

南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海
海域使用论证报告书
（送审稿）



南方环境有限公司
(91440101MA59N24L26)
2023年12月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4601052023002209		
论证报告所属项目名称	南海明珠大桥（临时栈桥）项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	南方环境有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59N24L26		
法定代表人	龙汪洋		
联系人	陈一峰		
联系人手机	18826125110		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
赵欣	BH003848	论证项目负责人	赵欣
赵欣	BH003848	2. 项目用海基本情况 7. 项目用海合理性分析 9. 结论	赵欣
邱雪	BH003828	3. 项目所在海域概况 8. 生态用海对策措施	邱雪
杨睿丽	BH003849	5. 海域开发利用协调分析 6. 国土空间规划符合性分析	杨睿丽
薛琦	BH003846	4. 资源生态影响分析	薛琦
李久浪	BH003847	1. 概述 10. 报告其他内容	李久浪
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: right;">承诺主体(公章):</p> <p style="text-align: right;">2023年12月10日</p>			

项目基本情况表

项目名称	南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海			
项目地址	海南省海口市秀英区			
项目性质	公益性（ ）	经营性（√）		
用海面积	2.5094ha	投资金额	万元	
用海期限	3 年	预计就业人数	人	
占用岸线	总长度	8.3 m	邻近土地平均价格	万元/ha
	自然岸线	8.3 m	预计拉动区域经济产 值	万元
	人工岸线	0m	填海成本	万元/ha
	其他岸线	0 m		
海域使用类型	路桥用海	新增岸线	0 m	
用海方式	面积		具体用途	
跨海桥梁、海底隧道等	2.5094ha		跨海桥梁	
注:邻近土地平均价格是指用海项目周边土地的价格平均值。				

目 录

摘 要	1
1 概述	7
1.1 论证工作来由	7
1.2 论证依据	8
1.3 论证等级和范围	12
1.4 论证重点	13
2 项目用海基本情况	15
2.1 申请用海情况回顾	15
2.2 用海项目建设内容	17
2.3 平面布置和主要结构、尺度	18
2.4 项目主要施工工艺与方法	25
2.5 项目用海需求	32
2.6 项目用海必要性	35
3 项目所在海域概况	41
3.1 海洋资源概况	41
3.2 海洋生态概况	51
4 资源生态影响分析	104
4.1 资源影响分析	104
4.2 生态影响分析	110
5 海域开发利用协调分析	123
5.1 海域开发利用现状	123
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	133
5.3 利益相关者界定	135
5.4 需协调部门界定	135
5.5 相关利益协调分析	136
5.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析	136
6 国土空间规划符合性分析	137
6.1 项目用海与海洋功能区符合性分析	137

6.2	所在海域国土空间规划分区基本情况	139
6.3	对周边海域国土空间规划分区的影响分析	139
6.4	项目用海与国土空间规划的符合性分析	139
6.5	项目用海与其他规划的符合性分析	140
7	项目用海合理性分析	147
7.1	用海选址合理性分析	147
7.2	用海方式和平面布置合理性分析	149
7.3	占用岸线合理性分析	150
7.4	用海面积合理性分析	151
7.5	用海期限合理性分析	158
8	生态用海对策措施概述	159
8.1	概述	159
8.2	生态用海对策	160
8.3	海洋生态环境跟踪监测	162
9	结论及建议	164
9.1	结论	164
9.2	建议	169
	资料来源说明	170
	1. 引用资料	170
	2. 调查资料	170

摘要

一、项目用海基本情况

本项目为南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海，临时栈桥是连接南海明珠人工岛与陆地的唯一通道，由于南海明珠人工岛地上设施及明珠大桥尚未开始建设，临时栈桥将承担南海明珠大桥及人工岛建设物资运输的重任，然而，临时栈桥的海域使用权即将到期，因此，需申请续期用海。

本项目申请续期海域使用面积 2.5094 hm²；项目的用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”；用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道等”，项目申请用海期限 3 年。

二、临时栈桥情况

南海明珠大桥（临时栈桥）项目于 2015 年 3 月通过海域使用论证评审，并于 2015 年 12 月取得海域使用权证书，海域使用权人为海南金海湾投资开发有限公司，确权面积为 2.5164 公顷，海域使用证号为国海证 2015C46010000730 号，用海期限为 3 年，2018 年 12 月 9 日终止。

2019 年根据南海明珠生态岛建设进度，项目单位申请续期，并于 2019 年 4 月 2 日取得续期后的不动产权证书（证书编号：46000876312），权利人为海南金海湾投资开发有限公司，续期用海面积为 2.5111 公顷，有效期至 2024 年 3 月 29 日。

作为南海明珠生态岛海陆之间通道唯一的临时栈桥，项目仍需占用部分海域，故申请续期用海 3 年。

二、项目用海必要性

项目续期是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行；临时栈桥续期是保障南海明珠大桥、人工岛旅游竞争力，带动海口市旅游资源发展的需要；项目续期是保障南海明珠大桥顺利建设的的要求；项目续期是符合节约成本、安全生产的要求。

南海明珠人工岛远期建设所需的建筑材料、施工机械以及人员较多，由于南海明珠大桥尚未建成，因此临时栈桥就成了连接人工岛与陆域的唯一通道，对人工岛远期建设起到了重要的作用。根据现场勘查，现在每天都有运输车辆

通过临时栈桥进出人工岛，从陆岛运输的交通流量来看，临时栈桥的续期用海是必要的。

根据南海明珠大桥的建设方案，承台、墩柱等均采用围堰施工，临时栈桥同样承担南海明珠大桥施工平台、建筑物资运输的重任，对南海明珠大桥的建设具有重要的支撑作用。线路跨越以钢结构桩基作为路线基础支撑，桩基结构建设必须占用一定的海域。

综上所述，本项目续期用海是非常必要的。

三、规划符合性

项目用海符合《海口市国土空间总体规划（2020-2035年）》、《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》，符合《海南省总体规划纲要（2015-2030）》、《海口市城市总体规划（2011-2020）》、《海南省生态红线保护管理规定》、《海南省海洋环境保护规划（2011-2020年）》等相关规划。

五、占用岸线情况

本项目用海临时占用新修测海岸线的自然岸线 8.3m。本项目采用桩基结构，占用方式属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。项目使用完毕后拆除，岸线恢复原状。

本项目无新增岸线。

六、利益相关者协调情况

项目拆除期产生的悬浮泥沙可能会影响到这些旅游开发活动岸段的水质环境，对游客使用海水浴场造成一定的影响。为了减少拆除期对该水域的影响，本工程拆除施工前业主应向海口市贵族游艇会酒店及假日海滩旅游区管理部门递交施工进度安排，做好各项目施工的组织协调，尽量避免在旅游旺季施工，减轻对其的影响。拆除施工过程中应采取有效防范减少悬浮泥沙扩散，施工期应划定施工范围，禁止周边的游客进入施工区。

项目建设对西海岸岸滩及周边的绿化等造成一定的影响，临时栈桥拆除后应恢复沙滩原貌，并对用海周围拆除的区域进行绿化，配合相关单位做好拆除后沙滩及绿化的管理工作。

用海申请单位在与利益相关者切实执行利益协调措施后，项目用海能与周边其他用海活动之间的利益关系是可协调的。

七、资源生态影响

资源影响分析：

(1) 项目用海与新修测海岸线相接处现状为沙滩，岸线类型为自然岸线，利用长度 8.3m。临时栈桥采用桩基结构，属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。而且，临时栈桥在完成使用后将会拆除，并将海滩恢复至原状。因此，项目对岸线资源的影响较小，且影响是暂时的。

(2) 项目所在海域属于一般湿地，未划入生态保护红线。由于临时栈桥采用的是桩基结构，实际占用湿地面积仅约 207 m²；临时栈桥在完成使用后将会拆除。因此，项目对湿地资源的影响较小，且影响是暂时的。

(3) 项目周边无岛礁，对岛礁资源无影响。

生态影响分析：

(1) 项目用海共造成生物资源损失为底栖生物 381.44 kg，鱼卵 4.29×10^6 粒，仔稚鱼 1.22×10^6 尾。

项目建设造成的生物损失补偿金额为 32.3616 万元，其中，桩基占用海域的补偿金额为 0.0487 万元，悬浮泥沙扩散的补偿金额为 32.2641 万元。

(2) 总体来说，临时栈桥建成后项目附近海域的潮流流速变化较小，流速变化最大值为 15cm/s，但仅在桩基周围水域变化较大。因此，项目工程的建设，对项目附近海域的潮流影响很小。项目工程建设完成以后，本项目各个桩基东西两侧区域都产生淤积，淤积量最大为 0.7cm/a。本项目各个桩基之间的区域，则会造成一定程度的冲刷，冲刷最大强度为 2.7cm/a。总体来说，项目工程的建设对项目附近海域的冲淤环境影响很小。

上述计算结果是在悬浮物扩散过程中未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

(3) 施工入海泥沙对沉积物环境的影响分析

项目临时栈桥使用期满后拆除，桩基拆除将产生悬浮泥沙，泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。悬浮泥沙的扩散方向与

潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。超IV类水质最远扩散至源强点 10m，超III类水质最远扩散至源强点 15m，超 I、II 类水质最远扩散至源强点 630m。根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，桩基拆除施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

八、项目用海合理性

(1) 选址合理性

本项目属于已有项目的续期使用，项目选址与原工程一致，无其它备选方案，因此，项目用海的选址区位和社会条件满足项目继续运营的需求。

工程区水深适宜，海岸和海底地形平坦，无障碍物，水深与海底地形地貌条件适宜项目建设，选址与自然资源和海洋生态适宜。

建设单位和施工单位根据实际情况采用合理科学安全的施工方法，并使用相关的防护措施，保证项目工程建设的安全性。建立海上溢油事故应急预案，保证项目用海的环境风险降低到最小。

用海申请单位在与利益相关者切实执行利益协调措施后，项目用海能与周边其他用海活动相适应的。

(2) 用海方式和平面布置合理性

项目不填海，不采用非透水构筑物，用海方式为“跨海桥梁、海底隧道等”，全部属于透水式。项目采用“跨海桥梁、海底隧道等”的用海方式，不改变海域自然属性，属于有利于维护海域基本功能的用海方式。项目实际占用海底主要是桩基，直接占用对海洋生态系统的影响较小；项目使用完毕后拆除的悬浮泥沙影响较为有限；临时栈桥与陆地相接处的桩基占用沙滩的面积较小，沙滩在临时栈桥拆除后可恢复原状，不会造成长期影响。项目用海方式最大程度地减少了对区域海洋生态系统的影响。项目采用桩基结构，桩的直径仅为 0.63m，对海底地形无显著改变，因此项目用海方式对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。

临时栈桥建设的主要目的包括在南海明珠大桥建设过程中为提供建设场地及物料运输以及人工岛建设过程中的物流运输。项目平面布置在一定程度上确保临时栈桥的建设及后续使用过程中能够完成其建设目的。同时由于临时栈桥的主要目的之一是为了南海明珠大桥的建设服务，因此临时栈桥的平面布置主要依托南海明珠大桥的平面布置。临时栈桥桥面宽度按施工车辆使用需求确定，用海边界按《海籍调查规范》在栈桥垂直投影的基础上外扩 10m 确定，没有海域空间资源的浪费，符合节约集约用海的原则。

因此，项目用海方式和平面布置是合理的。

（3）用海面积合理性

根据 2019 年 4 月 2 日发放的南海明珠大桥（临时栈桥）项目的不动产权证书，南海明珠大桥（临时栈桥）确权用海面积为 2.5111 公顷。本项目为续期用海，但宗海图绘制后，用海面积为 2.5094 公顷，用海面积减少了 0.0017 公顷。由于临时栈桥本身用海边界未发生变化，本次续期申请海域是根据 2018 年批准宗海图登记的坐标进行绘图得到，界址点坐标与 2018 年批准宗海图相比均未发生变化，2019 年新修测海岸线与 2016 年修测海岸线在本项目海域也未变化，采用的坐标系和中央经线也一致；但是，测量的面积为 2.5094 公顷。因此，推测续期面积的变化可能因为 2018 年申请用海时宗海面积量算误差导致。

项目用海面积量算符合规范要求，因此，用海续期面积是合理的。

（4）占用岸线合理性分析

项目用海与海南省 2019 年修测海岸线相接，相接处现状为沙滩，岸线类型为自然岸线，利用长度 8.3m。2019 年新修测海岸线与 2016 年修测海岸线在本项目海域未变化，因此，本项目占用岸线长度和类型均未发生变化。

从项目用海是否改变海岸自然形态和影响海岸生态功能上分析，临时栈桥采用桩基结构，属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。

综上，项目对岸线资源的影响较小，且影响是暂时的，随拆除而消失。项目占用岸线合理。

（5）续期用海期限合理性分析

根据天津市工程设计研究总院有限公司《海口南海明珠临时钢栈桥抢险

加固工程设计说明》，加固后的临时栈桥的设计使用年限为 5 年。自竣工之日起算，项目现有栈桥的设计使用期限至 2027 年 6 月 20 日，临时栈桥的海域使用权将于 2024 年 3 月 29 日到期，届时续期后设计可续用 3 年 2 个月。因此，海域使用权到期后，续期使用 3 年满足设计使用年限要求。

综上，项目申请用海期限合理。

九、项目用海可行性

南海明珠大桥（临时栈桥）项目是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行；临时栈桥续期是保障南海明珠大桥、人工岛旅游竞争力，带动海口市旅游资源发展的需要；项目续期是保障南海明珠大桥顺利建设的要求；项目续期是符合节约成本、安全生产的要求。项目续期用海是合理的。

本项目用海方式合理，用海 2.5049hm² 面积适宜，续期用海 3 年期限合理。项目用海符合《海口市国土空间总体规划（2020-2035 年）》、《海南省海洋功能区划（2011-2020 年）》及相关规划。项目续期用海对该区域的海洋生态环境、水动力环境及地形地貌环境等带来一定的影响，项目与周边有一定的利益协调关系，项目在拆除过程中具有一定的风险。在切实落实本报告提出的海域使用对策措施，切实落实了利益相关者协调措施，切实落实了风险防范措施的前提下，从海域使用角度考虑，项目续期用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作来由

1.1.1 南海明珠生态岛项目发展的背景简介

随着国际旅游岛的发展，海口市作为海南省旅游的主要出入口岸和接待服务中心，一直以来缺少具有世界级影响力的滨海龙头性旅游产品，旅游产品单一，没有充分体现岛屿型旅游城市的特色。《海口市国民经济和社会发展规划第十二个五年规划纲要》提出合理开发海洋资源，大力发展邮轮等休闲产业，加快海上人工岛等项目建设，拓展城市空间，有序发展高端旅游地产，凸显海湾旅游休闲城市特色。为此，海口市政府紧紧抓住国家和省关于建设海南国际旅游岛的重大机遇。

依托“国际旅游岛”和“免税商业区”的政策优势，为了将海口市打造成名副其实的世界级旅游度假胜地、购物天堂，海口市利用海口湾西侧湾口水下浅滩海域，离岸围填形成人工岛发展旅游产业。海口南海明珠生态岛项目总体规划用海面积为 459.3244 公顷，以形成旅游基础设施用地和港池，并以人工岛为依托，新建邮轮港和相关的水上娱乐设施、配套相关的产业。规划总用海面积为 459.3244 公顷，其中第一阶段约 49.2968 公顷，第二阶段用海面积 410.0276 公顷。

为积极参与国际旅游岛开发建设，根据党的十八大提出的“建设海洋强国”方针，结合国家“一带一路”战略部署，海南金海湾投资开发有限公司于 2010 年启动了海口南海明珠生态岛项目建设工作（一期工程：2010 年 12 月-2012 年 12 月；二期工程：2015 年 11 月获得海域使用权证后开工，于 2017 年 10 月完工）。

南海明珠生态岛建设项目用海总面积 459 公顷，其中填海造地用海 284 公顷，码头港池用海 165 公顷。目前，南海明珠生态岛已完成全部吹填工作，并取得了项目竣工海域使用验收的批复。

1.1.2 临时栈桥申请用海历程及论证工作来由

2010年12月南海明珠生态岛一期开工，2015年11月南海明珠生态岛二期开工建设，随着人工岛建设的步伐逐步加快，陆海联动建设的需求不断增加。为增加人工岛与陆域的交通连接，2015年12月海口市海洋和渔业局批复了《南海明珠大桥海域使用论证报告书》并颁发了南海明珠大桥及临时栈桥的海域使用权证书。

南海明珠大桥（临时栈桥）项目于2015年3月通过海域使用论证评审，并于2015年12月取得海域使用权证书，海域使用权人为海南金海湾投资开发有限公司，确权面积为2.5164公顷，海域使用证号为国海证2015C46010000730号，用海期限为3年，2018年12月9日终止。

2019年根据南海明珠生态岛建设进度，项目单位申请续期，并于2019年4月2日取得续期后的不动产权证书（证书编号：46000876312），权利人为海南金海湾投资开发有限公司，续期用海面积为2.5111公顷，有效期至2024年3月29日。

作为南海明珠生态岛海陆之间通道唯一的临时栈桥，项目仍需占用部分海域。根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，为了合法、科学、有效地利用海洋国土资源，保护海洋环境和资源，项目用海需进行海域使用论证工作。为此，海南金海湾投资开发有限公司委托南方环境有限公司进行南海明珠大桥（临时栈桥）项目的海域使用论证工作。

论证单位接受委托后，在认真研究建设单位提供的有关资料，进行了现场踏勘、测量和调访，收集和调查了有关资源、生态、环境资料，在此基础上对该项目与海洋功能区划和相关规划的符合性，与利益相关者协调性，用海选址、方式、面积及期限的合理性，用海的风险和对资源环境的影响进行了分析与论证，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361—2023）的要求编制了本报告书。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，2001年10月27日，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2002年1月1日起施行；

(2) 《中华人民共和国环境保护法》(2014年修订), 2014年4月24日, 第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议通过, 2015年1月1日起施行;

(3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》(2017年修订), 2017年11月4日, 第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 2017年11月5日起施行;

(4) 《中华人民共和国渔业法》(2013年修订), 2013年12月28日, 第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议通过, 2014年3月1日起施行;

(5) 《中华人民共和国海岛保护法》, 2009年12月26日, 第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过, 2010年3月1日起施行;

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年修订), 2017年6月27日, 第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过, 2018年1月1日起施行;

(7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》, 2004年12月29日, 第十届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议修订通过, 2005年4月1日起施行;

(8) 《中华人民共和国港口法》(2018年修订), 2018年12月29日, 第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈中华人民共和国电力法〉等四部法律的决定》第三次修正;

(9) 《中华人民共和国海上交通安全法》(2016年修订), 2016年11月7日, 第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修订通过, 2016年11月7日起实施;

(10) 《中华人民共和国城乡规划法》, 2007年10月28日, 第十届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议通过, 2008年1月1日起施行;

(11) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年修订), 2012年2月29日, 第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过, 2012年7月1日起施行;

(12) 《中华人民共和国湿地保护法》, 2021年12月24日, 第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过, 2022年6月1日起施行;

(13) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2018年修订), 2018年3月19日, 国务院令第698号修改并施行;

(14) 《防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》, (2018年修订), 2018年3月19日, 国务院令第698号修改并施行;

(15) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2017年修订), 2017年3月1日, 国务院令第676号修改, 2017年3月1日起施行;

(16) 《海域使用论证管理规定》, 2008年1月23日, 国海发[2008]4号, 2008年3月1日起施行;

(17) 《海域使用权管理规定》, 2006年10月13日, 国家海洋局, 国海发[2006]27号, 2007年1月1日起施行;

(18) 《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》, 2002年7月6日, 国务院办公厅, 国办发[2002]36号;

(19) 《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》, 2018年7月14日, 国务院, 国发〔2018〕24号;

(20) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》, 2021年1月8日, 自然资源部, 自然资规〔2021〕1号。

1.2.2 地方法律法规及规划

(1) 《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法》(海南省人民代表大会常务委员会, 2015年1月1日起施行);

(2) 《海南省海洋环境保护规定》(海南省人民代表大会常务委员会, 2008年10月1日起施行);

(3) 《海南省海洋功能区划(2011-2020)》(国务院, 国函〔2012〕181号);

(4) 《海南省海洋环境保护规定》(海南省人民代表大会常务委员会, 2008年10月1日起施行。2016年3月31日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十次会议通过修订);

(5) 《海南省海洋功能区划图件(2011-2020年)》, 海南省人民政府, 2012年10月;

(6) 《海南省人民代表大会常务委员会关于实施海南省总体规划的决定》，海南省人民政府，2018年4月3日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三次会议通过；

(7) 《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》，2018年4月11日；

(8) 《海口市城市总体规划（2011-2020）》，国务院，国函[2011]54号，2011年5月17日。

(9) 《海口市国土空间总体规划（2021-2035年）》（报批稿），海口市人民政府，2023年9月。

1.2.3 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；
- (2) 《海域使用面积测量规范》（HY070-2003）；
- (3) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- (4) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- (5) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）；
- (6) 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- (7) 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- (8) 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- (9) 《海洋调查规范》（GB12763-2007）；
- (10) 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）。

1.2.4 项目技术资料

(1) 《海口南海明珠生态岛项目 2023 年度春季海洋环境跟踪监测报告》，福州市华测品标检测有限公司，2023年6月；

(2) 《海口南海明珠生态岛项目周边海域 2019-2021 年岸滩稳定性分析报告》，自然资源部第一海洋研究所，2021年6月。

(3) 《南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海海域使用论证报告书》（报批稿），海南南海海岸工程与生态环境研究所，2018年10月。

(4) 《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程环境影响报告书》(报批稿), 海南南海海岸工程与生态环境研究所, 2021年11月。

(5) 《海口南海明珠生态岛项目海洋生态保护与修复方案》(报批稿), 国家海洋环境监测中心, 2018年12月。

(6) 《海口南海明珠生态岛项目海洋环境影响后评价报告》(报批稿), 国家海洋环境监测中心, 2018年6月。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)的要求, 海域使用论证工作实行论证等级划分制度, 需要依据项目的用海方式、规模和所在海域特征, 划分为1级、2级、3级。本项目用海方式为构筑物用海中的跨海桥梁, 用海长度1980m。对照海域使用论证等级判据(表1.3-1), 确定项目用海论证等级为二级。

表 1.3-1 海域使用论证工作等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	跨海桥梁	长度大于(含)2000m	所有海域	一
		长度(800~2000)m	敏感海域	一
			其他海域	二
		长度小于(含)800m	敏感海域	二
			其他海域	三
	单跨跨海桥梁	所有海域	三	

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》, 论证范围依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定, 应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下, 论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定, 一级论证外扩15公里, 二级论证8公里, 三级论证5公里。跨海桥梁、海底管线、航道等线性工程项目用海的论证范围划定, 一级论证每侧向外扩展5km, 二级论证3km, 三

级论证 1.5km。

本项目属于线性工程项目用海，为二级论证，因此项目每侧向外扩展 3km。综上，本项目确定的论证范围为项目周边岸线与 1、2、3、4 点所包围的区域，论证范围面积约 29 km²，论证范围见图 1.3-1，控制点坐标见表 1.3-2。

图 1.3-1 论证范围示意图

表 1.3-2 论证范围边界点坐标

1.4 论证重点

本项目用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”，用海方式为“跨海大桥、海底隧道等”。根据项目用海类型及方式，项目所在区域的环境特征及海域开发利用现状，对比《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C.1 “海域使用论证重点参照表”（表 1.4-1），初步确定海域使用论证工作的重点内容如下：

- （1）项目用海选址合理性分析；
- （2）项目用海面积合理性分析；
- （3）海域开发利用协调分析。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表

用海类型		论证重点							
		用海必要性	选址（线）合理性	平面布置合理性	用海方式合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源生态影响	生态用海对策措施
交通运输用海	路桥隧道用海，包括跨海桥梁（含顺岸路桥）、栈桥、海底隧道等		▲			▲	▲		

由于本项目为续期用海，是在已建成的临时栈桥的基础上进行续期，无施工内容，无施工期环境影响，项目用海选址和用海方式维持原项目不变，因此，最终确定本次论证重点为：

- (1) 项目续期用海面积合理性分析；
- (2) 项目续期用海期限合理性分析；
- (3) 海域开发利用协调分析。

2 项目用海基本情况

2.1 申请用海情况回顾

2.1.1 原申请用海基本情况

一、工程概况

南海明珠大桥（临时栈桥）位于海口市海口湾西部，新国宾馆以北 2km 的海域。起点位于海口市长和路与滨海大道的平交路口附近处，终点与南海明珠生态岛内部道路相衔接。

南海明珠大桥（临时栈桥）项目栈桥由南引桥、北引桥和主桥构成，全长 2050m（跨海长度为 1980m），栈桥下方不允许通航。南引桥及北引桥栈桥桥面宽 6m，长 1630m，每 400m 设置一个让车和掉头平台，主桥段栈桥桥面宽 12m，长 420m，临时栈桥桥面高度取值为 5.871m（85 高程）。主桥栈桥面积为 5088m²，引桥栈桥面积为 11344m²，合计总面积 16432m²。栈桥标准跨径为 12m，设计荷载为 48t 混凝土罐车 2 辆、公路—I级汽车荷载、80t 履带吊；栈桥基础结构为钢管桩基础，下部结构为工字钢横梁，上部结构为贝雷片纵梁，桥面结构为工字钢+槽钢。

临时栈桥于 2015 年 12 月开工建设，2016 年 3 月投入使用，根据现场勘查结果，南海明珠大桥建设尚未完成，因此栈桥建成后是目前连接陆域与人工岛的唯一通道。

二、原工程所在功能区

项目位于海口市西海岸，为海口市旅游休闲活动开发较为活跃的区域。《海南省海洋功能区（2011-2020 年）》于 2012 年发布实施，根据交通运输部天津水运工程科学研究所编制的《南海明珠大桥海域使用论证报告书（报批稿）》，项目所在的功能区为海口市西海岸旅游休闲娱乐区。

三、原工程所涉及的利益相关者

本工程位于海口市西海岸，周边确权用海项目项目较少，但有其他旅游开发活动，根据交通运输部天津水运工程科学研究所编制的《南海明珠大桥海域使用论证报告书（报批稿）》，项目建设涉及到的利益相关者及利益协调责任部

门包括海军南海舰队、喜来登酒店海水浴场喜来登酒店管理部门、假日海滩浴场假日海滩旅游区管理部门、秀英港区航道及锚地秀英港港区管理部门、西海岸岸滩西海岸岸滩主管部门、西海岸绿地海口市园林局、西海岸防风林海口市林业局等。

原海域使用论证报告书已经就利益协调问题提出了各种协调方案，海南金海湾投资开发有限公司也与各协调单位进行了相应的协调，并取得相应的成果。其中，项目通过与海军方面协调，将通过项目区的两条海底光电缆迁移，使之不再对项目建设产生影响。

四、工程建成前海域环境状况分析

根据国家海洋局海口海洋环境监测中心站编制的《海口湾海洋环境现状春季调查报告》，2012年春、秋两季的调查资料表明，处个别站位外，海水 pH、COD、活性磷酸盐、无机氮、硫化物、汞、锌、镉、铜、铅、砷、铬和石油类的含量符合第二类海水水质标准要求。

2012年3月及2013年6月的沉积物调查表明，调查海域沉积物中所有监测因子有机碳、硫化物、石油类、Zn、Cd、Pb、Cu、Cr、As、Hg均能满足《海洋沉积物质量》中的第一类标准的要求，沉积物质量现状良好。

五、环境事故及施工情况

本工程在营运期间未发生过船舶碰撞溢油及其他事故，项目建设运营期间对周边海洋环境影响相对较小，对旅游娱乐区功能的发挥基本无影响。

项目申请用海期间没有进行过相关维护，临时栈桥一直在正常使用，临时栈桥建成后无其他施工行动，对周边海域无影响。

六、依托环保工程

临时栈桥运营期基本不产生污染物，运营期可能有工程车辆产生的固体废弃物依托人工岛及陆域固体废物处置设施进行收集处理。

七、原工程的权属情况

南海明珠大桥（临时栈桥）项目于2015年3月通过海域使用论证评审，并于2015年12月取得海域使用权证书，海域使用权人为海南金海湾投资开发有限公司，确权面积为2.5164公顷，用海类型交通运输用海中的路桥用海，海域使用证号为国海证2015C46010000730号，用海期限为3年，2018年12月9日

终止。项目海域使用权信息见附件 3。

2.1.2 原工程续期用海情况

一、申请用海续期情况

随着人工岛开发的不断进行，作为唯一海陆之间通道的施工栈桥作用至关重要。但该栈桥将于 2018 年 12 月 9 日终止，为保障人工岛建设的顺利进行，用海申请单位申请对临时栈桥进行续期。2019 年 1 月 2 日，海口市人民政府下发了关于南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海的批复，南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海面积为 2.5111hm²；2019 年 4 月 2 日，海口市国土资源局颁发了南海明珠大桥（临时栈桥）项目不动产权证书（证书编号：46000876312，见附件 4），海域使用权人为海南金海湾投资开发有限公司，确权面积为 2.5111hm²，用途为交通运输用海中的路桥用海，海域使用期限至 2024 年 3 月 29 日止。

二、工程维护情况

临时栈桥于 2015 年 12 月开工建设，2016 年 3 月投入使用，至 2021 年已服役 5 年，栈桥锈蚀严重，经检测，桥梁技术状况总体评价等级为 4 类（其中上部结构为五类），存在极大的安全隐患，需进行抢险加固。

2021 年抢险加固工程拟对栈桥第 4 号桩位至 167 号桩位进行改造加固，改造加固实施起点桩号为 K0+151.213，终点与南海明珠生态岛内部道路相衔接，终点桩号为 K2+131.213，全长 1980m，共计 163 跨，分为南引桥、主桥及北引桥。加固改造后栈桥长度和跨径不变。

2021 年 11 月，海南南海海岸工程与生态环境研究所编制完成了《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程环境影响报告书（报批稿）》，2021 年 12 月 3 日，取得海口市生态环境局《关于批复海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程环境影响报告书的函》（海环审[2021]118 号）。项目于 2021 年 12 月 6 日开始施工，并于 2022 年 6 月 21 日竣工。

2.2 用海项目建设内容

（1）项目名称：南海明珠大桥（临时栈桥）项目。

(2) **项目性质：**已建项目的续期申请。

(3) **申请主体：**海南金海湾投资开发有限公司。

(4) **地理位置：**南海明珠大桥（临时栈桥）项目位于海口市西海岸旅游区，位于秀英区长和路与滨海大道交叉口东北侧海域。项目坐标为 110°13'55.820"E、20°03'42.790"N。地理位置图见图 2.2- 1、遥感图见图 2.2-2，项目用海区现状见图 2.2-3。

图 2.2- 1 工程地理位置示意图

图 2.2-2 工程所在海域遥感影像（2022 年 06 月）

图 2.2-3 南海明珠大桥临时栈桥现状（2023 年 11 月）

(5) **建设内容和规模：**栈桥由南引桥、北引桥和主桥构成，全长 2050m（跨海长度为 1979m），栈桥下方不允许通航。南引桥（68 跨）及北引桥栈桥（66 跨）桥面宽 6m、主桥段栈桥（38 跨）桥面宽 12m。临时栈桥除北引桥最后两跨接岸处跨径为 24m 外，其余跨径均为 12m。设计荷载为 48t 混凝土罐车 2 辆、公路—I 级汽车荷载、80t 履带吊；栈桥面标高 6.291m。栈桥基础结构为钢管桩基础，下部结构为工字钢横梁，上部结构为贝雷片纵梁，桥面结构为工字钢+槽钢。栈桥于 2015 年 12 月开工建设，2016 年 3 月投入使用，2021 年 12 月临时栈桥重新加固，2022 年 6 月加固改造完工，目前栈桥正常运营。根据桥梁使用情况和维护计划，将恢复南引桥（68 跨）及北引桥栈桥（66 跨）桥面宽 6m、主桥段栈桥（38 跨）桥面宽 12m 方案。

2.3 平面布置和主要结构、尺度

2.3.1 项目总平面布置

临时栈桥起点位于滨海大道，线路呈南北走向，向西南连接滨海大道，向东北连接南海明珠人工岛，由南引桥、北引桥和主桥构成，全长 2050m（跨海长度为 1979m），起点桩号 K0+99.2，终点桩号 K2+126.292，栈桥全长 2050m，便桥标准跨径为 12m，南引桥（68 跨）及北引桥栈桥（66 跨）桥面宽 6m、主

桥段栈桥（38跨）桥面宽 12m。临时栈桥布置在拟建南海明珠大桥上游(即主线路线右侧)，栈桥边缘与主桥主墩承台净距离 3m（与引桥承台净距离 6.5m），桥面标高取 6.291m。设计荷载为 48t 混凝土罐车 2 辆、公路—I级汽车荷载、80t 履带吊。南海明珠大桥施工结束后临时栈桥进行拆除。

栈桥总平面布置见图 2.3-1，临时栈桥引桥段和主桥段平面布置见图 2.3-2。

图 2.3-1 临时栈桥总平面布置图

图 2.3-2a 临时栈桥引桥段平面图

图 2.3-2b 临时栈桥主桥段平面图

2.3.2 主要结构尺度

临时栈桥全长 2050m，其中跨海长度为 1979m，便桥标准跨径为 12m，南引桥（68 跨）及北引桥栈桥（66 跨）桥面宽 6m、主桥段栈桥（38 跨）桥面宽 12m。临时栈桥布置在拟建南海明珠大桥上游(即主线路线右侧)，栈桥边缘与主桥主墩承台净距离 3m（与引桥承台净距离 6.5m），桥面标高取 6.291m。设计荷载为 48t 混凝土罐车 2 辆、公路—I级汽车荷载、80t 履带吊。

栈桥结构构造如下：基础结构为钢管桩基础；下部结构为工字钢横梁；上部结构为贝雷片纵梁；桥面结构为工字钢+槽钢；防护结构为小钢管护栏+角钢。

（1）基础及下部结构设计

6m 宽引桥单墩布置 3 根钢管桩（桩径 $\phi 630\text{mm}$ ，壁厚 10mm），横向间距为 3.25m，桩顶布置双拼 6m 长 45b 工字钢横梁，引桥段结构断面图见图 2.3-3；主桥单墩布置 4 根钢管桩（桩径 $\phi 630\text{mm}$ ，壁厚 10mm），横桥向管桩之间采用 20a 槽钢剪刀向焊接。沿桥向每 6 或 7 跨布置刚性墩，主桥段结构断面图见图 2.3-4。

（2）桥面设计

南北引桥桥面横向铺 9m 长 I25a 工字钢，主桥铺设 13m 长 I25a 工字钢（两端各留出 0.5m 为电缆，水管，泥浆管等放置），工字钢与贝雷片间用 U 型铁件（或焊接槽钢）联结以防滑动，面层纵向铺 20b 槽钢，中心间距 23cm。主桥桥面横向铺 13m 长 25a 工字钢，间距 60cm，其余加固同引桥桥面。

（3）伸缩缝设计（刚性墩）

为适应栈桥钢构件温度变化，栈桥每隔 72m（6 跨）左右设一道温度缝，缝宽 5cm，现场施工时根据实际温度调整伸缩缝宽度。温度缝处栈桥所有钢构件均需断开，贝雷梁的阴阳头断开，但阳头仍套在阴头内。

南引桥刚性墩的位置为：5#，10#，18#，24#，29#，34#，40#，45#，52#，58#，63#共 11 处，钢管桩数量为普通墩的两倍，即两排钢管桩，排间距为 2m。主桥刚性墩的位置为：67#，73#，79#，85#，91#，97#，共 6 处，钢管桩数量为普通墩的两倍，即两排钢管桩，排间距为 2m。北引桥刚性墩的位置为：102#，107#，112#，116#，122#，127#，132#，137#，142#，149#，152#，154#，

157#, 164#, 共 14 处, 钢管桩数量为普通墩的两倍, 即两排钢管桩, 排间距为 2m。

图 2.3-3 引桥段结构断面图

图 2.3-4 主桥段结构断面图

(4) 防护栏杆设计

栈桥和会车平台桥面采用 L10 角钢做成的栏杆进行防护，栏杆高度 1.2m，栏杆纵向每 3m 设 1 根立柱(与桥面工字钢焊接)、高度方向设置两道横杆，横杆为直径 4.8cm 的钢管。

(5) 栈桥起止点设计

①栈桥起点

栈桥起点原地面处采用压实砂+混凝土面层处理方式；

栈桥桥头设置 C30 混凝土挡土墙，防止贝雷桁架纵向受土压力的作用；

混凝土挡土墙基础为钢管桩+混凝土承台基础的形式；钢管桩总长 8m，入承台 100mm；挡土墙通过在承台内预埋三排纵向间距 30cm 的长为 20cm ϕ 20@1000 竖向钢筋加强与承台的连接；

栈桥桥面标高大于原地面，填方路基两侧边坡比例为 1:1.5，路基前方边坡比为 1:1；均采用浆砌片石防护。

栈桥起点处设置 4m 长，10cm 厚桥头搭板，靠近栈桥段 2m 长度内的单层双向配筋(ϕ 12@200)，剩余 2m 段不配钢筋。

栈桥起点处纵断面图、横断面图见图 2.3-5。

图 2.3-5 栈桥起点处设计图

②栈桥终点

栈桥终点与人工岛护堤连接，栈桥标高与护堤标高一致，为 5.6m，扭王字里填筑碎石填平，栈桥面与护堤搭设钢板通行。栈桥终点处断面图见图 2.3-6。

图 2.3-6 栈桥终点处断面图

(6) 栈桥通航处设计

栈桥通航处长度 24m，通道净高 4.545m，起点桩 152#，终点桩号 154#，两端通过制动墩与坡度栈桥连接，两侧栈桥坡度 $i=2\%$ ，见图 2.3-7。

在通航孔范围内的钢管桩加装如图所示的防撞橡胶圈，并在通航孔两侧一定距离布置航标。

图 2.3-7 栈桥临时通道处断面图

(7) 栈桥起坡点设计

通航处栈桥坡度起点处采用贝雷片一端固定、一端断开加设置垫块的方式，桥面设 5cm 宽伸缩缝钢板。具体设计如图 2.3-8 所示：

图 2.3-8 栈桥调坡处纵断面图

(8) 贝雷梁固定

贝雷梁放置在双拼 I45 上，在贝雷梁两侧焊接 200mm 长 $\angle 140*100$ 角钢，防止贝雷

梁滑移。并在刚性墩的一端每片贝雷梁与承重梁焊接牢固，限制贝雷梁纵向位移。

图 2.3-9 贝雷梁固定示意图

(9) 测量平台设计

单个测量平台尺寸为 2.5m*2.5m，下部布置双排共 4 根 $\phi 630\text{mm} \times 10\text{mm}$ 钢管桩，间距 1.5m，测量平台面边缘距离栈桥面边缘 1.0m，总共布置 5 个测量平台，分别在 30#-31#钢管桩、64#-65#钢管桩、104#-105#钢管桩、134#-135#钢管桩间，钢管桩顶布置长 2.5m 双拼 I45b 工字钢，I45b 上为 I25a 工字钢间距 60cm 一道，面层采用满铺 2.5m 长 I20b。测量平台面标高为+8.291m，比栈桥面高 2m，周围设置栏杆同栈桥。设置测量平台钢梯，钢梯不得与栈桥相连，周围设置栏杆同栈桥。

2.4 项目主要施工工艺与方法

由于本项目为海域使用续期项目，临时栈桥续期申请用海不进行改扩建，续期使用期间主要施工工艺为栈桥的维护、加固以及栈桥使用完成后进行拆除的工艺。

2.4.1 原栈桥施工工艺回顾

原栈桥工程施工工艺流程见图 2.4- 1。

图 2.4-1 原栈桥工程施工工艺流程图

(1) 钢管桩制作及吊装堆放

钢管桩利用汽车运至工地，再根据每一根钢管桩水中位置及水深来确定第一节的长度，不宜大于 15m。管与管之间的连接采用拼接钢板连接，并用 220×80×12mm 格的 6 块连接片。钢管桩的吊运和堆放：吊装采用两吊点，两个吊点距离桩端的距离分别为桩长的五分之一。当桩需长时间堆放时，可采用多点支垫。

（2）插打钢管桩

履带吊就位后，在全站仪引导下进行定位，利用 90Kw 振动锤夹具夹紧钢管桩，起吊后放入导向架内，开启振动锤进行插打钢管桩，利用特制悬臂导向框架保持钢管桩垂直，在振锤的激振力作用下振动下沉。当桩贯入量小于 5cm/min 时，持荷 5 分钟，钢管桩无明显下沉时方可停止振动。当第一节在场地上预制好钢管桩长度不够时，采用边打边接桩的方法使钢管桩的长度满足要求。钢管桩焊接时先在底节钢管上焊 220×80×12mm 规格的 6 个连接片，使钢管桩对接时比较容易。由于采用竖焊，所以一定要严格控制焊接质量，焊完后要检查焊接是否满足要求，对焊接不好、不牢的情况要求重新焊接。

（3）桩顶处理

每完成一根钢管沉桩后，按设计要求确定桩顶标高，将钢管桩找平，对高出标高部分用氧焊割除，低于标高的桩按实际长度进行接长至桩顶标高。

桩顶焊接 800×800×10mm 正方形钢板，四周焊接 4 块三角形钢板耳板，以加强顶板的强度。双拼 I45b 与钢板正中焊接牢固。

（4）焊接斜撑及平撑

按栈桥及钢平台设计图所示在钢管桩身焊接斜撑及平撑，使得每孔之间形成剪刀撑形式。

（5）安装工字钢横梁

桩顶处理完后，将工字钢横梁用吊车吊放至钢管桩桩顶，横梁根据设计放置在钢管桩中心位置并调整水平，检查合格后焊接。

（6）安装贝雷梁纵梁

贝雷片采用标准型，长 3m，高 1.5m。首先将贝雷片用装载机转运至河岸处，然后采用 80t 履带吊进行预拼装。当第一跨钢管桩打设完毕安装剪刀撑后，采用 80t 履带吊架设贝雷梁。

横梁安装完毕后安装贝雷梁纵梁，纵横梁相交部位采用 10 号槽钢焊成的 U 型件通过与工字钢横梁焊接将贝雷梁固定在横梁上。为保证贝雷梁整体稳定性，每隔 3m 用 90 型支撑架和角钢连接系将一跨上的贝雷梁固定。在钻孔平台位置，靠近钢护筒侧纵梁严格按设计位置安放，防止侵入钢护筒净空。

（7）铺设桥面纵横梁

贝雷梁安装完成后，按照设计布置铺设 25a 工字钢和 20b 槽钢，工字钢与贝雷片间

用 U 型铁件联结以防滑动及焊接角钢，工字钢与槽钢相交部位焊接固定。

2.4.2 续期用海期间栈桥维护与加固方案

本节内容引用海南南海海岸工程与生态环境研究所 2021 年 11 月编制的《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程环境影响报告书》（报批稿）。

2.4.2.1 桥面系改造设计

桥面系包括护栏、桥面板、纵向分配梁和横向分配梁。原桥面板设计为 8m 的防滑钢板，原纵向分配梁设计为[20b 槽钢，原横向分配梁设计为 I25a 工字钢。

目前护栏破损较为严重，拆除后，全部采用新构件替换。桥面板、纵向分配梁和横向分配梁，可对其拆除后进行打磨处理，处理后测量其板厚，满足要求后进行涂装再重复利用。

2.4.2.2 贝雷梁改造设计

贝雷梁包括国产 321 型贝雷梁、90 型支撑架、45 型支撑架、贝雷梁剪刀撑及对应的螺栓和销子等附属构件。

检测报告显示，原栈桥贝雷梁蚀较为严重，根据检测数据推算，现有贝雷梁已不能满足设计荷载要求。故对现有贝雷片及支撑架进行拆除后做废物回收处理。改造方案为安装全新 321 型贝雷梁、90 型支撑架及贝雷梁剪刀撑及附属构件。

2.4.2.3 下部结构改造设计

考虑明珠大桥方案尚未确定，桥梁可能加宽，影响栈桥的平面布置，为尽量减少后期明珠大桥方案变化产生的影响，本阶段仅对改造范围下方的基础进行加固。

下部结构包括钢管桩、钢管桩剪力撑、桩顶分配梁及附属构件。原钢管桩设计为 630x10 钢管桩，原剪力撑设计为[20a 槽钢，原桩顶分配梁设计为双拼 I45a 工字钢。剪力撑通过焊接耳板与钢管桩相连。

对现有桩顶分配梁和桩剪力撑进行拆除后做废品回收处理，更换为新构件。剪力撑与钢管桩连接部位及桩顶增加钢管桩抱箍以减小钢管桩锈蚀的影响。钢管桩改造方案为向现状钢管桩灌注混凝土，对钢管桩内进行清淤后安放钢筋笼，灌注 C30 自密实微膨胀

水下混凝土，钢筋笼安装及混凝土灌注至海床面以下 5m。钢管桩改造设计见图 2.4-2。

图 2.4-2 钢管桩改造设计图

2.4.2.4 抢险加固起终点

栈桥起终点桥台及接线维持原设计不变，本次不做改造。本次加固改造的起点桩号为 K0+151.213，终点桩号为 K2+131.213。项目起点处纵断面见图 2.4-7，终点处断面图见图 2.4-3。

图 2.4-3 栈桥起点处纵断面图

图 2.4-4 栈桥起点处纵断面图

2.4.2.5 施工方法

栈桥于 2015 年 12 月开工建设，2016 年 3 月投入使用，2021 年 12 月临时栈桥重新加固，2022 年 6 月加固改造完工，目前栈桥正常运营。

根据桥梁使用情况和维护计划，将来恢复南引桥（68 跨）及北引桥栈桥（66 跨）桥面宽 6m、主桥段栈桥（38 跨）桥面宽 12m 方案。桥梁恢复施工方案与桥梁加固施工方案基本相同。

（1）施工方法及工艺

本项目为临时栈桥抢险加固工程，施工涉及栈桥旧构件拆除、新构件的安装及钢管桩加固等，施工方向由北引桥侧向南引桥顺序施工。拆除顺序由上至下进行，安装方向由下至上进行。项目实施加固改造起点为栈桥南引桥第 5#跨，1#-4#跨保持原样，其中 5#-10#跨拟采用桥上钓鱼法施工作业；其他跨均采用浮吊船配合运输船施工作业。先完成水上部分的栈桥改造，5#-11#的改造选择在最后（12#-167 跨改造结束后）。

图 2.4-5 栈桥改造加固施工工艺流程图

施工工艺简述如下：

① 桥面系割除

栏杆利用人工割除后，采用浮吊船吊装上运输船转运到人工岛临时装卸码头，同时吊装至平板车上运送至废旧材料临时堆放场，运输路线详见图 2.5-6。

② 贝雷桁架梁拆卸

工字钢分布梁拆除后，进行贝雷桁架拆卸。纵向按跨径断开拆除，贝雷梁在后端栈桥分解成单片贝雷，拆除后吊装上运输船转运到人工岛临时装卸码头，同时吊装至平板车上运送至废旧材料临时堆放场。

③ 钢管桩加固

钢管桩加固施工顺序为：清孔→钢筋笼制作→钢筋笼下放→混凝土浇筑。具体如下：

a、清孔 需对钢管桩海床面 5 米以下的淤泥进行清理，利用空压机进行作业，将压力管道与排淤管道同时伸入钢管桩中，利用压力将泥浆沿排淤管路吹出至平板驳上泥浆箱中，淤泥产生量为 664m³，为确保泥浆不造成环境污染，

及时将泥浆倒运至岛上泥浆池进行沉淀处理，沉淀后淤泥用于回填人工岛低洼处，沉淀分离出的水可作为施工道路洒水。禁止排入周边海域，以保证环境的清洁无污染。

b、钢筋笼制作

桩基钢筋笼在钢筋加工场统一加工制作。其作业流程原材检测→钢筋下料、加工→钢筋笼安装→钢筋笼吊装。

C、钢筋笼下放

12#-167#跨钢筋笼由平板驳运输至施工面，利用平板驳上履带吊进行下放；5#-11#跨钢筋笼采用平板车由北引桥运输至施工处，采用起吊设备在已加过的栈桥上吊装下放钢筋笼，先下放12米钢筋笼，下放至钢筋顶面与桩顶平齐，并用两根一米长钢筋沿钢筋笼空隙对插，悬挑固定，同时解除吊钩，起吊4米钢筋笼使搭接端与12米钢筋笼顶部焊接，焊接完成下放钢筋笼至指定深度。

d、混凝土浇筑

12#-167#跨混凝土罐车由平板驳运输至施工位置，利用履带吊吊装料斗进行管桩内混凝土浇筑；5#-11#跨采用平板船携带混凝土罐车转运至岛上，混凝土罐车由北引桥运输至施工处，混凝土浇筑采用栈桥上的起吊设备调运；每次灌桩前在钢管桩口加装一个喇叭口，在浇筑完成后，将喇叭口周围混凝土清理装入废料桶中，再进行拆除，如此反复循环。混凝土海床面以下5米标高测定利用线锤内外测量，利用线锤长度差值作为评判标准。

④平联、斜撑、桩顶分配梁施工

钢管桩处理完成后，立即进行该墩钢管桩间抱箍、平联、桩顶分配梁施工。先在钢管桩上进行平联、抱箍1和抱箍2位置的测量放样。技术员实测桩间平联长度并在后场下料，同步进行桩顶分配梁的加工。

图 2.4-6 主横梁与钢管桩连接构造

⑤上部构造安装施工

桩顶分配梁及钢管桩横向联接系安装完成后，利用浮吊船整体吊装贝雷桁架。贝雷片在吊装之前先进行分组预拼，将 2 组贝雷片连接成整体。由汽车从后场运输到平板舶装船运至施工水面区域，利用浮吊船机吊装架设。为便于吊装，栈桥分段预拼，以一跨为一吊，杆件的拼装和销子的连接均须严格按照图纸施工。拼装完毕后，仔细检查贝雷片数量及销子的连接情况，合格后方可架设。

为保证贝雷桁架的横向稳定性，在桩顶分配梁处贝雷桁下弦设置限位角钢，组与组之间用角钢进行连接。

⑥附属设施施工

栈桥两边均设置防护栏杆，采用 $\Phi 48 \times 3.5\text{mm}$ 钢管焊接，底部设置挡脚板，其高度不得低于 18cm，防止栈桥桥面板的物品掉落。焊接在栈桥横向分配梁上，交替布置。项目施工示意图见图 2.5-8。

图 2.4-7a 海上施工示意图（12#-167 跨施工）

图 2.4-7b 海上施工示意图（12#-167 跨施工）

2.4.3 栈桥拆除方案

（1）时间安排

南海明珠人工岛和南海明珠大桥建设完成后，临时栈桥使用结束，对临时

栈桥进行拆除，栈桥拆除工期为 3 个月。

(2) 拆除施工工艺流程

临时栈桥拆除工艺流程图见图 2.4-8。

图 2.4-8 临时栈桥拆除工艺流程

(3) 拆除施工工艺

拆除方向由海向岸逐跨拆除，栈桥拆除顺序由上至下进行，起重设备用 80t 履带吊机，基础钢管桩拆除采用 DZ120 拔桩机。

①桥面系割除

栏杆利用人工割除后，吊装上平板车转运到岸上回收场。

②贝雷桁架梁拆卸

工字钢分布梁拆除后，进行贝雷桁架拆卸。纵向按跨径断开拆除，贝雷梁在后端栈桥分解成单片贝雷用平板车运回岸上。

③钢管桩拔除

单跨贝雷桁架拆除后，割除钢管桩顶面工字钢联系及横联。拔桩机用平板车转运到栈桥端头，安装 DZ120 拔桩机到钢管桩顶，待拔桩机液压钳夹紧钢管桩后，启动拔桩机，钢管桩周边土质在振动力作用下开始液化，土质对钢管桩的摩阻力将大大减少，此时 80t 履带吊可缓慢将拔桩机及钢管桩往上提动，逐渐将整根钢管桩拔除，并利用平板车通过栈桥转运到岸上。

2.4.4 施工进度安排

本项目拆除出施工拟投入的主要施工船机设备见表 2.4-1。

表 2.4-1 拟投入的主要施工船机设备

本项目拆除施工安排为 5 个月。施工进度计划详见表 2.4-2。

表 2.4-2 工程施工进度安排表 单位：月

2.5 项目用海需求

项目建设连接南海明珠人工岛与陆地的临时栈桥，用海设施占用部分海域，因此需申请用海。由于南海明珠人工岛地上设施及明珠大桥尚未开始建设，临时栈桥将承担南海明珠大桥及人工岛建设物资运输的重任，然而，临时栈桥的

海域使用权即将到期，因此，需申请续期用海。

(1) 用海面积

本项目申请续期海域使用面积 2.5094 hm²。

(2) 用海类型

根据《海域使用分类》，项目的用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”。

(3) 用海方式

项目用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道等”，用海面积 2.5094 hm²。项目宗海图见图 2.5-1~3。

(4) 用海期限

本项目申请用海期限 3 年。

(5) 占用岸线和新增岸线情况

本项目用海临时占用新修测海岸线的自然岸线 8.3m。本项目采用桩基结构，占用方式属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。项目使用完毕后拆除，岸线恢复原状。

本项目无新增岸线。

图 2.5-1 宗海位置图

图 2.5-2 宗海界址图

图 2.5-3 宗海界址附图

2.6 项目用海必要性

2.6.1 项目建设必要性

2.6.1.1 与国家产业政策及产业发展需求的符合性

根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类项目，属于允许类项目，故项目建设符合国家产业政策的要求。

根据《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年版）》，本项目不属于禁止类和限制类项目。因此，本项目符合海南省相关的产业政策要求。

2.6.1.2 与有关规划的符合性

(1) 与《海南省总体规划纲要》符合性分析

项目位于海口市西海岸旅游区，根据《海南省总体规划（2015-2030）纲要》，海南省产业结构调整方向为：“大力提升热带高效现代农业、加快发展新型工业和高技术产业、做大做强以旅游业为龙头的现代服务业”其中重点发展的十二类产业，旅游业是其中之一。针对旅游产业，《海南省总体规划（2015-2030）纲要》提出重点发展海洋旅游、医疗旅游、购物旅游、会展旅游、文体赛事旅游、乡村旅游、森林旅游、房车露营旅游和特色城镇旅游。全省形成“一岛、两极、两区、六组团”的旅游发展空间布局。

海航集团拟建海口湾南海明珠人工岛（简称“人工岛”），人工岛填海造地 3900 亩，主要用于开发建设涉外旅游区、商业区、游艇码头、水上运动基地等。

南海明珠大桥是人工岛的重要组成部分。该项目的建设将人工岛与大陆连接起来，实现了陆岛的便捷联系，能偶完善人工岛及海口市公路网的合理布局，发挥人工岛的整体和规模效益具有重要意义。在海口湾西海岸风景区附近修建一座结构新颖、造型美观的大桥连接人工岛，可为海口市黄金海岸线增添一道靓丽的风景，展现城市新貌，吸引人流，集聚人气。

临时栈桥项目为南海明珠人工岛和南海明珠大桥建设提供相应的配套支撑，对南海明珠这一大型旅游开发活动的建设有积极的意义。因此，项目的续期对南海明珠人工岛及大桥具有重要的意义，项目建设符合《海南省总体规划（2015-2030）纲要》提出的重点发展海洋旅游的方针政策。

因此，南海明珠大桥（临时栈桥）项目用海符合《海南省总体规划（2015-2030）纲要》。

（2）与《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》的符合性分析

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》主体功能区专篇，本项目所在区域为重点开发区域，其中陆域重点开发区域应加快发展以旅游业为龙头的现代服务业，以旅游度假功能区为重要载体，以加速旅游要素国际化，积极培育旅游新业态为重要目标，推动旅游业转型升级发展。优先发展热带度假休闲旅游业，积极稳妥开放开发海洋、热带雨林旅游资源，深入挖掘红色、民族、民俗旅游资源。将海南东部沿海地区打造成国家级休闲度假海岸，构建富有海南特色的旅游产品体系。着力提升服务业比重，把服务业大发展作为产业结构优化升级的重点，增强消费升级的引擎作用，加快形成以旅游业为龙头、现代服务业为主导的服务业产业体系。海洋重点开发区域大力推进滨海旅游发展，依托独特的海洋资源，充分利用沙滩和海岛资源，大力发展滨海度假、海岛休闲、海洋观光、邮轮游艇、海上运动等特色旅游项目，提升丰富海洋旅游产品，以海口和三亚为中心，重点推进海上丝绸之路旅游门户建设区建设。本项目为南海明珠人工岛及南海明珠大桥施工配套工程，项目的建设可加快南海明珠人工岛建设的步伐，为提升海口市滨海旅游吸引力提供支持。有利于区域旅游业的发展，符合省总体规划主体功能区的要求。

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》中的生态保护红线专篇，项目不占用陆域生态保护红线和近岸海域生态保护红线，满足总体规划生态布局中生态保护红线专篇要求。

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》中海洋功能区划和海岛保护专篇，项目位于海口市西海岸旅游休闲娱乐区(代码：A5-01)。用途管制要求和用海方式要求与《海南省海洋功能区划(2011~2020)》相同，项目用海符合总体规划中海洋功能区划和海岛保护专篇的要求。

综上所述，项目建设符合《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》的要求。

(3) 与《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的符合性

根据项目建设范围与《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》叠加图（见图 1.9-2）可知，本项目为南海明珠人工岛施工配套工程，南海明珠人工岛功能定位为：以邮轮母港功能为核心，集文化娱乐、商务休闲、康体度假于一体的国际综合性旅游海岛,项目的建设可加快南海明珠人工岛建设的步伐，有利于提升丰富海口市海洋旅游产品，可推进海口滨海旅游发展，项目的建设可服务于区域旅游开发建设，符合旅游建设用地用途管制要求。本项目为临时栈桥项目续期用海，均在原用海范围内进行，项目占用园地及滩涂部分工程现状为沙滩，栈桥采用桩基结构，其建设对区域沙滩的影响较小，项目作为南海明珠人工岛临时施工便道，其使用期满后将进行拆除，恢复原状，项目建设不改变区域的用海性质。

综上，项目建设符合《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的要求。

(4) 与《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》的符合性

2021年6月30日海南省自然资源和规划厅批复了《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》（琼自然资委托[2021]1号），南海明珠生态岛位于西海岸北侧，距离陆地岸线约2公里，规划陆域面积为254.24公顷（不含防波堤），总建筑面积约256万平方米，毛容积率1.0。南海明珠生态岛要以海南自由贸易港建设要求为纲领，围绕“三区一中心”战略定位，坚持新发展理念，坚持高质量发展，以国际视野、国际标准，打造对外开放新高地，展示海南新形象。规划功能定位以“生态、智慧”为策略，以文化创意和科技创新为特色，建成集海上旅游服务、高端艺术表演、免税购物体验、康体养生服务为一体的国际化高品质旅游消费中心和一流的国际旅游休闲目的地。规划形成“一心一环，四廊七区”的空间结构：“一心”指地标搭景观核心；“一环”指围绕中央公园的公交联系环；“四廊”指连接中央公园、海景的景观廊道；“七区”指按照产业定位将规划区划分为七个功能区：邮轮服务区、文化休闲港湾区、文化商贸娱乐区、中央主题公园区、综合交通枢纽服务区、商务及星级酒店区、文化科技创意区。

根据《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》，规划建设明珠大桥

实现陆岛连接，目前南海明珠大桥尚未建设，南海明珠临时栈桥为生态岛连接陆域的唯一通道，是生态岛建设的临时通道。同时本项目位于规划南海明珠大桥的东侧，可作为今后南海明珠大桥建设的临时施工便道。本项目为南海明珠生态岛及南海明珠大桥施工辅助工程，故项目的建设符合《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》。

2.6.2 项目续期使用的必要性

(1) 项目是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行。

2014年7月，国家海洋局对海口市海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛区域建设规划进行批复。共批复规划用海面积459.3244公顷，其中填海造地265.4317公顷，其他用海193.8927公顷。《规划》批复后，南海明珠人工岛建设不断推进，目前，填海及非透水构筑物防波堤已经建设完成，现在正在逐步开展岛上的各设施建设。

根据现场勘查结果，南海明珠大桥建设尚未建成，该施工栈桥是目前连接人工岛与陆域的唯一道路通道，对人工岛建设有着重大意义，可保障各种物资顺利、高效的运送至人工岛，用于开展人工岛的建设活动。

(2) 临时栈桥续期是保障南海明珠大桥、人工岛旅游竞争力，带动海口市旅游资源发展的需要。

人工岛发展定位参照国内类似开发经验，以《海南国际旅游岛建设发展规划纲要》为纲领，结合海口旅游实际情况，凸显海口政治、经济、文化中心的优势，人工岛的发展定位为推动力强、辐射力强、生态环保、综合性的“二十一世纪”国际海岛旅游休闲度假中心，海口市重要的海滨景观标志，海南旅游业改革创新试验区。

南海明珠大桥工程的建设将创造有特色的城市景观在海口湾西海岸风景区附近修建一座结构新颖、造型美观的大桥连接人工岛，可为海口市黄金海岸线增添一道靓丽的风景，展现城市新貌，吸引人流，集聚人气。

临时栈桥是将人工岛与大陆连接起来，为人工岛建设提供物资运输线路，保障了人工岛建设的顺利进行，对南海明珠人工岛早日完工起到的至关重要的作用。

根据现场勘查，南海明珠大桥尚未建成，栈桥的存在对南海明珠大桥的建设有重要的辅助作用，可有效保障南海明珠大桥的顺利建设，完善人工岛及海口市公路网的合理布局，发挥人工岛的整体和规模效益也具有重要意义。

(3) 项目续期是保障南海明珠大桥顺利建设的要求。

根据南海明珠大桥的施工方案，大桥的承台施工采用钢套箱围堰和钢板桩围堰方式。水上桩、承台、墩柱以及盖梁的施工在栈桥侧设置钢平台。临时栈桥具有连接南海明珠大桥建设平台、运送桥梁建设物质等重要作用。

因此，由于南海明珠大桥尚未动工，临时栈桥在未来南海明珠大桥建设期具有重要的作用，是保障大桥的顺利建设的重要辅助工具。

(4) 项目续期是符合节约成本、安全生产的要求。

根据现场勘查结果及施工进度安排情况，目前南海明珠人工岛正在开展岛上的施工建设、而南海明珠大桥尚未开始建设。一旦临时栈桥无法续期，临时栈桥将会拆除，对南海明珠人工岛、南海明珠大桥的建设将会造成不利影响。为保障项目的顺利进行，再次进行选址、施工将会造成不合理的成本支出以及时间上的浪费，且项目的重复建设对海洋生态环境会造成重复破坏和污染，造成环境的损害。因此，项目续期是符合节约成本、安全生产的要求。

综上所述，本项目续期是必要的。

2.6.3 项目续期用海的必要性

根据《海口市海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛区域建设用海规划海洋环境影响专题篇章》，人工岛上规划了十一个功能区，根据进度安排，目前规划区已完成填海工作，建设已进入了远期开发阶段，主要将进行基础设施及重点工程建设。包含：地基处理，建设规划区交通中枢（码头工程），海邮轮母港及配套区、商业金融办公区、特色主题酒店、国际娱乐区等。根据现状勘查，目前人工岛上除施工单位的简易施工场地、施工人员住宿、办公建筑外，尚未开展各项规划功能区建设。根据规划，南海明珠人工岛规划建设用海及建设内容已确定，见表 2.5-1。可见，远期规划的旅游及商业设施建设面积为 103.25 公顷，人工岛上市政道路、桥梁建设面积为 8.82 公顷，游艇及配套公共服务建设面积 4.11 公顷，游艇港配套公共服务及商务设施建设面积 95.57 公顷。随着人工岛建设的稳步推进，工程建设包含的建筑材料，施工机械，施工人员

较多，临时栈桥目前是连接人工岛与陆域的唯一通道，对人工岛远期建设起到了重要的作用。

表 2.5-1 南海明珠人工岛规划区用地类型统计

根据《南海明珠大桥工程可行性研究》，连岛大桥包括主桥及引桥，路线全长 2343.5m。南海明珠大桥不仅包括了桥梁的工程，还包括了承台、墩柱等工程，这些基础施工均采用围堰施工，临时栈桥同样承担南海明珠大桥施工平台、建筑物资运输的重任，对南海明珠大桥的建设具有重要的支撑作用。

因此，南海明珠人工岛的建设仍有大量施工材料等需通过临时栈桥运输，同时，南海明珠大桥建设也需临时栈桥作为施工平台及运输物资。临时栈桥已然建成运营，续期仍需要占用海域。项目用海是必要的。

综上所述，本项目续期用海是非常必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 海域与海岸线资源

海口湾位于海口市中心区，西起天尾角，东至南渡江口，海湾面积 268.2 平方千米，海岸线长 59.4 千米，主要以砂质岸线为主，滨海旅游资源丰富，拥有假日海滩、西秀海滩等国内知名海滩，是海口市城市发展的重要依托。

3.1.2 港口资源

海口市港口岸线资源丰富，从西到东可分为以下几个岸段：马村岸段、盈滨～天尾岸段、海口湾岸段。如今的海口港共有秀英港、新港、马村港三个港区，港口岸线总长 4614m，拥有各类生产性码头泊位 33 个，客滚船舶 21 艘(总吨位 43799 吨)和生产辅助船舶 5 艘，各类主要生产机械设备共 236 台，仓库 27 间共 7.39hm²，堆场 12.85hm²。“三港合一”，海口港越发凸显其海南港航旗舰的地位。海口港群是海南省对外交通和外贸运输的主要口岸，承担了海南省大部分货运和客运交通，是海南能源、原材料的转运中心，也是我国沿海的主要枢纽港之一。

海口秀英港是目前海口港的主要港区，是全国 73 个对外开放一类沿海水运口岸之一。现有三家码头区，泊位 23 个，主要经营大宗散杂货、集装箱、货车滚装运输，在整个海口港的货物吞吐量构成中占有 50% 以上的份额。新港港区是海口港的公用港区之一，由多家企业码头组成，其中，北岸段有盐务局码头、海警码头、海关码头、航道局码头和武警码头等，南岸段有航道局新港码头和水产码头。现有泊位 53 个，主要为小型泊位，以经营过海峡的车客滚装运输和短途客运为主，兼营小宗散杂货和建筑材料，以及少量集装箱运输。马村港区位于澄迈湾东侧岸线上，主要由业主码头组成，有散货或散杂泊位 5 个，主要经营油气危险品和煤炭，还有少量建筑材料。新开辟的新海港区位于海口湾西端，有火车轮渡码头和油气码头泊位 3 个，经营火车货客滚装轮渡和油气危险品。

3.1.3 渔业资源

海口市控制区范围内沿岸有南渡江、美舍河、五源河、那博水、美崖水、演州河、演丰西河、罗雅河等注入海域，多年平均入海径流量为 60 多亿 m³ 以上，携带大量有机物质和各种无机盐类入海，给近岸海域生物提供充足的饵料和养分，饵料生物资源丰富，形成了鱼虾类洄游索饵、繁殖生长和栖息的良好生态环境。

海口市主要海洋经济鱼类有马鲛鱼、鱿鱼、黄花鱼、乌贼、金线鱼等 100 多种；虾类有墨吉对虾、斑节对虾、沙虾、毛虾和青虾等；蟹类有青蟹、小蟹、梭子蟹等；贝类有泥蚶、毛蚶、牡蛎、江瑶、文蛤等。还有海马、海蜇、沙虫、江蓠。鱼类资源种类多，群体小，在渔获物中除了毛虾群体较大外，都没有占绝对优势的种类。另外，鱼类既有地方性又有洄游性，而地方性的鱼类为大多数，均在琼州海峡 60m 等深线以内，自西至东分布广泛，但密度小，混栖生存，成为多种作业的捕捞对象。在当地渔民的反复高强度的捕捞之下，海洋渔业资源也日渐枯竭。

海水养殖主要有鱼类、贝类、虾类、蟹类和江蓠。鱼类养殖主要分布在美兰区演丰镇、三江镇，秀英区西秀镇等，主要品种有：鲈鱼、石斑鱼、美国红鱼、军曹等鱼类；贝类养殖主要分布在美兰区三江湾、东寨港，秀英区西秀镇荣山村，主要品种有：牡蛎、泥蚶和鲍鱼；虾类养殖对虾养殖是海水养殖的优势品种，主要分布在美兰区演丰镇、灵山镇、三江镇、新埠街道办，秀英区西秀镇等，主要品种有：南美白对虾、斑节对虾等；蟹类养殖以养殖青蟹为主，主要分布在美兰区演丰镇、三江镇、灵山镇、新埠岛等；江蓠养殖主要养殖地在秀英区西秀镇、美兰区灵山镇。

3.1.4 旅游资源

海口市地处低纬度，属热带季风海洋性气候，日照时间长，天气暖和，长夏短冬，是我国难得的热带滨海旅游度假休闲和避寒胜地。海口旅游圈景点体系较为完备，主要旅游产品有温泉度假、滨海休闲、海上运动、主题公园、高尔夫运动、人文遗址、自然奇观等，经过长期不断的开发已形成了一定的规模效应。

海口是“全国环境综合整治十佳城市”、“全国卫生城市”。海口空气污染指数平均值仅为 28，居全国大中城市之首。海口绿化覆盖率达 42%，地下水水质优良，近岸海域海水水质大多数达到国家一级标准。因此海口被“世界卫生组织”选定为中国第一个世界健康试点城市。

海口的旅游项目多种多样，商务、会展旅游已成雏形，海口的旅游商品也十分丰富。海南椰雕、贝壳工艺品、水晶和珍珠饰品、热带水果以及天然椰子汁、力神咖啡、鹿龟酒等，在国内外都享有盛名。

由于海南岛最长的河流南渡江穿过海口市中部而入海口湾，给近海海域带来丰富的泥沙，形成象海甸岛和新埠岛等岛屿和广阔的滩涂。海岸大多为砂质海岸，地貌结构复杂，形态多变。沙滩、沙丘、泻湖、沙岛、离岸沙堤构成多样的海岸景观。海岸、沙滩、海水、热带作物以及气候都是海口市发展旅游的自然条件和资源。主要的风景旅游区有美丽沙滨海风景区和西海岸海滨风景区。目前，海口湾的旅游资源开发程度较高，在海口湾从东到西，已开发建设的有西海岸带状公园、万绿园等景区与景点以及沿岸的度假酒店和滨海住宅区。

3.1.5 生态资源

海口市的海洋生态资源主要为红树林，红树林主要分布于泥质滩涂海湾和受潮汐影响的河口海岸，涨潮时树根被淹没，退潮时显露，被称为“海上森林”。红树林是热带、亚热带海湾、河口泥滩上特有的常绿灌木和小乔木群落。红树林生态系是世界上最富多样性、生产力最高的海洋生态系之一。海口市红树林连片面积最大、分布最为密集的是东寨港红树林自然保护区，该保护区面积为 2601hm²。除此之外，在河口、港湾等地均有小面积生长。与珊瑚礁一样，红树林也是天然防波护岸的屏障，而且具有较高的科研价值和观赏价值。红树林海滩，营养物质丰富，生态环境良好，是鱼、虾、蟹、蛇鳗和螺等海洋生物的栖息地，并为大量珍稀鸟类提供越冬和栖息觅食场所，构成高生产力的海洋生态系统。红树的茎、根和树皮，还可作为医药和轻工业原料。沿海潮间带红树林具有降解污染的作用，进一步促进了海岸带的生态平衡。同时，红树林以它独特的自然景观，形成了海上森林，风光秀丽，可供国内外游客参观游览。东寨港红树林是世界上少有的自然保护区，据初步调查，东寨港红树林面积共 2000 公顷，有维管束植物 108 科 298 属 395 种，其中红树林植物 16 科、32 种，

占世界红树林植物总数 82 种的 39%，占中国红树林总类的 92%。此外，还有半红树林植物 20 科 30 种。保护区内动物种类众多，现有哺乳类动物 8 种、鸟类 159 种、两栖爬行类 7 种、蝶类 6 科 27 种、鱼类 57 种、两栖动物 92 种。其中珍稀濒危鸟类 16 种。

3.1.6 渔业资源现状调查与评价

本节内容数据引用《海口南海明珠生态岛项目 2023 年度春季海洋环境跟踪监测报告》（福州市华测品标检测有限公司，2023 年 6 月）中渔业资源调查数据。调查时间为 2023 年 3 月 13 日、16 日、17 日。站点布设见表 3.1-1 和图 3.1-1。

表3.1-1 南海明珠生态岛周边海域海洋生态环境调查站位及调查类型

图3.1-1 调查站位示意图

3.1.6.1 鱼卵和仔、稚鱼

3.1.6.1.1 种类组成

在采集的 20 个定量及定性样品中，经鉴定，共出现了鱼卵和仔、稚鱼 20 种，隶属于 16 科，其中鉴定属的有舌鳎、鱧、小公鱼、银鲈、金线鱼、肩鳃鲷 6 种，鉴定到科的有鲱科、烟管鱼科、鳊科、鲮科、石首鱼科、鲷科、鲈科、鳊科、鲮科共计 9 科。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 12 种，仔鱼出现种类有 12 种。详见表 3.1-2。

表 3.1-2 调查海区鱼卵和仔、稚鱼种类组成

3.1.6.1.2 密度分布

在本次调查的垂直采样的定量样品中共采到鱼卵 62 粒。调查海区的鱼卵平均密度为 5.91 粒/m³，捕获鱼卵数量密度最高为 A5 站位，为 41.94 粒/m³，数量密度变化范围在 0 粒/m³~41.94 粒/m³，调查期间 20 个测站位除 B1、B2、B3、C1、C3、C4、和 D1 站位有采到鱼卵外，其他站位均未采集到鱼卵，鱼卵出现率为 65.0%。

在本次调查的垂直采样的定量样品中，共采到仔、稚鱼 19 尾。调查海区的仔、稚鱼平均密度为 1.68 尾/ m³， 捕获仔、稚鱼数量密度最高为 A1 站位，为 6.25 尾/ m³， 数量密度变化范围在 0 尾/ m³~6.25 尾/ m³， 调查期间 20 个测站中有 9 个站位出现仔、稚鱼， 出现率为 45.0%。详见表 3.1-2。

表 3.1-3 鱼卵和仔、稚鱼生物密度及其分布

注：“/”表示该站位未采集到鱼卵和仔、稚鱼。

3.1.6.2 游泳生物

3.1.6.2.1 游泳动物调查现状

(1) 种类组成与分布

本次游泳动物监测共计布设 20 个监测断面， 共发现游泳动物 4 类 75 种， 其中鱼类 41 种， 占总种数的 54.67%； 虾类 10 种， 占总种数的 13.33%； 蟹类 21 种， 占总种数的 28.00%； 头足类 3 种， 占总种数的 4.00%。详见附录 VI。

图3.1-2 游泳动物种类组成图

(2) 游泳动物渔获率和资源密度

本次调查共采集到游泳动物 24.56kg， 其中鱼类 20.83kg， 占总渔获量的 84.83%； 虾类 1.41kg， 占总渔获量的 5.76%； 蟹类 2.09kg， 占总渔获量的 8.52%； 头足类 0.22kg， 占总渔获量的 0.89%。本次调查共采集到个体有 1129ind， 鱼类 466ind， 占总个体渔获量的 41.28%； 虾类 318ind， 占总个体渔获量的 28.17%； 蟹类 324ind， 占总个体渔获量的 28.70%； 头足类 21ind， 占总个体渔获量的 1.86%。

图3.1-3 游泳动物渔获量和资源密度

本次调查游泳动物重量渔获率范围为 0.373kg/h~2.96kg/h， 游泳动物的平均重量渔获率为 1.228kg/h。各站位中重量渔获率以 B1 最高， 为 2.96kg/h， A3 站位最低， 为 0.373kg/h。按个体计， 评价区游泳动物的个体渔获率范围为 25~122ind./h， 平均个体渔获率为 56.4ind./h。各站位中个体渔获率以 B1 最高， 为 122ind./h， A3 最低， 均为 25ind./h。其他各站位渔获率见表 3.1-4。

表 3.1-4 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

3.1.6.2.2 鱼类资源状况

(1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类，经鉴定共 41 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的捕捞对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

(2) 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.1-5。从表 3.1-5 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 176.794kg/ km² 和 3941.57ind./km²。在 20 个断面中，鱼类重量密度分布中，B4 断面最高为 438.579kg/ km²，A3 断面最低为 30.808kg/ km²；鱼类个体密度分布中，B1 断面最高为 12498.99ind./ km²，A3 断面最低为 1379.2ind./ km²。

表 3.1-5 调查海域鱼类资源资源密度

(3) 优势种

根据游泳动物渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定鱼类的优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比，W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比，F—某一种类出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次游泳动物监测相对重要性指数 IRI 大于 1000 为优势种，监测海区鱼类动物的优势种为大鳞舌鳎和灰鳍棘鲷，共计 2 种，鱼类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数见下表。

表 3.1-6 鱼类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数

3.1.6.2.3 虾类资源状况

(1) 虾类种类组成

本次调查捕获的虾类，经鉴定共 10 种。

(2) 虾类资源密度评估

本次调查，虾类的资源密度见表 3.1-7。从表 3.1-7 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 11.974kg/km² 和 2690.260ind./km²。其中，重量密度范围为

1.086kg/km²~36.811kg/km²，B4 断面最低，C4 断面最高；个体密度分布范围为 517.2ind./km²~7499.39nd./km²，B4 断面最低，D1 断面最高。

表3.1-7 调查海域虾类的资源密度

(3) 优势种

根据游泳动物渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定虾类的优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。式中：N 一某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比，W 一某一种类的重量占渔获总重量的百分比，F 一某一种类出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次游泳动物监测相对重要性指数 IRI 大于 1000 为优势种，监测海区虾类动物的优势种为哈氏仿对虾、口虾蛄、须赤虾、猛虾蛄，共计 4 种，虾类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数见下表。

表 3.1-8 虾类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数

3.1.6.2.4 蟹类资源状况

(1) 蟹种类组成

本次调查捕获的蟹类，经鉴定共 21 种。

(2) 蟹类资源密度评估

本次调查，蟹类的资源密度见表 3.1-9。从表 3.1-9 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 17.681kg/km² 和 2759.692ind./km²。其中，重量密度范围为 2.09kg/km²~73.731kg/km²，B2 断面最低，C4 断面最高；个体密度分布范围为 333.306ind./km²~9309.6ind./km²，B2 断面最低，C2 断面最高。

表 3.1-9 蟹类资源密度

注：“/”表示该站位未采集到蟹类

(3) 优势种

根据游泳动物渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定蟹类的优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。式中：N 一某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比，W 一某一种类的重量占渔获总重量的百分比，F 一某一种类出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次游泳动物监测相对重要性指数 IRI 大于 1000 为优势种，监测海区蟹类动物的优势种为矛形梭子蟹、红星梭子蟹、远洋梭子蟹 3 种，蟹类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数见下表。

表3.1-10 蟹类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数

3.1.6.2.5 头足类资源状况

(1) 头足种类组成

本次调查捕获的头足类，经鉴定共 3 种。

(2) 头足类资源密度评估

本次调查，头足类的资源密度见表 3.1-11。从表 3.1-11 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 $4.150\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $400.35\text{ind.}/\text{km}^2$ 。其中，重量密度范围为 $0\text{kg}/\text{km}^2\sim 17.349\text{kg}/\text{km}^2$ ，A4、A5、B2、B3、B4、B5、C1、C3、D1、E2 和 E3 断面最低，未捕获头足类，A2 断面最高；个体密度分布范围为 $0\text{ind.}/\text{km}^2\sim 862.0\text{ind.}/\text{km}^2$ ，A4、A5、B2、B3、B4、B5、C1、C3、D1、E2 和 E3 断面最低，未捕获头足类，A3 和 D3 断面最高。

表3.1-11 头足类资源密度

注：“/”表示该站位未采集到头足类。

(3) 优势种

根据游泳动物渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定头足类的优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W)F$ 。式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比，W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比，F—某一种类出现的站位数占调查总断面数的百分比。

本次游泳动物监测相对重要性指数 IRI 大于 1000 为优势种，监测海区头足类动物的优势种为火枪乌贼，头足类资源优势种的渔获重量、尾数及 IRI 指数见下表。

表3.1-12 头足类资源的渔获重量、尾数及 IRI 指数

3.1.6.3 小结

3.1.6.3.1 鱼卵和仔、稚鱼

在采集的 20 个定量及定性样品中，经鉴定，共出现了鱼卵和仔、稚鱼 20 种，隶属于 16 科，其中鉴定属的有舌鳎、鱧、小公鱼、银鲈、金线鱼、肩鳃鲷 6 种，鉴定到科的有鲱科、烟管鱼科、鳎科、鲻科、石首鱼科、鲷科、鲹科、鳀科、鰺科共计 9 科。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 12 种，仔鱼出现种类有 12 种。

在本次调查的垂直采样的定量样品中共采到鱼卵 62 粒。调查海区的鱼卵平均密度为 5.91 粒/m³，捕获鱼卵数量密度最高为 A5 站位，为 41.94 粒/m³，数量密度变化范围在 0 粒/m³~41.94 粒/m³，调查期间 20 个测站位除 B1、B2、B3、C1、C3、C4、和 D1 站位有采到鱼卵外，其他站位均未采集到鱼卵，鱼卵出现率为 65.0%。

在本次调查的垂直采样的定量样品中，共采到仔、稚鱼 19 尾。调查海区的仔、稚鱼平均密度为 1.68 尾/m³，捕获仔、稚鱼数量密度最高为 A1 站位，为 6.25 尾/m³，数量密度变化范围在 0 尾/m³~6.25 尾/m³，调查期间 20 个测站中有 9 个站位出现仔、稚鱼，出现率为 45.0%。

在本次调查的水平采样的定性样品中，共采到鱼卵 10593 粒，仔、稚鱼 77 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 529.6 粒/网，捕获鱼卵数量密度最高为 A4 站位，为 3660 粒/网，数量密度变化范围在 8~3660 粒/网，调查期间 20 个测站中均采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100%。

调查海区的仔、稚鱼平均密度为 5.1 尾/网，捕获仔、稚鱼数量密度最高为 A2 站位，为 12 尾/网，数量密度变化范围在 0~12 尾/网，调查期间 20 个监测站中有 15 个站位出现，出现率为 75%。

3.1.6.3.2 游泳动物

本次游泳动物监测共计布设 20 个监测断面，共发现游泳动物 4 类 75 种，其中鱼类 41 种，占总种数的 54.67%；虾类 10 种，占总种数的 13.33%；蟹类 21 种，占总种数的 28.00%；头足类 3 种，占总种数的 4.00%。

本次调查共采集到游泳动物 24.56kg，其中鱼类 20.83kg，占总渔获量的 84.83%；虾类 1.41kg，占总渔获量的 5.76%；蟹类 2.09kg，占总渔获量的 8.52%；头足类 0.22kg，占总渔获量的 0.89%。本次调查共采集到个体有 1129ind，鱼类 466ind，占总个体渔获量的 41.28%；虾类 318ind，占总个体渔

获量的 28.17%；蟹类 324ind，占总个体渔获量的 28.70%；头足类 21ind，占总个体渔获量的 1.86%。

本次调查游泳动物重量渔获率范围为 0.373kg/h~2.96kg/h，游泳动物的平均重量渔获率为 1.228kg/h。各站位中重量渔获率以 B1 最高，为 2.96kg/h，A3 站位最低，为 0.373kg/h。按个体计，评价区游泳动物的个体渔获率范围为 25~122ind./h，平均个体渔获率为 56.4ind./h。各站位中个体渔获率以 B1 最高，为 122ind./h，A3 最低，均为 25ind./h。

(1) 鱼类

本次调查捕获的鱼类，经鉴定共 41 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的捕捞对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。鱼类平均重量密度和平均个体密度分别为 176.794kg/km² 和 3941.57ind./km²。在 20 个断面中，鱼类重量密度分布中，B4 断面最高为 438.579kg/km²，A3 断面最低为 30.808kg/km²；鱼类个体密度分布中，B1 断面最高为 12498.99ind./km²，A3 断面最低为 1379.2ind./km²。

(2) 虾类

本次调查捕获的虾类，经鉴定共 10 种。虾类平均重量密度和平均个体密度分别 11.974kg/km² 和 2690.260ind./km²。其中，重量密度范围为 1.086kg/km²~36.811kg/km²，B4 断面最低，C4 断面最高；个体密度分布范围为 517.2ind./km²~7499.39ind./km²，B4 断面最低，D1 断面最高。

(3) 蟹类

本次调查捕获的蟹类，经鉴定共 21 种。蟹类平均重量密度和平均个体密度分别为 17.681kg/km² 和 2759.692ind./km²。其中，重量密度范围为 2.09kg/km²~73.731kg/km²，B2 断面最低，C4 断面最高；个体密度分布范围为 333.306ind./km²~9309.6ind./km²，B2 断面最低，C2 断面最高。

(4) 头足类

本次调查捕获的头足类，经鉴定共 3 种。头足类平均重量密度和平均个体密度分别为 4.150kg/km² 和 400.35ind./km²。其中，重量密度范围为 0kg/km²~17.349kg/km²，A4、A5、B2、B3、B4、B5、C1、C3、D1、E2 和 E3 断面最低，未捕获头足类，A2 断面最高；个体密度分布范围为

0ind./km²~862.0ind./km², A4、A5、B2、B3、B4、B5、C1、C3、D1、E2 和 E3 断面最低, 未捕获头足类, A3 和 D3 断面最高。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 气象环境概况

项目地处热带北缘, 属热带海洋性季风气候区, 具有高温多雨、干湿季分明、雷暴多、蒸发量大、夏秋季节热带气旋影响频繁等气候特征。冬季盛行东北季风, 夏季盛行西南季风, 春秋两季则是季风转换季节。

本报告气温、降水、风况、湿度、雾况等资料均采用海口市气象站 1998~2013 年的观测资料进行统计; 热带气旋采用《热带气旋年鉴》1973 年~2015 的资料进行分析; 风暴潮采用秀英海洋站 1953~2008 年的资料进行分析。项目所在区域的气象情况简述。如下:

1、气温

本区域平均气温为 24.1℃, 年极端最低气温为 4.9℃, 发生在 1 月; 年极端最高气温为 38.7℃, 发生在 5 月。表 4.1-1 为海口气象站 1971~2000 年的 30 年气温的逐月分布。由表可见, 1 月气温最低, 平均气温为 17.7℃; 7 月平均气温最高, 为 28.6℃; 而 6、7、8 月的平均气温相差不大, 并均在 28℃ 以上。

表 3.2-13 海口气象站 1998~2013 年各月平均气温和极端气温(℃)

2、风

根据海口气象站 1998~2013 年实测资料统计结果, 海口常风向为 EN 向, 频率为 15%; 次常风向为 ENE 和 ESS 向, 频率分别为 11% 和 10%。强风向为 N 向, 实测最大风速 25m/s, 极大风速可达 40m/s 以上, 全年出现≥8 级的大风日数平均为 13.5 天, 风玫瑰图见图 4.1-1。海口地区风速较大时期为台风期, 1409 号热带气旋“威马逊”是 41 年中登陆时影响最强的, 中心附近最大风力每秒 52 米, 最低气压 935 百帕斯卡, 在海南省文昌市翁田镇沿海短暂登陆时中心风力为 72m/s, 随后进入海南和雷州半岛之间的琼州海峡, 最后在广东省徐闻县龙塘镇沿海登陆。秀英海洋站的观测资料表明, “威马逊”在西海岸最大风速 33.4m/s, 最大增水 123cm, 最大浪高 7 米; “海鸥”在西海岸最大风速 20.8m/s, 最大增水 111cm, 最大浪高 6.1 米。

图 3.2-1 海口市风玫瑰图

3、降水

海口地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为 1651.9mm，年降水日数平均为 102.5 天。4~10 月为雨季，其间集中了全年 80%以上的降水量和 60%以上的降水日。6~10 月的月平均降水量均超过 200mm，11 月至次年 3 月为旱季，1 月的降水量最少，平均为 19.4mm，详见表.2-14。

表 3.2-14 海口气象站 1998~2013 年各月降水量分布(单位：mm)

4、雾况

年平均雾日(能见度小于 1km)约为 20 天，年最多雾日有 45 天(2008 年)，最少为 5 天(2003 年)；浓雾天气主要集中出现在 1~4 月和 12 月，约占全年的 93%，年内 5~11 月较少出现浓雾天气。

5、相对湿度

由于常年受到来自海洋的气流影响，本区域的湿度相对较大，年平均相对湿度为 84%。因主要受海洋性气候影响，全年相对湿度没有明显的季节变化，各月平均相对湿度均在 80%以上，平均相对湿度的季节变化很小，年平均呈双峰型；1~3 月相对湿度较高，2 月份出现最高峰值，为 88%其主要由于冬春季之交，冷暖气团常在沿海交锋，多云、雾、连绵细雨等天气现象，故造成相对湿度较高。第二峰值出现在 9 月，为 85%，主要是由后汛期降雨这一天气现象所造成。11 月份相对湿度最低，为 80%，主要是受到北方干冷的高压脊控制，相对比较干燥。

6、热带气旋

热带气旋几乎为大部分海洋灾害的诱因，它产生大风的同时，引发灾害性巨浪和风暴潮。根据《台风年鉴》资料，以台风中心进入 109.5° ~111.5° ,19° ~21° 为影响标准，1975~2015 年期间，登陆或影响海口的热带气旋共有 81 个，见表 3.2-15，年平均 2 个，年最多为 3 个热带气旋登陆或影响海口。

表 3.2-15 1975~2015 年登陆或影响海口湾热带气旋统计(单位：个)

1975~2015 年期间，典型热带气旋过程对海口最具影响的热带气旋有 10 个，热带气旋中心风速均在 35m/s 以上，分别是 8007、8217、8616、9111、0312、

0518、1117、1409、1415、1522。1409号热带气旋"威玛逊"是41年中登陆时影响最强的，2014年7月18日，"威玛逊"进入南海后向西北移动，移速维持在时速22公里，7月18日5时，升格为超强台风，中心附近最大风力每秒52米，最低气压935百帕斯卡，18日14时"威玛逊"的增强趋势没有停止，临岸急剧增强，直至下午掠过海南东北端前，达到强度颠峰，当日下午3时半，威玛逊以颠峰强度于中国海南省文昌市翁田镇沿海短暂登陆，中心风力为72m/s是南海罕见的强度。

威玛逊在不久后便进入海南和雷州半岛之间的琼州海峡。晚上7时半，威玛逊在广东省徐闻县龙塘镇沿海登陆。登录时中心最大风力17级(60m/s)，成为登陆广东最强台风，结束了广东无超强台风登陆的历史。当晚较后时间，威玛逊转趋减弱，以西北偏西的移动路径，掠过雷州半岛，移入北部湾。图3.2-2是10次最具强登陆或影响海口湾的热带气旋路径图。

图 3.2-2 10 次最强登陆或影响海口湾的热带气旋路径图

7、风暴潮

风暴潮是由于强烈的大气扰动引起的海平面异常升降现象。当热带气旋靠近或在海南岛北部、东部沿海登陆时，基本上都会对海口造成严重影响，引发风暴潮过程，根据秀英海洋站1953~2008年(1972至1975年为海口水位部资料)的风暴潮实测增水资料统计，53年来，海口增水 $\geq 30\text{cm}$ 的次数有164次，平均每年1.8次，增水 $\geq 100\text{cm}$ 的次数有26次，平均约每两年有1次，增水 $\geq 150\text{cm}$ 的次数有11次，共有9年出现过，增水 $\geq 200\text{cm}$ 的次数有5次，共有4年出现过，详见表3.2-4。1953年~2008年，秀英(海口)站超警戒潮位的共有26次，平均每年0.5次，约每两年有一次。

表 3.2-16 引发秀英(海口)站产生 150cm 以上增水的热带气旋一览表

根据《海南省风暴潮灾害预报及防范系统研究》，2005年—2009年海南岛沿岸共出现17次明显风暴潮增水过程，其中5次出现超过当地警戒潮位的高潮位。

2005年在海南岛产生明显风暴潮增水过程有3次，分别是“0508号”强热带风暴“天鹰”，“0516号”热带风暴“韦森特”和“0518”号台风“达维”。“0508号”“天鹰”引起秀英海洋站最大增水53cm，最高潮位未超当地警戒潮位。“0516号”“韦森特”海口地区增水等级为V级，风暴潮增水指数为5，灾害值为6.2。“0518”号超强台风“达维”引起秀英海洋站最大增水126cm，超当地警戒水位52cm。受“达维”影响，海口经济损失超过0.3亿元。

2006年在海南岛共产生4次增水大于40cm的风暴潮增水过程，分别由“0602号”热带风暴“杰拉华”、“0606”号台风“派比安”、“0615号”热带风暴、“0616号”超强台风“象神”引发。但2006年风暴潮过程均为超当地警戒潮位，对海南省影响影响不大。

2007年在海南产生了3次增水超过40cm的风暴潮增水过程，分别由“0707号”强热带风暴“帕布”、“0714号”热带风暴“范斯高”、“0715号”台风“利齐马”引发。“0707号”引发秀英海洋站最大增水61cm，最高潮位恰好达到当地警戒潮位。“0714号”引发秀英海洋站最大增水85cm，超当地警戒潮位15cm。“0715号”引发秀英海洋站最大增水70cm，超当地警戒水位31cm，在海口地区增水等级为V级，超警戒潮位等级为III级。

2008年海南岛沿岸共产生4次由热带气旋引发，最大增水超过40cm的风暴潮过程，分别由“0801号”台风“浣熊”、“0809号”强热带风暴“北冕”、“0814号”强台风“黑格比”和“0816号”热带风暴“海高斯”引发。根据验潮站资料统计，“0801号”引发秀英海洋站最大增水66cm，“0809号”引发秀英海洋站最大增水59cm，“0817号”引发秀英海洋站最大增水41cm，以上均未超当地警戒潮位。“0814号”台风“黑格比”引发秀英海洋站最大增水77cm，超当地警戒潮位28cm。受“黑格比”影响，海口市直接经济损失5006万元。

2009年海南岛沿岸共产生3次由热带气旋引发，最大增水超过40cm的风暴潮过程，分别由“0905号”强热带风暴“苏迪罗”、“0913号”热带风暴“彩虹”和“0917号”超强台风“芭玛”引发。“0905号”影响期间，秀英海洋站最大增水56cm，“0913号”影响期间，秀英海洋站最大增水79cm，两者最高潮位均未超当地警戒潮位。“0917号”“芭莎”影响期间，秀英海洋站最大增水66cm，最高潮位223cm（当地基面），超当地警戒潮位30cm。

自 2009 年以来，海口于 2014 年出现两次特大风暴潮过程，分别由“威马逊”和“海鸥”引发。

1409 号超强台风“威马逊”在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，对海口、文昌造成严重的风暴潮灾害。海口秀英验潮站 7 月 18 日出现最大增水值 221 厘米，最高潮位 347 厘米(当地基面，下同)，超当地警戒潮位 57 厘米；其它验潮站未超当地警戒潮位。

1415 号台风“海鸥”在海南岛沿岸引发不同程度的风暴增水，造成海南岛北部的海口、文昌、澄迈出现严重的风暴潮灾害。9 月 16 日，海口秀英验潮站最高潮位 452 厘米，为有记录以来的最高值，超当地警戒潮位 162 厘米，当日最大增水值 209 厘米；清澜验潮站最高潮位 240 厘米，最大增水值 143 厘米，达到当地警戒潮位；其它验潮站未超当地警戒潮位。

3.2.2 海洋水文

本节引用《海口市葫芦岛项目重点整治工程报告环境影响报告书》（中国电建集团华东勘测研究院有限公司，2020 年 10 月）。2019 年 4 月 12 日~13 日大潮期在海口湾附近海域开展水文调查资料，水文测验共设置水文测站 6 个，潮位站 2 个，具体位置见表 3.2-17 和图 3.2-3，测验项目包括潮流、悬沙、潮位，观测时间为 2019 年 4 月 12 日 09:00~13 日 10:00。

表 3.2-17 水文调查各测站坐标和观测项目

图 3.2-3 项目附近海域水文调查站位图

3.2.2.1 潮汐特征

3.2.2.1.1 潮汐类型

根据海南省秀英海洋站验潮资料（1976~2001 年）调和分析，计算了海口湾的潮汐形态数特征值为 3.86，属于不正规日潮混合潮，一个月内日潮天数为 15~18 天，其它时间为正规半日潮。潮汐现象一般为一日有两次高潮和两次低潮，但在月球赤纬最大的少数日期，其低高潮和高低潮消失，遂呈一日一次高潮和一次低潮。海口湾潮汐的这一潮汐现象显然是受琼州海峡东端南海的不正规半日潮波及海峡西口北部湾的正规日潮潮波双重影响所致。

3.2.2.1.2 潮汐特征

根据实测潮位数据，通过水准测量，将潮高基面统一转化到 85 国家高程基准，摘取高、低潮位资料统计大潮期间各站潮汐特征值，见表 3.2-18，图 3.2-4 为各站潮位过程曲线图。分析本海区潮汐特征如下：

观测期间潮汐为全日潮潮型，一个观测周内有一个高潮一个低潮，高、低潮潮高、潮时见表 3.2-18，两测站高、低潮时较接近，H1 站高、低潮高高于 H3 站，H3 站潮差略大于 H1 站，两站潮差分别为：H1：1.72m；H3：1.76m。从图 5.1-2 可看出，潮汐的涨、落潮历时不相等，经过统计，H1 站涨潮历时为 13 小时 30 分，落潮历时为 11 小时 30 分，H3 站涨潮历时为 13 小时 20 分，落潮历时为 11 小时 40 分，涨潮历时均大于落潮历时，潮汐日不等现象显著。

表 3.2-18 春季水文调查潮高、潮时统计表

站位	坐标点		高潮		潮差 (m)
	潮时	潮高 (m)	潮时	潮高 (m)	
H1	12 日 09:10	-0.19	13 日 22:40	1.53	1.72
H2	12 日 09:30	-0.35	13 日 22:50	1.41	1.76

图 3.2-4 工程区域观测期间潮位过程曲线图

3.2.2.2 波浪特征

根据工程区附近海域的白沙门站(110°20'E，20°04'N，1984 年 5 月~1985 年 4 月)和后海站(110°12'E，20°04'N，1977 年 5 月~1979 年 4 月)的波浪资料，统计分析工程区域波浪特征(站位见图 3.2-5)。

图 3.2-5 白沙门、后海波浪观测站位置图

(1)波型

工程海域全年以风浪为主，风浪占 76%~85%，涌浪占 14%~23%。风浪以冬季出现最多，其他季节风浪略少，各月风浪与涌浪频率统计结果见表 3.2-19。

表 3.2-19 白沙门站和后海站各月风浪与涌浪频率统计结果

观测站	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
白沙门站	风浪	92.1	93.4	82	81.3	74	81.7	81.3	81.6	79.9	82.9	96	92.9	84.4
	涌浪	7.9	6.6	18	18.3	26	18.3	18.7	18.4	20.1	17.1	4	7.1	15.6
后海站	风浪	87.6	89.6	79.3	83.3	81.8	86.8	93.9	81	82.5	86.1	87.6	90.5	85.8
	涌浪	12.4	10.4	20.7	16.7	18.2	13.4	6.1	19	17.5	13.9	12.4	9.5	14.2

(2)波向

工程海域常浪向为 ENE，频率为 30.1%，次常浪向为 NE，频率 22.9%。波浪出现最少的方向为 S~WSW。受季风风向影响，工程海域常浪向随季风而变化，东北季风期(11月至次年3月)，常浪向为 ENE，次常浪向为 NE，季风转换期(4~5月，9~10月)常浪向、次常浪向与东北季风期一样，分别为 ENE、NE，但常浪向出现频率略低于冬季，次常浪向出现频率略高于冬季；西南季风期(6~8月)常浪向为 NE，次常浪向为 NW，为北部湾波浪和琼州海峡东口传入。表 3.2-20 是后海站各向波浪频率统计表。

(3)各向波高与周期

从海湾轮廓上来看，S 向和 SE 向的风浪对海湾的影响是微弱的，而 N 向、NE 向和 NW 向风浪则成为岸滩塑造和沿岸漂沙运移的主要动力。表 3.2-21 为白沙门站和后海站各向波高与周期统计结果。

表 3.2-20 后海站各向波浪频率统计表

表 3.2-21 白沙门站和后海站各向波高(m)与周期(s)统计表

(4)各月波高与周期

表 3.2-22 和表 3.2-23 分别是白沙门和后海站各月波高与周期统计结果，由表可见，东北季风影响期间，月平均 $H_{1/10}$ 波高较其他季节为大，最大波高出现在 8 月至 10 月。

表 3.2-22 白沙门站各月波高(m)与周期(s)统计表

表 3.2-23 后海站各月波高(m)与周期(s)统计表

3.2.2.3 海流特征

3.2.2.3.1 潮流基本特征

大潮期海流观测于 2019 年 4 月 12 日 09:00~13 日 10:00 期间进行。实测潮流的涨落潮期流速特征统计结果见表 3.2-24，不同潮期各站流速、流向分布图及潮流玫瑰图见图 3.2-6~图 3.2-15。分析观测期间工程海域潮流特征如下：

①观测海域测站潮流基本为往复流动，H1、H4、H6 站往复流特征较明显，其中 H1 站潮流流向在半潮面以上为 NW 向，半潮面以下为 SE 向，H4、H6 站潮流流向在半潮面以上为 SW 向，半潮面以下为 NE 向；H2、H3、H5 站受地形波浪等影响，潮波发生变形，潮流规律性较差，H2 站潮流流向主要集中于 NW 向附近，H3、H5 站潮流流向较发散。

②从潮流流速平面分布上看，位于较外侧海域的 H6 站潮流流速明显大于位于近岸海域站位的潮流流速；从流速垂线分布上看，H5 站表层流速较小，中、底层流速较大，其余站位底层流速较小，表、中层流速较大。

③从规律性较好的 H1、H6 站来看，实测涨、落潮最大流速大致出现在高、低平潮附近的涨憩、落憩时段，最小流速出现在半潮面附近时段，可认为观测海域潮波传播的类型与前进波较为相似。

④潮流最大流速出现在 H6 站 0.6H 层，流速为 111cm/s，流向为 ENE 向。各站表层流速介于 4cm/s~108cm/s 之间，0.6H 层流速介于 5cm/s~111cm/s 之间，底层流速介于 4~103cm/s 之间。

⑤从流速最大值来看，除了 H6 站落潮流速最大值明显大于涨潮流速最大值外，其余站位涨、落潮流速最大值相差不大；从各站潮流平均流速上看，落潮流速平均值略强于涨潮流。

表 3.2-24 水文调查实测潮流分层流速特征值统计表

图 3.2-6 H1 站流速、流向过程曲线图

图 3.2-7 H2 站流速、流向过程曲线图

图 3.2-8 H3 站流速、流向过程曲线图

图 3.2-9 H4 站流速、流向过程曲线图

图 3.2-10 H5 站流速、流向过程曲线图

图 3.2-11 H6 站流速、流向过程曲线图

图 3.2-12 大潮期各站表层潮流玫瑰图

图 3.2-13 大潮期各站 0.6H 层潮流玫瑰图

图 3.2-14 大潮期各站底层潮流玫瑰图

图 3.2-15 各站垂线平均潮流玫瑰图

3.2.2.3.2 余流分析

余流主要是由热盐效应、风和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表 3.2-25 为观测期间各站余流分析成果表，图 3.2-16 给出了观测期间各站的余流玫瑰图。现根据调查资料，分析本次观测该海区的余流特征如下：

各站余流差异较大，季节因素和潮型对其影响较多。从垂线平均来看，H1、H2 站余流流向为 NW 向，H3、H5 站余流流向为 SE 向，H4 站余流流向为 S 向，H6 站余流流向为 SW 向。余流流速最大为 20cm/s，出现在 H5 站，最小为

4cm/s，出现在 H3、H4、H6 站。表层余流流速在 4cm/s~14cm/s 之间，0.6H 层及底层流速均介于 4cm/s~20cm/s 之间。

表 3.2-25 各站余流流速、流向统计表

图 3.2-16 各站余流分布玫瑰图

3.2.3 地形地貌概况

3.2.3.1 地形地貌

3.2.3.2 泥沙环境

本节引用《海口市葫芦岛项目重点整治工程报告环境影响报告书》（中国电建集团华东勘测研究院有限公司，2020 年 10 月）。2019 年 4 月 12 日~13 日在工程海域开展的悬沙观测，各站各层含沙量特征值见表 3.2-26，各站涨落潮期含沙量分布见表 3.2-27，各站含沙量分布见图 3.2-17。分析工程区含沙量有如下特征：

(1)观测期间工程区含沙量平均值介于 18.0~29.7mg/L 之间，各站涨、落潮期含沙量平均值相差不大；

(2)观测站含沙量浓度最大出现在 H1 站底层，为 48.9mg/L，最小值出现在 H1 站表层，为 10.8mg/L；

(3)垂线上，各站含沙量基本上由表层向底层逐渐增大；平面上，H1、H3、H5 站含沙量较大，H2、H4、H4 站含沙量较小；

(4)从实测记录可以看出，该海域悬沙浓度不大，说明本海区悬沙来源较少。

表 3.2-26 各站各层次含沙量特征值表

表 3.2-27 各站各层次含沙量特征值表

图 3.2-17 H1~H6 站观测期含沙量分布图

3.2.3.3 海滩及海底地形地貌与冲淤环境现状调查

3.2.3.3.1 海滩及海底地形地貌

1、海滩

本节内容引自《海口南海明珠生态岛项目周边海域 2019-2021 年岸滩稳定性分析报告》。2020 年 12 月和 2021 年 3 月自然资源部第一海洋研究所在西海岸海域共布设了 10 条水深监测断面，如图 5-7 所示，编号 L1~L10。

另外，根据 2019 年 8 月开展的大比例尺水深调查资料，提取了 2019 年 8 月对应 L1~L10 水深断面的数据。

根据以上 3 期水深断面的资料，反映自 2019 年至 2021 年以来南海明珠岛附近水域的地形变化情况。

图 3.2-18 调查工作区域及断面

表 3.2-28 调查剖面坐标

1、L1 水深断面

2019 年至 2020 年，150m 范围内发生侵蚀，300m~700m 范围以淤积为主，700m~1100m 发生侵蚀，1100m 之后发生淤积。

2020 年至 2021 年，400m 范围内稍有淤积，300m~650m 发生明显侵蚀，650m~1100m 发生淤积，1100m 至 1400m 发生侵蚀，1400m 之后发生淤积。

2、L2 水深断面

2019 年至 2020 年，整体以淤积为主，近岸 150m 范围内，变化不明显，在 700m~800m 位置有一定的侵蚀。

2020 年至 2021 年，近岸 700m 范围内，整体表现为一定的淤积，700m 以后变化不大，地形基本保持一致。

3、L3 水深断面

2019 年至 2020 年，450m 范围内，整体表现为一定的淤积，450m~1300m 范围总体变化不大，地形基本保持一致，1300m 以后呈现一定的淤积。

2020年至2021年，500m范围以内和1700m以外的范围整体呈现侵蚀，其余范围整体变化不大，地形保持一致。

4、L4 水深断面

该断面在近岸400m范围内，海底地形可能受防护工程措施影响，地形起伏变化较大，对比三期数据，地形整体变化保持一致。

5、L5 水深断面

2019年至2020年，整体表现为侵蚀过程，各位置侵蚀程度不同，850m位置最大可达40cm。

2020年至2021年，整体表现为淤积过程，150m~500m范围淤积最明显，淤积量最大可达1.6m。

6、L6 水深断面

2019年至2020年，近岸150m范围基本变化不大，其余远离岸边150m范围之外，整体表现为侵蚀过程，侵蚀程度在10cm~30cm为主，在250m位置最大达59cm。

2020年至2021年，近岸200m范围内，表现为轻微侵蚀，其余岸段整体呈现淤积过程，在1550m位置最大淤积可达31cm。

7、L7 水深断面

2019年至2020年，近岸150m范围内，变化不明显，150m之外表现为明显的侵蚀过程，150m~650m侵蚀量在30cm~40cm为主，其余范围侵蚀量在10cm~30cm为主。

2020年至2021年，整体表现为一定的淤积过程，淤积量一般在10cm以下。

8、L8 水深断面

2019年至2020年，整体表现为侵蚀过程，750m范围之内侵蚀量在20cm~30cm为主，其余位置整体在20cm以下。

2020年至2021年，整体表现为一定的预计过程，尤其是近岸200m范围内，淤积量明显，最大在70cm以上，200m之外范围淤积量一般小于20cm。

9、L9 水深断面

2019年至2020年，整体表现为侵蚀过程，一般侵蚀量在30cm以下，350m位置最大侵蚀量达到45cm。

2020年至2021年，除了近岸100m范围内发生了明显淤积外，其余范围地形整体保持一致，变化不是非常明显。

10、L10水深断面

2019年至2020年，根据重合部位的数据显示，2019年至2020年发生了一定的侵蚀，侵蚀量在20cm~30cm为主。

2020年至2021年，表现出明显的淤积过程，近岸100m范围内淤积程度最大，局部可达90cm以上。

11、小结

(1) 2019年和2020年大比例尺水深地形对比发现，明珠岛连岛桥西侧海域淤积为主，五源河口西侧淤积量在0.2~0.6m，东侧小于0.2m；连岛桥东侧至印象剧场海域侵蚀为主，连岛桥至印象剧场侵蚀量一般在0~0.2m，印象剧场附近海域侵蚀量在0.2~0.4m；其它海域表现为侵蚀与淤积并存，处于一个动态调整过程中。

(2) 2019年8月至2020年12月，L1和L2断面表现出一定的淤积过程，L3和L4断面地形基本保持一致，变化不明显，L5~L10则表现为明显的侵蚀。

(3) 2020年12月至2021年3月，L1~L4断面，侵蚀和淤积互相夹杂，地形总体保持一致，水下地形没有明显的抬升或下降；L5~L10断面，表现为明显的淤积过程，东侧L8~L10断面，近岸淤积最为明显。

椭
球
高
m

图 3.2-19 L1 水深断面

水平距离 m

椭
球
高
m

图 3.7-20 L2 水深断面

水平距离 m

图 3.2-21 L3 水深断面

水平距离 m

椭
球
高
m
球
高

水平距离 m

图 3.2-22 L4 水深断面

图 3.2-23 L5 水深断面

水平距离 m

图 3.2-24 L6 水深断面

水平距离 m

椭
球
高
m

椭
球
高
m

水平距离 m

椭
球
高
m

图 3.2-25 L7 水深断面

图 3.2-26 L8 水深断面

水平距离 m

椭
球
高
m

图 3.2-27 L9 水深断面

水平距离 m

椭
球
高
m

图 3.2-28 L10 水深断面

水平距离 m

椭
球
高
m

2、水深地形

(1) 2019 年水深地形图

本项目搜集了国家海洋环境监测中心于 2019 年 8 月的水深调查资料，具体调查范围见图 3.2-29。

监测结果见图 3.2-30，西海岸近岸海域，水深总体在 0~12m（85 高程），整体特征为西侧水深大于东侧，西侧离岸海域水深一般在 7~10m，东侧离岸水深一般在 4~6m。

(2) 2020 年水深地形图

本项目搜集了 2020 年 11 月海口湾蓝色海湾整治修复项目开展的水深地形监测资料，监测范围见图 3.2-31。

2020 年水深测量成果见图 3.2-32，本次测量范围为离岸 700m 以内，本次测量的整体特征与 2019 年一致，明珠岛连岛桥东侧离岸水深一般在 4~6m，西侧离岸水深一般大于 6m；近岸区域在连岛桥西侧海滩宽度大于东侧，-4m 等深线离岸距离西侧要远大于东侧。

图 3.2-29 2019 年水深监测范围

图 3.2-30 海口湾西海岸近岸海域 2019 年水深地形监测成果

图 3.2-31 2020 年水深地形监测范围

图 3.2-32 海口湾西海岸近岸海域 2020 年水深地形监测成果

3.2.3.3.2 沉积物粒度调查

1、粒度分析方法

沉积物粒度分析采用综合法（筛析法+激光法），用孔径 0.063mm 标准筛将样品分开，粒径大于 0.063mm 采用筛析法，粒径小于于 0.063mm 采用激光法。

(1) 筛析法

筛析法适用于粒径大于 0.063mm 的物质，将解散后的沉积物颗粒倒入一套孔径不同的标准筛中，通过充分振筛，将不同粒级的沉积物颗粒充分分开，称量各粒级颗粒质量，求得沉积物颗粒的粒度分布范围。

(2) 激光法

激光粒度仪的工作原理基于光与颗粒之间的作用。在光束中，一定粒径的球形颗粒以一定的角度向前散射光线，这个角度接近于与颗粒直径相等的孔隙所产生的衍射角。当单色光束穿过悬浮的颗粒流时，颗粒产生的衍射光通过凸透镜聚于探测器上，如图 3.2-32 所示，记录下不同衍射角的散射光强度。同时，不发生衍射的光线，经凸透镜聚焦于探测器中心，不影响发生衍射的光线，因此颗粒流经过激光束时产生一个稳定的衍射谱。

图 3.2-33 粒度分析原理示意图

(3) 沉积物粒度结果

1) 取样位置

根据沙滩沉积物取样的一般要求，应在高潮、中潮和低潮位置至少获取 3 个样品，本次取样选择高潮位置 1 个、中潮位置 2 个、低潮位置 1 个，共计 4 个样品，取样断面共计 10 处，累计取样 40 个，取样坐标统计见表。

表 3.2-29 沉积物取样站位坐标统计

2) 实验室粒度分析结果

根据实验室粒度分析结果，统计报表见表 3.2-30。

3) 沉积物特性分析性

①K1 断面

K1 断面，各样品平均粒径在 0.1629mm~0.5214mm，平均值为 0.2554mm；中值粒径在 $1.9\phi\sim 2.59\phi$ ，平均值为 2.41ϕ ；偏态值在 -0.04~0.78，平均值为 0.2575；峰态值在 1.25~2.63，平均值为 1.785；分选系数在 0.06~0.64，平均值 0.2125；砾石平均质量分数 5.045%，砂为 90.9075%，粉砂为 3.2525%，黏土为 0.79%；样品定名为砂。

②K2 断面

K2 断面，各样品平均粒径在 0.1376~0.1905mm，平均值为 0.1711mm；中值粒径在 2.45~2.96 ϕ ，平均值为 2.67 ϕ ；偏态值在 0.01~0.65，平均值为 0.325；峰态值在 1.08~2.2，平均值为 1.565；分选系数在 0.06~0.1，平均值 0.07；砾石平均质量分数 0.1425%，砂为 97.8975%，粉砂为 1.5375%，黏土为 0.425%；样品定名为砂。

③K3 断面

K3 断面，各样品平均粒径在 0.1571~0.2856mm，平均值为 0.1986mm；中值粒径在 1.9~2.66 ϕ ，平均值为 2.415 ϕ ；偏态值在 0.02~0.34，平均值为 0.16；峰态值在 1.04~1.5，平均值为 1.245；分选系数在 0.05~0.15，平均值 0.0775；砾石平均质量分数 0.7325%，砂为 98.43%，粉砂为 0.68%，黏土为 0.1575%；样品定名为砂。

④K4 断面

K4 断面，各样品平均粒径在 0.1201~0.4391mm，平均值为 0.2709mm；中值粒径在 1.88~3.17 ϕ ，平均值为 2.47 ϕ ；偏态值在 -0.05~0.72，平均值为 0.415；峰态值在 0.99~1.36，平均值为 1.1725；分选系数在 0.05~0.46，平均值 0.2375；砾石平均质量分数 6.075%，砂为 92.3975%，粉砂为 1.2075%，黏土为 0.32%；样品定名为砂。

⑤K5 断面

K5 断面，各样品平均粒径在 0.1363~0.2108mm，平均值为 0.1689mm；中值粒径在 2.6~2.9 ϕ ，平均值为 2.705 ϕ ；偏态值在 -0.05~0.58，平均值为 0.26；峰态值在 0.92~1.7，平均值为 1.2475；分选系数在 0.05~0.17，平均值 0.0925；砾石平均质量分数 0.805%，砂为 97.875%，粉砂为 1.135%，黏土为 0.185%；样品定名为砂。

⑥K6 断面

K6 断面，各样品平均粒径在 0.1112~0.4564mm，平均值为 0.224mm；中值粒径在 1.29~3.32 ϕ ，平均值为 2.4625 ϕ ；偏态值在 0.15~0.4，平均值为 0.2675；峰态值在 0.4~1.25，平均值为 0.985；分选系数在 0.05~0.25，平均值 0.1125；砾石平均质量分数 1.285%，砂为 97.9%，粉砂为 0.68%，黏土为 0.135%；样品定名为砂。

⑦K7 断面

K7 断面，各样品平均粒径在 0.1704~0.4585mm，平均值为 0.3029mm；中值粒径在 1.26~2.82 ϕ ，平均值为 2.0825 ϕ ；偏态值在 0.12~0.54，平均值为 0.3625；峰态值在 1.12~1.39，平均值为 1.26；分选系数在 0.06~0.4，平均值 0.2125；砾石平均质量分数 4.295%，砂为 94.2325%，粉砂为 1.2575%，黏土为 0.215%；样品定名为砂。

⑧K8 断面

K8 断面，各样品平均粒径在 0.1367~0.4773mm，平均值为 0.2468mm；中值粒径在 1.43~3 ϕ ，平均值为 2.36 ϕ ；偏态值在 0.23~0.62，平均值为 0.3775；峰态值在 0.78~2.26，平均值为 1.4925；分选系数在 0.06~0.56，平均值 0.2025；砾石平均质量分数 3.0575%，砂为 96.22%，粉砂为 0.59%，黏土为 0.1325%；样品定名为砂。

⑨K9 断面

K9 断面，各样品平均粒径在 0.1468~0.3011mm，平均值为 0.203mm；中值粒径在 1.77~2.9 ϕ ，平均值为 2.4625 ϕ ；偏态值在 0.2~0.36，平均值为 0.3；峰态值在 0.96~1.44，平均值为 1.19；分选系数在 0.09~0.14，平均值 0.105；砾石平均质量分数 0.1375%，砂为 97.655%，粉砂为 1.8975%，黏土为 0.31%；样品定名为砂。

⑩K10 断面

K10 断面，各样品平均粒径在 0.1407~0.2333mm，平均值为 0.192mm；中值粒径在 2.38~2.86 ϕ ，平均值为 2.57 ϕ ；偏态值在 0.03~0.6，平均值为 0.28；峰态值在 0.76~1.76，平均值为 1.16；分选系数在 0.05~0.22，平均值 0.11；砾石平均质量分数 1.06%，砂为 97.74%，粉砂为 0.9825%，黏土为 0.215%；样品定名为砂。

表 3.2-30 沉积物粒度分析报表

3.2.4 工程地质

3.2.4.1 区域地质构造

海口湾位于琼北火山熔岩海岸地带，在大地构造上除海南角为中生代燕山期花岗岩侵入体构成的琼东北隆起以外，属于雷琼拗陷的组成部分。新构造运动沿着东西向、北东向和北西向交错断裂相继产生活动，引起沿岸地区断块的差异性升降，并伴发了多期火山玄武岩类喷溢，组成了琼北的熔岩台地。在冰后期海侵，海水沿着断陷谷地入侵，形成了分隔海南岛与雷州半岛之间的琼州海峡水域，并淹没了琼北熔岩流台地之间的低洼地带，同时南渡江河口三角洲向海峡方向进积，因而琼北岸线呈岬角、港湾相间的轮廓。本区在地质构造上，属雷琼拗陷的组成部分，即拗陷区除其南北两侧分别以 E-W 向展布的王五一文教断裂和遂溪断裂为界以外，还有几列 E-W 向断裂和 NE 向及 NW 向断裂展布，如铺前—博鳌、琼山—仙沟等断裂组成，它们发育于新生代玄武岩中，并在时间上先后发育于古生代的加里东运动和中生代的燕山运动，第三纪以来仍有不同程度的活动，在空间展布上相互交叉切割，从而构成了雷琼拗陷的构造格架。位处该拗陷区南部的琼州海峡，在其北缘、中部和南缘分别存在一系列近 E-W 向的断裂展布，表明了海峡的成因与断裂构造的关系。

图 3.2-34 工程区附近地质构造分布图

3.2.4.2 区域地形地貌

海口湾沿岸地貌表现为：东部为沿岸沙坝——泻湖和平原，西部为湛江组合台地陡坎和沙坝。海湾东部和中部为淤泥质浅滩，海湾西部为沙质的双滩和后海潮流冲刷槽。湾底地形平缓，高差小，坡度变化小，呈东南高、西北低的特点，-5m 等深线离岸约为 4.5km。工程区原始地貌为滨海漫滩，地形稍有起伏，泥面标高在 -4.09m~0.54m 不等，平均高程在 0.4m 左右。

海口湾海底地貌类型较为单调，水下浅滩分布在该湾 0m 等深线以下的广大海底，面积大，是本湾的主要地貌类型，宽在 4~5km 之间。水下浅滩以平缓的坡度向琼州海峡中部倾斜，组成物在中部和西北海域以砂质沉积为主，主要为中砂，其余海域由粉砂组成，东部局部海底为粉砂质泥沉积。深槽或港池

深槽主要分布在新港和海口港的进港航道上，宽度较小，约 100m。港池水深，海域平静，是船只停靠的主要场所。

南海明珠大桥（临时栈桥）项目位于海南省海口市新国宾馆东南侧约 1.3Km 的海域。主要地貌类型为海滩地貌、水下淤泥质浅滩及砂质浅滩。海滩地貌区地面最高高程 6.75m；水下淤泥质浅滩及砂质浅滩泥面标高一般在 -4.70~5.60m，水下地形由南向北略微倾斜。海滩地貌自岸边至远海由沙滩—泥滩过渡，南侧海湾潮间带为砂质浅滩，向外逐渐变为淤泥质浅滩。沙滩后方植被主要为爬山虎、防风林及椰子树等。

3.2.4.3 区域工程地质

根据江苏省水文地质工程地质勘察院提供的《海口湾西海岸人工岛跨海大桥工程地质勘察报告》，勘察实际共完成 12 个钻孔，钻孔平面布置图见图 3.2-35，钻孔剖面图见图 3.2-36，钻孔柱状图见图 3.2-37。

1、地层岩性

据本次勘察资料，场区勘探深度范围内，揭露地层有第四系全新统海相沉积物(Q4m)、第四系下更新统海相沉积物(Q1m)及第三系上新统海相沉积物(N2m)。

①第四系全新统海相沉积物（Q4m）：岩性为灰色淤泥，局部地段下部为淤泥质黏土，土质较均质，局部混粉砂，含贝壳、海蛎碎片，揭露最大厚度 6.60m。

②第四系下更新统海相沉积物（Q1m）上部以灰黄色粉砂、中砂为主，近海岸段夹灰黄色黏土，下部为以灰黄色，兰灰色黏土为主，近陆地段下部为灰黄色粉砂，揭露最大厚度 34.00m。

③第三系上新统海相沉积物（N2m）岩性为兰灰色粉质黏土为主，夹粉土或粉砂薄层，局部混粉砂，揭露最大厚度 50.60m。

根据陆域及海域所揭露地层按其成因时代、成因类型、岩性特征及其物理力学指标从上至下分为 13 个岩土（亚）层，各岩土层基本岩性特征见“地层岩性特征一览表”（表 3.2-31）及“工程地质剖面图”，各土层物理力学性质详见“土体力学指标统计表”。

表 3.2-31 地层岩性特征一览表

2、不良地质作用与特殊性岩土

①不良地质作用

本场地不良地质作用主要为砂土液化。本次勘探中所揭露的第四系饱和砂土按抗震设防烈度 8 度进行砂土液化判定。据《公路桥梁抗震设计细则》

(JTG/TB02-01-2008) 验算：20m 以浅饱和砂性土为可液化土。其中方案一 K0+0.00~K0+355.54 段、K1+600 附近液化折减系数为： $a=1\sim 2/3$ ，场地液化指数 $ILE=0.22\sim 5.08$ ，属轻微液化；K1+198.66~K1+400.0 段液化折减系数为： $a=0$ ，场地液化指数 $ILE=18.1\sim 21.06$ ，属严重液化；方案二 BK0+109.13 附近液化折减系数为： $a=2/3$ 。场地液化指数 $ILE=4.31$ ，属轻微液化，BK0+553.20 附近液化折减系数为： $a=1/3$ 。场地液化指数 $ILE=8.26$ ，属中等液化（详见表 3.2-32）。

表 3.2-32 砂土液化判定表

②特殊性岩土

本场地主要特殊性岩土为软土。桥址区连接人工岛处发育软土为①-1层淤泥混砂，具有高含水率、高孔隙比、低力学强度的特点，其中在远离海岸处发育，揭露最大厚度 6.60m。软土在上覆压力的作用下易引起沉降及不均匀沉降，在进行桥墩及桥头引道路堤设计时必须充分考虑诸不利因素。

(3)场地和地基稳定性评价

场区内及近场区无断裂穿过，本次钻探未发现明显的错裂迹象，区域稳定性条件较好，场区内存在砂土液化问题，勘察区域水下地形较平坦，场地稳定性一般。

本次勘察揭露的第四系松散层，各亚层厚度变化大，分布不稳定，力学差异较大，土质不均匀，局部地段发育软土。下伏第三系松散层厚度较大，分布稳定，属中等偏低压缩性土层。场区地基稳定性较好，适宜建桥。

(4)抗震设防烈度

根据《海南岛地壳运动和地震活动概况》中有关资料，在琼北盆地及其附近有记录的 5 级以上地震有 8 次，多分布于海口到文昌一带（即北纬 20°附近），总体呈东西向分布。其中，1605 年琼州大地震是海南省有记载以来震级最大的地震（7.5 级），震中位于海口塔市附近，临高、澄迈、海口、文昌等琼北地区遭受严重破坏；最近一次 5 级以上地震为 1994 年底发生在北部湾的 6.1 级地震。根据有关调查结果，1605 年地震的发震断裂主要是近东西向的光村-铺前断裂，其次是北西向断裂，两条断裂的交汇部位大多为地震震中。

据《建筑抗震设计规范》（GB50021-2010），场区抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度为 0.30g，设计地震分组为第一组。由于场区广泛分布有软土，所以场地属于抗震不利地段。

图 3.2-35 钻孔平面布置图

图 3.2-36 钻孔剖面图 2-2'

图 3.2-37a 钻孔柱状图 ZK2

图 3.2-37b 钻孔柱状图 ZK9

图 3.2-37c 钻孔柱状图 ZK12

3.2.5 海水水质、沉积物和海洋生态环境现状调查与评价

本节数据引用《海口南海明珠生态岛项目 2023 年度春季海洋环境跟踪监测报告》（福州市华测品标检测有限公司，2023 年 6 月）中海洋环境现状调查资料。依据《洋监测规范》（GB 17378.4-2007）与《海洋调查规范》（GB/T 12763.4-2007）的相关要求于为 2023 年 3 月 14 日、15 日，进行了春季的水质、沉积物和海洋生物调查（调查站位分布见表 3.2-33 和图 3.2-38），并依据《海水水质标准》（GB3097-1997）、《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）、《海洋生物质量》（GB18421-2001）、《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》（第九篇 环境质量调查）和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册），对所调查的海洋环境质量现状资料进行了分析和评价。

表3.2-33 南海明珠生态岛周边海域海洋生态环境调查站位及调查类型

图3.2-38 调查站位示意图

3.2.5.1 调查项目与测试方法

3.2.5.1.1 海水

海水水质检测项目为：pH、水深、盐度、水温、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、无机磷、油类、砷、汞、铜、铅、锌、总铬、镉。样品分析实行全程质量控制，各检测项目分析方法和检出限见表 3.2-34。

表3.2-34 海水水质检测项目及分析方法

3.2.5.1.2 海洋沉积物

海洋沉积物检测项目为：有机碳、硫化物、油类、汞、铜、铅、锌、镉、砷。样品分析实行全程质量控制，各检测项目分析方法和检出限见表 3.2-35。

表3.2-35 海洋沉积物检测项目及分析方法

3.2.5.1.3 海洋生态生物

选用的分析方法均为现行有效的标准分析方法，所选用的分析方法在实验室应用成熟，已积累丰富的同类项目实践经验。实验室内部制定了各分析方法的作业指导书和标准作业流程。

①水生生物

叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

②渔业资源

调查鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；渔获物种类组成；渔获物生物学特征；优势种分布；渔获量分布和现存相对资源密度。

依据招标文件的方法要求，选用符合相关规范要求的标准分析方法进行检测，具体测试项目、方法见表 3.2-36。

表 3.2-36 海洋生态生物调查项目及分析方法

3.2.5.2 海水水质调查及评价结果

3.2.5.2.1 样品采集、处理和保存

2023 年 3 月 14 日、15 日对调查海域进行海水采样检测。样品采集、处理和保存按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2020）中的相关要求执行，样品采集、处理和保存方法见表 3.2-37。采集层次按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）规定确定，见表 3.2-38。

表3.2-37 海水样品采集、处理、保存措施表

表3.2-38 采样层次

3.2.5.2.2 海水水质调查结果

2023 年 3 月 14 日、15 日南海明珠生态岛周边海域各站位海水水质调查结果见表 3.2-39~3.2-40。

表3.2-39 2023年春季海水水质调查结果

注：1.“/”表示未检测该项目。2.ND 表示未检出。

表 3.2-40 2023 年春季海水水质监测结果

注：ND 表示未检出。

3.2.5.2.3 海水水质质量评价

1、评价因子

选择 pH 值、DO、CODMn、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮）、无机磷、油类、重金属（Hg、As、Pb、Cr、Cd、Cu、Zn）作为评价因子。

2、评价方法

水质采用单因子指数法进行质量评价，标准指数的计算公式如下：

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

式中： $S_{i,j}$ ——第 i 站评价因子 j 的标准指数；

$C_{i,j}$ ——第 i 站评价因子 j 的测量值；

$C_{i,s}$ ——评价因子 j 的评价标准值。

海水 pH 值的评价，标准指数用下式计算：

$$S_{i,pH} = |pH_i - pH_{sm}| / D_s$$

式中： $pH_{sm} = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} + pH_{sd})$ ， $D_s = \frac{1}{2}(pH_{s\mu} - pH_{sd})$ ；

$S_{i,pH}$ ——第 i 站 pH 的标准指数；

pH_i ——第 i 站 pH 测量值；

$pH_{s\mu}$ ——pH 评价标准的最高值；

pH_{sd} ——pH 评价标准的最低值。

DO 评价指数按下式如下：

$$P_{DO} = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s} \quad DO \geq DO_s$$

$$P_{DO} = 10 - 9 \frac{DO}{DO_s} \quad DO < DO_s$$

$$DO_f = \frac{468}{(31.6 + T)}$$

式中：

DO——溶解氧的实测浓度；

DOf——饱和溶解氧的浓度；

DOS——溶解氧的评价标准值；

T——水温(°C)。

污染指数 ≤ 1 者，认为该点位水质没有受到该因子污染； >1 者为水质受到该因子污染，数据越大污染越重。

3、评价标准

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030 年）》中的海洋功能区划和海岛保护专篇，项目用所在海洋功能区为：“海口市西海岸旅游休闲娱乐区”（代码：A5-01），海水水质执行二类海水水质标准。

监测海域水质评价按照所在功能区划，根据《海水水质标准》（GB3097-1997）对各监测因子从二类标准开始评价，超标因子增加评价等级，一直评到四类，标准值见表 3.2-41。

表3.2-41 海水水质标准 mg/L

4、评价结果

2023 年春季各监测站位所选定的评价因子单因子污染指数值见表 3.2-42。

表3.2-42 海水水质污染指数统计表（二类标准）

注：未检出的按方法检出限的 1/2 参与计算。

5、评价结果分析

根据各项目监测结果和污染指数统计，结合《海水水质标准》（GB3097-1997），本项目监测海域所有站位各监测项目均符合第二类海水水质标准。各项目浓度值分布如下：

（1）水温

本次调查期间海水水温变化范围为 20.4~22.9℃。最高值为 E2-表，最低值为 D1-底站位。

（2）pH

本次调查期间海水 pH 变化范围为 8.01~8.13。最高值为 E3-表，最低值为 A1-表站位。

（3）盐度

本次调查期间海水盐度变化范围为 33.616~34.235。最高值为 E2-底站位，最低值为 A3-表站位。

（4）悬浮物

本次调查期间海水悬浮物变化范围为 7.3~24.6mg/L。最高值为 B4-表站位，最低值为 D1-底和 E1-表站位。

（5）溶解氧

本次调查期间海水溶解氧变化范围为 6.35~7.67mg/L。最高值为 D3-表站位，最低值为 E1-表。

（6）化学需氧量

本次调查期间海水化学需氧量变化范围为 0.16~1.90mg/L。最高值为 E2-表站位，最低值为 A2-表站位。

（7）无机氮

本次调查期间海水无机氮变化范围为 0.109~0.296mg/L。最高值为 E3-表站位，最低值为 D2-底站位。

（8）活性磷酸盐

本次调查期间海水活性磷酸盐变化范围为 0.0116~0.0185mg/L。最高值 D3-表站位，最低值为 E1-表站位。

(9) 油类

本次调查期间海水油类变化范围为 0.0052~0.0166mg/L。最高值为 B2-表站位，最低值为 A3-表和 A4-表站位。

(10) 镉

本次调查期间海水镉变化范围为 0.04~0.4μg/L。最高值为 B1-表站位，最低值为 A3-表和 A5-表站位。

(11) 铅

本次调查期间海水铅变化范围为 0.04~0.34μg/L。最高值为 E2-底站位，最低值为 E1-表站位。

(12) 总铬

本次调查期间海水总铬变化范围为未检出~1.1μg/L。最高值为 D1-底站位，除了 B3-表、D1-底、C1-底和 A4-表站位总铬浓度检出外，其余站位总铬均为未检出。

(13) 铜

本次调查期间海水铜变化范围为 0.5~1.6μg/L。最高值为 E3-底站位，最低值为 B4-表、A2 表和 A3-表站位。

(14) 锌

本次调查期间海水锌变化范围为 6.8~19.3μg/L。最高值为 E2-底站位，最低值为 A1-表站位。

(15) 汞

本次调查期间海水汞变化范围为 0.011~0.048μg/L。最高值为 E2-表和 E2-底，最低值为 D2-表站位。

(16) 砷

本次调查期间海水砷变化范围为 0.6~0.8μg/L。最高值为 C2-表站位和 E2-10m，最低值为 D2-表、D1-10m、E3-表、A4-表、D3-表和 D-底站位。

6、海水质量评价结论

根据各项目监测结果和污染指数统计，结合《海水水质标准》（GB3097-1997），本项目监测海域各站位各监测项目均符合第二类海水水质标准，各站位各项目均符合所在海洋功能区第二类海水环境保护要求。

3.2.5.3 海洋沉积物监测及评价结果

3.2.5.3.1 样品采集、处理和保存

2023年3月14日~15日对海洋沉积物进行采集、分析，样品的采集、预处理、分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）中的相关要求执行。

（1）样品采集：用抓斗式采泥器进行样品采集，用竹刀将样品盛于洁净的聚乙烯袋内，供重金属项目检测用；样品盛于广口瓶，供硫化物、油类和有机碳项目分析用。

（2）样品处理：样品风干后用玛瑙研钵碾细，过筛（油类、有机物过金属筛；重金属项目用尼龙筛），待进一步消解处理。

（3）样品保存：按《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2020）中的相关要求执行，见表 3.2-43。

表 3.2-43 沉积物样品的样品量及保存条件

3.2.5.3.2 海洋沉积物监测结果

2023年春季监测区域各站位海洋沉积物调查结果见表 3.2-44。

表 3.2-44 2023 年春季海洋沉积物调查结果

注：ND 表示未检出。

3.2.5.3.3 海洋沉积物质量评价

1、评价因子

海洋沉积物质量现状评价选择汞、砷、铜、铅、锌、镉、油类、硫化物、有机碳共 9 种要素作为评价因子。

2、评价方法

单因子污染指数法的计算公式如下：

$$P_i = C_i / S_i$$

式中： P_i ——污染物 i 的污染指数；

C_i ——污染物 i 的实测值；

S_i ——污染物 i 的质量标准值。

污染指数 ≤ 1 者，认为该点位沉积物没有受到该因子污染； >1 者为沉积物受到该因子污染，数据越大污染越重。

3、评价标准

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030 年）》中的海洋功能区划和海岛保护专篇，项目用所在海洋功能区为为：“海口市西海岸旅游休闲娱乐区”（代码：A5-01），海洋沉积物执行一类沉积物标准。

监测海域沉积物评价按照所在功能区划，将各站位沉积物监测结果根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）从第一类开始评价，超标因子增加评价等级，一直评到第三类标准，标准值见表 3.2-45。

表 3.2-45 海洋沉积物质量标准

4、评价结果

2023 年春季各监测站位沉积物所选定的评价因子单因子污染指数值见表 3.2-46。

表 3.2-47 2023 年 3 月海洋沉积物污染指数统计表（一类标准）

5、海洋沉积物质量评价结论

根据海洋沉积物监测结果和污染指数统计，结合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），本项目监测海域调查期间各站位沉积物各监测项目均符合海洋沉积物第一类标准。

3.2.5.4 海洋生态生物调查及评价结果

3.2.5.4.1 样品采集与分析

叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物均依据《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）进行样品采集。

3.2.5.4.2 评价方法和参考标准

依据《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）附录 B“污染生态调查资料常用评述方法”中方法，进行如下参数统计。

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

1、多样性指数

式中：H'——种类多样性指数；

n——样品中的种类总数；

P_i——第 i 种的个体数（n_i）与总个体数（N）的比值（ $\frac{n_i}{N}$ 或 $\frac{w_i}{W}$ ）。

2、均匀度

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

式中：J——表示均匀度；

H'——种类多样性指数值；

H_{max}——为 log₂S，表示多样性指数的最大值，S 为样品中总种类数。

3、评价参考标准

依据《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2020）中提供的参考指标。

表3.2-48 海洋生态生物调查评价标准

4、叶绿素 a 及初级生产力

本次监测叶绿素 a 含量变化范围在 0.81~3.07 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 2.21 $\mu\text{g/L}$ 。最高值出现在 A5 站位表层，叶绿素含量为 3.97 $\mu\text{g/L}$ ，最低值出现在 E2 站位底层，叶绿素含量均为 0.81 $\mu\text{g/L}$ 。各站位叶绿素含量详见表 3.2-49，初级生产力数据详见表 3.2-50。

表 3.2-49 各站位叶绿素 a 含量表

表 3.2-50 各站位初级生产力数据表

5、浮游植物（网样）

（1）种类组成

本次监测共鉴定浮游植物 4 门 67 种，其中硅藻门 54 种，占种类数的 80.60%；甲藻门 11 种，占种类数的 16.42%；金藻门 1 种，占种类数的 1.49%；蓝藻门 1 种，占种类数的 1.49%。详见附录 I。

图 3.2-39 浮游植物种类组成饼状图

（2）细胞密度

本次监测中浮游植物生物密度平均为 138.2×10^3 个/ m^3 ，其中最高生物密度出现在站点 A5 (424.2×10^3 个/ m^3)，最小生物密度出现在站点 D2 (15.7×10^3 个/ m^3)。详见表 3.2-51。

表 3.2-51 各站位浮游植物生物密度

(3) 优势种

本次监测中浮游植物优势种夜光藻 *Noctiluca scintillans*、细弱海链藻 *Thalassiosira subtilis*、劳氏角毛藻 *Chaetoceros lorenzianus*、奇异棍形藻 *Bacillaria paradoxa*、中肋骨条藻 *Skeletonema costatum* 和长菱形藻弯端变种 *Nitzschia longissimavar. reversa*，共计 6 种。

表3.2-52 浮游植物种类优势度 Y

(4) 群落特征

本次监测中浮游植物种类数最多出现在 B4 站位 (27 种)，最少出现在 C2 站位 (12 种)。

浮游植物物种多样性指数 (H') 平均值为 2.462，均匀度指数 (J') 平均值为 0.602。各采样站位群落特征监测结果详见表 3.2-53。

表 3.2-53 浮游植物群落特征

(5) 小结

本次监测共鉴定浮游植物 3 门 67 种，其中硅藻门 54 种，占种类数的 80.60%；甲藻门 11 种，占种类数的 16.42%；金藻门 1 种，占种类数的 1.49%；蓝藻门 1 种，占种类数的 1.49%。

本次监测中浮游植物生物密度平均为 138.2×10^3 个/ m^3 ，其中最高生物密度出现在站点 A5 (424.2×10^3 个/ m^3)，最小生物密度出现在站点 D2 (15.7×10^3 个/ m^3)。本次监测中浮游植物优势种有夜光藻、细弱海链藻、劳氏角毛藻、奇异棍形藻、中肋骨条藻和长菱形藻弯端变种共计 6 种。

本次监测中浮游植物种类数最多出现在 B4 站位（27 种），最少出现在 C2 站位（12 种）。

本次监测浮游植物物种多样性指数（H'）平均值为 2.462，均匀度指数（J'）平均值为 0.602。

6、浮游动物

（1）种类组成

本次监测共鉴定浮游动物 9 门 56 种，其中被囊类 2 种，占种类数的 3.57%；端足类 2 种，占种类数的 3.57%；浮游幼体 10 种，占种类数的 17.86%；介形类 1 种，占种类数的 1.79%；毛颚类 3 种，占种类数的 5.36%；桡足类 28 种，占种类数的 50.0%；十足类 3 种，占种类数的 5.36%；水螅水母类 6 种，占种类数的 10.71%；栉水母类 1 种，占种类数的 1.79%。详见附录 II。

图3.2-40 浮游动物种类组成

（2）生物密度和生物量

本次监测大中型浮游动物，平均生物密度为 141.0 个/m³，其中，最高生物密度 A1 站位（321.5 个/m³），最低生物密度 E3 站位（58.9 个/m³）。

大中型浮游动物生物量平均为 138.00mg/m³，其中，最高生物量出现在 A1 站位（377.5mg/m³），最低生物量出现在 B4 站位（40.63mg/m³）。详见表 3.2-54。

表3.2-54 各站位大中型浮游动物生物密度及生物量

（3）优势种

本次监测中浮游动物优势种有锥形宽水蚤 *Temora turbinata*、瘦尾胸刺水蚤 *Centropages tenuiremis*、近缘大眼水蚤 *Corycaeus affinis*、异体住囊虫 *oikopleura dioica*、肥胖箭虫 *Sagitta enflata*、中华哲水蚤 *Calanus sinicus*、长尾类幼体 *Macrura larvae*、太平洋纺锤水蚤 *Acartia pacifica* 和小拟哲水蚤 *Paracalanus parvus* 共计 9 种。

表 3.2-55 浮游动物种类优势度 Y

（4）群落特征

本次监测中浮游动物种类数最多出现在 C2(29 种)，最少出现在 C4 站位（9 种）。

浮游动物物种多样性指数 (H') 平均值为 3.286, 均匀度指数 (J') 平均值为 0.754。各采样站位大中型浮游动物群落特征监测结果详见表 3.2-56。

表3.2-56 大中型浮游动物群落特征

(5) 小结

本次监测共鉴定浮游动物 9 门 56 种, 其中被囊类 2 种, 占种类数的 3.57%; 端足类 2 种, 占种类数的 3.57%; 浮游幼体 10 种, 占种类数的 17.86%; 介形类 1 种, 占种类数的 1.79%; 毛颚类 3 种, 占种类数的 5.36%; 桡足类 28 种, 占种类数的 50.0%; 十足类 3 种, 占种类数的 5.36%; 水螅水母类 6 种, 占种类数的 10.71%; 栉水母类 1 种, 占种类数的 1.79%。

本次监测大中型浮游动物, 平均生物密度为 141.0 个/ m^3 , 其中, 最高生物密度 A1 站位 (321.5 个/ m^3), 最低生物密度 E3 站位 (58.9 个/ m^3)。大中型浮游动物生物量平均为 138.00mg/ m^3 , 其中, 最高生物量出现在 A1 站位 (377.5mg/ m^3), 最低生物量出现在 B4 站位 (40.63mg/ m^3)。

本次监测中浮游动物优势种有锥形宽水蚤、瘦尾胸刺水蚤、近缘大眼水蚤、异体住囊虫、肥胖箭虫、中华哲水蚤、长尾类幼体、太平洋纺锤水蚤和小拟哲水蚤共计 9 种。

本次监测中浮游动物种类数最多出现在 C2(29 种), 最少出现在 C4 站位 (9 种)。

浮游动物物种多样性指数 (H') 平均值为 3.286, 均匀度指数 (J') 平均值为 0.754。

7、底栖生物

(1) 种类组成

本次监测共鉴定大型底栖生物 8 门 52 种, 其中环节动物门 30 种, 占种类数的 57.69%; 脊索动物门 2 种, 占种类数 3.85%; 棘皮动物门 3 种, 占种类数的 5.77%; 节肢动物门 10 种, 占种类数的 19.23%; 软体动物门 4 种, 占种类数的 7.69%; 纽形动物门 1 种, 占种类数的 1.92%, 星虫动物门 1 种, 占种类数的 1.92%, 扁形动物门 1 种, 占种类数的 1.92%。详见附录 III。

图 3.2-41 大型底栖生物种类组成

(2) 生物量和栖息密度

本次监测中，大型底栖生物生物密度平均为 72.7 个/m²，其中，最高生物密度出现在 E1 站位（206.8 个/m²），最低生物密度出现在 B4 站位（均为 6.7 个/m²）。大型底栖生物生物量平均为 6.94g/m²，其中最高生物量出现在站位 E3（40.1g/m²），最低生物量出现在 C3 站位（0.6g/m²）。详见表 3.2-57。

表 3.2-57 各站位大型底栖生物生物密度及生物量

(3) 优势种

本次监测大型底栖生物优势种为后指虫 *Laonice cirrata* 和丝异须 *Heteromastus filiformis* 共计 2 种。

表 3.2-58 大型底栖生物优势度 Y

优势种	优势度 Y	出现频率
后指虫	0.086	55.00%
丝异须虫	0.022	40.00%

(4) 群落特征

本次监测中最多底栖生物种类出现在 A4 站位（11 种），最少底栖生物种类出现在 B4、C3 和 D1 站位(为 1 种)。

大型底栖生物物种多样性指数（H'）平均值为 2.308，均匀度指数（J'）平均值为 0.896。各采样站位大型底栖生物群落特征监测结果详见表 3.2-59。

表 3.2-59 大型底栖生物群落特征

注：“/”表示该站位只采集到 1 种底栖生物，不参与多样性指数与均匀度计算。

(5) 小结

本次监测共鉴定大型底栖生物 8 门 52 种，其中环节动物门 30 种，占种类数的 57.69%；脊索动物门 2 种，占种类数 3.85%；棘皮动物门 3 种，占种类数的 5.77%；节肢动物门 10 种，占种类数的 19.23%；软体动物门 4 种，占种类数的 7.69%；纽形动物门 1 种，占种类数的 1.92%，星虫动物门 1 种，占种类数的 1.92%，扁形动物门 1 种，占种类数的 1.92%。

本次监测中，大型底栖生物生物密度平均为 72.7 个/ m²，其中，最高生物密度出现在 E1 站位（206.8 个/ m²），最低生物密度出现在 B4 站位（均为 6.7

个/ m^2)。大型底栖生物生物量平均为 $6.94\text{g}/\text{m}^2$ ，其中最高生物量出现在站位 E3 ($40.1\text{g}/\text{m}^2$)，最低生物量出现在 C3 站位 ($0.6\text{g}/\text{m}^2$)。

本次监测大型底栖生物优势种为后指虫和丝异须共计 2 种。

本次监测中最多底栖生物种类出现在 A4 站位 (11 种)，最少底栖生物种类出现在 B4、C3 和 D1 站位(均为 1 种)。

本次监测大型底栖生物物种多样性指数 (H') 平均值为 2.308，均匀度指数 (J')平均值为 0.896。

3.2.5.5 工程海域环境质量变化回顾性分析

3.2.5.5.1 回顾评价历史资料的选取

(1) 回顾评价历史资料选取原则

为了充分了解南海明珠临时栈桥海域环境变化情况，增加历史资料的可比性，回顾评价历史资料按照如下原则进行筛选：调查范围围绕工程所在海域，并尽量保证一致，调查时间尽量代表同一水期，调查因子基本全面，按照以上原则，本次评价采用2015年10月、2017年1月、2019年9月、2020年9月和2023年3月工程所在海域环境质量现状的调查结果进行对比分析。引用的历史调查资料概况见表3.2-60。

表3.2-60 引用的历史调查资料概况

(2) 回顾评价历史资料调查概况及站位布设

2015年10月在调查区域内布设海洋环境质量现状调查断面5条，共20个调查站位。其中水质站位20个、沉积物站位10个、海洋生态调查站位10个，具体见图3.2-42。

2017年1月在调查区域内布设海洋环境质量现状调查断面5条，共20个调查站位。其中水质站位20个、沉积物站位10个，海洋生态调查站位10个，具体见图3.2-43。

2019年9月在调查区域布设海洋环境质量现状调查断面5条，共20个调查站位。其中水质站位20个，沉积物站位20个，海洋生态调查站位20个，具体见图3.2-44。

2020年11月在调查区域布设海洋环境质量现状调查断面5条，共20个调查站位。其中水质站位20个，沉积物站位20个，海洋生态调查站位20个，具

体见图 3.2-45。

2023 年 3 月在调查区域布设海洋环境质量现状调查断面 5 条，共 20 个调查站位。其中水质站位 20 个，沉积物站位 20 个，海洋生态调查站位 20 个，具体见图 3.2-38。

图3.2-42 2015 年 10 月环境质量现状调查站位图

图3.2-43 2017 年 1 月环境质量现状调查站位图

图3.2-44 2019 年 9 月环境质量现状调查站位图

图3.2-45 2020 年 11 月环境质量现状调查站位图

3.2.5.5.2 评价因子选取

本评价选取项目建设和运营特征因子和与本项目相关的常规因子进行回顾分析，具体如下：

（1）海水水质评价因子

根据本项目工程特征选取 pH、COD、石油类、磷酸盐、无机氮、铅六项评价因子进行比较分析。

（2）沉积物环境评价因子根据本工程特征选取石油类、硫化物、铅三项调查因子进行比较分析。

（3）海洋生态环境评价因子选择浮游植物、浮游动物、底栖生物进行比较分析。

3.2.5.5.3 海洋环境质量回顾评价

（1）海洋水质环境回顾评价

2015 年 10 月、2017 年 1 月、2019 年 9 月、2020 年 11 月和 2023 年 3 月海洋水质环境监测分析结果列于表 3.2-61 中。

表3.2-61 海洋水质历年环境监测分析结果

根据区域海水水质代表年份监测数据，调查区海域除 2015 年 R4 底层水质 pH 超二类海水水质标准，达到三类水质标准外，其余站位 pH 满足二类海水水质标准；石油类、COD、无机氮、磷酸盐、铅的检测值均满足二类海水水质标准要求，各指标多年变化趋势如下：

1) pH 代表年份变化趋势分析

调查区水质 pH 历年监测值变化趋势如图 3.2-46 所示。

图3.2-46 水质pH监测历年变化趋势图

由图 3.2-46 可知，pH 最大值和平均值均较稳定，pH 最小值在 2015 年~2017 年之间变化较大，2017 年之后趋于稳定。

2) 石油类代表年份变化趋势分析

调查区水质石油类历年监测值变化趋势如图 3.2-47 所示。

由图 3.2-47 可知：各年度石油类检测值均低于二类海水标准限值，没有超标站位；石油类浓度最小值、最大值和平均值变化趋势一致，呈减小的趋势。

对比南海明珠大桥临时栈桥建设前（取 2015 年 10 月）和建设后（取 2017 年 1 月）水质中石油类监测结果可见：石油类浓度最小值、最大值和平均值均降低，2019 年之后稳中趋降；2015 年 10 月调查海域石油类较高的原因是南海明珠人工岛二期工程正在建设，施工过程中施工船舶、施工机械可能产生含油污水跑冒滴漏等导致石油类浓度增加，但影响程度较小。南海明珠人工岛二期工程施工结束（2017 年 1 月）后，石油类浓度下降，2019 年之后趋于稳定。

图3.2-47 水质石油类监测历年变化趋势图

3) COD 代表年份变化趋势分析

调查区水质 COD 历年监测值如图 3.2-48 所示。

图3.2-48 水质COD监测历年变化变化趋势图

由图 3.2-48 可知：总体而言各代表年份 COD 检测值均低于第二类海水水质标准限值，历年监测最小值和平均值均总体呈下降趋势。2023 年 3 月，COD 高值出现在南海明珠生态岛外侧的 D1、D2、E2、E3 站位。

4) 无机氮代表年份变化趋势分析

调查区水质无机氮历年监测值变化趋势如图 3.2-49 所示。

图3.2-49 水质无机氮监测历年变化变化趋势图

由图 3.2-49 可知：历年无机氮检测值均低于第二类海水水质标准限值；2017 年以来，无机氮检测值呈明显上升趋势，近三年上升较快。

对比南海明珠大桥临时栈桥建设前（取 2015 年 10 月）和建设后（取 2017 年 1 月）海水中无机氮监测结果可知：无机氮浓度最大值和平均值均有所增加，最小值略下降，最大值和平均值增加幅度较大，但均未超标；在此时间段内南海明珠人工岛及临时栈桥工程均在施工建设，施工过程中施工船舶、施工人员产生的生活污水处理不当排放入海是导致施工期无机氮浓度增加主要原因。2023 年 3 月，无机氮浓度最大值出现在近岸的 A4 站位，栈桥无施工活动，可能反映了陆上人类活动对海洋环境的影响。

5) 磷酸盐代表年份变化趋势分析

调查区水质磷酸盐历年监测值变化趋势如图 3.2-50 所示。

由图 3.2-50 可见，水质中磷酸盐历年监测结果均低于第二类海水水质标准限值；历年监测最小值、最大值和平均值均呈上升趋势，2015 年 10 月至 2017 年 1 月，上升趋势较明显；2017 年 1 月至 2019 年 9 月出现下降，近几年持续快速上升。

对比南海明珠大桥临时栈桥建设前（取 2015 年 10 月）和建设后（取 2017 年 1 月）海水中无机氮监测结果可知：无机氮浓度最小值、最大值和平均值均有所增加，最小值、最大值和平均值增加幅度较大，但均未超标；在此时间段内南海明珠人工岛及临时栈桥工程均在施工建设，施工过程中施工船舶、施工人员产生的生活污水处理不当排放入海是导致施工期磷酸盐浓度增加主要原因。2023 年 3 月，栈桥无施工活动，磷酸盐浓度高值出现在南海明珠生态岛外侧的 D3、E3 站位。

图3.2-50 水质磷酸盐监测历年变化变化趋势图

6) 铅代表年份变化趋势分析

调查区水质铅历年监测值变化趋势如图 3.2-51 所示。

图3.2-51 水质铅监测历年变化变化趋势图

由图 3.2-51 可见，水质中重金属铅历年监测结果均低于第二类海水水质标准限值；历年监测最小值、最大值和平均值总体变化趋势均为先增加再减小，2015 年 10 月至 2017 年 1 月海水中铅略有上升，变化趋势不明显，在此时间段内南海明珠人工岛及临时栈桥工程均在施工建设，可能是施工过程中施工船舶废水处理不当排放入海是导致铅浓度增加。2017 年 1 月之后铅浓度大幅度下降，2019 年 9 月之后趋于稳定。

（2）沉积物环境回顾评价

2015 年 10 月、2017 年 1 月、2019 年 9 月、2020 年 11 月和 2023 年 3 月海洋沉积物环境监测分析结果列于表 3.2-62 中。

表3.2-62 海洋沉积物历年环境监测分析结果

根据区域海洋沉积物代表年份监测数据，调查区海域石油类、硫化物、铅的检测值均满足一类沉积物质量标准要求，各指标多年变化趋势如下：

1) 海洋沉积物石油类代表年份变化趋势分析

调查区沉积物中石油类历年监测值变化趋势如图 3.2-52 所示。

由图 3.2-52 分析沉积物石油类总体变化趋势为：历年石油类检测值均低于第一类沉积物标准限值；2015 年 10 月至 2019 年 9 月石油类监测最大值和平均值呈上升趋势，最大值变化幅度较大，平均值变化幅度较小，2020 年 11 月快速下降。项目区海域沉积物石油类总体含量不高。

图3.2-52 沉积物石油类监测历年变化趋势图

2) 海洋沉积物硫化物代表年份变化趋势分析

调查区沉积物中硫化物历年监测值变化趋势如图 3.2-53 所示。

图3.2-53 沉积物硫化物监测历年变化趋势图

由图 3.2-53 分析，沉积物中硫化物含量均低于第一类沉积物标准限值，沉积物硫化物最小值和平均值总体呈下降趋势，最大值波动较大。2015 年 10 月至 2017 年 1 月硫化物最大值略微降低，2017 年 1 月至 2019 年 9 月呈大幅度上

升，2019年9月至2020年11月明显下降，之后又大幅上升，最高值出现在南海明珠生态岛北侧的D2站位，除该站位外的其他站位硫化物含量均处于较低水平。

3) 海洋沉积物铅代表年份变化趋势分析

调查区沉积物中硫化物历年监测值变化趋势如图3.2-54所示。

图3.2-54 沉积物铅监测历年变化趋势图

由图3.2-54分析，沉积物中铅含量均低于第一类沉积物标准限值；2015年10月至2017年1月沉积物中铅含量最大值、最小值和平均值呈上升的趋势，2017年1月之后，沉积物中铅含量平均值趋于稳定，最大值呈下降的趋势。

(3) 海洋生态回顾性分析

1) 浮游植物代表年份变化趋势分析

2015年10月、2017年1月、2019年9月、2020年11月和2023年3月浮游植物结果列于表3.2-63中。

表3.2-63 浮游植物历年调查结果

由表3.2-63可见，2015年10月至2017年1月浮游植物细胞数量平均值呈下降趋势，2017年1月至2019年9月浮游植物细胞数量平均值明显上升之后细胞数量平均值下降，2020年11月至今较为稳定，浮游植物细胞数量平均值降到基本与2017年1月持平。浮游植物的主要类群均为硅藻类，优势种有一定的变化，项目建设前优势种为派格棍形藻、薄壁几内亚藻、血红哈卡藻、叉状角藻、梭角藻、三角角藻、夜光藻，建设后优势种为中肋骨条藻、佛氏海毛藻、星脐圆筛藻、劳氏角毛藻和锥形原多甲藻等。

2) 浮游动物代表年份变化趋势分析

2015年10月、2017年1月、2019年9月、2020年11月浮游动物结果列于表3.2-64中。

表3.2-64 浮游动物历年调查结果

总体来看，区域浮游动物个体数量平均值总体呈上升后下降趋势，近三年出现回升。优势种工程前主要为双生水母、瘦尾胸刺水蚤、双刺唇角水蚤、锥

形宽水蚤、肥胖三角溞、小齿海樽、中型莹虾、短尾类幼体、唇角水蚤幼体和长尾类幼体等，工程后主要为锥形宽水蚤、微刺哲水蚤、中型莹虾、亚强真哲水蚤、太平洋纺锤水蚤和精致真刺水蚤。

3) 底栖生物代表年份变化趋势分析

2015年10月、2017年1月、2019年9月、2020年11月底栖生物调查结果列于表3.2-65中。

表3.2-65 底栖生物历年调查结果

由表3.2-65可见，底栖生物生物量总体呈下降的趋势，2019年9月之后略有上升的趋势。

(4) 海洋环境质量回顾评价结论

建设单位对工程运行期间的生产水、生活污水、固体废弃物采取了可行的防污染措施，能够保证生产水、生活污水稳定达标和固体废弃物的安全处置。通过多年的历史调查数据对比分析：

1) 水质环境

根据区域海水水质代表年份监测数据，调查区海域除2015年R4底层水质pH超二类海水水质标准，达到三类水质标准外，其余站位pH满足二类海水水质标准；石油类、COD、无机氮、磷酸盐、铅的检测值均满足二类海水水质标准要求。2015年10月本项目尚未施工，该期间为南海明珠人工岛二期工程正在施工，其pH超标可能是南海明珠人工岛二期工程施工引起。

工程建设后对海域水质中的pH、COD和石油类影响较小，磷酸盐和无机氮浓度略有增加。主要原因是对比时间段内南海明珠人工岛及临时栈桥工程均在施工建设，施工过程中施工船舶、施工人员产生的生活污水处理不当排放入海导致无机氮和磷酸盐浓度增加。

2023年3月，栈桥无施工活动，无机氮浓度最大值出现在近岸的A4站位，磷酸盐浓度高值出现在南海明珠生态岛外侧的D3、E3站位，可能反映了陆上人类活动对海洋环境的影响。

2) 沉积物环境根据区域海洋沉积物代表年份监测数据，调查区海域石油类、硫化物、铅的检测值均满足一类沉积物质量标准要求，均未出现超标。工程建设后沉积物中石油类、铅含量略有下降，南海明珠生态岛外侧的D3站位出现硫化物含量最大值。

3) 海洋生态南海明珠大桥临时栈桥建设后浮游植物的种类数升高，浮游植物主要类群没有明显变化，均为硅藻类，优势种有一定的变化；浮游动物的种类数略有降低，近年来呈现恢复趋势，优势种有所变化，浮游动物个体数量平均值总体呈上升后下降趋势，近年来有所恢复；底栖生物生物量总体呈下降的趋势，2019年9月之后略有上升趋势。

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 海洋空间资源的影响分析

4.1.1.1 对岸线资源的影响

项目用海与海南省新修测海岸线叠置情况如图 4.1-1 所示。项目用海与新修测海岸线相接处现状为沙滩（图 4.1-2），岸线类型为自然岸线，利用长度 8.3m。

从项目用海是否改变海岸自然形态和影响海岸生态功能上分析，临时栈桥采用桩基结构，属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。而且，临时栈桥在完成使用后将会拆除，并将海滩恢复至原状。因此，项目对岸线资源的影响较小，且影响是暂时的。

图 4.1-1a 项目与新修测岸线叠置关系图

图 4.1-1b 项目与 2019 年新修测岸线叠置关系图（局部放大）

图 4.1-2 项目利用岸线现状图

4.1.1.2 对湿地资源的影响

依据《中华人民共和国湿地保护法》，湿地是指具有显著生态功能的自然或者人工的、常年或者季节性积水地带、水域，包括低潮时水深不超过六米的海域，但是水田以及用于养殖的人工的水域和滩涂除外。国家对湿地实行分级管理及名录制度。湿地分为重要湿地和一般湿地。重要湿地包括国家重要湿地和省级重要湿地，重要湿地以外的湿地为一般湿地。重要湿地依法划入生态保护红线。

项目所在海域属于一般湿地，未划入生态保护红线。由于临时栈桥采用的是桩基结构，实际占用湿地面积仅约 207 m²；临时栈桥在完成使用后将会拆除。因此，项目对湿地资源的影响较小，且影响是暂时的。

4.1.1.3 对岛礁资源的影响

项目周边无岛礁，对岛礁资源无影响。

4.1.2 海洋生物资源影响分析

4.1.2.1 影响分析概述

根据本项目特点，本项目为用海续期项目，根据栈桥抢险加固方案，仅对原有桩基进行加固，项目不新增桩基。因此，项目造成海洋资源损失主要体现在两个方面：一是临时栈桥用海续期占用海域空间的海洋生物资源量损失；二是临时栈桥使用结束后，桩基拆除施工产生的悬浮物扩散范围内的海洋生物资源量损失。

4.1.2.2 生物损失量评估

海洋生物资源损害量评估依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）规定的方法进行。

4.1.2.2.1 生物损失量评估方法

（1）占用渔业水域的海洋生物资源量损害评估

占用海域导致水域功能被破坏，海洋生物资源栖息地丧失。依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），各种类生物资源损害量评估按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i —第*i*种类生物资源受损量，单位为尾、个、kg； D_i —第*i*种类生物资源密度，单位为尾（个）/km²、尾（个）/km³、kg/km²； S_i —第*i*种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为 km² 或 km³。

（2）污染物扩散范围内的海洋生物资源损害评估方法

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害（污染物浓度增量区域存在时间少于 15d，不含 15d）和持续性损害（污染物浓度增量区域存在时间超过 15d，含 15d）。依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），计算方法如下：

1) 一次性平均受损量评估

渔业生物资源一次性平均受损量，按下式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

W_i —第 i 类生物资源一次性平均损失量（尾，个，kg）；

D_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 类生物资源密度（（尾，个，kg）/ km^2 ）；

S_j —某一污染物第 j 类浓度增量区面积（ km^2 ）；

K_{ij} —某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 类生物资源损失率（%）；

n —某一污染物浓度增量分区总数。

表 4.1-1 悬浮泥沙对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)	
	鱼卵和仔稚鱼	成体
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20

鱼卵仔鱼的损失率取值为 $B_i \leq 1$ 时取 5%， $1 < B_i \leq 4$ 时取 20%， $4 < B_i \leq 9$ 倍时取 40%， $B_i \geq 9$ 倍时取 50%；底栖生物成体的损失率取值为 $B_i \leq 1$ 时取 1%， $1 < B_i \leq 4$ 时取 10%， $4 < B_i \leq 9$ 倍时取 15%， $B_i \geq 9$ 倍时取 20%。

2) 持续性损害受损量评估

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量，按下式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

M_i —第 i 种生物资源累计损害量（尾，个，kg）；

W_i —第 i 种生物资源一次平均损害量（尾，个，kg）；

T —污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15）（个）。

4.1.2.2.2 海洋生物资源损害评估内容和平均生物量取值

(1) 海洋生物资源损害评估内容

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（表 4.1-2），海洋及海岸工程分具体类型按其海洋生物资源可能产生的影响进行损害评估。

表 4.1-2 建设项目对海洋生物损害评估内容

分析本工程的具体情况，栈桥的桩基建设将直接破坏底栖生物生存环境，并造成

底栖生物的直接死亡；桩基拆除施工等造成施工区域周围海水中悬浮物浓度增大，在一定程度上破坏了生物的生存环境。游泳生物大都具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应，因此项目建设对其影响不大；项目海域潮间带宽度较小且桩基几乎不占用，因此，对潮间带生物影响非常小；本项目周边没有渔业生产，另外现场调查没有发现珍稀濒危水生生物。综合以上分析，最终确定本项目的评估内容为鱼卵、仔稚鱼和底栖生物。

(2) 平均生物量取值

现场调查的平均生物量见表 4.1-3。

表 4.1-3 现场调查中的鱼卵、仔稚鱼和底栖生物平均生物量

4.1.2.2.3 损失范围和期限

桩基占用海域面积 $664 \times \pi \times 0.315 \times 0.315 = 0.0207 \text{hm}^2$ ，临时栈桥所在海域平均水深取 5m。

悬浮泥沙各浓度增量及影响海域面积按 4.2.3 节预测结果计算，栈桥使用期满后桩基拆除工期为 3 个月，算得污染物浓度增量影响的持续周期数别为 6。临时栈桥所在海域平均水深取 5m。

4.1.2.2.4 生物损失量计算

(1) 项目占用海域的生物损失量

桩基占用海域的生物损失量为底栖生物 1.44 kg，鱼卵 6117 个，仔稚鱼 1739 尾。

表 4.1-4 项目占用海域的底栖生物损失量

(2) 悬浮泥沙扩散范围内的生物损失量

悬浮泥沙扩散的生物损失量为鱼卵 4284729 个，仔稚鱼 1217994 尾，底栖生物 380kg。

表 4.1-5 悬浮泥沙扩散的生物损失量

表 4.1-6 项目总生物损失量

综合前文生态损失分析与计算，项目用海共造成生物资源损失为底栖生物 381.44 kg，鱼卵 4.29×10^6 粒，仔稚鱼 1.22×10^6 尾。

4.1.2.3 生物损失补偿金额计算

4.1.2.3.1 生物损失补偿金额计算方法

(1) 计算方法

①鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式下式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中：

M —鱼卵和仔稚鱼经济损失金额，单位为元（元）；

W —鱼卵和仔稚鱼损失量，单位为个（个）、尾（尾）；

P —鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E —鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，单位为元每尾（元/尾）。

②潮间带生物、底栖生物的经济价值的换算

潮间带生物、底栖生物经济损失按下式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M —经济损失额，单位为元（元）；

W —生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E —生物资源的价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。

(2) 补偿年限（倍数）

各类工程施工对海洋生态系统造成不可逆转影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算；

一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍；

持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3 年~20 年的，按实际年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿

时间不应低于 20 年。

4.1.2.3.2 生物损失补偿金额

(1) 补偿金额计算

项目建设造成的生物损失补偿金额为 32.3616 万元（表 4.1-7），其中，桩基占用海域的补偿金额为 0.0487 万元，悬浮泥沙扩散的补偿金额为 32.2641 万元。

表 4.1-7 项目建设造成的生物损失补偿计算表

4.2 生态影响分析

项目主要进行海域使用权续期，项目对现有桩基进行加固维护，不新增桩基，原有用海方案未发生变化，因此，生态影响预测部分引用《南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海海域使用论证报告书（报批稿）》的内容。

4.2.1 水文动力环境影响预测与评价

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》的要求，建立工程海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。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。

4.2.1.1 控制方程

选用一个固着于“f-平面”上的直角坐标系(XOY 平面)和静止海面重合，组成右手坐标系，Z轴向上为正，于是描述正压海洋的深度平均运动方程组为：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0$$
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + fv + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - \frac{g}{C^2} \cdot \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + \tau_{sx}$$
$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - fu + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - \frac{g}{C^2} \cdot \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v + \tau_{sy}$$

式中： ζ ——从平均海平面算起的水面高度；

$H = \zeta + H_0$ ——水深(H_0 为从平均海平面算起的水体深度)；

$f = 2\omega \sin\psi$ ——科氏系数(ω 为地球自转角速度， ψ 为地球纬度)；

$g = 9.81\text{m/s}^2$ ——重力加速度；

u 、 v ——对应于 x 、 y 轴的流速分量；

t ——时间坐标；

C ——Chezy 系数($\text{cm}^{1/2}/\text{sec}$)；

R_b ——海底摩擦系数；

t_{sx}, t_{sy} ——风对自由水面的剪切力在 X、Y 方向的分量；

$$t_{sx} = f_s r_a u_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}, \quad t_{sy} = f_s r_a v_w \sqrt{u_w^2 + v_w^2}$$

式中： f_s ——为风阻力系数；

r_a ——为空气密度；

u_w, v_w ——风速在 X、Y 方向的分量。

4.2.1.2 边界条件和初始条件

(1) 边界条件

在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即固边界条件和开边界条件。所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加，分潮振幅(H)和专用迟角(g)只与地点有关，称潮汐调和常数。从理论上讲，分潮的数目是很多的，但大部分影响不大，一般以 M2、S2、K1、O1 分潮最大，其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供，并根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整。

所谓固边界条件即水陆交界条件。

计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有：

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma_1} = \zeta^*(x, y, t)$$

或

$$\left. \begin{aligned} u(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= u^*(x, y, t) \\ v(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= v^*(x, y, t) \end{aligned} \right\}$$

计算水域与陆地交界的固边界上有：

$$\vec{U} \cdot \vec{n}|_{\Gamma_2} = 0$$

式中： \vec{n} 为固边界法向； $\zeta^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 和 $v^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)。式(4-6)中的 \vec{U} 为流速矢量($|\vec{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$)，其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

(2) 初始条件

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t)|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\}$$

式中： $\zeta_0(x, y, t_0)$ 、 $u_0(x, y, t_0)$ 和 $v_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

(3) 活动边界处理

本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界，在岸边界处，将邻近计算点的水位等值外推，根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系，当水深 $h < 0$ 时，潮滩露出，当水深 $h > 0$ 时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流速点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深 h_{min} 作为判断值，若 $h < h_{min}$ ，则认为格点干出。

4.2.1.3 计算域的确定及网格剖分

从满足工程研究需要出发，选定计算域包括：西边界到至 $108^{\circ}46'E$ 经度线，东边界至 $111^{\circ}42'E$ 经度线，北至 $21^{\circ}36'N$ 纬度线，南至 $19^{\circ}28'N$ 纬度线。本模型采用三角形网格剖分计算域，三角形网格节点数为27838个，三角形个数为52304个，相邻网格节点最大间距为6500m，工程区域最小间距为10m，计算时间步长为60s。

大范围计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定：2005年1:60000琼州海峡西半部(图号15819)；2005年1:60000琼州海峡东半部(图号15799)；2005年1:20000海口湾(图号15831)；2005年1:150000琼州海峡(图号15770)；2005年1:120000大放鸡至硃洲岛(图号15710)；2005年1:25000铺前湾(图号15821)；2005年1:10000后水湾(图号00703)。

大范围模型网格剖分见图4.2-1，工程区域剖分网格见图4.2-2，用海区网格见图4.2-3，项目附近海域水深见图4.2-4。

图 4.2-1 大范围模型计算网格

图 4.2-2 工程附近海域剖分网格

图 4.2-3 项目用海区域剖分网格

图 4.2-4 工程区域计算水深图

4.2.1.4 模型的验证

模型的验证共有两部分实测资料，潮位资料采用 2016 年 9 月 23 日 9: 00~2016 年 9 月 24 日 10: 00 工程区域附近 2 个站点（S2 站和 S6 站）的观测资料，潮流的资料采用 2016 年 9 月 23 日 9: 00~2016 年 9 月 24 日 10: 00 在工程区域附近的 6 个站点（S1 站~S6 站和 S11 站）的观测资料(站位见图 4.2-5)。分别与计算结果比较，绘制潮位曲线（图 4.2-6）和流向、流速曲线（图 4.2-7）。由于实测流速为表、中、底三层，因此，比较时采用垂向平均流速、流向资料。

图 4.2-5 水文调查站位

从验证结果可以看出，从验证结果可以看出，模型模拟的潮位与实测潮位基本吻合，潮位最大误差不超过 9cm，模拟的流速流向与实测值的趋势大体一致，流速、流向模拟以最大流速时拟合较好。模型对于工程水域具有很好的重现能力，因此，模型能够真实的反映工程区域的水动力特征。

S2 站潮位验证情况(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S6 站潮位验证情况(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

图 4.2-6 潮位验证结果

S1 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S2 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S3 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S4 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S5 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S6 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

S11 站潮流流速流向验证曲线(2016 年 9 月 23 日 9: 00~24 日 10: 00)

图 4.2-7 潮流流速流向验证结果

4.2.1.5 工程前潮流场模拟结果

为反映工程区域海域潮流特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况下涨潮与落潮的特征时刻，见图 4.2-8~图 4.2-9，数值模拟结果显示：

(1)琼州海峡的潮流具有较明显的东西向往复流性质；琼州海峡潮流具有四种流动形式，即涨潮东流、涨潮西流、落潮东流和落潮西流，潮流流向与等深线走向基本一致；潮流转流时刻基本发生在涨、落潮中间时刻，最大流速出现在高潮和低潮时刻，具有明显的前进波性质。

(2)琼州海峡流速存在明显的横向梯度变化，在一定范围内，随着离岸距离的增加潮流值迅速增大，流速以琼州海峡的中央深槽为最大，可以达到 2.3m/s 左右；涨、落潮流向基本与等深线平行。

(3)在海口湾内，直接表现为海口湾湾顶流速较小，湾口深水区流速较大。涨潮时，潮流从东北流进海口湾，从西北流出，涨急时刻最大流速在 73cm/s 左右，出现在南海明珠岛南侧沿岸附近海域；落潮时，潮流从西北流进海口湾，从东北流出，落急时刻最大流速在 90cm/s 左右，也是出现在南海明珠岛南侧沿岸附近海域；落急最大流速大于涨急最大流速。

(4)在本项目工程用海区域，潮流由海岸至南海明珠岛逐渐增大，涨潮时，潮流流向主要是由东南向西北流动，涨急时刻最大流速在 60cm/s 左右，在临时栈桥中央区域涨急最大流速大约为 52cm/s；落潮时，潮流是由西北向东南流动流动，落急时刻最大流速在 87cm/s 左右，在临时栈桥中央区域落急最大流速大约为 68cm/s；落急最大流速大于涨急最大流速。

图 4.2- 8a 现状涨急流场图

图 4.2-8b 现状涨急局部流场图

图 4.2- 9a 现状落急流场图

图 4.2-9b 现状落急局部流场图

4.2.1.6 工程后潮流场变化

由于本项目工程建设将导致海底海床发生改变，从而引起该区域流场的变化。为了更好的分析工程后流场的变化，同样输出一个潮周期内项目用海区域局部涨急时

刻与落急时刻流场分布图，见图 4.2-10~图 4.2-11。工程后的流速具体表现为：在本项目工程用海区域，潮流由海岸至南海明珠岛逐渐增大，潮流流速最大值主要出现在临时栈桥桩基处，涨潮时，潮流流向主要是由东南向西北流动，涨急时刻最大流速在 73cm/s 左右，在临时栈桥中央区域涨急最大流速大约为 63cm/s；落潮时，潮流是由西北向东南流动，落急时刻最大流速在 103cm/s 左右，在临时栈桥中央区域落急最大流速大约为 79cm/s；落急最大流速大于涨急最大流速。

为了对比工程前后潮流场的变化，本报告给出涨急时刻前后流速变化大小等值线图，见图 4.2-12。通过分析可以发现，在涨急时刻，各个桩基之间的区域流速增大，流速增加值最大为 12cm/s，各个桩基东西两侧区域流速减小，流速减小值最大为-2cm/s。

总体来说，临时栈桥建成后项目附近海域的潮流流速变化较小，流速变化最大值为 15cm/s，但仅在桩基周围水域变化较大。因此，项目工程的建设，对项目附近海域的潮流影响很小。

图 4.2-10 工程后涨急局部流场图

图 4.2-11 工程后落急局部流场图

图 4.2-12 涨急时刻工程前后流速大小变化图

4.2.2 地形地貌与冲淤环境影响预测与评价

本部分内容引用自《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程环境影响报告书（报批稿）》。

为了定量地研究项目建设完成以后周边海域的泥沙回淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。

（1）计算公式和参数确定

回淤强度的计算采用以下公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha s \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right]$$

式中，p 为年淤积厚度(m)；

为沉降几率，取 0.67；

S 为水体平均悬沙含量，单位：kg/m³；本海域平均含沙量较小，平均值大约为 0.025kg/m³；

ω 为泥沙沉速，单位 m/s，据泥沙动水沉降试验(见表 6.2-1)结果和本海区的潮流流速值计算结果，取泥沙沉速约为 0.011cm/s。

表 4.2-1 泥沙沉降速度(D50=0.01mm)

流速(m/s)	0.00	0.20	0.40	0.56
沉速(cm/s)	0.068	0.049	0.022	0.011

t 为年淤积历时，单位取秒 (S)，一年即为 31557600 秒；

d 为泥沙干容重，取值为 1120kg/m³；

V1, V2 分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s，全潮平均流速的取值采用流速大小绝对值的平均值；

M 根据当地的流速与含沙量的关系近似取作 1。根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程后工程所处海域泥沙每年回淤强度情况，绘制出冲淤强度等值线图(+表示淤积，-表示冲刷)。

（2）计算结果分析

由图 4.2-13 可以看出，项目工程建设完成以后，本项目各个桩基东西两侧区域都产生淤积，淤积量最大为 0.7cm/a。本项目各个桩基之间的区域，则会造

成一定程度的冲刷，冲刷最大强度为 2.7cm/a。总体来说，项目工程的建设对项目附近海域的冲淤环境影响很小。

图 4.2-13 工程后项目工程附近海区冲淤图(+表示淤积，-表示冲刷)

4.2.3 水质环境影响预测与评价

临时栈桥桩基拆除等对海域环境产生影响的决定因素，主要是悬浮泥沙的产生量和该海域的自净能力。通常工程量越大，水质越混浊，对环境的影响也就越大。再则，其影响程度还取决于海域的环境容量(负荷限度)，即海域的地理条件和水体的活跃程度。后者主要是指海流的输运、扩散能力和海水的更新率。一般来说，海域越封闭，水域容积越小，海水交换能力越弱，稀释能力越低，环境负荷能力也就越低。

4.2.3.1 悬浮物扩散数学模式

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》(JTJ/T233-2010)及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。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。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial S}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (D_y \frac{\partial S}{\partial y}) + F_s / H + Q_s / H$$

$$Q_s = Q_0 - S\omega (1-R)$$

$$R = \begin{cases} \frac{\alpha D_{50}}{\beta + D_{50}} (u_* - u_{*cr}) & (u_* \geq u_{*cr}) \\ 0 & (u_* \leq u_{*cr}) \end{cases}$$

$$u_{*cr} = 0.04 \frac{\rho_s - \rho_0}{\rho_0} \sqrt{g D_{50}}$$

S 为铅直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底抛石产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度(取石英密度为 1.68g/cm³)； ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm³)； Y 为海水分子

运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$); u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度; R 为沉降泥沙的再悬浮率($0 < R < 1$); D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定:

底部切应力计算公式:

$$\tau = \rho_b U U$$

当 $\tau < \tau_d$ 时, 水中泥沙处于落淤状态, 则:

$$F_s = a \Phi S \left(1 - \frac{\tau}{\tau_d}\right)$$

当 $\tau_d < \tau < \tau_e$ 时, 海底处于不冲不淤状态, 则:

$$F_s = 0$$

当 $\tau > \tau_e$ 时, 海底泥沙处于起动状态, 则:

$$F_s = -M \left(\frac{\tau}{\tau_e} - 1\right)$$

以上各式中: U 为平均流速;

Φ 为泥沙沉降速度; S 为水体含沙量;

a 为沉降几率;

τ_d 为临界淤积切应力;

τ_e 为临界冲刷切应力; M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式:

$$\Phi = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{d_s}\right)^2 + 1.09 \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_s} - 13.95 \frac{\nu}{d_s}$$

其中, γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重; d_s 为悬浮泥沙的中值粒径; ν 为黏滞系数。

关于临界淤积切应力 τ_d , 这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式:

$$\tau_d = \rho_b U_c U_c$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^6 \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_* + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma_0'} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + gh\delta(\delta/d_*)^{1/2}}{d_*}}$$

式中: $k=0.32$;

$d_*=10$;

$\varepsilon_0=1.75\text{cm}^3/\text{s}$, 为综合泥沙粘结力, 一般泥沙取该值;

$\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$, 是薄膜水厚度参数;

γ_0 为海底泥沙干容重;

γ_0' 泥沙颗粒的稳定干容重;

h 为水深;

ρ_s 为泥沙密度;

$$d' = \begin{cases} 0.5\text{mm} & \text{当 } d \leq 0.5\text{mm} \text{ 时} \\ d & \text{当 } 0.5\text{mm} \leq d \leq 10\text{mm} \text{ 时} \\ 10\text{mm} & \text{当 } d \geq 10\text{mm} \text{ 时} \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{cases} 1.0\text{mm} & \text{当 } d \leq 0.5\text{mm} \text{ 时} \\ 2d & \text{当 } 0.5\text{mm} \leq d \leq 10\text{mm} \text{ 时} \\ 2d_*^{1/2} d^{1/2} & \text{当 } d \geq 10\text{mm} \text{ 时} \end{cases}$$

(1) 定解条件

① 初始条件

$$S(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = S_0(x, y, t_0)$$

式中: $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

② 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有:

$$S(x, y, t) \Big|_{\Gamma_1} = S^*(x, y, t) \quad (\text{当水流流入计算域时})$$

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t} + \frac{\partial(HSu)}{\partial x} + \frac{\partial(HSv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{当水流流出计算域时})$$

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有:

$$\frac{\partial S}{\partial n} = 0$$

式中： $S^*(x,y,t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)， \bar{n} 为陆地边界的单位法向矢量，上式的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

(2)数值方法

将一个时间步长分为两个半步长，在每个半时间步长内，依下述求解过程计算潮

位及 x, y 方向流速。离散差分方程如下：

前半步长：

$$As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1$$

后半步长：

$$As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2$$

上式中 As1, Bs1, Cs1, Ds1, As2, Bs2, Cs2, Ds2 为已知系数。

4.2.3.2 悬浮泥沙源强度

南海明珠岛临时栈桥拆除过程中会产生悬浮泥沙，从而对水环境产生影响。本项目报告计算南海明珠岛临时栈桥拆除过程产生的悬浮泥沙扩散范围及其对水质的影响。根据计算结果，桩基拆除产生的悬浮泥沙源强为 0.12kg/s。

在本报告中，悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。本项目选取 60 个点作为南海明珠岛临时栈桥拆除过程中悬浮泥沙扩散的模拟源强点，以点 A、点 B 和点 C 作为源强示意点，如图 4.2-14 中所示。此外，由于仅考虑施工过程中产生的悬浮泥沙增量的影响，因此，潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。

图 4.2-14 悬浮泥沙源强位置示意图

4.2.3.3 悬浮物分布的计算结果及分析

自施工开始产生悬浮泥沙的初始时刻起，源点附近由于沉降、掺混过程所形

成的悬浮物混浊云团，在海流作用下扩散迁移形成“污染区”。由于持续作业，云团核心浓度(中心含沙量)随着时间的推移而不断升高，云团面积不断扩大。在初始阶段，这一过程演变很快，但经过一定时间后，浓度随时间的变化变缓，至某一时间不再升高，即达到所谓“平衡态”。它表征了各种因素(源强、自净能力)对环境水质的影响程度。潮混合使核心浓度达到平衡态的时间，决定于水域的地形特征和流场的强弱以及流态。通常，水域小，流场强，达到平衡态的时间就短。

图 4.2-15~图 4.2-17 分别为源强示意点 A、点 B 和点 C 产生的悬浮泥沙增量分布包络线图，图 4.2-18 为整个临时栈桥桩基施工过程中产生的悬浮泥沙增量分布包络线图。通过计算可知，超 I、II 类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.215747km^2 ，超 III 类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 0.005349km^2 ，超 IV 类水质($>150\text{mg/L}$)面积为 0.002025km^2 。从图中可以看出，悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。由于悬浮泥沙源强较小，且项目区域潮流流速相对较大，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积很小。超 IV 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点 10m，超 III 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点 15m，超 I、II 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点 630m。

表 4.2-2 悬浮泥沙增量各浓度的最大包络面积(km^2)

图 4.2-15 源强点 A 施工过程产生的悬浮泥沙增量分布包络线图

图 4.2-16 源强点 B 施工过程产生的悬浮泥沙增量分布包络线图

图 4.2-17 源强点 C 施工过程产生的悬浮泥沙增量分布包络线图

图 4.2-18 整个桩基施工过程产生的悬浮泥沙增量分布包络线图

需要指出的是，上述计算结果是在悬浮物扩散过程中未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

4.2.3.4 防腐材料对水质的影响分析

钢管桩浪贱区部位采用外包混凝土的方法，高水位以上的其他构件采用普通防腐涂料进行涂装防腐，喷涂防腐材料时难免会滴落至海水中，影响海水水质。因此，栈桥钢结构维护过程中采用磨料水射流技术，对钢管桩进行除锈和清洁，磨料为硬质砂砾，对环境影响较小，并选择适宜施工时段及季节性，一般选择低潮期施工，钢管桩喷涂防腐材料时做好防护措施，最大限度的减少材料喷洒至海水中；防腐材料应选用有效的环保材料，以减少防腐材料中的有害物质对海水水质的影响。

4.2.4 海洋沉积物环境影响预测与评价

(1)施工入海泥沙对沉积物环境的影响分析

项目临时栈桥使用期满后进行拆除，桩基拆除将产生悬浮泥沙，泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。超IV类水质最远扩散至源强点 10m，超III类水质最远扩散至源强点 15m，超 I、II 类水质最远扩散至源强点 630m。根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，桩基拆除施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

(2)施工期污染物排放对沉积物环境的影响分析

施工期和运营期产生的的污染物均经过处理，不直接在工程区域排放，不会对工程海域的沉积物环境产生影响。

因此，总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

据海口市统计局《2022年海口市国民经济和社会发展统计公报》，2022年，海口市实现地区生产总值2134.77亿元，按可比价格计算，比上年增长1.3%。按产业分，第一产业增加值99.19亿元，增长5.6%；第二产业增加值406.30亿元，增长6.8%；第三产业增加值1629.28亿元，下降0.1%。产业结构持续优化，三次产业结构比为4.7%:19.0%:76.3%；三次产业对经济增长的贡献率分别为18.7%、87.0%和-5.8%。

2022年，海口市全口径一般公共预算收入553.2亿元，同比下降2.3%，同口径增长4%。全年地方一般公共预算支出332.3亿元，增长21.2%。全年财政民生支出233.6亿元，占地方一般公共预算支出的70.3%。

2022年，海口市完成固定资产投资比上年下降12.7%，其中：房地产开发投资下降3.2%，非房投资下降17.7%。分产业看，第一产业投资下降38.4%，第二产业投资增长18.3%，第三产业投资下降15.9%，三次产业投资比例为0.3：12.8：86.9。

2022年，海口市居民消费价格同比上涨1.1%。

2022年，海口市居民人均可支配收入38361元，较上年增长0.6%。城镇居民人均可支配收入43535元，较上年下降0.2%。农村居民人均可支配收入20388元，比上年增长5.8%。

图 5.1-1 2017 年~2022 年海口市生产总值

1、第一产业

2020年8月，入选农业农村部“互联网+”农产品出村进城工程试点县名单。2022年，海口市实现农林牧渔业产值164.3亿元，比上年增长6.0%。其中，种植业95.4亿元，增长1.8%；畜牧业38.3亿元，增长26.2%；林业7.5亿元，增长5.2%；渔业12.4亿元，下降1.1%；农林牧渔服务业10.7亿元，增长8.7%。全年农作物总播种面积92.97万亩，比上年增长3.3%。粮食播种面积29.9万亩，比上年增长0.01%。油料播种面积4.13万亩，下降3.1%。蔬菜播种面积41.2万亩，增长9.1%。水果种植面积28.4万亩，增长6.2%。橡胶种植面积7.44万亩，增长41.8%。胡椒种植面积

4.65 万亩，增长 1.5%。全年粮食总产量达 10.26 万吨，比上年增长 0.2%；油料作物产量 0.54 万吨，下降 8.3%；水果产量 26.02 万吨，增长 7.1%；蔬菜产量 55.97 万吨，增长 11.3%；水产品产量 5.16 万吨，增长 1.8%。畜牧业生产止降为升。生猪出栏量 61.8 万头，同比增长 56.8%；猪肉产量 5.49 万吨，同比增长 62.4%。牛出栏 1.55 万头、羊出栏 7.06 万只，分别增长 2.2%和增长 2.7%。

2、第二产业

（1）工业

2022 年，海口市工业经济整体稳步增长，全市规模以上工业企业有 196 家，比上年增加 21 家；实现规模以上工业总产值 738.39 亿元，同比增长 10.4%。其中产值超十亿元的企业有 15 家，超亿元的企业有 106 家。产值超亿元企业共完成工业产值 698.54 亿元，占全市规模以上工业总产值的 94.6%。规模以上工业总产值中，轻工业完成产值 402.68 亿元，下降 6.0%；重工业完成产值 335.71 亿元，增长 11.8%，轻重工业产值之比为 54.5:45.5。分行业看，医药制造业完成 243.18 亿元，增长 0.1%；电气机械和器材制造业完成 68.19 亿元，增长 24.9%；汽车制造业完成 26.06 亿元，增长 34.0%；电力、热力生产和供应业完成 68.43 亿元，增长 4.0%；食品制造业完成 6.89 亿元，增长 44.9%；酒、饮料和精制茶制造业完成 51.76 亿元，下降 19.1%；烟草制品业完成 39.43 亿元，增长 6.7%；农副食品加工业完成 41.85 亿元，下降 9.8%。全市规模以上工业增加值同比增长 20.5%；全市规模以上工业企业实现销售产值 723.33 亿元，下降 2.0%；全年规上工业产销率为 98.0%，比上年增加 0.7 个百分点。

（3）建筑业

2022 年，海口市建筑业实现增加值 133.79 亿元，比上年下降 5.9%。全市具有资质等级的建筑业企业单位 208 个，增长 17.5%。期末从业人员 4.65 万人，增长 19.5%。本市资质内建筑企业全年房屋建筑施工面积 1219.64 万平方米，增长 9.3%；房屋建筑竣工面积 247.49 万平方米，下降 0.6%。

3、第三产业

（1）金融、保险和证券业

2022 年 12 月末，海口市金融机构本外币存款余额为 6399.46 亿元，比年初增加 559.72 亿元，同比增长 9.58%。金融机构本外币各项贷款余额 7073.29 亿元，比年初增加 234.12 亿元，同比增长 3.42%。金融业增加值占 GDP 比重提高到 11.4%。

2022 年，海口市原保险保费收入 134.74 亿元，同比增长 0.51%。原保险赔付支

出 56.55 亿元，同比增长 8.08%。

2022 年，海口市证券经营机构总交易金额 16356.85 亿元，比上年同期下降 3.08%。海口市证券账户开户 287.21 万户，增长 20.44%。全年海口市期货经营机构期货交易金额 9754.74 亿元，增长 17.09%。

（2）批发零售业和住宿餐饮业

2022 年，海口市社会消费品零售总额为 1003.05 亿元，占全省比重为 44.2%，同比下降 5.1%。限上新能源汽车零售额同比增长 35.9%。全年批发和零售业实现增加值 389.61 亿元，比上年下降 0.2%，占全市地区生产总值的 18.3%；住宿和餐饮业实现增加值 50.66 亿元，下降 12.1%，占全市地区生产总值的 2.4%。在限上企业（单位）商品零售额中，粮油、食品类同比增长 17.4%，饮料类同比增长 0.8%，烟酒类同比增长 36.6%，服装、鞋帽、针纺织品类同比下降 23.3%，化妆品类同比增长 35.1%，金银珠宝类同比增长 1.9%，日用品类同比下降 7.9%，体育、娱乐用品类同比下降 34.7%，书报杂志类同比下降 6.3%，家用电器和音像器材类同比增长 15.2%，中西药品类同比增长 17.9%，文化办公用品类同比下降 43%，家具类同比增长 11.2%，通讯器材类同比增长 5.0%，石油及制品类同比增长 4.5%，汽车类同比下降 10.2%，其他同比下降 38.2%。

（3）旅游业和房地产业

2022 年，海口市旅行社达 516 家，全市住宿业 457 家，总客房 44217 间，A 级旅游景区 15 家。海口市累计接待游客总数 1844.99 万人次，同比下降 20.26%，旅游总收入 286.31 亿元，同比下降 16.92%。

2022 年，海口市房地产业完成增加值 141.0 亿元，比上年下降 15.6%。全市商品房施工面积 3542.17 万平方米，增长 5.1%；商品房新开工面积 448.11 万平方米，增长 44.2%。商品房销售面积 269.44 万平方米，下降 44.4%。

（4）会展业

2022 年，海口市举办超 10 场招商推介特色活动。第二届游艇展主展区总面积达 18 万平方米，同比增长约 125%。从展览面积和参展规模上看，吸引了逾 60 个境内外知名品牌近 200 艘船艇参加，同比增长 65%。首次以“货物”模式入关的 Leopard（猎豹）50 以“零关税”模式申请报关，享受免征进口关税、进口环节增值税和消费税的优惠（约 38%）。

5.1.2 海域使用现状

项目位于海口湾西侧，所在区域为海口市西海岸旅游娱乐区，根据《海域使用论证技术导则》，跨海桥梁等线型项目以外扩 3km 为论证范围。本项目外扩 3km 的论证范围内除南海明珠人工岛、南海明珠大桥项目和海口喜来登北侧海阔天空海上驿站项目外，无其他确权用海项目。通过遥感影像、现场踏勘等了解项目所在区附近海域的开发利用现状，项目论证范围内海域开发利用活动包括海水浴场、填海、桥梁、旅游娱乐设施等，项目周边用海现状见图 5.1-2。

图 5.1-2 项目周边海域使用现状图

根据现场勘查，项目所在位置海域有较好的沙滩供游客游玩，附近陆域有多家度假酒店及公共海水浴场，包含有贵族游艇会、新国宾馆、喜来登酒店、假日海滩海水浴场等。前来这些酒店及浴场游玩的游客分布在沙滩上游玩、休息、游泳。

在项目东南侧约 4.30km 处为国家帆船帆板训练场，每年冬季将有大量帆船、帆板运动员前来此处训练，训练期间帆船、帆板散布在整个西海岸海域，部分帆船、帆板甚至会靠近项目用海区，具有一定的安全风险。

同时现场勘查发现项目周边陆域有海岸绿地及防风林，项目使用对其有一定影响。

根据勘查及统计，项目附近用海现状的具体信息见表 5.1-1。

表 5.1-1 工程附近主要海域使用现状一览表

2023 年 11 月，在搜集资料的基础上，编制组对工程周边海域开发利用现状进行了实地踏勘，掌握自然环境和利用现状，本项目、防风林、南海明珠人工岛、海水浴场等现状见图 5.1-3 至 5.1-8。

图 5.1-3 临时钢栈桥使用现状图

图 5.1-4 项目周边防风林现状图

图 5.1-5 南海明珠人工岛现状图

图 5.1-6 项目周边沙滩现状图

图 5.1-7 贵族游艇会海水浴场现状图

图 5.1-8 喜来登酒店附近海水浴场现状图

5.1.3 海域使用权属现状

截止 2023 年 11 月，项目论证范围 3km 内权属现状包括交通运输用海和旅游娱乐用海。其中，交通运输用海面积为 8.9380 公顷，旅游娱乐用海面积为 655.4606 公顷。具体情况见表 5.1-2，图 5.1-9。

图 5.1-9 论证范围权属分布图

表 5.1-2 论证范围权属一览表

本工程相邻的确权用海项目用海类型、方式、面积、期限等海域使用权属内容见表 5.1-3。这些项目均为海南金海湾投资开发有限公司投资建设的项目，与本项目申请单位相同。

与本项目相邻的南海明珠大桥项目海域使用面积为 8.9380 公顷，项目位于海口市西海岸新国宾馆北侧约 2 公里海域，用海类型为路桥用海，用海方式为跨海桥梁、海底隧道等，项目用海期限为 50 年。该项目的宗海界址图见图 5.1-10。

项目北侧的人工岛通过了国家海洋局关于海口市海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛区域建设用海规划的批复，规划用海总面积为 459.3244 公顷，其中填海造地用海 265.4317 公顷，其他用海 193.8927 公顷。通过规划批复后，项目通过海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛产权式酒店项目、海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛城市配套项目等十余个项目批复。项目用海期限为 50 年。区域规划用海示意图见图 5.1-11，海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛产权式酒店项目界址图见图 5.1-12。

表 5.1-3 工程邻近项目海域使用权属表

图 5.1-10 南海明珠大桥项目宗海界址图

图 5.1-11 区域用海规划示意图

图 5.1-12 海口湾南海明珠邮轮港旅游综合开发人工岛产权式酒店项目宗海界址图

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目周边海域的开发活动主要为旅游娱乐开发活动。下面从营运期、拆除期等各方面分析项目用海对海域开发活动的影响。

图 5.2-1 悬浮泥沙扩散包络线与周边用海活动的叠置图

5.2.1 对海水浴场的影响分析

项目拆除期产生悬浮泥沙扩散，根据数模结果超 I、II 类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.215747km^2 。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。由于悬浮泥沙源强较小，且项目区域潮流流速相对较大，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积很小。超 I、II 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点 630m。

根据悬浮泥沙与周边用海活动现状的叠置图（图 5.2-1），悬浮泥沙扩散至西南侧 245m 处的贵族游艇会岸段、西南侧 1040m 处的假日海滩海水浴场岸段、东北侧 800m 处的新国宾馆岸段，对这些岸段的水质环境造成影响。这些岸段的沙滩上均有游客在沙滩游玩，项目的拆除对这些周边旅游项目有影响。同时，由于项目运营期占用了沙滩，虽然通过桩基可保障沙滩的通畅，但对游客的旅游体验也造成一定的影响。

悬浮泥沙扩散对周边的海域水质有影响，桩基在拆除过程中采取一定的环保措施（如悬挂防污帘等）可有效减少悬浮泥沙扩散范围，减少对周边海洋的影响，避免对游客的旅游体验造成不良影响。项目在拆除后应恢复海域原状，对拆除后的沙滩及岸滩进行修复，在做好相应的整治措施之后，项目建设可减少周边旅游娱乐活动的影响。

临时栈桥建成后项目附近海域的潮流流速变化较小，流速变化最大值为 15cm/s ，但仅在桩基周围水域变化较大。项目工程建设完成以后，本项目各个桩基东西两侧区域都产生淤积，淤积量最大为 0.7cm/a 。本项目各个桩基之间的区域，则会造成一定程度的冲刷，冲刷最大强度为 2.7cm/a 。因此，项目不会浴场水动力环境和冲淤环境产生明显影响。

5.2.2 对其他海上旅游开发活动的影响分析

项目拆除期产生悬浮泥沙($>10\text{mg/L}$)扩散面积为 0.215747km^2 ，主要是东南-西北向扩散，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积很小，对国家帆船帆板训练基地水质环境不会造成影响。

帆船帆板训练船只和海口湾国家海洋公园帆船帆板公共游艇码头船只散布于西海岸东侧海域，帆船帆板船只在临时栈桥附近海域航行时，一旦过于靠近，具有发生碰撞事故的机率。根据踏勘调研，本项目在续期用海期间未对国家帆船帆板训练基地产生影响。

临时栈桥建成后项目附近海域的潮流流速变化较小，流速变化最大值为 15cm/s ，但仅在桩基周围水域变化较大。项目工程建设完成以后，本项目各个桩基东西两侧区域都产生淤积，淤积量最大为 0.7cm/a 。本项目各个桩基之间的区域，则会造成一定程度的冲刷，冲刷最大强度为 2.7cm/a 。因此，项目不会对喜来登北侧海阔天空海上驿站项目产生影响。

5.2.3 对港口航道等开发活动的影响分析

项目所建的临时栈桥距秀英港距离约 5km ，距秀英港航道最近距离约为 3km ，项目附近无航道，临时栈桥在设计过程中不具有通航功能，但周边仍有小型渔船无组织航行并通过临时栈桥。临时栈桥不提供大型船只的通航，无大型船舶通过临时栈桥，对港口、航道等开发活动基本无影响。另外，根据踏勘调研，本项目在申请用海和续期用海期间未对港口航道和船舶通航产生影响。

5.2.4 对防风林的影响分析

项目做在海岸附近有防风林存在，目前防风林生长茂盛。根据现场勘查，临时栈桥建设会影响海岸附近防风林生长（图 5.2-2）。临时栈桥在拆除后，与栈桥相连的道路同时也会拆除，海岸附近会补种树木或规定的绿化植物，不会对西海岸整体环境的破坏。项目在拆除期对周边防风林、绿地的保持及维护有一定影响。

5.3 利益相关者界定

利益相关者是指与用海项目有连带关系或者受到项目用海影响的开发利用者。根据 5.2 节项目施工和运营期间对周边海域开发活动的影响分析可知，本项目对距离较远的港口航道、填海造地工程均不会产生影响。南海明珠大桥项目和南海明珠人工岛项目与本项目建设单位相同。

项目加固及拆除对周边海水浴场水质（贵族游艇会、假日海滩、新国宾馆）产生一定影响。由于新国宾馆酒店的权属单位是海南机场集团有限公司，与用海申请单位同是海南省发展控股有限公司下属企业，可内部协调，不再列为利益相关者。

项目东南侧有海口湾国家海洋公园帆船帆板公共游艇码头改建工程和国家帆船帆板训练基地，船只散布在临时栈桥东部海域，具有与临时栈桥发生碰撞的可能性。本工程先于公共游艇码头改建工程和国家帆船帆板训练基地进行建设，帆船帆板训练船只已注意避让本区域，只要加强船只管理，可以避免发生碰撞事故。根据踏勘调研，本项目在申续期用海期间未对国家帆船帆板训练基地和公共游艇码头改建工程产生影响，因此，不再作为利益相关者。由利益相关者界定表见表 5.3-1。

表 5.3-1 本项目建设利益相关者一览表

注：*代表项目未确权。

图 5.2-3 本项目建设利益相关者分布图

5.4 需协调部门界定

根据叠置图（图 5.2-1），项目产生的悬浮泥沙会影响到西海岸的公共浴场（假日海滩浴场），用海申请单位应做好与假日海滩旅游区管理部门的协调分析。除此之外，项目建设占用了一些公共设施，如海防林、道路旁的绿化带等，对其造成一定的破坏，这些虽然不是用海项目，但这些项目与海岸环境相互关联，应作为利益协调责任部门列出。利益协调责任部门界定见表 5.3-2。

表 5.3-2 利益协调责任部门界定表

注：1 为未确权项目，2 为非用海项目。

5.5 相关利益协调分析

(1) 与海口市贵族游艇会酒店等周边旅游酒店的利益协调分析

根据数模结果，悬浮泥沙扩散影响到贵族游艇会海水浴场。临时栈桥在拆除期应采取措施减少悬浮泥沙扩散，减少对旅游酒店游客的影响。同时由于临时栈桥与贵族游艇会酒店相对距离较近，在拆除施工过程中应划定施工范围，避免游客进入施工区。建议用海申请单位在开展相关施工之前征求周边旅游酒店的意见，并做好相应的协调。

表 5.4-1 与海口市贵族游艇会酒店等周边旅游酒店的利益协调协调方案

(2) 与假日海滩旅游区管理部门协调分析

根据利益相关者界定分析结果，本项目主要是拆除期施工产生的悬浮泥沙对假日海滩浴场的水域水质造成一定影响。

为了减少施工期对该水域的影响，本工程拆除施工前业主应向假日海滩旅游区管理部门递交施工进度安排，做好各项目施工的组织协调，尽量避免在旅游旺季施工，减轻对其的影响。在本工程最终拆除方案确定之前征询旅游区管理部门的意见。

表 5.4-3 与假日海滩管理部门的协调方案

(3) 与林业主管部门的协调分析

根据利益相关者界定分析结果，本项目主要是拆除期施工人员施工行为对岸滩的环境、绿地及防护林造成一定影响。

表 5.4-4 与林业主管部门的协调方案

5.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

项目用海不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区。项目建成后对周边区域的国防安全、军事活动不会产生不利影响。

项目不涉及领海基点，不涉及国家秘密，不会对国家海洋权益产生不利影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区符合性分析

根据《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目用海区所在海域的海洋功能区为海口市西海岸旅游休闲娱乐区（代码：A5-01）。

本项目为南海明珠生态岛建设提供交通配套服务，是目前陆岛相连的唯一通道，是为生态岛建设运送物质的重要交通要道。根据《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目用海与其符合性主要从以下几方面分析：

（1）海口市西海岸旅游休闲娱乐区的用途管制要求是：“主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动用海，可适当兼顾渔业用海，利用小渔村、小渔港等渔业空间和设施开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见”。本项目虽然是交通运输用海中的路桥用海项目，但项目建设是为了南海明珠生态岛进行配套服务，使得南海明珠生态岛建设所需的物资等通过临时栈桥进入岛内，加快生态岛建设时间，节约了相关费用，同时减小生态岛建设的环境影响。项目建设是为旅游娱乐活动进行配套的临时工程，项目建设加快了南海明珠生态岛建设的步伐，为提升海口市滨海旅游吸引力提供支持。

临时栈桥已在2015年4月开展了海域使用论证工作，并于2015年12月3日取得海口市海洋与渔业局关于项目用海的批复，同时于2019年1月2日取得海口市人民政府关于项目续期用海的批复，项目建设及运营期也很好的执行了相应的批复。本项目为临时栈桥再次申请续期，不新增用海面积，不改变项目的用海类型和用海方式。根据现场踏勘，项目周边1.5km范围内无其他确权用海活动，本项目用海对周边的旅游娱乐活动影响较小，不会对海口市西海岸旅游休闲娱乐区造成大的不良影响。因此项目用海符合海口市西海岸旅游休闲娱乐区用途管制的要求。

（2）海洋功能区用海方式控制要求是：“限制改变海域自然属性，旅游设施建设需要的围填海规模要适当控制，涉海工程建设不得破坏水动力及沙滩发育条件，防止海岸侵蚀，必须协调好与海底管线的关系，保护好海底管线”。

项目为桩基结构，对水动力影响较小，集中在桩基附近，对海域自然属性改变较小。根据卫星影像资料，项目建成至今，在临时栈桥东侧沙滩有少量淤积，临时栈桥西侧有少量冲刷，淤积和冲刷的影响范围均集中在项目附近，在临时栈桥拆除可逐步恢复，项目建设对沙滩发育影响相对较小。本项目申请海域使用权续期，不进行施工，不会破坏区域海底管线。因此，项目用海符合海口市西海岸旅游休闲娱乐区的用海方式控制要求。

(3) 功能区海域整治要求为：“观察岸线动态变化，整治和修复侵蚀岸滩，提升海岸的旅游景观功能价值”；项目采用桩基结构，对海域自然属性和自然现状影响较小，根据卫星影像数据，项目投入使用7年以来对附近岸线及冲淤状况影响较小，临时栈桥完成使命后将会被拆除，并恢复海域原状，不会对海岸的旅游景观价值造成不良影响，符合功能区海域整治要求。

(4) 功能区重点保护目标要求：“保护沙滩、沿岸地质地貌和自然岸线”；项目采用桩基结构，不影响沙滩的通透性，临时栈桥使用期满后将会被拆除，通过相关修复，可恢复沙滩原貌。目前项目两侧分别有轻微的淤积和冲刷，可能是由于栈桥旁边南海明珠大桥桥墩的围堰较大造成的，但由于该围堰将来也会被拆除，项目附近的地形地貌将会逐步趋于稳定。栈桥占用岸线8.3m，使用期满后将拆除，并通过修复的手段恢复原有沙滩，将减少对自然岸线的影响。符合功能区重点保护目标保护要求。

(5) 项目附近海域水质、沉积物、生物基本符合功能区要求，在采取有效环保措施后，项目建设、运营对海区水质、生态环境影响较小。项目用海符合海口市西海岸旅游休闲娱乐区的保护目标和环境保护要求。

综上所述，项目用海不影响海口市西海岸旅游休闲娱乐区海域用途管制要求的正常发挥，符合用海方式控制要求、海域整治管理要求及海洋环境保护要求。项目用海符合《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》。

6.2 所在海域国土空间规划分区基本情况

根据《海口市国土空间总体规划（2020-2035年）》，本项目位于新海-秀英海底工程特殊用海区。特殊用海指用于军事、科研教学、海洋保护修复及海岸防护工程、排污倾倒、海洋水下文化遗产等用途的海域及无居民海岛。

图 6.2-1 《海口市国土空间总体规划（2020-2035年）》近岸海域功能分区图

6.3 对周边海域国土空间规划分区的影响分析

本项目所在分区西侧为五源河重要滩涂及浅海水域生态保护红线区，东侧为海口市西海岸游憩用海区。

本项目项目建成后自身不产生水体污染物。对海洋环境的影响主要是拆除期产生悬浮泥沙扩散。根据数模结果超 I、II 类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 0.215747km^2 。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。由于悬浮泥沙源强较小，且项目区域潮流流速相对较大，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积很小。超 I、II 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点 0.63km 。本项目距离五源河重要滩涂及浅海水域生态保护红线区约 0.85km ，在悬浮泥沙水质超标范围外，因此，本项目的海域使用权续期不会对生态红线区的自然属性及其海洋环境产生影响。

游憩用海区是指以开发利用旅游资源为主要功能导向的海域和无居民海岛，海口市主要包括金沙湾游憩用海区、海口市西海岸游憩用海区、海口市东海岸游憩用海区和塔市游憩用海区。南海明珠生态岛即位于海口市西海岸游憩用海区范围内。本项目为南海明珠生态岛的配套临时工程，是目前陆岛相连的唯一通道，是为生态岛建设运送物质的重要交通要道。本项目的建设加快了南海明珠生态岛建设的步伐，将为提升海口市滨海旅游吸引力提供支持，可以促进海口市西海岸游憩用海区主导功能的实现。

6.4 项目用海与国土空间规划的符合性分析

根据《海口市国土空间总体规划（2020-2035年）》，本项目位于新海-秀英海底工程特殊用海区。“海洋发展区”是允许集中开展开发利用活动的海域以及

允许适度开展开发利用活动的无居民海岛，“特殊用海”指用于军事、科研教学、海洋保护修复及海岸防护工程、排污倾倒、海洋水下文化遗产等用途的海域及无居民海岛。

本项目为南海明珠生态岛的配套临时工程，是目前陆岛相连的唯一通道，是为生态岛建设运送物质的重要交通要道，非国家产业政策淘汰类、限制类项目。本项目为透水构筑物，仅桥墩实际占用海域资源，不影响周边现有其他海域开发利用。邻近生态保护红线区在本项目拆除期悬浮泥沙扩散超 I、II 类水质范围外，本项目的海域使用权续期不会对生态红线区的自然属性及其海洋环境产生影响。本项目的建设加快了南海明珠生态岛建设的步伐，为提升海口市滨海旅游吸引力提供支持。

综上，项目用海符合《海口市国土空间总体规划（2020-2035 年）》的国土空间开发格局。

6.5 项目用海与其他规划的符合性分析

6.5.1 与“三区三线”中生态保护红线的符合性

海洋生态红线制度是为维护海洋生态健康和生态安全而设立的管控措施，是海洋可持续发展利用的基本保障。2022 年 10 月，自然资源部办公厅印发了《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函【2022】2207 号），对海南省生态保护红线划定成果进行了批复。

根据海南省“三区三线”划定成果，本项目不在划定的生态保护红线区域内，距离本项目最近的海洋生态红线区为其西侧约 0.85km 的“五源河重要滩涂及浅海水域”。本项目项目建成后自身不产生水体污染物。对海洋环境的影响主要是拆除期产生悬浮泥沙扩散。根据数模结果超 I、II 类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 0.215747km^2 。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。由于悬浮泥沙源强较小，且项目区域潮流流速相对较大，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积很小。超 I、II 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点 0.63km。本项目距离五源河重要滩涂及浅海水域生态保护红线区约 0.85km，在悬浮泥沙水质超标范围外，因此，本项目的海域使用权续期不会对生态红线区的自然属性及其海洋环境产生影响。

综上，本项目不在海南省生态保护红线内，对周边生态保护红线区不产生不利影响，项目用海符合生态保护红线。

图 6.5-1 项目周边生态保护红线

6.5.2 与海南省“三线一单”生态环境分区管控方案符合性

中共海南省委办公厅 海南省人民政府办公厅 2021 年 2 月 10 日印发《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》（琼办发〔2021〕7 号），《意见》提出到 2025 年，建立较为完善的生态环境分区管控体系，生态文明制度体系更加健全，生态环境治理体系和治理能力现代化水平明显提高，生态环境质量继续保持全国领先水平。到 2035 年，形成完善的生态环境分区管控体系，生态环境质量和资源利用效率居于世界领先水平，海南成为展示美丽中国建设的靓丽名片，基本实现生态环境治理体系和治理能力现代化。

《意见》在全省共划定环境管控单元 871 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类，实施分区管控。

优先保护单元，指以生态环境保护为主的区域。主要包括生态保护红线（陆域、海洋）、饮用水水源保护区、自然保护地等生态功能重要区和生态环境敏感区。全省划分优先保护单元 582 个，其中陆域 462 个、海域 120 个。优先保护单元严格按照国家生态保护红线、饮用水水源保护区、自然保护地等相关规定进行管控；依法禁止或限制开发建设活动，确保生态环境功能不降低、面积不减少、性质不改变；优先开展生态功能受损区域生态保护修复活动，恢复生态系统服务功能。

重点管控单元，指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括重要产业园区、重要港区、机场以及城镇建设集中区域、现有和规划的工业或城镇建设用海区、港口区、倾废区、排污混合区等开发利用强度较高的海域，以及水动力条件较差、水质超标、生态破坏较重和存在重大风险源的海域。全省划分重点管控单元 172 个，其中陆域 109 个、海域 63 个。重点管控单元主要推进产业布局优化、转型升级，不断提高资源利用效率，加强污染物排放控制和环境风险管控，解决突出生态环境问题。

一般管控单元，指除优先保护单元、重点管控单元以外的其他区域，衔接乡镇区边界形成管控单元。全省划分一般管控单元 117 个，其中陆域 24 个、海

域 93 个。一般管控单元主要落实生态环境保护基本要求，加强生活污水和农业面源污染治理，推动区域环境质量持续改善。

根据海南省三线一单成果发布系统查询结果，本项目位于一般管控区（环境管控单元编码 HY46010030004），生态环境分区类型为旅游休闲娱乐区，环境管控单元准入要求包括：空间布局约束—严格限制改变海域自然属性；污染物排放管控—按水质现状加以保护，不得随意降级使用。

本项目为临时栈桥，属于南海明珠生态岛的附属工程，是连接南海明珠生态岛与陆域的唯一通道，项目建设服务于推动海南省滨海旅游发展，提供高水平的旅游基础设施，项目建设符合生态环境分区类型要求。本项目是服务于南海明珠生态岛建设的临时工程，不改变海域自然属性，符合分区的空间布局约束要求。根据项目海洋环境质量回顾评价分析结果，调查区海域除 2015 年 R4 底层水质 pH 超二类海水水质标准，达到三类水质标准外，其余站位 pH 满足二类海水水质标准；石油类、COD、无机氮、磷酸盐、铅的检测值均满足二类海水水质标准要求，临时栈桥建设未对海洋环境造成明显不利影响。

综上所述，项目用海符合海南省“三线一单”生态环境分区管控方案。

图 6.5-2 海南省三线一单成果发布系统查询结果

6.5.3 与产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类项目，属于允许类项目，故项目建设符合国家产业政策的要求。

根据《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年本）》，本项目不属于禁止类和限制类项目。因此，本项目符合海南省相关的产业政策要求。

6.5.4 与《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》的符合性分析

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》主体功能区专篇，本项目所在区域为重点开发区域，其中陆域重点开发区域应加快发展以旅游业为龙头的现代服务业，以旅游度假功能区为重要载体，以加速旅游要素国际化，积极培育旅游新业态为重要目标，推动旅游业转型升级发展。优先发展热带度假休闲旅游业，积极稳妥开放开发海洋、热带雨林旅游资源，深入挖掘红色、民族、民俗旅游资源。将海南东部沿海地区打造成国家级休闲度假海岸，构建富有海南特色的旅游产品体系。着力提升服务业比重，把服务业大发展作为产业结构优化升级的重点，增强消费升级的引擎作用，加快形成以旅游业为龙头、现代

服务业为主导的服务业产业体系。海洋重点开发区域大力推进滨海旅游发展，依托独特的海洋资源，充分利用沙滩和海岛资源，大力发展滨海度假、海岛休闲、海洋观光、邮轮游艇、海上运动等特色旅游项目，提升丰富海洋旅游产品，以海口和三亚为中心，重点推进海上丝绸之路旅游门户建设区建设。本项目为服务于南海明珠生态岛建设的配套临时工程，项目的建设可加快南海明珠生态岛建设的步伐，为提升海口市滨海旅游吸引力提供支持。有利于区域旅游业的发展，符合省总体规划主体功能区的要求。

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》中海洋功能区划和海岛保护专篇，项目位于海口市西海岸旅游休闲娱乐区（代码：A5-01）。用途管制要求和用海方式要求与《海南省海洋功能区划（2011~2020）》相同，具体分析见本报告 6.1 章节，项目用海符合总体规划中海洋功能区划和海岛保护专篇的要求。

综上分析，项目建设符合《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》的要求。

6.5.5 与《海南省海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据《海南省海洋主体功能区规划》，依据主体功能，海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域；按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。我省海洋重点开发区域共 2 个，为海口市重点开发区域和三亚市重点开发区域。其功能定位为：“充分发挥海口市和三亚市作为我省 21 世纪海上丝绸之路的重要战略支点作用，打造以海口、三亚为中心的现代服务业合作战略支点。我省海洋经济发展的增长极，是未来我省经济发展的重要载体。城镇建设用海、港口和临港产业用海、海洋工程和资源开发的重点建设区域。”发展方向和开发原则：“大力推进滨海旅游发展。依托独特的海洋资源，充分利用沙滩和海岛资源，大力发展滨海度假、海岛休闲、海洋观光、邮轮游艇、海上运动等特色旅游项目，提升丰富海洋旅游产品，以海口和三亚为中心，重点推进海上丝绸之路旅游门户建设区建设。”

本项目位于海南省海口市，属于重点开发区域。项目为南海明珠生态岛施工配套工程，南海明珠生态岛建设总体目标为：依托良好的区位、交通及海上资源条件，以国际先进理念、文化和绿色发展思路，将南海明珠生态岛发展成为海上丝绸之路重要节点、国际旅游岛对外门户、国际一流的休旅目的地；其主要功能定位为：以邮轮母港功能为核心，集文化娱乐、商务休闲、康体度假

于一体的国际综合性旅游海岛；主要职能为：海上旅游服务港、国际文化交流和高端商务平台、国际休闲度假旅游目的地。本项目的建设可加快南海明珠生态岛建设的步伐，有利于提升丰富海口市海洋旅游产品，有利于推进滨海旅游发展及海上丝绸之路旅游门户建设区建设。故项目的建设符合《海南省海洋主体功能区规划》。

图 6.5-3 海南省主体功能区规划

6.5.6 与《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

海南省人民政府于 2021 年 12 月以琼环海字〔2021〕4 号文对《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》进行了批复。

《规划》确定的 2035 年远景目标为：海洋生态系统健康，满足人民对优美海洋生态环境的需求；陆海统筹保护发展实践区建成，海洋生态环境治理体系和治理能力基本实现现代化；全部海湾建成“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的“美丽海湾”；沿海地区绿色生产生活方式广泛形成，海洋生态环境质量和资源利用效率居于世界领先水平，“美丽海洋”建设目标基本实现，成为在国际上展示我国海洋领域、积极参与应对气候变化和海洋生态文明建设成果的亮丽名片。

锚定 2035 年远景目标，“十四五”时期海南省海洋生态环境保护的主要目标为：海洋环境质量持续稳定改善，海洋生态保护修复取得实效，公众亲海需求得到满足，海洋生态环境治理能力不断提升。其中，“海洋环境质量持续稳定改善”具体包括：重点海湾水环境污染和岸滩、海漂垃圾污染得到有效解决，近岸海域环境质量持续稳定改善，全省近岸海域优良水质面积比例不低于 99%，主要入海河流入海断面消除劣 V 类。

针对《海南省“十四五”海洋生态环境保护规划》的主要内容，本项目应强化项目用海管理，就污染物排放、跟踪监测等做出相应的处置方案，避免周边船只碰撞临时栈桥，造成溢油等事故，避免对海洋环境环境的破坏。

根据项目海洋环境质量回顾评价分析结果，临时栈桥建设未对海洋环境造成明显不利影响。本项目项目建成后自身不产生水体污染物。对海洋环境的影响主要是拆除期产生悬浮泥沙扩散。根据数模结果超 I、II 类水质 ($>10\text{mg/L}$) 面积为 0.215747km^2 ，超 I、II 类水质最远扩散距离所处位置距离源强点

0.63km。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。由于悬浮泥沙源强较小，且项目区域潮流流速相对较大，悬浮泥沙稀释扩散速度较快。

因此，本工程能够符合《海南省海洋环境保护规划（2011-2020年）》的总体目标及管理要求。

6.5.7 与《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的符合性

根据项目建设范围与《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》叠加图可知，项目建设占用旅游建设用地、园地及滩涂。

本项目为南海明珠生态岛施工配套工程，南海明珠生态岛功能定位为：以邮轮母港功能为核心，集文化娱乐、商务休闲、康体度假于一体的国际综合性旅游海岛，项目的建设可加快南海明珠人工岛建设的步伐，有利于提升丰富海口市海洋旅游产品，可推进海口滨海旅游发展，项目的建设可服务于区域旅游开发建设，符合旅游建设用地用途管制要求。本项目为服务于南海明珠生态岛建设的临时栈桥工程，根据现场勘查，项目占用园地及滩涂部分工程现状为沙滩，栈桥采用桩基结构，为透水构筑物，其建设对区域沙滩的影响较小，项目作为南海明珠生态岛临时施工便道，其使用期满后将进行拆除，恢复原状，项目建设不改变区域的用地性质。同时，本项目于 2019 年 4 月 2 日已取得不动产权证书，用途为交通运输用海中的路桥用海，本项目为临时栈桥工程，符合不动产权证书中的用途要求。

综上，项目建设符合《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的要求。

图 6.5-4 《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》（局部）

6.5.8 与《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》的符合性分析

2021 年 6 月 30 日海南省自然资源和规划厅批复了《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》（琼自然资委托[2021]1 号），南海明珠生态岛位于西海岸北侧，距离陆地岸线约 2 公里，规划陆域面积为 254.24 公顷（不含防波堤），总建筑面积约 256 万平方米，毛容积率 1.0。南海明珠生态岛要以海南自由贸易港建设要求为纲领，围绕“三区一中心”战略定位，坚持新发展理念，坚持高质量发展，以国际视野、国际标准，打造对外开放新高地，展示海南新形象。规划功能定位以“生态、智慧”为策略，以文化创意和科技创新为特色，建成

集海上旅游服务、高端艺术表演、免税购物体验、康体养生服务为一体的国际化高品质旅游消费中心和一流的国际旅游休闲目的地。规划形成“一心一环，四廊七区”的空间结构：“一心”指地标搭景观核心；“一环”指围绕中央公园的公交联系环；“四廊”指连接中央公园、海景的景观廊道；“七区”指按照产业定位将规划区划分为七个功能区：邮轮服务区、文化休闲港湾区、文化商贸娱乐区、中央主题公园区、综合交通枢纽服务区、商务及星级酒店区、文化科技创意区。

根据《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》，规划建设明珠大桥实现陆岛连接，目前南海明珠大桥尚未建设，南海明珠临时栈桥为生态岛连接陆域的唯一通道，是生态岛建设的临时通道。同时本项目位于规划南海明珠大桥的东侧，可作为今后南海明珠大桥建设的临时施工便道。本项目为南海明珠生态岛及南海明珠大桥施工辅助工程，故项目的建设符合《海口市西海岸南海明珠生态岛控制性详细规划》。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和社会条件适宜性分析

海口市的政治中心位于秀英区内。秀英区是海南省海口市的 4 个市辖区（县级）之一。地处海口市西北部，东接龙华区、西邻澄迈县，南与定安县接壤，北临琼州海峡与雷州半岛相望。秀英区是海南岛出入祖国大陆的“琼州门户”，秀英港、南港、新海港、汽车西站、粤海铁路火车站等交通中心，均在秀英。通过全国最大的跨海铁路——粤海铁路，与祖国内地各大中城市直接相连；通过全岛最大的港口——海口港，与祖国沿海、沿江省市对接，还可顺风通往东南亚及世界许多沿海国家和地区。岛内海榆（海口至三亚）西线、中线高速、海屯高速公路，东环高铁、西环高铁等等交通干线起点都在秀英，是省会海口市连接全省其他市县的交通枢纽。区内绕城高速公路及东环高铁直达海口美兰国际机场，海口港距美兰机场仅 27 千米，形成海陆空立体交通网络。

秀英区辖区总面积 514.86 平方千米，下辖 6 个镇（海秀镇、长流镇、西秀镇、石山镇、永兴镇、东山镇）、2 个街道（秀英街道、海秀街道）。2022 年，全区地区生产总值 569.42 亿元，增长 1%，总量和增速均位居全市第二。

本项目为明珠岛的施工临时栈桥，属于已有项目的续期使用，项目选址与原工程一致，无其它备选方案，因此，项目用海的选址区位和社会条件满足项目建设和运营的需求。

7.1.2 自然资源和海洋生态适应性分析

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），交通运输用海选址应分析水深、海底地形地貌、工程地质条件等方面的适宜性。

（1）水深与海底地形地貌

南海明珠大桥（临时栈桥）项目位于海南省海口市新国宾馆东南侧约 1.3km 的海域。主要地貌类型为海滩地貌、水下淤泥质浅滩及砂质浅滩。海滩地貌区地面最高高程 6.75m；水下淤泥质浅滩及砂质浅滩泥面标高一般在-

4.70~5.60m，水下地形由南向北略微倾斜，人工岛与大陆之间海域标高-5~10m。海滩地貌自岸边至远海由沙滩—泥滩过渡，南侧海湾潮间带为砂质浅滩，向外逐渐变为淤泥质浅滩。沙滩后方植被主要为爬山虎、防风林及椰子树等。

工程区水深适宜，海岸和海底地形平坦，无障碍物，水深与海底地形地貌条件适宜项目建设。

(2) 工程地质条件

场区内及近场区无断裂穿过，本次钻探未发现明显的错裂迹象，区域稳定性条件较好，场区内存在砂土液化问题，勘察区域水下地形较平坦，场地稳定性一般。

本次勘察揭露的第四系松散层，各亚层厚度变化大，分布不稳定，力学差异较大，土质不均匀，局部地段发育软土。下伏第三系松散层厚度较大，分布稳定，属中等偏低压缩性土层。场区地基稳定性较好，适宜建桥。

综上，选址与自然资源和海洋生态适宜。

7.1.3 与周边其他用海活动的适宜性分析

项目论证范围内无确权的用海项目，但项目长期运营、拆除对周边旅游娱乐活动、岸滩及防风林等有一定影响，应做好协调工作；项目运营期有一定的船舶碰撞风险事故，应采取必要的防范措施。

项目运营期对周边存在的海口市贵族游艇会酒店及假日海滩浴场等影响较小，但拆除期产生的悬浮泥沙可能会影响到这些旅游开发活动岸段的水质环境，对游客使用海水浴场造成一定的影响。

为了减少拆除期对该水域的影响，本工程拆除施工前业主应向海口市贵族游艇会酒店及假日海滩旅游区管理部门递交施工进度安排，做好各项目施工的组织协调，尽量避免在旅游旺季施工，减轻影响。拆除施工过程中应采取有效防范减少悬浮泥沙扩散，施工期应划定施工范围，禁止周边的游客进入施工区。

项目建设对西海岸岸滩及周边的绿化等造成一定的影响，为了减少施工期对岸滩的环境、绿地及防护林的影响，临时栈桥拆除后应恢复沙滩原貌，并对用海周围拆除的区域进行绿化，配合相关单位做好拆除后沙滩及绿化的管理工作。

用海申请单位在与利益相关者切实执行利益协调措施后，项目用海与周边其他用海活动之间的利益关系是可协调的。

7.1.4 海洋产业协调发展分析

项目是明珠岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行。未来随着明珠岛建设和运营，将进一步增加周边区域旅游业的品质和竞争力，与周围的酒店住宿、沙滩旅游、海上观光等旅游娱乐活动协调，共促海口市海洋旅游业发展。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性分析

依据《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)，从以下方面对用海方式合理性进行分析。

(1) 用海方式是否遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物，尽可能采用透水式、开放式的用海原则

项目不填海，不采用非透水构筑物，用海方式为“跨海桥梁、海底隧道等”，全部属于透水式。

(2) 用海方式能否最大程度地减少对海域自然属性的影响，是否有利于维护海域基本功能

项目采用“跨海桥梁、海底隧道等”的用海方式，不改变海域自然属性，属于有利于维护海域基本功能的用海方式。

(3) 用海方式能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

项目采用“跨海桥梁、海底隧道等”的用海方式，实际占用海底主要是桩基，直接占用对海洋生态系统的影响较小；项目使用完毕后拆除的悬浮泥沙影响较为有限；临时栈桥与陆地相接处的桩基占用沙滩的面积较小，沙滩在临时栈桥拆除后可恢复原状，不会造成长期影响。项目用海方式最大程度地减少了对区域海洋生态系统的影响。

(4) 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

项目采用桩基结构，桩的直径仅为 0.63m，对海底地形无显著改变，因此

项目用海方式对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。

7.2.2 平面布置合理性分析

临时栈桥建设的主要目的包括在南海明珠大桥建设过程中为提供建设场地及物料运输以及人工岛建设过程中的物流运输。项目平面布置在一定程度上确保临时栈桥的建设及后续使用过程中能够完成其建设目的。同时由于临时栈桥的主要目的之一是为了南海明珠大桥的建设服务，因此临时栈桥的平面布置主要依托南海明珠大桥的平面布置。

(1) 项目用海平面布置是否体现节约集约用海原则

临时栈桥桥面宽度按施工车辆使用需求确定，用海边界按《海籍调查规范》在栈桥垂直投影的基础上外扩 10m 确定，没有海域空间资源的浪费，符合节约集约用海的原则。

(2) 项目用海平面布置是否有利于生态保护，并已避让生态敏感目标

项目用海方案不占用生态保护红线，对生态环境的影响较小。

(3) 项目用海平面布置能否最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响；

临时栈桥采用桩基结构，不改变海域自然属性，对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。

(4) 项目用海平面布置能否最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

临时栈桥与明珠大桥平行建设，两者距离较近，尽量减少了占用海域范围和对临近用海活动的影响。

7.3 占用岸线合理性分析

项目用海与海南省 2019 年修测海岸线相接（图 7.3-1），相接处现状为沙滩（图 7.3-2），岸线类型为自然岸线，利用长度 8.3m。2019 年新修测海岸线与 2016 年修测海岸线在本项目海域未变化，因此，本项目占用岸线长度和类型均未发生变化。

从项目用海是否改变海岸自然形态和影响海岸生态功能上分析，临时栈桥采用桩基结构，属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。

临时栈桥是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道。临时栈桥连接人工岛和大陆，利用岸线为人工岛服务有助于提高岸线利用效率、促进旅游娱乐功能发挥、与陆域和人工岛功能衔接，是必要的；临时栈桥采用桩基结构，从地上跨越岸线，对砂质岸线资源的影响较小，占用方式是合理的；临时栈桥在完成使用后将会拆除，并将海滩恢复至原状。

综上，项目对岸线资源的影响较小，且影响是暂时的，随拆除而消失。项目占用岸线合理。

图 7.3-1a 项目与 2019 年新修测岸线叠置关系图

图 7.3-1b 项目与 2019 年新修测岸线叠置关系图（局部放大）

图 7.3-2 项目利用岸线现状图

7.4 用海面积合理性分析

7.4.1 用海面积合理性分析

7.4.1.1 项目用海面积与相关行业设计标准和规范的符合性

（1）临时栈桥长度的合理性

临时栈桥为连接大陆与明珠岛的施工便桥，与明珠大桥平行建设，其长度是由大陆与明珠岛之间的距离决定的。根据工程平面布置，确定用海段长度为 1980m，临时栈桥的长度无法进一步减小。因此，栈桥长度是合理的。

（2）临时栈桥宽度的合理性

临时栈桥宽度由人工岛施工所使用设计载荷的使用需求确定。临时栈桥设计荷载为 48t 混凝土罐车 2 辆、公路-1 级汽车荷载、80t 履带吊。依据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004），设计桥面宽度为南北引桥宽 6m，每 200m 左右设一个让车平台，每 400m 布置一个车辆掉头平台，主桥宽 12m，满足了错车和掉头的要求。因此，栈桥宽度结合使用需求确定，宽度是合理的。

（3）临时栈桥外扩用海面积的合理性

依据《海籍调查规范》的规定，跨海桥梁及其附属设施等用海，以桥面垂直投影的外缘线向两侧外扩 10m 距离为界。需要特别说明的是，临时栈桥的西

侧为已确权的南海明珠大桥（批复用海年限为 50 年），该桥与临时栈桥的桥面最近距离为 8.75m，本项目外扩 10 m 后与明珠大桥的已确权海域必然有部分重叠。因此，本项目确定用海范围时，应在桥面垂直投影外缘线外扩 10m 的基础上，去除重叠的明珠大桥已确权部分海域。外扩面积是合理的。

综上，项目用海面积符合《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004）、《海籍调查规范》等设计标准和规范。

7.4.1.2 项目用海面积与产业用海面积控制指标的要求

《建设项目用海面积控制指标（试行）》由国家海洋局于 2017 年 5 月发布实施，目的是为了从严控制建设项目用海填海规模和占用岸线长度，提高海域开发利用效率。由于本项目没有进行填海造地，因此，不再分析与用海控制指标要求的符合性。

7.4.1.3 减少用海面积的可能性

项目栈桥规模按照设计载荷和使用需求依据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004）等设计标准确定，外扩面积按照《海籍调查规范》确定，无海域空间资源的浪费，无法进一步减少用海面积。

7.4.2 项目用海范围的界定

根据《海籍调查规范》，临时栈桥在界定时，两侧采用用海外缘线外扩 10m 确定，界址确定方法见图 7.4-1。

图 7.4-1 临时栈桥界址线确定方法

本项目为用海续期项目，在上一次临时栈桥的海域使用论证中，由于南海明珠大桥与临时栈桥的桥面垂直投影线之间有约 8.75m 的距离（图 7.4-2），在用海范围各外扩 10m 时，南海明珠大桥与南海明珠临时栈桥互相之间有重叠覆盖的部分，重叠的部分根据《海籍调查规范》5.3.6.3 节以“现行海域使用金征收标准较高”的要求判定为南海明珠大桥的用海范围（图 7.4-3）。

因此，临时栈桥的用海用海左侧与南海明珠大桥共用界址线，右侧为临时栈桥右侧用海外缘线外扩 10m 线。

综上，临时栈桥的用海范围的界定依据如下：

临时栈桥西侧，以南海明珠大桥已确权用海的界址线为界；

临时栈桥东侧，以用海外缘线外扩 10m 为界；

大陆侧，以海南省 2019 年新修测海岸线为界；

人工岛测，以人工岛人工岸线为界。

图 7.4-2 南海明珠大桥与南海明珠临时栈桥之间的位置关系图

图 7.4-3 南海明珠大桥与临时栈桥用海重叠范围示意图

7.4.3 用海面积量算合理性分析

7.4.3.1 用海面积量算方法

本项目面积测算依据《海域使用面积测量规范》。面积测算采用 CGCS2000 坐标系，高斯-克吕格投影方式，中央子午线为 110°。采用 ArcGis 软件面积量算功能，原理为坐标解析法。即对于有 n 个界址点的宗海内部单元，根据界址点的平面直角坐标 x_i 、 y_i （i 为界址点序号），计算各宗海的面积 S（ hm^2 ）并转换为公顷，面积计算公式为：

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1})$$

式中，S 为宗海面积（ hm^2 ）， x_i 、 y_i 为第 i 个界址点坐标（m）。

7.4.3.2 界址点（线）确定

按照上述方法量算，本项目用海总面积为 2.5094 hm^2 。本项目仅有临时栈桥一个用海单元，用海方式为“跨海桥梁、海底隧道等”，用海面积 2.5094 hm^2 。用海单元用海面积的确定方法如下。

（1）临时栈桥

界址点（线）的详细确定过程如下：

界址线 1-2-3-4-...-53：临时栈桥东侧外缘线外扩 10m 线；

界址线 53-54：人工岛现状岸线；

界址线 55-56-57-...-68：明珠大桥已确权用海范围界址线；

界址线 68-1：海南省新修测海岸线。

综上，折线 1-2-3-...-68-1 围成的区域用海方式为“跨海桥梁、海底隧道等”，用途为临时栈桥，用海面积为 2.5094 hm²。

图 7.4-4 界址点确定图示

7.4.4 续期面积变化与合理性分析

根据 2019 年 4 月 2 日发放的南海明珠大桥（临时栈桥）项目的不动产权证书，南海明珠大桥（临时栈桥）确权用海面积为 2.5111 公顷。本项目为续期用海，但宗海图绘制后，用海面积为 2.5094 公顷，用海面积减少了 0.0017 公顷。由于临时栈桥本身用海边界未发生变化，本次续期申请海域是根据 2018 年批准宗海图登记的坐标进行绘图得到，界址点坐标与 2018 年批准宗海图相比均未发生变化，2019 年新修测海岸线与 2016 年修测海岸线在本项目海域也未变化，采用的坐标系和中央经线也一致；但是，测量的面积为 2.5094 公顷。因此，推测续期面积的变化可能因为 2018 年申请用海时宗海面积量算误差导致。

项目用海面积量算符合规范要求，因此，用海续期面积是合理的。

7.4.5 宗海图绘制

（1）宗海位置图绘制方法

采用空间分辨率不低于 10m 的遥感影像图作为底图，将宗海界址图界定的宗海范围绘制在底图上，并按照《海籍调查规范》《宗海图编绘技术规范》要求绘制其他海籍要素，形成宗海位置图。宗海位置图采用 CGCS2000 国家大地坐标系、高斯-克吕格（110°）投影、深度基准为理论最低潮面、高程基准为 1985 年国家高程基准的图例。

（2）宗海界址图绘制方法

以 2018 年确权范围为基础，岸边以 2019 年新修测岸线为界线，确定本项目续期的宗海范围，在 Arcgis10.2 界面下，将宗海范围叠加至底图上，规范补充其它海籍要素，以跨海桥梁用海界线形成用海区域，规范图框和文字等格式形成宗海界址图。

项目工程宗海位置图见图 7.4-5、宗海界址图见图 7.4-6，宗海界址附页见

图 7.4-7。

图 7.4-5 宗海位置图

图 7.4-6 宗海界址图

图 7.4-7 宗海界址附页

7.5用海期限合理性分析

(1) 法律规定年限

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：（一）养殖用海十五年；（二）拆船用海二十年；（三）旅游、娱乐用海二十五年；（四）盐业、矿业用海三十年；（五）公益事业用海四十年；（六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年”。

本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，最高年限可适用海域使用管理法中“港口、修造船厂等建设工程用海五十年”的规定，项目申请最高年限为50年。

(2) 设计使用年限

根据《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程验收报告》，现有栈桥于2021年对第4号桩位至167号桩位进行了改造加固。项目于2021年12月6日开始施工，并于2022年6月21日竣工。根据天津市政工程设计研究总院有限公司《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程设计说明》，加固后的临时栈桥的设计使用年限为5年。自竣工之日起算，项目现有栈桥的设计使用期限至2027年6月20日，临时栈桥的海域使用权将于2024年3月29日到期，届时续期后设计可续用3年2个月。因此，海域使用权到期后，续期使用3年满足设计使用年限要求。

(3) 用海期限确定及合理性分析

综合法律规定及设计使用年限，确定本项目申请续期用海期限为3年。申请用海年限既满足法律规定，又可符合工程加固后的使用年限要求。

综上，项目申请用海期限合理。

8 生态用海对策措施概述

8.1 概述

8.1.1 产业准入符合性分析

南海明珠临时栈桥位于琼州海峡南岸海口湾西部，栈桥起点位于滨海大道，线路呈南北走向，向东南连接滨海大道，向西北连接南海明珠人工岛。临时栈桥是将人工岛与大陆连接起来，为人工岛建设提供物资运输线路，保障了人工岛建设的顺利进行，对南海明珠人工岛早日完工起到的至关重要的作用。

根据《产业结构调整指导目录(2019年本)》，本项目不属于鼓励类、限制类和淘汰类项目，属于允许类项目，故项目建设符合国家产业政策的要求。

8.1.2 区域管控要求符合性分析

根据前文分析，得出如下结论：

(1) 根据《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目用海区所在海域的海洋功能区为海口市西海岸旅游休闲娱乐区（代码：A5-01）。项目用海不影响海口市西海岸旅游休闲娱乐区海域用途管制要求的正常发挥，符合用海方式控制要求、海域整治管理要求及海洋环境保护要求。项目用海符合《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》。

(2) 根据海南省“三区三线”划定成果，本项目不在划定的生态保护红线区域内，距离本项目最近的海洋生态红线区为其西侧约0.85km的“五源河重要滩涂及浅海水域”。本项目项目建成后自身不产生水体污染物。对海洋环境的影响主要是拆除期产生悬浮泥沙扩散。根据数模结果超I、II类水质（ $>10\text{mg/L}$ ）面积为 0.215747km^2 。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。由于悬浮泥沙源强较小，且项目区域潮流流速相对较大，悬浮泥沙稀释扩散较快，水质超标面积很小。超I、II类水质最远扩散距离所处位置距离源强点0.63km。本项目距离五源河重要滩涂及浅海水域生态保护红线区约0.85km，在悬浮泥沙水质超标范围外，因此，本项目的海域使用权续期不会对生态红线区的自然属性及其海洋环境产生影响。本项目不在海南省生态保护红线内，对

周边生态保护红线区不产生不利影响，项目用海符合生态保护红线。

(3) 本项目用海临时占用新修测海岸线的自然岸线 8.6m。本项目采用桩基结构，占用方式属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。项目使用完毕后拆除，岸线恢复原状。本项目无新增岸线。

(4) 项目续期是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行；临时栈桥续期是保障南海明珠大桥、人工岛旅游竞争力，带动海口市旅游资源发展的需要。

综上所述，本项目建设总体符合所在区域的国土空间规划、海洋功能区划、生态保护红线和“三线一单”的管控要求。

8.2 生态用海对策

8.2.1 污染物排放与控制

本工程为临时栈桥续期项目，工程项目自身不产生水体污染物，但临时栈桥使用期满会对其进行拆除，本项目产生污染物的环节主要为临时栈桥使用期满后拆除过程。

项目拆除期产生的生活污水经三级化粪池处理后由吸粪车定期清运；桩基拆除施工过程中在桩基周围视情况设置防污帘等措施减少悬浮泥沙扩散；拆除期产生的钢结构等建筑废料回收利用；生活垃圾经分类收集后由当地环卫部门外运至垃圾处理场处理。运营期保持桥面清洁，减少雨水携带桥面泥沙入海污染海域水质环境；运输车辆采用清洁型燃料，在车辆及排气口加装废气过滤器；运输易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘。

综上所述，本工程运营期和拆除期对废水、固废等污染物均采取有效的措施进行收集处理，严格进行污染物排放与控制，污染物的管理满足该类项目和海域的管理要求。

8.2.2 水污染防治措施

(1) 运营期

① 运营期临时栈桥使用过程中严格控制桥面上行驶的车辆，装载易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生的扬尘落入海水中。

② 保持桥面清洁，减少雨水携带桥面泥沙入海污染海域水质环境。

(2) 拆除期

① 严格管理拆除施工船舶和施工机械，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁施工船舶向水域排放未经处理的机舱水。施工船舶应设置油水分离器或装灌油污水的舱柜或容器等，集中收集和贮存，再交由有资质的单位进行统一接收处理，施工船舶生活污水应进行收集后接收上岸处理，禁止直接排入周边海域。

② 合理规划施工场地的临时供、排水设施，消除跑、冒、滴、漏现象。临时施工场地设置移动厕所和化粪池等收集生活污水，定期清运。

图 8.2-1 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
运营期	初期雨水	桥面初期雨水	——	保持桥面清洁	减少雨水携带桥面泥沙入海	栈桥	建设单位可委托专业机构负责建设和管理
拆除期	生活污水	陆域生活污水	环保厕所、化粪池	环保厕所 2 座 化粪池	经化粪池处理，定期清运	施工场地	
		船舶生活污水	生活污水收集舱	1 个 / 艘	由船舶运营方联系资质单位接收处理	施工船舶	
	含油污水	船舶含油污水	含油污水收集舱	1 个 / 艘	由船舶运营方联系资质单位接收处理	施工船舶	

8.2.3 清洁生产

本项目清洁生产涉及到的环节主要为运营期和临时栈桥使用期满后栈桥拆除。

8.2.3.1 运营期

项目运营期无用水，用电设施，基本不产生污水、固体废物等污染物，仅产生桥面初期雨水和运输车辆尾气和扬尘。

运营期保持桥面清洁，减少雨水携带桥面泥沙入海污染海域水质环境；运输车辆采用清洁型燃料，在车辆及排气口加装废气过滤器，同时保持车辆化油器、空气滤清器等部位的清洁；运输易起尘的物料要加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘。

因此，本项目运营期清洁生产水平较高，符合国家清洁生产的有关规定。

8.2.3.2 临时栈桥使用期满后的拆除

临时栈桥拆除方向由海向岸逐跨拆除，栈桥拆除顺序由上至下进行，起重设备用 80t 履带吊机，基础钢管桩拆除采用 DZ120 拔桩机。栈桥栏杆利用人工割除后，吊装上平板车转运到岸上回收场。工字钢分布梁拆除后，进行贝雷桁架拆卸。纵向按跨径断开拆除，贝雷梁在后端栈桥分解成单片贝雷用平板车运回岸上。拔桩机用平板车转运到栈桥端头，安装 DZ120 拔桩机到钢管桩顶，待拔桩机液压钳夹紧钢管桩后，启动拔桩，钢管桩周边土质在振动力作用下开始液化，土质对钢管桩的摩阻力将大大减少，此时 80t 履带吊可缓慢将拔桩机及钢管桩往上提动，逐渐将整根钢管桩拔除，并利用平板车通过栈桥转运到岸上。钢管桩必须整根拔除，防止剩余桩头阻碍船只通航；栈桥上部钢材在拆卸过程中，避免掉入海底影响渔船通航；拆除后的钢结构全部回收利用。

因此，临时栈桥的拆除具有较高的清洁生产水平。

8.2.4 岸线保护措施

本项目用海临时占用新修测海岸线的自然岸线 8.6m。本项目采用桩基结构，占用方式属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。项目使用完毕后拆除，岸线恢复原状。本项目无新增岸线。

本工程为临时栈桥续期项目，无新增岸线，不会改变海岸线形态，因此，无需采取岸线保护措施。

8.3 海洋生态环境跟踪监测

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的要求，涉及新建填海、非透水构筑物[长度大于(含)500 m 或面积大于(含)10 ha]封闭性围海[面积(含)10 ha]等完全或严重改变海域自然属性的用海项目，核电、石化工业、油气

开采、海上风电等目，以及论证范围内涉及典型海洋生态系统的用海项目，应根据资源生态影响分析结果，结合相关管要求，提出生态跟踪监测方案,包括生态监测内容、站位、频次等主要内容。

本项目为跨海桥梁，无生产活动，营运期项目自身不产生水体污染物，对周边区域海水水质和生态环境无明显影响。项目不完全改变海域自然属性，且论证范围不涉及典型海洋生态系统。因此，本项目不开展生态环境跟踪监测。

9 结论及建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

本项目为南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海，临时栈桥是连接南海明珠人工岛与陆地的唯一通道，由于南海明珠人工岛地上设施及明珠大桥尚未开始建设，临时栈桥将承担南海明珠大桥及人工岛建设物资运输的重任，然而，临时栈桥的海域使用权即将到期，因此，需申请续期用海。

本项目申请续期海域使用面积 2.5094 hm²；项目的用海类型为“交通运输用海”中的“路桥用海”；用海方式为“构筑物”中的“跨海桥梁、海底隧道等”，项目申请用海期限 3 年。

9.1.2 项目用海必要性结论

项目续期是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行；临时栈桥续期是保障南海明珠大桥、人工岛旅游竞争力，带动海口市旅游资源发展的需要；项目续期是保障南海明珠大桥顺利建设的需要；项目续期是符合节约成本、安全生产的要求。

南海明珠人工岛远期建设所需的建筑材料、施工机械以及人员较多，由于南海明珠大桥尚未建成，因此临时栈桥就成了连接人工岛与陆域的唯一通道，对人工岛远期建设起到了重要的作用。根据现场勘查，现在每天都有运输车辆通过临时栈桥进出人工岛，从陆岛运输的交通流量来看，临时栈桥的续期用海是必要的。

根据南海明珠大桥的建设方案，承台、墩柱等均采用围堰施工，临时栈桥同样承担南海明珠大桥施工平台、建筑物资运输的重任，对南海明珠大桥的建设具有重要的支撑作用。线路跨越以钢结构桩基作为路线基础支撑，桩基结构建设必须占用一定的海域。

综上所述，本项目续期用海是非常必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

资源影响分析：

(1) 项目用海与新修测海岸线相接处现状为沙滩，岸线类型为自然岸线，利用长度 8.3m。临时栈桥采用桩基结构，属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。而且，临时栈桥在完成使用后将会拆除，并将海滩恢复至原状。因此，项目对岸线资源的影响较小，且影响是暂时的。

(2) 项目所在海域属于一般湿地，未划入生态保护红线。由于临时栈桥采用的是桩基结构，实际占用湿地面积仅约 207 m²；临时栈桥在完成使用后将会拆除。因此，项目对湿地资源的影响较小，且影响是暂时的。

(3) 项目周边无岛礁，对岛礁资源无影响。

生态影响分析：

(1) 项目用海共造成生物资源损失为底栖生物 381.44 kg，鱼卵 4.29×10^6 粒，仔稚鱼 1.22×10^6 尾。

项目建设造成的生物损失补偿金额为 32.3616 万元，其中，桩基占用海域的补偿金额为 0.0487 万元，悬浮泥沙扩散的补偿金额为 32.2641 万元。

(2) 总体来说，临时栈桥建成后项目附近海域的潮流流速变化较小，流速变化最大值为 15cm/s，但仅在桩基周围水域变化较大。因此，项目工程的建设，对项目附近海域的潮流影响很小。项目工程建设完成以后，本项目各个桩基东西两侧区域都产生淤积，淤积量最大为 0.7cm/a。本项目各个桩基之间的区域，则会造成一定程度的冲刷，冲刷最大强度为 2.7cm/a。总体来说，项目工程的建设对项目附近海域的冲淤环境影响很小。

上述计算结果是在悬浮物扩散过程中未采取任何防护措施的情况下得出的，如在施工过程中采取一定的措施，比如可视悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区投放设置防污帘，可以最大限度的控制 SS 扩散范围，缩短影响时间。此外，施工过程对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束。

(3) 施工入海泥沙对沉积物环境的影响分析

项目临时栈桥使用期满后拆除，桩基拆除将产生悬浮泥沙，泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。悬浮泥沙的扩散方向与潮流方向一致，主要是东南-西北向扩散。超IV类水质最远扩散至源强点 10m，超III类水质最远扩散至源强点 15m，超 I、II 类水质最远扩散至源强点 630m。

根据沉积物质量监测结果，工程区域海域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，桩基拆除施工等对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。总体来说，项目建设对沉积物环境影响不大。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

项目拆除期产生的悬浮泥沙可能会影响到这些旅游开发活动岸段的水质环境，对游客使用海水浴场造成一定的影响。为了减少拆除期对该水域的影响，本工程拆除施工前业主应向海口市贵族游艇会酒店及假日海滩旅游区管理部门递交施工进度安排，做好各项目施工的组织协调，尽量避免在旅游旺季施工，减轻对其的影响。拆除施工过程中应采取有效防范减少悬浮泥沙扩散，施工期应划定施工范围，禁止周边的游客进入施工区。

项目建设对西海岸岸滩及周边的绿化等造成一定的影响，临时栈桥拆除后应恢复沙滩原貌，并对用海周围拆除的区域进行绿化，配合相关单位做好拆除后沙滩及绿化的管理工作。

用海申请单位在与利益相关者切实执行利益协调措施后，项目用海能与周边其他用海活动之间的利益关系是可协调的。

9.1.5 项目用海与国土空间规划、海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

项目用海符合《海口市国土空间总体规划（2020-2035年）》、《海南省海洋功能区划（2011-2020年）》，符合《海南省总体规划纲要（2015-2030）》、《海口市城市总体规划（2011-2020）》、《海南省生态红线保护管理规定》、《海南省海洋环境保护规划（2011-2020年）》等相关规划。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

（1）选址合理性分析结论

本项目属于已有项目的续期使用，项目选址与原工程一致，无其它备选方案，因此，项目用海的选址区位和社会条件满足项目继续运营的需求。

工程区水深适宜，海岸和海底地形平坦，无障碍物，水深与海底地形地貌

条件适宜项目建设，选址与自然资源和海洋生态适宜。

建设单位和施工单位根据实际情况采用合理科学安全的施工方法，并使用相关的防护措施，保证项目工程建设的安全性。建立海上溢油事故应急预案，保证项目用海的环境风险降低到最小。

用海申请单位在与利益相关者切实执行利益协调措施后，项目用海能与周边其他用海活动相适应的。

（2）用海方式和平面布置合理性结论

项目不填海，不采用非透水构筑物，用海方式为“跨海桥梁、海底隧道等”，全部属于透水式。项目采用“跨海桥梁、海底隧道等”的用海方式，不改变海域自然属性，属于有利于维护海域基本功能的用海方式。项目实际占用海底主要是桩基，直接占用对海洋生态系统的影响较小；项目使用完毕后拆除的悬浮泥沙影响较为有限；临时栈桥与陆地相接处的桩基占用沙滩的面积较小，沙滩在临时栈桥拆除后可恢复原状，不会造成长期影响。项目用海方式最大程度地减少了对区域海洋生态系统的影响。项目采用桩基结构，桩的直径仅为0.63m，对海底地形无显著改变，因此项目用海方式对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。

临时栈桥建设的主要目的包括在南海明珠大桥建设过程中为提供建设场地及物料运输以及人工岛建设过程中的物流运输。项目平面布置在一定程度上确保临时栈桥的建设及后续使用过程中能够完成其建设目的。同时由于临时栈桥的主要目的之一是为了南海明珠大桥的建设服务，因此临时栈桥的平面布置主要依托南海明珠大桥的平面布置。临时栈桥桥面宽度按施工车辆使用需求确定，用海边界按《海籍调查规范》在栈桥垂直投影的基础上外扩10m确定，没有海域空间资源的浪费，符合节约集约用海的原则。

因此，项目用海方式和平面布置是合理的。

（3）用海面积合理性

根据2019年4月2日发放的南海明珠大桥（临时栈桥）项目的不动产权证书，南海明珠大桥（临时栈桥）确权用海面积为2.5111公顷。本项目为续期用海，但宗海图绘制后，用海面积为2.5094公顷，用海面积减少了0.0017公顷。由于临时栈桥本身用海边界未发生变化，本次续期申请海域是根据2018年批准

宗海图登记的坐标进行绘图得到，界址点坐标与 2018 年批准宗海图相比均未发生变化，2019 年新修测海岸线与 2016 年修测海岸线在本项目海域也未变化，采用的坐标系和中央经线也一致；但是，测量的面积为 2.5094 公顷。因此，推测续期面积的变化可能因为 2018 年申请用海时宗海面积量算误差导致。

项目用海面积量算符合规范要求，因此，用海续期面积是合理的。

（4）占用岸线合理性分析

项目用海与海南省 2019 年修测海岸线相接，相接处现状为沙滩，岸线类型为自然岸线，利用长度 8.3m。2019 年新修测海岸线与 2016 年修测海岸线在本项目海域未变化，因此，本项目占用岸线长度和类型均未发生变化。

从项目用海是否改变海岸自然形态和影响海岸生态功能上分析，临时栈桥采用桩基结构，属于从地上跨越岸线的情形，不改变岸线自然形态、不影响生态功能。

综上，项目对岸线资源的影响较小，且影响是暂时的，随拆除而消失。项目占用岸线合理。

（5）续期用海期限合理性分析

根据天津市政工程设计研究总院有限公司《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程设计说明》，加固后的临时栈桥的设计使用年限为 5 年。自竣工之日起算，项目现有栈桥的设计使用期限至 2027 年 6 月 20 日，临时栈桥的海域使用权将于 2024 年 3 月 29 日到期，届时续期后设计可续用 3 年 2 个月。因此，海域使用权到期后，续期使用 3 年满足设计使用年限要求。

综上，项目申请用海期限合理。

9.1.7 项目用海可行性结论

南海明珠大桥（临时栈桥）项目是人工岛建设的重要组成部分，为人工岛建设提供物料运输通道，保障人工岛建设的顺利进行；临时栈桥续期是保障南海明珠大桥、人工岛旅游竞争力，带动海口市旅游资源发展的需要；项目续期是保障南海明珠大桥顺利建设的要求；项目续期是符合节约成本、安全生产的要求。项目续期用海是合理的。

本项目用海方式合理，用海 2.5049hm² 面积适宜，续期用海 3 年期限合理。项目用海符合《海口市国土空间总体规划（2020-2035 年）》、《海南省海洋功能

区划（2011-2020年）》及相关规划。项目续期用海对该区域的海洋生态环境、水动力环境及地形地貌环境等带来一定的影响，项目与周边有一定的利益协调关系，项目在拆除过程中具有一定的风险。在切实落实本报告提出的海域使用对策措施，切实落实了利益相关者协调措施，切实落实了风险防范措施的前提下，从海域使用角度考虑，项目续期用海是可行的。

9.2 建议

项目为已建续期变更项目，针对临时栈桥运营期提出建议如下：

- 1) 栈桥拆除作业期应做好施工安排，避免发生安全事故。
- 2) 营运期应定期检测，制定定期检测、维护制度，发现事故时应进行应急监测并及时处理。
- 3) 栈桥两侧应增加相应的警示标语、警示灯等，明确标出禁止通航的字样，避免船只通过栈桥发生意外事故。
- 4) 一旦发生事故立即启动各类应急预案。
- 5) 对钢结构安全性能进行定期检查，发现问题及时处理。

资料来源说明

1. 引用资料

(1) 《南海明珠大桥（临时栈桥）项目续期用海海域使用论证报告书》（报批稿），海南南海海岸工程与生态环境研究所，2018年10月。

(2) 《海口南海明珠临时钢栈桥抢险加固工程环境影响报告书》（报批稿），海南南海海岸工程与生态环境研究所，2021年11月。

(3) 《海口南海明珠生态岛项目海洋生态保护与修复方案》（报批稿），国家海洋环境监测中心，2018年12月。

(4) 《海口南海明珠生态岛项目海洋环境影响后评价报告》（报批稿），国家海洋环境监测中心，2018年6月。

(5) 《海口市葫芦岛项目重点整治工程报告环境影响报告书》（中国电建集团华东勘测研究院有限公司，2020年10月）。

2. 调查资料

(1) 《海口南海明珠生态岛项目 2023 年度春季海洋环境跟踪监测报告》，福州市华测品标检测有限公司，2023年6月。

(2) 《海口南海明珠生态岛项目周边海域 2019-2021 年岸滩稳定性分析报告》，自然资源部第一海洋研究所，2021年6月。