

广东省风电临海试验基地

接入系统工程

海域使用论证报告表


(送审稿)

中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司

(统一社会信用代码: 91440000455857967J)

二〇二五年八月 广州

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4405122025001387		
论证报告所属项目名称	广东省风电临海试验基地接入系统工程		
一、编制单位基本情况			
单位名称	中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司		
统一社会信用代码	91440000455857967J		
法定代表人	黄志秋		
联系人	杨璐		
联系人手机	18028886536		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
陈琪	BH002533	论证项目负责人	
陈琪	BH002533	1. 项目用海基本情况 4. 海域开发利用协调分析 6. 项目用海合理性分析	
陈驰宇	BH004174	2. 项目所在海域概况 3. 资源生态影响分析 7. 生态用海对策措施	
路紫阳	BH002534	5. 国土空间规划符合性分析 8. 结论 9. 报告其他内容	
<p>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。</p> <p style="text-align: right;">承诺主体(公章): </p> <p style="text-align: right;">2025年6月23日</p>			

目 录

项目用海基本情况表	1 -
1 项目用海基本情况	2 -
1.1 论证工作由来	2 -
1.2 论证依据	3 -
1.2.1 法律法规	3 -
1.2.2 相关规划	5 -
1.2.3 标准规范	6 -
1.2.4 技术资料	7 -
1.3 论证等级和范围	8 -
1.3.1 论证等级	8 -
1.3.2 论证重点	9 -
1.3.3 论证范围	9 -
1.4 建设内容概述	10 -
1.5 平面布置和主要结构、尺度	11 -
1.5.1 本项目线路路径概述	11 -
1.5.2 涉海段平面布置和主要结构、尺度	13 -
1.5.3 陆域施工场地平面布置	15 -
1.5.4 其他设计说明	15 -
1.6 主要施工工艺与方法	18 -
1.6.1 工作井施工	18 -
1.6.2 顶管施工	19 -
1.6.3 主要施工设备	22 -
1.6.4 土石方平衡	22 -
1.6.5 施工进度计划	23 -
1.7 项目用海需求	23 -
1.7.1 拟申请用海情况	23 -
1.7.2 申请用海期限	24 -
1.8 项目用海必要性	26 -

1.8.1 建设必要性	26 -
1.8.2 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 海岸线资源	29 -
2.1.2 滩涂资源	29 -
2.1.3 红树资源	30 -
2.1.4 岛礁资源与旅游资源	30 -
2.1.5 河口资源	32 -
2.1.6 自然保护区	32 -
2.1.7 港口与航道资源	33 -
2.1.8 渔业资源	35 -
2.1.9 矿产资源	42 -
2.2 海洋生态概况	43 -
2.2.1 区域气候与气象	43 -
2.2.2 水文动力	43 -
2.2.3 区域地形地貌与冲淤环境	49 -
2.2.4 工程地质与水深地形	53 -
2.2.5 海水水质质量现状	66 -
2.2.6 海洋沉积物质量现状	69 -
2.2.7 海洋生物体质量现状	70 -
2.2.8 海洋生态现状	71 -
2.2.9 重要经济鱼类“三场一通道”	85 -
2.2.10 珍稀海洋生物资源	86 -
2.2.11 海洋自然灾害	87 -
3 资源生态影响分析	90 -
3.1 资源影响分析	90 -
3.1.1 海域空间资源影响分析	90 -
3.1.2 海洋生物资源影响分析	91 -

3.2 生态影响分析	92 -
3.2.1 水文动力环境影响分析	92 -
3.2.2 河道行洪安全影响分析	92 -
3.2.3 地形地貌与冲淤环境影响分析	93 -
3.2.4 水质环境影响分析	93 -
3.2.5 沉积物环境影响分析	94 -
3.2.6 海洋生物影响分析	94 -
4 海域开发利用协调分析	98 -
4.1 海域开发利用现状	98 -
4.1.1 社会经济概况	98 -
4.1.2 海域使用现状	99 -
4.1.3 海域使用权属	104 -
4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析	104 -
4.2.1 对路桥用海的影响分析	104 -
4.2.2 对渔港航道的影响分析	105 -
4.2.3 对养殖渔排的影响分析	105 -
4.2.4 对入河排污口的影响分析	106 -
4.2.5 对广澳港区的影响分析	106 -
4.2.6 对濠江东岸堤防的影响分析	106 -
4.2.7 对汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）的影响分析	107 -
4.2.8 对林地权属的影响分析	107 -
4.2.9 通航安全影响分析	107 -
4.2.10 对红树资源的影响分析	108 -
4.3 利益相关者界定	108 -
4.4 需协调部门界定	109 -
4.5 相关利益协调分析	109 -
4.5.1 与利益相关者的协调分析	109 -
4.5.2 与管理部门的协调分析	109 -

4.6 项目用海与国防安全、国家海洋权益的协调性分析	110 -
5 国土空间规划符合性分析	111 -
5.1 项目用海与国土空间规划符合性分析	111 -
5.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析	111 -
5.1.2 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析	113 -
5.1.3 与《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析	114 -
5.1.4 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析	117 -
5.2 项目用海与生态保护红线符合性分析	118 -
5.3 项目用海与相关法律法规、产业政策符合性分析	118 -
5.3.1 与《广东省湿地保护条例》符合性分析	118 -
5.3.2 与相关产业政策符合性分析	119 -
5.4 项目用海与相关规划符合性分析	120 -
5.4.1 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《汕头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》符合性分析	120 -
5.4.2 与《广东省能源发展“十四五”规划》的符合性分析	121 -
5.4.3 与《汕头港总体规划（2012-2030 年）》的符合性分析	122 -
5.4.4 与《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析	123 -
6 项目用海合理性分析	124 -
6.1 用海选址合理性分析	124 -
6.1.1 自然资源和海洋生态适宜性	124 -
6.1.2 区位和社会条件能否满足项目建设和营运的要求	125 -
6.1.3 与周边其他用海活动是否存在功能冲突	126 -
6.1.4 是否有利于海洋产业协调发展	127 -
6.1.5 小结	128 -
6.2 用海平面布置合理性分析	128 -
6.2.1 用海平面布置方案比选分析	128 -
6.2.2 平面布置是否体现节约集约用海原则	131 -
6.2.3 平面布置是否有利于生态保护，并已避让生态敏感目标	131 -

6.2.4	平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响	- 131 -
6.2.5	平面布置能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响	..... - 131 -
6.2.6	立体空间布置合理性	..... - 132 -
6.2.7	小结	..... - 132 -
6.3	用海方式合理性分析	..... - 132 -
6.3.1	用海方式是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则	..... - 133 -
6.3.2	用海方式能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能	..... - 133 -
6.3.3	用海方式能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响	..... - 133 -
6.3.4	用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响	- 134 -
6.3.5	小结	..... - 134 -
6.4	占用岸线合理性分析	..... - 134 -
6.4.1	占用岸线界定	..... - 134 -
6.4.2	是否改变海岸自然形态和影响海岸生态功能	..... - 135 -
6.4.3	占用岸线必要性和合理性分析	..... - 135 -
6.5	用海面积合理性分析	..... - 136 -
6.5.1	项目用海面积是否满足项目用海需求	..... - 136 -
6.5.2	项目用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范	..... - 137 -
6.5.3	项目用海减少用海面积的可能性	..... - 137 -
6.6	宗海图绘制	..... - 138 -
6.6.1	宗海图绘制说明	..... - 138 -
6.6.2	宗海界址点的确定方法	..... - 138 -
6.6.3	宗海图的绘图方法	..... - 139 -
6.6.4	宗海界址点坐标及面积的量算方法	..... - 139 -
6.7	立体分层设权合理性分析	..... - 142 -
6.7.1	立体分层设权范围	..... - 142 -
6.7.2	立体分层设权的必要性	..... - 142 -
6.7.3	立体分层设权的合理性	..... - 142 -

6.8 用海期限合理性分析	- 144 -
7 生态用海对策措施	- 145 -
7.1 概述	- 145 -
7.2 海岸线占补分析	- 145 -
7.3 生态保护对策	- 145 -
7.3.1 环境污染物管控	- 145 -
7.3.2 用海风险防范	- 150 -
7.4 生态保护修复措施	- 159 -
8 结论	- 160 -
8.1 项目用海基本情况	- 160 -
8.2 项目用海必要性结论	- 160 -
8.3 项目用海资源生态影响分析结论	- 161 -
8.4 海域开发利用协调分析结论	- 161 -
8.5 国土空间规划符合性分析结论	- 161 -
8.6 用海合理性分析结论	- 162 -
8.7 项目用海可行性结论	- 163 -

项目用海基本情况表

申请人	单位名称	广东电网有限责任公司汕头供电局				
	法人代表	姓名	李经儒	职务	法定代表人	
	联系人	姓名	吴周祥	职务	项目经办人	
		通讯地址	汕头市金砂路 71 号			
项目用海基本情况	项目名称	广东省风电临海试验基地接入系统工程				
	项目地址	汕头市濠江区濠江水道入海口				
	项目性质	公益性 ()		经营性 (<input checked="" type="checkbox"/>)		
	用海面积	1.2037 公顷		投资金额	25694.94 万元	
	用海期限	50 年		预计就业人数	/	
	占用岸线	总长度	43.1m		预计拉动区域 经济产值	/
		自然岸线	0m			
		人工岸线	43.1m			
		其他岸线	0m			
	海域使用类型	海底工程用海 (电缆管道用海)、工矿通信用海 (海底电缆管道用海)		新增岸线	0m	
用海方式	面积		具体用途			
海底电缆管道	1.2037 公顷		海底电缆管道			

1 项目用海基本情况

1.1 论证工作由来

广东省风电临海试验基地选址于汕头市濠江区海上风电产业园，该项目将打造海上风电新机型认证检测服务平台与公共试验平台，满足大容量新型风机集中型式认证及并网试验需求，服务海上风电高质量发展。按照规划设想，该项目终期建设风电试验机位 6 个，支持风机测试容量分别为 1 台 18MW、2 台 20MW、3 台 24MW，最大装机总容量为 130MW；现已建成上海电气段 15MW（待改造为 18MW）和 20MW 机位风机试验机位；新建 20MW 和 24MW 风机试验机位计划于 2026 年 12 月建成投产；规划 2 个 24MW 风机试验机位预计于 2030 年前建成投产。

为满足广东省风电临海试验基地风机接入电网的需求，广东电网有限责任公司汕头供电局拟在汕头市濠江区濠江水道建设广东省风电临海试验基地接入系统工程（以下简称为“本项目”），主要建设内容包括变电工程、线路工程、配套通信光缆及二次系统工程等。其中，110kV 广东省风电临海试验基地升压站至 220kV 疏港站双回线路部分涉海，涉海段长约 561.5m，采用泥水平衡顶管施工工艺，从疏港大道濠江大桥东侧以北自底土向西穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近。本项目计划于 2026 年 12 月建成投产。

依据《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》等法律法规和管理规定，本项目穿越濠江段线路位于海域，且具有一定排他性，需对其开展海域使用论证相关工作。受广东电网有限责任公司汕头供电局委托，中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司承担本项目海域使用论证工作，项目组人员通过现场测量踏勘和收集相关资料，论证分析了项目用海的可行性，在此基础上编制完成了《广东省风电临海试验基地接入系统工程海域使用论证报告表》（送审稿）。

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》，2001年10月27日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，自2002年1月1日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月24日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订；

(3) 《中华人民共和国湿地保护法》，2021年12月24日第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过；

(4) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2021年4月29日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；

(5) 《中华人民共和国航道法》，根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》修正；

(6) 《中华人民共和国渔业法》，根据2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议《关于修改〈中华人民共和国海洋环境保护法〉等七部法律的决定》第四次修正；

(7) 《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院，1994年10月9日发布，2017年10月7日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订；

(8) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月31日发布；

(9) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018年3月19日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》修订；

(10) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（1990年6月25日中华人民共和国国务院令62号），根据2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订；

(11) 《水污染防治行动计划》（国发〔2015〕17号），国务院，2015年4月2日成文，2015年4月16日发布；

(12) 《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18日；

(13) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规〔2021〕1号)，2021年1月8日；

(14) 《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；

(15) 《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)，自然资源部办公厅，2022年4月15日；

(16) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》(中华人民共和国交通运输部令2021年第24号)，交通运输部，2021年9月1日；

(17) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》，2023年12月27日国家发展改革委令第7号公布；

(18) 《国家海洋局关于印发〈海域使用权管理规定〉的通知》(国海发〔2006〕27号)，国家海洋局，2007年1月1日；

(19) 《生态环境部关于印发〈生态保护红线生态环境监督办法(试行)〉的通知》(国环规生态〔2022〕2号)，生态环境部，2022年12月27日；

(20) 《自然资源部办公厅关于北京等省(区、市)启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》(自然资办函〔2022〕2207号)，自然资源部，2022年10月14日；

(21) 《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)，自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局，2022年8月16日；

(22) 《广东省海域使用管理条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正，2021年9月29日；

(23) 《广东省湿地保护条例》，根据2022年11月30日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议《关于修改〈广东省机动车排气污染防治条例〉等六项地方性法规的决定》第三次修正；

(24) 《广东省航道管理条例》，广东省第八届人民代表大会常务委员会第十八次会议通过，1995年11月21日；

(25) 《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）；

（26）《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），广东省自然资源厅，2020年2月28日；

（27）《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补台账管理的通知》（粤自然资海域〔2023〕149号）；

（28）《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》，广东省自然资源厅办公室，2022年2月22日。

1.2.2 相关规划

（1）《广东省人民政府关于印发〈广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要〉的通知》（粤府〔2021〕28号），广东省人民政府，2021年4月6日；

（2）《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）〉的通知》，广东省自然资源厅，2025年1月23日；

（3）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省海洋经济发展“十四五”规划的通知》（粤府办〔2021〕33号），广东省人民政府办公厅，2021年9月30日；

（4）《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》，广东省自然资源厅，2020年12月24日；

（5）《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），广东省生态环境厅，2022年4月27日；

（6）《广东省人民政府办公厅关于印发广东省能源发展“十四五”规划的通知》（粤府办〔2022〕8号），广东省人民政府办公厅，2022年3月17日；

（7）《广东省自然资源厅关于印发〈广东省国土空间生态修复规划（2021—2035年）〉的通知》，广东省自然资源厅，2023年5月10日；

（8）《广东省人民政府关于汕头市海洋功能区划（2013-2020年）的批复》（粤府函〔2016〕332号），广东省人民政府，2016年10月19日；

（9）《广东省海岛旅游发展总体规划（2017-2030年）》，广东省自然资源厅、广东省文化和旅游厅，2018年11月；

(10) 《广东省航道发展规划(2020-2035年)》，广东省交通运输厅，2019年10月；

(11) 《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》(粤财规〔2022〕4号)，广东省财政厅、广东省自然资源厅，2022年6月21日；

(12) 《汕头市人民政府关于印发〈汕头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要〉的通知》(汕府〔2021〕34号)，汕头市人民政府，2021年4月30日；

(13) 《关于印发〈汕头市濠江区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要〉的通知》(汕濠府〔2021〕52号)，汕头市濠江区人民政府，2021年6月9日；

(14) 《汕头港总体规划(2012-2030年)》，汕头市人民政府，2013年4月；

(15) 《汕头市养殖水域滩涂规划(2018-2030年)》，汕头市农业农村局，2019年10月；

(16) 《汕头市濠江西屿保护和利用规划(2023-2030年)》，汕头市濠江区自然资源局，2024年4月11日；

(17) 《汕头市濠江东屿保护和利用规划(2023-2030年)》，汕头市濠江区自然资源局，2024年4月11日。

1.2.3 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)；
- (2) 《海域使用分类》(HY/T 123-2009)；
- (3) 《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)；
- (4) 《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)；
- (5) 《海域使用面积测量技术规范》(HY/T 070-2022)；
- (6) 《海洋工程地形测量规范》(GB/T 17501-2017)；
- (7) 《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)；
- (8) 《自然资源部办公厅关于印发〈海域立体分层设权宗海范围界定指南

（试行）》的通知》（自然资办函〔2023〕2234号）；

（9）《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）〉的通知》，广东省自然资源厅，2024年6月3日；

（10）《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；

（11）《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）（其中 GB/T 12763.3-2007 已废止）；

（12）《海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测》（GB/T 12763.3-2020）；

（13）《海洋观测规范 第2部分：海滨观测》（GB/T 14914.2-2019）；

（14）《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；

（15）《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

（16）《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；

（17）《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；

（18）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；

（19）《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；

（20）《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；

（21）《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》（HY/T 0341-2022）；

（22）《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；

（23）《内河通航标准》（GB 50139-2014）；

（24）《顶管技术规程》（DBJ/T 15-106-2015）；

（25）《河道管理范围内建设项目技术规程》（DB44/T 1661-2021）。

1.2.4 技术资料

（1）《广东省风电临海试验基地接入系统工程可行性研究报告》，汕头善能达产业管理有限公司，2024年7月；

（2）《110kV 风电临海试验基地至疏港线路工程初步设计工程图纸》，汕头善能达产业管理有限公司，2025年4月；

（3）《广东省风电临海试验基地接入系统工程（濠江顶管段）岩土工程勘察报告（施工图设计阶段）》，广州地质勘察基础工程有限公司，2025年4月；

（4）《广东省风电临海试验基地接入系统工程穿越达濠水道航道通航条件

影响评价报告（送审稿）》（中船第九设计研究院工程有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2025年4月）；

（5）建设单位提供的其他技术资料。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

本项目线路工程建设内容之一为110kV广东省风电试验基地升压站至220kV疏港站线路，线路路径全长约7.22km。本项目涉海段为上述线路位于海域部分，自疏港大道濠江大桥东侧以北向西从底土穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近，涉海段线路路径长约561.5m。本论证报告仅对涉海段线路进行海域使用论证。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。根据《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），本项目涉海段用海分类为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类）。

根据《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据（见表1.3.1-1，节选自《导则》表1），本项目涉海段用海方式属于“其他方式——海底电缆管道——海底电（光）缆”；根据2021年广东省生态保护红线划定成果，本项目涉海段所在海域不属于海洋生态保护红线区；根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目涉海段所在海域不属于重要河口；本项目涉海段所在海域不涉及重要生态系统、特别保护海岛；故本项目涉海段所在海域不属于敏感海域。综上，按照“就高不就低”原则，确定本项目海域使用论证等级为三级。

表 1.3.1-1 海域使用论证工作等级划分表

（内容不公开）

1.3.2 论证重点

本项目海域使用类型属于海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类）、国土空间调查、规划、用途管制用海分类属于工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类），根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C，结合本项目的用海类型及方式、工程所在区域的环境特征及海域开发利用现状，确定海域使用论证工作的重点内容如下：

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

1.3.3 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应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，跨海桥梁、海底管线、航道等线性工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展 5km，二级论证 3km，三级论证 1.5km。

本项目涉海段为线性工程，论证等级为三级，论证范围按导则要求为每侧向外扩展 1.5km，因此，本项目论证范围划定为：北至汕汕铁路濠江特大桥附近，南至汕头港广澳港区，东西以 2022 年广东省最新修测海岸线为界，以此围成的水域部分为本次论证的范围，论证范围面积约 4.61km²。本项目论证范围见图 1.3.3-1。论证范围四至坐标如表 1.3.3-1 所示。

表 1.3.3-1 论证范围控制点坐标一览表

（内容不公开）

（内容不公开）

图 1.3.3-1 论证范围示意图

1.4 建设内容概述

项目名称：广东省风电临海试验基地接入系统工程

建设单位：广东电网有限责任公司汕头供电局

项目性质：新建

建设地点：项目地理位置如图 1.4-1 所示，项目涉海段工程位于汕头市濠江区濠江水道，疏港大道濠江大桥以北，项目中心地理坐标为（内容不公开）。

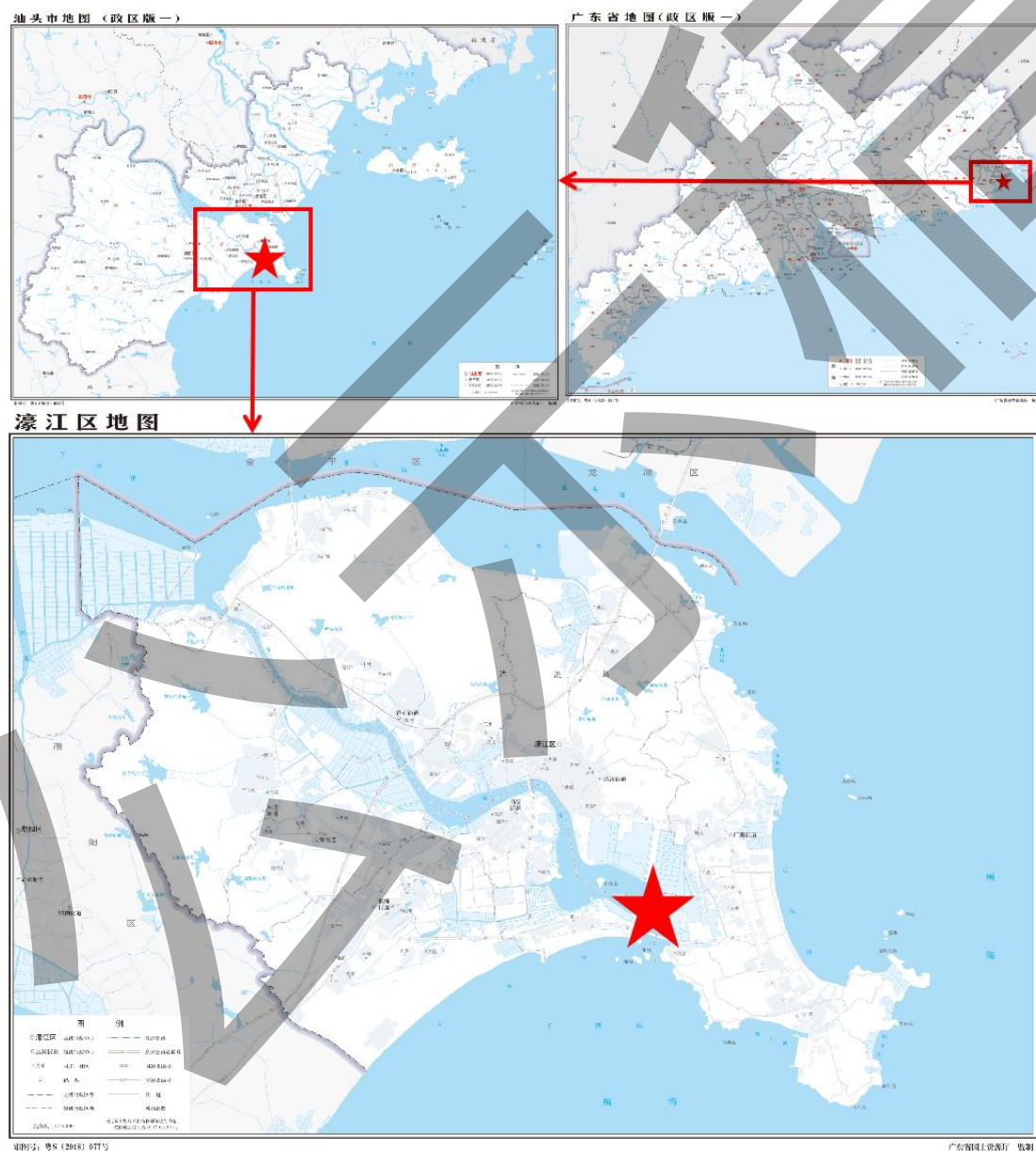


图 1.4-1 项目地理位置示意图

建设规模：本项目新建 110kV 广东省风电试验基地升压站 1 座；新建 2 回

110kV 电缆线路接入 220kV 疏港站，形成广东省风电临海试验基地升压站至疏港站双回线路，线路路径总长约 7.22km；新建 4 回 35kV 电缆线路，分别从#1~#4 风机接入广东省风电临海试验基地升压站，线路路径总长约 5.06km；配套建设通信光缆及二次系统工程。本项目计划于 2026 年 12 月建成投产。工程静态总投资 25402.87 万元，动态总投资 25694.94 万元。

涉海建设内容：本项目建设规模见表 1.4-1，涉海建设内容为广东省风电临海试验基地升压站至疏港站 110kV 双回线路中自疏港大道濠江大桥东侧以北、濠江北路沿岸至疏港大道濠江大桥西侧附近的涉海段线路，长度约 561.5m（位于海域中的线路路径长度）。涉海段海底电缆拟采用泥水平衡顶管工艺自底土穿越濠江水道，顶管两端工作井均位于陆域，顶管顶高程约-18.3m，理论最小埋深约 8.8m。

申请用海规模：本项目涉海段拟申请用海面积 1.2037 公顷，海域使用类型为海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类），用海分类为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。

项目工期：本项目总工期为 1 年，其中，本项目涉海段工期约为 4 个月。

表 1.4-1 本项目建设规模一览表

（内容不公开）

1.5 平面布置和主要结构、尺度

本节主要引用《广东省风电临海试验基地接入系统工程可行性研究报告》（汕头善能达产业管理有限公司，2024 年 7 月）、《110kV 风电临海试验基地至疏港线路工程初步设计工程图纸》（汕头善能达产业管理有限公司，2025 年 4 月）等相关内容进行阐述。

1.5.1 本项目线路路径概述

本项目新建 110kV 广东省风电临海试验基地升压站（以下简称为“基地升压站”），基地升压站新建 110kV 出线终期 2 回，本期 2 回；本期配套新建 4 回 35kV 出线。其中：

①新建 2 回 110kV 电缆线路接入 220kV 疏港站，形成基地升压站至疏港站双回线路，线路路径总长度约 7.22km，其中，穿越濠江水道顶管段长度约 706.0m，顶管段位于海岸线向海一侧部分长度约 561.5m，即为**本项目涉海段**。

②新建 4 回 35kV 电缆线路，分别从#1~#4 风机接入基地升压站，线路总长度约 5.06km，包括#1 风机所属线路 2.20km，#2 风机所属线路 1.35km，#3 风机所属线路 0.35km，#4 风机所属线路 1.16km。该线路均位于陆域。

基地升压站至疏港站双回线路自基地升压站采用普通电缆(陆缆)往北出线，随即转向东沿规划河中路敷设，至交叉路口转向南沿青州东路敷设，下穿疏港铁路之后继续向南沿濠江北路行至疏港大道濠江大桥东侧以北，电缆转向西南并采用顶管方式穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近，随后采用普通电缆(陆缆)继续沿疏港大道北侧步道或绿化带用地向西敷设，穿过达南路口、下穿疏港铁路和汕汕高速铁路，直至 220kV 疏港站南面再折向北接入站内。

本项目线路路径见图 1.5.1-1。

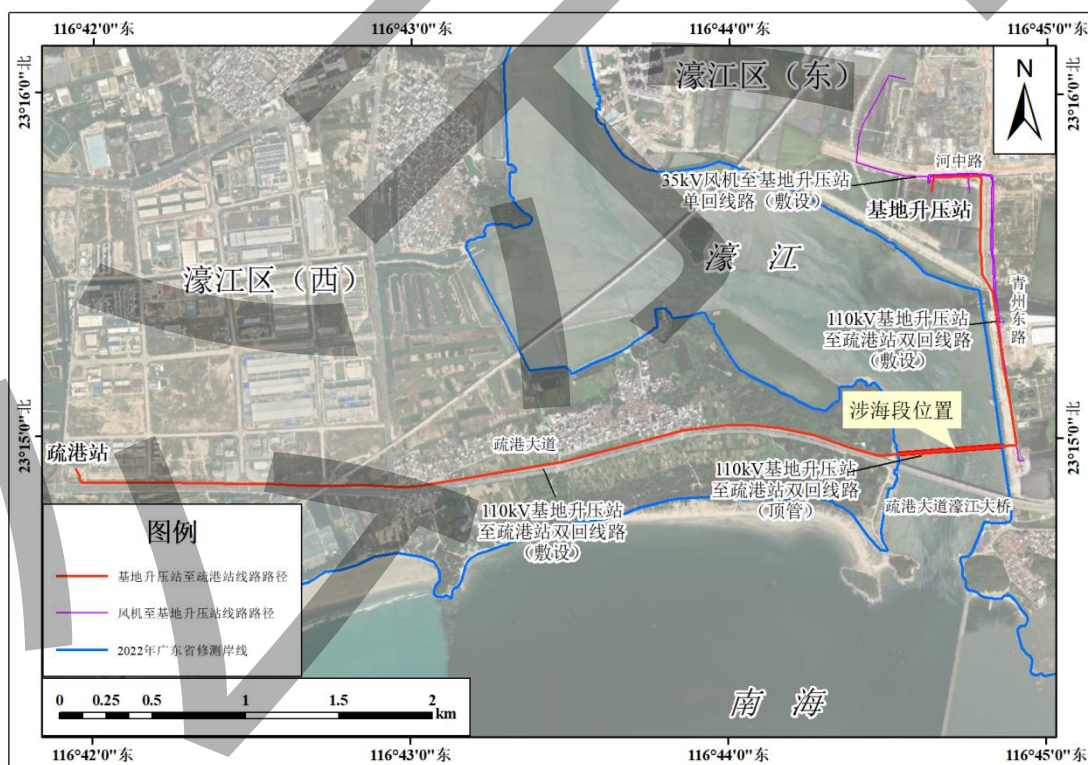


图 1.5.1-1 本项目线路路径示意图

1.5.2 涉海段平面布置和主要结构、尺度

本项目涉海段线路自疏港大道濠江大桥东侧以北向西穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近，拟采用泥水平衡顶管施工工艺自底土穿越濠江水道。顶管穿越濠江段区间长度（井中心距离）约 706.0m，其中，位于海域中的涉海段线路路径长度约 561.5m，本报告仅对涉海段进行海域使用论证。顶管设计底高程为（-20.000~-27.000）m（单坡直线顶管，西高东低），理论最小埋深约 8.8m（结合设计底高程、顶管外径、海床规划高程、冲刷深度等估算）。顶管采用顶管专用管 III 级管（钢筋混凝土），外径为 1.680m，内径为 1.400m，壁厚 0.140m。顶管内部设置 8 根电缆保护管和 4 根光缆保护管（含备用管），材质均为 MPP 管（改性聚丙烯），本期敷设电缆 6 条和通信光缆 2 条。

表 1.5.2-1 本项目涉海段主要结构尺度一览表
(内容不公开)

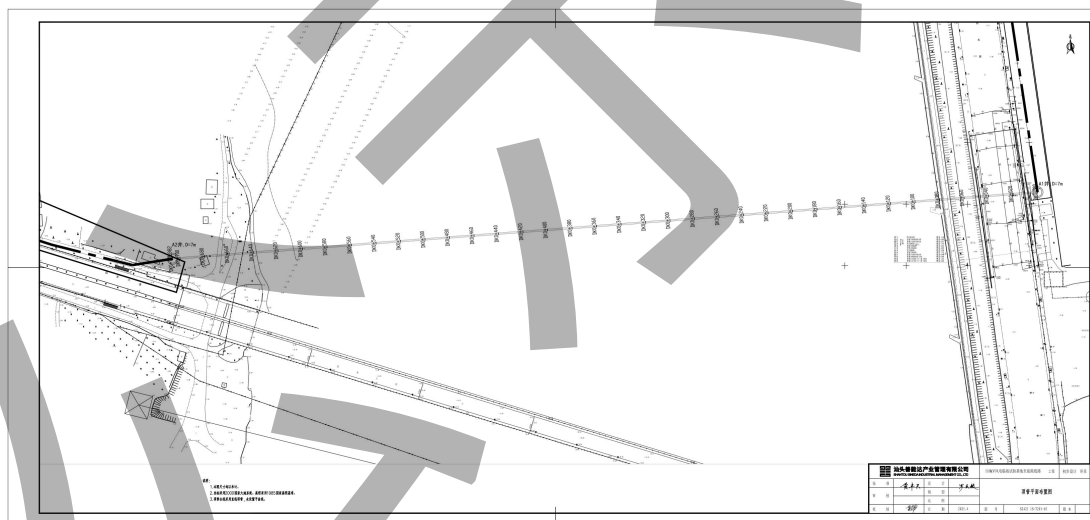


图 1.5.2-1 顶管平面布置图

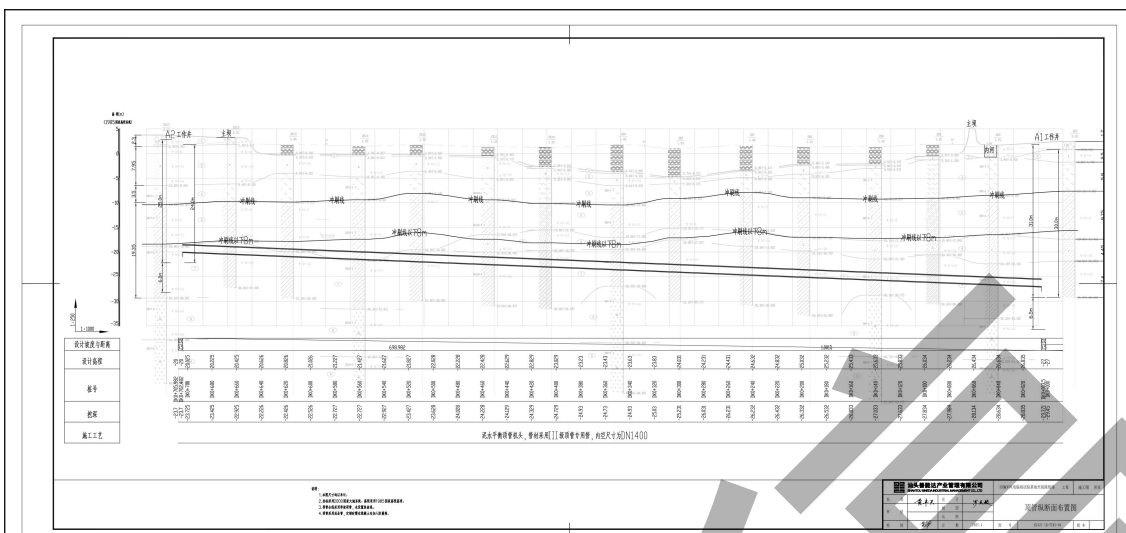


图 1.5.2-2 顶管纵断面图

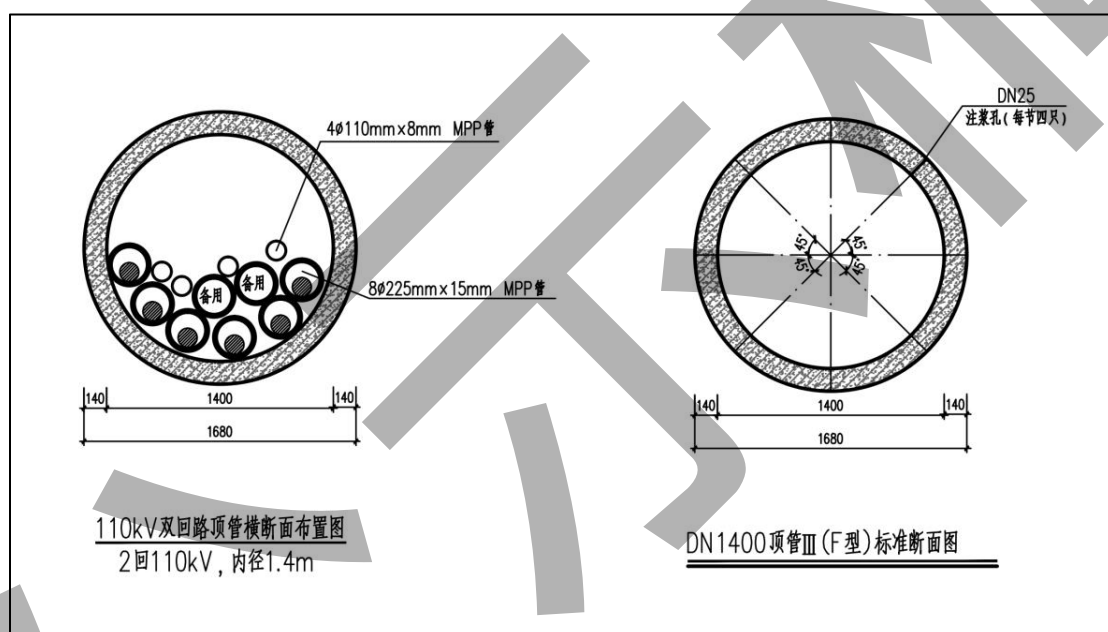


图 1.5.2-3 顶管横断面图

顶管两端分别设置入口始发井（东侧，设计资料编号 A1）和出口接收井（西侧，设计资料编号 A2）（以下统称为工作井），工作井均位于海岸线向陆一侧，不占用海域。工作井采用基坑围护结构，内径为 7.000m，外径为 11.600m。围护桩采用全套管钻（冲）孔水下灌注咬合桩，单桩桩径为 1.000m，具体又分为素混凝土桩和钢筋混凝土桩，二者交错布置，兼有止水帷幕作用，间隙用细石混凝土回填。基坑内侧采用钢筋网喷射混凝土找平（挡水墙）。另设环梁支撑、后背墙、顶管进出洞口加固平面等强化结构。入口始发井(A1)设计底高程为-29.300m，

出口接收井（A2）设计底高程为-22.300m。

（内容不公开）

图 1.5.2-4 工作井围护桩平面布置图

（内容不公开）

图 1.5.2-5 工作井纵断面图（以 A1 为例）

1.5.3 陆域施工场地平面布置

本项目涉海段顶管施工所需的入口始发井（A1）位于濠江水道东侧陆域，出口接收井（A2）位于濠江水道西侧陆域，2 处工作井周边施工场地平面布置如图 1.5.3-1 所示。

施工场地内设置有材料堆放区和土方临时堆放区。本涉海段线路工程量小，施工产生的泥浆和土石方分别暂存至泥浆箱和临时堆土区，及时采用运输车清运。施工期施工人员产生的生活污水、生活垃圾（固废）等均定期清运，不直接排海，不会对周边陆域和海洋环境造成直接不良影响。

（内容不公开）

图 1.5.3-1 陆域施工场地平面布置示意图

1.5.4 其他设计说明

1.5.4.1 顶管设计高程与埋深

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺穿越濠江水道。顶管设计高程与埋深应综合考量设计规范要求、航道管理要求（通航条件）、河道管理要求（堤防安全、防洪要求）、周边其他用海活动需求等因素。

（1）设计规范要求

根据《顶管技术规程》（广东省地方标准 DBJ/T 15-106-2015）6.1.2 条，管顶最小覆盖土层厚度不应小于 1.5 倍管道外径且不应小于 3m。本项目采用的顶管外径为 1.680m，计算得 1.5 倍管道外径为 2.520m，按“就高不就低”原则，本项目顶管管顶最小覆盖土层厚度不应小于 3m。

（2）航道管理要求与周边其他用海活动需求

顶管穿越的汕头市濠江区濠江水道为通航水域，航道名称为达濠水道，管理单位为广东省粤东航道事务中心。根据《广东省粤东航道事务中心 2025 年 4 月航道维护尺度信息》（2025 年 3 月 25 日）、《广东省粤东航道事务中心内河五至七级航道维护尺度》（2018 年），达濠水道现状维护等级为 VII，维护水深为 0.7m。根据《广东省航道发展规划（2020-2035 年）》、《内河通航标准》（GB 50139-2014），达濠水道发展规划技术等级为 IV，最低标准水深为 2.5m。

濠江水道内拟建设的汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）涉及多项工程，其中，清淤疏浚工程实施范围涵盖本项目顶管穿越区域。根据《汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）海域使用论证报告书（公示稿）》，本项目顶管穿越区域位于清淤疏浚工程的马滘大桥~广澳河渡口河段（K3+700~K9+700），该工段航道维护挖槽设计底高程为-6m。

根据《内河通航标准》（GB 50139-2014）5.3.2 条，在航道和可能通航的水域内布置水下过河建筑物，应埋置于河床内，其顶部设置深度，I 级~V 级航道不应小于远期规划航道底标高以下 2m，VI 级和 VII 级航道不应小于 1m。如前文所述，顶管穿越的达濠水道发展规划技术等级为 IV，远期规划航道底标高采用汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）清淤疏浚工程马滘大桥~广澳河渡口河段航道维护挖槽设计底高程-6m，故本项目水下过河建筑物顶部设置深度（顶管顶高程）不应高于-8m。

（3）河道管理要求

顶管穿越的汕头市濠江区濠江水道属于河道管理范围（《汕头市濠江区人民政府关于划定濠江河道管理范围的公告》，汕头市濠江区人民政府，2020 年 12 月 7 日），且顶管东侧自底土穿越濠江东岸堤防。根据该堤防工程设计资料，典型断面设计底高程为（-1.20~-0.90）m（珠江基面高程），防浪墙设计顶高程为（4.012~4.026）m（珠江基面高程），防潮标准为 50 年一遇，堤防等级为 3 级，海堤结构为水泥砂浆砌石混合型式堤。

根据《河道管理范围内建设项目技术规程》（广东省地方标准 DB44/T 1661-2021）7.3.1 条，盾构、顶管法隧道上部冲刷线以下所需覆土层的最小厚度，应根据工程地质和水文地质条件，不宜小于 2 倍隧道外径或河流最大冲刷线下 8m，并应满足隧道抗漂浮要求。确有技术依据时，在局部穿越河段可适当减少。

对于冲淤变化大、易出现砂土液化、挖砂取石、船舶抛锚水域的隧道，应增大埋深。堤身设计范围内隧顶至堤防建基面的竖向距离不宜小于 10m。

(4) 评价与小结

将上述技术规范要求、管理要求作为评价标准，判断本项目顶管设计高程与埋深是否符合要求，如表 1.5.4-1 所示。经计算比对，本项目顶管设计高程与埋深符合相关技术规范要求和管理要求。

表中计算得清淤疏浚工程实施后冲刷线以下覆土厚度约 8.8m，即理论最小埋深，作为后续章节分析依据。

表 1.5.4-1 本项目顶管设计高程与埋深符合性分析一览表

(内容不公开)

1.5.4.2 主要设计原则和标准

(1) 顶管

顶管结构混凝土设计使用年限为 50 年，安全等级一级，结构重要性系数为 1.1，结构混凝土设计使用年限 50 年。

机械顶管施工：沿线为粘性土，建议采用泥水平衡（岩石）顶管机头掘进，以便应对特殊情况，禁止使用人工顶管。

施工单位应根据后座、地质情况、单坑顶进长度等情况采用注浆等措施。

千斤顶的安装应符合：千斤顶宜固定在支架上，并与管道中心的垂线对称，其合力的作用点应在管道中心的垂直线上，最大顶力不能超过 $0.391f_c A_p$ （ f_c 为混凝土抗压强度设计值 N/mm^2 ； A_p 为管道的最小有效传力面积）。

在管道顶进的全部过程中，应控制工具管前进的方向，并应根据测量结果分析偏差产生的原因和发展趋势，确定纠偏的措施，纠偏时应符合下列规定：应在顶进中纠偏；应采用小角度逐渐纠偏。

施工单位必须根据土层、岩层考虑相适应的刀具、刀盘以保证顶管顺利。在选择顶管机头时应根据地质情况合理选择，应特别注意控制在不同土层界面处顶进时的偏位。工具头外径与管道外径之比（ $D_{机}/D_{管}$ ）不大于 1.003~1.005。

沉降要求：管道各部位允许沉降或隆起数值：管道中心，10mm；管道中心左右各 5m，5mm；管道中心左右各 10m，0mm。

(2) 工作井

工作井结构构件的设计使用年限为 50 年，结构重要性系数取 1.1。

结构构件裂缝控制 3 级，允许出现裂缝。裂缝宽度限值：不大于 0.2mm。

结构抗浮按最不利地下水位情况验算，抗浮水位取至地面，其抗浮安全系数应不小于 1.05（考虑摩擦力时，抗浮安全系数应不小于 1.15），当计算不满足时，应采取抗浮措施。

工作井结构防水等级为一级，不允许渗水，结构表面无湿渍。工作井结构以混凝土自防水为主，结构抗渗等级不低于 P12，并铺设全包外防水。

工作井结构的耐火等级为一级。

工作井结构抗震设防烈度为 8 度，抗震类别为乙类（重点设防类），抗震等级三级，采取相应的抗震措施（满足如最小配筋率、钢筋锚固长度等要求）。

主体基坑安全等级为一级，支护结构重要性系数 1.10。

围护桩垂直度允许偏差不大于 1/200。

1.6 主要施工工艺与方法

1.6.1 工作井施工

施工过程中，对于主线深井的建设应做专项方案，对设计文件施工单位应充分解读，对施工工艺及工法应充分了解，加强施工监测，建议引进第三方监测作为主导监测方，避免基坑发生较大安全和质量事故的发生。

主要施工次序（咬合桩明挖法）：

- 1) 施工准备及管线改移；
- 2) 咬合桩施工：挖导沟→施做导向墙→开槽→泥浆护壁成孔→清底→吊放钢筋笼→浇筑水下混凝土→荤素跳桩施工→循环作业→直至咬合桩施工完成；
- 3) 基坑内降水开挖；
- 4) 基坑开挖至每道支撑设计位置下 0.5m，设置环向内撑支撑，随开挖随支撑，直至开挖至基坑底面；
- 5) 施作底板垫层混凝土；
- 6) 施作底板；
- 7) 从下至上施作各层侧墙、中板、顶板（结合拆撑和换撑）；

8)施作竖井内部结构（隧道施工完成后进行）。

1.6.2 顶管施工

（一）铺设导轨

导轨是顶管的支撑结构，根据顶节长度和主推装置行程，选用导轨长度为7m，导轨采用30kg/m钢轨，要求光滑直顺。采用混凝土木枕基础，混凝土的强度等级为C30，厚度为25cm，浇筑宽度较枕木长50cm，在混凝土内部埋设15cm×15cm的方木作轨枕（方木埋入混凝土的面要包上油毡，便于拆除）。此种基础的特点是不扰动地基土，能承受较大的荷载。导轨安装中的偏差为1.0mm，采用道钉固定在枕木上。导轨深入工作坑壁50cm，以保证管子顺序连接。

（二）安装靠背

竖井设计时，已考虑了顶管的工况，因此，靠背只需起防局部破坏作用即可。用10mm厚钢制作，板尺寸为5m×5m。在钢板和井壁之间设置50cm（C30钢筋混凝土），防止混凝土局部压坏或开裂

（三）安装千斤顶

4台千斤顶通过油缸支架固定在导轨上，对称分布在顶管截面处，油缸中心落在顶管管壁环向中线上，并连接顶铁和套环。

（四）安装顶管、工具管和出碴平台

在顶管底高程采用20厘工字钢和8厘钢板，架设1.5m×1.5m作为顶管就位和出碴平台，在井壁前设0.5m×1m有盖板活动仓作为顶管底部焊接基坑，利用吊机将3m长DN990钢顶管品放在工作平台上。与已顶进顶管焊接，再安装DN990直径的钢制工具管即可进行管道顶进。

（五）顶进

顶管及工具管就位后，首先割开顶管预留孔的钢板，观察预留口的土层地质情况，如遇高塑性土层，立即采用注浆等措施进行土层超前加固。在顶进过程中，利用在后背墙上悬挂激光照准仪，作为日常轴线测量控制的主要措施。激光照准仪的激光束直接投射进顶管工作面，工作面上再利用垂球画出顶管中线。由于在施工过程中，竖井很可能产生位移，再加上一些人为因素的影响，造成激光照准仪偏向，所以在顶进过程中需经常对激光照准仪进行校正。再就是每顶进30cm左右，利用高精度水准仪进行1次顶管标高的复核。顶管顶进过程中的轴线控制

测量，每项进 1m 至少测量 1 次以上，或每台班至少 1 次，以便及时发现顶管的偏差，通知顶管作业人员进行纠偏。由工作井向接收井方向进行，将 DN990 顶管挤压顶进，采用挤压式管道顶进作业施工。开始顶进时，开动千斤顶，活塞伸出一个行程，将管子推进一段距离，此时应细心观察顶管轴线是否正确。待千斤顶活塞完全伸出，操纵油缸进油控制阀，使活塞回缩，安装顶铁后继续顶进，直到管端与千斤顶之间可以放下一节顶管为止。顶进中注意观察油泵压力的变化，如出现异常变化（如突然升高或突然减少）立即停止顶进，待查明原因和采取相应措施后，方可继续顶进。顶管顶进时注意要力求连续作业，减少不必要的停歇。工程实践证明，在黏土层中顶进中断后，重新起顶时，顶力会比中断前增加 50% 至 100%；但在饱和沙土中，重新起顶顶力比中断前顶力小，频繁中断会令顶力反复大幅波动。

（六）中继间施工

中继间是解决长距离顶进施工顶力过大最有效的措施之一。本工程顶管中继间采用二段一较可伸缩的套筒承插式钢结构件。第一道中继间距离顶管机头不得大于 60m，其余暂按间距 150m/套设置。

中继间的密封结构采用双道径向可调的橡胶密封，另增加二道馒头形橡胶止水圈。双道径向可调的橡胶密封用于中继间伸缩时密封装置，在双道径向可调的橡胶密封圈之间设置 4 只注油孔，以减少橡胶圈的磨损。一道馒头形橡胶止水圈用于顶管结束以后，切割法兰和拆卸二道径向可调的橡胶密封时的临时防水。在密封配合面应经过立车的精加工，并经过抛光处理，涂抹润滑脂。若在顶管过程中出现局部漏浆现象，也可以在端面设置一道盘根和法兰止水的应急措施。

中继间出厂前应进行验收工作，主要检查项目有关键部分尺寸、精密度、油封耐压压力以及防腐涂层等。

每套中继环安装 16 只 500kN 双作用油缸，总推力 8000kN，油缸行程为 500mm。

为提高工程的可靠性，在每套中继环处设一台三柱式液压动力机组，该液压泵具有耐高压的特性，启用时一名操作人员就可控制。

施工后的中继间处理：顶管机进入接收井后，对中继间预留的注浆孔压注双液浆，以防止外侧泥浆通过中继间渗漏；确保中继间前后段和中继间内壳和外壳

之间压密注实。注浆完成后，从第一只中继间起依次拆除油缸，并将空档合拢；封堵中继间处注浆孔；用等离子割除多余中继间筋板，保留与顶管内壁紧贴的一圈环向钢板，端部割除钢板后进行焊接。焊接质量按 100%进行超声波检测。

（七）出土方案

本工程顶管采用泥水平衡方案，出土采用机械出土，出土由泥水通过泥浆泵输出，输送到地面后集中，由泥浆车运送到附近的泥浆处理中心。

（八）顶管出洞

对顶管整个系统的安装、单机调试必须进行全面检查并调试设备联运后，才能让顶管出洞，保证洞口橡胶止水圈的安装牢固，尺寸正确，能彻底封堵机头与洞口的空隙，还应保证洞口前方的土体已采取了加固措施，同时建立了沉降监测，对洞口前方的地下管线、地面构筑物也要建立有效的技术保护措施。慎重平稳地操作顶进、在机头出洞时，匀速推进，首节管出洞口后就要马上均匀压注触变泥浆。一般在管节出洞 1.0~2.0m 时，检查并逐渐调整切土、出泥、顶速、土压、轴线、标高等施工参数回复正常状态。

（九）施工过程中的控制措施

①顶进过程中的测量及控制管轴线复核

在顶进过程中，利用在后背墙上悬挂激光照准仪，作为日常轴线测量控制的主要措施。激光照准仪的激光束直接投射进顶管工作面，工作面上再利用垂球画出顶管中线。由于施工过程中，竖井很可能产生位移，再加上一些人为因素的影响，造成激光照准仪偏向，所以，在顶进过程中需经常对激光照准仪进行校正。另外，每项进 30cm 左右，利用高精度水准仪进行一次顶管标高的复核。顶管顶进过程中的轴线控制测量，每项进 1m 至少测量 1 次以上，或每台班至少 1 次，以便及时发现顶管的偏差，通知顶管作业人员进行纠偏。

②地面沉降观测

在顶管通过的线路设置观测点，一般是每隔 2m 设置 1 个，在主要建筑物，须在路肩、路中分别设置观测点观测时，采用精密水准仪测量测点标高，跟上次测量的标高相比较，计算沉降量，并绘出沉降曲线，分析地面沉降的趋势。一旦发现出现异常沉降，立即停止顶管施工，查明原因并采取有效措施进行处理。

③纠偏措施

当测量发现顶管出现偏移时，暂时停止顶进，操纵工具管千斤顶，使偏斜一侧的千斤顶伸出，应及时纠偏采用小角度纠偏方式，产生一个偏移量，然后继续顶进，并加大测量控制的频率，待顶管恢复正常位置时将伸出的纠偏千斤顶回缩，恢复常态，纠偏完成。如土层情况十分不利，则采取提前灌注水泥浆的办法加固，加大土层的承载力。同时，在顶进过程中，按照“勤测微纠少纠”的原则，控制顶管机前进的方向和姿态，通过软弱层。

1.6.3 主要施工设备

主要施工设备如下：

表 1.6.3-1 顶管施工主要机械设备表

(内容不公开)

1.6.4 土石方平衡

本项目土石方来源分为两部分，一部分为工作井施工产生土石方，另一部分为顶管施工产生土石方。工作井基坑开挖产生的土石方均外运至附近的填埋场处理。海底电缆的建设采用泥水平衡顶管施工工艺，利用岩土掘进手段在不开挖地表的情况下完成管线的铺设施工，顶管顶进过程中通过管道将泥水混合物输送至地面的泥浆池，集中收集后经泥浆运输车转运至附近的泥浆处理厂，由施工单位与泥浆处理单位签订处置协议。土石方平衡分析如下：

工作井施工产生土石方：本项目涉海段需建设 2 处工作井，外径均为 11.6m，始发井开挖深度约 32.3m，接收井开挖深度约 27.3m，计算得 2 处工作井总挖方量约 6295.5m³。弃土由土方运输车队外运至附近填埋场集中处理。

顶管施工产生土石方：考虑河岸两侧堤坝和现有道路，本项目顶管顶进距离约 706.0m，顶管外径为 1.68m，计算得顶管顶进产生土石方约 1564.2m³。此外，顶管施工过程中所需泥浆使用量约 9086.8m³，泥浆传输至地面的泥浆池，集中收集后经泥浆运输车转运至附近的泥浆处理厂。泥浆成分包含膨润土、水和掺合剂组成，产生的废弃泥浆由泥浆运输车队外运至泥浆处理厂集中处理，由施工单位与泥浆处理单位签订好处置协议。

(内容不公开)

图 1.6.5-1 土石方平衡图

对于本项目产生的土石方，业主要以合同形式要求施工单位在施工过程中按照设计要求，严格控制开挖范围及开挖量，施工时基础开挖多余的土石方不允许就地倾倒，均须合理合法运往指定地点处理。

1.6.5 施工进度计划

项目整体工期约为 12 个月，其中，根据工程的建设规模以及现场的施工条件和主要工程数量，本项目涉海段顶管施工工期约 4 个月。施工进度计划详见表 1.6.5-1。

表 1.6.5-1 本项目涉海段施工工期进度计划表

(内容不公开)

1.7 项目用海需求

1.7.1 拟申请用海情况

根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009)，本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海(一级类)中的电缆管道用海(二级类)，用海方式为其他方式(一级方式)中的海底电缆管道(二级方式)。根据《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)，本项目涉海段用海分类为工矿通信用海(一级类)中的海底电缆管道用海(二级类)。

本项目申请用海情况见表 1.7.1-1。本项目拟申请总用海面积为 1.2037 公顷。海底电缆管道自底土穿越两侧人工岸线，涉及人工岸线 43.1m。

表 1.7.1-1 用海单元面积统计一览表

(内容不公开)

拟申请的海底电缆管道界址点坐标如表 1.7.1-2 所示，本项目宗海位置图和宗海界址图、宗海平面布置图和立体空间范围示意图见图 1.7.1-1~图 1.7.1-4。

表 1.7.1-2 本项目用海范围界址点坐标

(内容不公开)

1.7.2 申请用海期限

本项目涉海段为海底电缆管道，属于建设工程用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条海域使用权最高期限，建设工程用海为五十年。结合本项目海底电缆管道设计使用年限为 50 年，最终确定本项目申请用海年限为 50 年。

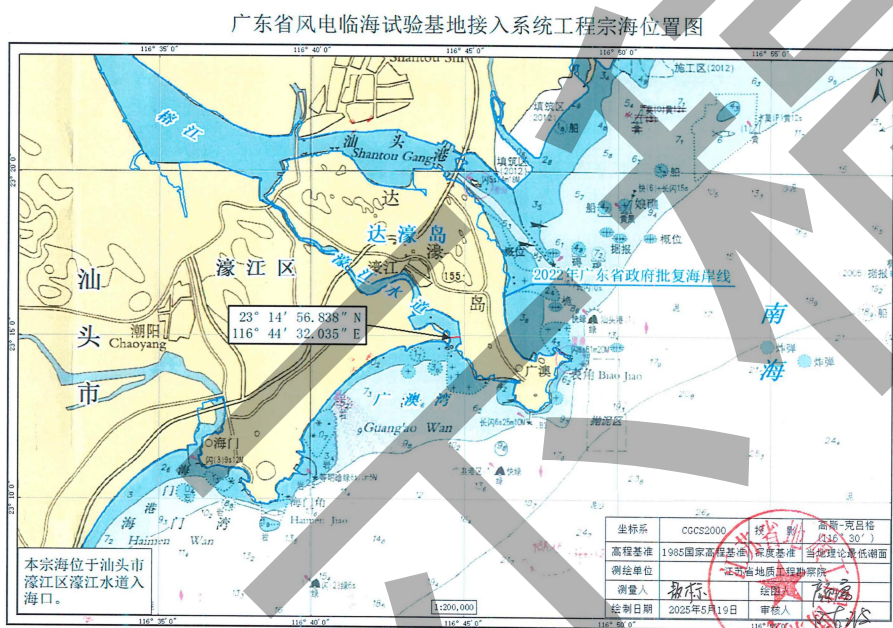
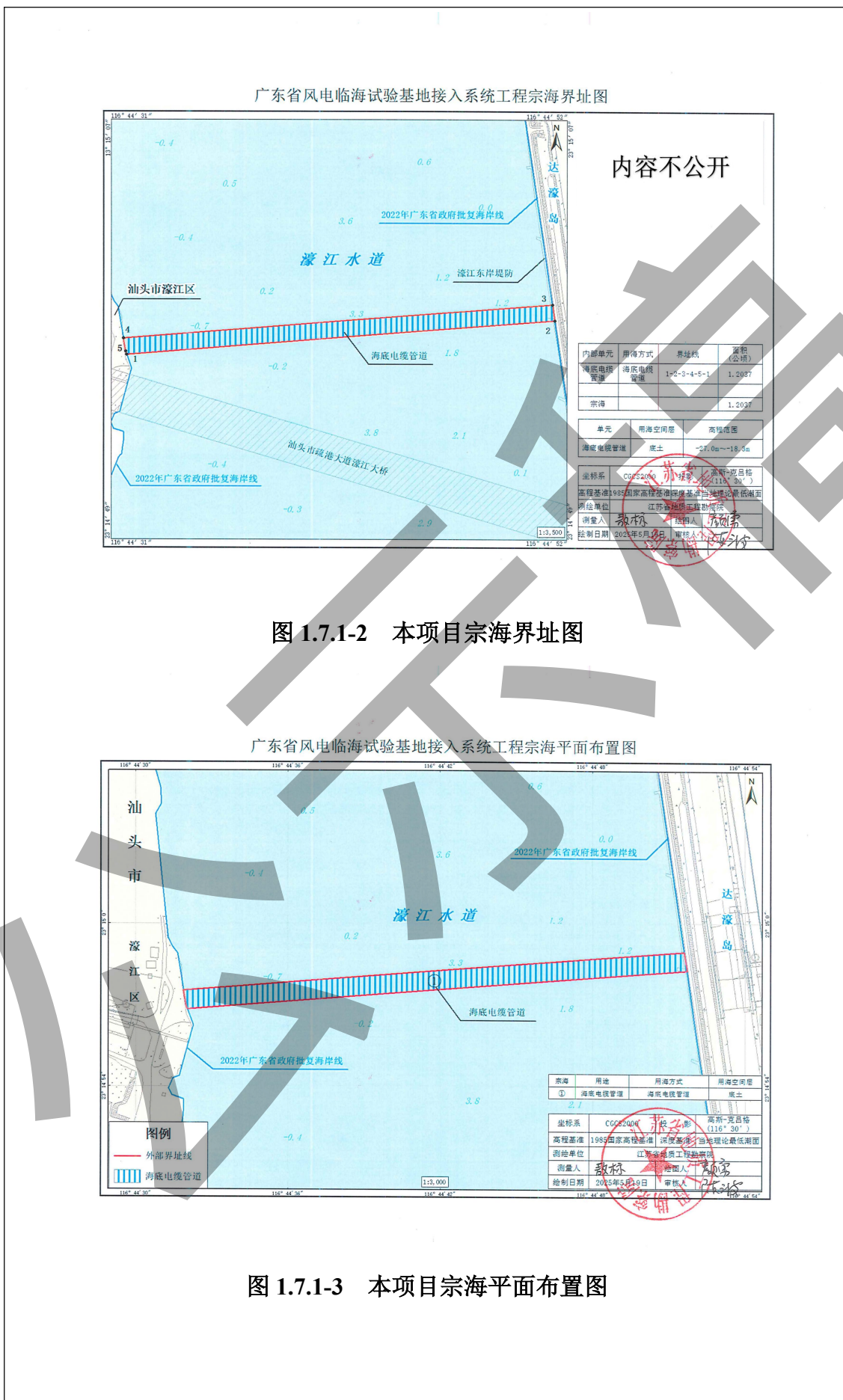
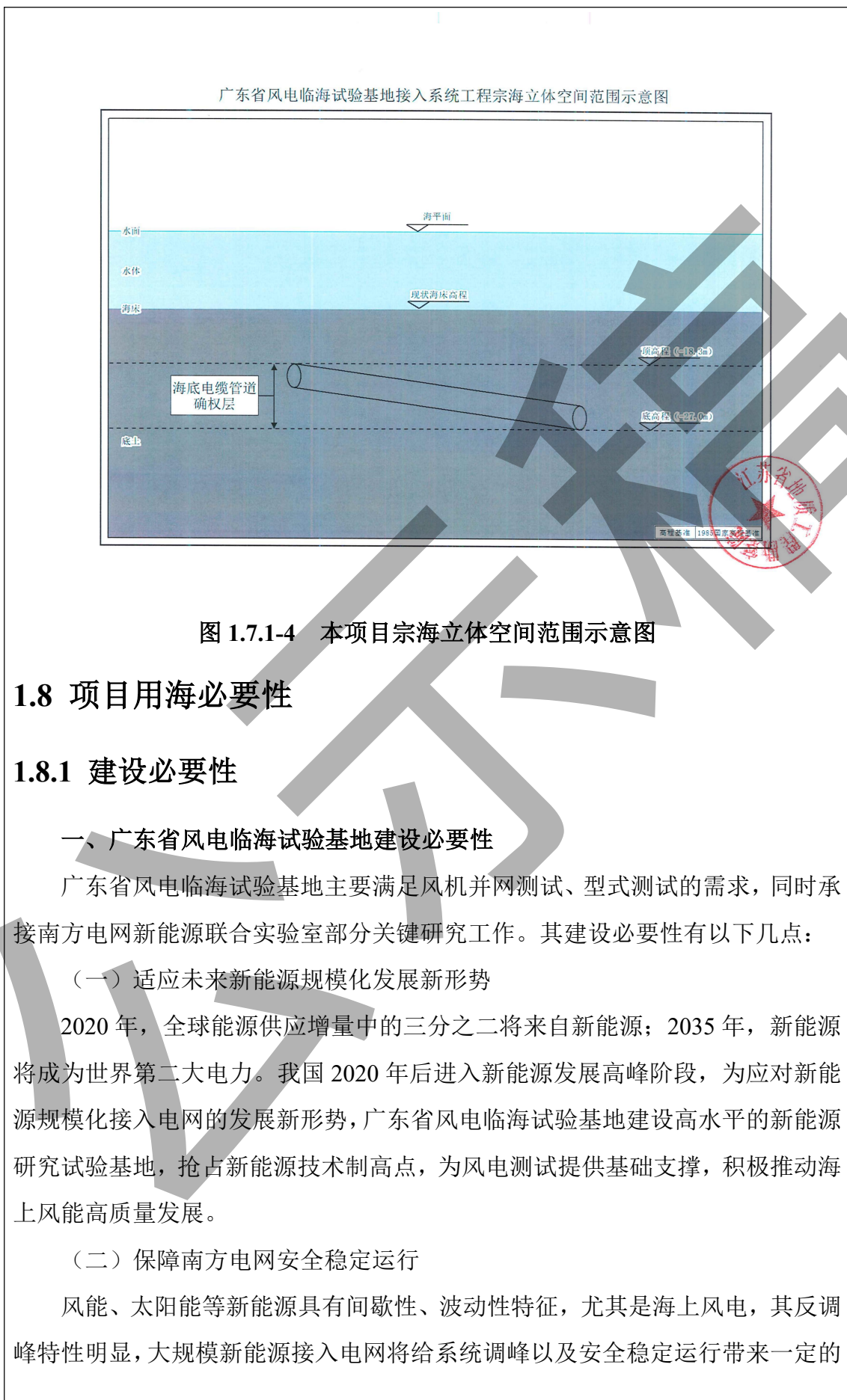


图 1.7.1-1 本项目宗海位置图





影响。建设广东省风电临海试验基地，开展相关技术研究，掌握新能源的并网特性，有利于保障海上风电机组、输变电设备等入网质量，确保海上风电等新能源友好并网、源网有效协调，能够有效支撑南方电网安全稳定运行。

（三）确保新能源无障碍消纳

目前，国内缺乏大规模新能源特别是海上风电接入的成熟经验，且尚未建立能够进行海上风电机组特性、风电场运行特性、海上气候环境特性、并网消纳特性、系统安全特性等深入研究与试验验证的平台。建立广东省风电临海试验基地，开展海上风电等新能源接入研究、试验检测等工作，掌握新能源并网核心技术，能够保障大规模海上风电等新能源并网的无障碍消纳。

（四）满足海上风电新机型认证检测需求

近年来，我国海上风电进入规模化发展期，风机研发制造水平不断提升，风电机组更新迭代速度加快、容量递增。与之不匹配的是，国内现有的测试场最大测试容量仅为 8 兆瓦至 10 兆瓦，难以满足大容量风机检测需求。广东省风电临海试验基地共规划建设 4 个试验机位，单机最大检测容量达 24 兆瓦，可补足这一风电产业链“短板”，打造海上风电大容量机组“认证检测服务平台”与“公共试验平台”，满足“十四五”期间国内大容量新型风机集中型式认证及并网试验需求。

（五）开发利用临海风资源，降低海上风电试验成本和安全事故发生概率

汕头市地处台湾海峡西南端喇叭口，“狭管效应”使其拥有优越的海风资源和临海风资源。相比于高度依赖专用船只进行作业的传统海上风电试验场，临海风电试验场主要在陆域进行作业，不仅方便快捷，周期短成本低，还能远离海上台风、暴雨等极端天气多发区域，在一定程度上降低人身和设备安全事故发生概率。

二、本项目建设必要性

按照进度计划，广东省风电临海试验基地终期建设风电试验机位 6 个，支持风机测试容量分别为 1 台 18MW、2 台 20MW、3 台 24MW，最大装机总容量为 130MW；现已建成上海电气段 15MW（待改造为 18MW）和 20MW 机位风机试验机位；新建 20MW 和 24MW 风机试验机位计划于 2026 年 12 月建成投产；规划 2 个 24MW 风机试验机位预计于 2030 年前建成投产。

本项目为广东省风电临海试验基地接入系统工程，计划于 2026 年 12 月建成投产，满足广东省风电临海试验基地风机接入电网的需求，是保障广东省风电临海试验基地建成投产的重要环节之一，因此本项目的建设是必要的。

1.8.2 用海必要性

根据电网系统规划，110kV 广东省风电临海试验基地升压站出线终期 2 回，本期 2 回，至 220kV 疏港站 2 回，即新建 110kV 广东省风电临海试验基地升压站至 220kV 疏港站双回线路；另外，本期配套新建 4 回 35kV 电缆线路（分别从 #1~#4 风机接入基地升压站）。其中，基地升压站、#1~#4 风机均位于濠江水道以东，疏港站位于濠江水道以西，因此基地升压站至疏港站双回线路必须穿越濠江水道，无法避让。根据最新的 2022 年广东省政府批复岸线，濠江水道整体位于海域，故本项目基地升压站至疏港站双回线路不可避免地占用部分海域。

因此，本项目具有用海必要性。

2 项目所在海域概况

2.1 海洋资源概况

2.1.1 海岸线资源

根据《汕头港总体规划（2012-2030年）》，汕头市拥有丰富的海岸线资源，总长度约430.65km。根据2022年广东省政府批复海岸线及相关统计资料，论证范围内海岸线长约11.1km（含大陆海岸线、有居民海岛岸线、无居民海岛岸线），其中，自然岸线5.5km，人工岸线5.6km。本项目涉海段及外扩保护带两侧均为人工岸线，不涉及自然岸线，最近一处自然岸线位于南侧约187.4m。

（内容不公开）

图 2.1.1-1 项目周边海岸线资源示意图

2.1.2 滩涂资源

根据《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（汕头市农业农村局，2019年10月），汕头市海域面积约440590公顷，其中海域-2m等深线以内的滩涂面积约14000公顷，-2m至-5m等深线海域面积约10100公顷，-5m至-10m等深线海域面积约31400公顷，-10m等深线以外海域面积385090公顷。海底地形总的趋势从海岸向海逐步变深，坡度平缓。海底地貌类型主要受离陆远近、陆源来沙量、海湾形态、海流状况及海岛分布等因素影响。滩涂分布区主要是河口区，包括韩江、榕江、练江等主要出海口区域。此外，大海岛靠大陆一侧滩涂也较多，例如，达濠岛的北部，南澳岛北部的龙门湾。近岸小海岛多数处在滩涂区内，例如，牛田洋内小岛、韩江口以五屿为代表的小海岛等。离岸较远或离河口较远的海岛或是干出岩礁，是岩礁的主要分布区，亦是-10m至-20m浅海的主要分布区。不同的海底地貌类型，为不同栖息环境的鱼、虾、蟹、贝、藻类等提供了良好条件，也为发展海水养殖和增殖业提供了可能。

如图 2.1.2-1 所示，本项目涉海段涉及禁止养殖区和限制养殖区。

（内容不公开）

图 2.1.2-1 项目与养殖水域滩涂规划位置关系示意图

2.1.3 红树资源

根据 2024 年 10 月现场踏勘记录,本项目论证范围内分布有 2 处零星红树植株,分布点 1 距离本项目涉海段约 0.8km,位于青洲盐田内,现状可见红树 1 株,种类为秋茄;分布点 2 距离本项目涉海段约 1.1km,位于水闸内,现状可见红树 6 株,种类为秋茄、海漆。

(内容不公开)

图 2.1.3-1 项目周边红树资源分布示意图

(内容不公开)

图 2.1.3-2 零星红树植株现状照片

2.1.4 岛礁资源与旅游资源

根据《濠江区海洋资源》(濠江区地方志办公室,2024 年 11 月 22 日),濠江区辖内共有海岛 47 个,其中有居民海岛(达濠岛)1 个,无居民海岛 46 个。

本项目涉海段位于濠江水道下游,距离较近的海岛包括有居民海岛达濠岛和无居民海岛龟山岛、濠江西屿、濠江东屿等,如图 2.1.4-1 所示。

(内容不公开)

图 2.1.4-1 项目与周边海岛位置关系示意图

根据《广东省海岛旅游发展总体规划(2017-2030 年)》,广东省海岛旅游资源数量多,类型丰富。该规划涉及的 195 个旅游海岛均属于岛区类旅游资源,海岛上复合型的旅游资源可再细分为 8 个大类、14 个中类、29 个小类,共计 1041 项。

(内容不公开)

图 2.1.4-2 广东海岛旅游发展总体布局

本项目所在的汕头市位于东翼海岛旅游产业发展区,该规划分区以汕头市为中心,包括汕头、潮州 2 市全域,揭阳市城区和惠来、普宁 2 县(市),汕尾市城区和海丰、陆丰 2 县,重点发展归国华侨旅游、商务会议旅游、海峡文化旅游、红色文化旅游和渔家体验旅游等;建设主题式户外培训基地、商务会议型海岛度

假区；充分发挥海峡西岸经济区的平台作用，实现海岛旅游客源共享与区域合作，形成粤闽地区重要的旅游目的地。

根据岛岸关系和空间聚合特征，结合以旅游产业为主导的有居民海岛、无居民休闲旅游用岛和群礁的发展特点，因类施策，从岛岸联动、岛岸互动、大小互补、岛群协同、独岛领潮和群礁融合六大方向。本项目临近的有居民海岛达濠岛规划以岛岸联动模式推进旅游开发。该模式适用于与大陆距离不超过 2 千米的以旅游产业为主导的有居民海岛。这类海岛离大陆近且有居民居住，开发难度较小，应尽可能与所毗邻大陆海岸建立联系，与大陆旅游活动形成协同发展。在功能上可作为大陆城市休闲旅游的组成部分，与大陆海岸旅游形成密切互动。应增强交通便捷性和物质供应保障，尽可能利用大陆上的基础设施，降低海岛开发难度。此外，本项目临近的无居民海岛龟山岛规划以岛岸互动模式推进旅游发展。该模式适用于与大陆距离不超过 2 千米的无居民休闲旅游用岛。这类海岛离大陆近，旅游发展难度较小，应尽可能与所毗邻大陆海岸联合，与大陆旅游活动形成差异化发展。在功能上可作为大陆城市休闲旅游的组成部分，或作为大陆海岸毗邻景区的海岛型游览景点。尽可能利用大陆上的基础设施，降低海岛旅游发展难度。

表 2.1.4-1 节选自广东海岛旅游发展指引一览表

（内容不公开）

濠江西屿和濠江东屿在《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的功能定位为游憩用岛，属于可利用无居民海岛，其周边海域生态环境良好，海底相对平坦，北部有优质沙滩相连，当地历史文化底蕴深厚，为濠江西屿和濠江东屿的保护和开发利用活动提供了条件。根据《汕头市濠江西屿保护和利用规划（2023-2030 年）》《汕头市濠江东屿保护和利用规划（2023-2030 年）》，濠江西屿、濠江东屿位于濠江南口沿岸海域，濠江西屿地理坐标为北纬 23° 14' 34"，东经 116° 44' 26"，陆域投影面积 2.2771 公顷，岸线总长度约 772.8m，其中基岩岸线长度约 755m，占全岛岸线 97.7%，构筑物岸线长度约 17.8m，占全岛岸线 2.3%；濠江东屿地理坐标为北纬 23° 14' 37"，东经 116° 44' 33"，陆域投影面积 1.5931 公顷，岸线总长度约 630.7m，其中基岩岸线占全岛岸线的 100%。上述规划结合濠江西屿、濠江东屿主要保护对象、生态资源分布、地形地貌及开发利用现状和规划发展方向等

情况，划定濠江西屿、濠江东屿保护和利用空间布局，如图 2.1.4-3 所示。本项目涉海段与濠江西屿、濠江东屿最小距离约 0.6km，不涉及濠江西屿、濠江东屿的保护和利用空间。

(内容不公开)

图 2.1.4-3a 濠江西屿（海域管控分类）保护和利用空间布局图

(内容不公开)

图 2.1.4-3b 濠江东屿（海域管控分类）保护和利用空间布局图

2.1.5 河口资源

根据 2021 年新划定的生态保护红线，汕头市共划定 5 个重要河口，分别是义丰溪重要河口、莲阳河重要河口、外砂河重要河口、濠江重要河口、练江重要河口。本项目涉海段不涉及上述重要河口。

(内容不公开)

图 2.1.5-1 汕头市重要河口分布图

2.1.6 自然保护区

本项目周边自然保护区包括汕头市湿地自然保护区和汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区。

(1) 汕头市湿地自然保护区

根据《关于汕头市湿地自然保护区四至界定的公告》（汕头市农业农村局，2017 年 12 月 21 日），汕头市湿地自然保护区（以下简称“保护区”）于 2001 年 8 月 22 日经汕头市人民政府批准建立（汕府函〔2001〕88 号），位于汕头市境内，面积为 10333.33 公顷，分为关埠-西胪保护片区、西胪-河溪-牛田洋保护片区、三屿围-牛田洋保护片区、汕头港保护片区、苏埃湾保护片区、苏埃湾红树林保护片区、榕江出海口-德州岛保护片区、榕江-新津河-外砂河保护片区和外砂河口红树林片区共 9 个片区。保护区属“自然生态系统类”中的“湿地生态系统类型”自然保护区，主要保护对象为红树林、候鸟和珍稀水生动物。保护区地理位置为东经 116°31'34.78" - 116°52'21.90"，北纬 23°17'11.55" - 23°26'4.76"。

如图 2.1.6-1 所示，本项目涉海段不占用汕头市湿地自然保护区。

(内容不公开)

图 2.1.6-1 本项目涉海段与汕头市湿地自然保护区位置示意图**(2) 汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区**

根据《关于汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区勘界结果的公示》(汕头市濠江区自然资源局, 2025年2月10日), 汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区(以下简称“保护区”)于2004年经汕头市人民政府批准建立(汕府函(2004)8号), 位于汕头市濠江企望湾, 成立初期批复面积为272.8公顷, 主要保护对象为南方鲎及其赖以生存的生物资源和生态环境。

汕头市根据国家和省自然保护地整合优化工作部署, 自2019年8月起开展了全市自然保护地的摸底调查、科学评估、编制预案和审核审查工作, 并于2022年底通过国家专班技术审定。根据《汕头市自然保护地整合优化方案》, 汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区总面积调整为392.85公顷, 其中一般控制区面积为238.59公顷, 占总面积60.7%; 核心保护区面积为154.26公顷, 占总面积39.3%。如图2.1.6-2所示, 本项目涉海段不占用汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区。

(内容不公开)

图 2.1.6-2 本项目涉海段与汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区位置示意图**表 2.1.6-1 汕头濠江企望湾南方鲎市级自然保护区(整合优化后)
控制点坐标一览表**

(内容不公开)

2.1.7 港口与航道资源**(1) 港口资源**

汕头港地处我国东南沿海, 在福州至广州黄金海岸线的中点。汕头港历史悠久, 开埠于1861年, 历来是粤东、闽西、赣南物资的重要集散地和海上门户, 素有“岭东之门户, 华南之要冲”的称誉。汕头港现是国家沿海25个主要港口之一。

汕头港目前有老港区、珠池港区、马山港区、广澳港区、海门港区、南澳港区以及榕江港区等7个港区。汕头市人民政府于2013年9月3日颁布的《汕头

港总体规划（2012~2030年）》，站在汕头市与粤东地区经济发展的高度，打破行政区划的限制，结合汕头“三大经济带”的规划，综合考虑港口发展现状、吞吐量预测、合理确定各港区功能定位及布局，科学规划岸线资源，将澄海、潮阳、潮南三区和南澳县、广澳等港区的规划纳入了汕头港总体规划。《汕头港总体规划（2012~2030年）》实施完成后，汕头港将形成包括老港区、珠池港区、马山港区、堤内港区、广澳港区、海门港区、田心港区、南澳港区以及榕江港区等9个港区。汕头港各港区分布情况如图 2.1.6-1。

（内容不公开）

图 2.1.6-1 汕头各港区分布图

（2）航道资源

本项目涉海段穿越汕头市濠江区濠江水道，濠江水道现状航道名称为达濠水道，现状等级为VII，规划等级为IV，具体参数如下。

①现状航道

根据《广东省粤东航道事务中心 2025 年 4 月航道维护尺度信息》（2025 年 3 月 25 日）、《广东省粤东航道事务中心内河五至七级航道维护尺度》（2018 年），达濠水道现状等级如表 2.1.6-1 所示。

表 2.1.6-1 现状等级参数

（内容不公开）

②航道规划

根据《广东省航道发展规划（2020-2035 年）》，达濠水道规划等级如表 2.1.6-2 所示。根据《内河通航标准》（GB 50139-2014），IV 级航道可通航船舶 500t 以下，航道尺度最低标准为水深 2.5m，底宽 40m。

表 2.1.6-2 规划等级参数

（内容不公开）

（3）锚地资源

根据《汕头港总体规划（2012-2030 年）》，汕头全港共有锚地 13 处，分别是：汕头湾外锚地区、广澳港区油轮锚地区、广澳港区一般锚地区、防台锚地区、

内港锚地区、海门外港 2 号锚地区、海门外港 1 号锚地区、潮阳引航锚地区、莱芜锚地区、南澳港第一引航锚地区、南澳港第二引航锚地区、南澳港区锚地区、南澳国际避风锚地区，共用海面积 8735.2 万 m²。

(4) 渔港建设

根据《关于印发濠江国家一级渔港管理章程的通知》（汕头市濠江区人民政府，2023 年），达濠国家一级渔港位于濠江区濠江下游。达濠渔国家一级渔港涉及达濠、广澳、马滘三个街道，但码头等陆域在达濠街道范围内。渔港范围包括水域范围（包括通航航道、港外锚地、避风塘）和陆域范围（包括岸线、码头、装卸作业区、仓库、堆场、水产品交易市场、船厂、沿港道路、渔港功能所需的后勤设施用地，并满足休闲渔业、商旅居住等）。渔港主要设施包括渔业码头（全长 421m）、引桥 4 座、航道（自河渡口门起，至马滘桥铺止，共 3.67 海里，航道宽度 100m，最小水深-2.0m，护岸长 740m）、配套供电、供水、消防、通讯导航等。达濠国家一级渔港功能规划如图 2.1.6-2 所示。

（内容不公开）

图 2.1.6-2 达濠国家一级渔港功能规划图

2.1.8 渔业资源

本节引用《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》、《汕头附近海域秋季海洋环境监测 海洋生物生态》（广东创蓝海洋科技有限公司，2022 年 9 月）相关内容进行说明。

2.1.8.1 渔业资源概况

(1) 淡水生物

汕头境内有韩江、榕江、练江等河流及众多池塘、河涌，淡水水域宽广。地方自然生育的品种有：塘虱、泥鳅、沙鳅、赤眼鳟、团头鲂、鲢、黄鳊、乌鳢、鲈、鲂（三犁）、鲢、乌翅咀鲷、黄尾鲷、黄颡鱼、鳊（桂花鱼）、蛇鲻、斗鱼、攀鲈（过山鲫）、鲈鳗、鳖（脚鱼）、螃蟹、蟛蜞、河蚬、青蛙、田螺、石螺等。主要养殖品种有草鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲮鱼、青鱼、鲤鱼、鳊鱼、鲫鱼、鳊鲮等。从国内外引进养殖的有武昌鱼、兴国红鲤、东北镜鲤、古巴牛蛙、三角帆蚌、中

华绒毛蟹、罗非鱼（非洲鲫鱼）、草胡子鲶、露斯塔野鲮、麦穗加拉鱼、淡水白鲮、加州鲈鱼、罗氏沼虾等。从国内移殖或地方驯化繁育的有福寿鱼、三杂交鲤、异育银鲫等。

（2）海水生物

汕头海区有鱼类（包括软体动物的鱿鱼、墨鱼、章鱼等）471种，虾、蟹类17种，贝类30多种，藻类近20种。其中比较常见且经济价值较高的有100多种。

鱼类有：蓝园鲹（巴浪）、竹荚鱼（阔目）、大甲鲹（铁甲）、沟鲹（古板）、金色小沙丁鱼（姑鱼）、鲐鱼（花仙）、脂眼鲱（乾鱼）、青鳞鱼、黄鲫鱼（薄只、黄雀）、鳓鱼、鲔鱼（三犁）、斑鰲（金耳环）、龙头鱼（殿鱼）、小公鱼、银鱼、蛇鲻（那哥）、大头狗母鱼（哥西）、刺鲳（月鲫）、印度双鳍鲳（大目孔）、大眼鲷（红目鲢）、二长棘鲷（赤鲫）、金线鱼（钓鲤）、鲱鲤（红槽、红鱼）、带鱼、马鲛（鲛鱼）、银鲳（白鲳）、乌鲳、海鳗、鲨鱼、魣鱼、石斑鱼、鲈鱼、黄花鱼（金龙）、小黄鱼（红口）、绒纹单角鲀（迪仔）、魴鲱（角鱼）、鲷鱼（淡甲）、多鳞鱼喜（沙尖）、真鲷（赤髻）、黄鲷（红鸡）、黑鲷（乌莢）、黄鳍鲷（黄墙）、裸胸鲹（铜镜油鲫）、宝刀鱼、扁舵鲹（裸仔）、青甘金枪鱼（青甘）、鲐鱼（白腹）、鳗鲡（沙毛）、海鲡（成鱼、赤鱼）、四指马鲛（午鱼）、狼虾虎鱼（赤颌、麻皮头）、舌鲷（龙舌、鞋底鱼）、牙鲆（左口）、斑鲆、鲷鱼（乌头）、稜鲷（尖头）、七丝鲚（凤尾）等。

头足类有：枪乌贼、长枪乌贼（鱿鱼、柔鱼）、乌贼（墨斗）、莱氏拟乌贼（软匙）、章鱼等。

甲壳类有：赤须虾（厚壳虾）、斑节对虾（草虾）、短沟对虾（丰虾）、宽沟对虾（青尾虾）、日本对虾（青尾虾）、长毛对虾（大白虾）、墨吉对虾（大明虾）、近缘新对虾（沙虾）、中型新对虾（中虾）、刀额新对虾（芦虾）、周氏新对虾（黄虾）、布氏仿对虾（黄枝米）、亨氏仿对虾（竹虾）、长额仿对虾（剑虾）、中华管鞭虾（红虾）、鹰爪虾（有虾）、虾蛄、龙虾、琵琶虾（虾婆）、青蟹、梭子蟹（蟳）等。

贝类有：鲍鱼、西施舌（红卵）、响螺、角螺、东风螺、泥蚶、牡蛎（蚝）、寻氏肌蛤（薄壳）、红肉蓝蛤（红肉）、菲律宾蛤仔（花蚶）、中国绿螂（大头

蛭)、缢蛭(白蛭)、小刀蛭(螆蛭)、华贵栉孔扇贝、马氏珠母贝、翡翠贻贝(青魁)、紫贻贝(淡菜)、栉江珧、毛蚶、文蛤(车白)等。

藻类有:紫菜、江篱、马尾藻、海萝、石花菜等。还有海蜇、海马、海龙、海龟、海参、海胆等。

(3) 适宜养殖主要品种

淡水养殖除传统的“四大家鱼”外,还有鲫鱼、鳊鲌、罗非鱼、鲮鱼、鲈鱼、鲤鱼、胡子鲶、泥鳅、中华鳖、斑点叉尾鲷、鳊鱼、鲢鱼、乌鳢,以及南美白对虾、甲鱼、牛蛙等。

海水养殖的品种主要有南美白对虾、刀额新对虾、斑节对虾、青蟹、梭子蟹等甲壳类;海水鱼类有鲈鱼、美国红鱼、石斑鱼、卵形鲳鲹、蓝子鱼、金钱鱼、胡椒鲷、大黄鱼以及鲷科、鲷科等;贝类有牡蛎、花蛤、扇贝、翡翠贻贝、红肉蓝蛤、泥蚶、寻氏肌蛤、蛭、西施舌、鲍、螺等;藻类有紫菜、龙须菜、江篱、海带等。

2.1.8.2 渔业资源现状调查结果

根据2022年9月开展的海洋生态秋季调查结果(调查概况、调查站位坐标和调查站位分布示意图详见2.2.8.1节),鱼卵和仔稚鱼、游泳动物等渔业资源现状如下:

(1) 鱼卵和仔稚鱼

本次调查鱼卵和仔稚鱼水平和垂直采样调查共获得鱼卵1397ind.,仔稚鱼175ind.。经鉴定共有13种,隶属于鲱形目、鲷形目、鲈形目和鲹形目等4目11科(附录V)。

① 水平拖网调查

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共获得鱼卵1326ind.,仔稚鱼165ind.。经鉴定共有13种,隶属于4目11科,其中鲈形目种类最多(7种),占总种数的53.85%;其次是鲱形目有4种,占总种数的30.77%,鲹形目和鲷形目均仅有1种,各占总种数的7.69%(图2.1.8-1)。水平拖网的鱼卵中发现鲱形目小公鱼属数量最多(794ind.),其次为鲹形目舌鲷科(261ind.),在本次调查中属于绝对优势种。仔稚鱼中发现鲈形目石首鱼科的数量最多,有135ind.,其余种类在发现尾数在1~17ind.之间。

(内容不公开)

图 2.1.8-1 水平拖网鱼卵仔稚鱼种类组成

调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表 2.1.8-1 所示，鱼卵的密度分布范围在 0.024~4.614ind./m³ 之间，平均值为 0.715ind./m³，其中在 Z17 站位发现鱼卵密度最高（4.614ind./m³），Z33 站位鱼卵密度最低（0.024ind./m³）。仔稚鱼的密度分布范围在 0~0.623ind./m³ 之间，平均密度为 0.089ind./m³，除 Z20、Z23、Z29 和 Z33 站位外，其余站位均出现仔稚鱼，其中 Z17 站位密度最高，为 0.623ind./m³。水平拖网调查海区鱼卵和仔稚鱼捕获总密度范围为 0.024~5.237ind./m³，平均为 0.804ind./m³。整体而言，调查站位鱼卵仔稚鱼水平分布密度较低。

表 2.1.8-1 水平拖网调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况

(内容不公开)

②垂直拖网调查

鱼卵和仔稚鱼垂直拖网调查共获得鱼卵 71ind.，仔稚鱼 10ind.。经鉴定共有 7 种，隶属于 4 目 7 科，其中鲈形目 4 种，占总种数的 57.14%（图 2.1.8-2）；鲱形目、鲾形目和鲷形目均为 1 种，各占总种数的 14.29%。垂直拖网鱼卵中鲱形目小公鱼属发现数量最多（36ind.），其次为鲈形目石首鱼科（18ind.），这两种在数量上占绝对优势，其余种类数量较低，在 0~9ind.之间。仔稚鱼中仅发现鲈形目石首鱼科数量 10ind.，其余种类未出现。

(内容不公开)

图 2.1.8-2 垂直拖网鱼卵仔稚鱼种类组成

调查站位鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况如表 2.1.8-2 所示，鱼卵的密度分布范围在 0~8.655ind./m³ 之间，平均值为 2.833ind./m³，其中在 Z13 站位发现鱼卵密度最高（8.655ind./m³），Z33 密度最低，未发现鱼卵（0ind./m³）。仔稚鱼的密度分布范围在 0~1.471ind./m³ 之间，平均密度为 0.459ind./m³，仅在 Z13、Z21、Z25、Z27、Z28、Z29 和 Z30 站位有出现，且在 Z29 站位密度最高，为 1.471ind./m³，其余站位均未发现仔稚鱼。垂直拖网调查海区鱼卵和仔稚鱼捕获总密度范围为 0~9.617ind./m³，平均为 3.292ind./m³。

表 2.1.8-2 垂直拖网调查鱼卵和仔稚鱼的空间分布情况

(内容不公开)

③主要优势种类

鱼卵和仔稚鱼的优势种及优势度如表 2.1.8-3 所示。优势种以优势度(Y) ≥ 0.02 为判断依据,经计算,水平拖网调查鱼卵中数量占优势的种类为鲱科 *Clupeidae*、小公鱼属 *Stolephorus sp.*、鲷科 *Sparidae*、石首鱼科 *Sciaenidae* 和舌鳎科 *Cynoglossidae*, 优势度分别为 0.021、0.519、0.034、0.054 和 0.158; 仔稚鱼中优势种为小公鱼属 *Stolephorus sp.*和石首鱼科 *Sciaenidae*, 优势度分别为 0.055 和 0.492。

垂直拖网调查鱼卵数量占优势的种类为小公鱼属 *Stolephorus sp.*、石首鱼科 *Sciaenidae* 和舌鳎科 *Cynoglossidae*, 优势度分别为 0.393、0.110 和 0.044; 仔稚鱼中优势种为石首鱼科 *Sciaenidae*, 优势度为 0.467。

表 2.1.8-3 调查海域鱼卵和仔稚鱼主要种类

(内容不公开)

④小结

鱼卵、仔稚鱼是反映海域资源潜力和资源保持的重要指标,在海洋生态环境评估具有重要意义。本次鱼卵、仔稚鱼调查结果显示:经鉴定共有 13 种,隶属于鲱形目、鲷形目、鲈形目和鲽形目等 4 目 11 科。水平拖网调查发现 13 种,调查站位鱼卵和仔稚鱼的平均密度分别为 0.715ind./m³ 和 0.089ind./m³; 垂直拖网调查发现 7 种,各调查站位鱼卵和仔稚鱼的平均密度分别为 2.833ind./m³ 和 0.459ind./m³。

(7) 游泳动物

①游泳动物种类组成

本次调查捕获游泳动物共有 72 种,隶属于 3 大类群 36 科(附录 V)。调查海域出现物种种类统计结果见图 2.1.8-3,其中鱼类种类最多(40 种),占总种数的 55.56%;其次是甲壳类 28 种,占总种数的 38.89%,软体类种类最少,仅 4 种,占总种数的 5.56%。

(内容不公开)

图 2.1.8-3 游泳动物类群组成

游泳动物种类空间分布如图 2.1.8-4 所示，各个站位发现游泳动物种类数稍有差异，其 Z12 调查站位出现种类最多（35 种），其次为 Z20（33 种），Z25 站位种类最少，仅为 14 种。软体类出现种类最少，在各站位出现种类数为 0~3 种。本次调查中，鱼类和甲壳类在站位间出现率为 100%，软体类出现率为 86.67%。

（内容不公开）

图 2.2.8-12 游泳动物种类空间分布

②游泳动物数量及数量分布

本次调查站位的游泳动物渔获情况见表 2.1.8-4，游泳动物各站位平均每小时渔获尾数和重量分别为 324.47ind./h 和 3.569kg/h；其中鱼类平均每小时渔获尾数和重量分别为 54.53ind./h 和 0.912kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 16.81%和总平均重量的 25.55%；甲壳类各站位的平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 261.07ind./h 和 2.473kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 80.46%和总平均重量的 69.29%；软体类各站位平均每小时渔获尾数和平均重量分别为 8.87ind./h 和 0.184kg/h，分别占游泳动物总平均尾数的 2.73%和总平均重量的 5.16%。

各站位每小时渔获类群尾数（ind./h）和重量（kg/h）有所差异，其中鱼类在 Z12 站位每小时渔获尾数最多（82ind./h），在 Z12 站位每小时渔获重量也最高（1.791kg/h）；甲壳类在 Z12 站位每小时渔获尾数最多（509ind./h），每小时渔获重量在 Z12 站位也最多（4.915kg/h）；软体类在 Z20 站位每小时渔获尾数最高，为 25ind./h，每小时渔获重量在 Z20 站位也最多（0.706kg/h）。

表 2.1.8-4 各站位每小时渔获类群尾数（ind./h）和重量（kg/h）分布

（内容不公开）

③渔业资源密度

本次调查游泳动物重量资源密度分布如表 2.1.8-5 所示，各站位游泳动物重量资源密度介于 230.07kg/km²~461.43kg/km² 之间，平均重量资源密度为 323.82kg/km²；各站位游泳动物尾数资源密度介于 21463.28ind./km²~41036.72ind./km² 之间，平均尾数资源密度为 29796.62ind./km²。站位之间游泳动物资源密度略有差异，其中 Z12 站位重量资源密度最高（461.43kg/km²），Z12

站位的尾数资源密度也最高（41036.72ind./km²），Z30 站位重量资源密度最低（230.07kg/km²），Z29 站位尾数资源密度最低（21463.28ind./km²）。

表 2.1.8-5 渔业资源重量资源密度（kg/km²）和尾数资源密度（ind./km²）

（内容不公开）

④生态优势度

根据游泳动物密度指数（尾数、质量）和出现频率，采用 Pinkas 等提出的相对重要性指标（IRI）数值大小来确定游泳动物种类的重要性。根据相对重要性指标的大小，本调查依次将 IRI 值>500 以上的物种确定为优势种，100~500 的为常见种，10~100 的为一般种，1~10 的为少见种，IRI 值小于 1 的为稀有种。通过分析，本次渔获优势种的相对重要性指数如下表所示（表 2.1.8-6）。可以看出，本次拖网调查游泳动物的优势种为近缘新对虾 *Metapenaeus affinis*、口虾蛄 *Oratosquilla oratoria*、红星梭子蟹 *Portunus sanguinolentus*、长鳍篮子鱼 *Siganus canaliculatus* 和锈斑蟊 *Charybdis feriata*，共 5 种，其中相对重要性指数最大的为近缘新对虾（IRI=7108.41），为本调查第一优势种。

表 2.1.8-6 调查海域游泳动物优势种相对重要性指数

（内容不公开）

⑤多样性水平

本次调查海域内各站位的多样性指数情况见表 2.1.8-7。各站位游泳动物的 Shannon-Wiener 多样性指数（*H'*）范围在 2.44~3.78 之间，平均值为 3.10，其中 Z33 站位最高（3.78），其次为 Z21（3.73），Z15 站位和 Z28 站位最低（均为 2.44）。Pielou 均匀度指数（*J*）数值变化范围在 0.50~0.92 之间，平均值为 0.69，其中 Z33 站位最高，为 0.92，其次为 Z18（0.90），Z28 站位最低（0.50）。总体来说，调查断面游泳动物生物多样性指数处于较高水平，均匀度指数处于一般水平。

表 2.1.8-7 各站位生物多样性与均匀度指数

（内容不公开）

⑥小结

渔业资源是海洋价值最直接的体现，在海洋生态环境评估具有重要意义。本

次渔业资源调查结果显示，调查海域发现游泳动物种类有 72 种，包含鱼类、甲壳类、软体类。调查海域渔业资源平均重量资源密度为 $323.82\text{kg}/\text{km}^2$ ，平均尾数资源密度为 $29796.62\text{ind.}/\text{km}^2$ 。从种类组成特征来看，优势种有 5 个，近缘新对虾资源最为丰富，优势地位突出。经计算，调查断面游泳动物生物多样性指数处于较高水平，均匀度指数处于一般水平，说明该调查海域游泳动物多样性水平较高。

2.1.9 矿产资源

本节引用《汕头市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》相关内容进行说明。

（1）矿产资源概况

至 2020 年底，汕头市已发现矿产 36 种，累计发现矿产地（含矿点）146 处。查明资源储量矿产 6 种，矿产地 41 处。

地热、玻璃用砂、建筑用花岗岩和饰面用花岗岩、矿泉水等资源储量丰富，为本市的优势矿种。建筑用花岗岩分布广、资源丰富，开发利用程度相对较高；矿泉水水质良好，以偏硅酸型为主，具备一定储量，有较好的开发利用潜力；金属矿床规模小，大多品位低，综合开发利用难度大。

表 2.1.8-1 汕头市矿产资源概况

（内容不公开）

（2）矿产资源勘查开发利用现状

①地质调查工作程度

全域覆盖的地质工作有：1:20 万区域地质矿产调查、水文地质调查、地球化学调查、航空物探测量和 1:10 万县（市）地质灾害调查与区划、1:5 万矿山地质环境详细调查工作；1:25 万农业与生态地球化学调查工作覆盖率为 95%，完成 1:5 万区域地质调查 6 个图幅覆盖率为 54%、1:5 万水工环地质调查 5 个图幅覆盖率为 42%、潮阳区 1:5 万地质灾害详细调查，城市地质调查及海岸带调查工作处于起步阶段。

②矿产勘查工作程度

汕头市矿产勘查工作程度相对较低，主要查明地热水源地及大型玻璃用砂矿区、中型钨矿区各 1 处、矿泉水水源地 9 处、建筑用花岗岩矿区一批。鸿沟山金

银多金属矿区局部达普查程度，提交中型矿产地 1 处。

③矿产资源开发利用现状

全市采矿权总数 17 个，包括 1 个地热、14 个建筑用花岗岩、1 个水泥配料用黄土、1 个矿泉水。2020 年生产矿山 10 个，从业人数 136 人，采矿业总产值 4733.36 万元。地热、建筑用花岗岩的年开采量分别为 1.247 万立方米、105.66 万立方米。

2.2 海洋生态概况

2.2.1 区域气候与气象

项目所在海域位于低纬度，靠近北回归线，属亚热带海洋性气候。常年气候温和，光照充足，雨量较充沛，热量丰富，霜冻很少，但常有热带气旋和风等灾害性天气出现。本节采用汕头海洋站（23°13.2'N，116°46.5'E）2015~2019 年的实测资料分析结果，阐述汕头区域的气候与气象特征。

（内容不公开）

根据汕头海洋站 2015~2019 年逐时的风速风向资料统计分析得到项目所在海域附近各月最多风向及频率、各月平均风速和最大风速、各向平均风速和最大风速及频率、历年各月大风平均日数等，项目所在海域的风存在明显的季节变化，1 月~5 月、8 月~12 月盛行风向为 ESE，6 月~7 月盛行风向为 SW 和 SSW。累年平均风速 3.4m/s，各月平均风速相差不大，7 月和 8 月的月平均风速最低，均为 3.0m/s，1 月和 12 月月平均风速最大，为 3.8m/s。2015 年 7 月 9 日受强台风“莲花”影响，本海域的最大风速为 16.8m/s，极大风速为 32.2m/s。

项目所在海域经常出现的风向是 NE、E、ESE、SE，其中最多风向为 ESE，其出现频率为 27.11%，其次为 E；最小频率为 NW，其出现频率为 0.78%，次小为 WNW，出现频率为 0.90%。项目所在海域风向玫瑰图见图 2.2.1-1。

（内容不公开）

图 2.2.1-1 汕头海洋站风玫瑰图

2.2.2 水文动力

本节引用广东创蓝海洋科技有限公司于 2022 年 11 月在汕头海域开展的水文

现状调查资料阐述项目所在海域水文动力。具体观测技术要求为：

(1) 6个海洋水文调查站位 (H6~H10) 进行同步、整点、逐时观测 26 个时次, 观测要素为海流、温盐、悬沙。

(2) 4个潮位调查站位 C2、C3、C4 和 H9 同步观测潮位数据, 潮位采用潮位仪测定, 仪器数据采样时间间隔为 10min。

(3) 6个海洋水文调查站位 (H6~H10) 进行同步、整点、逐时观测 26 个时次, 观测要素为风速、风向。

(4) 潮流、温盐及含沙量分层技术要求为表 (水面下 1m)、中 (0.6H)、底 (距底 1m) 3 层。

(内容不公开)

图 2.2.2-1 本次潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置

各种基准面关系如下图所示。(注: 妈屿岛验潮站位于汕头市汕头港出海口, 德洲水道北侧, 站位坐标 $116^{\circ} 45' 35.025'' E$, $23^{\circ} 20' 17.192'' N$)

(内容不公开)

图 2.2.2-2 基准面关系图

设计高水位: 1.65 (高潮累计频率 10%)

设计低水位: -0.45 (低潮累计频率 90%)

2.2.2.1 潮汐

(1) 潮汐性质及潮位特征

潮位曲线如图 2.2.2-3 所示。

(内容不公开)

图 2.2.2-3a C2 站观测期间水位过程线 (基于观测期间计算的平均海平面)

(内容不公开)

图 2.2.2-3b C3 站观测期间水位过程线 (基于观测期间计算的平均海平面)

(内容不公开)

图 2.2.2-3c C4 站观测期间水位过程线 (基于观测期间计算的平均海平面)

(内容不公开)

图 2.2.2-3d H9 站观测期间水位过程线（基于观测期间计算的平均海平面）

(2) 潮汐特征值

根据对潮位测站 C2、C3、C4 和 H9 站位 2022 年 11 月 9 日至 2022 年 11 月 11 日的潮位数据进行特征值统计，其中 C2 站位最高潮位为 0.76m，最低潮位为 -0.94m，最大潮差为 1.31m，最小潮差为 0.92m，平均潮差为 1.12m；C3 站位最高潮位为 0.90m，最低潮位为 -1.05m，最大潮差为 1.42m，最小潮差为 1.19m，平均潮差为 1.30m；C4 站位最高潮位为 0.85m，最低潮位为 -1.06m，最大潮差为 1.52m，最小潮差为 1.15m，平均潮差为 1.33m；H9 站位最高潮位为 0.91m，最低潮位为 -0.70m，最大潮差为 1.11m，最小潮差为 1.08m，平均潮差为 1.09m。

2.2.2.2 潮流

(1) 潮流基本特征

从各站实测海流资料中，摘取了大潮期间各站各层及各站垂线平均的涨、落潮流向平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向，如表 2.2.2-1 所示。

可以看出，H6~H10 测站位于近岸海域，实测海流表现为较强的往复性流动，H7 站位涨潮为偏 W 向，落潮为偏 E 向；H8 站位涨潮为偏 NW 向，落潮为偏 SE 向；其他站位海流主流向均为偏 NE 为涨潮流向，偏 SW 向为落潮流向。涨、落潮统计方法，以流向转流时刻作为涨落潮的划分标准。

① 涨、落潮流平均流速、流向

以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。由表 2.2.2-1 可知，本次观测期间，H5 站涨潮流平均流速最大为 14.9cm/s，出现在表层，流向为 26°，落潮流平均流速最大为 30.3cm/s，出现在表层，流向为 184°；H6 站涨潮流平均流速最大为 44.2cm/s，出现在表层，流向为 44°，落潮流平均流速最大为 50.2cm/s，出现在表层，流向为 233°；H7 站涨潮流平均流速最大为 62.4cm/s，出现在表层，流向为 272°，落潮流平均流速最大为 75.2cm/s，出现在表层，流向为 110°；H8 站涨潮流平均流速最大为 37.1cm/s，出现在底层，流向为 337°，落潮流平均流速最大为 34.5cm/s，出现在表层，流向为 159°；H9 站涨潮流平均流速最大为 13.1cm/s，出现在表层，流向为 34°，落潮流平均流速最大为

12.6cm/s，出现在表层，流向为 233°；H10 站涨潮流平均流速最大为 34.3cm/s，出现在表层，流向为 23°，落潮流平均流速最大为 32.4cm/s，出现在中层，流向为 202°。

②最大涨、落潮流流速、流向

由表 2.2.2-1 可以看出，本次观测期间，各站位各层次最大涨落潮流均出现在 H7 站，其中涨潮流最大流速最大为 135.0cm/s，出现在表层，流向为 258°，落潮流最大流速最大为 160cm/s，出现在表层，流向为 100°。

(2) 潮流性质

经计算分析，除 H7、H8 各层次潮流判别系数介于 0.5~2.0，属于不规则半日潮日潮流外，H5、H6、H9、H10 站位判别系数均小于 0.5，属于规则半全日潮流的潮流。

表 2.2.2-1 实测涨、落潮流平均及最大流速 V (cm/s) 流向 (°)

(内容不公开)

对各站各层次实测海流资料进行分析，绘制流速流向过程曲线(图 2.2.2-4)逐时潮流矢量图(图 2.2.2-5)和各层次潮流矢量图(图 2.2.2-6)。

(内容不公开)

图 2.2.2-4a H5 站流速流向过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-4b H6 站流速流向过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-4c H7 站流速流向过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-4d H8 站流速流向过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-4e H9 站流速流向过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-4f H10 站流速流向过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-5a H5 站各层次逐时潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-5b H6 站各层次逐时潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-5c H7 站各层次逐时潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-5d H8 站各层次逐时潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-5e H9 站各层次逐时潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-5f H10 站各层次逐时潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-6a 各站位表层潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-6b 各站位中层潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-6c 各站位底层潮流矢量图

(内容不公开)

图 2.2.2-6d 各站位垂线平均层潮流矢量图

(3) 余流

按准调和分析得出观测期间各测站余流流速、流向，见表 2.2.2-2。

由表可见，大潮期各站各层余流均为 1.6~10.6cm/s 之间，最大余流流速发生在 H6 站表层，其表层最大余流流速 10.6cm/s；最小余流流速发生在 H9 站表层，余流流速为 1.6cm/s。

表 2.2.2-2 各站各层余流流速流向

(内容不公开)

2.2.2.3 含沙量

大潮期各站位极值含沙量如表 2.2.2-3 所示，涨潮期最大含沙量最大为 87.88mg/L，出现在 H7 站中层；落潮期最大含沙量最大为 87.28mg/L，出现在 H5 站表层，观测期间各站位各层次含沙量在 3.48-87.88mg/L，平均含沙量在 8.71-49.92mg/L。(2) 在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；(3) 在垂向上，各层含沙量大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

表 2.2.2-3 实测含沙量统计表 单位：mg/L

(内容不公开)

2.2.2.4 水温

大潮期各站位极值温度如表 2.2.2-4 所示，观测期间 H5、H6、H7、H8、H9 和 H10 站涨潮垂线平均温度分别为 22.85℃、21.72℃、23.57℃、22.61℃、23.05℃、21.83℃，落潮垂线平均温度分别为 22.95℃、21.71℃、23.51℃、22.76℃、22.75℃、21.75℃，落潮期平均水温大于涨潮期；在垂向上，H5 站~H10 站观测期间平均温度表层温度与中层、底层的温度存在一定差异，表层>中层，表明表层与中层水体混合不充分，中层温度与底层温度接近，说明中底层水体混合充分；在空间上，近岸站位水温（H5、H7、H8、H9）高于离岸较远站位（H6、H10）。

表 2.2.2-4 温度统计表 单位：℃

(内容不公开)

2.2.2.5 盐度

对各站各层次实测盐度资料进行分析，绘制盐度过程曲线，见图 2.2.2-7。

(内容不公开)

图 2.2.2-7a H5 站盐度过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-7b H6 站盐度过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-7c H7 站盐度过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-7d H8 站盐度过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-7e H9 站盐度过程曲线

(内容不公开)

图 2.2.2-7f H10 站盐度过程曲线

大潮期各站位极值盐度如表 2.2.2-5 所示, 观测期间 H5、H6、H7、H8、H9 和 H10 站涨潮垂线平均盐度分别为 25.56、30.83、14.97、22.83、29.24、30.46, 落潮垂线平均盐度分别为 23.81、30.87、16.03、22.77、29.72、30.60; 在空间上, 近岸站位盐度 (H5、H7、H8、H9) 高于离岸较远站位 (H6、H10)。

表 2.2.2-5 盐度统计表 单位: %

(内容不公开)

2.2.3 区域地形地貌与冲淤环境**2.2.3.1 区域地形地貌和地质情况概况**

濠江区域地处广东省东部沿海。在大地构造上, 位于东亚新华夏系第二复式隆起带的东南侧与南岭东西向构造带南部东段之交接地段。

(1) 地层

汕头市的地层主要有三叠统上段、下侏罗统、上侏罗统及第四系地层。濠江区域属第四系地层, 沉积物类型繁多, 在沉积物中蕴藏有锆英石、砂钛、砂金、泥炭土、陶瓷土及天然气等矿产。

(2) 沉积物

①潟湖相沉积分布在达濠、河浦沿海。沉积物颜色较暗, 成分复杂, 含大量的海相或半咸水生物贝壳等。潟湖原是古海湾的一部分, 后因砂堤或砂洲发育而封闭海湾, 再受人工改造, 海水排出变成良田或盐田。区域海水盐度大, 是主要的产盐区, 有青洲、河渡、青篮、马滘、华里、钱塘、华新等盐田。

②海相沉积分布在达濠、河浦沿海海岸带的沉积物, 在地貌上统称海积平原、

砂堤、砂嘴、砂洲、陆连岛及海漫滩。普遍含有海相生物贝壳层，沉物矿产有锆英石、钛铁矿、贝壳等。可分为：

海积平原沉积物——沉积物为灰黄色、灰色黏土、砂质黏土及黄色不等粒砂。达濠西北面的海积平原，高程为 8.7，沉积物厚 4.2 米，以中粗砂为主，夹有两层泥炭土，下层泥炭土中有半咸水种化石硅藻。珠浦和河浦的“过溪洋”等地均属海积平原沉积物。

海岸沙岸或沙堤沉积物——达濠岛上的石山、虎空山和马耳角 3 座低丘，通过 3 条西北—东西走向沙堤连成一起，三岛合一，组成达濠岛，为晚更新世沉积物。

现代海相沉积物——黄色砂、淤泥及砾石组成的沙滩、砾石滩或泥滩，主要分布在河浦的龙虎滩等潮间带内。

③风成砂丘沉积物分布在河浦和达濠岛的东湖、广澳等地。沉积物主要以灰白色、浅黄色黏沙、细沙和中粗砂不等沙粒。石英含量较高，其他杂质较少，结构松散，厚度不等。

(3) 岩浆岩

濠江区域出露的岩浆岩基本上是侵入岩，属燕山晚期岩浆侵入岩。这时期各次花岗侵入岩，侵入上侏罗统火山岩系，该期有 5 次岩浆侵入活动，岩性绝大部分属于酸性、酸性中花岗岩、二长花岗岩等。河浦属燕山晚期第三次侵入岩，主要岩性为中粒花岗岩、石英正长岩，岩体侵入于燕山晚期一、二次侵入岩，呈中小型的岩株状产出，受北东向构造线控制，组成丘陵和低山。达濠属燕山晚期第五次（最后一次）侵入岩，主要是细粒花岗岩、花岗斑岩、石英斑岩等酸性侵入岩，均呈小岩株、岩墙等零星分布。岩体呈北北东向排列，形成达濠岩体。大瞭望山的石英斑岩呈岩墙状产出，石山、香炉山等地也有零星分布。岩性比较坚硬，构成岛丘，如达濠岛、鹿屿等。

(4) 断裂构造

濠江区域新华夏系构造较发育，东西向构造时隐时现，断续展露。达濠断裂为榕江断裂的东段，西起兴宁罗岗，经丰顺、揭阳进入潮阳西坪一带，向东经河浦、达濠港进入南海，总长达 150 公里以上，断裂走向北西 320° 左右，倾向北东，倾角 70° — 80° ，系逆时针扭动的张性断裂。为第四系的练江平原沉积层盖

至达濠港、龟头海两个海湾近东西方向延伸至达濠北侧与达濠东西向断裂相连在一起，形成石山—大瞭望山低丘陵。

(5) 地貌

按其构造形态分为低山丘陵和丘陵。属莲花山脉铁山支脉，即俗称小北山。小北山起于普宁境内的铁山，自西北向东南延伸到潮阳棉城后，受河浦海拔 278.4 米的掠鸟尾山断裂切割，分为两支，一支向南延伸到海门山，一支向东经濠江海峡，形成石山—达濠大瞭望山。除掠鸟尾山属于海拔 200 米以上的低山丘陵外，其余均为低丘台岗，较知名海拔 100 米以上的在达濠区域有香炉山（海拔 196 米）、大瞭望山（海拔 181 米）、象山、狮山、升旗山、酒瓮山、广澳大山；在河浦区域有叠石山（海拔 155 米）、滴丢山（海拔 180 米）、斧头山、崎岗山、狗眠山、宝峰山、洪厝山、龙虾山、尖山等。海拔 100 米以下的台岗不胜枚举。

(6) 平原

在海拔 10 米以下，主要由海沙堆积而成，沙层略向海岸倾斜，土质为松散的流动或半流动砂土，称之海积平原。在达濠区域有达濠—广澳的海积和风积的沙丘平原；在河浦区域有面东向海，呈北东—南西走向的龙虎滩一带海积沙坝。此外，濠江两岸沉积区建成田，开垦为养虾基地等。

(7) 岛屿

岛屿是陆地的丘陵、山地的余脉延伸入海中。濠江区域除达濠岛为汕头市第二大岛外，还有无人定居小岛屿 40 多个，主要有：龟山岛，在濠江南段江面，海拔 36 米，面积 0.028 平方公里；东屿，在濠江东侧，海拔 25.2 米，面积 0.024 平方公里；西屿，在濠江西侧，海拔 27.3 米，面积 0.047 平方公里；进士头角，在广澳村西南面与河渡村东北面之间，海拔 29.2 米，面积 0.006 平方公里；表角，又名好望角，在达濠岛东南端，海拔 50 米，清光绪六年（1880 年）始设灯塔，是海防要地；马耳角，在广澳村东南面，是 112.8 米高地向南延伸的突出部，是海防要地；草屿，又名青屿，在广澳村东北面，海拔 22 米，面积 0.038 平方公里；德洲岛，又名鹿屿，在汕头市东南 8 公里处，海拔 59 米，面积 0.132 平方公里，清光绪六年始建发光塔，后改设为白、红色长明航标灯，扼汕头港咽喉。此外，还有三屿、鸡心屿、车棕屿、尖石屿、娘屿、赤礁屿、铁砧屿、内乌礁屿、外乌礁屿、深礁屿、蕉礁屿、耐礁屿、铁砧屎屿等。

2.2.3.2 冲淤环境与河床演变

本节引用《广东省风电临海试验基地接入系统工程穿越达濠水道航道通航条件影响评价报告（送审稿）》（中船第九设计研究院工程有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2025年4月）相关内容进行阐述。

（1）历史演变分析

濠江位于汕头南区，是榕江流域一条海湾潮水通道，是韩江连接汕头内港和广澳深水港的水上交通要道，也是濠江两岸企业主要货物的运输通道和海上小型船舶的避风区，长约15.5km，西北起始于牛田洋汕头港南面，穿越汕头市河浦、达濠两区，东南部在达濠河渡口注入南海。濠江水面宽80~1000m，水位随潮汐变化，两岸丘陵起伏，岩石裸露，源短流浅，山洪经沟壑泄入濠江，濠江流域保护共有人口29.4万人，耕地和农业用地4.6万亩，两岸集雨面积137平方公里。自北向南流经汕头市濠江区，是连结汕头内港和广澳深水港的水上交通要道，自礮石大桥~河渡出海口里程20公里，系潮汐航道。

（2）近期演变分析

为探究工程河段近期河道演变情况，收集工程河段2014年、2019年及2024年卫星遥感图分析（图2.2.3-1）；由图分析，工程河道两岸已建有堤防，近十年间河堤岸线无明显变化，河道平面总体保持稳定。

为了进一步分析工程河段河道近期演变情况，取工程附近上下游约1km的河段进行河床演变分析，采用2007、2010年、2021和2024年测量的河道局部地形图进行对比，将河段剖划为5个分析断面，断面平面布置图见图2.2.3-2。各断面冲淤比较见图2.2.3-3，采用断面法进行冲淤计算，各断面河道特性见表2.2.3-1。

（内容不公开）

图 2.2.3-1a 工程河段卫星遥感图（2014年）

（内容不公开）

图 2.2.3-1b 工程河段卫星遥感图（2019年）

（内容不公开）

图 2.2.3-1c 工程河段卫星遥感图（2024年）

①河宽变化

按 85 高程-0.89m 绘图水位下的断面相应的水面宽度进行计算分析, 2007 年各断面平均河宽为 568m, 2014 年各断面平均河宽为 568m, 2021 年各断面平均河宽为 569m。由以上 3 个年份的测图分析, 2007~2024 年间, 受工程河段两岸堤围的约束, 河道平均河宽变化幅度不大, 河床平面形态总体稳定。

②断面水深变化

由表 2.2.3-1 分析可知, 在绘图水位-0.89m 下, 2010 年各断面的最大水深为 2.7~4.4m, 2021 年各断面的最大水深为 3.1~4.6m, 对比 2 个年份的河床断面, 各断面总体呈轻微冲刷趋势, 但水深变化不大, 河道深泓线保持稳定。

表 2.2.3-1 工程附近河道特征变化统计表

(内容不公开)

(3) 工程后河床演变趋势分析

拟建电缆穿越的达濠水道两岸均建有堤围, 在堤围的约束下, 工程河段平面形态变化不大, 再加上航道部门对航道的有效维护, 河道深泓线基本稳定。

且工程为穿河底顶管, 覆土厚度约为 12.47m, 满足规范要求, 工程建设不会加大水流对河床的冲刷或淤积。因此, 工程后河床将继续保持稳定。

(4) 演变分析小结

综上所述, 工程实施以后, 工程河段的平面形态、深槽位置基本不会发生变化, 工程的建设不会对工程河段的河势产生不利的影响, 工程河段河床总体保持稳定。

(内容不公开)

图 2.2.3-2 断面平面布置图

(内容不公开)

图 2.2.3-3 河床演变断面对比分析图

2.2.4 工程地质与水深地形

本节主要引用《广东省风电临海试验基地接入系统工程(濠江顶管段)岩土工程勘察报告(施工图设计阶段)》(广州地质勘察基础工程有限公司, 2025 年 4 月)相关内容进行阐述。

2.2.4.1 区域地质概况

一、地层

由冲积层、海相沉积层、海陆交互相沉积层及残积层组成，上部主要为粉质粘土和淤泥，下部为粘性土与中粗砂互层和残积层。

二、岩浆岩

主要为燕山三、四期侵入岩岩基，岩性以中、粗粒花岗岩为主，次为花岗斑岩、石英闪长岩。

三、地质构造

区内断裂构造发育，主要有北西向断裂，断裂主要发育在沿海地区和南海北部海域，由西至东主要有：饶平-汕头断裂（F7）、东山-南澳断裂（F9）、隆江断裂（F10）、普宁-田心断裂（F11）、榕江断裂（F12）、古巷-澄海断裂（F13）、韩江断裂（F14）、黄岗河断裂（F15）等。断裂大多沿北西向水系或港湾分布，长约 80~200km，主要形成于燕山期或喜山期，断裂与地震活动的关系密切，是本区的主要发震构造之一。区域断裂构造特征及其活动性见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 区域断裂构造特征及其活动性表

（内容不公开）

根据区域资料，离场区 10km 范围内断裂为榕江断裂（F12），距离约 1km，（见图 2.2.4-1 区域地震构造图），榕江断裂（F12）为全新活动断裂，近期发生地震震级为 6 级，根据《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）第 5.8 条相关规定，榕江断裂（F12）为发震断裂，工程结构应计入近场效应对设计地震动参数的影响，并采取加强抗震设防措施。

四、区域地震概况

项目地处我国东南沿海地震亚区，泉州—汕头中强地震带，地震基本烈度为 8 度，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度值为 0.20g。区内地震活动较频繁，历史上曾发生的地震（M>5 级）有十二次，详见表 2.2.4-2。

表 2.2.4-2 潮汕地区主要历史地震（M>5 级）统计表

（内容不公开）

五、水文地质特征

区域地下水属浅循环水，地下水丰富，迳流条件一般。场区附近地下水开采量少，未形成区域水位降落漏斗。地下水补给、径流、排泄条件及地下水动态基本保持天然状态。地下水补给方式以大气降水等地表水体直接渗入为主；地下水以潜流形式向下游流动，水力坡度平缓，其流向大体由北流向南。

(内容不公开)

图 2.2.4-1a 区域地震构造图

(内容不公开)

图 2.2.4-1b 区域地震构造图 (局部放大)

2.2.4.2 工程地质勘察结果

一、地形地貌

拟建场地位于滨海前缘冲积地带，地貌单元属濠江三角洲冲积平原，施工场地位于濠江及其两岸。根据测量结果：场地地面标高-4.88~4.63m（1985 国家高程基准），最大高差 9.51m。

二、岩土层成因及形成时代

场地在勘探深度范围内，根据土（岩）层的地质成因及形成时代自上而下可划分为：

(1) 人工填土层(Q₄^{ml})：灰黄色，主要由回填中细砂、花岗岩风化土和少量碎石及建筑垃圾组成，形成于第四纪全新世。

(2) 冲洪积层(Q₄^{al+pl})：灰黄色，由淤泥组成，形成于第四纪全新世。

(3) 冲积层(Q₄^{al})：灰黄色，由细砂组成，形成于第四纪全新世。

(4) 海相沉积层(Q₄^m)：深灰色，由淤泥组成，形成于第四纪全新世。

(5) 海陆交互相沉积层(Q₃^{mc})：浅灰色、灰黄色，由粉质粘土、淤泥质土和中粗砂组成，形成于第四纪晚更新世。

(6) 残积层(Q^{el})：褐黄色，主要由燕山三期花岗岩风化而成的砂质粘性土组成，形成于第四纪。

(7) 花岗岩风化壳(r₅²⁽³⁾)：由燕山三期花岗岩风化而成。

三、岩土层的划分及工程地质特征

在钻探控制深度范围内，岩土层自上而下划分为 9 个层次：

(1) 素填土 (Q_4^{ml})：ZK1~ZK3、ZK15~ZK17 有揭露，ZK4~ZK14 缺失，层顶标高 1.70~4.63m，厚度 1.40-2.80m，平均厚度 2.12m。灰黄色，干~湿，松散，成份为回填中细砂、花岗岩风化土和少量碎石及建筑垃圾，均匀性差，压缩性高，稳定性差，不存在湿陷性。由人工回填稍碾压堆积而成，物质来源为场地外运客土，堆积时间 10-20 年。标贯试验 6 次、实测值 $N' = 4-7$ 击、校正值 $N = 3.9-7.0$ 击、平均 5.3 击、标准值 4.2 击。

(2) 淤泥 (Q_4^{al+pl})：ZK5~ZK14 有揭露，ZK1~ZK4、ZK15~ZK17 缺失，层顶标高 -4.71~-0.18m，厚度 0.21-0.44m，平均厚度 0.31m。灰黄色，流塑，欠固结，高灵敏性，属高压缩性软土，有机质含量约 10.0-20.0g/kg，夹少量粉细砂薄层，稀烂，岩芯不成形。建议承载力特征值 $f_{ak} = 40\text{kPa}$ 。

(3) 细砂 (Q_4^{al})：ZK3 缺失，其它钻孔均有揭露，层顶标高 -4.97~1.83m，厚度 0.70-8.00m，平均厚度 3.26m。浅灰色、灰黄色，亚圆形状，饱和，松散~稍密、局部中密，分选性好，级配不良，成份以细粒石英砂为主，含少量粘粒。标贯试验 20 次，实测值 $N' = 8-17$ 击，校正值 $N = 7.5-14.2$ 击，平均 10.4 击，标准值 9.6 击，查广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)表 4.5.3-1 得承载力特征值 $f_{ak} = 131.4\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak} = 100\text{kPa}$ 。

(4) 淤泥 (Q_4^m)：所有钻孔均有揭露，层顶标高 -6.55~-0.90m，厚度 2.95-7.80m，平均厚度 5.07m。深灰色，流塑，干强度低，韧性低，欠固结、中等~高灵敏性，属高压缩性软土，有机质含量约 30.0-50.0g/kg，夹少量粉细砂薄层，局部含少量贝壳。取土样 7 件 (ZK1-1、ZK3-1、ZK3-2、ZK5-1、ZK9-1、ZK13-1、ZK17-1)，含水量 $\omega = 42.4-57.0\%$ ，平均 50.3%，天然快剪：粘聚力 $c = 3.5-7.5\text{kPa}$ ，平均 5.0kPa，标准值 4.0kPa，内摩擦角 $\varphi = 2.3-4.1^\circ$ ，平均 3.1° ，标准值 2.6° ；固结快剪：粘聚力 $c = 5.9-18.9\text{kPa}$ ，平均 12.4kPa，标准值 9.3kPa，内摩擦角 $\varphi = 12.7-21.4^\circ$ ，平均 18.5° ，标准值 16.4° ；查广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)表 4.5.2-5 得承载力特征值 $f_{ak} = 69.4\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak} = 50\text{kPa}$ 。

(5) 粉质粘土 (Q_3^{mc})：所有钻孔均有揭露，层顶标高 -10.45~-7.65m，厚度 5.40-12.30m，平均厚度 8.46m。灰黄色、灰黄色，可塑、局部硬塑，干强度中等，韧性中等，成份以粉粒和粘粒为主，含少量中细砂粒。取土样 6 件 (ZK1-2、ZK3-3、

ZK5-2、ZK9-2、ZK13-2、ZK17-2），液性指数 $IL=0.15-0.54$ ，平均 0.36，孔隙比 $e=0.602-1.131$ ，平均 0.845，粘聚力 $c=19.4-29.9\text{kPa}$ ，平均 25.0kPa，标准值 22.2 kPa，内摩擦角 $\varphi=14.1-18.2^\circ$ ，平均 16.9° ，标准值 15.8° ，查广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 4.5.2-4 得承载力特征值 $f_{ak}=207.7\text{kPa}$ 。标贯试验 20 次，实测值 $N'=7-12$ 击，校正值 $N=5.3-8.3$ 击，平均 6.3 击，标准值 6.0 击，查广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 4.5.3-3 得承载力特征值经验值 $f_{ak}=175.0\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak}=150\text{kPa}$ 。

(6) 粗砂(Q_3^{mc}): ZK1~ZK11 有揭露, ZK12~ZK17 缺失, 层顶标高-17.67~-15.17m, 厚度 2.40-5.85m, 平均厚度 3.63m。浅灰色, 亚圆形状, 饱和, 中密, 分选性差, 级配良好, 成份以中粗粒石英砂为主, 含少量粘粒。标贯试验 12 次、实测值 $N'=17-26$ 击、校正值 $N=12.0-17.8$ 击、平均 15.8 击、标准值 15.0 击, 查广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 4.5.3-1 得承载力特征值 $f_{ak}=215.0\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak}=200\text{kPa}$ 。

(7) 砂质粘性土(Q^{el}): 所有钻孔均有揭露, 层顶标高-22.40~-17.57m, ZK2、ZK4、ZK6~ZK8、ZK10~ZK12、ZK14~ZK16 未揭穿, 揭露厚度 6.60-13.10m。褐黄色, 可塑~坚硬, 组织结构全部破坏, 长石和云母已全部风化为粘土矿物, 约 40%为石英, 为花岗岩风化残积土, 水浸状态下易软化崩解。取土样 6 件 (ZK1-3、ZK3-4、ZK5-3、ZK9-3、ZK13-3、ZK17-3)。粘聚力 $c=24.1-31.8\text{kPa}$, 平均 28.4kPa, 标准值 26.5 kPa, 内摩擦角 $\varphi=21.7-31.4^\circ$, 平均 26.1° 、标准值 23.4° 。标贯试验 20 次, 实测值 $N'=16-37$ 击, 校正值 $N=10.4-21.6$ 击, 平均 14.1 击, 标准值 12.8 击, 查广东省标准《建筑地基基础设计规范》（DBJ15-31-2016）表 4.5.3-3 得承载力特征值 $f_{ak}=316.0\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak}=220\text{kPa}$ 。

(8) 全风化花岗岩($r_{s^{2(3)}}$): ZK1、ZK3、ZK5、ZK9、ZK13、ZK17 有揭露, 层顶标高-33.50~-26.95m, 厚度 8.40-13.40m。褐黄色, 花岗结构尚可辨认, 岩石已风化为坚硬土状, 成份以粘土矿物为主, 约 40%为石英, 手可捏碎, 为极软岩, 岩体极破碎, 岩体基本质量等级属V级, 水浸状态下易软化崩解。取土样 6 件 (ZK1-4、ZK3-5、ZK5-4、ZK9-4、ZK13-4、ZK17-4)。粘聚力 $c=28.9-32.4\text{kPa}$, 平均 30.4kPa, 标准值 29.3 kPa, 内摩擦角 $\varphi=21.2-34.4^\circ$, 平均 30.3° , 标准值 26.6° 。标贯试验 9 次, 实测值 $N'=42-68$ 击, 校正值 $N=21.8-35.4$ 击, 平均 26.6 击, 标准值 26.8 击, 查广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016)表 4.5.3-3

得承载力特征值 $f_{ak}=660\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak}=350\text{kPa}$ 。

(9) 强风化花岗岩($r_5^{2(3)}$): ZK1、ZK3、ZK5、ZK9、ZK13、ZK17 有揭露, 层顶标高-43.47~-37.85m, 均未揭穿, 揭露厚度 4.40-10.20m。灰褐色, 花岗结构较清晰, 长石和云母部分蚀变为次生矿物, 岩芯为土柱状和碎石状, 易击碎, 为软岩, 岩体极破碎, 岩体基本质量等级属V级。取土样 6 件 (ZK1-5、ZK3-6、ZK5-5、ZK9-5、ZK13-5、ZK17-5)。粘聚力 $c=27.5\text{-}32.9\text{kPa}$, 平均 30.4kPa , 标准值 28.7kPa , 内摩擦角 $\varphi=27.8\text{-}36.4^\circ$, 平均 32.4° , 标准值 29.9° 。标贯试验 6 次, 实测值 $N'=73\text{-}81$ 击、校正值 $N=38.0\text{-}42.1$ 击、平均 39.7 击、标准值 38.4 击, 查广东省标准《建筑地基基础设计规范》(DBJ15-31-2016) 表 4.5.1-2 得承载力特征值 $f_{ak}=700\text{kPa}$ 。建议承载力特征值 $f_{ak}=500\text{kPa}$ 。

勘探点平面布置图见图 2.2.4-2, 工程地质剖面图见图 2.2.4-3, 钻孔柱状图见图 2.2.4-4。

(内容不公开)

图 2.2.4-2 勘探点平面布置图

(内容不公开)

图 2.2.4-3a 工程地质剖面图 (ZK16、ZK17)

(内容不公开)

图 2.2.4-3b 工程地质剖面图 (ZK17、ZK15~ZK10)

(内容不公开)

图 2.2.4-3c 工程地质剖面图 (ZK10~ZK4)

(内容不公开)

图 2.2.4-3d 工程地质剖面图 (ZK4~ZK2)

(内容不公开)

图 2.2.4-3e 工程地质剖面图 (ZK2、ZK1)

(内容不公开)

图 2.2.4-4a 钻孔柱状图 (ZK1)

(内容不公开)

图 2.2.4-4b 钻孔柱状图 (ZK2)

(内容不公开)

图 2.2.4-4c 钻孔柱状图 (ZK3)

(内容不公开)

图 2.2.4-4d 钻孔柱状图 (ZK4)

(内容不公开)

图 2.2.4-4e 钻孔柱状图 (ZK5)

(内容不公开)

图 2.2.4-4f 钻孔柱状图 (ZK6)

(内容不公开)

图 2.2.4-4g 钻孔柱状图 (ZK7)

(内容不公开)

图 2.2.4-4h 钻孔柱状图 (ZK8)

(内容不公开)

图 2.2.4-4i 钻孔柱状图 (ZK9)

(内容不公开)

图 2.2.4-4j 钻孔柱状图 (ZK10)

(内容不公开)

图 2.2.4-4k 钻孔柱状图 (ZK11)

(内容不公开)

图 2.2.4-4l 钻孔柱状图 (ZK12)

(内容不公开)

图 2.2.4-4m 钻孔柱状图 (ZK13)

(内容不公开)

图 2.2.4-4n 钻孔柱状图 (ZK14)

(内容不公开)

图 2.2.4-4o 钻孔柱状图 (ZK15)

(内容不公开)

图 2.2.4-4p 钻孔柱状图 (ZK16)

(内容不公开)

图 2.2.4-4q 钻孔柱状图 (ZK17)

四、地表水、地下水概况及腐蚀性评价

(1) **地表水概况:** 本工程场地地表水为濠江河水,水深约 1.0-6.0m,水位变化幅度约 3.00m,受大海涨退潮影响大,涨潮时水位高,汛期时水位高、流速大,水质变化不大。地表水对顶管工程影响较大,应做好截止水措施。

(2) **地表水腐蚀性评价:** 根据地表水试样水质分析试验结果,按照《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)(2009 年版)的相关标准综合判定,地表水对混凝土结构具中等腐蚀性(腐蚀介质 SO_4^{2-}),对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性(腐蚀介质 Cl^- 、干湿交替),基础应按《工业建筑防腐蚀设计标准》(GB/T 50046)的规定进行防护,混凝土应采用防渗措施。

(3) **地下水概况:** 勘探时测得钻孔 ZK1~ZK3、ZK15~ZK17 初见水位埋

藏深度为 0.60-3.20m，初见水位标高 0.63~2.01m，钻孔终孔后于次日 18.00 时量测稳定水位埋藏深度为 0.40-2.50m，稳定水位标高 0.93~2.21m，沿线地下水位变化幅度约 1.00~2.00m。野外钻探施工期较短，实测的地下水初见水位和稳定水位与设计 and 施工期间使用的地下水位会存在一定的差异，设计、施工时应予注意。钻探深度范围内，地下水类型主要为浅层孔隙潜水、孔隙承压水和基岩裂隙承压水。浅层潜水主要埋藏在第①层素填土和第③层细砂。场地地下水补给条件较好，补给量较大，场地地下水与濠江河水水力联系较好，其来源主要由大气降水直接渗透补给和河水侧向地下径流补给，排泄以大气蒸发和侧向地下径流排泄到濠江中；地下水的动态受季节、气候等因素影响明显，雨水季节水位上升，枯水季节水位下降；水位也受外海海水涨退潮影响，涨潮水位上升，退潮水位下降。孔隙承压水主要埋藏在第⑥层粗砂，粗砂层透水性较好，为中等~强透水层，贮水性好，水量较丰富。参照架空段观测结果，在钻孔 ZK3 经隔水观测得孔隙承压水位埋深 4.10m，标高为-2.40m（1985 国家高程基准）。

(4) 地下水腐蚀性评价：根据地下水试样水质分析试验结果，按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）的相关标准综合判定：地下水对混凝土结构具中等腐蚀性（腐蚀介质 SO_4^{2-} ），对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性（腐蚀介质 Cl^- 、干湿交替），基础应按《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T 50046）的规定进行防护，混凝土应采用防渗措施。

(5) 补充说明：据调查，电缆沿线未见对地表水和地下水污染的污染源。

五、土的腐蚀性评价

根据土试样易溶盐分析结果，按照《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）（2009 年版）的相关标准综合判定：第①层素填土对混凝土结构具弱腐蚀性（腐蚀介质 SO_4^{2-} ），对钢筋混凝土结构中钢筋具中等腐蚀性（腐蚀介质 Cl^- ），对钢结构具微腐蚀性（按 pH 值评价）。

2.2.4.3 工程地质稳定性和适宜性评价

一、不良地质作用和特殊性岩土评价

(一) 不良地质作用：拟建场地距离榕江断裂约 1km，榕江断裂为发震断裂，工程结构应计入近场效应对设计地震动参数的影响，并采取加强抗震设防措施。

根据区域地质资料及勘察钻孔揭露资料，拟建场地范围无断层经过迹象，在勘察中未揭露破碎带等断裂构造形迹，未发现滑坡、滑移、崩塌、塌陷、泥石流等不良地质作用。场地不良地质作用主要为场地及地基的地震效应（饱和砂土层地震液化、软土层震陷）和地面沉降。

（1）饱和砂土层地震液化：浅部第③层细砂层在 8 度地震时为轻微～严重液化，在强震作用下，由于抗剪强度的降低，而有可能产生震陷、为场地不良地基土层，对拟建工程不良影响较大，建议采取对地基基础及上部结构进行处理的抗液化措施，地基处理深度应穿过地震液化砂土层，建议采用挤密砂桩、碎石桩或水泥土搅拌桩等工程措施进行地基处理避免其不良影响。

（2）场地和地基的地震效应（软土层震陷）：场地软土层为第②层淤泥、第④层淤泥，淤泥呈流塑状，欠固结，中～高灵敏性，具高压缩性，高触变，承载力低，易震陷，易引起构筑物及地面不均匀沉降，建议采用挤密砂桩、碎石桩、水泥土搅拌桩或桩基础等工程措施进行地基处理避免其不良影响。

（3）地面沉降：进行建筑工程活动影响下，浅部地基岩土层素填土和淤泥承载力较小，在构筑物荷载作用下，导致浅部地基岩土层素填土和淤泥固结压缩而引起地面沉降，建议采用挤密砂桩、碎石桩、水泥土搅拌桩或桩基础等工程措施进行地基处理避免其不良影响。

（二）特殊性岩土：根据勘察揭露情况，拟建场地范围内存在的特殊性岩土主要为人工填土、软土和花岗岩风化层。

（1）人工填土：拟建场地范围内分布有素填土，其成份主要由回填中细砂、花岗岩风化土和少量碎石及建筑垃圾组成，堆积时间约 5-10 年，本项目位于湿润地区，根据附近工程经验，素填土饱和度较高，素填土成份主要为中细砂和花岗岩风化土，堆积时间已经有多个水文年，结合当地工程经验，基本不存在湿陷性，可不考虑湿陷性沉降，该层呈松散状态，密实度差，欠固结，均匀性差，压缩性大，强度低，对工作井及接收井施工存在一定的不良影响，建议进行夯实处理，以消除其不良影响。

（2）软土：本场地软土层为淤泥层，呈流塑状，具有含水量高，弱透水性，孔隙比大，压缩性高、强度低，欠固结、中高灵敏性、扰动性大、抗震性能低、承载力小、高触变性、流变性，易产生侧向滑移、不均匀沉降及具蠕变等特点，

土体结构性扰动易引起土的强度降低和结构性受力变形，软土地基均匀性差，受力可能产生失稳和不均匀变形，地基稳定性差，如果对软土地基加固处理不当、地面超载等均有可能导致地面沉降，采用桩基础等地基处理措施以消除其不良影响。

(3) 花岗岩风化层：花岗岩风化层包括第⑦层砂质粘性土、第⑧层全风化花岗岩和第⑨层强风化花岗岩。第⑦层砂质粘性土和第⑧层全风化花岗岩在水浸状态下易软化崩解，承载力降低，由于湿水效应会降低桩基承载力，采用钻孔桩且利用第⑨层强风化花岗岩作为桩端持力层，设计时桩侧摩阻力应按规范要求要求进行折减；桩基施工时应加大泥浆浓度进行钻孔护壁，孔底清渣后应及时灌注混凝土，尽量避免桩端土受水浸泡。第⑨层强风化花岗岩由于风化差异性，存在软硬不均，作为桩端持力层时，桩应进行基桩和群桩变形验算，桩基施工时要注意控制桩的垂直度。

二、场地适宜性和稳定性评价

地浅部细砂层在 8 度地震时为轻微~严重液化，建筑场地属对建筑抗震不利地段，根据《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ 57-2012）第 8.2.1 条相关规定，本场地为稳定性差场地。

场地稳定性差，根据《城乡规划工程地质勘察规范》（CJJ 57-2012）中附录 C 中相关规定，工程建设适宜性的定性分级为适宜性差，本工程采用桩基础等地基处理和加强建筑物结构强度等工程措施，能够保证拟建建筑物的稳定，本场地可进行本工程的建设。

三、地基稳定性、均匀性评价

沿线场地本次勘察未发现有埋藏的河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物。沿线场地浅部地基岩土层存在淤泥层，淤泥层含水量较高、强度较低，场地地基土稳定性较差。

沿线场地浅部地基为细砂层、淤泥层、粉质粘土层、粗砂层和砂质粘性土，根据本次勘察成果资料，场地内岩土层垂向上压缩模量、土层性质等工程特性变化较大，综合判定场地地基不均匀，属不均匀地基。预测构筑物的地基变形特征为沉降量、沉降差和倾斜。

四、顶管工程分析

顶管长约 700m，外径为 1.68m、管顶标高-18.30m、管底标高-27.00m，管材为混凝土管，顶管穿越岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主。顶管段在拟埋深范围内，未发现有沉船和岩石等异常障碍物，管道在该深度范围内，可顺利通过，但设计施工时应考虑地层软硬不均匀等不利因素影响，应注意控制好顶管方位，防止管线偏位，应考虑临近粗砂层易产生流砂和承压水承压性不利影响。

五、地质条件可能造成的工程风险

本工程存在危险性较大的分部分项工程为基坑土方开挖、支护、降水工程开挖施工，开挖深度达 20m，对附近堤围、市政道路及地下管网安全存在影响，属较大规模的危险性较大的分部分项工程，工程施工过程应按《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关规定加强管理。基坑工程可能由于地下水控制不当、坑壁支护不当等造成基坑失稳的工程风险，开挖岩土层为第①层松散状素填土、第③层松散~稍密状细砂、第④层流塑状淤泥和第⑤层粉质粘土，建议采用咬合桩（AB 桩）支护结构，降排水时应注意可能引起基坑边坡崩塌、周边堤围、市政道路及地下管网沉降破损，加强基坑、堤围、市政道路及地下管网监测，保障工程周边环境安全和工程施工安全。

沿线场地浅部地基岩土层存在人工填土层、细砂层和厚层淤泥，人工填土层压实度差，土质均匀性较差，呈松散状态，压缩性较大，强度较低，细砂层均匀性较差，轻微~严重化，稳定性差，淤泥层含水量高、强度低，承载力小，地基稳定性差，建筑施工时易引起场地地面沉降及周边建(构)筑物、市政道路不均匀沉降及周边地面沉降，存在一定工程地质风险，建筑施工时场地周围市政道路建议进行变形观测。

六、结论和建议

（一）结论

（1）本次勘察属施工图设计阶段勘察，工程重要性为一级，场地等级属二级，岩土条件等级属二级，岩土工程勘察等级为甲级。

（2）地表水对混凝土结构具中等腐蚀性（腐蚀介质 SO_4^{2-} ），对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性（腐蚀介质 C1、干湿交替）；地下水对混凝土结构具中等腐蚀性（腐蚀介质 SO_4^{2-} ），对钢筋混凝土结构中钢筋具强腐蚀性（腐蚀介质 C1、干湿交替）；地表土对混凝土结构具弱腐蚀性（腐蚀介质 SO_4^{2-} ），对钢筋

混凝土结构中钢筋具中等腐蚀性（腐蚀介质 C1⁻），对钢结构具微腐蚀性（按 pH 值评价），对钢结构具弱腐蚀性（按视电阻率评价），电缆应按《工业建筑防腐蚀设计标准》（GB/T 50046）的规定进行防护。

（3）场地不良地质作用主要为浅部细砂层轻微~严重液化、软土层震陷和地面沉降，采用地基处理工程措施避免其不良影响。

（4）场地抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.20g,地震分组为第二组,场地属对建筑抗震不利地段,可采用地基处理工程措施避免不利因素,建筑工程抗震设防类别为重点设防类,建筑物设计按有关规定进行抗震设防。

（5）场地土类型属软弱场地土，沿线场地建筑场地类别为 III 类，特征周期值（T_g）为 0.55s，场地属稳定性差场地，工程建设适宜性为适宜性差，采用地基处理工程措施和加强建筑物结构强度等工程措施，能够保证拟建建筑物的稳定，可进行本工程的建设。浅部地基的稳定性较差，深部地基的稳定性较好；场地属不均匀地基。

（二）建议

（1）工作井和接收井开挖时应做好支护措施基坑坑壁支护结构建议采用咬合桩（AB 桩）支护结构，建议利用第⑤层粉质粘土和第⑥层粗砂作为咬合桩的桩端持力层。

（2）地下水埋藏较浅，与海水存在水力联系，受海水涨退潮影响较大，开挖暴露后，地下水将不断渗出，可利用咬合桩（AB 桩）作为止水帷幕。抗浮设计水位建议取 2.50m（1985 国家高程基准）。

（3）顶管段在拟埋深范围内，未发现有沉船和岩石等异常障碍物，管道在该深度范围内，可顺利通过。但设计施工时应考虑临近粗砂层易产生流砂及承压水承压性不足、地层软硬不均匀等不利因素影响。

（4）顶管施工时，由于地层软硬不均匀，应注意控制好顶管方位，防止管线偏位。

（5）顶管工程周边存在建筑物及地下市政管网，施工时要避免对其影响。

（6）各岩土层厚度分布情况及承载力特征值，桩的侧摩阻力特征值及桩的端阻力特征值见《岩土层分层厚度及岩土参数建议值一览表》表 2,岩土层的主要物理力学性质指标见《岩土层主要物理力学性质指标统计表》表 3。

(8) 本工程存在危险性较大的分部分项工程为基坑土方开挖、支护、降水工程开挖施工,开挖深度达 20m,对附近堤围、市政道路及地下管网安全存在影响,属较大规模的危险性较大的分部分项工程,工程施工过程应按《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关规定加强管理。工作井、接收井和顶管施工时易引起场地地面沉降及周边建(构)筑物、市政道路不均匀沉降及周边地面沉降,存在一定工程地质风险,施工时场地周围市政道路建议进行变形观测。

2.2.4.4 水深地形测量结果

本项目水深地形测量成果如图 2.2.4-5 所示,测量日期为 2024 年 10 月 16 日,测量单位为广东省粤东航道事务中心汕头航道所。

测量区域水深范围为(-1.4~4.7) m(1985 国家高程基准,水深部分以绘图水位-0.89m 换算成水深值)。

(内容不公开)

图 2.2.4-5a 项目所在区域水深地形图

(内容不公开)

图 2.2.4-5a 项目所在区域水深地形图(局部放大)

2.2.5 海水水质质量现状

本节内容引用广东创蓝海洋科技有限公司于 2022 年 9 月(秋季)在项目附近海域开展的海洋环境现状调查成果。本项目选取海水水质站位 13 个,沉积物站位 5 个,海洋生态调查站位 7 个,潮间带生物调查断面 2 条对海洋环境质量现状进行阐述。

2.2.5.1 调查概况

本项目仅对位于项目周边的调查站点进行阐述,以分析项目所在海域环境质量状况。本项目所采用的调查站位及断面布设位置见表 2.2.5-1,图 2.2.5-1。

调查项目:水温、pH、溶解氧、盐度、COD_{Mn}、BOD₅、悬浮物、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性硅酸盐、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、油类、汞、砷、铬、挥发酚、硫化物。

表 2.2.5-1 海洋环境现状调查站位一览表

(内容不公开)

(内容不公开)

图 2.2.5-1 2022 年 9 月调查站位分布图

2.2.5.2 评价标准与评价方法

样品的采集和分析的质量控制,严格按照《海洋监测规范》(GB 17378-2007)以及相关的技术标准执行。

(1) 评价标准

采用《海水水质标准》(GB 3097-1997)对调查海域的海水水质现状进行评价。根据《印发〈广东省近岸海域环境功能区划〉的通知》(粤府办〔1999〕68号),结合《广东省人民政府办公厅关于调整汕头市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》(粤办函〔2005〕659号),本项目引用的部分站位所在环境功能区执行的环境评价标准见表 2.2.5-2。

表 2.2.5-2 各调查站位执行环境质量标准一览表

(内容不公开)

(内容不公开)

图 2.2.5-2 调查站位所在环境功能区示意图

(2) 评价方法

采用单因子污染指数法:

$$P=C_i / S_i$$

式中: C_i —第 i 种污染物的实测浓度值;

S_i —第 i 种评价因子的评价标准值。

评价因子中 pH 的污染指数计算方法如下:

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

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

式中: $S_{pH,j}$ —单项污染指数;

pH_j —实际监测值；

pH_{sd} —标准下限；

pH_{su} —标准上限。

评价因子中 DO 的污染指数计算方法如下：

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

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

式中： $S_{DO,j}$ —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限制，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$

S—实用盐度符号，量纲一；

T—水温，°C

2.2.5.3 调查与评价结果

本项目水质监测结果见表 2.2.5-4，水质评价结果见表 2.2.5-5。

Z13、Z14、Z22、Z23、Z26 站位执行第二类海水水质标准，其中，Z23、Z26 站位的油类监测因子不符合第二类海水水质标准，可能与其所在海域频繁的航运活动有关；

Z17、Z18、Z34、Z35 站位执行第三类海水水质标准，其中，Z17、Z34、Z35 站位的无机氮、Z34、Z35 站位的活性磷酸盐不符合第三类海水水质标准，可能是受附近农渔业活动影响；

Z15、Z19、Z20、Z27 站位按维持现状的要求从第一类海水水质标准开始评价各因子符合的质量类别，各站位监测因子优良率（符合第一类、第二类海水水质标准）达 100%。

表 2.2.5-4 各站位水质监测结果统计表

（内容不公开）

表 2.2.5-5 2022 年 9 月各调查站位监测因子水质评价指数一览表

（内容不公开）

2.2.6 海洋沉积物质量现状

2.2.6.1 调查概况

沉积物调查站位见 2.2.5.1 节。

调查项目：有机碳、油类、汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬。

2.2.6.2 评价标准与评价方法

(1) 评价方法

采用单因子污染指数法：

$$P=C_i / S_i$$

式中：C_i—第 I 种污染物的实测浓度值；

S_i—第 I 种评价因子的评价标准值。

(2) 评价标准

调查海域沉积物评价执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中一类标准，标准见表 2.2.6-1。

表 2.2.6-1 海洋沉积物质量标准

（内容不公开）

2.2.6.3 调查与评价结果

海洋沉积物质量现状监测数据统计及沉积物要素统计结果分析表见表 2.2.6-2，沉积物单项指标结果见表 2.2.6-3。

由表 2.2.6-3 可知，各调查站位的海洋沉积物质量监测因子均符合第一类海洋沉积物质量标准，项目所在海域海洋沉积物环境质量整体良好。

表 2.2.6-2 沉积物质量监测结果分析

（内容不公开）

表 2.2.6-3 沉积物单项标准指数结果表

（内容不公开）

2.2.7 海洋生物体质量现状

2.2.7.1 调查概况

生物体质量调查站位见 2.2.5.1 节。

调查项目：铜、锌、铅、镉、铬、总汞、砷、石油烃。

2.2.7.2 评价标准与评价方法

(1) 评价方法

采用单因子污染指数法：

$$P=C_i / S_i$$

式中：C_i—第 I 种污染物的实测浓度值；

S_i—第 I 种评价因子的评价标准值。

(2) 评价标准

本项目所在海域及周边海域未明确海洋生物质量执行标准，故开展环境质量现状评价时，各调查站位应从最严格海洋生物质量标准开始逐级评价。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），本次评价中，双壳贝类采用《海洋生物质量》（GB 18421-2002）的标准值进行评价，其他软体动物、甲壳动物和定居性鱼类等的重金属、石油烃的评价标准参考 HJ 1409-2025 附录 C。

表 2.2.7-1 海洋生物（贝类）质量标准（GB 18421-2001）（鲜重：×10⁻⁶）

（内容不公开）

表 2.2.7-2 其他海洋生物质量参考值（HJ 1409-2025）（鲜重：×10⁻⁶）

（内容不公开）

2.2.7.3 调查与评价结果

本次生物体来源于渔船底拖网采集捕获的游泳生物，从中挑取了个体较大且优势度较高的鱼类、甲壳类、软体类和贝类进行生物体质量检测。干重含量结果见表 2.2.7-3，湿重含量结果见表 2.2.7-4，湿重相对应的质量评价指数见表 2.2.7-5。

从生物体质量检测结果及其对应质量指数评价可以看出，该调查海域鱼类、

甲壳类生物体中汞、砷、铜、铅、锌、镉等指标测值含量均满足 HJ 1409-2025 中给出的重金属海洋生物质量标准，未出现超标现象。鱼类石油烃满足 HJ 1409-2025 中给出的石油烃海洋生物质量标准；软体类（长蛸）仅在 Z20 站位出现石油烃略微超标，其余指标均未出现超标现象；本次选取调查站位未采集到贝类。整体来说，调查站位生物体质量较好，个别站位出现石油烃超标现象，可能与周边的航运活动和农渔业活动有关，其余各检测指标均满足规定的生物质量标准。

表 2.2.7-3 生物体各项指标的平均含量（干重，单位：mg/kg）

（内容不公开）

表 2.2.7-4 生物体各项指标的平均含量（湿重，单位：mg/kg）

（内容不公开）

表 2.2.7-5 生物体各项指标的质量评价指数

（内容不公开）

2.2.8 海洋生态现状

2.2.8.1 调查概况

本节内容引用广东创蓝海洋科技有限公司于 2022 年 9 月（秋季）在项目附近海域开展的海洋生态现状调查成果。本次调查共布设海洋生态调查站位 15 个，潮间带生物调查断面 3 条。海洋生态调查站位见表 2.2.8-1。

调查项目：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、游泳动物。

表 2.2.8-1 水质、沉积物和海洋生态调查站位表

（内容不公开）

（内容不公开）

图 2.2.8-1 2022 年 9 月监测站位图

2.2.8.2 调查方法

(1) 浮游植物

浮游植物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（5）——浮游生物（浮游植物）生态调查的规定进行。浮游植物垂直拖网采样：

- a) 使用浅水III型浮游生物网采集浮游植物；
- b) 每次下网前检查网具是否破损，发现破损应该及时修补或更换；保证网底管和流量计处于正常状态；下网速度一般不超过 1m/s，保持钢丝绳垂直；
- c) 网具到海底后，立即起网，速度保持 0.5m/s 左右，直至网口露出水面；
- d) 把网升至适当高度，自上而下反复冲洗网衣外表面，开启网底管收集样品至聚乙烯采样瓶中，反复几次，直至样品收集完毕；
- e) 样品按收集量加入鲁哥氏液固定。

(2) 浮游动物

浮游动物的采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（5）——浮游生物（浮游动物）生态调查的规定进行，采用浅水I型浮游生物网采样，拖网方式为垂直定量拖网。浮游动物样品采集：

- a) 使用浅水 I 型浮游生物网采集浮游动物；
- b) 每次下网前检查网具是否破损，发现破损应该及时修补或更换；保证网底管和流量计处于正常状态；下网速度一般不超过 1m/s，保持钢丝绳垂直；
- c) 网具到海底后，立即起网，速度保持 0.5m/s 左右，直至网口露出水面；
- d) 把网升至适当高度，自上而下反复冲洗网衣外表面，开启网底管收集样品至聚乙烯采样瓶中，反复几次，直至样品收集完毕；
- e) 按样品体积的 5%加入甲醛溶液进行固定。

(3) 大型底栖生物

大型底栖生物采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7 近海污染生态调查和生物监测（6）——大型底栖生物生态调查的规定进行。

大型底栖生物定量采样：

- a) 投放：将采泥器活门上的铁链挂在挂钩上，慢慢开动绞车，提升采泥器。随着钢丝的拉紧，两颚瓣自动张开。采泥器上升至略超过船舷时，转动吊杆将其

送出船外，待稳定后慢速下降，入水后再快速下降，放出钢丝绳可稍长于水深。在浅海采样时，当放出的钢丝绳松弛时，即采泥器已着底，立即停车。在深水采样时，根据钢丝绳倾角大小，适当增加余量。

b) 提升：开始用慢速，离底后改用中速，接近水面时，再用慢速。当采泥器超过船舷时，停止绞机工作，转动吊杆使之接近船舷，拉入船舷，再次缓慢下降，将采泥器放到样品承装，打开采泥器，观察沉积物颜色、厚度、生物栖息状况、质地和气味，并做好记录。

c) 淘洗分离：将沉积物移至大型底栖生物筛网中，使用适当水流冲洗沉积物，将截留在筛网中的生物按照体形大小和软硬程度分别捡入备好的容器中，难挑选的生物连同余渣一并带回实验室，在解剖镜下挑取。按序加入 5%福尔马林固定液或 75%的酒精，余渣用 5%福尔马林固定液固定。

(4) 潮间带生物

①生物样品的采集方法

1) 定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

2) 滩涂定量采样用面积为 $25\text{cm}\times 25\text{cm}$ 的定量框，礁石定量采样用面积为 $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ 的定量框；取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

3) 对某些生物栖息密度很低的地带，可采用 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 的面积内计数（个数或洞穴数），并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。

②生物样品处理与保存

1) 采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。

2) 定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣。

3) 按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定。

4) 对受刺激易引起收缩或自切的种类(如刺胞动物、纽形动物),先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定;某些多毛类(如沙蚕科、吻沙蚕科),先用淡水麻醉,挤出吻部,再用福尔马林固定;对于大型海藻,除用福尔马林固定外,最好带回一些完整的新鲜藻体,制作腊叶标本。

(5) 鱼类浮游生物

鱼类浮游生物采样方法是按《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 海洋生物调查(9)——鱼类浮游生物调查的规定进行。鱼卵和仔稚鱼定量的采集采用浅水I型浮游生物网垂直拖网采得,鱼卵和仔稚鱼密度分别用粒(尾)/m³表示。鱼卵和仔稚鱼定性的采集使用大型浮游生物网在海水表层(0~3m)进行水平拖网15min,船速为2kn。拖网完成后,从外侧冲洗网衣,收集生物样品,多次冲洗确保样品完全收集,并加入根据样品体积的5%加入甲醛溶液固定。

(6) 游泳动物

游泳动物:租用渔船完成。调查船粤海渔11094;网具规格:网上纲2.8m,网身3.4m,网口目40mm,网囊目25mm。游泳动物调查均按《海洋调查规范》GB/T12763进行,调查均于白天进行,每个站位拖网1次,每次放网一张,拖时为1h,拖速为3kn。

(7) 叶绿素 a 与初级生产力

叶绿素 a 用丙酮溶液提取,采用可见分光光度计(722 N)在664nm波长下测定吸光度,计算叶绿素 a 的含量。

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:

$$P=C_aQLt/2$$

P —初级生产力(mg·C/m²·d);

C_a —表层叶绿素 a 含量(mg/m³);

Q —同化系数(mg·C/(mgChl-a·h)),根据以往调查结果,这里取3.7;

L —真光层的深度(m); $L = \text{透明度} \times 3$

t —白昼时间(h),根据调查时间的季节特点,取12。

2.2.8.3 评价方法

(1) 计算公式如下:

优势度 (Y):

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

Shannon-Wiener 多样性指数:

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

Pielou 均匀度指数:

$$J = H' / H_{\max}$$

式中, n_i : 第 i 种的个体数量 (ind./m³); N : 某站总生物数量 (ind./m³); f_i : 某种生物的出现频率 (%); S : 出现生物总种数; $P_i = n_i/N$; $H_{\max} = \log_2 S$, 为最大多样性指数。

(2) 渔业资源密度计算采用面积法。渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准 (SC/T9110-2007), 各调查站资源密度 (重量和尾数) 的计算式为:

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

式中:

D 为渔业资源密度, 单位为, ind./km² 或 kg/km²;

C 为平均每小时拖网渔获量, 单位为, ind./网.h 或 kg/网.h;

a 为每小时网具取样面积, 单位为 km²/网.h;

q 为网具捕获率, 其中, 低层鱼类、虾蟹类、头足类 q 取 0.5, 近底层鱼类取 0.4, 中上层鱼类取 0.3 其他类取 1。

2.2.8.4 调查结果

(1) 叶绿素 a 及初级生产力

调查站位水体叶绿素 a (表 2.2.8-1) 的变化范围在 $0.36\sim 50.70\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 平均含量为 $11.00\text{mg}/\text{m}^3$ 。水体叶绿素 a 的含量最高值出现在 Z23 号站, 为 $50.70\text{mg}/\text{m}^3$; 其次是 Z25 号站, 其值为 $47.25\text{mg}/\text{m}^3$; Z20 号站最低, 为 $0.36\text{mg}/\text{m}^3$ 。

根据水体透明度和叶绿素 a 含量对初级生产力进行估算统计, 估算得到的水体初级生产力范围在 $64.74\sim 6077.92\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间, 平均值为 $952.22\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。调查站位水体初级生产力在 Z23 站位最高 ($6077.92\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$), 其次是 Z9 站位 ($2517.48\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$), Z20 号站最低 ($64.74\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)。

(2) 浮游植物

① 种类组成

本次生态调查共鉴定出浮游植物 22 科 59 种 (含未定种的属), 隶属于硅藻门、甲藻门、蓝藻门和裸藻门 4 大门类 (附录 I)。各门类的种类数如图 2.2.8-2 所示, 其中以硅藻门为主, 有 13 科 44 种, 占总种数的 74.58%; 其次是甲藻门有 6 科 10 种, 占总种数的 16.95%; 蓝藻门有 2 科 4 种, 占总种数的 6.78%; 裸藻门有 1 科 1 种, 占总种数的 1.69%。

(内容不公开)

图 2.2.8-2 浮游植物种类变化

本次调查浮游植物种类数的空间分布如图 2.2.8-3 所示, 其中 Z27 站位浮游植物的种类数最多, 有 25 种; 其次是 Z12 和 Z30 站位, 各有 24 种; Z17 站位最少, 仅有 7 种。

(内容不公开)

图 2.2.8-3 浮游植物种类数的空间分布

② 密度及分布

本次调查浮游植物密度的空间分布如表 2.2.8-2 所示, 各调查站位浮游植物的密度在 $0.98\times 10^5\sim 39.39\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 之间, 平均密度为 $10.43\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$; 其中硅藻门的平均密度最高, 为 $6.20\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$, 占浮游植物平均密度的 59.48%;

其次是蓝藻门，平均密度为 $3.44 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 33.01%；裸藻门的平均密度最低，为 $0.21 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ，占浮游植物平均密度的 2.01%。

在水平分布上，Z30 站位的浮游植物密度最高，为 $39.39 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；Z29 站位次之，密度为 $35.50 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；Z17 站位最低，密度为 $0.98 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 。浮游植物密度的水平分布不均匀。

表 2.2.8-2 浮游植物各门类密度的空间分布（单位： $\times 10^5 \text{cells/m}^3$ ）

（内容不公开）

③ 优势种及分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查浮游植物的优势种有 8 种（见表 2.2.8-3），分别是：中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*、菱形海线藻 *Thalassionema nitzschioides*、铁氏束毛藻 *Trichodesmium thiebautii*、多列伪菱形藻 *Pseudo-nitzschia multseries*、海洋原甲藻 *Prorocentrum micans*、佛氏海线藻 *Thalassionema frauenfeldii*、柔弱伪菱形藻 *Pseudo-nitzschia delicatissima*、带形裸藻 *Euglena ehrenbergii*。其中中肋骨条藻的优势度最高，优势度为 0.201，为世界广布性种；其次是铁氏束毛藻，优势度为 0.131，为热带广布性种，亦属于近岸赤潮种；菱形海线藻的优势度为 0.105，为世界广布性种，亦属于近岸赤潮种；海洋原甲藻的优势度为 0.040，为世界广布性种；佛氏海线藻的优势度为 0.039，为世界广布性种；多列伪菱形藻和柔弱伪菱形藻的优势度分别为 0.030 和 0.023，均为世界广布性种；带形裸藻的优势度为 0.020。

表 2.2.8-3 调查站位浮游植物优势种及栖息密度分布（ $\times 10^3 \text{cells/m}^3$ ）

（内容不公开）

④ 多样性水平

各调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 2.2.8-4 所示。调查站位浮游植物的 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 范围在 1.35~3.77 之间，平均值为 2.53，其中 Z27 站位多样性指数最高 (3.77)，Z31 站位次之 (3.37)，Z12 站位的多样性指数最低 (1.35)，整体来说，调查站位多样性指数水平一般。

各调查站位浮游植物的 Pielou 均匀度指数 (J) 范围在 0.29~0.89 之间，平均

值为 0.63, 其中 Z17 站位最高, 为 0.89, Z33 站位次 (0.86), Z12 站位最低 (0.29), 调查站位均匀度水平一般。

表 2.2.8-4 各站位浮游植物的多样性水平

(内容不公开)

⑤小结

浮游植物是测量水质的指示生物, 其丰富程度和群落组成结构的变化直接影响水体质量状况。本次浮游植物的调查结果显示, 浮游植物种类有 4 门 22 科 59 种 (含未定种的属), 硅藻门是主要的组成门类; 浮游植物平均密度为 $10.43 \times 10^5 \text{cells/m}^3$, 其中硅藻门的平均密度最高, 占比 59.48%。从种类组成特征来看, 本次调查的优势种有 8 种, 中肋骨条藻为第一优势种。经计算, 调查站位植物的多样性指数 (H') 和均匀度 (J) 均处于一般水平。

(3) 浮游动物

①种类组成

经鉴定, 本次调查海域发现浮游动物由 12 大类群组成, 共计 72 种 (附录 II)。各类群的种类数如图 2.2.8-4 所示, 其中桡足类的种数最多, 有 32 种, 占总种数的 44.44%; 其次为浮游幼体, 有 12 种, 占总种数的 16.67%; 水母类有 9 种, 占总种数的 12.50%; 被囊类和毛颚类各 4 种, 各占总种数的 5.56%; 枝角类、十足类、栉板动物和翼足类各 2 种, 各占总种数的 2.78%; 介形类、糠虾类和端足类均只发现 1 种, 各占总种数的 1.39%。

(内容不公开)

图 2.2.8-4 浮游动物各类群组成情况

②数量、密度及生物量空间分布

浮游动物种类的空间分布如图 2.2.8-5 所示。各站位浮游动物种类数范围在 7~39 种之间, 其中, Z27 站位种类数最多, 为 39 种, Z21 种类数最低, 仅 7 种; 在所鉴定出的浮游动物类群中, 浮游幼体和桡足类分布最广, 在 15 个调查站位均检测到, 出现率为 100%; 水母类在 13 个站位检测到, 仅在 Z17、Z18 未检测到, 出现率为 86.67%; 介形类、端足类、糠虾类和栉板动物均仅在一个站位出现, 出现率为 6.67%; 其余类群出现率在 26.67%~80.00% 之间。

(内容不公开)

图 2.2.8-5 浮游动物种类数空间分布

本次调查中,各站位的浮游动物密度在 26.00~3715.26ind./m³ 之间,平均密度为 1281.88ind./m³,其中 Z30 号站的浮游动物密度最高,为 3715.26ind./m³; Z29 号站次之,为 3248.61ind./m³; Z21 号站的密度最低,为 26.00ind./m³。各站位的浮游动物生物量的变化范围在 10.938~1360.417mg/m³ 之间,平均生物量为 493.068mg/m³,最高值出现在 Z30 号采样站,为 1360.417 mg/m³;最低值出现在 Z18 号采样站,为 10.938mg/m³。

表 2.2.8-5 调查站位浮游动物密度和生物量

(内容不公开)

③浮游动物主要类群分布

浮游动物各类群密度的空间分布如表 2.2.8-6 所示,桡足类、浮游幼体、枝角类为本次浮游动物调查的主要组成类群。

桡足类:桡足类平均密度为 41.62 ind/m³, 占总密度的 3.25%。其中主要分布于 Z25 号采样站,密度为 119.00ind/m³, 其次是 Z30 号采样站,密度为 63.18ind/m³。

浮游幼体:浮游幼体平均密度为 118.36ind/m³, 占总密度的 9.23%。其中主要分布于 Z30 号采样站,密度为 463.19ind/m³, 其次是 Z29 号采样站,密度为 302.24ind/m³, 主要组成种类有蛇尾纲长腕幼虫、短尾类幼体和长尾类幼体。

枝角类:枝角类平均密度为 1075.37ind/m³, 占总密度的 83.89%。除 Z17、Z21、Z25 和 Z33 号采样站,其他站位均有大量分布,主要组成种类有鸟喙尖头蚤。

其他类群在本次分析中出现的数量较少,占浮游动物平均密度的比例不超过 2%。

表 2.2.8-6 浮游动物各类群栖息密度的空间分布 (单位: ind./m³)

(内容不公开)

④优势种及其分布

按照优势度 $Y \geq 0.02$ 来确定本次调查海域浮游动物优势种有 3 种,分别为浮

游幼体中的短尾类幼体 *Brachyura larva*、长尾类幼体 *Macrura larvae*；枝角类中的鸟喙尖头蚤 *Penilia avirostris*。其中，优势度最大的为鸟喙尖头蚤， $Y=0.615$ 。各优势种在各站位的密度分布及优势度见表 2.2.8-7。

表 2.2.8-7 浮游动物优势种类及密度的空间分布（单位： ind./m^3 ）

（内容不公开）

⑤多样性水平

调查海域浮游动物 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 2.2.8-8 所示。各调查站位的 Shannon-Wiener 多样性指数在 0.89~3.11 之间，平均值为 1.50，最高值出现在 Z33 号站 (3.11)，最低值出现在 Z13、Z23 和 Z29 号站（均为 0.89）；Pielou 均匀度指数变化范围在 0.17~0.82 之间，平均值为 0.39，最高值出现在 Z33 号站 (0.82)，最低值出现在 Z29 号站 (0.17)。整体来看，调查海域的多样性指数和均匀度均处于较低水平。

表 2.2.8-8 调查海域浮游动物多样性水平

（内容不公开）

⑥小结

浮游动物群落变化与环境因素密切相关，作为反映环境特征的一项重要指标对于海洋环境监测具有重要意义。本次浮游动物调查结果显示，调查海域内浮游动物种类 72 种，群落结构主要由桡足类、浮游幼体、枝角类组成；浮游动物平均密度和平均生物量分别为 1281.88ind./m^3 和 493.068mg/m^3 。从种类组成特征来看，调查海域内优势种有 3 个，其中鸟喙尖头蚤优势地位突出。结合统计多样性水平，显示该调查海域的多样性指数和均匀度均处于较低水平。

（4）大型底栖生物

①种类组成

本次调查采集到的大型底栖生物经鉴定共有 75 种，隶属 9 门 55 科(附录 III)。调查站位发现种类数最多的为环节动物，有 41 种，占底栖生物总种数的 54.67%；其次为节肢动物，有 16 种，占总种数的 21.33%；软体动物 10 种，占总种数的 13.33%；脊索动物 3 种，占总种数的 4.00%；刺胞动物、纽形动物、蠕虫动物、星虫动物和棘皮动物均仅有 1 种，各占总种数的 1.33%。

(内容不公开)

图 2.2.8-6 大型底栖生物种类组成

本次调查站位大型底栖生物类群种类数及空间分布情况如图 2.2.8-7 所示，不同站点采集的大型底栖生物种类数有所差异。Z15 站位发现大型底栖生物种类数最多，为 17 种；其次是 Z18 和 Z31 站位，有 14 种；Z33 站位最少，仅有 3 种。

在本次调查中，环节动物出现率最高，为 100.00%；其次为节肢动物，出现率均为 80.00%；刺胞动物和纽形动物出现率最低（均为 6.67%），其中刺胞动物仅在 Z18 站位出现，纽形动物仅在 Z27 站位出现。

(内容不公开)

图 2.2.8-7 大型底栖生物种类组成的空间分布**②数量分布**

调查站位大型底栖生物栖息密度分布如表 2.2.8-9 所示，各站位密度范围为 19.04ind./m²~204.75ind./m²，平均栖息密度为 120.62ind./m²。Z29 站位大型底栖生物栖息密度最高，为 204.75ind./m²；其次为 Z23 站位（171.41ind./m²），Z13 站位大型底栖生物栖息密度最低，仅为 33.32ind./m²。

调查站位大型底栖生物以环节动物为主要构成类群，各站点环节动物的栖息密度介于 14.28~157.13ind./m² 之间，平均栖息密度 56.50ind./m²，占大型底栖生物平均栖息密度的比例为 46.84%；纽形动物平均栖息密度最低（0.32ind./m²），占大型底栖生物平均栖息密度的 0.27%。

表 2.2.8-9 大型底栖生物各类群密度的空间分布（单位：ind./m²）

(内容不公开)

本次调查站位大型底栖生物生物量分布如表 2.2.8-10 所示，各站位生物量变化范围为 0.034~305.630g/m²，平均生物量为 40.592g/m²。Z17 站位大型底栖生物生物量最高，为 305.630g/m²；其次是 Z29 站位（68.981g/m²）；Z33 站位生物量最低，为 0.034g/m²。

调查站位以软体动物平均生物量最高，平均值为 20.698g/m²，占大型底栖动物平均生物量的 50.99%；其次为节肢动物（7.211g/m²），占大型底栖动物平均

生物量的 17.76%；纽形动物平均生物量最低（0.003g/m²），占大型底栖动物平均生物量的 0.01%。

表 2.2.8-10 大型底栖生物各类群生物量的空间分布（单位：g/m²）

（内容不公开）

③主要种类及其分布

调查站位大型底栖生物优势种以优势度（ Y ） ≥ 0.02 为判断依据，本次调查的优势种有 3 种，是奇异稚齿虫 *Paraprionospio pinnata*、强壮绿螭 *Thalassema fuscum* 和日本倍棘蛇尾 *Amphioplus japonicus*，其中奇异稚齿虫的优势度最大，优势度 Y 为 0.058，为本调查第一优势种。优势种的优势度及分布情况如表 2.2.8-11 所示。

表 2.2.8-11 大型底栖生物优势种及其空间分布（单位：ind./m²）

（内容不公开）

④多样性指数、均匀度及丰度

调查站位大型底栖生物 Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）和 Pielou 均匀度指数（ J ）如表 2.2.8-12 所示。Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 0.97~3.62 之间，平均值为 2.50；多样性指数最高值出现在 Z20 站位（3.62），其次为 Z15 站位（3.60），Z25 站位的值最低（0.97）。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.38~0.98 之间，平均值为 0.80；最高值出现在 Z20 站位，均匀度指数为 0.98，其次为 Z13 站位（0.97），Z25 站位最低（0.38）。

整体来说，调查站位大型底栖生物多样性指数处于一般水平，均匀度指数较高，说明调查站位大型底栖生物生态环境一般。

表 2.2.8-12 调查站位大型底栖生物多样性水平

（内容不公开）

⑤小结

大型底栖生物群落是海洋生态系统重要的组成部分，对于环境变化较为敏感，具有较强的季节性变化，是反映水文、水质和底质变化的一项重要指标。本次大型底栖生物调查结果显示，调查站点内大型底栖生物的种类包含 9 大类群，共有 75 种。调查站位大型底栖生物平均栖息密度为 120.62ind./m²，平均生物量为 40.592g/m²。从种类组成特征来看，调查站点内优势种有 1 种，为奇异稚齿虫。

根据多样性水平分析，多样性指数处于一般水平，均匀度指数较高，说明调查站位大型底栖生物生态环境一般。

(5) 潮间带生物

① 种类组成

调查断面定性采集到的潮间带生物经鉴定共有 34 种，隶属 5 门 23 科（附录 IV）。本次调查发现软体动物种类最多，有 19 种，占总种数的 58.88%（图 2.2.8-8）；其次为节肢动物（10 种），占总种数的 29.41%；环节动物发现 3 种（8.82%）；刺胞动物和脊索动物种类最少（1 种），各占总种数的 2.94%。

（内容不公开）

图 2.2.8-8 监测海域潮间带生物种类分布

② 潮间带栖息密度及生物量分布

a、栖息密度及生物量的组成

调查断面的潮间带生物总平均栖息密度及生物量见表 2.2.8-13，总平均栖息密度为 118.22ind./m²，总平均生物量为 206.856g/m²。在潮间带生物栖息密度的百分组成中，软体动物栖息密度居首位，为 79.11ind./m²，占 66.92%；其次为节肢动物（21.33ind./m²），占 18.04%；刺胞动物最低（1.78 ind./m²），占 1.51%。生物量组成方面以软体动物居首位，为 196.664g/m²，占 95.07%；其次为节肢动物（9.406g/m²），占 4.55%；环节动物最低，仅为 0.133g/m²，占 0.06%。

表 2.2.8-13 调查断面潮间带平均栖息密度及生物量的组成

（内容不公开）

b、栖息密度与生物量的水平分布

调查断面潮间带生物栖息密度及生物量的水平分布见表 2.2.8-14，栖息密度方面，潮间带生物的栖息密度表现为 C3 断面最高，为 157.33ind./m²，其次为 C4 断面（145.33ind./m²），最低出现在 C5 断面，为 52.00ind./m²。潮间带生物生物量方面的分布情况和栖息密度保持一致，其中 C3 断面的生物量最高，达到 394.708g/m²，其次为 C4 断面（196.299g/m²），C5 断面生物量最低，为 29.564g/m²。

表 2.2.8-14 调查断面潮间带栖息密度（ind./m²）及生物量（g/m²）的水平分布

（内容不公开）

c、栖息密度及生物量的垂直分布

调查断面潮间带栖息密度及生物量的垂直分布见表 2.2.8-15, 在垂直分布上, 潮间带生物的栖息密度方面表现为中潮带最高, 为 138.66ind./m², 其次为高潮带 (117.34ind./m²), 低潮带最低, 为 98.67ind./m², 即中潮带>高潮带>低潮带。在生物量方面, 中潮带生物量最高, 为 332.180g/m², 其次为高潮带(210.557g/m²), 低潮带最低, 为 77.833g/m², 即中潮带>高潮带>低潮带。

表 2.2.8-15 调查断面潮间带栖息密度 (ind./m²) 及生物量 (g/m²) 的垂直分布

(内容不公开)

③优势种组成

调查断面潮间带生物优势种以计算优势度 (Y) ≥ 0.02 为判断依据, 本次调查的优势种有 4 种(表 2.2.8-16), 是: 花斑蜒螺 *Nerita japonica*、中间拟滨螺 *Littoraria intermedia*、棘刺牡蛎 *Saccostrea echinata* 和绒螯近方蟹 *Hemigrapsus penicillatus*, 其中花斑蜒螺优势度最大 ($Y=0.188$), 为本调查第一优势种。

表 2.2.8-16 潮间带生物优势种组成

(内容不公开)

④潮间带生物多样性指数

调查断面 Shannon-Wiener 多样性指数 (H') 和 Pielou 均匀度指数 (J) 如表 2.2.8-17 所示, Shannon-Wiener 多样性指数范围处于 1.68~2.30 之间, 平均值为 1.94。多样性指数在 C3 断面出现最高 (2.30), 其次为 C5 断面 (1.85), C4 断面最低 (1.68)。Pielou 均匀度指数数值变化范围在 0.66~0.88 之间, 平均值为 0.76。均匀度指数 (J) 在 C5 断面出现最高 (0.88), 其次为 C3 断面 (0.73), 最低出现在 C4 (0.66)。调查断面潮间带多样性指数 (H') 处于较低水平, 均匀度处于一般水平。

表 2.2.8-17 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

(内容不公开)

⑤小结

本次潮间带生物调查结果显示, 定性调查发现潮间带生物的种类包含 5 大类群, 共有 34 种; 定量调查发现潮间带生物的种类包含 4 大类群, 共有 30 种。调

查断面总平均栖息密度 118.22ind./m²，总平均生物量为 206.856 g/m²。从种类组成特征来看，调查断面优势种有 4 种，最大优势种为花斑蜒螺，优势地位突出。调查断面潮间带多样性指数 (H') 处于较低水平，均匀度处于一般水平。

2.2.9 重要经济鱼类“三场一通道”

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近底层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距离的洄游，只有随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水区往近岸浅水区往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一种类，地方性特征十分明显。常年栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鲷、龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲳、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、魮、印度魮、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、四指马友鱼、六指马友鱼、大黄鱼、银牙鱼、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其他大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲭、花斑蛇鲭、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、棘鲳、带鱼、鲨鱼类、鳐类等。头足类中除火枪乌贼、田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼和湾斑蛸的等分布于沿岸、河口之外，其他大多数种分布范围较广，可分布至大陆架海域以内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵场和索饵场。

根据中华人民共和国农业部 2002 年 2 月编制的《中国海洋渔业水域图》(第一批) (农业部公告第 189 号)，本项目位于**南海北部幼鱼繁育场保护区** (图 2.2.9-1) 及**幼鱼幼虾保护区** (图 2.2.9-2) 范围内。

(1) 南海北部幼鱼繁育场保护区：位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 基点连线以内水域，保护期为 1-12 月，保护期内禁止拖网船、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。本项目涉海段位于上述保护区的东北部，应遵守相关管理要求。

(2) 幼鱼、幼虾保护区：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)》“图 4 南海国家级及省级保护区分布示意图”的第 7 点说明，南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，其中，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 20 米水深以内的海

域保护期为每年的3月1日至5月31日，保护期间禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入上述海域内生产，防止或减少对渔业资源的损害。本项目涉海段位于上述保护区，应遵守相关管理要求。

(内容不公开)

图 2.2.9-1 南海北部幼鱼繁育场保护区图

(内容不公开)

图 2.2.9-2 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

2.2.10 珍稀海洋生物资源

(1) 中华白海豚

汕头近岸海域以及南澎列岛附近海域常见的海洋哺乳动物包括中华白海豚、普通瓶鼻海豚、江豚以及少量其他鲸豚。中华白海豚在生物分类学上隶属脊索动物门，哺乳纲鲸目，海豚科白海豚属，为国家一级保护动物。中华白海豚是暖水沿岸性的小型齿鲸类之一，栖息在咸淡水交汇区，在我国东海、南海均有分布：一般单独或数头一起活动，多栖息于沿岸及河口一带，性活泼，喜跃出水面，常跟随船只游泳。繁殖盛期5-6月，每产1胎。

根据汕头市海洋与渔业局等有关部门的监测记录和群众的目击记录，中华白海豚主要出现在汕头港妈屿岛、莱芜湾、南澳岛等受河流淡水影响的区域。2007年3月31日下午3时许，10多条大白海豚游入汕头港妈屿泳场，直至下午4时多才离去；2008年9月在汕头湾内发现5头；2008年9月8~9日，在南澳岛西后江水道与莲阳河口之间发现两头壮年中华白海豚；2008年11月6日，中华白海豚曾群现海湾大桥一带。2009年7月2日在莱芜与南澳岛之间水域发现4头；2009年8月7日，在表角东北约10km海域发现6头。本项目所引用的海洋生态调查结果未见中华白海豚。

(2) 南方鲿

鲿属于广东省第一批重点保护水生野生动物，具有重要的学术研究价值，有“活化石”之称，同时还具有较高的药用价值。我国主要分布于浙江、福建、台湾、广东、广西沿海。汕头海区有鲿分布的记录。

据有关部门调查和监测结果显示，中国鲿在广东沿海出现频率较高。2007

年9月12日在汕尾红海湾海域水产码头用虾拖网捕获23只；2008年1月15日在汕头南澳深澳湾海域用刺网捕获4只。本项目所引用的海洋生态调查结果未见南方鲎。

(3) 海龟

根据渔民反映，在海门镇的沿海地区，曾见有海龟出没。海龟是我国第二类重点保护的野生濒危动物。本项目距离海门镇约22.7km。本项目所引用的海洋生态调查结果未见海龟。

2.2.11 海洋自然灾害

本项目所在海域的海洋自然灾害主要有热带气旋、风暴潮、灾害性海浪、赤潮等。

(1) 热带气旋

本海区由于地处南海，热带气旋较多。汕头沿岸海域是热带气旋活动频繁的海区之一，影响本海域的热带气旋有两类，一类是来自西太平洋的热带气旋，另一类是在南海生成的热带气旋（又称南海台风）。根据文献《1951-2017年双夏期间登录广东的热带气旋特征》（郝全成等，2018.12），1951-2017年共计67年双夏期间登陆广东热带气旋共计32个，年平均为0.5个，各年登陆数变化较大，年登陆热带气旋最多的为3个，最少的为0个。

(2) 风暴潮

风暴潮是热带气旋强烈的向岸风使海水大量在海岸堆积，造成潮水水位变化的一种潮汐现象。对粤东沿海来说，当热带气旋越过120°E，进入19°N以北、114—120°E海区，并在粤东沿海一带登陆的热带气旋，产生的影响比较大，特别是穿越菲律宾北部、巴林塘海峡进入南海东北部海面的太平洋台风，在粤东沿海造成的台风风暴潮危害性特别大。

据《广东省海洋灾害公报》统计，近几年汕头地区发生过多次比较大的台风风暴潮。

2013年9月22日1319号台风“天兔”在广东省汕尾市附近沿海登陆，受“天兔”台风影响，汕头站最大风暴潮增水160厘米。“天兔”影响期间，正值农历十八，沿岸处于当月天文大潮期，天文潮位普遍较高，“天兔”给广东省东部沿海带来严重的风暴潮灾害，特别是汕头岸段，22日下午的最大风暴增水与

天文大潮叠加，造成严重超警情况，达到风暴潮灾害一级（红色）预警级别。“天兔”造成汕尾、潮州、汕头、揭阳、惠州等地严重损失，全省直接经济损失累计约 58.57 亿元，其中水产养殖受灾面积 23.64 千公顷，损失产量 15.17 万吨，渔船损毁 4824 艘，损毁海堤和护岸 535480 米。

2014 年 6 月 15 日，1407 号台风风暴潮“海贝思”在汕头市濠江区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 9 级（23 米/秒），中心最低气压为 986 百帕。受热带风暴“海贝思”影响，粤东沿岸出现了一次较弱风暴潮增水过程，过程最大增水出现在汕头站，为 58 厘米，未出现超警戒潮位情况。受“海贝思”影响，汕头市水产养殖受灾面积 2.28 千公顷，水产养殖损失 4940 吨，损毁海堤、护岸 4.33 千米，直接经济损失 1.74 亿元。

2015 年 7 月 8 日-10 日，1510 号台风风暴潮“莲花”在广东陆丰市甲东镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级（35 米/秒），中心最低气压为 970 百帕。受台风“莲花”影响，粤东沿岸出现了一次较弱风暴潮增水过程，过程最大增水出现在汕头站，为 79 厘米。受“莲花”台风风暴潮影响，汕尾、汕头、揭阳、潮州等地遭受一定程度的损失，水产养殖损失产量 4710.9 吨；渔船损毁 452 艘；防波堤损毁 2.32 千米；海堤、护岸损毁 3.18 千米。

2016 年 10 月 21 日，1622 号台风风暴潮“海马”在汕尾市海丰县鲘门镇登陆，登陆时中心附近最大风力 14 级（42 米/秒），中心最低气压为 960 百帕。受强台风“海马”影响，粤东至珠江口沿岸出现了一次明显的风暴潮增水过程，过程中汕头站最大增水为 15 厘米。受“海马”台风风暴潮影响，汕尾、汕头、惠州、揭阳等地遭受一定程度的损失，全省水产养殖受灾面积 13.58 公顷，水产养殖产量损失 81436.6 吨，养殖设施、设备损失 47 个，渔船损坏 563 艘，防波堤损毁 5.58 千米，海堤护岸损毁 1.85 千米。直接经济损失 7.59 亿元。

（3）灾害性海浪

灾害性海浪主要是指引起灾害的海浪，通常指海上波高高达 6m 以上的海浪。灾害性海浪往往伴随台风等出现，会对海洋工程、海岸工程、海上施工等造成严重的影响。

（4）地震

项目地处我国东南沿海地震亚区，泉州——汕头中强地震带，地震基本烈度

为 8 度，抗震设防烈度为 8 度，设计地震分组为第二组，设计基本地震加速度值为 0.20g。

潮汕区域地震活动较频繁，历史上曾发生的地震（ $M>5$ 级）有十二次，详见表 2.2.11-1。由表格可知，潮汕地区历史上曾发生的地震震中未出现在项目所在区域，但附近有断裂带的分布，工程建设及后期运营仍有一定几率受到地震的影响，因此应多加防范，以进一步降低地震对本项目建设运营的影响。

表 2.2.11-1 潮汕地区主要历史地震（ $M>5$ 级）统计表

（内容不公开）

3 资源生态影响分析

3.1 资源影响分析

3.1.1 海域空间资源影响分析

本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海(一级类)中的电缆管道用海(二级类),用海方式为其他方式(一级方式)中的海底电缆管道(二级方式),主要建设内容海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道与两侧岸线,顶管顶高程约-18.3m,理论最小埋深约 8.8m。结合 2022 年广东省政府批复海岸线数据测算得本项目总用海面积为 1.2037 公顷(12037m²),涉及东西两侧人工岸线总长度 43.1m。

3.1.1.1 海岸线等海洋空间资源占用情况分析

本项目涉海段海底电缆采用顶管施工工艺自底土穿越两侧人工岸线,西侧顶标高约-18.3m,东侧顶标高约-25.3m,海底电缆管道及外扩保护带涉及人工岸线 43.1m(其中西侧 21.6m,东侧 21.5m),不涉及自然岸线,不造成岸线原有形态或生态功能改变,总体对岸线资源影响较小。

(内容不公开)

图 3.1.1-1a 本项目海底电缆管道自底土穿越海岸线示意图(平面)

(内容不公开)

图 3.1.1-1b 本项目海底电缆管道自底土穿越海岸线示意图(纵断面)

此外,本项目涉海段不占用海涂、海湾和岛礁等其他海洋空间资源。本项目涉海段临近龟山岛、濠江西屿和东屿等岛屿,最小距离约 0.6km。本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道,且埋深较大,对水文动力环境、地形地貌与冲淤环境等影响较小,故本项目用海对上述岛屿岸滩稳定性的影响较小。另外,项目施工不会产生悬浮泥沙,生产、生活污水和固废等均转运处置,不直接排海,不会对上述岛屿周边海水水质、海洋沉积物质量造成直接不良影响。

3.1.1.2 合理配置和高效利用海域空间资源分析

项目用海必要性分析见 1.8.2 节，本项目涉海段所在的 110kV 双回线路连接濠江以东的基地升压站和濠江以西的疏港站，对濠江水道海域空间的占用不可避免。本项目涉海段选址已最大程度避让濠江水道内其他确权项目，与个别利益相关者存在平面布置重叠情况，可通过立体确权协调用海。本项目涉海段设计方案在满足相关电力设计规范的前提下，通过优化平面布置最大程度减少用海面积，与此同时，考虑到濠江水道内存在航运、养殖等开发利用活动，本项目涉海段海底电缆的设计高程控制在海床高程以下，避让海床高程以上开发利用活动较频繁的海域空间，保障航运、养殖及濠江水道内其他开发利用活动需求，符合节约集约用海原则。

本项目涉海段海底电缆施工采用顶管工艺，且埋深较大，对濠江水道内其他开发利用活动影响较小，产生的生产、生活污水和固废等均转运处置，不直接排海，不会对濠江水道的海水水质、海洋沉积物质量造成直接不良影响，不会影响濠江水道内其他开发利用活动的正常运营。

3.1.2 海洋生物资源影响分析

海洋生物的分布范围主要在水层中和 50cm 以内海底表层沉积物内。本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江水道，理论最小埋深约 8.8m，所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主。在正常情况下，本项目涉海段的施工和运营不占用海洋生物生存空间，仅在发生突发性事故（如岩土层塌陷）时才会对海洋生物生存空间造成直接影响，可能导致活动能力较弱的底栖生物、浮游生物、鱼卵仔鱼等受损伤或被掩埋，游泳动物等活动能力较强的海洋生物则会因回避效应远离本项目涉海段附近海域。在对工程地质条件充分研判和采取有效的风险防范措施的前提下，突发性事故的发生几率能控制在可接受水平。此外，本项目涉海段施工期产生的生产、生活污水和固废等均转运处置，不直接排海，不会对海洋生物生境造成直接不良影响，因此，在正常情况下，本项目用海不会造成海洋生物资源损失。

论证范围内分布有零星红树植株，与本项目涉海段最近距离约 0.8km。在采取有效的环境保护对策措施的前提下，本项目涉海段的建设对上述红树资源基本

无影响。

3.2 生态影响分析

3.2.1 水文动力环境影响分析

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道。顶管设计高程在濠江水道现状海床高程以下，且设计富裕深度已充分考虑所在海域其他开发利用活动的用海需求（包括航道维护与规划浚深、堤坝安全深度等），从而保持顶管整体位于海域立体空间分层中海床以下的底土层，不占用海床以上的水体层，即不占用所在海域水体自然流动空间，不会对所在海域的流场、潮位等水文要素造成直接影响。此外，施工期工作井位于陆域，不会对所在海域造成直接影响。施工期顶管施工会产生一定的振动，根据工程地质勘察结果，顶管所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主，振动在此类介质中衰减速率较快，对水体层的影响可忽略不计。

综上，本项目涉海段对所在海域的水文动力环境无明显影响。

3.2.2 河道行洪安全影响分析

根据 2022 年广东省政府批复岸线资料和实勘记录，本项目涉海段东西两侧登陆点均为人工岸线，东侧为直立式海堤，西侧为砌石护坡。根据《汕头市防洪（潮）排涝专项规划（2020-2035 年）（公示稿）》，本项目涉海段所在濠江水道位于榕江片水系下游，属感潮区，且河道水面宽阔，两岸堤防工程设计水位主要受潮位控制，故榕江片防洪（潮）体系以挡为主，通过建设江海堤防，形成闭合、稳固的防洪（潮）圈。濠江堤防已于 2012 年按 50 年一遇防潮标准完成了加固，目前工程基本完好。

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，不会导致河道边界条件发生变化，不会引起河道发生冲淤变形，不会造成所在海域分流比及涨、落潮量发生变化。因此，本项目涉海段的建设不会对河势稳定造成不良影响。此外本项目施工期工作井位于陆域，不占用河道管理范围和堤坝安全范围，不会对河道和堤坝稳定性造成直接影响。

综上，本项目涉海段的建设不会对濠江水道的河势和行洪排涝能力造成不良

影响，不会影响河势稳定和河道行洪安全。

3.2.3 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道。根据相关文献资料研究成果，管道施工对海床存在轻微的扰动影响。研究表明，顶管施工过程中将引起地层原始应力状态的改变，形成扰动地应力场，使得管道周围土体应力释放产生松动、沉陷，从而引起地表沉降，或是管道周围土体应力增加，产生紧缩、上拱，表现为地表隆起。管道顶进过程中，地表沉降可分为初期沉降、开挖面隆起、尾部沉降、尾部空隙沉降和长期延续沉降共五个阶段。初期沉降指顶管开挖面未到之前产生的沉降，一般认为是由于施工导致的地下水或孔隙水下降引起，通常该沉降值均非常小。开挖面隆沉指开挖面处由于掘进参数（开挖面泥水压力、掘进速度、推进力等）差异，使得开挖面土体应力状态不同，形成了土压的增加或应力释放，从而导致开挖面处地表隆起或沉降。尾部沉降由于挖机身对土层的剪切扰动，使得管道周围土体在拉应力作用下向后移动，从而带来地表沉降。参考其他工程管道施工监测，在顶进过程中，开挖面将要达到监测断面时，监测断面处地表呈现略微隆起，随着逐渐越过监测断面，地表开始由隆起转为沉降，并随着顶管的不断前行，持续沉降并达到最大值，在达到最大沉降值后，随着顶管的远离，沉降值略有反弹，原状土段监测位置地表最大沉降值约为 38.5mm，参考该研究成果，基本可以判断顶管施工对海床扰动较小。

考虑到顶管顶进引起的地层原始应力状态的改变与施工条件和技术密切相关，要求管道顶进过程中对海床隆起和沉降进行密切监测，防止因海床过度隆起或塌陷对海底地形地貌造成较大改变。

3.2.4 水质环境影响分析

（1）施工期影响

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道。由于上层土壤的阻隔，因此管道顶进时引起的土壤扰动难以突破到海床表面，不会引发悬浮泥沙的扩散。并且顶进过程中产生的土方通过管道输送到泥水处理系统，只有少部分挤压向管道四周。

另外，本项目陆域工作井施工和顶管施工过程中会产生一定的施工废水和生

活污水，如果处理不当，将对海洋环境产生一定的污染。本项目施工人员不在施工区域居住，施工人员产生的生活污水依托居住场所污水处理设施，基本不对海洋环境产生影响。陆域工作井施工和顶管施工产生的污水排至陆域施工场地沉淀池，经澄清处理后，上层清水可回用场地降尘，待沉淀物干结后委托有接收能力的单位接收处置，不外排入海。项目建设对周边海洋水环境影响较小。

(2) 营运期影响

本项目营运期不产生污废水、固体废物等环境污染物，对所在海域水质环境不会造成明显不良影响。

3.2.5 沉积物环境影响分析

(1) 施工期影响

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，施工期工作井位于陆域，不占用海床表层沉积物。根据工程地质勘察结果，顶管所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主，管道顶进施工可能会引起海床表面轻微的塌陷，塌陷过程可能对表层沉积物产生轻微扰动影响，对海床下层的沉积物环境可能产生一定的影响。施工活动除对海底沉积物造成部分位移和松动外，无其他污染物混入，因而沉积物环境质量不会产生明显变化，其质量状况仍将基本保持原有水平。

(2) 营运期影响

本项目营运期不产生污废水、固体废物等环境污染物，对所在海域沉积物环境不会造成明显不良影响。

3.2.6 海洋生物影响分析

3.2.6.1 施工期海洋生物影响分析

根据前序章节分析，本项目涉海段施工期不会对水文动力环境、水质环境、沉积物环境等造成明显不良影响，故施工期海洋生物影响分析主要考虑声环境影响，即施工噪声对海洋生物的影响。

本项目涉海段海底电缆采用的顶管施工，是噪声、振动影响相对小的施工方式。根据同类工程调查资料，顶管顶进时产生的施工噪声一般不超过 70 dB，低于或临近常见鱼类的最低听觉阈值（即鱼类刚好能听到的最小声音，无显著危

害),同时明显低于《人为水下噪声对海洋生物影响评价指南》(HY/T 0341-2022)附录 A 中给出的人为水下噪声对鱼类影响阈值——以声压敏感性较高的石首科鱼类(有鱼鳔且鱼鳔与听力相关)为例,TTS(出现暂时性听力阈值改变)最低阈值为 186 dB,物理损伤最低阈值为 203 dB,致死或潜在致死最低阈值为 207 dB,故本项目涉海段顶管施工噪声不会对常见鱼类造成明显不良影响。汕头近岸海域以及南澎列岛附近海域常见的海洋哺乳动物包括中华白海豚、普通瓶鼻海豚、江豚以及少量其他鲸豚。根据 HY/T 0341-2022 附录 A,按听力分组,中华白海豚、普通瓶鼻海豚属于高频鲸目,江豚属于超高频鲸目,上述分组对应的人为水下噪声对海洋哺乳动物影响阈值的最小值为 140 dB(超高频鲸目,脉冲噪声,TTS),顶管施工噪声明显低于该阈值,故本项目涉海段顶管施工噪声不会对所在海域常见海洋哺乳动物造成明显不良影响。

此外,本项目涉海段顶管施工所需的工作井位于距离岸线较远的陆域,其开挖建设和使用不会对海洋生态环境造成直接影响,施工期产生的生产、生活污水和固废均转运处置,不直接排海,也不会对海洋生态环境造成直接不良影响。

综上,本项目涉海段施工期不会通过影响水文动力环境、水质环境、沉积物环境等对海洋生物造成明显影响。施工期对声环境的影响主要来源于顶管施工,顶管施工会产生一定的噪声,但噪声强度较小,不会对海洋生物造成明显损伤。在采取有效的环境保护对策措施的前提下,本项目施工期对海洋生物的影响可接受。

3.2.6.2 营运期海洋生物影响分析

本项目海底电缆管道营运期不产生废水、固废,营运期间对海洋生态环境影响主要来源于噪声和电磁影响。

噪声影响: 本项目海底电缆管道理论最小埋深约 8.8m,其输电产生的噪声经过管道的屏蔽和覆土的吸收后基本不会对海洋生物造成明显不良影响。

电磁影响: 本项目海底电缆产生的电磁影响采用类比的方式进行分析。

(1) 类比对象的选择

本项目海底电缆电磁环境影响类比选择 110kv 海珠湾~昌岗、110kv 海珠湾 T 接端南线双回电缆线路作为类比对象。类比线路与评价线路主要指标对比如表 3.2.6-1 所示。

表 3.2.6-1 类比电缆线路与评价电缆线路主要技术指标对照表

(内容不公开)

(2) 可比性分析

类比线路与评价线路电压等级、导线截面等主要技术指标相同，敷设回数、敷设方式相近，本项目海底电缆埋深比类比线路大。目前陆上埋地电缆运用较多，陆上电缆电磁场传播介质为空气，海底电缆电磁场传播介质为海水，但海底电缆与陆上电缆均埋设于地下，土壤和海底沉积物对电磁场均有一定的屏蔽作用，因此类比陆上电缆线路有较好的可比性。

(3) 电缆线路类比监测**① 测量布点**

以地下输电电缆线路中心正上方的地面为起点，沿垂直于线路方向进线，监测点间距为 1 米，测序测至电缆管道边缘各外延 5 米处为止。

② 测量时间及天气

2019 年 8 月 22 日，晴，气温 27~35℃，相对湿度 55~69%。

③ 测量方法

《交流输变电工程电磁环境监测方法》（试行）（HJ681-2013）

④ 测量仪器

SEM-600 工频电磁场测量仪

⑤ 测量结果

类比线路工频电场、工频磁感应强度测量结果见下表。

表 3.2.6-2 类比电缆线路工频电磁场监测结果

(内容不公开)

(4) 电缆线路类比监测结果分析

由表 3.2.6-2 可知，110kV 海珠湾~昌岗、110kV 海珠湾 T 接瑞南线双回电缆线路离地面 1.5m 高的监测断面电场强度为 0.25~0.96V/m，磁感应强度为 0.076~0.271 μ T，低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中频率为 50Hz 时工频电场强度为 4000V/m、工频磁感应强度为 100 μ T 的控制限值。

(5) 本项目电磁环境影响分析

根据已运行的 110kV 海珠湾~昌岗、110kV 海珠湾 T 接瑞南线双回电缆线路

的类比监测结果可知，本项目双回电缆工程建设投产以后其产生的工频电场强度、工频磁感应强度均满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中公众曝露控制限值（4000V/m、100 μ T）的要求。

另外，根据相关资料，英国利物浦大学对于风力发电机电缆产生的磁场进行了最精确的分析。在他们的研究案例中，对一个各芯电流强度为350A、置于三层媒介中的三芯电缆进行了测定，调查由于改变护铠和护板传导性而产生的磁场减弱效应，最终的结论是：掩埋电缆能最高效地减小磁场峰值。对于埋设于浅水区的海底电缆，电磁波在海水中的传播的能量衰减速率较空气环境中更大。电磁波在海水中传播时激起的传导电流，致使电磁波的能量急剧衰减，频率愈高，衰减愈快。电磁波的振幅衰减为原来的1/e时的传播距离，称为穿透深度D。根据电磁学麦克斯韦方程组，兆赫级以上的电磁波在海水中的穿透深度D小于25cm，因此海水对交流海底电缆产生的磁场的屏蔽作用较空气中更强，浅水区下电缆输电释放的磁场能量会迅速衰减。

英国利物浦大学通过工业标准模拟了在132kV电缆工作在最大负载和掩埋在海底下1m的海底电缆辐射电磁感应强度EMF。计算出交流磁场为1.6 μ T（在海床面上交电场为91 μ V/m（CMACS，2003），他们认为通过8m深的海水后其幅度将衰减10倍（比空气中衰减快得多）。

除此以外，根据《阳江青洲四海上风电及送出电缆噪声及电磁影响报告》（厦门大学，2021年7月）的分析结论，由于磁场在海域介质中的衰减特性，在离机群中心距离1m外，220kV海底电缆磁感应强度将降为10 μ T以下，对海洋生物的影响在可接受范围内。

综上所述，本项目为110kV海底电缆，埋深较大，营运期电缆产生的电磁影响将通过管道、土层、海水等介质进一步衰减，其对海洋生物的影响在可接受范围内，因此本项目海底电缆管道营运期对海洋生物影响较小。

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

(1) 汕头市社会经济概况

汕头位于广东省东部，北接潮州，东南濒南海，西邻揭阳，地处韩江、榕江、练江出海口，素有“华南要冲，岭东门户”之称，是环珠三角、海峡西岸的重要城市和广东省距离台湾最近的城市。原为一个海边渔村，宋时属揭阳县，元朝时称为“厦岭”，明清时易名为沙汕、沙汕坪、沙汕头，随属澄海。1861年根据中英《天津条约》，汕头正式开埠作为对外通商口岸，清政府改汕头港为汕头埠。1921年，汕头市政厅成立，与澄海分治，从此一直称为汕头市。现辖金平、龙湖、澄海、濠江、潮阳、潮南6个区和南澳县，全市总面积2199.15km²。

根据《汕头市第七次全国人口普查公报（第六号）》（2021年5月22日），全市常住人口中，居住在城镇的人口为3890169人，占70.70%；居住在乡村的人口为1611862人，占29.30%。全市常住人口中，0-14岁人口为1226029人，占22.28%；15-59岁人口为3422367人，占62.2%；60岁及以上人口为853635人，占15.52%，其中65岁及以上人口为587052人，占10.67%。

根据《2024年汕头国民经济和社会发展统计公报》（汕头市统计局、国家统计局汕头调查队，2025年4月），2024年汕头实现地区生产总值（初步核算数）3167.97亿元，比上年增长0.02%。其中，第一产业增加值148.37亿元，增长3.2%；第二产业增加值1301.07亿元，下降6.8%；第三产业增加值1718.53亿元，增长5.5%。三次产业结构比重为4.7:41.1:54.2。人均地区生产总值56911元。

绿美汕头成效显著。全年全市完成林分优化提升1.08万亩、森林抚育1.78万亩，全市县镇村绿化投入资金1.75亿元，植绿69万株。全市空气质量优良天数比例（AQI达标率）98.6%，同比改善0.5个百分点。全市5个国考和2个省考地表水监测断面、34个集中式生活饮用水水源水质、10个国家级和7个省级水功能区水质达标率均达100%。

(2) 濠江区社会经济概况

濠江区，隶属于广东省汕头市，位于汕头市东南部、潮汕平原中部，东南濒临南海，西与潮阳区接壤，北隔海湾与金平区、龙湖区相望。濠江地域，秦时由南海郡揭阳县统辖。2003年1月，达濠区、河浦区合并设置为汕头市濠江区，为市辖区。截至2022年10月，濠江区下辖达濠街道、礮石街道、广澳街道、马滘街道、河浦街道、玉新街道、滨海街道7个街道，61个社区，全区总面积179km²（含滩涂、水域面积）。

濠江区是汕头市南部中心城区，位于海上丝绸之路的重要节点，兼具内、外海湾，辖内有广澳港区、汕头综合保税区两大平台和汕头南站交通枢纽，广澳港区被定位为粤东港口群唯一核心港区。汇集疏港铁路、汕汕高铁、深汕高速、汕湛高速，牛田洋快速通道、礮石大桥、苏埃通道、海湾大桥等道路联通汕头北岸。

根据《濠江区2024年经济运行简况》（濠江区统计局，2025年3月），2024年，濠江区地区生产总值为192.9亿元，按不变价格计算（下同），同比增长2.0%（比全市高2.0个百分点），其中，第一产业增加值为9.4亿元，同比增长3.7%；第二产业增加值为109.1亿元，同比增长2.1%；第三产业增加值为74.5亿元，同比增长1.6%。三次产业比重调整为4.9:56.5:38.6。

4.1.2 海域使用现状

通过对项目现场踏勘、收集资料以及查看卫星影像图，本项目涉海段海域使用论证范围内的海域开发利用活动主要包括濠江水道内的路桥用海、渔业基础设施用海、开放式养殖用海、污水达标排放用海、港口用海和海岸防护工程用海。

论证范围内海域开发利用现状情况统计见表4.1.2-1，海域开发利用活动分布见图4.1.2-1，各海域开发利用活动概况、卫星影像和现状照片见4.1.2.1节至4.1.2.6节（除特别说明外，本项目现状照片均摄于2024年10月现场踏勘期间）。

表 4.1.2-1 项目所在海域开发利用现状统计表

（内容不公开）

（内容不公开）

图 4.1.2-1 项目所在海域开发利用活动分布示意图

4.1.2.1 路桥用海

(1) 新建汕头至汕尾铁路项目（涉海工程）濠江特大桥

新建汕头至汕尾铁路项目（涉海工程）濠江特大桥（以下简称为“汕汕铁路濠江特大桥”）位于广东省汕头市濠江区，桥址跨越多条道路及河流，串联起汕头南站、汕头湾海底隧道两处控制性工程，全长约 5.82km。

（内容不公开）

图 4.1.2-2a 汕汕铁路濠江特大桥（建设期）

（内容不公开）

图 4.1.2-2b 汕汕铁路濠江特大桥（现状照片）

(2) 汕头市疏港大道濠江大桥

汕头市疏港大道濠江大桥（以下简称为“疏港大道濠江大桥”）是疏港大道工程的一个关键组成部分，也是连接河浦大道和广澳大道的节点性工程。桥梁长度 904m，桥面宽度 32m，双向 6 车道，设计车速为 80km/h，设计城市道路等级为二级公路兼城市 1 级主干道。主桥采用变截面连续箱梁结构，主跨 120m，最高净空 13m 以上。

（内容不公开）

图 4.1.2-3 汕头市疏港大道濠江大桥（现状照片）

4.1.2.2 渔业基础设施用海

本项目论证范围内的渔业基础设施用海主要为达濠国家一级渔港航道。

根据《关于印发达濠国家一级渔港管理章程的通知》（汕头市濠江区人民政府，2023 年 12 月 19 日），达濠国家一级渔港位于濠江区濠江下游。达濠国家一级渔港涉及达濠、广澳、马滘三个街道，但码头等陆域在达濠街道范围内。渔港范围包括水域范围（包括通港航道、港外锚地、避风塘）和陆域范围（包括岸线、码头、装卸作业区、仓库、堆场、水产品交易市场、船厂、沿港道路、渔港功能所需的后勤设施用地，并满足休闲渔业、商旅居住等符合港区经济全面发展的综合性用地等）：

①水域范围：350 万平方米，河渡营盘山（E116°44'44.066"、N23°14' 38.005"）

至东屿（E116°44'36.288"、N23°14'37.473"）至马滘桥铺（E116°42'0.751"、N23°16'17.088"）至葛朱大闸（E116°42'0.423"、N23°16'35.713"）四点连线范围内。

②陆域范围：68 万平方米，（E116°43'33.450"、N23°16'28.370"）；（E116°43'32.760"、N23°15'57.330"）；（E116°44'6.570"、N23°15'44.310"）；（E116°44'10.520"、N23°16'11.690"）。主要坐标点连线范围内（如果有变化，以新界定的范围为准）。

③渔港设施与航道：渔业码头全长 421 米；引桥 4 座；航道自河渡口门起，至马滘桥铺止，共 3.67 海里，航道宽度 100 米；最小水深-2.0 米；护岸长 740 米；配套供电、供水、消防、通讯导航等设施。根据 2.1.6 节，渔港航道位于达濠水道（航道管理名称）河渡口至礮石大桥段，现状维护等级为 VII，维护尺度（水深×航宽×弯曲半径）为 0.7m×24m×130m；规划等级为 IV，航道尺度最低标准为水深 2.5m，底宽 40m。

（内容不公开）

图 4.1.2-4 达濠国家一级渔港港界图

（内容不公开）

图 4.1.2-5 达濠国家一级渔港功能规划图

4.1.2.3 开放式养殖用海

濠江水道内开放式养殖用海主要为分布于疏港大道濠江大桥附近的养殖渔排。卫星影像、现状照片见图 4.1.2-6。

（内容不公开）

图 4.1.2-6a 疏港大道濠江大桥附近的养殖渔排（卫星影像）

（内容不公开）

图 4.1.2-6b 疏港大道濠江大桥附近的养殖渔排（现状照片）

4.1.2.4 污水达标排放用海

论证范围内有一处入河排污口，为汕头市南区污水处理厂入河排污口，责任主体是汕头市南区广业环保有限公司，用海方式为取、排水口，卫星影像、现状照片见图 4.1.2-7。

(内容不公开)

图 4.1.2-7a 入河排污口 (卫星影像)

(内容不公开)

图 4.1.2-7d 入河排污口 (现状照片)

4.1.2.5 港口用海

本项目论证范围东南侧涉及广澳港区，主要包括广澳港区西防波堤、小型突堤、局部水域和拟建汕头港广澳港区三期工程。卫星影像、现状照片见图 4.1.2-8。

(内容不公开)

图 4.1.2-8a 广澳港区西防波堤 (现状照片)

(内容不公开)

图 4.1.2-8b 广澳港区小型突堤 (现状照片)

4.1.2.6 海岸防护工程用海

(1) 濠江东岸堤防

本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江东岸堤防。根据搜集到的资料，濠江东岸堤防典型断面护脚底高程为 (-1.20~-0.90) m (珠江基面高程)，防浪墙顶高程为 (4.012~4.026) m (珠江基面高程)，防潮标准为 50 年一遇，堤防等级为 3 级。海堤结构为水泥砂浆砌石混合型式堤。

(内容不公开)

图 4.1.2-9a 濠江东岸堤防 (现状照片)

(内容不公开)

图 4.1.2-9b 濠江东岸堤防典型横断面图 (以横断面 14+265、14+515 为例)

(2) 汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）

本节引用《汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）海域使用前公示》（汕头市自然资源局，2025年2月19日）、《汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）海域使用论证报告书（公示稿）》（广东海兰图环境技术研究有限公司，2023年12月）相关内容进行阐述。

汕头市濠江区乡村振兴战略发展中心拟在汕头市达濠岛西南侧、濠江附近海域实施汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期），拟用海面积384.5044公顷（宗海平面布置图见图4.1.2-18），其中：

主体工程申请用海面积0.4554公顷，包括大坪水闸0.0401公顷，洲角水闸0.0850公顷，河渡水闸0.0225公顷，3个水闸的用海方式均为透水构筑物用海，河渡水闸挡墙0.0045公顷，海堤加固一0.0775公顷，海堤加固二0.0115公顷，海堤加固三0.0094公顷，海堤加固四0.0036公顷，海堤加固五0.0076公顷，海堤加固六0.1469公顷，海堤加固七0.0369公顷，海堤加固八0.0099公顷，河渡水闸挡墙与8处海堤加固的用海方式均为非透水构筑物用海，主体工程申请用海40年；

施工工程申请用海面积384.0490公顷，包括施工围堰一0.1038公顷，施工围堰二0.3912公顷，施工围堰三0.0509公顷，施工围堰四0.1278公顷，施工围堰五0.0353公顷，5处施工围堰的用海方式为非透水构筑物用海，清淤疏浚一23.7212公顷，清淤疏浚二137.6908公顷，清淤疏浚三102.8057公顷，清淤疏浚四119.1223公顷，4处清淤疏浚的用海方式均为专用航道、锚地及其他开放式用海，施工工程申请用海3年。

（内容不公开）

图 4.1.2-10 汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）宗海平面布置图

汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）宗海范围与本项目涉海段宗海范围**部分重叠**（如图4.1.2-11所示），重叠范围面积1.1088公顷，重叠建设内容为汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）**清淤疏浚工程**（以下简称为“清淤疏浚工程”）和本项目涉海段海底电缆管道。

清淤疏浚工程将对濠江干流沈海高速桥至河渡出海口长度9.7km河段进行

清淤疏浚，按工作内容划分，可分为4部分，包括干流清淤、航道清淤、港池清淤和岸边表层清理；按工段划分，可分为2工段，包括沈海高速路桥~马滂大桥段和马滂大桥~广澳河渡口段，其中，与本项目涉海段重叠部分位于马滂大桥~广澳河渡口段。相关设计参数见表4.1.2-2。

表 4.1.2-2 清淤疏浚工程部分设计参数一览表

(内容不公开)

(内容不公开)

图 4.1.2-11 本项目涉海段与汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目(一期)宗海范围重叠示意图

4.1.2.7 林地权属情况说明

(内容不公开)

4.1.3 海域使用权属

本项目论证范围内已确权项目的海域使用类型主要包括路桥用海和港口用海；用海方式主要包括跨海桥梁、海底隧道等、建设填海造地和透水构筑物。

表 4.1.3-1 海域使用权属信息一览表

(内容不公开)

(内容不公开)

图 4.1.3-1 本项目论证范围内海域使用权属现状示意图

4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

4.2.1 对路桥用海的影响分析

本项目位于濠江水道，论证范围内有2处路桥用海，包括汕汕铁路濠江特大桥和疏港大道濠江大桥。2处路桥用海与本项目涉海段距离分别约为1.68km，33.6m。

本项目涉海段主要建设内容为海底电缆，采用顶管工艺自底土穿越濠江水道。根据《城市桥梁隧道结构安全保护技术规范》(DBJ/T 15-213-2021)，本项

目涉海段顶管施工不属于重大影响外部作业，桥梁净距控制值为 6.0m，故本项目涉海段顶管施工位于 2 处路桥用海净距控制值范围以外，符合相关安全控制保护要求。在充分开展工前、工后调查，掌握施工区域及安全控制区域工程地质情况，严格控制施工范围和施工进度，并做好涉及火灾、碰撞、入侵、突发地质灾害等安全风险事故防范措施的前提下，本项目涉海段的建设不会对 2 处路桥用海产生明显不良影响。

4.2.2 对渔港航道的影响分析

达濠国家一级渔港航道（以下简称为“渔港航道”）属于达濠水道（航道管理名称）管理维护范围，现状维护水深 0.7m（VII 级，《广东省粤东航道事务中心 2025 年 4 月航道维护尺度信息》），规划水深 2.5m（IV 级，《广东省航道发展规划（2020-2035 年）》），清淤疏浚工程设计底标高-6m（汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期））。

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越渔港航道，顶管顶高程约 -18.3m，理论最小埋深约 8.8m。根据 1.5.4.1 节计算分析结果，渔港航道现状水深符合现状维护水深要求，清淤疏浚工程实施后水深符合规划水深要求，与此同时，本项目涉海段顶管顶高程符合不小于远期规划航道底标高以下 2m 的要求（《内河通航标准》（GB 50139-2014））。综上，本项目涉海段设计参数符合航道相关管理要求。

渔港航道容易受水文动力环境和地形地貌与冲淤环境变化带来的影响。根据 3.2.1 节、3.2.3 节分析结果，本项目涉海段海底电缆位于海床以下，且埋深较大，顶管施工产生的轻微扰动对海床和水体层的影响很小，不会明显改变水文动力环境和地形地貌与冲淤环境。在采取有效的安全保障措施的前提下，如管道顶进过程中对海床隆起和沉降进行密切监测、及时纠正顶进方向偏差等，本项目涉海段的建设不会对渔港航道造成明显影响。

4.2.3 对养殖渔排的影响分析

根据 4.1.2 节海域开发利用活动概况，本项目涉海段自底土穿越开放式养殖用海区域。该区域内以养殖渔排为主，分布范围较大，密度较高。开放式养殖用海属于环境敏感型海域开发利用活动，容易受海洋环境变化影响。本项目涉海段

海底电缆采用顶管施工，且埋深较大，不会对海洋水文动力环境和地形地貌与冲淤环境等造成明显影响。施工期生产、生活污水和固废不直接排海，不会对海水水质、海洋沉积物质量和海洋生态等造成直接不良影响。因此，在采取有效的生态环境保护措施，加强项目污染物管理的前提下，本项目涉海段的建设不会对论证范围内开放式养殖用海造成不良影响。

4.2.4 对入河排污口的影响分析

根据 4.1.2 节海域开发利用活动概况，本项目涉海段东北侧约 0.50km 处有一入河排污口，属于城镇污水处理厂排污口。本项目涉海段建设内容为海底电缆，采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，且埋深较大。顶管施工对水文动力环境和地形地貌和冲淤环境影响较小，且与该入河排污口距离较远，不会对该入河排污口的出水和构筑物稳定性造成明显影响。本项目施工期产生的生产、生活污水和固废等均转运处理，不直接排海，不会对海洋环境质量造成直接不良影响，不会与入河排污口混合区产生叠加效应。

4.2.5 对广澳港区的影响分析

根据 4.1.2 节海域开发利用活动概况，本项目涉海段南侧 0.75km 为广澳港区，本项目论证范围内涉及广澳港区西防波堤、小型突堤和拟建三期工程，西防波堤和小型突堤为非透水构筑物结构，局部水域内现状可见小型船只停泊，拟建三期工程用海方式为填海造地和透水构筑物。本项目涉海段建设内容为海底电缆，采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，且埋深较大，对水文动力环境和地形地貌和冲淤环境影响较小。本项目涉海段与广澳港区西防波堤距离较远，不会对防波堤的构筑物稳定性造成明显不良影响。在防波堤的保护下，外部海洋环境变化对广澳港区内的构筑物和港航活动影响不大。综上，本项目涉海段的建设对论证范围内涉及的广澳港区西防波堤、小型突堤、局部水域和拟建三期工程内的船只和相关港航活动不会产生明显影响。

4.2.6 对濠江东岸堤防的影响分析

根据 4.1.2 节海域开发利用活动概况，本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江东岸堤防。根据搜集到的资料，濠江东岸堤防典型断面护脚底高程为 (-1.20~

-0.90) m (珠江基面高程), 防浪墙顶高程为 (4.012~4.026) m (珠江基面高程), 防潮标准为 50 年一遇, 堤防等级为 3 级。海堤结构为水泥砂浆砌石混合型式堤。

本项目涉海段海底电缆的建设采用泥水平衡顶管施工工艺, 顶管顶高程约 -18.3m。根据《河道管理范围内建设项目技术规程》(广东省地方标准 DB44/T 1661-2021), 结合 1.5.4.1 节计算分析结果, 顶管与堤防建基面竖向距离大于评价限值, 故本项目涉海段设计参数符合相关管理要求。

根据同类工程施工经验, 顶管施工对线位两侧产生的振动影响很小, 在线位正上方有一定的振动影响, 主要表现为地表隆沉。根据现场踏勘, 濠江东岸堤防现状结构稳定, 且按照一定的抗震设防标准建造, 具备抵抗较强外力干扰的能力。本项目顶管理论最小埋深约 8.8m, 埋深较大, 施工期基本不产生悬浮泥沙, 也不会对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境造成明显影响, 故本项目涉海段的建设对堤防结构稳定性影响较小。此外, 本项目顶管施工两侧工作井均位于海岸线向陆一侧, 且位于濠江水道河道管理范围以外, 符合相关管理规定。

综上, 在采取有效的安全保障措施和生态环境保护措施的前提下, 本项目涉海段的建设对濠江东岸堤防影响较小。

4.2.7 对汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目(一期)的影响分析

(内容不公开)

4.2.8 对林地权属的影响分析

(内容不公开)

4.2.9 通航安全影响分析

本项目涉海段所在的汕头市濠江区濠江水道为通航水域, 航道管理名称为达濠水道, 由广东省粤东航道事务中心管理维护, 现状维护水深 0.7m (VII 级, 《广东省粤东航道事务中心 2025 年 4 月航道维护尺度信息》《内河通航标准》), 规划水深 2.5m (IV 级, 《广东省航道发展规划(2020-2035 年)》《内河通航

标准》），清淤疏浚工程设计底标高-6m（汕头市濠江区水利设施和水质综合治理建设项目（一期））。

本项目涉海段的建设对通航安全影响分析参考 4.2.2 节对渔港航道的影响分析，在采取有效的安全保障措施的前提下，本项目涉海段的建设不会对通航安全造成明显不良影响。

为进一步保障本项目涉海段施工安全，根据《广东省航道管理条例》中有关规定，建设单位应征得航道部门同意，办理有关水上水下施工许可审批手续和发布航道通告，且应按要求设置施工期助航和警示标志，并完善其他相关报批、报建手续，方可进场施工。在此基础上，本项目涉海段的建设对通航安全影响不大。

4.2.10 对红树资源的影响分析

根据 2.1.3 节，本项目论证范围内分布有 2 处零星红树植株，其中最近一处位于本项目涉海段北侧约 0.8km。本项目涉海段施工范围内无红树资源。

本项目涉海段采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，根据前序章节分析，本项目涉海段顶管施工对水文动力环境、地形地貌与冲淤环境、水质环境、沉积物环境、海洋生态等影响较小，施工过程中不会产生悬浮泥沙，不会对红树资源及其生境造成损害。此外，本项目施工期产生的土石方、生活污水和生活垃圾等环境污染物均外运处置，不直接排海，不会对海洋环境质量造成直接不良影响，不会影响红树资源及其生境。

4.3 利益相关者界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相关者应是是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或者其他组织或团体。

（内容不公开）

表 4.3-1 利益相关者界定一览表

（内容不公开）

4.4 需协调部门界定

根据 4.2 节分析结果，界定本项目需协调的部门主要有水务主管部门、航道主管部门。

表 4.4-1 需协调部门界定一览表

(内容不公开)

4.5 相关利益协调分析

(内容不公开)

4.5.1 与利益相关者的协调分析

(内容不公开)

4.5.2 与管理部门的协调分析

(1) 与水务主管部门的协调分析

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江东岸堤防。根据设计资料和前序章节计算结果，管顶与堤防建基面竖向距离约 17.8m，符合相关技术规范要求和管理要求，本项目涉海段的建设对堤防结构安全影响较小。为确保堤防和闸口的结构安全，防止发生堤防损毁事故，项目施工前需与水务管理部门沟通联系，对海堤和闸口进行严密监测，确保海堤和闸口结构安全，并制定风险防范应对措施，避免产生事故和纠纷。

(2) 与航道主管部门的协调分析

根据前序章节分析，本项目涉海段海底电缆自底土穿越达濠水道航道，项目用海对达濠水道航道影响较小。根据《广东省航道管理条例》中有关规定，建设单位应征得航道部门同意方可办理其他报批、报建手续，因此建议建设单位与航道主管部门加强沟通，将项目的建设情况汇报给航道主管部门，取得其支持性的意见，施工前办理有关水上水下施工许可审批手续和发布航道通告，并应按要求设置施工期助航和警示标志，共同做好通航安全、航道维护等方面的工作。

4.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

项目用海区及邻近海域没有涉及国防安全和军事的相关活动，不涉及领海基点，周边无国防设施，本项目的施工和运营不会对国防安全产生影响，项目论证材料也未涉及军队的私密资料或国家秘密，因此不会对国防安全和国家海洋权益造成不利影响。

5 国土空间规划符合性分析

5.1 项目用海与国土空间规划符合性分析

5.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035年）》（以下简称为《规划》）于2023年8月取得国务院批复。《规划》以“世界窗口、活力广东、诗画岭南、宜居家园”为发展愿景，提出广东将构建“一核两极多支点”国土空间开发利用格局和“一链两屏多廊道”国土空间保护格局。本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，涉及《规划》中的“两极”“一链”：“两极”指支持汕头、湛江建设省域副中心城市，培育汕潮揭都市圈和湛茂都市圈，推动港产城有效衔接、联动协同，把东西两翼地区打造成全省新的增长极，与珠三角沿海地区共同打造世界级沿海经济带；“一链”指构建南部海洋生态保护链，以沿海防护林、滨海湿地、海湾、海岛等要素为主体，加强陆海生态系统协同保护和修复。

（内容不公开）

图 5.1-1 广东省国土空间总体规划图

《规划》第五章（塑造山清水秀的生态空间）提到，“……全面保护陆海重要生态空间。……严格河湖水域岸线空间管控，因地制宜确定河湖管理保护控制带，加强岸线分区分类管控，依法依规审批涉河建设项目。……”

《规划》第六章（筑造集约高效的城镇空间）提到，“……打造具有全球竞争力的现代产业发展空间……建设世界先进制造业高地。……沿海经济带突出陆海统筹、港产联动，以港口和临港经济区、临港新城为载体，做大做强临港临海产业集群，加快建设大型产业集聚区，打造世界级沿海产业带。……”

《规划》第七章（打造开放活力的海洋空间）提到，“……统筹航运交通、能源矿产、渔业养殖、基础设施布局，增强海岸带综合承载力，推动海岸带高质量发展。……支持培育现代化海洋产业集群。……重点支持打造海洋油气化工、海洋旅游、海洋清洁能源、船舶与海洋工程装备、海洋生物等五个千亿级以上海洋产业集群，统筹推进现代海洋产业集聚区、沿海产业平台建设。……科学有序

推进近海风电场开发建设，积极探索深远海风电开发，支持珠三角海上风电研发服务基地、粤东千万千瓦级海上风电基地、粤西千万千瓦级海上风电基地等基地建设，优化海上风电选址，打造世界级风电产业基地。……优近用远完善用海布局。统筹各类用海布局，优先保障国防安全、航运交通、能源矿产等资源开发利用的用海需求和安全，严格执行建设项目用海控制标准。……”

《规划》第九章（健全绿色安全的基础设施支撑体系）提到，“……科学预测各类基础设施的需求，依托国土空间规划‘一张图’协调各类建设项目选址、布局和空间规模，合理预留用地空间和通道，确保各类需求的空间布局不冲突。……推进基础设施空间综合开发利用。鼓励交通、电力、水利等大型基础设施项目用地立体复合开发，……加快湛江、阳江、江门、珠海、惠州、汕尾、汕头、揭阳、潮州等市海上风电场开发及配套送出线路工程建设，建设粤东和粤西千万千瓦级海上风电基地。……”

《规划》第十二章（全面提升自然资源利用管理水平）提到，“……推进海洋资源节约高效利用。……积极探索海域立体分层设权，加快完善海域使用权权能，结合跨海桥梁、海上风电、海底管道、海洋油气资源、核电取排水口等差异化用海需求细化立体分层用海规划设计，推进海域资源多功能立体化利用。……强化能源节约和清洁利用。……加大风电、沿海核电、光伏发电和潮汐能、波浪能和潮流能开发利用的政策支持力度，……”

本项目是为汕头市濠江区海上风电产业园内的广东省风电临海试验基地（以下简称“基地”）配套建设的接入系统工程。基地及其所在海上风电产业园依靠当地丰富的海风资源优势 and 临近汕头港广澳港区的地缘优势，打造集研发设计一体化、工艺流程一体化、生产制造一体化、检测认证一体化的“四个一体化”海上风电装备协同生产基地。根据《规划》中相关规划要求，海上风电属于海洋清洁能源，是《规划》支持培育的现代化海洋产业集群之一。《规划》提出要加快汕头等市海上风电场的开发及配套送出线路工程建设，建设粤东千万千瓦级海上风电基地，要加大风电等能源开发利用的政策支持力度。基地及其所在海上风电产业园的建设是《规划》做大做强临港临海产业集群、统筹推进现代海洋产业集聚区、沿海产业平台建设的重要举措，也是《规划》打造粤东千万千瓦级海上风电基地等世界级风电产业基地的有力支撑。与此同时，本项目的建设是基地及

其所在海上风电产业园建成投产不可或缺的重要依托。因此，本项目的建设符合《规划》相关规划要求。

本项目主要建设内容包括基地升压站、基地升压站至疏港站线路工程、风机接入基地升压站线路工程和配套工程，可满足基地接入电网的需求，具有一定的建设必要性。本项目部分涉海，涉海段建设内容为海底电缆，是基地升压站至疏港站 110kV 双回线路的一部分，该线路工程连接濠江以东的基地升压站和濠江以西的疏港站，具有一定的用海必要性。根据《规划》中相关规划要求，本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江水道，符合集约节约用海原则，是推进海洋资源节约高效利用的体现。本项目涉海段所在的濠江水道内分布有路桥用海、堤防、渔业基础设施用海、船舶工业用海、旅游基础设施用海、水闸、入河排污口等用海项目，本项目涉海段在设计阶段通过平面布置避让、立体分层避让等方式，保障附近其他项目用海需求，是推进海域资源多功能立体化利用的重要举措。本项目涉海段海底电缆施工采用顶管施工工艺，在采取有效的生态环境保护措施的前提下，不会对周边生态空间造成明显不良影响。此外，本项目涉海段不涉及自然岸线。本项目涉海段所在的濠江水道位于河道管理范围，本项目的审批和实施应遵循涉河建设项目相关法律法规。因此，本项目的建设符合《规划》相关规划要求。

综上，本项目用海与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》是相符的。

5.1.2 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析

《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》（以下简称为《规划》）于 2023 年 5 月 10 日正式印发。根据《规划》，广东省将全力构筑“三屏五江多廊道”生态安全格局，衔接省国土空间规划“一链两屏多廊道”国土空间保护格局，形成陆海联动、通山达海的网络化格局。

《规划》表 1 规划指标体系表中给出了 4 项约束性指标，包括生态保护红线面积、森林蓄积量、重要河湖自然岸线保有率和大陆自然海岸线保有率。本项目涉海段不占用生态保护红线和自然岸线，不会对上述约束性指标造成不良影响。

《规划》提到，要系统谋划山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，提出了

南岭生态屏障生态保护修复单元、粤港澳大湾区外围丘陵浅山生态屏障生态保护修复单元、蓝色海洋生态屏障生态保护修复单元、重点流域河湖生态保护修复单元等 4 类共 39 个生态保护修复单元。本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，不涉及上述生态保护修复单元及相关重要生态系统生态保护修复重大工程。

本项目涉海段建设内容为海底电缆，采用顶管施工工艺，在采取有效的生态环境保护措施的前提下，不会对所在海域生态系统造成明显不良影响。运营期本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江水道，不占用海洋生物的主要生存空间，不涉及海洋环境污染物的直接排放，不会对海洋生态系统造成直接影响。

综上，本项目用海与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》是相符的。

5.1.3 与《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（以下简称为《规划》）于 2024 年 6 月 28 日正式印发。《规划》落实全省“一核两极多支点、一链两屏多廊道”的国土空间开发保护总体格局，延续“三江四脉、五湾一岛”的自然山水特色，以“三区三线”为基础，构建“三廊四屏、一核两带”的国土空间开发保护总体格局。

（内容不公开）

图 5.1-2 汕头市国土空间总体格局规划图

《规划》第六章（维护生态安全稳定，塑造通山达海生态空间）提到，“……构建‘三廊四屏五湾一岛’、丘陵—平原—海域协同治理的生态空间格局。……‘三廊’为三条河流生态廊道。依托韩江、榕江、练江等骨干河流构建生态廊道，加强生态廊道的空间管控和生态修复，保障重点河段的防洪调蓄、水源供给、生物多样性保护等功能。……”

（内容不公开）

图 5.1-3 汕头市生态系统保护规划图

（内容不公开）

图 5.1-4 汕头市产业空间结构规划图

《规划》第七章（精准配置资源要素，打造集约高效城镇空间）提到，“……推动城镇空间‘滨江、沿海组团式’拓展，打造‘一心一轴两带四组团’城镇空间格局。……构建以产业发展核心环为引擎、以传统产业提升带和滨海产业发展带为支撑的‘一环两带’产业空间格局。……滨海产业发展带串联濠江滨海产业发展片区、澄海岭海工业园区等滨海大型产业平台，引导新能源、新材料、新一代信息技术、大健康等新兴产业集聚发展。……”

《规划》第八章（中心城区规划）提到，“落实陆域生态保护红线 5.09 平方公里（0.76 万亩）、海域生态保护红线 473.30 平方公里（71.00 万亩），……”

（内容不公开）

图 5.1-5 汕头市国土空间控制线规划图

《规划》第十章（完善基础设施支撑体系，提升城市安全韧性）提到，“……建立绿色高效的能源保障体系……积极推进海上风电项目，……建设结构完善、运行高效、多种新能源安全接入的现代化智能电网。……”

《规划》第十一章（控制总量和强度，提升自然资源保护利用水平）提到，“……建立健全统一的自然资源占用补偿管理制度，实行耕地、公益林、湿地、自然岸线等重要自然资源‘占一补一、先补后占、占优补优’。……推广新型能源利用方式和储能技术，积极开发利用太阳能、风能、氢能等可再生能源，大力推进海上风电项目建设，推进调节性电源规划建设，提升电网对可再生能源发电的消纳能力。……”

《规划》第十三章（强化陆海空间协同，塑造开放活力海洋空间）提到，“……依托汕头市优良的海湾、海岸线和海岛资源，统筹协调沿海城镇、港口、产业园区建设与海洋资源开发和保护的关系，构建‘一带两片’海洋空间总体格局，合理布局各类生态保护空间和开发利用空间。……重点保障跨海桥梁、隧道、供水管道、供电设施、航道、海底电缆、光缆、海上风电传输管廊等海上线性空间用海需求。……保障第一过海水管、第二过海水管等输水管线和其他电力传输线路用海，……以海上风电产业为重点，推进新能源装备制造业发展，建设海上风电技术测试、监测平台和海上风电运营中心，实现海上风电全产业链一体化，高标准打造汕头国际风电创新港。推动海上风电场规模化开发，推动粤东千万千瓦级

海上风电基地建设。……”

本项目是为汕头市濠江区海上风电产业园内的广东省风电临海试验基地（以下简称“基地”）配套建设的接入系统工程。基地位于“一心一轴两带四组团”城镇空间格局中的滨海产业发展带-濠江滨海产业发展片区，该规划区域支持新能源等新兴产业集聚发展，以海上风电产业为重点，推进新能源装备制造业发展。基地及其所在海上风电产业园是《规划》建设海上风电技术测试、监测平台和海上风电运营中心，实现海上风电全产业链一体化，高标准打造汕头国际风电创新港的重要环节，与此同时，本项目接入系统工程的建设是基地及其所在海上风电产业园建成投产不可或缺的重要依托，为推动海上风电场规模化开发奠定基础。因此，本项目的建设符合《规划》相关规划要求。

本项目主要建设内容包括基地升压站、基地升压站至疏港站线路工程、风机接入基地升压站线路工程和配套工程，可满足基地接入电网的需求，提升电网对可再生能源发电的消纳能力，是建设结构完善、运行高效、多种新能源安全接入的现代化智能电网的重要举措，具有一定的建设必要性。本项目部分涉海，涉海段建设内容为海底电缆，是基地升压站至疏港站 110kV 双回线路的一部分，该线路工程连接濠江以东的基地升压站和濠江以西的疏港站，具有一定的用海必要性。《规划》要求保障电力传输线路用海，重点保障海底电缆等海上线性空间用海需求，且本项目涉海段在设计阶段已考虑平面布置避让、立体分层避让等，与附近其他项目用海无直接冲突。本项目所在的濠江水道属于《规划》生态安全格局中的次级生态廊道-濠江生态廊道，本项目涉海段自底土穿越濠江水道，不会对生态廊道的防洪调蓄、水源供给、生物多样性保护等功能造成明显影响。此外，本项目涉海段不涉及自然岸线、生态保护红线等环境敏感保护目标，且项目施工期和运营期环境影响程度较小，不会对《规划》中相关约束性指标造成不良影响。因此，本项目的建设符合《规划》相关规划要求。

综上，本项目用海与《汕头市国土空间总体规划（2021-2035年）》是相符的。

5.1.4 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

以《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（广东省人民政府、原国家海洋局，2017年10月）为基础修编而成的《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（以下简称为《规划》）细化落实了《全国国土空间规划纲要（2021-2035年）》确定的国土空间开发保护总体安排，衔接落实了《海岸带及近岸海域空间规划》的有关要求，是《广东省国土空间规划（2021-2035年）》在海岸带地区的细化和补充。《规划》提出“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。

《规划》表1广东省海岸带及海洋空间规划指标体系中给出了3项约束性指标，包括海洋生态保护红线面积、大陆自然岸线保有率、近岸海域优良水质（一、二类）面积比例，详见表5.1-1。

表 5.1-1 广东省海岸带及海洋空间规划约束性指标

（内容不公开）

本项目涉海段不占用生态保护红线和自然岸线。本项目施工期和运营期不涉及海洋环境污染物的直接排放，不会对海水水质造成直接影响。因此，本项目涉海段的建设不会对相关约束性指标造成不良影响。

《规划》第三章（规划分区）中将规划范围内海岸带分为生态保护区、生态控制区和海洋发展区（包括渔业用海区、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）。本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，根据划分成果，本项目涉海段所在海域为“海洋发展区-游憩用海区-濠江游憩用海区”，该功能区基础信息及相关管控要求如图5.1-6所示。《规划》第四章（空间资源节约集约利用）中将海岸线划分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线。本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道出海口附近，根据划分成果，本项目涉海段涉及岸线类型为限制开发岸线，如图5.1-7所示。本项目涉海段与所在海岸带功能区、海岸线相关管控要求符合性分析见表5.1-2。

表 5.1-2 本项目涉海段与所在海岸带功能区、海岸线相关管控要求符合性分析

（内容不公开）

综上，本项目用海符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》。

（内容不公开）

图 5.1-6 广东省海岸带及海洋空间规划登记表（濠江游憩用海区）

（内容不公开）

图 5.1-7a 广东省海岸带分区发展及管控规划图-大汕头湾区

（内容不公开）

图 5.1-7b 广东省海岸带分区发展及管控规划图-大汕头湾区（局部放大）

5.2 项目用海与生态保护红线符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号），广东省“三区三线”划定成果于2022年10月14日正式启用。

本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，根据本项目与生态保护红线叠加示意图（图 5.3-1），本项目涉海段不占用生态保护红线。项目周边较近的生态保护红线为“汕头濠江企望湾南方鲷地方级自然保护区”，位于本项目西南侧约4.0km处。

本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，施工期间基本不会产生悬浮泥沙，项目施工期和营运期间不直接向海域排放废弃物，对周边海域海洋水质、沉积物、生态环境影响较小。因此项目用海基本不会影响到“汕头濠江企望湾南方鲷地方级自然保护区”。

（内容不公开）

图 5.2-1 本项目涉海段与生态保护红线叠加示意图

5.3 项目用海与相关法律法规、产业政策符合性分析

5.3.1 与《广东省湿地保护条例》符合性分析

《广东省湿地保护条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会第四十七次会议修正，2022年11月30日）（以下简称为《条例》）第二条：“本条例适用于本省行政区域内湿地保护、利用、修复及相关管理规定。本条例所称湿

地,是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域,包括低潮时水深不超过六米的海域,但是水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂的保护、利用、修复及相关管理活动按照《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国渔业法》等有关法律法规执行。”本项目涉海段所在海域属于低潮时水深不超过六米的海域,符合《条例》中对湿地的定义,项目用海应遵守《条例》有关规定。

《条例》第二十六条:“禁止在湿地范围内从事下列活动:(一)围垦、开垦、填埋自然湿地;(二)排干自然湿地或者永久性截断自然湿地水源;(三)擅自挖塘、挖砂、采砂、采矿、取土、取水、烧荒;(四)直接排放未经处理或者排放不达标的污水,倾倒、储存、堆放有毒有害物质、废弃物、垃圾,投放可能危害水体、水生以及湿生生物的化学物品;(五)破坏鱼类等水生生物洄游通道,采用电鱼、炸鱼、毒鱼、绝户网等灭绝性方式捕捞鱼类以及其他水生生物;(六)破坏野生动植物的繁殖区、栖息地、原生地和迁徙通道,滥采滥捕野生动植物;(七)引进、放生外来物种;(八)过度放牧、捕捞;(九)采伐林木,采集国家或者省重点保护的野生植物;(十)猎捕保护的野生动物,在以水鸟为保护对象的自然保护地及其他重要栖息地捡拾掏取鸟蛋;(十一)其他破坏湿地及其生态功能的活动。”

本项目不涉及上述禁止类活动,本项目涉海段海底电缆采用顶管工艺自底土穿越濠江水道,在采取有效的生态环境保护对策措施的前提下,项目用海不会对湿地生态空间和生态功能造成不良影响。

综上,本项目用海与《广东省湿地保护条例》是相符的。

5.3.2 与相关产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录(2024年本)》,本项目属于“第一类 鼓励类——四、电力——2、电力基础设施建设——电网改造与建设、增量配电网建设”,因此,本项目的建设符合《产业结构调整指导目录(2024年本)》。

根据《国家发展改革委 商务部关于印发〈市场准入负面清单(2022年版)〉的通知》(发改体改规〔2022〕397号)。本项目属于电力、热力、燃气及水生产和供应业,本项目未列入负面清单。

综上,本项目的建设符合相关产业政策。

5.4 项目用海与相关规划符合性分析

5.4.1 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《汕头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》符合性分析

《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（广东省人民政府，2021 年 4 月）（以下简称为《省规划》）第十三章（积极拓展蓝色发展空间 全面建设海洋强省）提到，“……提升海洋资源综合管理水平。……探索建立海域使用权立体分层设权制度，稳步推进海洋资源市场化配置。……加强海洋生态环境保护。严格保护海洋生态系统，建立完善陆海统筹的海洋环境综合治理体系，开展珠江口、汕头港、湛江港等海域污染物减排，有效控制入海污染物排放，提升港口码头的船舶污染物收集、清运能力，加强海岸（滩）垃圾管控，改善近岸海域水体质量。……统筹岸线近海深远海开发利用。优化‘六湾区一半岛’海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，引导海洋产业集聚发展。……推动海洋传统产业转型升级。完善海上风电产业链，着力推进近海深水区风电项目规模化开发，积极推进深远海浮式海上风电场建设，加快建设粤西海上风电高端装备制造基地、粤东海上风电运维和整机组装基地，加快形成产值超千亿元海上风电产业集群。……”

《汕头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（汕头市人民政府，2021 年 4 月）（以下简称为《市规划》）第七章（积极拓展蓝色发展空间 建设现代海洋强市）提到，“……推动重要节点联动发展（图 5.6-2）。以樟林节点、南澳节点、牛田洋节点、广澳节点、海门节点、田心节点为依托，重点发展潮汕海洋民宿文化旅游业、文化创意产业园、粤东地区重要能源基地、现代临港经济区。……构建现代海洋产业体系。大力发展现代航运服务业、海洋新兴产业、智能装备制造业和现代海洋服务业等产业集群，构建现代海洋产业体系。……做大做强风电装备制造业，大力发展海洋工程装备等临港工业，加强智能装备、新材料应用研发，打造粤东新兴装备制造业基地。……提升海洋自然资源综合管理水平。……探索建立海域使用权立体分层设权制度，推进海洋资源市场化配置。……加强海洋生态保护和修复。……推进‘蓝色海湾’

等重要海湾生态建设，有效控制陆源污染物的排放量。……提升海域综合管理能力。……强化海岸带管理制度建设，严守海洋生态红线制度和省下达的自然岸线、围填海面积、近岸海水水质优良比例等控制性指标。……”

（内容不公开）

图 5.4-1 汕头市海洋空间功能布局图

本项目是为汕头市濠江区海上风电产业园内的广东省风电临海试验基地（以下简称“基地”）配套建设的接入系统工程。基地及其所在海上风电产业园依靠当地丰富的海风资源优势 and 临近汕头港广澳港区的地缘优势，打造集研发设计一体化、工艺流程一体化、生产制造一体化、检测认证一体化的“四个一体化”海上风电装备协同生产基地。基地及其所在海上风电产业园的建设是打造《省规划》支持建设的粤东海上风电运维和整机组装基地和《市规划》支持建设的粤东新兴装备制造业基地的重要组成部分之一，符合集中集约用海，海洋产业集聚发展的原则。与此同时，本项目的建设是基地及其所在海上风电产业园建成投产不可或缺的重要依托。因此，本项目的建设符合《省规划》《市规划》产业发展相关规划内容。

《省规划》和《市规划》均提到要探索建立海域使用权立体分层设权制度，是提升海洋资源综合管理水平的重要举措之一。本项目涉海段建设内容为海底电缆，采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，避让和保障底土以上其他项目用海需求，适用海域使用权立体分层设权制度。项目施工期和运营期环境影响程度较小，生产、生活污染物不直接排海，不会对海洋环境质量造成直接不良影响。此外，本项目不涉及海洋生态红线、自然岸线等控制性指标。

综上，本项目用海与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《汕头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》是相符的。

5.4.2 与《广东省能源发展“十四五”规划》的符合性分析

《广东省能源发展“十四五”规划》（广东省人民政府办公厅，2022 年 3 月）（以下简称《规划》）第五章（着力加快能源科技创新）提到，“……加强海上风电基础理论和共性技术创新，重点开展大容量抗台风海上风电机组、漂

浮式风机基础、柔性直流送出等技术攻关。建立健全海上风电相关标准和检测认证体系，推进光电材料物理理论研究。……”

《规划》第六章（着力推动能源产业集聚发展）提到，“……推动海上风电产业集聚发展，充分利用海上风能资源丰富的优势，加快海上风电规模化开发。加快建设阳江海上风电全产业链，以及粤东海工、运维及配套组装基地建设，积极推进产城融合，着力打造风电产业生态系统，打造国际风电城。以省内风机骨干企业为引领，利用超大市场优势，做大做强海上风电装备制造业，加快形成集整机制造和前沿新材料、叶片、齿轮箱、轴承、电机、变流器、控制系统等关键零部件制造，以及基础结构、海底电缆等设计建设为一体的高端制造产业链集群，推进海上风电机组向大容量、智能化、抗台风方向发展。加快培育海上风电运维产业，统筹布局海上风电运维基地，配套相关基础设施，组织开展运维技术设备研发制造和专业队伍建设。……”

本项目是为汕头市濠江区海上风电产业园内的广东省风电临海试验基地（以下简称“基地”）配套建设的接入系统工程。基地及其所在海上风电产业园依靠当地丰富的海风资源优势 and 临近汕头港广澳港区的地缘优势，打造集研发设计一体化、工艺流程一体化、生产制造一体化、检测认证一体化的“四个一体化”海上风电装备协同生产基地。基地及其所在海上风电产业园是开展大容量抗台风海上风电机组、漂浮式风机基础、柔性直流送出等技术攻关、建立健全海上风电相关标准和检测认证体系的专业平台，是加快能源科技创新的重要举措。基地及其所在海上风电产业园也是建设粤东海工、运维及配套组装基地、打造风电产业生态系统和国际风电城、形成海上风电高端制造产业链集群的重要建设内容之一，是推动能源产业集聚发展的重要环节。与此同时，本项目的建设是基地及其所在海上风电产业园建成投产不可或缺的重要依托。因此，本项目的建设符合《广东省能源发展“十四五”规划》是相符的。

5.4.3 与《汕头港总体规划（2012-2030年）》的符合性分析

汕头市人民政府于2013年9月3日颁布的《汕头港总体规划（2012~2030年）》，站在汕头市与粤东地区经济发展的高度，打破行政区划的限制，结合汕头“三大经济带”的规划，综合考虑港口发展现状、吞吐量预测、合理确定各港区功能定位及布局，科学规划岸线资源，将澄海、潮阳、潮南三区和南澳县、广

澳等港区的规划纳入了汕头港总体规划。

《汕头港总体规划（2012~2030年）》实施完成后，汕头港将形成包括老港区、珠池港区、马山港区、堤内港区、广澳港区、海门港区、田心港区、南澳港区以及榕江港区等9个港区。航道布置规划主要有汕头湾港区（老港区、珠池港区、马山港区和堤内港区）航道、广澳港区航道、海门港区航道。

本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，临近广澳港区。本项目涉海段主要建设内容为海底电缆，采用顶管工艺自底土穿越濠江水道，管道长度和设计埋深满足相关标准和规范要求，富裕深度已考虑航道维护和应急抛锚等港航相关用海需求。因此，本项目用海不影响《汕头港总体规划（2012~2030年）》的实施。

综上，本项目用海与《汕头港总体规划（2012-2030年）》是相符的。

5.4.4 与《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》的符合性分析

《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（汕头市农业农村局，2019年10月）（以下简称为《规划》）将养殖水域滩涂功能区分禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。根据2.1.2节，本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，涉及《规划》中的禁止养殖区和限制养殖区。

《规划》限制养殖区管理措施提到，“……限养区内水产养殖用水应当符合《国家渔业用水标准》（GB 11607-89）要求，禁止将不符合水质标准的水源用于水产养殖；……”

《规划》水环境保护对策措施提到，“……控制陆源污染，禁止将生活污水直接排入河道，在养殖水域上游修建废污水处理站，对废污水进行集中处理，同时，对于污水排放较大的企业和养殖场，责令整改或搬迁。……”

本项目涉海段主要建设内容为海底电缆，采用顶管工艺自底土穿越濠江水道。施工期间基本不会产生悬浮泥沙，项目施工期和营运期间不直接向海域排放生产、生活污水和固废，对周边海域海洋水质、沉积物、生态环境影响较小，不会对临近限制养殖区的水质和养殖活动造成明显不良影响。

6 项目用海合理性分析

6.1 用海选址合理性分析

6.1.1 自然资源和海洋生态适宜性

(1) 气候条件适宜性

项目所在海域位于低纬度，靠近北回归线，属亚热带海洋性季风气候，夏长冬短，全年气候温和，雨热同季，雨水充沛，光照充足，热量丰富，霜冻很少，气候条件较好，可作业天数多，但常受太平洋和南海热带气旋影响或直接侵袭，可能发生风暴潮、灾害性海浪等海洋灾害，故项目建设过程中需密切留意天气预报和灾害预警，及时采取有效的应急保护措施或暂停作业。

(2) 工程地质条件适宜性

根据项目所在区域地质概况，本项目地处我国东南沿海地震亚区，泉州—汕头中强地震带，地震基本烈度为 8 度，区域内地震活动较为频繁，因此存在一定的地质灾害风险。若发生地震，可能引起施工区域坍塌、断裂、涌水等风险。根据本项目工程地质勘察报告，本项目场地内及周边不存在边坡，未见崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、地下洞室等不良地质作用，工程地质灾害发生概率较低。

根据本项目设计资料，本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江水道，采用泥水平衡顶管施工工艺，顶管所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主，顶进阻力相对较小，工作面稳定，顶进路线弯曲、机械受损故障等顶管顶进风险概率较低。

(3) 地形地貌与冲淤条件的适宜性

本项目涉海段位于汕头市濠江区濠江水道，濠江区主要地貌为低山丘陵、冲积平原、海积阶地和滨海沼泽。达濠片由河流环绕形成海岬式半岛，大部分为海拔 150 米以下丘陵地，花岗岩地质；河浦片多为低山丘陵地。总体而言，项目所在区域地势较平坦，便于施工和交通运输。

(4) 水动力条件的适宜性

项目所在海域海流表现为较强的往复性流动，所在海域最高潮位为 0.76m，最低潮位为-0.94cm，最大潮差为 1.31m，最小潮差为 0.92m，平均潮差为 1.12m，潮位变化较小。潮流平均流速最大 14.9cm/s，出现在表层，流向为 26°，落潮

流平均流速最大为 30.3cm/s，出现在表层，流向为 184°。所在海域余流流速较小，余流流速为 4.2cm/s。由此可见，项目所在海域潮位变化幅度小，与外海相比，项目所在海域潮流流速变化较小，余流流速也较弱。因此，工程所在海域水文动力条件较弱，但本项目建设位置位于海底，区域水文动力条件对本项目影响不大，项目用海选址与水动力条件是相适宜的，满足项目选址需求。

(5) 区域生态环境的适宜性

根据前序章节分析，本项目施工期海底电缆管道的建设不会对生物资源及其赖以生存的栖息场地造成明显不利影响。因此，项目用海选址与生态系统相适宜。

海底电缆管道工程营运期没有废气、污水、固废等污染物产生及排放，不会影响项目海域水环境质量和沉积物环境质量；对海洋生态及生物环境的影响较小；不会影响海域岸线整体功能的发挥；不会对海洋的空间资源产生较大的影响；综上，本项目用海对项目海域生态环境基本不产生影响。

6.1.2 区位和社会条件能否满足项目建设和营运的要求

本项目位于汕头市濠江区，是为海上风电产业园内的广东省风电临海试验基地（以下简称为“基地”）配套建设的接入系统工程，以满足基地接入电网的需求。

濠江区海风资源、海港优势得天独厚，是汕头建设国际风电创新港的主阵地。海上风电“一港一园”加快布局，引进上海电气、金风科技、南瑞鲁能、洛阳轴承、中车永济等新能源装备制造龙头企业落户海上风电产业园，着力构建以海上风电为主导的新能源产业集群，已引进上海电气、金风科技、南瑞鲁能等 14 个产业项目，总投资约 78 亿元。2023 年实现年产值约 18.82 亿元。建成全球单机测试容量最大的陆上试验基地，落地建设全球首个集研发设计、工艺流程、生产制造、检测认证“四个一体化”的海上风电装备制造产业园项目及全球最大的 40MW 级风电机组电气及动力学六自由度实验平台。积极用好国际海缆登陆站优越条件，促进海上风电和数字经济优势互补、强势叠加。持续优化营商环境，推行容缺受理服务、产业项目“拿地即开工”，区政务服务中心前置产业园区，先后获评“广东省县（区）标杆培育政务服务中心”“汕头市区（县）级标杆政务服务中心”，30 个部门超 1400 项依申请政务服务事项实现“应进必进”。比亚迪、中海信等一批知名企业落地做大，传统优势产业提质发展，获评“中国建筑

之乡”。

濠江区位于海上丝绸之路的重要节点，辖内集聚“粤东最大深水港”广澳港区、汕头综合保税区、汕头国际海缆登陆站等要素，广澳港区被定位为粤东港口群唯一核心港区。辖区汇集疏港铁路、深汕高速、汕湛高速等对外快速通道，集聚四个高速口，汕汕高铁汕头南站通车，实现全域 15 分钟至高铁、1 小时到深圳，融入粤港澳大湾区“1 小时交通圈”。“世界级超级工程”海湾隧道和海湾大桥、礮石大桥等联通汕头北部中心城区。与此同时，基地所在海上风电产业园的基础设施配套项目正在建设中，截至 2025 年 2 月，项目一期涉及的三条道路（河中路、沿江北路、青州东路）已在收尾阶段，即将投入使用。本项目所需的建筑材料、施工器械等可从当地或外地采购，通过上述水陆交通进入项目现场。此外，本项目所需的水、电、通讯均可依托濠江区现有设施。

根据前序章节分析，本项目服务的基地及其所在海上风电产业园属于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》支持建设的产业；本项目所在海域所属海洋功能区为《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中的牛田洋农渔业区和《汕头市海洋功能区划（2013-2020）》中的牛田洋滩涂养殖区，本项目用海符合海洋功能区划相关管控要求；本项目用海不涉及生态保护红线和保有自然岸线；此外，本项目用海与《广东省国土空间生态修复规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《汕头市“三线一单”生态环境分区管控方案》《广东省湿地保护条例》《产业结构调整指导目录（2024 年本）》《市场准入负面清单（2022 年版）》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《汕头市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省能源发展“十四五”规划》《汕头港总体规划（2012-2030 年）》等相关法律法规和政策规划是相符的。

综上，本项目选址区位和社会条件能满足项目建设和营运的要求。

6.1.3 与周边其他用海活动是否存在功能冲突

项目所在海域开发利用现状调查结果显示，项目所在地附近海域分布有路桥用海、渔业基础设施用海、开放式养殖用海、污水达标排放用海、港口用海和海

岸防护工程用海等海域使用类型。本项目涉海段海底电缆自底土穿越濠江水道，根据前序章节分析，本项目涉海段位于濠江水道入海口，涉海段的顶管施工位于底土，且埋深较大，不会对上述用海活动造成明显不利影响。本项目涉海段与拟实施的汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）中的清淤疏浚工程的平面布置范围有重合，但分别位于不同的立体空间，在采用有效的安全保障措施，做好施工组织避让和进度计划控制，制定相关应急预案的前提下，本项目涉海段的建设不会对拟实施的汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）中的清淤疏浚工程造成明显不良影响。

6.1.4 是否有利于海洋产业协调发展

为建设现代化沿海经济带，广东省强化“陆海统筹、港产联动”，通过发挥临港产业集聚效应，推动海陆空交通建设、以重点项目巩固支柱产业体系等方式，加速广东省沿海经济带发展。根据广东省委第十二届第十次全会、汕头市委第十一届第十二次全会、濠江区委第四届第十七次全会等会议精神，要以畅通产业链循环、市场循环、城市群循环、内外贸循环、城乡循环“五个循环”为切入点和突破口，明晰汕头市在“一核一带一区”建设中打造现代化沿海经济带重要发展极、推动特区再出发的方法路径，尤其提出“以港兴城、以港强产、以港促联”，为濠江区发展临港经济指明前进方向。为突出“陆海统筹、港产联动”，濠江区要优化产业布局，深化与广澳港区和汕头综合保税区两大平台的合作互动，培育港口物流、高端装备制造等重大产业，尤其重点发展海上风电产业，规划建设全产业链风电产业园，加快新项目落地建设，推动规模化发展。

本项目是为广东省风电临海试验基地（以下简称为“基地”）配套建设的接入系统工程，以满足基地接入电网的运营需求。基地及其所在的海上风电产业园利用濠江区丰富的海风、临海风资源，打造集研发设计一体化、工艺流程一体化、生产制造一体化、检测认证一体化的“四个一体化”海上风电装备协同生产基地，是濠江区推动“陆海统筹、港产联动”“以港兴城、以港强产、以港促联”的重要建设内容之一。与此同时，本项目的建设是基地及其所在的海上风电产业园建成投产的重要环节，具有建设必要性。综上，本项目的建设与项目所在地海洋产业发展方向相符，本项目的建设有利于海洋产业协调发展。

6.1.5 小结

根据前序内容分析，本项目用海与自然资源和海洋生态相适宜，区位和社会条件能满足本项目建设和营运的要求，本项目用海与周边其他用海活动不存在功能冲突，本项目用海有利于海洋产业协调发展。因此，本项目用海选址具有一定合理性。

6.2 用海平面布置合理性分析

6.2.1 用海平面布置方案比选分析

本项目涉海段建设内容为海底电缆，属于线性工程，不同用海平面布置方案主要展现线路路径差异及其相对应的设计参数、工程地质条件、施工工艺、海域开发利用协调性等。此外，本项目涉海段涉及立体分层用海，用海方案比选中还应对立体空间布置进行说明和评价。

6.2.1.1 比选方案概述

本项目涉海段所属线路为 110kV 基地升压站至疏港站双回线路，线路两端分别连接濠江以东的广东省风电临海试验基地升压站和濠江以西的 220kV 疏港站，故该线路路径必须跨越或穿越濠江水道。根据前期征求主管部门意见，架空方案（跨越方案）存在利益相关者协调难度大、妨碍风电产业园区大型装配件运输、影响城市与自然景观和相关文旅项目开发、不符合“管线落地”原则等问题，故本项目涉海段线路路径设计不考虑架空方案，比选方案均为穿越方案。

本项目涉海段线路路径在设计阶段形成三个比选方案，各方案基本情况如下：

方案一为**推荐方案**，该方案中本项目涉海段海底电缆自疏港大道濠江大桥东侧以北向西穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近。涉海段长度约 561.5m，采用泥水平衡顶管施工工艺，顶管材质为混凝土管，顶管顶高程约-18.3m，理论最小埋深约 8.8m。顶管所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主。顶管东侧自底土穿越濠江东岸堤防，与堤防建基面竖向距离约 17.8m。顶管施工所需 2 处工作井均位于陆域，不涉及用海。该方案中本项目涉海段拟申请用海范围与汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）清淤疏浚工程范围部分重合，

该清淤疏浚工程挖槽底高程为-6m，与本项目顶管顶高程距离约 12.3m，可通过立体确权协调用海。

方案二是在方案一的基础上，将施工工艺变更为拖拉管法，该方案中的涉海段线路路径平面布置与方案一基本一致，并根据工艺特性、相关法律法规和设计规范要求对管道设计高程、工作井位置和陆域线路路径等相应进行调整。涉海段长度约 561.5m，分为水平区段和两侧出入土区段。拖拉管材质为钢管，水平区段顶高程为-20.5m，理论最小埋深约 11.5m，所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主；两侧出入土区段斜穿多个岩土层，包括素填土、淤泥、细砂、粉质粘土、粗砂和砂质粘性土等。拖拉管东侧自底土穿越濠江东岸堤防，东侧入土区段与堤防建基面最小竖向距离约 11.8m。调整后的 2 处工作井仍位于陆域，不涉及用海。方案二拟申请用海范围与方案一基本一致，仍与前述清淤疏浚工程范围部分重合，拖拉管水平区段顶高程与清淤疏浚工程挖槽底高程距离约 14.5m，仍需通过立体确权协调用海。

方案三为早期方案，该方案中本项目涉海段海底电缆自青州东路与规划疏港铁路及濠江北路交叉路口往西南方向穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近，涉海段长度约 952m，分为中间段和东西两侧登陆段。中间段和西侧登陆段采用冲埋敷设施工工艺，海底电缆敷设高程为现状海床高程以下 2m，最低点高程约-7.0m。东侧登陆段采用定向钻或拖拉管施工工艺自底土穿越濠江东岸堤防，与堤防建基面最小竖向距离小于 10m。定向钻或拖拉管施工所需 2 处工作井之一位于海域，涉及非透水构筑物用海。该方案中本项目涉海段海底电缆敷设高程高于前述清淤疏浚工程挖槽底高程，不具有立体空间布置合理性，无法协调用海。

备选方案涉海段线路路径平面布置示意图见图 6.2.1-1，立体空间布置示意图（纵断面图）见图 6.2.1-2。

(内容不公开)

图 6.2.1-1 备选方案线路路径平面布置示意图

(内容不公开)

图 6.2.1-2a 方案一立体空间布置示意图 (纵断面图)

(内容不公开)

图 6.2.1-2b 方案二立体空间布置示意图 (纵断面图)

(内容不公开)

图 6.2.1-2c 方案三立体空间布置示意图 (纵断面图)

6.2.1.2 方案比选分析

本项目各方案比选分析如表 6.2.1-1 所示。

用海规模方面，方案一、方案二用海规模较小，拟申请用海面积较小，优于方案三；三个方案均不涉及环境敏感区和自然岸线；

施工工艺与工程地质条件方面，方案一的工艺流程较复杂，工程造价偏高，但工程地质条件较好，管道推进稳定性较高，施工难度较小，且环境影响程度较小；方案二的工艺流程复杂性和工程造价低于方案一，但工程地质条件较复杂，管道推进稳定性较低，施工难度较大，另外环境影响程度与方案一相当；方案三的工艺流程复杂性与方案二相当，工程造价低于方案一和方案二，且工程地质条件较好，施工难度较小，但环境影响程度较大；

海域开发利用协调性方面，三个方案均与汕头市濠江区水利设施和水系综合治理建设项目（一期）清淤疏浚工程范围重合，但方案一、方案二埋深较大，管道顶高程与清淤疏浚工程挖槽底高程距离较大，相互影响较小，可通过立体确权协调用海；方案三属于浅层直埋方案，与清淤疏浚工程占用的立体空间存在直接冲突，不具有立体空间布置合理性，不可协调用海。

综上，本项目涉海段线路路径方案比选采用**方案一**作为**推荐方案**。

表 6.2.1-1 本项目涉海段线路路径方案比选分析一览表

(内容不公开)

6.2.2 平面布置是否体现节约集约用海原则

①本项目涉海段主要建设内容为海底电缆，采用泥水平衡顶管施工工艺，用海类型为海底工程用海（电缆管道用海）、工矿通信用海（海底电缆管道用海），用海方式为其他方式中的海底电缆管道用海。涉海段长度约 561.5m，管径根据电缆布置回数、电缆截面所确定，在满足供电设计需求的情况下，确定管道外径为 1.68m。该平面布置方案满足电缆管道要求，同时也做到集约节约用海。平面布置方案合理。

②项目用海方式为海底电缆管道用海，不采用填海及非透水构筑物等永久改变海域自然属性的用海方式。

③本工程属于海底工程，管道埋于海底，建成后不裸露于海床之上，不会对其他位于水体中和海面上的用海活动造成影响，最大程度地减少了海域空间的使用，体现了集约、节约用海原则。

6.2.3 平面布置是否有利于生态保护，并已避让生态敏感目标

根据前序章节分析，本项目海底电缆管道布置于海底以下较深处，而海洋生物物的分布范围主要在水层中和 50cm 以内的海底表层沉积物，可见本项目并未对生物资源及其赖以生存的栖息场地造成影响。因此，本项目平面布置有利于生态和环境的保护。

6.2.4 平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目输电线路采用海底电缆管道的方式自底土穿越濠江水道，海底电缆管道埋于海床以下一定深度，其平面布置对海域水文动力环境、冲淤环境基本不产生影响，与在海中建设塔基架设线路的平面布置相比，本项目平面布置可最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，其平面布置是合理的。

6.2.5 平面布置能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

本项目海底电缆管道位于海域底土层，两侧工作井均位于 2022 年广东省新修测海岸线向陆一侧，施工期对周边其他用海活动不会产生严重不利影响，在落

实了各项对策措施后，本项目用海不存在引发重大利益冲突的可能，与周边用海活动无不可协调的矛盾。因此，本项目平面布置考虑了与周围用海活动的协调，与周边用海活动是相适应的。

6.2.6 立体空间布置合理性

本项目涉海段海底电缆管道位于海域底土层，根据前序章节分析，管道设计高程符合相关设计技术规范、管理要求等。本项目涉海段所在海域拟实施清淤疏浚工程，本项目顶管顶标高与清淤疏浚工程挖槽底标高垂向距离符合相关技术要求，不会互相造成明显不良影响，可通过立体确权协调用海。此外，本项目涉海段东侧自底土穿越濠江东岸堤防，本项目顶管顶标高与堤坝建基面垂向距离符合相关技术要求，故本项目涉海段建设不会对堤坝构筑物稳定性造成明显不良影响。因此，本项目的立体空间布置具有一定合理性。

6.2.7 小结

综上，本项目经方案比选分析最终选择的推荐用海方案能体现节约集约用海原则，有利于生态保护，且不涉及生态敏感目标，能最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境影响，也能最大程度地减少对周边其他用海活动的影响。与此同时，本项目用海立体空间布置具有一定合理性，可通过立体确权协调用海。

6.3 用海方式合理性分析

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。根据《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），本项目涉海段用海分类为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类）。

6.3.1 用海方式是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则

本项目用海不涉及填海工程，不采用非透水构筑物，涉海段主要建设内容为海底电缆管道，用海空间层为底土层，不占用水体层，不违背透水式、开放式用海原则。

6.3.2 用海方式能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

本项目海底电缆管道采用顶管施工工艺穿越濠江水道，管顶与海床有一定距离，项目用海施工期管道顶进时引起的土壤扰动难以突破到海床表面，不会引发悬浮泥沙的扩散。因此本项目用海方式有利于维护海域基本功能。

本工程从底土穿越两侧人工岸线，建设过程不会造成岸线原有形态或生态功能发生改变。由前序章节分析可知，项目所处位置为海域底土层，项目海底电缆管道对周边海域自然属性影响极小。因此，本项目的用海方式有利于保持自然岸线和海域自然属性。

6.3.3 用海方式能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目用海方式为海底电缆管道，采用顶管施工工艺自底土穿越海域，不会产生悬浮泥沙。项目陆域工作井以及顶管施工过程中会产生一定的施工废水和生活污水，均定期清运，不直接排放入海，基本不对海洋环境产生影响。工作井和顶管施工产生的污水排至地面泥浆池，泥浆收集后由泥浆运输车队外运至泥浆处理厂集中处理，由施工单位与泥浆处理单位签订好处置协议，不外排入海。对周边海域水质环境影响极小。

根据沉积物监测结果，工程区沉积物质量状况良好，项目不在表层沉积物上进行建设，顶管所在岩土层以粉质粘土、砂质粘性土为主，管道顶进施工可能会引起海床表面轻微的塌陷，塌陷过程可能对表层沉积物产生轻微扰动影响，对海床下层的沉积物环境可能产生一定的影响。施工活动除对海底沉积物造成部分位移和松动外，无其他污染物混入，因而沉积物环境质量不会产生明显变化，其质

量状况仍将基本保持原有水平。

由于海洋生物的分布范围主要在水层中和 50cm 以内的海底表层沉积物，本项目为海底电缆管道，位于底土以下较深处，因此施工时基本不会对海洋底栖生物、浮游动物、游泳动物等的生存造成影响。项目用海基本不会对海洋生物资源产生影响。

综上，项目的用海方式合理。

6.3.4 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目海底电缆管道位于海域底土层，且埋深较大，在采取有效的安全保障措施的前提下，不会对水文动力环境和冲淤环境造成明显不良影响。

6.3.5 小结

综上，本项目用海方式不涉及填海与非透水构筑物，不违背透水式、开放式用海原则，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和对水文动力环境和冲淤环境的影响。

6.4 占用岸线合理性分析

6.4.1 占用岸线界定

本项目涉海段建设内容为海底电缆，用海方式为海底电缆管道。依据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.4.5 节，电缆管道用海以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，外扩范围与海岸线相接处以海岸线为界，最终确定折线 1-2-3-4-5-1（1、2、3、4、5 为宗海界址点）围成的区域为本项目涉海段宗海范围（详见 6.6 宗海图绘制），其中，线段 2-3（东侧，长度约 21.5m）和折线 4-5-1（西侧，长度约 21.6m）为 2022 年广东省政府批复海岸线，岸线类型均为人工岸线，不涉及自然岸线。根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目涉海段占用岸线属于限制开发岸线，不涉及严格保护岸线。

6.4.2 是否改变海岸自然形态和影响海岸生态功能

本项目涉海段海底电缆采用顶管施工工艺自底土穿越东西两侧岸线，符合“穿越（跨越）岸线或港池、温（冷）排水等不改变岸线自然形态、不影响生态功能”的情形。

6.4.3 占用岸线必要性和合理性分析

（1）占用岸线必要性分析

本项目涉海段属于本项目线路工程之一——110kV 广东省风电临海试验基地升压站至 220kV 疏港站双回线路，线路两端分别连接濠江水道以东的广东省风电临海试验基地升压站和濠江水道以西的 220kV 疏港站，而濠江水道整体属于海域，故上述线路工程将不可避免地占用海域和岸线。

因此，本项目占用岸线具有必要性。

（2）占用岸线合理性分析

本项目涉海段为上述线路工程位于海域部分，建设内容为海底电缆，采用顶管施工工艺自底土穿越濠江水道。根据前序章节分析，顶管管径的确定基于相关设计参数和安全要求，顶管界址范围外扩和占用岸线界定符合《海籍调查规范》等技术规范要求，已最大程度减少岸线占用。

本项目涉海段自底土穿越两侧岸线，不改变岸线自然形态，不影响岸线生态功能，不影响岸线后方陆域及紧邻岸线的功能衔接性。与此同时，在符合相关技术规范、安全要求和管理要求的前提下，海底电缆管道用海可兼容其他开发利用活动占用上层空间，有利于提高岸线的利用效率，符合节约集约利用岸线的原则。

本项目涉海段占用岸线均为人工岸线，与本项目涉海段最近一处自然岸线距离约 187.4m，本项目涉海段埋深较大，对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境的影响较小，本项目施工期产生的土石方和环境污染物均转运处置不直接排放，故本项目涉海段建设不会对周边自然岸线资源造成明显不良影响。本项目涉海段占用岸线属于限制开发岸线，根据前序章节分析，本项目涉海段的建设符合限制开发岸线的管控要求。

综上，本项目占用岸线具有合理性。

6.5 用海面积合理性分析

本项目海底电缆管道拟申请用海面积为 1.2037 公顷。

本项目用海包括 1 个用海单元，用海方式为海底电缆管道，拟申请用海面积为 1.2037 公顷。

6.5.1 项目用海面积是否满足项目用海需求

本项目用海面积取决于线路路径和平面布置。以下以线路路径和平面布置两方面论述本项目用海面积的合理性。

(1) 线路路径

为满足广东省风电临海试验基地接入电网需求，本项目选址于汕头市濠江区，本项目涉海段所属线路为 110kV 基地升压站至疏港站双回线路，分别连接濠江以东的广东省风电临海试验基地升压站和濠江以西的 220kV 疏港站，具有用海必要性。经方案比选分析，本项目涉海段推荐方案线路路径自疏港大道濠江大桥东侧以北向西自底土穿越濠江水道至疏港大道濠江大桥西侧附近，涉海段长度约 561.5m。

(2) 平面布置

本项目涉海段海底电缆为双回电缆线路，顶管内部设置 8 根电缆保护管（内径 225mm，壁厚 15mm）和 4 根光缆保护管（内径 110mm，壁厚 8mm）（含备用管），考虑顶管管材的通用性，结合《顶管技术规程》（DBJ/T 15-106-2015）相关规范要求，选用内径 1400mm 混凝土顶管。

顶管设计应同时符合顶力和正常使用抗腐蚀的要求，壁厚取两者的最大值。顶管的腐蚀量厚度应根据使用年限及环境条件确定，且不小于 2mm。顶管除满足径向屈曲失稳计算外，还需满足抗拉强度、环刚度、抗腐蚀速率等要求。从抗拉强度、环刚度、抗腐蚀速率等方面考虑，顶管壁厚与外径的比值宜为 1/60-1/30，顶管直径大时取小值，顶管直径小时取大值。本工程直径稍大，取偏小值，为 1/50，故顶管的壁厚取 140mm。

因此，顶管宽度（外径）为 $1400\text{mm}+140\text{mm}\times 2=1680\text{mm}$ 。

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。用海面积估算为 $561.5\times(10+10+1.68)=12173.32\text{ m}^2\approx 1.2$ 公顷。

综上，本项目用海面积满足项目用海需求。

6.5.2 项目用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范

本项目海底电缆管道用海面积根据电缆截面、顶管管径、长度等因素综合所得，其电缆截面的选择依据电缆载流量、系统最大短路电流时热稳定等综合确定，电缆截面最终选择 1200mm²，符合《电缆载流量计算》（JB/T 10181.1~10181.6）规范要求。

顶管主要技术参数根据工程所在地地形地貌和地质条件，按照《顶管技术规程》（DBJ/T 15-106-2015）等规程规范确定管径和壁厚，减少施工开挖量和对环境的破坏，达到安全、环保、经济的设计目的。

本项目用海面积为海底电缆实际占用海域面积和根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）相关要求以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离的用海范围之和，海底电缆管道尺度均按照《电力工程电缆设计规范》（GB 50217-2007）、《顶管技术规程》（DBJ/T 15-106-2015）、《电缆载流量计算》（JB/T 10181.1~10181.6）等相关规范设计要求，符合相关行业的设计标准和规范，用海面积合理。

因此，本项目用海面积的界定符合相关设计标准和规范。

6.5.3 项目用海减少用海面积的可能性

本项目用海类型为海底工程用海中的电缆管道用海，通过前文计算得到理论用海面积约为 1.2037 公顷，而本项目以平面布置设计为基础，按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）相关要求，以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离界定用海面积为 1.2037 公顷。项目用海面积的合理性在前文已做阐述，其用海面积不仅满足项目本身的用海要求，同时考虑了节约用海、科学用海等原则，实际电缆管道占用海域面积很小，且符合相关行业的设计标准和规范。

综上所述，本项目平面布置合理、紧凑，满足项目运营使用，用海面积界定合理，故用海面积不宜减少。

6.6 宗海图绘制

6.6.1 宗海图绘制说明

(1) 宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》《海籍调查规范》等相关技术规范，进行本项目海域使用测量。

(2) 执行的技术标准

《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；

《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》（自然资发〔2023〕234号）；

《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；

《海域使用面积测量技术规范》（HY/T 070-2022）；

《海洋工程地形测量规范》（GB/T 17501-2017）；

《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；

《自然资源部办公厅关于印发〈海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）〉的通知》（自然资办函〔2023〕2234号）；

《广东省自然资源厅关于印发〈广东省海域使用权立体分层设权宗海范围界定及宗海图编绘技术规范（试行）〉的通知》，广东省自然资源厅，2024年6月3日。

6.6.2 宗海界址点的确定方法

本项目宗海界址点确定方法如下：

根据顶管的施工工艺，顶管顶进过程实施监测和纠偏，顶管施工质量控制顶管的偏差不大于100mm，故本工程不存在偏移情况。依据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.4.5节，电缆管道用海以电缆管道外缘线向两侧外扩10m距离为界，外扩范围与海岸线相接处以海岸线为界。由此界定本项目共一宗海，用海面积为1.2037公顷。折线1-2-3-4-5-1围成的区域为本宗海的范围，其中线段1-2和线段3-4为海底电缆管道外缘线向两侧平行外扩10m的边线。线段2-3和折线4-5-1为2022年广东省政府批复海岸线。

用海界址点界定表见表 6.5.2-1。宗海图见图 6.5.2-1~图 6.5.2-4。

表 6.5.2-1 电缆管道用海界址点界定表

(内容不公开)

6.6.3 宗海图的绘图方法

(1) 宗海界址图的绘制方法:

项目宗海界址图是以项目的总平面布置图为底图,结合项目的实测资料、海岸线等,根据《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018)的要求,补充其他海籍要素,规范图框和文字等格式,形成宗海界址图。

(2) 宗海位置图的绘制方法:

本项目宗海位置图是以空间分辨率不低于 10m 的项目所在海域遥感影像图为基础。根据宗海界址图界定的宗海范围,根据《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018)上要求的其他海籍要素,形成该项目宗海位置图。

6.6.4 宗海界址点坐标及面积的量算方法

(1) 宗海界址点坐标的计算方法:

宗海界址点在 Arcgis 的软件中绘制属于高斯投影下的坐标。坐标为 CGCS2000 大地坐标系,高斯-克吕格投影方式,中央经线为 116°30'。

表 6.5.4-1 本项目用海范围界址点坐标

(内容不公开)

(2) 宗海面积的计算方法:

本次宗海面积计算采用计算几何法进行面积计算,即利用已有的各点平面坐标计算面积。借助于 Arcgis 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:

海底电缆管道宗海面积为 1.2037 公顷。

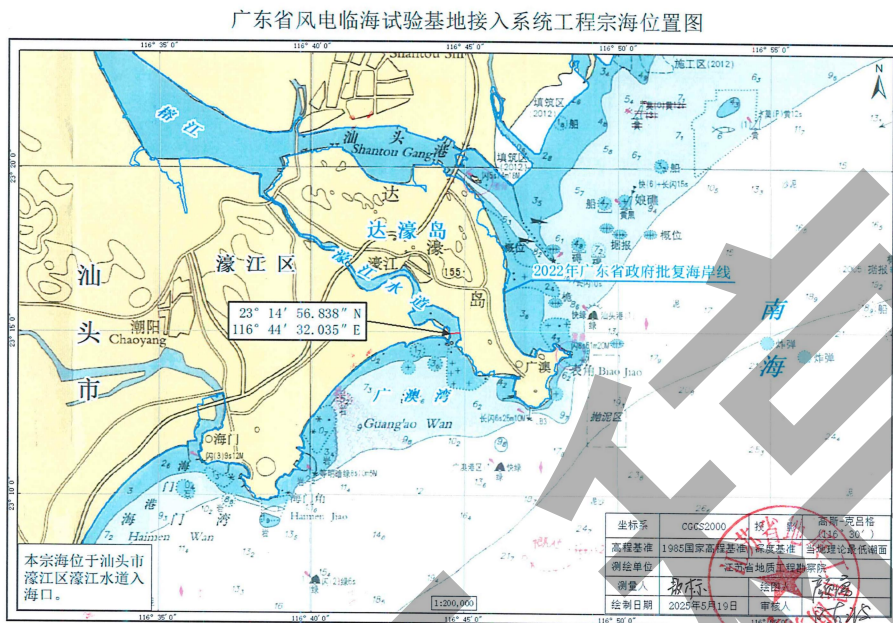


图 6.5.2-1 本项目宗海位置图

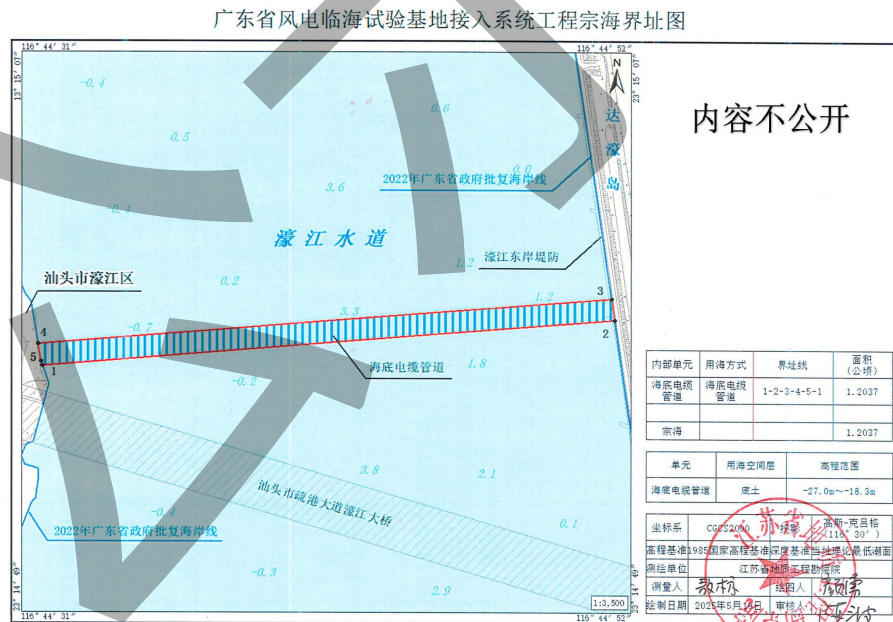
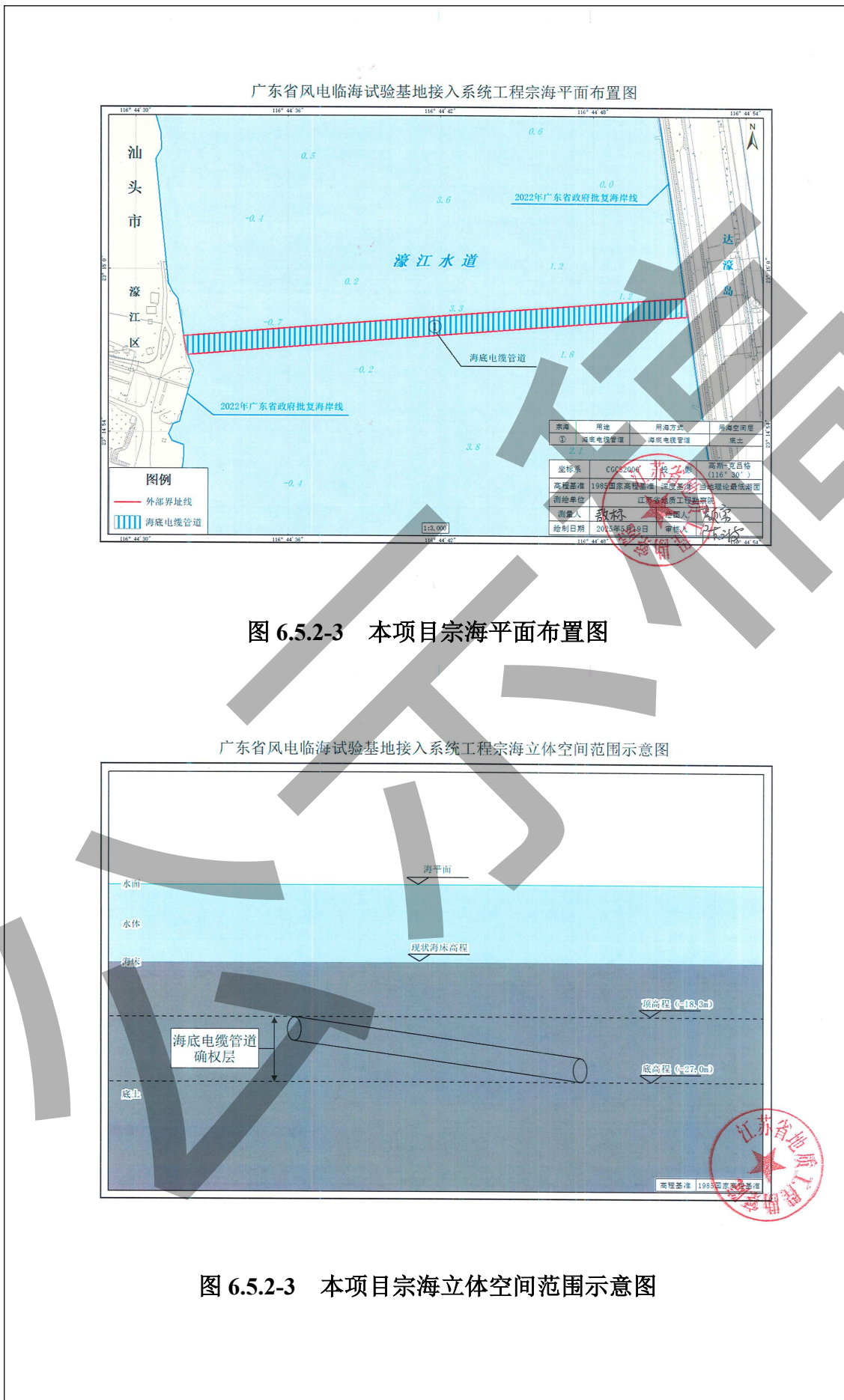


图 6.5.2-2 本项目宗海界址图



6.7 立体分层设权合理性分析

6.7.1 立体分层设权范围

本项目涉海段建设内容为海底电缆，采用顶管施工工艺自底土穿越海域，顶管顶高程-18.3m，底高程 27.0m。根据《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》的宗海图绘制要求，高程范围为“电缆管道下缘高程”至“电缆管道实际使用高程”，因此根据海缆所在海床高程，项目确权为底土，高程范围为电缆管道设施下缘高程至实际设计或使用高程。

6.7.2 立体分层设权的必要性

本项目涉海段采用立体分层设权方式申请用海，确权层为海床，拟申请用海面积 1.2037 公顷。本项目采用立体分层设权的必要性分析如下：

根据《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（粤自然资规字〔2023〕5号），“用海项目需排他性使用海域的特定层空间（水面、水体、海床或底土），且不妨碍其他层空间继续使用的，原则上仅对其使用的相应层空间设置海域使用权。可实施立体分层设权管理的用海活动包括但不限于：主要使用水面（含上覆空间）的跨海桥梁、桩基式海上光伏等用海；主要使用水体的温（冷）排水、污水达标排放等用海；主要使用海床的底播养殖等用海；主要使用底土的海底电缆管道、海底隧道等用海。”

根据前序章节分析，本项目涉海段具有建设必要性和用海必要性。因本项目涉海段用海范围与周边项目用海范围部分重叠，且工期计划相近，与此同时，本项目所服务的广东省风电临海试验基地接入系统工程计划于 2026 年 12 月建成投产，故本项目涉海段采用立体分层设权方式申请用海具有一定的必要性。

6.7.3 立体分层设权的合理性

（1）海域管理政策的可行性分析

《中华人民共和国海域使用管理法》所称海域，是指中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底土。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）5.2.5 宗海垂向范围界定，“遇特殊需要时，应根据项目用海占用水面、水体、海床和

底土的实际情况，界定宗海的垂向使用范围”。

《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号）提出“海域是包括水面、水体、海床和底土在内的立体空间。对排他性使用海域特定立体空间的用海活动，同一海域其他立体空间范围仍可继续排他使用的，可仅对其使用的相应海域立体空间设置海域使用权。在不影响国防安全、海上交通安全、工程安全及防灾减灾等前提下，鼓励对跨海桥梁、养殖、温（冷）排水、海底电缆管道、海底隧道等用海进行立体分层设权，生产经营活动存在冲突的除外。其他用海活动经严格论证具备立体分层设权条件的，也可进行立体分层设权。”根据《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（广东省自然资源厅，2023年9月18日），海域使用权立体分层设权的范围包含海底电缆管道。

本项目海域使用类型为“工矿通信用海”中的“海底电缆管道用海”，用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”。因此，本项目海底电缆拟采取立体分层设权，确权空间范围为底土，本项目海底电缆立体确权符合相关海域管理要求，提高了海域有限资源的利用效率。

（2）利益相关者可协调

根据《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》（自然资规〔2023〕8号），在未设定海域使用权的海域，经审查具备海域立体分层设权可行性的，可按照立体分层设权的管理要求进行审批或市场化出让，明确海域空间范围信息；同一海域两个以上项目用海进行立体分层设权的，可统一设计、整体论证、同步实施；用海主体不同的，各方需协商一致并达成协议。

本项目涉海段所在海域未设定海域使用权，本项目涉海段用海范围与周边项目用海范围部分重叠，可通过签订协议等方式协调用海。

（3）立体空间布置的合理性

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，海域是指“中华人民共和国内水、领海的水面、水体、海床和底土”，明确海域是立体的空间资源且包含4个层次。从海域空间资源上看，每个层面的海域资源都有其特定的开发利用价值，本项目海底电缆进行立体化开发利用将会大大提高海域资源的集约利用的程度，对不同层面的海域进行确权，提高了海域空间资源的产权效率。本项目采用平面界址“四

至”坐标和竖向分层的海籍信息表达方式，其中，宗海竖向边界采用“水面”“水体”“海床”“底土”定性表述及 1985 高程范围定量表述结合，海底电缆宗海竖向边界范围根据设计标高确定，能够满足项目所需的海域空间承载范围。

6.8 用海期限合理性分析

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）11.6 节，用海期限应以主体结构和主要功能的设计使用（服务）年限作为依据，以法律法规的规定作为判断标准，分析项目申请的用海期限是否合理。

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。根据《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），本项目涉海段用海分类为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类）。

本项目涉海段海底电缆采用 FY-YJLW03-Z-64/110 1×1200 型电力电缆，顶管采用顶管专用管 III 级管（钢筋混凝土），内设 MPP 保护管（改性聚丙烯），涉海段工程整体设计使用年限为 50 年。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条海域使用权最高期限有关规定，建设工程用海海域使用权最高期限为五十年。

本项目拟申请用海期限为 50 年。综合前文所述，本项目拟申请用海期限符合本项目涉海段海底电缆、顶管、保护管等主体结构和主要功能的设计使用（服务）年限。本项目属于建设工程用海，拟申请用海期限不高于《中华人民共和国海域使用管理法》规定的建设工程用海海域使用权最高期限。因此，本项目拟申请用海期限具有合理性。

7 生态用海对策措施

7.1 概述

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。根据《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），本项目涉海段用海分类为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类）。

根据前序章节分析，本项目涉海段的建设对所在海域资源生态影响较小，因此，本项目生态用海对策主要考虑环境污染物管控和用海风险防范，采取有效的生态保护措施维护海洋资源生态稳定性。

7.2 海岸线占补分析

本项目涉海段海底电缆采用顶管施工工艺自底土穿越两侧人工岸线，不改变岸线自然形态，不影响岸线生态功能。根据《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补台账管理的通知》（粤自然资海域〔2023〕149）号，“用海项目从空中跨越或底土穿越海岸线，不改变海岸线原有形态和生态功能，不造成海岸线位置、类型变化的，可免于落实海岸线占补。”因此，本项目无需进行海岸线占补。

7.3 生态保护对策

7.3.1 环境污染物管控

7.3.1.1 施工期环境保护措施

（1）地表建筑物的保护

为避免施工开挖引起的地表沉降危及周边地面建筑物的安全，施工前首先对影响的建筑物采取一定的保护措施，施工中加强对地面建筑物的检测。做到信息化施工。部分距离通道很近的构筑物采用旋喷桩隔离、注浆加固等措施保护。

(2) 地下管线保护

施工前应做好地下管线现状的调查工作，对施工中影响到的管线做好改移、防护和监测工作，确保其正常使用。

(3) 水污染防治措施

1) 工程施工期间可能有雨水冲刷开挖土方及裸露场地产生的泥水产生，应做好场地围护，防止泥水流入海洋，其余砂石料加工水、顶管掘进管道内产生的污水、施工机械和进出车辆的冲洗水等主要污染物为 SS，可经由管道工作井内设置的集水井进行收集，每个集水井设潜污泵 2 台，产生的废弃泥浆由泥浆运输车外运至泥浆处理厂集中处理，由施工单位与泥浆处理单位签订处置协议。

2) 施工期间机械、车辆等产生的含油废水收集后，交由有接收能力单位处置，不外排入海。

3) 施工人员日常产生的生活污水、固废等定期清运，不直排入海。

4) 加强施工设备的管理与养护，杜绝石油类物质泄漏，减少海水受污染的可能性。

(4) 噪音污染防治措施

拟建工程施工机具较多，施工噪音必然为附近居民，企事业单位正常的工作和生活带来影响，因此在施工过程中必须采取有效措施减少施工噪音对周边环境的影响：

1) 施工过程中采用较先进、噪声较低的施工设备，施工中应加强对施工机械的维护保养，避免由于设备性能差而增大机械噪声的现象发生，对现场的施工车辆进行疏导，禁止鸣笛。

2) 合理安排施工计划，将噪声级大的工作尽量安排在白天，夜间进行噪声较小的施工。同时应提高施工工作效率，缩短工程机械设备使用时间。为了进一步降低噪声影响需在施工建筑周围围护等高的隔声防护密目网，在施工场地周围围墙上加护隔声挡板。

3) 合理布局施工现场，避免在同一地点安排大量动力机械设备，以免局部声级过高，并且在施工现场设置临时隔声屏障，声屏障应请有资质单位设计、安装，降低对周边居民的噪声影响。同时，也可在高噪声设备附近加设可移动的简易隔声屏。

4) 禁止夜间运行的设备应严格执行有关规定, 若必须夜间施工, 须先向相关部门申报并征得许可。

5) 降低人为噪声影响, 对工人进行环保方面的教育, 在按操作规范操作机械设备等过程中减少碰撞噪声, 在装卸过程中禁止野蛮作业, 减少作业噪声。

6) 加强运输车辆的管理, 按规定组织车辆运输, 合理规定运输通道, 减少由于道路不平而引起的车辆颠簸噪声。

(5) 大气污染防治措施

1) 加强对施工机械, 运输车辆的维修保养。禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入施工区。

2) 施工单位应文明施工, 加强施工期的环境管理和环境监控工作。

3) 施工时, 应使用商品混凝土, 然后用罐装车运至施工点进行浇筑, 避免因混凝土拌制产生扬尘和噪声; 此外, 对于裸露施工面应定期洒水, 减少施工扬尘。

4) 施工期间, 应设置不低于 1.5m 的围挡, 围挡应当采用彩钢板、砌体等硬质材料搭设, 其强度、构造应当符合相关技术标准规定。在接收井和工作井处建筑防护围挡, 运输车辆进出时洒水, 保持湿润, 减少或避免产生扬尘。

5) 进出工地的物料、渣土运输车辆, 应尽可能采用密闭车斗, 保证物料不遗撒外漏。若无密闭车斗, 物料、渣土的装载高度不得超过车辆槽帮上沿, 车斗应用苫布遮盖严实。

6) 施工现场主要场地、道路、材料加工区应当硬底化, 裸露泥地应当采取覆盖或者绿化措施。

(6) 施工弃土和泥浆等固体废弃物防治措施

为避免施工垃圾及生活垃圾对环境造成影响, 在工程施工前应对施工单位及施工人员进行环保培训。

明确要求施工过程中的建筑垃圾及生活垃圾应分类收集堆放, 顶管掘进产生的弃土应及时运出并建立弃土的临时堆场, 将弃土暂时存放至临时堆土场, 使其干燥降低含水量后弃土弃渣由有接收能力单位接收处理。

(7) 管道监测及基坑监测

由于管道施工掘进时须进行大量的土石方开挖工作, 岩土层千变万化, 单靠

本次详勘工作不能完全查明所有不良地质，可能还会隐藏其他一些不良地质问题。管道施工时，由于不良地质现象的存在或施工方法缺陷，会导致管道施工可能出现管道轴线偏移、突水、冒顶等意外事故发生。故建议管道施工时对洞身侧壁、轴线、地下水、管道水平、垂直变形位移等进行有效的监测工作，做到信息化施工，建议施工单位做好应急措施。确保管道的正常安全施工及其它建（构）筑物的安全正常使用。

基坑监测除了施工单位自测外，应委托有资质的第三方单位进行监测，并针对本项目编写监测方案、应急抢险方案。如发现有较大沉降或其它超过警戒值的变形，应立即启动应急预案、停止土方开挖并通知各单位进行应急处理。

（8）绿化保护

施工中尽量保护好道路两侧及施工范围的树木、花草绿地，不得不迁走的树木和占用的花草绿地工程竣工后必须予以还建，以保持原有环境。

7.3.1.2 运营期环境保护措施

本项目海底电缆管道运行期间无废污水、固体废物、工业废气产生，不会对周围水环境、生态环境、环境空气质量产生明显不利影响。

（1）项目运营期间对周边生态环境的影响较小，可以通过加强对巡线人员的管理，建立各种警告、防护标识等环境管理措施有效控制对生态环境的不利影响。加强对巡线人员有关环境保护相关法律法规的培训。

（2）运行期间应根据海洋功能区划范围及管理的要求，加强对海底电缆管道区域的管理，将海底电缆管道的线路图和位置表等注册登记资料报送上级自然资源行政主管部门备案，并同时抄报海事管理机构，留有备案，对后续针对该区域的开发严格按预留要求进行管理，严禁随意开发。

（3）根据《海底电缆管道保护规定》，省级以上人民政府海洋行政主管部门应当根据备案的注册登记资料，商同有关部门划定海底电缆保护区，并向社会公告。

（4）建设单位应对海底电缆管道进行定期巡航检查，并对海缆采取定期复查、监视和其它保护措施。对海缆进行维修、改造、拆除、废弃时，应当向社会发布公告。

7.3.1.3 生态跟踪监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为及时了解和掌握建设项目在施工期和运营期对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节实行制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要在项目施工期和运营期进行跟踪监测。

结合本工程的施工特点，本项目对海域环境产生影响主要发生在施工期，项目运营期对海洋水质、海洋沉积物、海洋生态影响较小，建议将运营期海洋环境监测纳入地方常规环境监测计划中。考虑到运营期管道地表沉降，建设单位在运营期应对管道所在地形地貌、水深条件以及管道稳定性等进行跟踪监测。

综上，本项目环境监测计划主要为施工期海洋环境监测，运营期主要进行水深地形监测、结构稳定监测。

一、海洋环境监测

(1) 监测项目

水质：pH、DO、COD、SS、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg 等 10 项；

沉积物：石油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg 等 7 项；

生态：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

各监测项目的具体调查采样与监测方法参照《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《渔业生态环境监测规范》（SC/T 9102-2007）和《海洋调查规范》（GB 12763-2007）进行。

(2) 监测站位布设

共布设 4 个监测站位（监测过程中可视情况做适当调整），监测站位及坐标如表 7.2.1-1 所示，跟踪监测点位图见图 7.2.1-1。

表 7.2.1-1 监测站位点坐标

（内容不公开）

（内容不公开）

图 7.2.1-1 跟踪监测站位图

(3) 监测频率

施工期：施工开始时监测一次、施工后监测一次。

运营期：建议纳入地方常规环境监测计划中进行。

(4) 完成单位

委托有资质的监测单位实施监测计划。

二、其他动态监测

(1) 水深地形监测

监测项目：工程上下游海底地形、水深。

监测频次：1次/3~5年。

(2) 结构稳定性监测

1) 施工期构筑物结构稳定性监测

在基坑施工时应加强对围护结构及周边环境的监测工作。基坑监测内容、测点布置、监测项目的控制值、监测频率等应满足行业标准《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）要求。施工过程中，应重点加强结构的应力、应变和位移以及岩土体的应力、应变和位移的监测，以防止基坑围护结构变形或受力过大引发的工程危害，保障地下管线（道）及基坑周围建（构）筑物基础安全。重点加强基坑内外的地下水水位监测工作，以防止地下水位大幅度降低，引起周围地面沉降。

2) 运营期结构稳定性监测

为确保管道的稳定和地面建（构）筑物的安全，应进行现场监控量测（主要包括地质、地物及支护状况观察、地表沉降、拱顶下沉、基础水平竖向位移、建筑物裂缝观察等）。通过对观察及量测数据的分析判断，对管道结构体系的稳定状态和地标建筑的安全度进行预测，并据此确定相应的工程措施，以保证施工安全对可能产生明显环境影响的关键环节进行监测。

7.3.2 用海风险防范

项目用海风险是指由人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害的程度。根据本项目所在海域的区域气候气象、工程地质条件、建设内容与施工工艺、周边海域开发利用现状等，本项目用海风险主要包括海洋灾害风险、工程地质灾害风险、施工安全风险、结构安全风险等。

7.3.2.1 施工期用海风险分析

本项目施工期用海风险主要为海洋灾害风险、工程地质灾害风险和施工安全风险。

(1) 海洋灾害风险

由于项目所在海域易受台风、风暴潮等海洋灾害的影响，且其影响大、破坏力强，因此项目所在海域的突发海洋灾害可能对施工区域产生较大的影响。因此，在恶劣天气来临时要停止一切施工。在做好相应的安全检查工作，采取有效的安全保障措施，制定事故应急预案的前提下，本项目施工期由海洋灾害引起的风险事故是可以避免的。

(2) 工程地质灾害风险

根据项目所在区域地质概况，本项目地处我国东南沿海地震亚区，泉州—汕头中强地震带，地震基本烈度为8度，区域内地震活动较为频繁，因此存在一定的地质灾害风险。若发生地震，可能引起施工区域坍塌、断裂、涌水等风险。

根据本项目工程地质勘察报告，本项目场地内及周边不存在边坡，未见崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、地下洞室等不良地质作用，工程地质灾害发生概率较低。

(3) 施工安全风险

本项目施工过程中存在着一定的人为因素造成的风险事故，如施工前对海况、土质等情况不清楚时，容易造成施工设备受损，施工过程发生偏离，从而使电缆发生折断甚至破损。除此以外，在下放管节时，由于吊装不规范或超出起吊装置用力时，会造成管道外层受损或坠落砸伤人员。在施工过程常需用到焊接，焊接作业会产生弧光、粉尘和静电，焊接场所杂乱有可燃物易引发火灾，气瓶存放不规范或使用不当也会引发爆炸造成重大伤亡事故。因此，在施工过程中，应提前编制施工方案，做好施工计划，规范施工人员的操作，日常对施工人员进行安全教育，提高安全意识，加强安全监督和管理。在此基础上，可避免人为因素导致的风险事故的发生。

7.3.2.2 营运期用海风险分析

本项目施工期用海风险主要为海洋灾害风险、工程地质灾害风险和人为活动影响结构安全风险。

(1) 海洋灾害风险与工程地质灾害风险

如前序章节分析，项目所在海域易受台风、风暴潮等海洋灾害的影响，巨大的风暴潮可使海床地形地貌发生变化，从而影响海底电缆管道的安全。此外，海底地震导致海底地形发生变化，海底地形发生位移、剪切等现象，导致海底电缆管道受力不均，加上自身重力作用，最终可能导致海底电缆管道结构损坏。因此，项目营运期应加强海底电缆管道沉降或隆起的监测，及时进行维护。

(2) 人为活动影响结构安全风险

项目所在海域开发利用活动频繁，其中以航运活动、渔业活动为主，所涉及的疏浚工程、勘探作业、打捞作业等过程中实施的开挖、钻进、抛锚、拖网等行为会对海床造成扰动。本项目海底电缆管道埋深较大，正常情况下不易受上述活动影响，但仍需做好相关安全保障措施，与周边其他用海单位或个人充分协调沟通，按技术规范要求布设安全标识等，最大程度避免项目所在海域其他用海活动影响本项目海底电缆管道结构安全。

7.3.2.3 风险防范对策措施

一、安全保障措施

(1) 本工程施工单位进场后，应逐一查明工程场区周边状况，重视施工过程中对周边环境可能造成的人员、物体破坏的安全影响。

(2) 施工单位应根据《顶管技术规程》(DBJ/T 15-106-2015)、《电力工程电缆设计规范》(GB 50217-2007)、《建筑施工安全规范》(2008年版)、《混凝土结构工程施工规范》(GB 50666-2011)和《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015)，结合工程场地的情况、施工作业内容、设计文件要求等，提出本工程的安全风险源，制定有针对性的施工安全专项方案及作业指导书，在组织架构、施工方案、工艺流程、监管机制、应急预案等方面，提出相应措施及管理细则，交监理及有关安监部门审批备案，经批准后方可施工，并在实施中切实遵照执行。

(3) 凡对地下土层进行施工前，需确认施工范围无地下管线和地下建(构)筑物后方可施工。

(4) 制定一整套适合施工场地方的安全防护措施，包括施工现场的安全、工地正常的生产、生活秩序，如：防风、防雷、防雨、防涝、防火、防工程伤害、

治安管理等的安全措施。

(5) 对工人进行岗前安全教育，经考试合格后才能上岗。职工调换工种或使用新工具、新设备时，要进行岗前岗位安全教育和安全操作的培训。

(6) 针对工程的特点、施工外部和内部环境要求，进行安全技术交底。

(7) 严格执行安全生产会议制度、安全检查制度、安全评议制度，对安全生产出现的问题应指定专人限期整改。

(8) 安全检查应做到每日检查、日常检查及不定期抽查。安全检查还包括施工机具检查及各项安全措施的执行情况检查（台风、暴雨、防寒、防暑、雨季、卫生等）。

(9) 严格执行各类机械设备的专人管理和操作制度，各类机械有安全防护设备，机械设备要定期保养，经常检修，使其处于良好的状态。

(10) 现场材料、机械、临设整齐放置或搭设。施工现场的坑、洞、悬空等危险处，必须设置防护设施和明显的警示标志，不准任意移动或拆除。施工区按有关规定建立消防责任制，按照有关防火要求布置临设，配备足够数量的消防器材，并设立明显的防火标志。

(11) 施工现场围蔽必须安全牢靠，并在外面设置警示标志，防止非有关人员进入、防止外来车辆失控闯入。

(12) 施工过程必须设专人监测各项安全指标，特别在冒水、抢险、应急预案等各方面要严格按有关规定进行操作。

二、应急响应措施

施工过程中一旦发生事故，各部门应事先照制定好的处理措施进行现场处置，现场一些常见的事故及处理措施主要如下：

(一) 物体打击应急救援措施

(1) 迅速移走周围可能继续产生危险的坠落物、障碍物；

(2) 为急救医生留出通道，使其可以最快到达；

(3) 高空坠落不仅产生外伤，还会产生内伤，不可急速移动或摇动伤员身体；应多人平托住伤员身体，缓慢将其放置于平坦的地面上；

(4) 发现伤员呼吸障碍，应进行口对口人工呼吸。

(5) 发现出血，应迅速采取止血措施，可在伤口近心端结扎，但应每半小

时松开一次，避免伤口处因长时间血液不通造成肌肉组织坏死。

(二) 机械伤害应急救援措施

(1) 如果有汽车吊倾覆事故发生，首先由旁观者在现场高呼，提醒现场有关人员引起注意。由现场负责人拨打急救电话“120”，并报告经理，指派专人到指定路口迎接救护车辆及人员。在外部救援队伍尚未到来之前，现场负责人必须组织现场人员全力施救，尽最大努力防止事态进一步扩大，减少人员伤亡和财产损失，带领现场人员进行抢救，重伤人员由救护组负责送外救护，电工先切断相关电源，防止发生触电事故，

(2) 各救援小组协助现场负责人对现场进行清理、抬运物品，及时抢救被砸人员或被压人员，最大限度地减少重伤程度，如有轻伤人员可采取现场简易救护工作，如包扎、止血等措施，以免造成重大伤亡事故。

(3) 发生机械伤害时，其他在场人员应迅速切断机械电源；

(4) 如有身体部位和器官切断伤害，应寻找切断的部分，将其妥善保管，以待嫁接；

(5) 在急救中心医生到来之前，应尽最大努力，进行自救，以使伤害降低到最低点，在急救医生到来后，应将伤员受伤原因和已经采取的救护措施详细告诉医生。

(三) 高空坠落应急救援措施

(1) 事故发生后迅速移走周围可能继续产生危险的坠落物、障碍物；

(2) 为急救医生留出通道，使其可以最快到达；

(3) 高空坠落不仅产生外伤，还会产生内伤，不可急速移动或摇动伤员身体；

(4) 应多人平托住伤员身体，缓慢将其放置于平坦的地面上；

(5) 发现伤员呼吸障碍，应进行口对口人工呼吸。

(6) 发现出血，应迅速采取止血措施，可在伤口近心端结扎，但应每半小时松开一次，避免伤口处因长时间血液不通造成肌肉组织坏死。

(四) 起重伤害应急救援措施

(1) 保证救援人员自身的安全和防止次生事故；

(2) 在就近安全地带紧急抢救受伤人员，必要时及时转送医院救治；

(3) 紧急抢险要有信心和耐心，不要因一时抢救无效而轻易放弃；

(4) 在优先抢救人员的前提下，及时抢救财物，减少财产损失。

(五) 触电伤害应急救援措施

(1) 脱离电源对症抢救

当发生人身触电事故时，首先使触电者脱离电源。迅速急救，关键是“快”。

(2) 对于低压触电事故,可采用下列方法使触电者脱离电源:

①如果触电地点附近有电源开关或插销,可立即拉开电源开关或拔下电源插头,以切断电源。

②可用有绝缘手柄的电工钳、干燥木柄的斧头、干燥木把的铁锹等切断电源线。也可采用干燥木板等绝缘物插入触电者身下,以隔离电源。

③当电线搭在触电者身上或被压在身下时,也可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物为工具,拉开提高或挑开电线,使触电者脱离电源。切不可直接去拉触电者。

④对于高压触电事故,可采用下列方法使触电者脱离电源:

A、立即通知有关部门停电。

B、戴上绝缘手套,穿上绝缘鞋,用相应电压等级的绝缘工具按顺序拉开开关。

C、用高压绝缘杆挑开触电者身上的电线。

(3) 触电者如果在高空作业时触电,断开电源时,要防止触电者摔下来造成二次伤害。

①如果触电者伤势不重,神志清醒,但有些心慌,四肢麻木,全身无力或者触电者曾一度昏迷,但已清醒过来,应使触电者安静休息,不要走动,严密观察并送医院。

②如果触电者伤势较重,已失去知觉,但心脏跳动和呼吸还存在,应将触电者抬至空气畅通处,解开衣服,让触电者平直仰卧,并用软衣服垫在身下,使其头部比肩稍低,如天气寒冷要注意保温,并迅速送往医院。如果发现触电者呼吸困难,发生痉挛,应立即准备对心脏停止跳动或者呼吸停止后的抢救。

③如果触电者伤势较重,呼吸停止或心脏跳动停止或二者都已停止,应立即进行口对口人工呼吸法及胸外心脏按压法进行抢救,并送往医院。在送往医院的

途中，应坚持不间断地抢救。

④人触电后会出现神经麻痹、呼吸中断、心脏停止跳动、呈现昏迷不醒状态，通常都是短暂性休克（俗称“假死”），万万不可放弃抢救。

⑤对于触电者，特别高空坠落的触电者，要特别注意搬运问题，很多触电者，除电伤外还有摔伤，搬运不当，如断裂的肋骨扎入心脏等，可造成死亡。

⑥对于“假死”的触电者，要迅速持久地进行抢救，有不少的触电者，是经过四个小时甚至更长时间的抢救而抢救过来的。有经过六个小时的口对口人工呼吸及胸外挤压法抢救而活过来的实例。只有经过医生诊断确定死亡，方可停止抢救。

(4) 人工呼吸是在触电者停止呼吸后应用的急救方法。各种人工呼吸方法中以口对口呼吸法效果最好。

①施行人工呼吸前，应迅速将触电者身上妨碍呼吸的衣领、上衣等解开，立即清理口腔内妨碍呼吸的食物，脱落的断齿、血块，粘液等，以免堵塞呼吸道，使触电者仰卧，并使其头部充分后仰(可用一只手托触电者颈后)，鼻孔朝上以利呼吸道畅通。

②救护人员用手使触电者鼻孔紧闭，深吸一口气后紧贴触电者的口向内吹气，用时约2秒。吹气大小，要根据不同的触电人有所区别，每次呼气要以触电者胸部微微鼓起为宜。

③吹气后，立即离开触电者的口，并放松触电者的鼻子，使空气呼出，大约3秒钟。然后再重复吹气动作。吹气要均匀，每分钟吹气呼气约12次。触电者已开始恢复自由呼吸后，还应仔细观察呼吸是否会再度停止。如果再度停止，应再继续进行人工呼吸，这时人工呼吸要与触电者微弱的自由呼吸规律一致。

④如无法使触电者把口张开时，可改用口对鼻人工呼吸法。即捏紧嘴巴紧贴鼻孔吹气。

(5) 胸外心脏按压法是触电者心脏停止跳动后的急救方法

①做胸外挤压时使触电者仰卧在比较坚实的地方，姿势与口对口人工呼吸法相同，救护者跪在触电者一侧或跪在腰部两侧，两手相叠，手掌根部放在心窝上方，胸腔下三分之一至二分之一处。掌根用力向下(脊背的方向)挤压，压出心脏里面的瘀血。成人应挤压3~5厘米，以每秒钟挤压一次，太快了效果不好，每分

钟挤压60次为宜。挤压后掌根迅速全部放松，让触电者胸廓自动恢复，血液循环正常。放松时掌根不必完全离开胸部。

②一旦呼吸和心脏跳动都停止了，应当同时进行口对口人工呼吸和胸外心脏按压。如果现场只有一人抢救，两种方法交替进行。可以挤压4次后，吹气一次，而且吹气和挤压的速度都应提高一些，以不降低抢救效果。

③对于儿童触电者，可以用一只手挤压用力要轻一些，以免损伤胸骨，每分钟宜挤压100次左右。

（六）火灾事故应急救援措施

（1）发生火情，第一发现人应高声呼喊，使附近人员能够听到或协助扑救，同时报告单位主要负责人、安质部或其他相关部门，并拨打火警电话：“119”。电话中要描述如下内容：单位名称、所在区域、周围显著标志性建筑物、主要路线、候车人姓名、主要特征、等候地址、火源、着火部位、火势情况及程度。随后到路口引导消防车辆。

（2）发生火情后，电工负责断电，后勤保障人员负责水源，现场负责人组织现场人员用灭火器材等进行灭火。如果是由于电路失火，必须先切断电源，严禁使用水或液体灭火器灭火，以防触电事故发生。

（3）火灾发生时，为防止有人被困，发生窒息伤害，由后勤保障组准备部分毛巾，湿润后蒙在口、鼻上，抢救被困人员时，为其准备同样毛巾，以备应急时使用，防止有毒有害气体吸入肺中，造成窒息伤害。被烧人员救出后应采取简单的救护方法急救，如用净水冲洗一下被烧部位，将污物冲净。再用干净纱布简单包扎，同时联系急救车抢救。

（4）火灾事故后，保护现场，组织抢救人员和财产，防止事故扩大，必须以最快的方式逐级上报，如实汇报，不得隐瞒，并积极配合事故调查组工作。

（七）管线事故应急救援措施

（1）当发现挖断水、电、通信光缆、煤气管道后，要立即报告项目应急救援小组。项目应急救援小组负责人为现场总指挥，应立即组织封锁事故现场，将事故点20米内进行维护隔离，采取临时措施将事故的损失及影响降至最低点。

（2）根据事故类别，现场值班人员立即拨打当地自来水公司保修中心电话，或供电急修电话，或通信光缆急修电话“112”或燃气管道报修电话。电话描述

如下内容：单位名称、所在区域、周围显著标志性建筑物、主要交通路线、现场联系人等候位置、事故情况。现场值班人员负责到路口引导救援车辆及相关人员。

(3) 事故得到控制后，在地方政府、公司、局统一布置下，配合开展事故调查工作。项目部写出初步调查书面报告。

(八) 中毒事故应急救援措施

(1) 事故发生后立即向急救中心120呼救。讲清中毒人员症状、持续时间、人数、地点，并派人到路口接应。

(2) 现场自救：

①用人工刺激法，用手指或钝物刺激中毒者的咽弓后壁，用来催吐，如此反复直到吐出物为清亮液体为止。

②对可疑的食物禁止再食用，收集呕吐物、排泄物及血尿送到医院做毒物分析。

③对于催吐无效或神志不清者可让其喝牛奶或蛋清等润滑剂来洗胃，结合毒物而防止毒物的吸收并保护胃黏膜。

(九) 基坑涌水、洪水事故应急救援措施

(1) 孔内涌水采用井点降水方法降低地下水位，备足排水设备，孔底已被泡软的土方及时挖除，避免孔内积水。当出现涌水时，立即组织排水，当涌水量过大，立即停止开挖，及时开展抢救和维护。

(2) 发生暴雨洪水情况，且外围水位超过防淹墙后，立即组织将基坑外围堰防淹墙进行编织袋堆码加高，并开启基坑内抽水泵，专人负责排水口进行蹲守，保证排水进入外排管道；如果雨势过大，基坑内积水明显时，立即组织分段开挖临时集水坑，下放应急水泵进行紧急排水，确保基坑无积水。

(3) 及时疏散和妥善抢救事故现场区域内的人员，减少事故造成的损失。设专人防护，确保与抢险无关人员未经授权不进入事故现场。

(十) 基坑、区间施工周边环境突变应急救援措施

建筑物倾斜、开裂马上疏散建筑物内人员，应立刻停止基坑施工作业，防止建筑物变形事故的进一步发展。当变形为轻微变形，且没有发展趋势时，对建筑物出现的裂缝进行修补。

区间在施工过程中，上方建筑物有超出检测允许范围的明显变化时，立即停

止施工并紧急组织对现场情况进行分析，组织加固措施保证上方建筑安全，消除危险后再继续进行盾构施工。

（十一）基坑坍塌、支撑失稳应急救援措施

当有人员伤害事故发生时，组织急救。对基坑进行紧急处理：基坑积水时抽水排污，确保基坑的干燥；在失稳临近部位加支撑，对危险部位进行必要加固。当基坑坍塌难以控制时，立即对基坑进行土方回填。

如果发生支撑失稳情况，有人员伤害事故发生时，组织急救。在失稳临近部位加支撑，对危险部位进行必要加固，尽量将失稳状态控制，监测人员加强监测，防止基坑坍塌伤人。当基坑失稳难以控制时，立即对基坑进行土方回填。

7.4 生态保护修复措施

根据前序章节分析，本项目涉海段自底土穿越两侧人工岸线，无需开展岸线占补，不涉及海岸线修复；本项目涉海段的建设不会对滨海湿地造成明显影响，不涉及滨海湿地修复；本项目涉海段建设不会直接造成海洋生物资源损失，不涉及海洋生物资源恢复；本项目涉海段的建设对水文动力和冲淤环境的影响较小，不涉及水文动力和冲淤环境恢复；本项目涉海段的建设对周边无居民海岛及无居民海岛自然岸线资源的影响较小，不涉及无居民海岛修复。

8 结论

8.1 项目用海基本情况

涉海建设内容：本项目涉海段为本项目线路工程中的 110kV 广东省风电临海试验基地升压站至 220kV 疏港站双回线路位于海域部分，涉海段长度约 561.5m，采用泥水平衡顶管施工工艺，自底土穿越汕头市濠江区濠江水道。顶管顶高程约-18.3m，理论最小埋深约 8.8m。

用海类型和用海方式：根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目涉海段海域使用类型为海底工程用海（一级类）中的电缆管道用海（二级类），用海方式为其他方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。根据《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），本项目涉海段用海分类为工矿通信用海（一级类）中的海底电缆管道用海（二级类）。

用海面积：本项目拟申请总用海面积为 1.2037 公顷，其中，海底电缆管道用海 1.2037 公顷。

占用岸线：本项目涉海段海底电缆采用顶管施工工艺自底土穿越东西两侧人工岸线共 43.1m，其中西侧 21.6m，东侧 21.5m，不涉及自然岸线。

用海期限：本项目拟申请用海期限 50 年。

8.2 项目用海必要性结论

根据电网系统规划，110kV 广东省风电临海试验基地升压站出线终期 2 回，本期 2 回，至 220kV 疏港站 2 回，即新建 110kV 广东省风电临海试验基地升压站至 220kV 疏港站双回线路；另外，本期配套新建 4 回 35kV 电缆线路（分别从 #1~#4 风机接入基地升压站）。其中，基地升压站、#1~#4 风机均位于濠江水道以东，疏港站位于濠江水道以西，因此基地升压站至疏港站双回线路必须穿越濠江水道，无法避让。根据最新的 2022 年广东省政府批复海岸线，濠江水道整体位于海域，故本项目基地升压站至疏港站双回线路不可避免地占用部分海域。

因此，本项目具有用海必要性。

8.3 项目用海资源生态影响分析结论

本项目涉海段海底电缆采用泥水平衡顶管施工工艺自底土穿越濠江水道，顶管整体位于濠江水道底土层，顶管顶高程约-18.3m，理论最小埋深约 8.8m，施工区域不涉及海域水体层，不占用水体自然流动空间，对工程区附近海域的潮流动力条件和地形地貌影响较小；项目在海底施工，基本不产生悬浮泥沙，对水质、沉积物环境影响均较小。项目不会影响海域岸线整体功能的发挥；对河道泄洪和河势稳定基本无影响。项目所在岩土层中基本无海洋生物生存，项目用海基本不会对海洋生物资源产生影响。

8.4 海域开发利用协调分析结论

（内容不公开）

业主单位须按照本报告提出的协调方案与利益相关者和相关部门进行充分协调沟通，在此前提下，项目与周边其他用海活动和海洋产业是可协调的，并且项目的建设和运营不会影响军事活动和国家安全。

8.5 国土空间规划符合性分析结论

根据《汕头市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目涉海段位于“一心一轴两带四组团”城镇空间格局中的“滨海产业发展带-濠江滨海产业发展片区”，该规划区域支持新能源等新兴产业集聚发展，以海上风电产业为重点，推进新能源装备制造业发展。基地及其所在海上风电产业园是《规划》建设海上风电技术测试、监测平台和海上风电运营中心，实现海上风电全产业链一体化，高标准打造汕头国际风电创新港的重要环节，与此同时，本项目接入系统工程的建设是基地及其所在海上风电产业园建成投产不可或缺的重要依托，为推动海上风电场规模化开发奠定基础。因此，本项目的建设符合《汕头市国土空间总体规划（2021-2035年）》相关规划要求。

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目涉海段位于“海洋发展区-游憩用海区-濠江游憩用海区”，本项目涉海段建设内容与该功能区的空间准入、利用方式、保护要求和其他要求等相关管控要求相符。本项目涉海段涉及岸线属于“限制开发岸线”，本项目自底土穿越岸线，不改变岸线自

然形态，不影响岸线生态功能，与相关管控要求相符。因此，本项目涉海段的建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》相关规划要求。

此外，本项目涉海段不占用生态保护红线；本项目用海符合《广东省湿地保护条例》《产业结构调整指导目录（2024年本）》《市场准入负面清单（2022年版）》等相关法律法规和产业政策；本项目用海符合《广东省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《汕头市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省能源发展“十四五”规划》《汕头港总体规划（2012-2030年）》《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》等规划文件。

8.6 用海合理性分析结论

本项目用海与自然资源和海洋生态相适宜，区位和社会条件能满足本项目建设 and 营运的要求，本项目用海与周边其他用海活动不存在功能冲突，本项目用海有利于海洋产业协调发展。因此，本项目用海选址具有一定合理性。

本项目经方案比选分析最终选择的推荐用海方案能体现节约集约用海原则，有利于生态保护，且不涉及生态敏感目标，能最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境影响，也能最大程度地减少对周边其他用海活动的影响。与此同时，本项目用海立体空间布置具有一定合理性，可通过立体确权协调用海。

本项目用海方式不涉及填海与非透水构筑物，不违背透水式、开放式用海原则，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和对水文动力环境和冲淤环境的影响。

本项目占用岸线的界定符合相关技术规范要求；本项目涉海段自底土穿越两侧人工岸线，不改变海岸自然形态，不影响海岸生态功能；本项目占用岸线具有必要性和合理性。此外，根据《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补台账管理的通知》（粤自然资海域〔2023〕149）号，“用海项目从空中跨越或底土穿越海岸线，不改变海岸线原有形态和生态功能，不造成海岸线位置、类型变化的，可免于落实海岸线占补。”因此，本项目无需进行海岸线占补。

本项目用海面积不仅满足项目本身的用海要求，同时考虑了节约用海、科学用海等原则，实际电缆管道占用海域面积很小，且符合相关行业的设计标准和规范。综上所述，本项目平面布置合理、紧凑，满足项目运营使用，用海面积界定

合理，故用海面积不宜减少。

8.7 项目用海可行性结论

广东省风电临海试验基地接入系统工程位于汕头市濠江区濠江水道入海口，项目申请用海总面积 1.2037 公顷，申请用海期限 50 年。项目用海符合国土空间规划及相关规划的管控要求。本项目与周边其他用海活动能够协调，涉及的利益相关者存在妥善解决的途径。从项目所在海域风能资源、利用规划及现状、项目布置方案、对水动力和冲淤环境的影响、占用海洋空间情况、资源生态影响等方面的综合分析，本项目选址、平面布置与立体空间布置、用海方式、用海面积合理；根据项目设计方案、施工进度安排，项目用海期限合理。从海域使用角度考虑，本项目用海可行。项目建设单位应切实执行国家有关法律法规、落实海域使用论证报告提出的海域使用管理对策措施、妥善处理和协调好与周边海域利益相关者的关系、落实环境保护对策措施和用海风险防范措施。