必要时更换损坏的连接件。运行维护人员具备专业技能以及安全意识，熟悉海上作业安全规范，具备应急处理能力。

(3) 其他设备运行维护

在浮标体和锚泊系统运维过程中，同时对供电系统、水质多参数测量设备、数据采集仪、通信系统、北斗定位及安全防护系统进行定期维护管理。

浮标运行满一年后，根据运行情况，选择性考虑是否将浮标回收上岸修整，如果需要开展一次整体维护，内容包含浮标体清洁、系统检查、零配件更换、安全系统检查更新等。

针对故障情况开展应急维护，如浮标移位、传感器故障、浮标被撞受损等，第一时间赶赴现场作故障处理，并形成故障原因分析与总结给相关管理人员。

1.5.6. 浮标系统回收

当浮标设备损坏需要应急维修或应甲方要求需要对设备进行回收时，根据《海洋资料浮标作业规范》（HY/T 037-2017）中关于海上回收的相关要求进行回收。

浮标在海上工作一定时间完成测量任务后或浮标在海上工作期间被损坏，需要把浮标回收岸上进行检修。回收浮标应选择海况比较好的天气作业，若大于3级海况，不建议进行回收作业。

浮标的海上回收根据任务不同分为两种：1) 只回收浮标体；2) 除回收浮标体外，还包括系留系统。由于本次作业水深较浅，回收难度较低，因此选用第二种方式对浮标体及系留系统一起进行回收。

浮标回收作业时，可分为以下步骤：

①作业船先下放小艇，回收技术人员搭乘小艇靠近浮标体，并通过双缆绳连接浮标体与作业船。

②将缆绳绕浮标体下方一圈勾连住锚链后系在后甲板龙门吊上，通过龙门吊分段将系留系统起吊至后甲板存放。

③待固定好后甲板上的锚链及相关设备后，作业船将浮标体拖带至码头，航行期间船速建议设置在 4 节。

④浮标体拖带至码头后，先将锚链吊装至码头，再通过吊车将浮标体起吊，将浮标体平稳放置在码头仓储区，并将锚链与浮标体分开。

⑤浮标吊装到码头后，需用清水清洗浮标体及相关传感器，以免后续设备被海水锈蚀。

⑥清洗设备后，对监测仪器进行维护并记录其外观、作业状态、数据采集情况等。

1.6. 项目用海需求

1.6.1. 项目用海面积和期限

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009）《自然资源部关于印发《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》的通知》（2023 年）等文件要求，本项目用海类型属于“工矿通信用海（一级类）”中的“工业用海（二级类）”，用海方式为“构筑物（一级方式）”中的“专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）”，项目拟申请用海面积约 0.0556 公顷。项目用海范围图见图 1.8-1、1.8-2 所示。

本项目为华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程的配套环保监测设施，拟申请的海域使用期限与华润海丰电厂取排水设施等主体工程保持一致，即至 2048 年 5 月 12 日终止，用海年限约 23 年。海域使用权到期后，若项目申请人仍需使用该海域，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期，获批准后方可继续用海。

（略）

图 1.8-1 项目浮标宗海位置图

(略)

图 1.8-2 宗海界址图

1.6.2. 占用岸线情况

本项目用海不占用岸线，不改变岸线自然形态和生态功能。

1.7. 项目用海必要性

1.7.1. 项目建设必要性

(1) 项目建设符合国家产业政策

本项目海洋在线监测系统浮标建设是为了准确了解华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程实施后产生的温排水对周围生态环境的影响，同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，以便于电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态。根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“鼓励类”中“三十一、科技服务业”中的“1. 工业设计、气象、生物及医药、新材料、新能源、节能、环保、测绘、海洋等专业技术服务，标准化服务，计量测试、质量认证和检验检测服务，科技普及”，因此符合国家产业政策。

(2) 满足广东及珠三角及珠东南地区的电力负荷发展需要

改革开放以来，广东社会经济保持快速、稳定发展，电力需求也同步快速增长，电力市场迅速扩大。根据《广东“十四五”及中长期电力规划研究》及目前正在开展的系统设计等最新研究成果，预计 2025 年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 9200 亿 kWh 和 173000MW；预计 2030 年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 10500 亿 kWh 和 200000MW；预计 2035 年，广东省全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 11300 亿 kWh 和 217000MW。仅考虑省内已核准主力电源及规划新能源项目，2025 年、2030 年、2035 年全省电力缺额分别约为 677MW、8233MW、31272MW。

随着珠三角及珠东南地区的中高端产业升级改造，工业化进程和电气化水平不断提高，全社会用电量增长较快，电网负荷分配不均和局部电网运行薄弱仍制

约着珠东北及珠东南地区的区域电网安全稳定运行和电力可靠供应。

华润海丰电厂位于深汕合作区，距离珠三角地区的深圳、东莞等负荷中心较近，电厂投产后，除满足深汕需要外，还能就近供电珠三角地区，为珠三角提供强有力的电源支撑。该电厂在提高地区电力供应能力的同时，有利于广东电源布局优化，提高电网运行安全性，可有效满足珠三角地区环境管理要求。

华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程建成后，将成为广东电网中大型骨干燃煤电厂，将承担基荷、调峰及备用作用，对满足广东省电力需求发展需要，提高电网供电可靠性，促进当地经济发展都将起着十分重要的作用。也可以满足珠东北及珠东南地区的地区电力负荷发展需求，有利于弥补沙角电厂退出后对珠东北及珠东南地区的电力供应的电力缺口，为经济社会发展提供能源动力。

本项目为华润电力海丰电厂 3#、#4 机组扩建工程的配套监测设施，项目建设有利于保障华润电力海丰电厂正常运行，满足广东及珠东北及珠东南地区的电力负荷发展需要。

(3) 有助于电厂适应电网对调峰电源的需求和布局，缓解电网的调峰压力

根据《广东省调峰电源发展规划研究》（2017~2030）研究结论，广东电网存在较大的调峰压力，主要集中在汛期及节假日时期。随着海上风电和核电的大规模发展，以及受气价的高涨导致省内天然气调峰机组利用率下降等影响，广东电网的调峰压力还在不断上升。

华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程拟扩建的燃煤发电机组具有深度调峰能力，能够适应广东电网对调峰电源的需求和布局，缓解电网的调峰压力。本项目为华润电力海丰电厂 3#、#4 机组扩建工程的配套监测设施，项目建设有利于保障华润电力海丰电厂正常运行，适应电网对调峰电源的需求和布局，缓解电网的调峰压力。

1.7.2. 项目用海必要性

根据华润电力海丰电厂 4 号机组项目环境影响报告书，华润电力海丰电厂 3#、#4 机组扩建项目营运期需要从海洋取水，并排放温排水、海水淡化系统排水，运营期循环冷却水系统取排水和海水淡化工程取排水将对海洋环境和海洋生态系统产生一定影响。随着环保法规的日益严格和公众对生态环境保护的高度关

注，电厂温排水对周边水域生态的影响成为了电力行业亟需解决的重大问题。此外，位于项目东北侧 1.6km 处的九龙湾市级自然保护区是重要的生态保护区，对环境监测要求极为严格，因此电厂的温排水温升控制和监测显得尤为关键。因此，需在电厂周围建立海洋水质智能监控平台，通过增加海洋温排水监测系统，准确了解温排水对周围生态环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态。

海洋在线监测系统浮标为专用航道、锚地及其他开放式，标体直径 3.0m，浮标采用单点悬链式系泊方式，锚链长约 10m，锚链底部连接 1 吨大抓力锚，浮标投放需要占用一定的海域。

项目建设内容及用途决定了其用海的必要性，因此，本项目的用海是必要的。

2. 项目所在海域概况

2.1. 海洋资源概况

2.1.1. 海岛资源

深汕特别合作区海洋资源十分丰富，区内拥有 50.9 公里的优质海岸线，其中，13 公里为连续、优质滨海沙滩，1152 平方公里广阔海域面积（超过深圳市 1145 平方公里的海域面积），周边有江牡岛、芒屿岛、鸡心石等天然岛屿。

芒屿岛：位于本项目东侧约 4.7km，亦名白洲。在海丰县鲘门镇西南，红海湾内，北距陆地 1.55 公里。位于北纬 22°47'、东经 115°06'。岛长 1800 米，最窄 100 米。岛岸线长 5.04 公里，面积 0.74 平方公里，是汕尾市近海最大的岛屿之一。岛上丘陵起伏，有三座山峰，北峰为主峰，海拔 130 米，地势北高南低，东北-西南走向，岛上树木较多，杂草丛生，植被茂密。岛岸曲折陡峻，多为岩石陡崖。岛的西南端有明礁，岛的边缘礁石上常年生长石花菜、赤菜、马尾藻等海藻类和翡翠贻贝、杂色蛤仔等贝类。因岛东北侧盛长芒草，故名。又因岛上长有白藤，亦称白藤洲。

江牡岛（又称白伶洲、红海岛）：位于本项目东南面约 13.3km，在红海湾中部，马宫港西面，距陆地直线 3.7 公里。位于北纬 22°44'、东经 115°11'岛长

1050 米，最宽 800 米，最窄 200 米，岛岸线长 3.76 公里，面积 0.52 平方公里。岛上小丘起伏，东北高，西南低，有主要山峰 3 个，最高主峰海拔 68.9 米。岛上植被茂密，长有杂草、山竹、鸭脚木等。岛岸曲折陡峻，多为石灰岩，南岸多峭壁，沿岸怪石嶙峋，岛周水深 4~6 米，东南侧有大红排干出礁。海产有马鲛、鲳鱼、石斑、海胆、海藻等。20 年代六十年代。马宫镇深海渔民及居民等单位曾到岛上开荒造田，种植作物，开办农场。岛上有淡水，因岛上长有茂盛的鸭脚木（俗称江牡树）得名。

鸡心石位于芒屿岛和江牡岛之间海域，处于本项目东南面 9.1km。地理位置：北纬 22°44.6′，东经 115°08.4′。距离陆地直线最近距离 5.0km。相对于芒屿岛和江牡岛而言，鸡心石面积较小，岛岸线形状不规则，岛区礁石分散杂乱，主山峰 1 个，其余小山峰零散分布于岛区西南侧。岛上绿意盎然，植被茂密，而那些形态各异的礁石更是林立其间，构成了一道独特的景观。当从高空俯瞰时，会发现它酷似一颗鸡心，因此得名鸡心岛。

（略）

图 2.1.1-1 项目附近岛礁分布图

2.1.2. 锚地资源

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。项目区周围现有 15 个锚地，1~15 号锚地位置如图 2.1.2-1 所示。距离本项目最近锚地为 7 号锚地。

表 2.1.2-1 汕尾港锚地规划表

（略）

（略）

图 2.1.2-1 项目周边锚地分布图

2.1.3. 港口资源

深圳市深汕特别合作区内有鲘门渔港、马宫渔港，小漠渔港、小漠国际物流码头等。规划建设的小漠国际物流港、鲘门客运港等港口。发挥区位优势，实现与深圳港口互联互通、错位发展，在服务本地基础上，承担深圳港的喂给港功能。大力发展海上交通，推进小漠国际物流港建设运营，谋划开展小漠客运港和

鲒门客运港规划研究，打造“一货两客”港运体系，实现港城共荣发展。增强港口服务能力，实现与深圳港区联动发展，争取开通 1~2 条客货运航线。

小漠国际物流港一期工程预计建设 2 个 10 万吨级多用途泊位和 1 个 5 万吨级工作船舶泊位，到 2025 年，小漠国际物流港（一期）年货物吞吐量达到 300 万吨。根据远期规划，小漠国际物流港将建设成为港区泊位 49 个，岸线总长达 14.5 公里，陆域总面积 11.9 平方公里，设计年吞吐量 7500 万吨的粤东大港。除港口资源外，深汕合作区广阔的陆域腹地、丰富的岛屿和渔业资源，可为深圳建设全球海洋中心城市发挥重要作用。

2.1.4. 航道资源

项目附近海域汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、碣石作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。

汕尾港航道：汕尾港航道分港外航道和港内航道两部分①汕尾港外航道：自引航锚地至三点金灯桩东南 0.5 海里处，为人工疏浚航道，全长 2.55 海里，设计航道底宽 75m，基准水深-5.2~-7.0m，可供 5000 吨级船舶进出港。②汕尾港内航道：由沙舌北端至港内东端码头之间的水道（即涨落潮流冲刷的深槽线），可航水域宽 100m~200m，泥沙底，设有港内引航灯桩。自然航道，基准水深在 -3.5~-7.0m。

马宫港航道：自然航道，基准水深-3.0~-4.5m，可航水域宽度 120m，泥沙底；

鲒门港航道：自然航道，基准水深-2.8~-4.5m，可航水域宽 120m，泥沙底；

甲子港航道：长度为 1.46 海里，水深最浅处为-2.8m，可航水域最窄处约为 60m，泥沙底；

碣石港航道：长度为 2.8 海里，水深最浅处为-5.1m，可航水域最窄处为 60m，泥沙底；

乌坎港航道：航道为人工疏浚航道，自 22°52'26"N/115°39'42"E 处入口至乌坎码头总长度为 1.13 海里，基准水深-2.7~-6.0m，泥沙底。

红海湾发电厂码头航道：航道总长 2.22 海里，其中外航道（北拦沙堤堤头以外）1.72 海里，内航道（北拦沙堤堤头至港池）0.5 海里，航道水深 15.7m，

宽 300m。

(略)

图 2.1.4- 1a 项目与汕尾市港口航道布局规划位置关系图

(略)

图 2.1.4- 1b 汕尾港附近航道图

2.1.5. 渔业资源

项目位于小漠镇东侧海域，小漠镇是广东省十大重点渔港之一，海域开阔，内陆水汇入大海，给各种生态类型的海洋生物栖息和繁殖提供优良场所，环境和资源条件优越，是历代渔民进行各种捕捞业和养殖业的重要场所。区域内有小漠渔港，离中心渔场仅 10 海里，同时又近邻南海的粤东渔场和大亚湾渔场，捕捞海域广阔。渔场水产资源丰富，鱼虾蟹贝等海产品种类多样。区域盛产的鱼虾蟹贝藻品种繁多，海洋渔业有很大的捕捞潜力和发展空间。主要经济鱼类有：

(1) 优质鱼类：盛产乌鲂、鳗鱼、石斑鱼、乌鲳、鱿鱼、带鱼、黄鱼、中华青鳞鱼等。

(2) 浅海贝类：翡翠贻贝、短齿蛤、红肉蓝蛤、近海牡蛎等。

(3) 藻类：紫菜、江篱等。

(4) 虾类：对虾、龙虾、毛虾等。

(5) 蟹类：格子蟹、锯缘青蟹等。

(6) 螺类：响螺、角螺、东风螺等。

(7) 头足类：枪乌贼、乌贼、章鱼等。

(8) 其它：还有海胆等。

2.1.6. 旅游资源

深汕特别合作区作为一个日渐崛起的旅游胜地，这里历史人文、红色文化资源丰富，客家、福佬、疍家、畬族等族群并存；这里依山伴海，空气清新，涵盖了半岛海岛、古寨寺庙、温泉冷泉，青山绿水、蓝天碧海。还持续借力国际国内高端智慧，计划将小漠湾文旅创新小镇打造成为“城市厅堂、艺术殿堂、创业学

堂、度假天堂”，助力建设“产、城、人、文”和谐共生的国家级文化旅游小镇。

深汕特别合作区结合乡村振兴战略，将三面环海的百安村确定为全区乡村振兴战略示范点。从 2019 年 11 月起，百安村人居环境综合整治提升工程正式启动，今年“五一”首次实现部分开放，并将在不久之后打造成中国南海海域边具有地中海风情的璀璨明珠。在深汕特别合作区赤石镇北部片区，温泉康养特色旅游同样火爆。

深汕特别合作区现有水底山温泉庄园、日月湖生态园、南方澳渔港度假村、百安半岛、海丽国际高尔夫球会、银海湾海洋生态乐园、凤河晚渡、羊蹄峻岭、新厝林古寨、桃花源艺术村等旅游景点，旅游产业发展空间广阔。

除了多样的自然景观，深汕特别合作区的古村落、红色遗迹等文化旅游资源也十分丰富。接下来，将着力共建大型文化旅游项目，积极培塑“红罗畲族”“红色革命”等特色文化品牌，加强古村落等文物保护力度。积极学习江浙地区古村落保护性开发的先进经验，文化搭台经贸唱戏，与区科创经济服务局联合举办大型文化旅游招商活动，吸引国内优秀文化旅游企业落户；坚持开发与保护结合，在保护的基础上重点开发赤石镇新厝林、羊坑、新城、秋塘 4 个广东省文化古村落；近期完成新厝林、千秋塘古寨的修缮工作，完善壮帝居等文物古迹的保护工作。

2.1.7. 矿产资源

深汕特别合作区内鸡脚山地区赋存的岩体作为建筑材料的适宜性好，资源储量丰富，根据勘查，鸡脚山地区砂石土资源量 80802.48 万立方，通过在深汕特别合作区建立建筑石料集中开采区的合作共享模式，在保障深汕特别合作区矿产需求的同时，也能最大限度地向深圳市区输送配给，能有效舒缓深圳城市建设用石料的紧张局面。

2.1.8. 深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区概况

深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区，原名为汕尾市九龙湾海洋生态市级自然保护区，于 2006 年经汕尾市人民政府（汕府函〔2006〕24 号）批准设立，于 2019 年由深圳市深汕特别合作区城市管理和综合执法局接管。

保护区位于深圳市深汕特别合作区（以下简称合作区）南部，距深汕合作区城镇开发中心约 4.6km。保护区范围四至范围为东经 115°01'18.47"~115°04'54.25"，北纬 22°46'10.28"~22°49'58.29"。保护区总面积：2006 年原批复面积 2050 公顷，根据批复文件“北起赤石河圆墩大桥至沙埔海口的河流及入海口周边水域范围”，结合《深圳市深汕特别合作区自然保护地整合优化方案》，确定自然保护区的矢量面积 945.61 公顷。保护区包含了“自然生态系统类别”中的“河湖自然生态系统类型”和“海洋自然生态系统类型”，主要保护对象为真鲷、黑鲷、鲈鱼、鲢鱼、鳊鱼、锯缘青蟹，以及虾、贝类等重要经济种类及其产卵场和繁育场等特殊海洋生态系统。

项目浮标位于保护区西南侧海域，浮标用海范围与保护区之间预留了约 10m 安全缓冲距离。

(略)

图 2.1.8-1 项目与深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区

2.2. 海洋生态概况

2.2.1. 地理概况

深汕特别合作区位于汕尾市海丰县，与惠州市惠东县接壤，处于广惠高速公路、深汕高速公路、324 国道厦深铁路交汇点，距广州 200 公里、深圳 100 公里、汕头 200 公里，距香港 82 海里，距台湾高雄港 200 海里，距太平洋国际航道 12 海里，距汕尾港 35 公里，距小漠深水码头 5 公里，驱车至深圳市中心区仅 1 个半小时车程，距盐田港仅 80 公里。合作区依山面海，生态环境优良，区内常住人口约 7.65 万。现状开发程度较低，发展空间充裕，具备高起点高标准开发建设的基本条件。近年来，合作区发展势头良好，以先进制造为主体的现代产业体系初步形成。2018 年全区实现 GDP53.1 亿元，三次产业结构为 23.4:53.4:23.2。

小漠镇作为深汕特别合作区重要的组成部分，也是汕尾市承接珠江三角洲地区产业转移的重要区域。小漠镇位于汕尾市以西约 35km，西距深圳市约 197km，距广州市约 290km，东距汕尾市约 180km，水路至香港约 81 海里，北靠广汕公路（324 国道）、深汕高速公路（距离约 14km），海岸线长约 10km。地形自南向北呈三角形片状，面积 34.45 平方公里，地理位置优越，交通便利。小漠镇位于合作区最靠近深圳的滨海区域，拥有深水岸线资源以及便捷的区域交通，有能力成为区域发展的新引擎。

2.2.2. 地形地貌

项目所在海域位于红海湾西北侧滨海地带，地貌类型分为滨海残丘台地和潮间浅海带。

项目附近陆域残丘带的地形起伏较大，低缓丘陵和丘间洼地相间分布，总地势北高南低，厂址北部为旺公山和南蛇山，海拔分别为 179.6m、211.0m；东西部分别为旺公山东南的临海丘陵上的两个凸出岸线的小山包，海拔分别为 38.0m、47.8m，它们之间是 I 级台地、弧状沙滩和海湾。

项目所在海域位于海丰电厂的东、南侧，可见少量礁石，海底标高一般在-3.5~-7.5m，最低为-8.2m。其地貌特征主要为岩岸、沙滩等海岸地貌。岩岸分布于旺公山临海丘陵突出海岸线的两个小山包临海面，由侵入岩、基岩和块石等组成，岩质坚硬，岸线稳定；沙滩位于潮间带，一般宽约 50~70m，以中细砂为主，局部可见中粗砂，滩段内携带泥砂的河流较少且无大河流出口，处于相对稳定状态。

项目所在海域位于大埔—海丰断裂主断裂带东面约 4km 左右，据 1:5 万区域地质图（F-50-39-C，鲎门幅），海丰—梅陇断裂带（属于大埔—海丰断裂的一部分）横贯厂址区域，厂址附近（半径 5km）范围内出露规模较大的 NE 向断裂 6 条，走向 EN50~70°，倾向 SE 或 NW，倾角 45~65°，长度一般大于 5km，个别达数十千米。

根据《广东汕尾小漠厂址附近断裂带活动性评价报告》（2007，中国地震局地质研究所），得出的主要结论为：

（1）莲花山断裂带中的西支五华—深圳断裂束为早—中更新世活动断裂，而东支丰顺（大埔）—海丰断裂束是一条前第四纪断层，距厂址约 4km；潮州—汕尾（普宁）断裂西南段（近厂址段）为中更新活动断裂，距厂址约 25km；高要—惠来断裂东段（近厂址段）是前第四纪断层，距厂址至少 35km。

（2）厂址范围内不发育第四纪活动断裂，是由连续稳定的晚侏罗世地层组成，产状 $72^{\circ}\text{SE}/60^{\circ}$ ，发育有一组南北向的节理。厂址距丰顺（大埔）—海丰主体断层约 4km 左右。

综上所述，依据《火力发电厂岩土工程勘测技术规程》（DL/T5074-2006）的有关要求，预选厂址位置可以建电厂。

根据《广东省海丰县小漠电厂工程场地地震安全性评价报告》（中国地震局地质研究所（北京中震创业工程科技研究院）广东省工程防震研究院，2008 年 12 月），项目所在海域 50 年超越概率 10%地震动峰值加速度为 0.168g，相应的地震基本烈度为 7 度。

2.2.3. 地层岩性特征

根据前期勘测资料，项目所在海域上覆第四系地层主要为人工填土，洪积、海积、坡积、残积成因的淤泥质土、粘性土、砂土及卵石，下覆基岩为各种风化

等级的凝灰岩。

现将岩土层按从上到下的顺序分层描述如下：

(1) 人工填土

素填土：浅灰、灰白色；稍湿，松散；主要由粉质粘土或石英粉细砂组成，局部混夹少量凝灰岩、花岗岩碎块；人工成因。该层主要分布于废弃油库码头的道路及沙滩后侧鱼塘围岸地段，厚度 1.10~5.70m。

杂填土：灰褐、灰白等杂色；稍湿，松散；成分较杂，主要由砖块、混凝土碎块、生活垃圾等组成；人工成因。该层主要分布于废弃油库的围墙附近地段，厚度 1.00~6.00m。

(2) 洪积粉质粘土、漂石

粉质粘土：灰黄、灰白色；湿，可塑；含较多量石英中、粗砂颗粒，局部混夹少量砾石、卵石等，粘性一般；洪积成因。该层主要分布于丘间洼地、沟谷附近地段。

漂石：灰褐、灰白色；稍湿湿，松散；主要成分为凝灰岩、花岗岩等，呈中等风化~微风化状态，颗粒大小悬殊，一般粒径 20~60cm，最大 100~200cm，排列无规则，颗粒之间基本无充填物充填；洪积成因。根据现场调查，该层主要分布于海岸线的岩滩上。

(3) 海积细砂、卵石

细砂：浅灰、灰白色；饱和，中密，局部呈稍密状态；砂的主要成分为石英，颗粒级配不良，含少量粘粒，局部见较多量贝壳碎片；海积成因。该层主要分布于海滩及海域地段，厚度 0.40~6.70m，标贯击数一般 7~25 击。

卵石：灰白、灰黄色；饱和，松散；成分主要为凝灰岩、砂岩等，呈次圆状~次棱角状，粒径一般 2~6cm，最大大于 10cm，填充多量不等粒石英砂及少量粘粒；海积成因。该层水平方向分布连续性差，呈透镜体状产出，主要分布于沿海岸沙滩后缘地带，厚度 0.80~2.50m。

(4) 海积淤泥、淤泥质土及含淤泥粉砂

淤泥：深灰、灰黑色；饱和，流塑；含有机质，局部混夹少量粉细砂颗粒和珊瑚碎屑，偶见贝壳碎片，略具臭味；海积成因。该层主要分布于海滩及海域地段，厚度 0.50~9.80m，标贯击数一般小于 1 击。

淤泥质土：深灰、灰黑色；饱和，流塑；含较多量腐木碎屑，局部混夹少量

中细砂、卵石等，偶见贝壳碎片，略具臭味；海积成因。该层水平方向分布连续性差，呈透镜体状产出，主要分布于海滩及部分海域地段，厚度 0.50~5.90m，标贯击数一般 1~3 击。

含淤泥粉砂：浅灰、灰黑色；饱和，松散，局部呈稍密状态；砂的主要成分为石英，颗粒级配不良，含较多量淤泥和贝壳碎片，具腥臭味；海积成因。该层主要分布于海滩及海域地段，厚度 0.60~5.30m，标贯击数一般 3~17 击。

(5) 海积粘土：深灰、灰黑色；湿，可塑，局部呈软塑状态；含少量粉细砂颗粒，局部混夹少量腐木碎屑和贝壳碎片，土质粘性较好，手捻滑腻；海积成因。该层主要分布于海域地段，厚度 0.80~4.70m，标贯击数一般 3~9 击。

(6) 海积粉质粘土、细砂、中粗砂及卵石

粉质粘土：浅灰、灰白、土黄色；湿，可塑，含较多量石英粉细砂颗粒，局部混夹少量石英砾和卵石，土质粘性一般；海积成因。该层主要分布于海滩及海域地段，厚度 0.70~7.70m，标贯击数一般 6~11 击。

海积细砂：灰色、浅灰色；饱和，松散~稍密；颗粒大小均匀，分选好，级配较差，混少量粘粒，局部有薄层粘土夹层；海积成因。该层主要分布于海滩及海域地段，厚度 1.00~5.24m，标贯击数一般 8~15 击。

海积中粗砂：灰白色，灰黄色、浅灰色；饱和，中密为主，部分密实，分选性较好，级配较差，磨圆度较好，混少量粘粒，局部混有多量碎石；海积成因。该层主要分布于海滩及海域地段，厚度 0.90~10.50m，标贯击数一般 15~45 击。

海积卵石：黄褐色、灰褐色；稍湿，中密~密实，呈次棱角状，磨圆较差，一般粒径 1-7cm，密实，充填物为中细砂及粘土；分布范围有限，仅在厂区海域局部地段有分布厚度 0.50~1.40m。

(7) 坡积粉质粘土：土黄、灰黄色；稍湿，硬塑，局部呈坚硬状态；含较多量石英粉细砂颗粒，局部混夹少量砾砂颗粒，土质粘性一般~较差；坡积成因。该层主要分布于坡地，出露于地表，厚度 0.50~2.00m，标贯击数一般 13~17 击。

(8) 残积粉质粘土：灰青、浅灰、灰白色；稍湿，硬塑，局部呈坚硬状态；含较多量石英粉细砂颗粒，土质粘性较差，遇水易软化。该层在场地内广泛分布，厚度 0.70~6.90m，标贯击数一般 15~29 击。

(9) 项目区基岩（岩性为凝灰岩）

按其风化程度可分为全风化、强风化、中等风化及微风化等四个风化等级，现分述如下：

全风化凝灰岩：浅灰、灰白色；原岩矿物成分除石英外已风化成粘土矿物，岩芯呈坚硬土柱状，遇水易软化，手捏易散，岩质软弱。该层主要分布于厂址陆域地段，海域地段仅零星分布，厚度 1.20~4.00m，标贯击数一般 30~49 击。

强风化凝灰岩：灰青、浅灰、灰白色；原岩矿物成分除石英外大部分已风化成次生矿物，岩芯多呈岩夹土状，夹中等风化岩块，局部呈坚硬土柱状，岩芯遇水易软化，手捏易散，岩质软弱。该层整个场地均有分布，连续性较好，厚度 0.70~22.10m。标贯击数一般大于 50 击，局部由于夹中等风化岩块，标贯击数偏高。

中等风化凝灰岩：浅灰、灰白、灰青色；凝灰结构，块状构造，凝灰质胶结，矿物成分主要为长石、石英及少量暗色矿物组成，岩芯破碎，多呈碎块状，节理裂隙发育，节理倾角多呈 45°、60°，节理面见铁锰质浸染，岩质较软。该层整个场地均有分布，连续性较好，揭露厚度 0.80~12.60m。

微风化凝灰岩：灰青、灰白色；凝灰结构，块状构造，凝灰质胶结，矿物成分主要为长石、石英及少量暗色矿物组成，岩芯较破碎，多呈短柱状和碎块状，节理裂隙较发育，节理倾角多呈 45°、60°，部分节理面见铁锰质浸染，岩质较硬。该层整个场地均有分布，连续性较好，未揭穿。

2.2.4. 气候气象特征

深汕特别合作区地处北回归线南缘，属亚热带气候区，海洋性气候明显，常年气温宜和、雨量丰沛、光能热量充足。夏季长，温高雨多且湿度大，多盛行西南风，常有雨涝、台风等气象灾害出现；冬季短，稍冷，雨少且较干燥，无雪少霜；夏前秋末气温适中，宜于作物生长。一年四季，绿叶常青。由于面临南海，海洋性气候影响强烈，具有明显的干湿季节。

项目周边无气象站，在东北侧约 36km 处有汕尾市海丰气象站，在地理及气候条件上基本相同。汕尾市海丰气象站为国家一般气象站，地理坐标为东经 115.3125°，北纬 23.0181°。根据海丰气象站 2001~2020 年近 20 年来的气象观测资料统计，多年平均气温 23℃，累年极端最高温为 39.2℃，累年极端最低温为 1.0℃，多年平均相对湿度为 76.7%，多年平均风速为 1.9m/s；多年主导风向

为NE、风向频率为15.6%。近20年月平均气温的最高值出现在7月份,为28.82℃;月平均气温的最低值出现在12月份,为16.55℃。近20年月平均风速的最大值出现在12月,为2.2m/s;月平均风速的最小值出现在3月、4月,为1.7m/s。近20年全年主导风向为NE风向,频率为15.6%。

雨热同季是该地区气候特点之一,雨季始于3月下旬到4月上旬,终于10月中旬;每年4~9月的汛期,既是一年之中热量最多的季节,又是降雨量最集中的季节,占全年总降雨量85%左右,区域多年平均降水量:2588mm。

表 2.2.4-1 海丰气象站近 20 年主要气候资料统计表 (2001 年~2020 年)

统计项目		统计值*	极值出现时间	极值**
多年平均气温 (°C)		23.0	/	/
累年极端最高气温 (°C)		37.2	2006-7-13	39.2
累年极端最低气温 (°C)		5.9	2016-1-24	1.0
多年平均气压 (hPa)		1012.1	/	/
多年平均水汽压 (hPa)		22.5	/	/
多年平均相对湿度(%)		76.7	/	/
多年平均降雨量(mm)		2588.0	2015-5-20	473.1
灾害天气统计	多年平均沙暴日数(d)	0	/	/
	多年平均雷暴日数(d)	39.9	/	/
	多年平均冰雹日数(d)	0.1	/	/
	多年平均大风日数(d)	3.0	/	/
	多年平均沙尘暴日数(d)	0	/	/

注: *统计值代表均值, **极值代表极端值。

表 2.2.4-2 海丰 2020 年月平均气温 单位: °C

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温度	16.75	16.94	19.87	20.37	26.21	27.87	28.82	27.49	27.06	24.32	22.14	16.55

表 2.2.4-3 海丰 20 年 (2001-2020) 月平均风速 (m/s)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
风速(m/s)	2.0	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0	2.0	1.9	1.9	2.0	2.0	2.2

表 2.2.4-4 海丰气象站累年各风向频率(2001 年-2020 年) 单位: %

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
频率	8.9	11.9	15.6	8.1	5.2	4.6	5.7	4.1	5.9	6.4	7.9	2.5	1.3	0.9	0.9	2.5	7.6

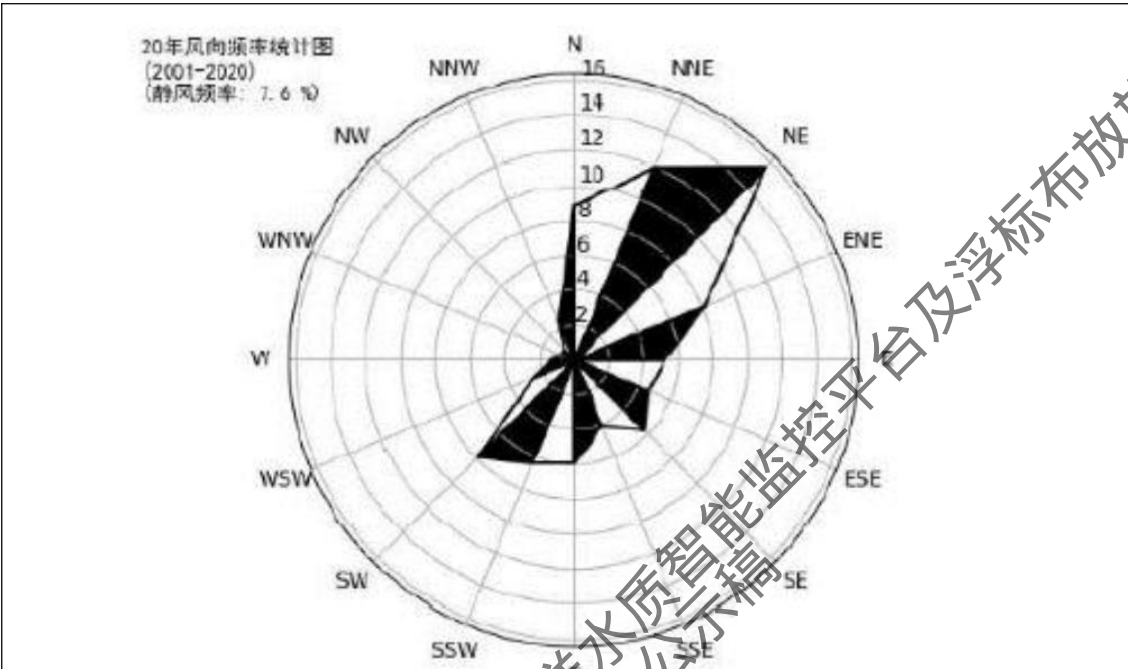


图 2.2.4-1 海丰气象站 20 年年平均风向玫瑰图(统计年限: 2001-2020 年)(静风频率 7.6%)

2.2.5. 区域水系

深汕特别合作区内部水系主要可分为两部分，一部分属赤石河流域，流域面积占深汕特别合作区面积的 81.6%；还有一部分为独立入海的沿海小河，流域面积仅占深汕特别合作区面积的 18.4%。其中面积在 50km² 以上的主要河流为赤石河及其两条支流，分别为明热河和南门河。

赤石河，又名凤河；位于海丰县西部（东经 115°02'51"~115°05'33"，北纬 22°52'20"~22°55'25"），发源于峰高 1256m 的白马山，由大安村、碗窑村流经赤石村、新城村与明热河汇集经三江楼、新联江头村湾再经园墩林场、鹅埠境，于小漠镇沙坡渡流入红海湾，全长 36.8km，干流总长为 27.19km，集雨面积 382km²，流域多年均降雨量 2237mm，径流量 5.27 亿 m³，天然落差 1180m，河床比降 5.21‰。水力理论蕴藏量 1.93 万 kW。流域内时空降雨不均，常受台风袭击，故洪涝、潮、旱、风灾俱全。赤石河源头山溪河段 7km 为北坑，进入大安谷地流 6km 至赤石镇大安管区的塘尾，有东坑和鸡笼山两水分别从左右岸汇入。鸡笼山河发源于建有红军洞的东莞山。下 2km 有大蕉园河在左岸注入，从麻仔角南流 6km，通过龙潭陂至新城。从新城往下 1.5km，至三江楼，有明热河从右岸注入。主流从三江楼以下，河面开阔，经过几度转折进入急水门峡口，急水门以下叫凤河，从左

岸的吉水门过右岸的深冲村设有渡口。从凤河渡口下 1.2km 至园墩林场，有广汕公路桥通过河面，再下 4km，有南门河从右岸来注，主流收入南门河后由西南稍转正南于沙埔渡下流入九龙湾。

明热河为赤石河一级支流，发源于禾镰石，于鲤鱼铺汇入赤石河；上游水底山有青龙潭。从汤湖往下至冰塘铺右侧有明溪水汇入，然后至三江楼汇入主流。明热河集雨面积 107km²，长 22.6km；天然落差 1282m。南门河发源于畚族山，上游段也称边溪，由北向南汇集九度水后向东流动，横穿鹅埠镇，于宝塔山下汇入赤石河。南门河集雨面积 70km²。

2.2.6. 区域水文条件

项目所处的红海湾位于广东省汕尾市沿海一个半封闭的海湾，距深圳 100 多公里，水路距香港 81 海里，距高雄 200 海里，距国际航道 11 海里，有“中国观浪第一湾”之称。红海湾属于弱潮流区，一般流速不超过 1.0m/s，据 1982 年 9 月、1983 年 1 月和 1990 年 7 月、1991 年 1 月的周日测流资料，秋季涨潮时表层最大流速 0.38m/s，流向 290°，底层最大流速 0.28m/s，流向 338°，观测时间涨落潮表层均大于底层，落潮流略大于涨潮流。

2.2.7. 海洋自然灾害

(1) 热带气旋

根据历史资料分析，在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋均可能对项目区域造成正面的较大影响。从 1949 至 2019 年，71 年中在广东珠江口以东至饶平一带沿海地区登陆的热带气旋有 96 个（其中达到台风以上量级的 52 个），年平均 1.4 个。有 13 年的登陆热带气旋个数达到 3 个以上，其中 1961 年有 6 个热带气旋在此区域登陆。1969 年中，有 14 个（其中达到过台风以上级别的有 8 个，登陆时达到台风以上量级的 3 个）热带气旋在陆丰沿海登陆，登陆时强度最强的是 1510 号台风“莲花”，风速为 38m/s，出现在 2015 年 7 月 9 日。

登陆该区域的热带气旋一般集中在 6 到 10 月，占 9 成以上。登陆最早的是 1980 年 5 月 24 日登陆的 8004 号热带风暴，登陆最迟的是 2016 年 10 月 21 日在海丰登陆的 1622 号台风“海马”。2018 年及 2019 年无热带气旋在这一带登陆。

2020 年 8 月 19 日，7 号台风“海高斯”在广东珠海登陆；2021 年第 7 号台

风“查帕卡”(台风级)于7月20日21时50分在广东歌阳江江城区沿海登陆。

(2) 风暴潮

风暴潮是发生在近岸的一种严重海洋灾害,它是由强风或气压骤变等强烈的天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象,又称风暴增水,常给沿海一带带来危害。影响范围广,突发性强,灾害损失大,且主要危害经济发达的沿海地区影响工程水域的台风平均每年出现2次左右,一般多出现于7-9。

表 2.2.7-1 台风引起的增水

名称/编号	登陆地点	日期	台风引起的增水(m)
莲花(Linfa)/03	福建晋江	2009.6.20	0.34
浪卡(Nangka)/04	广东平海	2009.6.26	0.52
莫拉菲(Molave)/06	广东徐闻	2009.7.19	0.83
天鹅(Goni)/07	广东台山	2009.8.5	0.38
莫拉克(Morakot)/08	福建霞浦	2009.8.9	0.38
巨爵(Koppu)/15	广东台山	2009.9.14	0.51
凯撒娜(Ketsana)/16	越南广	2009.9.29	0.68
玛娃(Mawar)/16	广东陆丰	2017.9.3	0.30~0.60

(3) 寒潮

寒潮及冷空气也是影响汕尾海区的主要灾害性天气之一,据《寒潮年鉴》及汕尾海洋站资料统计,1952~1985年间本海区受寒潮、强冷空气影响46次;另据1962~1990年遮浪海洋站的气候资料统计,本海区受寒潮影响3次,冷空气5次,期间气温急剧下降,风速增大,48小时内最大降温达11.7℃,最低气温2.8℃。寒潮及冷空气的入侵,给沿海水产养殖和农作物生产造成了严重的影响。

2.2.8. 海洋水文动力环境现状

本区域水文观测坐标系采用CGCS2000坐标系;采用高斯3度分带,中央子午线114°;高程采用1985国家高程基准。

本区属不规则日潮混合潮,其主要特征是潮差主要随月球赤纬变化,而与月相的变化关系不大。在回归潮期间,潮差最大,且日潮不等现象非常明显。高潮发生时间约在月中天后20h,低潮发生时间除大潮外约在月中天后5小时,大潮期间的低潮发生时间约在月中天后1.4小时。回归潮期间潮差最大,比平均状态的潮差,大约0.38m。

本海区主要潮位特征值如下(85高程起算):

最高潮位：2.47m

最低潮位：-0.90m

平均高潮：0.46m

平均高潮位：0.82m

平均低潮位：-0.09m

最大潮差：2.58m

最小潮差：0.94m

中国科学院南海海洋研究所分别于 2022 年 9 月 8~9 月 16 日（夏季最后一个潮期）开展了本项目的全潮水文观测。

2.2.8.1. 调查站位

在红海湾内划定海域设全潮水文测站 9 个，在鲇门、马宫设潮位站 3 个，位置如图 2.2.8-1 所示，站位坐标以及观测内容见表 2.2.8-1。

表 2.2.8-1 调查站位经纬度和调查内容

（略）

(略)

图 2.2.8-1 水文调查站位图 (2022 年 9 月)

2.2.8.2. 潮位

(1) 调查期间天气情况

本次调查时间在2022年9月8~9月16日(夏季最后一个潮期),受副热带高压控制,以晴天为主,气温维持在较高水平。海面风力1~2级,离岸较远的偶有3级。

大潮观测期间海面最大风速4.0 m/s,天气晴热,以东北风为主。

(略)

图 2.2.8-2a 大潮期实测风速风向图

中潮观测期间,天气晴热,最大风速3.2 m/s,风向变化不定,以偏北风为多。

(略)

图 2.2.8-2b 中潮期实测风速风向图

小潮观测期间,天气晴热,海况良好,最大风速 4.0 m/s,风向变化不定,以西南风为多。

(略)

图 2.2.8-2c 小潮期实测风速风向图

(2) 潮汐

地球上的海水,受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

在大部分港口和海区,K1、O1、M2和S2是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国,通常采用比值

$$F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$$
来进行海港潮汐类型的判别,其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$,潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港;当 $0.5 \leq F < 2.0$,潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港;当 $2.0 \leq F < 4.0$,潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港;当 $F > 4.0$,潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

1) 潮汐类型和调和常数

T1厂址站调和结果见表2.2.8-2,由于此次潮位观测的2个站(鲇门和马宫)的潮位资料时间只有半个月左右,为了获得较准确的潮汐调和常数,我们采用引入差比数的最小二乘法对此二站的潮位进行调和分析。差比数取自邻近的长期验潮站汕尾站的调和常数。分析得出的主要分潮的调和常数参见表2.2.8-3。

$$F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$$

据此调和常数,我们计算了特征值,得出 F 值在1.8~2.3之间,海丰电厂附近潮汐属于不规则半日潮,而T2鲇门和T3马宫属于不规则日潮混合潮,说明华润海丰电厂附近的潮汐属于混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象,相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图2.2.8-3a的潮位过程曲线可以看到,华润海丰电厂附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 2.2.8-2 T1 站主要分潮的调和常数

(略)

表 2.2.8-3 T2、T3 站主要分潮的调和常数

(略)

(略)

图 2.2.8-3a 潮位过程曲线 (2022 年 9 月 8 日—2022 年 10 月 10 日)

2) 潮汐特征值

对实测资料观测时期进行统计分析, 结果见表 2.2.8-4, T1 厂址站最大潮差 1.81 m, 最小潮差 0.20 m, 平均潮差 1.00 m; 鲎门站最大潮差 1.27 m, 最小潮差 0.52 m, 平均潮差 0.90 m; 马宫站最大潮差 1.65 m, 最小潮差 0.42 m, 平均潮差 1.00 m。

虽然观测时间较短, 涨落潮历时的统计值还不够稳定, 但由于统计的资料是同步观测资料, 所以涨落潮历时之间的关系仍有其参考意义。在此次观测期间, 涨潮历时长, 落潮历时短。

从潮位过程曲线 (图 2.2.8-3a 及资料报表中) 可看到: T1 厂址站的高低潮均较 T3 马宫站的高低潮先出现, 说明红海湾的潮波是由东往西传播; 湾外潮波的变形较小, 而湾内 (小漠港处) 由于受到海湾地形和岛屿反射以及浅水效应的影响其潮波变形则较大, 有时在一个太阴日内出现 3 个高潮和低潮浅水效应。

表 2.2.8-4 各站的潮汐特征值

(略)

注: 潮差单位为 m; 时间的单位为: 小时。

2.2.8.3. 海流

本章节利用本次大、中、小潮期 9 个测站的同步连续观测资料, 对调查海区的实测流场, 潮流和余流进行了以下分析。

1) 实测流场分析

众所周知, 实测海流是包括潮流和非潮流 (通常称为余流) 成分在内的综合性运动。其速度大小和方向, 以及成分的组成比重, 在不同的海区是不同的, 尤其在地理位置复杂, 水深变化较大的海区, 海流更加复杂。

本次调查的工程海域, 是在红海湾内海丰小漠镇附近的海域。本海域的流场主要取决于潮流、非潮流和地形等因素。

a. 大潮期流场分析

大潮观测期间海面最大风速 4.0 m/s, 天气晴热, 以东北风为主。根据大潮期涨、落潮的统计结果, 大潮期间, 涨潮流流速的平均值在 1.5 cm/s~15.4 cm/s

之间，落潮流流速的平均值在 0.2 cm/s~9.2 cm/s 之间。最大涨潮流速的平均值为 15.4 cm/s，方向为 281.3°，出现在 V8 站的表层；最大落潮流速的平均值为 9.2 cm/s，方向为 211.6°，出现在 V3 站的表层。

由表 2.2.8-5 还可看到，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 24.9 cm/s、21.9 cm/s、20.0 cm/s，流向分别为 274.6°、303.7°、301.1°，分别出现在 V8 站表层、中层和底层；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 30.7 cm/s、22.7 cm/s、18.0 cm/s，流向分别为 119.5°、124.7°、97.3°，分别出现在 V4 站表层、V4 站中层和 V7 站底层。

总体而言，流速流向随涨潮落潮而变化，大部分站层涨潮流速最大值小于落潮流速最大值，而涨潮流速平均值大于落潮流速平均值。

表 2.2.8-5 大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

(略)

图 2.2.8-3b 大潮期实测风速风向图

(略)

图 2.2.8-4a 大潮期 V1 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4b 大潮期 V2 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4c 大潮期 V3 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4d 大潮期 V4 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4e 大潮期 V5 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4f 大潮期 V6 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4g 大潮期 V7 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4h 大潮期 V8 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-4i 大潮期 V9 站 (2022.9.8~9.9) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-5a 大潮期实测海流玫瑰图 (表层)

(略)

图 2.2.8-5b 大潮期实测海流玫瑰图 (中层)

(略)

图 2.2.8-5c 大潮期实测海流玫瑰图 (底层)

(略)

图 2.2.8-6a 大潮期涨潮平均海流图

(略)

图 2.2.8-6b 大潮期落潮平均海流图

b.中潮期流场分析

中潮期海流观测在 2022 年 9 月 12 日 10:00-9 月 13 日 11:00 期间进行, 实测海流的涨落潮流统计结果见表 2.2.8-6, 实测风速风向见图 2.2.8-7, 实测海流逐时矢量图见图 2.2.8-8, 实测海流平面分布玫瑰图见图 2.2.8-9, 涨落潮平均海流图见图 2.2.8-10。根据上述图表分析如下:

中潮观测期间, 天气晴热, 最大风速 3.2 m/s, 风向变化不定, 以偏北风为多。根据中潮期涨、落潮流的统计结果 (表 2.2.8-6), 涨潮流的平均流速值在 0.8 m/s ~6.5 m/s 之间变化, 最大涨潮流平均值为 6.5 cm/s, 流向为 322.3°, 出现在 V8 站底层; 落潮流的平均流速在 1.1 m/s ~12.9 cm/s 之间变化, 最大落潮流的平均值为 12.9 cm/s, 方向 123.9°, 出现在 V2 站的表层。

从表 2.2.8-6 还可看出, 实测涨潮流速的最大值, 表、中、底层依次为 23.7 cm/s、42.1 cm/s、22.5 cm/s, 流向分别为 123.5°、326.4°、300.0°, 均出现在 V9 站; 实测落潮流的最大流速值, 表、中、底层依次为 43.2 cm/s、24.3 cm/s、24.6 cm/s, 流向分别为 130.8°、123.9°、112.2°, 分别出现在 V4 站、V4 站、V7 站。

总体而言, 流速流向随涨潮落潮而变化, 大部分站层落潮流速最大值大于涨潮流速最大值, 落潮流速平均值大于涨潮流速平均值。

表 2.2.8-6 中潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

(略)

(略)

图 2.2.8-7 中潮期实测风速风向图

(略)

图 2.2.8-8a 中潮期 V1 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8b 中潮期 V2 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8c 中潮期 V3 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8d 中潮期 V4 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8e 中潮期 V5 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8f 中潮期 V6 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8g 中潮期 V7 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8h 中潮期 V8 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-8i 中潮期 V9 站 (2022.9.12~9.13) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-9a 中潮期实测海流玫瑰图 (表层)

(略)

图 2.2.8-9b 中潮期实测海流玫瑰图 (中层)

(略)

图 2.2.8-9c 中潮期实测海流玫瑰图 (底层)

(略)

图 2.2.8-10a 中潮期涨潮平均海流图

(略)

图 2.2.8-10b 中潮期落潮平均海流图

c. 小潮期流场分析

小潮期海流观测在 2022 年 9 月 15 日 12:00~9 月 16 日 13:00 期间进行, 实测海流的涨落潮流统计结果见表 2.2.8-7, 实测风速风向见图 2.2.8-11, 实测海流逐时矢量图见图 2.2.8-12, 实测海流平面分布玫瑰图见图 2.2.8-13, 涨落潮平均海流图见图 2.2.8-14。根据上述图表分析如下:

小潮观测期间, 天气晴热, 海况良好, 最大风速 4.0 m/s, 风向变化不定, 以西南风为多。根据小潮期涨、落潮流的统计结果 (表 2.2.8-7), 涨潮流的平均流速值在 3.1~14.6 cm/s 之间变化, 最大涨潮流速平均值为 14.6 cm/s, 流向为 22.0

°，出现在 V9 站中层；落潮流的平均流速值在 3.6~20.7 cm/s 之间变化，最大落潮流速的平均值为 20.7 cm/s，方向 95.4°，出现在 V8 站的表层。

从表 2.2.8-7 还可看出，实测涨潮流速的最大值，表、中、底层依次为 24.7 cm/s、38.5 cm/s、21.8 cm/s，流向分别为 48.7°、312.2°、24.8°，分别出现在 V9 站、V9 站、V8 站；实测落潮流的最大流速值，表、中、底层依次为 28.9 cm/s、35.0 cm/s、32.6 cm/s，流向分别为 45.2°、92.9°、14.9°，均出现在 V9 站。

总体而言，流速流向随涨潮落潮而变化，大部分站层落潮流速最大值大于涨潮流速最大值，落潮流速平均值大于涨潮流速平均值。

综上所述，可见调查海域的海流随涨、落潮而变化，海流较弱，最大流速平均值仅为 20.7 cm/s（小潮期，V8 站表层），最大实测流速为 43.2 cm/s（中潮期，V4 站表层）；总体而言，厂址附近海域流速最小，远离厂区海域（V4、V8、V9 站）流速较大。

大潮期，海流大致呈现东进西出，为逆时针旋转特征；潮流流向变化较大，潮流呈旋转流性质：涨潮时，潮流自外海进入调查海区，调查海区的潮流流向由东部海域偏西向到西岸厂址附近转为西南向；落潮时，潮流整体上呈偏南向，以东南向或西南向为主，在西岸厂址附近流向以东南向为主。

中潮期，海流大致呈现东进东出，为逆时针旋转特征；潮流流向变化较大，潮流呈旋转流性质：涨潮时，潮流自外海进入调查海区，调查海区的潮流流向由东部海域偏西北向到西岸厂址附近转为西南向；落潮时，潮流整体上呈偏东向，在西岸厂址附近流向以偏东北向为主。

小潮期，海流大致呈西进东出，为顺时针旋转特征；潮流流向以偏东北向为主，潮流呈旋转流性质：涨潮时，潮流自外海进入调查海区，调查海区的潮流流向以偏北东北向为主；落潮时，潮流流向以偏东东北向为主；在西岸厂址附近潮流以偏东北向为主。

表 2.2.8-7 小潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

(略)

(略)

图 2.2.8-11 小潮期实测风速风向图

(略)

图 2.2.8-12a 小潮期 V1 站（2022.9.15~9.16）实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12b 小潮期 V2 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12c 小潮期 V3 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12d 小潮期 V4 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12e 小潮期 V5 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12f 小潮期 V6 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12g 小潮期 V7 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12h 小潮期 V8 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-12i 小潮期 V9 站 (2022.9.15~9.16) 实测海流矢量图

(略)

图 2.2.8-13a 小潮期实测海流玫瑰图 (表层)

(略)

图 2.2.8-13b 小潮期实测海流玫瑰图 (中层)

(略)

图 2.2.8-13c 小潮期实测海流玫瑰图 (底层)

(略)

图 2.2.8-14a 小潮期涨潮平均海流图

(略)

图 2.2.8-14b 小潮期落潮平均海流图

2) 潮流分析

a. 潮流分析

根据《港口与航道水文规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”（差比数引自汕尾站的潮汐调和常数）对各站层 2022 年 9 月的海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阴全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数

以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 2.2.8-8 列出了 9 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴]。从表 2.2.8-8 可见，特征值 F 介于 0.5~1.2 之间，各站层主要表现为不规则半日潮流，所以，调查海区的潮流性质是不规则半日潮流混合潮。

表 2.2.8-9 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。由表 2.2.8-9 可以看出，总体而言，在上述 6 个主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为 K_1 、 O_1 和 S_2 分潮，反映了不规则半日潮流的特征， M_4 和 MS_4 分潮流长半轴（最大流速）较小。各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）最大为 7.5 cm/s，方向 122.6°（V8 站中层），最小为 2.5 cm/s，流向为 44.0°（V3 站底层）； K_1 分潮流的最大流速为 4.2 cm/s、方向 283.8°，也都出现在 V4 站表层，最小流速分别为 1.2 cm/s、方向 285.6° 出现在 V9 站表层； O_1 分潮流的最大流速为 3.4 cm/s、方向 283.8°，也出现在 V4 站表层，最小流速分别为 1.0 cm/s、方向 285.6°，也出现在 V9 站表层。由图 2.2.8-15 可见，主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）主要表现为西北-东南向，部分站位受地形影响表现为偏北-偏南向。主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向），基本上反映了外海潮波向厂址附近海域传播的方向。

表 2.2.8-8 华润海丰电厂各测流站潮流性质的特征值 F

（略）

表 2.2.8-9 华润海丰电厂各站主要分潮流及椭圆率（单位：cm/s，°）

（略）

b.可能最大流速和水质点可能最大运移距离

根据《港口与航道水文规范》规定，可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离。

潮流和风海流为主的近岸海区，海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。

由前文分析可知，本次调查期间调查海区以不规则半日潮流为主，计算可能得出最大流速、计算水质点可能最大运移距离见表 2.2.8-10 中。由表 2.2.8-10 可

见，调查海区潮流可能最大流速为 23.3 cm/s（V4 站表层），受底摩擦影响，各站可能最大流速的最大值多出现在表层或中层，各站层可能最大流速介于 6.1 cm/s~23.3 cm/s 之间，方向介于西北-东南向与西南-东北向之间。水质点可能最大运移距离为 4.7 km（V4 站表层），各站层可能最大运移距离介于 1.0 km~4.7 km 之间，方向与相应站层潮流可能最大流速的方向一致。

总的来说，调查海域潮流中等偏弱，浅水效应和岸线走向影响比较显著。

表 2.2.8-10 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

（略）

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

（略）

图 2.2.8-15a 各站 O1 分潮流长轴分布图

（略）

图 2.2.8-15b 各站 K1 分潮流长轴分布图

（略）

图 2.2.8-15c 各站 M2 分潮流长轴分布图

（略）

图 2.2.8-15d 各站 S2 潮流长轴分布图

（略）

图 2.2.8-15e 各站 M4 分潮流长轴分布图

（略）

图 2.2.8-15f 各站 MS4 分潮流长轴分布图

3) 余流分析

余流通常指实测海流中扣除了周期性的潮流后的剩余部分，一般取周日海流观测资料中消去潮流后的平均值，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合反映，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它有明显影响。下面根据本海域大、中、小潮 3 次调查的 26 小时海流实测资料，结合海面风场，分析调查海区的余流特征（表 2.2.8-11）。

由于在本次全潮（大、中、小潮）水文观测期间，影响调查海区的天气系统为单一的副热带高压，天气以多云到晴为主，多为东风，风力 1~2 级，基本上未能对中、底层余流造成明显的影响。

a.大潮余流分析

大潮余流量值介于 0.4~11.3 cm/s 之间，最大余流出现在 V3 站表层，方向 211.3°；最小余流出现在 V9 站底层，方向 197.0°。由余流分布图（图 2.2.8-16a）可见，除 V9 站外，其余各站余流方向多为偏西和偏西南向，可能受东北风影响

b.中潮余流分析

中潮余流量值介于 0.3~7.8 cm/s 之间，最大余流出现在在 V4 站表层，方向 111.9°；最小余流出现在 V4 站底层，方向 232.8°。由余流分布图（图 2.2.8-16b）可见，余流方向分布较为分散，未形成规律，可能受风向不稳定影响。

c.小潮余流分析

小潮余流量值介于 3.0 ~15.6 cm/s 之间，最大余流出现 V9 站表层，方向 45.0°；最小余流出现在 V5 站的底层，方向为 71.6°。由余流分布图（图 2.2.8-16c）可见余流方向多为偏东北向。

总体而言，观测时期，各站层余流较小，最大仅为 15.6 cm/s，余流流向受风等影响而变化，大潮期主要表现为偏西和偏西南向，中潮期流向比较分散，小潮期多表现为偏东北向。

表 2.2.8-11 华润海丰电厂各站余流（单位：cm/s，°）

（略）

（略）

图 2.2.8-16a 大潮期余流分布图

（略）

图 2.2.8-16b 中潮期余流分布图

（略）

图 2.2.8-16c 小潮期余流分布图

2.2.8.4.水温

夏季各潮期水温统计见表 2.2.8-12~表 2.2.8-14。

大潮期调查海区测得的水温最大值为 31.41℃，出现在 V2 站表层，测得水温的最小值为 24.27℃，出现在 V9 站底层；表层水温略高于底层。

中潮期调查海区测得的水温最大值为 32.79℃，出现在 V2 站表层，测得水温的最小值为 27.54℃，出现在 V9 站底层；表层水温略高于底层。

小潮期调查海区测得的水温最大值为 32.01℃，出现在 V2 站表层，测得水温的最小值为 26.00℃，出现在 V4 站底层；表层水温略高于底层。

总体而言，表层水温略高于底层，但垂向分层不明显。各站水温曲线呈不规则波动，利用大潮期观测得到的水温资料，按层次分别计算平均值，并利用平均值绘成水温平面分布图（图 2.2.8-17~图 2.2.8-19），温度分布大致呈西北高、东南低的态势，电厂排水口附近水温较高。

特别说明：

根据水温平面分布图，拟选定 V1 站位（保护区附近）、V2 站位（排水口）、V3 站位（取水口）表层温度平均值进行温升影响分析。

根据 1、2 号机组数模结果，V2 站位位于 3°C 温升包络线位置，V1 站位位于 0.5°C 温升包络线位置，两者之间的预测温差为 2.5°C 。

（1）夏季大潮

夏季大潮，V2 站位表层温度平均值为 30.16°C ，V1 站位表层温度平均值为 28.89°C ，两者之间实际温差仅 1.27°C ，远小于预测温差的 2.5°C 。相较于 V3 站位取水口表层温度平均值 28.71°C ，V1 站位温升仅增加了 0.18°C ，不足 0.5°C ，表明本次夏季大潮温排水实际温升比数模预测温升小得多，因此项目温排水对深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区水质的影响总体可控。

（2）夏季中潮

夏季中潮，V2 站位表层温度平均值为 31.37°C ，V1 站位表层温度平均值为 30.55°C ，两者之间实际温差仅 0.82°C ，远小于预测温差的 2.5°C 。相较于 V3 站位取水口表层温度平均值 29.68°C ，V1 站位温升仅增加了 0.87°C ，不足 1°C ，表明项目温排水对深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区水质的影响总体可控。

（3）夏季小潮

夏季小潮，V2 站位表层温度平均值为 30.98°C ，V1 站位表层温度平均值为 29.71°C ，两者之间实际温差仅 1.27°C ，远小于预测温差 2.5°C 。相较于 V3 站位取水口表层温度平均值 29.25°C ，V1 站位温升仅增加了 0.46°C ，不足 0.5°C ，表明本次夏季大潮温排水实际温升比数模预测温升小得多，因此项目温排水对深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区水质的影响总体可控。

根据夏季温度的准同步观测结果无法核定大潮期和中潮期调查的 1°C 温升平均值在深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区的实际分布，但通过类比可知，实际温升线要小于预测值。因此项目温排水对深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然

保护区水质的影响总体可控。

表 2.2.8-12 夏季大潮期调查海域水温统计表（单位：℃）
(略)

表 2.2.8-13 夏季中潮期调查海域水温统计表（单位：℃）
(略)

表 2.2.8-14 夏季小潮期调查海域水温统计表（单位：℃）
(略)
(略)

图 2.2.8-17 夏季大潮期平均温度平面分布图

(略)
图 2.2.8-18 夏季中潮期平均温度平面分布图

(略)
图 2.2.8-19 夏季小潮期平均温度平面分布图

2.2.8.5. 盐度

海水盐度主要受蒸发、降水、潮流、沿岸流和海水混合等因素的影响，对本次全潮水文观测得到的盐度资料统计分析。

1) 大潮期盐度

大潮期盐度统计见表 2.2.8-15。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.94，出现在 V9 站底层；测得盐度的最小值为 31.68，出现在 V1 站表层。总体而言，底层盐度略高于表层。

利用大潮期观测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值，并利用平均值绘成盐度平面分布图（图 2.2.8-20），由图可见，大致呈北低、南高的态势，东南海域底层盐度较高。

表 2.2.8-15 大潮期调查海域盐度统计
(略)

(略)
图 2.2.8-20a 大潮期表层平均盐度平面分布图

(略)

图 2.2.8-20b 大潮期中层平均盐度平面分布图

(略)

图 2.2.8-20c 大潮期底层平均盐度平面分布图

2) 中潮期盐度

中潮期盐度统计见表 2.2.8-16。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.01，出现在 V8 站底层；测得盐度的最小值为 31.26，出现在 V1 站表层。总体而言，底层盐度略高于表层。

利用中潮期观测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值，并利用平均值绘成盐度平面分布图（图 2.2.8-21），由图可见，大致呈北低、南高的态势，厂址附近表层盐度较高。

表 2.2.8-16 中潮期调查海域盐度统计

(略)

(略)

图 2.2.8-21a 中潮期表层平均盐度平面分布图

(略)

图 2.2.8-21b 中潮期中层平均盐度平面分布图

(略)

图 2.2.8-21c 中潮期底层平均盐度平面分布图

3) 小潮期盐度

小潮期盐度统计见表 2.2.8-17。由表可见，调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.51，出现在 V4 站底层；测得盐度的最小值为 32.21，出现在 V1 站表层。总体而言，底层盐度略高于表层。

利用小潮期观测得到的盐度资料，按层次分别计算平均值，并利用平均值绘成盐度平面分布图（图 2.2.8-22），由图可见，大致呈北低、南高的态势，表层厂址附近海域盐度较高，中层中部海域盐度较低。

表 2.2.8-17 小潮期调查海域盐度统计

(略)

图 2.2.8-22a 小潮期表层平均盐度平面分布图

图 2.2.8-22b 小潮期中层平均盐度平面分布图

图 2.2.8-22c 小潮期底层平均盐度平面分布图

2.2.9. 海洋水环境现状

中国科学院南海海洋研究所于 2023 年春季对本项目涉及海域进行了海洋环境现状调查，根据调查结果，在项目附近海域共布设 20 个站位，其中水质 20 个站位点，沉积物 10 个站位（在秋季调查），海洋生态 12 个站位，渔业资源断面 12 条，潮间带生物 3 个断面，并从渔业资源中选取代表性物种（鱼类、甲壳类、软体类、贝类）进行生物质量分析，调查站位坐标及位置详见表 2.2.9-1 和图 2.2.9-1。

表 2.2.9-1 监测站位表（春、秋季）

（略）

注：沉积物只在秋季开展调查。

（略）

图 2.2.9-1 海洋环境调查站位图（春、秋季）

2.2.9.1. 海洋水质质量现状调查与评价

（1）调查项目

本次海水现状监测因子总共 19 项，分别为：水深、水温、pH、盐度、悬浮物、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD_{Mn}）、氨、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、汞（Hg）、砷（As）、总铬（Cr）。

（2）分析方法

水质监测项目及分析方法见表 2.2.9-2。

表2.2.9-2 调查监测项目分析方法一览表

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
1	pH	现场测定	GB17378.4/26-2007pH计法	—
2	盐度	常温保存	GB17378.4/29.1-2007盐度计法	—
3	悬浮物	0.45μm, φ60mm微孔滤膜 现场过滤	GB17378.4/27-2007重量法	2.0mg/L
4	溶解氧(DO)	加1mL MnCl ₂ 和1mL KI-NaOH 溶液固定, 现场测定	GB17378.4/31-2007碘量法	—
5	化学需氧量 (COD _{Mn})	现场测定	GB17378.4/32-2007碱性高锰酸 钾法	—
6	氨	现场用0.45μm, φ60mm微孔滤 膜过滤、现场测定或过滤后 -20℃冷冻保存	GB17378.4/36.2-2007次溴酸盐 氧化法	0.0004mg/L
7	硝酸盐		GB17378.4/38.2-2007锌-镉还原 法	0.0007mg/L
8	亚硝酸盐		GB17378.4/37-2007奈乙二胺分 光光度法	0.0003mg/L
9	活性磷酸盐		GB17378.4/39.1-2007磷钼蓝分 光光度法	0.001mg/L
10	石油类	加H ₂ SO ₄ 至pH<2, 正己烷萃取	GB17378.4/13.2-2007紫外分光 光度法	0.004mg/L
11	挥发酚	加H ₃ PO ₄ 至pH<4, 每升水样加 2g硫酸铜	GB17378.4/19-20074-氨基安替 比林分光光度法	1.1μg/L
12	铜 (Cu)	用0.45μm, φ60mm微孔滤膜过 滤加HNO ₃ 至pH<2低温冷藏	GB17378.4/6.1-2007无火焰原子 吸收分光光度法	0.2μg/L
13	铅 (Pb)		GB17378.4/7.1-2007无火焰原子 吸收分光光度法	0.03μg/L
14	镉 (Cd)		GB17378.4/8.1-2007无火焰原子 吸收分光光度法	0.01μg/L
15	锌 (Zn)		GB17378.4/9.1-2007火焰原子吸 收分光光度法	3.1μg/L
16	砷 (As)	用0.45μm, φ60mm微孔滤膜过 滤加H ₂ SO ₄ 至pH<2低温冷藏	GB17378.4/11.1-2007原子荧光法	0.5μg/L
17	汞 (Hg)	加H ₂ SO ₄ 至pH<2	GB17378.4/5.2-2007冷原子吸收分 光光度法	0.001μg/L
18	总铬 (Cr)	加H ₂ SO ₄ 至pH<2低温冷藏	GB17378.4/10.1-2007无火焰原子 吸收分光光度法	0.4μg/L

(3) 评价标准及评价方法

1) 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)、《广东省人民政府办公厅关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》(粤办函[2010]398号)和《广东省人民政府关于<广东太平岭核电厂近岸海域环境功能区

划调整方案>的批复》（粤府函[2022]276号）《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），本项目近岸海域和海洋功能区划重叠区域其水质质量标准建议执行二者较严标，站位所在海洋功能区和近岸海域功能区叠加图详见图2.2.9-2。经核实，项目所在近岸海域评价标准采用《海水水质标准》（GB3097-1997），各标准值详见表2.2.9-3。各调查站位所在功能区与其执行标准详见表2.2.9-4。

表 2.2.9-3 海水水质标准 mg/L

序号	项目	第一类	第二类	第三类	第四类
1	pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的0.2 pH单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的0.5 pH单位	
2	溶解氧>	6	5	4	3
3	化学需氧量≤	2	3	4	5
4	无机氮≤ (以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
5	活性磷酸盐≤ (以 P 计)	0.015	0.030		0.045
6	汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
7	镉≤	0.001	0.005	0.010	
8	铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
9	总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
10	砷≤	0.020	0.030	0.050	
11	铜≤	0.005	0.010	0.050	
12	锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
13	石油类≤	0.05		0.30	0.50

表 2.2.9-4 各调查站位所在功能区与执行标准

功能区	功能区名称	调查站位	海水水质标准要求
海洋功能区	考洲洋农渔业区	S1	执行海水水质二类标准
	红海湾农渔业区/珠海-潮州近海农渔业区	S2~S20	
近岸海域功能区	420A	S15~S17、S4、S7~S8、S19~S20、S12~S13	一类
	420C	S3、S6、S11	
	419A	S18	二类
	501	S1	
	420B	S9~S10、S14	三类
	502B	S2、S5	
较严标准		S3~S4、S6~S8、S11~S13、S15~S17、S19~S20	一类
		S1~S2、S5、S9~S10、S14、S18	二类

(略)

图 2.2.9-2 站位所在海洋功能区图

2) 评价方法

海水环境质量现状评价采用单因子污染指数法。水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准，指数值越大，超标越严重。

a. 单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数：

$$P_i = C_i / C_{s,i}$$

式中：

P_i ——第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i ——第 i 个水质因子的监测浓度值， mg/L ；

$C_{s,i}$ ——第 i 个水质因子的标准浓度值， mg/L 。

b. 根据《环境影响评价导则-地表水环境》（HJ2.3-2018），pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}, \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ ——单项水质参数 pH 在第 j 点的标准指数；

pH—— j 点的 pH 值；

pH_{sd} ——地表水水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su} ——地表水水质标准中规定的 pH 值上限。

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，已不能满足水质功能要求。水质参数的标准指数越大，则水质超标越严重。

c. DO 的标准指数为

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_f$$

式中： $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ， mg/L ， T 为水温（ $^{\circ}\text{C}$ ）

$S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_f ——饱和溶解氧浓度， mg/L ；

DOs——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_j——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L。

(4) 调查结果与评价

项目附近 2023 年春季海洋环境现状监测水质结果见表 2.2.9-5。

春季调查结果标准指数见表 2.2.9-6。由调查及评价结果可知，除少数站位底层 DO 和铅超标外，调查区域其余因子全部符合海水水质一类或二类标准。另外，电厂温排水排放过程中可能会产生泡沫，主要是因为水流速度较快形成扰动，形成虹吸作用有气流掺入海水形成泡沫，泡沫并不是废水排入海水形成。春季调查中，项目排水口附近海域并未发现规模形式的泡沫。

3) 超标原因分析

A、DO 含量超标原因分析

根据监测结果，DO 含量超标现象主要表现在表层水质过饱和或底层水质缺氧现象。表层水体溶解氧过饱和可能与水中藻类生殖繁殖有关，底层水质缺氧可能是表层水沉降下来的浮游生物残骸、有机碎屑等进入底层，分解有机物，耗氧量增大，则溶解氧减少。

B、铅锌超标原因分析

为了查询铅、锌超标原因，调查单位收集了项目所在海域近年来春季历史调查资料，结果对比如下：

铅：2012 年春季红海湾附近调查铅含量变化范围在未检出~6.09μg/L 之间，2015 年春季调查在 0.06μg/L~7.90μg/L 之间，本次春季调查在 0.44μg/L~1.82μg/L 之间。

锌：2012 年春季红海湾附近调查海域锌含量变化范围介于未检~23μg/L 之间，2015 年春季本次调查在 5μg/L~54μg/L 之间，本次秋季 14~21.7μg/L 之间。

对比分析发现，铅、锌在 2012、2015 年也存在超标现象，推测铅锌超标原因可能与当地海区铅和锌本底值较高有关。

表 2.2.9-5 春季海水水质监测结果（2023 年 3 月）
注：<或>代表超出检出限，--为未采样

表 2.2.9-6 春季海水水质标准指数（2023 年 3 月）
(略)

2.2.9.2. 海洋沉积物质量现状调查与评价

(1) 调查项目

根据《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)的要求，并考虑本项目用海特点，调查项目为：砷 (As)、总汞 (Hg)、铬 (Cr)、镉 (Cd)、铅 (Pb)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、石油类、硫化物、有机碳共 10 项。

(2) 分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.8-2007)和《海洋监测规范》(GB 17378.5-2007)进行，超出的项目参照其他行业标准，各项目分析方法见表 2.2.9-7。

表 2.2.9-7 沉积物分析方法

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测试方法	检出限
1	有机碳	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/18.1-2007 重铬酸钾氧化-还原容量法	——
2	硫化物	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/17.3-2007碘量法	4.0(10 ⁻⁶)
3	石油类	采集表层样品密封避光保存， 正己烷萃取	GB17378.5/13.2-2007紫外分 光光度法	3.0(10 ⁻⁶)
4	铜 (Cu)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/6.2-2007火焰原子 吸收分光光度法	2.0(10 ⁻⁶)
5	铅 (Pb)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/7.2-2007火焰原子 吸收分光光度法	3.0(10 ⁻⁶)
6	镉 (Cd)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/8.1-2007无火焰原 子吸收分光光度法	0.04(10 ⁻⁶)
7	铬 (Cr)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/10.1-2007无火焰 原子吸收分光光度法	2.0(10 ⁻⁶)
8	锌 (Zn)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/9-2007火焰原子 吸收分光光度法	6.0(10 ⁻⁶)
9	总汞 (Hg)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/5.2-2007冷原子吸 收光度法	0.005(10 ⁻⁶)
10	砷 (As)	采集表层样品密封避光保存	GB17378.5/11.1-2007原子荧 光法	0.06(10 ⁻⁶)

(3) 评价标准及评价方法

1) 评价标准

评价标准应采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的相应指标，见

表 2.2.9-8。

表 2.2.9-8 海洋沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	石油类 $\leq$	500.0	1000.0	1500.0
10	硫化物 $\leq$	300.0	500.0	600.0

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），项目所在海域的海洋功能区划主要有考洲洋农渔业区和红海湾农渔业区，要求执行海洋沉积物质量一类标准。

2) 评价方法

采用单因子标准指数法对该海域海洋沉积物质量现状进行评价。水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准，指数值越大，超标越严重。

单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数：

$$P_i = C_i / C_{s,i}$$

式中：

P_i ——第 i 个水质因子的标准指数，无量纲；

C_i ——第 i 个水质因子的监测浓度值，mg/L；

$C_{s,i}$ ——第 i 个水质因子的标准浓度值，mg/L。

(4) 调查结果与评价

各站位沉积物现状监测结果详见表 2.2.9-9，调查结果标准指数见表 2.2.9-10。

表 2.2.9-9 沉积物现状监测结果

(略)

表 2.2.9-10 沉积物调查结果标准指数

(略)

本次调查所有站位均位于农渔业区，包括考洲洋农渔业区、珠海-潮州近海农渔业区和红海湾农渔业区，要求执行海洋沉积物一类标准。由调查及评价结果可知，该农渔业区所有海洋沉积物监测因子均不超标，符合海洋沉积物第一类标准。

综上，表明项目及其周围海域海洋沉积物质量状况较好。

2.2.9.3. 海洋生物质量现状调查与评价

(1) 调查项目

在潮间带生物、底栖生物和渔业资源调查的渔获物中选取当地常见的、有代表性的贝类、鱼类和甲壳类等生物中选取，分析其体内石油烃、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）和铬（Cr）共8项指标。

(2) 分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）进行，超出范围，参照其他行业标准而行，各项目的分析方法如表2.2.9-11。

表 2.2.9-11 样品采集、分析方法一览表

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	测试方法	检出限
1	石油烃	取样后用聚乙烯袋分类装好冷冻保存	GB17378.6/13-2007 荧光分光光度法	0.2 (10 ⁻⁶)
2	铜（Cu）		GB17378.6/6.3-2007 火焰原子吸收分光光度法	2.0 (10 ⁻⁶)
3	铅（Pb）		GB17378.6/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04 (10 ⁻⁶)
4	镉（Cd）		GB17378.6/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.005(10 ⁻⁶)
5	锌（Zn）		GB17378.6/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	0.4(10 ⁻⁶)
6	总汞（Hg）		GB17378.6/5.2-2007 冷原子吸收光度法	0.01(10 ⁻⁶)
7	砷（As）		GB17378.6/11.1-2007 原子荧光法	0.2 (10 ⁻⁶)
8	铬（Cr）		GB17378.6/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04(10 ⁻⁶)

(3) 评价标准及评价方法

1) 评价标准

海洋生物中贝类质量标准参照《海洋生物质量》（GB18421-2001），见表2.2.9-12。其他鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物质量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。海岸带生物调查标准中无石油烃限量规定，参考采用《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，见表2.2.9-13。

表 2.2.9-12 海洋贝类生物质量标准值（鲜重，mg/kg）

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞≤	0.05	0.10	0.30
2	镉≤	0.2	2.0	5.0
3	铅≤	0.1	2.0	6.0

4	锌≤	20	50	100（牡蛎 500）
5	铜≤	10	25	50（牡蛎 100）
6	铬≤	0.5	2.0	6.0
7	砷≤	1.0	5.0	8.0
8	石油烃≤	15	50	80

表 2.2.9-13 海洋生物质量标准值（鲜重，mg/kg）

生物类别	铜	铅	锌	镉	汞	石油烃
甲壳类	100	2.0	150	2.0	0.2	/
鱼类	20	2.0	40	0.6	0.3	20
软体类	100	10	250	5.5	0.3	20

2) 评价方法

海洋生物质量现状评价采用标准指数法。

（4）调查结果与评价

各站位海洋生物质量现状监测结果详见表 2.2.9-14，调查结果标准指数见表 2.2.9-15。

表 2.2.9-14 海洋生物体质量调查结果（2023 年 3 月）（鲜重）

（略）

注：<或>代表超出检出限，— 为未采样

表 2.2.9-15 2023 年 3 月海洋生物质量指数

（略）

由调查及评价结果可知，春季农渔业区采集到的贝类均符合海洋生物质量第一类标准，采集到的鱼类、甲壳类、软体类也无超标现象。

综上，表明项目所在海域海洋生物体质量良好。

2.2.9.4. 国控省控断面及站位水环境现状

（1）地表水国控断面水环境现状

本项目论证范围内涉及1个国控断面：赤石河小漠桥。根据广东省生态环境厅发布的《广东省2023~2024年入海河流监测信息》，赤石河小漠桥水质监测结果见表2.2.9-16。监测结果显示，除了2023年6月和2024年4月水质为地表水Ⅲ类标准，其余月份为地表水Ⅱ类标准，表明近两年赤石河小漠桥国控断面监测指标总体较为平稳。

表 2.2.9-16 广东省 2023~2024 年入海河流监测信息

(略)

备注：1.数据来源为国家采测分离审定数据。

2.电导率单位为 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，盐度单位为‰，pH 无量纲，其它为 mg/L 。

3. “-1”表示未开展监测。

(2) 近岸海域国控站位水环境现状

本项目评价范围内有 2 个近岸海域国控站位，站位基本信息如表 2.2.9-17。

表 2.2.9-17 项目评价范围内的近岸海域国控站位基本信息一览表

序号	监测站位	所在城市	经度	纬度
1	GDN12005	惠州市	114.9484°	22.6230°
2	GDN14005	汕尾市	115.0637°	22.7620°

1) 评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，GDN12005 站位位于珠海-潮州近海农渔业区，水质执行海水水质第一类标准，GDN14005 位于红海湾农渔业区，水质执行海水水质第二类标准。

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）、《广东省人民政府办公厅关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕398 号）、《广东省人民政府关于〈广东太平岭核电厂近岸海域环境功能区划调整方案〉的批复》（粤府函〔2022〕276 号）、《关于对调整惠州市惠东县部分近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函〔2006〕969 号），国控站位 GDN12005、GDN14005 水质执行海水水质第三类标准。

GDN12005 位于惠州市海洋功能区划海域范围内，根据《惠州市海洋功能区划（2013-2020 年）》，GDN12005 位于惠州近海捕捞区，水质执行海水水质第一类标准。

综上所述，国控站位所在近岸海域和海洋功能区划重叠区域其水质质量标准建议执行二者较严标。执行标准详见表 2.2.9-18。

表 2.2.9-18 近岸海域国控站位执行的水质标准要求一览表

监测站位	海水水质标准
GDN12005	执行海水水质第一类标准
GDN14005	执行海水水质第二类标准

2) 调查结果与评价

根据广东省生态环境厅发布的《广东省 2023~2024 年近岸海域海水水质监测信息》，各监测站位水质监测结果见表 2.2.9-19。

①执行海水水质第一类标准

调查海域执行海水水质第一类标准要求的站位有 GDN12005，由监测结果及标准指数表可知，2023 年~2024 年 GDN12005 站位水质均符合一类水质标准。

②执行海水水质第二类标准

调查海域执行海水水质第二类标准要求的站位有 GDN14005，由监测结果及标准指数表可知：2023 年~2024 年 GDN14005 的所有监测因子均符合海水水质一类标准要求。

综上，2023 年~2024 年项目附近近岸海域国控站位监测指标均符合一类海水水质标准。

表 2.2.9-19 2023 年~2024 年项目评价范围内近岸海域国控站位监测数据(单位:pH 无量纲,其余为 mg/L)

(略)

2.2.10. 海洋生态概况

中国科学院南海海洋研究所于 2023 年春季对本项目涉及海域进行了海洋环境现状调查,在项目附近海域共布设 12 个海洋生态调查站位,渔业资源断面 12 条,潮间带生物 3 个断面,并从渔业资源中选取代表性物种(鱼类、甲壳类、软体类、贝类)进行生物质量分析。

2.2.10.1. 调查项目

根据《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)的要求,并考虑本项目用海特点,选择的调查项目如下:

S1、S4、S5、S7、S9、S11、S13、S14、S15、S16、S18、S20 号站:海洋生态调查内容包括叶绿素 *a* 和初级生产力、浮游生物、底栖生物、鱼卵仔鱼;

S1、S2、S4、S5、S7、S9、S11、S13、S14、S16、S18、S20 号站:渔业资源;

C1~C3 号站:潮间带。

2.2.10.2. 调查方法

(1) 叶绿素 *a* 和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集表层 0.5m 的水样,现场过滤,滤膜用保温壶冷藏,带回实验室分析,采用分光光度法测定叶绿素 *a* 的含量(引用标准:《海洋调查规范》(GB/T12763-2007))。

初级生产力采用叶绿素 *a* 法,按照 CaXee 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算。

(2) 浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB/T12763.6-2007)中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网,网口面积 0.1 m²,采用垂直拖网法。

样品现场用 5% 甲醛溶液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（cells/m³）。

（3）浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）中规定的方法进行。

以浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08m²，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5% 甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每 m³ 水体的浮游动物数量。

（4）底栖生物

底栖生物调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763.1-2007）中有关底栖生物的规定执行。

采泥底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为 0.05m²，每个站采样 4 次。样品用 5% 甲醛溶液固定后带回室内分析鉴定，生物量和栖息密度分别以 g/m² 和栖息密度 ind/m² 为单位。

（5）潮间带生物

分别在项目区周边设 3 处潮间带代表断面，以 C1~C3 表示，其中 C1、C2 和 C3 的调查断面均为沙相。调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763.1-2007）进行。生物量和栖息密度分别以 g/m² 和 ind/m² 为计算单位。

（6）鱼卵仔鱼

采用拖网法，每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具采用浅海浮游生物 I 型网。水平拖网于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速保持在 1-2 节左右，共获得 12 个鱼卵仔鱼样品，此样品为定性样品。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖曳浮游生物网，获得 12 个鱼卵仔鱼样品，此样品为定量样品。海上采得的浮游生物样品按体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。定性样品以 ind/net 为计量单位进行统计，定量样品以 ind/m³ 为计量单位进行统计分析。

（7）海洋渔业资源（游泳动物）

渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，采样均于白天进行，每次放网 1 张。

本次渔业资源调查租用“粤汕城渔 20175”、“粤陆渔 55082”渔船进行。其中，“粤汕城渔 20175”渔船主机功率 79 kW，船长 16.3 m、船宽 6.05 m、型深 2.9 m，使用的网具为底拖网，网宽 3.2 m，网长 4.8 m，平均拖速为 3.0 kn；“粤陆渔 55082”渔船主机功率 127 kW，船长 22.6 m、船宽 5.0 m、型深 2.75 m，使用的网具为底拖网，网宽 2.5 m，网长 5.5 m，平均拖速为 3.0 kn。

对渔获物的渔获重量和尾数进行统计，记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况，将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类等 3 个类群，并分别从渔获率、资源密度、优势种、幼体比例、主要物种的生物学特征等方面统计分析。

2.2.10.3. 计算方法

(1) 初级生产力

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

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

C_a ——表层叶绿素 a 含量 (mg / m^3)；

Q ——同化系数 ($\text{mg} \cdot \text{C} / (\text{mg} \text{Chl-}a \cdot \text{h})$)，根据南海海洋研究所以往调查结果，这里取 3.7；

L ——真光层的深度 (m)；

t ——白昼时间 (h)，11h。

(2) 优势度

优势度 (Y) 应用以下公式计算：

$$Y = \frac{n_i}{N} f_i$$

式中： n_i 为第 i 种的个体数； f_i 是该种在各站中出现的频率； N 为所有站每个种出现的总个体数。

(3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为:

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

式中: H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

(4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为:

$$J = H' / \log_2 S$$

式中: J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

(5) 鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量, 按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度:

$$V = N / (S \times L)$$

式中: V ——鱼卵仔鱼的分布密度, 单位为个/ m^3 、尾/ m^3

N ——每网鱼卵仔鱼数量, 单位为(个, 尾)

S ——网口面积, 单位为 m^2

L ——拖网距离, 单位为 m

(6) 渔业资源 (游泳动物)

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法 (密度指数法), 来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度, 求算公式为:

$$S = (y) / a(1-E)$$

式中: S ——重量密度 (kg/km^2) 或个体密度 (ind/km^2)

a ——底拖网每小时的扫海面积 (扫海宽度取浮纲长度的 $2/3$)

y ——平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind/h)

E ——逃逸率 (取 0.5)

确定优势种的方法: 根据渔获物中个体大小悬殊的特点, 选用 Pinkas 等提

出的相对重要性指数 IRI ，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。 IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。

式中： N ——某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W ——某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F ——某一种类的出现的站位数占调查总站位数的百分比

2.2.10.4. 调查结果与评价

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.05 \sim 1.13 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 0.54 mg/m^3 ，其中 S15 和 S18 号站叶绿素 a 含量最高，均为 1.13 mg/m^3 ，S14 和 S16 号站叶绿素 a 含量最低，均为 0.05 mg/m^3 。

底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.39 \sim 0.74 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 0.51 mg/m^3 ，其中 S4 和 S16 号站叶绿素 a 含量最高，均为 0.74 mg/m^3 ，S20 号站叶绿素 a 含量最低，为 0.39 mg/m^3 （表 2.2.10-1）。

2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $3.30 \sim 110.48 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，平均值为 $48.66 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，其中 S15 号站初级生产力水平最高，S16 号站最低，为 $3.30 \text{ mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ （表 2.2.10-1）。

表 2.2.10-1 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

（略）

(2) 浮游植物

1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 37 属 82 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 27 属 54 种，占总种数的 65.85%（表 3.4.4-30）；甲藻门出现 7 属 25 种，占总种数的 30.49%，绿藻出现 2 属 2 种，占总种数的 2.44%，蓝藻出现 1 属 1 种，占总种数的 1.22%。甲藻门的角藻出现种类数最多（17 种），其次硅藻门的角毛藻，为 11 种，其它属出现的种类见表 2.2.10-2（附表 1）。

表 2.2.10-2 浮游植物种类组成

（略）

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 7 种，

分别为甲藻门的夜光藻 (*Noctiluca scintillans*)、三角角藻 (*Ceratium tripos*)、叉角藻 (*Ceratium furca*)、三叉角藻 (*Ceratium trichoceros*)、蓝藻门的红海束毛藻 (*Trichodesmium erythraeum*)和硅藻门的并基角毛藻 (*Chaetoceros decipiens*)、琼氏圆筛藻 (*Coscinodiscus jonesianus*)。夜光藻的优势度为 0.378, 丰度占调查海区总丰度的 43.04%, 该优势种在整个调查区域分布广泛, 在 12 个调查站位中均有出现, 出现率为 100.00%; 红海束毛藻的优势度为 0.214, 丰度占调查海区总丰度的 13.30%, 该优势种在 12 个调查站位中 10 个站有出现, 出现率为 83.33%, 其他优势种见表 2.2.10-3。

表 2.2.10-3 浮游植物优势种及优势度

(略)

2) 丰度组成

本次调查结果表明, 调查海区浮游植物丰度变化范围为 $5.32 \times 10^4 \sim 121.83 \times 10^4$ cells/m³, 平均为 32.90×10^4 cells/m³ (表 2.2.10-4)。最高丰度出现在 S18 号站, S1 号站次之, 其丰度为 61.60×10^4 cells/m³, 最低丰度则出现在 S4 号站。

浮游植物丰度组成以甲藻占首位, 其丰度占各站总丰度的 9.61%~99.36%, 平均为 56.84%, 甲藻在 12 个测站中均有出现; 蓝藻次之, 其丰度占各站总丰度的 0.00%~71.72%, 平均为 23.43%, 蓝藻在 12 个测站中均有出现; 硅藻的丰度占各站总丰度的 0.64%~72.21%, 平均为 18.22%; 绿藻在各站丰度中的所占比例为 0.00%~18.18%, 平均为 1.52% (表 2.2.10-4)。

表 2.2.10-4 浮游植物丰度 ($\times 10^4$ cells/m³) 及其百分比值 (%)

(略)

3) 多样性水平

本次调查, 各站位浮游植物种数变化范围 10~42 种 (表 2.2.10-5)。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.297~3.366, 平均为 2.483, 多样性指数以 S1 号站位最高, S18 号站最低, 多样性属于中等水平; Pielou 均匀度指数范围为 0.332~0.655, 平均为 0.524, 其中 S5 号站均匀度指数最高, S13 号站最低 (表 2.2.10-5)。

表 2.2.10-5 浮游植物的多样性及均匀度指数

(略)

(3) 浮游动物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 10 个生物类群 57 种（见附表 2），其中桡足类 31 种，浮游幼体类 8 种，毛颚类 4 种，被囊类、水螅水母类和翼足类各 3 种，枝角类 2 种，介形类、糠虾类和十足类各 1 种。

2) 生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $54.59\text{mg/m}^3 \sim 475.00\text{mg/m}^3$ ，平均生物量为 179.59mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 S1 号采样站，最低出现在 S7 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $838.61\text{ind/m}^3 \sim 4586.54\text{ind/m}^3$ ，平均密度 2387.58ind/m^3 。浮游生物最高密度出现在 S9 号采样站，最低密度则出现在 S7 号采样站（表 2.2.10-6）。

表 2.2.10-6 浮游动物生物量及密度

(略)

3) 主要类群分布

① 桡足类

桡足类在 12 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 $650.00 \sim 4430.77\text{ind/m}^3$ ，平均密度为 1869.67ind/m^3 ，占浮游动物总密度的 78.31%。其中最高密度出现在 S9 号采样站，其次为 S16 号采样站，密度为 3644.86ind/m^3 ，S1 号站位密度最低。

② 浮游幼体类

浮游幼体类在全部 12 个调查站位均有出现，平均密度为 271.92ind/m^3 ，占浮游动物总密度的 11.39%，其密度变化范围为 $12.66 \sim 2312.50\text{ind/m}^3$ 。其中最高密度分布于 S1 号采样站，其次是 S20 号采样站，密度为 247.42ind/m^3 ，S7 号站位密度最低。

③ 其他种类

浮游动物的其他类群有毛颚类、被囊类、水螅水母类、翼足类、枝角类、介形类、糠虾类、十足类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围为 11~32 种；种类多样性指数范围为 1.617~3.212 之间，平均为 2.420，多样性指数最高出现在 S14 号采样站，其次为 S4 号采样站，最低则出现在 S7 号采样站，多样性属于中等水平；种类

均匀度变化范围在 0.404~0.786 之间, 平均为 0.561, 最高出现在 S14 号采样站, 最低出现在 S7 号采样站 (见表 2.2.10-7)。

表 2.2.10-7 浮游动物的多样性指数及均匀度

(略)

5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 4 种, 为桡足类的小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、锥形宽水蚤 (*Temora turbinata*)、菱大眼水蚤 (*Corycaeus limbatus*) 和被囊类的住囊虫属 (*Oikopleura* sp.), 势度指数分别为 0.549、0.085、0.067 和 0.068。小拟哲水蚤的平均密度为 1174.38 ind/m³, 占浮游动物总密度的 49.19%, 在 12 个调查站位中均有出现, 其中在 S11 号站位密度最高, 为 2575.76 ind/m³, 其次为 S9 号站, 为 2153.85 ind/m³, 为该调查海区的第一优势种; 锥形宽水蚤的平均密度为 236.21 ind/m³, 占浮游动物总密度的 9.89%, 在 12 个调查站位中 11 个站有出现, 其中在 S9 号站位密度最高, 为 1384.62 ind/m³, 其他优势种见表 2.2.10-8。

表 2.2.10-8 浮游动物的优势种及优势度

(略)

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 100 种, 其中环节动物 51 种、节肢动物 28 种、软体动物 11 种和其他种类动物 (棘皮动物 3 种, 纽形动物和星虫动物各 2 种, 刺胞动物、扁形动物和帚形动物各 1 种) 共 10 种 (附表 3)。环节动物、节肢动物和软体动物分别占总种数的 51.00%、28.00% 和 11.00%, 环节动物和节肢动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

2) 栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明, 调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 905.00 ind/m², 以环节动物的平均栖息密度最高, 为 365.83 ind/m², 占总平均密度的 40.42%; 节肢动物的平均栖息密度为 365.00 ind/m², 占总平均密度的 40.33%; 软体动物的平均栖息密度为 127.50 ind/m², 占总平均密度的 14.09%; 其他动物的平均栖息密度之和为 46.67 ind/m², 占总平均密度的 5.16% (表 3.4.4-37)。

底栖生物的平均生物量为 24.74 g/m², 以环节动物的平均生物量居首位, 该种类的平均生物量为 15.95 g/m², 占总平均生物量的 64.47%; 其次为软体节动物,

其平均生物量为5.50 g/m²，占总平均生物量的22.22%；其他动物的平均生物量之和为2.17 g/m²，占总平均生物量的8.76%；节肢动物平均生物量较少，为1.13 g/m²（表2.2.10-9）。

表 2.2.10-9 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

（略）

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从290.00~2080.00 ind/m²，其中S5号站位栖息密度最高，为2080.00 ind/m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量多的环节动物奇异稚齿虫（*Paraprionospio* sp.）、刚鳃虫（*Chaetozone sefosa*）和节肢动物的夏威夷亮钩虾（*Photis hawaiiensis*）、地中海巨亮钩虾（*Cheiriphotis mediterranea*），它们在站位的栖息密度为590.00 ind/m²、110.00 ind/m²、190.00 ind/m²和130.00 ind/m²；其次为S4号站位，为1860.00 ind/m²，该站位密度较高的原因是记录到数量多的软体动物秀丽勒特蛤（*Reata pulchella*），它们在站位的栖息密度为1070.00 ind/m²，最低的站位为S20号站，该站出现相对较少的底栖生物。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从1.84~76.86 g/m²，仅S13号站生物量大于50.00 g/m²，为76.86 g/m²。构成S13号站位高生物量的原因在于出现个体大的环节动物短吻铲荚蛭（*Listriolobus brevirostris*），生物量为65.73 g/m²。

环节动物在调查海区的平均密度为365.83 ind/m²，在12个站位中均有出现，出现频率为100.00%。密度分布范围为130.00~1200.00 ind/m²；平均生物量为15.95 g/m²，生物量分布范围为0.90~70.24 g/m²。

软体动物在调查海区12个站位中9个站出现，出现频率为75.00%，平均密度为127.50 ind/m²，密度分布范围为0.00~1100.00 ind/m²；平均生物量为5.50 g/m²，生物量分布范围为0.00~25.04 g/m²。

节肢动物在调查海区12个站位中均有出现，出现频率为100.00%，平均密度为365.00 ind/m²，密度分布范围为50.00~1340.00 ind/m²；平均生物量为1.13 g/m²，生物量分布范围为0.07~3.92 g/m²。

3) 优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 6 个优势种，为节肢动物的地中海巨亮钩虾、夏威夷亮钩虾、三

崎双眼钩虾 (*Ampelisca misakensis*)、软体动物秀丽勒特蛤和环节动物奇异稚齿虫、丝异须虫属 (*Heteromastus* spp.)，优势度分别为 0.138、0.027、0.020、0.060、0.046 和 0.038。地中海巨亮钩虾在 12 个站位中的 8 个站出现，其平均栖息密度为 187.50 ind/m²，占调查海区底栖生物总平均密度的 20.72%，为该调查海区的第一优势种；秀丽勒特蛤在 12 个站位中的 6 个站出现，其平均栖息密度为 109.17 ind/m²，占调查海区底栖生物总平均密度的 12.06%，其他优势种见表 2.2.10-10。

表 2.2.10-10 底栖动物优势种及优势度

(略)

4) 物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 13~45 种/站。多样性指数(H')变化范围在 0.859~4.411 之间，平均值为 3.460(表 2.2.10-11)。多样性指数最高出现在 S16 号站，最低则为 S9 号站，调查海域底栖生物多样性指数属于较高水平。均匀度范围在 0.232~0.954 之间，平均值为 0.772，均匀度指数最高出现在 S20 号站，最低则为 S9 号站，各站位之间物种分布较为均匀。

表 2.2.10-11 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

(略)

(5) 潮间带生物

1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物 8 种，其中节肢动物 4 种，软体动物 2 种，环节动物和纽形动物各 1 种(附表 4)。节肢动物占总种数的 50.00%，软体动物占总种数的 25.00%，环节动物和纽形动物均占总种数的 12.50%。节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

2) 不同底质的种类组成及生态分布

C1、C2 和 C3 调查断面均为沙相。

高潮区：生物群落组成以节肢动物圆球股窗蟹 (*Scopimera globosa*) 为主，它们在高潮区的平均栖息密度为 25.33 ind/m²，它们在高潮区的平均栖息密度占高潮区总平均栖息密度的 95.00%。

中潮区：生物群落组成以节肢动物圆球股窗蟹和软体动物紫藤斧蛤 (*Donax semigranosus*) 主，它们在中潮区的平均栖息密度分别为 13.33 ind/m² 和 7.11 ind/m²，它们在中潮区的平均栖息密度之和占中潮区总平均栖息密度的 79.31%。

低潮区：生物群落组成以软体动物紫藤斧蛤为主，它们在低潮区的平均栖息

密度为 16.00ind/m²，它们在低潮区的平均栖息密度占低潮区总平均栖息密度的 50.00%。

3) 生物量及栖息密度

① 平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 30.26g/m²，平均栖息密度为 28.15ind/m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物占首位，平均生物量为 16.79g/m²，占总平均生物量的 55.50%；其次为节肢动物，其平均生物量为 13.46g/m²，占总平均生物量的 44.49%；环节动物和纽形动物的平均生物量均为 0.001g/m²，均占总平均生物量的 0.003%。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为 28.15ind/m²。其中节肢动物占首位，为 16.89ind/m²；软体动物的平均栖息密度为 9.78ind/m²，环节动物的平均栖息密度为 0.89ind/m²，纽形动物的平均栖息密度为 0.59ind/m²（表 2.2.10-12）。

表 2.2.10-12 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

（略）

② 平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C1 断面 > C3 断面 > C2 断面；平均生物量则表现为 C1 断面 > C3 断面 > C2 断面（表 2.2.10-13）。

表 2.2.10-13 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

（略）

③ 平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低（表 2.2.10-14），其低潮区的平均生物量主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布，则表现为低潮区 > 高潮区 > 中潮区（表 2.2.10-14），低潮区的平均栖息密度主要由软体动物组成。

表 2.2.10-14 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

（略）

4) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示，3 条调查断面出现的种类数在 3~5 种/断面，多样性指数和均匀度指数平均值分别为 1.661 和 0.847，多样性指数属于较低水平，各断面物种间分布较为均匀（表 2.2.10-15）。

表 2.2.10-15 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

(略)

(6) 鱼类浮游生物

1) 种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中, 经鉴定, 至少共出现了鱼卵仔鱼 9 种, 其中鲈形目鉴定出 5 种, 鲱形目鉴定出 2 种, 鲾形目和未定种各鉴定出 1 种 (表 2.2.10-16)。

表 2.2.10-16 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

(略)

2) 数量分布

① 水平拖网定性调查

本次水平拖网定性调查共采到鱼卵 733 粒, 仔鱼 249 尾。调查海区 12 个测站中全部采集到鱼卵, 鱼卵出现率为 100.00%, 各站平均捕获鱼卵数量为 61.08 ind/net。捕获鱼卵数最大是 S14 号站, 为 213 ind/net, 各站捕获鱼卵数变化范围在 14~213 ind/net (表 2.2.10-17)。

仔鱼在 12 个监测站 8 个站有出现, 出现率为 66.67%, 仔鱼的各站平均捕获数量平均为 20.75 ind/net, 捕获仔鱼数最大是 S15 号站, 为 96 ind/net, 各站捕获仔鱼数变化范围在 0~96 ind/net (表 2.2.10-17)。

表 2.2.10-17 鱼类浮游生物水平拖网捕获数量及其分布

(略)

② 垂直拖网定量调查

本次垂直拖网定量调查共采到鱼卵 46 粒, 仔鱼 29 尾。调查期间 12 个测站中 11 个站采集到鱼卵, 鱼卵出现率为 91.67%, 调查海区的鱼卵平均密度为 3.94 ind/m³, 捕获鱼卵数量密度最高的是 S15 号站, 为 17.50 ind/m³, 鱼卵密度变化范围在 0.00~17.50 ind/m³ (表 2.2.10-18)。

仔鱼在 12 个监测站中 7 个站有出现, 出现率为 58.33%, 仔鱼的平均密度为 3.59 ind/m³ (表 2.2.10-18)。

表 2.2.10-18 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

(略)

3) 主要种类及数量分布

① 水平拖网定性调查主要种类及数量占比

鲻属是本次水平拖网定性调查中的主要鱼卵种类, 鲻属鱼卵数量共 308 粒, 占本次定性调查鱼卵总数的 42.02%; 斑鰾是本次水平拖网定性调查中的主要种类, 在本次调查水平拖网中这种鱼卵和仔鱼均出现一定数量, 其鱼卵数量共 123

粒，占本次定性调查鱼卵总数的 16.78%，仔鱼数量共 186 尾，占本次定性调查仔鱼总数的 74.70%；小公鱼也是本次水平拖网定性调查中的主要仔鱼种类，其仔鱼数量共 36 尾，占本次调查仔鱼总数的 14.46%。

② 垂直拖网定量调查主要种类及数量分布

鳎属和多鳞鳎是本次垂直拖网定量调查中的主要鱼卵种类。鳎属鱼卵在 12 个调查站中 9 个站有出现，出现频率为 75.00%，鱼卵密度在 0.00~10.00 ind/m³ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 S15 号站，密度为 10.00 ind/m³，鱼卵的平均密度为 2.30 ind/m³，占本次调查鱼卵总数的 58.18%；多鳞鳎鱼卵在 12 个调查站中 5 个站有出现，出现频率为 41.67%，多鳞鳎鱼卵密度在 0.00~5.00 ind/m³ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 S15 号站，鱼卵的平均密度为 0.74 ind/m³，占本次调查鱼卵总数的 18.66%。本次垂直拖网定量调查仅出现斑鰭和小公鱼两种仔鱼，斑鰭仔鱼在 12 个调查站中 6 个站有出现，出现频率为 50.00%，仔鱼的平均密度为 3.10 ind/m³，占本次调查仔鱼总数的 86.30%；小公鱼仔鱼的平均密度为 0.49 ind/m³，占本次调查仔鱼总数的 13.70%。

(7) 游泳动物

1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳动物 54 种，其中：鱼类 25 种，甲壳类 27 种，头足类 2 种（表 2.2.10-19，附表 5）。

本次调查，各断面出现种类情况见表 2.2.10-19。从表 2.2.10-19 可看出，各断面种类数量，S2 号站断面种类数最多，为 28 种，其次是 S7 号站断面，为 26 种，S13 号站断面的种数最少，为 16 种。

表 2.2.10-19 各断面出现种类统计结果

（略）

2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.33 kg/h 和 555.42 ind/h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 3.29 kg/h 和 427.55 ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 73.62%和 73.63%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.00 kg/h 和 121.97 ind/h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 25.43%和 24.79%；头足类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.04 kg/h 和 5.90 ind/h，占平均总重量渔

获率和平均总个体渔获率分别为 0.95%和 1.58%（表 2.2.10-20）。

表 2.2.10-20 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

（略）

3) 资源密度

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 2.2.10-21。平均重量密度为 623.71 kg/km²，S9 号站断面最高，S1 号站断面最低，范围为 314.66~800.43 kg/km²；平均个体密度为 79.97×10³ ind/km²，个体密度最高的断面为 S11 号站断面，其值为 125.27×10³ ind/km²，最低为 S1 号站断面，其个体密度为 20.45×10³ ind/km²。

表 2.2.10-21 调查断面的渔业资源密度

（略）

4) 鱼类资源状况

① 种类组成

本次调查共捕获鱼类 25 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

② 资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 2.2.10-22。从表 2.2.10-22 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 143.72 kg/km²和 17.56×10³ ind/km²。在 12 个断面的鱼类重量密度分布中，S2 号站断面最高为 299.70 kg/km²，S7 号站断面最低为 91.62 kg/km²；鱼类个体密度分布中，S20 号站断面最高为 31.10×10³ ind/km²，S1 号站断面最低为 8.06×10³ ind/km²。

表 2.2.10-22 鱼类资源密度

（略）

③ 优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 2.2.10-23。从表 2.2.10-23 可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的优势种 4 种，分别为：白姑鱼（*Pennahia argentata*）、龙头鱼（*Harpadon nehereus*）、皮氏叫姑鱼（*Johnius belangerii*）和短吻红舌鲷（*Cynoglossus joyneri*），这 4 种鱼的重量渔获率之和为 7.34 kg/h，占鱼类总重量渔获率（11.98 kg/h）的 61.31%；这 4 种鱼的个体渔获率之和为 886.83 ind/h，占鱼类总个体渔获率（1463.66 ind/h）的 60.59%。

表 2.2.10-23 鱼类的 IRI 指数

（略）

5) 甲壳类资源状况

① 种类组成

本次调查共捕获甲壳类 27 种，其中：蟹类 13 种，虾类 9 种，虾蛄类 5 种。甲壳类渔获种类名录见附录。

② 资源密度估算

本次调查，甲壳类的资源密度见表 2.2.10-24。从表 2.2.10-24 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 473.92 kg/km^2 和 $61.56 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，其中，重量密度范围为 $132.62 \sim 680.92 \text{ kg/km}^2$ ，S9 号站断面最高，S1 号站断面最低；个体密度分布范围为 $10.94 \times 10^3 \sim 104.54 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ ，S11 号站断面最高，S1 号站断面最低。

表 2.2.10-24 甲壳类资源密度

(略)

③ 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 2.2.10-25。从表 2.2.10-25 可得出，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的优势种有 6 种，分别为：口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、隆线强蟹 (*Eucrate crenata*)、长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepa*)、鲜明鼓虾 (*Alpheus distinguendus*)、伪装仿关公蟹 (*Dorippoides facchino*) 和哈氏仿对虾 (*Parapenaeopsis hardwickii*)。这 6 种甲壳类的重量渔获率之和为 34.19 kg/h ，占甲壳类总重量渔获率 (39.50 kg/h) 的 86.56%；这 6 种甲壳类的个体渔获率之和为 4221.03 ind/h ，占甲壳类总个体渔获率 (5130.60 ind/h) 的 82.27%。

表 2.2.10-25 甲壳类的 IRI 指数

(略)

6) 头足类资源状况

本次调查海域内捕获的头足类 2 种，为杜氏枪乌贼 (*Loligo duvauceli*) 和曼氏无针乌贼 (*Sepiella maindroni*)。在 12 个调查断面中 8 个断面出现头足类，出现率为 66.67%。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 6.07 kg/km^2 和 $0.85 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。

表 2.2.10-26 头足类资源密度

(略)

7) 幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 40.74% (表 2.2.10-27)。渔获物中，鱼类幼体比例为 73.14%，甲壳类幼体比例为 29.36%，头足类幼体比例为 100.00%，各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 2.2.10-28。

鱼类整体幼体比例高，如白姑鱼、弓斑东方鲀、横带髯鲷、尖尾鳎、李氏鳊、

鹿斑仰口鰨、皮氏叫姑鱼、日本红娘鱼等几种鱼类的幼体比例均高达 100%，这和调查期在以上鱼类的产卵期和幼体生长期有关。

本调查中甲壳动物经济种的幼体较低。除猛虾蛄、锈斑螳等几种甲壳类的幼体比例均高达 100%外，渔获中的大部分由成体和亚成体组成。本次渔获的头足类杜氏枪乌贼和曼氏无针乌贼幼体比例均高达 100%，表 2.2.10-29 列出本次调查主要物种的生物学特征和幼体比例。

表 2.2.10-27 各断面幼体比例

(略)

表 2.2.10-28 分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例

(略)

表 2.2.10-29 主要物种的生物学特征和幼体比例

(略)

注：*为肛长，无标注为体长；“/”代表此项无数据。

3. 资源生态影响分析

3.1. 资源影响分析

3.1.1. 项目占用海洋空间资源影响分析

3.1.1.1. 海洋空间资源影响

项目用海方式为“开放式（一级方式）”中的“专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）”，项目在施工期间，浮标投放和锚链固定占用了该海域部分海底、海面的海域空间资源，浮标投放完成后，周围海域空间资源以及附近海域船舶的航行空间也受到进一步限制。因此，项目的建设占用一部分海域空间资源，对海域空间资源的其他开发活动具有完全排他性。

但本项目施工期较短，且浮标和锚碇设施占用海域、海底面积较小。本项目施工完成后，锚碇设施附近可形成新的底栖生境，总体上底栖生境不会受显著不利影响，变化不大。

3.1.1.2. 岸线资源影响分析

本项目海洋在线监测系统浮标周边均为海域，距离西侧和北侧大陆岸线分别约 1.19km、1.3km（见图 3.1.1-1）。岸基式海洋在线监测系统和智能监控平台布设于陆域范围内，也不占用岸线（如图 3.1.1-2 所示）。因此，本项目不占用岸线资源。

（略）

图 3.1.1-1 项目与岸线位置关系图

（略）

图 3.1.1-2 项目岸基式海洋在线监测系统与岸线位置关系图

3.1.1.3. 滩涂资源影响

本项目涉海浮标工程周围海域水深约 3.6m，浮标布设于表层，锚碇系统投放于底层，占用面积较小。总体上，本项目建设基本不会对滩涂资源产生影响。

（略）

图 3.1.1-2 项目所在海域海图

3.1.1.4. 渔业资源影响

本项目下放锚系过程中，悬浮的泥沙颗粒物对海洋生物生理及生态结构均会造成一定影响，尤其是对于海洋生物鱼卵、仔幼个体。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成体低得多。

由于工程施工历时相对较短，实际布放浮标施工仅约 2 个小时，下放锚系仅局部搅动影响，影响范围和影响程度较为有限，鱼类会自动回避，施工对渔业资源影响很小。

3.1.2. 海洋生物资源损耗分析

本项目在施工期间悬浮物的产生主要是由于浮标的抛锚，而本项目规模较小，源强较小，浮标投放和锚碇完工后，抛锚产生的悬浮物大部分会逐渐沉降于海底，覆盖原有底质，只稍微改变底上和底内动物的生存环境，引起的悬浮物扩散基本不改变原有底质环境。

本项目浮标位于海面，运营期仅锚和浮标沉块占用部分海底。锚占用海底面积约 2m²，浮标沉块占用海底面积 2.25m²，因此，本项目海底影响范围约为 4.25m²。根据附近海域实测底栖生物调查资料，浮标所在区域周围距离最近的 S14 站位底栖生物平均生物量约 6.16 g/m²。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），因工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按下式计算：

$$Wi = Di \times Si$$

式中：

Wi 为第 i 种生物资源受损量；

Di 为评估区域内第 i 种生物资源密度；

Si 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积。

本项目锚链扰动海底造成底栖生物一次性损失量约为：6.16×4.25=26.18g，本项目申请用海期限至 2048 年 5 月 12 日终止，占用年限大于 20 年，生物资源补偿年限按 20 年计，恢复周期按 15 天算，则补偿周期数为 20×365/15=486.67，底栖生物损失补偿量为 26.18×486=12723.48g，单位换算后约为 12.7kg。

3.2. 生态影响分析

3.2.1. 水文动力和冲淤环境影响

本项目浮标采用 3m 直径浮标，浮标采用单点悬链式系泊方式，锚链底部连接 1 吨大抓力锚。浮标主体属开放式用海。浮标下面结构透空，水流通透性较好，工程规模较小，对海域流场影响可忽略不计。浮标的抛锚投放基本不改变海域自然属性和海底地形，因此项目建设对海域水文动力和冲淤环境不会造成明显不利影响。

3.2.2. 水环境影响

1、水质环境影响分析

（1）施工对水质环境的影响分析

本项目施工对水质的影响主要是施工扰动海底产生的悬浮泥沙扩散，项目仅

锚系抛放水中，且施工时间短（实际浮标投放施工仅 2 小时），悬浮泥沙扩散范围有限，施工结束，影响消失，因此对水质环境影响较小。

（2）施工船舶含油废水

施工船舶含油污水须按照交通部《船舶水污染物排放标准》（GB3552-2018）的规定处理，不得任意排海。施工作业期应加强对施工船只的管理，机舱油污水必须集中收集送交有处理资质的部门处理，并强化施工船舶机械设备的维修保养，减少施工船只由跑冒滴漏产生的油污，尽量避免对所在海域生态环境造成影响。

本次施工仅 1 艘船，海上航行和浮标布放施工在一天内完成，施工期较短。因此，本项目施工船舶含油废水对附近海域水质环境影响较小。

（3）固体废弃物影响

本次施工人员较少，约 3~5 人，产生的生活垃圾会统一收集后运至岸上处理，施工期产生的固体废物对周边环境不会产生影响。

本项目浮标在岸上安装好后，船舶运输并吊放至指定海域，不会产生施工固体废物，不会对海域环境产生影响。

（4）运营期水环境影响分析

本项目浮标布放完成后，全部为自动化采集数据，运行期无值班人员值守，运行期无污染物排放，不会对附近海域环境产生不利影响。

3.2.3. 沉积物环境影响分析

（1）施工期影响

本项目实施下放系统碇系统过程中会搅动海底沉积物，使海洋沉积物环境发生局部范围改变，但由于工程量较小，仅 1t 大抓力锚及浮标沉块下放到海中，工程实际施工一天内完成，时间短，影响较小，随着施工结束，受影响的海底将形成新的海洋沉积物环境。

（2）运营期影响

本项目浮标布放完成后，全部为自动化采集数据，运行期无值班人员值守，运行期无污染物排放，不会对附近海域沉积物环境产生不利影响。

3.2.4. 海洋生态环境影响

(1) 施工期影响

本项目施工期监测浮标锚系布放可使海底底质产生搅动,引起工程区及附近海域局部范围内悬浮物浓度的增加,将在一定程度上降低水体透明度,影响浮游植物的光合作用强度,减少了区域的海洋初级生产力。但由于施工过程历时短,不会造成长期的影响。施工结束后这种影响也随之消失。

本项目无开挖、水冲、爆破、排污等施工行为,锚系施工对悬浮物扰动的影响范围和程度均有限,且工程区海域开阔,水流交换较为充分,因此对该海域的生态环境的影响也是局部和暂时的,施工结束后会得到逐渐的恢复。

(2) 运营期影响

项目浮标布放完成后,全部为自动化采集数据,运行期无值班人员值守,工作人员根据浮标运行实际情况和运维方案进行设备维护管理。运行期工作人员较少,运维过程产生的生活废水、生活垃圾及废旧材料等均集中收集上岸后处理,均不得排放入海。在落实上述环保措施的前提下,本工程运营期不会对项目所在海域及附近海域的海洋生态环境产生影响。

3.2.5. 项目用海对典型生态系统的影响

3.2.5.1.对重要经济生物产卵场和保护区的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》(第一批)南海区渔业水域图(第一批),南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

(1) 南海北部幼鱼繁育场

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》,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为南海北部幼鱼繁育场保护区,保护期为 1~12 月即全年保护,本项目位于该保护区,见图 3.2.5-1。

(2) 幼鱼幼虾保护区

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。每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日,禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产,防止或减少对渔业资源的损害。水质、生态

环境，保护期为每年的3月1日~5月31日。幼鱼幼虾保护区长度约120km。本项目位于该保护区，见图3.2.5-2。

（3）黄花鱼幼鱼保护区

本项目在黄花鱼幼鱼保护区范围内，该处保护区范围为海丰县遮浪横至惠东县平海角20米水深以内海域，保护期为每年的11月1日至翌年1月31日。

（4）蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区

本项目在蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区内，保护区范围为珠江口担杆岛至海丰县遮浪横20m水深以内海域，保护期为每年的4月15日至7月15日。

本项目无开挖、水冲、爆破、排污等施工行为，锚系施工对悬浮物扰动的影响范围和程度均有限，且工程区海域开阔，水流交换较为充分，因此对该海域的生态环境的影响也是局部和暂时的，施工结束后会得到逐渐的恢复。项目浮标布放完成后，全部为自动化采集数据，运行期工作人员运维过程产生的生活废水、生活垃圾及废旧材料等均集中收集上岸后处理，不会对项目所在海域及附近海域的海洋生态环境产生影响。

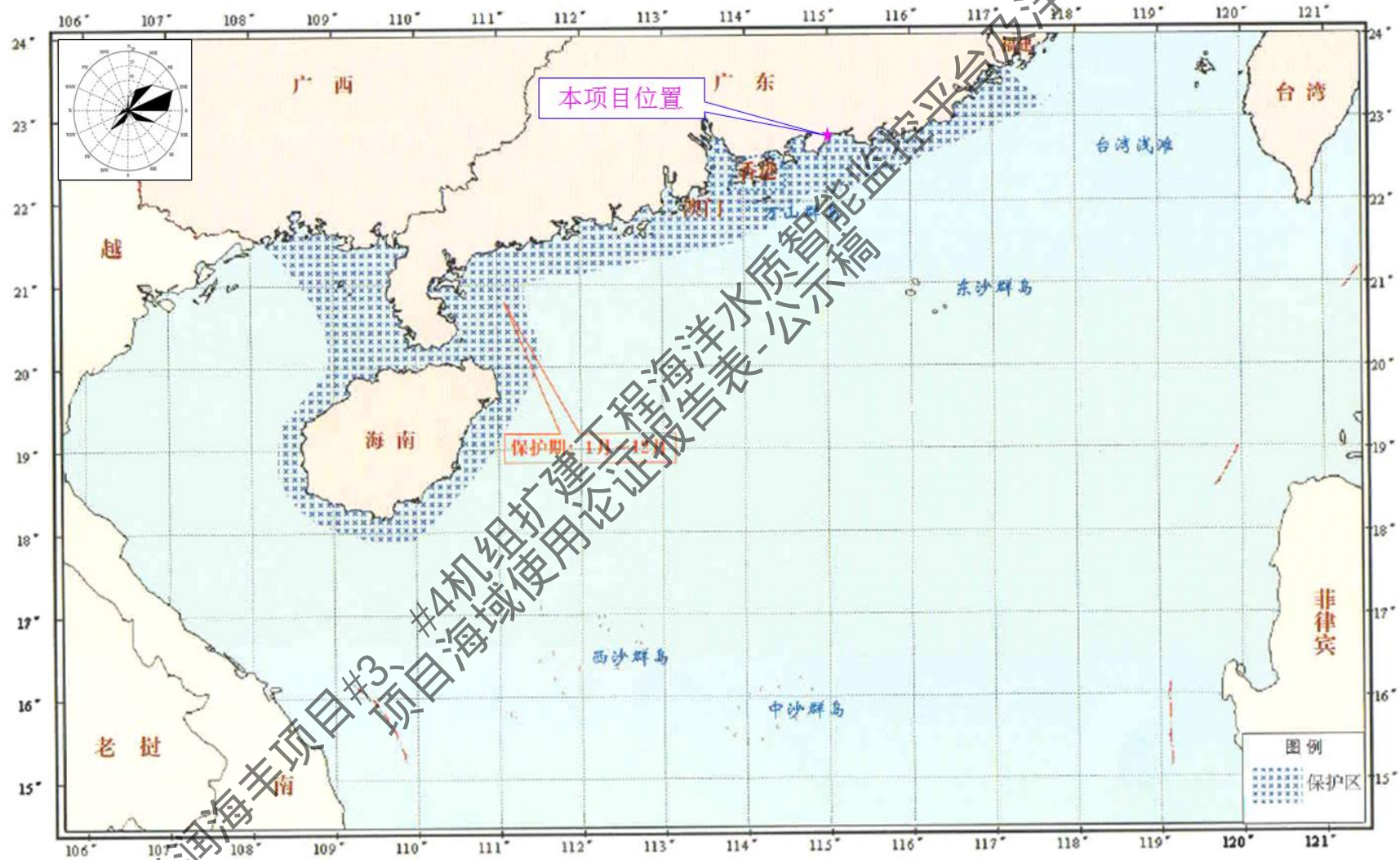


图 3.2.5-1 南海北部幼鱼繁育场保护区图（摘自南海区渔业水域图（第一批）说明）

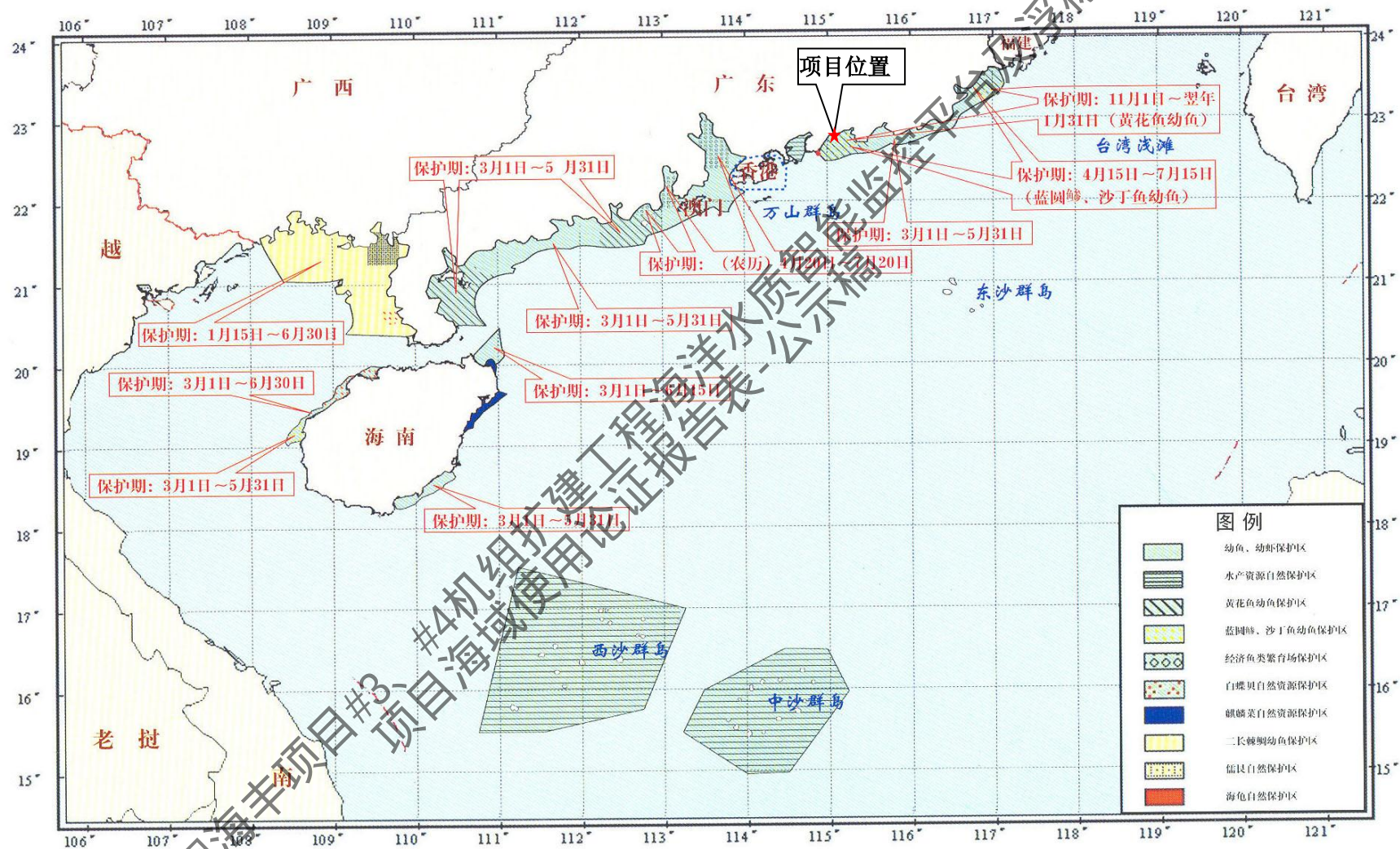


图 3.2.5-2 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

3.2.5.2.对周边生态保护红线区的影响分析

项目周边主要分布有汕尾市海丰县红树林、深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区、鲘门重要滩涂及浅海水域。本项目距离汕尾市海丰县红树林的最近距离约 1.9km，与深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区保持了约 10m 安全缓冲距离，与鲘门重要滩涂及浅海水域距离约 2.4km。项目与周边生态保护红线的位置关系图见下图 3.2.5-3。

本项目用海，不占用红树林和生态保护区。项目建设海洋在线监测系统浮标布放施工产生的影响程度和影响范围均较小，随施工结束即消除。运行期不排放污染物质，项目用海对周围海域生态环境影响较小。项目通过对海洋环境在线监测，准确了解华润海丰电厂温排水对周围生态环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态。

因此，项目对海丰县红树林、深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区、鲘门重要滩涂及浅海水域等均不会产生显著不利影响，与周围生态保护红线的管控要求是相符的。

(略)

图 3.2.5-3 项目与周边生态保护红线的位置关系图

3.2.6. 对通航环境影响

本项目浮标在岸上完成组装，海上的施工主要分为浮标的拖带运输以及在目标地点对浮标和锚系的布放。本项目浮标工程与航道尚有一定距离，距离小漠航道约 1km，距离鲘门航道约 6.3km。项目施工期间应发布航海通告，在施工结束以前，除与施工相关船舶外，禁止任何其他船舶进入施工水域。项目建成后，浮标对通航环境的影响主要表现为碍航作用，浮标的碍航性质为水上可见孤立碍航物，航行船舶仅经过浮标附近海域，可根据 AIS 系统提前获知本项目浮标位置，避开本项目浮标，由此可将浮标对通航环境的影响减到最低程度，从而保证通航安全。

因此，本项目的实施对周围海域通航基本不会造成影响，不会影响通航安全。

3.2.7. 项目用海环境风险分析

本项目存在的环境风险主要为自然灾害风险。项目处于粤东海域，该区域是台风影响多发地区，每年平均受到 0.8 个热带气旋的影响。据《西北太平洋台风资料集》（上海台风研究所）和《台风年鉴》（中央气象局），以及汕头港从 1953~2008 年的台风增水资料统计，本海域台风风暴潮一般发生于每年的 5~11 月份之间，其中尤以 7 月份最多，9 月份次之。按各级增水发生次数统计分析，增水值在 1.0m 以下的最多，而增水值超过 2.0m 的较少。一旦热带气旋来袭，常常会带来大风大雨的天气，大气能见度差，同时海面掀起大浪，特别是与天文大潮重叠时将伴有风暴潮。灾害性波浪和风暴潮来袭带来的强大动能将有可能冲垮项目浮标。

项目浮标按照当地海洋环境实际情况进行了防风浪设计，安全程度较高，一般情况下，灾害性波浪和风暴潮对其影响不大。

另外，本项目施工期及营运期使用的船只如在恶劣天气和海况下未能及时归岸，则易于引起翻船、碰撞、触底等海上交通事故，造成的船舶油舱燃料油泄漏事故将对周围海域的环境敏感保护目标造成损害。

项目施工和运营期运维管理应提前掌握当地天气状况，避开恶劣天气。此外，应当制定水上活动的限制条件和预案，如只有浪级小于多少级，浪高少于多少米时可以开展水上活动，一旦超过等级限制，就暂停活动，等到波浪情况满足条件后再继续展开活动。项目施工和运营期维护管理应选用符合规定和运行良好的施工船舶和机械等。在落实上述风险防范措施的前提下，可将项目用海环境风险降至最低程度。

4. 海域开发利用协调分析

4.1. 海域开发利用现状

4.1.1. 社会经济概况

深圳市深汕特别合作区距深圳市东部约 60 公里，离市中心约 120 公里。区位优势明显，对外交通便捷，是粤港澳大湾区向粤东沿海经济带辐射的重要战

略增长极。深圳市深汕特别合作区位于广东省东南部，粤港澳大湾区最东端，西北与惠州市惠东县接壤，东与汕尾市海丰县相连，总面积 468.3 平方公里，由鹅埠、小漠、赤石、鲘门四镇组成，海岸线长 50.9 公里，常住人口约 13 万人，海域面积 1152 平方公里。

据《2024 年深圳市深汕特别合作区国民经济和社会发展统计公报》，2024 年深汕特别合作区地区生产总值 242.15 亿元，按不变价格计算，比上年增长 74.2%。其中，第一产业增加值 13.16 亿元，下降 17.7%；第二产业增加值 186.57 亿元，增长 140.1%；第三产业增加值 42.42 亿元，下降 6.5%。第一产业增加值占全区地区生产总值比重为 5.4%，第二产业增加值比重为 77.1%，第三产业增加值比重为 17.5%。全年人均地区生产总值 276113 元，比上年增长 51.0%。

全区年末常住人口 9.61 万人。其中常住户籍人口 5.23 万人，占常住人口比重 54.5%；常住非户籍人口 4.38 万人，占比重 45.5%。全年水产品总产量 4.31 万吨，比上年下降 2.7%。其中，海产品 3.69 万吨，下降 1.6%；淡水产品 0.62 万吨，下降 8.7%。全年全部工业增加值 150.91 亿元，比上年增长 207.9%。规模以上工业增加值增长 207.5%。分门类看，制造业增长 433.2%，电力、热力、燃气及水生产和供应业下降 16.0%。

全年港口货物吞吐量 702.09 万吨，比上年增长 5.7%；汽车滚装运输量 5.68 万辆，增长 183.1%。全区年末拥有港口泊位数 5 个，其中万吨级泊位 3 个。

全年货物进出口总额 24.40 亿元，同比增长 163.4%。其中，出口总额 1.20 亿元，增长 26.6%；进口总额 23.20 亿元，增长 178.9%。全年新签外商直接投资合同项目金额 1.38 亿元，同比下降 62.2%；实际使用外商直接投资金额 335 万元，增长 6.4%。

4.1.2. 海域使用现状

本项目位于深汕合作区小漠镇西东侧的红海湾海域，项目周边海域用海类型主要为电力工业用海、养殖用海、港口用海、交通用海、渔业用海以及航道、锚地。具体信息见图 4.1.2-1。

（1）华润海丰电厂“上大压小”新建工程

华润海丰电厂是华润电力控股有限公司独资兴建的特大型火力发电厂，也是

华润电力在广东投资的首个百万千瓦机组电源项目，更是海丰县乃至全市的重点龙头项目之一。华润电厂海丰项目配套码头工程于 2014 年 10 月 30 日主体完工，11 月 14 日通过交工预验收。目前华润海丰电厂已投入试运行，配套建设 1 个 5t 级煤码头和 1 个 3000t 级重件泊位。电厂规划容量为 4×1000MW 机组，现有建成投产的 2×1000MW 超超临界燃煤发电机（1、2#机组）和在建的 2×1000MW 超超临界燃煤发电机（3#、4 机组）。电厂主要用海方式包括取、排水口、透水构筑物、非透水构筑物、专用航道、锚地及其它开放式、港池、蓄水等以及建设填海造地，填海造地面积 36.2028 公顷，其余用海面积合计 164.4204 公顷。用海期限为 2013 年 5 月 12 日至 2048 年 5 月 12 日。

（2）深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程

深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程主要建设有 5 万吨级多用途码头（结构按 10 万吨级预留）和工作船码头（兼靠 3000 吨级集装箱驳船），其前沿布置码头泊位和回旋水域，码头后方为前沿作业地带。工程南面和西面布设集装箱重箱堆场和空箱堆场：水泥堆场、矿建堆场、钢铁堆场、其它杂件堆场、杂件仓库主要布置在中部；北面为辅建区，主要包括综合办公楼、候工楼、机修车间、集中检查场、变电所、给水泵房、地磅房、门卫、围墙等。与本项目浮标最近距离约 3.8km，位于项目西南侧海域。用海面积 62.021 公顷，主要用海方式包括填海造地用海和港池、蓄水。用海期限为 2017 年 7 月 24 日至 2067 年 7 月 23 日。

（3）鲘门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地

鲘门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地位于芒屿岛西侧、红海湾北侧沿岸海域，用海面积 10.389 公顷，建设单位为海丰县东成实业有限公司，用海方式为开放式养殖用海，主要进行贝类养殖。位于本项目浮标北侧约 1.2km。用海期限为 2014 年 12 月 1 日至 2029 年 12 月 1 日。

（4）项目周围航道和锚地

此外，工程周边分布有航道、锚地等，主要有汕尾作业区航道、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、鲘门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。本项目浮标工程与航道尚有一定距离，距离小漠航道约 1km，距离鲘门航道约 6.3km，不会对航道上船舶正常通航产生明显不利影响。项目周围共分布有 15 个锚地，如图所示。

（略）

图 4.1.2-1 项目周围海域开发利用现状图

(略)

图 4.1.2-2a 项目周围锚地现状分布示意图

(略)

图 4.1.2-2b 项目周围航道现状分布示意图

4.1.3. 海域使用权属

项目论证范围内工程周边已确权用海项目主要有华润海丰电厂“上大压小”新建工程、鲘门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地以及深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程等。工程周边用海权属项目见图 4.1.2-1、表 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 工程周边权属现状

(略)

4.2. 项目用海对海域开发活动的影响

本项目涉海工程所在海域附近的海洋开发活动主要有电力工业用海、养殖用海、港口用海、交通用海、渔业用海以及航道、锚地等。

4.2.1. 对养殖活动的影响

本项目距离较近的渔业养殖区为北侧约 1.2km 的鲘门镇红泉村沙埔海贝类养殖基地，其次是东侧 2.3km 处的深汕合作区芒屿岛周边养殖项目。本项目规模较小，施工期和运营期均不会对海洋水文动力条件和生态环境产生明显不利影响。因此，本项目浮标监测系统建设对周围养殖活动无影响。

4.2.2. 对码头工程的影响

项目与周围西南侧的深汕特别合作区小漠国际物流港一期工程约 3.8km，项目规模较小，施工期和运营期仅使用 1 艘船舶进行作业，不会对海洋水文动力条件和生态环境产生明显不利影响。因此，本项目浮标监测系统建设对周围码头工程影响较小。

4.2.3. 对电力工业项目的影响

本项目海洋在线监测系统浮标属华润海丰电厂“上大压小”新建工程 3#、4#机组扩建工程的配套设施，浮标布放的目的是为了对电厂周围海域环境进行长期在线监测，为华润海丰电厂正常运行和海洋环境保护提供保障。项目规模较小，占用海域面积较小，施工和运营均不会对周围海域环境和电力工业项目产生明显不利影响。

4.2.4. 通航环境影响分析

本工程施工水域位于红海湾海域，项目区附近有小漠航道、马宫航道和鲗门航道，周围海域通行船舶较多，若发生海上船舶碰撞等事故，可能会因油品泄露或安全事故对海洋环境造成污染。

但本项目施工期和运行期用到的船舶数量较少，仅 1 艘。本项目浮标工程与航道尚有一定距离，距离小漠航道约 1km，距离鲗门航道约 6.3km，在发布航海通告和设置安全标志的情况下，航行船只可避开本施工区，不会影响周围航路的正常通航。工程规模较小，船舶容易避让，运行期航行船舶可根据航标 AIS 系统提前获知本项目位置并避让。项目建设不会使所在海域船舶通行密度明显增加，也不会显著增加船舶碰撞事故风险概率。

总体上，本项目施工期和运营期使用船舶均较少，但项目建设单位仍应在施工和营运过程采取的相关通航保障措施，将本项目可能产生的通航环境影响降至最低。

4.3. 利益相关者界定

根据项目对周围海洋开发活动的影响分析结果，项目实施对周边航路、港口码头、电力工业项目和养殖项目基本无影响。但将考虑到浮标布放、运维管理对通航环境可能有一定的影响，因此将海事部门列入需要协调的部门。

需要协调的部门界定一览表见表 4.3-1。

表 4.3-1 需要协调的部门界定一览表

编号	协调部门	影响因素	是否为需要协调的部门
1	海事部门	本项目浮标对通航环境可能有一定的影响	是

4.4. 相关利益协调分析

本项目浮标布放及后期运维管理可能对通航环境可能有一定的影响，需与海事部门进行协商。

项目施工期间应发布航海通告，选择合适的施工期，海上浮标布放安装作业时，将占用部分水域，为了防止过往船舶误入施工水域，必须设置一定的施工作业区，施工作业区的划分为拟布放浮标位置沿中心前后左右各 200m 围成的区域，作业区边界需设置安全标志物，施工设施不得超出施工作业区的范围，船舶可绕开施工作业区，降低通航安全风险。

项目运营期间也应申请发布航海通（警）告，及时更新航海电子地图；浮标标体明显处可漆红/白海上作业区专用标记，另外设置有效的航标灯和 AIS 航标系统，运营过程中定期对浮标进行检查，保证浮标正常运行，过往船只可通过航标系统提前获知本项目位置，将其对通航环境的影响降到最低程度，从而保证通航安全。

浮标用海权限到期后，应及时予以拆除，并清除残留碍航物。如需继续使用，应办理相关手续。浮标施工前需经海事主管部门批准同意并办理水上水下施工许可后方可开工。

4.5. 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

4.5.1. 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目监测浮标用海不涉及军事用海、军事禁区和军事管理区，对国防安全、军事活动无影响。

4.5.2. 对国家海洋权益的影响分析

本项目浮标用海不涉及领海基点，不涉及国家秘密，项目用海对国家海洋权益无影响。

5. 与国土空间规划符合性分析

5.1. 与国土空间规划的符合性分析

5.1.1. 与《广东省国土空间规划（2020~2035 年）》符合性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》提出：“按照耕地和永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界的优先序统筹划定落实三条控制线，把三条控制线作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。以三条控制线分别围合的空间为重点管控区域，统筹发展和安全，统筹资源保护利用，优化农业、生态、城镇等各类空间布局”，“以生态保护红线围合的空间为核心，整体保护和合理利用森林、湿地、河流、湖泊、滩涂、岸线、海洋、荒地等自然生态空间，全面改善自然生态系统质量，全力增强生态产品供给功能”。

同时要求，实施海域分区管理，坚持生态用海、集约用海，陆海协同划定海洋“两空间内部一红线”。在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求。海洋预留区要保障规划期内国家重大用海需求，严格控制其他开发利用活动。合理布局海洋倾倒区，严格海洋倾废监管。

根据广东省海洋功能分区图（图5.1-1），本项目用海位于渔业用海区，不涉及海洋生态空间和生态保护红线，不涉及永久基本农田。本项目周边较近的生态保护红线区为北侧的深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区生态保护红线，项目浮标与红线区预留约 10 m 安全距离，与汕尾市海丰县红树林相距约 1.9km，与鲒门重要滩涂及浅海水域距离约 2.3km。

本项目拟布放海洋在线监测系统浮标，浮标体直径仅 3 m，建设规模较小，影响范围有限，工程施工期不会对附近海域水质带来大的影响，运行期不排放污染物质，项目用海对周围海域生态环境基本无影响。

本项目用海位于渔业用海区，项目通过对海洋环境在线监测，准确了解华润海丰电厂温排水对周围生态环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措

施，保护水域生态。

综上所述，本项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》。

（略）

图 5.1.1-1 项目与广东省海洋功能分区图位置关系

5.1.2. 与《深圳市深汕合作区国土空间总体规划（2021-2035 年）》

符合性分析

《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035 年）》国土空间开发保护格局中生态保护格局为：“将山、水、林、田、海作为生命共同体，确保深汕合蓝绿空间占比稳定在 70%以上。彰显依山面海、林田共生、蓝绿交织的城市底蕴和自然山水格局，构筑由生态基底向内逐步渗透、贯通全域的“一湾、一屏、三山、三河、九廊”的生态保护格局。

“一湾”：红海湾生态景观带，是广东省南部海洋生态保护链的重要组成部分，以调节生态平衡、提供海洋资源、营造优美景观为目标。严格落实海洋生态保护红线与自然保护地管控要求，强化自然岸线保护，分类分段落实岸线管控要求，除国家重大战略项目外，全面停止新增围填海项目审批。

此外，《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035 年）》统筹划定规划分区，对城乡空间功能进行结构性引导，对城镇发展区、乡村发展区和海洋发展区进行细分，为详细规划提供土地用途分类依据。

本项目不占用生态保护红线，不占用岸线。位于深汕特别合作区生态保护格局中的“一湾”即红海湾生态景观带，位于国土空间规划分区中的渔业用海区，距离生态保护区较近，最近距离约 10m。

本项目用海方式为专用航道锚地及其他开放式用海，项目建设海洋在线监测系统浮标布放施工产生的影响程度和影响均较小，随施工结束即消除。运行期不排放污染物质，项目用海对周围海域生态环境基本无影响。

项目通过对海洋环境在线监测，准确了解华润海丰电厂温排水对周围生态环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态。具有生态

正效益，基本不会对所在渔业用海区生态功能产生不良影响，与红海湾生态景观带的管控要求和用途管制要求不冲突。

因此，项目建设与《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）》相符。

（略）

图 5.1.2-1 项目与深汕特别合作区国土空间控制线规划图位置关系图

（略）

图 5.1.2-2 项目与深汕特别合作区海岸带保护开发引导图位置关系图

5.1.3. 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》相符性分析

《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》衔接省国土空间规划“一链两屏多廊道”国土空间保护格局，为进一步彰显广东特色，形成陆海联动、通山达海的网络化格局，将生态安全格局细化为“三屏五江多廊道”。全省共形成包括山体山脉、河湖流域、河口海湾、海岛、重点地域等 39 个生态保护修复单元。

其中，蓝色海洋生态屏障生态保护修复单元包括红海湾—碣石湾滨海湿地保护修复等 16 个单元。本项目所在海域不属于生态保护和修复单元，项目位于红海湾—碣石湾滨海湿地保护修复单元西侧海域。该修复单元要求：退塘营造红树林，修复现有红树林湿地，提升鸟类栖息地质量，最大程度恢复黄江河口、大湖、白沙湖湿地公园、海丰国际滨海湿地生态系统结构和功能。以金町湾至品清湖海岸带为重点加强海岸生态系统保护修复。加强护岸修复，推进防护林修复工程和海堤生态化建设，形成滨海生态安全防护屏障。控制陆源入海污染物，恢复螺河口生态系统结构和功能。

本项目用海方式为专用航道锚地及其他开放式用海，不占用红树林和生态保护区。项目建设海洋在线监测系统浮标布放施工产生的影响程度和影响均较小，随施工结束即消除。运行期不排放污染物质，项目用海对周围海域生态环境影响较小。项目通过对海洋环境在线监测，准确了解华润海丰电厂温排水对周围生态环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态，有利于

所在修复单元的生态系统保护和修复。

因此，项目与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》管控要求是相符的。

（略）

图 5.1.3-1 项目与广东省重要生态系统生态保护和修复布局图叠加示意图

5.2.与《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》相符性分析

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，该规划基于广东省海岸带自然资源禀赋和承载能力、产业基础和发展潜力，以海岸线为轴，形成“一线管控、两域对接，三生协调、生态优先，优近拓远、湾区发展”的海岸带开发保护总体格局，逐步实现陆海一体化保护与发展。合理保障海岸带生态、生产、生活空间，依据资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价，考虑生态系统陆海连续分布和开发利用活动陆海关联，优化生态保护、生态控制、海洋发展总体空间架构，强化海洋发展区生态、生活、生产融合布局。结合资源禀赋特征、国家重大项目实施要求和地方发展实际需求，将海洋发展区进一步细分为渔业用海区、交通运输用海区、工矿通信用海区、游憩用海区、特殊用海区和海洋预留区。其中（一）渔业用海区：包括渔业基础设施区、增养殖区和捕捞区，总面积29255.77 平方千米，主要分布于安铺港-海康港、乌石-西连、雷州湾、南三-王村港、电白-江城、沙扒港、川山群岛、黄茅海、湛江-珠海、考洲洋、红海湾、碣石湾、海门湾-广澳湾、珠海-潮州等海域。

本项目位于深汕合作区红海湾海域，属于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中海洋发展区中的渔业用海区。该区域管控要求如下：

空间准入：渔业用海区允许渔业基础设施建设、养殖和捕捞生产等渔业利用，可兼容不影响渔业用海区基本功能的用海类型，鼓励开放式养殖、捕捞生产等空间的立体利用。

利用方式要求：除渔业基础设施和海岸防护工程外，严格限制改变海域自然属性。

生态保护要求：积极防治海水污染，禁止在渔业用海区内进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动。鼓励推广发展生态养殖模式，合理规划养殖规模、密度和结构，保障渔业资源可持续发展。

本项目为华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程的配套监测设施，项目建设海洋在线监测系统浮标布放施工对海洋环境产生的影响程度和范围均较小，随施工结束即消除。运行期不排放污染物质。项目用海不会对渔业用海区基本功能产生影响，不改变海域自然属性，不会妨碍渔业生产或污染水域环境。

因此，本项目与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》要求是相符的。

5.3. 与近岸海域环境功能区划相符性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）、《广东省人民政府办公厅关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函〔2010〕398号）和《广东省人民政府关于〈广东太平岭核电厂近岸海域环境功能区划调整方案〉的批复》（粤府函〔2022〕276号），本项目所在近岸海域现行有效的环境功能区划详见图5.3-1和表5.3-1。

项目浮标所在海域为“工业冷却水稀释功能区”，420B工业冷却水稀释功能区范围为红海湾内浅海区靠近小漠镇一侧，长度12km，平均宽度5.5km，主要功能为工业冷却水稀释，水质目标为三类，仅限工业冷却水稀释，禁止其他工业排污（允许电厂配套码头建设）。

周边主要环境功能区为“鲘门、小漠养殖功能区（419A）”、“小漠港口、工业功能区（419B）”和“红海湾浅海渔场功能区（420A）”，其中419A鲘门、小漠养殖功能区范围为鲘门镇至小漠镇赤石河出海口附近，长度20km，平均宽度0.75km，主要功能为养殖、港口，水质目标为二类；420A红海湾浅海渔场功能区范围为红海湾内浅海，主要功能为渔场作业区，水质目标为一类。419B小漠港口、工业功能区范围为小漠镇赤石河出海口附近至惠东边界缓冲区附近，长度15km，平均宽度0.75km，主要功能为港口、工业，水质目标为三类。

项目浮标位于近岸海域三类环境功能区，浮标布放施工和运维管理均不会对所在功能区的海洋环境和生态功能产生显著不利影响。因此，项目与广东省近岸海域环境功能区划管控要求是相符的。

表 5.3-1 华润海丰电厂近岸海域环境功能区划							
标识号	功能区名称	所属地区	范 围	面积 (km ²)	主要功能	水质目标	备 注
419A	鲘门、小漠养殖功能区	汕尾市	鲘门镇至小漠镇赤石河出海口附近	平均宽度 0.75km, 长度 20km	养殖、港口	二类	
419B	小漠港口、工业功能区	汕尾市	小漠镇赤石河出海口附近至惠东边界缓冲区附近	平均宽度 0.75km, 长度 15km	港口、工业	三类	
420A	红海湾浅海渔场功能区	惠州市、汕尾市	惠州大星山 G 与汕尾捷胜镇 H 两点连线向陆一侧除去其他近岸海域环境功能区的范围	392.93	渔场作业区	一类	
420B	工业冷却水稀释功能区	汕尾市	红海湾内浅海区靠近小漠镇一侧	平均宽度 5.5km, 长度 12km	工业冷却水稀释	三类	仅限工业冷却水稀释, 禁止其他工业排污 (允许电厂配套码头建设)
420C	工业冷却水稀释功能区	惠州市、汕尾市	控制坐标点 C-D-E-F 所包络的范围除去 420D 外的海域	78.15	工业冷却水稀释	水温指标执行三类标准, 其他指标执行一类标准	仅限于工业冷却水稀释, 禁止其他工业排污
420D	广东太平岭核电厂混合区	惠州市	广东太平岭核电厂排水口附近控制坐标点 h1-h2-h3-h4-h5-h6-h7 所包络的区域	4.21	温排水混合区	除水温不执行水质标准外, 其他指标执行三类标准	
502B	港口、工业区	惠州市	海域 A-F 处至惠州市与汕尾市边界	30.46	工业、港口	三类	港池作业区执行海水水质四类标准。
(略)							
图 5.3-1 本项目所在及其周边近岸海域环境功能区划图							

5.4.与广东省“三区三线”划定成果的符合性分析

根据自然资源部 2022 年 10 月 14 日发布《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》（自然资办函〔2022〕2207 号），广东省已正式启用“三区三线”成果，作为建设项目用地用海报批的依据。

“三区三线”是指城镇空间、农业空间、生态空间 3 种类型空间所对应的区域以及分别对应划定的城镇开发边界、永久基本农田保护红线、生态保护红线 3 条控制线。其中“三区”突出主导功能划分，“三线”侧重边界的刚性管控。它是国土空间用途管制的重要内容，也是国土空间用途管制的核心框架。

“三区”内部统筹要素分类，是功能分区和用途分类的基础：“三线”是“三区”内部最核心的刚性要求。空间关系上，“三区”各自包含“三线”。生态空间，包括生态保护红线范围和一般生态空间；农业空间，包括永久基本农田和一般农业空间；城镇空间，包括城镇开发边界内和边界。

生态空间是结合主体功能区定位，统筹协调林草生态、水系功能、水源地保护河湖岸线划定等目标的空间。在实践中，可结合实际具体将生态空间划分为不同类型保护区，如自然保护地等，以及其他生态环境敏感、脆弱区域。

“三线”属于国土空间的边界管控，对国土空间提出强制性约束要求。生态保护红线是以重要生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区为重点面划定的实施强制性保护的空间边界。

根据项目与广东省“三区三线”划定成果叠加分析可知，本项目不占用永久基本农田，也不占用生态保护红线（见图 5.4-1）。项目周边最近的生态保护红线区为项目北侧约 10m 的深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区及东北侧约 2.3km 的鲘门重要滩涂及浅海水域。本项目对深圳深汕九龙湾海洋生态地方级自然保护区、周边海域通航环境以及防洪纳潮功能等均不会产生显著不利影响。

本项目用海方式为专用航道锚地及其他开放式用海，不占用红树林和生态保护区。项目建设海洋在线监测系统浮标布放施工产生的影响程度和影响均较小，随施工结束即消除。运行期不排放污染物质，项目用海对周围海域生态环境影响较小。项目通过对海洋环境在线监测，准确了解华润海丰电厂温排水对周围生态

环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态。因此，项目不影响周边生态保护红线，与生态保护红线的管控要求是相符的。

(略)

图 5.4-1 项目与周边生态保护红线的位置关系图

5.5.与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》从海洋环境质量改善、海洋生态保护修复、公众临海亲海空间 3 个方面共提出 15 项量化指标，具体如下：

1) 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 86%以上；陆源主要污染物入海量持续降低，国控河流入海断面稳定消除劣 V 类水质。

2) 海洋生态保护修复取得实效。重要海洋生态系统和生物多样性得到保护，海洋生态系统质量和稳定性显著提升，大陆自然岸线保有率 and 大陆岸线生态修复长度达到国家要求，营造修复红树林 8000 公顷。

3) 美丽海湾建设稳步推进。重点推进 15 个美丽海湾建设，亲海环境质量明显改善，公众临海亲海获得感和幸福感显著增强。

本项目为海洋在线监测系统建设项目，为电力工业项目的配套环保设施，不占用人工岸线、自然岸线和生态保护红线。项目通过对海洋环境在线监测，准确了解华润海丰电厂温排水对周围生态环境的影响。同时，借助在线监测与跟踪监控系统，实时监控海域水温等关键环境参数，电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护水域生态。与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》关于海洋环境质量改善、海洋生态保护修复、公众临海亲海空间的管控要求相符。

因此，本项目建设与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符。

6. 项目用海合理性分析

6.1.用海选址合理性分析

6.1.1. 选址区位和社会条件适宜性分析

华润海丰电厂位于深汕合作区，距离珠三角地区的深圳、东莞等负荷中心较近，电厂投产后，除满足深汕需要外，还能就近供电珠三角地区，为珠三角提供强有力的电源支撑。该电厂在提高地区电力供应能力的同时，有利于广东电源布局优化，提高电网运行安全性，可有效满足珠三角地区环境管理要求。华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程建成后，将成为广东电网中大型骨干燃煤电厂，将承担基荷、调峰及备用作用，对满足广东省电力需求发展需要，提高电网供电可靠性，促进当地经济发展都将起着十分重要的作用。

电厂所在的深汕特别合作区与惠州市惠东县接壤，处于广惠高速公路、深汕高速公路、324 国道厦深铁路交汇点，距广州 200 公里、深圳 100 公里、汕头 200 公里，距香港 82 海里，距台湾高雄港 200 海里，距太平洋国际航道 12 海里，距汕尾港 35 公里，距小漠深水码头 5 公里，驱车至深圳市中心区仅 1 个半小时车程，距盐田港仅 80 公里。合作区依山面海，生态环境优良，区内常住人口约 7.65 万。现状开发程度较低，发展空间充裕，具备高起点高标准开发建设的基本条件。近年来，合作区发展势头良好，以先进制造为主体的现代产业体系初步形成。本项目为华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程的配套环境监测设施，项目建设海洋在线监测系统浮标有利于保障电厂正常运行，项目地理位置优越，交通便利。

电厂东北侧 1.6km 处分布有深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区，是重要的生态保护区域。此外，太平岭核电距本项目较近，位于海丰电厂西南侧约 7.1km 处。根据《华润电力海丰电厂 3、4 号机组扩建工程（2×1000MW）超超临界燃煤发电项目温排水数值模拟报告》，夏季和冬季大、中、小潮条件下，本项目华润海丰电厂 4 台机组+太平岭核电厂 4 台机组同时运行时的温排水扩散造成环境水体温升影响，可能对保护区水环境和海洋生态系统产生影响。为了准确了解温排水对周围生态环境的影响，实时监控海域水温等关键环境参数，以便于电厂能够及时发现潜在问题，并采取有效措施，保护电厂周围海洋生态环境，同时落实华润电力海丰电厂 4 号机组环境影响报告书提出的环境监测方案，需要在九龙湾海洋生态市级自然保护区附近海域布放海洋在线监测系统。环评文件将浮标布放位置选址于环境跟踪监测断面与保护区边界交叉点处(如图 6.1.1-1 所示)。

为了避免浮标布放施工和运维管理对保护区产生影响，在不影响浮标监测海域范围及功能的情况下，将浮标调整至保护区外、环境跟踪监测断面与保护区边界交叉点西南侧约 25m 处（如图 6.1.1-2 所示），以保障浮标用海范围，同时与保护区保持一定的安全距离，可将本项目浮标对保护区的影响降至最低程度。

根据上文有关项目与国土空间规划的符合性等相关内容分析结论，本项目符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，本工程的建设符合国家地方产业政策和规划，符合《广东省国土空间规划（2020-2035 年）》、《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》等相关规划。

因此，本项目选址区位和社会条件是较合理的。

（略）

图 6.1.1-1 海洋环境跟踪监测站位示意图

（略）

图 6.1.1-2 浮标与深圳深汕九龙湾海洋生态市级自然保护区局部位置关系示意图

6.1.2. 自然资源和生态环境适宜性分析

本项目所在海域具备了建设本项目的基本自然条件，选址区域自然条件优越，工程地质条件良好，项目所在区域及周边无全新断裂通过，场地区域地质构造稳定性较好，除风暴潮可能对本工程有影响外，其他条件均有利于工程的建设。因此，该区域的自然条件适宜于工程的建设。

项目建设对周围海域的环境影响较小。本项目建设海洋在线监测系统浮标，其施工范围较小，工程内容较简单，项目建设对海域水文动力环境、冲淤环境影响较小。项目施工期和运营期产生的废水、固体废物合理处置，不排海，不会对项目周边海域水环境造成影响。

因此，从区域自然和环境条件上讲，项目用海选址是合理的。

6.1.3. 与周边海域开发活动的适宜性分析

根据本项目海域开发利用协调分析，项目论证范围内周边主要开发活动为电

力工业项目、港口、养殖用海项目以及航道等，本项目规模小，占用海域面积较小，施工和运营均不会影响周围海域的海洋环境。

因此，项目用海基本不会对周边海域开发活动产生影响。

6.2.用海平面布置合理性分析

6.2.1. 与生态保护原则符合性

本项目建设内容较简单，仅一套水质在线监测浮标建设，不涉及污染型工业设施，浮标直径 3m，占用海域面积较小。项目所在地周围没有敏感性设施存在。项目浮标布设完成后，在其运行期内持续对周边海域环境开展监视监测工作，监视监测数据对海洋资源保护与开发、海洋生态保护有重大作用。浮标的投放对周围海域的生态环境影响很小，不会对生态保护产生不利影响。项目的平面布置不会对生态保护带来不利影响。

6.2.2. 与节约、集约用海原则的符合性

本项目根据生态环境保护、安全等要求，结合地形、地质等自然条件，因地制宜地对浮标进行合理布置，采用直径 3m 的圆形+锥形结构浮标，浮标固定采用单点锚泊方式，锚链长度约 10m，满足锚链长度与水深大于等于 2:1 的要求。为了监测电厂运营期对深汕九龙湾地方级自然保护区的影响，浮标及其用海范围处于保护区边界与水温监测断面交叉点外 10m，既保障浮标监测功能，又能避免对保护区和生态保护红线范围占用，同时与红线区预留 10m 安全距离，能最大程度地减少海洋环境的影响，有利于所在海域的生态和环境保护。项目建成后与周边其它用海活动没有权属重叠情况，在项目申请单位的正确管理下可实现海洋环境的安全合理利用，最大程度地体现了集约节约用海的原则。

6.2.3. 与维持项目周围水动力和冲淤环境的相符性

本项目用海面积较小，且采用漂浮结构，除锚系直接建于海域中外，其余结构均在水面上，浮标结构基本透空，水流通透性较好，对水文动力环境以及冲淤环境影响较小。因此，本项目平面布置能最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

6.2.4. 与周边其他用海活动的适应性

本浮标用海不改变海域自然属性，不排放污染物，项目用海范围和面积明确。根据本报告第四章海域开发利用协调分析，项目与周边用海项目没有权属冲突，项目未对海上交通秩序产生明显不利影响。综合来看，本项目用海平面布置能够最大程度减少对周边用海活动的影响。

6.3. 用海方式合理性分析

6.3.1. 与维护海域基本功能适宜性

本项目为漂浮式水质在线监测浮标，用海方式为“开放式”中的“专用航道锚地及其他开放式”，仅锚系置于水中，项目建设和运行均不向海域排放污染物，不会对周围海域环境产生不利影响，不会影响项目所在渔业用海区的海域功能。因此，项目的用海方式与维护海域基本功能相适宜。

6.3.2. 与保持自然岸线属性的相符性

本项目建设不占用自然岸线，有利于保持自然岸线属性。

6.3.3. 与周围海域生态环境适宜性

本项目建设海洋在线监测系统浮标，为专用航道锚地及其他开放式用海方式，浮标布放施工和运行对周围海域生态环境影响较小。本项目的用海方式满足所在海洋功能区的用海方式控制要求，没有改变所在海域的自然属性，也不会对区域海洋生态系统产生较大影响。项目用海方式与周围海域生态环境保护是相适宜的。

6.3.4. 与保护海域自然属性适宜性

本项目为海洋在线监测系统浮标，用海方式为“开放式”中的“专用航道锚地及其他开放式”，标体布放于海域表层，采用单点锚系结构，仅锚碇设施占用部分底层空间，项目浮标建设和运行基本不改变海域自然属性，因此，本项目遵循保护海域自然属性的用海原则。

6.4. 占用岸线合理性分析

本项目用海不占用岸线，不新增岸线，不改变岸线自然形态和生态功能。

6.5. 用海面积合理性分析

6.5.1. 与项目用海需求符合性

项目采用漂浮式浮标，浮标直径 3m，用海方式为开放式用海。

根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）“5.3.4 开放式用海”规定了：用海范围以实际设计或使用的范围为界。

项目浮标所处海域附近水深约 3.6m，锚链设计取水深的 2 倍，考虑所在海域防台风等海洋自然灾害需求，本项目适当延长锚链长度，取整数为 10m，根据勾股定理计算锚链最大回旋半径约为 9.3m。考虑安全防护需求，适当外扩取整数为 10m，加上浮标半径 1.5m，则浮标水平面的扫海半径为 $10\text{m}+1.5\text{m}=11.5\text{m}$ 。

由此项目以浮标体中心为圆心，浮标体半径+扫海半径= $1.5\text{m}+10\text{m}=11.5\text{m}$ 的圆为用海方范围。

由此通过 Arcgis 软件制图并计算得到项目用海面积为 0.0556 ha，项目申请的用海面积符合项目用海需求。

6.5.2. 与行业的设计标准和规范符合性

项目用海面积是根据浮标主体和锚系尺度确定的。浮标选择直径 3m 的漂浮式浮标，浮标采用单点悬链式系泊方式，在锚链下端连接长约 10m 的系泊锚链，再连至海底 1t 大抓力锚。

（1）浮标和锚链的尺度和材质配置及设计和布放符合《海洋观测浮标通用技术要求》《浮标通用技术条件》（JTT 760-2009）《灯浮锚链》（JT/T100-2005）等相关规范，在此基础上计算锚链最大回旋半径并结合浮标安全防护距离来确定的用海范围。

（2）项目采用漂浮式浮标，浮标直径 3m，用海方式为开放式用海。

根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）“5.3.4 开放式用海”规定了：用海范围以实际设计或使用的范围为界。

项目浮标所处海域附近水深约 3.6m，锚链设计取水深的 2 倍，考虑所在海域防台风等海洋自然灾害需求，本项目适当延长锚链长度，取整数为 10m，根据勾股定理计算锚链最大回旋半径约为 9.3m。考虑安全防护需求，适当外扩取整数为 10m，加上浮标半径 1.5m，则浮标水平面的扫海半径为 $10\text{m}+1.5\text{m}=11.5\text{m}$ 。

由此项目以浮标体中心为圆心，半径为浮标体半径+扫海半径 $=1.5\text{m}+10\text{m}=11.5\text{m}$ 的圆为用海范围。该范围可以满足浮标水平面扫海浮动范围需求。

因此，用海面积符合相关行业设计标准和规范。

6.5.3. 减少项目用海面积的可能性分析

本项目用海面积是根据浮标主体和锚系尺度确定的，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中“5.3.4 开放式用海”规定了：用海范围以实际设计或使用的范围为界。由此项目以浮标体中心为圆心，半径为浮标体半径+扫海半径 $=1.5\text{m}+10\text{m}=11.5\text{m}$ 的圆为用海范围。此外，项目用海面积是在符合相关行业的设计标准和规范的前提下确定的。因而减少用海面积的可能性很小。

6.5.4. 宗海图绘制

6.5.4.1. 项目海域使用测量说明

（1）宗海测量相关说明

根据《海籍调查规范》《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）进行本工程海域使用测量及宗海图绘制工作。

（2）执行的技术标准

《海域使用管理技术规范（试行）》，国家海洋局，2001；

《海域使用面积测量规范》（HY 070 -2003）；

《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；

《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）。

6.5.4.2. 宗海界址点的确定

本项目用海类型为“工矿通信用海（一级类）”中的“工业用海（二级类）”，用海方式为“开放式（一级方式）”中的“专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）”。用海范围参考《海籍调查规范》（HY/T124-2009）中“5.3.4 开放式用海”用海范围以实际设计或使用的范围为界的方法进行界定，由此项目以浮标体中心为圆心，半径为浮标体半径+扫海半径=1.5m+10m=11.5m 的圆为用海范围。

6.5.4.3.宗海界址点坐标及用海面积量算

（1）宗海界址点坐标的计算方法：

宗海界址点在 Arcgis 10.8 的软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯-克吕格影、115°E 为中央子午线的 CGCS2000 坐标系。

（2）宗海面积的计算方法

本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 Arcgis 10.8 的软件计算功能直接求得用海面积。

（3）宗海面积的计算结果

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）、《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）及本项用海的实际用海类型，本项目共有 1 个用海单元，用海方式为专用航道、锚地及其他开放式。本工程拟申请用海总面积为 0.0556 公顷。

6.5.4.4.宗海图的绘制方法

1）宗海界址图的绘制方法

本项目宗海图根据《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）绘制。根据项目设计方案及数字化地形图以及实测数据作为宗海平面图的基础数据，根据上述确定的界址点（线），确定用海单元的用海范围，在 Arcgis 10.8 软件下，形成有地形图、项目用海布置图等为底图，以用海界线形成不同颜色区分的用海区域。宗海界址图采用 CGCS2000 坐标系，高斯投影，中央子午线为 115°E。

2）宗海位置图的绘制方法：

宗海位置图底图为海图，将项目用海范围叠加在其上面，并填上《海籍调查规范》上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

宗海位置图、宗海平面布置图、宗海界址图见图 6.5.4-1~6.5.4-3。

华润海丰项目#3、#4机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工
项目海域使用论证报告表-公示稿

(略)

图 6.5.4-1 项目浮标宗海位置图

(略)

图 6.5.4-2 项目浮标宗海平面布置图

(略)

图 6.5.4-3 项目浮标宗海界址图

6.6.用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定：海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（1）养殖用海十五年；（2）拆船用海二十年；（3）旅游、娱乐用海二十五年；（4）盐业、矿业用海三十年；（5）公益事业用海四十年；（6）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目为华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程的配套环保监测设施，用海类型为“工矿通信用海（一级类）”中的“工业用海（二级类）”，按照盐业、矿业用海三十年规定，最高可申请用海期限为三十年。

根据华润海丰电厂“上大压小”新建工程海域使用权证书（国海证 2013A44158100416 号；国海证 2013A44158100422 号），项目取排水设施的用海期限终止日期为 2048 年 5 月 12 日。由于本项目为华润海丰电厂 3#、4#机组扩建工程的配套监测设施，因此，拟申请的海域使用期限与华润海丰电厂取排水设施等主体工程保持一致，即至 2048 年 5 月 12 日终止，用海年限约 23 年，满足矿业用海海域使用权最高期限不超过三十年的规定。

本项目浮标设计使用寿命 ≥ 5 年，浮标布放完成、后续到达使用寿命后，由业主单位根据电厂运行、浮标设备实际情况及海洋水质变化情况，确定是否更换或继续使用。当海域使用权到期后，若项目申请人仍需使用该海域，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期，获批准后方可继续用海。

7. 生态用海对策措施

7.1. 生态用海对策

7.1.1. 施工期生态保护对策措施

(1) 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间。

(2) 严格限制施工区域和用海范围，在划定的施工作业海域范围内施工，避免任意扩大施工范围，以减少施工作业对底栖生物的影响范围，避免在重要生态区域进行建设活动。

(3) 施工应避免恶劣天气，避开保护区范围，保障施工安全并避免悬浮物剧烈扩散。

(4) 合理安排施工进度、位置和控制施工机械噪音。所有施工机械应保持良好的性能状态。对于可能产生污染的建筑材料，应严格控制其使用，并确保施工过程中的废弃物得到妥善处理。同时，优化施工流程，减少施工废料的产生，提高资源利用效率。

(5) 严格控制施工污染，项目施工期海上施工建设主要为浮标投放，其间施工船舶工作人员生活污水和含油污水须上岸按相关要求进行处理，严禁直接排海。施工船舶产生的垃圾收集起来交有资质的接收单位处置，不得随意抛弃。

(6) 施工期应对施工船舶和机械进行严格管理，杜绝溢油事故的发生。开工前制定可操作的溢油风险防范措施和应急预案，最大限度地减少工程施工对附近海域生态环境的影响。

综上所述，项目施工阶段生态保护对策的制定和实施涉及多个方面，需要综合考虑海域生态环境、施工活动特点以及环保法规等因素。通过科学规划、严格管理、有效实施和持续改进等措施，可以确保施工活动对海洋生态环境的影响最小化。

7.1.2 运营期生态保护对策

项目运营期工作内容主要是根据浮标监测系统的工作情况和运转状态进行

维护和管理。浮标运维每季度至少 1 次，每次运维人数 1~3 人，时间 2~3 小时，运维过程主要是对其搭载的在线监测系统和相关监测设施进行检修，每次运维工作完成后产生的废旧材料等废弃物均须带回岸上回收或交由有资质的单位进行处理，禁止向海域丢弃。运营期生活垃圾和废水也须带回岸上进行集中处理，不会对项目附近海域生态环境产生不利影响。

7.1.3 风险防范对策措施

(1) 浮标投放前应对环境评估与气象海况许可，提前获取作业海域气象预报，明确作业时间、区域及安全标识要求。

(2) 确认浮标结构无损伤，系泊锚链符合设计要求。验证搭载设备（声呐、ADCP、气象站）已通过出厂测试。

(3) 浮标运输与定位浮标陆路运输时使用专用支架固定，海运时绑扎于甲板防滑区域，防止颠簸移位。投放前避开礁石、沉船等障碍物。

(4) 吊装与投放操作，符合吊装规范，使用专用吊索，吊装时浮标下方严禁站人。缓慢下放至海面，避免碰撞船体。

(5) 系泊系统布设，采用“先锚链后浮标”方式，提前布设锚链及配重块，再通过浮标连接点固定。

(6) 现场作业区警戒，确保作业区半径 500 米内无船舶进入。

(7) 作业人员穿戴救生衣、防滑鞋、安全帽，甲板作业时系挂安全绳，作业船只配备急救箱。

(8) 禁止向海域丢弃油污、垃圾，船舶含油污水集中回收处理，预防燃油泄漏。

(9) 收到大风（ ≥ 7 级）或雷暴预警时，立即中止作业。等到风力减小再继续进行。密切关注气象预报，避开恶劣天气。

(10) 应当制定水上活动的限制条件和预案，如只有浪级小于多少级，浪高少于多少米时可以开展水上活动，一旦超过等级限制，就暂停活动，等到波浪情况满足条件后再继续展开活动。

此外，还应严格遵守各项航行规定，如限速、避碰、信号等。严格执行船舶应急程序，确保在紧急情况下迅速、有效地处置。

维护人员在维护保养过程中，要严格按照规程操作。在处理维护物品时，要采取妥善措施，防止油污或化学试剂对水体环境造成污染。加强废弃物管理，对产生的废弃物进行分类收集、储存和处置。对于有害废弃物，要严格按照国家相关法律法规进行处理，防止对环境和人体健康造成危害。建立健全环境污染应急预案，明确应急响应流程 and 责任人。定期组织应急演练，提高应对突发环境污染事件的能力。

7.2.生态保护修复措施

本项目为华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程的配套工程，项目浮标属于开放式用海，浮标体漂浮于海面，锚系布放海域中，透水性较好，对水动力、冲淤环境的影响程度较小。浮标位于海面，仅锚碇设施占用部分海底，占用面积较小。项目建设和运行对项目周围海域的资源环境影响较小。

根据本项目实际情况，以海洋环境监测作为生态保护和修复重点，结合应用本项目陆域布放的海洋水质智能监控平台和岸基站水质观测系统，严格实时在线监测水质情况，实时监测水温、盐度、浊度、溶解氧、PH 等关键指标，在水质接近或超出保护区允许水质标准时，及时采取相关措施进行保护和修复。本项目生态保护修复措施与华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程生态修复方案统筹规划实施。

8. 结论与建议

8.1. 结论

8.1.1. 项目用海基本情况

华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标布放施工项目为华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程的配套设施。项目位于广东省深圳市深汕特别合作区小漠镇南侧红海湾海域，海洋浮标式在线监测系统中心坐标为 115°03'29.7409" E，22°46'39.8142"N，岸基式海洋在线监测系统中心坐标为 115°02'22.2937"E，22°45'14.0755"N。建设内容包括一套智能监测软件平台、一

套海基浮标式在线监测系统和一套岸基式海洋在线监测系统的布放施工。智能监控平台布置在陆域办公楼内。岸基式海洋在线监测系统采用立杆式设计布放于陆域。海基浮标式在线监测系统采用单点锚系结构固定，布放于海域，浮标体为直径 3 米标体，饼型+锥型。

本项目用海类型属于“工矿通信用海（一级类）”中的“工业用海（二级类）”，用海方式为“开放式（一级方式）”中的“专用航道、锚地及其它开放式（二级方式）”。用海总面积约 0.0556 公顷，拟申请的海域使用期限与华润海丰电厂取排水设施等主体工程保持一致，即至 2048 年 5 月 12 日终止。

8.1.2. 项目用海必要性结论

项目符合国家产业政策，项目建设有利于满足广东省电力需求发展，优化电源结构，促进粤东区域经济发展。海基浮标式在线监测系统浮标漂浮于海面表层，标体直径 3.0m，浮标采用单点悬链式系泊方式，锚链长 10m，锚链底部连接大抓力锚，浮标布放目的是对海水水质进行在线监测，浮标投放需要占用一定的海域。因此，项目用海是必要的。

8.1.3. 项目用海资源环境影响分析结论

本项目浮标工程施工范围较小，仅在浮标区域附近，且施工历时相对较短，实际布放浮标施工仅约 2 个小时，下放锚系仅局部搅动影响，影响范围和影响程度较为有限，对海洋生态环境影响较小。浮标属于开放式用海，浮标体漂浮于海面，锚系布放海域中，透水性较好，对水动力、冲淤环境的影响程度较小。施工期及运营期工作人员产生的生活污水及生活固废收集后运至岸上，不会对工程周围的水环境造成影响；施工船舶含油废水集中收集后处理，不排海。浮标位于海面，仅锚碇设施占用部分海底，占用面积较小。项目建设和运行对项目周围海域的资源环境影响较小。

8.1.4. 海域开发利用协调分析结论

项目用海不占用岸线，项目建设营运对周边海域开发利用活动影响较小，正常情况下，本项目用海不会对周边其他用海活动造成不利影响，不会对国防安全

和国家海洋权益造成影响，项目用海开发利用协调性较好。但考虑到本项目浮标可能对通航环境有一定的影响，需与海事部门进行协商，在取得海事部门施工许可后可后施工。

8.1.5. 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

本项目位于深圳市深汕合作区国土空间规划中海洋发展区中的渔业用海区，不涉及生态保护红线、永久基本农田，符合《广东省国土空间规划（2020-2035年）》、《深圳市深汕特别合作区国土空间总体规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》等相关规划。

8.1.6. 项目用海合理性分析结论

1、选址合理性

项目位于深汕合作区小漠港南侧红海湾海域，所在海域位置周边开阔、无障碍物，适合建设浮标。工程区对外交通便利。项目选址的区位和社会条件适宜。项目所在海域从地质构造上看属基本稳定区，地形地貌、水动力、气候气象均能够满足项目的建设要求。项目与周边其他用海活动不存在功能冲突，有利于海洋产业协调发展。本项目选址合理。

2、用海方式合理性

本项目用海方式为“开放式”中的“专用航道、锚地及其他开放式”。项目用海方式能最大程度地减少对海域自然属性的影响，有利于维护海域基本功能，能最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响，且能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。本项目用海方式合理。

3、平面布置合理性

项目采用圆形漂浮式浮标，用海面积小，平面布置体现了集约、节约用海的原则，对周边水文动力环境、冲淤环境影响较小，不会对生态及环境保护带来大的影响，与周边其他用海活动相适应。项目距离西侧和北侧岸线分别为1.19km和1.3km，项目用海不占用岸线，不新增岸线，不改变岸线自然形态和生态功能。本项目平面布置合理。

4、用海面积合理性

本项目用海总面积为 0.0556ha。项目用海面积符合相关行业设计标准和规范，满足项目基本功能用海需求，项目用海界址点、线的选择以及面积的量算符合《海籍调查规范》。本项目用海面积合理。

5、用海期限合理性

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定并结合项目用海实际需求，拟申请的海域使用期限与华润海丰电厂取排水设施等主体工程保持一致，即至 2048 年 5 月 12 日终止，符合项目用海需求和《中华人民共和国海域使用管理法》。因此，本项目用海期限合理。

8.1.7. 项目用海可行性结论

项目用海用于建设华润海丰项目#3、#4 机组扩建工程海洋水质智能监控平台及浮标工程，符合相关产业政策及广东省国土空间规划等相关规划；用海选址、用海方式、用海面积和期限合理；在正常运营条件下，对周边的海洋开发活动和海洋功能区无重大影响，利益相关者可协调。综合分析表明，在采取积极有效的生态用海对策措施的基础上，从海域使用角度考虑，项目用海是可行的。

8.2. 建议

(1) 在项目施工前，本项目业主单位应做好与海事主管部门的沟通协调工作，并按照有关规定办理水上水下施工许可，需确保不与利益相关者发生冲突；

(2) 项目施工和运维管理过程中，建设单位必须严格落实环保措施，尽量避免项目建设对海洋环境的影响。