

三峡福建漳浦六鳌百万千瓦海上风电场先行工程（漳浦

六鳌 D 区 402MW 海上风电场）4 号测风塔

海洋环境影响报告表



厦 门 大 学
二 零 一 九 年 十 月

目 录

表 1 建设项目基本情况表.....	1
表 2 工程概况与分析表.....	2
2.1 项目由来.....	2
2.2 主要评价内容.....	2
2.3 项目概况.....	3
2.3.1 地理位置.....	3
2.3.2 用海面积及期限.....	3
2.3.3 环境影响评价等级与范围.....	3
2.3.3 建设内容、平面布置、结构形式.....	6
2.3.4 主要建筑物结构与尺度.....	7
2.3.5 施工方案和工期.....	12
2.4 海洋功能区划概况与执行标准.....	17
2.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划的符合性分析.....	20
2.6 项目区现状调查.....	25
表 3 污染与非污染损害要素分析表.....	29
3.1 施工期环境污染因素分析.....	29
3.2 非污染环境影响分析.....	30
3.3 测风塔退役期污染要素分析.....	30
3.4 污染物产生情况汇总.....	31
表 4 区域环境概况分析表.....	32
4.1 自然环境概况.....	32
4.1.1 地理位置.....	32
4.1.2 气候特征.....	32
4.1.3 海洋水文概况.....	33
4.1.4 工程区地质条件及地形地貌.....	47
4.1.5 自然灾害.....	51
4.1.6 地震.....	52
4.2 社会经济概况.....	52
4.3 海域资源.....	52
4.3.1 渔业资源.....	52
4.3.2 港口资源.....	53
4.3.3 盐业资源.....	53
4.3.4 航道锚地资源.....	54
4.3.4 矿产资源.....	54
4.3.5 滨海旅游资源.....	54
4.4 海洋环境质量现状.....	55
4.4.1 海水水质监测与评价.....	55
4.4.2 海洋沉积物质量现状调查与评价.....	58
4.4.3 海洋生物质量现状调查与评价.....	58
4.4.4 海洋生态环境现状调查与评价.....	59
表 5 环境敏感区和环境保护目标分析表.....	62
5.1 环境保护目标.....	62
5.2 环境敏感区分布.....	62
表 6 环境影响分析与评价表.....	63
6.1.1 海洋水文动力环境影响分析.....	63
6.1.2 海水水质影响分析.....	75
6.1.3 海洋沉积物环境影响分析.....	76

6.1.4 测风塔及基础拆除对海洋环境的影响分析.....	76
6.1.5 对海洋生态环境影响分析.....	77
6.3 其他环境要素影响分析.....	81
6.4 项目用海风险分析.....	82
6.4.1 台风、风暴潮风险分析.....	82
6.4.2 通航风险分析.....	82
6.4.3 地质灾害风险分析.....	82
6.4.4 飞行器碰撞事故风险分析.....	83
6.4.5 溢油风险分析.....	83
6.5 环境经济损益分析.....	85
6.6 风险防范对策措施.....	85
6.6.1 应对台风、风暴潮风险的措施.....	85
6.6.2 应对地质构造及不良地质风险的措施.....	86
6.6.3 施工期和营运期风险防范措施.....	87
表 7 环境保护对策措施与环境影响评价结论表.....	89
7.1 施工期环保措施.....	89
7.1.1 施工期水环境保护措施.....	89
7.1.2 施工期大气环境保护措施.....	89
7.1.3 施工期固体废物环境保护措施.....	89
7.1.4 施工期海洋生态环境保护措施.....	90
7.2 环境管理.....	90
7.3 结论.....	91
7.4 建议.....	91
表 8 预审和审查意见表.....	92
表 9 审批意见表.....	93

表 1 建设项目基本情况表

建设项目名称	三峡福建漳浦六鳌百万千瓦海上风电场先行工程（漳浦六鳌D区402MW海上风电场）4号测风塔	建设单位	漳浦海峡发电有限公司
法人代表(签字)	靳鹏	建设地点	福建省漳浦县外海海域，测风塔中心位置离岸边距离约27.5km
通讯地址	福建省漳州市漳浦县六鳌镇鳌西村元宵街1号	联系人	李小清
邮政编码	350000	联系电话	18987629063
电子信箱	804166035@qq.com	传真	
项目设立部门		文号	
项目性质	新建	工程总投资	2980万元（含D区1号、4号测风塔）
其中环保投资	4.04万元	所占比例	0.13%
报告表编制单位	厦门大学环境影响评价中心	环评经费	万元
建设规模（按工程性质可增减下列内容）			
总工程量	1座高度为120m测风塔	陆域挖方量	0m ³
海域挖方量	0m ³	海域填方量	0m ³
工程用海面积	0.2704hm ²	水下疏浚量	0m ³
滩涂使用面积	0m ²	占用岸线长度	0m
年污水排海量	0m ³	年用水量	0m ³
年废弃物倾倒量	0t	建设总面积	—

表 2 工程概况与分析表

2.1 项目由来

为落实国家《可再生能源发展“十三五”规划》中“积极稳妥推进海上风电开发”的政策，开展福建省海上风能资源勘测和评价，完善福建省海上风电发展规划，带动海上风电产业化进程，完成国家赋予三峡集团“集中连片、规模化开发优质海上风电资源”的使命，中国长江三峡集团公司与福建省人民政府围绕“合作开发海上风电资源”，于 2015 年 6 月签订《福建省人民政府中国长江三峡集团公司合作框架协议》（附件 1）。协议中提出“福建省支持三峡集团利用资金、技术优势，与福建省能源集团有限责任公司等省属企业合作，共同主导开发福建省 300 万千瓦海上风电资源”。

为了更准确的掌握规划风电场场址内的风能资源情况，为后续海上风电的开发建设提供技术支撑，依据目前的福建省海上风电场工程规划及测风方案，三峡集团拟在福建漳浦六鳌海域建造三峡福建漳浦六鳌百万千瓦海上风电场先行工程（漳浦六鳌 D 区 402MW 海上风电场）4 号测风塔（以下简称“本项目”）一座。2018 年 10 月 8 日，漳浦海峡发电有限公司委托厦门大学进行本项目海洋环境影响评价工作（附件）。本评价单位接受委托后，在认真研读建设单位提供的有关资料，并收集工程区附近已有资料的基础上，对本工程进行了现场踏勘，根据国家有关法律法规和技术规范，编制了本报告表，供建设单位上报有关主管部门审查。

2.2 主要评价内容

本报告表评价内容主要包括施工过程泥沙散落入海对评价海域海水水质及海洋生态的影响；工程建设对所在海洋底栖生物的影响；工程实施对评价海域潮流场及冲淤变化的影响；工程实施过程环境风险影响分析；减轻工程建设对评价海域海洋环境影响的环保措施与对策建议等。

2.3 项目概况

2.3.1 地理位置

项目位于漳浦六鳌远海海域，测风塔中心点离岸距离 27.5km，地理概位见图 2-1。

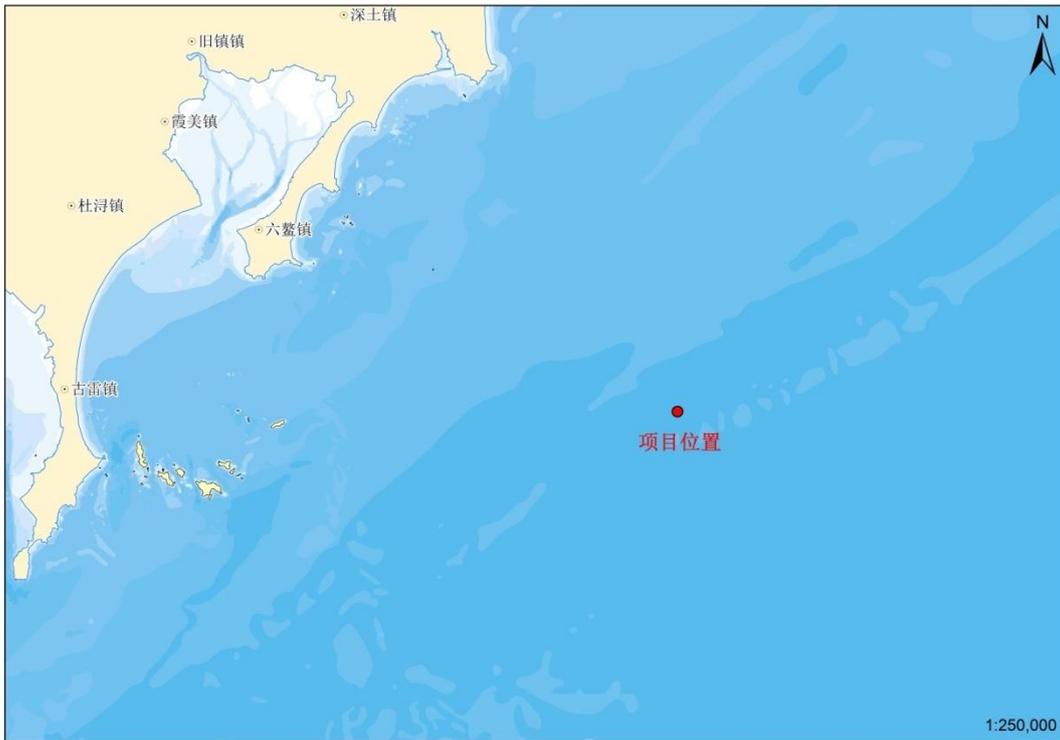


图 2-1 本项目地理概位图

2.3.2 用海面积及期限

(1) 用海面积：本工程总用海面积 0.2704hm^2 。项目宗海界址图见图 2-2、宗海位置图见图 2-3。

(2) 用海期限：本工程为漳浦六鳌 D 区 402MW 海上风电场工程的 4 号测风塔，属于电力工业用海，根据海上风电场建设需求，需采集至少两年风能数据，因此测风塔结构设计使用年限为 5 年，申请用海期限 5 年，为临时性工程。

(3) 用海方式：本工程用海方式为透水构筑物。

2.3.3 环境影响评价等级与范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2012），没有针对测风塔项目的判定依据。根据工程的特点、规模及所在区域的环境状况，项目测

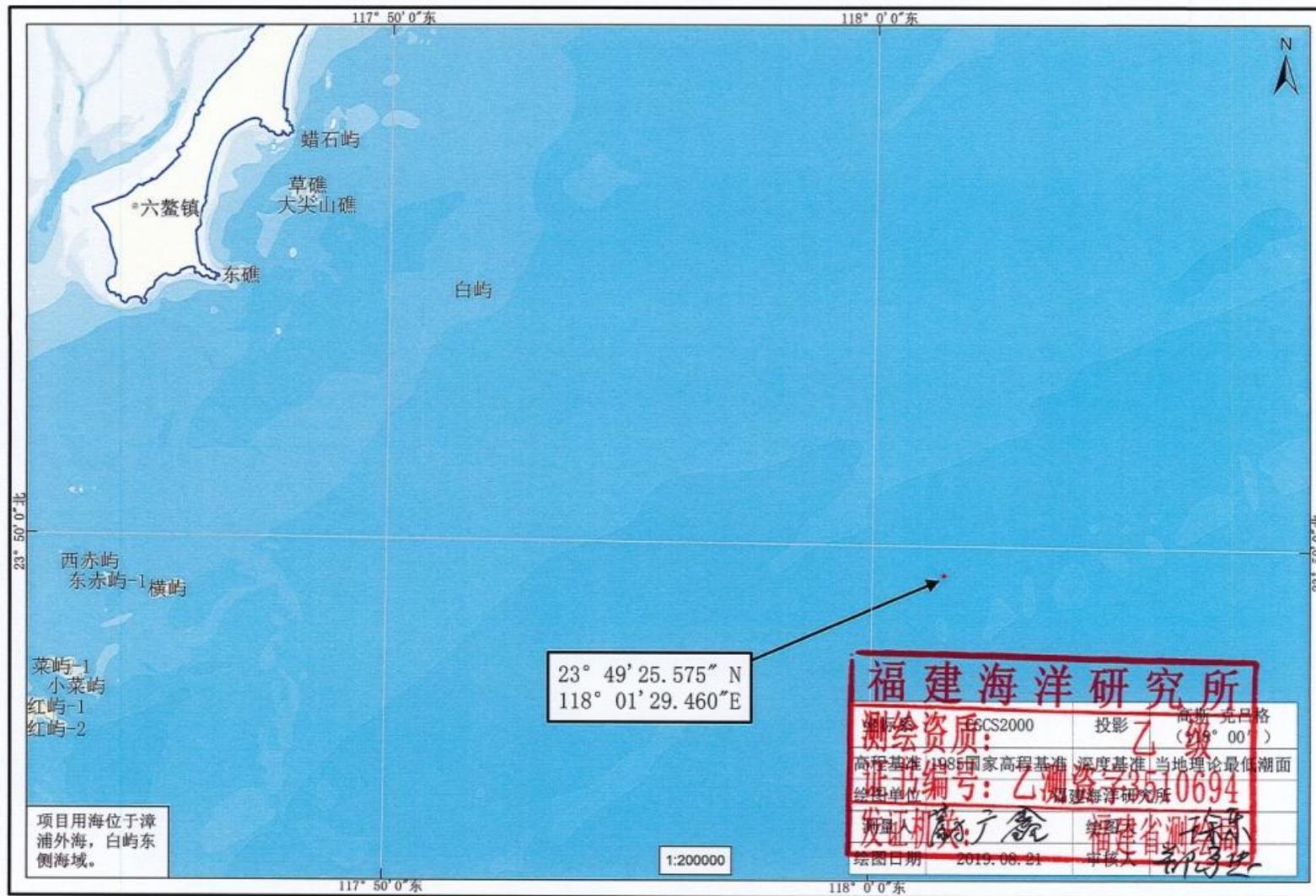


图 2-2 项目宗海位置图

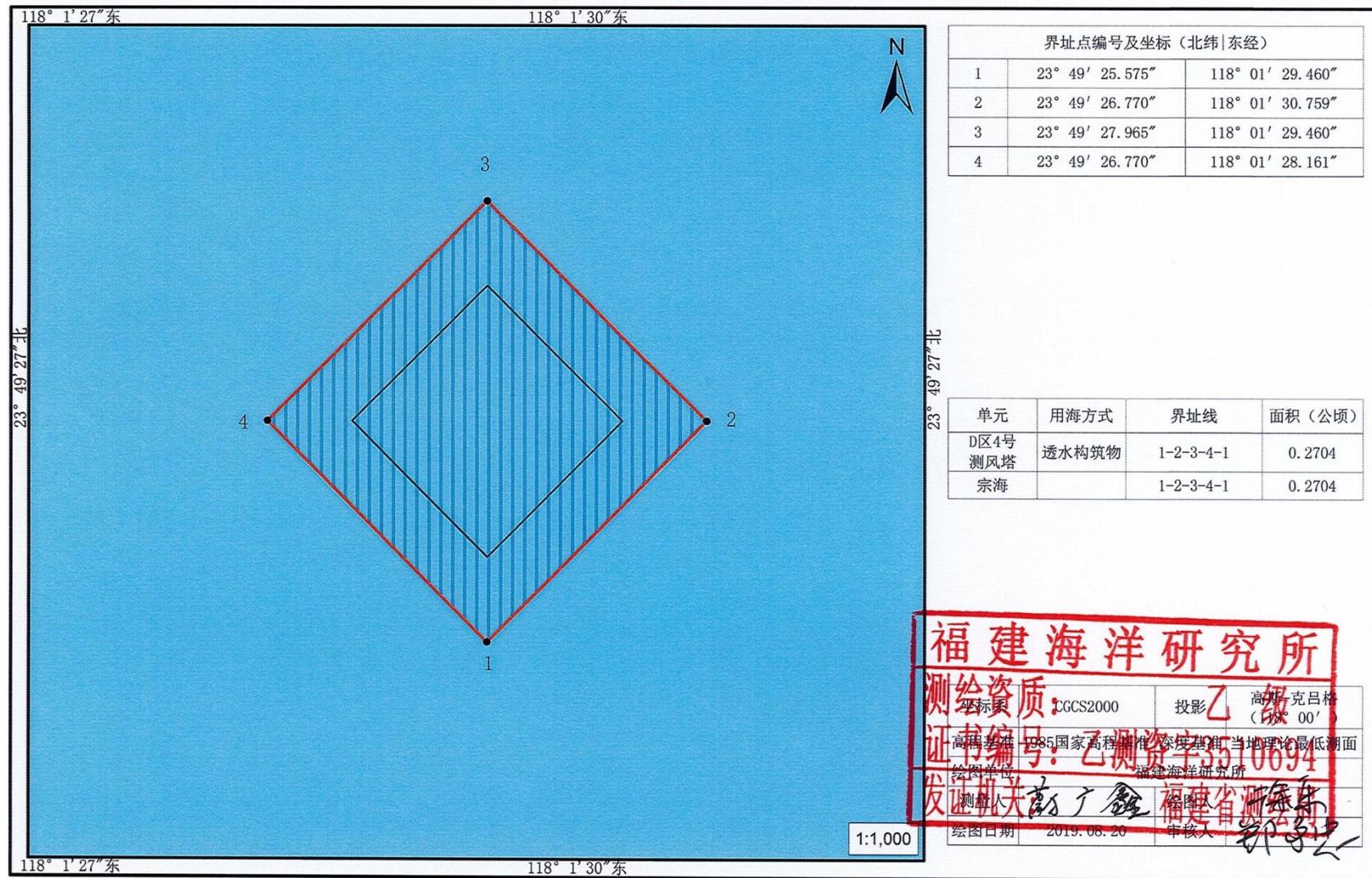


图 2-3 本项目宗海界址图

风塔工程仅四根桩基础建于海域中，其余结构均在水面上，主体工程属透水构筑物用海，属于海上堤坝类工程，长度小于 500m，且项目位于外海，未位于生态环境敏感区；参照《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)，判定项目水动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境均低于 3 级，每根桩基直径仅 2m，工程对海床自然状况改变轻微，基本不改变该海域地形地貌，判定项目地形地貌与冲淤环境低于 3 级(见表 2-1)。综上，本项目应编制海洋环境影响报告表。

表 2-1 环境影响评价等级确定依据一览表

海洋工程类型	工程规模	所在海域特征	单项海洋环境影响评价等级				
			水文动力	水质	沉积物	生态和生物资源	地形地貌和冲淤
海上堤坝工程	长度小于 500m	其他海域	低于 3 级	低于 3 级	低于 3 级	低于 3 级	低于 3 级

2.3.3 建设内容、平面布置、结构形式

2.3.3.1 项目建设规模及建设内容

本项目主要建设内容为漳浦外海海上风电场测风塔建筑与安装工程，测风塔高度为 120m。主要施工内容包括测风塔塔架结构工程、测风塔基础工程、测风塔运输及安装工程、测风塔测风设备工程、测风塔的航标设备工程等附属工程。

2.3.3.2 总平面布置

(一) 施工水域布置及施工警戒

施工区 1500m 半径水域设置航标，施工作业按要求设警示标志。施工期间的夜间施工确保照明充足，并应防止灯光直射驾驶人员和操作人员，防止强光目眩，造成事故的发生。

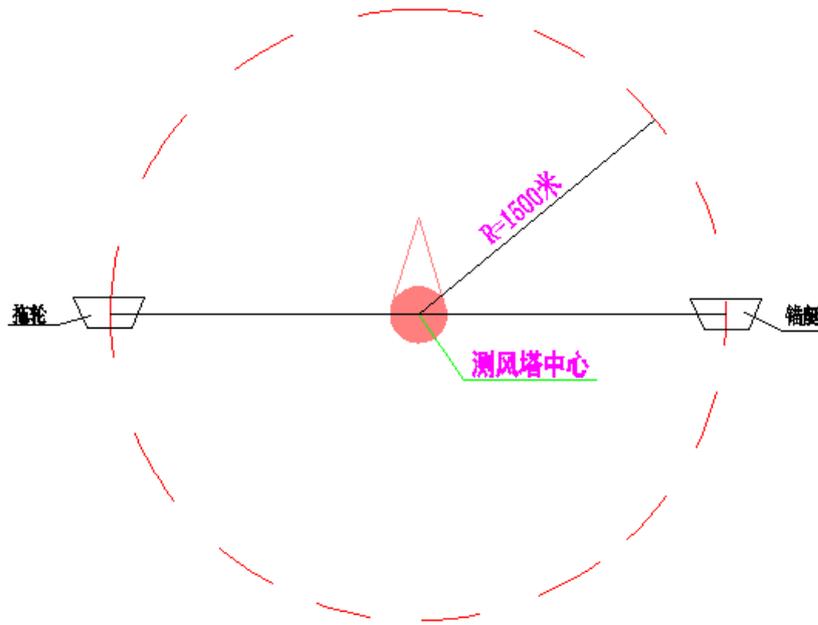


图 2-4 施工水域警戒布置图

（二）工程平面布置

漳浦 D 区 4 号测风塔工程，位于漳浦六鳌远海海域，测风塔中心点离岸距 27.5km，测风塔采用钢结构塔架，塔身横截面为正方形，四角布置钢管立柱，立柱间由 K 形腹杆或交叉斜腹杆两两连接。

导管架及吸力桶结构在大型专业钢结构制作厂内制作，该制作厂设备齐全，场地宽阔、规整，有 10 万吨级大型出运码头，满足本工程制作及装船出运要求。

陆域生产生活基地的选择主要考虑到以下方面：有利于与相关单位联系与协调；尽量减少与风电场距离，以便于施工的管理和组织；充分利用现有的码头资源，方便施工材料和人员的进出现场。该基地主要为测风塔基础施工基地，拟初选在古雷半岛南端，距离施工现场 D 区 4 号测风塔水上距离约 33km。

防台避风锚地为古雷半岛内侧东山湾避风锚地，该避风锚地面积大，条件成熟，距离本工程施工现场约 19km，可满足本工程避风需要。

总平面布置见图 2-5，以及施工现场船机布置见图 2-6。

2.3.4 主要建筑物结构与尺度

测风塔采用钢结构塔架，建筑总高度为基础平台以上 120m(不包括避雷针)。

测风塔主要结构材料为：

钢材：桁架钢管采用 Q345B、Q235B 直缝钢管等；其它焊接构件采用 Q235B，

非焊接构件采用 Q235B。钢材性能及焊接材料和工艺应符合相关规范的规定。

高强螺栓：10.9 级承压型高强螺栓。

普通螺栓：C 级，强度级别 6.8 级。

测风塔基础结构采用导管架基础型式，导管架与海床之间采用吸力桶连接，吸力桶直径约 12m，导管架高度 45~50m。

测风塔设计使用年限为 5 年。

基础结构设计图见图 2-7，基础平面布置见图 2-8。



图 2-5 总平面布置图

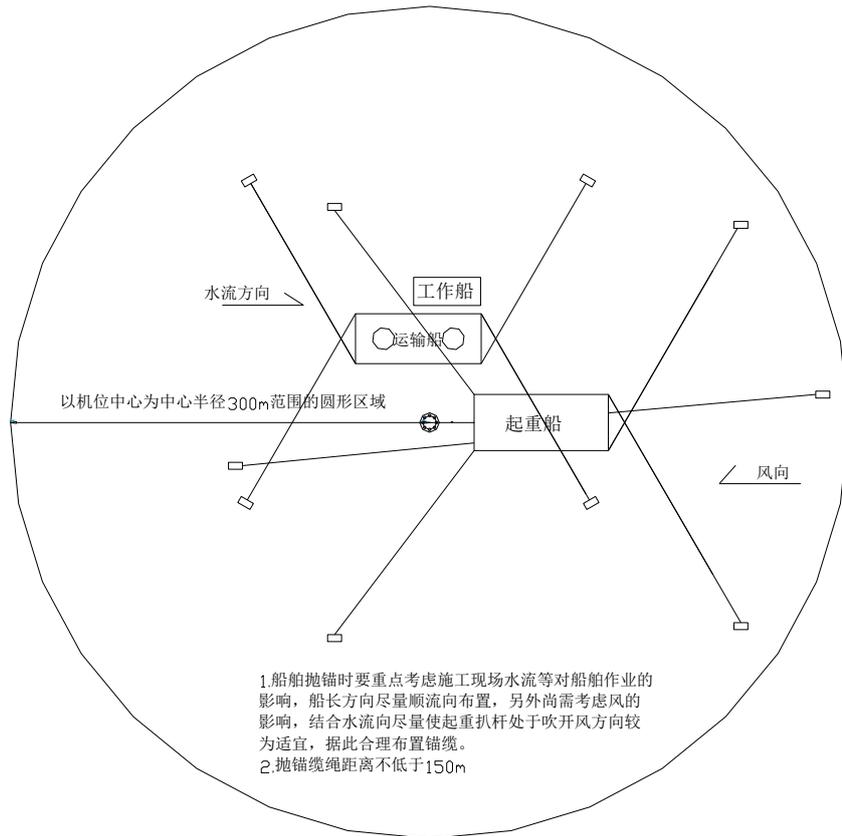


图 2-6 施工现场船机布置图

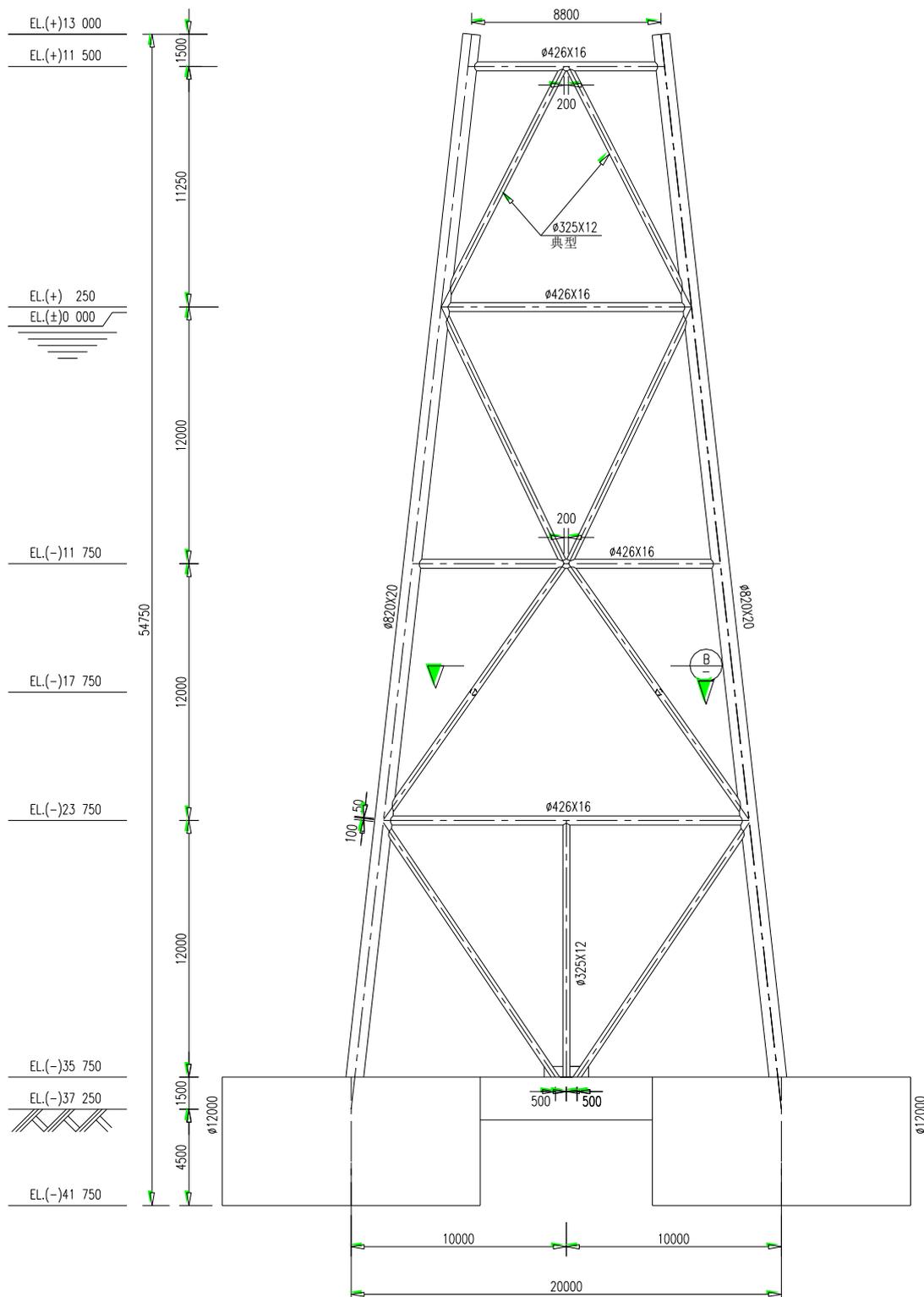
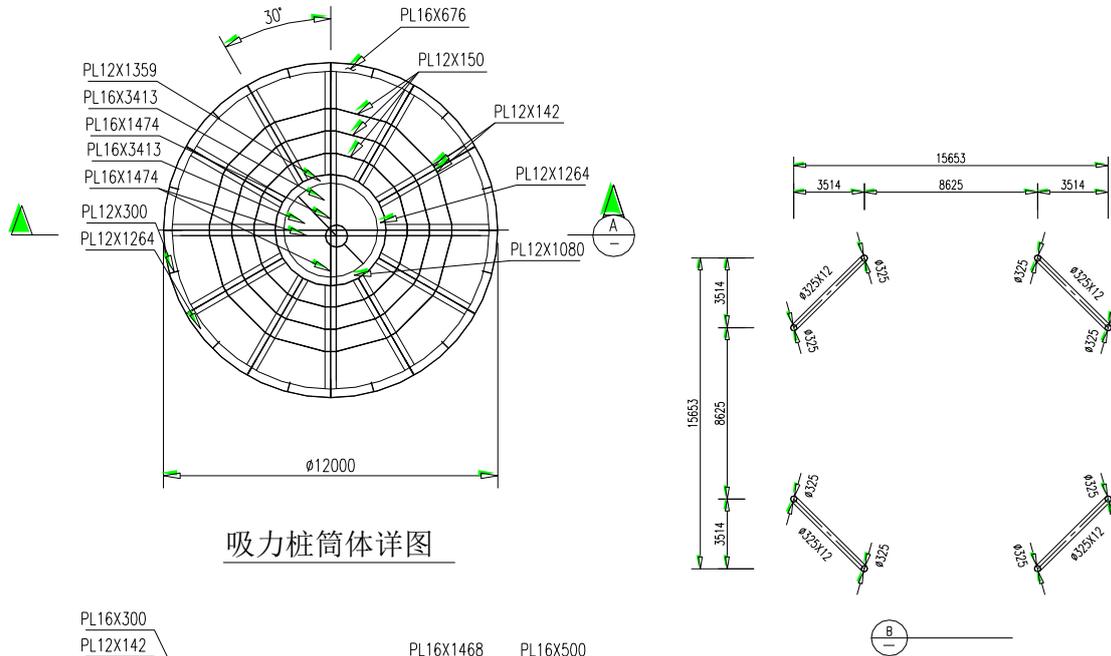
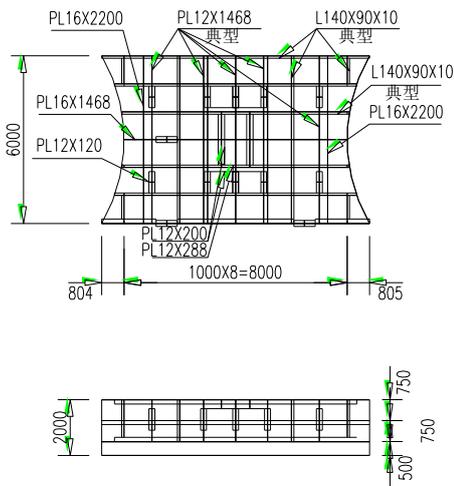
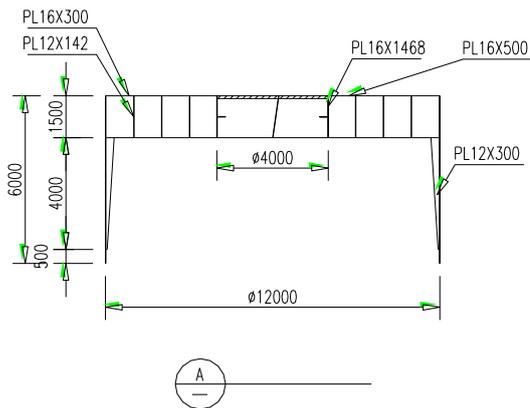


图 2-7-1 漳浦 120m 高度测风塔吸力式筒型基础结构图一



吸力桩筒体详图



连接段详图

共计四段

编号	名称	重量(t)	备注
1	上部导管架	195	
2	吸力筒及连接段	346	
3	平台	27.2	
4	附属构件	4.5	栏杆、爬梯、护弦
钢材总重		572.7	

图 2-7-2 漳浦 120m 高度测风塔吸力式筒型基础结构图二

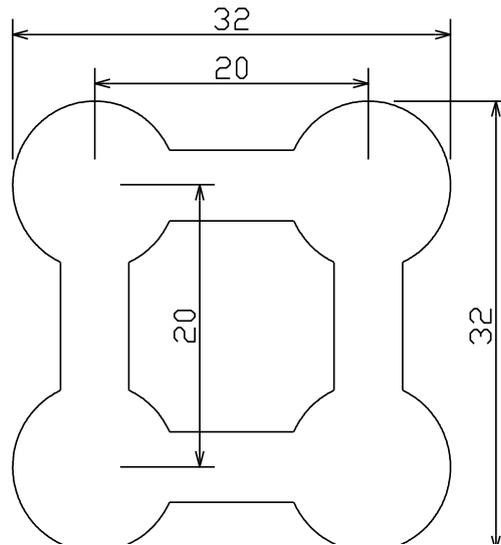


图 2-8 基础平面图

2.3.5 施工方案和工期

2.3.5.1 施工依托条件

(1) 工程所处的漳浦六鳌地区陆上道路完善、交通便利，可满足工程材料、构件设备陆上运输需要。本工程实施过程中可采取水陆联运的方式将材料、构件设备等直接运输到施工基地及施工现场。

(2) 影响本项目施工的主要因素为潮汐及风浪。由于本地区夏季经常受台风影响，因此项目施工应避开台风季节。

(3) 导管架/吸力桶是从厦门运到现场，陆域生活基地位于在古雷半岛南端。

2.3.5.2 施工工艺流程

测风塔基础施工主要流程如下：原材料进场检验→钢桁架吸力桶整体制作→钢桁架吸力桶等构件防腐→钢桁架吸力桶等构件运输至施工现场→钢桁架吸力桶落底并调平→智能形成负压下沉→钢桁架及吸力桶整体结构调整、固定→操作平台、爬梯、栏杆、靠泊钢箱梁等部件安装→13.0m标高以上钢塔架安装→仪器、设备安装→工程实体验收→两年测风。

2.3.5.3 施工方法

(1) 导管架、测风塔等构件制作

本工程所有钢结构制作计划在位于厦门的大型专业钢结构制作厂内制作，该制作厂设备齐全，场地宽阔、规整，有10万吨级大型出运码头，组织机构健全。

装焊成整体导管架总重量约为 580t，采用起重量 800t 以上、吊高 65m 以上的起重船靠近码头前沿，于码头前沿直接吊起导管架装船。运输船采用宽度 25 米大型运输船，导管架底部吸力桶总宽度 32 米，装船后外挑 3.5 米，导管架立柱之间间距 20 米，受力点位于甲板上，故外挑部分无需制作托架，导管架立柱正下方各制作焊接 1 根直径 1500mm 厚度 20mm 的钢管桩支架，支架上部与吸力桶焊接，支架下方与甲板焊接。卸船时再割除掉。

（2）吸力桶基础安装

①潜水员到水下进行泥面探摸工作。海床上如有不规则的地形如凹坑、废石、水泥块和其它障碍物，则需要进行海床清理或平整，确保在导管架安装之前海床上没有凹坑、废石和/或其它障碍物，并保证海床条件满足安装要求。

②下放贯入。

1) 吊机将吸力桶基础移至船舷外，调整好坐标及大致方位角，缓慢下放吸力桶基础，待智能压桩机入水但未完全淹没时，暂停下放。启动智能压桩机，测试潜水电泵接线转向，如反向，则互调三相中两相使之符合要求。检查一切良好后继续下放，同时操作人员注意操作液压绞车同步释放智能压桩机脐带缆。

2) 吸力桶基础下放期间，同步下放智能压桩机脐带缆，实时观察脐带缆松紧程度，使吸力桶基础与脐带缆下放速度协同，确保智能压桩机脐带缆一直处于松弛不受力状态。

3) 当桶体定位确定无误后，操作自动化控制系统打开排气阀门，在自重作用下桶体开始下沉。

4) 待吸力桶下放至距泥面 0.5m 时，再次启动智能压桩机试运转，测试良好后关闭动力，调整吸力桶基础的方位角和位置度坐标，达到设计要求后继续下放至自重入泥，过程中实时监控角度和水平度，并调整在设计允许范围内。直至形成可吸力沉放的密封条件。

5) 继续下放吸力桶基础，进行自重入泥操作。

6) 自重入泥结束后，复核位置坐标、方向角及水平度无误后，启动智能压桩机系统，开始贯入作业，初始过程中吊机保持一定吊力。吸力桶在桶顶内外压差的作用下贯入海底土壤，贯入过程中根据测控设备监控水平度、贯入深度、筒体内外压差等参数，并予以记录。

7) 由于原泥面的高差及土质不均，桶体入土下沉会产生倾斜位移。通过测倾仪监控侧倾状况，如发现超过要求，关闭下沉较大侧隔舱的排气阀门，同时观察桶体的平衡状况，待桶体平衡后，再次打开全部排气阀门进行排气下沉，确保桶体顺直平稳的完成第一阶段下沉。

8) 水平度调整。贯入过程中观测倾角仪，如水平度接近设计要求极限时，根据实际倾斜情况，相应调智能压桩机系统，降低或关闭低点筒体的抽水作业，单独进行高点的贯入抽水等，以使水平度回到设计值附近，再重新同时四个筒贯入，水平度的操作在入泥较浅时及时控制，如果入泥较深则调整效果变差，此时应向筒内注水将结构顶升一段高度再次调整水平后重新贯入。直至沉放到位的吸力桶基础的水平度达到设计允许范围。

9) 安装标高调整。贯入过程中应实时监控贯入深度，确保满足设计要求，如果出现第一次安装不到位的情况，则将结构注水顶升，再次贯入下沉，以至达到设计允许的误差范围内。

10) 整个贯入过程中，实时监控筒内外压差，保证筒体内外的压差在计算容许的范围内，进而保证筒体安全。

③贯入到位且各项参数经核查达到设计要求后，进行智能压桩机回收。

(2) 牺牲阳极块水下安装

采用水下焊接方式安装时，牺牲阳极按设计规定的标高与导管架焊成一体。

采用水下焊接方式安装时，铝合金阳极直接焊于设定的导管架上，每只阳极为3条焊缝，每只阳极脚有3条焊缝（两面施焊），每条焊缝长度大于50mm，焊缝应饱满，严禁点焊、漏焊、假焊。

(3) 测风塔塔身海上安装施工

测风塔整体在海上运输到指定位置后，采用浮吊将测风塔整体吊至水中，依靠放松钢丝绳使测风塔逐步沉入海底。施工船舶采用工程浮吊船进行吊装工作。具体安装步骤：

a、吊装设备固定，把安装设备或索具进行固定，卷扬机拉绳拉力。

b、高空施工人员在作业时须把安全带系好，且高挂低用，在移动过程中不得失去安全带的保护。夜间不允许登高作业。

c、安装第一段测风塔架，用卷扬机把第一段一片片吊起来，与基础桩基螺

丝对接并安装好。

d、安装一段螺丝紧固一段，用卡尺测量，必须保证垂直度误差 $\pm 3\text{mm}$ 。

e、把拔杆吊上第一段塔顶，并把拔杆固定牢稳。起吊滑轮必须与拔杆牢靠固定，把第二段吊上去，地面绞磨操作员必须听从塔架高空人员指挥，做到步调一致。

f、其它各节塔架重复以上各节的安装顺序，直至塔体安装完毕。

(4) 附属设施施工

a、爬梯按尺寸进行放样下料。

b、准确预埋爬梯、护舷埋件的位置，并对预埋件及外露附属设施进行防腐处理。

c、平台安装完成后，进行爬梯、护舷、栏杆及测风塔装置安装。

项目主要指标及工程量详见表 2-2。

(5) 测风塔架及基础拆除

塔架拆除：塔架的拆除方案考虑采用分体拆除，由于塔架拆除对船体稳定性要求不高，可采用浮船坞上 800 t 履带式起重机实施拆除，将拆除后的塔架吊放到方驳上，拖运至卸件码头，在陆上对各部件逐项拆除。

基础拆除：基础的拆除方案考虑采用整体拆除，可采用浮船坞上 800t 履带式起重机实施拆除，将吊起后的基础吊放到方驳上，拖运至卸件码头，在陆上对各部件逐项拆除。

表 2-2 项目主要指标及工程量

序号	名称	材料型号	数量	单位	工程量
1	上部导管架	Q345B/Q235B	1 个	t	199
2	吸力桶及连接段	Q345C	4 个	t	346
3	平台	焊接 H 型钢, Q345C, $\delta=2.0\text{cm}$ /HM300x200x12x8, HN200x100x8x5.5Q,345C	1 个	t	154
4	附属构件	Q235B 镀锌钢		t	3.54
5	铝合金阳极	A211-3	8 块	t	1.04

表 2-3 拟投入主要船舶、机械设备

序号	设备名称	型号规格	数量	国别产地	制造年份	额定功率(kW)	生产能力	用于施工部位	备注
1	起重船	起重量 800T 吊高 65m	1	中国	1980		800T	吊装吸力桶	
2	方驳	5000T 驳（运输吸力桶用）	1	中国	2000		5000T	运输吸力桶	
3	拖轮	三航拖 3001#	1	中国	2003		3000HP	共用	
4	锚艇	500HP	1	中国	2005		500HP	共用	
5	交通船		2	中国	2012			临时运输	
6	2000T 自航驳		1	中国	2010		2000T	材料运输	
7	起重船	150 吨全回转	1	中国	2004		150T	共用	

表 2-4 拟投入主要测量设备

序号	仪器设备名称	型号规格	数量	国别产地	制造年份	已使用台时数	用途	备注
1	对讲机		8	中国	2016	68	通讯	
2	半站仪	PX-06D	1 台	中国	2009	830	测量	
3	全站仪	TOPCON-GTS602	2 台	日本	2014	1060	测量	
4	经纬仪	T2	2 台	中国	2012	930	测量	
5	水准仪		3 台	中国	2012	910	测量	
6	测深仪	SDH-13A	1 台	中国	2013	620	测深	
7	GPS 定位仪		1 台	中国	2012		测量	
8	计算机		2 台	中国	2016	0	计算	
9	数字式求积仪	KP-90N	1 台	中国	2015	530	计算	

2.3.5.4 施工进度安排

本工程施工工期153个日历天。

表2-5 施工进度安排

项目名称	工程数量	持续天数	工程开工后第 天															
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	153	
施工准备	1项	5	—															
吸力桶方案设计、审查	1项	30天	—	—	—	—	—	—	—	—								
钢结构制作	桁架及吸力桶整体制作 2件 1300T	50			—	—	—	—	—	—								
	13m平台上塔架制作 2组 198T	50				—	—	—	—	—								
D区4号	两件桁架及吸力桶整体装船及运输	1项	5								—							
	吸力桶结构安装下沉就位	1项	5									—	—					
	13m平台上塔架安装	1项	25												—	—	—	
竣工验收	1项	8																—

2.4 海洋功能区划概况与执行标准

（1）海洋功能区划

本项目位于福建省漳州市漳浦外海，项目用海位于《福建省海洋功能区划（2011-2020）》的“近海农渔业区”；项目周边的海洋功能区有“东山湾外矿产与能源区”、“六鳌农渔业区”、“将军湾旅游休闲娱乐区”、“大澳港口航运区”和“将军澳港口区”等，见图 2-9。项目所在海域及周边海域各功能区的地理范围、面积、相关的管理要求见表 2-6。

（2）福建省海洋环境保护规划

根据《福建省海洋环境保护规划》（2011-2020），本项目所在区（2.1-34 漳州东部外海渔业资源保护利用区），环保管理要求为加强对鱼虾类的产卵场、索饵场、洄游通道等渔业水域的保护，控制捕捞强度，见图 2-10。本项目所在海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-97）中一类标准，沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中一类标准，海洋生物执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中一类标准。

表 2-6 工程区及附近海域海洋功能区划登记表

海洋功能区	面积/岸线 hm ² /m	用途管制	用海方式	海岸 整治	环境保护要求
近海农渔业区	2364444	严格限制改变海域自然属性，兼容新能源和海岛海洋保护区建设用海。	保障国防和船舶通航安全用海，用于海洋渔业捕捞。		执行不劣于第一类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。
东山湾外矿产与能源区	5411	保障固体矿产开采工业用海，须经科学论证确定开发范围与规模。	严格限制改变海域自然属性。		保护海域自然环境，开发过程中执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准。
将军澳港口区	627/6770	保障港口用海，兼容不损害港口功能的用海。	优化码头岸线布局，尽量增加码头岸线长度。	加强海岸景观建设。	重点保护港区前沿的水深地形条件，执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准。
六鳌农渔业区	1754/15830	保障开放式养殖用海、围海养殖用海，优化养殖结构，兼容休闲渔业旅游。	严格限制改变海域自然属性。	保护自然岸线。	保护海域自然环境，执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。
将军湾旅游休闲娱乐区	1455/13080	保障旅游基础设施、浴场、游乐场用海。鼓励建设省级海洋公园。	严格限制改变海域自然属性。	保护和养护沙滩，增加防护林建设。	保护海岸景观和海岛景观；执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准。
大澳港口航运区	273/2980	保障港口用海，兼容不损害港口功能的用海。	填海控制前沿线以内允许适度改变海域自然属性，以外禁止改变海域自然属性；控制填海规模，优化码头岸线布局，尽量增加码头岸线长度。	加强海岸景观建设。	重点保护港区前沿的水深地形条件，执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准。



图 2-9 工程区周边海洋功能区划图（福建省海洋功能区划 2011-2020）

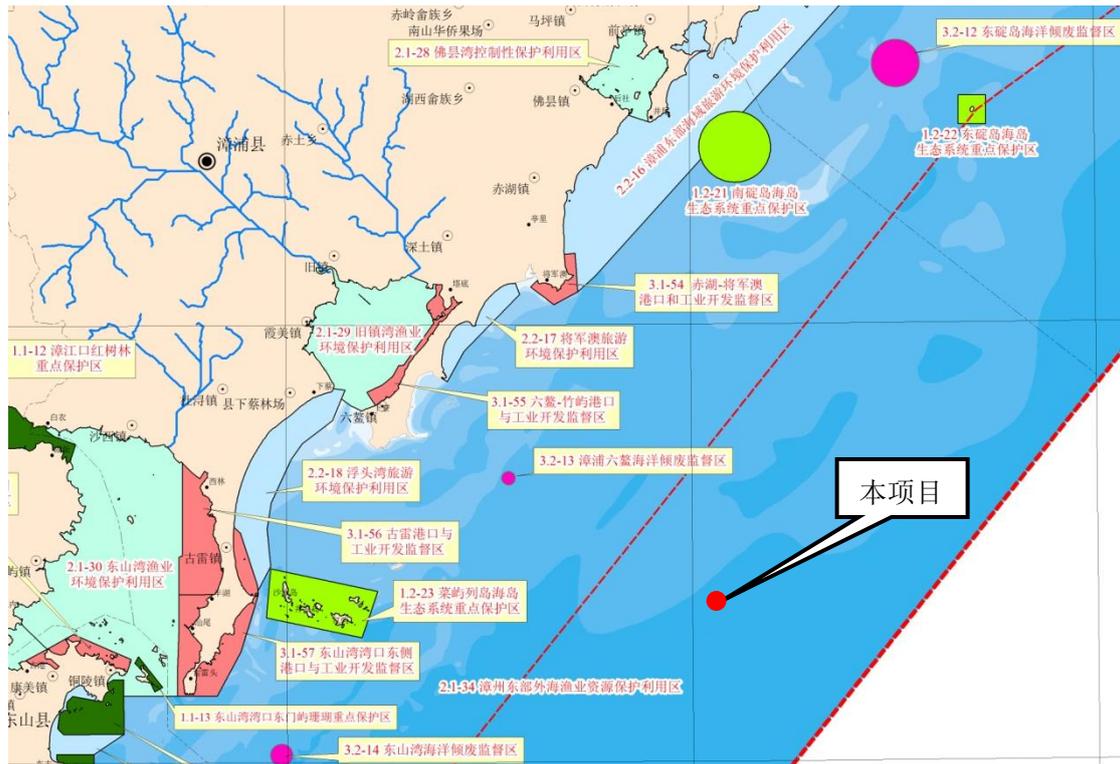


图 2-10 工程区周边海洋环境保护规划（福建省海洋环境保护规划 2011-2020）

2.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划的符合性分析

1、项目用海与所在海洋功能区划的符合性分析

（1）与“用途管制”要求的符合性

本项目用海位于“近海农渔业区”，其用途管制为“保障国防和船舶通航安全用海，用于海洋渔业捕捞”。

本项目的用海类型为电力工业用海，是海上风电场建设的前期工程。根据本项目的施工组织设计，工程施工期间以测风塔中心点起 1500m 为半径水域设置警戒范围，警示非施工船舶不得驶入施工水域，施工期间的夜间施工确保照明充足，各船舶夜间停泊配有警示灯；若因天气原因无法连续作业，船舶及人员撤离现场前，必须完成现有结构的加固工作，在每根桩上焊接设置一个太阳能警示灯。营运期间测风塔塔身装有航标灯，项目用海能够保障国防和船舶通航安全用海。本项目用海面积为 0.2407hm^2 ，对于“近海农渔业区”的 2364444hm^2 的面积来说是很小的，仅占其百万分之七，项目用海对海洋渔业捕捞基本没有影响。综上，项目用海符合“近海农渔业区”的用途管制要求。

（2）与“用海方式”要求的符合性

项目所在海洋功能区的用海方式要求为“严格限制改变海域自然属性，兼容新能源和海岛海洋保护区建设用海”。本项目的用海方式为“透水构筑物”，项目用海不改变海域的自然属性。本项目的用海类型为电力工业用海，是海上风电场建设的前期工程，为临时用海，属于新能源建设用海的范畴，因此本项目用海符合“近海农渔业区”的“用海方式”要求。

(3) 与“海洋环境保护要求”的符合性

“近海农渔业区”的海洋环境保护要求为“执行不劣于第一类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准”。本项目的建设不涉及水下爆破、疏浚，采用的水工结构物均为筒型基础透水结构。本项目所在海域为外海，距离岸边较远，海水水质质量现状较好，且项目建设不会改变项目所在海域的环境现状，因此，本项目用海与“近海农渔业区”的海洋环境保护要求的适宜性较好。

2、项目用海对相邻海洋功能区的影响分析

项目用海与周边海洋功能区均相隔较远，最近的功能区为“将军澳港口区”，距离约为 28km，且本项目建设对项目附近海域的影响较小。因此本项目用海不会对周边的海洋功能区产生不利的影响。

综上所述，项目的建设符合福建省海洋功能区划符合。

3、项目用海与福建省海洋环境保护规划的符合性分析

“漳州东部外海渔业资源保护利用区”位于漳州东部海域，中心坐标为 23°43'30"N，117°51'06"E，面积 577800hm²，范围广阔。其环境质量目标为：海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均达到一类标准；环境保护管理要求为：加强对鱼虾类的产卵场、索饵场、洄游通道等渔业水域的保护，控制捕捞强度。

本项目施工期钢管桩沉桩过程中会对海底的泥沙产生扰动，造成工程所在海域悬浮物浓度增大，但悬浮物的增量很小，且这种影响是有限的、短暂的，随着钢管桩施工结束消除；项目营运期间不产生污染物。因此，项目用海不会改变项目所在海域的环境现状。

本工程建设不存在隔断野生海洋鱼虾类生物的洄游通道问题，不会对野生海洋生物的洄游、产卵、繁殖、索饵、育肥产生不利影响。

本项目所在海域为外海，距离岸边较远，海水水质质量现状较好，且项目建设不会改变项目所在海域的环境现状，因此，本项目建设可以达到“漳州东部外

海渔业资源保护利用区”环境质量目标及环保管理要求，项目建设符合《福建省海洋环境保护规划（2011-2020）》。

4、与《福建省海洋生态保护红线划定成果》的符合性分析

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》，全省共划定十种类型的海洋生态红线区191个，总面积14303.20km²。其中海洋生态红线I级区45个，面积3472.52km²，海洋生态红线II级区146个，面积10830.68km²。如图2-11所示，本项目所在海域未被纳入海洋生态红线区，项目用海与其他生态红线区的距离均较远，距最近的旧镇湾口东部重要渔业水域生态保护红线区5.9km，项目用海不会对周边的海洋生态红线区产生不利的影 响。因此，项目用海与《福建省海洋生态保护红线划定成果》没有冲突。

5、与《福建省十三五海洋经济发展专项规划》的符合性分析

根据《福建省十三五海洋经济发展专项规划》，规划期间将推进海洋新兴产业规模化发展，而海洋工程装备业则作为海洋新兴产业重大项目（工程）被纳入规划中。规划中指出：大力发展以海洋油气开发装备为代表的海洋矿产资源开发装备，加快推进以海洋风能工程装备为代表的海洋可再生能源开发装备、以海水淡化和综合利用装备为代表的海洋化学资源开发装备的产业化，积极培育潮流能、波浪能、天然气水合物、海洋生物质资源开发利用装备等相关产业，实施一批海洋工程装备制造关键技术产业化示范工程，打造从装备设计、集成到设备制造、基础材料、配套服务于一体的产业链。

本项目是建设海上风电场的前期工程，属于海洋风能工程的一部分，项目的建设有助于海洋可再生资源的开发利用，可促进海洋新兴产业的发展。因此，本项目的建设符合《福建省“十三五”海洋经济发展专项规划》。

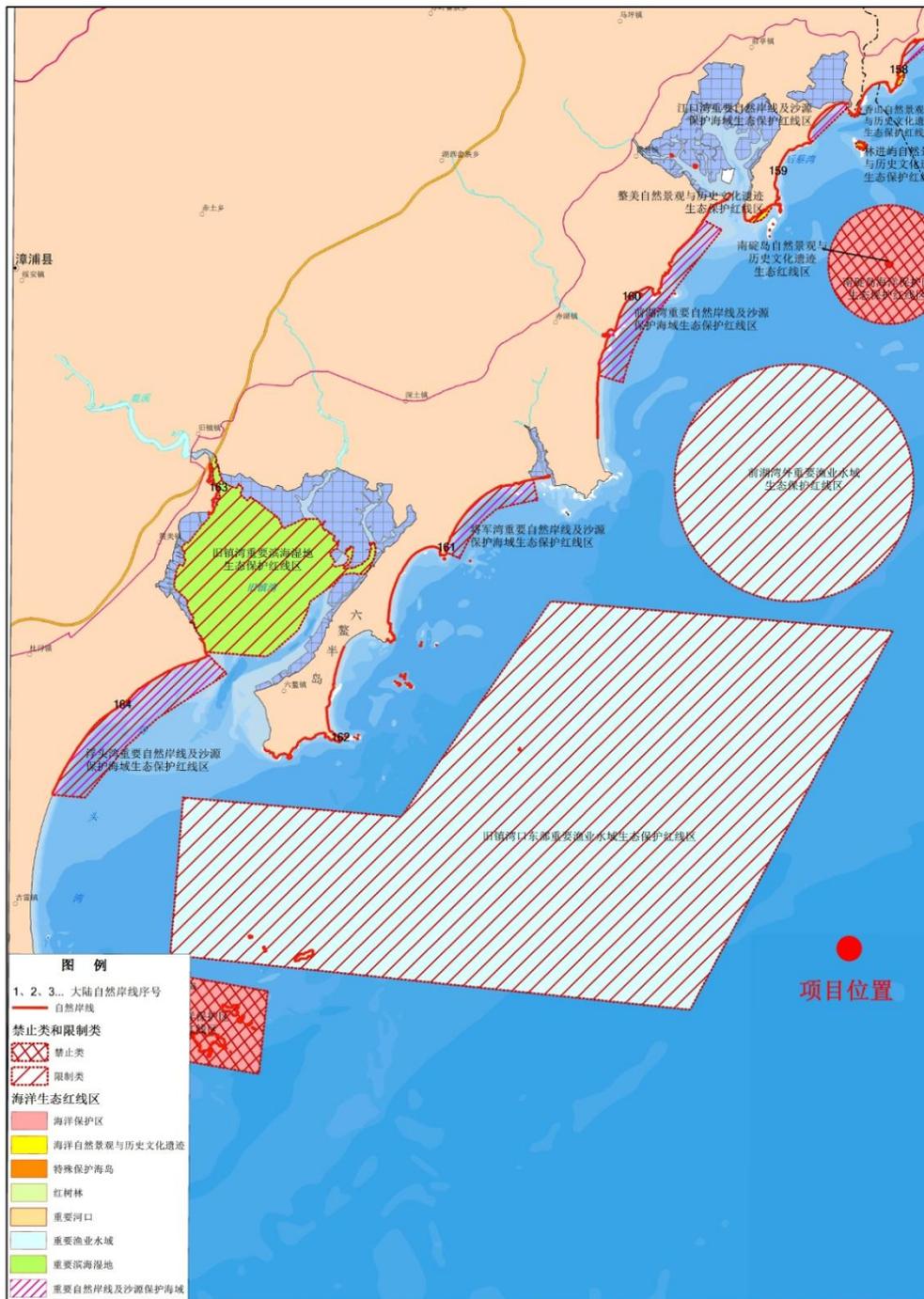


图2-11 本项目测风塔位置与海洋生态红线划定区位置关系图

6、与《福建省海上风电场工程规划报告（2017年）》的符合性分析

根据《福建省海上风电场工程规划报告（2017年）》，2015年福建电力装机总规模达4930万kW，全社会用电量1852亿kWh，用电最高负荷3150万kW，“十二五”年均的用电量增长率7.1%。预测2020年全省用电量约2500-2785亿kWh，年

均增长6.2-8.5%；用电量最高负荷4420-4850万kw，年均增长7-9%。受资源、环境、运输条件等条件制约，在发展火电、核电等支柱电源的同时，对新能源的发展迫在眉睫，风电是继水电之后，技术成熟，经济性较好，最具规模化开发潜力的可再生能源品种，福建又有风能资源储量丰富的优势，因此把风电开发作为“十三五”时期电源发展的一个重点。

图2-12为《福建省海上风电场工程规划报告（2017年）》中漳州地区规划厂址示意图，本项目位于规划海上风电场厂址之内。本项目为测风塔建设，是海上风电场建设的前期工程，有助于福建省风能资源的开发利用，因此，本项目的建设符合《福建省海上风电场工程规划报告（2017年）》。

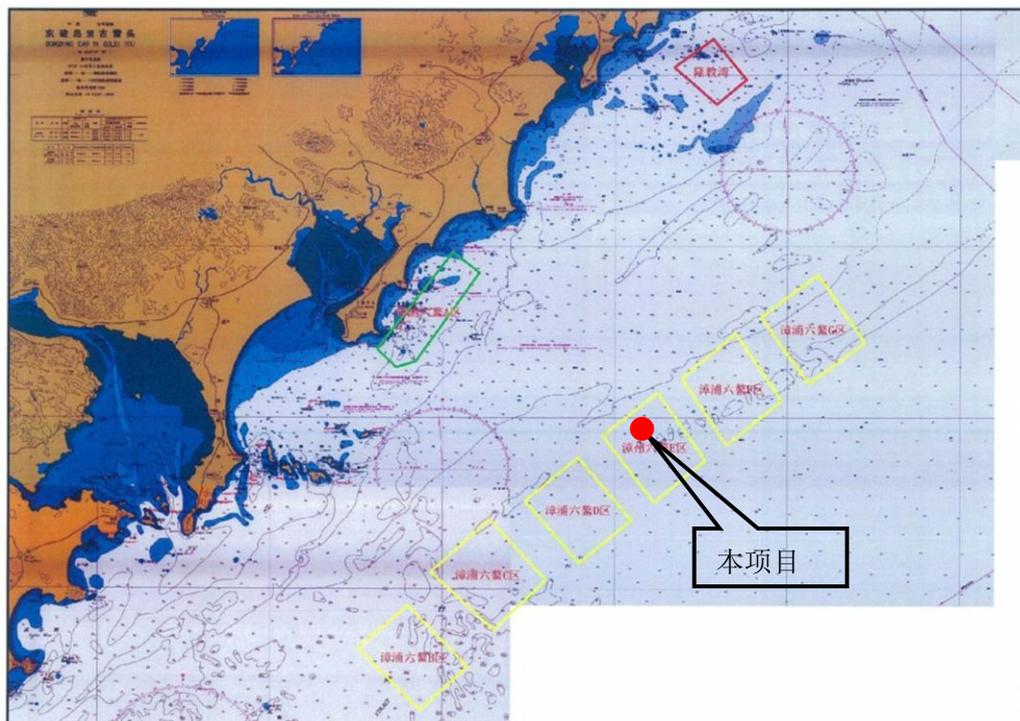


图2-12 漳州地区规划厂址示意图

7、与国家产业政策的符合性分析

本项目为漳浦外海海上风电场建设的前期工程。根据《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013年修正）“第一类鼓励类第五部分新能源第十二款海上风电场建设与设备制造”规定，明确本项目建设属鼓励类产业，与国家产业政策相符合。

2.6 项目区现状调查

（1）场地现状

根据现场踏勘结果（现场踏勘照片见图 2-13），由于项目建设位于外海区域，离岸较远，项目位于中航路和外航路之间，项目所在海域为闽南浅滩渔场的重要组成部分，项目周边海域无长期、稳定的水产养殖等其他海域开发利用活动。

（2）航道锚地

① 航道

目前，自其他海域进入福建各港区码头的通海航道由外航路、中航路、内航路和各港区进港航道组成（图 2-13）。本工程区域位置位于该海域外航路和中航路之间，测风塔与中航路、外航路最近距离分别为 3.3km 和 13.7km。内航路在浮头湾及东山湾附近均布置有相应的进港航道，可进入古雷港六鳌作业区、古雷作业区和东山港区等。其中：

（a）六鳌作业区进港航道：设计底标高-2.8m，设计宽度 80m，可供 3000 吨级船舶单向乘潮通航。

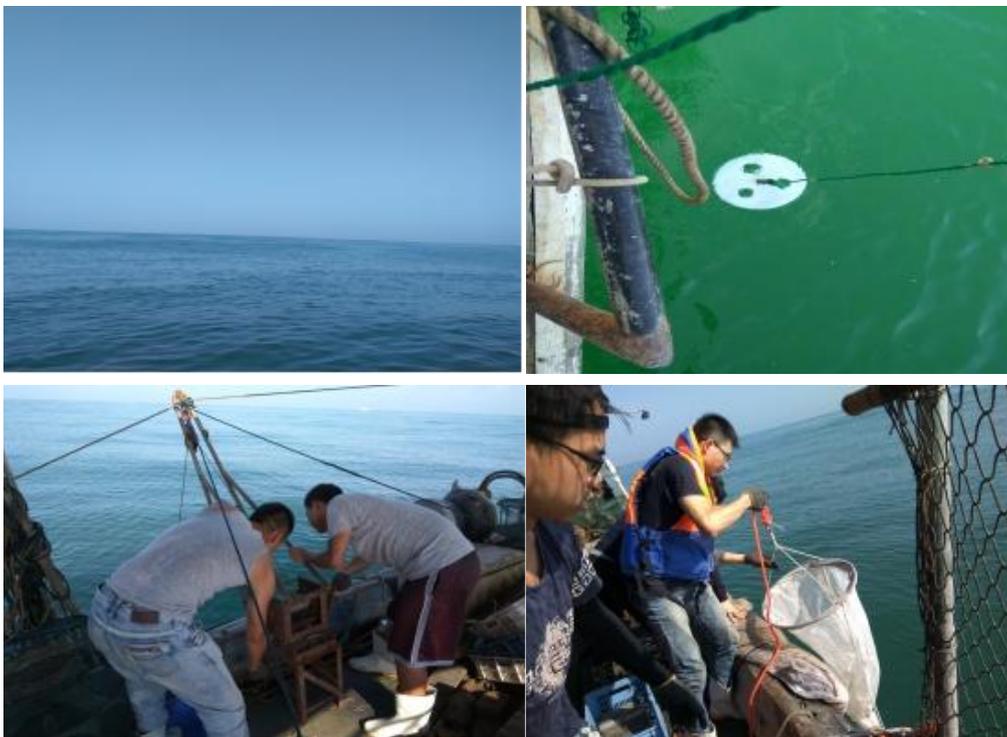


图 2-13 现场踏勘图片

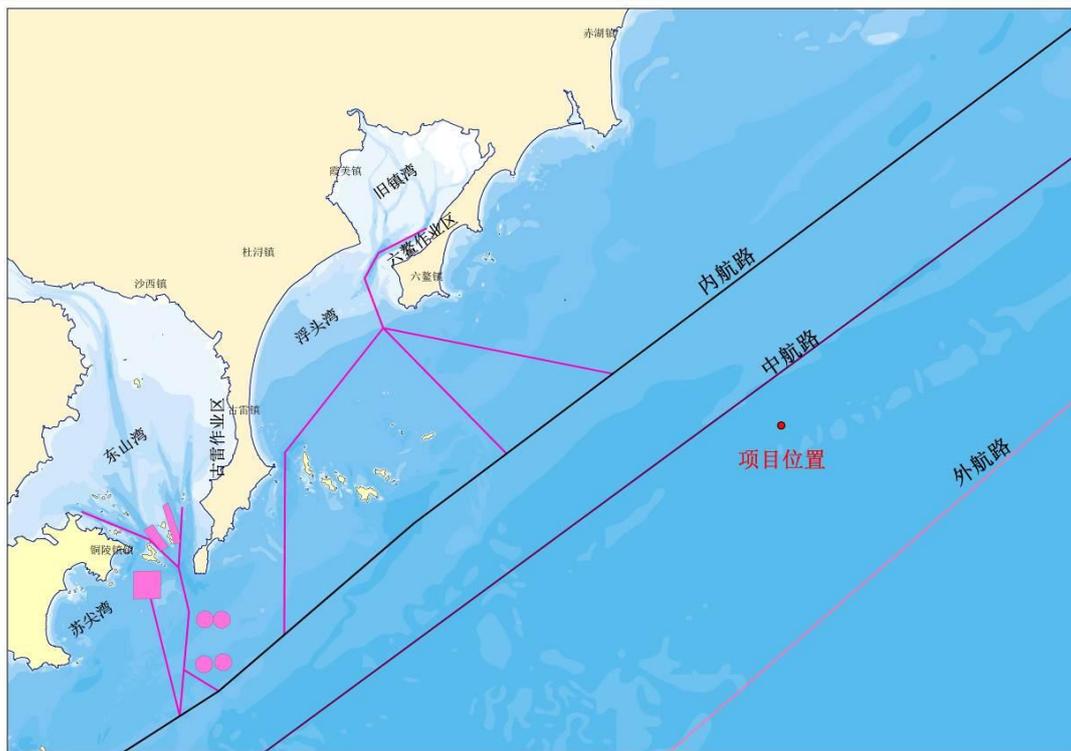


图 2-14 工程区周边海域开发利用现状图（港区、航道、锚地）

(b) 古雷作业区进港航道（即古雷港区 15 万 t 级航道）：A~D 航段设计底标高为-16.5m，设计宽度 400m，可满足 15 万 t 级船舶单向乘潮通航（同时满足 10 万 t 级油船全潮双向通航，以及 15 万 t 级油船和 5 万 t 级散货船交汇通航），D~E 航段设计底标高-12.0m，设计宽度 170m，可满足 5 万 t 级船舶单向乘潮通航。

(c) 东山港区城垵作业区进港航道：A~B 航段设计底标高-15.2m，设计宽度 180m，可满足 5 万 t 级散货船单向不乘潮通航；B~D 航段设计底标高-10.9m，设计宽度 160m，可满足 3.5 万 t 级散货船单向乘潮通航。

根据对当地及周边地区的考察，本工程施工期间可利用的航道条件较好，大型船舶进出港可利用古雷作业区航道或东山港区航道，小型船舶如交通船、运油船或少量建材转运可利用六鳌作业区航道。

②锚地

东山湾内外共有锚地 6 个（图 2-13），情况如下：

(a) 东山湾 2 号锚地（大坪锚地）：位于东山湾内，设计底标高-10~-24.8m，底质为泥沙，万吨级以下船舶候潮使用，也可作为防台、避风锚地，其东南面锚位与古雷进港航道存在部分重叠。与本项目的最近距离约为 51.5km。

(b) 东山湾3号锚地(东门屿锚地): 位于东山湾内, 设计底标高-3~-26m, 底质为泥沙, 万吨级以下船舶候潮使用, 也可作为防台、避风锚地。与本项目的最近距离约为53.0km。

(c) 东山湾联检锚地: 位于东山湾口外, 设计底标高-9~-17m, 底质为泥沙, 检疫锚地; 与本项目的最近距离约为53.0km。

(d) 古雷15万吨级油船锚地: 位于东山湾口外, 为半径600m的圆形水域, 设计底标高-22m, 底质为中粗砂, 15万吨级原油船候潮使用; 与本项目的最近距离约为53.6km。

(e) 古雷10万吨级油船锚地: 位于东山湾口外, 为半径600m的圆形水域, 设计底标高-19.8m, 底质为中粗砂, 10万吨级油船候潮使用; 与本项目的最近距离约为54.1km。

(f) 古雷5万吨级油船锚地①: 位于东山湾口外, 为半径500m的圆形水域, 设计底标高-16.9m, 底质为中粗砂, 5万吨级散货船候潮使用; 与本项目的最近距离约为55.1km。

(g) 古雷5万吨级油船锚地②: 位于东山湾口外, 为半径500m的圆形水域, 设计底标高-16.9m, 底质为中粗砂, 5万吨级散货船候潮使用。与本项目的最近距离约为55.1km。根据现有收集到的锚地情况, 本工程施工期间, 大型船舶防台避风推荐选择东山湾2号锚地、东山湾3号锚地, 小型船舶避风可选择浮头湾内或东山湾3号锚地。

(3) 渔业捕捞

工程区所在海域是闽南浅滩渔场的重要组成部分, 闽南浅滩渔场位于福建省南部沿海, 其范围为23区所在海域是闽南浅滩渔场, 117所在海域是闽南浅滩渔场的重要, 该渔场主要捕捞对象为带鱼、大黄鱼、大眼鲷、绿鳍马面鲀、白姑鱼、鲳鱼、鳓鱼、蓝点马鲛、竹荚鱼、海鳗、鲨、蓝园鲀、鲐鱼、乌贼、剑尖枪乌贼、黄鳍马面鲀等。

工程区附近海域分布多个渔港, 所在海域渔业资源较丰富, 种类繁多, 渔民常在风电场址附近海域进行渔业捕捞或休闲海钓, 尤其在捕鱼及养殖旺季, 大量渔船活动于风电场附近水域。

(4) 交通现状

漳浦交通路网便捷配套, 沈海高速在漳浦设有3个互通口, 国道、省道穿

境而过，县道四通八达，筹建中的沪深高速铁路贯穿漳浦，并将铺设古雷港支线。漳浦海岸线长 267km，居福建省第二，拥有众多港口、岛屿，其中古雷港是全国八大深水良港之一，具有水深、避风、航道宽、腹地大、淡水足等天然优势。旧镇湾港口岸段位于漳浦县六鳌半岛中部西侧，可规划岸线长 3.4km，自然条件良好，海底呈狭长窄水道分布，底标高-2.0~5.0m 位置多以沟槽形式出现，而在湾口附近的沟槽底标高-5~-10m，基本适合于发展建设中、小型港口。现已建成一座 3000t 级杂货码头(硅砂专用码头)。

表 3 污染与非污染损害要素分析表

3.1 施工期环境污染因素分析

(1) 水污染源

项目施工高峰期同时施工船只最多有 5 艘，包括浮吊、拖轮、运输船和交通船等，参照《港口工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2007），并类比同类型项目，拖轮等每天的含油废水产生量取 $0.5\text{m}^3/\text{d}$ ，工程船舱含油污水中石油类浓度为 2068mg/L 、COD 浓度 212.3mg/L 、SS 浓度 347mg/L 。根据《船舶污染物排放标准》（GB3552-2018），施工船舶必须安装油水分离装置和油污回收贮存箱，含油污水可自行处理达标后排放，分离的油污上岸集中外运处置；对于某些小型施工船舶尚未配备油水分离器，含油污水禁止直接外排，应事先经海事部门对其排污设备实施铅封，污水由有资质的单位进行接收处理。

施工船舶人员按 20 人计，施工人员用水按每人 $0.15\text{m}^3/\text{d}$ 计，污水排放系数取 0.8，则施工高峰期施工船舶生活污水产生量为 $2.4\text{m}^3/\text{d}$ 。按经验值估算，生活污水处理前，COD 浓度取 400mg/L ， BOD_5 浓度取 250mg/L ， $\text{NH}_3\text{-N}$ 取 40mg/L ，SS 浓度取 200mg/L 。施工船舶生活污水可经船舶携带的污水处理设施处理达标后外排。

施工高峰期船舶生活污水和生产废水产生与排放情况见表 3-1、表 3-2。

表 3-1 施工高峰期施工船舶含油废水产生与排放量一览表

序号	项目名称	产生情况		排放情况		备注
		产生量 (kg/d)	产生浓度 (mg/L)	排放量 (kg/d)	排放浓度 (mg/L)	
1	废水产生量	2500	-	2500	-	该部分废水经船舶携带的油水分离器收集处理达标后外排
2	石油类	5.17	2068	0.25	100	
3	COD	0.53	212.3	0.25	100	
4	SS	0.87	347	0.18	70	

表 3-2 施工高峰期施工船舶生活污水产生与排放量一览表

序号	项目名称	产生情况		排放情况		备注
		产生量 (kg/d)	产生浓度 (mg/L)	排放量 (kg/d)	排放浓度 (mg/L)	
1	废水产生量	2400	-	2400	-	该部分废水经船舶携带的污水处理设施处理达标后外排
2	COD	0.91	400	0.12	50	
3	BOD_5	0.60	250	0.005	20	
4	$\text{NH}_3\text{-N}$	0.10	40	0.005	15	
4	SS	0.48	200	0.36	150	

（2）固废污染源

施工期固体废物主要为建筑垃圾和施工人员生活垃圾。施工期间将产少量钢结构材料废弃物等建筑垃圾，其产生量较难确定，少量随生活垃圾一道运至垃圾处理厂，少量做回收处理。施工人员的生活垃圾产生量按每人每天 1.0kg 计算，总计为 20kg/d。船舶生活垃圾应在船舶上分类收集，靠岸后统一运至垃圾处理场处理。

（3）大气污染源

施工过程需要施工船舶等，这些车船设备基本以柴油为燃料，所排放的发动机尾气中主要含有烟尘、烃类、CO 等空气污染物，其中，烟尘浓度 60~80mg/m³，THC（总烃）浓度 80~100mg/m³。由于施工均位于海上，区域开阔，空气交换条件较好，因此施工车辆尾气排放对周围环境空气不利影响不大，且是暂时的。

（4）噪声源

施工期施工船舶、施工机械作业等产生的噪声，将对工程区附近声环境造成一定的影响，主要施工机械设备噪声情况见表 3-3。

表 3-3 项目施工期主要噪声源强单位：dB

序号	噪声源强	噪声值	噪声源所在位置与作业阶段
1	拖船	65	施工现场
2	运输船、交通船	70	施工现场
3	浮吊	80	施工现场

3.2 非污染环境的影响分析

（1）施工期对海域生态环境的影响

本工程钢桩沉桩施工会搅动底质产生悬浮泥沙，在短期内造成局部区域的悬浮泥沙浓度增加，对浮游植物的光合作用产生不利影响，造成悬浮泥沙高浓度区内浮游动物、鱼卵、仔鱼的死亡，锚占用海域范围内的底栖生物全部损失，由于鱼、虾、蟹等具有较强的回避能力，悬浮泥沙对游泳生物的不利影响较小。

由于本项目施工区域范围较小，施工周期短，对海洋生态不会造成较大影响。

（2）施工期对陆域生态环境的影响

本工程不占用陆域土地，陆域植被、陆生动植物及栖息密度等不产生影响。

3.3 测风塔退役期污染要素分析

测风塔服务期满需拆除作业，拆除过程会造成海床表层扰动，产生少量悬浮

泥沙，但拆除施工时间较短，基础扰动海床表层面积较小，因此，本评价不计算基础拆除产生的悬浮泥沙源强，着重提出相应的环保措施与对策建议。

3.4 污染物产生情况汇总

表3-4 本项目实施主要污染物产生情况汇总一览表

工程环节	污染源	污染因子	浓度 (mg/L) 或噪声级 (dB)	产生量 (g/s) 或 (kg/d)	排放或处置去向
施工期	抛石悬浮泥沙	SS		5.6	
	施工船舶生产废水	石油类	2068	5.17	经船舶携带的油水分离器处理达标后外排
		SS	347	0.87	
		COD	212.3	0.53	
	施工船舶生活污水	COD	400	0.91	经船舶携带的污水处理设施处理达标后外排
		BOD ₅	250	0.60	
		NH ₃ -N	40	0.10	
		SS	200	0.48	
	施工船舶	噪声	65-75	-	-
	固体废物	-	-	20	同一运至垃圾处理场处理或回收处理

表4 区域环境概况分析表

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

漳浦六鳌D区4号海上风电场测风塔位于漳浦六鳌远海海域，测风塔中心点离岸距离27.5km。

4.1.2 气候特征

工程地处亚热带，具有海洋性季风气候特点，春、秋季时间短夏季长，而冬季无冰雪，夏季无酷暑。雨量充沛，日照充足，气候温和，温差较小，干、湿季分明。气象资料参考漳浦气象站资料（1961年-2000年）进行统计分析，主要气象要素的多年平均特征如下：

4.1.2.1 气温

多年平均气温为20.8℃。年内以8月份气温最高，为36.6℃；2月份气温最低，为3.8℃。日最高气温为39℃（1962年8月1日），日最低气温为-2.4℃（1963年1月27日）。日最高气温>35℃的天数，多年平均为0.2天。

4.1.2.2 降雨

多年平均降水量为1071.2mm，最大年降水量达1583.7mm（1961年），最小年降水量674.2mm（1962年），历年月最大降水量458.2mm，日最大降水量229.5mm。

降水主要集中在5-8月，降水量占年降水量的61%；11月至翌年2月的冬季降水量仅占年降水量的9%，全年日降水量≥25mm的日数平均13.1天。

4.1.2.3 风

漳浦城关多年平均风速为7.1m/s，强风向为东北和东北东，最大风速为40m/s。常风向东北，频率26%，次常风向东北东，频率22%。夏季多南南西风，其余季节均以东北风为主。

每年7月~9月为热带风暴季节，平均每年受台风影响5.1次，最大风速为40m/s。根据漳浦气象站统计，六鳌半岛全年大于六级风的天数为25天。

为风电场建设需要，福建大唐国际新能源有限公司在工程海域设立一座测风塔，其安装在工程西南侧小尖山礁上，离岸距离约为4km。根据该站2007年4

月-2010年4月测风资料显示,高30m处年均风速为6.68m/s,极大风速为27.7m/s,月均风速在4.2m/s~9.8m/s之间,主风向为NE、ENE向。

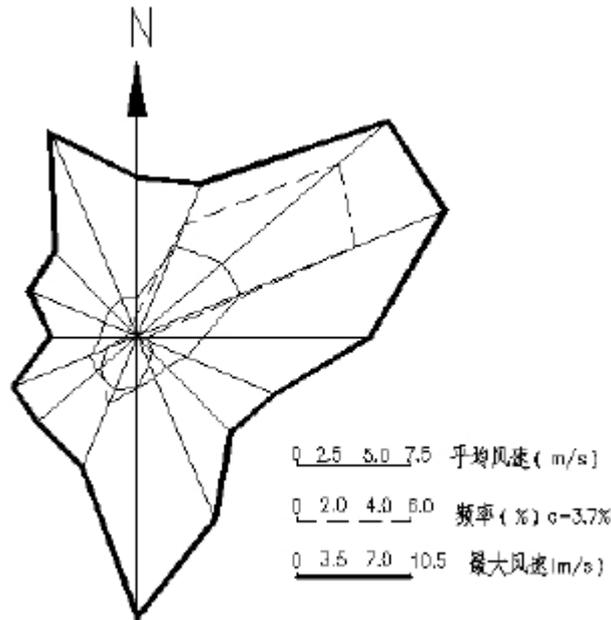


图 4-1 东山海洋站风玫瑰图

4.1.2.4 雾

多年平均雾日数 30.6 天,最多年雾日数达 46 天,以春季为雾季,每月平均雾日数 2-8 天,10 月不出现雾日,11 月也很少有雾,月平均雾日数不到 1 天。

4.1.2.5 相对湿度

多年平均相对湿度为 86%,每年 3~6 月份空气湿度较大,达 80%以上,以 6 月份为最大,达 88%,10 月份至翌年 2 月较干燥,相对湿度仅 71~75%。

4.1.2.6 雷暴

多年年均雷暴日为 33 天,以夏季(尤以 8 月份)最为频繁,春季次之,秋冬季出现次数较少,月最多雷暴日为 15 天。

4.1.3 海洋水文概况

本报告水文资料引用浙江华东测绘地理信息有限公司 2018 年 9 月编制的《三峡漳浦六鳌 D 区、E 区海上风电场工程海洋水文测验(夏季测次)技术报告》。根据该报告,工程海域于 2018 年 8 月进行夏季大、中、小潮全潮定点水文测验和潮位观测,测验项目为流速、流向、水温、盐度、水体含沙量及水深等。水文观测站位具体位置见表 4-1 和图 4-2。

表 4-1 潮位及定点水文测站位置一览表

测站	位 置				海底高程	
	WGS-84 坐标系，中央经 为 117 °E				1985 国家 高程基准	
	X(m)	Y(m)	B(N)	L(E)	(m)	
临时潮位站 L1	2620737.4	589505.2	23°41.131'	117°52.658'	/	
定 点 水 文	1#	593118.6	2643532.4	23° 53' 28.1"	117° 54' 51.7"	27.3
	2#	584988.4	2616864.3	23° 39' 03.0"	117° 49' 58.8"	45.1
	3#	597747.4	2624233.5	23° 42' 59.9"	117° 57' 30.7"	42.7
	4#	605867.1	2630413.7	23° 46' 18.9"	118° 02' 18.9"	45.2
	5#	606559.3	2634474.4	23° 48' 30.7"	118° 02' 44.4"	35.6
	6#	618687.3	2643843.5	23° 53' 32.1"	118° 09' 55.5"	44.1
	7#	618126.8	2619923.1	23° 40' 34.9"	118° 09' 28.8"	43.4

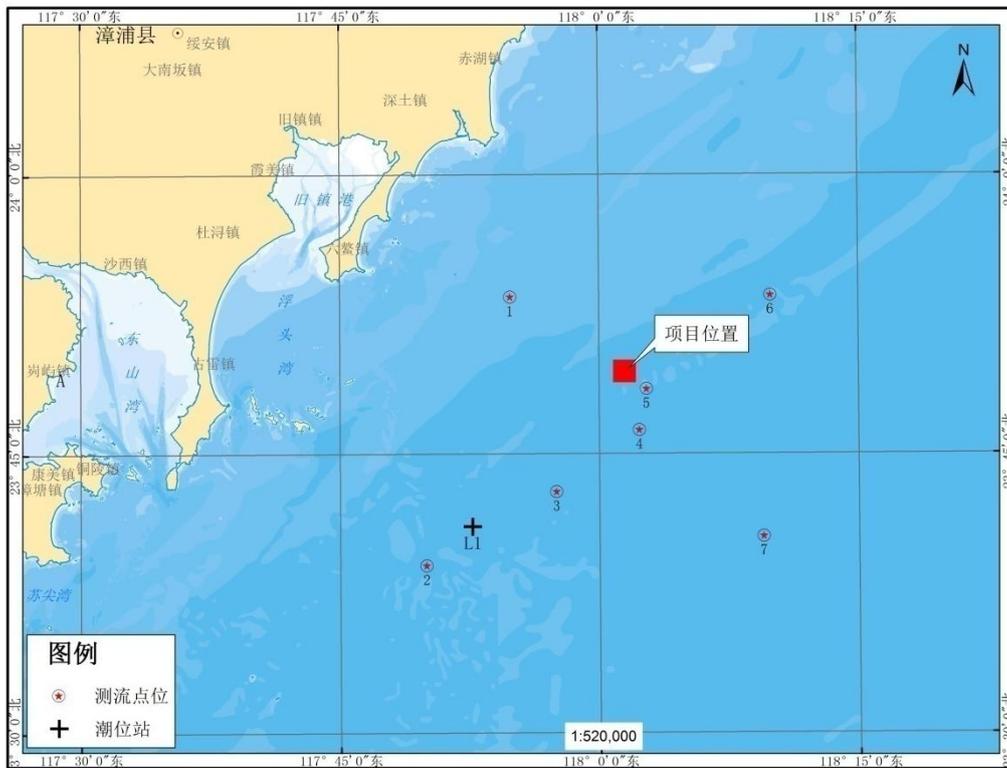


图 4-2 水文测站位置分布示意图

4.1.3.1 潮汐、水位

(1) 潮汐类型

临时站 L1 的潮汐类型指标 $(H_{K1}+H_{O1})/H_{M2}$ 为 0.50，为规则半日潮流；但由于主要浅水分潮 M4 与主要半日分潮 M2 的振幅之比 H_{M4}/H_{M2} 为 0.06，而主要浅水分潮 M4、MS4 和 M6 的振幅之和为 11.67cm，浅海分潮的作用较大，故潮汐性质又应归属为非正规半日浅海潮的类型。

(2) 潮位特征值

临时潮位站各潮位特征统计如表 4-2 所示。其同步一个月的潮位过程线见图 4-3 所示，以便直观反映潮汐变化规律。由图可知，工程水域潮位在一个月內出现两次大潮和两次小潮；而在一日內，又出现两次高潮和两次低潮，呈现明显的半日潮特征。

临时潮位站同步一个月观测的潮位各项特征值为：最大潮差为 3.83m，最小潮差为 1.71m，平均潮差为 2.49m。最高潮位为 2.26m，最低潮位为-1.68m，平均高潮位为 1.72m，平均低潮位为-0.78m，平均潮位为 0.40m。平均涨、落潮历时分别为 6 小时 19 分及 6 小时 5 分，涨潮历时略长于落潮历时。

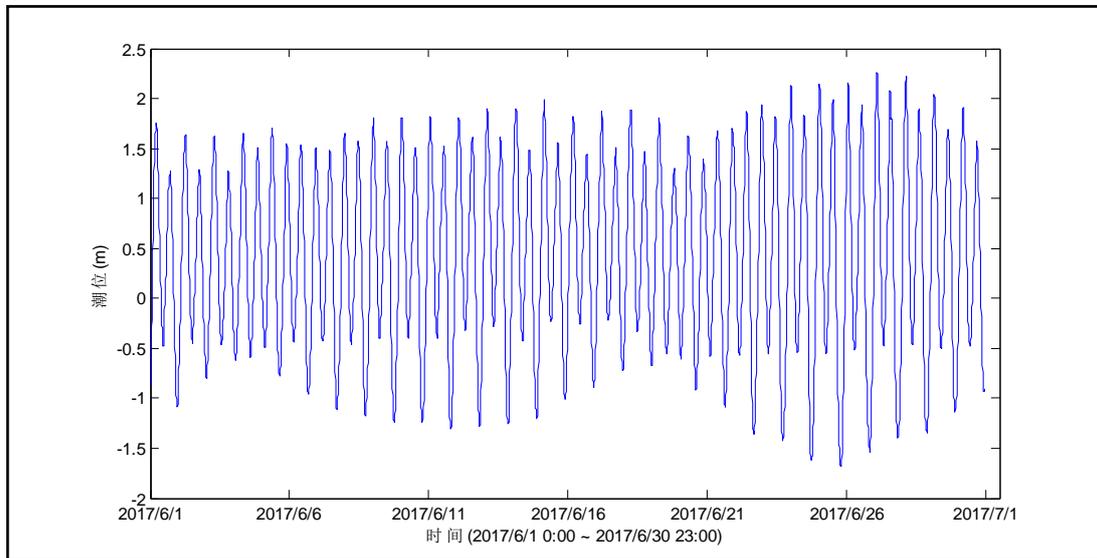


图 4-3 临时潮位站潮位过程线

表 4-2 临时潮位站潮汐特征统计表

(观测日期：2017 年 6 月 1 日 0:00~6 月 30 日 23:00)

站	潮位					潮差			涨落潮历时		
	最高潮位 (m)	最低潮位 (m)	平均高潮位 (m)	平均低潮位 (m)	平均潮位 (m)	最大潮差 (m)	最小潮差 (m)	平均潮差 (m)	平均涨潮历时 (h:min)	平均落潮历时 (h:min)	历时差涨-落 (h:min)
临时站 L1	2.26	-1.68	1.7	-0.78	0.40	3.83	1.71	2.49	6:19	6:05	0:14

(3) 基准面关系

本工程现阶段基面关系采用东山站成果，理论深度基准面位于平均海平面以下 2.1m，平均海平面位于 1985 国家高程以上 0.47m，基面关系见图 4-4。

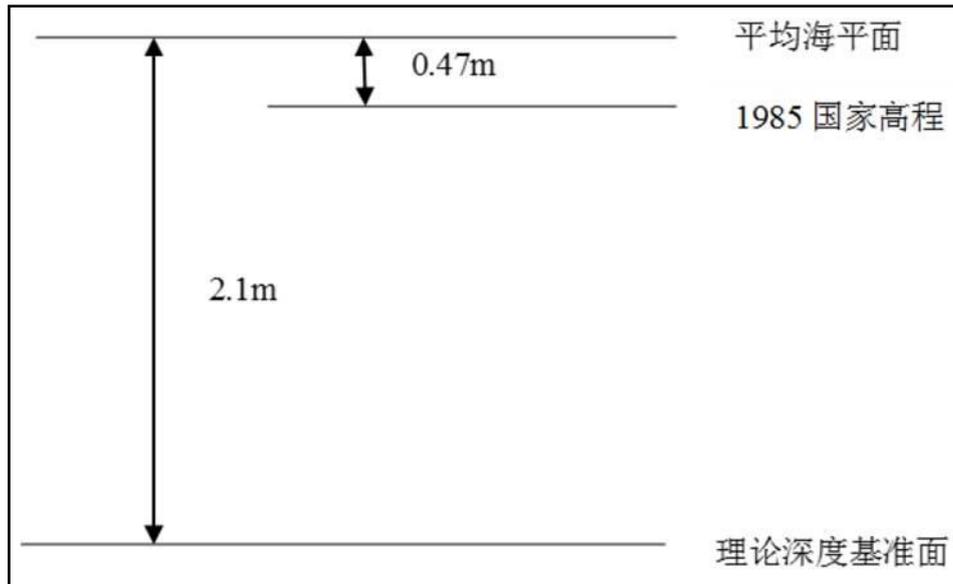


图 4-4 工程海域基面关系示意图

4.1.3.2 潮流

测区位于台湾海峡西南区域，潮流一般表现为平行岸线的往复流，涨潮流多为东北方向，落潮流多为西南方向。测区潮波以 M2 分潮为主，太平洋 M2 分潮波在琉球群岛以南分成向东海和南海的两支潮波：进入东海的这支潮波有一部分转向台湾海峡，形成台湾海峡南行波；进入南海的潮波也有一部分转向台湾海峡，形成台湾海峡北行波。南行波、北行波及福建海岸反射波相干涉，使得本海区潮波主要表现为驻波形式。

(2) 实测潮流特征

① 实测最大流速

为了反映风电场区及其周边水域流况的基本特征，根据半点潮流报表统计出了水文测验期间各个测站的分层和垂线平均最大涨、落潮流速（向）情况，统计结果列于表 4-3 和表 4-4。

表 4-3 实测最大流速 (m/s) 及流向 (o) 统计

潮汛	站号	潮流	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂向	
			流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	
大潮	1	涨	1.0	19	0.8	25	0.9	28	0.9	32	0.7	29	0.7	28	0.8	26
		落	0.7	20	0.8	20	0.8	20	0.7	21	0.6	21	0.6	21	0.7	20
	2	涨	1.1	43	1.0	41	0.9	41	0.9	43	0.8	44	0.6	51	0.9	43
		落	0.6	21	0.6	21	0.6	21	0.6	22	0.7	22	0.4	23	0.6	21
	3	涨	1.1	58	0.9	53	0.9	58	0.9	53	0.7	58	0.6	50	0.8	53
		落	0.7	21	0.7	21	0.7	21	0.6	22	0.6	23	0.5	22	0.6	21
	4	涨	0.9	38	0.9	40	0.8	46	0.8	48	0.7	48	0.6	46	0.8	44
		落	0.8	23	0.7	21	0.7	22	0.7	22	0.7	23	0.6	23	0.6	22
	5	涨	0.9	42	0.8	44	0.7	48	0.7	51	0.7	49	0.5	47	0.7	48
		落	0.7	23	0.7	22	0.6	23	0.6	22	0.6	23	0.5	22	0.6	22
	6	涨	0.9	55	0.8	67	0.7	63	0.6	54	0.6	68	0.5	55	0.7	61
		落	0.6	23	0.5	21	0.5	22	0.5	22	0.5	24	0.4	22	0.5	22
	7	涨	0.9	46	0.8	44	0.8	47	0.8	47	0.7	44	0.5	48	0.8	45
		落	0.7	19	0.7	20	0.7	20	0.7	21	0.7	21	0.6	22	0.6	20
中潮	1	涨	0.8	30	0.8	17	0.8	22	0.8	28	0.8	24	0.7	24	0.7	18
		落	0.6	20	0.6	22	0.6	20	0.6	21	0.6	21	0.5	21	0.6	21
	2	涨	1.2	45	1.2	44	1.1	43	1.0	45	0.9	44	0.6	9	1.0	41
		落	0.4	18	0.3	19	0.3	20	0.4	20	0.4	20	0.3	22	0.3	20
	3	涨	1.1	52	1.0	51	0.9	47	0.9	48	0.8	46	0.7	61	0.9	48
		落	0.4	16	0.4	17	0.3	18	0.3	18	0.3	22	0.4	22	0.3	19
	4	涨	0.9	62	0.8	60	0.8	58	0.8	55	0.7	53	0.4	54	0.7	56
		落	0.4	14	0.4	18	0.4	20	0.4	21	0.4	20	0.4	21	0.4	20
	5	涨	0.8	39	0.9	43	0.9	40	0.8	38	0.7	35	0.7	35	0.8	39
		落	0.5	16	0.5	19	0.5	20	0.6	21	0.6	21	0.5	21	0.5	20
	6	涨	0.8	57	0.9	48	0.8	34	0.8	45	0.7	47	0.6	47	0.7	42
		落	0.4	23	0.5	23	0.6	23	0.6	23	0.6	23	0.6	23	0.6	23
	7	涨	1.0	55	0.9	44	0.8	42	0.8	49	0.9	39	0.9	46	0.9	46
		落	0.6	20	0.6	20	0.6	19	0.6	20	0.5	20	0.5	20	0.6	20
小潮	1	涨	0.7	27	0.5	20	0.5	24	0.5	30	0.5	30	0.5	17	0.5	23
		落	0.4	19	0.3	20	0.4	21	0.4	24	0.4	24	0.3	22	0.3	21
	2	涨	0.6	25	0.6	28	0.5	33	0.5	30	0.5	30	0.4	30	0.5	30
		落	0.2	21	0.2	25	0.2	23	0.2	22	0.2	17	0.3	18	0.2	18
	3	涨	1.0	32	0.8	31	0.6	47	0.6	47	0.6	44	0.5	49	0.6	45
		落	0.1	16	0.2	16	0.2	14	0.3	17	0.3	23	0.3	21	0.2	17
	4	涨	0.9	54	0.7	61	0.7	47	0.7	44	0.5	52	0.4	58	0.6	56
		落			0.1	29	0.2	22	0.2	21	0.3	22	0.4	23	0.1	21
	5	涨	0.9	43	0.8	51	0.8	50	0.8	53	0.5	29	0.4	36	0.7	47
		落					0.2	15	0.2	17	0.2	16	0.3	18	0.2	14
	6	涨	0.8	48	0.7	50	0.6	52	0.5	45	0.5	38	0.3	34	0.5	48
		落	0.3	14	0.3	14	0.2	19	0.2	18	0.2	21	0.2	22	0.2	19
	7	涨	0.6	25	0.6	28	0.5	33	0.5	30	0.5	35	0.4	32	0.5	30
		落	0.3	21	0.2	25	0.2	23	0.2	22	0.2	18	0.3	18	0.2	17

表 4-4 实测平均流速（m/s）及流向（o）统计

潮汛	站号	潮流	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂向	
			流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流	流
大潮	1	涨	0.5	20	0.5	23	0.5	25	0.5	27	0.4	28	0.4	26	0.4	25
		落	0.4	19	0.4	19	0.4	20	0.4	21	0.3	21	0.3	21	0.4	20
	2	涨	0.6	46	0.6	47	0.5	46	0.5	46	0.5	46	0.3	51	0.5	47
		落	0.3	21	0.3	21	0.3	21	0.3	21	0.3	21	0.2	22	0.3	21
	3	涨	0.5	56	0.5	55	0.5	56	0.5	58	0.4	54	0.3	51	0.4	55
		落	0.3	21	0.4	20	0.4	21	0.4	21	0.3	21	0.3	22	0.3	21
	4	涨	0.4	42	0.4	46	0.4	49	0.4	48	0.4	47	0.3	44	0.4	46
		落	0.4	21	0.4	20	0.4	21	0.4	21	0.4	22	0.3	22	0.3	21
	5	涨	0.5	48	0.4	53	0.4	49	0.4	51	0.4	49	0.3	46	0.4	50
		落	0.4	22	0.4	21	0.4	21	0.4	21	0.3	22	0.3	22	0.3	21
	6	涨	0.5	60	0.4	61	0.4	62	0.4	63	0.3	58	0.3	55	0.4	60
		落	0.3	21	0.3	21	0.3	21	0.3	22	0.2	22	0.2	22	0.3	22
	7	涨	0.4	49	0.4	52	0.4	50	0.4	49	0.4	49	0.3	48	0.4	49
		落	0.4	19	0.4	19	0.4	19	0.4	20	0.3	20	0.3	20	0.3	19
中潮	1	涨	0.4	26	0.4	27	0.4	27	0.4	28	0.4	28	0.3	28	0.4	27
		落	0.2	19	0.3	20	0.2	20	0.2	20	0.2	20	0.2	20	0.2	20
	2	涨	0.6	45	0.6	43	0.5	43	0.5	43	0.5	44	0.3	23	0.5	41
		落	0.2	18	0.2	18	0.2	19	0.2	18	0.2	18	0.2	18	0.2	18
	3	涨	0.6	63	0.5	59	0.5	56	0.5	55	0.4	53	0.4	50	0.5	56
		落	0.3	15	0.2	16	0.2	17	0.2	18	0.2	20	0.2	21	0.2	18
	4	涨	0.5	75	0.5	70	0.5	63	0.4	58	0.4	51	0.2	49	0.4	62
		落	0.3	14	0.3	16	0.2	19	0.2	21	0.2	22	0.2	22	0.2	19
	5	涨	0.4	61	0.5	59	0.4	51	0.4	46	0.3	44	0.3	45	0.4	51
		落	0.3	15	0.3	17	0.3	18	0.3	20	0.2	21	0.2	21	0.2	18
	6	涨	0.4	68	0.4	58	0.4	42	0.4	38	0.4	39	0.3	39	0.4	46
		落	0.3	18	0.2	19	0.3	21	0.3	21	0.3	22	0.2	22	0.3	20
	7	涨	0.5	61	0.4	57	0.5	56	0.4	52	0.4	51	0.4	45	0.4	54
		落	0.3	18	0.3	18	0.3	18	0.2	19	0.2	20	0.2	21	0.3	19
小潮	1	涨	0.3	28	0.2	27	0.2	23	0.2	23	0.2	25	0.2	22	0.2	25
		落	0.2	21	0.2	20	0.2	21	0.2	22	0.2	22	0.1	22	0.2	21
	2	涨	0.3	25	0.3	29	0.3	30	0.3	30	0.3	32	0.2	33	0.3	30
		落	0.1	23	0.1	21	0.1	21	0.1	21	0.1	20	0.1	18	0.1	21
	3	涨	0.3	44	0.3	46	0.3	49	0.3	51	0.2	52	0.2	49	0.3	48
		落	0.1	16	0.1	18	0.1	18	0.1	20	0.1	21	0.1	20	0.1	19
	4	涨	0.3	49	0.3	46	0.3	46	0.3	53	0.2	52	0.2	56	0.3	50
		落			0.0	29	0.1	23	0.1	20	0.1	21	0.1	21	0.1	22
	5	涨	0.4	47	0.4	51	0.4	53	0.3	54	0.2	52	0.2	45	0.3	52
		落					0.1	15	0.1	16	0.1	17	0.2	18	0.1	14
	6	涨	0.4	65	0.4	57	0.3	47	0.3	38	0.2	33	0.2	28	0.3	47
		落	0.2	14	0.1	16	0.1	18	0.1	19	0.1	20	0.1	21	0.1	17
	7	涨	0.3	27	0.3	30	0.3	31	0.3	30	0.3	32	0.2	34	0.3	30
		落	0.1	23	0.1	21	0.1	21	0.1	21	0.1	20	0.1	19	0.1	20

水文测验期间，实测最大涨潮流速为 1.26m/s（45°），出现在中潮期间 2#

测站表层，最大落潮流速为 0.85m/s（209°），出现在大潮期间 1#测站 0.4H 层。

②流速的涨、落潮变化

水文测验期间，各测站涨潮流强于落潮流，全水域涨、落潮流平均流速差为 0.16m/s。1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站最大垂向平均涨潮流速分别为 0.84m/s、1.04m/s、0.94m/s、0.81m/s、0.85m/s、0.76m/s、0.91m/s，最大垂向平均落潮流速分别为 0.71m/s、0.62m/s、0.61m/s、0.68m/s、0.65m/s、0.61m/s、0.68m/s。

③流速的大、中、小潮变化

潮流强度与潮汛密切相关，水文测验期间各测站大、中潮期间潮流流速明显大于小潮期间。

水文测验期间，1#测站大、中、小潮最大流速分别为 1.04m/s、0.89m/s 和 0.72m/s，2#测站大、中、小潮最大流速分别为 1.11m/s、1.26m/s 和 0.68m/s，3#测站大、中、小潮最大流速分别为 1.15m/s、1.16m/s 和 1.01m/s，4#测站大、中、小潮最大流速分别为 0.98m/s、0.90m/s 和 0.90m/s，5#测站大、中、小潮最大流速分别为 0.97m/s、0.98m/s 和 0.91m/s，6#测站大、中、小潮最大流速分别为 0.98m/s、0.95m/s 和 0.85m/s，7#测站大、中、小潮最大流速分别为 0.98m/s、1.03m/s 和 0.69m/s。

④流速的平面分布

图 4-5 反映了各测站大、中、小潮期间平均流速对比情况。

大潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站平均流速分别为 0.46m/s、0.47m/s、0.44m/s、0.42m/s、0.42m/s、0.38m/s、0.45m/s；中潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站平均流速分别为 0.41m/s、0.48m/s、0.44m/s、0.39m/s、0.41m/s、0.39m/s、0.43m/s；小潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站平均流速分别为 0.26m/s、0.25m/s、0.28m/s、0.26m/s、0.33m/s、0.28m/s、0.25m/s。1#、2#、3#、5#、6#、9#测站全潮平均流速分别为 0.38m/s、0.40m/s、0.39m/s、0.36m/s、0.39m/s、0.35m/s、0.38m/s。西南侧的 2#测站流速相对较大，东南侧 7#测站流速相对最小。

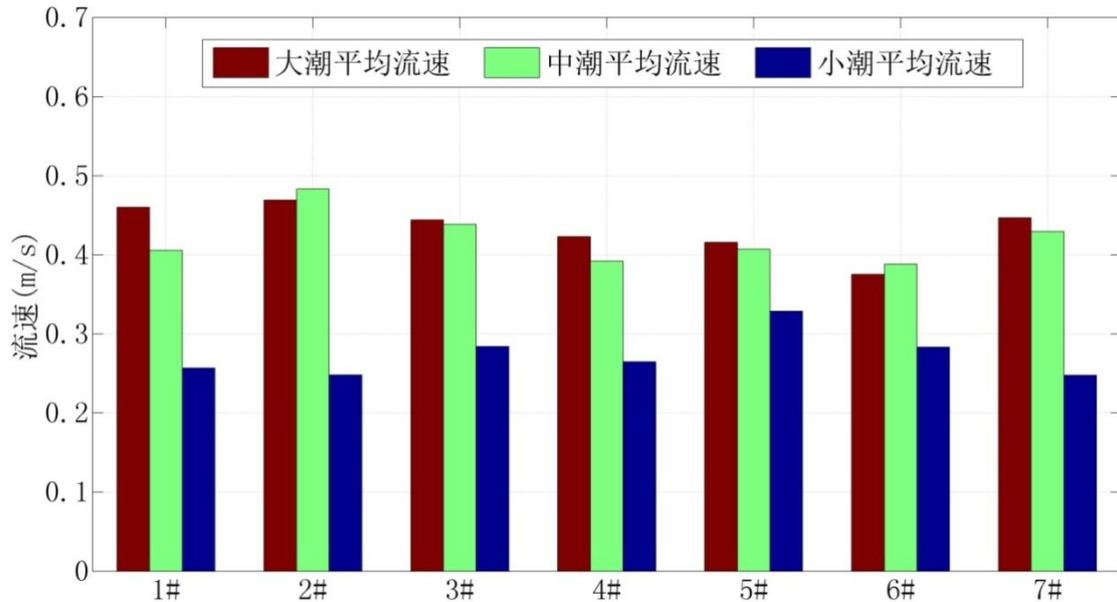


图 4-5 水文测验期间各测站平均流速对比情况

⑤流速的垂向变化

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，水文测验期间表、中、底层平均流速比约为 1.39: 1.23: 1.00。

水文测验期间，1#测站表、中、底层最大流速分别为 1.04m/s、0.90m/s 和 0.72m/s，2#测站表、中、底层最大流速分别为 1.11m/s、0.94m/s 和 0.61m/s，3#测站表、中、底层最大流速分别为 1.15m/s、0.92m/s 和 0.65m/s，4#测站表、中、底层最大流速分别为 0.98m/s、0.83m/s 和 0.64m/s，5#测站表、中、底层最大流速分别为 0.97m/s、0.78m/s 和 0.59m/s，6#测站表、中、底层最大流速分别为 0.98m/s、0.68m/s 和 0.53m/s，7#测站表、中、底层最大流速分别为 0.98m/s、0.85m/s 和 0.63m/s。

(3) 实测流向特征

水文测验期间，风电场区各测站大、中、小潮流向频率分布列于表 4-5。

风电场区各测站涨、落潮流方向为东北-西南向，涨潮流为东北向，落潮流为西南向。近岸的 1#测站出现频率最高的涨潮流流向为 NNE，出现频率最高的落潮流流向为 SSW；中部 5#测站和离岸 7#测站出现频率最高的涨潮流流向为 NE，出现频率最高的落潮流流向为 SSW；其余测站出现频率最高的涨潮流流向为 NE，出现频率最高的落潮流流向为 SW。

表 4-5 水文测验期间各站垂向平均流向在 16 个方位上出现的频率统计

方位 \ 站位	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
N	1.9%	0.6%	0.6%	1.9%			1.3%
NNE	45.9%	15.1%	2.5%	1.3%	3.1%	2.5%	13.2%
NE	5.0%	38.4%	37.7%	35.8%	38.4%	34.6%	29.6%
ENE	2.5%	3.8%	15.1%	14.5%	13.2%	17.0%	8.2%
E	1.9%	3.1%	6.3%	6.3%	6.3%	5.7%	3.8%
ESE	1.9%	1.3%	3.1%	1.9%	5.7%	2.5%	0.6%
SE	0.6%	1.9%	3.8%	2.5%	3.8%	2.5%	3.8%
SSE	1.3%	2.5%	2.5%	2.5%	5.0%	4.4%	1.3%
S	3.1%	6.3%	8.2%	5.7%	6.3%	5.0%	6.9%
SSW	23.9%	10.7%	6.9%	13.2%	9.4%	11.3%	23.9%
SW	6.9%	12.6%	11.9%	13.2%	8.8%	13.2%	3.8%
WSW	1.9%	2.5%	1.3%	1.3%		1.3%	2.5%
W	1.3%	1.3%					0.6%
WNW							
NW	0.6%						0.6%
NNW	1.3%						

(4) 涨、落潮历时

水文测验期间，7 个水文测站大、中、小潮期间平均涨、落潮流历时统计见表 4-6，表中涨、落潮流历时是以潮流流向主要判断依据而进行统计的。可以看出，各测站均为涨潮流历时长于落潮流历时，且随着大中小潮的更迭，涨落潮流历时差呈逐渐增大的趋势。

大潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站平均涨落潮流历时差分别为 57min、81min、85min、62min、50min、76min、73min。中潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站平均涨落潮流历时差分别为 178min、310min、270min、158min、158min、124min、107min。小潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站平均涨落潮流历时差分别为 169min、205min、299min、263min、457min、278min、213min。

大、中、小潮全水域平均涨潮流历时分别为 6h45min、7h38min、8h23min，平均落潮流历时分别为 5h35min、4h31min、3h54min，平均涨落潮流历时差分别为 1h09min、3h07min、4h29min。

表 4-6 水文测验期间平均涨、落潮流历时统计

测站	大潮			中潮			小潮		
	涨潮	落潮	历时差	涨潮	落潮	历时差	涨潮	落潮	历时差
1#	6:37	5:39	0:57	7:33	4:35	2:58	7:29	4:39	2:49
2#	6:53	5:31	1:21	8:42	3:31	5:10	7:49	4:24	3:25
3#	6:53	5:28	1:25	8:19	3:49	4:30	8:40	3:41	4:59
4#	6:42	5:40	1:02	7:24	4:45	2:38	8:24	4:00	4:23
5#	6:31	5:40	0:50	7:25	4:46	2:38	10:00	2:22	7:37
6#	6:50	5:33	1:16	7:07	5:03	2:04	8:27	3:48	4:38
7#	6:47	5:34	1:13	6:57	5:10	1:47	7:56	4:22	3:33

(5) 余流

余流反映了涨落潮流中的不对称现象，余流乃指消除周期性潮流后的一种相对稳定的流动，它主要由地形、气象、径流等因素产生。由于受分析方法和计算资料序列的限制，表 4-7 列出的余流值可能包含了部分未被分离的潮流成份，但仍可由此获取某些统计性的认识。

表 4-7 余流值 (m/s) 及方向 (°) 统计

站号	潮次	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂向平	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
1#	大	0.11	28	0.05	71	0.06	25	0.10	20	0.11	18	0.13	17	0.09	26
	中	0.17	30	0.15	30	0.17	30	0.18	29	0.17	29	0.11	25	0.16	28
	小	0.14	26	0.10	23	0.11	10	0.11	9	0.11	12	0.10	9	0.11	15
2#	大	0.24	49	0.20	53	0.16	56	0.15	57	0.12	57	0.07	68	0.16	55
	中	0.49	47	0.44	47	0.40	47	0.36	49	0.33	51	0.20	27	0.37	47
	小	0.16	17	0.17	28	0.17	30	0.16	30	0.14	36	0.11	45	0.15	30
3#	大	0.16	81	0.17	84	0.16	85	0.15	83	0.12	74	0.07	66	0.14	81
	中	0.46	71	0.41	68	0.36	65	0.32	64	0.25	60	0.18	55	0.33	65
	小	0.33	46	0.28	49	0.24	52	0.16	58	0.13	58	0.12	57	0.21	52
4#	大	0.03	128	0.09	87	0.11	76	0.10	66	0.09	59	0.03	60	0.08	73
	中	0.46	88	0.34	87	0.26	81	0.20	71	0.14	56	0.05	58	0.23	79
	小	0.40	49	0.33	45	0.20	43	0.13	64	0.07	70	0.05	82	0.19	51
5#	大	0.07	71	0.11	87	0.08	75	0.10	74	0.08	63	0.03	63	0.08	75
	中	0.35	82	0.31	78	0.23	72	0.17	60	0.11	52	0.11	57	0.21	71
	小	0.45	47	0.45	51	0.33	57	0.25	63	0.17	67	0.10	80	0.29	57
6#	大	0.17	77	0.14	84	0.13	90	0.12	90	0.09	78	0.06	70	0.12	84
	中	0.24	93	0.20	85	0.15	49	0.14	37	0.12	37	0.09	31	0.14	60
	小	0.41	68	0.29	66	0.21	54	0.16	45	0.12	35	0.09	22	0.20	55
7#	大	0.14	100	0.18	92	0.16	87	0.14	84	0.12	85	0.07	104	0.14	90
	中	0.28	89	0.21	94	0.22	86	0.18	74	0.18	66	0.12	53	0.19	81
	小	0.16	21	0.17	29	0.17	29	0.15	28	0.13	33	0.12	44	0.15	30

水文测验期间，余流大小分布特征为：中潮期间余流流速最大，其次为小潮期间，大潮期间余流流速最小。大潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站垂

向平均余流分别为 0.09m/s、0.16m/s、0.14m/s、0.08m/s、0.08m/s、0.12m/s、0.14m/s；中潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站垂向平均余流分别为 0.16m/s、0.37m/s、0.33m/s、0.23m/s、0.21m/s、0.14m/s、0.19m/s；小潮期间，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站垂向平均余流分别为 0.11m/s、0.15m/s、0.21m/s、0.19m/s、0.29m/s、0.20m/s、0.15m/s。全水域大、中、小潮平均余流分别为 0.12m/s、0.23m/s、0.19m/s。

水文测验期间，余流方向分布特征为：大、中、小潮余流方向均为东北向，且随着大、中、小的更迭，余流方向主要呈逆时针向旋转。

（6）潮流可能最大流速

潮流可能最大流速按“规范”由下式计算：

$$V_{max}^p = 1.295V_{m2}^p + 1.245V_{s2}^p + V_{k1}^p + V_{01}^p + V_{M4}^p + V_{MS4}^p$$

式中 V_{M2}^p 、 V_{s2}^p 、 V_{k1}^p 、 V_{01}^p 、 V_{m4}^p 、 V_{ms4}^p 分别为各分潮流的椭圆长半轴矢量。

潮流可能最大流速计算统计结果见表 4-8。根据水文观测的潮流调和和分析结果，1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#测站潮流可能最大垂向平均流速分别为 0.92m/s、1.05m/s、0.91m/s、0.92m/s、0.98m/s、0.80m/s、0.89m/s。

潮流可能最大流速的平面分布与实测流速的平面分布较为一致，可能最大流速量值上大于实测最大流速，潮流可能最大流速的流向与各个测站大潮期间实测主流向基本一致，从而表明可能最大潮流计算结果具有一定的参考价值。

表 4-8 潮流可能最大流速（m/s）及流向（°）统计

站号	表层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层		垂向平均	
	流速	流向												
1#	1.12	20	1.00	21	0.99	29	0.96	31	0.89	32	0.78	31	0.92	27
2#	1.21	35	1.16	36	1.08	36	1.05	38	1.00	38	0.76	33	1.05	38
3#	1.22	44	1.09	45	0.94	39	0.91	40	0.86	43	0.73	38	0.91	41
4#	1.05	42	0.91	43	0.86	41	0.98	48	0.80	41	0.67	41	0.92	45
5#	1.08	38	1.03	41	0.96	38	1.03	45	0.86	39	0.75	38	0.98	42
6#	1.03	44	0.97	47	0.90	41	0.83	38	0.77	37	0.67	36	0.80	38
7#	1.10	33	0.96	34	0.95	39	0.89	37	0.89	40	0.73	34	0.89	34

4.1.3.2 波浪

（1）波浪特征

东山海洋站采用岸用测波仪观测，每日 08、11、14、17 时四次观测。对该站 1999~2001 年的波浪观测资料进行分级分方向统计发现，常浪向为 ENE，频率为 22.1%，次常浪向为 E、SE，频率为 18.5%。强浪向 ENE、S，最大波高为

2.4m。次强浪向 NNE、NE，最大波高为 2.0m，平均波高 0.4m。平均周期为 4.1s，最大平均波高为 0.6m。ENE、E 向风浪、涌浪频率比为 62:38。出现最多的浪是 0~2 级，频率为 83.3%，静浪频率为 1.9%。

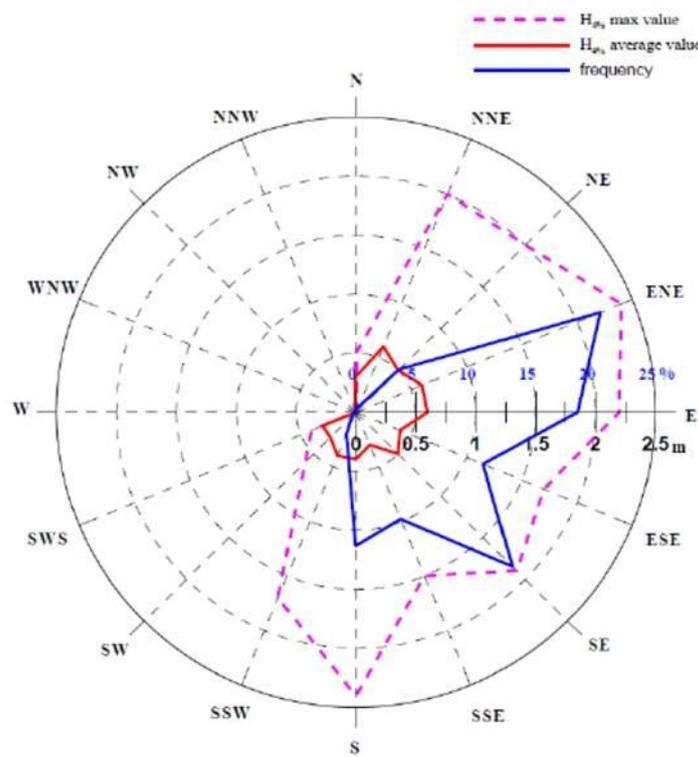


图 4-6 东山海洋站波浪玫瑰图

(2) 设计波浪要素

工程场区设计波浪要素见表 4-9 和表 4-10。

表 4-9 50 年一遇设计波要素

水位	传入波向	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H (m)	T (s)	L (m)
极端高水位	NE-ENE	12.32	10.62	10.31	8.8	5.77	10.07	142.47
	E-ESE	12.9	11.14	10.82	9.25	6.08	9.84	137.37
	SE-SSE	11.93	10.27	9.97	8.5	5.56	10.11	143.27
极端低水位	NE-ENE	10.79	9.31	9.04	7.72	5.07	9.43	124.27
	E-ESE	11.28	9.75	9.47	8.1	5.33	9.26	120.82
	SE-SSE	10	8.6	8.35	7.11	4.64	9.4	123.74

表 4-10 5 年一遇设计波要素

水位	传入波向	H _{1%} (m)	H _{4%} (m)	H _{5%} (m)	H _{13%} (m)	H (m)	T (s)	L (m)
极端高水位	NE-ENE	7.26	6.17	5.98	5.02	3.21	7.95	96.22
	E-ESE	7.87	6.71	6.5	5.47	3.5	7.72	91.13

	SE-SSE	6.75	5.74	5.55	4.66	2.97	9.2	123.43
极端低 水位	NE-ENE	6.51	5.54	5.36	4.51	2.89	7.66	88.45
	E-ESE	6.97	5.94	5.75	4.85	3.11	7.32	81.55
	SE-SSE	5.85	4.97	4.81	4.04	2.57	7.7	89.3

4.1.3.3 泥沙

(1) 水体含沙量

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上的水体含沙量变化很大。

实测最大含沙量为 $18.6 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3$ ，出现在小潮汛 3#测站底层；实测最小含沙量为 $0.1 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3$ ，出现在中潮汛 4#测站表层。垂线平均含沙量介于 $1.6 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3 \sim 4.3 \times 10^{-3} \text{kg/m}^3$ 。

观测期间，大潮汛含沙量最大，中、小潮汛含沙量较小，但无论大、中、小潮，由于测区含沙量整体较小，含沙量变化并不明显。

输沙通量分别介于 $15.62 \sim 115.80 \text{kg/m}^2$ 潮周，大潮输沙通量大于中潮大于小潮。在输沙通量方向上，各测站基本以涨潮流方向为主，与余流方向较为一致。

(2) 悬浮体粒度

悬沙中值粒径在特征值上表现为：最大中值粒径为 0.0595mm ，发生在小潮汛 6#测站；最小中值粒径为 0.0102mm ，发生在中潮汛 2#测站。悬沙中值粒径在潮流上表现为：小潮最大，中潮及大潮较小。小潮汛，悬沙中值粒径介于 $0.0186 \sim 0.0595 \text{mm}$ ，平均值为 0.0283mm ；中潮汛，悬沙中值粒径介于 $0.0102 \sim 0.0350 \text{mm}$ ，平均值为 0.0217mm ；大潮汛，悬沙中值粒径介于 $0.0113 \sim 0.0294 \text{mm}$ ，平均值为 0.0211mm 。值得一提的是，小潮汛风浪较大，波高最高可达 2.5m 。

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)所规定的粒径分类，对测区各垂线的悬沙粒径级配进行分类，属于细粉砂~粗粉砂范畴，且以中粉砂居多。细粉砂出现在 2#测站大、中潮汛，粗粉砂出现在 6#测站中、小潮汛。

测验期间，平均粒径在 $4.55 \sim 6.22$ 之间，平均值为 5.46 ；悬沙分选系数变化范围为 $2.30 \sim 2.74$ ，平均值为 2.54 ；大、中、小潮汛，偏态分别介于 $-0.07 \sim 0.21$ 、 $-0.11 \sim 0.23$ 、 $-0.28 \sim 0.09$ ；峰态分别介于 $0.80 \sim 0.97$ 、 $0.75 \sim 1.07$ 、 $0.79 \sim 0.95$ 。

4.1.3.4 海床稳定性分析

对比分析依据中国人民解放军海军司令部航海保证部1999年出版、1984年测量的1:10万海图“东碇岛至古雷头（14310#）”一幅和2018年测量的海上风电场址周边海域水深资料。绘制出图4-7所示的测风塔周边海域15年冲淤厚度图（1969~1984）。

工程区域整体处于弱冲刷状态，仅工程区西南侧中部区域（图中红色和褐色区域）为弱淤积状态，1984~2018年间淤积厚度为0~2.4m，淤积速率为0~0.07m/a。工程区东南侧和西北侧（图中黄色区域）为弱冲刷状态，1984~2018年间冲刷深度为0~1.5m，冲刷速率为0~0.04m/a。厂址区域东北部以及边缘局部区域为冲刷状态，1984~2018年间冲刷深度为1.5~5m，冲刷速率为0.04~0.15m/a，东北部局部区域1984~2018年冲刷深度为5~8m，冲刷速率为0.15~0.24m/a。

工程区整体处于弱冲刷状态，东南侧局部区域为弱淤积，对项目建设影响较小，项目选址区域的冲淤环境适宜项目建设。

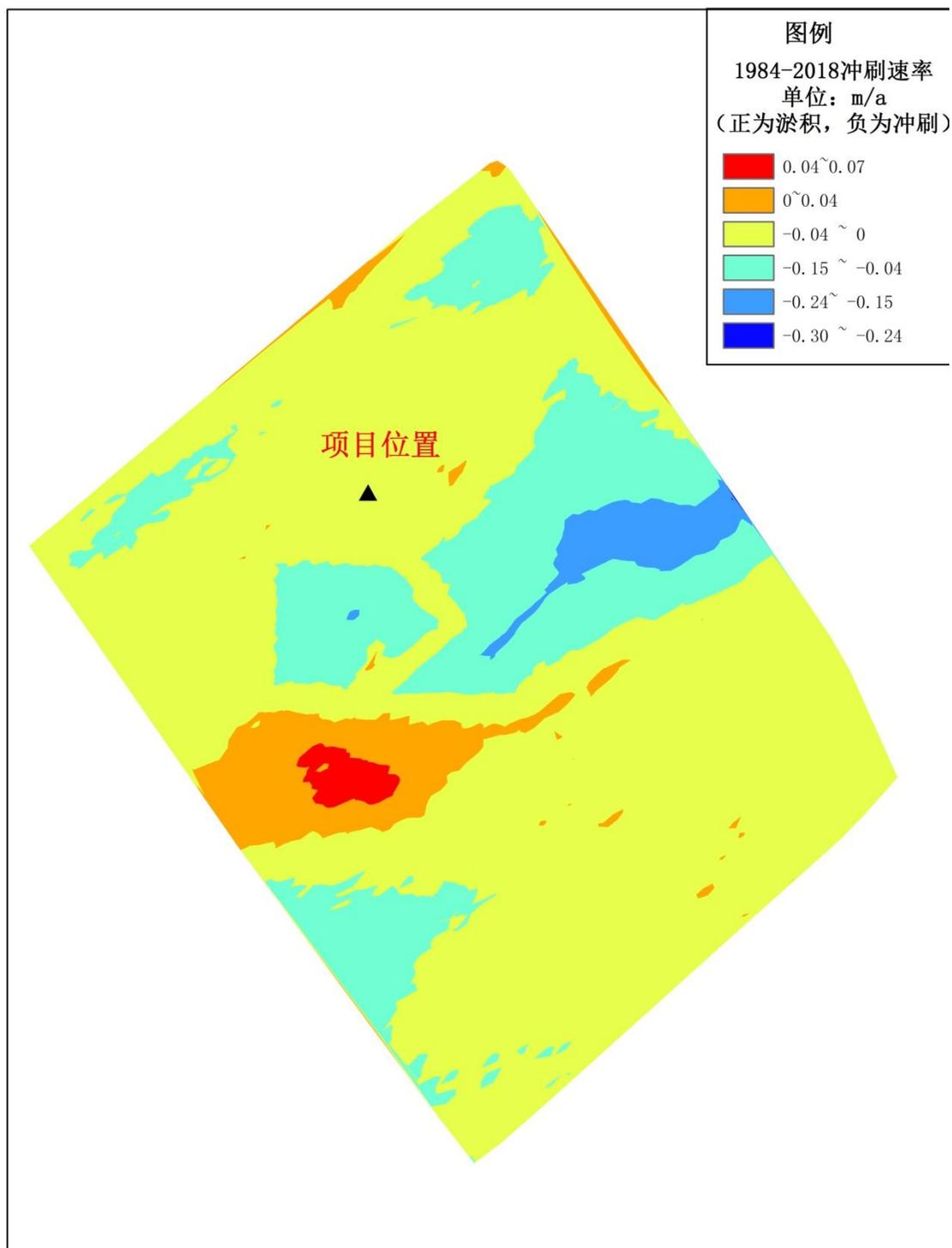


图 4-7 测风塔周边海域 15 年冲淤厚度图（1969~1984）

4.1.4 工程区地质条件及地形地貌

漳浦六鳌 D 区海上风电场位于漳浦县外海海域。地处闽南金三角的南部，东临台湾海峡，南望东山、汕头，北接漳州、厦门。如图 4-8 所示，本项目位于

位于六鳌海岸线以东约 27.5 公里处，海底高程为-31.08~-45.19m，该区域水下地形相对平缓。

根据钻探揭示，工程区上部为第四系沉积土层，自上而下可划分 8 大层，现将各土层分述如下：

①层淤泥混砂：灰色，流塑，土质不均匀，含较多粉砂及贝壳碎片。该层层底埋深 6.60m，层底标高-45.25m，层厚 6.60m。

②层粉土夹粘性土：灰色；中密~密实；饱和；粘性土呈可塑状，粉土与粘性土比例约为 2：1。层底埋深 13.10m，层底标高-51.75m，层厚 6.50m。

③层粉质粘土与细砂互层：灰色；很湿；粉质粘土呈可塑状，细砂呈稍密状，其中 13.1~18.2 米粉质粘土与细砂比例约为 3：1，下部夹砂较少。层底埋深 25.80m，层底标高-64.45m，层厚 12.70m。

④层细砂：灰色；密实；砂质不纯，级配一般，含少量贝壳。层底埋深 34.00m，层底标高-72.65m，层厚 8.20m。

⑤层粗砂：灰色；密实；砂质不纯，含少量碎贝壳。层底埋深 40.30m，层底标高-78.95m，层厚 6.30m。

⑥层粘土：灰色；可塑；土质较均匀，40.3~45.0m 粘性土与粉砂比例约为 3：1，45 米以下夹薄层状粉砂，层厚约 1~2mm，切面稍光滑。层底埋深 55.50m，层底标高-94.15m，层厚 15.20m。

⑦层粉砂：灰色；密实；砂质不纯，级配一般，含少量碎贝壳。揭露层厚 3.20m，该层未钻穿。

本测风塔 D 区场址未发现活动性断裂通过，区域构造稳定性为相对稳定地区；根据本次勘探揭露，场区覆盖层厚度较大，主要以粘性土、砂土为主，中下部土质较好，适宜本工程测风塔建设。

工程勘探孔平面布置图见图 4-9，各土层分布情况及层位关系、详细描述见图 4-10。

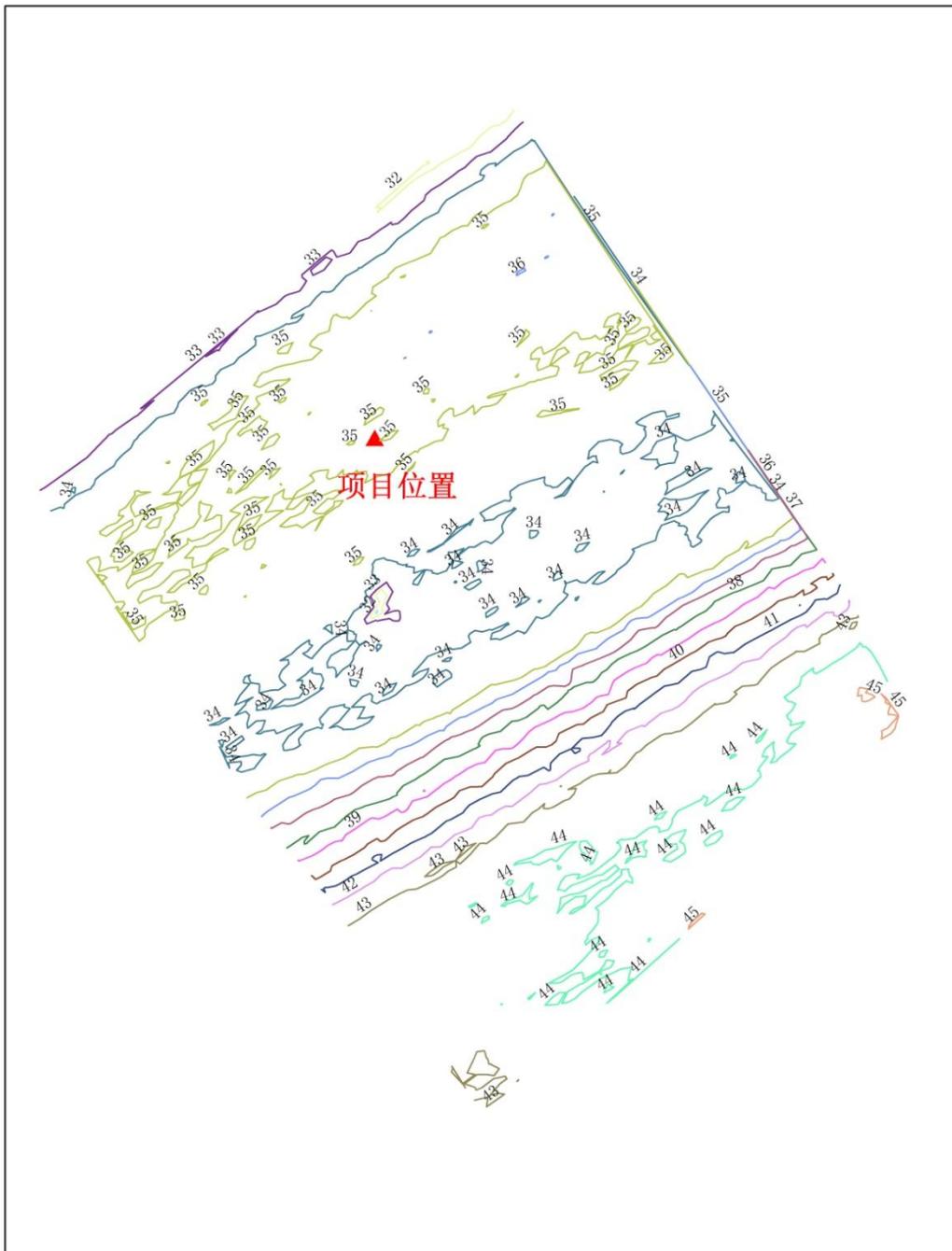


图 4-8 工程区附近水深地形图（1985 国家高程基准）

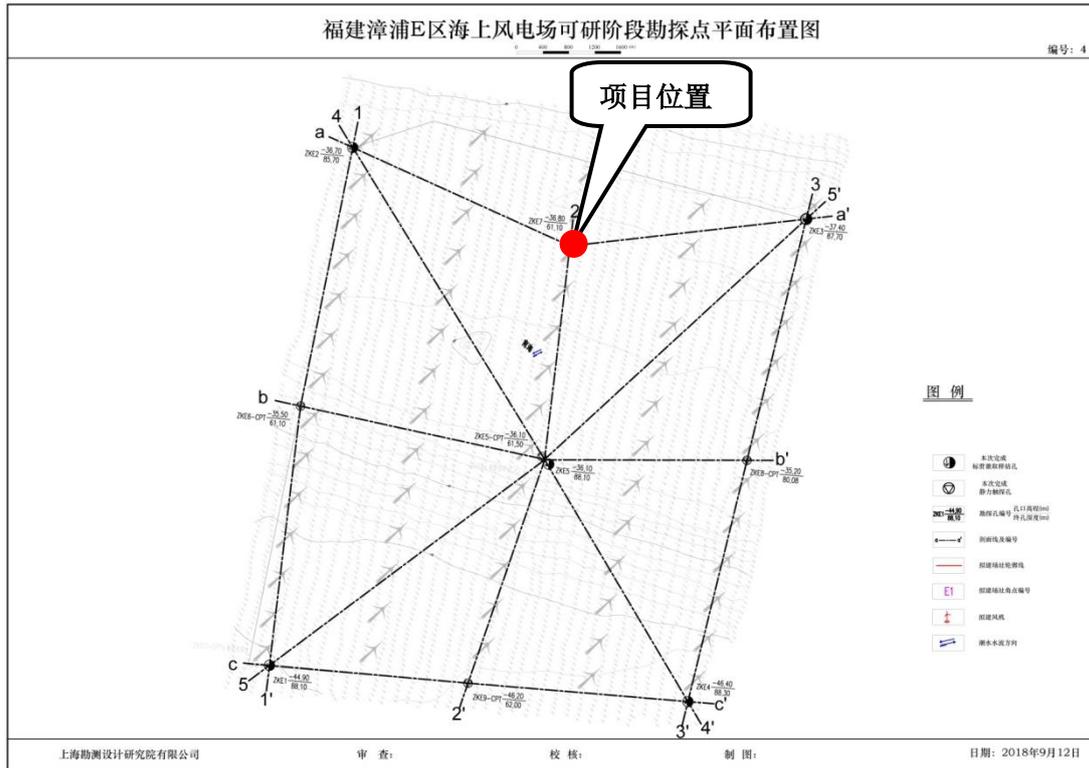


图 4-9 漳浦六鳌 D 区 4 号测风塔勘探孔平面位置图

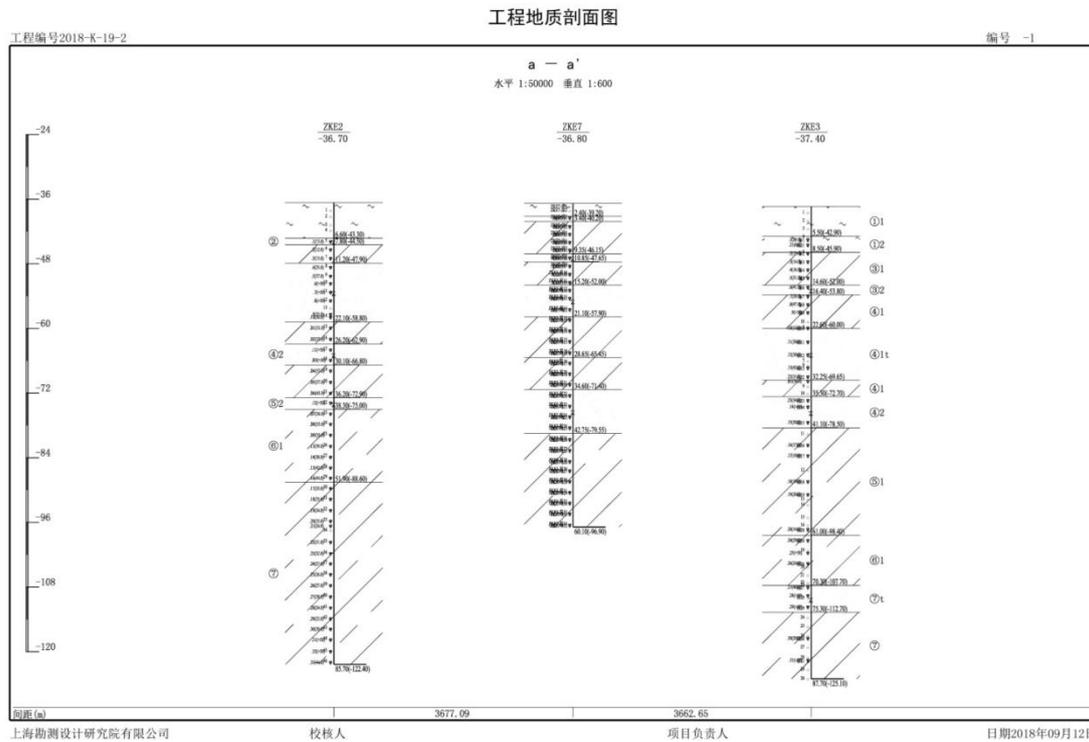


图 4-10-1 项目工程地质剖面图 a-a'

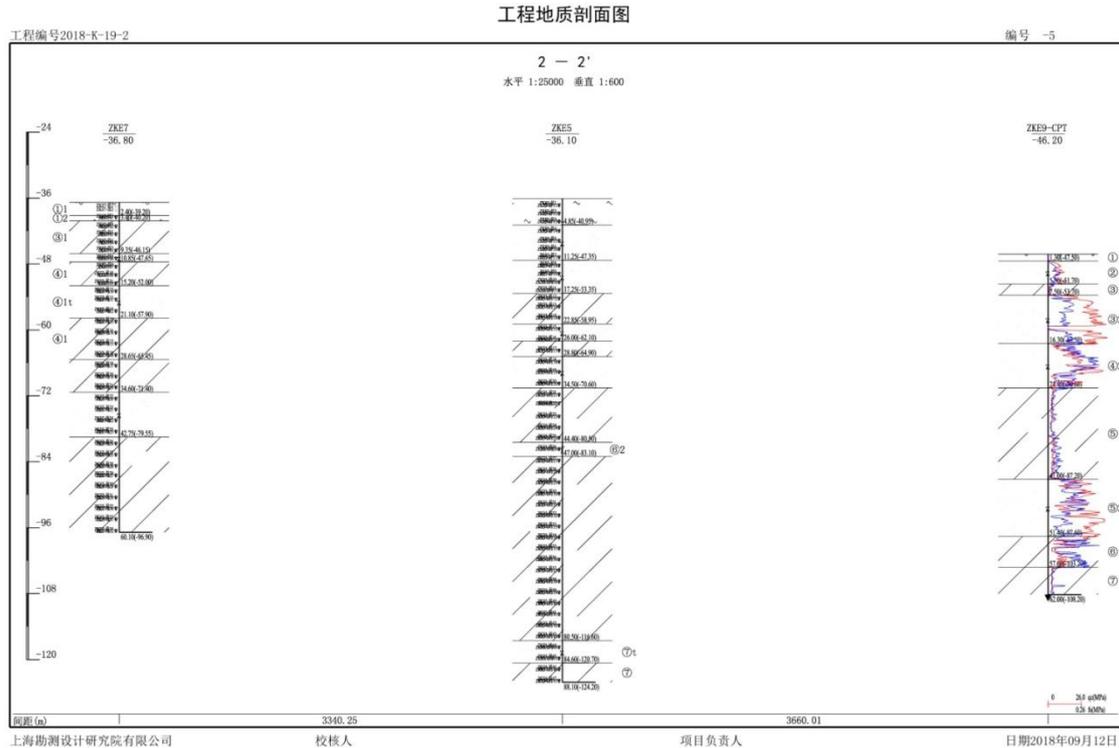


图 4-10-2 项目工程地质剖面图 2-2'

4.1.5 自然灾害

台风、风暴潮是福建省海岸带地区的主要灾害性天气。

(1) 台风

据统计，漳浦的台风活动最频繁的月份在 7~10 月，4 个月间对县境有影响的台风占全年的 78%。

根据 2017 年 2 月《福建省海上风电场工程规划报告》（报批版），通过对 1959~2009 年共 51 年影响中国近海的热带气旋进行统计分析，历年正面登陆福建沿海的（范围为浙江温州以南广东汕尾以北）共 136 场。其中正面登陆漳浦六鳌风电场的热带气旋有 11 个，其中强台风有 2 个，台风 1 个，强热带风暴 2 个，热带风暴 2 个，热带低压 1 个；影响漳浦六鳌风电场的热带气旋有 31 个，其中超强台风 1 个，强台风 2 个，台风 14 个，强热带风暴 7 个，热带风暴 2 个，热带低压 5 个。

(2) 风暴潮

当台风袭击时适逢大潮，便造成风暴潮。1950 年-1990 年的 40 年间共发生风暴潮 32 次，严重时可引起巨浪，潮位猛升，造成海堤被毁、田园被淹。

4.1.6 地震

本工程临近海岸的陆域场地设计基本地震加速度为 0.15g，抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组为第三组。拟建场地位于海域且海况复杂，场地又分布有中等液化砂性土，故拟建场地应按抗震不利地段考虑。

4.2 社会经济概况

漳浦县面积 2146km²，约 86 万人口。漳浦交通路网便捷配套，沈海高速在漳浦设有 3 个互通口，国道、省道过境而过，县道四通八达，筹建中的沪深高速铁路贯穿漳浦，并将铺设古雷港支线。漳浦海岸线长 267km，居福建省第二，拥有众多港口、岛屿，其中古雷港是全国八大深水良港之一，具有水深、避风、航道宽、腹地大、淡水足等天然优势，重点发展石化、造船、冶炼、造纸等临港工业大项目。沿全县 267km 海岸线，布局石化、电力、风电装备、游艇船舶、光伏玻璃、健身器材等临港工业项目。引进了大唐集团、湖南湘电等国内知名企业，天福、台玻、东元电机、腾龙芳烃、翔鹭石化等台资大项目，全力打造“四大基地”。

2018年，全县全年实现地区生产总值438.13亿元，比上年增长8.6%。其中，第一产业增加值75.85亿元，增长4.4%；第二产业增加值174.79亿元，增长9.5%；第三产业增加值187.49亿元，增长8.6%。人均地区生产总值52136元，比上年增长7.5%。全年一般公共预算总收入32.59亿元，比上年增长10.1%；农林牧渔业完成总产值138.24亿元，增长4.3%；全部工业增加值134.78亿元，增长9.7%；建筑业实现增加值40.03亿元，增长6.0%。全年固定资产投资338.52亿元，比上年增长31.3%，其中房地产投资完成额51.03亿元，增长87.6%。全年社会消费品零售总额130.34亿元，比上年增长14.3%。全年进出口总额83.25亿元，比上年增长43.9%。全年交通运输、仓储和邮政业实现增加值24.48亿元，比上年增长4.0%。全年全县居民人均可支配收入26203元，比上年增长8.5%。

4.3 海域资源

4.3.1 渔业资源

漳浦县是一个水产养殖大县，目前，全县开发水产养殖面积 29.6 万亩，其

中，形成规模特色的品种有对虾 6.5 万亩、吊养牡蛎 5 万亩、花蛤 4 万亩、紫菜 3 万亩、青蟹 2 万亩、泥蚶、缢蛏、海带各 1 万亩、网箱养鱼 1.3 万口，工厂化鲍鱼养殖 50 万平方米，形成前亭、佛昙鱼、虾、泥蚶为主，六鳌紫菜、霞美牡蛎、古雷鲍鱼、沙西青蟹 5 大特色养殖带，初步建成对虾、牡蛎、青蟹、花蛤、缢蛏、紫菜、工厂化养鲍、海水网箱、泥蚶、海带等十大水产养殖基地。同时，鼓励与支持开发浅海养殖，全县浅海吊养鲍鱼 3 亿粒，取得了良好的成效。

4.3.2 港口资源

本工程所处的漳州市拥有海岸线 715km，居福建省第三位。漳州港是国家一类开放口岸，辖区内有漳州港的古雷、东山、云霄、诏安四个港区和厦门湾的招银、后石和石码共七个港区。至 2007 年底，漳州市已建成生产性泊位 60 个，生产性岸线长 6073.2m，其中万吨级以上泊位 9 个、沿海航道 70km，年吞吐量 3000 万吨，集装箱 30 万 TEU。其中，古雷港区是中国八大天然深水良港之一，深水岸线资源丰富，可利用长度约 4.8km，可规划建设 1 万至 25 万吨级顺岸式泊位 35 个。

由于本测风塔工程主要为外海作业，港口码头是项目施工期间的最重要的交通运输资源，本工程近岸侧即位于古雷港区的漳浦六鳌作业区，港口资源条件优越。

六鳌作业区，规划形成码头岸线长 2.4km，可建生产性泊位 14 个，其中深水泊位 8 个，通过能力约 1100 万吨。作业区陆域纵深 1000~1600m，后方陆域面积为 300 万 m²。现阶段古雷作业区六鳌作业区拥有 3000 吨级杂货泊位 1 座，正在建设 3000 吨级泊位 2 座，主要货物种类是硅砂。

4.3.3 盐业资源

截至 1989 年底，漳浦县有 2 个国营盐场和 17 个集体盐场。国营盐场有漳浦盐场和杜浔盐场。漳浦盐场场址在竹屿，1989 年进行盐田的扩建，盐田 7163.1 亩，年产盐 5.63×10⁴t，被省政府授予“省级先进企业”，是全省三大盐场之一，是全国八大盐业基地之一。杜浔盐场拥有盐田 1911.45 亩，1989 年产盐 9500t。漳浦两个国营盐场占全县盐田总面积的 70.91%，产量占全县总产盐 74119t 的 88.77%。1989 年海晶牌工业盐获“省优质产品”称号。集体盐场分别是六鳌盐场、前屿盐场、狮头盐场、打铁港盐场、旧镇新建盐场、旧镇盐场、佛昙盐场、白沙

盐场、南港盐场、庄厝盐场、屿头盐场、八 O 盐场、深港盐场、车鳌盐场、埭头盐场、埭厝盐场、东庵盐场，盐田面积 3721.95 亩，年产盐 8319t。

4.3.4 航道锚地资源

福建沿海外航路北起台山列岛以东，南至南澎湖列岛，距陆岸和岛屿较远，水域宽阔，航道水深大部在 40m 米以上，可供大型船舶航行，是沿海大型船舶航行通过台湾海峡的主要通道。

福建沿海内航路北接浙江沿海内航路，南接广东沿海航路，是我国沿海近岸中小型船舶航路的重要组成部分。

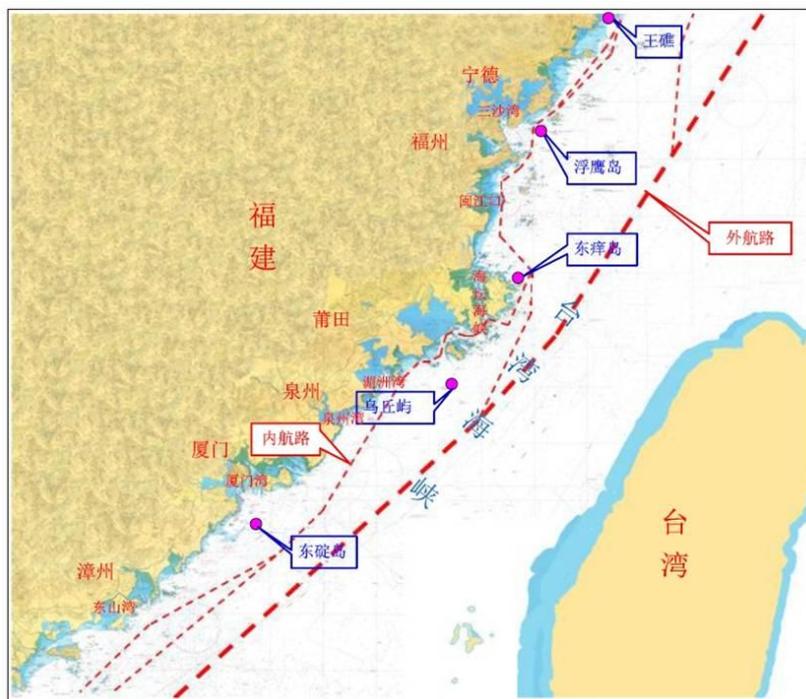


图 4-11 福建沿海航路示意图

4.3.4 矿产资源

漳浦县境内已探明的有花岗岩、玄武岩、辉绿岩、青麻石、稀土、高岭土、锈石等数十种矿产资源。其中，高品位的三水型铝土矿储量达 80 万吨以上，是全国三大名矿之一；稀土储量 300 万吨，玻璃砂储量近亿吨；花岗岩和玄武岩的储量分别上亿立方米，并有 16 个花色品种是优质无害板材岩石；海水含盐量高，是福建省的主要盐业生产基地。

4.3.5 滨海旅游资源

漳浦县是千年文明古县，建县于公元 686 年，历代名人辈出，名胜古迹繁

多，列入中国文物地图册文物点近六百处，国家级文物保护单位 4 处、省级文物保护单位 9 处。此外，还有许多自然景观。六鳌境内旅游资源也很丰富，项目所在地附近的旅游资源主要有：漳浦六鳌古城、抽象画廊和风动石。六鳌古城位于六鳌镇西侧的青山，据史料介绍，它始建于公元 1388 年，是省级文物保护单位，与崇武、铜山并列为闽东南沿海明清两代沿海抗倭的历史证物，极具考察观光价值。城周绕半山腰而建，城中有一座青山，山上巨石累叠。青山突兀于海滩中，四周极其空旷，远看所城其状如“巨鳌载岳”故命名为“陆鳌城”（今叫六鳌城），又象一个偌大的环绕绿树的山石盆景。

“抽象画廊”位于漳浦县六鳌半岛东面的崂岬山东坡地带，东临台湾海峡与台湾岛隔海相望，东南面由 9km 长的似新月形的六鳌大澳湾围着，西北面是茂密的海岸防护林。整个区域属南亚热带海洋性季风气候，平均年降雨量 1250mm，年均日照 2000 小时以上，气候宜人，雨量充沛，日照充足，四季如春。此外，在六鳌的洋屿有一块长 4.7m、宽 2.1m 的龟形风动石。风动石有种大风吹来摇摇欲坠的感觉而得名，是一种奇特的自然景观。它与古雷半岛红屿的窃蛋龙风动石（迄今全国最大的风动石）、旧镇紫薇山风动石、沙西镇海月岩的鲈鱼风动石和绥安镇后井水库的牧童风动石构成了本地独有的风动石群。

4.4 海洋环境质量现状

海洋环境质量现状监测资料引用厦门中集信检测技术有限公司于 2017 年 8 月对工程周边海域海洋环境现状调查结果。监测采样时间为 2017 年 8 月。共设水质调查站位 12 个，沉积物调查站位 6 个，海洋生态调查站位 8 个，生物体质量调查站位 2 个。站位布设详见图 4-12 和表 4-11。

4.4.1 海水水质监测与评价

水质调查内容：水深、透明度、水温、盐度、悬浮物、pH、溶解氧、BOD₅、COD、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、汞、砷、铬和石油类，共 21 项。

本次海洋环境水质监测结果见表 4-12~表 4-13。调查海域夏季各测站海水中 pH 值、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、汞、砷、铬和石油类含量均符合第一类海水水质标准，海水水质环境较好。



图4-12 海洋环境现状调查站位坐标图

表 4-11 监测站位坐标及调查内容表

站号	北纬	东经	工作内容
ZP1	23°47'06.67"	117°50'41.92"	水质
ZP2	23°50'59.33"	117°56'07.98"	水质、海洋生态
ZP3	23°54'25.06"	118°00'56.62"	水质、沉积物、海洋生态、生物质量
ZP4	23°58'07.93"	118°06'20.00"	水质、生物质量
ZP5	23°41'55.63"	117°55'09.18"	水质、沉积物、海洋生态
ZP6	23°46'25.03"	118°00'27.22"	水质、沉积物、海洋生态
ZP7	23°49'58.11"	118°04'59.82"	水质、沉积物、海洋生态
ZP8	23°53'45.87"	118°10'23.20"	水质、沉积物、海洋生态
ZP9	23°37'58.06"	117°58'32.29"	水质
ZP10	23°42'17.67"	118°04'17.06"	水质、海洋生态
ZP11	23°45'55.64"	118°08'46.99"	水质、沉积物、海洋生态
ZP12	23°49'53.21"	118°14'02.35"	水质

表 4-12 水质调查结果一览表 1

站位	水深	水温	盐度	透明度	pH	DO	COD	硝酸盐	亚硝酸盐	氨氮	无机氮
	(m)	(°C)		(m)							
ZP1	22.0	28.4	32.8	2.10	8.25	8.22	0.18	0.060	0.002	0.008	0.070
ZP2	24.0	28.4	32.7	2.20	8.29	8.40	0.19	0.048	0.005	0.004	0.057
ZP3	18.0	27.9	32.7	1.40	8.25	7.76	0.18	0.065	0.007	0.046	0.118
ZP4	22.0	27.8	32.7	1.50	8.26	8.03	0.26	0.127	0.009	0.043	0.179
ZP5	31.0	28.5	32.7	2.50	8.30	8.25	0.25	0.072	0.001	0.021	0.095
ZP6	33.0	29.0	32.7	2.50	8.32	8.09	0.33	0.076	0.001	0.028	0.105
ZP7	29.0	29.0	32.7	2.70	8.35	8.31	0.08	0.041	0.000	0.026	0.067
ZP8	30.0	29.2	32.7	2.80	8.33	8.12	0.08	0.034	0.000	0.024	0.057
ZP9	42.0	28.3	32.5	3.00	8.32	8.03	0.11	0.074	0.000	0.021	0.095
ZP10	44.0	28.2	32.8	3.10	8.33	8.10	0.16	0.061	0.000	0.030	0.091
ZP11	47.0	29.0	32.7	3.20	8.36	8.08	0.06	0.053	0.000	0.017	0.071
ZP12	46.0	29.1	32.8	3.00	8.35	8.08	0.09	0.023	0.000	0.012	0.036

表 4-13 水质调查结果一览表 2

站位	石油类	活性磷酸盐	悬浮物	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
	mg/L			μg/L						
ZP1	0.006	0.002	26.4	0.64	0.58	10.6	0.030	0.0289	1.31	ND
ZP2	ND	0.002	19.2	0.34	0.54	8.6	0.040	0.0234	1.17	ND
ZP3	0.004	0.007	19.2	0.60	0.32	10.4	0.034	0.0234	1.15	ND
ZP4	ND	0.006	19.6	0.56	0.52	8.2	0.040	0.0234	1.18	ND
ZP5	ND	0.003	22.0	0.34	0.60	8.8	0.048	0.0223	1.07	ND
ZP6	ND	0.002	17.2	0.43	0.60	12.2	0.043	0.0256	1.47	ND
ZP7	ND	0.003	16.8	0.38	0.34	9.0	0.034	0.0267	1.32	ND
ZP8	ND	0.003	15.0	0.64	0.38	7.2	0.048	0.0223	1.45	ND
ZP9	ND	0.006	20.6	0.58	0.42	11.0	0.056	0.0278	1.52	ND
ZP10	ND	0.003	21.0	0.32	0.40	9.0	0.046	0.0223	1.78	ND
ZP11	ND	0.003	22.6	0.44	0.66	8.6	0.040	0.0267	1.61	ND
ZP12	ND	0.002	16.6	0.32	0.50	9.0	0.037	0.0245	1.12	ND

表 4-14 水质调查结果评价指数 P_i 值表

站位	pH	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
ZP1	0.29	0.60	0.09	0.35	0.11	0.12	0.13	0.58	0.53	0.030	0.58	0.066	0.002
ZP2	0.40	0.72	0.10	0.28	0.11	0.02	0.07	0.54	0.43	0.040	0.47	0.059	0.002
ZP3	0.29	0.21	0.09	0.59	0.48	0.08	0.12	0.32	0.52	0.034	0.47	0.058	0.002
ZP4	0.31	0.38	0.13	0.90	0.38	0.02	0.11	0.52	0.41	0.040	0.47	0.059	0.002
ZP5	0.43	0.63	0.12	0.47	0.20	0.02	0.07	0.60	0.44	0.048	0.45	0.054	0.002
ZP6	0.49	0.58	0.16	0.53	0.11	0.02	0.09	0.60	0.61	0.043	0.51	0.074	0.002
ZP7	0.57	0.75	0.04	0.33	0.20	0.02	0.08	0.34	0.45	0.034	0.53	0.066	0.002
ZP8	0.51	0.64	0.04	0.29	0.20	0.02	0.13	0.38	0.36	0.048	0.45	0.073	0.002
ZP9	0.49	0.44	0.05	0.48	0.38	0.02	0.12	0.42	0.55	0.056	0.56	0.076	0.002
ZP10	0.51	0.48	0.08	0.45	0.20	0.02	0.06	0.40	0.45	0.046	0.45	0.089	0.002
ZP11	0.60	0.57	0.03	0.35	0.20	0.02	0.09	0.66	0.43	0.040	0.53	0.081	0.002
ZP12	0.57	0.59	0.04	0.18	0.11	0.02	0.06	0.50	0.45	0.037	0.49	0.056	0.002

4.4.2 海洋沉积物质量现状调查与评价

调查站位分布见图 4-12。海洋沉积物调查站位 6 个，站位编号分别为 ZP3、ZP5、ZP6、ZP7、ZP8、ZP11。

海洋沉积物调查分析项目包括：有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷和铬共10项。

调查海域沉积物监测结果见表4-15，评价结果见表4-16。

调查海域各测站沉积物中有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷和铬含量均符合第一类海洋沉积物质量标准，沉积物环境质量能较好。

表 4-15 沉积物调查结果一览表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
	10^{-2}	10^{-6}								
ZP3	0.47	0.52	54.4	9.8	26.4	61.4	ND	0.071	6.9	57.0
ZP5	0.20	ND	3.2	5.3	19.7	36.6	ND	0.016	5.0	46.0
ZP6	0.29	2.47	31.2	6.4	21.2	55.0	ND	0.041	4.0	47.0
ZP7	0.40	0.31	19.8	6.4	24.3	59.4	ND	0.026	4.2	43.4
ZP8	0.35	ND	5.5	4.6	20.0	36.1	ND	0.017	4.0	43.5
ZP11	0.01	ND	ND	4.3	23.7	12.7	ND	0.008	6.5	30.5

表 4-16 沉积物调查结果评价指数 P_i 值表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
ZP3	0.24	0.002	0.109	0.28	0.44	0.41	0.02	0.36	0.35	0.71
ZP5	0.10	0.001	0.006	0.15	0.33	0.24	0.02	0.08	0.25	0.58
ZP6	0.14	0.008	0.062	0.18	0.35	0.37	0.02	0.21	0.20	0.59
ZP7	0.20	0.001	0.040	0.18	0.41	0.40	0.02	0.13	0.21	0.54
ZP8	0.18	0.001	0.011	0.13	0.33	0.24	0.02	0.09	0.20	0.54
ZP11	0.00	0.001	0.003	0.12	0.40	0.08	0.02	0.04	0.33	0.38

4.4.3 海洋生物质量现状调查与评价

海洋生物质量调查站点 2 个，编号分别为 ZP3、ZP4。调查研究 ZP3 测站叫姑鱼、ZP3 测站锈斑蟳、ZP4 测站叫姑鱼、ZP4 测站褐篮子鱼体内石油烃、铜、铅、镉、砷和铬含量均符合第一类海洋生物质量标准。75%测站生物体内锌含量符合第一类海洋生物质量标准；25%测站生物体内锌含量符合第二类海洋生物质量标准。50%测站生物体内总汞含量符合第一类海洋生物质量标准；50%测站生物体内总汞含量符合第二类海洋生物质量标准。

海洋生物体质量调查结果及结果评价指数 P_i 值见表4-17及表4-18。

表 4-17 海洋生物质量调查结果一览表

站位	样品名称	调查结果 (mg/kg)							
		石油烃	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
ZP3	叫姑鱼	3.2	ND	0.06	3.9	ND	0.059	ND	0.05
ZP3	锈斑蟊	3.7	4.9	ND	20.4	0.10	0.006	ND	0.05
ZP4	叫姑鱼	3.5	ND	0.04	3.8	ND	0.070	ND	ND
ZP4	褐篮子鱼	2.6	ND	0.06	8.9	ND	0.002	ND	0.10

表 4-18 海洋生物体质量调查结果评价指数 Pi 值表

站位	样品名称	石油烃	铜	铅	锌	镉	汞	砷	铬
ZP3	叫姑鱼	0.21	0.01	0.60	0.20	0.01	0.59	0.03	0.10
ZP3	锈斑蟊	0.25	0.49	0.20	0.41	0.50	0.12	0.03	0.10
ZP4	叫姑鱼	0.23	0.01	0.40	0.19	0.01	0.70	0.03	0.04
ZP4	褐篮子鱼	0.17	0.01	0.60	0.45	0.01	0.04	0.03	0.20

4.4.4 海洋生态环境现状调查与评价

共设海洋生态调查站位 8 个。调查分析项目包括：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮下代底栖生物。

1、叶绿素 a 及初级生产力调查

调查期间，各监测站位叶绿素-a 含量范围在 2.26 mg/m³~8.40 mg/m³ 之间，平均值为 5.07 mg/m³；初级生产力变化范围在 591 mgC/m²·d~2179 mgC/m²·d 之间，平均值为 1182 mgC/m²·d。叶绿素-a 含量和初级生产力含量的低值区均出现在 ZP7#表测站，叶绿素-a 含量的高值区出现在 ZP3#测站，初级生产力含量的高值区出现在 ZP10#测站。叶绿素 a 含量正常。

2、浮游植物调查

本次调查，鉴定记录浮游植物 4 门 39 属 78 种，其中硅藻门 26 属 57 种，甲藻门 10 属 18 种，金藻门 2 属 2 种，蓝藻门 1 属 1 种。硅藻的种类占优势。各测站浮游植物种类数(水样)在 22~33 种之间，均值 27.3。优势种为扭链角毛藻，中肋骨条藻，柔弱拟菱形藻。各测站浮游植物(水样)细胞总数变化范围为 180605 cell/L~4228770 cell/L，均值为 1401396 cell/L。各测站浮游植物多样性指数(H')范围为 2.121~3.182，均值 1.432；均匀度(J)范围为 0.445~0.631，均值 0.292。ZP2#、ZP3#、ZP5#和 ZP6#调查站位浮游植物多样性指数均在 1~2 之间，均匀度较低，表明这些测站浮游植物多样性较差，种间分布较不均匀；ZP7#、ZP10#和 ZP11#调查站位浮游植物多样性指数均在 2~3 之间，均匀度一般，表明这些

测站浮游植物多样性一般，种间分布较均匀；ZP8#调查站位浮游植物多样性指数大于3，均匀度好，表明这些测站浮游植物多样性好，种间分布均匀。

表 4-20 叶绿素-a 及初级生产力调查结果一览表

站位	透明度 (m)	叶绿素 a(mg/m ³)	初级生产力 (mgC/m ² ·d)
ZP2	2.20	7.25	1547
ZP3	1.40	8.40	1141
ZP5	2.50	5.33	1292
ZP6	2.50	4.75	1152
ZP7	2.70	2.26	591
ZP8	2.80	2.36	641
ZP10	3.10	7.25	2179
ZP11	3.20	2.94	911

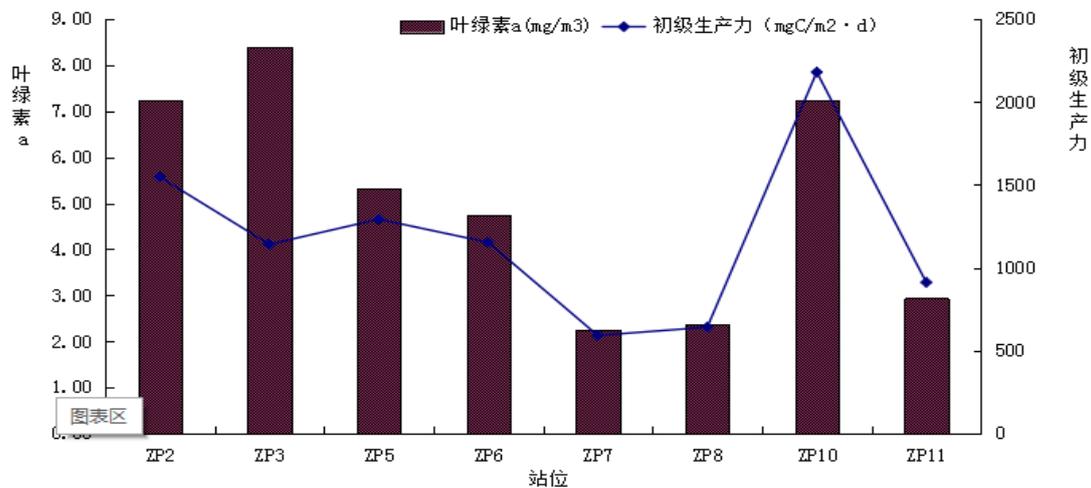


图 4-13 各测站水质叶绿素 a 及初级生产力分布图

3、浮游动物调查

本次调查，鉴定记录浮游动物共 54 种，其中甲壳类 36 种，水母类 10 种，毛颚类 3 种，被囊类 4 种，多毛类 1 种；阶段性浮游幼虫及鱼卵仔鱼共 16 类。各测站浮游动物种类数在 25~35 种之间，均值为 28.3。浮游动物甲壳类占优势，主要优势种类共 6 种，为强额拟哲水蚤 (*Paracalanus crassirostris*)、锥形宽水蚤 (*Temora turbinata*)、尖额谐猛水蚤 (*Euterpina acutifrons*)、近缘大眼水蚤 (*Corycaeus affinis*)、等刺温剑水蚤 (*Thermocyclops kawamura*) 和中隆水蚤 (*Oncaea media*)。各测站浮游动物总生物量变化范围为 63.2mg/m³~1129.5mg/m³，均值为 553.9mg/m³；总个体密度变化范围为 732 个/m³~1840 个/m³，均值为 1360 个/m³。浮游动物多样性指数 (H') 范围为 2.66~3.77，均值为 3.10，均匀度 (J) 范围为 0.560~0.776，均值 0.644。ZP2#、ZP3#、ZP5#和 ZP6#站位

多样性指数均大于 3，均匀度好；其他站位多样性指数均介于 2 和 3 之间，均匀度一般。

4、潮下带底栖生物

本次调查，共记录潮下带大型底栖生物 77 种，包括环节动物 36 种，节肢动物 15 种，软体动物 13 种，棘皮动物 5 种，星虫动物 2 种，脊索动物 2 种，刺胞动物、纽形动物、蠕虫动物与及头索动物各 1 种。大型底栖生物优势种有 4 种（寡节甘吻沙蚕、短角双眼钩虾、土产螺、克岛稚齿虫）。各测站大型底栖生物生物量均值为 $7.54\text{g}/\text{m}^2$ ，变化范围为 $0.49\text{g}/\text{m}^2\sim 42.59\text{g}/\text{m}^2$ ；大型底栖生物栖息密度均值 $247.50\text{ ind}/\text{m}^2$ ，变化范围为 $80\text{ind}/\text{m}^2\sim 650\text{ind}/\text{m}^2$ 。大型底栖生物丰富度 (d) 范围为 $1.60\sim 4.60$ ，均值为 3.31。均匀度 (J) 范围为 $0.431\sim 0.964$ ，均值为 0.874。多样性指数 (H') 范围为 $1.76\sim 4.52$ ，均值为 3.61。优势度 (D_2) 范围为 $0.174\sim 0.800$ ，均值为 0.339。

5、鱼卵仔稚鱼调查

本次调查，共捕获鱼卵 1 粒，仔稚鱼 2 尾。其中鱼卵 1 种，分别为刺鲀科 (*Diodontidae* sp.)，仔稚鱼 2 种，分别为舌鳎属 (*Cynoglossus* sp.) 和魴鯮科 (*Triglidae* sp.)。本次捕获的鱼卵和仔稚鱼中均无明显优势种。垂直拖网中鱼卵平均密度为 $0.030\text{ ind}/\text{m}^3$ ，各测站变化范围为 $0\sim 0.238\text{ ind}/\text{m}^3$ ，仔稚鱼平均密度为 $0.060\text{ ind}/\text{m}^3$ ，变化范围为 $0\sim 0.238\text{ ind}/\text{m}^3$ 。

表5 环境敏感区和环境保护目标分析表

5.1 环境保护目标

根据现场踏勘结果，项目建设位于外海区域，离岸较远，周边海域无长期、稳定的水产养殖等活动。项目主要环境敏感保护目标见表5-1和图5-1。



图5-1 敏感目标分布图

表5-1 主要环境保护目标一览表

序号	保护目标名称	与项目方位关系	最近距离 (km)	影响因素
1	海水水质	项目区及周围	-	海水水质
2	海域生态及生物资源			浮游动物、底栖生物、游泳动物等

5.2 环境敏感区分布

本项目环境敏感区主要为项目区及周边区域的海水水质及海域生态。

表 6 环境影响分析与评价表

6.1 海域环境影响分析

6.1.1 海洋水文动力环境影响分析

本项目工程量较小，采用的水工结构物均为桩基透水结构，工程建成后对工程所在海域的纳潮量、流场流态、流速等影响很小，仅会造成桩基周边局部的冲刷变化。

6.1.1.1 水动力数值计算模型设定

(1) 基本公式

①控制方程

水平动量方程：

ξ 方向：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{u}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial u}{\partial \xi} + \frac{v}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial u}{\partial \eta} + \frac{\omega}{d+\zeta} \frac{\partial u}{\partial \sigma} - \frac{v^2}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\eta\eta}}}{\partial \xi} + \frac{uv}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\xi\xi}}}{\partial \eta} - fv \\ & = -\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\xi\xi}}} P_{\xi} + F_{\xi} + \frac{1}{(d+\zeta)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(v_v \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) + M_{\xi} \end{aligned}$$

η 方向：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{u}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial v}{\partial \xi} + \frac{v}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial v}{\partial \eta} + \frac{\omega}{d+\zeta} \frac{\partial v}{\partial \sigma} - \frac{u^2}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\xi\xi}}}{\partial \eta} + \frac{uv}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \sqrt{G_{\eta\eta}}}{\partial \xi} + fu \\ & = -\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\eta\eta}}} P_{\eta} + F_{\eta} + \frac{1}{(d+\zeta)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(v_v \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) + M_{\eta} \end{aligned}$$

式中，垂直涡动粘滞系数的定义为 $v_v = v_{mol} + \max(v_{3D}, v_v^{back})$ ， v_{mol} 是水水位动力粘滞系数， v_{3D} 为三维湍流粘滞系数， v_v^{back} 为背景湍流粘滞系数，3D 部分是通过 3D 紊动模型计算所得； u 、 v 分别为 ξ 、 η 方向上的水体流速； P_{ξ} 、 P_{η} 为压力梯度项； F_{ξ} 、 F_{η} 是紊动一阶的雷诺应力项； M_{ξ} 、 M_{η} 为外部动量； ω 为 σ 坐标系下的水体垂向流速，而实际垂向流速 w 则需根据水平流速、水深、水位和 ω 根据下式求得：

$$w = \omega + \frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}} \left[u\sqrt{G_{\eta\eta}} \left(\sigma \frac{\partial H}{\partial \xi} + \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} \right) + v\sqrt{G_{\xi\xi}} \left(\sigma \frac{\partial H}{\partial \eta} + \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} \right) \right] + \left(\sigma \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial \zeta}{\partial t} \right)$$

在浅水假设条件下，垂向动量方程可被简化为静水压力方程，此时，压力梯度项可表示为：

$$\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\xi\xi}}} P_\xi = \frac{g}{\sqrt{G_{\xi\xi}}} \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} + g \frac{d+\zeta}{\rho_0\sqrt{G_{\xi\xi}}} \int_\sigma^0 \left(\frac{\partial \rho}{\partial \xi} + \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \xi} \right) d\sigma'$$

$$\frac{1}{\rho_0\sqrt{G_{\eta\eta}}} P_\eta = \frac{g}{\sqrt{G_{\eta\eta}}} \frac{\partial \zeta}{\partial \eta} + g \frac{d+\zeta}{\rho_0\sqrt{G_{\eta\eta}}} \int_\sigma^0 \left(\frac{\partial \rho}{\partial \eta} + \frac{\partial \rho}{\partial \sigma} \frac{\partial \sigma}{\partial \eta} \right) d\sigma'$$

式中，右边第一项为正压梯度力（不包括大气压梯度力），第二项为密度变化引起的斜压梯度力。通过 σ 坐标转换在水平压力梯度中引入了垂向导数。在河口和海岸环境中，较大的底坡度可破坏垂向网格。为避免人工水流，斜压梯度力项的数值计算需要通过特殊的数学近似来获得，其具体过程可参见 Delft-Flow 手册 10.10。

②边界条件

动力边界条件（水体表面： $\sigma=0, z=\zeta$ ；水底： $\sigma=1, z=-d$ ）：

$$\omega|_{\sigma=1} = 0, \omega|_{\sigma=0} = 0$$

$$\omega|_{\sigma=-d} = 0, \omega|_{\sigma=\zeta} = 0$$

海底动力边界条件：

$$\frac{v_V}{H} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \Big|_{\sigma=-1} = \frac{1}{\rho_0} \tau_{b\xi}$$

$$\frac{v_V}{H} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \Big|_{\sigma=-1} = \frac{1}{\rho_0} \tau_{b\eta}$$

固边界（岸边界）在现状模拟中采用了不滑动边界条件（ $u=0$ ）。岸边界采用修测岸线，并参照现状填海工程。

本模型共设三条开边界（如图 6-1 所示），在开边界处用潮汐驱动，在开边界处用潮汐驱动，采用 Chinatide 潮汐调和和分析计算得出。对于纯天文潮，风应力 $\overline{\tau}_s = 0$ ，表面热通量 $Q_n(x, y, t) = 0$ ，短波辐射 $SW(x, y, 0, t) = 0$ ，蒸发 $E=0$ ；降

水 $P=0$ 。

本模型采用了能稳定而高效地模拟浅滩干出及被淹的模拟技术。在建模过程中模型采用地理信息系统（GIS）进行模型的前期处理及后期成果绘图，大大提高建模效率及模型精度。

（2）计算区域网格

根据本次研究的目的，图 6-1 为本项目工程区所在海域大范围网格示意图，模拟范围包括东山岛西南角至隆教湾岸线所对应的海域，4 个控制点分别为 A 点（117.340°E，23.578°N）、B 点（117.870°E，23.013°N）、C 点（118.646°E，23.629°N）和 D 点（118.061°E，24.245°N），并对工程区附近海域进行网格加密，如图 6-2 所示。计算范围内最大网格边长约 500m，最小网格边长约 10m，共 1064574 个计算网格。对测风塔桩基的处理，应用水动力模块中的 Structure 模块（模拟构筑物的模块），由于测风塔桩基的尺度较小，故对测风塔的桩基结构进行了概化处理以便提高计算速度的同时，兼顾反映出测风塔桩基对潮流场的影响。

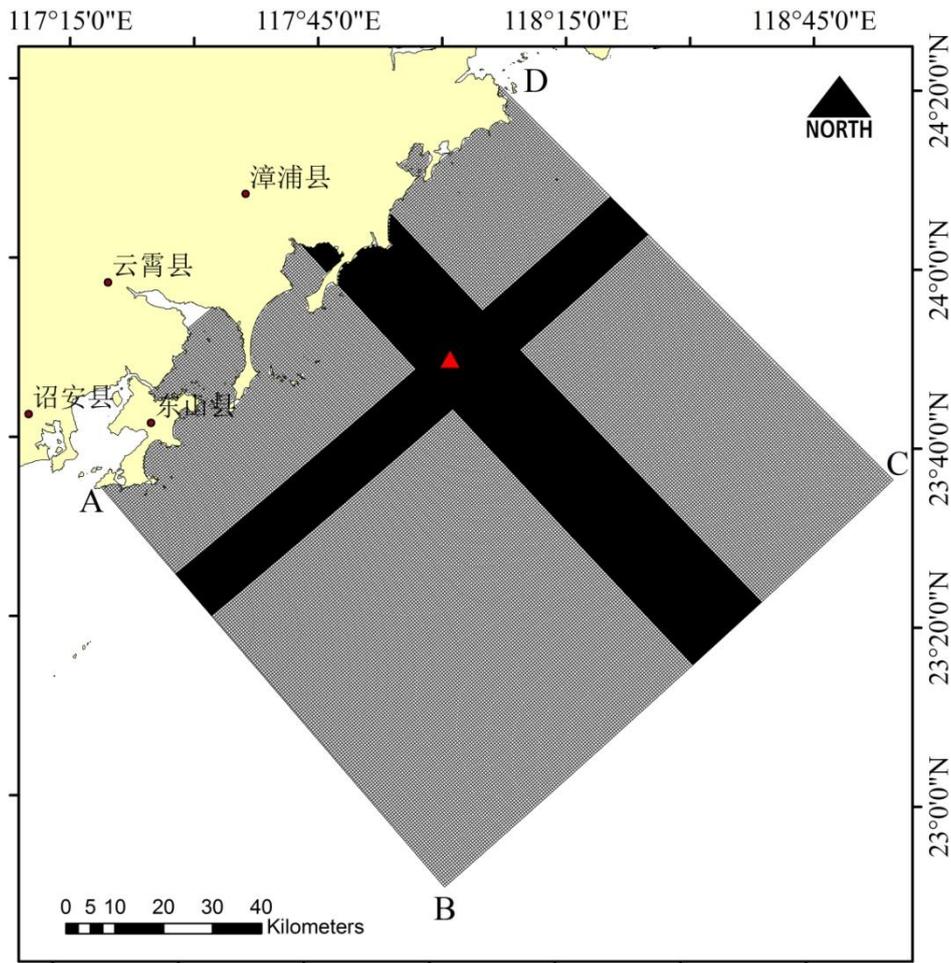


图 6-1 模型大范围网格示意图

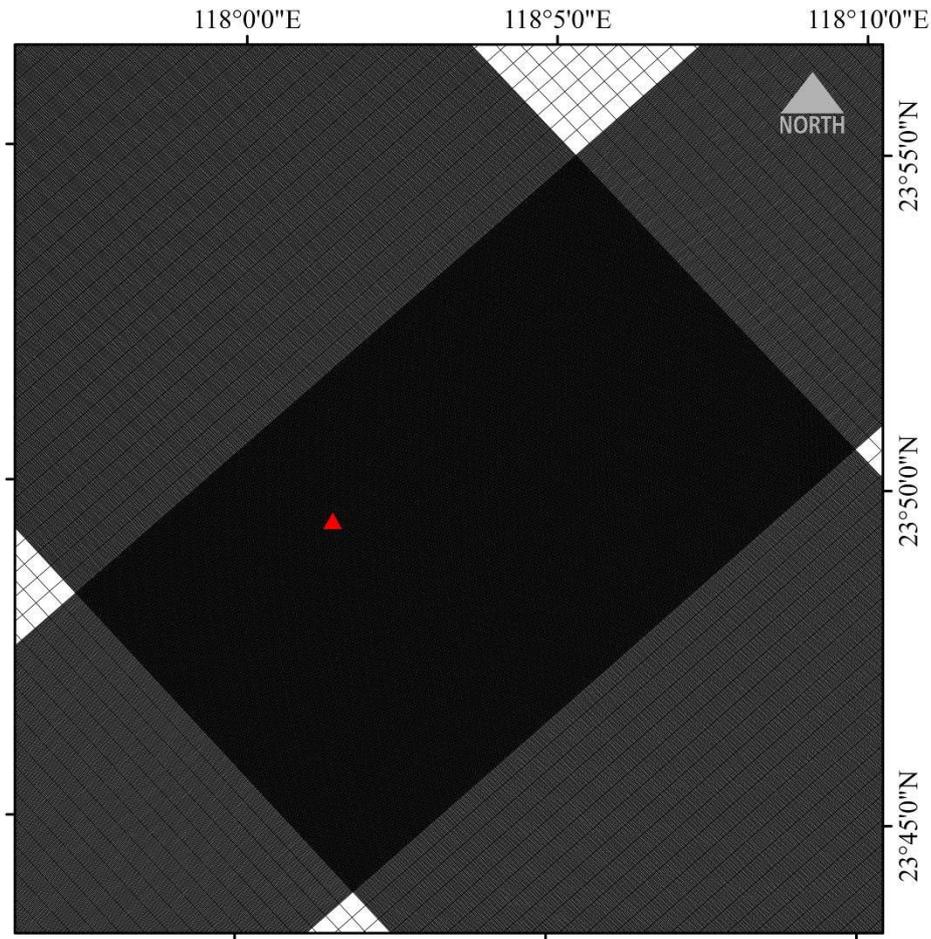


图 6-2 工程区局部加密网格示意图

(4) 计算边界

海岸线为固体边界，取法向流速为零，潮滩采用变边界处理。

外海流体开边界采用强制水位，使用 Chinatide 计算获得边界控制点 A、B、C 和 D 的 16 个分潮组成协振潮水位。

6.1.1.2 水动力数值计算模型验证

2018 年 8 月大潮测流和临时潮位站实测资料进行对比验证，验证站位布置如图 6-3 所示。图 6-4 为为潮流观测站 1#~5#的潮流速与潮流向验证结果。图 3.1-3 为潮位站的验证过程曲线。由图 6-5 可以看出，潮流验证点的计算流速、流向过程和实测过程基本吻合，流速流向的变化趋势与观测结果较为一致；由图 3.1-3 可以看出，潮位观测点的计算潮位与实测值吻合得较好，变化过程曲线两者亦较为一致。以上模型的验证计算结果表明：模型采用的物理参数和计算参数

基本合理，计算方法可靠，能够模拟工程区海域潮波运动特性。

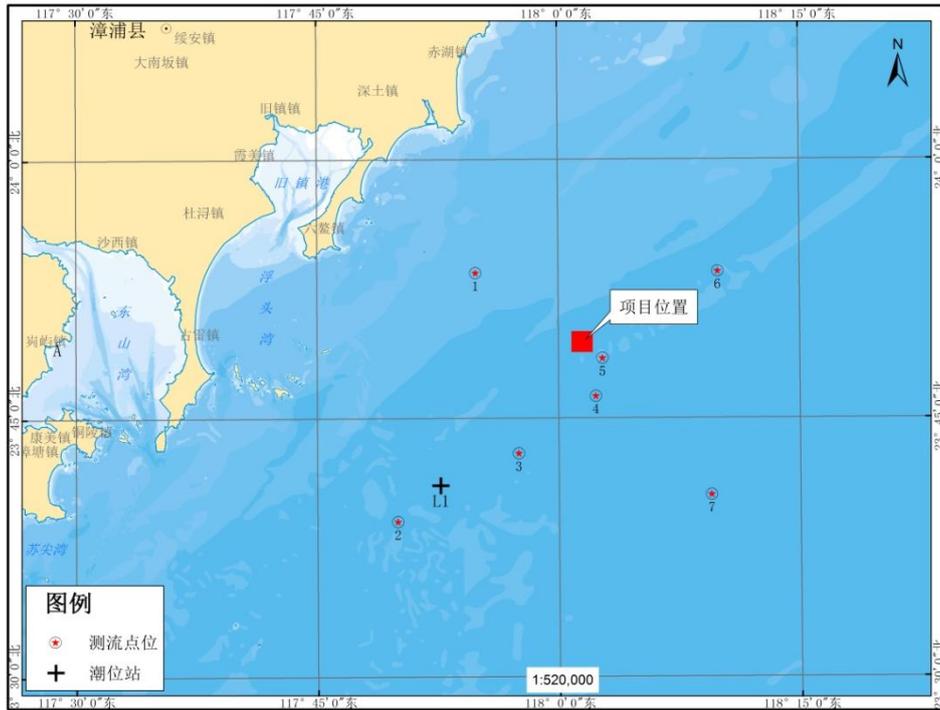


图 6-3 潮流与潮位验证点位分布图

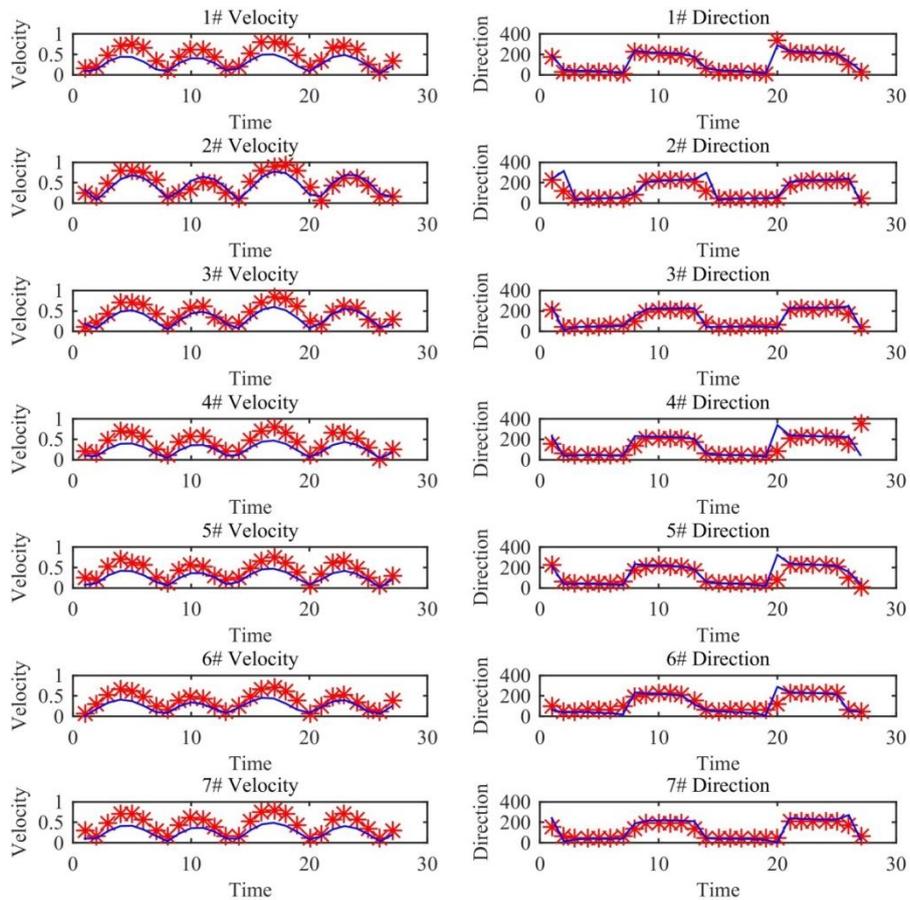


图 6-4 1~6#站大潮流速流向验证曲线

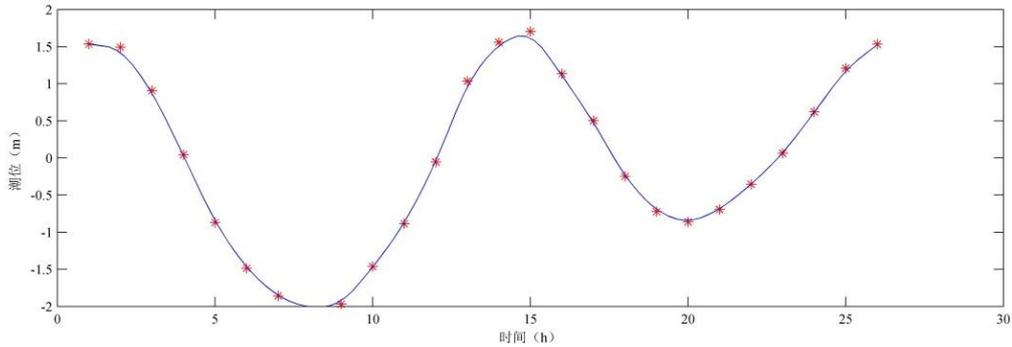


图 6-5 潮位过程验证曲线

6.1.1.3 工程实施前后潮流场变化与分析

(1) 工程前后测风塔区及邻近海域潮流场变化

① 工程前潮流场

图 6-6~6-9 为现状工程区海域大潮高潮、落潮半潮位、低潮、涨潮半潮位潮流场，由于工程海域网格较密，流矢按一定间距绘出。

从图中看出，高潮位（图 6-6）和落半潮时（图 6-9）时，测风塔区潮流由东北向西南方向流动，而低潮位（图 6-7）和涨半潮时（图 6-8），测风塔区潮流由西南向东北方向流动。整体而言，测风塔所在海域涨落潮流方向主要运动形式为往复流，涨落潮方向与等深线走向基本平行。高低潮位时刻流速大于涨、落半潮时刻，高潮位时刻流速略大于低潮位时刻。

② 工程后潮流场

图 6-10~图 6-13 为测风塔建设后附近海域大潮期高潮位、低潮位、落半潮和涨半潮时刻潮流场分布图。由图可以看出，测风塔建设后，附近海域的高、低潮位和涨、落半潮流场与工程前趋于一致，测风塔桩基的建设对附近的流场特征影响不明显。

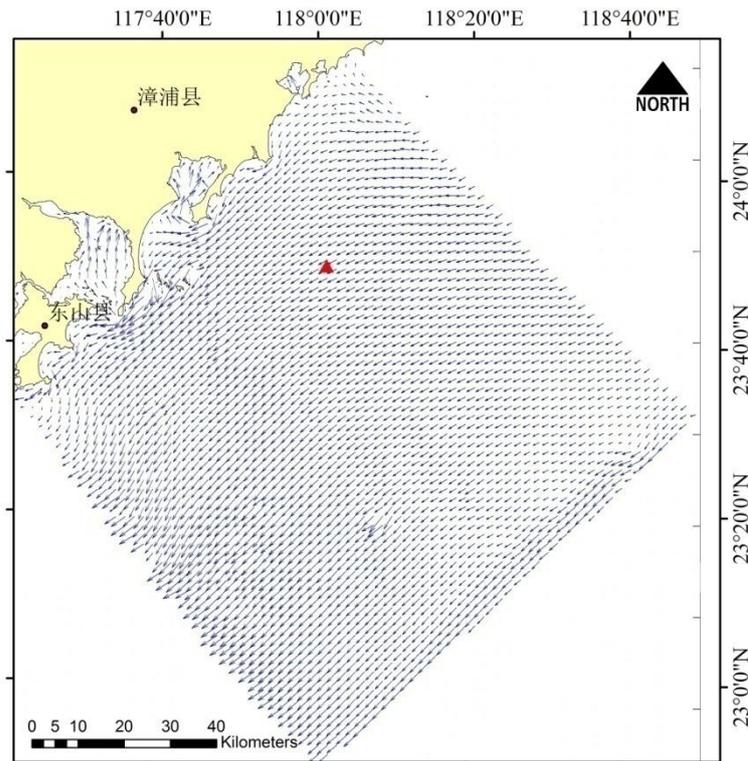


图 6-6 工程前工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（高潮位）

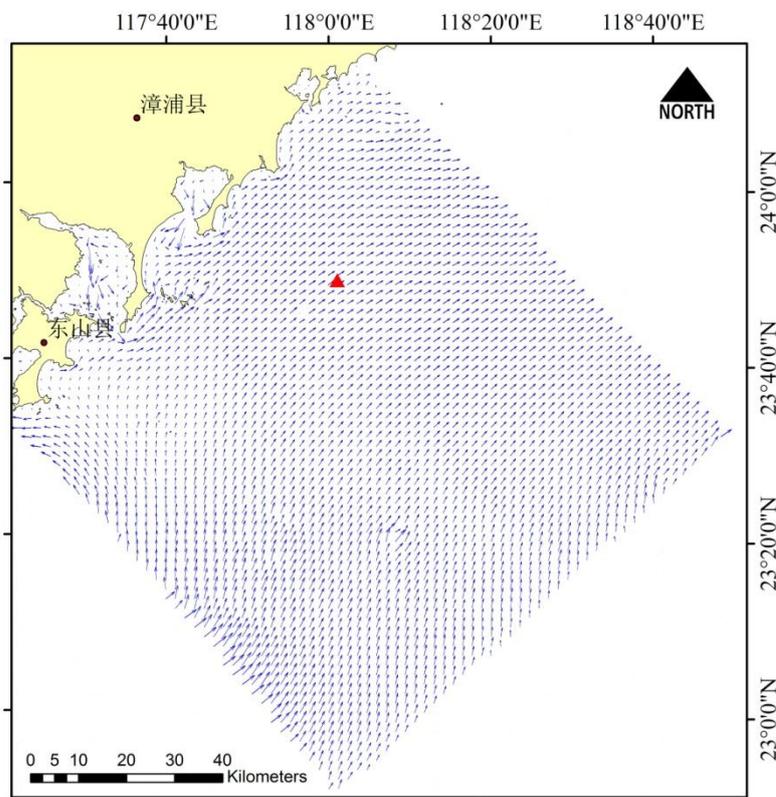


图 6-7 工程前工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（低潮位）

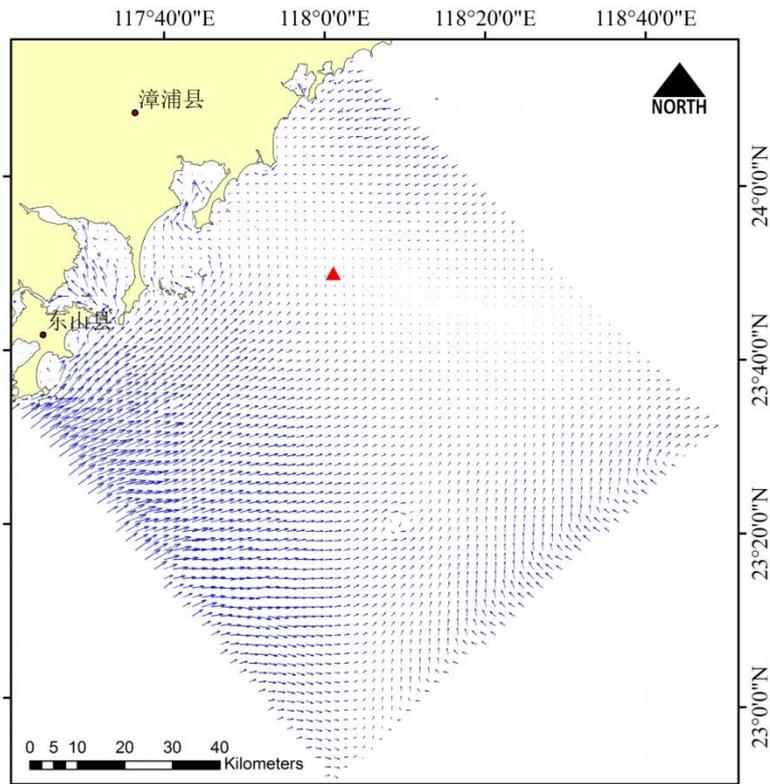


图 6-8 工程前工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（涨半潮）

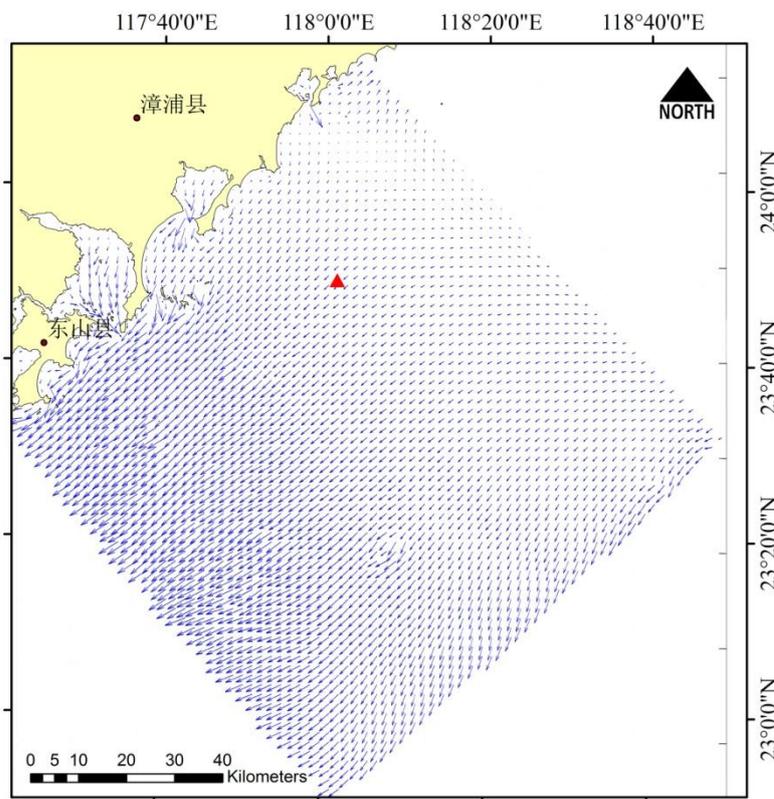


图 6-9 工程前工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（落半潮）

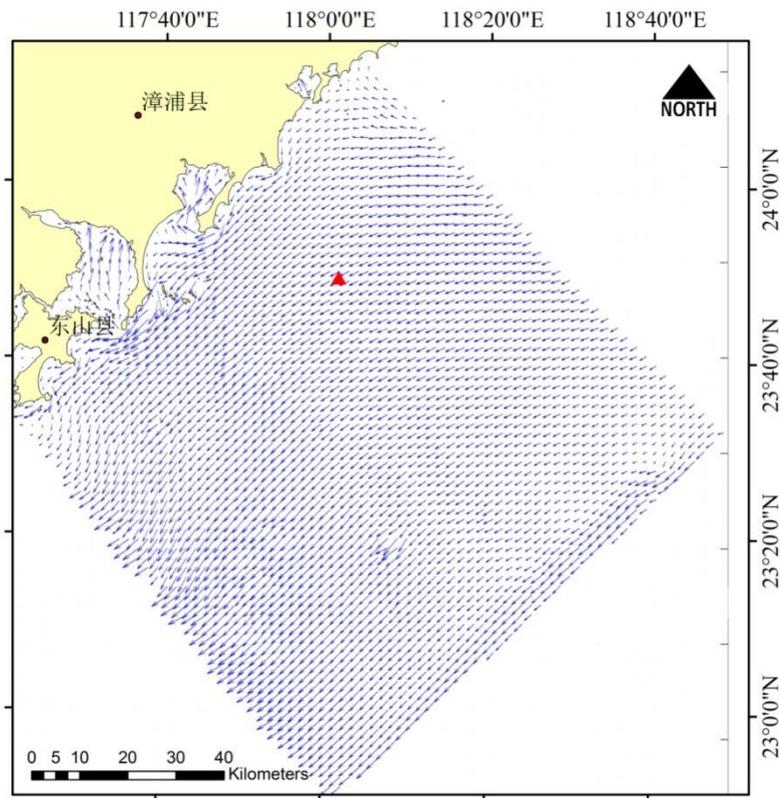


图 6-10 工程后工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（高潮位）

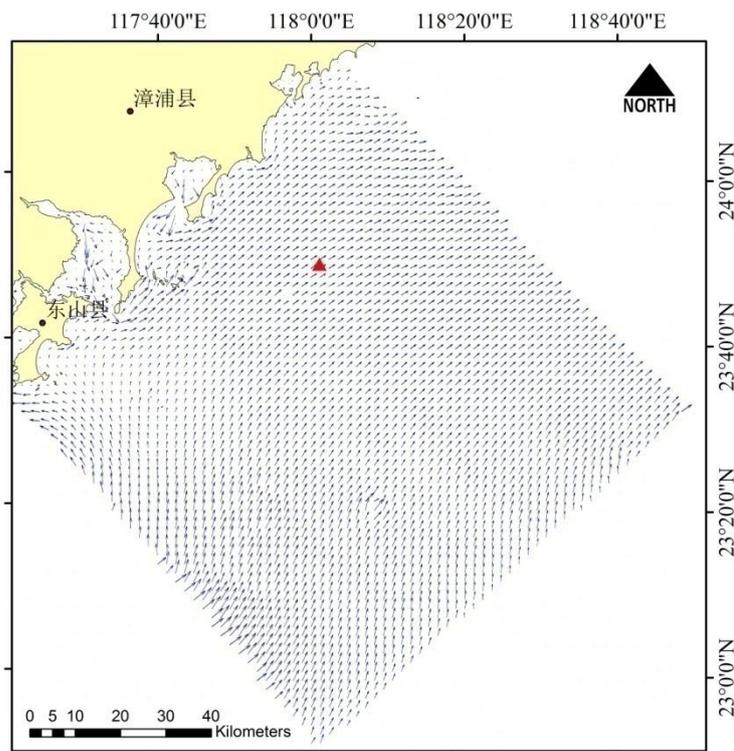


图 6-11 工程后工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（低潮位）

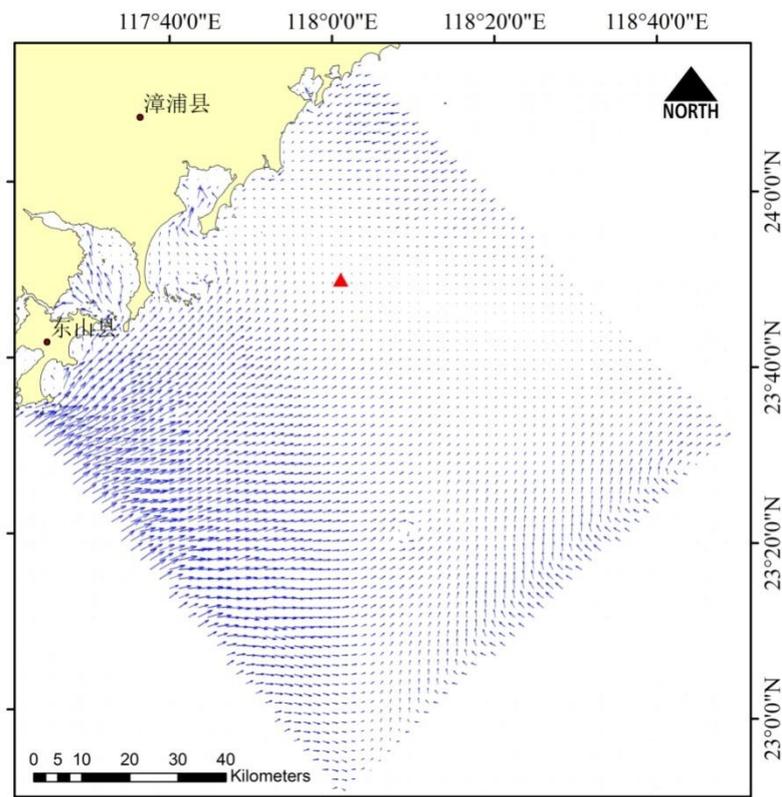


图 6-12 工程后工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（涨半潮）

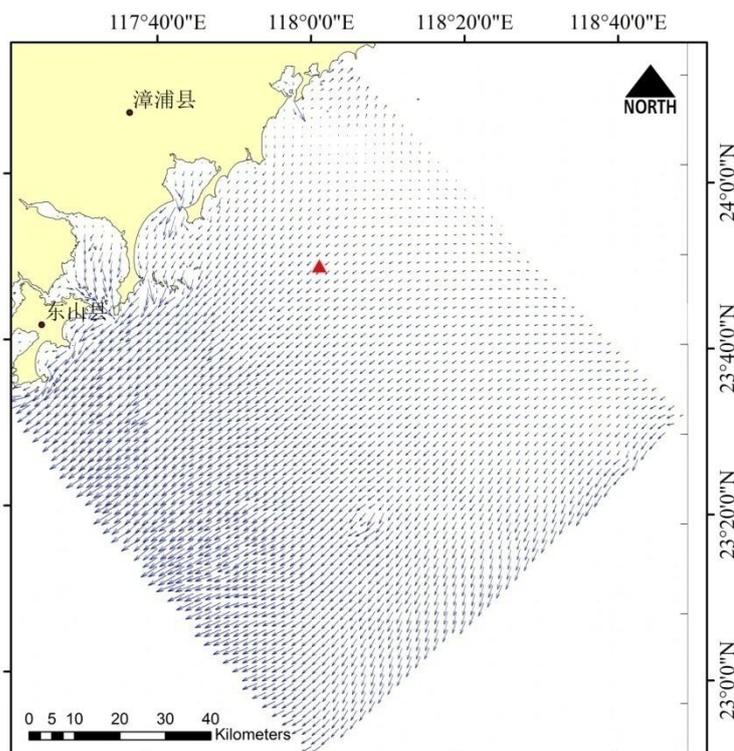


图 6-13 工程后工程区及其邻近海域大潮典型时刻潮流场（落半潮）

(2) 测风塔建设后潮流场局部变化分析

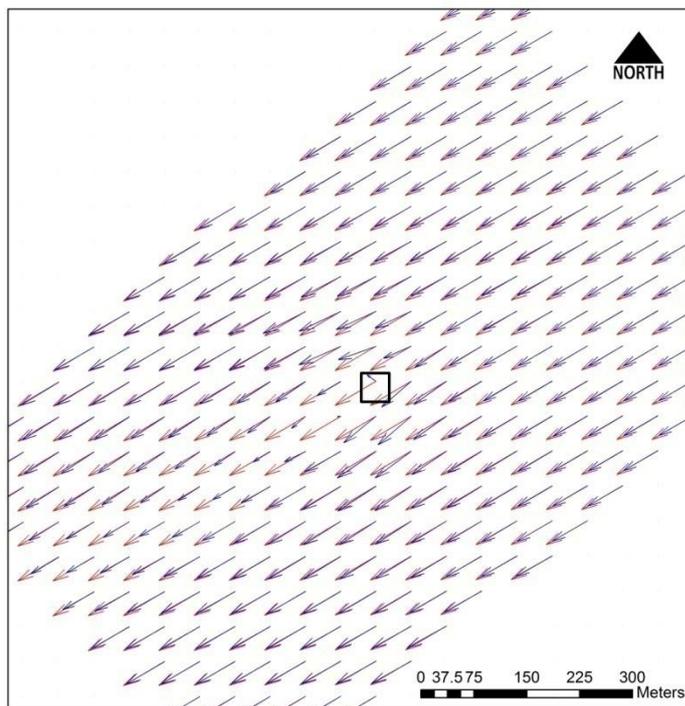


图 6-14 工程前后大潮高潮位潮流场叠加对比图（红色为工程前，蓝色为工程后）

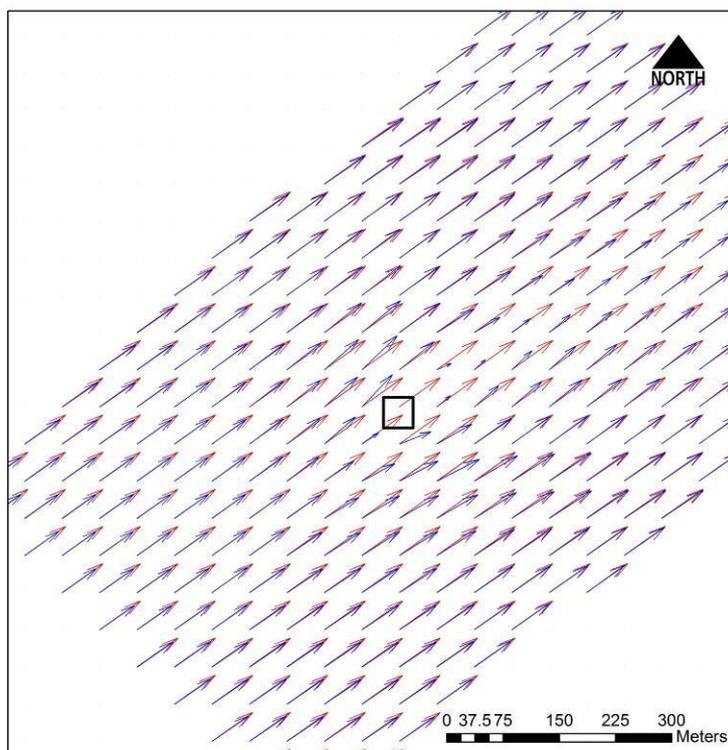


图 6-15 工程前后大潮低潮位潮流场叠加对比图（红色为工程前，蓝色为工程后）

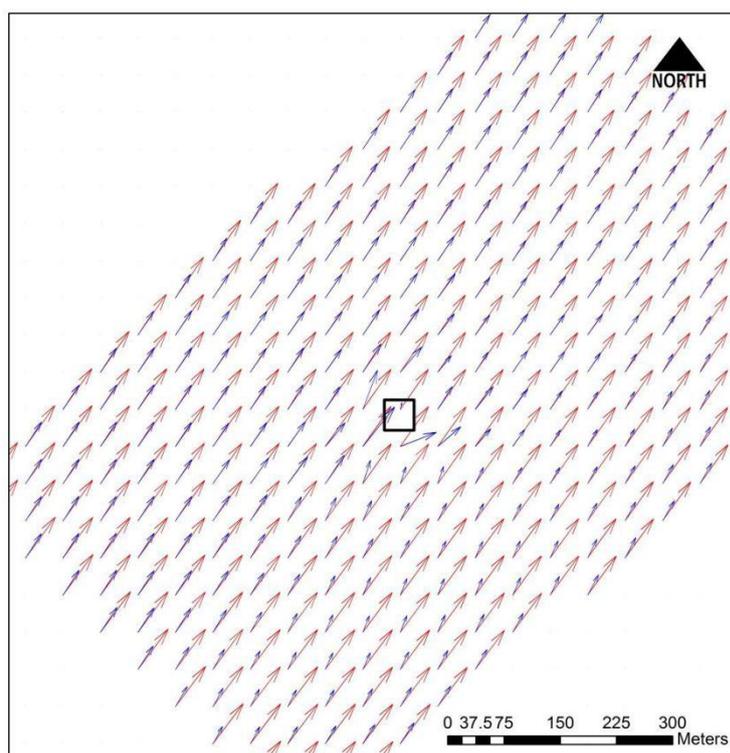


图 6-16 工程前后大潮落半潮潮流场叠加对比图(红色为工程前,蓝色为工程后)

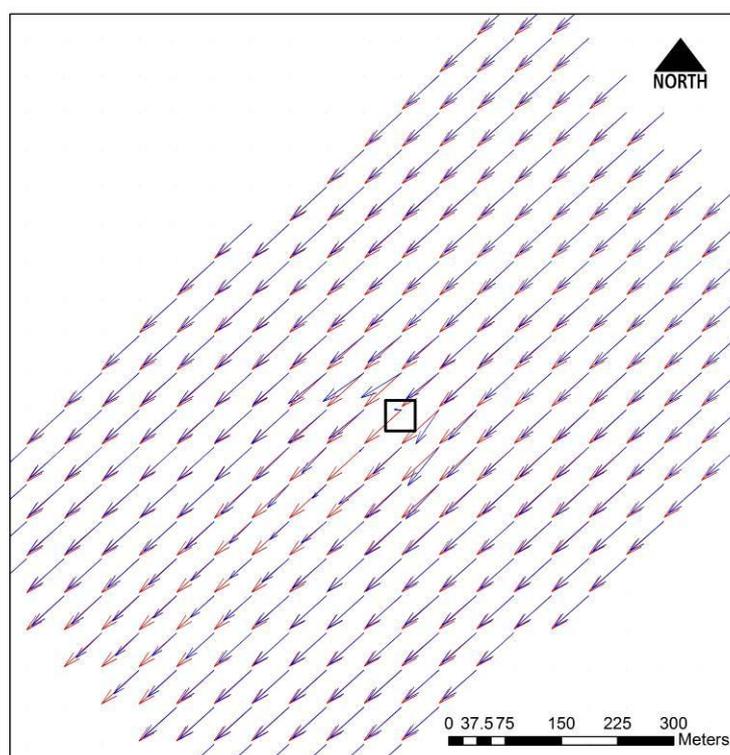


图 6-17 工程前后大潮涨半潮潮流场叠加对比图(红色为工程前,蓝色为工程后)

图 6-14~图 6-17 为测风塔建设前后大潮高潮位、低潮位、落半潮和涨半潮时刻流矢叠加图。从图中可以看出，流场变化主要集中在测风塔的迎水面和背水面。测风塔迎水面逆流方向 100~200m 范围内流速有所减小，而测风塔背水面顺流方向长度 500m 左右、宽度 200m 左右的范围内流速均有显著减小。其中测风塔建设后，涨半潮时刻测风塔位附近流速均较测风塔建设前有明显减弱。

6.1.1.4 冲淤环境的影响评价

地形地貌的变化主要与区域海洋动力和悬沙含量，以及外来砂源有关。项目用海区没有外来砂源的影响，且测风塔的建设对区域水动力环境的影响极小，但是测风塔建成后，由于海流往复作用，将会在桩基处形成冲刷坑，冲刷坑深度设计目前尚无确定经验，根据国内已建类似项目，本项目冲刷深度按 2m 算，冲刷后，水深加大，波浪力减小。同时由于海流冲刷，会在桩基周围形成一个坑，坑的直径可能小于波长，这个坑会是一个动态平衡状态，受海流的来回冲刷而漂移。

考虑到本项目用海只有四根直径为 2m 的钢桩，桩基面积很小，彼此间距较小，所以项目用海对冲淤环境影响很小。

6.1.2 海水水质影响分析

(1) 泥沙入海对海水水质的影响

本工程施工期间会搅动底质产生悬浮泥沙，扩散范围一般在 100m 范围内，对周边水质影响较小。随着施工期的结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

(2) 其余废水排放对海域水质影响分析

工程产生的其余废水包括施工船舶含油废水、施工船舶生活污水。

①本工程产生的施工船舶含油经船舶自身携带的油水分离器处理达标后外排，分离的油污上岸集中外运处置。对于不具备油水处理能力的船舶，应事先经海事部门对其排污设备进行铅封，含油污水禁止直接外排，应经收集后委托有资质的单位进行接收处置。

②施工期船舶生活污水产生量很小，对于尚未配备处理设施的船舶，施工单位则需按规定对其生活污水进行回收。

6.1.3 海洋沉积物环境影响分析

6.1.3.1 入海泥沙对海洋沉积物环境的影响分析

施工期沉桩作业过程中产生的泥沙悬浮物入海将对海洋沉积物环境产生一定影响，但该部分影响的范围较小，主要发生在施工作业点附近，而且在时间上是短暂的。项目区施工过程入海的泥沙在随潮流涨落运移过程中，其粗颗粒部分将迅速沉降于沉桩附近海底，而细颗粒部分在随潮流向边滩运移过程中遇到平潮期流速趋于零而慢慢沉降于海底。散落泥沙的扩散运移和沉降的范围与泥沙的粒径、水深和流速有关。根据工程分析，施工期的悬浮物产生源主要为沉桩产生的悬浮物，因此其来自于工程区海域及其附近海域，它们的环境背景值与工程海域沉积物背景值相近或一样，施工过程只是将沉积物的分布进行了重新调整。因此，施工期悬浮物对工程海域沉积物质量的影响很小，工程施工后，经沉淀后沉积物的性质基本不变，不会明显改变工程海域沉积物的质量，海域沉积物环境基本可以维持现有水平。

6.1.3.2 施工期污水排放对沉积物环境的影响分析

污染物排入海，污染物质在上覆水相、沉积物相和间隙水相三相中迁移转化，可能引起沉积物环境的变化，特别是悬浮物质可能通过吸附水体营养物质以及有毒、有害物质，并最终沉降到沉积物表层，从而对沉积物环境造成影响。本项目施工污水主要为施工船舶废水和施工人员生活污水。施工废水量少，污染物排放量较小，且施工期较短，对海域水质的影响都不大，对沉积物环境基本上没有影响。此外，施工中只要加强管理，并将施工生活垃圾和施工废弃物一同清运至垃圾处理场处理，避免直接排入海域，对工程海域沉积物的质量影响很小。

6.1.4 测风塔及基础拆除对海洋环境的影响分析

测风塔运行达到设计周期后，将对测风塔进行拆除工作，测风塔基础钢结构和上部均采用吊装上岸拆解，拆除完成后局部恢复，基础吊起过程将会使沉积物有局部扰动，短时期内造成局部海水悬浮物浓度升高，总体来说扰动范围小、扰动程度低，对周边海洋生态环境影响很小。在退役期，只要做到合理科学安排工作流程，注意严格按相关要求收集回收相关废物等，退役期对于周边海域生态环境不会产生明显的影响。

6.1.5 对海洋生态环境影响分析

本工程施工期间会搅动底质产生悬浮泥沙，在短期内造成局部区域的悬浮泥沙浓度增加，对浮游植物的光合作用产生不利影响，造成悬浮泥沙高浓度区内浮游动物、鱼卵、仔鱼的死亡，项目占用海域范围内的底栖生物全部损失，由于鱼、虾、蟹等具有较强的回避能力，悬浮泥沙对游泳生物的不利影响较小。由于本项目施工区域范围较小，施工周期短，对海洋生态不会造成较大影响。

6.1.5.1 施工期悬浮泥沙对海洋生态（含渔业资源）影响

（1）对浮游生物的影响

悬浮泥沙的扩散导致周边局部海域水质混浊，使海水的光线透射率下降，溶解氧降低，对浮游动物和浮游植物产生不同程度的不利影响。海水中悬浮物增加，悬浮颗粒会黏附在浮游动物体表，干扰其正常的生理功能，尤其是滤食性浮游动物会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱；海水透明度下降，溶解氧降低，不利于浮游植物的光合作用，进而影响浮游植物的细胞分裂和生长，使单位水体浮游植物的数量降低，导致该水域内初级生产力水平下降。本项目施工期产生的悬浮泥沙，会造成浮游生物产生一定的损失，但施工结束后，悬浮泥沙会很快消失，而且海水流动将带来外海的浮游生物加以补充，因此对工程海区的浮游生物数量不会产生长期不利影响。

（2）对渔业资源的影响

悬浮泥沙使海水中悬浮颗粒过多，导致海水的混浊度增大，透光度降低，不利于鱼类的天然饵料的繁殖生长；另外，悬浮颗粒会随鱼类的呼吸而进入鳃部，沉积在鳃瓣、鳃丝及鳃小片上，不仅损伤鳃组织，而且会隔断鱼类气体交换的进行，使鱼类呼吸困难，甚至窒息而死。但由于成鱼具有相对较强的避害能力，在施工期海水混浊时，成鱼一般会主动避开。高浓度悬浮颗粒扩散场对海洋生物仔幼体会造成伤害，主要表现为影响胚胎发育，悬浮物堵塞生物的鳃部造成窒息死亡，大量悬浮物造成水体严重缺氧而导致生物死亡，悬浮物有害物质二次污染造成生物死亡等。不同种类的海洋生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，一般说来，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。

根据《渔业水质标准》（GB11607-89）的要求，人为增加悬浮物浓度大于 10mg/L，会对鱼类生长造成影响。本项目施工期产生的悬浮泥沙增量浓度超过

10mg/L 的影响范围仅局限在桩基周边海域，对上述范围内的海洋生物成体和仔幼体会产生不良影响。

(3) 对闽南浅滩渔场海洋渔业捕捞的影响

本项目用海位于“近海农渔业区”，用海方式为“透水构筑物”，项目用海不改变海域的自然属性。测风塔桩基施工中钻孔排沙、弃渣和灌注水下混凝土产生少量的悬浮泥沙，扩散范围很小，且桩基施工过程短暂，悬浮泥沙影响时间短暂，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内结束，对闽南前海渔场海洋渔业捕捞的影响即将结束。运营区则对渔业捕捞基本没有影响。测风塔设计试用期满后，若继续进行维护，防腐材料中的有害物质会对海域水质、海洋生物造成一定的危害，因此，在测风塔维护过程中，塔架喷涂防腐油漆时做好防护措施，最大限度的减少油漆喷洒至海水中；防腐材料应选用有效的环保材料，以减少防腐材料中的有害物质对海洋生物的影响；若拆除测风塔，对生态环境的影响与施工期相似，但影响较小，且能够很快恢复。总体来说，项目对闽南浅滩渔场海洋渔业捕捞影响不大。

(4) 施工期和运营期对捕捞船舶的影响

施工期会加大古雷作业区进港航道等相关航道的通航密度，增加通航风险。

运营期会对在工程区周边海域的捕捞渔船航行线路有影响，建设单位要设立相关安全标识和警戒线确保安全。

6.1.5.2 桩基占用海域对海洋生态环境的影响分析

本工程施工期间负压桩基下沉施工会搅动底质产生悬浮泥沙，在短期内造成局部区域的悬浮泥沙浓度增加，对浮游植物的光合作用产生不利影响，造成悬浮泥沙高浓度区内浮游动物、鱼卵、仔鱼的死亡，桩基占用海域范围内的底栖生物全部损失，由于鱼、虾、蟹等具有较强的回避能力，悬浮泥沙对游泳生物的不利影响较小。

6.1.5.3 海洋生态环境补偿分析

本工程建设将直接破坏生物的生境，造成海洋生物的死亡。施工过程中搅动海底产生的悬浮泥沙影响极小，因此本报告对海洋生态损失量估算参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），主要对桩基建设对海域占用进行生态损失补偿进行。

（1）海洋生态损失计算方法

本方法适用于因工程建设需要，占用渔业水域，使渔业水域功能被破坏或海洋生物资源栖息地丧失。各种类生物资源损害量评估按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源受损害，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

D_i ——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每立方千米[kg/km³]；

S_i ——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

（2）底栖生物的经济价值的换算

A、底栖生物的经济价值的换算

潮间带生物、底栖生物经济损失按下式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M ——经济损失额，单位为元(元)； W ——生物资源损失量，单位为千克(kg)；

E ——生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，单位为元每千克(元/kg)。

B、成体生物资源经济价值的计算

成体生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额，单位为元(元)；

W_i ——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量，单位为千克(kg)；

E_i ——第 i 种类生物的商品价格，单位为元每千克(元/kg)。

（3）海洋生态损失补偿计算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的规定：①占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；

占用年限 3~20 年的，按实际占用年限补偿；占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿。②持续性生物资源损害补偿，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限 3~20 年的，按实际占用年限补偿；实际影响年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿。测风塔使用年限为 5 年，因此实际影响年限为 5 年。

1) 生物损失分析

根据生物调查资料，本项目所在海域 2017 年 5 月潮下带底栖生物生物量平均值为 $7.54\text{g}/\text{m}^2$ ，平均水深按 40m 计算，本项目建设占用海域面积 2704m^2 （桩基础 1024m^2 （ $32\text{m}\times 32\text{m}$ ））。

据此对生态损失量进行核算如下：

底栖生物损失量： $1024\text{m}^2\times 7.54\text{g}/\text{m}^2\times 5\text{年}=38.6\text{kg}$

2) 生态经济损失计算

参考当地市场价格，本报告底栖生物价值按照 10 元/kg，估算项目建设造成的生态损额。

底栖生物： $38.6\text{kg}\times 10\text{元}/\text{kg}=386\text{元}$

总计：项目建设造成生态损失总额为 386 元。

建设单位按照国家海洋、渔业管理部门和省海洋渔业管理部门的要求，就具体的补偿方式、时间等问题进行协商，按照主管部门的指导意见落实补偿，并接受监督。

6.2 对港区、锚地、航道的影响

①对港区和航道的影响

本项目附近有古雷港区的六鳌作业区和古雷作业区，分布位于浮头湾和东山湾口内东侧。根据工程设计方案，项目施工期间，测风塔预拼装选择古雷港古雷作业区作为施工基地，施工作业人员上下船及少量物资材料起运选择古雷港六鳌作业区，施工船舶运输航行时将增加沿海航路和各进出港航道的通航密度，对航道上其他过往船只的正常通行产生一定影响，需要整个港区的安全调度。

②对锚地的影响

本工程附近的锚地有东山湾 2 号锚地、东山湾 3 号锚地、东山湾联检锚地、古雷 15 万吨级油船锚地、古雷 10 万吨级油船锚地、古雷 5 万吨级油船锚地①、古雷 5 万吨级油船锚地②，这些锚地均位于东山湾口处，与本项目相距较远，满

足安全要求，因此测风塔建设不会影响工程附近锚地。

根据工程设计方案，项目施工期间，大型船舶防台避风选择东山湾 2 号锚地、东山湾 3 号锚地，小型船舶避风选择浮头湾内或东山湾 3 号锚地。

③对通航环境的影响

本项目测风塔位于福建沿海推荐中航路、南向外航路之间，并与当地港口总体规划以及海洋功能区划不冲突。测风塔周边 1nmile 水域宽度范围内，船舶交通流量约 30.7 艘次/d，船舶流量较大，且通航船舶以货船和非运输船为主，分别约占 44%号位 38.7%，危险品船舶约占 10%；油船约占 7.1%，并存在一定量的油船和危险品船舶通航，约占 7.1%和 10%，存在较大的通航安全隐患。为保障该工程测风塔营运安全，建议建设单位在测风塔投入运营前期，派遣至少 1 艘警戒船对该工程测风塔附近水域进行警戒和守护，引导过往船舶及时避开测风塔，待过往船舶熟悉通航环境后，逐步减少警戒和守护频次。测风塔位于闽南渔场范围内，渔汛期间，部分渔船在工程该工程测风塔附近进行捕捞作业。建议建设单位积极争取渔业管理部门和渔业生产单位的配合，加大对渔船的宣传力度，确保渔业生产不会对该工程测风塔的建设、运营造成影响。漳浦海上风电场 D 区测风塔项目的建设对周边通航安全的影响较大。测风塔的建设及营运活动对所在水域通航环境的影响是客观存在的，建设单位应充分认识通航环境和安全营运的关系，按照“三同时”原则，投入必要的人、财、物力及相应配套的安全监管设施、设备，落实相应安全对策与保障措施，解决存在的问题，缓解、消除不利因素，漳浦六鳌海上风电场 D 区测风塔项目的建设是可行性的，其运营期间附近水域的通航安全是能够得到保障的。

6.3 其他环境要素影响分析

（1）大气环境

本项目施工过程中使用施工船舶等，所排放的发动机尾气中主要含有烟尘、烃类、CO 等空气污染物。由于施工均位于海上，区域开阔，空气交换条件较好，因此施工车辆尾气排放对周围环境空气不利影响不大，且是暂时的。

（2）声环境

施工期施工船舶、施工机械作业等产生的噪声，但由于施工均位于海上，距离陆地较远，在以预防为主的声音环境保护措施（从噪声源控制、传声途径和敏感

对象保护等多方面着手）的前提下，可最大限度减免施工噪声影响

（3）固体废物

项目施工期间将产少量钢结构材料废弃物等建筑垃圾，随生活垃圾一道运至垃圾处理厂或部分做回收处理。船舶生活垃圾应在船舶上分类收集，靠岸后统一运至垃圾处理场处理。因此，固废对外围环境产生的影响很小。

6.4 项目用海风险分析

6.4.1 台风、风暴潮风险分析

本区受台风影响频繁，每年 7~10 月是台风活动季节，每年台风侵袭本海域平均为 5 次。受台风影响时风力可达 9 级以上，最大风速可达 40m/s 左右，尤其近几年福建沿海台风较为频繁发生。台风期间往往伴随大浪和风暴潮增水，具有较大的破坏性，可能造成水工建筑物受损、甚至倒塌。本项目所在海域为外海，海域开阔，受台风影响较大，因此，在测风塔形成期间若遇台风袭击，将有可能破坏工程建筑物。

6.4.2 通航风险分析

本工程位于福建海域外航路和中航路之间，测风塔与中航路、外航路最近距离分别为 5.2km 和 10.6km。项目在施工过程中因操作失控、机械故障、设备老化、自然灾害等原因，将有可能发生施工船舶碰撞、搁浅或施工船舶与过往船只发生碰撞等事故。

在项目营运期间，若遇大雾，会影响海上船舶对测风塔的辨识，易发生船舶与测风塔碰撞事故。

6.4.3 地质灾害风险分析

本测风塔场址未发现活动性断裂通过，区域构造稳定性为相对稳定地区；根据本次勘探揭露，场区覆盖层厚度较大，主要以粘性土、砂土为主，中下部土质较好，适宜本工程测风塔建设。

测风塔采用钢结构塔架，测风塔基础结构采用导管架基础型式，导管架与海床之间采用吸力桶连接，按照工程区周边过去几十年的冲刷状态来看，测风塔不会有降、位移、倾斜、倒伏的风险。

本工程临近海岸的陆域场地设计基本地震加速度为 0.15g，抗震设防烈度为

7 度，设计地震分组为第三组。拟建场地位于海域且海况复杂，场地又分布有中等液化砂性土，故拟建场地应按抗震不利地段考虑。

6.4.4 飞行器碰撞事故风险分析

本项目为测风塔建设，测风塔具有一定的高度，在营运期间，若项目附近海域需开展航拍等活动，则有可能引发无人机等飞行器碰撞测风塔事故。

6.4.5 溢油风险分析

项目在施工过程中因操作失控、机械故障、设备老化、自然灾害等原因，发生施工船舶碰撞、搁浅或施工船舶与过往船只发生碰撞等事故，造成燃料油泄露，对海洋生态环境造成不利影响。

A、对鱼虾贝类的影响

海洋油污染对幼鱼及鱼卵的危害很大。高浓度的石油会使鱼卵和仔幼鱼在短时间内大量死亡，低浓度的长期的亚急性毒性，可干扰其繁殖和摄食。海洋中大部分经济鱼类都属于浮性卵，仔、稚鱼多营浮游生活，因此它们不仅受到海水中油溶解成分的毒性影响，还极易受海面浮油的影响。油膜和油块能粘住大量的鱼卵和幼苗，使鱼卵不能正常孵化，仔、稚鱼丧失或减弱活动能力，影响正常行为和生理功能，使受污个体沉降并最终死亡。据有关研究资料报道，海水中含石油类为 0.1mg/L 时，所有孵化的幼鱼均有生理缺陷，并只能成活 1~2 天；对大海虾的幼体来说，其“半致死浓度”（即 24h 内杀死半数的极限浓度）均为 1mg/L，这种毒性限值随不同生物种属而异。我国的海水水质二类标准（适合养殖区域）对石油类的限值为 0.05mg/L，正是为此而考虑制订的。

石油溢漏入海后，以油包水或水包油的形式分散在水中，形成乳化油。乳化油颗粒小，可吸附于鱼类的腮上，形成“黑腮”，导致鱼虾呼吸障碍而死亡。石油类对鱼类的化学毒害方面主要表现在通过鱼鳃呼吸、代谢、体表渗透和生物链传递逐渐富集于生物体内，导致对鱼类的毒性和中毒反映。同时，发生溢油时，不仅表现在对渔业生物的伤害和发育生长的影响，当海水中石油浓度达到一定含量时，就会使渔业生物致臭，不仅使鱼类失去鲜美的味道，更主要的是石油类富集于鱼体内，通过食物链危害人体健康。海水中含石油类的浓度为 0.01mg/L 时，在这种被污染的海区中生活 24h 以上的鱼贝类就会粘上油腥，因此将该数值视为鱼贝类着臭的“临界浓度”。

相对于鱼卵和仔稚鱼而言，溢油事故对成体鱼类的影响相对较小，主要是由于大量油在海水表面以漂浮形态存在，而大多数鱼类是在中层和底层水中生活。另外，许多上层和中层鱼能逃避黑色油块，底层鱼凭视觉和嗅觉尽量避免和下沉的油块接触。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类伤害程度轻；若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。项目区位于漳浦外海海域，为开阔水域，溢油产生的影响对鱼类伤害程度相对较轻。

B、对浮游生物的影响

浮游生物是海洋生物食物链的基础，是一切水生生物，包括游泳生物、底栖生物等海洋生物赖以生存的基本条件。浮游生物对石油污染极为敏感，许多浮游生物皆会因受溢油危害而惨遭厄运，特别是由于浮游生物缺乏运动能力，加以身体柔弱，身体多生毛、刺，更易为石油所附着和污染。溢油对海洋浮游生物的影响将对整个海洋食物链造成影响，并进而破坏海洋的生态平衡。

溢油对浮游生物的影响程度决定于石油的类型、浓度和浮游生物的种类。作为鱼、虾类饵料的浮游植物，对各类油类的耐受力都很低，石油急性中毒浓度范围为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L。浮游动物通过摄食或直接吸收碳氢化合物而受到影响，其急性中毒浓度在 0.1~15mg/L。通常幼体对于石油污染的敏感度大于成体，永久性浮游动物幼体的敏感性大于临时性底栖生物幼体。

因此，若发生溢油事故，对油膜所漂过区域的浮游动、植物的损害是十分严重的。一般浮游植物的生命周期仅 5~7 天，在油膜覆盖下，加之其毒性作用，一般不超过 2~5 天即因细胞溶化、分解而死亡。同样，浮游动物也会在毒性作用或缺氧条件下大量死亡。

C、对底栖生物的危害

多数底栖动物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，幼体的致死浓度范围更小一些，而软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油，石油堵塞软体动物的出入水管或引石油类在生物分解和氧化时消耗底层水中的氧气，使软体动物窒息死亡。石油浓度为 0.01mg/L 就能引起牡蛎、海胆、寄居蟹、海盘车等耐油性差的底栖动物的死亡，石油浓度在 0.01~0.1mg/L 时，对某些底栖甲壳类动物（藤壳、蟹等）幼体有明显的毒性。油品溢漏入海后，相当一部分石油污染衍生物甚至石油颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层石油污染物，使其难以生存。一旦油膜接触海岸，将很难离开，其结果将导致该海域滩涂生物

窒息死亡或中毒死亡。此外，滩涂及沉积物中未经降解的油又可能还原于水中造成二次污染。严重的溢漏事故可改变底栖生物的群落结构，影响水生生物系统，造成局部海域有机质堆积，底质环境恶化，导致底栖生物资源量的减少。

6.5 环境经济损益分析

本项目投资约 2980 万元（包括 D 区 1 号测风塔、4 号测风塔），本项目的实施，将阻断波浪的冲击力、围护港池、维持水面平稳以保护港口免受坏天气影响、以便船舶安全停泊和作业。另外，防波堤还可起到防止港池淤积和波浪冲蚀岸线的作用。

根据分析，本项目环保投资主要为实施过程中废水收集与处置系统、噪声防治措施以及绿地建设等。根据估算，项目环境保护投资总额约 4.07 万元，占总投资的 0.14%。具体估算见表 6-1。

表 6-1 项目环保投资一览表

要素	对策措施	具体内容	规模与数量	预期效果	预计投资(万元)
污水处理	营地废水处理	营地废水分类处理	冲洗废水沉淀处理；生活污水采用移动厕所收集依托周边村庄现有污水处理设施处理	冲洗废水回用；生活污水收集外运	2
	生态补偿	缴纳现金补偿	补偿金额0.04万元	缴纳现金补偿	0.04
大气污染防治	运输车船覆盖	运输车船防尘帆布覆盖	每车配备帆布	有效降低运输扬尘	1
固废处置	生活垃圾清运	生活垃圾外运处置	营地生活垃圾20kg/d	收集后由环卫部门处置	1
合计					4.04

6.6 风险防范对策措施

6.6.1 应对台风、风暴潮风险的措施

工程施工应尽量避免台风季节，避免造成经济损失和对周围海域环境产生破坏性影响。同时，做好防台风袭击的各项应急预案和采取必要措施，如加强与气象、水利等部门联系；做好预报、预警工作；加强工程质量管理，确保基础处理严格按设计方案进行施工，避免发生工程质量事故，将可能产生的损失降到最低。此外，建设单位还必须具备应急抢险措施和条件，包括抢险人员队伍和抢险应急

设备。具体措施如下。

(1) 与当地海事部门联系，合理选择防台锚地。

(2) 台风季节从防台小组到每条船要派专人收听中央台及地方台天气预报。如有台风消息，随时上报，并继续收听，注意其动向。

(3) 台风季节应保持人员稳定，检查以下设备的完好，如有问题马上处理。

①锚是否系牢。

②锚泊钢丝绳是否够力，不符合条件的马上更换。

③各工程船舶及拖轮的专用设备如手拉葫芦、千斤顶、八磅手锤、太平斧等是否放到指定位置。

④甲板及机舱可以移动或倾倒的工件或设备是否封牢、绑扎好。

⑤各水密门窗是否完好。

⑥消防、总用泵是否完好，舱底水吸头与排出舷外阀是否畅通。

⑦各专用吊机的钩头缆风绳是否完好，紧张口是否在指定位置。

⑧救生艇、筏是否固定好、封牢，救生圈是否配备足够。

⑨检查安全帽、救生衣是否每人一套，并留有余地备用。

(4) 除现场充足的拖轮以外，另安排满足拖带能力的拖轮备用，确保整个现场的运行，并与附近有能力的单位签定防台协议。

(5) 到达避风锚地指定地点后，在船的四周应围上白棕绳，此绳离甲板 1m 高度。

(6) 接到台风警报及台风传来期间，所有船员要提高警惕，船上各部门应派一定数量的人员昼夜值班，并随时与值班拖轮及岸上指挥部保持联系。

(7) 整个防台过程应保持通信设备的完好畅通。

(8) 整个防台期间各船应配足一个星期的饮用水及食品。

(9) 防台纪律：

①防台是一项非常重要的工作，全体职工必须服从指挥严明纪律，坚守岗位。

②对防台中不听指挥，值班脱岗等现象，一经发现，项目部将作出严肃处理。

6.6.2 应对地质构造及不良地质风险的措施

(1) 工程地质灾害风险防范措施

①项目区场地属抗震不利地段，因此拟建构筑物应按有关规范执行。

②项目的基础施工必须严格按照设计选用的基础处理方式，以及基础施工规范进行，加强验槽、验桩和监理工作。

(2) 地质灾害应急预案

制定突发地质灾害应急预案，建立响应体系，尽可能减小事故发生的规模及其所造成的损失与危害。应急预案应报备相关市、区人民政府，其主要内容有：

- ①建立应急组织机构，明确分工、职责。
- ②制定地质灾害应急响应程序，并进行相关的培训、演练。
- ③配备应急装备及通讯、交通等必要设备。
- ④应急监测及事故后评估。
- ⑤应急救护及灾害控制、削减的措施。
- ⑥风险事故的善后处理措施。
- ⑦事故过程的记录及报告。

6.6.3 施工期和营运期风险防范措施

6.6.3.1 施工期船舶通航事故风险防范措施

本项目在施工阶段应考虑施工船舶和过往船只的通航安全，并采取相应的安全保障措施，避免发生船舶碰撞事故。

- (1) 施工前发布航行通告，施工期间在重要海域设置可航行或不可航行标志；
- (2) 施工期间应划定安全作业区域，严禁施工单位擅自改变安全作业区域；严禁无关船舶进入施工作业区域；
- (3) 施工期间施工船舶应加强值班，注意瞭望，与周围船只保持安全距离。
- (4) 施工结束后，应清理作业区域，拆除施工临时设施，保证施工区域不留下影响船舶通航的废弃物。

营运期间若遇大雾天气，可能存在船舶与测风塔碰撞风险。建设单位应该在测风塔上配备助航灯、雾笛等声光设备，以上设备所发出的声光信号要能较好较好提示过往船舶测风塔的位置。同时，建设单位应在测风塔的安全距离线之外（建议安全距离应等于 500m）布置警戒线或设立浮标。

6.6.3.2 施工期船舶溢油事故风险防范措施

施工期间，可能存在溢油风险。为应对溢油突发性事故，建设单位可以采取以下应急措施或预案：

(1) 建立事故应急第一责任单位、第一责任人制度。现场相关责任人在事故发生时，应迅速向相关第一责任单位和责任人报告，并保持密切联系，相关部门人员到达事故现场后，由第一责任单位和责任人统一指挥调度。

(2) 建议拟建项目船舶事故的溢油处理可依托邻近的相关海事、航管等部门已有的应急处理设施，与备有事故溢油处理能力的单位签定事故处理合作协议。保证一旦发生燃料油溢漏入海事故时，协议的事故处理合作单位将以最快速度赶赴现场，利用收油机，吸油毡，人工打捞等物理方式回收浮油，海况恶劣时采用围油栏拖至安全地点处理。

(3) 施工协调和管理总部应备有通讯联络器材设备，当出现事故时，能顺畅地与其应急队伍联络上，并积极配合环保部门、海洋与渔业部门做好相关应急工作。

6.6.3.3 营运期船舶碰撞风险防范措施

营运期间若遇大雾天气，可能存在船舶与测风塔碰撞风险。建设单位应该在测风塔上配备助航灯、雾笛等声光设备，以上设备所发出的声光信号要能较好较好提示过往船舶测风塔的位置。同时，建设单位应在测风塔的安全距离线之外（建议安全距离答应等于 50m）布置警戒线或设立浮标。

6.6.3.4 营运期飞行器碰撞风险防范措施

测风塔营运期间，若是项目所在海域上空有无人机或其他飞行器进行飞行活动，则有可能发生碰撞事故。建设单位应在测风塔塔顶设置相关警示灯，确保飞行器的飞行与测风塔营运的安全。

表 7 环境保护对策措施与环境影响评价结论表

7.1 施工期环保措施

7.1.1 施工期水环境保护措施

①施工单位在施工过程中，应充分考虑附近海域环境特征、气象条件等，确保施工作业对海域环境质量的影响降低到最小程度。

②避免在雨天等不利天气情况下进行施工作业，尽量避开涨潮及落潮发生期，以减少悬浮物影响范围。

③施工船舶的含油污水不得随意排放，应经船舶自带的油水分离器处理达《船舶污染物排放标准》（GB3552-2018）标准后达标排放，油污上岸集中外运；对于不具备油水处理能力的船舶，应事先经海事部门对其排污设备进行铅封，含油污水经统一收集后委托有资质的单位进行统一处理。

④海上施工船只的生活污水应集中收集至船上的卫生设施中，统一经船舶污水处理系统处理达标后外排，处理废物上岸外运，对于尚未配备处理设施的船舶，施工单位需按规定接收船舶污水到岸上集中处理排放。

7.1.2 施工期大气环境保护措施

①为减少施工船舶设备排放发动机尾气产生的污染，施工单位必须严格控制船舶设备的品质，尽量采用清洁型燃料，并在机械设备排气口加装废气过滤器。

②加强对施工船舶的管理，保证船只的各项条件符合有关控制空气污染的法规要求。加强对船舶柴油机运行管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态，从而减少柴油机的排放污染。尽量使用低硫分的燃油，以减少 SO_2 的排放。

7.1.3 施工期固体废物环境保护措施

①施工船舶垃圾不得随意倒入海域，应在船舶上设置统一回收的垃圾桶和垃圾箱进行分类收集。靠岸后生活垃圾倾倒入陆域生活垃圾处理设施，与陆域生活垃圾一并送入垃圾场统一填埋处理；施工船舶机械保养产生的固体废弃物，其中部分可回收使用，其余由于含油高浓度的油污和少量重金属等污染物，需要经收集后委托有资质的单位进行统一接收处理。

②施工过程中产生的各类建筑垃圾尽可能的通过回收加以使用，不得随意丢弃在海边，不可利用的建筑垃圾统一清运至垃圾场。

7.1.4 施工期海洋生态环境保护措施

- ①施工期应尽量选择低平潮时段进行施工，以减少对海洋生态环境的影响。
- ②落实好各项污水处理措施，严禁污水直接排海对海洋生态环境造成影响。
- ③施工产生的悬浮泥沙会对项目区附近浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼和游泳动物造成损失。施工结束后，应根据现状调查和本项目施工期的生态环境影响情况采取适当的生态补偿措施，以促进受影响区段的生态恢复。项目建成投入运行前，建设单位需根据项目对海洋生态环境的损害情况进行生态补偿。

7.2 环境管理

建设单位应联合施工单位与工程监理负责施工期环境管理与监督，其具体任务为：

- ①在加强工程建设管理的同时，必须加强环境管理，提高环境保护意识，制定行之有效的环境保护规章制度，并且在工程承包合同中给予明确和体现。
- ②设立环保管理监测机构，按照国家和地方政府颁布的有关环境保护法令、法规以及所制定的规章制度，在当地海洋行政主管部门的监督下，负责实施有关海洋环境保护措施，落实执行情况。
- ③严格按照施工工艺和工序，以减少施工过程中泥沙入海对海域环境的影响。
- ④施工单位应根据工程区附近海域的环境和生态现状，合理安排施工机械设备的数量、位置，减少对底泥的扰动强度和范围。
- ⑤避免在暴雨、台风及天文大潮等不利条件下进行施工，尽量缩短对海域水质和生态影响较大的工期。
- ⑥监督施工机械、船舶的含油废水和生活污水要回收处理，不得随意排放；固体废物不得随意倒入海域，需要合理外运处置。
- ⑦施工注意使用清洁燃油，尽量降低机械废气对周围大气环境的影响。
- ⑧加强施工期的环境监理工作。建设单位应联合施工单位和施工监理单位制定工程施工期海域水质、生态环境监控计划，并组织监测计划的实施。对附近海域的悬浮物等进行跟踪监控。
- ⑨做好海域环境状况及污染物排放监测数据的统计与存档，定期向主管部门汇报，发现问题及时处理。

7.3 结论

项目主要建设内容为在漳浦外海 D 区建设 1 座高度为 120m 测风塔。项目申请用海面积为 0.2704hm²，本工程建设期为 153 天，项目建设总投资为 2980 万元（含 D 区测风塔）。施工期主要污染因子为施工产生的悬浮泥沙，施工船舶生活污水和机舱含油污水，施工船舶、机械燃油产生的废气和噪声，以及施工船舶生活垃圾以及各种生产垃圾。运营期对周边海域无污染。本项目为透水构筑物用海，工程建设对水文动力环境、冲淤环境、水质环境、沉积物环境和海洋生态环境无明显影响，对渔业资源不会产生明显影响。在《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修正）中属于鼓励类项目，符合国家相关产业政策，建成后基本能满足环境功能要求，项目只要认真落实本报告表提出的各项环境保护措施，可以将环境影响降低到可接受的程度，从环保角度上来看，项目产生的环境影响是可以接受的，项目建设是可行的。

7.4 建议

议项目建设单位在设置航标的过程中，征求海事部门意见，以确保项目周边航路的通航安全。