

大唐南澳勒门 I 海上风电项目 海域使用补充论证报告书

（第三次调整）

（公示稿）

自然资源部汕头海洋中心

（统一社会信用代码：121000004569093433）

二〇二六年五月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号		4405232026000972	
论证报告所属项目名称		大唐南澳勒门 I 海上风电项目	
一、编制单位基本情况			
单位名称	自然资源部汕头海洋中心（自然资源部汕尾海洋预报台）		
统一社会信用代码	121000004569093433		
法定代表人	蒋俊杰		
联系人	刘凌峰		
联系人手机	18211369602		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
李发明	BH003522	论证项目负责人	李发明
周军	BH003524	1. 概述 2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论 10. 报告其他内容	周军
杨雅茜	BH005285	3. 项目所在海域概况 8. 生态用海对策措施	杨雅茜
钟绍平	BH004961	4. 资源生态影响分析	钟绍平
陈秋贤	BH006320	6. 国土空间规划符合性分析	陈秋贤
南帅克	BH006321	5. 海域开发利用协调分析	南帅克
本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。 承诺主体（公章） 2016年10月28日			

项目基本情况表

项目名称	大唐南澳勒门I海上风电项目			
项目地址	广东省汕头市东部，南澳县南部海域的勒门列岛附近			
项目性质	公益性（ ）		经营性（√）	
用海面积	339.7195ha		投资金额	638498 万元
用海期限	27 年		预计就业人数	1000 人
占用岸线	总长度	25.8 m	邻近土地平均价格	——
	自然岸线	25.8 m	预计拉动区域经济产值	1617789 万元
	人工岸线	0m	填海成本	——
	其他岸线	0m		
海域使用类型	工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类）； 工矿通信用海（一级类）中的可再生能源用海（二级类）		新增岸线	3.8m
用海方式		面积	具体用途	
透水构筑物		0.3774 ha	海上升压站	
透水构筑物		65.5900 ha	风机	
海底电缆管道		203.6579 ha	220kV 海底海缆	
海底电缆管道		70.0942 ha	35kV 集电线路海底电缆	
注：				

目 录

摘 要	1
1 概述	5
1.1 论证工作由来.....	5
1.2 论证依据.....	7
1.2.1 法律法规及政策性文件.....	7
1.2.2 相关规划与区划.....	9
1.2.3 标准规范.....	10
1.2.4 项目技术资料.....	11
1.3 论证等级和范围.....	11
1.3.1 论证等级.....	11
1.3.2 论证工作范围.....	13
1.4 论证重点.....	13
2 项目用海基本情况	15
2.1 用海项目建设内容.....	15
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	16
2.2.1 工程总平面布置.....	16
2.2.2 风力发电机组.....	17
2.2.3 海上升压站.....	19
2.2.4 陆上开关站.....	23
2.2.5 海底电缆.....	23
2.2.6 登陆点位置及周边环境.....	23
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	27
2.3.1 风机基础施工.....	27
2.3.2 风电机组安装.....	27
2.3.3 海上升压站.....	32
2.3.4 海底电缆铺设.....	33
2.3.5 土石方平衡.....	35
2.3.6 实际施工进度.....	36

2.4	项目用海需求	36
2.4.1	项目拟申请用海面积	36
2.4.2	项目申请用海期限	41
2.5	项目用海的必要性和用海调整的合理性分析	41
2.5.1	项目建设必要性	41
2.5.2	项目用海必要性	41
2.5.3	项目用海调整的合理性分析	42
3	项目所在海域概况	44
3.1	海洋资源概况	44
3.1.1	岸线资源	44
3.1.2	滩涂资源	44
3.1.3	岛礁资源	44
3.1.4	港口资源	45
3.1.5	海洋渔业资源	47
3.1.6	航道（路）资源	47
3.1.7	锚地资源	48
3.1.8	旅游资源	49
3.1.9	风能资源	50
3.1.10	自然保护区	50
3.2	海洋生态概况	51
3.2.1	气候特征	51
3.2.2	海洋水文动力环境	52
3.2.3	地形地貌和冲淤状况	58
3.2.4	工程地质	62
3.2.5	海洋水质现状调查与评价	66
3.2.6	海洋沉积物现状调查与评价	80
3.2.7	海洋生物质量现状调查与评价	82
3.2.8	海洋生态现状	84
3.2.9	鸟类资源现状调查与评价	100

3.2.10	声环境及电磁环境现状.....	102
3.2.11	“三场一通道”分布.....	108
3.2.12	自然灾害.....	110
4	海底电缆管道路由调查勘测情况	111
4.1	海底电缆管道路由调查勘测概况.....	111
4.2	路由勘察结论.....	112
5	项目用海调整对资源生态影响分析	113
5.1	生态评估.....	113
5.1.1	资源生态敏感目标.....	113
5.1.2	重点和关键预测因子.....	117
5.2	项目用海资源影响分析.....	117
5.2.1	对岸线及海洋空间资源的影响.....	117
5.2.2	对滩涂资源的影响.....	118
5.2.3	对岛礁资源的影响.....	118
5.2.4	对港口资源的影响.....	119
5.2.5	对海洋渔业资源和底栖生物的影响.....	119
5.2.6	对航道资源的影响分析.....	119
5.2.7	对锚地资源的影响分析.....	120
5.2.8	对旅游资源的影响分析.....	120
5.2.9	对风能资源的影响.....	120
5.2.10	分析小节.....	121
5.3	项目用海生态影响分析.....	122
5.3.1	对水动力环境影响分析.....	122
5.3.2	对地形地貌与冲淤影响分析.....	122
5.3.3	对海洋生物生态影响分析.....	123
5.3.4	对水质环境影响分析.....	124
5.3.5	对海洋沉积物环境影响分析.....	125
5.3.6	对海洋生物质量影响分析.....	125
5.3.7	对鸟类资源影响分析.....	126

5.3.8	对声环境和电磁环境影响分析.....	126
5.3.9	对海洋保护区的影响分析.....	128
5.3.10	分析小节.....	128
6	项目用海调整海域开发利用协调分析	129
6.1	海域开发利用现状.....	129
6.1.1	社会经济概况.....	129
6.1.2	海域使用现状.....	136
6.1.3	海域使用权属.....	144
6.2	项目用海对海域开发活动的影响.....	146
6.2.1	对港口、航线、锚地区及水上作业区的影响分析.....	148
6.2.2	对保护区的影响分析.....	149
6.2.3	对人工鱼礁影响分析.....	153
6.2.4	对渔业养殖和捕捞的影响分析.....	153
6.2.5	对倾倒区影响分析.....	154
6.2.6	对海底电缆管道工程影响分析.....	154
6.2.7	风机建设高度对民航影响分析.....	154
6.2.8	与周边建设项目影响分析.....	154
6.2.9	风场方案调整对海域开发活动的影响.....	156
6.2.10	风场方案调整对海域开发活动的影响.....	156
6.3	利益相关者界定.....	156
6.4	相关利益协调分析.....	157
6.4.1	与经济联合社的协调.....	157
6.4.2	与相关公司的协调.....	157
6.4.3	与相关管理部分协调分析.....	158
7	项目用海调整国土空间规划符合性分析	160
7.1	与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析.....	160
7.2	与《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》的符合性分析	160
7.3	与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析	161

7.3.1	所在海洋功能分区及符合性分析.....	161
7.3.2	登陆点所在岸线及符合性分析.....	161
7.3.3	所在生态保护红线及符合性分析.....	162
7.4	与《汕头市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析.....	163
8	项目用海合理性分析	164
8.1	用海选址合理性分析.....	164
8.1.1	宏观选址.....	164
8.1.2	微观选址.....	166
8.1.3	小结.....	167
8.2	用海平面布置合理性分析.....	167
8.2.1	体现节约集约用海原则.....	167
8.2.2	有利于生态和环境保护.....	168
8.2.3	最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响.....	168
8.2.4	最大程度地减少对周边其他用海活动的影响.....	168
8.3	项目用海方式的合理性.....	169
8.3.1	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.....	169
8.3.2	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	169
8.3.3	有利于保护和保全区域海洋生态系统.....	169
8.3.4	能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响.....	170
8.4	占用岸线合理性分析.....	170
8.5	用海面积调整合理性分析.....	171
8.5.1	用海面积合理性.....	172
8.5.2	宗海图绘制.....	174
8.5.3	用海面积量算的准确性.....	176
8.6	用海期限合理性分析.....	185
8.7	立体设权合理性分析.....	185
8.7.1	海域空间分层利用情况.....	185

8.7.2	立体设权必要性分析.....	188
8.7.3	立体设权可行性分析.....	188
9	生态用海对策措施	189
9.1	生态用海对策.....	189
9.1.1	施工期环境保护措施实施情况.....	189
9.1.2	运行期环境保护措施落实情况.....	193
9.2	生态跟踪监测.....	196
9.2.1	施工期环境跟踪监测.....	197
9.2.2	运营期环境跟踪监测.....	200
9.3	生态保护修复措施.....	204
9.3.1	海洋生物资源恢复.....	204
9.3.2	海底电缆路由铺设施工生态损害赔偿.....	206
10	结论与建议	210
10.1	结论	210
10.1.1	项目用海基本情况.....	210
10.1.2	项目用海调整必要性结论.....	210
10.1.3	海底电缆管道路由调查勘测结论.....	210
10.1.4	项目用海资源环境影响变化分析结论.....	211
10.1.5	项目用海与国土空间规划符合性分析结论.....	212
10.1.6	项目用海合理性分析.....	212
10.1.7	项目用海可行性结论.....	213
10.2	建议	213
	资料来源说明	214
	一、引用资料	214
	二、现场调查资料	215
	三、现场踏勘	216

摘 要

（一）项目用海基本情况

大唐南澳勒门I海上风电场项目建设单位为大唐汕头新能源有限公司，于2021年3月24日取得广东省人民政府的用海批复，批准用海面积290.2373公顷，其中透水构筑物用海面积34.3616公顷，海底电缆管道用海面积255.8757公顷，批准用海27年。本项目于2021年12月全容量并网运行，项目装机总容量为245MW，共布置35台7MW风电机组，配套建设1座220kV海上升压站，9回35kV集电海底电缆，2回220kV海底电缆接入陆上开关站。在项目实际建设过程中，因施工单位在施工时出现了测量校准问题，导致35kV海底电缆和220kV海底电缆部分发生了位置偏移，未在批复用海范围内，项目用海位置和面积发生改变，需要根据变化情况进行补充论证，并上报进行项目用海变更申请。

根据《海域使用分类》（HY/T-2009），本项目的海域使用类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类）；根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（2023年11月），项目的海域使用类型为工矿通信用海（一级类）中的可再生能源用海（二级类）。风机基础与海上升压站的用海方式为构筑物用海（一级方式）的透水构筑物用海（二级方式），海底电缆的用海方式为其他用海方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。

项目调整后用海总面积为339.7195公顷，其中透水构筑物用海面积65.9674公顷，海底电缆管道用海面积273.7521公顷，用海总面积增加49.4822公顷，因根据自然资源部2024年12月30日印发《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》，风机部分用海范围有所扩大，导致计算用海总面积有较大新增。

调整后项目申请用海期限与原批复用海期限保持一致，截至2048年1月1日。

（二）项目用海调整必要性

本项目建设对提高可再生能源在能源消费结构比例能起到积极的推动作用，有利于减少土地资源的占用。同时，本地区具有开发海上风力发电有利条件和资源优势，且社会效益、环保效益显著，具有一定的示范作用。项目的风机基础、海上升压站建设、海底电缆铺设必将占用一定的海域，海缆登陆段施工也会涉及岸线，因此项目用海是必要的。

项目用海调整是落实违法违规用海行为查处整改的要求，也是落实依法用海，维护用海秩序的要求。《海域使用管理法》明确“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准”。《海域使用权登记办法》明确要求“下列情形之一的，海域使用权人应当申请变更登记：（二）改变海域使用位置、面积或者期限的；”。本项目海域使用位置和面积均发生改变，因此开展项目用海调整是必要的。

（三）资源生态影响及生态保护修复措施

项目实际建设与批复情况变化较小，仅仅涉及海缆移位，本项目海洋环境影响评价单位已根据批复方案的项目平面布置情况进行数模计算和分析环境影响，根据《大唐南澳勒门I海上风电场项目竣工环境保护验收报告》中的相关结论，以及部分的实测结果，海缆偏移的位置差对整体水动力条件、冲淤环境等海洋环境的影响变化较小。

风机桩基施工、电缆沟冲埋对渔业资源的影响主要表现在附近高浓度悬浮物水域中的海洋生物的仔幼体可能造成的伤害，对潮间带和潮下带底栖生物造成直接损失。施工期底栖与潮间带生物量则出现短期上升，鱼卵、仔鱼及游泳生物资源量均出现大幅衰减。根据大唐南澳勒门I海上风电项目工程环境影响报告书中渔业和水生生物资源损失估算额确定为损失补偿额人民币 1249.67 万元，经与广东省农业农村厅协商，大唐汕头新能源有限公司对渔业和水生生物资源损失进行补偿。

（四）利益相关者协调情况

项目周边海域已确定开发利用活动，主要有航道、锚地、码头、风电、养殖等工程用海。本项目界定的需协调部门为相关管理部门，利益相关者为相关公司。

本项目不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，不涉及领海基点，不涉及国家秘密，不会对国防安全、军事活动和国家海洋国家权益产生不利问题。本项目已取得军方意见。

（五）规划符合性

本项目符合《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》，符合国土空间规划相关要求。

本项目海缆涉及海洋生态红线保护红线，属于必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施，符合“三区三线”的管控要求。同时本工程建设

符合《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划（2017）》等规划，符合国家产业政策。

（六）项目用海合理性分析

本次调整后项目的用海范围仍然在原规划范围之内。本项目风电场场址区位于汕头南澳以南海域，建设场地已在《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》考虑，场址具有唯一性。本项目所在区域的区位和社会条件能满足项目建设的要求；与自然资源和生态环境相适宜，风资源较丰富；场地稳定性和工程地质条件较好，在采取必要的桩基础结构和合理的施工方案等工程措施的前提下，项目选址能满足相应场地要求；项目选址符合国土空间区划；项目建设有利于该区域海洋经济的协调发展，对周边海域的资源环境影响相对较小；项目在协调好与周边利益相关者的关系前提条件下，选址与周边其它用海活动是适宜的。通过对宏观选址和微观选址的分析，项目用海选址是合理的。

本次调整后，本项目的风机机组、海上升压站、35kV 集电线路和 220kV 送出海缆经过了充分的设计、比选和优化，能充分利用海域的空间资源和风能资源，产生最大的发电效益，在规划的风电场范围内集约节约用海。项目用海平面布置方案合理。本项目主要水工建筑物是风机基础、海底电缆和海上升压站，风机基础和海上升压站采用桩基础的结构方案，用海方式分别为透水构筑物 and 海底电缆管道，用海方式能满足本项目的使用功能，符合有关规范的规定，符合海洋功能区划的管理要求，符合生态保护红线的管控要求，项目用海方式合理。

本次调整后，项目申请用海总面积为 339.7195 公顷，其中风机（透水构筑物）用海面积 65.5900 公顷，海上升压站（透水构筑物）用海面积 0.3774 公顷，220kV 海底输电电缆用海面积 203.6579 公顷，35kV 集成电路海底电缆 70.0942 公顷。项目设计符合相关行业标准 and 规范，能满足项目的建设需求，宗海图绘制符合规定，量算准确，符合相关用海控制指标要求。现阶段，不存在减少用海面积的可行性，从集约节约用海角度考虑，用海面积合理。

结合国家对项目用海年限的规定，调整后项目申请用海期限与原批复用海期限保持一致，截至 2048 年 1 月 1 日，符合《中华人民共和国海域使用管理法》第六条的规定。

（七）项目用海可行性结论

本项目的建设有利于促进粤东地区经济增长；项目所在海域的风能资源较好，海底地质条件适宜，交通较便利，资源环境能满足本项目建设需要；项目用海对周边海域的资源环境影响较小，资源损失可通过生态补偿的方式进行补偿；工程施工期和运营期基本落实了环境影响报告书中提出的环保措施与建议以及环保主管部门的批复意见，各项环保设施与工程同时设计、同时施工、同时投入使用；项目用海的利益相关者可协调；符合国土空间规划、相关规划和海洋生态保护红线；项目用海选址适宜，用海方式符合有关规范的规定，平面布置方案经过设计、比选和优化后布置合理，有利于集约节约用海；项目宗海图绘制规范，面积量算合理，申请用海期限符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，用海期限合理。项目建设在严格落实生态用海对策和海域使用管理要求的前提下，从海域使用管理角度出发，本项目用海方案可行。

1 概述

1.1 论证工作由来

随着国家提出碳达峰、碳中和的战略目标，大力发展光伏、风电等新能源产业，是实现电力能源结构优化的必由之路。广东省大陆海岸线总长达 4000km 以上，海域面积广阔，沿海风能资源丰富，具备海上风电规模开发的场地和效益，潜力巨大。开发利用广东省近海风能资源，不仅有利于广东能源安全稳定供应和环境保护，还可促进风电装备及相关产业链的形成和发展，实现经济社会的可持续发展，为广东打造风电产业基地创造良好条件。根据《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》，勒门风电场位于汕头市东部、南澳县南部海域的勒门列岛附近。勒门海上风电（场址一）场址面积为 56km²，包括大唐南澳勒门 I 海上风电项目和大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目风电场，建设单位为大唐汕头新能源有限公司。

2021 年 3 月 24 日，该项目取得广东省人民政府《关于大唐南澳勒门 I 海上风电项目用海的批复》（粤府海审〔2021〕（1）3 号）（见附件 2），批准用海面积 290.2373 公顷。其中透水构筑物用海面积 34.3616 公顷，海底电缆管道用海面积 255.8757 公顷，海底电缆登陆点位于达濠岛东南部，批准用海 27 年。

大唐南澳勒门 I 海上风电项目风电场容量为 245MW，采用上海电气单机容量为 7MW 的机型，共布置 35 个机位，建设海上升压站 1 座，海上风力发电机组通过 9 回路 35kV 集电海底电缆连接到 220kV 海上升压站，经过 2 回路 220kV 海底电缆线路送到汕头广澳表角沿岸登陆。大唐南澳勒门 I 海上风电项目工程于 2021 年 2 月开始基础施工，于 2021 年 12 月全部 35 台风机并网完成，风电场具备并网发电的条件，2021 年 12 月投入试运营。

2021 年 9 月 18 日，自然资源部办公厅印发《关于做好海上风电用海有关问题处置工作的通知》（自然资办函〔2021〕1713 号）明确要求“严肃查处未批先建、批建不一致等违法用海项目：对此类违法用海项目，要依法依规予以严肃查处。查处到位后，严格进行评估，对于符合风电用海政策、符合海洋功能区划和生态保护红线等管控要求的项目，要根据评估结论进行整改，整改到位后方可依法办理项目用海手续；对于不符合风电用海政策和有关管控要求的项目，应依法依规予以拆除，并开展生态保护修复，最大程度降低对海洋生态环境的影响。”

根据国家法律法规，项目因施工调整，使得占用海域超出批复用海范围的，应根据项目变化情况进行海域使用补充论证，并上报进行项目用海变更。受大唐汕头新能源有限公司委托，自然资源部汕头海洋中心（以下简称“汕头海洋中心”）承担了大唐南澳勒门I海上风电场项目的变更海域使用补充论证工作（见附件1）。接到委托后，汕头海洋中心立即成立项目组，在现场踏勘调查以及收集与本工程有关资料的基础上，查清工程区附近海洋资源开发利用现状；开展资源生态影响分析和回顾性分析；分析界定利益相关者并梳理协调方案；进行涉海工程综合分析研究，重新量算工程用海面积等工作，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）和《海籍调查规范》等要求编制形成了《大唐南澳勒门I海上风电项目变更海域使用补充论证报告书》。

本次论证根据实际建设方案，具体论证内容与已批复的海域使用论证报告的主要对比见表 1.1-1。

表 1.1-1 批复方案与建设方案的论证内容对比

论证内容	已批复方案情况	本建设方案情况	变化情况
建设内容	35 台 7MW 风电机组， 220kV 海上升压站 1 座，9 回 35 kV 集电海底电缆，2 回 220kV 海底电缆	35 台 7MW 风电机组， 220kV 海上升压站 1 座，9 回 35 kV 集电海底电缆，2 回 220kV 海底电缆	不变
论证等级	一级	一级	不变
用海期限	27 年 （截止至 2048 年 1 月 1 日）	27 年 （截止至 2048 年 1 月 1 日）	不变
用海面积	用海总面积为 290.2373 公顷，其中透水构筑物用海 34.3616 公顷，海底电缆管道用海 255.8757 公顷	用海总面积为 339.7195 公顷，其中透水构筑物用海 65.9674 公顷，海底电缆管道用海 273.7521 公顷	增加 49.4822 公顷
占用岸线情况	22.0 m	25.8m	增加 3.8m
施工工艺	风机为单桩钢管沉桩；海上升压站采用 4 腿直立导管架型式；海底电缆登陆采用定向钻方式	风机为单桩钢管沉桩；海上升压站采用 4 腿直立导管架型式；海底电缆登陆采用定向钻方式	不变
海洋生态概况资料来源	中国科学院南海海洋研究所，2017 年 4 月和 9 月	中国科学院南海海洋研究所，2024 年 11 月和 2025 年 4 月	更新
利益相关者	汕头市中洋水产科技有限公司、郑展龙、汕头市广兴养殖有限公司	汕头市中洋水产科技有限公司、郑展龙、汕头市广兴养殖有限公司	不变

论证内容	已批复方案情况	本建设方案情况	变化情况
	司、汕头市中洋科技有限公司、汕头南澳勒门（二）海上风电场项目	有限公司、汕头市中洋科技有限公司、汕头南澳勒门（二）海上风电场项目	
国土空间符合性分析	《广东省海洋功能区划》《广东省海洋主体功能区规划》、《广东省海岸带综合保护与利用规划》《广东省海洋生态红线》	删除失效规划，新增广东省国土空间规划、三区三线等新批规划	更新

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规及政策性文件

- （1）《中华人民共和国海域使用管理法》，2002年1月1日起施行；
- （2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2024年1月1日起施行；
- （3）《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日修正；
- （4）《中华人民共和国湿地保护法》，2021年12月24日,中华人民共和国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；
- （5）《中华人民共和国海岛保护法》，2009年12月26日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过；
- （6）《产业结构调整指导目录（2024年本）》，2023年12月27日；
- （7）《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年3月；
- （8）《关于加快推进生态文明建设的意见》，国务院，2015年4月；
- （9）《船舶水污染防治技术政策》，生态环境部，公告2018年第8号；
- （10）《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事项的通知》（2018年6月）；
- （11）《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006年10月发布；
- （12）《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；
- （13）《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》，交通运输部，2021年9月1日；
- （14）《中共中央办公厅关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅，2019年11月1日发布；

(15) 《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》(自然资发〔2022〕142号), 2022年08月16日;

(16) 《自然资源部办公厅关于进一步加强现有自然岸线监管工作的函》(自然资办函〔2022〕977号), 2022年6月2日;

(17) 《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), 2022年10月14日;

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

(19) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》(自然资发〔2023〕89号), 2023年6月13日;

(20) 《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》(国海规范〔2016〕6号);

(21) 《自然资源部办公厅关于修订项目用海监管制度的函》(自然资办函〔2024〕2335号), 2024年11月8日;

(22) 《自然资源部关于探索推进海域立体分层设权工作的通知》(自然资源规〔2023〕8号), 2023年11月13日;

(23) 《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》, 自然资源部, 2024年12月30日;

(24) 《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;

(25) 《自然资源部办公厅关于进一步做好用地用海用岛国土空间规划符合性审查的通知》(自然资办发〔2024〕21号), 2024年5月6日

(26) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》, 自然资源部, 2023年11月;

(27) 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》(国发〔2014〕9号);

(28) 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》(农渔发〔2022〕1号);

(29) 《广东省海域使用金征收标准(2022年修订)》，广东省财政厅、广东省自然资源厅，2022年7月1日实施；

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

(31) 《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》(粤自然资规字〔2025〕1号)，广东省自然资源厅，2025年6月12日；

(32) 《广东省人民政府办公厅关于印发促进海上风电有序开发和相关产业可持续发展实施方案的通知》(粤府办〔2021〕18号)，2021年6月1日；

(33) 《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)；

(34) 《广东省自然资源厅关于印发<生态恢复岸线验收办法>的通知》(粤自然资海域〔2022〕2582号)；

(35) 《广东省自然资源厅关于明确市县级国土空间总体规划数据库启用条件及使用规则的通知》(粤自然资函〔2023〕630号)；

(36) 《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)，2023年9月18日；

(37) 《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日修正。

1.2.2 相关规划与区划

(1) 《产业结构调整指导目录(2024年本)》，自2024年2月1日起正式施行；

(2) 《广东省国土空间规划(2021-2035年)》，2023年12月26日；

(3) 《广东省海岸带及海洋空间规划(2021—2035年)》，2025年1月123日；

(4) 《广东省海上风电发展规划》(2017-2030年)(修编)，2018年4月11日；

(5) 《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》，2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准；

(6) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，2021年9月30日；

(7) 《广东省自然保护区规划(2021—2035年)》，2021年8月；

- (8) 《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，2023 年 8 月；
- (9) 《汕头市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》，汕头市人民政府，汕府〔2021〕34 号。

1.2.3 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；
- (2) 《地籍调查规程》，GB/T 42547-2023；
- (3) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- (4) 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；
- (5) 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；
- (6) 《海洋调查规范》，GB 12763-2007；
- (7) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》，HJ1409-2025；
- (8) 《海滨观测规范》，GB T14914.2-2019；
- (9) 《海水水质标准》，GB 3097-1997；
- (10) 《海洋生物质量》，GB 18421-2001；
- (11) 《海洋沉积物质量》，GB 18668-2002；
- (12) 《海洋工程地形测量规范》，GB/T 17501-2017；
- (13) 《全球定位系统（GPS）测量规范》，GB/T 18314-2009；
- (14) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，SC/T 9110-2007；
- (15) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002 年 4 月；
- (16) 《围填海工程生态建设技术指南（试行）》，国海规范〔2017〕13 号；
- (17) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018；
- (18) 《海域使用面积测量规范》，HY/T 070-2022；
- (19) 《产业用海面积控制指标》，HY/T 0306-2021；
- (20) 《船舶水污染物排放控制标准》，GB 3552-2018；
- (21) 《风电场微观选址技术规范》，NB/T 10103-2018；
- (22) 《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》，自然资源部，2023 年 11 月；

(23) 《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范围(试行)》，广东省自然资源厅，2024 年 6 月。

1.2.4 项目技术资料

(1) 《大唐汕头南澳勒门 I 海上风电项目通航安全影响专题研究报告(报批稿)》，广东联合港航服务有限公司，2018 年 2 月；

(2) 《广东大唐国际南澳勒门 I 海上风电项目海域使用论证报告书(报批稿)》，中国科学院南海海洋研究所，2018 年 3 月；

(3) 《广东大唐国际汕头南澳勒门 I 海上风电场工程可行性研究报告(内审收口版)》，中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2018 年 6 月；

(4) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由调查勘测报告(报批稿)》，浙江华东建设有限公司，2018 年 8 月；

(5) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目风场方案调整海域使用论证补充报告(报批稿)》，中国科学院南海海洋研究所，2020 年 5 月；

(6) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目海洋环境影响报告书》，中国科学院南海海洋研究所，2020 年 12 月；

(7) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kv 海底电缆敷设施工方案》，北京海瑞兴能源科技有限责任公司，2021 年 7 月；

(8) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由铺设生态修复方案(报批稿)》，国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站，2022 年 5 月；

(9) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由铺设海洋生态损害评估报告(报批稿)》，国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站，2022 年 5 月；

(10) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由登陆段生态修复工程跟踪监测及竣工评估报告(报批稿)》，国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站，2023 年 4 月；

(11) 《大唐南澳勒门 I 海上风电项目航道通航条件影响评价报告》，东莞鑫杰工程咨询有限公司，2024 年 8 月。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

原补充论证报告中本项目论证等级为一级，项目实际建设规模未发生变化，

用海类型和用海方式不变,项目用海总面积由 290.2373 公顷变为 339.7195 公顷,论证等级仍为一级,具体判定如下:

项目建设为风电场、海上升压站、风机间集电线路海底电缆、220kV 海底电缆,根据《海域使用分类》(HY/T-2009),本项目的海域使用类型为工业用海(一级类)中的电力工业用海(二级类),本项目用海方式包括构筑物用海(一级方式)中的透水构筑物用海(二级方式)、其他用海方式(一级方式)中的海底电缆管道用海(海底电(光)缆)(二级方式);根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(2023 年 11 月),项目的海域使用类型为工矿通信用海(一级类)中的可再生能源用海(二级类)。用海单元包括风机、海上升压站和海底电缆用海,申请海域使用总面积为 339.7195 公顷,其中透水构筑物用海的总面积为 65.9674 公顷,论证等级为一级;海底电缆管道的用海总面积为 273.7521 公顷,部分穿越海洋生态保护红线区,论证等级为二级。

根据《海域使用论证技术导则》中“同一项目用海按不同用海方式、用海规模和海域特征判定的等级不一致时,采用就高不就低的原则确定论证等级”的要求,判定本项目论证等级定为一,具体判定依据见表 1.3.1-1。本项目调整前后建设内容及用海方式、面积变化情况见表 1.3.1-2。

表 1.3.1-1 论证等级分析表

用海单元	一级用海方式	二级用海方式		用海规模	所在海域特征	论证等级
风机、海上升压站	构筑物用海	透水构筑物用海		构筑物总长度大于(含)2000m 或用海总面积大于(含)30ha (本项目透水构筑物申请用海面积共 65.9674 公顷)	所有海域	一
海底电缆	其它用海方式	海底电缆管道	海底电(光)缆	所有规模 (本项目海底电缆申请用海面积共 273.7521 公顷)	敏感海域	二
本项目						一

表 1.3.1-2 本次调整前后建设内容及用海方式、总面积变化情况

用海内容	用海设施	用海方式		用海面积(ha)		
		批复方案	建设方案	批复方案	建设方案	面积变化

大唐南澳勒门I海上风电项目	风机	构筑物用海	构筑物用海	32.3610	65.5900	增加
	海上升压站	-透水构筑物用海	-透水构筑物用海	2.0006	0.3774	减少
	海底电缆	其它用海方式-海底电缆管道-海底电（光）缆	其它用海方式-海底电缆管道-海底电（光）缆	255.8575	273.7521	增加

1.3.2 论证工作范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T42361—2023）的规定：论证范围应根据项目用海情况、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，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km，三级论证 5km；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。

批复方案论证范围如图 1.3.2-1，面积约 1631.14km²。

按照《海域使用论证导则》一级论证范围要求，建设方案中风机、海上升压站所在区域向外扩展 15km，220kv 海底电缆管道所在区域向外扩展 5km，如图 1.3.2-1。总体来看论证范围有所减少，面积约 1428.18km²。

图 1.3.2-1 建设方案与批复方案调整前后论证范围对比示意图

表 1.3.2-1 论证范围坐标点

1.4 论证重点

调整后本项目宏观选址未变，微观选址发生了变化，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求和项目用海类型及方式、工程所在区域的环境特征及海域开发利用现状，同时考虑到本项目用海已完成了海域使用论证工作取得了不动产权证，并且已完成了项目建设，用海必要性、选址（线）合理性、用海方式合理性等已在《大唐南澳勒门I海上风电项目风场方案调整海域使用论证补充报告》中均已分析，且基本未产生变化。因此，本次论证重点应为：

- （1）用海调整必要性；
- （2）用海面积调整合理性；

- (3) 用海平面布置调整合理性；
- (4) 用海调整对资源生态影响分析；
- (5) 国土空间规划符合性；
- (6) 生态用海对策措施。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

项目名称：大唐南澳勒门 I 海上风电项目

项目性质：已建

投资主体：大唐汕头新能源有限公司

投资额度：风电场工程静态投资 612829 万元，单位千瓦静态投资 25013 元/kW，风电场工程动态总投资 638498 万元，单位千瓦动态投资 26061 元/kW，其中建设期利息 36772 万元。

地理位置：大唐南澳勒门 I 海上风电项目场址位于汕头市东部，南澳县南部的勒门列岛附近海域，从登陆点至外围风机。本期风电场场址四至坐标见表 2.1-1，地理位置图见图 2.1-1，场址水深范围 18m~25m，外围风机包络海域面积约为 1607 公顷，海上风电场外包络线与海岛岸线最近距离约 11.1km，具体情况如图 2.1-2 所示。

表 2.1-1 风电场址四至坐标

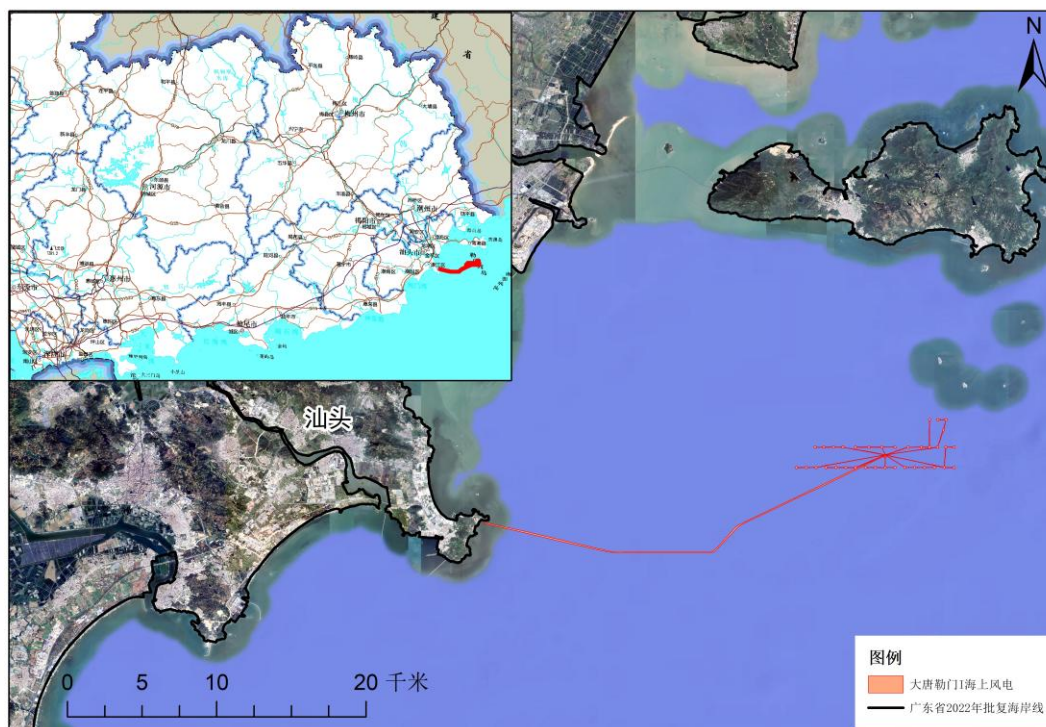


图 2.1-1 项目地理位置图

图 2.1-2 风电场包络线示意图

批复建设内容：

本项目规划装机总容量为 245MW，布置 35 台 7MW 风电机组，配套建设 1 座 220kV 海上升压站。风电机组发出的电能通过 9 回路 35 kV 集电海底电缆接入海上升压站，升压后通过 2 回路 220kV 海底电缆接入陆上开关站。海底电缆路径总长 66.307km（电缆总长 93.407km）。

实际建设内容：

大唐南澳勒门I海上风电项目于 2021 年 3 月 16 日海上正式开工，于 2021 年 12 月 29 日全容量并网，实际建设内容与批复建设内容基本相同，仅 35kV 集电海底电缆和 220kV 海底电缆发生了部分偏移。

根据项目海缆路由测量技术报告，风机批复坐标与实测风机桩基中心点坐标对比情况见表 2.1-3 和图 2.1-3，可见风机建设点与批复方案的偏移距离不大。

表 2.1-3 风机批复坐标与实测坐标对比

图 2.1-3 风机批复位置与实测位置对比

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 工程总平面布置

本项目批复方案的总平面布置图示意图见图 2.2.1-1，建设方案的总平面布置图示意图见 2.2.1-2，调整前后平面布置示意图对比见图 2.2.1-3。

批复方案各项主要工程规模如下：

原补充论证报告中，推荐机型为 35 台上海电气 7MW 风电机组，总容量 245MW。风机的高度为 100m，风轮直径为 154m。利用风能资源分析软件 WAsP 进行发电量计算后，年上网电量 751.192GW·h，年等效满负荷小时数为 3066h，平均尾流影响折减系数为 7.13%，平均风速为 8.67m/s。

建设方案情况：

相对于批复方案，主要发生的变化为 35kv 接入电缆和 220kV 海底电缆发生部分偏移，但调整后的用海范围未超出《广东省海上风电发展规划（2017-2030

年）（修编）》中勒门场址的规划范围。

图 2.2.1-1 批复方案的总平面布置示意图

图 2.2.1-2 建设方案的总平面布置示意图

图 2.2.1-3 调整前后平面布置局部对比图

2.2.2 风力发电机组

建设方案与批复方案的风电机组建设数量及内容一致。

本项目共建设风机 35 台，为上海电气 7MW 风电机组，从结构、施工、防腐蚀、工程量等因素综合考虑，均采用无过渡段单桩基础方案。本工程中 7MW 风机单桩基础钢管桩桩径 8.5m，壁厚 75mm~100mm，桩长约 90.3m~102.0m，桩顶高程为 16.0m，桩底平均高程约-82.0m，平均入土深度约 58.45m。附属构件采用整体套笼结构，将外风机平台、防撞构建、爬梯等附属构件吊装作业时间，将防撞构件、外风机平台爬梯电缆管及牺牲阳极等附属设计为整体套笼结构，桩身预先设置附属件的连接结构。将外接平台纳入风机垂直投影后，7MW 风机半径为 8.412m（1#~35#），建设前后风机桩径未发生变化。在靠船件基础上设置 SA 400×1500 型护舷进行缓冲，可满足运维船只防撞设计要求。单桩风机塔基基础结构见图 2.2.2-1。

7MW 风机以塔架中心点（风机系泊点）为圆心，风机叶片半径为 77m（图 2.2.2-2）。

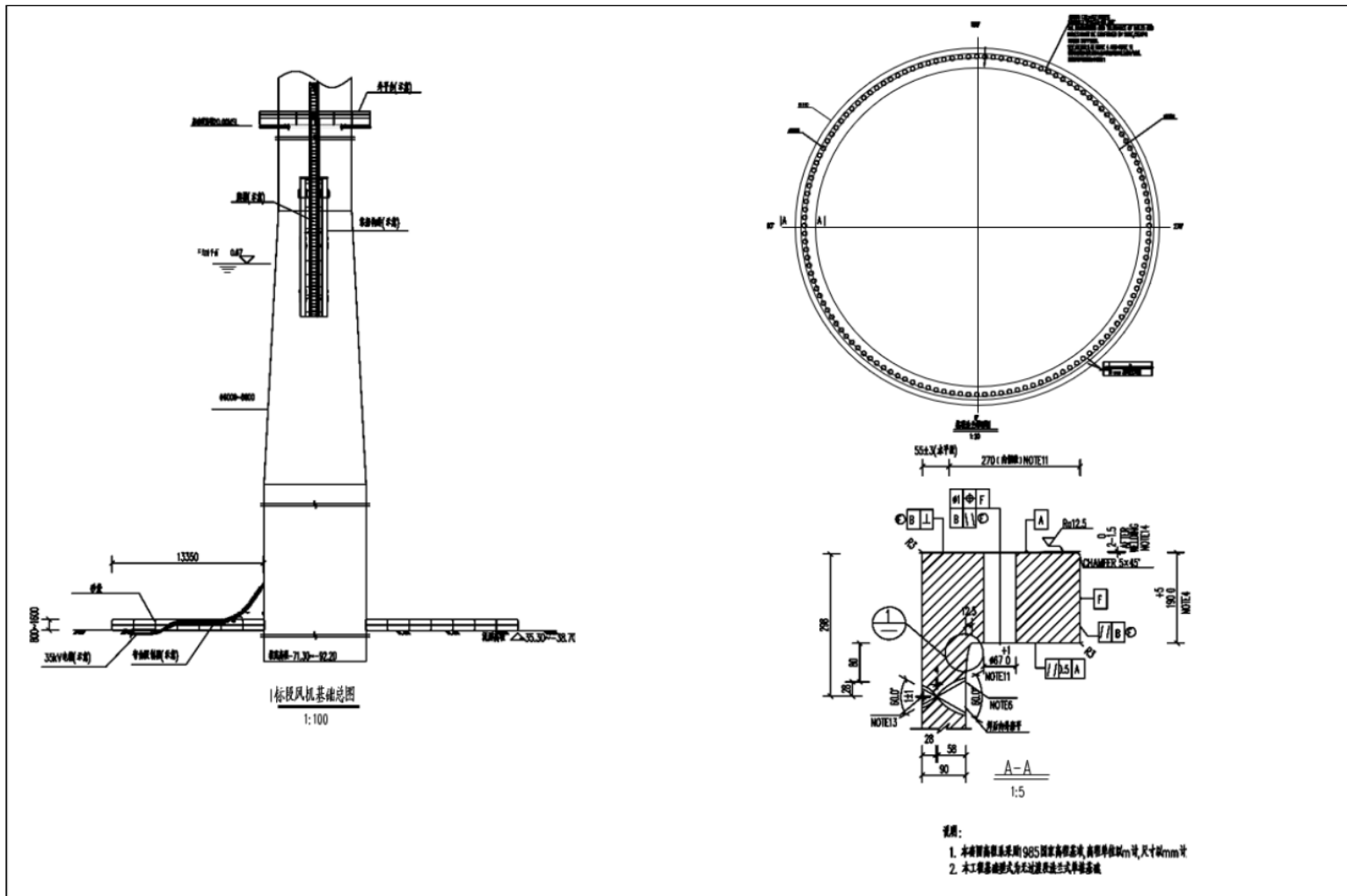


图 2.2.2-1 单桩风机塔基础结构剖面图 (本图由设计单位提供)

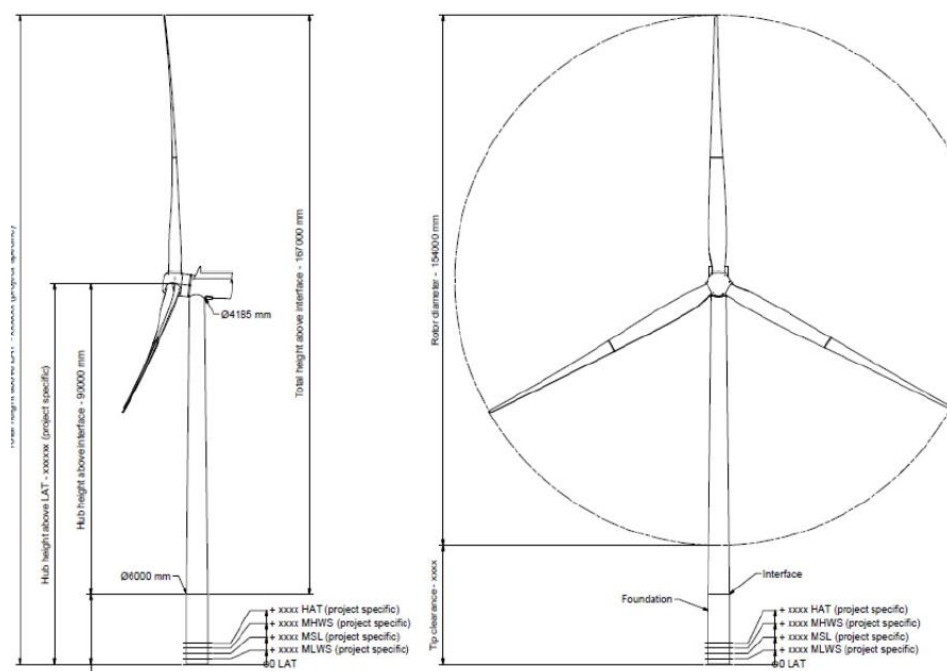


图 2.2.2-2 上海电气 7MW 风机尺寸规格（本图由设计单位提供）

2.2.3 海上升压站

建设方案与批复方案一致。

本项目海上升压站采用钢结构框架加预制设备舱式布置形式，其平面布置见图 2.2.3-1、图 2.2.3-2，包括上部组块和下部基础结构。

上部组块采用三层布置，最大投影平面尺寸约为 36.0m×40.4 m，顶甲板顶面高约 33.7m。上部结构由立柱、梁格、斜撑及甲板组成，立柱及甲板间斜撑采用钢管，主梁采用焊接 H 型钢，次梁采用热轧 H 型钢，在立柱、撑杆与主梁交点处管节点用钢材加强。导管架通过 4 根钢管桩固定于海底，采用插入式灌浆连接。

海上升压站共三层布置，底层高为 7m，其他层高均为 5m，0.00m 层主要布置救生装置，兼做电缆层。另主变的集油罐及临时休息室均考虑在本层设置。第二层中间布置主变。主变一侧布置 220kV 配电装置，另一侧布置 35kV 配电装置及其中性点接地装置及站用电设备。第三层为主变及 220kV 配电装置上空，其余区域布置有继电器、柴油发电机、低压应急段配电柜。17.00m 层设有吊车、设备检修孔、功率预测设备、室外机等。

海上升压站经优化后采用预制舱与整体式相结合的技术形式。主变仍布置在主体结构中，中低压配电装置、电子设备间、柴发、暖通与消防房间等采用预制

舱式结构。

导管架采用 4 腿直立导管架型式，导管架顶标高为 13.5m，导管架总重约 1476t。钢管桩采用 4 根大直径开口钢管桩插入土层中，桩入泥深度为 76m，桩顶高程为 13.5m，桩底标高为-23.0m；桩长为 90m。4 根桩总重约 900t。海上升压站设备尺寸大、重量大且电缆繁多，吊装时将结构分为上部组块和导管架两部分，其中上部组块整体在陆上完成建造和安装调试工程，然后整体运输吊装。

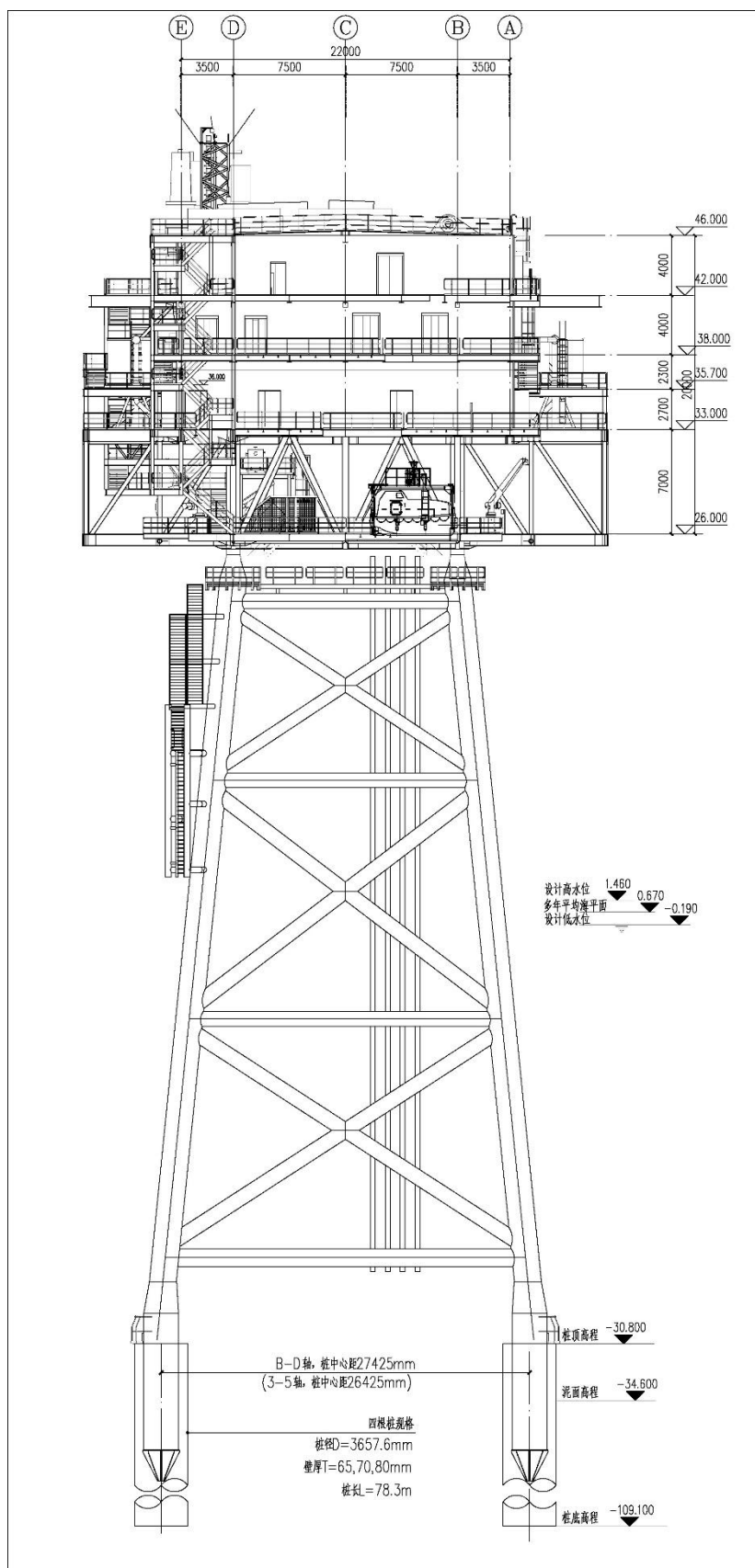


图 2.2.3-1 海上升压站立面示意图 (本图由设计单位提供)

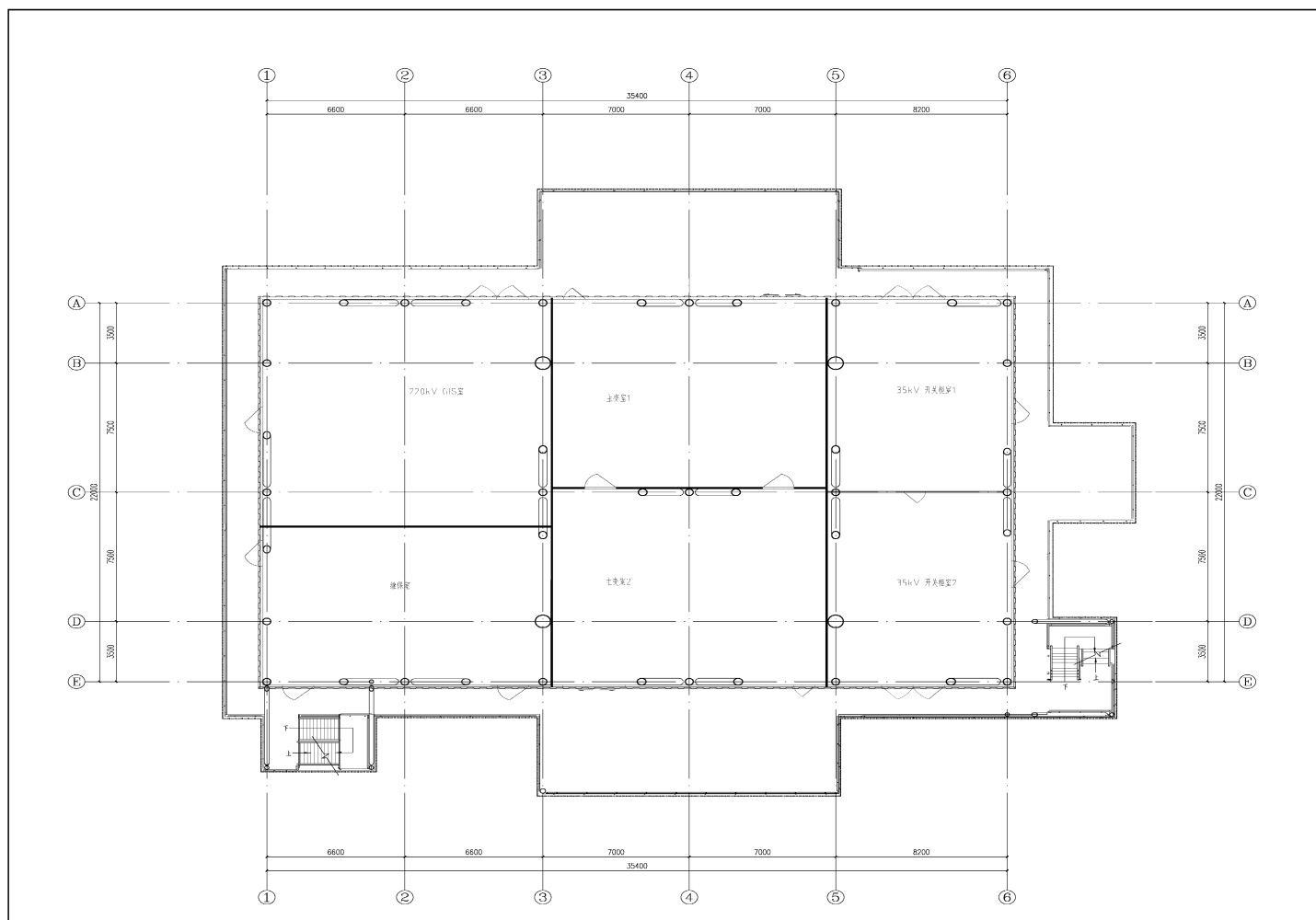


图 2.2.3-2 海上升压站（顶层）平面布置示意图（本图由设计单位提供）

2.2.4 陆上开关站

原方案和本次调整后，开关站均位于陆地，不占用海域，本报告书不再做重复分析。

2.2.5 海底电缆

项目调整前后，35kV 集电线路及 220kV 输电线路均采用海底电缆。

(1) 220kV 送出海底电缆

本工程 220kV 送出海底电缆路径长约 27km，电缆自身宽度 25cm，每根电缆之间安全间隔按照水深的 2 倍布设。项目调整前后，220kV 送出电缆路由发生一定偏移。调整前后布设示意图见图 2.2.5-1。

图 2.2.5-1 220kV 集电海底电缆调整前后布设示意图

(2) 35kV 集电电缆

海底电缆采用 35kV 单根三芯电缆。原设计方案共设置 9 回 35kV 集电海底电缆。调整后，电缆数量未变，位置发生偏移，调整前后布设示意图见图 2.2.5-2。

图 2.2.5-2 35kV 集电海底电缆调整前后布设示意图

2.2.6 登陆点位置及周边环境

2.2.6.1 登陆点选择

本项目路由海缆登陆点位于汕头市濠江区广澳表角南侧海岸，见图 2.2.6-1。

图 2.2.6-1 海缆登陆点周边现状

2.2.6.2 登陆点施工前周边环境

大唐南澳勒门I登陆点位于达濠表角，见图 2.2.6-2。根据《大唐南澳勒门I海上风电项目 220kV 海底电缆路由调查勘测报告》，登陆点所在位置施工前情况如下：为砂质岸线，沙滩近似北东向延伸走向，长约 330m，海岸线比较平直，沙滩宽度 20m~40m。调查期间附近海域未发现养殖活动。登陆点东北侧山体附近分布较多卵石（图 2.2.6-3a），圆形为主，卵石粒径以 50~100cm 为主，局部可达 120cm 以上；登陆点西南侧存在较多废弃的输水管道（图 2.2.6-3b），登陆点向岸侧为

植被覆盖的边坡（图 2.2.6-3c），坡度较大，根据地形测量结果，坡底到坡顶平坦处高差约 9-11m，坡角约 26.5° ，登陆点后侧高坡植被茂密，为后侧山体的延伸，登陆点西南侧高坡植被茂密，高坡后侧为养殖虾塘（图 2.2.6-3d）。

图 2.2.6-2 登陆点位置示意



a 登陆点东侧岸边的卵石



b 登陆点西南侧的废弃输水管道



c 登陆点后缘的虾塘



d 登陆点向陆侧山坡

图 2.2.6-3 登陆段周边环境

2.2.6.3 登陆点施工后周边环境

根据实际踏勘情况，铺设完成后登陆点周边情况见图 2.2.6-5，所在沙滩已基本恢复铺设之前的形态。



图 2.2.6-5 已完成铺设的登陆点附近岸线情况

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 风机基础施工

2.3.1.1 钢结构加工及制作

根据现阶段基础结构设计计算成果，采用 35 台单桩基础。钢管桩桩径 7.0~8.5m，桩长约为 90.3~102.0m，平均入土深度约为 55.0~60.0m，桩底平均高程约为-82.0m，桩顶高程约为 16.0m。按照当前国内的生产能力，单桩不宜采用螺旋自动焊的加工工艺，应采用半自动的直焊缝生产工艺。

风机基础钢结构加工制作属于专业的海洋钢结构建造项目，其对生产厂家的生产能力及加工制作质量要求较高，经过前期市场调查，江苏南通或福建漳浦周边具有加工大直径单桩的大型生产厂家。

本工程风机基础的钢结构制作初步选定江苏南通或福建漳州的大型钢结构加工厂进行制作，然后通过海路运输至施工现场，简要情况如下：

南通市启东、如东地区属于国内中部沿海船舶、钢结构制作加工产业基地，拥有一批大型的加工制作企业，其中的振华公司大南通基地 2009 年至今曾为多个海上风电场等多个项目进行过超长大直径钢管桩加工制作，具有丰富的超长大直径钢管桩加工与运输经验。场区内钢结构生产车间共 6 条生产线，具备 100mm 厚度以内船用高强钢板加工能力的生产机械，具备生产本工程单桩基础钢管桩的能力。

福船一帆新能源设备制造基地位于福建漳州沿海地区，是福建省内最大型的海上风电设备大型制造基地，年加工 15-20 万吨重型钢构，具有大直径单桩基础、风机塔筒、导管架结构等加工能力。该制造基地共有重型管塔生产流水线 8 条，有 10 万平方米产品堆场，场内配置有 1200 吨大型龙门吊，最大卷板能力达 120mm，单段塔筒最大制作直径为 9m。

经过对上述两处钢结构加工厂家的综合比较与现场实际调研，结合本项目的建设工期要求，考虑到本项目施工期间钢结构加工厂可能会出现产能紧张的情况，建议可同时采用江苏南通、福建漳州两处的钢结构加工厂家同时生产风机基础钢结构。

2.3.1.2 钢管桩加工制造

单桩基础钢管桩、过渡段的加工制作工艺与常规钢管桩直缝加工制作工艺基

本相同，主要差别是单桩基础对设备选型的要求较高，加工制作工艺主要为：

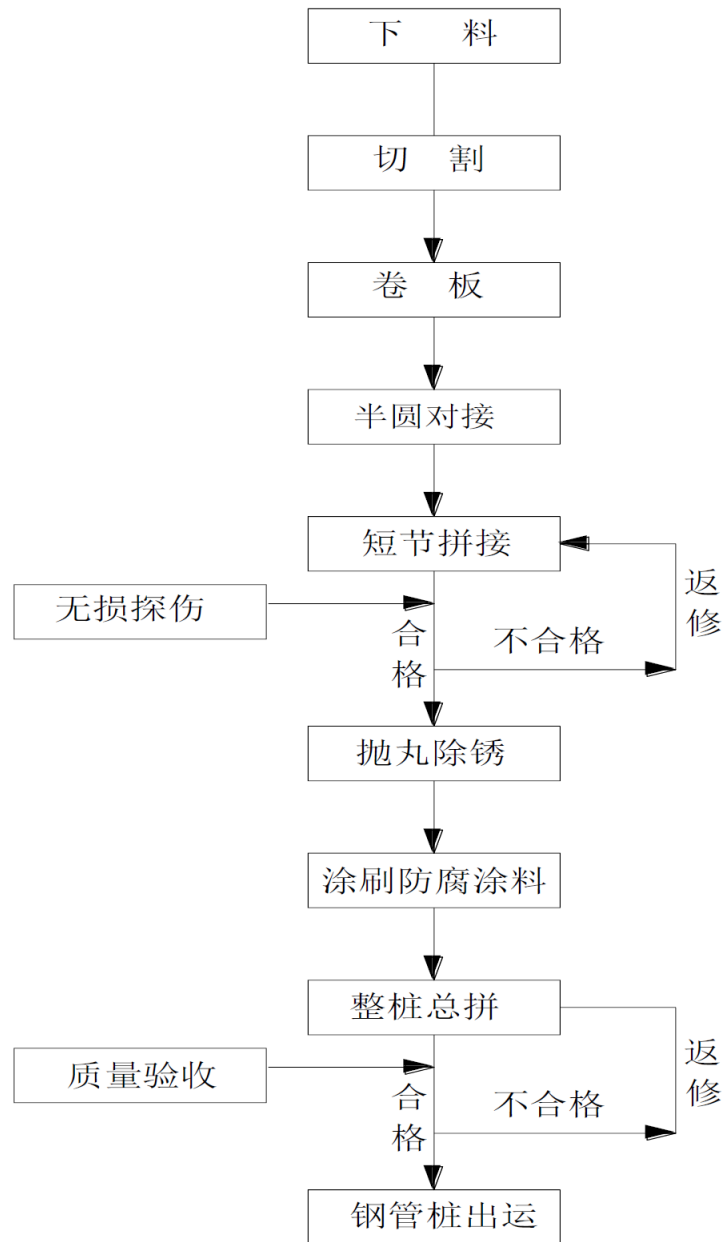


图 2.3.1-1 钢结构加工制作工艺流程图

钢管桩及过渡段在工厂生产完并经验收合格后运至码头前沿进行出运，利用设置在出运码头的回转吊及起重船进行装船，运输采用 6000 吨运输货船，视运输条件及进度需求，每次运输 2 根单桩基础。

2.3.1.3 测量工程

风机基础施工项目为外海施工作业项目，施工区域远离海岸线，常规测量无法直接进行作业，采用 GPS 定位技术进行测量控制，拟在风电场内设置测量 GPS

基站，覆盖到整个施工区域。测量仪器主要采用高精度的 GPS 测量仪器，全站仪、经纬仪、水准仪及激光扫平仪器为辅助测量仪器，本工程实施初期，可在风电场内中间位置首先施打一根风机机位工程桩，利用此工程桩改造成 GPS 测量基站平台，并在平台上设置供电系统。

2.3.1.4 基桩保护

本工程风电场场区附近海域地形有冲有淤，为了避免海床冲刷搬运对单桩基础造成不良影响，本工程采用铺设尼龙沙被的方式保护单桩基础，在每座风机基础周边 35m×35m 的范围内铺设砂被。

在工程附近的采沙场采购海砂，预制砂被完成后，利用平板驳船运至工程海域，利用起重船起吊、安放。起重船甲板上设有吊杆和控制吊杆俯、仰的支架，在进行安放作业时，吊钩通过专用吊具起吊砂被，依次安放在基础周围，起重船的最大起重能力不低于 400 吨。

2.3.1.5 非嵌岩单桩基础施工

场址水深条件可以满足常规浮式起重船的作业条件，故可以采用国内较为常见的“定位平台稳桩，起重船吊打沉桩”的打桩工艺。

吊高校核：本项目的水深范围在 19m~26m 内，满足大型施工船只正常作业、航行的吃水要求。考虑导向架采取可启闭式龙口结构，则本项目单桩最大长度为 102m，考虑植桩以后入土 10m、最小水深取 19m，桩顶套锤后高出桩顶按 15m 考虑，锤顶距吊钩上部距离按 10m，故所需立桩套锤所需吊高=102-19-10+15+10=98m，目前国内船机设备能满足本项目单桩的吊高要求。

起重系统选型：浮式起重船配合导向架吊打单桩工艺再国内多个项目已经相当广泛的影响，施工经验较为成熟，大型浮式起重船资源相对可靠。

目前国内的浮式起重船起吊系统主要分为扒杆式与全回转式，扒杆式起重船系统具有起重能力大、效率高的特点，但喂桩入过程中船舶需要移位，无法保证船体在锚泊状态下送桩，具有一定施工风险，作业条件受来流变化条件影响较大。

考虑到本项目水深大、海况较为恶劣，沉桩可作业窗口期短，对海上作业的效率要求高、工期紧，而全回转起重系统可以减少翻桩、喂桩过程中船舶移位、抛锚定位的时间，大大减少了立桩的作业耗时。但根据项目单桩重量、长度，可选的全回转浮式起重船资源较少，因此本阶段推荐选择扒杆起重系统进行起吊作

业。

综上根据作业所需要的吊高、吊重要求，起重系统推荐采用主起重能力不小于 2400t 的扒杆起重系统。同时考虑到 2400t 级扒杆起重船单吊钩起重小于 1600t，较难实现双主钩自行翻桩作业，因此需要另外配置 1000t 级辅助浮吊配合翻桩。

1) 沉桩准备：

搭建导向架：首先配套驳船将定位平台和辅助桩运输至机位处，再利用 GPS 定位将定位平台安放在机位处，正位调平后，插入一根辅助桩，然后采用振动锤沉桩，逐根打入。为有效控制辅助桩沉桩过程中稳桩平台偏位，辅助桩打设顺序按照对角线进行，即 1#辅助桩、4#辅助桩、2#辅助桩、3#辅助桩。

2) 主要沉桩步骤：

1、船机及导向架就位起重船承潮移至施工区基础附近，利用抛锚艇辅助下抛锚后绞锚进行初定位，钢管桩运输船进入风电场机位附近就位。

2、钢管桩起吊：主起重船采用 2400t 及以上级别的起重船，主吊钩连接钢管桩靠近顶部的吊耳，1000t 辅助起重船连接桩身尾部吊耳。主辅起重船一起配合，将钢管桩水平起吊，抬升一定高度后，运输驳船退出施工现场。

3、钢管桩立桩、入龙口：完成管桩起吊以后，主钩缓慢提升，辅钩缓慢释放，逐渐翻转钢管桩，保持相对距离，直至空中翻桩竖立，完成立桩工序后，使单桩尾部吊耳与辅助起重船吊钩脱离。最后主起重船将钢管桩喂进导向架的龙口，启动液压装置，闭合导向架，初步扶正钢管桩。针对本项目单桩较长的特点，故翻桩过程中，允许桩端入水一定深度，故应采用可以带自由开闭龙口的导向架。

4、钢管桩自重下沉定位：施工准备工作完成后，主起重船的主钩缓缓下放，让钢桩在自重作用下下沉，完成钢管桩定位。下沉完毕，观察桩位偏差，若偏差超限，可提升钢桩，重新调整定位。

5、初次调整垂直度：桩自沉完毕后，根据实测桩位偏差，使用激光对中技术并通过导向架自带的水平千斤顶调整钢管桩垂直度。

6、纠偏、稳桩、精调垂直度。

7、吊锤：当完成钢管桩垂直度调整后，起重船起吊液压打桩锤，进行压桩。

8、锤击沉桩：刚开始沉桩时，用低档位启动，小冲程锤击沉桩，然后切换到高档位进行大冲程锤击沉桩。当发现贯入度自小变大时应切换至低档沉桩。沉

桩过程中全程监测垂直度、平面位置，出现偏差及时调整，防止偏差超标。锤击过程中，导向架的稳桩抱箍系统可根据锤的位置自动退出。

9、停锤控制：通过测量实时测定桩顶标高，并通过测量下沉量，配合“锤击计数器”记录打桩锤击数，进行打桩贯入度的计算。钢管桩停锤控制一般以设计标高为准，贯入度作为校核。

2.3.2 风电机组安装

本工程风电场所在的南澳勒门海域海况条件复杂，涌浪较大，采用自升式平台船的分体式安装对涌浪不敏感的特点使得其更为适合作为本工程风机安装的主选方案。同时经调研，目前国内可适应本工程水深及海床地质条件情况的平台船可选来源较多。风机采用分体安装方式。，海上风电机组安装工艺流程见图2.3.2-1。

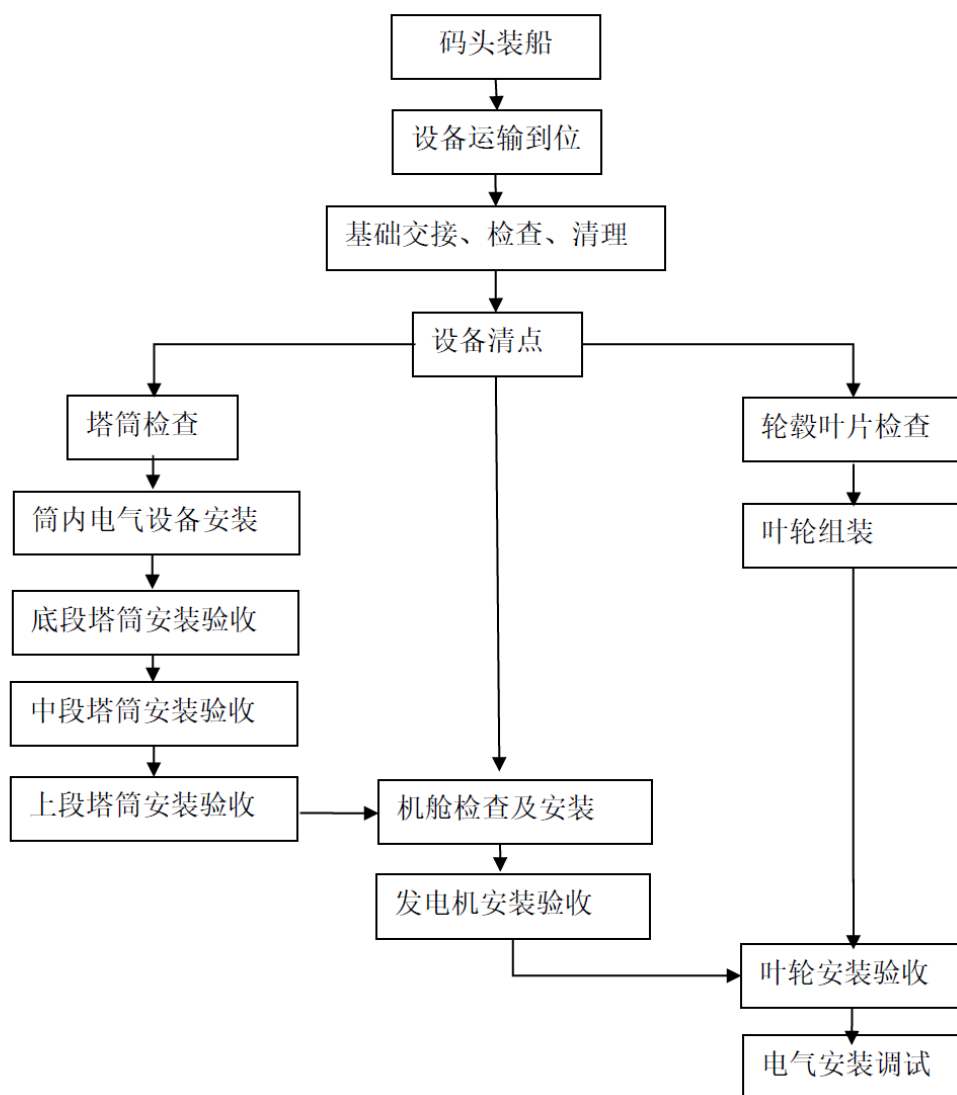


图 2.3.2-1 风机吊装施工流程

2.3.3 海上升压站

本风电场配套建设一座 220kV 海上升压站。220kV 海上升压站由下部基础（包括桩基础、导管架）、上部结构（包括甲板平台和电气设备层）组成。其中，下部基础由四桩导管架及钢管桩组成，四桩导管架底部为矩形，钢管桩通过灌浆与设置在导管架腿杆边的桩靴进行连接。

（1）钢管桩、导管架制造运输：钢管桩及导管架制造及出运与风机基础类似。

（2）海上升压站平台及电气设备安装：海上升压站上部平台钢结构考虑在汕头市或厦门市附近钢结构加工厂制造、安装。平台结构在陆上施工场地内，利用龙门吊或履带吊机作为起吊设备进行组装，并在结构组装过程中完成电气设备以及其他相关专业设备的安装。在平台结构及电气设备安装完成后，进行检测调试，调试合格后待运出海。

（3）海上升压站下部基础施工

海上升压站下部基础施工流程见图 2.3.3-1。

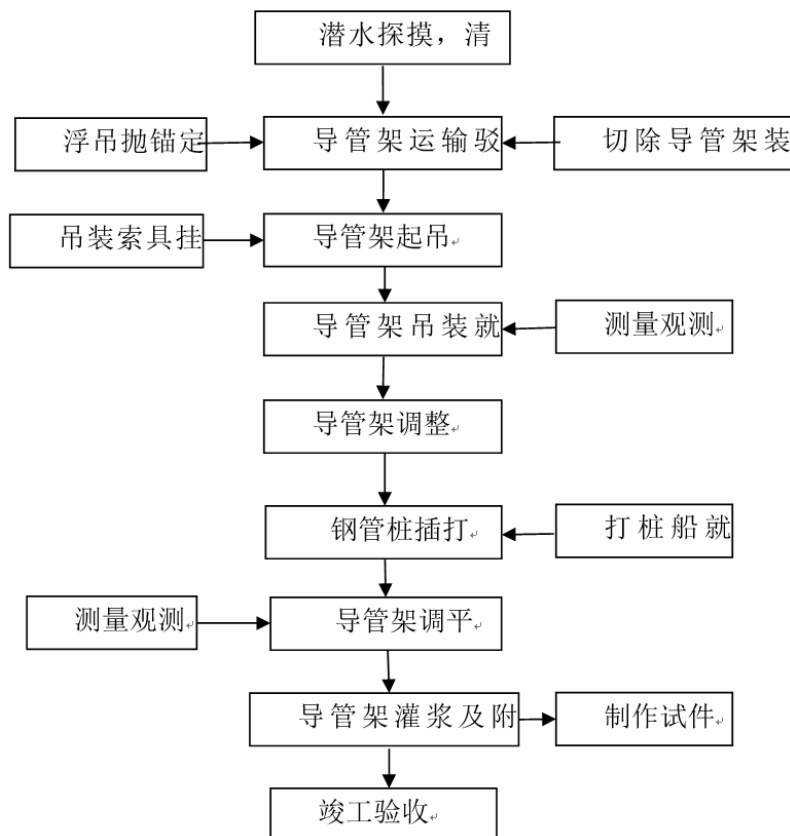


图 2.3.3-1 升压站桩基础导管架施工流程图

1) 导管架海上安装

在建造厂重装码头利用 1200t 履带吊机将导管架吊装至 5000t 自航式平板驳上，并与平板驳船固定后，运至施工海域。

为保证导管架安放水平，施工前，在辅助驳船上配冲喷设备、沙石料等，对海床实施扫海，垫砂整平，确保海床无障碍物及基本平整。

所有准备工作完成后，将导管架运输船抛锚定位，利用 1200t 以上起重船整体吊装到位，导管架安装到位后，应及早跟进沉桩施工，以免导管架在风浪作用下滑落，超出偏差要求。

2) 钢管桩沉桩施工

导管架安装就位后，进行钢管桩插打。沉桩作业选用 1000t 以上起重船配备 APE400 型液压振动打桩机。

钢桩沉桩分两步进行，第一步采用 APE400 液压振动打桩机按上述顺序依次沉桩至桩尖入土 40m 左右。然后测量并调整导管架平面水平度。第二步采用液压冲击打桩机或机械打桩锤依次沉桩到位。

3) 导管架与钢管桩连接

钢管桩沉桩完成后，固定于导管架腿杆上的桩靴与钢管桩之间的环缝按设计要求灌注高强灌浆材料连接。

(4) 海上升压站平台安装

(5) 海上升压站安装流程

根据钢桁架组合体上部结构整体吊装尺寸要求，选择 5000t 级及以上起重能力的浮式起重船进行组合体的安装工作。目前国内的海油工程的“蓝鲸”号（7500t）、新振浮 7（5000t）等起重船可满足本升压站上部组块的起吊工作，船机设备可选余地不大，需要根据施工进度计划提前与船机设备供应方沟通。上部组块转运时，可以采取起重船陆—水浮式起重吊装的模式进行升压站上部组块的装船工序。目前国内已成功吊装的 4 个海上升压站均无障碍一次性吊装成功，累了比较丰富的经验。

2.3.4 海底电缆铺设

(1) 浅水区域海缆施工

本项目浅水区域为升压站至陆上登陆点 220kV 海缆所经过的浅水与滩涂

区域，指落潮后水深小于 3m 的区域。

采用两栖挖掘机进行挖沟和回填。两栖挖掘机可在直接在滩涂地区行驶，具备漂浮能力，可在无水和漂浮状态进行挖掘作业。电缆敷设前，采用两栖挖掘机对电缆路由进行清扫工作。两栖挖掘机挖沟后，由设置在陆上登陆点处的卷扬牵引电缆，牵引电缆的过程中引绳必须保持一定的张力和牵引速度，并对牵引张力进行监测。电缆沉入沟底后由两栖挖掘机进行回填施工。

（2）深水区域海缆施工

本项目深水区域为各风机之间、风机与升压站之间 35kV 海缆所经过的区域和升压站至开关站 220kV 海缆所经过的近海区域，指落潮后水深大于 3m 的区域。其中落潮后水深 3m 至 5m 区域，由铺缆船乘高潮位进行电缆施工。施工方式同深水区域海缆铺设。场内 35 kV 集电海缆优先选用带动态 DP 定位的施工船舶；220 kV 送出海缆采用无动力的绞锚施工船。常规海缆敷设主要施工工艺如下图所示 2.3.4-1。

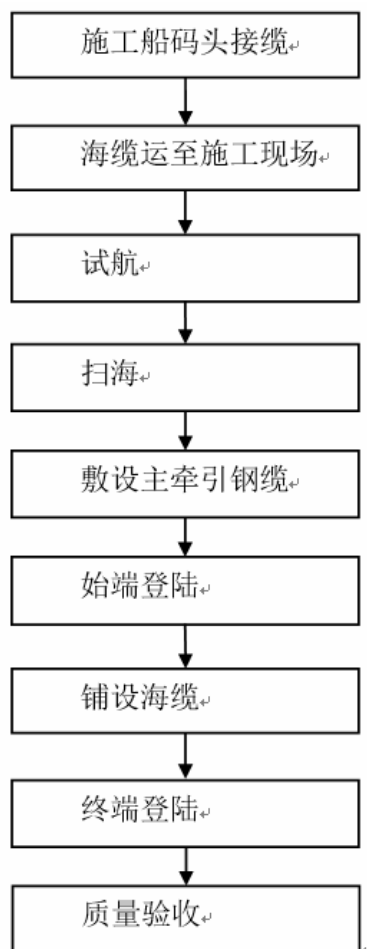


图 2.3.4-1 海缆敷设施工方法示意图

(3) 220 kV 海缆登陆施工方案

电缆登陆前，采用两栖挖掘机对电缆路由进行清扫和挖沟工作。

登陆时，电缆头从缆盘内通过退扭架拉出，从船头通过入水槽入海，水面段在电缆下方每隔几米垫以充气内胎进行助浮，充气内胎与电缆利用白棕绳绑扎固定。利用预先设置在终端登陆点处的卷扬机牵引电缆浮运登陆。在电缆牵引至滩涂处，人工解除助浮充气内胎，将电缆搁置在预先设置在电缆登陆路由的滚轮上方滚动或滑动，减少电缆牵引的阻力。完成电缆始端登陆施工后，小艇沿登陆段电缆逐个拆除浮运电缆的轮胎，将电缆沉放至预先开挖的沟槽内。电缆沉入沟底后由两栖挖掘机进行回填施工。

当缆端到达牵引机械处后，牵引速度减慢但不停止直到陆上电缆足够满足继续使用。剩余电缆被盘八字圈后固定在岸滩上，同时设置地锚。

(4) 主要施工设备

本项目主要施工设备见表 2.3.4-1。

表 2.3.4-1 主要铺缆设备和机具

序号	设备名称	单位	数量	用途
1	2000t 铺缆船	艘	1	敷设 220kV
2	1000t 铺缆船	艘	1	敷设 35kV
3	两栖挖掘机	台	4	浅水滩涂地区域挖沟及回填
4	200t 汽车起重机	台	1	电缆装车
5	抛锚艇	艘	2	施工船抛锚、拖运施工船
6	2000HP 拖轮	艘	2	拖运施工船
7	交通艇	艘	2	接送施工人员
8	起重船	艘	1	电缆装船

2.3.5 土石方平衡

根据工程设计方案，本工程海上风机采用单桩基础，不涉及吸泥。海上升压站采用四桩导管架基础，需吸泥后灌注混凝土施工，根据可研单位估计，钢管桩吸泥总量为 160m³。

根据《大唐南澳勒门I海上风电项目竣工环境保护验收调查报告》可知，本工程海上风机采用单桩基础，不涉及吸泥。海上升压站采用四桩导管架基础，采用灌注混凝土施工，未涉及吸泥。多余的灌浆材料由供货商回收。海缆登陆段采用定向钻施工，定向钻挖出土石合计约 200m³，挖出的土方主要用于后期回填，剩余的土方用于开关站建设周边平整。

本项目风机和升压站实际建设不涉及吸泥，主要的土方来源于定向钻施工挖除的土石，已用于开关站周边土地平整。项目调整前后土石方平衡不会发生变化。

2.3.6 实际施工进度

本项目于 2021 年 2 月开始基础施工，2021 年 12 月全部 35 台风机并网完成，风电场具备并网发电的条件，2021 年 12 月投入试运营。

2.4 项目用海需求

2.4.1 项目拟申请用海面积

根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目风机类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类），根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》（2023 年 11 月），项目的海域使用类型为工矿通信用海（一级类）中的可再生能源用海（二级类），本次调整前后，用海类型不变。风机基础与海上升压站的用海方式为构筑物用海（一级方式）的透水构筑物用海（二级方式），海底电缆的用海方式为其他用海方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式），本次调整前后，用海方式不变。

批复方案中，本项目批准用海面积 290.2373 公顷，其中透水构筑物用海面积 34.3616 公顷，海底电缆管道用海面积 255.8757 公顷。实际建设内容与批复方案基本一致，主要变化为海底电缆发生部分偏移，造成用海面积发生变化；同时根据《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》（自然资源部，2024 年 12 月 30 日），第五点 优化用海界定标准中，“海上风电项目风机部分用海方式界定为透水构筑物用海，用海范围包括塔架部分和塔架外扩一定距离的保护范围，具体以塔架中心点（风机系泊点）为圆心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界”的要求，风机用海面积增加了 33.2290 公顷。经测算，拟申请用海面积为 339.7195 公顷，其中透水构筑物用海面积 65.9674 公顷，海底电

缆管道用海面积 273.7521 公顷，可以满足项目用海需求，具体见表 2.4.1-1。

宗海位置图见图 2.4.1-1、宗海平面布置图见图 2.4.1-2，工程宗海界址图见图 2.4.1-3（a~c）。

表 2.4.1-1 项目批复用海与实际建设用海情况比较表

用海单元	已批复方案	本建设方案	变化情况
	用海面积（公顷）	用海面积（公顷）	用海面积（公顷）
风机	32.3610	65.5900	+33.2290
升压站	2.0006	0.3774	-1.6232
35kv 集电海缆	70.9283	70.0942	-0.8341
220kv 送出路由	184.9474	203.6579	+18.7105
总面积	290.2373	339.7195	+49.4822
风电场风机包络线面积	1607	1607	0

图 2.4.1-1 项目宗海位置图

图 2.4.1-2 项目宗海平面布置图

图 2.4.2-3 (a) 项目 220kV 电缆及升压站宗海界址图

图 2.4.2-3 (b) 项目集电线路宗海界址图

图 2.4.2-3 (c) 项目风机宗海界址图

2.4.2 项目申请用海期限

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，建设工程用海的海域使用权最高期限按照用途确定，其中港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目工程用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》中的建设工程用海，工程风机基础结构防腐蚀设计按 27 年考虑，风机的设计服务年限为 25 年，工程建设期为 22 个月。

调整后项目申请用海期限不变，结合国家对项目用海年限的规定、工程设计年限及施工工期安排，调整后项目申请用海期限与原批复用海期限保持一致，截至 2048 年 1 月 1 日。

2.5 项目用海的必要性和用海调整的合理性分析

2.5.1 项目建设必要性

项目建设的必要性与批复方案一致，不再赘述。

2.5.2 项目用海必要性

项目调整后，仍要进行海上风电机组、海上升压站、海底电缆的建设，项目的海域使用是由其场地的建设条件和工程建设的特殊要求决定的。

（1）本项目附近海域风能资源丰富，适宜开发建设海上风电

根据收集的测风资料和统计分析成果，本项目风电场附近的风能资源较丰富，风向较为稳定，风速和风能分布较为集中，风功率密度年内变化相对较大，而日变化幅度较小，且湍流强度和风切变指数均较小。区域风资源适宜建设海上风电，具有较好的开发前景。

（2）本项目的建设特点

本工程项目的主体工程全部位于海上，将建设 35 台风机、1 座海上升压站、220kV 两回三芯海底电缆送出工程、9 回 35kV 海底电缆集电线路。风机和海上升压站基座为桩基础结构，属于“透水构筑物用海”，桩基插入海床，风机和海上升压站架设在海面上方，必将占用一定的海域。项目建设 9 回 35kV 海底电缆，用于集中海上风电机组生产的电能，经海上升压站升压处理后，通过 220kV 两回三芯海底电缆输入陆上开关站，最终输入电网，海底电缆埋入海床以下，属于“海底电缆管道用海”，必将占用一定的海床及底土。另外，本项目海缆路由登陆段采用定向钻施工方式，登陆段下穿近海及海岸带，施工必须设计一定范围的海

床和海岸。因此，从项目的建设特点来看，本项目海上风机及电缆铺设将占用一定的海域，项目用海是必要的。

本期工程建设对提高可再生能源在能源消费结构比例能起到积极的推动作用，有利于减少土地资源的占用。同时，本地区具有开发海上风力发电有利条件和资源优势，且社会效益、环保效益显著，具有一定的示范作用。项目的风机基础、海上升压站建设、海底电缆铺设必将占用一定的海域，海缆登陆段施工也会涉及岸线。所以无论从海上风电优于陆上风电的特点，还是本项目所处的海域条件及建设特点，项目用海都是必要的。

本项目建设时间为 2021 年，本次补充论证主要针对电缆移位的引起的用海变更，因此本项目应继续执行《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6 号）。项目风电场外包络线面积约 16.07 平方公里，装机容量为 245MW，每 10 万千瓦包络海域面积为 6.56 平方公里；本工程风电场区域场址水深范围 18m~27m，离岸距离约 11.1km。因此项目符合“离岸距离不少于 10 公里、滩涂宽度超过 10 公里时海域水深不得少于 10 米”的海域布局，符合“单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右”的集约节约用海要求。

根据国家《可再生能源发展“十三五”规划》、国家《风电发展“十三五”规划》、《广东省能源发展“十三五”规划》等相关规划，结合我省海上风电发展实际，制定《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》。本项目属于 2018 年重点推进项目，本次调整主要发生的变化为 35kV 接入电缆和 220kV 海底电缆发生部分偏移，未超出原规划范围，符合《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》的要求。

2.5.3 项目用海调整的合理性分析

本项目 35 台 7WM 风机采用的上海电气，其风机直径为 154 m，风机轮毂高度 105 m。220kV 两回三芯海底电缆和 9 回 35kV 海底电缆发生部分偏移（具体见图 2.5.3-1~2）。因此，从安全角度考虑，项目用海调整是合理的。

海底电缆位置的调整是在原来的风电场规划选址内部进行平面布置的局部调整，未改变风电场包络面积。本项目 2020 年取得海域使用权属，2021~2023 年完成建设，装机容量为 245WM，风电场用海范围外缘包络线面积约 16.07km²，每 10 万千瓦包络海域面积为 6.56 平方公里，符合项目建设时间内有效的《国家

海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6号）中“单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右”集约节约用海的相关要求。因此，从集约节约用海的角度考虑，项目用海调整也是合理的。

图 2.5.3-1 调整前后 220kV 海底电缆的位置关系示意图

图 2.5.3-2 调整前后 35kV 海底电缆的位置关系示意图

本项目批准用海面积 290.2373 公顷，本次调整拟申请用海面积为 339.7195 公顷，用海面积总面积增加 49.4822 公顷，其中风机面积增加 33.2290 公顷，具体见表 2.5.3-1。原风机用海面积的计算执行《海籍调查规范》“海上风力发电项目用海，单个风机塔架以塔架中心点为圆心，中心点至塔架基础最外缘点外扩 50m 为半径的圆为界；多个风机塔架，范围为所有单个风机所占海域范围之和”的要求计算的。自然资源部于 2024 年 12 月 30 日印发《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》，对风机的用海界定标准进行了优化，本次申请执行该文件中“海上风电项目风机部分用海方式界定为透水构筑物用海，用海范围包括塔架部分和塔架外扩一定距离的保护范围，具体以塔架中心点（风机系泊点）为圆心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界”的要求。本项目风叶半径为 75m，远大于风机中心点至塔架基础最外缘点外扩 50m 的范围，因此风机用海面积增加了 33.2290 公顷。本次调整是落实《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》关于“优化用海界定标准”的要求，风机面积增加 33.2290 公顷是合理的。

表 2.5.3-1 调整前后各单元用海面积比较表

用海单元	批复用海面积 (公顷)	实际用海面积 (公顷)	用海面积比较 (公顷)
风机	32.3610	65.5900	+33.2290
升压站	2.0006	0.3774	-1.6232
35kV 集电线路海底电缆	70.9283	70.0942	-0.8341
220kV 海底电缆	184.9474	203.6579	+18.7105

总面积	290.2373	339.7195	+49.4822
风电场风机包络线面积	1607	1607	0

综上所述，本工程项目的建设、用海和调整是必要的，也是合理的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 岸线资源

根据广东省政府 2022 年批复海岸线统计，项目论证范围内岸线总长度为 103.84km，岸线类型包括基岩岸线、人工岸线、砂质岸线、河口岸线、生态恢复岸线和生物岸线，其中基岩岸线长度为 3.02km、人工岸线长度为 86.40km、砂质岸线长度为 13.12km、河口岸线长度为 0.05km、生态恢复岸线长度为 0.52km 和生物岸线长度为 0.73km。

3.1.2 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。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。

3.1.3 岛礁资源

本项目论证范围内涉及的海岛有 90 个。其中 5 个有居民海岛，分别为达濠岛、金叶岛、金叶南岛、妈屿和南澳岛，论证范围内海岛岸线长度为 106.54km。另外 85 个均为无居民海岛，其中已开发的有 27 个，尚未开发的有 58 个，已开发的有白颈屿、北官屿、草屿、赤礁屿、德洲岛、浮鞍礁、官屿、龟山岛、濠江北岛、濠江尖石礁、濠江尖石屿等海岛，未开发的有白颈屿南岛、布袋湾北岛、布袋湾南岛、草屿北岛、车棕屿、赤礁岛、赤礁屿西岛、赤屿东岛、德洲内岛、

德洲外岛等海岛。

3.1.4 港口资源

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。根据《汕头港总体规划（2012~2030）》，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（图 3.1.4-1），各港区功能定位为：

（1）老港区：以散、杂货运输为主，主要为汕头市生产生活物资运输服务。远期根据发展需要，以规划进行功能调整。

（2）珠池港区：以集装箱、粮食和建材运输为主，为汕头市临港产业和外向型经济提供运输服务。

（3）马山港区：以煤炭运输为主、主要为后方华能电厂提供服务。

（4）堤内港区：以散、杂货和集装箱运输为主的综合性港区。

（5）广澳港区：以集装箱、石油化工品和散杂货运输为主，腹地经济和临港产业开发服务，逐步发展为大型综合性港区。

（6）海门港区：以大宗能源和原材料运输为主，主要服务临港产业发展，兼顾腹地散货运输。

（7）南澳港区：规划预留港区，结合发展需要适时开发。

（8）田心港区：预留规划港区，结合发展需要适时开发。

（9）榕江港区：规划内河港区，以散、杂货运输为主，主要为榕江沿江经济发展服务。

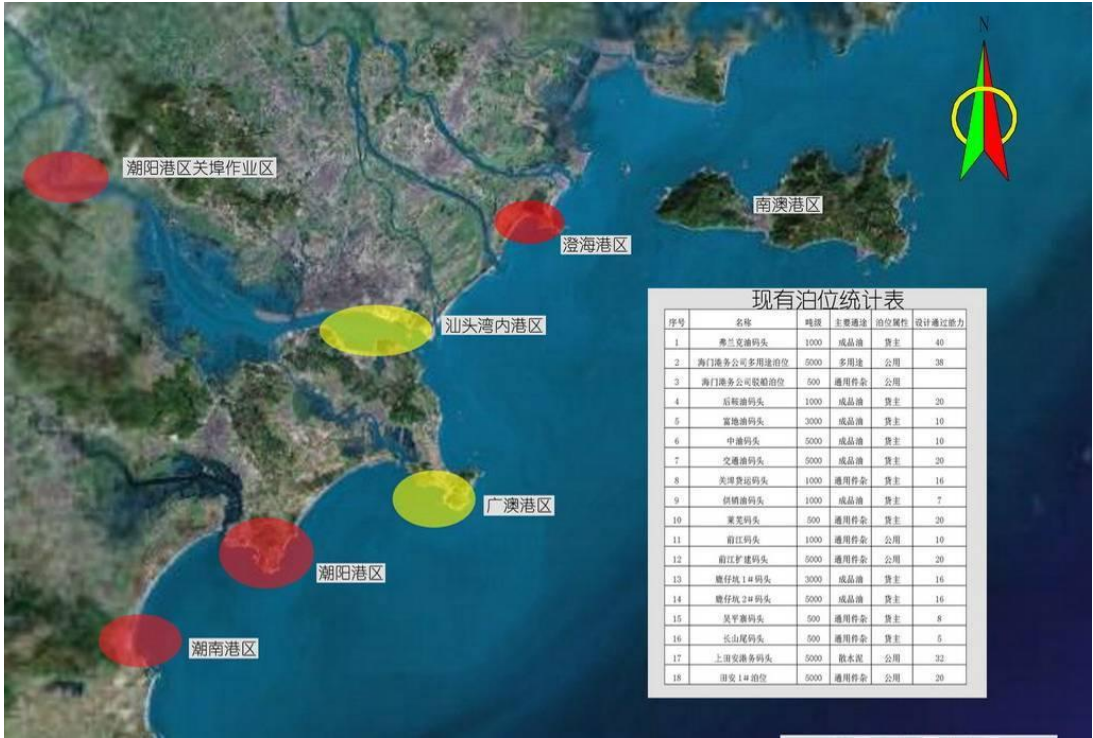


图 3.1.4-1 汕头港各港区分布现状图

3.1.5 海洋渔业资源

汕头市所处海域有韩江、榕江、练江三江汇集进入南海，处于南海东北部黑潮暖流和南海暖流的主要活动区，东面与闽、台交接，西面与汕尾渔场相连，是粤东渔场的主要部分，海洋生物资源丰富。滩涂发育，有利于鱼类、甲壳类、贝类及藻类的生长，是粤东地区主要海水滩涂养殖场所。浅海面积大，可供增养殖的类型丰富。沿海有浮游动植物共约 500 多种，近海鱼类 471 种，贝类 30 多种、藻类 20 多种。

根据《2025 年汕头市统计年鉴》，汕头市和项目附近濠江区的渔业生产情况如下：2024 年，汕头市渔业产值为 83.78 万元，其中海水产品 66.63 万元，淡水产品 17.15 万元。其中濠江区渔业产值为 10.89 万元。2024 年，汕头市水产品总产量 48.20 万吨，其中海水产品 38.44 万吨（鱼类 16.08 万吨，虾蟹类 8.07 万吨，贝类 8.53 万吨，藻类 4.66 万吨，其他 1.11 万吨）；淡水产品 9.76 万吨（其中鱼类 6.51 万吨（四大家鱼 3.54 万吨），虾蟹类 3.18 万吨，贝类 0.021 万吨，其他 0.06 万吨）。濠江区水产品总产量 5.06 万吨，其中海水产品 4.78 万吨（鱼类 2.84 万吨，虾蟹类 1.18 万吨，贝类 0.53 万吨，藻类 0.16 万吨，其他 0.06 万吨），淡水产品 0.28 万吨（其中鱼类 0.25 万吨（四大家鱼 0.14 万吨），虾蟹类 0.03 万吨）。

3.1.6 航道（路）资源

汕头港海域航道目前主要有汕头港主航道（外航道和内航道）、广澳港区航道和海门港区航道，路由海域范围内主要是汕头港主航道的外航道（长约 13.2km），进港北航道及进港东航道，三条航道均与预选路由方案二交越。其中距离登陆点最近的航道为汕头港主航道，最近距离约 1.1km，航道位置示意图见图 3.1.6-1。

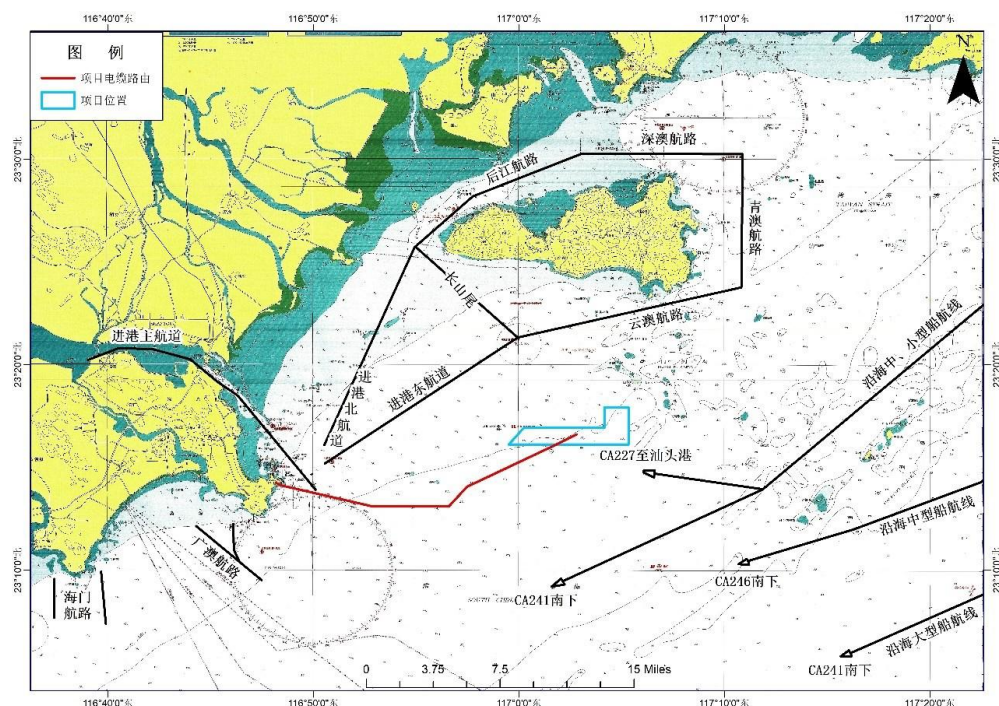


图 3.1.6-1 项目附近海域航道分布示意图

3.1.7 锚地资源

项目风电场周边海域现状锚地主要有：南澳岛第一引航锚地、汕头港第一引航锚地、汕头港第二引航锚地（汕头湾外锚地）及汕头港防沙堤头锚地，距离分别为 4.4km、6.9km、11.3km（海缆距离 1.1km）及 4.5km（登陆点）。锚地与本项目位置关系如下：

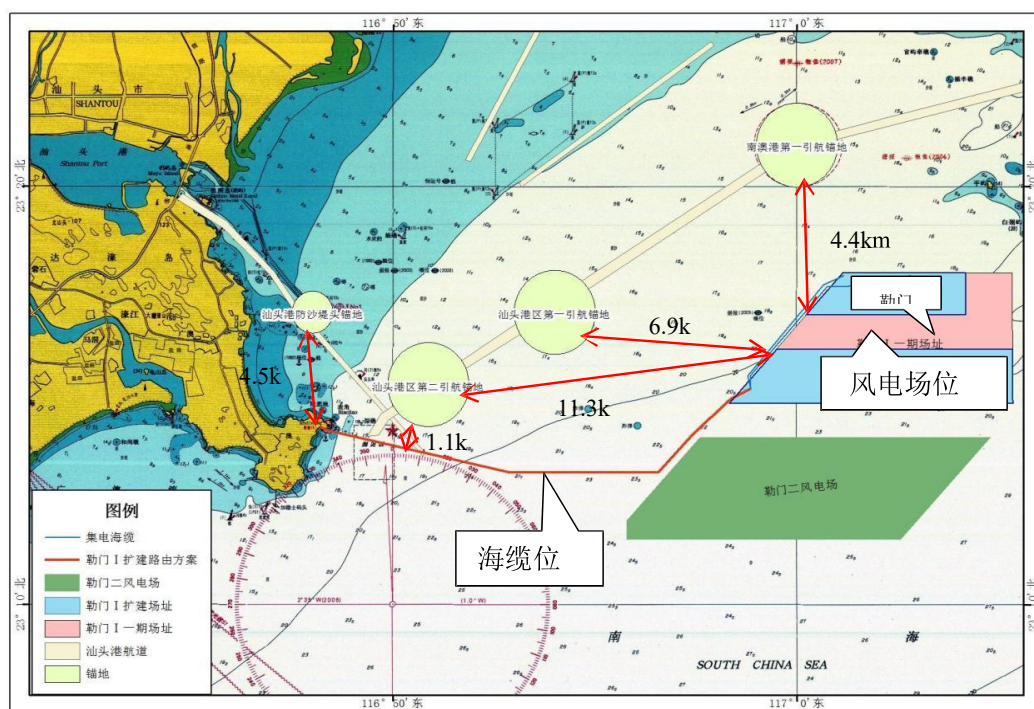


图 3.1.7-1 工程与附近锚地位置示意图

表 3.1.7-1 锚地相关参数统计表

序号	锚地名称	经度	纬度	面积	功能	备注
1	汕头港防沙堤头锚地	116°48'	23°17'	半径0.5 海里	引航、候泊	沿海（在用）
2	汕头港区第一引航锚地	116°54'	23°17'	半径1 海里	引航、候泊	沿海（在用）
3	汕头港广澳港区第一引航锚地	116°50'	23°10'	半径1 海里	引航、候泊	沿海（在用）
4	南澳港第一引航锚地	117°00'	23°21'	半径1 海里	引航、候泊	沿海（在用）

3.1.8 旅游资源

汕头市滨海旅游资源有 70 余处，大致可归为海、山、潮、侨、庙、史等几类，其中已评定国家级森林公园 1 处，省级风景名胜区、自然保护区各 1 处，省级重点文物 9 处，省级旅游度假区 2 处，其它景点 40 余处。汕头市沿海主要风景区如下：

龙虎滩风景区：龙虎滩位于汕头河浦至潮阳海门镇的塘边湾岸段，为国家 AAAA 级旅游区，占地 806hm²，包括从濠江口至中信度假村一带。其西段至海门半岛属潮阳区，连续的海滩总长约 13km；而且这一段海滩没有大河注入，水质优良，沙质细软；海滩后腹地广阔，保留了 100~300m 宽的防护林带，其背后是未来的汕头市南区新城，发展势头良好。

田心湾旅游度假区：位于汕头市南部海滨，占地 1238806hm²。度假区海滩沙质细、坡度小，海岸防护林规模大，生态环境好。

礮石风景名胜区：位于汕头湾的南岸，区位条件特别好，构成了环海湾最优美的景观和环境要素，为国家 AAAA 级旅游区。风景区以大量花岗岩巨石为特色，全山森林覆盖率达 80%左右，1992 年规划陆上总面积 13.7km²。礮石风景区最高峰香炉峰海拔 198m，塔山紧邻海湾，是观赏汕头全景的最佳观景台。景观有奇石、叠置洞穴、花岗岩海蚀柱、寺庙、教堂和外国领事馆等。礮石风景区目前主要利用了塔山附近约 1km² 的范围以及天坛花园部分，而天坛花园往东直到海湾大桥南侧的沿岸在南滨路建设过程中全线被开山炸石，海角石林在历次的开发建设过程中也大多被破坏，目前仅剩约 1806hm²。

莱芜岛省级旅游度假区：距澄海市区约 12km，总面积为 1.42km²，与南澳岛隔海相望，原为全岛，后为半岛。区内名胜古迹众多。从海上望向莱芜岛，宛若

一位美丽少女独自舒卧在万顷碧波之上。“莱芜八景”之莱芜旭日、古堡夕照、卧波美人、颅血奇石、神女宝镜、芜阴甘泉、神龟滴涎、乳峰探幽全部按历史遗迹和神话传说复建，莱芜古炮台是省级重点文物保护单位、爱国主义教育基地。

北山湾旅游度假区：位于达濠岛东北部，有 25m 宽的城市干道南北通过，南面 2km 处有东湖，北面 2km 处有海湾大桥。

南澳县拥有“广东省旅游强县”“广东省滨海旅游示范景区”“广东省滨海旅游产业园区”“广东十大美丽海岛”等称号。南澳连续六年入选“广东省旅游综合竞争力十强县（市）”。旅游资源具有海、史、山、庙立体交叉特色，拥有现代旅游开发“阳光、沙滩、海水”天然条件。南澳前江湾沙滩公园、蓝色海湾栈道、深澳打卡榕、云澳三囱崖灯塔、十里银滩、竹栖肚湾等“网红打卡点”成为旅游新热点，不少游客慕名而来，体验水上娱乐项目、搭乘观光航线、拍照留念。

3.1.9 风能资源

南澳地处台湾海峡喇叭口西南端，因独特的地理位置，风力资源特别丰富，素有“风县”之称，多年来，经瑞典、丹麦、荷兰、日本和国内的众多专家先后多次到南澳实地考察后作出了“南澳岛的风况属于世界最佳之列”的评价，是我国少有的可以大规模开发风力发电场的地域之一。

根据沿海地区的风力资源普查资料来看，南澳地区的风力资源按全球风能等级来评估属于四类地区。根据南澳果老山和牛头岭的多年实测数据，年平均风速在 8.44m/s 以上，年有效风速(3~20m/s)时数达 7215 小时，年平均有效风能功率密度达 678W/m² 以上。根据汕头气象部门的数据，南澳年属于 8 级以上强风日数达 88 天，属我国东南沿海的风能资源 I 类地区。

除了陆地具有良好的风力资源之外，南澳岛海上风资源也极其丰富，按初步的风资源评估可装机容量达 400 兆瓦至 600 兆瓦。广东省能源技术经济研究中心通过对凤屿和塔屿两处的实地风力资源测定表明，南澳海上风电场资源开发指标相当好，也是未来南澳风力资源开发的另一个重要场地。

3.1.10 自然保护区

工程周边海域划定了多个自然保护区。工程周边海域自然保护区分布及保护要求见表 3.1.10-1 和图 3.1.10-1。本项目距周边海洋保护区较远，项目的施工及营运不会对保护区带来不良影响。

表 3.1.10-1 工程周边海域保护区分布情况一览表

序号	保护区名称	对应海洋保护区名称	面积（公顷）	级别	主要保护对象	相对位置和距离
1	南澎列岛海洋生态自然保护区	南澎列岛海洋保护区	35638	国家级	海洋生物多样性及其生态系统	东侧，约3.7km
2	汕头市莱芜中国龙虾市级自然保护区	新津海洋保护区	1707	市级	中国龙虾及其生境	北侧，约10.6km
3	汕头市龙头湾中华白海豚自然保护区	广澳湾海洋保护区	902	市级	中华白海豚及其生境	西南侧，约12.7km
4	汕头濠江企望湾南方鲷自然保护区	/	272.8	市级	南方鲷及其生境	西侧，约9.2km

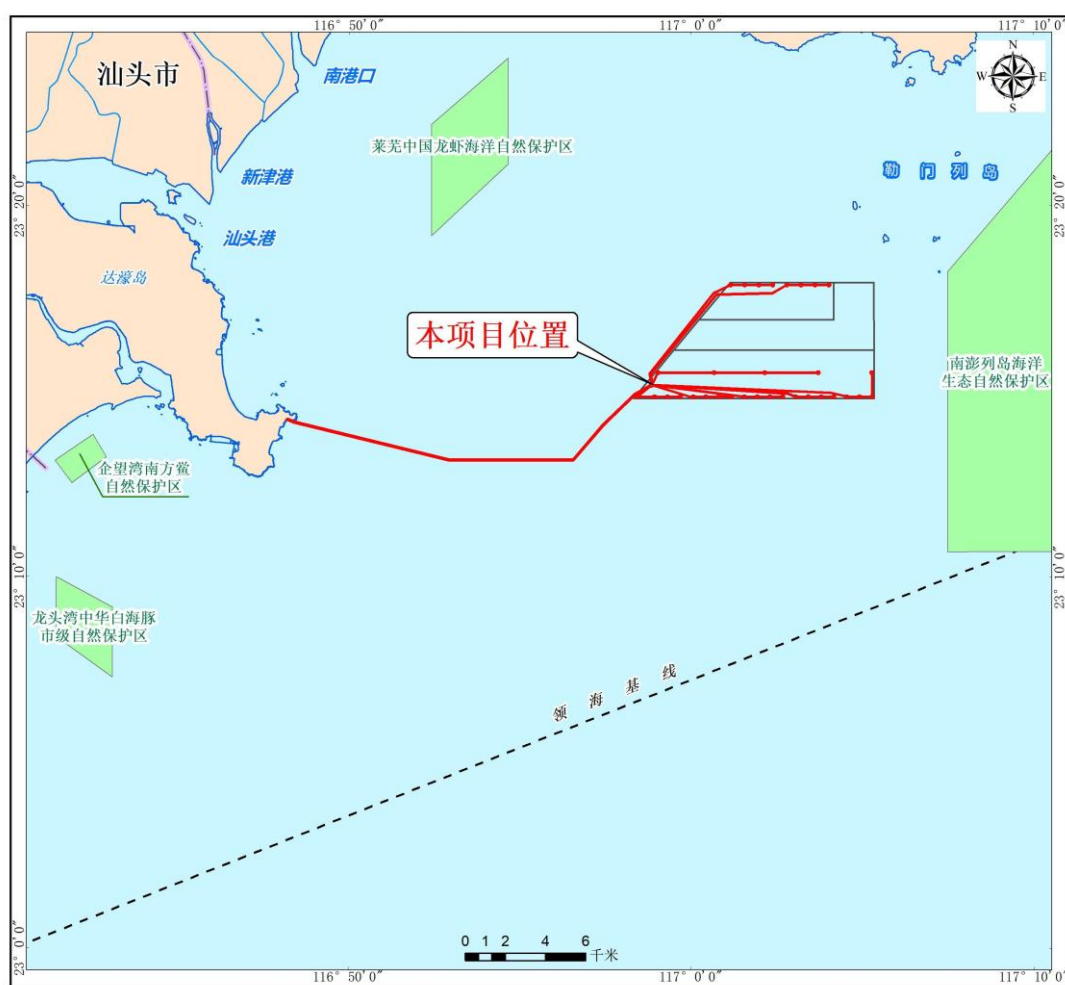


图 3.3.6-1 周边自然保护区分布示意图

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气候特征

本项目地处北回归线以南的低纬度地区，属于亚热带季风气候区，海洋性气候明显，夏无酷热冬无严寒，光热充足，气候温和，雨量充沛，但年内降雨

量分配不均匀，其中汛期的 4~9 月约占全年降雨量的 85.6%，降雨多属锋面雨和热带气旋雨，前汛期（6 月以前）以锋面雨为主，雨面广，降雨量大后汛期以台风雨为主，降雨强度大。多年平均气温为 21.8℃，炎热月份（6~9 月）平均气温在 26℃以上，较冷的 1~2 月份平均气温在 13℃左右，平均气温年际变差较小。季风盛行，全年盛行偏东风，年内风向随季节转换明显，大致 4~8 月盛行东南风，9~次年 3 月盛行东北偏北风。每年的夏、秋季节常受强烈热带风暴的影响。

3.2.2 海洋水文动力环境

本项目离岸距离 11.1km，风电场区域水深 18m~27m，离岸距离大于 10km，水深大于 10m，属于沿岸海域以外的海域，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中资料时效性要求，沿岸海域以外的海洋沉积物、海洋地形地貌与冲淤、数值模拟所使用的海洋水文等资料应采用 10 年以内调查获取的资料，本节引用《广东大唐国际南澳勒门 I 海上风电场海洋水文测验（夏季）分析报告》（浙江华东建设工程有限公司，2018 年 9 月），由浙江华东建设工程有限公司于 2018 年 6 月在项目附近海域进行的大潮水文观测资料。

3.2.2.1 调查概况

在工程水域布设 9 个定点潮流测站，1 个潮位短期测站 L2，各站点位置见表 3.2.2-1 和图 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 观测站的位置一览表

图 3.2.2-1 水文调查站位图

3.2.2.2 基面关系

项目周边有妈屿水文站，基面关系图详见图 3.2.2-2。

图 3.2.2-2 工程海域基面关系

3.2.2.3 潮汐

本节引自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目初步设计微观选址优化专题》（44-NA12391C-W01-01）（中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2023 年 5 月）。

（1）潮汐类型

因此，观测海区应属不规则半日潮海区。

（2）潮汐特征

工程水域潮汐变化比较规律，即潮位在一太阴日中有两次高、低潮，但两相邻的高潮或低潮的高度不相等，即两相邻的潮差不等，存在明显的日潮不等现象。

（3）潮差

夏季观测期间，最大潮差出现在 7 月 15 日（农历六月初三）。

（4）潮位

夏季观测期间，最高潮位为 7 月 15 日，最低潮位为 7 月 14 日。

表 3.2.2-2 夏季观测期间潮汐特征值统计（85 高程，单位：m）

（5）平均涨、落潮历时

调和分析显示测区主要浅海分潮浅海分潮影响较大，涨、落历时差异较大。实测资料统计也表明工程区海域涨、落潮历时差异较大，平均涨潮历时大于落潮历时接近两个小时。

3.2.2.4 潮流

（1）实测流速特征

①实测最大流速

表 3.2.2-3 夏季测验期间实测最大流速 (m/s)、流向 (°) 统计

表 3.2.2-4 夏季测验期间平均流速 (m/s) 统计

②流速的时间变化

实测最大流速分析表明，夏季测验期间各站大潮期间，涨、落潮最大流速大小对比情况比较一致。

③流速的空间变化

在平面变化上，夏季观测中，在垂向上，随着深度的递增，流速总体而言呈现逐渐递减的规律。

(2) 实测流向特征

测区各站垂向平均的流矢图见图 3.2.2-3，由图可见：各站流向基本以往复流为主。

图 3.2.2-3 夏季大潮流矢图（垂向平均）

(3) 潮流调和分析

①潮流类型

各站表征浅水效应不可忽视，且涨落潮历时存在一定差异，综合来看，工程区潮流类型为不规则半日潮浅海潮流。

②潮流运动形式

各测站潮流运动形式为往复流。

③余流

同潮流相比，余流值基本为潮流平均值的二分之一左右，余流值较大，各站流向以东北向为主。各测站观测期间余流平均值较大。

夏季受粤东沿岸流和南海暖流对沿岸流的影响，各测站余流较大，且东北向特征明显。余流垂向分布基本一致，由表层至底层流速变化不大。

表 3.2.2-5 夏季余流值（m/s）及方向（°）统计

图 3.2.2-4 夏季余流流矢图

④潮流可能最大流速

测区各站潮流可能最大流速计算统计结果见表 3.2.2-6。

表 3.2.2-6 潮流可能最大流速（cm/s）及流向（°）统计

3.2.2.5 温度

夏季观测期间 C1、C2 两站水温较为接近。

各站的最高水温多出现在中午时段，最低水温多出现在凌晨。夏季观测期间各站水温受气温日变化影响明显，日间气温升高使水温上升，尤其是表层水温上升更为显著，同时太阳直射使得表层水温会明显大于中、底层水体的温度。

3.2.2.6 盐度

夏季测区水域大潮两个站点相差较小。

测区海域周边无径流影响，盐度相对较高，当地海水主要受沿岸北上的南海暖流、粤东沿岸流和外海水入侵多支水体的相互作用，海水盐度变化较为复杂。

3.2.2.7 悬浮泥沙

(1) 含沙量

水体挟沙能力受到众多条件影响，风浪、潮流、底质状况等因素共同决定了水体含沙量的高低，不同时段以及不同位置的水体含沙量变化很大。表 3.2.2-7 中所列涨潮、落潮时段的含沙量是以潮流流向为主要判断依据划分的。

表 3.2.2-7 夏季各测站平均含沙量 (kg/m^3) 特征值

①平均含沙量

大潮期间各站垂向平均含沙量的日均值在 $0.015\sim 0.055\text{kg}/\text{m}^3$ 之间。

②实测最大、最小含沙量

夏季实测最大含沙量出现在 C1 测站底层；最小含沙量各测站表层均有出现。

③含沙量频率统计

夏季观测期间，9 个测站在 $q < 0.05\text{kg}/\text{m}^3$ 区段的频率最高。 $q > 0.1\text{kg}/\text{m}^3$ 区段的频率各站含量均较低。

表 3.2.2-8 夏季观测期间各站含沙量分级统计(%)

④含沙量的空间变化

在平面变化上，夏季观测期间调查区内各站含沙量均较低。

在垂向上，测区含沙量垂向分布表现为自上而下渐增的特征，表、底层含沙量差别较大。

⑤含沙量的时间变化

测区总体涨、落潮含沙量变化不大，且变化规律不明显。

(2) 输沙量与悬沙运移趋向

①输沙情况

观测期间测区输沙量很小。大潮期净输沙量较小。

②悬沙运移趋向

测区总体净输运量较小,夏季调查期间各测站悬沙净输运的方向,大潮期间,输沙量很小,各站输沙方向较复杂。

表 3.2.2-9 各站周日单宽输沙量 ($t/m \cdot d$) 与方向 ($^{\circ}$)

图 3.2.2-5 夏季观测期间各站平均净输沙矢量图

3.2.2.8 波浪

根据云澳海洋站 2012~2015 年实测波浪资料进行统计分析。云澳海域主要受外海涌入的涌浪影响,涌浪频率达 58.6%,风浪频率为 41.2%,混合浪频率仅为 0.2%。

(1) 波高和周期特征

云澳海域基本上秋冬季波高大于春夏季波高,1 月和 12 月平均波高最大,为 1.1m,4 月和 5 月平均波高最小。年平均周期的季节变化较小,夏季(6 月~8 月)较其他周期稍大。

(2) 波向

云澳海洋站波浪波向主要集中在 ENE、SSE 和 S 三个方向,分布频率分别为 25.5%、27.4%和 18.2%。

图 3.2.2-6 云澳海洋站波浪玫瑰图

(3) 河流径流和输沙量

根据相关调查(杨洁鸿.榕江流域 2015—2019 年度水资源量变化分析[J].广东水利水电, 2021; 陈世豪.榕江流域水文特性分析[J].人民珠江, 2010(4):3.DOI:10.3969/j.issn.1001-9235.2010.04.005),榕江位于广东省东南部,为潮汕地区第二大独立入海河流,榕江由南、北二河汇成,南河为干流,北河是榕江最大的一级支流,位于榕江中游的左岸,到双溪嘴汇入榕江干流南河,至汕头市牛田洋注入南海。

榕江干流南河设立富口、东桥园两个基本水文站,富口站建于 1958 年 6 月,上游榕江干流与上砂水汇合后流经富口站,沙质河床。东桥园站建于 1951 年 4 月,集水面积为 2016 km^2 ,上游由横江水、五经富水、灰寒水汇合后流经东桥园

站,砂质河床。榕江北河 1967 年 6 月设立有赤坎水文站,该站集水面积为 641km²,水面宽变幅为 70~110m,河道断面基本保持稳定。

根据《濠江年鉴 2021》濠江西北起磊口大桥侧,东南至河渡门嘴,全长 15.5 公里,流域面积 136 km²,是一条没有源头的河涌,西北接汕头内海湾,东南通南海。濠江两头通海,只有在潮汐初涨以及初退时才能形成径流。现场实测海流是调查海区海水的综合性流动,它包括潮流和非潮流(通常称为余流)两种成分。据达濠渔港测站有关资料显示,实测海流流速值的大小,随着潮汐的涨落而变化,涨潮流比平均落潮流小,最大流速出现在低潮位附近,转流时刻多发生在平潮时,上下层基本同时转,表现为明显的驻波性质。各层海流主要表现为往复流。

因流域内的森林覆盖率较低和部分山地水土流失严重,每逢暴雨,地表径流携带大量的泥沙进入濠江河道,有的沉积于河床,有的随流而下直至河口输入大海。濠江是一条汇潮水道,汇潮在濠江上游珠浦附近,使得上游来沙出江口后向西方向运移、扩散,而达濠岛东岸的底沙,由于受到最南端岬角阻截,很少能接近濠江企望湾出海口。

3.2.3 地形地貌和冲淤状况

3.2.3.1 地形地貌

海上风电场场区主要为水下侵蚀—堆积平原地貌单元,海床底质为淤泥质和砂质。场区形状为梯形,地势相对平坦,东侧地势起伏相对较大,整体呈现北西高南东低的地形走势。西北侧海底高程较高,最高为-18.0m,东南侧海底高程较低,最低为-25.1m。等高线整体呈现北东-南西走向,由北向南海底高程逐渐降低。场区内无明显陡坎、海沟等。项目风电场场址水深范围为 18m~27m。

根据水深地形图来看,路由区海域水深整体较浅,预选路由方案所在海域水深整体变化不大,海底地形相对平缓,路由区水深在 0m~24m 之间,平均水深约 20m 左右。

预选路由方案登陆点附近为沙滩,近岸有少量暗礁,预选路由方案已经避开已知的出露礁石。在勘察过程中需多加注意,查明路由区的详细礁石出露和分布情况。

项目水深地形图可见图 3.2.3-1。

图 3.2.3-1a 项目水深地形图（场址范围）

图 3.2.3-1b 项目水深地形图（路由区范围）

3.2.3.2 冲淤现状和冲淤变化特征

本节内容摘录自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目初步设计微观选址优化专题》（44-NA12391C-W01-01）（中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2023 年 5 月）。

根据 2010 版和 2021 版海图 1314300 的水深数据以及本项目场区 2018 年的地形测量成果，绘制出工程海域 2010 年版海图和 2021 年版海图等深线成果对比图（见图 3.2.3-2~图 3.2.3-4），以及绘制出工程场址内海图 1314300 和 2018 年水深对比点示意图（见图 3.2.4-5），其中 A1~A2 对比点的海图 1314300 水深数据是 2010 年版测量成果，B1~B3 对比点的海图 1314300 水深数据是 2021 年版测量成果。

从图 3.2.3-2 可以看出在 2010 和 2021 年期间变化较大，尤其是工程场址东北侧和东侧。该区域海床呈现冲刷态势。该区域海床在 2010 年~2021 年期间存在一定程度的变化，呈现淤积态势。从图 3.2.3-3 可以看出，10m 等深线在 2010 和 2021 年期间变化不显著，呈现有积有淤的态势。从图 3.2.3-4 可以看出，5m 等深线在 2010 和 2021 年期间存在一定程度的变化，尤其是靠近出海口区域，该区域海床在 2010 年~2021 年期间呈现明显的淤积态，淤积原因分析可能与河流出海口挟沙沉降有关。

从图 3.2.3-5 和表 3.2.3-1 上可看出，2010 年~2021 年期间工程场址范围海床存在一定程度的演变。该区域海床变化大。

综上所述，在 2010 年~2018 年以及 2018 年~2021 年的时间跨度期间，工程场址内反映出冲刷和淤积的态势，反映出工程场址内海床存在局部冲淤，尤其是工程场址的东北侧和东侧。

图 3.2.3-2 工程海域 2010 年和 2021 年版海图等深线成果对比（20m 等深线）

图 3.2.3-3 工程海域 2010 年和 2021 年版海图等深线成果对比（10m 等深线）

图 3.2.3-4 工程海域 2010 年和 2021 年版海图等深线成果对比（5m 等深线）

图 3.2.3-5 工程场址内海图 1314300 水深成果和 2021 年水深成果的对比点示意图

表 3.2.3-1 工程场址内水深对比点统计表（正值代表淤积， 负值代表冲刷， 单位 m）

3.2.3.3 区域表层沉积物粒度

本报告收集了《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目夏季全潮水文观测报告》中表层沉积物的分析成果：工程海域开展了沉积物取样工作，共计取样 42 个，所取样品根据《海洋调查规范-第 8 部分：海洋地质地球物理调查》采用马尔文激光粒度仪进行粒度分析，采样点位置如下图 3.2.3-6，采样点坐标见下表 3.2.3-2。

图 3.2.3-6 表层沉积物取样站点示意图

表 3.2.3-2 表层沉积物取样站位坐标

根据《海洋调查规范-第 8 部分：海洋地质地球物理调查》(GB/T12763.8-2007) 粒级标准，将沉积物粒级划分为 4 级：粒度 $<0.004\text{mm}$ 为黏土(Y)， $0.004\sim 0.063\text{mm}$ 为粉砂(T)， $0.063\sim 2\text{mm}$ 为砂(S)，粒度 $>2\text{mm}$ 为砾石(G)。对采集到的样品进行粒度分析，并采用谢帕德沉积物粒度三角图解法进行分类，结果见表 3.2.3-3。样品分析结果表明，工程海域海床表层沉积物类型种类较多，绝大多数为粉砂质砂和砂，以及少量的砂质粉砂。

需要说明的是，表中沉积物的命名与勘探钻孔中的地层名称有所差异，原因是表中沉积物的命名按照《海洋调查规范-第 8 部分：海洋地质地球物理调查》附录 A 的分类方法进行，而勘探钻孔中岩地层按照《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 版)命名，执行规范的不同致使二者的名称存在一定差异。

表 3.2.3-3 项目海区沉积物粒级含量成果表(%)

沉积物的粒度主要受搬运介质、搬运方式及沉积环境等因素的控制，其分布主要受制于泥沙的输入形式和水动力对泥沙颗粒再分配的能力。同样沉积物的粒度参数能够反映海岸动力沉积环境和空间变化的特征。因此粒度参数分析成为揭示沉积环境和判定物质运动方式的主要手段。

①中值粒径

表层沉积物中值粒径的变化情况可反映沉积物的来源和平均动能，以及沉积环境的变化。中值粒径的高值区通常代表高能的水动力环境，此种动荡的环境下将形成粗颗粒的沉积物和良好的分选；而低值区则通常代表静水、低能的沉积环境，细颗粒物质经过长距离的搬运和分选，仅在此种环境中能够沉积下来；介于二者之间的中值

粒径分布区，代表过渡区域复杂的动力因素和物质来源。样品分析结果表明，调查海域沉积物相对较细。

②分选程度

沉积物的分选程度与水动力条件、沉积环境、物质来源及搬运距离等有直接关系。在研究沉积环境时，分选系数常用于分析沉积环境的动力条件和沉积物的来源。按照《海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查》（GB/T 12763.8—2007）中分选程度标准划分为5级，即：小于 0.35ϕ 为分选程度极好； $0.35\phi\sim0.71\phi$ 为分选程度好； $0.71\phi\sim1.00\phi$ 为分选程度中等； $1.00\phi\sim4.00\phi$ 为分选差；大于 4ϕ 为分选程度极差。样品分析结果表明，调查海域沉积物分选系数在 $0.53\phi\sim5.25\phi$ 之间，平均为 2.47ϕ 。

根据《大唐南澳勒门I海上风电项目 220kv 海底电缆路由调查勘测报告》相关成果：路由区水深大于 5m 的区域主要沉积物为黏土质粉砂，沉积物粒度较细，该区域有丰富的泥沙来源，且受河流和潮流影响较弱，有利于细颗粒泥沙的沉积，属于淤积区。汕头港及广澳近岸沉积物类型为黏土质粉砂和砂-粉砂-黏土，该区域受到河流和潮流的共同影响，水动力条件复杂，整体呈侵蚀趋势；南澳岛周边主要沉积物类型为粉砂质砂，粒度较粗。

3.2.4 工程地质

3.2.4.1 区域地质构造

工程场地在大地构造上属于华南地槽褶皱系，区域内各时代地层发育较齐全，沉积建造类型复杂，并经历了多个构造阶段发展演化历史，形成了较复杂的地质构造格局。

图 3.2.4-1 广东省构造单元示意图

（I1 华南褶皱系II1 粤西隆起区III1 大瑶山隆起区III2 罗定拗陷III3 云开大山隆起区II2 诸广山隆起区II3 九连山隆起区II4 粤东隆起区II5 粤北、粤东北—粤中拗陷带III4 粤北拗陷IV1 连县凹褶断束IV2 乳源凹褶断束IV3 翁源凹褶断束IV4 和平凹褶断束III5 粤中拗陷IV5 花县凹褶断束IV6 阳春—开平凹褶断束IV7 增城—台山隆断束III6 永梅—惠阳拗陷IV8 永梅凹褶断束IV9 紫金—惠阳凹褶断束II6 雷琼拗陷（据广东省区域地质志资料编））

本区经历三个大地构造发展阶段，出露了从震旦纪至第四纪各个时代的地层，发生强烈的酸性到基性的各类岩浆侵入和喷发活动，以及广泛的区域变质和动热变质作用，铸就了众多的深、大断裂带，形成了东西向、北东向、北西向断裂相互交汇和断陷盆地、断隆山地相间排列的地质构造背景。

3.2.4.2 岩土体工程地质分层及特征

本节引自《大唐南澳勒门 I 海上风电项目勘测工程地质勘察报告（施工图设计阶段）》（中交第四航务工程勘察设计院有限公司，2021 年 3 月）。

根据本次勘察揭露，并结合区域地质资料，场区地层由四大部分构成：第四系全新统海相沉积地层（Q4m）、第四系全新统海相冲积层（Q4m+al）、第四系更新统海相冲积层（Q3m+al）和燕山期花岗岩（γ52）。第四系全新统海相沉积地层以松散～稍密的粉细砂、中砂、粗砂为主，局部淤泥～淤泥质土软土层连续分布；第四系全新统海相冲积地层呈粘性土层和砂土层交互分布状；第四系更新统海相冲积层主要为砂土层。在勘探深度范围内自上而下共分 5 大层，各大层根据地层的工程性质差异又分为若干亚层，具体岩土体分层情况见表 3.2.4-1；各地层特征描述如下：

表 3.2.4-1 海上风电场场区岩土体分层情况表

（1）第四系全新统海相沉积层（②层 Q4m）

本层以松散～中密的粉细砂为主，表层淤泥～淤泥质土软土层和中粗砂层连续分布，厚度较薄。

（2）第四系全新统海相冲积层（③层 Q4m+al）

本层为第四系全新统海相冲积地层，分布于第四系全新统地层下；本层层顶埋藏深度在 0m～23.2m 之间。本层以粘性土层为主，局部多夹粉细砂、中砂、粗砂透镜体。

（3）第四系全新统海相冲积层（④层 Q4m+al）

本层层顶埋藏深度在 4.3m～52.7m 之间，呈灰色粘性土层与浅灰色～灰色为主的砂土层交互分布，以粘性土层为主。

（4）第四系更新统海相冲积层（⑤层 Q3m+al）

本层分布于勘探深度范围的下部，层顶埋藏深度在 44.0m～83.8m 之间，基本为极密实砂土层，局部夹硬塑～坚硬粘性土层，而砂土层又以极密实中砂、粗砂为主。

（5）燕山期花岗岩（⑦层 Q3al）

本层仅钻孔#15-1、#15+揭示并在本层终孔，风机位置不揭示该地层，故不再叙述该层。

钻孔平面布置图详见图 3.2.4-2，工程地质剖面图详见图 3.2.4-3，钻孔柱状图详见图 3.2.4-4 和图 3.2.4-5。

根据钻探深度范围的结果可知：

（1）不良地底质作用

勘测场区未见海底滑坡、海底崩塌等不良地质作用发育迹象及海底地震地质灾害，也未发现明显浅层断裂构造。

(2) 场地稳定性及适宜性评价

1) 拟建场地稳定性差，拟建风电场距离区域活动断裂最近的距离大于 5km，场地无全新世活动断裂通过，项目所在海域邻近区域地质构造活动较强烈，地震活动相对活跃。

2) 场地属对建筑抗震不利地段。

3) 拟建风电场未见海底滑坡、海底浊流、活动沙丘与沙坡等不良地质作用及海底地震地质灾害。场区可能存在的不良地质作用主要为浅层气，场地地基土地震效应需要考虑的有饱和砂土液化和软土震陷问题。

4) 场地环境工程地质条件较简单，遭受地质灾害危害的可能性较小。海水对工程建设影响较大。

5) 地基条件和施工条件较差，需要采取相应的工程措施进行处理。

6) 工程建设可能诱发次生地质灾害，可采取一般工程措施进行防护。综合判定，拟建场地工程建设适宜性差，采取必要的工程措施后可进行工程建设。

图 3.2.4-2 钻孔平面布置图

图 3.2.4-3 工程地质剖面图（4-1——4-1'）

图 3.2.4-4a 钻孔柱状图（#21F）

图 3.2.4-4b 钻孔柱状图（#21F）

图 3.2.4-4c 钻孔柱状图（#21F）

图 3.2.4-4d 钻孔柱状图（#21F）

图 3.2.4-5a 钻孔柱状图（#22F）

图 3.2.4-5b 钻孔柱状图（#22F）

图 3.2.4-5c 钻孔柱状图（#22F）

图 3.2.4-5d 钻孔柱状图（#22F）

3.2.5 海洋水质现状调查与评价

3.2.5.1 调查概况

1.调查站位及时间

2024 年 11 月及 2025 年 4 月，中国科学院南海海洋研究所对工程施工区域水环境质量进行了环境监测，共布设 20 个水质站位、10 个沉积物站位、12 个海洋生态站位，2 条潮间带断面以及 12 条游泳动物断面，具体调查站位详见表 3.2.5.1-1，分布图见图 3.2.5.1-1。

表 3.2.5.1-1 海洋生态环境调查站位及调查内容

图 3.2.5.1-1 2024 年秋季、2025 年春季监测站位图

3.评价标准及方法

根据本项目海洋生态管控要求，海洋生态环境管控要求主要依据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68 号）文件，生态跟踪监测站位与相关区划的叠加情况见图 3.2.5.1-1。从图中可以看出，该项目 LM14、LM19 站位位于汕头港-大埕湾渔业用海区，LM21、LM20 和 LM24 站位位于汕头珍稀濒危物种分布区生态保护区；LM08 站位位于南澳东部深水重要渔业资源产卵场生态保护区；LM23 站位位于汕头深水重要渔业资源产卵场生态保护区；LM05、LM09 站位位于广东南澎列岛国家级自然保护区生态保护区；LM06、LM12、LM15、LM18 和 LM34 站位汕头近海渔业用海区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类标准；LM27 站位位于后江湾工况通信用海区；LM10、LM11、LM16、LM17 和 LM22 站位白颈屿西南工矿通信用海区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第三类标准（表 3.2.5.1-1）。结合项目所在位置及周边近岸海域环境功能区划情况，水质现状评价标准执行《海水水质标准》（GB3097-1997），具体执行标准列于表 3.2.5.1-2。

图 3.2.5.1-1 调查站位所在近岸海域环境功能区划图

表 3.2.5.1-1 各调查站位所属功能区及执行标准一览表

海洋水质评价执行《海水水质标准》（GB3097-1977）的相关标准。

表 3.2.5.1-2 海水水质标准（GB3097-1977）（mg/L，除 pH 外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量 ≤10	人为增加的量 ≤10	人为增加的量 ≤100	人为增加的量 ≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧>	6	5	4	3
生化需氧量≤ (BOD ₅)	1	3	4	5
化学需氧量≤ (COD)	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.01	0.01
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
铜≤	0.005	0.010	0.050	0.050
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
砷≤	0.020	0.030	0.050	0.050
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
硫化物≤（以S计）	0.02	0.05	0.10	0.25
第一类适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危生物自然保护区；第二类适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区；第三类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；第四类适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。				

根据监测结果，以各水质参数的监测值直接对照《海水水质标准》(GB3097 - 1997)，采用《环境影响评价导则》(HJ/T2.3-93)所推荐的单项水质参数法进行评价。

①单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

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

式中： $S_{i,j}$ —— i 污染物在 j 点的污染指数；

$C_{i,j}$ —— i 污染物在 j 点的实测浓度，mg/L；

$C_{s,i}$ —— i 污染物的评价标准，mg/L。

②DO 的标准指数为：

$$P_i = \frac{C_{im} - C_i}{C_{im} - C_{io}}$$

式中： P_i ——溶解氧的污染指数；

C_i ——溶解氧的实测值*；

C_{io} ——溶解氧的评价标准；

C_{im} ——本次调查中溶解氧的最大值；

注：若采集表底层样，带*为表、底层平均值。

③pH 的标准指数为：

$$SpH = \frac{|pH - pH_{sm}|}{DS}$$

$$\text{其中： } pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}, \quad DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$$

式中： SpH ——评价因子的质量指数；

pH ——测站评价因子的实测值；

pH_{su} ——pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} ——pH 评价标准的下限值；

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

3.2.5.2 秋季调查结果及分析

秋季调查结果及分析 2024 年秋季海水水质监测结果见表 3.2.5.2-1。调查海域水温变化范围介于 19.2~22.3℃，均值为 20.6℃。盐度变化范围介 22.9013~31.3938，均值为 30.219。pH 值变化范围介于 7.91~8.04，均值为 7.983。悬浮物（SS）含量

变化范围介于 10~36.5mg/L，均值 16.6mg/L。溶解氧（DO）含量变化范围介于 7.16~8.80mg/L，均值为 7.84mg/L。化学需氧量(COD)变化范围介于 0.46~0.79mg/L，均值为 0.56mg/L。生化需氧量（BOD5）变化范围介于 0.33~3.58mg/L，均值为 1.24mg/L。亚硝酸盐变化范围介于 0.0035~0.0529mg/L，均值为 0.0110mg/L。氨变化范围介于 0.002~0.058mg/L，均值为 0.011mg/L。硝酸盐变化范围介于 0.174~0.529mg/L，均值为 0.297mg/L。活性磷酸盐含量变化范围介于 0.018~0.047mg/L，均值为 0.028mg/L。活性硅酸盐含量变化范围介于 0.283~1.504mg/L，均值为 0.734mg/L。汞含量变化范围介于 0.019~0.04μg/L，均值为 0.026μg/L。锌含量变化范围介于 3.4~10.5μg/L，均值为 6.5μg/L。镉含量变化范围介于 0.05~0.44μg/L，均值为 0.14μg/L。铅含量变化范围介于 0.03~1.99μg/L，均值为 0.45μg/L。砷含量变化范围介于 1.3~1.5 μg/L，均值为 1.4μg/L。铜含量变化范围介于 0.9~7.2μg/L，均值为 1.5μg/L。总铬含量变化范围介于 0.4~5.3μg/L，均值为 1.1μg/L。石油类含量变化范围介于 0.009~0.038 mg/L，均值为 0.016 mg/L。硫化物的含量变化范围介于 0.1~1.2μg/L，均值为 0.6 μg/L。挥发酚的含量变化范围介于 1.1~4.4μg/L，均值为 2.9 μg/L。

表 3.2.5.2-1 秋季水质要素监测结果

采用上述单项指数评价法和评价标准，对本次现状调查结果进行标准指数计算，各站点水质评价因子的标准指数见表 3.2.5.2-2。

调查海域执行海水水质标准要求见 3.2.5.1 节。由监测结果和标准指数表可知：主要超标监测因子为生化需氧量、无机氮、活性磷酸盐和铅，各监测因子超标情况分析如下：生化需氧量含量超标率为 33.33%；无机氮含量超标率为 33.33%；活性磷酸盐含量超标率为 88.10%；铅含量超标率为 7.14%。最大超标倍数分别为 3.58、2.99、2.47、1.99。

表 3.2.5.2-2 秋季水质标准指数

注：当样品中待测物检出率小于样品总数的1/2 时，低于检出限的测定结果按按检出限的1/4 量值参与统计运算。

3.2.5.3 春季调查结果及分析

2025 年 4 月春季海水水质监测结果见表 3.2.5.3-1。

表 3.2.5.3-1 春季水质要素监测结果

采用上述单项指数评价法和评价标准,对本次现状调查结果进行标准指数计算,各站点水质评价因子的标准指数见表 3.2.5.3-2。

调查海域执行海水水质标准要求见 3.2.5.1 节。由监测结果和标准指数表可知:主要超标监测因子为生化需氧量、悬浮物和铅,各监测因子超标情况分析如下:生化需氧量含量超标率为 5.13%;悬浮物含量超标率为 20.51%;铅含量超标率为 23.08%。最大超标倍数分别为 1.79、20.51、1.73。

表 3.2.5.3-2 春季水质要素监测结果

注：当样品中待测物检出率小于样品总数的 1/2 时，低于检出限的测定结果按按检出限的 1/4 量值参与统计运算。

3.2.6 海洋沉积物现状调查与评价

3.2.6.1 调查概况

1.调查站位与时间频次

2024 年 11 月及 2025 年 4 月，中国科学院南海海洋研究所对工程施工区域海洋沉积物质量进行了环境监测，布设站位 10 个，具体调查站位详见表 3.2.5-1，分布图见图 3.2.5-1。

2.调查项目及分析方法

监测项目包括含水率、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷。使用抓斗式采泥器采集 0cm~20cm 表层沉积物。现场样品采集、现场处理和贮存方法按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）的规定执行。

检测方法见表 3.2.6.1-1。

表 3.2.6.1-1 海洋沉积物调查分析方法

名称	检测方法名称及编号	仪器型号及名称	方法检出限
总汞	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 总汞冷原子吸收光度法 (5.2)	F732-V 型测汞仪 180002	0.005mg/kg
砷	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 原子荧光法 (11.1)	AFS-930 原子荧光光度计 930-0409139	0.06mg/kg
有机碳	《海洋监测规范第5部分沉积物分析》 GB17378.5-2007 重铬酸钾氧化-还原容量 法 (18.1)	具塞滴定管 230982	—
石油类	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 紫外分光光度法 (13.2)	UV-1800 紫外可见分光光度计 A11635304506CD	3.0mg/kg
硫化物	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 碘量法 (17.3)	具塞滴定管 230981	4.0mg/kg
铅	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 火焰原子吸收分光光度 法 (7.2)	iCE3500 原子吸收 分光光度计 AA350066	3.0mg/kg
铜	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 火焰原子吸收分光光度 法 (6.2)		2.0mg/kg
锌	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 火焰原子吸收分光光度 法 (9)		6.0mg/kg
镉	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 无火焰原子吸收分光光 度法 (8.1)		0.04mg/kg
铬	《海洋监测规范第5部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007 无火焰原子吸收分光光		2.0mg/kg

名称	检测方法名称及编号	仪器型号及名称	方法检出限
	度法 (10.1)		
水分 (含水率)	《海洋监测规范第 5 部分: 沉积物分析》 GB17378.5-2007 重量法 (19)	101-OAS 数显 电 热恒温干燥 箱 803459	—

3.评价标准及方法

根据本项目海洋生态管控要求,结合项目所在位置及周边近岸海域环境功能区划情况,海洋沉积物质量评价执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)。

表 3.2.6.1-2 海洋沉积物质量标准 (GB18668-2002) ($\times 10^{-6}$, 有机质为 $\times 10^{-2}$)

评价因子	第一类	第二类	第三类	引用标准
有机碳	$\leq 2.0 \times 10^{-2}$	$\leq 3.0 \times 10^{-2}$	$\leq 4.0 \times 10^{-2}$	《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002)
硫化物	$\leq 300.0 \times 10^{-6}$	$\leq 500.0 \times 10^{-6}$	$\leq 600.0 \times 10^{-6}$	
石油类	$\leq 500.0 \times 10^{-6}$	$\leq 1000.0 \times 10^{-6}$	$\leq 1500.0 \times 10^{-6}$	
汞	$\leq 0.20 \times 10^{-6}$	$\leq 0.50 \times 10^{-6}$	$\leq 1.0 \times 10^{-6}$	
铜	$\leq 35 \times 10^{-6}$	$\leq 100 \times 10^{-6}$	$\leq 200 \times 10^{-6}$	
铅	$\leq 60.0 \times 10^{-6}$	$\leq 130.0 \times 10^{-6}$	$\leq 250 \times 10^{-6}$	
锌	$\leq 150.0 \times 10^{-6}$	$\leq 350.0 \times 10^{-6}$	$\leq 600 \times 10^{-6}$	
镉	$\leq 0.50 \times 10^{-6}$	$\leq 1.50 \times 10^{-6}$	$\leq 5 \times 10^{-6}$	
铬	$\leq 80.0 \times 10^{-6}$	$\leq 150.0 \times 10^{-6}$	$\leq 270 \times 10^{-6}$	
砷	$\leq 20.0 \times 10^{-6}$	$\leq 65.0 \times 10^{-6}$	$\leq 93 \times 10^{-6}$	
第一类适用于海洋渔业海域，海洋自然保护区，珍稀与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区； 第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区； 第三类适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。				

3.2.6.2 秋季调查结果及分析

2024 年秋季海洋沉积物监测结果见表 3.2.6.2-1。

表 3.2.6.2-1 沉积物质量监测结果

采用上述单项指数法,对现状调查结果进行标准指数计算,各调查点沉积物评价因子的标准指数见表 3.2.6.2-2。

表 3.2.6.2-2 2024 年秋季沉积物标准指数

调查海域执行海洋沉积物标准要求见 3.2.6.1 节。由监测结果和标准指数表可知:主要超标监测因子为铜、铅、镉、砷,各监测因子超标情况分析如下:铜含量超标率为 30.00%;铅含量超标率为 10.00%;镉含量超标率为 30.00%;砷含量超标率为 10.00%。最大超标倍数分别为 5.85、1.17、2.28 和 1.74。

3.2.6.3 春季调查结果及分析

2025 年 4 月春季海洋沉积物监测结果见表 3.2.6.3-1。

表 3.2.6.3-1 2025 年 4 月春季沉积物质量监测结果

采用上述单项指数法，对现状调查结果进行标准指数计算，各调查点沉积物评价因子的标准指数见表 3.2.6.3-2。

表 3.2.6.3-2 2025 年 4 月春季沉积物标准指数

调查海域执行海洋沉积物标准要求见 3.2.6.1 节。由监测结果和标准指数表可知：该站位各层的各沉积物要素均符合第一类海洋沉积物质量标准。

3.2.7 海洋生物质量现状调查与评价

3.2.7.1 调查概况及分析评价方法

2024 年 11 月 30 日~12 月 4 日及 2025 年 4 月，中国科学院南海海洋研究所在调查海域开展海洋生物现状调查，具体调查站位详见 3.2.5 节。

监测项目包括石油烃、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷（挑选鱼类、甲壳类、软体类和贝类）。生物体质量检测方法见 3.2.7.1-1。

表 3.2.7.1-1 海洋生物体调查分析方法

检测项目	检测方法名称及编号	仪器型号及名称	方法检出限
1 总汞	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 冷原子吸收光度法（5.2）	F732-V 型测汞仪 180002	0.01mg/kg
2 砷	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 原子荧光法（11.1）	AFS-930 原子荧光光度计 930-0409139	0.2mg/kg
3 铜	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析火焰原子吸收分光光度法（连续测定铜、铅和镉） GB17378.6-2007（6.3）	iCE3500 原子吸收分光光度计 AA350066	2.0mg/kg
4 铅	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.6-2007（7.1）		0.04mg/kg
5 锌	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析火焰原子吸收分光光度法 GB17378.6-2007（9.1）		0.4mg/kg
6 镉	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.6-2007（8.1）		0.005mg/kg
7 铬	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析无火焰原子吸收分光光度法 GB17378.6-2007（10.1）		0.04mg/kg
8 石油烃	《海洋监测规范》第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007 荧光分光光度法（13）	RF-6000 荧光分光光度计 A40245701503SA	0.2mg/kg

海洋生物中贝类质量评价执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准，海洋生物中的鱼类、甲壳类和软体类生物质量评价采用《环境影响评价技术导则

海洋生态环境》（HJ1409-2025）中附录 C 的标准要求。

各类生物体污染物评价标准详见表 3.2.7.1-2。

表 3.2.7.1-2 海洋生物体质量评价标准（湿重 $\times 10^{-6}$ ）

生物类别	贝类 (双壳类)			软体动物 (非双壳类)	甲壳类	鱼类
评价标准	《海洋生物质量》 (GB18421-2001)			《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》 (HJ 1409-2025)		
	第一类	第二类	第三类	参考值	参考值	参考值
铜	10	25	50 (牡蛎 100)	100	100	20
铅	0.1	2.0	6.0	10	2	2
锌	20	50	100 (牡蛎 500)	250	150	40
镉	0.2	2.0	5.0	5.5	2.0	0.6
铬	0.5	2.0	6.0	—	—	—
砷	1.0	5.0	8.0	1	1	1
总汞	0.05	0.10	0.30	0.3	0.2	0.3
石油烃	15	50	80	20	20	20

第一类适用于海洋渔业海域，海水养殖区，海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用水区；第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区；第三类适用于海洋港口海域和海洋开发作业区。

3.2.7.2 秋季调查结果及分析

2024 年秋季海洋生物调查结果见表 3.2.7.2-1 所示。

表 3.2.7.2-1 各类生物体内重金属平均含量

2024 年秋季海洋生物质量评价结果见表 3.2.7.2-2。从表中可以看出，本次调查除了 LM21 站位的习见赤蛙螺的石油烃出现超标外，其他各站位各类生物体内重金属含量均低于《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中推荐的生物质量标准，均未出现超标。

表 3.2.7.2-2 2024 年秋季各类生物体内重金属质量指数

注：在区域性监测中，检出率占样品频数的 1/2(包括 1/2)以上或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与统计计算。

3.2.7.3 春季调查结果及分析

2025 年 4 月春季海洋生物调查结果见表 3.2.7.3-1 所示。

表 3.2.7.3-1 2025 年 4 月春季各类生物体内重金属平均含量

2025 年 4 月春季海洋生物质量评价结果见表 3.2.7.3-2。

由表可知，各站位各类生物体质量含量均低于《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中推荐的生物质量标准，均未出现超标。

表 3.2.7.3-2 2025 年 4 月春季各类生物体内重金属质量指数

注：在区域性监测中，检出率占样品频数的 1/2(包括 1/2)以上或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参与统计计算。

3.2.8 海洋生态现状

3.2.8.1 调查概况

1.调查站位及时间

2024 年 11 月及 2025 年 4 月，中国科学院南海海洋研究所对工程施工区域水环境质量进行了环境监测，共布设 12 个海洋生态站位，2 条潮间带断面以及 12 条游泳动物断面，具体调查站位详见 3.2.5-1 节。

2.调查项目

海洋生物：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。

叶绿素 a：分析水体内叶绿素 a 的质量浓度；

初级生产力：测量水体透明度，根据该处水体内叶绿素 a 的质量浓度计算初级生产力；

浮游植物：分析其种类组成、数量分布和密度、主要优势种；

浮游动物：分析其种类组成、数量分布和密度、主要优势种；

底栖生物：分析其种类组成、数量分布、主要优势种的生物量和栖息密度；

潮间带生物：分析其种类组成、数量分布、主要优势种的生物量和栖息密度。

鱼卵仔鱼：分析种类组成、数量分布、优势种。

游泳生物：分析种类组成、捕获物生物学特征、优势种分布、捕获量分布和资源密度（重量、尾数），以及渔业生产情况。

3.调查和分析方法

生态调查按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）进行。

当观测船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据水深采集样品，采样所用的采样器、采样瓶及其相关用具必须按规范清洁干净。

叶绿素 a

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

浮游植物

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

利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网,网口面积 0.1m^2 ,采用垂直拖网法。现场对采集的浮游植物样品进行适当的浓缩后加入鲁哥试剂溶液进行固定,带回实验室,进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框,视野法计数,取其平均密度,通过过滤的水柱,测算出每个调查站位浮游植物的密度,单位以每立方米多少个细胞数表示(cells/m^3)。

浮游动物

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

以浅水I型浮游生物网采样,网口面积 0.2m^2 ,每个调查站从底至表垂直拖网,样品现场用 5%甲醛溶液固定保存,带回实验室进行种类鉴定,总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法,栖息密度分布采用个体计数法,然后根据滤水量换算为每 m^3 水体的浮游动物数量。

底栖生物

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

采泥底栖生物调查方法是定量样品分别采用 0.054m^2 的采泥器采集,每站采样 4 次。定性样品采用阿氏拖网采集,拖拽时间为 15min,拖速为 2 节。在船上对采集到的沉积物样品进行冲洗分拣,收集所有的大型底栖生物,并加入 75% 无水乙醇进行固定带回室内分析鉴定,生物量和栖息密度分别以 g/m^2 和栖息密度 $\text{ind.}/\text{m}^2$ 为单位。

潮间带生物

分别在项目周边布设 2 处潮间带代表断面,以 DQ2 断面和 DQ5 断面表示,两个断面均为礁石相。调查方法按照《海洋监测规范》(GB17378.1-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763.1-2007)进行。生物量和栖息密度分别以 g/m^2 和 $\text{ind.}/\text{m}^2$ 为计算单位。

鱼卵仔鱼

分析种类组成、数量分布、优势种。定量分析样品采用浅水 I 型浮游动物网采集,

每站取自底层至表层做一次垂直拖网的方法采集浮游动物样品。定性分析样品采用大型浮游生物网于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速约 1.5 节。采集到的样品用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行湿重生物量称重，并用镜检分析法和个体计数法进行浮游动物的种类鉴定和计数。

游泳生物

分析种类组成、捕获物生物学特征、优势种分布、捕获量分布和资源密度（重量、尾数），以及渔业生产情况。采用单船有翼单囊拖网进行拖网采样，拖网采样船速 3 kn~4 kn（根据实际情况确定），拖网时长 1 h，网具为渔船生产作业时使用的底拖网网具，其网宽 8m，网囊网目尺寸 30mm。每站拖网 1h，拖速约为 3kn。每网样品按种分类，各站的捕获样品均在现场进行初步分析和测定；捕获样品较少（<40kg）时，将全部样品进行分析测定；捕获物较多时，先挑选个体较大和稀有种类的样品，其余小杂鱼样品随机取样，再进行分析测定；当不能进行现场分析和测定时，将样品按类别装于聚乙烯袋中，冷冻保存带回实验室分析和测定。

渔业资源的评价方法采用优势度、多样性指数和均匀度，计算公式与海洋生物调查时采用的计算公式一致。

渔业资源密度采用扫海面积法（密度指数法），估算评价海区的资源密度，求算公式为：

$$D=C/Q \cdot A$$

其中：D——渔业资源密度，单位为 kg/km²；

C——平均每小时拖网捕获量，单位为 kg/网·h；

A——每小时网具取样面积，单位为 km²/网·h；

Q——网具捕获率（取 0.5）。

利用相对重要性指数 IRI 分析捕获物在群体数量组成中的生态地位，依次确定优势种。公式如下：

$$IRI = (N+W) \cdot F$$

式中：N——某一种类的尾数占捕获总尾数的百分比；

W——某一种类的重量占捕获总重量的百分比；

F——某一种类出现的频率。

4.分析评价方法

优势度：对于某一调查海域的优势度，计算公式如下：

$$Y = n_i/N \cdot f_i$$

式中： n_i 为第 i 种的数量； N 为群落中所有种的数量； f_i 为第 i 种在各站出现的频率。

本文定义优势度 $Y \geq 0.02$ 的种类为优势种。

多样性指数、均匀度、丰富度是生物群落特征数值的研究指标。一般情况下，种类越丰富，种间数量分布越均匀，多样性指数值就越高，也就预示生物群落受外界干扰越少或生物群落较为稳定。一般来说，在水体交错区或稳定成熟发展的水体中，浮游植物的多样性高。本文中计算公式如下：

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

$$P_i = n_i/N$$

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

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

式中： S 为种类数； H' 为多样性指数； J' 为均匀度； d 为丰富度； n_i 是第 i 个物种的个体数； N 是全部物种的个体数。

3.2.8.2 秋季调查结果及分析

(1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3 \sim 1.53\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $0.62\text{mg}/\text{m}^3$ 。本次调查海区底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.74\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $0.43\text{mg}/\text{m}^3$ （表 3.2.8.2-1）。

表 3.2.8.2-1 叶绿素 a 测定结果

(2) 浮游植物

本次调查共记录浮游植物 3 门 38 属 78 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 30 属 65 种，占总种数的 83.33%（表 3.2.8.2-2）；甲藻门出现 7 属 12 种，占总种数的 15.38%，蓝藻门出现 1 属 1 种，占总种数的 1.28%。硅藻门的圆筛藻出现种类数最多（11 种），其次硅藻门的角毛藻，为 9 种，其它属出现的种类见表 3.2.8.2-2（附录 1）。

表 3.2.8.2-2 浮游植物种类组成

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 4 种，分别为蓝藻门的红海束毛藻（*Trichodesmium erythraeum*）和硅藻门的冰河星杆藻（*Asterionella glacialis*）、并基角毛藻（*Chaetoceros decipiens*）、拟旋链角毛藻（*Chaetoceros pseudocurvisetus*）。红海束毛藻为第一优势种，优势度为 0.622，其他

优势种见表 3.2.8.2-3。

表 3.2.8.2-3 浮游植物优势种及优势度

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 26~41 种。丰富度指数范围为 1.789~2.652，平均为 2.277；多样性指数范围为 0.624~2.747，平均为 1.761；均匀度指数范围为 0.127~0.540，平均为 0.348（表 3.2.8.2-4）。

表 3.2.8.2-4 浮游植物的多样性及均匀度指数

(3) 浮游动物

本次调查共记录浮游动物 9 个生物类群 37 种（见附录 2），其中桡足类 15 种，浮游幼体类 9 种，毛颚动物和有尾类各 3 种，水母类和异足类各 2 种，端足类、介形类和十足类各 1 种。

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 2.93mg/m³~89.33mg/m³，平均生物量为 20.08mg/m³。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 3.68ind./m³~77.25ind./m³，平均密度 27.50 ind./m³（表 3.2.8.2-5）。

表 3.2.8.2-5 浮游动物生物量及密度

本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围为 5~22 种；丰富度指数范围为 1.516~3.774，平均为 2.599；种类多样性指数范围为 2.020~3.592 之间，平均为 2.644；种类均匀度变化范围在 0.609~0.915 之间，平均为 0.782（见表 3.2.8.2-6）。

表 3.2.8.2-6 浮游动物的多样性指数及均匀度

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 5 种，为浮游幼体的桡足类幼体（*Copepodid larvae*）、桡足类无节幼虫（*Nauplius larvae*（*Copepoda*））、有尾类的异体住囊虫（*Oikopleura dioica*）和桡足类的小长腹剑水蚤（*Oithona nana*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*），见表 3.2.8.2-7。

表 3.2.8.2-7 浮游动物的优势种及优势度

(4) 底栖生物

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，以环节动物的平均栖息密度最高，占总平均密度的 64.57%；其他动物的平均栖息密度之和占总平均密度的 22.83%；节肢动物的平均栖息密度占总平均密度的 8.66%；软体动物的平均栖息密度占总平均密度的 3.94%（表 3.2.8.2-7）。

底栖生物的平均生物量以软体动物的平均生物量居首位，其次为环节动物其他动物的平均生物量之和为 0.90g/m²，节肢动物平均生物量较少（表 3.2.8.2-8）。

表 3.2.8.2-8 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀。本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀。

环节动物在调查海区在 12 个站位中 8 个站有出现, 出现频率为 66.67%。

软体动物在调查海区 12 个站位中 5 个站有出现, 出现频率为 41.67%。

节肢动物在调查海区 12 个站位中 4 个站有出现, 出现频率为 33.33%。

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种, 本次调查海区的底栖生物有 2 个优势种, 分别为棘皮动物倍棘蛇尾 (*Amphioplus* sp.) 和环节动物奇稚齿虫属 (表 3.2.8.2-9)。

表 3.2.8.2-9 底栖动物优势种及优势度

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 0~24 种/站。丰富度指数范围为 1.243~6.115, 多样性指数 (H') 变化范围在 0.000~4.217 之间, 均匀度范围在 0.808~1.000 之间 (表 3.2.8.2-10)。

表 3.2.8.2-10 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

(5) 潮间带生物

本次调查共记录潮间带生物 18 种, 其中软体动物 9 种, 节肢动物 6 种, 环节动物 2 种扁形动物 1 种 (附录 4)。软体动物占总种数的 50.00%, 节肢动物占总种数的 33.33%, 环节动物和扁形动物分别占总种数的 33.33%和 5.56%。软体动物和节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。另外, 潮间带定性调查补充物种 10 种, 其中软体动物 3 种, 节肢动物 7 种。

本次潮间带调查共布设 2 个调查断面 (DQ2 断面和 DQ5 断面), 均为为岩相。

调查断面潮间带生物平均生物量为 311.51g/m^2 , 平均栖息密度为 162.67 ind./m^2 。在潮间带平均生物量的组成中, 以节肢动物居首位, 占总平均生物量的 60.30%; 其次为软体动物, 占总生物量的 39.33%; 其他类群所占比例较小 (表 3.2.8.2-11)。

在平均栖息密度方面, 节肢动物占首位, 软体动物次之, 环节动物和扁形动物的平均栖息密度分别为 17.33 ind./m^2 和 2.67 ind./m^2 (表 3.2.8.2-11)。

表 3.2.8.2-11 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面, 平均栖息密度表现为 DQ2 断面>DQ5 断面; 平均生物量也表现为 DQ2 断面>DQ5 断面 (表 3.2.8.2-12)。

表 3.2.8.2-12 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

在垂直分布上, 潮间带生物的平均生物量表现为中潮区最高, 低潮区居中, 高潮

带最低，其中中潮区的平均生物量主要由节肢动物和软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布，亦表现为中潮区 > 低潮区 > 高潮区（表 3.2.8.2-13），中潮区的平均栖息密度主要由节肢动物和软体动物组成。

表 3.2.8.2-13 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

计算结果显示，2 条调查断面出现的种类数在 12~15 种/断面；丰富度指数（ d ）在 2.127~2.797 之间，多样性指数（ H' ）变化范围在 3.218~3.485 之间，Pielou 均匀度（ J' ）范围在 0.892~0.898 之间（表 3.2.8.2-14）。

表 3.2.8.2-14 潮间带生物多样性指数及均匀度

（6）鱼卵仔稚鱼

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 6 种，其中鲱形目鉴定出 2 种，鲷形目、鲈形目、鲹形目和未定种分别鉴定出 1 种（表 3.2.8.2-15）。

表 3.2.8.2-15 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

本次水平拖网调查共采到鱼卵 373 粒，仔鱼 19 尾。调查海区 12 个站位均采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，各站鱼卵密度变化范围在 8.10ind./100m³ ~ 33.48ind./100m³（表 3.2.8.2-16）。

仔鱼在 12 个站位中的 11 个站有出现，出现率为 91.67%，各站仔鱼密度变化范围在 0.00ind./100m³ ~ 2.16ind./100m³（表 3.2.8.2-16）。

表 3.2.8.2-16 鱼类浮游生物水平拖网密度及其分布

本次垂直拖网调查共捕获鱼卵 19 粒，没有捕获到仔鱼。调查期间 12 个站位均捕获到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%（表 3.2.8.2-17）。

表 3.2.8.2-17 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

（7）游泳生物

本次调查，共捕获游泳动物 73 种，隶属于 14 目 41 科，其中：鱼类 35 种，隶属于 9 目 25 科，占总种数的 47.95%，其中鲈形目种类最多，有 15 种，占鱼类种类总数的 42.86%；甲壳类 34 种，隶属于 2 目 13 科，占总种数的 46.58%（表 3.2.8.2-17，附录 5）。

表 3.2.8.2-18 各断面出现种类统计结果

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.01kg/h 和 306.67ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.80kg/h 和

249.25ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 69.78%和 81.28%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.03kg/h 和 52.25ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 25.75%和 17.04%；头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.18kg/h 和 5.17ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.46%和 1.68%（表 3.2.8.2-19）。

表 3.2.8.2-19 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 3.2.8.2-19。平均重量密度为 $240.40\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $18.81\text{kg}/\text{km}^2\sim 715.68\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $18.40\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。

表 3.2.8.2-20 调查断面的渔业资源密度

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.2.8.2-21。从表可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 $61.91\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $3.13\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。

表 3.2.8.2-21 鱼类资源密度

本次调查，甲壳类的资源密度见表 3.2.8.2-22。从表得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 $167.76\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $14.95\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。其中，重量密度范围为 $6.18\text{kg}/\text{km}^2\sim 592.09\text{kg}/\text{km}^2$ 。

表 3.2.8.2-22 甲壳类资源密度

本次调查，头足类的资源密度见表 3.2.8.2-23。从表得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 $10.73\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $0.31\times 10^3\text{ind.}/\text{km}^2$ 。

表 3.2.8.2-23 头足类资源密度

根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内各物种的相对重要性指数(IRI)，并采用胡成业等的划分标准，当 IRI 大于 1000 时定为优势种，当 IRI 在 100~1000 之间时定为常见种。各渔获物优势种及常见种的 IRI 值列于表 3.2.8.2-24。

本次调查的优势渔获种类有 4 种，分别为甲壳类的矛形梭子蟹 (*Portunus hastatoides*)、红星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*)、口虾蛄(*Oratosquilla oratoria*)及断脊小口虾蛄 (*Oratosquilla interrupta*)。

本次调查的常见种有 16 种，其中鱼类有 5 种，甲壳类有 10 种，头足类有 1 种。

表 3.2.8.2-24 渔获物 IRI 指数

本次调查海域各站位断面丰富度指数 (d) 在 3.716~6.973 之间，平均值为 5.033；Shannon-wiener 多样性指数 (H') 分布范围在 2.464~4.199 之间，平均为 3.441；Pielou 均匀度 (J') 分布范围在 0.531~0.900 之间，平均为 0.721 (表 3.2.8.2-25)。

表 3.2.8.2-25 游泳动物物种多样性指数及均匀度

本次调查中，游泳动物经济种的主要组成为南海近岸常见的中小型鱼类、对虾科、虾蛄科及梭子蟹科物种。鱼类经济种主要有皮氏叫姑鱼、白姑鱼、龙头鱼、凤鲚、金色小沙丁鱼、海鳗等；甲壳动物中出现较多的是对虾科、虾蛄科及梭子蟹科物种。以上鱼类和甲壳动物物种经济价值较高，生长迅速，是优良的渔业经济种。综合考虑各品种出现站数、优势度、平均渔获率、经济价值和生物类型代表性，选定以下几种分述生物学特征如下：

①皮氏叫姑鱼

皮氏叫姑鱼属鲈形目（Perciformes）、石首鱼科（Sciaenidae），为暖温带近岸中下层小型鱼类，喜栖于泥砂底以及岩礁附近海域。生命周期短，一般不超过 3 龄，最高 4 龄，1 龄性成熟。是常见的小型食用鱼。

②白姑鱼

白姑鱼属鲈形目、石首鱼科，为暖温性近底层鱼类，广泛分布于印度洋和太平洋西部海域，我国沿海均有分布，是产量较高的重要经济鱼类之一。在南海北部，白姑鱼的分布范围较广，从河口、海湾和沿岸浅海至水深 110 m 陆架海域均有出现，以北部湾和海南岛以东陆架区（包括整个粤东陆架区，以下简称陆架区）分布为主。陆架区的主要产卵期为 5~8 月，其中 6 月为全盛期。性成熟体长为 110 mm，1~2 龄鱼大量达到性成熟。

③龙头鱼

龙头鱼属仙女鱼目（Aulopiformes），狗母鱼科（Synodontidae）。近海暖水性中下层鱼类，栖息于近岸浅海、大陆架深水区及河口区，栖息水深在 50~500m。游泳能力不强。肉食性，主要以小型鱼类、甲壳类和头足类为食。

④红星梭子蟹

红星梭子蟹属于十足目（Decapoda），梭子蟹科（Portunidae），主要栖息于 10~30 m 水深的泥、沙质海底。喜食软体动物瓣鳃类、小型甲壳类及浮游甲壳类、多毛类等，幼体在近岸河口处生活，是广东省主要经济蟹类。雌性初届性成熟的甲宽为 80 mm，体重为 32 g，大量性成熟甲宽 100~110 mm，体重为 60~80 g。周年几乎都有生殖活动，盛期 2~6 月。

⑤口虾蛄

口虾蛄属于口足目（Stomatopoda），虾蛄科（Squillaidae）。是大型凶猛的甲

壳动物，最大可达 180 mm。在我国南北沿海均有分布，是重要的渔业资源物种。其食物组成包括小型甲壳类、双壳类、多毛类和小型鱼类。

口虾蛄在每年春季繁殖产卵，夏秋季节是新生虾蛄的主要生长发育季节。广东沿海口虾蛄进入繁殖在早春，随着春季水温上升，口虾蛄洄游到近岸海域寻找适宜的场所繁殖产卵，在冬季水温较低时，口虾蛄洄游到较深海区挖洞越冬。

⑥鹰爪虾

鹰爪虾属十足目、对虾科（*Penaeidae*）。为广布种，一般栖息于水深 12~125m 海区，对底质适应性强，白天潜伏少动，夜间进行摄食，是广东、海南重要经济虾类。

3.2.8.3 春季调查结果及分析

（1）叶绿素a

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 0.40mg/m³~1.19mg/m³，底层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 0.40mg/m³~0.79mg/m³，（表 3.2.8.3-1）。

表 3.2.8.3-1 叶绿素 *a* 和初级生产力测定结果

（2）浮游植物

本次调查共记录浮游植物 4 门 43 属 94 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 33 属 61 种，占总种数的 64.89%（表 3.2.8.3-2）；甲藻门出现 7 属 29 种，占总种数的 30.85%，蓝藻门出现 1 属 2 种，占总种数的 2.13%；绿藻门出现 2 属 2 种，占总种数的 2.13%。甲藻门的角藻出现种类数最多（16 种），其次硅藻门的角毛藻，为 11 种。

表 3.2.8.3-2 浮游植物种类组成

以优势度 *Y* 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 2 种，分别为硅藻门的舟形藻（*Navicula* spp.）和并基角毛藻（*Chaetoceros decipiens*）（表 3.2.8.3-3）。

表 3.2.8.3-3 浮游植物优势种及优势度

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 23~51 种（表 3.2.8.3-4）。丰富度指数范围为 1.598~3.484；多样性指数范围为 0.201~3.655；均匀度指数范围为 0.039~0.658（表 3.2.8.3-4）。

表 3.2.8.3-4 浮游植物的多样性及均匀度指数

(3) 浮游动物

本次调查共记录浮游动物 10 个生物类群 23 种（见附录 2），其中浮游幼体类 8 种，桡足类 6 种，毛颚动物 2 种，水螅水母类、端足类、海樽类、介形类、十足类、有尾类和原生动物各 1 种。

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $16.84\text{mg}/\text{m}^3 \sim 218.57\text{mg}/\text{m}^3$ 。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $0.95\text{ind.}/\text{m}^3 \sim 28.57\text{ind.}/\text{m}^3$ （表 3.2.8.3-5）。

表 3.2.8.3-5 浮游动物生物量及密度

本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围为 1~16 种；丰富度指数范围为 0.000~4.039；种类多样性指数范围为 0.000~3.540 之间；种类均匀度变化范围在 0.487~0.970 之间（见表 3.2.8.3-6）。

表 3.2.8.3-6 浮游动物的多样性指数及均匀度

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 8 种，为毛颚动物的肥胖箭虫（*Sagitta enflata*）、百陶箭虫（*Sagitta bedoti*）、浮游幼体的鱼卵（Fish eggs）、莹虾类幼体（*Lucifer larvae*）、端足类的钩虾亚目（Gammaridean）、十足类的亨生莹虾（*Lucifer hansenii*）和桡足类的小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、亚强次真哲水蚤（*Subeucalanus subcrassus*），见表 3.2.8.3-7。

表 3.2.8.3-7 浮游动物的优势种及优势度

(4) 底栖生物

本次定量和定性调查共记录大型底栖动物 59 种，其中环节动物 21 种、节肢动物 20 种、软体动物 11 种和其他动物 7 种（棘皮动物和脊索动物各 2 种、刺胞动物、纽形动物和蠕虫动物各 1 种）。

其中定量调查记录到大型底栖动物 29 种，其中环节动物 18 种、软体动物 3 种、节肢动物 3 种和其他动物 5 种（棘皮动物 2 种、脊索动物、纽形动物和蠕虫动物各 1 种）。环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

定性调查出现补充物种 30 种，其中节肢动物 17 种，软体动物 8 种，环节动物 3 种，脊索动物和刺胞动物各 1 种。

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息

密度为 26.53ind./m^2 ，以环节动物的平均栖息密度最高，其他动物的平均栖息密度之和占总平均密度的 28.13% ；节肢动物的平均栖息密度占总平均密度的 14.06% ；软体动物的平均栖息密度占总平均密度的 4.69% （表3.2.8.3-8）。

底栖生物的平均生物量为 1.46g/m^2 ，以其他动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量之和为 0.77g/m^2 ，占总平均生物量的 52.72% ；其次为环节动物，其平均生物量为 0.60g/m^2 ，占总平均生物量的 40.80% ；软体动物的平均生物量为 0.06g/m^2 ，占总平均生物量的 4.40% ；节肢动物平均生物量较少，为 0.03g/m^2 （表3.2.8.3-8）。

表 3.2.8.3-8 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从 $4.98\text{ind./m}^2 \sim 59.70\text{ind./m}^2$ 。

环节动物在调查海区的平均密度为 14.10ind./m^2 ，在12个站位中11个站有出现，出现频率为 91.67% 。

软体动物在调查海区12个站位中2个站有出现，出现频率为 16.67% 。

节肢动物在调查海区12个站位中3个站有出现，出现频率为 25.00% 。

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物有 2 个优势种，分别为棘皮动物倍棘蛇尾属（*Amphioplus* sp.）和环节动物丝线沙蚕（*Drilonereis filum*），优势度分布为 0.091 和 0.026。倍棘蛇尾属在 12 个站位中的 5 个站出现占调查海区底栖生物总平均密度的 21.88% 。丝线沙蚕在 12 个站位中的 4 个站出现，占调查海区底栖生物总平均密度的 7.81% （表3.2.8.3-9）。

表 3.2.8.3-9 底栖动物优势种及优势度

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在1~7种/站。丰富度指数范围为 $0.869 \sim 2.885$ ，多样性指数（ H' ）变化范围在 $0.000 \sim 2.750$ 之间，均匀度范围在 $0.730 \sim 1.000$ 之间，（表3.2.8.3-10）。

表 3.2.8.3-10 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

（5）潮间带生物

本次调查共记录潮间带生物24种，其中软体动物12种，节肢动物9种，环节动物2种，纽形动物1种（附录4）。软体动物占总种数的 50.00% ，节肢动物占总种数的 37.50% ，软体动物和节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

另外，潮间带定性调查补充物种10种，其中软体动物5种，环节动物和节肢动物各2种，刺胞动物1种。

本次潮间带调查共布设2个调查断面（DQ2断面和DQ5断面），均为为岩相。在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，占总平均生物量的 84.86%；其次为节肢动物，占总生物量的 15.06%；其他类群所占比例较小（表 3.2.8.3-11）。

在平均栖息密度方面，其中软体动物占首位，节肢动物次之，环节动物和纽形动物的平均栖息密度分别为20.00ind./m²和2.67ind./m²（表3.2.8.3-11）。

表 3.2.8.3-11 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 DQ5 断面>DQ2 断面；平均生物量也表现为 DQ5 断面>DQ2 断面（表 3.2.8.3-12）。

表 3.2.8.3-12 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为中潮区最高，低潮区居中，高潮带最低（表 3.2.8.3-13），其中中潮区的平均生物量主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布，亦表现为中潮区 > 低潮区 > 高潮区（表 3.2.8.3-13），中潮区的平均栖息密度主要由软体动物组成。

表 3.2.8.3-13 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

计算结果显示，2条调查断面出现的种类数在 17~20 种/断面（表 3.2.8.3-14）。

表 3.2.8.3-14 潮间带生物多样性指数及均匀度

（6）鱼卵仔稚鱼

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 9 种，其中鲱形目鉴定出 2 种，鲈形目鉴定出 4 种，鲻形目、鰕形目和未定种分别鉴定出 1 种（表 3.2.8.3-15）。

表 3.2.8.3-15 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

本次水平拖网调查共采到鱼卵 491 粒，仔鱼 34 尾。调查海区 12 个站位均采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，（表 3.2.8.3-16）。

仔鱼在 12 个站位中的 11 个站有出现，出现率为 91.67%，表 3.2.8.3-16）。

表 3.2.8.3-16 鱼类浮游生物水平拖网密度及其分布

本次垂直拖网调查共捕获鱼卵 32 粒，没有捕获到仔鱼。调查海区 12 个站位均捕获到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，（表 3.2.8.3-17）。

表 3.2.8.3-17 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

(7) 游泳生物

本次调查，共捕获游泳动物 71 种，隶属于 11 目 43 科，其中：鱼类 38 种，隶属于 6 目 28 科，占总种数的 53.52%，其中鲈形目种类最多，有 20 种，占鱼类种类总数的 52.63%；甲壳类 29 种，隶属于 2 目 12 科，占总种数的 40.85%；头足类 4 种，隶属于 3 目 3 科，占总种数的 5.63%。本次调查，各断面出现种类情况见表 3.2.58.3-18。

表 3.2.8.3-18 各断面出现种类统计结果

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 50.96%和 59.40%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 45.70%和 38.81%；头足类平均重量渔获率和平均个体渔获率占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 3.34%和 1.79%（表 3.2.8.3-19）。

表 3.2.8.3-19 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

本次调查各断面渔业资源密度分布见表 3.2.8.3-20。

表 3.2.8.3-20 调查断面的渔业资源密度

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.2.8.3-21。

表 3.2.8.3-21 鱼类资源密度

本次调查，甲壳类的资源密度见表 3.2.8.3-22。

表 3.2.8.3-22 甲壳类资源密度

本次调查，头足类的资源密度见表 3.2.8.3-23。

表 3.2.8.3-23 头足类资源密度

根据相对重要性指数 (*IRI*) 公式计算评价调查海域内各物种的相对重要性指数 (*IRI*)，并采用胡成业等的划分标准，当 *IRI* 大于 1000 时定为优势种，当 *IRI* 在 100~1000 之间时定为常见种。各渔获物优势种及常见种的 *IRI* 值列于表 3.2.8.3-24。

本次调查的优势渔获种类有 3 种，分别为甲壳类的双斑蟳 (*Charybdis bimaculata*)、角突仿对虾 (*Parapenaeopsis cornuta*) 及鱼类的二长棘鲷

(*Parargyrops edita*)，其重量渔获率之和占渔获物总重量渔获率的 44.17%；个体渔获率之和占渔获物总个体渔获率的 70.47%。

本次调查的常见种有 17 种，其中鱼类有 8 种，甲壳类有 8 种，头足类有 1 种。这 17 种常见种的重量渔获率之和占渔获物总重量渔获率的 39.44%；个体渔获率之和占渔获物总个体渔获率的 23.10%。

表 3.2.8.3-24 渔获物 *IRI* 指数

本次调查海域各站位断面丰富度指数 (d) 在 4.346~6.414 之间；Shannon-wiener 多样性指数 (H') 分布范围在 2.109~3.729 之间；Pielou 均匀度 (J') 分布范围在 0.434~0.725 之间 (表 3.2.8.3-25)。

表 3.2.8.3-25 游泳动物物种多样性指数及均匀度

本次调查中，游泳动物经济种的主要组成为南海近岸常见的中小型鱼类、对虾科、虾蛄科及梭子蟹科物种。鱼类经济种主要有皮氏叫姑鱼、白姑鱼、龙头鱼、多鳞鱚、二长棘鲷、桂皮斑鲆、海鳗、沙带鱼等；甲壳动物中出现较多的是对虾科、虾蛄科及梭子蟹科物种。以上鱼类和甲壳动物物种经济价值较高，生长迅速，是优良的渔业经济种。综合考虑各品种出现站数、优势度、平均渔获率、经济价值和生物类型代表性，选定以下几种分述生物学特征如下：

(1) 二长棘鲷

二长棘鲷属鲈形目 (Perciformes)，鲷科 (Sparidae)。为闽南-台湾浅滩渔场和南海海域常见经济物种，喜栖息于水深 100 m 以浅的粗糙或者岩礁海底。南海北部二长棘鲷初次性成熟体长约为 101 mm，性成熟最小年龄在 1 龄左右，产卵期为 12 月~3 月，盛期 1~3 月。从 4 月开始有大量幼鱼出现在近岸海域索饵生长。

(2) 白姑鱼

白姑鱼属鲈形目、石首鱼科 (Sciaenidae)，为暖温性近底层鱼类，广泛分布于印度洋和太平洋西部海域，我国沿海均有分布，是产量较高的重要经济鱼类之一。在南海北部，白姑鱼的分布范围较广，从河口、海湾和沿岸浅海至水深 110 m 陆架海域均有出现，以北部湾和海南岛以东陆架区 (包括整个粤东陆架区，以下简称陆架区) 分布为主。陆架区的主要产卵期为 5~8 月，其中 6 月为全盛期。性成熟体长为 110 mm，1~2 龄鱼大量达到性成熟。

(3) 龙头鱼

龙头鱼属仙女鱼目（Aulopiformes），狗母鱼科（Synodontidae）。近海暖水性中下层鱼类，栖息于近岸浅海、大陆架深水区及河口区，栖息水深在 50~500m。游泳能力不强。肉食性，主要以小型鱼类、甲壳类和头足类为食。

(4) 口虾蛄

口虾蛄属于口足目（Stomatopoda），虾蛄科（Squillaidae）。是大型凶猛的甲壳动物，最大可达 180 mm。在我国南北沿海均有分布，是重要的渔业资源物种。其食物组成包括小型甲壳类、双壳类、多毛类和小型鱼类。

口虾蛄在每年春季繁殖产卵，夏秋季节是新生虾蛄的主要生长发育季节。广东沿海口虾蛄进入繁殖在早春，随着春季水温上升，口虾蛄洄游到近岸海域寻找适宜的场所繁殖产卵，在冬季水温较低时，口虾蛄洄游到较深海区挖洞越冬。

(5) 哈氏仿对虾

哈氏仿对虾属十足目（Decapoda），对虾科（Penaeidae），是我国东南沿海重要的经济虾类。全年皆可捕捞。东海哈氏仿对虾繁殖期在 5~9 月，高峰期在 6~7 月，次高峰期在 9 月，南海区域应较之提前。

(6) 杜氏枪乌贼

杜氏枪乌贼属于枪形目（Teuthida），枪乌贼科（Loliginidae）。浅海性种类，产卵季节大规模集群，在中国南海南部海域群体较大。产卵期贯及全年，产卵高峰期多为水温升高的月份。一年性成熟，生命周期约为 3 年。主食甲壳类（糠虾、磷虾和介形类）、小鱼和头足类，同类残食现象普遍。

3.2.9 鸟类资源现状调查与评价

本节内容引用自《大唐南澳勒门I海上风电项目 2025 年度运营期环境影响监测报告》，按照项目鸟类监测的内容和要求，在 2025 年 9 月 3 日~9 月 4 日，根据项目实际情况，选择 4 条主要样线进行鸟类监测，样线涵盖了候鸟保护区核心区、南澳岛本岛的森林公园与岸线区域、风电场施工区域，使用双筒望远镜（Bushnell 8*42）观察，并利用佳能长焦相机（Canon）拍摄取证鉴定，记录观察到的物种相关信息，如物种名称、数量等。鸟类的鉴定参照《中国鸟类野外手册》，鸟类分类系统见郑光美(2005)《中国鸟类分类与分布名录》。

表 3.2.9-1 监测记录表

3.2.9.1 群落多样性分析

(1) 优势度

优势度指数是在群落的类群组成基础上进一步推算出来以表达群落组成状况的指标。优势度指数越大，表明生物群落内不同种类生物数量分布越不均匀，优势生物的生态功能越突出。我们计算了其 Berger-Parker 优势度指数。一般优势度大于 0.1 的为绝对优势种，大于 0.01 的为主要优势种。

Berger-Parker 优势度指数 (D)

$$D=N_{\max}/N$$

式中：N_{max} 为优势种的个体数；N 为功能团全部物种的个体数。本监测区域中大凤头燕鸥、褐翅燕鸥为绝对优势种。

(2) α-多样性

① Shannon-Wiener 指数：

$$H=-\sum (P_i) (\ln P_i)$$

其中，H=样品的信息含量（彼得/个体）=群落的多样性指数。其中 S 表示总的物种数，p_i 表示第 i 个种占总数的比例。当群落中只有一个族群存在时，香农指数达到最小值 0；当群落中有两个以上的族群存在，且每个族群的个体数量相等时，香农指数达到最大值 lnS。

② Simpson 集中概率指数：

辛普森多样性指数=随机取样的两个个体属于不同种的概率=1-随机取样的两个个体属于同种的概率。

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

式中，S 为物种数目，P_i-----物种 i 的个体数占群落数内总个体数的比例，i=1, 2,.....S 辛普森多样性指数的最低值是 0，最高值是(1-1/s)。前一种情况在全部个体均属于一个种的时候，后一种情况在每个个体分别属于不同种的时候。

③均匀性指数

根据 Simpson 集中概率指数，Pielou 定义均匀度指数为：

$$E=H'/H'_{\max}$$

E 的取值范围为 0~1

经计算可得到，该群落的 Shannon-Wiener 指数为 0.99，Simpson 集中概率指数为 0.51。均匀性指数为 0.32。

3.2.9.2 重要鸟类

本次生境监测到的鸟类为海岸鸟类为主，实际观察到的鸟类包括：大风头燕鸥、褐翅燕鸥、黑枕燕鸥、岩鹭、八哥、白头鹎、大白鹭、黑脸噪鹛、噪鹛、小白鹭、黑领棕鸟、棕背伯劳、斑文鸟等。

3.2.10 声环境及电磁环境现状

3.2.10.1 声环境

本节内容引用自《大唐南澳勒门I海上风电项目 2025 年度运营期环境影响监测报告》。

(1) 开关站声环境调查结果

按照声环境监测的内容和要求，在 2025 年 9 月 2 日，进行了声环境监测，监测结果见表 3.2.10-1，监测结果统计分析见图 3.2.10-1。

表 3.2.10-1 声环境监测结果一览表 单位：dB

图 3.2.10-1 开关站声环境监测结果统计图

(2) 按照水上声环境监测的内容和要求，在 2025 年 9 月 3 日，进行了工程海域水上声环境调查，结果见表 3.2.10-2。

表 3.2.10-2 工程海域水上声环境质量调查结果 单位：dB

(3) 水下声环境调查结果

按照水下声环境监测的内容和要求，在 2025 年 9 月 3 日，进行了工程海域水下声环境调查，结果见表 3.2.10-3~表 3.2.10-8。

峰值声压

工程海域水下噪声峰值声压调查结果见表 3.2.10-3 所示。

表 3.2.10-3 各站点的测量深度与对应的峰值声压级

海况

表 3.2.10-4 各站点的海况

工程海域频带声压级和声压谱级

工程海域水下噪声频带声压级和声压谱级调查结果见表 3.2.10-5～表 3.2.10-8

表 3.2.10-5 工程海域水下噪声环境调查结果—声压谱级（1） 单位：dB（re 1μPa/Hz）

表 3.2.10-6 工程海域水下噪声环境调查结果—声压谱级（2） 单位：dB（re 1μPa/Hz）

表 3.2.10-7 工程海域水下噪声环境调查结果一频带声压级（1） 单位：dB/1μPa

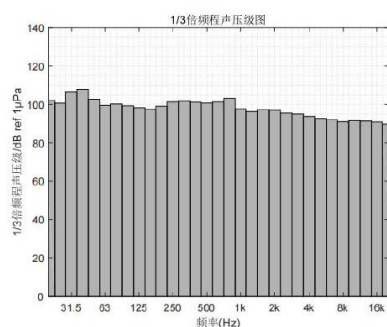
表 3.2.10-8 工程海域水下噪声环境调查结果一频带声压级（2） 单位：dB/1μPa

各站点的频带声压级、声压谱级图

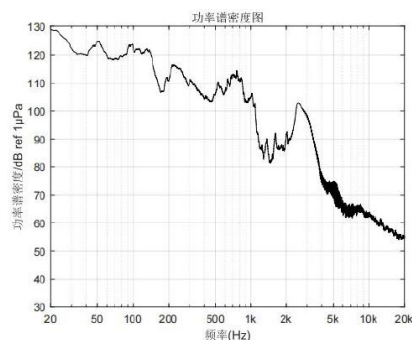
图中各物理量说明如下：

①频带声压级：通过不同带宽的滤波器从一个能量连续分布的随机噪声中提取出该带宽内的噪声声压级，用符号 L_{pf} 表示，本报告中的频带声压级 L_{pf} 采用 1/3oct 频谱分析；

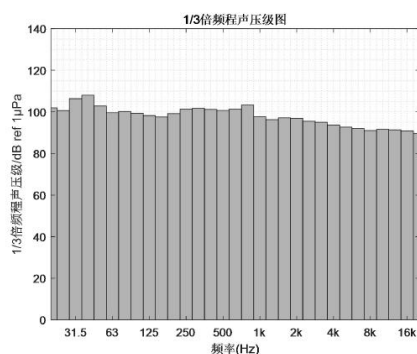
②声压谱级：也称为功率谱级，定义为噪声通过带宽 1Hz 的理想滤波器后的声压级，用符号 L_{ps} 表示；



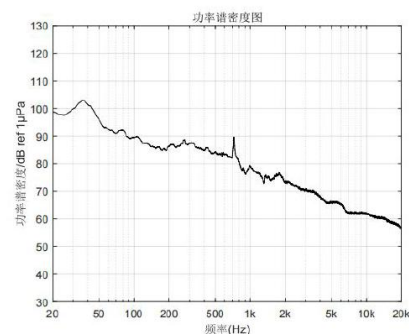
(a) 频带声压级



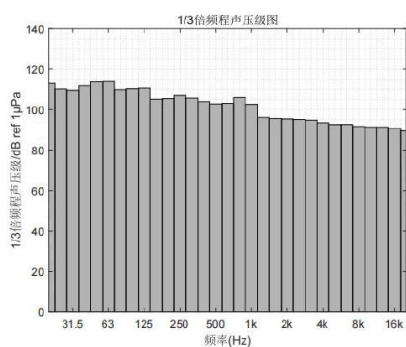
功率密度谱 - 对数坐标



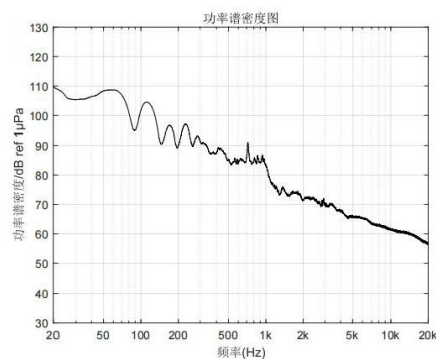
(b) 频带声压级



功率密度谱 - 对数坐标

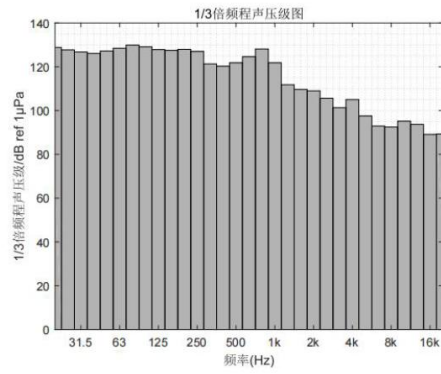


(c) 频带声压级

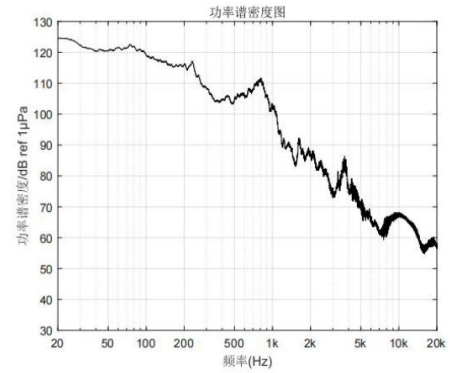


功率密度谱 - 对数坐标

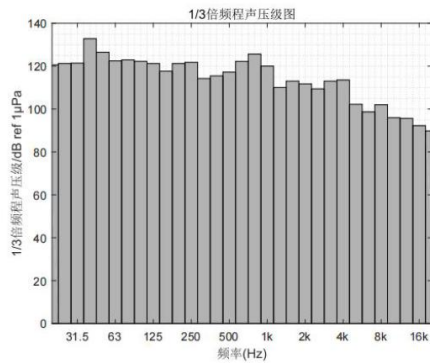
图 3.2.10-2 站点 1 水深 3m (a)、8m(b)、16m(c) 处所测时域图和噪声分析结果



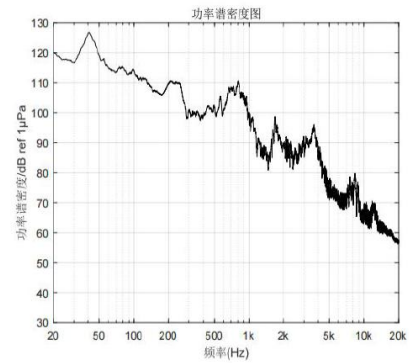
(a) 频带声压级



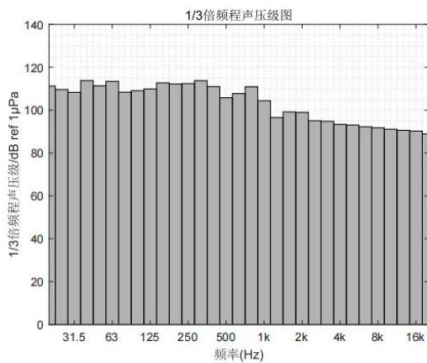
功率谱密度谱 - 对数坐标



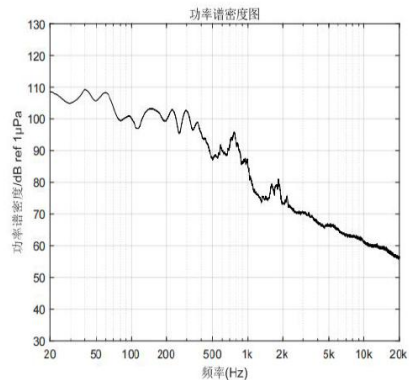
(b) 频带声压级



功率谱密度谱 - 对数坐标

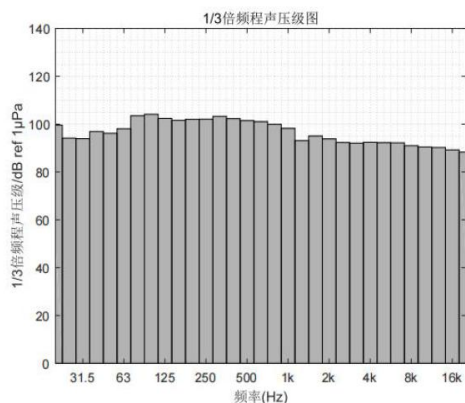


(c) 频带声压级

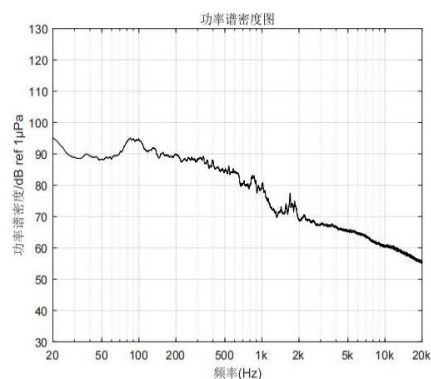


功率谱密度谱 - 对数坐标

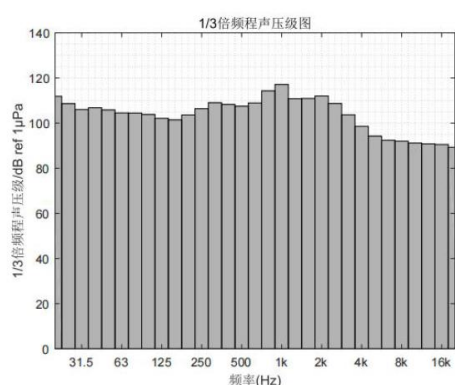
图 3.2.10-3 站点 2 水深 3m(a)、8m(b)、16m(c)处所测时域图和噪声分析结果



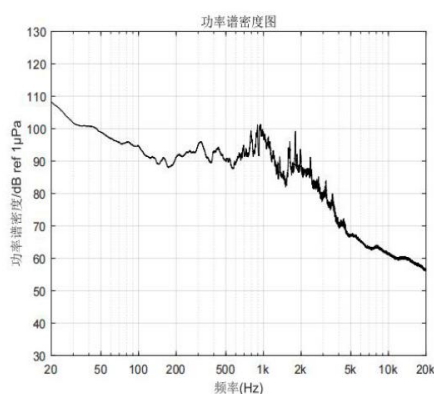
(a) 频带声压级



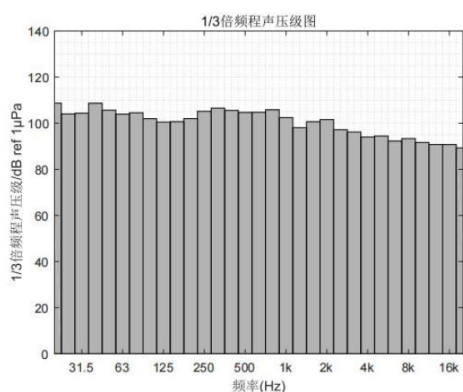
功率密度谱 - 对数坐标



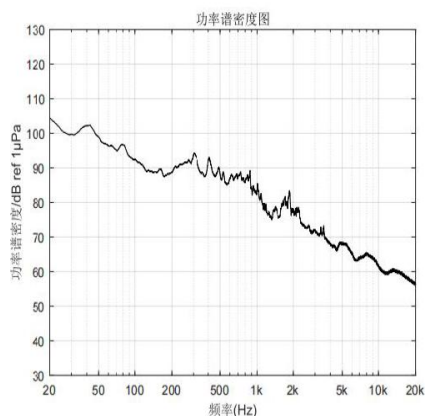
(b) 频带声压级



功率密度谱 - 对数坐标



(c) 频带声压级



功率密度谱 - 对数坐标

图 3.2.10-4 站点 3 水深 3m(a)、8m(b)、16m(c)处所测时域图和噪声分析结果

噪声：有 1 个监测点，昼间值为 53.2dB，夜间值为 49.4dB，参考《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准，结果评价为达标。

水上噪声：由海上声环境现场调查可知，34 号机监测时的算术平均值为 47.4dB。

水下噪声：该海域水下环境背景噪声声谱级随着频率的增高而下降，在

20Hz~20kHz 频率范围内，全频带累积声压级为 132dB，噪声谱级的总动态变化范围是 78dB，而在特定频率(如 100Hz)的噪声功率谱级的动态变化范围为 36dB。总体上，在 100Hz 以上的频率的噪声谱级在 122dB 以下；500Hz 以上频率的噪声谱级均在 107dB 以下；1kHz 以上频率的噪声谱级在 100dB 以下；而在 5kHz 以上频率，噪声谱级在 72dB 以下。

3.2.10.2 电磁环境监测结果

按照电磁环境监测的内容和要求，在 2025 年 9 月 2 日~9 月 3 日，进行了电磁环境监测，监测结果见表 3.2.10-9。

表 3.2.10-9 电磁环境监测结果一览表

通过各监测点位监测结果统计分析可知：

大唐南澳勒门I海上风电项目 2025 年度运营期环保监测选取 11 个电磁环境监测点，监测结果全部达标，见表 3.2.10-10。产生的电磁辐射对周边环境会产生一定的影响，然而，施工单位通过采取屏蔽措施、高频接地等方式，减轻电磁波的干涉、反射和二次反射等，以降低工作人员所在地和周边环境的电磁场强度。

表 3.2.10-10 电磁环境检测结果统计表

3.2.11 “三场一通道”分布

3.2.11.1 南海中上层鱼类产卵场

南海中上层鱼类产卵场分布见图 3.2.11-1，本项目不在产卵场内。

图 3.2.11-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

3.2.11.2 南海底层、近底层鱼类产卵场

本工程风电场位于南海底层、近底层鱼类产卵场（产卵期为 11 月至翌年 8 月）内，位置关系见图 3.2.11-2。

南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。大眼鲷产卵场位于海陵岛南部，水深 26-80m 海域，主要环境保护对象为长尾大眼鲷，产卵期为 5-7 月，保护目标为水质环境。金线鱼产卵场分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近，水深为 25-107 米，主要是 40-80 米，产卵期 3-8 月。

本项目未在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

图 3.2.11-2 本工程与南海底层、近底层鱼类产卵场位置关系(三场一通)

3.2.11.3 南海北部幼鱼繁育场保护区

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 等深线水域。本项目位于保护区范围内。

图 3.2.11-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

3.2.11.4 南海北部幼鱼幼虾保护区

南海北部幼鱼幼虾保护区保护期为每年的 3 月 1 日到翌年 5 月 31 日，禁渔

期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞这类幼鱼的其他作业渔船进入上述海域内生产。本项目位于幼鱼幼虾保护区内。

图 3.2.11-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

3.2.12 自然灾害

3.2.12.1 热带气旋

项目所在海域是西北太平洋和南海台风、热带风暴活动和登陆的主要地区之一，因此主要的气象灾害是热带气旋引起的极端大风。

根据中国台风网“CMA-STI 热带气旋最佳路径数据集”最新数据，统计了 1949 年至 2020 年影响项目所在海区的热带气旋。72 年间，共有 86 个热带气旋影响项目所在海域，其中热带低压 7 个，热带风暴 20 个，强热带风暴 25 个，台风 22 个，强台风 9 个，超强台风 2 个。热带气旋多发生在 6 月~10 月，该时间内的发生次数占总数的 95% 以上，7 月份发生次数最多，为 22 次，8 月次之，为 21 次，1 月、2 月、3 月、4 月和 12 月发生次数均为 0。对当地造成较大损失的热带气旋分别为 2001 年 0104 号台风“尤特”和 2006 年 0601 号台风“珍珠”。2001 年 7 月 6 日，台风“尤特”造成汕头、潮州、揭阳等地约 712 万人口受灾，直接经济损失 28.58 亿元。2006 年 5 月 18 日，台风“珍珠”造成汕头、潮州等地约 778 万人口受灾，紧急疏散 32.7 万人，直接经济损失 12.3 亿元，死亡 1 人。2013 年 9 月 23 日，强台风“天兔”造成广东省直接经济损失 71.72 亿元，死亡人数 25 人，农作物受灾面积 50.77 千公顷，倒塌房屋 8490 间，严重损坏房屋 2 万间，紧急转移人数 31.19 万人。

表 3.2.5-1 热带气旋统计表（1949~2020 年）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
热带低压	0	0	0	0	0	1	2	5	0	0	0	0	8
热带风暴	0	0	0	0	1	7	4	5	3	0	0	0	20
强热带风暴	0	0	0	0	1	2	9	6	4	2	1	0	25
台风	0	0	0	0	1	4	4	3	5	5	0	0	22
强台风	0	0	0	0	0	0	2	1	6	0	0	0	9
超强台风	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
合计	0	0	0	0	3	14	22	21	18	7	1	0	86

3.2.12.2 风暴潮

风暴潮灾害是由台风强烈扰动造成的潮水位急剧升降,是一种严重的海洋灾害,主要危害沿海地区。在广东地区,台风风暴潮灾害的特点是:发生次数多、强度大、连续性明显,影响范围广,突发性强,灾害损失大,且主要危害经济发达的沿海地区。影响工程水域的台风平均每年出现 2 次左右,一般多出现于 7~9 月。

通常为天文潮、风暴潮、海啸及其它长波振动引起海面变化的综合特征。观测期间影响本海区的台风主要有:莲花,浪卡,莫拉菲,天鹅,莫拉克,巨爵和凯撒娜。经过实测潮位值与天文潮的对比,得到它们引起的增水情况列于下表。

表 3.2.5-2 台风引起的增水

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

4 海底电缆管道路由调查勘测情况

4.1 海底电缆管道路由调查勘测概况

2021 年 4 月 6 日《大唐南澳勒门 I 海上风电场项目 220kV 海缆预选路由选择依据说明材料(路由调整版 II)》确定了本项目海底电缆勘察路由,长度为 27.19km。路由线路(图 4.1-1)自风电场海上升压站向 SW 向引出后,延伸约 12.6km 经过拐点 AC5、拐点 AC4,到达拐点 AC3,然后向近 W 向延伸约 6.3km 到达拐点 AC2,最后 NW 向延伸约 8.3km 在广澳表角南侧海岸登陆。单根路由线路全长约 27.19km。项目于 2021 年 4 月 6 日取得路由调查勘测批复。4 月 10 日~4 月 28 日,开展物理勘察和底质取样等外业工作;6 月 4 日完成勘察资料处理、报告和图件编制;2021 年 8 月浙江华东建设工程有限公司编制了《大唐勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由调查勘测报告》(报批稿)。

图 4.1-1 风电场及路由线路地理位置图

4.2 路由勘察结论

(1) 工程地质条件

登陆点位于广澳表角南侧海岸，周边地形较平坦，地貌简单。路由区位于南海北部内陆架平原上，无发育大型隆起或洼地等起伏地形单元，无明显地形凸起或下凹。海底高程由西向东缓慢减小，路由区高程范围为-24.9m~3.1m。

路由区的海底底质主要为粉砂混淤泥和淤泥质粉质粘土，局部有基岩出露。路由区敷设深度内以粉砂混淤泥和淤泥质粉质粘土为主，除登陆段小范围出露的基岩区外，均有利于海缆开挖敷设。路由区内未发现沉船等不利于海缆敷设的明显障碍物，仅近岸段浅水区分布有礁石和基岩，路由区登陆点至 KP1.5 路由段海底面情况较为复杂，局部出露基岩，KP1.5 至海上升压站路由段，海底面较为简单，未发现不利于海缆敷设的明显障碍物，仅局部分布有海底锚钩痕。路由区的海床冲淤活动不强烈，在无人为活动影响的情况下，工程区域海床将维持冲淤动态平衡。路由区内的海水和海底对本项目海底电缆的腐蚀较弱，但对海缆某些需采取钢结构进行固定链接处需进行防腐设计。路由区内不良地质条件主要为海底浅部工程性能较差的淤泥质粉质粘土，海缆施工时应加大深埋，并增加海缆冗余量，避免不均匀沉降对海缆造成损坏。

(2) 本工程场区灾害性气象主要为高温、暴雨和大风。汕头市各月均有可能出现暴雨，其中 6 月最多，其次为 8 月，其后依次为 7 月和 5 月。汕头受台风影响时段为 4~12 月，其中以 7~9 月为主。每年 3—9 月，汕头地区均会出现强对流天气，主要有雷雨大风、短时强降水、冰雹、龙卷等灾害性天气。

(3) 本工程海缆铺设于海底面以下，不改变海域自然属性，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》、《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》及《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》、《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》等区划规划相兼容。

(4) 路由线路未穿越渔业养殖区，但距离渔业活动区较近，会影响电缆的敷设施工。路由线路登陆点附近分布有汕头港区、澄海港区和南澳港区，汕头港海域现有航道较多，各港区活动较密集。路由线路距离北侧汕头港第二引航锚地（汕头湾外锚地）约 1231.16km，距离南侧广澳港 3#锚地 1.5km，过往船舶的不

确定抛锚存在破坏海缆的风险，距离锚地 3km 以内海缆埋深 0.2~0.3m，建议做保护处理。路由线路穿越 258 汕头珍稀濒危物种集中分布区限制类红线区，穿越长度约 7.06km。该限制类红线区主要保护的濒危物种为白海豚，管线路由施工不会对其产生影响。路由线路附近有较多未穿越的海域红线区，红线区虽为环境敏感海域，但路由线路并未穿越，同时相距红线区亦较远，不会对其产生影响。路由海域附近有一处海洋倾倒区，名称为“汕头表角疏浚物海洋倾倒区”，路由线路与倾倒区最近距离约为 1.26km，倾倒区的废弃物种类为疏浚物，倾倒区本身对路由影响较小，但海缆施工前应提前发布通航警告，注意避让倾倒船舶。

从工程地质条件、渔业活动、海上交通、海洋功能区划规划等方面来看，路由区基本适合海缆铺设。

5 项目用海调整对资源生态影响分析

5.1 生态评估

5.1.1 资源生态敏感目标

根据本项目用海基本情况和所在海域资源生态基本特征分析，本项目用海周边主要有生态保护红线、海洋保护区、重要渔业水域等资源生态敏感目标，具体分布见表 5.1.1-1，生态红线见图 5.1.1-1，自然保护区见图 5.1.1-2，南海北部幼鱼繁育场保护区和幼鱼幼虾保护区内见图 5.1.1-3 和图 5.1.1-4。

5.1.1-1 项目周边资源生态敏感目标分布图（生态保护红线）

5.1.1-2 周边自然保护区分布示意图

图 5.1.1-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

图 5.1.1-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

表 5.1.1-1 项目周边生态敏感目标分布

类型	名称	与项目相对位置	敏感要素
生态保护红线	汕头潮阳龙头湾中华白海豚地方级自然保护区	西南侧，约 12.7km	中华白海豚及其生境
	汕头深水重要渔业资源产卵场	南侧，约 4.2km	渔业资源、海洋水质、生态环境

类型	名称	与项目相对位置	敏感要素
	广澳湾海岸防护物理防护极重要区	西南侧，约 10.5km	红树林及其生境
	汕头濠江企望湾南方鲎地方级自然保护区	西侧，约 9.2km	珍稀濒危水生动物及其生境
	濠江重要河口	西北侧，13.0km	河口生态系统
	汕头珍稀濒危物种分布区	项目所在	珍稀濒危水生动物及其生境
	汕头湿地地方级自然保护区	北侧，约 5.5km	湿地生态系统
	汕头澄海莱芜中国龙虾地方级自然保护区	北侧，约 10.6km	中国龙虾及其生境
	汕头深水重要渔业资源产卵场	东南侧，6.8km	渔业资源、海洋水质、生态环境
	广东南澎列岛国家级自然保护区	东侧，约 2.0km	海洋生物多样性及其生态系统
	勒门列岛候鸟珍稀濒危物种分布区	东北侧，4.0km	候鸟及其生境
	南澳东部深水重要渔业资源产卵场	北侧，5.4km	渔业资源、海洋水质、生态环境
自然保护区	汕头市潮阳龙头湾中华白海豚市级自然保护区	西南侧，约 12.7km	中华白海豚及其生境
	企望湾南方鲎自然保护区	西侧，约 9.2km	鲎及其生境
	南澎列岛海洋生态自然保护区	东侧，约 2.0km	海洋生物多样性及其生态系统
	汕头市莱芜中国龙虾海洋自然保护区	北侧，约 10.6km	珍稀濒危水生动物及其生境
	汕头市南澳赤屿东南海域中国龙虾和锦绣龙虾市级	东北侧，约 4.3km	珍稀濒危水生动物及其生境

类型	名称	与项目相对位置	敏感要素
	自然保护区		
	汕头市南澳平屿西南侧海域南方鲷市级自然保护区	北侧，约 2.0km	鲷及其生境
	汕头湿地地方级自然保护区	北侧，约 5.5km	湿地生态系统
	广东南澳候鸟省级自然保护区	北侧，约 2.1km	候鸟
重要渔业水域	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境
	幼鱼幼虾保护区	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境

5.1.1.1 生态保护红线

根据《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），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护区核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的十大类有限人为活动。

本项目送出海缆穿越生态保护红线中的“汕头珍稀濒危物种分布区”。

5.1.1.2 自然保护区

根据《中华人民共和国自然保护区条例》中第十八条，自然保护区可以分为核心区、缓冲区和实验区。自然保护区内保存完好的天然状态的生态系统以及珍稀、濒危动植物的集中分布地，应当划为核心区，禁止任何单位和个人进入；除依照本条例第二十七条的规定经批准外，也不允许进入从事科学研究活动。核心区外围可以划定一定面积的缓冲区，只准进入从事科学研究观测活动。缓冲区外围划为实验区，可以进入从事科学试验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动。原批准建立自然保护区的人民政府认为必要时，可以在自然保护区的外围划定一定面积的外围保护地带。

第二十六条，禁止在自然保护区内进行砍伐、放牧、狩猎、捕捞、采药、开

垦、烧荒、开矿、采石、挖沙等活动；但是，法律、行政法规另有规定的除外。

第三十二条，在自然保护区的核心区和缓冲区内，不得建设任何生产设施。在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施；建设其他项目，其污染物排放不得超过国家和地方规定的污染物排放标准。在自然保护区的实验区内已经建成的设施，其污染物排放超过国家和地方规定的排放标准的，应当限期治理；造成损害的，必须采取补救措施。在自然保护区的外围保护地带建设的项目，不得损害自然保护区内的环境质量；已造成损害的，应当限期治理。限期治理决定由法律、法规规定的机关作出，被限期治理的企业事业单位必须按期完成治理任务。

本项目没有位于自然保护区，与周边自然保护区的相对位置关系如表 5.1.1-2。

5.1.1.3 重要渔业水域

（1）南海北部幼鱼繁育场保护区

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 等深线水域，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（2）幼鱼幼虾保护区

幼鱼幼虾保护区的保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。

表 5.1.1-2 项目生态敏感目标

序号	保护区名称	对应海洋保护区名称	面积（公顷）	级别	主要保护对象	相对位置和距离（km）
1	广东南澎列岛国家级自然保护区	南澎列岛海洋保护区	35638	国家级	海洋生物多样性及其生态系	东，2.3
2	广东南澳候鸟省级自然保护区	乌屿海洋保护区	77	省级	候鸟栖息地	东北，6.9
3	乌屿人工鱼礁海洋保护区	乌屿南海海洋保护区	834	海洋生态系统	海洋生态系统	东北，3.3
4	汕头市南澳赤屿东南海域中国龙虾和锦绣龙虾市级自然保护区	赤屿海洋保护区	213	市级	中国龙虾、锦绣龙虾及其生境	东北，2.3

5	汕头市南澳平屿西南侧海域 南方鲷市级自然保护区	平屿海洋 保护区	153	市级	南方鲷及其生 境	北, 1.6
6	汕头市莱芜中国龙虾市级自 然保护区	新津海洋 保护区	1707	市级	中国龙虾及其 生境	西北, 12.4
7	汕头市莱芜中华白海豚市级 自然保护区	莱芜海洋 保护区	711	市级	中华白海豚及 其生境	西北, 19.1
8	汕头市龙头湾中华白海豚自 然保护区	广澳湾海 洋保护区	902	市级	中华白海豚及 其生境	西南, 30.7

图 5.1.1-5 项目所在海域生态敏感目标分布

5.1.2 重点和关键预测因子

根据项目用海特征以及周边敏感目标分布情况, 项目建设对水动力、地形地貌与冲淤以及水质环境方面均有一定影响, 确定本项目的重点和关键预测因子如下:

- (1) 水动力环境: 流速流向、水动力影响范围;
- (2) 地形地貌与冲淤环境: 冲淤变化范围;
- (3) 水质环境: 悬沙扩散范围。

5.2 项目用海资源影响分析

5.2.1 对岸线及海洋空间资源的影响

大陆岸线、海岛岸线及近岸海域是海洋经济发展的重要载体, 也是稀缺和不可再生的空间资源。

本项目风电场为透水构筑物, 海底电缆铺设于海底。本项目建设中风电风机、海底电缆用海占用了部分海底、海面以及部分海面上方的海域空间资源, 使周围的海域空间资源更加紧张。本项目项目用海调整后总申请用海为 339.7195 公顷, 其中透水构筑物用海面积为 65.9674 公顷, 海底电缆管道用海面积为 273.7521 公顷。项目用海使部分海洋空间开发活动也受到了限制, 占海区域对海域空间资源的其他开发活动具有完全排他性。

本项目 220kV 海底电缆推荐登陆点为汕头市南澳县达濠岛东南部, 登陆段穿越岸线约 22.0m, 为砂质海岸, 岸线比较稳定, 海岸沙滩比较宽缓。靠近登陆点的近岸段礁石较少, 海床平坦的水域较宽。登陆点附近施工条件较好, 建设单位采用挖沟挖槽的施工工艺进行海缆的铺设, 施工期间破坏了岸线资源影响了岸

线风貌。施工结束后，登陆区域已设立显著标志，命令禁止打桩、抛锚、挖砂等违规活动。

整体而言，项目实现岸线资源合理开发利用，有效发挥岸线区位价值，同时规避后续人为活动对岸线的损害。

5.2.2 对滩涂资源的影响

根据《汕头市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，汕头市滩涂及近岸浅海资源主要集中在河口、海湾及近岸-10m 以浅水域，其中-2m 等深线以内滩涂面积约 14000 公顷，-2m 至-10m 浅海面积约 41500 公顷，是汕头市重要的滩涂资源载体。

本项目风电场场区及海底电缆主体路由地处-10m 等深线以外远岸海域，整体未占用近岸滩涂与浅海水域范围，风机透水基础、海底电缆海床埋设作业，未对河口、海湾大范围滩涂整体格局与水动力条件造成显著扰动。

项目存在两处局部岸滩扰动情况，影响特征及处置情况如下：一是海缆登陆岸段变更既定施工工艺，未采用原设计定向钻工艺，实际采用挖槽施工方式，通过浇筑电缆槽、开挖线缆沟槽及工程车辆进场作业，造成局部岸滩植被损毁、沙滩地形改变，对近岸岸滩风貌及资源造成实质性影响。该部分施工造成的生态影响已完成量化评估，且配套生态保护与岸滩修复措施均已全部落实到位，现状受损岸滩生态已得到有效恢复。

二是本次海缆局部移位小幅超出原批复范围，仅为海缆敷设路径的局部微调，无大规模开挖、占地及地形改造作业。相较于项目整体用海及海域影响规模，该超范围区域体量极小、施工扰动方式单一，仅产生轻微局部扰动，不改变整体海域及岸滩资源利用格局，生态影响有限且可控。

5.2.3 对岛礁资源的影响

本项目论证范围内分布有 90 个海岛（含 5 个有居民海岛、85 个无居民海岛），岛礁资源丰富，涵盖已开发与未开发两类无居民海岛。

本项目风电场场址及海底电缆路由均位于外海海域，远离各类海岛范围，不占用岛礁陆域及周边管控海域。工程施工与运营阶段不涉及岛礁开挖、岸线改造、礁石损毁等作业，不会改变海岛自然形态、岸线风貌与原生生态环境。

同时，项目建设不会干扰已开发海岛的现有利用功能，也不会限制未开发海

岛的后续保护与规划利用，对区域岛礁资源的完整性、稳定性及利用格局均无不利影响，整体影响较小。

5.2.4 对港口资源的影响

汕头港现有老港区、广澳港区、南澳港区等 7 个港区，依据《汕头港总体规划（2012~2030）》，后续将整合优化为 9 个功能港区，各港区分工明确，支撑粤东航运与临港产业发展。

本风电场选址、风机布置及海缆路由均远离汕头港各现状港区、规划港区及通航关键水域，不占用港口岸线、航道、锚地及预留发展海域。项目采用透水构筑物基础，海底电缆海底埋设，无明显阻航、阻水设施，不会压缩港口通航空间，不干扰港区船舶航行、装卸及正常运营。工程建设与汕头港各港区功能定位、港口整体规划互不冲突，不会制约港区远期开发建设，整体对区域港口资源开发利用无明显不利影响。

5.2.5 对海洋渔业资源和底栖生物的影响

生物损失量的计算主要依据为用海方式和用海面积。与原批复方案相比，建设方案调整中风机和升压站用海面积的变化是计算方法的差异导致的，桩基面积并未发生变化，占用的生境面积并未增加；项目调整后，35kv 和 220KV 海缆用海面积发生了变化。海底电缆造成的生物影响主要是海底电缆敷设施工会对作业范围内的底栖生境造成直接破坏，进而引起底栖生物量的损失。按照环评报告中底栖生物量的损失计算方法，海缆敷设造成的底栖生物生境破坏面积增加 17.8764 公顷，造成的底栖生物损失增加了 1.55t，较批复方案增加 17.8%，其他生物损失量基本不变，生物资源损失量列于表 5.2.5-1。

表 5.2.5-1 生物损失量汇总表

5.2.6 对航道资源的影响分析

本项目路由海域涉及汕头港主航道外航道、进港北航道、进港东航道等主要通航水道，多条航道与项目预选路由存在交越关系，其中项目登陆点距汕头港主航道最近距离约 1.1km。

本工程以海底电缆海底埋设方式穿越航道区域，无水上构筑物、无立柱及阻航设施，不会占用航道水域、压缩通航断面，也不会改变现有航道走向与水

深条件。项目建设不会阻碍船舶正常通行，不影响汕头港各航道通航功能与航行安全，对区域现有航道资源利用格局基本无不利影响。

5.2.7 对锚地资源的影响分析

项目周边海域分布有南澳岛第一引航锚地、汕头港第一引航锚地、第二引航锚地及防沙堤头锚地等多处在用通航锚地，主要承担船舶引航、候泊等功能。各锚地与本工程场址、海缆路由及登陆点均保持一定安全间距，其中最近的汕头港第二引航锚地距海缆仅 1.1km，其余锚地直线距离均在 4.4km 以上，工程范围未占用、侵入各类锚地管控水域。

本项目海上风机位于远岸海域，海底电缆采用深埋敷设方式，无水上固定构筑物、无突出海面障碍物，不会压缩锚地水域范围，不影响锚地正常抛锚、候泊与引航作业。工程建设及运营期间，不会改变周边海域水流、水深及锚地使用条件，与周边各引航、候泊锚地功能布局相互独立，不存在空间冲突与功能干扰。

综上，本项目建设不会占用和破坏现有锚地资源，对周边在用锚地的正常使用、通航保障及锚地资源开发利用基本无不利影响。

5.2.8 对旅游资源的影响分析

本项目风电场场址及海底电缆登陆区域，均远离龙虎滩风景区、田心湾度假区、磐石风景名胜区、莱芜岛、北山湾等主要沿海旅游景区，与南澳县滨海旅游聚集区保持合理距离，不占用滨海沙滩景观、旅游活动水域及景点开发空间。

工程主要布置于外海海域，以透水桩基和海底埋设电缆为主，无大规模岸线改造、滩涂占用及海岸景观破坏工程，不会破坏沿海沙滩、防护林、海蚀地貌、海岛景观等自然旅游资源，也不影响古迹、观景岸线等人文旅游资源风貌。施工及运营阶段无明显视觉污染与环境干扰，不会破坏海岸整体景观协调性。

整体而言，本项目建设范围与汕头市主要滨海旅游景区、旅游岸线功能区相互独立，不会制约区域滨海旅游开发布局，对汕头市滨海自然景观、人文景点及旅游资源开发利用的影响较小。

5.2.9 对风能资源的影响

本项目所在海域风能资源储量丰富、开发潜力巨大，具备大规模、集约化风电开发的良好基础。本项目用海是对该海域风能资源的有效利用，且风能资

源属于清洁的可再生能源，一般情况下本项目建设不会对其产生不利影响，项目建设符合可持续发展的原则和国家能源发展政策方针，可减少化石资源的消耗，减少因燃煤等排放有害气体对环境的污染，对于满足当地电力负荷需求、促进地方经济快速发展将起到积极作用。因此，本项目建设对风能资源没有不良影响，相反有效利用了海域的风能资源，有助于形成示范效应，推动海上风能资源的高效利用。

5.2.10 分析小节

方案调整后，岸线、滩涂、岛礁、港口、航道、锚地、旅游和风能等各类资源受影响程度基本无变化。岸线仅海缆登陆段产生局部开挖扰动，整体岸线利用格局未改变；未新增滩涂占用与大范围地貌破坏；岛礁、港口、航道、锚地空间范围及使用功能不受调整影响；滨海旅游景观风貌、海域风能禀赋均无明显变动。非底栖类生物损失量无增减，浮游动植物、鱼卵、仔鱼、游泳生物损失数值保持不变；受海缆敷设作业面积增加影响，底栖生物损失量较原批复方案增加 1.55t，增幅 17.8%，生境破坏面积新增 17.8764 公顷。

本次项目用海方案调整，仅造成海底电缆敷设范围小幅增加和底栖生物损失量小幅上升，其余各类海洋资源，受扰动规模、影响范围均未发生明显改变。工程整体未大幅改变海域原有资源分布与利用格局，除局部生物损耗增量外，各类资源开发、生态功能维持状况与原批复方案基本持平。

表 5.2.10-1 项目方案调整后海洋资源变化汇总表

资源类型	调整前后影响变化	影响简述
岸线及海洋空间资源	变化不明显	局部岸线风貌受施工扰动，后续规范管控，整体空间利用格局稳定
滩涂资源	基本无变化	仅局部岸滩轻微受损，未扰动大范围滩涂生态与水动力格局
岛礁资源	基本无变化	远离岛礁分布区，无开挖改造，对岛礁资源无不利影响
港口资源	基本无变化	避开港区及配套水域，不影响港口运营及远期开发
海洋渔业及底栖生物	浮游类、鱼卵仔鱼、游泳生物无变化；底栖生物损失增加 1.55t	海缆敷设范围扩大，仅底栖生物损耗小幅增加，其余生物影响无变化
航道资源	基本无变化	海缆深埋敷设，不挤占通航空间，不影响航道功能与航行安全
锚地资源	基本无变化	与周边锚地保持安全距离，无水域侵占，不影响锚地正常作业

旅游资源	基本无变化	远离滨海景区，无景观破坏，不影响区域旅游开发布局
------	-------	--------------------------

5.3 项目用海生态影响分析

本节内容主要引用自《广东大唐国际南澳勒门 I 海上风电项目 海洋环境影响报告书》（中国科学院南海海洋研究所，2018 年 7 月）、《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目 环境影响报告书》（大唐汕头新能源有限公司 浙江省环境科技有限公司，2024 年 10 月）以及《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目 2025 年 9 月秋季附近海域海洋环境现状调查及评价报告》（中国科学院南海海洋研究所，2025 年 10 月）。

5.3.1 对水动力环境影响分析

本项目电缆移位为项目用海范围内的优化调整，虽局部海域使用边界略有调整，但未改变项目整体用海规模与水工建筑物总量，也未形成新的集中阻水断面。根据调整前水文动力分析成果，工程前后计算潮位的最大偏差小于 0.1cm，说明风电项目对当地潮位的影响甚微；从最大涨、落潮流场来看，工程前后流向的变化小于 1° ，流速变化小于 2cm/s，流速改变幅度大于 1cm/s 的影响范围均局限于桩基周边，未超出风电场桩基连线形成的包络范围。由于所处海域水深远大于桩基直径，且桩基间距远大于水深，工程对当地水动力的影响主要取决于桩基直径，与桩基数量关系甚微；本次调整方案与原方案对水动力的影响处于同一量级，不会改变区域整体水文动力格局。施工期的短期扰动影响将随施工结束快速消散，运营期内移位电缆引起的局部冲淤变化也仅局限于基础周边，不会引发大范围地形地貌改变。整体来看，本次电缆移位对海域水文动力环境不会产生明显不利影响。

5.3.2 对地形地貌与冲淤影响分析

电缆移位前后，工程海域的整体泥沙输运环境及水下地形地貌的宏观格局未发生本质性改变，冲淤变化特征也无显著差异。

从冲淤影响的空间分布来看，电缆移位建设的影响主要局限于桩基周边的局部范围，不会对场区及周边海域的整体地形地貌格局造成扰动。工程建设仅会引起桩基附近局部流场的微小调整：沿涨落潮流主轴方向，桩基的阻水效应会导致局部流速降低，引发小幅淤积；而垂直于潮流主轴方向，水流受桩基挤压会出现局部流速增大，形成轻微冲刷。这种“顺流侧淤积、两侧冲刷”的冲淤模式，与

移位前工程建设的影响特征一致，且冲淤变化的影响范围均集中在桩基近区，远区流场和泥沙运动基本不受干扰，冲淤幅度也未出现量级上的变化。

从冲淤影响的强度与时间变化来看，电缆移位前后的冲淤变化均以局部、小幅调整为主，无大面积剧烈冲淤现象。冲淤变化仅在桩基附近的局部水域产生，且随着地形向新的水动力条件逐步调整，冲淤强度会随时间推移快速衰减，最终趋于稳定。无论是冲淤发展初期还是平衡期，冲淤幅度均处于较低水平，不会引发大范围地形地貌的重塑，也不会改变海域原有的冲淤平衡状态。

本次电缆移位后的涉海范围未超出原方案的整体影响边界，因此其对大范围泥沙冲淤环境的影响范围与程度，不会超出原工程方案的影响水平。综合而言，电缆移位前后，工程场区及附近海域的地形地貌与冲淤变化均不显著，工程建设对海域冲淤环境的整体影响处于较低水平，不会对海域地形地貌格局和冲淤平衡状态产生明显不利影响。

5.3.3 对海洋生物生态影响分析

表 5.3.3-1 给出了施工前后海洋生物生态对比情况，由表可知：施工前海域海洋生物生态状况稳定，浮游动植物、底栖及潮间带生物指标均处于正常水平；施工期受扰动影响，浮游植物数量由 $293.45 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 降至 $95.908 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，浮游动物生物量明显下降，底栖与潮间带生物量则出现短期上升，呈现典型的工程扰动特征；运营期生态系统整体向施工前本底水平回归，浮游植物数量大幅回升至 $2761.08 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，底栖、潮间带生物量也逐步回落，仅浮游动物生物量仍低于施工前水平，整体呈现出浮游植物率先恢复、其他类群逐步回归的趋势，表明施工影响是阶段性、可逆的，海域生态已进入恢复阶段。

风电机组桩基对其用海范围内的海域产生永久性的占用，在该范围内的底栖生物将全部被掩埋、覆盖而灭亡，同时还将长期占用该海域底栖生物的生存空间，导致一定区域范围内底栖生物资源的永久损失，这种对底栖生境的破坏是不可逆的。海底电缆敷设会对施工范围内的底栖生物栖息环境造成直接破坏，进而引起底栖生物损失，除少量活动能力强的生物能够存活外，绝大部分种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都将难以存活。因此，项目建设期间及建设后底栖生物量可能低于本底值。因此，施工期底栖生物量减少较多。

项目施工过程中造成悬浮物浓度增加，对浮游生物及初级生产力有一定影响，

因此项目施工期间浮游生物量及初级生产力水平可能低于本底值，运营一段时间后浮游生物种群数量、群落结构会逐步恢复，浮游生物量及初级生产力水平与本底值相近。但是海洋生物调查采样存在较大随机性，参数变化不一定完全代表由本项目引起的，本结果仅供参考。

表 5.3.3-1 施工前后及施工期海洋生物生态对比

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），本工程调整前后所在海域的“三场一通道”主要有南海北部幼鱼繁育场保护区、南海区幼鱼、幼虾保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区以及黄花鱼幼鱼保护区。

表 5.3.3-2 给出了施工前后鱼卵、仔鱼和游泳生物等数据的对比情况，由表可知：施工期的水下扰动对海域早期渔业资源造成了显著冲击，鱼卵、仔鱼及游泳生物资源量均出现大幅衰减，仔鱼资源甚至近乎消失；运营期随着海域环境的逐步稳定，鱼卵资源率先实现显著回升，游泳生物资源量也较施工期明显恢复，反映出渔业资源受施工影响的敏感性差异，以及生态系统在施工干扰消除后的恢复潜力。

表 5.3.3-2 施工前后及施工期海洋生物生态比较表

5.3.4 对水质环境影响分析

表 5.3.4-1 给出了施工前后水质数据的对比情况，由表可知：施工前海域水质整体处于稳定优良状态，pH 为 8.24、溶解氧为 6.5mg/L，COD、氨氮、石油类等污染物指标均维持在较低水平，水质本底良好；施工期受水下作业扰动影响，悬浮物浓度由 7.6mg/L 升至 14.4mg/L，盐度、硝酸盐小幅抬升，溶解氧降至 6.38mg/L，整体呈现出典型的工程扰动特征；运营期海域水质整体向施工前本底水平回归，pH 回升至 8.31、溶解氧提升至 6.92mg/L，COD 降至 0.64mg/L，氨氮、亚硝酸盐、活性磷酸盐、硫化物及石油类等污染物指标均进一步降低并恢复至施工前水平，仅悬浮物因沉积物再悬浮升至 25.6mg/L、硝酸盐升至 0.086mg/L，尚未完全回归至施工前水平，但均未超出标准限值，整体水质状况稳定可控，表明施工活动对海域水质的影响是短期、可逆的，未造成持续性、系统性的水质恶化，水质已基本恢复至施工前的优良水平。

表 5.3.4-1 施工前后及施工期水质数据对比

5.3.5 对海洋沉积物环境影响分析

表 5.3.5-1 给出了施工前后沉积物数据的对比情况，施工前海域沉积物环境质量整体良好，有机碳、硫化物及重金属指标均处于较低的本底水平；施工期受水下作业扰动影响，沉积物发生物理再分配，硫化物由 15.8×10^{-6} 升至 27.7×10^{-6} ，铅、锌、铬等重金属含量出现短期波动上升，石油类则从 69.5×10^{-6} 降至 12.1×10^{-6} ，呈现出典型的工程扰动特征；运营期随着海域环境恢复稳定，沉积物环境质量整体向施工前本底水平回归，有机碳、石油类及多数重金属含量均明显回落，部分指标甚至优于施工前水平，仅硫化物升至 39.7×10^{-6} 、砷含量略有抬升，尚未完全回归至本底水平，整体沉积物环境质量趋于稳定，表明施工活动对沉积物的影响以短期扰动为主，未造成持续性污染。

表 5.3.5-1 施工前后及施工期沉积物数据对比

5.3.6 对海洋生物质量影响分析

表 5.3.6-1 给出了施工前后生物质量数据的对比情况，由表可知：施工前该海域海洋生物质量本底优良，各类生物体内重金属均未超标；施工期整体生物残毒含量符合相关标准，仅春季 LM11 站位软体类生物石油烃出现单点超标，属于典型的工程临时污染；运营期海域生物质量整体向施工前本底水平回归，石油烃超标问题已完全消除，仅 3#站位红星梭子蟹、12#站位断脊小口虾蛄出现低倍数砷超标，其余站位及指标均恢复达标，说明项目施工对海洋生物质量的影响是局部、暂时且可控的，未造成系统性、不可逆的生态质量退化，海洋生物质量已基本恢复至施工前的优良水平。

表 5.3.6-1 施工前后及施工期海洋生物质量对比

项目	施工前	施工期	运营期
	2017 年 9 月	2021 年 11 月	2025 年 9 月
海洋生物质量	2017 年 9 月海洋生物质量调查结果中，各类生物体内重金属均未出现超标。调查结果表明，该海域海洋生物质量优良。	总体来看，除春季 LM11 站位生物体软体类的石油烃超标外，该海域各种生物体的生物残毒含量均达到《海洋生物质量》、《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中标准。	所有 10 个调查站位均位于珠海—潮州近海农渔业区，要求海洋生物中贝类质量评价执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准，海洋生物中的鱼类、甲壳类和软体类生物质量评价采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中附录 C 的标准要求。评价结果显示，

			除了 3#站位红星梭子蟹和 12#站位断脊小口虾蛄的砷含量超出标准外(超标倍数分别为 0.1 和 0.6)，其他各站位各类生物体污染物均符合相关标准。
--	--	--	---

5.3.7 对鸟类资源影响分析

本节内容主要引用自《广东大唐国际汕头南澳勒门海上风电场对广东南澳候鸟省级自然保护区暨燕鸥生态影响专题报告》（广州草木蕃环境科技有限公司，2018 年 6 月）和《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目第 2 次鸟类监测及影响评价报告》（广州市众森林业有限公司，2025 年 8 月）。

海上风电场在施工期避开了鸟类的栖息地，施工对栖息地的干扰影响有限；风电场运营期间，风机会使鸟类产生趋避行为，在一定程度上减少鸟类的活动范围，但部分鸟类会对逐渐风电场内的环境会产生适应性；鸟类在长距离迁徙时飞行高度较高，风机运行对鸟类长距离迁徙的碰撞风险不大，而短距离迁飞路线主要位于风电场东部，发生鸟击概率相对较小。

根据 2025 年 8 月运营期鸟类监测结果，调查区域共记录鸟类 13 种、3653 只次，包含国家二级重点保护鸟类 3 种、广东省重点保护鸟类 4 种，区域鸟类物种组成完整，种群结构稳定。项目风机及施工区域远离勒门列岛乌屿、赤屿等鸟类核心繁殖栖息地，岩鹭、大风头燕鸥等珍稀保护鸟类均集中分布于海岛岸线及周边海域，风电场范围内未监测到珍稀鸟类活动与繁殖行为；风电场区鸟类活动仅为零星个体短暂觅食停留，占总鸟类数量占比不足 3%。施工期间全面开展鸟类撞击巡查监测，未发现鸟类撞击风机设施致死、致伤现象，海鸟可凭借良好空间感知能力有效避让海上构筑物与施工活动。同时，项目合理规避鸟类核心栖息区、觅食区及主要飞行路径，施工管控措施有效降低人为惊扰影响，区域燕鸥类优势物种种群规模稳定，繁殖育雏活动开展正常，鸟类群落多样性、均匀度处于合理区间。整体而言，本项目施工建设未破坏鸟类重要生境，未对区域珍稀鸟类、优势鸟类种群生存繁衍造成明显干扰，对评价范围内鸟类资源的影响程度有限、影响范围局部，无长期性、累积性不利生态影响。

5.3.8 对声环境和电磁环境影响分析

本节内容主要引用自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目跟踪性监测项目环境调查 分析报告》（广东汇通检测技术有限公司，2025 年 2 月）以及《大唐南

澳勒门 I 海上风电场扩建项目陆上开关站竣工工频电磁场强度和噪声验收检测》
(深圳市源策通检测技术有限公司, 2025 年 9 月)。

(1) 声环境影响分析与评价

项目运营期产生的电磁辐射主要为低频电磁辐射, 来源于风机机组电气系统、海底输电电缆及升压站电气设备, 以低频电场形式存在, 辐射强度随距离快速衰减。海底电缆周边 1m 范围内电场强度不超过 10V/m, 磁场强度不超过 0.1mT, 5m 以外辐射强度接近海域背景值, 不会对周边环境造成明显扰动。该低频电磁辐射对海洋生物的迁徙、繁殖无明显干扰, 不会影响鸟类栖息、海洋生物生存, 也不会对沿岸居民生活、旅游活动造成不利影响, 未超出海域环境承载范围。项目电磁辐射影响范围局限于风机周边及输电线路沿线, 辐射强度处于可控范围, 对区域生态环境、人类活动及海洋生物均无持续性、破坏性影响, 整体电磁环境安全可控。

项目运营期产生的低频电磁辐射, 主要影响范围集中在风机周边及海底电缆沿线, 辐射强度随距离增加快速衰减, 海底电缆周边 1m 范围内电场强度不超过 10V/m, 磁场强度不超过 0.1mT, 5m 以外辐射强度接近海域背景值, 不会对海洋生物的觅食、繁殖行为造成干扰, 也不会影响沿岸居民正常生活。综合来看, 项目电磁辐射强度处于海域环境承载范围内, 未对区域生态环境、海洋生物及人类活动造成明显不利影响, 整体电磁环境安全可控, 无持续性、破坏性影响。

(2) 电磁辐射环境影响分析与评价

项目运营期电磁辐射主要为工频电磁场, 来源于陆上开关站电气设备及 220kV 电缆线路, 结合竣工验收检测结果(检测依据 HJ681-2013), 其辐射强度整体较低且呈现明显衰减特性。检测数据显示, 陆上开关站围墙外 5m 各点位工频电场强度为 0.65~1.74V/m, 工频磁感应强度为 $6.33 \times 10^{-2} \sim 1.25 \mu\text{T}$; 220kV 电缆线路断面正上方及周边 5m 范围内, 工频电场强度为 0.66~1.75V/m, 工频磁感应强度为 $6.32 \times 10^{-2} \sim 1.31 \mu\text{T}$, 均远低于 GB8702-2014《电磁环境控制限值》中公众暴露 4000V/m、100 μT 的参考限值, 且辐射强度随距离增加逐步衰减, 5m 以外已降至较低水平。

从影响范围来看, 电磁辐射主要集中于陆上开关站周边及电缆线路沿线, 影响范围有限, 未扩散至周边敏感区域。该工频电磁场强度极低, 不会对区域生态

环境造成扰动，也不会干扰海洋生物的栖息、觅食及迁徙行为，同时不会对沿岸居民正常生活产生不利影响。综合检测结果评价，项目工频电磁辐射强度符合国家相关标准要求，影响程度轻微、范围局部，无持续性、破坏性环境影响，整体电磁辐射环境安全可控。

5.3.9 对海洋保护区的影响分析

方案调整涉海范围未超出原建设方案涉海范围，项目距离广东省南澳候鸟省级自然保护区较近的为核心区的无居民海岛“白涵”最近距离为 2.13km。根据项目建设对鸟类资源影响分析可知，项目用海调整后对广东省南澳候鸟省级自然保护区影响不变。

5.3.10 分析小节

本次项目电缆移位为局部优化调整，未变更项目整体用海规模、构筑物布局及影响范围。相较原批复方案，工程对海域水动力、地形冲淤、鸟类资源、声电磁环境及海洋保护区基本无新增不利影响。施工期对水质、沉积物、海洋生物造成的扰动均为短期、可逆影响，运营期海域生态已逐步修复，各项生态指标与生物资源整体回升稳定，仅少量环境指标、浮游动物资源未完全恢复至本底，个别站位生物质量存在轻微超标，影响轻微可控。仅桩基永久占用、海缆敷设造成的局部底栖生物损失为不可逆固有影响。总体而言，本次方案调整未扩大生态影响规模与强度，无持续性生态破坏，整体生态影响与原方案基本持平，区域海洋生态结构、功能保持稳定，影响整体可控。

表 5.3-10-1 项目方案调整前后海洋生态环境影响变化汇总表

类型	调整前后影响变化	影响简述
水动力环境	基本无变化	未改变区域水文动力格局，潮流、潮位变化极小，短期施工扰动可快速消散
地形地貌与冲淤	基本无变化	仅桩基周边局部小幅冲淤，影响范围、强度与原方案一致，无大范围地貌改变
海洋生物生态	整体可逆恢复，局部永久损失	施工期生物资源短期衰减，运营期大部恢复；底栖生物存在桩基永久占用损失，浮游动物未完全恢复
水质环境	短期扰动，整体恢复	施工期悬浮物等指标波动，运营期水质基本恢复优良，仅个别指标未完全回归本底
海洋沉积物环境	短期扰动，整体稳定	施工期沉积物指标波动，运营期大部恢复，硫化物、砷小幅偏高，无持续性污染
海洋生物质量	基本恢复，局部轻微超标	施工期单点石油烃超标已消除，运营期仅个别站位轻微砷超标，整体质量可控

鸟类资源	基本无变化	避开鸟类核心生境，无鸟击伤亡，种群结构稳定，无长期不利影响
声、电磁环境	基本无变化	噪声、电磁辐射强度远低于国家标准，衰减快、影响范围局部，环境安全可控
海洋保护区	基本无变化	未超出原工程影响范围，与保护区保持安全距离，无新增不利影响

6 项目用海调整海域开发利用协调分析

6.1 海域开发利用现状

6.1.1 社会经济概况

6.1.1.1 汕头市社会经济概况

（1）行政区划

汕头，简称“汕”，广东省辖地级市、省域副中心城市、潮菜美食之都，位于韩江三角洲南端，北接潮州，西邻揭阳，南濒南海，东与台湾隔海相望，境内韩江、榕江、练江三江入海，是中国唯一拥有内海湾的城市。汕头市处于“大珠三角”和“泛珠三角”经济圈的重要节点，是厦漳泉三角区（注：即厦门、漳州、泉州沿海经济开放区）、珠三角和海峡西岸经济带的重要连接点，拥有亚太地缘门户的独特区位优势。市区距香港 187 海里，距台湾高雄 180 海里。汕头港临近西太平洋国际黄金航道，距香港、台湾高雄均不足 200 海里。截至 2022 年末，全市下辖 6 个区 1 个县，总面积 2199 平方千米，常住人口 554.19 万人，人口密度 2515 人/平方千米，排名全国城市第 7 位。

（2）经济发展现状

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），经省统计局统一核算，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。

新质生产力稳步发展。全年规模以上工业中，高技术制造业比上年增长 3.0%，占规模以上工业增加值比重为 11.8%，占比较上年提升 3.3 个百分点；先进制造业增加值占规模以上工业增加值比重为 38.4%，占比较上年提升 1.6 个百分点。

全年先进制造业投资增长 5.3%；新材料产业、新能源产业投资分别增长 52.3%、10.7%。全年新登记经营主体 7.14 万户，年末经营主体总数 55.57 万户，比上年末增长 4.65%。

从 2020-2024 年三次产业结构变化来看，区域产业结构整体呈现出明显的优化升级趋势。第一产业占比始终维持在较低水平，波动幅度较小，变化不显著；第二产业占比由 48.9%下降至 41.1%，呈现持续下降趋势；第三产业占比由 46.6%提升至 54.2%，实现持续增长，并在近年超过第二产业，逐步成为区域经济的主导产业。总体来看，三次产业结构由“二三并重”向“三二一”格局演变，体现出产业结构由工业主导向服务业主导转型的特征。从变化幅度与演变趋势来看，第二产业和第三产业的变化具有明显的趋势显著性，而第一产业变化不显著，表明区域经济正处于产业结构高级化阶段。

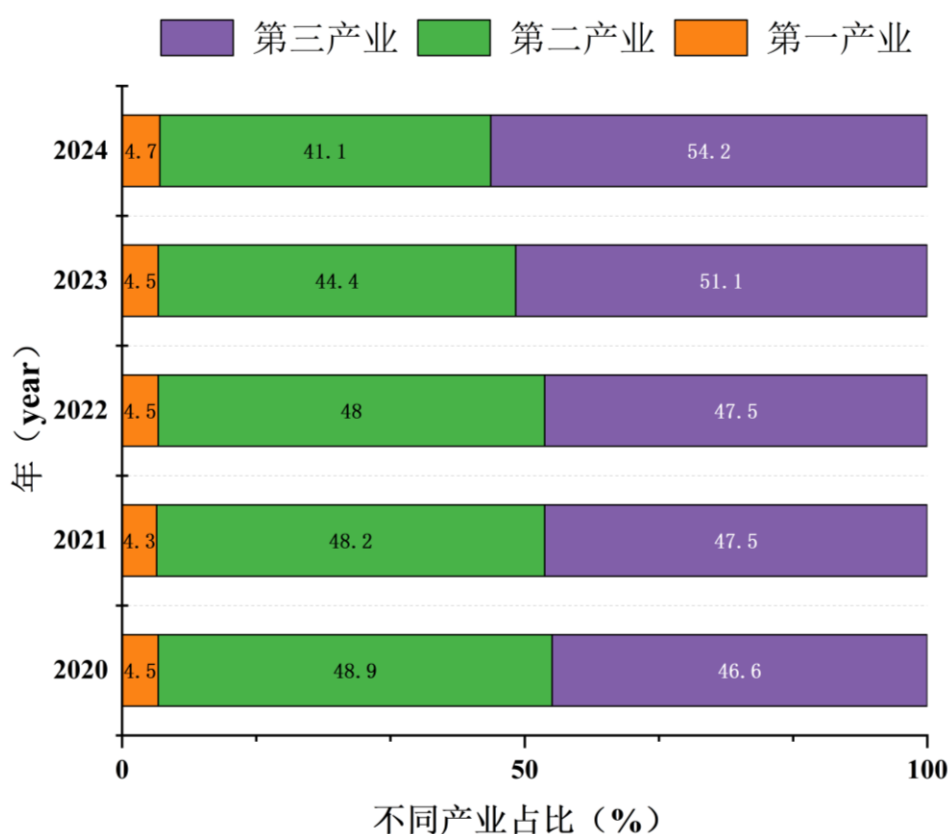


图 6.1.1.1-1 2020-2024 年汕头三次产业增加值占地区生产总值比重

(3) 社会发展现状

依据《汕头市 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，年末全市常住人口 557.55 万人，比上年末增加 1.80 万人。全年出生人口 6.12 万人，出生率为 10.56‰；死亡人口 3.03 万人，死亡率为 5.23‰；自然增长人口 3.09 万人，人口自然

增长率为 5.33%。

全年全市城镇新增就业人员 4.44 万人。年末城镇登记失业人数 2.11 万人。全年居民消费价格比上年上涨 0.1%。分类别看，其他用品及服务类上涨 2.0%，教育文化娱乐类上涨 1.5%，医疗保健类上涨 1.0%，生活用品及服务类上涨 0.6%，衣着类上涨 0.4%，食品烟酒类上涨 0.1%，居住类下降 1.0%，交通通信类下降 1.5%。

城乡区域协调发展扎实推进。年末全市常住人口城镇化率为 71.52%，比上年末提高 0.37 个百分点。全年城乡居民收入比为 1.64，比上年缩小 0.02。分区域看，全年中心城区合计实现地区生产总值 1511.80 亿元，占全市地区生产总值比重 47.7%；非中心城区合计实现地区生产总值 1656.17 亿元，占全市地区生产总值比重 52.3%。

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 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%。

（4）工业和建筑业

全年全部工业增加值 1079.45 亿元，规模以上工业增加值 595.03 亿元。在规模以上工业中，计算机、通信和其他电子设备制造业增加值增长 30.5%，非金属矿物制品业增加值增长 11.7%，电力、热力生产和供应业增加值增长 4.8%；新一代电子信息产业增加值增长 20.5%。其中风电产量为 30.39 亿千瓦时，比上年增长 130.5%，风电产量达到 30.39 亿千瓦时，比上年增长了 130.5%，这一显著增长体现了风电项目实施的成效和潜力。风能作为清洁可再生能源，其利用不仅有助于减少温室气体排放，还能为国家能源结构的优化和绿色低碳转型提供强有力的支持。随着风电产量的增加，建设更多的海上风电场将进一步提升可再生能源的供给能力，推动能源安全和环境保护的双重目标。继续加大风电场建设，不仅符合全球能源发展趋势，也为实现我国可持续发展和生态文明建设奠定了坚实基础。

全年规模以上工业企业利润总额 115.60 亿元，规模以上工业企业每百元营

业收入中的成本为 86.16 元，营业收入利润率为 4.56%。年末规模以上工业企业资产负债率为 49.46%。

全年全社会建筑业增加值 225.17 亿元，比上年下降 4.5%。全年总承包或专业承包建筑企业完成建筑业总产值 483.31 亿元。其中，房屋建筑业产值 376.36 亿元，土木工程建筑业 82.24 亿元，建筑安装业 18.67 亿元，建筑装饰、装修和其他建筑业 6.04 亿元。

表 6.1.1.1-1 2024 年规模以上工业企业主要产品产量及其增长速度

主要工业产品	计量单位	产量	比上年增长 (%)
发电量	亿千瓦时	334.63	1.4
火电	亿千瓦时	302.96	-4.2
风电	亿千瓦时	30.39	130.5
自来水生产量	亿立方米	5.27	-2.7
冷冻水产品	万吨	3.75	6.4
速冻食品	万吨	7.06	19.4
印染布	万米	109930	0.1
服装	万件	31325	-13.1
机制纸及纸板	万吨	71.32	-8.2
纸制品	万吨	58.02	16.8
初级形态的塑料	万吨	26.49	13.1
化学药品原料	万吨	0.99	1.5
商品混凝土	万立方米	120.23	-37.6
塑料加工专用设备	台	2125	-7.9
印刷电路板	万平方米	147.32	21.2
超声波仪器	台	8952	-11.9
液晶显示器	万平方米	56.43	6.2

6.1.1.2 濠江区社会经济概况

(1) 濠江区 2022 年社会经济概况

濠江区位于汕头市东南部，汕头海湾南岸。面积 179 平方千米（含滩涂、水域面积）。截至 2020 年 11 月 1 日零时，全区常住人口 269,471 人（第七次人口普查）。濠江区三面环海，同时拥有内海湾和外海湾，汇集广澳港区、汕头保税区、疏港铁路、汕汕高铁、深汕高速公路、汕湛高速公路等交通关键节点。海湾大桥、礐石大桥和在建的海湾隧道、牛田洋通道将贯穿南北区。

根据《濠江区 2022 年经济运行简况》（汕头市濠江区人民政府办公室，2023 年 2 月），根据市统计局反馈，2022 年濠江区地区生产总值 184.9 亿元，同比下降 1.6%。其中，第一产业增加值 8.5 亿元，同比增长 6.4%；第二产业增加值 100.5

亿元，同比下降 3.1%；第三产业增加值 75.9 亿元，同比下降 0.2%。三次产业比重调整为 4.6：54.4：41.0。全区完成固定资产投资总额同比下降 12.4%（比全市高 2.1 个百分点，不含跨区同比下降 23.4%）。

全区社会消费品零售总额 48.2 亿元，同比下降 1.3%（与全市增速持平）。全区本级一般公共预算收入累计 4.3 亿元，扣除留抵退税因素后可比下降 12.8%，按自然口径计算同比下降 32.2%，其中税收收入累计 2.4 亿元，扣除留抵退税因素后可比下降 14.1%，按自然口径计算同比下降 43.0%。本级一般公共预算支出累计 15.5 亿元，同比增长 15.8%。

全区规上工业完成总产值 277.3 亿元（其中不含保税 215.1 亿元），同比下降 0.8%（比全市高 1.4 个百分点，其中不含保税同比增长 0.3%）；实现增加值 54.4 亿元（其中不含保税 43.5 亿元），同比增长 1.0%（比全市高 3.3 个百分点，其中不含保税同比增长 1.5%）。

海洋渔业是濠江区的传统产业，海上风电是濠江区的新兴产业，均属于濠江区海洋经济的支柱产业，是支撑濠江区经济高质量发展的驱动力。濠江区一方面壮大传统产业，2022 年渔业产值 10 亿元，同比增长 6.1%，占农林牧渔业总产值 63.6%；一方面加快新兴产业，海上风电“一港一场一园”先后引进上海电气、绿发、南瑞、青岛武晓等产业链上下游项目落户海上风电产业园，着力构建以海

上风电全产业链为核心的新能源产业集群，广东省风电临海试验基地将成为全国乃至世界单机测试容量最大的陆上试验基地。依托得天独厚的临海临港优势，濠江区海上风电产业发展步伐蹄疾步稳——2017 年，上海电气汕头智慧能源基地在濠江区启动建设，打造广东省最大的“能源互联网+”示范项目；2019 年，汕头海上风电智能制造项目正式投产，并下线当时亚洲最大的 8 兆瓦海上风电机组；2021 年，项目又下线了 11 兆瓦海上风电机组，再次刷新亚洲纪录；今年 7 月，亚洲首台 11 兆瓦海上风机吊装成功，亚洲首款 11 兆瓦机组开始在汕头智能制造基地投入量产。期间，在龙头企业的探路示范下，海上风电产业链上下游多家企业陆续抢滩濠江，鲁能新能源产业基地、华纳机舱罩等项目启动建设，固韩重工海洋装备生产基地项目正式落地，产业集群初具规模。这些年来，多个突破、多项创新在濠江相继诞生，“海风变绿电”成为推动实现“双碳”目标的生动实践。

（2）濠江区 2025 年国民经济和社会概况

根据《濠江区 2025 年国民经济和社会发展统计信息》根据汕头市地区生产总值统一核算结果，2025 年，我区地区生产总值为 174.3 亿元，按不变价格计算（下同），同比下降 2.4%，其中，第一产业增加值为 9.1 亿元，同比增长 5.6%；第二产业增加值为 89.7 亿元，同比下降 10.6%；第三产业增加值为 75.4 亿元，同比增长 8.9%。三次产业比重调整为 5.2:51.5:43.3。

一、农业生产情况。2025 年，全区农林牧渔业完成总产值 16.5 亿元，同比增长 2.3%。分行业看，农业产值 4.6 亿元，同比增长 3.9%，林业产值 102.1 万元，同比增长 3.9%，牧业产值 0.7 亿元，同比下降 4.6%，渔业产值 10.7 亿元，同比增长 2.3%，农林牧渔服务专业辅助性活动产值 0.5 亿元，同比增长 1.6%。

二、工业生产情况。2025 年，全区规上工业总产值同比下降 19.2%（比 1-11 月份提高 1.0 个百分点）；实现增加值同比下降 13.8%（比 1-11 月份下降 0.2 个百分点）。其中，不含保税总产值同比下降 21.5%；增加值同比下降 15.0%。分行业看，计算机、通信和其他电子设备制造业、造纸和纸制品业及金属制品业等行业实现较快增长，分别同比增长 53.2%、5.3%、5.0%，高出全区规模以上工业总产值（不含保税区）增速 74.7、26.8、26.5 个百分点。

三、固定资产投资情况。2025 年，全区固定资产投资总额同比下降 55.7%（比 1-11 月份下降 5.6 个百分点）。其中，不含跨区同比下降 59.5%。分产业看，第一产业投资额同比下降 63.4%，第二产业投资额同比下降 49.0%，第三产业投资额同比下降 60.7%；分领域看，基础设施投资额同比下降 59.4%，工业投资额同比下降 49.0%，其中技改投资额同比下降 26.0%。

四、房地产销售情况。2025 年，全区商品房销售面积 12.0 万平方米，同比下降 14.4%（比 1-11 月份下降 2.2 个百分点）；待售面积 7.3 万平方米，同比下降 20.1%（比 1-11 月份提高 5.0 个百分点）。

五、消费市场情况。2025 年，全区社会消费品零售总额 48.6 亿元，同比下降 2.0%（比 1-11 月份下降 0.1 个百分点）；限上批零业销售额 105.2 亿元，同比下降 10.3%（比 1-11 月份提高 0.8 个百分点）；限上住餐业营业额 8552.3 万元，同比增长 28.4%（比 1-11 月份下降 1.9 个百分点）。

六、财政收支情况。2025 年，全区本级一般公共预算收入累计 12.8 亿元，

同比增长 31.8%，其中税收收入累计 5.5 亿元，同比增长 5.1%。本级一般公共预算支出累计 17.0 亿元，同比下降 4.3%。

6.1.1.3 南澳县社会经济概况

（1）2022 年南澳县社会经济概况

南澳县是广东省唯一的海岛县，位于广东省东南部海面。经市统计局初步核算，2022 年全县实现地区生产总值 359333 万元，同比增长 1.3%，其中：第一产业增加值 123552 万元，同比下降 0.5%，对地区生产总值增长的拉动为-0.165%；第二产业增加值 58064 万元，同比增长 7.7%，对地区生产总值增长的拉动为 1.065%；第三产业增加值 177717 万元，同比增长 0.8%，对地区生产总值增长的拉动为 0.390%。三次产业结构 34.4:16.2:49.4。全县人均地区生产总值达到 55797 元，同比增长 1.5%。公共财政预算收入 12814 万元，同比下降 46.9%。南澳是全国生态示范区、全国森林康养基地试点建设县、全国造林绿化先进集体、全国绿化模范县、全国首批 12 个国家级海洋生态文明建设示范区、自然资源节约集约示范县之一，拥有“广东省林业生态县”“广东省生态宜居美丽乡村示范县”等称号，是广东省唯一一个海洋综合开发试验县，省第一批开展碳中和试点示范市（区），由省向国家推荐作为碳达峰碳中和工作行动的典型事例。

（2）2023 年南澳县社会经济概况

根据《2023 年南澳国民经济和社会发展统计公报》，2023 年，在市委、市政府的正确领导下，南澳县委县政府认真贯彻落实“百千万工程”的工作部署，坚持“工业不上岛”和“生态立岛、海洋强岛、旅游旺岛”发展战略，统筹推进绿美南澳建设，供给需求稳步改善，物价总体稳定，就业民生保障有力，经济呈现回升向好态势。

户籍人口和常住人口情况。2023 年末全县户籍总人口 75345 人，比上年下降 0.2%。2023 年常住人口 63717 人，比上年下降 0.7%。城乡居民收入差距缩小。根据城乡一体化住户调查，2023 年我县居民人均可支配收入 20703 元，同比增长 6.7%。其中：城镇居民人均可支配收入 21356 元，同比增长 6.4%；农村居民人均可支配收入 18158 元，同比增长 8.1%。城镇居民人均可支配收入是农村居民人均可支配收入的 1.18 倍，城乡居民可支配收入差距同比缩小 0.01 倍。

经济稳步增长。经市统计局初步核算，2023 年全县实现地区生产总值 384985

万元，同比增长 4.0%。其中：第一产业增加值 12044 万元，同比下降 0.2%，对地区生产总值增长的拉动为-0.066%；第二产业增加值 70872 万元，同比下降 3.7%，对地区生产总值增长的拉动为-0.529%；第三产业增加值 193669 万元，同比增长 8.9%，对地区生产总值增长的拉动为 4.545%。三次产业结构为 31.3:18.4:50.3。全县人均地区生产总值达到 60201 元，同比增长 4.7%。一般公共预算收入 14309 万元，同比增长 11.7%。

工业生产平稳发展。2023 年全县规模以上工业总产值 64297 万元，同比增长 11.1%；工业增加值 56746 万元，同比增长 0.7%。其中：规模以上工业增加值 20982 万元，同比下降 11.6%。全县规上工业风力发电量 82824 万千瓦时，同比下降 1.0%。工业经济效益提高。2023 年全县规模以上工业企业 6 家，盈利企业 5 家，利润总额 22870 万元。亏损企业 1 家，亏损额 253 万元。企业亏损面达到 16.7%，盈亏相抵后利润总额 22617 万元。

6.1.2 海域使用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目所在附近海域及近岸开发活动主要有航路、锚地、养殖、倾倒区、自然保护区、风电场及渔港建设项目等，项目送出海缆穿越进港主航路、5000 吨级船舶沿海航路、5000-50000 吨级船舶沿海航路。项目所在海域开发利用现状详见表 6.1.2-1 和图 6.1.2-1（a-d）。

表 6.1.2-1 项目所在海域开发利用现状表

图 6.1.2-1a 项目周边开发利用现状图

图 6.1.2-1b 项目周边开发利用现状图（局部放大）

图 6.1.2-1c 项目周边开发利用现状图（航路）

图 6.1.2-1d 项目周边开发利用现状图（广东南澳候鸟省级自然保护区）

1. 港口码头

汕头港地处我国东南沿海，距厦门 130 海里，距高雄 214 海里。汕头港历史悠久，开埠始于 1861 年，历来是粤东、闽西、赣南的物资重要集散地和海上门户。项目周边港口码头为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。根据《汕头港总体规划》（2012-2030 年），汕头港各港区功能定位为：

（1）老港区：以散、杂货运输为主，主要为汕头市生产生活物资运输服务。远期根据发展需要，以规划进行功能调整。

（2）珠池港区：以集装箱、粮食和建材运输为主，为汕头市临港产业和外向型经济提供运输服务。

（3）马山港区：以煤炭运输为主、主要为后方华能电厂提供服务。

（4）堤内港区：以散、杂货和集装箱运输为主的综合性港区。

（5）广澳港区：以集装箱、石油化工品和散杂货运输为主，腹地经济和临港产业开发服务，逐步发展为大型综合性港区。

（6）海门港区：以大宗能源和原材料运输为主，主要服务临港产业发展，兼顾腹地散货运输。

（7）南澳港区：规划预留港区，结合发展需要适时开发。

（8）田心港区：预留规划港区，结合发展需要适时开发。

（9）榕江港区：规划内河港区，以散、杂货运输为主，主要为榕江沿江经济发展服务。

根据《汕头港总体规划》（2012-2030 年），2030 年货物吞吐量将达到 30000 万吨(其中集装箱 1200 万 TEU)。本项目为风电场建设，其建设不会影响《汕头港总体规划》（2012-2030 年）的实施，也不会改变各港区规划的功能。相反项目在建设的过程中，由于建材构件的运输，会增加相应港区的货物吞吐量。汕头港各港区分布情况如图 6.1.2-2。

①澄海港区

澄海港区位于莱芜湾南侧，三面临海，东与南澳岛隔海相望，西面经莱芜旅游度假区与大陆相连。港区风浪较大，陆域较小，距离深水区较远。澄海港区内现有莱芜多用途码头，位于莱芜半岛南侧，背靠南乳山。该码头于 1989 年由国家交通部、广东省、汕头市、澄海区各级政府多方筹资建设，1992 年投产。1994 年，澄海区交通部门与香港星海船务公司合作组建“澄海莱芜星海港务有限公司”负责码头的建设运营管理。该码头对澄海区外向型经济发挥了很大的促进作用。澄海港区处于东部城市经济带的末端，有一定的建港基础但深水资源不足且后方陆域缺乏，发展目标定位为汕头湾港区的补充港区，结合汕头市及澄海区的经济发展服务于城市经济带。

②南澳港区

南澳港位于广东省汕头市南澳岛上。南澳东距台湾的高雄、台南 190 海里，西距香港 180 海里，西南距汕头市仅 11.8 海里，东北距厦门 110 海里，处于高雄、厦门、香港三大港口的中心点，濒临西太平洋国际主航线。历来是东南沿海一带轮船必经之地，素有“闽粤咽喉、潮汕屏障”之称。南澳在明朝就有“海上互市”之称，说明当时南澳港海上贸易之活跃。但是南澳港湾资源却未得到开发利用，建国后，特别是到了改革开放的年代，港口、码头建设才有较大进展。目前该港分为 4 个作业区，即前江湾作业区、田安作业区、石狮头作业区、烟墩湾作业区。南澳港已建成的码头有：前江码头 5000 吨级和 1000 吨级泊位各 1 个；鹿仔坑油气码头 5000 吨级、3000 吨级泊位各 1 个；田安码头 5000 吨级泊位 1 个。另有轮渡码头及 300~500 吨级泊位 5 个。正在规划建设布袋澳 5 万吨级液化气码头。

图 6.1.2-2 改扩建后江避风塘示意图

2. 养殖用海

项目周边海域遍布较多渔业养殖区，养殖对象主要以贝类、西施舌、紫菜类为主，养殖方式主要是开放式养殖和陆上池塘养殖，其中：风场场址所在地无养殖区；海底电缆区内海域未有确权养殖区；登陆点附近有部分高位塘养殖。养殖品种主要分为鱼、虾网箱养殖区、紫菜养殖区、贝类养殖区、丽文蛤养殖区。

（1）表角南登陆点附近养殖情况

①陆上养殖塘：表角南登陆点附近陆上池塘养殖。取水口分布在项目沿岸附近表 6.1.2-1 为陆上养殖信息统计。

表 6.1.2-1 表角南登陆点附近养殖信息

图 6.1.2-3 表角南登陆点附近陆上养殖塘分布

②开放式养殖及设施：表角南登录点附近有较多开放式养殖，主要品种为西施舌、贝类、丽文蛤、虾、紫菜等，具体统计信息见表6.1.2-2所示。此外，在汕头市广兴养殖有限公司的鱼虾网养殖区岸边，属于未确权用海，如图6.1.2-4所示。

表6.1.2-2 表角登陆点附近养殖情况统计

图6.1.2-4 登陆点附近开放式养殖示意图

（2）南澳岛附近养殖情况

南澳岛南侧与风场北侧海域也有较多开放是养殖，经现场调查和收集资料，这个区域的养殖方式也是开放式养殖，主要养殖的品质为贝类、藻类及网箱养殖等，具体细节见图6.1.2-5及表6.1.2-3。

表 6.1.2-3 南澳岛附近养殖情况统计

图 6.1.2-5 南澳岛南开放式养殖情况

3. 人工鱼礁

汕头海区的人工鱼礁选址主要依据《广东省沿海人工鱼礁建设总体规划》。汕头市目前已建的人工鱼礁 3 处（图 6.1.2-6），海门鱼礁，在练江出海口的海门东南方至海门角海域，有众多天然礁群，周围水深 10m 左右，咸淡水交汇，水质肥沃，是各种鱼类的天然繁殖场和索饵场，被划定为广东省幼鱼、幼虾保护区。汕头市南澳岛乌屿人工鱼礁区位于南澳岛南面 4 海里外的勒门列岛水域，乌屿岛西南面。达濠岛后江湾鱼礁区，建有大规模文蛤养殖场，湾内的草屿和蕉礁一带的海域水质较好。从走访得到的信息来看，目前人工鱼礁区块用海信息如表 6.1.2-4 所示：

表 6.1.2-4 项目附近人工鱼礁信息统计

图 6.1.2-6 项目与人工鱼礁相对关系图

4. 航道、锚地

主要航道包括两个，分别是汕头港和潮州港。

(1) 汕头港

汕头港海域现状主要航道包括汕头港主航道（外航道和内航道）、广澳港区航道及海门港区航道。工程实际施工路由位于坡城围海域，涉及汕头港主航道外航道（长约 13.2 km）、进港北航道及进港东航道。根据实际施工路由与现状航道空间关系分析，工程路由未与主要航道发生交越，距汕头港主航道最近距离约 1.1 km，未对航道通航功能影响。

(2) 潮州港

规划潮州港进港航道由1条主航道和1条支航道组成，其中主航道由柘林湾内、湾外2段航道组成，湾内航道直通西澳和三百门港区；支航道由湾外主航道接出，沿着大唐电厂进港航道轴线布置，可直通金狮湾港区。规划主航道总长27.21km，湾内航道长度6.11km，规划近期按单向航道设计，满足5000吨级船舶全天候通航及万吨级船舶乘潮进港要求；规划远期达到万吨级船舶全天候通航的要求。航道与路由方案相对位置示意图见6.1.2-7。

项目附近的海底电缆海域范围内主要是汕头港主航道的外航道（长约 13.2km），进港北航道及进港东航道。依据《汕头港总体规划（2012-2030 年）》，项目风电场周边海域规划的锚地主要有：南澳岛第一引航锚地、汕头港第一引航锚地、汕头港第二引航锚地（汕头湾外锚地）、广澳 3#锚地、广澳 2#锚地、广澳 1#锚地。本项目路由方案不穿越锚地，其中距离广澳 3#锚地最近，最近距离约为 920m。

图 6.1.2-7 路由附近海域航道分布示意图

海上风电项目送出海缆穿越进港主航路、5000 吨级船舶沿海航路、5000-50000 吨级船舶沿海航路，周边还分布有进港北航路、进港东航路、CA227 至汕头港航路、CA246 南下航路、CA241 南下航路、长山尾航路及云澳航路等。汕头港附近（南澳岛周边）船舶交通量大，推荐航路多。

(3) 长山尾航路

长山尾-南澳港区第一引航锚地：从长山尾（23°25'30"N/116°55'E）航向 135°

(315°)至南澳港区第一引航锚地(23°21'N/117°00'E)。该航路水深 6m~14m, 宽 2 海里, 适合 2000 吨以下船舶航行。

(4) 云澳航路

南澳港区第一引航锚地- 南澳三囱崖: 从南澳港区第一引航锚地(23°21'N/117°00'E) 航向 075°(255°)至三囱崖灯塔正东(23°23'40"N/117°10'40"E)。该航路水深 9m~23m, 宽 1 海里, 适合 5000 吨以下船舶航行。

(5) 进港北航路

从长山尾正西(23°25'30"N/116°55'E) 航向37°(217°)至汕头港防砂堤堤头(23°15'16"N/116°50'52"E)进汕头港主航道。航路水深6m~9m, 宽1海里, 适合 2000 吨以下船舶航行。

(6) 进港东航路

南澳港区第一引航锚地至表角灯塔正东: 从南澳港区第一引航锚地(23°21'N/117°00'E) 航向55°(235°)至表角灯塔正东(23°14'17"N/116°50'E)进汕头港主航道。航路水深14m~17m, 宽2海里, 适合5万吨以下船舶航行。

5. 自然保护区

本项目风电场所在海域自然保护区众多, 根据广东省海洋功能区划统计共 8 处, 分别是南澎列岛海洋保护区、乌屿海洋保护区、乌屿南海洋保护区、赤屿海洋保护区、平屿海洋保护区、莱芜海洋保护区、新津海洋保护区、广澳湾海洋保护区, 均位于汕头市海域, 珍贵保护生物有中华白海豚、中国鲎、龙虾以及红树林。汕头市目前已建的 8 处海洋与渔业自然保护区中国国家级 1 处, 市级 6 处、区县级 1 处。濠江区苏埃湾 10 多公顷桐花树群落, 为我国红树林分布最北天然次生林, 已被公路隔开, 靠沟渠通海水生长。广东南澳候鸟省级自然保护区是广东省唯一的海域(岛)候鸟自然保护区。项目风电场选址距离上述保护区均距离 2km 以上。

图 6.1.2-8 项目与周围保护区位置关系示意图

6. 倾倒区

根据生态环境部 2021 年 3 月发布的《2021 年全国可继续使用倾倒区名录》, 南海区可继续使用倾倒区中近岸倾倒区: 汕头表角疏浚物海洋倾倒区, 位于本项

目南侧约 1.5km。（详见表 6.1.2-5 和图 6.1.2-9）。

表 6.1.2-5 南海区现有倾倒地相关信息

序号	倾倒地	与本项目最近距离	有效期
1	汕头表角疏浚物海洋倾倒地	南侧，约 1.5km	2021 年全国可继续使用倾倒地

图 6.1.2-9 项目管线与倾倒地相对位置

7. 海底电缆

本项目海上风电场位于汕头市东部、南澳县南部海域的勒门列岛附近，距离北侧南澳岛最近距离约 10.8km，距离西侧汕头市陆地最近距离约 16.8km，海底电缆登陆点在汕头市广澳半岛表角南、北两侧。海底电缆附近海域已建海底电缆管道主要分布在两个区域，其一主要集中在汕头市东部与南澳岛之间，目前此处有 6 条已建管线，从北向南分别是汕头南澳岛供水工程跨海段输水管线；CYZQ 241 110kV 海底电缆（北缆、中缆、南缆）；33kV 海底电缆；澄海（莱芜）至南澳通信电缆；另一处主要集中在广澳湾的国际光缆登陆点。海底电缆距离国际光缆最近，最近距离约为 9.8km，已建海底电缆管道相关信息详见表 6.1.2-5。

表 6.1.2-6 项目海域已建海底电缆管道相关信息表

8. 填海造地用海

填海造地用海主要集中在汕头市东部城市经济带项目，汕头市东部城市经济带项目规划用海总面积 1885.4 公顷，包括新津、新溪、塔岗围三个片区，规划定位为汕头新城市中央商务区，以行政办公、高端商贸、总部经济为主，配套居住、文化、旅游、休闲等功能。该项目于 2007 年 5 月，汕头市人民政府组织编制了《汕头市东部城市经济带区域建设用海总体规划》，通过了国家海洋局对《汕头市东部城市经济带区域建设用海总体规划》的审查，并于 2008 年得到国家海洋局的批复（国海管字 [2008] 251 号）。

图 6.1.2-10 汕头市东部城市经济带项目规划图

9. 海砂开发区

论证范围内有两块海砂开采区，用海面积为 488.8182 公顷和 113.5276 公顷，

使用有效期为 2012/3/1—2014/3/1，目前已过期，未续期用海，因此不会对其产生影响。

图 6.1.2-11 风电项目与海砂开采区相对位置关系图

10. 海上风电项目

大唐南澳勒门 I 海上风电项目送出海缆与扩建项目集电海缆存在交越情况，项目装机总容量 245MW，安装 35 台 7.0MW 上海电气 SWT7.0-154 风机，同时配套建设 1 座 220kV 海上升压站、1 座陆上开关站、区域开关站，用海总面积 290.2373 公顷。自 2021 年底实现全容量并网，截至目前该项目累计发电量超 11 亿度。

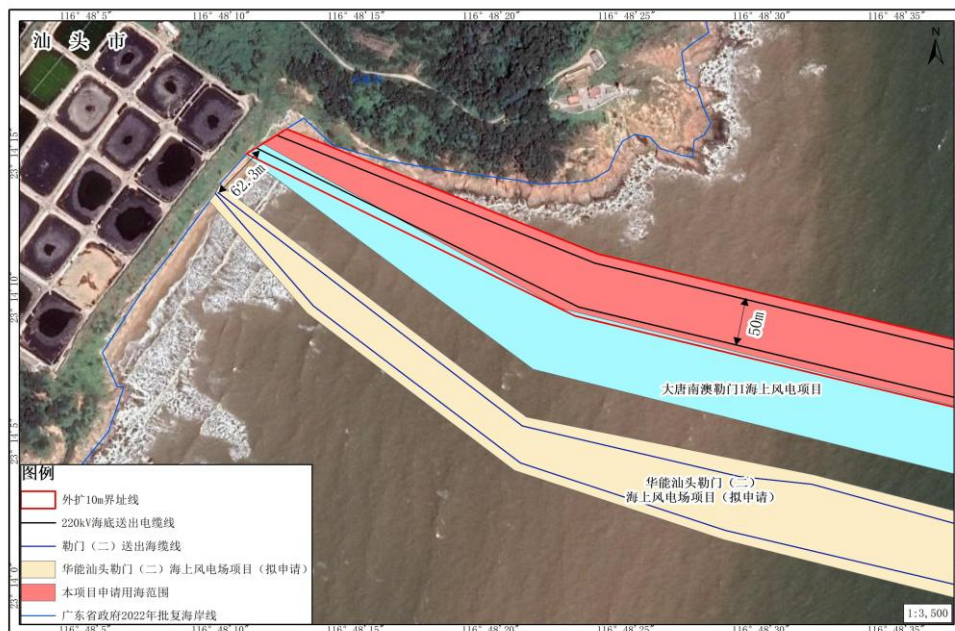


图 6.1.2-12 本项目与勒门二相对位置

6.1.3 海域使用权属

项目论证范围的确权用海信息较多。主要用海类型分别有开放式养殖用海、人工鱼礁用海、填海造地用海、海底电缆、港口码头用海等。具体统计见表 6.1.3-1 和图 6.3.1-1 至 6.3.1-6。

（1）风电建设项目海域使用权属现状

表 6.1.3-1 项目附近海域开发利用现状表（确权表）

图 6.1.3-1 南澳岛南海区确权用海分布图

图 6.1.3-2 南澳岛南海区确权用海分布图（图 6.1.3-1 中区块 A）

图 6.1.3-3 南澳大桥附近海区确权用海分布图（图 6.1.3-1 中区块 B）

图 6.1.3-4 汕头东部城市经济带海区确权用海分布图（图 6.1.3-1 中区块 C）

图 6.1.3-5 广澳附近海区确权用海分布图（图 6.1.3-1 中区块 D）

图 6.1.3-6 前江-后江附近海区确权用海分布图（图 6.1.3-1 中区块 E）

6.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目大唐南澳勒门 I 海上风电和扩建项目，所在附近海域及近岸开发活动主要有航路、锚地、养殖、倾倒区、自然保护区、风电场及渔港建设项目等，结合项目建设和运营情况，项目用海对海域开发活动影响的具体分析如下。

图 6.2-1a 项目施工悬沙扩散范围与开发利用活动位置叠加图

图 6.2-1b 项目施工悬沙扩散范围与开发利用活动位置叠加图（局部放大）

6.2.1 对港口、航线、锚地区及水上作业区的影响分析

(1) 对港口的影响分析

根据《汕头港总体规划》（2012-2030 年），2030 年货物吞吐量将达到 300 00 万吨（其中集装箱 1200 万 TEU）。本项目为风电场建设，其建设不会影响《汕头港总体规划》（2012-2030 年）的实施，也不会改变各港区规划的功能。相反，项目在建设的过程中，由于建材构件的运输，增加了相应港区的货物吞吐量，但整体影响不大，且随着项目施工的结束影响已消退。

(2) 对船舶通航的影响分析

风电场场址边线距离沿海南北线中、小型船航路相距 5.2 海里、与 5000 吨级沿海的船舶习惯航路相距 1.9 海里，工程位置与附近航道保持一定安全距离。海缆埋深满足规划航道等级标准要求，电缆已埋于海床以下，工程建设对航道影响不大。

本工程登陆点附近码头包括广澳后江乡镇渔港建设项目港池、护岸、滑道、码头，汕头暹罗燃气能源有限公司 LPG 项目、汕头港广澳港区 2 万吨级石油化工品码头工程等，分别位于本项目海缆登陆点西北侧约 1.4km 处，西南侧约 3.0 km 处、西南侧约 3.9km 处。距离较远，工程建设不影响相邻涉水设施安全。

本段路由南侧距离国际光缆中美光缆 W3 约 10.5km；西南侧与拟申请的华能汕头勒门（二）海上风电场送出电缆间距离约 124m；南侧与拟申请的汕头中澎二海上风电场项目海缆送出工程约 0.2km；海缆平行布置间距满足《海底电力电缆输电工程施工及验收规范》（GB/T51191-2016）中“水底电缆平行敷设时的间距不宜小于最高水位水深的 2 倍”的要求。

(3) 对相邻锚地、水上作业区的影响

项目风电场周边海域的锚地主要为汕头港区第一引航锚地、汕头港区第二引航锚地，均位于本项目北侧，最近距离约 1.1km。

根据《海底电缆管道保护规定》，国家实行海底电缆管道保护区制度，沿海宽阔水域海底电缆管道保护区的范围为其两侧各 500m，禁止在海底电缆管道保护区内从事挖砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其它可能破坏海底电缆管道安全的海上作业。本项目海底电缆的布置并未穿过锚地，与

两个锚地均保持一定的距离，不会对锚地造成影响。海缆与锚地间的距离，有足够的水域划定海缆保护区，相互影响小。

图 6.2.1-2 工程与附近锚地之间位置关系示意图

6.2.2 对保护区的影响分析

（1）水动力环境影响

工程前后的潮流场变化很小，工程前后流向的变化小于 1° ，工程前后流速的变化小于 1cm/s ，表明本项目工程对周边自然保护区的水动力环境影响很小。

（2）地形地貌与冲淤环境影响

项目工程建成后，所取特征点的首年淤积厚度不超过 0.02m ，冲淤平衡后的淤积厚度不超过 0.07m 。总体而言，工程建成后，工程场区及附近海床将产生一定的冲淤变化，但冲淤强度及范围较小。

（3）对海水水质影响

施工期悬浮泥沙增量超一、二类海水水质标准的影响面积为 111.97km^2 ，超过三类水质标准的影响面积为 2.55km^2 ，施工期产生的悬浮物扩散影响范围仅限于项目附近海域，对周边自然保护区的整体水质影响较小，且随着工程的结束，悬浮物的影响也将消失。

（4）对沉积环境影响

风机桩基基础附近沉积物环境质量状况良好，风机桩基基础施工建设没有疏浚物产生，有少量施工悬沙扩散属于清洁沉积物，不会对附近海域沉积物环境质量造成不利影响；海底电缆埋设期间搅起来的海底沉积物被堆积在缆沟两侧，在冲埋结束后，在海水运动作用下将回填于缆沟，海底电缆的施工对底质的直接影响就是冲起和覆盖，不会对沉积物性质产生明显影响，也不会对附近海域沉积物环境质量造成不利影响。

（5）对生物资源影响

项目施工期风机基础建设和海底电缆铺设过程中产生的悬浮泥沙将给海洋生物资源带来的一定的负面影响，由悬沙扩散引起的生物资源受损量的估算结果显示，本项目建设期间造成的海洋生物资源损害经济补偿额为 883 万元。

海上风电场工程建设造成海洋生态系统服务功能损失包括：海洋供给服务、

海洋调节服务、海洋文化服务、海洋支持服务共 4 个部分，本项目对上述服务功能造成的损失为 645 万元。

（6）水下噪声对鱼类影响

海上风电场采用的四桩导管架风机基础钢管桩撞击施工所产生的水下冲击波噪声将对周围海域的海洋渔业资源带来一定影响。水下打桩噪声在离桩基中心 190m 的距离范围内为危险级（噪声将损伤海洋哺乳动物的听觉，引起听阈改变）；以 150dB 作为对石首鱼如黄唇鱼、鮰鱼、棘头梅童鱼、叫姑鱼等产生影响的阈值，可算出对应桩径 2.4m 的四桩导管架风机基础打桩施工，与施工风机的对应距离为 3km。当海域中有石首科鱼类时（如本工程调查中出现的叫姑鱼），考虑鱼群在海域中游动性，即会对此范围内的石首鱼科鱼类产生不利影响。风机运营期在 120Hz~1.5kHz 的某些特定频段上，出现强度高于背景噪声 10~20dB 的现象，有些功率谱幅度达到 120dB，这些频段也多是石首鱼科鱼类发声的主要频段，可能会被风机运营时的水下噪声主要频率范围含盖，对石首鱼科个体间的声信号传递和发声行为产生干扰。

（7）水下噪声对鲸豚类影响

施工期间，打桩噪声妨碍中华白海豚以及其他鲸豚类的 Click 和 Burst pulse 信号。另外，暴露在高强度的声音之下可能导致海豚出现暂时性听觉缺失或暂时性的听觉灵敏度减弱，甚至身体损伤。虽然以上噪声影响是可逆的，随着施工结束而消失，而且施工区域距离中华白海豚的主要活动水域有一定距离（大于 10km），施工过程（包括打桩噪声、船舶活动等）对中华白海豚的捕食、迁徙等行为活动的影响有限。

但是，考虑到保护区及周边海域作为其他鲸豚类的季节性捕食区域，风电场海域同时也是其远岸栖息地与近岸栖息地的迁徙通道，风电场施工期间可能会对季节性迁移的瓶鼻海豚以及江豚等其他鲸豚类的栖息地使用产生影响；同时，相关的噪音也可能会引起相关的回避效应，造成栖息地使用上的回避效应，甚至可能造成生理损伤。营运期间，所产生的水下噪声级总体比较低，噪声谱级都在 120dB/1μPa 以下。虽然中华白海豚长期栖息于广东水域，对船舶噪声比较适应，也有追逐拖网渔船觅食的习性；同时，风电场距离其主要栖息地也较远。据此推测，海上风电场营运水下噪声对中华白海豚的影响有限。但是，对于南澎列岛保

护区的季节性迁徙的其他鲸豚类而言，营运期对于栖息地的永久占用，将会引起其行为模式的改变，而这种栖息地的永久丧失可能引起相关饵料的变化，进一步可能会造成这些鲸豚类能量代谢以及栖息地使用上的变化。

（8）水下噪声对海龟的影响

蠓龟的行为听阈研究表明，其最敏感频率在 100Hz，此时阈值为 98 dB re 1 μ Pa。因此，工程打桩施工将对该海域中的海龟行为产生一定程度的影响，会出现激动的行为、突然的身体动作等惊吓反应，或者改变自身的游泳模式和方向，出现下潜等躲避行为。从海龟洄游路线卫星追踪调查结果看，其洄游路线一般在 40m 等深线以外，即项目工程没有与海龟的主要活动海域之间没有直接重叠，营运期风机水下噪声不会对海龟洄游不会有直接的影。但海龟在洄游中途经常会进入南澎列岛和勒门列岛海域觅食，运营期的水下噪声，可能会对海龟产生一定的影响。因此，风机营运噪声对海龟的影响仍需进一步监测研究。

（9）珊瑚礁生态系统影响

评价海域珊瑚主要分布在勒门列岛和南澎列岛的岛礁周边海域，以南澎列岛海域基本丰富。南澎列岛海洋生态国家级自然保护区目前记录到珊瑚达 21 种，主要分布在保护区核心区的顶澎岛、旗尾岛、中澎岛、南澎岛和芹澎岛周边 4-10m 深水域。项目工程所在海域范围内无珊瑚分布，距离珊瑚集中分布区较远，根据施工期水质环境预测结果，施工中产生的悬浮泥沙影响不会进入邻近的保护区，因此，对珊瑚生态系统造成影响的可能性较小。

（10）大型海藻场影响

评价海域大型藻类植物记录有55种，多属于亚热带海岛区的嗜高盐性种，暖水区系较为明显，其中以红藻类植物居多，其次为褐藻类以及绿藻类植物，且多分布在岛礁的中低潮区藻类植物的空间分布以平屿岛断面最高，其次为南澳澳前断面以及南澎列岛断面，顶澎岛断面最低。南澎列岛优势种类有半叶马尾藻，2017年由广东南澎列岛海洋生态国家级自然保护区管理局组织的现场调查还首次发现了深水区分布的马尾藻场。根据施工期水质环境预测结果，施工中产生的悬浮泥沙影响不会进入邻近的保护区，因此，对大型海藻类影响很小。

（11）鱼类“三场一通道”

项目工程海域在南海区幼鱼、幼虾保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、黄

花鱼幼鱼保护区、蓝圆鲹、金色小沙丁鱼幼鱼保护区范围内。另外，该海域石首鱼科鱼类也颇为丰富，分布较广。这些海水鱼类在产卵季节由浅、近海水域向河口海域行产卵、索饵洄游，产卵后及幼鱼育肥生长至一定大小后，向较深外海水域逸散。可见，汕头-南澳海域具有鱼类产卵、繁育和集散地的重要生态功能。根据施工期水质环境预测结果，施工中产生的悬浮泥沙会对该海域鱼类资源带来一定的损失，此外，施工期和营运期水下噪声对石首科鱼类的听阈和发声行为也会产生不利影响。因此，该项目工程建设对该海域的鱼类“三场一通道”功能会带来一定的影响，需通过生态补偿措施将这种不利影响减轻，以维持该海域和保护区对渔业资源的保护、调节、补充和输出等功能。

（12）电磁辐射影响

本工程 220kV 海上升压站干式压器为 $2 \times 210\text{MVA}$ ，类比北京海淀区八里庄 220kV 变电站（ $4 \times 180\text{MVA}$ ）的监测结果，在目前的理论构架下，基本可以不考虑本工程项目电磁辐射对海洋生物产生影响。

（13）对广东南澳候鸟省级自然保护区影响分析

项目距离广东省南澳候鸟省级自然保护区较近的为核心区的无居民海岛“白涵”（如图 6.2.2-1 所示）最近距离为 2.13km。根据项目建设对鸟类资源影响分析可知，海上风电场的施工期间，避开了鸟类的栖息地，施工对栖息地的干扰影响有限；鸟类在长距离迁徙时飞行高度较高，通常会对风电场表现出明显的绕避行为而不会发生严重的碰撞，风机运行对鸟类长距离迁徙的碰撞风险不大。同时海上风电场的建设和运营不会导致保护区燕鸥数量的急剧下降和不可逆的损伤，对燕鸥的影响非常有限。综合看，项目建设对广东省南澳候鸟省级自然保护区影响有限。

广东南澳候鸟省级自然保护区回函可见附件 6，广东省林业厅回函（见附件 7）：广东大唐南澳勒门 I 海上风电场项目建设区域不涉及广东南澳候鸟省级自然保护区范围，距保护区白涵岛最近距离 2 公里，项目对该保护区影响在可控范围内，且其生态影响评价报告已通过专家论证。根据专家论证意见，我厅对该项目选址无不同意见。

图 6.2.2-1 项目与广东省南澳候鸟省级自然保护区相对关系图

（14）对保护区的整体影响

项目工程虽不占用自然保护区，但施工过程中的海床开挖和打桩所造成的海床扰动、悬浮物污染扩散和 underwater 噪音，以及风电运营过程中产生的水下噪声会对项目工程所在海域的生态环境，以及海豚、黄唇鱼和海龟等保护动物有一定的影响，也会带来较大的海洋生物资源损失，从而对项目周边 6 个自然保护区的保护对象和保护区功能都会带来一定的间接的影响。施工期由风机四桩导管架基础钢管桩打桩产生的水下噪声将对 3km 范围内的石首科鱼类产生一定的影响，因而对距工程最短距离 1.6-2.3km 之间的“广东南澎列岛海洋生态国家级自然保护区”、“汕头市南澳赤屿东南海域中国龙虾和锦绣龙虾市级自然保护区”和“汕头市澳平屿西南侧海域鲎市级自然保护区”3 个自然保护区有一定的直接影响。施工期和运营期船舶溢油事故。

6.2.3 对人工鱼礁影响分析

本项目海上风电场及海底电缆路由，均不经过所属海域人工鱼礁，离项目最近的人工鱼礁是表角南登录点附近的草屿人工鱼礁，距离该登陆点约 1.68km。对该人工鱼礁的影响主要为施工期悬沙扩散导致水体含沙量增加，但这种影响是暂时的，随着施工结束就会消失。

6.2.4 对渔业养殖和捕捞的影响分析

本项目周边养殖区较多，海底电缆敷设施工须占用登陆点所在的陆上高位养殖区和接近登陆点时路由穿越的海上养殖区，建设方应对受影响养殖户积极协调，妥善处理受损方利益赔偿。高位养殖区取水口位于电缆登陆施工区，电缆施工对高位养殖取水功能有影响。对于在海底电缆附近的海上养殖区，养殖对象主要以贝类、西施舌、紫菜类为主，应根据该海区悬浮物扩散模拟，对施工造成附近养殖户的影响作出相应保护措施。由于本项目的海底电缆施工期短，产生的污染物主要是悬浮物，扩散范围有限，这种影响随着施工完毕，在较短的时间内不会继续扩大。

南澳岛周边是粤东良好的海产品养殖区，周边海域为渔业捕捞区，风电场工程建设直接占用渔业捕捞作业区域面积，势必对捕捞作业、从事捕捞的渔民、渔船产生影响，工程建成后运营期间，从安全角度考虑，风机所在海域及四周规定安全距离内渔船不能进入进行捕捞作业，渔业生产作业范围缩小，同时周围海域

的渔船可能会航经风电场区域，增加渔船碰撞风机的风险，在海底管线区域，渔船的临时走锚也会对海底管线造成破坏，存在风险。另外，风机群的存在也会对船舶瞭望造成一定影响，对驾驶人员造成一定心理负担，渔船航行存在与风机碰撞的风险。

6.2.5 对倾倒地影响分析

本项目推荐路由方案未穿过倾倒地，根据《南海区倾倒地规划（2008~2015 年）》此处倾倒地的废弃物种类为疏浚物。根据国家海洋局南海分局 2018 年 1 月公布的对南海区现有倾倒地相关信息，本倾倒地位置有所调整。项目路由未进入调整后的倾倒地；倾倒地本身对路由影响较小，但在项目路由勘察及电缆施工时注意避让倾倒地船舶。

6.2.6 对海底电缆管道工程影响分析

项目周边分布的国际光缆有亚欧光缆汕头至支路单元 5 段、东南亚-日本海底光缆系统（SJC）中国段项目、亚欧光缆汕头至支路单元 7 段、亚太二号光缆汕头至淡水段、亚太二号光缆汕头至分支 3 段、中美光缆 W3，这些国际光缆均为在用状态。距离本项目最近的为在用亚欧光缆汕头至支路单元 5 段，位于本项目西南侧约 9.5km 处，其余距离本项目均在 10km 以上，与本项目距离较远，项目建设及运营基本不会影响上述国际光缆的使用。

6.2.7 风机建设高度对民航影响分析

根据民航广东监管局对本项目建设高度对民航影响的复函（民航广东监管局函〔2017〕33 号）可知，本项目距离揭阳机场约 65km，拟建的南澳勒门 I 海上风电项目最高风机高度为 177.5 米（黄海高程），洋东海上风电项目最高风机高度为 179.5 米（黄海高程），经航行研究，拟建设的风电场对民航现行航路（线）、揭阳机场现行跑到进离场、进近、复飞程序以及最低运行标准无影响。

6.2.8 与周边建设项目影响分析

（1）海上风电场对周边建设项目的影

根据《广东省海上风电发展规划（2017-2030）》，要求“集约化开发海上风电，合理布局、统一规划、共建共用陆上开关站、运营维护基地、送出工程等公用基础设施，降低海上风电工程总体造价，节约、集约使用海域和岸线资源”。本项目风场场址与汕头南澳勒门（二）海上风电场项目场址间最近距离为 1500m，两项目的海缆登陆点均在汕头达濠，海缆间距 100m。本项目与汕头南澳勒门（二）

海上风电场项目选址符合《广东省海上风电发展规划（2017-2030）》对坚持规模化与集约化开发相统一的总体要求，两项目用海项目无干扰，存在互惠的关系。如项目建设期有重叠，则需要注意施工船舶的协调工作，建议两家建设单位应互相积极沟通，避免船舶碰撞事故发生。

（2）对华能汕头勒门（二）海上风电场项目的影响

项目送出海缆与华能汕头勒门（二）海上风电场项目申请范围距离约 62.8m，目前尚未施工。本项目建设对该项目的影响主要为施工时通航风险以及海缆保护。由于项目送出海缆与该项目送出海缆距离较近，存在同时施工、相互影响的可能。若同时施工，施工船只频繁出入，必将会加大附近的通航密度，造成一定的通航安全风险。另外，如果本项目建设晚于上述项目，后期施工船只航行的区域可能有上述项目已建好的海底电缆设施，若操作不慎或意外事故有可能破坏海底电缆。但由于海缆敷设在过航道段会加大埋深，并采取一定的保护措施降低船只航行、抛锚对海底电缆的损坏；项目建成后会在适当位置设置相应的航标灯及警示标志，并将海底电缆具体位置、走向、埋深等报请海事局等部门及时更新航海图书资料，申请发布航行通（警）告，其他船只只会采取相应的避让措施；加上项目建设所在海域宽阔，本项目施工船只通航时有较大空间进行避让。因此，本项目施工破坏上述项目海缆的可能性不大。

（3）对大唐南澳勒门 I 海上风电项目的影响

项目集电海缆与大唐南澳勒门 I 海上风电项目送出海缆存在交越，目前该项目已施工完成，实现全容量并网。项目海缆敷设过程中将对交越的海缆产生一定的影响，因此对海缆交越点需要考虑交越保护施工方案，在交越施工过程中必须确保本工程的海缆和原有管线的安全，同时也要考虑避免运行时产生的相互影响。在严格按照海缆交越的专项施工方案进行施工的前提下，项目建设对交越海缆的影响是可控的。另外，大唐南澳勒门 I 海上风电项目风机已建设完成，本项目施工船只航行的区域分布有该风电场已建好的海底电缆设施和构筑物，若操作不慎或意外事故有可能破坏海底电缆设施和构筑物。需考虑该风电场海缆敷设的埋深，采取一定的保护措施降低船只航行、抛锚对海底电缆的损坏；风电项目建成后会在适当位置设置相应的航标灯及警示标志，并将海底电缆具体位置、走向、埋深以及风电场位置海域范围等报请海事局等部门及时更新航海图书资料，并申请发布航行通（警）告，其他船只只会采取相应的避让措施；加上项目建设所在海域宽

阔，本项目施工船只通航时有较大空间进行避让。因此，本项目施工破坏该风电场项目的构筑物和海缆的可能性不大。

6.2.9 风场方案调整对海域开发活动的影响

根据《大唐南澳勒门 I 海上风电项目风场方案调整海域使用论证补充报告》（报批稿）中分析的海域开发利用活动主要有：通航活动、锚地、人工渔礁、渔业养殖、渔民捕捞、保护区、倾倒区、海底电缆、民航高度及汕头南澳勒门（二）海上风电场项目活动。

本次建设方案调整主要集中在规划风场内部，对风场周边海域开发利用活动影响是不变的；由于 220kV 海缆登录段由人工开挖调整为定向钻施工，减少近岸段悬浮物扩散影响。经过数学模型重新计算，悬浮物扩散对近岸养殖区影响见图 6.2.7-1 所示。从图 6.2.9-1 和图 6.2.9-2 计算结果来看，海缆登录方案改为定向钻施工后，对项目 220kV 海缆登陆点附近及北面的养殖区还是有影响的。

图 6.2.9-1 调整方案 220kV 海缆登录段定向钻施工悬沙扩散影响

图 6.2.9-2 原方案 220kV 海缆近岸段悬沙扩散影响

6.2.10 风场方案调整对海域开发活动的影响

项目论证范围内共有 9 个国控点，其中距离 GDN04016 最近，约 0.8km，其余均距离本项目 3km 以上。由图 6.2-1 可知，项目施工引起的悬浮泥沙扩散会扩散到 GDN04016 国控站位，但这种影响主要在海缆铺设过程出现，海缆铺设施工迅速，施工期较短，一旦施工完毕，工程所在区域周边水质环境可在较短时间内恢复。施工单位施工前需提前了解近岸海域国控监测站位当季监测时间，避开近岸海域国控监测站位监测期间进行施工。

6.3 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海存在直接或间接关联关系，或受到项目用海活动影响的开发者、利用者，包括与项目用海存在利害关系的个人、企事业单位及其他组织或团体。

根据《大唐南澳勒门I海上风电项目海域使用论证报告书》和《大唐南澳勒门I海上风电扩建项目海域使用补充论证报告书》及项目实施情况，对项目利益相关者进行了回顾性分析和界定。项目建设施工期间，因悬浮泥沙扩散造成超一、二类海水水质（ $\geq 10 \text{ mg/L}$ ）影响范围主要涉及风电场周边保护区，以及220 kV海缆表角南登陆点附近开放式养殖户和陆上养殖户的养殖取水区域。经界定，项目实施期间涉及的主要利益相关者包括相关公司。项目建设期间，已与相关管理部门进行了协调，并落实了相关管理要求。本次调整未新增海洋开发活动及新增利益相关者，原论证报告关于利益相关者界定与协调的结论仍适用。

表 6.3-1 表角南登陆点陆上养殖户利益相关者信息

表 6.3-2 表角登陆点附近开放式养殖利益相关者信息

图 6.3-1 登陆点附近悬沙扩散与利益相关者叠加图

表 6.3-3 利益相关者界定一览表

6.4 相关利益协调分析

6.4.1 与经济联合社的协调

根据《大唐勒门I海上风电项目海域补偿协议书》（附件 8）及濠江区人民政府《区政府工作会议纪要》（2021 年第 81 期和第 83 期）（附件 9），本项目建设涉及乙方村民 5 户海域传统养殖范围，共计 565 亩。项目建设期间，对乙方村民 5 宗海域传统养殖及停工停产、后续生产造成的经济损失，以及乙方协助甲方施工期间开展当地渔船管控等工作进行了统筹协调。经甲乙双方协商，甲方已同意向乙方支付包干经费人民币 370 万元，用于海域传统养殖理赔及相关损失补偿；同时，为支持丙方开展海域传统养殖理赔、渔船管控等协调工作，甲方已支付协调经费人民币 60 万元。相关利益协调工作已完成，利益冲突最终得到妥善解决。

6.4.2 与相关公司的协调

海底电缆经过养殖区期间，项目业主已与当地海洋管理部门及相关养殖户进行了充分协商，并通过签订书面协议、落实经济补偿等方式协调相关利益关系，以减少用海争议。施工阶段，通过优化施工组织、控制施工强度、缩短施工周期及采取悬浮物扩散控制措施等方式，降低了施工活动对周边养殖环境的影响，保

障了养殖户利益并减少了潜在纠纷。同时，海上施工期间，工程船舶与养殖区船舶交汇时，已通过提前沟通、规范航行及协调避让等措施保障通航安全，降低相互影响。

根据《大唐勒门I海上风电项目海域补偿补助协议书》（附件 8、9），项目建设涉及补偿乙方海域养殖范围 572.793 亩，同时沿海电缆线路对养殖设施产生了占用和影响，涉及线路长度约 1000 m、影响面积约 7000 m²。项目建设实施前，大唐南澳勒门I海上风电项目已与公司及周边高位养殖业主签订相关协议，并依法落实补偿工作，甲方已同意一次性补偿人民币 3570 万元。相关利益协调工作已完成，利益相关问题最终通过协商得到妥善解决。

6.4.3 与相关管理部门协调分析

6.4.3.1 与航道管理部门的协调

大唐南澳勒门I海上风电项目路由未与航道发生交越，距汕头港主航道最近距离约 1.1 km。项目建设期间，特别是海底电缆施工阶段，建设单位已就工程施工对周边通航环境可能产生的影响与航道管理部门进行了充分沟通协调，并建立了相应的安全管理和联系机制。施工前，建设单位已将管线方案设计、勘探及施工方案等提交相关管理部门审查，并取得了支持性意见，相关通航安全管理要求已落实，为工程施工期间船舶通航安全提供了保障。此外，风电场水域虽未占用沿海航道，但项目建设期间已结合施工海域通航环境，在风电场水域边界设置界限标及警示标志，对过往船舶开展安全提示和风险警示，并通过规范施工船舶作业和通航组织管理，降低了船舶误入施工水域风险，保障了工程施工及周边海域通航安全。本次调整未新增航道交越关系及新增通航利益相关者，原论证报告关于航道协调及通航安全影响分析结论仍适用。

6.4.3.2 与保护区管理部门协调

（1）与广东南澎列岛海洋生态国家级自然保护区管理部门的协调

项目选址未进入广东南澎列岛海洋生态国家级自然保护区范围。根据原论证报告数值模拟结果，工程施工期间悬浮泥沙扩散影响主要涉及该保护区试验区。项目实施期间，建设单位已开展相关专题研究，并就工程实施及生态保护要求与广东南澎列岛海洋生态国家级自然保护区管理部门进行了沟通协调，征求并落实了相关管理意见和保护要求，相关协调工作已完成。本次调整未新增涉及自然保

保护区的海洋开发活动及新增利益相关者，原论证报告关于保护区影响分析与协调结论仍适用。

(2) 与广东南澳候鸟省级自然保护区管理部门的协调

根据原论证报告及生态影响专题研究结论，项目建设未对广东南澳候鸟省级自然保护区核心区鸟类栖息与迁徙产生明显不利影响。项目实施期间，建设单位已与广东南澳候鸟省级自然保护区管理部门进行了沟通协调，并依据《广东大唐国际汕头南澳勒门海上风电场对广东南澳候鸟省级自然保护区暨燕鸥生态影响专题报告》及项目海洋环境影响评价报告落实相关生态保护和防治措施，相关协调工作已完成。本次调整未新增涉及候鸟保护区的海洋开发活动及新增利益相关者，原论证报告关于生态影响分析与协调结论仍适用。

6.4.3.3 与人工鱼礁管理部门的协调

建设项目海缆登陆点附近施工期间，开挖活动产生的悬浮泥沙增量主要沿表角近岸海域扩散。根据原论证报告悬浮泥沙扩散计算结果， ≥ 10 mg/L 悬浮泥沙增量外包络线涉及草屿人工鱼礁区。项目实施期间，建设单位已就工程施工可能涉及的影响与草屿人工鱼礁管理部门进行了沟通协调，征求并落实了相关管理意见，相关协调工作已完成。项目位于汕头传统捕捞渔场区域，施工期间周边海域渔船活动较为频繁。为保障施工及通航安全，建设单位已在施工区域外围设置航标灯及相关警示标识，并在海缆路由施工区域设置醒目标志，对过往渔船进行了安全提示和风险警示，以降低渔船误入施工区域风险。同时，工程建设期间已通过海上构筑物警示标识设置、施工船舶规范作业及通航组织管理等措施降低船舶碰撞风险，并结合工程要求落实海缆埋设深度与保护措施，保障海缆运行安全。

此外，项目实施期间，建设单位已在渔业主管部门统筹协调下有序开展相关生态补偿和资源恢复工作，以减缓工程建设对海洋渔业资源的影响。本次调整未新增涉及草屿人工鱼礁区及传统渔场的海洋开发活动、利益相关者及管理协调事项，原论证报告关于渔业资源影响及协调分析结论仍适用。

6.4.3.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

据调查，项目所在海域内未涉及大型弹药武器试验场、军用码头、军用海底管线等军事设施。项目建设及运行期间未对国家权益和国防安全产生不利影响。海域属于国家所有，本项目作为经营性用海项目，已按照国家有关规定缴纳海域

使用金，不存在损害国家海洋权益的问题。项目实施未涉及领海基点及国家秘密事项，对国家海洋权益未产生明显影响。项目实施前后，建设单位已就项目选址及建设方案与相关部队进行了沟通协调，并征求了书面意见，相关协调要求已落实。本次调整未新增涉及国家权益、国防安全及军事管理协调事项，原论证报告关于国家权益与国防安全影响分析结论仍适用。

7 项目用海调整国土空间规划符合性分析

7.1 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）》于 2023 年 8 月 8 日取得国务院批复同意（国函〔2023〕76 号），并于 2023 年 12 月 26 日由广东省人民政府印发实施（粤府〔2023〕105 号）。

本项目位于勒门近海浅水区，风电场位置位于海洋开发利用空间区，电缆穿越海洋生态保护红线区。本次调整主要变化为 35kV 接入电缆和 220kV 海底电缆发生部分偏移，海缆路由调整在规划海区，未超出规划风电场范围，符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》中勒门近海浅水区海上风电建设用海的布局要求，具体见图 7.1-1。

图 7.1-1 项目用海与广东省国土空间规划的相对位置图

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

本项目风场位于《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》中的汕头勒门海上风电，登陆点位于达濠表角，不属于生态保护修复单元，项目用海类型属于工业用海。项目实施是满足广东省电力需求快速发展的需要，有利于优化电源结构，加快推进集中集约用海区建设，助力港产城融合，建设世界一流沿海经济带。因此，本项目符合《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》。

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

2025 年 1 月 23 日，省人民政府同意由广东省自然资源厅印发《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号）（以下简称《省海岸带规划》）。该规划细化落实了《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）》在海岸带及海洋空间的细化和补充，是一定时期内广东省海岸带及海洋空间开发保护的政策总纲。

7.3.1 所在海洋功能分区及符合性分析

根据《省海岸带规划》，本项目用海范围占用的海洋空间功能区有白颈屿西南工矿通信用海区、汕头近海渔业用海区、汕头珍稀濒危物种分布区生态保护区和表角工矿通信用海区，项目周边海洋功能区与分布见图 7.3-1。项目用海与海洋功能区划的符合性分析见表 7.3-1，根据符合性分析结果，项目的建设不会影响所在海洋功能区主体功能的实施，符合规划中空间准入、利用方式、保护要求和其他要求等相关管控要求。

图 7.3-1 项目与海洋功能区划叠加示意图

表 7.3-1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析一览表

7.3.2 登陆点所在岸线及符合性分析

根据《省海岸带规划》，将全省大陆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三类，实行分类分段精细化管理。本项目登陆点位于达濠岛东南部，所在岸线属于有居民海岛岸线，不属于以上三类。对于占用海岛岸线，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态。本项目 220kV 海底电缆在接近达濠岛表角南登陆点时同时在设计上考虑两回路电缆间距逐渐缩小，至登陆点位置改为并行无间距，穿越岸线最小化；采用水平定向钻

方式穿越海岛岸线长度 21.67m 砂质自然岸线，这种施工方式不会对砂质岸线造成影响，更不会诱发沙滩蚀退，不改变沙滩自然属性，对岸线生态功能和其他功能无影响。项目埋管施工完成后将恢复原砂质岸线风貌，不破坏岸线资源；此外按照规定登陆点处将设立显著标志，登陆区域禁止打桩、抛锚、挖砂等，是对岸线资源的有序利用，能充分发挥此处岸线的有利作用，也能禁止其他破坏行为破坏此处岸线。因此，项目建设符合《省海岸带规划》的管理要求。

7.3.3 所在生态保护红线及符合性分析

根据原《大唐南澳勒门 I 海上风电项目风场方案调整海域使用论证补充报告》（报批稿、322MW 风电场方案）与原《大唐南澳勒门 I 海上风电项目风场方案调整海域使用论证补充报告（第二次调整）》（报批稿），项目与《广东省海洋生态红线（2016-2020 年）》符合性分析的主要结论有：（1）220kV 海底电缆路由穿过汕头珍稀濒危物种分布区，经 2020 年广东省自然资源厅意见调整后，缩短了 220kV 海缆穿越汕头珍稀濒危物种分布区的距离，有利于限制类生态红线内的海洋生态环境保护；（2）风电场区域未进入生态红线区；（3）项目表角登陆点从濠岛沙石岸线下方穿越，不实际占用岸线，不会对砂质岸线造成影响，更不会诱发沙滩蚀退，不改变沙滩自然属性。项目基本满足所穿越红线区的管控要求，没有原则冲突，项目符合《广东省海洋生态红线（2016-2020 年）》的相关要求。

通过将项目与“三区三线”成果中的生态保护红线叠加分析，叠加示意图见图 7.1-2(a)。本次项目主要发生的变化为 35kV 接入电缆和 220kV 海底电缆发生部分偏移：

（1）**35kV 接入电缆：**35kV 接入电缆位于风电场内，调整后未进入生态红线区，不涉及海洋生态保护红线（见图 7.1-2(b)）；

（2）**220kV 海底电缆：**220kV 海底电缆调整前后位置对比见图 7.3-2(d)。

图 7.3-2(a) 项目调整前后与生态保护红线叠加示意图

图 7.3-2(b) 项目调整前后与生态保护红线叠加示意图

图 7.3-2(c) 项目调整前后与生态保护红线叠加示意图

图 7.3-2(d) 项目调整前后与生态保护红线叠加示意图

根据《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），允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动：“一、（一）6.必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动”。本项目属于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》规划的海上风电建设用海，且管线路由施工不改变海域自然属性，施工期产生的悬浮泥沙随着施工结束而消失，不产生累积影响，施工船舶产生的废水、机舱油污水和固体废物均是收集上岸处理，不向海域排放，不会改变珍稀濒危物种的栖息环境质量。同时，本项目已取得广东省人民政府关于项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见（见附件 10），项目属于生态保护红线内允许有限人为活动的情形，符合有关规定。因此，本项目与生态保护红线是符合的。

综上，本项目符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

7.4 与《汕头市国土空间总体规划（2021—2035 年）》的符合性分析

本项目 220kV 电缆穿越海洋生态保护红线区，根据《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），本项目属于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》规划的海上风电建设用海，且本项目已取得广东省人民政府关于项目符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见（见附件 10），项目属于生态保护红线内允许有限人为活动的情形，符合有关规定。因此，本项目与《汕头市国土空间总体规划（2021—2035 年）》是符合的。

图 7.4-1 汕头市国土空间总体规划

8 项目用海合理性分析

8.1 用海选址合理性分析

根据《近海风电场工程规划报告编制办法》，从选址区域的风能资源、接入系统条件、交通运输、装机规模、自然资源、生态环境、区位社会经济、海洋功能区划等相关规划、环境保护要求、利益相关者协调等多方面因素进行综合分析项目用海选址的合理性。

8.1.1 宏观选址

宏观选址与原批复情况一致，不再赘述，仅描述结论。

8.1.1.1 风能资源条件

本风电场风能资源属于 6 级，风能资源丰富。本项目宏观选址适合风电场建设。

8.1.1.2 自然资源和生态环境适宜性

(1) 气象条件

本项目所处的汕头市南澳县南侧海域属亚热带季风气候区，属广东省风资源分布较为丰富地区之一，具有较好的风电开发潜力。

因此，气象条件适宜本项目建设。

(2) 工程地质条件适宜性分析

拟建风电场未见海底滑坡、海底浊流、活动沙丘与沙坡等不良地质作用及海底地震地质灾害。场区可能存在的不良地质作用主要为浅层气，场地地基土地震效应需要考虑的有饱和砂土液化和软土震陷问题。场地环境工程地质条件较简单，遭受地质灾害危害的可能性较小。海水对工程建设影响较大。

风电场地段的场地类别属 II 类，按《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015) 中地震动峰值加速度调整系数表，建议风电场 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度按 0.10g 考虑，对应的地震基本烈度均为 VII 度，适合作为风电场场址。

调整后项目用海位置仍位于项目工程地质勘察范围内，项目风机基础和升压站基础仍为单桩和四桩导管架结构，因此项目风场区选址与工程地质条件的适宜性分析与原论证报告书一致，结论为：项目建设与所在海域的地质条件是相适宜的。

总体来看，本项目风电场区和路由区的地质情况基本适合海上风电场的建设。

(3) 水文动力条件适宜性分析

本项目的建设与水动力条件是相适宜的。

(4) 与区域生态环境的适宜性

总体上，针对项目施工对海洋生态影响采取合理的施工措施，并对项目造成生态损失进行一定的修复和补偿的前提下，项目选址与区域环境是相适宜的。

8.1.1.3 区位和社会经济条件适宜性

由于调整后本项目性质、地理位置及总发电容量与调整前一致，故项目用海与当地社会及产业发展现状的适宜性分析与原论证报告书一致。结论为：项目选址与当地产业经济发展是相适宜的。

8.1.1.4 场址周边环境制约因素

风电场工程的建设对该水域的通航环境有一定的影响，通过管理手段能够解决或缓解施工期间对通航环境的影响。经过通航论证报告分析，本项目场址距离大型船舶航路距离超过 1 海里，能够大大降低与船舶通航之间的不利影响。

8.1.1.5 与周边利益相关者的协调性

整体看，本项目与周边其他用海活动的影响属于可协调性质，具体的协调问题及协调途径已经明确。因此，项目用海选址与周边其他用海活动是具有适应性的。

8.1.1.6 与国土空间总体规划和相关规划的符合性

本次调整后，根据本报告书第 7 章的分析，项目用海符合《广东省国土空间规划(2020—2035 年)》《汕头市国土空间总体规划(2021—2035 年)》《广东省海岸带及海洋空间规划(2021-2035 年)》《产业结构调整指导目录》《广东省海上风电发展规划》(2017-2030 年)(修编)等规划，海底电缆部分进入生态红线区，属于允许的有限人类活动，符合国土空间规划的管控要求。

8.1.1.7 与相关用海控制指标要求的符合性

自然资源部 2024 年 12 月 30 日印发了《自然资源部关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》，明确“属于新增海上风电项目的，应在离岸 30 千米以外或水深大于 30 米的海域布局；近岸区域水深超过 30 米的，风电场离岸距离还需不少于 10 千米；滩涂宽度超过 30 千米的，风电场内水深还需不少于 10 米。”本项目选址处水深在 18m~27m 之间，不符合水深大于 30m 的要求，符合离岸距

离的不少于 10km 的要求。

因本项目建设时间为 2021 年，根据建设时间内有效的《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6 号）与《国家能源局国家海洋局关于印发〈海上风电开发建设管理办法〉的通知》（国能新能〔2016〕394 号），鼓励海上风电深水远岸布局，在当前和未来开发强度低的海域选址建设，原则上应在离岸距离不少于 10km、滩涂宽度超过 10km 时海域水深不得少于 10m 的海域布局。本项目选址处水深在 18m~27m 之间，离岸距离约 11.1km，符合《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6 号）“双十”的要求。

8.1.1.8 与风电管理规划的符合性

《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》规划中汕头勒门海上风电场规划装机容量 70 万千瓦，场址位于汕头南澳县南部海面，规划中明确提出，勒门海上风电场为 2018 年重点推进项目。本项目作为勒门风电场的一期工程，场址位于规划风电场北部。受规划要求限定，本项目宏观选址具有唯一性。

8.1.2 微观选址

风电场微观选址是在宏观选址选定的小区域中确定工程位置。

微观选址分为路由选线方案、风机单机容量选择和排布比选、升压站方案比选以及升压站选址等，建设方案与批复方案有变化的是 35kV 和 220kV 海缆走线变化。风机路由选线方案、单机容量选择和排布比选、升压站方案比选以及升压站选址在前两次已得到了论证，且建设方案与批复方案一致，本报告不再赘述，本报告只描述 35kV 和 220kV 海缆变化情况。

在项目施工过程中因施工船定位问题，导致在项目实际建设过程中 220kV 和 35kV 海缆的位置发生部分偏移，如图 8.1.2-1~4 所示，其中 220kV 海缆约 3704m 超出批复范围，35kV 海缆约 365m 超出批复范围，对应海缆位置有约 4.9167 公顷在批复范围外（行政处罚决定书（粤海综（直一）罚决〔2025〕1 号））。

从整个风电场来看，微观选址调整对风机排布基本无影响，海缆偏移量不大，整体位置基本与批复相符。

图8.1.2-1 220kV海缆走线变化图

图8.1.2-2 220kV海缆变化前后对比图

图8.1.2-3 35kV海缆走线变化图

图8.1.2-4 35kV海缆变化前后对比图

8.1.3 小结

根据以上分析，本次调整后项目的宏观选址方案与批复方案一致，微观选址发生一定变化，主要变化为 35kV 和 220kV 海缆进出位置多占用了海域。依据近海风电场选址原则，本次调整后项目选址与自然资源和生态环境相适宜，风资源较丰富；所在区域的区位和社会条件能满足项目建设的要求；场地稳定性和工程地质条件较好，在采取必要的桩基础结构和合理的施工方案等工程措施的前提下，项目选址能满足相应场地要求；项目选址符合国土空间规划；项目建设有利于该区域海洋经济的协调发展，对周边海域的资源环境影响较小；项目在协调好与周边利益相关者的关系前提条件下，选址与周边其它用海活动是适宜的。因此，通过以上对宏观选址和微观选址的分析，本报告书认为本次变化后的项目用海选址是合理的。

8.2 用海平面布置合理性分析

8.2.1 体现节约集约用海原则

本项目规划装机容量 245MW，包括 35 台 7MW 风电机组，1 座 220kV 海上升压站，35 台风机通过 9 回 35kV 集电海底电缆接入 220kV 海上升压站升压后，通过 2 回 220kV 电缆送出电能至陆上控制中心。登陆点在统一规划的登陆段选取，路由用海与华能汕头勒门（二）海上风电场项目电缆走向一致，已充分考虑现有管廊布局。根据建设周期内有效的《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6 号），海上风电的规划、开发和建设，应坚持集约节约的原则，提高海域资源利用效率。充分考虑地区差异，科学论证，单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里

左右。本项目风电场用海范围外缘包络线面积约 16.07km^2 ，每 10 万千瓦包络海域面积为 6.56 平方公里，符合国家海洋局规定的用海控制要求，符合集约节约的原则，提高了该海域资源利用效率，并且通过平面布置的优化使外围风机包络范围均在场址规划范围内，同时实现发电效益最大。

综上，本项目用海平面布置体现了节约集约用海的原则。

8.2.2 有利于生态和环境保护

本项目建设风电机组和 35kV 集电海底电缆，风机之间有一定的间距，对海洋水文、地形地貌与冲淤环境的影响很小，基本不会对海域不可逆的生态影响。风机桩基基础采用单桩基础结构，通过沉桩施工打入海床底土，桩基可发挥人工鱼礁的功能，本项目正式运营后，场区范围禁止捕捞作业，具备人工鱼礁的属性，对改善海域生态环境，营造海洋生物栖息的良好环境，为鱼类等提供繁殖、生长、索饵和庇敌的场所。因此，项目平面布置基本不会对所在海域的生态环境保护造成不良影响。

根据《海上风电开发建设管理办法》，在各种海洋自然保护区、海洋特别保护区、自然历史遗迹保护区、重要渔业水域、河口、海湾、滨海湿地、鸟类迁徙通道、栖息地等重要、敏感和脆弱生态区域，以及划定的生态红线区内不得规划布局海上风电场。本项目未在海洋生态保护红线内布局。

8.2.3 最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目送出海缆与集电海缆电缆埋设于海床以下，不会对水动力及冲淤环境造成影响。就数值模拟结果来看，风电场桩基建设造成的影响较为有限。在装机设计总容量 245MW 的前提下，建设时采用的风电机组单机容量较大，风电机组所需布设的台数相对减少，桩基施工数量减少，有利于减缓项目建设对水文动力环境、冲淤环境的影响。根据冲淤分析及实测结果，本项目建设对周边海域的水文动力环境、冲淤环境总体影响不大，影响范围基本局限于风电场规划场址范围及周边一定范围的海域。

8.2.4 最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

根据本报告第 6 章，项目周边的开发活动主要有航道、航路、锚地、海上风电场、倾倒区、养殖区、海洋保护区和其它工程用海等。根据本报告海域开发利用协调分析结论，本项目的利益相关者，需协调部门。通过加强与各方的沟通和

合作，本项目海域开发利用具有较好的可协调性，项目用海与周边其他用海活动不存在功能冲突，是相适宜的。

综上，根据现阶段平面布置方案，本项目的开发建设可与周边其他用海活动相适应。

8.3 项目用海方式的合理性

风机基础的用海方式为构筑物用海（一级方式）的透水构筑物用海（二级方式），海底电缆的用海方式为其他用海方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式），本次调整前后，用海方式不变。本节通过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，可能采用透水式、开放式的用海原则；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；能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响；能否最大程度地减少对水文动力及冲淤环境的影响分析项目用海方式的合理性。

8.3.1 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

项目建设风机和海底电缆，用海方式分别为透水构筑物和海底电缆管道，不涉及填海和非透水构筑物用海，风机采用了透水构筑物的方式，项目遵循了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。

8.3.2 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

本项目建设风机、海上升压站、送出海缆和集电海缆，离岸距离约 11.1km，占用自然岸线 25.8m。项目用海方式分别为透水构筑物和海底电缆管道。虽然项目建设需占用一定的海域，但透水构筑物和海底电缆管道用海基本不改变海域的自然属性，能够保持水体的流通交换，对海域的使用不属于不可恢复，不涉及炸岛和围填海等，项目实施虽然会对所在海域的渔业资源造成一定的影响，但通过生态减缓和补偿措施，不影响海域主导功能的实现，能够维护海域基本功能。

8.3.3 有利于保护和保全区域海洋生态系统

本项目施工期间会对作业面的底栖生物和底栖生境造成完全破坏，栖息于上述范围内的底栖生物将全部损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。另外，施工产生的悬浮泥沙也造成海洋生物

一定的损失。本项目施工会产生悬浮泥沙，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量不会产生明显变化。为弥补工程建设对海洋生态环境带来的不利影响，建设单位开展了环境保护工作和生态补偿工作，把不利影响降到最低。

项目风机基础施工及海底电缆铺设等将会引起部分底栖生物损失。同时，工程施工悬浮物会引起本海域生物种类和数量的减少，但是项目建成后，影响将逐渐消失，生物数量会慢慢恢复。项目用海方式及建设运营过程中对区域海洋生态系统的影响不大。可见，本项目建设对区域生态系统有一定影响，但可以通过增殖放流等措施进行生态补偿，本项目用海方式对区域海洋生态系统的影响是可以接受的。同时，尽可能减小了对生态保护重要区域和生态敏感目标的影响。

8.3.4 能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

本项目透水构筑物和海底电缆管道用海能够保证水流的通畅，虽占用一定海域面积，但对整个水文动力环境、冲淤环境的影响并不大。因此，本项目用海方式能够最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

因此，本项目用海方式是合理的。

8.4 占用岸线合理性分析

根据广东省 2022 年批复海岸线，本项目登陆段所在岸线为自然岸线，项目原计划定向钻底土穿越该段海岸线，涉及岸线长度约 25.8m。具体情况见图 8.4-1。

图 8.4-1 登陆点附近拟申请权属范围与岸线的关系示意图

2021 年 11 月 17 日，自然资源部南海局对大唐南澳勒门 I 海上风电场项目 220KV 海底电缆路由铺设施工实施现场监管时，发现项目施工单位未按照海底电缆铺设申请、海域使用申请时明确的定向钻方式进行施工作业，而是采用挖机挖槽铺设海缆，该施工方式造成了登陆点生态损害，特别是沙滩后滨部分（植被与沙滩生态）。

2022 年 5 月 7 日，濠江区海洋综合执法大队对施工方九江海发新能源科技有限公司下达行政处罚决定书（粤濠海综罚决〔2022〕1 号），对擅自改变施工工艺的违反《铺设海底电缆管道管理规定实施办法》第十条规定的行为进行了处

罚，该处罚于 2022 年 5 月 7 日完成罚款缴交（处罚材料见附件 3）。目前已完成岸线修复和生物资源恢复，进行了相关跟踪监测；经岸线修复后，本项目登陆段占用岸线部分现状已恢复至施工前的原始状态，见图 8.4-2。



图 8.4-2 修复后登陆段岸线现状图

8.5 用海面积调整合理性分析

根据海缆实际敷设情况，调整后项目拟申请用海总面积为 339.7195 公顷，其中风机（透水构筑物）用海面积 65.5900 公顷，升压站（透水构筑物）用海面积 0.3774 公顷，220kV 海底电缆用海面积 203.6579 公顷，35kV 集电线路海底电缆 70.0942 公顷。

表 8.5-1 调整前后各单元用海面积比较表

用海单元	批复用海面积 (公顷)	实际用海面积 (公顷)	用海面积比较 (公顷)
风机	32.3610	65.5900	+33.2290
升压站	2.0006	0.3774	-1.6232
35kV 集电线路海底电缆	70.9283	70.0942	-0.8341

220kV 海底电缆	184.9474	203.6579	+18.7105
总面积	290.2373	339.7195	+49.4822
风电场风机包络线面积	1607	1607	0

8.5.1 用海面积合理性

8.5.1.1 项目用海面积是否满足用海需求

本项目已建设内容分为风机、海上升压站、35kV 集电海缆以及 220kV 送出海缆。风机与海上升压站的建设情况与批复方案一致，风机的用海面积因自然资源部 2024 年 12 月 30 日印发《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》中的要求变化而变化，实际用海需求无发生变化，因此本节不再赘述，仅分析 35kV 集电海缆和 220kV 送出海缆用海需求。

据《海籍调查规范》中海底工程用海对电缆管道的规定：“以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”，再结合海底电缆的路由布置，确定海底电缆用海需求。本项目 220kV 和 35kV 集电海缆移位，导致集线海缆有部分不在批复范围内。根据行政处罚决定书（粤海综（直一）罚决〔2025〕1 号），220kV 和 35kV 集电海缆用海处罚面积为 4.9167 公顷，结合批复和实际用海情况，220kV 集电海缆增加的用海面积为 18.7105 公顷，220kV 集电线路海底电缆用海面积为 203.6579 公顷，35kV 集电海缆减少用海面积 0.8341 公顷，35kV 集电线路海底电缆用海面积为 70.0942 公顷。

综上，项目拟申请用海面积 339.7195 公顷能够满足项目用海需求。

8.5.1.2 用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范

（1）项目用海面积符合用海控制指标要求

根据建设周期内有效的《国家海洋局关于进一步规范海上风电用海管理的意见》（国海规范〔2016〕6 号），海上风电的规划、开发和建设，应坚持集约节约的原则，提高海域资源利用效率。充分考虑地区差异，科学论证，单个海上风电场外缘边线包络海域面积原则上每 10 万千瓦控制在 16 平方公里左右。本项目风机包络线面积 16.07 平方公里，装机容量为 245MW，每 10 万千瓦包络面积约 6.56 平方公里，调整前后无变化。因此，本项目用海面积符合海上风电用海控制指标要求。

（2）与《风力发电场设计技术规范》等风电行业规范相符合

本项目风电场的设计按照《风力发电机组设计要求》(GB/T18451.1-2012)、《风力发电场设计技术规范》(DL/T5383-2007)、《风电场工程等级划分及设计安全标准》(FD002-2007)、《风电机组地基基础设计规定》(FD003-2007)、《风力发电场设计规范》(GB51096-2015)、《海上风电场工程施工组织设计技术规定》(NB/T31033-2012)等专业技术规范标准进行,海底电缆的布设满足《海底电力电缆输电工程设计规范》(GB/T51190-2016)等的要求。本项目风机间集电线路采用海底电缆,结合站址内风机及升压站的布置,集电线路电压采用 35kV,各回路连接 3~5 台风机,不交叉重叠连接风机,因此计算面积为各回路电缆用海面积之和是合理的。本项目设计符合风电等相关规范的设计要求。

(3) 与《海籍调查规范》相符合

海岸线确定原则和方法依据以《全国海岸线修测技术规程》(自然资办函〔2019〕1187 号)及《海岸线调查统计技术规范》(DB33/T2106-2018)规定的方法确定,本项目海岸线为广东省政府 2022 年批复海岸线。

本项目用海类型为电力工业用海,用海方式为透水构筑物和海底电缆管道。

根据《海籍调查规范》中第 5.4.2.5 节电力工业用海:“海上风力发电使用的海底电缆,以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界”。第 5.3.2.2 节透水构筑物用海:“透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上,外扩不小于 10m 保护距离为界”。考虑海上升压站有安全防护要求,升压站用海界址以垂直投影的外缘线基础上外扩 10m 为界,电缆管道用海界址以电缆外缘线向两侧外扩 10m 距离为界,均符合《海籍调查规范》的要求。

根据自然资源部 2024 年 12 月 30 日印发《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》“海上风电项目风机部分用海方式界定为透水构筑物用海,用海范围包括塔架部分和塔架外扩一定距离的保护范围,具体以塔架中心点(风机系泊点)为圆心,以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界”的要求,将原来的用海范围调整为以塔架中心点(风机系泊点)为圆心,以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界。

同时,《海籍调查规范》中规定:当几种用海方式的用海范围发生重叠时,重叠部分应归入现行海域使用金征收标准较高的用海方式的用海范围。本项目海

底电缆用海以外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，220kv 与 35kV 海底电缆与风机、海上升压站用海面积部分重叠，按照海域使用金征收标准的不同，采取就高不就低的原则：即风机基础和海上升压站用海优先，海底电缆次之，重叠部分面积扣除。

8.5.1.3 减少项目用海面积的可能性

本项目的设计在满足风电工程尾流控制和安全性等需求的基础上，已经按照集约节约用海的原则，并以尽可能减少风电场占用海域面积为目标，对本项目的平面布置做了多次优化；同时，考虑到本工程周边海域航道、航路、锚地、海上风电场、倾倒区、养殖区、海洋保护区和其它工程用海等开发利用现状的用海需求，对本项目的平面布置做了优化。因此现阶段，不存在减少用海面积的可行性。

8.5.2 宗海图绘制

8.5.2.1 测量相关说明

（1）宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》《海籍调查规范》，自然资源部汕头海洋中心负责进行本项目海域使用测量，测绘资质证书号为：乙测资字 44503420。

（2）执行的技术标准

《海域使用面积测量规范》(HY/T 070-2022)；

《海域使用分类》(HY/T 123-2009)；

《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)；

《宗海图编绘技术规范》(HY/T 251-2018)。

8.5.2.2 调整用海后宗海图的绘制

（1）界址点的确定方法

本项目用海为 1 宗海，有透水构筑物、海底电缆管道两种用海方式，共 4 个用海内部单元构成。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），本项目用海界址点如下，具体列于表 7.5.2.2-1：

以风机基础圆心点为界址点，风机界址点与批复保持一致，用海范围根据自然资源部 2024 年 12 月 30 日印发《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》“海上风电项目风机部分用海方式界定为透水构筑物用海，用海范围包括塔架部分和塔架外扩一定距离的保护范围，具体以塔架中心点（风机系泊点）为圆

心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界”的要求，将原来的用海范围调整为以塔架中心点（风机系泊点）为圆心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界；

升压站以升压站最大尺寸边缘垂直投影外扩 10m 的折点为界址点；

电缆管道以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 的折点为界址点，其中 35kV 集电线路海底电缆和 220KV 电缆移位导致部分用海不在批复范围内的，其界址点按照处罚测量报告确定，其余部分与批复保持一致。

表 8.5.2.2-1 界址点确定依据

用海单元	界址点	依据
风电机组	见大唐南澳勒门I海上风电场项目宗海界址线	以风机基础圆心点为界址点，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界
升压站		最大尺寸边缘垂直投影外扩 10m 的折点为界址点
35kv 集电海缆		以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 的折点、与风机/升压站的用海范围交点为界址点
220kv 送出海缆		以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 的折点、与升压站的用海范围交点、登陆段以土地权属边界折点为界址点

（2）宗海位置图的绘制方法

宗海位置图采用中国人民解放军海军司令部航海保证部出版的汕头港至珠江口为底图绘制，该海图图式采用 1998 年版海图图式。

将项目用海图斑叠至上述的底图之上，经过相应地图整饰，绘出宗海位置图。

（3）宗海界址图绘制的绘制方法

利用委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图作为宗海平面图的基础数据，利用 Arcmap 软件矢量化地形图作为宗海界址图的底图，根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)中对宗海和宗海内部单元的界定原则，形成不同用海单元的界址范围，并按《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018)的相关要求绘制宗海界址图。

（4）宗海立体空间范围示意图的绘制方法

利用委托方提供的地形图确定宗海立体空间范围的立体空间、高程范围，根据《海域立体分层设权宗海范围界定指南（试行）》《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）》的绘制要求，利用相关软

件绘制宗海立体空间范围示意图。

8.5.2.3 宗海界址点坐标及面积的计算方法

(1) 宗海界址点坐标的计算方法

宗海界址点在 ArcGIS 软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标(经纬度)即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、116°30'E 为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

高斯投影反算公式：

$$\begin{aligned}
 l &= \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + n_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6n_f^2 + 8n_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right] \\
 B &= B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + n_f^2 - 9n_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 \right. \\
 &\quad \left. + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]
 \end{aligned}$$

(2) 宗海面积的计算方法

风机用海面积采用圆面积计算方法。

海缆与升压站面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用经外扩后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

根据《海籍调查规范》及本项用海的实际用海类型，界定本项目用海为 1 宗海，宗海面积 339.7195 公顷，有透水构筑物、海底电缆管道共两种用海方式，共 4 个用海内部单元构成，其中透水构筑物用海面积 65.9674 公顷，海底电缆用海面积 273.7521 公顷。

8.5.3 用海面积量算的准确性

本项目风电机组共布设风机 35 台，经由海底电缆连接，汇入海上升压站，再通过海底电缆接入陆上开关站。根据《海籍调查规范》(HY/T124-2009)和《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018)完成本项目的海域测量及宗海图编制工作。

(1) 风电机组基础用海面积

根据自然资源部 2024 年 12 月 30 日印发《关于进一步加强海上风电项目用海管理的通知》“海上风电项目风机部分用海方式界定为透水构筑物用海，用海范围包括塔架部分和塔架外扩一定距离的保护范围，具体以塔架中心点（风机系泊点）为圆心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径的圆为界”。

本工程共安装上海电气风电机组 35 台，风机编号 1#~35#。根据风机尺寸规格，7MW 风机以塔架中心点（风机系泊点）为圆心，以圆心至风机叶片投影最外缘点为半径为 77.3m，见图 8.5.3-1。利用专业制图软件 ArcGIS 进行量算面积，项目总风机用海面积为 35 台风机用海面积之和，总面积为 65.5900 公顷。这样确定的用海范围可以满足风机的用海和安全要求，量算面积准确合理。

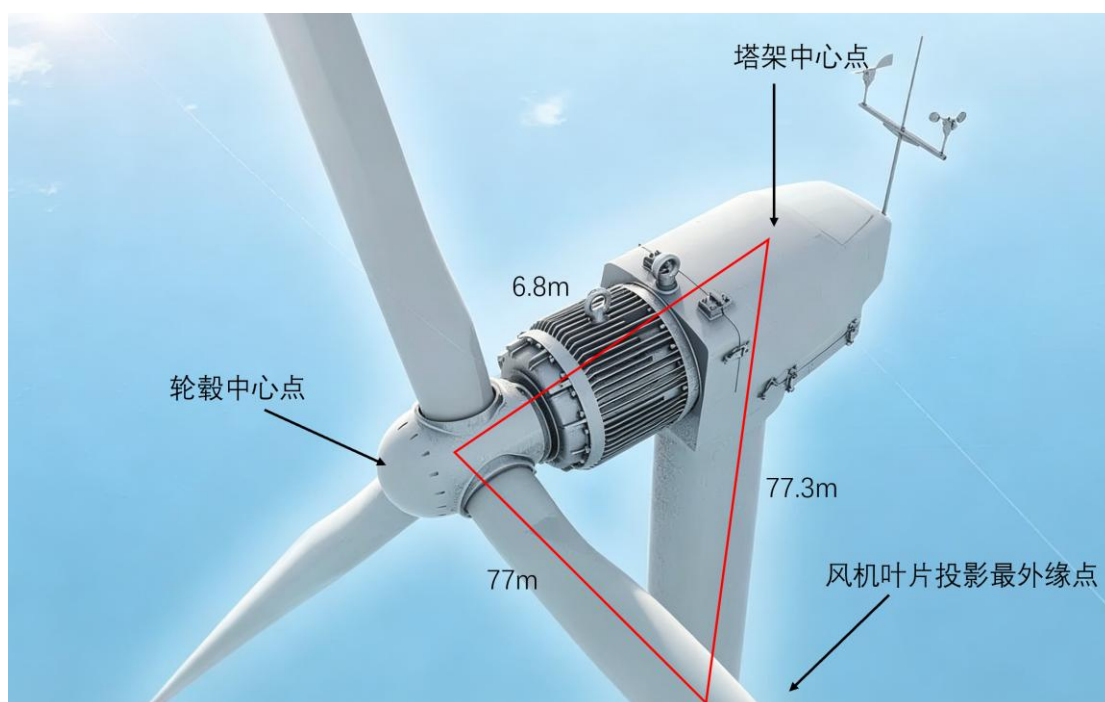


图8.5.3-1 风机用海范围界定示意图

（2）海底电缆用海面积

根据《海籍调查规范》海上风力发电使用的海底电缆，以电缆管道外缘线向两侧外扩 10m 距离为界，本项目两个风机之间 35kV 海缆是采用 1 回传输，220kV 海缆采用 2 回传输。

本项目 35kV 集电线路采用单根三芯的海底电缆，电缆自身直径取 15cm，根据规范要求，海底电缆用海范围确定为海缆外缘线向两侧外扩 10m 形成的区域，因此 35kV 集电线路用海通道宽度约 20.15m，用海范围示意图 8.5.3-2。本

项目 220kV 海底电缆采用两回三芯的海底电缆连陆，电缆自身宽度 25cm，根据水深确定两回电缆间的安全距离，在登陆和送出时两根海缆逐渐集中共用一个登陆点和一个送出点。220kV 海底电缆用海范围以两海缆最外缘线基础上各向两侧外扩 10m 形成的区域，同时包含 2 回缆之间的间隔范围，用海范围示意图 8.5.3-2。另外，因风机、升压站用海方式为透水构筑物，海域使用收费标准高，所以海底电缆用海面积中应去除和风机、升压站的用海面积重叠部分。另外，超出批复范围的“35kV 海底电缆用海部分”，根据处罚测量报告确认用海界址点。利用专业制图软件 ArcGIS 进行量算面积，项目 35kV 海底电缆用海面积为 70.0942 公顷，220kV 海底电缆用海面积为 203.6579 公顷。

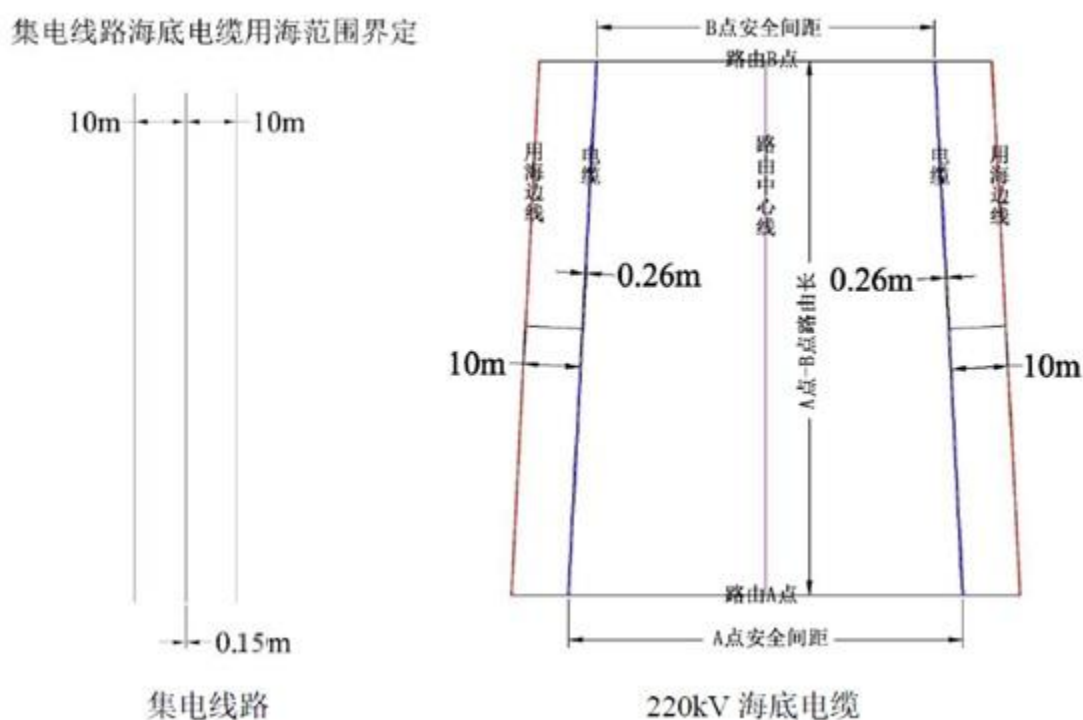


图8.5.3-2 单回路海底电缆用海范围界定示意图

(3) 升压站用海面积

根据《海籍调查规范》中第 5.3.2.2 节透水构筑物用海：“透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界”。考虑海上升压站为高压带电设施，有安全防护要求，外扩 10m 为限。因此升压站的用海范围确定为海上升压站的上部平台的垂直投影的外缘线外扩

10m 形成的区域，平台结构的最大投影尺寸为 42.90m×40.00m，用海范围界定示意图见图 8.5.3-3。利用专业制图软件 ArcGIS 进行量算面积，单个升压站用海面积为 0.3774 公顷，这样确定的用海范围可以满足升压站的用海和安全要求，量算面积准确合理。

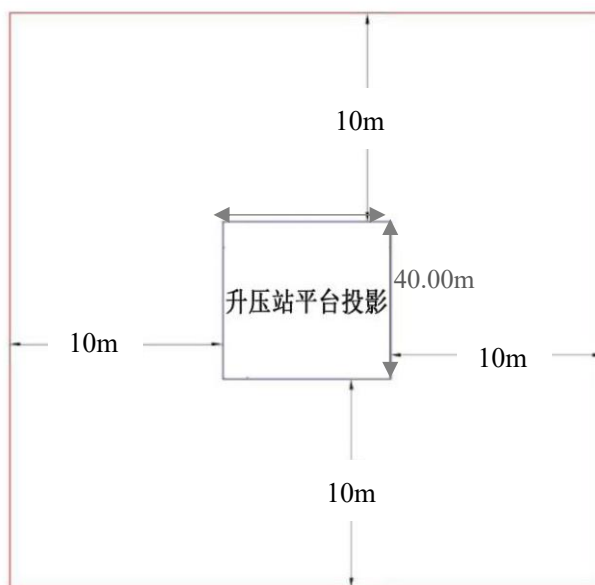


图8.5.3-3 海上升压站用海范围界定示意图

综上所述，项目实际用海总面积为 339.7195 公顷，其中风机（透水构筑物）用海面积 65.5900 公顷，海上升压站（透水构筑物）用海面积 0.3774 公顷，220kV 海底输电电缆用海面积 203.6579 公顷，35kV 集成电路海底电缆 70.0942 公顷。申请用海宗海位置图见图 7.5.3-4，宗海平面布置图见图 8.5.3-5，宗海界址图见图 8.5.4-6~图 8.5.4-8，宗海内部单元列表见附页一，界址点坐标见附页二。用海面积量算符合相关规范，量算准确。

图 8.5.3-4 宗海位置图

图 8.5.4-5 宗海平面布置图

图 8.5.4-6 宗海界址图（220kV 电缆及升压站）

图 8.5.4-7 宗海界址图（集电线路）

图 8.5.4-8 宗海界址图（风机）

附页 大唐南澳勒门I海上风电场项目宗海界址线

附页 大唐南澳勒门I海上风电场项目宗海界址点

8.6 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，建设工程用海的海域使用权最高期限按照用途确定，其中港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目工程用海属于《中华人民共和国海域使用管理法》中的建设工程用海，工程风机基础结构防腐蚀设计按 27 年考虑，风机的设计服务年限为 25 年，工程建设期为 19 个月。

调整后项目申请用海期限不变，结合国家对项目用海年限的规定、工程设计年限及施工工期安排，调整后本项目拟申请用海期限为 27 年，截至日期仍为 2048 年 1 月 1 日。期满后，如有需要可按照有关规定再行申请续期。项目用海期限既可以满足项目设计年限和用途需求，又符合相关规定，是合理的。

8.7 立体设权合理性分析

8.7.1 海域空间分层利用情况

根据 2023 年 11 月 13 日《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），“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。完全改变海域自然属性的填海，排他性较强或具有安全生产需要的海砂开采等开发活动不予立体分层设权。”

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》（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。完全改变海域自然属性的填海，排他性较强或具有安全生产需要的海砂开采、油气开采等海底矿产资源开发活动以及军事用海等特殊用海，不予立体设权”。

本项目海底电缆用海范围内目前无权属项目，无确权航道发生交越。海底电缆管道埋设于底土，不影响水体和水面的开发利用，不影响交越段航路的航行，因此，根据自然资规〔2023〕8号文件和粤自然资规字〔2023〕5号文件要求，可进行立体分层设权，用海空间层为底土。

依据自然资源部 2023 年 11 月公布的《海域立体分层设权宗海范围界定指南(试行)》以及广东省自然资源厅公布的《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)》，本项目海缆埋设海床以下，因此本项目 220kV 送出海缆和 35kV 集电海缆立体分层设权空间范围为底土。海底电缆管道的用海立体空间层为海床或底土，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，见图 8.7.1-1。

因此，本项目立体确权范围为普通海域(含定向钻)段海缆挖深为海床以下 3m，管道宽度为 0.25m，即挖深范围为 3m~3.25m；礁石区置于海床表面，其范围为海床及海床以上 0.25m 间的水体。根据海缆埋深、实际设计和使用高程，确定本项目升压站至登陆点的 220kV 送出海缆立体分层设权高程范围为-23.3m~-3.3m，35kV 集电海缆立体分层设权高程范围为-28.1m~-25.2m，以上高程均为 1985 国家高程，示意图见图 8.7.1-2 和 8.7.1-3。根据水深测量结果，海底电缆各重要拐点的三维坐标列于表 8.7.1-1。

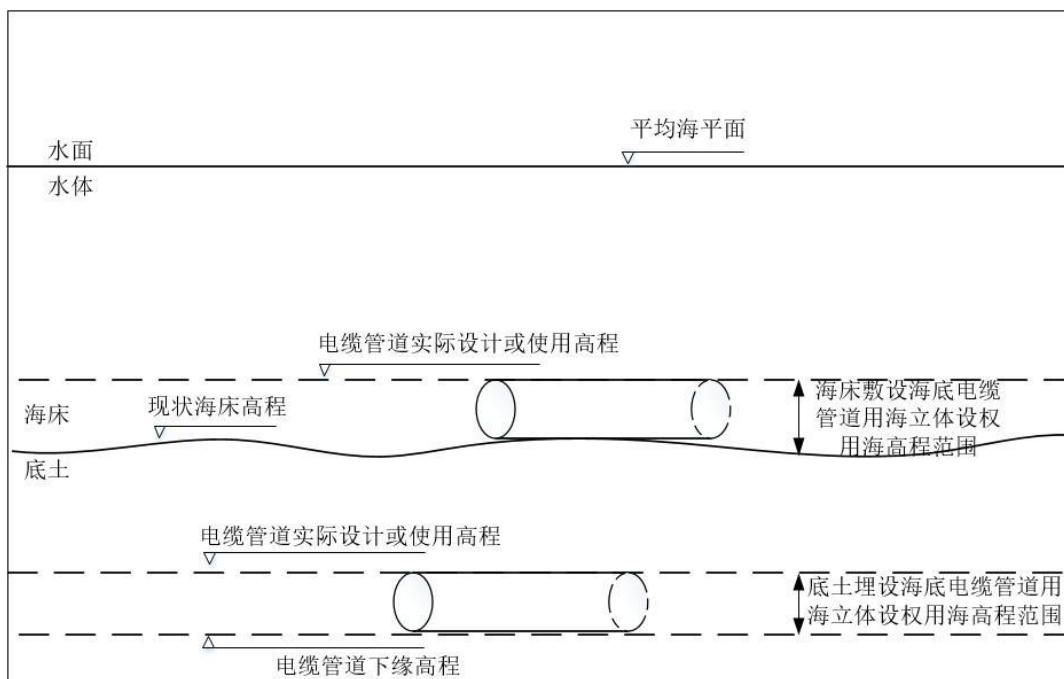


图 8.7.1-1 海底电缆管道立体分层设权范围示意图

大唐南澳勒门I海上风电项目（220KV海底电缆）宗海立体范围示意图

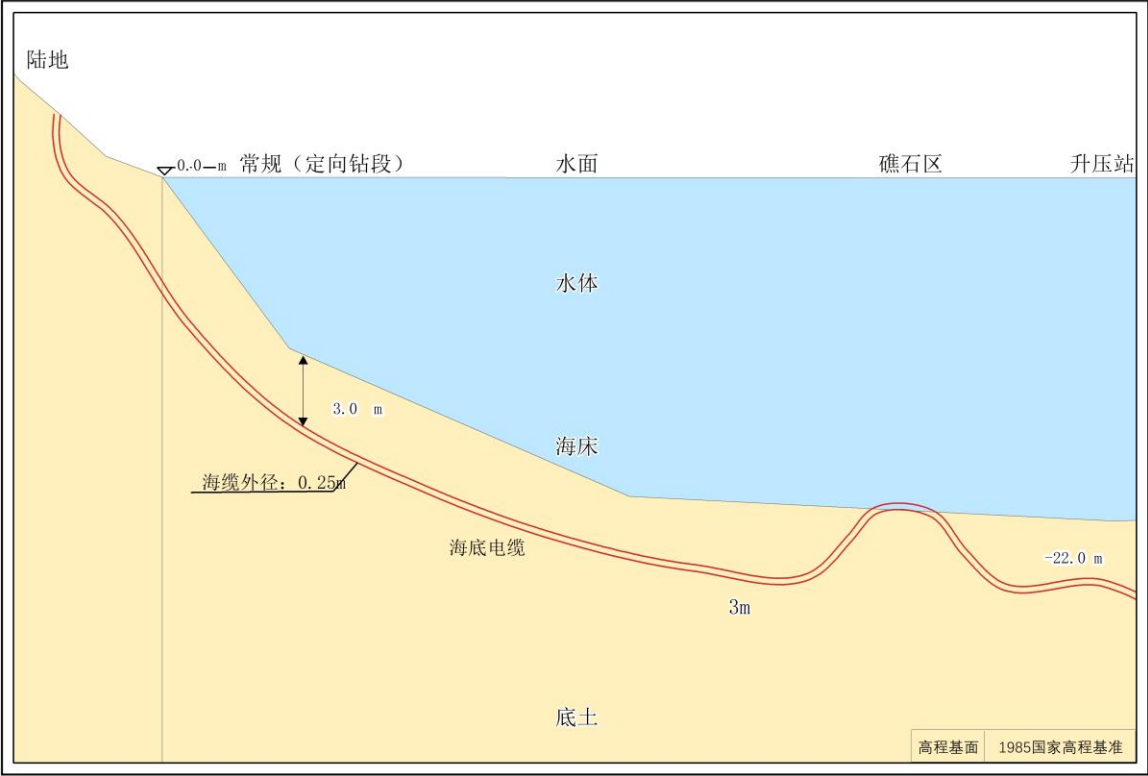


图 8.7.1-2 本项目 220KV 海底电缆管道宗海立体利用示意图

大唐南澳勒门I海上风电项目（35KV海底电缆）宗海立体范围示意图

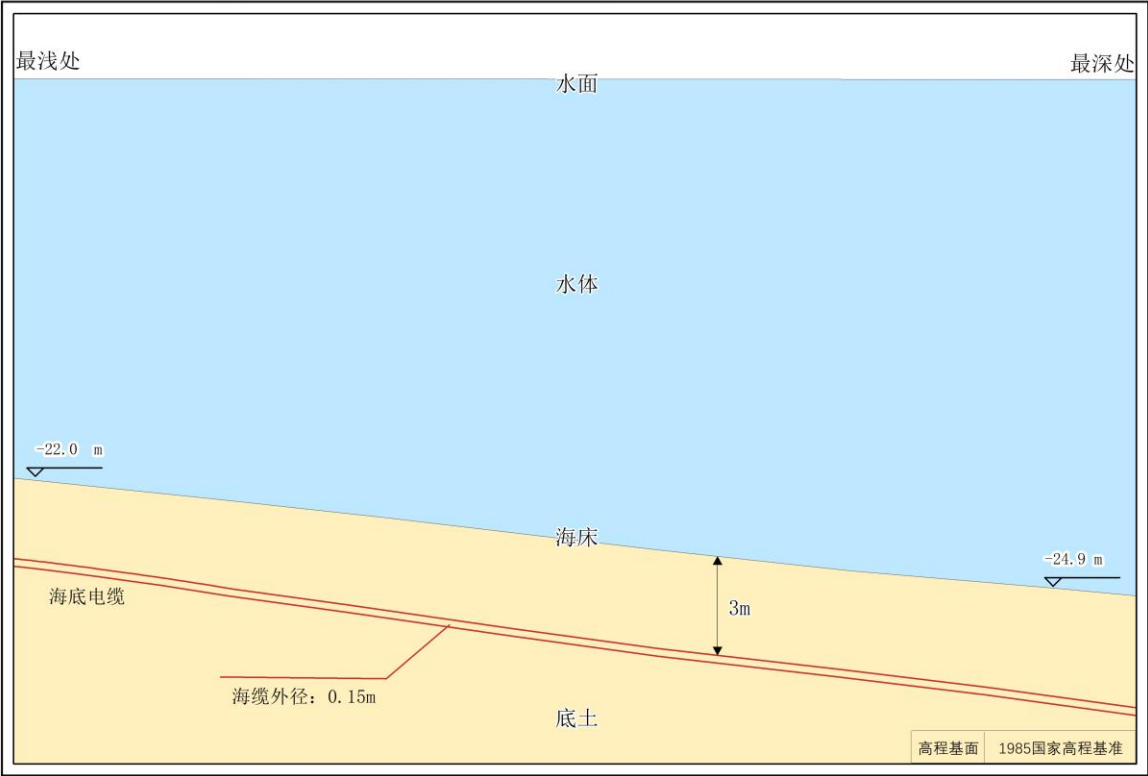


图 8.7.1-2 本项目 35KV 海底电缆管道宗海立体利用示意图

表 8.7.1-1 海底电缆各重要拐点的三维坐标

图 8.7.1-3 本项目海底电缆各重要拐点的位置示意图

8.7.2 立体设权必要性分析

本项目建设符合国家及广东省风电建设政策与规划，是广东省“新旧动能转换”和“建设广东省海洋强省”战略的具体行动，有利于广东省风电产业发展，能够有效促进地方经济，具有良好的社会效益和环境效益。项目所在海域风能资源较丰富，项目建设海上风电项目，与陆地风电场相比发电量更高，对环境及景观负面影响较小，有利于经济与环境的协调发展。

本项目规划总装机容量为 245MW，在南澳县以南海域进行建设，能够充分利用该地区丰富空间资源，实现海域资源的有效利用。项目的建设不影响交越段航路的运营，可利用不同层次的海域空间，所产生的电力并入当地电网。根据《汕头市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目送出海缆所在功能区为汕头市海洋发展区，海缆敷设方式为直埋方式，埋设于底土，不影响渔业用海和交通运输用海水体和水面的开发利用，具备立体设权的条件。

海域是三维立体空间，多数海域使用是使用海域垂直方向的部分范围，对海域进行立体化确权管理是集约利用海域资源的必然趋势。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）和《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），“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”，本项目立体设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。

综合以上分析，本项目采取立体设权方式用海，具有必要性。

8.7.3 立体设权可行性分析

8.7.3.1 空间分层利用的合理性分析

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。同时规定，海域使用是指“使用特定海域 3 个月以上的排他性用海活动”。

本项目 220kV 海底电缆用海立体空间层为底土，普通海域段埋深 3 米，航路交越段埋深 4 米以深，礁石区置于海床之上，用海范围内目前无权属项目，与后续用海项目的海床和水体用海空间不冲突。

海缆与广东沿海近岸航路和广东沿海内航路等公共航路发生交越，对航路而言，用海立体空间层为水体，与利用水体的开发利用活动具有排他性，其海域使用权排他性是有限的、有条件的。本项目海底电缆为线性工程，与航道交越处施工作业不

会停留太久，且项目所在海域水深较深，通航船舶如遇施工作业，周边海域有足够空间供过往船舶操作避让。本项目海底电缆管道在航道下的底土中进行穿越，用海立体空间层为底土，不影响水体航道中船舶的航行，且海底电缆埋深在航道设计底标高下 4 米以深，铺设完成后不影响水体和水面的开发利用，与航道用海空间不冲突。

综合以上分析，本项目与航道在同一海域空间利用不同空间层，具有良好的适宜性，空间利用方式可行。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，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。

8.7.3.2 空间分层利用的利益相关者协调分析

本项目用海范围内无已确权的用海项目，海缆与广东沿海近岸航路和广东沿海内航路发生交越。目前，项目已完成建设，原协调方案可行，建设单位与利益相关者和需协调部门均已协调到位，项目建设过程中无发生任何利益冲突。因此，项目立体设权的利益相关者已具有较好的可协调性。

9 生态用海对策措施

9.1 生态用海对策

由于项目已建设完成并网运行，因此本节主要陈述施工期及运行期所采取的生态保护措施实施情况。

9.1.1 施工期环境保护措施实施情况

9.1.1.1 海上污水处理与防治措施

(1) 对于本项目所采用的各类施工船舶，在水上作业时遵照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》、《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》、《船舶污染物排放标准》以及 73/78 国际防止船舶污染海洋公约的相关规定，严禁所有施工船只的含油废水、生活垃圾等在施工海域排放。大型施工船舶设置了相应的防污设备和器材，施工船舶配备有油类记录簿，记录含油污水存放及处理量；设专用容器，回收施工残油、废油；施工单位与汕头市海虹外轮船舶服务有限公司签订了《技术服务协议》，委托其对施工船舶产生的油污水进行清运处置。

(2) 施工船只设有一体化生活污水处理装置，船舶作业人员产生的生活污水经污水处理装置处理后运至岸上进一步处理，施工单位与汕头市海虹外轮船舶服务有

限公司签订了《技术服务协议》，委托其对全部施工船舶生活污水进行接收处置。

(3) 施工船舶上配置有棉纱，甲板上偶尔出现少量油（通常是润滑油）时用棉纱、破布等吸油材料吸净后冲洗，含油的棉纱、破布等集中收集后运回陆地。加强施工船舶的清洁，及时维护和修理施工机械，防止施工机械漏油。施工单位建立了溢油应急体系，船舶非正常排放油类、油性混合物等有害物质时，及时采取控制措施，约定在发生污染事故时，由汕头市海虹外轮船舶有限公司组织开展污染控制和清除行动。施工期及运营期未发生过污染事故。

(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。

(5) 潮间带电缆沟槽开挖产生的沙土应在电缆入沟槽后及时回填夯实，防止沙土随潮流入海。

9.1.1.2 海上固体废物污染防治措施

(1) 施工垃圾和生活垃圾的处置

对于施工期船舶施工人员产生的生活垃圾，应设立定点生活垃圾收集装置，定期运至陆上，由当地环卫部门规定的垃圾场统一处置。根据地方环卫部门制定的垃圾收运方案，本项目施工期施工人员生活垃圾可统一收集定期运至汕头市南澳县垃圾压缩站纳入汕头大陆市政公用垃圾处置系统。

(2) 扫海清障固体废弃物的处置

对于海缆施工前扫海清障打捞产生的固体废弃物，在施工船舶上设置专门的收集装置，打捞出海后统一收集并运回陆上统一处理，未在海面上随意弃置从而造成海洋环境的二次污染。

(3) 废弃焊头、废气包装处置 风机塔基与塔架焊接过程产生的废弃焊头和拆卸下来的废弃材料设备包装物不可直接丢弃，应在每个焊接作业电配备收集铁桶，废弃焊头直接放入容器中。在每个施工现场设置废料回收桶，施工结束后统一回收运输至陆上，送往大陆统一处置。

(4) 吸泥施工产生的淤泥处置措施 钢管桩施工产生的淤泥吸出后将运至距离工程海域最近的黄茅岛倾倒区 A 区倾倒。

(5) 顶管钻渣及围堰施工为减轻围堰拆除土方量同时也减轻围堰填筑拆除对海域水环境、生态环境的影响，采用了钢板桩围堰或钢套筒围堰。本工程穿堤顶管施工产生的约 50m³ 钻渣，钻渣与陆域施工其他施工弃土一同收集后清运。

9.1.1.3 海域污染其它防治措施

(1) 《MARPOL73/78 附则 VI-防止船舶造成空气污染规则》于 2005 年 7 月 1 日生效，本项目施工船舶大气污染物应按该附则规定实施。

(2) 加强施工船舶的日常保养，确保良好性能，对发动机房采取隔声措施，限制突发性高噪声，避免不必要的船舶汽笛声，尽可能减少船舶噪音。

(3) 加强施工船只管理，避免施工区域船舶拥堵，避免加剧噪声和废气等污染物产生。

9.1.1.4 陆域污染防治措施实施情况

(1) 污废水处理措施

①施工废水控制措施根据本工程各施工区条件不同，分别制定施工污废水处理要求。陆域施工基地设置污废水收集和处理系统，生产废水经隔油、沉淀处理满足相应标准要求后，回用于施工基地道路清洗、车辆冲洗等用水。

②生活污水本工程濠江区作业区施工人员生活污水利用区域现有污水收集处理设施统一收集后纳管排放；食堂的含油废水经隔油池处理后与其他洗涤废水一并排至沉淀池，用于站区绿化浇灌或周围植被等，对周围环境影响不大。通过以上防治措施，施工期产生的生活污水未对工区附近水体造成影响。

③管理措施

各施工区建有排水明沟，施工泥浆废水通过专门修建的沉淀池沉淀后达标排放或进行重复利用，用于道路冲洗、出入工区的车辆轮胎冲洗等。工区内的清洗水、雨水等排入排水明沟，统一处理后排放。为防止工区临时堆放的散料被雨水冲刷造成流失，散料堆场四周用砖块砌出高 50cm 的挡墙。施工产生的泥浆或其他施工废水，未经沉淀不得排放，理顺排放通道，不能直接外排。加强对污水处理系统的管理，加强对沉淀污泥和隔油油脂的外运处理，不得随意丢弃。注意场地清洁，及时维护和修理施工机械，避免施工机械机油的跑冒滴漏，若出现滴漏，及时采取措施，用专用装置收集并妥善处理。加强对施工人员的教育，贯彻文明施工的原则，严格按施工操作规范执行，避免和减少污染事故发生。

(2) 废气、扬尘控制措施

①在施工工区周围尤其是汕头大陆登陆点施工区周围设立简易隔离围屏，将施工工区与外环境隔离，减少施工废气对外环境的不利影响。

②加强施工管理，合理安排施工车辆行驶路线，控制施工车辆行驶速度。加强对施工机械、运输车辆的维修保养。

③加强施工现场人群健康防护措施，为施工人员配发防尘口罩、面罩等。

④加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，文明施工，减少施工期的大气污染。

(3) 声环境保护措施

①合理安排施工作业，避免在同一地点安排大量动力机械设备，避免局部声级过高。

②合理安排施工计划，未进行夜间施工作业。

③选用噪声低的施工机械，减小施工噪声对周边环境的影响。

④加强施工设备的维护保养和维修，保持润滑，紧固各部件，减少运行震动噪声；整体设备安放稳固，与地面保持良好接触。

⑤合理安排施工车辆进出场地的行驶线路和时间，对工程车辆加强管理，在敏感路段采取禁鸣限速措施，减小交通噪声。施工场地周边无居民点，未发生噪声扰民情况。

⑥加强施工现场人群健康防护措施，为进行高噪音施工人员配发耳塞等。

(4) 固废影响防治措施

工程施工结束后及时清理施工废弃物；生活垃圾集中收集后纳入当地环卫系统处理。

9.1.1.5 海洋生态保护措施

(1) 海域底栖生物保护措施

①优化施工方案，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间。

②开展海域使用论证，办理用海手续，严格控制施工区域和用海范围，以减小施工作业对底栖生物的影响范围。

③合理安排施工作业时间，恶劣天气期间不施工，保障施工安全并避免悬浮物剧烈扩散。

(2) 渔业资源和渔业生产保护措施

①合理安排施工作业时间，海缆铺设施工避开了鱼类、贝类的产卵高峰期。

②风机基础施工时采用噪声较低的液压打桩锤，打桩时预先轻轻敲打几下，以驱赶桩基周围的鱼类，以减缓后续正式打桩时产生的水下噪声和悬浮物对鱼类的影响。

③施工前在海事部门办理相应手续，通过海事部门发布预警信息。在施工海域周边设置巡逻船只，禁止施工无关的船只进入施工区域，加强施工人员的宣传教育，

禁止进行捕捞活动。

④施工期对附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。

⑤已与项目工程占用和影响海域的利害关系人实施相关补偿，已缴纳生态补偿费 1249.67 万元。

(3) 鸟类及保护区保护措施

①合理安排施工时间，避开了春、秋鸟类大规模迁徙期，并尽量缩短施工期，未进行夜间施工，减少由于施工活动对珍稀鸟类造成的干扰。

②在海缆登陆点设置了环保标示牌，内容包括了保护区概况与保护对象，工程概况、施工区域、施工时间，人员注意事项等。

③加强管理，禁止施工人员及在区域活动人员诱杀、捕杀在区域停栖的鸟类。

④严格控制施工范围，减少扰动，减轻对鸟类的影响。

⑤将风机鸟撞防范工作纳入区域生态环境保护规划，协调区域滩涂及邻近地区的开发建设。

⑥针对项目实施造成的陆域栖息地损失，施工结束后进行复植复绿，实现地表覆盖。在各登陆点选择生长迅速、适应力强、耐污染的种类进行恢复，潺槁树、春花、鸭脚木、野牡丹、芒草、类芦等是十分理想的植被恢复先锋种类，而且价格低廉，种苗来源十分方便，适于场址的复绿和覆盖。

(4) 海洋水质保护措施

在近岸滩涂区域采用在落潮期间边开挖边填埋的方式敷设海缆。避免涨潮期间敷缆，以减少悬浮物对海水水质的影响。

本工程抛石物料填充前均进行了检测，检测结果满足《围填海工程填充物质成分限值（GB20736-2014）》第一类填充物要求，避免填充物对海水水质产生影响。

9.1.2 运行期环境保护措施落实情况

9.1.2.1 海域污染防治措施实施情况

(1) 风机减振降噪方面：采用结构性能良好、噪音低的风机，从而降低风机运行过程产生的机械噪音。叶片扫风时的气动噪声是整机噪声的主要声源，采取高阻尼材料吸收机械部件的振动能，以降低振动噪声。

(2) 海上升压站噪声防治方面：将主变、GIS 等设备布置于升压站中央。升压站各设备连接牢固，减少振动噪声。本工程 220KV 升压站位于海上，周边无声环境敏感目标，根据主体工程设计，主变压器室的内外墙采用岩棉、复合岩棉板材料，

可以起到防火绝缘和隔声的综合作用。

(3) 电磁辐射防护方面：220kV 升压站内所有高压设备、建筑物保证钢铁件均接地良好，所有设备导电元件间接触部位均连接紧密，减小因接触不良而产生的火花放电。电力线路的绝缘子和金属表面保持清洁和不积污，金属间保持良好的连接，防止和避免间歇性放电。

(4) 升压站事故油污水处置：海上升压站日常无人值守，正常运行时不产生废水。当主变压器发生突发事故或机组检修时，可能会有少量的漏油和油污水，主要污染物为石油类。升压站在主变下设有事故油坑，油污水经事故油管排至事故油罐，总容积为 142m³，后运至陆地委托有资质单位处置。

(5) 废油处置：风机运行维护产生的废油在质保期内由风机厂家负责处置，运维公司上海电气风电设备东台有限公司与海安县河润油料有限公司签订了化学品废品处置协议，委托其合规处置本项目在运维中产生的各类化学品废品。在主变、高抗事故或维修时产生的废油暂定交由海安县河润油料有限公司处置。各类危险废物产生后即由负责单位接收，目前未进行贮存。

(6) 环境空气保护措施：加强电气设备及线路维修、维护，降低备用柴油发电机运行次数，减少燃油废气排放量；选用轻质柴油作柴油发电机的燃料以降低大气污染物排放浓度，配置了尾气净化装置，排气筒高出海平面 8m 以上，以降低运行时大气污染。

9.1.2.2 陆域污染防治措施实施情况

本工程风机和升压站均设在海上，运行期陆上环境污染主要为开关站工作人员的生活污水和生活垃圾以及设备检修及事故时产生的事故油。

本工程陆域开关站运行人员日常产生的生活污水纳入开关站现有污水处理设施进行处理。日常产生的生活垃圾经分类收集后，由当地环卫部门集中清运处置，纳入当地（濠江区）垃圾处置系统一并处理。

本工程新建

3

台高抗下均建设了事故油坑，设备检修及事故时产生的事故油经事故油坑收集后排入开关站事故油池，委托有资质单位处置，建设单位已委托运维与海安县河润油料有限公司签订了《工业危险废物处理合同》，高抗事故或维修时产生的废油暂定交由海安县河润油料有限公司处置。

工程在陆上开关站内设置危险废物贮存库一座，贮存库周边无居民点。危废贮存库按要求设置了警示标志，目前本工程产生的危险废物为风机运维产生的废油，产生后即由负责单位接收，目前未进行贮存。

9.1.2.3 海洋生态保护措施

（1）渔业资源和渔业生产保护措施

①开展生态环境整治与修复工作

②风机基础有实施抛石和砂被，能为鱼类提供栖息场所，起到人工鱼礁作用，减缓对鱼类资源影响。

③

工程运行初期，建设单位按照环境影响报告书要求频次、站位、调查内容等落实了各项海洋生态调查及渔业资源调查。

④建设人工鱼礁场，有效地修复由于勒门岛海上风力发电工程建设期和营运期给周围海域渔业资源和海洋生态环境带来的损害，此外，人工鱼礁可以阻止底拖网作业，防止海底出现“荒漠化”、有效地修复海洋生态环境。

⑤加强渔业资源和生态保护宣传。

⑥加强海洋生物生态调查。

⑦缴纳生态补偿费。

（2）鸟类及保护区保护措施

①

根据研究鸟类通常以视觉判断飞行路线中的障碍物，为减少鸟类碰撞风机叶片的机会，根据日本等地的成功经验，风机的叶片应当用橙红与白色相间的警示色，使鸟类在飞行中能及时分辨出安全路线，及时规避，以减少鸟只碰撞风机的几率。在风机上加设了灯光，以减少在夜间迁徙的鸟类碰撞风机的几率。此外，为减少反射阳光对雀鸟的影响，风力发电机的机件使用非反光涂料。

②

针对风电场建设导致导致海域栖息地丧失，通过在其他海域制定鱼类、甲壳类、贝类增殖放流计划，以增加鸟类在其他海域觅食和栖息的几率作为补偿。

③

采用雷达监控设备持续监测风场对鸟类的影响；特别在候鸟迁徙高峰的时候，及时观测鸟类动向。在候鸟大规模迁徙期间，如遇到大群候鸟停歇风电场内及附近，可以采取驱赶措施，必要时应当停机驱赶。如发现鸟类伤亡，应及时救治受伤鸟只。鸟类观察救助站人员应当接受专业鸟类知识培训，并将伤亡记录及时向有关单位汇报。

④

将风机鸟撞防范工作纳入区域生态环境保护规划，协调区域滩涂及邻近地区的开发建设。

9.2 生态跟踪监测

通过环境监测可以及时掌握工程施工期污染物排放情况及对施工现场周围区域环境质量的影响程度，并反映和掌握运营期防治污染措施的有效程度和治理污染设施的运行治理效果，为环境管理工作提供科学依据。因此，必须做好该工程的环境监测计划。项目区及附近海域渔业资源较丰富，品种繁多，并有鸟类栖息，生态环境敏感而脆弱。建设单位应制定具体的监测计划。监测计划的实施由业主委托具备 CMA 计量认证资质的单位开展，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行，并在施工完成后及时提交符合要求的跟踪监测计量认证分析测试报告，以备查。通过动态监测，了解和掌握该项目施工过程产生的影响范围和程度，验证环评报告书的有关预测结果，并提出相应的环境保护管理对策措施。

根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管的函》（自然资办

【2022】640 号)对于涉及新建的填海用海、非透水构筑物用海(长度 ≥ 500 米或面积 ≥ 10 公顷)、封闭性围海(面积 ≥ 10 公顷)等严重改变海域自然属性的项目,核电、石化、油气、海上风电等可能对资源生态造成严重影响的项目,以及论证范围内涉及典型海洋生态系统的用海项目,应开展针对性的生态跟踪监测。论证报告根据风电场环境特点及工程特征,制定海洋 生态环境调查计划、海水水质及沉积物环境监测计划、鸟类观测计划、流场及局部冲刷观测计划、水下噪声以及电磁辐射等。监测采样及分析方法需满足《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)等有关规范的要求。

9.2.1 施工期环境跟踪监测

依据 640 号文要求,本项目跟踪监测计划内容包括海水水质监测、海洋沉积物监测、海洋生态环境监测、噪声监测(水上噪声和水下噪声),监测工程实际监测内容站位见表 9.2.1-1 和图 9.2.1-1,跟踪监测落实情况见表 9.2.1-2。

表 9.2.1-1 施工期监测站位表

图 9.2.1-1 施工期监测站位图

表 9.2.1-2 施工期环境监测计划落实情况

施工期				
内容		环境影响报告书监测计划	实际监测情况	是否一致
海水水质监测		监测项目：悬浮物、油类、化学需氧量、无机氮（为亚硝酸盐氮、硝酸盐氮和氨氮三项之和）、活性磷酸盐、重金属铜、铅、锌和镉等。	监测项目：悬浮物、油类、化学需氧量、无机氮（为亚硝酸盐氮、硝酸盐氮和氨氮三项之和）、活性磷酸盐、重金属铜、铅、锌和镉等。	一致
		监测站位：在海上根据风机位置和海缆路线等设置8 个监测站位。	监测站位：在海上根据风机位置和海缆路线等设置8 个监测站位。	一致
		监测频率和时间：一年四次（或三个月一次）。	监测频率和时间：一年四次（或三个月一次）。	一致
海洋沉积物监测		监测项目：有机碳、油类、重金属铜、铅、锌、镉和铬等。	监测项目：有机碳、油类、重金属铜、铅、锌、镉和铬等。	一致
		监测站位：在海上根据风机位置和海缆路线等设置 4 个监测站 位。	监测站位：在海上根据风机位置和海缆路线等设置 4 个监测站 位。	一致
		监测频率和时间：一年两次（每半年一次）。	监测频率和时间：一年两次（每半年一次）。	一致
海洋生态环境监测		监测项目：叶绿素a 和初级生产力，浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼和渔业资源等。	监测项目：叶绿素a 和初级生产力，浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼和渔业资源等。	一致
		监测站位：设置水生生态站位6 个，潮间带断面1 条，渔业资源站位3 个，分别布设于工程场区、海缆路线以及登陆点附近。	监测站位：设置水生生态站位6 个，潮间带断面1 条，渔业资源站位 3 个，分别布设于工程场区、海缆路线以及登陆点附近。	一致
		监测频率和时间：一年两次（春、秋季实施）。	监测频率和时间：一年两次（春、秋季实施）。	一致
噪声监测	水上噪声监测	监测项目：Leq[dB(A)]	监测项目：Leq[dB(A)]	一致
		监测站位：在运维码头、风电场施工区各设置 1 个噪声监测点。	监测站位：在运维码头、风电场施工区各设置 1 个噪声监测点。	一致
		监测频率和时间：施工前监测 1 次，施工期高峰期监测一次。昼间噪声监测时段为晨 6:00~晚 10:00，夜间噪声监测时段为晚 10:00~晨 6:00，分别监测 15min。	监测频率和时间：施工前监测 1 次，施工期高峰期监测一次。昼间噪声监测时段为晨 6:00~晚 10:00，夜间噪声监测时段为晚 10:00~晨 6:00，分别监测 15min。	一致

	水下噪声监测	监测时间：风机基础施工期间（特别是在施工期的第 1 个月），至少对各类基础进行一次完整的水下噪声测量。	监测时间：风机基础施工期间（特别是在施工期的第 1 个月）至少对各类基础进行一次完整的水下噪声测量。	一致
		监测位置：在距离风机基础结构 300m~1000m 处、不同的水层深度处（水听器离海面 1m~3m，垂直阵一般应布设到近海底）实时监测风机桩基打桩时产生的水下噪声。	监测位置：在距离风机基础结构 300m~1000m 处、不同的水层深度处（水听器离海面 1m~3m，垂直阵一般应布设到近海底）实时监测风机桩基打桩时产生的水下噪声。	一致
		监测内容：打桩施工所产生的最大声压级 $L_{peak}(dBre1\mu Pa)$ 、噪声频带有效声压级 $(dBre1\mu Pa)$ ；噪声声压谱（密度）级；分析水下噪声时-频特性。	监测内容：打桩施工所产生的最大声压级 $L_{peak}(dBre1\mu Pa)$ 、噪声频带有效声压级 $(dBre1\mu Pa)$ ；噪声声压谱（密度）级；分析水下噪声时-频特性。	一致

9.2.2 运营期环境跟踪监测

根据本工程环境影响报告书监测计划，工程运营期监测内容包括噪声监测（水上噪声和水下噪声）、电磁环境监测、水文动力、地形、海洋生态、鸟类和渔业资源，监测工程实际监测内容站位见表 9.2.2-1 和图 9.2.2-1，跟踪监测落实情况见表 9.2.2-2。

表 9.2.2-1 运营期监测站位表

图 9.2.2-1 运营期监测站位图

表 9.2.2-2 运营期环境监测计划落实情况

运营期				
内容		环境影响报告书监测计划	实际监测情况	是否一致
噪声监测	水上噪声监测	监测点布设：选择海上升压站外侧和典型风机外缘，以 50m 为 间隔顺序布置监测点，直至达到环境背景噪声。	监测点布设：选择海上升压站外侧和典型风机外缘，以 50m 为 间隔顺序布置监测点，直至达到环境背景噪声。	一致
		监测项目：Leq [dB(A)]	监测项目：Leq [dB(A)]	一致
		监测频率：每年春、秋季各 1 次，每次监测包括昼间和夜间。	监测频率：每年春、秋季各 1 次，每次监测包括昼间和夜间。 已开展春季监测。	一致
	水下噪声监测	监测时间：在不同风速风机的三个输出级别：低、中和额定风速输出时进行水下噪声测量。	监测时间：在不同风速风机的三个输出级别：低、中和额定风速输出时进行水下噪声测量。	一致
		监测位置：在距离风电场单个风机约 100m 处监测水下辐射噪声。同时应在距离风电场外部界限 3-4km 处进行水下背景噪声和风电噪声的综合测量。	监测位置：在距离风电场单个风机约 100m 处监测水下辐射噪声。同时应在距离风电场外部界限 3-4km 处进行水下背景噪声和风电噪声的综合测量。	一致
		监测内容：噪声频带有效声压级 (dBre1μPa)；噪声声压谱（密度）级；分析水下噪声时-频特性。	监测内容：噪声频带有效声压级 (dBre1μPa)；噪声声压谱（密度）级；分析水下噪声时-频特性。	一致
电磁环境监测		监测点布设：A、海底电缆：工频电磁场：以海底电缆的边缘线 为测试原点，沿垂直于线路方向为测量路径，按测点间距 10m 顺序布点，确认某测点工频电场测值已为环境背景值 时，可不 再向远处测点继续测量。无线电干扰：测点的分布 按工频电磁 场测量路径，顺序测量各测点在 0.5（1±10%） MHz 频率的 量 值。在测量中确认某测点的无线电干扰测值已 为环境背景值时，可不再向远处测点继续测量。B、海上升压站：工频电磁场：以 海上升压站外缘线的垂直方向作为测试路 径，距离外缘线5m 位置为起点，以 10m 间隔布置测点，直至 环境背景处为止。无线电干扰：以海上升压站外缘线的垂直方 向作为测试路径，外缘 线为起点，顺序布点测量直至环境背 景处为止。	监测点布设：A、海底电缆：工频电磁场：以海底电缆的边缘 线为测试原点，沿垂直于线路方向为测量路径，按测点间距10m顺 序布点，确认某测点工频电场测值已为环境背景值时，可不 再向远处测点继续测量。无线电干扰：测点的分布按工频电磁 场测量路径，顺序测量各测点在0.5（1±10%） MHz 频率的 量值。 在测量中确认某测点的无线电干扰测值已为环境背景值时，可 不再向远处测点继续测量。B、海上升压站：工频电磁场：以海 上升压站外缘线的垂直方向作为测试路径，距离外缘线5m 位 置为起点，以10m 间隔布置测点，直至环境背景处为止。无 线 电干扰：以海上升压站外缘线的垂直方向作为测试路径， 外缘 线为起点，顺序布点测量直至环境背景处为止。	一致

电磁环境监测	监测项目：工频电场强度、工频磁感应强度。	监测项目：工频电场强度、工频磁感应强度。	一致
	监测频率：每年1 次。	监测频率：每年 1 次。正在开展电磁辐射监测工作	一致
水文动力	监测位置：选择风场区及其周边海域5 处位置。	监测位置：选择风场区及其周边海域5 处位置。	一致
	监测时间及频次：营运期前2 年每年监测1 次。	监测时间及频次：准备开展水文动力监测工作	一致
	监测项目：流速、流向、悬浮泥沙等。	监测项目：流速、流向、悬浮泥沙等。	一致
地形	监测位置：在风场区内选择2 个风机，地形监测区域布置在风机周边500m 范围内。	监测位置：在风场区内选择2 个风机，地形监测区域布置在风机周边500m 范围内。	一致
	监测时间及频次：工程营运期前5 年内，每年监测1 次，遇灾害性天气加密监测，5 年之后根据前期监测分析结果，可 2~3 年监测1 次。	监测时间及频次：按要求进行地形监测工作。	一致
	监测项目：水深和海底地形。	监测项目：水深和海底地形。	一致
海洋生态	监测位置：在风场区附近设置5 个站位。	监测位置：在风场区附近设置5 个站位。	一致
	监测时间：运营期前2 年每年2 次，春、秋季各1 次。之后根据前期监测分析结果，可2~3 年监测1 次。	监测时间：根据环评要求开展海洋生态监测，目前已开展春季监测工作。	一致
	监测项目：叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。	监测项目：叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物。	一致
鸟类	监测位置：在勒门列岛设置4 个监测样点，分别为平屿、白颈屿、赤屿和乌屿，在海上升压站设置 1 处监测点。	监测位置：在勒门列岛设置4 个监测样点，分别为平屿、白颈屿、赤屿和乌屿，在海上升压站设置 1 处监测点。	一致
	监测时间及频率：自施工期开始，共监测 5 年；每年春、夏、秋、冬四季观测	监测时间及频率：已开展鸟类监测2 期	一致
	监测项目：候鸟物种变化情况、燕鸥种群数量的动态变化，迁徙活动情况，栖息觅食情况，鸟类撞机情况，在候鸟迁徙期加强监测。	监测项目：候鸟物种变化情况、燕鸥种群数量的动态变化，迁徙活动情况，栖息觅食情况，鸟类撞机情况，在候鸟迁徙期加强监测。	一致

渔业资源	监测位置：风场区附近海域设5 个监测站位。	监测位置：风场区附近海域设5 个监测站位。	一致
	监测时间及频次：运营期开始2 年内应开展跟踪监测，每年选择春、秋节进行监测取样，运行2 年之后根据前期监测分析结果，监测频次可调整为2 年监测一次，监测时间可选择春季。	监测时间及频次：按环评要求进行监测，目前已开展春季监测。	一致
	监测项目：海上风电项目对海洋生物的影响主要来自风机噪声及电磁辐射，由于国内风电项目关于噪声和电磁辐射对海洋渔业资源的影响并无相关研究，无前期工作方法可以参照，建议在工程前后选择不同时间节点进行取样分析。	监测项目：海上风电项目对海洋生物的影响主要来自风机噪声及电磁辐射，由于国内风电项目关于噪声和电磁辐射对海洋渔业资源的影响并无相关研究，无前期工作方法可以参照，在工程前后选择不同时间节点进行取样分析。	一致
	监测对象：鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼。	监测对象：鱼类、头足类、甲壳类及鱼卵仔鱼。	一致
	分析要素：种群结构、生物量、生物密度、多样性指数、优势种、优势度等。	分析要素：种群结构、生物量、生物密度、多样性指数、优势种、优势度等。	一致

9.3 生态保护修复措施

本节依据《大唐南澳勒门 I 海上风电项目海域使用补充论证报告书》以及《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由铺设海洋生态损害评估报告》更新生态修复保护措施。

根据本工程特点和项目沿海区域特点，本项目生态修复措施包括海缆敷设造成的底栖生物损失补偿以及和项目 220KV 海底电缆路由铺设施工时改变定向钻方式造成的登陆点生态损害补偿。

项目建设造成生物资源损害金额为318.2025 万元，项目建设业主拟出资319 万元用于生态保护修复。

9.3.1 海洋生物资源恢复

恢复期海洋生物资源的损失价值量，主要包括渔业资源、珍稀濒危水生野生动植物以及维系海洋生态功能的其他生物资源。根据第五章的分析，该事件造成的生态损害对象为底栖生物。项目调整后，35kv 和 220KV 海缆用海面积发生了变化。海底电缆造成的生物影响主要是海底电缆敷设施工会对作业范围内的底栖生境造成直接破坏，进而引起底栖生物量的损失。按照环评报告中底栖生物量的损失计算方法，海缆敷设造成的底栖生物生境破坏面积增加 17.8764 公顷，造成的底栖生物损失增加了 1550 kg，较批复方案增加 17.8%。

底栖生物损失量为 1550 kg。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T 9110-2007）》，一次性生物资源损害补偿为一次性损害额的 3 倍。本次海底电缆铺设所导致的底栖生物资源损害为一次性损害，按照 3 倍商品价格进行补偿（按照当地市场经济贝类市场价格 10 元/kg 计算），本次事件导致的底栖生物损失量为 1550 kg，由此计算本项目造成的底栖生物损失赔偿额为 46500 元，该部分损失价值主要用于生态修复费用中的增殖放流部分。

根据海洋生态损害评估，本项目实施造成底栖生物资源损失，因此采取增殖放流措施，提高项目所在海域的海洋生物资源总量和生物多样性。根据《水生生物增殖放流技术规范》和《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，增殖放流地点应选择产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁、牧场，并应远离倾废区，盐场、电厂、养殖场等进、排水区等。拟选择在登陆点附近的人工鱼礁位置开增殖放流活动，用来活动来弥补该片海域生物资源的损失。增殖放流活动在修复衰退渔业资源种

类、提升增殖水域渔业产出能力的同时，也会给野生资源种类的种群构、遗传多样性、健康状况以及增殖水域生态系统的结构与功能带来诸多生态风险。为做好“十四五”增殖放流工作，科学养护和合理利用海洋生物资源，加强海洋生物多样性保护，提升海洋生物资源养护管理水平，农业农村部于 2022 年 1 月 13 日印发《关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，提出“加强统筹规划，科学选定增殖放流水域和物种”的要求，应做到以下几点：

（一）科学确定增殖放流物种。严格遵守增殖放流相关管理规定，科学确定增殖放流物种。要注重发挥增殖放流的生态效益，突出其在水质净化、水域生态修复及生物多样性保护等方面的作用，逐步加大珍贵濒危和地方特有物种的放流比重。

（二）合理规划增殖放流水域。要切实发挥增殖放流公益作用，重点支持在流域性大江大湖、界江界河以及资源衰退严重水域开展增殖放流。

（三）严禁放流不符合生态要求的水生生物。用于增殖放流的水生生物必须是本地种，严禁放流外来种、杂交种、选育种及其他不符合生态要求的水生生物。

同时，应遵循“哪里来哪里放”原则，确保种质纯正，避免跨流域、跨海区放流导致生态风险。在增殖放流工作实施前，要认真开展增殖放流适宜性评价，在科学论证的基础上，确定增殖放流适宜水域、物种、规模、结构、时间和方式等。

根据现状调查和历史监测资料，本事件造成底栖生物损失量为 1550kg，种类包括环节动物、节肢动物和软体动物等。根据“损失什么，修复什么”的原则，结合广东汕头适宜放流物种，推荐选择斑节对虾、长毛对虾等节肢动物作为增殖放流的主要品种。

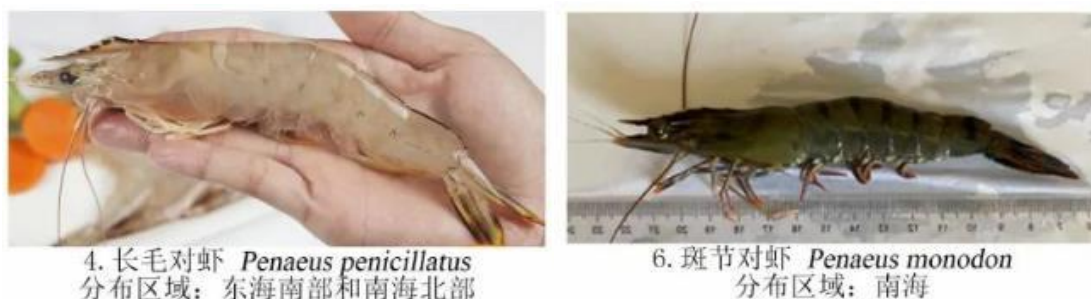


图 9.3.1-1 拟增殖放流品种

渔业增殖放流要求：增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。苗体长应在

10mm（含）以上。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或子 1 代，人工繁育的增殖放流苗种应由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合海洋生态要求的海洋生物物种。

增殖放流前，对损害增殖放流生物的作业网具进行清理。增殖放流过程中，要观测并记录投放海域的水域状况，包括水温、盐度、pH 值、溶解氧、流速和流向等水文参数，以及记录天气、风向和风力等气象参数。增殖放流后，对增殖放流水域组织巡查，防止非法捕捞增殖放流生物资源。

本次事件导致的底栖生物损失量为 1550 kg，由此计算本项目造成的底栖生物损失赔偿额约为 46500 元。本修复方案拟通过开展 1 次的增殖放流的方式恢复损害的海洋生物资源，放流时间定于休渔期，分一年实施，放流数量及种类包括斑节对虾 2.5 万尾、长毛对虾 2.5 万尾，总预算约 5 万元，其中预算放流活动举办及鱼苗检测、检疫、运输等费用共 2.5 万元。具体见 表 9.3.1-2。

表 9.3.1-2 增殖放流计划表

序号	放流苗种	苗种规格	放流次数/年	单价	每年放流数量	金额
1	斑节对虾	≥10 mm	1	0.5	2.5	1.25
2	长毛对虾	≥10 mm	1	0.5	2.5	1.25
3	其他费用					2.5
4	合计					5

9.3.2 海底电缆路由铺设施工生态损害赔偿

本大唐南澳勒门 I 海上风电场位于汕头市东部、南澳县南部海域的勒门列岛附近，距离北侧南澳岛最近距离约 11.5 km，距离西侧汕头市陆地最近距离约 18km。该项目取得广东省人民政府批准用海面积 290.2373 公顷。其中透水构筑物用海面积 34.3616 公顷，海底电缆管道用海面积 255.8757 公顷，海底电缆登陆点位于达濠岛东南部，批准用海 27 年。项目施工单位未按照海底电缆铺设申请、海域使用申请时明确的定向钻方式进行施工作业，而是采用挖机挖槽铺设海缆，该施工方式造成了登陆点生态损害，特别是沙滩后滨部分（植被与沙滩生态）。

本事件行为类型属于海洋开发利用活动，根据《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆路由铺设海洋生态修复方案》，本项目生态修复方案的总体

目标为通过对受损岸线进行保护修复及综合整治，恢复岸线自然属性；通过增殖放流的方式提高海洋生物资源总量和生物多样性，快速恢复本项目造成的海洋生物资源损失。根据恢复自然岸线属性和恢复海洋生物资源损失的修复目标，拟采取岸线修复和增殖放流两种措施开展生态修复，具体的生态修复措施如下：岸线修复包括人工构筑物拆除清理、植被恢复、沙滩综合整治等措施。生物资源恢复主要是通过开展 1 次的增殖放流的方式恢复损害的海洋生物资源，增殖放流时间定于休渔期，分一年实施，放流种类和数量为斑节对虾 5 万尾、长毛对虾 5 万尾，投资总额 10 万元。经测算（具体测算方法和明细见《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 底电缆路由铺设海洋生态修复方案》），本生态修复项目投资总预算为 69.67 万元，其中岸线修复费用 28.67 万元，增殖放流 10.00 万元，其他费用 31.00 万元。

9.3.2.1 岸线修复

岸线修复包括人工构筑物拆除清理、植被恢复、沙滩综合整治等措施，实施情况如下：

（1）人工构筑物拆除清理

修复区域内的 3 处人工构筑物已全部拆除，并转运处理，满足竣工验收关键指标的“登陆点附近无施工相关设备和材料”的要求。

（2）植被恢复

植被损害区域大部分已自然恢复，未自然恢复区域已采用人工补种的方式进行植被恢复。根据修复后正射影像矢量数据提取，原植被损害区域内植被自然恢复面积 955m²，植被种植面积 558m²，合计 1513m²。

沙滩后滨植被通过采取自然恢复和植被种植的方式已基本恢复至受损前状态。经无人机正射结果测算，受损区域的植被覆盖率达到 90.6%，整个沙滩后滨植被覆盖率可达 98%以上，满足竣工验收关键指标“植被覆盖率达到 90%”的要求。

现场踏勘发现，人工种植的三裂蟛蜞菊由于刚种植不久，整个植被种植区域盖度不高，生活力普遍较弱，需定期进行管护，确保植被成活率，若发现死亡应及时进行补种。

（3）沙滩综合整治

根据修复前和修复后登陆点所在沙滩前后对比，岸线基本未发生改变，登陆

点临近区域的受损岸段已基本恢复原状。岸线监测结果显示，受损岸段沙滩剖面坡度较缓，与未受损区域一致，未发现明显侵蚀。另外现场踏勘发现，在沙滩植被线处堆放有碎石作为简易护岸，防止沙滩后滨区域发生垮塌，沙滩无明显垃圾。

通过受损区域前后对比以及岸线监测结果，已采取沙滩综合整治修复措施满足竣工验收要求关键指标的“登陆点所在沙滩受损地段的地形地貌与未受损地段保持一致”的要求。

9.3.2.2 生态损失补偿

根据海洋生态损害范围与对象分析：本事件主要是登陆点施工未按照批复要求实施，将定向钻施工改变为直接开挖造成自然保有岸线的破坏，该项目建造的人工构筑物位于海岸线向陆一侧，未改变岸线和海底地形，不会造成水动力和冲淤环境变化。该事件发生前后，周边海域的水质、沉积物、叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物等生态因子参数未发生明显变化，项目的实施对周围海洋环境影响较小，并未向海域排放污染物，也未引起海域海水自净能力变化，因此海洋环境容量的损失价值量可以忽略不计。

恢复期海洋生物资源的损失价值量，主要包括渔业资源、珍稀濒危水生野生动植物以及维系海洋生态功能的其他生物资源。根据分析，该事件造成的生态损害对象有底栖生物和潮间带生物。底栖生物的损失范围为申请定向钻施工但实际未按照定向钻施工的区域，损害面积为 3000 m²，底栖生物损失量为 71.7kg；潮间带生物的损失范围为登陆点所在沙滩的潮间带区域，面积为 22158 m²，潮间带底栖生物损失量为 3180 kg。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规范（SC/T 9110-2007）》，一次性生物资源损害补偿为一次性损害额的 3 倍。本次海底电缆铺设所导致的底栖生物资源损害为一次性损害，按照 3 倍商品价格进行补偿（按照当地市场经济贝类市场价格 10 元/kg 计算），本次事件导致的底栖生物损失量为 3251.7 kg，由此计算本项目造成的底栖生物损失赔偿额为 97551 元。

2022 年 12 月 23 日，在中华人民共和国广东省汕头市南滨公证处公证下，由国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站组织，汕头市濠江区长辉水产养殖场提供虾苗，在汕头市濠江区广澳后江避风塘码头附近开展增殖放流。放流品种及数量包括斑节对虾 5 万尾（≥1.5cm）、长毛对虾 5 万尾（≥1.5cm）。满足生态

修复方案中 “增殖放流数量及种类包括斑节对虾 5 万尾、长毛对虾 5 万尾，苗体长应在 10mm（含）以上” 的要求。

10 结论与建议

10.1 结论

10.1.1 项目用海基本情况

本项目为海上风电项目，项目装机总容量为 245MW，共布置 35 台 7MW 风电机组，配套建设 1 座 220kV 海上升压站，9 回 35 kV 集电海底电缆，2 回 220kV 海底电缆接入陆上开关站。本项目用海类型为工业用海（一级类）中的电力工业用海（二级类）。风机基础与海上升压站的用海方式为构筑物用海（一级方式）的透水构筑物用海（二级方式），海底电缆的用海方式为其他用海方式（一级方式）中的海底电缆管道（二级方式）。

本项目实际建设内容与批复方案基本一致，主要变化为 35 kV 集电海底电缆和 220kV 海底电缆偏移，项目调整后用海总面积为 339.7195 公顷，其中透水构筑物用海面积 65.9674 公顷，海底电缆管道用海面积 273.7521 公顷，用海总面积增加 49.4822 公顷。调整后项目申请用海期限与原批复用海期限保持一致，截至 2048 年 1 月 1 日。

10.1.2 项目用海调整必要性结论

本项目建设对提高可再生能源在能源消费结构比例能起到积极的推动作用，有利于减少土地资源的占用。同时，本地区具有开发海上风力发电有利条件和资源优势，且社会效益、环保效益显著，具有一定的示范作用。项目的风机基础、海上升压站建设、海底电缆铺设必将占用一定的海域，海缆登陆段施工也会涉及岸线。所以无论从海上风电优于陆上风电的特点，还是本项目所处的海域条件及建设特点，项目用海都是必要的。

项目用海调整是落实违法违规用海行为查处整改的要求，也是落实依法用海，维护用海秩序的要求。《海域使用管理法》明确“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准”。《海域使用权登记办法》明确要求“下列情形之一的，海域使用权人应当申请变更登记：（二）改变海域使用位置、面积或者期限的；”。本项目海域使用位置和面积均发生改变，因此开展项目用海调整是必要的。

10.1.3 海底电缆管道路由调查勘测结论

经过综合分析，给出了双回路电缆的推荐设计路由。

登陆点海缆下海段为浅水区，入水处有零星礁石分布。附近的岸滩类型主要为自然沙滩和岩石滩。登陆点陆地区域整体地势较平缓，北部高南部低，坡度约5%左右。登陆段自然环境条件较好，满足海缆登陆的条件，适合海缆施工铺设。海上路由区近岸区地形稍有起伏，其余区域地形坡度较小，地形变化在 3.1m~24.9m。

路由区内海底表层底质类型主要为粉砂、粉砂混淤泥、淤泥质粉质粘土和粉质粘土，局部有基岩出露。

路由区底层海水腐蚀环境评价结果为中等，海底腐蚀性较低，不会对路由电缆造成威胁。

路由区属于热带季风气候区，全年气温较高，夏季以西南风为主，冬季以东北偏东风为主。路由区为小浪区，弱潮差海区，水温变化相对温和，其水文气象条件对海底电缆的铺设、运行和维护总体影响不大。但因路由区的海流速度较大，电缆的铺设和运行时需充分考虑电缆受冲刷的威胁。路由区位于热带气旋多发地区，施工时应避开台风等热带气旋天气作业。

10.1.4 项目用海资源环境影响变化分析结论

项目实际建设与批复情况变化较小，仅仅涉及部分海底电缆移位，本项目海洋环境影响评价单位已根据批复方案的项目平面布置情况进行数模计算和分析环境影响，根据《大唐南澳勒门I海上风电场项目竣工环境保护验收报告》中的相关结论，以及部分的实测结果，海底电缆偏移的位置差对整体水动力条件、冲淤环境等海洋环境的影响变化较小。

风机桩基施工、电缆沟冲埋对渔业资源的影响主要表现在附近高浓度悬浮物水域中的海洋生物的仔幼体可能造成的伤害，对潮间带和潮下带底栖生物造成直接损失。施工期浮游植物数量由 $293.45 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ 降至 $95.908 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，浮游动物生物量降至 269.185 mg/m^3 ，底栖与潮间带生物量则出现短期上升，分别升至 24.320 g/m^2 和 247.930 g/m^2 ，鱼卵、仔鱼及游泳生物资源量均出现大幅衰减。

海域开发利用协调变化分析

项目周边海域已确定开发利用活动，主要有航道、锚地、码头、风电、养殖等工程用海。本项目界定的需协调相关部门，利益相关者为相关公司。

本项目不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，不涉及领海基点，不涉及国家秘密，不会对国防安全、军事活动和国家海洋权益产生不利问题。本项目已取得军方意见。

10.1.5 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

本项目位于《广东省国土空间规划（2021—2035 年）》，所在海洋空间功能布局为海洋开发利用空间，项目位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》中的白颈屿西南工矿通信用海区、汕头近海渔业用海区、汕头珍稀濒危物种分布区生态保护区和表角工矿通信用海区，符合所在海洋功能区管控要求。

本项目 220kV 电缆穿越海洋生态保护红线区，属于允许的对生态功能不造成破坏的有限人为活动，符合“三区三线”的管控要求。同时本工程建设符合《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》《广东省国土空间生态修复规划（2021—2035 年）》等规划，符合国家产业政策。

10.1.6 项目用海合理性分析

本次调整后项目的用海范围仍然在原规划范围之内。本项目风电场场址区位于汕头南澳岛以南海域，建设场地已在《广东省海上风电发展规划（2017-2030 年）（修编）》考虑，场址具有唯一性。本项目所在区域的区位和社会条件能满足项目建设的要求；与自然资源和生态环境相适宜，风资源较丰富；场地稳定性和工程地质条件较好，在采取必要的桩基础结构和合理的施工方案等工程措施的前提下，项目选址能满足相应场地要求；项目选址符合国土空间区划；项目建设有利于该区域海洋经济的协调发展，对周边海域的资源环境影响相对较小；项目在协调好与周边利益相关者的关系前提条件下，选址与周边其它用海活动是适宜的。通过对宏观选址和微观选址的分析，项目用海选址是合理的。

本次调整后，本项目的风机机组、海上升压站、集电线路和 220kV 送出海缆能充分利用海域的空间资源和风能资源，产生最大的发电效益，在规划的风电场范围内集约节约用海。项目用海平面布置方案合理。本项目主要水工建筑物是风机基础、海底电缆和海上升压站，风机基础和海上升压站采用桩基础的结构方案，用海方式分别为透水构筑物 and 海底电缆管道，用海方式能满足本项目的使用功能，符合有关规范的规定，符合海洋功能区划的管理要求，符合海洋生态保护红线的管控要求，项目用海方式合理。

本次调整后，项目申请用海总面积为 339.7195 公顷，其中风机（透水构筑

物)用海面积 65.5900 公顷,海上升压站(透水构筑物)用海面积 0.3774 公顷,220kV 海底输电电缆用海面积 203.6579 公顷,35kV 集成电路海底电缆 70.0942 公顷。项目设计符合相关行业标准 and 规范,能满足项目的建设需求,宗海图绘制符合规定,量算准确,符合相关用海控制指标要求。现阶段,不存在减少用海面积的可行性,从集约节约用海角度考虑,用海面积合理。

结合国家对项目用海年限的规定,本项目调整后申请使用海域期限仍为截止至 2048 年 1 月 1 日,符合《中华人民共和国海域使用管理法》第六条的规定。

10.1.7 项目用海可行性结论

项目的建设有利于促进粤东地区经济增长;项目所在海域的风能资源较好,海底地质条件适宜,交通较便利,资源环境能满足项目建设的需要;项目用海调整对周边海域的资源生态影响变化小,资源损失可通过生态修复的方式进行补偿;项目用海的利益相关者已取得协调意见,项目用海调整无新增利益相关者;项目用海调整符合国土空间规划及广东省海上风电发展规划;项目用海方式和平面布置方案合理,用海面积适宜,用海期限符合规定,本项目用海方案可行。

10.2 建议

建议建设单位在运营期内按照《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)要求开展生态保护修复和生态跟踪监测工作,严格落实生态用海责任。

资料来源说明

一、引用资料

(1) 《大唐汕头南澳勒门I海上风电项目通航安全影响专题研究报告（报批稿）》，广东联合港航服务有限公司，2018年2月；

(2) 《广东大唐国际南澳勒门I海上风电项目海域使用论证报告书（报批稿）》，中国科学院南海海洋研究所，2018年3月；

(3) 设计资料引自《广东大唐国际汕头南澳勒门I海上风电场工程可行性研究报告（内审收口版）》，中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2018年6月；

(4) 路由勘察资料引自《大唐南澳勒门I海上风电项目 220kV 海底电缆路由调查勘测报告（报批稿）》，浙江华东建设有限公司，2018年8月；

(5) 《大唐南澳勒门I海上风电项目风场方案调整海域使用论证补充报告（报批稿）》，中国科学院南海海洋研究所，2020年5月；

(6) 《大唐南澳勒门I海上风电项目海洋环境影响报告书》，中国科学院南海海洋研究所，2020年12月；

(7) 海底电缆施工资料引自《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 220kV 海底电缆敷设施工方案》，北京海瑞兴能源科技有限责任公司，2021年7月；

(8) 《大唐南澳勒门I海上风电项目 220kV 海底电缆路由铺设生态修复方案（报批稿）》，国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站，2022年5月；

(9) 《大唐南澳勒门I海上风电项目 220kV 海底电缆路由铺设海洋生态损害评估报告（报批稿）》，国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站，2022年5月；

(10) 《大唐南澳勒门I海上风电项目 220kV 海底电缆路由登陆段生态修复工程跟踪监测及竣工评估报告（报批稿）》，国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站，2023年4月；

(11) 通航影响分析引自《大唐南澳勒门 I 海上风电项目航道通航条件影响评价报告》，东莞鑫杰工程咨询有限公司，2024年8月；

(12) 潮汐引自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目初步设计微观选址优化专题》（44-NA12391C-W01-01），中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司，2023年5月。

二、现场调查资料

(1) 环境现状调查资料引自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目 2024 年 11 月秋季附近海域海洋环境现状调查及评价报告》(中国科学院南海海洋研究所, 2025 年 1 月);

(2) 环境现状调查资料引自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目 2025 年 4 月春季附近海域海洋环境现状调查及评价报告》(中国科学院南海海洋研究所, 2025 年 6 月);

(3) 鸟类调查资料、声环境和电磁环境引自《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 2025 年度运营期环境影响监测报告》(广东未来环境监测有限公司, 2025 年 11 月);

(4) 引自《大唐南澳勒门 I 海上风电项目 2025 年度运营期环境影响监测报告》(广东未来环境监测有限公司, 2025 年 11 月);

(5) 生态影响分析引自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目 环境影响报告书》(大唐汕头新能源有限公司 浙江省环境科技有限公司, 2024 年 10 月);

(6) 生态影响分析引自《大唐南澳勒门 I 海上风电扩建项目 2025 年 9 月秋季附近海域海洋环境现状调查及评价报告》(中国科学院南海海洋研究所, 2025 年 10 月)。

三、现场踏勘

项目名称	大唐南澳勒门I海上风电项目			
序号	勘查概况			
1	勘查人员	卢锴	勘查责任单位	自然资源部汕头海洋中心
	勘查时间	2026年2月4日	勘查地点	汕头市濠江区
	勘查内容简述	对项目所在海域以及项目附近用海情况进行了现场勘察，了解项目周围海域开发利用现状，并对项目建设对周围用海活动的影响做了查看与简要分析。		
2	现场照片			
项目负责人		周军		