

海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级
自然保护区旅游活动用海项目

环境影响报告表

(报批稿)

山东海特环保科技有限公司

2019年2月

目 录

一、建设项目基本情况表	1
二、工程概况与分析表	2
三、污染与非污染损害要素分析	15
四、区域环境概况分析	18
五、环境现状分析与评价	29
六、环境敏感区和环境保护目标分析	62
七、环境质量回顾性评价和珊瑚礁影响评价	64
八、环境影响分析与评价表	76
九、环境保护对策措施与环境影响评价结论	85
附件	97

一、建设项目基本情况表

建设项目名称	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目	建设单位	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司
法人代表	王天霖	单位地点	三亚市亚龙湾东排、西排周边附近海域
通讯地址	海南省三亚市亚龙湾国家旅游度假区内	联系人	陈谦
邮政编码	572016	联系电话	0898- 88560198
电子信箱	729481406@qq.com	传 真	0898- 88560198
项目设立部门	三亚市海洋与渔业局	文号	
项目性质	新建 改扩建 技术改造（续期用海）√	工程总投资	万元
其中环保投资	115.61万元	所占比例	%
报告表编制单位	山东海特环保科技有限公司	环评经费	
建设规模(按工程性质可增减下列内容)			
海域使用面积	11.85公顷	占用岸线总长度	0m

二、工程概况与分析

1 项目由来

2005年，经海南省海洋与渔业厅批准，亚龙湾海底世界旅游有限公司(以下简称旅游公司)获批在保护区亚龙湾指定区域开展半潜船观光、潜艇观光、潜水和玻璃底船观光旅游项目。2006年12月26日取得由国家海洋局颁发的用海面积为7.618公顷的《海域使用权证书》。2012年国家海洋局同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区延续开展旅游活动，同时海南省海洋与渔业厅、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处先后批复同意本项目业主在亚龙湾区域调整并延续开展旅游经营活动，调整后海域使用面积为11.85公顷。

根据国家海洋局关于在保护区审批用海的要求，每次批准用海期限为3年，海域使用权到期后，需要提交评估报告作为续期用海的主要依据，为此业主单位先后在2009年、2012年、2015年均提交了《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响后评估报告》，并获得相应的续期海域使用权证。

2015年11月19日，业主单位继续获得该海域的4宗海的不动产证，终止日期为2018年11月19日，见附件3。一方面鉴于该项目限期已过，业主单位现拟继续申请原海域使用；另一方面依据海南省海域审批管理要求，需补充续用海审批材料和完善续用海手续，根据海洋行政主管部门要求，需对该项目续用海进行海洋环境影响评价工作，主要对项目运营期情况进行评价。

海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾片区的实验区的东排、西排周边海域，该项目用海总面积11.85公顷，共4宗用海。主要开展的水下旅游项目有潜水、半潜船、透明底船及水下照相摄像等，均为海洋生态观光项目。

由于本项目属于续用海性质，项目申请续用海期间未进行任何工程建设；运营期间的生活污水和生活垃圾均得到妥善处理，不排海；虽然本项目用海处在三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾片区实验区内，但该区域珊瑚覆盖率自2015至2018年每年的珊瑚覆盖率基本都保持在22%以上，项目用海并未对该区珊瑚资源造成明显影响；自业主取得海域使用权证至今，亚龙湾周边海域水质、沉积物基本满足第一

类水质标准、第一类海洋沉积物质量标准和海洋功能区环境质量管理要求，项目用海对周边海域环境影响较小。参考海洋工程环境影响评价技术导则（2014），确定其评价等级低于3级，可编制海洋工程环境影响报告表。

为此，业主单位委托山东海特环保科技有限公司开展该项目的海洋环境影响评价工作，为海洋行政主管部门提供核准项目用海的科学依据。

2 项目工程概括

项目名称：海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目

项目经营单位：海南亚龙湾海底世界旅游有限公司

项目性质：续期用海的旅游娱乐用海项目

建设地点：三亚国家级珊瑚礁自然保护区亚龙湾片区的实验区内的东排、西排附近海域，项目具体地理位置见图 2-1。

项目规模：本项目用海总面积 11.85 公顷。包括 A、B、C、D 共 4 宗用海。水下旅游项目包括体验式潜水、船潜、浮潜、半潜船海底观光、透明底船海底观光、潜水观光和水下照相摄像等，并设潜水平台等配套设施。



图 2-1 项目地理位置

3 用海方案概述

3.1 项目功能分区

本项目用海位于亚龙湾片区的实验区的东排、西排部分海域图如图 2-2，包括东排综合活动区(A 区)、东排潜水观光区(B 区)、西排综合活动区(C 区)、西排潜水区(D 区)，各区均布置有合适的水下旅游项目。用海总面积为 11.85 公顷，用海面积和开展项目如表 2-1 和图 2-2 所示。

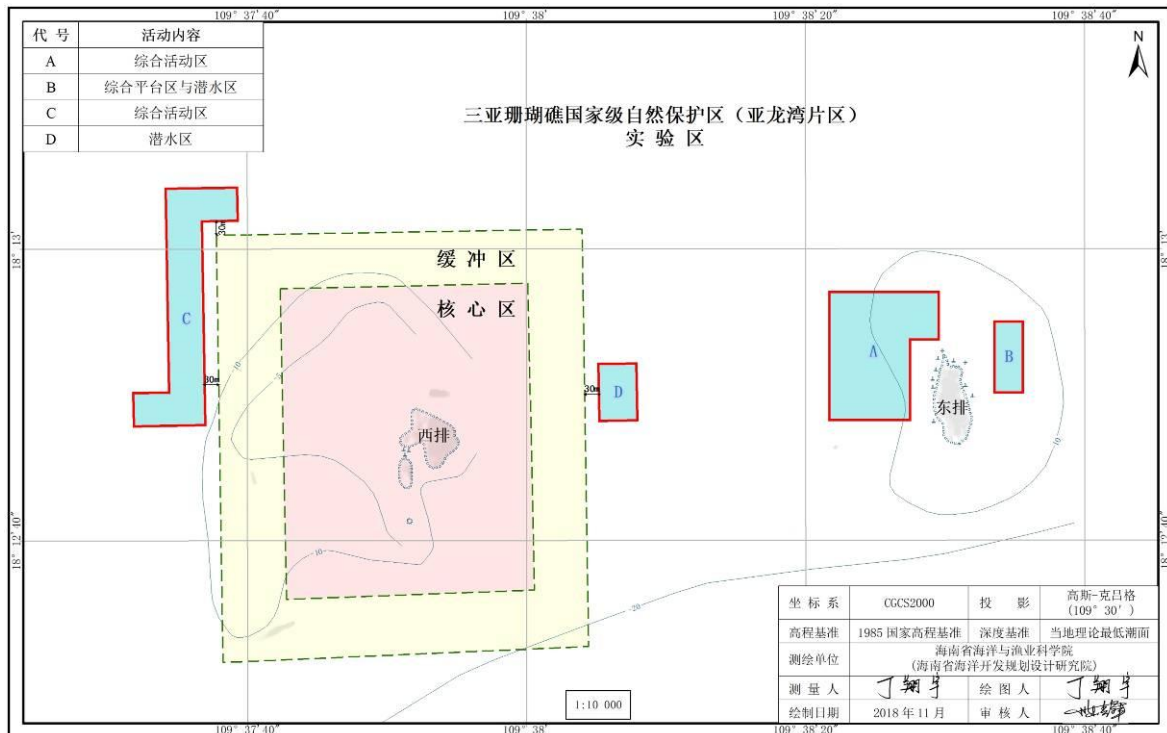


图 2-2 项目用海功能分区示意图

表 2-1 项目平面布置

分区	位置	面积 (公顷)	开展项目
东排综合活动区	对应海上活动 A 区，在东排的西北侧海域。	5.19	开展船艇观光与潜水经验活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目，限设浮动平台 1 座、半潜船观光 1 艘、透明底船 3 艘。该区与 C 区互为生态养护轮换区，根据每年季风的情况，每半年轮换一次。
东排潜水区	对应海上活动 B 区，在东排东侧海域。	0.90	开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目，限设浮动式平台 1 座。
西排综合活动区	对应海上活动 C 区，在西排西侧海域。	4.80	开展半潜船和透明底船观光及潜水经营活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目，限设浮动平台 1 座、半潜船观光 1 艘、透明底船 3 艘。该区同时为 A 区的生态养护轮换区。
西排潜水区	对应海上活动 D 区，在西排西侧海域。	0.96	开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目，限设浮动平台 1 座。

3.2 项目区平面布置、规模及结构尺度

3.2.1 平面布置

本项目用海主要位于亚龙湾的东排、西排部分海域，申请用海总面积为 11.85 公顷，项目平面布置和用海范围如图 2-2 所示。

(1) 东排综合活动区

对应海上活动 A 区，在东排的西北侧海域，面积 5.19 公顷。开展船艇观光与潜水经验活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜项目，限设浮动平台 1 座、半潜船观光 1 艘、透明底船 3 艘。该区与 C 区互为生态养护轮换区，根据每年季风的情况，每半年轮换一次。

(2) 东排潜水区

对应海上活动 B 区，在东排东侧海域，面积 0.90 公顷。开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目，限设浮动式平台 1 座。

(3) 西排综合活动区

对应海上活动 C 区，在西排西侧海域，面积 4.80 公顷。开展半潜船和透明底船观光及潜水经营活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目，限设浮动平台 1 座、半潜船观光 1 艘、透明底船 3 艘。该区同时为 A 区的生态养护轮换区。

(4) 西排潜水区

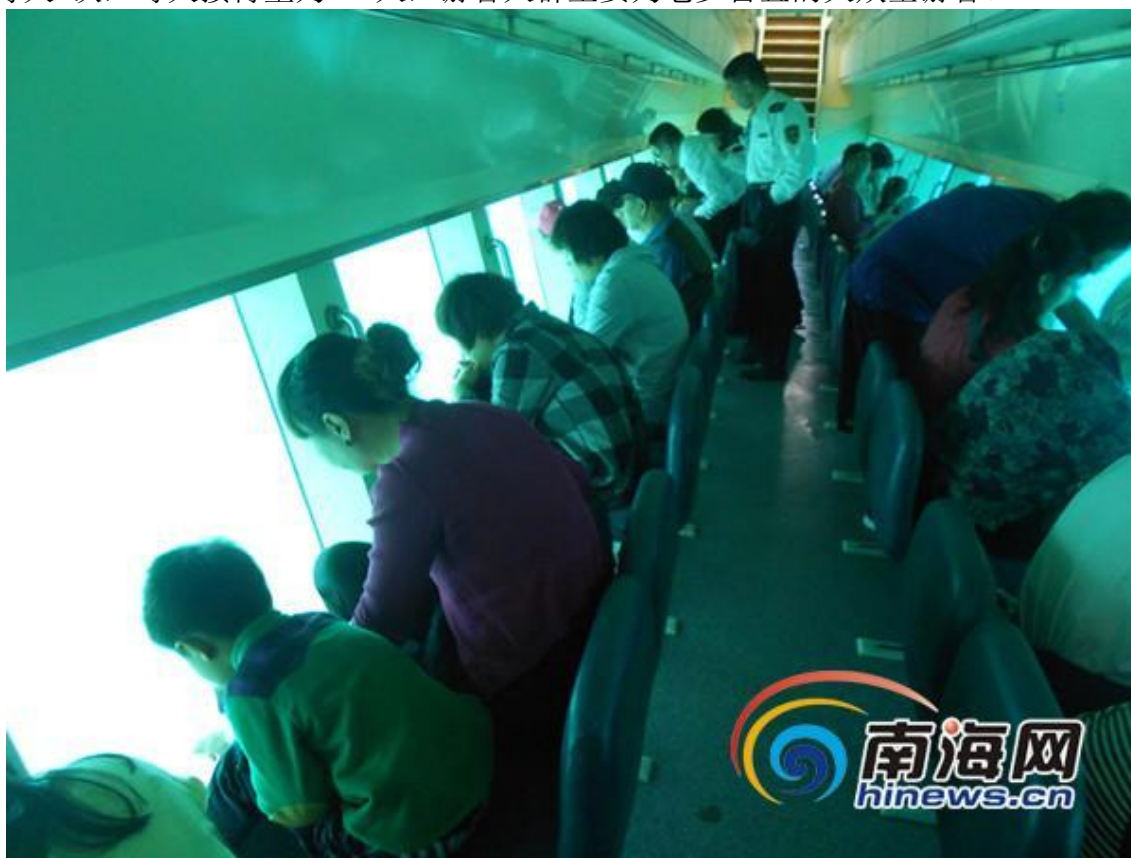
对应海上活动 D 区，在西排东偏北侧海域，面积 0.96 公顷。开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目，限设浮动平台 1 座。

3.2.1 经营方式

业主开展的水下旅游项目有潜水、半潜船、透明底船及水下照相摄像等，均为海洋生态观光项目，游客总接待量最大不得超过1200人/天。浮动平台设置在无珊瑚区域，其结构为透空式，不改变海域属性，因此用海项目主要通过合理设置经营方式，减小对珊瑚资源的影响。

(1) 半潜船海底观光，为借助半潜船进行的海底观赏水下珊瑚景观活动（见照片 2-1）。半潜船停泊在综合活动A区和C区，活动范围在水深在2-5m的区域，游客从东游艇码头出发，坐交通船到半潜船上，半潜船以约2节的速度缓慢航行，游客通过两

侧的透明观赏海底珊瑚，游客观光一次历时约1小时，游客最大接待量为45人 / 次，每天6次，每天接待量为270人，游客人群主要为老少皆宜的大众型游客。



照片2-1 半潜船海底观光

(2) 玻璃底船观光，为借助玻璃底船进行的海底观赏水下珊瑚景观活动（见照片2-2）。游客从东游艇码头出发，坐玻璃底船到综合活动A区和C区，活动范围在水深在2m以浅的区域，玻璃底船以约2节的速度缓慢航行，游客通过透明的船底观赏海底珊瑚，游客观光一次历时约1小时，游客最大接待量为8人 / 次，每天6次，每天接待量为48人，游客人群主要为老少皆宜的大众型游客。

(3) 浮潜，在B区和D区潜水点内，游客从亚龙湾东游艇码头出发，坐交通船到潜水点，游客带浮潜镜，穿浮潜衣在海水表面观赏海底珊瑚（见照片2-3）。一般活动区域在水深1-4m左右的近岸海域，设备有潜镜和潜衣，活动时间一般在1小时，游客接待量为50-100人/天。

(4) 水肺潜水，包括大众化的平台潜水和船潜(精品潜水)（见照片2-4）。其中，平台潜水设在A区和C区，主要接待身体状况较好的大众游客，游客接待量约为100-300人/天；船潜又称之为精品潜水，设在B区和D区，主要接待高档游客，游客

接待量约为50-200人/天。水肺潜水前，游客需在游客服务中心前进行安全、保护珊瑚培训，穿好潜水衣，从亚龙湾东游艇码头出发，坐交通船到指定的潜水平台，在潜水教练的协助下装备好潜水设备，由潜水教练带着游客下水，观赏海底珊瑚约30分钟。



照片2-2 玻璃底船观光

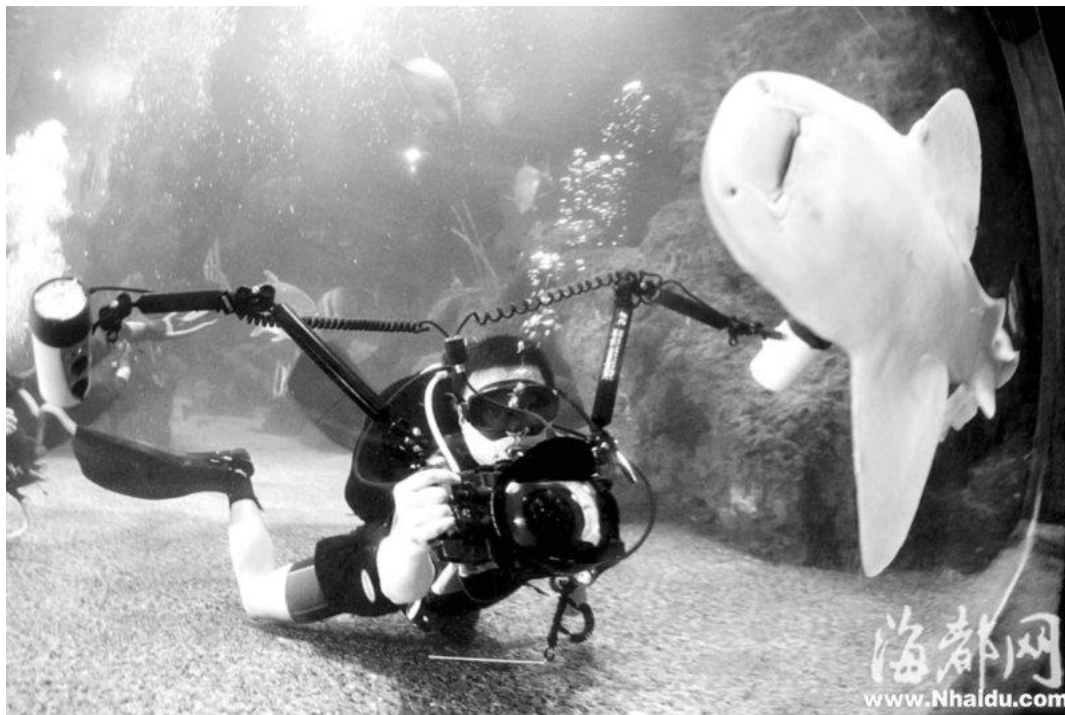


照片2-3 浮潜



照片2-4 水肺潜水

(5) 水下摄影照相，一般与水肺潜水同步进行，需要留下纪念的游客，由另一名潜水员协助拍摄（见照片2-5）。



照片2-5 水下摄影照相

4 项目占用海域面积和岸线情况

海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用

海项目属于旅游娱乐类型的用海项目，本次项目申请用海面积 11.85 公顷，其中东排综合活动区（A 区）面积 5.19 公顷，东排潜水区（B 区）面积 0.90 公顷，西排综合活动区（C 区）面积 4.80 公顷，西排潜水区（D 区）面积 0.96 公顷。用海方式为开放式用海。未占用海岸线。

项目海域使用宗海位置图和界址图见附图 1 和附图 2。

5 项目所在区域海洋功能区划

根据已获得国务院批复的《海南省海洋功能区划(2011-2020 年)》，项目用海所在海域的海洋功能区为“三亚珊瑚礁海洋保护区(亚龙湾片区)”（代码：A6-11），见图 2-3，主导用海类型为主导用海类型为海洋保护区用海，实验区可适当开展生态旅游。

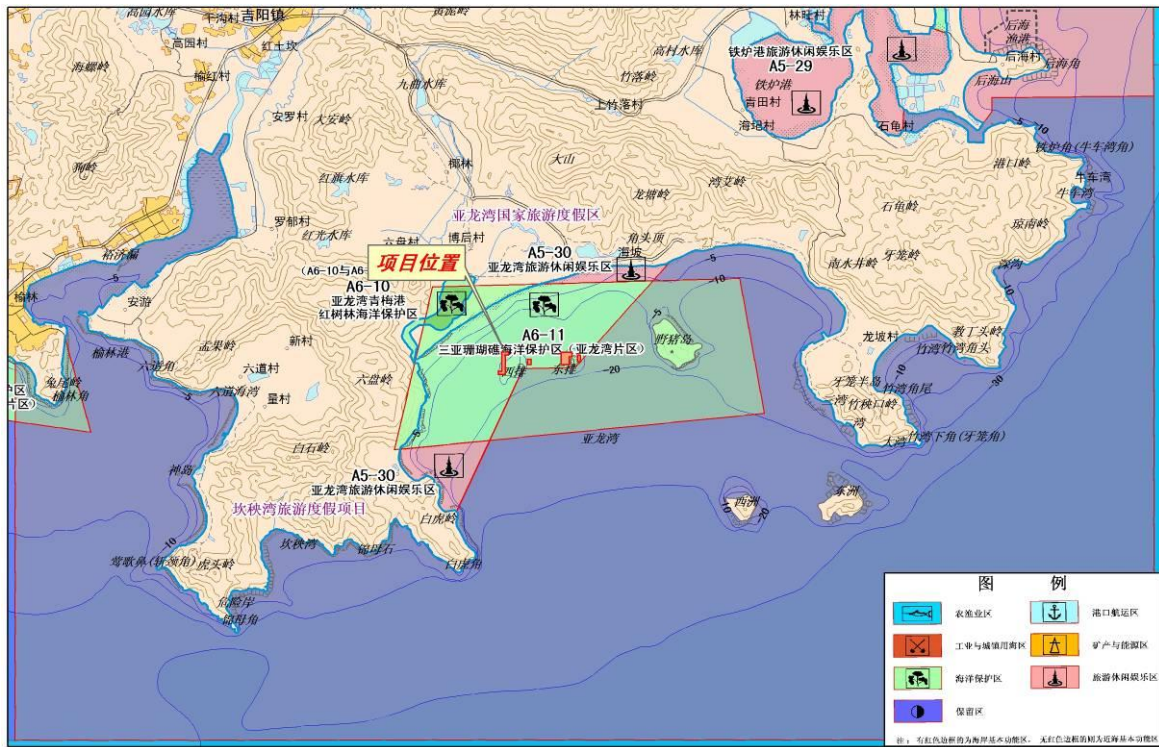


图 2-3 项目所在海域海洋功能区划分布图【引自海南省海洋功能区划—2011-2020 年】

➤ 与用途管制要求的符合性分析

根据《海南省海洋功能区划(2011-2020 年)》，三亚珊瑚礁海洋保护区(亚龙湾片区)用途管制要求为“主导用海类型为海洋保护区用海，实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”。

本项目用海区域位于三亚珊瑚礁海洋保护区亚龙湾片区的实验区内，主要利用该区域内丰富的珊瑚礁资源开展水下旅游观光等生态休闲旅游娱乐活动。本项目所开展的这些生态休闲娱乐活动与该功能区划“试验区可适当开展生态旅游”的用海类型是一致的，因此，在注意对该区域珊瑚礁保护的基础上，本项目用海与三亚珊瑚礁海洋保护区亚龙湾片区实验区的用途管制要求基本是相符合的。

➤ 与用海方式的符合性分析

根据《海南省海洋功能区划(2011-2020 年)》，三亚珊瑚礁海洋保护区(亚龙湾片区)用海方式要求为“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”。

本项目所开展水下旅游等生态休闲娱乐活动均为开放式的用海方式，项目用海基本不改变海域自然属性，对生态环境影响较小。此外，本项目在保护区从事的生态旅游活动已得到了原国家海洋局、原海南省海洋与渔业厅、三亚市海洋与渔业局和三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的批准，详见附件 4。

因此，项目用海符合三亚珊瑚礁海洋保护区亚龙湾片区实验区的用海方式控制要求。

➤ 与重点保护目标的符合性分析

根据《海南省海洋功能区划(2011-2020 年)》，三亚珊瑚礁海洋保护区(亚龙湾片区)重点保护目标要求为“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”。

本项目在开展生态旅游观光活动的同时，加大与海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处的合作，通过珊瑚礁生态恢复试验区等方式，参与修复和保护珊瑚礁生态系统。因此，本项目用海与该功能区重点保护目标要求是相符合的。

➤ 与环境保护要求的符合性分析

根据《海南省海洋功能区划(2011-2020 年)》，三亚珊瑚礁海洋保护区(亚龙湾片区)环境保护要求为“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”。

一方面，根据现状调查，项目附近海域水质、沉积物、生物自营运至今，历次水质调查中基本符合一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准等海洋功能区要求。另一方面，业主在前期运营过程中平台冲厕水收集至回收至污水箱，每天下班后，回收至岸基排入市政污水管道，做到污水不外排。因此，项目在后期的继续运营过程中对该海区水质、生态环境影响较小，可以满足该功能区的环境保护要求。

综上所述，本项目用海符合所在海域的海洋功能区划。

6 西排用海 C 和 D 区位置变化说明及分析

(1) 根据 2016 年省政府公布的海洋生态红线区可知：本项目用海 C 区和 D 区占用了珊瑚礁保护区缓冲区和核心区 I 类红线区，而 I 类红线区内禁止旅游开发活动，为此，本次续期用海时，对 C 区和 D 区进行平移，调整后 C 区和 D 区未占用 I 类红线区，用海边界距 I 类红线区距离为 30m，见图 2-4 和图 2-5 所示。

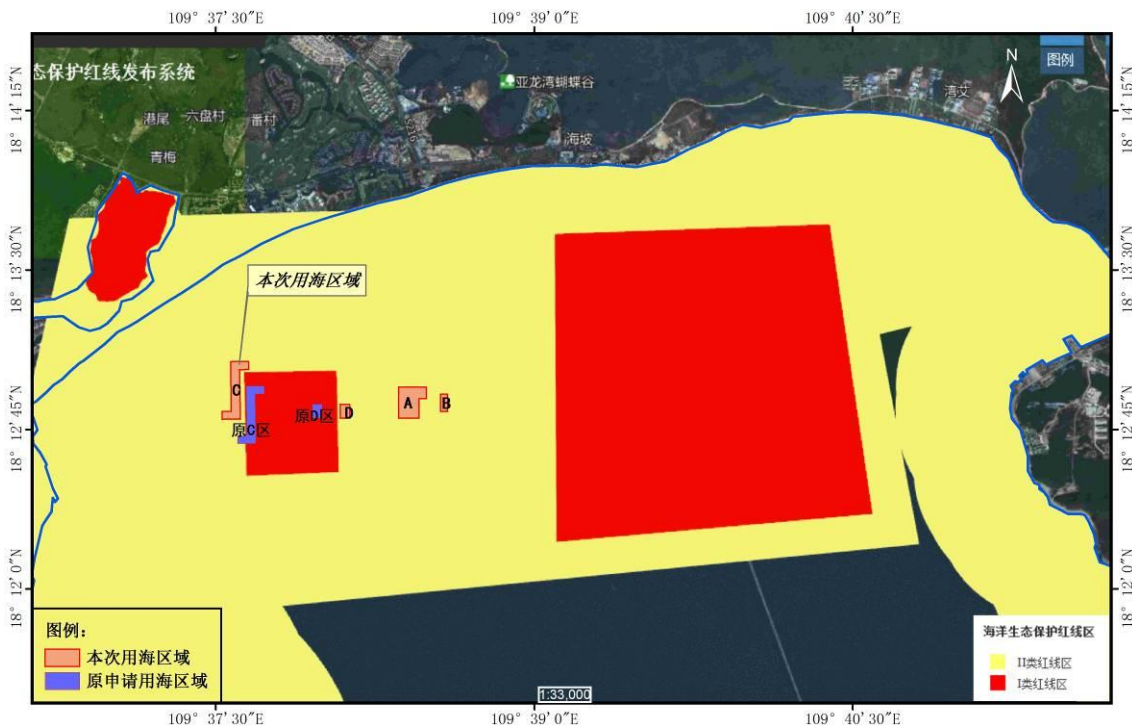


图 2-4 项目所在海南省生态红线区位置示意图

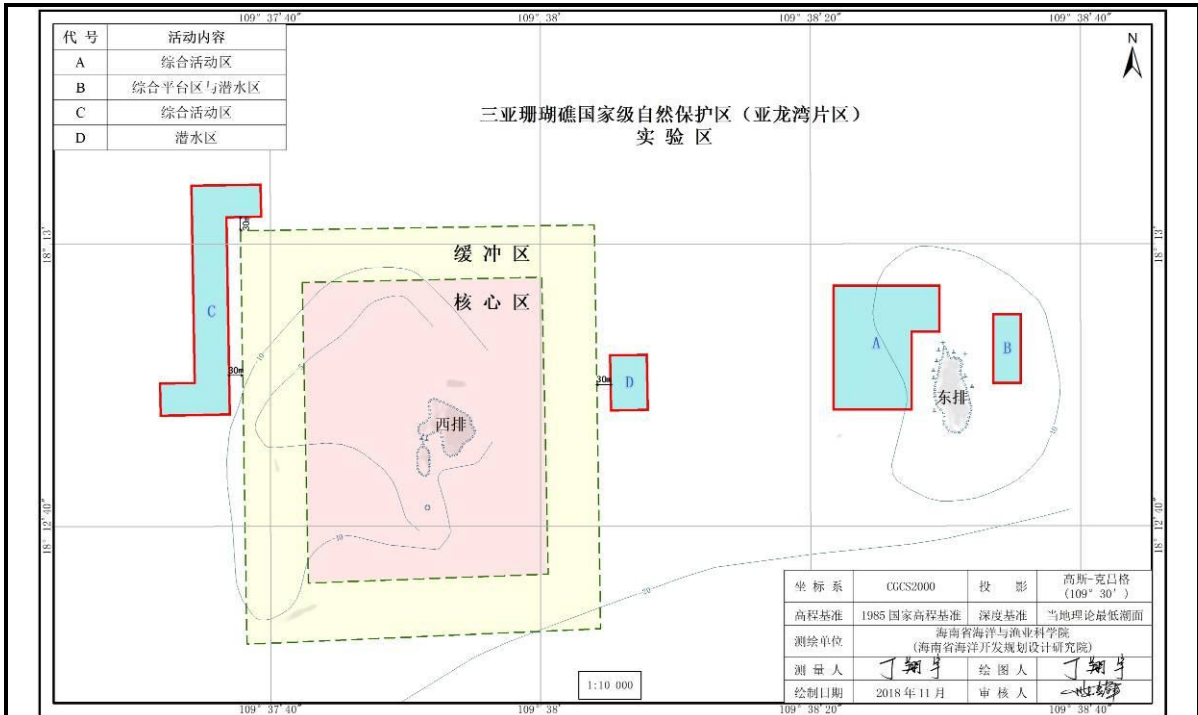


图 2-5 项目用海平面布置图

(2) D 区相比较原用海区向东侧移动 231m, C 区相比较原用海区向西侧移动 122m, 向北侧移动 212m。调整后的 D 区水深变化不大; 调整后的 C 区水深由原来的 10m 以浅调整到 10m 以深区域, 而 C 区主要开展半潜船和透明底船观光及潜水经营活动, 限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目, 这些项目对水深要求相对较深, 因此调整后的区域仍旧能够满足项目用海对水深的要求。

(3) 珊瑚礁生态调查采用断面监测法(Line Intercept Transect)。每一调查区, 根据珊瑚的生长分布状况、沿岸环境、海底地形、涨落潮引起的水深改变等条件, 设定 200m×200m 监控站位 1~3 个; 一般监测站位选择在不同的珊瑚礁生境类型, 活体珊瑚分布较好区域或珊瑚分布发生明显变化的区域。根据珊瑚分布的密度、均匀度、优劣情况以及海底地形, 在每一调查站位布置 50m×0.6m 的条形带状断面 2~6 条。在珊瑚礁分布的中心区至少设置断面 2 条, 断面尽量均匀, 能反映出该监测区域珊瑚礁生态现状。选择一条长 50m 带刻度(1cm) 的皮尺在断面较平坦的地段上布设, 用水下数码摄像机从断面上尺的一端沿着皮尺拍摄, 水下摄影、拍照完后, 用 GPS 测定断面两端的坐标, 为下次监控提供准确位置。

因此, 一个监控点主要能够反映该区域 200m 范围内的珊瑚礁状况。而本次调整

后的范围 C 区和 D 区均在 200m 左右，也即本次调查范围内的珊瑚礁调查结果仍能反映原用海区域和调整用海区域后的珊瑚礁状况。而根据本次调查结果，C 区和 D 区珊瑚覆盖率为 16.63%和 19.75%，也符合三亚市潜水旅游活动用海管理规定对珊瑚覆盖度大于 10%的要求。

综上，从海洋生态红线、海域水深条件、珊瑚资源现状、三亚市潜水旅游活动用海管理规定等方面考虑，调整后的 C 区和 D 区仍能满足项目用海要求。

7 项目用海与所在海域生态红线区符合性分析

调整后的用海项目所占用的海洋生态保护红线区为限制类(II类红线区)的海洋自然保护区实验区—三亚珊瑚礁国家级自然保护区实验区，该区的管控措施为“实验区经批准可进行科学实验、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。禁止渔业捕捞、采摘珊瑚和贝类、炸鱼、电鱼、毒鱼等活动。严格控制生态旅游规模。建设珊瑚礁保护监控系统，修复受损珊瑚礁生态系统，保护海岛生态系统及其周边地形地貌。”生态保护目标为“保护珊瑚礁生态系统；保护海洋生物多样性。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。”

本项目用海经原国家海洋局、原省海洋与渔业厅以及保护区管理部门同意后，在珊瑚礁保护区实验区内开展旅游观光活动；从连续 5 年的游客量看，平均 683 人/天，远低于批准的游客限量的 1200 人/天；业主在运营期间严格遵守《中华人民共和国自然保护区条例》、《关于进一步规范海洋自然保护区内开发活动管理的若干意见》、《海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理办法》等有关法律、法规和规章制度，积极参与保护区建设，项目区域珊瑚覆盖率自 2015 至 2018 年每年的珊瑚覆盖率基本都保持在 22%以上，项目用海并未对该区珊瑚资源造成明显影响；项目区域自 2015 年以来，水质、沉积物环境一直保持一类海水水质标准、一类海洋沉积物质量标准和一类海洋生物质量标准。

综上所述，本项目用海与三亚珊瑚礁国家级自然保护区实验区限制类红线区的管控措施及生态保护目标相符合。

8 评价范围

按照导则要求，以项目的外沿线为起点向南外扩 25km，东侧至野猪岛、西侧至亚龙湾西侧岸段，北侧至亚龙湾近岸海域，确定本项目评价范围为亚龙湾周边海域，评价面积约为 25km²(图 2-6)。

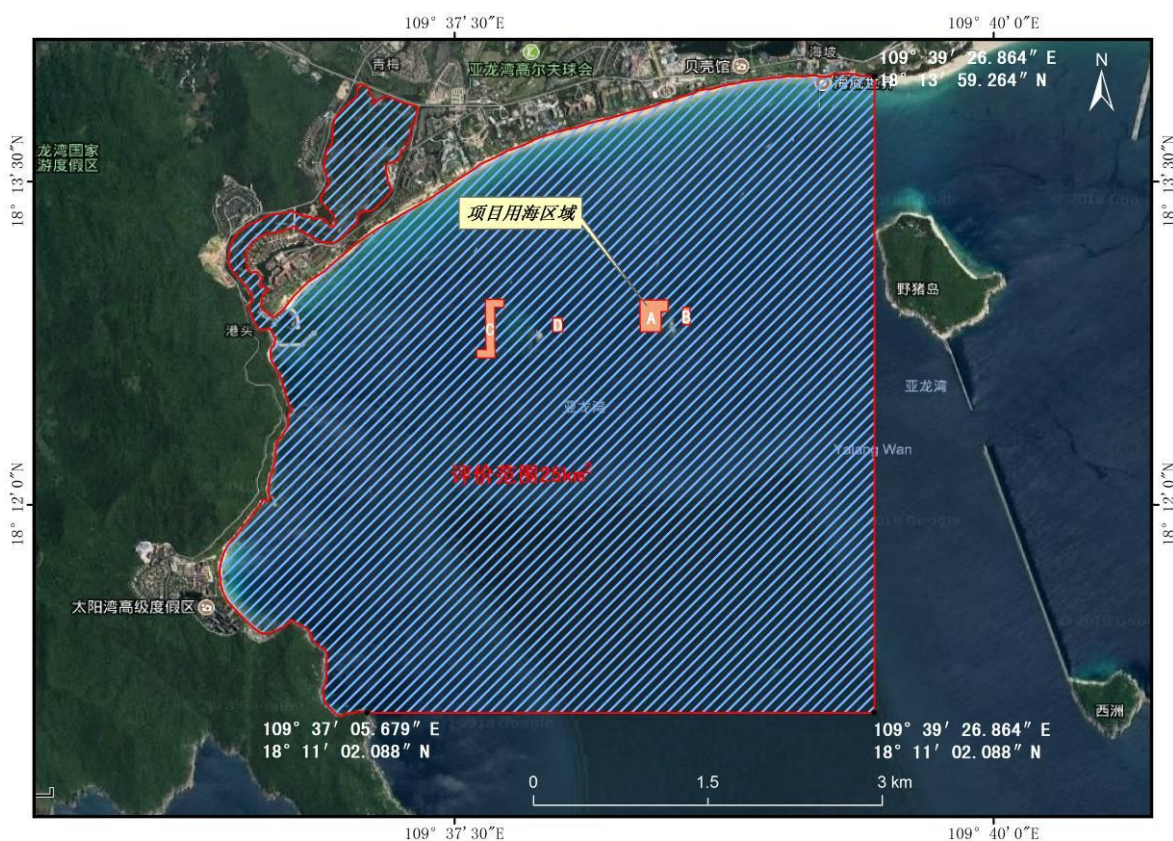


图 2-6 项目评价范围

三、污染与非污染损害要素分析

本次评价包括 4 宗用海，主要开展的水下旅游项目有潜水、半潜船、透明底船及水下照相摄像等，均为海洋生态观光项目。

本项目用海期限到期，拟申请继续使用，无任何新建海上构筑物，按现状运营。因此，本报告不再对项目施工期进行评价，仅针对续期的运营活动作评价。现有用海项目运营期产生的污染物主要为游客进行水下旅游观光活动产生的冲浴水、冲厕水、生活垃圾，以及旅游船只产生的机舱含油污水等。

1. 运营期环境影响分析

根据业主提供资料，2013-2017 年年接待游客总量、本项目使用旅游船只数量尺寸等，见表 3-1、表 3-2。本项目自 2013 年-2017 年年平均运营天数为 350 天。

表 3-1 海上旅游娱乐设施种类及数量

序号	项目	数量（艘）	尺寸	备注
1	半潜观光船	2	29 米	寰岛 006
2	透明玻璃船	2	8 米	寰岛 051、寰岛 052
3	交通船	3	26 米和 19 米	寰岛 019、寰岛 020

表 3-2 2013~2017 年 接待游客人数统计表（单位：人）

年份	2013	2014	2015	2016	2017
接待人数（人）	252743	226665	238286	214798	176949
平均（人/天）	968	648	680	614	506

(1) 生活污水

根据《建筑给水排水设计规范》(GB50015-2003)，并参考海口市人民政府关于海口市用水定额试行标准的批复(海府函[1998]4 号)，本项目游客冲浴用水量按 100L/人·d 计，冲厕用水量按 30L/人·d 计，冲浴室使用对象主要为潜水游客，以及相关的工作人员。接近 5 年开展水下旅游观光活动项目的年平均人数估算，工作人员按 50 人计，本项目污水产生量详见表 3-3。

由于冲浴室只为游客提供简单的淡水冲淋，禁止使用含有化学剂的洗浴用品，因此冲浴产生的排水属清净下水，且冲淡房设置在岸基区域，直接排入市政污水管道。平台冲厕水收集至回收至污水箱，每天下班后，回收至岸基；污水产生量按冲厕用水量的 80%计，则日污水量 16.4m³，年污水量 5740m³。本项目所有污水均纳入市政污水管网进入亚龙湾污水处理厂处理达标后中水回用，浇灌绿化地，不外排，基

本不会对该区域水质环境产生影响。

表 3-3 用水量排水量统计表

用水单位	年平均人数	运营天数	日平均人数	冲浴用水量 (m ³ /d)	冲厕用水量 (m ³ /d)	日用水量合计 (m ³ /d)	日污水量合计 (m ³ /d)	年污水量合计 (m ³ /a)
潜水游客	221888	350	634	63.4	19.0	82.4	15.2	5320
工作人员	—	350	50	5	1.5	6.5	1.2	420
小计	—	—	684	68.4	20.5	88.9	16.4	5740

(2) 固体废物

运营期固体废物主要为游客和工作人员产生的生活垃圾，游客人均生活垃圾产生量按 0.5kg/d 计，工作人员人均生活垃圾产生量按 1.0kg/d 计。经估算，本项目游客和工作人员生活垃圾日产生量 367kg，年产生量 128.45t，详见表 3-4。每艘营运船只上均配备垃圾桶，对产生的垃圾集中打包，一日一清，下班后由员工运送至岸基回收，不会对周围环境产生不良影响。

表 3-4 固体废物产生量统计表

用水单位	年平均人数	运营天数	日平均人数	日垃圾产生量 (kg/d)	年垃圾产生量 (t/a)
潜水游客	221888	350	634	317	110.9
工作人员	—	350	50	50	17.5
小计	—	—	684	367	128.45

(3) 船艇机舱油污水

本项目拥有半潜观光船、透明玻璃船、交通船共 7 艘用于开展旅游娱乐活动，吨位按 3 吨计，正常情况下游艇使用过程中也会产生一定的舱底油污水。根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS 149-1-2007)，本项目船只舱底油污水产生量按 0.84kg/d·艘计，油污水含油量按 2000mg/L 计，年运营天数按 350 天计，则本项目全部船只舱底油污水日产量为 5.88kg，油类污染物日产量为 11.9g；舱底油污水年产量约为 2.06t，油类污染物年产量约为 4.2kg。

营运船只在每天开航前靠泊码头，使用油泵将油料一次性过驳至油厢，加油全程有船员监督，且油厢留有余量空间不加满，不存在油料溢漏污染问题。所有营运船只每年到三亚港洛源游艇服务公司上排维护保养 2 次，机舱油污水集中回收至岸基油污水桶，由具备相关回收资质的三亚华利清污公司定期回收处理。

2. 现有环保设施情况及其可行性

根据项目所在区域的环境质量现状，运营期产生的各种污染物类型、排放量，并结合现有配置的环保设施及其处理规模及处理后的去向，判定项目运营期环境可行性，具体情况见表 3-5。

表 3-5 主要污染源及其排放量和现有环保措施及其可靠性一览表

污染项目	污染源	污染物排放量	环境质量现状	现有环保措施	环保措施可行性
废水	冲厕污水	16.4m ³ /d	《海水水质标准》(GB3097-1997)一类标准	潜水平台设有临时厕所，冲厕污水回收至污水箱，每天下班后回收至岸基纳入市政污水管网进入亚龙湾污水处理厂处理达标后中水回用，浇灌绿化地，不外排。	现有环保措施可行。
	游艇机舱油污水	4.2kg/a		每年到三亚港洛源游艇服务公司上排维护保养 2 次，机舱油污水集中回收至岸基油污水桶，由具备相关回收资质的三亚华利清污公司定期回收处理。	现有环保措施可行。
固体废物	生活垃圾	367kg/d	《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)一类标准	每艘营运船只上均配备垃圾桶，对产生的垃圾集中打包，一日一清，下班后由员工运送至岸基回收。	现有环保措施可行。

3. 工程运营阶段非污染环境影响分析

(1) 本项目为续用海项目，不新增海上构筑物，不改变海域现有的自然属性，对项目及附近海域水动力环境、地形地貌和泥沙冲淤环境的影响很小。

(2) 受人类水下旅游活动的影响，项目海域的游泳生物的生物量、群落组成可能会产生一定变化，但不会对海洋生物产生较大影响。

(3) 本项目开展的潜水、潜水观光及水下照相摄像等水下旅游观光活动可能会发生游客踩踏、触摸珊瑚等情况，会对珊瑚带来一定的伤害。

四、区域环境概况分析

1. 自然环境概况

三亚市位于海南岛南部，地处低纬度，属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明。本报告气温、降水、风况、湿度、雷暴等资料均采用三亚市气象站自建站 1959 年至 2014 年的观测资料进行统计。由于三亚市气象站于 2009 年 1 月 1 日从三亚市区榕根坡迁至吉阳镇六道岭山顶，故对三亚气象站自 1959 年~2008 年和 2009 年~2014 年的气象数据分别统计。项目所在区域的气象情况简述如下：

(1) 1959~2008 年气象资料

① 气温

年平均气温为 25.8℃，各月平均气温都在 21℃ 以上，5~8 月份较高，平均均气温均达到 28℃ 以上，12 月至翌年 2 月份较低，均不到 23.0℃。本区极端最高气温为 35.9℃ (1991 年 6 月 4 日)，极端最低气温为 5.1℃ (1974 年 1 月 2 日)。各月平均气温分布见表 4-1。

表 4-1 各月平均气温 (单位: ℃)

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温	21.6	22.5	24.6	26.9	28.4	28.8	28.5	28.1	27.5	26.4	24.3	22.1	25.8

② 降水

三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为 1392mm，年降水日数平均为 113 天。有旱季和雨季之分，5 月~10 月为雨季，其间集中了全年 85% 以上的降水量和 75% 以上的降水日；11 月至翌年 4 月为旱季，降水量较少。年最大降水量为 1987.7mm (1990 年)，年最小降水量为 673.7mm (1977 年)，日最大降水量为 327.5mm (1986 年 5 月 20 日)，最长连续降水日数为 18 天，降水量 245.8mm (1967 年 9 月 13 日至 30 日)。各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布见表 4-2。

表 4-2 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量(mm)	8.0	12.8	19.2	43.3	142.3	197.5	192.6	221.5	251.4	234.5	58.2	10.	1392
降水日数 (R≥0.1mm) (天)	3	4	4	6	10	14	14	16	17	14	7	4	113
平均大雨 (≥25mm) 日数	0	0	0	0	2	2	2	2	3	3	1	0	15
平均暴雨 (≥50mm) 日数	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	6

③ 风况

三亚大风天气主要来源于冷空气和热带气旋，其中热带气旋引起的大风强度更大，三亚大于或等于 20m/s 的风速出现在 6~10 月，都是热带气旋所致，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。三亚以 E、NE 和 ENE 风向为最多，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。风向玫瑰图见图 4-1，各向平均风速、最大风速及频率见表 4-3，逐月平均风速见表 4-4。

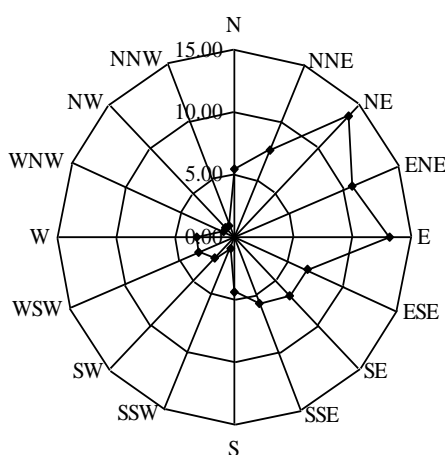


图 4-1 各向风频率玫瑰图

表 4-3 各向平均风速、最大风速及频率

方位	最大风速 (m/s)	平均风速 (m/s)	频率 (%)
N	12.0	1.7	5.5
NNE	24.0	2.	7.6
NE	20.0	3.1	13.6
ENE	18.0	3.4	10.8
E	23.0	3.0	13.2
ESE	17.0	3.0	6.6
SE	17.0	2.8	6.6
SSE	16.0	3.2	5.8
SSW	14.0	3.3	4.4
SW	19.0	2.9	0.9
WSW	20.0	3.2	2.2
W	18.0	3.5	3.4
WNW	20.0	3.4	3.2
NW	12.0	3.0	1.1
NNW	30.0	2.0	1.0
NNW	11.0	1.5	1.1

表 4-4 各月平均风速

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
风速(m/s)	2.6	2.7	2.6	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.3	2.9	2.9	2.8	2.5

④ 相对湿度

区域年平均相对湿度 78%，全年各月相对湿度变化不大，其中 8 月份湿度最大，为 84%，12 月份气候相对干燥，但也有 70%。逐月平均相对湿度见表 4-5。

表 4-5 各月平均相对湿度(%)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平
相对湿度	74	76	78	79	80	82	83	84	83	78	72	70	78

⑤ 灾害性天气

● 雷暴

年平均雷暴日数为 63 天，占全年天数的 17.26%。雷暴天数最多的年份可达 100 天，占总天数的 27.4%；最少的年份雷暴日数也有 51 天，占总天数的 13.97%。平均雷暴天数最多的 8 月和 9 月份，有 13 天，最多的年份可达 20 天，全月 2/3 的时间受雷暴影响。11 月到翌年的 2 月基本没有雷暴。各月平均雷暴日数见表 4-6。

表 4-6 各月平均雷暴日数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
日数(天)	0	0	1	3	9	9	10	13	13	5	0	0	63

● 热带气旋

热带气旋是三亚市最主要的灾害天气之一，其影响的严重程度高居气象灾害之首，统计 1959-2012 年（53 年），平均每年受 3.2 个热带气旋影响，最多年份有 9 个（1971 年），最多月份有 4 个（1989 年 10 月），最少年份有 0 个（1984 年、1999 年、2004 年）。一般出现在 5-11 月，频发期在 8-10 月。

按平均风力 8 级以上（或日雨量 80 毫米以上）来统计，平均每年 1.2 次；平均风力 10 级以上（或日雨量 200 毫米以上）的年均 0.4 次；12 级以上年均 0.04 次，且主要出现在 9-10 月。热带气旋对三亚影响的日降水最大值 327.5 毫米（8604 号南海风暴），过程降水量最大值 543.0 毫米（7106 号太平洋台风），最密集影响在 1989 年 10 月，20 天内受到 4 个 12 级以上台风影响。登陆(或严重影响)。

1995 年以来影响三亚的热带气旋中，三亚附近风力达 12 级的有 7 次，其中，四次是在三亚海岸附近登陆，两次虽未在三亚附近登陆，但强度很大，中心距离三亚均小于 100km，强度均为超强台风，中心附近最大风速都在 14 级或以上，这种近距离经过的强台风对三亚海岸的影响应接近台风登陆影响。

近几年来，登陆三亚的热带气旋等极端天气相对较少，仅 2010 年康森台风(编号 201002)于 2010 年 7 月 16 日 19 时 50 分登陆三亚亚龙湾西侧的白虎角，且距本项目仅约 6km，见图 4-2，登陆时为台风，最大风力达 12 级。本项目水下旅游观光活动需要在后期的运营期加强热带气旋等极端气候天气对本项目的影 响，须制定相应的应急预案，在完全落实应急应对措施后，本项目在该海域的继续运营是比较适宜的。

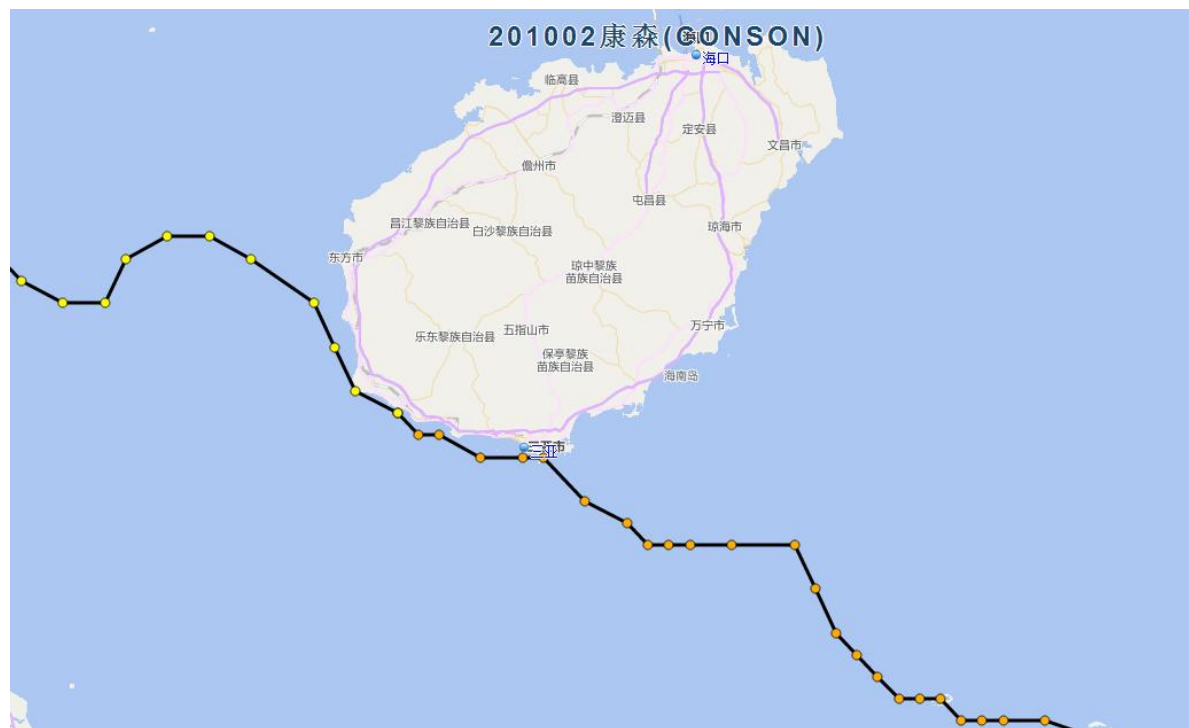


图 4-2 2010 年 康森台风

(2) 2009~2014 年气象资料

① 降水

● 降水月变化

统计 2009~2014 年（三亚迁站以来）的降水量可知（见图 4-3），月、季降水量差异性显著。月平均降水量为 159.1mm，月平均降水量最高为 10 月份，降水量达到 395.7mm，最低值出现在 1 月份，仅为 6.9mm。季降水量以秋夏季为最高，其中秋季总降水量达到 804.4mm，占年总降水量的 45%；夏季总降水为 717.5mm，占年总降水的 40%。冬春季节降

水较少，其中冬季最少，为 49.2mm，仅占全年总降水量的 3%，春季降水量为 218.5mm，占全年总降水量的 12%。

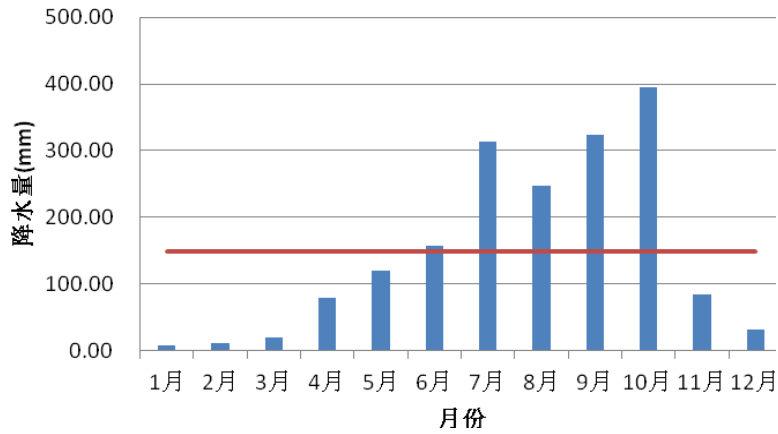


图 4-3 2009~2014 年月平均降水量

● 降水年变化

统计 2009~2014 年期间各年总降水量和年大雨日数（日雨量 $\geq 25\text{mm}$ ）、暴雨日数（日雨量 $\geq 50\text{mm}$ ）、大暴雨日数（日雨量 $\geq 100\text{mm}$ ）可知（图 4-4），年平均降水量为 1789.5mm，最大年总降水量为 2189.2（2010 年），最小年总降水量为 1110.2mm（2014 年），年份总降水量均超过 1000mm。多年年平均雨日为 119 天，最多为 131 天（2013 年）；年平均大雨日数为 22.5 天，最多为 30 天（2013 年）；年平均暴雨日数为 8.5 天，最多为 14 天（2010 年）；年平均大暴雨日数为 2.3 天，最多为 5 天（2012 年）。

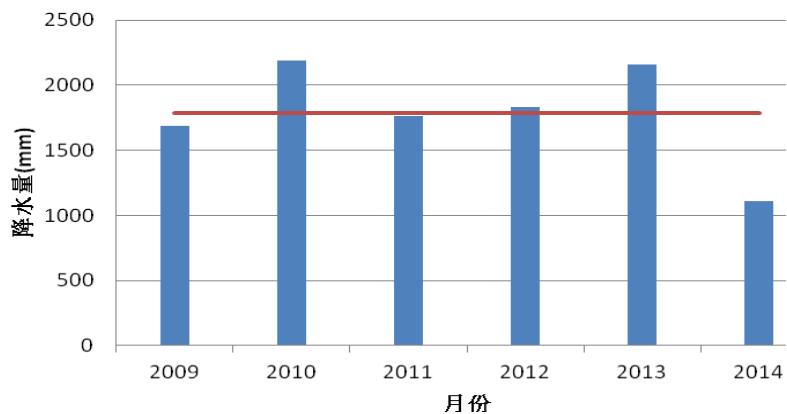


图 4-4 2009~2014 年总降水量变化图

② 相对湿度

● 湿度月变化

统计 2009~2014 年月平均空气相对湿度，结果显示，月平均空气相对湿度每月都在

65%以上，其中相对湿度的最低值出现在12月，为67.7%，最高月份为4月，达到92.8%。从相对湿度的季节变化来看，春季的相对湿度值最大，平均达到91.7%，秋季为最低，仅有78.1%（见图4-5）。

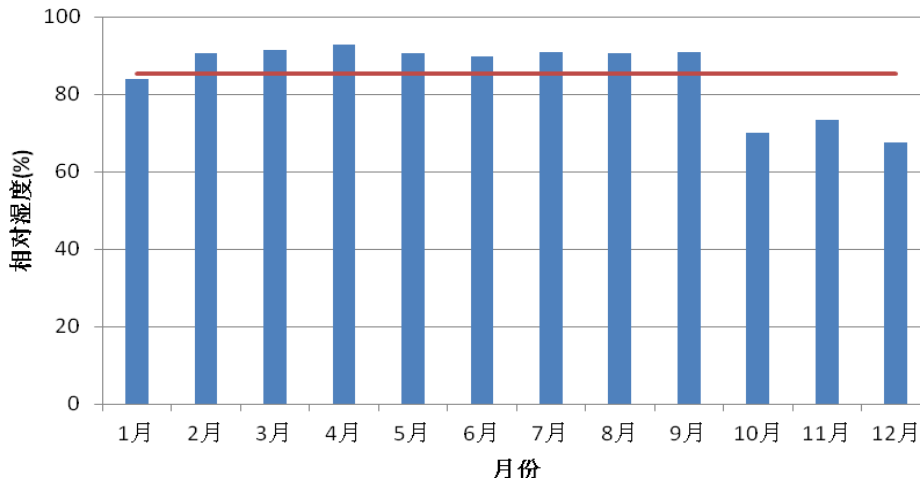


图 4-5 2009-2014 年月平均相对湿度

● 湿度年变化

统计分析2009~2014年近5年年平均空气相对湿度(见图4-6),年平均湿度为85.2%，发现近5年年平均都在80%以上，空气相对湿度较大，最高的为2014年，87.3%，这与海洋性季风气候特点相符。

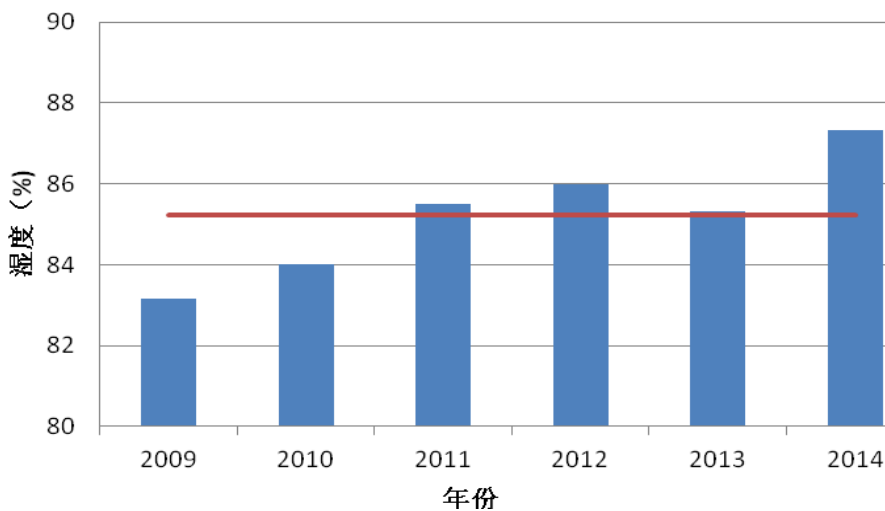


图 4-6 2009-2014 年年平均相对湿度

③ 风况

● 风速月变化

统计2009~2014年风速的月平均和季节变化(见图4-7),结果显示,年平均风速为

5.4m/s，其中10月到翌年1月风速较大，最大风速出现在12月，为6.9m/s，最小风速出现在5月份，为4.0m/s。在风速的季节变化中，秋冬季节风速相对较大，最大为冬季，平均风速为6.5m/s，而夏季的风速则最小，为4.1m/s。

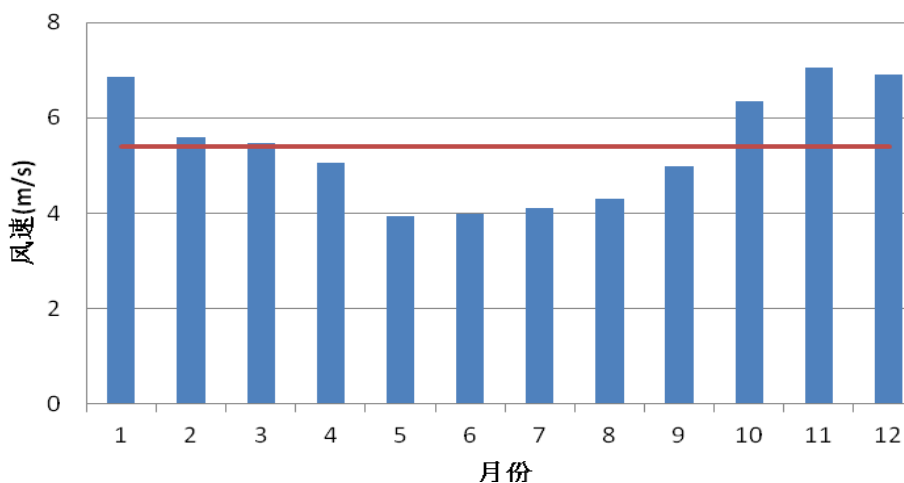
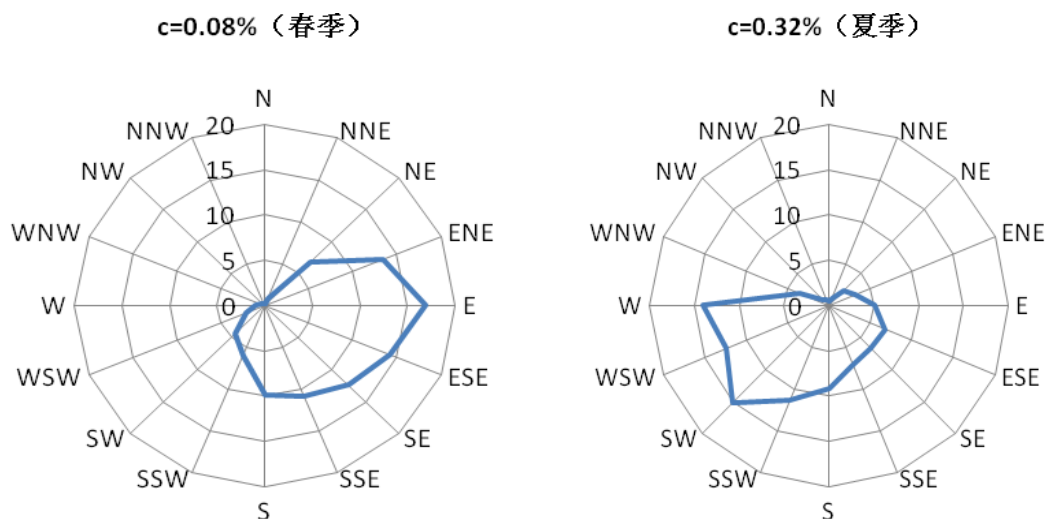


图 4-7 2009~2014 年月平均风速

● 主导风向季节性变化

统计 2009~2014 年逐日风向数据，春季以东风为主导，风向频率为 16.88%，夏季以西南风为主，风向频率为 15.23%，秋冬均以东北偏东风为主导风向，风向频率分别为 27.79%和 29.36%。全年风向主要以东北偏东为主，频率为 18.36%（见图 4-8）。



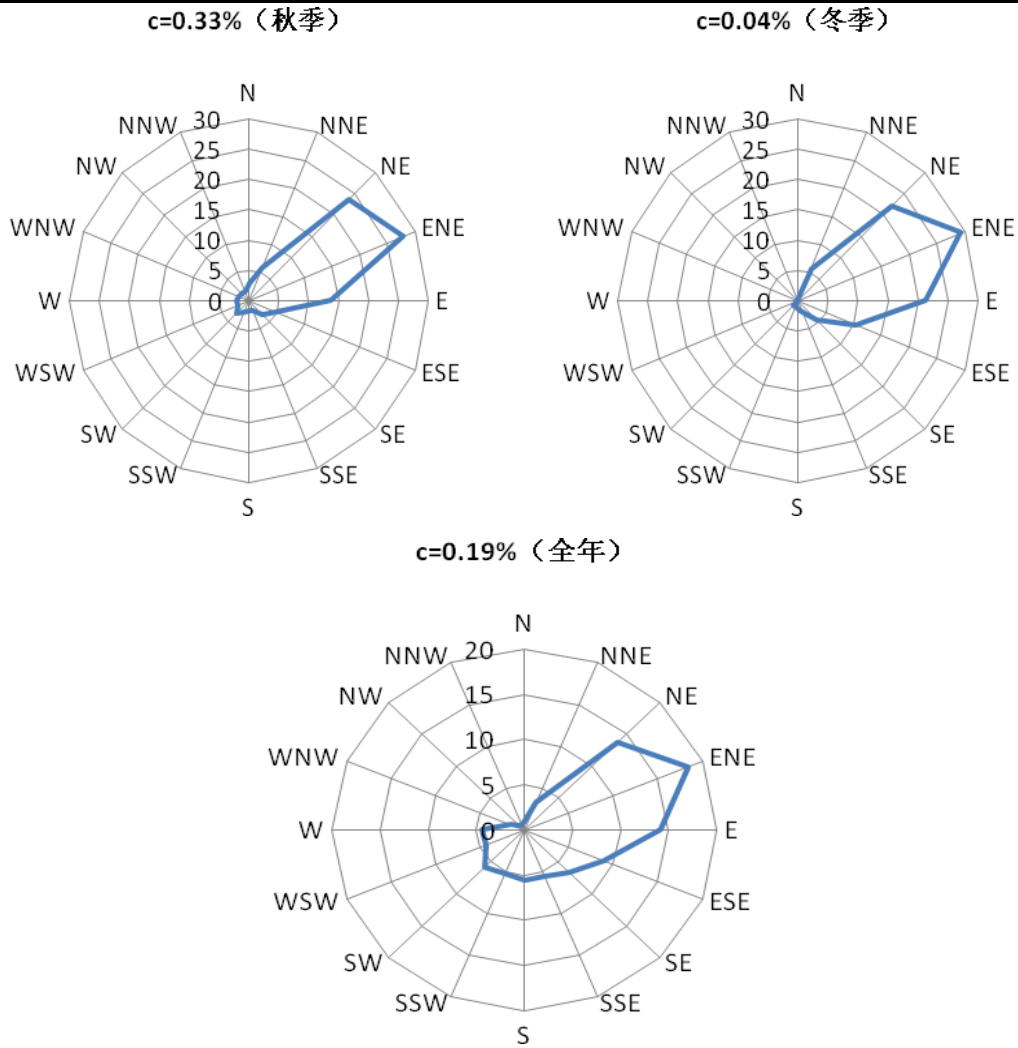


图 4-8 2009~2014 年春、夏、秋、冬四季和全年风向玫瑰图

2. 社会环境概况(社会经济结构、城市建设、海洋产业发展等)

(1) 社会环境

三亚市地处海南岛最南端，位于北纬 $18^{\circ} 09' 34'' \sim 18^{\circ} 37' 27''$ 、东经 $108^{\circ} 56' 30'' \sim 109^{\circ} 48' 28''$ 之间。东邻陵水县，北依保亭县，西毗乐东县，南临南海。东西长 91.6 km，南北宽 51 km，陆地总面积 1919.58 km^2 ，境内海岸线长 263.29km，管辖的海域面积 3500 km^2 。2014 年 2 月 11 日，国务院批复三亚市撤六镇新设四区，分别为吉阳区、天涯区、海棠区和崖州区，吉阳区管辖原河东区和原吉阳镇的行政区域，共计 13 个社区和 19 个行政村；崖州区管辖 7 个社区和 24 个行政村；天涯区管辖育才镇和原

河西区、原凤凰镇、原天涯镇的行政区域，共计 22 社区和 30 个行政村；海棠区管辖 3 个社区和 19 个行政村。三亚市汉、黎、苗、回等 20 多个民族聚居的地方，2016 年年末常住人口 75.4 万人，户籍人口 58.2 万人。

(2) 经济环境

根据《2017 年三亚市国民经济和社会发展统计公报》，2017 年三亚市全年全市生产总值（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%。

2017 年全市实现地方一般公共预算收入 92.96 亿元，比上年增长 10.1%。其中，税收收入 70.03 亿元，增长 26.4%；非税收收入 22.93 亿元，下降 21.1%。税收收入中，增值税 20.48 亿元，增长 34.4%；企业所得税 9.24 亿元，增长 34.8%；土地增值税 16.89 亿元，增长 18.7%；契税 6.86 亿元，增长 91.1%；房产税 4.39 亿元，增长 10.9%；城镇土地使用税 3.42 亿元，增长 34.3%；城市维护建设税 3.31 亿元，增长 30.5%；个人所得税 2.92 亿元，增长 33.4%。

2017 年全年居民消费价格指数（CPI）比上年上涨 2.9%，其中食品烟酒类上涨 1.7%；居住类上涨 5.2%；生活用品及服务类上涨 1.5%；交通和通信类上涨 2.1%；教育文化和娱乐类上涨 5.2%；医疗保健类上涨 4.9%；衣着类下降 2.8%；其他用品和服务类下降 0.9%。

2017 年全市年末户籍人口 592206 人，比上年末增加 9903 人。其中，男性 301634 人，女性 290572 人。按民族分，汉族 340405 人，占总人口的 57.5%；黎族 233982 人，占总人口的 39.5%；回族 9967 人，占总人口的 1.7%；苗族 3047 人，占总人口的 0.5%；壮族 2261 人，占总人口的 0.4%；其他民族 2544 人，占总人口的 0.4%。年末常住人口 76.42 万人，比上年增加 0.99 万人。城镇化率 74.91%，比上年提高 1.02 个百分点。出生率 14.98‰，死亡率 5.65‰。

2017 年全市客运量 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%。

2017 年全市接待过夜游客 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。

(3) 海域开发活动和海域使用现状

根据搜集的资料以及项目海区海域使用现状情况，附近海域主要是以亚龙湾沿岸各度假酒店配套用海为主的综合型旅游娱乐用海和亚龙湾西侧的太阳湾和百福湾的旅游娱乐用海。项目用海相邻的海域使用确权现状分别见表 4-7 和图 4-10。

表 4-7 项目用海相邻确权用海项目信息表

用海项目	权属来源	权属内容	
		用海类型	旅游娱乐用海
亚龙湾瑞吉酒店配套游艇码头用海	三亚亚龙湾开发股份有限公司	用海方式	非透水构筑物用、透水构筑物用海和开放式用海
		用海面积	14.1256 公顷
		用海期限	25 年
		用海类型	旅游娱乐用海
亚龙湾瑞吉酒店配套旅游娱乐用海	三亚亚龙湾开发股份有限公司	用海方式	开放式用海
		用海面积	40.91 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
爱琴海岸酒店配套旅游娱乐用海	三亚万利来房地产开发有限公司	用海方式	开放式用海
		用海面积	4.394 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
金茂三亚希尔顿大酒店配套旅游娱乐用海	金茂(三亚)度假酒店有限公司金茂三亚希尔顿大酒店	用海方式	开放式用海
		用海面积	10.2540 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
三亚家化万豪度假酒店配套旅游娱乐用海	三亚家化旅业有限公司三亚家化万豪度假酒店	用海方式	开放式用海
		用海面积	10.05 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
亚龙湾假日度假酒店套旅游娱乐用海	三亚亚龙湾海景国际酒店有限公司亚龙湾假日度假酒店	用海方式	开放式用海
		用海面积	8 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
金茂三亚丽思卡尔顿度假酒店配套旅游娱乐用海	金茂(三亚)旅业有限公司金茂三亚丽思卡尔顿酒店	用海类型	旅游娱乐用海
		用海类型	旅游娱乐用海
		用海方式	开放式用海

三亚喜来登度假酒店配套旅游娱乐用海	三亚盈湾酒店有限公司三亚喜来登度假酒店	用海面积	19.3157 公顷
		用海类型	旅游娱乐用海
		用海方式	开放式用海
		用海面积	10.92 公顷
亚龙湾天域度假酒店配套旅游娱乐用海	三亚天域实业有限公司天域度假酒店	用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
		用海方式	开放式用海
亚龙湾红树林度假酒店配套旅游娱乐用海	三亚红树林旅业有限公司亚龙湾红树林度假酒店	用海面积	15.67 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海
亚龙湾海底世界旅游有限公司配套旅游娱乐用海	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司	用海方式	开放式用海
		用海面积	10.46 公顷
		用海期限	3 年
		用海类型	旅游娱乐用海



图 4-10 项目附近海域使用现状图

五、环境现状分析与评价

1. 水文动力环境

(1) 基准面及转换关系

本区域 76 榆林基准面、1985 国家高程基准、理论最低潮面间的转换关系见图 5-1。

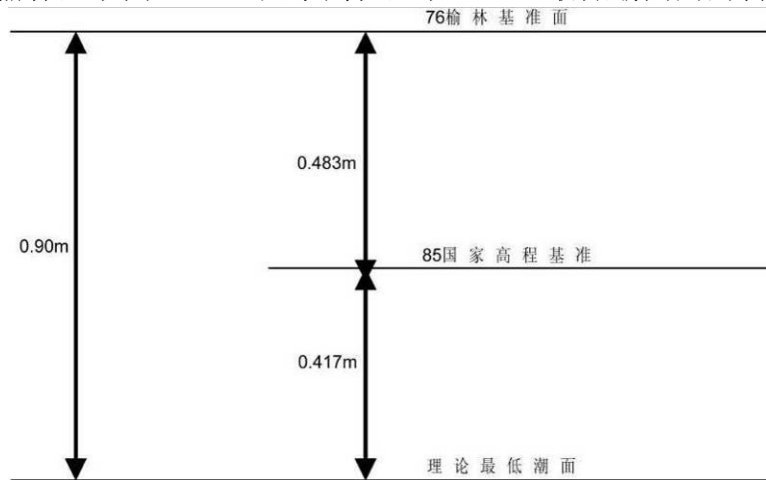


图 5-1 基准面及转换关系

(2) 潮位特征值

以三亚海洋环境监测站 1997~2011 年实测潮汐资料统计：

平均潮位：72cm(国家 85 高程，以下相同)；

平均潮差：83 cm；

最大潮差：203 cm(出现日期为 2004 年 12 月 14 日)；

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

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

(3) 潮流

(二) 潮流特征

(1) 测点位置

为了解项目区域附近海流状况，引用国家海洋局海口海洋环境监测中心站于 2014 年 12 月 25 日 10:00~26 日 10:00 大潮期间所开展的潮流调查资料进行分析，海流观测站位见图 5-2。

(2) 潮位

在测流的同时设置临时潮位站进行同步潮位观测，观测时间为2014年12月25日10:00~26日10:00，将潮位观测资料基面订正到1985国家高程基准平面。潮位过程曲线见图5-3。

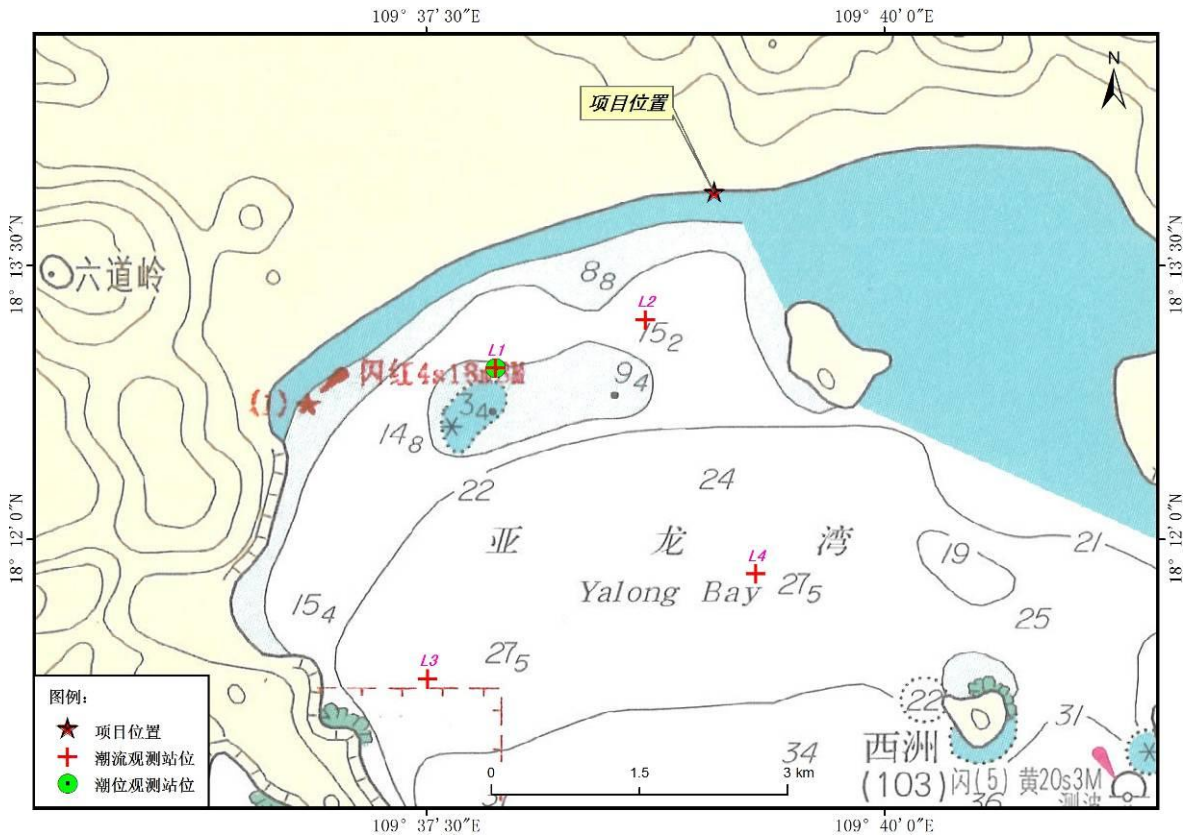


图 5-2 亚龙湾水文观测站位示意图

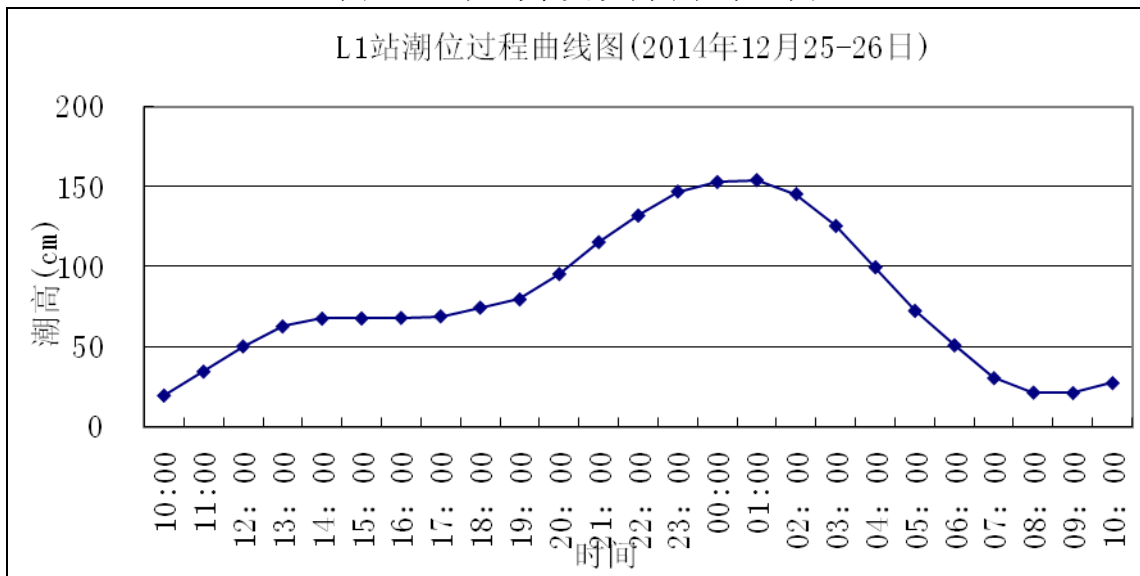


图 5-3 观测期间 L1 站潮位过程曲线图

根据潮位过程曲线图，得知观测期间潮位曲线为不规则全日潮型的潮汐变化，在一

个观测周内表现为一次高潮和一次低潮。低潮时出现于 25 日 10:00，潮高为 85 基面以上 20cm，高潮时出现于 26 日 00:30，潮高为 85 基面以上 155cm，高、低潮差为 135cm。潮汐日不等现象显著，涨潮历时大于落潮历时，L1 站涨潮历时 15 小时 30 分，落潮历时为 8 小时 30 分。

(3) 潮流

根据实测潮流资料，取 L1 站潮位整点观测资料，绘制出各站流速、流向与潮位比较图(图 4-7~4-10)，各站垂线平均潮流玫瑰图见图 4-11。分析工程海域潮流有如下特征：

1) 从图中可看出，受亚龙湾地形影响，实测潮流流向发散较为明显，L1、L2、L3 站潮流流向主要集中在 NW—SW 向，L4 站潮流流向主要集中在 W—N—E 向。

2) 平面上位于海湾外侧的 L3、L4 站潮流流速明显大于海湾内测的 L1、L2 站潮流流速；垂线上，各站表层流流速略占优势，中、底层流速差别不大，流速受地形影响作用不明显。

3) 观测期间，各站流速整体偏小，除了 L3 站表层流出现一个异常大值 60cm/s 以外，其他流速最大值均在 35cm/s 以下。

4) 根据潮流特征值表，可知各站涨、落潮流流速差别不大，以各站垂线平均潮流流速平均值为例，L1 站涨潮流流速为 15cm/s，落潮流流速为 9cm/s；L2 站涨潮流流速为 11cm/s，落潮流流速为 10cm/s；L3 站涨潮流流速为 20cm/s，落潮流流速为 12cm/s；L4 站涨潮流流速为 13cm/s，落潮流流速为 20cm/s。

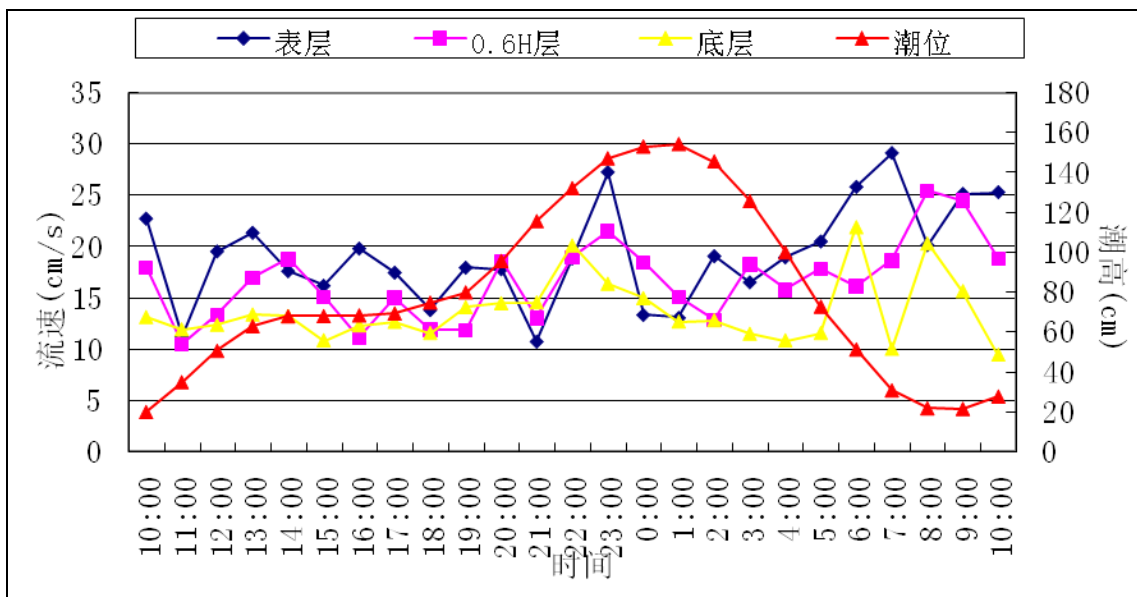


图 5-4a L1 站各层流速图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

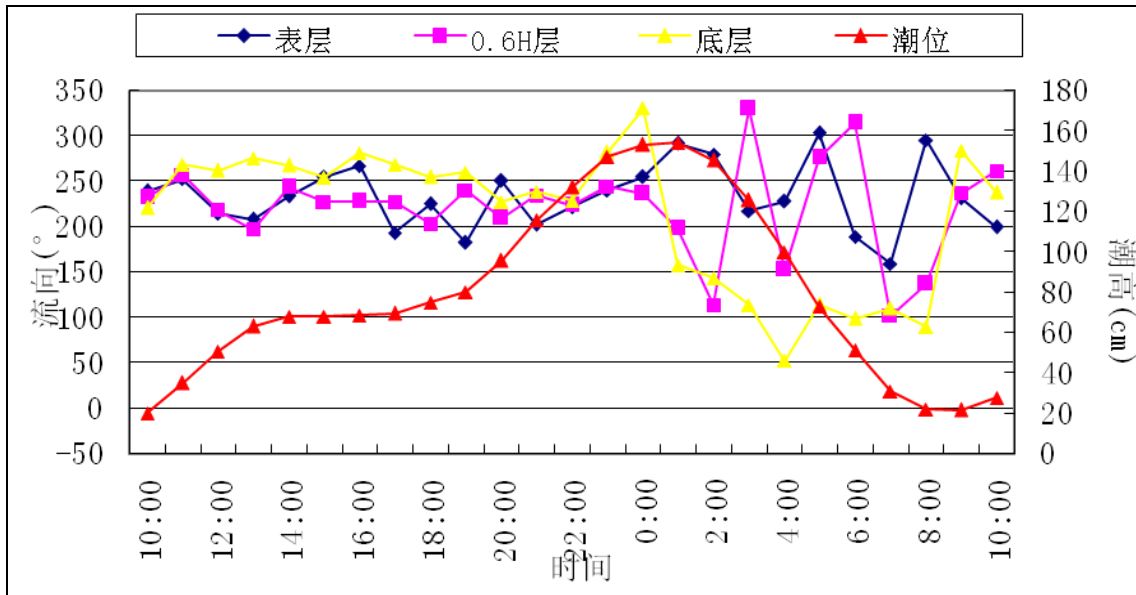


图 5-4b L1 站各层流向图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

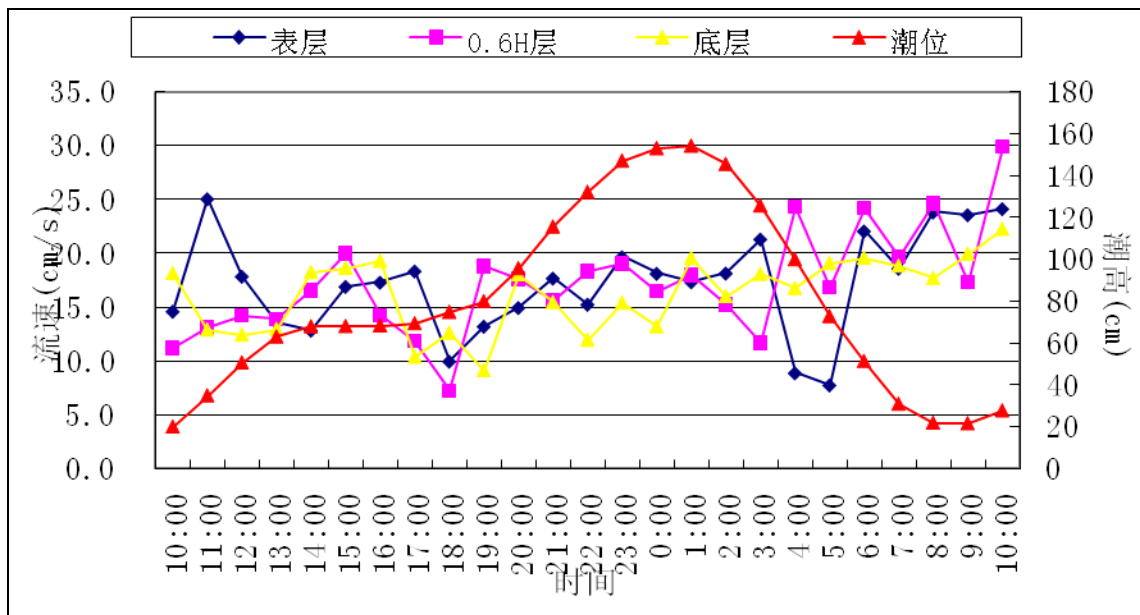


图 5-5a L2 站各层流速图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

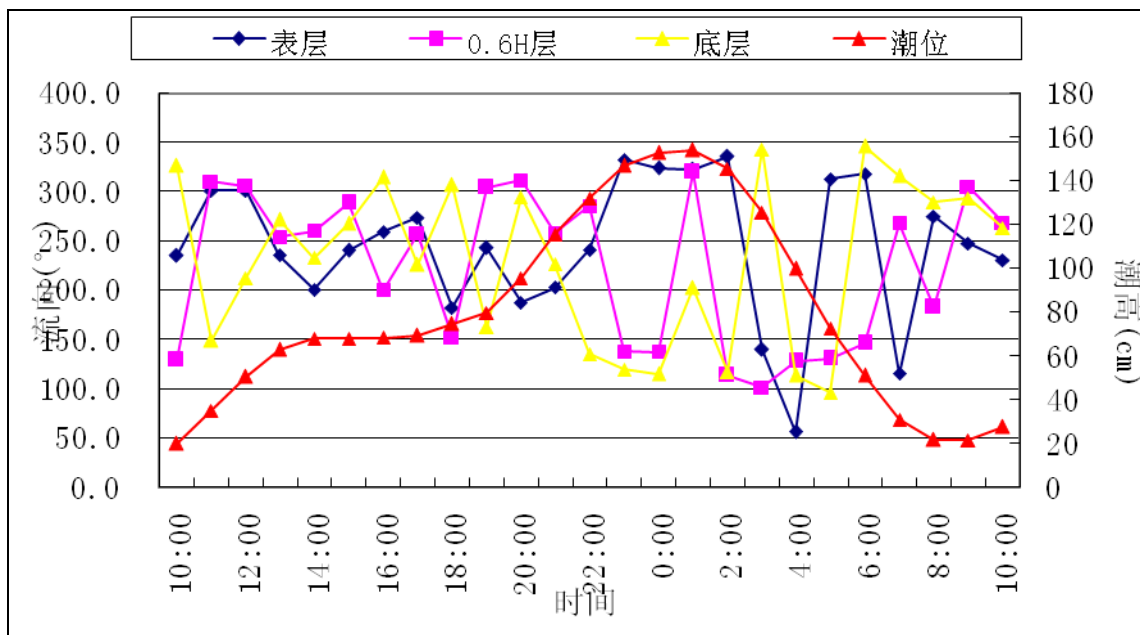


图 5-5b L2 站各层流向图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

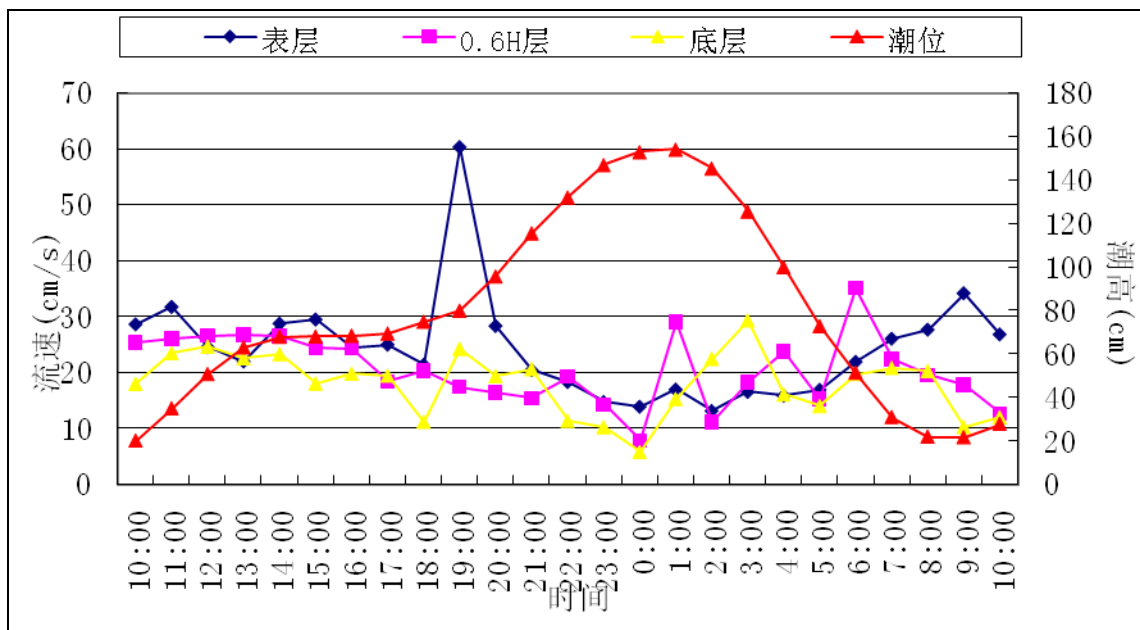


图 5-6a L3 站各层流速图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

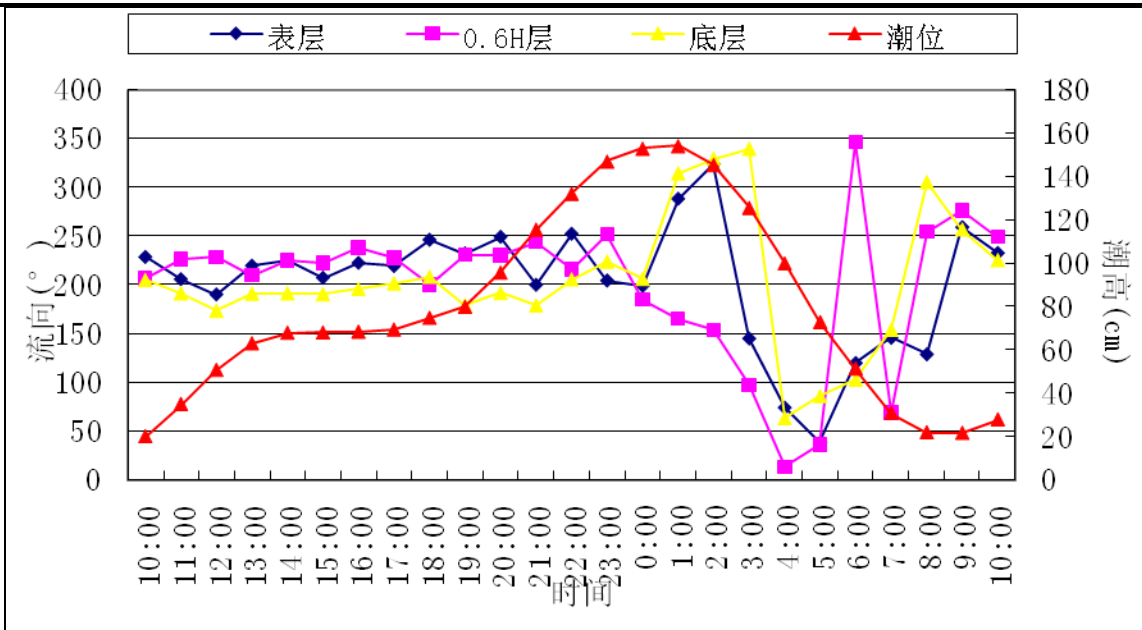


图 5-6b L3 站各层流向图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

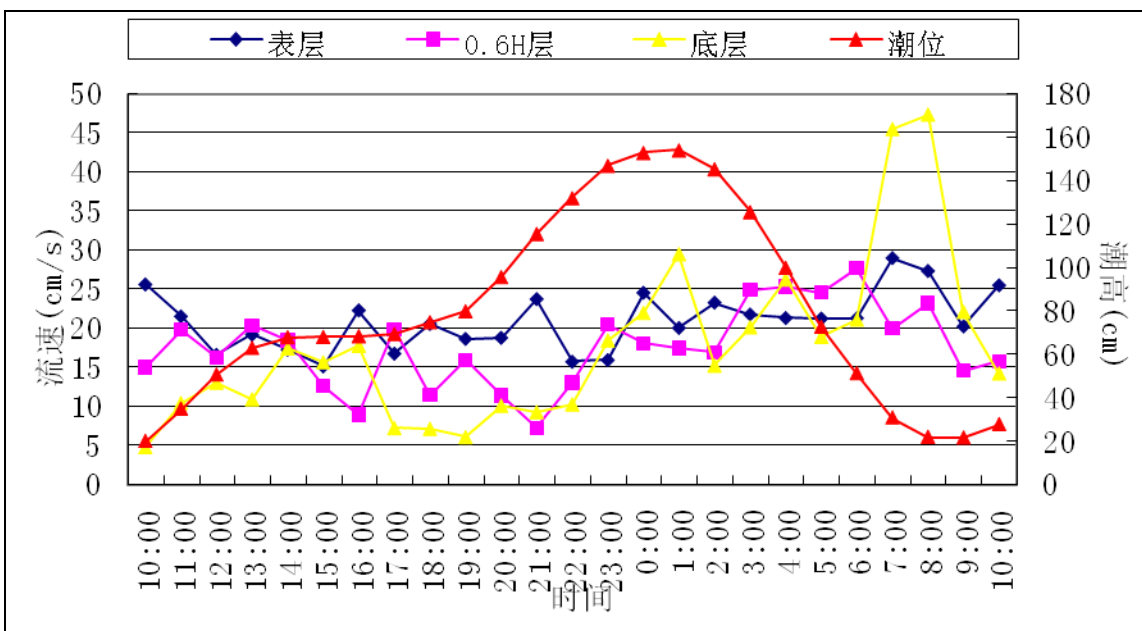


图 5-7a L4 站各层流速图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

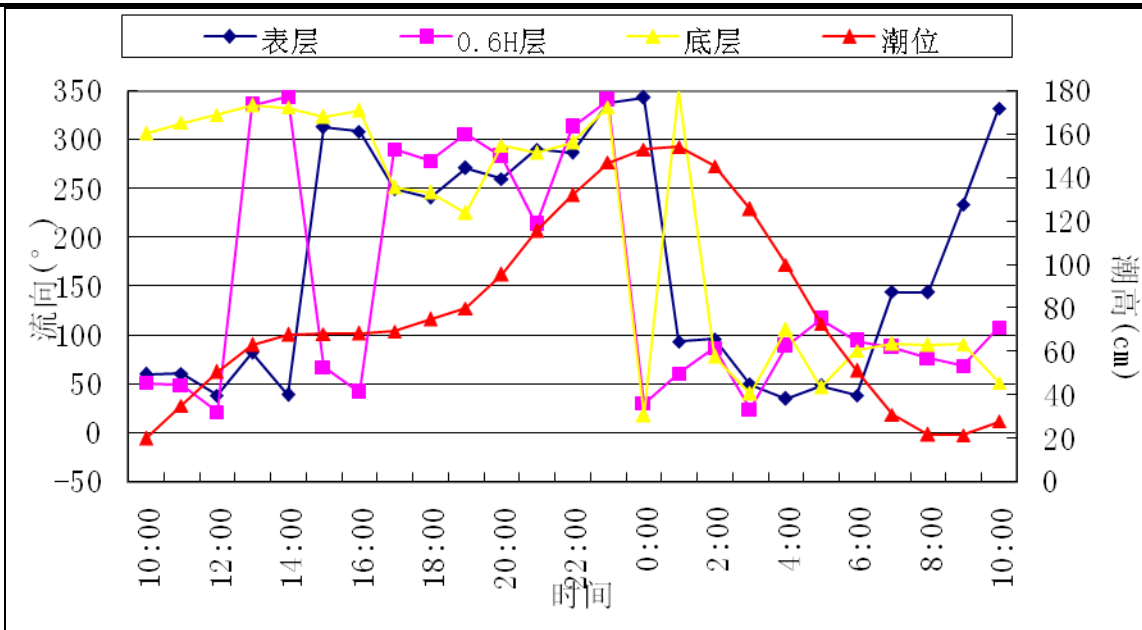


图 5-7b L4 站各层流向图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

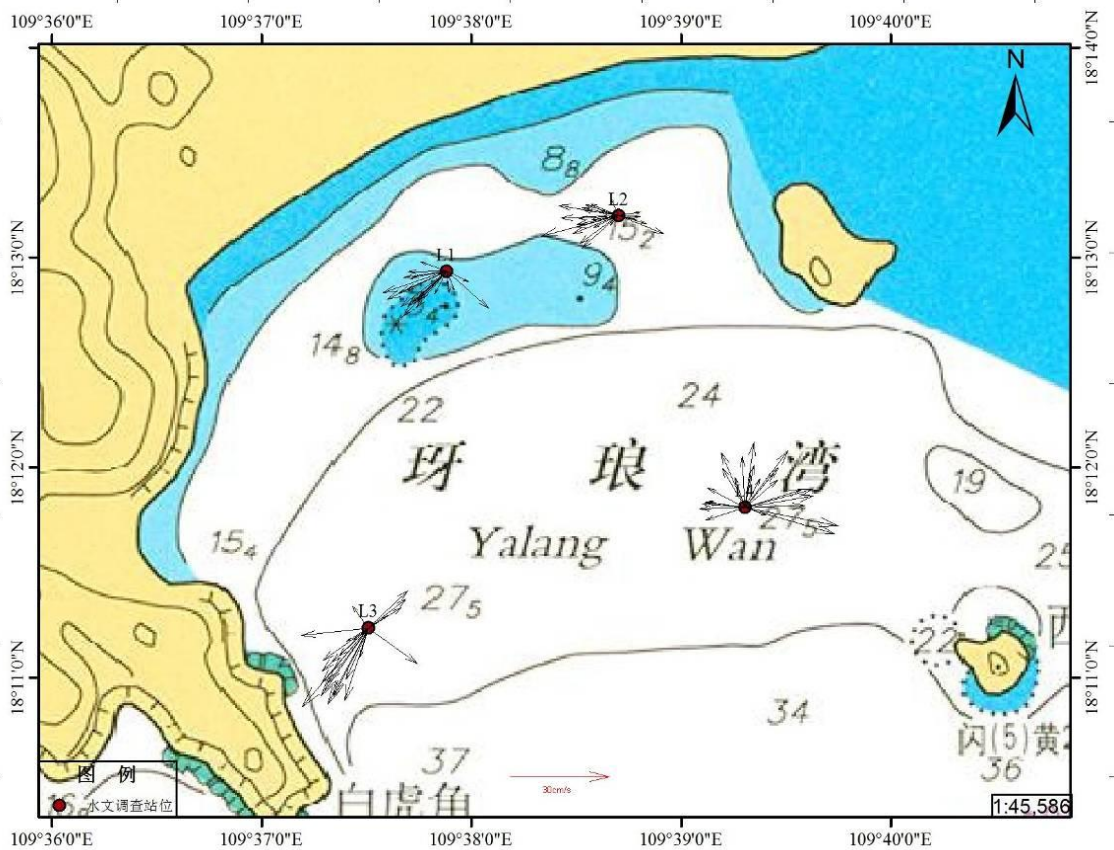


图 5-8 各站垂线平均潮流玫瑰图(2014 年 12 月 25 日~26 日)

(三) 波浪特征

引用海南省海洋开发规划设计研究 2012 年 10 月编制的《海南亚龙湾海底世界旅游

有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目海域使用论证报告书》(报批稿)可知：亚龙湾的波况受风向季节性变化的影响，冬、春季盛行 E、NE 向的季风及其相应引起的波浪，因受海湾沿岸山丘地形的影响，对海湾的影响很小，而夏秋季盛行 SE、S、SW 向季风及其引起的波浪则对海湾具有明显影响。

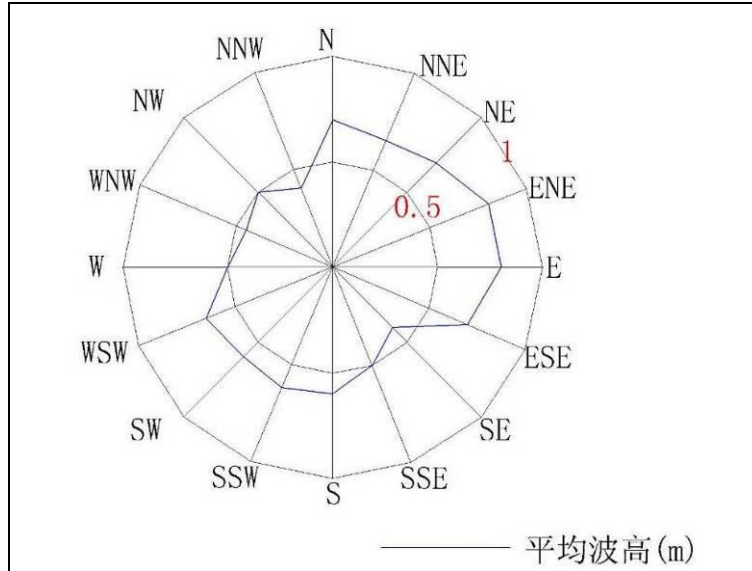


图 5-9 平均波高频率分布

● 平均波高

全年各向平均波高以 E-ENE 向最大，平均值为 0.6~0.8m，而 S-SSE 和 NW 向较小，均为 0.3m，其余各向平均值在 0.4~0.5m 之间。平均波高频率分布见图 5-9。

● 实测最大波高

实测最大波高以东至东北向较大，其值为 2.2~3.6m，其余各向最大波高在 0.5~1.7m 之间。

● 波高累积频率分布

本区波浪以 1~2 级为主，其累积频率见下表 5-1。

表 5-1 本区波高累积频率分布表

波级	波高	频率(%)
0~2	0.0~0.7	93
3	0.8~1.2	6
4	1.3~1.9	1
5	2.0~3.4	0

海湾东西两侧基岩岬角分别对来自 SE 向和 SW 向波浪产生阻拦作用，并使其分别屏

蔽的海湾水域成为波能较弱的波影区，而开敞岸滩的岸外海域则受各波向不同程度的影响，并引起沿岸泥沙随着波向及其伴生波流的季节性交替变化而往返迁移，对岸滩的冲淤产生一定调节作用。

海湾东西两侧基岩岬角分别对来自 SE 向和 SW 向波浪产生阻拦作用，并使其分别屏蔽的海湾水域成为波能较弱的波影区，而开敞岸滩的岸外海域则受各波向不同程度的影响，并引起沿岸泥沙随着波向及其伴生波流的季节性交替变化而往返迁移，对岸滩的冲淤产生一定调节作用。

【说明：大潮期本海区的潮流动力场较弱，大潮期潮差也只有 2m 左右，潮汐性质为正规日潮，在一天之中有一次涨潮过程和一次落潮过程，落憩和涨憩历时较短。

本项目用海方式为开放式用海，无构筑物用海，项目用海对水文动力环境不构成影响，大潮期亚龙湾内的最大流速值小于 35cm/s，适宜本项目开展旅游娱乐活动。

项目海域波浪以风浪为主，冬春季主要盛行 E-ENE 季风，浪向以 E-ENE 为主，而夏秋季盛行 S、SW 风，浪向则以 S、SW 向为主。亚龙湾的东、北、西有岬角和陆岸包围，南面有东洲、西洲两岛所屏障，一年中大部分时间海况良好，尤其在旅游旺季的冬季受海南岛的掩护，基本不受冬季 E-ENE 向浪的影响，具有得天独厚的海洋旅游娱乐活动的选址条件。】

2. 地质地貌

(1) 地质构造格局与海湾轮廓

亚龙湾海岸位处琼南海岸的东部，沿岸地区的地质构造属琼南隆起。其北缘受东西向展布的九所—陵水断裂带控制。在这一条断裂带南部形成一系列与其平行的次一级东西向断裂、褶皱构造，以及与其生成联系的南北向、北东向、北西向的张性断裂和扭性断裂。中生代燕山期的地壳构造活动，对琼南地区的隆起和断裂具有明显影响，并伴有多期中酸性岩浆沿断裂带喷发和侵入，构成琼南沿岸地区一座座连绵起伏的花岗岩低山和丘陵，从而奠定了琼南沿岸的基岩岬角—港湾相间的蜿蜒曲折岸线。

亚龙湾受沿岸的花岗岩山丘环抱，构成三面环山，一面临海。它的北面依红霞岭、龙塘岭等逶迤起伏的花岗岩山峦；东面以牙龙岭及其向南伸突入海的牙龙角为界，由花岗岩低丘和连岛沙洲构成由北向南延伸的岸段，长度约为 3.0km；其西部以六道岭、白

石岭及其向 SSW 方向伸突入海的白龙角为界，一座座连绵起伏的山丘构成了向南延伸长度达 3.5km 的岸线。在沿岸山丘环抱下，亚龙湾成为向陆凹入的海湾轮廓，湾口的东西两侧分别受牙龙角和白虎角约制，形成向南濒临辽阔的南海海域，其口门宽度约为 8.0km。

(2) 沿岸的地貌特征

在地质构造和山丘展布格架的约制下，奠定了亚龙湾的基本轮廓。全新世海侵过程，亚龙湾的基岩岬角和港湾岸段分别位处不同的海洋水动力环境，使沿岸分别产生侵蚀和堆积作用的地貌过程。

1) 海蚀陡崖：在海湾湾口东西两侧的牙龙角和白虎角，它们分别是沿岸山丘向南伸突入海的基岩岬角。当全新世海侵过程中海面上升至现海面附近时(即距今 6000 年前左右)，基岩岬角受海域环抱，海浪对该岬角的风化壳松散碎屑进行侵蚀作用，特别是这二段基岩岬角突露在 SE 向和 SW 向风浪和涌浪盛行的海域，当波浪入射时，岬角岸段的波向线辐聚，波能增强，岸滩遭受强烈侵蚀后退，形成陡峭的岸坡，称为海蚀崖。大量岩屑在波流推移下，向岬角二侧的海湾运移和堆积，成为海湾的泥沙来源之一。

目前，亚龙湾湾口东西两侧基岩岬角的海蚀崖，虽仍处于波浪撞击和侵蚀作用环境，然因花岗岩体具有较强的抗蚀强度，侵蚀速度微缓，据研究花岗岩的侵蚀速率仅 10^{-3} m/a。因而该岬角的海蚀崖较为稳定，它们对湾内的泥沙补给作用已趋消失。

2) 海滩：亚龙湾湾顶岸段受其东西两侧岬角伸突入海的屏蔽作用，使湾顶岸段成为波向线辐散，波能较弱的堆积环境，全新世海侵过程中，随着海面上升，海流和波浪沿着陆架上溯，并挟带大量泥沙向岸推移。与此同时，陆源泥沙受地表水流搬移至海滨堆积。因而在湾顶岸段形成一片由海、陆相泥沙混合沉积的沙质海滩。

由于海滩前缘处于沿岸波浪活动频繁的地带，所以海滩的演变与沿岸波浪特征和泥沙补给等因素有密切关系。从亚龙湾沙滩的堆积形态来看，滩坡较为陡峭，滩肩缩窄。而在后海滨则成为风成沙丘分布的环境。显现出亚龙湾海滩的泥沙补给已趋枯竭状态。当暴风浪或强浪侵袭时，海滩遭受侵蚀作用，一部分细颗粒泥沙被回流搬移到岸外海滨堆积。同时，当落潮低水位时，沙滩出露在阳光和空气介质下，海滩表层水分很快蒸发，

风力吹刮沙滩表层松散沙粒，并随风向产生向岸迁移。因而在后海滨形成此起彼伏的沙丘堆积体，导致亚龙湾沙滩处于侵蚀后退和缩窄之势。

3) 连岛沙洲：在亚龙湾湾顶岸外的野猪岛和海湾东侧的牙龙角，二者曾是两座突露岸外海域的岛屿。由于它们对波浪产生折绕射作用，使沿岸漂沙随波生流推移至岛屿背后的波影区堆积，并向岛屿方向延伸，从而形成连岛沙洲。野猪岛连岛沙洲的形成，使亚龙湾湾顶海滨分隔为东西两个部分。东部海滨因受 SSW 向波浪入射作用，沙滩遭受侵蚀，珊瑚岸礁和海滩岩裸露，构成起伏不平的礁滩。西部海滨虽受 SE 向波浪入射作用，然因海湾湾口东侧海域的东洲和西洲的珊瑚礁岛突露海面，对 SE 向波浪产生一定的阻滞作用，所以在海滨地带发育了一片较为宽阔的沙滩。但是，在这一片沙滩的西部地段，其前缘的海滩岩出露滩面，表明沙滩处于侵蚀后退之势。

4) 海滩岩：如上所述，在野猪岛东西两侧的岸滩分别有海滩岩不同程度的出露，它们是沙质海滩处于侵蚀后退的一种标志。海滩岩是一种由砂砾、贝壳、珊瑚礁屑等胶结而成的。它通常发育在冲淤动态较为稳定的潮间带海滩，由于潮间带沙滩受海水涨落影响，而产生周期性干湿变化。当落潮时，海滩出露海面，在热带炎热气候条件下，沙滩的水分蒸发，使沙滩孔隙中的 CaCO_3 浓度增大，并以结晶的形式将砂砾和生物碎屑胶结一起。它已不同程度地胶结成岩，对波浪和潮流的侵蚀作用具有一定的抵御能力，在某种程度上起着类似基岩海岸的作用。可是，在自然因素和人为因素影响下，沿岸泥沙补给来源已趋枯竭，海滩处于侵蚀后退，导致海滩岩裸露在海滨线附近，形成抵御波浪冲击的陡崖。一旦海滩岩下伏沙层被激岸浪淘蚀而塌陷，其后缘的沙滩将遭受波浪侵蚀后退。因此，野猪岛西部岸滩的海滩岩出露岸段，应采取防护措施。

亚龙湾沿岸的地貌特征，标志着各岸段分别处于侵蚀和堆积的不同海况环境。因此，沿岸的旅游设施及其工程布局，应考虑局部岸段的开发利用与整个岸滩动态的关系，因局部岸段的工程布局将涉及其毗连岸段与沿岸流场、波场、泥沙活动运移之间的关系，特别是目前亚龙湾湾顶沙滩已趋侵蚀后退之势，局部岸段的工程布局既要有助于该岸段冲淤保持相对稳定，又不影响毗邻岸段的动态相对平衡。

5) 青梅港泻湖和潮汐通道：在亚龙湾湾顶沙质岸滩西端与六道岭、白石岭之间的海

湾水域，由于沿岸沙滩发育和沙嘴向西延伸，使这一片海湾水域被分隔为半封闭的泻湖水体。泻湖形成以来，历受以地表径流输入泥沙为主的堆积和风沙吹填作用下，泻湖水域已淤积成为红树林湿地。现青梅港狭窄的水域就是泻湖消亡中所留下的残迹，它仍依一段窄浅弯曲的水道(亦即潮汐通道)与外海水体相互沟通和交换。

(3) 亚龙湾的海底沉积物和底床形态

亚龙湾濒临弱潮而强波能的海区。沿岸及其岸外海滨的沉积物分别由粗-中砂，中砂-细砂及细砂组成的分布带，呈现出由岸向海方向变细的趋向。由于海湾内的涨落潮流速都比较缓慢，在 10m~20m 等深线之间的水域，流速一般在 20~30cm/s，而 10m 等深线以浅水域的流速则小于 20cm/s。显然，潮流流速对由中砂、细砂组成的海底表层沉积物的掀动作用是微弱的。而海滩及其滩坡则受波浪破碎活动作用，沉积物产生分选，细颗粒泥沙被回流挟带外移，沉积物呈现粗化现象。

海湾内的等深线走向几乎与岸线平行，30m 等深线从海湾东侧的牙龙角穿越湾口东侧的东洲、西洲直趋湾口西侧的白虎角；20m 等深线则沿海湾东西两侧的基岩岬角向湾中凹入；湾内 10m 等深线距湾顶岸线约 900m；5m 等深线距湾顶岸线约 300m。湾内的野猪岛和东排珊瑚礁岛分别屹突在湾顶中部和西部 10m~20m 等深线之间的水域。从海湾内等深线的走向和彼此的间距来看，反映了从湾顶至湾口的底床形态较为平缓。

3. 水质环境现状分析与评价

海南省海洋与渔业科学院 2018 年 10 月在亚龙湾附近海域进行海洋环境现状调查，站位布设参照 2015 年本项目用海的生态评估报告海洋环境调查站位。水质调查站位共 3 条断面 11 个站位。生物生态与海洋沉积物调查站位 8 个，潮间带生物 3 条断面，珊瑚礁 10 个调查站位。详细站位见图 5-10~5-11。

(1) 调查项目与分析方法

调查项目包括：水温、pH 值、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、悬浮物、叶绿素等要素共 12 项。

(2) 评价标准和评价方法

评价标准：本次调查范围位于亚龙湾附近海域，按照《海南省海洋功能区划(2011~

2020), 本项目位于国家级自然保护区内, 执行第一类海水水质标准。

根据监测结果, 利用《环境影响评价导则》(HJ/T2.3-93)所推荐的单项水质参数法进行评价, 评价因子的评价标准值见表。

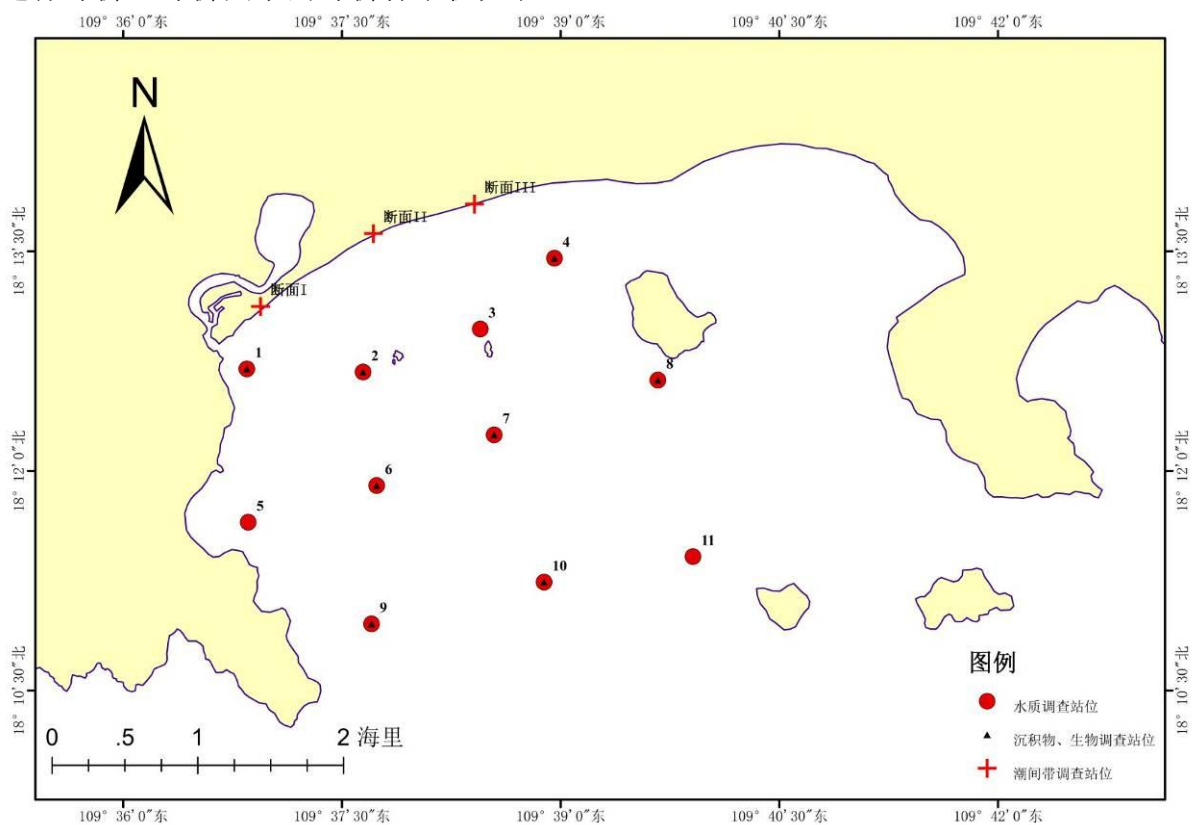


图 5-10 亚龙湾水质、沉积物、大型底栖动物调查站位图





图 5-11 亚龙湾东排、西排海域珊瑚调查站位图

即第 i 项污染指数 $P_i = C_i / C_s$ ；式中 C_i 为第 i 项监测值， C_s 为海水水质标准值；某一水质指标的标准指数 ≥ 1 ，则表明该水质指标超过了规定的水质标准。

溶解氧 (DO) 标准指数：

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

式中： P_i 为溶解氧的污染指数； C_i 为溶解氧的实测值； C_{io} 为溶解氧的评价标准； C_{im} 为本次调查中溶解氧的最大值。以污染指数 1.0 作为该因子是否对环境产生污染的基本分界线，小于 0.5 为水域未受该因子沾污；介于 0.5 ~ 1.0 之间为水域受到该因子沾污；大于 1.0 表明水域已受到该因子污染。

pH 值标准指数的计算可用下式：

$$SpH_j = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH_j \leq 7.0 \text{时})$$

$$SpH_j = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH_j > 7.0 \text{时})$$

式中： SpH_j ：单项水质参数 pH 在第 j 点的标准指数。

pH_j ： i 点的 pH 值；

pH_{sd} ：水质标准中规定的 pH 值下限；

pH_{su} ：水质标准中规定的 pH 值上限。

水质评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项水质已超过了规定的水质标准

(3) 水质监测结果及评价

2018 年 10 月项目海域海水质量监测结果见附表 1，各评价因子标准指数见附表 2。

根据调查结果：监测评价海区内各监测点悬浮物含量较低，各站之间及同一监测站位在不同层次监测值变化不大；溶解氧含量较高，符合一类海水水质标准；化学需氧量、无机磷较低，均符合一类水质标准，各监测站位无机磷最大值和最小值分别为 0.003mg/L 和 0.001mg/L。无机氮最大值出现在 10 号站位的底层，为 0.029mg/L，所有测定值均小于 0.2mg/L，均符合一类海水水质标准。

根据监测结果，三亚亚龙湾海域海洋环境用海项目海域水质较为优良。

4. 沉积物环境现状分析与评价

海南省海洋与渔业科学院 2018 年 10 月在项目区附近海域进行了沉积物调查，共布设沉积物调查站位 8 个，采样点位置详见图 5-10。

(1) 调查项目与分析方法

调查项目：石油类、有机碳、硫化物等共 3 项。

(2) 评价标准与评价方法

根据《海南省海洋功能区划(2010-2020)》的环境保护要求和《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)分类标准，本次调查均执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)第一类海洋沉积物。

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。

(3) 沉积物监测结果及评价

项目周边海域表层沉积物监测结果见附表 3，海洋沉积物标准指数见附表 4。

根据调查结果，项目区域沉积物的石油含量、硫化物含量、有机碳含量都较低，有机碳值均低于 2×10^{-2} ，硫化物值均低于 300×10^{-6} ，石油值也均低于 500×10^{-6} ，指标均符合一类海洋沉积物质量标准，表明亚龙湾周边海域沉积物质量良好。

5. 生态环境现状分析与评价

海南省海洋与渔业科学院 2018 年 10 月在亚龙湾附近海域进行海洋环境现状调查，站位布设参照 2015 年本项目用海的生态评估报告海洋环境调查站位。生物生态与海洋沉积物调查站位 8 个，潮间带生物 3 条断面，珊瑚礁 10 个调查站位。详细站位见图 5-10~5-11。

(1) 调查方法

①浮游生物

浮游生物采样方法按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007) 中的有关要求进行，浮游植物采用浅水 III 型浮游生物网由底至表垂直拖网。浮游动物采用浅水 I 型浮游生物网由底至表垂直拖网。浮游植物用鲁哥氏液固定，浮游动物用 5% 甲醛固定。浮游动植物均使用浓缩计数法在显微镜下计数，浮游动物生物量采用湿重法称量。

②潮间带生物

潮间带生物：潮间带生物采样方法按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007) 中的有关要求进行。

③大型底栖生物

底栖生物采样方法按照《海洋调查规范》(GB/T 12763.6-2007) 中的有关要求进行，底栖生物的定量采样用张口面积为 0.0157m^2 的采泥器进行，每个站位采样一次，标本处理和分析方法均按《海洋调查规范》进行。

④珊瑚礁生态

断面监测法 (Line Intercept Transect)。每一调查区，根据珊瑚的生长分布状况、沿岸环境、海底地形、涨落潮引起的水深改变等条件，设定 $200\text{m} \times 200\text{m}$ 监控站位 1~3 个；一般监测站位选择在不同的珊瑚礁生境类型，活体珊瑚分布较好区域或珊瑚分布发生明显变化的区域。根据珊瑚分布的密度、均匀度、优劣情况以及海底地形，在每一调查站位布置 $50\text{m} \times 0.6\text{m}$ 的条形带状断面 2~6 条。在珊瑚礁分布的中心区至少设置断面 2 条，断面尽量均匀，能反映出该监测区域珊瑚礁生态现状。选择一条长 50m 带刻度 (1cm) 的皮尺在断面较平坦的地段上布设，用水下数码摄像机从断面上尺的一端沿着皮尺拍摄，水

下摄影、拍照完后，用 GPS 测定断面两端的坐标，为下次监控提供准确位置。回到实验室后在电脑上进行判读，观察记录皮尺下活珊瑚的绳长，小于 10cm 的不记，记下断面线下活珊瑚、死珊瑚的总长度及珊瑚礁病害等，并对断面上的各种造礁珊瑚种类进行鉴定。如果断面线下有砂质或礁石等底质，记录其所占的长度，计算出各底质类型覆盖度。

(2) 评价方法

● 浮游、底栖及潮间带生物分析与评价方法

用反映生物群落特征指数，多样性指数(H')、均匀度(J')、优势度(D2)对生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

优势度(Y)：

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

Shannon-Wiener 多样性指数：

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

Pielou 均匀度指数：

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

式中： $P_i = n_i / N$ ； $H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数； n_i ：第 i 种的个体数量 ($\text{ind.} \cdot \text{m}^{-3}$)； N ：某站总生物数量 ($\text{ind.} \cdot \text{m}^{-3}$)； f_i ：某种生物的出现频率(%)； S ：出现生物总种数。

● 珊瑚礁生态分析与评价方法

① 珊瑚种类鉴定

珊瑚种类主要根据所拍珊瑚相片鉴定，并结合拍摄图像、现场调查观察记录和采集标本鉴定方式。

② 活石珊瑚覆盖度

断面活珊瑚覆盖度% = 活珊瑚所占尺长 cm / 5000cm

③ 底质类型覆盖度

断面底质类型覆盖度% = 底质类型长度 cm / 5000cm

④ 石珊瑚死亡情况判断

a、石珊瑚死亡率

石珊瑚死亡率是判断硬珊瑚死亡情况的一种方法，其可通过影像资料测定断面上硬珊瑚总个数及死亡个数，并估计死亡时间。

石珊瑚死亡率=断面上石珊瑚死亡个数/断面上石珊瑚总个数

b、死珊瑚覆盖度

死珊瑚覆盖度也是判断石珊瑚死亡情况的一种方法。断面上，一定个数的石珊瑚都存在一定的长度，多次取平均值可以以珊瑚长度来表征珊瑚个数，因此死珊瑚覆盖度也是判断硬珊瑚死亡情况的一种方法。

断面死珊瑚覆盖度%=死珊瑚所占尺长 cm/5000cm

活珊瑚都呈现不同的颜色，判断死亡珊瑚的标准是珊瑚的颜色为白色或黑色，早期死亡的为黑色，死亡时间超过 1.5a 的珊瑚已辨认不清珊瑚体，近期死亡的为白色，死亡时间判别标准如下：

30d 以内：珊瑚单体骨骼白色、完整清晰；

0.5a 以内：珊瑚单体被小型藻类或薄层沉积物覆盖；

1a~2a 之内：珊瑚单体结构轻微腐蚀，但仍然能分辨出珊瑚的属级分类单位；

2a 以上：珊瑚单体结构消失，或单体上的附着生物(藻类、无脊椎动物等)已经很难取下。

⑤ 石珊瑚补充量调查方法

根据拍摄的录像，统计每一断面上各种造礁石珊瑚的石珊瑚补充量；即单位面积上，高度<5cm，直径<5cm 的新长造礁石小珊瑚个数。

石珊瑚补充量(ind/m²)=断面新长珊瑚个数/断面面积

⑥ 珊瑚礁病害

珊瑚礁病害主要通过颜色的改变来判断，白化病在全球范围内都有发生。应对白化病及其它颜色的异常进行监测并拍照，只统计每个珊瑚“头部”平面上颜色的异常状况。分枝珊瑚，白死亡区域集中在每个分枝的边缘部分。记录每个珊瑚颜色异常状况；B 为白化病，BB 为黑边病，WB 为白带病，RW 为侵蚀病，YB 为黄斑病，RB 为红带病，并对病害情况进行现场拍照。

珊瑚发病率%=断面上发病珊瑚个数/断面上珊瑚总个数

(3) 调查结果

● 浮游植物

(1) 种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 26 属 68 种（包括变型及变种）（种类名录见附录 1）。其中，硅藻 17 属 40 种，占浮游植物种类数的 58.82%；甲藻 8 属 25 种，占种类数的 36.76%；蓝藻 1 属 3 种，占种类数的 3.61%。

(2) 细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(2.18 \sim 13.49) \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $9.46 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。最高出现在 10 号站位，最低出现在 6 号站位。见表 5-2。

表 5-2 各站位浮游植物细胞丰度

站位	细胞丰度 ($\times 10^5 \text{ cells/m}^3$)
1	10.49
2	7.63
4	12.99
6	2.18
7	10.26
8	10.60
9	8.03
10	13.49
平均值	9.46

(3) 优势种类

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，本次调查将浮游植物的优势度 ≥ 0.01 的种类作为该海域的优势种类。

调查海域浮游植物优势种类明显，主要为红海束毛藻、叉状辐杆藻、扭链角毛藻、汉氏束毛藻、透明辐杆藻和优美辐杆藻等。其中，以优美辐杆藻的优势地位最为突出，平均丰度为 $42.48 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，占总细胞数的 44.90%，优势度为 0.45。详见表 5-3。

表 5-3 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

红海束毛藻	3.93	4.15	62.50	0.03
叉状辐杆藻	3.17	3.35	100.00	0.03
扭链角毛藻	5.46	5.77	75.00	0.04
汉氏束毛藻	9.65	10.20	75.00	0.08
透明辐杆藻	21.82	23.06	100.00	0.23
优美辐杆藻	42.48	44.90	100.00	0.45

(4) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

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，可以作为水质监测的参数。

丰富度指数、单纯度指数、多样性指数和均匀度计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 1.55~3.61 之间，平均值为 2.25，丰富度指数最高出现在 10 号站位，丰富度指数最低出现在 8 号站位；单纯度指数介于 0.22~0.52 之间，平均值为 0.34，单纯度指数最高出现在 4 号站位，单纯度指数最低出现在 8 号站位；多样性指数介于 1.46~2.62 之间，平均值为 2.14，多样性指数最高出现在 10 号站位，多样性指数最低出现在 4 号站位；均匀度指数介于 0.34~0.64 之间，平均值为 0.47，均匀度最高出现在 8 号站位，均匀度的最低值出现在 4 号站位。详见表 5-4。

表 5-4 各站位浮游植物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

站位	丰富度 (D)	单纯度 (C)	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
1	1.69	0.33	1.99	0.48
2	1.99	0.35	1.94	0.43
4	1.68	0.52	1.46	0.34
6	2.01	0.27	2.54	0.59
7	2.67	0.41	2.00	0.41
8	1.55	0.22	2.55	0.64
9	2.78	0.38	2.02	0.41
10	3.61	0.27	2.62	0.50
平均值	2.25	0.34	2.14	0.47

(5) 现状分析

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 26 属 68 种，以硅藻类占多数。各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(2.18 \sim 13.49) \times 10^5 \text{cells/m}^3$ 之间，平

均细胞丰度为 $9.46 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种类明显，主要为红海束毛藻、叉状辐杆藻、扭链角毛藻、汉氏束毛藻、透明辐杆藻和优美辐杆藻等。各站位的浮游植物丰富度指数介于 1.55~3.61 之间，平均值为 2.25，单纯度指数介于 0.22~0.52 之间，平均值为 0.34，多样性指数介于 1.46~2.62 之间，平均值为 2.14，均匀度指数介于 0.34~0.64 之间，平均值为 0.47。

● 浮游动物

(1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 9 类 25 属 31 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼（详见附录 2）。其中，桡足类最多，有 10 属 15 种，占浮游动物总种数的 48.39%；水螅水母类有 5 属 5 种，占浮游动物总数 16.13%；管水母类有 4 属 4 种，占浮游动物总种数的 12.90%；毛颚类有 1 属 2 种，占浮游动物的 6.45%；被囊类、翼足类、十足类、肉足虫类、枝角类均有 1 属 1 种，均占浮游动物总种数的 3.23%；另有 4 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

(2) 浮游动物生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为 (15.00~200.00) ind/m³，平均丰度为 63.62 ind/m³，其中最高丰度出现在 7 号站位，最低为 1 号站位；生物量范围为 (4.50~197.86) mg/m³，平均生物量为 39.62 mg/m³，其中最高生物量出现在 7 号站位，最低为 1 号站位。结果详见表 5-5。

表 5-5 各测站浮游动物丰度和生物量

站位	丰度 (ind/m ³)	生物量 (mg/m ³)
1	15.00	4.50
2	42.50	8.95
4	60.77	9.62
6	29.38	9.88
7	200.00	197.86
8	19.23	5.54
9	25.45	26.64
10	116.67	54.00
平均值	63.62	39.62

(3) 浮游动物物优势种

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。

调查期间该海域浮游动物优势种类突出，主要有奥氏胸刺水蚤、拟细浅室水母、杜氏外肋水母、四叶小舌水母、中型莹虾、肥胖箭虫、双生水母。结果详见表 5-6。

表 5-6 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
奥氏胸刺水蚤	1.35	2.12%	75.00%	0.02
拟细浅室水母	4.24	6.66%	87.50%	0.06
杜氏外肋水母	6.28	9.86%	75.00%	0.07
四叶小舌水母	6.49	10.19%	75.00%	0.08
中型莹虾	6.94	10.91%	100.00%	0.11
肥胖箭虫	9.55	15.00%	87.50%	0.13
双生水母	14.46	22.73%	100.00%	0.23

(4) 浮游动物物多样性指数 (H') 和均匀度 (J) 丰富度和单纯度

调查期间该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 1.84~3.62 之间，平均为 3.03，最高值出现在 6 号站位，最低在 1 号站位。均匀度指数范围在 0.79~0.83 之间，平均为 0.81，最高出现在 4、10 号站位，最低在 1、8 号站位。丰富度指数范围在 1.02~3.36 之间，平均为 2.23，最高出现在 6 号站位，最低在 1 号站位。单纯度指数范围在 0.14~0.33 之间，平均为 0.19，最高出现在 1 号站位，最低在 4 号站位。结果详见表 5-7。

表 5-7 各测站浮游动物多样性指数、均匀度指数、丰富度和单纯度

站位	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度 (D)	单纯度 (C)
1	1.84	0.79	1.02	0.33
2	3.00	0.81	1.87	0.17
4	3.52	0.83	2.86	0.14

6	3.62	0.80	3.36	0.15
7	3.05	0.82	2.07	0.16
8	2.93	0.79	2.13	0.19
9	3.56	0.82	2.79	0.15
10	2.76	0.83	1.75	0.19
平均值	3.03	0.81	2.23	0.19

(5) 现状分析

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 31 种，桡足类有 15 种，水螅水母类有 5 种，管水母类有 4 种，毛颚类有 2 种，被囊类、翼足类、十足类、肉足虫类、枝角类均有 1 种。浮游动物丰度范围为 (15.00~200.00) ind/m³，平均丰度为 63.62 ind/m³；生物量范围为 (4.50~197.86) mg/m³，平均生物量为 39.62 mg/m³。该海域浮游动物优势种类突出，主要有奥氏胸刺水蚤、拟细浅室水母、杜氏外肋水母、四叶小舌水母、中型莹虾、肥胖箭虫、双生水母。该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 1.84~3.62 之间，平均为 3.03。均匀度指数范围在 0.79~0.83 之间，平均为 0.81。丰富度指数范围在 1.02~3.36 之间，平均为 2.23。单纯度指数范围在 0.14~0.33 之间，平均为 0.19。

● 大型底栖生物

(1) 种类分布与组成

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 7 门 67 科 82 种（详见附录 3），其中节肢动物有 17 科 23 种，占总种类数的 28.05%；其次为软体动物，有 15 科 20 种，占总种类数的 24.39%；环节动物有 17 科 19 种，占总种类数的 23.17%；脊索动物有 9 科 11 种，占总种类数的 13.41%；棘皮动物有 7 科 7 种，占总种类数的 8.54%；星虫动物和蠕虫动物均有 1 科 1 种，均占总种类数的 1.22%。

(2) 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，本次调查将大型底栖动物的优势度 ≥ 0.02 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种分别为穆氏拟短眼蟹、奇异稚

齿虫、背蚓虫、角海蛹、锥稚虫、刺额蜈蚣虾和玉虾。详见表 5-8。

表 5-8 大型底栖动物的优势种和优势度

优势种	平均栖息密度 (ind/m ²)	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
穆氏拟短眼蟹	2.564	4.94	37.50	0.02
奇异稚齿虫	3.205	6.17	37.50	0.02
背蚓虫	3.205	6.17	37.50	0.02
角海蛹	3.205	6.17	50.00	0.03
锥稚虫	3.205	6.17	50.00	0.03
刺额蜈蚣虾	5.769	11.11	37.50	0.04
玉虾	7.692	14.81	62.50	0.09

(3) 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0.00~1.65，平均值为 1.00，最高值出现在 6 号站位，最低值出现在 1 号站位；各站单纯度的幅度为 0.11~1.00，平均值为 0.27，最高值出现在 1 号站位，最低值出现在 6 号站位；各站多样性指数的幅度为 0.00~3.42，平均值为 2.41，最高值出现在 6 号站位，最低值出现在 1 号站位；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.83，最高值出现在 10 号站位，最低值出现在 1 号站位。详见表 5-9。

表 5-9 各站位底栖生物丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

站位	丰富度 (D)	单纯度 (C)	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)
1	0	1.00	0	0
2	0.97	0.18	2.52	0.98
4	0.90	0.21	2.42	0.94
6	1.65	0.11	3.42	0.95
7	1.20	0.19	2.73	0.91
8	1.06	0.18	2.65	0.94
9	1.24	0.14	2.98	0.94
10	1.01	0.17	2.58	1.00
平均值	1.00	0.27	2.41	0.83

注：0 为只采集到 1 种底栖生物；--为未发现

(4) 各站位生物量及栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为 (5.13~102.56) ind/m²，平均密度为 51.92 ind/m²，最高出现在 6 号站位，最低出现在 1 号站位；生物量的幅度为 (0.28~

14.32)g/m²，平均生物量为 3.51g/m²，最高出现在 7 号站位，最低出现在 2 号站位。详见表 5-10。

表 5-10 各站位大型底栖动物生物量和栖息密度

站位	栖息密度(ind/m ²)	生物量(g/m ²)
1	5.13	0.29
2	35.90	0.28
4	46.15	0.89
6	102.56	2.06
7	56.41	14.32
8	51.28	5.78
9	87.18	3.69
10	30.77	0.75
平均值	51.92	3.51

(5) 各类别生物量及栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 27.56ind/m²，其次为节肢动物门，平均密度为 18.59ind/m²，最低为脊索动物门、星虫动物门和蠕虫动物门，平均密度均为 0.64ind/m²；生物量以软体动物门为主，平均生物量为 1.39g/m²，其次为环节动物门，平均生物量为 1.04g/m²，最低为脊索动物门和蠕虫动物门，平均生物量均为 0.02g/m²。详见表 5-11。

表 5-11 各站位类别生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

项目	门类	1	2	4	6	7	8	9	10	平均值
生物量	环节动物	--	0.20	0.11	0.44	0.09	5.26	2.18	0.03	1.04
	脊索动物	--	--	--	--	--	--	0.14	--	0.02
	节肢动物	--	0.08	0.44	1.23	0.61	0.52	1.36	0.57	0.60
	软体动物	0.29	--	0.34	0.26	10.06	--	--	0.16	1.39
	星虫动物	--	--	--	--	3.56	--	--	--	0.45
	蠕虫动物	--	--	--	0.14	--	--	--	--	0.02
	总量	0.29	0.28	0.89	2.06	14.32	5.78	3.69	0.75	3.51
栖息密度	环节动物	--	30.77	30.77	61.54	20.51	30.77	41.03	5.13	27.56
	脊索动物	--	--	--	--	--	--	5.13	--	0.64
	节肢动物	--	5.13	5.13	30.77	25.64	20.51	41.03	20.51	18.59
	软体动物	5.13	--	10.26	5.13	5.13	--	--	5.13	3.85
	星虫动物	--	--	--	--	5.13	--	--	--	0.64
	蠕虫动物	--	--	--	5.13	--	--	--	--	0.64

	总量	5.13	35.90	46.15	102.56	56.41	51.28	87.18	30.77	51.92
--	----	------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

注：--为未发现

(6) 小结

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 82 种，节肢动物有 23 种，软体动物有 20 种，环节动物有 19 种，脊索动物有 11 种，棘皮动物有 7 种，星虫动物和蠕虫动物均有 1 种。各站位底栖生物栖息密度的幅度为(5.13~102.56) ind/m²，平均密度为 51.92 ind/m²；生物量的幅度为(0.28~14.32) g/m²，平均生物量为 3.51 g/m²。大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 27.56 ind/m²，其次为节肢动物门，最低为脊索动物门、星虫动物门和蠕虫动物门；生物量以软体动物门为主，平均生物量为 1.39 g/m²，其次为环节动物门，最低为脊索动物门和蠕虫动物门。该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种分别为穆氏拟短眼蟹、奇异稚齿虫、背蚓虫、角海蛹、锥稚虫、刺额蛄虾和玉虾。各站丰富度的幅度为 0.00~1.65，平均值为 1.00；各站单纯度的幅度为 0.11~1.00，平均值为 0.27；各站多样性指数的幅度为 0.00~3.42，平均值为 2.41；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.83。

● 潮间带生物调查现状

(1) 种类分布与组成

3 个潮间带断面共采集了 3 个生物类别中的 16 科 17 种生物（包含定性样品）（详见附录 4）。其中软体动物门有 7 科 7 种，节肢动物门有 6 科 7 种，均占总种类数的 41.18%；环节动物门有 3 科 3 种，占总种类数的 17.65%。

不同断面出现的生物种类数差异较大，其中断面 1 出现的生物种类数最多，有 16 种生物，软体动物门有 7 种，节肢动物门有 6 种，环节动物门有 3 种；断面 2 和断面 3 均有 1 种节肢动物门生物。详见表 5-12。

表 5-12 不同断面出现的生物种类数

门类	环节动物	节肢动物	软体动物	合计
断面 1	3	6	7	16
断面 2	--	1	--	1
断面 3	--	1	--	1

(2) 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。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 ≥ 0.01 的种类作为该区域的优势种类。详见表 5-13。

该区域的潮间带生物优势种类突出，分别为渔舟蜒螺和塔结节滨螺。

表 5-13 潮间带生物的优势种

优势种	平均栖息密度(ind/m ²)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
渔舟蜒螺	1.78	10.32	11.11	0.01
塔结节滨螺	14.22	82.58	11.11	0.09

(2) 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

3 条潮间带断面高潮区断面 1 未采集到任何生物，断面 2、断面 3 只采集到痕掌沙蟹一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度均为 1.00；中潮区丰富度范围在 0.00~0.14 之间，平均为 0.05，最高为断面 1；中潮区单纯度范围在 0.80~1.00 之间，平均为 0.93，最高为断面 2 和断面 3；中潮区多样性指数范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.17，最高为断面 1；中潮区均匀度范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.17，最高为断面 1。低潮区丰富度范围在 0.00~0.60 之间，平均为 0.20，最高为断面 1；低潮区单纯度范围在 0.00~0.44 之间，平均为 0.15，最高为断面 1；低潮区多样性指数范围在 0.00~1.37 之间，平均为 0.46，最高为断面 1；低潮区均匀度范围在 0.00~0.86 之间，平均为 0.29，最高为断面 1。见表 5-14。

表 5-14 潮间带生物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

断面	丰富度 D			单纯度 C			多样性指数 H'			均匀度 J		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
1	--	0.14	0.60	--	0.80	0.44	--	0.50	1.37	--	0.50	0.86
2	0	0	--	1.00	1.00	--	0	0	--	0	0	--
3	0	0	--	1.00	1.00	--	0	0	--	0	0	--
平均值	0.00	0.05	0.20	0.67	0.93	0.15	0.00	0.17	0.46	0.00	0.17	0.29

注：0 为只采集到 1 种潮间带生物；--为未发现

(3) 类别生物量及栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 5-15 所示，其中生物量分布状况为软体动物(2.33g/m²) > 节肢动物(0.02g/m²) > 环节动物(0.01g/m²)。栖息密度的分布状况为软

体动物 (16.67ind/m²) > 节肢动物 (0.33ind/m²) > 环节动物 (0.22ind/m²)。

表 5-15 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

断面		生物量 g/m ²			栖息密度 ind/m ²		
		环节动物	节肢动物	软体动物	环节动物	节肢动物	软体动物
1	高潮	--	--	--	--	--	--
	中潮	--	--	12.88	--	--	144.00
	低潮	0.07	0.02	8.13	2.00	2.00	6.00
2	高潮	--	0.02	--	--	0.20	--
	中潮	--	0.03	--	--	0.30	--
	低潮	--	--	--	--	--	--
3	高潮	--	0.03	--	--	0.26	--
	中潮	--	0.03	--	--	0.24	--
	低潮	--	--	--	--	--	--
平均值		0.01	0.02	2.33	0.22	0.33	16.67

注：--为未发现

(4) 小结

3 个潮间带断面共采集了 3 个生物类别中的 17 种生物。软体动物门和节肢动物门均有 7 种，环节动物门有 3 种。3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.15ind/m²，平均生物量为 0.02g/m²；中潮区平均栖息密度为 48.18ind/m²，平均生物量为 4.32g/m²；低潮区平均栖息密度为 3.33ind/m²，平均生物量为 2.74g/m²。生物量分布状况为软体动物 (2.33g/m²) > 节肢动物 (0.02g/m²) > 环节动物 (0.01g/m²)。栖息密度的分布状况为软体动物 (16.67ind/m²) > 节肢动物 (0.33ind/m²) > 环节动物 (0.22ind/m²)。该区域的潮间带生物优势种类突出，分别为渔舟蛭螺和塔结节滨螺。3 条潮间带断面高潮区断面 1 未采集到任何生物，断面 2、断面 3 只采集到痕掌沙蟹一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度均为 1.00；中潮区丰富度范围在 0.00~0.14 之间，平均为 0.05；中潮区单纯度范围在 0.80~1.00 之间，平均为 0.93；中潮区多样性指数范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.17；中潮区均匀度范围在 0.00~0.50 之间，平均为 0.17。低潮区丰富度范围在 0.00~0.60 之间，平均为 0.20；低潮区单纯度范围在 0.00~0.44 之间，平均为 0.15；低潮区多样性指数范围在 0.00~1.37 之间，平均为 0.46；低潮区均匀度范围在 0.00~0.86 之间，平均为 0.29。

● 珊瑚礁生态状况

在三亚保护区管理部门和亚龙湾海底世界旅游公司的配合下，对亚龙湾海洋生态旅

游活动区及附近海底的珊瑚分布特征进行了调查，调查结果能更加全面地反映亚龙湾旅游活动区珊瑚现状。

根据调查情况分析，亚龙湾旅游活动区珊瑚现状和分布特征如下：

1) 亚龙湾西排

亚龙湾海洋生态旅游活动西排区域主要由 C 区(综合活动区)和 D 区(潜水区)等区域构成，分别对其珊瑚礁资源现状进行了调查。站位西排 1-4 主要反映的是 C 区的珊瑚礁资源现状，而站位西排 5-6 主要反映的是 D 区的珊瑚礁资源现状。珊瑚生境见图 5-12。

统计结果显示亚龙湾生态旅游活动西排 C 区(表 5-16)珊瑚覆盖率为 16.63%，其中造礁石珊瑚覆盖率 5.13%，软珊瑚覆盖率 11.50%，珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质类型主要有礁石，比例为 83.38%，砂所占比例 0.00%；珊瑚补充量为 1.75ind/m²。



图 5-12 亚龙湾西排 C 区珊瑚生境图

表 5-16 亚龙湾西排 C 区珊瑚分布现状

西排区	西排 1	西排 2	西排 3	西排 4	平均
造礁石珊瑚覆盖率 (%)	2.50	1.00	12.50	4.50	5.13
软珊瑚覆盖率 (%)	6.50	2.50	10.00	27.00	11.50
珊瑚死亡率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
病害发生率 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
砂 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
礁石 (%)	91.00	96.50	77.50	68.50	83.38
珊瑚补充量(ind/m ²)	2.20	1.60	1.40	1.80	1.75

统计结果显示亚龙湾生态旅游活动西排 D 区珊瑚覆盖率为 19.75%，其中造礁石珊瑚覆盖率 4.25%，软珊瑚覆盖率 15.50%，珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质

类型主要有礁石, 比例 80. 25%, 砂所占比例为 0. 00%; 珊瑚补充量为 2. 00ind/m²(表 5-17, 图 5-13)。

表 5-17 亚龙湾西排 D 区 珊瑚分布现状

西排区	西排 5	西排 6	平均
造礁石珊瑚覆盖率(%)	3. 50	5. 00	4. 25
软珊瑚覆盖率 (%)	13. 00	18. 00	15. 50
珊瑚死亡率 (%)	0. 00	0. 00	0. 00
病害发生率 (%)	0. 00	0. 00	0. 00
砂 (%)	0. 00	0. 00	0. 00
礁石 (%)	83. 50	77. 00	80. 25
珊瑚补充量(ind/m ²)	1. 80	2. 20	2. 00



图 5-13 亚龙湾西排 D 区珊瑚生境图

亚龙湾西排区域调查到造礁石珊瑚 10 科 27 种, 优势种为精巧扁脑珊瑚珊瑚、澄黄滨珊瑚、疣状杯形珊瑚等, 常见的珊瑚有多孔鹿角珊瑚、丛生盔形珊瑚、标准蜂巢珊瑚等(附录 5)。软珊瑚种类主要有: 豆荚软珊瑚, 肉芝软珊瑚, 短指软珊瑚等。

2) 亚龙湾东排区

亚龙湾海洋生态旅游活动东排区域主要由 A 区(综合活动区)、B 区(潜水区)等区域构成, 分别对主要区域 A 区和 B 区的珊瑚礁资源现状进行调查, A 区站位主要有东排 3-4, B 区站位主要有东排 1-2。

统计结果显示亚龙湾生态旅游活动东排 A 区, 珊瑚覆盖率 26. 00%, 其中造礁石珊瑚覆盖率为 23. 50%, 软珊瑚覆盖率为 2. 50%。珊瑚死亡率为 0. 00%, 病害发生率为 0. 00%;

底质类型主要为礁石，比例为 74.00%；珊瑚补充量为 1.50ind/m²(表 5-18)。

表 5-18 亚龙湾东排 A 区域珊瑚分布现状

东排区	东排 3	东排 4	平均
造礁石珊瑚覆盖率(%)	7.00	40.00	23.50
软珊瑚覆盖率(%)	2.00	3.00	2.50
珊瑚死亡率(%)	0.00	0.00	0.00
病害发生率(%)	0.00	0.00	0.00
砂(%)	0.00	0.00	0.00
礁石(%)	91.00	57.00	74.00
珊瑚补充量(ind/m ²)	1.20	1.80	1.50



图 5-14 亚龙湾东排 A 区珊瑚生境图

统计结果显示亚龙湾生态旅游活动东排 B 区，珊瑚覆盖率 33.00%，其中造礁石珊瑚覆盖率为 14.00%，软珊瑚覆盖率为 19.00%。珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质类型主要为礁石，比例为 67.00%；珊瑚补充量为 1.50ind/m²(表 5-19)。

表 5-19 亚龙湾东排 B 区域珊瑚分布现状

东排区	东排 1	东排 2	平均
造礁石珊瑚覆盖率(%)	15.00	13.00	14.00
软珊瑚覆盖率(%)	18.00	20.00	19.00
珊瑚死亡率(%)	0.00	0.00	0.00
病害发生率(%)	0.00	0.00	0.00
砂(%)	0.00	0.00	0.00
礁石(%)	67.00	67.00	67.00
珊瑚补充量(ind/m ²)	1.40	1.60	1.50



图 5-15 亚龙湾东排 B 区珊瑚生境图

亚龙湾东排区域调查到造礁石珊瑚 10 科 28 种，优势种为丛生盔形珊瑚、疣状杯形珊瑚、澄黄滨珊瑚，常见的珊瑚有精巧扁脑珊瑚、标准蜂巢珊瑚、多孔鹿角珊瑚等(附录 6)。软珊瑚种类主要有：豆荚软珊瑚，肉芝软珊瑚，短指软珊瑚等。

3) 历史对比

亚龙湾各活动区域的珊瑚分布状况与 2015 年的珊瑚分布状况数据对比，如表 5-20 所示。

亚龙湾西排 C 区，2018 年和 2015 年的造礁石珊瑚覆盖率都不高，基本都在 5% 左右。但是 2015 年的软珊瑚覆盖率较高，达到 21.78%，2018 年仅为 11.50%。2018 年的珊瑚补充量也相对较低。

表 5-20 亚龙湾西排 C 区珊瑚分布现状表

西排区		2018 年	2015 年
珊瑚覆盖率 (%)	造礁石珊瑚覆盖率 (%)	5.13	6.03
	软珊瑚覆盖率 (%)	11.50	21.78
珊瑚死亡率 (%)		0.00	0.75
病害发生率 (%)		0.00	2.50
砂 (%)		0.00	4.80
礁石 (%)		83.38	67.40
珊瑚补充量 (ind/m ²)		1.75	2.58

亚龙湾西排 D 区，2018 年和 2015 年的造礁石珊瑚覆盖率都不高，但 2018 年略有降低。2018 年的软珊瑚覆盖率为 15.50%，较 2015 年也有所提高。珊瑚补充量变化不大(表 5-21)。

表 5-21 亚龙湾西排 D 区珊瑚分布现状

西排区		2018 年	2015 年
珊瑚覆盖率 (%)	造礁石珊瑚覆盖率 (%)	4.25	5.70
	软珊瑚覆盖率 (%)	15.50	8.05
珊瑚死亡率 (%)		0.00	0.80
病害发生率 (%)		0.00	1.40
砂 (%)		0.00	0.00
礁石 (%)		80.25	86.25
珊瑚补充量 (ind/m ²)		2.00	2.60

亚龙湾东排 A 区，整体上珊瑚覆盖率有所降低。造礁石珊瑚覆盖率变化不大，主要是软珊瑚覆盖率降低较多。较 2015 年，软珊瑚覆盖率降低了 10.70%。2018 年的珊瑚补充量也有所降低(表 5-22)。

表 5-22 亚龙湾东排 A 区珊瑚分布现状

东排区		2018 年	2015 年
珊瑚覆盖率 (%)	造礁石珊瑚覆盖率 (%)	23.50	28.70
	软珊瑚覆盖率 (%)	2.50	13.20
珊瑚死亡率 (%)		0.00	0.00
病害发生率 (%)		0.00	0.00
砂 (%)		0.00	0.00
礁石 (%)		74.00	58.10
珊瑚补充量 (ind/m ²)		1.50	2.75

亚龙湾东排 B 区，珊瑚覆盖率基本保持不变。其中造礁石珊瑚略有提高，软珊瑚略有降低。2018 年珊瑚补充量也略有降低 (表 5-23)。

表 5-23 亚龙湾东排 B 区珊瑚分布现状

东排区		2018 年	2015 年
珊瑚覆盖率 (%)	造礁石珊瑚覆盖率 (%)	14.00	9.20
	软珊瑚覆盖率 (%)	19.00	21.60
珊瑚死亡率 (%)		0.00	0.00
病害发生率 (%)		0.00	0.00
砂 (%)		0.00	0.00
礁石 (%)		67.00	69.20
珊瑚补充量 (ind/m ²)		1.50	2.25

从两年数据对比来看，亚龙湾海域的珊瑚覆盖率有所降低，2015 年的珊瑚覆盖率为

28.57%，2018年的珊瑚覆盖率为23.85%，降低了4.72%。其中造礁石珊瑚降低了0.69%，软珊瑚降低了4.03%。

六、环境敏感区和环境保护目标分析

项目用海区域位于三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾片区的实验区范围内，具体位置位于东排和西排附近海域。根据收集的资料和现场实地调查，本项目周边的环境敏感区主要有三亚珊瑚礁国家级自然保护区（亚龙湾片区）、亚龙湾青梅港红树林海洋保护区、亚龙湾旅游休闲娱乐区、东排、西排、双扉石和铁炉港-榆林港特殊利用区，详见表6-1。

表 6-1 项目周边环境敏感区一览表

序号	环境敏感区	方位和距离	概况	保护内容
1	三亚珊瑚礁国家级自然保护区（亚龙湾片区）	占用	约 2376.59 公顷，岸线长 5.57km，有造礁石珊瑚 12 科 26 属 61 种，活珊软珊瑚的覆盖度基本在 10% 以内。	珊瑚礁及其生态环境
2	亚龙湾青梅港红树林海洋保护区	A 区西侧 1.8km	约 84.98 公顷，岸线长 6.4km，真红树植物 10 科 11 属 13 种（其中 1 种为引种），半红树植物 6 科 6 属 6 种。	红树林生态环境
3	亚龙湾旅游休闲娱乐区	A 区北侧 1.5km	约 227.98 公顷，岸段长约 5.2km，沿岸分布酒店配套旅游娱乐用海 10 余宗。	海域自然生态环境
4	东排	B 区西侧 70m	岸线长度 295 米，陆域面积 3518 平方米，最高点高程 12.0 米。无植被。	海岛生态环境
5	西排	D 区西侧 80m	岸线长度 144 米，陆域面积 996 平方米，最高点高程 6.3 米。无植被。	海岛生态环境
6	铁炉港-榆林港特殊利用区	B 区东侧紧邻	特殊利用区	国防安全

本项目 4 宗用海均位于东排、西排附近海域，开展水下旅游项目有潜水、半潜船、透明底船及水下照相摄像等都有其定点位置，是在规定用海范围内开展。根据本项目周边环境敏感区的分布、所经营海上娱乐项目的特点和影响范围，运营期主要考虑水下旅游活动对三亚珊瑚礁国家级自然保护区（亚龙湾片区）珊瑚资源极其生境的影响，以及对铁炉港-榆林港特殊利用区国防安全的影响，和海岛生态环境产生的影响。因此主要环境保护目标为三亚珊瑚礁国家级自然保护区（亚龙湾片区）的珊瑚资源及其生境、铁炉港-榆林港特殊利用区的国防安全。

七、环境质量回顾性评价和珊瑚礁生态影响评价

7.1. 海水水质质量回顾性评价

为更好的比较项目用海区在续期用海前后水质变化情况，引用《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》2015年和《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》2018年两期在项目用海区4个点(2、3、6、7)的水质监测数据，这4个站点在2015年和2018年两期调查站位布设中完全一致，监测站位见图7-1，监测结果见表7-1。

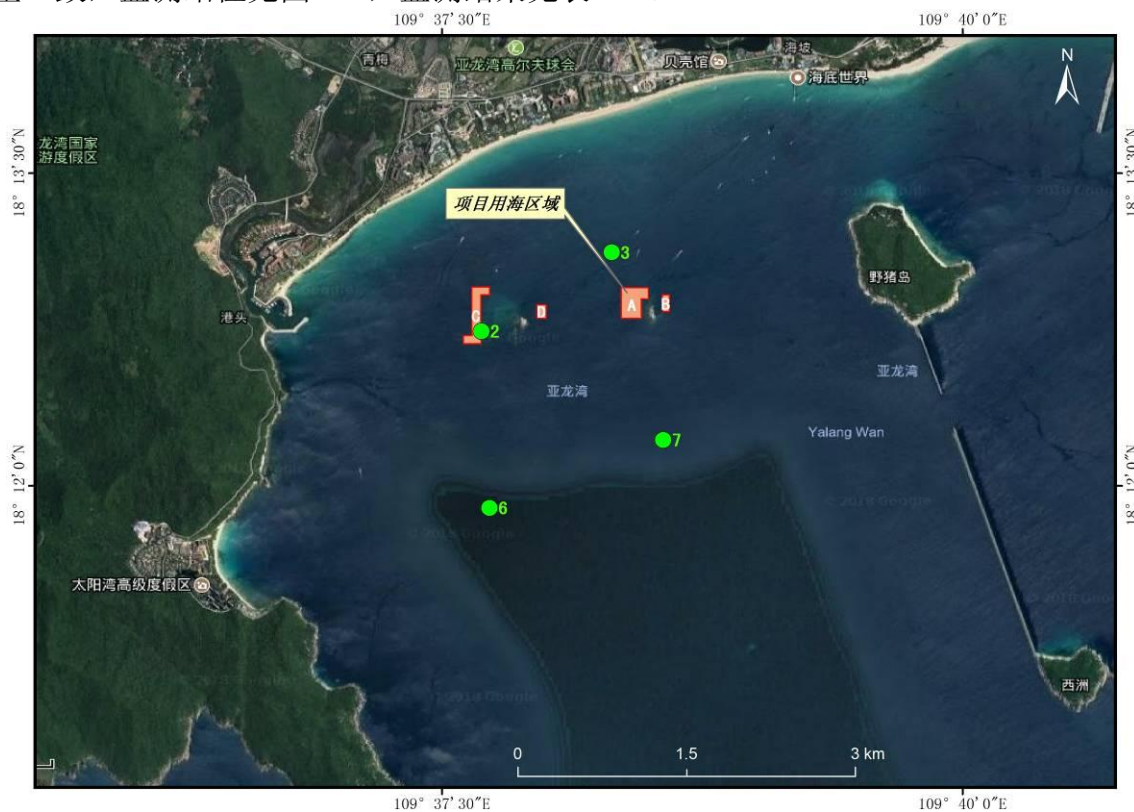


图 7-1 2015 年与 2018 年项目周边海域水质监测站位图

由于本项目为观光型旅游项目，本身不产生污水物，项目本身对水质基本没有影响。根据 2015 年调查结果与本次调查结果看，各测项基本保持在同一水平，相差不大，均满足第一类海水水质标准和海洋功能区环境质量管理要求，均符合一类海水水质标准。

表 7-1 2015 年与 2018 年项目周边海域水质监测结果统计表

站号	年份	DO mg/L	COD _{Mn} mg/L	硝酸盐 mg/L	亚硝酸盐 mg/L	氨氮 mg/L	无机氮 mg/L	活性磷酸盐 mg/L	SS mg/L
2	2015	7.69	0.54	0.015	0.002	0.021	0.038	0.009	5.0
	2018	7.34	0.45	0.021	0.0007	0.005	0.0267	未检出	7.50
3	2015	7.52	0.24	0.017	0.001	0.013	0.031	0.003	4.8
	2018	6.00	0.39	0.020	0.0013	0.01	0.0313	0.001	10.76
6	2015	7.70	0.40	0.011	0.001	0.005	0.017	0.009	5.0
	2018	7.13	0.46	0.024	0.0011	0.009	0.0341	0.001	12.50
7	2015	7.29	0.39	0.013	0.001	0.004	0.018	0.003	3.5
	2018	7.00	0.40	0.023	0.0005	0.009	0.0325	0.001	12.66

小结：本项目水下旅游观光活动项目本身不产生污水排放，公厕污水回收上岸纳入市政污水管网进入亚龙湾污水处理厂处理达标后中水回用，浇灌绿化地，不外排，对海域水质基本无影响。

7.2 沉积物质量回顾性评价

为更好的比较项目用海区在续期用海前后沉积物质量变化情况，引用《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》2015 年和《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》2018 年两期在项目用海区 3 个点（2、6、7）的沉积物监测数据，这 3 个站点在 2015 年和 2018 年两期调查站位布设中完全一致，监测站位见图 7-1，监测结果见表 7-2。

表 7-2 2015 年与 2018 年项目周边海域沉积物监测结果统计表

站号	年份	油类($\times 10^{-6}$)	有机碳(%)	硫化物($\times 10^{-6}$)
2	2015	43.22	0.2	22.9
	2018	11.27	0.33	4.21
6	2015	33.26	0.32	37.3
	2018	3.04	0.51	22.81
7	2015	34.53	0.59	49.0
	2018	4.57	0.63	23.71

根据调查结果进行比较，相比较 2015 年，2018 年 10 月调查中 3 个站位中油类和硫化物有减少，有机碳基本保持不变。所有测项也均符合第一类海洋沉积物标准。总体来说，项目周边海域的沉积物环境质量现状很好，满足第一类海洋沉积物质量

标准和海洋功能区环境质量管理要求。

小结：观光型旅游活动本身不产生污染物排放，不会对沉积物造成影响。从现状调查结果和 3 年前数据对比可知，项目周边海域的沉积物质量很好，沉积物质量并未因为受到旅游活动的影响而下降。

7.3. 海洋生态状况及回顾性评价

7.3.1 浮游植物现状及变化对比

为了客观反映项目用海区域在续期用海前后，浮游植物变化情况，引用《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》（2015 年）和《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》（2018 年）两期调查结果进行对比分析。

2015 年亚龙湾周边海域共鉴定到浮游植物 3 门 29 属 74 种，种类以硅藻、甲藻为主。细胞丰度平均为 $15.27 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，浮游植物的多样性指数和均匀度平均值分别为 2.14 和 0.45。

2018 年调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 26 属 68 种，以硅藻类占多数。各调查站位浮游植物的平均细胞丰度为 $9.46 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。各站位的浮游植物丰富度指数平均值为 2.25，单纯度指数平均值为 0.34，多样性指数平均值为 2.14，均匀度指数平均值为 0.47。

综上，与 2015 年比较，本次浮游植物的种类组成变化不大，种类以硅藻、甲藻为主。浮游植物种类丰富，种间比例较均匀，群落结构较为稳定。亚龙湾海区水域生产力较高，水质情况良好。

7.3.2 浮游动物现状及变化对比

2015 年亚龙湾调查海域浮游动物共有 8 类 35 属 48 种。其中，桡足类最多，有 21 属 30 种，水母类有 6 属 6 种，毛颚类有 1 属 4 种，腹足类有 2 属 3 种，被囊类有 2 属 2 种，介形类、十足类和枝角类有 1 属 1 种。浮游动物平均丰度为 516.86 ind/m^3 ；平均生物量为 90.38 mg/m^3 。优势种类有中型莹虾、锥形宽水蚤、红纺锤水蚤、长尾类幼体、肥胖箭虫、短尾类幼体、羽长腹剑水蚤，本次调查浮游幼体均属于短暂性

浮游动物类群，与其他海洋生物的繁殖有关。该水域浮游动物多样性指数较高平均为 3.16。均匀度指数平均为 0.72。

2018 年亚龙湾调查海域浮游动物共有 9 类 25 属 31 种。其中，桡足类最多，有 10 属 15 种；水螅水母类有 5 属 5 种；管水母类有 4 属 4 种；毛颚类有 1 属 2 种；被囊类、翼足类、十足类、肉足虫类、枝角类均有 1 属 1 种。浮游动物平均丰度为 63.62 ind/m^3 ；生物量范围为 $(4.50 \sim 197.86) \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 39.62 mg/m^3 。该海域浮游动物优势种类突出，主要有奥氏胸刺水蚤、拟细浅室水母、杜氏外肋水母、四叶小舌水母、中型莹虾、肥胖箭虫、双生水母。该水域浮游动物多样性指数较高，平均为 3.03。均匀度指数平均为 0.81。丰富度指数平均为 2.23。单纯度指数平均为 0.19。

综上，与 2015 年比较，浮游动物群落结构较为稳定，桡足类最多，优势种类差别不大，存在交替现象，多样性指数和均匀度指数平均值差别不大，浮游动物生物量变化不明显。

7.3.3 底栖生物调查现状及其变化对比

2015 年 8 月，亚龙湾底栖动物共采获 4 个生物类别中的 26 种底栖生物。其中甲壳类动物出现的种类最多，有 13 种。亚龙湾海域各站生物多样性指数的平均值为 0.90。各站底栖生物均匀度平均值为 0.78。大型底栖生物生物量平均为 453.35 g/m^2 。各站位底栖生物栖息密度平均为 505.50 ind/m^2 。

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 82 种，节肢动物有 23 种，软体动物有 20 种，环节动物有 19 种，脊索动物有 11 种，棘皮动物有 7 种，星虫动物和蠕虫动物均有 1 种。各站位底栖生物栖息密度平均为 51.92 ind/m^2 ；生物量平均为 3.51 g/m^2 。丰富度平均值为 1.00；各站单纯度平均值为 0.27；各站多样性指数平均值为 2.41；各站均匀度平均值为 0.83。

与 2015 年比较，大型底栖生物的变化比较明显，鉴定到的种类数由 26 种增加到 82 种，都是节肢动物最多，生物多样性指数的平均值由 0.90 增加到 2.41。

7.3.4 潮间带生物调查现状及其变化对比

2015 年调查结果表明，共采获 2 个生物类别中的 7 种潮间带生物。其中甲壳类动物 1 种；软体类 6 种。通过种类优势度的计算，优势种为小楯桑椹螺，优势度为

0.09。多样性指数平均值为 0.30。各站潮间带生物均匀度平均值为 0.11。最高值在断面 III，为 0.34；最低值在断面 I 与断面 II 为 0。潮间带生物平均生物量为 152.65 g/m²。各站位潮间带生物平均栖息密度为 597.35 ind/m²。潮间带生物量以断面 I 为最低，为 3.04 g/m²。断面 III 最高，为 383.20 g/m²。栖息密度断面 I 最低，为 16.00 ind/m²；断面 III 最高，为 1712 ind/m²。

3 个潮间带断面共采获了 3 个生物类别中的 17 种生物。软体动物门和节肢动物门均有 7 种，环节动物门有 3 种。3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.15 ind/m²，平均生物量为 0.02 g/m²；中潮区平均栖息密度为 48.18 ind/m²，平均生物量为 4.32 g/m²；低潮区平均栖息密度为 3.33 ind/m²，平均生物量为 2.74 g/m²。3 条潮间带断面高潮区断面 1 未采集到任何生物，断面 2、断面 3 只采集到痕掌沙蟹一种生物，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0，单纯度均为 1.00；中潮区丰富平均为 0.05；中潮区单纯度平均为 0.93；中潮区多样性指数平均为 0.17；中潮区均匀度平均为 0.17。低潮区丰富度平均为 0.20；低潮区单纯度平均为 0.15；低潮区多样性指数平均为 0.46；低潮区均匀度平均为 0.29。

2018 年与 2015 年调查结果对比，潮间带生物种类增加 10 种。多样性指数和均匀度变化不明显。

7.4. 珊瑚礁资源状况回顾性评价

7.4.1 珊瑚礁资源状况与 2015 年回顾性评价

根据 2018 年《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响的评估报告》调查结果，亚龙湾各活动区域的珊瑚分布状况与 2015 年的珊瑚分布状况数据对比，如 7-3 所示。

亚龙湾西排 C 区，2018 年比 2015 年珊瑚覆盖率有下降趋势。亚龙湾西排 D 区，2018 年和 2015 年的造礁石珊瑚覆盖率都不高，软珊瑚覆盖率增加。亚龙湾东排 A 区，整体上珊瑚覆盖率有所下降。亚龙湾东排 B 区，珊瑚覆盖率有所增加。

表 7-3 各区用海活动对珊瑚覆盖度 (%) 变化影响分析对比表

活动区域	覆盖度	2015 年覆盖度	2018 年覆盖度	变化情况
东排综合活动区 A	造礁石珊瑚覆盖率	28.70	23.50	减少
	软珊瑚覆盖率	13.20	2.50	

东排潜水区 B	造礁石珊瑚覆盖率	9.20	14.00	增加
	软珊瑚覆盖率	21.60	19.00	
西排综合活动区 C	造礁石珊瑚覆盖率	6.03	5.13	减少
	软珊瑚覆盖率	21.78	11.50	
西排潜水区 D	造礁石珊瑚覆盖率	5.70	4.25	增加
	软珊瑚覆盖率	8.05	15.50	

为进一步就旅游活动对海洋生态环境造成的影响进行评估，按区域根据用海类型及方式进行详细阐述，本区的旅游活动区域有四个，分为综合活动区和潜水区，其中东排、西排各有一个综合活动区和潜水区。

(1) 东排综合活动区 A

开展船艇观光与潜水经验活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目。半潜船和透明底船海底观光，船只本身不会碰到珊瑚，不会对珊瑚造成直接的伤害，且船速较小，水流扰动和噪音也基本不会对珊瑚本身产生影响。该区域珊瑚覆盖度由 2015 年的 41.90%减少到 2018 年的 26.00%，造礁石珊瑚覆盖率 2015 年和 2018 年变化不大，分别为 28.7%和 23.5%；变化比较大的主要是软珊瑚覆盖率由 2015 年的 13.20%下降为 2018 年的 2.5%。但该区域珊瑚补充量为 1.75ind/m²，与其它三个区域基本保持一致，说明珊瑚生长的自然环境基本没有改变。只要控制人类活动的影响，这些区域的珊瑚还具有恢复的可能性。

(2) 东排潜水区 B

开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目。浮潜，与水肺潜水相同位置开展。该项活动游客带浮潜镜，穿浮潜衣在海水表面观赏海底珊瑚，基本不会触碰到海底珊瑚，对珊瑚生态基本不产生影响。水肺潜水，在所布设的潜水点内，一般在水深 2-4m 左右的近岸海域。可能会触摸踩踏珊瑚。潜水教练带着游客下水，下水前进行培训，增强游客对珊瑚的保护意识。船潜，主要开展水肺潜水，船潜船到指点定位置需要固定，由三亚保护区管理处现有的进口设备安装系锚浮球两个，以固定船只，避免抛锚对珊瑚造成直接破坏。水下照像摄像，两名潜水员协助游客进行，也避免了踩踏到海底珊瑚。

该区域珊瑚覆盖度由 2015 年的 30.8%增加到 2018 年的 33%，略有增加，但整体

上变化不大，表明旅游活动未对珊瑚礁生态造成明显的负面影响，可以继续经营。

(3) 西排综合活动区 C

开展半潜船和透明底船观光及潜水经营活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目。同时综合活动区 A 区和 C 区不同时营业，季节性调整轮换，这样做有利于较少游客活动对珊瑚的影响。

根据本次调查，由于 C 区主要开展未直接与珊瑚接触的旅游观光活动，该区域珊瑚覆盖度由 2015 年的 27.81%减少到 2018 年的 16.63%，造礁石珊瑚覆盖率 2015 年和 2018 年变化不大，分别为 6.03%和 5.13%；变化比较大的主要是软珊瑚覆盖率由 2015 年的 21.78%下降为 2018 年的 11.5%。但该区域珊瑚补充量为 1.75ind/m²，与其它三个区域基本保持一致，说明珊瑚生长的自然环境基本没有改变。只要控制人类活动的影响，这些区域的珊瑚还具有恢复的可能性。

(4) 西排潜水区 D

开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目。水肺潜水项目下水前潜水教练会对游客进行教育，避免了游客对珊瑚的破坏。浮潜时游客穿浮潜衣在海水表面观赏海底珊瑚，不许触碰到海底珊瑚，水下照像摄像，是在潜水员协助下进行，不会踩踏珊瑚，因此旅游活动对珊瑚生态基本不产生影响。

该区域珊瑚覆盖度由 2015 年的 13.75%增加到 2018 年的 19.75%，略有增加，但整体上变化不大，表明旅游活动未对珊瑚礁生态造成明显的负面影响，也可以继续经营。

7.4.2 珊瑚礁资源状况与 2015 年回顾性评价

近 10 年间对亚龙湾海域的珊瑚礁生态系统进行了比较系统全面的调查，该区域的珊分布情况如下。

(1) 造礁石珊瑚的种类

亚龙湾区域调查共发现造礁石珊瑚 12 科 26 属 61 种，发现种类最多的是 2009 年，之后有所降低，最近几年开始增多(表 7-4、表 7-5)。亚龙湾调查区主要优势属为鹿角珊瑚属、滨珊瑚属、扁脑珊瑚属、杯型珊瑚属等，东排主要优势种为多孔鹿角珊瑚、澄黄滨珊瑚、精巧扁脑珊瑚、疣状杯形珊瑚；西排岛主要优势种为疣状杯形珊瑚、精巧扁脑珊瑚、标准蜂巢珊瑚。亚龙湾调查区常见的造礁石珊瑚种类有风信子鹿角珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚、丛生盔形珊瑚等。

表 7-4 亚龙湾珊瑚礁生态监控区 2008 年至 2017 年礁石珊瑚种类数量

海域	年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
亚龙湾	科数	5	12	11	11	11	11	7	7	7	7
	种数	9	45	31	31	31	31	18	24	26	28

表 7-5 珊瑚种类表

科名	拉丁文名	种名	拉丁文名
杯形珊瑚科	Pocilloporidae	鹿角杯形珊瑚	<i>Pocillopora damicornis</i>
		疣状杯形珊瑚	<i>Pocillopora verrucosa</i>
		埃氏杯形珊瑚	<i>Pocillopora eydouxi</i>
鹿角珊瑚科	Acroporidae	圆突蔷薇珊瑚	<i>Montipora danae</i>
		壁垒蔷薇珊瑚	<i>Montipora circumvallata</i>
		叶状蔷薇珊瑚	<i>Montipora foliosa</i>
		鬃刺蔷薇珊瑚	<i>Montipora hispida</i>
		繁锦蔷薇珊瑚	<i>Montipora efflorescens</i>
		平展蔷薇珊瑚	<i>Montipora solanderi</i>
		斑星蔷薇珊瑚	<i>Montipora stellata</i>
		粗野鹿角珊瑚	<i>Acropora humilis</i>
		强壮鹿角珊瑚	<i>Acropora valida</i>
		壮实鹿角珊瑚	<i>Acropora robusta</i>
		伞房鹿角珊瑚	<i>Acropora corymbosa</i>
		多孔鹿角珊瑚	<i>Acropora millepora</i>
石芝珊瑚科	Fungiidae	风信子鹿角珊瑚	<i>Acropora hyacinthus</i>
		浪花鹿角珊瑚	<i>Acropora cytherea</i>
		佳丽鹿角珊瑚	<i>Acropora pulchra</i>
铁星珊瑚科	Siderastreidae	芽枝鹿角珊瑚	<i>Acropora gemmifera</i>
		石芝珊瑚	<i>Fungia fungites</i>
菌珊瑚科	Agariciidae	壳形足柄珊瑚	<i>Podabacia crustacea</i>
		毗邻沙珊瑚	<i>Psammocora contigua</i>
滨珊瑚科	Poritidae	十字牡丹珊瑚	<i>Pavona decussata</i>
		易变牡丹珊瑚	<i>Pavona varia</i>
		扁枝滨珊瑚	<i>Porites andrewsi</i>
		澄黄滨珊瑚	<i>Porites lutea</i>
		扁缩滨珊瑚	<i>Porites compressa</i>
		普哥滨珊瑚	<i>Porites pukoensis</i>
		二异角孔珊瑚	<i>Goniopora duofasciata</i>
大角孔珊瑚	<i>Goniopora djiboutiensis</i>		

枇杷珊瑚科	Oculinidae	丛生盔形珊瑚	<i>Galaxea fascicularis</i>
裸肋珊瑚科	Merulinidae	硬刺柄珊瑚	<i>Hydnophora rigida</i>
		腐蚀刺柄珊瑚	<i>Hydnophora exesa</i>
		邻基刺柄珊瑚	<i>Hydnophora contignatio</i>
		阔裸肋珊瑚	<i>Merulina ampliata</i>
		粗裸肋珊瑚	<i>Merulina scabricula</i>
蜂巢珊瑚科	Faviidae	帛琉蜂巢珊瑚	<i>Favia palauensis</i>
		标准蜂巢珊瑚	<i>Favia speciosa</i>
		翘齿蜂巢珊瑚	<i>Favia matthaii</i>
		美龙氏蜂巢珊瑚	<i>Favia veroni</i>
		秘密角蜂巢珊瑚	<i>Favites abdita</i>
		五边角蜂巢珊瑚	<i>Favites pentagona</i>
		梳状菊花珊瑚	<i>Goniastrea pectinata</i>
		网状菊花珊瑚	<i>Goniastrea retiformis</i>
		锯齿刺星珊瑚	<i>Cyphastrea serailia</i>
		多孔同星珊瑚	<i>Plesiastrea curta</i>
		宝石刺孔珊瑚	<i>Echinopora gemmacea</i>
		同双星珊瑚	<i>Diploastrea heliopora</i>
		中华扁脑珊瑚	<i>Platygyra sinensis</i>
		交替扁脑珊瑚	<i>Platygyra crosslandi</i>
		精巧扁脑珊瑚	<i>Platygyra daedalea</i>
		费利吉亚肠珊瑚	<i>Leptoria Phrygia</i>
褶叶珊瑚科	Mussidae	伞房叶状珊瑚	<i>Lobophytia corymbosa</i>
		赫氏叶状珊瑚	<i>Lobophytia hemprichii</i>
		华贵合叶珊瑚	<i>Symphyllia nobilis</i>
		菌状合叶珊瑚	<i>Symphyllia agaricia</i>
梳状珊瑚科	Pectiniidae	粗糙刺叶珊瑚	<i>Echinophyllia</i>
丁香珊瑚科	Caryophylliidae	缨真叶珊瑚	<i>Euphyllia fimbriata</i>
木珊瑚科	Dendrophylliidae	盘状陀螺珊瑚	<i>Turbinaria mantonae</i>
		漏斗陀螺珊瑚	<i>Turbinaria crater</i>
		小星陀螺珊瑚	<i>Turbinaria strullulata</i>

(2) 亚龙湾珊瑚资源变化情况

珊瑚覆盖率自 2008 年之后开始下降，当时监测的主要原因是长棘海星爆发以及海洋工程影响：尤其是西排，出现造礁石珊瑚大面积死亡的现象，同时未开展水上娱乐活动的野猪岛区域的珊瑚礁资源也出现了资源退化现象。这与该区域近几年开展的海上工程活动有较大关联，导致亚龙湾海域水文动力环境的突然改变，修

建过程中大量的水下工程活动尤其是水下爆破等活动会严重的破坏该区域的珊瑚礁生态系统，珊瑚礁生态系统随之进行相适应的改变应该是短时间内导致珊瑚覆盖率降低的主要原因。其次由于珊瑚敌害生物长棘海星的爆发，使得珊瑚出现大面积死亡的现象。

2010至2013年亚龙湾调查区域的造礁石珊瑚覆盖度基本保持平稳，在30%左右。2014年监测显示，造礁石珊瑚覆盖度下降到不到10%（表7-6，图7-2）。主要原因是2013年下半年台风破坏较大，致使亚龙湾区域珊瑚破坏较为严重。

2015至2017年珊瑚覆盖率基本都保持在22%左右，根据2018年调查结果，该区域珊瑚覆盖度23.85%，一方面说明该区域珊瑚礁正处于逐步恢复阶段，另一方面本项目开展的旅游观光活动并未对该区域珊瑚礁生态系统产生明显影响。

表 7-6 2008~2017 年 10 年间亚龙湾活造礁石珊瑚覆盖度

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
造礁石珊瑚覆盖度%	35.38	35.10	29.90	28.10	29.50	29.50	5.5	24.00	22.00	22.00

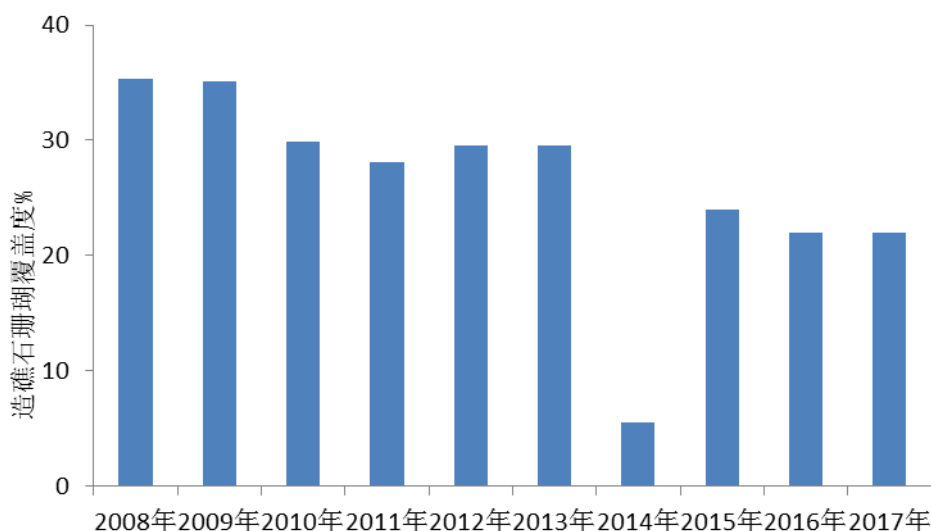


图 7-2 亚龙湾海域造礁石珊瑚覆盖度近 10 年变化

7.5 本项目旅游活动类型及用海方式对珊瑚礁生态的影响分析

7.5.1 各类旅游活动对珊瑚及其生态的影响分析

- 半潜船和透明底船海底观光，船只本身不会碰到珊瑚，不会对珊瑚造成直

接的伤害，且船速较小，水流扰动和噪音也基本不会对珊瑚本身产生影响，但是为了避免长时间的扰动对珊瑚礁生态系统的影响，我们建议将半潜船的活动区域由原来的一处拓展为两处，实行轮休，给珊瑚一个恢复的时间，最大程度上减少珊瑚造成的破坏。

- 浮潜，与水肺潜水相同位置开展。该项活动游客带浮潜镜，穿浮潜衣在海水表面观赏海底珊瑚，基本不会触碰到海底珊瑚，对珊瑚生态基本不产生影响。

- 水肺潜水，在所布设的潜水点内，一般在水深 2-4 米左右的近岸海域。潜水旅游的游客往往是初学者，如果受珊瑚礁保护的教育不够，可能会触摸踩踏珊瑚。所以必须由潜水教练带着游客下水，并在水下前进行培训，增强游客对珊瑚的保护意识。

- 船潜，主要开展水肺潜水，船潜船到指点定位置需要固定，由海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处现有的进口设备安装系锚浮球两个，以固定船只，避免抛锚对珊瑚造成直接破坏。

- 水下照像摄像，需要两名潜水员协助游客进行，应注意避免踩踏到海底珊瑚。

7.5.2 各活动区对珊瑚及其生态的影响分析

- 潜水区，一处位于亚龙湾西排东部，对应的海上活动区域 D 区，主要开展的项目有水肺潜水、浮潜等；一处位于亚龙湾东排东部，对应的海上活动区域 B 区，主要开展的项目有水肺潜水和浮潜等。

水肺潜水等体验式潜水活动，游客由潜水教练引导进行体验式潜水，活动区域一般在半径 10 米的区域内。本项目需要注意对游客下水前进行珊瑚保护宣传和培训。

而浮潜活动，游客带浮潜镜，穿浮潜衣在海水表面观赏海底珊瑚，基本不会触碰到海底珊瑚，对珊瑚影响不大。本项目区可以继续经营，但应加强对游客的珊瑚礁保护知识的宣传，避免出现踩踏、触摸珊瑚的现象。

船潜，主要是游客通过交通船上船潜船，在由船潜船上进行潜水活动。船潜主要为精品潜水，船潜船到指点定位置需要固定，由海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处安装系锚浮球两个，以固定船只，避免抛锚对珊瑚造成直接破坏。精品潜水的游客潜水技术相对较好，在潜水教练的带领下基本不会对珊瑚造成伤害。本项

目区可以继续经营，需要注意对游客下水前进行珊瑚保护宣传和培训。

- 船艇观光区，其开展的主要项目为借助船艇装备如半潜船和玻璃底船进行的海底观光活动。由于游客在船上观赏海底珊瑚，不直接触摸珊瑚，不会对珊瑚造成直接破坏。但是为了避免持续的干扰对珊瑚正常生长的影响，与位于亚龙湾东排的 A 区的船艇观光进行生态轮换，减少对珊瑚长时间的影响，可以更好的保护珊瑚礁资源，实现资源的可持续利用。

八、环境影响分析与评价

1 环境影响分析

1.1 项目用海对水文动力的影响

(1) 项目所在海域水动力环境现状

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》的要求，建立项目附近海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组进行离散，考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。采用三角形网格剖分计算区域，开边界选取四个主要分潮(M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1)叠加，经与实测资料验证模型对于亚龙湾水域具有重现能力，能够反映工程区域的水动力特征。数值模拟三亚湾海域涨急、落急流场见图 8-1 和图 8-2。

(1) 在项目所在海域的外部海域，即亚龙湾外部南部海域，潮流主要为往复流，落潮时流向为偏 E 向流，落急最大流速为 80cm/s 左右，涨潮时潮流流向为偏 W 向流，涨急最大流速为 45cm/s 左右，落急流速大于涨急流速。

(2) 在亚龙湾内，落潮时，潮流从亚龙湾西部海域进入亚龙湾，从亚龙湾东部海域出去，亚龙湾军港潮流主要是由北向南，落急最大流速为 20cm/s 左右，其余区域潮流流向主要由东向西，落急最大流速为 30 cm/s 左右；涨潮时，潮流从亚龙湾东部海域进入亚龙湾，从亚龙湾西部海域出去，亚龙湾军港潮流主要是由南向北，涨急最大流速为 10cm/s 左右，其余区域潮流流向主要由西向东，涨急最大流速为 20 cm/s 左右，落急流速大于涨急流速。

(3) 在项目用海附近区域，潮流主要是往复流，其中，流速最大出现在野猪岛北侧附近海域，落潮时，潮流流向主要由西向东，落急最大流速在 25cm/s 左右；涨潮时，潮流流向主要由东向西，涨急最大流速为 10cm/s，落急流速大于涨急流速。

(4) 本项目申请用海区域内，落急时，潮流流向由西向东，落急最大流速为 12cm/s；涨潮时，潮流流向由东向西，涨急最大流速为 10cm/s 左右，落急流速略大于涨急流速。

(2) 项目用海对水动力环境影响分析

本项目用海方式为开放式，无构筑物用海，平台等旅游服务设施均是透空式结构，项目用海对水文动力环境不构成影响，大潮期本海区的潮流动力场较弱，亚龙湾内的最

大流速值小于 20cm/s，适宜本项目开展观光旅游活动。

综上所述，项目续用海拟保持现有用海面积和用海规模，不新增海上构筑物和其他用海活动，不改变潮流场现状，基本不会对周边潮流场产生影响。

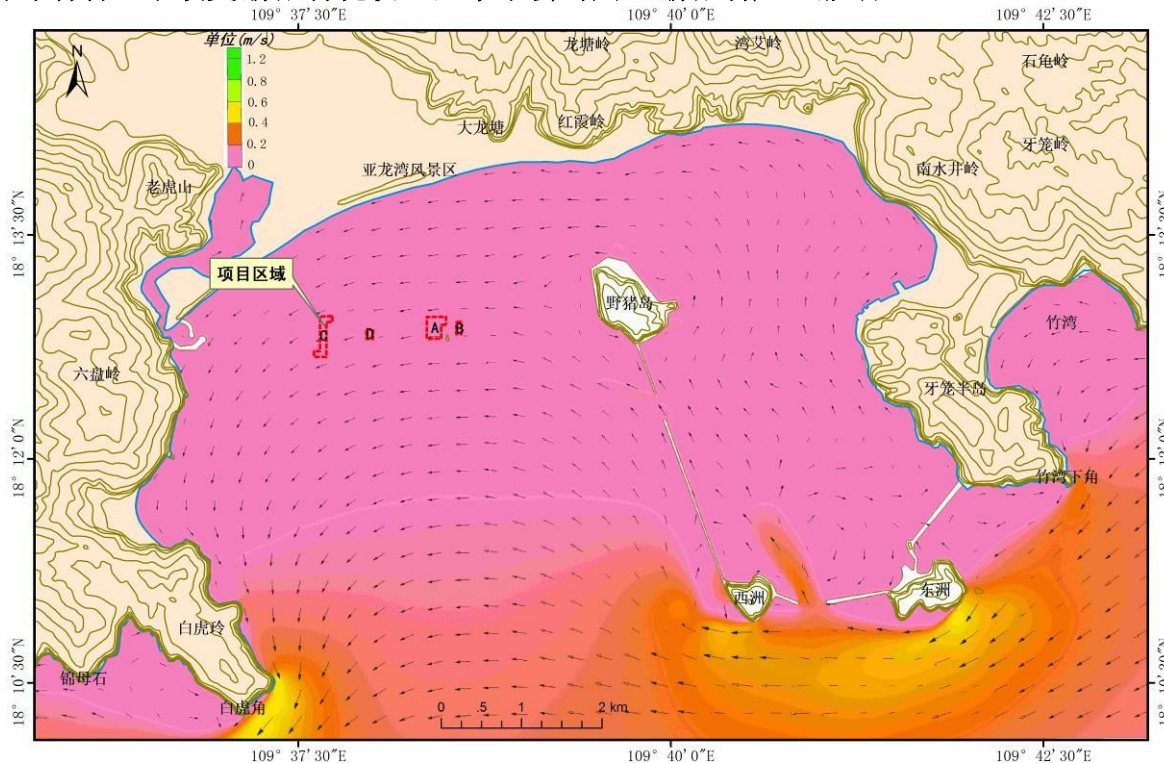


图 8-1 项目附近海域涨急流场

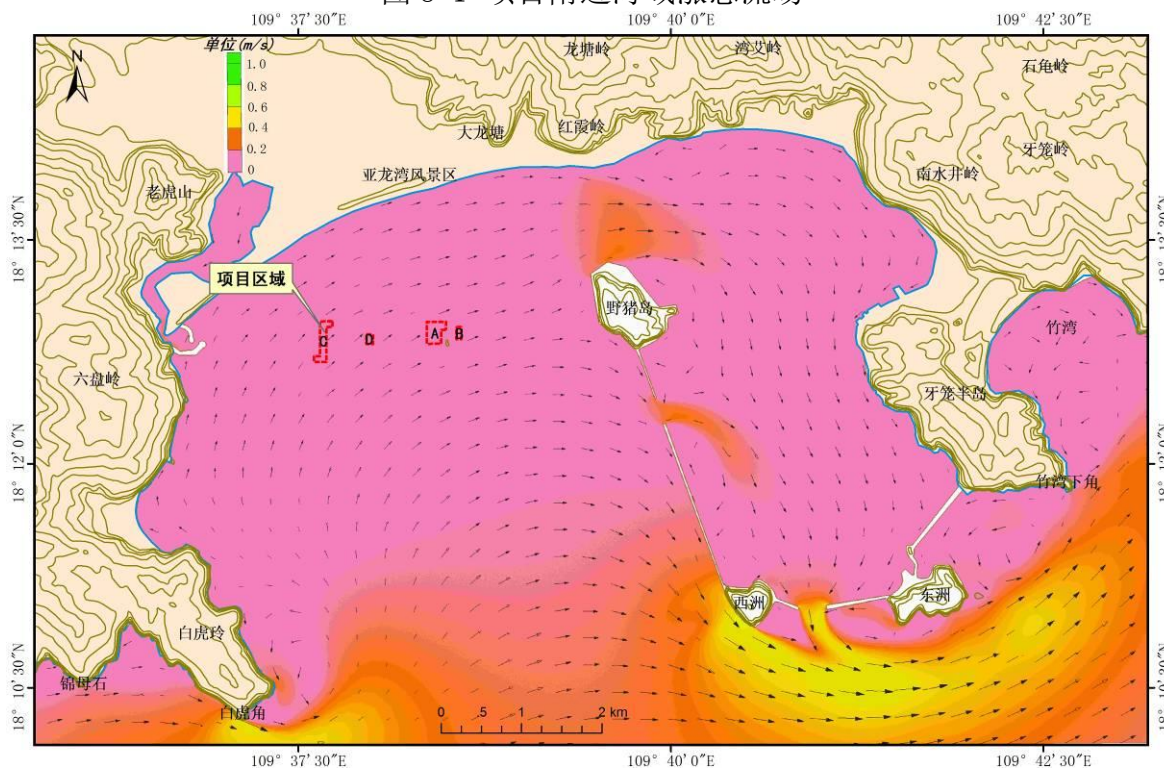


图 8-2 项目附近海域落急流场

1.2 项目用海对地形地貌冲於环境的影响

泥沙运动的变化与海流和海浪的变化密切相关，潜水平台和综合平台等配套设施的结构均为透空式的，对附近海域的流场和海浪影响很小，也不会改变岛礁海岸和地形，相应地不会改变泥沙运动趋势，因此，本项目对周边地形地貌冲於环境的影响较小。

1.3 项目用海对海洋水质的影响分析

本项目所开展的水下旅游项目，包括体验式潜水、船潜、浮潜、半潜船海底观光、透明底船海底观光、潜水观光和水下照相摄像，这些项目均为观光类型的项目，基本不产生污染物对水体造成影响。同时冲浴室只为游客提供简单的淡水冲淋，属清净下水，且冲淡房设置在岸基区域；平台冲厕水收集至回收至污水箱，每天下班后，回收至岸基纳入市政污水管网进入亚龙湾污水处理厂处理达标后中水回用，浇灌绿化地，不外排，对海域水质基本无影响。

但是一些运输船在运营过程中难免会存在漏油的现象，在后期的运营过程中，要求对运营船只定期检修，同时建议将运输船只改为由电能提供动力的清洁型运输船，减少对海域的油类污染。

1.4 沉积物的影响分析

根据调查结果进行比较，相比较 2015 年，2018 年 10 月调查中 3 个站位中油类和硫化物含量减少，有机碳基本保持不变。所有测项也均符合第一类海洋沉积物标准。总体来说，项目周边海域的沉积物环境质量现状很好，满足第一类海洋沉积物质量标准和海洋功能区环境质量管理要求。沉积物质量并未因为受到旅游活动的影响而下降。

1.5 项目用海对生态环境的影响分析

(1) 水下旅游活动对海洋生物的影响分析

本项目运营期潜水平台设有临时厕所，冲厕污水回收至污水箱，每天下班后回收至岸基排入市政污水管道，不会对海域生态环境造成影响。项目运营期间，由于人类水下旅游活动的影响，游泳生物会相应回避，可能会使项目海域的游泳生物量、群落组成产生一定变化，但一般不会对海洋生物产生较大影响。

(2) 溢油对生态环境的影响分析

本项目在前期运营过程中，对使用于交通和运输船只加强安全管理，加上平时保养维修，本项目营运期溢油事故为低概率事件。

由于溢油事故会引起局部区域油类浓度急剧上升，将对区域生态产生严重危害——损害浮游生物、底栖生物群落结构，破坏珊瑚生境，危害鱼卵孵化、仔稚鱼生长等，并影响到水产品的食用价值。项目所在海域存在珊瑚资源，又是国家级保护区，所以必须防止油类污染海洋生态环境的情况发生。

业主单位仍要加强船只安全管理，船只维修保养过程中产生的残油、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，配备一定数量的围油栏、吸油毡等溢油应急设备，制定溢油应急措施，减少溢油对海洋环境的危害。

在企业入区之前，在亚龙湾片区时有发生对珊瑚礁和海洋生态环境破坏的活动，包括采挖珊瑚礁烧石灰、采摘珊瑚作为旅游工艺品出售、炸鱼、毒鱼等活动。企业入区以后，积极参与亚龙湾片区的保护管理工作，包括：对游客和员工进行珊瑚礁知识的普及，增强其保护海洋的意识；融入社区，将社区人员纳入公司，更好的保护珊瑚礁生态系统；企业还将旅游开发的收益贡献一部分用于亚龙湾片区的保护管理工作，与保护区一起更好的保护亚龙湾片区的珊瑚礁资源。

亚龙湾区域旅游开发已超过 10 年，从实践上看开发与保护相结合的模式是成功的，旅游活动仅在局部区域造成一定的影响。

良好的珊瑚礁生态系统是业主单位开展海洋观光旅游活动的“生命线”，由于西排珊瑚礁生态系统在过去几年内出现大面积退化，为了更快更好地恢复该区域受损的珊瑚及其生态系统，企业愿意协助保护区管理部门联合有技术能力的科研单位对该区域进行珊瑚礁生态系统修复，保护珊瑚礁资源，达到可持续发展。

2 对东排、西排岛礁资源的影响

亚龙湾三面青山环拥，南面月牙型朝向大海。海面上主要岛屿：以野猪岛为中心，南有东洲岛、西洲岛，西有东排、西排。本项目用海主要位于亚龙湾的东排、西排周边海域，未直接占用岛礁，不改变岛礁海岸和地形，本项目属于水下旅游观光项目，基本不会对东排、西排造成影响。

3 生态补偿计算

依据《三亚市用海项目海洋生态损失评估方法》(以下简称《方法》),海洋生态损失费用包括海洋环境容量恢复期的损失费用、海洋生物资源恢复期的损失费用、珊瑚礁损失费用和海洋生态修复费用四部分。根据三亚市人民政府2017年1月22日印发的《三亚市潜水活动珊瑚礁生态损失补偿办法》,目前只要求估算潜水活动造成的珊瑚礁生态损失费用和海洋生态修复费用。

根据前面章节描述,本项目潜水活动共有4个用海区,分别为A区5.19公顷;B区0.90公顷;C区4.80公顷;D区0.96公顷。

(1) 珊瑚礁损失费用

依据《方法》,项目用海可能导致珊瑚礁生态系统功能被破坏或珊瑚栖息地丧失,损失费用 f_c 按公式(1)计算:

$$f_c = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i \times Q \times P \times Y \quad (1)$$

式中:

S_i ——项目第*i*种用海方式占用的海域面积,单位为 m^2 ;

K_i ——项目第*i*种用海方式对珊瑚礁的扰动系数;

Q ——区域内珊瑚礁覆盖率;

P ——年度单位面积珊瑚礁损失价值,单位为元/ $m^2 \cdot$ 年,最低按13元/ $m^2 \cdot$ 年计算;

Y ——珊瑚礁损失恢复期的费用计算年限,根据恢复期时间确定,最低按3年计算;

n ——项目包含的用海方式总数。

由于只需计算潜水活动造成的珊瑚礁损失费用,公式可变为:

$$f_c = S \times K \times Q \times P \times Y$$

其中,根据《方法》中表4,潜水活动对珊瑚礁的扰动系数 K 取0.7, Y 为续用海期限3年。

由于本项目包括4片潜水区域,根据2018年10月在各用海区域的珊瑚礁资源调查结果,珊瑚礁损失费用计算见表8-1。

表8-1 续用海期限内珊瑚礁损失费用计算表

用海区	用海面积 (m ²)	扰动系数	珊瑚礁覆盖率 (%)	损失价值 (元/ m ² ·年)	恢复期 (年)	损失费用 (元)
水下活动区	A区	0.7	26.00	13	3	368386.20
	B区		33.00			81081.00
	C区		16.63			217919.52
	D区		19.75			51760.80
总计						719147.52

(2) 海洋生态修复费用

根据项目不同用海方式的用海范围、海洋生态修复难易程度、修复费用标准和海域使用权期限，海洋生态修复费用按公式(2)计算：

$$f_4 = \sum_{i=1}^n S_i \times l_i \times \beta \times T \quad (2)$$

式中：

f_4 ——海洋生态修复费用，单位为元；

S_i ——项目第 i 种用海方式占用的海域面积，参照 HY/T 124 的宗海界址界定方式，

按建设项目的实际用海情况确定，单位为 m²；

l_i ——项目第 i 种用海方式的海洋生态修复系数；

β ——海洋生态修复费用标准，根据已开展的不同类型生态修复项目费用确定，按 14.8 元/m² 计算；

T ——用海项目的海域使用权期限系数，以海域使用权最高期限 50 年为基准(人工岛式油气开采、平台式油气开采、海砂等矿产开采等用海方式以 30 年为基准)，按项目实际海域使用权期限与最高期限的比值计算；

n ——项目包含的用海方式总数。

由于只需计算潜水活动的海洋生态修复费用，公式可变为：

$$f_4 = S \times l \times \beta \times T$$

其中，根据《方法》中表6，潜水活动的海洋生态修复系数 l 取 0.5， T 按项目实际海域使用权期限 3 年计算为 0.06。

经计算，项目用海海洋生态修复费用见表 8-2。

表8-2 续用海期限内海洋生态修复费用计算表

用海区		用海面积 (m ²)	修复系数	损失价值 (元/ m ² ·年)	使用权期 限系数	损失费用 (元)
水下活动区	A区	51900	0.5	14.8	0.06	23043.60
	B区	9000				3996.00
	C区	48000				21312.00
	D区	9600				4262.40
总计						52614.00

(3) 总体费用

由于项目位于东排、西排及其周围海域，应在上述计算得到的各区海洋生态损失费用基础上，乘以海洋生态损失系数，系数值按 1.2 计算。综上，项目用海造成海洋生态损失总费用为（719147.52 元+52614.00 元）×1.2=92.61 万元。

因此，本项目潜水活动续用海期限内造成海洋生态损失总费用约为 92.61 万元。

4 环境事故风险分析

4.1 热带气旋风险

热带气旋是三亚市最主要的灾害天气之一，其影响的严重程度高居气象灾害之首，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。

按平均风力 8 级以上(或日雨量 80 毫米以上)来统计，平均每年 1.2 次；平均风力 10 级以上(或日雨量 200 毫米以上)的年均 0.4 次；12 级以上年均 0.04 次，且主要出现在 9~10 月。台风对三亚影响的日降水最大值 327.5 毫米(8604 号南海风暴)，过程降水量最大值 543.0 毫米(7106 号太平洋台风)，最密集影响在 1989 年 10 月，20 天内受到 4 个 12 级以上台风影响。

1995 年以来影响三亚的台风中，三亚附近风力达 12 级的有 7 次，其中，四次是在三亚海岸附近登陆，两次虽未在三亚附近登陆，但强度很大，中心距离三亚均小于 100km，强度均为超强台风，中心附近最大风速都在 14 级或以上，这种近距离经过的强台风对三亚海岸的影响应接近台风登陆影响。

近 20 年间，三亚海岸受 12 级台风影响的频率为 3 年左右一次，登陆频率为 5 年左右。1995 年以来影响项目的台风如图 8-3。进入该区域的热带气旋有西太平洋移入和南

海自生气旋两种，西太平洋移入的热带气旋强度较强。热带气旋影响期间，会伴随强风、暴雨、巨浪和风暴潮。本项目为水下休闲旅游项目，重在防护强热带气旋所造成的破坏和海洋灾害的危险，确保和维护生命财产的安全，因此项目运营过程中在热带气旋来临之际，均应停止接待游客，确保游客生命安全。



图 8-3 1995 年以来登陆(或严重影响)三亚的台风路径图

4.2 风暴潮

由于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，在三亚沿岸基本上是离岸风，并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。

较大的风暴潮，特别是风暴潮和天文潮高潮叠加时，会引起沿海水位暴涨，海水倒灌，狂涛恶浪，泛滥成灾，因此项目在营运期间收到气象部门及海洋预报台发布的风暴潮预警后，应果断停止营业，确保游客生命安全。

4.3 人为事故风险分析

4.3.1 触礁事故

半潜船、玻璃底船等观光船在运行过程中，可能发生运营不当，碰触珊瑚礁的事故。一旦运营船只碰触珊瑚，后果是非常严重的，会造成大量珊瑚破碎死亡。必须做好防范措施，严谨运营船只在浅水区运营，玻璃底船限制在 1.5m 以深的区域，半潜船限制在 4.0 米以深的区域，避免发生碰触珊瑚的事件。为了更好的避免触礁事故的发生，亚龙湾海底世界旅游公司可以考虑根据水深条件预先安排好各种船只的航线路线及活动区域，同时确保各船舶人员取得驾驶资质。

4.3.2 水下事故

水下观光活动一旦出事，是非常严重的，必须做好防范措施。严禁项目实施单位擅自扩大潜水安全区，严禁无关船舶进入作业水域；在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施。

加强和协调航运交通，把安全生产提到重要议事议程上来，事故一旦发生，应立即采取有效措施，最大程度地降低事故造成的影响。

4.3.3 溢油事故

海上活动的游船排放含油污水是非常有限的，可能对水体造成影响的是事故排放漏油，溢油事故对水环境的影响较大，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，那些对污染抵抗性弱的种类将会减少或消失，从而破坏生态平衡。

尽管海上活动的船只主要为游船活动，船只事故溢油的几率很小，但也应避免事故的发生。

九、环境保护对策措施与环境影响评价结论

1 环境保护对策措施

1.1 水污染防治对策措施

(1) 现有防治对策措施

①游客冲淡房设置在岸基区域，污水直接排入市政污水管道。

潜水平台设有临时厕所，冲厕污水回收至污水箱，每天下班后通过船舶运送回收至岸基纳入市政污水管网进入亚龙湾污水处理厂处理达标后中水回用，浇灌绿化地，不外排。

②营运船只每天开航前靠泊码头，使用油泵将油料一次性过驳至油厢，加油全程有船员监督，且油厢留有余量空间不加满，不存在油料溢漏污染问题。所有营运船只每年到三亚港海南洛源游艇服务公司上排维护保养2次，机舱油污水集中回收至岸基油污水桶，由具备相关回收资质的三亚华利清污公司定期回收处理。

③为降低柴油动力船舶对海洋环境的影响，今后新建船舶项目将逐渐采用电力推进等新能源为船舶动力，目前，第一艘采用电力推进的新能源客船“寰岛云帆”轮已交付业主单位，即将投入运营。

(2) 建议新增措施

购置一定数量的围油栏和吸油毡等溢油应急设施和材料，并根据防止船舶污染应急预案（附件8），定期开展溢油应急演练，使自身具有快速处理小型溢油事故的能力。

1.2 固体废物污染防治对策措施

(1) 现有防治对策措施

①公司实行船舶垃圾回收措施，禁止员工向海里丢弃垃圾；倡导观光游客文明旅游，不随手扔垃圾。

②每艘营运船只上均配备垃圾桶，对产生的垃圾集中打包，下班后由员工运送至岸基回收。

(2) 建议新增措施

建议采取宣传教育、市场调节等多种方式，加强对游客和工作人员教育，增强环境保护意识，采取有效措施对游客潜水使用的咬嘴等固体废物及时回收，保证项目用海产生的固废

对周围海洋环境的零污染。

1.3 珊瑚礁及其生境保护对策措施

(1) 现有保护措施

①落实船艇观光区东排的 A 区与西排的 C 区进行季节性轮休互换的自然养护措施,根据每年季风的情况,每半年轮换一次,可以给珊瑚一个恢复的时间,最大限度减少珊瑚礁的影响。

② 协助保护区管理处巡视、驱赶盗采珊瑚和违规捕捞等行为。

③业主应继续履行与保护区管理处签订的保护协议规定的保护管理责任和义务,照章经营,控制游客规模。

(2) 建议补充措施

① 开展旅游活动对珊瑚礁及其生态影响的相关科研工作

A 开展旅游活动对珊瑚礁及其生态影响的调查评估

适度旅游开发虽然促进珊瑚礁保护,但长期旅游活动必然会给珊瑚礁及其生态环境带来一定影响。建立起资源环境监测体系,对旅游区内的自然资源和自然环境,定期进行跟踪监测和评估,及时掌握发展变化情况,并提出解决的方案。

B 开展旅游项目的环境容量研究

根据亚龙湾片区实验区适度开发的要求,保护管理处应加强对水下旅游项目的控制和游客容量的控制,并进行日常监督管理,限制未审批项目,保证游客在限定的容量范围内,减少对保护区的影响。业主单位开展的水下旅游项目要精而高标准,并严格按照规划所确定的容量对玻璃船底观光、体验式潜水等水下旅游项目的游客容量进行控制。业主单位在亚龙湾区域的旅游经营活动游客总接待量最大不得超过 1200(人/天)。

C 开展珊瑚礁恢复研究和实验工作

珊瑚礁潜水开发过程中,不可避免的受到自然和人为因素的干扰,出现珊瑚礁退化情况,开展珊瑚礁恢复研究和实验工作,对退化的区域的珊瑚礁利用珊瑚无性或有性繁殖培育出来的珊瑚进行修复实验。

② 政府引导企业处理好开发与保护的平衡关系

建议有关政府根据环境容量的研究结果,控制和监督企业开展的珊瑚礁旅游项目的类型、项目数量和每天游客容量;科学合理的引导企业进行观光、潜水点等轮流更替,使珊瑚有较长时间恢复。

③ 禁止一切破坏珊瑚及其生态环境的行为活动

A 业主单位应加强对生活污水、生活垃圾及各类旅游船艇含油废水的收集、处理、处置，避免对项目海域内水质产生影响，进而影响到周围海域珊瑚的生长。

B 各项旅游活动应限制在用海范围内，对游客进行安全教育，严禁游客、工作人员采挖珊瑚和捕捉珊瑚礁生物的行为。

C 在船只活动频繁的区域应安装系锚浮球，防止船只在珊瑚生长区抛锚。

D 业主单位须做好溢油风险的防范措施，对于编制好的应急预案，应定期演练，以便发生事故时可及时、熟练启动应急预案。

E 加强营运期海洋环境质量状况的跟踪监测，保护海域水质环境和生态环境。

F 业主单位应在海滩上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。

④ 提高工作人员和游客的珊瑚礁生态意识与保护观念

珊瑚礁旅游活动过程，直接或间接接触珊瑚礁的人员是游客、工作人员，由于个人认知、修养等不同，往往不可避免的产生影响和破坏珊瑚礁的行为，因此要加强对游客、工作人员的珊瑚礁保护宣传和教

2 风险事故防范对策措施

目前，业主单位已编制有《防台风专项应急预案》（附件 5）、《船舶救生应急措施》（附件 6）、《人员落水应急措施》（附件 7）和《船舶防油污应急措施》（附件 8）。针对项目存在的风险事故，除参照以上应急预案外，项目续用海期间还需采取一下措施。

（1）自然灾害风险防范措施

①4~11 月为热带气旋影响季节，运营期对用海项目各类设施都要作好防台风的安全措施，切实加强监管。

②业主单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨、大雾等气象灾害的措施，当台风来临时，需按照防台要求对潜水平台、船艇进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失和环境损害。

③业主单位应加强对灾害性天气条件下各类船只的水上交通安全监管，不得超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。当海上风力达到 5-6 级以上时，为确保游客安全和保护珊瑚，应停止任何形式的海上娱乐活动。

④ 建议业主单位定期根据已制定的应急预案开展相关应急演练工作，在突发风险事故时最大限度地减少人员伤亡、财产损失和社会影响。

(2) 碰撞、溢油防范措施

① 业主单位应加强对船艇航行的管理，应对各类旅游船艇进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要装备和有关资质的检查和确认。

② 业主单位均应制定防范恶劣天气和海况措施，船艇航行及相关作业应在适航的天气条件下进行。

③ 妥善收集、安全处置船舶含油废水、生活污水等，严禁将污水直排入海，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

④ 业主单位应制定溢油应急预案，主要内容包括应急组织、应急设备、应急处理措施、应急监测、通讯联络和人员培训与演练。一旦发生碰撞事故，业主单位应立即根据溢油应急预案开展相关污染防治和救援工作。

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项目用海期间周围海域的环境变化情况，为本项目的环境管理提供科学依据。本项目为续用海项目，因此，本次评价环境监测主要为营运期环境监测。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) 水质监测

① 监测站位布设：参考 2018 年水质调查站位，在项目用海区周边海域布设 8 个站位，站位布置示意图见图 9-1。

② 监测项目：粪大肠菌群、COD、无机氮、SS、石油类及 Hg、Pb 等重金属。

③ 监测频率：每年监测一次。

(2) 沉积物监测

① 监测站位布设：在水质监测站位中选取 6 个站位。

② 监测项目：硫化物、石油类、有机碳、Pb、Hg 等重金属。



图 9-1 海洋环境监测站位布置示意图

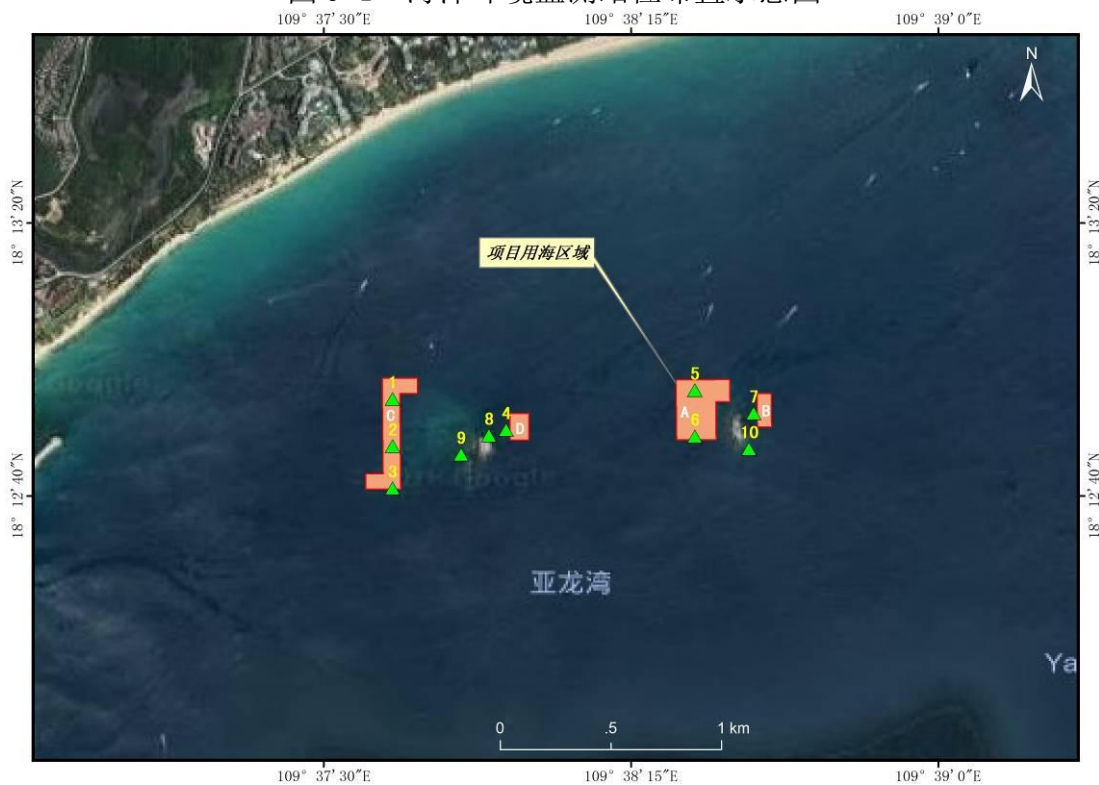


图 9-2 珊瑚资源调查站位布置示意图

③ 监测频率：每年监测一次。

(3) 海洋生物监测

① 监测站位：与沉积物站位相同。

② 监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物。

③ 监测频率：每年监测一次。

(4) 珊瑚礁资源调查

① 监测站位：按原有调查监测站位布设，见图 9-2 所示。

② 监测项目：调查内容主要为珊瑚礁生态系统，包括珊瑚种类、珊瑚覆盖度、珊瑚死亡率、珊瑚补充量、软珊瑚种类、底质类型、大型藻类、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类等。

③ 监测频率：每年调查一次。

(5) 执行单位和监督单位

执行单位：委托有资质的监测站具体执行。

监督单位：可由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。

4 环保投资费用

根据已采取和需要新增的污染防治措施提出以下方面的环保投资，包括水污染和固体废物污染防治措施费用、环境污染事故应急设施费用、生态补偿费用和跟踪监督费用等。续用海期限内（3 年）本项目潜水活动造成海洋生态损失总费用约为 92.61 万元。经计算，项目续用海期间各污染防治措施和珊瑚资源保护等实施费用约为 115.61 万元，见表 9-3。

表 9-3 续用海期限内的环保投资估算表

项目	环保设施或措施	预期效果	投资(万元)	备注
固废	每艘营运船只上均配备垃圾桶，对产生的垃圾集中打包	一日一清，下班后由员工运送至岸基回收	—	已有
污水	含油污水处理	经收集后交由三亚华利清污有限公司接收处理	3.0	续期内(1.0 万元/年，续期用海期限按 3 年计)
	潜水平台设有临时厕所，冲厕污水回收至污水箱，	每天下班后回收至岸基排入市政污水管道	—	已有
环境污染事故	围油栏、吸油毡等	处理船艇油污污染事故	6	不够部分利用三亚港区已配备的溢油应急设备
生态损失补偿	珊瑚礁生态保护和修复	保护和恢复珊瑚礁生态资源	92.61	根据生态补充计算得出
跟踪监测	水质、沉积物、生物等监测	监测珊瑚生长所需环境要素的变化情况	6	续期内（2 万元/项）
	珊瑚礁监测	跟踪监测项目用海区域珊瑚礁资源的状况	8	续期内(8 万元/次)
合计			115.61	

2 环境影响评价结论

2.1 环境质量现状评价结论

(1) 海水水质现状评价结论

项目周边海域的水质满足第一类海水质量标准和海洋功能区环境质量管理要求。项目区水环境状况自 2015 年以来一直保持在优良水平，能够满足本项目对海水水质的需求。项目运营过程中需要严格管理，保障项目海域水质环境质量。

(2) 海洋沉积物现状评价结论

项目周边海域的沉积物质量满足第一类海洋沉积物质量标准和海洋功能区环境质量管理要求。自 2015 年以来沉积物质量变化不大，一直保持优良水平。

(3) 海洋生态现状评价结论

亚龙湾监测区浮游植物种类繁多，种间比例均匀，群落结构较为稳定；浮游动物种间比例均匀，群落结构较为稳定；底栖生物多样性指数和均匀度指数较高。

(4) 珊瑚资源现状评价结论

本次调查到造礁石珊瑚 10 科 32 种，西排 27 种，东排 28 种，西排优势种为精巧扁脑珊瑚、澄黄滨珊瑚、疣状杯形珊瑚等，常见的珊瑚有多孔鹿角珊瑚、丛生盔形珊瑚、标准蜂巢珊瑚等。优势种为丛生盔形珊瑚、疣状杯形珊瑚、澄黄滨珊瑚，常见的珊瑚有精巧扁脑珊瑚、标准蜂巢珊瑚、多孔鹿角珊瑚等东排优势种为多孔鹿角珊瑚、疣状杯形珊瑚，常见的珊瑚有丛生盔形珊瑚、精巧扁脑珊瑚、澄黄滨珊瑚、标准蜂巢珊瑚等。

统计结果显示亚龙湾生态旅游活动西排 C 区珊瑚覆盖率为 16.63%，其中造礁石珊瑚覆盖率 5.13%，软珊瑚覆盖率 11.50%，珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质类型主要有礁石，比例为 83.38%，砂所占比例 0.00%；珊瑚补充量为 1.75ind/m²。

西排 D 区珊瑚覆盖率为 19.75%，其中造礁石珊瑚覆盖率 4.25%，软珊瑚覆盖率 15.50%，珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质类型主要有礁石，比例 80.25%，砂所占比例为 0.00%；珊瑚补充量为 2.00ind/m²。

东排 A 区，珊瑚覆盖率 26.00%，其中造礁石珊瑚覆盖率为 23.50%，软珊瑚覆盖率为 2.50%。珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质类型主要为礁石，比例为 74.00%；

珊瑚补充量为 1.50ind/m²。

东排 B 区，珊瑚覆盖率 33.00%，其中造礁石珊瑚覆盖率为 14.00%，软珊瑚覆盖率为 19.00%。珊瑚死亡率为 0.00%，病害发生率为 0.00%；底质类型主要为礁石，比例为 67.00%；珊瑚补充量为 1.50ind/m²。

2.2 环境影响评价结论

(1) 对水文动力和地形地貌与冲淤环境的影响分析结论

本项目用海方式为开放式，无构筑物用海，平台等旅游服务设施均是透空式结构，项目续用海拟保持现有用海面积和用海规模，不新增海上构筑物和其他用海活动，不改变潮流场现状，基本不会对周边潮流场产生影响。

潜水平台和综合平台等配套设施的结构均为透空式的，对附近海域的流场和海浪影响很小，也不会改变岛礁海岸和地形，相应地不会改变泥沙运动趋势，因此，本项目对周边地形地貌冲淤环境的影响较小。

(2) 对海洋水质的影响分析结论

本项目所开展的水下旅游项目，包括体验式潜水、船潜、浮潜、半潜船海底观光、透明底船海底观光、潜水观光和水下照相摄像，这些项目均为观光类型的项目，基本不产生污染物对水体造成影响。同时冲浴室只为游客提供简单的淡水冲淋，属清净下水，且冲淡房设置在岸基区域；平台冲厕水收集至回收至污水箱，每天下班后，回收至岸基纳入市政污水管网进入亚龙湾污水处理厂处理达标后中水回用，浇灌绿化地，不外排，对海域水质无影响。

本项目营运船只产生的含油污水量很小，且所有营运船只每年到三亚港海南洛源游艇服务公司上排维护保养 2 次，机舱油污水集中回收至岸基油污水桶，由具备相关回收资质的三亚华利清污公司定期回收处理，对环境影响相对较小。

(3) 对沉积物的影响分析结论

根据历年沉积物质量监测结果，本项目这些年的运营对海洋沉积物的影响很小。

(4) 对海洋生态环境的影响分析结论

项目运营期间，由于人类水下旅游活动的影响，游泳生物会相应回避，可能会使项目海域的游泳生物量、群落组成产生一定变化，但一般不会对海洋生物产生较大影响。

业主单位在前期运营过程中，并未发生溢油污染事故，但业主单位在后期运营时仍要加

强船只安全管理，船只维修保养过程中产生的残油、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，配备一定数量的围油栏、吸油毡等溢油应急设备，制定溢油应急措施，减少溢油对海洋环境的危害。

(5) 对珊瑚礁生态敏感区的影响分析结论

本项目为续用海项目，不新增海上构筑物和其他用海活动，对附近海域潮流场、波浪、余流等基本没有影响，运营过程中会维持甚至加大污染防治力度，不会对珊瑚礁生境造成影响，因此对珊瑚礁的影响很小。

针对项目特性及项目所涉及的海上活动内容，对珊瑚礁的影响分析如下：

(1) 东排综合活动区 A

开展船艇观光与潜水经验活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜项目。半潜船和透明底船海底观光，船只本身不会碰到珊瑚，不会对珊瑚造成直接的伤害，且船速较小，水流扰动和噪音也基本不会对珊瑚本身产生影响。

(2) 东排潜水区 B

开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目。浮潜，与水肺潜水相同位置开展。该项活动游客带浮潜镜，穿浮潜衣在海水表面观赏海底珊瑚，基本不会触碰到海底珊瑚，对珊瑚生态基本不产生影响。水肺潜水，在所布设的潜水点内，一般在水深 2-4m 左右的近岸海域。可能会触摸踩踏珊瑚。潜水教练带着游客下水，下水前进行培训，增强游客对珊瑚的保护意识。船潜，主要开展水肺潜水，船潜船到指点定位置需要固定，由三亚保护区管理处现有的进口设备安装系锚浮球两个，以固定船只，避免抛锚对珊瑚造成直接破坏。水下照像摄像，两名潜水员协助游客进行，也避免了踩踏到海底珊瑚。

(3) 西排综合活动区 C

开展半潜船和透明底船观光及潜水经营活动，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目。同时综合活动区 A 区和 C 区不同时营业，季节性调整轮换，这样做有利于较少游客活动对珊瑚的影响。根据本次调查，综合活动区珊瑚生长良好，覆盖度均有明显上升，可以按照此模式继续经营。

(4) 西排潜水区 D

开展潜水经营活动，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目。水肺潜水项目下水前潜水教练会对游客进行教育，避免了游客对珊瑚的破坏。浮潜时游客穿浮潜衣在海水表面观

赏海底珊瑚，不许触碰到海底珊瑚，水下照像摄像，是在潜水员协助下进行，不会踩踏珊瑚，因此旅游活动对珊瑚生态基本不产生影响

2.3 综合评价结论

综上所述，经过对本项目用海海域和用海活动进行实地踏勘、资料收集和调查研究以及综合分析，本项目用海活动符合所在海域海洋功能区划，没有违反生态保护红线管理的相关规定。项目所在海域的资源环境可以满足本项目续用海需求。项目运营期所采取的各项环保措施基本可行。项目用海活动对海洋水动力、地形地貌、水质、沉积物、生态环境影响很小。由于影响本项目珊瑚生态的因素很多，包括捕捞、盗采、长棘海星等敌害生物，加上本项目用海活动，不可避免会对珊瑚及其生境造成一定的影响。相对于其他因素，本项目用海活动对珊瑚及其生境的影响相对较小。**从海洋环境保护和珊瑚资源可持续利用角度来看，本项目的续用海活动是可行的。**

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:

审查部门公章

经办人(签名):

年 月 日

审批意见表

审批意见：

经办人(签字)：

审批部门公章

年 月 日

附件

附图1 海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目宗海位置图

附图2 海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目宗海界址图

附表1 2018年10月项目周边海域水质监测结果

附表2 2018年10月项目周边海域水质标准指数表

附表3 项目周边海域沉积物监测结果

附表4 项目周边海域沉积物标准指数表

附录1 浮游植物种类名录

附录2 浮游动物种类名录

附录3 底栖动物种类名录

附录4 潮间带种类分布表

附录5 亚龙湾西排区造礁石珊瑚种类

附录6 亚龙湾东排区造礁石珊瑚种类

附件1 资料来源说明

附件2 委托书

附件3 原海域使用权证（不动产证）

附件4 相关政府部门对本项目的批复文件

附件5：防台风专项应急预案

附件6：船舶救生应急措施

附件7：人员落水应急措施

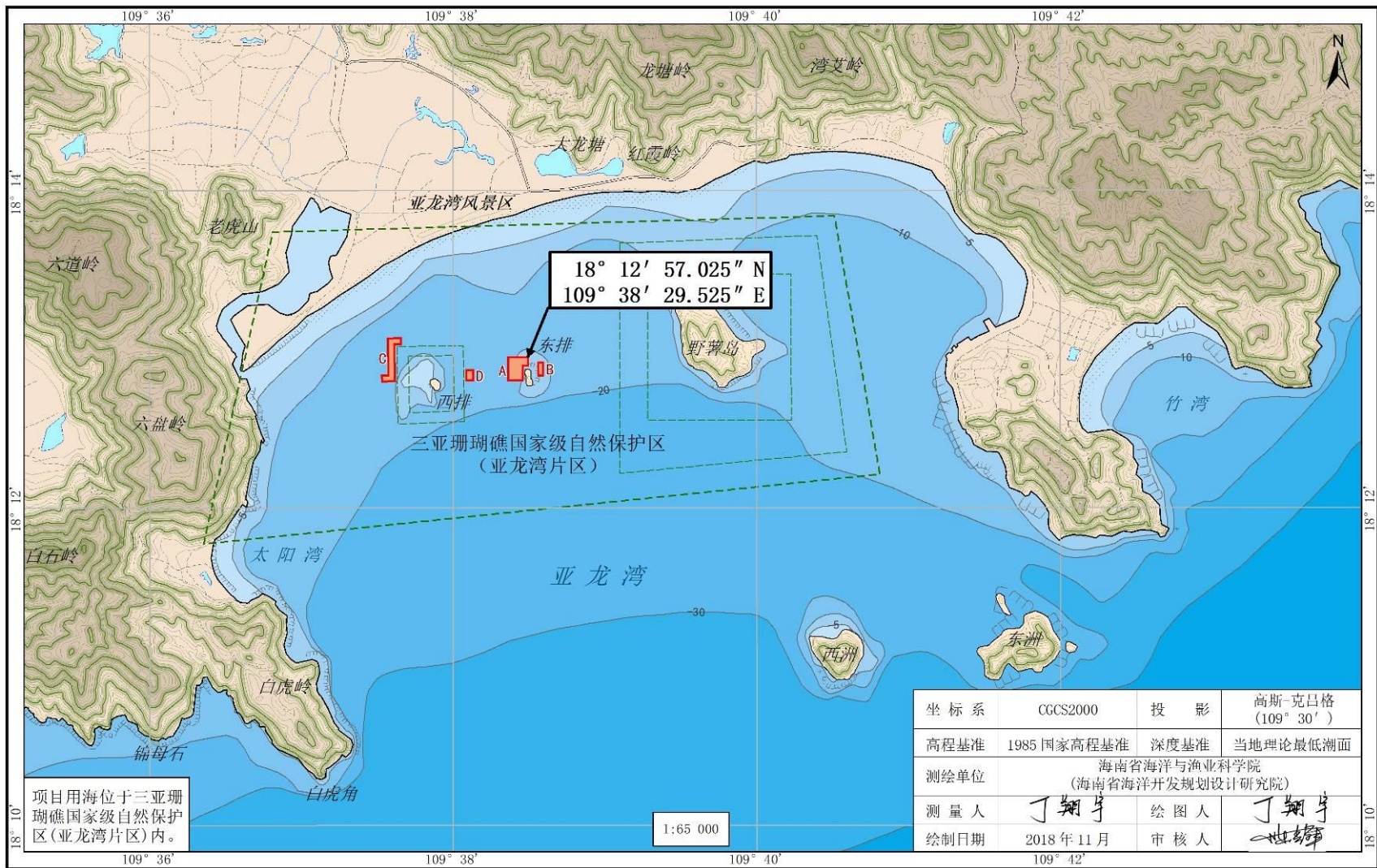
附件8：船舶防油污应急措施

附件9：评审意见及专家签到表

附件10：修改说明

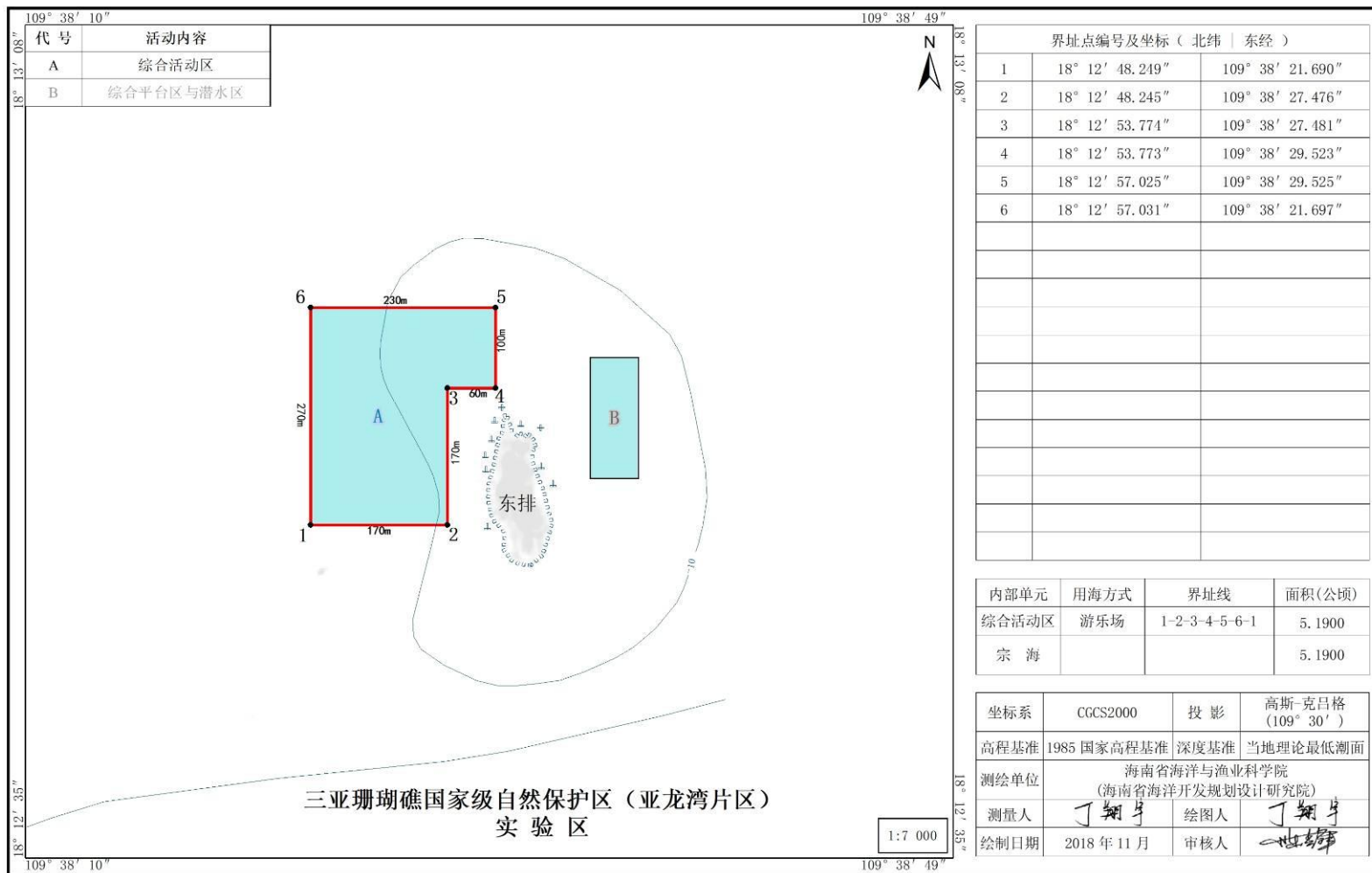
附件11：复核意见

附图1 海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目宗海位置图

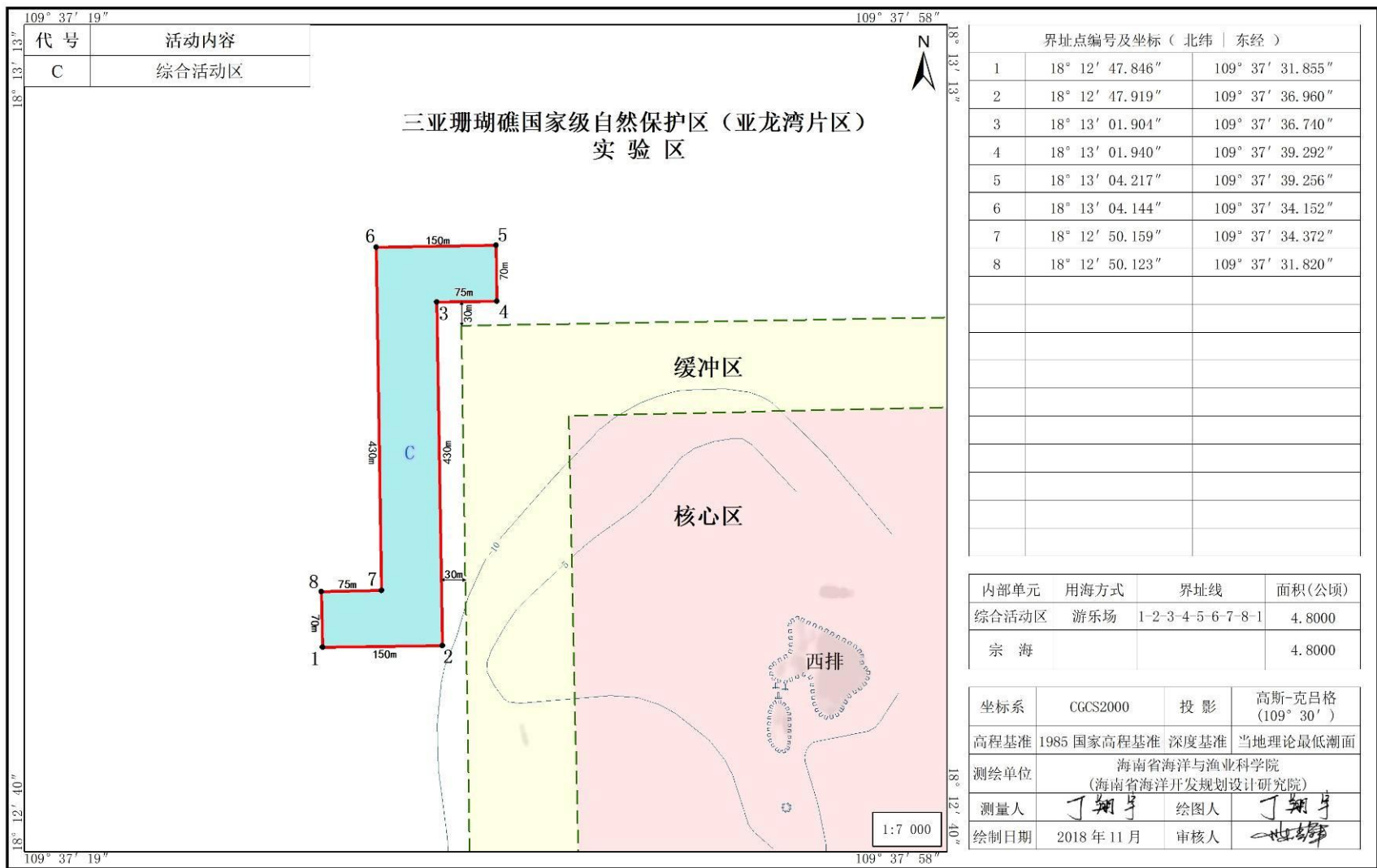


附图2 海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目宗海界址图

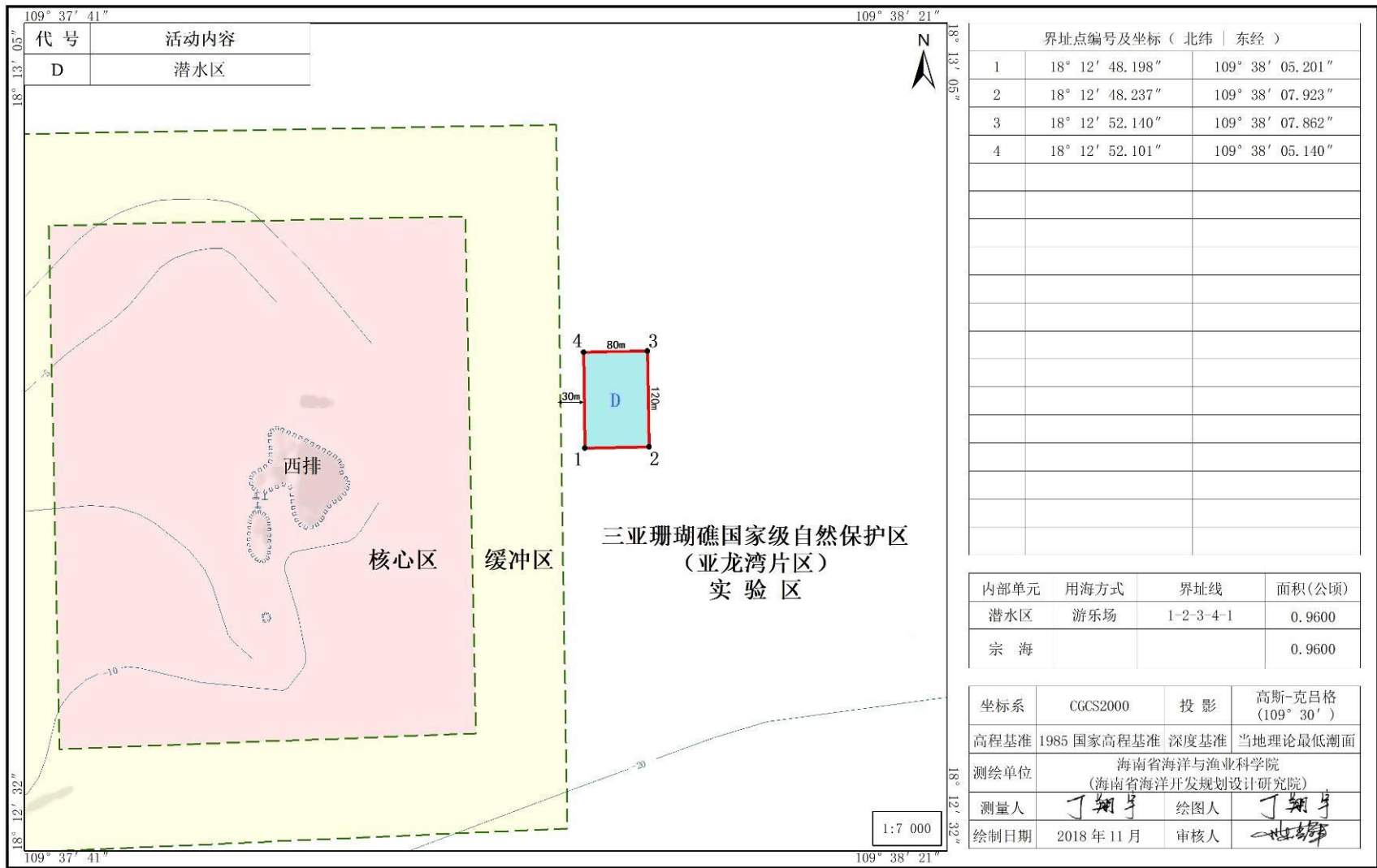
海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目（A区）宗海界址图



海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目（C区）宗海界址图



海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目（D区）宗海界址图



附表1 2018年10月项目周边海域水质监测结果

站位	层次	水温 ℃	pH	盐度	DO mg/L	COD _{Mn} mg/L	硝酸盐 mg/L	亚硝酸盐 mg/L	氨氮 mg/L	无机氮 mg/L	活性磷酸 盐 mg/L	SS mg/L
1	表	28.2	8.15	32.736	7.25	0.54	0.020	0.0004	0.006	0.0264	0.003	8.86
2	表	28.2	8.20	33.072	7.34	0.45	0.021	0.0007	0.005	0.0267	未检出	7.50
	底	27.8	8.15	33.079	7.06	0.32	0.015	0.0005	0.006	0.0215	未检出	4.98
3	表	27.4	8.21	33.006	6.00	0.39	0.020	0.0013	0.01	0.0313	0.001	10.76
	底	27.4	8.18	32.982	6.81	0.40	0.018	0.0015	0.005	0.0245	0.002	12.28
4	表	28.2	7.97	33.136	7.05	0.44	0.008	0.0021	0.008	0.0181	0.002	12.16
5	表	27.6	8.22	32.620	7.46	0.40	0.021	0.0005	0.009	0.0305	0.001	21.40
	底	27.6	8.20	32.799	7.23	0.44	0.023	0.0006	0.009	0.0326	0.001	6.52
6	表	27.8	8.20	32.980	7.13	0.46	0.024	0.0011	0.009	0.0341	0.001	12.50
	底	27.8	8.15	32.475	7.90	0.38	0.023	0.0006	0.007	0.0306	0.002	16.14
7	表	28.2	8.21	33.067	7.00	0.40	0.023	0.0005	0.009	0.0325	0.001	12.66
	底	28.2	8.14	33.104	7.01	0.36	0.007	0.0007	0.005	0.0127	0.002	19.00
8	表	28.4	8.21	32.949	7.12	0.32	0.009	0.0006	0.009	0.0186	0.002	23.04
	底	28.4	8.16	32.928	6.51	0.35	0.013	0.0005	0.006	0.0195	0.003	13.70
9	表	27.4	8.16	33.017	6.40	0.42	0.025	0.0006	0.009	0.0346	0.001	11.70
	底	27.4	8.22	32.968	7.18	0.35	0.023	0.0004	0.007	0.0304	0.002	6.70
10	表	27.6	8.10	33.000	7.38	0.18	0.009	0.0003	0.010	0.0193	0.002	8.96
	底	27.6	8.10	32.957	7.55	0.20	0.029	0.0002	0.007	0.0362	0.001	8.76
11	表	28.1	8.17	33.081	7.50	0.30	0.012	0.0003	0.005	0.0173	0.003	8.98
	底	28.1	8.21	32.960	7.49	0.32	0.011	0.0009	0.005	0.0169	0.001	9.76

附表2 2018年10月项目周边海域水质标准指数表

站位	层次	pH	DO	COD _{Mn}	无机氮	活性磷酸盐
1	表	0.77	0.34	0.270	0.13	0.20
2	表	0.80	0.29	0.225	0.13	——
	底	0.77	0.44	0.160	0.11	——
3	表	0.81	1.00	0.195	0.16	0.07
	底	0.79	0.57	0.200	0.12	0.13
4	表	0.85	0.45	0.220	0.09	0.13
5	表	0.81	0.23	0.200	0.15	0.07
	底	0.80	0.35	0.220	0.16	0.07
6	表	0.80	0.41	0.230	0.17	0.07
	底	0.77	0.00	0.190	0.15	0.13
7	表	0.81	0.47	0.200	0.16	0.07
	底	0.76	0.47	0.180	0.06	0.13
8	表	0.81	0.41	0.160	0.09	0.13
	底	0.77	0.73	0.175	0.10	0.20
9	表	0.77	0.79	0.210	0.17	0.07
	底	0.81	0.38	0.175	0.15	0.13
10	表	0.73	0.27	0.090	0.10	0.13
	底	0.73	0.18	0.100	0.18	0.07
11	表	0.78	0.21	0.150	0.09	0.20
	底	0.81	0.22	0.160	0.08	0.07

附表3 项目周边海域沉积物监测结果

序号	站号	层次	项目测试结果		
			油类 ($\times 10^{-6}$)	有机碳 (%)	硫化物 ($\times 10^{-6}$)
1	1	表	3.03	0.08	5.28
2	2	表	11.27	0.33	4.21
3	4	表	3.54	0.18	8.88
4	6	表	3.04	0.51	22.81
5	7	表	4.57	0.63	23.71
6	8	表	34.89	1.02	19.58
7	9	表	14.33	0.70	35.69
8	10	表	13.33	1.24	55.35
平均值			11.00	0.59	21.94

附表4 项目周边海域沉积物标准指数表

站号	油类	有机碳	硫化物
1	0.01	0.04	0.02
2	0.02	0.17	0.01
4	0.01	0.09	0.03
6	0.01	0.26	0.08
7	0.01	0.32	0.08
8	0.07	0.51	0.07
9	0.03	0.35	0.12
10	0.03	0.62	0.18

附录1 浮游植物种类名录

中文名	拉丁文名	站位							
		1	2	4	6	7	8	9	10
硅藻门	<i>Bacillariophyta</i>								
优美辐杆藻	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	√	√	√	√	√	√	√	√
叉状辐杆藻	<i>Bacteriastrum furcatum</i>	√	√	√	√	√	√	√	√
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i> var. <i>hyalinum</i>	√	√	√	√	√	√	√	√
中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>	√		√	√			√	√
紧挤角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>	√	√	√	√	√		√	√
扁面角毛藻	<i>Chaetoceros compressus</i>		√		√	√	√		√
缢缩角毛藻	<i>Chaetoceros constrictus</i>		√						√
并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i> f. <i>decipiens</i>					√			
印度角毛藻	<i>Chaetoceros indicum</i>			√					
劳氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>					√			√
日本角毛藻	<i>Chaetoceros nipponica</i>				√				
暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i>			√					
扭链角毛藻	<i>Chaetoceros tortissimus</i>	√	√	√	√		√		√
双凹梯形藻	<i>Climacodium biconcavum</i>				√		√	√	√
细弱圆筛藻	<i>Coscinodiscus subtilis</i>							√	
威利圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>	√							
薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>	√	√	√	√	√	√	√	√
哈氏半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>		√						
环纹娄氏藻	<i>Lauderia annulata</i>				√			√	
舟形藻	<i>Navicula</i> spp.			√					√
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>	√						√	√
洛氏菱形藻	<i>Nitzschia lorenziana</i> var. <i>lorenziana</i>	√	√						
海洋斜纹藻	<i>Pleurosigma pelagicum</i>		√		√	√	√		√

续表

中文名	拉丁文名	站位							
		1	2	4	6	7	8	9	10
尖刺伪菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>								√
细长翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata gracillima</i>							√	
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata f. genuina</i>			√		√			√
翼根管藻印度变种	<i>Rhizosolenia alata indica</i>				√				
距端根管藻	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>		√						
螺端根管藻	<i>Rhizosolenia cochlea</i>		√	√	√	√		√	√
透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i>	√				√	√		√
覆瓦根管藻	<i>Rhizosolenia imbricata var. schiubsolei</i>		√			√	√	√	
粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>	√	√			√	√	√	√
斯托根管藻	<i>Rhizosolenia stouterfothii</i>	√		√			√	√	√
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>					√		√	√
笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosolenia styliformis var. latissima</i>			√		√	√		√
优美旭氏藻	<i>Schröderella delicatula f. delicatula</i>		√					√	
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>								√
泰晤士扭鞘藻	<i>Streptothece thamesis</i>								√
针杆藻	<i>Synedra spp.</i>					√			
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>			√		√			
甲藻门	<i>Pyrrophyta</i>								
马西里亚角藻原变种	<i>Ceratium massiliense var. massiliense</i>					√			
兀鹰角藻日本变种粗壮变型	<i>Ceratium vultur var. japonicum f. robustum</i>								√
兀鹰角藻苏门答腊变种	<i>Ceratium vultur var. sumatranum</i>								√
兀鹰角藻原变种原变型	<i>Ceratium vultur var. vultur</i>					√			
波氏角藻	<i>Ceratium boehmii</i>								√
短角藻原变种	<i>Ceratium breve var. breve</i>					√			√

续表

中文名	拉丁文名	站位							
		1	2	4	6	7	8	9	10
偏转角藻	<i>Ceratium deflexum</i>			√			√	√	√
叉状角藻原变种	<i>Ceratium farca</i> var. <i>furca</i>							√	
梭角藻原变种	<i>Ceratium fusus</i> var. <i>fuscus</i>		√			√		√	√
瘤壁角藻异角变种	<i>Ceratium gibberum</i> var. <i>dispar</i>							√	√
羊角角藻原变种	<i>Ceratium hircus</i> var. <i>hircus</i>	√							
大角角藻橡实变种	<i>Ceratium macroceros</i> var. <i>gallicum</i>			√				√	√
波状角藻	<i>Ceratium trichoceros</i>	√	√	√	√	√			√
锚角藻印度变种	<i>Ceratium triops</i> var. <i>indicum</i>							√	
锚角藻原变种	<i>Ceratium triops</i> var. <i>triops</i>		√						
勇士鳍藻	<i>Dinophysis miles</i>		√		√	√		√	√
不称翼藻	<i>Diplopsalis asymmetrica</i>					√			
中距鸟尾藻	<i>Ornithocercus thumii</i>		√			√			
扁平多甲藻	<i>Peridinium depressum</i>	√			√				√
海洋多甲藻	<i>Peridinium oceanicum</i>	√				√	√	√	√
斯氏多甲藻	<i>Peridinium steinii</i>							√	
墨氏多甲藻	<i>Protoperidinium marieleboureae</i>							√	
菱形梨甲藻	<i>Pyrocystis rhomboides</i>							√	
粗梨甲藻	<i>Pyrocystis robusta</i>							√	
斯氏扁甲藻	<i>Pyrophacus steinii</i>				√				
蓝藻门	<i>Cyanophyta</i>								
红海束毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>			√	√	√		√	√
汉氏束毛藻	<i>Trichodesmium hildebrandtii</i>	√	√		√	√	√		√
铁氏束毛藻	<i>Trichodesmium thiebautii</i>							√	

注：“√”为出现种类

续表

类别	中文名字	拉丁文名	站位							
			1	2	4	6	7	8	9	10
肉足虫类	透明等棘虫	<i>Acanthometra pellucida</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>		√	√	√	√	√	√	
	两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>				√				
	四叶小舌水母	<i>Liriope tetraphylla</i>			√	√	√	√	√	√
	细颈和平水母	<i>Eirene menoni</i>								√
	半球美螅水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>	√		√		√	√	√	
管水母类										
	小拟多面水母	<i>Abylopsis eschscholtzi</i>				√			√	
	大西洋五角水母	<i>Muggiaea atlantica</i>			√					
	拟细浅室水母	<i>Hensia subtiloides</i>	√	√	√	√		√	√	√
	双生水母	<i>Diphyes chamissonis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√
枝角类										
	鸟喙尖头蚤	<i>Penilla avirostris</i>		√	√	√				
浮游幼体										
	长尾类幼体	Macrura larva		√		√	√		√	√
	短尾类幼体	Brachyura larva		√	√	√		√	√	
	多毛类幼体	Polychaeta larva		√						
	棘皮动物幼体	Echinodermata larva			√		√	√	√	
其他	鱼卵	Fish egg		√	√				√	
	仔鱼	Fish larvae			√				√	

注：“√”为出现种类

附录3 底栖动物种类名录

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站位								
				1	2	4	6	7	8	9	10	
环节动物												
	齿吻沙蚕科	双鳃内卷齿蚕	<i>Aglaophamus dibranchis</i>					√				
	海蛹科	角海蛹	<i>Ophelina acuminata</i>		√	√	√	√	√			
	海稚虫科	奇异稚齿虫	<i>Paraprionospio pinnata</i>			√	√				√	
	海锥虫科	锥稚虫	<i>Aonides oxycephala</i>		√		√		√	√		
	矾沙蚕科	滑指矾沙蚕	<i>Eunice indica</i>		√		√					
	角吻沙蚕科	色斑角吻沙蚕	<i>Goniada maculata</i>		√							
	鳞沙蚕科	三叉鳞虫	<i>Hermonia hystrix</i>				√					
	毛鳃虫科	梳鳃虫	<i>Terebellides stromii</i>									√
	沙蚕科	背褶沙蚕	<i>Tambalagamia fauveli</i>				√		√			
	丝鳃虫科	刚鳃虫	<i>Chaetozone setosa</i>			√		√	√			
	索沙蚕科	短叶索沙蚕	<i>Lumbrineris latreilli</i>		√							
	索沙蚕科	纳加索沙蚕	<i>Lumbrineris nagae</i>									√
	吻沙蚕科	头吻沙蚕	<i>Glycera capitata</i>								√	
	锡鳞虫科	埃刺梳鳞虫	<i>Ehlersileanira incisa</i>									√
	仙虫科	海毛虫	<i>Chloeia flava</i>				√		√			
	小头虫科	背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>				√		√	√		
	蛭龙介科	西方似蛭虫	<i>Amaeana occidentalis</i>				√	√				
	竹节虫科	相拟节虫	<i>Rrarillella cf. affinis</i>								√	
	锥头科	红刺尖锥虫	<i>Scoloplos rubra</i>			√						
棘皮动物	盾海胆	绿盾海胆	<i>Clypeaster virescens</i>	√								
	瓜参科	细五角瓜参	<i>Leptopentacta imbricata</i>				√					
	海星科	飞白枫海星	<i>Archaster typicus</i>					√				

续表

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站位										
				1	2	4	6	7	8	9	10			
	拉文海胆科	扁拉文海胆	<i>Lovenia subcarinata</i>	√										
	鳞蛇尾科	小棘真蛇尾	<i>Ophiura micracantha</i>				√							
	槭海星科	单棘槭海星	<i>Astropecten monacanthus</i>									√		
	砂海星科	砂海星	<i>Luidia quinaria</i>				√							
脊索动物														
	鳄齿鲛科	鳄齿鲛	<i>Champsodon capensis</i>											√
	鲆科	纤羊舌鲆	<i>Psettina iijimae</i>					√						√
	舌鳎科	大鳞舌鳎	<i>Cynoglossus macrolepidotus</i>					√						
	鲷科	卵鲷	<i>Solea ovata</i>									√		
	天竺鲷科	中线天竺鲷	<i>Ostorhinchus kiensis</i>					√	√					
	虾虎鱼科	尖尾鱼	<i>Oxyurichthys papuensis</i>											√
	虾虎鱼科	孔虾虎鱼	<i>Trypauchen vagina</i>									√		
	牙鲆科	少牙斑鲆	<i>Pseudorhombus oligodon</i>									√		
	鲷科	斑瞳鲷	<i>Inegocia guttata</i>				√	√	√					√
	鲷科	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>			√								
	鲈科	单指虎鲈	<i>Minous monodactylus</i>									√		
节肢动物														
	玻璃虾科	细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>					√						
	蝉虾科	粗糙蝉虾	<i>Scyllarus rugosus</i>									√		
	对虾科	须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>				√	√	√					√
	对虾科	中华仿对虾	<i>Parapenaeopsis sinica</i>	√										
	鼓虾科	短脊鼓虾	<i>Alpheus brevicristatus</i>						√	√				
	管鞭虾科	短足管鞭虾	<i>Solenocera comata</i>											√
	褐虾科	褐虾	<i>Cragon sp.</i>					√						

续表

门类	科名	中文名字	拉丁文名	站位								
				1	2	4	6	7	8	9	10	
	帘蛤科	沟纹巴非蛤	<i>Paphia exarata</i>	√								
	帘蛤科	三点光亮蛤	<i>Lioconcha trimaculata</i>	√								
	帘蛤科	细结帝汶蛤	<i>Timoclea subnodulosa</i>				√					
	马蹄螺科	美丽项链螺	<i>Monilea calliferus</i>	√								
	纳螺科	金刚螺	<i>Sydaphera spengleriana</i>				√					
	鸟蛤科	澳洲薄壳鸟蛤	<i>Fulvia australis</i>	√								
	扇贝科	长肋日月贝	<i>Amussium Pleuronectes</i>								√	
	塔螺科	黄短口螺	<i>Inquistor flavidula</i>								√	
	塔螺科	假奈拟塔螺	<i>Turricula nelliae spurius</i>								√	
	樱蛤科	半扭楔樱蛤	<i>Cadella semen</i>	√								
	樱蛤科	布目斜纹蛤	<i>Loxoglypta clathrata</i>	√		√						
	织纹螺科	节织纹螺	<i>Nassarius hepaticus</i>							√		
	紫云蛤科	射带紫云蛤	<i>Gari radiata</i>	√								
星虫动物												
	方格星虫科	裸体方格星虫	<i>Spunculus nudus</i>					√				
蛭虫动物												
	蛭科	短吻铲荚蛭	<i>Listriolobus brevirostvis</i>				√					

注：“√”为出现种类

附录4 潮间带种类分布表

门类	科名	中文名字	拉丁文名	断面 1			断面 2			断面 3		
				高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮
环节动物												
	矾沙蚕科	岩虫	<i>Marphysa sanguinea</i>			√						
	沙蚕科	梳齿沙蚕	<i>Nerita denhamensis</i>			√						
	小头虫科	背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>			√						
节肢动物												
	方蟹科	白纹方蟹	<i>Grapsus albolineatus</i>		√	√						
	方蟹科	褶皱相手蟹	<i>Sesarma plicata</i>		√	√						
	活额寄居蟹科	蓝绿细螯寄居蟹	<i>Clibanarius virescens</i>			√						
	笠藤壶科	鳞笠藤壶	<i>Tetraclita squamosa</i>			√						
	沙蟹科	痕掌沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>				√	√		√	√	
	扇蟹科	马氏毛粒蟹	<i>Pilumnopus makiana</i>			√						
	双眼钩虾科	沙钩虾	<i>Byblis sp.</i>			√						
软体动物												
	滨螺科	塔结节滨螺	<i>Nodilittorina trochoides</i>		√	√						
	骨螺科	粒核果螺	<i>Drupa granulata</i>			√						
	蚶蛤科	方形蚶蛤	<i>Isognomon nucleus</i>		√							
	菊花螺科	黑菊花螺	<i>Siphonaria atra</i>			√						
	帽贝科	龟甲虫戚	<i>Cellana grata</i>		√	√						
	平轴螺科	平轴螺	<i>Planaxis sulcatus</i>		√	√						
	蜒螺科	渔舟蜒螺	<i>Nerita polita</i>		√	√						

注：“√”为出现

附录5 亚龙湾西排区造礁石珊瑚种类

科名	拉丁文名	中文名	拉丁文名
杯形珊瑚科	Pocilloporidae	鹿角杯形珊瑚	<i>Pocillopora damicornis</i>
		疣状杯形珊瑚	<i>Pocillopora verrucosa</i>
		埃氏杯形珊瑚	<i>Pocillopora eydouxi</i>
鹿角珊瑚科	Acroporidae	圆突蔷薇珊瑚	<i>Montipora danae</i>
		壁垒蔷薇珊瑚	<i>Montipora circumvallata</i>
		叶状蔷薇珊瑚	<i>Montipora foliosa</i>
		粗野鹿角珊瑚	<i>Acropora humilis</i>
		壮实鹿角珊瑚	<i>Acropora robusta</i>
		风信子鹿角珊瑚	<i>Acropora hyacinthus</i>
		伞房鹿角珊瑚	<i>Acropora corymbosa</i>
		多孔鹿角珊瑚	<i>Acropora millepora</i>
铁星珊瑚科	Siderastreidae	毗邻沙珊瑚	<i>Psammocora contigua</i>
菌珊瑚科	Agariciidae	十字牡丹珊瑚	<i>Pavona decussata</i>
滨珊瑚科	Poritidae	澄黄滨珊瑚	<i>Porites lutea</i>
		二异角孔珊瑚	<i>Goniopora duofasciata</i>
枇杷珊瑚科	Oculinidae	丛生盔形珊瑚	<i>Galaxea fascicularis</i>
裸肋珊瑚科	Merulinidae	硬刺柄珊瑚	<i>Hydnophora rigida</i>
		腐蚀刺柄珊瑚	<i>Hydnophora exesa</i>
蜂巢珊瑚科	Faviidae	帛琉蜂巢珊瑚	<i>Favia palauensis</i>
		标准蜂巢珊瑚	<i>Favia speciosa</i>
		秘密角蜂巢珊瑚	<i>Favites abdita</i>
		五边角蜂巢珊瑚	<i>Favites pentagona</i>
		同双星珊瑚	<i>Diploastrea heliopora</i>
		中华扁脑珊瑚	<i>Platygyra sinensis</i>
		精巧扁脑珊瑚	<i>Platygyra daedalea</i>
褶叶珊瑚科	Mussidae	华贵合叶珊瑚	<i>Symphyllia nobilis</i>
木珊瑚科	DendroHylliidae	漏斗陀螺珊瑚	<i>Turbinaria crater</i>

附录 6 亚龙湾东排区造礁石珊瑚种类

科名	拉丁文名	种名	拉丁文名
杯形珊瑚科	Pocilloporidae	鹿角杯形珊瑚	<i>Pocillopora damicornis</i>
		疣状杯形珊瑚	<i>Pocillopora verrucosa</i>
鹿角珊瑚科	Acroporidae	叶状蔷薇珊瑚	<i>Montipora foliosa</i>
		圆突蔷薇珊瑚	<i>Montipora danae</i>
		粗野鹿角珊瑚	<i>Acropora humilis</i>
		强壮鹿角珊瑚	<i>Acropora valida</i>
		伞房鹿角珊瑚	<i>Acropora corymbosa</i>
		多孔鹿角珊瑚	<i>Acropora millepora</i>
		风信子鹿角珊瑚	<i>Acropora hyacinthus</i>
		铁星珊瑚科	Siderastreidae
菌珊瑚科	Agariciidae	十字牡丹珊瑚	<i>Pavona decussata</i>
滨珊瑚科	Poritidae	澄黄滨珊瑚	<i>Porites lutea</i>
		二异角孔珊瑚	<i>Goniopora duofasciata</i>
枇杷珊瑚科	Oculinidae	丛生盔形珊瑚	<i>Galaxea fascicularis</i>
裸肋珊瑚科	Merulinidae	腐蚀刺柄珊瑚	<i>Hydnophora exesa</i>
蜂巢珊瑚科	Faviidae	帛琉蜂巢珊瑚	<i>Favia palauensis</i>
		标准蜂巢珊瑚	<i>Favia speciosa</i>
		秘密角蜂巢珊瑚	<i>Favites abdita</i>
		五边角蜂巢珊瑚	<i>Favites pentagona</i>
		梳状菊花珊瑚	<i>Goniastrea pectinata</i>
		网状菊花珊瑚	<i>Goniastrea retiformis</i>
		同双星珊瑚	<i>Diploastrea heliopora</i>
		中华扁脑珊瑚	<i>Platygyra sinensis</i>
		精巧扁脑珊瑚	<i>Platygyra daedalea</i>
		褶叶珊瑚科	Mussidae
菌状合叶珊瑚	<i>Symphyllia agaricia</i>		
木珊瑚科	Dendrophylliidae	盘状陀螺珊瑚	<i>Turbinaria mantonae</i>
		漏斗陀螺珊瑚	<i>Turbinaria crater</i>

附件 1：资料来源说明

参考资料

[1] 王宝灿、陈沈良、龚文平等. 海南岛港湾海岸的形成与演变, 北京: 海洋出版社, 2006 年.

[2] 海南省海洋与渔业科学院. 《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响后评估报告》2015 年 10 月.

[3] 海南省海洋与渔业科学院. 《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司亚龙湾海域海洋生态旅游活动对保护区及其珊瑚礁生态影响后评估报告》2018 年 12 月.

[4] 海南省海洋开发规划设计研究院. 海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目海域使用论证报告书, 2012 年 10 月.

附件 2：委托书

委托书

山东海特环保科技有限公司：

我司在亚龙湾东排、西排两侧区域申请海域面积 11.85 公顷，主要开展潜水、半潜船、透明底船、潜艇观光及水下照相摄像等水下旅游的海洋生态观光项目。该海域使用权终止日期为 2018 年 11 月，由于我司仍需继续使用该海域，依据相关法律法规的规定和要求，现委托贵单位进行本项目的海洋环境影响评价工作。

特此委托！

海南亚龙湾
海底世界旅游有限公司
2018 年 11 月 12 日



附件 3: 原海域使用权权证(不动产证)

琼 (2016) 三亚市 不动产权第 0014339 号

权利人	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司
共有情况	单独所有
坐落	三亚国家级珊瑚礁自然保护区(亚龙湾片区)东排、西排周围海域
不动产单元号	460201 043005 GH00005 W00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	出让
用途	游乐场用海
面积	海域使用权面积 5.19公顷
使用期限	2015-11-19起2018-11-19止
权利其他状况	<p>项目性质: 经营性 使用方式及面积: 游乐场, 5.19公顷 海域等别: 三等 用海设施与构筑物: 平台 占用岸线:</p>

琼 (2016) 三亚市 不动产权第 0014216 号

权利人	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司
共有情况	单独所有
坐落	三亚国家级珊瑚礁自然保护区(亚龙湾片区)东排、西排周围海域
不动产单元号	460201 043005 GH00002 W00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	出让
用途	游乐场用海
面积	海域使用权面积 0.90公顷
使用期限	2015-11-19起2018-11-19止
权利其他状况	<p>项目性质：经营性 使用方式及面积：游乐场， 0.90公顷 海域等别：三等 用海设施与构筑物：平台、船舶 占用岸线：</p>

琼 (2016) 三亚市 不动产权第 0014338 号

权利人	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司
共有情况	单独所有
坐落	三亚国家级珊瑚礁自然保护区(亚龙湾片区)东排、西排周围海域
不动产单元号	460201 043005 GH00004 W00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	出让
用途	游乐场用海
面积	海域使用权面积 4.80公顷
使用期限	2015-11-19起2018-11-19止
权利其他状况	<p>项目性质: 经营性 使用方式及面积: 游乐场, 4.80公顷 海域等别: 三等 用海设施与构筑物: 平台、船舶 占用岸线:</p>

琼 (2016) 三亚市 不动产权第 0014337 号

权利人	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司
共有情况	单独所有
坐落	三亚国家级珊瑚礁自然保护区(亚龙湾片区)东排、西排周围海域
不动产单元号	460201 043005 GH00003 W00000000
权利类型	海域使用权
权利性质	出让
用途	游乐场用海
面积	海域使用权面积 0.96公顷
使用期限	2015-11-19起2018-11-19止
权利其他状况	项目性质: 经营性 使用方式及面积: 游乐场, 0.96公顷 海域等别: 三等 用海设施与构筑物: 平台、船舶 占用岸线:

附件 4：本项目相关的政府批文

海南省海洋与渔业厅文件

琼海渔〔2005〕16号

海南省海洋与渔业厅

关于在三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾片区内
开展适度旅游开发活动的批复

海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处：

你处“关于亚龙湾海底世界旅游有限公司申请在亚龙湾片区海域开展适度旅游开发活动的目的初审意见”（三珊字〔2004〕24号）收悉。根据《中华人民共和国自然保护区条例》等法规规定，经研究，现批复如下：

一、同意在三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾片区的实验

区内的指定区域由亚龙湾海底世界旅游有限公司开展半潜船观光、潜水和玻璃底船观光等旅游项目，旅游活动经营区总面积控制在7.618公顷以内。旅游经营期限为3年。经营期满，亚龙湾海底世界旅游有限公司如需继续开展旅游经营活动，须在本批复有效期满3个月前申请办理延续经营审批手续。

二、你处要切实加强对旅游开发活动的监督管理，科学指导在保护区内开展的适度旅游开发活动，根据保护区生态的承载能力建立容量控制制度，每年定期组织开展旅游开发活动对保护区生态的影响调查评估，评估结果按时报送省厅，必要时省厅可暂停或终止开发活动。

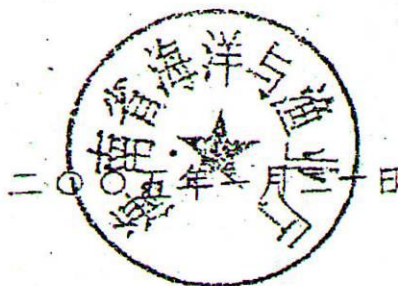
三、亚龙湾海底世界旅游有限公司在开展旅游开发活动的过程中，应制定有效的开发与保护方案，在保护区管理机构的指导下严格保护珊瑚礁及其生态环境，加强对公司从业人员的教育，配合保护区管理机构开展生态教育活动，使适度开发活动与生态保护有效结合，维护保护区的生态平衡。

四、亚龙湾海底世界旅游有限公司在保护区内的适度旅游开发活动的经营权不得转让、出租、抵押、转包他人和作价入股。

五、根据现行自然保护区法规，在自然保护区内开展适度旅游开发活动所得的部分收入应用于保护区的建设与保护事业，具体标准按适度开发项目的情况另行确定。

六、开展旅游开发经营的其它有关手续，由亚龙湾海底世界旅游有限公司按规定到相关部门办理。

请你处根据上述批复，与亚龙湾海底世界旅游有限公司签订协议书，报省厅备案。

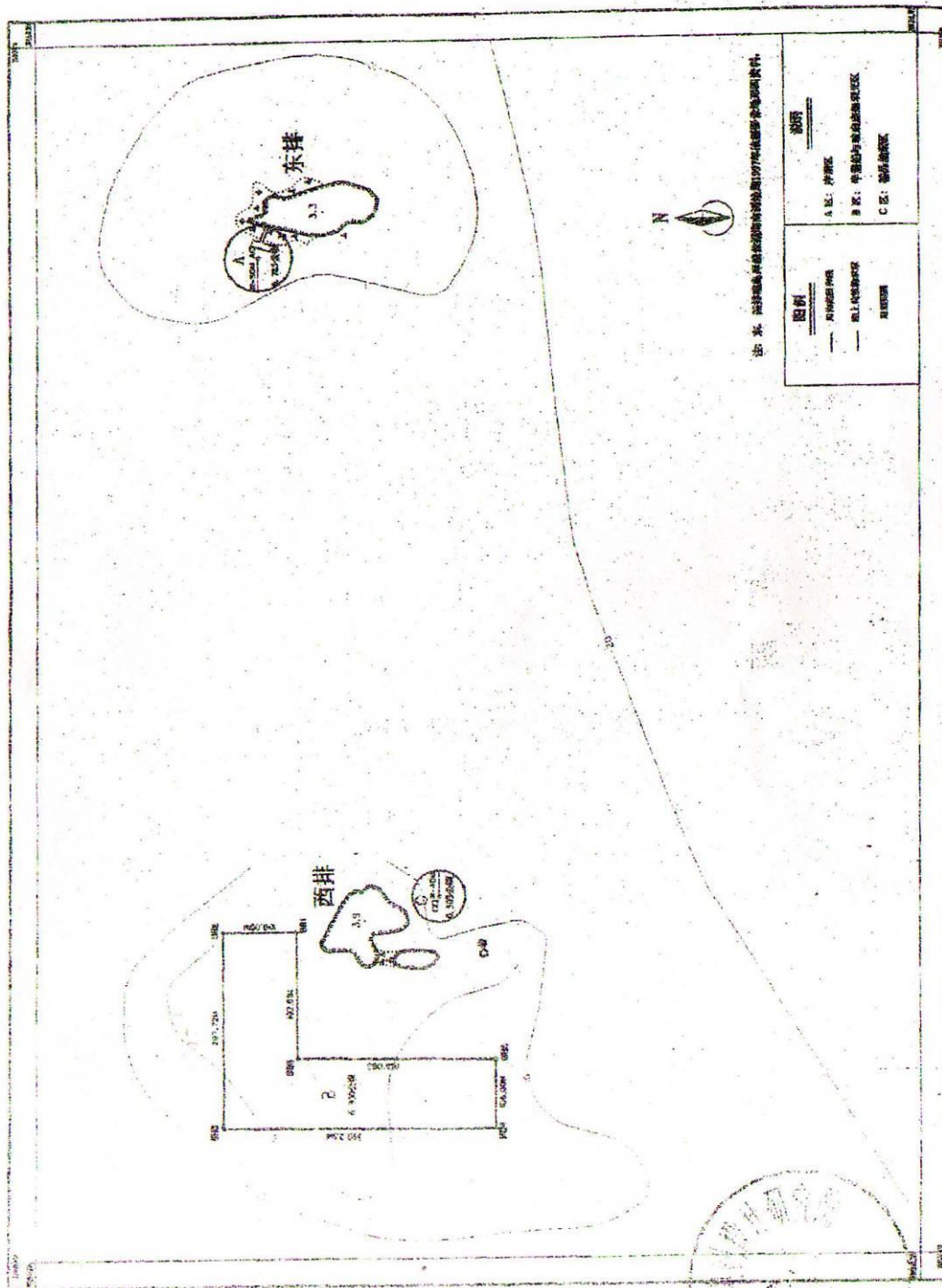


抄送：三亚市海洋与渔业局

海南省海洋与渔业厅办公室

2005年1月21日印发

共印6份



海南省海洋开发规划设计研究院

2004年12月测量
1954北京坐标系

1:8000

测量者：吴家信
审核者：陈善华

国家海洋局

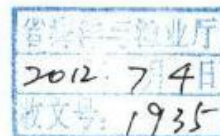
国海环字〔2012〕370号

关于同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司 在三亚珊瑚礁国家级自然保护区 延续开展旅游活动的批复

海南省海洋与渔业厅：

你厅上报的《关于上报海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区延续开展旅游活动申请的审查意见的请示》（琼海渔〔2012〕77号）收悉。经研究，批复如下：

一、鉴于项目建设单位已按照《自然保护区条例》和《关于进一步规范海洋自然保护区内开发活动管理的若干意见》等规定，委托有资质的单位进行了生态环境调查和项目环境影响评估，并通过你厅组织的审查，符合在海洋自然保护区试验区内开展旅游参观活动的有关规定。经研究，同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区延续开展半潜船观光、潜水、透明底船观光等旅游活动。



二、项目建设运营过程中，请你厅加强对项目的环境监测和监督管理，并要求有关单位加强生态资源保护，严格按照批准的项目内容、区域、期限、建设规模和运营方式实施，认真落实环境保护措施，不得对保护区实验区自然资源和生态环境造成破坏。项目建设规模和运营方式如有改变，必须重新报批。

三、项目涉及海域使用及海洋工程建设的，依照《海域使用管理法》、《海洋环境保护法》及《防治海洋工程建设污染损害海洋环境管理条例》等法律法规办理，并履行相关审批手续。



二〇一二年六月二十日

主题词：海洋 保护区 旅游活动 批复

公开方式：依申请公开

国家海洋局海洋环境保护司

2012年6月20日印发

校对入：卢晓燕

打印30份

海南省海洋与渔业厅文件

琼海渔函〔2012〕346号

海南省海洋与渔业厅 关于同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司 在三亚珊瑚礁国家级自然保护区 延续开展旅游活动的批复

海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处：

你处《关于报送海南亚龙湾海底世界旅游有限公司延续经营旅游项目申请的请示》（三珊〔2012〕7号）（以下简称《预申请请示》）收悉。经我厅审查，并报国家海洋局批准，同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司（以下简称海底世界公司）在三亚珊瑚礁国家级自然保护区（以下简称保护区）延续开展旅游活动。现就有关事项批复如下。

-1-

2012

8

9

2012.8.9

附件：国家海洋局《关于同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区延续开展旅游活动的批复》
(国海环字〔2012〕370号)



二〇一二年七月三十一日

海南省海洋与渔业厅办公室

2012年7月31日印发

共印3份

—2—

海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处文件

三册[2012]18号

签发人:余晓军

海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处 关于对在海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区亚龙湾区 域调整并延续开展旅游经营活动的批复

海南亚龙湾海底世界旅游有限公司:

对你司《关于延续并调整海上旅游项目的申请》(海底发[2012]12号),我处根据亚龙湾区域珊瑚礁生态状况和自然保护区相关法规与管理办法做出了预审意见,并报上级主管部门审查和批准。现根据国家海洋局和省海洋与渔业厅的批复意见(国海环字[2012]370号、琼海渔函[2012]346号)和《亚龙湾区域海洋观光旅游活动方案及其对保护区和珊瑚礁生态影响评估报告》,对你司的申请批复如下:

一、同意你司在海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区(以下简称保护区)亚龙湾区域的以下调整后的限定海域内延续开展限定的潜水、透明底船和半潜船观光等旅游经营活动,总面积11.85公顷(具体界址坐标详见附件):

1、东排综合活动区

对应海上活动 A 区，面积 5.19 公顷，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目，限设浮动平台 1 座、半潜船观光 1 艘、透明底船 3 艘。

2、东排潜水区

对应海上活动 B 区，面积 0.9 公顷，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目，限设浮动式平台 1 座。

3、西排综合活动区

对应海上活动 C 区，面积 4.80 公顷，限开设透明底船与半潜船观光、水肺潜水、浮潜和人工景观项目，限设浮动平台 1 座、半潜船观光 1 艘、透明底船 3 艘。

4、西排潜水区

对应海上活动 D 区，面积 0.96 公顷，限开设水肺潜水、浮潜及水下摄影照相项目，限设浮动式平台 1 座。

二、你司在亚龙湾区域的旅游经营活动游客总接待量最大不得超过 1200 人次/天。

各项目区中，A 区与 C 区互为轮换区。各项目区的浮动平台应设置在不珊瑚礁区域。A 区与 C 区的人工景观项目需预先向我处提交具体实施方案并经审核同意后实施。

三、你司延续开展上述旅游项目的经营期限为 5 年，并按年进行生态监测评估。当生态监测和评估结果显示生态环境退化需要调整旅游接待量或停止旅游活动的，你司应无条件服从。

四、你司在保护区内开展旅游经营活动，应遵守保护区的有关法规和制度，加强生态资源保护，严格按照批准的项目内容、区域、期限、规模和运营方式实施，服从保护区管理处的

统一管理，制定并实施有效的珊瑚礁生态保护措施，自觉维护经营区及周边海域的珊瑚礁生态，与我处签订《海南三亚珊瑚礁国家级自然保护区开发与保护协议》，承担在保护区内开展旅游经营活动的责任与义务。

五、你司在保护区内旅游经营活动涉及的其他相关手续由你司自行办理。

请你司接到本通知后，到我处办理签订开发与保护协议的相关事项。

附件：

- 1、海南亚龙湾海底世界旅游有限公司旅游经营活动范围图和坐标表（以盖保护区管理机构章为准）
- 2、海南省海洋与渔业厅《关于同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区延续开展旅游活动的批复》（琼海渔函[2012]346号）
- 3、国家海洋局《关于同意海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区延续开展旅游活动的批复》（国海环字[2012]370号）

二〇一二年八月十四日



主题词：保护区 旅游 项目 请示

海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处 2012年8月14日印发

共印5份

附件 5：防台风专项应急预案

防台风专项应急预案

（2018 年 4 月修订）

为贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理、保护健康与环境”的方针，提高应对和预防台风的能力，确保员工人身生命安全，最大限度减少财产损失，及时、有效地开展防台工作。根据海南的地理和气候特点，结合本公司实际情况，特制订本预案。

一、船务部防台风组织架构

船务部成立防台风工作小组。在公司防台风工作领导小组的指示下开展防台风工作。

组 长：舒 凯 13976828996

副组长：桂川若 13697599226

刘世清 18289966295

组 员：苏业珍、刘长生、冯华兵、张吉清、王 飞、黎进明、王 昊、
张小辉、张明华、李文俊

具体分工：

舒 凯：按公司防台风工作小组的安排，全面负责船务部防台风工作，协调百福莱公司做好防台风工作。

桂川若：安排台风期间的人员值班与调度工作。负责落实船艇的救生设备的完好情况、缆绳和锚的准备情况，确保台风期间能正常使用。负责组织人员做好高速客船的防台风工作。负责船艇在亚龙湾瑞吉港或红沙港避风安全。

刘世清：负责防台风期间机器设备的检修保养工作，保障船舶动力。

李文俊：及时收听收看天气预报、准确掌握台风动向，组织船员认真学习防台风工作预案和防台风基本常识。负责组织员工对船务部所管辖的活动物品进行加固，确保安全。检查船务部防台风工作制度落实情况。负责食品、淡水等防

台期间的后勤补给保障工作。负责配足船艇所需油料，确保机器设备在台风期间能正常使用。

赵小晨：负责寰岛 001 船舶及船上设备的防台安全。

张吉清：负责维护好寰岛 001 主机，确保防台期间主机状态良好，并协助船长确保该船防台工作的开展。

黎进明：负责快艇在亚龙湾区域的避风安全。

张小辉：负责寰岛蛟龙 1 及相关设备在母船的防台安全工作。

张明华：负责寰岛蛟龙 2 及相关设备在母船的防台安全工作。

冯华兵：负责码头人员及船舶防风调配。

各组员根据船务部防台风小组的安排开展工作。

二、防台风前的准备工作

1、召开防台风工作小组会议，认真部署防台风工作。传达公司对防台风工作的指示，组织学习防台风工作预案及防台风基本常识，特别要强调船艇防台风的安全工作。

2、各船要认真做好安全检查，特别是消防设备、救生设备、防台器材、机电设施设备等方面的检查，对检查中发现的问题要登记造册，同时要做好整改工作。

3、要密切关注气象预报。各船要做好配足油料、救生设备、船员防台风的生活保障等防台风的各项保障工作，备航待命。

4、船务部防台风工作小组成员要到位指挥，并保持通讯联络的畅通。

三、预案实施

（一）、台风预警信号。

1、台风一号风球，其含义是距离三亚市 800 公里范围内有热带气旋生成或移入，48 小时内可能影响三亚市。

2、台风二号风球，其含义是距离三亚市 500 公里范围内有热带气旋生成或移入，24 小时内可能影响三亚市，风力可达 6—7 级。

3、台风三号风球，其含义是距离三亚市 200 公里范围内有热带气旋移入，12 小时内将影响三亚市，风力可达 8 级以上。

4、台风四号风球，其含义是热带气旋将严重影响三亚市，平均风力 8 级以上，阵风 11 级以上。

5、台风五号风球，其含义是热带气旋在三亚市或其附近登陆，平均风力 10 级以上，阵风 12 级以上。

6、台风解除信号，其含义为：热带气旋已登陆减弱或中途转向，将不再对三亚市造成严重影响。

（二）、船舶防台风的具体位置与要求。

1、防台风的位置：

①寰岛 001（总吨 361，由于船型较大，在三亚港星华游艇码头防台）；

②寰岛 005（由于在蜈支洲合作经营，在铁炉港防台）；

③寰岛 006、寰岛 015、寰岛 016、寰岛 017、寰岛 018、寰岛 019、寰岛 020。
（在亚龙湾游艇会瑞吉港青梅河道内防台）

2、防台风的要求：

①台风到来之前，各船长及船员要熟悉本公司制定的防台风预案，组织船员学习防台风知识，熟知本船的机械性能及风浪中航行的安全知识，备好所需的油料，防风器材、食品和淡水，配足工作人员。

船务部根据公司的指示，命令船舶启航到指定的港湾防风，系泊固定好缆绳或抛锚，拴好碰垫，做好船上活动物品的固定工作。

②防台风期间，各船舶要加强值班，人员不得擅自离岗，经常检查船舶的系泊固定情况，以防碰撞。

③台风过后，船务部防台风领导小组根据公司的指示，命令各船舶返航，并及时报告船舶的受损情况给公司领导。

（三）、快艇的防台风具体位置及要求。

1、防台风位置：亚龙湾海底世界停车场。具体工作由现场指挥和码头调度及小艇领班负责。

2、防台风要求：

①台风到来之前，全体船员必须熟悉公司及部门所制定的防台预案及快艇的机械性能。

②船务部根据公司指示把小艇拉到沙滩上艇架，根据风浪情况，小艇应拉到陆地停车场用绳索栓紧或钢杆固定，打开排水阀。

③防台风期间加强值班，当班人员不少于 5 人，加强小艇的巡视工作，确保小艇安全。

（四）、码头浮动平台，潜水平台的防台风的位置及要求。

码头浮动平台，潜水平台拆除帆布，收回活动物品、经营物品，拖至瑞吉港青梅河道内系缆桩并用 50#缆加固。必要时用抛备用防风铁锚。

（五）、码头引桥的防台要求。

由码头调度负责，拆除水泥码头遮阳帆布，撤离码头引桥并用缆绳固定在栈道中部。

（六）、船舶、平台进入避风泊位时限要求：

1、寰岛 001 要求在台风到达本港前 5 天启航前往三亚港星华游艇码头防台。

2、寰岛 006、寰岛 015、寰岛 017、寰岛 018、要求在台风到达本港前 48 小时启航进入防台河道抢占锚位。

3、寰岛 016、寰岛 019、寰岛 020 要求在台风到达本港前 24 小时启航进入防台河道单独停靠。

4、要求在台风到达本港 12 小时前将全部快艇上排架拖至海底世界停车场，并做好固定工作。

四、船舶防台风时的遇险应急措施

1、船务部在接到公司防台风指示启航前，轮机和机修人员要对所有船艇的机械、水手人员要对防风器材做一次全面仔细的检查，确保防风时船艇安全。

2、在防台风航行时，应按《国际海上避碰规则》要求，在交叉相遇相对或超越的情况下，判断有碰撞危险时按规则主动避让。

3、当寰岛 006、寰岛 015、寰岛 017、寰岛 018 起航后，寰岛 017 做为救援备用船，并随时与公司保持联系。如果其中一艘船因机器的故障失去动力，无法航行时，则另一艘船应采用拖带的方法拖至目的地，同时组织机修人员进行抢修；如因机器的故障两艘船同时失去动力，应立即抛锚固定船位，并向公司汇报情况，派出救援船只拖至目的地，并立即组织机修人员进行抢修，在尽可能最短的时间内恢复船艇动力，确保船艇防台风安全。

4、当寰岛 006、寰岛 015、寰岛 017、寰岛 018 安全到达目的地后，应立即仔细检查机器，确保机器工作正常。寰岛 017 救援备用船，并与公司和寰岛 019 号保持联系。如果其中一艘船只因机器故障失去动力，无法航行时，另一艘船应采用拖带的方法拖至目的地，同时组织机修人员进行抢修；如因机器故障两艘船同时失去动力，应立即抛锚固定船位，并向公司领导汇报，派出救援船只拖至目的地，并立即组织机修人员抢修，在尽可能短的时间内恢复船艇动力，确保船艇防台风安全。

5、为了防止搁浅，除半潜船外，其他船只航行或锚泊时，应保持在危险距离 500 米外。如发生搁浅，应根据当时的气象、潮汐，结合搁浅位置和船体情况，首先排水，然后用船拖带的方法离浅。

6、当两船高速碰撞时，应保持原样，机动到浅水区后再脱离，以免大量进

水沉没。寰岛 006、寰岛 019、寰岛 020 要靠近大船系缆。无法靠近时可抛锚，用车保持船位。如抛锚失控，寰岛 006、寰岛 015、寰岛 016、寰岛 017、寰岛 018、寰岛 019、寰岛 020 可抢滩登陆，最大限度保全公司船舶和人员安全。驾驶船舶避风之前，要判明本船船位，选定正确的航向航行。

7、无论发生任何险情，船员应身着救生衣，保持沉着冷静。

五、后期处置

1、防台风行动中中止或结束后，应进行灾害评估。评估结果要及时上报公司。

2、涉及到人员伤亡、给船艇造成重损失或沉船的，要积极做好善后处理工作。

3、台风过后，要及时协助保险机构做好理赔工作。

4、台风过后，应迅速收集因台风造成的损失情况，防台风工作小组对防台风整个过程进行总结，以书面报告形式上报公司。

六、要求

1、船务部全体员工要切实重视防台风，要把防台风工作当作重要工作来抓。在防台风期间要加强组织纪律观念，服从命令，听从指挥。以高度的责任感、强烈的事业心，本着对公司人身、财产高度负责的精神，充分发挥主观能动性积极做好防台风工作。

2、各船防台风工作要坚决执行以防为主的方针，坚决把大力气花在“防”字上；防台风期间视情按轻重缓急，明确做到“人身安全”为第一要务，其次才是公司财产安全，必要时可以采取破小财保大财、把损失降到最低限度。要坚决杜绝出现人身安全的事故。所有防台风人员在码头及下船上艇工作要穿好救生衣，切实做好自身防护。

3、防台风工作小组成员要根据分工：台风来前多指导、多检查、多督导；台风来临期间要亲临现场组织指挥；台风过后做好员工的补休、表彰工作，搞好

总结、积累经验，清理统计受损情况，如实上报，协助办公室及财务做好理赔工作。防台风期间，玩忽职守、擅离岗位，造成严重后果的，实行问责制度，将严厉追究责任。

4、防台风工作小组在制订防台风预案的基础上，要认真组织员工进行学习、培训和演练，强化员工对台风破坏力的认识以及预防台风的意识和重要性。

附件 6：船舶救生应急措施

船舶救生应急措施

1、当船舶发生事故在不可挽救的情况下决定弃船，只有船长有权发布弃船命令和信号。

2、全体船员接到弃船命令后，应立即穿着保暖衣服和救生衣，带好规定物品迅速到达集合地点。客运员应协助游客按秩序到达集合地点并做好游客的安抚工作。

3、全体船员必须服从指挥，按应变部署就位，放下全部救生筏，并有序登上救生工具，引导游客有序登上救生筏。

4、清点人数确认全体人员（船员和游客）到齐后，由船长下令驶离难船，船长应最后离船。

5、救生筏离船前，船长稍大再次检查应携带物品是否带齐，特别是航海日志、国旗、现金、对讲机等必须随带的物品。

6、船长应指定一条救生筏为指挥筏，并将有关事项通知各筏人员，如：求救信号是否有回答、可能遇救时间、失事地点、最近陆岸及其它航行指示等。

7、弃船后

(1) 如条件许可，应尽可能保持在遇难船上风、上流的安全距离内漂航，以便其它船舶、飞机搜寻，同时观察、记录难船沉没的情况。

(2) 筏与筏之间要相互联系，应听从指挥筏的指挥。

(3) 使用火箭、焰火或烟雾信号时，要确信可能被他船发现的情况下才施放，白天可用日光反射镜向船舶及飞机求救。

(4) 检查和调节使用设备、药物，特别注意控制淡水，食品消耗，不得饮用海水。

(5) 如遇飞机前来救助，要注意：

- 用挂旗、橙色烟雾、信号灯、反光镜等信号便于驾机人员识别；
- 到达集合地点接受和识别飞机投下的物品和发送的信号；
- 未经飞机同意，不应擅自抓住飞机放下的升降梯或救援绳索，应听从机组人员指挥。

(6) 救助船前来救助时，应配合救助船做好游客有序登船工作，并注意保管好有关物品；如对方问及遇难情况，应由船长或现场最高职务者慎重回答。

附件 7：人员落水应急措施

人员落水应急措施

- 1、发现人员落水应立即投下救生圈（夜间投放带自亮灯浮的救生圈），并发出警报信号，警报器或汽笛三长声。
- 2、航行中发现人员落水应立即停车，向落水者一侧快速操满舵，并派人到高处了望落水人员；
- 3、船长负责指挥营救工作，并视情况及时报告公司和当地海事局，各船员按“应变部署表”规定的工作内容实施分工。
- 4、轮机长下机舱协助用车。
- 5、船长应做好急救准备，根据具体情况进行急救。
- 6、营救无望时，报告当地海事局和公司，由船长决定停止营救工作。
- 7、如果有人员伤亡实施“人员伤亡应急须知”。

附件 8：船舶防油污应急措施

船舶防油污应急措施

船舶在加装燃油和驳油作业期间，如油舱满溢或管路破裂而发生溢漏，首要应立即停止相关作业，及时将可能满溢的燃油驳送到空燃油箱或不满的燃油舱里去，以尽快降低其液位，防止继续溢漏。对于已经溢出的燃油，采取紧急措施防止入海；对于已经入海的燃油，采取紧急措施防止扩散。立即应采取的措施如下：

1. 立即停止或通知供油人员停止有关作业，关闭有关管系上的有关阀门；
2. 发生“溢漏”报警信号，实施溢、漏油应急措施；
3. 堵住甲板下水孔，防止漏油入海；
4. 将满溢燃油舱中的燃油驳入空液舱或不满的液舱中去；
5. 尽快清除回收甲板油污，防止油污入海；如溢、漏油已入海，应派人在海面进行回收，注意防止油污扩散，以免造成大面积海洋污染事故；
6. 报告公司和当地海事部门；
7. 清理中收集的油污应妥善保存，待以后处理；
8. 如果溢油数量较大，除船员的应急反应外，应直接联系清污公司协助清理。
9. 溢、漏油事故妥善处理，必须得到当地海事主管机关的允许，方能继续进行正常作业；
10. 燃油溢、漏应急措施分工表：

燃油溢、漏应急措施分工表					
拟采取的措施	船长或 驾驶员	水手	轮机长	轮机员	备注
停止有关作业				√	

确保阀门关闭				√	
核实排水孔已被堵塞		√			
通知供油人员				√	
报告溢、漏事故		√			
向船员报警	√				
实施溢、漏油应急措施	√	√	√	√	
向公司和海事部门报告	√				
将满溢舱内的燃油驳入空油舱或未满油舱				√	
清除“溢漏”和甲板积油	√	√	√	√	
查明事故原因	√		√		
联系岸上清污公司协助清污	√				

附件 9：评审意见及专家签到表

《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目环境影响报告表》 评审意见

2019年1月24日,三亚市海洋与渔业局在三亚市主持召开了《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海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)、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处、中国海监三亚支队、三亚海事局、三亚市文化广电出版体育局、亚龙湾管理委员会、吉阳区海洋渔业水务局和山东海特环保科技有限公司(环评单位)等单位的代表共14人。

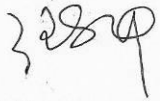
会上《报告表》编制单位代表介绍了《报告表》内容后,与会专家、代表对《报告表》进行了认真的讨论和审议,形成评审意见如下:

一、《报告表》按照《海洋工程环境影响评价技术导则》和相关技术规范、标准要求编制,工程概况分析较清楚,污染与非污染损害分析较合理,环保对策措施针对性较强,评价结论基本可信,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。

二、修改和补充意见:

- 1、对西排两个潜水区域的位置变化做出说明和分析;
- 2、适当延长珊瑚礁回顾性分析的时间跨度,更客观地分析潜水活动对珊瑚礁成长环境的影响;
- 3、补充评价范围,完善监测计划;
- 4、完善潜水区污水、固废的处置方案,提出切实可行的措施。

评审专家组组长: 

2019年1月24日

附件 9：修改说明


《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目环境影响报告表》

评审意见修改说明

序号	专家组意见内容	采纳情况	修改的具体章节或不采纳的理由
1	对西排两个浅水区域的位置变化做成说明和分析	采纳	根据专家组意见，已对对西排两个浅水区域的位置变化做成说明和分析等相关内容。见报告 P11-13 页。
2	适当延长珊瑚礁回顾性分析的时间跨度，更客观地分析潜水活动对珊瑚礁成长环境的影响	采纳	根据专家组意见，已延长珊瑚礁回顾性分析的时间跨度，并分析了潜水活动对珊瑚礁成长环境的影响等相关内容，见报告 P69-72 页。
3	补充评价范围，完善监测计划	采纳	根据专家组意见，已补充评价范围和完善监测计划等相关内容，见报告 P14 页和 P87-89 页。
4	完善潜水区污水、固废的处置方案，提出切实可行的措施	采纳	根据专家组意见，已完善潜水区污水、固废的处置方案，并提出切实可行的措施等相关内容，加报告 P84 页

附件 10：复核意见

海洋环境影响报告修改稿（报批稿）审核意见表

项目名称	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目	委托单位	海南亚龙湾海底世界旅游有限公司
评价单位	山东海特环保科技有限公司	评审日期	2019-1-24
<p>审核内容：</p> <p>1、报告书(表)是否已按照专家评审意见进行了修改，修改内容是否完善，有无重大遗漏；</p> <p>2、您是否同意报告书(表)修改稿的内容和结论；</p> <p>3、报告书(表)修改稿是否可以作为海洋主管部门核准该项目用海的依据；</p> <p>4、报告书(表)修改意见和建议。</p>			
<p>审核意见：</p> <p>经审核，《海南亚龙湾海底世界旅游有限公司在三亚珊瑚礁国家级自然保护区旅游活动用海项目环境影响报告表》修改稿，已按照专家组评审意见作了相应的修改和补充，修改内容完善，无重大遗漏，修改和补充的结论明确，本人同意修改结果。</p> <p>修改后的报告可形成报批稿，上报海洋主管部门作为核准项目用海的依据。</p>			
专家签名		联系电话	73322018601