

图 2.5-4 北栈桥和南栈桥平面图

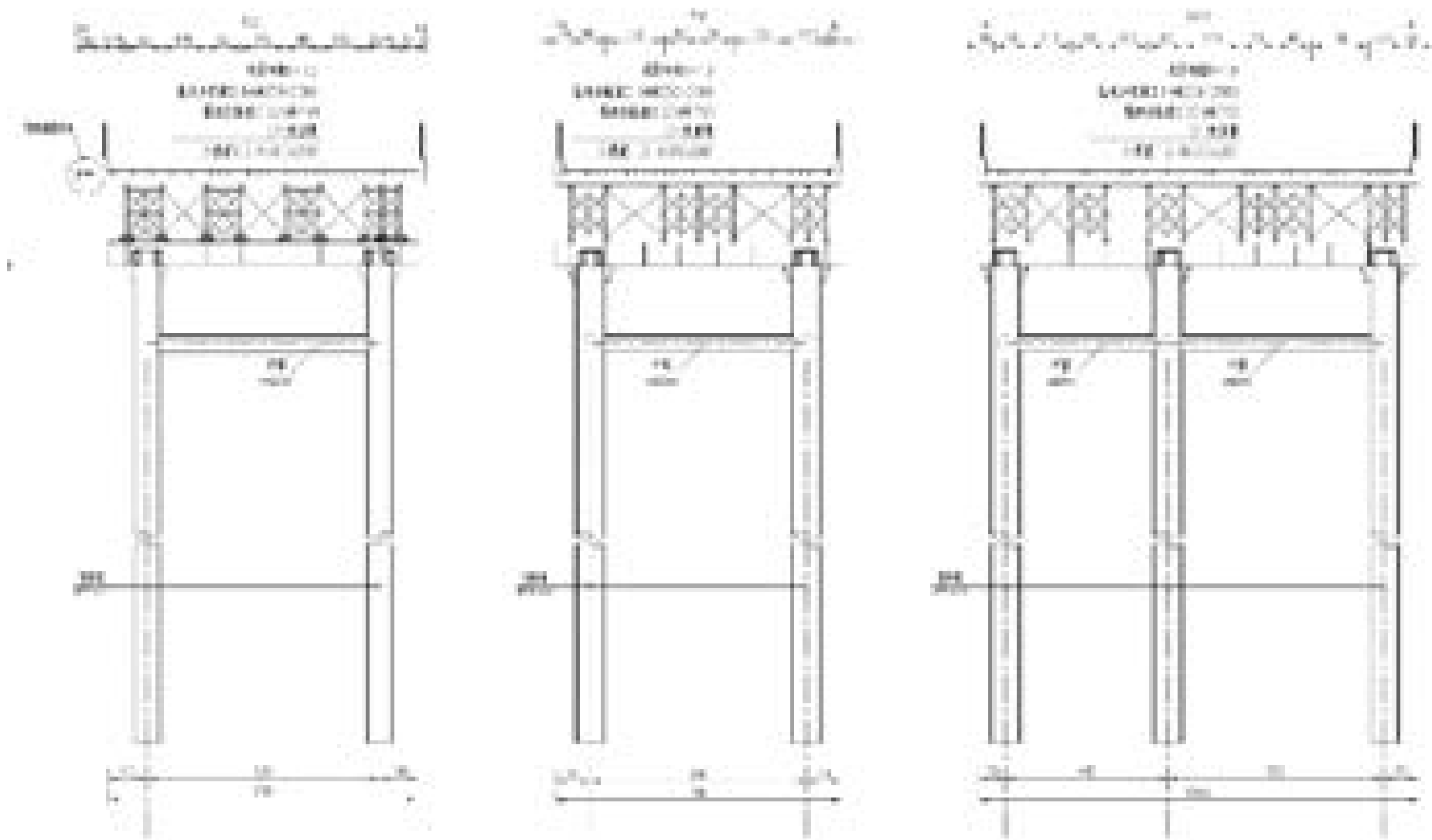


图 2.5-5 栈桥剖面图

2.5.2.2 通航孔桥施工

(1) 主桥施工流程

基础采用比较成熟的钻孔灌注桩工艺；承台采用钢套筒下沉，封底浇注承台混凝土的工艺；墩身形式简单，可以采用爬模的施工方法；悬臂浇筑施工：支架现浇0号块主梁，张拉相应的纵、横预应力束，拆除主梁现浇支架，安装主梁悬浇施工用挂篮，箱梁采用挂篮悬臂平衡浇注施工，其两端允许的不平衡重量最大不得大于一个梁段的底板自重，挂篮悬臂浇筑遵循对称平衡施工的原则。合拢时合拢段两端相对竖向误差（扣除纵坡值）不得大于 2.5cm；横向偏差不得大于 1.5cm。



图 2.5-6 主桥施工流程示意图

(2) 钻孔灌注桩施工工艺

根据设计文件及桩位平面图定出桩位及高程控制点，再根据现场情况选择埋设钢护筒，目的是固定桩位、保护孔口及提高孔内水位、增加对孔壁的静压力以防坍塌。采用钻机钻进成孔，成孔过程中为防止孔壁坍塌，在孔内注入人工泥浆或利用钻削下来的粘性土与水混合的自造泥浆保护孔壁。护壁泥浆与钻孔的土屑

混合，边钻边排出，同时这些泥浆被重新灌入钻孔进行孔内补浆。当钻孔达到规定深度后，安放钢筋笼，在孔内灌注混凝土，浮在混凝土之上的泥浆被抽吸出来，钻孔排出的钻渣泥浆通过管道流入沉淀池，使钻渣和泥浆得以分离，分离出来的泥浆循环利用。根据工程实际，采用沉淀池处理施工过程中的钻渣泥浆，钻渣沉淀分离后作为弃渣分批运至相关消纳场。

(3) 桥梁承台、墩身施工工艺

主通航孔桥下部桩基采用设置钢护筒后施工相关桩基，承台体量较大，施工时采用双壁钢围堰或锁口钢管桩围堰围挡后浇筑封底混凝土，再施工承台混凝土。



双壁钢围堰

锁口钢管桩围堰

图 2.5-7 承台施工围堰示意图

2.5.2.3 引桥施工



图 2.5-8 引桥施工工艺示意图

对于标准跨径的桥梁，其上部构造引桥箱梁采用贝雷梁支架现浇施工。

引桥施工流程：完成墩基础及墩身施工；搭设钢管贝雷梁支架；立模板，绑扎钢筋，安装箱梁预应力管道，浇注全联箱梁混凝土；特混凝土强度达到设计强

度 90%后，接如下顺序张拉预应力钢束：纵向腹板钢束、纵向顶板钢束、纵向底板钢束、顶板横向钢束，纵向顶底板钢束的张拉原则为先长后短；拆除全桥支架，完成本联箱梁施工；最后进行桥面工程的施工。

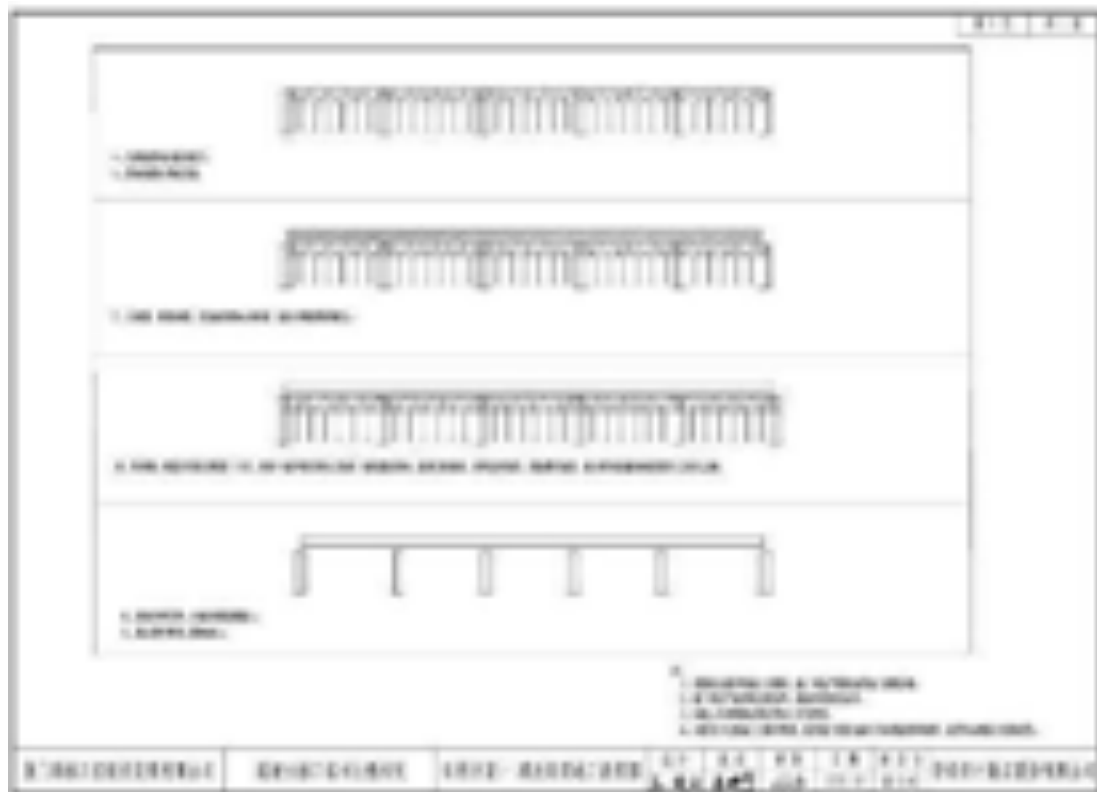


图 2.5-9 引桥现浇箱梁施工流程图

2.5.3 道路施工

路基填土前应先清除草皮、树根、腐殖土等，然后碾压密实，压实度（重型）不应小于 95%。施工时若基地松散土层厚度大于 0.3 时，应翻挖再回填分层压实。

为保证路基工作区范围内的路基土质均匀、密实，对路基工作区范围内的素填土及杂填土进行换填合格路基土处理。地下水位较高路段，地下水位以下部分路床采用中粗砂垫层填筑，并根据需要设置纵横向盲沟。

桥台台背路基过渡处理：为减少路基在构造物两侧产生不均匀沉降，减轻跳车现象，提高车辆行驶的舒适性，桥台台背过渡段采用换填砂碎石处理，台背回填处顺路基方向开挖台阶，并分层压实。

特殊路基处理：现状吹填区采用双向水泥土搅拌桩，桩径 0.5 米，正方形布置，桩间距 1.2 米，水泥搅拌桩的施工工艺流程：试桩→测量定位→搅拌桩机就

位、配制水泥浆→喷浆搅拌下沉→搅拌提升至设计标高→喷浆搅拌下沉→搅拌提升至设计标高→提升至孔口→关闭搅拌机、清洗→移至下一根桩。

2.5.4 施工场地

(1) 施工便道

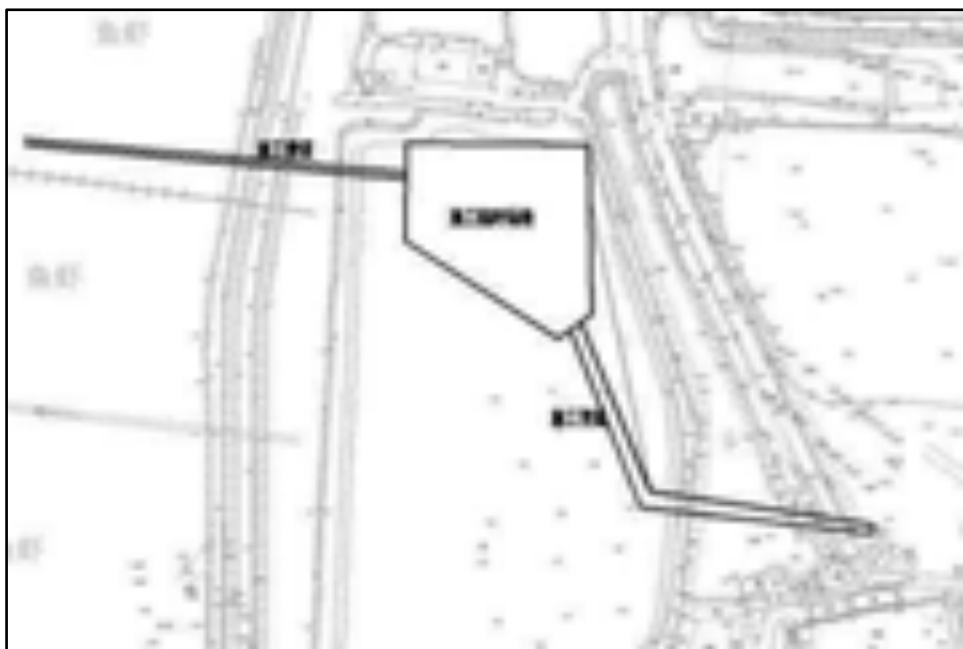


图 2.5-10 莲河端施工临时场地与施工便道



图 2.5-11 大嶧端施工便道

本项目沿线基本位于吹填造地区，施工期间，莲河区域车辆进出场主要通过翔安南路、莲河东路、机场快速路及施工便道、施工栈桥进出场，大嶝区域车辆主要通过环嶝路、翔安东路及施工便道、施工栈桥进出场。施工期间设置指引标志、爆闪灯等交通安全设施。莲河、大嶝施工便道分别如图 2.5-10、图 2.5-11。

(2) 施工临时场地和干化场

莲河起点处现场开阔地较多，施工临时场地选择项目附近的莲河保税区工程吹填造地区。本项目不设取弃土场，项目取弃土皆由施工单位根据现场实际运输能力决定。

本项目共设置 2 处淤泥干化场，总面积 5148m²，分别位于货运通道莲河侧引桥下方吹填造地区，占地面积 2440m²，保税通道大嶝侧引桥下方吹填造地区，占地面积 2708m²，如图 2.4-11、图 2.4-12、图 2.5-13。

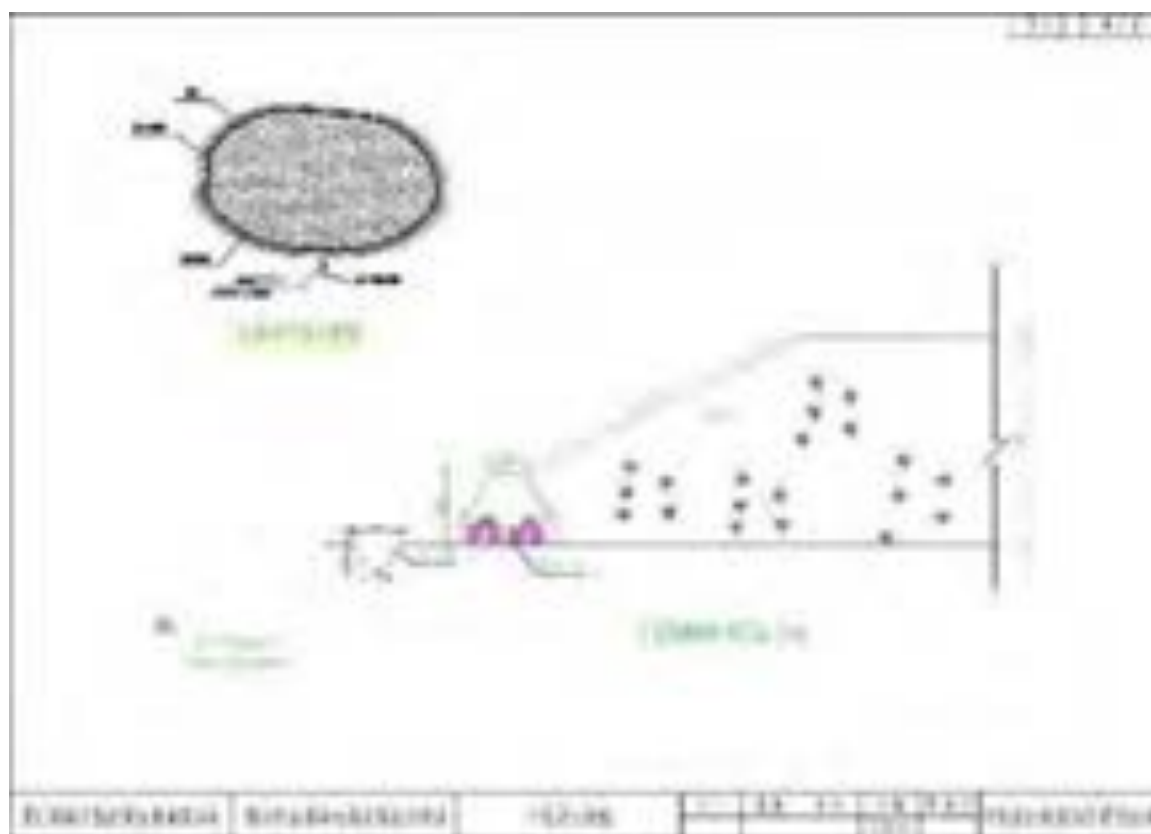


图 2.5-12 淤泥干化场设计图

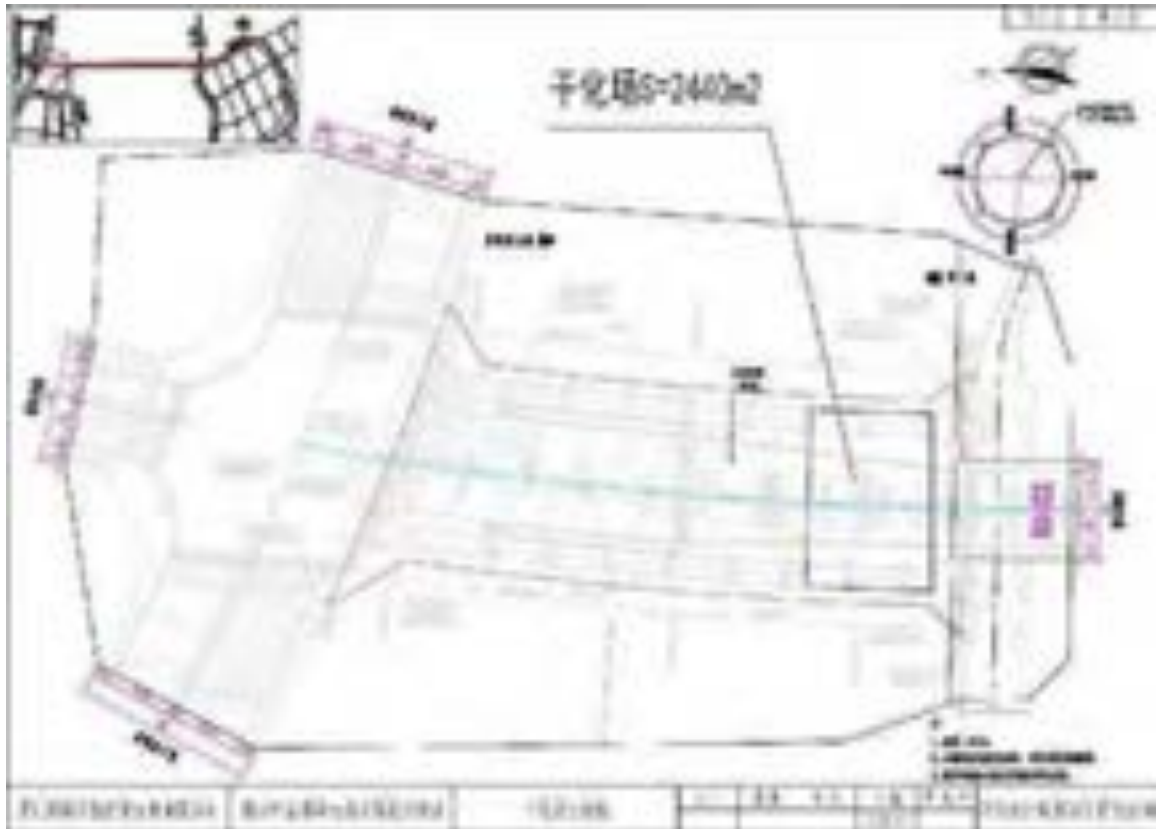


图 2.5-13 莲河端淤泥干化场



图 2.5-14 大嶝端淤泥干化场

(3) 钻孔灌注桩泥浆池

陆域钻孔泥浆池设置在陆地，相应位置根据技术水平和施工工序安排确定。海域钻孔泥浆池可在船舶上设置，船舶随桥梁钻孔灌注桩施工位置变化而移动。

(4) 废弃土方运输暂定路线



图 2.5-15 废弃土方运输暂定路线图

本项目所有钻渣、淤泥、废土等拟弃置到海沧区困瑶村的市渣土办许可的弃置点，弃置线路拟为：莲河工程区-施工便道-翔安南路-海翔大道-村庄道路-弃土点、大嶝工程区-施工便道-翔安东路-海翔大道-村庄道路-弃土点。根据《厦门市建筑废土管理办法》（厦门市人民政府令第 162 号），建设单位应在开工前 10 天向建筑废土管理机构申报，建筑废土管理机构收到申报后，应当在 5 日内安排处置场地和运输路线。本项目的建筑固废最终按照有关部门批复的运输路线运输至指定的建筑废土消纳场处置。

2.5.5 土石方平衡和施工机械设备

(1) 土石方平衡

路基施工时，对已吹填造地区的挖方约 51058m^3 ，填方需 78330m^3 ，经折算，借方 34316m^3 。本项目路基段较短，土方总量较少，目前片区处于大规模开发阶

段，涉及借方可从蓬河片区、大嶝岛片区周边项目进行借土。若周边项目借方不足，则区域内砂、石料储量丰富，质地优良，石料主要分布在晋江狮山、南安毫光山、同安禾山等地，砂料主要分布在晋江中游、南安安海溪、同安溪等地，可直接在沿线各料场购买运至工地，且运距多在20公里以内。

桥梁全线桩基承台施工产生的淤泥挖方约15768m³，钻孔灌注桩施工产生的钻渣挖方约13040m³，经淤泥干化场处理后，运输至建筑废土消纳场处置。

海域清淤施工时，产生的疏浚物约1144202m³，拟外抛至福建东碇临时海洋倾倒区，位于东碇岛附近以点24°11'52"N，118°10'15"E为中心，半径为2000m的海域，抛泥距离约65km。

施工栈桥在项目施工完毕后由施工单位组织拆除、周转至其他项目使用。

表 2.5-1 土石方平衡表

项目	挖方m ³	挖淤泥m ³	填方m ³	借方m ³	弃方m ³
货运通道	19949	7423	45103	27906	7423
保税通道	31109	8345	33227	6410	8345
货运通道钻孔灌注桩钻渣	8038				8038
保税通道钻孔灌注桩钻渣	5002				5002
桥位清淤		1144202			1144202
合计	64098	1144202	78330	34316	1173010

(2) 施工机械设备

清淤：400m³/h 抓斗式挖泥船、1000 方泥驳。

钢栈桥施工：打桩机，汽车吊或履带吊，运输车辆，临时发电机。

下部结构施工：打桩机，汽车吊或履带吊，锤击或震动工艺施工设备，混凝土泵车，混凝土罐车，运输车辆，挖掘机，泥浆船。

上部结构施工：运输车辆、混凝土泵车、混凝土罐车、汽车吊或履带吊、塔吊。

桥面及附属设施施工：运输车辆、混凝土泵车、混凝土罐车、沥青摊铺机、汽车吊或履带吊。

道路施工：挖掘机、推土机、自卸汽车、压路机、沥青摊铺车、潜水泵、发电机、砼振动机械。

2.5.6 用地用海与拆迁情况



图 2.5-16 项目占地红线示意图 1



图 2.5-17 项目占地红线示意图 2

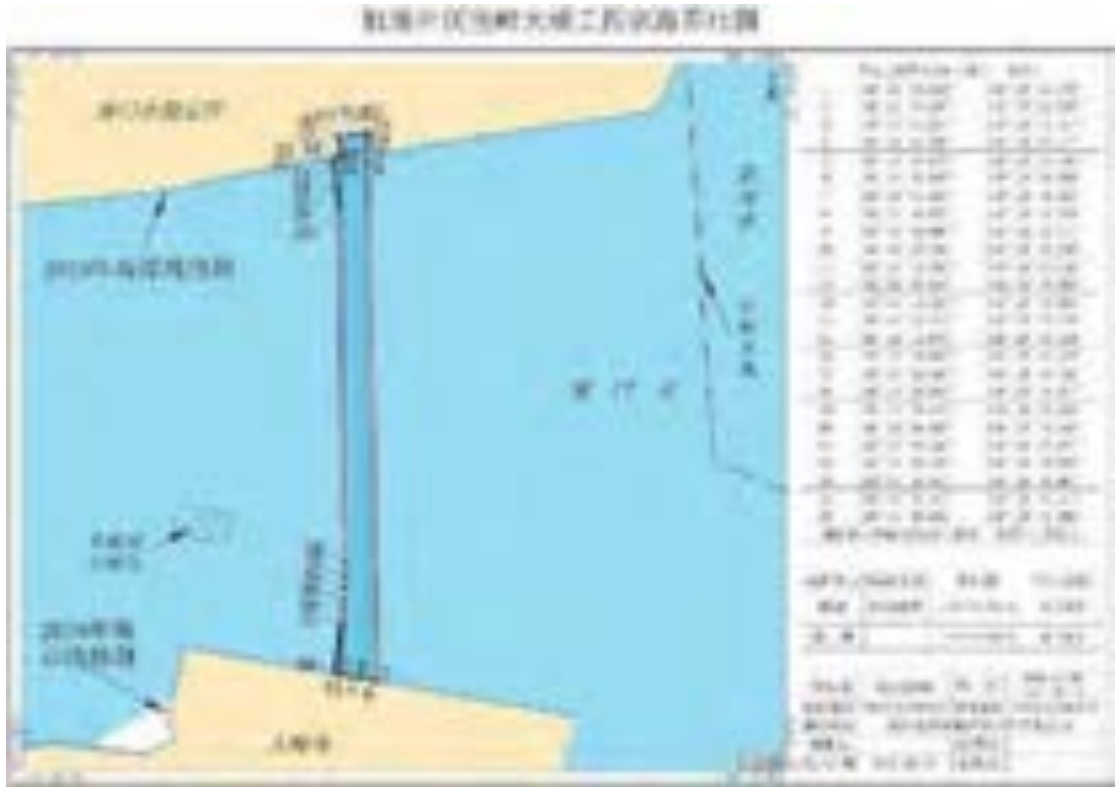


图 2.5-18 桥梁宗海界址图



图 2.5-19 拆迁莲河码头示意图

本项目货运通道和保税通道跨海桥梁用海面积 9.1955hm²，施工栈桥用海面

积 1.3058hm²，清淤区用海面积 14.2831hm²。货运通道占地面积 13212m²，保税通道占地面积 18337m²。

拆迁莲河码头，包括房屋 11 座，其中一层房屋 10 座，二层房屋 1 座，船坞 1 座。共计拆迁面积 1712.285m²。

2.5.7 施工进度安排

针对本项目特点，综合各种因素，推荐本项目建设工期为 30 个月。

表 2.5-2 本项目施工进度安排表

序号	名称	说明	第一期						第二期						第三期				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
一	准备工作	勘察、设计、报批手续、施工队伍进场																	
二	桩基施工	全场桩基施工																	
三	码头结构	上部结构施工、内部结构完成																	
四	辅助设施施工	上部、下部结构及装饰、油漆施工																	
		机电、设备安装																	
		道路建设																	
		给排水																	
五	后期施工	后期收尾、竣工验收																	
		后期维护管理																	
六	验收工程	竣工验收、交付、运营维护																	

2.6 主要污染源和影响源分析

2.6.1 施工期主要污染源分析

2.6.1.1 水污染源

(1) 清淤施工悬浮泥沙

清淤施工采用 8m³抓斗式挖泥船。根据《港口建设项目环境影响评价规范》(JTS105-1-2011)中关于水下开挖悬浮泥沙(SS)中的计算公式如下:

$$Q = \frac{R}{R_0} \times T \times W_0$$

式中： Q —疏浚作业悬浮物发生量（t/h）；

R —发生系数 W_0 时悬浮物粒径累计百分比（%）；

R_0 —现场流速悬浮物临界粒子累计百分比（%）；

T —挖泥船疏浚效率（ m^3/h ）；

W_0 —悬浮物发生系数（ t/m^3 ）；

$\frac{R}{R_0} \times W_0$ 即为悬浮物再悬浮率。

根据《疏浚与吹填工程设计规范》（JTS 181-5-2012）附录 F， $8m^3$ 抓斗式挖泥船设计疏浚效率 $T=400m^3/h$ 。根据文献资料¹， $8m^3$ 抓斗式挖泥船施工悬浮泥沙的再悬浮率为 $11\sim 20kg/m^3$ ，取 $\frac{R}{R_0} \times W_0 = 20kg/m^3$ ，计算得， $8m^3$ 抓斗式挖泥船疏浚时悬浮泥沙的产生量约 $2.22kg/s$ 。

（2）桥梁基础施工悬浮泥沙

本项目设置钢护筒围堰后施工相关桩基、承台、墩身，由于项目区水位较低，钢套箱仅在下沉安装时产生少量悬浮泥沙。钢套箱内的桩基正常施工过程中，悬浮物泥沙的泄漏量非常少，泥浆能做到循环利用。在承台、墩身浇筑、箱梁施工中控制污水排入海中，则桥梁施工过程对海洋环境产生的不利影响较小。

栈桥施工采用钢管桩打入，施工结束后桥面拆除、拔除钢管桩，钢管桩打入和拔除仅对作业点位表层淤泥产生冲击扰动，悬浮泥沙产生量很小。

（3）施工生活污水

表 2.6-1 施工期生活污水量预测

序号	项目	单位	数量	备注
1	施工期高峰人数	人	100	
2	每天生活用水量	L/d	8000	按每人每天用水80L计
3	生活污水排放量	m^3/d	6.4	排污系数取0.8
4	COD _{Cr} 排放量	kg/d	0.64	浓度：100mg/L
5	氨氮排放量	kg/d	0.096	浓度：15mg/L
6	SS排放量	kg/d	0.448	浓度：70mg/L
7	BOD ₅ 排放量	kg/d	0.128	浓度：20mg/L
8	石油类排放量	kg/d	0.032	浓度：5mg/L

施工期生活污水包括施工人员淋浴、洗涤、粪便污水等，主要含COD_{Cr}、BOD₅

¹曾建军.不同类型挖泥船疏浚悬浮物影响的对比分析[J].海峡科学,2017,0(7):56-57.

等，高峰期施工场地工作人员按100人计，施工人员人均生活用水量按80L/d·人计，排放系数取80%，则预计施工高峰期的生活污水排放量将达到6.4m³/d。施工人员产生的生活污水统一收集后运至污水厂处理，严禁施工场地生活污水直接进入周边海域或水体。

(4) 施工废水

施工期废水包括土石方填筑和混凝土养护废水、机械维修冲洗废水等，主要含SS、石油类等。其中养护废水考虑到工程施工特点及地表蒸发等作用，实际入海量极少，对水环境基本无影响。机械维修冲洗废水集中收集，经过沉淀池沉淀后回用。

(5) 施工船舶舱底油污水和生活污水

施工期采用2艘抓斗挖泥船、4艘自航泥驳、1艘泥浆船。根据《水运工程环境保护设计规范》，抓斗式挖泥船、自航泥驳、泥浆船舱底油污水产生量约为0.81t/d·艘，则本工程施工高峰期舱底油污水最大产生量约为5.67t/d，舱底油污水的含油量最大约为2000mg/L。

高峰期施工船员约60人，生活污水量以80L/d·人计，则施工船舶生活污水约为4.8m³/d，主要污染物为COD和SS，浓度分别约为200mg/L和350mg/L。

施工船舶舱底油污水和生活污水实行铅封管理，禁止排入海域，需通过有偿服务，由有资质单位回收处理。

2.6.1.2 噪声污染源

表 2.6-2 主要施工机械设备噪声级

序号	机械类型	测点距离 (m)	最大声级 (dB)
1	轮式装载机	5	90
2	平地机	5	90
3	振动式压路机	5	86
4	轮胎压路机	5	76
5	推土机	5	86
6	轮胎式液压挖掘机	5	84
7	发电机组	5	84
8	冲击式钻井机	5	73
9	摊铺机	5	82
10	锥形反转出料混凝土搅拌机	1	79
11	水泵	5	84
12	铲车	5	82
13	自卸卡车	1	97
14	叉式装卸车	5	95

沿线挖填方、灌注桩施工、地基处理、路基填筑、路面施工等过程使用的施工机械设备会产生噪声，各施工机械设备满负荷运行产生的最大声级见表2.6-2。

2.6.1.3 大气污染源

施工期大气污染物主要有施工扬尘，施工机械设备排放少量NO₂、CO、烃类等污染物。

(1) 施工扬尘

施工期大气污染源主要是施工开挖、回填以及水泥、砂石、土、建材、弃渣等运输、筑路机械铺设路面等产生的扬尘，主要特征污染物为粉尘。施工粉尘的排放数量与施工场地面积、施工文明水平、施工强度和土壤类型、气候条件等有关。道路桥梁建设一般为多点施工，因此，施工粉尘呈多点或面源性质，为无组织排放，在时间和空间上均较零散，污染扩散主要在施工场地附近。

一般来说，风力起尘量与施工场地的面积的大小、施工活动频率以及当地土壤中泥沙颗粒成一定比例，同时，还与当地气象条件如风速、湿度、日照等有关。参考其他同类型工程现场的扬尘实地监测结果，TSP产生系数在0.10~0.05mg/m²s之间。

(3) 道路扬尘

运输车辆将产生道路二次扬尘污染。根据类似施工现场汽车运输引起的扬尘现场监测结果，灰土运输车辆下风向50m处为11.625mg/m³，下风向100m处为9.694mg/m³，下风向150m处5.093mg/m³，施工运输车辆产生的扬尘污染较大。

(3) 机械废气

施工车辆及施工机械主要以柴油为燃料，燃油产生的废气中含有CO、THC、NOX等，但这种污染源较为分散，且为流动性，影响是短期的、局部的，影响范围有限。

(4) 沥青烟

采用商购沥青混凝土，仅在沥青混凝土的倾倒、摊铺、碾压等过程中可能会产生沥青烟（主要污染物为苯并芘[a]、THC、PM10等有毒物质）污染。沥青烟较难定量，其影响主要是对施工操作人员。

2.6.1.4 固体废物

路基施工时，对已吹填造地区的挖方约 51058m^3 ，填方需 78330m^3 ，经折算，借方 34316m^3 。

桥梁全线桩基承台施工产生的淤泥挖方约 15768m^3 ，钻孔灌注桩施工产生的钻渣挖方约 13040m^3 ，经淤泥干化场处理后，运输至建筑废土消纳场处置。

海域清淤施工时，产生的疏浚物约 1144202m^3 ，拟外抛至福建东碇临时海洋倾倒区，位于东碇岛附近以点 $24^{\circ}11'52''\text{N}$ ， $118^{\circ}10'15''\text{E}$ 为中心，半径为 2000m 的海域，抛泥距离约 65km 。

陆域生活垃圾产生量按 $1.0\text{kg}/\text{人}\cdot\text{d}$ 计，施工人员生活垃圾产生量为 $100\text{kg}/\text{d}$ ，施工生活垃圾纳入现有环卫垃圾收集处理系统处理。

海域施工船舶垃圾包括生产垃圾和生活垃圾。根据《水运工程环境保护设计规范》，沿海船舶每人每天产生的生活垃圾按 1.5kg 计，生活垃圾为 $90\text{kg}/\text{d}$ ；生产垃圾主要为船舶维护产生的固体废物，按每艘 $20\text{kg}/\text{d}$ 计，生产垃圾为 $120\text{kg}/\text{d}$ ；船舶垃圾应集中收集存放，由有资质单位接收处置。

2.6.2 营运期主要污染源分析

2.6.2.1 声污染源

(1) 交通量预测

项目道路工程计划于2025年1月投入运营，交通预测特征年为2025年、2031年和2039年。本环评采用设计方案预测的交通量。

货运通道车型比——小型车/中型车/大型车=4/3/3；折算系数小型车1.0/中型车1.5/大型车2.5。

保税通道需待保税区建成通车，预计于2031年交付通车，故近期不考虑车辆通行，通车后主要以大型货车为主，折算系数为大型车2.5。

表 2.6-2 各特征年平均日交通流量预测表 单位：pcu/d

等级	路段	车道数量	2025年	2031年	2039年
城市主干道	货运通道	双向6车道	4050	10470	22950
城市支路	保税通道	双向2车道	-	4590	8410

设计昼间小时交通量（06：00～22：00）按日平均交通量的 90%进行折算平均小时交通量，夜间小时交通量（22：00～06：00）按日平均交通量的 10%进行折算平均小时交通量，折算出全日昼夜间车流占比为：昼间/夜间=9：2；高峰小时（17：00～18：00）交通量按照日平均交通量的 10%计算。

表 2.6-4 日平均、高峰小时交通量及车辆车型分布

路段		车型	全日交通量（辆/d）			高峰小时交通量（辆/h）		
			2025 年	2031 年	2039 年	2025 年	2031 年	2039 年
城市 主干道	货运 通道	小型车（S）	1013	2618	5738	101	262	574
		中型车（M）	759	1963	4303	76	196	430
		大型车（L）	759	1963	4303	76	196	430
		合计	2531	6544	14344	253	654	1434
城市 支路	保税 通道	小型车（S）	/	/	/	/	/	/
		中型车（M）	/	/	/	/	/	/
		大型车（L）	/	1836	3364	/	184	336
		合计	/	1836	3364	/	184	336

表 2.6-5 昼间平均小时、夜间平均小时交通量及车辆车型分布 单位：辆/h

路段		车型	昼间平均小时			夜间平均小时		
			2025 年	2031 年	2039 年	2025 年	2031 年	2039 年
城市 主干道	货运 通道	小型车（S）	57	147	323	13	33	72
		中型车（M）	43	110	242	10	25	54
		大型车（L）	43	110	242	10	25	54
		合计	142	368	807	32	82	179
城市 支路	保税 通道	小型车（S）	/	/	/	/	/	/
		中型车（M）	/	/	/	/	/	/
		大型车（L）	/	103	189	/	23	42
		合计	/	103	189	/	23	42

注：1、昼间平均小时车流量=全日交通量*90%/16 小时；夜间平均小时车流量=全日交通量*10%/8 小时；折算出全日昼夜间车流占比为：昼间/夜间=4.5；最终数值四舍五入取整。

（2）各类型车平均车速

道路在营运期噪声源主要是路面行驶的机动车。路面行驶的机动车产生的噪声主要来源于发动机噪声、排气噪声、车体震动噪声等，另外车辆行驶中引起的气流湍动、排气系统、轮胎与路面的摩擦等也会产生噪声；道路路面平整度状况变化亦使高速行驶的汽车产生整车噪声。其中发动机是主要的噪声源，噪声源强范围在 105~119dB（A）之间。

道路交通噪声源强与车辆的车速有关，本项目货运通道设计车速为 60km/h，

保税通道设计车速 40km/h。从实际行车情况来看，在车流量不超过通行能力的情况下，实际行车一般以设计车速行驶，采用车速计算公式结果偏低，不符合实际情况，而夜间车流量较少实际车速也并不比白天低。为避免污染源估算值偏低，市政道路项目多以设计车速作为预测车速进行噪声预测计算。

(3) 辐射声级 $L_{w,i}(dB)$

根据《公路建设项目环境影响评价规范》，第 i 种车型车辆在参照点（7.5m 处）的平均辐射噪声级 L_{qi} 按下式计算：

小型车： $L_{qS} = 12.6 + 34.73 \lg V_S$

中型车： $L_{qM} = 8.8 + 40.48 \lg V_M$

大型车： $L_{qL} = 22.0 + 36.32 \lg V_L$

式中：右下角 S、M、L——分别代表小、中、大型车；

V_i ——该车型车辆的平均行驶速度。

根据上面的公式，计算得到拟建道路各类车型的单车平均辐射声级结果。

表 2.6-6 单车辐射声级源强 $L_{w,i}[dB(A)]$

车型	单车辐射声级源强	
	货运通道	保税通道
小型车	74.3	/
中型车	80.7	/
大型车	86.6	80.2

2.6.2.2 大气污染源

营运期对大气的污染主要来源于车辆运行中尾气的排放，污染物的种类主要为 CO、NO_x。

(1) 单车排放因子

2020 年 7 月 1 日，《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB18352.6-2016）在全国范围内实施。本项目按国 VI 标准计算污染物排放源强。

表 2.6-7 NO_x、CO 单车排放系数（单位：g/辆·km）

车型	VI 阶段标准	
	NO _x	CO
小型车	0.060	0.70
中型车	0.075	0.88
大型车	0.820	1.00

(2) 污染物源强计算式

道路上行驶汽车排放的尾气产生的污染可作为线源处理，源强可由下式计算：

$$Q_j = \sum_{i=1}^3 3600^{-1} A_i EF_{ij}$$

式中：

Q_j ——j 类气态污染物排放源强度 (mg/m·s)，i=1、2、3 分别表示大、中、小型车；

A_i ——运行工况下 i 型车预测年的小时交通量 (Veh/h)；

EF_{ij} ——i 型车 j 类排放物在预测年的单车尾气排放系数 (mg/Veh·m)。

(3) 污染物排放源强

根据交通量预测，NO₂: NO_x=0.8:1 的比例进行换算，计算得到各路段汽车尾气中 NO₂、CO 的排放源强。

表 2.6-8 全天小时预测交通量

车型	货运通道预测交通量(辆/h)			保税通道预测交通量(辆/h)		
	2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年
小	42	109	239	-	0	0
中	32	82	179	-	0	0
大	32	82	179	-	77	140

表 2.6-9 大气污染物排放源强

车型	货运通道排放源强(mg/s·m)			保税通道排放源强(mg/m·s)		
	2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年
NO ₂	0.007	0.018	0.039	-	0.014	0.026
CO	0.025	0.064	0.140	-	0.021	0.039

2.6.2.3 水污染源

营运期主要的水污染源为路面初期雨水。道路建成后，路面以沥青混凝土为主，属不透水区域，对径流雨水有汇流作用。车辆来往不可避免会有少量固体碎屑撒落，也会有一些油污滴，降雨初期上述污染物将随雨水流入海域，对海域水环境质量产生一定影响。影响陆面径流污染的因素较多，包括降雨量、降雨时间、与车流量有关的路面及大气污染程度、两场降雨之间的间隔时间、路面宽度、长度等。由于各种因素随机性强，偶然性大，所以典型的路面径流雨水污染物浓度

较难确定。

(1) 桥面初期雨水量

根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021)，雨水径流量应按下列公式计算：

$$Q = q * \Psi * F$$

式中： Q ——雨水设计流量 (L/s)；

q ——设计暴雨强度 (L/s·ha)；

Ψ ——地面径流系数，根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021)：

各种屋面、混凝土或沥青路面地面径流系数 0.85~0.95，本项目取平均值 0.9；

F ——汇水面积 (ha)。

根据本项目工程可行性研究报告中采用的福建省气候中心编制的《厦门市暴雨强度公式及设计雨型研究》短历时暴雨强度公式：

$$q = \frac{928.15(1+0.7161gP)}{(t+4.4)^{0.535}} \quad (\text{L/s}\cdot\text{ha})$$

式中： P ——设计重现期(年)，参照《公路排水设计规范》(JTG/TD33-2012)

设计降雨的重现期：高速公路和一级公路 5 年、二级及二级以下公路 3 年，本项目货运通道取 5 年、保税通道取 3 年；

t ——降雨历时 (min)， $t=t_1+t_2$ ；

t_1 ——地面集水时间 (min)，根据《公路排水设计规范》(JTG/TD33-2012)：单向三车道及以下的路面汇流历时可取 5min，本项目取 5min；

t_2 ——管渠内雨水流行时间 (min)，取 10min。

表 2.6-10 各路段桥面初期雨水量

路段	保税通道		货运通道	
	莲河侧桥面	大嶝侧桥面	莲河侧桥面	大嶝侧桥面
初期雨水量 (m ³)	100	150	399	585

参照《化工建设项目环境保护工程设计标准》(GB/T50483-2019)：初期污染雨水宜取一次降雨初期 15min~30min 雨量，或降雨初期 20mm~30mm 厚度的

雨量，本项目初期雨水取一次降雨初期 15min 雨量。

计算得本项目各路段桥面初期雨水量如表 2.6-10,年平均降水日数约 118 天,则桥面初期雨水年产生量约 14.56 万 m³/a。

(3) 初期雨水中污染物浓度

环保部华南环科所曾对南方地区路面径流污染情况进行过试验,试验方法为:采用人工降雨方法形成路面径流,两次人工降雨时间段为 20 天,车流和降雨已知,降雨历时为 1 小时,降雨强度为 81.6mm,在 1 小时内按不同时间采集水样,最后测定分析路面污染物变化情况见表 2.6-11。

由表中可见,通常从降雨初期到形成径流的 30 分钟内,雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高,30 分钟之后,其浓度随着降雨历时的延长下降较快,降雨历时 40-60 分钟之后,路面基本被冲洗干净,路面径流污染物的浓度相对稳定在较低水平。

表 2.6-11 路面径流中污染物浓度测定值

项目	5~20分钟	20~40分钟	40~60分钟	均值
SS (mg/L)	231.42-158.52	185.52-90.36	90.36-18.71	100
BOD (mg/L)	7.34-7.30	7.30-4.15	4.15-1.26	5.08
油 (mg/L)	22.30-19.74	19.74-3.12	3.12-0.21	11.25

根据监测经验,路面径流进入水体后,将在径流落水点附近的局部小范围内造成污染物浓度的瞬时升高,但随着海水的冲刷搅动将很快在整个断面上混合均匀,其对海域的污染贡献微乎其微。

2.6.2.4 固体废物污染源

营运期固体废物主要为道路桥面沿线过往行人、机动车产生的垃圾以及道路养护、维修产生的土头或其它废旧材料。

2.6.3 生态环境影响因素分析

(1) 海洋水文动力与冲淤环境影响

桥位清淤约 114.42 万 m³,桥梁桩基、施工栈桥占用海域,将对工程附近海域水文动力和地形地貌、冲淤环境产生一定影响。

(2) 海洋生态环境影响

清淤施工产生的悬浮物会引起局部海域水体浑浊，将降低阳光的透射率，从而导致局部海域内的游泳生物迁移，浮游生物也将受到不同程度的影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。此外，海域水体混浊水质下降，也会对鱼类等造成一定影响。

清淤施工、桥梁桩基、施工栈桥占用湿地，将对底栖生物、鸟类造成一定影响。

（3）陆域生态与水土流失影响

本项目沿线大部分为填海造地区，路基填挖形成的裸露地表面被雨水冲刷后，易导致水土流失。

（4）环境风险影响

本项目施工期存在施工船舶事故溢油的环境风险，营运期存在危险品运输车辆发生事故的环境风险，可能会对周边海域海洋环境产生影响。

2.7 区划规划和政策符合性分析

2.7.1 产业政策符合性

《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2019年10月30日国家发展改革委第29号令公布，2021年12月30日国家发展改革委第49号令修改）规定：

（1）—第一类 鼓励类，二十二：城镇基础设施，4、城市道路及智能交通体系建设”属于鼓励类项目。

（2）—第二类 限制类，十六：其他，1、用地红线宽度（包括绿化带）超过下列标准的城市主干道路项目：小城市和重点镇40米，中等城市55米，大城市70米（200万人口以上特大城市主干道路确需超过70米的，城市总体规划中应有专项说明）”属于限制类项目。

本项目为机场片区城市道路，属于鼓励类项目；本项目货运通道道路红线宽度为33m，保税通道道路红线宽度为10m，未超过70m，不属于限制类项目。因此，本项目符合产业政策。

2.7.2 区划和规划符合性

2.7.2.1 福建省海洋功能区划

(1) 评价范围内的海洋功能区分布

根据《福建省海洋功能区划（2011-2020年）》（大小嶝海域修改方案），本项目位于大嶝特殊利用区和大嶝工业与城镇用海区。评价范围内的其他海洋功能区：翔安工业与城镇用海区、石井工业与城镇用海区、厦门湾保留区、厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区等。

(2) 与相关海洋功能区的符合性

①“大嶝特殊利用区”

“大嶝特殊利用区”的用途管制为“控制陆源污染，清淤整治，提高环境容量，改善水环境，保障城市景观水域，生态湿地公园，旅游娱乐，兼容交通运输用海”，用海方式为“严格限制改变海域自然属性”，海洋环境保护要求为“重点保护防洪防潮堤岸，改善海洋景观和生态环境”。

本项目跨海桥梁约 0.95km、桩基承台约 0.3221hm²、清淤范围约 14.65hm²位于“大嶝特殊利用区”，桥位清淤和桥梁建设符合“.....清淤整治，.....兼容交通运输用海”的用途管制；桥位清淤用海方式为“专用航道、锚地及其他开放式”，桥梁建设用海方式为“跨海桥梁”，属于不改变海域自然属性的用海方式，符合“严格限制改变海域自然属性”的用海方式。根据数模预测结果，桥位清淤施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围约 5.252km²，将对海洋环境产生短暂的影响，随施工结束而消失，桥位清淤整治后，桥梁所在海域纳潮量增大，水交换能力增强，符合“.....改善海洋景观和生态环境”的海洋环境保护要求。

②大嶝工业与城镇用海区

“大嶝工业与城镇用海区”的用途管制为“保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海”，用海方式为“允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度”，海洋环境保护要求为“维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响”。

本项目跨海桥梁约 0.35km、桩基承台约 0.1415hm²、清淤范围约 6.50hm²位于“大嶝工业与城镇用海区”，项目的实施促进大嶝和莲河区域工业和城镇的开发建设，符合“.....兼容不损害工业与城镇建设功能的用海”的用途管制；桥位清淤

用海方式为“专用航道、锚地及其他开放式”，桥梁建设用海方式为“跨海桥梁”，属于不改变海域自然属性的用海方式，符合“允许适度改变海域自然属性……”的用海方式。根据数模预测结果，桥位清淤施工产生的悬浮泥沙大于 10mg/L 范围约 5.252km²，将对海洋环境产生短暂的影响，随施工结束而消失，桥位清淤整治后，桥梁所在海域纳潮量增大，水交换能力增强，符合“维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响”的海洋环境保护要求。

③厦门湾保留区

本项目东侧距离厦门湾保留区 3.2km。厦门湾保留区的用途管制为“保障渔业资源自然繁育空间”，用海方式为“禁止改变海域自然属性”，海洋环境保护要求为“重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善”。

本项目未占用厦门湾保留区，符合“保障渔业资源自然繁育空间”的用途管制、“禁止改变海域自然属性”的用海方式。根据数模预测结果，项目施工期悬浮泥沙大于 10mg/L 的范围将对该功能区产生短暂的影响，随施工结束而消失，项目清淤整治后，所在海域纳潮量增大，水交换能力增强，符合“加强生态环境整治和改善”海洋环境保护要求。

④周边其他海洋功能区

本项目距离翔安工业与城镇用海区 1.9km、石井工业与城镇用海区 0.7km、厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区 3.9km，相距较远。

根据数模预测结果，项目施工期悬浮泥沙大于 10mg/L 的影响范围距离翔安工业与城镇用海区 0.2km、石井工业与城镇用海区 0.3km、厦门文昌鱼外围保护地带海洋保护区 0.7km；项目建成后，水动力和冲淤影响范围主要位于大桥东西两侧约 300~500m 范围内，对于离工程区较远区域影响较小，潮流流速和冲淤基本未发生明显变化。项目施工和营运对上述海洋功能区影响甚微。

综上，本项目位于《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）大小嶝海域修改方案》的“大嶝特殊利用区”和“大嶝工业与城镇用海区”，符合其用途管制、用海方式、海洋环境保护要求，项目用海对周边海洋功能区影响很小。本项目符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》。

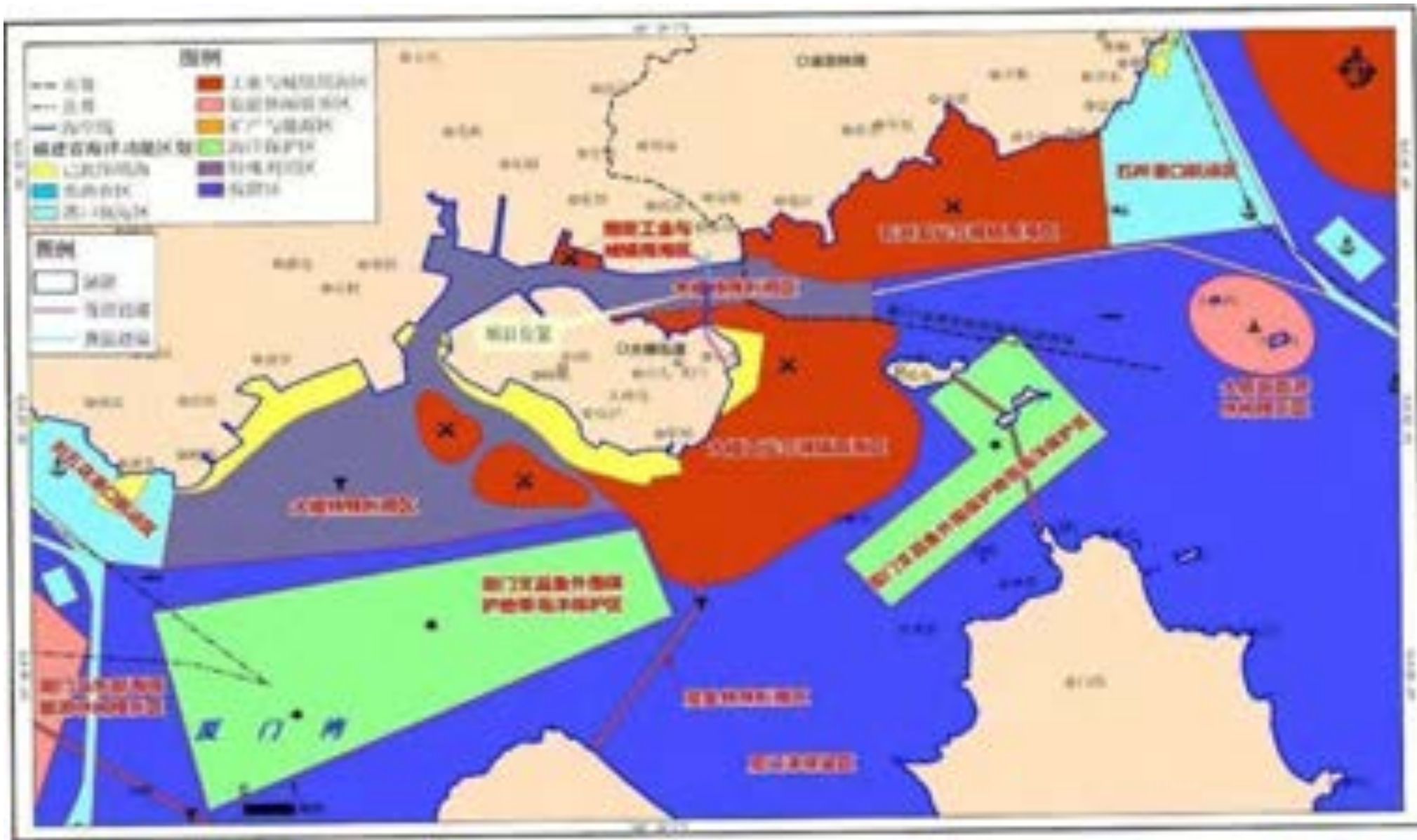


图 2.7-1 福建省海洋功能区划（2011-2020 年）

表 2.7-1 福建省海洋功能区划基本功能区登记表

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积(公顷)	岸段长度(米)	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
A7-13	大嶝特殊利用区	厦门市、泉州市	大嶝岛周围海域 东至118°22'37.5"E 西至118°14'09.1"E 南至24°31'15.4"N 北至24°35'40.6"N	特殊利用区	3361	18640	控制陆源污染，清淤整治，提高环境容量，改善水环境，保障城市景观水域，生态湿地公园，旅游娱乐，兼容交通运输用海	严格限制改变海域自然属性	结合城市景观，加固和保护防洪防潮堤岸	重点保护防洪防潮堤岸，改善海洋景观和生态环境
A3-63	大嶝工业与城镇用海区	厦门市翔安区	大嶝岛周围海域 东至118°22'27.2"E 西至118°17'08.7"E 南至24°31'59.6"N 北至24°34'00.6"N	工业与城镇用海区	964	1750(海岛)	保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设，打开小嶝岛现有围垦区成为潮流通道	维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
A3-64	翔安工业与城镇用海区	厦门市翔安区	翔安东南部沿岸海域 东至118°19'19.8"E 西至118°18'42.2"E 南至24°34'46.8"N 北至24°35'14.1"N	工业与城镇用海区	40	7030	保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设	维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
A3-62	石井工业与城镇用海区	泉州市南安市	南安石井沿岸海域， 东至118°25'17.1"E 西至118°20'55.5"E 南至24°34'37.4"N 北至24°36'43.4"N	工业与城镇用海区	1511	13800	保障工业与城镇建设用海，兼容不损害工业与城镇建设功能的用海	允许适度改变海域自然属性，控制填海规模，填海范围不得超过功能区前沿线，优化人工岸线布局，尽量增加人工岸线曲折度和长度	加强海岸景观建设，实施人工造沙滩	维持海域自然环境质量现状，尽量避免和减小对周围海域自然环境的影响
B8-09	厦门湾保留区	泉州市、厦门市	围头湾海域 东至118°34'49.0"E 西至117°48'32.7"E 南至24°15'34.4"N 北至24°38'42.3"N	保留区	69001	-	保障渔业资源自然繁育空间	禁止改变海域自然属性	-	重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善
B6-14	厦门珍稀海洋物种海洋保护区	厦门市	厦门岛边海域 东至118°25'02.6"E 西至117°59'46.1"E 南至24°24'34.5"N 北至24°34'02.6"N	海洋保护区	34000	-	保障海洋保护区用海，兼容跨海桥梁、海底工程、航道、旅游娱乐等用海	严格限制改变海域自然属性	保护自然岸线	重点保护对象中华白海豚、文昌鱼、白鹭严格执行自然保护区管理要求

2.7.2.2 福建省近岸海域环境功能区划

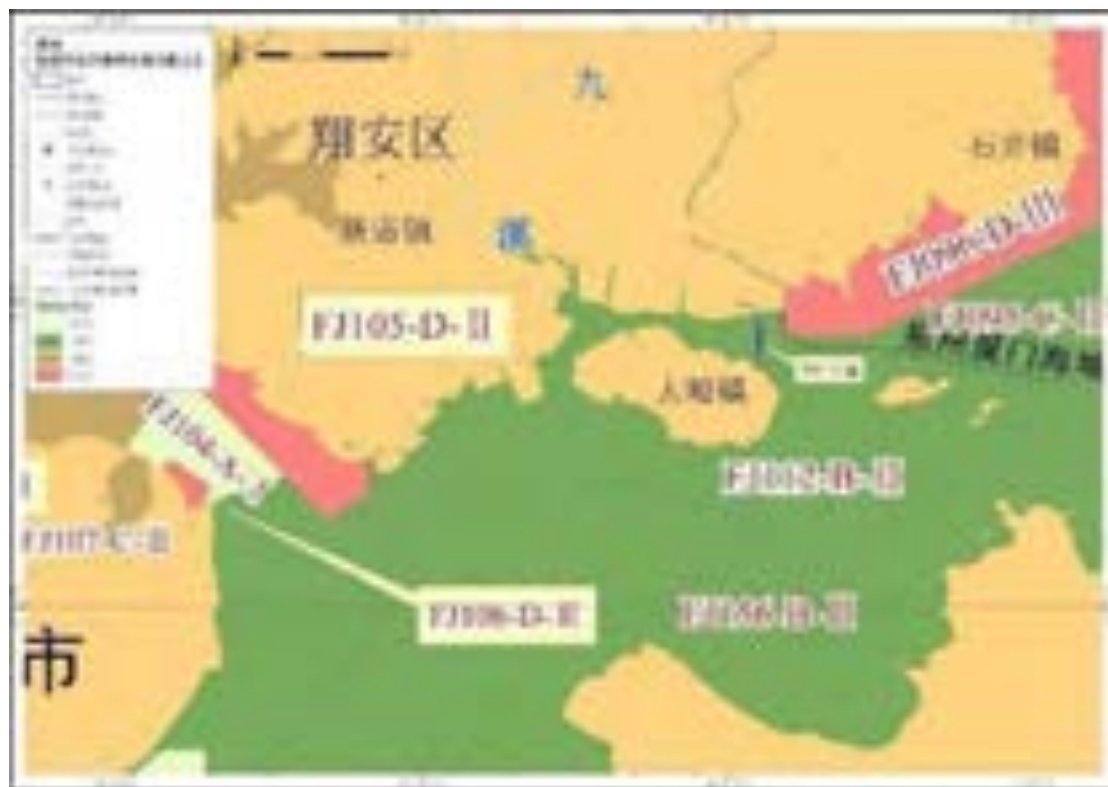


图 2.7-2 福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020 年）

表 2.7-2 福建省近岸海域环境功能区汇总表

标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积 km ²	主导功能	辅助功能	水质 保护 目标
FJ112-B-II	厦门东部海域二类区	厦门岛东部海域	24°31'23.88"N 118°17'24"E	117.17	新鲜海水供应, 旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水	浴场、纳污	二
FJ095-B-II	围头湾二类区	东起围头角, 西至石井沿岸海域	24°33'52.92"N 118°29'2.4"E	138.93	养殖、旅游		二
FJ096-D-III	围头湾石井—浯江四类区	促进-浯江一带的近岸海域	24°36'2.16"N 118°23'49.2"E	19.53	港口、纳污		三
FJ156-B-II	厦门湾东部一海域二类区	厦门湾东部靠内海域	24°25'27.12"N 118°19'8.4"E	507.89	旅游、新鲜海水供应	航运	二

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020 年）》、《福建省人民政府关于调整福建省近岸海域环境功能区划（厦门湾局部海域）的批复》，本项目位于“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”，附近海域为“FJ095-C-II 围头湾二类

区”、-FJ096-C-II 围头湾石井-浯江四类区”、-FJ156-B-II 厦门湾东部一海域二类区”。

-FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”的主导功能为新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水。本项目桥位清淤整治和桥梁建设不改变海域自然属性；桥位清淤整治后，桥梁所在海域水深加深，航道通航条件改善，纳潮量增大，水交换能力增强，不影响该功能区的新鲜海水供应，旅游、航运、厦门文昌鱼保护、渔业用水主导功能。因此，本项目符合《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020年）》。

2.7.2.3 福建省“十四五”海洋生态环境保护规划

《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》坚持陆海统筹、区域联动，问题导向、稳中求进，一湾一策、精准施策，上下联动、多方共治等基本原则，按照“一湾一策”要求，对沿海地市主要海湾（湾区）“十四五”期间的重点工程项目和政策措施情况作出规划部署。

表 2.7-3 福建省“美丽海湾”保护与建设海湾（湾区）单元选划名录

编号	行政区	海湾（湾区）单元	面积（平方千米）	岸线长度（千米）	海湾组成	是否十四五建成	
						沿海地市目标	全省规划目标
26	厦门市	大嶼海域	100.16	53.3	海岛包括大嶼岛、小嶼岛		

表 2.7-4 福建省“十四五”各海湾（湾区）重点任务措施统计表

序号	沿海地市	海湾（湾区）单元	海湾污染治理					海湾生态保护修复						亲海环境品质提升			海湾环境风险防范和应急响应	海洋生态环境监管能力建设	
			入海河流综合治理	入海排污口查测溯治	陆海养殖污染防治	港口船舶等海源污染防治	岸滩和海漂垃圾治理	岸线/海堤/沙滩生态修复	河口/滩涂湿地保护修复	典型海洋生境保护修复	关键物种及栖息地保护	渔业资源恢复修复	红树林恢复修复	退养还滩/湿	海洋生态灾害防灾减灾	亲海空间环境综合整治			海水浴场环境治理与服务
26	厦门市	大嶼海域	√	√			√	√											

本项目位于海湾（湾区）单元中的“大嶼海域”，重点任务措施包括：入海河流综合治理、入海排污口查测溯治、岸滩和海漂垃圾治理、岸线/海堤/沙滩生态修复。本项目桥位清淤和桥梁建设和运营后不设置入河入海排污口，不产生岸滩

和海漂垃圾，未占用和破坏自然岸线，符合“大嶝海域”的重点任务措施的规划部署。因此，本项目符合《福建省“十四五”海洋生态环境保护规划》。

2.7.2.4 福建省海洋生态保护红线划定成果

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》，海洋生态保护红线是指依法在重要海洋生态功能区、海洋生态敏感区和海洋生态脆弱区等区域划定的边界线以及管理指标控制线，是海洋生态安全的底线。根据福建省海域生态环境特征，海洋生态保护红线区分为海洋保护区、海洋自然景观与历史文化遗迹、特殊保护海岛、珍稀濒危海洋物种集中分布区重要河口、重要滨海湿地、重要自然岸线及沙源保护海域、红树林区、造礁珊瑚区十种类型。除此之外，大陆和海岛自然岸线保有率也列入海洋生态保护红线管控指标之一。

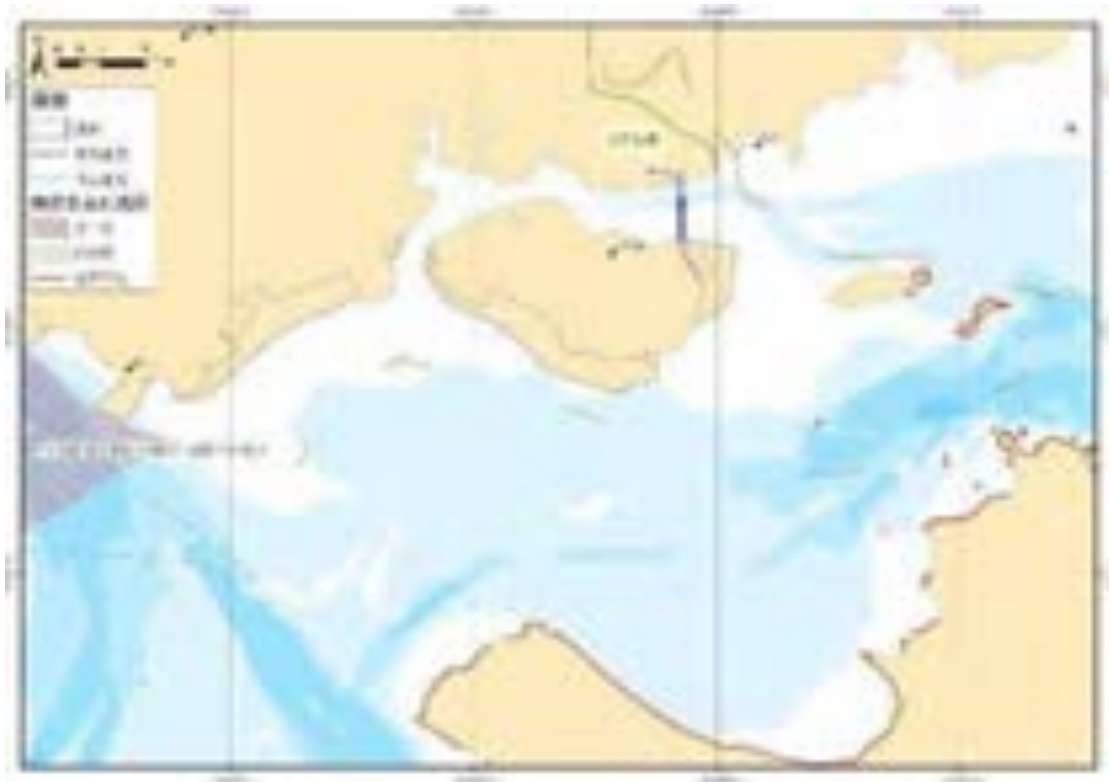


图 2.7-3 福建省海洋生态保护红线区分布图

本项目不占用生态保护红线区和自然岸线，距离同安湾口海洋保护区生态保护红线区约 11.6km、小嶝岛自然岸线 4.3km、厦门角屿自然岸线 5.4km，相距较远，项目实施不会对其造成影响。

因此，本项目符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》。

2.7.2.5 厦门翔安新机场片区总体规划

《厦门翔安新机场片区总体规划》（2014年）规划目标将翔安新机场片区打造成为集区域服务、空港交通枢纽和国际航空枢纽三大功能于一体的空港新城。依托厦门新机场辐射、带动作用，发展临空产业，打造空港经济区：空港物流及加工与航空运输业；高新技术产业与高端制造业；总部经济、商务办公、金融信息、科技研发为主的生产性服务业；商贸会展、文化、旅游、休闲、娱乐为主的消费性服务业。



图 2.7-4 厦门翔安新机场片区总体规划道路交通系统规划图

其中，道路交通系统规划的规划道路等级分为快速路、主干道、次干道、支路四个等级，本次规划主要确定前三个等级的道路。

1、快速路：形成“一横、四纵”的格局，机场快速交通、兼顾空港新城长距离交通。“一横”：翔安南路。“四纵”分别为：机场高速路（连接沈海高速公路）、厦门机场快速路（溪东路连接厦门岛外四区）、泉州机场快速路（连接泉州南石高速公路）、远期机场快速路（连接翔安区滨海东大道）。

2、主干道：“两横、两纵”区域主干道，空港新城开发与周边的客货运联系。

“两横”：指翔安西路、环嶝北路。“两纵”：指翔安东路、**货运通道**。

3、次干道：承担组团内部短距离的交通联系，对道路主骨架起补充作用，分流主干路的交通，直接服务于城市各种用地。

本项目莲嶝大桥为“两横、两纵”区域主干道中的**货运通道**，如图 2.7-4。

2.7.2.6 厦门新机场综合交通枢纽集疏运体系规划

根据《厦门新机场综合交通枢纽集疏运体系规划》（厦规综〔2016〕82号），大嶝片区道路规划目标以保障机场交通为核心，依托机场带动空港，构建“专用快速、稳定可靠、内外分离”的机场快速集疏运路网。规划构建快、主、次、支四级道路系统：



图 2.7-5 厦门新机场综合交通枢纽集疏运体系规划大嶝片区道路系统规划图

1、快速路系统：规划形成 4 条大嶝岛对外快速集散通道，八一大道-迎宾大道、溪东路、滨海大道和南石高速连接线，主要服务机场快速交通，并兼顾空港新城的长距离交通需求。

2、主干路系统：主要包括迎宾大道、**货运通道**、机场环路等，承担空港新城开发与周边的客货运联系。

3、次支路系统：整体呈方格网式布局，作为骨架道路系统的补充，有效服务片区内各个功能组团内部的交通出行。

本项目莲嶝大桥为大嶝片区道路系统规划的城市主干路中的**货运通道**，如图 2.7-5。

2.7.2.7 厦门港总体规划、环境影响报告书及其审查意见

2018 年 2 月，交通运输部规划研究院编制完成了《厦门港总体规划（修编）环境影响报告书（报批稿）》；2018 年 6 月，生态环境部印发了规划环评审查意见（环审〔2018〕41 号）。规划环评与规划修编进行了较为充分的互动，提出的部分优化调整建议得到采纳。2019 年 4 月，交通运输部和福建省批复了经修改完善后的《厦门港总体规划（2035 年）》（交规划函〔2019〕270 号）。



图 2.7-6 厦门港总体规划（2035 年）

厦门港规划形成“环两湾辖九区”总体规划格局，包含厦门湾内东渡、海沧、翔安、招银、后石、石码港区和漳州市域的古雷、东山和诏安港区。

《厦门港总体规划（修编）环境影响报告书》的审查意见要求：以改善区域生态环境质量为目标，坚持“生态优先、绿色发展”的总体战略定位；严守区域生态保护红线；优化港口布局与功能，控制围填海规模；加强海陆环境风险防范，

强化并落实污染防治措施。进一步加强海洋生态保护，将生态保护与修复方案纳入规划并推动实施；建立健全生态环境长期监测体系，适时开展环境影响跟踪评价。并对规划所包含的近期建设项目的环评提出具体要求。

本项目不占用规划港口、航道、锚地区域，距离翔安港区约 11km，项目建设不会对翔安港区造成影响。因此，本项目建设与《厦门港总体规划（2035 年）》相协调。

2.7.2.8 厦门新机场片区规划环境影响报告书及其审查意见

2020 年 12 月，福建省环境保护设计院有限公司编制完成了《厦门新机场片区规划环境影响报告书（报批稿）》；当月，厦门市生态环境局印发了规划环评审查意见（厦环评〔2020〕19 号）。

规划环评审查意见要求：结合规划环评提出的指导意见，做好规划包含的近期建设项目环境影响评价工作，落实相关要求，加强与规划环评的联动。在对规划优化调整与实施过程中，严格遵守生态环境准入条件。严格遵守产业政策、环境准入清单，严格落实“三线一单”管控要求，规划应做好用地控制，禁止引入与规划区定位不一致的项目。

根据规划环评，本项目货运通道和保税通道均位于“莲河片区土地利用规划”和“厦门翔安机场北部片区土地利用规划”中的“城市道路用地”，如图 2.7-7、图 2.7-9，符合土地利用规划。

根据道路交通规划，莲河片区内主干路网呈“四横”：翔安南路、莲河中路、滨海东大道、滨海公园大道；“五纵”：溪东路、沙美路、机场快速路、疏港中路、莲河东路。机场北部片区内主干路网呈“一环一横三纵”的布局，“一环”为迎宾大道、环嶝北路、机场环路、莲嶝路、机场北路；“一横”为山头北路；“三纵”为北门西路、大嶝中路、机场快速路（地面层）。本项目连接莲河片区“五纵”中的“莲河东路”和机场北部片区“一环”中的“莲嶝路”，如图 2.7-8、图 2.7-10，符合道路交通规划。

同时，根据 2.7.1、2.7.3 节分析结果，本项目符合产业政策、“三线一单”管控要求。综上，本项目符合厦门新机场片区规划环境影响报告书及其审查意见。



图 2.7-7 莲河片区土地利用规划图



图 2.7-8 莲河片区道路交通规划



图 2.7-9 北部片区土地利用规划图



图 2.7-10 北部片区道路交通规划

2.7.2.9 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划

本项目不在厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区、以及外围保护地带，距离厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带(中华白海豚)3.9km、外围保护地带(文昌鱼)南线至十八线海域 3.9km、外围保护地带(文昌鱼)小嶝岛海域 4.0km，相距较远。

根据数模预测结果，项目施工期悬浮泥沙大于 10mg/L 的影响范围距离中华白海豚、文昌鱼外围保护地带约 0.7km；项目建成后，水动力和冲淤影响范围主要位于大桥东西两侧约 300~500m 范围内。因此，本项目建设与《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》相协调。



图 2.7-11 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划

2.7.2.10 湿地保护相关法律法规

(1) 《中华人民共和国湿地保护法》~~第二条~~规定“国家对湿地实行分级管理及名录制度”。《福建省湿地保护条例》**第十二条**：县级以上地方人民政府应当根据湿地保护面积总量组织编制湿地保护名录。……湿地保护名录分为重要湿地名

录和一般湿地名录。**第十三条：**实行湿地生态红线管控制度。划入湿地生态红线的重要湿地及相关一般湿地，应当确保面积不减少，性质不改变，功能不退化。**第三十二条：**凡是列入国际重要湿地和国家重要湿地名录以及位于自然保护区内的天然湿地，禁止占用或者改变用途。**第三十三条：**禁止任何单位和个人擅自占用省重要湿地和一般湿地或者改变其用途。

《福建省湿地名录管理办法（暂行）》**第二条第一款：**湿地实行分级保护制度。根据湿地保护规划和湿地生态功能、生物多样性的重要程度，将湿地分为国家重要湿地、省重要湿地和一般湿地，并由湿地名录予以确定。**第二款：**实行湿地面积总量管控。将全省湿地面积总量管控目标逐级分解落实到各市、县（区），通过湿地名录，将湿地管控面积目标落实到具体湿地地块。

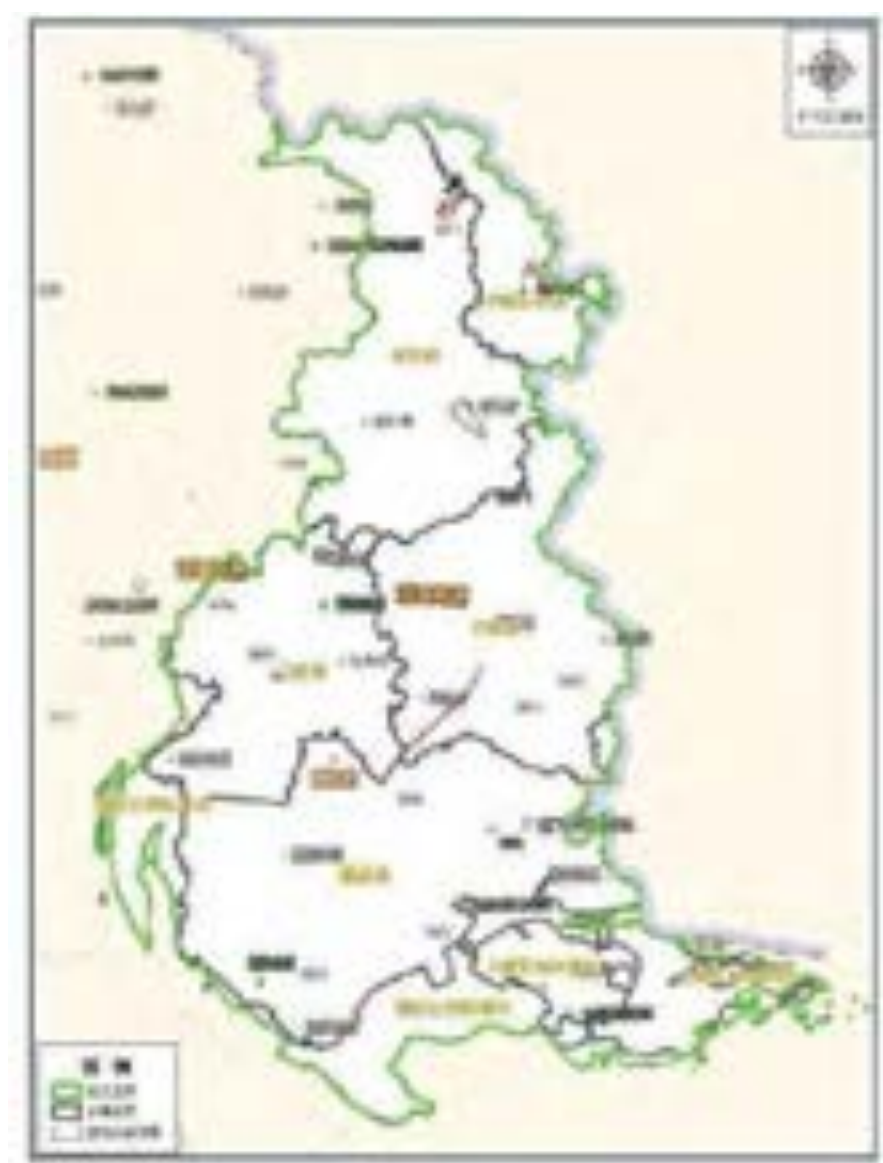


图 2.7-12 厦门市翔安区第一批一般湿地名录分布现状图总图

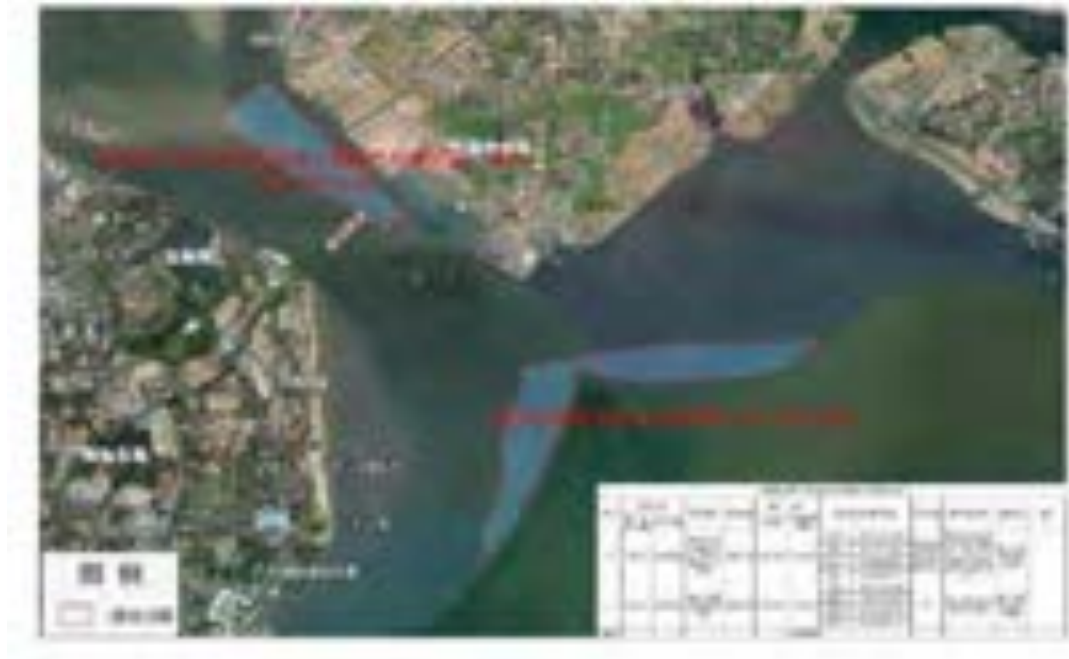


图 2.7-13 厦门市翔安区第二批一般湿地名录分布现状图总图

根据发布的国际、国家、福建省重要湿地名录以及厦门市第一批一般湿地名录（厦翔政〔2020〕195号，古宅水库、溪美水库、曾溪水库、莲溪等4个湿地，如图2.7-12）和第二批一般湿地名录（厦翔政〔2021〕136号，翔安区刘五店至西滨海域（国家自然保护区）湿地、欧厝至前厝海域湿地共2个湿地，如图2.7-13），本项目未占用湿地名录中的重要湿地和一般湿地，未占用自然保护区、生态红线，即本项目未占用全省湿地面积总量管控目标内具体地块的湿地，符合湿地保护法律法规的湿地分级管理及名录制度规定。

（2）《福建省湿地保护条例》第三十条：在湿地范围内禁止从事下列行为：
（一）向湿地及周边区域排放有毒、有害物质或者堆放、倾倒固体废物；（二）破坏鱼类等水生生物洄游通道和野生动物的重要繁殖区及栖息地；（三）采用灭绝性方式捕捞鱼类及其他水生生物；（四）毁坏湿地保护及监测设施；（五）法律、法规认定的其他破坏湿地及其生态功能的行为。

本项目所在海域不属于湿地名录中的重要湿地和一般湿地，不属于自然保护区或外围保护地带、生态红线，项目建设不向所在海域倾倒固体废物，不排放有毒有害物质，不涉及洄游通道、重要繁殖区及栖息地，未毁坏湿地保护及监测设施。

项目建设的桥墩将占用部分湿地，对湿地造成一定的影响，但是占用面积较小，项目实施对滨海湿地生态系统的影响较小，在施工过程中将采取湿地保护和

修复措施，减缓对湿地的影响。

综上，本项目符合湿地保护法律法规的相关规定。

2.7.3 “三线一单”符合性

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号），“三线一单”即“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和环境准入负面清单”，建立项目环评审批与规划环评、现有项目环境管理、区域环境质量联动机制，更好地发挥环评制度从源头防范环境污染和生态破坏的作用，加快推进改善环境质量。

（1）生态保护红线

根据 2.7.2.4 分析，本项目不占用生态保护红线区和自然岸线，距离最近的小嶝岛自然岸线 4.3km，相距较远，项目实施不会对其造成影响，符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》。

（2）环境质量底线

本项目位于《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020 年）》“FJ112-B-II 厦门东部海域二类区”，海水水质执行第二类海水水质标准。营运期采用 HPDE 收集式泄水管纵向收集桥面初期雨水至桥头沉淀池或市政管网，对海水水质影响很小。

本项目沿线为 2 类、3 类声环境质量功能区，营运期建议结合本项目噪声控制距离范围要求，考虑采取相应的降噪减缓措施，如调整功能布局，建筑退让道路红线，临路一侧加强绿化、设置隔声门窗等。在采取降噪措施后，营运期沿线声环境质量可符合 2 类、3 类区标准。

本项目沿线为二类环境空气质量功能区，营运期未设置服务区、车站，无集中式大气排放源，项目所在海域地势开阔，大气扩散条件好，汽车尾气中的 NO_x 、CO 等污染物对周边环境空气的影响较小。

因此，通过采取各项环保措施，本项目对海洋环境、声环境、环境空气质量影响在可接受范围内，不会引起莲河、大嶝区域环境质量恶化，不会突破区域环境质量底线。

（3）资源利用上线

本项目货运通道和保税通道并行设置，实现集约节约用海。营运期主要有道路照明、监控设施用电，电力引自城市配电网，同时应加强节能降耗管理。因此，项目用地用海用电不会突破区域土地、能源等资源利用上线。

(4) 环境准入负面清单

①分行业生态环境准入要求

根据《厦门市生态环境准入清单（2021年）》，~~“跨海桥梁工程”~~的管控单元准入控制要求为~~“根据相关专项规划选址及重点建设工程选址、选线引入”~~，生产工艺及生态环境准入条件为~~“(1)跨海桥梁建设应选择在~~海床、地质条件稳定，海流良好，可满足施工安全要求的水域。~~(2)桥梁建设应尽量避免~~避开航道、港口作业区、锚地等。~~(3)桥梁设计应包括桥面初期雨水收集系统及事故池”~~。

表 2.7-5 厦门市重点发展产业外的其它行业生态环境准入要求

《建设项目环境影响评价分类管理名录》中的对应类别		管控单元准入指引	生产工艺及生态环境准入要求	环评审批管理方式
代码	类别名称			
153	跨海桥梁工程	根据相关专项规划选址及重点建设工程选址、选线引入	(1)跨海桥梁建设应选择在 海床、地质条件稳定，海流良好， 可满足施工安全要求的水域。 (2)桥梁建设应尽量避免 避开航道、港口作业区、锚地等。 (3)桥梁设计应包括桥面初期雨 水收集系统及事故池	(1)报告表： 许可制 (2)报告书： 许可制

本项目根据《厦门新机场综合交通枢纽集疏运体系规划》等相关规划引入；所在区域满足施工安全要求；避开《厦门港总体规划（2035年）》中的航道、港口作业区、锚地等；采用 HPDE 收集式泄水管纵向收集桥面初期雨水至桥头沉淀池或市政管网，其中，在保税通道莲河侧、大嶝侧桥下各设置 1 处沉淀池，在货运通道莲河侧桥下设置 1 处沉淀池，当运输车辆发生危险品泄漏时，沉淀池可接收有毒有害物质和清洗水，有效阻挡泄漏物质和清洗水直接排海。货运通道大嶝侧平交进入大嶝岛，下部无空间设置沉淀池，故桥面初期雨水采用直接接入大嶝雨水管网的方式，事故时考虑采用沙袋围堰及槽罐车抽走的方式处理。因此，本项目符合厦门市重点发展产业外的其它行业生态环境准入要求。

②环境管控单元准入要求

本项目位于“大嶝特殊利用区”环境管控单元，该单元依据《福建省海洋功能区划（2011-2020）》提出。

表 2.7-6 厦门市近岸海域生态环境准入要求

单元名称及编码	范围	功能定位	准入条件		编制理由
大嶼特殊利用区 HY35020 020006	大嶼岛周围海域，东至118°22'37.5" E、西至118°14'09.1" E、南至24°31'15.4" N、北至24°35'40.6" N。（功能区总面积26.14km ² ，其中厦门市所辖面积25.74km ² ）	保障城市景观水域、生态湿地公园、旅游娱乐用海，兼容交通运输用海、海底供水电缆等管道用海	空间布局约束	1.严格限制改变海域自然属性，污水达标排放和倾倒等特殊用海项目，须进行专题论证确定其具体用海位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区。 2.限制在军事区内从事海洋开发利用活动。 3.禁止在海底管线、跨海路桥区内建设永久性构筑物，海上活动不得影响海底管线和道路桥梁的安全。	要素属性：特殊利用区。 相关要求：该区同时是生态整治区，依据《福建省海洋功能区划（2011-2020）》提出污染物要求。
			污染物排放管控	控制陆源污染，清淤整治，修复海洋生态，保障城市景观用海，潮流通道，泄洪用海。	

本项目桥梁建设符合其“兼容交通运输用海”的功能定位。桥梁建设用海方式为“跨海桥梁”，属于不改变海域自然属性的用海方式，未在军事区内从事海洋开发利用活动，符合其空间布局约束的准入条件。桥位清淤整治后，桥梁所在海域水深加深，纳潮量增大，水交换能力增强，符合其污染物排放管控的准入条件。因此，本项目符合厦门市近岸海域生态环境准入要求。

综上，本项目符合“三线一单”要求。

3 环境现状调查与评价

3.1 区域自然环境概况

3.1.1 气候气象

厦门狐尾山气象站地理位置 1180°4.8'E, 24°29.4'N, 海拔高度为 136m。

(1) 气温

近 20 年（1998~2017 年）的年均气温 21.2℃；极端最高气温 39.2℃，出现在 2007 年 7 月 20 日，极端最低气温 0.1℃，出现在 2016 年 1 月 25 日；近 20 年的年平均日照时数 1877.5h。

表 3.1-1 厦门近 20 年月平均气温统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温(℃)	13.14	13.75	15.72	19.94	23.52	26.44	28.39	28.17	26.88	23.81	19.88	15.22	21.24

(2) 降水和湿度

近 20 年的年平均降水量 1233.74mm，降水主要集中在 4 月~9 月；近 20 年的年降水量极大值为 2168.20mm（2016 年），降水量极小值为 916.7mm（2011 年）。厦门市近 20 年的年平均相对湿度为 75.59%。

(3) 风速

近 20 年的年平均风速 2.6m/s，月平均风速在 2.2~3.1m/s。最大风速 3.1m/s，秋、冬两季的平均风速稍大于春、夏。

表 3.1-2 厦门近 20 年月平均风速变化

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均风速(m/s)	2.5	2.4	2.4	2.3	2.2	2.5	2.5	2.5	2.7	3.1	2.8	2.8	2.6

(4) 风向和风频

表 3.1-3 厦门地 20 年全年各风向风频统计表 单位：%

风向	N	NN E	NE	ENE E	E	ES E	SE	SEE E	S	SS W	SW	WS W	W	WN W	NW	NN W	C
频率	5.0	7.8	9.7	9.5	13.9	10.6	5.2	4.5	4.5	4.0	4.7	4.6	5.0	2.5	1.8	3.3	3.4

厦门市近 20 年的主要风向为 E 和 ESE、NE、ENE，占 43.8%，其中以 E 为主风向，占全年 13.9%。

表 3.1-4 厦门月风向频率统计 单位%

风向 频率 月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1	6.3	7.6	12.1	13.3	23.5	11.9	1.7	1.3	1.1	1.2	3.0	3.7	2.7	2.3	1.8	3.2	3.3
2	4.5	6.8	9.0	12.3	20.8	15.2	3.0	2.3	2.4	1.7	2.6	4.6	3.9	2.2	1.9	2.3	4.4
3	4.1	5.3	8.3	10.4	19.7	13.9	4.2	3.3	2.5	2.7	2.8	4.3	4.9	2.6	2.3	3.7	5.0
4	3.5	4.9	6.7	7.5	15.5	13.6	5.0	3.9	5.8	4.9	4.1	4.8	6.0	2.9	2.9	2.7	5.3
5	3.2	4.6	6.9	6.9	13.5	14.7	6.7	5.7	5.7	4.0	5.3	5.0	6.0	2.7	2.0	3.0	4.3
6	1.8	2.2	3.5	4.0	8.3	8.3	8.4	10.1	13.1	11.5	9.4	6.1	6.3	1.9	1.0	1.3	2.7
7	1.7	2.9	2.5	2.1	2.4	4.8	9.4	10.9	11.0	11.0	11.6	8.3	11.3	3.4	1.5	1.9	3.4
8	2.9	4.0	4.8	3.7	4.9	9.2	10.8	9.4	7.3	6.6	8.5	7.3	7.9	3.7	2.2	2.9	3.8
9	6.0	10.0	12.7	8.8	11.6	10.4	7.5	3.9	2.1	2.0	3.4	4.4	4.1	3.0	2.4	4.6	3.1
10	8.1	16.9	19.0	15.0	15.8	8.5	2.3	1.3	0.3	0.7	1.3	1.0	1.7	1.3	0.8	4.0	1.8
11	9.3	15.8	15.5	14.9	14.4	8.4	1.6	1.3	1.0	0.6	1.8	2.5	2.3	1.9	1.6	5.4	1.8
12	8.1	12.2	15.7	15.5	17.0	8.5	1.4	0.4	1.0	0.8	2.4	3.1	3.0	2.1	1.7	4.7	2.4

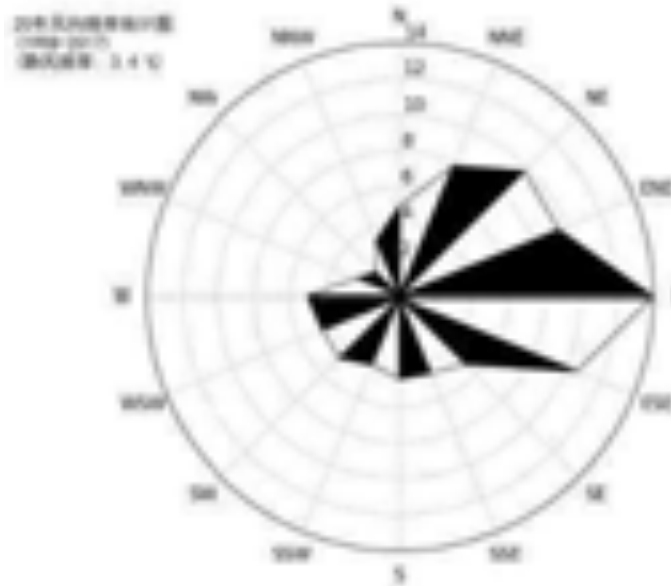


图 3.1-1 厦门风向玫瑰图（静风频率 3.4%）

(5) 雾

近 20 年的年平均雾日数 29.3 天；年最多雾日数 46 天（2010 年）；年最少雾日数 18 天（2004 年）；每年雾日多集中在 2~4 月份，夏、秋两季很少出现。

(6) 雷暴

雷暴一般发生在 4~10 月份，并以 7~8 月为多，雷暴多伴随降雨（大雨、暴

雨)发生。多年平均雷暴日数为 48 天。最多年份为 67d。

(7) 台风影响

厦门地处台湾海峡西岸,常受台风影响。7~10 月为台风季节。

根据统计资料,1945~2015 年,共有 108 个热带气旋登陆福建省,其中以热带低压强度登陆的有 8 个,以热带风集级及以上强度登陆的有 100 个(年均 1.41 个),在沿海省份中位列第三。从年份分布来看,1945~2015 的 71 年间,有 15 个年份无台风登陆福建,其中 1949~1951 年为最长空台期,达 3 年;1990 年和 2010 年都有 5 个台风登陆福建,并列为历年最多。从登陆地点分布来看,福州、泉州、漳州、宁德、莆田和厦门 6 个沿海城市均有台风登陆记录,其中以福州市最多(38 个,年均 0.54 个),厦门市最少(4 个,年均 0.06 个)。从登陆强度分布来看,以强热带风暴级登陆端的次数最多(37 次),以台风级登陆次数次之(34 次)。从登陆月份分布来看,1~5 月和 11~12 月无台风登陆记录,福建省台风季节期间为 6 月 16 日~10 月 23 日,其中以 7~9 月最为集中,约占 89%。

3.1.2 地形地貌

厦门地区地貌形态有山地、丘陵、台地、平原及滩涂等类型,地貌类型分布具有两头小、中间大的特点,即山地和平原面积较小,丘陵、台地面积较大,厦门地貌分布另一个特征是,在短距离内,地势变化显著,这反映地貌类型的急剧变化和结构组合的复杂性。

工程区地貌类型主要为滨海地貌单元及剥蚀残丘地貌单元,整体地势较平缓。北端和南端的吹填地貌类型属于滨海滩涂地貌。低洼处散布一些水塘和小溪流。

3.1.3 区域地质

在区域构造上,工程地处华南板块的武夷—戴云隆升区的闽东火山断拗带内,在新构造运动分区上,位于闽东—粤东沿海差异隆起区内,东邻台湾海峡沉降区,西与闽中隆起区相连。

工程场地在构造上位于长乐—诏安断裂带中段。区内构造主要受新华夏构造体系控制,近场区处在东孚—白云山北东向断裂、钟宅—港尾北东向断裂与九龙江下游北西向断裂带及漳州—厦门近东西向构造带的交汇地区,断裂构造较为复杂。本工程区自晚更新世以来地壳较为稳定,未见有构造断裂通过本场地,对本

工程建设影响小。

3.1.4 区域水文

(1) 河流

九溪是翔安区内最大水系，流域全长 17.6km，集雨面积 98km²，全区小（二）型以上水库 36 座，其中小（二）型水库 32 座，小（一）型水库 4 座，总库量 1466 万立方米。区域水系现状主要由水库、坑塘、河沟 3 类组成，受人类开发建设活动的强烈影响，现状水系分布零散、独立，缺少有效连通，未能形成线状或网状的结构。大部分现有河道、湖泊处于天然状态，河道为自然岸坡，湖泊多为鱼塘。

东园溪面积 8.5km²，全长 3.17km，流量 76.98~106.35m³/s、流速 0.37~2.27m/s、感潮河段为东园溪现状 3#水闸至河口；东园溪上游修建有三个小（二）型水库，分别为：程前水库、军民水库和西埔水库，现已改造成为厦门大学莲河校区的景观湖，景观湖与下游河道连接设置溢流堰。东园溪上游段翔安路以南侧约 300m 为新建挡墙护岸，大部分河段两岸为土质边坡，河口宽 10~30m；中游段穿过东园村，在东园村一带分左右两个分支，左支流河口宽 10~30m，两侧大部分为土质边坡，尚无护岸工程，局部建有条石挡墙护岸，岸上多为居民区。东园溪下游段河口宽 40~110m，由于圈围吹填需要，设立了人工干砌石挡墙护岸（即现状海堤），护岸多处存在坍塌现象。

沙美溪位于厦门市翔安区最西端，与南安毗邻，流域面积 10.3km²，全长 1.8km，流量 35.3~43.37m³/s、流速 0.4~2.2m/s、感潮河段为沙美溪现状 1#水闸至河口。沙美溪境内除沿河小水塘外大部分为农田，最上游为一面积约 0.2 公顷的小型农水库；再往下游河道宽度约为 5~10m，部分河段建有砌石护岸，但年久失修，护岸损坏严重，沙美溪源头从沙美村流经宵垄村、霞浯村后流经珩厝霞浯挡潮闸，与霞浯排涝闸汇合后排入外海。沙美溪中游段河宽约 10m，两岸为土质边坡，无护岸工程，河道淤积严重。由于灌溉需要，河道内设置了多个溢流堰（上游及中游段）。沙美溪下游段河口宽 45~70m，由于圈围吹填需要，设立了人工干砌石挡墙护岸（即现状海堤），存在有坍塌现象。由于汇流区域小，加上沿河灌溉用水量较大，沙美溪日常水量非常小。

(2) 海洋

海流以潮流为主，径流影响很小，潮流性质属于正规半日潮流，呈往复流形态，涨潮流速一般小于落潮流速，落潮历时稍长于涨潮历时。

受大、小金门岛的掩护，外海产生的大浪难以影响到本海区，主要为有限风区产生的风成浪。在正常天气条件下，本海区风浪不大，大浪一般发生在台风影响期间。

从海域底质类型及分布和岸滩冲淤变化状况来看，泥沙具有以下两个特点：

在大嶝水道沉积物具有由东向西由粗变细的特征，属于弱水动力条件，沉积物的粘土质粉砂成片分布于大嶝岛西侧海域和北侧近岸海域。因此，大嶝岛西侧及西南侧是大嶝水道泥沙输入和落潮主要场地。

大嶝岛近岸带泥沙运移的趋势为余沙随涨潮流，从北侧大嶝水道向大嶝岛西北部岸滩输进，再顺落潮流方向从大嶝岛西部潮沟往南下泄，并与大嶝岛南侧西流余沙于大嶝岛西南侧汇集并落淤，从而促使西南浅滩不断向海淤涨。同时，由于大嶝岛北侧和南侧近岸带余沙向西流，以及大陆沿岸侵蚀、片蚀产物及冲沟，溪流泥沙向海输移，使西侧和西北侧也处于淤积状态。

3.1.5 土壤植被

沿海丘陵地带高坡地土壤以酸性和中性的侵蚀赤红壤为主，低洼地主要分布水稻土，靠近沿海还有盐土。

区域属南亚热带季风雨林区，受人类活动影响，周围原生植被已不复存在，基本以马尾松、杉木、相思树、银合欢、柠檬桉为主的人工林和旱性灌木、草木。主要植被种类有：分布在公路两侧的木麻黄、相思树、杉树、柠檬桉、银合欢等乔木，以及桃金娘、芒箕等灌木草丛；人工栽种有龙眼树、水稻、竹子、香蕉、地瓜、胡萝卜等农作物。

3.2 海洋环境质量现状

3.2.1 海域水文动力环境现状调查与评价

本节引用《厦门新机场工程海洋水文专题冬、春季全潮水文观测报告》（自然资源部第三海洋研究所，2021年4月）中的2020年12月-2021年1月、2021

年3月工程所在海域共9个全潮水文泥沙观测站位、3个临时潮位站的海域水文动力调查资料进行评价，符合《海洋工程环境影响评价技术导则》中海域水文动力资料应为5年以内，1级评价项目一般应不少于3条断面，每条断面应布设2个~3个站位的要求。

图 3.2-1 全潮水文泥沙站位图

表 3.2-1 海洋水文观测时间表

季节	观测内容	观测时间
冬季	全潮水文泥沙观测	大潮：2021年01月01日09时~01月02日11时(农历十八~十九)。 中潮：2020年12月26日09时~12月27日11时(农历十二~十三)。 小潮：2020年12月23日10时~12月24日12时(农历初九~初十)。
	临时潮位观测	2020-12-22~2021-1-21
春季	全潮水文泥沙观测	大潮：2021年3月29日09时~3月30日11时(农历十七~十八)。 中潮：2021年3月26日09时~3月27日11时(农历十四~十五)。 小潮：2021年3月23日9时~3月24日11时(农历十一~十二)。
	临时潮位观测	2021-03-10~2021-04-08

3.2.1.1 潮汐

3.2.1.1.1 潮汐类型

冬季 T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的潮型判别数值 $\frac{H_{H1} + H_{O1}}{H_{L2}}$ 分别为 0.279、0.291 和 0.289，春季 T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的潮型判别数值 $\frac{H_{H1} + H_{O1}}{H_{L2}}$ 分别为 0.296、0.312 和 0.307，均小于 0.50，属于正规半日潮。

表 3.2-2 潮汐性质参数表（四季平均）

项目	性质参数	冬季			春季		
		小嶝T1站	厦门T2站	小嶝T1站	厦门T2站	围头T3站	围头T3站
潮港类型	$\frac{H_{H1} + H_{O1}}{H_{L2}}$	0.279	0.291	0.289	0.279	0.291	0.289
主要全日分潮振幅比	$\frac{H_{O1}}{H_{L2}}$	0.292	0.292	0.29	0.292	0.292	0.29
主要半日分潮振幅比	$\frac{H_{H1}}{H_{L2}}$	0.905	0.891	0.916	0.905	0.891	0.916

3.2.1.1.2 潮汐特征

表 3.2-3 潮位站潮汐特征值表

项目	冬季			春季		
	小嶝T1站	和平码头T2站	围头T3站	小嶝T1站	和平码头T2站	围头T3站
平均潮位(cm)	42	44	41	32	34	31
最高潮位(cm)	321	325	301	333	343	315
最低潮位(cm)	-308	-291	-289	-278	-268	-263
平均高潮位(cm)	256	253	243	250	253	237
平均低潮位(cm)	-164	-152	-152	-174	-163	-164
平均潮差(cm)	421	406	396	424	417	401
最小潮差(cm)	277	265	264	169	160	161
最大潮差(cm)	597	589	562	603	602	570
平均涨潮历时	6:01	5:56	6:10	6:06	6:09	6:14
平均落潮历时	6:22	6:28	6:15	6:18	6:15	6:10
潮位基面	1985国家高程基准					

(1) 冬季期间

①平均潮位：T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的平均潮位分别为 42cm、44cm 和 41cm。

②高、低潮位：T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的最高潮位分别为 321cm、325cm 和 301cm，最低潮位分别为-308cm、-291cm 和-289cm。

③潮差：T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的最大潮差分别为 597cm、589cm 和 562cm。

④平均涨、落潮历时：3 个潮位站均为平均涨潮历时短于平均落潮历时。T1 小嶝岛站的平均涨、落潮历时分别为 6:01 和 6:22，T2 和平码头站的平均涨、落潮历时分别为 5:56 和 6:28，T3 围头站的平均涨、落潮历时分别为 6:10 和 6:15。

图 3.2-2 工程海域冬季基面关系图

(2) 春季期间

图 3.2-3 工程海域春季基面关系图

①平均潮位：T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的平均潮位分别为 32cm、34cm 和 31cm。

②高、低潮位：T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的最高潮位分别

为 333cm、343cm 和 315cm，最低潮位分别为-278cm、-268cm 和-263cm。

③潮差：T1 小嶝岛站、T2 和平码头站和 T3 围头站的最大潮差分别为 603cm、602cm 和 570cm。

④平均涨、落潮历时：T1 小嶝岛站和 T2 和平码头站均为平均涨潮历时短于平均落潮历时。T1 小嶝岛站的平均涨、落潮历时分别为 6:06 和 6:18，T2 和平码头站的平均涨、落潮历时分别为 6:09 和 6:15。而 T3 围头站的平均涨潮历时长于平均落潮历时，平均涨、落潮历时分别为 6:14 和 6:10。

3.2.1.2 潮流

3.2.1.2.1 实测最大流速

冬季期间，工程海区最大涨潮流速出现在大潮 2#站 0.2H 层，为 102cm/s，最大落潮流速为 88cm/s，出现在 1#站表层。位于围头角西侧水道上的 1#站涨、落潮流最大流速分别为 86cm/s 和 88cm/s；小嶝北侧水道上的 3#站涨、落潮流最大流速分别为 56cm/s 和 76cm/s；金门北东水道的 2#、4#和 6#站涨潮流最大流速分别为 102cm/s、73cm/s 和 73cm/s，落潮流最大流速分别为 64cm/s、71cm/s 和 51cm/s；厦门东水道的的 5#、9#站涨潮流最大流速分别为 89cm/s 和 81cm/s，落潮流最大流速分别为 83cm/s 和 75cm/s；大嶝岛西至西南侧浅滩上的 7#和 8#站涨潮流最大流速分别为 51cm/s 和 47cm/s，落潮流最大流速分别为 37cm/s 和 60cm/s。

春季期间，工程海区最大涨潮流速出现在大潮 1#站表层，为 111cm/s，最大落潮流速为 112cm/s，出现在 2#站 0.2H 层。位于围头角西侧水道上的 1#站涨、落潮流最大流速分别为 111cm/s 和 97cm/s；小嶝北侧水道上的 3#站涨、落潮流最大流速分别为 57cm/s 和 64cm/s；金门北东水道的 2#、4#和 6#站涨潮流最大流速分别为 103cm/s、98cm/s 和 87cm/s，落潮流最大流速分别为 112cm/s、84cm/s 和 97cm/s；厦门东水道的的 5#、9#站涨潮流最大流速分别为 100cm/s 和 95cm/s，落潮流最大流速分别为 94cm/s 和 92cm/s；大嶝岛西至西南侧浅滩上的 7#和 8#站涨潮流最大流速分别为 55cm/s 和 44cm/s，落潮流最大流速分别为 50cm/s 和 45cm/s。

3.2.1.2.2 垂线平均流速

图 3.2-4 冬季大潮垂线平均流矢图

图 3.2-5 冬季中潮垂线平均流矢图

图 3.2-6 冬季小潮垂线平均流矢图

图 3.2-7 春季大潮垂线平均流矢图

冬季观测期间，位于围头角西侧水道上的 1#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 79cm/s 和 77cm/s；小嶝北侧水道上的 3#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 47cm/s 和 71cm/s；金门北东水道的 2#、4#和 6#站涨潮最大垂线平均分别为 92cm/s、68cm/s 和 68cm/s，落潮最大垂线平均分别为 59cm/s、65cm/s 和 46cm/s；厦门东水道的 5#、9#站涨潮最大垂线平均分别为 81cm/s 和 75cm/s，落潮最大垂线平均分别为 78cm/s 和 70cm/s，大嶝岛西至西南侧浅滩上的 7#和 8#站涨潮最大垂线平均分别为 50cm/s 和 44cm/s、落潮最大垂线平均分别为 35cm/s 和 57cm/s。

图 3.2-8 春季中潮垂线平均流矢图

图 3.2-9 春季小潮垂线平均流矢图

春季观测期间，位于围头角西侧水道上的 1#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 98cm/s 和 88cm/s；小嶝北侧水道上的 3#站涨、落潮最大垂线平均流速分别为 55cm/s 和 59cm/s；金门北东水道的 2#、4#和 6#站涨潮最大垂线平均分别为 96cm/s、92cm/s 和 83cm/s，落潮最大垂线平均分别为 106cm/s、84cm/s 和 53cm/s；厦门东水道的 5#、9#站涨潮最大垂线平均分别为 92cm/s 和 84cm/s，落潮最大垂线平均分别为 85cm/s 和 82cm/s，大嶝岛西至西南侧浅滩上的 7#和 8#站涨潮最大垂线平均分别为 48cm/s 和 35cm/s、落潮最大垂线平均分别为 47cm/s 和 41cm/s。

3.2.1.2.3 潮流与潮位的关系

图 3.2-10 冬季 6#站大潮流速流向过程曲线

工程海域驻波性质明显，冬季和春季的大、中、小期间，各站在高、低平潮附近时刻，流速最小，在半潮面附近时刻，流速达到最大。例举了冬季大潮 6#站流速、流向过程曲线，可见 6#站潮流表现为往复流性质特征，且驻波性质明显。

3.2.1.2.4 潮流类型

按照《海港水文规范》，潮流按潮流形态数 $(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$ 可分为规则半日潮流、不规则半日潮流和规则全日潮流、不规则全日潮流，其判别标准如下：

- $(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2} \leq 0.5$ 规则半日潮流
- $0.5 < (W_{o1}+W_{k1})/W_{M2} \leq 2.0$ 不规则半日潮流
- $2.0 < (W_{o1}+W_{k1})/W_{M2} \leq 4.0$ 不规则全日潮流
- $4.0 < (W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$ 规则全日潮流

各站的潮流形态数均在 0.5 以下，本海区为正规半日潮流区。

表 3.2-4 各站 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 值和 M2 分潮流转率 K 值

站号	$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$						K					
	表	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底	表	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底
1#	0.24	0.25	0.24	0.25	0.25	0.24	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
2#	0.24	0.26	0.25	0.25	0.26	0.24	0.06	0.04	0.05	0.04	0.02	0.03
3#	0.18	0.17	0.19	0.19	0.2	0.2	-0.04	-0.03	-0.05	-0.04	-0.05	-0.04
4#	0.3	0.28	0.27	0.27	0.25	0.27	0.08	0.07	0.06	0.07	0.06	0.08
5#	0.17	0.16	0.17	0.16	0.18	0.15	-0.07	-0.08	-0.05	-0.02	-0.01	0
6#	0.34	0.32	0.31	0.32	0.3	0.31	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01
7#	--	--	--	0.19	--	--	--	--	--	0.17	--	--
8#	--	0.19	--	--	0.2	--	--	0.41	--	--	0.44	--
9#	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.24	0.09	0.08	0.04	0.03	0	-0.01

3.2.1.2.5 潮流运动形式

本海区为正规半日潮流区，潮流运动形式可依主要分潮流 M_2 的椭圆率 $|K|$ 予以判定。 $|K|$ 值越小，往复流形式显著；反之，旋转流特征强烈。并规定当 K 值为正时，潮流呈逆时针的旋转；K 为负时，潮流呈顺时针向旋转。由表可知：除了 8#站外，各站 K 值绝对值一般小于 0.2，说明各站主要受湾内水道束缚，表现为典型的往复流性质。

3.2.1.3 余流

余流主要是指从实测海流中消除周期性流（如潮流）后的剩余部分，受诸多因素的影响。

图 3.2-11 冬季大潮垂线平均余流流矢图

图 3.2-12 冬季中潮垂线平均余流流矢图

在冬季和春季的大、中、小期间，工程海域大潮余流流速明显大于小潮，总体而言，余流流速不大。

冬季大潮期间，各站分层余流流速最大值为 15.3cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 13.4cm/s，出现在 6#站。中潮期间，各站分层余流流速最大值为 7.9cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 7.1cm/s，出现在 6#站。小潮期间，各站分层余流流速最大值为 6.6cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 5.8cm/s，出现 1#站。

图 3.2-13 冬季小潮垂线平均余流流矢图

图 3.2-14 春季大潮垂线平均余流流矢图

图 3.2-15 春季中潮垂线平均余流流矢图

图 3.2-16 春季小潮垂线平均余流流矢图

春季大潮期间，各站分层余流流速最大值为 18.1cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 17.6cm/s，出现在 6#站。中潮期间，各站分层余流流速最大值为 12.4cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 11.2cm/s，出现在 6#站。小潮期间，各站分层余流流速最大值为 6.5cm/s，出现再 9#站，各站垂线平均余流流速最大值为 5.9cm/s，出现 6#站。

3.2.1.4 悬浮泥沙

3.2.1.4.1 特征值统计

(1) 冬季(2020年12月~2021年1月)

①冬季观测期间,大潮海况较为恶劣,中潮、小潮海况良好,工程海域大、中、小潮平均含沙量(9个站平均)分别为 0.0649kg/m^3 、 0.0357kg/m^3 、 0.0338kg/m^3 ,平均含沙量大潮明显大于中潮和小潮。冬季观测含沙量最高值为 0.1842kg/m^3 ,出现在大潮1#站,含沙量最低值为 0.0150kg/m^3 ,出现在小潮6#站;平均含沙量最高为 0.1061kg/m^3 、最低为 0.0263kg/m^3 ;

②含沙量的垂向分布为从表层到底层递增。大潮期间实测含沙量最高值为1#站底层的 0.1842kg/m^3 ,最低值为5#站表层的 0.0238kg/m^3 ;中潮期间实测含沙量最高值为7#站底层的 0.0852kg/m^3 ,最低值为8#站0.2H层的 0.0197kg/m^3 ;小潮期间实测含沙量最高值为1#站底层的 0.1005kg/m^3 ,最低值为6#站表层的 0.0150kg/m^3 。

③含沙量的水平分布大体上以围头角西侧水道平均含沙量值最高,金门北东水道和大嶝岛西至西南浅滩居中,厦门东侧水道和浔江港水道的平均含沙量值低。

冬季大潮期间,受2020岁末寒假影响,海况较为恶劣,海水混合运动剧烈,各站平均含沙量以围头角西侧水道的1#站最高,金门北东水道的4#站次之,大嶝岛西至西南侧浅滩的7#站、金门北东水道的6#站、2#站、小嶝北水道的3#站平均含沙量值也较高,大嶝西南浅滩的8#站、厦门东侧水道的5#站、浔江港水道的9#站平均含沙量值最小。含沙量平均值 $1\#>4\#>7\#>6\#>2\#>3\#>8\#>5\#>9\#$ 。

冬季中潮期间,海况良好,各站含沙量平均值 $1\#>7\#>6\#>4\#>2\#>3\#>8\#>9\#>5\#$,仍以围头角西侧水道的1#站最高,以浔江港水道的9#站最低。

冬季小潮期间,海况良好,各站含沙量平均值 $1\#>4\#>6\#>7\#>2\#>5\#>3\#>9\#>8\#$,以围头角西侧水道的1#站平均含沙量值最高,浔江港水道的9#站和大嶝西南浅滩的8#站平均含沙量值最低。

大、中、小潮时各站的含沙量平均值分别介于 $0.0351\text{kg/m}^3(9\#)\sim 0.1061\text{kg/m}^3(1\#)$ 、 $0.0263\text{kg/m}^3(5\#)\sim 0.0533\text{kg/m}^3(1\#)$ 、 $0.0271\text{kg/m}^3(8\#)\sim 0.0506\text{kg/m}^3$

(1#)。

(2) 春季 (2021 年 3 月~2021 年 4 月)

①春季观测期间,大潮、中潮海况良好,小潮海况较为恶劣,工程海域大、中、小潮平均含沙量(9 个站平均)分别为 0.0371kg/m^3 、 0.0300kg/m^3 、 0.0288kg/m^3 ,平均含沙量大潮>中潮>小潮。春季观测含沙量最高值为 0.1363kg/m^3 ,出现在大潮 1#站,含沙量最低值为 0.0205kg/m^3 ,出现在大潮 3#站;平均含沙量最高为 0.0513kg/m^3 、最低为 0.0253kg/m^3 ;

②含沙量的垂向分布为从表层到底层递增。大潮期间实测含沙量最高值为 1#站底层的 0.1363kg/m^3 ,最低值为 3#站表层的 0.0205kg/m^3 ;中潮期间实测含沙量最高值为 1#站底层的 0.0688kg/m^3 ,最低值为 9#站表层的 0.0222kg/m^3 ;小潮期间实测含沙量最高值为 1#站底层的 0.0539kg/m^3 ,最低值为 9#站表层的 0.0231kg/m^3 。

③含沙量的水平分布大体上以大嶝岛西至西南浅滩最高和围头角西侧水道平均含沙量值最高,金门北东水道和小嶝北水道居中,厦门东侧水道和浔江港水道的平均含沙量值低。

春季大潮期间,海况良好,各站平均含沙量以大嶝岛西至西南侧浅滩的 7#站最高,金门北东水道的 6#站、围头角西侧水道的 1#站、大嶝西南浅滩的 8#站站次之,小嶝北水道的 3#站和金门北东水道的 4#、2#站平均含沙量值也较高,浔江港水道的 9#站、厦门东侧水道的 5#站平均含沙量值最小。含沙量平均值 $7\#>6\#>1\#>8\#>3\#>4\#>2\#>9\#>5\#$ 。

春季中潮期间,海况良好,各站含沙量平均值 $7\#>8\#>1\#>6\#>3\#>4\#>2\#>5\#>9\#$,以大嶝岛西至西南侧浅滩的 7#站最高,以浔江港水道的 9#站最低。

春季小潮期间,海况较为恶劣,各站含沙量平均值 $7\#>1\#>8\#>6\#>4\#>3\#>2\#>5\#>9\#$,仍以大嶝岛西至西南侧浅滩的 7#站平均含沙量值最高,浔江港水道的 9#站平均含沙量值最低。

大、中、小潮时各站的含沙量平均值分别介于 0.0291kg/m^3 (5#)~ 0.0513kg/m^3 (7#)、 0.0262kg/m^3 (9#)~ 0.0346kg/m^3 (7#)、 0.0253kg/m^3 (9#)~ 0.0314kg/m^3 (7#)。

图 3.2-17 各站大、中、小潮含沙量平均值柱状图（冬季，春季）

3.2.1.4.2 含沙量时空变化

根据各站周日实测含沙量及分层含沙量特征值，分析工程海域悬浮泥沙含量的时空变化特征。

（1）含沙量的时间变化特征

a) 周日变化

由各站含沙量周日变化曲线图可见，各站含沙量周日变化幅度不大，含沙量受涨落潮流影响，高值涨、落急时段和水深较浅的低平潮时段。高平潮时段含沙量值相对最低。

b) 潮型变化

含沙量的半月周期变化主要反映在大、中、小潮的周期循环上，一般与潮流强度变化规律一致，但受天气海况状况影响也较为显著。冬季观测期间，9 个站的大、中、小潮含沙量平均值分别为 0.0649kg/m^3 、 0.0357kg/m^3 和 0.0338kg/m^3 ，含沙量平均值大潮明显大于中潮和小潮，这与冬季观测期间大潮受 2020 岁末寒潮影响，海况较为恶劣，中潮、小潮海况良好有关；春季观测期间，除小潮观测前半段海况较为恶劣外，中潮、大潮期间海况良好，9 个站的大、中、小潮含沙量平均值分别为 0.0371kg/m^3 、 0.0300kg/m^3 和 0.0288kg/m^3 ，含沙量平均值大潮大于中潮和小潮，与潮流强度变化规律一致。

（2）含沙量的空间分布特征

a) 水平分布

冬季观测：含沙量的水平分布大体上为以围头角西侧水道平均含沙量值最高，金门北东水道和大嶝岛西至西南浅滩居中，厦门东侧水道和浔江港水道的平均含沙量值低。9 个站三个潮次的含沙量平均值以 1#站最大，为 0.0700kg/m^3 ，其次为 4#、7#、6#、2#和 3#，分别为 0.0513kg/m^3 、 0.0496kg/m^3 、 0.0494kg/m^3 、 0.0449kg/m^3 和 0.0402kg/m^3 ；8#、5#和 9#站含沙量值最小，均小于 0.0400kg/m^3 ，全潮平均含沙量值介于 $0.0299\text{kg/m}^3\sim 0.0359\text{kg/m}^3$ 。

春季观测：含沙量的水平分布大体上为以大嶝岛西至西南浅滩平均含沙量值最高，金门北东水道和围头角西侧水道居中，厦门东侧水道和浔江港水道的平均含沙量值低。9个站三个潮次的含沙量平均值以7#站最大，为 0.0391kg/m^3 ，其次为6#、1#、8#、4#和3#，分别为 0.0352kg/m^3 、 0.0337kg/m^3 、 0.0333kg/m^3 、 0.0308kg/m^3 和 0.0308kg/m^3 ；2#、9#和5#站含沙量值最小，均小于 0.0300kg/m^3 ，全潮平均含沙量值介于 $0.0275\text{kg/m}^3\sim 0.0296\text{kg/m}^3$ 。

b) 垂向分布

冬、春季大、中、小潮各站的含沙量垂向分布规律均为：近底层含沙量值最大，近表层最小，有自表层向底层递增的趋势，7#、8#站因水深较浅，观测层次随时间不等，垂向分布规律与其他站相比，表现较为不明显。

图 3.2-18 各站全潮含沙量平均值柱状图（冬季，春季）

3.2.1.4.3 垂线平均含沙量

(1) 冬季（2020年12月~2021年1月）

①冬季大潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值出现在围头角西侧水道的1#站，为 0.1041kg/m^3 ；最小值出现在浔江港水道的9#站，为 0.0341kg/m^3 。除围头角西侧水道的1#站为涨潮垂线平均含沙量小于落潮、金门北东水道的6#站涨落潮垂线平均含沙量相当以外，其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。

②冬季中潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值仍出现在围头角西侧水道的1#站，为 0.0527kg/m^3 ；最小值出现在厦门东侧水道的5#站，为 0.0260kg/m^3 。除围头角西侧水道的1#站和厦门东侧水道的5#站为涨落潮垂线平均含沙量相当以外，其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。

③冬季小潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值仍出现在围头角西侧水道的1#站，为 0.0496kg/m^3 ；最小值出现在大嶝西南浅滩的8#站，为 0.0273kg/m^3 。除大嶝岛西至西南侧浅滩的7#、8#站表现为涨潮垂线平均含沙量小于落潮、金门北东水道的6#站涨落潮垂线平均含沙量相当以外，其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。

(2) 春季 (2021 年 3 月~2021 年 4 月)

①春季大潮期间,全潮垂线平均含沙量最大值出现在大嶝岛西至西南浅滩的 7#站,为 $0.0579\text{kg}/\text{m}^3$; 最小值出现在厦门东侧水道的 5#站,为 $0.0289\text{kg}/\text{m}^3$ 。除 7#站和围头角西侧水道的 1#站为涨潮垂线平均含沙量小于落潮、金门北东水道的 4#和 6#站涨落潮垂线平均含沙量相当以外,其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。

②春季中潮期间,全潮垂线平均含沙量最大值仍出现在大嶝岛西至西南浅滩的 7#站,为 $0.0364\text{kg}/\text{m}^3$; 最小值出现在浔江港水道的 9#站,为 $0.0256\text{kg}/\text{m}^3$ 。除 7#站和小嶝北水道的 3#站为涨潮垂线平均含沙量小于落潮、金门北东水道的 4#站为涨落潮垂线平均含沙量相当以外,其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。

③春季小潮期间,全潮垂线平均含沙量最大值仍出现在大嶝岛西至西南浅滩的 7#站,为 $0.0310\text{kg}/\text{m}^3$; 最小值出现在浔江港水道的 9#站,为 $0.0251\text{kg}/\text{m}^3$ 。除金门北东水道的 4#、6#站、厦门东侧水道的 5#站、浔江港水道的 9#站表现为涨潮垂线平均含沙量大于落潮以外,其他站均为涨潮垂线平均含沙量小于落潮垂线平均含沙量。

3.2.1.4.4 单宽输沙

根据实测资料计算的单宽输沙结果表明:

(1) 冬季 (2020 年 12 月~2021 年 1 月)

图 3.2-19 冬季大潮各站全潮净输沙图

图 3.2-20 冬季中潮各站全潮净输沙图

①冬季大潮期间各站全潮净输沙量最大值出现在金门北东水道的 4#站,为 $13.09\text{t}/\text{m}\cdot\text{d}$,全潮净输沙方向为 SW 向,往金门岛金山港海域输沙;最小值为 $1.00\text{t}/\text{m}\cdot\text{d}$,全潮净输沙方向为 SSW 向,出现在小嶝北水道的 3#站。

②冬季中潮期间海况良好,各站全潮净输沙量值均较小,各站全潮净输沙量最大值出现在金门北东水道 6#站,为 $3.72\text{t}/\text{m}\cdot\text{d}$,全潮净输沙方向为 W 向,往大

嶝岛西南浅滩海域输沙；全潮净输沙量最小值出现在大嶝西至西南浅滩 7#站，为 $0.50\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，净输沙方向为 WNW 向，往大嶝岛西至西南浅滩近岸区域输沙。

③冬季小潮期间海况良好，各站全潮净输沙量值均较小，全潮净输沙量最大值出现在围头角西侧水道的 1#站，为 $4.40\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，净输沙方向为 ESE 向，往围头湾湾口海域输沙；全潮净输沙量最小值出现在大嶝西南浅滩的 7#站，为 $0.27\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，净输沙方向为 W 向，往大嶝岛西至西南浅滩近岸区域输沙。

总体来看，冬季观测受天气影响，大潮期间的全潮净输沙量值明显大于中、小潮，各站的悬沙运移方向在各潮次、各区域均存在差异，但各站悬浮泥沙运移方向基本为沿涨、落潮方向呈不同的角度输沙。

图 3.2-21 冬季小潮各站全潮净输沙图

(2) 春季 (2021 年 3 月~2021 年 4 月)

①春季大潮期间各站全潮净输沙量最大值出现在金门北东水道的 6#站，为 $8.42\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，全潮净输沙方向为 W 向，往大嶝岛西南浅滩海域输沙；最小值为 $1.06\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，全潮净输沙方向为 WSW 向，出现在小嶝北水道的 3#站。

图 3.2-22 春季大潮各站全潮净输沙图

图 3.2-23 春季中潮各站全潮净输沙图

②春季中潮期间海况良好，各站全潮净输沙量值均较小，各站全潮净输沙量最大值仍出现在金门北东水道的 6#站，为 $3.88\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，全潮净输沙方向为 W 向，往大嶝岛西南浅滩海域输沙；全潮净输沙量最小值仍出现在小嶝北水道的 3#站，为 $0.47\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，净输沙方向为 S 向，往小嶝岛近岸浅滩区域输沙。

③春季小潮期间各站全潮净输沙量值均较小，全潮净输沙量最大值出现在金门北东水道的 2#站，为 $1.63\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，净输沙方向为 ESE 向，往围头湾湾口海域输沙；全潮净输沙量最小值出现在大嶝西南浅滩的 7#站和厦门东侧水道的 5#站，为 $0.33\text{t/m}\cdot\text{d}$ ，净输沙方向分别为 WSW 和 ENE 向，分别往大嶝岛西至西南浅滩近岸区域和小金门岛北侧浅水海域输沙。

总体来看，春季观测期间的全潮净输沙量值大潮>中潮>小潮，与潮流强度变化规律较为一致，各站的悬沙运移方向在各潮次、各区域均存在差异，但各站悬浮泥沙运移方向基本为沿涨、落潮方向呈不同的角度输沙。

图 3.2-24 春季小潮各站全潮净输沙图

3.2.2 海域地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

3.2.2.1 地形地貌

(1) 陆域地貌

大嶝岛陆地地貌以侵蚀剥蚀台地为主地貌类型，多呈片状展布。台面呈波状起伏，坡度和缓，被后期流水侵蚀，发育成沟谷和拗谷。在台地间尚有侵蚀洼地，地表多为花岗岩类风化残积物和海相堆积物覆盖。

大嶝岛上的海积平原主要沿着台地间的洼沟和小海湾分布，平原面平坦，向海方向倾斜，高出海面 3~5m，平原至今还保留有串珠状水塘，主要的物质为粘土和粉砂质粘土，常有泥炭夹层。

图 3.2-25 大嶝岛及周边海域潮间带地貌分布

(2) 海岸地貌

大嶝海域海岸类型主要有土崖海岸、基岩海岸、砂质海岸、淤泥质海岸及人工海岸等五种类型。土崖海岸是大嶝三岛的主要海岸类型，由花岗岩风化残积红土组成，受海浪侵蚀后退，形成陡崖，高 3~8m；基岩海岸位于小嶝岛和角屿的基岩岬角地带，受海浪长期侵蚀后退，形成海蚀崖，并在崖下形成岩滩，宽约 30~100m，海蚀地貌发育；砂质海岸广泛分布于大嶝岛的东部、南部、小嶝岛和角屿的周围，最宽达 2~3km，平均坡度 3~5°，在大嶝岛的双沪—嶝奇之间沿岸还有沙堤，宽约 50m，高约 2m；淤泥质海岸主要分布于大嶝岛西部，滩面平整，低潮时大部分滩面干出，由粉沙质泥组成，较稀软，人行下陷 20~30cm；人工海岸主要是在近年来形成的，已成为大嶝岛主要岸线类型。以前建造人工海岸的主要目的是为了保护农田不受侵蚀破坏，而目前逐渐增多的人工海岸则是因为各种海岸工程的建造而产生的。

(3) 潮间带地貌

大嶝岛潮间带类型包括岩石滩和沙滩两种，沙滩为厦门岛潮间带类型中面积最大的类型，主要分布在海岛的南、北、东三侧，滩面宽阔，宽度最大可达 2km 以上；岩石滩在大嶝岛潮间带中面积很小，出现在大嶝岛北侧。

小嶝岛潮间带类型包括岩石滩和沙滩两种，沙滩为小嶝岛潮间带类型中面积最大的类型，主要分布在海岛的南、北、西三侧，滩面较为宽阔；岩石滩在小嶝岛潮间带中面积很小，出现在小嶝岛的东侧。

(4) 海底地貌

大嶝岛西部浅滩由于大量盐田围垦，促使滩涂不断淤积，成片泥滩宽阔，达数千米，泥滩滩面平坦，滩面高程已在理基面上 2~4.4m，低潮时大部分滩面干出，中间只留下“S”形的潮沟，由粉砂质粘土组成。大嶝海域海底地貌类型较简单，主要有：

水下潮流浅滩：广泛分布在大嶝岛南部海域，最宽为 5~6km，海底宽阔平坦，水深 1~3m，底质以砂为主，西侧有粘土质粉砂分布。

水下沙坝：位于小嶝岛北部海域及大嶝岛南部海域中，呈长条状，东西向展布，长 2~3km，宽 200~1000m。低潮时部分沙坝可露出海面。底质由含贝壳中粗砂、细中砂组成。

潮流通道：分布于大、小嶝与大陆之间水道上，似喇叭形由东向西延伸，并与西部潮滩上潮沟连接。东侧水深为 2~3m，向西逐渐变浅为 0.5~1m。底质为砂—粉砂质粘土。是小船航行的主要通道。

潮沟：分布于西部潮滩上，与潮流通道沟通，低潮时，只剩下宽 3~5m 的潮沟。此带船只只能乘潮行驶。

深槽：在大嶝三岛与金门岛之间海域分布有数条深槽，呈东西向、北东向展布。长 2~3km，最长达 6km，宽 100~150m，水深 5~10m，最深达 20m，深槽低于浅滩为 3~5m，是船只航行的主要通道。

(5) 工程区水深

中交第二航务工程勘察设计院有限公司于 2019 年 10 月对工程所在大小嶝海域进行水深测量，水深在 0m~14m（1985 国家高程基准）之间，其中本项目工程区水深约为 0m~6m。

本项目位

图 3.2-26 大嶝海域水深地形图

图 3.2-27 大嶝北侧海域水深图（2019 年 10 月）

3.2.2.2 海域沉积物特征

2013 年 12 月至 2014 年 3 月，海洋三所在工程区及附近海域共布设 120 个表层沉积物和 8 个柱状沉积物采样站位，涵盖围头湾海域、大嶝周边海域、厦门岛以东海域，工程区附近海域的南线十八线和小嶝文昌鱼外围保护带范围内的站位分别有 16 个和 5 个。对所采集的沉积物样品按《海洋调查规范—海洋地质地球物理调查》GB/T13909-2007 的规定进行样品粒度分析和命名。样品分析的仪器为 Mastersixet-2000 型激光粒度分布测定仪。

图 3.2-28 工程区及附近海域表层沉积物和柱状样采样站位图

图 3.2-29 工程区及附近海域表层沉积物类型分布图

根据沉积物粒度组分的空间分布特征，采用福克分类法，工程区及周边海域海底表层沉积物可细分为 12 种类型：砂-粉砂-粘土（S-T-Y）、粘土质粉砂（YT）、砂质粉砂（ST）、砾石-砂-粉砂（G-S-T）、粉砂质砂（TS）、细中砂（FMS）、砂（S）、粗中砂（CMS）、中粗砂（MCS）、粗砂（CS）、砾砂（GS）和砂质砾石（SG）等。其中粘土质粉砂分布范围最广，约占调查站位总数的 38%，主要分布在大嶝岛南部海域、大嶝岛北侧海域、围头湾北部海域；其次为粉砂质砂，约占调查站位总数的 18%，主要分布围头湾西北部海域、大嶝岛南部以条带状延伸至厦门岛东部海域；粗颗粒的砂及砂以上的类型主要分布在围头湾中部海域、小嶝岛北部和东部海域、厦门岛东部海域及大嶝岛西南侧靠近厦金水道海域。南线十八线文昌鱼外围保护带的底质类型有粉砂质砂、砂-粉砂-粘土、砂质粉砂、砂质砾石、粘土质粉砂和中粗砂；小嶝文昌鱼外围保护带的底质类型有粉砂质砂、砾-砂-粉砂、砂质粉砂和中粗砂。本项目所在的大嶝北侧海域以粘土质粉砂（YT）为主。

3.2.2.3 冲淤环境

本小节引用《厦门新机场工程冲淤演变专题报告》（自然资源部第三海洋研究所，2020年4月）冲淤环境调查资料进行评价。

收集2005年5月、2015年10月和2019年10月实测地形高程数据，高程基准为1985国家高程基准，坐标系统为WGS84，高斯-克吕格投影。

对实测地形高程数据进行提取和分析，对比分析3个年份的地形高程差。

①2005年~2015年工程区及周边海域地形高程差

如图3.2-30所示，高程差范围为-7.0~3.1m，高程差为负值的区域主要集中在大嶝岛西南向至大嶝岛北向海域、大嶝岛东南向海域以及小嶝岛北向海域，表明这三个海域出现冲刷现象，大嶝岛西南向至大嶝岛北向的冲刷区域，高程差值较大，其值为-7.0~-0.5m，大嶝岛东南向海域以及小嶝岛北向海域，其值为-7.0~-0.5m；调查范围内，在大嶝岛西南向近岸海域、大嶝岛西南向外侧海域、小嶝岛西南向海域、以及大嶝岛东北向至西北向海域出现高程差为正值，其值为0~3.1，表现为淤积。

②2015年~2019年工程区及周边海域地形高程差

如图3.2-31所示，高程差范围为-8.8~7.9m，高程差为负值的区域主要集中在大嶝岛南向海域、大嶝岛西南向外侧海域、大嶝岛东北向海域，以及小嶝岛东北向外侧海域，表现为冲刷特征，在大嶝岛西南向外侧海域和小嶝岛东北向外侧海域，高程差负值较为明显，其值为-8.8~-2m；调查范围内，大嶝岛西南向近岸海域、大嶝岛东南向海域、大嶝岛北向及东北向海域、小嶝岛西北向海域、以及小嶝岛西南向海域出现高程差为正值，其值为0~7.9m，表现出淤积的现象。

③2005年~2019年工程区及周边海域地形高程差

如图3.2-32所示，高程差范围为-11.1~12.0m，高程差为负值的区域主要集中在大嶝岛西南向至大嶝岛北向海域（A区）、大嶝岛东南向海域（B区）以及小嶝岛北向海域（C区），表现为冲刷现象，高程差负值范围较大，为-11.1~0m；调查范围内，在大嶝岛西南向近岸海域、大嶝岛南向外侧海域、大嶝岛东北向海域、小嶝岛南向海域、以及小嶝岛东北向海域出现高程差为正值，其值为0~12.0m，表现出淤积的现象。

综上，对比 2005 年至 2015 年以及 2015 年至 2019 年这两个时期，大嶝岛西南向海域出现高程差先正值后负值、先负值后正值交替的现象，同样在大嶝岛北向及东北向海域出现高程差先负值后正值、先正值后负值交替的现象，表现出冲刷和淤积交替出现，在小嶝岛西南向海域高程差为正值，表现为淤积。大嶝岛附近海域，海洋工程、人工砂坑与堆积等行为频繁且复杂，例如 2013~2015 年，在大嶝岛西北侧进行大嶝北水道清淤工程，大嶝岛北侧以及小嶝岛东北侧进行航道清淤；2013~2019 年，在大嶝岛西南侧、大嶝岛东南侧进行砂坑挖掘和堆积。

整体来看，2005~2019 年期间，高程差范围为-11.1~12.0m，大嶝岛西南向至大嶝岛北向海域（A 区）的冲刷由大嶝北水道清淤工程引起，在大嶝岛东南向海域（B 区）的冲刷由人工挖掘砂坑引起，小嶝岛东北侧海域（C 区）的冲刷与该区域的航道清淤有关，在大嶝岛西南向近岸海域、大嶝岛南向外侧海域、大嶝岛东北向海域、小嶝岛南向海域、以及小嶝岛东北向海域出现淤积。具体而言，本项目位置附近属于前述大嶝岛西南向至大嶝岛北向海域（A 区），表现的冲刷由大嶝北水道清淤工程导致。

图 3.2-30 2005 年~2015 年工程区及周边海域地形高程差

图 3.2-31 2015 年~2019 年工程区及周边海域地形高程差

图 3.2-32 2005 年~2019 年工程区及周边海域地形高程差

3.2.3 海水水质现状调查与评价

本节引用自然资源部第三海洋研究所编制的《厦门新机场海域春秋两季海洋环境调查项目海洋化学调查报告》中的 2020 年 3 月和 2020 年 9 月工程所在海域共 29 个海水水质调查站位的调查资料进行评价，符合《海洋工程环境影响评价技术导则》中海水水质资料应为 3 年以内，1 级评价项目至少应进行春季和秋季的调查，最少调查站位数量为 20 个站位的要求。

3.2.3.1 调查时间、频次与站位

2020 年 3 月和 2020 年 9 月在项目附近海域共布置 29 个海水水质调查站位。

表 3.2-5 调查站位坐标

序号	站号	北纬	东经	海水水质	海洋沉积物	海洋生物质量
1	17	24°31'49.69"	118°14'37.99"	√		
2	18	24°31'8.77"	118°15'3.86"	√	√	√
3	19	24°29'55.09"	118°15'49.81"	√	√	√
4	20	24°32'15.58"	118°15'41.86"	√		
5	21	24°31'33.85"	118°16'11.01"	√	√	√
6	22	24°30'28.09"	118°16'59.17"	√	√	√
7	23	24°30'38.63"	118°18'12.41"	√		
8	24	24°31'6.19"	118°19'25.9"	√	√	√
9	25	24°31'58.26"	118°18'6.3"	√		√
10	26	24°32'35.24"	118°16'54.49"	√		√
11	27	24°33'0.61"	118°17'18.87"	√		
12	28	24°32'37.25"	118°18'38.61"	√		
13	29	24°31'57.35"	118°19'59.71"	√	√	√
14	30	24°31'5.91"	118°20'42.64"	√	√	√
15	31	24°34'14.34"	118°17'28.41"	√		
16	32	24°34'40.35"	118°18'26.93"	√		
17	33	24°34'31.55"	118°20'22.71"	√		
18	34	24°31'56.77"	118°21'35.9"	√		
19	35	24°31'51.9"	118°22'45.21"	√	√	√
20	36	24°34'25.88"	118°21'35.48"	√	√	√
21	37	24°34'41.89"	118°23'45.8"	√	√	√
22	38	24°33'13.02"	118°23'41.55"	√	√	√
23	39	24°32'35.42"	118°23'23.34"	√	√	√
24	40	24°32'33.52"	118°25'3.98"	√	√	√
25	41	24°33'58.37"	118°25'44.04"	√		
26	42	24°34'54.44"	118°25'51.13"	√	√	√
27	43	24°37'2.35"	118°26'27.65"	√		
28	44	24°34'15.35"	118°29'33.46"	√		
29	45	24°32'55.73"	118°27'27.64"	√	√	√

3.2.3.2 调查项目与采样、分析方法

根据项目特点及其所在海域的环境特征等状况确定监测参数：水温、盐度、

pH、COD、溶解氧、悬浮物质、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、活性磷酸盐、重金属（铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷）、石油类。

各项目样品采集、保存和分析分别按 GB/T12763-2007《海洋调查规范》和 GB17378-2007《海洋监测规范》中规定的有关方法进行。

图 3.2-33 海洋调查站位图

3.2.3.3 评价标准及评价方法

根据《福建省近岸海域环境功能区划（修编）（2011-2020年）》，海水水质调查站点所在的“FJ095-C- II 围头湾二类区”、“FJ112-B- II 厦门东部海域二类区”、“FJ156-B- II 厦门湾东部一海域二类区”均执行第二类海水水质标准。

采用单项标准指数加超标率法，即第 i 项标准指数 $P_i=C_i/C_s$ ；式中 C_i 为第 i 项监测值， C_s 为第 i 项标准值。 $P_i>1$ ，表明该水质超过规定的水质标准。

DO 的评价指数形式：

$$P_i = \frac{|DO_f - DO_i|}{DO_f - DO_s} (DO_i \geq DO_s), P_i = 10 - 9 \times \frac{DO_i}{DO_s} (DO_i < DO_s), DO_f = \frac{468}{31.6+T}$$

式中： P_i 为 i 站点的 DO 的污染指数； DO_f 为饱和 DO 浓度； T 为水温（℃）； DO_i 为 i 点的 DO 浓度； DO_s 为 DO 的评价标准。

pH 的评价指数形式：

$$P_i = |pH_i - pH_{SM}|/D_s, pH_{SM} = (pH_{su} + pH_{sd})/2, D_s = (pH_{su} - pH_{sd})/2$$

式中： P_i 为 i 点的 pH 的污染指数； pH_i 为 I 点的 pH 监测值； pH_{sd} 为评价标准中规定的 pH 下限； pH_{su} 为评价标准中规定的 pH 上限。

3.2.3.4 调查与评价结果

2020 年 3 月、2020 年 9 月海水水质评价结果见表 3.2-6~表 3.2-9。

评价结果表明：两季各站 pH、DO、COD、石油类、重金属均满足所执行的第二类海水水质标准的要求。无机氮 3 月 7.7% 站点超过所执行的第二类标准、9 月 4.5% 站点超过第二类标准，浓度较高的区域主要分布于大嶝岛西北侧海域；活性磷酸盐 3 月所有站点均满足所执行的第二类标准的要求、9 月 2.3% 站点超过第二类标准，浓度较高的区域主要分布于大嶝岛西北侧海域。无机氮、活性磷酸

盐高浓度区可能与大嶝岛西北侧水文动力扩散条件较差等有关。

表 3.2-6 2020 年 3 月海水水质监测结果

表 3.2-7 2020 年 9 月海水水质监测结果

表 3.2-8 2020 年 3 月海水水质评价结果

表 3.2-9 2020 年 9 月海水水质评价结果

3.2.4 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

本节引用自然资源部第三海洋研究所编制的《厦门新机场海域春秋两季海洋环境调查项目海洋化学调查报告》中的 2020 年 3 月工程所在海域共 15 个海洋沉积物调查站位的调查资料进行评价，符合《海洋工程环境影响评价技术导则》中海洋沉积物资料应为 5 年以内，一般进行一次现状调查，1 级评价项目调查站位宜取海水水质调查站位量 50%左右的要求。

(1) 调查时间、频次与站位

2020 年 3 月进行 1 个航次调查，布设 15 个海洋沉积物调查站位，如图 3.2-33 所示，经纬度见表 3.2-5。

(2) 调查项目与采样、分析方法

根据项目特点及其所在海域的环境特征等状况确定监测参数，具体为汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油类、硫化物、有机碳。调查取样与分析方法按 GB/T12763-2007《海洋调查规范》和 GB17378-2007《海洋监测规范》执行。取底质表层 0~2cm 沉积物样品。

(3) 评价标准及评价方法

各站均执行第一类海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）。采用单项标准指数加超标率法。

(4) 调查与评价结果

表 3.2-10 海洋沉积物质量调查结果

铜介于 $7.28\sim 20.4\times 10^{-6}$ ；铅介于 $14.0\sim 39.8\times 10^{-6}$ ；锌介于 $25.5\sim 89.3\times 10^{-6}$ ；镉介于 $0.0219\sim 0.0734\times 10^{-6}$ ；铬介于 $5.97\sim 52.5\times 10^{-6}$ ；砷介于 $3.95\sim 9.17\times 10^{-6}$ ；石油类介于 $10.0\sim 33.8\times 10^{-6}$ ；硫化物介于未检出~ 145×10^{-6} ；汞介于 $0.018\sim 0.061\times 10^{-6}$ ；有机碳介于 0.15~0.88%。

评价结果表明：各站的铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞、硫化物、石油类、有机碳均符合第一类海洋沉积物质量标准，海洋沉积物质量状况良好。

表 3.2-11 海洋沉积物质量评价结果

3.2.5 海洋生物质量现状调查与评价

本节引用自然资源部第三海洋研究所编制的《厦门新机场海域春秋两季海洋环境调查项目海洋化学调查报告》中的 2020 年 3 月共 20 个样品和 2020 年 9 月

工程所在海域共 18 个样品的调查资料进行评价，符合《海洋工程环境影响评价技术导则》中海洋生物质量资料应为 3 年以内，1 级评价项目一般应在春、秋两季分别进行调查，调查站位数量一般不少于海水水质调查站位 60%的要求。

(1) 调查时间、频次与站位

2020 年 3 月共采集 20 个样品，2020 年 9 月共采集 18 个样品，如图 3.2-33 所示，经纬度见表 3.2-5。

(2) 调查项目与采样、分析方法

根据项目特点及其所在海域的环境特征等状况确定监测参数，具体为总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷、石油烃。调查取样与分析方法按 GB/T12763-2007《海洋调查规范》和 GB17378-2007《海洋监测规范》执行。

(3) 评价标准及评价方法

《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的标准值仅适用于海洋贝类(双壳类)，本次评价采用第一类海洋生物质量标准；鱼类、甲壳类以及软体动物的铜、铅、锌、镉、总汞参照《全国海岛资源综合调查简明规程》进行评价，砷、石油烃参照《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》进行评价。采用单项标准指数加超标率法。

(4) 调查与评价结果

表 3.2-12 海洋生物质量调查结果 (mg/kg)

评价结果表明：3 月鱼类、甲壳类中的铜、铅、锌、镉、汞含量符合《全国海岛资源综合调查简明规程》的标准，砷、石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》的标准；9 月鱼类、甲壳类、软体类中的铜、铅、锌、镉、汞含量符合《全国海岛资源综合调查简明规程》的标准，砷、石油烃含量均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》的标准。

贝类福建牡蛎中的镉、铬、总汞、砷、石油烃含量均符合第一类海洋生物质量标准，铜、铅、锌含量均超过第一类海洋生物质量标准。海洋生物质量状况一般。

表 3.2-13 海洋生物质量评价结果

3.2.6 海洋生态环境现状调查与评价

本节引用自然资源部第三海洋研究所编制的《厦门新机场海域春秋两季海洋

环境调查项目海洋化学调查报告》中的 2020 年 3 月和 2020 年 9 月工程所在海域共 13 个海洋生态调查站位、3 条潮间带底栖生物调查断面的调查资料进行评价，符合《海洋工程环境影响评价技术导则》中海洋生态资料应为 3 年以内，1 级评价项目一般应在春、秋两季分别进行调查，调查站位数量一般不少于海水水质调查站位 60%，潮间带调查断面应不少于 3 条的要求。

3.2.6.1 调查时间、频次、范围与技术方法

(1) 调查时间、频次、范围

在工程附近海域设置 13 个海洋生态大面调查站点、13 个游泳生物调查站位、3 条潮间带底栖生物调查断面，每条断面设置 5 个定量采样站位。春季航次调查时间为 2020 年 3 月 9 日-11 日，秋季航次调查时间为 2020 年 9 月 14 日-16 日，9 月 21 日。

图 3.2-34 海洋生态调查站位图

(2) 各专项调查方法

1) 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a：使用 2.5L HYDRO-BIOS Niskin 采水器采集水样，采样层次分为表层和底层。每份样取 370mL，加入两滴 1%碳酸镁溶液，用 Whatman GF/F 玻璃纤维滤膜过滤，滤膜用 90%丙酮萃取，定容至 10ml，低温下萃取 20 小时后，用 TURNER-10-AU-005-CE 荧光仪测定。

初级生产力：采用 ^{14}C 示踪法。首先用透明度盘测定海水的透明度，确定采样的光学深度（表面光强的 100%，50%，30%，10%，5%和 1%）后按预定深度使用 2.5L HYDRO-BIOS Niskin 采水器采样（根据现场调查情况选定）。每层水样取 50-175mL 经孔径为 200 μm 左右的筛绢过滤，分别装入二个白瓶和一个黑瓶中，第一和第四层样品还应各分装一个零时间培养瓶。取相同体积 $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ 示踪液加入至每个培养瓶，所加数量视浮游植物多少和培养时间而定。用微量吸液器从每一零时间培养瓶中吸取一定体积水样两份，分别移入两个总计数闪烁瓶中，加 2mL 闪烁液，供作放射性活度测定。将已加有 ^{14}C 的培养瓶罩上各相应的培养罩，放入透明的培养箱内，并用表层海水进行培养，培养时间一般为 2~6h，并尽量接近当地中午时间。培养开始后，立即过滤两个零时间样品，将滤膜放入

闪烁瓶后经 HCl 雾熏处理。培养结束后的其它样品均依此法过滤并保存滤膜。所有样品带回陆基实验室后向装有浮游植物滤膜的闪烁瓶中加入闪烁液，振荡后把闪烁瓶置于液体闪烁计数仪内，待样品暗适应完全达到测定标准后进行测定。

详情见《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 5 节。

2) 浮游植物

采水体积 0.50L，水样用 Lugo 溶液固定带回实验室，鉴定计数前在实验室沉降 24 小时，除去上清液，浓集，再随机抽取分样样品在倒置显微镜下分析计数，结果以 cells/dm³ 表达。

数据分析采用种类多样性指数 (H') (Shannon-Wiener)、均匀度 (J') (Pielou) 和种类丰富度 (d) (Margalef) (均以 2 为底)：

$$H' = -\sum_{i=1}^S Pi \log_2 Pi; J = H' / \log_2 S; d = (S-1) / \log_2 N$$

式中 N 为样品中所有种类的总个体数目， S 为样品中的种类总数， P_i 为第 i 种的个体数与样品中的总个体数的比值 (n_i/N)。

详情见《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 7 节。

3) 浮游动物

用浅水 I 型浮游生物网 (网长 145cm，网口直径 50cm，筛绢孔宽 0.505mm)，从底至表垂直拖取样品，并用样品体积量 5% 的中性甲醛溶液固定。

用电子天平 (感量 0.001g) 和真空泵 (30dm³/min) 等器具进行样品湿重生物量的测定，先将样品抽滤去除水份后称出样品的湿重，然后换算成 mg/m³。样品的鉴定与计数则是借助于浮游动物计数框、体视显微镜和普通光学显微镜等将全部样品进行种类鉴定并按种计个体数，然后换算成个体密度 (个/m³)。

种类多样性指数 (H')、种类均匀度指数 (J') 采用的公式同浮游植物，种类优势度 (Y) 采用以下计算公式： $Y = \frac{n_i}{N} f_i$ ；

式中 n_i 为第 i 种的个体数， f_i 是第 i 种的测站出现率， N 为各个种出现的个体数的总和。

详情见《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 8 节。

4) 潮下带大型底栖生物

使用 0.05m² 抓斗式采泥器，每站连续取样不少于 4 次，每站所采泥样合并为一个样品，放入 -MSB 型底栖生物漩涡分选器”中淘洗，并用网目为 1mm 的过筛器分选标本，生物样品置样品瓶中用固定液保存。

数据分析采用的种类丰富度指数 (d)、种类多样性指数 (H') 和种类均匀度指数 (J) 同浮游植物, 种类优势度 (D) 采用 Simpson 种类优势度: $D=\Sigma(P_i)^2$;

式中: S 为采泥样品中的种类总数, P_i 为第 i 种的个体数与样品中的总个体数的比值(n_i/N)。种类丰富度计算方法为物种在各站位的平均分布密度, 如某站没有出现该种, 则不计入。采用 PRIMER5.0 软件进行上述指数的计算。

详情见《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 10 节。

5) 鱼卵、仔稚鱼

网速及时间: 即将到达调查站位时, 在底拖网调查前, 进行鱼卵仔鱼调查。下网前, 先检查网具是否有破损, 网底管是否处于正常状态。鱼卵仔稚鱼调查中采用大型浮游生物网(内径 80cm, 长 270cm, 孔径 0.505mm) 水平拖曳, 水平拖曳 10min, 平均拖速 1.5n mile/h。网口挂流量计, 以计算水量。

样品采集: 把网升至适当高度, 用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面, 使黏附于网上的标本集中于网底管内; 将网收入甲板, 开启网底管阀门, 把标本装入标本瓶, 再关闭网底管阀门, 用洗耳球吸水冲洗筛绢套, 如此反复多次, 直至残留标本全部收入标本瓶中, 按样品体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定。

样品鉴定、计数: 在显微镜下, 鉴定样品中鱼卵、仔、稚鱼种类组成和数量。

密度计算: 根据网口面积、拖速、拖网持续时间和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量, 单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼分布密度按下式计算: $V=N/(S\times L)$;

式中: V —鱼卵、仔稚鱼分布密度(粒/ m^3 或尾/ m^3); N —每网鱼卵、仔稚鱼数量(粒或尾数); S —网口面积(m^2); L —拖网距离(m)。

详情见《海洋调查规范》GB12763.6-2007 第 9 节。

6) 游泳动物

调查船和调查网具: 调查船使用框架底拖网, 其网长为 15m, 网口 5m \times 0.5m, 网目为 35~25mm。

拖网时间和拖网速度: 每个试捕站以平均 2kn 左右的拖速拖曳 15-30min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底、曳纲拉紧受力时起, 至起网绞车开始收曳纲时止。

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

渔获物样品分析: 鉴定样品渔获物的种类, 并记录各种类的尾数、重量和最

小、最大体长和体重以及各个鱼种的幼鱼比例；并对主要经济种群进行渔业生物学测定。

相对资源密度估算：拖网调查海域的资源密度（尾数和重量） $D=C/(q \times A)$

式中： D —相对资源密度（重量： kg/km^2 ，尾数： ind/km^2 ）； C —每小时取样面积内的渔获量（ kg ）或尾数（ ind ）； q —网具捕获率，其中，底栖鱼类、虾类、蟹类 q 取 0.8，中上层鱼类（鲱形目、鲈形目的鲹科、鲭亚目、鲱亚目） q 取 0.3，底层鱼类 q 取 0.5； A —为网具每小时扫海面积（ km^2 ）。

多样性分析：种类丰富度 $D=(S-1)/\ln N$ ，种类多样性指数 $H'=-\sum P_i \ln P_i$ ，均匀度 $J=H'/\ln S$

式中： S 为种类数， N 为尾数， P_i 为第 i 种鱼渔获重量占总渔获重量的比例。由于不同种类及同种类个体差异较大，因此，采用渔获重量来计算种类多样性指数，这种结果更接近种类间能量的分布。

详情见《海洋调查规范》GB12763.6-2007 第 14 节。

7) 潮间带底栖生物

根据瓦扬（Vaillant, 1891）和斯蒂芬森（Stephenson, 1949）原则及生物自然分布，将潮间带划分为高、中、低三个潮区。每条断面布设 5 个站，岩相定量取样按每站 $25\text{cm} \times 25\text{cm}$ 的样方采集 2 次，软相定量取样按每站 $25\text{cm} \times 25\text{cm} \times 30\text{cm}$ 的样方采集 4 次，并用网目孔径为 1.0mm 的过筛器淘洗分选样品，同时进行定性取样与观察。

详情见《海洋调查规范》GB12763.6-2007 第 12 节。

3.2.6.2 叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a 的水平分布

春季航次，调查海域表层叶绿素 a 含量的平均值为 $2.75\text{mg}/\text{m}^3$ ，变化范围介于 $1.40 \sim 5.52\text{mg}/\text{m}^3$ 之间；底层叶绿素 a 含量的平均值为 $2.72\text{mg}/\text{m}^3$ ，略低于表层，变化范围介于 $1.00 \sim 5.41\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。表层叶绿素 a 含量高于 $3.00\text{mg}/\text{m}^3$ 以上的相对高值站共有 5 个，分别是 4 号站、6 号站、7 号站、10 号站以及 11 号站，主要位于小嶝岛周边海域，其中叶绿素 a 含量最高的是 7 号站，达 $5.52\text{mg}/\text{m}^3$ ；底层叶绿素 a 含量高于 $3.00\text{mg}/\text{m}^3$ 以上的相对高值站和表层一致，其中叶绿素 a 含量最高的是 7 号站，高达 $5.41\text{mg}/\text{m}^3$ 。

秋季航次, 调查海域表层叶绿素a含量的平均值为 $1.86\text{mg}/\text{m}^3$, 变化范围介于 $1.20\sim 3.04\text{mg}/\text{m}^3$ 之间; 底层叶绿素a含量的平均值为 $1.79\text{mg}/\text{m}^3$, 略低于表层, 变化范围介于 $1.10\sim 3.01\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。表层叶绿素a含量各站位间差异较小, 高于 $3.00\text{mg}/\text{m}^3$ 以上的相对高值站有1个, 位于大嶝岛西侧海域, 其叶绿素a含量高为 $3.04\text{mg}/\text{m}^3$; 底层叶绿素a含量高于 $3.00\text{mg}/\text{m}^3$ 以上的相对高值站有1个, 位于大嶝岛西侧海域, 其叶绿素a含量高为 $3.01\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(2) 初级生产力的水平分布

春季调查海域初级生产力的平均值为 $94.68\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$, 变化范围在 $48.13\sim 189.78\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 之间, 变化幅度较大。高于 $150.00\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 的相对高值站有1个, 大嶝岛北侧的7号站, 为 $189.78\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$; 低于 $50.00\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 的相对低值站有1个, 位于围头湾海域, 其初级生产力为 $48.13\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 。总体来看, 调查海域大部分站位的初级生产力含量在 $100.00\sim 200.00\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 之间, 高值区主要分布于小嶝岛周边海域。

秋季调查海域秋季初级生产力的平均值为 $41.40\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$, 变化范围在 $29.79\sim 67.58\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 之间, 变化幅度较小。本次调查初级生产力值均较低, 最高值位于大嶝岛西侧海域的2号站, 其值为 $67.58\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 。总体来看, 调查海域大部分站位的初级生产力均较低, 含量在 $30\sim 40\text{mgC}/(\text{m}^3\text{d})$ 之间, 其平面分布与叶绿素a含量的平面分布较为一致。

3.2.6.3 浮游植物

3.2.6.3.1 种类组成与分布

春季航次调查共记录浮游植物2门114种(类), 其中硅藻104种(类), 甲藻9种, 金藻门1种。该监测海域优势种主要有旋链角毛藻(*Chaetoceros curvisetus*)、拟旋链角毛藻(*Chaetocero spseudo-curvisetus*)、圆海链藻(*Thalassiosira rotula*)、加拉星杆藻(*Asterionella kariana*)和柔弱角毛藻(*Chaetoceros debilis*)。

秋季航次调查共记录浮游植物2门93种(类), 其中硅藻83种(类), 甲藻10种。秋季该监测海域优势种主要有新月菱形藻(*Nitzschia closterium*)、柔弱拟菱形藻、菱形海线藻小形变种(*Thalassionema nitzschioides var. parva*)、菱形海线藻原变种(*Thalassionema nitzschioides var. nitzschioides*)、马氏骨条藻

(*Skeletonema marinoi*)、奇异棍形藻 (*Bacillaria paradoxa*) 和中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 等。

3.2.6.3.2 密度分布

春季调查海域浮游植物平均密度表、底层分别为 $97.61 \times 10^3 \text{cells/L}$ 和 $113.72 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，表层浮游植物密度低于底层。表层水体中最高值在大嶝岛北侧海域的7号站，密度达到 $317.40 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值在10号站，密度值为 $193.6 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最低值在13号站，为 $6.40 \times 10^3 \text{cells/L}$ 。底层水体中最高值在大嶝岛南侧海域的4号站，密度达 $296.40 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值出现在7号站，数值为 $215.60 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最低值为 $8.40 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，出现在13号站。

秋季调查海域浮游植物表、底层平均密度分别为 $91.20 \times 10^3 \text{cells/L}$ 和 $114.37 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，表层浮游植物密度低于底层。表层水体中最高值在调查海域的7号站，密度达到 $235.20 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值在1号站，密度值为 $157.60 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最低值在13号站，为 $44.40 \times 10^3 \text{cells/L}$ ；底层水体中最高值在调查海域的1号站，密度达 $344.80 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值出现在8号站，数值为 $271.20 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最低值为 $24.80 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，出现在11号站。

3.2.6.3.3 主要优势种的分布

春季，旋链角毛藻在表层和底层的优势度较大，表层旋链角毛藻平均密度为 $47.49 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最高值出现在7号站，为 $155.00 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值出现在10号站，为 $69.60 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最低值出现在12号站，为 $2.8 \times 10^3 \text{cells/L}$ ；底层旋链角毛藻平均密度为 $42.37 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最高值出现在6号站，为 $121.00 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值出现在7号站，为 $99.20 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最低值出现在13号站，为 $2.00 \times 10^3 \text{cells/L}$ 。

秋季，表层柔弱拟菱形藻平均密度为 $10.06 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最高值出现在7号站，为 $32.80 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值出现在1号站，为 $24.00 \times 10^3 \text{cells/L}$ ；底层新月菱形藻平均密度为 $21.16 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，最高值出现在1号站，为 $76.00 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，次高值出现在2号站，为 $52.00 \times 10^3 \text{cells/L}$ ，6和10号站未检出。

3.2.6.3.4 群落生态指数

①春季

丰富度 (d)：调查海域表层和底层浮游植物丰富度分别为1.24和1.19。总体

上，表层水体最高值出现在5号站，最低值出现在8号站；底层最高值出现在4号站，最低值出现在9号站。

均匀度(J')：调查海域表层和底层浮游植物均匀度分别为0.63、0.61。总体上，表层水体最高值出现在13号站，最低值出现在8号站；底层最高值出现在12号站，最低值出现在6号站。

多样性指数(H')：调查海域表层和底层浮游植物的多样性指数分别为2.72和2.73。表底层水体多样性指数平均值在2以上，表明群落结构较稳定。

②秋季

丰富度(d)：调查海域表层和底层浮游植物丰富度平均值分别为1.85和1.79。总体上，表层水体最高值出现在10号站，最低值出现在9号站；底层最高值出现在12号站，最低值出现在9号站。

均匀度(J')：调查海域表层和底层浮游植物均匀度平均值分别为0.80和0.74。总体上，表层水体最高值出现在3和9号站，最低值出现在1和2号站；底层最高值出现在6号站，最低值出现在1号站。

多样性指数(H')：调查海域表层和底层浮游植物的多样性指数平均值分别为3.53和3.23。除底层1号和9号站，其他站位多样性指数平均值在3.00以上，表明群落结构较稳定。

3.2.6.3.5 小结

春、秋两季水采调查，共发现浮游植物147种，春季物种数(114种)大于秋季(93种)。春季表层浮游植物平均密度($97.61 \times 10^3 \text{ cells/L}$)略大于秋季表层($91.20 \times 10^3 \text{ cells/L}$)，春季底层浮游植物平均密度($113.72 \times 10^3 \text{ cells/L}$)略小于秋季底层($114.37 \times 10^3 \text{ cells/L}$)。优势种组成中，旋链角毛藻、拟旋链角毛藻、圆海链藻、加拉星杆藻和柔弱角毛藻是春季优势种，新月菱形藻、柔弱拟菱形藻、菱形海线藻小形变种、菱形海线藻原变种、马氏骨条藻、奇异棍形藻和中肋骨条藻是秋季优势种。两个季节无共同优势种。

3.2.6.4 浮游动物

3.2.6.4.1 种类组成

春季航次调查鉴定到种的浮游动物共有54种(包括阶段性浮游幼虫和若干浮

游动物各阶段的幼体），其中以桡足类23种（42.59%）占绝对优势，其次为刺胞动物12种（占比22.22%），阶段性浮游生物有6种，毛颚类、被囊类、栉水母分别鉴定到4种、3种、3种，分别占浮游动物总种类数的百分比为7.41%、5.56%、5.56%，其他类群均为1种，所占比例均较小。

秋季航次调查鉴定到种的浮游动物共有58种（包括阶段性浮游幼虫和浮游动物各阶段的幼体），其中以桡足类24种（41.38%）占绝对优势，其次为刺胞动物15种（占比25.86%），毛颚类鉴定到种3种，占浮游动物总种类数的5.17%，十足目和被囊类各记录2种，所占比例为3.45%。

3.2.6.4.2 总生物量（湿重）的分布

春季调查海域浮游动物的平均湿重生物量为76.55mg/m³，各站位的生物量介于15.26~219.79之间，平面分布模式显示高值区出现在大嶝岛周边海域，其余调查海域生物量值相对较低。湿重生物量最高值出现在大嶝岛东部的10号站位，其次为大嶝岛北部的7号站，其生物量值为208.81mg/m³；最低值出现在大嶝岛东北部的8号站位。

秋季航次调查海域浮游动物的平均湿重生物量为89.89mg/m³，各站位的生物量介于20.89~225.13mg/m³之间，平面分布模式显示高值区出现在大嶝岛东部近岸海域。湿重生物量最高值出现在10号站，其次为1号站，其生物量值为177.49mg/m³，最低值出现在6号站。

3.2.6.4.3 总个体密度的分布

春季调查海域浮游动物平均丰度为128.41ind/m³，范围介于12.50~630.00ind/m³之间，平面分布模式总体呈现以大嶝岛周边海域为高值中心区，其余区域丰度相对较低，最高值出现在大嶝岛东部10号站位，其次为大嶝岛北部的7号站位，浮游动物丰度达到577.50ind/m³，其余站位浮游动物丰度均低于100ind/m³，最低值出现在厦门岛东北部的1号站位。

秋季调查海域浮游动物的平均丰度为91.00ind/m³，各站位的丰度介于17.47~407.64ind/m³之间，浮游动物的分布以大嶝岛南部海域相对较低，西部海域相对较高，浮游动物平均丰度最高值出现在1号站位，为407.64ind/m³，其次为9号和13站位，浮游动物丰度分别为168.15ind/m³和136.85ind/m³；调查海域

最低值出现 12 号站位。

3.2.6.4.4 群落生态指数

春季：浮游动物丰富度指数 d 介于1.13~4.13之间，均值为2.88，各站位丰富度指数相对较高，丰富度指数大于3的站位有6个，仅有1个站位的丰富度指数低于2。丰富度最高值出现在8号站，最低值则出现在大嶗岛西南部的1号站位。

浮游动物均匀度指数 J 介于0.61~0.92之间，均值为0.79，各站位均匀度指数相对较高，均匀度指数大于0.8的站位有7个，所有站位的均匀度指数均大于0.5。均匀度最高值出现在6号站位，最低值出现在10号站位。

浮游动物香浓多样性指数(H')介于1.15~3.19之间，均值为2.60，香浓多样性指数相对较低，香浓多样性指数大于3的站位仅有2个，有1个站位的香浓多样性指数低于2。香浓多样性指数最大值出现在5号站，最低值出现在1号站。

秋季：浮游动物丰富度指数 d 介于0.91~4.05之间，均值为2.20，各站位丰富度指数相对较低，丰富度指数大于3的站位有2个，丰富度指数低于1的站位有2个。丰富度最高值出现在11号站位，最低值则出现在7号站位。

浮游动物均匀度指数 J 介于0.37~0.92之间，均值为0.66，各站位均匀度指数相对较低，均匀度指数大于0.8的站位有2个，低于0.5的站位有2个。均匀度最高值出现在12号站位，最低值出现在7号站位。

浮游动物多样性指数(H')介于0.73~2.95之间，均值仅有1.95，调查海域多样性指数相对较低，所有站位均低于3.00，低于1的站位有1个。最高值出现在11号站位，最低值则出现在7号站位。

3.2.6.4.5 主要种的优势度及其分布

春季优势度 (Y) 大于0.02的有5种，分别为异体住囊虫、小拟哲水蚤、瘦尾胸刺水蚤、中华哲水蚤和拟细浅室水母，其中异体住囊虫和小拟哲水蚤优势度明显高于其他优势种。

秋季优势度 (Y) 大于0.02的有5种，分别为异体住囊虫、肥胖箭虫、筒长腹剑水蚤、钳形歪水蚤和尖额谐猛水蚤，其中异体住囊虫优势度明显高于其他优势种。

3.2.6.4.6 小结

春、秋两季调查, 鉴定到种浮游动物共计94种, 其中秋季物种数(58种)大于春季(54种)。各生物类群中, 以桡足类和刺胞动物最为丰富, 分别为40种和25种, 各占浮游动物总种类数的42.55%和26.60%, 其余各类群鉴定到种较少, 均不占总种类数的10%。

浮游动物湿重生物量均值为83.22mg/m³, 秋季航次(89.89mg/m³)浮游动物湿重生物量大于春季(76.55mg/m³)。浮游动物丰度全年均值为109.71ind/m³, 春季航次丰度(128.41ind/m³)大于秋季的(91.00ind/m³)。优势物种仅有异体住囊虫为两季共有优势物种, 其余种类仅在单季节呈现优势, 说明调查海域浮游动物优势物种季节性更替显著。

3.2.6.5 潮下带大型底栖生物

3.2.6.5.1 种类组成及其分布

春季航次调查所获样品, 共有大型底栖动物9门90科159种。其中以环节动物最多(72种), 节肢动物次之(35种), 软体动物(29种), 棘皮动物和其他动物物种数分别为10种和13种。综合分析, 该海域以环节动物、软体动物和节肢动物为主要贡献类群, 占总种数85.53%。。

秋季共有大型底栖动物10门90科151种。其中节肢动物和环节动物各为53种, 占总物种数的35.10%; 软体动物31种, 占总物种数的20.53%; 其他动物8种, 占总物种数的5.30%; 棘皮动物6种, 占总物种数的3.97%。

春季各站定量调查的物种数介于4~40种之间, 平均每站有大型底栖动物27种。其中, 超过27种的站位有7个, 在4号站物种数最高。各站主要以环节动物占优势, 环节动物物种数介于3~22种之间, 在6号站最高; 软体动物物种数介于1~7种之间, 在6号和10号站最高; 节肢动物物种数介于0~11种, 在4号站最高; 棘皮动物和其他动物物种数均介于0~3种之间。厦门岛东侧及大嶝岛附近海域站位的底栖生物物种数相对其他采样站位的物种数高。

秋季各调查站位大型底栖动物物种数介于2~42种之间, 以8号站物种数最高, 以7号站物种数最低。各站大型底栖动物物种组成中, 以环节动物和节肢动物占优势, 环节动物物种数介于1~22种之间, 以8号站最高, 7号站最低; 节肢动物物种数介于0~16种, 以5号站最高, 7号站最低; 软体动物物种数介于1~8种之间,

以1、9号站最高，7号站最低；各采样站位棘皮动物和其他动物物种数相对较少，其值分别介于0~3种与0~4种之间。

3.2.6.5.2 栖息密度的组成及分布

春季大型底栖动物的平均总栖息密度为370ind./m²。其中，节肢动物最高，为154ind./m²，占平均总栖息密度的41.73%。环节动物次之，为141ind./m²占平均总栖息密度37.99%，软体动物为50ind./m²，占平均总栖息密度的13.55%。棘皮动物和其他动物的平均栖息密度较低，分别为7ind./m²和18ind./m²。

秋季大型底栖动物的总平均栖息密度为577ind./m²。其中以节肢动物平均栖息密度最高，为414ind./m²，占总平均栖息密度的71.88%；环节动物次之，为91ind./m²，占总平均栖息密度的15.74%；软体动物平均栖息密度为52ind./m²，占总平均栖息密度的8.96%；棘皮动物平均栖息密度为14ind./m²，占总平均栖息密度的2.35%；其他动物平均栖息密度为6ind./m²，占总平均栖息密度的1.07%。

春季各调查站位大型底栖动物平均栖息密度介于20~692ind./m²，其中，栖息密度超过平均总栖息密度的站位共有5个，8号站栖息密度最低，4号站生物栖息密度最高，各站位以环节动物、软体动物和节肢动物为主要贡献者。在各采样站位中，环节动物栖息密度介于12~476ind./m²之间，在7号站最高。软体动物介于8~196ind./m²之间，在6号栖息密度最高，站位栖息密度突高，主要受幼吉樱蛤栖息密度影响。节肢动物介于0~412ind./m²之间，在4号站最高，站位栖息密度突高主要受双眼钩虾和日本沙钩虾栖息密度的影响。棘皮动物栖息密度最高在13号站，为32ind./m²。其他动物栖息密度在4号站最高，为104ind./m²。

秋季各采样站位大型底栖动物栖息密度介于12~2980ind./m²之间，以7号站大型底栖动物栖息密度最低，11号大型底栖动物栖息密度最高。大型底栖动物不同类群组成中，以环节动物与和节肢动物栖息密度占优。在不同采样站位中，环节动物栖息密度介于4~328ind./m²之间，以1号站最高，7号站最低；节肢动物介于0~2816ind./m²之间，以11号站最高，7号站未采集到节肢动物，11号站栖息密度突高主要受夏威夷亮钩虾与日本沙钩虾栖息密度的影响；软体动物介于8~120ind./m²之间，以1号站最高，7号站最低；不同采样站位棘皮动物与其他动物栖息密度分别介于0~128ind./m²与0~36ind./m²之间。

3.2.6.5.3 生物量的组成及分布

春季大型底栖动物的平均总生物量为 54.29g/m^2 ，平均生物量以其他动物占优势，为 41.49g/m^2 ，占平均总生物量76.42%。软体动物次之，平均生物量为 4.41g/m^2 ，占平均总生物量8.12%。环节动物、节肢动物和棘皮动物的生物量较小，分别为 3.16g/m^2 、 3.10g/m^2 和 2.13g/m^2 。

秋季大型底栖动物的总平均生物量为 12.79g/m^2 。其中以软体动物平均生物量最高，为 4.57g/m^2 ，占总平均生物量的35.71%；节肢动物次之，为 4.35g/m^2 ，占总平均生物量的34.03%；环节动物平均生物量为 2.90g/m^2 ，占总平均生物量的22.63%；棘皮动物平均生物量为 0.74g/m^2 ，占总平均生物量的5.80%；其他动物平均生物量为 0.23g/m^2 ，占总平均生物量的1.83%。

春季各调查站位大型底栖动物平均生物量分布差异比较大，介于 $0.24\sim 311.64\text{g/m}^2$ 之间，生物量大于平均生物量的站位只有2站，8号站平均生物量最低，13号站平均生物量最高。环节动物平均生物量介于 $0.12\sim 11.12\text{g/m}^2$ 之间，在7号站最高；软体动物平均生物量介于 $0.12\sim 26.92\text{g/m}^2$ 之间，在6号站最高；节肢动物平均生物量介于 $0\sim 20.12\text{g/m}^2$ 之间，在13号站最高；棘皮动物平均生物量在13号站最高，为 22.20g/m^2 。其他动物的平均生物量在9号和13站较高，分别为 234.88g/m^2 和 255.64g/m^2 。

秋季各调查站位大型底栖动物生物量介于 $0.32\sim 28.28\text{g/m}^2$ 之间，以11号站大型底栖动物生物量最高，7号站最低。其中环节动物平均生物量介于 $0.16\sim 7.04\text{g/m}^2$ 之间，以8号站最高，7号站最低；软体动物平均生物量介于 $0.16\sim 15.12\text{g/m}^2$ 之间，以2号站最高，10号站最低；节肢动物平均生物量介于 $0\sim 17.56\text{g/m}^2$ 之间，以11号站最高，7号站未采集到节肢动物；棘皮动物平均生物量介于 $0\sim 5.84\text{g/m}^2$ 之间，以3号站最高。其他动物的平均生物量介于 $0\sim 1.64\text{g/m}^2$ 之间，以11号站最高。

3.2.6.5.4 优势种

春季优势种为太平洋稚齿虫(*Prionospio pacifica*)、亮钩虾(*Dodophtis* sp.)、双眼钩虾(*Ampelisca* sp.)、日本沙钩虾(*Byblis japonicus*)。重要种以刀钩虾(*Aoroides* sp.)、乳突皮海鞘(*Molgula manhattensis*)、特矾蚕(*Euniphysa aculeata*)、和独毛虫(*Tharyx* sp.)为主。

秋季优势种有2种，分别为夏威夷亮钩虾(*Photis hawaiiensis*)和日本沙钩虾

(*Byblis japonicus*)。此外直线竹蛭(*Solen linearis*)也具有较高优势度。

3.2.6.5.5 群落生态指数

春季物种多样性指数 H' 的平均值为3.65, 介于1.92~4.46之间, H' 值高于3.00的站位有10个, 多样性水平较高; 物种均匀度指数 J' 的平均值为0.79, 介于0.51~0.96之间, 各站位生物均匀度指数高; 种类丰度指数 d 的平均值为5.91, 介于1.86~7.57之间; 优势度指数 D 的平均值为0.15, 介于0.05~0.43之间, 优势度指数低于0.10的站位有4个, 所有站位优势度指数都低于0.50, 优势度指数均较低。

秋季种类丰度指数 d 均值为4.32, 以8号站大型底栖动物丰度指数最高(6.86), 7号站大型底栖动物丰度指数最低(0.40); 物种均匀度指数 J' 均值为0.748, 其中以10号站最高(0.921), 以12号站最低(0.227); 多样性指数 H' 均值为3.33, 以37号站最高(4.91), 12号站最低(0.86); 优势度 D 均值为0.258, 以12号站最高(0.797), 以1号站最低(0.045)。

3.2.6.5.6 小结

春、秋两季大型底栖动物调查经鉴定共有大型底栖动物11门115科247种。以环节动物最多(95种), 节肢动物次之(73种), 软体动物为50种, 棘皮动物和其他动物分别为12种和17种, 季节变化为春季(159种)>秋季(151种)。综合分析, 该海域春季以环节动物和节肢动物为主要贡献类群, 秋季物种数以环节动物和节肢动物占优势。

春、秋两季调查共获得大型底栖动物平均栖息密度为473ind./m², 以节肢动物栖息密度占优势(284ind./m²), 环节动物栖息密度次之(116ind./m²)。季节变化为秋季(577ind./m²)>春季(370ind./m²), 春、秋两季均以节肢动物、环节动物和软体动物栖息密度占优势, 棘皮动物和其他动物栖息密度在两季均较小。

春、秋两季调查共获得大型底栖动物平均生物量为33.54g/m², 以其他动物(33.54g/m²)占优势, 软体动物次之(4.49g/m²)。生物量季节变化为春季(54.29g/m²)>秋季(12.79g/m²), 主要受其他动物别藻苔虫生物量的影响。春季以其他动物和软体动物占优势, 秋季生物量以软体动物和节肢动物占优势。

春、秋两季共有优势种为日本沙钩虾, 在两季均高于0.02, 为绝对优势种。软体动物优势度主要体现在秋季, 环节动物优势度主要体现在春季, 节肢动物在

两季均具有较高优势度，各类群优势种季节差异较大。

3.2.6.6 鱼卵和仔稚鱼

3.2.6.6.1 种类组成

春季共记录浮性鱼卵和仔稚鱼14种（含未定种），种类上以鲱科种类最多为2种，其它各科仅出现1种。

秋季共记录浮性鱼卵和仔稚鱼14种（含未定种），其中除了石首鱼科和鲱科种类略多为2种（含未定种）外，其它各科仅出现1种。

3.2.6.6.2 数量和分布

春季鱼卵和仔稚鱼平均数量分别为 $1735.99\text{ind}/100\text{m}^3$ 和 $3.53\text{ind}/100\text{m}^3$ 。数量上，鱼卵以斑鲹居首位，约占鱼卵总量的57.7%，断斑石鲷和小沙丁鱼各占3.3%和0.2%，其它种类占38.6%。仔稚鱼仍以斑鲹占优势（占仔稚鱼总量的83.8%），黑鲷居二，占7.0%，其它种类所占的份量较小。

秋季鱼卵和仔稚鱼平均数量分别为 $38.5\text{ind}/100\text{m}^3$ 和 $2.4\text{ind}/100\text{m}^3$ 。数量上，鱼卵以鳀是最占优势（约占鱼卵63.8%）、石首鱼科占23.8%居次，其它类比例较低。仔稚鱼以美肩鳃鲷居首，约占仔稚鱼总量的77.7%，其它类别所占的份量低。

分布上，春季鱼卵（ $90.4\sim 6876.2\text{ind}/100\text{m}^3$ ）在各个站位均有出现，大于 $1000\text{ind}/100\text{m}^3$ 高数量密集区有4个站位，主要出现在大嶝岛东部海域，9号和11号站最大，这些密集区的形成主要是鲱科的斑鲹鱼卵大量出现所致。围头湾海域的13号站数量最低。

分布上，秋季鱼卵（ $0.4\sim 127.6\text{ind}/100\text{m}^3$ ）在所有站位均有出现，高值区出现在大嶝岛西部海域和小嶝岛周边海域，这两个密集区的形成主要是鳀大量出现所致。仔稚鱼（ $0\sim 7.3\text{ind}/100\text{m}^3$ ）数量均较低，仅小嶝岛东部海域1个站位较高，其它水域大部份站位数量均小于 $5\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

春季仔稚鱼（ $0.3\sim 33.0\text{ind}/100\text{m}^3$ ）全区均有分布，最大值位于大嶝岛东南侧32号站位，最小值位于翔安南部海域21号站位。

秋季仔稚鱼（ $0\sim 7.3\text{ind}/100\text{m}^3$ ）数量均较低，仅小嶝岛东部海域1个站位较高，其它水域大部份站位数量均小于 $5\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

3.2.6.6.3 主要种类的分布特征

春季, 鲱科的斑鲹鱼卵和仔稚鱼为数量最占优势的种类。其中斑鲹鱼卵平均为 $1032.1\text{ind}/100\text{m}^3$, 仔稚鱼平均为 $3.0\text{ind}/100\text{m}^3$ 。分布上, 斑鲹鱼卵 ($83.2\sim 3654.2\text{ind}/100\text{m}^3$) 以小嶝岛周边海域数量最高, 均大于 $1000\text{ind}/100\text{m}^3$ 。斑鲹仔稚鱼 ($0\sim 16.7\text{ind}/100\text{m}^3$) 密集区 ($>25\text{ind}/100\text{m}^3$) 分布在大嶝岛西部海域, 其它大部份水域数量都小于 $7\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

秋季, 鳎鱼卵数量最占优势的种类, 其平均个体数为 $24.6\text{ind}/100\text{m}^3$ 。分布上, 鳎鱼卵 ($0.2\sim 89.4\text{ind}/100\text{m}^3$) 的高数量密集区 ($>50\text{ind}/100\text{m}^3$) 位于小嶝岛周边海域和大嶝岛西部海域, 鳎仔稚鱼数量较低。

3.2.6.6.4 小结

春季调查共出现浮性鱼卵和仔稚鱼14种(含未定种), 主要种类为鲱科的斑鲹鱼卵和仔稚鱼。调查期间鱼卵和仔稚鱼的平均数量为 $1735.99\text{ind}/100\text{m}^3$ 和 $3.53\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

秋季调查共记录浮性鱼卵和仔稚鱼14种(含未定种), 数量较占优势的种类是鳎鱼卵和美肩鳃鲷仔稚鱼。调查期间, 鱼卵和仔稚鱼的平均数量分别为 $38.5\text{ind}/100\text{m}^3$ 和 $2.4\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

春季和秋季鱼卵仔稚鱼物种数相同(14种), 鱼卵的数量以春季明显高于秋季。仔稚鱼密度春季略大于秋季。春季鲱科的斑鲹鱼卵和仔稚鱼为调查海域数量最占优势的种类, 秋季调查则以鳎鱼卵数量最占优势的种类。不同季节鱼卵和仔稚鱼优势种的组成有明显的季节更替。

3.2.6.7 游泳动物

3.2.6.7.1 种类组成

春季和秋季两个航次拖网调查鉴定游泳动物共156种, 其中鱼类94种, 占拖网总种数的60.26%, 虾类16种, 占10.26%, 蟹类31种, 占19.87%, 虾蛄类6种, 占3.85%, 头足类9种, 占5.77%。对比2个季节的调查结果, 从种类数来看, 秋季种类数(111种)大于春季(89种)。秋季种类数多, 主要是其中的鱼类种类较其他季节较高所导致, 其他类群季节差异不明显。从渔获分类群组成上来看, 春季和秋季的渔获物中均为鱼类和蟹类占比最高。

春季调查渔获物总重量和尾数分别为26304g和1677个。鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类、头足类重量分类群百分比分别占55.00%、4.93%、31.09%、5.61%和3.368%，尾数分类群百分比分别为43.47%、14.07%、32.20%、8.77%和1.49%。

秋季航次调查渔获物重量和尾数分别为 42380.5g 和 3432 个。鱼类、虾类、蟹类、口足类、头足类重量分类群百分比分别占 42.59%、9.19%、29.71%、5.24% 和 13.27%，尾数分类群百分比分别为 32.23%、29.14%、23.66%、10.72%和 4.25%。

3.2.6.7.2 渔获物（重量、尾数）分类群组成

春季调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为69.34kg/km²和4405ind./km²。其中，鱼类为38.50kg/km²、1934ind./km²，虾类为3.33kg/km²、612ind./km²，蟹类21.33kg/km²、1408ind./km²，虾蛄类为3.80kg/km²、384ind./km²，头足类为2.37kg/km²、69ind./km²。在本次调查中，调查海域渔获物总重量密度与总尾数密度分布在各站位间差异较大，重量密度最大值出现在4站，为225.88kg/km²，主要种类是七刺栗壳蟹，渔获率为11.55kg/h；重量密度最小值出现在9站，仅为13.11kg/km²。尾数密度最大值出现在4号站，为15254ind./km²，主要是由于七刺栗壳蟹和矛形梭子蟹共同大量出现所致，最小值出现在2号站，仅为1080ind./km²。

秋季调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 93.69kg/km² 和 7915ind./km²。其中，鱼类为 41.55kg/km²、2457ind./km²，虾类为 9.57kg/km²、2405ind./km²，蟹类为 25.35kg/km²、1895ind./km²，虾蛄为 5.15kg/km²、841ind./km²，头足类为 12.06kg/km²、317ind./km²。在本次调查中，调查海域渔获物总重量密度与总尾数密度分布在各站位间差异较大，重量密度最大值出现在 4 号站，为 212.11kg/km²，主要种类是中华绒球蟹，渔获率为 7.07kg/h；重量密度最小值出现在 13 站，仅为 9.85kg/km²。尾数密度最大值出现在 9 号站，为 15321ind./km²，主要是由于须赤虾的大量出现所致，最小值出现在 45 号站，仅为 1924ind./km²。

3.2.6.7.3 渔获物数量分布

春季褐菖鲉、飞海蛾鱼、口虾蛄、和矛形梭子蟹的优势度明显，褐菖鲉作为最大优势种，其在调查区域分布较为广泛，在 9 个站位中出现。本次调查中褐菖鲉在调查海域的资源密度为 17.24kg/km² 和 862ind./km²。

秋季哈氏仿对虾、纤手梭子蟹和须赤虾的优势度非常明显，其中哈氏仿对虾

和纤手梭子蟹的IRI指数均为0.17,为最优势的种类,这两个种类分布范围比较广泛,分别在13和11个站位出现。本次调查中皮氏叫姑鱼在调查海域的资源密度为 $13.63\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $611\text{ind.}/\text{km}^2$ 。本次调查中口虾蛄在调查海域的资源密度为 $5.62\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $951\text{ind.}/\text{km}^2$ 。

3.2.6.7.4 渔获物个体大小及幼鱼比例

春季调查海域渔获物总体幼体比例为41.36%,其中鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类和头足类的平均幼体比例分别为42.18%、35.91%、35.12%、60.32%、60.87%。鱼类平均体重 $28.17(0.7-1310.5)\text{g}$,虾类 $10.72(0.1-73.7)\text{g}$,蟹类 $12.84(0.4-216.8)\text{g}$,虾蛄类 $7.34(0.8-44.1)\text{g}$,头足类 $39.74(1.0-608.1)\text{g}$ 。

秋季调查海域渔获物总体幼体比例为61.47%,其中鱼类、虾类、蟹类、口足类和头足类的平均幼体比例分别为76.06%、39.77%、31.69%、91.42%、56.50%。鱼类平均体重 $26.09(0.7-201.4)\text{g}$,虾类 $6.50(0.1-32.5)\text{g}$,蟹类 $22.02(0.3-1195.8)\text{g}$,口足类 $7.08(1.0-36.2)\text{g}$,头足类 $34.71(1.0-149.1)\text{g}$ 。

3.2.6.7.5 生物多样性

春季渔获物重量多样性指数(H')均值为2.05(0.90~2.84),丰富度指数(D)均值为2.18(0.89~3.27),均匀度指数(J')为0.71(0.31~0.87);尾数多样性指数(H')均值为2.07(1.17~2.98),丰富度指数(D)均值为3.21(1.37~4.64),均匀度指数(J')为0.70(0.44~0.90)。

秋季渔获物重量多样性指数(H')均值为2.55(2.07~3.09),丰富度指数(D)均值为3.32(2.16~5.79),均匀度指数(J')为0.76(0.66~0.90);尾数多样性指数(H')均值为2.44(1.26~3.20),丰富度指数(D)均值为4.60(3.01~8.09),均匀度指数(J')为0.72(0.42~0.91)。

3.2.6.7.6 小结

春季和秋季两个航次拖网调查鉴定游泳动物共156种,其中鱼类94种,占拖网总种数的60.26%,虾类16种,占10.26%,蟹类31种,占19.87%,虾蛄类6种,占3.85%,头足类9种,占5.77%。秋季种类数(111种)大于春季(89种)。平均相对资源量密度为 $81.52\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $6160\text{ind.}/\text{km}^2$ 。资源量密度和尾数密度均是秋季高于春季。春季的平均渔获个体大小大于秋季。秋季幼体比例高于春季。矛形

梭子蟹、叫姑鱼、哈氏仿对虾和须赤虾为春季和秋季稳定的优势种，其他优势种体现出季节性更替。

3.2.6.8 潮间带底栖生物

3.2.6.8.1 种类组成与分布

(1) 种类组成与分布

春季航次调查，共采获潮间带底栖生物96种，分属8门61科。其中，环节动物42种，占总物种数的43.75%；软体动物25种，占总物种数的26.04%；节肢动物20种，占总物种数的20.83%；其他动物（刺胞动物、纽形动物和脊索动物）共4种，占总物种数的4.17%；藻类3种，占总物种数的3.13%；棘皮动物2种，占总物种数2.08%。

秋季航次调查，共采获潮间带底栖生物75种，分属5门52科。其中环节动物30种，占总物种数的40.00%；软体动物22种，占总物种数的29.33%；节肢动物20种，占总物种数的26.67%；其他动物（刺胞动物和纽形动物）3种，占总物种数的4.00%。

(2) 空间分布

春季调查区域3条潮间带断面物种数以D1（53种）>D3（52种）>D2（44种）。各断面不同潮区大型底栖动物物种数均以中潮区>低潮区>高潮区。

秋季调查区域3条潮间带断面物种数以D1（46种）>D3（33种）>D2（27种）。各断面不同潮区大型底栖动物物种数均以低潮区>中潮区>高潮区。

3.2.6.8.2 栖息密度组成与分布

春季航次调查，潮间带大型底栖动物总平均栖息密度为305ind/m²。不同生物类群中以软体动物平均栖息密度最高，为210ind/m²，占总栖息密度的68.85%；环节动物次之，为69ind/m²，占总栖息密度的22.62%；节肢动物平均栖息密度为24ind/m²，占总栖息密度的7.87%；棘皮动物和其他动物平均栖息密度各为1ind/m²，占总栖息密度的0.33%。

秋季航次调查，潮间带大型底栖动物平均栖息密度为296ind/m²。不同生物类群中以软体动物平均栖息密度最高，为124ind/m²，占总平均栖息密度的42.06%；节肢动物次之，为114ind/m²，占总平均栖息密度的38.65%；环节动物平均栖息

密度为 $56\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总平均栖息密度的19.00%；其他动物平均栖息密度为 $1\text{ind}/\text{m}^2$ ，占总平均栖息密度的0.30%。

春季不同断面大型底栖动物平均栖息密度以 D1 ($455\text{ind}/\text{m}^2$) > D2 ($248\text{ind}/\text{m}^2$) > D3 ($212\text{ind}/\text{m}^2$)。各断面潮间带大型底栖动物平均栖息密度均以中潮区 > 低潮区 > 高潮区。

秋季不同断面大型底栖动物平均栖息密度以 D3 ($473\text{ind}/\text{m}^2$) > D2 ($276\text{ind}/\text{m}^2$) > D1 ($137\text{ind}/\text{m}^2$)。不同断面中，D1 断面大型底栖动物平均栖息密度以低潮区 > 高潮区 > 中潮区，D2 断面大型底栖动物平均栖息密度以低潮区 > 中潮区 > 高潮区，D3 断面大型底栖动物平均栖息密度均以中潮区 > 高潮区 > 低潮区。

3.2.6.8.3 生物量组成与分布

春季航次调查，潮间带大型底栖动物总平均生物量为 $61.87\text{g}/\text{m}^2$ 。不同生物类群平均生物量以软体动物最高，为 $41.64\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的67.32%；棘皮动物次之，为 $12.61\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的20.39%；节肢动物平均生物量为 $2.27\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的3.67%；其他动物平均生物量为 $2.16\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的3.49%；藻类平均生物量为 $2.09\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的3.38%；环节动物平均生物量为 $1.08\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的1.75%。

秋季航次调查，潮间带大型底栖动物总平均生物量为 $70.82\text{g}/\text{m}^2$ 。不同生物类群以软体动物最高，为 $68.38\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的96.56%；节肢动物次之，为 $1.44\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的2.04%；环节动物平均生物量为 $0.96\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的1.36%；其他动物平均生物量为 $0.03\text{g}/\text{m}^2$ ，占总生物量的0.04%。

春季不同断面间比较，大型底栖动物平均生物量以 D2 ($107.52\text{g}/\text{m}^2$) > D1 ($54.76\text{g}/\text{m}^2$) > D3 ($23.33\text{g}/\text{m}^2$)，其中 D1 与 D3 断面大型底栖动物平均生物量均以低潮区 > 中潮区 > 高潮区，其 D2 断面大型底栖动物平均生物量则以中潮区 > 低潮区 > 高潮区。

秋季不同断面间比较，大型底栖动物平均生物量以 D2 ($191.69\text{g}/\text{m}^2$) > D3 ($12.91\text{g}/\text{m}^2$) > D1 ($7.86\text{g}/\text{m}^2$)。不同断面平均生物量垂直分布有所不同，D1 断面大型底栖动物平均生物量以高潮区 > 低潮区 > 中潮区，D2 断面大型底栖动物平均生物量以低潮区 > 中潮区 > 高潮区，D3 断面大型底栖动物平均生物量以高

潮区>中潮区>低潮区。

3.2.6.8.4 优势种

春季调查区域潮间带大型底栖动物优势种和主要种有鸭嘴蛤 (*Laternula anatina*)、珠带拟蟹守螺 (*Cerithidea cingulate*)、肠浒苔 (*Enteromorpha intestinalis*)、海地瓜 (*Acaudina molpadioides*)、粗糙滨螺 (*Littoraria (Palustorina) articulata*) 和绒毛大眼蟹 (*Macrophthalmus tomentosus*)。

秋季调查区域潮间带大型底栖动物优势种和主要种有稚齿虫 (*Prionospio* sp.)、裂虫 (*Syllis* sp.)、索沙蚕 (*Lumbrineris* sp.)、绿螂 (*Glauconome* sp.)、粗糙滨螺、日本大螯蜚 (*Grandiderella japonica*) 和淡水泥蟹等。

3.2.6.8.5 群落生态特征

春季潮间带大型底栖动物丰度指数 (d) 均值为8.06, 其中以D3断面最高 (8.67), 以D2断面最低 (7.51); 大型底栖动物Pielous物种均匀度指数 (J) 均值为0.59, 其中以D3断面最高 (0.76), 以D1断面最低 (0.42); 大型底栖动物多样性指数 (H') 均值为3.29, 其中以D3断面最高 (4.25), 以D1断面最低 (2.42); 大型底栖动物Simpson优势度 (D) 均值为0.28, 其中以D1断面最高 (0.44), 以D3断面最低 (0.11)。

秋季潮间带大型底栖动物丰度指数 (d) 均值为6.27, 其中以D1断面大型底栖动物丰度指数最高 (9.19), 以D2断面大型底栖动物丰度指数最低 (4.77); 大型底栖动物Pielous物种均匀度指数 (J) 均值为0.56, 其中以D1断面Pielous物种均匀度指数最高 (0.83), 以D3断面Pielous物种均匀度指数最低 (0.38); 大型底栖动物多样性指数 (H') 均值为2.93, 其中以D1断面多样性指数最高 (4.57), 以D3断面多样性指数最低 (1.92); 大型底栖动物Simpson优势度 (D) 均值为0.34, 其中以D3断面Simpson优势度最高 (0.53), 以D1断面Simpson优势度最低 (0.08)。

3.2.6.8.6 小结

春、秋两季潮间带调查, 共分析鉴定大型底栖动物 8 门 78 科 138 种, 其中环节动物物种数最多 (52 种), 占总物种数的 37.68%, 软体动物次之 (40 种), 占总物种数的 28.99%, 节肢动物物种数为 35 种, 占总物种数的 25.36%, 藻类、

棘皮动物和其他动物物种数相对较少，分别为 3 种、2 种和 6 种。

春、秋两季潮间带调查，大型底栖动物平均栖息密度为 300ind./m^2 ，其中软体动物平均栖息密度最大（ 167ind./m^2 ），占总平均栖息密度的 55.67% ，节肢动物次之（ 69ind./m^2 ），占总物种数的 23.00% ，环节动物物种数为 63ind./m^2 ，占总物种数的 20.83% ，其他和棘皮动物平均栖息密度相对较小，分别为 1ind./m^2 和 0.5ind./m^2 。潮间带大型底栖动物春季（ 305ind./m^2 ）>秋季（ 296ind./m^2 ）。春、秋两季都以软体动物栖息密度最大。不同生物类群中，环节动物、软体动物和棘皮动物平均栖息密度都以春季>秋季，节肢动物平均栖息密度以秋季>春季。

春、秋两季潮间带调查，大型底栖动物平均生物量为 66.33g/m^2 ，其中软体动物平均生物量最大（ 55.01g/m^2 ），占总平均生物量的 82.93% ，其次为棘皮动物，平均生物量为 6.31g/m^2 ，占总平均生物量的 9.50% ，节肢动物平均生物量为 1.86g/m^2 ，占总平均生物量的 2.80% ，环节动物、其他动物和藻类平均生物量相对较小，分别为 1.02g/m^2 、 1.10g/m^2 和 1.05g/m^2 。潮间带大型底栖动物平均生物量以秋季（ 70.82g/m^2 ）>春季（ 61.87g/m^2 ）。春、秋两季都以软体动物生物量最大。不同生物类别季节变化，除软体动物生物量以秋季（ 68.38g/m^2 ）>春季（ 41.64g/m^2 ），其他各个门类的季节变化都以春季>秋季。

春、秋两季优势种变化较大，两季节共有优势种仅粗糙滨螺一种。软体动物优势度主要体现在春季，环节动物优势度主要体现在秋季，节肢动物在两季均具有较高优势度，各类群优势种季节差异较大。

3.2.6.9 厦门海域中华白海豚的分布

（1）调查方法

根据《厦门及其邻近海域中华白海豚种群观测与栖息地调查报告》（南京师范大学，2020 年 1 月），南京师范大学于 2017 年 9 月至 2019 年 7 月对整个厦门湾的中华白海豚进行了调查。

（2）调查结果

2017 年 9 月至 2019 年 7 月，共计完成了 181 航次的野外调查。累计航程 7702.53km，累计调查时间 52092min，跟踪海豚 5319min，累计目击中华白海豚

163 群次、667 头次。本次考察累计照片识别个体 53 头（其中 49 头为左右两侧识别、1 头为右侧识别、3 头为左侧识别）。

（3）分布

图 3.2-35 2017~2019 年厦门湾中华白海豚野外调查发现位点图

厦门及邻近水域在所有季节都具有中华白海豚分布，尤其在厦门西海域、鸡屿及大嶝南侧水域一带分布较多。另外中华白海豚的分布也具有明显的季节性差异，这与先前的研究结果也是一致的（karczmarski, 1999a; 贾晓平等, 2000; 刘文华和黄宗国, 2000; Jefferson, 2000）。其中在厦门西港和鸡屿周围分布较多可能与中华白海豚个体具有一定的位点忠诚度有关。另外，鸡屿周围靠近九龙江口，是咸淡水交界处，营养物质丰富，多种鱼类会在次觅食和产卵，因此中华白海豚会常在此地觅食。而大嶝南侧水域由于此前研究相对较少，且此处航运交通较少，受人为影响程度低，是中华白海豚良好的栖息地。

（4）群体特征

在厦门及邻近水域，中华白海豚以单个或小群出现次数较多，其中 3 头以下的群就有 41 次（35.34%），单头、2 头和 3 头分别出现 19 次、22 次、21 次，分别占 16.38%、18.97%、18.10%，超过 6 头的群共计发现 18 次，占总发现群数的 15.52%。从整个调查期间来看，群的大小为 4.17 ± 3.07 头，其中发现最大的群为 17 头。中华白海豚群的大小在不同季节间变化不大，春季为 3.59 ± 3.21 ；夏季为 4.5 ± 2.98 ；秋季为 6 ± 2.37 ；冬季为 4.33 ± 2.93 ，不存在显著差异 ($F=1.964, p>0.05$)。

在识别的 53 头个体当中，其中处于幼年期个体有 7 头；处于青少年期个体有 11 头；处于成年和老年期个体有 35 头。

（5）厦门海域中华白海豚的分布、数量及趋势

综合自然资源部第三海洋研究所、南京师范大学和台湾大学不同时期的研究发现，厦门湾包括邻近的金门部分水域基本都有中华白海豚的分布。20 世纪 90 年代，厦门海域中华白海豚主要分布在九龙江口、鼓浪屿周边到东渡港水域、厦门岛南部以及同安湾口水域；其中数量较多的区域是西海域的大屿岛及宝珠屿附近以及同安湾湾口两侧，同安湾中华白海豚的分布冬春季比夏秋季多，大小嶝岛海域附近中华白海豚分布较少。2004 年的调查资料显示，中华白海豚春季主要

聚集于厦门西海域、鸡屿，夏秋季主要集中于鼓浪屿、鸡屿至青岛、浯屿一带海域，同安湾海域的分布有所下降，大小嶝岛海域附近中华白海豚分布数量略有上升。2010~2015 年的调查资料显示，上述主要分布区包括最北至同安湾的鳄鱼屿以北，最南至厦门湾口浯屿岛海域，最西至九龙江口的鸡屿以西靠近厦漳大桥水域，最东在小嶝岛以东的围头湾都有中华白海豚的分布，但厦门岛南部海域和同安湾海域发现中华白海豚的次数较少；在大小嶝南侧海域的中华白海豚的出现频次逐渐增加。根据 2017~2019 年的厦门中华白海豚调查数据，鼓浪屿周边海域、东渡港和厦门西海域、九龙江口海域以及大小嶝海域仍然是其主要分布区，尤其在厦门西港、鸡屿及大嶝海域一带分布较多，同安湾的分布较少，具有明显的区域性分布特点，但同安湾口的出现频次减少，且在大小嶝南侧海域出现向南并靠近金门水域活动的趋势。

从中华白海豚在厦门湾的区域分布来看，厦门西海域和九龙江口一直是其主要分布区域，进入 21 世纪之后同安湾内数量减小，而在大小嶝南侧和东侧附近海域和围头湾发现数量有所增加。本项目所在大嶝北侧海域未发现中华白海豚。

3.2.6.10 厦门海域文昌鱼的分布

2004 年~2019 年，福建海洋研究所每年在文昌鱼栖息地（自然保护区及外围保护地带）进行资源调查，所涉及的海域包括黄厝海域、南线至十八线海域、小嶝岛海域和鳄鱼屿海域。

图 3.2-36 2004 年至 2019 年厦门文昌鱼自然保护区文昌鱼资源调查站位

黄厝保护区文昌鱼资源调查结果分析：2004-2019 年以来黄厝保护区的文昌鱼栖息密度处于波动状态，2008 年栖息密度达到最高 127.27 尾/m²，2009-2013 年稳定于 70-85 尾/m² 区间内，2014-2015 年明显下降至最低 22.00 尾/m²，此后 2016 年和 2019 年又恢复至 85 尾/m² 以上的水平。生物量不同于栖息密度的波动状态，而明显处于下降趋势，在 2008 年达到最高 6.99g/m² 之后便逐年下降，2013-2014 年略微升高后又继续下降，2016 年的平均生物量达到最低点 0.78g/m²，之后变化幅度不大。

南线至十八线外围保护地带文昌鱼资源调查结果分析：2004-2019 年以来南

线至十八线外围保护地带的文昌鱼栖息密度处于明显波动状态，2005 年、2006 年、2008 年和 2012 年栖息密度均超过 95.00 尾/m²，而其他年份则不超过 60.00 尾/m²，2015 年达到最低 16.22 尾/m²。生物量以 2012 年为界，之前波动上升至 2012 年达到最高 4.02g/m²，之后逐年下降至 2016 年达到最低点 0.77g/m²，2017-2019 年有所上升。

表 3.2-14 2004-2019 年厦门海域文昌鱼资源数据（均值）

图 3.2-37 黄厝文昌鱼自然保护区多年文昌鱼栖息密度及生物量

图 3.2-38 南线至十八线文昌鱼外围保护地带历年文昌鱼栖息密度及生物量

小嶝岛外围保护地带文昌鱼资源调查结果分析：2001-2019 年每年均在小嶝岛海域设置文昌鱼调查站位进行调查，但 2018 年前均未采集到文昌鱼，仅在 2019 年采集到文昌鱼，其栖息密度为 10.00 尾/m²，生物量为 0.14g/m²。

鳄鱼屿海域文昌鱼资源调查结果分析：2005-2016 年和 2019 年鳄鱼屿海域设置了文昌鱼调查站位，除 2006 年和 2019 年外均未采集到文昌鱼，2005 年调查到的文昌鱼栖息密度为 40.00 尾/m²，生物量为 2.60g/m²，2019 年调查到的文昌鱼栖息密度为 1.06 尾/m²，生物量为 34.50g/m²，仅从 2005 年和 2019 年的调查数据判断，鳄鱼屿海域的文昌鱼栖息密度和生物量均有所下降。

根据调查结果可以看出，目前黄厝、南线至十八线海域是文昌鱼分布的主要区域，小嶝岛海域和鳄鱼屿海域文昌鱼呈零星分布。本项目所在大嶝北侧海域未发现文昌鱼。

3.3 周边海域开发利用现状

根据现场踏勘、调查和收集的相关资料，本项目周边海域开发利用现状主要包括：交通运输用海、填海造地用海、海水养殖、海底管道等，工程区附近海域开发利用现状见图 3.3-13。

3.3.1 交通运输用海

(1) 路桥用海

溪东特大桥：溪东大桥为溪东路（翔安南路-机场快速路段）（原翔安滨海东

路)跨海段,跨越南港海域,连接大嶝岛和莲河两岸,采用双层模式,上层为机动车道,下层为慢行系统。溪东大桥全长 1383.459m,主桥长 205m,南引桥长 408.959m,北引桥长 769.5m,2018 年 11 月开工,计划工期 24 个月。



图 3.3-1 在建溪东特大桥



南港特大桥:起始于翔安区新店镇莲河地区,接前岭互通高架桥,跨过大嶝岛南港海域后,止于大嶝镇田墘村西北侧的海峡论坛地区。南港特大桥是翔安新机场快速路的南段工程之一,于 2015 年下半年开工,目前已完工但未通车。全长 912m,其中:主桥长 190m,南引桥长约 547m,北引桥长 175m,桥面采用来去车道分开的双幅结构,单幅桥宽 16.75m。

机场运输通道:为满足大嶝机场土石方运输需要,在南港特大桥西侧 6m 处建设了一条 10m 宽的施工运输通道,待满足机场建设后拆除,属施工用海。目前,施工通道已建成并正常营运。



图 3.3-2 机场运输通道、南港特大桥



图 3.3-3 大小嶝造地工程（围堰）临时钢栈桥

大小嶝造地工程（围堰）临时钢栈桥：连接大嶝岛东侧端部和小嶝岛西侧端部，为临时钢栈桥，长 360m、宽 6m，用海面积 0.8774 公顷，用海方式为跨海桥梁，主要用于行人及非机动车通行。项目未确权，于 2016 年 10 月建设，2017 年 1 月完工。目前是小嶝岛居民进出的主要方式。

（2）港口用海

大嶝陆岛交通码头（大嶝对台码头）：位于大嶝岛北侧岸线，为通往小嶝的客运码头，主要营运通往小嶝陆岛交通码头的航线，还有到莲河、角屿，节假日、“海上看金门”航线。大嶝陆岛交通码头采用 30×8m 钢制趸船，通过一座 25×4m 钢引桥与现有码头平台相连；码头前沿停泊水域设计底高程-1.7m（当地理论最低潮面，下同），宽度 13.0m；回旋水域设计底高程-1.7m，直径 54m。趸船码头边有一斜坡码头，主要作为运输建筑材料和其他生活物资码头。



图 3.3-4 大嶼陆岛交通码头、水兵码头

大嶼对台码头于 2000 年 1 月取得海域使用权证，海域使用权人为“大嶼对台投资发展有限公司”，确权港池用海面积 0.9006 公顷，2011 年 7 月 31 日厦门大嶼对台投资发展公司被厦门象屿发展有限公司吸收合并，码头实际所有者为厦门象屿发展有限公司。大嶼陆岛交通码头已于 2016 年停止营运，码头原营运单位为厦门市翔安区大嶼航运公司。

2017 年厦门路桥建设集团有限公司在厦门新机场填海与小嶼垦区之间建设了钢栈桥后，小嶼岛居民主要通过钢栈桥进出岛。



图 3.3-5 砂场旁小码头

水兵码头：位于大嶼陆岛交通码头西侧约 450m，为当地部队使用。

砂场旁小码头：位于大嶼岛北侧沿岸砂场西侧，靠近南港特大桥田墘互通，长约 100m，宽约 9m，是原郑江西砂场简易靠泊码头。

小嶼陆岛交通码头：位于小嶼岛西北侧，为通往大嶼地方客运码头，主要营运通往大嶼陆岛交通码头、莲河渡口的航线以及“海上海岛一日游”航线。采用

30×8m 钢制趸船系统，通过钢引桥（25×4m）、钢引桥墩（16.5×6m）、墩式引桥（50.17×5m）与现有引堤连接；码头前沿停泊水域设计底高程-1.7m，宽 13.0m；回旋水域设计底高程-1.7m，直径 54m；能满足 120 客位客船全潮靠泊的需要。



图 3.3-6 小嶝陆岛交通码头



图 3.3-7 莲河码头、莲河渡口

莲河码头：位于莲河，1996 年建造，为莲河村所有的突堤式码头，包括东西两个泊位，56×15 米。目前较少船舶靠泊，其中西侧由于受上游清淤影响淤积较快，业主没有维护也没有安排船舶停靠，东侧水深仍有维护，船舶进出莲河码头主要停靠该泊位。

莲河渡口：位于莲河码头西侧，为斜坡式码头，56×3 米，主要客运线路为莲河—小嶝，莲河—大嶝。

莲河西侧简易斜坡码头：位于莲河西侧，靠近南港特大桥，为斜坡式码头，85×10 米，为当地部队所有。



图 3.3-8 莲河西侧简易斜坡码头

(3) 航道用海

①大嶝西侧水道



图 3.3-9 大嶝西侧水道现状图

原为自然航路，由等深线深槽形成，较靠近北侧岸线，水道狭窄且弯曲，水道水深小于 2m。原水道东起吕坂礁，西经大嶝岛北部和西部的干出泥滩至澳头附近。原水道在大嶝岛的西部被连接大嶝岛与大陆之间的海堤阻断，堤岸中部建有水闸。吕坂礁至大嶝岛西段海堤之间高潮时形成浅水航路，大嶝岛北侧的海堤

中央留有一可航的堤口，水面宽约 20m，水深 0.9m。

翔安南部莲河片区造地工程清淤区用海项目于 2015 年 8 月完工，该工程已经将连接大嶝岛与大陆之间的堤岸拆除，清淤后形成的大嶝西侧水道底标高-6m（1985 国家高程），宽度 75m，通航条件较之前的自然水道有很大改善，更加有利于船舶通航。

②大小嶝陆岛交通码头航道

从小嶝码头船舶回旋水域起往北至 D2 点后，转向西北至 D5 点接入菊江航道，经菊江陆岛交通码头前沿水域向西至 D6 点，绕过养殖区至 D9 点后，往南至大嶝陆岛交通码头船舶回旋水域，航道全长约 4.5km，建设规模为满足 120 客位客船、兼顾 100 吨船舶基本不乘潮双向通航要求；航道设计尺度为航道有效宽度 55m，设计底标高-2.4m（理基）。

图 3.3-10 大小嶝陆岛交通码头航道平面布置图

3.3.2 造地工程用海

大小嶝岛周边共已完成 26 个填海造地项目，填海造地面积合计约 11.08km²。其中，已确权项目有 19 个（图 3.3-11 中编号 2~8、11-22）共约 8.32km²，现已填海形成陆域；未确权的有 7 个（图 3.4-1 中 0138、0139、0140、0141、0150、0155、0156），现已填海，已列为福建省历史遗留问题项目，面积共约 2.76km²。

此外，0150、0155、0156 共 3 个未确权已实施填海项目约 268.72 公顷，均纳入厦门新机场工程申请用海，2021 年底，厦门新机场工程和厦门新机场外围配套安全综合保护带工程用海已获得确权。剩余 0138、0139、0140、0141 共 4 个未确权已实施填海项目正在编制海洋生态修复方案和海域使用论证报告。



图 3.3-11 大小嶝周边填海工程

3.3.3 海底工程用海

(1) 厦门市大嶝大桥跨海段综合管廊工程

厦门市大嶝大桥过海段综合管廊全长 708m，采用顶管专用钢筋混凝土管道，外径 3.6m，由大嶝岛陆地始发至翔安区陆地接收。根据管线性质，分为市政舱和电力舱，两舱并行。

(2) 厦门翔安新机场片区综合管廊（机场快速路段）工程

厦门翔安新机场片区综合管廊（机场快速路段）工程过海段位于南港特大桥西侧，全长 982m，断面外径 3.6m，管底埋深最深至现地面（海底）下 21.59m，是国内目前过海距离最长的大断面混凝土预制管廊顶管工程。自来水、原水、通信等市政管线都将从机场快速路地下综合管廊（市政舱）内穿过，从而避免“风吹日晒雨淋”，提高管线抗灾能力。

(3) 海底管线（迁改后）

大嶝周边有多条海底管线，除厦金光缆外，均未确权。自 2014 年，厦门新机场项目开始对其工程范围内的各条管线进行迁改，目前已完成了所有管线的一期迁改工作。

表 3.3-1 大小嶼周边海底管线

序号	名称	归属单位	备注
1	1号部队光缆	部队	未确权
2	2号部队光缆		
3	3号部队光缆		
4	2条通信光缆	2条分别为移动和电信公司	
5	自来水海底管道	厦门市翔安区自来水厂	
6	旧海底电力光缆	厦门电力工程集团有限公司	
7	新海底电力光缆		
8	厦金海底光缆	中国电信	用海面积14.9006公顷 用海期限25年

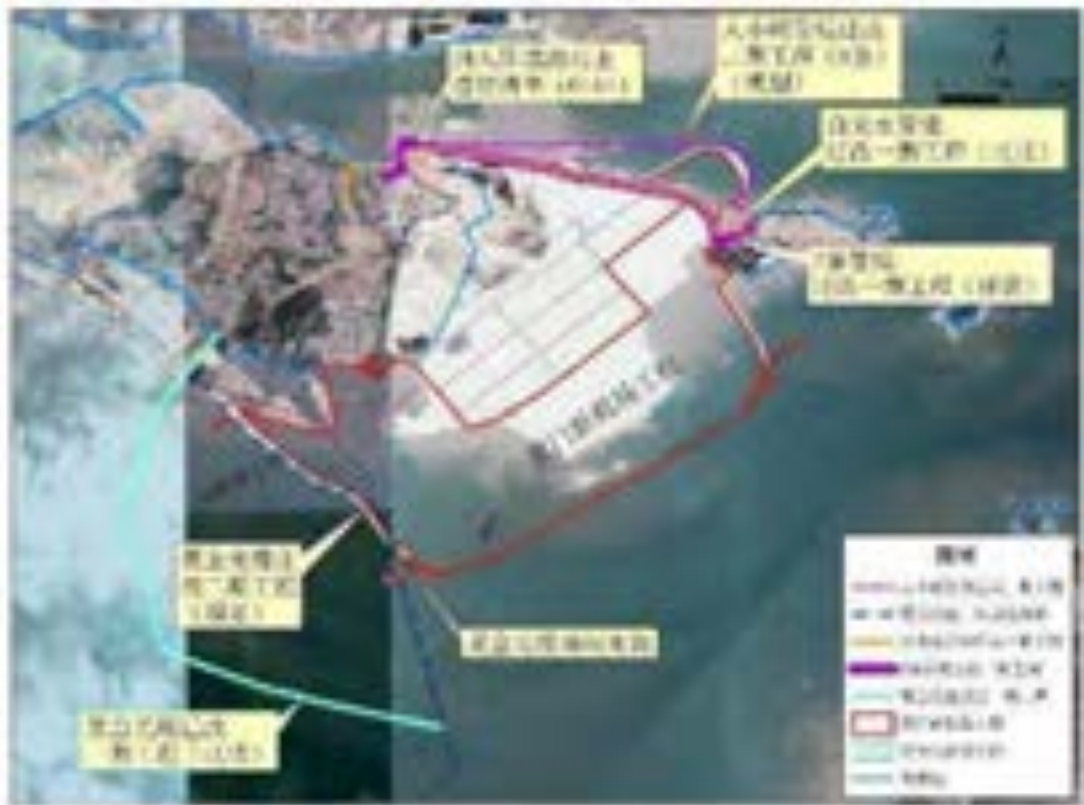


图 3.3-12 大小嶼周边海底管线（一期迁改后）的关系示意图

①大小嶼管线迁改一期工程

大小嶼管线迁改一期工程目前已完成，共有 7 条线路，包括：3 条部队光缆、2 条民用通讯光缆、2 条海底电力光缆，管道线路全部迁至厦门新机场工程已建外护岸的道路的内侧敷设，长约 5km。

②自来水管迁改一期工程

自来水管迁改一期工程已完成，线路基本与大小嶼管线迁改一期工程一致，迁至厦门新机场工程已建外护岸的道路的内侧，长约 5km，但水管的北端沿历史遗留问题项目（0141）的南侧敷设，而不是其北侧，在南端靠近小嶼岛垦区部分，直接从海域敷设，而不是沿垦堤敷设。

③厦金光缆迁改一期工程

厦金光缆已完成一期迁改工作，改迁至西侧约 2.1km 处。

大小嶝管线迁改、厦金光缆迁改一期工程为临时建设。待厦门新机场项目填海造地工程完工后，开展迁改二期工程，迁改一期工程所建设施即行废除。

3.3.4 渔业用海

大小嶝周边海域的养殖主要为北门、东埕、山头、阳塘、田乾、浞窟、双沪、嶝崎和小嶝 9 个村庄，养殖品种主要是浅水紫菜、石柱吊蛎、底播和条石围网。

根据 2009 年 10 月《翔安区大嶝海域水产养殖退出工作实施方案》（翔安区委〔2009〕44 号），该工作实施方案中明确水产养殖退出分两期，第一期涉及海域面积 3754 公顷，退出养殖时间为 2009 年 11 月 30 日前；第二期涉海面积约 4221 公顷，退出养殖时间为 2009 年 12 月 31 日前。根据翔安区人民政府养殖退出证明材料（附件 4），大小嶝海域范围内养殖已由翔安区按照厦门市政府相关规定完成退养全部退出。此外，项目东侧的南安海域存在零星养殖回潮。



图 3.3-13 项目所在海域开发利用现状图

3.4 环境空气质量现状

根据《2020年厦门市环境质量公报》，按照空气质量指数（AQI）进行评价，2020年全市空气质量优的天数为212天，良的天数为153天，轻度污染的天数为1天（首要污染物为臭氧），中度及以上污染天数为0天。空气质量优良率和优级率分别为99.7%和57.9%，与2019年相比分别上升2.2个百分点和7.2个百分点。环境空气质量综合指数2.53，较2019年改善15.1%。

2020年，二氧化硫（SO₂）、二氧化氮（NO₂）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度分别为0.006mg/m³、0.019mg/m³、0.033mg/m³、0.018mg/m³；一氧化碳（CO）24小时平均第95百分位数、臭氧（O₃）最大8小时平均第90百分位数分别为0.7mg/m³、0.126mg/m³。各指标均满足GB3095-2012《环境空气质量标准》二级浓度限值，为达标区。

表 3.4-1 区域空气质量现状评价表

污染物	年评价指标	浓度mg/m ³	标准值mg/m ₃	占标率%	达标情况
SO ₂	年平均质量浓度	0.006	0.06	10	达标
NO ₂	年平均质量浓度	0.019	0.04	48	达标
PM _{2.5}	年平均质量浓度	0.018	0.035	51	达标
PM ₁₀	年平均质量浓度	0.033	0.07	47	达标
CO	95%日平均质量浓度	0.7	4.0	18	达标
O ₃	90% 8小时平均质量浓度	0.126	0.16	79	达标

3.5 声环境现状

2022年1月19日~1月20日，国科大（厦门）环境检测研究院有限公司受委托对工程所在区域的声环境质量现状进行监测。

根据现状监测结果，监测点A莲河、B大嶝、D莲河莲泉路昼间和夜间声环境质量现状符合所执行的GB3096-2008《声环境质量标准》2类区标准。监测点C大嶝昼间和夜间声环境质量现状符合所执行的3类区标准。

监测点E环嶝北路夜间声环境质量现状符合所执行的2类区标准，昼间超过所执行的2类区标准，主要噪声源为交通噪声。

图 3.5-1 声环境现状监测点

表 3.5-1 环境噪声监测与评价结果

3.6 陆域生态环境现状

3.6.1 土地利用



图 3.6-1 莲河东部片区土地利用现状图



图 3.6-2 翔安机场北部片区土地利用现状图

本项目莲嶼大桥位于现状南港特大桥东侧约 2km 处海域，横跨莲河东部片区和翔安机场北部片区。北侧部分位于莲河吹填造地区域，沿线周边主要有村庄建设用地、医疗卫生用地、绿地、中小学用地。南侧部分位于大嶼吹填造地区域，沿线周边主要有村庄建设用地、绿地。

从现状土地利用类型来看，工程所在区域处在人类活动十分频繁的区域，人

类活动对区域土地利用类型产生了明显的影响。

莲嶝大桥北侧沿线为规划厦门翔安机场综合保税区和工业用地、绿地、水域，
莲嶝大桥南侧沿线为规划厦门翔安机场综合保税区和工业用地、绿地。



图 3.6-3 本项目莲河沿线土地开发利用现状



图 3.6-4 本项目大嶝沿线土地开发利用现状



图 3.6-5 厦门新机场片区土地利用规划图

3.6.2 植物资源

本项目所在区域地处滨海地带，现状区陆域生境涵盖吹填用地、乡村建设用地等。由于长期以来受人为破坏，原生自然植被几乎全部灭迹。根据调查，工程沿线陆域生境无直接涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园等环境敏感区，无名木古树资源、文物保护单位等。

本项目莲河沿线位于莲河填海造地区，用地范围内基本无植被，如图 3.6-4、图 3.6-6、图 3.6-7，淤泥干化场位于填海造地区，场内无植被覆盖；池塘边坡堤岸零星分布有杂生灌草植被，如图 3.6-8，主要有类芦群落、小飞蓬群落等。

本项目大嶝沿线位于大嶝填海造地区，用地范围内基本无植被，如图 3.6-9，淤泥干化场位于填海造地区，场内无植被覆盖。新机场已填海造地区内，吹填时间较长的区域有部分草本植物生长，主要为旱生和沙生植物，以禾本科植物为主，如图 3.6-10。本项目保税通道沿线西侧有小片次生林，灌草丛等，如图 3.6-11。大嶝岛北侧环嶝路行道树如图 3.6-12。



保税通道所在地块

图 3.6-6 保税通道莲河沿线植被情况



滨海东大道

货运通道所在地块

图 3.6-7 货运通道莲河沿线植被情况



图 3.6-8 本项目莲河沿线池塘边坡堤岸杂生灌草植被



图 3.6-9 保税通道大嶧沿线植被情况



图 3.6-10 本项目大嶧沿线禾本科植物图 3.6-11 本项目大嶧沿线次生林



图 3.6-12 本项目大嶧沿线环嶧路行道树

3.6.3 野生动物资源

根据现场调查，本项目所在区域现状主要为吹填形成用地，生境类型较为单一，加之处在人类活动相对剧烈的区域，大型野生动物较为缺乏，中小型野生动物的种群数量也不大，野生动物资源主要为鸟类。

厦门大学、厦门市滨海湿地与鸟类研究中心、福建师范大学编制的《厦门翔安机场建设鸟情动态监测及其对飞行安全影响分析》、《厦门新机场鸟类生态补偿研究》对鸟类资源现状进行了调查与评价，

(1) 调查基本情况

调查范围覆盖厦门海域，重点调查区域包括大嶝岛、小嶝岛等地。

调查始于2016年6月份，为期一年。其中鸟类迁徙季节（8-10月，3-5月）每季节调查3次，非迁徙季节（6-7月，11-2月）每季节调查2-3次。

(2) 鸟类迁徙、活动情况

图 3.6-13 我国境内的东亚-澳大利亚鸟类迁徙路线及迁徙水鸟主要栖息点

目前，全球共有8条候鸟迁徙路线，厦门所在区域涉及“东亚--澳大利西亚迁徙线”。 “东亚--澳大利西亚迁徙线”从美国阿拉斯加到澳大利亚西太平洋群岛，繁衍后再北上，经过我国的东部沿海省份。

福建省沿海位处东亚-澳大利亚鸟类迁徙通道上，途经福建的鸟类主要觅食及休息地包括闽江口、兴化湾、泉州湾等。

大嶝周围主要的水鸟休息点有大嶝盐场、九溪入海口、浣江、奎霞、石井、江崎及金门的慈湖。

图 3.6-14 大嶝周围水鸟主要栖息点

(3) 鸟类资源现状

①评价区

2016年6月至2018年5月调查，调查范围（不包括金门）内共记录野生鸟类14目44科146种（附表1），其中冬候鸟48种，夏候鸟8种，过境鸟41种，留鸟49种，除夏候鸟较少外，其他居留类型的种类分布较平均。

调查期间调查区（不包括金门）共记录水鸟种类77种，138968只次，其中

2016年6月-2017年5月记录63种81795只次，2017年6月-2018年5月记录74种57173只次。

表 3.6-12016.6-2018.5 调查区域水鸟居留类型概况

时间	留鸟		冬候鸟		夏候鸟		过境鸟		合计
	种数	百分率	种数	百分率	种数	百分率	种数	百分率	
2016-2017	9	14.3	31	49.2	3	4.8	20	31.7	63
2017-2018	9	12.2	30	40.5	7	9.5	28	37.8	74

表 3.6-2 调查区域各类水鸟的种类和数量情况

调查年度		鸬鹚类	雁鸭类	鸥类	鸬鹚类	鹭类	合计
2016-2017	种类	35	9	10	1	8	63
	数量	43343	1910	12646	20933	2963	81795
2017-2018	种类	36	10	15	1	12	74
	数量	35697	763	5000	11859	3854	57173

调查区域水鸟多样性较高，两年记录的鸟种多达77种，单次记录种群数量超过1000的水鸟有普通鸬鹚、红颈滨鹚、黑腹滨鹚和红嘴鸥，种群数量最多的水鸟都是属于冬候鸟。调查区域单次记录水鸟数量前十的种类由表可见，数量较多的水鸟除鸬鹚外，其余为鸬鹚类和鸥类水鸟。

表 3.6-3 调查范围内种群单次记录数量前十水鸟

②重点调查区

主要调查点为大嶝岛、翔安南部（澳头-莲河）沿岸、南安南部（浯江-石井）沿岸及金厦海域。

A.大嶝岛

2016年6月至2018年5月调查，大嶝岛共记录到水鸟67种63689只次，是水鸟越冬及迁徙停留主要的栖息地。冬季有黑腹滨鹚、青脚鹚、白腰杓鹬、红嘴鸥、黑嘴鸥等冬候鸟在此越冬，黑腹滨鹚种群数量最大达到4380只，红嘴鸥种群数量最大达到1800只。春、秋季迁徙期有勺嘴鹬、红颈滨鹚、红脚鹬、翘嘴鹬、灰尾鹬、尖尾滨鹚、弯嘴滨鹚、大滨鹚等过境鸟停留，其中红颈滨鹚最大记录种群数量达6000只、大滨鹚最大记录种群数量达800只次。夏季大嶝岛有鹭鸟繁殖，吹填区有白额燕鸥、环颈鸬、金眶鸬、黑翅长脚鹬和反嘴鹬水鸟繁殖。

大嶝岛栖息着大量水鸟的原因在于，周边大面积的滩涂为水鸟提供了良好的觅食场所，而因新机场建设需要围填的大面积围填区为水鸟涨潮时提供了良好的休息场所。通过两周年的调查数据整理，发现至少有15942只水鸟利用大嶝吹填

区作为休息场所和觅食场所，其中红颈滨鹬和黑腹滨鹬的数量最多，两者数量总和超过万只。而红嘴鸥数量最多时达到1800只，主要在2016-2017年的冬季在吹填区的积水区域活动。

从观测到的种类及数量来看，大嶝岛全年水鸟的种类和数量都比较多，冬季及春季迁徙季节水鸟种群数量维持在较高水平，其中2018年5月观测记录到最大水鸟种群数量达7179只，2018年4月记录到的水鸟物种数最高，达33种。

图 3.6-16 大嶝岛水鸟种类与数量月份变化趋势图

图 3.6-17 大嶝南部水鸟休息区示意图

大嶝岛的鸟类分布主要在沿岸的滩涂及已经完工的围填海的吹填区。红嘴鸥、黑嘴鸥、红嘴巨鸥等鸥类则在河口区域聚集，或随拖网捕鱼归来的渔船后飞行伺机觅食。水鸟在大嶝围填海区域与滩涂之间的飞行高度约在 50m 左右。

B.澳头-莲河沿岸

2016年6月至2018年5月共开展了22次调查，翔安南部沿海共记录水鸟55种27928只次，调查线路从澳头至莲河沿海岸线在合适潮水进行计数，调查通常分两组进行。翔安南部沿海以鸻鹬类为主，占调查总数的78.5%，其次为鸥类和鹭类，雁鸭类较少。

表 3.6-4 调查区域各类水鸟的种类和数量情况

记录到的猛禽有鸮、黑鸢、普通鵟3种，数量很少。翔安南部沿海水鸟单次数量记录前五名鸟种为黑腹滨鹬、铁嘴沙鸻、红嘴鸥、翘嘴鹬、反嘴鹬，其中铁嘴沙鸻和翘嘴鹬为过境鸟，其他为冬候鸟。

由于翔安南部全线码头建设、围填海和清淤，鸟类活动受干扰较大，4-7月鸟类数量少，8月过境鸟和冬候鸟到达，种类和数量增多，冬季数量增多，种类减少，越冬的水鸟主要为黑腹滨鹬、红嘴鸥、黑嘴鸥、反嘴鹬等，而区域越冬的普通鸬鹚、白腰杓鹬、灰斑鸬鹚则数量不多。

图 3.6-18 翔安南部水鸟种类及数量月份变化趋势图

鸕鹚类活动受潮水涨落影响，低潮时，鸕鹚类、鹭科鸟类在滩涂上觅食，高潮时，鸕鹚类在吹填区休息，飞行高度约在30m左右。绿翅鸭、红胸秋沙鸭等鸭科鸟类主要在鱼塘活动，红嘴鸥等鸥科鸟类喜欢在鱼塘和河口区觅食，偶尔也进入鱼塘觅食休息，近海飞行高度在50m以下。

大嶝大桥

翔图 3.6-19 欧厝-澳头鸟类活动示意图

C. 浯江-石井沿海

大嶝

2016年6月至2018年5月共开展了23次调查，南安南部沿海共记录水鸟63种33177只次，调查线路从莲河至奎霞桥头，桥头以东基本为码头区，水鸟以红嘴鸥和白鹭为主，数量较少。南安沿海岸线在合适潮水进行计数，浯江盐场为水鸟休息区，通常在高潮期间计数，奎霞为滩涂，则选择涨潮前或者退潮后潮滩出露。南安南部沿海以鸕鹚类为主，占调查总数的82.8%，其次为鹭类，雁鸭类和鸬鹚相对较少。

表 3.6-5 调查区域各类水鸟的种类和数量情况

记录到猛禽主要是鸮，冬季通常有10来只在南安沿海活动。南安南部沿海水鸟单次数量记录前五名鸟种为黑腹滨鹚、红嘴鸥、铁嘴沙鸻、红颈滨鹚、反嘴鹬，其中铁嘴沙鸻和红颈滨鹚为过境鸟，其他为冬候鸟。

由于南安南部沿岸规划属于“泉州石井作业区和海峡生态科技城”项目区建设范围，围填海施工干扰大，鸟类活动受影响较大，3、4、9月鸟种稍多，5-7月鸟类种类和数量均少，11-来年3月数量较多，越冬的水鸟主要为黑腹滨鹚、红嘴鸥、白腰杓鹬、反嘴鹬、灰斑鸻等，而区域越冬的普通鸬鹚、黑嘴鸥等数量不多。

图 3.6-20 南安南部水鸟种类与数量月份变化趋势图

图 3.6-21 浯江水鸟休息区及现场照片

南安市石井镇

南安南部沿岸水鸟活动受潮汐影响，低潮时，鸕鹚类、鹭科鸟类在浯江到奎霞一带的滩涂觅食。高潮时，鸕鹚类从滩涂向浯江盐田集中，在盐田集群休息。飞行高度约在30m左右。红嘴鸥、红嘴巨鸥、鸬鹚等鸟类主要在海堤内的大塘活动，近海飞行高度约在50m以下。

3.7 滨海湿地现状

3.7.1 调查及分析方法

调查采取样线和样点结合方法，陆地环境调查采用定点调查与样线法相结合的方法，滨海湿地滩涂调查采用定点调查，海域调查采用路线法进行调查。

3.7.2 大嶝湿地

大嶝周边湿地水鸟主要栖息湿地类型包括为鱼塘、滩涂和浅海海域，鱼塘里主要养殖虾蟹类，滩涂主要养殖牡蛎，蛭，紫菜等，分布的水鸟主要为鸕鹚类、鹭类、鸥类和雁鸭类。近年来，大嶝海域水产养殖已基本清理完毕。

海域：除了大嶝、小嶝、大金门、小金门和几个岛及周边滩涂外，大部分为海域。大嶝和翔安中间海域最窄，退潮时部分地段仅有百米左右的水面，东北侧海域宽约1-2km，大嶝岛西侧往厦门方向海域较宽，约4-5km。

滩涂：大嶝周边有大面积的滩涂，退潮时宽度可达数公里。滩涂上有不少海产养殖区，主要养殖牡蛎，蛭，紫菜等。



图 3.7-1 大嶝岛南侧填海区外滩涂

吹填区：大嶝岛东北角机场吹填区、大嶝岛西南侧吹填区、大嶝岛西北侧吹填区、大嶝桥两端吹填区、莲河和浣江盐场周边吹填区、石井沿海吹填区等。吹填区所见鸟类主要是鸕鹚类、鸥类等。夏季时，吹填区作为白额燕鸥、反嘴鹬、黑翅长脚鹬、金眶鸬、环颈鸬、小云雀等鸟类的繁殖地存在，冬季时涨潮的时候吹填区又作为见许多鸕鹚类的休息地。

鱼塘：大嶝鱼塘已基本消失，其中少量残存在阳塘、大嶝岛西侧。鱼塘里主

要养殖虾蟹类。常见鸟类主要是鸬鹚类、鹭类和鸥类等。

3.7.3 九溪入海口湿地

九溪入海口位于翔安区东园村南部，大嶝岛北边，距离大嶝岛仅一水之隔。该地受外海风浪所造成的影响较小。九溪入海口及沿岸滩涂受护花米草侵蚀严重，吹填区裸露，植被稀疏，部分吹填区积水形成水塘。调查区周边有东园村、珩厝村、莲河等多个村庄，城市建设开发程度较低。

海域：九溪入海口是九溪和海域的交汇之处，退潮时部分地段仅有百米左右的水面。常见的鸟类主要是雁鸭类和鸥类。

滩涂：九溪入海口高潮时滩涂全淹，仅九溪沿岸有宽几米至几十米滩涂。退潮时滩涂较宽广，海边滩涂宽度最宽可达1km，最窄处百米左右。滩涂上有部分养殖区，主要养殖牡蛎。滩涂生境鸟类主要为鸬鹚类、鹭类和鸥类。

鱼塘：调查范围内还有一些鱼塘，分布在沿岸和东园村之间，主要养殖虾类和蟹类。鱼塘生境吸引的主要是鸬鹚类，鹭类和鸥类。



图 3.7-2 九溪入海口滩涂

3.7.4 欧厝-澳头湿地

欧厝-澳头滩涂调查地位于翔安区南部，大嶝岛西边，距离大嶝岛最近处600m左右。欧厝-澳头湿地距离厦门本岛直线距离6km左右，距离九溪入海口3km左右。欧厝-澳头湿地包括由沿海滩涂吹填出的大片备用土地，原有河塘湿地及翔安与大嶝岛之间的成片滩涂。

海域：欧厝-澳头湿地的海域宽广，沿岸长4km左右，至对岸金门最短距离8km左右，靠近大嶝处较窄，最近600m左右。海域生境上的鸟类主要是雁鸭类和

鸥类。

滩涂：欧厝-澳头湿地高潮时滩涂全淹。退潮时滩涂宽广，海边滩涂宽度最宽可达1km左右。滩涂上有部分海产养殖区，主要养殖牡蛎。滩涂生境鸟类主要为鸕鹚类、鹭类和鸥类。



图 3.7-3 欧厝-澳头的宽广滩涂

鱼塘：调查范围内有一些鱼塘，分布在调查点东端，主要养殖虾类和蟹类。鱼塘生境吸引的主要是鸕鹚类，鹭类和鸥类。

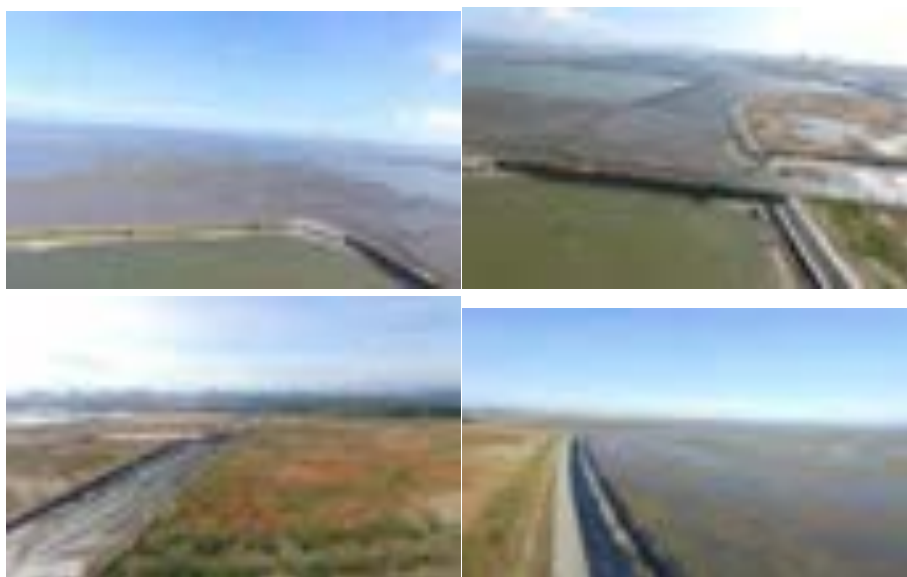


图 3.7-4 欧厝-澳头湿地的吹填区、鱼塘及滩涂



图 3.7-5 项目周边湿地示意图

4 环境影响预测与评价

4.1 海洋水动力与冲淤环境影响预测与分析

4.1.1 数学模型

潮流是污染物扩散的主要海洋动力条件,是相关污染物要素评价预测的基础,本次评价采用二维潮流模型对工程区海域进行数值计算,得到该海域的潮流场分布特征。

(1) 水动力模型

本研究采用二维浅水方程求解工程区域的潮流场,控制方程如下:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = S \quad (4-1)$$

$$\frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} = fvh - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy}) \quad (4-2)$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial hvu}{\partial x} + \frac{\partial hv^2}{\partial y} = -fuh - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) \quad (4-3)$$

其中, h 表示总水深; η 表示自由面高程; x 和 y 分别表示正东方向和正北方向坐标, t 为时间, g 为重力加速度, u 和 v 分别为沿 x 和 y 方向的垂线平均流速; f 为科氏力系数; ρ_0 为水体密度; S 为排污口点源流量; T_{ij} 为水平粘滞应力,与流速梯度和水平涡粘系数 ν 相关。

底部切应力依据(4-4)式计算:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{bx} &= \rho_0 c_f u^2 \\ \tau_{by} &= \rho_0 c_f v^2 \end{aligned} \right\} \quad (4-4)$$

其中, c_f 为拖曳力系数, c_f 可据 Manning 系数 M 计算, 见式(4-5):

$$c_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2} \quad (4-5)$$

水平涡粘性系数 ν 采用 Samagorinsky 亚网格尺度模型求解, 该模型可较好地描述各种涡的形成, 即涡粘系数的计算方法如下:

$$\nu = C_s A \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2} \quad (4-6)$$

C_s 为经验系数, A 为数学模型中计算单元的面积。

数学模型在平面上采用非结构化三角形网格，因此，能较好地描述不规则岸线，且易于在重点研究区域对网格进行局部加密。模型采用较为精确的干湿网格判断法，亦能较好地描述存在大范围潮间带的区域。

(2) 边界条件

开边界条件即水域边界条件，可给定流速或给定潮位，本研究中开边界给定潮位，潮位边界由大模型提供，初始潮位取计算开始时的平均潮位，初始流速取为 0。闭边界条件即水陆交界条件。在该边界上，水质点法向流速为 0。动边界条件是指计算区域中有水和无水区域交界线的边界条件，本模型采用“冻结法”处理，通过定义临界水深 Δh 来确定干、湿点或干、湿单元。底边界条件采用固定值，由曼宁系数确定。自由表面边界条件部分，对于潮汐模拟，表面风应力为 0。

4.1.2 模型设置

(1) 计算范围

本次模型计算范围南起古雷半岛、北至围头角。模型向外海延伸至 60m 等深线附近，计算区域面积约为 7200km²。为了准确反映工程区周边潮流场真实情况，模型采用非结构网格中心网格有限体积法求解，由海向陆逐渐加密网格，计算节点 31968 个，计算单元 60064 个。为更精确地描述工程区域及邻近海域的流场特性以及清淤、桥墩对流场的影响，在该工程区域对网格进行了局部加密，工程海域最小网格间距约 3m。

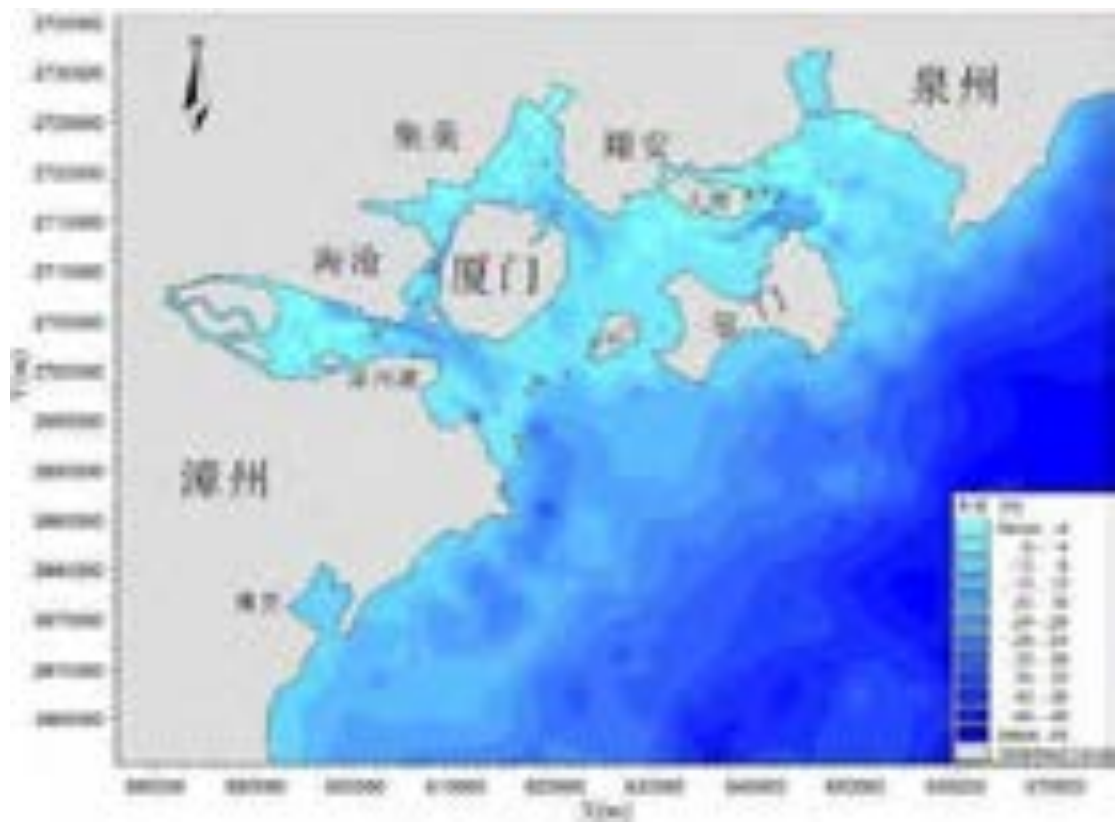
(2) 模型采用资料

地形资料：模型计算所需的水深资料通过相关海图及工程区近年局部测深获取，水深基面统一校准至当地平均海平面（MSL）。

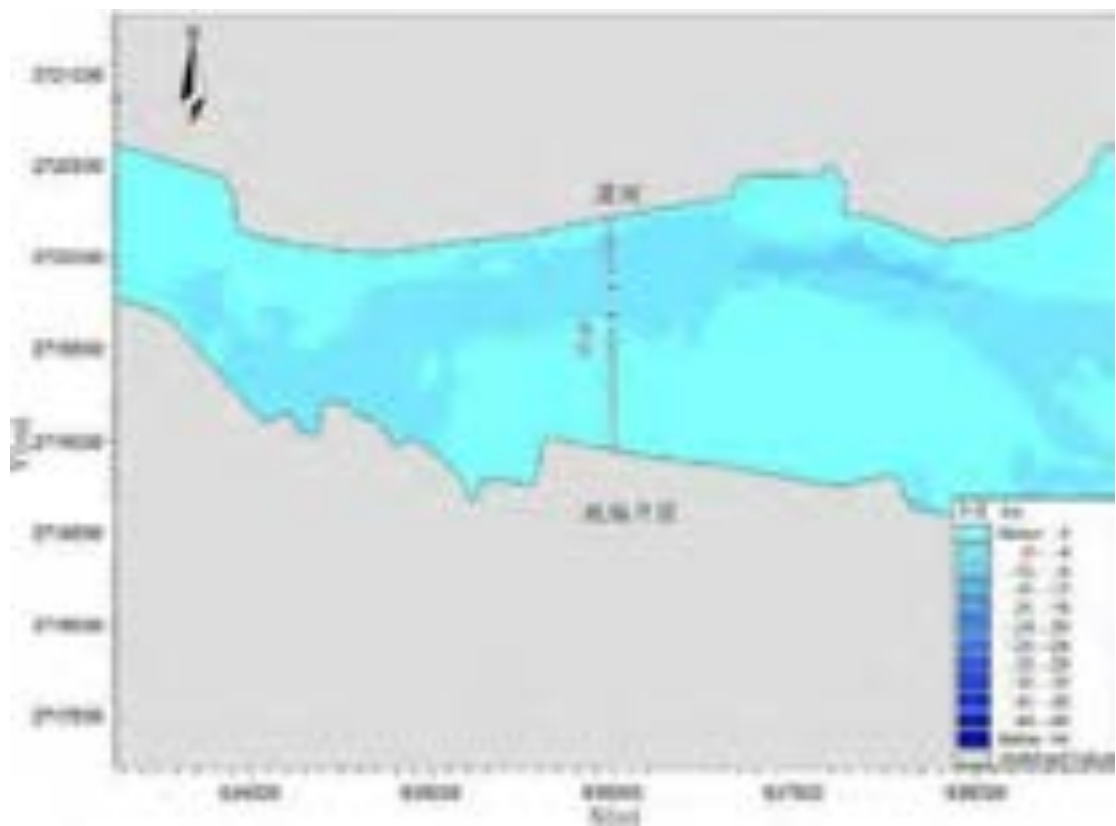
水文资料：模型验证采用 2020 年 12 月工程区邻近海域设置的 3 个潮位测站和 9 个潮流测站的观测资料，如图 3.2-1。

(3) 计算参数选取

数学模型计算的时间步长取 0.01s~30s。模型采用干湿判别法对潮间带进行处理，其中干网格的判别标准为水深小于 0.005m，湿网格为水深大于 0.1m。Samagorinsky 水平涡粘系数中，参数 C_s 取 0.28，曼宁系数根据水深而计算得到整个计算区域曼宁场。

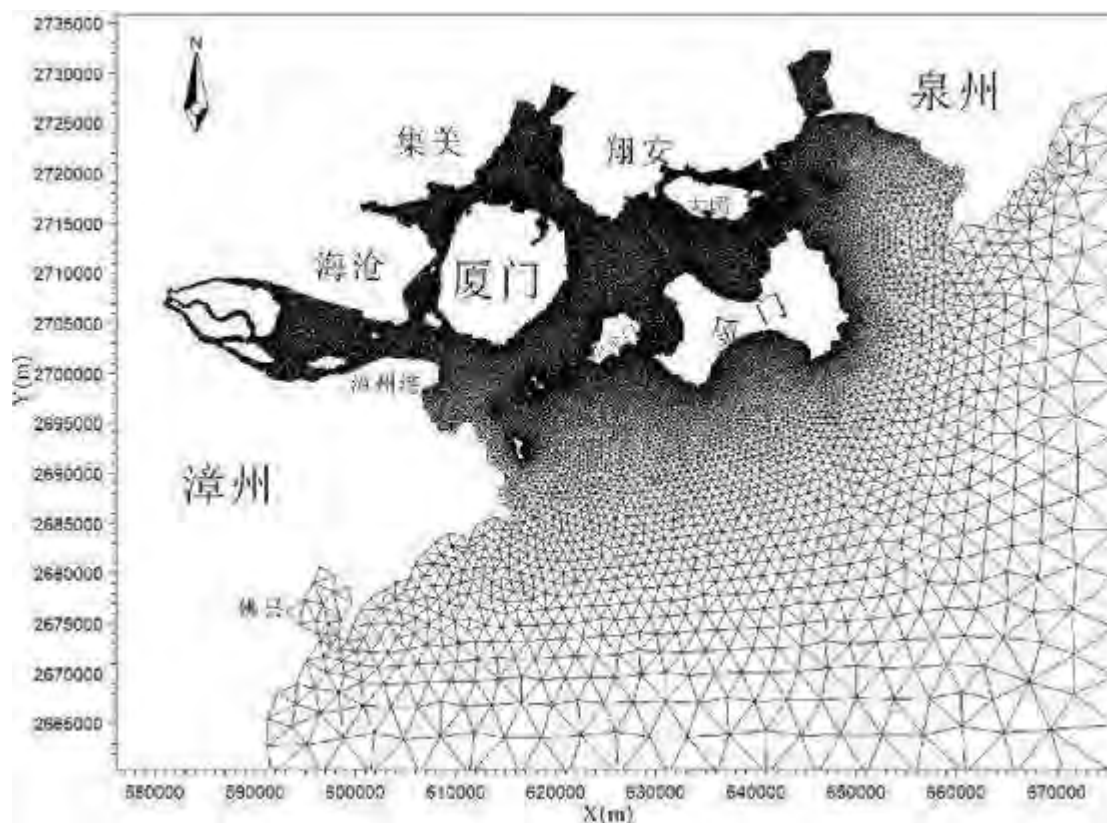


(a) 整体

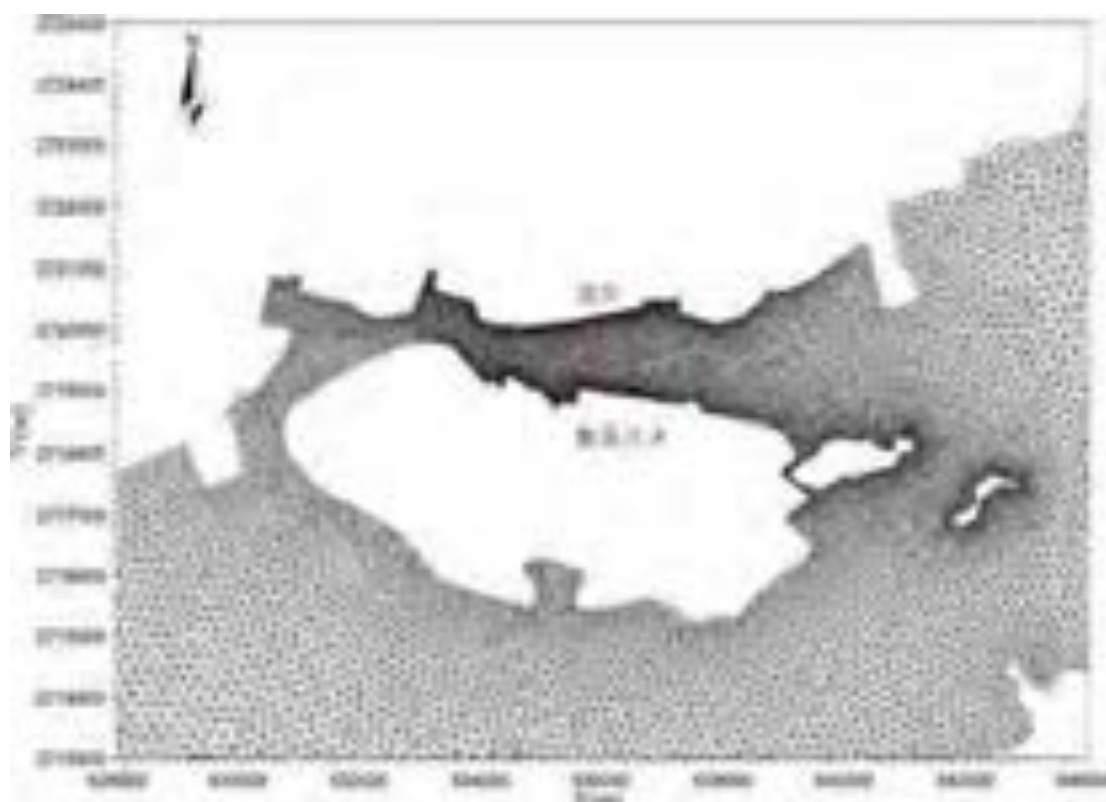


(b) 局部

图 4.1-1 计算范围示意图



(a) 整体



(b) 局部

图 4.1-2 计算网格示意图