

三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目

海洋环境影响报告表

(报批稿)

中国海洋大学

2018年11月

山东 青岛



项目名称：三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目

文件类型：海洋环境影响报告表

评价单位：中国海洋大学

单位法人：于志刚

通讯地址：青岛市松岭路 238 号

邮编：266100

联系电话：0532-66782983

传真：0532-66782983

项目负责人：刘艳玲

(环评工程师登记证号：A24040150900 环评岗位证书号：A24040075)

委托单位： 三亚市天涯海角旅游发展有限公司

联系电话： 0898-88981368

评价单位： 中国海洋大学

评价单位证书编号： 国环评证甲字第 2404 号

项目负责人： 刘艳玲

联系电话： 0532—66781882

技术负责人： 张婧

内审机构： 中国海洋大学环境保护研究中心

报告审定： 孙长青

编写人员名单表：

姓名	专业	职称	环评岗位 证书号	承担工作	签名
刘艳玲	环境规划 与管理	讲师	A24040075	表 2、3、6	
胡日军	海洋地质	讲师	A24040111	表 1、4、5、7	

目录

表 1 建设项目基本情况表	1
表 2 工程概况与分析表	2
表 3 污染与非污染损害要素分析表	12
表 4 区域环境概况分析表	15
表 5 环境敏感区和环境保护目标分析表	79
表 6 环境影响分析与评价表	80
表 7 环境保护对策措施与环境影响评价结论表	109
表 8 预审和审查意见表	114
表 9 审批意见表	115

附表：

- 附表 1 项目附近海域水质调查结果
- 附表 2 项目附近海域水质质量标准指数表
- 附表 3 项目附近海域海洋沉积物监测结果
- 附表 4 项目附近海域海洋沉积物质量标准指数表
- 附表 5a 浮游植物种名录
- 附表 5b 浮游植物种名录（续）
- 附表 5c 浮游植物种名录（续）
- 附表 5d 浮游植物种名录（续）
- 附表 6a 浮游动物种名录
- 附表 6b 浮游动物种名录（续）
- 附表 6c 浮游动物种名录（续）
- 附表 7 底栖生物种名录
- 附表 8a 游泳动物种名录
- 附表 8b 游泳动物种名录（续）
- 附表 8c 游泳动物种名录（续）
- 附表 9 海南省海洋功能区划（2011-2020 年）功能区登记表
- 附表 10a 溢油残油量和扫海面积随时间的变化(高潮时)
- 附表 10b 溢油残油量和扫海面积随时间的变化(低潮时)

附图：

- 附图 1a 天涯海角景区-南天一柱
- 附图 1b 天涯海角景区-天涯石
- 附图 2a 天涯海角景区三座污水处理站总体布置
- 附图 2b 天涯海角景区西区污水处理站地理位置图
- 附图 3a 天涯海角景区西区污水处理站污水处理流程图
- 附图 3b 天涯海角景区西区污水处理站设备流程图
- 附图 3c 天涯海角景区西区污水处理站一体化污水处理设备工艺图
- 附图 4 海南省海洋功能区划
- 附图 5a 本项目周边无居民海岛、景观石分布图
- 附图 5b 项目附近海洋环境敏感目标分布图
- 附图 6a 项目海域大潮涨急流矢图
- 附图 6b 项目海域大潮落急流矢图
- 附图 7a 项目海域落急流速分布等值线图
- 附图 7b 项目海域涨急流速分布等值线图
- 附图 8a 三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目宗海位置图
- 附图 8b 三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目宗海界址图
- 附图 9 项目区域水下地形图
- 附件 1：委托书
- 附件 2：专家评审意见
- 附件 3：评审意见修改说明

表 1 建设项目基本情况表

建设项目名称	三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目	建设单位	三亚市天涯海角旅游发展有限公司
法人代表(签字)	李南廷	建设地点	三亚市天涯海角旅游风景区
通讯地址	三亚市天涯区天涯海角游览区	联系人	赵桂媛
邮政编码	572029	联系电话	0898-88981368
电子信箱	18689581230@qq.com	传真	0898-88592900
项目设立部门		文号	
项目性质	新建用海项目	工程总投资	3000.00万元
其中环保投资	45.0万元	所占比例	1.5%
报告表编制单位	中国海洋大学	环评经费	
建设规模			
总工程量	0m ³	陆域挖方量	0m ³
海域挖方量	0m ³	海域填方量	0m ³
海域使用面积	130.0000hm ²	水下疏浚量	0m ³
滩涂使用面积	0m ²	占用岸线长度	217m
年污水排海量	0m ³	年用水量	0.00m ³
年废弃物倾倒量	0m ³	建设总面积	0.00m ²

表 2 工程概况与分析表

1 项目背景及由来

海南岛自然风光得天独厚、民族风情独具特色，三亚天涯海角景区作为海南省知名的旅游景点，成为游客必去的旅游度假胜地。天涯海角景区是以热带海疆地貌为特征，以天涯文化为内涵，是具有风景游览、文化旅游、生态休闲功能的，具有海南典型景观代表意义的国家级风景名胜景区的重点景区。景区里的碧海、青山、白沙、巨磊、礁盘浑然一体，椰林、波涛、渔帆、鸥燕、云霞辉映点衬，形成南国特有的椰风海韵。

三亚市天涯海角旅游发展有限公司是三亚市委、市政府深化国企改革，于2008年3月份组建成立的市政府直属国有独资旅游企业，主要负责天涯海角游览区的经营管理、旅游项目投资开发、旅游服务及相关旅游产业的开发拓展。

随着全球旅游产业的飞速发展，传统的产品已经难以满足市场消费者的需求及激发其消费热情。为此，三亚市委市政府根据三亚当前旅游市场发展情况，提出西岛旅游度假区、天涯海角游览区等 4A 级景区全力创建国家 5A 级景区，丰富旅游产品，提升旅游业态，提高景区档次，促进三亚旅游产业的转型升级。故而三亚市天涯海角旅游发展有限公司以打造天涯海角 5A 级景区为契机，以升华天涯海角自然价值，挖掘天涯海角文化内涵、促进景区游客消费程度最大化为目的，拟通过景区前方对应的 130 公顷海域开展海水浴场、水上娱乐运动等旅游观光活动，以满足国内外游客不同的滨海亲水休闲要求，增强度假旅游的体验性，弥补缺乏高品质综合性海洋运动游乐旅游项目的缺憾，打造海陆空立体游乐体系，致力将天涯海角游览区提升为 5A 级景区，进而培育三亚旅游市场新的增长点，进一步激活三亚旅游经济和经济社会的发展。

由于本项目涉用海域，根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境保护法》等相关法律法规规定，需进行环境影响评价工作。为此，三亚市天涯海角旅游发展有限公司委托中国海洋大学进行该项目环境影响评价任务。评价单位接受委托后，在认真研究建设单位提供的有关资料，并收集评价区已有资料的基础上，根据国家有关建设项目环境影响评价的行政法规和技术规范，编制了本项目环境影响评价报告表。

2 地理位置

本项目位于海南省三亚市天涯海角游览区前方海域。本次申请用海项目与已申请的天涯海角配套旅游娱乐用海项目相邻，西侧为南山观音风景区，南面与西岛风景区遥遥相对，北侧为亚运点火台，东距凤凰机场约 6.5km。项目所在地理位置见图 2-1。

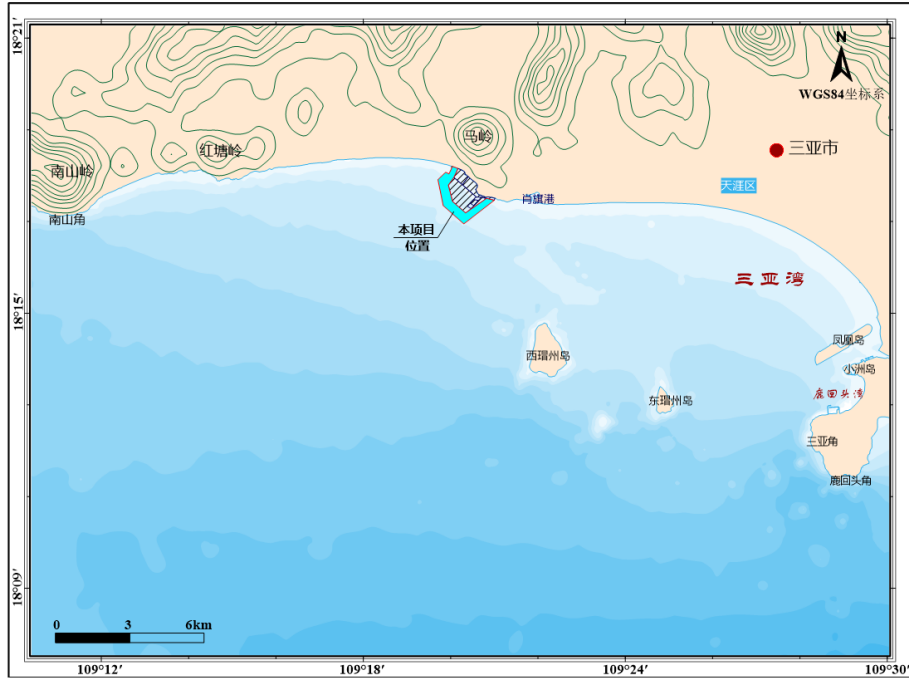


图 2-1 项目地理位置

3 评价范围

按照导则要求，以项目的外沿线为起点外扩 5km，确定本项目评价范围为天涯海角旅游区及其周边海域，评价面积约为 82km²(图 2-2)。

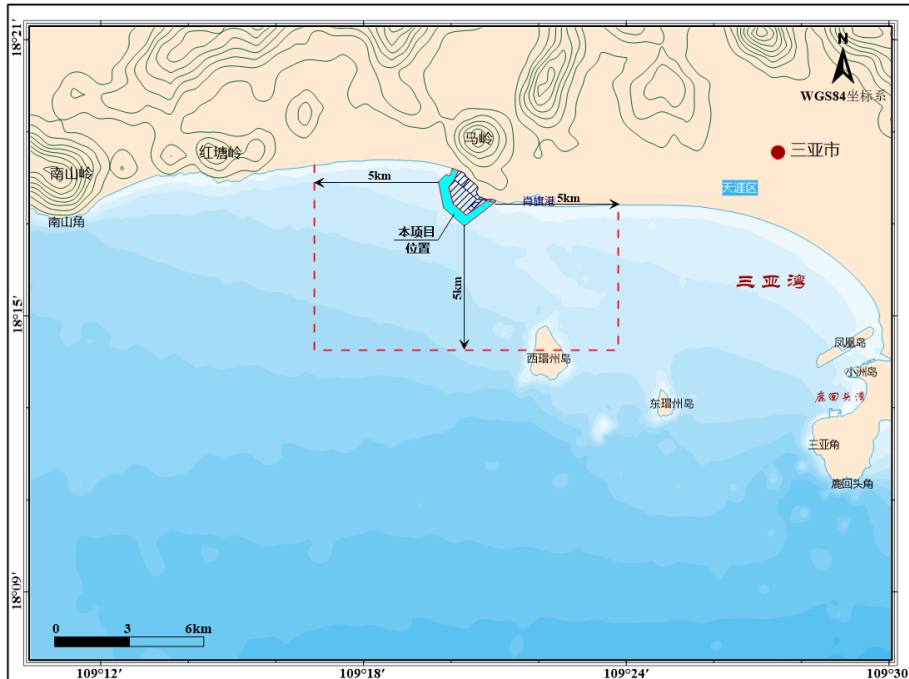


图 2-2 项目评价范围

4 用海平面布置

本次用海平面布置，主要由两部分构成：浴场区、水上运动娱乐区。

本项目总用海面积为 130.0000 公顷。其中，申请海域西部为浴场区(面积为 8.3373 公顷)，其他区域为水上运动娱乐区(面积为 121.6627 公顷)(图 2-3)。

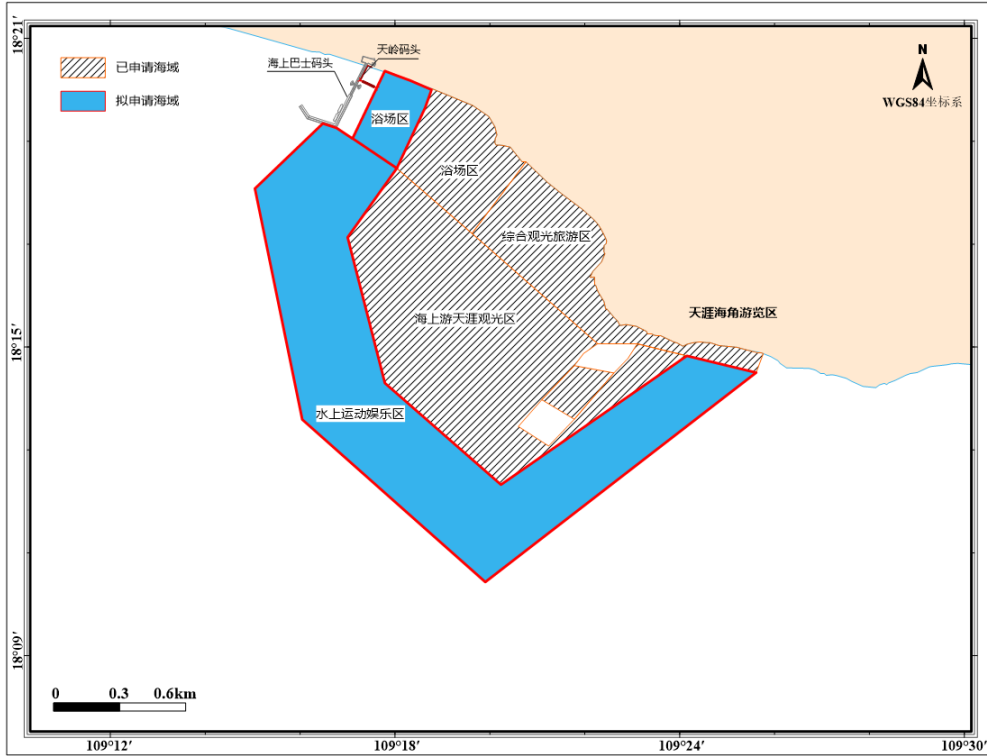


图 2-3 项目总平面布置

5 项目建设方案

项目建设后充分利用天涯海角景区对应的红塘湾优良的海滩、海上自然景观等自然资源，开展浴场、水上运动等旅游娱乐活动，作为天涯海角景区的配套海洋旅游项目、满足国内外游客不同的滨海亲水休闲要求。浴场区位于天涯海角游览区西侧前方海域，浴场区西侧已建有天涯海角海上巴士码头，两者相互之间的距离约为 85m；浴场区东侧与已确权的浴场区相邻。

本配套旅游娱乐用海项目各功能区分布及开展的旅游活动见表 2-1。

(1) 水上运动娱乐区

水上运动区控制在 10m 等深线以浅范围内，主要开展水上运动娱乐项目，包括水上单车、快艇、摩托艇、香蕉船、拖曳飞鱼、皮划艇、海上垂钓、帆船等(本区拟

投入的设施见表 2.2-2), 大型旅游娱乐船只如海钓游艇可从天涯海角海上巴士码头下水, 不必经过浴场区。为保证对东侧和北侧浴场游客以及海上游天涯船只安全, 在其与浴场区和海上游天涯观光区(已确权)实际交界线各预留 50m 的区域作为缓冲区。服务人群主要为天涯海角景区游客, 一般经教练的培训后, 适合在三级海况下开展此类项目。

由于海上娱乐设施的活动范围都较大, 结合该区域游乐场用海面积, 为确保游客人身安全, 速度较快、活动范围较大的摩托艇、快艇等数量应控制在 70 艘以下, 皮划艇、水上单车、滑水板等其他海上娱乐活动设施的数量可考虑控制在 50 艘左右。拖曳飞鱼、香蕉船、拖拉圈控制在 40 艘左右。

b.海水浴场区及缓冲区

海水浴场区占用自然岸线 217m, 根据三亚市海洋与渔业局对海水浴场用海范围离岸约 400m 的要求, 但是根据浅水浅用, 深水深用的原则, 确定海水浴场区实际用海面积约为 3.65 公顷。该海域东侧为已申请浴场区, 实际浴场范围可控制在离岸 200m、2m 等深线以浅范围内, 用海方式为开放式用海。海水浴场区主要建设设施有浴场浮绳、瞭望塔及沙滩活动遮阳伞和躺椅等, 在游客集中活动区域内设置垃圾回收箱。区内开展的项目包括近岸游泳和沙滩休闲娱乐等, 为天涯海角景区游客提供亲水休闲服务, 适合在二级海况下开展此类项目。

缓冲区布置浴场区西侧, 与水上运动娱乐区相邻, 用海面积约为 5.84 公顷。南侧区域水深较深、西侧为天涯海角海上巴士码头船只下水区域, 不适合作为浴场, 可作为本项目小型水上娱乐设备进入游乐场用海的通道; 为了防止天涯海角海上巴士码头船只下水、水上运动和海上游天涯活动对浴场游客造成威胁, 因此, 在此区域设置缓冲区, 以保证浴场游客的安全。

表 2-1 项目各功能区开展的旅游娱乐活动

功能区	开展的旅游活动	用海面积(公顷)
水上运动娱乐区	主要开展水上运动娱乐项目, 包括动力摩托艇、动感飞艇、香蕉船、滑板、滑水、休闲垂钓、帆船运动及培训等	121.6627
海水浴场区	近岸游泳和沙滩休闲娱乐等	8.3373

表 2-2 项目拟投入的设施数量、型号等一览

设备名称	数量	型号、规格	游客人次预测
水上自行车	15 辆	双人、三人	50 人次/日
皮划艇	15 艘	单、双人	30 人次/日
香蕉船	10 艘	SY-FF2、SY-FF4、SY-BN3+3	50 人次/日
摩托艇	20 艘	SAD100G115130、SEADOO WAKI PRO 230、雅马哈 vx 700s	150 人次/日
大飞鱼	10 艘	SY=SK4+4、SY=WH5+5、SY-FF6	50 人次/日
小飞鱼	10 艘	雅马哈双人气垫	50 人次/日
拖拉圈	10 个	单人、双人、三人	30 人次/日
水下推进器	5 台	F5 定制版	20 人次/日
动力帆船	5 艘	珐伊 28R 运动帆船	100 人次/日
无动力双体帆船	7 艘	HOBIE Getaway	200 人次/日
水上飞行器	3 台	flyboard 飞行器 18 米管	30 人次/日
海钓游艇	2 艘	大连幽蓝德	50 人次/日
气垫船	4 艘	上海飞浪 CH-4/12/16/30 型全垫升气垫船	300 人次/日

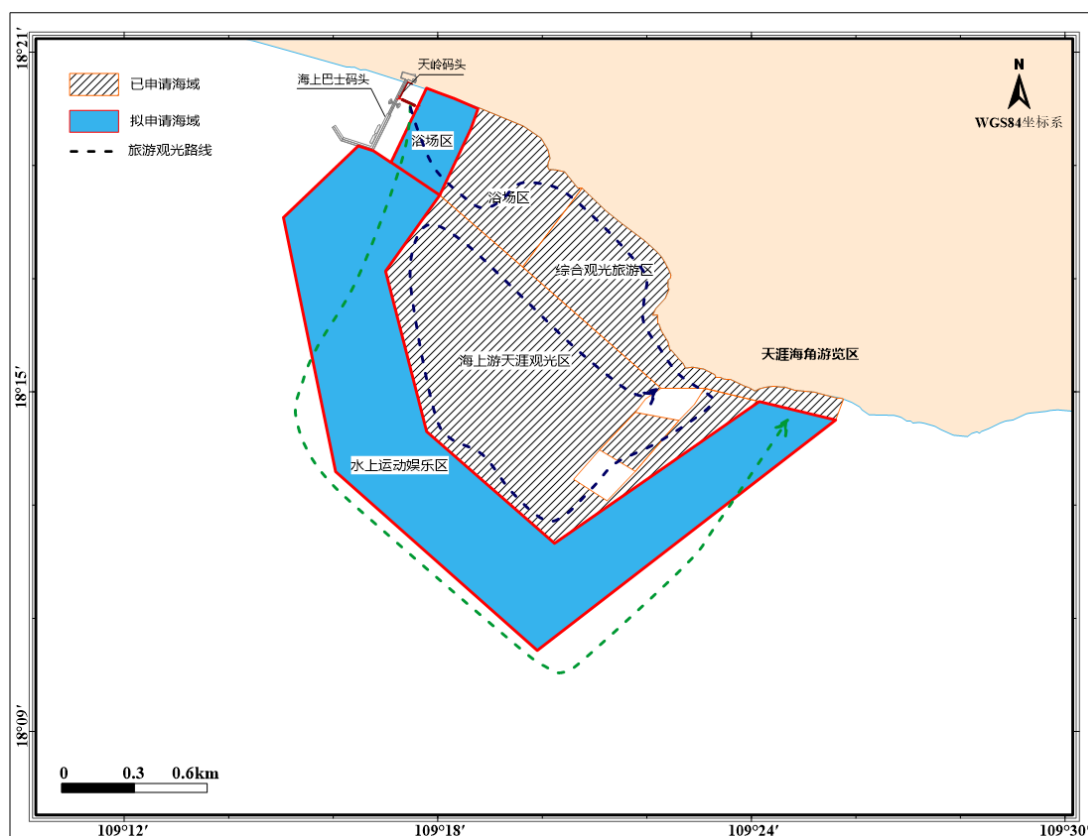


图 2-4 天涯海角海上观光游览规划线路图

6 配套设施区

本项目后方陆域为天涯海角游览区，该区位于三亚市天涯区，距主城区西南约 23 公里处，位于东经 109°20′52″，北纬 18°17′31″。背对马岭山，面向茫茫大海，是海南建省 20 年第一旅游名胜，新中国成立 60 周年海南第一旅游品牌，国家 AAAA 级旅游景区。景区自然风景奇特，海湾沙滩上大小百块石耸立，“天涯石”、“海角石”、“日月石”和“南天一柱”等突兀其间，奇木如林，椰风旖旎；民俗馆、文化苑、圣旨博物馆等建筑使得天涯海角游览区文化气息与自然风光交相辉映，游览区遍布鉴真、胡铨、李德裕、赵鼎等名人雕像，偶有名人词句跃于石上。悠久的历史文化和奇特的滨海地貌和自然风光吸引着无数登岛游客欣然向往。

本项目的开展可依托该游览区的基础设施及旅游休闲配套设施，游客亦可通过该游览区中心广场、滨海步道以及电瓶车道等进入本项目浴场区及游乐场区域内。本项目依托天涯海角游览区的相关基础设施设备主要由以下几个方面组成：

(1) 水上运动设施存放处

天涯海角旅游娱乐发展有限公司先期已申请 144.9348 公顷的海域作为天涯海角游览区的配套旅游娱乐用海，目前该用海已确权。天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目用海方式为浴场、游乐场用海和专用航道、锚地及其它开放式，其功能分区有综合观光娱乐区（水上运动及缓冲区、浅水区、沿岸观光旅游区以及婚纱摄影休闲娱乐区）、海水浴场区和缓冲区、海上游天涯观光区，见图 2-5。

本项目开展的水上娱乐活动项目众多，此次申请用海对应的沙滩和后方陆域较为有限，不足以容纳水上娱乐设施设备的临时存放，因此，可依托先期申请的沙滩区域和后方陆域作为水上娱乐设施设备的临时存放场地。根据各水上娱乐设施设备的规格型号、尺度并且结合各用海区域的功能定位确定本项目水上娱乐设施设备的临时存放场地主要分布在先期申请的天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目浴场区、游乐场区东侧和西侧后方(图 2-7 中黄色区域)，占用岸线分别约为 190m、110m 和 140m，占用各区岸线百分比分别约为 30%、15%。

(2) 天涯海角游客中心

游客中心内有专门人员负责对景区热门景点、景区交通路线、配套旅游娱乐项目等进行讲解。设置物品寄存处，并配备了更衣淋雨设备。

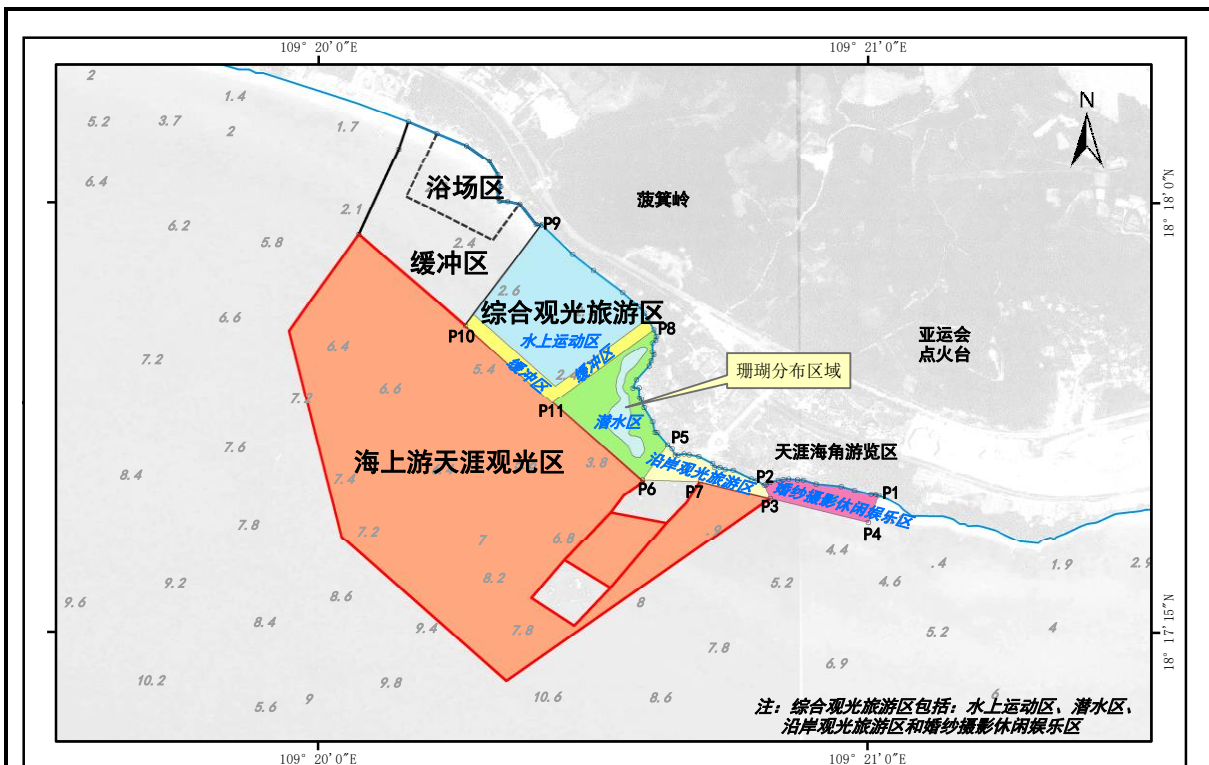


图 2-5 天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目功能分区图(先期)

(3) 公共交通设施及游客通道：

目前，景区内可提供的公共交通工具主要为电瓶游览车，在游客中心设有景区电瓶游览车路线图，并在重要节点位置如天涯海角石、景区入口、天涯海角海上巴士码头等处设置电瓶车站，游客可通过搭乘电瓶游览车到达本项目浴场区域。

此外，景区内还建有景观步道，方便游客徒步游览。天涯海角游览区远期规划还将建设沙滩游线、水路两栖车游线等，见图 2-6。届时人流将会得到合理的分配，游客抵达各用海区也将更加便利。

(4) 天涯码头：位于天涯文化苑西南侧沿岸位置，为临时性码头，主要靠泊游览船、海钓游艇、动感飞艇、快艇等中大型水上运动娱乐设施。码头主要由趸船、浮动引桥构成，其中趸船尺度为 50m×10m，浮动引桥尺度为 10m×3m。浮动引桥主要为游客通道，泊位主要分布在趸船周围，本项目海钓游艇可靠泊此处。

(5) 公共停车设施：天涯海角游览区正门口对面-海榆西线北侧已建有停车场，可提供一定数量的停车位。此外，本项目浴场西北侧天涯海角海上巴士码头出入口处也有一定数量的停车位分布。

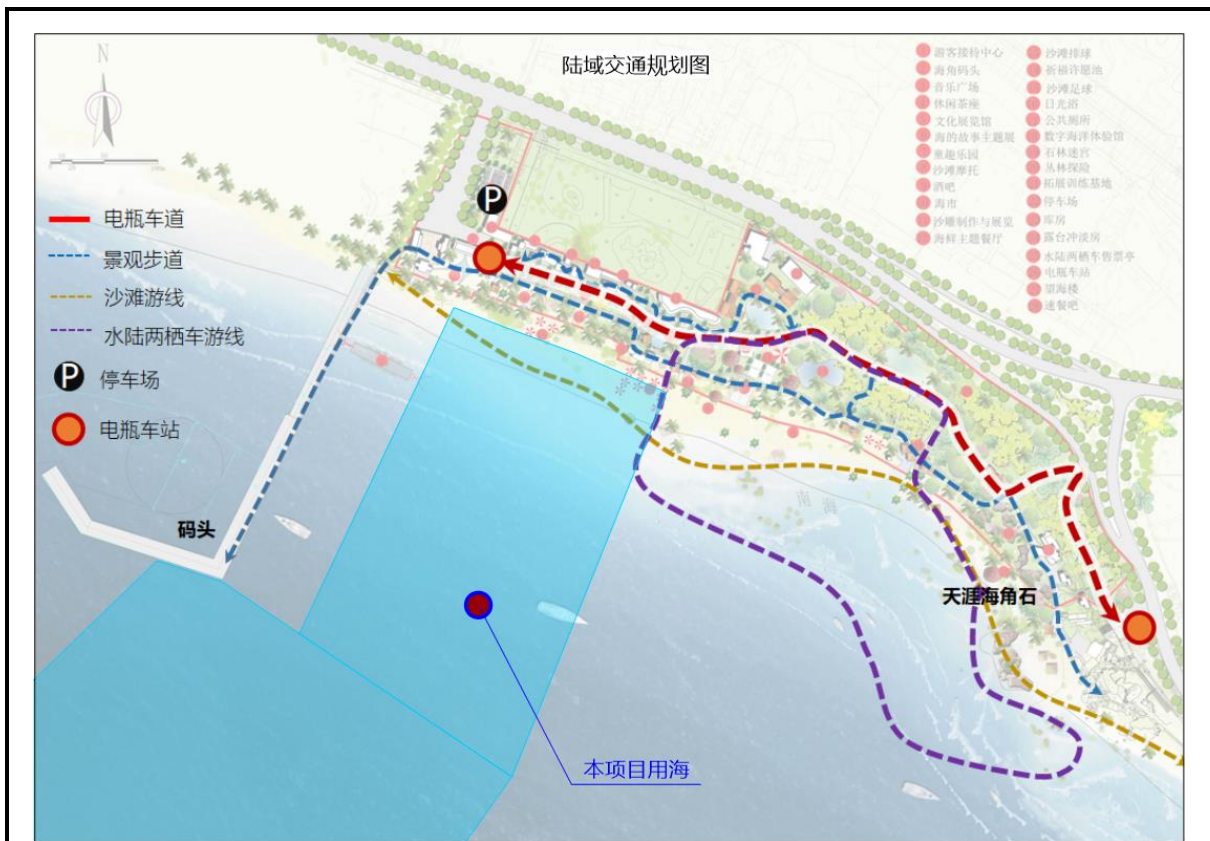


图 2-6 本项目后方陆域交通规划图

(6) 信息设施:

在景区设有造型特色突出的各种标识, 包括导游全景图、导览图、标识牌、景物介绍牌、安全警示等, 方便游客快速了解游憩目的地情况。浴场区设有水深地形图, 但应增设液晶显示屏, 显示信息包括波浪浪级、粪大肠菌群数、水温、是否适宜游泳等, 方便游客知悉。

设置广播站, 提供中外文广播服务, 内容包括背景音乐、海洋天气预报、游泳安全须知、泳区简介、环境保护宣传、海滩注意事项、紧急通知、提醒泳区游客上岸冲浴等。

建设浴场网站, 提供公共信息服务, 包括浴场服务项目价格、开放时间、浴场位置、乘车路线、浴场地图、问讯电话、浴场最佳游览时间、游览注意事项、天气预报和自然灾害等基本信息。

(7) 卫生服务设施: 主要布置卫生环保设施, 天涯海角游览区内已建有公用厕所、冲淋设施、垃圾箱、更衣室、冲脚池等(如图 2-7), 运营期, 申请用海单位可根据实际需要, 适当改造扩大规模, 规范管理, 为游人提供卫生服务。

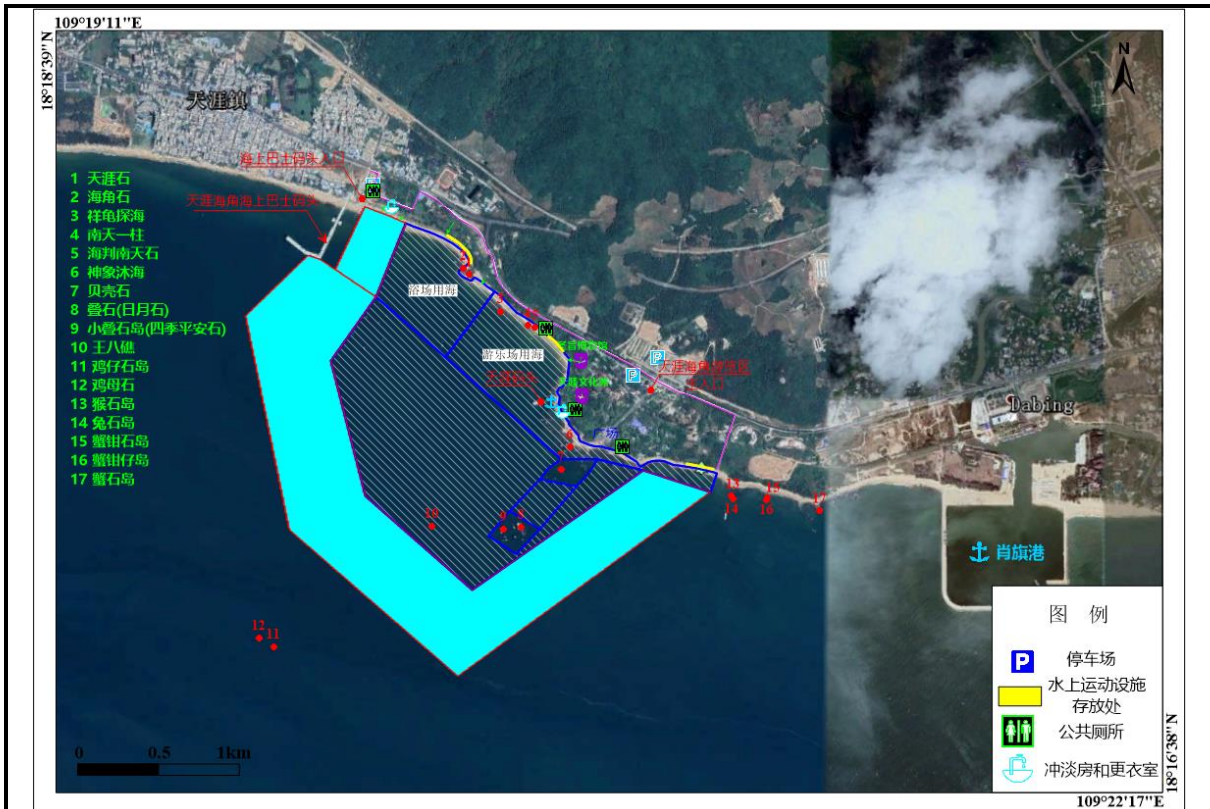


图 2-7 项目依托景区设施设备

(8) 帆船培训区

帆船培训区位于整个游览区的西侧，以帆船培训课程为主要体验。整个帆船培训区由帆船科普馆、教学馆、休闲中心、室外体验区等组成。

帆船科普馆是引导游客了解帆船历史与帆船知识的区域，配有专业讲解人员进行讲解。科普馆分为两个部分，历史展厅和专业知识展厅。历史展厅主要是通过图片和模型使游客们了解帆船的历史，包括产业与发展等。而专业知识展厅是一个系统了解帆船构造的区域，通过帆船模型和专业讲解来展示。在帆船科普馆，主要讲解内容包括帆船历史、帆船文化帆、船结构、操作方法等。

游客对于帆船历史和相关知识有了一定了解，就需要进一步课程，学习帆船构造、航行原理，学习如何如何操作、判断风向和涌浪对帆船的作用等，综合了解帆船的相关知识。教学馆主要通过室内的教室进行专业课程讲课和实物展示等向游客传授帆船知识。

当游客对帆船有了全面的了解，就可以到室外亲身体验舵手掌舵和升帆等内容，船型可选用运动比赛船只，每船 4-7 人左右。学习的内容包括帆船装配培训、岸上模拟操作训练、海上基本操作训练等，如帆船绳结打法、帆船组装、帆船基本操作示范、各动作分解训练、航线知识熟悉，以及训练水感、风感、控帆、调帆等基本驾船能力

等。

7 项目施工工艺和方法

项目为开放式游乐场用海，根据开发性质，不进行任何水工构筑物建设。新建临时设施仅为功能区和缓冲区之间的海上隔离网，目的是实现功能分区和保障游客安全。隔离网为 PE 涤纶材质防鲨网，长约 1500m。隔离网上设置漂浮警示装置。

隔离网主要施工工艺：首先依据水深情况裁剪折叠成合适的尺寸，然后压缩、捆扎，使用小型拖船运输到施工现场。施工人员将隔离网的侧面和隔板支起，确保各片在准确的位置，绑扎石笼的四个角，然后捆扎隔离网的各边，用绑扎丝或者金属环扣将隔片和网身进行连接；然后装入石块，再和相邻的石笼网箱连接。

浴场区岸上应设置安全观察塔以及垃圾回收箱等简易设施，施工工艺较为简单。

8 占用海域面积和岸线情况

本项目用海类型属于旅游娱乐用海，用海方式为浴场、游乐场用海(水上运动娱乐区)，预申请用海面积分别为 8.3373 公顷和 121.6627 公顷，总申请用海面积 130.0000 公顷。本项目占用岸线 217m。

9 项目建设必要性分析

天涯海角游览区，位于三亚市天涯区距主城区23公里处，陆地面积为10.4平方公里，海域面积6平方公里，背对马岭山，面向茫茫大海，是海南建省20年旅游名胜之一。这里海水澄碧，烟波浩瀚，帆影点点，椰林婆娑，奇石林立水天一色。海湾沙滩上大小百块石耸立，“天涯石”、“海角石”、“日月石”和“南天一柱”突兀其间，昂首天外，峥嵘壮观，自然旅游资源较为丰富。

本项目运营期主要开展水上运动、海水浴场等，服务对象主要是景区内观光的游客。该项目建设的必要性主要表现在以下几个方面：

(1)项目的建设是天涯海角景区争创5A级景区的需要；

(2)项目的建设可进一步完善该景区配套旅游娱乐用海项目的开展，拓展不同游客亲水休闲娱乐需求；

(3)天涯海角景区作为海南省知名的旅游景点，成为国内外游客在海南休闲度假的首选观光景区之一，亟需挖掘丰富的海上旅游资源与之相匹配；

(4)项目的建设是提升城市形象，发展优势产业的需要。

表 3 污染与非污染损害要素分析表

1 环境标准

(1) 环境质量标准

1) 海水水质在旅游休闲娱乐区和农渔业区执行《海水水质标准》中的第二类标准；在海洋保护区、保留区执行《海水水质标准》中的第一类标准；在工业与城镇用海区、港口航运区内执行《海水水质标准》中的第三类标准。

2) 海洋沉积物在海洋保护区、旅游休闲娱乐区、保留区、农渔业区内均执行 GB 18668-2002《海洋沉积物质量》第一类标准；在工业与城镇用海区、港口航运区内执行 GB 18668-2002《海洋沉积物质量》第二类标准。

3) 环境噪声执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)2 类标准，即昼间不超过 60db(A)、夜间不超过 50db(A)。

(2) 污染物排放标准

1) 生活污水：运营期项目产生的生活污水进入三亚天涯海角旅游发展有限公司西区污水处理站处理，处理后的水质同时满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 A 标准和《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002) 中冲厕、城市绿化标准。

2) 大气：大气污染物排放执行《大气污染物综合排放标准》GB 16297-1996 无组织排放监控浓度限值。

2 项目营运期污染环境因素识别

(1) 环境容量估算

项目海水浴场和沙滩作为游客主要游览载体，根据《风景名胜区规划规范》(GB50298-1999)规定的容量测算标准，每天开放时间取12小时，人均每次利用时间为1.5小时，每人最低空间标准：浴场海域为10-20m²/人（海拔-2—0米以内水面）；浴场沙滩为5-10m²/人。根据本项目浴场区域的平面布置方案，实际使用的浴场海域面积约2.5公顷，沙滩面积约1.2公顷，由此计算可得本项目每日浴场资源容量约1250人，沙滩资源容量约1200人，浴场沙滩资源容量共约2450人。

(2) 水污染源及污染物

本项目营运期的水污染源有生活污水和船舶污水。

① 生活污水

本项目产生的生活污水主要为游客冲淡、冲厕污水，本项目所依托的天涯海角游览区内已建有公用厕所、冲淋设施(见图 2-10)，本项目拟在浴场后方陆域再增建厕所和冲淡设施便可满足本项目游客使用，新增厕所和冲淡设施不在本项目评价范围之内。天涯海角游览区内目前已建有 3 座污水处理站及配套污水管网，日均处理规模均为 300m^3 ，总处理能力为 $900\text{m}^3/\text{d}$ ，分别位于天涯海角游览区的东区、中区和西区(见附图 2a)，目前污水处理系统稳定运行，尾水采用中水回用，部分中水自暂存池采用重力流回用于厕所冲厕，剩余部分采用槽车装运进行绿化浇灌。

项目运营期分淡季、旺季，旺季每日到访游客按浴场沙滩允许游客容量的 80%，即 1960 人计，游乐场游客日均人数按 1110 计，工作人员按 80 人计，冲厕污水量按 40L 每人每天计，则冲厕污水的产生量为 $126\text{m}^3/\text{d}$ 。冲淡为收费项目，主要为游泳游客，按旺季浴场每日游客量的 90% 即 900 人估算，游客人均冲浴水产生量按 50L/d 计，则游客每天产生的冲浴污水约 $45.0\text{m}^3/\text{d}$ 。

综上，本项目运营期生活污水总排放量约为 $171\text{m}^3/\text{d}$ 。本项目产生的生活污水纳入西区污水处理站处理，其纳污范围主要为本项目浴场后方新建厕所化粪池出水以及冲淡房冲浴废水，该污水处理站的日均处理规模为 300m^3 ，可满足本项目废水处理需求。西区污水处理站地理位置及污水处理工艺分别见附图 2b 和附图 3。

②船舶污水

本项目运营期的船舶废水主要为海钓游艇的含油污水和生活污水。

本项目游艇冲洗和游艇生活用水日最大污水产生量不超过 10m^3 。本项目未设污水接收设施，因此游艇产生的生活污水由有资质的污水接收单位接收至景区西区污水处理站进行处理。

游艇含油废水主要是机舱主副机、泵、管系等渗漏到机舱而形成的，由于游艇吨位小，产生的含油污水量也很小。本项目 2 艘海钓游艇排水量均为 8t，游艇吨位很小，因此产生的含油污水量也很小。参考《港口工程环境保护设计规范》估算本项目含油污水年产生量约为 1t。未经处理的船舶舱底水含油浓度为 $2000\sim 20000\text{mg/L}$ 。游艇排污设备都必须进行铅封管理，本项目游艇产生的含油废水应由有资质的污水接收船接收外运达标处理。

(3) 大气污染源及污染物

运营期大气污染物主要来自营运船只工作时，发动机燃烧燃料所排出的烃类废气(NMHC)，量少可忽略不计，直接排向空气。

(4) 噪声污染源

本工程建成后，运营期噪声污染源主要为船舶噪声，包括鸣笛等。船舶噪声在运行时船边噪声级一般为50dB。

(5) 固体污染源

本项目固体废弃物主要有维修营运船只产生的少量废料、废油、工作人员及游客产生的生活垃圾。处置方法包括：回收利用边角废料；项目区域根据需要设置相应数量的垃圾回收箱，生活垃圾一日一清，及时收集交由环卫部门统一外运处置。本项目依托的西区污水处理站污泥委托有资质单位妥善外运至污水处理厂进一步处置。

运营期生活垃圾产生量根据《第一次全国污染源普查城镇生活源产排污系数手册》中提供的系数和计算方法来估算，项目所在的三亚市属于二区三类城市，按0.51kg/d·人估算，游客人数按3070人计算，则生活垃圾排放量约为1.6t/d。

3 非污染环境影响分析

本项目运营期存在非污染环境的影响如下：

(1) 对海洋水动力及地形地貌冲淤的影响

本项目为水上娱乐运动、海水浴场等开放式用海，没有人工构筑物等设施，可较好的保持该海域自然属性，基本不会改变周边地形地貌，对项目周边的水动力环境和岸滩冲淤也没有影响。

(2) 对生态环境的影响

由于本项目为开放式用海，仅开展水上旅游娱乐项目以及浴场项目，对浮游植物、浮游动物、游泳生物、底栖生物等其它生态资源影响是在可控制范围内，基本上不会影响其正常生长。

本项目运营期可能对海洋生态环境造成影响的因素主要来自旅游船只油料泄漏污染海洋生态环境，以及旅游船只驾驶过程中产生的噪音和喷射的水流给海洋生物带来影响。

运营期影响环境因素见表 3-1。

表 3-1 运营期影响环境因素分析

产生环节	可能产生的影响	影响因素	影响性质
运营期	游艇、摩托艇排放的烃类废气（NMHC） 船舶噪声 工作人员及游客生活垃圾 旅游船只油料泄漏	环境空气 声环境 固体废弃物 生态环境	

表 4 区域环境概况分析表

1 自然环境概况

1.1 地质地貌

1) 区域地质构造

海南三亚地区位于九所-陵水东西向深大断裂带之南。本区经历了加里东、海西、印支、燕山和喜马拉雅等构造运动，构造形迹交错穿插、迭次出现，构造形迹主要由近东西向和北东或北北东向构造组成。

本区早期构造对晚期新构造运动有明显的控制作用，如地震、热泉等均沿东西向及其它方向构造的交接部位发生或产出。

本区自第三纪以来的新构造运动是以地壳缓慢上升为主，伴有局部下降且没有大的地震活动。现今构造活动性较弱，区域稳定性较好。

勘区主要断裂为狗岭断裂：自鹿回头起，经狗岭、田独至三公曲，全长约 20km，宽约 500m，总体呈 35°-50° 走向，向北西倾，倾角较陡。

该断层走向、倾向与区域地层产状基本一致，是晴坡岭向斜形成后期生成的顺层逆冲断裂，其作用是造成了古生代地层的缺失或重复。

2) 区域地形地貌

“天涯海角”是驰名海内外的旅游地，也是花岗岩造就的风景区，是我国著名的花岗岩石蛋地貌分布区，海湾沙滩上大大小小上百个花岗岩石蛋耸立，蔚为壮观，其中就包括高 7 米的圆锥形巨石“南天一柱”。按照地质地貌学家崔之久先生对花岗岩地貌的分类，天涯海角属于化学风化壳发育比较完全的地区，即有一个完整的从基岩过渡到红土层的风化剖面。但由于面朝大海，风化壳被全部剥蚀殆尽，而使其中的石蛋和石蛋层暴露出来。

这些岩石是早白垩世燕山期花岗岩球状风化后的巨石，大小不等，见照片 4-1，最大的直径有 10 m 多，小的直径 1m 左右，为数近千块，呈不均匀自西向东沿岸边的沙滩断续分布，见照片 4-2。其中离岸 600m 处有两块长立方体花岗岩巨石 (10m×3m×3m)，呈 X 型叠置，见照片 4-3，人们将它们命名为“爱情石”，其对岸为爱情广场。这些独具特色的海岛奇岩怪石造型的花岗岩石蛋地貌成为天涯海角著名的旅游资源。



照片 4-1 花岗岩石蛋地貌-1



照片 4-2 花岗岩石蛋地貌-2



照片 4-3 花岗岩石蛋地貌-3

3) 项目区域水下地形

项目区域水深采用胜利油田信科海洋勘察测绘有限公司 2017 年 8 月实测的 1:1000 项目周边地形测量图, 见附图 8 所示。

1.2 气象条件

项目所在区域三亚市的气候属热带海洋性季风气候, 冬季气候温暖干燥, 雨量较少; 夏季高温多雨, 并常有雷电、暴雨、台风。根据中国科学院生态系统研究网络三亚站数据和信息网站 2005 年至 2012 年的气象资料统计, 项目区域的气象概况如下:

1) 气温

本区气温较高, 年平均气温为 26.7°C。非常适宜本项目旅游娱乐活动的正常开展。各月平均气温都在 22°C 以上(表 4-2), 4~10 月份较高, 平均为 28.6°C, 11 月至翌年 3 月份较低, 平均为 24.0°C。本区极端最高气温为 38°C(2006 年 7 月 24 日), 极端最低气温为 11.7°C(2005 年 3 月 6 日)。

表 4-2 逐月平均气温(°C)(2005 年-2012 年)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均气温	22.2	23.5	25.2	27.6	29.1	29.8	29.1	28.8	28.4	27.3	25.7	23.4

2) 降水

三亚地区有旱季和雨季之分, 5 月~10 月为雨季, 降水量约占全年的 90%, 11 月至翌年 4 月为旱季, 降水量较少。多年平均降水量为 1252mm, 逐月平均降水量见表 4-3。

表 4-3 逐月平均降水量(mm)(2005 年-2012 年)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均降水量	4	5	10	65	92	131	210	225	216	254	40	8

3) 相对湿度

三亚气候湿润, 多年平均相对湿度 76%, 8 月份湿度最大为 83%, 12 月份气候相对干燥, 相对湿度为 69%。逐月平均相对湿度见表 4-4。

表 4-4 逐月平均相对湿度(%)(2005 年-2012 年)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
相对湿度	71	75	75	76	77	79	80	83	80	76	71	69

4) 风况

据三亚气象站统计, 三亚以 E、NE 和 ENE 风向为最多, 约占全年总频率的 37% (表 4-5、图 4-1), 一年内几乎有 8 个月的时间被上述风向控制, 其余四个月 (5~8 月) 风向较乱, 但以 W、WSW 风向为主, 约占这四个月风频率的 40%。各向平均风速、最大风速及频率见表 4-5, 逐月平均风速见表 4-6, 不同季节风向玫瑰图见图 4-2。

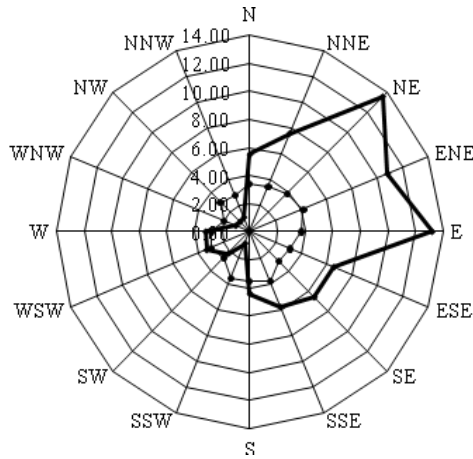


图 4-1 三亚市全年平均风向频率分布图

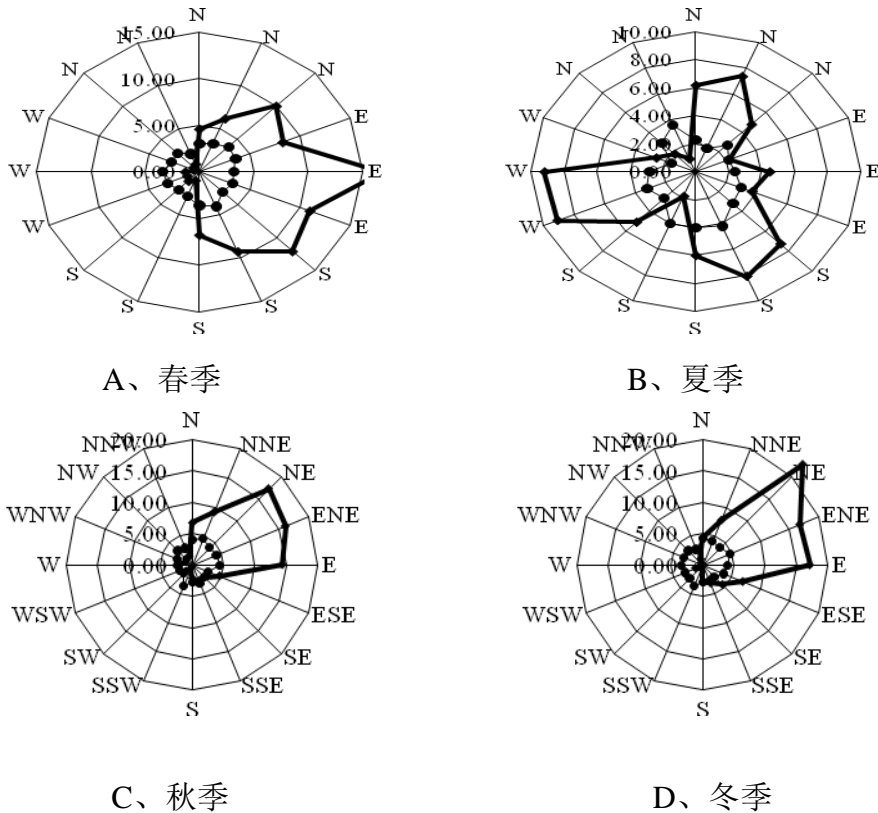


图 4-2 各季节风频率玫瑰图

三亚大风天气主要来源于热带气旋，三亚大于或等于 20m/s 的风速出现在 6~10 月。大风风向分别以 NNE~E 和 SSW~W 为主，最大风速可达 24m/s(表 4-5)。热带气旋引起的最大风速瞬间达 45m/s(SW)，全年平均风速 2.5m/s。

表 4-5 各向平均风速、最大风速及频率表

方位	最大风速(m/s)	平均风速(m/s)	频率(%)
N	12.0	1.7	5
NNE	24.0	2.2	7
NE	20.0	3.1	13
ENE	18.0	3.4	10
E	23.0	3.0	14
ESE	17.0	3.	7
SE	17.0	2.8	7
SSE	16.0	3.2	5
S	14.0	3.3	4
SSW	19.0	2.9	1
SW	20.0	3.2	3
WSW	18.0	3.5	4
W	20.0	3.4	3
WNW	12.0	3.0	1
NW	30.0	2.0	1
NNW	11.0	1.5	1

表 4-6 逐月平均风速(2005 年-2012 年)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速(m/s)	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.2	1.2	1.4	1.9	1.7	1.9

5)热带气旋

影响本区的极端天气主要为热带气旋，统计 1949 年~2014 年共 66 年间中心进入 18.1°N~18.8°N、110°E~108°E 的矩形区域内的热带气旋为 70 个，平均每年约有 1 个。登陆三亚的台风 11 个、强热带风暴或热带风暴 7 个，热带低压 3 个。按月份统计，热带气旋 5 月和 10 月登陆次数最多，7 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆(表 4-7)。

表 4-7 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表

月份	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	合计
个数/个	4	2	3	3	3	4	2	21
比例%	19.05	9.5	14.3	14.3	14.3	19.05	9.5	100



图 4-3 2013 年 海燕台风

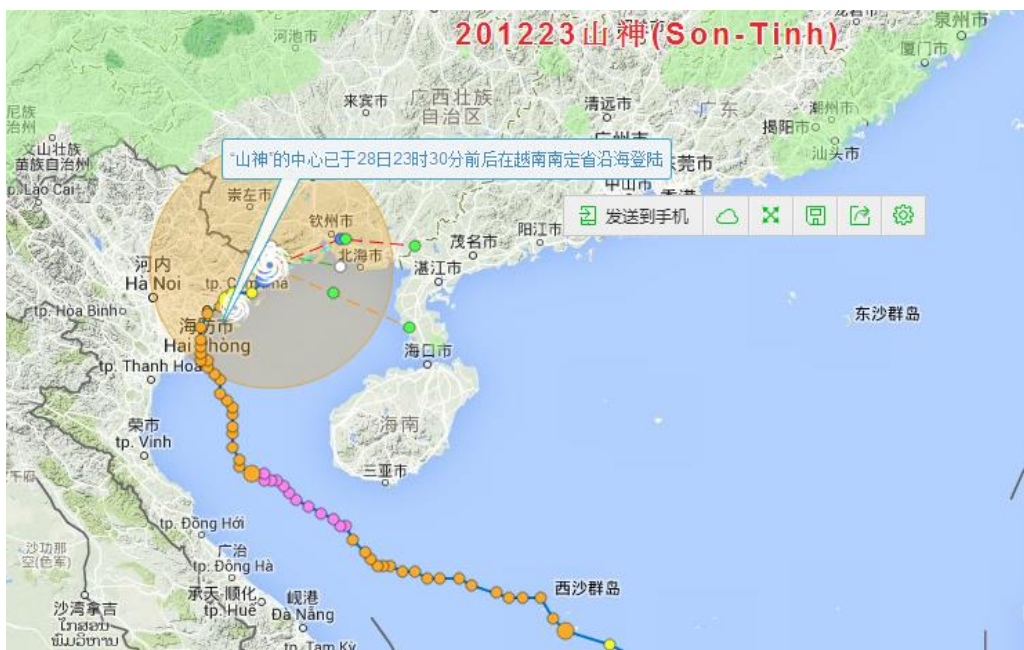


图 4-4 2012 年 山神台风

近几年来，登陆三亚的热带气旋等极端天气相对较少，以 2012 年山神台风(编号 201223)，2013 年海燕台风(编号 201330)这两次台风对三亚影响最大，见图 4-3 和图 4-4 所示，山神台风中心离项目最近距离约为 87km，海燕台风中心离项目最近距离约为 52km，影响三亚时均加强为强台风，最大风力达 14 级。本项目需要在运营期加强台风等极端气候天气的防护，须制定相应的应急预案，在完全落实应急应对措施后，本项目在该海域的运营是比较适宜的。

1.3 水文条件

1.3.1 波浪

工程岸段无长期波浪观测资料，根据三亚湾东侧外海一周年波浪观测资料，年内最大有效波高接近 6m，有效波高大于 1m 的频率可达 23%。外海主要波向集中在 ENE~WSW 方向，频率均大于 2%，其中 E~ESE 方向出现频率超过 60%(图 4-6)。但 S 向至 SW 向波浪波高明显较大。

另依据莺歌海海洋环境监测站 1995~2008 年共 14 年每天 08、11、14、17 时波浪观测资料进行统计(位于东经 108°40′、北纬 18°31′，测波点与测站位置的水平距离为 754m，方向 SW，水深约 12.0m)。根据统计资料可知：

项目所在海域以风浪为主，出现频率为 80%，涌浪出现频率为 41%。风浪的常浪向为 SE，频率为 19%，次常浪向为 SSE，其频率为 12%。涌浪的常浪向为 S，其频率为 14%，次常涌浪向为 SSW，其频率为 7%。强浪向为 ESE，次强浪向是 S、SSW 和 NE。年平均波高为 0.7m，6~8 月和 3 月，平均波高偏大，其中 8 月最大，为 1.0m。年平均周期为 4.0s，8 月最大，月平均为 4.3s。

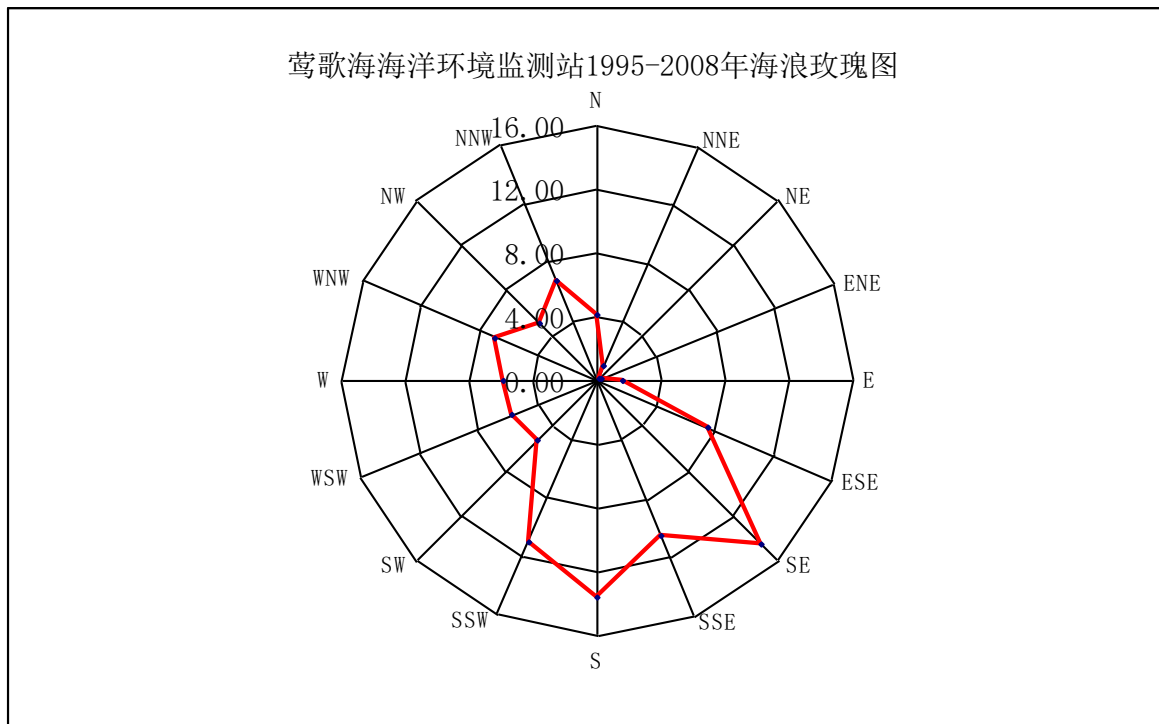


图 4-5 莺歌海海洋站海浪玫瑰图

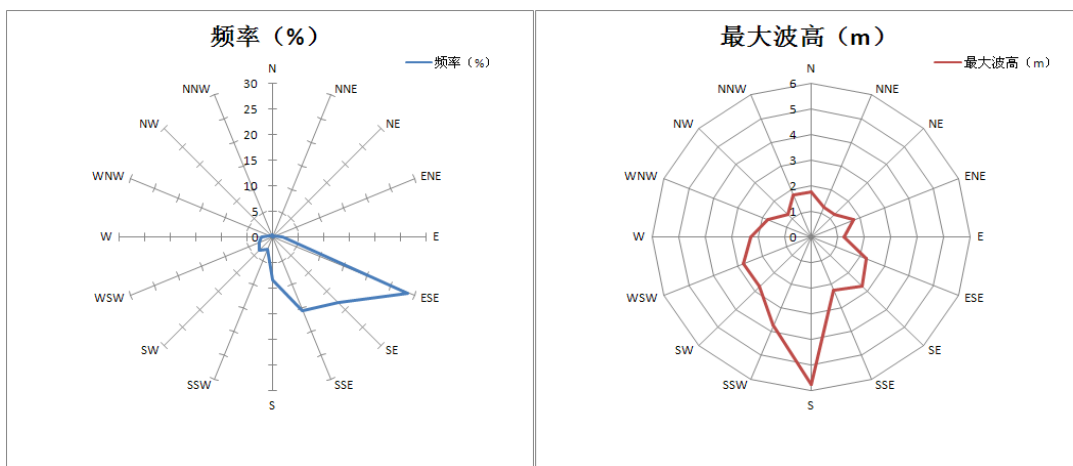


图 4-6a 三亚湾东侧外海各向波浪频率及年最大有效波高分布

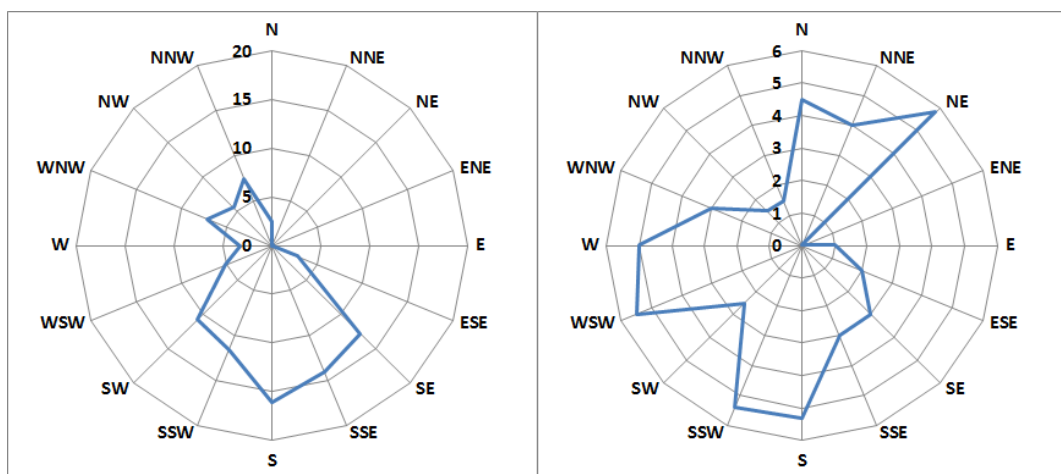
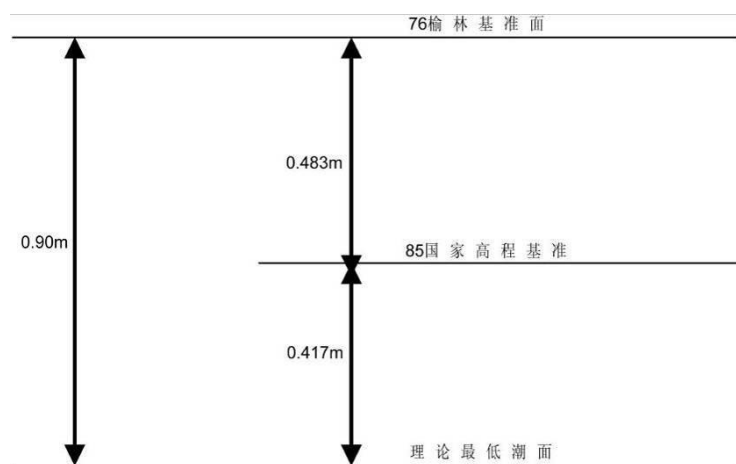


图 4-6b 莺歌海海洋站各向波浪频率(左)及年最大波高(右)分布

1.3.2 潮汐特征

1) 潮汐特征

① 基准面及转换关系



②潮汐性质及潮型

本海区潮汐同时受南海和北部湾两潮汐系统的影响。潮波主要表现为前进波性质，潮波从南海传至湾口东南水域，继续向西传播，一部分为潮波向西北偏西方向传向北部湾，一部分向北进入三亚湾和三亚港水域。

三亚湾的主要日潮与半日潮潮位振幅比为 2.88，属不规则全日潮。一年中约有 1/2 的天数是半日潮，1/2 天数是日潮。多年平均潮差 0.79m，为弱潮海区。

③潮位特征值

三亚湾海洋观测站有十几年的历史资料，根据国家海洋局三亚海洋环境监测站 1997~2011 年实测潮汐资料统计，三亚湾的潮位特征值(国家 85 基面)如下：

平均潮位：72cm（国家 85 高程，以下相同）；

平均潮差：83cm；

最大潮差：203cm（出现日期为 2004 年 12 月 14 日）；

最高潮位：216cm（出现时间为 2011 年 10 月 4 日 3 时 43 分）；

最低潮位：-43cm（出现时间为 2000 年 7 月 31 日 18 时 30 分）。

2)潮流特征

引用海南省海洋开发规划设计研究院于 2013 年 10 月 21 至 22 日(大潮)在项目附近海域开展了 6 条垂线水文观测资料，站位见图 4-7，实测潮流结果(见图 4-8)表明：

(1) 受地形影响，2#、3#站潮流流向较发散，其余测站潮流为明显的往复流，涨、落潮流向基本平行于等深线，呈涨潮西向流，落潮东向流特点。

(2) 各站转流时间基本一致，流速都在转流时刻左右达到极小值，在涨、落潮中间时刻达到最大值，可认为潮波为驻波。1#~6#站潮流最大流速分别为 78cm/s、77cm/s、55cm/s、60cm/s、49cm/s、53cm/s。

(3) 从潮流流速平均值来看，受海底地形摩擦影响，同一站位垂向方向上表层潮流流速最大，底层潮流流速最小；平面方向上，1#、2#、4#、6#站流速较大，3#、5#站流速较小，即总体而言，涨潮流略强于落潮流。

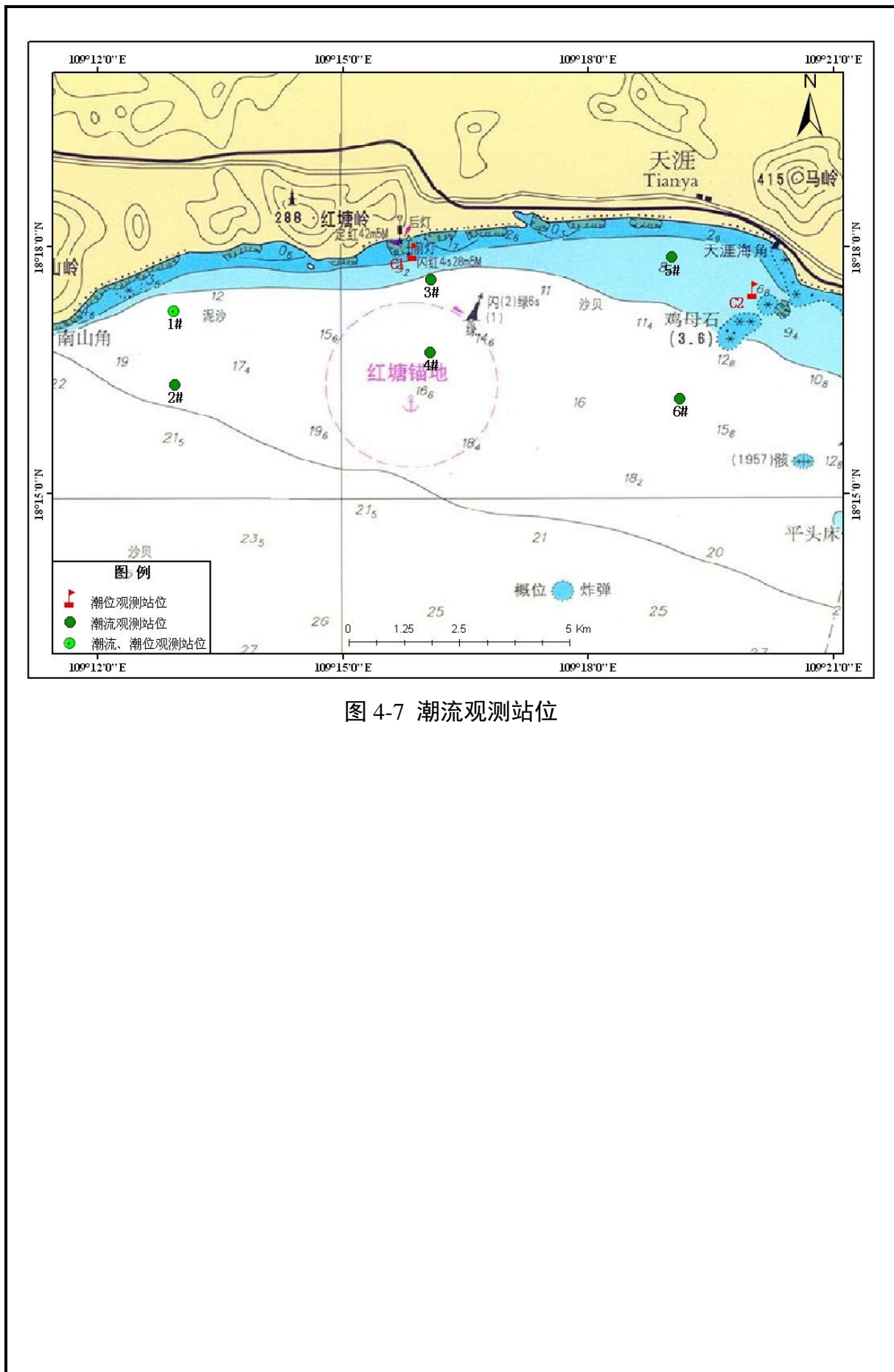


图 4-7 潮流观测站位

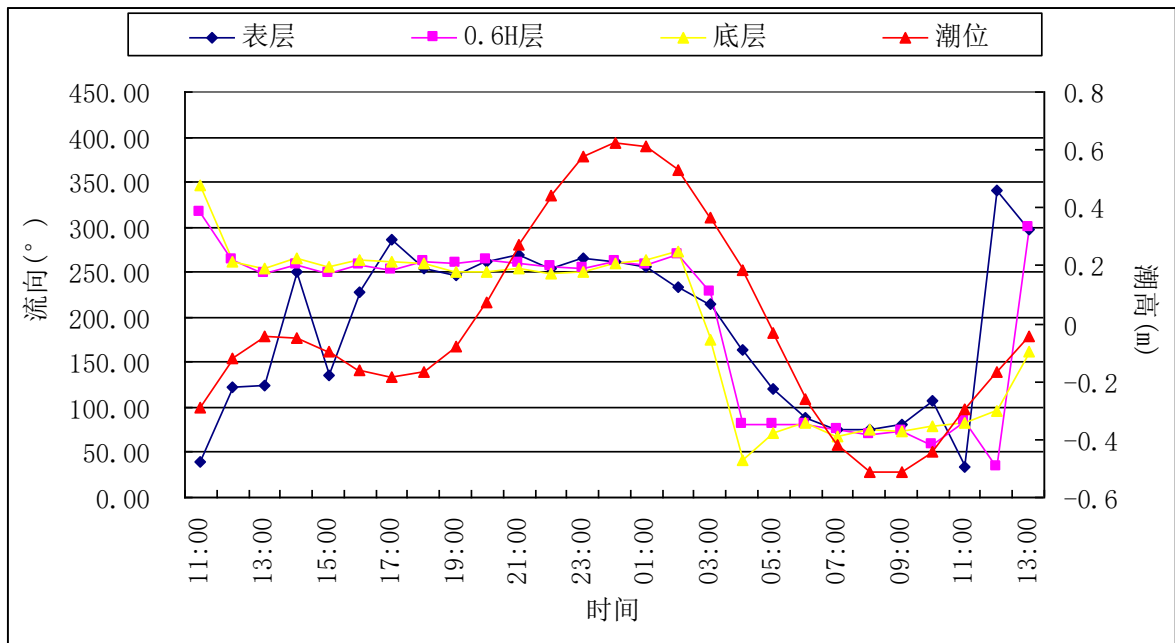
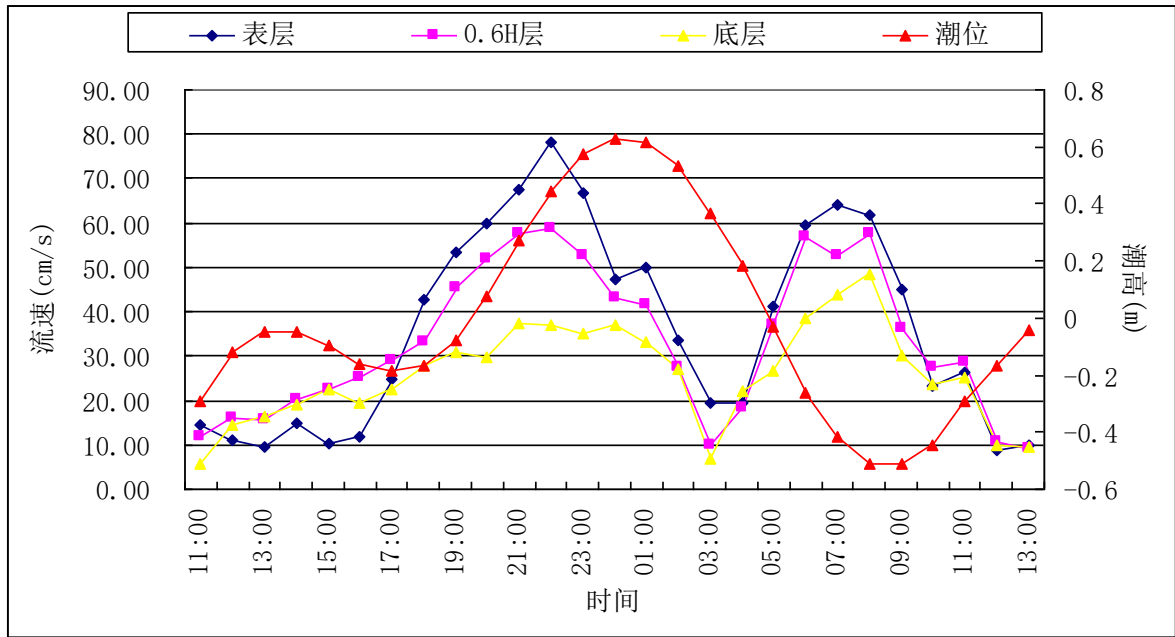


图 4-8a 1#站大潮期流速、流向过程曲线图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

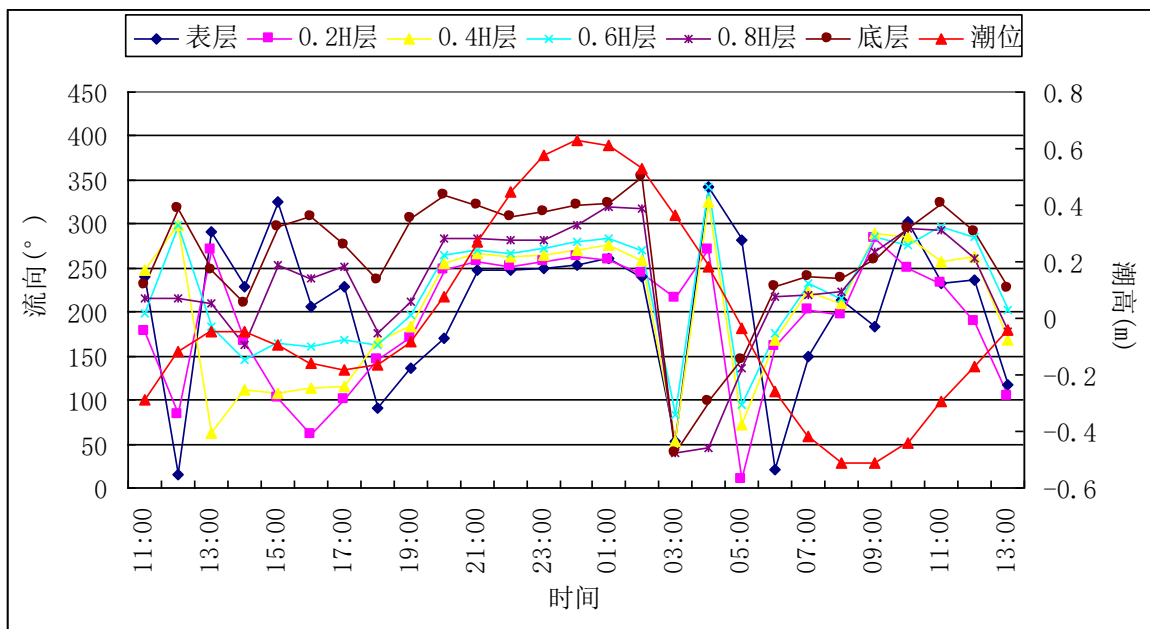
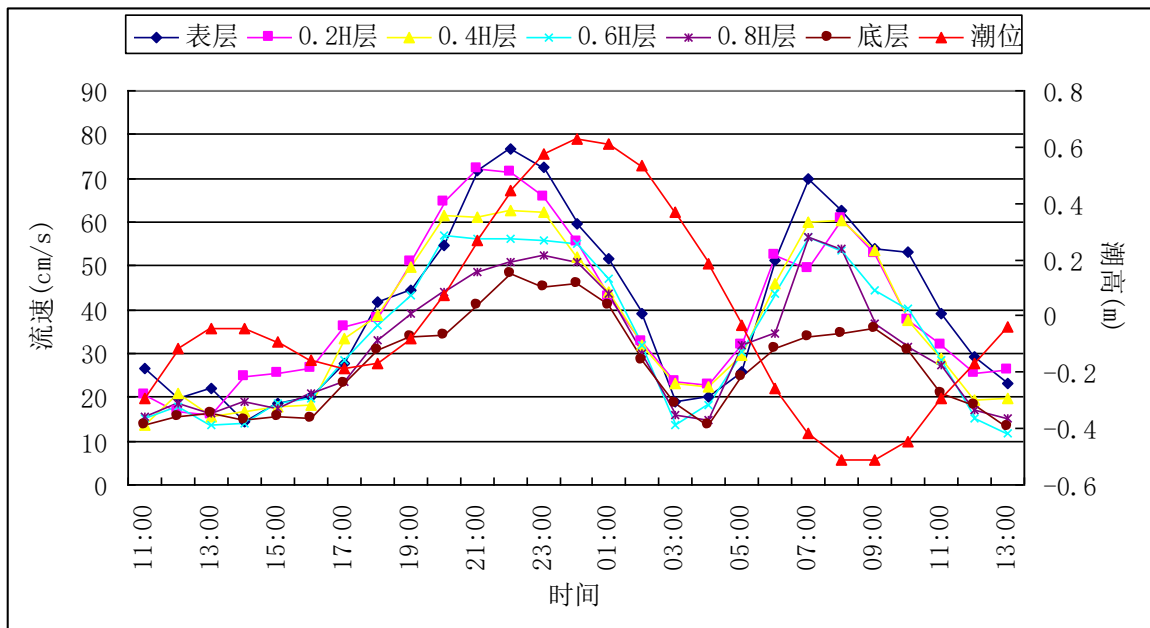


图 4-8b 2#站大潮期流速、流向过程曲线图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

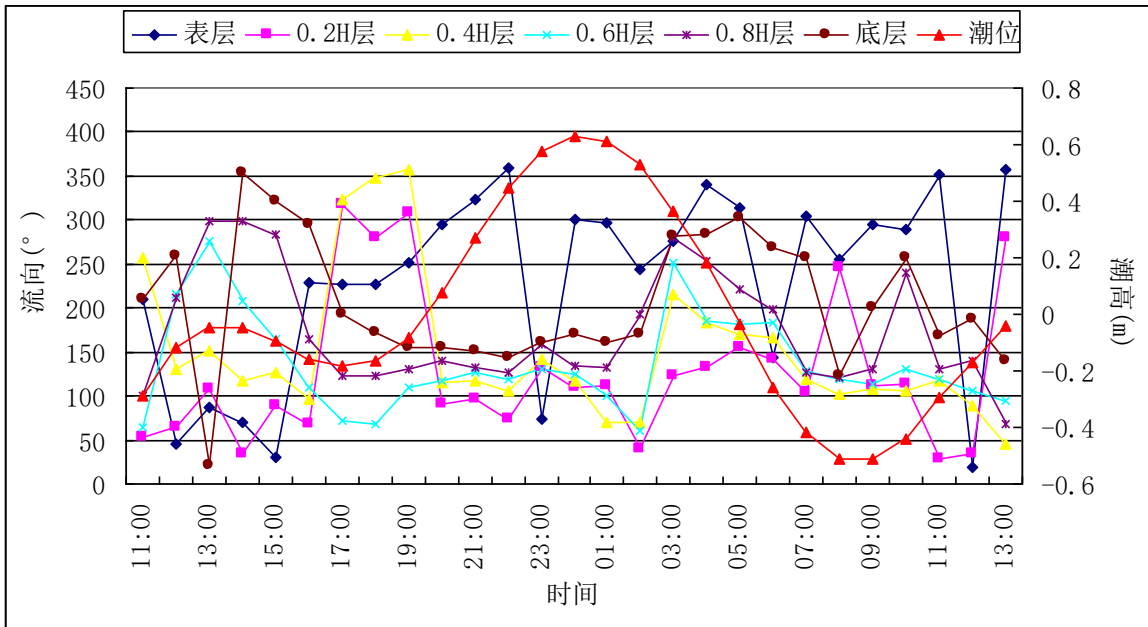
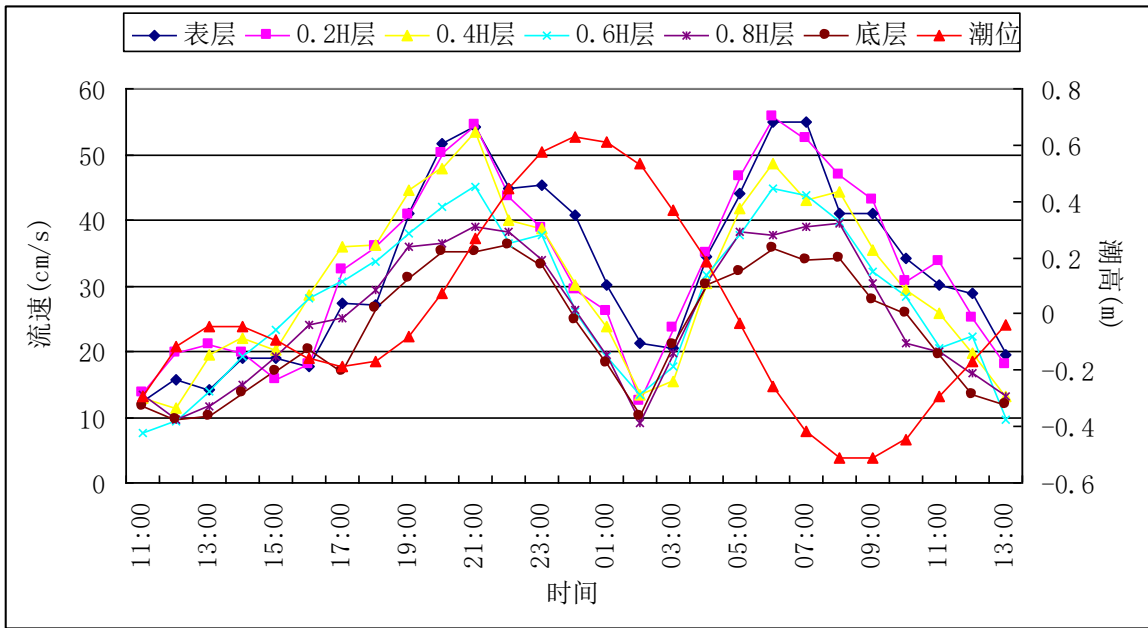


图 4-8c 3#站大潮期流速、流向过程曲线图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

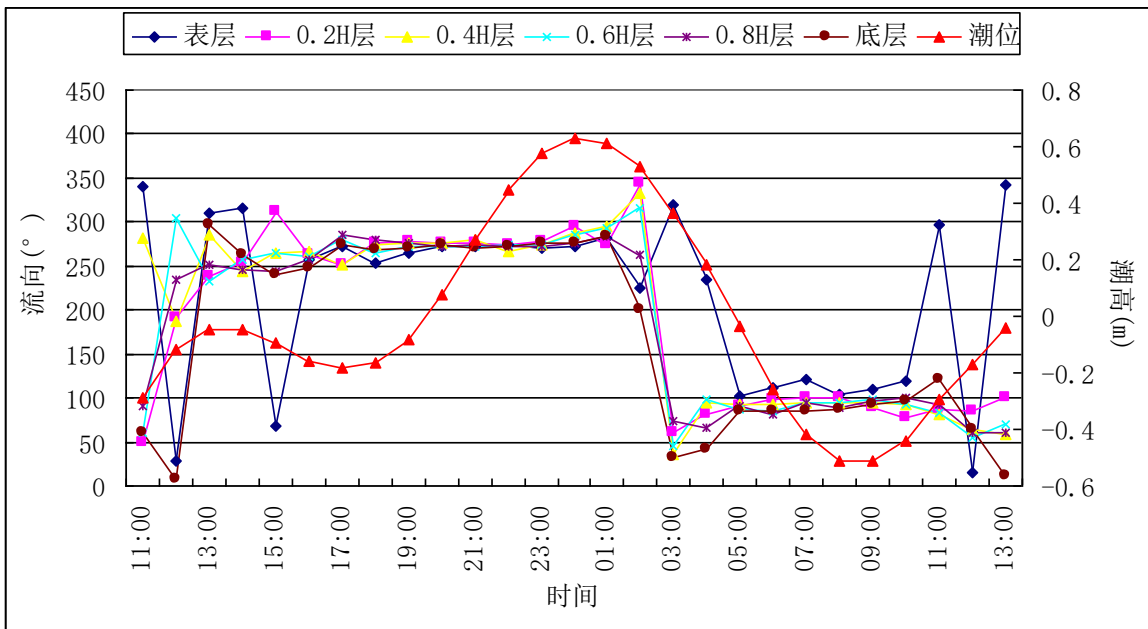
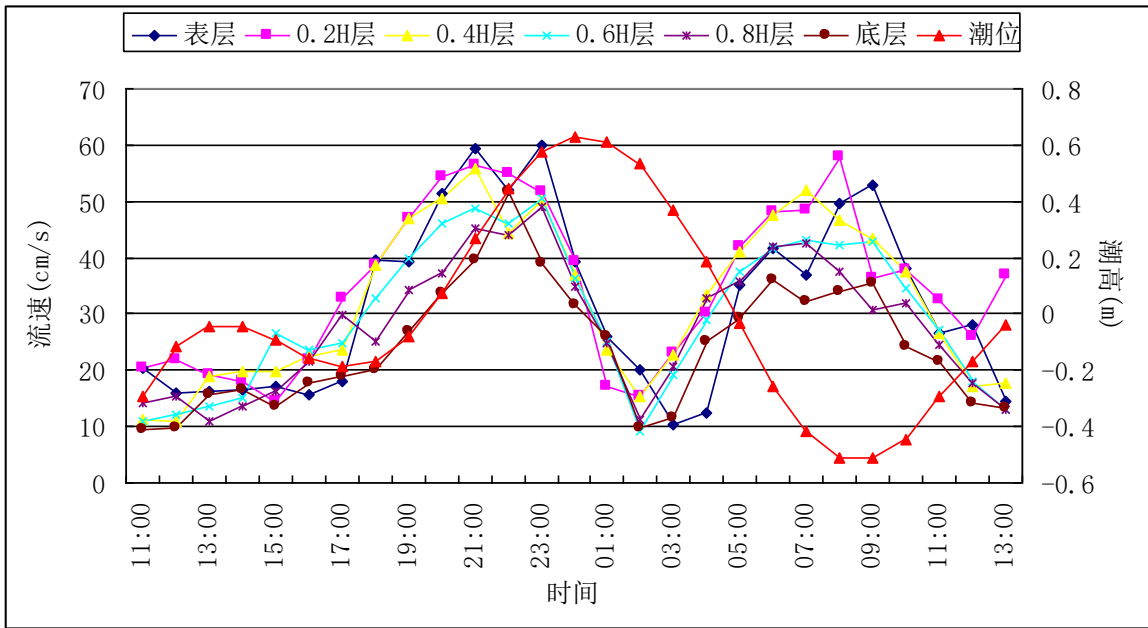


图 4-8d 4#站大潮期流速、流向过程曲线图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

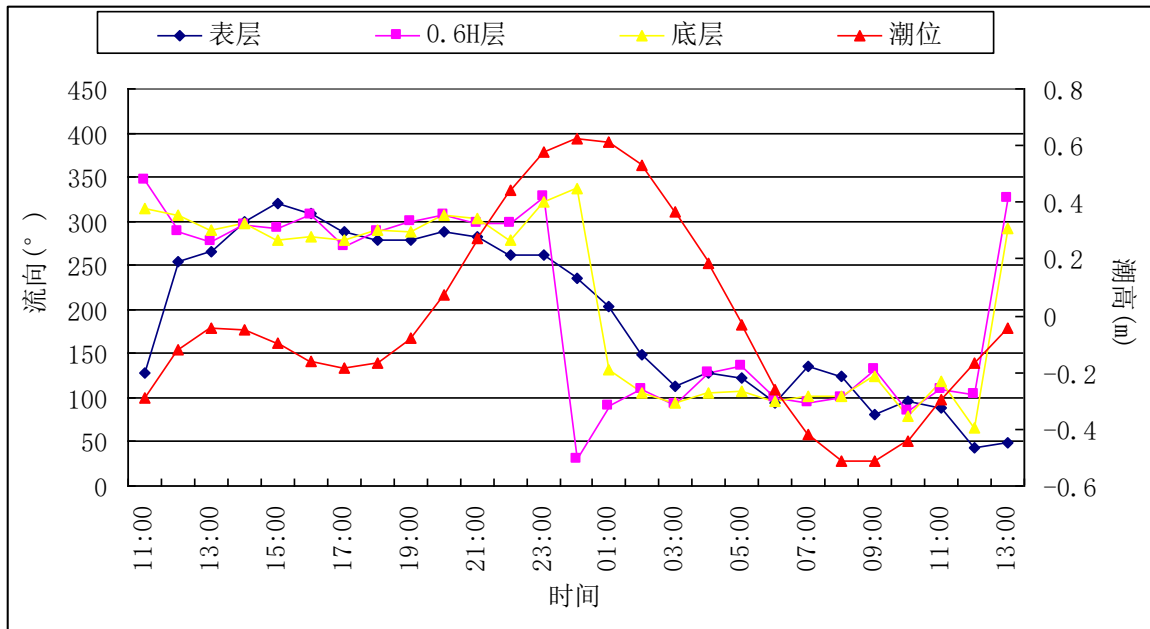
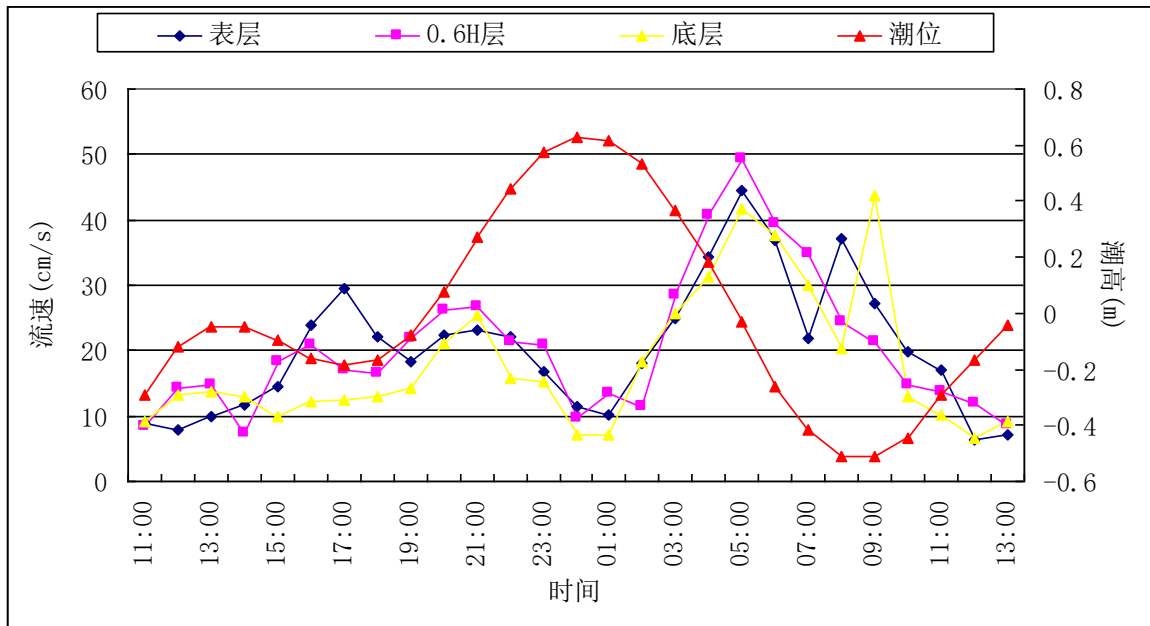


图 4-8e 5#站大潮期流速、流向过程曲线图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

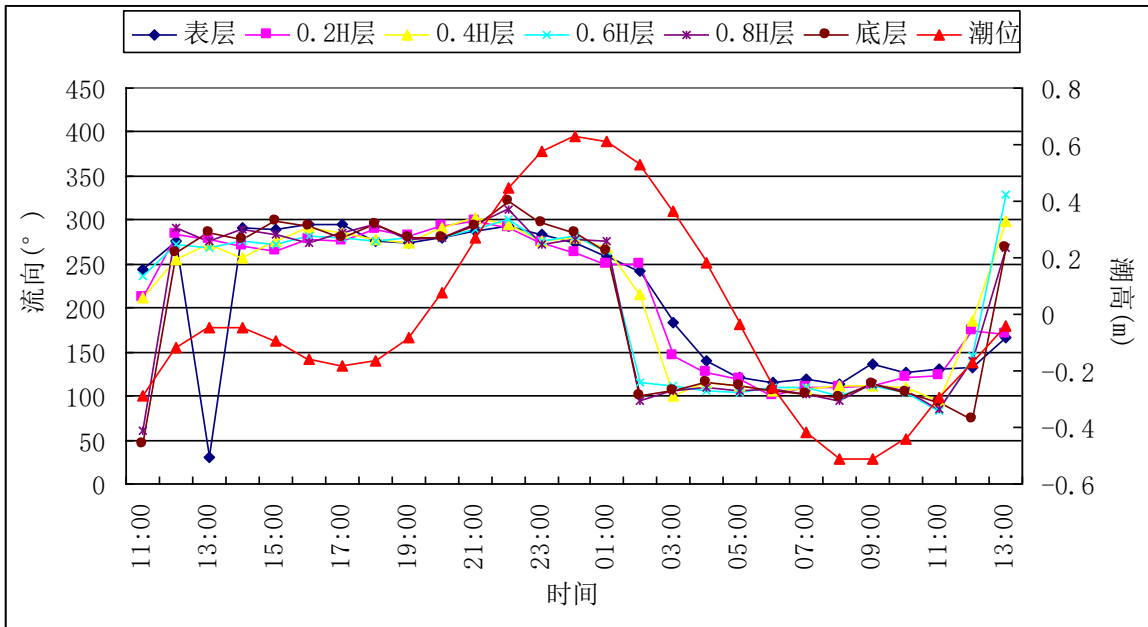
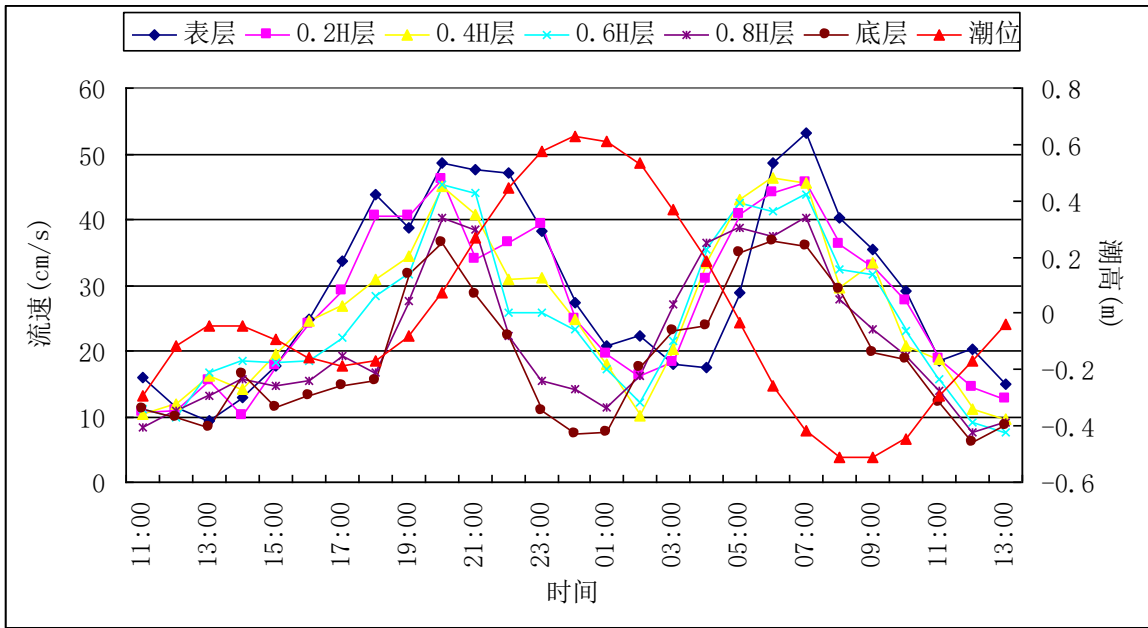


图 4-8f 6#站大潮期流速、流向过程曲线图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

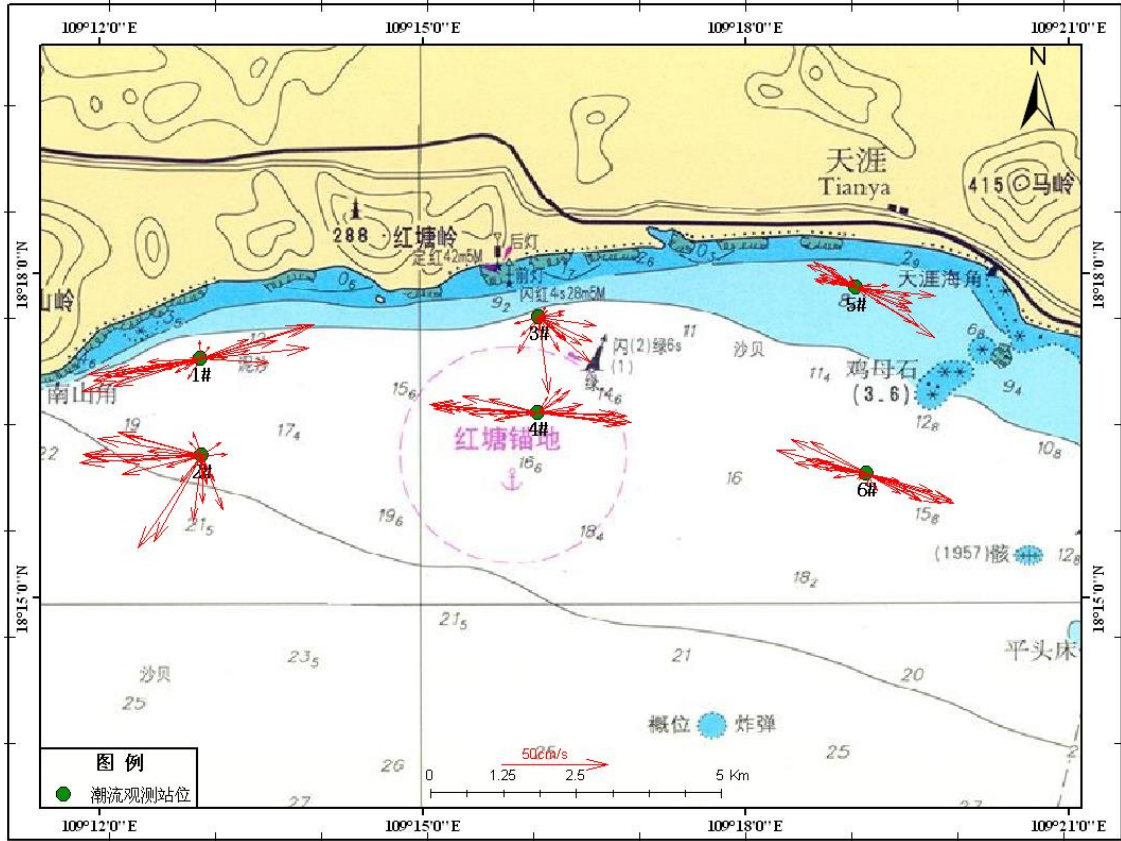


图 4-9 各测点垂线平均潮流矢量图

1.3.3 悬沙

各站涨落潮期含沙量分布见表 4-8，各站含沙量分布见图 4-10。分析工程区含沙量有如下特征：

- (1) 观测期间工程区含沙量不大，大潮期悬沙平均值介于 9.5~15.4mg/L 之间，小潮期悬沙平均值介于 10.2~24.9mg/L 之间。
- (2) 各站含沙量垂向方向上总体由表层至底层增大；
- (3) 大潮期观测站含沙量浓度最大出现在落潮期 3#站底层，为 45.4mg/L，小潮期含沙量浓度最大出现在涨潮期 4#站表层，为 52.0mg/L；
- (4) 除了个别站含沙量最大值出现在涨潮期外，其余测站含沙量最大值出现在落潮期。涨、落潮期含沙量浓度相差不大，同一测站中，大潮期涨、落潮最大含沙量浓度差值最大为 22 mg/L，出现在 3#站，其中涨潮最大含沙量为 45.4mg/L，落潮最大含沙量为 23.4mg/L；涨、落潮平均含沙量浓度差值最大仅为 1.6 mg/L，出现在 4#站，其中涨潮平均含沙量为 15.4mg/L，落潮平均含沙量为 13.8mg/L；小潮期涨、落

潮最大含沙量浓度差值最大为 18.2 mg/L，出现在 4#站，其中涨潮最大含沙量为 52.0mg/L，落潮最大含沙量为 33.8mg/L；涨、落潮平均含沙量浓度差值最大仅为 7.5mg/L，出现在 4#站，其中涨潮平均含沙量为 24.9mg/L，落潮平均含沙量为 17.4mg/L，详见表 4-8。

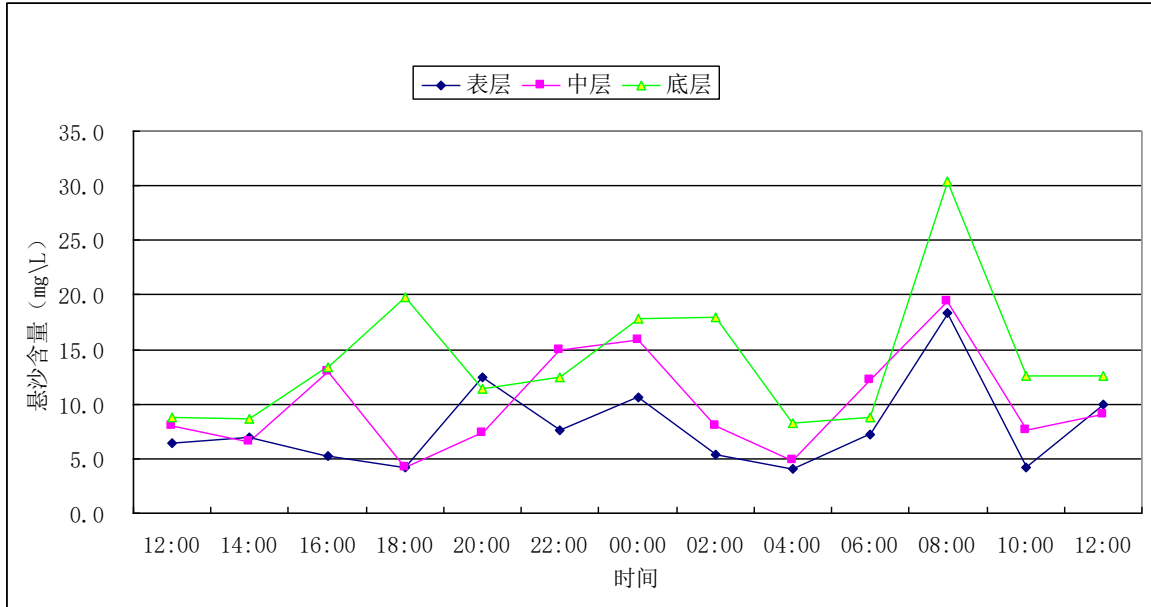


图 4-10a 大潮期 1#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

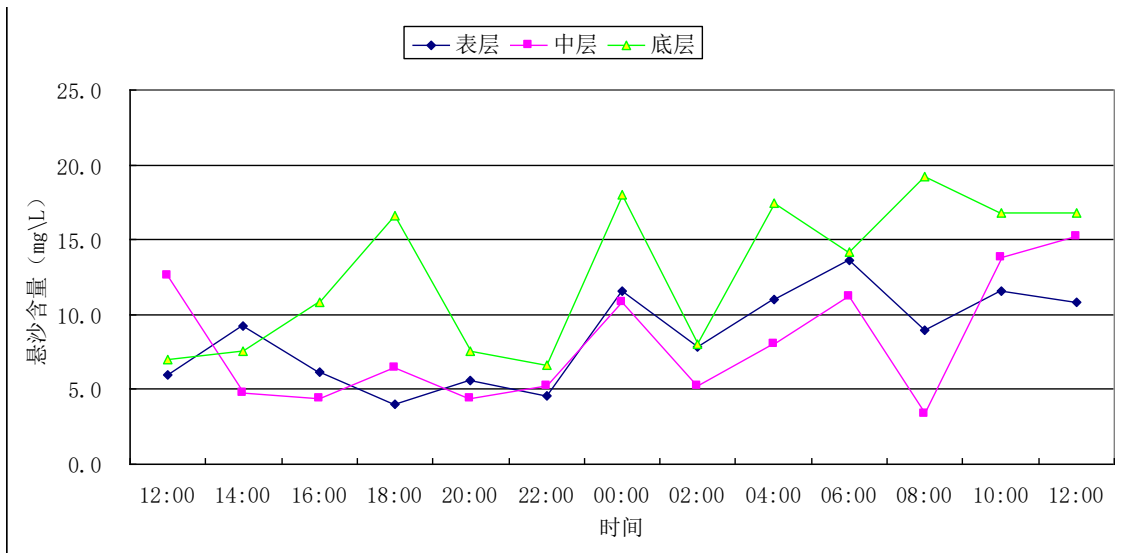


图 4-10b 大潮期 2#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

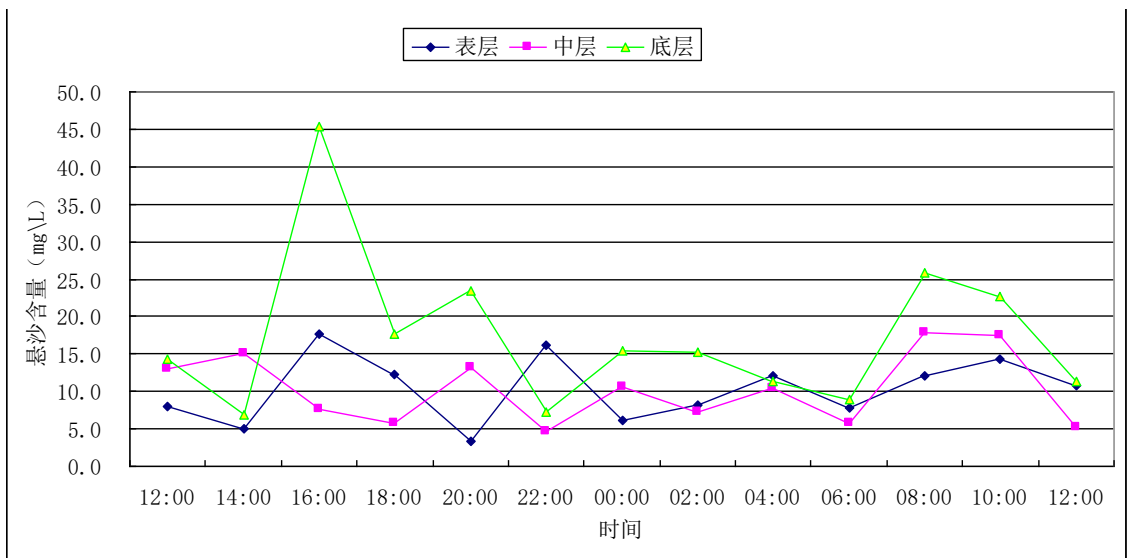


图 4-10c 大潮期 3#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

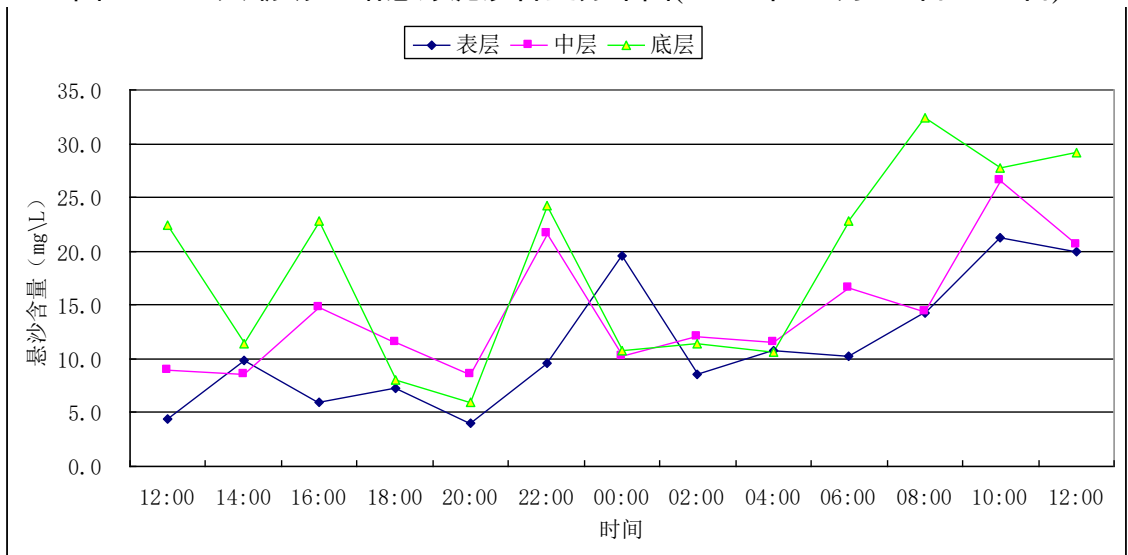


图 4-10d 大潮期 4#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

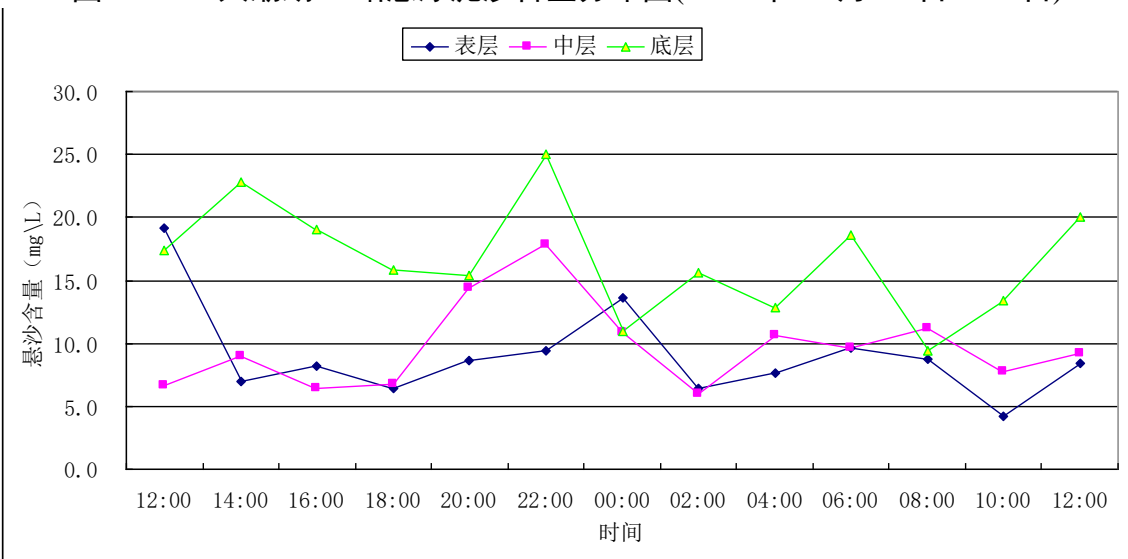


图 4-10e 大潮期 5#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 21 日~22 日)

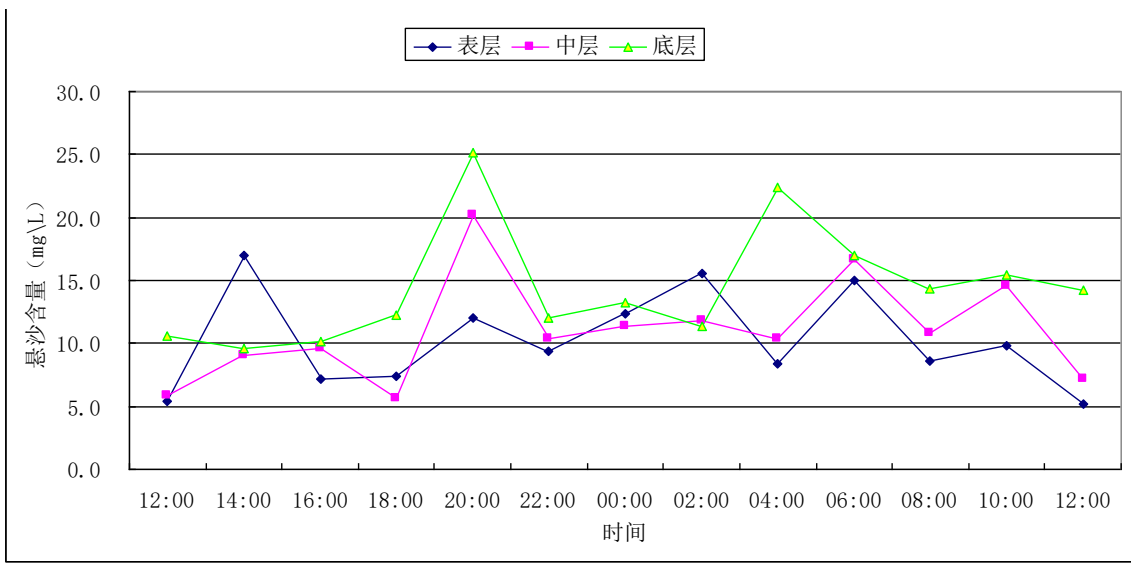


图 4-10f 大潮期 6#站悬浮泥沙含量分布图(2013年10月21日~22日)

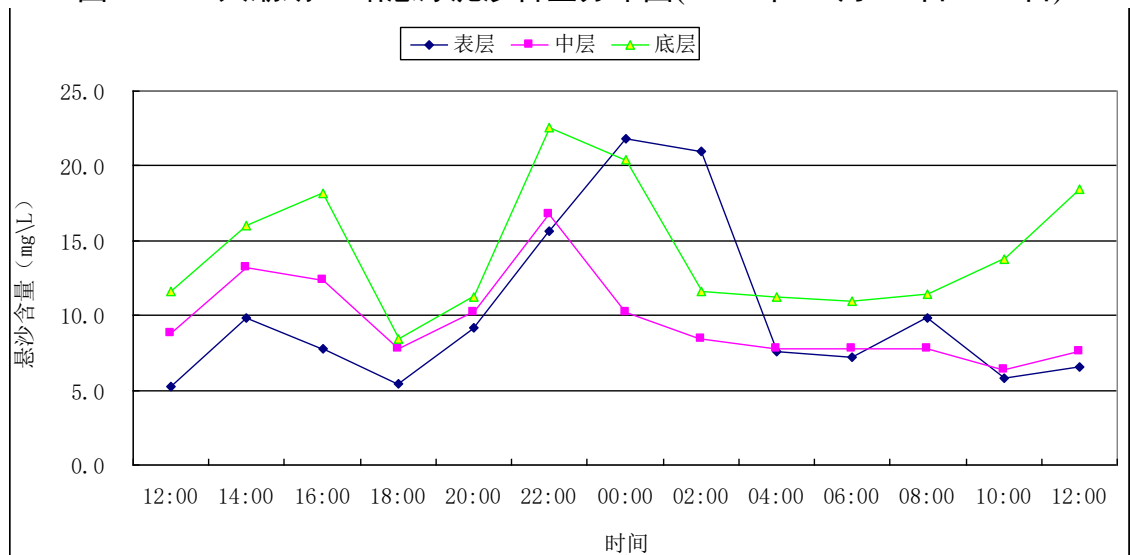


图 4-10g 小潮期 1#站悬浮泥沙含量分布图(2013年10月29日~30日)

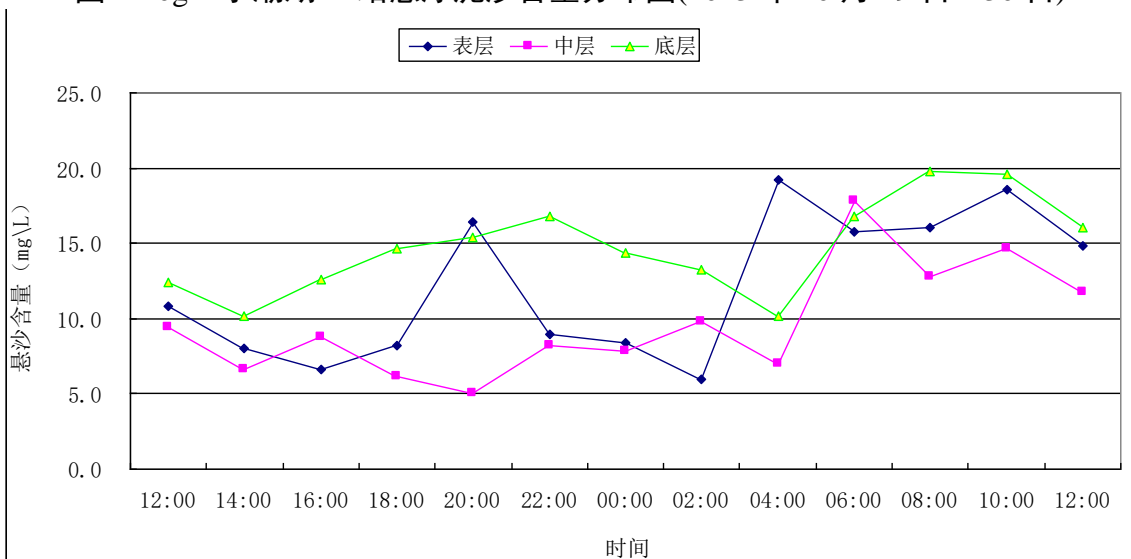


图 4-10h 小潮期 2#站悬浮泥沙含量分布图(2013年10月29日~30日)

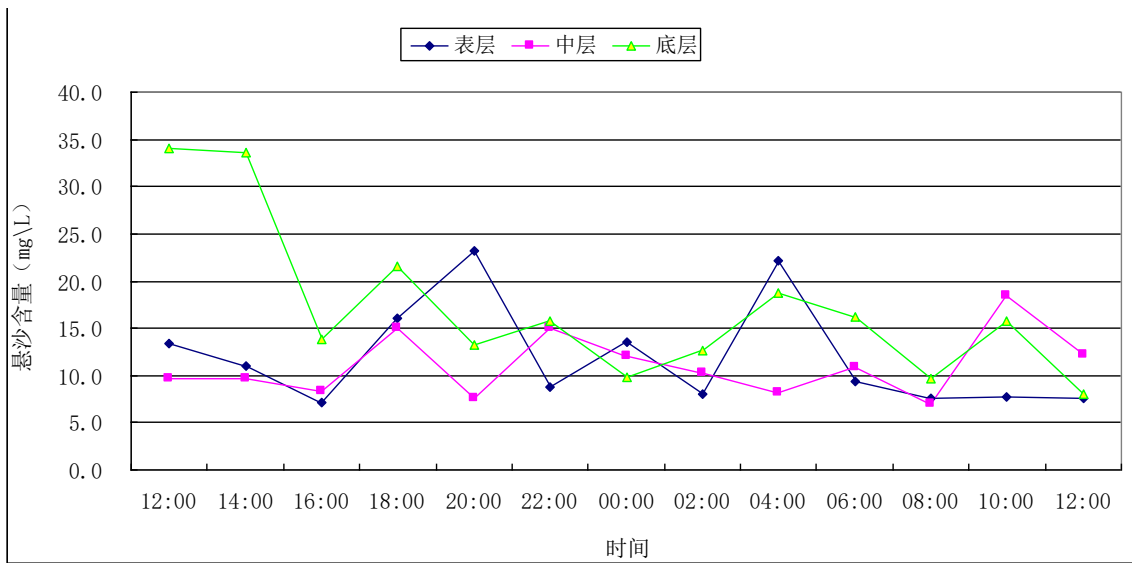


图 4-10i 小潮期 3#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 29 日~30 日)

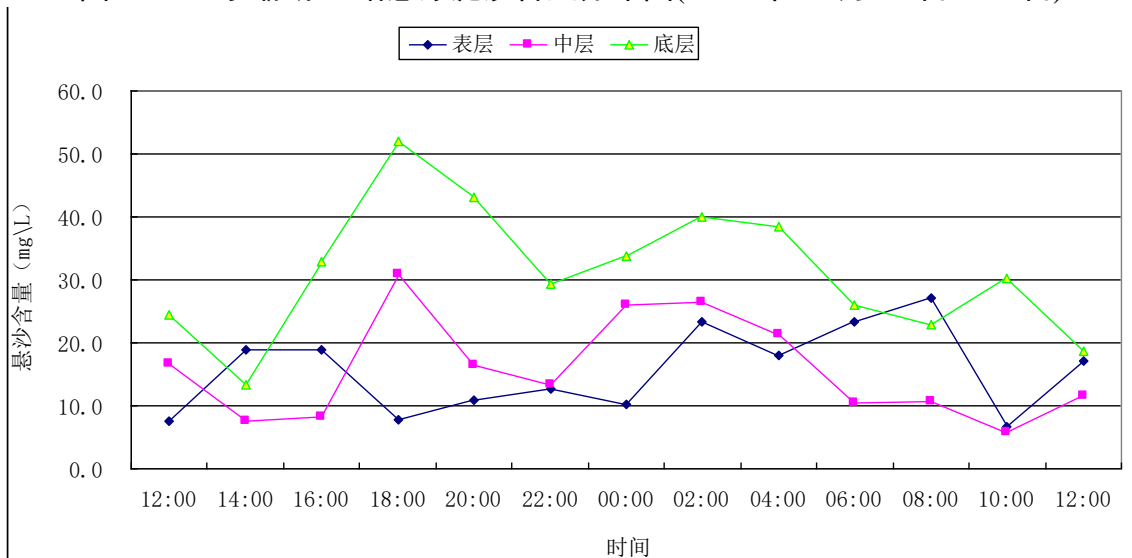


图 4-10j 小潮期 4#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 29 日~30 日)

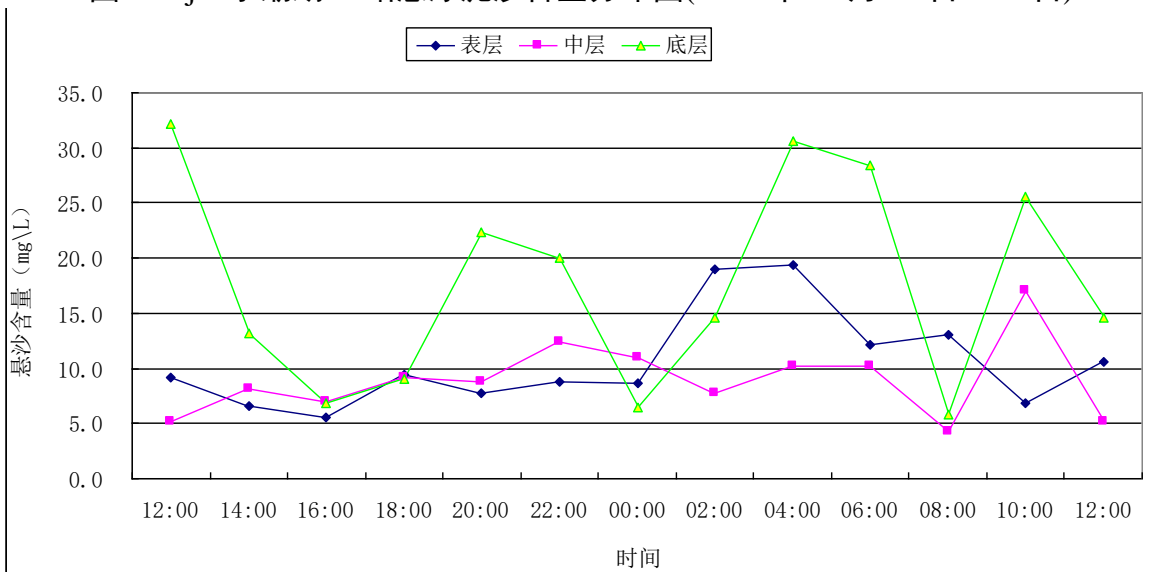


图 4-10k 小潮期 5#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 29 日~30 日)

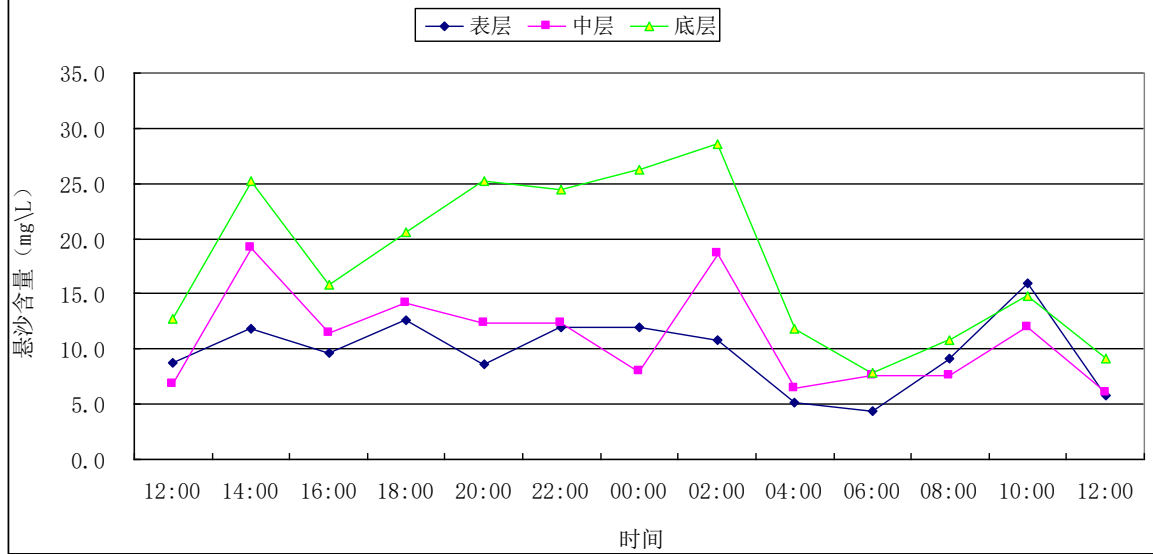


图 4-101 小潮期 6#站悬浮泥沙含量分布图(2013 年 10 月 29 日~30 日)

表 4-8 涨落潮期含沙量最大值(单位: mg/L)

潮型	站号	涨、落潮期	最大含沙量	出现位置	平均含沙量
大潮	1#	涨潮	19.8	底	10.4
		落潮	30.4	底	11.0
	2#	涨潮	18.0	底	10.1
		落潮	19.2	底	9.5
	3#	涨潮	23.4	底	12.0
		落潮	45.4	底	13.3
	4#	涨潮	29.2	底	15.4
		落潮	32.4	底	13.8
	5#	涨潮	25.0	底	12.4
		落潮	22.8	底	11.0
	6#	涨潮	25.2	底	11.4
		落潮	22.4	底	12.5
小潮	1#	涨潮	21.0	表	10.2
		落潮	22.6	底	12.4
	2#	涨潮	19.2	表	11.6
		落潮	19.8	底	12.7
	3#	涨潮	23.2	表	13.5
		落潮	34.0	底	13.3
	4#	涨潮	52.0	底	24.9
		落潮	33.8	底	17.4
	5#	涨潮	30.6	底	13.2
		落潮	32.1	底	11.6
	6#	涨潮	28.6	底	12.9
		落潮	26.2	底	12.9

1.4 水质环境

1) 调查范围与站位布设

引用海南省海洋与渔业科学院(海南省海洋开发规划设计研究院) 2017 年 12 月 6 日在项目附近海域布设 14 个水质监测站位和 9 个沉积物调查站位, 站位图见 4-11。现场观测和采样、样品保存等均按《海洋监测规范》和《海洋调查规范》要求进行, 样品委托国家海洋局海口海洋环境监测中心站分析检测。

2) 分析项目

水温、pH、盐度、透明度、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、铵盐、磷酸盐、石油类、悬浮物、铜、铅、锌、镉、汞和砷等共 18 项。

3) 监测与分析方法

现场观测和采样、样品保存等均按《海洋监测规范》(GB17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)要求进行。采用《环境影响评价技术导则 地面水环境》(HJ/T2.3-93)所推荐的单项水质参数法进行评价。

4) 评价标准

按照《海南省海洋功能区划(2011~2020)》, 三亚天涯海角附近海域所在海洋功能区为天涯海角旅游休闲娱乐区, 调查站位中 1、2 号站位位于三亚湾旅游休闲娱乐区; 3、4、9 号站位位于海南岛西南部保留区; 5 号站位位于三亚湾农渔业区; 6、11、13、14 号站位位于天涯海角旅游休闲娱乐区; 7、8 号站位位于红塘湾港口航运区; 10 号站位位于三亚珊瑚礁海洋保护区; 12 号站位位于红塘湾保留区。

根据海洋功能区划的环境保护要求和海水水质分类, 在项目调查站位中, 3、4、9、10、12 号站位执行第一类海水水质标准; 7、8 号站位执行第三类海水水质标准; 1、2、5、6、11、13、14 号站位执行第二类海水水质标准;

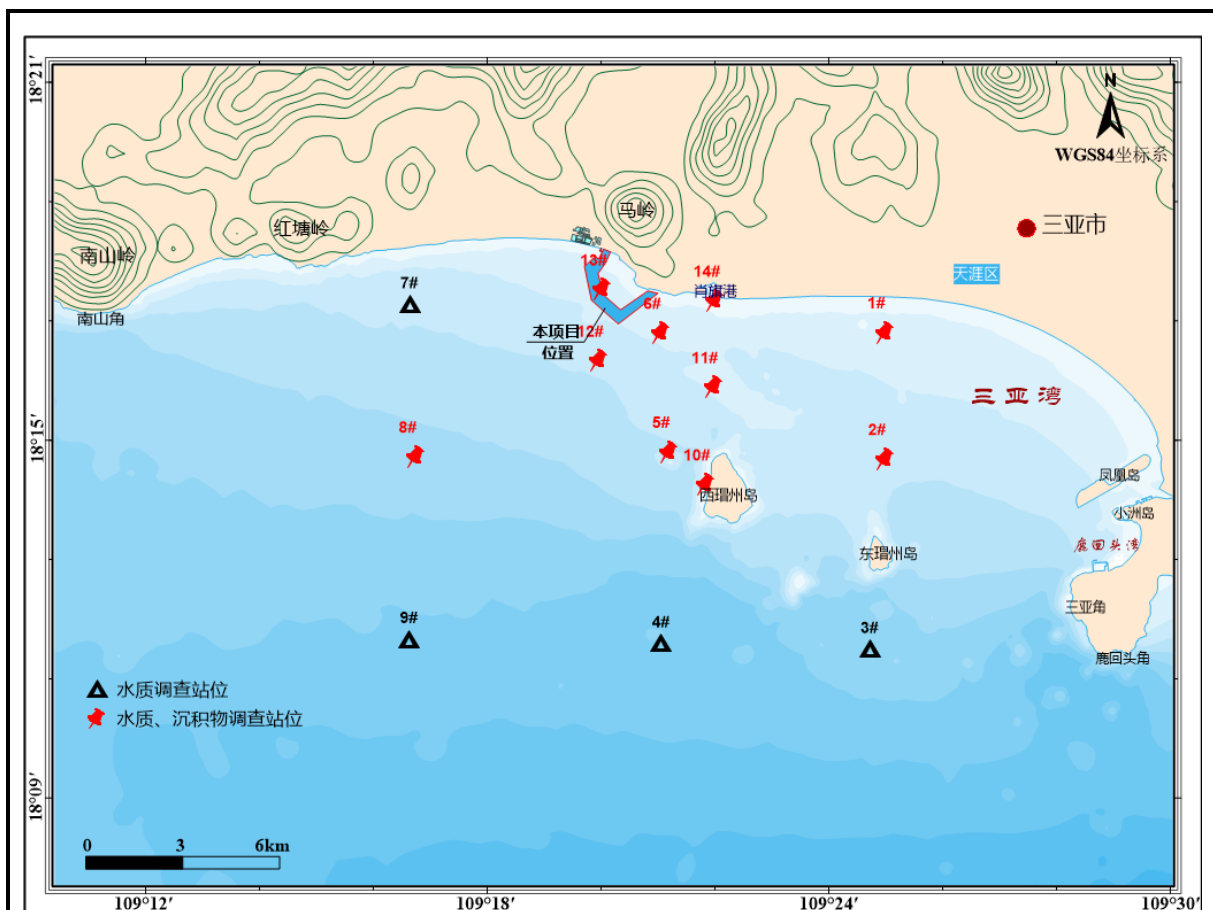


图 4-11 2017 年 12 月水质、沉积物调查站位布置图

表 4-9 2017 年 12 月海域环境质量现状监测站位表

监测时间	站号	经度	纬度	调查内容
2017 年 12 月	1#	109.4142	18.27905	水质、沉积物
	2#	109.4144	18.24356	水质、沉积物
	3#	109.4122	18.19128	水质
	4#	109.3511	18.19283	水质
	5#	109.3511	18.24553	水质、沉积物
	6#	109.3485	18.27891	水质、沉积物
	7#	109.2773	18.28786	水质
	8#	109.2769	18.24409	水质、沉积物
	9#	109.2773	18.19395	水质
	10#	109.3616	18.23638	水质、沉积物
	11#	109.3639	18.26364	水质、沉积物
	12#	109.3303	18.27104	水质、沉积物
	13#	109.3313	18.291	水质、沉积物
	14#	109.3645	18.28792	水质、沉积物

5) 海水水质质量状况与评价

①水质监测结果

2017年12月水质调查结果见附表1。

pH: 在8.11~8.17之间, 平均值8.15。

DO: 在7.04mg/L~8.28mg/L之间, 平均值7.70mg/L。

COD: 在0.182mg/L~0.524mg/L之间, 平均值0.307mg/L

活性磷酸盐: 在0.002mg/L~0.008mg/L之间, 平均值0.003mg/L。

铵盐: 在0.016mg/L~0.096mg/L之间, 平均值0.042mg/L。

铜: 在0.23μg/L~0.74μg/L之间, 平均值0.40μg/L。

铅: 在0.48μg/L~1.29μg/L之间, 平均值0.80μg/L。

锌: 在3.6μg/L~8.6μg/L之间, 平均值5.6μg/L。

镉: 在0.01μg/L~0.26μg/L之间, 平均值0.03μg/L。

汞: 在0.016μg/L~0.034μg/L之间, 平均值0.026μg/L。

砷: 在0.6μg/L~1.5μg/L之间, 平均值1.0μg/L。

油类: 在0.009mg/L~0.019mg/L之间, 平均值0.014mg/L。

②水质质量评价

2014年3月水质质量标准指数见附表2。根据附表2的计算结果, 除了4号站位的铅含量超出第一类水质标准外, 其余站点的水质评价因子均达到海水水质标准, 均满足相应功能区对海水水质的要求, 表明该项目周边海域水环境质量较好。

1.5 沉积物环境

1) 调查范围与站位布设

调查站位见图4-11。

2) 分析项目

重金属(锌、镉、铅、铜、砷、汞)和有机碳、硫化物、石油类。

3) 评价标准与评价方法

根据海洋功能区划的环境保护要求和海洋沉积物质量分类, 2017年12月调查站位除了8号站位执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)第三类海洋沉积物标准外,

其他站位均执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)第一类海洋沉积物标准。评价采用单因子标准指数法进行。

4) 沉积物质量状况与评价

①沉积物监测结果

沉积物调查结果见附表 3。

铅：含量在 $11.5\sim 22.8\times 10^{-6}$ 之间。

镉：含量在 $0.07\sim 0.17\times 10^{-6}$ 之间。

锌：含量在 $7.6\times 10^{-6}\sim 74.4\times 10^{-6}$ 之间。

铜：含量在 $2.1\times 10^{-6}\sim 10.1\times 10^{-6}$ 之间。

汞：含量在 $0.020\times 10^{-6}\sim 0.025\times 10^{-6}$ 之间。

砷：含量在 $4.32\times 10^{-6}\sim 13.73\times 10^{-6}$ 之间。

有机碳：含量在 0.06%~0.59% 之间。

石油类：含量在 $10.3\sim 56.1\times 10^{-6}$ 之间。

硫化物：含量在 $10.6\sim 48.3\times 10^{-6}$ 之间。

②沉积物质量评价

沉积物质量标准指数表见附表 4。根据附表 4 的计算结果，项目附近海域所有沉积物调查站位的质量均满足所在功能区的要求，表明项目周边海域沉积物质量良好。

1.6 海洋生物质量调查与评价

1) 海洋生物质量评价标准

甲壳动物和鱼类生物体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。

评价因子的评价标准值见表 4-10。

评价采用单因子标准指数法进行，公式如下：

$$I_i=C_i/S_i$$

式中： I_i — i 项评价因子的标准指数；

C_i — i 项评价因子的实测值；

S_i —i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

表 4-10 生物质量评价各评价因子及其评价标准(鲜重: $\times 10^{-6}$)

生物类别	总汞	Cu	Pb	Cd	Zn	As	石油烃	附注
软体类	0.3	100	10	5.5	250	10	20	石油烃执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册), 其余指标执行《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》
甲壳类	0.2	100	2	2	150	8.0	20	
鱼类	0.3	20	2	0.6	40	5.0	20	

2) 海洋生物质量监测结果

选取该海域采集到的 12 种典型海洋生物进行检测, 结果见表 4-11。

表 4-11 海洋生物质量调查结果

序号	样品名	石油烃	铜	铅	锌	镉	汞	砷
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	海鳗	3.92	0.034	未检出	5.880	未检出	0.105	1.113
2	鲷	7.65	0.011	未检出	6.340	0.012	0.110	1.285
3	鳓	8.82	0.013	未检出	15.416	0.068	0.104	1.973
4	棕斑腹刺鲀	5.55	0.057	未检出	5.358	未检出	0.100	未检出
5	黄斑鳊	6.85	0.015	未检出	20.585	0.007	0.053	0.803
6	少牙斑鲆	6.55	0.027	未检出	14.801	0.020	0.142	未检出
7	南海蛸	14.43	0.009	未检出	12.265	0.008	0.062	24.765
8	中国枪乌贼	75.73	0.010	未检出	11.911	0.066	0.159	9.155
9	脊条褶虾蛄	15.79	0.007	未检出	15.635	0.243	未检出	14.482
10	凡纳滨对虾	7.17	0.011	未检出	12.960	0.005	0.086	15.051
11	戴氏刺虾	8.43	0.015	未检出	14.217	0.014	0.056	7.826
12	矛形梭子蟹	15.46	0.016	0.28	18.444	0.229	0.069	31.945
最大值		75.73	31.95	0.16	20.59	0.24	0.06	0.28
最小值		3.92	0.80	0.05	5.36	0.01	0.01	0.28
平均值		18.29	11.76	0.10	12.84	0.08	0.02	0.28

调查结果标准指数见表 4-12。甲壳动物和鱼类生物体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准, 石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。调查结果显示, 软体类生物中国枪乌贼的石油烃含量超标, 南

海蛸铜含量超标；甲壳类矛形梭子蟹铜含量超标。

表 4-12 海洋生物体质量指数

序号	样品名	石油烃	铜	铅	锌	镉	汞	砷
1	海鳗	0.20	0.01	0.01	0.02	--	0.11	--
2	鲷	0.38	0.01	0.01	0.03	0.00	0.04	--
3	鳓	0.44	0.02	0.01	0.06	0.01	0.04	--
4	棕斑腹刺鲀	0.28	--	0.01	0.02	--	0.19	--
5	黄斑鲳	0.34	0.01	0.01	0.08	0.00	0.05	--
6	少牙斑鲆	0.33	--	0.01	0.06	0.00	0.09	--
7	南海蛸	0.72	1.24	0.03	0.08	0.00	0.03	--
8	中国枪乌贼	3.79	0.46	0.08	0.08	0.03	0.03	--
9	脊条褶虾蛄	0.79	0.72	--	0.39	0.41	0.02	--
10	凡纳滨对虾	0.36	0.75	0.04	0.32	0.01	0.04	--
11	戴氏刺虾	0.42	0.39	0.03	0.36	0.02	0.05	--
12	矛形梭子蟹	0.77	1.60	0.03	0.46	0.38	0.05	0.06
最大值		3.79	1.60	0.08	0.46	0.41	0.19	0.06
最小值		0.20	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.06
平均值		0.91	0.57	0.03	0.17	0.11	0.07	0.06

1.7 海洋生态概况

1) 调查范围与站位布设

引用海南省海洋与渔业科学院于 2017 年 9 月 28 日至 30 日在三亚西岛附近海域开展了浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物等海洋生物的调查，共布设浮游植物、浮游动物调查站位 12 个，底栖生物调查站位 12 个，游泳生物调查站位 8 个。具体站位见表 3.2-1 及图 3.2-1，调查站位见图 4-12 和表 4-13。

表 4-13 海洋生物调查站位

站位	纬度	经度	调查项目
1	18.27905	109.4142	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
2	18.24356	109.4144	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
4	18.19283	109.3511	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
5	18.24553	109.3511	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
6	18.27891	109.3485	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
7	18.28786	109.2773	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
9	18.19395	109.2773	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
10	18.23638	109.3616	浮游动植物、底栖生物
11	18.26364	109.3639	浮游动植物、底栖生物
12	18.27104	109.3303	浮游动植物、底栖生物、游泳生物
13	18.291	109.3313	浮游动植物、底栖生物
14	18.28792	109.3645	浮游动植物、底栖生物

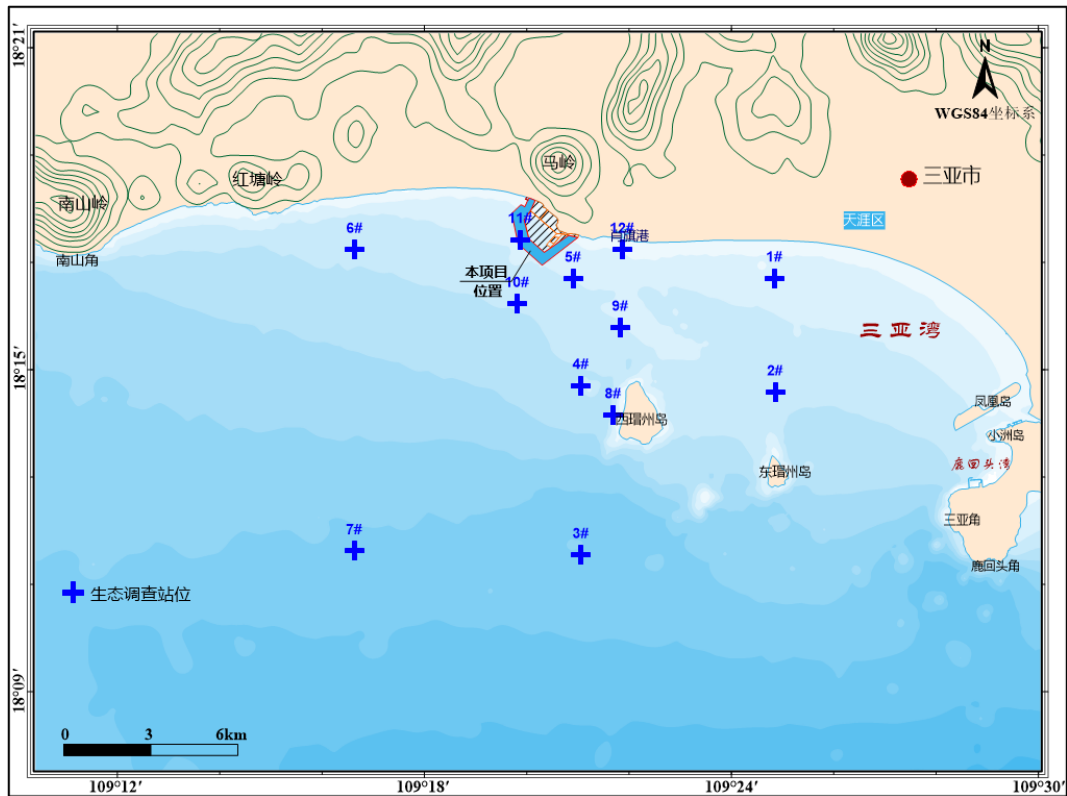


图 4-12 生态调查站位布置图

2) 分析项目

浮游植物、浮游动物、游泳生物、底栖生物、潮间带生物。

3) 海洋生态状况与评价

①浮游植物

A.种类组成

根据此次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 42 属 92 种（种类名录见附表 5）。其中，硅藻 32 属 68 种，占浮游植物种类数的 73.91 %；甲藻 8 属 23 种，占种类数的 25.00 %；蓝藻 1 种，各占种类数 1.09%（见图 4-13）。

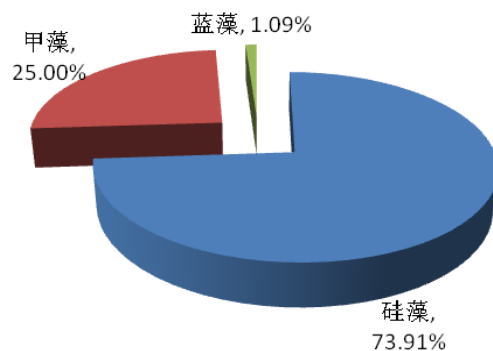


图 4-13 浮游植物种类组成

B.细胞丰度

本次调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(3.03\sim 456.40) \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $89.51 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。各调查站位细胞丰度差异较大，1号站位细胞丰度最高，其次为14号站位；离岸较远的4号站位细胞丰度最低。调查站位的细胞丰度大致呈现为随离岸距离由近至远递减的趋势（见表4-14）。

表 4-14 各站位浮游植物细胞丰度

站位	1	2	4	5	6	7
细胞丰度	456.40	19.70	3.03	5.67	73.25	18.68
站位	9	10	11	12	13	14
细胞丰度	5.59	28.00	76.56	52.38	66.50	268.40

C.优势种类

调查期间该海域浮游植物优势种主要有窄隙角毛藻、尖刺拟菱形藻、热带骨条藻、平滑角毛藻、劳氏角毛藻、拟旋链角毛藻等（见表4-15）。其中以窄隙角毛藻占主导，平均细胞丰度为 $22.65 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，优势度为 0.253。

表 4-15 浮游植物优势种和优势度

优势种	平均丰度($\times 10^4 \text{cells/m}^3$)	占总丰度的比例(%)	出现频率(%)	优势度
窄隙角毛藻	22.65	25.30	100	0.253
尖刺拟菱形藻	17.12	19.13	100	0.191
热带骨条藻	16.59	18.53	83.33	0.154
平滑角毛藻	5.30	5.92	75.00	0.044
劳氏角毛藻	3.14	3.50	83.33	0.029
拟旋链角毛藻	2.76	3.08	83.33	0.025

D.多样性指数与均匀度

浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系。均匀度则反映其种类数量的分配情况。它们都可以作为水质监测的参数。

多样性指数和均匀度计算结果表明，调查期间该海域各调查站位的浮游植物多样性指数和均匀度指数均较高，平均值分别为 3.22 和 0.63。该海域浮游植物种类丰富，种间分布均匀，浮游植物群落结构稳定。

E.小结

调查期间，项目附近海域共鉴定到浮游植物 3 门 42 属 92 种，以硅藻为主。浮游植物平均细胞丰度为 $89.51 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，各调查站位细胞丰度的大致呈由岸至远递减

的趋势。该海域浮游植物优势种类明显，以窄隙角毛藻占主导、平均细胞丰度为 $22.65 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，优势度为 0.253，其他的优势种类还有尖刺拟菱形藻、热带骨条藻、平滑角毛藻等。各站位多样性指数和均匀度指数均较高，平均值分别为 3.22 和 0.63，该海域浮游植物种类丰富，种间比例均匀，群落结构稳定。

表 4-16 各站位浮游植物多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

站位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
1	2.01	0.42
2	3.52	0.69
4	3.16	0.69
5	4.18	0.86
6	3.10	0.57
7	3.83	0.68
9	3.11	0.71
10	3.36	0.64
11	3.17	0.61
12	3.05	0.60
13	3.27	0.60
14	2.91	0.54
平均值	3.22	0.63

②浮游动物

A. 种类组成

据本次调查所采集的样品鉴定，调查海域浮游动物共有 7 类 25 属 29 种，不包括浮游幼体及鱼卵。其中，桡足类最多，有 14 属 17 种，占浮游动物总种数的 58.62 %；管水母类和水螅水母类均有 3 属 3 种，均占浮游动物总种数的 10.34 %；翼足类有 2 属 2 种，毛颚类有 1 属 2 种，均占浮游动物总种数的 6.90 %；被囊类和十足类均有 1 属 1 种，均占浮游动物总种数的 3.45 %；另有 4 个类别浮游幼体和若干鱼卵。种类名录见附表 6。

B. 生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为 $(4.00 \sim 38.75) \text{ ind/m}^3$ ，平均丰度为 19.04 ind/m^3 ，其中最高丰度出现在 11 号站位，最低为 14 号站位；生物量范围为 $(0.30 \sim 11.30) \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 3.88 mg/m^3 ，其中最高生物量出现在 4 号站位，最低为 1 号站位。结果详见表 4-17。

C.优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， f_i 为第*i*种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

表 4-17 各站位浮游动物丰度和生物量

站位	丰度 (ind/m ³)	生物量(mg/m ³)
1	13.00	0.30
2	11.30	1.35
4	34.00	11.30
5	30.00	4.67
6	14.17	3.17
7	38.21	4.21
9	9.48	3.16
10	21.07	3.25
11	38.75	4.94
12	8.75	2.38
13	5.71	3.50
14	4.00	4.40
平均值	19.04	3.88

调查期间该海域浮游动物优势种类突出，主要有拟细浅室水母、中型莹虾、红纺锤水蚤、长尾类幼体、短尾类幼体、肥胖箭虫和瘦新哲水蚤。结果详见表 4-18。

表 4-18 浮游动物优势种和优势度

优势种	平均丰度 (ind/m ³)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
瘦新哲水蚤	1.53	8.06	41.67	0.034
肥胖箭虫	0.87	4.59	75.00	0.034
短尾类幼体	0.83	4.38	83.33	0.037
长尾类幼体	1.36	7.13	83.33	0.059
红纺锤水蚤	1.76	9.24	66.67	0.062
中型莹虾	4.38	23.01	83.33	0.192
拟细浅室水母	4.90	25.74	91.67	0.236

D.多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 1.50~3.37 之间，平均为 2.46，最高值出现在 9 号站位，最低在 14 号站位。均匀度指数范围在 0.67~0.95 之间，平均为 0.83，最高出现在 14 号站位，最低在 11 号站位。丰富度指数范围在 0.98~2.62 之

间,平均为 1.57,最高出现在 5 号站位,最低在 6 号站位。单纯度指数范围在 0.13~0.38 之间,平均为 0.24,最高出现在 14 号站位,最低在 5 号和 9 号站位。结果详见表 4-19。

E.小结

据本次调查所采集到的样品鉴定,调查海域浮游动物共有 29 种,桡足类有 17 种,管水母类和水螅水母类均有 3 种,翼足类和毛颚类均有 2 种,被囊类和十足类均有 1 种。浮游动物丰度范围为 (4.00~38.75) ind/m³,平均丰度为 19.04 ind/m³;生物量范围为 (0.30~11.30) mg/m³,平均生物量为 3.88mg/m³。该海域浮游动物优势种类突出,主要有拟细浅室水母、中型莹虾、红纺锤水蚤、长尾类幼体、短尾类幼体、肥胖箭虫和瘦新哲水蚤。该水域浮游动物多样性指数较高,范围在 1.50~3.37 之间,平均为 2.46。均匀度指数范围在 0.67~0.95 之间,平均为 0.83。丰富度指数范围在 0.98~2.62 之间,平均为 1.57。单纯度指数范围在 0.13~0.38 之间,平均为 0.24。

表 4-19 各站位浮游动物多样性指数 (H') 和均匀度 (J)

站位	d	C	H'	J'
1	1.08	0.27	2.08	0.89
2	1.06	0.27	2.14	0.83
4	2.16	0.17	3.06	0.85
5	2.62	0.13	3.36	0.81
6	0.98	0.33	1.88	0.81
7	1.93	0.15	3.12	0.82
9	2.59	0.13	3.37	0.84
10	1.02	0.34	1.94	0.69
11	1.51	0.30	2.23	0.67
12	1.59	0.18	2.72	0.91
13	1.33	0.25	2.16	0.93
14	1.00	0.38	1.50	0.95
平均值	1.57	0.24	2.46	0.83

③底栖生物

A.种类分布与组成

根据此次调查采集到的样品鉴定,共采获 4 个生物类别中的 24 种底栖生物(见附表 7)。其中软体类最多,有 11 种;其次为甲壳类动物,有 9 种;多毛类,3 种;头索类有 1 种。在各调查站中,出现的生物种类数最多的是 10 与 13 号站,有 4 种;其次为 1、2、4、11 与 12 号站,各有 3 种。其余各站出现的具体生物种类数详见表 4-20。

表 4-20 各站位大型底栖生物种类数

站位	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	总种类数
种类数	3	3	3	2	2	2	2	4	3	3	4	2	24

B.优势种

通过种类优势度的计算，捕获的 24 种底栖生物中优势度 ≥ 0.01 的有 8 种（表 3.2-13）。这 8 个优势种分别为菲律宾蛤仔（*Ruditapes philippinarum*）、红明樱蛤（*Moerella rutila*）、毛蚶（*Scapharca subcrenata*）、泥脚隆背（*Carcinoplax vestita*）、欧文虫（*Owenia fusiformis*）、文昌鱼（*Branchiostoma belcheri*）、纤手梭子蟹（*Portunus gracilimanus*）、中国明对虾（*Fenneropenaeus chinensis*），其中欧文虫，达 0.07，泥脚隆背蟹，为 0.03.其余优势度见表 4-21。

表 4-21 底栖生物的优势种和优势度

序号	优势种	优势度
1	菲律宾蛤仔	0.01
2	红明樱蛤	0.01
3	毛蚶	0.01
4	泥脚隆背蟹	0.03
5	欧文虫	0.07
6	文昌鱼	0.01
7	纤手梭子蟹	0.01
8	中国明对虾	0.01

C.多样性指数与均匀度

调查海域生物多样性指数如表 4-22 所示，各站多样性指数的幅度为 0.50~2.00，海域的平均值为 1.30。其中 10 与 13 号站多样性指数最高，为 2.00；其次为 12 号站位，为 1.58；14 号站位多样性指数最低，均为 0.50；其他站位多样性指数详见表 3.4。各站底栖生物均匀度的幅度为 0.50~1.00，平均值为 0.90。最高值在 7、9、10、12 与 13 站，为 1.00，最低值为 14 站，为 0.50，其余站位均匀度见表 4-22。

表 4-22 生物多样性指数(H')和均匀度(J)

站位	多样性指数 (H')	均匀度 (J)
1	1.52	0.96
2	1.41	0.89
4	1.5	0.95
5	0.72	0.72

表 4-22 (续) 生物多样性指数(H')和均匀度(J)

6	0.81	0.81
7	1	1
9	1	1
10	2	1
11	1.5	0.95
12	1.58	1
13	2	1
14	0.5	0.5
平均值	1.3	0.9

D.各站位生物量及栖息密度

调查结果表明, 海南省西瑁州岛海域各站位大型底栖生物生物量的幅度为 $1.91\text{g}/\text{m}^2 \sim 415.50\text{g}/\text{m}^2$, 平均生物量为 $98.71\text{g}/\text{m}^2$ 。各站位底栖生物栖息密度的幅度为 $42.46\text{ind}/\text{m}^2 \sim 191.08\text{ind}/\text{m}^2$, 平均密度为 $102.62\text{ind}/\text{m}^2$ (表 4-23)。底栖生物量以 7 号站的为最低, 9 号站的为最高。栖息密度以 7 号站的为最低, 14 号站的为最高。

表 4-23 各站位大型底栖生物生物量和栖息密度

站位	生物量 (g/m^2)	栖息密度 (ind/m^2)
1	146.5	106.16
2	87.05	169.85
4	64.97	84.93
5	58.39	106.16
6	21.23	84.93
7	1.91	42.46
9	415.5	127.39
10	112.53	84.93
11	118.9	84.93
12	98.09	63.69
13	19.11	84.93
14	40.34	191.08
平均值	98.71	102.62

E.各类别生物量及栖息密度

调查结果表明, 西瑁州岛海域的大型底栖生物主要由 4 类生物组成。不同生物类别在调查站的出现率, 以软体类动物出现率最高, 为 45.83 %; 其次为甲壳类, 出现率为 37.50 %; 多毛类出现率为 12.50 %, 头索类出现率为 4.17 %。

类别生物量的高低分布状况为：软体动物（生物量为 83.25 g/m²）>头索类（生物量 69.00 g/m²）>甲壳类（生物量 25.81 g/m²）>多毛类（生物量 12.99 g/m²）。类别生物的栖息密度分布状况为：多毛类（密度 67.94 ind/m²）>软体动物（密度 49.54 ind/m²）>头索类（密度 42.46 ind/m²）>甲壳类（密度 40.10 ind/m²）（见表 4-24）。

F.小结

西瑁州岛共采获 4 个生物类别中的 24 种底栖生物。其中软体类最多，有 11 种；其次为甲壳类动物，有 9 种；多毛类，3 种；头索类有 1 种。

采获的 24 种底栖生物中优势度 ≥ 0.01 的有 8 种分别为菲律宾蛤仔 *Ruditapes philippinarum*、红明樱蛤 *Moerella rutila*、毛蚶 *Scapharca subcrenata*、泥脚隆背蟹 *Carcinoplax vestita*、欧文虫 *Owenia fusiformis*、文昌鱼 *Branchiostoma belcheri*、纤手梭子蟹 *Portunus gracilimanus*、中国明对虾 *Fenneropenaeus chinensis*，各站多样性指数的幅度为 0.50~2.00，海域的平均值为 1.30。各站底栖生物均匀度的幅度为 0.50~1.00，平均值为 0.90。海域各站位大型底栖生物生物量的幅度为 1.91 g/m²~415.50 g/m²，平均生物量为 98.71g/m²。各站位底栖生物栖息密度的幅度为 42.46 ind/m²~191.08 ind/m²，平均密度为 102.62ind/m²。西瑁州岛海域的大型底栖生物主要由 4 类生物组成。不同生物类别在调查站的出现率，以软体类动物出现率最高，为 45.83%；其次为甲壳类，出现率为 37.50%；多毛类出现率为 12.50%，头索类出现率为 4.17 %。

类别生物量的高低分布状况为：软体动物（生物量为 83.25 g/m²）>头索类（生物量 69.00 g/m²）>甲壳类（生物量 25.81 g/m²）>多毛类（生物量 12.99 g/m²）。类别生物的栖息密度分布状况为：多毛类（密度 67.94 ind/m²）>软体动物（密度 49.54 ind/m²）>头索类（密度 42.46 ind/m²）>甲壳类（密度 40.10 ind/m²）。

表 4-24 各类别大型底栖生物生物量和栖息密度

类别 站位	生物量 (g/m ²)					栖息密度 (ind/m ²)				
	多毛类	软体类	甲壳类	头索类	总量	多毛类	软体类	甲壳类	头索类	总量
1	4.25	--	10.62	131.63	146.5	42.46	--	42.46	21.2 3	106.16
2	33.97	--	53.08	--	87.05	63.69	--	106.1 6	--	169.85
4	--	35.24	29.72	--	64.97	--	42.46	42.46	--	84.93
5	2.12	56.26	--	--	58.39	21.23	84.93	--	--	106.16

表 4-24 (续) 各类别大型底栖生物生物量和栖息密度

6	--	14.86	--	6.37	21.23	--	21.23	--	63.6 9	84.93
7	--	0.64	1.27	--	1.91	--	21.23	21.23	--	42.46
9	--	415.5	--	--	415.5	--	127.3 9	--	--	127.39
10	--	10.62	101.91	--	112.53	--	21.23	63.69	--	84.93
11	--	116.77	2.12	--	118.9	--	63.69	21.23	--	84.93
12	--	97.66	0.42	--	98.09	--	42.46	21.23	--	63.69
13	16.14	1.7	1.27	--	19.11	42.46	21.23	21.23	--	84.93
14	8.49	--	31.85	--	40.34	169.85	--	21.23	--	191.08
平均值	12.99	83.25	25.81	69	98.71	67.94	49.54	40.1	42.4 6	102.62

“--”表示没有调查到该类别底栖生物。

④游泳生物

I.游泳生物资源现状

A.种类组成

底拖网调查共捕获游泳动物 14 目 59 科 100 种，其中鱼类 9 目 47 科 75 种，占有种类的 75.00 %，甲壳类 2 目 8 科 20 种，占有种类的 20.00 %，头足类 3 目 4 科 5 种，占有种类的 5.00 %。

B.渔获率和现存资源密度

游泳动物重量渔获率范围为 12.03~48.59 kg/h，平均为 19.01 kg/h。最高出现在 6 号站位，其次为 2、12 号站位，4、9 号站位较低；平均个体渔获率范围为 378~2996 ind/h，平均为 864 ind/h，最高出现在 6 号站位，其次为 5、2 号站位，12、4 号最低（结果详见表 4-25）。

本次调查共采集到游泳动物重量有 121.40 kg，其中，鱼类为 113.78 kg，占总渔获量的 93.72 %；甲壳类为 5.15 kg，占总渔获量的 4.24 %；头足类渔获量为 2.47kg，占总渔获量 2.07 %。共采集到个体有 5471 ind，鱼类为 4962 ind，占总个体渔获数量的 90.70 %；甲壳类为 417ind，占总个体渔获数量的 7.62 %；头足类为 92 ind，占总个体渔获量的 1.68 %。

表 4-25 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 kg/h	个体渔获率 ind./h	重量资源密度 kg/km ²	个数资源密度 ind./km ²
1	13.88	577	307.77	12798
2	20.60	678	473.03	15555
4	12.03	455	257.82	9754
5	13.49	825	262.68	16080
6	48.59	2996	1077.09	66397
7	13.88	494	278.86	9914
9	12.85	512	250.21	9973
12	16.78	378	371.93	8373
平均值	19.01	864	409.92	18605

调查中出现的主要经济种类有大鳞舌鲷、圆白鲷、短尾大眼鲷、带鱼、马拉巴笛鲷、真鲷、日本金线鱼、条纹鲷、细鳞鲷、黄斑篮子鱼、六指马鲛、双带鳞鳍梅鲷、烟鲈、羽鳃鲈、乳香鱼、蓝圆鲹、沟鲹、马拉巴若鲹、丽鲹、大甲鲹、卵形鲳鲹、大斑石鲈、勒氏枝鳔石首鱼、皮氏叫姑鱼、大头白姑鱼、截尾白姑鱼、白姑鱼、金鲷、乌鲷、少鳞鱣、眼镜鱼、马六甲绯鲤、条尾绯鲤、黄带鲱鲤、长鳍银鲈、短棘银鲈、斑条鲈、油鲈、刺鲈、海鳗、口虾蛄、伍氏平虾蛄、墨吉对虾、斑节对虾、近缘新对虾、刀额新对虾、鹰爪虾、须赤虾、中华管鞭虾、红星梭子蟹、远海梭子蟹、长蛸、真蛸、中国枪乌贼、短穗乌贼及柏氏四盘耳乌贼等。这些种类占渔获量的 45.67%。而低值鱼如躄足鱼、短鲈、青缨鲷、尖吻羊舌鲷、五点斑鲷、鲷、无齿鲷、白腹小沙丁鱼、汉氏菱鲷、杜氏菱鲷、康氏小公鱼、黑边布氏鲷、短棘鲷、小牙鲷、细纹鲷、鹿斑鲷、黄斑鲷、印度棘赤刀鱼、日本发光鲷、六带拟鲈、黑边天竺鲷、四线天竺鲷、拟矛尾鰕虎鱼、李氏鲷、异纹裸胸鲷、尖尾鳗、线鳗鲷、棕斑兔头鲷、大头狗母、多齿蛇鲷、东方豹鲂鲷、丝鳍鲷、鲷、环纹蓑鲷、驼背拟鲷、熟练新关公蟹、逍遥馒头蟹、绵蟹、锐齿螯、银光梭子蟹、矛形梭子蟹、长眼看守蟹、紫隆背蟹等，约占渔获量的 54.33%。

评价区共设 8 个底拖网站位。调查范围基本覆盖整个评价区域。因此，评估结果能代表整个评价区域游泳动物的现存资源量。

据估算，评价区及附近海域目前游泳动物的质量资源密度约为 409.92 kg/km²，其

中鱼类约为 384.14 kg/km²，甲壳类约为 17.53 kg/km²，头足类约为 8.25 kg/km²。各站中以有 6 站最高（1077.09 kg/km²），2 站次之（473.03 g/km²），9 和 4 站较低（资源密度分别为 250.21 kg/km² 和 257.82 kg/km²）。按个体计，游泳动物的资源密度约为 18605 ind./km²，其中鱼类约为 16885 ind./km²，甲壳类约为 1407 ind./km²，头足类约为 313 ind./km²。各站中以 6 站最高（66397 ind./km²），5 站次之（16080 ind./km²），12 站最低（资源密度为 8373 ind./km²）。

C. 优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（*IRI*），并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 24 种。其中，黑边布氏鳮的 *IRI* 最高，为 3687.83；其他优势鱼类依次为带鱼（1528.04）、细纹鳮（1380.57）、大头白姑鱼（933.69）、六带拟鲈（889.42）、丝鳍鲷（744.77）、小牙鳮（554.88）、鳎（368.17）、鲷（301.35）、中国枪乌贼（298.03）、马六甲绯鲤（297.80）、须赤虾（270.89）、短棘鳮（255.97）、皮氏叫姑鱼（242.69）、康氏小公鱼（235.60）、眼镜鱼（210.70）、棕斑兔头鲷（200.39）、短棘银鲈（170.87）、口虾蛄（134.69）、多齿蛇鲷（131.19）、白姑鱼（130.34）、长眼看守蟹（126.89）、条纹鳎（119.42）及日本金线鱼（101.78）等。其它种类的相对重要性指数小于 100。结果详见表 4-26。

表 4-26 调查海域优势种类组成

序号	种类	N	W	F	IRI
1	黑边布氏鳮	29.45%	19.72%	0.75	3687.83
2	带鱼	3.25%	12.03%	1.00	1528.04
3	细纹鳮	11.68%	4.10%	0.88	1380.57
4	大头白姑鱼	4.04%	6.63%	0.88	933.69
5	六带拟鲈	6.34%	3.82%	0.88	889.42
6	丝鳍鲷	6.47%	3.46%	0.75	744.77
7	小牙鳮	4.19%	3.21%	0.75	554.88
8	鳎	2.43%	3.46%	0.63	368.17
9	鲷	0.99%	2.03%	1.00	301.35
10	中国枪乌贼	1.44%	1.54%	1.00	298.03
11	马六甲绯鲤	1.96%	2.81%	0.63	297.80
12	须赤虾	3.73%	0.61%	0.63	270.89

表 4-26 (续) 调查海域优势种类组成

13	短棘鳊	0.80%	2.12%	0.88	255.97
14	皮氏叫姑鱼	1.19%	3.67%	0.50	242.69
15	康氏小公鱼	5.32%	0.96%	0.38	235.60
16	眼镜鱼	0.55%	3.67%	0.50	210.70
17	棕斑兔头鲈	0.24%	2.43%	0.75	200.39
18	短棘银鲈	0.55%	1.73%	0.75	170.87
19	口虾蛄	1.26%	0.89%	0.63	134.69
20	多齿蛇鲻	0.40%	1.70%	0.63	131.19
21	白姑鱼	1.50%	1.98%	0.38	130.34
22	长眼看守蟹	0.66%	1.03%	0.75	126.89
23	条纹鲷	0.86%	0.73%	0.75	119.42
24	日本金线鱼	0.48%	1.15%	0.63	101.78

II. 鱼类资源状况

A. 种类组成

经鉴定,本次调查共捕获鱼类 75 种,分隶于 9 目 47 科。以鲈形目的种类数最多,共有 51 种;鲱形目第二,为 6 种;鲹形目和鲷形目各有 5 种;鳗鲡目为 3 种,仙鱼目为 2 种,其它各目为 1 种。在各科中,以鳊科最多,为 6 种;其次为鲈科和石首鱼科,各有 5 种;鲱科、鳀科和羊鱼科,各有 3 种;鲷科、鲷科、天竺鲷科、银鲈科、鲷科、狗母鱼科、鲷科和鲷科各有 2 种,其余各科均只有 1 种。在 47 个科中除了鳊科、天竺鲷科、躄鱼科、棘鲷科、赤刀鱼科、发光鲷科、鰕虎鱼科、鲷科、康吉鳗科、鲷科、鲷科、鲷科及豹鲂鮄科之外,其余各科中的大多数种类均为南海主捕或兼捕对象,其中鲈科、石首鱼科、带鱼科、鲷科、金线鱼科、鲷科、鲷科、乌鲷科、眼镜鱼科、海鳗科、鲷科、大眼鲷科、笛鲷科及马鲛科等为南海的主要捕捞对象,鲱科、鳀科、羊鱼科、鲷科、鲷科、银鲈科、鲷科、狗母鱼科、舌鲷科、牙鲷科、白鲷科、蓝子鱼科、梅鲷科、拟鲈科、乳香鱼科、石鲈科、鲷科、长鲷科及海鲷科等均为沿岸、浅海渔业的兼捕对象。

B. 渔获率与资源密度分布

本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 121.40 kg,平均渔获率为 17.83 kg/h。渔获率最高的站位出现在 6 站,为 47.14 kg/h,以黑边布氏鳊的渔获率占绝对优势,为 22.84 kg/h;其次是带鱼,渔获率为 8.21 kg/h;细纹鳊的渔获率位居第三位,分别为 3.88 kg/h;

其他鱼类渔获率相对较少。渔获率次高站出现在 2 站，渔获率为 18.53 kg/h，渔获率位居前三位的鱼类是带鱼、白姑鱼和大头白姑鱼，渔获率分别为 3.75 kg/h、3.31 kg/h 和 2.94 kg/h，其他站位的渔获率相对较低。渔获率最低的站位出现在 4 站，仅为 10.62 kg/h，以带鱼、鳓和大头白姑鱼获率较高，分别为 2.65 kg/h、1.70 kg/h 和 1.10 kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 786 ind./h，以 6 站最高，为 2961 ind./h；其次是 5 站，为 812 ind./h；1 站最低，仅为 293 ind./h。结果详见表 4-27。

表 4-27 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 (kg/h)	个体渔获率 (ind./h)	重量资源密度 (kg/km ²)	个数资源密度 (ind./km ²)
1	11.62	293	257.58	6499
2	18.53	553	425.33	12699
4	10.62	360	227.50	7714
5	13.08	812	254.77	15816
6	47.14	2961	1044.84	65633
7	13.40	479	269.14	9623
9	12.02	493	234.14	9603
12	16.23	338	359.84	7496
平均值	17.83	786	384.14	16885

调查海域目前鱼类的资源密度约为 384.14 kg/km²。调查区内以 6 站最高（1044.84 kg/km²），2 站次之（425.33 kg/km²），4 站最低（仅为 227.50 kg/km²）。鱼类的个体平均资源密度为 16885 ind./km²，以 6 站最高（65633 ind./km²）；其次为 5 站，资源密度为 15816 ind./km²；1 站的资源密度最低，为 6499 ind./km²。

C. 鱼类优势种

根据相对重要性指数（IRI）公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标（IRI），并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的所有的优势渔获种类共有 24 种，其中鱼类 20 种，分别为黑边布氏鲷（3687.83）、带鱼（1528.04）、细纹鲷（1380.57）、大头白姑鱼（933.69）、六带拟鲈（889.42）、丝鳍鲷（744.77）、小牙鲷（554.88）、鳓（368.17）、鲷（301.35）、马六甲绯鲤（297.80）、短棘鲷（255.97）、皮氏叫姑鱼（242.69）、康氏小公鱼（235.60）、眼镜鱼（210.70）、棕斑兔头鲷（200.39）、

短棘银鲈（170.87）、多齿蛇鲻（131.19）、白姑鱼（130.34）、条纹鳊（119.42）及日本金线鱼（101.78）。其它种类的相对重要性指数小于 100。排列前 20 位的种类详见表 4-28。

表 4-28 调查海域鱼类种类优势地位及组成

序号	种类	N	W	F	IRI
1	黑边布氏鲷	29.45%	19.72%	0.75	3687.83
2	带鱼	3.25%	12.03%	1	1528.04
3	细纹鲷	11.68%	4.10%	0.875	1380.57
4	大头白姑鱼	4.04%	6.63%	0.875	933.69
5	六带拟鲈	6.34%	3.82%	0.875	889.42
6	丝鳍鲷	6.47%	3.46%	0.75	744.77
7	小牙鲷	4.19%	3.21%	0.75	554.88
8	鳊	2.43%	3.46%	0.625	368.17
9	鲷	0.99%	2.03%	1	301.35
10	马六甲绯鲤	1.96%	2.81%	0.625	297.80
11	短棘鲷	0.80%	2.12%	0.875	255.97
12	皮氏叫姑鱼	1.19%	3.67%	0.5	242.69
13	康氏小公鱼	5.32%	0.96%	0.375	235.60
14	眼镜鱼	0.55%	3.67%	0.5	210.70
15	棕斑兔头鲷	0.24%	2.43%	0.75	200.39
16	短棘银鲈	0.55%	1.73%	0.75	170.87
17	多齿蛇鲻	0.40%	1.70%	0.625	131.19
18	白姑鱼	1.50%	1.98%	0.375	130.34
19	条纹鳊	0.86%	0.73%	0.75	119.42
20	日本金线鱼	0.48%	1.15%	0.625	101.78

III. 头足类资源状况

A. 种类组成

本次调查共渔获头足类 5 种，隶属 3 目 4 科，分别为长蛸 *Octopus variabilis*、真蛸 *Octopus vulgaris*、中国枪乌贼 *Uroteuthis chinensis*、短穗乌贼 *Sepia brevimana* 和柏氏四盘耳乌贼 *Euprymna berryi*，分别隶属于八腕目、枪形目和乌贼目。

B. 渔获率和资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0.01~0.62 kg/h，平均 0.38 kg/h。渔获率以 4 站最高，为 0.52 kg/h；其次是 5 站，渔获率分别为 0.01 kg/h。按个体计，个体渔获率范围为 1~23 ind./h，平均 14 ind./h。个体渔获率以 12 站最高，为 23 ind./h；其次

为 4、6 站，为 20 ind./h。结果详见表 4-29。

表 4-29 调查海域头足类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 (kg/h)	个体渔获率 (ind./h)	重量资源密度 (kg/km ²)	个数资源密度 (ind./km ²)
1	0.29	14	6.40	301
2	0.44	16	10.08	370
4	0.52	20	11.18	419
5	0.01	1	0.28	19
6	0.62	20	13.63	432
7	0.48	15	9.72	292
9	0.29	8	5.65	156
12	0.41	23	9.07	514
平均值	0.38	14	8.25	313

本次调查头足类的平均渔获率为 0.38 kg/h，采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区及附近海域目前头足类的资源密度约为 8.25kg/km²，以 6 站最高，为 13.63 kg/km²；其次是 4 站，为 11.18 kg/km²。个体平均资源密度为 313 ind./km²，以 12 站最高（514 ind./km²）；其次为 6 站，资源密度为 432 ind./km²。

C. 头足类优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标（*IRI*），并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。本次调查头足类渔获有 5 种，在捕获的 24 种优势渔获物种类中，头足类中国枪乌贼达到优势种程度，见表 4-30。

表 4-30 调查海域头足类种类优势地位及组成

序号	种类	N	W	F	IRI
1	中国枪乌贼	1.44%	1.54%	1.00	298.03
2	短穗乌贼	0.18%	0.44%	0.50	31.38
3	长蛸	0.02%	0.04%	0.13	0.74
4	真蛸	0.02%	0.01%	0.13	0.33
5	柏氏四盘耳乌贼	0.02%	0.00%	0.13	0.28

IV. 甲壳类资源状况

A. 种类组成

经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 20 种，分属 2 目 8 科。其中虾类有 2 科 7 种，

其中墨吉对虾、斑节对虾、近缘新对虾和刀额新对虾为该海域的主要经济种类；蟹类有 5 科 11 种，其中经济种类有红星梭子蟹、锈斑蟳和远海梭子蟹，是当地渔民拖网、流刺网和笼壶类主要捕捞对象；虾蛄类有 1 科 2 种，口虾蛄和伍氏平虾蛄为当地拖网船主要捕捞对象。

B. 渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0kg/h~1.98kg/h，平均 0.80kg/h，渔获率以 1 站占优势，为 1.98kg/h；其次为 2 站，渔获率为 1.64kg/h。甲壳类的个体渔获率范围为 0ind./h ~271 ind./h，平均 64ind./h，仍以额 1 站最高，为 271ind./h；其次为 2 站尾数渔获率为 108ind./h。结果详见表 4-31。

表 4-31 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

站位	渔获率		资源密度	
	重量渔获率 (kg/h)	个体渔获率 (ind./h)	重量资源密度 (kg/km ²)	个数资源密度 (ind./km ²)
1	1.98	271	43.79	5997
2	1.64	108	37.63	2486
4	0.89	76	19.14	1621
5	0.39	13	7.63	245
6	0.84	15	18.62	332
7	0.00	0	0.00	0
9	0.54	11	10.42	214
12	0.14	16	3.02	363
平均值	0.80	64	17.53	1407

评价区及附近海域目前甲壳类的资源密度约为 17.53 kg/km²。资源密度最高出现于 1 站，为 43.79 kg/km²；2 站列第二位，为 37.63 kg/km²；7 站较低，为 0 kg/km²。按个体计，甲壳类的个体资源密度为 1407 ind./km²，仍以 1 站占绝对优势，为 5997 ind./km²；2 站列第二位，为 2486 ind./km²。

C. 甲壳类优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标 (IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的 24 种优势渔获物种类中，甲壳类有 3 种，须赤虾 *Metapenaeopsis barbata* (270.89)、口虾蛄 *Squilla oratoria* (134.69) 和长眼看守蟹 *Podophthalmus vigil* (126.89)，其它相对重要指数小于 100，详见表 4-32。

表 4-32 调查海域甲壳类优势种类组成

序号	种类	N	W	F	IRI
1	须赤虾	3.73%	0.61%	0.625	270.89
2	口虾蛄	1.26%	0.89%	0.625	134.69
3	长眼看守蟹	0.66%	1.03%	0.75	126.89
4	鹰爪虾	1.06%	0.34%	0.25	35.05
5	近缘新对虾	0.31%	0.19%	0.375	18.60
6	红星梭子蟹	0.07%	0.22%	0.375	11.08
7	墨吉对虾	0.15%	0.23%	0.25	9.32
8	银光梭子蟹	0.13%	0.01%	0.25	3.51
9	绵蟹	0.02%	0.21%	0.125	2.80
10	远海梭子蟹	0.02%	0.21%	0.125	2.80
11	逍遥馒头蟹	0.02%	0.12%	0.125	1.77
12	锈斑蟊	0.02%	0.08%	0.125	1.26
13	刀额新对虾	0.04%	0.02%	0.125	0.77
14	斑节对虾	0.02%	0.04%	0.125	0.74
15	伍氏平虾蛄	0.04%	0.01%	0.125	0.56
16	熟练新关公蟹	0.02%	0.01%	0.125	0.33
17	锐齿蟊	0.02%	0.01%	0.125	0.33
18	中华管鞭虾	0.02%	0.00%	0.125	0.28
19	矛形梭子蟹	0.02%	0.00%	0.125	0.28
20	紫隆背蟹	0.02%	0.00%	0.125	0.28

V. 主要种类及其生物学和生态学特性

根据调查优势种分析,项目附近海域主要渔业资源种类为黑边布氏鳊 *Eubleekeria splendens*、带鱼 *Trichiurus haumela*、细纹鳊 *Leiognathus berbis*、大头白姑鱼 *Pennahia macrocephalus*、六带拟鲈 *Parapercis sexfasciata*、丝鳍鲷 *Elates ransnnttii*、小牙鳊 *Gazza minuta*、鳓 *Sillago japonica*、鲷 *Platycephalus indicus* 及中国枪乌贼 *Uroteuthis chinensis* 等。

A. 黑边布氏鳊 *Eubleekeria splendens*

分布于印度-西太平洋区,西起非洲东岸,北至琉球群岛,南迄澳洲北部。台湾各沿海均有产。栖所生态主要栖息于砂泥底质的沿海地区,亦可生活于河口区。群游性,一般皆在底层活动,活动深度较浅。肉食性,以小型甲壳类、多毛类及二枚贝为食。

本次调查黑边布氏鳊的平均渔获率为 3.97kg/h,最高渔获率出现在额 6 站,渔获率为 22.95kg/h;其次是 5 站和 2,为 7.11kg/h 和 1.32kg/h;其他站位渔获率较少。

B.带鱼 *Trichiurus haumela*

分布比较广，主要分布西太平洋和印度洋，中国沿海各省均可见到，可以分为南、北两大类，北方带鱼个体较南方带鱼大，在黄海南部越冬，春天游向渤海，形成春季鱼汛，秋天结群返回越冬地形成秋季鱼汛，南方带鱼每年沿东海西部边缘随季节不同作南北向移动，春季向北作生殖洄游，冬季向南作越冬洄游，东海带鱼有春汛和冬汛之分。带鱼产卵期很长，一般以4月~6月为主，其次是9月~11月，一次产卵量在2.5万粒~3.5万粒之间，产卵适宜水温为17°C~23°C。

本次调查带鱼的平均渔获率为2.53 kg/h，最高渔获率出现在6站，渔获率为8.25 kg/h；其次是2和4站，渔获率分别为3.72 kg/h和3.46 kg/h；其他站位渔获率较少。

C.细纹鳐 *Leiognathus berbi*

为热带、亚热带近海暖水性鱼类。多活动于水体上层。摄食小型浮游生物。布于印度洋北部沿岸、红海，东至印度尼西亚。中国产于南海、台湾海峡，偶见于福建南部沿海。

本次调查细纹鳐的平均渔获率为0.83 kg/h，最高渔获率出现在6站，渔获率分别为3.90 kg/h，其次是5站和2站，渔获率为0.82 kg/h和0.80 kg/h，其他站位渔获率较少。

D.大头白姑鱼 *Pennahia macrocephalus*

石首鱼科白姑鱼属的一种鱼类。主要栖息于水深100公尺内之砂泥底海域，一般在40-60公尺间，产卵季来临时有集结洄游之习性，以小型鱼类、甲壳类等为食。

本次调查大头白姑鱼的平均渔获率为1.26 kg/h，最高渔获率出现在1站，渔获率为4.08 kg/h；其次是2和4站，渔获率分别为2.93 kg/h和1.43 kg/h；其他站位渔获率较少。

E.六带拟鲈 *Parapercis sexfasciata*

拟鲈属的一种鱼类。体圆筒形，尾鳍后缘略圆突出。主鳃盖骨上有1根棘刺。体背部赤褐色，从眼睛至尾柄有7条暗色横带，其中体侧的4条呈V字形。体长10~20厘米。我国产于东海和南海，为暖水性浅海底层鱼类。栖息在浅海至大陆架的泥沙底，以海底生物为食。产卵分春秋两季。

本次调查六带拟鲈的平均渔获率为0.59 kg/h，最高渔获率出现在7站，渔获率为

3.15kg/h, 其次是 9 站, 渔获率为 1.05 kg/h, 其他站位渔获率较少。

F. 丝鳍鲷 *Elates ransnnttii*

体褐黄色, 背侧具横纹。鳃盖骨具 1 黑斑。背鳍和尾鳍具黑斑。暖水性小型海鱼, 体长约 180mm。丝鳍鲷栖息于近海底层。我国产于南海。新加坡、菲律宾、澳大利亚均有分布。

本次调查丝鳍鲷的平均渔获率为 0.55 kg/h, 最高渔获率出现在 7 站, 渔获率为 1.84 kg/h, 其次是 9 站, 渔获率为 1.65 kg/h, 其他站位渔获率较少。

G. 小牙鲷 *Gazza minuta*

分布于印度洋、太平洋。中国见于南海和东海, 为岸砂泥底栖性鱼类, 栖性水深在 1-40 公尺之间, 以小鱼、虾蟹或多毛类为食, 适温 26-29°C; 产卵期时, 会游入河口区产卵。

本次调查小牙鲷的平均渔获率为 0.54 kg/h, 最高渔获率出现在 5 站, 渔获率为 2.56 kg/h, 其次是 6 站, 渔获率为 1.28 kg/h, 其他站位渔获率较少。

H. 鰺 *Sillago japonica*

暖水性中上层鱼类。为亚热带及暖温带近海洄游性种类, 分布于印度到日本南部海区, 在中国沿海均有分布。光线昏暗时喜栖息于水体中上层, 阳光强烈时多活动在中下层。幼鱼摄食挠足类等浮游动物及幼体, 成鱼摄食甲壳类、头足类、多毛类和小鱼。每年 4~6 月为产卵期。

本次调查鰺的平均渔获率为 0.69kg/h, 最高渔获率出现在 4 站, 渔获率为 2.22 kg/h; 其次是 12 站和 1, 为 1.84 kg/h 和 0.79 kg/h; 其他站位渔获率较少。

I. 鲷 *Platycephalus indicus*

广分布于印度-西太平洋暖、温海域, 中国沿海均产。为近海底层鱼类, 栖息于沙底浅海区域, 行动缓慢, 一般不结成大群。主食各种小型鱼类和甲壳动物等, 体长可达 500 余毫米。

本次调查鲷的平均渔获率为 0.35 kg/h, 最高渔获率出现在 7 站, 渔获率为 0.73 kg/h; 其次是 2 站, 为 0.66 kg/h; 其他站位渔获率较少。

J. 中国枪乌贼 *Uroteuthis chinensis*

主要分布在南海、泰国湾、马来群岛、澳大利亚昆士兰海域。平时栖息于外海水

域。春夏季游向近岸岛屿附近生殖。喜弱光，白天潜伏海底，早晚上浮。主要食物为小型鱼类、甲壳类。雌雄异体，行交配，体内受精。1龄可达性成熟。生殖期4—8月。浅海种，栖息水深15-170m。一年内性成熟，因繁殖季节不同，种内一般分成春生群、夏生群和秋生群，繁殖群体的性比因时间、空间不同而有所变化。仔稚鱼捕食端足类、糠虾等小型甲壳类。至成体阶段主要捕食蓝圆鲹、沙丁鱼、磷虾、鹰爪虾和毛虾等，也兼捕海鳗、虾姑、梭子蟹等，同类相残的习性明显。

本次调查中国枪乌贼的平均渔获率为0.30 kg/h，最高渔获率出现在4站渔获率为0.52 kg/h；其次是6和2站，渔获率分别为0.45 kg/h和0.44 kg/h；其他站位渔获率较少。

VI.物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度多样性指数(H')均值为3.48(2.23-4.16)，丰富度指数(d)均值为8.41(4.21-9.98)，均匀度指数(J')均值为0.69(0.54-0.81)，单纯度指数(C)均值为0.16(0.08-0.33)。渔获物尾数密度多样性指数(H')均值为3.27(2.01-4.31)，丰富度指数(d)均值为3.52(1.64-4.31)，均匀度指数(J')均值为0.65(0.39-0.83)，单纯度指数(C)均值为0.19(0.06-0.43)(表3.8)。结果详见表4-33。

表 4-33 渔获物多样性指数值

站位	尾数评价指标				重量评价指标			
	d	C	H'	J'	d	C	H'	J'
1	3.78	0.16	3.42	0.67	9.40	0.13	3.81	0.74
2	3.95	0.08	4.09	0.79	9.17	0.10	3.77	0.73
4	3.79	0.09	4.01	0.80	9.98	0.14	3.47	0.69
5	1.64	0.28	2.19	0.54	4.21	0.33	2.23	0.54
6	3.10	0.43	2.01	0.39	6.78	0.27	2.87	0.56
7	3.78	0.23	3.00	0.58	8.85	0.11	3.92	0.76
9	3.78	0.20	3.16	0.62	9.23	0.08	4.16	0.81
12	4.31	0.07	4.31	0.83	9.67	0.14	3.57	0.69
平均值	3.52	0.19	3.27	0.65	8.41	0.16	3.48	0.69

VII.主要种类幼鱼比例

本次调查渔获经济种类中，鱼类幼鱼约占43.4%，比例较高的种类主要有带鱼、乌鲳、大鳞舌鳎、短尾大眼鲷和黄带鲱鲤，幼鱼比例达到100%；甲壳类约为26.6%；

头足类幼鱼约占 66.7%。结果详见表 4-34。

表 4-34 主要经济种类幼鱼比例

类别	种类	体长/肛长 (cm)	幼鱼比例 (%)
鱼类	带鱼	14.0-19.7	100
	乌鲳	7.1-8.2	100
	大鳞舌鲷	7.8-9.8	100
	短尾大眼鲷	8.4-9.1	100
	黄带鲱鲤	6.2-8.8	100
	斑条鲳	20.1-25.2	86.5
	海鳗	13.0-19.5	85.6
	汉氏绫鲛	9.0-16.5	66.7
	白姑鱼	10.1-14.7	64.6
	大头白姑鱼	6.8-19.0	64.3
	皮氏叫姑鱼	10.0-15.5	63.4
	条尾鲱鲤	7.8-13.7	50
	油鲳	17.6-22.7	50
	多齿蛇鲻	8.1-18.7	34.3
	黄斑篮子鱼	12.0-15.2	33.3
	蓝圆鲈	10.1-19.8	33.3
	线鳗鲂	11.9-24.2	30.7
	马六甲鲱鲤	7.3-16.4	28.9
	六指马鲛	6.9-10.8	23.6
	短棘鲳	10.2-17.8	23.5
	黑边布氏鲳	7.2-12.1	22.3
	丽鲈	8.2-13.3	21.7
	条纹鲷	6.1-14.0	21.5
	短棘银鲈	8.9-14.9	16.8
	日本金线鱼	6.2-13.2	12.4
	长鳍银鲈	13.4-18.1	11.8
	马拉巴若鲈	13.2-16.7	0
	真鲷	16.1-18.5	0
	大甲鲈	11.9-12.3	0
卵形鲳鲈	21.2-22.3	0	
大斑石鲈	10.2-12.1	0	
甲壳类	口虾蛄	7.8-16.4	65.2
	伍氏平虾蛄	8.9-12.2	50
	近缘新对虾	9-15.8	29.4
	红星梭子蟹	7.0-11.1	25
	鹰爪虾	7.8-10.0	8.6
	须赤虾	5.0-9.8	8.3
	墨吉对虾	9.2-22.8	0
头足类	短穗乌贼	5.8-9.2	70
	中国枪乌贼	4.8-8.3	63.3

VIII. 小结

底拖网调查共捕获游泳动物 14 目 59 科 100 种，其中鱼类 9 目 47 科 75 种，占有种类的 75.00 %，甲壳类 2 目 8 科 20 种，占有种类的 20.00 %，头足类 3 目 4 科 5 种，占有种类的 5.00 %。

本次调查共采集到游泳动物重量有 121.40 kg，经济种类中，鱼类幼鱼约占 43.4 %；甲壳类约为 26.6 %；头足类幼鱼约占 66.7 %。各类别渔获比例：鱼类为 113.78 kg，占总渔获量的 93.72 %；甲壳类为 5.15 kg，占总渔获量的 4.24 %；头足类渔获量为 2.47 kg，占总渔获量 2.07 %。共采集到个体有 5471 ind，鱼类为 4962 ind，占总个体渔获数量的 90.70 %；甲壳类为 417 ind，占总个体渔获数量的 7.62 %；头足类为 92 ind，占总个体渔获量的 1.68 %。

游泳动物的平均渔获率为 19.01 kg/h 和 864 ind./h。其中，鱼类为 17.83kg/h 和 786 ind./h，头足类的平均渔获率为 0.38kg/h 和 14 ind./h，甲壳类的平均渔获率为 0.80 kg/h 和 64 ind./h。根据扫海面积法估算，评价区及附近海域目前游泳动物的资源密度约为 409.92 kg/km² 和 18605 ind./km²，其中鱼类约为 384.14 kg/km² 和 16885 ind./km²，头足类 8.25 kg/km² 和 313 ind./km²，甲壳类约为 17.53 kg/km² 和 1407 ind./km²。

本次调查的优势渔获种类共有 24 种。其中，黑边布氏鰨的 IRI 最高，为 3687.83；其他优势鱼类依次为带鱼（1528.04）、细纹鰨（1380.57）、大头白姑鱼（933.69）、六带拟鲈（889.42）、丝鳍鲷（744.77）、小牙鰨（554.88）、鰨（368.17）、鰨（301.35）、中国枪乌贼（298.03）、马六甲绯鲤（297.80）、须赤虾（270.89）、短棘鰨（255.97）、皮氏叫姑鱼（242.69）、康氏小公鱼（235.60）、眼镜鱼（210.70）、棕斑兔头鲷（200.39）、短棘银鲈（170.87）、口虾蛄（134.69）、多齿蛇鲻（131.19）、白姑鱼（130.34）、长眼看守蟹（126.89）、条纹鰨（119.42）及日本金线鱼（101.78）。

项目海域渔获物重量密度多样性指数（H'）均值为 3.48（2.23-4.16），丰富度指数（d）均值为 8.41（4.21-9.98），均匀度指数（J'）均值为 0.69（0.54-0.81），单纯度指数（C）均值为 0.16（0.08-0.33）。渔获物尾数密度多样性指数（H'）均值为 3.27（2.01-4.31），丰富度指数（d）均值为 3.52（1.64-4.31），均匀度指数（J'）均值为 0.65（0.39-0.83），单纯度指数（C）均值为 0.19（0.06-0.43）。

1.8 珊瑚礁资源

(1) 海底造礁石珊瑚分布状况

项目距西瑁岛较近，自上世纪 60 年代以来关于西瑁岛的珊瑚礁资源记录相当丰富，而关于红塘湾的珊瑚资源状况记录甚少。引用海南省海洋与渔业科学院 2014 年 3 月 15 至 3 月 21 日（小潮）在三亚红塘湾及附近海域开展的珊瑚礁调查结果(调查站位分别见图 4-14 和表 4-36)：该海域海底珊瑚分布具有以下特点：

①珊瑚礁平台沿岸呈半连续分布，沿岸发育宽度多在 100~300m 左右；在河口及天涯海角景区以西出现中断。

②珊瑚礁平台在横向上呈明显的分带现象，大致以-1m 为界，内侧距沿岸沙滩相对狭窄，主要有小块的礁石、珊瑚碎屑和细砂等。

③水深约 1.5m 为外侧的珊瑚礁平台，地形平坦。水深 4m 以内主要是礁石底，局部有砂质底。而 4m 外砂质底比例增加，底质以受侵蚀较平滑的礁石为主，有零星的珊瑚和藻类分布。

④水深 2~4m 为主要的珊瑚生长带，分布有多种造礁石珊瑚。大多数蜂巢珊瑚个体大于 50cm，直径约 1m 的珊瑚相比其它海域(如鹿回头湾)较常见，而且数量较多。

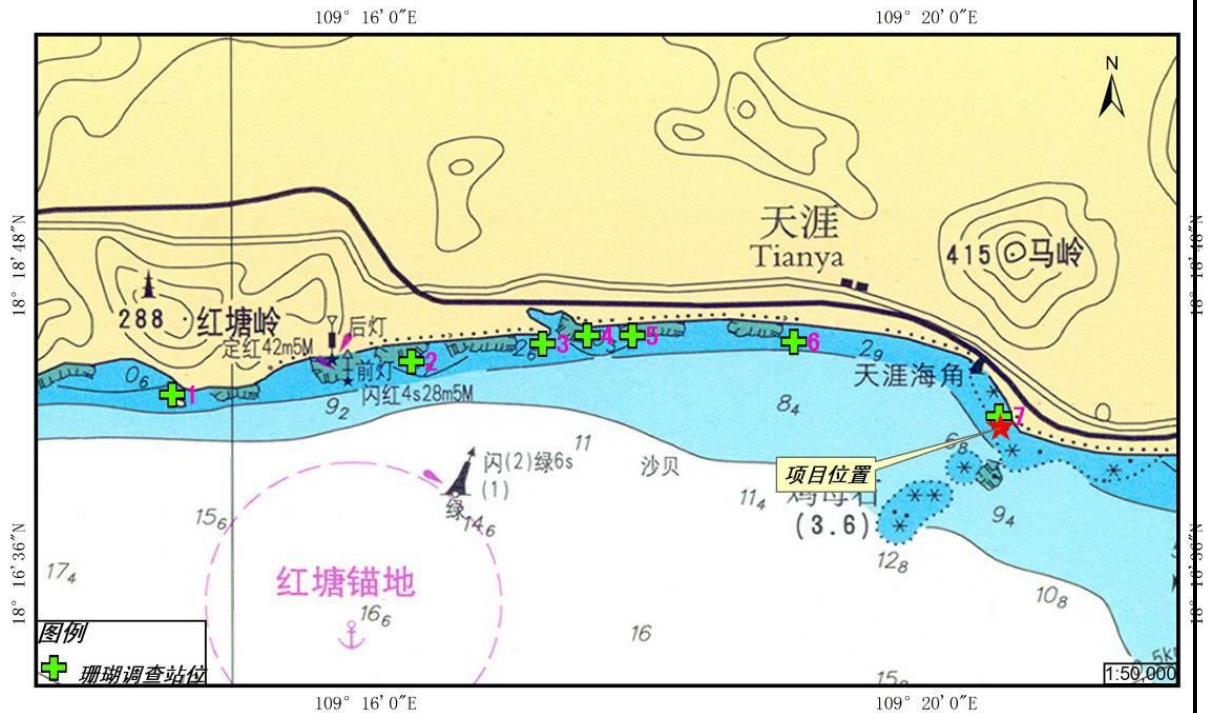


图 4-14 红塘湾珊瑚监测站位图

表 4-36 红塘湾珊瑚监测站位表

珊瑚礁监测站位	坐标	
	北纬(N)	东经(E)
1	18°17'52.80"	109°14'37.10"
2	18°18'7.03"	109°16'19.49"
2*	18°18'11.20"	109°16'54.20"
3	18°18'14.70"	109°17'15.70"
4	18°18'18.09"	109°17'34.70"
5	18°18'18.20"	109°17'54.10"
6	18°18'15.51"	109°19'3.20"
7	18°17'43.58"	109°20'31.09"

(2) 造礁石珊瑚的种类

本次调查共发现造礁石珊瑚 10 科 21 属 46 种。靠近南山佛文化旅游区海域的珊瑚优势种主要属盔形珊瑚属和角孔珊瑚属；红塘湾东面，靠近河口海区的珊瑚优势种主要属蜂巢珊瑚科和鹿角珊瑚科。红塘湾常见珊瑚种类主要有丛生盔形珊瑚、橙黄滨珊瑚、费利吉亚肠珊瑚、角孔珊瑚、蔷薇珊瑚、扁脑珊瑚等。珊瑚个体大小相对其他海域的大很多，有些较不常见种类在红塘湾分布较之丰富。例如褶叶珊瑚科的叶状珊瑚和合叶珊瑚在该海域相对较多且个体较大；蜂巢珊瑚科的费利吉亚肠珊瑚、扁脑珊瑚等个体大；本次调查中还发现较不常见的梳状珊瑚和成片的刺孔珊瑚。

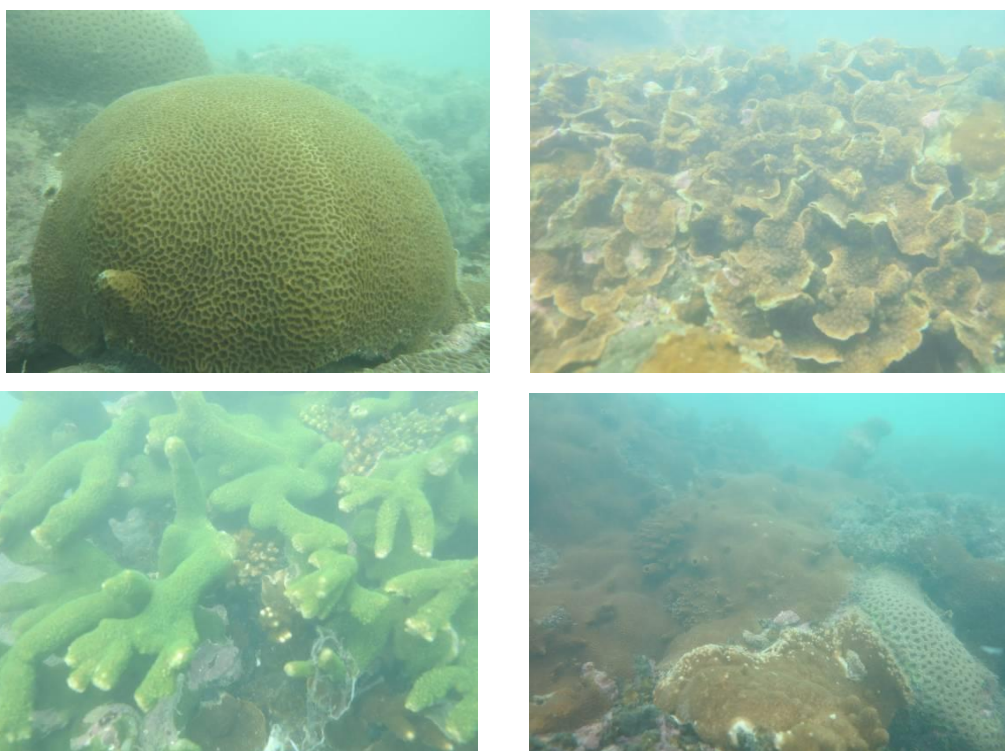


图 4-15 项目周边海域珊瑚生长状况

(3) 造礁石珊瑚覆盖率

项目位置天涯海角景区附近海域内造礁石活珊瑚覆盖率在 12.5%左右,其中硬珊瑚覆盖率为 12%,软珊瑚覆盖率为 0.5%,珊瑚补充量为 0.1ind/m²。

(4) 软珊瑚

软珊瑚体形柔软,多为群体分布。本次调查海域范围的软珊瑚平均覆盖度为 1.02%,主要软珊瑚种类有:豆莢软珊瑚(*Lobophytum* sp.)、短足软珊瑚(*Cladiella* sp.)、肉质软珊瑚(*Sarcophyton* sp.)。主要出现在 4 米左右水深海区。在靠近南山佛文化旅游景区海域较为丰富。

(5) 珊瑚礁鱼类

鱼类是热带海洋世界中重要性仅次于珊瑚的生物门类,特别是鲜艳多姿的珊瑚礁区热带海洋观赏鱼类,更经常成为海底景观的主角。

本次珊瑚礁鱼类调查共记录了珊瑚礁鱼类种类 17 种,主要以雀鲷科 *Pomacentridae*、篮子鱼科 *Labridae*、天竺鲷科 *Apogonidae* 为主,主要优势种为两色光鳃雀鲷 *Chromis margaritifer*、褐篮子鱼 *Siganus fuscescens*、条纹豆娘鱼 *Abudefduf vaigiensis* 等。

鱼类种类主要有:

两色光鳃雀鲷	<i>Chromis margaritifer</i>
细鳞光鳃雀鲷	<i>Chromis lepidolepis</i>
黄尾光鳃雀鲷	<i>Chromis xanthurus</i>
侧条弱棘鱼	<i>Malacanthus latovittatus</i>
镜斑蝴蝶鱼	<i>Chaetodon speculum</i>
单线天竺鲷	<i>Apogon exostigma</i>
库氏天竺鲷	<i>Apogon cookii</i>
褐篮子鱼	<i>Siganus fuscescens</i>
六线豆娘鱼	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>
条纹豆娘鱼	<i>Abudefduf vaigiensis</i>
新月锦鱼	<i>Thalassoma lunare</i>
单斑豆娘鱼	<i>Abudefduf uniocellatus</i>
双斑刺尾鱼	<i>Acanthurus nigrofuscus</i>
黑眶锯雀鲷	<i>Stegastes nigricans</i>
白尾雀鲷	<i>Pomacentrus chrysurus</i>
黄尾新雀鲷	<i>Neopomacentrus azysron</i>
栉齿刺尾鱼	<i>Ctenochaetus striatus</i>

在调查中珊瑚礁鱼类的体型较小，体长在 5~10cm 之间占绝大多数，大型的有经济价值的珊瑚礁鱼类(如石斑鱼)几乎没有见到。鱼类密度较低，平均为 30 尾/100m²。

2 社会环境概况

2017 年，三亚市全年生产总值（GDP）529.25 亿元，按可比价格计算，比上年增长 7.6%。其中，第一产业增加值 66.80 亿元，增长 4.1%；第二产业增加值 106.05 亿元，增长 6.1%；第三产业增加值 356.40 亿元，增长 8.8%。三次产业结构调整为 12.6:20.0:67.4，第三产业比重比上年提高 1.3 个百分点，拉动经济增长 5.8 个百分点，对经济增长的贡献为 76.5%。

（1）农林牧渔业

全年农林牧渔业总产值 103.80 亿元，按可比价计算，比上年增长 5.4%。其中，农业产值 64.75 亿元，增长 7.6%；牧业产值 9.62 亿元，增长 4.2%；农林牧渔服务业产值 4.96 亿元，增长 13.8%；林业产值 2.82 亿元，下降 3.6%；渔业产值 21.66 亿元，下降 1.6%。提升农机化水平。全年农机总动力达 17.76 万千瓦，农机拥有量达 35490 台；完成机耕作业面积 45.37 万亩、机收作业面积 9.26 万亩、机插 1800 亩、无人植保机喷洒农药面积 3200 亩。农产品品牌竞争力提升。“三亚芒果”获农业部地理标志证明和工商总局地理标志证明商标，“三亚莲雾”获农业部地理标志证明。其他国际标准 ISO 和良好农业认证 29 家，省著名商标 16 个，省名牌产品 2 个，省名牌农产品 8 个。积极创建现代农业产业园。三力源基地、兰花基地、玫瑰谷三家获得省级现代农业产业园的称号。

（2）工业和建筑业

全年全市工业总产值为 84.24 亿元，比上年增长 8.0%。其中，轻工业产值 15.86 亿元，增长 4.2%；重工业产值 68.38 亿元，增长 8.9%。从经济类型看，国有企业产值 25.46 亿元，下降 1.2%；股份制企业产值 39.93 亿元，增长 18.8%；外商及港澳台企业产值 7.36 亿元，增长 5.1%；其他企业产值 11.49 亿元，下降 1.5%。从各行业看，农副食品加工业产值 2.58 亿元，增长 28.9%；食品制造业产值 1.70 亿元，增长 13.7%；非金属矿物制品业产值 29.01 亿元，增长 33.1%；医药制造业产值 0.31 亿元，增长 16.5%；燃气生产供应业产值 2.30 亿元，增长 6.2%；电力、热力生产和供应业产值

24.09 亿元，增长 0.3%。

全市建安工程投资 592.27 亿元，比上年增长 19.0%。建筑业增加值 85.11 亿元，增长 5.5%。全市正常经营的资质内建筑业企业 14 家，全年签订合同额（含新签订和上年度结转）65.09 亿元，比上年增长 21.3%；建筑业总产值 34.36 亿元，比上年增长 23.9%。

（3）运输

全市客运量 2452.29 万人次，比上年增长 5.1%；货运量 1811.64 万吨，增长 5.6%。旅客周转量 129.04 亿人公里，增长 15.7%；货物周转量 9.38 亿吨公里，增长 46.4%。凤凰机场旅客吞吐量 1938.99 万人次，增长 11.6%。其中进港 971.93 万人次，增长 11.9%。凤凰机场飞行 119608 班次，增长 6.1%。

（4）旅游

三亚市地处祖国大陆最南端，具有优越的热带海洋气候条件及典型的热带海滨旅游景观和热带海岛风情，其滨海旅游资源十分丰富，自然景色奇美，名胜古迹众多，是国内热带滨海旅游资源最密集的地区。在不足 2000 平方千米范围内，汇集了阳光、海水、沙滩、森林、动物、温泉、岩洞、风情、田园十大风景资源。

三亚市管辖范围内散布有大小岛屿 40 个，其中面积较大，岛上有植被，开发利用价值较高的主要岛屿 10 个，面积超过 1 平方公里的岛屿有西瑁洲和蜈支洲。各海岛离三亚海岸很近，其独特的自然景观和人文景观与优美的滨海风光浑然一体，构成一个完整的旅游观光网络体系。

三亚市是国内独有的避寒冬泳滨海旅游度假胜地。三亚市著名的旅游景点有天涯海角游览区、南山文化旅游区、亚龙湾国家旅游度假区、大东海风景区、鹿回头公园、大小洞天风景区、三亚湾风景区、落笔洞、南田温泉、西瑁洲、蜈支洲等，其中，南山文化旅游度假区、大小洞天旅游区成为首批国家 5A 级旅游景区；天涯海角、亚龙湾风景区被国家旅游局确认为 4A 级的旅游风景区，正在争创 5A 级景区。此外，还有崖州古城和鉴真和尚东渡日本的避风登陆遗址、雕像以及盛德堂旧第、“洗兵亭”遗迹，明代钟芳进士故里、崖州还金寮等人文景观。

2017 年，三亚市接待过夜游客 1830.97 万人次，比上年增长 10.9%。其中，国内

游客 1761.69 万人次，增长 9.7%；入境游客 69.28 万人次，增长 54.4%。全年旅游总收入 406.17 亿元，增长 26.0%，其中国内旅游收入 370.35 亿元，增长 21.2%；旅游外汇收入 53061.60 万美元，增长 108.3%。旅游饭店平均开房率为 69.57%，比上年提高 3.55 个百分点。全市列入统计的旅游宾馆(酒店)252 家，其中，五星级酒店 14 家，四星级酒店 17 家，三星级酒店 9 家。拥有客房 57282 间，比上年增加 970 间；拥有床位 94376 张，比上年增加 1458 张。全市共有 A 级及以上景区 16 处，其中，5A 景区 3 处，4A 景区 5 处。

(5) 国内贸易

全市社会消费品零售总额 223.77 亿元，比上年增长 13.0%。从各行业销售额情况看，批发零售业商品销售额 366.35 亿元，增长 14.9%。其中，批发业销售额 150.41 亿元，增长 12.2%；零售业销售额 215.95 亿元，增长 16.8%。从商品类别看，服装鞋帽针纺织品类、化妆品类、金银珠宝类、石油及制品类销售额分别增长 16.3%、50.2%、29.2%、22.7%。住宿餐饮业营业额 143.84 亿元，比上年增长 10.9%。其中，餐饮业营业额 33.03 亿元，增长 11.9%；住宿业营业额 110.81 亿元，增长 10.6%。住宿业中，五星级酒店营业额 44.63 亿元，增长 4.3%；四星级酒店营业额 6.54 亿元，增长 18.0%；三星级酒店营业额 0.73 亿元，下降 7.3%；以高标准建设为主的其他酒店营业额 28.46 亿元，增长 23.5%。

(6) 节能减排、生态环境和安全生产

节能减排。加快新能源汽车推广应用。全年共推广新能源汽车 338 辆。开展多晶硅光伏发电试点，加快推进三亚低碳智慧能源综合利用海棠湾示范区项目。全市共有生活垃圾处理设施 6 个，生活垃圾日处理能力 1650 吨。城镇生活垃圾无害化处理率 100%；生活垃圾渗滤液达标处理率 100%。拥有污水处理厂 12 个，城镇生活污水集中处理达标量 7409 万吨。城镇生活污水集中处理率 89.8%，比上年提高 2.4 个百分点。

生态环境。全年空气质量达标（AQI≤100）360 天，空气质量达标率 98.6%。细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度 15 微克每立方米，可吸入颗粒物（PM₁₀）平均浓度 28 微克每立方米。全市自然保护区 7 个，其中国家级 1 个，省级 1 个。自然保护区总面积 92.94 公顷，其中国家级保护区 55.68 公顷，省级保护区 17.16 公顷。造林面积 100 公

顷。其中，人工造林 57.59 公顷；更新造林 42.41 公顷。森林面积 1324.06 公顷，森林覆盖率 69%，同比提高 1.0 个百分点。三亚河国家湿地公园（试点）已揭牌，建成红树林生态公园、金鸡岭桥头公园。城市建成区绿地面积 20.43 公顷，绿地率 39.58%。建成区人均公共绿地面积 15.41 平方米，同比增长 18.4%。建成区绿化覆盖率 42.97%。地表水达标率 91.7%，与上年持平。

安全生产。全市发生各类生产安全事故死亡人数 27 人。其中，工矿商贸企业生产安全事故死亡人数 13 人，道路生产安全事故死亡人数 14 人。

3 海洋产业发展概况

(1) 滨海旅游业

三亚市地处热带，北靠高山，南临大海，自然景色优美，名胜古迹众多，旅游资源极为丰富，是我国著名的热带国际化滨海旅游城市。三亚境内汇聚阳光、海水、沙滩、气候、森林、温泉、动物、岩洞、田园、风情十大旅游资源，山、城、河、海浑然一体，拥有南山、大小洞天两个 5A 级景区，亚龙湾、天涯海角等五个 4A 级景区和鹿回头、西瑁洲、蜈支洲岛、大东海等著名景点，是中国热带滨海旅游资源最丰富、最集中的地区，被誉为最适宜人类居住的地区之一，也是中国著名的旅游度假胜地。

三亚市旅游资源绝大部分集中在滨海地区，山海相依的景观、优质的海岸沙滩和海水、多彩斑斓的珊瑚礁及其生物群落、热带海滨特有的红树林风光、丰富的岛屿资源等不可复制的滨海旅游景观资源，具备打造世界顶级滨海旅游的自然条件，全市所有 5A、4A 级景区均建设在滨海(岛屿)地带，滨海旅游业蓬勃发展。为打造国际性热带滨海旅游城市，充分利用、串联众多滨海旅游优势资源，三亚市积极探索发展海上观光、海上垂钓、游船等海上特色旅游产品。

(2) 海洋水产业

三亚渔业基础设施齐全，现有三亚、保港、红沙和后海 4 个渔港，其中三亚渔港是国家中心渔港，也是海南省三大渔港之一。2009 年 12 月海南省投资规模最大的渔港——三亚崖州中心渔港开工建设，其年渔货卸港量达 8 万吨，可满足 800 艘大、中、小各型渔船停泊、避风和补给，水域面积为 48hm²、陆域面积为 47 hm²，码头岸线长度 670m。崖州中心渔港的建设完成，三亚地区作为海南岛南部区域重要的海产品集散基地的优势将更加突出，将更好地策应和推动三亚海洋渔业产业对西、南、中沙海域海洋渔业资源的开发活动，促进三亚海洋渔业远洋捕捞力量的进一步形成，对三亚海

洋渔业生产的中远期发展具有重要意义。

三亚地区海域广阔深邃，海洋生物种类繁多，海洋水产资源十分丰富。海洋捕捞业是三亚市海洋渔业的主要增长点，在海洋渔业中占据主导地位。目前三亚地区 90% 以上的渔业产量，主要来自海洋捕捞业。调查资料表明，三亚海域有鱼类 293 种，其中具有较高经济价值的鲨鱼翅、海参、石斑鱼被誉为“崖州三珍”。三亚渔汛渔场是海南岛周围海域三大著名渔汛渔场之一，渔场面积 1.4 万 km²，盛产红鱼、马鲛鱼、鲳鱼、海参、龙虾、鱿鱼、鲍和大珠母贝等四十多种优质海产品。据相关统计资料估计，三亚渔汛渔场年捕捞量在 4.88 万吨左右，是海洋捕捞的黄金海域。在三亚渔汛渔场可进行拖、围、刺、钓、定置等多种海上生产作业，每年的 10 月到翌年 4 月是三亚渔汛渔场海洋渔业生产的黄金季节。

(3) 海洋交通运输业

三亚市深水岸线约占全市岸线长度的 1/4，沿海岸线曲折，港口资源丰富。已开发建设的港口有三亚湾的三亚港、凤凰岛国际客运港，榆林湾的榆林港，红塘湾的红塘港，崖州湾的南山港等主要港口及其航道、锚地以及一批旅游码头。

三亚港是我国最南方的商港，拥有生产用码头泊位 7 个，其中 5000 吨级泊位 2 个、1500 吨级泊位 1 个、500 吨级泊位 2 个、客运和件杂货运泊位各 1 个，可通航海南岛沿海各地，与广州、湛江、北海、江门、香港等港口开通货运航线。三亚凤凰岛国际客运港已建成 8 万吨级豪华客运码头 1 个并投入使用，亚洲最大最豪华的旗舰邮轮、排水量 7.6 万吨“处女星”号邮轮从 2008 年 4 月起执航“香港—三亚—越南—香港”定期航线，邮轮在三亚凤凰岛国际客运港停靠。工程总投资 3 亿元南山货运码头一期工程已建成完工，主要是 2 万吨级综合泊位 1 个及相应配套设施，港口一期工程设计年吞吐能力 65 万吨，码头长度为 260m。根据规划，南山港将建成多功能综合性现代化港口和南中国区域性国际转口贸易中心。南山货运港开港后，不仅会巩固三亚作为海南南部海运物流中心的地位，同时还会对东南亚国家、台湾地区的贸易往来起到促进作用。由于该港是中国距离西、中、南沙群岛最近的港口，距离上的优势也将使南山货运港成为南海油气资源开发后勤支援和下游产品加工基地。

按照三亚市港口建设规划，随着南山港和崖州中心渔港的建成使用，三亚港的货运和渔港功能将转移，整个三亚港区将改建为旅游客运中心港口区，逐步转化为旅游港口功能。

4 海域使用现状

根据收集的历史资料以及现场勘查的结果,在本项目论证范围内的海洋开发利用活动主要是港口用海、旅游娱乐用海、渔业用海、海底工程用海、特殊用海。项目用海区周边海域具体开发利用现状图见图 4-16。

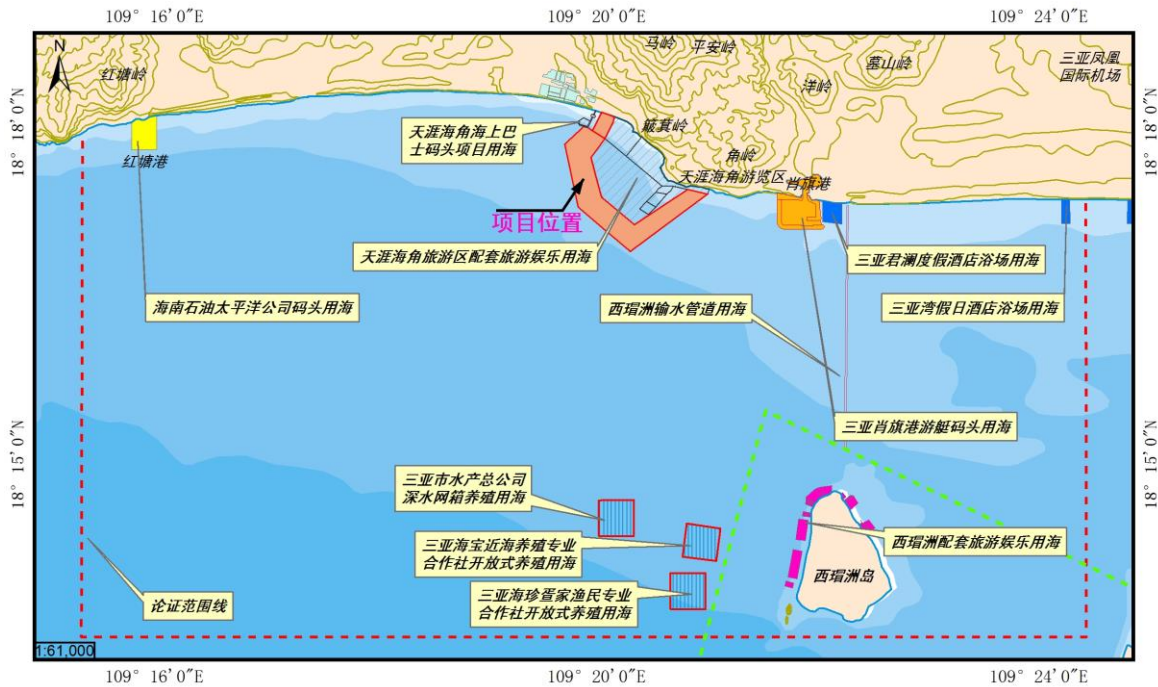


图 4-16 项目周边海域使用现状图

(1) 港口用海

红塘港包括红塘岭海南石油太平洋公司码头(18°18'07"N、109°15'53"E)、航道及红塘锚地。位于本项目西侧 6.5km,该码头承担航空煤油、汽油、柴油装卸运输任务。

码头为栈桥是“T”行结构,栈桥引桥长 383m,宽 6m,码头长度 275m,最大宽度 20m,码头前沿水深 9.1m,港池直径 375m,水深 10m,可靠泊 1 万吨级游船。该码头为三亚凤凰国际机场配套工程。

肖旗港位于本项目东侧 1.1km,原是由大兵河和冲会溪注入而形成的小河口港,涨潮时当地渔民和西瑁洲岛渔民的小渔船可乘潮进出停靠、避风。2008 年三亚西岛旅游开发有限公司在肖旗港口门外东西两侧投资修建了防波堤,同时在港内北侧修建了长约 300m 的交通码头,作为接送西瑁洲岛居民及观光游客上下岛的岛渡码头(见照片 4-4)。防波堤修建后,港内泊稳条件较好,也有利于当地渔民的停靠、避风。经现场勘查发现,目前,除了作为西瑁洲岛岛渡交通码头外,港内东北侧仍有少量当地小渔船停靠(见照片 4-5)。



照片 4-4 肖旗港西瑁洲岛岛渡码头



照片 4-5 肖旗港内停靠的渔船

(2) 旅游娱乐用海

旅游娱乐用海主要分布在三亚湾沿岸、西瑁洲岛沿岸等。

➤ 三亚湾沿岸旅游娱乐用海

三亚湾紧邻三亚市区，湾长沙细，沙滩质地柔软，海水蔚蓝洁净，海面风平浪静，傍晚朝霞满天，渔歌唱晚，风景如画，是国内外游客游泳、沙滩漫步、欣赏三亚美景的好去处。长长的海湾规划分为三段，紧连市区一段为游乐观光漫游区域，稍远为公共海边泳场和海上活动区域，再西一侧，为休闲度假区域。目前，三亚湾西岸已经建成了多家度假酒店，酒店前沿的近岸海域也均被这些度假酒店开发利用，作为酒店配套浴场用海。

根据收集的资料显示，在本项目论证范围内浴场用海有：三亚君澜度假酒店用海、三亚湾假日酒店用海等。均位于本项目东侧，最近距离约为 1.9km。

➤ 西瑁洲沿岸旅游娱乐用海

西瑁洲由于远离城市，海水污染少，岛上风景秀丽，空气清新，沙滩柔和，海水清澈见底；环岛海域生长着大量美丽的珊瑚，保护完好，聚集生活着各种色彩斑斓的热带海鱼，宛如一个巨大的热带海洋生态圈，是一个休闲度假的好地方。目前，西瑁洲旅游开发活动主要是由三亚西岛大洲旅业有限公司和三亚西岛旅游开发有限公司经营，开展的滨海旅游项目主要有海底漫步、珊瑚礁潜水、外海船潜等各种潜水，摩托艇、拖拽伞、海钓、香蕉船、皮划艇等各种海上运动，沙滩车、沙滩排球等沙滩休闲活动，西岛乐钓、协力车、椰林吊床等其他休闲活动，汇聚成一个聚海上运动、潜水观光、天然浴场、沙滩娱乐、椰林休闲的动静皆宜的立体海岛景区。旅游娱乐用海类型多种，包括了岛渡交通码头等旅游基础设施用海、沙滩休闲戏水等浴场用海和水

上运动娱乐等游乐场用海,总的用海面积为 31.5348 公顷,其用海距离项目区约 5.0km。

(3) 渔业用海

西瑁洲为有居民海岛,自有居民至今已有 400 多年历史,现岛上分东、西、中、新四个小渔村,居民 700 多户,4000 多人。岛上居民自古以来多以打渔为生,岛东北侧建有小型渔港。三亚国家级珊瑚保护区成立后,海岛周边海域加强了管理,保护区内不允许捕捞,同时,近年来随着西瑁洲海岛旅游的开发,大部分劳力近 1000 人已经在岛从事旅游服务等相关工作,岛上居民的生产生活方式有了很大的改变。但仍有部分渔民保持着传统的渔业生产生活方式,到保护区外的海域从事海洋捕捞活动。

西瑁洲的西侧、项目南侧,有三宗三亚市水产总公司、三亚海珍渔家渔民专业合作社、三亚海宝近海养殖专业合作社的养殖用海,主要养殖品种有金鲳鱼,军曹鱼,白鲳鱼。其用海面积分别为 33.36 公顷、33.36 公顷以及 29.7390 公顷,与项目用海距离分别约为 4.2km、4.6 km、5.4km。

(4) 海底工程用海

项目用海区附近海域的海底工程用海为用海区东侧的三亚市西瑁洲海底输水管道用海。三亚市西瑁洲海底输水管道是三亚市陆地连接西瑁洲的管道工程,距离为 2.3km,由海南天涯水业集团公司负责建成,由两条 $\Phi 200$ 的 PE 管组成,供水量 4000t/d,对保障西瑁洲的用水具有重要意义,其用海面积 12.28 公顷。

(5) 特殊用海

项目用海区对面的西瑁洲周边海域珊瑚礁资源丰富,生态环境良好。三亚珊瑚礁自然保护区 1990 年该被批准为国家级海洋自然保护区,由三个片区组成,东、西瑁洲片区、鹿回头半岛—榆林角片区和亚龙湾片区,主要保护对象为各种浅海造礁石珊瑚,软珊瑚及其他珊瑚、珊瑚礁及和其他生物构成的生态系统、相关的海洋生态环境。

东、西瑁洲珊瑚自然保护区片区位于本项目用海区东南侧约 3.4km,用海面积 2850.37 公顷。保护区管理部门采取政府与企业相结合,企业开展珊瑚生态景观资源可持续利用的旅游观光活动,从收入中提取部分用于珊瑚生态资源保护,支持建立了东、西瑁洲片区监察分站,配备巡航监视的设备,支付管理员工资,使保护区的管理工作走上正轨,有效制止采集珊瑚、炸鱼、捕鱼等破坏珊瑚资源的行为,促进了珊

瑚生态资源的保护。水下旅游采取区域半年轮换的方式，使海底珊瑚礁得以恢复，同时在水下设置定点、定时生态监测站，开展珊瑚礁生态监测和环境监测活动，加强了珊瑚礁保护与管理。

5 项目用海与《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析

根据《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目用海位于天涯海角旅游休闲娱乐区内（代码 A5-32），其用途管制：主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，兼顾农渔业用海，开展名贵品种增殖和休闲渔业开发；涉海工程建设需征求相关特殊部门意见。用海方式：天涯海角岸段禁止改变海域自然属性，红塘湾岸段严格限制改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。本项目主要开展浴场和水上娱乐运动，属于旅游娱乐用海，因此，本项目符合该功能区的主导用海类型。本项目能有效地利用红塘湾的优质旅游资源、自然岸线和沙滩，不改变海域的自然属性，充分利用海域资源。因此，项目用海符合天涯海角旅游休闲娱乐区的用海方式控制要求。

根据《海南省海洋功能区划(2011~2020年)》，天涯海角旅游休闲娱乐区环境保护要求为“执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准”。根据水质、沉积物现状调查表明，调查区域海水未受到污染物的影响，均达到相应功能区所要求的海水水质标准，调查海域水质优良；沉积物质量也达到第一类沉积物质量标准，调查海域的沉积物质量较好。项目实施不会产生污染物，不会影响海域的水质环境，同时在实施过程中加强游客及员工的素质教育，各类垃圾均也得到了有效的处理和收集，对水质及沉积物环境基本没有影响影响。由此，项目用海符合天涯海角旅游休闲娱乐区环境保护要求。

综上所述，本项目用海符合《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》（见附图3，附表9）。

6 项目用海与《海南国际旅游岛建设发展规划纲要(2010-2020)》符合性分析

据《规划纲要》，海南国际旅游岛建设的总体思路为：逐步将海南建设成为经济繁荣发展、生态环境优美、文化魅力独特、社会文明祥和的开放之岛、绿色之岛、文

明之岛、和谐之岛。

根据《规划纲要》，海南省旅游产业的定位为：我国旅游业改革创新试验区、世界一流的海岛休闲度假旅游目的地。根据“规划纲要”，从空间布局来看，“规划纲要”定位五个组团差异化发展，其中南部组团以三亚市为中心，包括陵水、保亭、乐东三县，面积 6955 平方公里，占海南岛面积 20.41%。重点发展酒店住宿业、文体娱乐、疗养休闲、商业餐饮等产业。根据市场需求，适度布局建设特色旅游项目，培育一批文化节庆、会展活动和体育赛事。建设好三亚热带海滨风景名胜区，将三亚打造成为世界级热带滨海度假旅游城市。发挥三亚热带滨海旅游目的地的集聚、辐射作用，形成山海互补特色，带动周边发展。

本项目为天涯海角风景区的配套用海项目，有利于完善天涯海角风景区的功能。因此，项目用海符合《海南国际旅游岛建设发展规划纲要(2010-2020)》。

7 项目用海与《三亚市海洋旅游发展规划(2012~2022)》

根据《三亚市海洋旅游发展规划(2012-2022)》，规划期限为 2012-2022 年，其中近期为 2012-2016 年、中期为 2017-2021 年、远期为 2022 年以后。其中 2012 年至 2016 年为重点规划阶段。三亚市海洋旅游产业发展将按照“立足三亚，开发南中国海洋旅游”的思路，整体构建“一心服务、一带支撑、三组团集聚、三区域联动、三空间拓展”的空间战略发展格局。努力优化提升滨海旅游业。本项目拟选海域位于天涯海角海域，有利于提升天涯海角风景区的在滨海旅游业的竞争力，符合以打造国际国内高端市场的综合性高端旅游度假区为总体定位。因此，本项目与《三亚市海洋旅游发展规划(2012-2022)》是相符合的。

8 项目用海与《海南省生态保护红线管理规定》的符合性分析

根据《海南省生态保护红线管理规定》，该区域生态红线分布区域如 4-17 所示：本项目建设申请用海范围全部位于Ⅱ类生态保护红线区内。依据《海南省生态保护红线管理规定》，Ⅱ类生态保护红线区管控原则是“Ⅱ类生态保护红线区内禁止工业、矿产资源开发、商品房建设、规模化养殖及其它破坏生态和污染环境的建设项目”。

本项目主要依托天涯海角游览区知名景点，并充分利用景区对应的红塘湾优良的

海滩、海上自然景观等自然资源，开展海水浴场、水上综合娱乐运动等旅游观光活动，均属于开放式的旅游娱乐用海，开展的旅游项目也都是生态类的旅游观光活动，没有修建改变海域属性的永久性构筑物，项目用海可较好的保持该海域自然属性，对水文动力环境不产生影响，也不会改变周边地形地貌，对周边海域水质、沉积物和生态环境影响相对很小。因此，本项目建设内容基本符合《海南省生态保护红线管理规定》II类生态保护红线区管控原则。与《海南省生态保护红线管理规定》也是相符合的。

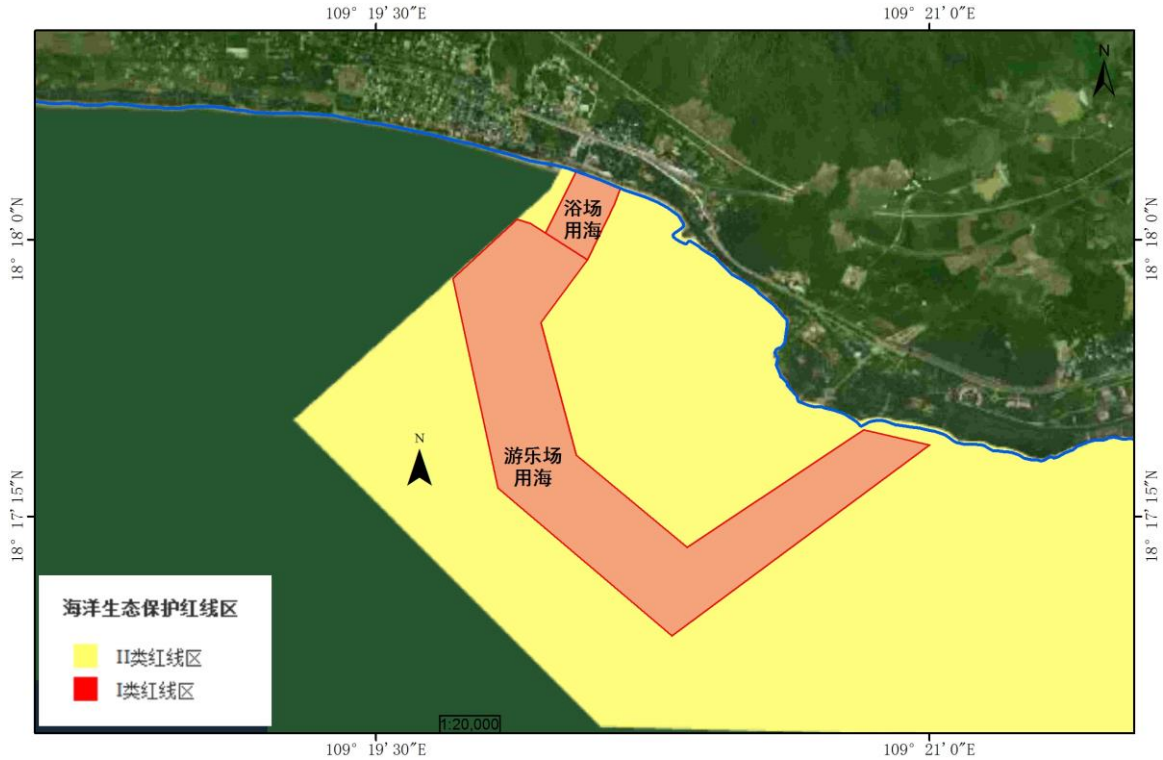


图 4-17 项目周边区域生态红线分布示意图

表 5 环境敏感区和环境保护目标分析表

环境敏感区主要为本项目周边的滨海浴场和珊瑚礁。项目北侧即为天涯海角游览区，先期申请的游乐场区域有珊瑚礁生长区分布，距离本项目用海的最近距离为 0.4km；项目距君澜酒店浴场最近距离约 1.9km；距西侧珊瑚礁分布区的最近距离约 1.0km；距西瑁洲岛西侧养殖区的距离在 4.5km 左右；距珊瑚礁自然保护区(西瑁洲岛片区)的最近距离为 3.4km。此外，项目营运期船只发出的鸣笛声可影响项目西北侧的天涯镇居民区，但影响较小。天涯海角游览区沿岸及前方海域奇岩怪石众多，这些独具特色的花岗岩石蛋地貌俨然成为天涯海角著名的旅游资源，项目周边无居民海岛、景观石、岛礁等自然资源位置分布见附图 4a，从图中可以看出，项目用海范围内基本无景观石、无居民海岛分布，但本项目水上娱乐运动项目较多，营运船只如若操作不当，则有一定的几率与之发生碰撞事故，造成自然景观的重大损失，因此，将本项目周围无居民海岛、景观石作为环境保护目标。

其他敏感目标如附图 4 所示。本项目环境敏感保护目标见表 5-1。

表 5-1 环境敏感保护目标一览表

编号	环境敏感保护目标	与工程区相对位置和最近距离	环境保护目标	简况
1	三亚君澜度假酒店浴场	东侧，1.9km	二类海水水质	旅游娱乐用海
2	珊瑚礁生长区	北侧，0.4km	水动力环境、一类水质	
3	珊瑚礁分布区	西侧，1.0km	水动力环境、一类水质	
4	无居民海岛、景观石	项目周围	——	
5	岸滩	本项目沿岸	岸线、沙滩资源	
6	珊瑚礁自然保护区(西瑁洲岛片区)	东南侧，3.4km	水动力环境、一类水质	
7	三亚市水产总公司深水网箱养殖区	南侧，4.1km	水质	
8	三亚海宝近海渔民专业合作社开放式养殖区	南侧，4.7km	水质	
9	西瑁洲岛配套旅游娱乐区	东南侧，5.0km	水质	
10	天涯镇居民区	西北侧，200m	噪声	

表 6 环境影响分析与评价表

1 项目用海对海洋环境的影响分析

(1) 对水动力和冲淤环境的影响

由于本项目为游乐场、海水浴场等开放式用海，没有人工构筑物等设施，可较好的保持该海域自然属性，基本不会改变周边地形地貌，对项目周边的水动力环境和岸滩冲淤也没有影响。

(2) 对水质环境的影响

运营期工作人员生活污水、游客冲浴水和冲厕水等经预处理后接入天涯海角旅游区污水处理站集中处理，回用于绿地浇灌、道路喷洒及冲洗水等，做到不外排，因此，本项目对海域水质基本无影响。

(3) 对海洋沉积物环境的影响

项目用海方式为浴场、游乐场用海(海水浴场和水上运动用海)，项目未建设海上构筑物，因此，不会对海洋沉积物环境造成影响。

(4) 对岸滩的影响

由于本配套项目为水上运动、海水浴场等开放式用海，没有人工构筑物等永久性设施，可较好的保持该海域自然属性，基本不会改变周边地形地貌，对岸滩冲淤也没有影响。

游客在岸滩上游览观光时产生固体废弃物等，如果不及时收集清理，会对岸滩的景观资源造成破坏。因此，业主单位应向游客推荐环境友好型的物品，建议其使用可多次使用的容器装食品，而不是用塑料袋；使用永久性的或可多次使用的餐具，而不是使用一次性的用具。对于塑料带之类的废物，应严格遵守白色污染防治法规进行处理。此外，在游客集中的区域设置垃圾收集箱，产生的固体废弃物应纳入天涯海角景区内固体废弃物处理系统统一进行处理。

2 项目营运期用海对海洋生态的影响分析

由于本配套项目为开放式用海，仅开展观光型的旅游项目以及浴场项目，对浮游植物、浮游动物、游泳生物、底栖生物等其它生态资源影响是在可控制范围内，基本

上不会影响其正常生长。

本项目运营期可能对海洋生态环境造成影响的因素主要来自旅游船只油料泄漏污染海洋生态环境，以及旅游船只驾驶过程中产生的噪音和喷射的水流给海洋生物带来影响。

所以首先必须防止旅游船只油类污染海洋生态环境，应加强平时的保养维修，维修过程中产生的残油、含油污水应收集并交由有油污水处理资质的单位进行达标处理。

其次旅游船只活动范围应有所控制，严格控制在天涯海角景区内批准的海域内开展水上娱乐活动，禁止驶入距离项目相对较近的东、西瑁洲珊瑚生长区。

3 项目用海对资源的影响分析

(1) 对岸线、沙滩资源的影响分析

项目用海共将占用红塘湾海岸线资源 217m；项目总用海面积为 130.0000 公顷，即占用海洋空间资源 130.0000 公顷。本项目充分依托岸线资源，发挥其旅游资源优势，主要开展海水浴场等开放式旅游活动。

本项目救生瞭望塔、沙滩活动遮阳伞和躺椅等旅游设施简易设施，基本不会对沙滩资源产生影响。运营期，所开展的浴场等游乐活动基本也不影响沙滩的地形地貌。

为保持沙滩的清洁和舒适，业主单位应有专人清理遗留在沙滩上的垃圾；严禁开展对沙滩破坏严重的娱乐项目，如沙滩摩托车等；协助有关政府管理部门制止破坏沙滩的行为。

(2) 对港口资源的影响分析

本项目西侧 1.4km 处为肖旗港码头，该港船舶停靠密度较大，附近通航密度也随之增加，而本项目开展旅游娱乐活动的船舶数量也相对较多，在运营期若由于驾驶员离开批准的航行线路等原因，发生船只碰撞等意外事件概率也随之加大。

因此，建议业主单位应在批准海域内按照设计的正常航线开展海上旅游娱乐活动；在批准的航线设置明显界标，防止外来船只误入而影响本项目正常开展；运营期船舶要加强相互间的协调，避免船只发生碰撞等意外事件。

4 对敏感目标的影响分析

(1) 对滨海浴场的影响

三亚君澜度假酒店滨海浴场用海距本项目 1.9km 左右，本项目运营期船只有固定的航行线路，不会影响到该区域滨海浴场的正常运营；项目不产生污水，不会对该区的水质造成影响。

(2) 对西瑁洲岛滨海旅游娱乐区的影响

西瑁洲岛滨海旅游娱乐区距离本项目约为 5km，项目运营期船只的航线固定，不会与往来肖旗港和西瑁洲岛的船只航线发生冲突，因此，不会对西瑁洲岛滨海旅游娱乐区造成影响。

(3) 对居民区的影响

对居民区的影响主要由运营期的船舶鸣笛声，但居民区离本项目较远，项目运营期基本不会对其造成影响。

(4) 对天涯海角景区的影响

本项目处于天涯海角景区内，配套旅游娱乐用海产生的生活垃圾以及生活污水等会对天涯海角景区的正常运营产生一定的影响，因此，建议业主单位严格按照景区固废和污水处理标准对其进行统一处理。

同时，本项目建成后也会成为天涯海角景区的游览项目之一，海水浴场、水上娱乐运动等活动项目也必会为其带来可观的经济收益，能进一步挖掘景区的旅游娱乐价值。

(5) 对养殖区的影响

本项目南部范围内分布有养殖区，但距离较远，为 4.5km 左右，通过现状调查资料以及历史资料分析，项目周边海水水质优良，项目营运不会对这些养殖区的水质造成影响。

(6) 对天涯海角游览区内景观石、无居民海岛的影响

本项目用海区域周围分布着景观石和无居民海岛，如天涯石、海角石、祥龟探海、日月石、海判南天石刻、南天一柱、鸡母石、鸡仔石岛、小叠石岛、猴石岛等，这些自然资源无疑成为天涯海角游览区独一无二的特色之一，从附图 5 中可以看出，

离项目较近的有日月石、小叠石岛以及猴石岛等，本项目申请水上运动娱乐项目较多，且快艇、摩托艇、拖伞、飞鱼等水上娱乐活动范围较广，水上运动船艇在海面穿梭时如操作不当，可与这些景观石和无居民海岛发生碰撞，一方面危及游客人身安全，另一方面造成运动设施的损毁以及对自然资源的破坏，因此建议业主单位：加强营运船只的管理，合理规划营运船只的活动范围和活动路线，摩托艇、快艇等船只航线采用定线制；增加船员的风险防范意识，持证上岗，熟练掌握船只驾驶技巧，驾驶船只时，应加强瞭望，谨慎驾驶，船位与岛礁保持与当时外界条件下允许的最小安全距离，不得冒险在岛礁之间进行穿越；摩托艇、快艇等在海面上活动时必须有教练员陪同，不得擅自交由游客操作。

5 潮流场对项目区的影响

本配套项目主要是开展滨海旅游娱乐活动，评价某滨海区域是否有利于旅游娱乐活动开展的一个重要自然环境要素是其区域的潮流流速以及潮差大小。参考文献《海甸岛东北部岸滩海域开发旅游资源的环境质量综合评价》，当流速小于 20cm/s，潮差小于 2m 时，是开展水上旅游活动的一个安全标准临界值。

根据潮流数值模拟结果显示，本区域内最大落潮流流速不超过 30cm/s，最大涨潮流流速不超过 20cm/s(见附图 5 和附图 6)。因此，本区域内潮流流速是可以满足本配套项目的开展。

由于本海区属于弱潮强浪区，平均潮差为 1.66m，因此，潮差环境要素也是可以满足本配套项目的开展。

6 项目用海对珊瑚礁资源的影响

(1) 项目用海对珊瑚礁影响

珊瑚生长的特定环境是水质好、透明度高、避风条件好、水体交换畅通等。根据实地踏勘调查，该海区内珊瑚礁主要分布在 2m~5m 水深处，其分布区域位于本项目北侧 400m 范围内，具体分布概况见附图 4。

水上运动娱乐项目的船只一般从本项目西侧的天涯海角海上巴士码头以及浴场区下水，不触及到珊瑚礁的生长范围，其他营运船只也限制在规定的海域内活动，不会对珊瑚礁造成破坏。

浴场布置在 2m 以浅，海底基本无珊瑚分布区域，采用安全网限制活动范围，也不会对活珊瑚造成直接破坏。本项目产生的生活污水通过景区的污水管道进入天涯海角西区污水处理站进行达标处理，做到污水不外排；项目运营期大型营运船只产生的含油污水委托有资质的油污水接收和处理单位进行接收处置，因此对附近海域水质无明显影响。

本项目产生的生活垃圾，由在游客集中的区域设置的垃圾收集箱收集，统一处理；摩托艇、快艇、动力帆船等各型船艇维修产生的边角料等交由有资质固废处理单位接收处置，一般情况下，对附近海域环境影响也是较小的。

由于本项目为开放式用海，没有非透水构筑物等人工建筑物，总体上对西侧和北侧海域内的珊瑚生长的影响很小，亦不会对距离项目 3.4km 外的西瑁洲岛珊瑚礁自然保护区造成影响。

(2) 项目用海采取对珊瑚礁保护具体措施

为降低项目用海对珊瑚礁造成破坏，在开展海上旅游活动时应采取以下措施：

①开展浴场活动时，游客上岸冲洗后淡水要集中收集，严禁随意排放流入大海，防止对海水水质造成污染。

②游客在浴场指定范围内开展，严禁游客越过浴场安全边界线，到有珊瑚礁区域内游泳、嬉水。

③建议业主在海滩边设置若干个警示牌等标记物，警示牌上应标示开展旅游活动注意事项、珊瑚礁保护宣传标语等内容，以告示游客，避免开发、旅游活动中对珊瑚礁造成破坏。

总之，保护好项目区附近海域的珊瑚及其生态既是开发单位自身的需要，也是企业发展的基础，开发单位同时还应按照《海南省珊瑚礁保护规定》的相关要求做好珊瑚保护管理和宣传工作，控制旅游活动对珊瑚的影响。

7 项目用海风险

7.1 自然灾害影响分析

自然灾害数据统计分析可见前述章节。以三亚站的气压为指标，根据各热带气旋对三亚市的影响严重程度，摘录热带气旋登陆时三亚实测气压 < 990hpa 的热带气旋列于表 6-1。

表 6-1 登陆(或严重影响)三亚的部分热带气旋简况

序号	编号	起止时间	登陆强度	登陆时			
				登陆点	时间	中心气压/hpa	中心风力/级
1	7113	07.09~07.18	STS	三亚、陵水	07.17.16~17h	983	9~10
2	7126	10.01~10.09	STS	三亚	10. 9. 05~17h	980	11
3	7318	11.11~11.20	T	三亚	10.18.19~20h	973	12
4	1809	08.09~08.13	TS	陵水、三亚	08.11~10h	983	8
5	8105	6.27~07.05	T	三亚	07.04.02~03h	965	12
6	8521	10.11~10.22	T	三亚	10.21.08	970	12
7	8905	06.04~06.12	T	陵水、三亚	06.10.11~12h	960	12
8	8926	09.29~10.03	T	三亚	10.02.23~24h	970	12
9	9016	08.24~08.30	T	三亚南部经过	08.29.02h	965	12
10	9204	06.24~07.01	T	三亚	06.28.05h	965	12
11	9508	08.24~08.30	T	三亚	08.28.10h	980	10
12	9612	08.18~08.23	T	三亚	08.22.06h	970	12
13	0016	09.02~09.10	T	陵水、三亚	09.09.08h	975	12
14	0518	09.20~09.28	T	陵水	09.26.03h	970	12

据统计，三亚的风暴潮发生次数和强度与海南岛北部岸段接近，但成灾很少，1971 年的 7126 号台风在榆林港引发的风暴潮，迭加在天文高潮位上，潮水淹没榆林港码头面约 10cm，据调查该次台风过程最大增水 1.11m，最高潮位 2.60m。8906、8926、8928 号台风在三亚登陆或经过三亚附近海面，一个月内有连续三个台风影响，在三亚有热带气旋记录以来，实属罕见。三个台风均在三亚造成一定增水，8926 号台风从海南岛南部登陆，8928 号台风使榆林验潮站实测潮位比正常潮位偏高 1.24m，8928 号台风使实测潮位比正常潮位偏高 1.38m。

三亚海岸朝向基本为 SE-S-SW，热带气旋在三亚以北的区域登陆，登陆前刮北风，在三亚沿岸基本上为离岸风，不利于三亚市沿岸的风暴增水；气旋登陆后，开始刮 S-SW 风，有利于三亚沿岸的风暴增水，但此时气旋往往已经开始减弱；直接登陆三亚的热带气旋由于低气压作用及强风作用，三亚有较明显增水。根据统计与分析，登陆三亚的热带气旋所引发的增水以单峰型为主，峰值通常在热带气登陆时或登陆后 5h 以内，登陆前则有小幅的增减水波动，9612、0016、0518 号台风引发的风暴潮都表现出该特征，图 6-2~图 6-4 为以上三场台风引发的增水过程曲线图。

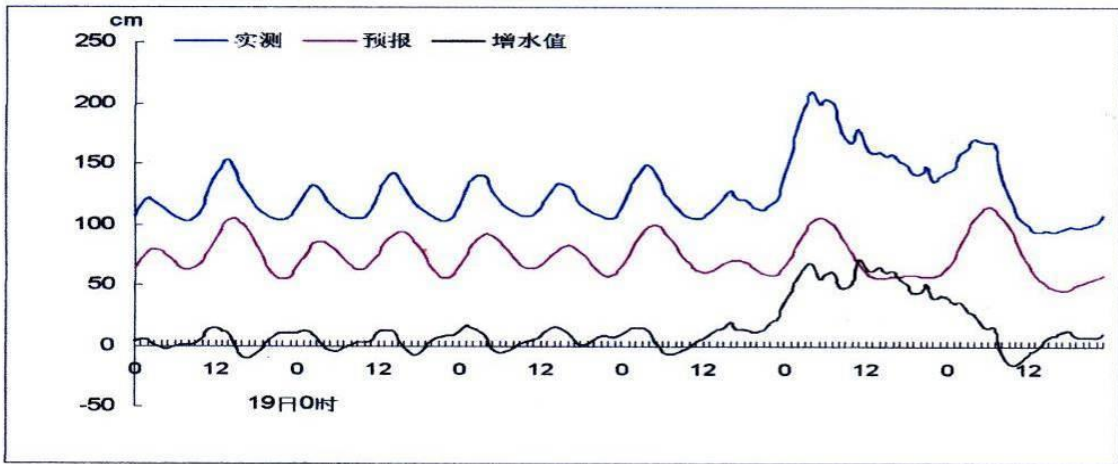


图 6-2 9612 号台风增水过程曲线图(8月)

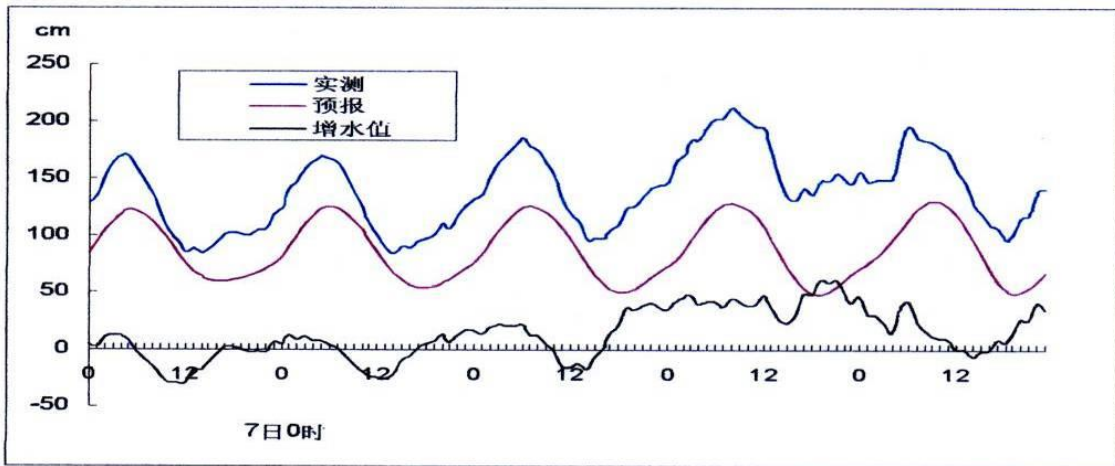


图 6-3 0016 号台风增水过程曲线图(9月)

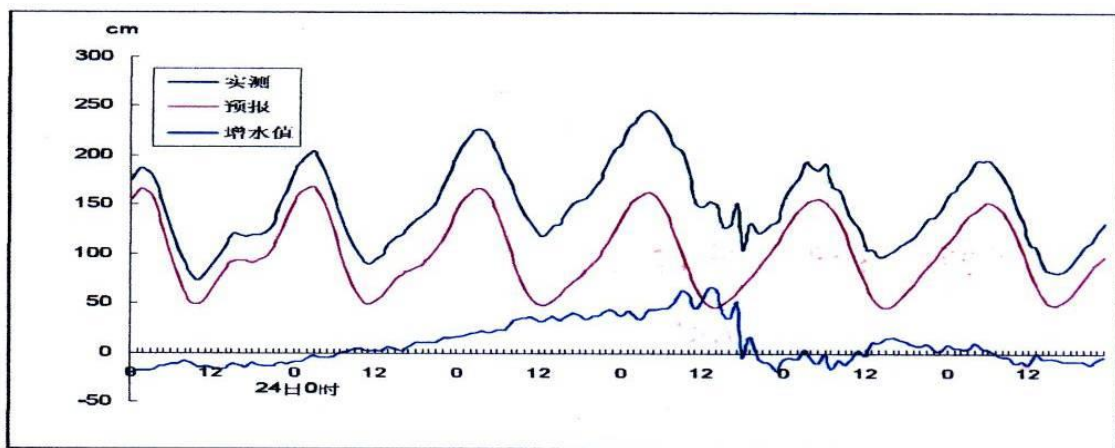


图 6-4 0518 号台风增水过程曲线图(9月)

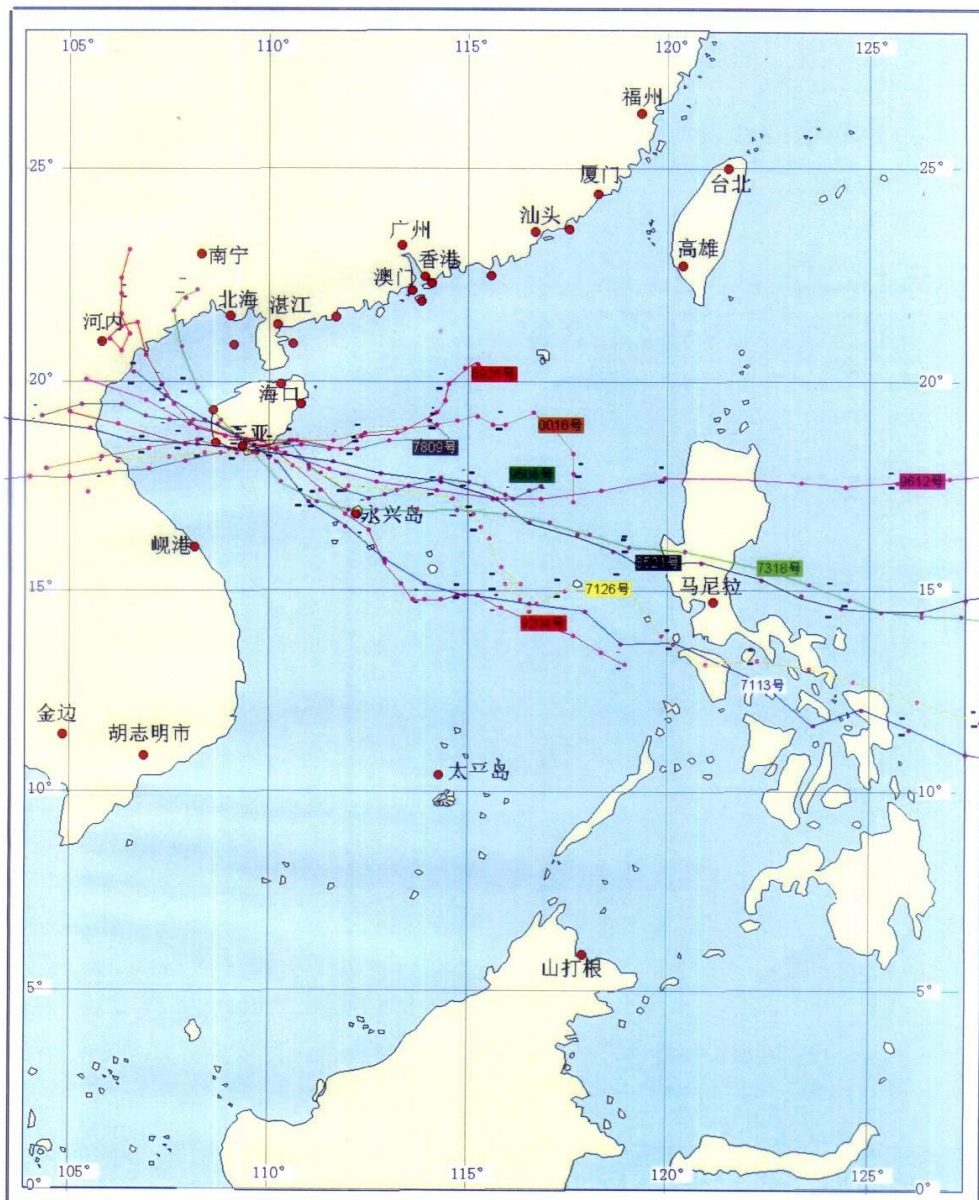


图 6-5 登陆(或严重影响)三亚的部分热带气旋路径图

登陆或影响海南岛南部沿岸的热带气旋往往同时伴随着大风、暴雨、巨浪等恶劣气象和海况，热带气旋造成的波浪、暴雨和风暴潮对码头安全及船舶航行的影响较大。因此，运营单位应及时了解天气的监测和预报信息，警惕台风、风暴潮等自然灾害的突然袭击，并做好游艇、摩托艇等应急防范措施。

业主应根据实际情况制定运营自然条件标准，并随时注意风浪条件的预报信息，当超过制定的等级标准时，应提前撤离人员，采取相应的保障措施。同时为保证码头及客船的安全，大风天气，运营船只不能冒险出航。

7.2 船舶碰撞风险分析

本项目浴场西侧为天涯海角海上巴士码头工程，营运期间，本项目观光游艇、

海钓游艇、摩托艇等营运船只将加大该海域的船舶通航密度，船舶发生水上交通安全事故的概率增加，对通航环境带来一定的安全隐患。因此，项目营运期间，业主单位与海事部门共同协商，加强船舶管理，注意避让，减少运营船只对海上交通的影响。

7.2.1 溢油事故源项分析

风险事故概率是指在特定时间内，事故可能出现的次数。评价采用国内外常用的类比法预测本项目海域溢油事故概率。

(1) 全球溢油事故资料分析

根据 ITOPF(International Tanker Owners Pollution Federation Ltd)1974~2001 年统计资料(见表 6.2-1)，30 年间全球共运输原油及产品共 $180030 \times 10^6 \text{t}$ ，发生油品船舶泄漏事故(>7t)1593 次，泄漏量合计 5330 千吨，其中泄漏量大于 700t 的事故次数为 410 次；后 10 年的事故次数为 288 次，泄漏量为 625 千吨，其中泄漏量大于 700t 的事故次数为 58 次。

表 6.2-1 1974~2001 年全球海轮溢油事故统计 单位：次

事故原因	<7t	7~700t	>700t	合计
装卸作业	2767	299	17	3083
加装燃料	541	25	0	566
其它操作	1167	47	0	1214
碰 撞	163	254	87	504
搁 浅	222	200	106	528
船体破损	562	77	43	682
火灾、爆炸	150	16	19	185
其它/不明原因	2221	165	37	2423
合 计	7793	1083	309	9185

根据全球溢油事故统计分析：小于 7t 的事故次数占总数的 84.8%，发生小规模溢油事故的原因主要为装卸作业过程中失误或违规等；大于 700t 的事故占 3.4%，发生重大溢油事故的原因主要是油轮由于恶劣天气，风大、流急、浪高，或者由于轮机失控，造成油轮触礁、碰撞或搁浅等引起的。

(2) 国内溢油事故资料分析

近 14 年间我国海域发生 452 起溢油事故，其事故原因和事故溢油量见表 4.4-1。从统计分析可以看出：碰撞和搁浅造成的事故占总事故数的 55.3%，相应的溢油量占总溢油量的 43.6%。此外，我国近 30 年(1973~2003 年)以来，沿海船舶、码头发

生溢油量在 50t 以上的污染事故 67 起(见表 6.2-3)，总溢油量为 36630t，平均 547t/起。

(3) 游艇碰撞事故的概率分析

根据资料统计，2003 年至 2011 年间三亚海事局辖区水域共发生 6 起污染事故，其中不明原因的污染事故 1 起，海难性污染事故 3 起，操作性污染事故 2 起。对比船舶交通流量，该海域操作性污染事故和海难性污染事故发生频率是相同的，其中年频率 0.375 次/年、船舶艘次频率为 0.000978 次/千艘次，就污染量而言，三亚水域溢油事故污染量较小，但由于周边有众多敏感目标，一旦发生溢油事故造成的污染后果较为严重，故不可轻视溢油所造成的生态环境等影响。

船舶海难性污染事故的发生主要是由船舶交通事故引起的，据相关研究表明其与船舶流量相关性较大，根据三亚市海难性污染事故统计数据及本项目的营运船只流量预测本项目海难性污染事故概率，公式如下：

$$P = \frac{n\text{年船舶交通事故数}}{n\text{年船舶进出港艘次}} \times \text{本工程船舶艘次数} \times k$$

其中：p 为海难性污染事故概率；k 为船舶发生海难性事故后导致的污染事故的概率。参考波罗的海的相关研究，k 值取 0.35。本项目营运船只年进出次数约为 13256 次/年。预测本项目游艇发生海难性污染事故的概率约 0.007 起/年，即约 140 年发生一起。

本项目营运船艇加油时存在操作性溢油风险，本项目不设置油库和加油站，业主单位与加油站签署加油协议，由加油站指派移动油罐车，并在项目安全区域将燃油灌入油桶中，进而携带油桶并将其中的燃油加注到摩托艇和游船的燃油箱中，达到加油的目的。加强对加油过程的管理，由专业人员完成加油作业，加油过程中远离明火等，则本项目操作性溢油事故发生概率很小，风险处于可接受程度水平。

(4) 事故多发区

三亚海域2009年12月~2014年9月水上交通事故发生地点分布图(图4.4-4)表明，三亚海域水上交通事故主要有碰撞、触损、搁浅、自沉、风灾和火灾/爆炸6 种类型，在数量上，碰撞和触损事故占大多数。从事故的发生地点发布来看，三亚湾海域，特别是三亚港主航道水域（凤凰岛周边），是水上交通事故的集中发生地。分析其原因，主要是因为该地区是三亚重要的游客集散地，同时也是渔船进出三亚内港的

必经之地，船舶交通流密集，游艇活动频繁且航行随意性较大，导致该水域水上交通态势复杂，致使水上交通事故频发。

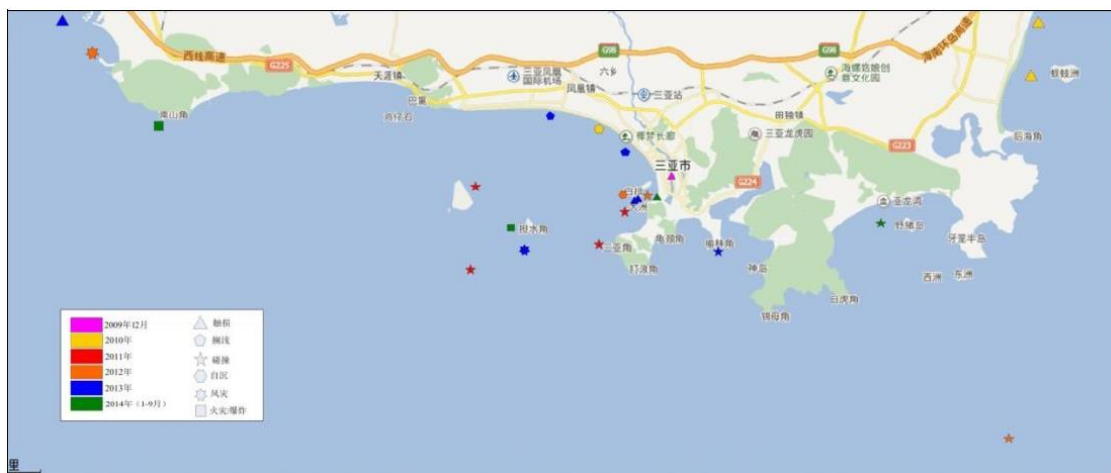


图6.2-4 三亚海域2009年12月~2014年9月水上交通事故发生地点分布图

(5) 本工程事故概率及最大可信事故

通过以上溢油资料分析可见，船舶溢油事故中以装卸环节事故为最多；从发生事故的原因看以责任事故、违章作业为最多，因设备原因引发事故次之；从事故溢油量分析，溢油量大的事故主要是船舶搁浅、碰撞造成的。近年来，随着国内外导航、助航高科技的应用，事故风险率有大幅降低的趋势；但与此同时，运量大幅增长，航行密度加大，风险率有增大趋势，因此本项目存在海域溢油风险。

按溢油事故类型规定：一次溢油量在 10t 以下为小规模污染事故；溢油量在 10~50t 为中等规模污染事故；溢油量在 50t 以上为大规模污染事故。

最大可信事故指在所有预测的概率不为零的事故中，对环境(或健康)危害最严重的重大事故。根据以上溢油资料分析结果，船舶碰撞或搁浅事故，是造成大规模油品泄漏的主要原因，这类事故概率较小，但其潜在的环境影响是重大的，因此确定本项目的最大可信事故为：船舶碰撞导致船载燃油大量泄漏，溢油量取为 20t。

表 6.2-2 近 14 年我国海域溢油事故统计

事故原因	溢出事故次数	占总数的比例 (%)	溢油量估值 (t)	溢油量占总溢油量 (%)	溢油事故发生地区					
					码头	港湾	进港时	近岸 50 里以内	外海	其他地区
机械事故	11	2	30500	3	0	1	1	5	3	1
碰撞	126	28	189000	19	5	41	25	45	9	1
爆炸	31	7	97000	10	5	4	0	6	15	1

失火	17	4	3000	0.5	10	2	0	1	4	0
搁浅	123	27	235000	24	1	27	40	53	0	2
撞击	46	10	14000	1.5	18	15	5	5	2	1
结构损坏	94	21	346000	36	8	9	4	7	54	12
其他原因	4	1	56000	6	1	0	0	2	1	0
总计	452	100	970500		48	99	75	124	88	18

表 6.2-3 1973~2003 年我国船舶码头发生 50t 以上溢油事故统计

溢油事故量(t)	溢油次数	占总次数 (%)	溢油量 (t)	平均溢油量(t)	占总溢油量(%)
50~100(不含 100)	9	13	640	71	2
100~500(不含 500)	40	61	8944	218	24
500~1000(不含 1000)	11	16	7933	721	22
1000 以上	7	10	19113	2730	52
总计	67	100	36630	547	100

7.2.2 溢油风险分析

项目营运期客船可能会发生碰撞燃油舱破损，引发溢油事故。溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境、生态环境和景观造成影响。本报告在不同的风况和潮流组合条件下，对可能发生事故溢油的漂移扩散趋势进行预测，为海上溢油制订应急计划提供依据。

(1) 溢油源项分析

本项目营运期营运船只污染事故类型主要为海难性事故，即发生碰撞事故。

运营期风险按照本项目最大船型海钓游艇发生碰撞事故，海钓游艇的最大载油量约为 0.6 吨，假设其发生溢油事故时载油状态为 80%且燃油全部泄漏，则确定船舶发生燃油泄漏的事故源强约为 0.5 吨。

(2) 溢油事故预测方法

溢油在海洋水体中的运动主要表现为二种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流和湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩散过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散，这二种过程总是同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。本报告主要采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的时空行为。这种方法采用随机方法模拟扩散过程，用确定性方法模拟平流过程。

A. 漂移过程

根据拉格朗日观点，单个粒子在 Δt 时段内由平流过程引起的位移可表达为：

$$\overline{\Delta S_i} = (\overline{U_i} + \overline{U_w})\Delta t$$

式中： $\overline{\Delta S_i}$ ——第*i*粒子的位置；

$\overline{U_i}$ ——质点初始位置处的平流速度；

$\overline{U_w}$ ——风应力直接作用在油膜上的风导速度。输移介质的平流 $\overline{U_i}$ 是潮流、风海流的合成流。

平流所引起的每个油粒子在*x*方向和*y*方向的位移容易求得：

$$\Delta x_i = u_i \cdot \Delta t$$

$$\Delta y_i = v_i \cdot \Delta t$$

风导输移是引起平流输移的另一重要因素，风对海面上溢油的作用除了风生海流外，还有一部分是风应力直接作用在油膜上。风对溢油输移的直接作用可用下式来表示：

$$\overline{U_w} = f \cdot W$$

式中： u_i 、 v_i —— $\overline{U_i}$ 在*x*方向和*y*方向的分量；

u_w 、 v_w —— $\overline{U_w}$ 在*x*方向和*y*方向的分量；

Δt ——时间步长；

W ——风速向量；

f ——风因子矩阵，风导速度一般为风速的 0.8~5.8%，偏角在 0~45°之间。

B. 扩散过程

油类入海后在重力的作用下迅速向各个方向扩散，形成油膜，海面油类的扩散是一个十分复杂的过程，本文采用随机走步方法来模拟湍流扩散过程。随机扩散过程可以用下式描述：

$$\overline{\Delta \alpha} = R \cdot \sqrt{6k_\alpha \Delta t}$$

式中： $\Delta \alpha$ —— α 方向上的湍动扩散距离(α 代表*x*、*y*坐标)；

R ——[-1, 1]之间的均匀分布随机数；

k_α —— α 方向上的湍流扩散系数；

Δt ——时间步长。

因此，单个粒子在 Δt 时段内的位移可表示为：

$$\overline{\Delta \gamma_i} = \overline{\Delta S_i} \Delta t + \overline{\Delta \alpha}$$

油粒子扩散边界条件处理：油粒子在漂移的过程中可能到达陆地的边界，这时，认为这些粒子粘附在陆地上，不再参与计算。

C.挥发过程

进入海洋的溢油的蒸发速率与油的类型、风速、温度以及溢油面积等因素有关。现采用 Mackay 和 Leinonen 提出的模型，计算溢油的蒸发量。蒸发通量为：

$$E_f = K_e C_i P_i / RT (\text{mole} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1})$$

式中： K_e ——蒸发油质量变化系数；

C_i ——溢油中第*i*种组分的浓度，mole/e；

P_i ——一定温度下，第*i*种组分的蒸汽压力；

R ——普通气体常数；

T ——油面上的空气温度，K。

D.溶解

溶解于水的碳氢化合物对于水中生物系统存在着潜在毒性，但溢油的溶解不会达到百分之几的程度，所以从溢油量损失的观点看他们是无关紧要的。这说明在分析油膜的运动时可以不考虑溶解率。

E.垂直扩散或垂直运输

垂向分散作用对油膜寿命的评估也是必不可少的。垂向分散率的大小主要取决于海况，但也受到溢油相关参数的影响，比如溢油的厚度、溢油属性(密度、表面张力和粘度等)。乳化过程对溢油寿命造成的重大影响在于其所造成的溢油粘度的猛增以及含水率的增加导致的溢油厚度的增大。

F.乳化乳胶的形成

重质原油具有较高的粘性，一般形成较稳定的乳胶状油，而沥青烯与高分子量蜡的存在乳胶的形成密切相关。溢油的含水率(乳化率)往往是采用何种溢油应急器材的重要依据。由于溢油的乳化作用，溢油的粘度会逐渐升高，甚至能高达 $130000 \sim 170000 \text{mm}^2/\text{s}$ ，影响了溢油应急器材的性能。因此，溢油含水率的计算在溢油预测中尤为重要。由于水包油形成“巧克力冻”的机理尚不明确，本文仅计算油包水混合物中的含水率。含水率的计算，较为广泛使用的是 Mackay et al.(1980)提出的

计算公式:

$$\frac{dF_{wv}}{dt} = K_w (1+W)^2 \left(1 - \frac{F_{wv}}{F_{wv}^{Final}}\right)$$

式中: F_{wv} ——乳化液中水的体积分数;

K_w ——是一个经验常数,其取值在 $1.0e^{-6}$ 和 $2.0e^{-6}$ 之间,本文中取为 $1.6e^{-6}$ (NOAA, 1994);

W ——海表面 10m 以上的风速;

F_{wv}^{Final} ——该种油品最终能形成的最大含水率,其取值一般建立在实验室数据之上。

(3) 溢油参数确定

本评价预测模拟的事故情景、环境条件如表 6-2 所示。

模型的初始参数设置包括动力参数、油品参数设置、溢油位置选取等。动力参数设置主要包括风应力系数及风偏向角的取值,其中,风应力系数的取值一般在 2%~6%之间,而风偏向角的取值范围为 10~40°。此外,风偏向角还应依赖于模拟海域的科氏力效应,鉴于本次计算海域纬度跨度较小,科氏力效应对风偏向角的影响可忽略不计,因此,在计算过程中,将风偏向角设为常数。

油品参数设置主要确定油品的初始属性值,包括倾点、密度、粘度、API 以及油品在蒸馏曲线中的蒸发百分比及其相应的组分沸点温度,这部分资料主要参考 ADIOS2 中的油品数据库。

通过潮流模型,预测出研究海域的潮流场,为溢油模拟预测提供水动力条件,为了预测油膜到达敏感点的最短时间,模型选择大潮时高潮和低潮 2 个具有代表性的时刻作为溢油初始时间。

A. 溢油事故位置

溢油事故位置 1 个,在本项目申请用海游乐场区西段,见图 6-5 所示。

B. 营运期海钓游艇污染事故排放源强

本项目营运期营运船只污染事故类型主要为海难性事故,即发生碰撞事故。

运营期风险按照本项目最大船型海钓游艇发生碰撞事故,海钓游艇的最大载油量约为 0.6 吨,假设其发生溢油事故时载油状态为 80%且燃油全部泄漏,则确定船

舶发生燃油泄漏的事故源强约为 0.5 吨。

C.事故环境条件

根据工程附近气象站的风场气象资料，对工程海域气象特征进行统计分析。常风向为 E，发生概率为 14%。次频风为 NE，发生概率为 13%。

按照相关要求，在对工程附近气象站的历史风场资料分析的基础上，选择 E(主频风)、NE(次频风)、WNW (不利风)以及静风条件作为本次溢油事故模拟的特征风场。其中，常风向对应的风速以平均风速考量；不利风向的选择则以尽可能多地危害敏感目标为依据,其风速值则选取该风向下的历史风速最大值。按照风潮组合情况共 8 种预测方案。溢油模拟的事故情景和环境条件见表 6-2。

表 6-2 模拟事故情景和环境条件

燃料油泄漏					
事故参数		营运期燃油泄漏			
事故情景	泄漏时间	3 分钟			
	潮时	高、低潮			
	泄漏量	0.5T			
	泄漏点	见图 4.4-1			
气象海况条件	风向	NNW(不利风)	E(常风)	静风	NE(次频风)
	风速	12.0m/s	3.0m/s	0.0m/s	3.1m/s
	平均温度	25.5°C		25.5°C	
油品属性参数	API	45.4			
	运动粘度	1.6m ² /s			
	相对温度	15°C			
	倾点	-30.0°C			
过程参数	风偏向角	10°			
	风应力系数	0.03			

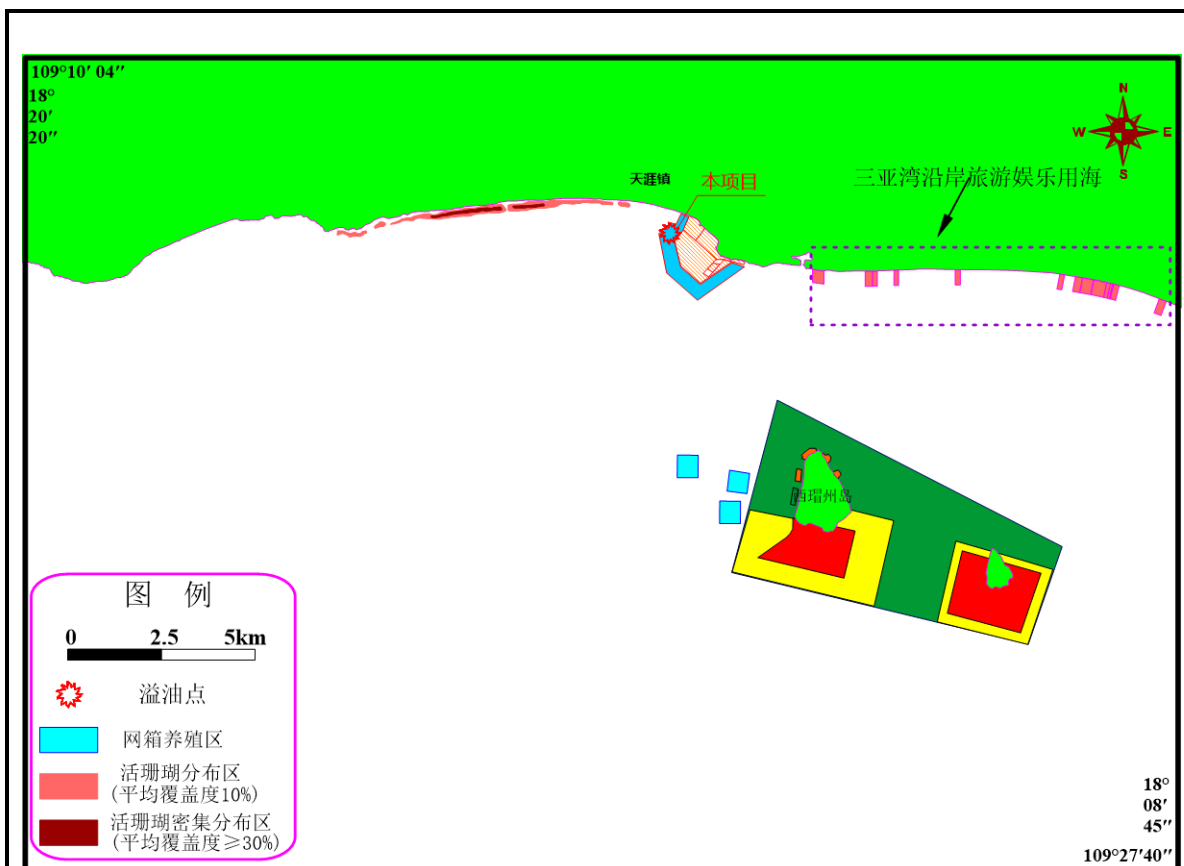


图 6-5 项目周围敏感目标分布

(4) 溢油运动路径预测分析

海上溢油的运动及变化受其物理、化学和生物等过程的影响，而这些过程又与油类的性质、海洋水动力环境及海洋气象环境等密切相关。溢油事故发生后，港口将会迅速采取应急措施，从保守角度考虑以及为港口的溢油应急提供技术依据，本报告预测了 12h 内溢油的时空分布变化情况，当溢油抵岸或蒸发殆尽时计算终止。

a. 东风条件下(E, 主频风)

高潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-6 所示。溢油发生后，油膜在东风和潮流的共同作用下运动，3h 溢油可挥发殆尽。从溢油运行的轨迹来看，溢油仅在本项目用海区附近 300m 的范围内运动，不会对评价范围内的海洋敏感目标造成污染。

低潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-7 所示。溢油发生后，油膜在涨潮流和东风的共同作用下径直向西运动，3 小时可抵达项目西部的珊瑚礁生长区，但因抵达时残余油量很小，对珊瑚礁生长区的影响很小。

b. 东北风条件下(NE, 次频风)

高潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-8 所示。油膜在潮流和东北风的共同作用下向东南方向运动，3 小时时溢油挥发殆尽。溢油仅在本项目游乐场用海区域内运动，不会对周围海洋敏感目标造成污染。

低潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-9 所示。油膜在风流共同作用下向西南方向运动，3 小时时溢油挥发殆尽。从图中可以看出，溢油不会对评价海域内的敏感目标造成影响。

c. 西北偏北风条件下(NNW，不利风向)

高潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-10 所示。溢油在强风的主导作用下径直朝西瑁洲岛方向运动，溢油在 1.5 小时后在海域内几无残留。溢油不会对评价海域内的敏感目标造成影响。

低潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-11 所示。溢油在强风的拖曳作用下迅速朝项目南部海域运动，溢油在 1.5 小时内挥发完毕，从图中可以看出，溢油不会对评价范围内的敏感目标造成污染。

d. 静风条件下(C)

高潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-12 所示。溢油在落潮潮流的作用下，2 小时可抵达天涯海角旅游配套用海区内，并在 5 小时后挥发殆尽。从图中可以看出，溢油仅在天涯海角风景区对应的用海区域内运动，对其造成一定的影响。

低潮时溢油：溢油轨迹及扫海范围如图 6-13 所示。油膜顺着涨潮潮流朝西北岸边运动。5 小时基本挥发完毕。溢油不会对评价范围内的敏感目标造成污染。

5) 溢油扫海面积及残油量

海上溢油在运动的同时还进行着蒸发、溶解、乳化、沉降以及浮油和海岸线的相互作用等过程，溢油的总量、组成、性质均发生着变化。其中蒸发是溢油质量传输过程的主要部分，特别是轻质原油或成品油如汽油、柴油等。蒸发与油膜的性质、扩散面积有关，也跟风速、海况、海—气温差以及太阳辐射强度有关，结合溢油性质、风况以及溢油的扩展面积计算溢油的残油量。

不同事故情境下本项目溢油残油量、油膜厚度扫海面积变化见附表 10。

本次模拟将溢油的非动力过程与溢油的动力过程紧密联系，如蒸发和溶解模型

就需要任何时刻油膜的面积，而面积的计算就是根据动力过程计算所得的粒子位置通过一定的算法计算得来，此外，密度、粘度的变化也是溢油计算中不可忽略的过程。

根据附表 10 的结果，本次溢油预测的燃油为轻质炼油，因此蒸发和垂向分散为溢油损失的关键过程。但是随着时间的增长，单位时间内的蒸发损失量也随之减少，这是可能由两个原因造成。第一，乳化过程导致溢油粘度的猛增，使得溢油形成油-水乳状物和水-油乳状物，进而使溢油的蒸发暴露程度减小，也即暴露面积减小，从而使得蒸发损失量变小；其次，蒸发损失量在前十几个小时之内，增加较快，随后其曲线增加的趋势减缓，这可能是由溢油中可蒸发损失组分减小造成的。而相比于炼油，蒸发百分比总体较小的原因则与其组分构成有关。从航道发生的溢油在各种工况下的静风和其他风向下溢油的残余量对比中可以看出，在相同海水温度下，溢油在海面上的衰减最敏感的因素是风速，风速增加则物质转移系数增大，溢油的蒸发量也随之加大。其次，影响蒸发的另一主要因素为单位时间内的瞬时扩展面积。

在本模式中考虑了另一风化过程——溶解过程，其是在一定能量的搅动下，溢油中的一些石油烃组分进入海水中的过程。溶解量和速率取决于石油的组成和物理性质、油膜扩展度、水温和水的湍流度以及油的乳化程度等。在影响溶解的环境因素中，风速和海况显得尤为重要。但溶解量较蒸发量小得多，通常仅是蒸发量的百分之几。溶解是溢油发生后活动最短的过程，明显有效时间主要在一小时左右。其后相对蒸发而言是可以忽略的。

此外，综合表中的数据还可以看出，溢油的扫海面积除了受海况影响之外(例如风和流的夹角等)，还与起始溢油量有关。

大部分工况下的溢油事故的油膜厚度随时间的减小而减小，主要由于油膜扩散面积的增加以及油量减少所致；小部分油膜厚度可能会有先减小后增加的现象，可能的原因为抵岸使得局部油膜重叠，扩展面积减小。

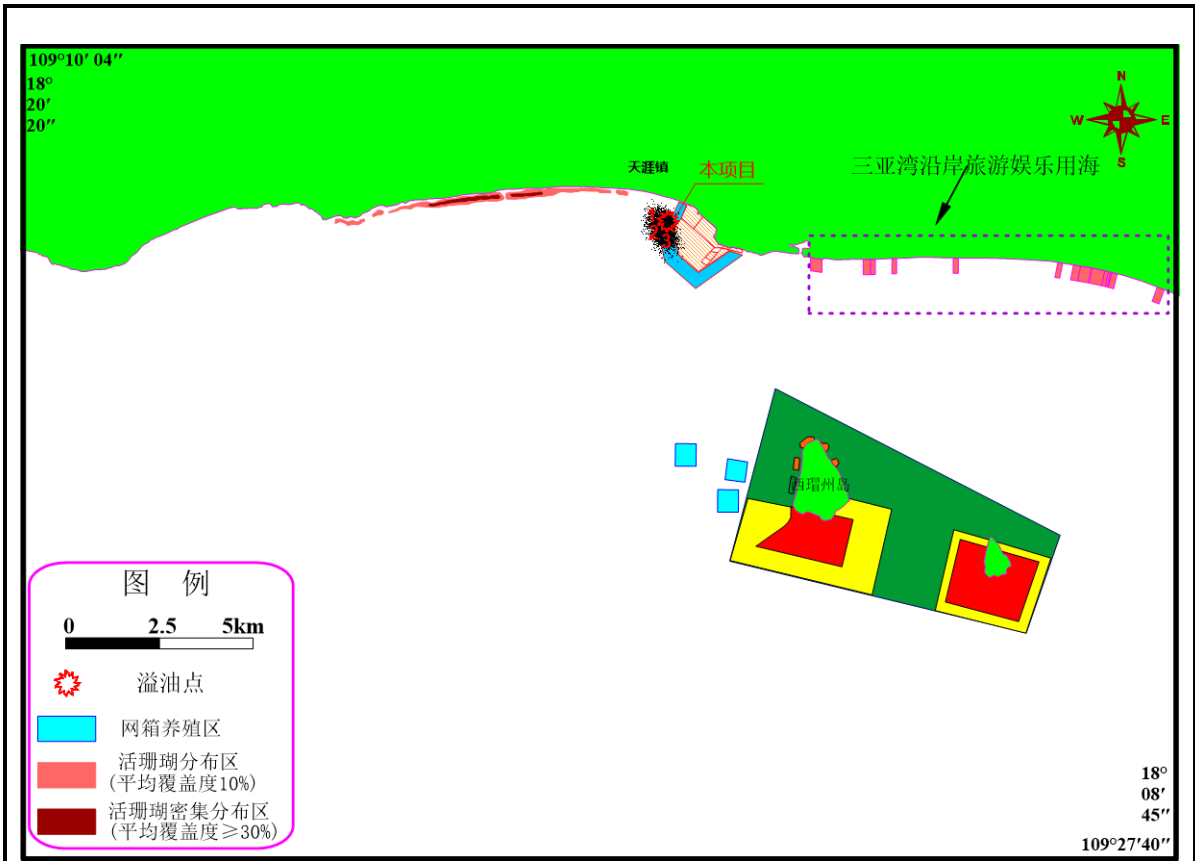


图 6-6 E 风高潮时溢油轨迹及扫海范围

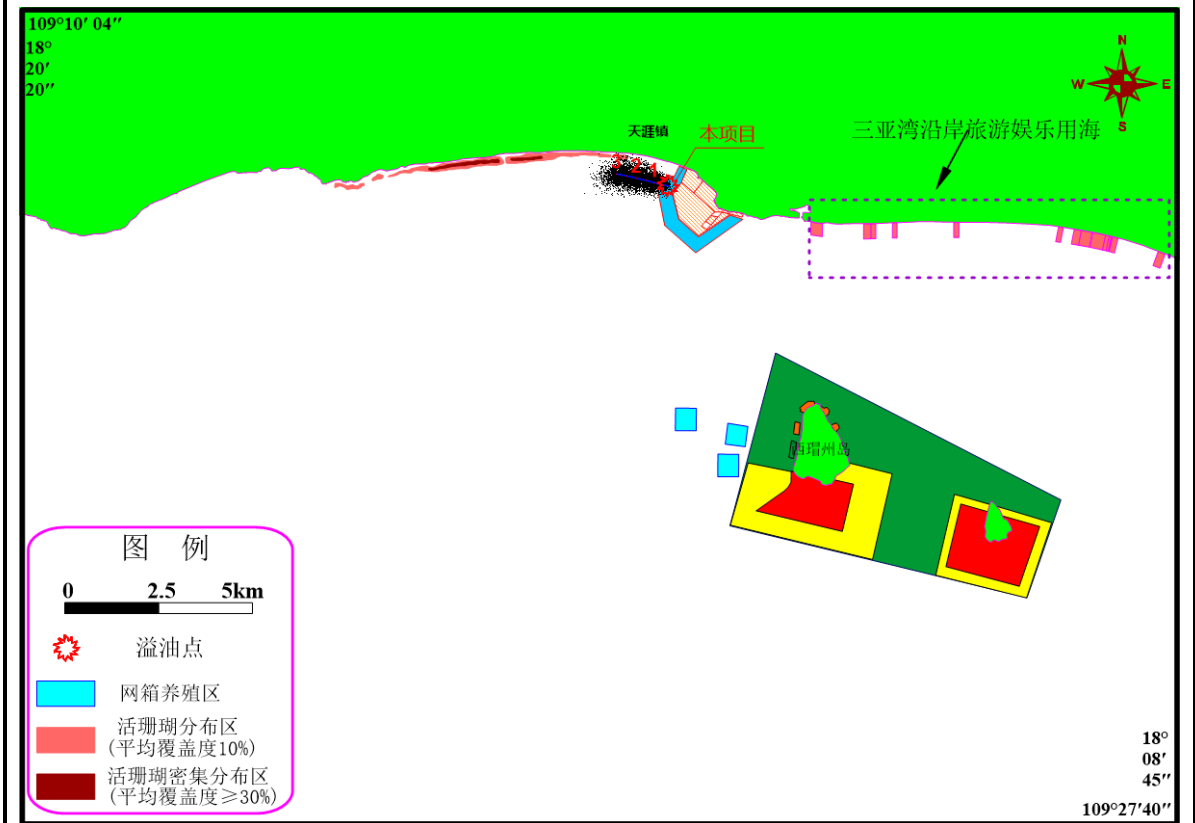


图 6-7 E 风低潮时溢油轨迹及扫海范围

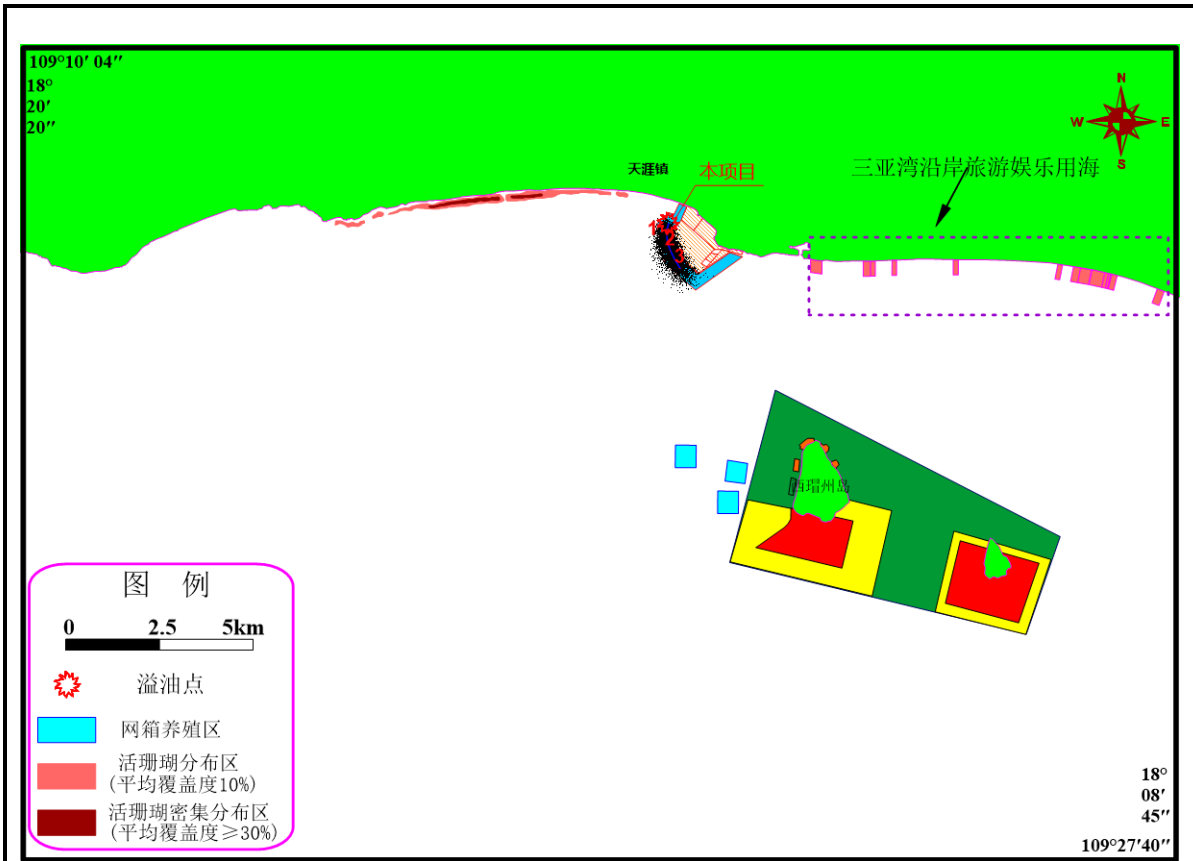


图 6-8 NE 风高潮时溢油轨迹及扫海范围

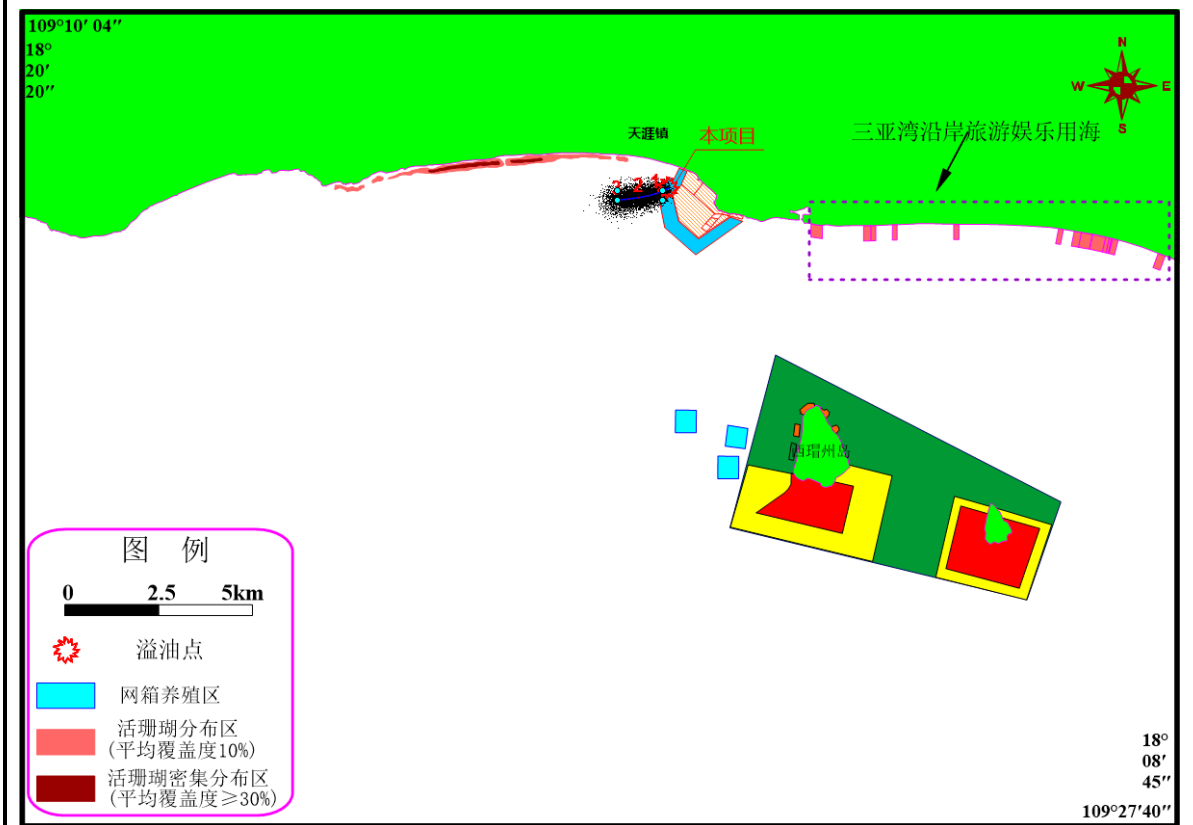


图 6-9 NE 风低潮时溢油轨迹及扫海范围

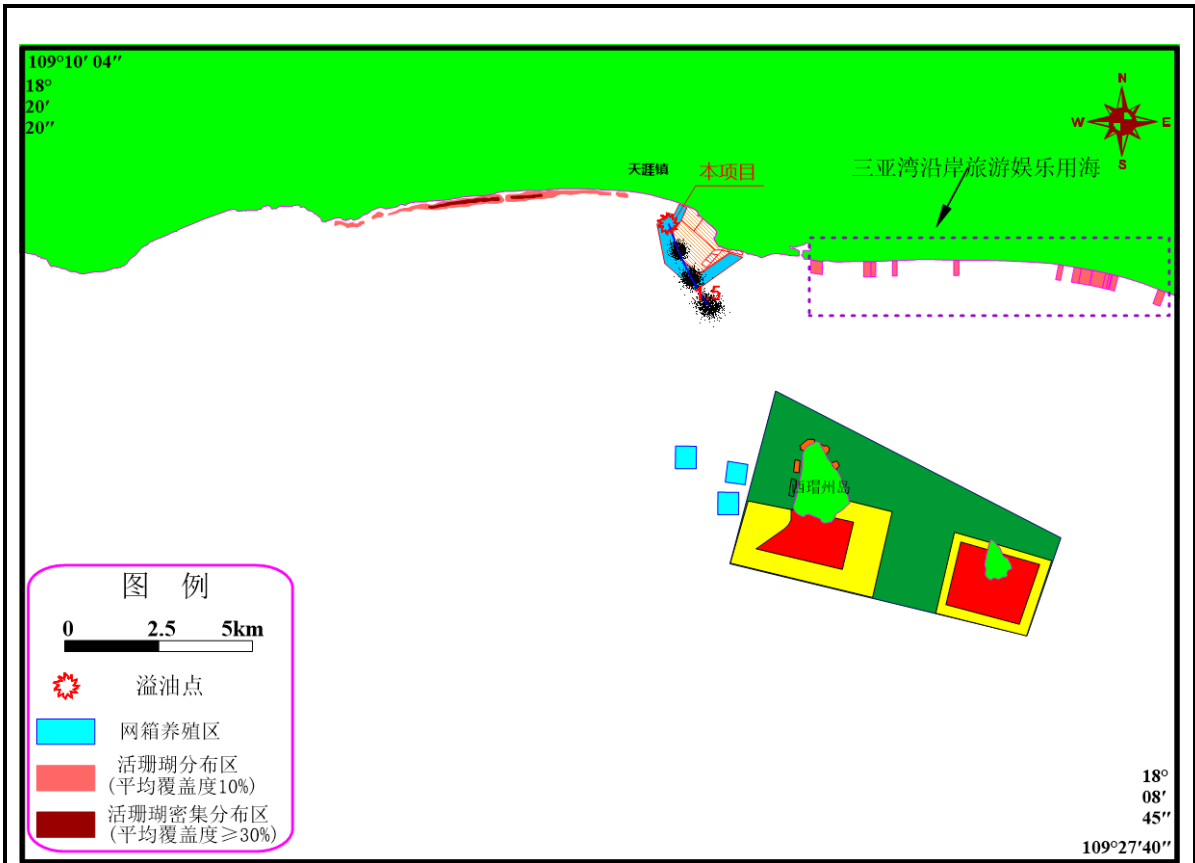


图 6-10 NNW 风高潮时溢油轨迹及扫海范围

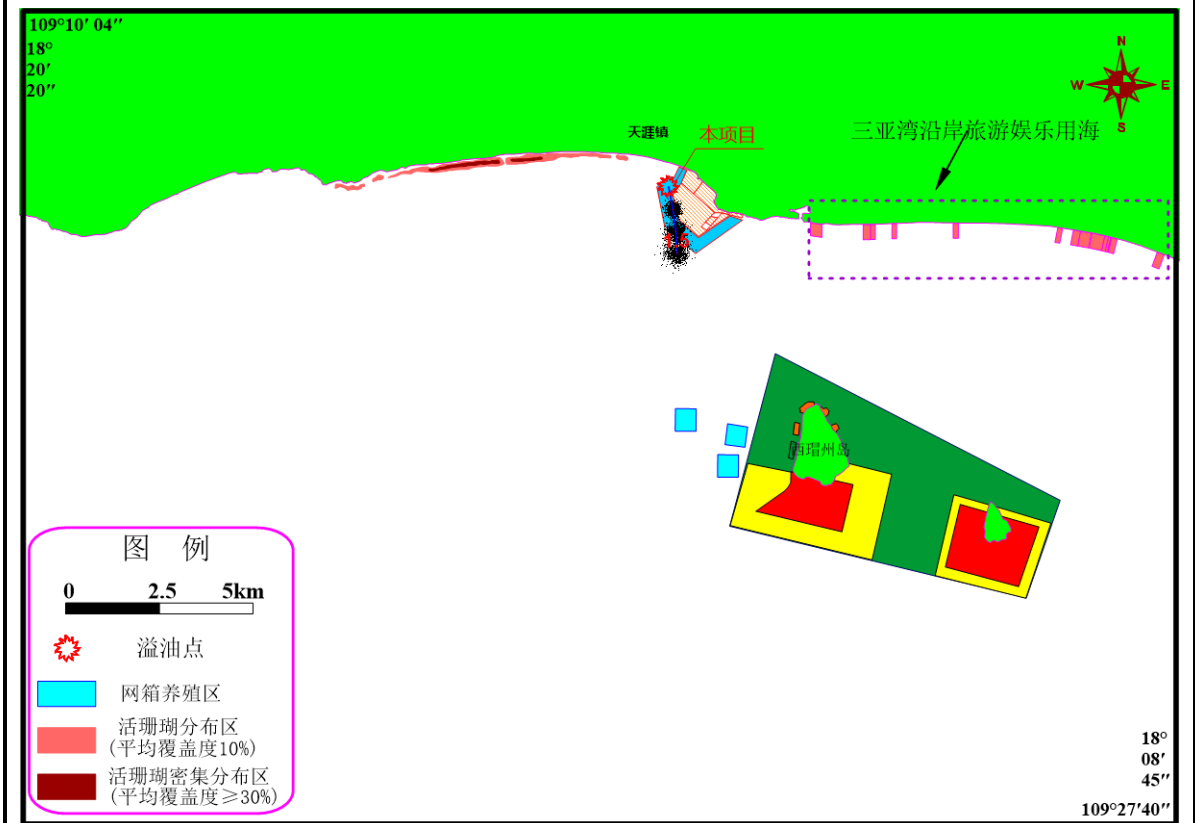


图 6-11 NNW 风低潮时溢油轨迹及扫海范围

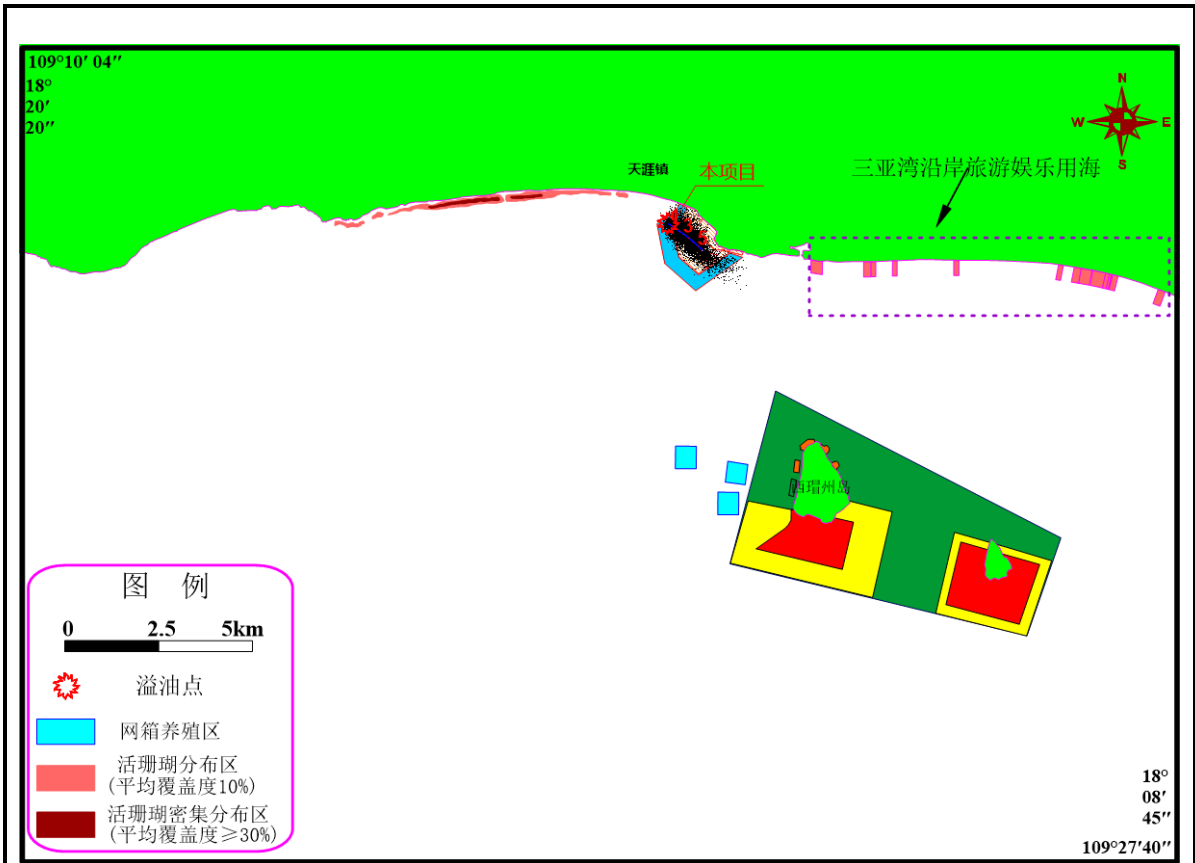


图 6-12 静风高潮时溢油轨迹及扫海范围

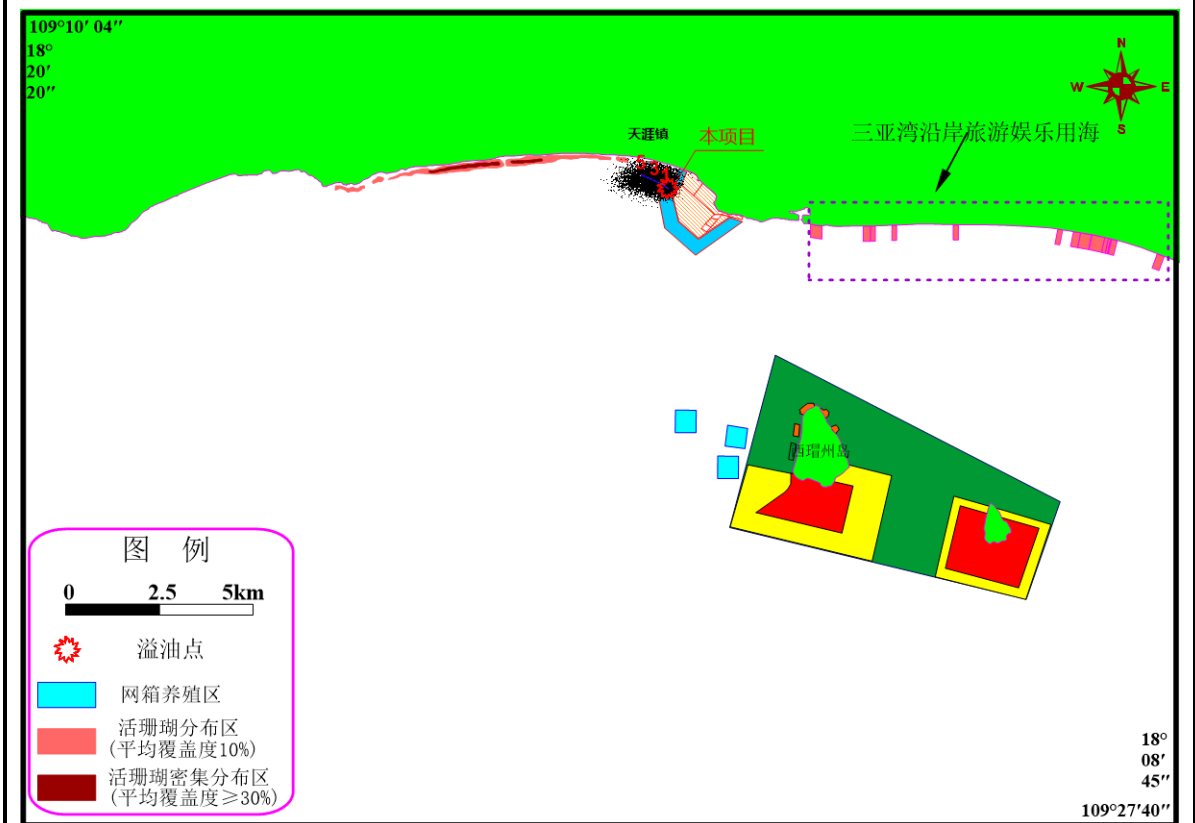


图 6-13 静风低潮时溢油轨迹及扫海范围

(5) 风险事故影响评估

1) 溢油事故影响后果分析

A. 溢油对海洋生态的危害

发生溢油时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，促使浮游动物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。当油污染较轻时，许多海洋生物虽不会立即被伤害，但它们的正常生理功能受到影响，使其捕食能力和生长速度下降，那些对污染抵抗力弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

B. 溢油对渔业生产的影响

溢油事故对渔业资源的中、长期累积影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、河口或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。根据对法国布列塔尼发生的 Amoco Cadiz 溢油影响的研究表明，溢油后 1 年，在 2 个湾里有几种鱼类的幼体完全消失而其成体的生长则显著减少，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间。根据对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗时达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4 年，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7 年后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10 年。根据对加利福尼亚州附近发生的一次溢油观察也表明，大多数生物种群在溢油几年后才得到恢复，但水产资源鲍鱼在 16 年后仍未恢复，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度。根据对 Chedabucto 发生的 Arrow 号油船溢油的研究表明，溢油后 6 年，底栖生物的种类多样性仍明显低于对照点，其中软壳蛤的生长率到 9 年后还比较低。Barry 等(1975)曾报道了一次溢油的研究结果，溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6 年后才有明显的恢复。Hiyama(1979)报道了日本 Seto Inland Sea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业资源曾受严重损害，但一年后基本恢复正常，其主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。

C.溢油对滨海旅游业的影响

溢油抵岸后将滨海浴场、沙滩、岸线直接形成污染危害，造成滨海风景旅游资源受损，影响了所在地的旅游业及居民正常的生产生活活动，造成较大的经济损失和较坏的社会影响。

综上，溢油对海洋造成的污染是严重而持久的。溢油在海面上漂移的时间越长，扫海面积越大，其对海洋环境的破坏就越大。

2) 环境敏感目标的影响分析

以溢油对水域环境（海面和水体）及岸线的污染作为油类的代表性环境风险，根据海面油膜厚度、水体油品含量和着岸溢油量作为的评价指标，采用《中国海上船舶溢油应急计划》研究中的影响评价指标判断影响程度(表 6-3)，进行环境风险定性、定量评价。

表 6-3 溢油归宿状态六级环境污染影响程度的评价指标

影响程度 归宿状态		极重污染	严重污染	中度污染	轻度污染	一般影响	轻度影响
海面 油膜 厚度	μm	>50	25-50	8-25	4-8	2-4	1-2
	颜色	深色	暗色-较深 色	亮带-浅暗色	能分辨轮廓	银屏色	难分辨

各预测方案下溢油事故对周围环境的影响后果如表 6-4 所示。本项目发生溢油时，因游艇燃油为轻质炼油，加之溢油量很小，溢油基本不会对周边的敏感目标造成污染。

虽然本项目对周边敏感目标的影响较小，但鉴于本项目处于 II 类生态红线区内，项目溢油甫一发生，便可对该区造成影响，因此，建议业主单位适当配备一定量的溢油应急设备如吸附材料、围油栏、储油装置等，将溢油影响减至最小。

表 6-4 各预测方案下溢油事故环境影响

溢油地点	风向	溢油时刻	抵岸地点(时间)	扫海面积(km ²)	抵达敏感区(时间)	抵达敏感目标后油膜厚度(μm)	环境危害程度
航道	E (主频风)	高潮	——	9.50	——	——	——
		低潮	——	4.27	珊瑚礁生长区(3h)	<1	无影响
	NE (次频风)	高潮	——	109.97	——	——	——
		低潮	——	105.56	——	——	——
	NNW (不利风向)	高潮	——	14.58	——	——	——
		低潮	——	43.28	——	——	——
	C (静风)	高潮	——	32.53	——	——	——
		低潮	——	29.76	——	——	——

7.4 其他用海风险

本用海项目其他潜在风险是：

①热带气旋等极端天气入侵时，由于本项目所在海域既没有自然海湾，又不适宜建造防波堤，可能会造成本配套旅游娱乐用海的快艇、摩托艇等的损毁。

②本项目浴场西侧为天涯海角海上巴士码头，海上巴士的航行时造成的涌浪可能会对浴场区的游客造成一定的风险；

③根据三亚多年开展的水上运动经验可知，在海面上很少发生摩托艇等碰撞事故。但在游客操作不当以及其它特殊情况下可能会发生碰撞翻船事故，危及游客安全以及当地海域的水质环境。

④本浴场用海范围内无暗礁、碎石等其它妨碍游客安全的障碍物，但一些珊瑚礁和碎石可能在热带气旋等极端天气影响下被携带至浴场内，危及游客人身安全。

⑤浴场外围一般设置有安全网，对确保游客安全起重要作用。但安全网由于在热带气旋等极端天气影响下或者长时间受到海水浸泡，可能发生脱落或者丢失，可能会造成游客离开安全区域，对游客潜在的人身安全造成威胁。此外，游客可在不遵循浴场告诫(如私自前往强浪、深水区 and 身患疾病等)的情况下，造成溺亡。

⑥水上摩托艇运动一般在划定安全的区域内开展，但可能由于游客操作不当等其它原因，离开水上运动的安全区域内，进入浴场或其他功能区内，危及其它游客安全。

⑦本项目不设置油库和加油站，业主单位与加油站签署加油协议，由加油站指派移动油罐车，并在项目安全区域将燃油灌入油桶中，进而携带油桶并将其中的燃油加注到摩托艇和游船的燃油箱中，达到加油的目的。因此，本项目发生火灾、爆炸的风险概率相对较小，但由于加注燃油时操作不当，也有可能引起的燃料油的跑、漏事故。

⑧海上拉伞、摩托艇等活动可能发生碰撞翻船事故，危及游客安全以及当地海域的水质环境。

7.5 风险事故的防范与应急措施

①明确作业限制条件。当波浪 $\geq 0.5\text{m}$ 波高的时，应将海钓游艇驶离码头，停入避风港，摩托艇、快艇、帆船等则应拖至岸上。

②建议业主单位按照规定及需要，配备相关监控系统，并加强监控设施的维护，确保正常运行；建议进一步完善通信系统、消防救助系统、防污染系统及应急预案。

③游客进行水上运动时，应在专业人士的指导下开展；并建立相应的应急救援措施，在确保在发生意外情况时，能够得到及时救援，同时应配备海上活动项目教练，配备救生圈、救生衣等必要的救生器材和医疗器材。

④建议业主单位在浴场区设置专门的安全瞭望台，及时获取溺水人员的求救信息，并且设立专门的救护站、点，配备相应的救生船（艇）和救生人员，确保海上游泳人员的安全。

⑤在项目区沙滩上设置告示牌，内容包括当天的天气、水温、海浪等基本信息及海上搜救电话(12309)。

⑥项目浴场区运营时，业主单位应及时预报潮汐、风浪、气象状况等，设置海水浴场的水域深度、危险区域的示意图。

⑦摩托艇、快艇、游艇等营运船只驾驶人员应持证上岗，并且熟练掌握船只驾驶技巧，熟悉项目周边岛礁的位置分布；驾驶船只时，应加强瞭望，船位与岛礁保

持与当时外界条件下允许的最小安全距离，谨慎驾驶，不得冒险在岛礁之间进行穿越；此外，业主单位应组织船只驾驶人员进行相关专业培训及教育活动，培养船只驾驶人员的风险防范意识及环保意识，杜绝营运船只与岛礁碰撞事故的发生。

⑧业主单位应及时关注赤潮灾害发生，当出现赤潮时，应及时告知游客，采取关闭浴场等措施，禁止游客下海游泳，同时对漂浮到沙滩上的赤潮进行清理。

⑨业主单位可与海事部门建立溢油应急联系渠道(三亚海事局指挥中心值班室0898-88271914)，项目运营期间一旦发生溢油事故应及时告知。

⑨制定并落实快艇等海上娱乐设施的安全管理责任制，做好专业维护和管理工作。配备教练或陪同人员，加强项目工作人员的责任管理和救护培训，以及游客的安全意识教育，对一些游客擅自开展的危险行为适时提出告诫，在会遇游艇、快艇时，应提前作好避让反应，避免碰撞导致人身安全或溢油事故的发生。

⑩业主在运营期间，在 2m 以浅区域内划定海水浴场活动范围，通过设置安全浮绳提醒游客在该区域内进行浴场活动，严禁游客在其它区域内开展海水浴场，保证游客在安全浮绳范围内活动；同时定期检查浴场区域安全浮绳、防鲨网是否牢固，并及时采取措施，确保其正常运作；另外，特别是热带气旋等极端天气过后，定期安排潜水员对浴场水底区域内进行安全检查，清除对游客造成威胁的碎石或珊瑚礁等其它障碍物。

⑪浴场在运营期内，通过设置瞭望塔以及浴场服务中心（主要用于救生以及医疗器械的存放）及时为游客提供服务，确保游客在发生意外时能够得到及时救助。

⑫本项目摩托艇、游艇等营运船只的燃油加注应远离游客等密集群体，在加注区域设置戒烟、戒火等明显标志；加油应当由具备安全防范意识的专业人员完成，规避不规范的燃油加注方式；考虑到燃油在加注过程后有泄漏入海的可能，建议业主单位在加油点等重点防护区域和游艇上配备必要的溢油应急反应设备和消防设备，如围油栏、吸油毡等简易吸油设备，将溢油污染减少至最小。

⑬建议业主单位结合项目的实际情况，组织力量全面、认真地编制各种紧急情况下的应急预案，配置并完善各类应急设备、设施，认真落实应急处置措施，切实做好遇险救助的各项准备工作。应急预案的种类应包括人员落水事故应急、火灾、

爆炸事故应急、船舶碰撞事故应急、溢油事故应急。

总之，在开发单位和游客做好各种防范措施下，本项目的用海风险是可以得到避免的。

表 7 环境保护对策措施与环境影响评价结论表

1 环境保护对策措施

1.1 环境保护对策措施

(1) 生活污水进入天涯海角西区污水处理站进行达标处理后回用于绿化和公厕，不外排。

(2) 船舶含油污水、船舶维修时产生的固体废弃物由有油污和固废资质接受单位接收和处理。

(3) 生活垃圾统一收集处理，由景区环卫部门清运处理；在游客密集区域相应地增加垃圾收集设施的密度，并设置告示牌，提醒游客不得在沙滩上随意丢弃生活垃圾；

(4) 安排专门人员对沙滩进行一日一清洁，不得随意在沙滩上搭建构筑物，维持沙滩的自然状态。

(5) 建议配备简易溢油应急设备如围油栏、吸油毡和储油罐等，减小溢油污染的危害。

1.2 环保投资

综合考虑工程性质及特点，该项目主要重点围绕以下几点进行环保投资。

1) 针对营运期产生的含油污水，需送有资质单位对含油污水进行处理；2) 针对营运期产生的固体废弃物，需收集后送陆域处理；3) 建议配备一定量的溢油应急物资；4) 环境管理和监测费用；5) 不可预见费用：工程建设过程中有些环保设施需要进一步完善，有些环保设施需要增补，还应为工程竣工环保验收中发现的新问题预留补救措施的资金，用来弥补遗漏和不足。

通过估算，本项目环保投资 45.0 万元。各投资项目具体金额见表 7-1。

表 7-1 环保投资估算一览表

阶段	项目	单价 (万元)	数量	金额 (万元)	
营运期	含油污水接收及处理	—	1 项	8.0	
	固体废弃物接收及处理	—	1 项	2.0	
	溢油应急设备	围油栏(应急型)	—	200m	5.0
		吸油毡	—	0.1t	

	轻便储油罐	—	8个	
	运营期环境管理和监测	—	—	10.0
	不可预见费	—	—	10.0
	环保工程及设备购置费	—	—	10.0
	合计	—	—	45.0

1.3 环境监测计划

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握运营期周围海域的环境变化情况，从而反馈给项目决策部门，为本项目的环境管理提供科学依据。根据本项目特点，环境监测主要分为运营期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制订本次评价的环境监测计划。

(1) 水环境监测

①监测站位：在项目区及附近海域布设 12 个监测站位，见图 7-1。

②监测项目：粪大肠菌群、DO、COD、磷酸盐、无机氮、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd。

③监测频率：每年进行一次监测，旅游旺季可增加监测频率。

(2) 沉积物环境监测

①监测站位：在上述水质监测断面上选取 8 个测站。

②监测项目：油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd 等。

③监测频率：每年进行一次监测。

(3) 海洋生物监测

①监测站位：与沉积物监测站位相同。

②监测项目：底栖生物、浮游动物、浮游植物等。

③监测频率：每两年进行一次监测，与水质监测同步。

(4) 执行单位和监督单位

执行单位：委托有资质的监测单位具体执行。

监督单位：运营期间的环境监测可由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。

表 7-2 水质、沉积物和生物环境监测站位

站号	纬度(N)	经度(E)	调查内容
1	18°16'55.88"	109°22'54.96"	水质、沉积物、生物
2	18°15'17.61"	109°22'54.96"	水质
3	18°16'50.17"	109°21'08.69"	水质、沉积物、生物
4	18°15'23.33"	109°21'08.69"	水质、沉积物、生物
5	18°18'5.59"	109°20' 4.16"	水质、沉积物、生物
6	18°17'23.35"	109°19'57.13"	水质、沉积物、生物
7	18°17'17.89"	109°20'40.91"	水质、沉积物、生物
8	18°17'54.16"	109°19'18.99"	水质
9	18°16'17.03"	109°19'20.14"	水质、沉积物、生物
10	18°14'27.34"	109°19'20.14"	水质
11	18°17'14.17"	109°17'27.01"	水质、沉积物、生物
12	18°15'37.04"	109°17'29.30"	水质

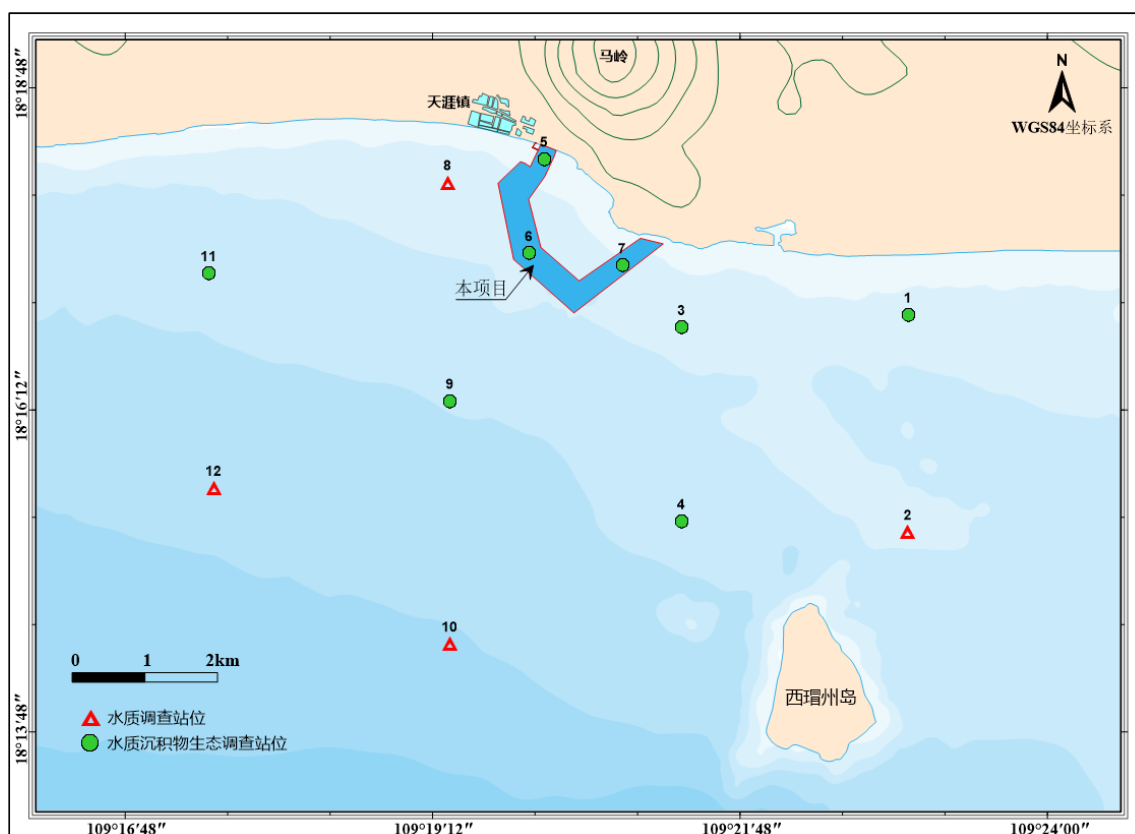


图 7-1 水质、沉积物和生物环境监测站位图

2 结论

(1) 项目概况

本工程位于海南省三亚市天涯海角景区前方对应海域，项目为新建用海。本项目用海类型属于旅游娱乐用海，用海方式为浴场、游乐场用海，预申请用海面积分别为 8.6966 公顷、121.3034 公顷，总申请用海面积 130.0000 公顷。本项目占用岸线 229m。

(2) 环境影响要素分析

运营期管理人员及游客的生活垃圾产生量约为 1.6t/d，船舶噪声在运行时船边噪声级一般为 50dB。维修游览艇产生的边角废料重新回收利用；游客及工作人员产生的生活垃圾集中指定地点—有明显标志的垃圾箱和卫生责任区，专人负责定时收集清理，并由当地环卫部门统一清运，禁止随意倾倒入水域；生活污水则通过景区污水管网进入西区污水处理站进行统一处理。船舶生活污水日最大产生量不超过 10m³，由有资质的污水接收单位接收至景区西区污水处理站进行处理。游艇含油废水很小，约为 1t/a。游艇产生的含油废水应由有资质的污水接收船接收外运达标处理。

(3) 资源环境影响结论

本项目为开放式用海，项目对水动力和冲淤环境、水质环境、沉积物环境和海洋生态环境无明显影响，对港口资源、珊瑚礁资源、沙滩资源不会产生明显影响。

(4) 结论

项目用海符合《海南省海洋功能区划(2011~2020 年)》、《三亚市海洋旅游发展规划(2012~2022)》。项目建设对海洋资源环境的影响较小，对周边相关产业没有明显影响。在项目建设单位切实落实了报告表提出的建议和相关措施，切实执行国家有关法律法规的前提下，从环境保护角度考虑，项目建设可行。

3 建议

(1) 营运期业主单位应制定严格的旅游船只航行安全管理规定，严格遵守游览船开航的限制条件，密切关注气象信息，禁止在热带气旋及风暴潮等恶劣气象条件下营运，保障游客的人身安全。

(2) 浴场区西侧应设置缓冲区，并设立禁区标识明确浴场安全活动范围。

(3) 项目开展的水上运动、综合旅游娱乐、观光活动较多，应当结合已确权的用海项目统筹规划功能区分布，使之科学合理、规避风险。

表 8 预审和审查意见表

预审意见	
经办人(签名):	预审单位公章 年 月 日
审查意见	
经办人(签名):	预审单位公章 年 月 日

附表1 项目附近海域水质调查结果

站号	层次	水温 (°C)	透明度 (m)	pH	盐度	DO (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	悬浮物 含量 (mg/L)	石油类 (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	Hg (µg/L)	As (µg/L)	Zn (µg/L)	Cd (µg/L)	Pb (µg/L)	Cu (µg/L)
1	表	27.1	2.6	8.11	33.487	7.72	0.350	16.1	0.0137	0.00253	0.00194	0.0916	0.0757	0.032	0.7	5.8	0.012	1.29	0.45
2	表	26.8	2.5	8.12	33.495	8.11	0.388	12.1	0.0146	0.00247	0.00248	0.0947	0.0823	0.033	1.0	5.4	0.012	0.96	0.74
3	表	27.4	2.5	8.11	33.462	8.28	0.274	14.8	0.0095	0.00367	0.00571	0.0717	0.0961	0.020	0.8	3.8	0.010	1.00	0.54
	底	27.4		8.13	33.494	7.94	0.220	13.3	—	0.00350	0.00590	0.0386	0.0505	0.031	0.6	5.3	0.107	0.85	0.52
4	表	27.4	3.8	8.15	33.488	7.68	0.524	14.3	0.0104	0.00277	0.00447	0.0404	0.0593	0.030	1.0	4.5	0.021	1.01	0.35
	底	27.4		8.15	33.487	7.92	0.426	20.1	—	0.00260	0.00506	0.0390	0.0493	0.034	1.3	5.2	0.013	1.04	0.52
5	表	27.6	2.9	8.15	33.484	8.08	0.334	25.0	0.0092	0.00330	0.00713	0.0363	0.0159	0.030	0.9	4.2	0.018	1.01	0.65
	底	27.6		8.15	33.475	7.97	0.433	17.2	—	0.00337	0.00533	0.0389	0.0264	0.016	0.7	5.5	0.024	0.98	0.45
6	表	27.0	2.8	8.16	33.485	7.35	0.182	13.0	0.0178	0.00267	0.00291	0.0450	0.0525	0.016	0.9	7.6	0.012	0.59	0.42
7	表	27.2	2.2	8.16	33.471	7.42	0.312	14.7	0.0155	0.00280	0.00189	0.0339	0.0674	0.029	1.0	5.9	0.017	0.62	0.38
8	表	27.1	2.8	8.17	33.448	7.36	0.365	13.8	0.0093	0.00370	0.000705	0.0372	0.0191	0.028	1.3	8.0	0.012	0.71	0.23
	底	27.1		8.16	33.442	7.50	0.251	15.8	—	0.00304	0.00186	0.0567	0.0180	0.030	0.9	4.2	0.027	0.58	0.40
9	表	26.9	3.2	8.17	33.484	7.96	0.205	20.1	0.0152	0.00337	0.00211	0.0434	0.0268	0.016	1.3	5.1	0.010	0.89	0.29
	底	26.9		8.17	33.501	7.04	0.236	20.3	—	0.00357	0.00316	0.0587	0.0581	0.027	1.1	4.6	0.260	0.55	0.43
10	表	27.2	2.6	8.15	33.489	7.45	0.274	18.6	0.0128	0.00330	0.00842	0.0578	0.0196	0.027	1.5	3.6	0.016	0.96	0.25
	底	27.2		8.16	33.480	7.74	0.312	19.1	—	0.00253	0.00826	0.0579	0.0282	0.027	0.6	5.5	0.012	0.56	0.28
11	表	27.6	2.7	8.14	33.497	8.05	0.228	18.3	0.0196	0.00810	0.00469	0.0613	0.0527	0.020	1.0	7.8	0.015	0.63	0.36
12	表	27.1	2.5	8.15	33.489	7.08	0.251	9.0	0.0124	0.00297	0.00357	0.0628	0.0171	0.021	1.1	8.6	0.012	0.48	0.31
	底	27.1		8.17	33.485	7.29	0.319	17.7	—	0.00273	0.00324	0.0803	0.0211	0.028	0.7	6.8	0.016	0.66	0.26
13	表	27.1	2.1	8.17	33.479	7.72	0.304	11.0	0.0118	0.00223	0.000692	0.0384	0.0260	0.027	1.2	7.6	0.012	0.79	0.37
14	表	27.4	2.6	8.16	33.466	7.98	0.266	13.0	0.0176	0.00287	0.00416	0.0468	0.0245	0.031	1.2	3.7	0.013	0.55	0.23
最大值		27.6	3.8	8.17	33.501	8.28	0.524	25.0	0.0196	0.00810	0.00842	0.0947	0.0961	0.034	1.5	8.6	0.260	1.29	0.74
最小值		26.8	2.1	8.11	33.442	7.04	0.182	9.0	0.0093	0.00223	0.00186	0.0339	0.0159	0.016	0.6	3.6	0.010	0.48	0.23
平均值		27.2	2.7	8.15	33.480	7.70	0.307	16.1	0.0135	0.00324	0.00398	0.0539	0.0422	0.026	1.0	5.6	0.031	0.80	0.40

附表 2 项目附近海域水质质量标准指数表

项目 站位	层次	pH	溶解氧	化学需 氧量	石油类	磷酸盐	无机氮	汞	砷	锌	镉	铅	铜	执行 标准
1	表	0.74	0.09	0.12	0.27	0.08	0.56	0.16	0.02	0.12	0.002	0.26	0.05	二类
2	表	0.75	-0.03	0.13	0.29	0.08	0.60	0.17	0.03	0.11	0.002	0.19	0.07	二类
3	表	0.74	-0.18	0.14	0.19	0.24	0.87	0.40	0.04	0.19	0.010	1.00	0.11	一类
	底	0.75	0	0.11	--	0.23	0.48	0.62	0.03	0.27	0.107	0.85	0.10	一类
4	表	0.77	0.13	0.26	0.21	0.18	0.52	0.60	0.05	0.23	0.021	1.01	0.07	一类
	底	0.77	0.01	0.21	--	0.17	0.47	0.68	0.07	0.26	0.013	1.04	0.10	一类
5	表	0.77	-0.06	0.11	0.18	0.11	0.20	0.15	0.03	0.08	0.004	0.20	0.07	二类
	底	0.77	-0.02	0.14	--	0.11	0.24	0.08	0.02	0.11	0.005	0.20	0.05	二类
6	表	0.77	0.21	0.06	0.36	0.09	0.33	0.08	0.03	0.15	0.002	0.12	0.04	二类
7	表	0.64	0.14	0.08	0.16	0.09	0.26	0.15	0.02	0.06	0.002	0.06	0.01	三类
8	表	0.65	0.15	0.09	0.09	0.12	0.14	0.14	0.03	0.08	0.001	0.07	0.00	三类
	底	0.64	0.12	0.06	--	0.10	0.19	0.15	0.02	0.04	0.003	0.06	0.01	三类
9	表	0.78	0.02	0.10	0.30	0.22	0.36	0.32	0.07	0.26	0.010	0.89	0.06	一类
	底	0.78	0.48	0.12	--	0.24	0.60	0.54	0.06	0.23	0.260	0.55	0.09	一类
10	表	0.77	0.26	0.14	0.26	0.22	0.43	0.54	0.08	0.18	0.016	0.96	0.05	一类
	底	0.77	0.11	0.16	--	0.17	0.47	0.54	0.03	0.28	0.012	0.56	0.06	一类
11	表	0.76	-0.05	0.08	0.39	0.27	0.40	0.10	0.02	0.16	0.003	0.13	0.04	二类
12	表	0.77	0.45	0.13	0.25	0.20	0.42	0.42	0.06	0.43	0.012	0.48	0.06	一类
	底	0.78	0.35	0.16	--	0.18	0.52	0.56	0.04	0.34	0.016	0.66	0.05	一类
13	表	0.78	0.09	0.10	0.24	0.07	0.22	0.14	0.02	0.15	0.002	0.16	0.04	二类
14	表	0.77	-0.02	0.09	0.35	0.10	0.25	0.16	0.02	0.07	0.003	0.11	0.02	二类

附表3 项目附近海域海洋沉积物监测结果

项目 站位	有机碳 (%)	油类 (10 ⁻⁶)	总汞 (10 ⁻⁶)	砷 (10 ⁻⁶)	锌 (10 ⁻⁶)	镉 (10 ⁻⁶)	铅 (10 ⁻⁶)	铜 (10 ⁻⁶)	硫化物 (10 ⁻⁶)
1	0.15	55.5	0.025	4.32	19.6	0.07	12.6	3.3	33.0
2	0.38	25.6	0.022	6.95	49.8	0.14	19.9	3.2	28.4
5	0.52	15.7	0.024	5.83	74.4	0.14	22.6	9.5	48.3
6	0.32	31.1	0.022	5.62	44.5	0.14	18.0	5.9	18.9
8	0.09	10.7	0.023	6.49	37.7	0.17	15.0	5.1	39.7
10	0.59	28.8	0.022	8.68	64.9	0.17	22.8	10.1	38.5
11	0.06	10.3	0.020	13.73	7.6	0.15	11.5	2.2	43.4
12	0.47	56.1	0.021	6.52	56.3	0.15	21.7	8.3	27.7
13	0.28	34.3	0.021	5.98	39.5	0.14	18.2	5.4	17.8
14	0.26	15.8	0.025	13.22	51.3	0.16	21.7	2.1	10.6
最大值	0.59	56.1	0.025	13.73	74.4	0.17	22.8	10.1	48.3
最小值	0.06	10.3	0.020	4.32	7.6	0.07	11.5	2.1	10.6
平均值	0.31	28.4	0.022	7.73	44.6	0.14	18.4	5.5	30.6

附表4 项目附近海域海洋沉积物质量标准指数表

项目 站位	有机碳	油类	总汞	砷	锌	镉	铅	铜	硫化物
1	0.08	0.19	0.13	0.22	0.13	0.14	0.21	0.09	0.11
2	0.19	0.09	0.11	0.35	0.33	0.28	0.33	0.09	0.09
5	0.26	0.05	0.12	0.29	0.50	0.28	0.38	0.27	0.16
6	0.16	0.10	0.11	0.28	0.30	0.28	0.30	0.17	0.06
8	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06	0.03	0.06	0.03	0.07
10	0.30	0.10	0.11	0.43	0.43	0.34	0.38	0.29	0.13
11	0.03	0.03	0.10	0.69	0.05	0.30	0.19	0.06	0.14
12	0.24	0.19	0.11	0.33	0.38	0.30	0.36	0.24	0.09
13	0.14	0.11	0.11	0.30	0.26	0.28	0.30	0.15	0.06
14	0.13	0.05	0.13	0.66	0.34	0.32	0.36	0.06	0.04
最大值	0.30	0.19	0.13	0.69	0.50	0.34	0.38	0.29	0.16
最小值	0.02	0.02	0.02	0.07	0.05	0.03	0.06	0.03	0.04
平均值	0.15	0.09	0.10	0.36	0.28	0.26	0.29	0.15	0.10

附表 5a 浮游植物种名录

中文名	拉丁文名	站位											
		1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
硅藻门	Bacillariophyta												
短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i> var. <i>brevipes</i>				√	√	√	√		√			
奇异棍形藻	<i>Bacillaria paradoxa</i>		√	√		√	√	√	√	√	√	√	√
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> var. <i>hyalinum</i>	√			√	√	√		√	√	√	√	√
钟状中鼓藻	<i>Bellerochea horologicalis</i>			√			√						
锤状中鼓藻	<i>Bellerochea malleus</i>					√	√						
长角盒形藻	<i>Biddulphia longicuris</i>				√							√	
活动盒形藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>		√	√		√	√		√	√	√		√
中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
大洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>					√	√		√				
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>affinis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
短孢角毛藻	<i>Chaetoceros brevis</i>	√				√			√	√	√	√	√
紧挤角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>		√	√	√	√		√	√	√	√	√	
丹麦角毛藻	<i>Chaetoceros danicus</i>	√			√	√	√		√	√	√	√	√
双孢角毛藻	<i>Chaetoceros didymus</i> var. <i>didymus</i>	√							√				
异角角毛藻	<i>Chaetoceros diversus</i>			√		√	√	√				√	√
平滑角毛藻	<i>Chaetoceros laevis</i>	√	√		√	√	√		√	√	√	√	
罗氏角毛藻	<i>Chaetoceros lauderi</i>						√		√			√	
劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	√	√		√	√	√		√	√	√	√	√

附表 5b 浮游植物种名录(续)

中文名	拉丁文名	站位												
		1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	
日本星杆藻	<i>Chaetoceros nipponica</i>	√	√			√		√	√	√	√	√	√	
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>								√					
拟旋链角毛藻	<i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i>	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√	
角毛藻	<i>Chaetoceros</i> sp.							√						
双凹梯形藻	<i>Climacodium biconcavum</i>		√			√	√		√		√		√	
卵形藻	<i>Cocconeis</i> sp.									√		√	√	
中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>	√		√	√	√	√	√		√		√	√	
巨圆筛藻	<i>Coscinodiscus gigas</i> var. <i>gigas</i>				√					√			√	
琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>		√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	
细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i> var. <i>subtilis</i>	√							√					
小环藻	<i>Cyclotella</i> sp.								√					
史氏双壁藻	<i>Diploneis smithii</i> var. <i>smithii</i>						√							
太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>					√				√			√	
布纹藻	<i>Gyrosigma</i> sp.								√				√	
哈氏半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>	√					√							
环纹娄氏藻	<i>Lauderia annulata</i>		√						√		√	√		
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	
楔形藻	<i>Licmophora</i> sp.												√	
具槽直链藻	<i>Melosira sulcata</i> var. <i>sulcata</i>	√										√		
舟形藻	<i>Navicula</i> spp.	√	√	√		√								

附表 5c 浮游植物种名录(续)

中文名	拉丁文名	站位												
		1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	
新月菱形藻	<i>Nitzschia closterium</i>	√			√			√						
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>longissima</i>					√				√			√	
洛氏菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>lorenziana</i>						√			√	√		√	
弯菱形藻	<i>Nitzschia sigma</i>	√				√							√	
优美斜纹藻	<i>Pleurosigma decorum</i>											√		
长斜纹藻	<i>Pleurosigma elongatum</i> var. <i>elongatum</i>		√									√		
镰刀斜纹藻	<i>Pleurosigma falx</i>											√		
美丽斜纹藻	<i>Pleurosigma formosum</i>												√	
斜纹藻	<i>Pleurosigma</i> sp.					√			√	√		√	√	
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
翼根管藻纤细变种	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>		√											
距端根管藻	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>				√		√		√			√	√	
螺端根管藻	<i>Rhizosolenia cochlea</i>		√	√		√	√		√	√	√	√		
厚刺根管藻	<i>Rhizosolenia crassispina</i>												√	
透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i>					√			√					
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>	√	√		√	√	√	√				√	√	
笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>latissima</i>										√			
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>styliformis</i>		√			√	√		√	√	√	√		
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>		√		√	√	√	√	√					
热带骨条藻	<i>Skeletonema tropicum</i>	√	√	√	√	√	√	√			√	√	√	

附表 5d 浮游植物种名录(续)

中文名	拉丁文名	站位											
		1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothece thamesis</i>		√				√		√	√			√
光辉针杆藻	<i>Synedra fulgens</i>												√
针杆藻	<i>Synedra</i> sp.									√			
平片针杆藻	<i>Synedra tabulata</i> var. <i>tabulata</i>								√			√	
菱形海线藻原变种	<i>Thalassionema nitzschioides</i> var. <i>nitzschioides</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
离心列海链藻	<i>Thalassiosira excentrica</i>												
海链藻	<i>Thalassiosira</i> sp.	√	√	√	√		√	√					
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>												√
粗纹藻	<i>Trachyneis aspera</i> var. <i>aspera</i>										√		
蜂窝三角藻	<i>Triceratium favus</i> f. <i>favus</i>					√	√			√	√	√	√
泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothece thamesis</i>												
甲藻门	Pyrrophyta												
二齿双管藻	<i>Amphisolenia bidentata</i>						√						
波状角藻	<i>Ceratium boehmii</i>	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
短角藻原变种	<i>Ceratium breve</i> var. <i>breve</i>				√		√					√	
短角藻平行变种	<i>Ceratium breve</i> var. <i>parallelum</i>	√			√	√	√			√	√		√
偏转角藻	<i>Ceratium deflexum</i>			√		√			√		√	√	
叉状角藻原变种	<i>Ceratium furca</i> var. <i>furca</i>		√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
梭角藻原变种	<i>Ceratium fusus</i> var. <i>fusus</i>	√	√	√	√	√	√		√			√	
兀鹰角藻苏门达腊变种	<i>Ceratium fusus</i> var. <i>fusus</i>						√						

附表 6a 浮游动物种名录

类别	中文名	拉丁文名	站位											
			1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
被囊类														
	异体住囊虫	<i>Oikopleura dloica</i>				√								
管水母类														
	拟细浅室水母	<i>Hensia subtiloides</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	双生水母	<i>Diphyes chamissonis</i>			√	√								
	小拟多面水母	<i>Abylopsis eschscholtzi</i>								√				
毛颚类														
	肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
	凶形箭虫	<i>Sagitta ferox</i>								√				
桡足类														
	红纺锤水蚤	<i>Acartia erythraea</i>	√	√	√	√			√		√	√		√
	椭圆形长足水蚤	<i>Calanopia elliptica</i>								√				
	汤氏长足水蚤	<i>Calanopia thompsoni</i>				√								
	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>								√				
	伯氏平头水蚤	<i>Candacia bradyi</i>								√				
	微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>							√	√				
	叉胸刺水蚤	<i>Centropages furcatus</i>											√	
	奥氏胸刺水蚤	<i>Centropages orsinii</i>				√			√					

附表 6b 浮游动物种名录 (续)

类别	中文名	拉丁文名	站位											
			1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
	奇桨剑水蚤	<i>Copilia mirabilis</i>				√								
	美丽大眼剑水蚤	<i>Corycaeus speciosus</i>			√									
	尖刺唇角水蚤	<i>Labidocera acuta</i>			√	√			√	√				
	孔雀唇角水蚤	<i>Labidocera pavo Giesbrecht</i>				√			√	√				√
	瘦新哲水蚤	<i>Neocalanus gracilis</i>			√	√			√	√		√		
	钝筒角水蚤	<i>Pontellopsis yamadae</i>								√				
	亚强真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>								√				
	异尾宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>							√					
	普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>			√	√			√	√				
十足类														
	中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>	√	√		√	√	√		√	√	√	√	√
水螅水母类														
	半口壮丽水母	<i>Aglaura hemistoma</i>			√									
	杜氏外肋水母	<i>Ectopleura dumortieri</i>				√					√			
	高手水母	<i>Bougainvillia sp.</i>									√			
翼足类														
	强捲螺	<i>Agadina stimpsoni</i>			√									
	芽笔帽螺	<i>Creseis virgula</i>				√								
浮游幼体														

附表 6c 浮游动物种名录(续)

类别	中文名字	拉丁文名	站位											
			1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
	短尾类幼体	<i>Brachyura larva</i>	√	√	√	√	√	√			√	√	√	√
	多毛类幼体	<i>Polychaeta larva</i>				√		√		√	√			
	棘皮动物幼体	<i>Echinodermata larva</i>								√	√			
	长尾类幼体	<i>Macrura larva</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
其他														
	鱼卵	<i>Fish egg</i>							√			√	√	

注：“√”为出现种类

附表 7 底栖生物种名录

序号	科	属	种类	拉丁名	1	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14
1	梭子蟹科	短浆蟹属	斑点短浆蟹	<i>Thalamita picta</i>		√										
2	长脚蟹科	隆背蟹属	长手隆背蟹	<i>Carcinoplax longimanus</i>										√		
3	帘蛤科	花蛤属	等边浅蛤	<i>Gomphina aequilatera</i>						√						
4	帘蛤科	蛤仔属	菲律宾蛤仔	<i>Ruditapes philippinarum</i>				√								
5	帘蛤科	文蛤属	斧文蛤	<i>Meretrix lamarckii</i>									√			
6	蛾螺科	蛾螺属	褐线蛾螺	<i>Japeuthriacingulata</i>								√				
7	樱蛤科	明樱蛤属	红明樱蛤	<i>Moerella rutila</i>			√								√	
8	壳菜蛤科	石蛭属	金石蛭	<i>Lithophaga zitteliana</i>			√									
9	革囊星虫科	革囊星虫属	可口革囊星虫	<i>Phascolosoma arcuatum</i>	√											
10	扇蟹科	鳞斑蟹属	鳞斑蟹	<i>Demania scaberrima</i>												√
11	蚶科	毛蚶属	毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>					√		√					
12	嵌线螺科	嵌线螺属	毛嵌线螺	<i>Cymatium pileara</i>							√					
13	长脚蟹科	隆背蟹属	泥脚隆背蟹	<i>Carcinoplax vestita</i>		√							√			
14	欧文虫科	欧文虫属	欧文虫	<i>Owenia fusiformis</i>		√		√							√	√
15	扇蟹科	仿银杏蟹属	绒毛仿银杏蟹	<i>Actaeodes tomentosus</i>								√				
16	文昌鱼科	文昌鱼属	文昌鱼	<i>Branchiostoma belcheri</i>	√				√							
17	帘蛤科	文蛤属	文蛤	<i>Meretrix meretrix</i>									√			
18	梭子蟹科	梭子蟹属	纤手梭子蟹	<i>Portunus gracilimanus</i>			√					√				
19	馒头蟹科	馒头蟹属	逍遥馒头蟹	<i>Calappa philargius</i>								√				
20	磷沙蚕科	岩虫属	岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>											√	
21	帘蛤科	雪蛤属	伊萨伯雪蛤	<i>Placamen isabellina</i>										√		
22	樱虾科	毛虾属	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>											√	
23	对虾科	对虾属	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>	√					√						
24	汇螺科	滩栖螺属	纵栖滩螺带	<i>Batillaria zonalis</i>										√		

注：“√”表示调查到种类。

附表 8a 游泳动物种名录

序号	中文名	拉丁文学名	拖网站位								
			1	2	4	5	6	7	9	12	
1	躄足鱼	<i>Antennarius hispidus</i>									√
2	短鲈	<i>Brachypleura novaezeelandiae</i>	√	√	√						
3	青缨鲷	<i>Crossorhombus azureus</i>								√	
4	尖吻羊舌鲷	<i>Arnoglossus oxyrhynchus</i>									√
5	大鳞舌鲷	<i>Cynoglossus macrolepidous</i>							√		
6	五点斑鲷	<i>Pseudorhombus quinquocellatus</i>							√		
7	鲷	<i>sillago japonica</i>	√	√	√			√			√
8	无齿鲈	<i>Anodontostoma chacunda</i>		√				√			
9	白腹小沙丁鱼	<i>Sardinella albella</i>							√		√
10	汉氏菱鲷	<i>Thrissa hamiltonii</i>		√	√						
11	杜氏菱鲷	<i>Thrissa dussumieri</i>		√	√			√			
12	康氏小公鱼	<i>Stolephorus commersonnii</i>				√				√	√
13	圆白鲷	<i>Epinephelus orbis</i>						√			
14	黑边布氏鲷	<i>Eubleekeria splendens</i>		√	√	√	√	√	√	√	
15	短棘鲷	<i>Leiognathus equulus</i>	√		√	√	√	√	√	√	√
16	小牙鲷	<i>Gazza minuta</i>			√	√	√	√	√	√	√
17	细纹鲷	<i>Leiognathus berbis</i>		√	√	√	√	√	√	√	√
18	鹿斑鲷	<i>Leiognathus ruconius</i>			√				√		√
19	黄斑鲷	<i>Leiognathus bindus</i>		√							
20	印度棘赤刀鱼	<i>Acanthocephala indica</i>	√	√	√						
21	短尾大眼鲷	<i>Priacanthus macracanthus</i>				√		√			
22	带鱼	<i>Trichiurus haumela</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√
23	马拉巴笛鲷	<i>Lutjanus malabaricus</i>							√		
24	真鲷	<i>Pagrus major</i>							√	√	
25	日本发光鲷	<i>Acropoma japonicum</i>		√							
26	日本金线鱼	<i>Nemipterus japonicus</i>	√	√	√	√					√
27	条纹鲷	<i>Terapon theraps</i>		√	√	√	√	√	√		√
28	细鳞鲷	<i>Terapon jarbua</i>								√	
29	黄斑篮子鱼	<i>Siganus oramin</i>	√		√					√	
30	六指马鲛	<i>Polynemus sextarius</i>					√			√	√
31	双带鳞鳍梅鲷	<i>Pterocaesio digramma</i>							√		
32	六带拟鲈	<i>Paraperca sexfasciata</i>		√	√	√	√	√	√	√	√
33	烟鲈	<i>Aethaloperca rogaa</i>									√
34	羽鳃鲈	<i>Rastrelliger kanagurta</i>									√
35	乳香鱼	<i>Lactarius lactarius</i>		√							

附表 8b 游泳动物种名录(续)

序号	中文名	拉丁文学名	拖网站位								
			1	2	4	5	6	7	9	12	
36	蓝圆鲹	<i>Decapterus maruadsi</i>									√
37	沟鲹	<i>Atropus atropus</i>					√				√
38	马拉巴若鲹	<i>Carangoides malabaricus</i>					√	√	√		
39	丽鲹	<i>Caranx kalla</i>					√				√
40	大甲鲹	<i>Megalaspis cordyla</i>									√
41	卵形鲳鲹	<i>Trachinotus blochii</i>									√
42	大斑石鲈	<i>Pomadasys maculatus</i>		√							
43	勒氏枝鰓石首鱼	<i>Dendrophysa russelli</i>	√								
44	皮氏叫姑鱼	<i>Johnius belengerii</i>	√		√				√	√	
45	大头白姑鱼	<i>Argyrosomus macrocephalus</i>	√	√	√			√	√	√	√
46	截尾白姑鱼	<i>Argyrosomus aneus</i>							√		√
47	白姑鱼	<i>Argyrosomus argentatus</i>	√	√						√	
48	黑边天竺鲷	<i>Apogon ellioti</i>	√		√			√	√		√
49	四线天竺鲷	<i>Ostorhinchus fasciatus</i>	√		√						
50	金鲷	<i>Cirrhichthys aureus</i>									√
51	乌鲳	<i>Parastromateus niger</i>									√
52	少鳞鱧	<i>Sillago japonica</i>							√		
53	拟矛尾鰕虎鱼	<i>Parachaeturichthys polynema</i>		√	√						
54	李氏鲷	<i>Callionymus richardsoni</i>						√			
55	眼镜鱼	<i>Mene maculata</i>			√				√	√	√
56	马六甲绯鲤	<i>Upeneus moluccensis</i>			√	√	√	√	√		
57	条尾绯鲤	<i>Upeneus bensasi</i>			√						
58	黄带鲱鲤	<i>Upeneus sulphureus</i>		√		√					
59	长鳍银鲈	<i>Gerres filamentosus</i>		√					√	√	
60	短棘银鲈	<i>Gerres abbreviatus</i>	√	√				√	√	√	√
61	斑条鲈	<i>Sphyaena jello</i>						√		√	
62	油鲈	<i>Sphyaena pinguis</i>	√								
63	刺鲳	<i>Psenopsis anomala</i>									√
64	海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>	√					√	√	√	
65	异纹裸胸鱧	<i>Gymnothorax richardsoni</i>	√								
66	尖尾鳗	<i>Uroconger lepturus</i>	√		√						
67	线鳗鲂	<i>Plotosus lineatus</i>		√				√			
68	棕斑兔头鲈	<i>Lagocephalus spadiceus</i>	√		√			√	√	√	√
69	大头狗母	<i>Trachinocephalus myops</i>						√	√		
70	多齿蛇鲭	<i>Saurida tumbil</i>	√	√				√	√	√	

附表 8c 游泳动物种名录(续)

序号	中文名	拉丁文学名	拖网站位								
			1	2	4	5	6	7	9	12	
71	东方豹鲂鮄	<i>Dactyloptena orientalis</i>							√		
72	丝鳍鲷	<i>Elates ransnnttii</i>		√	√		√	√	√	√	√
73	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√
74	环纹蓑鲉	<i>Pterois lunulata</i>				√					
75	驼背拟鲉	<i>Scorpaenopsis gibbosa</i>							√		
76	口虾蛄	<i>Squilla oratoria</i>	√	√	√		√			√	
77	伍氏平虾蛄	<i>Erugosquilla woodmasoni</i>									√
78	墨吉对虾	<i>Banana prawn</i>		√			√				
79	斑节对虾	<i>Penaeus monidon</i>								√	
80	近缘新对虾	<i>Metapenaeus affinis</i>	√		√	√					
81	刀额新对虾	<i>Metapenaeus ensis</i>	√								
82	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	√		√						
83	须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>	√	√	√					√	√
84	熟练新关公蟹	<i>Neodorippe callida</i>		√							
85	中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>		√							
86	逍遥馒头蟹	<i>Calappa philargius</i>	√								
87	绵蟹	<i>Dromia dehaani</i>								√	
88	红星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	√	√				√			
89	锈斑螯	<i>Charybdis feriatus</i>								√	
90	锐齿螯	<i>Charybdis acuta</i>								√	
91	银光梭子蟹	<i>Portunus argentatus</i>	√	√							
92	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>		√							
93	长眼看守蟹	<i>Podophthalmus vigil</i>	√	√	√	√				√	√
94	远海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>						√			
95	紫隆背蟹	<i>Carcinoplax longimana</i>	√								
96	长蛸	<i>Octopus variabilis</i>	√								
97	真蛸	<i>Octopus vulgaris</i>						√			
98	中国枪乌贼	<i>Uroteuthis chinensis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√
99	短穗乌贼	<i>Sepia brevimana</i>	√					√	√	√	
100	柏氏四盘耳乌贼	<i>Euprymna berryi</i>	√								

注：“√”表示该种类在站点中捕获到

附表9 海南省海洋功能区划（2011-2020年）功能区登记表

编号	功能区名称	功能区代码	与本项目区相对位置和最近距离	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
				用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
1	天涯海角旅游休闲娱乐区	A5-32	占用	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，兼顾农渔业用海，开展名贵品种增殖和休闲渔业开发；涉海工程建设需征求相关特殊部门意见。	天涯海角岸段禁止改变海域自然属性，红塘湾岸段严格限制改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。	保持岸滩原有形态，强化海岸治理工程，严格控制生活污水直接排入海，防止海洋环境状况恶化。	保护沙滩、砾石滩、沿岸地质地貌和水质；保护旅游资源。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
2	三亚湾旅游休闲娱乐区	A5-31	东侧0.5km	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，可兼顾港口航运用海，为附近船只提供防台避风海域；保障海上防台避风安全，旅游基础设施建设不得占用防台锚地水域；涉海工程建设需征求相关特殊部门意见。	严格限制改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。	强化海岸综合治理和管理，保持岸滩原有形态，严格控制生活污水直接排入海，防止海洋环境状况恶化。	保护沙滩、沿岸地质地貌和水质。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
3	三亚珊瑚礁海洋保护区（西西瑁洲片区）	A6-11	东南侧约3.4km	主导用海类型为海洋保护区用海，试验区可适当开展生态旅游，缓冲区可适当开展科研教学，但应严格控制规模；严格按照自然保护区管理法规管理，缓冲区只可进行经批准的科学研究、教学实习活动，实验区只能进行经批准的科学实验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动；注意海底管线的保护，涉海工程建设需征求相关部门意见。	保护区核心区用海方式应禁止改变海域自然属性，缓冲区和实验区应严格限制改变海域自然属性，在该保护区管理机构统一规划和指导下，实验区内可有计划地进行适度开发活动。	修复和保护珊瑚礁生态系统和海岛地形地貌，加强监控系统建设。	保护珊瑚礁及其生态环境；保护海洋生物多样性；保护海底管线。	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
4	三亚湾农	B1-05	南侧约1.7km	主导用海类型为开放式养殖用海，可兼顾旅游娱乐	允许适度改变海域自然属	合理规划增养殖规模、密度和结构，	保护海域自	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生

编号	功能区名称	功能区代码	与本项目区相对位置和最近距离	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
				用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
	渔业区			用海，开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见。	性。	防止渔业资源过度开发。	然生态环境。	物质量标准。
5	红塘湾工业与城镇用海区	B3-01	西南侧约3.5km	主导用海类型为城镇建设用海，兼顾交通运输用海与旅游娱乐功能；填海造地实施总量控制，重点保障海上机场建设需求；在海洋工程实施前，相关区域维持现状；涉海工程建设需征求相关部门意见。	允许改变海域自然属性。根据海上机场、交通运输港口码头、旅游服务设施等建设需要可填海造地，但需注意填海造地对生态环境的影响。	实施海域环境综合整治，海洋工程需协调好与周边功能区的关系。	保护海域自然生态环境	执行三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。
6	红塘港港口航运区	A2-10	西侧约5.8km	主导用海类型为交通运输用海，合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域；涉海工程建设需征求相关部门意见。	允许适度改变海域自然属性，围填海用于港口配套设施建设。	加强项目用海动态监测和跟踪管理，防淤、防污染。	保护港口、航道水深条件；保护水域宽度，防止淤积。	执行三类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。

附表 10a 溢油残油量和扫海面积随时间的变化(高潮时)

时间(h)	静风			E (主频风)			NE (次频风)			NNW (不利风向)			
	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	
高潮时	0	500.00	0	0	500.00	0	0	500.00	0	0	500.00	0	0
	1	377.95	0.66	0.89	0.65	349.89	0.82	345.83	0.69	0.80	249.61	1.41	0.57
	2	320.25	1.27	0.34	1.13	217.84	0.25	211.17	1.43	0.23	—	—	—
	3	218.35	2.04	0.15	1.59	0.00	0.00	0.00	2.24	0.00	—	—	—
	4	66.58	2.83	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
备注：“—”表示该工况下该时刻主体油膜抵岸或飘出计算域，因此无值。													

附表 10b 溢油残油量和扫海面积随时间的变化(低潮时)

时间(h)	静风			E (主频风)			NE (次频风)			NNW (不利风向)			
	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	残油量 (kg)	扫海面积 (km ²)	油膜厚度 (um)	
高潮时	0	500.00	0	0	500.00	0	0	500.00	0	0	500.00	0	0
	1	378.63	0.61	0.90	345.98	0.79	0.75	346.07	0.75	0.80	256.00	1.18	0.60
	2	325.57	1.03	0.43	210.42	1.55	0.23	209.51	1.42	0.24	—	—	—
	3	241.95	1.53	0.20	0.00	2.39	0.00	0.00	2.36	0.00	—	—	—
	4	129.71	1.98	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	0.00	2.37	0.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
备注：“—”表示该工况下该时刻主体油膜抵岸或飘出计算域，因此无值。													

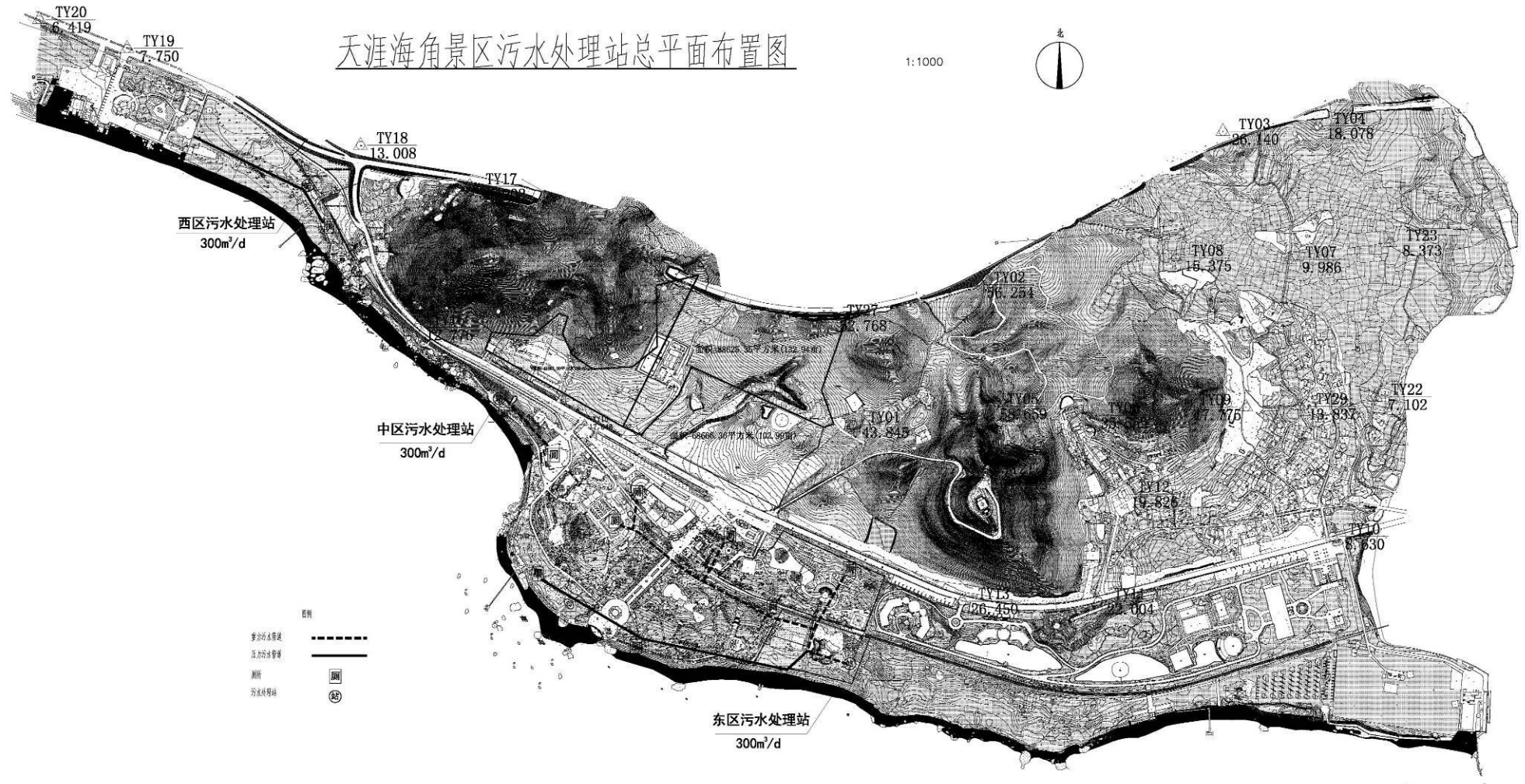
附图 1a 天涯海角景区-南天一柱



附图 1b 天涯海角景区-天涯石



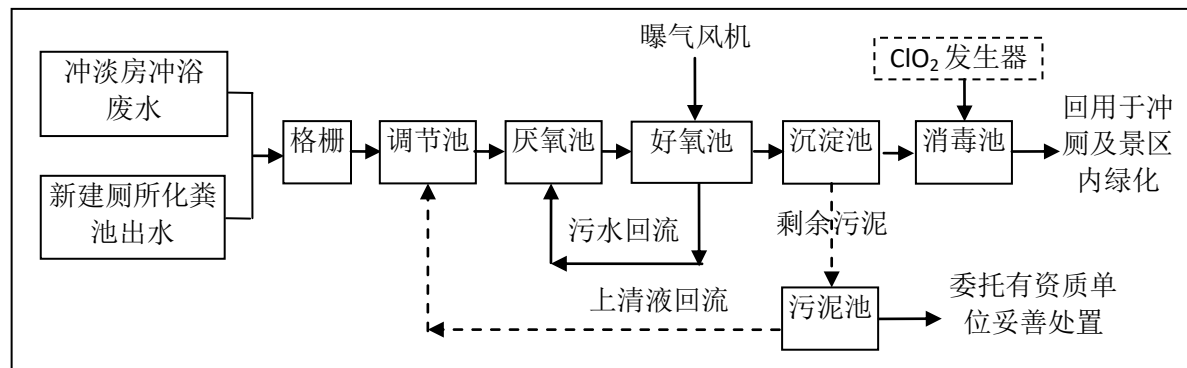
附图 2a 天涯海角景区三座污水处理站总体布置



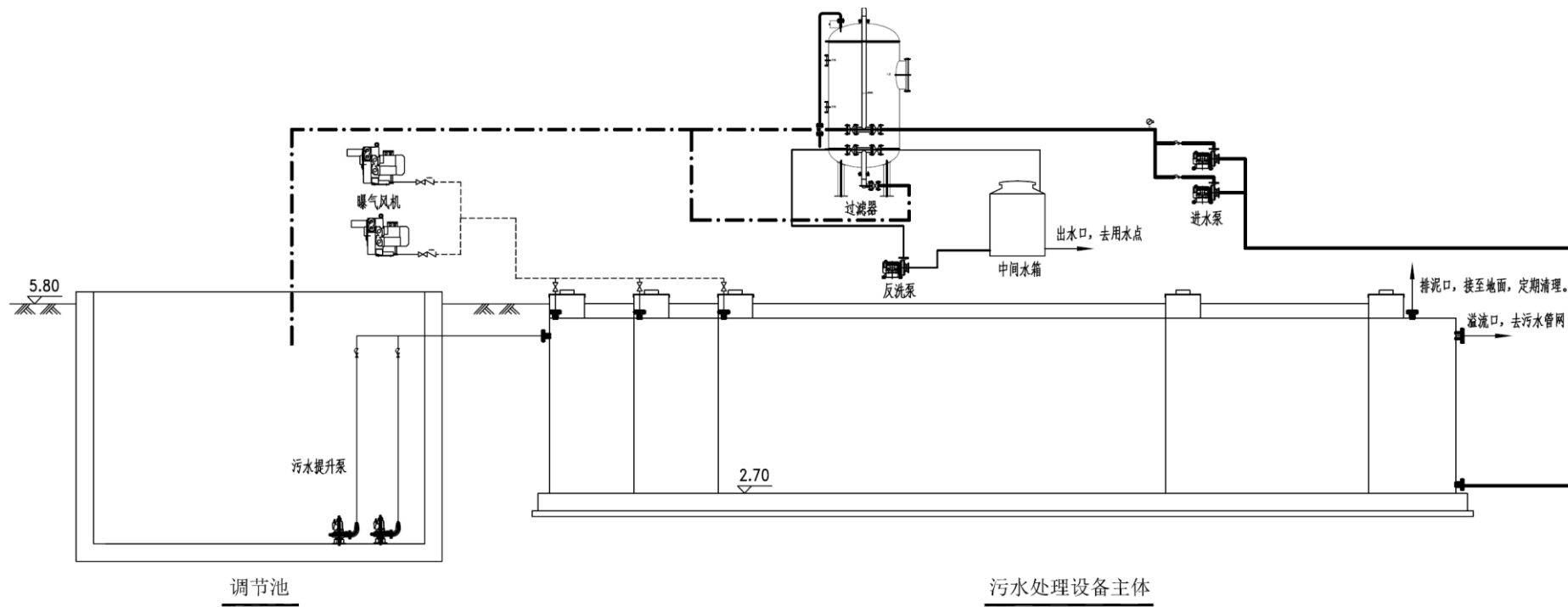
附图 2b 天涯海角景区西区污水处理站地理位置图



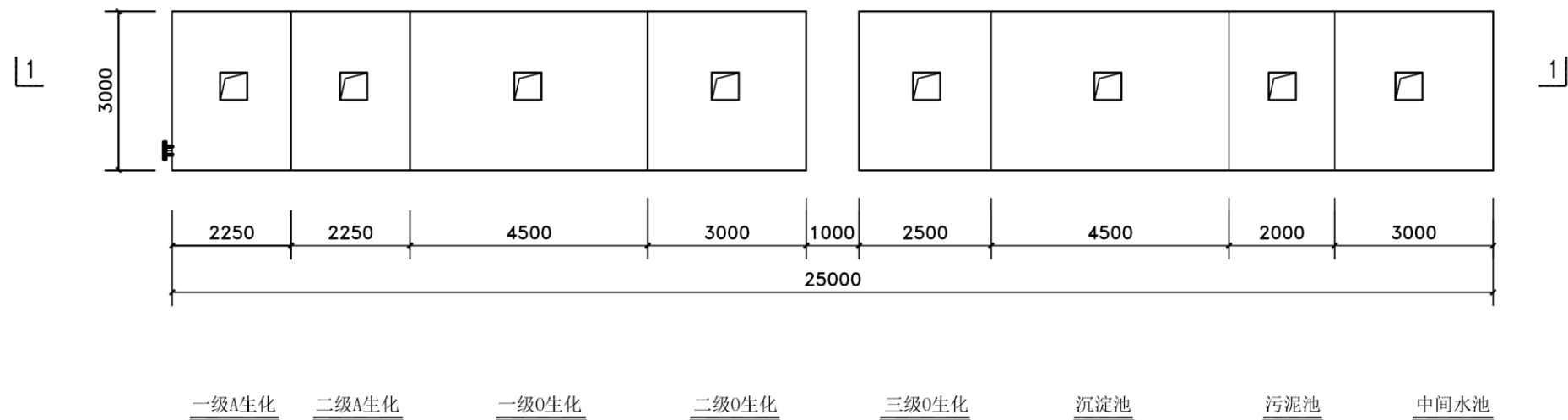
附图 3a 天涯海角景区西区污水处理站污水处理流程图



附图 3b 天涯海角景区西区污水处理站设备流程图

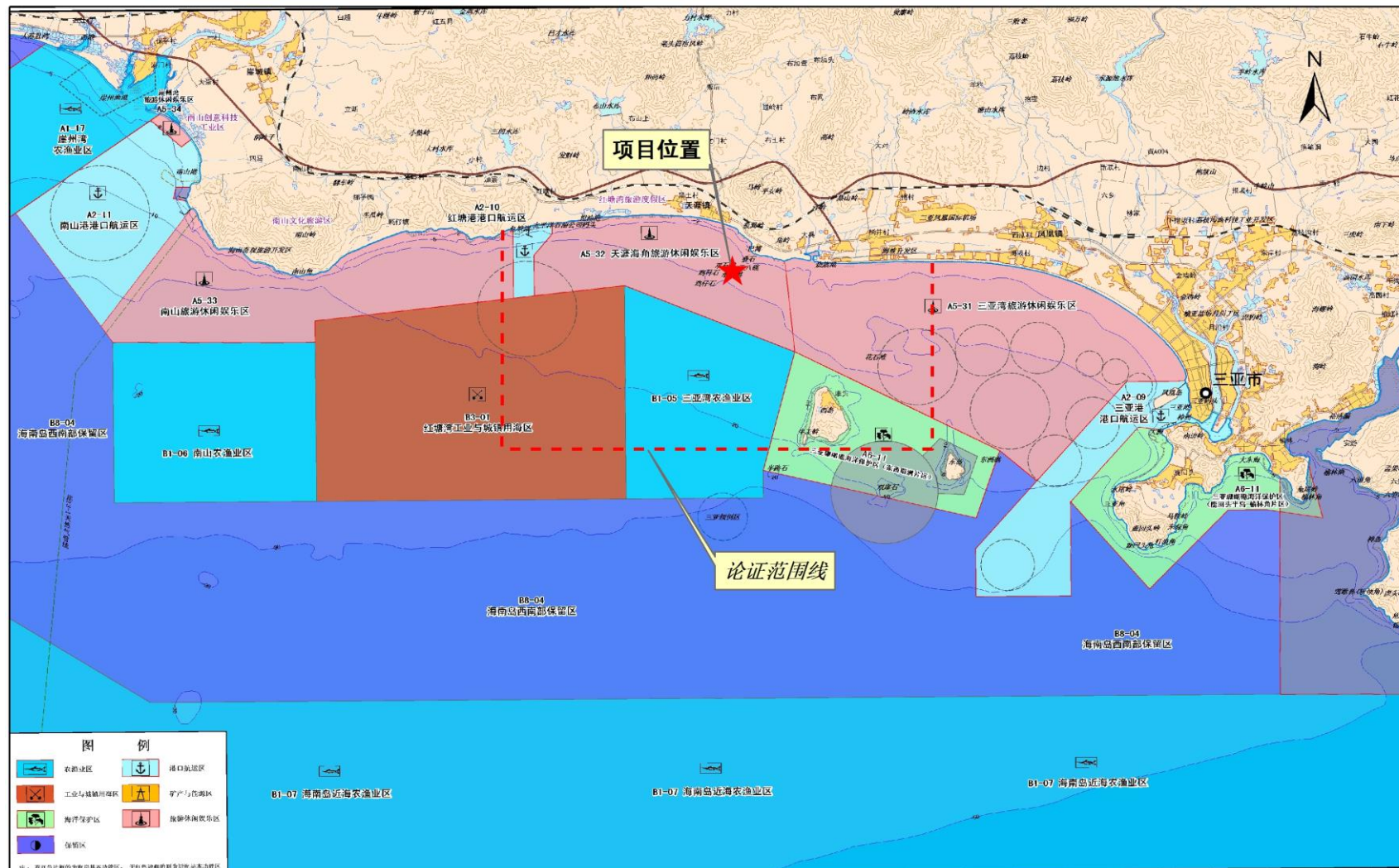


附图 3c 天涯海角景区西区污水处理站一体化污水处理设备工艺图

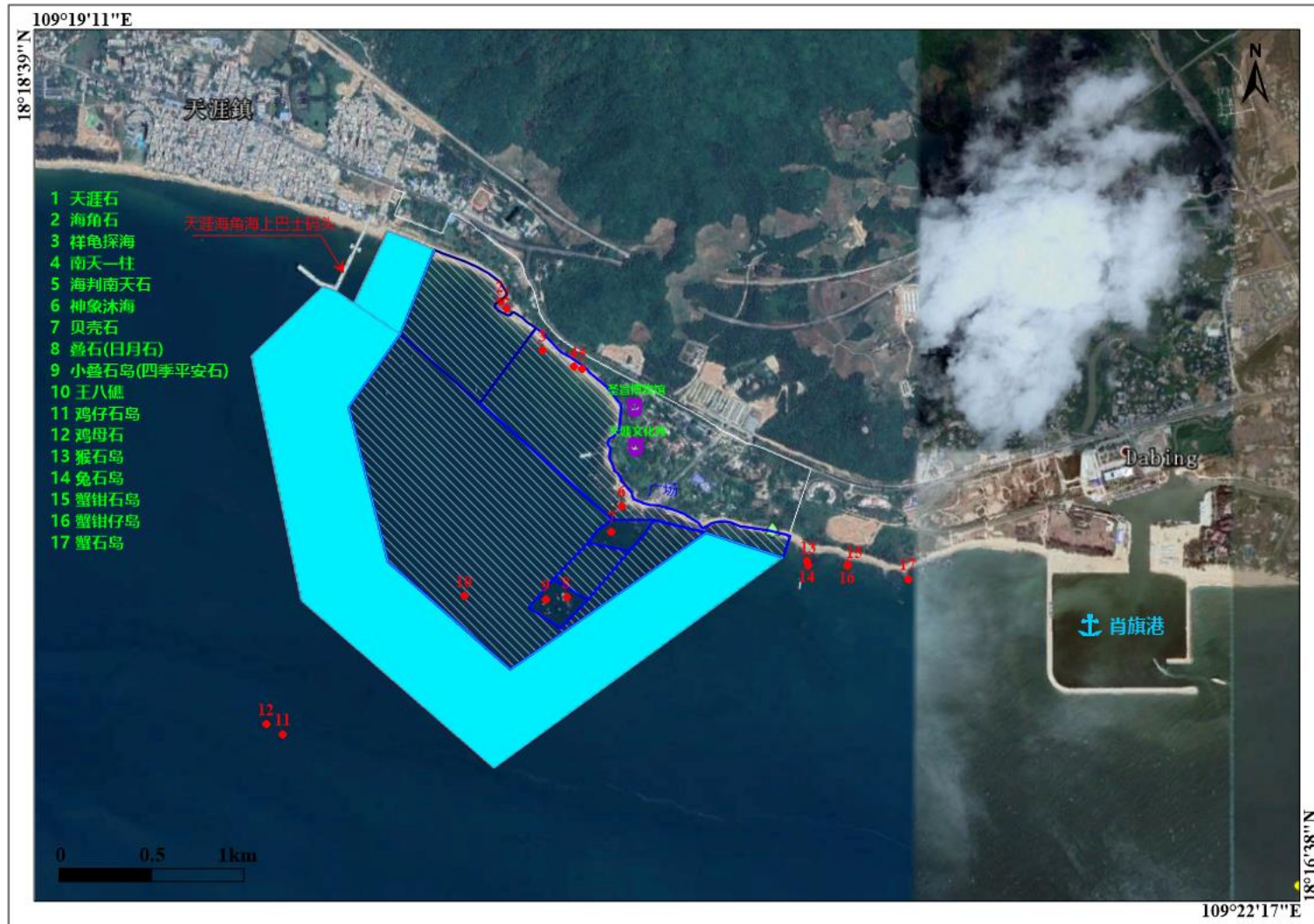


300m³/d污水处理设备平面布置图 1:100

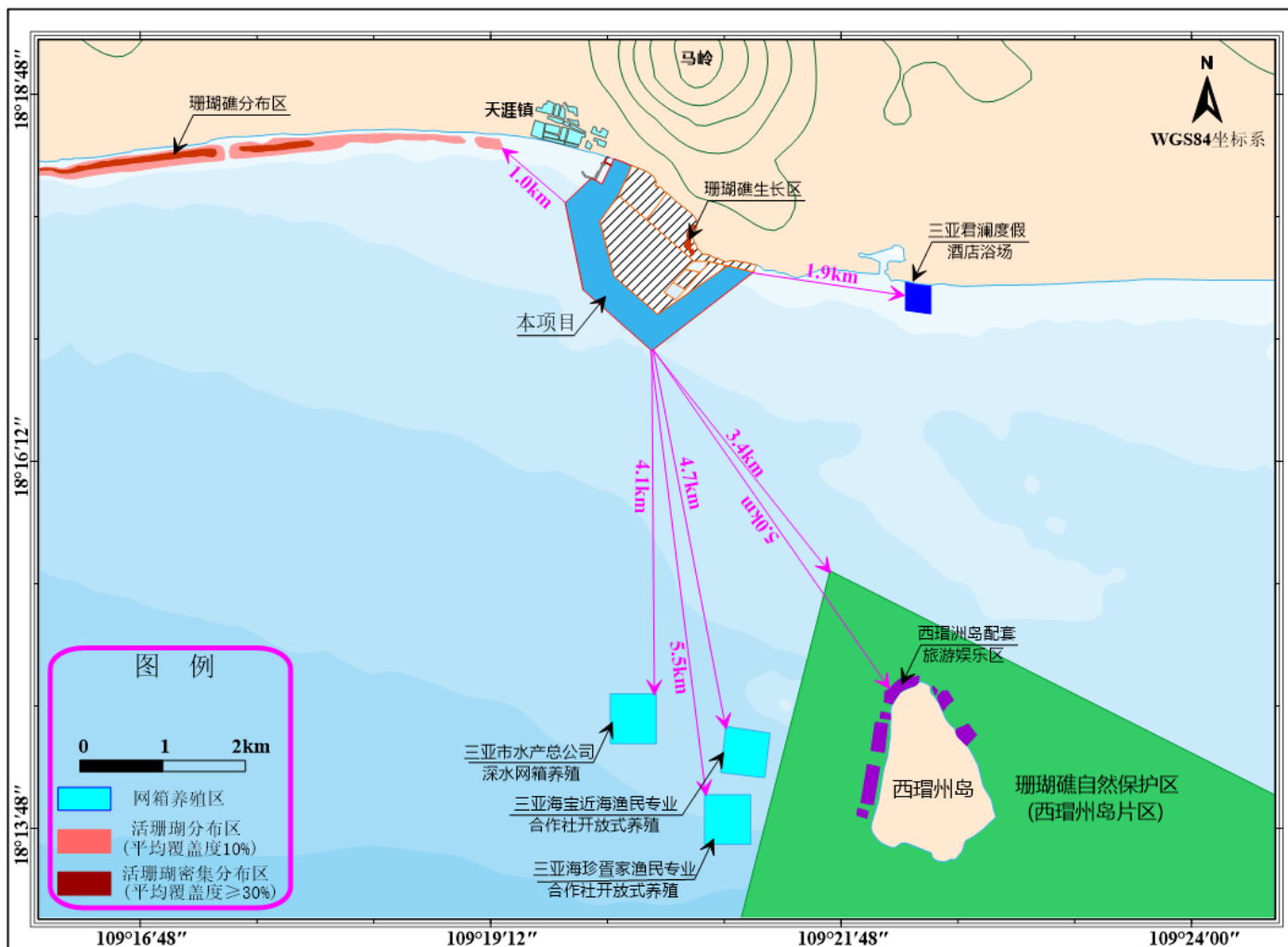
附图4 海南省海洋功能区划（2011-2020年）



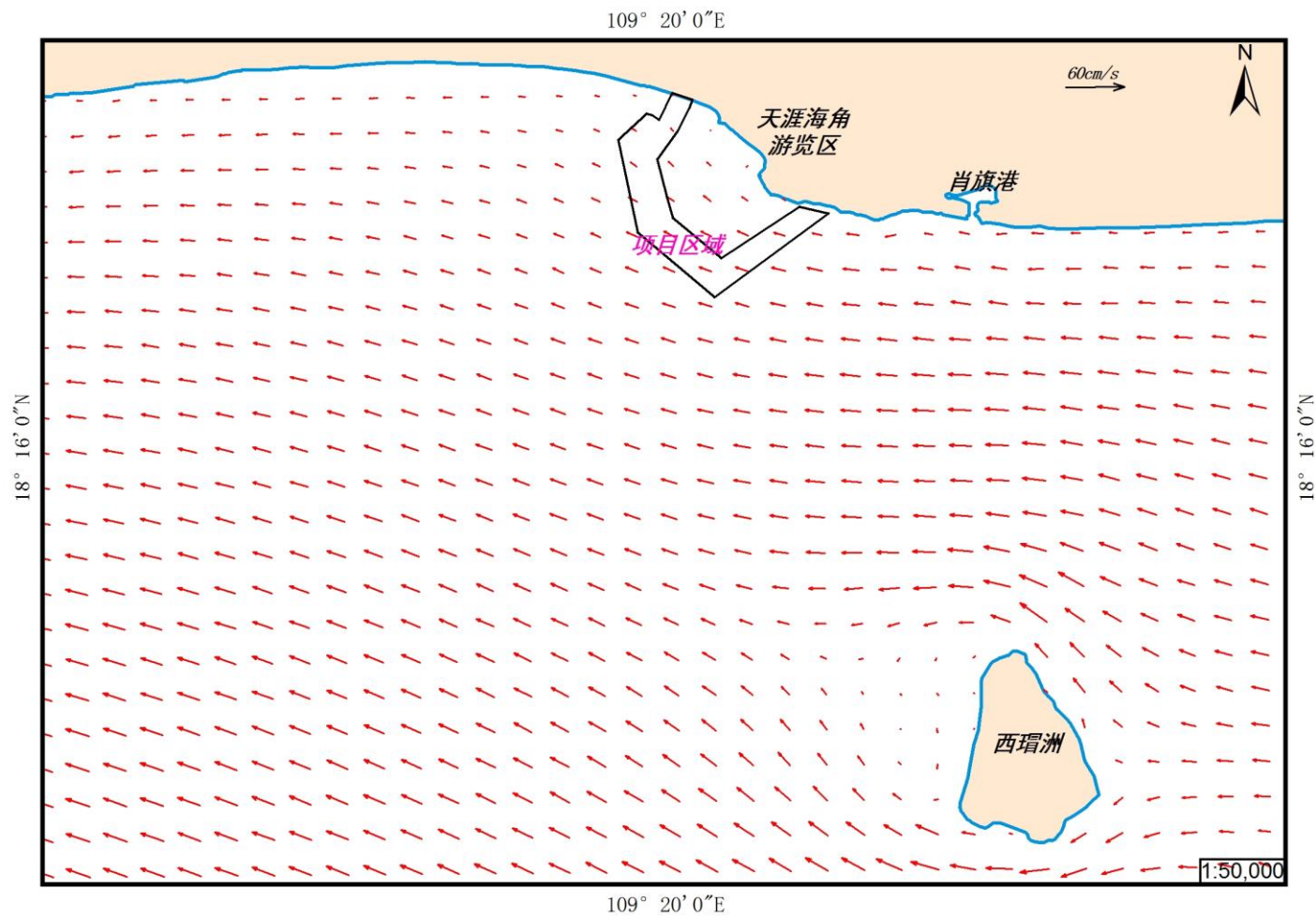
附图5a 本项目周边无居民海岛、景观石等分布图



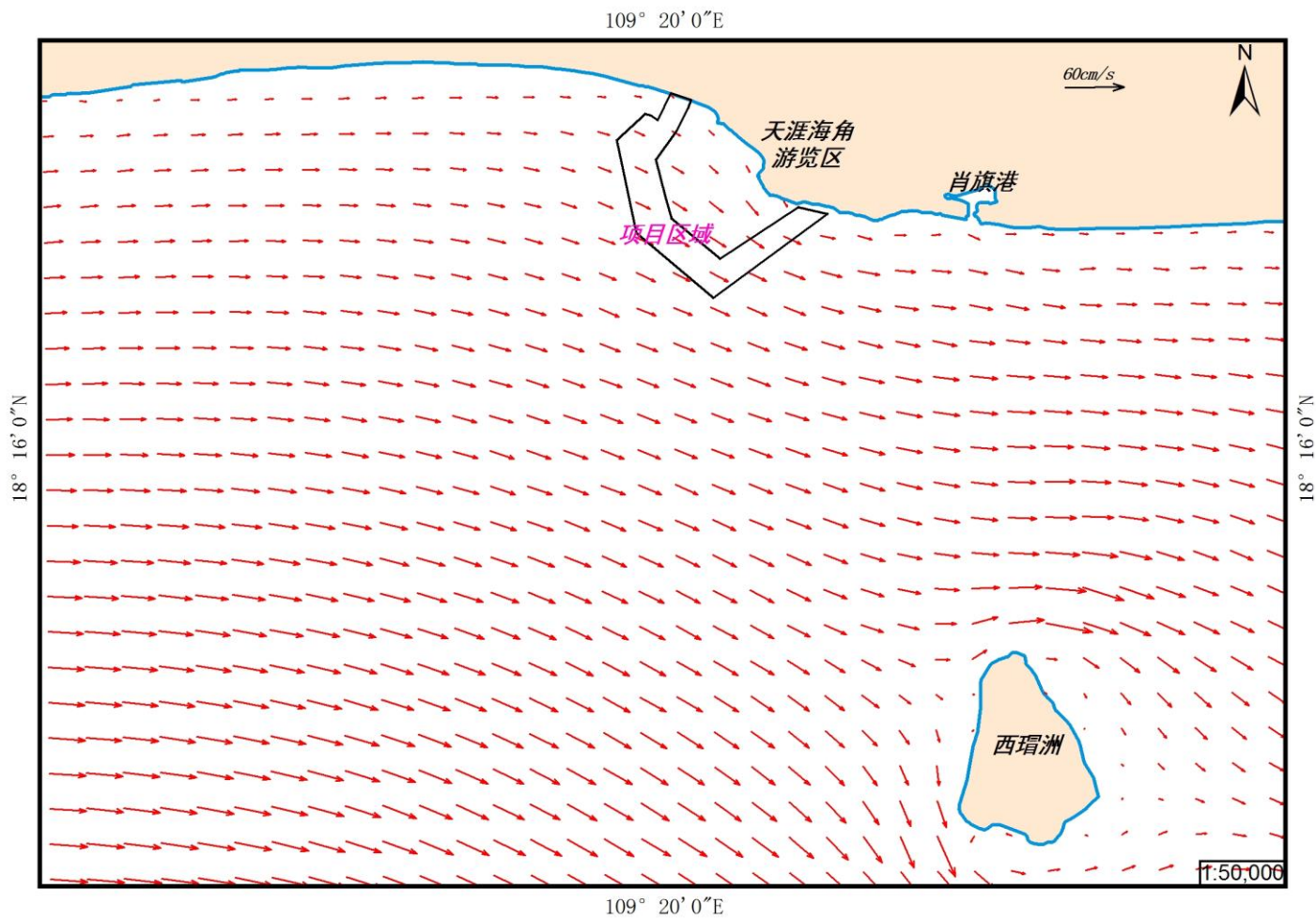
附图 5b 项目附近海洋环境敏感目标分布图



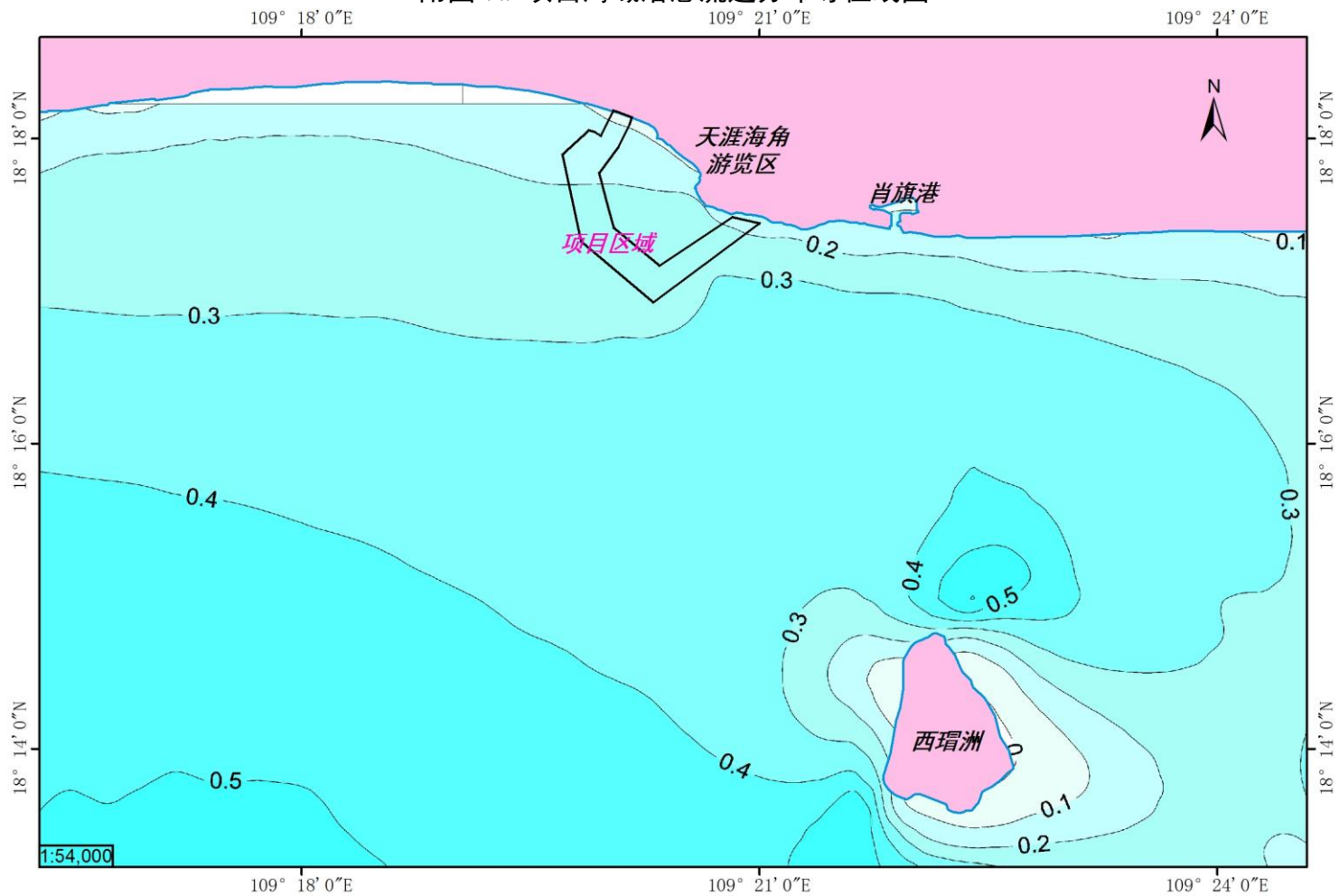
附图 6a 项目海域大潮涨急流矢图



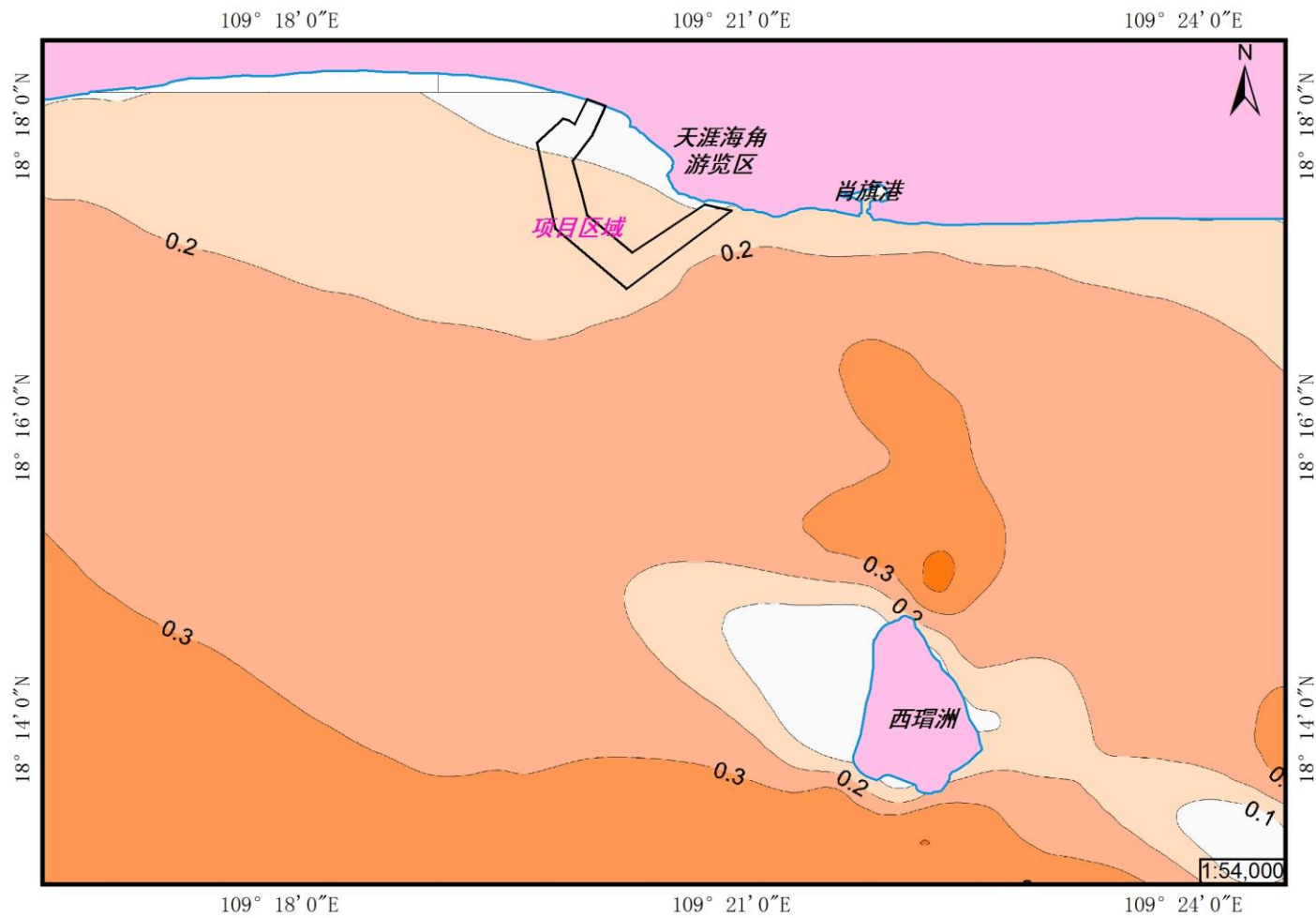
附图 6b 项目海域大潮落急流矢图



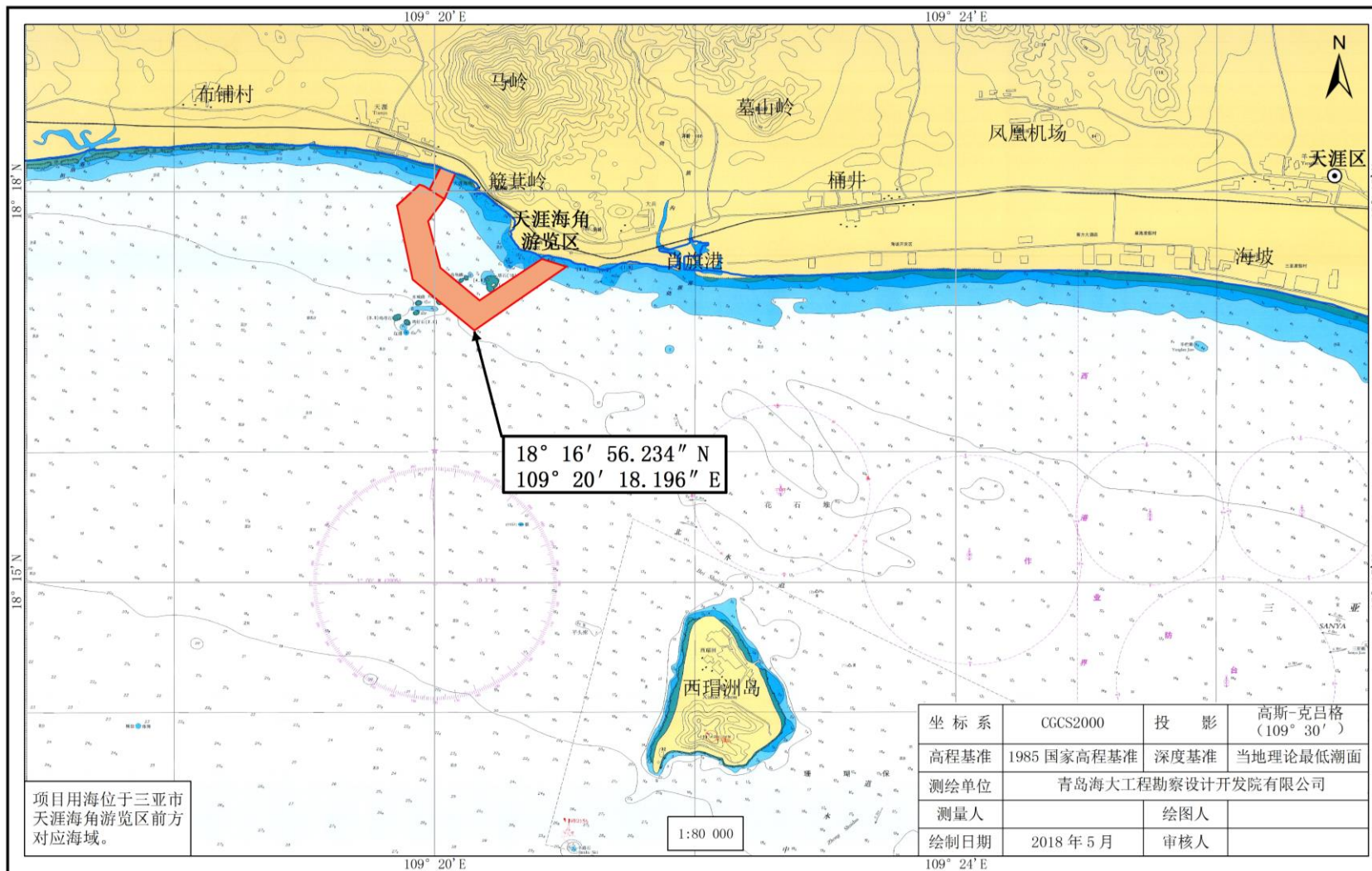
附图 7a 项目海域落急流速分布等值线图



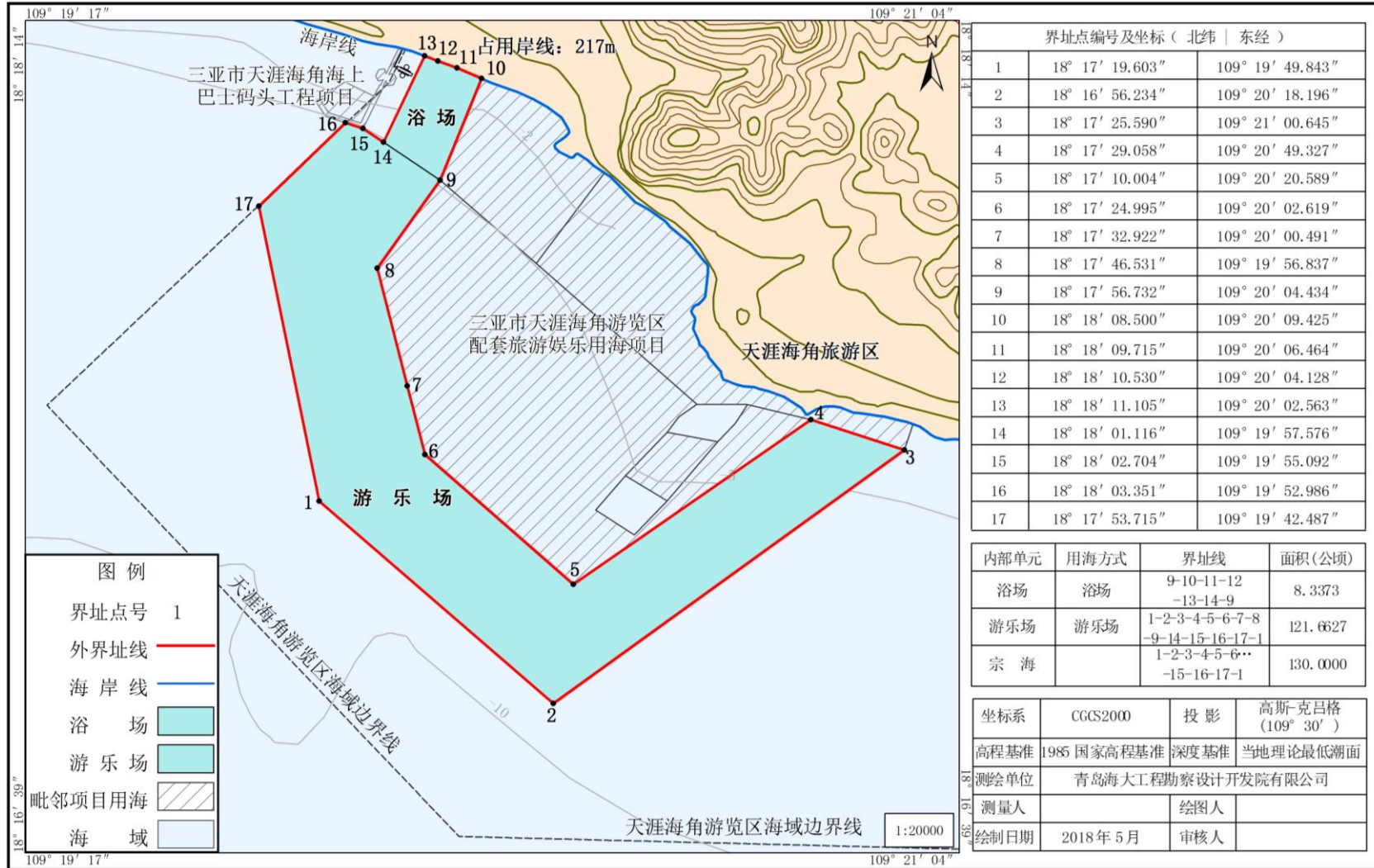
附图 7b 项目海域涨急流速分布等值线图



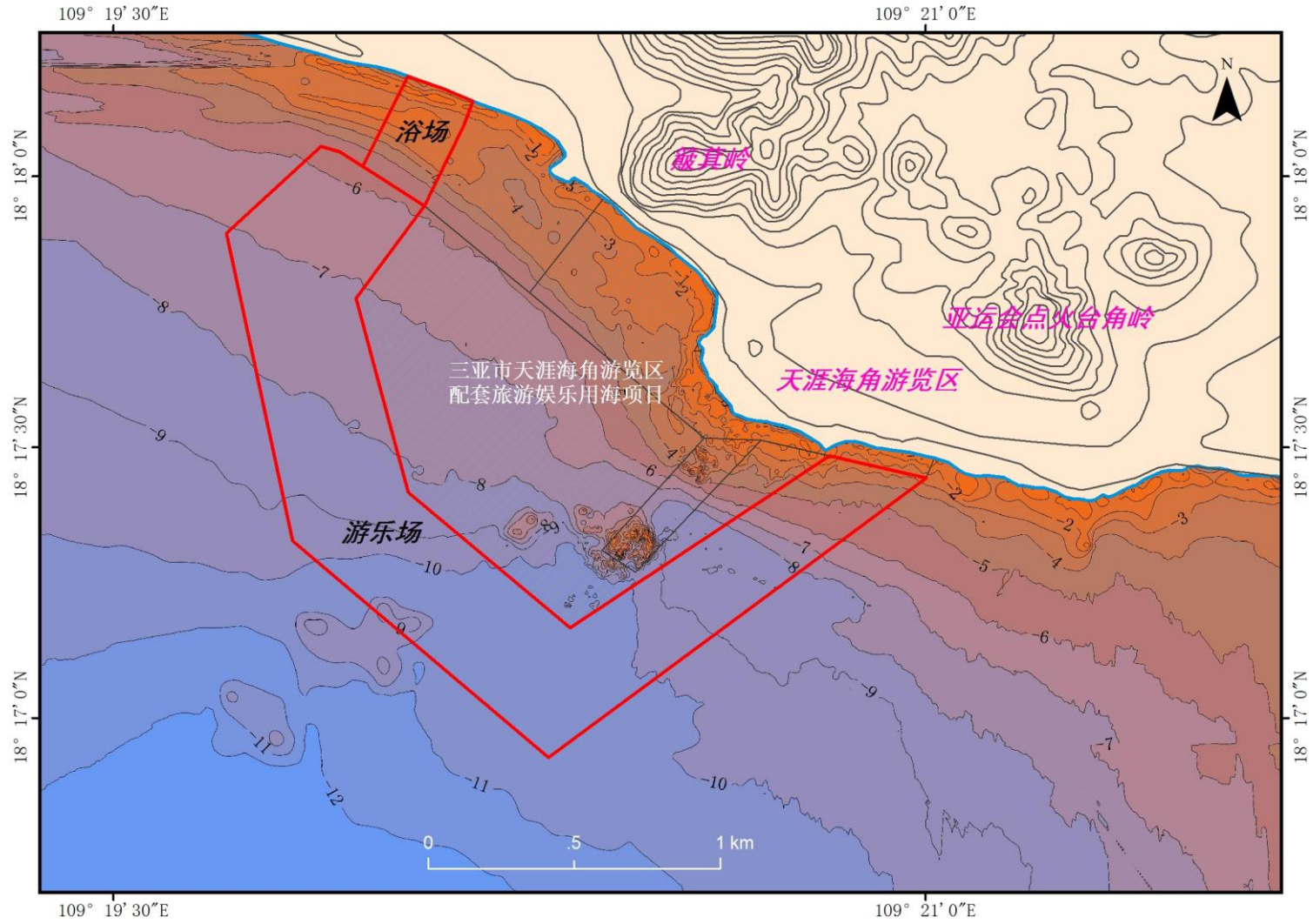
附图 8a 三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目宗海位置图



附图 8b 三亚市天涯海角游览区配套旅游娱乐用海项目宗海界址图



附图9 项目区域水下地形图



附件 1: 委托书

委托书

中国海洋大学:

我公司拟在三亚市天涯海角游览区前方海域开发海上旅游娱乐项目,依据国家相关法律法规的规定和要求,现委托贵单位进行三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目海洋环境影响报告的编写工作,希望贵单位严格按照相关技术规范尽快完成。

三亚市天涯海角旅游发展有限公司

2018年3月9日



附件 2 专家评审意见

《三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目环境影响报告表》

评审意见

2018年12月12日,三亚市海洋与渔业局在三亚市主持召开了《三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目环境影响报告表(送审稿)》(以下简称《报告表》)评审会,应邀参加会议的有5位专家(名单附后)和三亚海事局、三亚海监支队、天涯区海洋渔业水务局、三亚市海洋与渔业监测中心、中国海洋大学(《报告表》编制单位)等代表共13人。

会上《报告表》编制单位代表汇报了《报告表》主要内容后,与会专家、代表进行了认真的讨论和审议,形成评审意见如下:

一、项目建设是天涯海角景区争创5A级景区的需要,可进一步完善该景区配套旅游娱乐用海项目的开展,拓展不同游客亲水休闲娱乐需求,因此,项目建设是必要的。

二、项目用海符合海洋功能区划及相关规划。

三、《报告表》总体符合《海洋工程环境影响评价技术导则》要求,内容较全面,资料较翔实,工程概况分析较清楚,污染与非污染损害分析较合理,环保对策措施有一定的针对性,评价结论基本可信,用海项目从环保角度可行,同意通过评审。

《报告表》经修改补充后可作为海洋主管部门核准项目用海的依据。

四、修改和补充意见:

- 1、完善项目用海情况介绍;
- 2、加强对珊瑚礁、无居民海岛、天涯海角景观石等主要保护对象的影响分析;
- 3、完善环保措施;完善污水排放和固体垃圾处置的可行性分析;
- 4、加强用海项目环境风险分析;

5、完善营运期跟踪监测计划。

评审专家组组长：



2018年12月12日

附件 3 评审意见修改说明

《三亚市天涯海角游览区旅游娱乐开发项目环境影响报告表》

专家组评审意见修改说明

专家意见	意见主要内容	采纳情况	修改的具体章节或不采纳的理由
1	完善项目用海情况介绍；	采纳	核实了本项目水上娱乐活动，划分了浴场缓冲区，补充了本项目的配套设施区及后方陆域介绍，详见 P4~P10；完善了项目施工工艺和方法，见 P11；
2	加强对珊瑚礁、无居民海岛、天涯海角景观石等主要保护对象的影响分析；	采纳	在“表 5 环境敏感区和环境保护目标分析表”中增加了项目周边无居民海岛、天涯海角景观石等分布位置图，见 P79 和附图 4a；增加了项目用海对无居民海岛、天涯海角景观石、珊瑚礁的影响分析，分别见 P82 和 P84；
3	完善环保措施；完善污水排放和固体垃圾处置的可行性分析；	采纳	补充完善了环保措施，见 P99~P103；补充项目沙滩浴场环境容量，完善了污水排放和固体垃圾处置的可行性分析，见 P12~P14；
4	加强项目用海环境风险分析；	采纳	补充了风险源项分析，见 P88~P91；加强了项目用海环境分析，完善了风险事故的防范和应急措施，见 P106~P108；
5	完善营运期跟踪监测计划。	采纳	将粪大肠菌群加入了营运期跟踪监测计划中，见 P110；补充了水质、沉积物和生物环境监测站位一览表，见 P111。