

珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程  
(北围段)

海域使用论证报告书

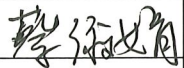
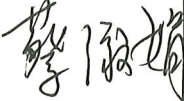


(公示稿)

广东三海环保科技有限公司

(统一社会信用代码 91440105MA59CA5093)

二零二六年一月

# 论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4404022026000037		
论证报告所属项目名称	珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）		
<b>一、编制单位基本情况</b>			
单位名称	广东三海环保科技有限公司		
统一社会信用代码	91440105MA59CA5093		
法定代表人	祁正举		
联系人	柯涛		
联系人手机	13533022821		
<b>二、编制人员有关情况</b>			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
蔡淑娟	BH000850	论证项目负责人	
蔡淑娟	BH000850	2. 项目用海基本情况 4. 资源生态影响分析 5. 海域开发利用协调分析 7. 项目用海合理性分析 8. 生态用海对策措施 9. 结论 10. 报告其他内容	
余颖妍	BH005478	1. 概述 3. 项目所在海域概况 6. 国土空间规划符合性分析	
<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。<b>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。</b></p> <p style="text-align: center;">承诺主体(公章):</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">2026年 1 月 16 日</p>			

## 项目基本情况表

项目名称	珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）		
项目地址	广东省 珠海市 香洲区		
项目性质	公益性（√）	经营性（ ）	
用海面积	6.9162 公顷	投资金额	12324.6 万元
用海期限	40 年	预计就业人数	30 人
占用岸线	总长度	1649.23m	邻近土地平均价格 万元/公顷
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值 8700 万元
	人工岸线	1649.23m	填海成本 万元/公顷
	其他岸线	0m	
海域使用类型	根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为特殊用海（一级类）的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目海域使用类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类）		新增岸线 0m
用海方式	面积		具体用途
非透水构筑物	2.9077 公顷		海堤
透水构筑物	0.0808 公顷		人工鱼礁
专用航道、锚地及其他开放式	3.9277 公顷		拦污漂

# 目 录

摘要 .....	1
1 概述 .....	4
1.1 论证工作来由 .....	4
1.2 论证依据 .....	5
1.3 论证等级和范围 .....	10
1.4 论证重点 .....	11
2 项目用海基本情况 .....	12
2.1 用海项目建设内容 .....	12
2.2 工程现状、存在问题及项目目标 .....	13
2.3 平面布置和主要结构、尺度 .....	15
2.4 项目主要施工工艺和方法 .....	26
项目 .....	30
2.5 土石方平衡 .....	30
2.6 项目用海需求 .....	30
2.7 项目用海必要性 .....	32
3 项目所在海域概况 .....	35
3.1 海洋资源概况 .....	35
3.2 海洋生态概况 .....	39
4 资源生态影响分析 .....	117
4.1 生态评估 .....	117
4.2 资源影响分析 .....	121
4.3 生态影响分析 .....	127
5 海域开发利用协调分析 .....	142
5.1 海域开发利用现状 .....	142
5.2 项目用海对海域开发活动的影响 .....	145
5.3 利益相关者界定 .....	148
5.4 相关利益协调分析 .....	149
5.5 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析 .....	149

6 国土空间规划符合性分析 .....	150
6.1 国土空间规划符合性分析 .....	150
6.2 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》的符合性分析 .....	155
6.3 与“三区三线”中的生态保护红线的符合性分析 .....	156
6.4 项目用海与相关规划符合性分析 .....	157
7 项目用海合理性分析 .....	163
7.1 用海选址合理性分析 .....	163
7.2 用海平面布置的合理性分析 .....	165
7.3 用海方式合理性分析 .....	168
7.4 占用岸线合理性分析 .....	170
7.5 用海面积的合理性分析 .....	171
7.6 用海期限合理性分析 .....	183
8 生态用海对策措施 .....	185
8.1 生态用海对策 .....	185
8.2 生态保护修复措施 .....	188
8.3 岸线修复方案 .....	190
9 结论 .....	192
9.1 项目用海基本情况 .....	192
9.2 资源生态影响分析结论 .....	192
9.3 海域开发利用协调分析结论 .....	193
9.4 项目用海与国土空间规划符合性分析结论 .....	193
9.5 项目用海合理性分析结论 .....	194
9.6 项目用海可行性结论 .....	194

# 摘要

## 一、项目用海基本情况

珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）位于珠海市高新区北围片区海域，申请用海单位为珠海市高新总部基地建设发展有限公司。涉海海堤总长度约为1.7km，采用复合式及多级缓坡式堤型，兼顾碧道建设、配套绿化工程等，以满足居民休闲亲水的要求，为居民营造适合休憩放松的自然场地；其中涉海部分拟保留现状水下抛石等结构，仅对海上砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛。为改善海域生态环境，本次拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁采用线性布置，每米设置1个，总计1700个，并拟根据高新区海域常见水生动物的种类投放贝类（牡蛎、贻贝）、虾类，水生动物投放共计约3400kg。同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物，拦污漂总长约1600m，由聚乙烯浮筒、尼龙绳、拦污网、配重链、锚块等组成。

本次对珠海高新区北围段进行达标提升，拟保留并沿用现状水下抛石等结构，由于现状海堤水下已建抛石等结构作为本次达标提升后海堤的必要组成部分，本次对海堤范围涉海部分整体进行用海申请，拟申请用海面积为6.9162公顷，其中海堤用海面积为2.9077公顷，人工鱼礁用海面积为0.0808公顷，拦污漂用海面积为3.9277公顷。

## 二、项目立项情况

本项目目前尚未取得立项批复。

## 三、用海必要性

北围海堤北侧起于北围金星渠，南侧止于中珠排洪渠，现状堤围的砼四角空心块体护坡和堤前护坡抛石均位于海上。本次海堤提升改造涉海海堤断面结构形式基本保留现有形式，仅对砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛；由于现状北围海堤的砼四角空心块体护坡及堤前抛石已涉海，本次在其基础上进行生态化改造及补抛，不可避免的需要占用海域。为改善海域生态环境，本次还拟在堤前投放人工礁体；同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物；人工礁体和垃圾防护设施（拦污漂）必须设置在本项目海堤外侧海上，才能发挥其预期作用。因此，

生态人工礁体和垃圾防护设施（拦污漂）也不可避免地需要占用海域。因此，本项目的用海是必须的。

#### 四、国土空间规划符合性

本项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的要求。同时，本项目的用海也符合“三区三线”、《粤港澳大湾区发展规划纲要》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《珠海市海堤提升建设总体方案（2021-2035）》《广东省生态海堤建设“十四五”规划》《珠海市雨水系统及防洪规划报告（2006~2020）》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等相关规划的要求。

#### 五、占用岸线情况

本项目用海范围需占用海岸线总长度约为1649.23m，均为人工岸线。

#### 六、利益相关者协调情况

本项目论证范围开发利用项目包括排洪渠、水闸、码头、红树林种植、跨海大桥、游艇基地、排水系统整治工程、排水口改造、景观栈道、渔港等，本项目与周边用海项目不存在海域使用权属冲突，对周边开发利用项目影响较小，不存在利益相关者，与周边开发利用活动相适宜。

本项目拟对珠海市高新区北围段实施达标提升，本项目的实施，将可提高所在海域的防洪标准，对海堤是有利的，与本项目海堤所属的水利主管部门是可协调的。

#### 七、资源生态影响及生态用海对策措施

本项目实施以后，水动力改变的区域将仅局限于项目附近的浅滩边缘很小海域，不会对所在海域的水动力和冲淤环境产生明显影响。本项目对生态环境最主要的影响就是工程施工占用海域对潮间带生物造成影响，造成一定的潮间带生物损失；另外，水上施工引起的悬浮泥沙对工程区附近海域的渔业资源种类组成及数量分布也有一定的影响。本项目造成的直接海洋生物损失量约为：潮间带生物466.1kg、鱼卵 $1.20 \times 10^6$ 粒、仔稚鱼 $2.93 \times 10^5$ 尾、游泳动物44.26kg。本项目拟建设人工鱼礁，并在其周围投放海洋生物，对海洋生物资源进行补偿和恢复。本项目施工过程中产生的悬浮泥沙影响属于短期影响，将随着施工期的结束而较快消失，营运过程中项目自身无生产废水，堤面雨水通过加强环境管理，对海洋生态环境影响较小。

## 八、用海合理性

本项目所在区位和社会条件满足项目建设需求，与项目所在海域的自然资源和生态环境相适宜，选址合理。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为特殊用海（一级类）的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），海堤用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），人工鱼礁和拦污漂用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），拦污漂用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。本项目拟申请用海面积为 6.9162 公顷，用海范围需占用大陆人工岸线总长约 1649.23m，申请用海期限为 40 年。符合《中华人民共和国海域使用管理法》，同时也符合项目的实际需求。

综合分析，从海域使用角度考虑，项目用海可行。

# 1 概述

## 1.1 论证工作来由

珠海境内河流众多，河网密布，属典型的三角洲河网区。珠江八大口门中的磨刀门、鸡啼门、虎跳门和崖门在境内自东向西依次分布，东隔伶仃洋与深圳、香港相望，南连澳门半岛濒临南海。高新区海堤共计 8 段，全长约 25.93km，分别为北围、南围、后环、情侣北路段、港湾大道段、淇澳红树林、淇澳水产养殖场和淇澳南打港。近年来，珠江三角洲频受台风冲击，尤其是 2017 年“天鸽”台风，在珠海金湾登陆时中心附近最大风力达 48m/s，狂风骤雨叠加天文大潮，造成海水倒灌，城市遭受重创，直接经济损失达 130 亿元。2018 年“山竹”台风强度与“天鸽”相当，在江门台山登陆时最大风力达到 45m/s。两次台风，都导致了珠海多个潮位站出现超过红色警戒潮位的高潮位。“天鸽”过后，各级政府和主管部门大力投入，相继出台一系列政策或规划，推进海堤提升建设，旨在保护堤内群众生命财产安全，为经济社会发展提供强有力的支撑和保障。

目前情侣北路段、港湾大道段两段海堤已纳入情侣路区堤岸整治修复工程，由市住建局牵头实施，南围段由其他单位实施；本工程实施北围（含北围金星渠）、后环两段海堤，设防标准为 100 年一遇，后环段目前控规不稳定，本次先行实施北围片区海堤。待五段海堤按照设防标准完成后高新区市中心段全部海堤均达防潮标准，形成完整的防潮封闭圈。

按照《广东省生态海堤建设“十四五”规划》的要求，珠海需加快重点区域海堤达标加固，结合城市景观与水生态环境保护需求，着力推广海堤及护岸工程的生态技术应用，正确处理好防潮功能与生态保护、滨水景观的关系，实施海堤生态化建设，达到宜居宜业宜游的优质生活圈。高新区目前传统的堤防型式受资金条件的限制等因素对生态理念考虑不足，与珠海市城市景观结合不佳，缺乏与建筑景观、市政园林、旅游度假、休闲娱乐等人民所需相结合，综合性利用程度有待提高，与打造粤港澳大湾区宜居宜业宜游优质生活圈的目标仍有较大差距。根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》要求，本次采用生态海堤的理念，通过利用环岛宽阔的无敌海景、海水、滩涂、堤岸，结合市政道路建设，将休闲绿地、碧道系统、滨海广场等纳入其中。结合城市功能分区要求，把单一城市防洪工程与城市道路建设、城市景观建设、滨海旅游休闲等其他基础设施建设结合起来，建设以现代化公共设施为核心内容的滨海服务型经济带、景观带和文

化带，成为人-水-城和谐的防洪潮工程典范，打造为珠三角最美的富有风情魅力的阳光黄金海岸。

本工程堤防按 100 年一遇标准设防，北围片区改造长度约 4.97km（北围海堤长度约 1.7km，北围金星渠堤岸长度约 3.27km），其中仅北围海堤涉海，涉海总长度约为 1.7km，采用复合式及多级缓坡式堤型，兼顾碧道建设、配套绿化工程等，以满足居民休闲亲水的要求，为居民营造适合休憩放松的自然场地。为改善海域生态环境，本次拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁采用线性布置，每米设置 1 个，总计 1700 个，并拟根据高新区海域常见水生动物的种类投放贝类（牡蛎、贻贝）、虾类，水生动物投放共计约 3400kg。同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物，拦污漂总长约 1600m，由聚乙烯浮筒、尼龙绳、拦污网、配重链、锚块等组成。

本项目北围海堤达标提升、人工鱼礁及拦污漂涉及用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，在中华人民共和国内水、领海持续使用特定海域三个月以上的排他性用海活动，应进行工程项目的海域使用论证。

受建设单位的委托（附件2），广东三海环保科技有限公司（以下简称“论证单位”）承担该项目的海域使用论证工作。为使论证工作顺利开展，论证单位在接受了用海论证工作的委托后，根据该项目海域使用的性质、规模和特点，立即组织相关人员到项目所在地进行了现场踏勘，详细了解工程内容，并收集了大量相关信息资料。按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361- 2023）等的要求，编制完成了《珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）海域使用论证报告书（送审稿）》。

## 1.2 论证依据

### 1.2.1 法律法规、条例、部门规章和地方管理规定

本项目海域使用论证报告书的编制依据主要有下列相关的国家和部门的法律法规，以及其它涉海部门和地方的海域使用和海洋环境保护等管理规定。

（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；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023 年 10 月 24 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修订；

(3) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日十二届人大常委会第十六次会议第四次修正；

(4) 《中华人民共和国防洪法》（2016年7月修订）；

(5) 《中华人民共和国野生动物保护法》，由中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十八次会议于2022年12月30日修订通过，自2023年5月1日起施行；

(6) 《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》，中共中央办公厅、国务院办公厅，2019年11月；

(7) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资规〔2021〕1号），2021年1月08日；

(8) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，根据2018年3月19日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订；

(9) 《海域使用权管理规定》，国家海洋局，2006年；

(10) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017年；

(11) 《关于印发〈海域使用论证管理规定〉的通知》（国海发〔2008〕4号），国家海洋局，2008年1月23日；

(12) 《调整海域无居民海岛使用金征收标准》，财政部、国家海洋局，2018年5月1施行；

(13) 《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》（国海规范〔2016〕10号），国家海洋局，2016年12月27日；

(14) 《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》（自然资办函〔2021〕2073号），自然资源部办公厅，2021年11月10日；

(15) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令2021年第24号），交通运输部，2021年9月1日；

(16) 《“十四五”海洋经济发展规划》，国务院，2021年12月15日；

(17) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），2022年8月16日；

(18) 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）“三区三线”划定成果作为报批建设启用项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号），2022年10月14日；

(19) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》，自然资办函〔2022〕640号；

(20) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资发〔2023〕89号），2023年06月13日；

(21) 《中国海洋渔业水域图（第一批）》，中华人民共和国农业部公告第189号，2002年2月；

(22) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号，国家发展和改革委员会，2024年2月1日施行；

(23) 《市场准入负面清单（2025年版）》（发改体改规〔2025〕466号），国家发展改革委，商务部，市场监管总局，2025年4月16日；

(24) 《广东省海域使用管理条例》，根据2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《关于修改〈广东省城镇房屋租赁条例〉等九项地方性法规的决定》修正；

(25) 《广东省实施〈中华人民共和国海洋环境保护法〉办法》，根据2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议《关于修改〈广东省环境保护条例〉等十三项地方性法规的决定》第二次修正

(26) 《广东省渔业管理条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议第三次，2019年9月25日修正；

(27) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（粤府办〔2021〕33号），广东省人民政府办公厅，2021年9月30日；

(28) 《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》，广东省人民政府，2017年10月27日；

(29) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，广东省人民政府，2021年4月6日；

(30) 《广东省自然资源厅关于印发〈广东省项目用海政策实施工作指引〉的通知》（粤自然资函〔2020〕88号），广东省自然资源厅，2020年2月28日；

(31) 《广东省自然资源厅关于下发生态保护红线和“双评价”矢量数据成果的函》，广东省自然资源厅，2020年12月24日；

(32) 《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》，广东省自然资源厅，2025年6月12日；

(33) 《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》，广东省自然资源厅办公室，2022年2月22日；

(34) 《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，广东省生态环境厅，2022年4月27日；

(35) 《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》，2023年11月28日；

(36) 《广东省自然资源厅关于推进海域使用权立体分层设权的通知》（广东省自然资源厅，粤自然资规字〔2023〕5号，2023年9月18日）

(37) 《广东省国土空间规划（2021-2035年）》，2023年8月8日；

(38) 《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，2023年5月10日；

(39) 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（粤自然资发〔2025〕1号，广东省自然资源厅，2025年1月23日）；

(40) 《广东省自然资源厅关于进一步做好海岸线占补台账管理的通知》（粤自然资海域〔2023〕149号）；

(41) 《广东省生态海堤建设“十四五”规划》，广东省水利厅，2021年12月；

(42) 《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》；

(43) 《粤港澳大湾区发展规划纲要》，中共中央、国务院，2019年2月；

(44) 《粤港澳大湾区水安全保障规划》，水利部和粤港澳大湾区建设领导小组办公室，2021年1月；

(45) 《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，珠海市人民政府，2021年4月21日；

(46) 《珠海市海洋经济发展“十四五”规划》，珠海市人民政府办公室，2022年1月18日；

(47) 《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》，珠海市人民政府，2024年12月31日；

(48) 《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》，珠海高新技术产业开发区管理委员会，2025年6月14日；

(49) 《珠海市雨水系统及防洪规划报告（2006~2020）》；

(50) 《珠海市海洋生态环境保护“十四五”规划》，珠海市生态环境局，2022年7月12日；

(51) 《珠海市海堤提升建设总体方案（2021-2035）》，珠海市水务局，2022年4月8日。

## 1.2.2 技术标准和规范

海域使用论证执行的技术规范和标准主要有：

- (1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；
- (2) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）；
- (3) 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；
- (4) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- (5) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，自然资发〔2023〕234号；
- (6) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018；
- (7) 《海域使用面积测量规范》，HY/T 070-2022；
- (8) 《全球导航卫星定位（GNSS）测量规范》，GB/T18314-2024；
- (9) 《全球定位系统实时动态（RTK）测量技术规范》（CH/T2009-2010）；
- (10) 《海洋观测规范 第2部分海滨观测》，GB/T 14914.2-2019
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110-2007；
- (12) 《海洋监测规范》，GB 17378-2007；
- (13) 《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；
- (14) 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- (15) 《海洋生物质量》，GB18421-2001；
- (16) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- (17) 《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）；
- (18) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）；
- (19) 《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）；
- (20) 《防洪标准》（GB50201-2014）。

## 1.2.3 项目技术资料

(1) 《珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）可行性研究报告》，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司，2025年9月；

(2) 《珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）岩土工程初步勘察报告书》，中国有色金属长沙勘察设计研究院有限公司，2025年7月。

### 1.3 论证等级和范围

#### 1.3.1 论证等级

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）、开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

本项目涉海海堤（非透水构筑物）的长度约为 1.7km，用海面积 2.9077 公顷，海域使用论证等级为一级。人工鱼礁用海总面积约为 0.0808 公顷，海域使用论证等级为二级。拦污漂用海总面积约 3.9277 公顷，海域使用论证等级为三级。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361- 2023）中关于海域使用论证等级的判断规定依据（见表 1.3-1），采用就高不就低的原则，确定本项目的海域使用论证等级为一级。

表 1.3-1 海域使用论证等级的判断规定依据一览表

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	非透水构筑物	构筑物总长度大于(含)500m 或用海面积大于(含)10 ha	所有海域	一
		构筑物总长度(250~500)m 或用海面积(5~10)ha	敏感海域	一
			其他海域	二
	人工鱼礁	构筑物总长度小于(含)250m 或用海面积小于(含)5 ha	所有海域	二
		用海面积大于(含)50 ha 用海面积小于 50 ha	所有海域	一
	透水构筑物		构筑物总长度大于(含)2000m 或用海总面积大于(含)30 ha	所有海域
		构筑物总长度(400~2000)m 或用海总面积(10~30)ha		敏感海域
			其他海域	二
	构筑物总长度小于(含)400m 或用海总面积小于(含)10 ha	所有海域	三	
所有规模		所有海域	三	
开放式	其他开放式	所有规模	所有海域	三

### 1.3.2 论证范围

本项目论证等级为一级，根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361- 2023），确定本项目的论证范围为以项目用海外缘线为起点，四周外扩不低于 15km 的范围，论证范围面积约 536.33km<sup>2</sup>。

## 1.4 论证重点

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目用海类型一级类为特殊用海，二级类为海洋保护修复及海岸防护工程用海，在考虑本项目的特征、用海特点及周边开发利用现状的前提下，参照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）附录 C1“海域使用论证重点参照表”的要求，确定本项目海域使用论证重点包括：

（1）项目选址（线）合理性；（2）平面布置合理性；（3）用海方式合理性；（4）用海面积合理性；（5）资源生态影响；（6）生态用海对策措施。

## 2 项目用海基本情况

### 2.1 用海项目建设内容

#### 2.1.1 建设项目名称

珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）。

#### 2.1.2 建设项目性质

新建用海项目。

#### 2.1.3 代建单位

珠海市高新总部基地建设发展有限公司

#### 2.1.4 投资估算

项目总投资约 12324.6 万元。

#### 2.1.5 地理位置

珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）位于珠海市高新区北围片区海堤海域，其中涉海的北围海堤堤线基本按照高新区控规布置，北侧起于北围金星渠，南侧止于中珠排洪渠。

#### 2.1.6 工程任务及规模

本工程堤防按 100 年一遇标准设防，北围片区改造长度约 4.97km（其中北围海堤长度约 1.7km，北围金星渠堤岸长度约 3.27km），其中仅北围海堤涉海，涉海总长度约为 1.7km，堤型采用复合式及多级缓坡式堤型，兼顾碧道建设、配套绿化工程等，以满足居民休闲亲水的要求，为居民营造适合休憩放松的自然场地。

为改善海域生态环境，本次还拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁采用线性布置，每米设置 1 个，总计 1700 个，并拟根据高新区海域常见水生动物的种类投放贝类（牡蛎、贻贝）、虾类，水生动物投放共计约 3400kg。同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物，拦污漂总长约 1600m，由聚乙烯浮筒、尼龙绳、拦污网、配重链、锚块等组成。

本项目工程特性见表 2.1-1 所示。

表 2.1-1 工程特性表

序号及名称	单位	特性/数量	备注
一、水文			
1.利用的水文系列	横门站及三灶站之间内插		
2.特征潮位			
1) 200 年一遇潮位	m	4.13	
2) 100 年一遇潮位	m	3.84	
3) 50 年一遇潮位	m	3.56	
4) 20 年一遇潮位	m	3.19	
5) 5 年一遇潮位	m	2.64	
6) 2 年一遇潮位	m	2.30	
二、工程任务及规模			
1.设计标准			
1) 防洪标准	(P=%)	1	100 年一遇
3) 主要建筑物级别		1 级	
4) 次要建筑物级别		3 级	
2.护岸长度			
1) 北围海堤	m	1700	涉海
2) 北围金星渠	m	3270	不涉海
3) 护岸总长度	m	4970	其中涉海长度 1700
三、施工			
1.主要工程量			
1) 土方开挖	万 m <sup>3</sup>	11.6	
2) 土方回填	万 m <sup>3</sup>	1.6	
3) 地表清障	万 m <sup>2</sup>	26	
4) 现状挡墙拆除	万 m <sup>3</sup>	0.9	
5) 堤顶道路	万 m <sup>2</sup>	1.2	
6) 人工鱼礁	个	1700	
7) 拦污漂	m	1561	由聚乙烯浮筒、尼龙绳、拦污网、配重链、锚块等组成
2.工期	月	14	
五、经济指标			
1.工程部分静态投资			
1) 建筑工程	万元	8805.94	

## 2.2 工程现状、存在问题及项目目标

### 2.2.1 工程现状

海堤北起于北围金星渠上游，沿珠江海口西侧往南，止于中珠渠上游，全长 1.7 km。海堤建成时间为 1997 年 10 月，原防洪潮标准为 20 年一遇，海堤级别为 4 级，堤型为采用浆砌石防洪墙结构的土石混合堤。

受 2017 年台风“天鸽”以及“帕卡”、“玛娃”影响，北围海堤堤身损毁严重，多处防洪墙垮塌。北围海堤珠江口段因直接面临珠江口，外海侧水域较深，风区吹程较长，堤身损毁极其严重，沿线防洪墙大面积垮塌。灾后华发高新公司立即组织了抢险工作，于 2019 年实施《珠海市高新区北围海堤加固修复工程》，修复范围基本延原海堤范围开展。修复工程完成后，防潮标准提升为 50 年一遇。

**防浪墙：**采用重力式混凝土挡墙，设计堤顶高程为 4.5m，墙身厚 0.8m。

**护面结构：**消浪平台顶标高 2.0m，宽度为 6.0m，护面结构 1.24t 重的预制砼四角空心块。

**护脚：**消浪平台以下至前滩，设置抛石压脚，抛石重量在 300kg 以上，坡度为 1:2。

**栏杆：**防浪墙以上设置预制砼仿石栏杆，栏杆净高 1.18m。

**堤顶路：**堤顶道路标高与防浪墙顶标高一致，均为 4.50m，混凝土路面宽度为 7.0m。

**堤顶排水：**道路边缘设置排水沟，排水沟向内设置草皮护坡与现状地面顺接。

该工程于 2020 年 6 月完工，由于海堤位置是 2010 年填海区，原海堤加固修复工程未在其挡墙下设桩基进行加固，历经 5 年时间，墙后填土沉降，堤顶高程由 4.5m 沉降至 4.0~4.1m，沉降较大，同时路面已出现不均匀沉降。本次达标提升，拟采用水泥搅拌桩（陆域部分，海上部分不涉及）进行加固处理。

## 2.2.2 存在问题

### （1）海堤设计标准不适应最新规划标准要求，需要大幅提升

按照《珠海市海堤提升建设总体方案》要求的防潮标准，到 2025 年珠海市防潮能力不低于 100 年一遇，到 2035 年珠海市防潮能力不低于 200 年一遇。目前北围海堤设防标准均为 50 年一遇，远远达不到规划要求。

### （2）现有堤防型式生态性缺乏，综合性利用程度不够

北围现状堤防采用传统型式堤防，更多关注堤防的防潮保护作用。在堤线的布置上通常紧贴岸坡的坡顶，堤防的体型以及岸坡也被设计和建设成简单整齐的直立面或者斜面，护岸型式多采用单一的硬性防护结构。

按照《广东省生态海堤建设“十四五”规划》的要求，珠海需加快重点区域海堤达标加固，结合城市景观与水生态环境保护需求，着力推广海堤及护岸工程的生态技术应用，正确处理好防潮功能与生态保护、滨水景观的关系，实施海堤生态化建设，达到宜居宜业宜游的优质生活圈。

高新区目前传统的堤防型式受资金条件的限制等因素对生态理念考虑不足，与珠海市城市景观结合不佳，缺乏与建筑景观、市政园林、旅游度假、休闲娱乐等人民所需相结合，综合性利用程度有待提高，与打造粤港澳大湾区宜居宜业宜游优质生活圈的目标仍有较大差距。

### **(3) 碧道建设缺失**

高新区海岸线绵长，但游憩系统性缺少规划，滨水沿线资源相对缺乏，尚未形成完整的游憩网络体系。现状海堤岸后仅有一条堤顶道路，缺乏亲水近水的机会及互动活动体验，难以满足人们的游憩需求。

## **2.2.3 项目目标**

目前本工程海堤防洪标准只有 50 年一遇，根据《珠海市海堤提升建设总体方案》等规划，高新区市中心段将形成 100 年一遇防洪标准的闭合防洪圈。

高新区防洪主要受潮水影响，根据《广东省生态海堤建设“十四五”规划》要求，本次采用生态海堤的理念，通过利用环岛宽阔的无敌海景、海水、堤岸，结合市政道路建设，将休闲绿地、碧道系统、滨海广场等纳入其中。防洪工程结合城市功能分区要求，把单一城市防洪工程与城市道路建设、城市景观建设、滨海旅游休闲等其他基础设施建设结合起来，建设以现代化公共设施为核心内容的滨海服务型经济带、景观带和文化带，成为人-水-城和谐的防洪潮工程典范，打造为珠三角最美的富有风情魅力的阳光黄金海岸。

因此，本工程的任务以防洪（潮）为主，兼顾碧道建设、配套绿化工程等。

## **2.3 平面布置和主要结构、尺度**

本节主要根据《珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）可行性研究报告》（上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司，2025 年 9 月）中的相关内容进行论述分析。

### **2.3.1 工程设计主要技术参数**

#### **2.3.1.1 工程等别和建筑物级别**

根据《珠海市海堤提升建设总体方案（2021-2035）》《珠海市排水（雨水）及防涝综合规划（2020-2035）》等相关规划，确定本项目涉海工程北围海堤防洪排涝标准

如下。

防洪（潮）标准：100 年一遇；

排涝标准：5 年一遇 24 小时降雨遭遇 100 年一遇外江潮位不致内涝；

由此确定堤防等主要建筑物级别为 1 级，临时建筑物级别为 4 级。

### 2.3.1.2 抗震标准

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），测区地震基本烈度为VII度，地震峰值加速度为 0.10g，设计地震分组为第二组，结合场地地层情况，场地的特征周期值建议取 0.55s。

### 2.3.1.3 特征水位

外海多年平均低潮位：0.09m（1956 黄海高程，下同）

外海多年平均高潮位：1.16m

外海设计高潮位：3.56m（P=2%）

外海设计高潮位：3.84m（P=1%）

### 2.3.1.4 通航标准

本段海堤附近海域属于横门西水道，航道等级为I级航道，通航 1000 吨级海轮。

### 2.3.1.5 耐久性设计要求

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014）第 3 节，本工程合理使用年限为 100 年，堤防主要建筑物合理使用年限为 100 年。

## 2.3.2 总平面布置

北围海堤起于北围金星渠上游(桩号 BW0+000)，止于中珠渠上游(桩号 BW1+700)，海堤整体沿现状岸线平顺布置，避免急弯或折线，仅在 BW0+870~BW1+000、BW1+400~BW1+600 两段因后方腹地狭窄，采用局部折线调整，确保行洪通畅。

北纬海堤陆侧全线设置 5m 宽堤顶路，堤顶路岸后侧预留 10~20m 宽绿化空间，结合海绵城市设计，布置下沉式绿地、雨水花园及生态植草沟，沿堤岸间隔布置 5 处功能节点，包括 1 处综合服务中心（BW0+685 附近，含游客服务、文创展示功能）、3 处休闲驿站（分别位于 BW0+236、BW1+000、BW1+400，提供休憩、直饮水服务）、1 处青少年活动中心（BW1+275 附近，含运动场地与自然教育设施）。

海堤结构主要采用“超级生态堤”复合式堤型，由陆侧向海侧依次布置三级平台，各平台功能与结构设计如下。三级平台（堤顶平台）：高程 4.34m（100 年一遇防潮标准），宽度 5m，与堤顶路一体化设计，外侧设置 0.8m 高 C30 钢筋砼防浪墙，墙顶布置预制砼仿石栏杆，兼顾安全防护与景观效果。二级平台（消浪平台）：高程 3.19m（20 年一遇潮位），宽度 8m，采用 300mm 厚生态混凝土预制瓶孔砖护面，孔内填充种植土并种植花叶芦竹、梭鱼草，形成二级消浪屏障；平台内侧设置排水沟，收集越浪水并导排至海域，避免内涝。一级平台（亲水平台）：高程 2.30m（2 年一遇潮位），设置 4m 宽漫步道，外侧设置防护栏杆，供市民亲水活动；墙前为四脚空心块护面生态化改造区，平台与二级平台之间采用 1:2.5 缓坡衔接，坡面铺设三维水土保持毯并植草。四脚空心块护面生态化改造区外海侧布置抛石护脚（块重 50~100kg），坡度 1:2，防止堤脚冲刷。

抛石外侧设置人工礁体带，营造鱼类栖息生境，同时辅助消浪。人工鱼礁带外设置拦污漂，拦截海上垃圾，避免垃圾上岸。

本项目北围海堤涉海区域布置的主要为四脚空心块护面生态化改造区、抛石护脚、人工礁体带和拦污漂。

### 2.3.3 堤顶高程和宽度的确定

#### 1. 堤顶高程的确定

根据北围片区现有堤防形式及城市控规，堤型的选择应优先满足居民休闲亲水的要求，为居民营造适合休憩放松的自然景观，结合住建局的意见，北围海堤优选多级斜坡式及复合式堤型，拟主要采用超级生态堤断面，仅局部（桩号 BW0+870~BW1+000、BW1+400~BW1+600）由于场地受限等采用传统堤断面型式。

##### （1）《堤防工程设计规范》要求的堤顶超高

根据《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）7.3.1 规定：堤顶高程应根据设计洪水水位加堤顶超高确定，堤顶超高按下式确定：

$$Y=R+e+A$$

式中：Y—堤顶超高，m：

R—设计波浪爬高值，m：

e—设计风壅增水高度，m：对于海堤，当设计高潮位中包括风壅增水高度时，不

另计。

A—安全加高值。1级堤防不允许越浪的堤顶加高值为1.0m，1级堤防允许越浪的堤顶加高值为0.5m。1级堤防工程重要堤段的安全加高值，经过论证可适当加大，但不得大于1.5m。

### （2）《海堤工程设计规范》要求的堤顶超高

根据《海堤工程设计规范》（GB/T 51015-2014）第8.3.3条规定，当堤顶临海侧设有稳定坚固的防浪墙时，堤顶高程可算至防浪墙顶面，但不计防浪墙的堤顶高程仍应高出设计高潮（水）位以上二分之一波列累计频率为1%的设计波高，且不小于0.5m；第8.3.5条规定，堤路结合的海堤，按允许部分越浪设计时，在保证海堤自身安全及对堤后越浪水量排泄畅通的前提下，堤顶高程计算采用的允许越浪量可不受本规范该6.6.1条规定的限制，但不计防浪墙的堤顶高程仍应高出设计高潮（水）位0.5m。

### （3）本工程超级生态海堤堤顶高程的确定

本次规划的堤后保护地皆为城市建设用地，为体现滨海城市特点，规划海堤建设为超级堤（堤身宽度约为堤高的30倍）或其他隐形生态自然堤。堤身设计允许越浪，在满足防洪（潮）安全前提下，加强堤身的强度的同时，尽量降低堤顶标高。为此参照《海堤工程设计规范》（GB/T51015—2014）中第8.3.5条的规定及堤防设计以“保证强度，不求高度”的原则。因此，确定北围和后环海堤在100年一遇潮位3.84m加上0.5m超高，取4.34m为海堤堤顶高程。

### （4）传统堤堤顶高程的确定

北围桩号BW0+870~BW1+000、BW1+400~BW1+700采用传统堤断面型式，堤顶标高仍然按照《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）7.3.1规定计算。

$$Y=R+e+A$$

本工程按照允许部分越浪设计，1级堤防允许越浪的堤顶加高值为0.5m。设计风壅增水高度不额外计算。

海堤为单坡结构型式且 $0 < m < 1$ 时，波浪的爬高计算可按下式估算。

$$R_F = K_\Delta K_v R_0 H_{1\%} K_F$$

式中：

$R_F$ —波浪爬高累积率为F的波浪爬高值（m）；

$K_\Delta$ —与护面结构型式有关的糙率及渗透性系数，可按表2.3-1确定；

$K_v$  一与风速  $V$  及堤前水深  $d$ 。有关的经验系数，可按表 2.3-2 确定；

$R_0$  一不透水光滑墙上相对爬高，即当  $K_\Delta=1.0$ 、 $H=1.0m$  时的爬高值，可由斜坡  $m$  及深水波坦  $L_0/H_0(1\%)$  查表 2.3-3 确定；

$H_{1\%}$  一波高累积率  $F=1\%$  的波高值，当  $H_{1\%}>H_b$  时，则  $H_{1\%}$  取用  $H_b$  值；

$K_F$  一爬高累积频率换算系数，按表 2.3-4 确定，若所  $R_F$  相应累积率的堤前波高  $H_F$  已经破碎，则  $K_F=1$ 。

表 2.3-1 糙渗系数  $K_\Delta$

护面类型	$K_\Delta$
光滑不透水护面（沥青混凝土）	1.00
混凝土及混凝土护面	0.90
草皮护面	0.85~0.90
砌石护面	0.75~0.80
抛填两层块石（不透水基础）	0.60~0.65
抛填两层块石（透水基础）	0.50~0.55
四脚空心方块（安放一层）	0.55
栅栏板	0.49
扭工字块体（安放两层）	0.38
四脚锥体（安放两层）	0.40
扭王字块体	0.47

表 2.3-2 经验系数  $K_v$

$V/\sqrt{gd}$ 前	$\leq 1$	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	$\geq 5$
$K_v$	1.00	1.02	1.08	1.16	1.22	1.25	1.28	1.30

表 2.3-3 不透水光滑墙上相对爬高  $R_0$

$R_0$ / $m$ $L_0/H_0(1\%)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
7					1.42	1.55	1.68	1.87	2.05	2.25
20	1.24	1.27	1.28	1.32	-	-	-	-	-	2.03
50					1.35	1.47	1.57	1.70	1.85	1.97

**表 2.3-4 波浪爬高及堤顶高程计算表**

设计风速 $v$ (m/s)	34.3
吹程 $F$ (m)	5000
平均水深 $d$ (m)	6.00
堤前水深 $d_{前}$ (m)	4.34
平均波高 $H$ (m)	0.935
平均波周期 $T$ (s)	4.29
$L_0$ (m)	25.804
堤前水深波长 $L$ (m)	22.276
堤前平均波高 $H_{前}$ (m)	0.855
破碎波高 $H_b$ (m)	2.01
糙渗系数 $K_{\Delta}$	0.55
$R_{1\%}$	1.24
累计频率为 13% 的波浪爬高 $R_{13.7\%}$ (m)	1.411
设计高潮水位	3.84
按允许部分越浪设计的堤顶高程设计值 (m)	4.80
越浪量 ( $m^3/(s.m)$ ) / 规范允许越浪量	0.006/0.02

经计算，100 年一遇设计标准下防浪墙顶高程将达到 5.6m 以上。若按此确定防浪墙顶高程，将造成堤防“围城”，不符合设计愿景。根据《广东省海堤工程设计导则（试行）》（DB44/T182-2004）11.3.5 条，对于滨海城市有景观要求的堤路结合海堤，当按照允许部分越浪海堤设计时，在保证越浪水量对海堤自身安全和道路交通安全无影响及堤后越浪水量排泄通畅前提下，不计防浪墙的堤顶高程应高出设计高潮位 0.5m。本次按照堤顶高程取 4.8m，越浪量满足规范要求。寄本项目北围桩号 BW0+870~BW1+000、BW1+400~BW1+700 传统堤堤顶高程取为 4.8m。

## 2. 超级生态堤堤防特征高程的确定

为体现滨海城市特色，北围外海堤防为超级堤或其他隐形生态自然堤。堤身设计允许越浪，在满足防洪（潮）安全前提下，加强堤身的强度的同时，尽量降低堤顶标高。按照生态超级堤的设计原则，根据三种主要特征高程，人为把外海堤防主要分为三级。

### （1）一级平台

一级平台对应的为一级防浪墙，可作为亲水平台，故其高程取值应能贴近正常潮水位，以满足亲水的需求；但也应高出正常潮水位，以避免经常受淹。兼顾亲水性和漫水次数，一级平台标高取 2.30m（2 年一遇），墙前设计生态区。

### （2）二级平台

基于对二级平台以上景观带的防护及消浪以降低堤顶防浪墙高程，本工程提出了第二道防浪墙及蓄浪空间的设想：二级平台高程适宜选取低于海堤堤顶高程，以满足景观空间层次感及观海视线通透的要求。遭遇设计潮水位时的第一道防浪墙，暴风浪经此道防浪墙的消减，越浪水流由于惯性继续前流冲往堤顶防浪墙（第二道防浪墙）时，其爬高将明显降低。由于第一道防浪墙越浪水体无法越过第二道防浪墙，第一道防浪墙越浪水体将暂蓄于与第二道防浪墙之间的区域，将形成蓄浪空间。考虑到风浪的间歇性，若二级平台高程取一个低于设计潮位标准，暂蓄于蓄浪空间中的越浪，将能够利用风浪的间歇性，通过排水设施自排回外海，避免越浪流至堤后城市防护区，增加了城市防护区的排水量。因此，二级平台高程取设计标准较低的 20 年一遇高潮位 3.19m。

### （3）三级平台

三级平台高程为设防高程，三级平台高程取为 4.34m。

## 2.堤顶宽度的确定

根据《海堤工程设计规范》（GB/T 51015-2014）第 8.4.2 条规定，不包括防浪墙的堤顶宽度应根据堤身整体稳定、防汛、管理、施工的需要按下表确定。

因此，本项目北围海堤堤顶路按照 5m 宽度布置。

表 2.3-5 堤顶宽度

海堤级别	1	2	3~5
堤顶宽度（m）	≥5	≥4	≥3

### 2.3.4 护坡设计

本项目涉海工程均为 2.30m 高程以下护坡，本报告仅对涉海护坡设计进行介绍。

该高程以下护坡受风浪侵蚀的频率较大，要求护坡结构耐久性好，且平整度高，一般可采用混凝土的护坡结构，由于地基为软基，平台及护坡护脚基础设置了抛石基础。

常用的混凝土护坡结构包括预制砼四脚空心块、浆砌石和预制砼栅栏板结构。

由于本段为迎浪顶吹堤段，靠近外海，首先考虑消浪效果和耐久性，鉴于 2019 年实施的珠海市高新区北围海堤加固修复工程已在本项目所在堤段选择了预制砼四角空心块作为护岸结构，目前结构及其前沿的抛石基础等均基本完好，本次拟保留其护面及护底形式，不再进行拆除重新设计，仅局部对护底抛石进行补抛。

### 2.3.5 堤防断面设计

北围段堤防及景观带建设用地宽度大，根据市政道路规划，采取堤路结合的形式，

以利用宽阔的海滩地形成景观带。

结合景观打造的需求，主要拟采用多级斜坡式结构，一级亲水高程取 2.30m，墙前北围段为砣四角空心块体，后环为砣栅栏板。二级平台顶标高为 3.19m，三级平台（堤顶）标高为 4.34m，堤顶后方通过 10~20m 宽绿化带与规划市政道路相接。一级与二级平台之间采用 300mm 厚生态混凝土预制瓶孔砖，瓶口砖防护范围不小于 20m。堤前设置人工礁体，以改善海域生态环境。

### **1.典型断面一（BW0+236~BW0+685、BW1+600~BW1+700）**

典型断面一主要用于空间腹地较大但由于岸后建筑布置原因无法设置骑行道，该断面骑行道与堤顶路合并。

将现状挡墙的墙顶高程削至 2.3m，并在其上设置栏杆，其后设置 4m 宽漫步道，高程为 2.30m。墙前为砣四角空心块体，本次对其进行生态化改造，在现状四角空心块体上设置 100mm 厚淤泥嵌缝压实找平+ 150g/m<sup>2</sup> 土工布，外侧包边上卷 60cm 至土工格室下+ HDPE 三维土工格室，内填种植土+粒径 20~30mm 碎石覆盖，厚度 5cm。

漫步道后侧设置不小于 20m 的景观消浪区，岸后采用多级平台接至堤顶路（高程为 4.34m），并利用挡墙消除高差，道路宽度 5m。由于堤顶路下部土层淤泥较厚，为减少地面沉降产生裂缝，本次采用 D500 水泥搅拌桩进行处理，道路后侧设置生态景观区布置海绵设施。

该段海堤前沿保留 2019 年实施的珠海市高新区北围海堤加固修复工程已建设的抛大块石压脚（块重 300kg 以上），用于抵御波浪对堤脚的冲刷，抛石区域边坡比为 1:2。

**该段涉及用海区域为保留的堤前抛大块石压脚和墙前砣四角空心块体生态化改造区。**

### **2.典型断面二（BW0+870~BW1+000 、BW1+400~BW1+700）**

典型断面二主要用于空间腹地较小，无法利用岸后空间消浪。

采用 C30 钢筋砣接高弧形防浪墙至 4.8m，并在其上设置栏杆，墙前对现状四角空心块体护坡进行生态化改造。为了增强消浪效果，2019 年实施的珠海市高新区北围海堤加固修复工程已在四角空心块平台前加长抛石平台防护，护坡前抛大块石压脚（块重 300kg 以上），边坡比为 1:2；抛石平台边坡比为 1: 2；本次拟对前述加长抛石平台防护设施予以保留，不进行拆除重建。现状岸后设置堤顶路（4.34m），路面与挡墙之间设置生态景观带。

**该段涉及用海区域为墙前砣四角空心块体生态化改造区和保留的堤前加长抛石平**

台。

### 3.典型断面三（BW0+685~BW0+850 、BW1+000~BW1+275）

典型断面三主要用于岸后设置红树林湿地范围。

为增强本段海堤的生态效果，在漫步道及堤顶路之间设置红树林湿地，并在湿地范围内设置栈桥。红树林湿地高程在 0.5~2.0m 之间变化，采用 1:3 斜坡接漫步道及堤顶路。

涉海护坡砼四角空心块体，本次对其进行生态化改造，在现状四角空心块体上设置 100mm 厚淤泥嵌缝压实找平+ 150g/m<sup>2</sup> 土工布，外侧包边上卷 60cm 至土工格室下+ HDPE 三维土工格室，内填种植土+粒径 20~30mm 碎石覆盖，厚度 5cm。

堤前保留 2019 年实施的珠海市高新区北围海堤加固修复工程已建设的抛大块石压脚（块重 300kg 以上），用于抵御波浪对堤脚的冲刷，抛石区域边坡比为 1:2。

该段涉及用海区域为保留的堤前抛大块石压脚和砼四角空心块体生态化改造区。

### 4.典型断面四（BW0+000~BW0+236）

典型断面四主要用于空间腹地较大且岸后无建筑布置，该断面骑行道与堤顶路分开布置。

将现状挡墙的墙顶高程削至 2.3m，并在其上设置栏杆，岸后设置 4m 宽漫步道、3m 宽骑行道及 5m 宽堤顶路，高程依次为 2.3m、3.19m、4.34m。三条道之间设置生态景观消浪区。

涉海护坡砼四角空心块体，本次对其进行生态化改造，在现状四角空心块体上设置 100mm 厚淤泥嵌缝压实找平+ 150g/m<sup>2</sup> 土工布，外侧包边上卷 60cm 至土工格室下+ HDPE 三维土工格室，内填种植土+粒径 20~30mm 碎石覆盖，厚度 5cm。

堤前保留 2019 年实施的珠海市高新区北围海堤加固修复工程已建设的抛大块石压脚（块重 300kg 以上），用于抵御波浪对堤脚的冲刷，抛石区域边坡比为 1:2。

该段涉及用海区域为保留的堤前抛大块石压脚和砼四角空心块体生态化改造区。

### 5.典型断面五（BW1+275~BW1+400）

典型断面五用于岸后做广场休息区域的位置，长度共计 125m。

将现状挡墙的墙顶高程削至 2.3m，并在其上设置栏杆，岸后设置约 20m 范围的干砌条石铺装，利用小挡墙设置高差，同时结合花岗岩台阶打造一个休息区域。

涉海护坡砼四角空心块体，本次对其进行生态化改造，在现状四角空心块体上设置 100mm 厚淤泥嵌缝压实找平+ 150g/m<sup>2</sup> 土工布，外侧包边上卷 60cm 至土工格室下+

HDPE 三维土工格室，内填种植土+粒径 20~30mm 碎石覆盖，厚度 5cm。

堤前保留 2019 年实施的珠海市高新区北围海堤加固修复工程已建设的抛大块石压脚（块重 300kg 以上），用于抵御波浪对堤脚的冲刷，抛石区域边坡比为 1:2。

该段涉及用海区域为保留的堤前抛大块石压脚和砣四角空心块体生态化改造区。

综合前述分析，本项目涉海海堤断面结构形式基本保留现有形式，本次涉海部分主要对护坡砣四角空心块体上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛。

## 2.3.6 生态化设计及改造

### 2.3.6.1 生态鱼礁设计

#### 1. 鱼礁结构设计

为改善海域生态环境，本次还拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁采用线性布置，每米设置 1 个，总计 1700 个。人工鱼礁投放区海床面高程为-1.0m~0m（1956 黄海高程，下同），本工程位置多年平均低潮位 0.09m，多年平均高潮位 1.16m，投放区均在低潮位以下，日常水深平均有 1.0m，满足牡蛎礁的适宜水深范围。

生态鱼礁是人为在水中设置的构造物，按不同主要对象生物分为不同的生态鱼礁，主要为鱼类等海洋生物提供索饵、繁殖和生长发育等场所，是改善海洋生物资源的一项重要手段。

本项目拟采用球盔型珊瑚增殖礁。该珊瑚礁呈球盔型，中空，设置大小共 8 个海水交流孔，可以在较短的时间内形成多种生物共生的环境条件，尤其适用于近岸海洋生物资源的增殖。球盔型珊瑚礁采用混凝土体浇筑成型，添加硅微粉和增强纤维，混凝土的强度大于 C30，混凝土保护层（侧壁）厚度 50mm；水泥采用 425 普通硅酸盐水泥，5mm~10mm 粒径的玄武岩或碳酸盐石子，普通河沙，并添加减水剂，钢筋使用 HRB400 级钢筋。单体礁 V 混凝土用量为 0.1 立方米，钢筋用量.28kg。单体礁迎流面面积 A 为 0.21m<sup>2</sup>。

球盔型礁采用混凝土一体浇筑成型，主要包括钢筋混凝土主体、海水上交流孔和海水下交流孔。礁体高度为 350mm，礁体底部直径为 800mm，礁体侧壁厚度非定值，从 120mm~170mm 不等，礁体上部为直径 500mm 的圆环平台，中间直径 260mm 为空心结构；海水上交流孔直径为 100mm，4 个海水上交流孔圆心在同一水平面上；海水下交流

孔为半椭圆，长轴 300mm，短轴 100mm，4 个海水下交流孔圆心在同一水平面上。

## 2.底栖生物投放

为尽快在该区域构建起完整的食物链，提升生物多样性，进一步提升生态修复效果，形成稳定的生态系统，拟在生态鱼礁群附近投放底栖生物。本次根据高新区海域常见水生动物的种类初拟选定投放贝类（牡蛎、贻贝）、虾类，投放密度为 0.2kg/m<sup>2</sup>，底栖生物投放共计 3400kg。投放规格见表 2.3-6 所示。

表 2.3-6 底栖生物投放规格

类型	规格	重量 (g)
贝类	贻贝壳长5mm 以上	≥10
虾类	体长： 小规格：10-25mm，大规格：≥25mm	小规格≥5，大规格≥200

### 2.3.6.2 生态化护坡改造

北围海堤护面结构利用现状四角空心块及珊瑚板结构型式。型式单一，观感较差，本次在护面结构上进行生态化改造。生态工法是基于对物种保育、生物多样性及永续发展的体认而提出的一种新思维和新的施工技术；

生态工法具有生态性、环保性、抗冲刷性，及与周边自然环境完美融合的特质，十分适用于硬质石块漫滩的修复。

做法：现状防护结构+100mm 厚淤泥嵌缝压实找平+150g/m<sup>2</sup> 土工布，外侧包边上卷 60cm 至土工格室下+ HDPE 三维土工格室，内填种植土+粒径 20~30mm 碎石覆盖，厚度 5cm，上部种植珠海当地常用的植物品种。

表 2.3-7 植物品种选择

名称	拉丁名	株高(m)	适宜生境
鸢尾	Iris tectorum Maxim.	0.3-0.5	生于沼泽土壤或浅水层、浅水中
花叶芦竹	Arundo donax Versicolor	1.5-2.0	多年生挺水草本观叶植物，喜光、喜温、耐水湿
梭鱼草	Pontederia cordata L.	最高 1.5	河道两侧、池塘四周、人工湿地
芦苇	Phragmites communis (Cav) Trin. ex Steud.	1.5-2.0	江河湖泽、池塘沟渠沿岸和低湿地
水葱	Scirpus validus Vahl	1-2	湖边或浅水中
狭叶香蒲	Typha orientalis Presl	1.5-2.0	沼泽或河湖沿边滩地

### 2.3.7 垃圾防护设施设计

台风期间，海堤外海域大量的垃圾漂浮上岸，将造成运行维护工作量巨大。为减少

后期养护工作，本次海域侧设置垃圾防护设施——拦污漂拦截垃圾杂物。参照《水电工程拦漂排设计规范》（NB/T10609-2021）第 3.0.7 条，拦漂排水下拦漂深度应根据漂浮物种类及数量、水流流速、检修、清漂条件等因素确定，且不宜小于 1.0m。本次拦污漂布置在海床面高程-0.5m~-1.0m 滩地上（1956 黄海高程），拦污漂深度可在 1m 以上，满足规范要求。

拦污漂由多个浮体串联组成，呈连续的长条状，当水流携带垃圾（如树枝、塑料垃圾等）流动时，会被拦污漂的物理结构阻挡。垃圾会在拦污漂的一侧聚集，从而避免其随水流扩散到下游或其他区域。拦截后，工作人员可通过打捞设备在拦污漂附近集中清理垃圾，大幅提升垃圾收集的效率，减少水域污染。

垃圾防护设施由聚乙烯浮筒，尼龙绳，拦污网，配重链，锚块等组成。浮筒由聚乙烯材质一体成型且内部填充了聚苯乙烯实心泡沫强度高耐碰撞，后期基本不用维护。浮筒中间有尼龙绳，底部带有配重链，可增加拦截强度，并且可防止刀割。每隔 9m 设置混凝土垫块，垫块采用梯形垫块，上表面尺寸为 200×200mm，下表面尺寸为 400×400mm，高度 300mm，通过直径 20mm 锚绳和浮筒连接。本项目拦污漂工程量统计见表 2.3-8 所示。

表 2.3-8 本项目拦污漂工程量统计一览表

序号	名称	规格参数	单位	数量	备注
1	浮筒	Ø400×1000mm，PE 材质，浮力 110kg，橙色，内部实心聚乙烯填充	套	1067	
2	尼龙网	孔径 50×50mm，45 股，宽度 2.5m	m	1600	
3	镀锌铁链	Ø10mm×1000mm	m	800	
4	尼龙绳	直径 15mm，涤纶材质，使用拉力 0.4T，极限拉力 2.3 吨	m	1561	
5	尼龙绳	直径 20mm，涤纶材质，使用拉力 0.8T，极限拉力 4.4 吨	m	1157	固定用主绳
6	尼龙绳	直径 10mm，涤纶材质	m	1040	用于绑扎固定
7	混凝土固定块	混凝土标号 C25，外涂聚合物砂浆防腐，20×40×40cm，预留Ø16 不锈钢 316 圆钢	套	178	

## 2.4 项目主要施工工艺和方法

### 2.4.1 施工导截流

根据《海堤工程设计规范》（GB51015-2014）和《水利水电工程施工组织设计规范》（SL303-2017）规定，本工程防洪标准为 100 年一遇，主要建筑物级别为 1 级，临

时建筑物级别为4级，因此该段施工围堰防洪（潮）标准按照10年一遇12~4月取值2.33m。

北围海堤生态系统建设之前，现状外江堤防予以保留。施工不受外江潮位影响，内部封闭水位可控，无需修筑围堰即可施工。

现状外江生态化改造以及防冲刷补抛施工，分别采用陆上、赶潮、水下等施工方式，无需导流和修筑围堰施工。

## 2.4.2 涉海工程施工方案

根据项目设计方案，本次达标加固涉海施工工程主要包括堤前抛石护底补抛、生态鱼礁投放和拦污漂安装。

### 2.4.2.1 堤前抛石护底补抛

对局部已有被冲刷的堤前抛石护底进行补抛。

水上抛填施工运输船舶运输石料至施工水域，根据船上GPS测量定位，挖掘机直接将船上石块抛填到指定位置。

### 2.4.2.2 生态鱼礁施工

#### 1. 施工顺序

预制混凝土礁体→投放准备工作→礁体装运→礁体投放→竣工验收，其中礁体预制在专业预制场预制完成，不在现场预制。

#### 2. 人工礁体投放

人工鱼礁礁体由专业运输船舶运至施工现场，海上运输航行由具有船运资格的船员操作，船员应严格按照海上航行的有关规程。船员负责在海上寻找目标海域和事先测量人员做好的海面标记定点锚定，吊装操作人员负责实施投放。

（1）在投放区边缘布置浮标灯，直到礁体投放完成。

（2）人工礁体单体的投放步骤如下：

①设定人工礁体单体拟投点的GPS坐标，并根据设定的GPS坐标将装载有定位设备的定位船逆流驶至拟投点；

②先利用定位船上的定位设备在船首找到拟投点的坐标位置，再将定位船沿水流方向的逆向驶至船身离开拟投点的坐标位置后将定位船锚泊，然后利用定位船上的定位设备记录船尾的GPS坐标位置，并计算出拟投点的坐标位置和船尾的GPS坐标位置之间

的距离，然后再将一系有浮绳的浮球标志物放入水中并持续放绳，直至浮球标志物沿水流方向飘至与船尾的间距等于拟投点的坐标位置和船尾的 GPS 坐标位置之间的距离；

③将装载有人工礁体单体及吊放设备的投放船逆流驶至吊放设备与浮球标志物之间的水平间距小于吊放设备的吊臂长度，而且浮球标志物位于船体首尾之间的中间位置，浮球标志物与船体之间的距离大于准备投放的人工礁体单体的宽度，然后将投放船以首尾抛锚方式锚泊；

④将投放船上的一个人工礁体单体固定在吊放设备的吊钩上，并使该人工礁体单体着地后能自动脱钩，然后将该人工礁体单体慢速吊离甲板，并使其起吊后保持平衡；

⑤将吊起的人工礁体单体慢速平移至浮球标志物的正上方；

⑥缓慢匀速地将人工礁体单体向下投放至水中，直至人工礁体单体着地并脱离吊钩；其中，在人工礁体单体投放之前先测量水深，并根据所测水深在人工礁体单体投放至其底部接近海底时减缓投放速度，以确保人工礁体单体安全着地；

⑦慢速收起吊钩的缆绳；

（3）礁体投放时，由潜水员潜入礁区海底检查礁体是否沉降或倾斜，查明礁体的位置和分布状况。

（4）礁体投放完毕后，应清除所有的临时设施，包括浮标灯。

### 2.4.2.3 垃圾防护设施安装

#### 1.施工顺序

构件预制与运输→混凝土固定块安装→浮筒与拦污网组装→拦污漂整体安装，其中混凝土块预制在专业预制场预制完成，不在现场预制。

#### 2.主要施工过程

##### （1）混凝土固定块安装

①采用定位船搭载 GPS 设备，精准定位固定块安装点位，按设计间距（9m/个）布点。

②用吊装设备将固定块缓慢吊放至海底指定位置，确保放置平稳、无倾斜，潜水员水下检查固定块位置偏差，偏差需控制在 $\pm 0.5\text{m}$ 内。

③固定块安装完成后，整理预留不锈钢圆钢，确保与锚绳连接顺畅。

##### （2）浮筒与拦污网组装

①海上作业船停靠作业点，先将直径 20mm 主绳穿过浮筒中间预留孔，按设计间距

串联浮筒，每段串联完成后用直径 10mm 尼龙绳绑扎固定。

②将尼龙网沿浮筒底部展开，通过绳索与浮筒及镀锌铁链固定，确保网面平整、无褶皱，铁链自然垂挂于网底，增强拦污网稳定性。

③组装过程中检查各连接点牢固度，避免出现松动、脱落情况。

### （3）拦污漂整体安装

①将组装好的浮筒-拦污网单元，通过直径 20mm 锚绳与海底混凝土固定块连接，调节锚绳长度，使浮筒保持漂浮在水面，拦污网垂直展开（高度适配水深）。

②逐段连接各浮简单元，形成连续的拦污屏障，连接时确保接口处密封紧密，无垃圾渗漏缝隙。

③整体安装完成后，潜水员水下检查拦污漂整体平整度、固定块锚固情况及网体展开状态，发现倾斜、松动等问题及时调整。

## 2.4.3 主要施工设备

本项目施工过程中涉及的主要施工设备见表 2.4-1 所示。

表 2.4-1 本项目施工设备一览表

序号	设备名称	型号规格	单位	数量	用途
1	反铲挖掘机	1.0m <sup>3</sup>	台	2	老结构拆除
2	自卸汽车	10t	辆	4	土方运输
3	平板载重汽车	10t	辆	2	构件运输
4	汽车吊	10t	台	2	构件吊装
5	机动翻斗车		辆	2	碎石土转运
6	手推车	胶轮	辆	2	混凝土转运
7	运输驳		艘	1	运输拦污漂材料
8	平板驳		艘	1	运输驳停靠
9	抛锚船		艘	1	负责驳船抛锚和弃锚
10	混凝土运输车	6.0m <sup>3</sup>	台	2	
11	平板式振捣器		台	3	
12	插入式振捣器		台	3	
13	蛙式打夯机		台	2	
14	吊装设备		台	1	海上构件吊装

## 2.4.4 施工进度安排

本工程拟于 2026 年 5 月份开始实施，至 2027 年 6 月结束，总工期 14 个月。施工进度安排见表 2.4-2 所示。

表 2.4-2 本项目施工进度计划表

项目	2026年				2027年			
	5-6	7-8	9-10	11-12	1-2	3-4	5-6	7-8
一、准备期								
场地平整及清基	■							
水电供应	■							
施工、办公用房	■							
二、北围海堤工程								
桩基施工		■						
堤前生态化改造		■	■	■				
北围堤防补抛石			■					
抛生态鱼礁				■	■			
拦污漂施工					■	■		
堤顶路			■					
坡面防护			■	■				
景观节点						■	■	
建筑						■	■	
三、北围金星渠工程								
桩基及压密注浆施工		■						
浇筑新堤防				■	■			
四、完工验收								■

## 2.5 土石方平衡

本项目总体工程开挖土石方总量约为 12.5 万 m<sup>3</sup>；总体工程回填土石方总量约为 1.6 万 m<sup>3</sup>，其中利用开挖土方量约为 0.97 万 m<sup>3</sup>，外购耕植土约 0.63 万 m<sup>3</sup>；外弃土石方总量约为 11.63 万 m<sup>3</sup>。本项目总体工程土石方平衡见表 2.5-1。

根据《珠海市自然资源局关于进一步规范工程建设项目砂石土利用管理的通知》，工程建设项目应在勘察、设计阶段完成须动用砂石土的认定和资源量初步核算，委托不少于两家具有资产评估资质的机构完成剩余砂石土处置收益评估，依据评估平均价格确定处置方式，编制剩余砂石土处置方案。处置方案应依次报工程建设项目主管部门、项目所在地自然资源主管部门依照各自职责审查通过后，报项目所在地区政府（管委会）审批，审批工作应当在项目开工前完成。砂石土资源量合计≥5 万 m<sup>3</sup>，原则上采取公开销售方式处置。依据经批准的处置方案，在市公共资源交易平台公开销售。首次公开销售未成交的，按首次销售底价的 90%作为销售底价再次组织公开销售，若第二次公开销售仍未成交的，由区政府指定的管理部门根据实际情况重新制定方案径报区政府批准执行。

本项目需外弃的土石方较大，需根据《珠海市自然资源局关于进一步规范工程建设项目砂石土利用管理的通知》的要求执行处理。

表 2.5-1 项目土石方平衡表

开挖方（万方）		回填（万方）		外购方	弃渣（万方）
		利用料	耕植土（外购）		
土方	11.6	0.87	0.63	0.63	10.73
石方	0.9	0.1			0.9
合计	12.5	0.97	0.63	0.63	11.63

## 2.6 项目用海需求

### 2.6.1 项目申请用海情况

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为特殊用海（一级类）的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目海域使用类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）和透水构筑物（二级方式）、开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

本次对珠海高新区北围段进行达标提升，拟保留并沿用现状水下抛石等结构，由于现状海堤水下已建抛石等结构作为本次达标提升后海堤的必要组成部分，本次对海堤范围涉海部分整体进行用海申请，拟申请用海面积为 6.9162 公顷，其中非透水构筑物（海堤）用海面积 2.9077 公顷，透水构筑物（人工鱼礁）用海总面积 0.0808 公顷，其他开放式（拦污漂及其他无建/构筑物建设，但已排他的海域）用海总面积 3.9277 公顷。用海范围需占用海岸线总长度约为 1649.23m，均为人工岸线。本项目用海及占用岸线情况统计见表 2.6-1 所示。

表 2.6-1 本项目用海及占用岸线情况统计一览表

用海单元	用海方式	界址线	用海面积（公顷）	占用岸线长度（m）
海堤	非透水构筑物	1-2-3-...-241-242-1	2.9077	1649.23
人工鱼礁	透水构筑物	244-245-246-...-267-79-78-268-...-288-289-244	0.0808	0
拦污漂一	专用航道、锚地及其他开放式	290-291-292-...-326-196-195-...-79-267-266-...-244-243-290	3.1126	0
拦污漂二	专用航道、锚地及其他开放式	8-243-244-289-288-...-268-78-77-...-10-9-8	0.8151	0
合计			6.9162	1649.23

## 2.6.2 项目申请用海期限

本项目为海堤达标加固工程，属于公益事业用海。根据《中华人民共和国海域使用管理法》，申请者按公益事业用海海域使用权最高期限，提出项目主体工程的申请用海期限为40年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的相关规定。

## 2.7 项目用海必要性

### 2.7.1 项目建设必要性

#### （1）符合国家产业政策要求

本项目为珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），根据《产业结构调整指导目录（2024年本）》，本项目属于“二、水利”中的“1、江河湖海堤防建设及河道治理工程”，属于鼓励类项目。此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2025年版）》中所列的负面清单项目，符合市场准入要求。综合分析，本项目的建设是符合国家产业政策要求的。

#### （2）是提高高新区整体防洪（潮）安全保障能力、保障人民群众生命财产安全的需要

受2017年“天鸽”台风、2018年“山竹”台风影响，珠江三角洲多个控制站点潮位均屡超历史极值。原海堤建设采用的设计潮位仅到2011年，在将系列延长到2018年后，珠海市水域范围内8个站点复核后的设计潮位值较原设计值均明显升高。设计潮位升高后，珠海市原已达标海堤存在防潮标准被动下降等问题，外江堤围是防御台风风暴潮是解决城轨桥墩对海堤交通阻碍的需要风暴潮灾害的第一道防线，加强外江堤防建设，对于提高高新区整体防洪（潮）能力、进一步完善高新区整体防洪（潮）安全封闭保护圈、保障沿海地区经济社会发展和人民群众生命财产安全具有重要作用。

目前情侣北路段、港湾大道段两段海堤已纳入情侣路区堤岸整治修复工程，由市住建局牵头实施，南围段由其他单位实施；本工程实施北围（含北围金星渠），设防标准为100年一遇。待五段海堤按照设防标准完成后，高新区市中心段全部海堤将均达到防潮标准，形成完整的防潮封闭圈，因此本工程的实施极为迫切。

#### （3）完善滨水岸线开发，实现沿江贯通，构建完整滨水景观体系结构的需要

在整体空间布局上，高新区总体将形成以“一廊、五带、三节点”的总体布局。北围片区结合华润集团城市中轴线的布置，同时也是最具生态价值的核心节点。因此，本

项目需要在保留整体生态格局基底的基础上进行整体设计，将滨海绿地作为完整的开放空间进行整体考虑，在契合超级堤理念、实现水岸贯通、完善生态格局、承载城市功能外溢等方面与城市地块形成良好的衔接。

滨水绿地建设须以三线贯通为契机，实现沿江人行步道及骑行道、公共交通体系贯通，做好滨海与腹地的联动开发，坚持国际一流城市品质，借鉴国际著名滨水城市的建设和运营，设计打造集聚高端文化要素、提升城市品位、展示城市形象、服务市民生活的滨海国际生态文化带。

#### **（4）加强水利工程生态化建设，构建水安全韧性网络的需要**

北围现状堤防采用传统型式堤防，更多关注堤防的防潮保护作用。在堤线的布置上通常紧贴岸坡的坡顶，堤防的体型以及岸坡也被设计和建设成简单整齐的直立面或者斜面，护岸型式多采用单一的硬性防护结构。

按照《广东省生态海堤建设“十四五”规划》的要求，珠海需加快重点区域海堤达标加固，结合城市景观与水生态环境保护需求，着力推广海堤及护岸工程的生态技术应用，正确处理好防潮功能与生态保护、滨水景观的关系，实施海堤生态化建设，达到宜居宜业宜游的优质生活圈。

《关于加快推进珠海市海堤防潮标准及能力提升建设的意见》《珠海市生态堤防实施方案》提出“坚持以人为本，绿色发展”基本原则，指出防潮洪各项工作以人民为中心，始终把人民生命财产安全放在首位，协调处理人水关系，顺应自然和社会发展规律，补齐防潮洪短板，全力降低人民生命财产损失，树立和践行绿水青山就是金山银山理念，加强水利工程生态化、绿色化处理，减少对生态环境系统扰动，实现人、水、自然和谐共处。顺应“坚持以人为本，绿色发展”潮流趋势，需加强水利工程生态化建设，促进工程建设和生态环境协调发展。

因此，本项目拟结合《广东省生态海堤建设“十四五”规划》《关于加快推进珠海市海堤防潮标准及能力提升建设的意见》《珠海市生态堤防实施方案》等要求，主要采用超级生态堤形式，以利用宽阔的海滩地形成景观带。本项目的建设是加强水利工程生态化建设，构建水安全韧性网络的需要。

#### **（5）城市经济社会高质量发展对防潮能力提升的迫切需求**

海堤是珠海市防潮体系的基础支撑和重要屏障，防潮安全事关人民生命财产安全，事关经济发展以及社会稳定，是城市发展建设的重要支撑。

珠海市是广东省地级市、省域副中心城市，是国务院批复确定的中国经济特区，是珠江口西岸核心城市和滨海风景旅游城市、粤港澳大湾区重要节点城市。随着粤港澳大湾区国家发展战略提出，珠海市经济社会进一步发展，人口与经济总量不断增加，现状防洪潮能力已无法满足经济社会高质量发展需求，提升海堤防潮能力的要求越来越迫切。本项目提升海堤防潮标准，使其达到 100 年一遇，有效抵御台风、风暴潮等自然灾害，减少洪涝灾害损失，保障人民生命财产安全，展现城市在防洪减灾方面的能力和决心，让市民和投资者对城市的安全性更有信心，提升城市整体形象，是城市经济社会高质量发展对防潮能力提升的迫切需求。

### **（6）是应对极端天气，提升城市韧性的需要**

在全球气候变暖与海平面上升的大背景下，20 世纪 90 年代以来，珠江河口（珠江三角洲网河区及口门区）的潮位呈现不断上升趋势极端潮位频发且屡创新高。珠江河口相继发生了 3 次较大洪水和 7 次较大台风，造成大部分站点的潮位不断突破实测系列最高潮位。特别是受 2017 年台风“天鸽”、2018 年台风“山竹”影响，珠江三角洲多个站点潮位超历史极值。设计潮位升高后，珠海市原达标堤防存在防潮标准被动下降、堤顶高程不满足最新设计潮位要求等问题，面临的防潮压力与日俱增。因此，对现状堤防进行提标改造建设是迫切需要。

综合前述分析结果可知，本项目的建设是必要的。

## **2.7.2 项目用海的必要性**

北围海堤北侧起于北围金星渠，南侧止于中珠排洪渠，现状堤围的砼四角空心块体护坡和堤前护坡抛石均位于海上。本次海堤提升改造涉海海堤断面结构形式基本保留现有形式，仅对砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛；由于现状北围海堤的砼四角空心块体护坡及堤前抛石已涉海，本次在其基础上进行生态化改造及补抛，不可避免的需要占用海域。

为改善海域生态环境，本次还拟在堤前投放人工礁体；同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物；人工礁体和垃圾防护设施（拦污漂）必须设置在本项目海堤外侧海上，才能发挥其预期作用。因此，生态人工礁体和垃圾防护设施（拦污漂）也不可避免地需要占用海域。

综合分析，本项目的用海是必须的。

## 3 项目所在海域概况

### 3.1 海洋资源概况

本项目论证范围内无海洋矿产资源开发区，本节主要介绍岸线及岛礁资源，港口、航道及锚地资源、滩涂资源及旅游资源。

#### 3.1.1 岸线及岛礁资源

##### 1.岸线资源

珠海市海洋资源丰富，海域辽阔，海岛众多，全市领海线以内海域面积 9348 平方公里，根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》（粤自然资发〔2025〕1 号），全市海岸线全长 227.3km，其中严格保护岸线 32.7km，限制开发岸线 38.4km，优化利用岸线 156.2km。大陆自然岸线保有率 15.3%。

本项目论证范围内岸线类型以人工岸线为主，项目北侧有部分自然岸线，以生物岸线为主，项目南侧自然岸线以砂质岸线为主，此外，项目南侧还有部分其他岸线（生态恢复岸线）。

##### 2.岛礁资源

珠海市岛屿众多，素有“百岛之市”的美誉，根据《珠海市海岛保护与利用规划》的统计数据，珠海市拥有共计 262 个海岛，海岛总面积为 240.51 平方千米。其中有居民海岛 10 个，无居民海岛 252 个。珠海市海岛岸线总长 586.97km，其中有居民海岛岸线总长 256.48km，无居民海岛岸线总长 330.49km。领海基点所在海岛 1 个，即佳蓬列岛的平洲。

本项目论证范围内的海岛共 37 个，其中无居民海岛 34 个，有居民海岛 3 个，具体见表 3.1.1-1。淇澳岛距离本项目最近，其次为金星胆。淇澳岛位于香洲区唐家湾镇东部，距离本项目约 4.7km，岸线长度约 23.8km，面积约 18.34 平方千米，最高点高程 185m；该岛属于有居民海岛，地势南北高、中间平坦，林木覆盖率达 90%。金星胆，又称金星岛、金星仔、金星山，距离本项目约 5.7km，岸线长度约 0.36km，面积约 0.0078 平方千米，最高点高程 17.9m；该岛属于已开发无居民海岛，岛上设有导航灯塔设施。

表 3.1.1-1 论证范围内岛礁

序号	海岛名称	海岛类型	最近距离 (km)
1	淇澳岛	有居民海岛	4.7
2	金星胆	无居民海岛	5.7
3	北打礁	无居民海岛	8.0
4	大茅岛	有居民海岛	8.0
5	南打礁	无居民海岛	8.1
6	蛇洲北二岛	无居民海岛	8.3
7	蛇洲北一岛	无居民海岛	8.3
8	马山洲	无居民海岛	8.6
9	蛇洲	无居民海岛	8.8
10	蛇洲南岛	无居民海岛	8.9
11	蛇洲南二岛	无居民海岛	9.0
12	蛇洲东岛	无居民海岛	9.1
13	蚝田岛	无居民海岛	9.3
14	三石礁北岛	无居民海岛	10.0
15	三石东小岛	无居民海岛	10.0
16	三石礁	无居民海岛	10.0
17	三石礁西岛	无居民海岛	10.0
18	横门岛	有居民海岛	10.1
19	三石礁东岛	无居民海岛	10.1
20	石林洲	无居民海岛	10.2
21	榕树洲	无居民海岛	10.4
22	中山石排	无居民海岛	10.4
23	观音洲	无居民海岛	10.4
24	乌纱排	无居民海岛	10.5
25	二茅岛	无居民海岛	10.6
26	洲仔山	无居民海岛	11.1
27	野狸岛	无居民海岛	13.5
28	大白排	无居民海岛	13.7
29	野狸东岛	无居民海岛	13.8
30	小白排岛	无居民海岛	13.8
31	二打礁	无居民海岛	13.8
32	大打礁	无居民海岛	14.2
33	渔女一岛	无居民海岛	15.1
34	渔女二岛	无居民海岛	15.1
35	珠海渔女岛	无居民海岛	15.2
36	渔女三岛	无居民海岛	15.2
37	渔女四岛	无居民海岛	15.3

### 3.1.2 港口、航道及锚地资源

目前珠海港已形成包括西部的高栏港区、东部的桂山港区以及九洲、香洲、唐家、洪湾、井岸、斗门等港区的港口格局。其中高栏和桂山为深水港区，其它为中小泊位区。各主要港区现状情况如下：

（1）高栏港区是珠海港的主体港区，目前已开发南迳湾和南水两个作业区。南迳湾作业区已成为珠江三角洲地区油气品转运基地，南水作业区已依托电厂、钢厂等建成企业专用码头及公用码头。

（2）桂山港区位于珠江出海口的万山群岛，是珠海港承担珠江三角洲地区油品水水转运的作业区和香港矿建材料供应的出口区。现已建成1个5万吨级多点系泊成品油泊位及2个500吨级成品油泊位，9个以陆岛运输为主的万吨级以下生产性泊位。

（3）九洲港区是以城市生产生活物资运输、客运及对香港集装箱喂给为主的港区，地处珠海市区相对繁华地带，港区发展受城市制约，需要逐步调整货运功能。目前建有多个多用途、客运、滚装泊位。

（4）香洲、唐家港区位于珠江口西岸，斗门、井岸、洪湾港区位于内河水道，主要为珠海城市建设、生活物资运输和少量喂给香港的集装箱运输及陆岛交通服务。其中，香洲港区承担陆岛交通及少量的集装箱运输，未来港区功能需按城市规划调整；斗门港区主要开展对香港的集装箱运输；洪湾港区、唐家港区以件杂、油气品运输为主；井岸老港区需与城市环境相协调调整功能，新港区以散杂货运输为主。

珠海港的航道分为西部、东部和市区三部分。西部高栏港区主航道可乘潮通航5万吨级船舶；东部桂山港区为天然深水航道；市区九洲港区原按乘潮通航万吨级船舶的标准设计，目前按乘潮通航3000吨级船舶的标准维护，香洲和唐家港区为天然水深航道。

珠海港水域布置有30个锚地。九洲港、唐家港区利用头洲引航锚地、九洲港小型船舶引航锚地、头洲候潮和装卸锚地及桂山引航、检疫和装卸锚地等多处锚地；万山港区主要利用桂山国际锚地。桂山港区利用桂山国际锚地，高栏港区锚地位于高栏岛南侧。

本项目不位于港口、航道及锚地海域，最近的港区为唐家港区。最近的航道为东侧的横门西水道，航道等级为I级航道，通航1000吨级海轮。

### 3.1.3 滩涂资源

珠海市滩涂面积30.46万亩，占全市土地面积12.69%，其中超高滩5260亩，高滩

5040.4 亩，中滩 24112.1 亩，低滩 18894.2 亩，浅滩 251306.4 亩。按滩涂底质分为泥滩（占 88.15%）和砂石滩（11.85%）。在 268519.8 亩泥滩中生有咸水草的（草滩）3082 亩，有红树林的（林滩）5689 亩，增养牡蛎的 10917 亩，光滩 248832 亩。

全市滩涂可分 4 个区：（1）磨刀门口门滩涂区，包括鹤洲北、鹤洲南、三灶湾、洪湾西、洪湾北、洪湾南等 6 片，占滩涂总面积 37.61%。该区淡水来源充足，可发展鱼、稻、蔗、果的综合性生产。（2）东部沿海滩涂区，包括金鼎、唐家、香洲等片，占滩涂总面积 14.77%。（3）西部沿海滩涂区，包括蠕蛛和平沙两片，占滩涂总面积 20.83%。（4）近岸岛屿滩涂区，包括淇澳、横琴、三灶、南水、高栏诸岛，占滩涂总面积 26.78%，滩涂形成于岛屿湾内，小片分散，类型多种多样，以浅泥滩和中泥滩居多。

### 3.1.4 旅游资源

珠海作为珠江三角洲各城市中海洋面积最大、岛屿最多、海岸线最长的城市，在发展海洋旅游中具有得天独厚的优势。珠海拥有大小海岛 262 个，不少都独具特色，比如担杆岛的海岛猕猴群落、庙湾岛的海清沙幼、大万山岛的妈祖文化、蚊尾洲岛的百年灯塔、东澳岛的海防铙城及摩崖石刻等。银坑海滩浴场、金海滩、南沙湾海滩等著名海滩景点，是天然的海滨游泳与度假休闲的场地。丰富的旅游资源促使珠海旅游经济发展迅速。

本项目不位于规划的游憩用海区，项目论证范围内有 6 处游憩用海区，分别为大茅岛西侧游憩用海区、淇澳岛游憩用海区、唐家游憩用海区、蚝田岛游憩用海区、横门岛南侧游憩用海区、九洲游憩用海区，距离本项目的最近距离分别为 4.0km、6.7km、7.0km、9.2km、9.8km、10.7km。

### 3.1.5 渔业资源

珠海渔业资源丰富，兼具海洋与淡水渔业资源优势。珠江淡水与南海咸水在此交汇，形成了鱼类生长的良好环境。这里有“万山渔场”，是中国四大渔场之一。珠海还建成了万山、外伶仃 2 个国家级海洋牧场示范区，为海洋渔业发展提供了有力支撑。主要的海洋鱼类有白蕉海鲈、万山金鲳鱼、金湾黄立鱼等，其中白蕉海鲈是珠海的特色优势品种，斗门区作为全国最大的海鲈养殖基地，其海鲈产量占全国六成以上。

珠海注重渔业资源的保护和可持续发展，通过建设海洋牧场、实施渔业资源增殖放

流等措施，保护和修复渔业生态环境。同时，珠海初步形成以“三虾两鱼”为主导的特色品种养殖全产业链布局，2024年，珠海市水产品总产量38.12万吨，其中海洋牧场产出水产品3.28万吨。

## 3.2 海洋生态概况

### 3.2.1 区域气候气象

珠海地处祖国大陆南部，属亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

本节主要引用珠海气象站2004年至2023年近20年的气象资料进行统计分析。

#### (1) 气温

本区域全年气温较高，近20年多年年平均气温为23.3℃。最热的月份出现在6~9月份，多年月平均气温为28.0℃以上；5月和10月次之，多年月平均气温为25.6℃~26.3℃；最冷的月份出现在1月份，多年月平均气温为15.4℃；12月次之，多年月平均气温为17.1℃。平均最高气温出现在7月份，为29.1℃；平均最低气温出现在1月份为15.4℃。历年最高气温为38.7℃，出现在2005年07月17日；历年最低气温为2.0℃，出现在2016年01月24日。

表3.2.1-1 珠海市2004年至2023年近20年平均气温的月变化

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
温度℃	15.4	16.6	19.3	22.7	26.3	28.3	29.1	28.7	28.2	25.6	21.9	17.1	23.3

#### (2) 降水

根据珠海气象站统计资料，项目所在区域近20年平均全年降水量约为2042.26mm。每年最多降水量主要集中在夏半年（4~9月），约占全年降水量84%，最少降水量出现在冬半年（10~3月），约占全年降水量的16%。多年平均最大日降水量189.68mm。最大日降雨量为325.6mm，出现在2013年5月22日。

表3.2.1-2 珠海市2004年至2023年近20年平均降水的月变化

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
降水量mm	32.79	46.38	76.7	135.61	350.05	427.08	258.16	325.44	217.35	103.31	46.32	23.07	2042.26

#### (3) 湿度

项目所在区域相对湿度较高，近 20 年多年平均值为 78.00%，3~8 月份平均相对湿度较大，多年月平均均在 80%以上，其余月份的平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 80% 及以下，12 月份平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为 66.33%。

**表 3.2.1-3 珠海市 2004 年至 2023 年近 20 年平均湿度的月变化**

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
湿度%	71.53	78.68	82.71	84.10	84.06	83.51	80.85	82.48	77.77	71.42	72.53	66.33	78.00

**(4) 风况**

项目所在海域地处季风区，近 20 年累年平均风速 2.60m/s。月平均风速 7 月份相对较大，为 2.90m/s；1 月份相对较小，为 2.21m/s。多年平均风速变化不大。多年平均风速统计见表 3.2.1-4 所示。

**表 3.2.1-4 珠海市 2004 年至 2023 年近 20 年平均风速的月变化**

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
风速 m/s	2.21	2.36	2.43	2.63	2.76	2.73	2.90	2.69	2.84	2.84	2.46	2.32	2.60

项目所在区域年主导风向为东南东向，出现频率均为 14.00%，风向和风速随季节变化明显。西北西向风最少，出现频率为 2.233%。多年平均风频月变化见表 3.2.1-5 所示。

**表 3.2.1-5 珠海市 2004 年至 2023 年近 20 年平均风频的月变化 (%)**

月份	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
1月	5.40	4.92	13.37	14.72	12.31	10.07	7.28	2.17	1.78	0.97	2.63	3.19	4.03	2.50	4.37	7.95	2.55
2月	4.23	4.20	10.29	12.55	12.72	14.48	9.54	2.86	2.32	1.61	3.17	3.52	3.91	2.33	3.63	5.98	2.61
3月	3.22	3.29	9.18	13.06	13.68	16.37	11.67	3.43	2.93	2.19	3.78	3.04	3.20	1.86	2.97	3.62	2.55
4月	2.53	2.75	7.10	10.28	12.19	18.20	11.57	3.79	4.21	3.76	5.66	4.47	3.37	1.77	2.67	3.12	2.62
5月	2.08	2.15	6.06	8.59	10.54	16.09	9.84	3.67	4.38	6.43	10.62	7.37	3.48	2.02	2.12	2.31	2.34
6月	1.34	1.29	4.33	5.62	8.85	13.31	8.13	3.83	4.80	8.51	17.94	11.38	4.07	1.82	1.61	1.38	1.95
7月	1.41	1.27	4.30	6.10	9.94	15.25	9.62	3.90	4.61	7.24	13.10	11.63	4.51	1.97	1.85	1.40	1.95
8月	2.10	1.84	4.88	6.86	9.80	15.03	9.89	3.87	3.67	4.76	10.30	11.30	5.66	3.29	2.48	2.17	2.18
9月	2.22	2.59	8.03	11.17	12.19	17.52	11.56	3.23	2.90	2.32	4.90	5.99	4.45	2.82	2.95	3.04	2.19
10月	4.04	5.44	15.01	15.17	11.13	12.87	9.14	2.58	1.81	1.13	2.72	3.09	3.17	2.01	3.73	5.18	1.84
11月	5.04	5.77	14.75	14.79	11.79	11.60	8.37	2.26	1.69	0.98	2.54	2.92	3.13	2.02	3.84	6.41	2.07
12月	6.75	6.87	16.27	14.61	9.90	7.17	5.76	1.93	1.53	0.97	2.32	2.93	3.44	2.31	5.29	9.82	2.25
全年	3.36	3.53	9.46	11.13	11.25	14.00	9.36	3.13	3.05	3.41	6.64	5.90	3.87	2.23	3.13	4.37	2.26

**3.2.2 海洋水文动力状况**

**3.2.2.1 基面关系**

本项目设计资料采用 1956 年黄海基面高程系，各基面关系如下图 3.2.2-1。

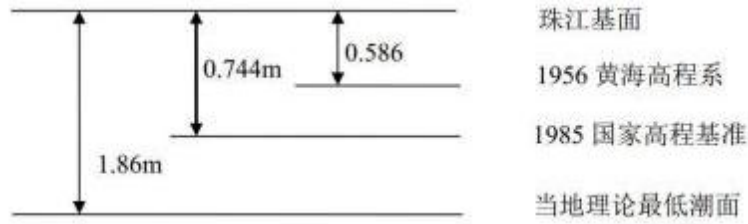


图 3.2.2-1 1956 黄海基准与其它基准转换关系图

### 3.2.2.2 潮汐

珠海境内河口海域潮汐属不正规半日混合潮型，即一个太阳日内，分别经历早、晚两次潮水涨落过程，各次潮高、潮差、历时均不相同，一般早潮大于晚潮。一次涨落过程中，涨潮历时短于落潮历时，一般情况下，平均涨潮历时冬长夏短，而平均落潮历时则相反，同期潮位、潮差由东向西、由内向外增大。

### 3.2.2.3 2025 年 4 月春季实测海洋水文动力环境现状调查与评价

#### 1.调查概况

本次引用广东宇南检测技术有限公司于 2025 年 4 月 28 日-5 月 26 日在项目附近海域的海洋水文动力资料进行论述分析，该次调查共布设 8 个海流观测站和 2 个潮位测站。6 个潮流观测站位和 2 个潮位测站位于项目论证范围内，满足《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361- 2023）中“一级论证一般不少于 6 个观测站位，同时应至少设置 1 个潮位站位”的要求。

#### 2.潮位

调查海域潮汐性质为不规则全半日潮。T1 站的平均半潮面为 8.78 m（当地理论最低潮面，下同），实测最高潮位为 1.71 m，发生在 05 月 14 日 09: 50,最低潮位为-0.71 m，发生在 05 月 03 日 22: 00；平均高潮位为 1.15 m，平均低潮位为-0.23 m；平均潮差为 1.40 m，最大潮差为 2.22 m，最小潮差为 0.59 m；涨潮历时大于落潮历时，其中平均涨潮历时为 6 小时 59 分钟，平均落潮历时为 6 小时 44 分钟。T2 站的平均半潮面为 3.18 m，实测最高潮位为 1.64 m，发生在 04 月 29 日 10: 20,最低潮位为-0.63 m，发生在 04 月 28 日 16: 20；平均高潮位为 1.07 m，平均低潮位为-0.17 m；平均潮差为 1.24 m，最大潮差为 2.08 m，最小潮差为 0.48 m；涨潮历时大于落潮历时，其中平均涨潮历时为 7 小时 14 分钟，平均落潮历时为 6 小时 34 分钟。

#### 3.潮流

在观测期间，各站点的流速差异较大，最大流速介于 64.70cm/s-136.33cm/s。其中，

表层最大流速介于 64.70cm/s-136.33cm/s，最大流速出现在 V4 站，对应流向为 178°；中层最大流速介于 66.28cm/s-121.76cm/s，最大流速出现在 V3 站，对应流向为 301°；底层最大流速介于 71.29cm/s-120.36cm/s，最大流速出现在 V3 站，对应流向为 302°。在垂向上，除 V4 和 V6 站最大流速出现在表层、V5 和 V8 站最大流速出现在底层外，其余各站最大流速出现在 0.6H 层（见表 3.2.2-2）。

**表 3.2.2-2 实测最大潮流速及对应流向统计（流速单位： cm/s， 流向单位： °）**

层次 \ 站位	表层		0.6H		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	76.46	163	77.34	163	73.65	162
V2	111.43	162	121.58	173	103.75	173
V3	121.48	302	121.76	301	120.36	302
V4	136.33	178	117.57	177	112.80	175
V5	69.91	7	69.83	2	71.29	5
V6	108.51	179	105.97	184	101.14	2
V7	93.12	161	106.68	169	85.82	166
V8	64.70	10	66.28	9	71.33	8

观测期间，实测最大涨潮流速为 121.76cm/s，对应流向为 301°，发生在 V3 站 0.6H 层；实测最大落潮流速为 136.33cm/s，对应流向为 137°，发生在 V4 站表层。在垂向上，除 V2、V5 和 V8 站实测最大涨潮流速出现在底层外，其余各站实测最大涨潮流速均出现在 0.6H 层；V4、V6 和 V8 站实测最大落潮流速出现在表层，V5 站的实测最大落潮流速均出现在底层，其余各站实测最大落潮流速均出现在 0.6H 层（见表 3.2.2-3）。

**表 3.2.2-3 实测最大涨、落潮流速及对应流向统计（流速单位： cm/s， 流向单位： °）**

层次	站位	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
表层	涨潮	流速	76.46	80.79	121.48	80.59	69.91	90.98	93.12	64.70
		流向	163	166	302	6	7	353	161	10
	落潮	流速	76.46	111.43	110.44	136.33	65.99	108.51	93.12	61.60
		流向	163	162	137	178	190	179	161	191
0.6H	涨潮	流速	77.34	83.98	121.76	81.94	69.83	105.19	100.86	66.28
		流向	163	197	301	6	2	358	164	9
	落潮	流速	77.34	121.58	110.56	117.57	65.17	105.97	106.68	57.66
		流向	163	173	140	177	189	184	169	182
底层	涨潮	流速	73.65	90.55	120.36	78.62	71.29	101.14	85.09	71.33
		流向	162	177	302	7	5	2	165	8
	落潮	流速	73.65	103.75	97.82	112.80	67.99	98.61	85.82	58.08
		流向	162	173	136	175	189	179	166	191

就涨、落潮时段平均而言，观测海域垂线平均流速介于 40.48-74.98cm/s，其中，涨

潮平均流速垂线平均介于 41.75 cm/s-73.88 cm/s，落潮平均流速垂线平均介于 40.48 cm/s-74.98 cm/s。最大涨潮平均流速为 83.64 cm/s，发生在 V7 站 0.6H 层，最小涨潮平均流速 40.51 cm/s，发生在 V8 站 0.6H 层，最大落潮平均流速为 85.47 cm/s，发生在 V7 站 0.6H 层，最小落潮平均流速为 39.38 cm/s，发生在 V8 站 0.6H 层。在垂向上，V1、V2、V5 和 V8 站涨潮平均流速出现在底层，V3、V6 和 V7 站涨潮平均流速出现在 0.6H 层，V5 站涨潮平均流速出现在表层；V1 和 V5 站平均落潮流速出现在底层，V2、V6 和 V7 站的平均落潮流速出现在 0.6H 层，V3、V4 和 V8 站平均落潮流速出现在表层（见表 3.2.2-4）。

表 3.2.2-4 涨落潮平均流速统计（流速单位：cm/s）

层次 站位		层次			
		表层	0.6H	底层	垂线平均
V1	涨潮	43.01	44.41	45.56	44.32
	落潮	44.23	45.21	45.36	44.94
V2	涨潮	54.55	56.52	56.57	55.88
	落潮	59.20	61.29	61.18	60.56
V3	涨潮	73.82	73.91	73.89	73.88
	落潮	71.46	70.49	70.14	70.70
V4	涨潮	61.80	59.39	54.93	58.70
	落潮	66.04	62.10	57.38	61.84
V5	涨潮	55.77	55.21	57.27	56.08
	落潮	57.19	56.55	58.68	57.47
V6	涨潮	70.47	71.86	60.39	67.57
	落潮	72.98	73.32	60.07	68.79
V7	涨潮	69.19	83.64	68.29	73.70
	落潮	69.51	85.47	69.96	74.98
V8	涨潮	42.08	40.51	42.67	41.75
	落潮	41.18	39.38	40.89	40.48

受到地形的影响，各站均表现为往复流。其中，V5 和 V8 站位涨潮方向为东北向，落潮方向相反，为西南向；其余各站的涨潮为西北向，落潮方向相反为东南向。此外，各站在不同深度流速比较稳定，变化不大，表层流速略大于底层流速。

#### 4.余流

调查海域整体余流差异性较大，各站余流流速介于 0.89-21.20 cm/s 之间，最大余流流速位于 V2 站 0.6H 层，流向为 183°，最小余流流速位于 V3 站底层，流向为 340°。V1 站余流流速最小出现在底层，其中表层余流流向为东南向，0.6H 层余流流向为东南向，底层余流流向为东南向，V2 站余流流速最小出现在表层，各层余流流向为南向；V3

站余流流速最小出现在底层,其中表层余流流向为南向, 0.6H 层余流流向为西南向, 底层余流流向为西北向; V4 站余流流速最小出现在 0.6H 层,各层余流流向为东南向; V5 站余流流速最小出现在表层,各层余流流向为西南向; V6 站余流流速最小出现在底层,其中表层和底层余流流向为西南向, 0.6H 层余流流向为东南向; V7 站余流流速最小出现在表层,其中表层和底层余流流向为西南向, 0.6H 层余流流向为东南向; V8 站余流流速最小出现在表层,各层余流流向为东北向（见表 3.2.2-5）。

**表 3.2.2-5 观测期间余流（流速单位： cm/s， 流向单位： °）**

站位	层次	表层	0.6H	底层
	V1	流速	10.84	9.88
流向		147	152	146
V2	流速	19.54	21.20	19.66
	流向	183	183	175
V3	流速	2.87	0.91	0.89
	流向	179	226	340
V4	流速	14.07	11.13	11.16
	流向	171	173	170
V5	流速	7.22	7.70	7.82
	流向	221	228	223
V6	流速	10.14	6.74	3.09
	流向	198	169	190
V7	流速	4.84	6.52	6.08
	流向	214	169	227
V8	流速	1.06	2.63	2.11
	流向	65	40	21

## 5.悬沙

### （1）悬沙含量及其分布特征

在观测期间,最大含沙量为 221.00 mg/L,位于 V3 站表层,最小含沙量为 5.90 mg/L,位于 V7 站底层。各站的含沙量差别不大,平均值介于 11.33~ 116.91 mg/L,其中 V3 站的平均含沙量最大,平均值介于 71.63~ 116.91 mg/L 之间,V2 站的平均含沙量最小,平均值介于 11.33~ 15.84 mg/L 之间。在垂向上,各站位海水泥沙含量随深度无明显变化,底层泥沙略大于表层泥沙（见表 3.2.2-6）。

表 3.2.2-6 观测期间含沙量特征值统计（单位： mg/L）

站号	特征值	表层	中层	底层
V1	最小	22.1	19.2	15.8
	最大	109.6	89.5	65.8
	平均	63.2	50.7	39.3
V2	最小	9.1	8.2	7.5
	最大	22.0	17.6	15.8
	平均	15.8	12.8	11.3
V3	最小	22.2	20.4	20.3
	最大	221.0	178.0	138.7
	平均	116.9	88.5	71.6
V4	最小	21.2	18.1	17.0
	最大	51.7	45.2	38.2
	平均	35.9	30.2	26.6
V5	最小	18.1	22.2	21.8
	最大	63.1	66.7	52.7
	平均	41.3	38.9	30.4
V6	最小	11.1	19.4	12.8
	最大	38.8	31.4	37.6
	平均	28.5	26.3	21.1
V7	最小	11.73	10.10	5.90
	最大	64.47	56.00	47.00
	平均	25.83	22.92	19.01
V8	最小	23.87	17.80	12.50
	最大	75.93	62.00	52.83
	平均	49.69	37.26	30.43

在观测期间，调查海域为不规则半日潮，各站点的含沙量随潮流变化而不断波动，呈现多峰结构。就一个潮周期而言，各站在涨急和落急时刻含沙量均出现峰值。在垂向上，各站点各层含沙量的变化不大，底层略大于表层。

### （2）悬沙输移特征

由实测含沙量资料结合海流资料计算悬沙的输沙量，主要公式为：

单宽输沙率：
$$q=HVS$$

式中： $q$ —单宽输沙率，单位为  $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$

$H$ —水深，单位为  $\text{m}$ ，由于没有同步观测水深，此处水深采用海图标注水深。

$V$ —流速，单位为  $\text{m/s}$

$S$ —悬沙含量，单位为  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

周日单宽净输沙量计算方法：

$$W_{\text{净}} = \{ (q_0 + q_1 t_1) + (q_1 + q_2 t_2) + \dots + (q_{n-1} + q_n t_n) \} / 2$$

式中： $W$ —周日单宽净输沙量，单位为  $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$ ；

$q$ —单宽输沙率；

$t$ —取样时间。

计算结果见表 3.2.2-7。本次监测最大单宽净输沙量为  $80949.88 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$ ，出现在 V4 站；最小单宽净输沙量为  $7184.19 \text{ mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$ ，出现在 V8 站。V1 和 V8 站的输沙方向为东南向；V2 站的输沙方向为南向；V3 站的输沙方向为西北向；V4 和 V7 站的输沙方向为南向；V5 和 V6 站的输沙方向为西南向。

表 3.2.2-7 单宽净输沙量和方向

站点	输沙量( $\text{mg}/\text{L}\cdot\text{d}$ )	方向 ( $^{\circ}$ )
V1	31760.07	139
V2	37947.05	182
V3	55491.69	343
V4	80949.88	176
V5	35650.83	210
V6	16919.67	186
V7	70362.23	180
V8	7184.19	127

### (3) 沉积物粒度分析

观测期间的水温变化不大，水温垂向分层不明显。最大水温为  $27.66^{\circ}\text{C}$ ，出现在 V2 站的表层，最小水温为  $23.66^{\circ}\text{C}$ ，出现在 V7 站的底层。在垂向上，各层温度差异不大（表 3.2.2-8）。

表 3.2.2-8 悬沙组分及其命名

站号	特征值	表层	0.6H	底层
V1	最小	24.58	24.58	24.58
	最大	25.81	25.83	25.85
	平均	25.13	25.14	25.14
V2	最小	25.15	25.19	25.05
	最大	27.66	26.54	27.37
	平均	25.67	25.49	25.44
V3	最小	26.11	26.11	26.12
	最大	27.56	27.24	27.18
	平均	26.55	26.50	26.50
V4	最小	24.94	24.89	24.83
	最大	25.56	25.57	25.65
	平均	25.32	25.30	25.29
V5	最小	25.87	25.87	25.92

站号	特征值	表层	0.6H	底层
	最大	26.95	26.95	26.88
	平均	26.36	26.36	26.37
V6	最小	24.77	24.68	24.65
	最大	26.40	25.57	25.51
	平均	25.41	25.28	25.22
V7	最小	23.92	23.83	23.66
	最大	25.83	25.60	25.57
	平均	24.85	24.65	24.29
V8	最小	25.79	25.62	25.77
	最大	26.59	26.56	26.53
	平均	26.16	26.15	26.18

观测期间的盐度变化不大，盐度垂向分层不明显。最大盐度为 29.31‰，出现在 V7 站的底层，最小盐度为 0.56‰，出现在 V1 站的表层。在垂向上，各层温度差异不大（表 3.2.2-9）。

表 3.2.2-9 沉积物特征参数

站号	特征值	表层	0.6H	底层
V1	最小	0.56	0.66	0.58
	最大	4.62	5.18	5.09
	平均	1.91	1.90	1.69
V2	最小	13.35	11.79	12.18
	最大	20.76	22.14	18.88
	平均	16.87	17.29	17.04
V3	最小	13.46	13.12	13.90
	最大	16.24	18.79	19.27
	平均	14.84	15.03	15.17
V4	最小	15.58	18.33	18.32
	最大	22.20	22.18	22.18
	平均	19.68	19.61	19.74
V5	最小	16.26	16.26	16.26
	最大	22.43	21.87	21.93
	平均	19.21	19.22	19.22
V6	最小	20.98	20.88	21.09
	最大	25.79	25.79	25.83
	平均	23.04	23.30	23.22
V7	最小	14.97	16.26	14.05
	最大	28.65	29.15	29.31
	平均	25.84	25.94	25.97
V8	最小	22.53	22.52	22.29
	最大	24.31	24.30	25.03
	平均	23.40	23.42	23.46

### 3.2.2.4 2025 年 11 月秋季实测海洋水文动力环境现状调查与评价

#### 1.调查概况

本章节引用广东宇南检测技术有限公司于 2025 年 11 月 4 日-21 日在项目附近海域的海洋水文动力调查资料进行论述分析,该次调查共布设 8 个海流观测站和 2 个潮位测站。6 个潮流观测站位和 2 个潮位测站位于项目论证范围内,满足《海域使用论证技术导则》(GB/T 42361-2023)中“一级论证一般不少于 6 个观测站位,同时应至少设置 1 个潮位站位”的要求。

#### 2.潮位

调查海域潮汐性质为不规则全日潮。V3 站的平均半潮面为 9.55 m (当地理论最低潮面,下同),实测最高潮位为 1.93 m,发生在 11 月 08 日 23:10,最低潮位为-1.06 m,发生在 11 月 24 日 07:10;平均高潮位为 1.15 m,平均低潮位为-0.18 m;平均潮差为 1.30 m,最大潮差为 1.93 m,最小潮差为 0.57 m;涨潮历时大于落潮历时,其中平均涨潮历时为 6 小时 39 分钟,平均落潮历时为 5 小时 45 分钟。V4 站的平均半潮面为 4.57 m,实测最高潮位为 1.87 m,发生在 11 月 08 日 23:00,最低潮位为-0.91 m,发生在 11 月 09 日 07:40;平均高潮位为 1.14 m,平均低潮位为-0.17 m;平均潮差为 1.30 m,最大潮差为 1.93 m,最小潮差为 0.57 m;涨潮历时大于落潮历时,其中平均涨潮历时为 6 小时 42 分钟,平均落潮历时为 5 小时 44 分钟。

#### 3.潮流

在观测期间,各站点的流速差异较大,最大流速介于 54.12cm/s-133.14cm/s。其中,表层最大流速介于 54.12cm/s-128.44cm/s,最大流速出现在 V4 站,对应流向为 172°;中层最大流速介于 55.87cm/s-131.82cm/s,最大流速出现在 V4 站,对应流向为 171°;底层最大流速介于 61.86cm/s-133.14cm/s,最大流速出现在 V4 站,对应流向为 171°。在垂向上,V1、V2、V4 和 V8 站的最大流速出现在底层,V3 和 V5 站最大流速出现在表层,V6 和 V7 站最大流速出现在 0.6H 层(见表 3.2.2-11)。

表 3.2.2-11 实测最大潮流速及对应流向统计(流速单位: cm/s, 流向单位: °)

站位 \ 层次	表层		0.6H		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V1	80.03	184	80.40	185	82.46	185
V2	54.12	165	55.87	170	64.47	182
V3	102.83	161	98.61	152	98.30	314
V4	128.44	172	131.82	171	133.14	171

层次 站位	表层		0.6H		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
V5	62.22	185	61.77	191	61.86	190
V6	81.57	187	83.36	190	82.90	183
V7	88.17	260	105.30	261	99.74	276
V8	91.42	255	107.10	257	109.64	255

观测期间，实测最大涨潮流速为 109.64cm/s，对应流向为 255°，发生在 V8 站底层;实测最大落潮流速为 133.14cm/s，对应流向为 255°，发生在 V4 站底层。在垂向上，V1 和 V6 站的实测最大涨潮流速出现在表层，V2、V3 和 V8 站的实测最大涨潮流速出现在底层，V4、V5 和 V7 站实测最大涨潮流速出现在 0.6H 层；V1、V2、V4 和 V8 站的实测最大落潮流速出现在底层，V3 站的实测最大落潮流速均出现在表层，其余各站实测最大落潮流速均出现在 0.6H 层（见表 3.2.2-12）。

表 3.2.2-12 实测最大涨、落潮流速及对应流向统计（流速单位：cm/s，流向单位：°）

层次	站位	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
表层	涨潮	流速	77.18	41.98	88.01	86.83	51.33	54.30	77.46	80.60
		流向	192	334	304	144	357	325	260	262
	落潮	流速	80.03	54.12	102.83	128.44	62.22	81.57	88.17	91.42
		流向	184	165	161	172	185	187	260	255
0.6H	涨潮	流速	75.73	50.86	91.02	104.57	51.80	51.83	105.30	107.10
		流向	184	179	312	169	357	347	261	257
	落潮	流速	80.40	55.87	98.61	131.82	61.77	83.36	105.30	107.10
		流向	185	170	152	171	191	190	261	257
底层	涨潮	流速	76.24	55.78	98.30	76.61	51.20	50.38	96.42	109.64
		流向	188	351	314	187	355	350	255	255
	落潮	流速	82.46	64.47	97.15	133.14	61.86	82.90	99.74	109.64
		流向	185	182	142	171	190	183	276	255

就涨、落潮时段平均而言，观测海域垂线平均流速介于 35.93-82.99cm/s，其中，涨潮平均流速垂线平均介于 35.93 cm/s-78.48 cm/s，落潮平均流速垂线平均介于 38.19 cm/s-82.99 cm/s。最大涨潮平均流速为 90.23 cm/s，发生在 V8 站底层，最小涨潮平均流速 26.00 cm/s，发生在 V2 站表层，最大落潮平均流速为 95.86 cm/s，发生在 V8 站底层，最小落潮平均流速为 27.13 cm/s，发生在 V2 站表层。在垂向上，V1 和 V6 站涨、落潮平均流速出现在表层，V5 和 V8 站涨、落潮平均流速出现在底层，其余各站涨、落潮平均流速最大均出现在 0.6H 层（见表 3.2.2-13）。

表 3.2.2-13 涨落潮平均流速统计（流速单位： cm/s）

站位	层次	表层	0.6H	底层	垂线平均
	V1	涨潮	63.37	62.44	62.72
	落潮	70.65	69.63	70.27	70.18
V2	涨潮	26.00	43.70	39.33	36.35
	落潮	27.13	46.17	41.29	38.19
V3	涨潮	53.87	61.42	59.59	58.29
	落潮	54.52	62.11	61.48	59.37
V4	涨潮	73.38	85.49	65.21	74.70
	落潮	83.46	93.78	71.73	82.99
V5	涨潮	33.07	36.88	37.84	35.93
	落潮	35.77	40.04	40.96	38.93
V6	涨潮	43.42	41.37	26.12	36.97
	落潮	48.71	45.84	27.90	40.81
V7	涨潮	57.11	88.40	81.98	75.83
	落潮	58.22	91.66	86.18	78.69
V8	涨潮	56.30	88.90	90.23	78.48
	落潮	57.54	92.86	95.86	82.09

受到地形的影响，除 V2、V4、V6 站表现为旋转流外，其余各种均表现为往复流。其中，V1 和 V5 站的涨潮方向为北向，落潮方向相反为南向；V3 站的涨潮方向为西北向，落潮方向相反为东南向；V7 和 V8 站的涨潮方向为东西，落潮方向相反。V2 站表现出逆时针的旋转流；V4 和 V6 站表现出顺时针的旋转流。此外，各站在不同深度流速比较稳定，变化不大，表层流速略大于底层流速。

#### 4.余流

调查海域整体余流差异性较大，各站余流流速介于 1.94-54.31 cm/s 之间，最大余流流速位于 V8 站 0.6H 层，流向为 261°，最小余流流速位于 V3 站底层，流向为 102°。V1 站余流流速最小出现在 0.6H 层,其中表层和底层余流流向为西南向，0.6H 层余流流向为南向；V2 和 V6 站余流流速最小出现在底层,各层余流流向为西南向；V3 站余流流速最小出现在底层,其中表层和 0.6H 层余流流向为西南向，底层余流流向为东南向；V4 站余流流速最小出现在底层,其中表层和 0.6H 余流流向为东南向，0.6H 层余流流向为东南向，底层余流流向为西南向；V5 和 V8 站余流流速最小出现在表层,各层余流流向为西南向；V7 站余流流速最小出现在表层,各层余流流向为西向（见表 3.2.2-14）。

**表 3.2.2-14 观测期间余流（流速单位： cm/s， 流向单位： °）**

站位 \ 层次		层次		
		表层	0.6H	底层
V1	流速	20.99	20.18	21.22
	流向	191	183	187
V2	流速	11.03	13.23	5.86
	流向	223	220	210
V3	流速	10.62	7.65	1.94
	流向	237	239	102
V4	流速	20.52	14.37	12.35
	流向	150	171	191
V5	流速	6.18	6.55	7.56
	流向	205	197	213
V6	流速	11.37	9.23	4.91
	流向	203	197	221
V7	流速	46.64	53.92	50.02
	流向	268	273	275
V8	流速	47.81	54.31	50.63
	流向	261	261	260

## 5.悬沙

### (1) 悬沙含量及其分布特征

在观测期间，最大含沙量为 221.00 mg/L,位于 V3 站表层，最小含沙量为 5.90 mg/L，位于 V7 站底层。各站的含沙量差别不大，平均值介于 11.33~ 116.91 mg/L，其中 V3 站的平均含沙量最大，平均值介于 71.63~ 116.91 mg/L 之间,V2 站的平均含沙量最小，平均值介于 11.33~ 15.84 mg/L 之间。在垂向上，各站位海水泥沙含量随深度无明显变化，底层泥沙略大于表层泥沙（见表 3.2.2-15）。

**表 3.2.2-15 观测期间含沙量特征值统计（单位： mg/L）**

站号	特征值	表层	中层	底层
V1	最小	29.6	29.2	28.4
	最大	146.7	144.0	142.3
	平均	73.2	72.4	69.8
V2	最小	12.6	12.0	12.7
	最大	28.5	37.6	34.1
	平均	18.2	18.0	18.0
V3	最小	41.6	41.6	45.2
	最大	91.8	96.2	95.3
	平均	66.1	65.4	64.9
V4	最小	9.0	13.2	12.9

站号	特征值	表层	中层	底层
	最大	73.1	66.9	65.1
	平均	38.7	37.6	36.3
V5	最小	96.8	98.5	96.4
	最大	222.7	211.7	186.0
	平均	135.3	132.9	129.5
V6	最小	21.6	20.9	19.7
	最大	209.0	216.3	164.7
	平均	87.1	81.2	72.0
V7	最小	34.20	33.70	30.50
	最大	86.23	84.67	83.47
	平均	58.14	58.59	57.80
V8	最小	39.60	35.50	36.80
	最大	169.00	178.33	174.00
	平均	94.01	93.92	91.05

在观测期间，调查海域为不规则全日潮，各站点的含沙量随潮流变化而不断波动，呈现多峰结构。就一个潮周期而言，各站在涨急和落急时刻含沙量均出现峰值。最大含沙量为 222.67 mg/L,位于 V5 站表层，最小含沙量为 9.00 mg/L，位于 V4 站表层。各站的含沙量差别不大，平均值介于 18.01~ 135.29 mg/L，其中 V5 站的平均含沙量最大，平均值介于 129.52~ 135.29 mg/L 之间,V2 站的平均含沙量最小，平均值介于 18.01~ 18.16 mg/L 之间。

## (2) 悬沙输移特征

由实测含沙量资料结合海流资料计算悬沙的输沙量，主要公式为：

$$\text{单宽输沙率: } q = HVS$$

式中： $q$ —单宽输沙率，单位为  $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{s})$

$H$ —水深，单位为  $\text{m}$ ，由于没有同步观测水深，此处水深采用海图标注水深。

$V$ —流速，单位为  $\text{m/s}$

$S$ —悬沙含量，单位为  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

周日单宽净输沙量计算方法：

$$W_{\text{净}} = (q_0 + q_1 t_1 + (q_1 + q_2 t_2 + \dots + (q_{n-1} + q_n t_n) / 2$$

式中： $W_{\text{净}}$ —周日单宽净输沙量，单位为  $\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$ ；

$q$ —单宽输沙率；

$t$ —取样时间。

计算结果见表 3.2.2-16。本次监测最大单宽净输沙量为 80949.88  $\text{mg}/(\text{L}\cdot\text{d})$ ，出现在

V4 站；最小单宽净输沙量为 7184.19 mg/(L·d)，出现在 V8 站。V1 和 V8 站的输沙方向为东南向；V2 站的输沙方向为南向；V3 站的输沙方向为西北向；V4 和 V7 站的输沙方向为南向；V5 和 V6 站的输沙方向为西南向。

表 3.2.2-16 单宽净输沙量和方向

站点	输沙量(mg/ L·d)	方向 (° )
V1	125143.14	187
V2	34001.01	219
V3	87351.24	193
V4	176094.15	169
V5	48266.70	213
V6	178287.84	199
V7	591546.03	272
V8	589498.66	262

### 3.2.2.5 波浪

#### ①珠海口海域波浪特征

珠江口海区的波浪是华南近岸海区中的强浪区之一。常浪向为 SE 和 N，但波浪受季风影响，冬半年与夏半年的浪向有所不同，冬半年受偏北风影响，多偏北向浪；而夏半年则多偏南向浪，由于夏半年常受台风侵袭，故波浪亦最大，例如 1986 年大万山岛测得的最大台风波高为 11.9 米；1979 年横栏岛测得台风波浪达 10.7 米。在一般的常见台风影响下，珠江口可产生 3-5 米的大浪（H1/10）。

#### ②工程区海域波浪观测结果

本次引用《唐家湾情侣北路改线工程生态评估报告（报批稿）》（2019）中的波浪观测资料进行评价，该项目于 2013 年 8 月至 2014 年 7 月进行了一周年的波浪观测，观测站位水深为 4.8m。冬季（12 月、1 月、2 月）N 向浪优势明显，频率占 27%，其次为 NNE 向；夏季（6 月、7 月、8 月）常浪向为 SE 向，频率为 13%，其次为 S 向，频率为 11%，有效波高多低于 1.0m。根据对唐家湾的海底地形地貌分析和风况资料，可以推断，该区的优势浪向为 N-SE 向。

## 3.2.3 地形地貌与冲淤环境

### 3.2.3.1 地形地貌

本项目位于珠海市高新区北围片区海堤，其原始地貌单元为海陆交互相沉积地带，后经人工改造，原始地形也已改变。场地地势较平坦，地面标高介于 4.16~5.84 米之间，

平均 4.98 米，高差 1.68 米。

根据中国有色金属长沙勘察设计研究院有限公司 2025 年 7 月 18 日的实测水深地形资料，本项目所在海域的水深呈由堤岸向外海逐渐加深的趋势，但整体较平坦，且水深较浅（基本在 1m 以内，1956 黄海高程）。

### 3.2.3.2 冲淤环境

为了了解本项目所在海域的冲淤环境变化情况，本次收集了项目所在海域 2003 年~2024 年部分代表年份的历史影像图，进行对比分析。由对比分析结果可知，本项目海堤所在海域呈淤积状态，海堤前沿滩涂宽度逐渐加宽。

由此可见，本项目所在海域呈淤积状态，对后续建成的海堤结构影响较小。

## 3.2.4 区域地质构造及工程地质

### 3.2.4.1 区域地质构造

珠海市地处珠江三角洲的中南部，珠江口的西岸。在大地构造上为中国东部新华夏系第二隆起带与南岭纬向构造带的复合部位，也是华夏地向斜的东南延伸部分。

场地附近范围内分布主要有淇澳—桂山岛断裂（F2）、那州断裂（F12）、东坑断裂（F13）及西江断裂（F1）。

#### 1) 淇澳—桂山岛断裂（F2）

断裂分布于淇澳岛及其以南至桂山岛以东水域中。淇澳断裂北段称淇澳断裂，南段称桂山岛东断裂，在淇澳岛上表现为北西向长条形的平原凹地。该断裂向南东延伸入水域，据珠委浅层人工地震资料，断裂延伸线上基岩顶出现相对深达 30 米的风化凹槽。覆盖在凹槽上的第四纪沉积物未见变动。断裂控制了岛屿的排列。如牛头、桂山等岛就是顺断裂方向排列的。

#### 2) 那州断裂（F12）

该断裂分布于区内北部的长沙埔——那洲一带，总长约 13km，宽度 10~15m，局部大于 30m。断裂走向北东 35°，倾向北西，倾角 80°，局部也见倾向南东。构造破碎带以强烈的硅化破碎岩和密集的石英脉充填为其特征，局部也见有角砾岩及糜棱岩。该断裂早期显压扭性，后期显微弱的张性。

#### 3) 东坑断裂（F13）

该断裂从场地西侧约 3km 外通过，断裂走向 35°，倾向北西，倾角 85°，逆断层，

晚期正断层，活动于燕山——喜山期。分布于珠海留诗山——福溪一带，长约 14km，宽约 2~5m。破碎带以硅化碎裂岩、断层角砾岩、糜棱岩组成，并有石英脉充填。角砾成分除花岗岩外，尚有脉石英；磨圆度较好，结构面呈舒缓波状。

该断裂在晚更新世以来无活动性，地震活动方面，该带及其附近历史上无中强地震。

#### 4) 西江断裂 (F1)

西江断裂是控制珠江三角洲西缘的断裂带。断裂北自四会往南东经鹤山、江门至珠海磨刀门延伸入南海，长约 200km。

在近场区内，断裂基本是沿西江下游的北西向河谷地区发育，总体走向北西 310~330°，倾角大于 50°。据南海九江大桥的工程地震探测结果，断裂切割了二叠系变质砂岩和燕山期黑云母花岗岩，变质砂岩和花岗岩呈断层接触，形成宽约 50m 的断层破碎带，发育断层角砾岩夹薄层断层泥和花岗碎斑岩，并在河床出现断层沟。发育在断层沟北侧变质砂岩中的断层走向 303~320°，倾向南西，倾角 75~85°；发育在南侧花岗岩中的断层走向北西 303°，倾向北东，倾角 80°，断层破碎带宽约为 1~2m。推测断裂的主断面是从断层沟通过。

在了哥山、潭窰山、鹅公山等地，断裂发育在中上侏罗统内，形成强烈的构造角砾岩，构成断层三角面或断层崖。在了哥山，断裂切割中上侏罗统紫红色砂岩，断裂走向北西 320~330°，倾向南西，倾角 60~77°。断层破碎带宽 40m，由碎裂岩至角砾岩组成，其内间有糜棱岩带，每条糜棱岩带宽约 30~60cm。断裂内存在多条高角度构造断面，组成叠瓦状构造，断裂总体表现为早期可能发生自西南向东北方向的高角度挤压逆冲运动，中至后期则以拉张作用为主。从不太发育的断层阶步可证明，断裂早期活动兼有左旋滑动，但滑动量不大，断裂的最新一次活动则以高角度倾滑为主。

在九江、了哥山等地采集的断层样品进行热释光年龄测试，九江河段的断层泥样品测年为距今  $4.42 \pm 0.34$  万年，了哥山分别为距今  $4.95 \pm 0.43$  万年、 $9.77 \pm 0.76$  万年、 $14.66 \pm 1.2$  万年，江门外海潮莲钻孔中断层泥测年数据为  $8.50 \pm 0.50$  万年，斗门水鬼岩的构造岩热释光测年数据为  $20.08 \pm 0.02$  万年。由此可见，断裂曾在中更新世末期至晚更新世中晚期有过强烈活动。

近场区的断裂活动性与断裂南段和北段相比较明显相对较弱。在西江断裂南段的磨刀门大桥采集的断层样品热释光年龄测试结果显示，断裂活动年代为距今  $2.34 \pm 0.15$  万年，相对年代在晚更新世末。

西江断裂的地震活动也主要分布在南段和北段，如北段的四会在 1445 年发生 4

级地震，南段的磨刀门水域 1905 年发生澳门 5 级地震。近场区沿西江断裂历史未记录过破坏性地震。自 1970 年以来，仪器记录的小震也集中在断裂北段的四会、广宁等地和南段的磨刀门水域。

珠海市断裂构造晚更新世有过活动的断裂只有西江断裂，属于晚第四纪活动断裂，其余断裂的最新一次强裂活动在晚更新世以前，因此淇澳—桂山岛断裂（F2）、那州断裂（F12）、东坑断裂（F13）对项目工程无影响。另外，西江断裂属发震断裂，所谓的发震断裂，指的是全新世活动断裂中，近 500 年来发生过  $M \geq 5$  级地震的断裂或今后 100 年内可能发生  $M \geq 5$  级地震的断裂。断裂走向为北西向，位于场地西侧，距拟建场地约 20km，另外按照中国建筑科学研究院有关专家就“抗震规范”方面的相关解读，“6、7 度地区，可不考虑近场效应的相关调整”，故断裂对拟建项目工程建设无影响。

根据区域地质资料，结合本次勘察钻探资料分析，拟建场地内未发现断裂构造通过及其它构造形迹，所以，拟建场地现今处于相对稳定的阶段，适宜兴建拟建项目。

### 3.2.4.2 工程地质

本节引用《珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程岩土工程初步勘察报告》（中国有色金属长沙勘察设计研究院有限公司，2025 年 7 月）中的相关内容进行论述分析，该次岩土勘察共布设了 18 个钻孔，其中位于北围海堤附近的共 8 个。

#### 1. 地层岩性

根据勘察结果，场区内埋藏的地层主要有人工填土层（ $Q^{ml}$ ）、第四系海陆交互沉积层（ $Q^{mc}$ ）、第四系残积层（ $Q^{cl}$ ），下伏基岩为燕山期花岗岩（ $\gamma_y$ ）。场地内发育的地层按自上而下的顺序依次描述如下：

##### （1）人工填土层（ $Q^{ml}$ ）

根据其组成成分的不同，该层由素填土①-1、填石①-2 共 2 个亚层组成。

1) 素填土①-1：灰黄、灰褐色，主要成分为黏性土夹碎石等组成，碎石含量约 5%，粒径一般 1-5cm，最大粒径约 20cm，部分钻孔顶部夹植物根茎。该层系新近无序外运堆填而成，堆填时间大于 10 年，其密实程度不均匀，未完成自重固结，呈稍湿、稍压实~松散状态，具有高压缩性、轻微湿陷性。所有钻孔均遇见该层，层厚 2.40~13.20 米，平均层厚 6.84m。

2) 填石①-2：青灰、灰白色，主要为砗块等混少量黏性土组成，局部夹花岗岩碎

石，硬杂质粒径一般约 20~50cm，最大粒径可达 80cm。该层系新近堆填而成，堆填时间大于 10 年，呈松散状态。本层局部地段分布，仅 ZK13 及 ZK19 号遇见该层，层厚 0.80~3.10m，平均层厚 1.95m。

## （2）第四系海陆交互沉积层（Q<sup>mc</sup>）

主要由淤泥②-1、粉质黏土②-2 及粗砂②-3 共 3 个亚层组成，分述如下。

1) 淤泥②-1：灰黑、褐灰色，含有机质 1.89%~4.32%，夹贝壳，具腥臭味，局部夹少量中粗砂，摇振反应无反应，光泽反应稍有光泽，干强度及韧性较高，呈饱和、流塑状态。该层在场地内普遍分布，除钻孔 ZK7、ZK11、ZK13 及 ZK19 号外，其余钻孔均遇见该层，层厚 1.00~11.30m，平均厚度 5.44m。

2) 粉质黏土②-2：褐黄、褐灰色，主要由黏粒组成，局部不均匀夹约 20%-30%的中粗砂，摇震无反应，光泽反应有光泽，干强度及韧性较高，呈饱和、可塑状态。该层在场地内普遍分布，除钻孔 ZK7、ZK11、ZK13 及 ZK19 号外，其余钻孔均遇见该层，层厚 1.00~11.30m，平均厚度 5.44m。

3) 粗砂②-3：灰白、褐黄色，主要成分为石英质，含约 10%-25%的黏性土，颗粒形状亚圆形为主，级配良，分选差，呈饱和、稍密~中密状态。该层在场地内普遍分布，除钻孔 ZK3~ZK5 号外，其余钻孔均遇见该层，层厚 1.50~12.60m，平均厚度 7.93m。

## （3）第四系残积层（Q<sup>el</sup>）

砂质黏性土③：褐黄、褐红色，系由花岗岩原地风化残积而成，原岩结构清晰可辨，具有一定的残余强度，摇震无反应，光泽反应稍有光泽，干强度中等，韧性较低，呈稍湿~很湿、硬塑状态。各钻孔均揭露该层，层厚 2.80~15.50m，平均厚度 6.94m。

## （4）燕山期（γy）花岗岩

褐黄、灰白、肉红夹青灰色，主要矿物成分为石英、长石及黑云母，粗粒花岗结构，块状构造。本次揭露的花岗岩，按其风化程度的不同可分为全风化花岗岩及中风化花岗岩共两带。

1) 全风化花岗岩④-1：属极软岩，褐灰、褐黄间灰白色，岩体结构基本破坏，矿物成分已风化呈土状及砂砾状，有一定残余结构强度，岩体完整程度为极破碎，岩体基本质量等级为V级，岩芯呈密实或坚硬土柱状，遇水易软化崩解，合金钻具易钻进。除钻孔 ZK1 及 ZK5 号外，其余各钻孔均揭露该层，揭露厚度 1.60~4.30m，平均 3.39m，层厚不详。

2) 中风化花岗岩④-2: 属较软岩, 褐黄色、灰褐色, 部分矿物风化明显, 节理裂隙稍发育, 节理面偶见褐色铁锰质渲染, 岩体完整程度为较完整, 岩体基本质量等级为V类, 岩芯呈碎块状、短柱状, 节长5~10cm, 岩石质量指标较差 (RQD≈30), 金刚石钻具可钻进。仅钻孔 ZK1、ZK4 及 ZK5 揭露该层, 揭露厚度 1.20~3.00 米, 层厚不详。

## 2.不良地质

根据区域地质资料及本次勘察结果, 勘探涉及深度范围内未发现活动性构造断裂及其它构造形迹, 也未发现影响工程稳定性的地陷、岩溶、泥石流、采空区、崩塌、滑坡、横向扩展等不良地质作用, 但存在一定的地面沉降、液化(震陷)等地质灾害的可能, 场地整体地震稳定性能较差。

场地对建筑抗震属于不利地段, 岩土勘察报告综合判定: 场地稳定性为稳定性差, 工程建设适宜性为适宜性差, 宜通过地基处理或桩基础来进行工程建设活动, 经工程处理后可进行项目建设。本项目拟通过水泥搅拌桩对陆域堤围基础进行加固处理。

## 3.2.5 2025 年春季海洋环境质量现状

### 3.2.5.1 调查概况

本次引用广东宇南检测技术有限公司于 2025 年 4 月 20 日-22 日(春季)在项目附近海域开展海洋环境现状调查资料进行评价, 该次调查共设置 27 个海水水质调查站位、19 个海洋沉积物调查站位、17 个海洋生态调查站位、8 条游泳动物调查断面和 4 条潮间带调查断面。

### 3.2.5.2 海水水质现状调查及评价

#### ①第一类区

本次调查位于第一类区的海水水质调查站位有 18 个。评价结果显示, 所有站位中的 pH 值、溶解氧、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类的监测结果均符合海水水质第一类标准, 仅化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮的监测结果不能满足第一类海水水质标准要求。其中化学需氧量有 1 个站位超标, 超标倍数约为 1.12, 能满足第二类海水水质标准要求; 活性磷酸盐有 7 个站位超标, 最大超标倍数为 2.87, 其中 3、13、16、26 站位中的活性磷酸盐监测结果能满足第二类海水水质标准要求, 9、14 站位中的活性磷酸盐监测结果能满足第四类海水水质标准要求; 无机氮有 18 个站位超标,

最大超标倍数为 7.18，其中 11、13、15、16、18、19、20、25、26、27 站位中的无机氮监测结果能满足第四类海水水质标准要求，其余站位中的无机氮监测结果均不能满足第四类海水水质标准要求。

### ②第二类区

本次调查位于第二类区的海水水质调查站位有 1 个。评价结果显示，各调查站位中的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、硫化物、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类的监测结果均符合海水水质第二类标准，仅无机氮的监测结果不能满足第二类海水水质标准要求。超标倍数约为 2.95，不能满足第四类海水水质标准要求。

### ③第三类区

本次调查位于第三类区的海水水质调查站位有 6 个。评价结果显示，各调查站位中的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类的监测结果均符合海水水质第三类标准，仅活性磷酸盐、无机氮的监测结果不能满足第三类海水水质标准要求。其中活性磷酸盐有 1 个站位超标，超标倍数约为 1.53 倍，不能满足第四类海水水质标准要求；无机氮有 6 个站位超标，最大超标倍数为 1.63，均不能满足第四类海水水质标准要求。

### ④第四类区

本次调查位于第四类区的海水水质调查站位有 2 个。评价结果显示，各调查站位中的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、硫化物、活性磷酸盐、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类的监测结果均符合海水水质第四类标准，仅无机氮的监测结果不能满足第四类海水水质标准要求。无机氮有 2 个站位超标，最大超标倍数为 1.31。

2025 年 4 月珠海海域海水环境状况总体一般，受陆源污染影响较大的河口和近岸海域水质较差，主要污染物为无机氮，其次为活性磷酸盐。

### 3.2.5.3 沉积物质量现状调查与评价

#### (1) 粒度调查结果

2025 年春季海洋沉积物粒度调查结果见表 3.2.5-10 所示。调查结果显示，调查海域表层沉积物砂含量在 0.2%~94.14%之间，平均值为 34.51%；粉砂含量在 1.56%~69.1%之间，平均值为 38.64%；粘土含量在 0.52%~43.87%之间，平均值为 18.98%。平均粒径（MZ）变化范围是（0.003~0.059）mm，平均值为 0.022mm。中值粒径（Md）变化范围是（3.76~8.64） $\phi$ ，平均值为 6.893 $\phi$ 。表层沉积物类型主要为砂质粉砂和粘土质粉

砂。

## （2）海洋沉积物质量调查结果与评价

### ①第一类区

本次调查位于第一类区的沉积物调查站位有 16 个，其中 3 个为潮间带站位。评价结果显示，所有站位中的砷、铅、硫化物和有机碳的现状监测结果均符合海洋沉积物第一类标准，总汞、铜、锌、镉、铬、石油类的监测结果不能满足第一类海洋沉积物标准要求。其中总汞有 2 个站位超标，最大超标倍数约为 1.84，但均能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。共有 14 个站位超标，最大超标倍数约为 3.37，除 C2 中区的沉积物铜的检测结果仅能满足第三类海洋沉积物质量标准要求外，其余站位均能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。锌有 5 个站位超标，最大超标倍数约为 1.83，但均能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。镉有 11 个站位超标，最大超标倍数约为 3.36，除 8 站位仅能满足第三类海洋沉积物质量标准要求外，其余站位均能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。铬有 1 个站位超标，超标倍数约为 1.12，能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。石油类有 3 个站位超标，最大超标倍数约为 1.47，但均能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。

### ②第二类区

本次调查位于第二类区的沉积物调查站位有 1 个。评价结果显示，站位中的总汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬、硫化物、石油类、有机碳均能满足第二类海洋沉积物质量标准要求。

### ③第三类区

本次调查位于第三类区的沉积物调查站位有 2 个，其中 1 个为潮间带站位。评价结果显示，所有站位中的总汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬、硫化物、石油类、有机碳均能满足第三类海洋沉积物质量标准要求。

#### 3.2.5.4 海洋生物质量现状调查与评价

本次引用广东宇南检测技术有限公司于2025年4月20日-22日（春季）在项目附近海域进行的海洋生态环境质量现状资料进行评价，该次调查选取渔业资源拖网中具有代表性的本地经济种类、本地常见和优势种类生物进行分析，分析其体内总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油烃共8项指标。

2025年4月（春季）海洋生物质量调查结果显示，春季调查海区鱼类、甲壳类、

软体类中的总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬、石油烃含量均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中规定的海洋生物质量标准。所有双壳贝类的总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬、石油烃等含量均能满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准要求。总体上，调查期间，调查海域的海洋生物质量现状良好。

### 3.2.6 2025年秋季海洋环境质量现状

#### 3.2.6.1 调查概况

本次引用广东宇南检测技术有限公司于2025年10月18日-19日（秋季）在项目附近海域开展的海洋环境现状调查资料进行评价，该次调查共设置27个海水水质调查站位、17个海洋生态调查站位（含渔业资源）和5条潮间带调查断面。

#### 3.2.6.2 海水水质现状调查及评价

##### ①第一类区

本次调查位于第一类区的海水水质调查站位有20个。评价结果显示，该站位中的pH值、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、挥发酚、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、镍、硒、硫化物的监测结果均符合海水水质第一类标准，仅活性磷酸盐、无机氮的监测结果不能满足第一类海水水质标准要求。其中活性磷酸盐有16个站位超标，最大超标倍数为2.40，其中2、3、14、15、17、18、19、21、22、23、25、26、27站位中的活性磷酸盐监测结果能满足第二类海水水质标准要求，1、5、6站位中的活性磷酸盐监测结果能满足第四类海水水质标准要求；无机氮有16个站位超标，最大超标倍数为8.57，所有站位中的无机氮监测结果均不能满足第四类海水水质标准要求。

##### ②第二类区

本次调查位于第二类区的海水水质调查站位有1个。评价结果显示，各调查站位中的pH值、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、挥发酚、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、镍、硒、硫化物的监测结果均符合海水水质第二类标准，仅活性磷酸盐、无机氮的监测结果不能满足第二类海水水质标准要求。活性磷酸盐的超标倍数约为1.03，能满足第四类海水水质标准要求；无机氮的超标倍数约为5.04，不能满足第四类海水水质标准要求。

##### ③第三类区

本次调查位于第三类区的海水水质调查站位有7个。评价结果显示，各调查站位中

的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、挥发酚、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、镍、硒、硫化物的监测结果均符合海水水质第三类标准，仅活性磷酸盐、无机氮的监测结果不能满足第三类海水水质标准要求。其中活性磷酸盐有 2 个站位超标，最大超标倍数为 1.13，但能满足第四类海水水质标准要求；无机氮有 7 个站位超标，最大超标倍数为 4.33，所有站位中的无机氮监测结果均不能满足第四类海水水质标准要求。

#### ④第四类区

本次调查位于第三类区的海水水质调查站位有 3 个。评价结果显示，各调查站位中的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、五日生化需氧量、活性磷酸盐、挥发酚、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、镍、硒、硫化物的监测结果均符合海水水质第四类标准，仅无机氮的监测结果不能满足第四类海水水质标准要求。无机氮有 3 个站位超标，最大超标倍数为 3.02。

2025 年 10 月珠海海域海水环境状况总体一般，主要污染物为无机氮，其次为活性磷酸盐。

### 3.2.6.3 海洋生物质量现状调查与评价

本次引用广东宇南检测技术有限公司于 2025 年 10 月 18 日-19 日（秋季）在项目附近海域进行的海洋生态环境质量现状调查资料进行评价，该次调查选取渔业资源拖网中具有代表性的本地经济种类、本地常见和优势种类生物进行分析，分析其体内总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油烃共 8 项指标。

2025 年 10 月（秋季）海洋生物质量调查结果显示，秋季调查海区鱼类、甲壳类、软体类中的铜、锌、镉、石油烃含量均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中规定的海洋生物质量标准，仅总汞、砷、铅含量不符合相应海洋生物质量标准。其中总汞有 14 个站位超标，最大超标倍数约为 3.20；砷有 5 个站位超标，最大超标倍数约为 1.27；铅有 25 个站位超标，最大超标倍数约为 4.86。总体上，调查期间，调查海域的海洋生物质量现状一般，以铅和总汞超标为主。

### 3.2.7 2025 年春季海洋生态环境质量现状调查与评价

#### 3.2.7.1 调查概况

本次引用广东宇南检测技术有限公司于 2025 年 4 月 20 日~4 月 22 日（春季）和 2025

年5月14日在项目附近海域开展的海洋环境现状调查资料进行评价。该次调查共布设海洋生态调查站位17个、潮间带调查断面4个和游泳动物断面8个。

### 3.2.7.2 叶绿素 a 和初级生产力

使用紫外分光光度法测定叶绿素 a 含量，初级生产力采用叶绿素 a 法，按照联合国教科文组织（UNESCO）推荐的公式计算，其结果见表 3.2.7-2。

调查海区叶绿素 a 含量范围是（（2.61~28.50）mg/m<sup>3</sup>，平均值为 8.24mg/m<sup>3</sup>，各站点间的差异不大，最高值出现在 1 号站位，最低值出现在 9 号站位。初级生产力变化范围是（44.61~1157.97）mg·C/m<sup>2</sup>·d，平均值是 411.91mg·C/m<sup>2</sup>·d，20 号站位最高，11 号站位最低。

表 3.2.7-2 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站号	叶绿素 a 含量(mg/m <sup>3</sup> )	透明度 (m)	初级生产力 mg·C/ (m <sup>2</sup> ·d)
1	28.50	0.6	1141.94
3	5.60	0.5	186.98
4	7.08	0.8	378.24
6	10.90	1.2	873.48
8	3.74	0.5	124.88
9	2.61	0.5	87.15
11	3.34	0.2	44.61
13	8.61	1.1	632.47
14	6.00	0.3	120.20
15	7.18	0.5	239.74
17	7.13	1.1	523.76
20	10.20	1.7	1157.97
21	4.13	0.3	82.74
22	7.58	0.3	151.86
23	17.00	0.3	340.58
24	3.79	0.6	151.86
25	6.73	1.7	764.03
范围	2.61~28.50	0.20~1.70	44.61~1157.97
均值	8.24	0.72	411.91

### 3.2.7.3 浮游植物

#### 1、种类组成

本次调查海域各站位共鉴定出浮游植物 5 门 48 种。其中，硅藻门种类数最多，为 38 种，占总种类数的 79.17%；甲藻门为 5 种，占总种类数的 10.42%；蓝藻门为 1 种，

占总种类数的 2.08%；裸藻门为 1 种，占总种类数的 2.08%；绿藻门为 3 种，占总种类数的 6.25%。浮游植物种类名录详见附录I。

## 2、密度分布

本次定量调查中各门类的平均细胞密度为  $7.99 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，其中硅藻门平均细胞密度为  $7.96 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，占 99.66%；甲藻门的平均细胞密度为  $2.26 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，占 0.28%；蓝藻门的平均细胞密度为  $3.12 \times 10^2 \text{ cells/m}^3$ ，占比小于 0.01%；裸藻门的平均细胞密度为  $9.41 \text{ cells/m}^3$ ，占比为 0.01%；绿藻门的平均细胞密度为  $4.32 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ，占 0.05%。

17 个站位浮游植物的细胞密度介于  $9.33 \times 10^3 \text{ cells/m}^3 \sim 1.11 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$  之间，平均密度为  $7.997 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，其中 25 号站位样品细胞密度最高，为  $1.11 \times 10^8 \text{ cells/m}^3$ ；13 号站位细胞密度最低，为  $9.33 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ 。17 个站位浮游植物各类群的细胞密度详见表 3.2.7-3。

表 3.2.7-3 各站位浮游植物细胞密度

站位	总密度 (cells/m <sup>3</sup> )
1	$3.80 \times 10^6$
3	$2.76 \times 10^5$
4	$2.65 \times 10^6$
6	$7.62 \times 10^5$
8	$1.57 \times 10^6$
9	$1.86 \times 10^5$
11	$1.94 \times 10^5$
13	$9.33 \times 10^3$
14	$5.69 \times 10^6$
15	$5.61 \times 10^5$
17	$5.05 \times 10^5$
20	$8.06 \times 10^5$
21	$4.96 \times 10^5$
22	$3.09 \times 10^6$
23	$2.33 \times 10^6$
24	$2.24 \times 10^6$
25	$1.11 \times 10^8$
平均值	$7.997 \times 10^6$

## 3、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， $f_i$  为第  $i$  种在各个站位出现的频率。将浮游植物的优势度  $\geq 0.02$  的种类作为该海域的优势种类。

本次调查期间该海域浮游植物优势种类共有 4 种。其中，拟旋链角毛藻 *Chaetoceros*

*pseudocurvisetus* 为第一优势种，优势度为 0.537，平均细胞密度为  $5215.15 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；罗氏角毛藻 *Chaetoceros lauderis* 为第二优势种，优势度为 0.154，平均细胞密度为  $1493.81 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。详见表 3.2.7-4。

表 3.2.7-4 浮游植物优势种各站位密度空间分布 ( $\times 10^3 \text{cells/m}^3$ )

站位	拟旋链角毛藻	罗氏角毛藻	并基角毛藻	中肋骨条藻
1	0	0	26.52	1400.00
3	9.78	56.22	0.00	39.11
4	236.36	2350.00	4.55	11.36
6	68.65	677.25	7.17	0.00
8	25.00	1375.00	8.33	54.17
9	46.60	132.04	0	2.59
11	72.33	67.67	9.33	14.00
13	5.82	0.57	1.39	0.00
14	1152.00	2496.00	864.00	216.00
15	306.32	175.26	7.89	6.32
17	109.52	55.56	92.06	57.14
20	70.97	0.00	264.52	0.00
21	0	0	0	222.73
22	0	1369.30	147.37	122.81
23	336.00	696.00	186.00	252.00
24	873.33	426.67	340.00	0.00
25	85344.83	15517.24	9310.34	0.00
平均值	5215.15	1493.81	662.91	141.07
占总密度比例 (%)	65.26	18.69	8.30	1.77
出现频率 (%)	82.35	82.35	82.35	70.59
优势度	0.537	0.154	0.068	0.012

#### 4、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

调查期间该海域浮游植物种类数范围在 7~19 种之间，种类数最多的为 17 号站位，有 19 种；最低的为 6 号和 11 号站位，为 7 种。多样性指数范围在 (0.622~3.345) 之间，平均值为 1.927，多样性指数最高值出现在 17 号站位，为 3.345；最低值出现在 6 号站位，为 0.622。均匀度指数范围在 (0.189~1.468) 之间，平均值为 0.529，均匀度最高值出现在 23 号站位，为 0.842，最低值出现在 4 号站位，为 0.189。丰富度指数范围在 (0.437~1.468) 之间，平均值为 0.938，最高值出现在 17 号站位，为 1.468，最低值出现在 6 号站位，为 0.437。详见表 3.2.7-5。

表 3.2.7-5 各站位浮游植物多样性指数 ( $H'$ )、均匀度指数 ( $J$ ) 和丰富度指数 ( $D$ )

站位号	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J$ )	丰富度指数 ( $d$ )
1	15	1.396	0.357	1.027
3	17	2.807	0.687	1.413
4	11	0.652	0.189	0.705
6	7	0.622	0.222	0.437
8	15	0.918	0.235	1.126
9	9	1.151	0.363	0.658
11	7	2.187	0.779	0.556
13	9	1.897	0.599	0.925
14	14	2.478	0.651	0.918
15	11	1.758	0.508	0.815
17	19	3.345	0.787	1.468
20	14	2.336	0.613	0.991
21	16	2.652	0.663	1.375
22	15	2.263	0.579	1.054
23	10	2.798	0.842	0.678
24	14	2.464	0.647	1.022
25	15	1.036	0.265	0.779
均值	13	1.927	0.529	0.938

### 3.2.7.4 浮游动物

#### 1、种类组成

本次调查海域各站位共鉴定出浮游动物 8 类群 43 种。其中，浮游幼体最多，有 13 种，占浮游动物总物种数的 30.23%；桡足类有 11 种，占浮游动物总物种数的 25.58%；腔肠动物有 9 种，占浮游动物总物种数的 20.93%；枝角类有 3 种，占浮游动物总物种数的 6.98%；毛颚类、端足类和被囊类，各有 2 种，分别占浮游动物总物种数的 4.65%；栉水母动物有 1 种，占浮游动物总物种数的 2.33%。浮游动物种类名录详见附录II。

#### 2、密度分布

本次调查浮游幼体和桡足类占优势，两者占浮游动物总丰度的 76.23%。浮游幼体 ( $99.33\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 桡足类 ( $56.34\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 腔肠动物 ( $33.55\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 栉水母动物 ( $8.17\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 被囊类 ( $2.14\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 端足类 ( $1.97\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 毛颚类 ( $1.41\text{ind}/\text{m}^3$ ) > 枝角类 ( $1.30\text{ind}/\text{m}^3$ )。

表 3.2.7-6 各站位浮游动物密度 ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) 和生物量 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

站位	密度 ( $\text{ind}/\text{m}^3$ )	生物量 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
1	129.55	204.43
3	173.33	224.15
4	347.27	128.38

站位	密度 (ind/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )
6	66.80	41.23
8	412.50	383.63
9	154.37	83.78
11	146.00	103.28
13	109.02	117.80
14	96.00	78.92
15	157.89	79.22
17	111.90	342.31
20	181.45	89.39
21	227.27	230.50
22	260.53	329.24
23	516.00	1689.42
24	180.00	868.93
25	201.72	100.41
平均值	204.21	299.71

17 个站位浮游动物密度范围为 (66.80~516.00) ind/m<sup>3</sup>，平均密度为 204.21ind/m<sup>3</sup>，最高密度出现在 23 号站位，最低在 6 号站位；生物量范围为 (41.23~1689.42) mg/m<sup>3</sup>，平均生物量为 299.71mg/m<sup>3</sup>，其中最高生物量出现在 23 号站位，最低在 6 号站位。结果详见表 3.2-40。

### 3、优势种

调查期间该海域浮游动物优势种类有短尾类溞状幼体 (*Brachyura zoea larvae*)、刺尾纺锤水蚤 (*Acartia spinicauda*)、单囊美螳水母 (*Clytia folleata*)、无节幼体 (*Nauplius larvae*)、蔓足类幼体 (*Cirripedia larvae*)、鱼卵 (Fish eggs)、桡足幼体 (*Copepoda larvae*)、球型侧腕水母 (*Pleurobrachia globosa*)、长尾类幼体 (*Macruran larvae*) 和强额孔雀水蚤 (*Parvocalanus crassirostris*)，这 10 种浮游动物占有所有浮游动物总丰度的 80.22%。优势度最高的种类是短尾类溞状幼体，优势度为 0.154，平均密度为 35.62ind/m<sup>3</sup>，出现频率为 88.24%。结果详见表 3.2.7-7。

表 3.2.7-7 浮游动物优势种各站位密度空间分布 (单位: ind/m<sup>3</sup>)

中文名	球型侧腕水母	刺尾纺锤水蚤	强额孔雀水蚤	单囊美螳水母	短尾类溞状幼体	蔓足类幼体	桡足幼体	鱼卵	长尾类幼体	无节幼体
1	0	0	0	0	15.91	6.82	4.55	0	0	2.27
3	1.67	16.67	26.67	8.33	55.00	20.00	10.00	6.67	0	5.00
4	6.36	35.45	10.00	88.18	115.45	18.18	23.64	0	0.91	9.09
6	0.82	10.25	4.92	15.57	3.28	7.79	2.87	11.89	0.41	3.69
8	15.63	28.13	6.25	93.75	103.13	37.50	12.50	46.88	0	25.00
9	10.19	4.37	1.46	61.17	50.97	0.97	1.46	0	6.31	1.46

11	12.00	14.00	16.00	14.00	20.00	2.00	12.00	0	18.00	8.00
13	0	10.66	0	11.48	9.84	2.46	9.02	31.15	2.46	4.10
14	0	0	0	10.00	0	0	14.00	4.00	6.00	48.00
15	0	11.84	27.63	3.95	5.26	1.32	11.84	11.84	2.63	55.26
17	10.71	25.00	1.19	13.10	10.71	2.38	1.19	8.33	9.52	4.76
20	0.81	34.68	0.81	19.35	37.90	3.23	0.81	19.35	20.97	4.03
21	9.09	18.18	0.00	4.55	95.45	9.09	9.09	18.18	0.00	0.00
22	7.89	7.89	2.63	68.42	28.95	42.11	5.26	13.16	13.16	10.53
23	42.00	354.00	2.00	10.00	2.00	6.00	12.00	10.00	6.00	8.00
24	20.00	10.00	0	13.33	0	0	3.33	0	0	93.33
25	1.72	20.69	0.86	15.52	51.72	1.72	0.86	12.93	20.69	7.76
平均值	8.17	35.40	5.91	26.51	35.62	9.50	7.91	11.43	6.30	17.08
占总密度比例 (%)	4.00	17.33	2.89	12.98	17.44	4.65	3.87	5.60	3.08	8.36
出现频率 (%)	76.47	88.24	70.59	94.12	88.24	88.24	100.00	70.59	70.59	94.12
优势度	0.031	0.153	0.020	0.122	0.154	0.041	0.039	0.040	0.022	0.079

#### 4、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

调查期间该海域浮游动物种类数范围在（7~29）之间，平均值为17，最高值出现在25号站位，为29，最低在1号站位，为7。多样性指数范围在（1.866~3.802）之间，平均值为2.997，最高值出现在25号站位，为3.802，最低在1号站位，为1.866。均匀度指数范围在（0.468~0.938）之间，平均值为0.751，最高值出现在11号站位，为0.938，最低在23号站位，为0.468。丰富度指数范围在（1.484~5.133）之间，平均值为3.227，最高值出现在25号站位，为5.133，最低在1号站位，为1.484。结果详见表3.2.7-8。

表3.2.7-8 各站位浮游动物多样性指数（ $H'$ ）、均匀度指数（ $J$ ）和丰富度指数（ $D$ ）

站位	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J$ )	丰富度指数 ( $D$ )
1	7	1.866	0.665	1.484
3	14	3.099	0.814	2.799
4	19	2.954	0.695	3.028
6	18	3.269	0.784	3.337
8	19	3.270	0.770	3.686
9	19	2.473	0.582	3.124
11	14	3.569	0.938	3.030
13	17	3.384	0.828	3.272
14	10	2.417	0.728	2.325
15	15	2.990	0.765	2.924
17	18	3.611	0.866	3.742
20	25	3.550	0.764	4.431
21	11	2.734	0.790	2.556

站位	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J$ )	丰富度指数 ( $D$ )
22	18	3.386	0.812	3.700
23	22	2.088	0.468	3.782
24	11	2.489	0.719	2.507
25	29	3.802	0.783	5.133
平均值	17	2.997	0.751	3.227

### 3.2.7.5 大型底栖生物

#### 1、种类组成

调查海域共采集鉴定出大型底栖生物 6 门 25 种，其中环节动物种类最多，为 12 种，占总种类数的 48.00%；节肢动物和软体动物均为 5 种，占总种类数的 20.00%；棘皮动物、纽形动物和帚形动物均为 1 种，各占总种类数的 4.00%。详见表 3.2.7-9。大型底栖生物种类名录详见附录 III。

表 3.2.7-9 大型底栖生物类群组成

类群	种类数	平均密度(ind/m <sup>2</sup> )	平均生物量(g/m <sup>2</sup> )
环节动物	12	9.93	0.314
棘皮动物	1	1.57	0.174
节肢动物	5	1.57	0.474
纽形动物	1	1.31	0.082
软体动物	5	11.24	5.310
帚形动物	1	3.40	0.008
合计	25	29.01	6.362

#### 2、栖息密度与生物量

调查海域大型底栖生物栖息密度以软体动物为主，其平均密度为 11.24ind/m<sup>2</sup>，占总密度的 38.75%；其次为环节动物，平均密度为 9.93ind/m<sup>2</sup>，占 34.23%；最低为纽形动物，平均密度为 1.31ind/m<sup>2</sup>，占 4.50%。生物量以软体动物为主，其平均生物量为 5.310g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 83.56%；其次为节肢动物，平均生物量为 0.474g/m<sup>2</sup>，占 7.45%；最低为帚形动物，平均生物量为 0.008g/m<sup>2</sup>，占 0.13%。详见表 3.2.7-10。

表 3.2.7-10 各站位大型底栖生物栖息密度与生物量

站位	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	生物量(g/m <sup>2</sup> )
1	35.55	1.737
3	26.66	7.080
4	26.66	1.888
6	39.99	1.458
8	17.77	0.813

站位	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	生物量(g/m <sup>2</sup> )
9	17.77	0.711
11	26.65	0.107
13	35.55	4.347
14	4.44	0.004
15	39.98	1.333
17	26.67	11.876
20	8.88	26.920
21	22.21	5.009
22	48.89	23.262
23	35.56	15.551
24	44.44	1.698
25	35.53	4.360
平均值	29.01	6.362

调查海域大型底栖生物栖息密度以软体动物为主，其平均密度为 11.24ind/m<sup>2</sup>，占总密度的 38.75%；其次为环节动物，平均密度为 9.93ind/m<sup>2</sup>，占 34.23%；最低为纽形动物，平均密度为 1.31ind/m<sup>2</sup>，占 4.50%。生物量以软体动物为主，其平均生物量为 5.310g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 83.56%；其次为节肢动物，平均生物量为 0.474g/m<sup>2</sup>，占 7.45%；最低为帚形动物，平均生物量为 0.008g/m<sup>2</sup>，占 0.13%。详见表 3.2-43。

### 3、优势种

调查期间该海域大型底栖生物第一优势种为光滑河篮蛤（*Potamocorbula laevis*），优势度为 0.121，平均栖息密度为 9.93ind/m<sup>2</sup>，出现频率 35.29%；第二优势种为背毛背蚓虫（*Notomastus aberans*），优势度为 0.105，平均栖息密度为 5.75ind/m<sup>2</sup>，出现频率 52.94%。

表 3.2.7-11 大型底栖生物的优势种

优势种	平均密度 (ind/m <sup>2</sup> )	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
光滑河篮蛤	9.93	34.24	35.29	0.121
背毛背蚓虫	5.75	19.82	52.94	0.105
帚虫属	3.40	11.71	41.18	0.048

### 4、多样性指数与均匀度和丰富度指数

调查期间该海域大型底栖生物多样性指数范围在（0.000~2.750）之间，平均值为 1.190，最高值出现在 25 号站位，为 2.750；均匀度指数范围在（0.000~1.000）之间，平均值为 0.652，最高值出现在 20 号站位，为 1.000；丰富度指数范围在（0.000~2.885）之间，平均值为 1.140，最高值出现在 25 号站位，为 2.885。结果详见表 3.2.7-12。

表 3.2.7-12 大型底栖生物的生物多样性指数 ( $H'$ ) 与均匀度 ( $J$ ) 和丰富度 ( $D$ )

站位	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J$ )	丰富度指数 ( $d$ )
1	2	0.543	0.543	0.481
3	3	1.251	0.789	1.116
4	3	1.459	0.921	1.116
6	6	2.503	0.968	2.276
8	3	1.500	0.946	1.443
9	3	1.500	0.946	1.443
11	5	2.251	0.970	2.232
13	4	1.750	0.875	1.443
14	1	0	0	0
15	5	1.879	0.809	1.820
17	1	0	0	0
20	2	1.000	1.000	1.443
21	3	1.371	0.865	1.243
22	1	0	0	0
23	1	0	0	0
24	2	0.469	0.469	0.434
25	7	2.750	0.979	2.885
平均值	3	1.190	0.652	1.140

### 3.2.7.6 潮间带生物

#### 1、种类组成

本次调查海域 4 个潮间带断面共采集鉴定出潮间带生物 5 门 20 种（含定性种类），其中节肢动物种类最高，为 11 种，占总种类数的 55.00%；软体动物为 6 种，占总种类数的 30.00%；环节动物、脊索动物和纽形动物均为 1 种，各占总种类数的 5.00%。结果详见表 3.2.7-13。潮间带生物种类名录详见附录IV。

表 3.2.7-13 潮间带生物类群组成

类群	种类数	平均密度(ind/m <sup>2</sup> )	平均生物量(g/m <sup>2</sup> )
环节动物	1	0.44	0.007
脊索动物	1	0.44	0.136
节肢动物	11	5.78	2.502
纽形动物	1	0.67	0.027
软体动物	6	23.56	21.231
合计	20	30.89	23.903

#### 2、栖息密度与生物量

定量调查断面潮间带生物平均栖息密度为 30.89ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 23.903g/m<sup>2</sup>。

平均栖息密度最高为软体动物，为 23.56ind/m<sup>2</sup>，占总密度 76.26%；环节动物和脊索动物最低，均为 0.44ind/m<sup>2</sup>，各占比 1.44%。平均生物量最高为软体动物，为 21.231g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 88.82%；环节动物最低，为 0.007g/m<sup>2</sup>，占比 0.03%。

a. 栖息密度与生物量的水平分布

定量调查断面的水平分布方面，各断面潮间带生物栖息密度表现为：C1>C2>C3>C4，其中 C1 断面的栖息密度最高，为 90.67ind/m<sup>2</sup>，C4 断面的栖息密度最低，为 1.78ind/m<sup>2</sup>；生物量表现为：C1>C2>C3>C4，其中 C1 断面的生物量最高，为 81.291g/m<sup>2</sup>；C4 断面的生物量最低，为 0.606g/m<sup>2</sup>。结果详见表 3.2.7-14。

表 3.2.7-14 潮间带生物栖息密度 (ind/m<sup>2</sup>) 与生物量 (g/m<sup>2</sup>) 的水平分布

断面号	指标	环节动物	脊索动物	节肢动物	纽形动物	软体动物	合计
C1	栖息密度	0	0	5.33	0	85.33	90.67
	生物量	0	0	2.291	0	79.000	81.291
C2	栖息密度	1.78	1.78	13.33	2.67	8.89	28.44
	生物量	0.027	0.543	3.585	0.108	5.925	10.188
C3	栖息密度	0	0	2.67	0	0	2.67
	生物量	0	0	3.526	0	0	3.526
C4	栖息密度	0	0	1.78	0	0	1.78
	生物量	0	0	0.606	0	0	0.606

b. 栖息密度与生物量的垂直分布

定量调查断面的垂直分布方面，潮间带生物平均栖息密度表现为：低潮带>中潮带>高潮带，其中低潮带平均栖息密度最高，为 41.33ind/m<sup>2</sup>，高潮带平均密度最低，为 14.00ind/m<sup>2</sup>；平均生物量表现为：中潮带>低潮带>高潮带，其中中潮带平均生物量最高，为 30.123g/m<sup>2</sup>，高潮带平均生物量最低，为 12.891g/m<sup>2</sup>。结果详见表 3.2.7-15。

表 3.2.7-15 潮间带生物栖息密度 (ind/m<sup>2</sup>) 与生物量 (g/m<sup>2</sup>) 的垂直分布

潮带类型	指标	环节动物	脊索动物	节肢动物	纽形动物	软体动物	合计
高潮带	栖息密度	0	0	2.67	0.67	10.67	14.00
	生物量	0	0	0.711	0.009	12.171	12.891
中潮带	栖息密度	0.67	0.67	10.00	0.67	25.33	37.33
	生物量	0.005	0.144	4.347	0.066	25.561	30.123
低潮带	栖息密度	0.67	0.67	4.67	0.67	34.67	41.33
	生物量	0.015	0.263	2.447	0.006	25.963	28.694

3、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， $f_i$  为第  $i$  种在各个站位出现的频

率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 $\geq 0.02$  的种类作为该区域的优势种类。

调查期间该海域潮间带生物第一优势种为齿纹蜚螺（*Nerita yoldyy*），优势度为 0.119，平均栖息密度为 14.67ind/m<sup>2</sup>，出现频率 25.00%；第二优势种为中间拟滨螺（*Littorinopsis intermedia*），优势度为 0.115，平均栖息密度为 7.11ind/m<sup>2</sup>，出现频率 50.00%。

表 3.2.7-16 潮间带生物的优势种

优势种	平均密度 (ind/m <sup>2</sup> )	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度
齿纹蜚螺	14.67	47.48	25.00	0.119
中间拟滨螺	7.11	23.02	50.00	0.115

#### 4、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

各站位潮间带生物多样性指数的变化范围为（0.000~3.316），平均值为 1.423，其中 C2 断面最高，为 3.316；均匀度的变化范围为（0.000~1.000），平均 0.604，C4 断面最高，为 1.000；丰富度指数变化范围为（0.000~3.174），平均值为 1.478，其中 C2 断面最高，为 3.174。详见表 3.2.7-17。

表 3.2.7-17 潮间带生物的多样性指数（H'）与均匀度（J）和丰富度（D）

断面	种类数	多样性指数 (H')	均匀度 (J)	丰富度 (d)
C1	7	1.375	0.490	1.297
C2	12	3.316	0.925	3.174
C3	1	0	0	0
C4	2	1.000	1.000	1.443
均值	6	1.423	0.604	1.478

### 3.2.7.7 鱼卵与仔稚鱼

#### 1、种类组成

##### 垂直拖网

鱼卵和仔稚鱼垂直拖网调查共捕获鱼卵 120 粒，仔稚鱼 26 尾。本次调查鱼卵鉴定到科的有 6 种，鉴定到属的有 1 种，未能鉴定到种，种类组成为鲱科、鲻科、石首鱼科、舌鳎科、鳎科、鯉科和棱鯉属。仔稚鱼鉴定到科的 3 种，未能鉴定到种属，种类组成为鲱科、虾虎鱼科和鳎科。鱼类浮游生物名录详见附录V。

##### 水平拖网

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共捕获鱼卵 5916 粒，仔稚鱼 150 尾。本次调查鱼卵鉴

定到科的有 7 种，鉴定到属的有 1 种，鉴定到种的有 1 种，种类组成为石首鱼科、鲱科、鲻科、舌鳎科、鯉科、鳊科、鲮科、鲷科、棱鳉属和鳊。仔稚鱼鉴定到科的 8 种，未能鉴定到种属，种类组成为鲱科、鳊科、鲻科、虾虎鱼科、鳎科、鲷科、石首鱼科和鳊科。鱼类浮游生物名录详见附录V。

## 2、密度分布

### (1) 垂直拖网

本次调查的 17 个站位，仅 3 号、11 号和 22 号站位未采集到鱼卵，其余 14 个站位采集到鱼卵密度范围为(2.273~65.625) ind/m<sup>3</sup>，其中最高值出现在 8 号站位，鱼卵密度为 65.625 ind/m<sup>3</sup>，17 个站位采集到鱼卵平均密度为 9.883 ind/m<sup>3</sup>；有 9 个站位采集到仔稚鱼，9 个站位采集到鱼卵密度范围为(0.806~12.000) ind/m<sup>3</sup>，其中最高值出现在 11 号站位，仔稚鱼密度为 12.000 ind/m<sup>3</sup>，17 个站位采集到仔稚鱼平均密度为 1.728 ind/m<sup>3</sup>。鱼类浮游生物密度详见表 3.2.7-18。

表 3.2.7-18 垂直拖网鱼类浮游生物密度

站位	发育阶段		合计 (ind/m <sup>3</sup> )
	鱼卵 (ind/m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (ind/m <sup>3</sup> )	
1	2.273	0	2.273
3	0	0	0
4	0.909	0	0.909
6	14.754	1.230	15.984
8	65.625	3.125	68.750
9	1.456	4.854	6.311
11	0	12.000	12.000
13	2.459	0	2.459
14	4.000	0	4.000
15	13.158	1.316	14.474
17	10.714	1.190	11.905
20	8.871	0.806	9.677
21	13.636	0	13.636
22	0	0	0
23	14.000	4.000	18.000
24	6.667	0	6.667
25	9.483	0.862	10.345
平均值	9.883	1.728	11.611

### (2) 水平拖网

调查的 17 个站位，17 个站位均采集到鱼卵，捕获到鱼卵密度范围为（0.308~4.406） $\text{ind/m}^3$ ，其中最高值出现在 20 号站位，鱼卵密度为  $4.406 \text{ ind/m}^3$ ，最低值出现在 11 号站位，鱼卵密度为  $0.308 \text{ ind/m}^3$ ，17 个站位采集鱼卵平均密度为  $1.879 \text{ ind/m}^3$ ；17 个站位均采集到仔稚鱼，密度范围为（0.011~0.092） $\text{ind/m}^3$ ，其中最高值出现在 4 号站位，仔稚鱼密度为  $0.092 \text{ ind/m}^3$ ，最低值出现在 6 号和 22 号站位，仔稚鱼的密度为  $0.011 \text{ ind/m}^3$ ，12 个站位采集鱼卵平均密度为  $0.048 \text{ ind/m}^3$ 。鱼类浮游生物密度详见表 3.2.7-19。

表 3.2.7-19 水平拖网鱼类浮游生物密度

站位	发育阶段		合计 ( $\text{ind/m}^3$ )
	鱼卵 ( $\text{ind/m}^3$ )	仔稚鱼 ( $\text{ind/m}^3$ )	
1	0.410	0.070	0.481
3	0.378	0.070	0.448
4	0.583	0.092	0.675
6	0.319	0.011	0.329
8	0.454	0.038	0.491
9	0.378	0.032	0.410
11	0.308	0.022	0.329
13	0.373	0.016	0.389
14	1.685	0.076	1.760
15	1.269	0.049	1.317
17	3.450	0.065	3.515
20	4.406	0.059	4.465
21	3.790	0.022	3.812
22	3.920	0.011	3.931
23	3.823	0.065	3.888
24	3.391	0.070	3.461
25	3.008	0.043	3.051
平均值	1.879	0.048	1.927

### 3、优势种

#### (1) 垂直拖网

本次调查中，鱼卵优势种有 4 种，其中，石首鱼科（*Sciaenidae*）优势度最高，为 0.151；其次是鲻科（*Mugilidae*）、棱鯷属（*Thryssa sp.*）和舌鳎科（*Cynoglossidae*），优势度分别为 0.099、0.062 和 0.093。仔稚鱼优势种有 2 种，其中，虾虎鱼科（*Gobiidae*）优势度最高，为 0.234，其次为鲱科（*Clupeidae*），优势度为 0.059。鱼类浮游生物优势种详见表 3.2.7-20。

表 3.2.7-20 垂直拖网鱼类浮游生物优势种

中文名	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )		比例 (%)		出现频率 (%)		优势度 (Y)	
	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
鲻科	2.765	--	27.98	--	35.29	--	0.099	--
石首鱼科	3.166	--	32.04	--	47.06	--	0.151	--
棱鯷属	1.478	--	14.951	--	41.176	--	0.062	--
舌鳎科	0.929	--	9.400	--	35.294	--	0.033	--
鲱科	--	0.345	--	19.973	--	29.412	--	0.059
虾虎鱼科	--	1.148	--	66.414	--	35.294	--	0.234

注：“--”表示鱼卵或仔稚鱼非优势种。

### (2) 水平拖网

本次调查中，鱼卵优势种有 4 种，其中，石首鱼科（Sciaenidae）优势度最高，为 0.474；其次是鲻科（Mugilidae）、鲱科（Clupeidae）和舌鳎科（Cynoglossidae），优势度分别为 0.314、0.063 和 0.026。仔稚鱼优势种有 2 种，其中，鲱科（Clupeidae）优势度最高，为 0.577；其次为鳎科（Blenniidae），优势度为 0.231。鱼类浮游生物优势种详见表 3.2.7-21。

表 3.2.7-21 鱼类浮游生物优势种

中文名	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )		比例 (%)		出现频率 (%)		优势度 (Y)	
	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
石首鱼科	0.891	--	47.414	--	100.000	--	0.474	--
鲱科	0.125	0.029	6.643	61.333	94.118	94.118	0.063	0.577
鲻科	0.669	--	35.581	--	88.235	--	0.314	--
舌鳎科	0.059	--	3.127	--	82.353	--	0.026	--
鳎科	--	0.013	--	28.000	--	82.353	--	0.231

注：“--”表示鱼卵或仔稚鱼非优势种。

### 3.2.7.8 游泳动物

#### 一、游泳动物资源调查总结结果

##### 1、类群组成

本次调查捕获的游泳动物，分隶于 3 大类群 21 科 34 种，其中鱼类为 15 科 26 种，占游泳动物总种类数的 76.47%；甲壳类为 5 科 7 种，占总种类数的 20.59%；头足类为 1 科 1 种，占总种类数的 2.94%。调查共捕获游泳动物 2144 尾，其中鱼类 1457 尾（含幼体 82 尾），甲壳类 636 尾（含幼体 71 尾），头足类 51 尾（含幼体 8 尾），幼体比

例分别为 5.63%、11.16%和 15.69%，总幼体比例为 7.51%。详见表 3.2.7-22。种类名录详见附录VI。

**表 3.2.7-22 调查海区游泳动物类群组成**

类群	科数	种数	种数所占比例%
鱼类	15	26	76.47
甲壳类	5	7	20.59
头足类	1	1	2.94
合计	21	34	100.00

## 2、游泳动物总资源数量及评估

调查评价区海域游泳动物的平均尾数资源密度为 20774.44 ind/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 Y7，为 24695.08 ind/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 Y2，为 18501.46 ind/km<sup>2</sup>；平均质量资源密度为 254.31 kg/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 Y7，为 327.29 kg/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 Y3，为 196.02 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.7-23。

**表 3.2.7-23 调查海区各站位游泳动物的总资源密度**

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
Y1	20486.60	276.51
Y2	18501.46	209.56
Y3	18660.27	196.02
Y4	19692.54	213.27
Y5	19136.70	208.89
Y6	22312.92	309.10
Y7	24695.08	327.29
Y8	22709.95	293.83
平均值	20774.44	254.31

## 二、鱼类资源调查结果

### 1、种类组成

本次调查捕获的鱼类，分隶于 6 目 15 科，种类数为 26 种；其中鲈形目种类数最多，为 8 科 14 种，占鱼类总种数的 53.84%。详见表 2.7.2.1。详见表 3.2.7-24。种类名录详见附录VI。

**表 3.2.7-24 调查海区鱼类类群组成**

类群	科数	种数	种数所占比例%
鲱形目	3	5	19.23
鲈形目	1	1	3.85
鲻形目	1	2	7.69
鲈形目	8	14	53.84

类群	科数	种数	种数所占比例%
鲽形目	1	3	11.54
鲷形目	1	1	3.85
合计	15	26	100.00

## 2、优势种

鱼类优势种通过 *IRI* 来确定,以 *IRI* 值大于 1000 的种类为优势种,*IRI* 值在 500~1000 的为主要种类,优势种和主要种类组成优势种群。本次调查的鱼类优势种为布鲁双边鱼 (*Ambassis buruensis*)、丝鳍海鲷 (*Arius arius*)、颈斑鲷 (*Nuchequula nuchalis*)、鳙 (*Ilisha elongata*) 和前鳞骨鲷 (*Osteomugil ophuyseni*), 主要种类为花鲮 (*Clupanodon thrissa*)、青鳞小沙丁鱼 (*Sardinella zunas*)、鲮 (*Mugil cephalus*) 和皮氏叫姑鱼 (*Johnius belangerii*)。详见表 3.2.7-25。

表 3.2.7-25 调查海区鱼类的优势种群

种名	N (%)	W (%)	F (%)	<i>IRI</i>	尾数	幼体比例
布鲁双边鱼	26.03	6.60	100.00	3263.02	558	0.00
丝鳍海鲷	2.61	13.86	100.00	1646.79	56	0.00
颈斑鲷	6.86	5.68	100.00	1254.11	147	4.08
鳙	6.06	5.35	100.00	1141.35	130	24.62
前鳞骨鲷	3.40	6.61	100.00	1000.99	73	0.00
花鲮	1.54	10.82	75.00	926.97	33	0.00
青鳞小沙丁	4.43	3.99	100.00	842.27	95	0.00
鲮	1.26	6.78	75.00	602.66	27	40.74
皮氏叫姑鱼	2.24	3.44	100.00	567.66	48	10.42

## 3、鱼类资源数量及评估

调查评价区鱼类的平均尾数资源密度为 14461.71 ind/km<sup>2</sup>, 最高值出现在站位 Y7, 为 18342.65 ind/km<sup>2</sup>, 最低值出现在站位 Y3, 为 12228.43 ind/km<sup>2</sup>; 平均质量资源密度为 209.26 kg/km<sup>2</sup>, 最高值出现在站位 Y7, 为 286.17 kg/km<sup>2</sup>, 最低值出现在站位 Y3, 为 149.50 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.7-26。

表 3.2.7-26 调查海区鱼类的资源密度

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
Y1	15484.06	242.87
Y2	12307.84	160.51
Y3	12228.43	149.50
Y4	13340.11	153.19
Y5	13181.30	165.69
Y6	15563.46	270.49

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
Y7	18342.65	286.17
Y8	15245.84	245.62
平均值	14461.71	209.26

### 三、头足类资源调查结果

#### 1、种类组成

本次调查捕获的头足类，分隶于1目1科，种类数为1种。详见表3.2.7-27，种类名录详见附录VI。

表 3.2.7-27 调查海区头足类类群组成

类群	科数	种数	种数所占比例%
枪乌贼目	1	1	100.00
合计	1	1	100.00

#### 2、优势种

头足类优势种通过 *IRI* 来确定，以 *IRI* 值大于 1000 的种类为优势种，*IRI* 值在 500~1000 的为主要种类，优势种和主要种类组成优势种群。本次调查捕获到的头足类 *IRI* 值均 < 500，无优势种。

#### 3、头足类资源数量及评估

调查评价区海域头足类的平均尾数资源密度 506.21 ind/km<sup>2</sup>，其中 Y6、Y7 和 Y8 站位未捕获头足类。其余各站位中，最高值出现在站位 Y5，为 1111.68 ind/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 Y1，为 476.43 ind/km<sup>2</sup>；平均质量资源密度为 3.36 kg/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 Y5，为 7.41 kg/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 Y1，为 3.07 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.7-28。

表 3.2.7-28 调查海区头足类的资源密度

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
Y1	476.43	3.07
Y2	794.05	5.25
Y3	714.65	4.78
Y4	952.86	6.34
Y5	1111.68	7.41
Y6	0	0
Y7	0	0
Y8	0	0
平均值	506.21	3.36

### 四、甲壳类资源调查结果

### 1、种类组成

本次调查捕获的甲壳类，分隶于 2 目 5 科，种类数为 7 种。其中虾类和蟹类均为 2 科 3 种，各占甲壳类总种数的 42.86%；虾蛄类为 1 科 1 种，占甲壳类总种数的 14.28%。详见表 3.2.7-29。种类名录详见附录 VI。

表 3.2.7-29 调查海区甲壳类类群组成

类群		科数	种数	种数所占比例%
十足目	虾类	2	3	42.86
	蟹类	2	3	42.86
口足目		1	1	14.28
合计		5	7	100.00

### 2、优势种

甲壳类优势种通过 *IRI* 来确定，以 *IRI* 值大于 1000 的种类为优势种，*IRI* 值在 500~1000 的为主要种类，优势种和主要种类组成优势种群。本次调查的甲壳类优势种为长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepa*) 和脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*)，主要种类为刀额新对虾 (*Metapenaeus ensis*)。详见表 3.2.7-30。

表 3.2.7-30 调查海区甲壳类的优势种群

种名	N (%)	W (%)	F (%)	<i>IRI</i>	尾数	幼体比例 (%)
脊尾白虾	15.11	3.16	100.00	1827.57	324	15.12
长叉口虾蛄	7.18	9.95	100.00	1713.50	154	3.90
刀额新对虾	3.22	2.23	100.00	545.25	69	15.94

### 3、甲壳类资源数量及评估

调查评价区海域甲壳类的平均尾数资源密度为 6312.73 ind/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 Y8，为 7464.11 ind/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 Y1，为 5002.54 ind/km<sup>2</sup>；平均质量资源密度为 45.05 kg/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 Y4，为 60.07 kg/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 Y1，为 33.64 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.7-31。

表 3.2.7-31 调查海区甲壳类的资源密度

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
Y1	5002.54	33.64
Y2	6193.62	49.04
Y3	6431.84	46.52
Y4	6352.43	60.07

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
Y5	5955.41	43.20
Y6	6749.46	38.61
Y7	6352.43	41.12
Y8	7464.11	48.21
平均值	6312.73	45.05

### 3.2.8 2025 年秋季海洋生态环境质量现状调查与评价

#### 3.2.8.1 调查概况

论证单位委托广东宇南检测技术有限公司于 2025 年 10 月 18 日~11 月 4 日（秋季）在项目附近海域开展的海洋环境现状调查资料。本次调查布设海洋生态调查站位 17 个、潮间带调查断面 5 个。

#### 3.2.8.2 叶绿素 a 和初级生产力

使用紫外分光光度法测定叶绿素 a 含量，初级生产力采用叶绿素 a 法，按照联合国教科文组织（UNESCO）推荐的公式计算，其结果见表 3.2.8-2。

调查海区叶绿素 a 含量范围是（1.01~3.66）mg/m<sup>3</sup>，平均值为 1.84mg/m<sup>3</sup>，其中最高值出现在 1 号站位，为 3.66mg/m<sup>3</sup>，最低值出现在 6 号站位，为 1.01mg/m<sup>3</sup>。初级生产力变化范围是（42.88~222.20）mg·C/m<sup>2</sup>·d，平均值是 114.27mg·C/m<sup>2</sup>·d，3 号站位最高，为 147.13mg·C/m<sup>2</sup>·d，16 号站位最低，为 42.88mg·C/m<sup>2</sup>·d。

表 3.2.8-2 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站号	叶绿素 a 含量 (mg/m <sup>3</sup> )	叶绿素 a 含量评价	透明度 (m)	初级生产力 mg·C/ (m <sup>2</sup> ·d)	初级生产力水平
1	3.66	中营养	0.4	93.69	低水平
3	2.09	贫营养	1.1	147.13	低水平
4	1.22	贫营养	0.6	46.85	低水平
6	1.01	贫营养	0.9	58.17	低水平
8	1.08	贫营养	0.8	55.29	低水平
9	1.43	贫营养	0.5	45.76	低水平
11	2.48	贫营养	1.4	222.20	中低水平
12	2.27	贫营养	0.6	87.16	低水平
13	1.63	贫营养	0.7	73.02	低水平
15	1.11	贫营养	1.7	120.76	低水平
16	1.34	贫营养	0.5	42.88	低水平
18	2.00	贫营养	1.2	153.59	低水平

站号	叶绿素 a 含量 (mg/m <sup>3</sup> )	叶绿素 a 含量评价	透明度 (m)	初级生产力 mg·C/ (m <sup>2</sup> ·d)	初级生产力水平
20	1.94	贫营养	0.7	86.91	低水平
22	2.17	贫营养	1.3	180.54	低水平
23	2.15	贫营养	1.6	220.15	中低水平
24	1.90	贫营养	0.9	109.44	低水平
26	1.83	贫营养	1.7	199.10	低水平
范围	1.01~3.66	贫营养~中营养	0.4~1.7	42.88~222.20	低水平~中低水平
均值	1.84	贫营养	0.98	114.27	低水平

### 3.2.8.3 浮游植物

#### 1、种类组成

本次调查海域各站位共鉴定出浮游植物 106 种，隶属于 7 门 60 属。其中，硅藻门种类数最多，为 42 种，占总种类数的 39.62%；绿藻门为 35 种，占总种类数的 33.02%；蓝藻门为 16 种，占总种类数的 15.09%；裸藻门为 6 种，占总种类数的 5.66%；隐藻门为 4 种，占总种类数的 3.77%；甲藻门为 2 种，占总种类数的 1.89%；金藻门为 1 种，占总种类数的 0.94%。浮游植物种类名录详见附录I。

#### 2、密度分布

本次调查中各门类的细胞密度相差较大，其中甲藻门的平均细胞密度为  $3.80 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 0.02%；裸藻门的平均细胞密度为  $3.91 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 0.02%；金藻门的平均细胞密度为  $3.63 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 0.18%；隐藻门的平均细胞密度为  $5.86 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 2.94%；绿藻门的平均细胞密度为  $1.00 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 5.03%；硅藻门的平均细胞密度为  $6.02 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 30.22%；蓝藻门的平均细胞密度为  $1.23 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ，约占总密度的 61.59%。

17 个站位浮游植物的细胞密度介于  $3.17 \times 10^6 \sim 5.77 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$  之间，平均密度为  $1.99 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ，其中 20 号站位细胞密度最高，为  $5.77 \times 10^7 \text{ cells/m}^3$ ，3 号站位细胞密度最低，为  $3.17 \times 10^6 \text{ cells/m}^3$ 。17 个站位浮游植物各类群的细胞密度详见表 3.2.8-3。

表 3.2.8-3 各站位浮游植物细胞密度

站位	细胞密度 (cells/m <sup>3</sup> )
1	$4.70 \times 10^6$
3	$3.17 \times 10^6$
4	$8.05 \times 10^6$
6	$6.78 \times 10^6$

站位	细胞密度 (cells/m <sup>3</sup> )
8	4.46×10 <sup>7</sup>
9	3.47×10 <sup>7</sup>
11	6.86×10 <sup>6</sup>
12	1.68×10 <sup>7</sup>
13	4.14×10 <sup>6</sup>
15	2.77×10 <sup>7</sup>
16	5.35×10 <sup>7</sup>
18	1.02×10 <sup>7</sup>
20	5.77×10 <sup>7</sup>
22	1.18×10 <sup>7</sup>
23	9.24×10 <sup>6</sup>
24	2.68×10 <sup>7</sup>
26	1.20×10 <sup>7</sup>
平均值	1.99×10 <sup>7</sup>

### 3、优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=Pi \times fi$ ， $fi$  为第  $i$  种在各个站位出现的频率。将浮游植物的优势度 $\geq 0.02$  的种类作为该海域的优势种类。

本次调查期间该海域浮游植物优势种类共有 9 种，分别为中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、假鱼腥藻属 (*Pseudanabaena* sp.)、微囊藻属 (*Microcystis* spp.)、江河骨条藻 (*Skeletonema potamos*)、颤藻属 (*Oscillatoria* spp.)、细小平裂藻 (*Merismopedia minima*)、螺旋浮丝藻 (*Planktothrix spiroides*)、尖尾蓝隐藻 (*Chroomonas acuta*) 和链状假鱼腥藻 (*Pseudanabaena catenata*)。其中，中肋骨条藻为第一优势种，优势度为 0.155，平均细胞密度为  $3.09 \times 10^6$  cells/m<sup>3</sup>，出现频率为 100.00%，在 20 号站位密度分布最高；假鱼腥藻属为第二优势种，优势度为 0.114，平均细胞密度为  $2.40 \times 10^6$  cells/m<sup>3</sup>，出现频率为 94.12%，在 8 号站位密度分布最高。详见表 3.2.8-4。

表 3.2.8-4 浮游植物优势种各站位密度空间分布 (×10<sup>3</sup>cells/m<sup>3</sup>)

站位	中肋骨条藻	假鱼腥藻属	微囊藻属	江河骨条藻	颤藻属	细小平裂藻	螺旋浮丝藻	尖尾蓝隐藻	链状假鱼腥藻
1	5.45×10	1.27×10	4.46×10	3.66×10	4.91×10	5.71×10	0	0	0
3	5.24×10	3.83×10	2.54×10	1.71×10	1.17×10	6.21×10	7.34×10	4.85×10	1.44×10
4	2.80×10	2.76×10	2.30×10	9.30×10	3.50×10	1.76×10	0	4.50×10	0
6	2.65×10	1.78×10	5.12×10	9.77×10	8.08×10	6.15×10	1.69×10	1.15×10	7.00×10
8	2.38×10	7.83×10	5.50×10	1.00×10	1.04×10	2.40×10	0	2.50×10	0
9	6.63×10	5.03×10	1.80×10	1.20×10	6.51×10	0	3.75×10	1.38×10	1.05×10
11	8.75×10	4.60×10	1.84×10	6.99×10	2.88×10	6.58×10	3.08×10	1.23×10	3.49×10

站位	中肋骨条藻	假鱼腥藻属	微囊藻属	江河骨条藻	颤藻属	细小平裂藻	螺旋浮丝藻	尖尾蓝隐藻	链状假鱼腥藻
12	2.38×10	6.32×10	4.00×10	6.60×10	3.38×10	0	4.00×10	5.00×10	0
13	4.59×10	7.57×10	1.85×10	8.92×10	0	8.65×10	8.11×10	7.57×10	7.03×10
15	1.02×10	1.70×10	6.11×10	0	0	0	1.07×10	2.05×10	3.13×10
16	1.54×10	5.16×10	1.80×10	9.62×10	3.12×10	1.44×10	1.92×10	1.64×10	1.68×10
18	9.32×10	0	4.05×10	1.01×10	1.36×10	5.41×10	1.42×10	3.14×10	1.10×10
20	1.55×10	6.64×10	4.56×10	7.02×10	3.60×10	5.12×10	7.20×10	1.20×10	4.28×10
22	4.00×10	8.09×10	7.00×10	1.50×10	5.91×10	6.55×10	8.18×10	7.18×10	4.36×10
23	1.59×10	4.05×10	1.41×10	1.09×10	5.99×10	1.03×10	1.48×10	2.67×10	2.03×10
24	2.88×10	1.06×10	8.68×10	6.00×10	1.32×10	1.41×10	0	1.98×10	0
26	3.23×10	7.20×10	3.22×10	1.58×10	3.64×10	3.27×10	1.64×10	4.36×10	0
平均	3.09×10	2.40×10	2.02×10	1.96×10	1.83×10	9.46×10	7.67×10	4.66×10	6.07×10
占总	15.49	12.07	10.15	9.83	9.19	4.75	3.85	2.34	3.05
出现	100.00	94.12	100.00	94.12	88.24	82.35	76.47	94.12	64.71
优势	0.155	0.114	0.101	0.092	0.081	0.039	0.029	0.022	0.020

### 3、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

调查期间该海域浮游植物种类数范围在（25~41）之间，平均值为32种，种类数最多的为8号站位，有41种，最少的为9号站位，为25种；多样性指数范围为（2.570~3.944），平均值为3.233，最高值出现18号站位，为3.944，最低值出现在15号站位，为2.570；均匀度指数范围为（0.535~0.775），平均值为0.648，最高值出现在18号站位，为0.775，最低值出现在15号站位，为0.535；丰富度指数范围为（1.594~2.613），平均值为2.058，最高值出现在8号站位，为2.613，最低值出现在9号站位，为1.594。详见表3.2.8-5。

表 3.2.8-5 各站位浮游植物多样性指数 ( $H'$ )、均匀度指数 ( $J'$ ) 和丰富度指数 ( $D$ )

站位号	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J'$ )	丰富度指数 ( $d$ )
1	31	3.580	0.723	2.129
3	30	2.821	0.575	1.933
4	31	3.215	0.649	2.206
6	27	3.407	0.716	1.808
8	41	3.019	0.564	2.613
9	25	2.948	0.635	1.594
11	34	3.171	0.623	2.139
12	30	2.976	0.607	2.023
13	29	2.940	0.605	1.875
15	28	2.570	0.535	1.630
16	35	3.569	0.696	2.195
18	34	3.944	0.775	2.179
20	35	3.534	0.689	2.184
22	38	3.447	0.657	2.394
23	34	3.471	0.682	2.130

站位号	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J'$ )	丰富度指数 ( $d$ )
24	30	3.116	0.635	1.892
26	33	3.185	0.631	2.068
平均值	32	3.233	0.648	2.058

### 3.2.8.4 浮游动物

#### 1、种类组成

本次调查海域各站位共鉴定出浮游动物 7 类群 50 种。其中，桡足类最多，有 19 种，占浮游动物总物种数的 38.00%；浮游幼体有 13 种，占浮游动物总物种数的 26.00%；轮虫有 7 种，占浮游动物总物种数的 14.00%；腔肠动物有 4 种，占浮游动物总物种数的 8.00%；枝角类和原生动物，各有 2 种，分别占浮游动物总物种数的 4.00%；十足类、毛颚类和被囊类，各有 1 种，分别占浮游动物总物种数的 2.00%。浮游动物种类名录详见附录II。

#### 2、密度分布

本次调查桡足类和浮游幼体占优势，二者占浮游动物总丰度的 94.04%。各类群平均密度依次为：桡足类（252.26ind/m<sup>3</sup>，占比为 63.18%）>浮游幼体（123.23ind/m<sup>3</sup>，占比为 30.86%）>原生动物（9.82ind/m<sup>3</sup>，占比为 2.46%）>毛颚类（6.28ind/m<sup>3</sup>，占比为 1.57%）>被囊类（4.56ind/m<sup>3</sup>，占比为 1.14%）>轮虫（1.60ind/m<sup>3</sup>，占比为 0.40%）>腔肠动物（0.60ind/m<sup>3</sup>，占比为 0.151%）>枝角类（0.59ind/m<sup>3</sup>，占比为 0.147%）>十足类（0.35ind/m<sup>3</sup>，占比为 0.09%）。

17 个站位浮游动物密度范围为（32.54~1199.99）ind/m<sup>3</sup>，平均密度为 399.28ind/m<sup>3</sup>，最高密度出现在 15 号站位，最低在 3 号站位；生物量范围为（2.94~423.43）mg/m<sup>3</sup>，平均生物量为 128.02mg/m<sup>3</sup>，其中最高生物量出现在 15 号站位，最低在 3 号站位。结果详见表 3.2.8-6。

表 3.2.8-6 各站位浮游动物密度（ind/m<sup>3</sup>）和生物量（mg/m<sup>3</sup>）

站位	密度（ind/m <sup>3</sup> ）	生物量（mg/m <sup>3</sup> ）
1	269.65	119.05
3	32.54	2.94
4	340.00	139.90
6	221.14	20.48
8	715.00	149.45
9	375.00	44.40
11	793.80	276.84

站位	密度 (ind/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )
12	600.00	198.20
13	739.87	258.51
15	1199.99	423.43
16	395.00	134.45
18	121.60	31.66
20	365.00	137.30
22	82.96	39.38
23	92.23	23.92
24	358.79	148.71
26	85.24	27.73
平均值	399.28	128.02

### 3、优势种

调查期间该海域浮游动物优势种类有刺尾纺锤水蚤 (*Acartia spinicauda*)、中华异水蚤 (*Acartiella sinensis*)、无节幼体 (*Nauplius larvae*)、短尾类溞状幼体 (*Brachyura zoea larvae*) 和桡足幼体 (*Copepoda larvae*)，这 5 种浮游动物占有所有浮游动物总丰度的 81.82%。优势度最高的种类是刺尾纺锤水蚤，优势度为 0.340，平均密度为 153.92ind/m<sup>3</sup>，出现频率为 88.24%。结果详见表 3.2.8-7。

表 3.2.8-7 浮游动物优势种各站位密度空间分布 (单位: ind/m<sup>3</sup>)

中文名	刺尾纺锤水蚤	中华异水蚤	无节幼体	短尾类溞状幼体	桡足幼体
1	7.14	171.43	3.57	58.93	0.00
3	0.00	2.91	23.30	0.49	1.46
4	10.00	140.00	25.00	75.00	15.00
6	1.92	15.38	153.85	1.92	1.92
8	0.00	195.00	220.00	60.00	35.00
9	15.00	25.00	240.00	5.00	15.00
11	639.73	23.29	4.79	22.60	2.05
12	10.00	320.00	35.00	105.00	60.00
13	609.46	32.43	2.03	8.78	3.38
15	951.79	61.61	4.46	30.36	1.79
16	65.00	130.00	110.00	5.00	0.00
18	44.59	10.81	32.43	2.70	9.46
20	85.00	100.00	75.00	10.00	20.00
22	21.59	35.23	2.27	1.14	5.68
23	27.59	8.62	38.79	3.45	2.59
24	117.65	11.76	55.88	11.76	11.76
26	10.23	1.14	32.95	1.14	4.55
平均值	153.92	75.57	62.31	23.72	11.16
占总密度比	38.55	18.93	15.61	5.94	2.79

中文名	刺尾纺锤水蚤	中华异水蚤	无节幼体	短尾类溞状幼体	桡足幼体
例 (%)					
出现频率 (%)	88.24	100.00	100.00	100.00	88.24
优势度	0.340	0.189	0.156	0.059	0.025

#### 4、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

调查期间该海域浮游动物种类数范围在（7~22）之间，平均值为 13，最高值出现在 11 号站位，为 22，最低在 3 号站位，为 7。多样性指数范围在（1.279~3.152）之间，平均值为 2.211，最高值出现在 24 号站位，为 3.152，最低在 13 号站位，为 1.279。均匀度指数范围在（0.301~0.815）之间，平均值为 0.610，最高值出现在 20 号站位，为 0.815，最低在 13 号站位，为 0.301。丰富度指数范围在（1.427~3.474）之间，平均值为 2.468，最高值出现在 9 和 26 号站位，均为 3.474，最低在 3 号站位，为 1.427。结果详见表 3.2.8-8。

表 3.2.8-8 各站位浮游动物多样性指数（ $H'$ ）、均匀度指数（ $J'$ ）和丰富度指数（ $d$ ）

站位	种类数	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度指数 ( $J'$ )	丰富度指数 ( $d$ )
1	10	1.691	0.509	1.794
3	7	1.471	0.524	1.427
4	12	2.628	0.733	2.607
6	8	1.598	0.533	1.475
8	15	2.744	0.702	2.821
9	16	2.246	0.562	3.474
11	22	1.430	0.321	2.976
12	10	2.179	0.656	1.880
13	19	1.279	0.301	2.572
15	20	1.440	0.333	2.638
16	10	2.455	0.739	2.060
18	13	2.677	0.724	2.667
20	10	2.708	0.815	2.098
22	10	2.388	0.719	2.098
23	13	2.394	0.647	2.568
24	17	3.152	0.771	3.331
26	16	3.113	0.778	3.474
平均值	13	2.211	0.610	2.468

#### 3.2.8.5 大型底栖生物

##### 1、种类组成

调查海域共采集鉴定出大型底栖生物 7 门 26 种，其中环节动物为 10 种，占总种类数的 38.46 %；节肢动物为 6 种，占总种类数的 23.08 %；软体动物为 5 种，占总种类

数的 19.23 %；刺胞动物为 2 种，占总种类数的 7.69%；棘皮动物、纽形动物、星虫动物均为 1 种，各占总种类数的 3.85%。详见表 3.2.8-9。大型底栖生物种类名录详见附录 III。

表 3.2.8-9 大型底栖生物类群组成

类群	种类数	平均密度(ind/m <sup>2</sup> )	平均生物量(g/m <sup>2</sup> )
刺胞动物	2	0.52	0.096
环节动物	10	8.88	0.326
棘皮动物	1	0.26	0.003
节肢动物	6	3.13	1.335
纽形动物	1	3.14	0.059
软体动物	5	2.35	3.594
星虫动物	1	0.26	0.009
合计	26	18.55	5.423

## 2、栖息密度与生物量

调查海域大型底栖生物栖息密度以环节动物为主，其平均密度为 8.88ind/m<sup>2</sup>，占总密度的 47.89%；其次为纽形动物，平均密度为 3.14ind/m<sup>2</sup>，占 16.91%；棘皮动物和星虫动物最低，平均密度均为 0.26ind/m<sup>2</sup>，各占 1.41%。

生物量以软体动物为主，平均生物量为 3.594g/m<sup>2</sup>，占 66.28%；其次为节肢动物，平均生物量为 1.335g/m<sup>2</sup>，占 24.62%；最低为棘皮动物，平均生物量为 0.003g/m<sup>2</sup>，仅占 0.05%。

调查海域各站位大型底栖生物的密度介于（4.44~39.97）ind/m<sup>2</sup>之间，平均密度为 18.55ind/m<sup>2</sup>，其中最高值出现在 13 号站位，为 39.97 ind/m<sup>2</sup>；大型底栖生物的生物量介于（0.035~60.658）g/m<sup>2</sup>之间，平均生物量为 5.423g/m<sup>2</sup>，最高出现在 15 号站位，为 60.658 g/m<sup>2</sup>。

调查海域各站位大型底栖生物的密度介于（4.44~39.97）ind/m<sup>2</sup>之间，平均密度为 18.55ind/m<sup>2</sup>，其中最高值出现在 13 号站位，为 39.97 ind/m<sup>2</sup>；大型底栖生物的生物量介于（0.035~60.658）g/m<sup>2</sup>之间，平均生物量为 5.423g/m<sup>2</sup>，最高出现在 15 号站位，为 60.658 g/m<sup>2</sup>。详见表 3.2.8-10。

表 3.2.8-10 各站位大型底栖生物栖息密度与生物量

站位	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	生物量(g/m <sup>2</sup> )
1	26.66	6.555
3	8.88	0.035
4	22.22	0.302

站位	栖息密度(ind/m <sup>2</sup> )	生物量(g/m <sup>2</sup> )
6	4.44	0.093
8	17.77	0.235
9	8.88	6.347
11	22.21	0.303
12	26.65	4.119
13	39.97	6.107
15	22.20	60.658
16	13.32	0.164
18	13.33	0.164
20	17.76	0.711
22	22.21	1.213
23	4.44	0.347
24	17.77	2.373
26	26.64	2.457
平均值	18.55	5.423

### 3、优势种

调查期间该海域大型底栖生物第一优势种为脑纽虫（*Cerebratulina* sp.），优势度为 0.089，平均栖息密度为 3.14ind/m<sup>2</sup>，出现频率均为 52.94%；第二优势种为背蚓虫（*Notomastus latericeus*），优势度为 0.087，平均栖息密度为 3.92ind/m<sup>2</sup>，出现频率为 41.18%。第三优势种为相拟节虫（*Praxillella affinis*），优势度为 0.025，平均栖息密度为 1.57ind/m<sup>2</sup>，出现频率为 29.41%。

表 3.2.8-11 大型底栖生物的优势种

调查站位	脑纽虫	背蚓虫	相拟节虫
1	4.44	17.78	0
3	0	0	4.44
4	0	17.78	0
6	0	0	4.44
8	0	4.44	0
9	0	4.44	0
11	4.44	0	8.89
12	0	13.33	0
13	0	4.44	0
15	0	0	0
16	4.44	0	4.44
18	8.89	0	0
20	4.44	0	4.44
22	8.89	4.44	0
23	4.44	0	0
24	8.89	0	0
26	4.44	0	0

调查站位	脑纽虫	背蚓虫	相拟节虫
平均值	3.14	3.92	1.57
占总密度比例 (%)	16.91	21.14	8.45
出现频率 (%)	52.94	41.18	29.41
优势度	0.089	0.087	0.025

#### 4、多样性指数与均匀度和丰富度指数

6 号和 23 号站位种类数仅 1 种，无法计算下表中的均匀度指数。各站位大型底栖生物多样性指数的变化范围为（0.000~2.641），平均值为 1.410，其中 13 号站位最高，为 2.641；15 个站位均匀度指数的变化范围为（0.722~1.000），17 个站位平均值为 0.820（6 号和 23 号赋 0 值），其中 3 号、9 号、15 号、16 号、20 号和 26 号站位均匀度指数均达到 1.000；丰富度指数变化范围为（0.000~2.791），平均值为 1.476，其中 26 号站位最高，为 2.791。结果详见表 3.2.8-12。

表 3.2.8-12 大型底栖生物的生物多样性指数（H'）与均匀度（J）和丰富度（D）

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J)	丰富度 (d)
1	3	1.251	0.789	1.116
3	2	1.000	1.000	1.443
4	2	0.722	0.722	0.621
6	1	0	/	0
8	2	0.811	0.811	0.721
9	2	1.000	1.000	1.443
11	4	1.922	0.961	1.864
12	4	1.792	0.896	1.674
13	7	2.641	0.941	2.731
15	5	2.322	1.000	2.485
16	3	1.585	1.000	1.820
18	2	0.918	0.918	0.910
20	4	2.000	1.000	2.164
22	4	1.922	0.961	1.864
23	1	0	/	0
24	3	1.500	0.946	1.443
26	6	2.585	1.000	2.791
平均值	3	1.410	0.820	1.476

注：“/”表示该站位仅采集到 1 种大型底栖生物

#### 3.2.8.6 潮间带生物

##### 1、种类组成

本次调查 5 个潮间带断面，定性调查共采集鉴定出潮间带生物 3 门 12 种。定量调查鉴定出 3 门 11 种，其中节肢动物种类最多，为 6 种，占总种类数的 54.55%；其次是

软体动物，为 4 种，占总种类数的 36.36%；脊索动物为 1 种，占总种类数的 9.09%。结果详见表 3.2.8-13。潮间带生物种类名录详见附录IV。

在 C1 断面中，高潮带发现潮间带生物有 2 种，中潮带发现潮间带生物有 4 种，低潮带发现潮间带生物有 3 种；在 C2 断面中，高潮带发现潮间带生物有 3 种，中潮带发现潮间带生物有 5 种，低潮带发现潮间带生物有 3 种；在 C5 断面中，高潮带发现潮间带生物有 3 种，中潮带发现潮间带生物有 3 种，低潮带发现潮间带生物有 1 种；C3 和 C4 断面未采集到潮间带生物。

**表 3.2.8-13 潮间带生物类群组成**

类群	种类数
脊索动物	1
节肢动物	6
软体动物	4
合计	11

## 2、栖息密度与生物量

定量调查断面潮间带生物平均栖息密度为 14.76ind/m<sup>2</sup>，平均生物量为 7.308g/m<sup>2</sup>。平均栖息密度最高为软体动物，为 12.27ind/m<sup>2</sup>，占总密度的 83.13%；其次是节肢动物，为 2.1ind/m<sup>2</sup>，占总密度的 15.67%；脊索动物最低，为 0.18ind/m<sup>2</sup>，占总密度的 1.21%。平均生物量最高为软体动物，为 5.966g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 81.64%；其次是节肢动物，为 1.295g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 17.71%；脊索动物最低，为 0.047g/m<sup>2</sup>，占总生物量的 0.65%。结果详见表 3.2.8-14。

**表 3.2.8-14 潮间带生物栖息密度与生物量**

类群	平均密度(ind/m <sup>2</sup> )	平均生物量(g/m <sup>2</sup> )
脊索动物	0.18	0.047
节肢动物	2.31	1.295
软体动物	12.27	5.966
合计	14.76	7.308

### a. 栖息密度与生物量的水平分布

定量调查断面的水平分布方面，各断面潮间带生物栖息密度表现为：C2>C5>C1，其中 C2 断面的栖息密度最高，为 44.45ind/m<sup>2</sup>；C3 断面和 C4 断面未采集到潮间带生物；生物量表现为：C2>C5>C1，其中 C2 断面的生物量最高，为 15.834g/m<sup>2</sup>；C3 断面和 C4 断面未采集到潮间带生物。结果详见表 3.2.8-15。

表 3.2.8-15 潮间带生物栖息密度(ind/m<sup>2</sup>)与生物量(g/m<sup>2</sup>)的水平分布

断面号	调查内容	脊索动物	节肢动物	软体动物	合计
C1	栖息密度	0	6.22	7.11	13.34
	生物量	0	2.338	3.285	5.623
C2	栖息密度	0.89	3.56	40.00	44.45
	生物量	0.237	0.685	14.911	15.834
C3	栖息密度	0	0	0	0
	生物量	0	0	0	0
C4	栖息密度	0	0	0	0
	生物量	0	0	0	0
C5	栖息密度	0.00	1.78	14.22	16.00
	生物量	0.000	3.450	11.634	15.083

b. 栖息密度与生物量的垂直分布

定量调查断面的垂直分布方面，潮间带生物平均栖息密度表现为：中潮带 > 高潮带 > 低潮带，其中中潮带平均栖息密度最高，为 28.27ind/m<sup>2</sup>，低潮带平均密度最低，为 4.80ind/m<sup>2</sup>；平均生物量表现为：中潮带 > 高潮带 > 低潮带，其中中潮带平均生物量最高，为 13.802g/m<sup>2</sup>，低潮带平均生物量最低，为 1.832g/m<sup>2</sup>。结果详见表 3.2.8-16。

表 3.2.8-16 潮间带生物栖息密度(ind/m<sup>2</sup>)与生物量(g/m<sup>2</sup>)的垂直分布

潮带类型	调查内容	脊索动物	节肢动物	软体动物	合计
高潮带	栖息密度	0	1.60	9.60	11.20
	生物量	0	1.665	4.626	6.291
中潮带	栖息密度	0	3.20	25.07	28.27
	生物量	0	2.045	11.757	13.802
低潮带	栖息密度	0.53	2.13	2.13	4.80
	生物量	0.142	0.174	1.515	1.832

3、优势种

调查期间该海域潮间带生物优势种共有 2 种，分别是中间拟滨螺（*Littorinopsis intermedia*）和齿纹蜑螺（*Nerita yoldii*）其中第一优势种为中间拟滨螺，优势度为 0.311，平均栖息密度为 7.64ind/m<sup>2</sup>，出现频率为 60.00%；第二优势种为齿纹蜑螺，优势度为 0.159，平均栖息密度为 3.91ind/m<sup>2</sup>，出现频率为 60.00%。结果详见表 3.2.8-17。

表 3.2.8-17 潮间带生物优势种各断面密度空间分布 (ind/m<sup>2</sup>)

调查断面	中间拟滨螺	齿纹蟹螺
C1	5.34	1.78
C2	28.44	8.00
C3	0	0
C4	0	0
C5	4.44	9.78
平均值	7.64	3.91
占总密度比例 (%)	51.80	26.50
出现频率 (%)	60.00	60.00
优势度	0.311	0.159

#### 4、多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

各断面潮间带生物的种类数在 (0~8) 之间, 平均值为 3 种, 其中 C2 断面种类数最多, 为 8 种。C3 和 C4 断面未采集到潮间带生物, 无法计算多样性指数、均匀度指数和丰富度指数。3 个断面的多样性指数变化范围为 (1.300~2.206), 5 个断面的平均值为 1.049 (C3 断面和 C4 断面赋 0 值), 其中最高值出现 C1 断面, 为 2.206; 3 个断面的均匀度指数变化范围为 (0.580~0.854), 5 个断面的平均值为 0.451 (C3 断面和 C4 断面赋 0 值), 其中最高值出现在 C1 断面, 为 0.854; 3 个断面的丰富度指数范围为 (0.692~1.846), 5 个断面的平均值为 0.866 (C3 断面和 C4 断面赋 0 值), 其中最高值出现在 C1 断面, 为 1.846。结果详见表 3.2.8-18。

表 3.2.8-18 潮间带生物的多样性指数 (H')、均匀度指数 (J') 和丰富度指数 (d)

断面	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数 (J')	丰富度指数 (d)
C1	6	2.206	0.854	1.846
C2	8	1.739	0.580	1.789
C3	0	--	--	--
C4	0	--	--	--
C5	3	1.300	0.820	0.692
均值	3	1.049	0.451	0.866

注: "--"表示该断面未采集到潮间带生物。

### 3.2.8.7 鱼卵与仔稚鱼

#### 1、种类组成

##### 垂直拖网

鱼卵和仔稚鱼垂直拖网调查共捕获鱼卵 35 粒, 捕获到仔稚鱼 20 尾。本次调查鱼卵鉴定到科的有 3 种, 鉴定到属的有 1 种, 均未鉴定到种, 鱼卵种类组成分别为棱鳀属、舌鳎科、石首鱼科和鳀科。仔稚鱼鉴定到科的有 2 种, 均未鉴定到种属, 仔稚鱼种类组

成分别为鳀科和鲱科。鱼类浮游生物名录详见附录V。

### 水平拖网

鱼卵和仔稚鱼水平拖网调查共捕获鱼卵 0 粒，仔稚鱼 76 尾。本次调查未采集到鱼卵。仔稚鱼鉴定到科的 4 种，均未鉴定到种属，仔稚鱼种类组成分别为鲱科、鳀科、鳀科和鰕虎鱼科。鱼类浮游生物名录详见附录V。

## 2、密度分布

### (1) 垂直拖网

本次调查海域 17 个站位共捕获鱼卵 35 粒，17 个站位中有 4 个站位捕获到鱼卵，其鱼卵密度范围为（0.862~10.715）ind/m<sup>3</sup>，其中，15 号站位捕获鱼卵密度最高，为 10.715nd/m<sup>3</sup>，17 个站位捕获鱼卵平均密度为 1.564 ind/m<sup>3</sup>。

本次调查海域 17 个站位共捕获仔稚鱼 20 尾，17 个站位中有 6 个站位捕获到仔稚鱼，其仔稚鱼密度分布范围为（0.862~7.143）ind/m<sup>3</sup>，其中 15 号站位捕获仔稚鱼密度最高，为 7.143 ind/m<sup>3</sup>，17 个站位捕获仔稚鱼平均密度为 1.071 ind/m<sup>3</sup>。垂直拖网鱼卵仔稚鱼密度分布详见表 3.2.8-19。

表 3.2.8-19 垂直拖网鱼卵仔稚鱼密度分布

站位	数量 (ind/m <sup>3</sup> )		
	鱼卵	仔稚鱼	合计
1	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
6	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
11	10.274	2.740	13.014
12	0	0	0
13	4.730	3.378	8.108
15	10.715	7.143	17.858
16	0	0	0
18	0	0	0
20	0	0	0
22	0	0	0
23	0.862	0.862	1.724
24	0	2.941	2.941
26	0	1.136	1.136
均值	1.564	1.071	2.634

### (2) 水平拖网

本次调查海域 17 个站位共捕获鱼卵 0 粒，17 个站位均未捕获到鱼卵。

本次调查海域 17 个站位共捕获仔稚鱼 76 尾，17 个站位均捕获到仔稚鱼，17 个站位捕获到仔稚鱼数量范围为（1~9）ind/net，其中，15 号站位捕获到仔稚鱼数量最多，为 9 ind/net；17 个站位捕获到仔稚鱼平均数量为 4.47 ind/net。水平拖网鱼卵仔稚鱼数量分布详见表 3.2.8-20。

表 3.2.8-20 水平拖网鱼卵仔稚鱼数量分布

站位	数量 (ind/net)		
	鱼卵	仔稚鱼	合计
1	0	3	3
3	0	5	5
4	0	6	6
6	0	5	5
8	0	2	2
9	0	3	3
11	0	1	1
12	0	5	5
13	0	6	6
15	0	9	9
16	0	6	6
18	0	1	1
20	0	1	1
22	0	5	5
23	0	6	6
24	0	4	4
26	0	8	8
均值	0	4.47	4.47

### 3、优势种

#### (1) 垂直拖网

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， $f_i$  为第  $i$  种在各个站位出现的频率，本次调查将鱼卵仔稚鱼的优势度  $Y \geq 0.02$  的种类作为该海域的优势种类。

本次调查中，鱼卵优势种有 1 种，为鳀科（Engraulidae sp.），优势度为 0.186。仔稚鱼优势种有 2 种，鳀科优势度最高，为 0.200；其次为鲱科（Clupeidae sp.），优势度为 0.076。鱼类浮游生物优势种详见表 3.2.8-21。

表 3.2.8-21 垂直拖网鱼类浮游生物优势种

中文名	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )		比例 (%)		出现频率 (%)		优势度 (Y)	
	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
鳀科	1.233	0.608	78.865	56.808	23.529	35.294	0.186	0.200
鲱科	--	0.462	--	43.192	--	17.647	--	0.076

注：“--”表示鱼卵或仔稚鱼非优势种。

### (2) 水平拖网

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， $f_i$  为第  $i$  种在各个站位出现的频率，本次调查将鱼卵仔稚鱼的优势度  $Y \geq 0.02$  的种类作为该海域的优势种类。

本次水平调查中未采集到鱼卵。仔稚鱼优势种有 4 种，鳀科 (Engraulidae sp.) 优势度最高，为 0.272；其次为鲱科 (Clupeidae sp.)、鰕虎鱼科 (Gobiidae sp.) 和鰺科 (Blenniidae sp.)，优势度分别为 0.140、0.089 和 0.086。鱼类浮游生物优势种详见表 3.2.8-22。

表 3.2.8-22 水平拖网鱼类浮游生物优势种

中文名	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )		比例 (%)		出现频率 (%)		优势度 (Y)	
	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼	鱼卵	仔稚鱼
鲱科	--	0.006	--	26.420	--	52.941	--	0.140
鰺科	--	0.004	--	18.272	--	47.059	--	0.086
鳀科	--	0.009	--	38.519	--	70.588	--	0.272
鰕虎鱼科	--	0.004	--	16.790	--	52.941	--	0.089

注：“--”表示鱼卵或仔稚鱼非优势种。

## 3.2.8.8 游泳动物

### 一、游泳动物资源调查总结结果

#### 1、类群组成

本次调查捕获的游泳动物，分隶于 3 大类群 21 科 38 种，其中鱼类为 16 科 26 种，占游泳动物总种类数的 68.42%；甲壳类为 4 科 11 种，占总种类数的 28.95%；头足类为 1 科 1 种，占总种类数的 2.63%。调查共捕获游泳动物 3213 尾，其中鱼类 2159 尾（含幼体 226 尾），甲壳类 1003 尾（含幼体 231 尾），头足类 51 尾（含幼体 3 尾），幼体比例分别为 10.47%、23.03%和 5.88%，总幼体比例为 14.32%。详见表 3.2.8-23 和表 2.7.1.2。种类名录详见附录 VI。

表 3.2.8-23 调查海区游泳动物类群组成

类群	科数	种数	种数所占比例%
鱼类	16	26	68.42
甲壳类	4	11	28.95
头足类	1	1	2.63
合计	21	38	100.00

## 2、游泳动物总资源数量及评估

调查评价区海域游泳动物的平均尾数资源密度为 40264.59 ind/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 16，为 59530.24 ind/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 3，为 24169.50 ind/km<sup>2</sup>；平均质量资源密度为 953.07 kg/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 8，为 1499.38 kg/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 3，为 543.36 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.8-24。

表 3.2.8-24 调查海区各站位游泳动物的总资源密度

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
1	34827.21	1059.29
3	24169.50	543.36
4	44951.40	1127.22
6	31626.04	598.02
8	51430.89	1499.38
9	49811.02	1241.03
11	30083.31	701.37
12	45356.37	1047.60
13	29054.82	645.82
15	33554.46	665.74
16	59530.24	1433.59
18	33940.14	672.14
20	55885.53	1459.65
22	35997.12	744.72
23	33683.02	753.38
24	55885.53	1216.85
26	34711.51	793.04
平均值	40264.59	953.07

## 二、鱼类资源调查结果

### 1、种类组成

本次调查捕获的鱼类，分隶于 8 目 16 科，种类数为 26 种；其中鲈形目种类数最多，为 6 科 9 种，占鱼类总种数的 34.61%。详见表 3.2.8-25。种类名录详见附录 VI。

表 3.2.8-25 调查海区鱼类类群组成

类群	科数	种数	种数所占比例%
鲱形目	3	8	30.77
鲤形目	1	1	3.85
鲇形目	2	2	7.69
仙女鱼目	1	1	3.85
鲛形目	1	2	14.29
鲈形目	6	9	34.61
鲹形目	1	1	3.85
鲷形目	1	2	7.69
合计	16	26	100.00

### 2、优势种

鱼类优势种通过 *IRI* 来确定,以 *IRI* 值大于 1000 的种类为优势种,*IRI* 值在 500~1000 的为主要种类,优势种和主要种类组成优势种群。本次调查的鱼类优势种为丝鳍海鲇 (*Arius arius*)、凤鲚 (*Coilia mystus*) 和棘头梅童鱼 (*Collichthys lucidus*),主要种类为汉氏棱鯧 (*Thryssa hamiltonii*)。优势种群的幼体比例详见表 3.2.8-26。

表 3.2.8-26 调查海区鱼类的优势种群

种名	N (%)	W (%)	F (%)	<i>IRI</i>	尾数	幼体比例 (%)
丝鳍海鲇	14.88	45.23	100.00	6010.87	478	0.00
凤鲚	17.52	7.11	100.00	2463.59	563	8.17
棘头梅童鱼	6.82	3.68	100.00	1049.22	219	69.41
汉氏棱鯧	4.64	1.72	88.24	560.99	149	7.38

### 3、鱼类资源数量及评估

调查评价区鱼类的平均尾数资源密度为 27253.45 ind/km<sup>2</sup>,最高值出现在站位 16,为 42926.57 ind/km<sup>2</sup>,最低值出现在站位 3,为 16712.95 ind/km<sup>2</sup>;平均质量资源密度为 846.40 kg/km<sup>2</sup>,最高值出现在站位 8,为 1404.41 kg/km<sup>2</sup>,最低值出现在站位 3,为 460.98 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.8-27。

表 3.2.8-27 调查海区鱼类的资源密度

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
1	25917.93	1009.14
3	16712.95	460.98
4	34827.21	1051.38
6	22112.52	504.48
8	35637.15	1404.41
9	31587.47	1143.59
11	22626.76	583.92

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
12	29157.67	952.53
13	20312.66	580.08
15	22112.52	541.75
16	42926.57	1329.12
18	21855.39	548.38
20	36042.12	1348.27
22	21598.27	571.54
23	22626.76	644.06
24	36042.12	1096.96
26	21212.59	618.13
平均值	27253.45	846.40

### 三、头足类资源调查结果

#### 1、种类组成

本次调查捕获的头足类，分隶于1目1科，种类数为1种。详见表3.2.8-28。种类名录详见附录VI。

表 3.2.8-28 调查海区头足类类群组成

类群	科数	种数	种数所占比例%
枪乌贼目	1	1	100.00
合计	1	1	100.00

#### 2、优势种

头足类优势种通过 IRI 来确定，以 IRI 值大于 1000 的种类为优势种，IRI 值在 500~1000 的为主要种类，优势种和主要种类组成优势种群。本次调查捕获到的头足类 IRI 均小于 500，无优势种群。

#### 3、头足类资源数量及评估

调查评价区海域头足类的平均尾数资源密度为 385.68 ind/km<sup>2</sup>，其中仅有站位 3、6、11、15、18、22、23 和 26 号站位捕获到头足类，各站位中最高值出现在站位 22，为 1414.17 ind/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 3，为 257.12 ind/km<sup>2</sup>；平均质量资源密度为 3.91 kg/km<sup>2</sup>，最高值出现在站位 22，为 13.57 kg/km<sup>2</sup>，最低值出现在站位 15，为 4.01 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.8-29。

表 3.2.8-29 调查海区头足类的资源密度

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
1	0	0
3	257.12	7.24
4	0	0
6	1028.49	9.47

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
8	0	0
9	0	0
11	771.37	7.28
12	0	0
13	0	0
15	385.68	4.01
16	0	0
18	642.81	5.71
20	0	0
22	1414.17	13.57
23	899.93	8.51
24	0	0
26	1157.05	10.72
平均值	385.68	3.91

#### 四、甲壳类资源调查结果

##### 1、种类组成

本次调查捕获的甲壳类，分隶于2目4科，种类数为11种。其中虾类为2科5种，占甲壳类总种数的45.45%；蟹类为1科5种，占甲壳类总种数的45.45%；虾蛄类为1科1种，占甲壳类总种数的9.10%。详见表3.2.8-30。种类名录详见附录VI。

表 3.2.8-30 调查海区甲壳类类群组成

类群		科数	种数	种数所占比例%
十足目	虾类	2	5	45.45
	蟹类	1	5	45.45
口足目		1	1	9.10
合计		4	11	100.00

##### 2、优势种

甲壳类优势种通过 *IRI* 来确定，以 *IRI* 值大于 1000 的种类为优势种，*IRI* 值在 500~1000 的为主要种类，优势种和主要种类组成优势种群。本次调查的甲壳类优势种为脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*) 和周氏新对虾 (*Metapenaeus joyneri*)，主要种类为长叉口虾蛄 (*Oratosquilla nepa*)。优势种群的幼体比例详见表 3.2.8-31。

表 3.2.8-31 调查海区甲壳类的优势种群

种名	N (%)	W (%)	F (%)	<i>IRI</i>	尾数	幼体比例 (%)
脊尾白虾	11.39	2.58	100.00	1397.40	366	55.46
周氏新对虾	8.43	2.28	94.12	1008.46	271	5.17
长叉口虾蛄	5.23	4.26	52.94	502.22	168	0.00

##### 3、甲壳类资源数量及评估

调查评价区海域甲壳类的平均尾数资源密度为 12625.46 ind/km<sup>2</sup>，最高值出现在站点 20 和站点 24，均为 19843.41 ind/km<sup>2</sup>，最低值出现在站点 11，为 6685.18 ind/km<sup>2</sup>；平均质量资源密度为 102.76 kg/km<sup>2</sup>，最高值出现在站点 26，为 164.20 kg/km<sup>2</sup>，最低值出现在站点 1，为 50.15 kg/km<sup>2</sup>。详见表 3.2.8-32。

**表 3.2.8-32 调查海区甲壳类的资源密度**

调查站位	尾数资源密度(ind/km <sup>2</sup> )	质量资源密度(kg/km <sup>2</sup> )
1	8909.29	50.15
3	7199.42	75.14
4	10124.19	75.84
6	8485.04	84.08
8	15793.74	94.97
9	18223.54	97.44
11	6685.18	110.17
12	16198.70	95.07
13	8742.16	65.74
15	11056.26	119.98
16	16603.67	104.46
18	11441.94	118.05
20	19843.41	111.38
22	12984.68	159.61
23	10156.33	100.81
24	19843.41	119.89
26	12341.87	164.20
平均值	12625.46	102.76

### 3.2.9 “三场一通道”分布情况

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

#### 1.南海鱼类产卵场

本工程海域不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

#### 2.南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域，保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

#### 3.南海区幼鱼、幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。本项目位于南海区幼鱼、幼虾保护区内。

#### **4.经济鱼类繁育场保护区**

本项目位于珠江口经济鱼类繁育场保护区内。珠江口经济鱼类繁育场保护区范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，番禺市的莲花山至东莞市的新沙二点连线以南的水域，保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日，期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。

### 3.2.10 珍稀海洋生物资源和典型生态系统

本项目周边最近的海洋保护区为珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区和珠江口中华白海豚国家级自然保护区，同时还有一个国家湿地公园——广东中山翠亨国家湿地公园。

#### 3.2.10.1 珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区

珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区，其前身为 1989 年经广东省人民政府批准建立的珠海担杆岛猕猴省级自然保护区和 2000 年经珠海市人民政府批准建立的淇澳岛市级红树林保护区。2004 年 11 月广东省人民政府批准同意将珠海担杆岛猕猴省级自然保护区和珠海淇澳岛红树林市级自然保护区合并，建立“珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区”。

珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区，是我国为数不多的集森林、野生动植物和湿地生态系统于一体的综合类型的自然保护区，总面积为 7373.77 公顷；主要保护对象为红树林湿地、猕猴、鸟类及海岛生态环境。自然保护区由淇澳红树林保护区和担杆猕猴保护区组成。

本项目论证范围内仅涉及该保护区的淇澳红树林保护区，担杆猕猴保护区不在论证范围内；该保护区的淇澳红树林保护区与本项目最近距离约 1.8km。淇澳红树林保护区位于淇澳岛西北部，保护区总面积 5103.77 公顷，其中红树林面积 533.3 公顷，呈半月形展示。

##### (1) 淇澳岛红树林保护区植物种类

淇澳红树林保护区内拥有维管植物 165 科 470 属 695（野生植物 140 科 398 属 556 种，栽培植物 65 科 106 属 139 种）。在野生维管植物中，其中蕨类植物 19 科 28 属 39 种；裸子植物 3 科 3 属 4 种，被子植物 118 科 367 属 513 种。其中红树植物达 10 科 13 属 15 种，分别占中国现有红树科、属、种的 83.3%、86.7%和 55.6%；半红树植物达 7 科 9 属 9 种，分别占中国现有半红树科、属、种的 77.8%、90%和 90%；红树林伴生植物为 11 科 15 属 15 种，分别占中国红树林伴生植物科、属、种的 73.3%、71.4%和 68.2%。

##### (2) 淇澳岛红树林保护区的动物种类

在世界和我国动物地理分区中，该地区属东洋界、华南区、闽广沿海亚区。淇澳岛红树林内的动物种类比较丰富，是一个丰富的生物种聚集地。

淇澳岛红树林湿地保护区内共拥有底栖动物 5 纲 14 目 48 科 103 种；鱼类 1 纲 10 目 41 科 90 种；有陆生脊椎野生动物 4 纲 25 目，58 科 156 种（含两栖动物 15 种、爬行动物 27

种、鸟类99种、哺乳动物15种）。

同时，保护区境内有属国家重点保护动物，也是珍稀濒危动物共计15种，占广东省珍稀濒危动物总数（117种）的12.8%，其中国家I级重点保护动物有1种（中华白海豚），II级重点保护动物14种（如虎纹蛙、鸢、凤头鹰、赤腹鹰、松雀鹰、水獭等）。

淇澳岛保护区是中国三大候鸟迁徙路径之一，秋冬季栖息着许多跨境的越冬候鸟和在此停留的候鸟，这些种类许多都是国际协定中的保护鸟类，如中日候鸟保护协定中的34种鸟类，占候鸟保护协定总数（227种）的15%；中澳候鸟保护协定中的16种鸟类，占中澳候鸟协定总数（81种）的19.8%。

### 3.2.10.2 珠江口中华白海豚国家级自然保护区

#### 1.保护区基本情况

珠江口中华白海豚国家级自然保护区位于珠江口水域内伶仃岛至牛头岛之间，面积约460hm<sup>2</sup>。1999年10月由广东省政府批准建立珠江口中华白海豚自然保护区，2003年6月由国务院正式批准晋升为国家级自然保护区。2007年11月保护区加入中国生物圈保护区网络，成为中国人与生物圈大家族中的一员。该保护区的建立不但最大限度地减少了人为干扰，在挽救濒危的中华白海豚种群同时，也保护了珠江口水域自然环境的生物多样性，修复了海洋生态系统，增殖了渔业资源，为经济可持续发展提供了保障。

保护区总面积460hm<sup>2</sup>，核心区面积140hm<sup>2</sup>，缓冲区面积128hm<sup>2</sup>，实验区面积192hm<sup>2</sup>。

**核心区：**面积140hm<sup>2</sup>，是原生自然景观最好的地方，是遗传基因库的精华所在，需采取绝对的保护措施，免受人为的干扰破坏。核心区作为深入研究生态系统自然演化的场所，可为人们提供各种标准的“本底”资料。因此，禁止任何船只进入该区域内从事可能对资源造成直接危害或不良影响的活动；若确因科学研究需要进入该区域的，须向保护区管理局。

**缓冲区：**面积128hm<sup>2</sup>，位于核心区的周围，其作用是保护核心区免受外界的影响和破坏，起到一定的缓冲作用。经广东省海洋与渔业局批准，在保护区管理局统一规划和引导下，可有计划地组织经济开发活动。

**实验区：**面积192hm<sup>2</sup>，位于保护区的边缘，以发展本地区特色的生产经营为主，如发展自然保护区野生动物饲养与驯化等，建立资源多层次综合利用的生态良性循环体系。经保护区管理局批准，可在划定范围内适当组织生态旅游、科学考察、教学实习等

活动，但不得危害资源和污染环境。

该保护区类型属于珍稀濒危水生动物保护区。主要保护对象是中华白海豚（*Sousa chinensis*），其次是江豚（*Neophocaena phocaenoides*），为国家二级水生保护动物。

本项目不在珠江口中华白海豚国家级自然保护区范围内，与其最近距离约为 10.1km。

## 2.中华白海豚的生物习性

中华白海豚（*Sousa chinensis*）在分类上属于哺乳动物纲、鲸目、海豚科、驼背豚属，该属与糙齿豚属、白海豚属的亲缘关系较近。体呈长圆柱形，中部肥硕。喙突狭长，喙额间有 V 形沟。体色随年龄而变化，幼体背部灰黑，腹部白色。成体全身乳白，背部有灰斑。背鳍、鳍肢及尾鳍棕灰色，眼黑色。背鳍较低矮，略呈三角形。中国境内的中华白海豚形态特征基本一致，与其他各地的中华白海豚最大的区别特点在于背部及背鳍基部没有骆驼峰状的隆起。年龄段的划分主要是根据体色，但划分方法有所不同，珠江口的调查根据香港的调查方法分为 6 个年龄阶段：无斑点婴儿期（UC 期），体色纯灰；无斑点少年期（UJ 期），体色浅灰；斑点少年期（SJ 期），身上布满灰点；斑点亚成年期（SS 期）身体灰白各半；斑点成年期（SA 期），身上有少量灰点；无斑点成年期（UA 期），浑身纯白，有的有少量灰点。雌性一般 9~10 年才能性成熟，雄性性成熟还要晚些。怀孕期约 11 个月左右。幼子出生主要集中在 1~8 月。刚出生的中华白海豚幼仔体长 100cm，雌中华白海豚的性成熟年龄约在一岁，雄中华白海豚的性成熟年龄偏晚。每年的春夏季节是中华白海豚的繁殖高峰期，但结果表明中华白海豚全年皆可繁殖。中华白海豚的年龄一般在 25-35 岁，最长的可达 50 岁，幼仔存活率在 95%左右。

中华白海豚的个体行为主要分为生理功能类、摄食类、抚幼类、性行为、逃避行为、休息行为、玩耍行为、头部行为、嬉肢行为、躯干行为、游动行为、出水行为。群体行为主要包括围捕、聚群捕食及其他同步行为。围捕是指三头上中华白海豚同步出水驱赶鱼群，伴有鱼群跃起，然后分开进行捕食；随后又聚群同步驱赶鱼群后再分开捕食，一般持续 3~5 次。聚群捕食是指中华白海豚群体同时在同一片区域（小范围）摄食，通常游速较快，伴有水平跳跃和弓形跳跃。由于受到野外观察条件限制，到目前为止，野外观察的鲸类行为一般仅能划分摄食、休息、玩耍、化群行为、迁移等几个较为宽泛的类别。

据李怡婷等（2014）三年的调查结果显示，中华白海豚的行为模式较为固定，以摄食行为为主，平均摄食时间所占总时间的比例为 60.49%，其中第一年和第二年的摄食

时间占总时间的比例均在 60%以上，第三年较低，平均 42.93%。其次是玩耍和休息，玩耍较休息多，三年平均值为 17.87%，休息行为的时间所占总时间的平均比例为 9.65%。抚幼和互作所占时间相对较少，三年平均值分别为 6.24%和 5.75%。

中华白海豚是近岸海洋生态系统的旗舰物种和指示物种，位于近岸海域食物链的顶端，具有重要的生态、科研和文化价值。中华白海豚在闽粤一带被渔民尊称为“妈祖鱼”，1997 年被遴选为香港回归祖国的吉祥物。保护中华白海豚对于维护海洋生物多样性有重要意义。

### 3.中华白海豚分布特征

#### (1) 中华白海豚分布情况

根据陈涛等于 2019 年 2 月发表于 Wiley 的《Indo-Pacific humpback dolphins (*Sousa chinensis* in the Moyang River Estuary: The western part of the world's largest population of humpback dolphins)》，珠江口-莫阳江口中华白海豚种群从伶仃洋，沿横琴岛、高栏岛、荷包岛、大襟岛、广海湾、上、下川岛周围，向西经潯洲岛一直连续分布至海陵岛附近水域，是目前已知世界上最大中华白海豚种群。本项目不位于该种群的分布范围，与该种群分布范围的最近距离约为 7.5km。

根据《珠海长隆富祥岛填海工程海洋环境影响报告书》（2017），2014 年出海监测珠江口中华白海豚资源，共计 82 航次，总航时达 442 小时，总航程达 8716.3 公里。成功目击中华白海豚共计 476 群次，中华白海豚共计 2861 头次，共收集超过 21 万张照片，其中 1.8 万张用于建档。至 2014 年 12 月 31 日，在泛珠江口海域共辨识 1985 头中华白海豚个体，其中东部种群（保护区所属内伶仃海域）累计辨识 798 头，所占比例达 40.2%。珠江口东部、中部和西部种群 2014 年新增辨识个体分别为 82、53 和 178 头，其中各区之间有部分新增辨识个体重叠，整体新增辨识个体 295 头。

该次调查未在本项目用海范围内目击到中华白海豚。

#### (2) 中华白海豚在分布上的季节性变化

珠江口中华白海豚的数量分布有明显的季节变化。冬季和春季珠江口中华白海豚的出现机率较高，目击次数较多，中华白海豚的群体规模亦较大。夏季和秋季的出现机率 and 出现数量则较少。

中华白海豚在珠江口的分布活动范围主要在伶仃洋自然保护区一带，季节和珠江流域的汛期变化，会令中华白海豚的分布出现南北移动。冬季时，中华白海豚主要分布在自然保护区北部的内伶仃岛周围水域，在大屿岛西侧的保护核心区。在冬天，中华白海

豚出现的次数较多，群体规模也较大。在淇澳岛、香港和澳门对开的伶仃洋西侧水域，中华白海豚活动比较分散，群体规模较小。在春季时，中华白海豚分布比较集中在自然保护区的核心区和缓冲区，是一年之中中华白海豚目击次数和数量最多的季节，尤其是在内伶仃岛南侧、马友石和大屿岛西侧的核心保护区水域，中华白海豚出现次数多，群体规模大；和保护区内中华白海豚活动密集的情况相反，在保护区以西至香洲湾沿岸的伶仃洋西侧则很少出现观察到中华白海豚活动。夏季时，由于伶仃洋水域为大范围淡水所覆盖，中华白海豚的群体活动范围会整体南移，活动区域主要集中在保护区南部的大屿山岛西侧至桂山岛周围水域，群体较为分散；至于在内伶仃岛北面和伶仃洋西部，则极少于夏季观察到中华白海豚活动。秋季时，中华白海豚活动区域又开始稍向北移，活动范围主要集中在马友石至大屿山岛西侧的自然保护区核心区；另外在桂山岛至青洲、赤滩岛一带海面，也有较大的中华白海豚群体出现。在此期间，可经常观测到母子中华白海豚。至于保护区的北部和西部，零星的中华白海豚群体也偶有出现。

### （3）影响珠江口中华白海豚分布移动的因素

1) 珠江冲淡水可能是影响中华白海豚在区域内分布移动的一个很重要因素。Jefferson (2000) 曾研究在大屿山东北水域中华白海豚的目击率与盐度的关系，发现在该水域 22 至 35 盐度范围内，随着盐度的升高中华白海豚的目击率呈下降趋势。珠江的径流量年平均达 3000 亿  $m^3$ ，水量相当充沛，其径流量的周年变化主要受制于上游的降雨量和汛期的长短，每年 4~8 月是珠江流域的汛期，每当上游洪水汇入珠江口时，整个伶仃洋水域的海水盐度变得非常淡，内伶仃岛北面水域的盐度降至 5 以下。这期间中华白海豚的活动区域重心向南移动，在夏季内伶仃岛附近水域很少有中华白海豚出现，而个别中华白海豚的活动区域扩展至桂山岛南面水域，这里平时很少有目击。9 月份以后珠江汛期结束，径流有所减弱，外海高盐水逐渐进入珠江口，伶仃洋的表面海水盐度维持在 20~28 之间，中华白海豚的活动区域重心向北移动，此时甚至大铲岛以北水域也常有中华白海豚出没。

2) 中华白海豚的活动也与渔场鱼汛密切相关。珠江口为广东沿海重要渔场，也是多种经济鱼类的产卵场和幼鱼的育肥场。每年的冬、春季节，珠江口的许多经济鱼类如棘头梅童鱼、凤鲚、银鲳等聚集在伶仃洋产卵，形成鱼汛，这些鱼类都是中华白海豚喜爱的食物，吸引了许多中华白海豚前来觅食，从而在这一带水域形成了中华白海豚活动的密集区。到了夏季，孵化出来的幼鱼随着洪水的来临也逐渐长大，向南部逸散或洄游入海，又在大屿山以西至桂山岛和东澳岛一带形成小鱼汛，该季节中华白海豚的活动密

集区也向南移动。中华白海豚的南北转移的时间、地点与这两个鱼汛发生的时间、地点相一致，说明它们的转移活动可能与觅食也有很大的关系。

3) 中华白海豚的活动与生产渔船也有关系。中华白海豚一个很重要的活动是觅食，而中华白海豚跟随在拖网渔船后面比较容易找到食物，因此在拖网渔船后面经常可以看到中华白海豚。拖网的网尾及网口通常聚集大量的鱼类，而且拖网拖过海床时也会激起很多底栖鱼类，经常会看到当拖网渔船下网不久就会有中华白海豚聚集过来。中华白海豚有时追随拖网渔船可以追得很远，直到渔船起网方才罢休。Hung& Jefferson（2004）的研究表明，中华白海豚个体的活动范围与其是否经常跟随渔船有很大的关系，经常跟随渔船个体的活动范围要比很少跟随渔船个体的活动范围大得多，很多中华白海豚跟渔船有联系的目击记录通常位于该个体习惯活动范围的边缘附近，说明跟随渔船使其活动范围扩大了。这也意味着人类活动对中华白海豚的行为习性产生了影响。

#### **（4）本项目与中华白海豚分布区的位置关系**

由前述相关调查研究资料可知，本项目不位于中华白海豚保护区，同时由于本项目位于近岸海域，水深较浅，未发现中华白海豚活动，与中华白海豚分布范围的最近距离约为 7.5km。

### **3.2.10.3 广东中山翠亨国家湿地公园**

本项目东北偏北侧约 9.8km 处有广东中山翠亨国家湿地公园。

国家林草局、自然资源部会同生态环境部、农业农村部等有关部门，组织开展了自然保护地整合优化工作，在各省级人民政府报送方案的基础上，形成的《全国自然保护地整合优化方案》。该方案中，中山翠亨国家级湿地公园整合优化结果为保留，按自然保护地管理。

广东中山翠亨国家湿地公园位于翠亨新区起步区珠江口横门西水道，规划面积 625.6 公顷，长 5.4 公里，其中陆地面积 243.9 公顷，湿地面积 395.44 公顷，湿地率 63.21%。公园为近海与海岸湿地、人工湿地两大湿地类，包含河口水域、红树林、淤泥质海滩、潮间盐水沼泽、水田五个湿地型。此外，横门水道位于广州南沙湿地和淇澳岛中间，距这两个鸟类栖息地直线距离 9 公里，因此公园建成以后将为国际候鸟提供生态栖息地，与南沙湿地和淇澳岛共同构成国际候鸟的迁徙通道，具有重要的生态区位。2019 年 12 月 25 日，根据国家林业和草原局印发《关于 2019 年试点国家湿地公园验收情况的通知》（林湿发〔2019〕119 号），广东中山翠亨国家湿地公园正式获批。

### ①植物资源

广东中山翠亨国家湿地自然公园共有维管束植物 352 种，隶属 91 科 258 属，野生维管束植物有 186 种，隶属 48 科 136 属；其中，蕨类植物有 4 种，隶属 4 科 4 属；被子植物有 182 种，隶属 44 科 132 属；湿地植物 68 种；入侵植物 41 种。

种子植物区系的数量优势科为禾本科、菊科、蝶形花科、大戟科等。种子植物科的地理成分中，在去除世界分布科外，以热带性分布的 19 科（占 95%）为最多，温带性分布科有 1 科，占 5%，翠亨湿地科的植物区系表现出较强的热带性，兼有一定的温带性。

种子植物属的地理成分中，在去除世界广布属分布后，也以热带性的属最多，其次是温带分布属。

翠亨湿地以水域为主，植被类型较单一，植被群落均沿水域两岸分布，类型主要以沼泽、水生植被、红树林和园林植被为主，沼泽地植被类型主要以卡开芦、短叶茳芩、水葱、苏里南莎草等禾本科、莎草科的植物为优势种；红树林主要以无瓣海桑、木榄、水黄皮等为主。

### ②动物资源

各动物类群分析，翠亨湿地共记录有陆生脊椎动物 21 目 63 科 160 种；鱼类 12 目 31 科 65 种；大型底栖动物 3 门 6 纲 16 目 48 种。翠亨湿地共记录到珍稀濒危及特有保护动物 14 目 26 科 46 种。翠亨湿地动物多样性逐步提高，已经同南沙湿地和淇澳岛一并成为珠江口分布野生动物的重要栖息地，尤其是越冬候鸟。

翠亨湿地中的鱼类群落中，喜底质的小型底层肉食性鱼类，特别是塘鳢科、鰕虎鱼科的鱼类数量都比较多，在各水层以杂食为主的鱼类数量也较大，而一些较大型底层肉食性鱼类数量较少。定居性、泥质底质的肉食性和杂食性鱼类多为现阶段广东中山翠亨国家湿地自然公园优势种群。

红树林以及滩涂，使得大型底栖动物中的河蚬、文蛤、红树蚬等软体动物数量比较丰富，脊尾白虾、日本沼虾、拟穴青蟹也由于良好的栖息生境和丰富的食物来源而形成较大的种类和数量，成为优势种。

### ③功能分区

根据《广东中山翠亨国家湿地公园总体规划（2016-2020 年）》，公园的规划目标旨在建设集湿地保护与修复、湿地文化展示、科普宣教、科研监测、湿地休闲观光为一体的国家级湿地公园，以生态性、地域性和参与型为原则，共分五区：

管理服务区：该区是湿地公园的管理、服务机构和设施的建设区，主要建设中山翠亨国家湿地公园管理中心、码头、游客中心，完善管理和服务体系，配置相应的保护管理设施、设备，为游客提供高效的服务。

宣教展示区：该区是湿地公园开展实地科普宣教、生态文明建设和生态休闲游憩的场所，主要建设内容包括：湿地宣教展馆和数字化监测系统的布点等。

恢复重建区：该区是湿地公园野生动物栖息地恢复的核心区域，主要建设内容为退田还湿、沼泽湿地生态恢复和鸟类停歇地恢复。

湿地保育区：该区是湿地公园的重要生态基质与红树林集中区域，主要采取严格的保护措施，对横门水道设置限入区，严格保护河口湿地水质、红树林及湿地生态系统，以构建良好的生物栖息地。在此基础上，规划在本区域内仅能开展保护和科研监测活动，主要建设内容包括水面日常保洁工程、废弃物集中处理、面源污染的防治、红树林保护、湿地监测点和数字化监测系统的布点等。

合理利用区：该区是以和谐发展和宜居环境建设为目标，合理配置湿地景观与休闲体验设施，开展湿地休闲、游憩体验的区域，主要建设亲水平台、休闲步道等。

#### 3.2.10.4 典型生态系统

根据现场踏勘及对照《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》中的典型海洋生境空间分布图，本项目论证范围内无盐沼、珊瑚礁、海藻场和牡蛎礁等海洋典型生态系统，论证范围内有红树林及海草床典型生态系统。

##### 1. 红树林典型生态系统

本项目论证范围内的红树林典型生态系统主要分布于珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区中的淇澳红树林保护区和广东中山翠亨国家湿地公园。

淇澳红树林保护区内拥有维管植物 165 科 470 属 695（野生植物 140 科 398 属 556 种，栽培植物 65 科 106 属 139 种），其详细情况见 3.2.10.1 节相关内容。

广东中山翠亨国家湿地自然公园共有维管束植物 352 种，隶属 91 科 258 属，野生维管束植物有 186 种，隶属 48 科 136 属；其中，蕨类植物有 4 种，隶属 4 科 4 属；被子植物有 182 种，隶属 44 科 132 属；湿地植物 68 种；入侵植物 41 种，其详细情况见 3.2.10.3 节相关内容。

##### 2. 海草床典型生态系统

海草床是地球上生物多样性最丰富、生产力最高的海洋生态系统之一，是多种海洋

生物的繁殖和栖息地，是全球多样性保护的主要对象。

唐家湾的海草床—贝克喜盐草，距离项目最近距离约 7.4km。该片海草床的面积为 7.6 公顷，覆盖度是全广东新发现的海草床中最高的。同时，唐家湾的贝克喜盐草也是珠江口西岸发现的唯一一块贝克喜盐草海草床。

珠海唐家湾贝克喜盐草海草床是一块国际濒危热带海草床，在唐家湾一带海洋生态环境中占据着重要的生态地位，具备重要的生态功能。可为大量海洋生物提供重要的栖息地和庇护场所，同时有助于改善海水的透明度，减少富营养物质的蓄积，防止海水富营养化和赤潮发生。其次，海草是一种根茎植物，生长于近海岸淤泥质或沙质沉积物上，可固泥土，减弱海浪的冲击，减少沙土流失，具有巩固和保护海岸线和海床地质的作用。为了保护和修复海草床，业主单位开展海草床资源及生境调查及后续的保护研究工作。

### ①海草床的分布、面积和覆盖率

GPS 绕测结果显示，珠海唐家湾的贝克喜盐草海草分布于表层为砂质、中层为淤泥的中潮带和低潮带，在表层和中层底质均为砂质的高潮带没有分布。海草床受到排水闸门排放陆域废水的阻隔，明显分为南、北两块，海草床面积总计约 3.29 hm。纵横交错的蚝桩也对海草床生境造成切割，贝克喜盐草生长呈斑块状分布，覆盖度范围为 5~55%。

### ②海草的叶片形态

贝克喜盐草是世界上叶片形态最小的海草之一，叶片长度通常为 6~10mm。采集于研究区的叶片形态测量结果表明，叶片长为  $(7.31 \pm 2.20)$  mm，叶宽为  $(2.58 \pm 0.75)$  mm，叶柄长为  $(7.88 \pm 3.11)$  mm，地上部分长为  $(5.65 \pm 2.04)$  mm，地下部分长为  $(13.88 \pm 3.85)$  mm。正因为贝克喜盐草形态极小、生境的特殊性以及普通公众对海草认识的严重缺乏，加之其植株易被沉积物掩埋，导致了贝克喜盐草在很多情况下难以被发现。

### ③海草生物量、直立茎密度、繁殖器官数量特征

研究区的贝克喜盐草生长密度为  $(4564 \pm 1566)$  茎·m<sup>-2</sup>，干重生物量为  $(14.463 \pm 5.823)$  gFW·m<sup>-2</sup>，调查期间发现花、果等繁殖器官，果实密度为  $(722 \pm 548)$  个·m<sup>-2</sup>。

## 3.2.11 海洋自然灾害

### 3.2.11.1 热带气旋

(1) 1961—2022 年：分析 1961—2022 年热带气旋资料发现，影响珠海最多的年

份为 1961 年，共 9 个；最少年份为 2000 年和 2004 年，没有热带气旋影响。影响珠海的热带气旋存在明显的月际变化，7 月最多，占 34%，其次是 8 月和 9 月，各占 23% 和 22%，5 月、6 月、10 月和 11 月受热带气旋影响的概率较少，4 月、12 月极少（各一个），1—3 月无热带气旋影响。台风移近或到达此海区时，风应力中切线分量在台风前进风向向右侧使海水向岸堆积，造成增水，而在左侧，使海水离岸造成减水。一般在北纬 20 度以北，东经 114 度以西的海面，都会使本海区产生台风增水，从而导致潮水漫溢，海堤溃决，冲毁建筑设施，造成大量人员伤亡和财产损失。严重影响珠海的台风有 6 次，均发生重大灾情，尤其 8908 号、9316 号、0814 号和 1208 号台风灾害最重。

1989 年 7 月 18 日 8908 号台风在珠海以西的阳江登陆，珠海最大风力达 11 级，8 级以上大风持续 24 小时，又适逢农历十六大潮，全市各地普遍出现特大值高潮位，黄金站 2.24m，超记录 0.33m，三灶站 2.6m，超记录 0.65m，所有堤防水位超过警戒水位 0.7~1.1m，漫顶堤段长 265km，崩坍决口 70.2km/1284 处，共有 37.6 万亩农田、鱼塘受淹，倒塌房屋 4894 间，死亡 13 人，经济损失 2.05 亿元。

1993 年 9 月 17 日 9316 号台风正面袭击珠海，阵风 12 级以上，最大风速 44.6m/s，时值农历初二大潮，各地普遍出现有历史记录以来的最高潮位（灯笼山 2.69m，广昌水闸 2.92m，三灶 3.14m，白藤大闸 3.4m）。三灶湾、鹤洲北海堤全部漫顶，堤围受损 45.08km，决口 14.56km/275 处，沉船 187 艘，30 多艘百吨以上的避风船被抛上堤岸，受淹农田 22.5 万亩，倒塌房屋 144 座/1.61 万 m<sup>2</sup>，死亡 12 人，受伤 400 多人，经济损失 6 亿多元。

2008 年第 14 号台风“黑格比”于 9 月 24 日 6:45 在广东省电白县陈村镇沿海登陆，登陆时中心最大风力有 15 级（48m/s），这是今年登陆我国影响最大的台风，也是广东省多年来未遇到的强台风。强台风“黑格比”由于具有强度大、移速快、影响范围广等特点，给沿海地区造成了巨大的风暴潮增水，同时由于最大增水出现的时间基本与天文潮高潮时间同步，导致沿海地区部分风暴潮站不同程度地出现了超历史的最高水位。横门站 2008 年 9 月 24 日（2008 年第 14 号台风（黑格比）期间）出现历年最高潮位为 3.31m。“黑格比”期间，珠海市 4 个区（县）23 个乡镇，4.553 万人口受灾，倒塌房屋 50 间，死亡人口 1 人，直接经济损失 4.98 亿元。其中，农作物受灾面积 1.304 万公顷，农林牧渔业直接经济损失 2.18 亿元；水利设施方面，损坏 45 处约长 46km 堤防、3 座水闸、2 座机电泵站，直接经济损失 0.838 亿元。

2012年第8号台风“韦森特”于7月24日04时15分在台山市赤溪镇登陆，登陆时中心附近最大风力13级，达到40m/s。“韦森特”强度强，影响范围广，风雨影响重。据珠海市气象台监测到，珠海市沿岸及海岛上阵风已达到14~17级，最大风速出现在珠海港区，最高达60m/s，均破珠海气象史上纪录。据珠海市三防指挥部初步统计，珠海全市因灾死亡2人，失踪3人，9404人受灾，转移人员19390人。全市约21343棵树木被吹毁，吹倒广告牌约4420m<sup>2</sup>，房屋、工棚受损692间，农作物受淹约66240亩，水产养殖过水约66186亩，渔船、渔排损毁23条，海堤受损约237m，供电线路损坏77条，电线杆（塔）吹倒24根（座），压坏车辆147辆，经济损失约1.4356亿元。

2017年第13号台风“天鸽”（强台风级）的中心于8月23日12时50分前后在广东珠海南部沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有14级（45m/s），中心最低气压950百帕。监测显示，珠海12点10-15分之间观测到51.9m/s（16级）的瞬时大风，打破当地风速纪录（原纪录为1993年9月17日44.6m/s）。天鸽给珠海市带来狂风骤雨，陆地风力12级阵风13-14级，沿岸及海面风力13-14级阵风16-17级，台风天鸽造成珠海2人死亡，房屋倒塌275间，全市农作物受灾面积3万亩，大部分地区出现停水停电，部分道路因为树木倒伏通行受阻，直接经济总损失55亿元。

1822号台风“山竹”2018年9月16日17时在广东台山海宴镇登陆，登陆时中心附近最大风力14级，中心最低气压955百帕。期间，珠海站的平均风已达12级（33.5m/s），超过天鸽，打破历史记录，造成珠海大面积海水倒灌，全市无人员死亡。

2019年有影响的台风有2个，1907号台风“韦帕”和1911号台风“白鹿”，给珠海市带来强降水，但未造成直接经济损失。

2020年有影响的台风有2个，06号台风“米克拉”和07号台风“海高斯”，给珠海市带来暴雨。

2021年有影响的台风有2个，07号台风“查帕卡”和09号台风“卢碧”，给珠海市带来暴雨。

2022年有5个台（“暹芭”、“木兰”、“马鞍”、“尼格”和一个热带低压）登陆广东省，登陆台风数较多年平均值（3.7个）偏多1.3个。其中，8月份连续有三个台风登陆：8月4日9时热带低压在惠州惠东沿海登陆，登陆时中心附近最大风力6级（13米/秒），中心最低气压1002百帕；第7号台风“木兰”于8月10日10时以热带风暴级（9级，23米/秒，中心最低气压992百帕）在湛江徐闻沿海登陆；第9号台风“马鞍”于8月25

日 10 时以台风级（12 级，33 米/秒，中心最低气压 975 百帕）在茂名电白沿海地区登陆。

**(2) 2023 年：**在 2023 年有 6 个台风登陆或严重影响广东。这 6 个台风分别为“泰利”“苏拉”“海葵”“小犬”“鸳鸯”“三巴”，其中，“泰利”“三巴”直接登陆广东。台风“泰利”于 7 月 17 日 22 时 20 分前后登陆广东湛江南三岛沿海，登陆时中心附近最大风力 38 米/秒（13 级），是 2023 年首个登陆中国的台风。台风“三巴”在 10 月 20 日 9 时 45 分左右登陆湛江遂溪沿海，它路径复杂，共三次登陆，是近 20 年里第一个在雷州半岛西侧登陆的台风。而台风“苏拉”“海葵”“小犬”“鸳鸯”虽未直接登陆广东，却给广东带来狂风、暴雨等恶劣天气，对当地造成极大影响。

**(3) 2024 年：**2024 年 11 月 8 日，台风“银杏”从菲律宾吕宋岛进入南海，受其影响，8 至 10 日南海北部、台湾海峡、广东海面风力较大，台风中心经过的附近海面风力 13 至 16 级。虽然台风“银杏”尚未登陆广东，但已促使海上船舶密切关注台风动态并及时避风，海上作业、海岛及滨海旅游等也在密切关注天气变化，避开恶劣天气影响路线和区域。

### 3.2.11.2 风暴潮

根据《2023 年广东省海洋灾害公报》，2023 年，广东省沿海共发生风暴潮过程 4 次，其中 2 次造成灾害，分别为“泰利”台风风暴潮和“苏拉”台风风暴潮，共造成直接经济损失 1.83 亿元，未造成人员死亡失踪。“苏拉”台风风暴潮造成直接经济损失最严重，为 1.04 亿元，约占全年风暴潮灾害直接经济损失的 57%。2023 年广东省风暴潮灾害主要损失统计见表 3.2.11-1。

表 3.2.11-1 2023 年广东省风暴潮灾害主要损失统计

表 2 2023 年广东省风暴潮灾害主要损失统计表					
灾害过程		发生时间	主要受灾地区	死亡失踪人口 (人)	直接经济损失 (万元)
编号	名称				
2304	“泰利”台风风暴潮	7 月 16-18 日	湛江、阳江、茂名、珠海	0	7 896.39
2309	“苏拉”台风风暴潮	9 月 1-2 日	珠海、汕尾	0	10 357.00
合计				0	18 253.39

与近十年平均状况相比，2023 年风暴潮发生次数和致灾次数与平均值（4.6 次、2.4 次）基本持平，风暴潮灾害造成的直接经济损失和死亡失踪人口均低于平均值。2014-2023 年广东省风暴潮灾害直接经济损失和死亡失踪人口统计情况见图 3.2.11-1 所示。

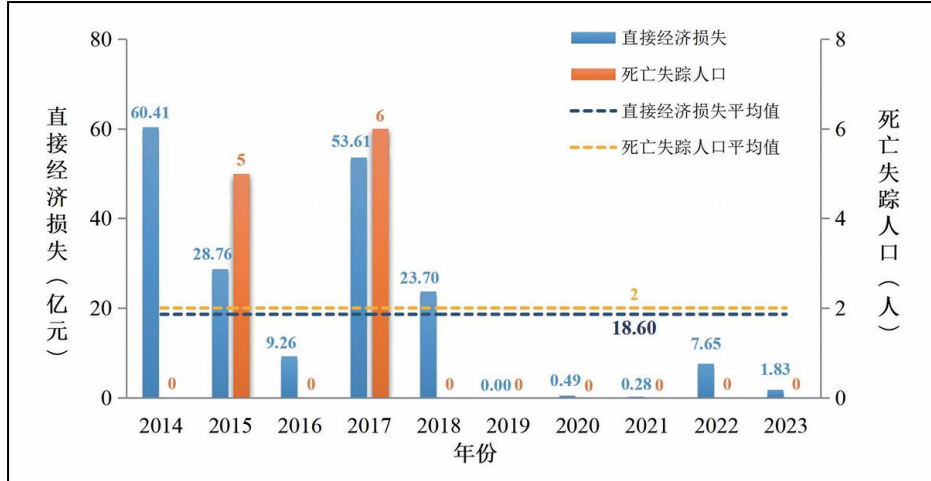


图 3.2.11-1 2014-2023 年广东省风暴潮灾害直接经济损失和死亡失踪人数统计

### 3.2.11.3 海浪灾害

根据《2023 年广东省海洋灾害公报》，2023 年，广东省近海共发生有效波高 4.0 米（含）以上的灾害性海浪过程 12 次，其中台风浪 5 次，冷空气浪 7 次。发生海浪灾害过程 1 次，造成 1 人死亡。灾害性海浪过程中，台风浪主要发生在 7-10 月，冷空气浪主要发生在 1-2 月和 11-12 月。8 月 31 日-9 月 2 日，受台风“苏拉”影响，广东近海海域出现了狂浪到狂涛，其余灾害性海浪过程级别均在狂浪及以下。2023 年广东省灾害性海浪过程见表 3.2.11-2 所示。

表 3.2.11-2 2023 年广东省海浪灾害过程

名称	发生时间	引发海浪原因	海浪级别
20230124 冷空气过程	1 月 24-25 日	冷空气	大浪到巨浪
20230220 冷空气过程	2 月 20-22 日	冷空气	大浪到巨浪
20230225 冷空气过程	2 月 25-27 日	冷空气	大浪到巨浪
2304 号台风“泰利”过程	7 月 16-18 日	热带气旋	巨浪到狂浪
2305 号台风“杜苏芮”过程	7 月 26-28 日	热带气旋	大浪到巨浪
2309 号台风“苏拉”过程	8 月 31 日-9 月 2 日	热带气旋	狂浪到狂涛
2311 号台风“海葵”过程	9 月 4-5 日	热带气旋	大浪到巨浪
2314 号台风“小犬”过程	10 月 6-9 日	热带气旋	巨浪到狂浪
20231111 冷空气过程	11 月 11-13 日	冷空气	大浪到巨浪
20231129 冷空气过程	11 月 29 日-12 月 2 日	冷空气	大浪到巨浪
20231216 冷空气过程	12 月 16-18 日	冷空气	大浪到巨浪
20231220 冷空气过程	12 月 20-24 日	冷空气	大浪到巨浪

### 3.2.11.4 地震

项目位于中国东南沿海地震带，地震活动存在明显的低潮期和高潮期交替出现的周期性特征，自 1400 年有地震记录以来，明显存在 2 个地震活动周期；1400 年~1700 年为第一活动周期，1701 年至今为第二活动周期，目前拟建场区处于东南沿海地震带第二活动周期的剩余释放期。

地震活动是区域稳定性的一项重要标志。据记载在珠江三角洲地区地震 400 多次，近场区历史上无破坏性地震记录，近场区附近地区历史上发生过三次破坏性地震，为 1372 年广州 4.43 级，1915 年广州 4.43 级和 1936 年中山 5 级地震，震级不超过 5 级。自八十年代末至九十年代初，我国已进入第五个地震活动期。珠江三角洲地震活动总体水平不高，共发生  $M_s \geq 4\frac{3}{4}$  地震 12 次，最大地震级为  $5\frac{3}{4}$  级。1995 年以来广东及其临近地区 3 级以上地震活动水平超过了过去 10 年，显示了地震活动态势。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），本项目所在地的地震烈度介于 VI—VII 度之间，地震对工程项目的影影响烈度应不会超过 VII 度，但仍需严格按照基本烈度 VII 度设防。

## 4 资源生态影响分析

### 4.1 生态评估

#### 4.1.1 重点和关键预测因子

本项目位于珠海市高新区北围片区海堤海域，不涉及占用生态保护红线等生态环境敏感区，所在海域为近岸海域，水文动力条件较弱，水深浅，本项目涉海工程主要拟在保留现状海堤结构断面基础上，对砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛；同时在海堤前投放人工礁体和设置垃圾防护设施（拦污漂）。不涉及在海上新建海堤非透水构筑物，透水式的人工鱼礁礁体和开放式的拦污漂建设规模小，对水文动力环境、地形地貌和冲淤环境可能产生的影响较小。本项目需要重点关注的为施工产生的悬浮泥沙对海水水质的影响和占用海域、施工悬浮泥沙等对海洋生态环境的影响。其中水质环境中关键预测因子为SS，而生态和生物资源环境中关键预测因子为底栖生物、鱼卵仔鱼。

#### 4.1.2 不同方案的海洋生态环境影响对比分析

由于本项目拟建人工鱼礁和拦污漂建设规模小，实际占用海域面积小，且用海方式为透水构筑物和其他开放式，可能对海洋生态环境等影响较小，本次对项目主要建设的海堤的不同方案海洋生态环境影响进行比选。

受2017年台风“天鸽”以及“帕卡”、“玛娃”影响，北围海堤堤身损毁严重，多处防洪墙垮塌。北围海堤珠江口段因直接面临珠江口，外海侧水域较深，风区吹程较长，堤身损毁极其严重，沿线防洪墙大面积垮塌。灾后华发高新公司立即组织了抢险工作，于2019年实施《珠海市高新区北围海堤加固修复工程》。

鉴于珠海市高新区北围海堤加固修复工程建成至今年限不长，为了充分利用其原已建成的结构，节约集约用海，同时尽量降低对海洋生态环境的影响，本项目可研阶段未进行平面尺度方案比选，仅基于现状平面尺度不变的情况下，对海堤护坡结构形式进行了比选。其中涉海的为2.30m高程以下护坡，该高程以下护坡受风浪侵蚀的频率较大，要求护坡结构耐久性好，且平整度高，一般可采用混凝土的护坡结构，常用的混凝土护坡结构包括预制砼四脚空心块、浆砌石和预制砼栅栏板结构；由于本段为迎浪顶吹堤段，

靠近外海，首先考虑消浪效果和耐久性，可研主要考虑并比选了消浪效果较好、耐久性更好的预制砼四脚空心块（本次作为方案一进行比选）和预制砼栅栏板（本次作为方案二进行比选）护岸结构，其中预制砼四脚空心块护岸结构拟保留现状已建制砼四脚空心块，并对其上方进行生态化改造，无需拆除重建；预制砼栅栏板结构护岸需拆除重建护岸。两个方案比选内容详见 7.2.1 节相关内容。

#### 4.1.2.1 水文动力和冲淤环境影响预测对比分析

由于两个方案的布置位置相同，设计高程相同，均位于近岸浅滩，所在海域的海洋水文动力条件均较弱，对海洋水文动力和冲淤环境的影响均较小，相差不大。

#### 4.1.2.2 海水水质影响预测对比分析

##### 1.方案一海水水质影响预测结果与评价

方案二对海水水质的影响预测结果详见 4.3.3 节相关内容，由预测结果可知，方案已水下施工作业产生的悬浮泥沙对海域的影响范围主要是在工程周边很小的范围内。由于工程位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，水下施工产生的悬浮泥沙在潮流作用下，施工悬沙增量面积 100mg/L 高浓度区范围很小，其最大包络线面积约为 0.043km<sup>2</sup>，而 10mg/L 浓度区主要随涨落潮向沿岸扩散，最大包络线覆盖范围约为 0.191km<sup>2</sup>。

##### 2.方案二海水水质影响预测结果与评价

采用与方案二一致的预测模式，人工鱼礁和拦污漂施工悬浮泥沙采用与方案一一致的源强（详见 4.3.3 节相关内容），其原护岸拆除过程需采用挖土机进行拆除重建，其开挖拆除重建悬浮泥沙产生源强约为 2.82kg/s。

模拟方案二的水下施工作业过程，输出每半小时的浓度场，统计在工程海域悬沙增量大于 10mg/L 面积，获得瞬时最大浓度场。并叠加模拟期间内各网格点构成的最大浓度值的浓度场，构成最大“包络浓度场”，方案二水下施工产生的悬浮泥沙包络线面积统计结果见表 4.1-1。

表 4.1-1 方案二施工产生悬沙增量面积（km<sup>2</sup>）

浓度	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L
最大包络线	0.291	0.241	0.183	0.132

在护岸拆除重建、人工鱼礁礁体投放、拦污漂固定混凝土块投放施工作业过程中，由于设备的扰动使水体中的泥沙再悬浮，造成水体浑浊水质下降，主要污染物为 SS。计算结果显示，方案二水下施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污

染。从整体分布趋势看，方案二水下施工作业对海域污染的范围主要是在工程周边范围，其中施工悬沙增量面积 100mg/L 高浓度区包络线面积为 0.132km<sup>2</sup>，而 10mg/L 浓度区主要随涨落潮向沿岸扩散，覆盖范围为 0.291km<sup>2</sup>。

### 3.对比分析

由对比分析结果可知，由于方案二需对海堤护坡结构进行拆除重建，其拆除重建过程会产生悬浮泥沙，从而大大增加对海洋生态环境的影响。总体上，方案二施工过程中产生的悬浮泥沙影响是明显高于方案一的。

#### 4.1.2.3 对生物资源的影响对比分析

##### 1.方案一对生物资源的影响分析

经计算，方案一造成的潮间带生物直接损失量约为 466.1kg，鱼卵直接损失量约为 1.20×10<sup>6</sup>粒，仔稚鱼直接损失量约为 2.93×10<sup>5</sup>尾，游泳动物直接损失量约为 44.26kg，具体计算详见 4.2.5 节相关内容。

##### 2.方案二

###### (1) 潮间带生物损失量估算

由于方案二与方案一的用海范围一致，仅海堤护坡结构不同，因此，其海堤、人工鱼礁和拦污漂等占用海域造成的潮间带生物损失总量与方案一的一致，直接损失量约为 466.1kg。

###### (2) 渔业资源损失量估算

按方案一与方案二的水深等均一致的情况进行简化计算，由于方案二需进行拆除重建，其持续周期数取为 24，则可计算得方案二造成的渔业资源损失量约为：鱼卵 1.36×10<sup>7</sup>粒、仔稚鱼 3.33×10<sup>6</sup>尾、游泳动物 538.98kg，具体见表 4.1-2 所示。

表 4.1-2 悬浮泥沙影响造成的渔业资源损失估算表

浓度 (mg/L)	种类	资源密度		影响面积 S (km <sup>2</sup> )	持续 周期 数 (T)	水深 (m) (d)	损失率 K (%)	损失量计算 公式	损失量	
		密度值 D	单位						损失量值	单位
10~20	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.050	24	1	5	D×S×d×K×T	3.43×10 <sup>5</sup>	粒
	仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.050	24	1	5	D×S×d×K×T	8.40×10 <sup>4</sup>	尾
	游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.050	24	1	0.5	D×S×K×T	3.62	kg
20~50	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.058	24	1	17.5	D×S×d×K×T	1.39×10 <sup>6</sup>	粒
	仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.058	24	1	17.5	D×S×d×K×T	3.41×10 <sup>5</sup>	尾
	游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.058	24	1	5	D×S×K×T	42.02	kg
50~100	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.051	24	1	40	D×S×d×K×T	2.80×10 <sup>6</sup>	粒

浓度 (mg/L)	种类	资源密度		影响面积 S (km <sup>2</sup> )	持续 周期 数 (T)	水深 (m) (d)	损失率 K (%)	损失量计算 公式	损失量	
		密度值 D	单位						损失量值	单位
>100	仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.051	24	1	40	D×S×d×K×T	6.85×10 <sup>5</sup>	尾
	游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.051	24	1	15	D×S×K×T	110.84	kg
	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.132	24	1	50	D×S×d×K×T	9.07×10 <sup>6</sup>	粒
>100	仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.132	24	1	50	D×S×d×K×T	2.22×10 <sup>6</sup>	尾
	游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.132	24	1	20	D×S×K×T	382.50	kg

### 3.对比分析

对比两个方案造成的海洋生物损失量估算结果可知，由于两个方案的用海范围一致，仅海堤护坡结构不同，两个方案因占用海域造成的潮间带生物损失量一致，而由于方案二需对海堤护坡进行拆除重建，其施工悬浮泥沙造成的对渔业资源的损失量大大增加。因此，总体上，需对护坡进行拆除重建的方案二对海洋生态环境可能造成的影响明显大于方案一的。

#### 4.1.2.4 不同方案的海洋生态环境影响综合对比分析

综合前述对比分析结果，将方案一和方案二的对比分析情况统计列于表 4.1-3。

由对比分析结果可知，由于两个方案的用海范围相同，仅护坡结构不同，由于方案二需对护坡结构进行拆除重建，其可能造成的海水水质、海洋生态环境影响明显高于维持现状护坡结构、无需对现状护坡进行拆除重建的方案一的。

因此，总体上，方案一不涉及在海上水下新增建设海堤水工构筑物，已为占用海域面积最小、可能对海洋生态环境影响最小的最优方案，其作为项目最终的实施方案是最优、合理的。

表 4.1-4 方案调整前后的环境影响对比分析一览表

序号	影响内容	方案一	方案二	影响比较
1	水文动力和冲淤环境	由于本项目位于近岸浅滩边缘上，其工程前后水动力场改变非常微弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，影响区域仅局限于项目附近很小范围内，对水文动力和冲淤环境影响较小	由于本项目位于近岸浅滩边缘上，其工程前后水动力场改变非常微弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，影响区域仅局限于项目附近很小范围内，对水文动力和冲淤环境影响较小	均较小，相差不大
2	海水水质影响	工程施工导致的悬沙增量超 100mg/L 的包络线面积约为 0.043km <sup>2</sup> ，悬沙增量超 10mg/L 的包络线面积约为 0.191km <sup>2</sup>	工程施工导致的悬沙增量超 100mg/L 的包络线面积约为 0.132km <sup>2</sup> ，悬沙增量超 10mg/L 的包络线面积约为 0.291km <sup>2</sup>	方案二明显大于方案一的

序号	影响内容	方案一	方案二	影响比较
3	海洋生物资料影响	造成的海洋生物直接损失量为潮间带生物 466.1kg、鱼卵 $1.20 \times 10^6$ 粒粒、仔稚鱼 $2.93 \times 10^5$ 尾、游泳动物 44.26kg	造成的海洋生物直接损失量为潮间带生物 466.1kg、鱼卵 $1.36 \times 10^7$ 粒、仔稚鱼 $3.33 \times 10^6$ 尾、游泳动物 538.98kg	方案二明显大于方案一的

## 4.2 资源影响分析

### 4.2.1 对海岸线资源及海域空间资源的影响分析

本项目拟提升的海堤部分位于海域，涉及占用海洋空间资源。本项目用海总面积为 6.9162 公顷，其中海堤提升范围内用海总面积为 2.9077 公顷，人工鱼礁用海总面积为 0.0808 公顷，拦污漂（含拦污漂围合范围内未计划建/构筑物，但已构成排他的水域）用海总面积为 3.9277 公顷。本项目海堤需占用大陆岸线总长度约为 1649.23m，为人工岸线，不占用大陆自然岸线或海岛自然岸线。

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，具有多种用途，其分布是立体式多层状的，其特点决定了该海域是多功能区。本项目海堤竣工后为永久性水工建筑物，客观上对其所在海域有一定的阻隔作用，将占用珠海市高新区北围片区海堤海域部分海域空间资源，对其所占用的海域空间层具有完全排他性。

本项目主要拟进行海堤达标提升，建成后可与高新区周边已完成达标提升的海堤形成完整的防潮封闭圈，提升所在堤段防洪安全及标准，保障海堤安全稳定，有利于完善所在区域的城市基础设施，提升海洋防灾减灾能力，促进区域经济发展。因此，项目用海不会对海洋的空间资源产生较大的影响，且有利于所在海域海洋空间资源的有效利用。

### 4.2.2 对旅游资源的影响分析

本项目不位于现状及规划的滨海旅游区，不位于游憩用海区。项目论证范围内有 6 处游憩用海区，分别为大茅岛西侧游憩用海区、淇澳岛游憩用海区、唐家游憩用海区、蚝田岛游憩用海区、横门岛南侧游憩用海区、九洲游憩用海区，距离本项目的最近距离分别为 4.0km、6.7km、7.0km、9.2km、9.8km、10.7km，距离较远。

由数值模拟结果可知，本项目施工悬浮泥沙增量超过 10mg/L 最大包络线仅在项目区及其相邻的局部海域扩散，由于本项目与周边游憩用海区的距离较远，不会扩散至附

近的游憩用海区，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙不会对论证范围内的游憩用海区产生影响。此外，由于本项目位于近岸浅滩边缘上，建设规模小，本项目的实施对水文动力和冲淤环境影响较小，不会影响周边游憩用海区的水文动力条件和冲淤环境。综合分析，本项目的实施对旅游资源不会产生影响。

### 4.2.3 对岛礁资源的影响分析

本项目不涉及直接占用岛礁资源，论证范围内有 37 个海岛，其中无居民海岛 34 个，有居民海岛 3 个，最近距离在 4.7km 以上。

由数值模拟结果可知，本项目施工悬浮泥沙增量超过 10mg/L 最大包络线仅在项目区及其相邻的局部海域扩散，由于本项目与周边岛礁的距离较远，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙不会扩散至附近的岛礁所在海域。此外，由于本项目位于近岸浅滩边缘上，建设规模小，本项目的实施对水文动力和冲淤环境影响主要集中在项目区及其邻近海域，对距离较远的海岛的水文动力条件和冲淤环境基本无影响，不会影响附近岛礁资源的岸滩稳定等。综合分析，本项目的实施对岛礁资源基本不会产生影响。

### 4.2.4 对港口、航道、锚地资源的影响分析

本项目不位于现状或规划港口区，无需直接占用港口、航道及锚地水域。

本项目施工期所需施工船舶较少，施工船舶主要在项目区前沿航行及施工，基本不会增加附近港口区的通航密度，对附近港口的通航环境基本无影响。

本项目东侧约 2.7km 处有横门西水道，施工船舶进出可能会增加横门西水道的通航密度，但由于本项目作业区与水道有一定距离，本项目施工期需使用的船舶数量较少，且施工主要在本项目海堤前沿作业，仅进出时可能穿越横门西水道，经加强了望和注意避让后，对其通航环境及通航安全可能产生的影响不大。

此外，本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，基本不会对附近港口、横门西水道等的水文动力、地形地貌和冲淤环境产生影响，对周边港口、航道及锚地的通航环境等基本无影响。

综合分析，本项目的实施对周边港口、锚地资源基本无影响，对航道的影响较小。

### 4.2.5 对生物资源的影响分析

### 1.潮间带生物的损失估算

本项目人工鱼礁抛放等施工产生的悬浮泥沙在施工区附近海域扩散，会造成水体悬浮物浓度增加，使得海水透明度降低，导致潮间带生物正常的生理过程受到影响，但这种影响是短暂的，施工结束后受悬沙影响的潮间带可以逐渐恢复到正常水平。

由于本项目拟在现状近岸海堤基础上进行达标提升等施工，工程建设范围位于近岸潮间带海域，本项目建设对潮间带生物最主要的影响是海堤、人工鱼礁礁体和拦污漂混凝土固定块占用海域毁坏潮间带生物的栖息地，使潮间带生物的栖息环境被破坏，导致施工区周边一定范围内潮间带生物死亡。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（以下简称《规程》）的要求，本工程建设占用海域造成的底栖生物资源损害量评估按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i \quad \text{公式（1）}$$

式中：

$W_i$ —第*i*种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里指潮间带生物受损量。

$D_i$ —评估区域内第*i*种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米（尾（个）/km<sup>2</sup>）、尾（个）每立方千米（尾（个）/km<sup>3</sup>）或千克每平方千米（kg/km<sup>2</sup>）。在此为潮间带生物的资源密度。

$S_i$ —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）或立方千米（km<sup>3</sup>）。在此为项目新增水工实际占用海域面积。

**项目占用海域面积情况：**本项目海堤海上部分拟充分利用现状结构，仅对海上砣四角空心块体护坡（露出水面）上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛，虽然前述区域在现状海堤原施工过程中已对潮间带生物造成了占用，但原2019年海堤修复时未申请用海，本次拟对海堤整体结构范围涉及的用海（含现状保留的水下结构）进行申请，因此对于海堤部分，本次也按整体涉海范围计算造成的潮间带生物损失量。本项目海堤用海总面积2.9077公顷。

本项目拟投放1700个人工鱼礁，礁体底部直径为800mm，中间有直径260mm为空心结构，则本项目人工鱼礁礁体占用海域总面积约为（3.14×0.4<sup>2</sup>-3.14×0.13<sup>2</sup>）×1700=763.9m<sup>2</sup>。

本项目拦污漂共需设置178个混凝土固定块，固定块底部尺寸为40×40cm，则本项

目拦污漂混凝土固定块占用海域总面积约为  $0.4 \times 0.4 \times 178 = 28.5 \text{m}^2$ 。

**生物资源密度：**本次取 2025 年 4 月（春季）和 2025 年 11 月（秋季）整个调查海域的潮间带生物的平均生物量进行计算。则根据上述公式，计算得本项目造成的潮间带生物直接损失量约为 466.1kg。

**表 4.2.5-1 本项目潮间带生物损失量计算一览表**

工程类型	海域类型	占用面积 (m <sup>2</sup> )	生物量 (g/m <sup>2</sup> )			损失量 (kg)
			2025 年 4 月	2025 年 11 月	平均值	
海堤	潮间带海域	29077	23.903	7.308	15.606	453.8
人工鱼礁		763.9				11.9
拦污漂混凝土 固定块		28.5				0.4
合计						466.1

## 2. 渔业资源的损失估算

本项目水下施工过程中产生的悬浮泥沙会对渔业资源造成影响。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），悬浮物扩散范围内对海洋生物产生持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

$M_i$ ——第  $i$  种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克（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），单位为个。

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米（kg/km<sup>2</sup>）；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）；

$K_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；

$n$ ——某一污染物浓度增量分区总数。

### （1）污染物浓度增量影响的持续周期数（ $T$ ）和污染水深（ $m$ ）

根据本项目施工进度安排，本项目悬浮泥沙主要产生环节人工鱼礁抛放的水下实际施工时间约为 2 个月，污染物浓度增量影响的持续周期数为 4。拦污漂混凝土固定块水下施工时间约 10 天，污染物浓度增量影响的持续周期数为 1。

根据所在海域的实测水深地形资料，本项目影响范围内水域的平均水深约为 0.8m。

### (2) 资源密度 ( $D_{ij}$ )

选取 2025 年 4 月（春季）和 2025 年 11 月（秋季）所有调查站位的定量调查平均年生物量进行计算，具体见表 4.2.5-2 所示。

表 4.2.5-2 项目渔业资源密度取值一览表

序号	类别	生物量		
		2025 年 4 月	2025 年 11 月	平均值
1	游泳生物 (kg/km <sup>2</sup> )	254.31	953.07	603.69
2	鱼卵 (粒/m <sup>3</sup> )	9.883	1.564	5.724
3	仔稚鱼 (尾/m <sup>3</sup> )	1.728	1.071	1.400

### (3) 浓度增量区面积 $S_j$

本项目悬浮泥沙主要产生于人工鱼礁和拦污漂混凝土固定块抛放过程，保守起见，本次浓度增量面积选取人工鱼礁和拦污漂混凝土固定块施工时悬浮泥沙最大包络线面积。根据数模预测结果，各浓度增量面积统计见表 4.2.5-3 所示。

表 4.2.5-3 不同超标倍数的 SS 增量整体包络线面积

工程内容	污染物 $i$ 的超标倍数 $B_i$	对应的 SS 浓度范围 (mg/L)	SS 增量各浓度分区平均最大包络面积 (km <sup>2</sup> )
人工鱼礁抛放	$B_i \leq 1$ 倍	$10 < B_i \leq 20$	$(0.162-0.115) = 0.047$
	$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	$(0.115-0.065) = 0.050$
	$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	$(0.065-0.034) = 0.031$
	$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	0.034
拦污漂混凝土固定块抛放	$B_i \leq 1$ 倍	$10 < B_i \leq 20$	$(0.183-0.131) = 0.052$
	$1 < B_i \leq 4$ 倍	$20 < B_i \leq 50$	$(0.131-0.077) = 0.054$
	$4 < B_i \leq 9$ 倍	$50 < B_i \leq 100$	$(0.077-0.041) = 0.036$
	$B_i > 9$ 倍	$B_i > 100$	0.041

### (4) 生物资源损失率 ( $K_{ij}$ )

根据《规程》，污染物对各类生物损失率根据污染物的超标倍数来确定（见表 4.2.5-4）。

表 4.2.5-4 《规程》中对污染物对各类生物损失率的规定

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	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	$\geq 50$	$\geq 20$	$\geq 50$	$\geq 50$

注：  
 1.本表列出污染物  $i$  的超标倍数 ( $B_i$ ，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。  
 2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。  
 3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。

本次按《规程》中的“污染物对各类生物损失率”确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.2.5-5）。

表 4.2.5-5 本工程悬浮物对各类生物资源损失率  $K_{ij}$

污染物 $i$ 的超标倍数 ( $B_i$ )	各类生物资源损失率 $K_{ij}$ (%)	
	鱼卵和仔稚鱼	成体
$B_i \leq 1$ 倍	5	0.5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	17.5	5
$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15
$B_i \geq 9$ 倍	50	20

(5) 资源损失量计算结果

根据前述计算公式和参数（统计见表 4.2.5-6）计算得本项目悬浮泥沙造成的渔业资源直接生物损失量如下：鱼卵  $1.20 \times 10^6$  粒、仔稚鱼  $2.93 \times 10^5$  尾、游泳动物 44.26kg。其中根据渔业资源现状调查结果，项目所在海域的游泳生物优势种为康氏小公鱼、花鲮、丝鳍海鲶、前鳞骨鲛和青鳞小沙丁鱼等，可能受本项目施工悬浮泥沙影响的鱼类主要为前述优势种。

表 4.2.5-6 悬浮泥沙影响造成的渔业资源损失估算表

工程	浓度 (mg/L)	种类	资源密度		影响面积 $S$ ( $\text{km}^2$ )	持续周期数 ( $T$ )	水深 ( $m$ )	损失率 $K$ (%)	损失量计算公式	损失量	
			密度值 $D$	单位						损失量值	单位
人工鱼礁 抛放	10~20	鱼卵	5.724	粒/ $\text{m}^3$	0.047	4	1	5	$D \times S \times d \times K \times T$	$5.38 \times 10^4$	粒
		仔稚	1.400	尾/ $\text{m}^3$	0.047	4	1	5	$D \times S \times d \times K \times T$	$1.32 \times 10^4$	尾
		游泳	603.69	kg/ $\text{km}^2$	0.047	4	1	0.5	$D \times S \times K \times T$	0.57	kg
	20~50	鱼卵	5.724	粒/ $\text{m}^3$	0.050	4	1	17.5	$D \times S \times d \times K \times T$	$2.00 \times 10^5$	粒
		仔稚	1.400	尾/ $\text{m}^3$	0.050	4	1	17.5	$D \times S \times d \times K \times T$	$4.90 \times 10^4$	尾
		游泳	603.69	kg/ $\text{km}^2$	0.050	4	1	5	$D \times S \times K \times T$	6.04	kg

工程	浓度 (mg/L)	种类	资源密度		影响面 积 S (km <sup>2</sup> )	持续 周期 数(T)	水深 (m) (d)	损失率 K (%)	损失量计算 公式	损失量	
			密度值 D	单位						损失量 值	单位
	50~100	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.031	4	1	40	D×S×d×K×T	2.84×10 <sup>5</sup>	粒
		仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.031	4	1	40	D×S×d×K×T	6.94×10 <sup>4</sup>	尾
		游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.031	4	1	15	D×S×K×T	11.23	kg
	>100	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.034	4	1	50	D×S×d×K×T	3.89×10 <sup>5</sup>	粒
		仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.034	4	1	50	D×S×d×K×T	9.52×10 <sup>4</sup>	尾
		游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.034	4	1	20	D×S×K×T	16.42	kg
拦污漂混 凝土固定 块抛放	10~20	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.052	1	1	5	D×S×d×K×T	1.49×10 <sup>4</sup>	粒
		仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.052	1	1	5	D×S×d×K×T	3.64×10 <sup>3</sup>	尾
		游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.052	1	1	0.5	D×S×K×T	0.16	kg
	20~50	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.054	1	1	17.5	D×S×d×K×T	5.41×10 <sup>4</sup>	粒
		仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.054	1	1	17.5	D×S×d×K×T	1.32×10 <sup>4</sup>	尾
		游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.054	1	1	5	D×S×K×T	1.63	kg
	50~100	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.036	1	1	40	D×S×d×K×T	8.24×10 <sup>4</sup>	粒
		仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.036	1	1	40	D×S×d×K×T	2.02×10 <sup>4</sup>	尾
		游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.036	1	1	15	D×S×K×T	3.26	kg
	>100	鱼卵	5.724	粒/m <sup>3</sup>	0.041	1	1	50	D×S×d×K×T	1.17×10 <sup>5</sup>	粒
		仔稚	1.400	尾/m <sup>3</sup>	0.041	1	1	50	D×S×d×K×T	2.87×10 <sup>4</sup>	尾
		游泳	603.69	kg/km <sup>2</sup>	0.041	1	1	20	D×S×K×T	4.95	kg
合计：鱼卵 1.20×10 <sup>6</sup> 粒、仔稚鱼 2.93×10 <sup>5</sup> 尾、游泳动物 44.26kg											

### 4.3 生态影响分析

#### 4.3.1 水文动力环境影响分析

##### 4.3.1.1 潮流模型

###### 1.控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Du}{\partial x} + \frac{\partial Dv}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_x}{\rho D} - g \frac{u \sqrt{u^2 + v^2}}{c_s^2 D}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_y}{\rho D} - g \frac{v \sqrt{u^2 + v^2}}{c_s^2 D}$$

其中：

$D = H + \eta$  — 总水深 (m) ；

$H$  — 平均海平面下水深(m)；

$\eta$  — 平均海平面起算水位 (m) ；

$u$ — $x$  方向（东方向）流速（m/s）；

$v$ — $y$  方向（北方向）流速（m/s）；

$f$ —科氏参数；

$A_M$ —水平湍流粘滞系数，大区取  $60\text{m}^2/\text{s}$ ，小区取  $30\text{m}^2/\text{s}$ ；

$\tau_{ax}, \tau_{ay}$ —为海表风应力  $\bar{\tau}_a$  在  $x, y$  轴方向的分量， $\bar{\tau}_a$  表达式为：

$$\bar{\tau}_a = \rho_a C_D |\bar{W}_a| \bar{W}_a$$

其中， $W_a$  为风速（m/s）， $\rho_a$  为空气密度， $C_D$  为风曳力系数，采用 ECOM-si 公式：

$$10^3 C_D = \begin{cases} 1.2 & |\bar{W}_a| \leq 11 \text{ (m/s)} \\ 0.49 + 0.065|\bar{W}_a| & 11 < |\bar{W}_a| \leq 25 \text{ (m/s)} \\ 2.1 & |\bar{W}_a| > 25 \text{ (m/s)} \end{cases}$$

$C_S$ —chezy 系数。

## 2.初始条件

初始速度场，水位场(开边界除外)均为 0。

## 3.边界条件：

在固边界上，流在边界的法向分量恒为零， $\vec{V}(x, y, t) = 0$ ；

在开边界上，采用 11 个分潮调和常数计算水位边界，计算式如下：

$$\eta = \eta_0 + \sum_{i=1}^{11} A_i f_i \cos(\omega_i t + (V_0 + u_0) - \phi_i)$$

式中， $\eta_0$  为平均潮位， $A$  为分潮振幅， $\omega$  为分潮角速率， $f$  为交点因子， $t$  是区时， $(V_0 + u_0)$  是平衡潮展开分潮的区时初相角， $\phi$  为区时迟角。河口开边界采用实际流量过程作控制。

## 4.计算范围及网格划分

为拟合工程区复杂岸线及岛屿、码头等建筑物边界，计算模式采用非结构三角形网格。模型开边界由大范围模型提供，大范围模型开边界来自于全球潮汐系统。大模型坐标系为 WGS84 大地坐标系，小模型坐标系为 CGCS2000 坐标系，基面为当地理论最低。

## 5.模型验证

珠江河网上游由北江、东江、主干流西江以及众多支流组成，珠江入海口自东到西分为虎门、蕉门、洪奇门、横门（东四门），磨刀门、鸡啼门、虎跳门及崖门（西四门）

共八大珠江径流入海口门，以上共同构成了珠江特有的“三江汇聚，八口分流”的河网特征，珠江口分为伶仃洋、黄茅海和磨刀门三部分，海域自然环境主要受到径流、潮汐等因素的影响，水动力过程颇为复杂。

项目位于伶仃洋内海域，海域水动力环境主要受到潮汐和珠江东四门径流的共同作用影响，结合海域河口的地貌地势情况，珠江口东四门入海水体整体由伶仃洋北侧、西北侧向南侧外海海域输移，因此，东四门丰、枯水期径流量变化对实际海流的流速、流向大小会产生一定影响。对于径潮动力作用环境下的水动力场，由于潮位受其它非潮汐驱动力的影响较小，对于潮位的验证是首要的，因此，模型主要对项目所在海域的潮位观测数据进行验证，并对项目附近的海流观测站位流速过程趋势和流向进行验证。

率定和验证结果表明：工程附近潮位站和流速点的计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，位于工程附近 2 个点的实测潮位与模拟潮位平均绝对误差为 0.10m，从图和误差分析表可以看出，模拟潮位与实测潮位基本吻合，误差主要出现在高高、低低潮时刻。

个别站点计算流速与实测流速的误差稍大（可能由于地形资料和边界条件的偏差引起），所建立的工程海域潮流数学模型合理可信，基本反映了工程附近海域整体的潮流运动规律；工程海域 8 个潮流点的计算流速、流向和实测值也吻合较好，相位差基本控制在 0.5h 以内，流速值的相对误差大部分在 9% 以内，表明所建模型能够反映工程海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。总体而言，计算域内潮汐和潮流模拟验证较好，计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。

#### 4.3.1.2 工程前水动力环境分析

分析采用工程区附近海域的涨、落急时刻潮流场。

模拟范围内大海域大潮期间涨急时，计算域内流速高值区主要位于伶仃洋海域，万山群岛南侧的海域整体涨潮流流向为自 E 向 W 流，并在万山群岛附近经各主要水道进入伶仃洋。涨潮时，部分涨潮水体自 E 向 W 流通过香港南侧的担杆水道和大担尾水道，并在香港离岛区大屿山岛西侧的大屿海峡附近转为 N 向进入伶仃洋；部分涨潮水体经珠海至大屿山岛西侧的大西水道自 S 向 N 流进入伶仃洋；部分涨潮水体经龙鼓水道自 E 向 W 流，在龙鼓洲附近转为 NE 向并与其他涨潮水体相汇，随后转为 N 向流向伶仃洋河口湾。伶仃洋内海域涨潮流整体由 S 向 N 流，主要流速介于 35cm~60cm/s 之间，其中部海域流速最大。

涨急时刻，受水深地形和两侧现状岸线的影响，海域潮流流向基本为平行于岸线的沿岸流，涨潮流向整体由 S 向 N 流，落潮流向整体呈由 N 向 S 流。受岸线及岛屿的掩护作用，工程区水动力环境较弱，涨落急流速在 0.2m/s 以下。

#### 4.3.1.3 工程后水动力环境变化分析

由于本项目海堤的海上水下部分拟充分利用现状海堤结构，不涉及在海上水下新增建设非透水海堤，而现状海堤水下抛石等结构已于 2019 年建成，所在海域已基本形成新的水文动力平衡，本次对其水下局部进行补抛，并在海堤护面结构——砣四角空心块体护坡上方进行生态化改造，基本不改变海域水动力环境。

本项目人工鱼礁和拦污漂固定混凝土块的抛放位置位于现状海堤前沿的近岸浅滩边缘上，受岸线和岛屿掩护作用，工程所在海域水动力环境较弱。而本项目人工鱼礁和拦污漂为透水构筑物，且建设规模小，对海域阻水小，项目实施后所在海域附近水动力场改变将非常微弱，影响范围仅局限于项目所在近岸浅滩及其邻近的小范围海域，因此，本项目实施后对工程海域水动力环境可能产生的影响较小。

#### 4.3.2 地形地貌和泥沙冲淤环境影响分析

由水动力环境影响分析结果，本项目实施后，对潮流动力场的改变将较小，本项目对所在海域的水动力场的影响范围和幅度都很小。本项目实施以后，由于人工鱼礁及拦污漂固定混凝土块的局部阻水，局部海流流速将可能有所减少，可能会在工程邻近范围引起小范围的淤积；但由于本项目人工鱼礁和拦污漂建设规模小，影响范围将仅局限于工程附近很小的范围内，不会造成大范围的冲淤调整。

综合分析，本项目的实施不会对工程区附近的地形地貌与冲淤环境产生大的影响。

#### 4.3.3 水质环境影响分析

##### 4.3.3.1 施工期海水水质影响分析

本工程施工对水质影响主要考虑人工鱼礁和拦污漂固定混凝土块抛放过程所产生的悬浮泥沙。水下施工时，在施工区域周围会形成悬沙，其后悬沙随海流输运、扩散和沿程落淤，浓度逐渐减小，范围逐渐增大。施工带来的悬浮泥沙输运扩散对水质环境的影响可采用悬沙扩散方程进行预测。

##### 1. 悬浮泥沙影响分析

### (1) 基本方程

悬浮物扩散方程：

$$\frac{\partial(hC)}{\partial t} + \frac{\partial(uhC)}{\partial x} + \frac{\partial(vhC)}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + hF_s - kC$$

其中：

$x$ 、 $y$  — 空间水平坐标轴；

$u$ 、 $v$  —  $x$ 、 $y$  轴向流速；

$t$  — 时间变量；

$h$  — 水深；

$D_x$ 、 $D_y$  — 沿  $x$ 、 $y$  轴向的涡动分散系数；

$c$  — 沿水深平均的人为升高物质浓度；

$F_s$  — 污染物源项， $F_s = \sigma / (A \cdot h)$ ， $\sigma$  为悬浮物源强（g/s）， $A$  为源强所在计算节点的控制面积；

$k = \alpha \omega$ ， $\alpha$  — 泥沙沉降机率。

$\omega$  — 为沉速。

### (2) 浓度场定解条件

#### ① 边界条件

数学模型通常使用开边界（水边）和闭边界（岸边）两种边界条件。对于开边界，流入计算域时：

$$h \left( \frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} \right) = 0$$

考虑到模型的范围足够大，取流入计算域的浓度值为零。

#### ② 初始条件

$$C(x,y,0) = C_0$$

式中  $C_0$  为计算初始时刻水域中各点的浓度值，计算中取为零。

### (3) 计算参数

#### ① 糙率

同水动力模型预测中糙率取值。

#### ② 模型计算时间步长

模型采用的时间步长（ $t=30s$ ）。

③涡动分散系数

沿水流方向  $D_x$  和垂直水流方向  $D_y$  的水流涡动分散系数分别采用以下公式拟定：

$$D_x = 5.93\sqrt{g|u|h/c}, \quad D_y = 5.93\sqrt{g|v|h/c}$$

④泥沙沉降速率

根据文献（刘家驹，淤泥质、粉沙质及沙质海岸航道回淤统一计算方法，2012年），对于粒径小于 0.03mm 的淤泥质泥沙在海水条件下均以絮凝沉速 0.04~0.05cm/s 沉降，其当量粒径取 0.03mm，而对于粒径大于 0.03mm 的粉砂质或砂质泥沙，沉速则需用其单颗粒泥沙沉速。

根据工程附近表层沉积物实测数据，品清湖表层沉积物中值粒径平均值为 0.003mm，沉速取值为 0.05cm/s。

⑤泥沙沉降机率

泥沙沉降机率  $\alpha$  取值根据潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算（窦国仁，1963）文献中推荐公式：

$$\alpha = 0.5 + \Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$$

其中函数  $\Phi\left(\frac{\omega}{\sigma}\right)$  根据机率积分，可查表得到； $\omega$  为泥沙沉速， $\sigma$  为脉动流速均方根，

$$\sigma = 1.25 \frac{u\sqrt{g}}{C}, \quad C \text{ 为谢才系数, } g \text{ 为重力加速度, } u \text{ 为断面平均流速。}$$

**（4）源强分析**

由于本项目海堤拟充分利用现状水下抛石等海堤结构，不涉及在水下新增建设非透水海堤，海堤仅涉及水下局部补抛，补抛基床基本为原已有的抛石基床，补抛过程可能产生的悬浮泥沙源强较小。因此，本次达标提升，本项目施工悬浮泥沙主要产生于人工鱼礁和拦污漂固定混凝土块抛放过程，人工鱼礁礁体和固定混凝土块的投放过程会搅动产生部分悬浮泥沙，按下式计算：

$$S_i = (1 - \theta_i) \rho_i \alpha_i P$$

式中：

$S_i$ ——为抛石挤淤的悬浮物源强（kg/s）；

$\theta_i$ ——为海底沉积物天然含水率（%），参照表层沉积物现状调查结果。

$\rho_1$ ——为沉积物中颗粒湿密度（ $\text{kg/m}^3$ ）；

$\alpha_1$ ——为沉积物中悬浮颗粒所占百分率（%），取 5%；

$P$ ——为平均挤淤强度（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）。

根据项目所在区岩土层分布，施工区地质表层主要为淤泥，参照项目最近点位表层沉积物现状调查结果，天然含水率取 42.3%；颗粒物湿密度取  $1.56\text{g/cm}^3$ 。根据施工方案，人工鱼礁平均挤淤强度约为  $0.022\text{m}^3/\text{s}$ ，拦污漂固定混凝土块平均挤淤强度约为  $0.016\text{m}^3/\text{s}$ 。则根据上式计算得本工程人工鱼礁抛放产生的悬浮泥沙平均源强为  $1.05\text{kg/s}$ ，拦污漂固定混凝土块抛放悬泥沙平均产生源强约为  $0.762\text{kg/s}$ 。

### （5）模拟结果

模拟人工鱼礁礁体和拦污漂固定混凝土块抛放施工过程，输出每半小时的浓度场，统计在工程海域悬沙增量大于  $10\text{mg/L}$  面积，获得瞬时最大浓度场。并叠加模拟期间内各网格点构成的最大浓度值的浓度场，构成最大“包络浓度场”，施工产生的悬浮泥沙包络线面积统计结果见表 4.3.3-1。

表 4.3.3-1 施工产生悬沙增量面积( $\text{km}^2$ )

浓度	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L
人工渔礁施工	0.162	0.115	0.065	0.034
拦污漂施工	0.183	0.131	0.077	0.041
合计	0.191	0.138	0.081	0.043

计算结果显示，施工作业过程产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染，主要污染因子为悬浮物。从整体分布趋势看，由于项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，施工产生的悬浮泥沙在潮流作用下主要沿着岸线往南北运动，施工悬沙增量大于  $100\text{mg/L}$  高浓度区范围很小，其最大包络线面积约为  $0.043\text{km}^2$ ，而  $10\text{mg/L}$  浓度区主要随涨落潮向沿岸扩散，最大包络线覆盖范围约为  $0.191\text{km}^2$ 。

施工悬浮泥沙影响属于短期影响，将随着施工期的结束而较快消失，不会对本项目所在海域的海水水质产生长远的不良影响。

### 2.施工期其他废水影响分析

本项目施工人员会产生生活污水，施工船舶会产生船舶生活污水和舱底含油污水，运输车辆和施工设备等冲洗会产生冲洗废水。

其中陆上施工人员生活污水拟经施工营地配套建设的化粪池预处理后，接入市政管网纳入当地污水处理系统处理，不排放入海，不会对项目所在海域及其附近海域的水质

产生影响。

施工船舶生活污水拟由船舶污染物接收单位接收处理，不得直接排放入海，不会对所在海域的海水水质产生影响。

运输车辆和施工设备等冲洗废水应经隔油、沉淀预处理后回用于陆上洒水抑尘等环节。油渣应经收集后交有资质的单位处理，不得直接排入项目及其附近海域，则不会对项目及其附近海域产生明显的影响。

综合分析，本项目施工期产生的各类污废水均能得到有效处理，不直接排放入海，不会对所在海域的海水水质产生影响。

#### 4.3.3.2 营运期水质影响分析

营运期，本项目海堤达标加固建成后，海堤是当地居民及游客休闲观光的主要道路。主要水污染源为路面初期雨水径流，路面初期雨水中主要污染物为 SS。本项目路面雨水拟经堤脚排水沟收集后接入市政雨水管网，不排入项目附近海域，不会对海水水质产生明显的不良影响。

### 4.3.4 沉积物环境影响分析

#### (1) 施工期对海洋沉积物的环境影响评价

项目海上施工过程所产生的悬浮泥沙在水流和重力的作用下，将在项目海域附近扩散、沉降，造成泥沙沉积在项目海域附近的底基上，改变海底沉积物的理化性质。根据水质预测结果，本工程水下施工过程将造成一定的悬浮泥沙影响，施工引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为 0.191km<sup>2</sup>。可见，本项目人工鱼礁礁体及拦污漂固定混凝土块抛放等施工过程造成的悬浮泥沙经扩散和沉降后，将在工程附近一定范围内迁移，将对项目周围海域沉积物环境造成一定的影响。但这种影响范围较小，主要集中在施工区及其邻近海域，且是暂时的，会随着时间逐渐消失。此外，本项目施工期间产生的污水和固体废弃物均能得到有效处理，均不直接排入海域环境中。综合分析，本项目施工期对项目及附近海域的沉积物环境产生的影响较小。

#### (2) 运营期对海洋沉积物的环境影响评价

本项目运营期产生的环境污染源主要为路面初期雨水径流、路面垃圾，其中路面雨水拟经堤脚排水沟收集后接入市政雨水管网，不排入项目附近海域，不会对海洋沉积物环境产生不良影响；而路面垃圾拟由环卫工人及时进行打扫清洁，可避免路面垃圾直接

排放入海，从而避免对项目所在海域及附近海域的海洋沉积物质量产生影响。则经采取措施后，本项目运营期不会对项目及其附近海域的沉积物环境产生明显的影响。

### 4.3.5 项目用海生态影响分析

#### 4.3.5.1 对底栖生物和潮间带生物的影响分析

本项目水下施工产生的悬浮泥沙在施工区附近海域扩散，造成水体悬浮物浓度增加，使得海水透明度降低，导致潮间带生物和底栖生物正常的生理过程受到影响，但这种影响是短暂的，施工结束后受悬沙影响的潮间带生物和底栖生物可以逐渐恢复到正常水平。

本项目建设对潮间带生物和底栖生物最主要的影响是海堤、人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块等占用海域行为毁坏潮间带生物的栖息地，使潮间带生物的栖息环境被破坏，导致施工区周边一定范围内潮间带生物死亡，且这种行为对潮间带生境的这种改变属于永久性的。

本项目拟在海堤前沿投放人工鱼礁，同时对生态鱼礁群附近投放底栖生物，以补偿本项目造成的生态损失，尽快在该区域构建起完整的食物链，提升生物多样性，进一步提升生态修复效果，形成稳定的生态系统。则经采取前述措施后，本项目对潮间带生物造成的影响可得到补偿和恢复，总体上本项目对所在海域的底栖生物和潮间带生物影响有限。

#### 4.3.5.2 对浮游生物的影响分析

本项目施工期间对浮游植物的影响主要是水下施工过程引起局部海域悬浮物增加，降低生物栖息环境质量。从水生生态角度来看，施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类

为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

由数值模拟结果可知，本项目施工悬浮泥沙扩散浓度基本在 100mg/L 以内，无高浓度区，且悬浮泥沙扩散范围较小，对浮游生物的影响较小。而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工礁体，其表面及孔隙可吸附浮游植物，形成稳定附着群落，同时礁体改变局部海流，形成“缓流区”，可减少浮游动植物被强流带走的风险，提升种群留存率。礁体涡流效应可提升水体交换效率，改善理化微环境，优化浮游植物群落结构，丰富浮游动物的饵料来源。因此，本项目拟投放的人工鱼礁对浮游动物是有利的，可补偿和修复因本项目施工造成的损失，改善海域生态环境。

#### 4.3.5.3 对渔业资源的影响分析

本节所述渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔稚鱼。施工过程中，悬浮物对部分游泳生物的影响较为显著。根据南海海港疏浚泥悬浮物毒性试验表明，悬浮相对浮游甲壳类的致死效应明显，对卤虫无节幼体 96hLC<sub>50</sub> 为 71.6mg/L，对浮游桡足类 48hLC<sub>50</sub> 为 61.3mg/L。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的

悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

施工过程中，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但施工期内会造成渔业资源一定量的损失。

由数值模拟结果可知，本项目施工悬浮泥沙扩散浓度基本在 100mg/L 以内，无高浓度区，且悬浮泥沙扩散范围较小，对渔业资源的影响较小。而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工礁体，其立体孔隙、凹陷结构，可为鱼类提供躲避天敌、栖息育幼的“安全空间”，使礁区鱼类栖息密度和幼鱼存活率较非礁区大幅提升。礁区稳定的微环境（缓流、适宜水温）与丰富饵料（浮游生物、底栖生物），可缩短鱼类生长周期（如真鲷生长速度提升 15%-20%），同时为产卵鱼类提供附着基（如鲷类在礁体缝隙产卵），产卵量较非礁区增加 25%-40%，实现资源自然增殖。因此，本项目拟投放的人工鱼礁对渔业资源的繁育及保护是有利的，可补偿和修复因本项目施工造成的渔业资源损失，改善海域生态环境。

#### 4.3.6 对珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区的影响分析

本项目论证范围涉及珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区的淇澳红树林保护区，与保护区边界最近距离约为 1.8km，与保护区内红树林实际分布区的最近距离约为 4.3km。

本项目不位于保护区内，不会对其红树林造成直接的占用与破坏。由数值模拟结果可知，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线不会扩散至淇澳红树林保护区，不会对该保护区红树林的生长环境产生影响。且由于本项目与该保护区内的红树林分布区的距离较远，本项目施工过程中产生的噪声也基本不会对红树林内栖息的候鸟产生影响。此外，本项目作为海堤达标提升工程，本项目施工及运营过程中产生的各类污废水、固体废物均不得直接排放入海，不会对前述红树林产生影响。

综合分析，本项目对珠海淇澳—担杆岛省级自然保护区的淇澳红树林保护区基本无影响。

#### 4.3.7 对珠江口中华白海豚国家级自然保护区的影响分析

珠江口中华白海豚国家级自然保护区位于珠江口水域内伶仃岛至牛头岛之间，主要保护对象是中华白海豚（*Sousa chinensis*），其次是江豚（*Neophocaena phocaenoides*），本项目不在珠江口中华白海豚国家级自然保护区范围内，与其最近距离约为 10.1km。根据历史相关调查资料，由于本项目位于近岸海域，水深较浅，未发现中华白海豚活动。

由于本项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目涉海施工工程量非常小，悬浮泥沙产生源强小，施工产生的悬浮泥沙主要在项目施工区及其邻近的小范围海域扩散，不会扩散至中华白海豚和印太江豚的活动水域，不会对其造成直接的影响，也基本不会间接影响其摄食。本项目施工期海上涉及的船机数量较少，施工噪声源强不大，也不会对中华白海豚和印太江豚产生影响。

本项目对中华白海豚和印太江豚可能产生的影响主要来自于施工船舶。施工船舶进出经过中华白海豚分布区时，存在船体及其螺旋桨对偶遇的中华白海豚、印太江豚造成直接撞击伤害的事故风险。船舶在各种不同的通航速度时对中华白海豚和印太江豚的影响会有所不同，船舶由远及近靠近中华白海豚、印太江豚时，对中华白海豚、印太江豚的影响逐渐加强，如果船舶速度较快，中华白海豚、印太江豚则有可能没有足够的时间反应，被船体或是螺旋桨撞伤或是致死。一般情况下，大中型船舶的通航速度相对较低，而且大多直线行驶，转弯缓慢，对中华白海豚、印太江豚的直接撞击的可能性较小；小型快艇由于速度较快，可能对中华白海豚、印太江豚产生一定程度上的潜在的威胁。因此，本项目需要对进出船舶进行约束，按照国际上对于船速的要求，一般设定为 10n mile/h，以便在中华白海豚、印太江豚受到惊吓或是感受到危险时，有足够的反应时间，可以采取适当的逃避行为以避开船舶，也可将船舶通行对中华白海豚、印太江豚的碰撞风险影响降至最低。

综上，本项目可能对珠江口中华白海豚国家级自然保护区的保护对象中华白海豚和印太江豚产生的影响主要为船舶影响，经采取限速、加强了望、注意避让等措施后，可将其影响降至最低。

#### 4.3.7 对广东中山翠亨国家湿地公园的影响分析

本项目东北偏北侧约 9.8km 处有广东中山翠亨国家湿地公园。

本项目不位于广东中山翠亨国家湿地公园内，不会对其红树林造成直接的占用与破坏。由数值模拟结果可知，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大

包络线不会扩散至广东中山翠亨国家湿地公园，不会对湿地公园内的红树林的生长环境产生影响。且由于本项目与该湿地公园的距离较远，本项目施工过程中产生的噪声也基本不会对其红树林内栖息的候鸟产生影响。此外，本项目作为海堤达标提升工程，本项目施工及运营过程中产生的各类污废水、固体废物均不得直接排放入海，不会对前述红树林产生影响。

综合分析，本项目对广东中山翠亨国家湿地公园基本无影响。

#### 4.3.8 对唐家湾海草床的影响分析

唐家湾的海草床—贝克喜盐草，距离项目最近距离约 7.4km。

由于本项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目涉海施工工程量非常小，悬浮泥沙产生源强小，施工产生的悬浮泥沙主要在项目施工区及其邻近的小范围海域扩散，不会扩散至唐家湾的海草床所在海域，对海草床的生境无影响。本项目施工及运营过程中产生的各类污废水和固体废物均拟采取有效措施进行处理处置，禁止直接排放入海，不会对附近的海草床产生影响。

由水文动力环境影响分析结果可知，本项目实施后所在海域附近水动力场改变将非常微弱，影响范围仅局限于项目所在近岸浅滩及其邻近的小范围海域，因此，本项目实施后对附近海域水动力环境可能产生的影响较小，对附近海草床生长的底质结构无影响。

综合分析，本项目对附近唐家湾的海草床基本无影响。

#### 4.3.9 对“三场一通道”的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区内。

本项目人工鱼礁礁体及拦污漂固定混凝土块抛放等施工过程产生的悬浮泥沙会引起工程区及周边水域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，会影响水生动植物的生长，对幼鱼繁育场、幼鱼幼虾保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区的幼鱼、幼虾等的生长造成阻碍，同时悬浮泥沙也会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖，造成一定的生物量损失。但本项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目涉海施工工程量非常小，悬浮泥沙产生源强小，施工产生的悬浮泥沙主要在项目施工区及其邻近的小范围海域扩散，施工过程产生的悬浮泥

沙的影响范围面积占南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区的面积比例极小，本项目的实施不会引起所在海域的幼鱼幼虾等在此绝迹，且本项目对海洋生物的影响主要存在于施工期，随着施工期的结束将较快消失。

而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工礁体，其立体孔隙、凹陷结构，可为鱼类、甲壳类提供躲避天敌、栖息育幼的“安全空间”，使礁区鱼类栖息密度和幼鱼存活率较非礁区大大提升。礁区稳定的微环境（缓流、适宜水温）与丰富饵料（浮游生物、底栖生物），可缩短鱼类生长周期（如真鲷生长速度提升 15%-20%），同时为产卵鱼类提供附着基（如鲷类在礁体缝隙产卵），产卵量较非礁区增加 25%-40%，实现资源自然增殖。因此，本项目拟投放的人工鱼礁对“三场一通道”内鱼类等的生产繁育是有利的。

总体上，本项目施工期产生的悬浮泥沙虽然会对南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区内的幼鱼、幼虾等渔业资源产生短期的影响，但该影响将随着施工期的结束而消失，且项目拟投放的人工鱼礁对“三场一通道”内鱼类等的繁育是有利的。从长远角度看，本项目对“三场一通道”的影响是利大于弊的。

#### 4.3.10 主要生态问题及跟踪监测范围

##### 1、主要生态问题

根据前述用海资源环境影响分析结果可知，本项目的生态问题包括：

##### （1）占用人工岸线

本项目用海范围内需占用的人工岸线总长约为 1649.23m，项目建设是对原有堤岸工程的达标提升，属于岸堤整治修复性质，对岸堤岸线只做修复而非排他性占用，不占用自然岸线，不改变岸线原有属性。且根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》，海堤及水闸加固维修占用人工岸线不实行海岸线占补。因此，本项目不进行海岸线占补。

##### （2）悬浮泥沙影响海域海水水质，造成一定的生物资源损失

本项目施工悬浮泥沙会对所在海域的海水水质造成一定的影响，悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线面积约为 0.191km<sup>2</sup>。

本项目海堤、人工鱼礁及拦污漂固定混凝土块占用海域毁坏潮间带生物的栖息地，使潮间带生物的栖息环境被破坏，导致项目区周边一定范围内潮间带生物死亡。人工鱼

礁礁体及拦污漂固定混凝土块抛放等过程产生的悬浮泥沙也会对渔业资源造成一定的影响，从而导致一定的渔业资源损失。其中占用海域造成的潮间带直接损失量约为466.1kg；水下施工悬浮泥沙造成的鱼卵直接损失约 $1.20 \times 10^6$ 粒、仔稚鱼直接损失约 $2.93 \times 10^5$ 尾、游泳动物直接损失约44.26kg。

## **2、跟踪监测范围**

本项目的跟踪监测范围主要为项目及其邻近海域。

## 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

##### 5.1.1.1 经济概况

本项目位于珠海市高新区，根据《2024年1-12月高新区经济运行简况》，2024年高新区地区生产总值为392.32亿元，同比增长8.3%。其中，第一产业增加值为0.81亿元，同比增长4.5%；第二产业增加值为188.84亿元，同比增长18.5%；第三产业增加值为202.67亿元，同比增长0.3%。

2024年，全区规上工业增加值186.68亿元，同比增长37.6%，连续8个月保持30%以上的较高增速。四大支柱产业增加值保持稳定增长，精密机械制造、生物医药、电子信息、家电电气业增加值同比分别增长80.3%、35.8%、17.5%、8.7%。高技术制造业增加值同比增长57.9%，占规上工业增加值的比重为76.0%。先进制造业增加值同比增长19.1%，占规上工业增加值的比重为61.0%。

2024年，全区服务业增加值同比增长0.3%。其中信息传输软件和信息技术服务业、交通运输仓储和邮政业增加值分别增长11.9%、20.5%。1-11月，全区规模以上服务业企业营业收入235.99亿元，同比增长15.5%。其中，互联网和相关服务业营业收入同比增长20.9%，软件和信息技术服务业营业收入同比增长16.6%、科研技术服务业营业收入同比增长54.0%、多式联运和运输代理业营业收入同比增长36.4%。

2024年，全区固定资产投资同比下降14.9%。在大规模设备更新政策的支持带动下，设备工器具购置投资保持72.2%的较快增长，其中工业设备工器具购置投资增长96.0%。分领域看，工业投资占全部投资比重43.2%，高于房地产开发投资6.1个百分点。基础设施投资同比增长4.8%。

2024年，全区固定资产投资同比下降14.9%。在大规模设备更新政策的支持带动下，设备工器具购置投资保持72.2%的较快增长，其中工业设备工器具购置投资增长96.0%。分领域看，工业投资占全部投资比重43.2%，高于房地产开发投资6.1个百分点。基础设施投资同比增长4.8%。

2024年，全区外贸进出口总额525.74亿元，同比增长46.8%。其中，出口总额470.03

亿元，同比增长 52.2%；进口总额 55.71 亿元，同比增长 13.0%。工业出口增速提升，全区规模以上工业出口交货值同比增长 117.6%，较前三季度增速提升 25.6 个百分点。

2024 年，全区完成一般公共预算收入 19.2 亿元，同比下降 13.9%，较前三季度降幅收窄 4.3 个百分点。其中，税收收入同比增长 15.2%，税收收入占一般公共预算收入的比重为 93.6%。一般公共预算支出 27.36 亿元，同比下降 33.7%，其中，九项民生支出占一般公共预算支出的 78.0%。

### 5.1.1.2 海洋产业发展现状

珠海市的海洋产业发展状况呈现出快速增长和高质量发展的态势，主要体现在以下几个方面：

#### 1. 海洋经济总体情况

2024 年上半年，珠海市海洋生产总值同比增长 8.6%，显示出较强的增长动力和良好的发展态势。珠海通过体制机制改革，单独成立市海洋发展局、组建海洋集团，优化万山海洋开发试验区管理体制机制，推动了海洋经济的高质量发展。

#### 2. 海洋新兴产业发展

珠海的海洋新兴产业发展迅速，船舶与海工装备制造业、海上风电、海洋牧场装备研发等领域表现突出。例如，亚洲第一深水导管架“海基二号”在珠海建造完工，南方海洋科学与工程广东省实验室成功组织“香洲云”智能系统航行试验，三一海洋重工与沙特成功签下全球最大的单笔电动集卡订单 1。此外，全球首创水体自然交换型养殖工船“九州一号”、国内首台配备可自主升降折叠网箱的新型数字智能化深海养殖平台“珠海琴”等现代化海洋牧场项目相继开工建设。

#### 3. 传统海洋产业转型升级

珠海的传统海洋产业也在稳步回升，渔业和渔业加工业转型升级加快，推动养殖生产从近岸走向深远海。2022 年，珠海新增深水大网箱 30 个，大型深远海养殖平台“湾区横洲号”投产，渔业产值达 80 亿元，比上年增长 9.4%<sup>2</sup>。

#### 4. 政策支持与未来规划

珠海被明确支持建设为区域性海洋中心城市，这为珠海的海洋产业发展提供了强有力的政策支持。珠海正在以前所未有的魄力和行动，打造“海上新珠海”，力争成为广州、深圳之外的“海上新广东”海洋发展“第三极”。未来，珠海将继续推动海洋经济高质量发

展，探索现代化海洋牧场发展模式，形成“标准用海、立体养殖、岸海联动、智慧赋能、多元服务”五位一体的海上 5.0 新空间。

综上所述，珠海市的海洋产业发展状况呈现出快速增长和高质量发展的态势，新兴产业和传统产业都在不断转型升级，政策支持也为未来的发展提供了坚实的基础。

### 5.1.1.3 项目所属行业的发展状况

珠海市水利堤防发展状况如下：

#### （1）体系建设成果

已基本建成“外挡内蓄、排蓄结合”水利防灾减灾体系，全市海堤达标率 92%，远高于全省平均 80%的水平，走在全省前列。除横琴粤澳深度合作区外，外江堤防总长约 364 公里、外江水闸 156 宗、排水泵站 114 宗等，基本实现城区防潮洪标准 100 年一遇、其余区域 20-50 年一遇目标。

#### （2）建设历程

2002-2016 年，投入约 50 亿元，完成四大联围和四小联围等约 300 多公里外江堤防达标建设。

2016-2018 年，启动生态海堤建设 3 年行动计划，生态堤防比例超 40%。

2018-2025 年，规划新一轮中心区 100 年一遇防潮洪能力提升建设，“十四五”以来，建成 100 年一遇海堤 76 公里。

至 2024 年，推动 17 宗海堤、水闸、泵站等防灾减灾在建工程建设，如石角咀水闸重建工程等。

#### （3）后续规划

构建高标准防洪潮体系，推进现有 17 宗在建水利工程，加快相关项目前期立项，通过联围立项推进剩余约 216 公里海堤提升，争取资金支持。

推进城市内涝系统化治理，完善截洪沟等，增强调蓄行洪能力，改扩建雨水管渠，整治重点涝区。

提升水旱灾害风险管理能力，利用新技术完善“四预”体系，加强水系建设保护。

## 5.1.2 海域使用现状

本项目位于珠海市高新区北围片区海堤海域，北侧起于北围金星渠，南侧止于中珠排洪渠。通过遥感影像、资料收集和现场踏勘，了解到现状项目附近海域开发利用活动

主要有：排洪渠、水闸、码头、红树林种植、跨海大桥、游艇基地、排水系统整治工程、排水口改造、景观栈道、渔港等，其中中珠排洪渠入海口位置放置了临时钢桁架支架，但未开始施工建设。

### 5.1.3 海域使用权属现状

本项目论证范围内已确权且海域使用权证仍在有效期的用海项目共有 24 宗。

## 5.2 项目用海对海域开发活动的影响

本项目论证范围的开发利用项目主要包括海堤、围垦区、航道、海底电缆管道、码头、水闸、水文站、红树林、施工栈桥、跨海桥梁、旅游区等。

### 5.2.1 对水闸的影响分析

本项目论证范围内有南围水闸、珠海高新区南围海堤灾后重建工程东岸水闸、后环 1 号闸、后环 2 号闸、后环 3 号闸等水闸，本项目与前述水闸不直接毗邻，不存在海域使用冲突。

本次主要拟保持现有海堤结构形式，通过加高陆上堤顶高程、对海上砗四角空心块体护坡上方进行生态化改造等措施以提高项目海堤的防洪标准，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛；不涉及在水下新增建设非透水构筑物；水下仅新增建设少量的透水式人工鱼礁礁体和拦污漂。由于本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，本项目实施以后，水动力改变的区域仅局限于人工鱼礁礁体及拦污漂附近的浅滩边缘，不会对附近水闸所在海域的水文动力环境和地形地貌、冲淤环境产生影响，不会影响附近水闸的结构安全。

综合分析，本项目的实施对附近水闸可能产生的影响较小。

### 5.2.2 对码头的影响分析

本项目论证范围内有港珠澳大桥主体工程施工总营地 2#码头工程、港珠澳大桥主体工程施工总营地公用码头工程、珠海海事局唐家海事处及唐家航标站工作码头、香洲渔港改造工作综合管理码头工程、中山港马鞍港区新客运码头工程等码头项目。本项目与前述码头的最近距离均在 4.1km 以上，距离较远。

本项目施工期所需施工船舶较少，施工船舶主要在项目区前沿航行及施工，基本不会增加周边码头的通航密度，对周边码头的通航环境基本无影响。且本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，不会对周边码头所在海域的水文动力、地形地貌和冲淤环境产生影响，不会改变周边码头通航条件和环境，对周边码头基本无影响。

### 5.2.3 对航道的影响分析

本项目东侧约 2.7km 处有横门西水道，航道等级为I级航道，通航 1000 吨级海轮。

本项目施工船舶进出可能会增加横门西水道的通航密度，但由于本项目作业区与水道有一定距离，本项目施工期需使用的船舶数量较少，且施工主要在本项目海堤前沿作业，仅进出时可能穿越横门西水道，经加强了望和注意避让后，对其通航环境及通航安全可能产生的影响不大。

且本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，基本不会对横门西水道的水文动力、地形地貌和冲淤环境产生影响，不会改变横门西水道的通航环境和条件。

因此，综合分析，本项目的实施对横门西水道的影响有限。

### 5.2.4 对珠海市淇澳岛湿地植物种植的影响分析

本项目东侧约 4.3km 处有珠海市淇澳岛湿地植物种植项目，本项目与其有一定距离，无需直接占用红树林种植区，与其不存在海域使用权属冲突，也不会对该项目的红树林造成直接的占用和破坏。

由数值模拟结果可知，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线不会扩散至珠海市淇澳岛湿地植物种植项目，不会对该项目红树林的生长环境产生影响。且由于本项目与该红树林种植项目的距离较远，本项目施工过程中产生的噪声也基本不会对红树林内栖息的候鸟产生影响。此外，本项目作为海堤达标提升工程，本项目施工及运营过程中产生的各类污废水、固体废物均不得直接排放入海，不会对前述红树林产生影响。

综合分析，本项目对珠海市淇澳岛湿地植物种植项目基本无影响。

### 5.2.5 对珠江口中华白海豚国家级自然保护区白海豚救护保育基地项目的影响分析

本项目东侧约 8.2km 处有珠江口中华白海豚国家级自然保护区白海豚救护保育基地项目，与其距离较远，不存在海域使用权属冲突。

由数值模拟结果可知，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线不会扩散至珠江口中华白海豚国家级自然保护区白海豚救护保育基地项目所在海域，不会影响保护基地的海水水质。且本项目涉海工程较小，施工噪声不大，经长距离衰减等作用后，基本不会影响该保育基地的声环境，不会对其救护的中华白海豚的生存环境产生影响。

综合分析，本项目的实施对珠江口中华白海豚国家级自然保护区白海豚救护保育基地项目基本无影响。

### 5.2.6 对跨海大桥的影响分析

本项目论证范围内有淇澳大桥、珠海新海燕桥工程、港珠澳大桥项目一主体工程 and 珠澳口岸人工岛大桥管理区、中山市东部快线东部特大桥项目、中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程和深圳至中山跨江通道项目等跨海大桥项目，与前述跨海大桥的最近距离在 4.8km 以上，距离较远，不存在海域使用权属冲突。

且本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，不会对周边跨海桥梁所在海域的水文动力、地形地貌和冲淤环境产生影响，不会影响周边跨海桥梁的桥梁桩基等安全。

综合分析，本项目的实施对论证范围内的跨海桥梁基本无影响。

### 5.2.7 对海堤的影响分析

本项目拟对珠海市高新区北围段实施达标提升，本项目的实施，将可提高所在海域的防洪标准，对海堤是有利的。

### 5.2.8 对排洪渠的影响分析

本项目北侧起于北围金星渠，南侧止于中珠排洪渠。

本项目拟对珠海市高新区北围段实施达标提升，本项目的实施，对所在海域的水文动力和冲淤环境影响较小，不会影响北围金星渠和中珠排洪渠的防洪纳潮环境；且本项目建成后，将可提高所在海域的防洪标准，对北围金星渠和中珠排洪渠的防洪纳潮是有利的。

### 5.2.9 对其他开发利用项目的影响分析

本项目论证范围内还有珠海淇澳岛帆船游艇基地工程、珠海市情侣北路（南段）项目、珠海格力海岸游艇会工程、珠海市香洲区凤凰湾排水系统整治工程（美丽湾段）、海天驿站景观栈道项目、海天公园沙滩修复项目排水口改造工程、珠海香洲渔港改造工程二期、珠海野狸岛北侧填海区项目、珠海香洲渔港改造工程、珠海海燕桥周边景观工程、中铁南方工程装备生产建设项目等开发利用项目，本项目与前述项目不存在海域使用权属冲突。根据数值模拟结果，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙也不会扩散至前述其他开发利用项目，不会对前述开发利用项目产生影响。且本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，不会影响前述用海项目的水文动力和冲淤环境。

综合分析，本项目的实施对前述其他开发利用项目基本无影响。

## 5.3 利益相关者界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

由 5.2 节的分析结果可知，本项目与周边开发利用项目不存在海域使用权属冲突，对其他开发利用项目基本无影响。因此，经界定，本项目无利益相关者。

由于本项目为海堤达标加固工程，属于水利工程，本项目的实施会改变所在堤防的结构和防洪标准，其水利主管部门是本项目需协调的部门。

## 5.4 相关利益协调分析

### 5.4.1 与利益相关者的协调分析

由界定结果可知，本项目无利益相关者。

### 5.4.2 与相关部门的协调分析

本项目需协调的部门为水利主管部门，项目用海批复前需取得水利主管部门同意本项目建设意见。且在后续施工建设过程中，需严格按照设计方案进行施工，确保达到100年一遇的防洪标准，提高所在海域堤防的防洪能力。则本项目与水利主管部门是可协调的。

## 5.5 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析

### 5.5.1 对国防安全和军事活动的影响分析

本项目所使用的海域及周围海域无国防、军事设施和场地，项目建设不会对国防安全及军事活动产生不利影响。

### 5.5.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海不涉及领海基点和国家秘密，对国家海洋权益无碍。

## 6 国土空间规划符合性分析

### 6.1 国土空间规划符合性分析

#### 6.1.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

##### 1. 本项目所在海域国土空间规划分区基本情况

《广东省国土空间规划（2021-2035年）》提出，要优化四类空间布局安排，打造集约高效的城镇空间、营造记得住乡愁的农业空间、塑造山清水秀的生态空间、筑造开放活力的海洋空间。

本项目位于其中的海洋开发利用空间，规划提出，要打造开放活力的海洋空间。提升海洋防灾减灾能力。开展海洋灾害监测与评价，划定灾害重点防御区，编制灾害风险区划图和风险图。珠三角主要防范风暴潮、赤潮等海洋灾害，粤东粤西地区主要防范风暴潮、灾害性海浪等海洋灾害。主动对接“一带一路”沿线国家和地区，加强在海洋预报减灾等低敏感领域的国际合作。

##### 2. 对国土空间规划分区的影响分析

本项目海堤的用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），人工鱼礁的用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），拦污漂的用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。海堤涉海部分拟在现状结构基础上进行达标提升，不涉及水下新增非透水构筑物；本项目不会改变所在国土空间规划分区的自然属性。本项目施工及运营过程产生的各类废水和固体废物均不得排放入海，对海洋功能区产生影响的主要为人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块抛放施工产生的悬浮泥沙影响。由数值模拟结果可知，由于本项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目涉海施工工程量非常小，悬浮泥沙产生源弱小，施工产生的悬浮泥沙主要在项目施工区及其邻近的小范围海域扩散，影响范围小，且将随着施工期的结束而较快消失。而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工礁体及底栖生物，可补偿、修复本项目对所在海洋功能分区造成的海洋生态环境影响，改善海域生态环境。

综合分析，本项目对所在国土空间规划分区的影响较小。

### 3.项目用海与国土空间规划的符合性分析

本工程主要拟进行海堤达标提升，配套建设人工鱼礁和拦污漂，建成后可完善高新区市中心段100年一遇防洪标准的闭合防洪圈，提升所在堤段防洪安全及标准，保障海堤安全稳定，有利于完善所在区域的城市基础设施，提升海洋防灾减灾能力，促进区域经济发展。且本项目对国土空间规划的影响较小，人工鱼礁的建设也可改善海域生态环境。因此，本项目的建设符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的相关要求。

## 6.1.2 与《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》的符合性分析

### 1.本项目所在海域国土空间规划分区基本情况

根据《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》，本项目部分位于城发展区，不涉及占用生态保护红线和基本农田。

城镇发展区包括城镇开发边界以及为保持城镇发展区完整性、便于规划管理而划入的邻近区域。区内不涉及永久基本农田、生态保护红线，涉及城镇开发边界的按照国家相关规定进行管理。

### 2.对国土空间规划分区的影响分析

本项目海堤的用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），人工鱼礁的用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），拦污漂及其围合范围内未计划建设但已构成排他的区域的用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。海堤涉海部分拟在现状结构基础上进行达标提升，不涉及水下新增非透水构筑物；本项目不会改变所在国土空间规划分区的自然属性。本项目施工及运营过程产生的各类废水和固体废物均不得排放入海，对海洋功能区产生影响的主要为人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块抛放施工产生的悬浮泥沙影响。由数值模拟结果可知，由于本项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目涉海施工工程量非常小，悬浮泥沙产生源弱小，施工产生的悬浮泥沙主要在项目施工区及其邻近的小范围海域扩散，影响范围小，且将随着施工期的结束而较快消失。而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工礁体及底栖生物，可补偿、修复本项目对所在海洋功能分区造成的海洋生态环境影响，改善海域生态环境。

综合分析，本项目对所在国土空间规划分区的影响较小。

### 3.项目用海与国土空间规划的符合性分析

本工程主要拟进行海堤达标提升，配套建设人工鱼礁和拦污漂。位于城镇开发边界内的为海堤达标提升工程，属于《广东省自然资源厅关于明确市县级国土空间总体规划数据库启用条件及使用规则的通知》（粤自然资函〔2023〕630号）所附《城镇开发边界外布局建设项目准入目录（试行）》“1.区域性交通、能源、水利，以及城市道路和城乡供水、排水、供电、供燃气、供热、通信、广播电视设施、环卫、消防等设施”中的“水利设施”，符合生态控制区和城镇开发边界的准入要求。

项目的建设是珠海高新区市中心段形成100年一遇防洪标准的闭合防洪圈的重要一环，可提升所在堤段防洪安全及标准，保障海堤安全稳定，有利于完善所在区域的城市基础设施，提升海洋防灾减灾能力，促进区域经济发展。且本项目对国土空间规划的影响较小，人工鱼礁的建设也可改善海域生态环境。因此，综合分析，本项目的建设符合《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》的相关要求。

### 6.1.3 与《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》的符合性分析

#### 1.本项目所在海域国土空间规划分区基本情况

《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》提出要提升防洪排涝能力。控制山塘、水库、湿地、坑塘、绿地洼地、涝水行洪通道等自然空间和重大调蓄设施用地范围，保障防洪排涝系统的完整性和通达性；提升城区防涝标准，强化蓄排平衡，通过增加调蓄水面、疏通行泄通道、增设排涝泵站、改扩建水闸等措施，整治东岸排洪渠和鸡山排洪渠，协同中山制定中珠渠等珠中跨界流域防洪排涝标准，提升防涝能力。

根据《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》，本项目位于城镇开发边界内，不涉及占用生态保护红线和基本农田。城镇开发边界在城镇发展区基础上划分二级分区，共划分居住生活区、综合服务区、商业商务区、工业发展区、绿地休闲区、交通枢纽区、战略预留区、城镇集中建设区、城镇弹性发展区等9类二级分区。区域内建设与发展应按照城镇开发边界管控原则进行管控，在发展过程中应注重存量空间的升级，加强区域内低效用地的整治提升，并按照“详细规划+规划许可”的方式进行精细化管理。

## 2. 对国土空间规划分区的影响分析

本项目海堤的用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），人工鱼礁的用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），拦污漂及其围合范围内未规划建设但已构成排他的区域的用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。海堤涉海部分拟在现状结构基础上进行达标提升，不涉及水下新增非透水构筑物；本项目不会改变所在国土空间规划分区的自然属性。本项目施工及运营过程产生的各类废水和固体废物均不得排放入海，对海洋功能区产生影响的主要为人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块抛放施工产生的悬浮泥沙影响。由数值模拟结果可知，由于本项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目涉海施工工程量非常小，悬浮泥沙产生源弱小，施工产生的悬浮泥沙主要在项目施工区及其邻近的小范围海域扩散，影响范围小，且将随着施工期的结束而较快消失。而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工礁体及底栖生物，可补偿、修复本项目对所在海洋功能分区造成的海洋生态环境影响，改善海域生态环境。

综合分析，本项目对所在国土空间规划分区的影响较小。

## 3. 项目用海与国土空间规划的符合性分析

本工程主要拟进行海堤达标提升，配套建设人工鱼礁和拦污漂。位于城镇开发边界内的为海堤达标提升工程，属于《广东省自然资源厅关于明确市县级国土空间总体规划数据库启用条件及使用规则的通知》（粤自然资函〔2023〕630号）所附《城镇开发边界外布局建设项目准入目录(试行)》“1.区域性交通、能源、水利，以及城市道路和城乡供水、排水、供电、供燃气、供热、通信、广播电视设施、环卫、消防等设施”中的“水利设施”，符合生态控制区和城镇开发边界的准入要求。

项目的建设是珠海高新区市中心段形成100年一遇防洪标准的闭合防洪圈的重要一环，可提升所在堤段防洪安全及标准，保障海堤安全稳定，保障防洪排涝系统的完整性和通达性，有利于完善所在区域的城市基础设施，提升城区防涝标准和海洋防灾减灾能力，促进区域经济发展。且本项目对国土空间规划的影响较小，人工鱼礁的建设也可改善海域生态环境。因此，综合分析，本项目的建设符合《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》的相关要求。

#### 6.1.4 与《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析

根据《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，本项目位于珠江河口生态系统及生物多样性保护修复单元。

根据《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》，重要河口生态系统及生物多样性保护恢复工程主要开展河口水环境综合整治，流域一河口一海岸生态水文连通性提升工程，红树林、海草床、珊瑚礁等典型海洋生态系统保护修复，重要及珍稀濒危物种保护，关键栖息地保护修复，水产种质资源保护及其生境修复，沿海防护林体系建设，海堤生态化建设，岸线生态保护修复，美丽海湾建设。

珠江河口生态系统及生物多样性保护修复单元要求：坚持陆海统筹，加强珠江流域水量统一调度，开展珠江口水环境综合整治，严控入海污染物排放。提升流域一河口一海岸生态水文连通性，保障鱼类生态廊道连通。加强红树林、海草床、珊瑚礁等典型海洋生态系统保护修复。加强受损岸线和人工岸线生态修复，拆除非法围海养殖、非法构筑物等。**建设沿海防护林体系，提升防灾减灾能力，开展东部翠亨滨海新区、中珠联围等海堤生态化工程，促进海堤防灾与生态功能协同增效。**建设滨海湾新区一威远岛板块、南沙新区、逸仙湾、香炉湾、壁青湾一银沙滩美丽海湾。加强珠江口生物多样性保护恢复，重点开展中华白海豚、猕猴、黄唇鱼等珍稀濒危物种的保护与关键栖息地修复及管控。保护恢复滨海湿地鸟类生态廊道，提升鸟类栖息地质量。

本项目主要拟进行珠海市高新区北围段海堤的达标提升，拟采用生态海堤的理念，通过利用环岛宽阔的海景、海水、堤岸，结合市政道路建设，将休闲绿地、碧道系统、滨海广场等纳入其中，促进海堤防灾与生态功能协同增效，提升海域防灾减灾能力。此外，本项目施工期和运营期产生的各类污废水均拟进行收集处理，禁止直接排放入海，施工悬浮泥沙等对所在海域的生态环境影响较小，不会对所在海域的生态环境产生长远的不良影响，不影响中华白海豚、猕猴等珍稀濒危物种关键栖息地的生态环境，符合《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的要求。

## 6.2 与《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的符合性分析

（1）根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，本项目主要位于唐家交通运输用海区，两端局部位于唐家海洋预留区。

本项目用海类型为海洋保护修复及海岸防护工程用海，属于所在海洋功能分区兼容的用海类型。本项目用海平面布局已经过严格论证，已为在保证满足防洪标准要求条件下，最集约节约用海的方案，不涉及占用航道。该方案主要对原有海堤达标提升，配套建设透水构筑物人工鱼礁和其他开放式的拦污漂，基本不改变海域自然属性，不会明显改变潮间带自然特征，基本不会使潮间带生态功能降低，对生态系统服务功能、海岸地形、水动力环境等的影响较小。综合分析，本项目的实施符合所在海洋功能分区的要求。

（2）在海岸线精细化管控方面，《海岸带规划》将海岸线分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线三类。本项目用海范围需占用的岸线类型为优化利用岸线。

优化利用岸线为沿海地区产业优化升级提供空间，应统筹规划、集中布局确需占用海岸线的建设项目，减少对海岸线资源的占用，提高海岸线利用效率。提高海岸线利用的生态门槛和产业准入门槛，禁止新增产能严重过剩以及高污染、高耗能、高排放项目用海。优先支持海洋战略性新兴产业、绿色环保产业、现代海洋渔业、循环经济产业发展和重大产业平台、海洋产业园建设。

本项目主要拟进行海堤达标提升，是保障海堤安全稳定、防洪安全及标准提升的功能性需求，属于基础设施建设项目，不属于产能严重过剩以及高污染、高耗能、高排放项目。本项目对环境的不利影响只是暂时的，且拟配套建设人工鱼礁并投放底栖生物对海洋生态环境进行补偿和恢复，项目建成后可恢复并改善原来的海堤功能和海域生态宁静。本项目与优化利用岸线的要求不相冲突。因此，本项目也符合《海岸带规划》对优化利用岸线的管控要求。

综合前述分析，本项目符合《海岸带规划》的管控要求和对优化利用岸线的管控要求，是符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的要求的。

## 6.3 与“三区三线”中的生态保护红线的符合性分析

### (1) 与生态保护红线的符合性分析

根据《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），本项目不位于生态保护红线区内。

论证范围内有珠海淇澳-担杆岛地方级自然保护区、珠海市香洲区红树林、情侣路近岸重要滩涂及浅海水域、中山市红树林、广东中山翠亨国家湿地自然公园、广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区、广州中山交界重要渔业资源产卵场及万顷沙重要滩涂及浅海水域等海洋生态保护红线区。

本项目与前述各生态保护红线区的位置关系见表 6.3-1 所示。

**表 6.3-1 本项目与论证范围内海洋生态保护红线的位置关系一览表**

序号	海洋生态保护红线区名称	与本项目相对方位	最近距离（km）
1	珠海淇澳-担杆岛地方级自然保护区	东侧	1.8
2	珠海市香洲区红树林	东侧	4.7
3	情侣路近岸重要滩涂及浅海水域	东南侧	6.5
4	中山市红树林	北侧	7.6
5	广东中山翠亨国家湿地自然公园	北侧	9.8
6	广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区	东南侧	10.1
7	广州中山交界重要渔业资源产卵场	东北侧	11.5
8	万顷沙重要滩涂及浅海水域	东北侧	17.5

### (2) 项目用海对海洋生态红线的影响分析

本项目最近的海洋生态红线区为东侧约 1.8km 的珠海淇澳-担杆岛地方级自然保护区。

由数值模拟结果可知，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的最大包络线不会扩散至论证范围内的海洋生态保护红线区，不会对周边生态保护红线区的海水水质、海洋生态环境等产生影响。由于本项目位于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱，项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，基本不会影响周边生态保护红线区的水文动力和冲淤环境。此外，本项目作为海堤达标提升工程，本项目施工及运营过程中产生的各类污废水、固体废物均不得直接排放入海，不会对周边生态保护红线区产生影响。而为改善海域生态环境而在海堤前沿投放的人工

礁体及底栖生物，可补偿、修复本项目对所在海洋功能分区造成的海洋生态环境影响，改善海域生态环境。

综合前述分析可知，本项目不位于生态保护红线区内，且本项目不会对附近的生态保护红线区产生影响，因此，本项目与“三区三线”的管控要求不相冲突。

## 6.4 项目用海与相关规划符合性分析

### 6.4.1 与《粤港澳大湾区发展规划纲要》的符合性分析

《规划》提出要加强海堤达标加固、珠江干支流河道崩岸治理等重点工程建设，着力完善防汛防风综合防灾减灾体系。加强珠江河口综合治理与保护，推进珠江三角洲河湖系统治理。强化城市内部排水系统和蓄水能力建设，建设和完善澳门、珠海、中山等防洪（潮）排涝体系，有效解决城市内涝问题。推进病险水库和病险水闸除险加固，全面消除安全隐患。加强珠江河口水文水资源监测，共同建设灾害监测预警、联防联控和应急调度系统，提高防洪防潮减灾应急能力。坚持以人民为中心的发展思想，积极拓展粤港澳大湾区在教育、文化、旅游、社会保障等领域的合作，共同打造公共服务优质、宜居宜业宜游的优质生活圈。

规划聚焦水利防灾，通过加固海堤、治理河道、完善排涝体系等保障安全，打造优质生活圈，兼顾发展质量与民生福祉。本项目主要拟进行珠海市高新区北围段海堤的达标提升，拟采用生态海堤的理念，通过利用环岛宽阔的海景、海水、堤岸，结合市政道路建设，将休闲绿地、碧道系统、滨海广场等纳入其中，促进海堤防灾与生态功能协同增效，提升海域防灾减灾能力。本项目的实施，将进一步完善珠海市高新区北围段的防洪潮能力，助力区域打造公共服务优质、宜居宜业宜游的优质生活圈。因此，本项目的实施是符合《粤港澳大湾区发展规划纲要》。

### 6.4.2 与《粤港澳大湾区水安全保障规划》的符合性分析

《粤港澳大湾区水安全保障规划》的主要目标如下：防洪（潮）重点薄弱环节基本消除，形成较为完善的防洪（潮）重点薄弱环节基本消除，形成较为完善的防洪（潮）减灾体系，进一步提高抵御洪（潮）水和防范应对超标洪水风险的能力。广州、深圳城市中心区防洪（潮）能力不低于 200 年一遇、治涝标准不低于 20 年一遇，珠三角其他

七市城市中心区防洪（潮）能力不低于 100 年一遇、治涝标准不低于 10 年一遇；中小河流防洪能力进一步提升，特色镇防洪标准不低于 20 年一遇。

《规划》针对大湾区现状海堤防潮标准低的问题，加快大湾区海堤达标加固，建设一批海堤生态化示范工程。适时在河网区有条件的水道建设挡潮闸工程，协商共建粤澳跨界水域防潮工程，按防御特大风暴潮，并考虑海平面上升的趋势，完善防潮工程体系，实现大湾区沿海城市中心区防潮能力不低于 200 年一遇，特色城镇防潮能力不低于 100 年一遇的目标。

此规划围绕粤港澳大湾区防洪减灾，明确各城市防洪（潮）、治涝标准，通过建防洪、防潮、排涝工程体系，完善非工程措施，提升整体防洪减灾抗风险能力，保障区域安全。本工程主要任务是对北围段海堤进行提升改造，将其防洪标准提升至 100 年一遇，与周边已完成提升的海堤形成较为完善的防洪（潮）减灾体系，进一步提高抵御洪（潮）水和防范应对超标洪水风险的能力，符合《粤港澳大湾区水安全保障规划》的规划目标和要求。

### 6.4.3 与《珠海市海堤提升建设总体方案（2021-2035）》的符合性分析

《珠海市海堤提升建设总体方案（2021-2035）》提出的海堤建设标准如下：到 2025 年，中心区防潮洪能力不低于 100 年一遇，特色城镇防潮洪能力不低于 50 年一遇。到 2035 年，中心区防潮能力不低于 200 年一遇、防洪能力不低于 100 年一遇，特色城镇防潮洪能力不低于 100 年一遇。具备条件的海堤（段）按照生态海堤建设标准谋划推进。其中珠海市海堤防护区分类汇总见表 6.4-1 所示。

海堤提升基本原则包括生态景观，亲水自然。统筹考虑防潮洪安全、城市建设与生态景观和碧道建设之间的关系，强化外观景观需求，结合水域自然环境特征，利用水的优势和独特的景色，配置游憩设施和具有独特风格的建筑小品，展现“生态水利”“人文水利”。

本项目属于珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），拟按中心区防潮洪能力——100 年一遇建设，拟采用生态海堤的理念，通过利用环岛宽阔的海景、海水、堤岸，结合市政道路建设，将休闲绿地、碧道系统、滨海广场等纳入其中，促进海堤防灾与生态功能协同增效，提升海域防灾减灾能力。本项目的实施，将进一步完善珠

海市高新区北围段的防洪潮能力，助力区域打造公共服务优质、宜居宜业宜游的优质生活圈。因此，项目的建设符合《珠海市海堤提升建设总体方案（2021-2035）》。

**表 6.4-1 珠海市海堤防护区分类汇总表**

序号	联围名称	堤防名称	堤防长度 ( km )	区划	防护区
1	高新区海堤	北围海堤	1.7	高新区	中心区
2		南围海堤	1.52	高新区	中心区
3		后环海堤	4.5	高新区	中心区
4		淇澳红树林海堤	1.12	高新区	特色城镇
5		淇澳水产养殖场堤段	3.03	高新区	特色城镇
6		淇澳南担港堤段	0.96	高新区	特色城镇
7	情侣路海堤 (拱北关闸 淇澳大桥)	情侣北路	9	高新区	中心区
8		港湾大道鸡山段	4.1	高新区	中心区
9		港湾大道香洲段	1.9	香洲区	中心区
10		情侣中路	8.5	香洲区	中心区
11		情侣南路	5.7	香洲区	中心区
12	中珠联围	石角咀水闸至希望之星实验学校段	3.46	香洲区	中心区
13		希望之星实验学校至横琴大桥东段	2.5	鹤洲新区	中心区
14		横琴大桥西至挂定角段	13.5	鹤洲新区	中心区
15		挂定角至新围仔段	2.8	香洲区	中心区
16	鹤洲南海堤	鹤洲南海堤	21.84	鹤洲新区	特色城镇
17	鹤洲北海堤	鹤洲北堤段	10.98	鹤洲新区	中心区
18	白蕉联围	白藤大闸两岸海堤	2	斗门区	中心区
19		成裕围段	4.5	斗门区	中心区
20		东堤	22.84	斗门区	特色城镇
21		西堤	16.34	斗门区	特色城镇

#### 6.4.4 与《广东省生态海堤建设“十四五”规划》的符合性分析

##### (1) 总体目标

到 2025 年全省建成海堤长度 4387km，海堤达标率提高到 85%，新建及达标加固海堤落实生态建设要求，加上碧道规划中对已达标海堤进行生态改造，全省生态海堤占海

堤总长的 50%左右，沿海地区防潮安全得到有效保障，海堤生态效益逐步显现。其中，广州、深圳、珠海、东莞、江门、中山、汕头等市海堤达标率提高到 90%以上，惠州、阳江等市海堤达标率提高到 80%以上，湛江、汕尾、潮州、揭阳等市海堤达标率提高到 70%以上，茂名市海堤达标率提高到 60%以上。海堤工程管理体制基本健全，逐步实现工程维修养护的物业化、专业化和市场化。

远期 2035 年，全省建成海堤长度 4420km，海堤基本达标，生态海堤占海堤总长的 80%，集防护、生态和美学于一体的生态海堤体系基本建成；基本实现生态海堤治理体系和治理能力现代化。

## （2）建设标准

根据《防洪标准》《海堤工程设计规范》等相关规范，选定海堤工程的防潮标准。国外主要发达国家沿海城市堤防设防标准主要集中在 100~200 年一遇，海堤设防标准主要集中在 500~1000 年一遇，因此，规划广州城市中心区防洪(潮)标准 200~500 年一遇，深圳城市中心区防洪(潮)标准 200~1000 年一遇，珠海、东莞、中山、惠州、江门等市城市中心区防洪(潮)标准不低于 100 年一遇，其它城区防洪(潮)标准不低于 20 年一遇。

本工程主要任务是对北围段海堤进行提升改造，防潮标准达到 100 年一遇，符合上文中提到的珠海、东莞、中山、惠州、江门等市城市中心区防洪(潮)标准不低于 100 年一遇，满足规划要求。

## 6.4.5 与《珠海市雨水系统及防洪规划报告（2006~2020）》的符合性分析

规划报告提出：通过堤围整合达标加固防御风暴潮与洪水；通过规划域内水库达标加固拦蓄洪水；通过新建、改建及达标加固与堤围相连的外江挡潮闸及排洪渠排泄本地洪水；通过新建、改建排涝泵站，在挡潮闸遭遇外江高潮位顶托无法自排时，则用排涝泵站进行强排。对于防洪潮标准，规划采取分区设防，其中，香洲主城区防洪潮标准为 100 年一遇，并用 200 年一遇水潮位校核；横琴新城、金湾次中心城、斗门次中心城、港区新城等标准为 100 年一遇，其他城镇均为 50 年一遇。

本项目属于珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），海堤设计防洪潮标准为 100 年一遇，因此，项目的建设符合《珠海市雨水系统及防洪规划报告（2006~2020）》。

#### 6.4.6 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的符合性分析

《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出聚焦打基础、利长远、惠民生、补短板，加快基础设施、市政工程、农业农村、公共安全、生态环保、公共卫生、物资储备、**防灾减灾、民生保障**等领域建设。围绕深度融入国内大循环，启动建设一批交通基础设施项目，优化拓展连接内地省份的综合交通通道。实施新型基础设施、新型城镇化等重大工程，推动有利于城乡区域协调发展的重大项目建设。加快珠江三角洲、环北部湾广东水资源配置工程等供水保障工程建设，**实施江河海堤等防洪提升工程**。加强市政环保基础设施建设，加大农村基础设施和公共服务设施建设，**加快补齐城乡防洪排涝、供排水、垃圾污水处理设施建设等短板**，提升群众生活品质。实施新一轮城市更新和老旧小区改造计划，提高住房保障水平。围绕促进产业和消费双升级，谋划储备实施一批支撑重大战略、引领转型升级的重大产业项目，提升供给对需求的适配性。

本项目为海堤达标提升工程，本项目的实施，可大大提高所在堤防的防洪减灾能力，对保护围内防洪安全、保障社会经济发展和人民生命财产安全，加速其城市化建设进程，有着十分重要的意义；同时对高新区北围段海堤进行防潮减灾能力和生态化提升建设，是保障围内人民生命财产安全、实现城市又好又快发展的需要，有利于打造沿海岸线的城市生态界面，实现“水清、岸绿、景美”的生态景观，吸引产业园区的高端人才要素的集聚，成为珠海市产业开发园区的典范，提升城市景观整体形象。因此，本项目的建设与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》是相符的。

#### 6.4.7 与《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的符合性

《珠海市人民政府关于印发珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出完善防洪潮工程体系，加快建设乾务赤坎联围、白蕉联围、小林联围海堤达标加固等工程，开工建设情侣路防洪潮能力综合提升工程，城市防洪工程达标率达到 92%以上。加快海绵城市建设，完善排水管渠、截洪沟、雨水泵站、防潮闸等设施，加强河道整治，有序开展内涝点和重点涝区治理，洪涝（干旱）灾害年

均经济损失占 GDP 的比重控制在 0.2%以内。推进三防指挥系统二期、智慧水务一期等项目建设，构建水利信息化综合保障体系。

本项目属于珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），本项目的实施，将进一步完善珠海市高新区北围段的防洪潮能力，对保护围内防洪安全、保障社会经济发展和人民生命财产安全，加速其城市化建设进程，有着十分重要的意义。因此，本项目的建设符合《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的要求。

## 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

本项目为珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），项目的选址即为拟进行达标提升的珠海市高新区北围段海堤，其选址具有唯一性。

本项水工结构为常用结构，施工工艺成熟。本地区砂石料等建筑材料丰富，项目建设所需的建材可就近解决。工程建设的水、电、通讯、燃油等供应均有保障，完全可以满足本工程的需求。

本项目选址符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》等国土空间规划要求，符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》的要求。同时，本项目选址建设还符合“三区三线”、《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《珠海市雨水系统及防洪规划报告（2006~2020）》《珠海市海洋生态环境保护“十四五”规划》等相关规划的要求。

综合上述，工程所处区位和社会条件优越，可以满足工程建设要求，同时项目的选址也满足国土空间规划和相关规划的要求，因此，本项目的选址区位和社会条件适宜。

#### 7.1.2 自然资源适宜性分析

##### （1）气候条件适宜性分析

本项目所在海域属于南亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富，其主要气候特点是气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

虽然大风、雾日、暴雨、热带气旋等灾害性天气会对本项目的施工过程产生较大影响。但灾害性天气一般持续时间较短，只需采取相应的保护措施或避开灾害性天气进行施工，则可将影响降至最低。

##### （2）工程地质条件适宜性分析

场地在勘察深度范围内未发现影响工程稳定性的断裂、地陷、岩溶、泥石流、采空区、崩塌、滑坡、横向扩展等不良地质作用，但存在地面沉降、液化（震陷）等地质灾害的可能。通过地基处理或桩基础来进行工程建设活动，经工程处理后可进行项目建设。

### **(3) 水文动力条件适宜性分析**

本项目海区属不正规半日潮，出现潮汐日不等现象。平均潮差在 2m 以内，潮流流向以南-北向为主，波浪小，施工和营运期间对工程建设的影响不大，适合工程建设。

## **7.1.3 生态环境适宜性分析**

项目所在海域地处珠海市高新区北围堤段近岸海域，生态系统较为稳定。由于本项目不涉及围填海，工程建设规模小，且位于近岸浅滩边缘上，对海洋生态环境影响不大。施工期人工鱼礁等抛放施工时会一定程度影响周围海洋生态环境，主要包括人工鱼礁礁体及拦污漂固定混凝土块排放直接破坏潮间带生物生境，同时由于水下施工致使局部水域水质下降，对海洋生物造成一定的损害。

本项目拟在海堤前沿投放人工鱼礁及底栖生物，补偿本项目造成的海洋生物量损失，改善海域生态环境。因此，建设期在采取保护措施并进行生态补偿的前提下，工程建设对周边海域的影响较小，项目的选址与区域海洋生态环境是适宜的。

## **7.1.4 与周边海域开发活动的适宜性分析**

根据本报告书 5.2 章节的分析，本项目周边开发利用项目包括排洪渠、水闸、码头、红树林种植、跨海大桥、游艇基地、排水系统整治工程、排水口改造、景观栈道、渔港等，本项目与周边用海项目不存在海域使用权属冲突，对周边开发利用项目影响较小，不存在利益相关者，与周边开发利用活动相适宜。

本项目拟对珠海市高新区北围段实施达标提升，本项目的实施，将可提高所在海域的防洪标准，对海堤是有利的，与本项目海堤所属的水利主管部门是可协调的。

## 7.2 用海平面布置的合理性分析

### 7.2.1 平面布置比选分析

由于本项目拟建人工鱼礁和拦污漂建设规模小，实际占用海域面积小，且用海方式为透水构筑物和其他开放式，可能对海洋生态环境等影响较小，本次对项目主要建设的海堤方案进行比选。

受 2017 年台风“天鸽”以及“帕卡”、“玛娃”影响，北围海堤堤身损毁严重，多处防洪墙垮塌。北围海堤珠江口段因直接面临珠江口，外海侧水域较深，风区吹程较长，堤身损毁极其严重，沿线防洪墙大面积垮塌。灾后华发高新公司立即组织了抢险工作，于 2019 年实施《珠海市高新区北围海堤加固修复工程》。

鉴于珠海市高新区北围海堤加固修复工程建成至今年限不长，为了充分利用其原已建成的结构，节约集约用海，同时尽量降低对海洋生态环境的影响，本项目可研阶段未进行平面尺度方案比选，仅基于现状平面尺度不变的情况下，对海堤护坡结构形式进行了比选。其中涉海的为 2.30m 高程以下护坡，该高程以下护坡受风浪侵蚀的频率较大，要求护坡结构耐久性好，且平整度高，一般可采用混凝土的护坡结构，常用的混凝土护坡结构包括预制砼四脚空心块、浆砌石和预制砼栅栏板结构；由于本段为迎浪顶吹堤段，靠近外海，首先考虑消浪效果和耐久性，可研主要考虑并比选了消浪效果较好、耐久性更好的预制砼四脚空心块（本次作为方案一进行比选）和预制砼栅栏板（本次作为方案二进行比选）护岸结构，其中预制砼四脚空心块护岸结构拟保留现状已建制砼四脚空心块，并对其上方进行生态化改造，无需拆除重建；预制砼栅栏板结构护岸需拆除重建护岸。

**比选：**从节约集约用海、海洋水动力条件、水深条件、占用岸线、海域开发利用协调、生态敏感目标、海洋环境影响等因素考虑。由于两个方案的用海范围相同，仅护坡结构不同，两方案用海、海洋水动力条件、水深条件、占用岸线、海域开发利用协调、生态敏感目标情况一致，而由于方案二需对护坡结构进行拆除重建，其可能造成的海水水质、海洋生态环境影响明显高于维持现状护坡结构、无需对现状护坡进行拆除重建的方案一的。

因此，综合分析，本次海上护坡选择生态环境影响明显低的方案一作为推荐方案。该方案拟保持现有海堤海上部分的结构形式，并通过设计陆上超级生态堤、加高陆上堤顶高程、对海上砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷

区域进行补抛等措施以提高项目海堤的防洪标准；目前确定的方案未在海上新增建设海堤水工构筑物，充分利用了现状海堤结构，已为占用海域面积最小、可能对海洋生态环境影响最小的方案，目前确定的方案为项目最终的实施方案是最优、合理的。本报告也是针对推荐方案进行论证。

表 7.2-1 方案比较表

方案名称	节约集约用海	海洋水文动力条件	水深条件	占用岸线	海域开发利用协调	生态敏感目标	海洋生态环境影响
方案一	两个方案用海范围一致	两方案用海范围一致，设计高程一致，对海洋水文动力环境的影响相差不大	两方案用海范围一致，水深条件一致	两方案海堤用海范围一致，占用岸线长度一致	两方案海堤用海范围一致	均无需占用生态保护红线等，所需占用的三场一通道情况一致	在原堤基础上进行护坡生态化改造，仅局部需补抛，生态环境影响小
方案二							需对海堤护坡进行拆除重建，生态环境影响大
各单项最优方案	一致	相差不大	一致	一致	一致	一致	方案一

### 7.2.2 项目用海平面布置是否体现集约、节约用海的原则

本项目总平面布置充分考虑到工程区域洋流、潮汐、波浪、地质条件等因素对海堤的长期影响，经论证，海上部分拟充分利用现状海堤结构，并通过设计陆上超级生态堤、加高陆上堤顶高程、对海上砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛等措施以提高项目海堤的防洪标准；该方案充分利用现状已有海堤的海上部分结构，无需在海上水下新增建设非透水构筑海堤，体现了集约、节约用海原则。

为改善海域生态环境，本次拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁礁体在堤前海床或护坡上采用线形布置；同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧（人工鱼礁外侧）设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物；前述人工鱼礁和拦污漂布置范围在满足预期功能要求的前提下，尽量靠岸布置，也体现了集约、节约用海原则。

综合分析，本项目的平面布置根据海洋工程地质条件、自然资源环境条件、海洋工程设施等进行综合分析论证确定，项目的布置经过严格论证，有效利用所在海域的岸线、

海域、景观等资源，实现海洋功能的合理利用，未盲目扩大规模多占用海域，项目虽小但也体现了集约、节约用海的原则。

### 7.2.3 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

本工程为海堤达标提供工程，平面布置对生态和环境的保护主要体现于外轮廓上，本项目平面布置不涉及依法设立的海洋保护区，不涉及占用海洋生态保护红线，不涉及占用红树林、珊瑚礁、海草床等典型生态系统。

本项目涉海部分拟充分利用现状海堤已布置的砼四角空心块体护坡及抛石护脚等结构，海堤海上部分仅需对海上砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛，避免了在海上新增布置海堤结构，避免新增布置海堤结构造成的海洋生态环境影响。此外，本项目人工鱼礁及拦污漂等布置于近岸浅滩边缘上，所在海域水深浅，生态环境影响小，有利于海洋生态系统保护。

本项目对生态环境最主要的影响就是人工鱼礁礁体及拦污漂混凝土固定块占用海域造成潮间带生物损失。另外，水下施工引起的悬浮泥沙对工程区附近海域的渔业资源种类组成及数量分布也有一定的影响。前述海洋生物生态影响均会造成一定的生物量损失。本项目拟在海堤前布置人工鱼礁，补偿本项目造成的海洋生物量损失，改善海域生态环境，工程建设对周边海域的生态环境影响程度可接受。

本项目施工及运营期污水等均拟进行收集处理，不得直接排放入海。

综上，本项目对资源环境的影响在可接受范围内，体现了保护海洋生态环境的原则。

### 7.2.4 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环环境的影响

本项目布置于近岸浅滩边缘上，所在海域的水文动力条件非常弱；本项目平面尺度小，建设规模小。涉海部分拟充分利用现状海堤已布置的砼四角空心块体护坡及抛石护脚等结构，海堤海上部分仅需对海上砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛，无需在海上水下新增建设非透水构筑物，而透水式的人工鱼礁和拦污漂建设规模也非常小，本项目实施以后，水动力改变的区域都局限于项目附近的浅滩边缘，对所在海域的水文动力环境和冲淤环境影响较小。

可见，本项目平面布置在满足工程需要的同时，最大程度地减少对水文动力和冲淤

环境的影响。

### 7.2.5 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

本项目平面布置与周边开发利用项目不存在海域使用权属冲突，对周边开发利用项目的影响较小，不影响周边开发利用活动的正常使用，与周边其他开发活动具有较好的协调性。综合分析，本项目用海平面布置能最大程度地减少对周边其他用海活动的影响

### 7.2.6 小结

综合分析，本项目的平面布置是按照相关防洪标准进行设计的，体现了集约、节约用海的原则，对所在海域的水动力环境、冲淤环境影响较小，有利于减小对生态和环境的影响，与周边其他用海活动相适应，本项目的平面布置具有合理性。

## 7.3 用海方式合理性分析

本项目海堤的用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），人工鱼礁的用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），拦污漂用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

### 7.3.1 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，尽可能采用开放式的用海原则

本项目主要拟实施海堤达标提升工程，并拟配套建设人工鱼礁改善海域生态环境，配套建设拦污漂拦截垃圾、减少后期养护工作。

海堤达标提升工程受其堤防本身的防洪、减灾功能要求影响，其用海方式能选择的主要为填海造地或非透水构筑等两种用海方式。本次海堤达标提升拟保持现有海上海堤结构形式，并通过设计陆上超级生态堤、加高陆上堤顶高程、对海上砣四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛等措施以提高项目海堤的防洪标准；本次海堤达标不会改变岸线位置，同时也不会形成新的有效岸线，因此，不属于填海造地的用海方式；且本次海堤达标提升拟保留海上原有海堤主体结构，原海堤主体结构已为非透水构筑物，本次不改变其原用海方式；原海堤主体结构已于 2019

年建设完成，对海域自然属性及基本功能的改变相对较小，对海洋生态环境的影响也较小，因此，本次海堤达标提升采用非透水构筑物的用海方式是充分保留现有结构，同时已是满足其功能要求的条件下较优方案。

本项目拟配套建设的人工鱼礁的用海方式为构筑物(一级方式)中的透水构筑物(二级方式)，拦污漂的用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物的原则。

### 7.3.2 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

本项目主要位于《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》唐家交通运输用海区，该海洋功能区可兼容海洋保护修复及海岸防护工程等用海，允许适度改变海域自然属性。

本项目沿用的海上海堤主体结构建设于近岸浅滩边缘上，不涉及炸岛和围填海等，仅局部改变海域的自然属性，在所在海洋功能区允许范围内；且本项目拟保持现有海上海堤结构形式，海上仅对砼四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛，主要在原堤范围内进行达标提升，海堤达标提升后不影响海域基本功能。

本项目拟配套建设的人工鱼礁的用海方式为构筑物(一级方式)中的透水构筑物(二级方式)，拦污漂的用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。不改变海域自然属性；且临堤而建，基本不影响所在海域的用海功能，有利于维护海域基本功能。

### 7.3.3 能否最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目对生态环境最主要的影响就是海堤、人工鱼礁礁体及拦污漂混凝土固定块占用海域造成潮间带生物损失。另外，水下施工引起的悬浮泥沙对工程区附近海域的渔业资源种类组成及数量分布也有一定的影响。前述海洋生物生态影响均会造成一定的生物量损失

但由于本项目建设规模小，用海面积小，用海方式为工程性质本身所决定。其影响局限于项目及其周边，对海洋生态系统的影响较小。且本项目拟在海堤前沿布置人工鱼礁，补偿本项目造成的海洋生物量损失，改善海域生态环境。

### 7.3.4 能否最大程度减小对水文动力环境和冲淤环境的影响

由于本项目海堤的海上水下部分拟充分利用现状海堤结构，不涉及在海上水下新增建设非透水海堤，而现状海堤水下抛石等结构已于 2019 年建成，所在海域已基本形成新的水文动力平衡，本次对其水下局部进行补抛，并在海堤出露结构——砣四角空心块体护坡上方进行生态化改造，基本不改变海域水动力环境。

本项目人工鱼礁和拦污漂固定混凝土块的抛放位置位于现状海堤前沿的近岸浅滩边缘上，受岸线和岛屿掩护作用，工程所在海域水动力环境较弱。而本项目人工鱼礁和拦污漂为透水构筑物，且建设规模小，对海域阻水小，项目实施后所在海域附近水动力场改变将非常微弱，影响范围仅局限于项目所在近岸浅滩及其邻近的小范围海域，因此，本项目实施后对工程海域水动力环境可能产生的影响较小。

综上，本项目海堤保留现状的非透水构筑物用海方式，人工鱼礁采用透水构筑物的用海方式，拦污漂采用其他开放式的用海方式，可最大程度减小对水文动力环境和冲淤环境的影响。

### 7.3.4 用海方式的适宜性

综上，本项目堤防出于起到防洪减灾的作用，同时考虑自身安全性的需要，拟保留现状的非透水构筑物用海方式，人工鱼礁采用透水构筑物的用海方式，拦污漂采用其他开放式的用海方式。前述用海方式不涉及填海，能最大程度地减少对海域自然属性、海洋生态系统、水文动力环境和冲淤环境的影响，项目用海方式合理。

## 7.4 占用岸线合理性分析

本项目海堤需占用大陆岸线总长度约为 1649.23m，为人工岸线，无需占用大陆自然岸线或海岛自然岸线。

本项目属于海堤达标提升工程，不属于海堤新建工程。所提升的海堤为人工防汛大堤，岸线位置无绿色植被，现状为人工岸线。本项目实施珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），拟保持现有海上海堤结构形式，海上主要对砣四角空心块体护坡上方进行生态化改造；项目的建设不会缩短海岸线的长度，不会改变海岸线位置，同时可提高其防洪标准及防洪能力，提高所在堤段海堤的生态化水平和生态功能。

因此，本项目属于海堤达标提升工程，不属于海堤新建工程。项目占用海岸线不改变海岸线性质，不缩短海岸线长度，且也可进一步提升该段海岸线的生态功能，对海岸线的利用与保护是有利的，占用岸线是合理的。且根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》，海堤及水闸加固维修占用人工岸线不实行海岸线占补。因此，本项目不进行海岸线占补。

## 7.5 用海面积的合理性分析

本项目拟申请用海面积为 6.9162 公顷，其中非透水构筑物用海面积 2.9077 公顷，透水构筑物用海总面积 0.0808 公顷，其他开放式用海面积 3.9277 公顷，用海面积情况统计见表 7.5-1 所示。

表 7.5-1 本项目用海及占用岸线情况统计一览表

用海单元	用海方式	界址线	用海面积（公顷）	占用岸线长度（m）
海堤	非透水构筑物	1-2-3-...-241-242-1	2.9077	1649.23
人工鱼礁	透水构筑物	244-245-246-...-267-79-78-268-...-288-289-244	0.0808	0
拦污漂一	专用航道、锚地及其他开放式	290-291-292-...-326-196-195-...-79-267-266-...-244-243-290	3.1126	0
拦污漂二	专用航道、锚地及其他开放式	8-243-244-289-288-...-268-78-77-...-10-9-8	0.8151	0
合计			6.9162	1649.23

### 7.5.1 是否满足项目用海需求

合理的用海面积主要表现为用海面积既能满足项目用海的实际需求，又能有效地利用和保护海域资源，本项目拟申请用海总面积为 6.9162 公顷，该用海面积是根据项目设计范围和《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求界定的，能够满足本项目的用海需求。

### 7.5.2 是否符合相关行业的设计标准和规范

#### 1. 与《建设项目用海面积控制指标（试行）》的符合性分析

本项目不涉及围填海，因此不针对项目与《建设项目用海面积控制指标（试行）》的符合性作进一步的分析。

#### 2. 与行业设计规范的符合性分析

本项目为珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），主要拟进行达标

提升的海堤是严格根据《海堤工程设计规范》（SL435-2014）、《广东省海堤设计导则（试行）》（DB/T182-2004）和《珠海市海堤防洪（潮）标准及能力提升建设方案》等要求进行设计的，其中海堤达标提升范围即为珠海市高新区北围段，其长度不可减少；本项目海堤海上部分拟充分利用现状海堤结构，并通过设计陆上超级生态堤、加高陆上堤顶高程、对海上砗四角空心块体护坡上方进行生态化改造，同时对堤前抛石局部被冲刷区域进行补抛等措施以提高项目海堤的防洪标准；该方案充分利用现状已有海堤的海上部分结构，无需在海上水下新增建设非透水构筑海堤，其平面宽度仍维持现状海堤平面宽度，不可减少。

本次对珠海高新区北围段进行达标提升，虽然不改变海堤水下抛石等结构，但由于海堤水下已建抛石等结构作为本次达标提升后海堤的必要组成部分，本次对海堤范围涉海部分整体进行用海申请。申请的用海面积是严格按照设计图纸及现状实际已建成的海堤水下结构的长度、宽度等尺寸及《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求进行界定的，其用海面积已体现了集约节约用海的原则，不可再减少，满足相关行业设计规范要求。

### 3. 与《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的符合性

#### （1）海堤用海面积与《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的符合性

本项目海堤的用海方式为非透水构筑物，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），堤坝等非透水构筑物用海，以非透水构筑物（含基床及其防护设施）的水下外缘线为界。

本次对珠海高新区北围段进行达标提升，虽然基本不改变海堤水下抛石等结构，但由于海堤水下已建抛石等结构作为本次达标提升后海堤的必要组成部分，本次对海堤涉海部分整体进行用海申请。海堤用海范围界定向陆一侧以 2022 年批复海岸线为界，向海一侧以已建海堤抛石护底水下外缘线为界，由此量算出来的海堤的用海面积为 2.9077 公顷，是符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求的。

#### （2）人工鱼礁用海面积与《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的符合性

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），以废船、堆石、人工块体及其它投弃物形成的人工鱼礁用海，以被投弃的海底人工礁体外缘顶点的连线或主管部门批准的范围为界。

根据本项目人工鱼礁平面布置方案，部分人工鱼礁拟投放于现状已建海堤抛石平台上，抛石平台纳入海堤申请非透水构筑物用海；根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中“当几种用海方式的用海范围发生重叠时，重叠部分应归入现行海域使用金征收标准

较高的用海方式的用海范围。”的原则，本次不再申请前述重叠范围的人工鱼礁用海；而对于其他未与海堤重叠的区域，以人工礁体外缘顶点的连线为界界定，由此界定人工鱼礁总用海面积为 0.0808 公顷，符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求。

### （3）拦污漂用海面积与《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的符合性

本项目拦污漂的用海方式其他开放式，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009），开放式用海的用海范围以实际设计、使用或主管部门批准的范围为界。

本项目拦污帘由多个浮体通过尼龙绳串联组成，并通过铁链连接混凝土固定块固定；其浮体具有一定的漂移性，本次考虑 10m 漂移距离，由此界定拦污帘外侧用海以拦污帘混凝土固定块外缘连线外扩 10m 范围线为界；对于内侧，由于拦污帘围合范围与人工鱼礁拟申请用海范围、人工鱼礁拟申请用海范围与海堤拟申请用海范围之间存在未计划使用的狭长条海域；考虑由于拦污帘的建设，前述狭长条海域已无法作他用，已构成排他，因此，前述海域纳入拦污漂用海一同申请，因此拦污漂用海范围内侧以人工鱼礁拟申请用海范围线、海堤拟申请用海范围线为界。根据前述原则确定的拦污漂总用海面积为 3.9277 公顷，符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求。

综合前述分析结果，本项目各用海单元拟申请用海面积均符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的相关要求。

## 7.5.3 减少项目用海面积的可能性分析

由用海面积合理性分析可知，本项目用海面积界定依据的平面布置及断面尺度均已是严格按照《海堤工程设计规范》（SL435-2014）、《广东省海堤设计导则（试行）》（DB/T182-2004）和《珠海市海堤防洪（潮）标准及能力提升建设方案》等要求进行设计的，已经过严格的计算及论证，并已充分利用了现状已建海堤水下结构，已体现了集约、节约用海的理念，也体现了海洋环保和可持续发展的理念。根据本项目的设计方案，界定本项目的用海总面积为 6.9162 公顷，前述用海面积均按《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）的要求界定，不可再减少用海面积。

综合分析，本项目无减少用海面积的可能性。

## 7.5.4 用海面积量算

### 7.5.4.1 项目海域使用测量说明

#### （1）宗海测量相关说明

根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009）、《海籍调查规范》《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018），广东三海环保科技有限公司负责进行本工程海域使用测量，测绘资质证书号为：乙测资字 44512919，本项目测量人员和绘图人员为赵满英，审核人员为庄铎。

(2) 执行的技术标准

- 1) 《海域使用面积测量规范》（HY 070-2022）；
- 2) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- 3) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- 4) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；

7.5.4.2 宗海界址线及界址点的确定

本项目各用海单元的各界址线及界址点的确定情况统计见表 7.5-2 所示。

表 7.5-2 本项目宗海界址线及其界址点确定依据统计一览表

用海单元	界址线范围	界址线	界址线确定依据	界址点确定依据	
海堤	1-2-3-...-241-242-1	207-208-209-...-241-242-1	2022 年批复海岸线	207、1	海堤抛石护脚水下外缘线与海岸线的交点
				208、208、209……240、241、242	海岸线拐点
		1-2-3-...-205-206-207	本项目海堤及其防护设施的水下外缘线	2、3、4……203、204、205	海堤抛石护脚水下外缘线拐点
人工鱼礁	244-245-246-...-267-79-78-268-...-288-289-244	244-245-246-...-267、79、78-268-...-288-289	本项目人工礁体外缘顶点的连线	244、245、246……265、266、267、268、269、270……287、288、289	人工礁体外缘顶点的连线拐点
		78-79		本项目海堤拟申请用海范围线	78、79
			243-290-291-292-...-326-196	本项目拦污漂混凝土固定块外缘连线外扩 10m 范围线	196
拦污漂一	290-291-292-...-326-196-195-...-79-267-266-...-244-243-290			290、291、292……324、325、326	本项目拦污漂混凝土固定块外缘连线外扩 10m 范围线拐点
		196-195-194-...-77-78-79	本项目海堤拟申请用海范围线	196、195、194……81、80、79	本项目海堤申请用海范围线拐点（海堤抛石护脚水下外缘线拐点）
		79-267-266-...-244	本项目人工鱼礁拟申请用海范围线	267、266、265……242、243、244	人工礁体外缘顶点的连线拐点

用海单元	界址线范围	界址线	界址线确定依据	界址点确定依据	
拦污漂二	8-243-244 -289-288. ...-268-78- 77-...-10-9 -8	244-289-2 88-...-268- 78	本项目人工鱼礁拟申请用海范围线	244、289、288…… 266、267、268	人工礁体外缘顶点的连线拐点
		78-77-...-1 0-9-8	本项目海堤拟申请用海范围线	78、77、76……10、 9、8	海堤抛石护脚水下外缘线拐点

### 7.5.4.3 宗海图的绘制方法

本项目的宗海图绘制严格按照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）的规定执行，宗海图的绘制采用专业制图软件绘制。

#### （1）宗海位置图的绘制方法

宗海位置图采用海军海道测量局2020年12月出版、图号为15471的海图作为底图，比例尺为1:130000，深度、高程单位为米，深度基面为理论最低潮面，高程采用1985年国家高程基准，地图投影为墨卡托投影（22°23'），图式采用GB12319-1998。

将上述图件作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加之上述图件中，并填上《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图，见图 7.5-1。

#### （2）宗海平面布置图的绘制方法

根据委托方提供的项目平面布置图，按照《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的规定确定本项目各宗海单元的宗海范围，并绘制成宗海面图斑。将本项目各宗海单元的平面布置和位置关系反映至图面，并按照《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）中的5.4.2要求绘制宗海平面布置图，见图7.5-2。

#### （3）宗海界址图绘制

利用委托方提供的项目平面布置图及数字化地形图作为宗海界址图的基础数据，矢量化地形图作为宗海界址图的底图，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）对宗海和宗海内部单元的界定原则，形成用海单元的界址范围，见图 7.5-3。

## 珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）宗海位置图

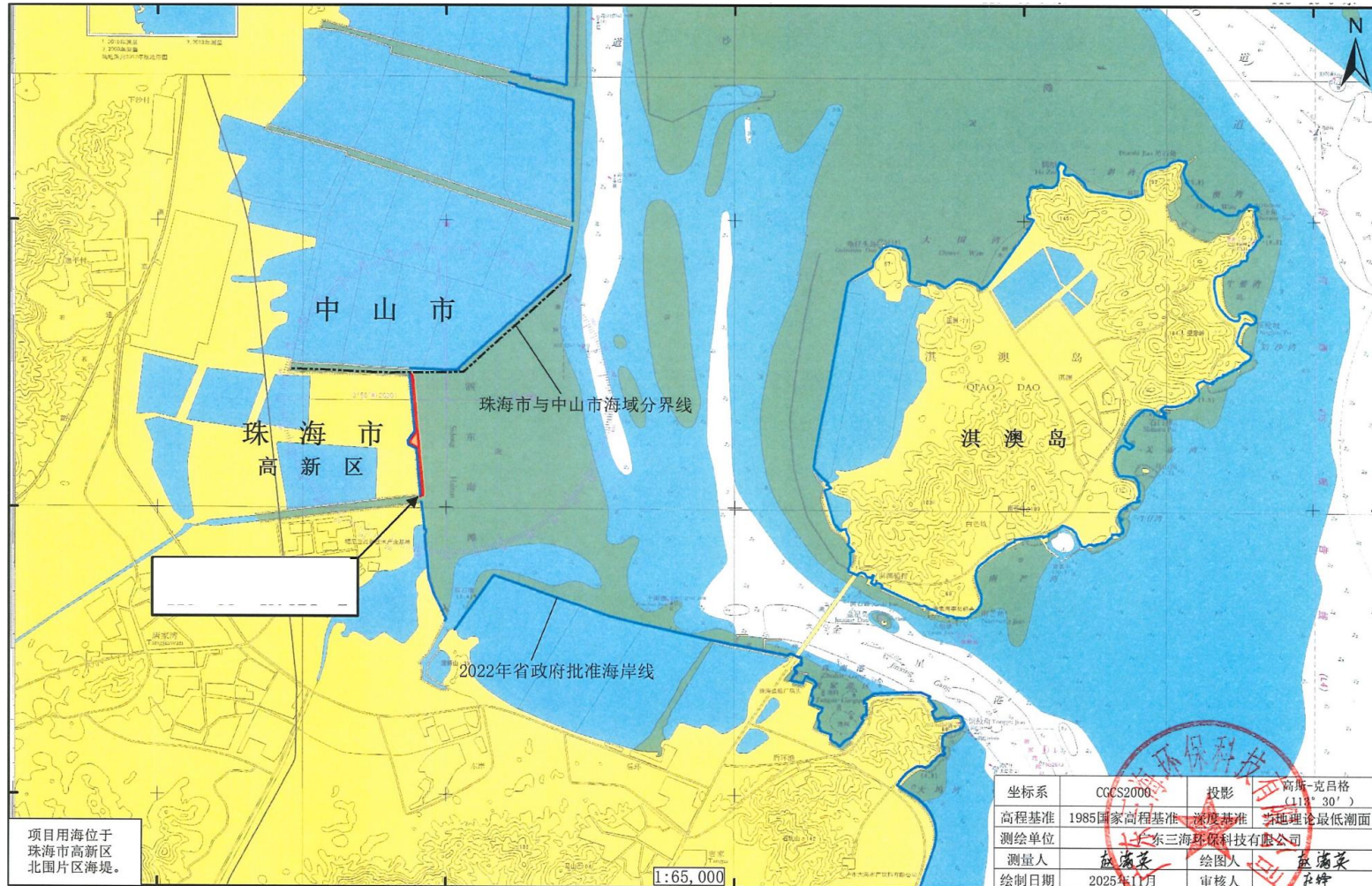


图 7.5-1 本项目宗海位置图

### 珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）宗海平面布置图

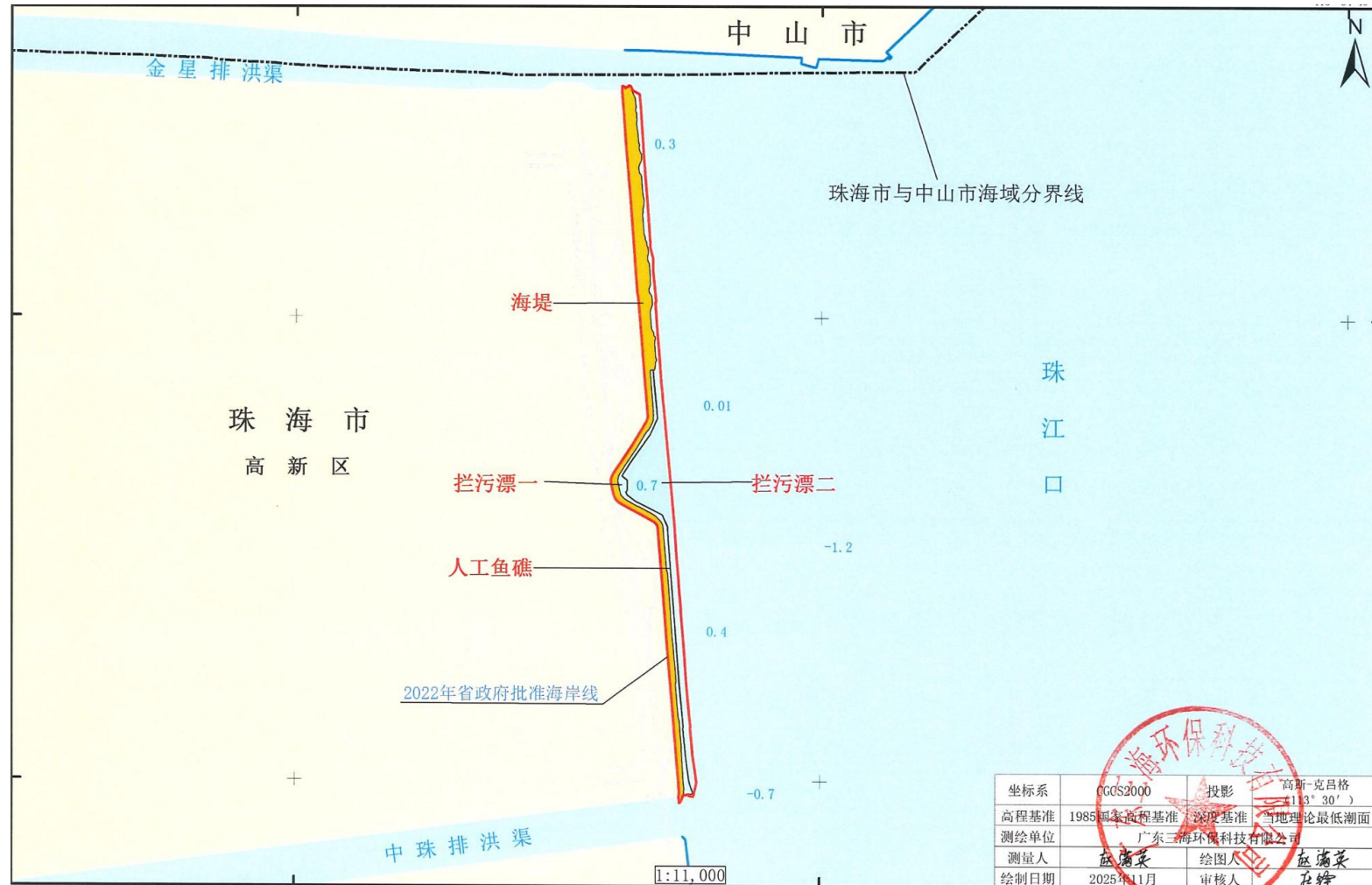


图 7.5-2 本项目宗海平面布置图

珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）宗海界址图

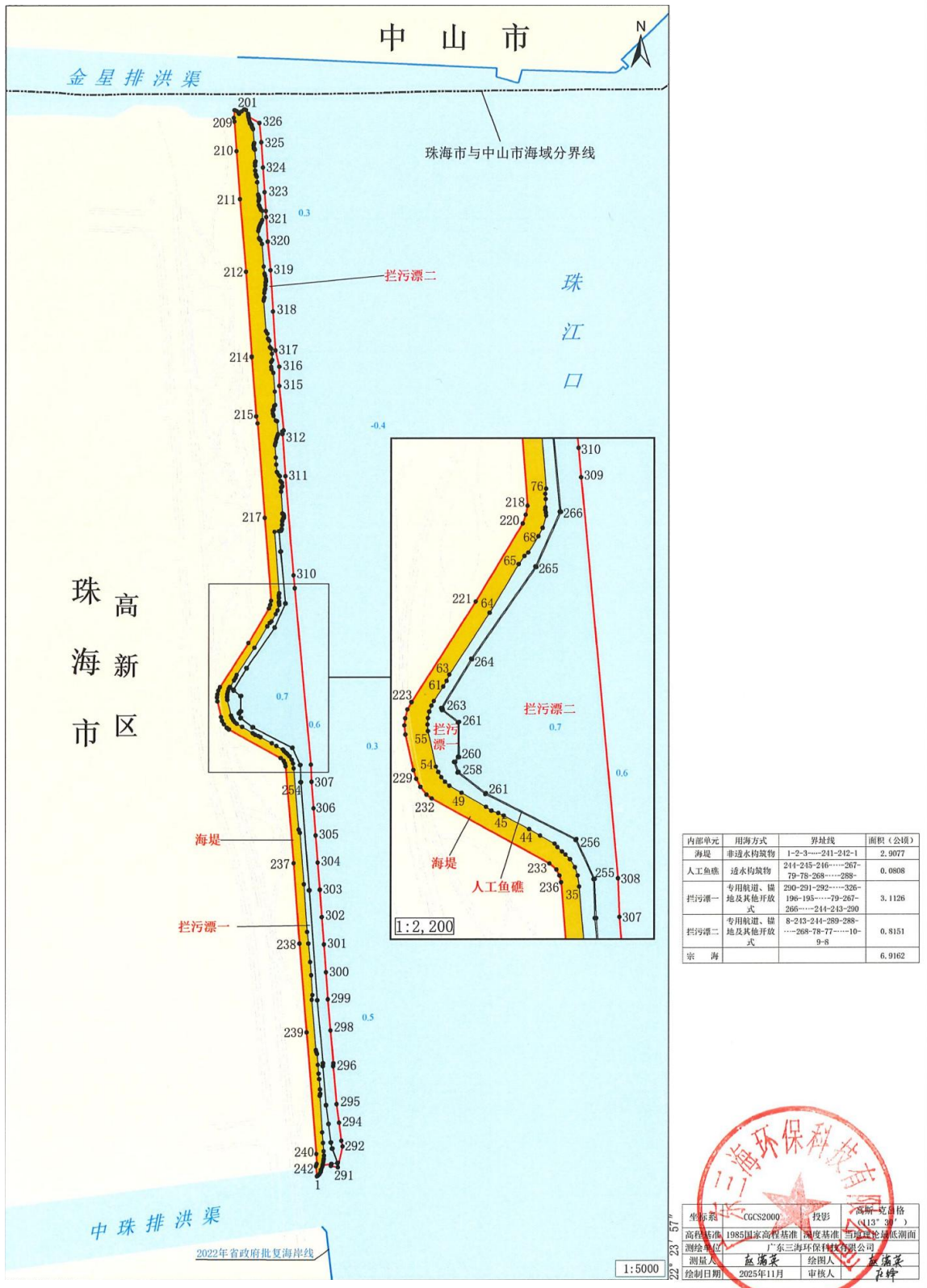


图 7.5-3 本项目宗海界址图

#### 7.5.4.4 宗海界址点坐标及面积的计算方法

##### (1) 宗海界址点坐标的计算方法

宗海界址点在专业软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、113°30'为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。本项目宗海界址点坐标见表 7.5-3 所示。

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left( \frac{y}{N_f} \right) \left[ 1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left( \frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left( \frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left( \frac{y}{N_f} \right) \left[ 1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left( \frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left( \frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

表 7.5-3 本项目宗海界址点坐标

点号	纬度 (N)	经度(E)	点号	纬度 (N)	经度(E)
1			164		
2			165		
3			166		
4			167		
5			168		
6			169		
7			170		
8			171		
9			172		
10			173		
11			174		
12			175		
13			176		

点号	纬度 (N)	经度(E)	点号	纬度 (N)	经度(E)
14			177		
15			178		
16			179		
17			180		
18			181		
19			182		
20			183		
21			184		
22			185		
23			186		
24			187		
25			188		
26			189		
27			190		
28			191		
29			192		
30			193		
31			194		
32			195		
33			196		
34			197		
35			198		
36			199		
37			200		
38			201		
39			202		
40			203		
41			204		
42			205		
43			206		
44			207		
45			208		
46			209		
47			210		
48			211		
49			212		
50			213		
51			214		
52			215		
53			216		
54			217		
55			218		
56			219		
57			220		

点号	纬度 (N)	经度(E)	点号	纬度 (N)	经度(E)
58			221		
59			222		
60			223		
61			224		
62			225		
63			226		
64			227		
65			228		
66			229		
67			230		
68			231		
69			232		
70			233		
71			234		
72			235		
73			236		
74			237		
75			238		
76			239		
77			240		
78			241		
79			242		
80			243		
81			244		
82			245		
83			246		
84			247		
85			248		
86			249		
87			250		
88			251		
89			252		
90			253		
91			254		
92			255		
93			256		
94			257		
95			258		
96			259		
97			260		
98			261		
99			262		
100			263		
101			264		

点号	纬度 (N)	经度(E)	点号	纬度 (N)	经度(E)
102			265		
103			266		
104			267		
105			268		
106			269		
107			270		
108			271		
109			272		
110			273		
111			274		
112			275		
113			276		
114			277		
115			278		
116			279		
117			280		
118			281		
119			282		
120			283		
121			284		
122			285		
123			286		
124			287		
125			288		
126			289		
127			290		
128			291		
129			292		
130			293		
131			294		
132			295		
133			296		
134			297		
135			298		
136			299		
137			300		
138			301		
139			302		
140			303		
141			304		
142			305		
143			306		
144			307		
145			308		

点号	纬度 (N)	经度(E)	点号	纬度 (N)	经度(E)
146			309		
147			310		
148			311		
149			312		
150			313		
151			314		
152			315		
153			316		
154			317		
155			318		
156			319		
157			320		
158			321		
159			322		
160			323		
161			324		
162			325		
163			326		

### (2) 宗海面积的计算方法

本次宗海面积采用坐标解析法进行计算，即利用各界址点平面坐标计算面积。借助于软件计算功能直接求得用海面积。

### (3) 宗海面积的计算结果

根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）及本项目的实际用海情况界定，本项目的海域使用类型为特殊用海（一级类）的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类），共 3 个用海单元，申请用海总面积为 6.9162 公顷，具体见表 7.5-3 所示。

表 7.5-3 本项目用海面积情况统计一览表

用海单元	用海方式	界址线	用海面积 (公顷)
海堤	非透水构筑物	1-2-3-...-240-241-1	2.9077
人工鱼礁	透水构筑物	8-242-243-...-272-78-77-...-10-9-8	0.0808
拦污漂	专用航道、锚地 及其他开放式	273-274-275-...-309-195-194-...-78-272 -271-...-243-242-273	3.9277
合计			6.9162

## 7.6 用海期限合理性分析

本项目用海类型为特殊用海（一级类）的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类），为公益性防洪减灾海堤达标提升工程。结合《中华人民共和国海域使用管理法》

中“公益事业用海期限为四十年；港口、修造船厂等建设工程用海的用海期限为五十年”的要求，考虑到项目作为洪减灾海堤达标提升工程，是公益性功能的民生工程，项目申请用海期限为 40 年，在项目合理使用年限（100 年）内，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，是合理的。

## 8 生态用海对策措施

### 8.1 生态用海对策

#### 8.1.1 生态保护对策

##### 8.1.1.1 水污染防治对策

(1) 合理制定施工计划。尽量将人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块及补抛施工安排在退潮期或水流较平静时间段进行施工，既可以减小施工难度，又能减小施工过程中悬浮物的产生，从而减小对项目及其附近海域的影响。同时，在保证施工质量的前提下，应尽量缩短工期，减少工程产生的悬浮物对水质的影响。

(2) 补抛选择较均匀的石块抛填，石块不应太大，主要便于地基整平，也可以减少抛石施工产生的悬浮泥沙的量。

(3) 人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块及补抛施工将引起附近水域悬浮物含量增高，为减少施工过程中泥沙释放量，选择适当的施工设备十分重要。项目在人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块及补抛施工过程中压低排放高度，合理安排施工强度和施工时间。做好施工设备的日常维修检查工作，保持施工机械的良好运行和密闭性，发生故障后应及时予以修复。

(4) 提高防患意识，在恶劣天气条件下，如风暴潮、台风及暴雨时，应提前做好安全防护工作，实施必要的加固强化手段，以保证有足够的强度抵御风浪等的影响，避免发生海堤崩塌导致砂土外溢的泄漏污染事故。

(5) 施工期间必须指定机械维修场地，不在项目场地内进行维修。运输车辆冲洗含油污水应经隔油预处理后，回用于项目陆域施工场地洒水抑尘等环节；施工人员生活污水由施工营地配套的化粪池进行预处理，后纳入当地污水处理系统处理，不得直接排放入海。

(6) 合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象。

(7) 施工作业需按规程操作，加强施工期的环境监督、监理和监测，禁止随意扩大施工作业面，禁止污水直接排海。

(8) 建成运行后加强堤路的打扫清洁，及时清除过往行人抛洒在路面的污染物，

减缓路面径流冲刷污染物的数量，避免路面垃圾直接进入项目所在及其附近海域。

#### 8.1.1.2 固体废物污染防治措施

(1) 施工期间将产生弃土渣。加强渣土的管理是文明施工的重要标志，施工单位不得随意抛弃建筑材料、残土、旧料和其它杂物。建设工程竣工后，施工单位应在尽快将工地上剩余的不能用于回填的建筑垃圾、工程渣土等处理干净，并及时按规定处理弃渣，建设单位负责督促。

(2) 施工区设置杂物停滞区、垃圾箱和卫生责任区，经常清理各类施工垃圾，并确定责任人和定期清除的周期。

(3) 施工人员生活垃圾经分类收集后，每天由环卫部门清运处理。

(4) 加强对施工单位的监督管理，禁止将施工垃圾直接倾倒入海。

(5) 施工单位应加强施工管理和环保教育，施工人员的生活垃圾应定点集中堆放，尽量分类回收利用，垃圾收集集中后回收至陆地处理，禁止海抛。

#### 8.1.1.3 海洋生态保护措施

(1) 严格控制施工范围，防止超出范围施工，以及防止不可恢复的破坏和影响。

(2) 尽量避开在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节（通常3~5月）进行人工鱼礁礁体、拦污漂固定混凝土块及补抛施工，同时应尽量在退潮期进行施工。

(3) 采取8.1.1.1节的悬浮泥沙污染防治措施，控制悬浮泥沙源强及扩散范围，减小对海洋生态环境的影响。

(4) 加强施工期废水和固体废物的监管力度，防止废水和固体废物直接排放入海，从而对海洋生态环境产生影响。

(5) 合理规划施工工期，在满足施工质量要求的前提下，尽量缩短施工时间。

(6) 按设计方案及时开展人工鱼礁内底栖生物投放，以弥补本项目造成的底栖生物损失，提高海域生态环境质量。

### 8.1.2 生态跟踪监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，项目对海洋环境的影响主要在施工期，为了及时了解和掌握建设项目施工期间所在地区的环境质量发展变化情况，建设单位必须定期委托有监测能力的环境监测单位对施工期的环境影响及其减缓措

施的落实情况进进行监控，对项目施工对海洋环境产生的影响进行跟踪监测，并提交具计量认证的跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行环境监管提供技术依据，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。

### 1、施工期海洋环境跟踪监测计划

#### (1) 水质环境动态监测

##### 1) 监测站位

本次选择在项目附近的 3 个现状调查站位进行跟踪监测，监测站位见表 8.1-1。

表 8.1-1 施工期监测站位布设一览表

监测站位	东经 (E)	北纬 (N)	监测内容	备注
1#	113° 35'38.113"	22° 25'46.192"	水质、沉积物、海洋生态	秋季现状调查 8#
2#	113° 34'9.882"	22° 24'4.352"	水质、沉积物、海洋生态	秋季现状调查 12#
3#	113° 37'11.249"	22° 23'4.354"	水质、沉积物、海洋生态	秋季现状调查 13#

##### 2) 监测项目

pH 值、DO、COD、SS、石油类、汞、铜、铅、锌、镉、砷。

##### 3) 监测频次

施工期：施工期内进行一次监测。

竣工后：进行一次后评估监测。

#### (2) 沉积物环境动态监测

##### 1) 站位布设

在施工影响海域设置 3 个调查站位，监测站位见表 8.1-1。

##### 2) 监测内容

石油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg。

##### 3) 监测频次

施工期：施工期内监测一次。

竣工后：进行一次后评估监测。

#### (3) 海洋生态环境动态监测

##### 1) 站位布设

在施工影响海域设置 3 个调查站位，监测站位见表 8.1-1。

##### 2) 监测内容

海洋生态监测内容：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮

间带生物、鱼卵仔稚鱼、游泳动物。

### 3) 监测频次

施工期：施工期内进行一次监测。

竣工后：进行一次后评估监测。

### (4) 数据分析与质量保证

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足下列标准的要求：

——GB 173782~2007 海洋监测规范

——GB 127637~2007 海洋调查规范

## 2、运营期

本项目建成运营后，本项目自身无污染物的产生与排放，运营期不进行跟踪监测。

## 8.2 生态保护修复措施

### 8.2.1 生态修复重点

本工程施工造成海洋生物损失为：潮间带生物 466.1kg、鱼卵  $1.20 \times 10^6$  粒、仔稚鱼  $2.93 \times 10^5$  尾、游泳动物 44.26kg，本项目的生态修复的重点为海洋生物资源恢复。

本项目工程内容包括人工鱼礁建设及底栖生物投放，可对本项目造成的海洋生物损失进行补偿和恢复。

### 8.2.2 生态修复目标

本着尽可能“损害什么，修复什么；损害多少，修复多少”的基本原则，开展本项目的生态修复设计。

本项目拟通过建设人工鱼礁，并在生态鱼礁群附近投放底栖生物，恢复区域的海洋生物资源，提高海域生态环境。

### 8.2.3 生态修复与补偿方案

根据可研报告，本项目拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁采用线性布置，每米设置 1 个，总计 1700 个，拟采用球盔型珊瑚增殖礁。同时为尽快在该区域构建起完整的食物链，提升生物多样性，进一步提升生态修复效果，形成稳定的生态系统，拟在生态鱼礁群附近投放底栖生物。本次根据高新区海域常见水生动物的种类初拟选定投放贝类

（牡蛎、贻贝）、虾类，投放密度为 0.2kg/m<sup>2</sup>，底栖生物投放共计 3400kg。

#### （1）对潮间带生物的补偿与恢复

本项目拟投放的底栖生物量（3400kg）远大于项目造成的潮间带生物损失量（466.1kg），可补偿项目造成的潮间带生物损失。

#### （2）对渔业资源的补偿与恢复

本项目拟建人工鱼礁通过“生境修复→饵料提升→种群保护→生态改善”的链式效应，可快速重建健康海洋生态系统，实现渔业资源的自然增殖与持续恢复。

人工鱼礁的立体孔隙、凹陷结构，为鱼类、甲壳类提供躲避天敌、栖息育幼的“安全空间”，使礁区鱼类栖息密度和幼鱼存活率较非礁区大幅提升。礁区稳定的微环境（缓流、适宜水温）与丰富饵料（浮游生物、底栖生物），可缩短鱼类生长周期，同时为产卵鱼类提供附着基，使产卵量增加，实现渔业资源自然增殖。礁区将形成“生态热点”，吸引洄游性与定居性鱼类聚集，提升资源密度。安全的繁殖与育幼环境提高亲体繁殖成功率与幼鱼补充量，形成可持续种群结构；根据相关工程建成后情况，人工鱼礁投放后 1-2 年，礁区渔业物种数较非礁区增加 30%-60%，从单一经济鱼种向“高、中、低营养级”多元群落转变，优势种从耐污性低价值物种向高经济价值物种过渡，群落稳定性显著增强。此外，礁区丰富的天然饵料（如底栖藻类、浮游动物），使鱼类肉质更紧实、营养更丰富，且避免人工投饵导致的药物残留风险，优质鱼比例较非礁区将有所提升 40%-60%，提升渔业产品经济价值。

综上，本项目人工鱼礁的建设，可快速修复因本项目造成的渔业资源损失，并持续提高所在海域的海洋生态环境。

### 8.2.4 生态保护修复措施汇总

本项目拟采取的生态保护修复措施统计见表 8.2-1 所示。

表 8.2-1 生态保护修复措施一览表

保护修复类型	保护修复类型	工程量	实施计划	责任人
人工鱼礁建设	海洋生物资源恢复	总计 1700 个	项目施工期间同步实施	建设单位
底栖生物投放		3400kg		

## 8.3 岸线修复方案

### 8.3.1 本项目占用岸线情况

本项目为珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段），海堤拟按 100 年一遇的防洪（潮）标准进行达标提升建设。本项目海堤需占用 2022 年广东省人民政府公布的大陆人工岸线，不占用自然岸线，合计总长度约 1649.23m。项目建设是对原有堤岸工程的达标提升，属于岸堤整治修复性质。

### 8.3.2 海岸线占补要求

根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》，海岸线占补是指项目建设占用海岸线（包括大陆岸线和海岛岸线，均包含自然岸线和人工岸线）导致海岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行海岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现海岸线占用与修复补充相平衡。《关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》（粤府办〔2017〕62 号）印发后（即 2017 年 10 月 15 日后），在我省海域内申请用海涉及占用海岸线的项目，必须落实海岸线占补。具体占补要求为：大陆自然岸线保有率低于或等于国家下达我省管控目标的地级以上市，建设占用海岸线的，按照占用大陆自然岸线 1:1.5、占用大陆人工岸线 1:0.8 的比例整治修复大陆岸线；大陆自然岸线保有率高于国家下达我省管控目标的地级以上市，按照占用大陆自然岸线 1:1 的比例整治修复海岸线，占用大陆人工岸线按照经依法批准的生态修复方案、生态保护修复措施及实施计划开展实施海岸线生态修复工程；建设占用海岛自然岸线的，按照 1:1 的比例整治修复海岸线，并优先修复海岛岸线。新建海堤、新建水闸建设原则上不得占用自然岸线，确需占用自然岸线的，必须经过充分论证，并符合自然岸线管控要求，落实海岸线占补；海堤及水闸加固维修占用人工岸线不实行海岸线占补。

本工程属于海堤达标加固工程，用海范围占用的为大陆人工岸线，属于《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法的通知》中规定不实行海岸线占补的海堤加固维修工程，不进行海岸线占补。

### 8.3.3 海岸线保护与修复措施

本项目属于海堤达标提升工程，所提升的海堤为人工防汛大堤，岸线位置现状无绿色植被，现状为人工岸线。本项目实施珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程

（北围段），拟主要采用超级生态堤形式，在堤上陆域范围建设大面积绿化带；同时对海堤向海侧实施生态化护坡改造，在现状四角空心块上部种植珠海当地常用的植物品种（鸢尾、花叶芦竹、梭鱼草、芦苇、水葱和狭叶香蒲等），项目建成后可提高其防洪标准及防洪能力，提高所在堤段海岸线的生态化水平和生态功能，对海岸线的保护是有利的。

而对于施工期，为保护岸线，施工期间施工单位需注意对海岸线的保护，优化施工方案，使用合适的施工机械，明确施工范围，施工机械不得越过施工范围施工；加强施工人员的培训，禁止遗弃施工废物和生活废物等在岸线处。

## 9 结论

### 9.1 项目用海基本情况

珠海市高新区北围、后环片区堤岸提升工程（北围段）位于珠海市高新区北围片区海域，申请用海单位为珠海市高新总部基地建设发展有限公司。涉海海堤总长度约为 1.7km，堤型采用复合式及多级缓坡式堤型，兼顾碧道建设、配套绿化工程等，以满足居民休闲亲水的要求，为居民营造适合休憩放松的自然场地。为改善海域生态环境，本次拟在堤前投放人工礁体，人工鱼礁采用线性布置，每米设置 1 个，总计 1700 个，并拟根据高新区海域常见水生动物的种类投放贝类（牡蛎、贻贝）、虾类，水生动物投放共计约 3400kg。同时，为了避免台风天大量的垃圾漂浮上岸，减少后期养护工作，本次也拟在海堤向海侧设置垃圾防护设施（拦污漂）拦截垃圾杂物，拦污漂总长约 1600m，由聚乙烯浮筒、尼龙绳、拦污网、配重链、锚块等组成。

本项目拟申请用海面积为 6.9162 公顷，其中海堤用海面积为 2.9077 公顷，人工鱼礁用海面积为 0.0808 公顷，拦污漂用海面积为 3.9277 公顷。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，本项目海域使用类型为特殊用海（一级类）的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）。根据《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目用海类型为特殊用海（一级类）中的海岸防护工程用海（二级类），海堤用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式），人工鱼礁用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式），拦污漂用海方式为开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式（二级方式）。

### 9.2 资源生态影响分析结论

由于本项目海堤的海上水下部分拟充分利用现状海堤结构，不涉及在海上水下新增建设非透水海堤，而现状海堤水下抛石等结构已于 2019 年建成，所在海域已基本形成新的水文动力平衡，本次对其水下局部进行补抛，并在海堤护面结构——砣四角空心块体护坡上方进行生态化改造，基本不改变海域水动力环境。

本项目人工鱼礁和拦污漂固定混凝土块的抛放位置位于现状海堤前沿的近岸浅滩边缘上，受岸线和岛屿掩护作用，工程所在海域水动力环境较弱。而本项目人工鱼礁和拦污漂为透水构筑物，且建设规模小，对海域阻水小，项目实施后所在海域附近水动力

场改变将非常微弱，影响范围仅局限于项目所在近岸浅滩及其邻近的小范围海域，因此，本项目实施后对工程海域水动力环境可能产生的影响较小。因水文动力变化等引起的地形地貌和泥沙冲淤环境变化也较小。

由于项目位于水深很小的浅滩海域，水动力环境很弱，且本项目施工悬浮泥沙产生源强较小，施工悬沙增量大于 100mg/L 高浓度区范围很小，其最大包络线面积约为 0.043km<sup>2</sup>，而 10mg/L 浓度区主要随涨落潮向沿岸扩散，最大包络线覆盖范围约为 0.191km<sup>2</sup>，悬浮泥沙影响为施工期短期影响，将随着施工期的结束而消失，不会对所在海域的海水水质造成长远影响。

本项目施工过程中产生的悬浮泥沙主要来源于本海域，沉降的悬浮泥沙基本不会改变所在海域海底的沉积物特征，且这种影响是暂时的，会随着时间逐渐消失。此外，本项目施工期间产生的污废水和固体废物均能得到有效处理，均不直接排入海域环境中。综合分析，本项目施工期对项目及附近海域的沉积物环境产生的影响较小。

本项目建设占用海域及施工产生的悬浮泥沙均会对所在海域的海洋生态环境产生一定的影响，造成一定的海洋生物量损失。经估算，造成的生物损失量约为：潮间带生物 466.1kg、鱼卵 1.20×10<sup>6</sup>粒、仔稚鱼 2.93×10<sup>5</sup>尾、游泳动物 44.26kg。本项目拟建设人工鱼礁，并在其周围投放底栖生物，对海洋生物资源进行补偿和恢复。

### 9.3 海域开发利用协调分析结论

本项目周边开发利用项目包括排洪渠、水闸、码头、红树林种植、跨海大桥、游艇基地、排水系统整治工程、排水口改造、景观栈道、渔港等，本项目与周边用海项目不存在海域使用权属冲突，对周边开发利用项目影响较小，不存在利益相关者，与周边开发利用活动相适宜。

本项目拟对珠海市高新区北围段实施达标提升，本项目的实施，将可提高所在海域的防洪标准，对海堤是有利的，与本项目海堤所属的水利主管部门是可协调的。

### 9.4 项目用海与国土空间规划符合性分析结论

本项目用海符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《珠海市国土空间总体规划（2021-2035年）》《珠海市高新区国土空间分区规划（2021-2035年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035

年)》的要求。同时,本项目的选址建设也符合“三区三线”、《粤港澳大湾区发展规划纲要》《粤港澳大湾区水安全保障规划》《珠海市海堤提升建设总体方案(2021-2035)》《广东省生态海堤建设“十四五”规划》《珠海市雨水系统及防洪规划报告(2006~2020)》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《珠海市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》等相关规划的要求。

## 9.5 项目用海合理性分析结论

本项目建设符合国土空间规划和相关规划,用海面积符合相关规定;拟申请用海面积为6.9162公顷,其中海堤用海面积为2.9077公顷,人工鱼礁用海面积为0.0808公顷,拦污漂用海面积为3.9277公顷。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》,本项目海域使用类型为特殊用海(一级类)的海洋保护修复及海岸防护工程用海(二级类)。根据《海域使用分类》(HY/T123-2009),本项目用海类型为特殊用海(一级类)中的海岸防护工程用海(二级类),海堤用海方式为构筑物(一级方式)中的非透水构筑物(二级方式),人工鱼礁用海方式为构筑物(一级方式)中的透水构筑物(二级方式),拦污漂用海方式为开放式(一级方式)中的专用航道、锚地及其他开放式(二级方式)。用海范围需占用人工岸线总长约1649.23m,申请用海期限为40年。本项目用海具有合理性。

## 9.6 项目用海可行性结论

本项目的建设与该区域的自然条件和社会条件是相适宜的,项目用海是符合国土空间规划和相关规划要求的,本项目的用海方式、期限和面积也是合理的,与周边开发利用项目是可协调的,项目产生的不利影响是可以接受的,因此,本项目能较好地发挥该海域的自然环境和社会优势。

综上所述,本项目的海域使用是可行的。