

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）
海域使用补充论证报告书
（公示稿）

编制单位：广东海兰图环境技术研究有限公司

统一社会信用代码：91440101MA59KQLF0D

日期：二〇二三年七月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4420002023001334		
论证报告所属项目名称	翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东海兰图环境技术研究有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59KQLF0D		
法定代表人	吕建海		
联系人	麦晓敏		
联系人手机	13682240015		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
邹凯林	BH000295	论证项目负责人	邹凯林
邹凯林	BH000295	1. 概述 2. 项目用海基本情况 9. 结论	邹凯林
黄素绿	BH001286	3. 项目所在海域概况 8. 生态用海对策措施	黄素绿
古炜培	BH002816	4. 资源生态影响分析	古炜培
李舒敏	BH000294	5. 海域开发利用协调分析	李舒敏
李志军	BH000352	6. 国土空间规划符合性分析	李志军
吴佳明	BH000296	7. 项目用海合理性分析	吴佳明
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: right;">承诺主体(公章) </p> <p style="text-align: right;">2023年7月13日</p>			

项目名称	翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）			
项目地址	广东省中山市翠亨新区马鞍北岛			
项目性质	公益性（√）	经营性（ ）		
用海面积	21.5804 公顷	投资金额	248131.2 万元	
用海期限	38 年	预计就业人数	—	
占用岸线	总长度	2189.1m	邻近土地评价价格	27900万元/ha
	自然岸线	0m	预计拉动区域经济产值	—
	人工岸线	2189.1m	填海成本	—
	其他岸线	0m		
海域使用类型	特殊用海中的海岸防护工程用海	新增岸线	0m	
用海方式	面积	具体用途		
非透水构筑物	18.2878 公顷	堤脚抛石		
非透水构筑物	2.2306 公顷	施工围堰		
其他开放式	1.0620 公顷	清淤		

目录

摘要.....	1
1 概述.....	3
1.1 论证工作由来.....	3
1.2 论证依据.....	4
1.2.1 法律法规.....	4
1.2.2 标准规范.....	6
1.2.3 项目技术资料.....	7
1.3 论证等级和范围.....	7
1.3.1 论证等级.....	8
1.3.2 论证范围.....	8
1.4 论证重点.....	9
2 项目用海基本情况.....	10
2.1 用海项目建设内容.....	10
2.1.1 项目基本情况.....	10
2.1.2 项目建设内容.....	11
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	15
2.2.1 总平面布置方案.....	16
2.2.2 水工结构.....	21
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	35
2.3.1 施工条件及工程特点.....	35
2.3.2 主要施工机械.....	35
2.3.3 主要施工方案.....	36
2.3.4 土石方平衡.....	44
2.3.5 施工工期.....	44
2.4 项目用海需求.....	44
2.5 项目用海必要性.....	47
2.5.1 项目建设必要性.....	47
2.5.2 项目用海必要性.....	47

3	项目所在海域概况.....	48
3.1	海洋资源概况.....	48
3.1.1	海岸线及海岛资源.....	48
3.1.2	港口资源.....	48
3.1.3	旅游资源.....	49
3.1.4	渔业资源（含鱼卵仔鱼）.....	50
3.2	海洋生态概况.....	67
3.2.1	区域气候气象.....	67
3.2.2	水文动力.....	69
3.2.3	海域地形地貌与冲淤状况.....	104
3.2.4	工程地质.....	106
3.2.5	项目所在海域海洋生态现状.....	110
3.2.6	海洋自然保护区.....	128
3.2.7	典型生态系统及主要经济鱼类的“三场一通道”.....	130
3.2.8	海洋水质质量现状调查与评价.....	136
3.2.9	沉积物质量现状调查与评价.....	147
3.2.10	生物质量现状调查与评价.....	152
3.2.11	海洋灾害.....	156
4	资源生态影响分析.....	159
4.1	生态评估.....	159
4.1.1	资源生态敏感目标.....	159
4.1.2	重点和关键预测因子.....	164
4.1.3	用海方案工况设计.....	165
4.1.4	水动力影响预测对比分析.....	169
4.1.5	地形地貌与冲淤影响预测对比分析.....	193
4.1.6	水质影响预测对比分析.....	196
4.1.7	用海方案推选.....	204
4.2	资源影响分析.....	205
4.2.1	对岸线及海洋空间资源的影响.....	205

4.2.2	对海洋生物资源的影响.....	206
4.2.3	对其他海洋资源的影响.....	209
4.3	生态影响分析.....	209
4.3.1	对水文动力环境影响.....	209
4.3.2	对地形地貌冲淤环境影响.....	210
4.3.3	对水质环境的影响.....	211
4.3.4	对沉积物的影响.....	211
4.3.5	对海洋生物的影响.....	212
4.3.6	对红树林的影响.....	214
4.3.7	生态跟踪监测指标合理影响范围.....	217
5	海域开发利用协调分析.....	219
5.1	海域开发利用现状.....	219
5.1.1	社会经济概况.....	219
5.1.2	海域使用现状.....	221
5.1.3	海域使用权属.....	230
5.2	项目用海对海域开发活动的影响分析.....	233
5.2.1	对码头工程的影响分析.....	233
5.2.2	对跨海桥梁工程的影响分析.....	233
5.2.3	对水文站、监测站的影响分析.....	234
5.2.4	对水闸的影响分析.....	234
5.2.5	对红树林的影响分析.....	234
5.2.6	对水道的影响分析.....	235
5.2.7	对集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属的影响分析....	235
5.2.8	对其他项目的影响分析.....	236
5.3	利益相关者界定.....	236
5.4	需协调部门界定.....	238
5.5	相关利益协调分析.....	238
5.5.1	与集体所有权宗地、国土建设宗地权属单位的协调分析.....	238
5.5.2	与国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）的协调分析....	239

5.5.3	与航道、海事主管部门的协调分析.....	239
5.5.4	与林业主管部门的协调分析.....	239
5.6	项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析.....	240
5.6.1	与国防安全和军事活动的协调性分析.....	240
5.6.2	与国家海洋权益的协调性分析.....	240
6	与国土空间规划的符合性分析.....	241
6.1	项目用海与海洋功能区划符合性分析.....	241
6.1.1	项目所在海域海洋功能区划.....	241
6.1.2	项目用海对海洋功能区划的影响分析.....	249
6.1.3	项目用海与海洋功能区划的符合性分析.....	250
6.1.4	项目对周边海域海洋功能区划的影响分析.....	253
6.2	与生态保护红线的符合性分析.....	254
6.3	与产业结构的符合性分析.....	260
6.4	项目用海与相关规划符合性分析.....	260
6.4.1	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.....	260
6.4.2	与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性.....	261
6.4.3	与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性.....	264
6.4.4	与《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》的符合性分析 ...	267
6.4.5	与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》的符合性	270
6.4.6	与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性	270
6.4.7	与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性	272
6.4.8	与《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》的符合性 272	
6.4.9	与《粤港澳大湾区发展规划纲要》的符合性.....	273
6.4.10	与《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》的符合性分析 274	
6.4.11	与《中山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》的符合性.....	275

6.4.12	与《中山翠亨新区总体规划（2012-2030年）》的符合性分析	275
6.4.13	与《翠亨新区起步区控制性详细规划》的符合性分析	277
	结论	277
7	项目用海合理性分析	278
7.1	用海选址合理性分析	278
7.1.1	自然资源适宜性分析	278
7.1.2	海洋生态适宜性分析	279
7.1.3	区位和社会条件分析	280
7.1.4	海域开发活动适宜性分析	280
7.1.5	海洋产业协调发展分析	281
7.2	用海平面布置合理性分析	281
7.2.1	用海平面布置比选分析	281
7.2.2	项目用海平面布置合理性分析	286
7.3	用海方式合理性分析	287
7.4	占用岸线合理性分析	288
7.4.1	项目占用岸线情况	288
7.4.2	对周边岸线资源的影响分析	289
7.4.3	占用岸线的必要性与合理性	290
7.4.4	岸线占补分析	291
7.5	用海面积合理性分析	291
7.5.1	用海面积合理性分析内容	292
7.5.2	宗海图绘制	295
7.5.3	用海面积量算	296
7.6	用海期限合理性分析	320
8	生态用海对策措施	321
8.1	生态用海对策	321
8.1.1	生态保护对策	321
8.1.2	生态跟踪监测	322

8.2	生态保护修复措施.....	326
8.2.1	占补平衡分析.....	326
8.2.2	海洋生物资源恢复.....	327
9	结论.....	330

摘要

中山翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程）位于横门岛北侧，由中山翠亨新区工程项目建设管理中心开发建设，项目建设主要内容为北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等，本次补充申请用海内容为横门岛东北段、西北段海堤堤脚抛石和茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤用海。本工程已于2021年7月取得用海批复，批复用海面积8.8019公顷，包括海堤加固工程用海4.1373公顷、穿堤建筑物3.1258公顷，用海期限40年，临时施工围堰用海1.5388公顷，用海期限3.5年。因本项目施工方案调整，部分建设内容超出了已批复的海域权属范围以及新增了清淤施工，超出部分需补充办理用海手续。

本次补充论证拟申请用海总面积为21.5804公顷，其中海堤护脚抛石用海18.2878公顷，围堰临时工程用海2.2306公顷，清淤工程用海1.0620公顷。海堤护脚抛石拟申请用海期限至2061年7月1日止，为38年；临时工程申请施工期用海3年。本项目用海占用横门岛人工岸线约2189.1m。

本项目根据翠亨新区防洪防潮要求，对海堤进行达标加固，提高防洪防潮标准，从建设幸福家园，提升防灾减灾和区域社会经济发展的角度，项目的建设是必要的。本项目修复加固海堤，提升海堤防潮标准，项目海堤堤脚护坡、抛石占用海域资源是必要的。项目施工建设方案结合实际情况进行了调整，部分堤段加宽抛石护脚；茅龙北水利枢纽调整施工围堰范围和增加清淤工程，调整后增加用海是必要的。

本项目符合国家产业政策，符合省、市海洋功能区划管控要求，符合生态保护红线的相关要求。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》《广东省海洋主体功能区划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》《粤港澳大湾区发展规划纲要》《中山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》《中山翠亨新区总体规划（2012-2030年）》《翠亨新区起步区控制性详细规划》等相关规划要求相符合。

本项目位于中山市翠亨新区横门岛，根据论证范围内资源分布以及生态评估

结果,项目用海对港口资源、海砂资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。项目用海对水动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响较小,项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在施工区域附近海域,对周边海洋生物、红树林等敏感目标的影响较小。

本项目为海堤修复加固工程,项目建设占用邻近的集体所有权宗地、国土建设宗地权属范围,本项目拟申请用海已对以上权属范围进行避让。施工期间会对沿岸码头的通航环境造成影响,但影响仅限于施工期,建设单位在施工前应与码头使用单位做好沟通协调,确保安全施工。项目建设完成后对周边项目开发建设、运营不会造成不利影响,海堤修复加固完成后,将提升海堤防灾减灾水平,为翠亨新区起步区的建设发展提供防潮等的保障条件。

本项目所处区位和社会条件优越,海域的自然资源与项目用海适宜;项目建设对区域生态系统有一定影响,但可以通过增殖放流等措施进行生态补偿;项目选址与区域生态环境有一定的适宜性,与周边海域开发活动具有良好的协调性,项目选址合理。

本项目为对现状海堤的修复加固工程,海堤于海域使用管理法颁布前已建设完成,本项目只在原海堤基础上通过增设外坡护面块体、堤顶挡浪墙修建等提升海堤防洪防潮标准,其用海平面布置完全依托于现状海堤选址、选型及走向,及海堤毁损实际情况,用海平面布置合理。

本项目建设的是防波堤,而防波堤的功能是为了抗击风浪涌,在严格控制围填海政策形势下,非透水构筑物用海方式具有唯一性。且项目用海对海洋水文动力环境、自然生态环境的影响较小。

本项目用海面积为 21.5804 公顷,满足项目用海需求,工程设计按照《海堤工程设计规范》《水闸设计规范》《内河通航标准》等相关行业标准,用海面积界定符合《海籍调查规范》(HYT124-2009)的要求。

本项目申请用海期限与已取得权属的用海期限保持一致,用海期限至 2061 年 7 月 1 日止,申请用海期限为 38 年合理。

综上所述,从项目用海多方面出发考虑,翠亨新区滨河整治工程(北区水利工程)新增用海是可行的。

1 概述

1.1 论证工作由来

翠亨新区滨河整治水利工程项目位于中山翠亨新区起步区马鞍北岛，分为南北两大片区，以横八涌中心线分界，中心线以北为北区，中心线以南为南区。翠亨新区起步区是翠亨新区建设的基础和核心，按照中山翠亨新区的空间布局要求，重点加快马鞍北岛的建设。其功能定位为中山市粤港澳合作桥头堡、是翠亨新区集先进制造、区域物流、配套研发及生态宜居功能为一体的发展撬动支点。翠亨新区起步区目前还处在开发建设阶段，已有部分企业进驻，包括广船国际、广机海事重工、中铁大桥、中泽重工、粤新船厂、嘉明燃气发电厂等众多大中型企业。2015年，翠亨新区起步区实现工业总产值174.2亿元，固定资产投资42.42亿元，财政收入9亿元。

目前翠亨新区起步区马鞍北岛堤围、河涌、水闸、泵站等水利设施的防洪（潮）能力与经济发展规划不相一致，因此对区域水系工程进行全面、高标准的设计，是十分必要的。开展翠亨新区水系项目建设，是翠亨新区起步区最基础性的工程，是翠亨新区起步区社会经济发展的需要，也是实现翠亨新区宏伟蓝图的需要。为此，中山翠亨新区工程项目建设管理中心拟开展翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程）工程。目前，本项目已获得中山市发展和改革局、水务局的批复。

翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程），建设内容包括北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等。海堤加固工程总长度约10.672km，其中东北侧海堤4.359km，西北侧海堤6.313km；设计防洪（潮）标准为100年一遇，海堤级别为1级。河涌整治工程共整治河涌6条，中心线长度约12.37km；其中内河涌（茅龙北涌、横一涌、横二涌、横六涌、横七涌）10.24km，设计排涝标准为30年一遇，堤防级别为3级；外河涌（横八涌北岸）2.13km，设计防洪（潮）标准为100年一遇，堤防级别为1级。茅龙北水利枢纽工程、茅龙南水（船）闸工程、横一涌水闸、横三涌水闸、横六涌水闸、横七涌水闸均属于本工程范畴。

本工程涉海工程已于2021年7月取得用海批复，批复用海面积8.8019公

顷，包括海堤加固工程用海 4.1373 公顷、穿堤建筑物 3.1258 公顷，用海期限 40 年，临时施工围堰用海 1.5388 公顷，用海期限 3.5 年。因海堤加固工程施工方案调整，海堤抛石护脚加宽，海堤用海范围超出了原批复的用海范围，需针对超出部分补充办理用海手续。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》等法律法规的规定，受中山翠亨新区工程项目建设管理中心委托，广东海兰图环境技术研究有限公司承担本项目的海域使用补充论证工作。我司接受委托后，根据有关法律法规和相应的技术规范，针对工程项目的性质、规模和特点，通过现场调查、资料收集分析等工作，按照相关法律法规的要求，结合工程具体情况和所在海区的海洋功能区划以及海洋环境特征，根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023）等的要求编制完成《翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）海域使用补充论证报告书》（送审稿）。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

本项目海域使用论证报告书的编制依据主要有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》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第六十一号，2002 年 1 月 1 日施行）；

（2）《中华人民共和国海洋环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，全国人民代表大会常务委员会令第九号，2017 年 11 月 5 日第三次修正）；

（3）《中华人民共和国海上交通安全法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第七十九号，2021 年 9 月 1 日修订）；

（4）《中华人民共和国湿地保护法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第一〇二号，2022 年 6 月 1 日施行）；

（5）《中华人民共和国港口法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第五号，2018 年 12 月 29 日第三次修正）；

（6）《中华人民共和国渔业法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第三十四号，2013 年 12 月 28 日修订）；

- (7) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院，中华人民共和国国务院令 第 475 号，2018 年 3 月 19 日第二次修订）；
- (8) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院，中华人民共和国国务院令 第 62 号，2018 年 3 月 19 日修订）；
- (9) 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院，中华人民共和国国务院令 第 167 号，2017 年 10 月 7 日第二次修订）；
- (10) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（交通运输部，中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 24 号，2021 年 8 月 25 日施行）；
- (11) 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（国家发展和改革委员会，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 49 号，2021 年 12 月 27 日施行）；
- (12) 《市场准入负面清单（2022 年版）》（国家发展改革委 商务部，发改体改规〔2022〕397 号，2022 年 3 月 12 日）；
- (13) 《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）》（自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局，自然资发〔2022〕142 号，2022 年 8 月 16 日）；
- (14) 《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》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2207 号，2022 年 10 月 14 日）；
- (15) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》（自然资源部，自然资规〔2021〕1 号，2021 年 1 月 8 日）；
- (16) 《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》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2021〕2073 号，2021 年 11 月 10 日）；
- (17) 《生态保护红线生态环境监督办法（试行）》（生态环境部，国环规生态〔2022〕2 号，2022 年 12 月 27 日）；
- (18) 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资源部，自然资发〔2023〕89 号，2023 年 6 月 13 日）；
- (19) 《全国海洋主体功能区规划》（国务院，国发〔2015〕42 号，2015 年 8 月 20 日）；
- (20) 《全国海洋功能区划（2011—2020 年）》（国务院，2012 年 4 月 1 日）；

- (21) 《广东省海域使用管理条例》(广东省人民代表大会常务委员会, 广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 92 号, 2021 年 9 月 29 日修正);
- (22) 《广东省湿地保护条例》(广东省人民代表大会常务委员会, 广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 124 号, 2022 年 11 月 30 日第三次修正);
- (23) 《广东省海洋主体功能区规划》(广东省人民政府, 粤府〔2017〕359 号, 2017 年 12 月 18 日);
- (24) 《广东省海洋功能区划(2011-2020 年)》(广东省人民政府, 粤府函〔2016〕328 号, 2016 年 10 月 11 日修订);
- (25) 《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, 粤府〔2021〕28 号, 2021 年 4 月 6 日);
- (26) 《广东省海域使用金征收标准(2022 年修订)》(广东省财政厅 广东省自然资源厅, 粤财规〔2022〕4 号, 2022 年 6 月 17 日);
- (27) 《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);
- (28) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》(广东省人民政府 国家海洋局, 粤府〔2017〕120 号, 2017 年 10 月)。

1.2.2 标准规范

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》, GBT42361-2023;
- (2) 《海域使用分类》, HY/T123-2009;
- (3) 《海籍调查规范》, HY/T124-2009;
- (4) 《海洋监测规范》, GB17378-2007;
- (5) 《海洋调查规范》, GB/T12763-2007;
- (6) 《海水水质标准》, GB3097-1997;
- (7) 《海洋生物质量》, GB18421-2001;
- (8) 《海洋沉积物质量》, GB18668-2002;
- (9) 《渔业水质标准》, GB11607-1989;
- (10) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》, SC/T9110-2007;

- (11) 《中国地震动参数区划图》，GB18306-2015；
- (12) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018。

1.2.3 项目技术资料

- (1) 《翠亨新区滨河整治水利工程（北部标段第二阶段水利工程）初步设计报告》（中山市水利水电勘测设计咨询有限公司，2019年9月）；
- (2) 《翠亨新区滨河整治水利工程（北部标段第三阶段水利工程）初步设计报告》（中山市水利水电勘测设计咨询有限公司，2020年6月）；
- (3) 《中山市翠亨新区滨河整治水利工程（北部标段）第二阶段水利工程施工组织设计》（中国建筑八局·广东水电二局联合体翠亨新区滨河整治水利工程项目经理部，2020年）；
- (4) 《翠亨新区滨河整治水利工程（北部标段第三阶段水利工程）施工组织设计》（中国建筑八局·广东水电二局联合体翠亨新区滨河整治水利工程项目经理部，2020年）；
- (5) 《翠亨新区滨河整治水利工程项目报告地质勘察（可行性研究阶段）》（湖南省地质工程勘察院，2016年6月）；
- (6) 《中山市横门水道至洪奇沥水道2021年秋季海洋环境现状调查报告》（福州市华测品标检测有限公司，2021年9月）；
- (7) 《中山市横门水道至洪奇沥水道环境现状调查（春季）监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021年5月）；
- (8) 《中山市横门水道至洪奇沥水道水文调查报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021年6月）；
- (9) 《翠亨新区滨河整治工程（北区水利工程）项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023年3月）；
- (10) 《2022年中山市经济运行简况》（中山市统计局，2023年1月）；
- (11) 《翠亨新区2022年工作总结及2023年工作部署》（中山翠亨新区管理委员会，2023年4月）。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《海籍调查规范》(HY/T124 2009)、《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）和开放式（一级方式）中的其他开放式（二级方式）。本项目用海总面积 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石和临时围堰用海方式为非透水构筑物，用海面积共 20.5184 公顷，清淤工程用海方式为其他开放式，用海面积为 1.0620 公顷。

根据《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023)，本项目非透水构筑物长度约 2189.1m，论证等级为一级，其他开放式论证等级为三级。同一项目用海方式按不同用海方式、用海规模和海域特征判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级，因此确定本项目海域使用论证等级为一级。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	非透水构筑物	构筑物总长度 $\geq 500\text{m}$ 或用海面积 ≥ 10 公顷	所有海域	一
		构筑物总长度（250~500）m 或用海面积（5~10）公顷	敏感海域	一
			其他海域	二
开放式	其他开放式	构筑物总长度 $\leq 250\text{m}$ 或用海面积 ≤ 5 公顷	所有海域	二
		所有规模	所有海域	三
论证等级判定				一级

注：引自《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023) 表 1。

1.3.2 论证范围

本项目用海论证等级为一级，根据《海域使用论证技术导则》(GBT42361-2023)，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，一级论证向外扩展 15km，因此，本项目论证范围面积为 387.1km²。

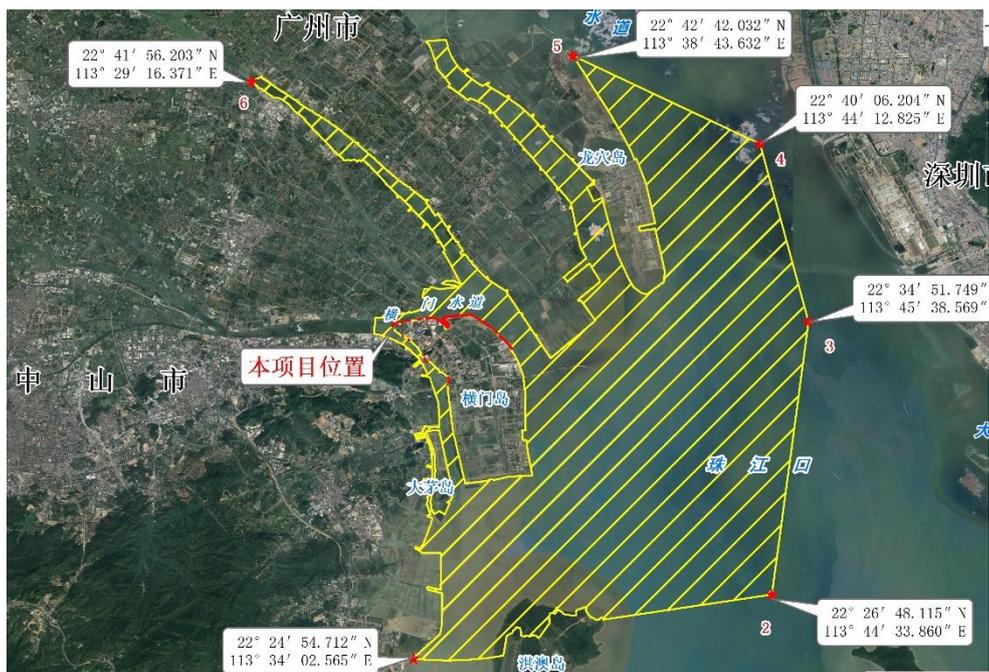


图 1.3.2-1 论证范围示意图

1.4 论证重点

通过拟建项目所在海域及附近海域海洋自然条件、资源和环境的调查，根据《海域使用论证技术导则》（GBT42361-2023）的要求和项目用海类型及方式、工程所在区域的环境特征及海域开发利用现状，确定本项目海域使用论证工作的重点内容如下：

- (1) 资源生态影响；
- (2) 选址（线）合理性；
- (3) 平面布置合理性；
- (4) 用海方式合理性；
- (5) 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 项目基本情况

(1) 项目名称：翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）

(2) 用海主体：中山翠亨新区工程项目建设管理中心

(3) 用海性质：公益性

(4) 工程投资额：248131.2 万元

(5) 项目建设内容：翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程），建设内容包括北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等。

本次补充申请用海内容为横门岛东北段、西北段海堤堤脚抛石和茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤用海。

(6) 项目用海位置：本工程位于中山市翠亨新区马鞍北岛，区位条件优越，与广州、深圳、东莞、香港、澳门等大珠三角重要城市距离很近。项目位置见图 2.1.1-1。



图 2.1-1 项目地理位置图

2.1.2 项目建设内容

2.1.2.1 工程整体建设内容

中山翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程）建设内容包括（1）横门岛外围海堤加固；（2）河涌整治工程（包括水（船）闸、泵站等内容）。

（1）横门岛外围海堤加固

横门岛外围海堤总长约 11.751km，本次加固 10.672km，其中：

①东北侧海堤总长 4.359km，加固 4.359km，主要工程内容包括清基清表、护岸桩打设、堤前水下吹填泥砂及抛石反压、软土地基处理等，后期景观绿化、堤顶道路、园路、台阶、广场铺装等属于景观内容，由专业景观设计单位统一设计，不在本次设计范围内。

②西北侧海堤总长 7.392km，本次加固 6.313km，主要工程内容包括清基清表、抛石护脚、旧挡墙拆除、抛石护坡、软土地基处理等，后期景观绿化、堤顶道路、园路、台阶、广场铺装等属于景观内容，由专业景观设计单位统一设计，不在本次设计范围内。

（2）河涌整治工程

本次工程河涌整治主要建设内容包括：①河涌整治工程：横一涌、横二涌、横一横二涌连通涵及配套节制闸和马安村内排泵站；②水工建筑物工程：茅龙北枢纽、横一涌水闸、横三涌水闸。



图 2.1.2-1 横门岛外围海堤加固范围示意图

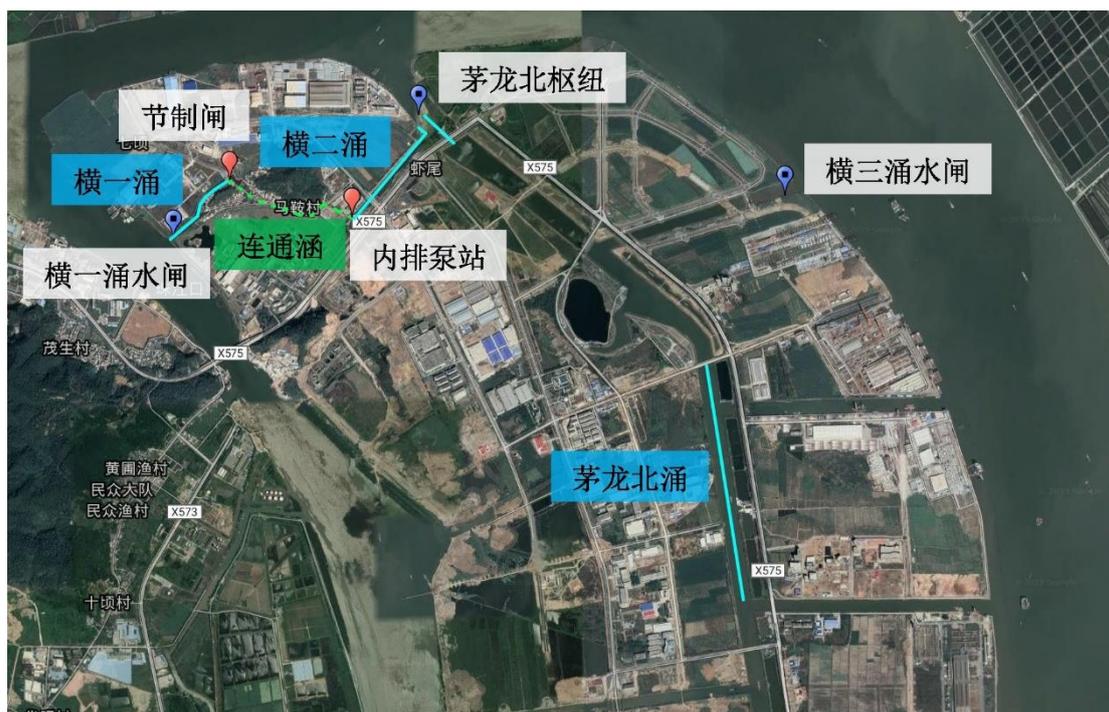


图 2.1.2-2 河涌整治工程范围示意图

本项目建设单位已于 2021 年对工程涉海部分办理用海手续，并于 2022 年 6 月 17 日取得不动产权证，批复总用海面积 8.8019 公顷，包括海堤加固工程用海 4.1373 公顷、穿堤建筑物 3.1258 公顷，用海期限 40 年，临时施工围堰用海 1.5388 公顷，用海期限 3.5 年。

本工程已取得海域使用权证范围见图 2.1.2-3。



图 2.1.2-3 项目批复宗海平面布置图

2.1.2.2 本次补充论证内容

翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程），建设内容包括横门岛北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等。横门岛北区海堤加固总长约 10.672km，其中：东北侧海堤加固 4.359km，西北侧海堤加固 6.313km；设计防洪（潮）标准为 100 年一遇，海堤级别为 1 级。

河涌整治工程共整治河涌 6 条，中心线长度约 12.37km；其中内河涌（茅龙北涌、横一涌、横二涌、横六涌、横七涌）10.24km，设计排涝标准为 30 年一遇，堤防级别为 3 级；外河涌（横八涌北岸）2.13km，设计防洪（潮）标准为 100 年一遇，堤防级别为 1 级。茅龙北水利枢纽工程、茅龙南水（船）闸工程、横一涌水闸、横三涌水闸、横六涌水闸、横七涌水闸均属于本工程范畴。

本工程涉海部分已根据可研报告和初步设计报告申请用海，并于 2022 年 6 月取得不动产权证，由于工程施工实际建设过程中，施工组织方案结合实际情况进行了调整。调整后，横门岛北区外围海堤加固工程平面布置走向不变，海堤堤型结构不变，部分堤段加宽抛石护脚；河涌整治数量、内容和平面布置不变；水闸平面布置不变，其中茅龙北水利枢纽调整施工围堰范围和增加清淤工程。

因此，调整后的平面布置方案部分建设内容超出了 2022 年 6 月 17 日取得的不动产权证用海范围，本次补充论证仅对超出已取得不动产权证范围的用海进行论证。

目前，工程已完成了横一涌横二涌河涌整治、茅龙北涌（北段）河涌整治，已完成横三涌水闸工程；茅龙北水利枢纽仅建设了部分围堰，主体工程未开展建设；东北侧海堤加固工程 N0+000~N1+660、E8+770~E10+336 已完成防浪墙施工和护岸，堤脚部分堤段已铺装预制砼栅栏板。

2.1.2.3 项目用海建设情况

本项目已于 2022 年 6 月 17 日取得海域使用权证，取得权证后项目便开始施工，由于施工方案调整，部分堤脚抛石超出原批复用海范围，目前项目处于暂停施工状态。根据现场踏勘，本项目已施工部分主要为茅龙北水利枢纽、横三涌水闸以及东北侧海堤加固工程段。

茅龙北水利枢纽仅建设了部分围堰，主体工程未开展建设；横三涌水闸已建

设完成；东北侧海堤加固工程 N0+000~N1+660、E8+770~E10+336 已完成防浪墙施工和护岸，堤脚部分堤段已铺装预制砼栅栏板。



图 2.1.2-4 东北侧海堤加固工程实施现状



图 2.1.2-5 横三涌水闸现状图

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置方案

（1）外围海堤加固工程

本项目海堤加固工程总长度约 10.672km，其中东北侧海堤 4.359km，西北侧海堤 6.313km。现状海堤大部分堤段堤顶高程不满足设计防洪（潮）标准要求，堤顶无防汛抢险道路，大部分堤顶宽度 3m 左右。根据《海堤工程设计规范》(GB/T51015-2014)，1 级海堤堤顶宽度不宜小于 5m。本次设计结合堤顶现状，以及防汛交通要求，包括路缘石在内的堤顶道路总宽度取 6m，规划海堤堤顶道路作为城市绿道的组成部分，平时供市民骑行休闲使用，汛期可通行防汛抢险车辆，堤顶路面结构拟采用沥青混凝土。本次加固横门岛外围海堤东北侧堤段和西北侧堤段，其中：东北侧海堤桩号范围 E7+637~E10+336、N0+000~N1+660，长 4.359km；西北侧海堤桩号范围 N1+900~N4+676、W0+000~W4+616，长 6.313km。本工程海堤堤线基本沿现状治导线布置，局部结合景观要求布置景观设施或退后堤线，但应平顺衔接。

（2）河涌整治工程

本次工程河涌整治主要建设内容包括：①河涌整治工程：横一涌、横二涌、横一横二涌连通涵及配套节制闸和马安村内排泵站；②水工建筑物工程：茅龙北枢纽、横一涌水闸、横三涌水闸。

横一涌水闸和横三涌水闸已申请海域权属，并已建设完成，本次补充论证报告主要介绍茅龙北水利枢纽。

茅龙北水利枢纽工程位于茅龙涌北侧出口，自西向东依次布置泵站、6 孔水闸和船闸，泵站与水闸间采用中心岛分隔。水闸共设 6 孔，单孔净宽 10m，船闸净宽 12m，水闸与船闸上闸首并排布置，船闸紧靠河涌东岸，按 6+1 型式布置，船闸闸室长度为 60m，船闸设置双侧输水廊道，采用短廊道输水。水闸和船闸垂直水流方向总宽度约 88.8m 水闸闸室段顺水流方向长 20m，闸室上方布置交通桥。水闸外河侧布置消力池、海漫及防冲槽，内河涌布置消力池、海漫、防冲槽。船闸上闸首外侧布置导航墙、导航墩，内侧接闸室，闸室内侧为下闸首。泵站与水闸之间中心岛宽度 26.88m，泵房宽度 18.7m，采用设上部厂房的堤身式泵房（潜水全贯流泵干室安装），泵站内外侧均布置可提升式拍门，外河侧布置拦污栅和防洪事故闸门。

枢纽管理房布置在船闸南侧、引堤内河侧，兼翠亨新区马鞍北岛三防指挥中心及自动化监控中心，内布置防汛仓库。该建筑设计使用年限 50 年，八层钢筋混凝土框架结构，建筑面积 2035.88m² 首层高 3.90m 其余楼层层高 3.60m 建筑高度 30.10m 耐火等级为二级火灾危险性类别为丙类屋面防水等级为级抗震设防烈度为 7 度，建筑主要装修标准：屋顶采用珍珠岩隔热砖，外墙面为大面积玻璃幕墙、局部外墙为铝塑板装饰，室内墙面采用白色乳胶漆，室内楼地面采用地砖铺面。

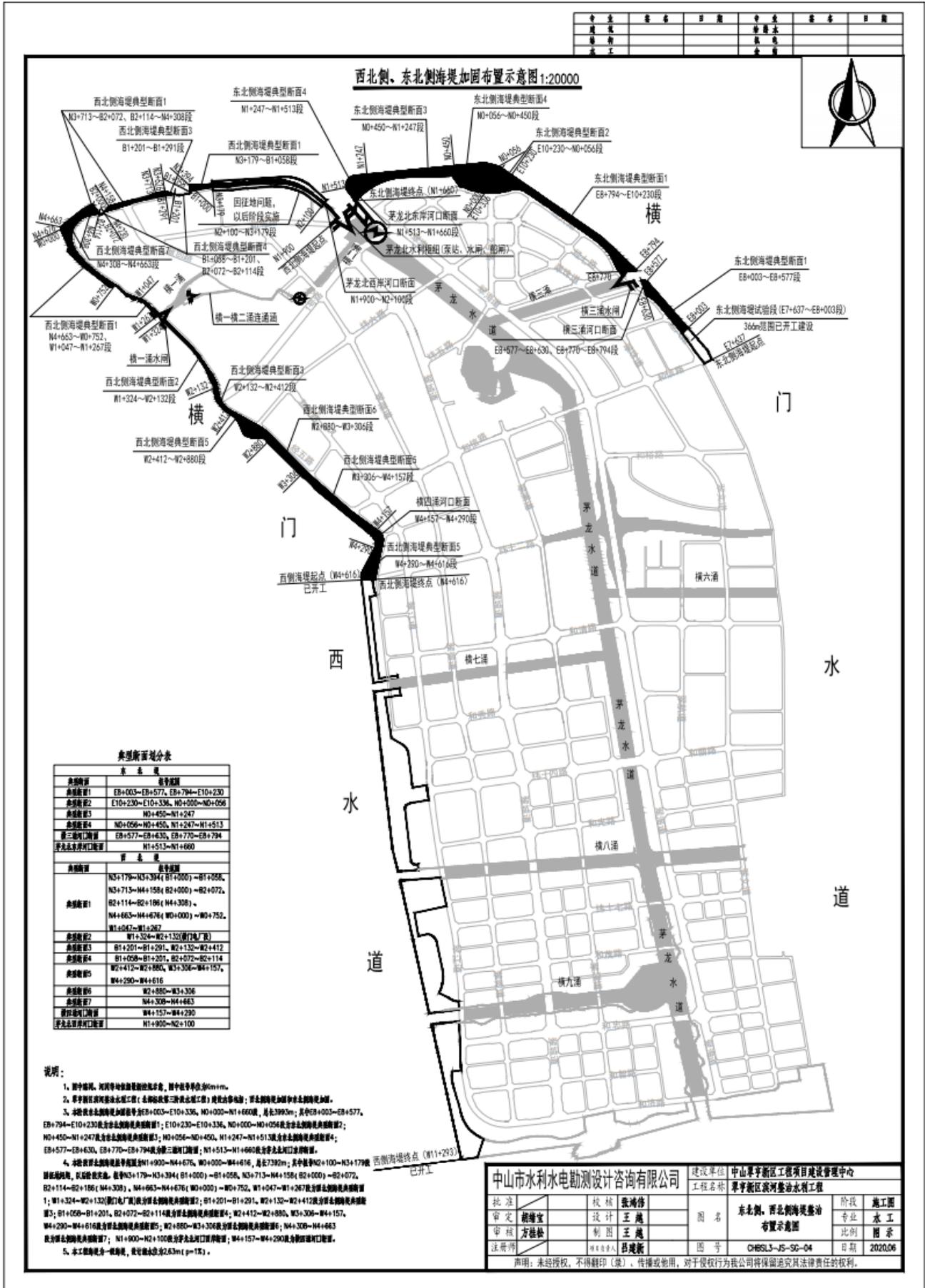


图 2.2.1-1 平面布置方案

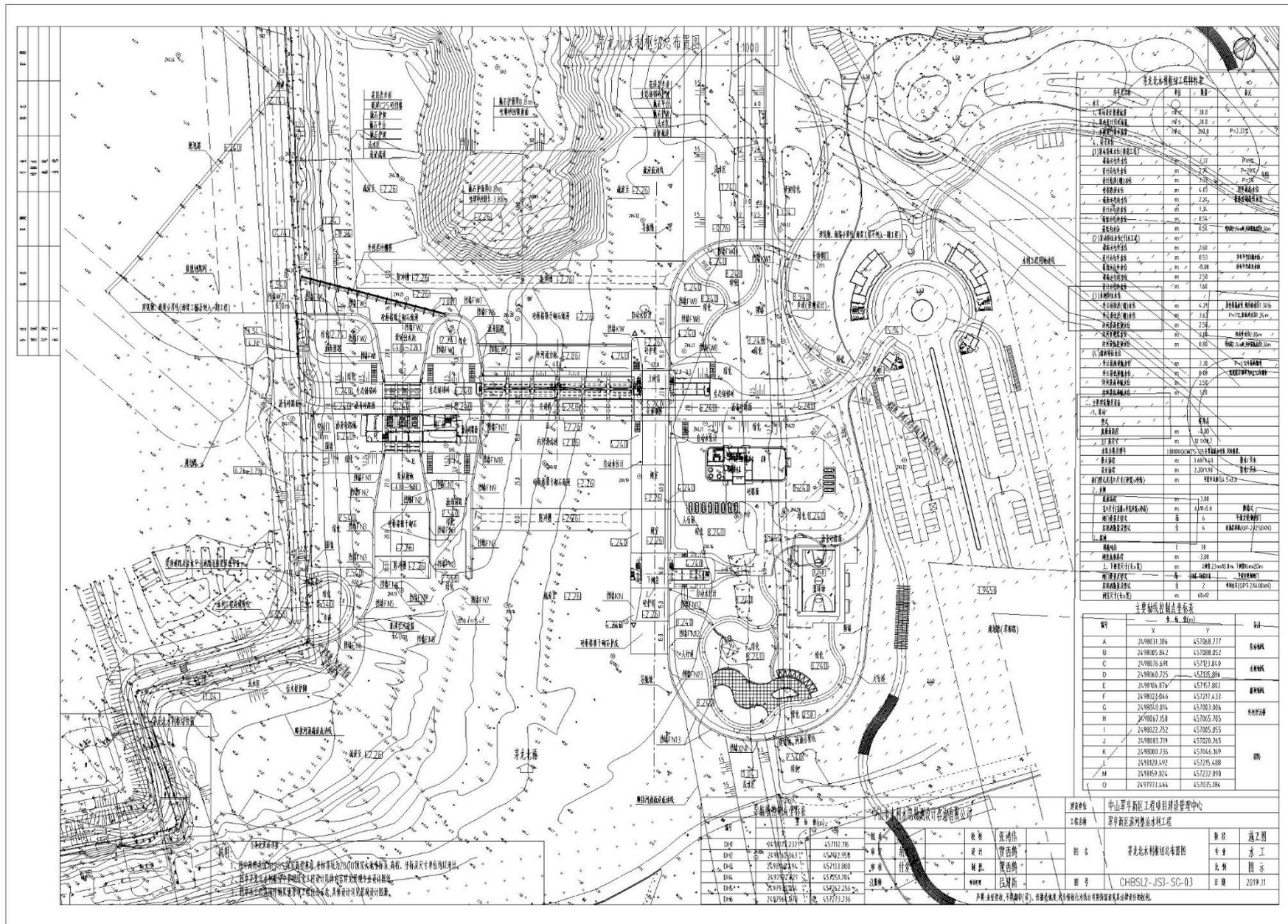


图 2.2.1-2 茅龙北水利枢纽总平面布置图

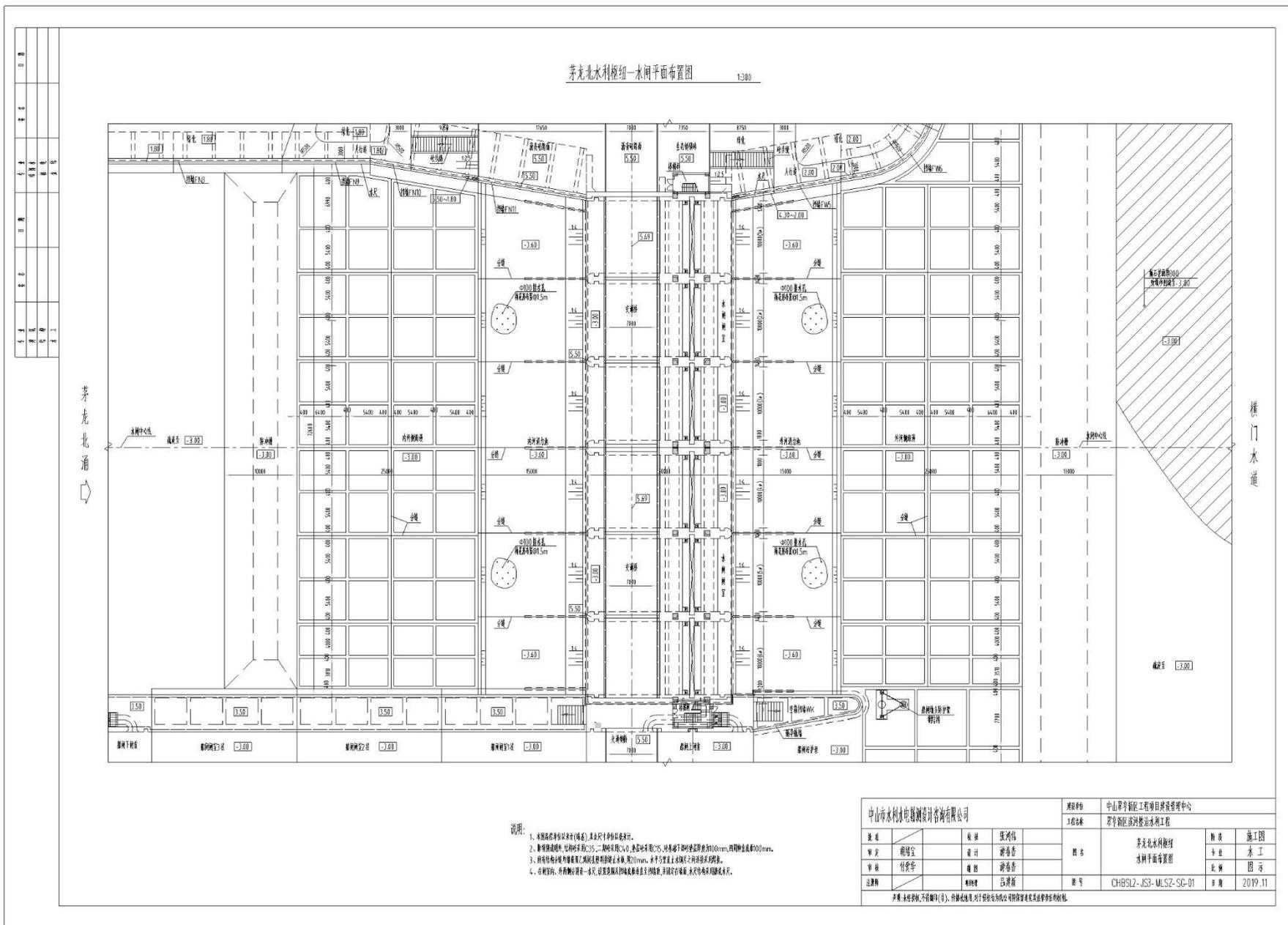


图 2.2.1-3 茅龙北水利枢纽水闸平面布置图

2.2.2 水工结构

横门岛外围海堤加固工程涉海构筑物有：（1）东北侧 E7+637~E8+536、E8+770~E10+336、N0+000~N1+660 段海堤，西北侧 N1+900~N4+676、W0+000~W0+752 段海堤，西侧 W1+047~W1+267、W2+178~W2+821、W4+195~W4+616 段海堤。其余段海堤加固工程皆沿现状制导线布置，局部结合景观要求布置景观设施或退后堤线布置，不涉及用海。

茅龙北水利枢纽工程（茅龙北泵站、茅龙水闸、茅龙北船闸已取得海域权属）本次根据施工设计需要申请茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤用海。

2.2.2.1 海堤水工结构

1、堤型比选

海堤堤身迎水侧可采用斜坡式、直墙式与复式堤型方案，本工程拟对这三种堤型方案进行综合技术经济比较，根据不同部位的土地利用情况、景观规划方案以及风浪、地质等情况综合选定。

①斜坡式方案：该方案具有地基适应能力好、景观效果好、防浪消浪能力好等诸多优点，但占地较宽。本工程针对规划海岸景观用地较宽的大部分堤段采用斜坡式护岸方案，海堤可融入海岸景观，作为海岸景观的一部分。具体断面形式见图 2.2.2-1。

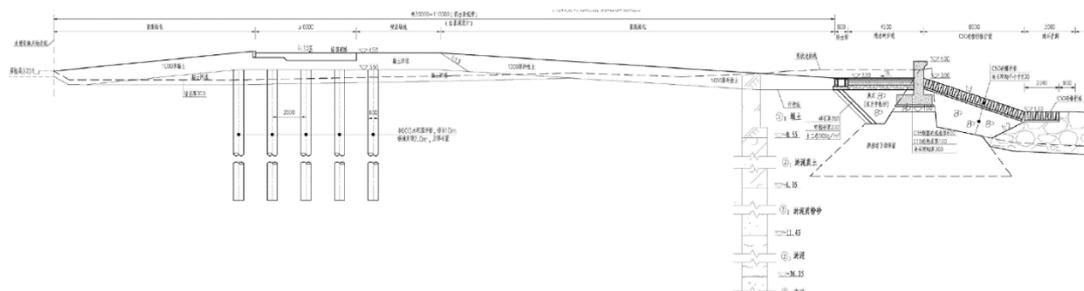


图 2.2.2-1 斜坡式方案标准断面图

②直墙式方案：该方案具有占地少，征地拆迁少等优点，但是对地基承载力要求较高，整体稳定性差，基础处理费用高、难度大，景观效果及亲水效果较差。具体断面形式见图 2.2.2-2。

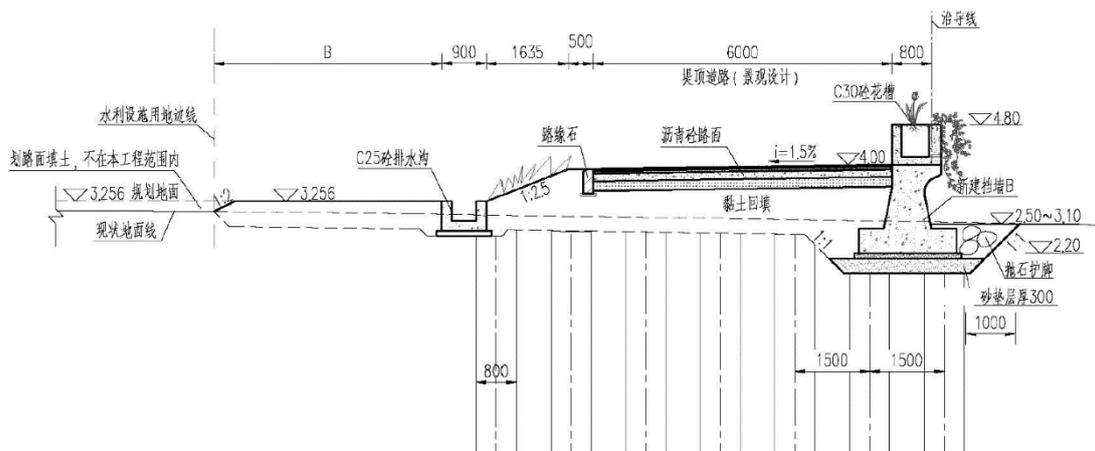


图 2.2.2-2 直墙式方案标准断面图

③复式堤型方案：该方案是斜坡式与直墙式方案的结合，主要有两种结合方式：a) 下部斜坡+上部直墙；b) 下部直墙+上部斜坡。该方案适用于土地利用有限制，但是又有条件放坡或建设亲水平台，优缺点也介于斜坡式方案与直墙式方案。

本阶段东北侧海堤和西北侧海堤主要根据新区规划，符合用地范围，结合景观方案布置，考虑风浪作用，东北侧海堤采用斜坡式方案，西北侧海堤用地紧张处采用直墙式方案、用地宽敞处采用斜坡式方案。

2、堤身断面设计

东北侧堤段和西北侧堤段堤身断面如下：

(1) 东北侧海堤 E8+003~E8+536、E8+794~E10+336、N0+000~N1+513 段
本段海堤堤顶路结合景观路布置，设计堤顶高程取 4.50m，道路宽度按单向通行防汛车辆考虑取不小于 6m，堤顶道路也是滨水景观带中间的园路，按景观要求自然蜿蜒布置，部分路段与景观广场、硬化场地融合。

堤顶背水坡放直线缓坡至水利设施用地边线，与规划地面标高相接。堤顶迎水坡放直线缓坡至 3.00m 高程，在 3.00m 高程处接坡脚排水沟宽 0.7m，排水沟外侧为 4.5m 宽透水砖步道（含防浪墙），设 1%横坡排往内侧排水沟。防浪墙顶高 4.00m，兼做景观栏杆和安全护栏。防浪墙外侧岸坡采用混凝土栅栏板防护，坡度 1:3，0.50m 高程处再设混凝土栅栏板护脚，基础为抛石体。

为使本段海堤堤防整体抗滑稳定满足规范对 1 级海堤的要求，采用高压旋喷桩、抛石体、吹填泥沙反压，形预应力混凝土板桩等增加抗滑力的措施。为保证堤防稳定，桩号范围 E8+003~E10+230 外河测设 U 型板桩，型号采用 U-CS-450-

III, 在桩号 E8+003~E8+577、E8+794~E10+230 在透水砖步道内侧迎水坡（距防浪墙 10m 处）设 ϕ 1200 高压旋喷桩（三管法），桩底穿透软土层。

（2）西北侧海堤 N1+900~N4+676、W0+000~W4+616 段

本段海堤（N1+900~N4+676、W0+000~W2+370）由于堤顶紧邻市政道路，市政道路具备防汛交通要求，因此本段海堤堤顶路与市政道路结合，宽度不含路缘石取 6m，堤顶高程取 4.00m。西北侧海堤（W2+370~W4+616）远离市政道路，因此本段海堤堤顶路结合景观路布置，设计堤顶高程取 4.50m，道路宽度按单向通行防汛车辆考虑取不小于 6m，堤顶道路也是滨水景观带中间的园路，按景观要求自然蜿蜒布置，部分路段与景观广场、硬化场地融合。

西北侧海堤(N3+179~N3+394(B1+000)~B1+058、N3+713~N4+158(B2+000)~B2+072、N4+663~N4+676(W0+000)~W0+752、W1+047~W1+267) 堤段堤顶背水坡 1:2.5 放坡至于规划地面标高相接，坡脚设 0.9m 宽排水沟，堤顶迎水侧设重力式挡墙，墙顶设 C30 砼花槽（兼做防浪墙），花槽顶高程为 4.8m，挡墙外布置有不窄于 3.5m 的亲水平台，亲水平台高程为 2.00m，亲水平台迎水侧设 316 不锈钢栏杆，对保留的原挡墙基础迎水侧加装 C35 钢筋砼幕墙，幕墙厚度 0.2m，亲水平台外侧采用抛石护脚。

西北侧海堤（B1+058~B1+201、B2+072~B2+114）堤段不设堤顶路，堤后接规划地面，堤顶迎水侧设重力式挡墙（防洪墙），墙顶设 C30 砼花槽（兼做防浪墙），花槽顶高程为 4.8m，防洪墙外采用抛石护脚，抛石护脚在 2.00m 高程处设 2m 宽抛石平台。

西北侧海堤（W2+370~W4+616）堤段堤顶背水坡放直线缓坡至水利设施用地边线，与规划地面标高相接，堤顶迎水坡放直线缓坡至 2.50m 高程，在 2.50m 高程处设为 3m 宽亲水平台，亲水平台外侧采用浆砌石护坡（厚 0.6m），坡度 1:3，0.70m 高程处再设 C30 砼护脚（0.5m \times 0.8m）。

2.2.2.2 茅龙北水利枢纽水工结构

（1）水闸建筑物

茅龙北闸总净宽为 60m，其中茅龙北闸与茅龙泵站和茅龙北船闸构成茅龙北水利枢纽，考虑到泵站和船闸有上部厂房等建筑物，水闸上部可设启闭房，且茅龙北水利枢纽属马鞍北岛南北向重要节点，规模相对较大，为方便运行管理和检

修，本次推荐采用常规的卷扬垂直提升式平板钢闸门方案，设上部启闭房。水闸总净宽为 60m，拟各设 6 孔，单孔净宽 10m。

（2）船闸建筑物

本工程涉海船闸为茅龙北船闸，为八级船闸，根据《中山市人民政府关于中山市围内低等级航道等级调整研究成果的批复》（中府函[2013]605 号），茅龙北涌通航游艇代表船型尺寸为：总长 12.08m、型宽 3.81m，吃水 0.75m，要求船闸闸室最小尺度为：宽度 10m，长度 50m，门槛水深 1m，通航净高 4m。船闸建筑物包括上、下闸首、闸室及上下游引航段，上、下闸首是船闸控制性建筑物。本次推荐采用平移闸门方案。

（3）泵站建筑物

本工程涉海泵站有 1 座，为茅龙北泵站。泵房宽度 18.7m，采用设上部厂房的堤身式泵房（潜水全贯流泵干室安装），泵站内外侧均布置可提升式拍门，外河侧布置拦污栅和防洪事故闸门。

（4）临时施工围堰

偏安全考虑，围堰全部按 10 年一遇洪水标准设计根据水工建筑物的布置站址处的地形、施工条件等综合考虑，工程涉海的临时施工内外围堰布置型式与堰顶高程取值详见表 2.2.2-1，各围堰主要特性详见表 2.2.2-2。

表 2.2.2-1 建筑物围堰型式与堰顶高程取值表

水闸	围堰	围堰型式	设计挡水位 (m)	波浪爬高 (m)	安全超高 (m)	计算堰顶高程 (m)	设计堰顶高程 (m)
茅龙北水利枢纽	外围堰	对拉钢板桩围堰	2.15	0.64	0.5	3.29	3.30
	内围堰	土工膜袋砂围堰		0.21		2.86	3.00

表 2.2.2-2 建筑物围堰主要特性表

水闸	围堰	围堰型式	设计堰顶高程 (m)	围堰填筑高程 (m)	防浪墙高度 (m)	内外侧压脚顶高程/平台面高程 (m)
茅龙北水利枢纽	外围堰	对拉钢板桩围堰	3.30	2.50	0.80	-1.00
	内围堰	土工膜袋砂围堰	3.00	2.50	0.50	0.50

①对拉钢板桩围堰

本工程对拉钢板桩围堰采用吹填砂填筑。为降低围堰填筑高度，采用砂包压顶作为防浪墙。围堰顶宽均为 6.00m，为方便行人及场内交通，在围堰填土面顶

部设 0.20m 厚掺 6%水泥石粉路面。钢板桩采用拉森-IV 型，长 15m。为增加钢板桩的整体性，在 2.00/0.00m 高程分别设置槽钢围，并在内外侧围棕之间设连接拉筋。拉筋采用 P15.2mm 钢绞线，水平间距均为 2.00m。为增加围堰的整体抗滑稳定性，分别在围堰内外侧设置吹填砂压脚，除茅龙北水利枢纽钢板桩外围堰内河侧压脚顶宽为 15.00m 外其余钢板桩围堰内外侧压脚顶宽均为 3.00m 各围堰压脚坡比均为 1:3，外侧压脚采用 0.5m 厚砂包护坡，为提高围堰抗渗稳定性，砂包下设一层复合土工膜铺设至围堰顶部通过砂包压载

土工膜袋砂围堰

本工程土工膜袋砂围堰采用吹填砂填筑，为降低围堰填筑高度，采用砂包压顶作为防浪墙。除茅龙南水(船)闸外围堰顶宽为 3.00m 外，其余土工膜袋砂围堰顶宽均为 6.00m。为提高围堰整体抗滑稳定性，除茅龙南水(船)闸外围堰在-2.00/-3.00-4.00m 高程分别满铺三层凸节点钢塑土工格栅(型号为 TGG120-60 下同)外，其余土工膜袋砂围堰均在围堰底层满铺一层凸节点钢塑土工格栅。此外，围堰内外边坡均设一平台，平台宽均为 5m，平台上下边坡坡比均为 1:4。为提高围堰抗渗稳定性，围堰迎水面铺设防渗土工膜，其上采用 0.5m 厚砂包护坡压载，同时坡脚高程处设一砂包护脚平台，平台宽 5m，深 1m。

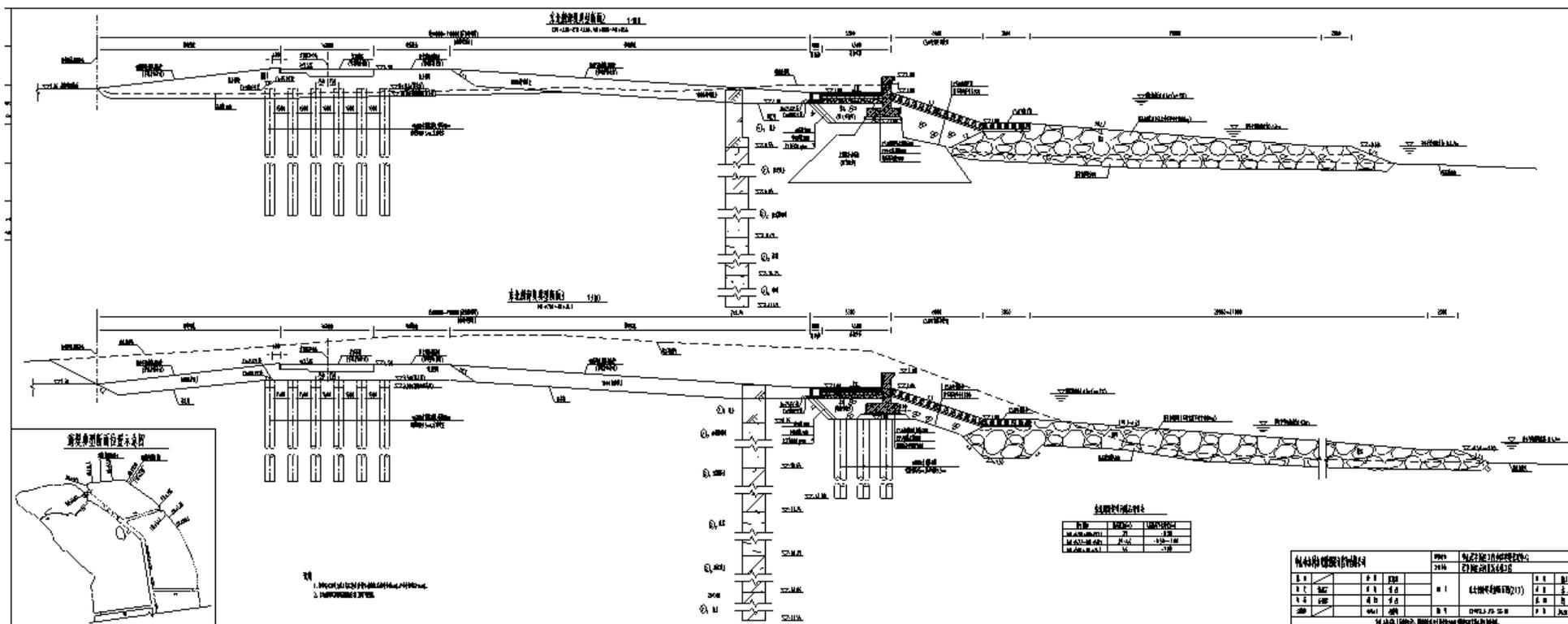


图 2.2.2-3b 东北侧海堤断面结构图 2

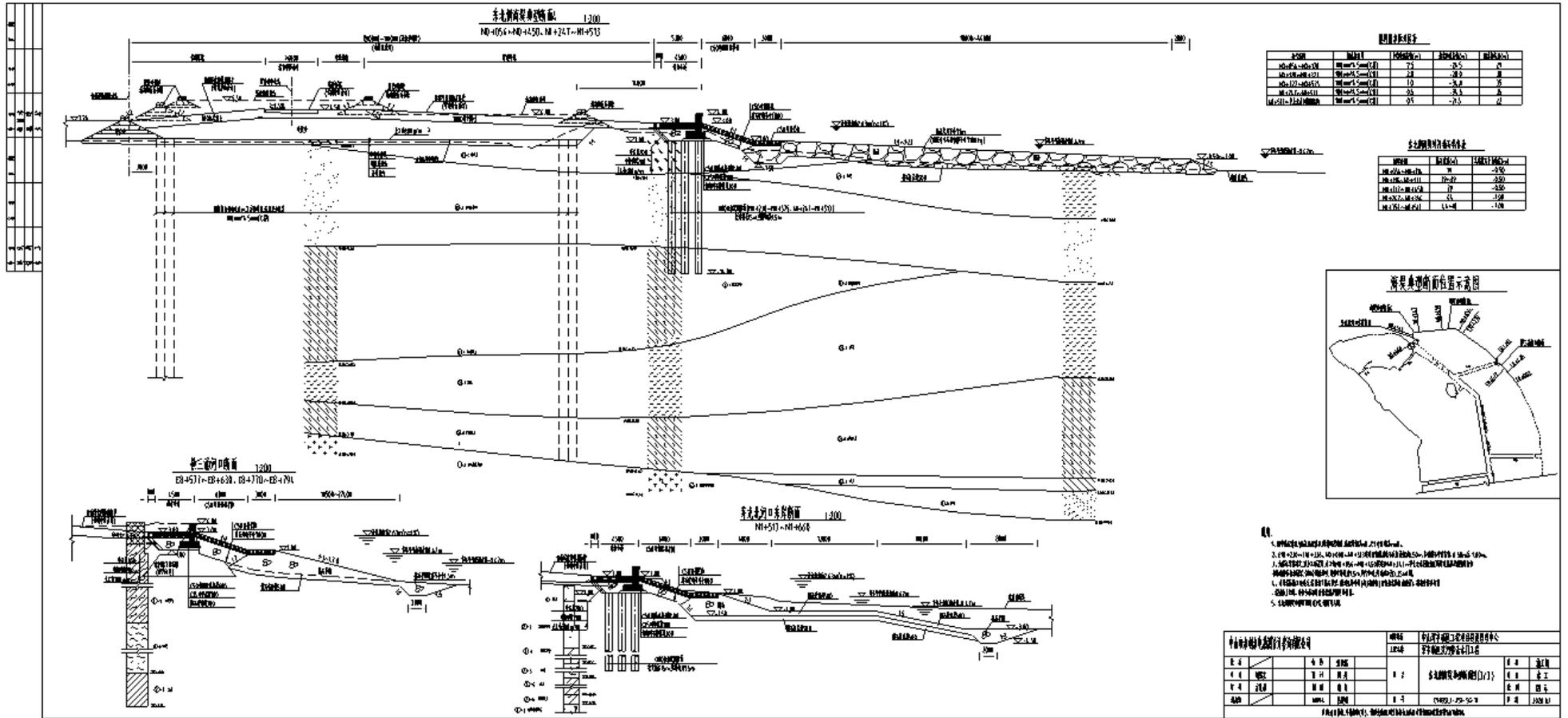


图 2.2.2-3c 东北侧海堤断面结构图 3

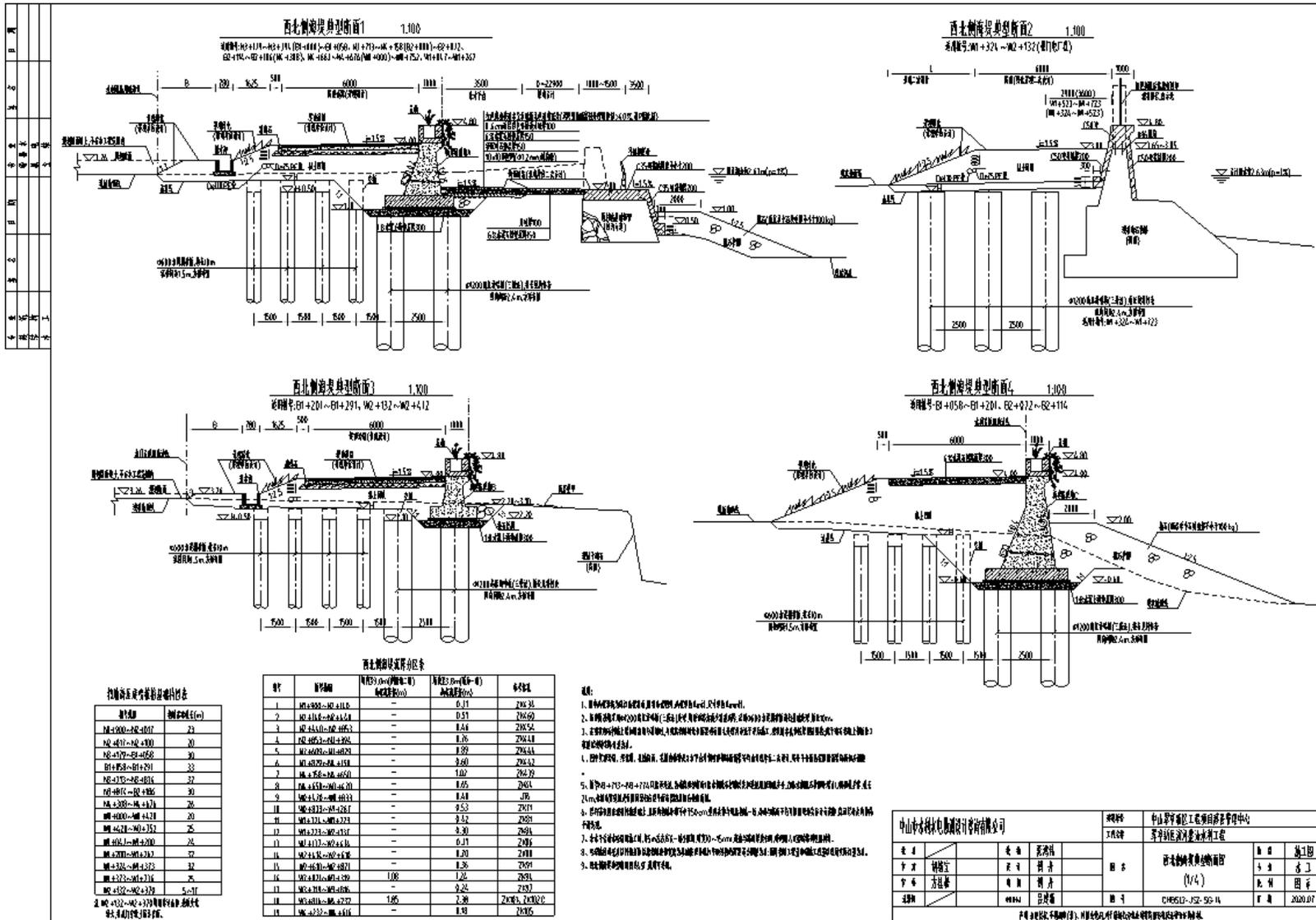


图 2.2.2-4a 西北侧海堤断面结构图 1

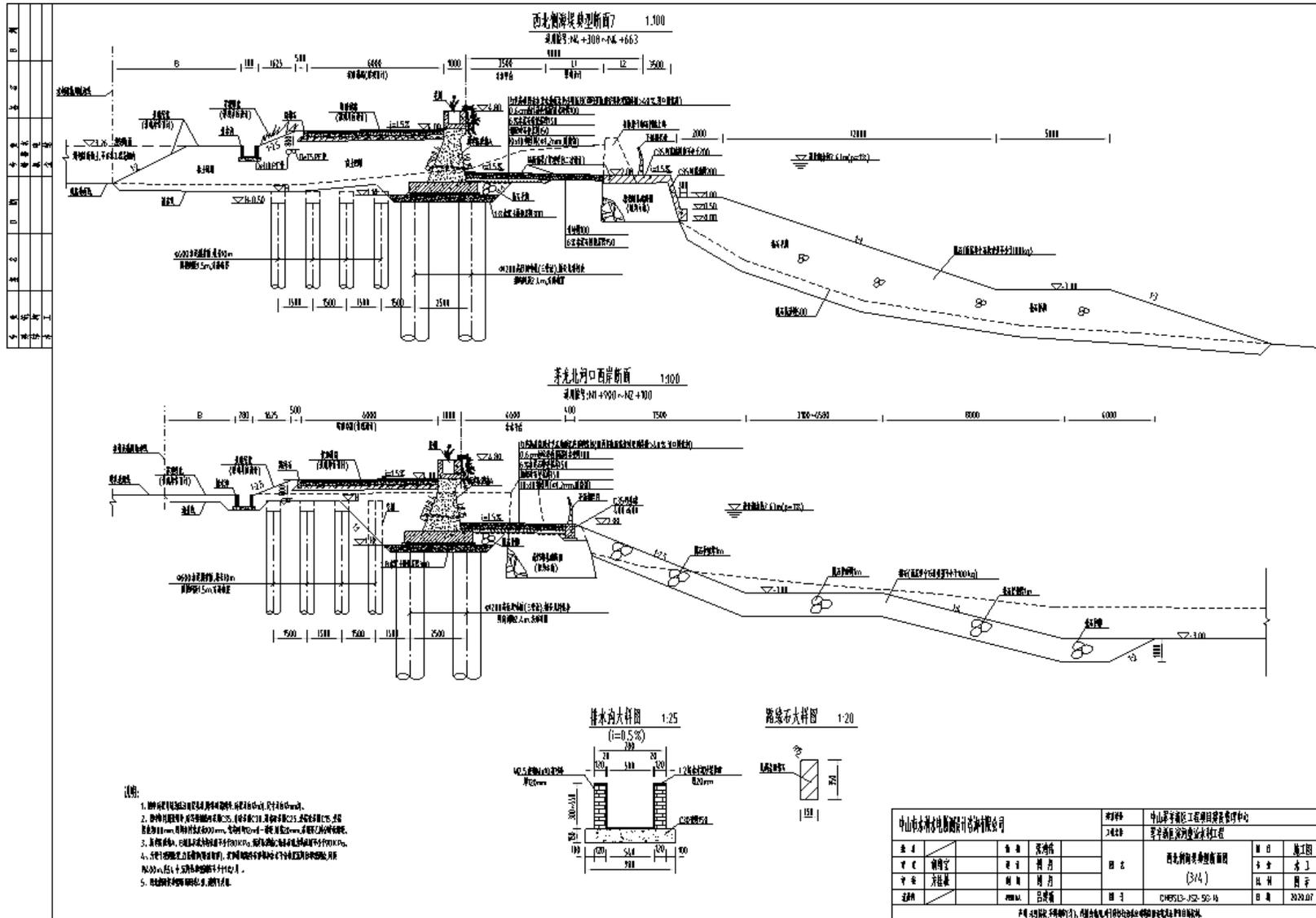


图 2.2.2-4b 西北侧海堤断面结构图 2

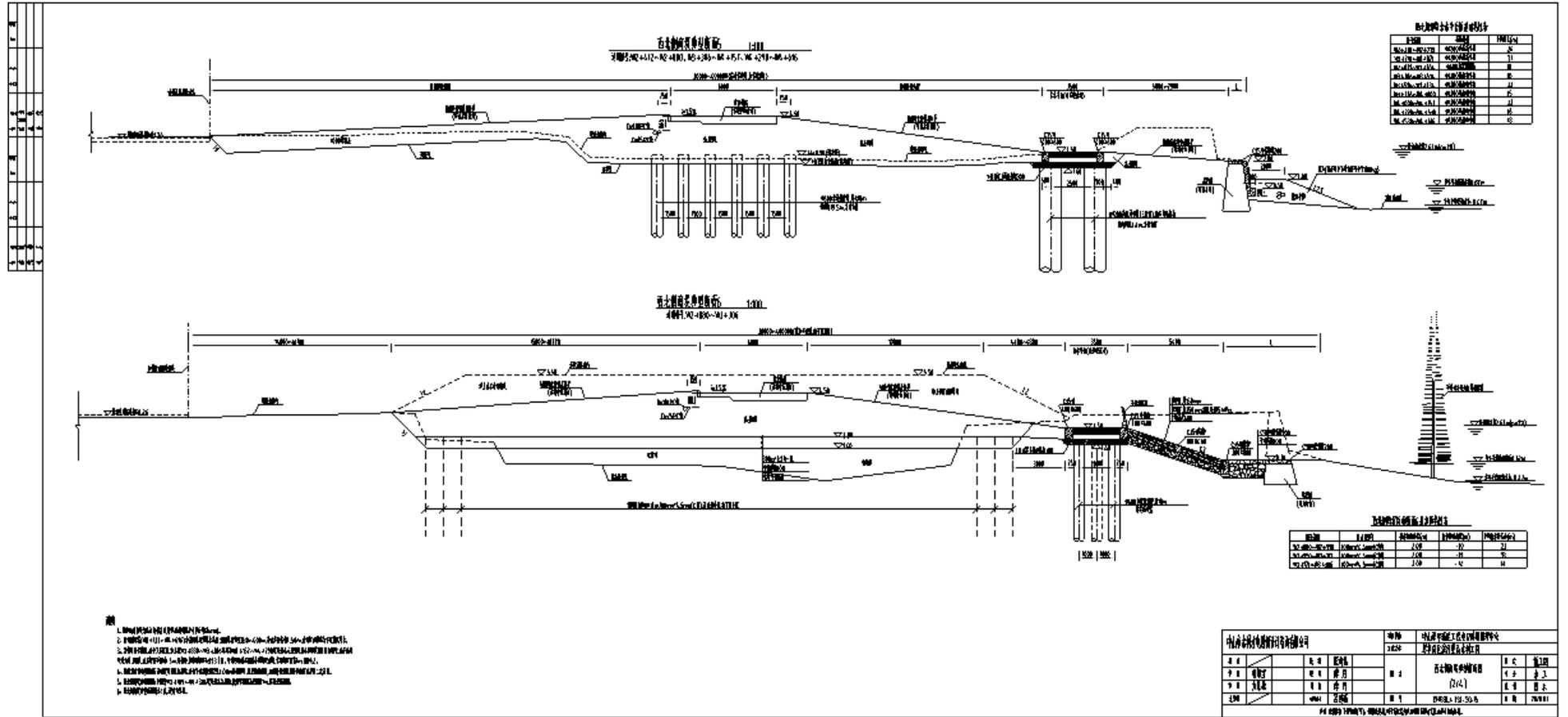


图 2.2.2-4c 西北侧海堤断面结构图 3

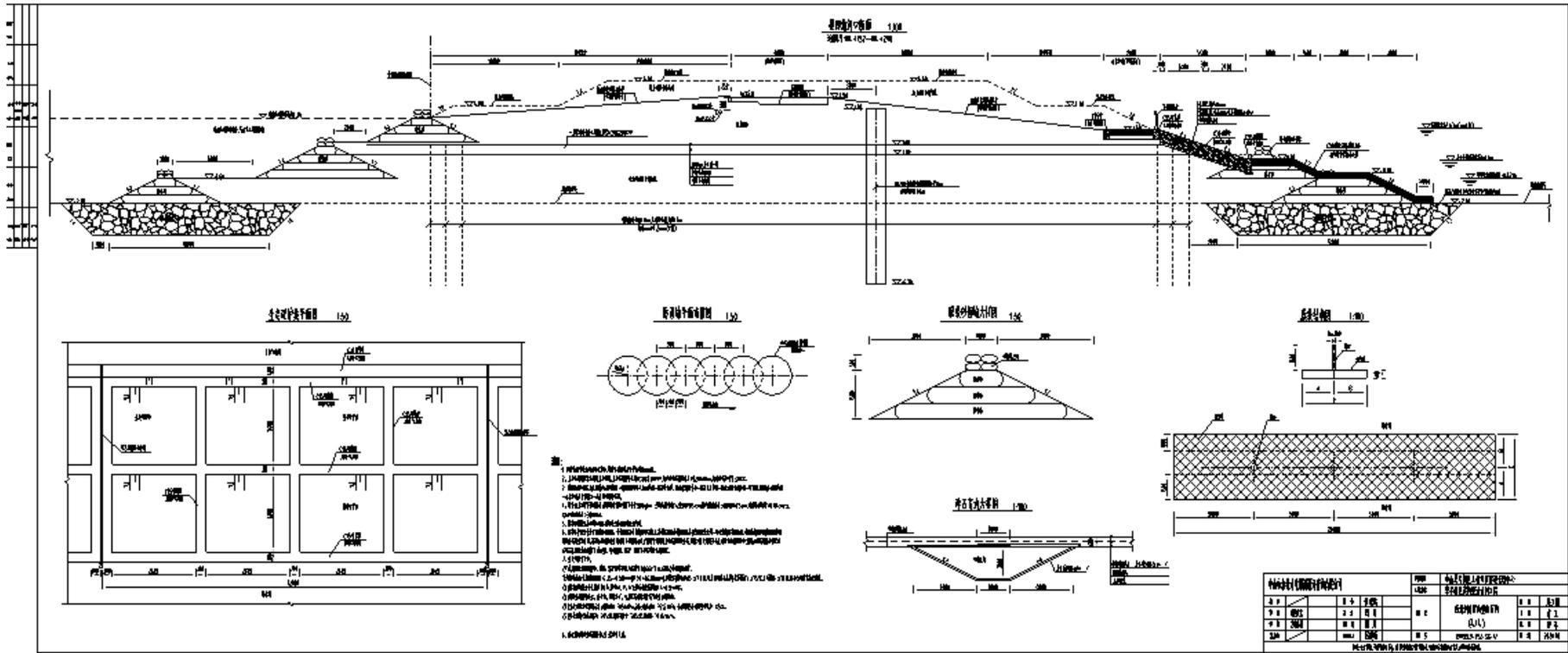


图 2.2.2-4d 西北侧海堤断面结构图 4

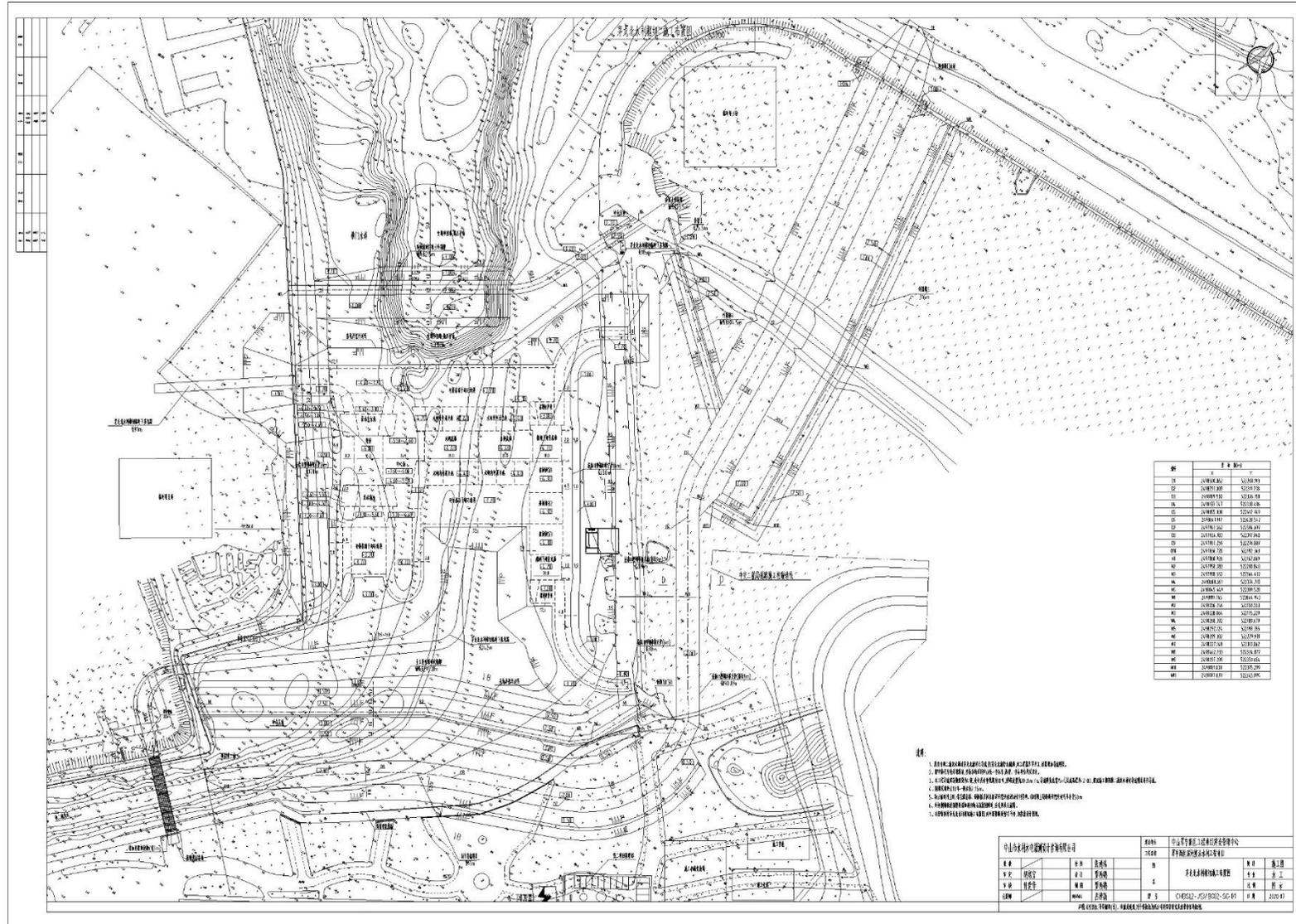


图 2.2.2-5 茅龙北水利枢纽施工围堰平面布置图

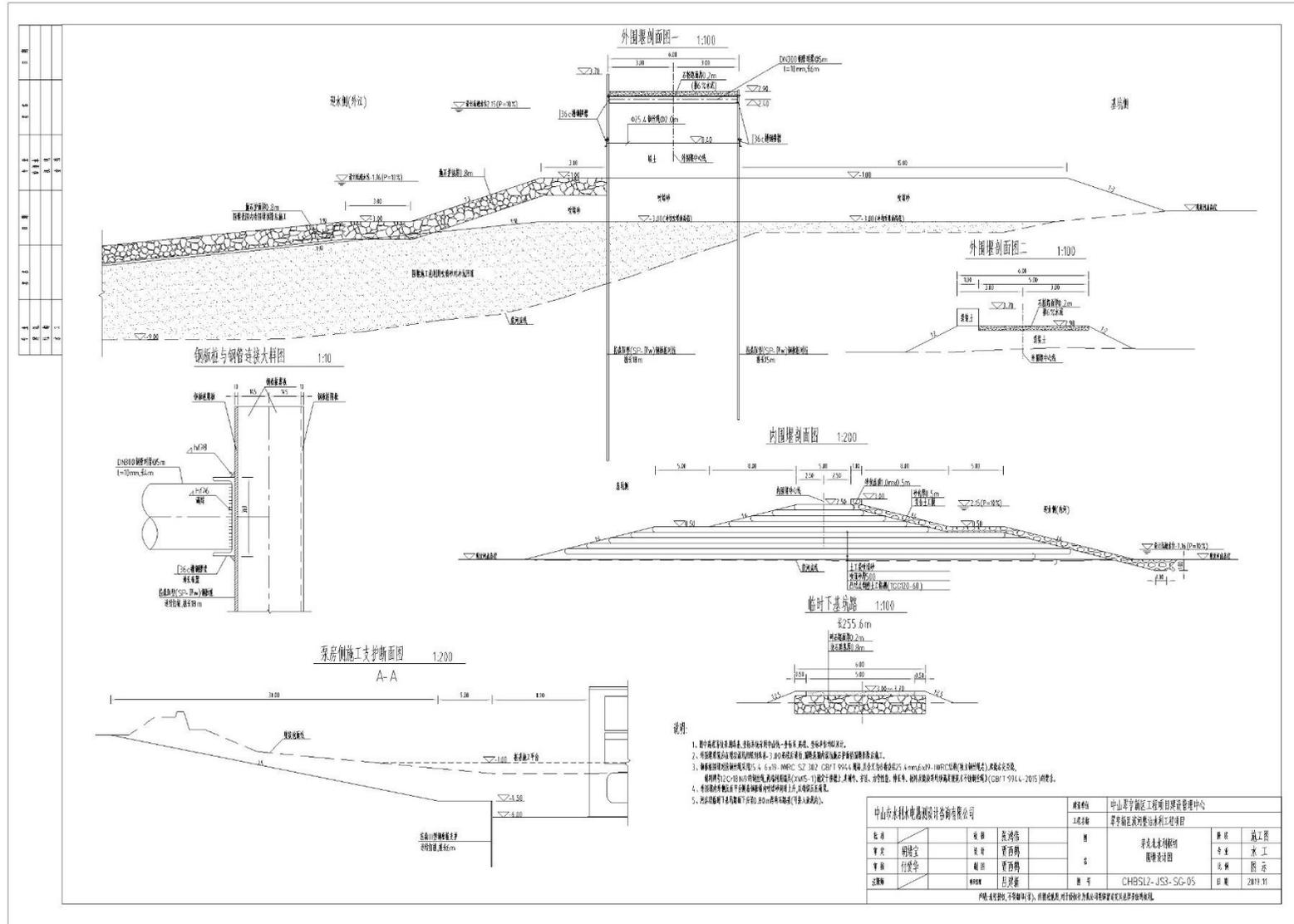


图 2.2.2-6 茅龙北水利枢纽围堰断面图

2.3 项目主要施工工艺和方法

本次工程施工内容为海堤外围加固、茅龙北水利枢纽工程。

2.3.1 施工条件及工程特点

2.3.1.1 施工条件

翠亨新区位于珠江口西岸中部，区位条件优越，与广州、深圳、东莞、香港、澳门等大珠三角重要城市的时空距离很近。起步区往西连接中山主城区，往东横跨珠江口到达东莞、深圳、香港，往北连接广州南沙，往南联系珠海、澳门。距中山市中心城区 21 公里、珠海市中心 36 公里、广州市中心 70 公里，距中山港 9 公里、深圳机场 26 公里、珠海机场 62 公里、建设中的港珠澳大桥拱北落点 45 公里。工程区附近的主要交通干道有京珠高速公路、翠亨快线、火炬开发区沿江路等，工程区除西四、五围外均有陆路交通连接，工程区外临的横门水道及珠江口主要航运水路，工程区对外交通较为便利。

2.3.1.2 工程特点

本阶段水利工程位于翠亨新区起步区横门岛东北和西北海岸，加固总长 10.672km，主要工程内容包括软清基清表、堤前水下吹填泥砂及抛石反压、抗滑桩打设、软土地基处理（水泥搅拌桩、高压旋喷桩、塑料排水板）、水下钢筋石笼护脚、陆域吹填砂堆载预压（含排水垫层、土工布、膜袋砂围堰）、抛石护坡、重建混凝土挡墙、松木桩抛石基础、堤身黏性土回填、旧挡墙拆除整平、整平面块石基础及反滤处理、栅栏板护坡护脚、防浪墙、透水砖步道、排水沟、种植土回填等。

2.3.2 主要施工机械

本工程施工过程中使用的施工机具见下表。

表 2.3.2-1 主要施工机械一览表

序号	名称	型号或规格	单位	数量
1	装载机	5t	台	20
2	排水用水泵	IS125-100-200 型	台	40
3	塑料排水板打桩机	/	台	5

序号	名称	型号或规格	单位	数量
4	打桩机	YDZ-200	台	20
5	水陆两用挖掘机	512-7	台	6
6	交通运输船	DW-300	艘	8
7	洒水车	CLW5040GPSB5	台	4
8	抛石船	100t	艘	10
9	稳定土拌合机	0.8 m ³	台	4
10	自卸汽车	10t	辆	20
11	反铲挖掘机	1m ³	台	15
12	光碾压路机	18T	台	6
13	推土机	74kW	台	10
14	砼运输车	/	台	10
15	吹填船	/	艘	2
16	满底泥驳船	500m ³	艘	2
17	发电机	100kW	台	8
18	GPS 中海达	V30	台	2
19	全站仪	ES-602G	台	1
20	打桩船	/	艘	2

2.3.3 主要施工方案

2.3.3.1 土方施工

土方施工在堤后场地，不涉及用海。

1、清基

根据设计图结合现场勘察，施工清基范围内均是非淹没区，清基主要为树木、杂草、表层腐植土、垃圾杂物、泥炭土、洞穴、沟、槽等。

2、土方开挖

土方开挖采用自上而下分层开挖方式进行，每层排水沟始终领先于开挖土层，保证土方开挖旱地施工。采用挖掘机挖装 10t 自卸汽车配合进行挖装作业，开挖方法选用全断面分层开挖法施工。

3、土方回填

土方填筑采用分段流水作业方式分层填筑，基本保持均衡上升。土方填筑采用 1m³ 反铲挖掘机挖土，10t 自卸汽车运土至施工现场，74kw 推土机平土，铺土厚度根据碾压试验确定。黏土回填采用 10t 压路机分段光面碾压实，为防止堤身下层出现液化，碾压黏土不开震动。建筑物背部 5m 范围内的回填采用 2.8kW 蛙式打夯机夯实。

2.3.3.2 桩基施工

桩基施工位于堤身，不涉及用海。

1、水泥搅拌桩

水泥搅拌桩采用湿法施工，“四喷四搅”工艺成桩，水泥搅拌桩成桩 28 天后方可进行设计桩顶以上部分土方开挖及填筑等施工项目，施工过程中应严格监测桩顶位移，发现异常应及时采取措施。根据清基后的标高和水泥搅拌桩标高，设置打桩平台，达到设计强度后对打桩平台进行开挖，在进行回填施工。

2、高压旋喷桩

高压旋喷桩施工场地施工前应予以平整，清除地上和地下障碍物。施工过程中应观测桩顶位移，如发现异常应及时采取措施，并上报监理，设计和建设单位进行研究确定。

高压旋喷桩采用普通硅酸盐水泥，水泥强度等级为 42.5R（暂定每米水泥用量为 450Kg/m），水泥浆水灰比为 1:1（暂定水泥用量为 450Kg/m），添加剂暂定采用 2%FDN-20 早强减水剂（或 0.05%三乙醇胺+1%氯化钠）。高压水泥浆压力应不小于 20MPa，流量应不小于 80L/min，气流压力不小于 0.7MPa，流量不小于 2m³/min，高压水流压力应不小于 25MPa，流量应不小于 80L/min，提升速度建议不超过 0.15m/min。

2.3.3.3 抛石施工

1、施工顺序

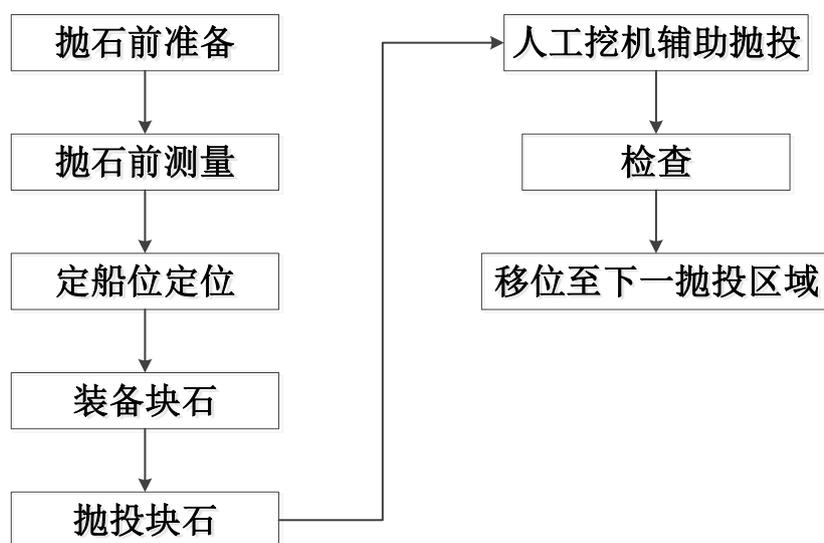


图 2.3.3-1 抛石施工流程

2、抛石前准备

测量仪器：经纬仪、GPS、全站仪、流速仪、测绳、皮尺、标旗等；定位器材：5T 定位驳船 2 艘、铁锚、钢丝绳、绞车和铁丝等；安全设备：救生圈、救生衣、导航标、灯、扩音喇叭等和其它一些必需设施。

3、抛石前测量

抛石前应先测量水下地形，并根据设计文件复核抛石量。

船抛采用吃水深度较浅的定位船定位，石驳或民船将块石运到抛投区，分单元长度 50m 左右，由外而内直接抛投的顺序进行。为保证抛投质量，采用 GPS 定位，埋设断面控制桩和水位观测尺，水面插旗做标志。

施工时应遵循“先护脚后护坡”的施工顺序依次均匀抛投，水下抛石迎水坡形不得欠抛，超抛不得超过设计坡形 1.0m，一单元抛投结束后，应分析抛投结果，以便及时调整分条网络抛投计划和定位位置，施工时靠近坡脚槽部位时，将采用挖掘机进行抛投。

4、船舶定位

定位船的稳定性是定位作业的关键。可采用同一抛石区使用一艘定位船定位，于岸上设地锚的方法进行；根据抛区水深、流速、抛投试验确定的冲距参数计算出每一抛投小区的抛石提前量，得出石料船水面定位坐标，采用船只四角锚定加固措施，建立水中浮标，在岸边每隔一定距离埋设坚固的拉锚，更进一步的锚固船体。

放样结束后，将施工定位船（趸船）拖到施工地点进行抛锚定位。用全站仪测出定位船至断面杆的距离，以确定抛石船的位置。

定位船的抛锚顺序为：外上游主锚→里上游锚→里下游锚→外下游锚。

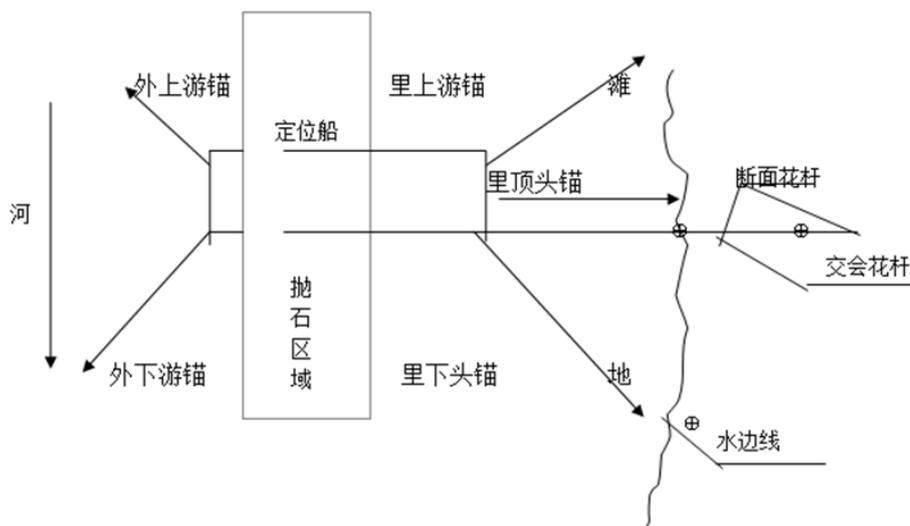


图 2.3.3-2 抛石示意图

5、抛石船挂档（就位）

（1）由现场责任工程师对运石船只进行编号排档验收，杜绝虚方，拒收风化石和不符合设计规格、质量要求的块石，经监理验收合格的方可进入抛投区域依次抛投。

（2）待定位船定位后，将抛石船按指定位置垂直挂于定位船。挂靠时抛石船船身垂直于定位船。抛石船在定位船的挂环位置固定好后，在船尾下锚，以防止船尾摆动。固定后即开始抛投。

（3）抛石移位

抛石船在定位船下舷就位，各抛石船船位相互错开，以保证抛石均匀。

本次抛石工程选用的驳船船宽 4~4.5 米，抛石从两侧均匀进行，每条船系缆移位的错开距离均为 1.25 米。

（4）当局部作业条件不够机械抛投的时候采用人工抛投。抛投石料遵循“先远后近，先上游后下游、先点后线、先深水区后浅水区”的顺序，循序渐进，分层抛投，不得零抛散堆。

6、竣工后水下地形测量

水下抛石工程结束后，由测量人员对抛投区域及相邻的部分水域进行水下地形测量，按沿堤线每隔 20m 划分一个测量断面进行控制，确定抛投成果。

7、开始下一抛区抛石

（1）在开始下一个断面施工时重复前一个施工断面程序。在施工过程中防

止漏抛、重复抛和区域外抛。

（2）整个施工段采取一次抛投方案，即每个细小网格单元一次抛投达到设计方量，确保块石到位的准确性、均匀性和密实性。



图 2.3.3-3 抛石示意图

2.3.3.4 现浇砼施工

在地基处理、模板、钢筋、预埋件等按设计要求完成后，即可按常规的施工方法进行砼浇筑施工。拌和料入仓以泵送为主，入仓振捣采用 B-50、中 63 转轴式振捣棒。钢、木模板立模。混凝土的浇筑厚度应满足规范允许的范围，并按一定的次序、方向、分层进行，闸、泵钢筋砼底板等重要部位混凝土浇筑时应保证一次连续浇筑完成，避免冷缝的发生，振捣过程中注意控制好振捣时间及避免构筑物边角处漏振。

2.3.3.5 预制栅栏板护坡施工

在工程区平整一块预制场地用于预制栅栏板构件施工，场地采用混凝土硬化。栅栏板预制模板采用钢模，栅栏板混凝土采用 C40 混凝土，混凝土掺和 8%CX-SUN 抗侵蚀外加剂。

栅栏板安装采用平板车结合吊车，首先平板车将栅栏板运至安装地点，然后由吊车根据现场技术人员指挥安装栅栏板。

安装前由测量人员放出栅栏板边线位置，并以 10 排栅栏板为一组放出栅栏板安装位置，以控制栅栏板的位置，在吊放过程中应保证构件各吊点同时受力，并要轻吊轻放，采取防撞措施，避免碰坏构件棱角。安装时用木杭支垫在已安装

栅栏板边缘，防止栅栏板直接碰撞。坡面栅栏板的吊索应使吊起的栅栏板与坡面具有相同的坡度。

安装栅栏板前应检查压脚棱体的抛填情况，其顶面标高和断面轮廓线应符合设计要求和规范规定，防止栅栏板安装后向下滑动，同时应保证垫层石质量符合设计和规范要求。

2.3.3.6 茅龙北水利枢纽

1、围堰施工

本工程土工模袋砂围堰采用吹填砂填筑，为降低围堰填筑高度，采用砂包压顶作为防浪墙。土工模袋砂围堰顶宽为 6.00m 为提高围堰整体抗滑稳定性在围堰底层满铺一层凸节点钢塑土工格栅。此外，围堰内外边坡均设一平台，平台宽均为 5m，平台上下边坡坡比均为 1:4。为提高围堰抗渗稳定性，围堰迎水面铺设防渗土工膜，其上采用 0.5m 厚砂包护坡压载同时坡脚高程处设一砂包护脚平台，平台宽 5m，深 1m。

2、围堰拆除

（1）拆除方法

为确保围堰拆除工作须利进行，围堰拆除前应减少围堰堰体两侧水流差。挖掘机拆除围堰时应采用后退法。具体施工方法如下：

①在上、下游主围堰拆除前将内围堰先行拆除，利用该水闸闸门进行围堰内侧水位控制，使堰体两侧水位均衡，使堰体处于稳定状态，防止堰体拆除时因水流差过大导致大量泥土随水流涌至闸身消力池造成淤积；防止因水流速过大致使堰体处于不稳定状态导致安全事故的发生。

②由于河床河口较宽，堰体海砂量较大，弃砂无法一次性甩至岸边，根据施工现场实际情况，围堰拆除时拟配备两台挖掘机。为确保安全，挖掘机在堰体上施工时应在其履带下侧铺设钢板，增大挖机受力面积。挖掘机拆除围堰时应采用后退法，由中间向两侧依次进行拆除。

③围堰拆除产生的弃砂，根据砂的平衡要求，所有弃砂由汽车或船运至指定地点。

3、主体工程施工

（1）土石方开挖

采用 1m^3 反铲开挖，可利用部分临时堆放于工程护堤地范围内，弃渣部分装 8t~12t 自卸汽车运输至区内指定弃渣场堆放。

（2）土方回填

采用 8t~12t 自卸汽车从土料场运至施工现场，59kW 推土机集料和散料，YZTK12 型拖式振动凸块碾碾压密实，边角部位采用手扶自行式 YZK07 型振动凸块碾碾压密实。

（3）混凝土结构施工

本工程混凝土主要包括混凝土垫层，水闸、泵站基础、主体及挡墙混凝土结构。混凝土强度等级主要为 C15、C25、C30。

混凝土由拌和站供应，钢筋和模板分别在钢筋加工厂、模板加工厂加工制作。

①模板制作与安装

本工程施工中，以标准钢模板为主，木模板为辅。根据各部位的体型特点，采用不同型式的模板。闸墩墩头采用定制圆钢模板；孔洞处采用预埋木模板。

模板制作与安装主要工作流程为：模板选用→模板加工→模板安装→模板拆除。

②钢筋制作与安装

钢筋在钢筋加工厂制作，汽车运输到工地，由履带吊吊到工作面。主要施工工艺为：钢筋的供应、验收、堆放和标识→钢筋的试验→钢筋加工→钢筋的运输→钢筋安装→钢筋的检查和验收→钢筋的校正→钢筋工程中常见通病的防治

（4）混凝土浇筑施工

混凝土施工流程为：整理工作面→测量与放样→立模及钢筋绑扎→混凝土浇筑→混凝土收面→拆除模板→混凝土养护→整理工作面。

混凝土采用外购商品混凝土。采用 3m^3 混凝土搅拌运输车运输混凝土至坝顶，转溜槽或人工手推车入仓，人工平仓，插入式振捣器振捣，洒水养护。

混凝土边浇筑边振捣，直至浆液不再有显著下沉、不冒气泡，并开始泛浆为佳。振捣间距不大于 30cm 左右，成梅花形移动。施工缝按规范执行，不得在变截面处随意留缝。以上施工工程都必须在监理单位监督下进行，并按规范要求及时取样送质检部门检测。只有在通过合格后，才能进行下道工序施工，严格控制施工质量。

（5）土石方填筑

本工程土石方填筑范围主要包括泵站、水闸、前池和消力池等建筑物。

土石方填筑中，建筑物换填垫层（除特殊注明外）要求压实度不小于 0.96，堤身和建筑物土石方填筑要求回填土压实度不小于 0.91。在施工中充分考虑土方填筑的沉降问题，并预留沉降量，以保证竣工验收时土方高程与设计高程相符。

①施工工艺

本工程土石方填筑施工，采取边开挖、边进占填筑的循环作业方法，分区段进行，先填筑泵站、防洪闸部分，再左右岸岸墙部分，最后穿堤箱涵和挡墙部分。而在每一区段内需根据上部结构施工进度要求逐块进行填筑。

②土石料来源

粘土料在业主指定的土料场中挖取。砂土、粗粒砂、砂砾料、碎石等可从当地加工好的砂石料场直接购买。

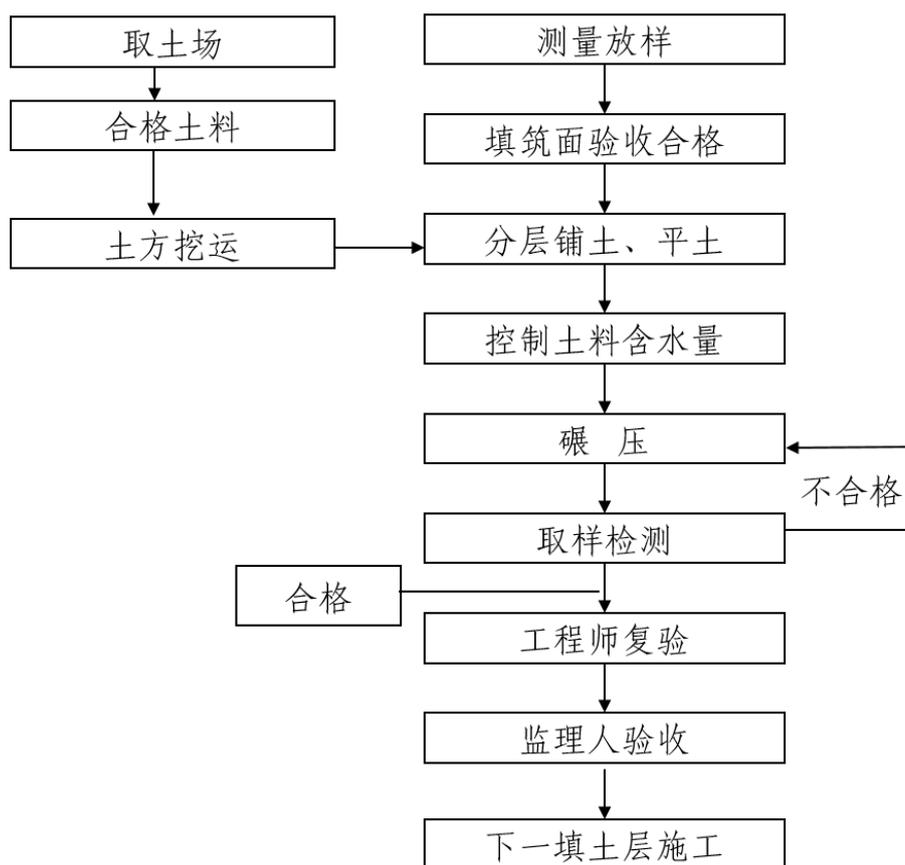


图 2.3.3-4 土方填筑施工流程图

2.3.4 土石方平衡

本工程所需天然建筑材料主要包括石料、砂料和黏性土料，其中石料主要用于堤防护脚等设计需求量约 2.2 万 m³，东北侧海堤外侧抛石方量约 1.2 万 m³，西北侧海堤外侧抛石方量约 1 万 m³。东北侧海堤外清淤方量约 1.8 万 m³，淤泥用于东北侧海堤内回填，不外抛。

2.3.5 施工工期

本项目已于 2022 年 6 月 17 日取得海域使用权证，取得权证后项目便开始施工，工程已完成了横一涌、横二涌河涌整治、茅龙北涌（北段）河涌整治，已完成横一涌、横三涌水闸工程。由于施工方案调整，部分堤脚抛石超出原批复用海范围，目前项目处于暂停施工状态，剩余工程所需施工总工期约 30 个月，具体施工工期如下。

表 2.3.5-1 施工工期计划表

序号	项目	工期 (月)	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
1	外围海堤加固工程	21										
1.1	东北侧海堤防浪墙	3										
1.2	东北侧海堤护岸	6										
1.3	东北侧海堤堤外吹填砂	3										
1.4	东北侧海堤堤外抛石	6										
1.5	西北侧海堤堤外抛石	5										
2	茅龙北水利枢纽	30										
2.1	施工准备											
2.2	围堰施工											
2.3	主体工程施工											
2.4	围堰拆除											

2.4 项目用海需求

根据《海籍调查规范》(HY/T124 2009)、《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）和开放式（一级方式）中的其他开放式（二级方式）。根据本项目平面布置，结合广东省政府 2022 年批复海岸线以及周边海域权属和国土权属，本项目用海需求总面积为 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石用海需求 18.2878 公顷，围堰临时工程用海需求 2.2306 公顷，清淤工程用海需求 1.0620 公顷。

本工程涉及用海项目已于 2022 年 6 月取得不动产权证，批复海域使用权期限为 2021 年 7 月 2 日至 2061 年 7 月 1 日止（40 年）。本次因项目施工方案调整，海堤抛石护脚加宽，超出了已批复的海域权属范围，本次针对超出部分补充办理用海手续，申请用海期限至 2061 年 7 月 1 日止，因此，本项目拟申请用海期限 38 年。临时工程根据施工期计划 30 个月，申请施工期用海 3 年。

本项目用海占用横门岛人工岸线约 2189.1m。



图 2.4-1 项目用海平面布置图

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

项目建设必要性跟原论证报告一致。翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程）的建设是加强翠亨新区海洋防灾减灾体系建设的需要；是广东省及中山市建设“幸福家园”的需要；是提高中山市形象，打造先行示范区的需要，是翠亨新区起步区社会经济发展的需要；是构建完善的防洪排涝体系，缓解区域防洪压力的需要；是改善区域水环境，打造和谐、宜居滨海新城的需要。因此，翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程）的建设是非常必要和迫切的。

2.5.2 项目用海必要性

本项目根据翠亨新区防洪防潮要求，对海堤进行达标加固，提高防洪防潮标准，从建设幸福家园，提升防灾减灾和区域社会经济发展的角度，项目的建设是必要的。

本项目修复加固海堤，提升海堤防潮标准，项目海堤堤脚护坡、抛石占用海域资源是必要的。项目施工建设方案结合实际情况进行了调整，部分堤段加宽抛石护脚；茅龙北水利枢纽调整施工围堰范围和增加清淤工程，调整后增加用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 海岸线及海岛资源

中山市海域北起横门岛北部海域，西经横门西水道，南至中山市与珠海市海域分界线，东至珠江口伶仃洋广州市和深圳市分界线，以及洪奇门水道中山部分水域，功能区划海域总面积约 159.63 平方千米，大陆海岸线长 57.0km，横门岛岛岸线长约 29.24km。中山市大陆保有自然岸线 2029m，均为河口岸线。海岛自然岸线 7534.6m，分别为横门岛西侧 2725m，大茅岛整岛 2753.1m，二茅岛整岛 954.5m，下沙整岛 1102m。

中山市现存海岛 6 个，横门岛、大茅岛、二茅岛、石排岛、下沙岛、屎船沙（与广州共有）。

论证范围内涉及海岛包括横门岛以及大茅岛。

3.1.2 港口资源

中山港位于广东省中山市，地处珠江三角洲中心偏南，毗邻深圳市、香港特别行政区。1984 年，中山港经中国国务院批准为对外开放的国家一类口岸；1985 年 2 月，中山市政府建成中山港公共码头。截至 1997 年，中山港新建的码头泊位 13 个，岸线总长 741 米，港口设计年通过能力 240 万吨。2012 年，中山港完成货物吞吐量 515 万吨，同比下降 6.04%，其中完成外贸货物吞吐量 4471.39 万吨，同比下降 6.67%；完成集装吐量 12404 万 TEU，同比下降 3.59%，完成旅客吐量 12404 万 TEU，同比下降 3.59%。

中山港交通便利，陆路距市中心 13 千米，30 米宽的中山港大道与广州、珠海的广珠公路及番禺的番中公路相连。公路运输以广(州)拱(北)、(石)歧湾(仔)为骨干线，形成四通八达的公路网，汽车通往全省各县市。水路自中山港新港区东出横门距香港 52 海里，北距广州 76 海里，南出磨刀门，距澳门 50 海里。内接珠江水系，外连伶仃水道，可通往沿海各港及国际航线。

《中山港总体规划》提出中山港划分为 5 个港区 9 个作业区，分别为中山港

区(第一、第二、民众作业区)、马鞍港区(集装箱、客运作业区)、小榄港区(小榄作业区)、神湾港区(神湾作业区)和黄圃港区(黄圃、龙九顷作业区)。中山港共规划泊位数 112 个, 预测 2020 年、2030 年港口吞吐量分别达到 8700 万吨、8800 万吨;2020 年、2030 年客运吞吐量分别为 130 万人次和 135 万人次。中山港作为对香港、澳门运输的“喂给港”, 在中山地方经济发展中起到举足轻重的作用。

3.1.3 旅游资源

中山位于珠三角的中南部, 毗邻港澳。中山原名香山, 中山市是中国广东省下辖的地级市, 位于珠江三角洲中南部, 旧称“香山”, 1925 年, 为纪念刚刚去世的孙中山, 香山易名为中山。中山市经济发展迅速, 文化历史悠久, 自然风光秀丽, 历史古迹众多, 民间艺术丰富, 人才辈出, 是人杰地灵之地。本项目周边的旅游景点有:

孙中山故居堪称中山市最有名的揽胜景点, 游人但凡行至此处, 便会被景区外四个金色醒目大字“天下为公”深深震撼, 而这也是所有游人在此首选的拍照留念地。场馆坐东朝西, 以孙中山在翠亨村的故居为核心建筑, 以博物馆展出的形式向公众开发, 1866 年 11 月 12 日, 孙中山正是诞生于此地。这座展馆不只是学习爱国主义精神的场所, 也是了解孙中山生活年代的民俗的好地方。故居市内的许多陈列至今保持着 1892-1895 年间, 孙中山返乡居住时的场景, 孙中山最后一次在此居住是 1912 年 5 月。1934 年, 该故居交由当时的国民政府管理, 后几经辗转, 于 1986 年被国务院列为全国重点文物保护单位。

中山詹园, 又名中山大宅门, 是目前岭南地区最大的古典私家庭园。詹园占地百亩, 是由园主黄远新先生亲自设计为父母建造一处淡雅精致、颐养天年的静心居所。为了彰显严爱、永志慈恩, 园主以父名命桥名, 以母姓冠詹园, 又专辟一处设立《孝道馆》, 彩绘《廿四孝》图悬挂其内。今日的詹园已逐渐形成《一山 一水一庭园 亦诗 亦画 亦休闲》的珍贵艺术景观。

中山泉眼温泉坐落于中山与珠海交界处的泉眼村, 水质天然, 环境清幽, 地理位置也十分优越, 距中山、珠海等地的车程在半小时左右。在这原生态的温泉区内, 绿植环绕, 热气腾腾, 风景宜人。温泉水均源自地下约 200 米深处的无污染岩层, 天然纯正。温泉池的种类也较多, 功能各异, 如鱼疗、石板浴、太空舱等。度假村全天候提供自助美食, 还配备有 SPA、书吧、影吧等项目。

孙文西路是中山市的一条百年老街，古时称为迎恩街，1925 年孙中山先生逝世后，此街才改名为孙文西路。孙文西路全长 500 余米，两侧建筑是 19 世纪末至 20 世纪初的欧式风格建筑与岭南骑楼建筑的结合，这种“南洋风格建筑”也是孙文西路每每引得路人驻足，合影留念的经典元素。孙文西路的建设于 1997 年进一步拓展，成为一条集饮食、娱乐、购物、休闲于一体的文化旅游步行街，现在的孙文西路上依然隐匿着许多名不见经传的百年老店，如孙文西路 154 号的、始于 1862 年的福寿堂药店，158 号的、始于 1921 年的公益纸料店等。

孙文纪念公园主要由两个平缓的山坡改建而成，分为革命纪念区和综合游览区两个不同的区域。纪念区以纪念孙中山先生的题材为主，设有孙中山先生铜像、喷水池以及松园、竹园、梅园和栽种了 999 株龙柏的龙柏山等景点。与纪念区遥遥相对的是游览区，这个游览区设有“香山”、“飞来石”、“一线天”、“水帘洞”、“观景阁”、“迎阳石”等景点。

西山寺位于中山市的石岐西山，又称仁寿禅寺，始建于明朝嘉靖年间，作为书屋使用，后来改建为寺，自清朝至今历经修缮，距今已有四百多年历史，是备受中山市民推崇的佛门清静之地。西山寺建筑面积逾 1300 平方米，香火极旺，“文化大革命”时期，寺内文物大多遗失，僧人四散，仅存门前一副对联“红棉旧荫，福地重光”和苍劲有力的书法横额“仁寿禅寺”得以幸免。1988 年 10 月，古寺重新修建，对外开放供游客观赏。

3.1.4 渔业资源（含鱼卵仔鱼）

本报告渔业资源调查现状调查数据引用《中山市横门水道至洪奇沥水道 2021 年秋季海洋环境现状调查报告》（福州市华测品标检测有限公司，2021 年 9 月），由福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的环境质量现状调查资料。同时引用《中山市横门水道至洪奇沥水道环境现状调查（春季）监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021 年 5 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。

3.1.4.1 调查概况

（1）2021 年 9 月

调查共布设 23 个水质站位，14 个生态站位，12 个沉积物站位，8 个渔业资源断面，8 个生物质量监测站位，4 条潮间带监测站位。调查站位位置见表 3.1.4.1-1~2，站位见图 3.1.4.1-1。

表 3.1.4.1-1 2021 年 9 月秋季现状调查站位表

站位	东经 (E)	北纬(N)	调查项目
ZS01			水质、生态、沉积物
ZS02			水质、生态
ZS03			水质
ZS04			水质、生态
ZS05			水质、沉积物
ZS06			水质、生态
ZS07			水质、生态、沉积物
ZS08			水质
ZS09			水质、生态、沉积物
ZS10			水质
ZS11			水质、生态、沉积物
ZS12			水质
ZS13			水质、生态、沉积物
ZS14			水质
ZS15			水质、生态、沉积物
ZS16			水质
ZS17			水质、生态、沉积物
ZS18			水质
ZS19			水质、生态、沉积物
ZS20			水质、生态
ZS21			水质、生态、沉积物
ZS22			水质、沉积物
ZS23			水质、生态、沉积物
C1			潮间带
C2			潮间带
C3			潮间带
C4			潮间带

表 3.1.4.1-2 渔业资源调查站位表

采样站位	放网坐标	起网坐标
Y1		
Y2		
Y3		
Y4		
Y5		
Y6		
Y7		
Y8		

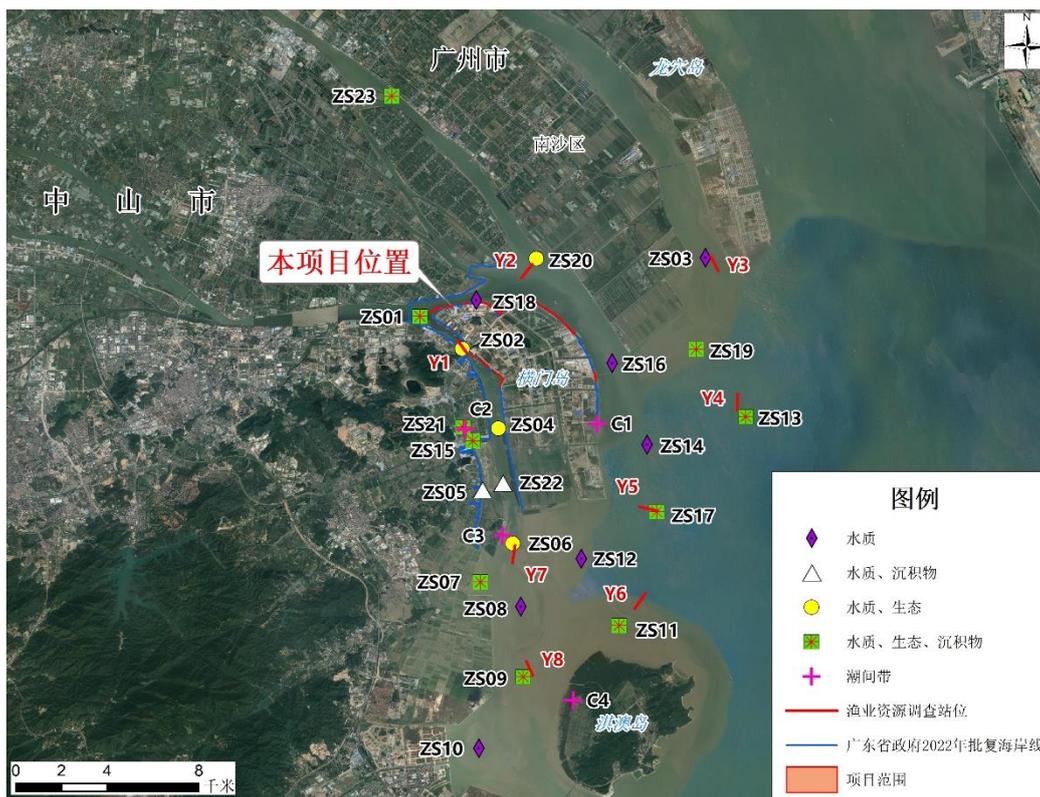


图 3.1.4.1-1 2021 年 9 月现状调查站位图

(2) 2021 年 4 月

广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月 1 日~4 月 2 日对中山市横门水道至洪奇沥水道附近海域的海洋环境现状进行调查，共设水质调查站位 23 个，海洋生态与渔业资源调查站位 14 个，沉积物调查站位 12 个，潮间带调查站位 3 个。调查站位位置见表 3.1.4.1-3，站位见图 3.1.4.1-2。

表 3.1.4.1-3 2021 年 4 月春季现状调查站位表

站位	经度 (E)	纬度(N)	调查项目
ZS01			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS02			水质、生态与渔业资源
ZS03			水质
ZS04			水质、生态与渔业资源
ZS05			水质、沉积物
ZS06			水质、生态与渔业资源
ZS07			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS08			水质
ZS09			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS10			水质
ZS11			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS12			水质
ZS13			水质、生态与渔业资源、沉积物

站位	经度 (E)	纬度(N)	调查项目
ZS14			水质
ZS15			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS16			水质
ZS17			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS18			水质
ZS19			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS20			水质、生态与渔业资源
ZS21			水质、生态与渔业资源、沉积物
ZS22			水质、沉积物
ZS23			水质、生态与渔业资源、沉积物
C1			潮间带
C2			潮间带
C3			潮间带

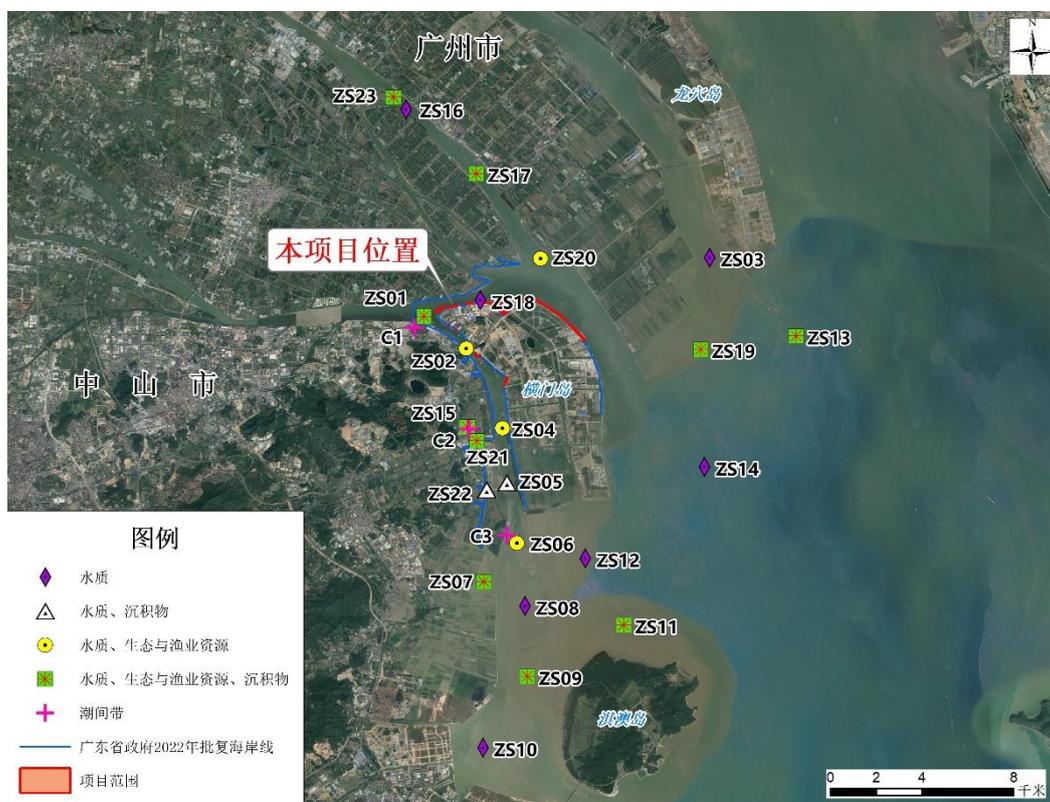


图 3.1.4.1-2 2021 年 4 月春季现状调查站位图

3.1.4.2 采样及分析方法

(1) 2021 年 9 月

样品的采集、分析均按《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB17378.7-2007) 要求进行。

(2) 2021 年 4 月

①鱼类浮游生物：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，

按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。网具使用浅水I型浮游生物网垂直采样，并配置沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5m/s~0.8m/s。

②游泳动物：游泳生物调查按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

调查船舶要求：游泳生物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海区中定位的卫星定位仪、能在调查海区与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。

调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2nmile~3nmile 处放网，拖速控制在 2kn~3kn 左右，经 1 小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳网投放，曳网着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳网时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

样品的分析采用《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7 -2007）进行，各项目的分析方法如表 3.1.4.2-1。

表 3.1.4.2-1 海洋生态调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法
1	游泳动物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/14	目测法
2	鱼类浮游生物	《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》GB/T 12763.6-2007/9	镜检法

3.1.4.3 评价方法

(1) 鱼卵与仔稚鱼

鱼卵与仔稚鱼密度的计算方法根据网口面积、拖网距离和鉴定的鱼卵与仔稚鱼数量；选用优势度（Y）对鱼卵与仔稚鱼的群落结构特征进行分析。计算公式为：

①资源密度（V）

$$V=N/(S\times L)$$

式中：V为资源密度；N为物种数量；S为网口面积；L为拖网距离。

②优势度(Y)：

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

式中： n_i 为第i种的个体数量(ind./m³)；N为某站总生物数量(ind./m³)； f_i 为某种生物的出现频率(%)。

(2) 游泳动物

游泳动物密度采用底拖网扫海面积法估算；根据渔获物中个体大小悬殊的特点，渔获物优势种分析通过 Pinkas 等提出的相对重要性指标（IRI）来确定。计算公式为：

①扫海面积（S）

$$S=vl t$$

②资源密度（d）

$$d = \frac{y t}{S (1 - E)}$$

式中：d为资源密度；y为拖网渔获率；v为平均拖速；l为扫海宽度，取浮网网口宽度的2/3；t为拖网时间；E为逃逸率。

③相对重要性指标（IRI）

$$IRI= (N+W) \times F \times 10^4$$

式中：N为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；W为某种类的质量占总渔获质量的百分比；F为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。

3.1.4.4 鱼卵仔鱼调查结果与评价

(1) 2021 年 9 月

①种类组成

在采集的 8 个定量及 8 个定性样品中，经鉴定，共出现了鱼卵仔稚鱼 6 种，其中鲈形目鉴定出 5 种，鲱形目鉴定出 1 种。

表 3.1.4.4-1 调查海区鱼卵、仔稚鱼种类组成

种类	拉丁种名	鱼卵	仔稚鱼
鲈形目	石首鱼科	Sciaenidae sp.	+
	多鳞鱻	Sillago sihama	-
	鲈科	Carangidae sp.	-
	鰕虎鱼科	Gobiidae sp.	-
	鲷科	Sparidae sp.	-
鲱形目	鳀	Engraulis sp.	+

②垂直拉网定量分析

在本次调查的垂直采样的定量样品中，共采到鱼卵 4 粒，仔稚鱼 10 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 0.83 粒/m³，捕获鱼卵数量密度最高为 Y3 站位，为 5.77 粒/m³，调查期间 8 个测站中有 2 个站位采到鱼卵，鱼卵出现率为 25%，鱼卵密度变化范围在 0 粒/m³~5.77 粒/m³。

仔稚鱼在 8 个监测站中有 3 个站位出现，出现率为 38%，仔稚鱼的平均密度为 5.71 尾/m³。详见表 3.1.4.4-2。

表 3.1.4.4-2 定量样品中鱼类浮游生物密度及其分布

(内容不公开)

③水平拖网定量分析

在本次调查的水平采样的定性样品中，共采到鱼卵 500 粒，仔稚鱼 229 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 62 粒/网，捕获鱼卵数量密度最高为 Y1 站位，为 300 粒/网，调查期间 8 个测站中 3 个站位都采到鱼卵，鱼卵出现率为 38%，鱼卵密度变化范围在 0~300 粒/网。

仔稚鱼在 7 个监测站中全部站位都出现，出现率为 88%，仔稚鱼的平均密度为 29 尾/网，仔稚鱼密度变化范围在 0~83 尾/网。详见表 3.1.4.4-3。

表 3.1.4.4-3 定性样品中鱼类浮游生物密度及其分布

(内容不公开)

(2) 2021 年 4 月

①种类组成

采集的样品经鉴定检出鱼卵仔鱼至少 12 种，其中鲱形目 5 种，鲯形目 1 种，鲈形目 5 种，鲀形目 1 种。

表 3.1.4.4-4 调查海区鱼卵仔鱼种类组成

种类	拉丁名	鱼卵	仔稚鱼
鲱形目	鲱科	Clupea sp.	+
	棱鳀属	Thryssa sp.	+
	凤鲚	Coilia mystus	+
	小沙丁鱼	Sardine	+
	小公鱼	Stolephorus	+
鲯形目	鲯科	Mugilidae sp.	+
鲈形目	多鳞鱚	Sillago sihama	+
	鰕虎鱼科	Gobiidae sp.	-
	鳊属	Lepidotrigla sp.	+
	鳎科	Blenniidae sp.	+
	鲷科	Sparidae sp.	+
鲀形目	刺鲀科	Diodontidae sp.	+

②数量分布

本次拖网调查共采到鱼卵 716 个，仔鱼 64 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 51 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 13、21 号站，为 103 个/1000m³，调查期间所有站位均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，鱼卵密度变化范围在 15~103 个/1000m³。

在 1、19 号站位中没有检出仔鱼，为 20、23 号站捕获仔鱼数量密度最高，为 10 尾/1000m³，仔鱼的平均密度为 5 尾/1000m³，变化范围在 0~10 尾/1000m³。

表 3.1.4.4-5 鱼类浮游生物密度及其分布

(内容不公开)

③主要种类数量分布

多鳞鱚和鲯科是本次调查的主要种类，在本次调查水平拖网中该两种鱼卵出现有一定数量，多鳞鱚的鱼卵密度在 10~45 个/1000m³ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 13 号站，密度为 45 个/1000m³，平均密度 3 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 22.47%。鲯科鱼卵密度在 7~84 个/1000m³ 之间，其中鱼卵密度最高出现在 20 号站，密度为 85 个/1000m³，平均密度 10 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 19.57%。

鲱科也是本次拖网调查中出现的主要种类，在本次调查拖网中该种仔鱼出现有一定数量，其仔鱼的密度在 1~7 尾/1000m³ 之间，仔鱼密度最高出现在 20 号站，小沙丁鱼仔鱼的平均密度为 2 尾/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 33.71%。

3.1.4.5 游泳生物调查结果与评价

(1) 2021年9月

①种类组成与分布

本次游泳动物监测共计布设8个监测断面，共发现游泳动物3类51种，其中鱼类38种，占总种数的74.51%；虾类7种，占总种数的13.72%；蟹类6种，占总种数的11.76%。

表 3.1.4.5-1 各断面出现种类统计结果

站位	鱼类	虾类	蟹类	总计
Y1	6	1	0	7
Y2	8	1	0	9
Y3	15	4	2	21
Y4	28	3	1	32
Y5	24	3	3	30
Y6	18	2	2	22
Y7	22	3	3	28
Y8	16	5	4	25
合计	137	22	15	338

②游泳动物渔获率

本次调查游泳动物平均个体渔获率和重量渔获率分别为211.25ind./h和3.028kg/h；蟹类游泳动物平均个体渔获率和重量渔获率分别为7.63ind./h和0.056kg/h，分别占游泳动物总平均个体渔获率的3.61%和总平均重量渔获率的1.86%；虾类游泳动物平均个体渔获率和重量渔获率分别为28.88ind./h和0.057kg/h，分别占游泳动物总平均个体渔获率的13.67%和总平均重量渔获率的1.87%；鱼类游泳动物平均个体渔获率和重量渔获率分别为174.75ind./h和2.915kg/h，分别占游泳动物总平均个体渔获率的82.72%和总平均重量渔获率的96.27%。

平均个体渔获率由大到小排序为：鱼类游泳动物>虾类游泳动物>蟹类游泳动物；平均重量渔获率由大到小排序为：鱼类游泳动物>虾类游泳动物>蟹类游泳动物。

表 3.1.4.5-2 游泳动物个体渔获率 (ind./h)

(内容不公开)

表 3.1.4.5-3 游泳动物重量渔获率 (kg/h)

(内容不公开)

③资源密度

各站位渔业资源密度分布见表 3.1.4.5-4。平均重量密度为931.275kg/km²，

Y8 断面最高，Y6 断面最低，范围为 193.377kg/km²~1819.554kg/km²；平均个体密度为 64945.820ind./km²，个体密度最高的断面为 Y5 断面，其值为 124648.412ind./km²，最低为 Y2 断面，其个体密度为 23150.323ind./km²。

表 3.1.4.5-4 调查站位的渔业资源密度

(内容不公开)

④鱼类资源状况

1) 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类 38 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的捕捞对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

2) 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 3.1.4.5-5。从表可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 894.960kg/km² 和 53438.701ind./km²。在 8 个断面中，鱼类重量密度分布中，Y8 断面最高为 1777.285kg/km²，Y6 断面最低为 165.685kg/km²；鱼类个体密度分布中，Y5 断面最高为 117381.912ind./km²，Y6 断面最低为 16671.63ind./km²。

表 3.1.4.5-5 鱼类资源密度

(内容不公开)

3) 鱼类优势种

鱼类 IRI 指数列于表 3.1.4.5-6。从表可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，为：海南华鳊 *Sinibrama melrosei*、丝鳍海鲇 *Arius arius* 和凤鲚 *Coilia mystus*。这 3 种鱼类的重量渔获率之和为 9.066kg/h，占鱼类总重量渔获率（23.323kg/h）的 38.87%；这 3 种鱼类的个体渔获率之和为 425.00ind./h，占鱼类总个体渔获率（1398.00ind./h）的 30.40%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 3.1.4.5-6 鱼类 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
海南华鳊	100.00	6.089	26.11	52.00	3.72	2982.69
丝鳍海鲇	87.50	1.848	7.92	209.00	14.95	2001.43
凤鲚	75.00	1.129	4.84	164.00	11.73	1242.88
鲛	62.50	2.597	11.13	57.00	4.08	950.76
鲮	50.00	2.111	9.05	134.00	9.59	931.81

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
颈斑鳊	87.50	0.348	1.49	108.00	7.73	806.52
棘头梅童鱼	62.50	1.020	4.37	98.00	7.01	711.46
鱻	62.50	0.657	2.82	74.00	5.29	506.89
花鲮	50.00	0.960	4.12	83.00	5.94	502.66
黄鳍棘鲷	62.50	1.623	6.96	15.00	1.07	501.98
褐斑三线舌鲷	87.50	0.532	2.28	23.00	1.65	343.54
皮氏叫姑鱼	62.50	0.186	0.80	39.00	2.79	224.20
拉氏狼牙鰕虎鱼	75.00	0.119	0.51	32.00	2.29	209.94
斑尾刺鰕虎鱼	62.50	0.208	0.89	28.00	2.00	180.92
白肌银鱼	62.50	0.081	0.35	35.00	2.50	178.18
弓斑东方鲀	50.00	0.336	1.44	28.00	2.00	172.17
眶棘双边鱼	50.00	0.126	0.54	40.00	2.86	170.07
青鳞小沙丁鱼	37.50	0.255	1.09	42.00	3.00	153.66
圆吻海鲈	37.50	0.363	1.56	15.00	1.07	98.60
鲮	50.00	0.270	1.16	11.00	0.79	97.22
花鲈	12.50	1.651	7.08	6.00	0.43	93.85
细纹鳊	25.00	0.045	0.19	21.00	1.50	42.38
矛尾鰕虎鱼	50.00	0.040	0.17	8.00	0.57	37.19
孔鰕虎鱼	37.50	0.043	0.18	10.00	0.72	33.74
金钱鱼	37.50	0.140	0.60	3.00	0.21	30.56
康氏小公鱼	37.50	0.025	0.11	9.00	0.64	28.16
斑鲮	25.00	0.159	0.68	6.00	0.43	27.77
青斑细棘虾虎鱼	37.50	0.039	0.17	8.00	0.57	27.73
赤鼻棱鲉	25.00	0.030	0.13	9.00	0.64	19.31
勒氏枝鲮石首鱼	25.00	0.076	0.33	3.00	0.21	13.51
黄鳍东方鲀	25.00	0.063	0.27	3.00	0.21	12.12
尖吻小公鱼	12.50	0.035	0.15	10.00	0.72	10.82
李氏鳊	25.00	0.007	0.03	4.00	0.29	7.90
红牙鲷	12.50	0.054	0.23	3.00	0.21	5.58
钟馗鰕虎鱼	12.50	0.017	0.07	3.00	0.21	3.59
锯嵴塘鳢	12.50	0.015	0.06	3.00	0.21	3.49
双斑东方鲀	12.50	0.021	0.09	1.00	0.07	2.02
尖头塘鳢	12.50	0.005	0.02	1.00	0.07	1.16

⑤ 虾类资源状况

1) 虾类种类组成

本次调查，共捕获的虾类，经鉴定共 7 种。

2) 虾类资源密度评估

本次调查，虾类的资源密度见表 3.1.4.5-7。从表得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 17.931kg/km² 和 9048.073ind./km²。其中，重量密度范围为 0.427kg/km²~41.878kg/km²，Y2 断面最低，Y7 断面最高；个体密度分布范围为 326.061ind./km²~21369.528ind./km²，Y8 断面最高，Y2 断面最低。

表 3.1.4.5-7 虾类资源密度

（内容不公开）

3) 虾类优势种

虾类 IRI 指数列于表 3.1.4.5-8。从表可得出，虾类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，分别为脊尾白虾 *Exopalaemon carinicauda*、亨氏仿对虾 *Parapenaeopsis hungerfordi* 和锯齿长臂虾 *Palaemon serrifer*。这 3 种虾类的重量渔获率之和为 0.420kg/h，占虾类总重量渔获率（0.454kg/h）的 92.51%；这 3 种虾类的个体渔获率之和为 213.00ind./h，占虾类总个体渔获率（231.00ind./h）的 92.21%。由此确定这 3 种为虾类的优势种。

表 3.1.4.5-8 虾类 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
脊尾白虾	75.00	0.196	43.17	104.00	45.02	6614.51
亨氏仿对虾	75.00	0.182	40.09	89.00	38.53	5896.22
锯齿长臂虾	75.00	0.042	9.25	20.00	8.66	1343.18
须赤虾	12.50	0.023	5.07	11.00	4.76	122.85
葛氏长臂虾	12.50	0.003	0.66	4.00	1.73	29.90
口虾蛄	12.50	0.006	1.32	1.00	0.43	21.93
短脊鼓虾	12.50	0.002	0.44	2.00	0.87	16.33

⑥蟹类资源状况

1) 蟹种类组成

本次调查，共捕获的蟹类，经鉴定共 6 种。

2) 蟹类资源密度评估

本次调查，蟹类的资源密度见表 3.1.4.5-9。从表得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 18.384kg/km² 和 2459.047ind./km²。其中，重量密度范围为 0kg/km²~75.356kg/km²，Y1、Y2 断面最低，Y3 断面最高；个体密度分布范围为 0ind./km²~9186.411ind./km²，Y6 断面最高，Y1、Y2 断面最低。

表 3.1.4.5-9 蟹类资源密度

（内容不公开）

3) 蟹类优势种

蟹类 IRI 指数列于表 3.1.4.5-10。从表可得出，蟹类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，分别为裸盲蟹 *Typhlocarcinus nudus*、拟穴青蟹 *Scylla paramamosain* 和豆形拳蟹 *Pyrhila pisum*。这 3 种蟹类的重量渔获率之和为 0.389kg/h，占蟹类总重量

渔获率（0.450kg/h）的 86.44%；这 3 种蟹类的个体渔获率之和为 51.00ind./h，占蟹类总个体渔获率（61.00ind./h）的 83.61%。由此确定这 3 种为蟹类的优势种。

表 3.1.4.5-10 蟹类 IRI 指数

种类	出现频率(%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
裸盲蟹	37.50	0.043	9.56	31.00	50.82	2264.07
拟穴青蟹	25.00	0.325	72.22	8.00	13.11	2133.42
豆形拳蟹	62.50	0.021	4.67	12.00	19.67	1521.17
字纹弓蟹	25.00	0.006	1.33	6.00	9.84	279.23
日本蟳	25.00	0.018	4.00	3.00	4.92	222.95
中华虎头蟹	12.50	0.037	8.22	1.00	1.64	123.27

(2) 2021 年 4 月

①种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 62 种，其中：脊索动物 38 种，节肢动物 13 种，软体动物 7 种。

本次调查，各站位出现种类情况见表 3.1.4.5-14。由表可知，各断面种类数量差别不大，ZS20 站断面种类数最多，为 13 种，ZS1、ZS30 站断面的种数最少，为 9 种。

表 3.1.4.5-11 各站位游泳生物出现种类统计结果

站位	总种类数	脊索动物	节肢动物	软体动物
ZS01	9	5	2	2
ZS02	12	10	1	1
ZS04	11	7	4	0
ZS06	11	9	2	0
ZS07	11	7	0	4
ZS09	10	9	0	1
ZS11	10	6	3	1
ZS13	9	4	4	1
ZS15	10	6	4	0
ZS17	12	9	1	2
ZS19	11	8	3	0
ZS20	13	11	2	0
ZS21	13	7	2	4
ZS23	10	6	4	0

②渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4551.042 g/h 和 269 ind./h，其中：脊索动物的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2978.168 g/h 和 167.21 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 65.46%和 62.16%；节肢动物的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1387.982 g/h 和 77.79 ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 30.5%和 28.92%；

软体动物的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 183.892 g/h 和 24 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.04%和 8.92%。

表 3.1.4.5-12 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 g/h	类群			类群		
			脊索类	节肢类	软体类	脊索类	节肢类	软体类
			个体渔获率(ind./h)			重量渔获率(g/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
ZS01	191	3817.755	110	56	25	2689.182	883.962	244.611
ZS02			57.59	29.32	13.09	70.44	23.15	6.41
ZS04	231	5120.464	189	40	2	4613.172	498.24	9.052
ZS06			81.82	17.32	0.87	90.09	9.73	0.18
ZS07	164	2503.013	99	65	0	1492.78	1010.233	0
ZS09			60.37	39.63	0.00	59.64	40.36	0.00
ZS11	286	4325.562	249	37	0	3963.79	361.772	0
ZS13			87.06	12.94	0.00	91.64	8.36	0.00
ZS15	245	3647.267	202	0	43	3414.922	0	232.345
ZS17			82.45	0.00	17.55	93.63	0.00	6.37
ZS19	239	4421.528	231	0	8	4381.328	0	40.2
ZS20			96.65	0.00	3.35	99.09	0.00	0.91
ZS21	337	4631.741	108	123	106	1578.326	2520.765	532.65
			32.05	36.50	31.45	34.08	54.42	11.50
ZS01	234	3706.766	66	137	31	1146.288	2389.513	170.965
ZS02			28.21	58.55	13.25	30.92	64.46	4.61
ZS04	195	3828.943	174	21	0	3503.197	325.746	0
ZS06			89.23	10.77	0.00	91.49	8.51	0.00
ZS07	250	3384.144	137	97	16	1546.873	1664.326	172.945
ZS09			54.80	38.80	6.40	45.71	49.18	5.11
ZS11	288	5013.212	147	141	0	2153.53	2859.682	0
ZS13			51.04	48.96	0.00	42.96	57.04	0.00
ZS15	285	4586.808	241	44	0	3989.44	597.368	0
ZS17			84.56	15.44	0.00	86.98	13.02	0.00
ZS19	300	5477.094	134	61	105	3469.006	836.365	1171.723
ZS20			44.67	20.33	35.00	63.34	15.27	21.39
ZS21	521	9250.286	254	267	0	3766.511	5483.775	0
			48.75	51.25	0.00	40.72	59.28	0.00
均值	269	4551.042	167.21	77.79	24	2979.168	1387.982	183.892
			62.16	28.92	8.92	65.46	30.50	4.04

幼体渔获率：所谓幼体是指其长度（体长、叉长、肛长、胴长、体盘宽、头胸甲长、盔甲宽）小于最小性成熟长度（体长、叉长、肛长、胴长、体盘宽、头胸甲长、盔甲宽）的个体。长度测量标准是：鱼类中的鳗鲡目和鲈形目带鱼科种类为肛长；软骨鱼类中的鳐、魟类为体盘宽；底层及近底层鱼类为体长；中上层鱼类为叉长；头足类为胴长；虾类、虾蛄类为头胸甲长；蟹类为盔甲宽。根据这一标准来计算幼体渔获率及占有游泳生物群体的比例，在计算时，将头足类并入鱼类，虾蛄类并入虾类。

本次调查，各断面幼体个体渔获率及所占比例见表 3.1.4.5-13。各断面幼体

个体渔获率，虾类最高，脊索类次之，蟹类最低，平均幼体个体总渔获率为 157.64 ind./h。各断面幼体个体数占有渔业资源个体数的比例，虾类幼体所占比例最高，其次是蟹类，而脊索类最少，幼体的平均比例为 65.66%。

表 3.1.4.5-13 各断面幼体个体渔获率(ind./h)及所占比例(%)

断面	总幼体渔获率 ind./h	总幼体渔获比例%	幼体类群			幼体所占比例		
			脊索类	虾类	蟹类	脊索类	虾类	蟹类
			个体渔获率(ind./h)			个体渔获比例(%)		
ZS01	105	63.25	65	40	0	59.08	71.77	66.96
ZS02	153	66.81	126	0	27	66.5	74.38	68.46
ZS04	104	63.41	57	47	0	57.27	72.86	66.72
ZS06	166	58.04	145	0	21	58.16	63.55	57.82
ZS07	140	69.31	140	0	0	69.29	68.6	64.37
ZS09	128	55.41	128	0	0	55.43	73.8	68.83
ZS11	164	71	73	87	4	67.4	74.65	67.9
ZS13	138	67.98	43	71	24	64.64	70.78	66.1
ZS15	118	60.51	104	14	0	60.02	68.7	64.09
ZS17	142	60.68	80	62	0	58.17	64.35	60.24
ZS19	201	69.79	88	113	0	60.05	80.02	72
ZS20	174	61.05	145	15	14	59.98	66.69	66.1
ZS21	117	60	78	0	39	58.17	63.55	64.09
ZS23	357	68.52	174	183	0	68.31	68.6	59.36
均值	157.64	63.98	103.29	45.14	9.21	61.61	70.16	65.22

③资源密度

本次调查渔业资源平均重量密度为 346.746 kg/km²，ZS23 号站断面最高，ZS04 号站断面最低，范围为(190.706~704.784)kg/km²；平均个体密度为 20.5×10³ ind./km²，范围为（12.5~39.7）×10³ ind./km²，个体密度最高的断面为 ZS23 号站断面，最低为 ZS04 号站断面。

表 3.1.4.5-14 各断面渔业资源资源密度

（内容不公开）

④脊索动物资源状况

1) 种类组成

本次调查捕获的脊索动物 38 种。生物类群中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

2) 资源密度估算

本次调查，脊索动物的资源密度见表 3.1.4.5-15。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 226.984 kg/km² 和 12.74×10³ind./km²。在 14 个站位断

面中，生物重量密度分布中，ZS02 站位断面最高为 351.48 kg/km²；生物个体密度分布中，ZS23 号站断面最高为 19.35×10³ ind./km²。

表 3.1.4.5-15 脊索动物资源密度

(内容不公开)

3) 优势种

由表可知，鱼类 IRI 值皆在 1000 以下，鳊鱼（*Parabramis pekinensis*）为最大值，其重量渔获率为 5618.241 g/h，占脊索动物总重量渔获率（41708.345 g/h）的 13.47%；其个体渔获率为 230 ind./h，占鱼类总个体渔获率（2341 ind./h）的 9.82%。

表 3.1.4.5-16 脊索动物的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(g/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
红眼鲮	28.57	6349.145	15.22	241	10.29	729
褐篮子鱼	28.57	1148.607	2.75	57	2.43	148
皮氏叫姑鱼	35.71	938.994	2.25	42	1.79	144
花鲈	14.29	282.152	0.68	8	0.34	15
日本白姑鱼	28.57	1879.769	4.51	89	3.8	237
宝石石斑鱼	14.29	1629.963	3.91	27	1.15	72
日本鲭	21.43	625.38	1.5	20	0.85	50
赤鼻棱鯧	28.57	1371.124	3.29	79	3.37	190
刺鲳	28.57	2610.495	6.26	183	7.82	402
鳊鱼	42.86	5618.241	13.47	230	9.82	998
棒花鱼	14.29	365.715	0.88	27	1.15	29
拟矛尾鰕虎鱼	14.29	332.208	0.8	54	2.31	44
斑鱖	7.14	105.45	0.25	6	0.26	4
多鳞鱧	28.57	1826.14	4.38	164	7.01	325
凤鲚	28.57	4175.952	10.01	242	10.34	581
勒氏枝鳔石首鱼	28.57	724.458	1.74	47	2.01	107
杜氏棱鯧	14.29	286.44	0.69	30	1.28	28
孔鰕虎鱼	14.29	154.392	0.37	21	0.9	18
黄鲫	14.29	97.548	0.23	6	0.26	7
竹荚鱼	14.29	900.45	2.16	58	2.48	66
斜带髯鲷	21.43	473.328	1.13	72	3.08	90
前鳞龟鲛	42.86	2373.624	5.69	162	6.92	540
长蛇鲻	42.86	1424.499	3.42	76	3.25	286
带鱼	21.43	393.566	0.94	38	1.62	55
丽叶鲹	21.43	675.874	1.62	58	2.48	88
圆吻海鲷	14.29	327.12	0.78	20	0.85	23
龙头鱼	14.29	395.772	0.95	26	1.11	29
四指马鲛	14.29	182.148	0.44	12	0.51	14
带纹条鳎	21.43	627.1	1.5	50	2.14	78
凡氏下银汉鱼	14.29	647.92	1.55	56	2.39	56
弓斑东方鲀	7.14	149.492	0.36	7	0.3	5

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(g/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
二长棘鲷	7.14	251.427	0.6	11	0.47	8
黄姑鱼	7.14	258.462	0.62	18	0.77	10
半滑舌鳎	7.14	145.04	0.35	20	0.85	9
银鲳	14.29	333.612	0.8	27	1.15	28
食蟹豆齿鳗	7.14	989.391	2.37	39	1.67	29
中华海鲶	7.14	183.498	0.44	7	0.3	5
清道夫鱼	7.14	453.849	1.09	11	0.47	11

⑤节肢动物资源状况

1) 种类组成

本次调查，共捕获的节肢动物，经鉴定共 13 种，其中：虾类 8 种，蟹类 5 种。

2) 资源密度估算

本次调查，节肢动物的资源密度见表 3.1.4.5-17。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 105.751 kg/km² 和 5.93×10³ ind./km²。其中，重量密度范围为 0~417.811 kg/km²，ZS7、ZS9 站断面最低，ZS23 站位断面最高；个体密度分布范围为 0~20.34×10³ ind./km²，ZS7、ZS9 站位断面最低，ZS23 站位断面最高。

表 3.1.4.5-17 节肢动物资源状况

(内容不公开)

3) 优势种

节肢动物 IRI 值在 1000 以上的有 1 种，为周氏新对虾 (joynereis shrimp)。其重量渔获率分别为 1082.768 g/h，分别占总重量渔获率的 5.57%，其个体渔获率为 517 ind./h，占总个体渔获率的 47.47%。

表 3.1.4.5-18 节肢动物的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(g/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
亨氏仿对虾	28.57	1183.413	6.09	77	7.07	376
脊尾白虾	21.43	498.24	2.56	34	3.12	122
南美白对虾	21.43	480.488	2.47	24	2.2	100
宽沟对虾	21.43	462.048	2.38	59	5.42	167
须赤虾	21.43	739.825	3.81	21	1.93	123
周氏新对虾	28.57	1082.768	5.57	517	47.47	1515
中国明对虾	7.14	236.334	1.22	20	1.84	22
哈氏仿对虾	21.43	215.34	1.11	136	12.49	291
锈斑螳	7.14	146.432	0.75	40	3.67	32
绒螯近方蟹	7.14	11041.569	56.82	51	4.68	439

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(g/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
变态蠕	7.14	704.742	3.63	15	1.38	36
豆形拳蟹	7.14	307.06	1.58	22	2.02	26
阿氏强蟹	28.57	2333.488	12.01	73	6.7	535

⑥软体动物资源状况

1) 种类组成

本次调查，共捕获的软体动物，经鉴定共 7 种。

2) 资源密度估算

本次调查，软体动物的资源密度见表 3.1.4.5-19。由表可知，其平均重量密度和平均个体密度分别为 14.011 kg/km² 和 1.83×10³ ind./km²。

表 3.1.4.5-19 软体动物资源密度

(内容不公开)

3) 优势种

节肢动物 IRI 值在 1000 以上的有 1 种，为近江牡蛎 (*Ostrea rivularis*)。其重量渔获率为 633.15 g/h，分别占总重量渔获率的 24.59%，其个体渔获率分别为为 126 ind./h，占总个体渔获率的 37.5%。

表 3.1.4.5-20 软体动物的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(g/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
西施舌	21.43	330.9	2.33	60	17.86	433
棒锥螺	14.29	164.5	1.09	28	8.33	135
泥蚶	7.14	49.59	0.39	10	2.98	24
近江牡蛎	28.57	633.15	4.89	126	37.5	1211
泥蚶	7.14	969.743	2.68	69	20.54	166
浅缝骨螺	14.29	367.77	1.17	30	8.93	144
菲律宾蛤仔	21.43	58.838	0.5	13	3.87	94

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候气象

中山市位于北回归线以南，珠江三角洲的南部，珠江口的西岸，濒临南海，属亚热带季风气候。夏半年受海洋季风影响，潮湿多雨，冬半年受东北季风影响，干燥少雨。其主要气候特点是：光照充足，热量丰富，雨量充沛。气象气候资料部分来自中山市地面气象站，统计年限为 2001 年-2020 年。

3.2.1.1 气温

中山市 2001~2020 年平均气温 23.1℃，极端最高气温 38.7℃，出现在 2005 年 7 月 18 日和 2005 年 7 月 19 日；极端最低温 1.9℃，出现在 2016 年 1 月 24 日。中山市年平均气温的变化范围在 14.6~29.1℃之间；其中七月平均气温最高，为 29.1℃；一月平均气温最低，为 14.6℃。

表 3.2.1.1-1 2001~2020 年中山市各月平均气温（℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
气温℃	14.6	16.5	19.2	23.2	26.5	28.3	29.1	28.8	27.9	25.2	20.9	16.3

3.2.1.2 降水

中山地区降水具有雨量多、强度大、年际变化大、年内分配不均匀等特点。2001~2020 年的平均年降水量为 1918.4mm，年雨量最大为 2888.2mm（2016 年），最少为 1378.6mm（2020 年）。

3.2.1.3 相对湿度、日照

中山市 2001~2020 年平均相对湿度为 76.5%。中山市全年日照充足，中山市 2001~2020 年平均日照时数为 1796.9 小时。

3.2.1.4 风速

中山市 2001~2020 年平均风速为 1.9m/s，近五年（2016~2020 年）的平均风速为 1.80m/s。表 3.1.1.4-1 为 2001~2020 年各月份平均风速统计表。

表 3.2.1.4-1 2001~2020 年中山市各月平均风速（m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
风速m/s	1.6	1.8	1.7	2.0	2.1	2.2	2.2	1.9	1.8	1.7	1.6	1.7

3.2.1.5 风向、风频

根据 2001~2020 年风向资料统计，中山地区主导风为 N 风，频率为 10.3。

表 3.2.1.5-1 2001~2020 年中山市各风向频率（%）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
风频%	10.3	7.9	7.4	5.0	8.4	8.4	9.4	5.5	7.1	4.9	4.6	2.2	2.2	1.2	2.9	4.1	8.4

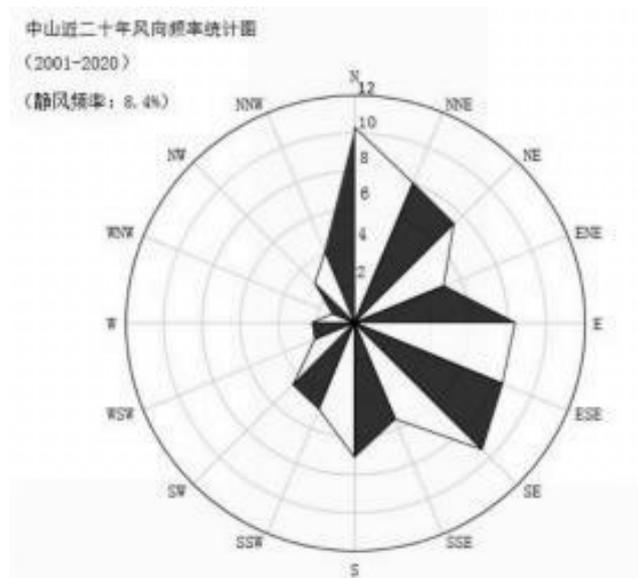


图 3.2.1.5-1 中山 2001~2020 年风向频率统计图

3.2.2 水文动力

3.2.2.1 潮汐

珠江口岸段均为不规则半日潮，潮汐除了受月球朔望的影响有大潮期和小潮期外，随着月球赤纬的增大，一天中相邻高（低）潮潮高不等和涨（落）潮历时不等的现象也趋于显著。

在珠江口岸段及三角洲河网区，潮差的分布大致是，当潮波从外海向河口传播时，在喇叭口型的伶仃洋波能逐渐积聚，波幅增高，退潮时则相反，所以在各大口门及其附近有 1~1.5m 的平均潮差，至虎门附近达到最大，可达 1.7m。而从各口门沿河上溯，由于受河底坡降，河床作用和上游来水的影响，潮差逐渐递减，在广州上游逐步减至 1m 以下。最大潮差的演变规律与平均潮差大致相似。

项目当地理论最低潮面与珠江基面的关系如下图，即当地理论最低潮面=珠江基面-1.60，以下所有水位值均换算到当地理论最低潮面起算。

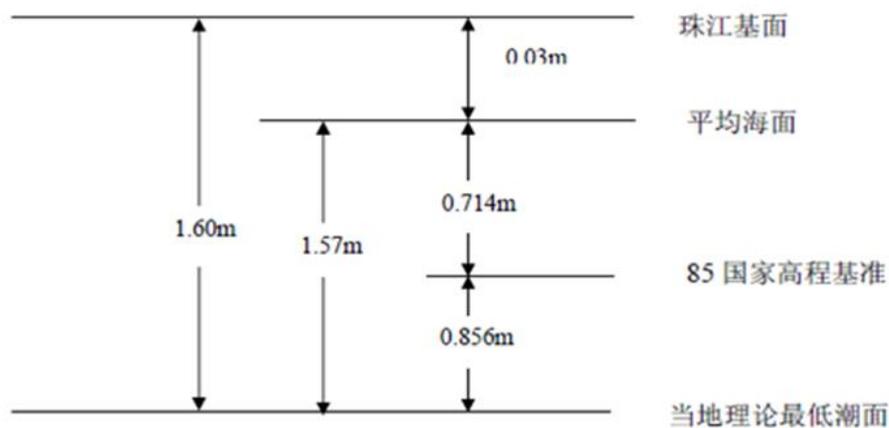


图 3.2.2.1-1 基面关系

珠江河口的潮汐系数 ($F = \frac{H_{k1} + H_{01}}{H_{m2}}$) 在 0.94~1.77 之间，为不正规半日混合潮型，在一个太阴日内出现二次高潮和二次低潮，且相邻高潮和低潮的潮位值和历时都不等，月赤纬的愈大，日不等现象愈显著。

潮位特征值采用泗盛涌站数据。

包括平均海平面、最高、最低、平均高低潮位、最大潮差、平均潮差。

历年最高潮位：4.26m（1989 年）；

历年最低潮位：-0.09m（1968 年）；

平均海平面：1.70m；

平均高潮位：2.68m；

平均低潮位：1.07m；

涨潮最大潮差：3.02m；

落潮最大潮差：3.35m；

平均潮差：1.64m；

平均涨潮历时：5 时 45 分；

平均落潮历时：6 时 45 分；

极端高水位（50a 一遇）：4.35m；

极端低水位（50a 一遇）：-0.15m；

乘潮水位（h=1 小时，P=90%）：2.17m。

3.2.2.2 实测海流

本节采用《翠亨新区滨河整治工程（北区水利工程）项目附近海域海洋水文

测验技术报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2023年3月），由广州海兰图检测技术有限公司于2023年2月在项目附近海域进行的大潮水文观测资料。同时引用《中山市横门水道至洪奇沥水道水文调查报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021年6月），由广州海兰图检测技术有限公司于2021年6月在项目附近海域进行的水文观测数据。

(1) 调查站位

①2023年2月

在项目附近周围海域共布设6个水文站位（ZSL1、ZSL2、ZSL3、ZSL4、ZSL5和ZSL6站）和2个潮位观测站位（ZSC1和ZSC2.站位）。调查内容包括：温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向、海况、潮位等。调查方法依照《海洋调查规范-海洋水文观测》GB/T12763.2-2007等要求执行。其中，潮位观测时间为2023年2月6号到2023年2月20号。具体位置见表3.2.2.2-1及图3.2.2.2-2。

表 3.2.2.2-1 2023 年 2 月水文调查各测站坐标和观测项目

/	序号	站号	经度 (E)	纬度 (N)	观测要素					
					潮位	海流	悬沙	温、盐	风速风向	
海流 悬沙 观测站	1	ZSL1				√	√	√		
	2	ZSL2				√	√	√	√	
	3	ZSL3				√	√	√		
	4	ZSL4				√	√	√		
	5	ZSL5				√	√	√	√	
	6	ZSL6				√	√	√		
潮位	7	ZSC1					√			
	8	ZSC2					√			

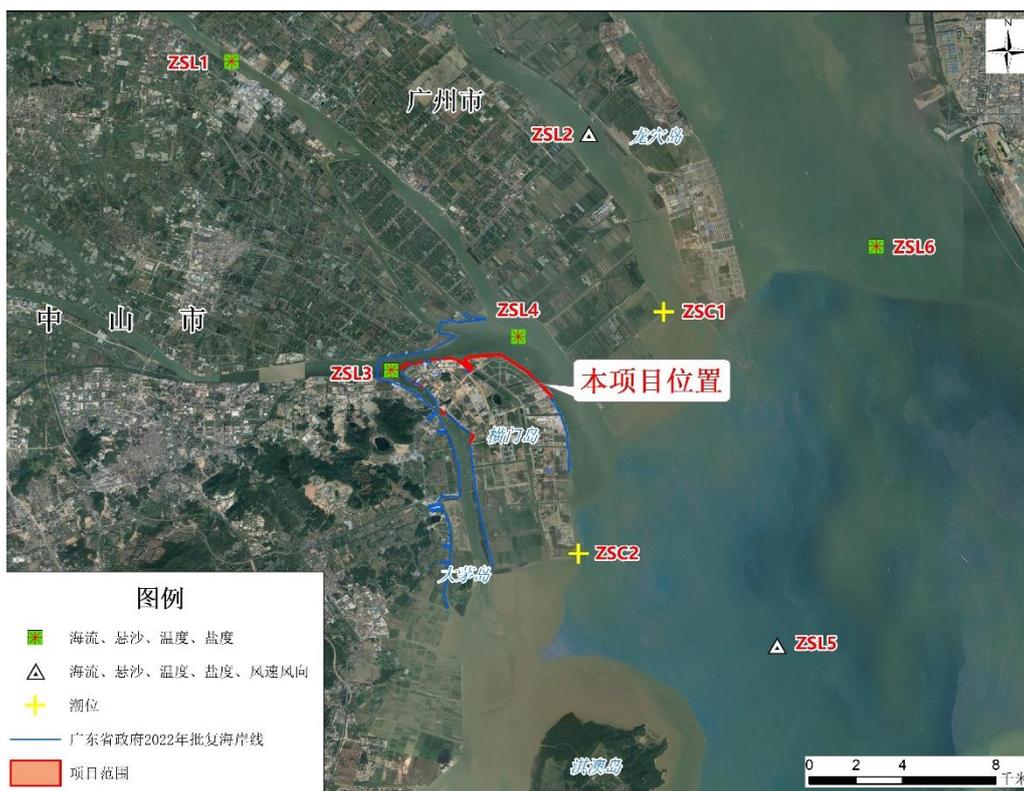


图 3.2.2.2-1 2023 年 2 月项目附近海域水文调查站位图

② 2021 年 6 月

共布设 6 个水文站位（HM1、HM2、HM3、HM4、HM5 和 HM6 站）和 2 个潮位观测站位（HMC1、HMC2 站位），位置如图 3.2.2.2-2 所示，站位坐标以及观测内容见表 3.2.2.2-2。调查内容包括：温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向、海况、潮位等。调查方法依照《海洋调查规范-海洋水文观测》GB/T12763.2-2007 的要求执行。观测时间为 2021 年 6 月 11 号到 2021 年 6 月 12 号。

本次水文观测期间，风向以正东以及东南为主，风速在 2.3~4.1m/s。各站点风速以及风向变化不大。海况均为 1 级。

表 3.2.2.2-2 2021 年 6 月水文观测站坐标和观测内容

/	序号	站号	水深 (m)	经度 (E)	纬度 (N)	观测要素				
						潮位	海流	悬沙	温、盐	风速风向
海流 悬沙 观测站	1	HM1	2.0				√	√	√	
	2	HM2	3.5				√	√	√	√
	3	HM3	1.5				√	√	√	
	4	HM4	1.4				√	√	√	
	5	HM5	3.0				√	√	√	√
	6	HM6	5.5				√	√	√	
	7	HMC1	1.3			√				

/	序号	站号	水深 (m)	经度 (E)	纬度 (N)	观测要素				
						潮位	海流	悬沙	温、盐	风速风向
潮位	8	HMC2	1.3			√				



图 3.2.2.2-2 2021 年 6 月项目附近海域水文调查站位图

(2) 实测海流

①2023 年 2 月

海流观测时间为 2023 年 2 月 6 日 12 时至 2023 年 2 月 7 日 14 时。本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 3.2.2.2-3 至图 3.2.2.2-7 所示，图 3.2.2.2-8 至图 3.2.2.2-13 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 3.2.2.2-3 为涨、落潮流统计表。

从海流的流态来看，观测期内各站点海流表现出了明显的往复流的特征，从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向基本一致，表现为涨潮流主轴主要偏向 WNW，落潮流偏向 ESE；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 89.2cm/s，最大落潮流速为 117.7cm/s，分别出现在 ZSL4 站 0.2H 层和 ZSL4 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 39.7cm/s

和 62.8cm/s，出现在 ZSL4 站 0.6H 层和 ZSL2 站 0.2H 层。在垂向结构上，各站点流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，海流的方向主要形成了以 ES-WN 方向为主轴的往复流，潮流主轴均受地形影响，与岸线平行，ZSL4 站流速最大，ZSL2 站流速次之。

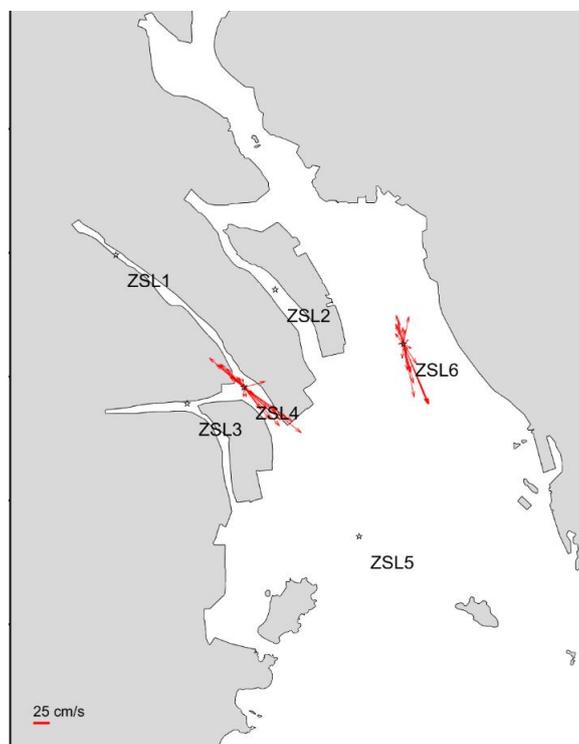


图 3.2.2.2-3 表层海流平面分布矢量图

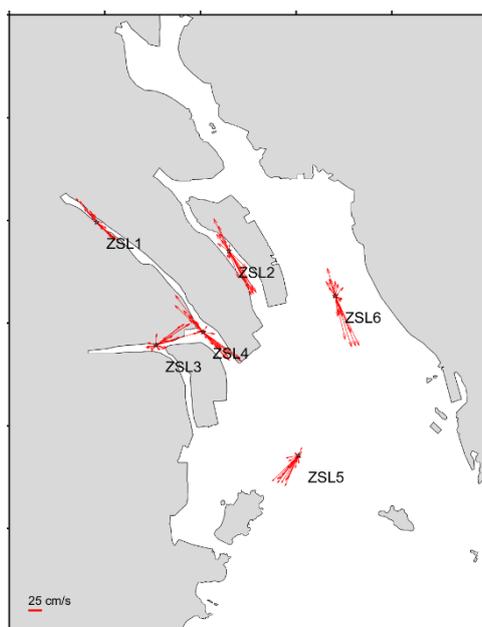


图 3.2.2.2-4 0.2H 层海流平面分布矢量图

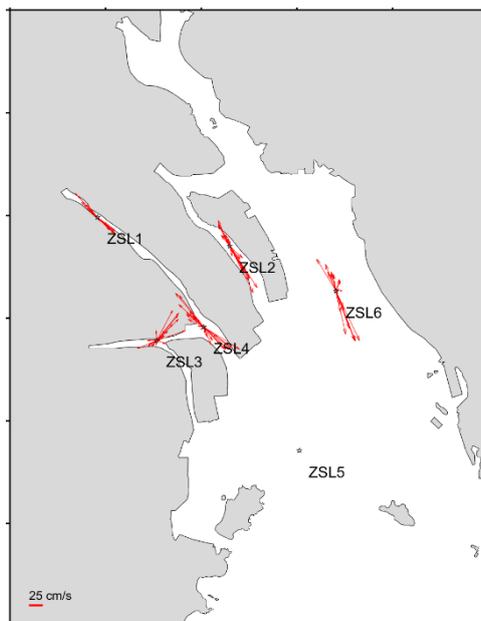


图 3.2.2.2-5 0.6H 层海流平面分布矢量图

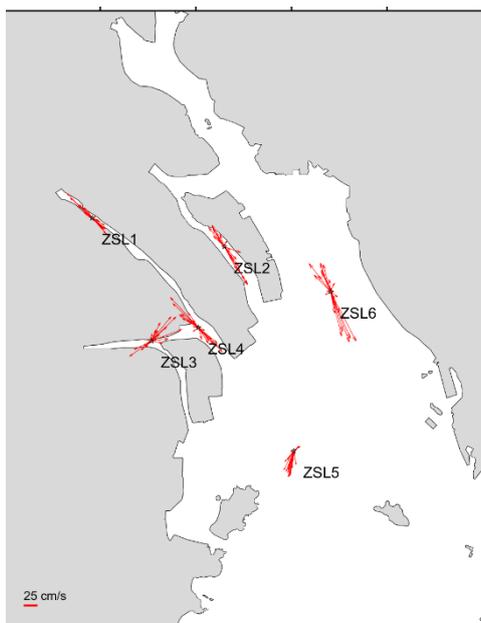


图 3.2.2.2-6 0.8H 层海流平面分布矢量图

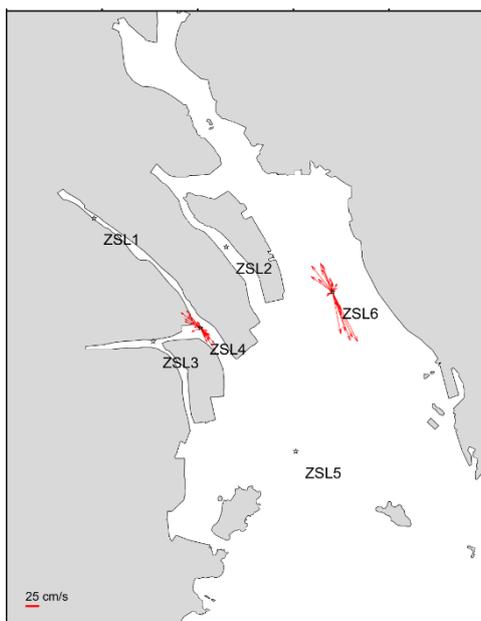


图 3.2.2.2-7 底层海流平面分布矢量图

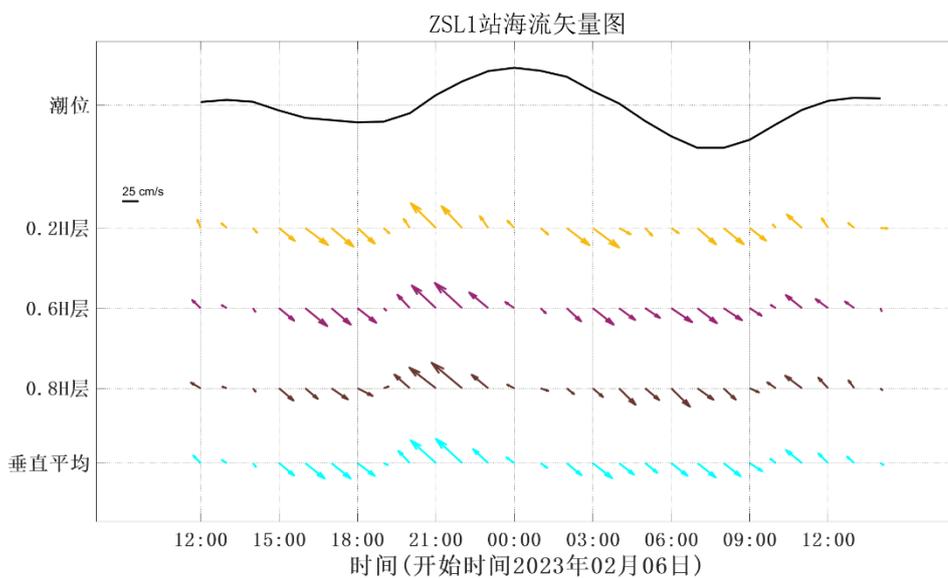


图 3.2.2.2-8 ZSL1 站海流矢量图

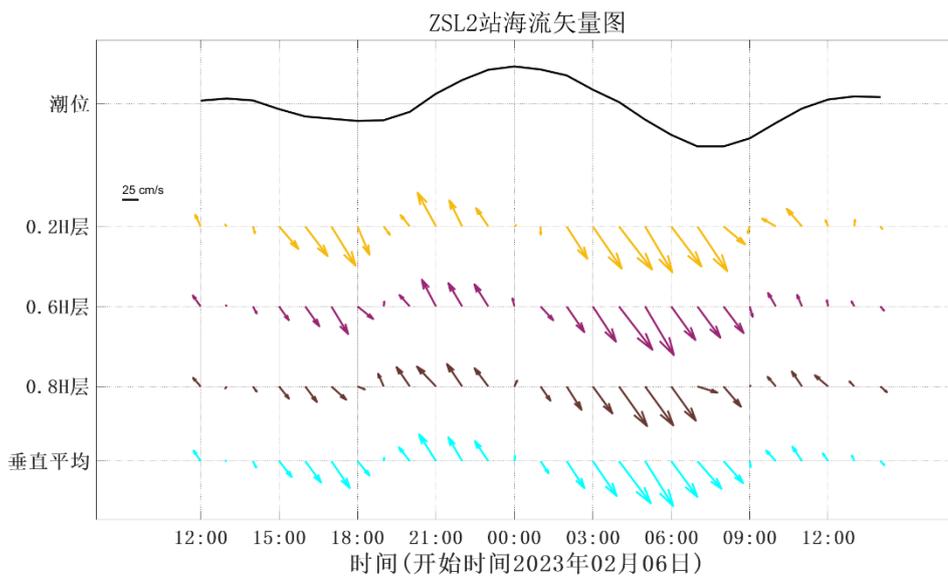


图 3.2.2.2-9 ZSL2 站海流矢量图

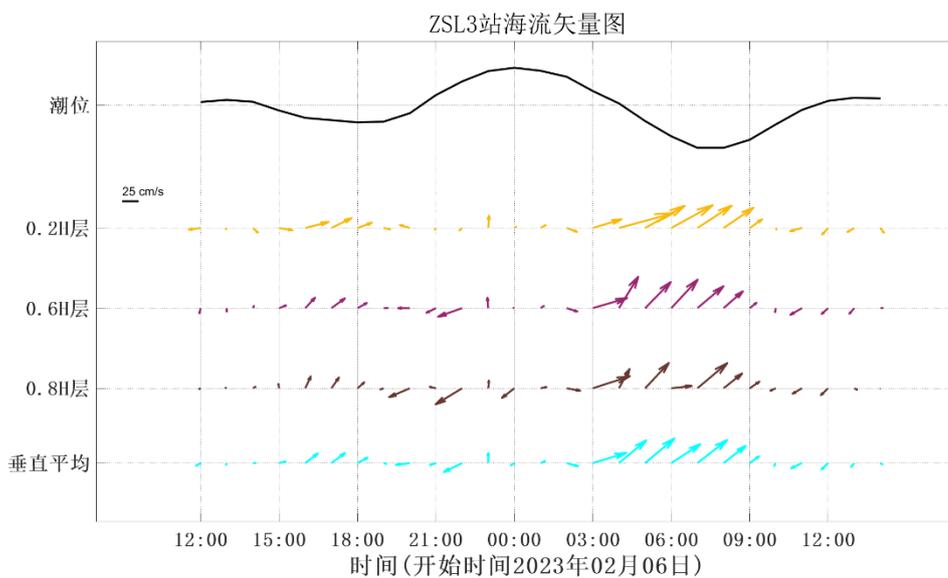


图 3.2.2.2-10 ZSL3 站海流矢量图

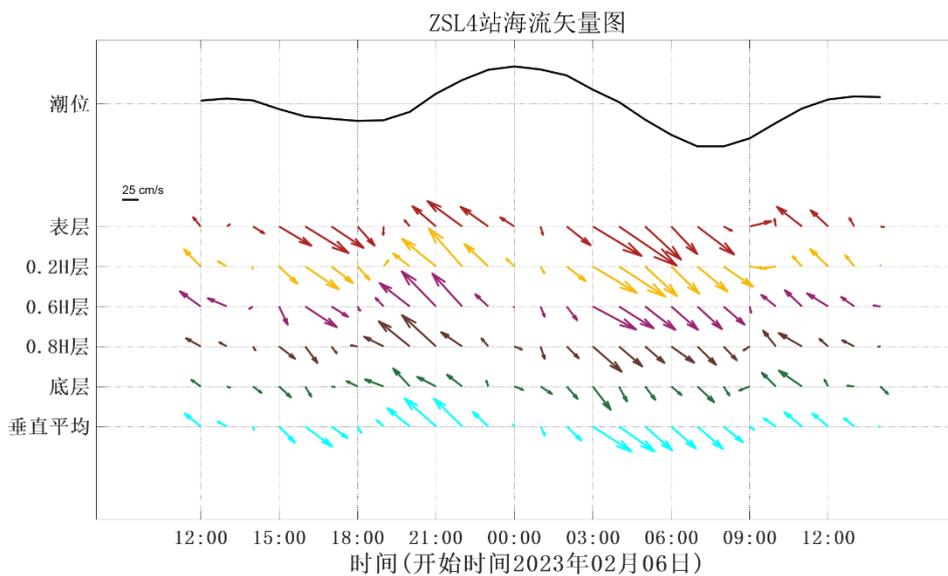


图 3.2.2.2-11 ZSL4 站海流矢量图

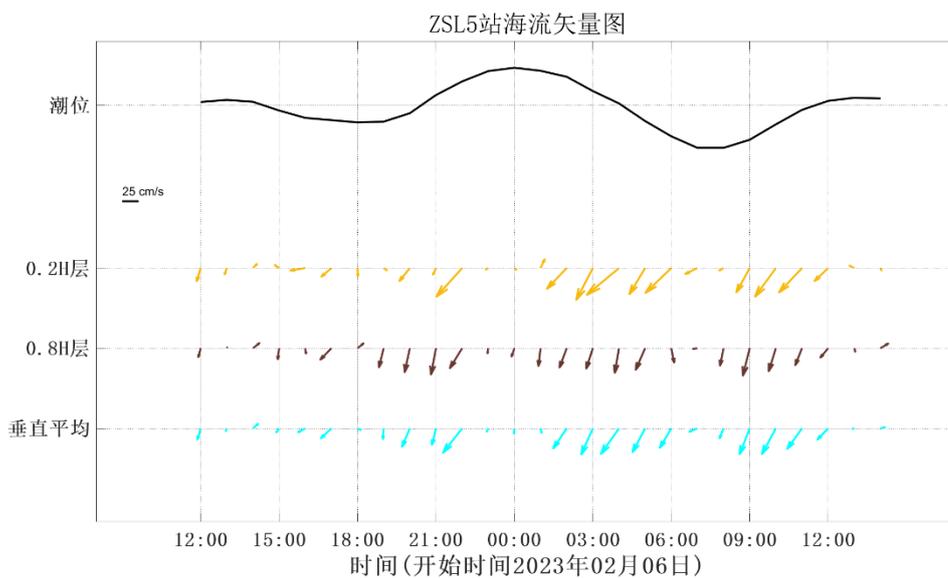


图 3.2.2.2-12 ZSL5 站海流矢量图

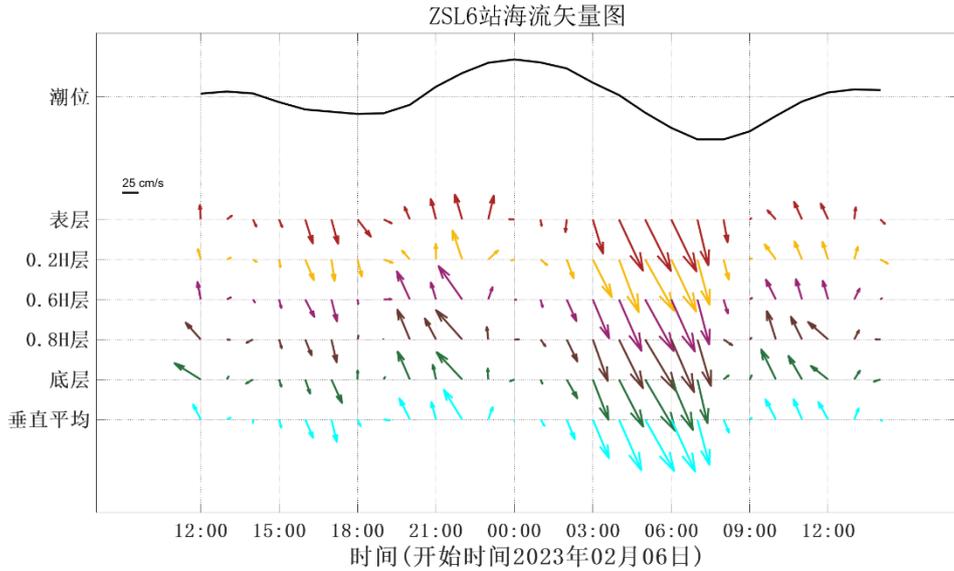


图 3.2.2.2-13 ZSL6 站海流矢量图

表 3.2.2.2-3 大潮期涨、落潮流对比统计表

站位	层次	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
ZSL1	0.2H 层	61.3	131	25.6	295	55.8	138	32.9	131
	0.6H 层	64.3	135	28.2	285	48.7	151	32.7	136
	0.8H 层	68.4	128	27.7	278	45.7	314	26.2	133
	垂线平均	64.7	131	27.2	286	50.0	201	30.6	133
ZSL2	0.2H 层	69.8	147	26.5	258	96.5	325	62.8	152
	0.6H 层	55.2	149	24.9	297	102.3	336	54.0	148
	0.8H 层	48.6	137	26.2	272	86.8	330	43.3	141
	垂线平均	57.9	144	25.9	276	95.2	330	53.4	147
ZSL3	0.2H 层	25.9	290	12.6	174	91.4	290	42.7	80
	0.6H 层	41.4	50	15.0	214	68.2	247	34.0	53
	0.8H 层	52.0	31	17.1	204	66.9	4	29.4	86
	垂线平均	39.8	123	14.9	197	75.5	180	35.4	73
ZSL4	表层	73.1	128	33.4	270	117.7	324	58.1	131
	0.2H 层	89.2	132	37.6	275	93.3	312	50.3	155
	0.6H 层	85.9	128	39.7	295	81.5	321	42.6	155
	0.8H 层	80.1	148	33.8	290	66.1	300	32.3	160
	底层	47.8	312	24.7	277	52.4	294	25.8	150
	垂线平均	75.2	170	33.8	281	82.2	310	41.8	150
ZSL5	0.2H 层	67.5	225	29.0	206	71.6	214	31.2	196

站位	层次	流速（cm/s）、流向（°）							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
	0.8H层	52.5	190	28.9	180	46.6	190	26.3	165
	垂线平均	60.0	208	29.0	193	59.1	202	28.8	181
ZSL6	表层	47.8	167	25.7	223	105.4	346	51.5	162
	0.2H层	56.5	173	23.8	225	107.1	359	51.6	156
	0.6H层	73.1	168	29.6	211	106.9	346	48.3	154
	0.8H层	69.0	169	32.1	249	108.7	336	48.7	161
	底层	65.4	159	31.9	231	108.4	350	47.0	152
	垂线平均	62.4	167	28.6	228	107.3	347	49.4	157

②2023年2月

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 3.2.2.2-14~16 所示，图 3.2.2.2-17~22 为各海流观测站不同层次海流过程矢量图。表 3.2.2.2-4 为涨、落潮流统计表。

从各站海流过程矢量图可以看出，（1）HM1 站表层涨潮流主轴主要偏向 WN，落潮流偏向 E；（2）HM2 站表层、底层涨潮流主轴主要偏向 EN，落潮流偏向 EN；（3）HM3 站表层涨潮流主轴主要偏向 WN，落潮流偏向 E；（4）HM4 站表层涨潮流主轴主要偏向 WN，落潮流偏向 ES；（5）HM5 站表层、底层涨潮流主轴主要偏向 E，落潮流偏向 N；（6）HM6 站表层、中层、底层涨潮流主轴主要偏向 WN，落潮流偏向 ES。

从垂向平均流速来看，各个站点的落潮流速和涨潮流速相差不明显。观测期间最大涨潮流速为 209.54cm/s，最大落潮流速为 397.3cm/s，都出现在 HM5 站表层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 108.45cm/s 和 106.36cm/s，均出现在 HM5 站底层；各站次垂向流速变化不大。

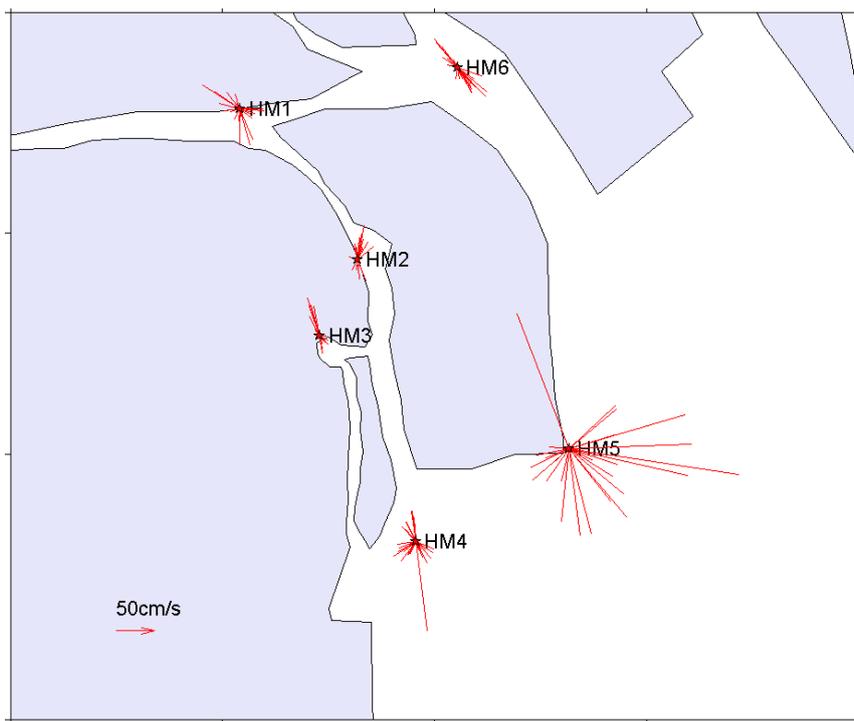


图 3.2.2.2-14 表层海流平面分布矢量图

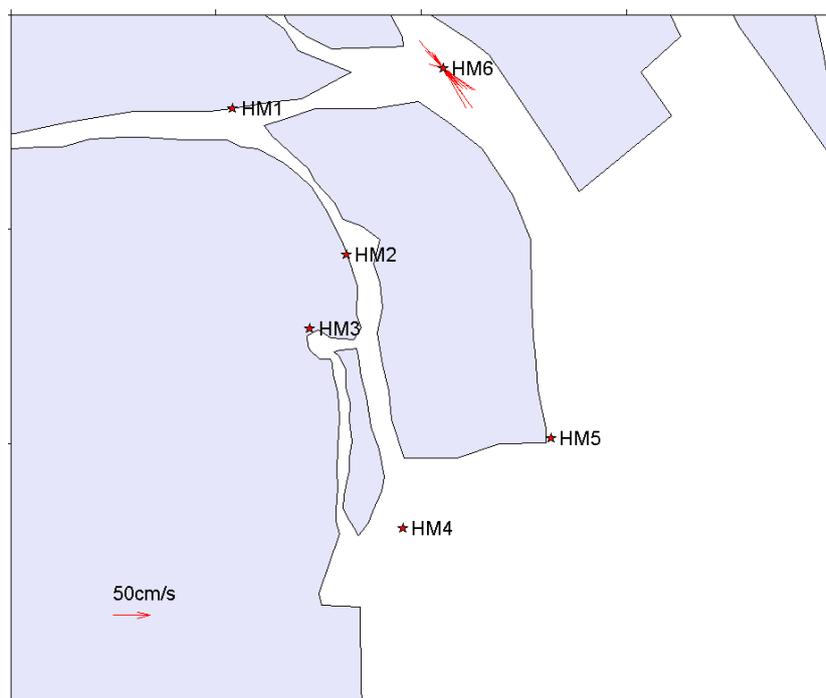


图 3.2.2.2-15 中层海流平面分布矢量图

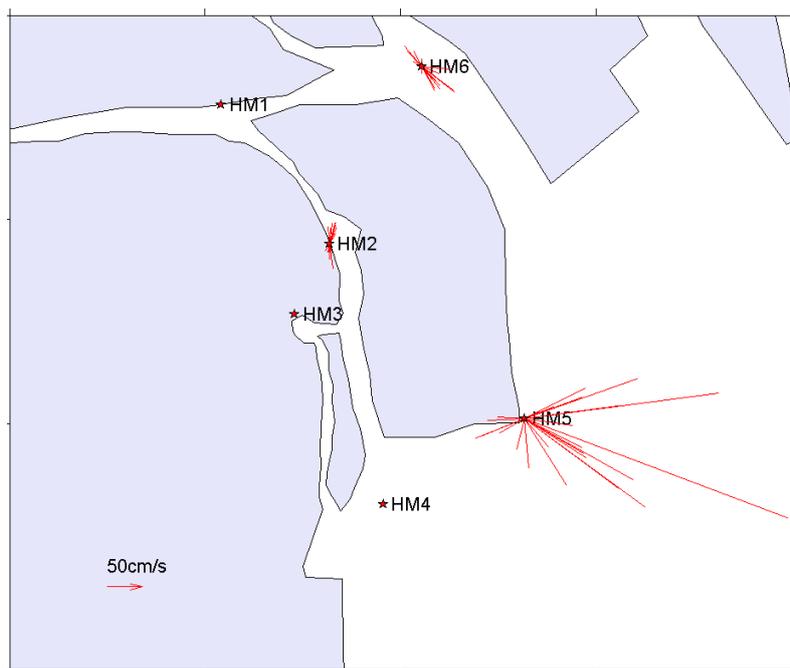


图 3.2.2.2-16 底层海流平面分布矢量图

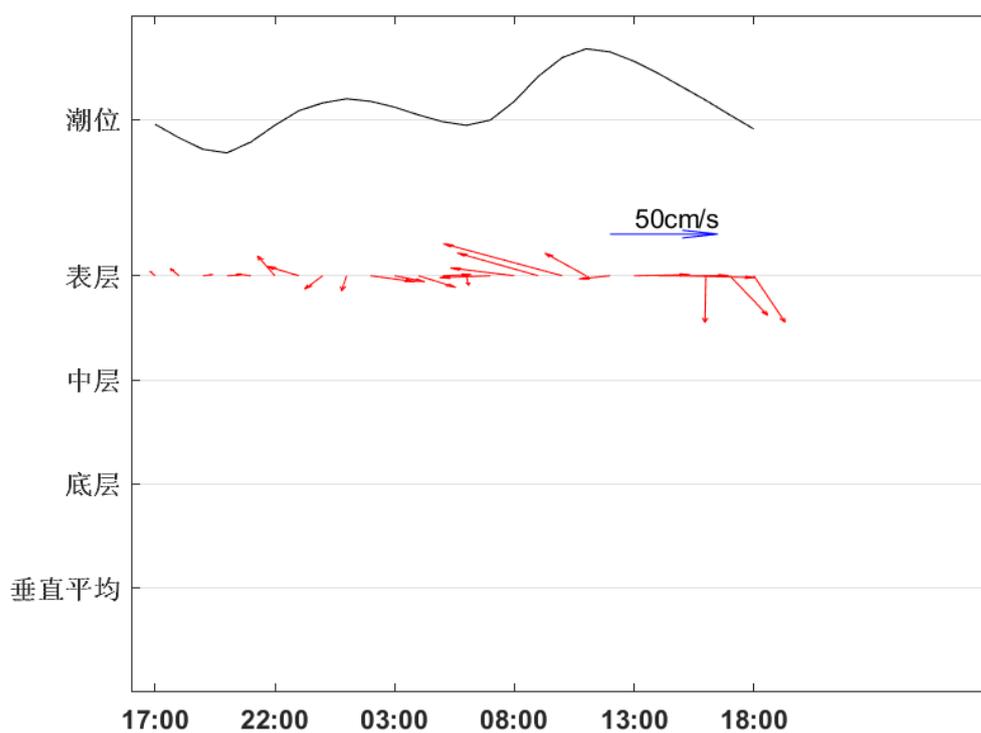


图 3.2.2.2-17 HM1 站大潮海流矢量图

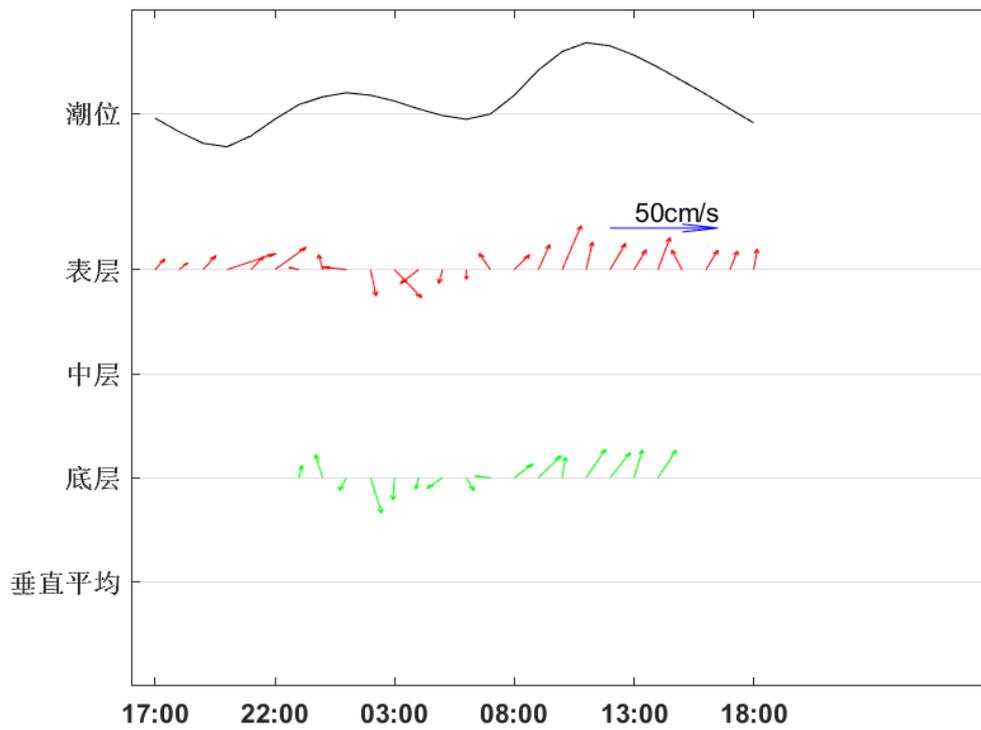


图 3.2.2.2-18 HM2 站大潮海流矢量图

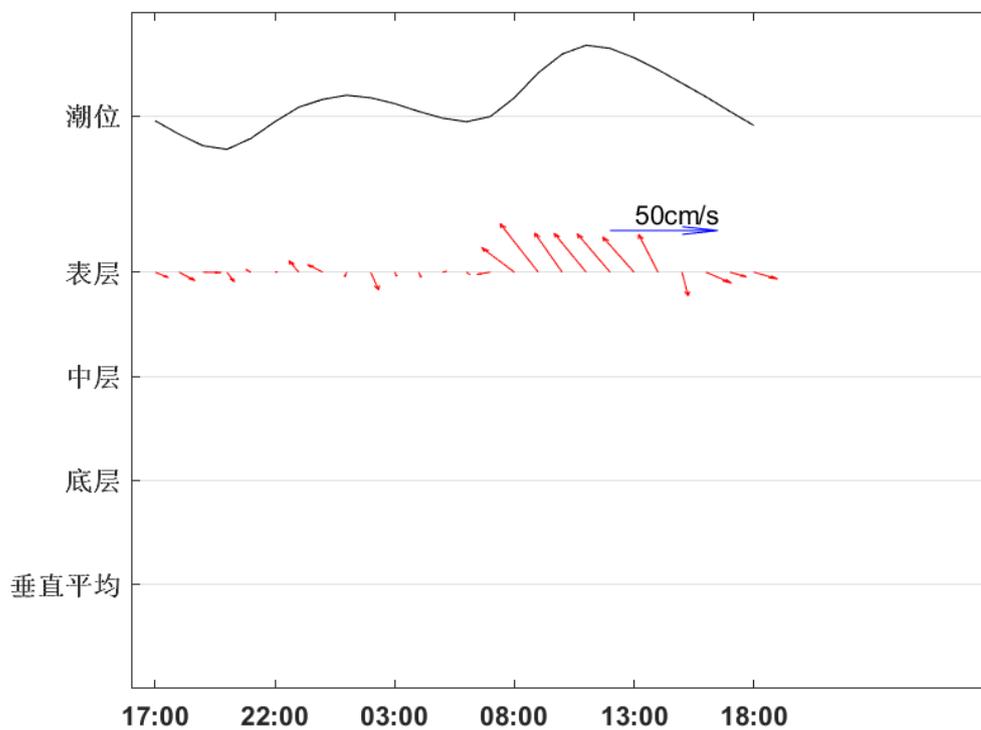


图 3.2.2.2-19 HM3 站大潮海流矢量图

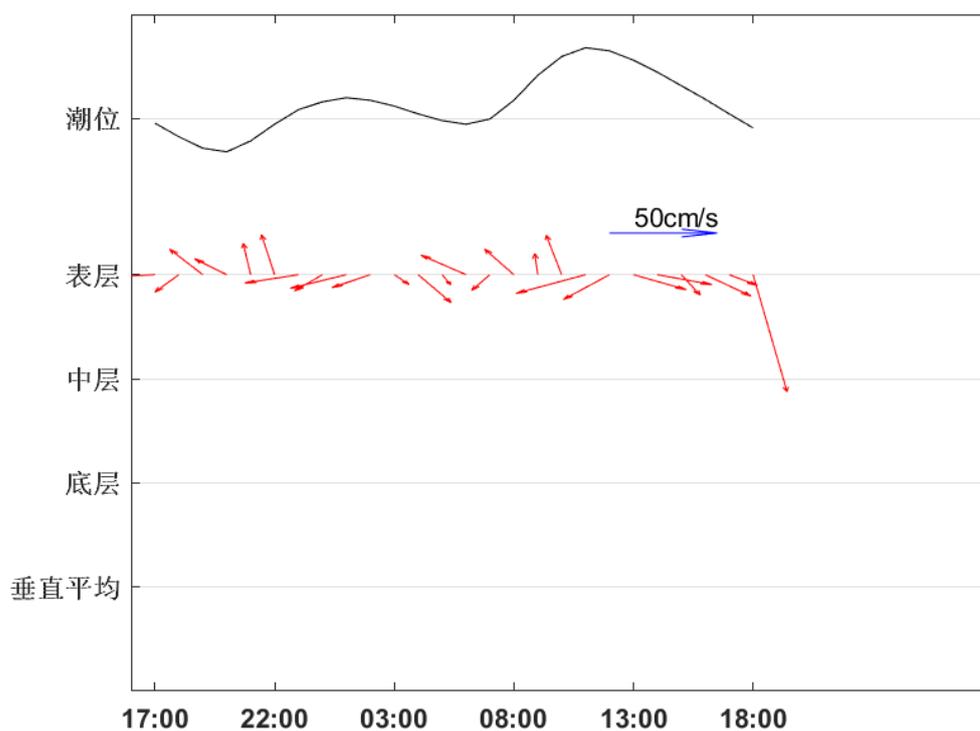


图 3.2.2.2-20 HM4 站大潮海流矢量图

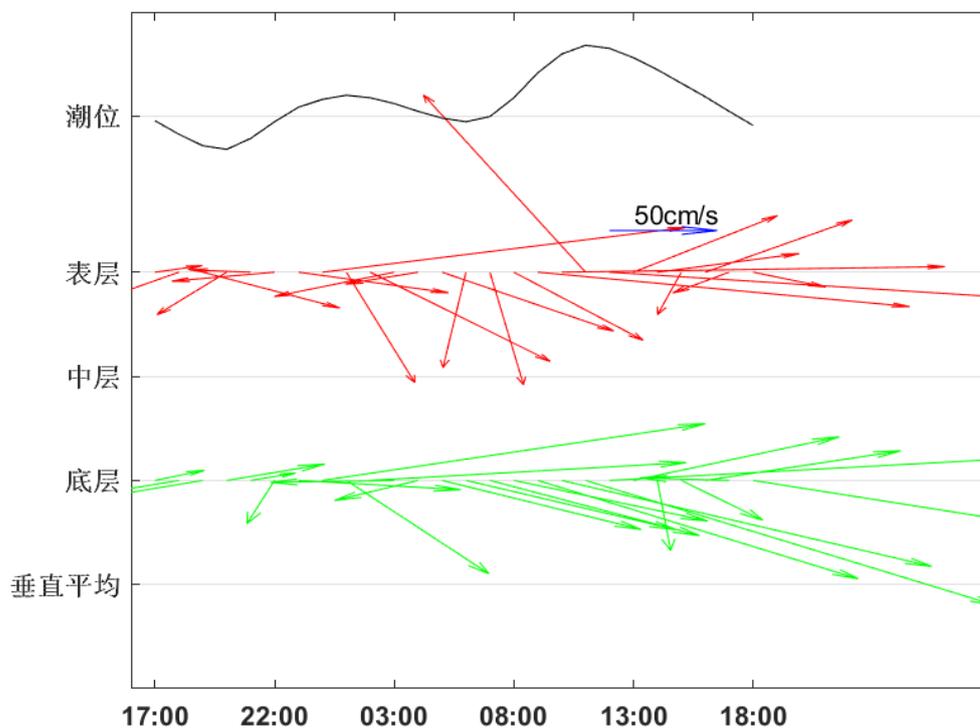


图 3.2.2.2-21 HM5 站大潮海流矢量图

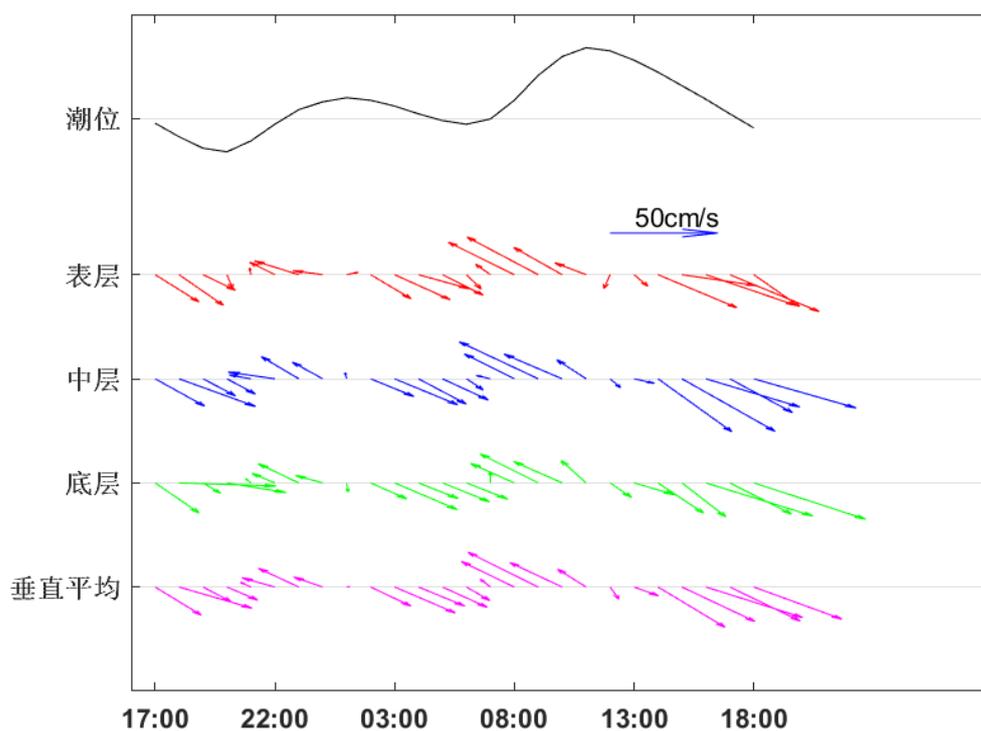


图 3.2.2.2-22 HM6 站大潮海流矢量图

表 3.2.2.2-4 大潮期涨、落潮流对比统计表

层次	站位	流速 (cm/s)、流向 (°)							
		涨潮最大流速	对应时刻流向	涨潮平均流速	平均流向	落潮最大流速	对应时刻流向	落潮平均流速	平均流向
表层	HM1	58.38	301.85	23.06	262.49	46.56	163.69	21.36	158.36
	HM2	43.05	10.56	20.19	130.63	31.27	9.22	18.72	93.01
	HM3	49.24	341.13	18.39	273.47	39.39	339.6	15.19	177.14
	HM4	38.62	351.9	26.97	292.55	113.4	172.8	28.8	190.99
	HM5	183.07	338.3	104.45	176.09	223.98	98.3	72.45	145.36
	HM6	46.86	320.56	20.7	282.03	51.51	133.55	30.39	141.61
中层	HM1	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM2	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM3	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM4	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM5	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM6	48.47	317.13	22.26	299.55	63.72	142.37	34.19	136.86
	HM1	/	/	/	/	/	/	/	/

底层	HM2	28.9 2	16.41	17.73	83.1	34.16	172.19	21.46	64.06
	HM3	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM4	/	/	/	/	/	/	/	/
	HM5	209. 54	125	108.45	114.05	397.3	109.9	106.3 6	153.8 1
	HM6	36.9 7	318.85	19.83	290.51	58.36	126.74	32	134.1 4
	垂线平均	HM1	/	/	/	/	/	/	/
HM2		/	/	/	/	/	/	/	/
HM3		/	/	/	/	/	/	/	/
HM4		/	/	/	/	/	/	/	/
HM5		/	/	/	/	/	/	/	/
HM6		44.5 2	318.64	20.17	278.06	49.94	125.89	31.92	137.3 7

3.2.2.3 潮流

1、潮流性质

潮流性质的划分采用潮流性质系数 $F = (W_{O_1} + W_{K_1}) / W_{M_2}$ 作为判别标准：

$F \leq 0.5$ 正规半日潮流

$0.5 < F \leq 2.0$ 不正规半日潮流

$2.0 < F \leq 4.0$ 不正规全日潮流

$4.0 < F$ 正规全日潮流

其中 W_{O_1} 为主要太阴日分潮流 O_1 的最大流速， W_{K_1} 为主要太阴太阳合成日分潮流 K_1 的最大流速， W_{M_2} 为主要太阴半日分潮流 M_2 的最大流速。

①2023年2月

各站各层潮流性质系数 F 值见表 3.2.2.3-1。根据潮流调和分析结果，各观测点各层次主要表现出不正规全日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。

表 3.2.2.3-1 潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
ZSL1	0.2H 层	1.91	不正规半日潮流
	0.6H 层	2.51	不正规全日潮流
	0.8H 层	2.73	不正规全日潮流
ZSL2	0.2H 层	4.64	正规全日潮流
	0.6H 层	5.36	正规全日潮流
	0.8H 层	3.88	不正规全日潮流
ZSL3	0.2H 层	3.80	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.13	不正规全日潮流

站位	层位	特征值 F	潮型
	0.8H 层	4.06	正规全日潮流
ZSL4	表层	4.06	正规全日潮流
	0.2H 层	3.04	不正规全日潮流
	0.6H 层	2.75	不正规全日潮流
	0.8H 层	0.80	不正规半日潮流
	底层	3.97	不正规全日潮流
ZSL5	0.2H 层	2.61	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.15	不正规全日潮流
ZSL6	表层	3.47	不正规全日潮流
	0.2H 层	3.33	不正规全日潮流
	0.6H 层	3.72	不正规全日潮流
	0.8H 层	3.85	不正规全日潮流
	底层	3.90	不正规全日潮流

②2021 年 6 月

各站各层潮流性质系数 F 值见表 3.2.2.3-2。根据潮流调和和分析结果，HM4 表层和 HM6 站的底层是正规半日潮流，其他各观测点均是不正规半日潮流。由此可见，调查海区表层潮流类型主要表现为不正规半日潮流。

表 3.2.2.3-2 潮流性质系数表

站位	层位	特征值 F	潮型
HM1	表层	0.53	不正规半日潮流
	中层	/	/
	底层	/	/
HM2	表层	1.78	不正规半日潮流
	中层	/	/
	底层	/	/
HM3	表层	1.22	不正规半日潮流
	中层	/	/
	底层	/	/
HM4	表层	0.36	正规半日潮流
	中层	/	/
	底层	/	/
HM5	表层	0.9	不正规半日潮流
	中层	/	/
	底层	1.21	不正规半日潮流
HM6	表层	0.51	不正规半日潮流
	中层	0.53	不正规半日潮流
	底层	0.5	正规半日潮流

2、潮流的运动形式及潮流椭圆要素

①2023 年 2 月

调查海区各站各层 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 、 M_4 和 MS_4 的潮流椭圆要素见表 3.2.2.3-3。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述，

k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。 k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K_1 分潮和 O_1 分潮占分潮优， M_2 分潮和 S_2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K_1 分潮流出现在 ZSL6 站底层，流速为 245.4cm/s。

表 3.2.2.3-3 各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
ZSL1-0.2H	O_1	38.2	4.5	-0.117	313
	K_1	41.6	5.5	-0.132	254
	M_2	41.7	0.2	0.005	8
	S_2	38.3	0.4	-0.011	230
	M_4	13.8	1.2	-0.090	149
	MS_4	12.3	1.2	-0.098	360
ZSL1-0.6H	O_1	65.6	2.2	0.034	300
	K_1	70.1	2.7	0.038	240
	M_2	54.1	2.0	0.037	353
	S_2	47.1	1.9	0.041	214
	M_4	7.5	0.9	-0.119	153
	MS_4	6.3	0.8	-0.136	4
ZSL1-0.8H	O_1	65.2	0.7	-0.011	291
	K_1	69.2	0.4	-0.006	230
	M_2	49.2	1.2	0.025	337
	S_2	41.7	1.8	0.043	198
	M_4	4.3	0.5	-0.111	175
	MS_4	3.1	0.6	-0.194	37
ZSL2-0.2H	O_1	54.4	0.7	0.013	107
	K_1	56.9	2.7	0.047	43
	M_2	24.0	5.1	0.210	334
	S_2	21.5	9.6	0.446	183
	M_4	11.3	4.2	-0.374	129
	MS_4	9.9	3.9	-0.398	343
ZSL2-0.6H	O_1	67.3	0.1	-0.001	115
	K_1	69.8	0.5	-0.007	51
	M_2	25.6	1.0	-0.041	166
	S_2	22.9	1.9	-0.084	10
	M_4	9.3	0.1	0.012	151
	MS_4	8.3	0.2	0.021	7
ZSL2-0.8H	O_1	37.6	9.4	0.251	119
	K_1	39.0	8.5	0.218	55

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M ₂	19.7	14.1	0.713	158
	S ₂	16.9	8.3	0.489	13
	M ₄	6.0	0.2	-0.038	167
	MS ₄	5.6	0.0	0.002	25
ZSL3-0.2H	O ₁	151.8	0.5	0.003	303
	K ₁	159.0	0.6	0.004	242
	M ₂	81.8	2.5	0.030	8
	S ₂	70.7	3.2	0.045	224
	M ₄	11.9	1.3	-0.113	333
	MS ₄	11.7	0.9	-0.080	194
ZSL3-0.6H	O ₁	55.7	5.7	0.102	311
	K ₁	57.9	7.2	0.125	250
	M ₂	36.4	3.0	0.084	28
	S ₂	31.8	4.1	0.129	242
	M ₄	6.2	0.0	-0.006	338
	MS ₄	5.7	0.7	0.125	200
ZSL3-0.8H	O ₁	154.2	6.0	0.039	297
	K ₁	162.2	7.5	0.046	235
	M ₂	77.9	8.6	0.110	352
	S ₂	66.5	8.2	0.124	208
	M ₄	15.6	0.8	0.053	328
	MS ₄	14.7	1.3	0.086	184
ZSL4-表	O ₁	87.1	13.3	0.152	293
	K ₁	92.1	17.2	0.187	231
	M ₂	44.2	14.3	0.324	345
	S ₂	36.8	18.9	0.514	201
	M ₄	11.4	0.4	-0.032	332
	MS ₄	11.5	0.0	-0.004	185
ZSL4-0.2H	O ₁	100.8	6.9	0.069	295
	K ₁	107.1	10.4	0.097	234
	M ₂	68.5	9.5	0.139	347
	S ₂	58.2	12.0	0.206	208
	M ₄	9.0	1.3	-0.149	326
	MS ₄	8.7	0.9	-0.106	179
ZSL4-0.6H	O ₁	79.6	0.5	-0.006	292
	K ₁	84.9	2.0	0.024	232
	M ₂	59.8	0.6	-0.009	338
	S ₂	51.5	2.6	0.051	198
	M ₄	11.1	2.0	0.180	129
	MS ₄	10.2	2.2	0.218	348
ZSL4-0.8H	O ₁	9.9	6.0	0.608	195
	K ₁	9.1	5.6	0.616	155
	M ₂	23.8	2.2	-0.091	294

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	S ₂	19.6	2.8	-0.143	159
	M ₄	10.8	1.1	-0.106	119
	MS ₄	9.6	0.8	-0.088	336
ZSL4-底	O ₁	54.3	12.9	0.238	118
	K ₁	56.9	13.6	0.240	55
	M ₂	28.0	23.1	0.825	152
	S ₂	24.3	18.1	0.743	3
	M ₄	9.0	3.2	-0.357	115
	MS ₄	8.5	3.2	-0.372	329
ZSL5-0.2H	O ₁	59.7	4.8	0.081	103
	K ₁	63.9	5.6	0.088	38
	M ₂	47.3	5.1	0.108	137
	S ₂	42.4	4.6	0.108	353
	M ₄	8.4	0.1	-0.016	235
	MS ₄	8.6	1.4	0.164	81
ZSL5-0.8H	O ₁	73.4	20.7	-0.281	313
	K ₁	78.7	23.7	-0.301	254
	M ₂	48.2	21.0	-0.436	39
	S ₂	41.3	18.0	-0.435	259
	M ₄	5.3	2.2	-0.414	349
	MS ₄	4.4	2.7	-0.613	221
ZSL6-表	O ₁	101.0	15.0	-0.149	303
	K ₁	106.8	14.5	-0.136	242
	M ₂	59.9	21.6	-0.360	5
	S ₂	51.8	14.1	-0.273	222
	M ₄	6.5	1.1	-0.168	199
	MS ₄	6.7	1.8	-0.263	62
ZSL6-0.2H	O ₁	74.7	10.6	-0.142	305
	K ₁	78.5	9.8	-0.125	243
	M ₂	46.0	16.2	-0.352	189
	S ₂	39.7	9.7	-0.244	44
	M ₄	4.0	0.4	-0.093	188
	MS ₄	4.0	1.0	-0.249	55
ZSL6-0.6H	O ₁	96.6	5.9	-0.061	125
	K ₁	100.3	5.3	-0.053	63
	M ₂	52.9	11.4	-0.216	192
	S ₂	44.8	7.7	-0.172	44
	M ₄	5.7	1.8	0.311	167
	MS ₄	5.1	1.4	0.277	36
ZSL6-0.8H	O ₁	157.0	2.9	-0.018	124
	K ₁	163.7	1.8	-0.011	62
	M ₂	83.3	7.5	-0.090	189
	S ₂	70.5	4.1	-0.057	43

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	M ₄	10.0	3.6	0.354	168
	MS ₄	9.1	2.7	0.298	31
ZSL6-底	O ₁	234.1	7.5	-0.032	121
	K ₁	245.4	6.5	-0.026	60
	M ₂	122.8	14.0	-0.114	180
	S ₂	104.3	8.8	-0.084	36
	M ₄	12.8	3.8	0.296	171
	MS ₄	12.0	2.6	0.218	29

②2021 年 6 月

调查海区各站各层 M₂、S₂、K₁、O₁、M₄ 和 MS₄ 的潮流椭圆要素见表 3.2.2.3-4。潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆旋转率 k 值来描述，k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。从结果可知：

本次观测所有站位各层次潮流主要表现为 M₂ 分潮流占优，最大 M₂ 分潮流出现在 HM5 站底层，流速为 58.65cm/s；

在所有站位各层次潮流中，HM5 底层椭圆旋转率 k 值绝对值大于 0.25，表现为旋转流的特征；其余各层次椭圆旋转率 k 值绝对值均小于 0.25 表现为往复流的特征。

表 3.2.2.3-4 各站各层潮流椭圆要素

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
HM1-表	O1 分潮	5.38	0.35	-0.06	307.71
	K1 分潮	6.65	0.43	-0.06	127.71
	M2 分潮	22.63	3.51	-0.16	306.87
	S2 分潮	9.31	1.44	-0.16	306.87
	M4 分潮	4.01	2.65	0.66	281.78
	MS4 分潮	7.03	4.65	0.66	281.78
HM 1-中	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM 1-底	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方向 (°)
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM2-表	O1 分潮	9.23	0.88	-0.10	189.23
	K1 分潮	11.41	1.09	-0.10	189.23
	M2 分潮	11.61	1.88	0.16	11.82
	S2 分潮	4.78	0.78	0.16	11.82
	M4 分潮	1.81	0.05	0.03	271.66
	MS4 分潮	3.18	0.09	0.03	91.66
HM2-中	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM2-底	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM3-表	O1 分潮	9.05	1.22	-0.13	339.63
	K1 分潮	11.19	1.50	-0.13	159.63
	M2 分潮	16.61	0.53	0.03	336.46
	S2 分潮	6.83	0.22	0.03	336.46
	M4 分潮	1.59	0.71	0.45	10.42
	MS4 分潮	2.78	1.24	0.45	190.42
HM3-中	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM3-底	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM4-表	O1 分潮	3.29	0.99	0.30	284.35
	K1 分潮	4.06	1.23	0.30	284.35
	M2 分潮	20.19	4.03	0.20	157.51
	S2 分潮	8.31	1.66	0.20	337.51
	M4 分潮	7.79	0.50	-0.06	225.52
	MS4 分潮	13.65	0.88	-0.06	45.52
HM4-中	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/

站位层次	分潮	最大潮流 (c m/s)	最小潮流 (c m/s)	椭圆率 k	最大潮流方 向 (°)
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM4-底	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM5-表	O1 分潮	19.32	14.10	0.73	211.44
	K1 分潮	23.88	17.44	0.73	211.44
	M2 分潮	47.99	3.53	0.07	49.29
	S2 分潮	19.74	1.45	0.07	49.29
	M4 分潮	19.90	11.74	-0.59	344.93
	MS4 分潮	34.87	20.56	-0.59	344.93
HM5-中	O1 分潮	/	/	/	/
	K1 分潮	/	/	/	/
	M2 分潮	/	/	/	/
	S2 分潮	/	/	/	/
	M4 分潮	/	/	/	/
	MS4 分潮	/	/	/	/
HM5-底	O1 分潮	31.63	1.30	0.04	117.16
	K1 分潮	39.11	1.61	0.04	297.16
	M2 分潮	58.65	15.37	0.26	93.31
	S2 分潮	24.12	6.32	0.26	93.31
	M4 分潮	16.72	4.04	0.24	72.39
	MS4 分潮	29.29	7.07	0.24	252.39
HM6-表	O1 分潮	6.66	0.68	-0.10	318.73
	K1 分潮	8.23	0.85	-0.10	318.73
	M2 分潮	28.95	0.18	0.01	312.98
	S2 分潮	11.91	0.08	0.01	312.98
	M4 分潮	3.62	0.37	0.10	203.05
	MS4 分潮	6.34	0.65	0.10	23.05
HM6-中	O1 分潮	7.74	0.28	0.04	318.07
	K1 分潮	9.57	0.35	0.04	318.07
	M2 分潮	32.46	0.14	0.00	315.70
	S2 分潮	13.35	0.06	0.00	315.70
	M4 分潮	2.66	1.04	-0.39	341.52
	MS4 分潮	4.65	1.83	-0.39	161.52
HM6-底	O1 分潮	6.08	0.03	-0.01	311.42
	K1 分潮	7.52	0.04	-0.01	311.42
	M2 分潮	27.34	3.63	0.13	317.12
	S2 分潮	11.25	1.49	0.13	317.12
	M4 分潮	2.20	1.00	-0.46	291.66
	MS4 分潮	3.85	1.75	-0.46	291.66

3、理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

根据《海港水文规范》(JTS145-2)规定,可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离。

潮流和风海流为主的近岸海区,海流可能最大流速可取潮流可能最大流速与风海流可能最大流速的矢量和。潮流的可能最大流速可按下列规定计算。

对规则半日潮流海区可按下式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (1)$$

对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (2)$$

式中 \vec{V}_{\max} ——潮流的可能最大流速 (流速: cm/s, 流向: °)

\vec{W}_{M_2} ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量 (流速 : cm/s, 流向: °)

\vec{W}_{S_2} ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量 (流速: cm/s, 流向: °)

\vec{W}_{K_1} ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量 (流速: cm/s, 流向: °)

\vec{W}_{O_1} ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量 (流速: cm/s, 流向: °)

\vec{W}_{M_4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量 (流速: cm/s, 流向: °)

\vec{W}_{MS_4} ——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量 (流速: cm/s, 流向: °)

对于不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区,采用式(1)和式(2)中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (3)$$

规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (4)$$

式中 \vec{L}_{\max} ——潮流水质点的可能最大运移距离 (距离: m, 方向: °)

\vec{W}_{M_2} ——主太阴半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{S_2} ——主太阳半日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{K_1} ——太阴太阳赤纬日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{O_1} ——主太阴日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{M_4} ——太阴四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

\vec{W}_{MS_4} ——太阴—太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量（流速：cm/s，流向：°）

对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区，采用（3）和（4）中的大值。

①2023年2月

根据各站层的潮流性质，按式（1）至式（4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 3.2.2.3-5 中，由表可见，翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目附近海域潮流可能最大流速为 233.3cm/s，出现在 ZSL6 站底层，各站层可能最大流速介于 20.4cm/s-233.3cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以北为主；水质点可能最大运移距离为 119964.71m，出现在 ZSL6 站底层，各站层水质点可能最大运移距离介于 7151.52m~119964.71m 之间。

表 3.2.2.3-5 各站层潮流可能最大流速

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速（cm/s）	方向（度）	距离（m）	方向（度）
ZSL1	0.2H 层	56.1	338	18998.45	161
	0.6H 层	83.0	313	36541.31	133
	0.8H 层	76.8	303	35517.27	120
ZSL2	0.2H 层	47.1	345	21335.37	158
	0.6H 层	58.8	291	33158.92	112
	0.8H 层	36.3	54	18997.78	62
ZSL3	0.2H 层	152.2	33	78145.93	33
	0.6H 层	60.5	73	29354.14	71
	0.8H 层	148.5	49	78781.34	48
ZSL4	表层	82.8	47	44487.86	42
	0.2H 层	111.5	271	53826.33	86
	0.6H 层	93.0	89	43263.15	82
	0.8H 层	20.4	318	7151.52	150

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
ZSL5	底层	52.5	78	27384.04	65
	0.2H层	73.9	60	33112.09	58
	0.8H层	79.4	281	38887.81	106
ZSL6	表层	104.3	7	52916.79	7
	0.2H层	78.3	1	27315.63	4
	0.6H层	97.0	320	49567.65	140
	0.8H层	156.1	324	80373.80	145
	底层	233.3	343	119964.71	165

②2021年6月

根据各站层的潮流性质，按式（1）-（4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表表 3.2.2.3-6 中，由表可见，横门附近潮流可能最大流速为 87.41cm/s，出现在 HM5 站底层，各站层可能最大流速介于 10.37-87.41cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以东南向为主。水质点可能最大运移距离为 13971.32m（HM6 站中层），各站层可能最大运移距离介于 2561.45-13971.32m 之间，方向与相应站层潮流可能最大流速的方向一致。

表 3.2.2.3-6 各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (m)	方向 (度)
HM1	表层	49.83	148.54	6243.03	146.19
	中层	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/
HM2	表层	15.29	-96.46	6664.41	-98.33
	中层	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/
HM3	表层	26.90	115.21	3772.61	114.56
	中层	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/
HM4	表层	10.37	-127.84	2561.45	-161.60
	中层	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/
HM5	表层	78.16	68.25	10118.81	-104.64
	中层	/	/	/	/
	底层	87.41	-4.27	12890.23	-2.21
HM6	表层	68.17	133.61	12211.32	133.98
	中层	74.15	134.42	13971.76	133.02
	底层	68.52	136.18	11334.12	135.85

注：表中方向只为其一，±180°为另一方向

3.2.2.4 余流

①2023 年 2 月

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。大潮期水文观测各站各层余流对比见表 3.2.2.4-1。

调查海区观测期间余流流速主要介于 2.5cm/s~28.2cm/s。最大余流为潮流 ZSL5 站（0.2H 层，28.2cm/s，216°），最小余流为潮流 ZSL1 站（0.8H 层，2.5cm/s，126°）。受地形影响 ZSL3 站的余流方向指向东北偏东，其余站位的余流方向为东南以及西南向。

表 3.2.2.4-1 观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速（cm/s）	流向（°）
ZSL1-0.2H	9.5	122
ZSL1-0.6H	6.6	127
ZSL1-0.8H	2.5	126
ZSL2-0.2H	24.1	151
ZSL2-0.6H	19.1	145
ZSL2-0.8H	10.8	141
ZSL3-0.2H	21.4	63
ZSL3-0.6H	14.4	42
ZSL3-0.8H	9.5	40
ZSL4-表	19.2	126
ZSL4-0.2H	12.1	125
ZSL4-0.6H	4.2	140
ZSL4-0.8H	3.2	188
ZSL4-底	3.2	192
ZSL5-0.2H	28.2	216
ZSL5-0.8H	26.2	193
ZSL6-表	17.7	157
ZSL6-0.2H	19.1	156
ZSL6-0.6H	13.9	155
ZSL6-0.8H	11.1	166
ZSL6-底	9.1	173

②2021 年 6 月

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。大潮期水文观测各站各层余流对比见表 3.2.2.4-2。

调查海区观测期间余流主要介于 2.24cm/s~70.15cm/s。最大余流为潮流 HM5 站（底层，70.15cm/s，110.31°），最小余流为潮流 HM1 站（表层，2.24cm/s，241.57°）。从垂向上，各个站点从上到下逐渐增大。

表 3.2.2.4-2 观测期各站各层余流对比表

站位及层次	观测期间余流	
	流速 (cm/s)	流向 (°N)
HM1-表	2.24	241.57
HM 1-中	/	/
HM 1-底	/	/
HM2-表	10.84	15.39
HM2-中	/	/
HM2-底	/	/
HM3-表	8.46	341.27
HM3-中	/	/
HM3-底	/	/
HM4-表	6.10	258.08
HM4-中	/	/
HM4-底	/	/
HM5-表	45.07	115.85
HM5-中	/	/
HM5-底	70.15	110.31
HM6-表	6.37	139.44
HM6-中	8.00	138.90
HM6-底	9.06	127.23

3.2.2.5 温度、盐度

①2023 年 2 月

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 18.98℃，出现在 ZSL2 站 0.2H 层；测得水温的最小值为 16.95℃，出现在 ZSL4 站表层；该调查区域位于河海交汇处的上游，多数站位属于河水部分，水体混合均匀，所以各站各层的温度均匀分布，各层的温度接近一致。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 27.04，出现在 ZSL5 的 0.8H 层；测得盐度的最小值为 0.01，出现在 ZSL3 站整层。统计结果表明，ZSL1 和 ZSL3 站受河水影响为主，盐度普遍较低。

表 3.2.2.5-1 各站温度、盐度统计

站位	层位	温度 (°C)			盐度 (PSU)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
ZSL1	0.2H 层	17.75	17.34	17.53	2.86	0.26	1.33
	0.6H 层	17.76	17.34	17.54	2.97	0.34	1.48

站位	层位	温度 (°C)			盐度 (PSU)		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
ZSL2	0.8H 层	17.77	17.32	17.54	2.98	0.34	1.54
	0.2H 层	18.98	17.85	18.20	14.96	6.41	10.98
	0.6H 层	18.48	17.78	18.05	15.24	7.64	12.27
	0.8H 层	18.31	17.72	17.98	16.68	9.83	13.05
ZSL3	0.2H 层	17.88	17.16	17.47	4.19	0.01	1.28
	0.6H 层	17.85	17.16	17.50	6.85	0.01	2.17
	0.8H 层	17.88	17.16	17.53	7.82	0.01	2.86
ZSL4	表层	17.77	16.95	17.34	9.51	0.03	3.38
	0.2H 层	17.56	17.10	17.25	9.71	0.08	3.47
	0.6H 层	17.37	17.10	17.23	9.79	0.05	3.38
	0.8H 层	17.34	17.11	17.22	10.08	0.06	3.89
	底层	17.31	17.11	17.21	9.33	0.02	3.85
ZSL5	0.2H 层	18.37	17.67	17.93	25.89	17.52	22.36
	0.8H 层	18.27	17.54	17.71	27.04	18.72	24.70
ZSL6	表层	18.42	17.69	17.92	9.04	0.09	5.37
	0.2H 层	17.90	17.52	17.71	9.08	0.09	6.40
	0.6H 层	18.06	17.47	17.76	9.06	0.09	6.17
	0.8H 层	18.31	17.68	17.90	9.02	0.09	5.06
	底层	18.32	17.70	17.93	9.06	0.04	5.42

②2021 年 6 月

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 30.71°C，出现在 HM3 站表层；测得水温的最小值为 26.02°C，出现在 HM6 站底层；各个调查站位表层、中层和底层，温度变化不大，从表层到底层逐渐减小。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 1.25，出现在 HM4 的表层；测得盐度的最小值为 0.08，出现在 HM3 站表层。统计结果表明，观测海区盐度均比较小，属于淡水。

表 3.2.2.5-2 各站温度、盐度统计

站位	层次	温度 (°C)			盐度		
		最大	最小	平均	最大	最小	平均
HML 1	表层	28.1	27.23	27.74	0.1	0.08	0.09
	中层	/	/	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/	/	/
HML 2	表层	28.45	27.45	27.85	0.2	0.15	0.16
	中层	/	/	/	/	/	/
	底层	27.99	27.46	27.69	0.17	0.15	0.16
HML 3	表层	30.71	28.28	29.64	1.13	0.08	0.17
	中层	/	/	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/	/	/
	表层	28.92	27.76	28.29	1.25	0.83	0.97

HML 4	中层	/	/	/	/	/	/
	底层	/	/	/	/	/	/
HML 5	表层	28.77	27.88	28.25	1.17	1.06	1.1
	底层	28.72	27.83	28.19	1.18	1.11	1.14
HML 6	表层	29.25	28.05	28.6	0.2	0.19	0.19
	中层	28.23	27.02	27.65	0.21	0.19	0.2
	底层	27.15	26.02	26.6	0.22	0.19	0.21

3.2.2.6 悬浮泥沙

悬浮泥沙浓度是一种随机性很强的变量，在时间与空间上变化很大。其变化与分布特征主要受泥沙来源、潮流、波浪、底质等诸多因素控制。通常近海泥沙来源主要有：河流入海泥沙、海岸海滩和岛屿侵蚀泥沙以及海洋生物残骸形成的泥沙。

(1) 2023年2月

1) 悬浮泥沙浓度

观测期间（1）调查海区悬沙浓度范围为 $0.005\text{kg/m}^3 \sim 0.048\text{kg/m}^3$ ，ZSL1 站表层和 ZSL3 站底层悬沙浓度最大（ 0.048kg/m^3 ），ZSL6 站 0.6H 层悬沙浓度最小（ 0.005kg/m^3 ）；（2）在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。（3）空间上，越靠近河道上游的站位悬沙浓度越高，越靠近外海的站位悬沙浓度越低。

表 3.2.2.6-1 各站悬沙浓度范围

项目		悬沙浓度 (kg/m^3)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
ZSL1	表层	0.048	0.022	0.034	0.035
	中层	0.045	0.013	0.032	
	底层	0.046	0.021	0.038	
ZSL2	表层	0.017	0.008	0.011	0.013
	中层	0.023	0.008	0.013	
	底层	0.023	0.009	0.015	
ZSL3	表层	0.041	0.018	0.026	0.029
	中层	0.041	0.017	0.028	
	底层	0.048	0.020	0.032	
ZSL4	表层	0.022	0.006	0.011	0.013
	中层	0.020	0.007	0.013	
	底层	0.024	0.010	0.015	
ZSL5	表层	0.020	0.009	0.015	0.015
	底层	0.020	0.008	0.015	

项目		悬沙浓度 (kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
ZSL6	表层	0.018	0.008	0.012	0.012
	中层	0.017	0.005	0.011	
	底层	0.019	0.008	0.014	

2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 3.2.2.6-2 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果。

涨潮期最大单宽输沙量为 2.85t/m，方向 318°，出现在 ZSL1 站；落潮期最大单宽输沙量为 4.23t/m，方向 133°，出现在 ZSL1 站；最大单宽净输沙量为 1.89t/m，方向 205°，出现在 ZSL5 站。ZSL3 站的净输沙方向主要为东北偏东方向，其余站位的净输沙方向主要为南方向。

表 3.2.2.6-2 各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
ZSL1	2.85	318	4.23	133	1.42	123
ZSL2	0.88	332	1.88	148	1.00	144
ZSL3	0.92	239	2.63	61	1.71	63
ZSL4	1.52	316	1.99	137	0.47	138
ZSL5	0.89	205	1.00	205	1.89	205
ZSL6	1.84	334	3.44	159	1.62	166

3) 悬沙粒度分析

a、悬沙类型、粒径组成及含量

按《海洋调查规范（GB/T 12763.8—2007）》粒径间隔为 1ϕ ，粒径组成为 $1\phi\sim 11\phi$ 。悬沙样的分析统计结果及粒径组成见表 3.2.2.6-3 和表 3.2.2.6-4。

由表可知调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，砂的含量最少。

各站大潮期间砂含量在 0.00~22.42%之间，平均值为 1.21%，粉砂含量在 39.38~76.40%之间，平均值为 65.32%，粘土含量在 9.22%~60.62%之间，平均

值为 33.48%；悬沙样品类型有粘土质粉砂（21/24），粉砂质粘土（1/24），砂质粉砂（1/24），粉砂（1/24），共 4 种样品。

表 3.2.2.6-3 悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量（N=24）

潮次	变化范围	砂含量 (%)	粉砂含量 (%)	粘土含量 (%)	平均粒径 M_z (Φ)	分选系数 σ_i (Φ)	偏态 S_{ki}	峰态 K_g	中值粒径 M_d (μm)
大潮 (N=24)	最大值	22.42	76.40	60.62	7.87	0.028	0.59	1.42	8.34
	最小值	0.00	39.38	9.22	4.62	0.004	-0.15	0.75	4.46
	平均值	1.21	65.32	33.48	6.72	0.009	0.48	1.02	7.12

表 3.2.2.6-4 悬沙粒级组成和各粒级含量（N=24）

潮次	粒级	砂					粉砂					粘土		
	(粒径, m)	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.063	0.063~0.032	0.032~0.016	0.016~0.008	0.008~0.004	0.004~0.002	0.002~0.001	<0.001	
	(粒径, ϕ)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
大潮 (N=24)	最大值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.34	22.42	44.48	27.38	25.30	28.38	28.58	21.11	10.93	
	最小值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	4.91	8.21	7.35	5.31	2.77	1.14	
	平均值 (%)	0.00	0.00	0.00	0.01	1.19	5.14	17.01	21.26	21.91	18.00	10.12	4.93	
	累计 (%)	0.00	0.00	0.00	0.03	1.22	6.36	23.38	44.63	66.54	84.54	94.66	99.60	

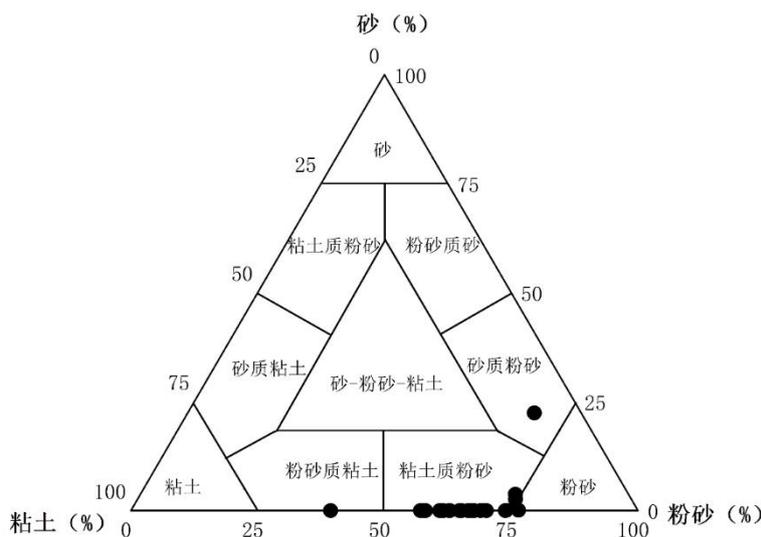


图 3.2.2.6-1 悬沙所有样品谢帕德三角图分布（N=24）

b、中值粒径 ($M_d, \mu\text{m}$)

中值粒径 ($M_d, \mu\text{m}$) 是在绘制颗粒粒径分布概率累积曲线图中读取含量 50% 的对应粒径值，各站大潮各个时刻（落憩、涨急、涨憩、落急）中值粒径情况详见表 3.2.2.6-5。由表可知，航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $4.46\mu\text{m}\sim 8.34\mu\text{m}$ 之间，平均值为 $7.12\mu\text{m}$ 。ZSL4 测站落憩最粗 ($8.34\mu\text{m}$)，ZSL1 测站涨憩最细 ($4.46\mu\text{m}$)。

表 3.2.2.6-5 悬沙中值粒径 ($M_d, \mu\text{m}$) 统计

站点	潮流	落憩	涨急	涨憩	落急	平均
ZSL1	大潮	7.09	7.47	4.46	6.45	6.37
ZSL2	大潮	7.69	7.35	7.67	7.51	7.56
ZSL3	大潮	6.55	6.77	6.67	7.09	6.77
ZSL4	大潮	8.34	7.55	7.72	7.30	7.73
ZSL5	大潮	7.49	7.37	7.16	7.31	7.33
ZSL6	大潮	7.02	7.24	6.61	7.07	6.99

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用，泥沙颗粒起、落情况复杂，本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次落憩、涨急、涨憩、落急时中值粒径的平均值分别为 $7.36\mu\text{m}$ 、 $7.29\mu\text{m}$ 、 $6.72\mu\text{m}$ 、 $7.12\mu\text{m}$ 。

c、平均粒径 (M_z, φ)

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在 $4.62\varphi\sim 7.87\varphi$ 之间，平均值为 6.72φ 。平均粒径的空间分布为：ZSL4 站的落憩最大，为 7.87φ ；ZSL1 站的涨憩最小，为 4.62φ 。

d、分选系数 (σ_i, φ)

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 $0.004\varphi\sim 0.028\varphi$ ，平均值为 0.009φ 。

e、偏态 (S_{ki})

测区悬沙偏态系数变化范围为 $-0.15\sim 0.59$ ，平均值为 0.48 。

f、峰态 (K_g)

测区悬沙峰态系数的变化范围为 $0.75\sim 1.42$ ，平均值为 1.02 。

(2) 2021 年 6 月

1) 悬浮泥沙浓度

观测期间①调查海区悬沙浓度范围为 $0.1185\text{Kg}/\text{m}^3\sim 0.0328\text{Kg}/\text{m}^3$ ，HM1 站表层悬沙浓度最大 ($0.1185\text{Kg}/\text{m}^3$)，其次是 HM3 站表层悬沙浓度 ($0.1106\text{Kg}/\text{m}^3$)，HM6 站表层悬沙浓度最小 ($0.0328\text{Kg}/\text{m}^3$)；②在垂向上，各站表、中、底三层悬

沙浓度较为接近。

表 3.2.2.6-6 各站悬沙浓度范围

项目		悬沙浓度 (Kg/m ³)			
站位	层次	最大	最小	平均	全站平均
HM1	表层	0.1185	0.0674	0.0889	0.0889
	中层	/	/	/	
	底层	/	/	/	
HM2	表层	0.0872	0.0551	0.0725	0.0760
	中层	/	/	/	
	底层	0.0912	0.0712	0.0502	
HM3	表层	0.1106	0.0610	0.0918	0.0918
	中层	/	/	/	
	底层	/	/	/	
HM4	表层	0.0871	0.0527	0.0675	0.0675
	中层	/	/	/	
	底层	/	/	/	
HM5	表层	0.0792	0.0579	0.0676	0.0664
	中层	/	/	/	
	底层	0.0800	0.0538	0.0653	
HM6	表层	0.0575	0.0328	0.0423	0.0450
	中层	0.0653	0.0372	0.0465	
	底层	0.0611	0.0354	0.0463	

3.2.3 海域地形地貌与冲淤状况

3.2.3.1 海域地形地貌

场地位于珠江口西岸，地处海床上，地势低平，地貌类型为海积类型的淤泥质海滩。其上覆土层为近代堆填的人工抛石、第四系淤泥类软土、粉质黏土和砂土，下覆岩层为侏罗纪细粒黑云母花岗岩。受珠江和海潮交互作用，使得三角洲平原不断向深海延伸；综合分析今日珠江三角洲水系与平原的形成，系古老基底、区域构造、断裂活动、新构造运动等内外营力与人类活动等诸因素共同作用的结果。

本次翠亨新区滨河整治水利工程项目位于珠江三角洲的珠江口，地貌形态主要表现为冲积、海积平原，局部为残丘，加固的海堤微地貌有滨海、阶地及旧河道等。地势较为平坦开阔，东南～东略低趋势，地面高程一般-2.35m～5.00m，在场区零星分布花岗岩剥蚀残丘，山顶高程最高约 95.44m（横门岛北部）。堤内主要是农田和养殖场。

3.2.3.2 河道演变趋势

本节引用《翠亨新区滨河整治水利工程项目（一期）洪水影响评价报告（报批稿）》（珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2018年8月）相关结论内容。

随着横门口附近水域的围垦整治的实施，口门附近原有浅滩逐步成陆，由围垦堤形成横门口两支水下深槽的硬边界，逐步使南北两支水下槽道成为河道型的水道口门的延伸限制及改变了径流水沙的输移路径，使得汇合延伸段落潮流动力南移，东向支汉动力加强，从湾口上溯的涨潮流与从口门下泄的径潮相互作用的缓流区向东、向南移动，洪季涨潮流动力比大围垦前大大减弱。横门南支落潮水流动力下移，当下泄水流脱离堤岸约束以后，水沙仍有较大的扩散，主要向东侧浅滩区扩散。输沙主流基本上沿深槽经金星门排出湾外，径、潮流交会形成的滞流区主要出现在淇澳岛西侧和西北侧。

洪奇门、横门汇合延伸段上段为两口门汇流区，近期河床疏浚整治后水深明显加深，槽道内径流动力增强。受其影响，万顷沙二十一涌以下汇合延伸段近期冲刷强度在年平均 $0.025\sim 0.05\text{mm}$ 之间，槽道这一冲刷趋势今后一段时间将持续，但受出口前沿潮流的影响，槽口前沿东南及南面水域淤积明显，滩面淤高，不利于槽道的发育汇合延伸段东向支汉近期冲刷强度在年平均 $0.025\sim 0.1\text{mm}$ 之间，受两槽交叉口浅滩发育的影响，其进口位置将会保持相对稳定。其前沿成东偏南延伸，目前已与万顷沙浅滩后坡一支涨潮沟贯通。

横门南支近年发育以下切加深为主，随着将来马鞍北岛南部滩涂利用，南支两侧河道进一步延伸；另一方面，河道延伸导致口门动力下移，现南支出口的-2以浅拦门沙其前坡将出现蚀退，同时南支出口区因径、潮流动力相汇形成的缓流区也将下移，新的泥沙落淤区将会出现，极可能影响南支下泄水流经金星门排泄。

横门尾闯至金星门浅滩区在过去十年中一直处于淤积状态，是横门口附近浅滩发育最好的区域之一。

由前面分析可知，横门口附近滩槽演变与岸线边界变化引起的水沙输移变化息息相关。在过去十年中，由于岸线边界保持相对稳定态势，因此横门口外保持相对稳定的“滩淤槽冲”发展态势。总的来看，工程的亲水平台或者放浪墙基本沿现状岸线布置，对北端局部内凹现状堤岸进行拉直和平顺处理，工程实施对横门和洪奇门出口段动力格局影响较小甚至弱影响，横门口依然保持现状的相对稳定的“滩淤槽冲”发展态势。

3.2.4 工程地质

本节主要引用《翠亨新区滨河整治水利工程项目工程地质勘察报告（可行性研究阶段）》（湖南省地质工程勘察院，2016年6月）中的相关勘察结果进行论述，湖北中卓勘察设计有限公司共在本工程布置地质钻孔108个，其中水闸、泵站钻孔共49个，海堤河堤钻孔共59个。

1、地质构造

勘察区域位于东南沿海珠江三角洲地区，地貌多为淤积、冲积平原，为海陆交互沉积平原，地势低缓平坦。地层多为第四纪滨海相沉积层和白垩纪、泥盆纪沉积层。岩性以粉质黏土、淤泥、淤泥质土、细砂、粘性土和花岗岩为主。

该区是我国南部内陆与海域交接的重要地震活动区带之一。勘察场地位于我国东南沿海地震带的中段，本区在地质史上，曾经历过多次的构造运动。其中，燕山运动规模最大，活动性最强，而且对形成区域构造格局，影响尤为深远。此次运动的主要特点是，北东向至北北东向的断裂规模宏大，多次大面积的酸性岩浆侵入和喷溢交替出现，以及动力变质和接触变质作用分布普遍。构造运动形成的大断裂，基本上控制了东南沿海地区大地构造格局，其中有些断裂至今仍有不同程度的活动。此外新生代以来本区的构造活动性，仍然呈现由北西向东南逐渐增强的趋势。

新构造运动，在本区以差异性断块升降和基性岩浆间歇喷发为主，尤其是滨海断裂构造带的玄武岩喷发更为显著。这一时期，在南海海域发生海底扩张，导致在滨海及近岸浅海地带出现一系列平行于海岸线的大规模北东东向阶梯状断裂。南海扩张停止，随之而来的是太平洋板块和菲律宾板块前沿的推挤作用，从而在陆缘地带产生了一系列复活和新生的北西至北北西向断裂。同时，亦使滨海近岸的北东和北北东向断裂活动进一步加强，构成了区内的主要地震构造带，东南沿海地震外带；与此相毗邻，其内带的构造活动相对较弱。

综上所述，由不同时期构造运动形成的几组断裂：北东至北北东以及北西至北北西，是本区的主要发震断裂。震源机制分析表明，断层错动均以水平走滑为主，与现代地壳构造应力场主压应力轴的优势方向（北西西—南东东）基本一致。

勘察区在大地构造单元上属我国华南地块的一部分，位于我国华南褶皱系的南端。三角洲的基底地貌受构造格局的控制，燕山运动、喜山运动缔造三角洲的

地貌轮廓。

根据本次勘察资料显示及广东省地质构造图，距离场地最近的断裂为 F3 五桂山南麓断裂(翠亨一田头断裂带 F3)和北麓断裂(F2)。翠亨一田头断裂带 F3 东北自珠江口西侧起，往南西经翠亨、逸仙水库、三乡、大赤坎、崖门、金星、都斛、田头延伸入广海湾，断裂东北段过珠江口后可能与樟木头断裂连接。在五桂山北麓断裂 F2 和翠亨一田头断裂带 F3 之间发育次一级断裂穿越场地的北部。

断裂穿行于燕山期花岗岩、花岗闪长岩、寒武系地层中，或沿花岗岩与寒武系地层接触界限发育。构造岩主要由碎裂花岗岩、压碎花岗岩、糜棱岩化花岗岩、硅化角砾岩、挤压透镜体、石英脉、花岗岩脉、辉长岩脉等组成，同向板劈理、破劈理特别发育，节理裂隙密集而相互切割，显示了多期活动特征，构造岩带宽 5m 至数十米不等，总体走向北东 $50\sim 65^\circ$ ，倾向南东。

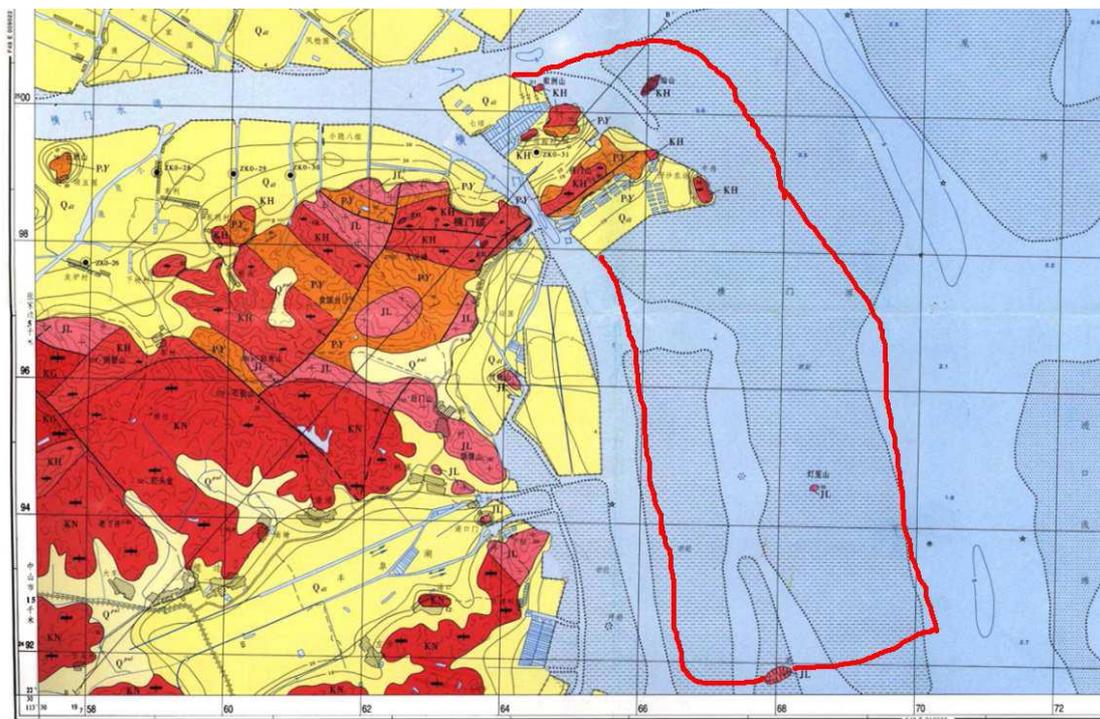


图 3.2.4-1 区域地质构造图

2、地层岩性

根据地质图（编号为 F-49-E-009023 幅边幅（1:5 万））的区域资料，区内主要发育有第四系上全新统的冲积、海积层（ Q_4^{alm} ）、第四系下全新统的火山岩风化残积层（ Q_4^{el} ）、侏罗纪的侵入岩细粒黑云母花岗岩（ $\gamma_5^{2(3)}$ ），现从老到新分述如下：

①侏罗纪的侵入岩细粒黑云母花岗岩（ $\gamma_5^{2(3)}$ ）：灰白色，细粒花岗结构，块

状构造，出现平行构造，主要由钾长石、斜长石、石英及黑云母组成，长石、石英颗粒一般在 1.5~2mm，长石晶形不够完好，石英以单颗粒均匀为主，黑云母呈芝麻点状散布于岩石中。分布于整个场地中。

②第四系下全新统的火山岩风化残积层（ Q_4^{el} ）：浅褐色、褐黄、棕红色砂质黏土。由黑云母花岗岩及岩风化而成。该层厚度约为 1m~15m，呈零星状分布。

③第四系中全新统的海陆相交互沉积层（ Q_4^{alm} ）：为浅灰、深灰色淤泥质黏土、淤泥、淤泥质粉砂、黏土、中粗砂，含大量有机质、腐殖质及红树根茎、贝壳等。该层厚度约为 1.8m~45m，分布于整个场地。

工程地质平面图见 3.2.4-2，工程地质剖面图见 3.2.4-3，钻孔柱状图见 3.2.4-4。

（内容不公开）

图 3.2.4-2 工程地质平面图

（内容不公开）

图 3.2.4-3 工程地质剖面图

（内容不公开）

图 3.2.4-4 工程地质钻孔柱状图

3.2.5 项目所在海域海洋生态现状

本节引用《中山市横门水道至洪奇沥水道 2021 年秋季海洋环境现状调查报告》（福州市华测品标检测有限公司，2021 年 9 月），由福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查资料。同时引用《中山市横门水道至洪奇沥水道环境现状调查（春季）监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021 年 5 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查资料，调查站位详见 3.1.4 节。

3.2.5.1 调查项目

调查项目主要包括叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖动物、潮间带生物。

3.2.5.2 采样及分析方法

（1）2021 年 9 月

样品的采集、分析均按《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）要求进行。

浮游植物样品采集分水采和网采。水采用采水器采集；网采用浅水Ⅲ型浮游生物网自水底至水面拖网采集浮游植物；水样样品采集后每升水样加入 6~8mL 饱和碘液固定。采集到的浮游植物样品用浓度 5%甲醛固定保存。浮游植物样品经过静置、沉淀、浓缩后换入贮存瓶并编号，处理后的样品使用光学显微镜采用个体计数法进行种类鉴定和数量统计。

浮游动物样品系用浅水Ⅱ型浮游生物网自底至表垂直拖取采集。所获样品用 5%的甲醛固定保存。浮游动物样品分析采用个体计数法鉴定计数，分样计数后换算成全网数量（个/m³）。

表 3.2.5.2-1 海洋生态样品的采集与保存方法

监测项目	器具名称	适用范围	采集方法	容器	样品量/mL	贮存方法	贮存时间	质控措施
叶绿素 a	GO-FLO 采水器	叶绿素 a	分层	P、G	500~1000	燥避，光-，20 干℃	30d	严格按

浮游动物	浅水II型	中、小型浮游动物	垂直拖网	P、G	500~1000	剂加，固避定光	永久	照要求采集与保存
浮游植物（网采样品）	浅水III型	浮游植物	垂直拖网	P、G	200~500	剂加，固避定光	永久	
浮游植物（水采样品）	GO-FLO 采水器	浮游植物	分层	P、G	500~1000	剂加，固避定光	永久	
大型底栖生物	采泥器	大型底栖生物	采泥	P、G	/	加固定剂，避光	永久	
潮间带生物	采样器、定量框和过筛器等	潮间带生物	定量和定性	P、G	/	加固定剂，避光	永久	
注：P 为聚丙烯容器，G 为玻璃容器，以棕色瓶或无色透明瓶套加牛皮纸袋避光处理。								

(2) 2021 年 4 月

①叶绿素 a 和初级生产力：与水质采样相同，用采水器采集表层水样(水深—0.5m 处)500 毫升，经 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好，存放于液氮罐中，带回实验室分析，采用萃取荧光法测定叶绿素 a 的含量。初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

②浮游植物：浮游植物定量分析样品用浅水 III 型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集。拖网时，落网速度为 0.5m/s，起网为 0.5m/s~0.8m/s。样品用缓冲甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

③浮游动物：浮游动物样品用浅水 II 型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采集。采得的样品在现场用中性甲醛溶液固定，加入量为样品的 5%。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对本标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

④底栖生物：定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 5 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用体积分数为 5%-7%的中性甲醛溶液暂时性保存。定性样品采用框宽 1 米的阿氏拖网采集，在调查船航向稳定后投网，拖网绳应为水深 3 倍以上，以大约 2kn 的拖速拖行 15min。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

⑤潮间带生物：分别在项目区周边设 3 处潮间带代表断面，在各断面潮间带分别采集定性样品和定量样品。定性样品在各断面周围随机采取；定量样品则用大小为 25cm×25cm（或 50cm×50cm）的取样框随机抛投，样框内所获底栖生物样品用 5%左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

样品的分析采用《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.2.5.2-2。

表 3.2.5.2-2 海洋生态调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法
1	浮游植物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5	浓缩计数法
2	浮游动物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/5	浓缩计数法
3	大型底栖生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/6	镜检法
4	潮间带生物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/7	镜检法
5	叶绿素 a	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》GB17378.7-2007/8.2	紫外分光光度法

3.2.5.3 评价方法

用反映生物群落特征指数，多样性指数（ H' ）、均匀度（ J ）、优势度（ Y ）对浮游植物，浮游动物，大型底栖生物以及潮间带生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

①优势度（ Y ）：

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

②Shannon-Wiener 多样性指数（ H' ）：

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

③Pielou 均匀度（ J ）：

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

式中： $P_i = n_i / N$ ； $H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数； n_i ：第 i 种的个体数量（ind./m³）； N ：某站总生物数量（ind./m³）； f_i ：某种生物的出现频率（%）； S ：

出现生物总种数。

3.2.5.4 生态调查结果与评价

1、叶绿素 a 和初级生产力

(1) 2021 年 9 月

监测海域各站位叶绿素 a 含量变化范围在 3.21~59.31 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 23.31 $\mu\text{g/L}$ 。最高值出现在 ZS15 站位，最低值在 ZS17 站位。

监测海域各站位初级生产力变化范围在 77.73~1434.2 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 563.62 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。最高值出现在 ZS15，最低值在 ZS17 站位。

表 3.2.5.4-1 叶绿素 a 与初级生产力测定结果

(内容不公开)

(2) 2021 年 4 月

①叶绿素 a

本次调查区域水体叶绿素 a 含量的变化范围为 1.270~3.899 mg/m^3 ，平均值为 2.768 mg/m^3 ，其中位点 ZS01 含量最高总体来说，海区叶绿素属于较低水平。

②初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 (7.999~49.129) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 24.836 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，其中 ZS19 号站初级生产力水平最高，ZS01 号站最低。

表 3.2.5.4-2 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

(内容不公开)

2、浮游植物

(1) 2021 年 9 月

①水样监测结果

1) 种类组成

本次监测共鉴定浮游植物 81 种，其中硅藻门 22 种、甲藻门 1 种、蓝藻门 15 种、裸藻门 3 种、绿藻门 38 种，隐藻门 2 种。

2) 优势种

本次监测中浮游植物优势种主要为颗粒直链藻 *Melosira granulata*、克里藻 *Klebsormidium* sp.、伪鱼腥藻 *Pseudoanabaena* sp.、小环藻 *Cyclotella* sp.、中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*。详见表 3.2.5.4-3。

表 3.2.5.4-3 种类优势度

种类名	拉丁名	出现频次%	优势度 Y
颗粒直链藻	Melosira granulata	100	0.354
克里藻	Klebsormidium sp.	100	0.264
伪鱼腥藻	Pseudoanabaena sp.	100	0.059
小环藻	Cyclotella sp.	93.3	0.060
中肋骨条藻	Skeletonema ostatum	40.0	0.020

3) 生物密度

本次监测中浮游植物生物密度平均为 873.5×10^3 个/L，其中最高生物密度出现在 ZS23-底层站位（ 2327.5×10^3 个/L），最小生物密度出现在 ZS17-表层站位（ 249.2×10^3 个/L）。详见表 3.2.5.4-4。

表 3.2.5.4-4 浮游植物生物密度

（内容不公开）

4) 群落特征

本次监测中浮游植物种类数最多出现在 ZS21-表层站位（46 种），最少出现在 ZS11-表层站位（均为 22 种）。

浮游植物物种多样性指数（ H' ）平均值为 3.04，均匀度指数（ J' ）平均值为 0.59，丰富度指数（ d ）平均值为 3.68。

各采样站位群落特征监测结果详见表 3.2.5.4-5。

表 3.2.5.4-5 浮游植物群落特征

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	分级描述
ZS01-表	38	3.80	0.72	4.27	优良
ZS02-表	42	3.47	0.64	4.83	优良
ZS04-表	42	3.73	0.69	4.56	优良
ZS06-表	42	2.77	0.51	4.13	一般
ZS07-表	36	3.86	0.75	3.56	优良
ZS09-表	24	3.40	0.74	2.51	优良
ZS11-表	22	2.68	0.60	2.51	一般
ZS13-表	32	2.83	0.57	3.35	一般
ZS15-表	40	3.94	0.74	4.06	优良
ZS17-表	28	3.09	0.64	3.39	优良
ZS19-表	35	2.14	0.42	3.11	一般
ZS20-表	38	3.32	0.63	4.32	优良
ZS21-表	46	3.74	0.68	4.73	优良
ZS23-表	37	1.59	0.30	3.28	差
ZS23-底	30	1.19	0.24	2.59	差
平均值	36	3.04	0.59	3.68	/

②网样监测结果

1) 种类组成

本次监测共鉴定浮游植物 95 种，其中硅藻门 35 种、甲藻门 2 种、蓝藻门 15 种、裸藻门 3 种、绿藻门 39 种，隐藻门 1 种。

2) 优势种

本次监测中浮游植物优势种主要为颗粒直链藻 *Melosira granulata*、颗粒直链藻最窄变种 *Melosira granulata var. angustissima*、克里藻 *Klebsormidium sp.*、伪鱼腥藻 *Pseudoanabaena sp.*、中肋骨条藻 *Skeletonema costatum*。

表 3.2.5.4-6 浮游植物种类优势度 Y

种类名	拉丁名	出现频次%	优势度 Y
颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>	100	0.539
颗粒直链藻最窄变种	<i>Melosira granulata var. angustissima</i>	100	0.033
克里藻	<i>Klebsormidium sp.</i>	92.9	0.045
伪鱼腥藻	<i>Pseudoanabaena sp.</i>	100	0.069
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	71.4	0.124

3) 生物密度

本次监测中浮游植物生物密度平均为 30236.6×10^3 个/ m^3 ，其中最高生物密度出现在 ZS19 站位 (149833.0×10^3 个/ m^3)，最小生物密度出现在 ZS01 站位 (2870.9×10^3 个/ m^3)。

表 3.2.5.4-7 浮游植物生物密度

(内容不公开)

4) 群落特征

本次监测中浮游植物种类数最多出现在 ZS06 站位(38 种),最少出现在 ZS01 站位 (均为 26 种)。

浮游植物物种多样性指数 (H') 平均值为 2.35, 均匀度指数 (J') 平均值为 0.47, 丰富度指数 (d) 平均值为 2.27。

各采样站位群落特征监测结果详见表 3.2.5.4-8。

表 3.2.5.4-8 浮游植物群落特征

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	分级描述
ZS01	26	2.00	0.42	2.18	一般
ZS02	34	1.85	0.36	2.61	差
ZS04	33	1.67	0.33	2.08	差
ZS06	38	3.07	0.59	2.74	优良
ZS07	32	2.97	0.59	2.08	一般
ZS09	37	3.19	0.61	2.31	优良
ZS11	34	3.37	0.66	2.24	优良

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	分级描述
ZS13	30	1.67	0.34	1.90	差
ZS15	35	2.98	0.58	2.60	一般
ZS17	32	1.85	0.37	2.09	差
ZS19	34	2.09	0.41	1.92	一般
ZS20	34	1.98	0.39	2.80	差
ZS21	30	3.24	0.66	2.34	优良
ZS23	28	0.97	0.20	1.93	极差
平均值	33	2.35	0.47	2.27	/

(2) 2021年4月

①种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 34 属 68 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 27 属 58 种，占总种数的 85.29%；甲藻门出现 3 属 4 种，占总种数的 5.88%。硅藻门的圆筛藻种类最多，共有 10 种，其次是角毛藻，共检出 8 种。蓝藻门和甲藻门检出种类较少。

表 3.2.5.4-9 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	27	58	85.29
绿藻	2	3	4.41
蓝藻	2	3	4.41
甲藻	3	4	5.88
合计	34	68	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查的浮游植物优势种出现 6 种，分别为布氏双尾藻 (*Ditylum brightwellii*)、奇异棍形藻 (*Bacillaria paradoxa*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、聚生角毛藻 (*Chaetoceros socialis*)、菱软海链藻 (*Thalassiosira mala*)，均属硅藻门。

聚生角毛藻的优势度为 0.062，其相对丰度达 8.73%，为该调查海区的第一优势种。菱软海链藻在整个调查区域分布较为广泛，在 14 个调查站位中有 10 个调查站位被检出，出现率为 83.33%。

表 3.2.5.4-10 浮游植物优势种及优势度

中文名	拉丁名	类群	优势度	相对丰度
聚生角毛藻	<i>Chaetoceros socialis</i>	硅藻	0.062	8.73%
奇异棍形藻	<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	硅藻	0.045	6.94%
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.061	7.71%
菱软海链藻	<i>Thalassiosira mala</i>	硅藻	0.020	2.85%
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	硅藻	0.025	3.49%
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>	硅藻	0.023	3.21%

②丰度变化

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 $510.00 \times 10^3 \sim 1093.63 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ，平均为 $810.72 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。不同站位的丰度差异较大，最高丰度出现在 2 号站，其丰度为 $1093.63 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；1 号站次之，其丰度为 $1056.66 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ ；最低丰度则出现在 1 号站，其丰度为 $510.00 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 。

浮游植物群落组成以硅藻占优势，硅藻在 22 个测站中均有出现，其丰度在 $442.00 \times 10^3 \sim 857.04 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间变化，相对丰度平均值为 89.16%。绿藻次之，其丰度在 $0.00 \sim 110.64 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间变化，相对丰度平均值为 4.04%。甲藻丰度在 $0.00 \sim 133.75 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间变化，相对丰度平均值为 3.99%。蓝藻丰度最低，在 $0.00 \sim 121.48 \times 10^3 \text{cells/m}^3$ 之间变化，相对丰度平均值为 2.81%。

表 3.2.5.4-11 浮游植物丰度 ($\times 10^3 \text{cells/m}^3$) 及其相对丰度 (%)

(内容不公开)

③多样性水平

本次调查，各站位浮游植物种数变化范围 17~30 种，平均 21 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 2.51~3.12，平均为 2.85，多样性指数以 7 号站位最高，15 号站最低，各站多样性水平差异不明显，平均多样性指数属于中等水平；Pielou 均匀度指数范围为 0.48~0.73，平均为 0.66，其中 17 号站均匀度指数最高，11 号站最低。

表 3.2.5.4-12 浮游植物的多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
ZS01	21	2.78	0.63
ZS02	30	3.11	0.63
ZS04	20	2.65	0.61
ZS06	21	3.00	0.68
ZS07	30	3.12	0.64
ZS09	21	3.00	0.68
ZS11	18	2.00	0.48
ZS13	17	2.70	0.66
ZS15	17	2.51	0.61
ZS17	17	3.00	0.73
ZS19	22	3.00	0.67
ZS20	18	3.00	0.72
ZS21	18	3.00	0.72
ZS23	20	3.00	0.69
平均值	20.71	2.85	0.66
变化范围	17~30	2.51~3.12	0.48~0.73

3、浮游动物

(1) 2021年9月

①种类组成

本次监测共鉴定大中型浮游动物 25 种（类），其中端足类 1 种、浮游幼虫 6 种、桡足类 13 种、枝角类 5 种。

②优势种

本次监测大中型浮游动物优势种主要为短尾类大眼幼体 *Brachyura megalopa*、短尾类溞状幼体 *Brachyura zoea*、短尾秀体溞 *Diaphanosoma brachyurum*、火腿伪镖水蚤 *Pseudodiaptomus poplesia*、裸腹溞 *Moina sp.*、桡足类幼体 *Copepoda larvae*、中华异水蚤 *Misophria sinensis*。

表 3.2.5.4-13 浮游动物种类优势度 Y

种类名	拉丁名	出现频次%	优势度 Y
短尾类大眼幼体	<i>Brachyura megalopa</i>	64.3	0.031
短尾类溞状幼体	<i>Brachyura zoea</i>	85.7	0.058
短尾秀体溞	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	50.0	0.020
火腿伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus poplesia</i>	50.0	0.041
裸腹溞	<i>Moina sp.</i>	100	0.141
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>	64.3	0.043
中华异水蚤	<i>Misophria sinensis</i>	92.9	0.344

③生物密度与生物量

本次监测大中型浮游动物，平均生物密度为 677.4 个/m³，其中，最高生物密度为 ZS09 站位（3166.6 个/m³），最低生物密度为 ZS17 站位（63.5 个/m³）。

大中型浮游动物生物量平均为 672.65mg/m³，其中，最高生物量出现在 ZS19 站位（2050mg/m³），最低生物量出现在 ZS23 站位（32.18mg/m³）。

表 3.2.5.4-14 大中型浮游动物生物密度与生物量

（内容不公开）

④群落特征

本次监测中浮游动物种类数最多出现在 ZS19 站位（12 种），最少出现 ZS17 站位（6 种）。

浮游动物物种多样性指数（H'）平均值为 2.48，均匀度指数（J'）平均值为 0.79，丰富度指数（d）平均值为 0.99。

各采样站位大中型浮游动物群落特征监测结果详见表 3.2.5.4-15。

表 3.2.5.4-15 大中型浮游动物群落特征

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	分级描述
ZS01	11	2.39	0.69	1.18	一般

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	分级描述
ZS02	9	2.62	0.83	0.95	一般
ZS04	7	1.29	0.46	0.76	差
ZS06	8	2.56	0.85	0.77	一般
ZS07	10	2.55	0.77	0.82	一般
ZS09	11	2.50	0.72	0.86	一般
ZS11	7	2.42	0.86	0.75	一般
ZS13	7	2.37	0.85	0.72	一般
ZS15	10	2.91	0.88	1.23	一般
ZS17	6	2.32	0.90	0.83	一般
ZS19	12	3.30	0.92	1.02	优良
ZS20	11	2.34	0.68	1.35	一般
ZS21	8	2.71	0.90	1.10	一般
ZS23	11	2.38	0.69	1.58	一般
平均值	9	2.48	0.79	0.99	/

(2) 2021 年 4 月

① 种类组成

本次调查共记录浮游动物 11 个生物类群 69 种，其中桡足类 23 种、枝角类 5 种、轮虫类 3 种、甲壳类 5 种、刺胞动物 12 种、毛颚动物 3 种、尾索动物 3 种、海萤属 3 种、海鞘纲和虫戎类各 1 种。另外，浮游幼体共计 9 种。

② 生物量、密度及分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 463.54~7821.43 mg/m³，平均生物量为 2671.99 mg/m³。在整个调查区中，生物量最高出现在 23 号采样站，最低出现在 1 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 257.67~1398.17 ind./m³，平均密度 625.38 ind./m³。浮游动物最高密度出现在 6 号采样站，最低密度则出现在 4 号采样站。

表 3.2.5.4-16 浮游动物生物量及密度

(内容不公开)

③ 主要类群分布

1) 桡足类

桡足类在全部调查站位中均有出现，其密度变化范围为 42.55~838.90 ind./m³，平均密度为 266.59 ind./m³，相对丰度为 40.93%。其中最高密度出现在 6 号采样站，2 号站位密度最低。

2) 枝角类

枝角类的密度在 0~164.81 ind./m³，平均密度为 70.26 ind./m³，相对丰度为 12.27%。其中最高密度出现在 7 号采样站，1、9 号站位密度最低。

3) 甲壳类

甲壳类仅在一半调查站位中有出现，其密度变化范围为 0~62.22ind./m³，平均密度为 19.49ind./m³，相对丰度为 4.51%。其中最高密度出现在 9 号采样站，1、6、7、15、19、20、23 号站位均没有检出甲壳类。

4) 刺胞动物

浮游幼体类的密度变化范围为 0~265.55ind./m³，平均密度为 81.14ind./m³，相对丰度为 11.97%。其中最高密度出现于 9 号采样站，其次是 7 号采样站，密度为 247.5ind./m³，1、4 号站没有检出刺胞动物。

5) 其他种类

轮虫类、甲壳类、毛颚动物、尾索动物、海葵属、海鞘纲和虫戎类等动物种类较少，但浮游幼体种类较多，其中鱼卵平均密度达 43.02ind./m³，多类浮游动物处于繁殖期。

④优势种及其分布

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 2 种，为桡足类的太平洋纺锤水蚤 (*Acartia pacifica*) 和枝角类的长肢秀体溞 (*Diaphanosoma leuchtenbergianum*)，优势度分别为 0.053 和 0.023。

太平洋纺锤水蚤的平均密度为 70.42 ind./m³，占浮游动物总密度的 8.29%，在 19 号站位密度最高，为 158.33 ind./m³，为本调查海域的第一优势种。

表 3.2.5.4-17 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	相对丰度 (%)
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>	0.053	70.42	8.29
长肢秀体溞	<i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i>	0.023	73.74	5.27

⑤生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 13 种 (11~17 种)；种类多样性指数范围为 2.00~3.00 之间，平均为 2.26，多样性指数最高出现在 13、20 号采样站，最低出现在 2、4、11、15、17、19、21、23 号采样站，多样性水平属于中等水平；种类均匀度变化范围在 0.50~0.79 之间，平均为 0.60，最高出现在 13 号采样站，最低出现在 11 号采样站，各站物种间分布较为均匀，指示水质污染程度较低。

表 3.2.5.4-18 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
ZS01	11	2.07	0.60
ZS02	13	2.00	0.54
ZS04	14	2.00	0.53
ZS06	17	2.61	0.64
ZS07	15	2.51	0.64
ZS09	15	2.50	0.64
ZS11	16	2.00	0.50
ZS13	14	3.00	0.79
ZS15	12	2.00	0.56
ZS17	11	2.00	0.58
ZS19	14	2.00	0.53
ZS20	15	3.00	0.77
ZS21	13	2.00	0.54
ZS23	11	2.00	0.58
平均值	13	2.26	0.60
变化范围	11~17	2.00~3.00	0.50~0.79

4、底栖生物

(1) 2021年9月

①种类组成

本次监测共鉴定大型底栖生物 24 种，其中扁形动物门 1 种、环节动物门 13 种、脊索动物门 2 种、节肢动物门 4 种、纽形动物门 1 种、软体动物门 3 种。

②优势种

本次监测中大中型浮游动物优势种主要为背褶沙蚕 *Tambalagamia fauveli*、囊叶齿吻沙蚕 *Nephtys caeca*、日本大螯蜚 *Grandidierella japonica*、中华内卷齿蚕 *Aglaophamus sinensis*。

表 3.2.5.4-19 大型底栖生物种类优势度

种类名	拉丁名	出现频次%	优势度 Y
背褶沙蚕	<i>Tambalagamia fauveli</i>	28.6	0.043
囊叶齿吻沙蚕	<i>Nephtys caeca</i>	71.4	0.137
日本大螯蜚	<i>Grandidierella japonica</i>	28.6	0.025
中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>	28.6	0.022

③生物密度与生物量

本次监测中，大型底栖生物生物密度平均为 81.9 个/m²，其中，最高生物密度出现在 ZS15 站位（186.7 个/m²），最低生物密度出现在 ZS20 站位（13.3 个/m²）。

大型底栖生物生物量平均为 10.91g/m²，其中最高生物量出现在 ZS04 站位（97.78g/m²），最低生物量出现在 ZS20 站位（0.01g/m²）。

表 3.2.5.4-20 大型底栖生物生物密度与生物量

(内容不公开)

④群落特征

本次监测中最多底栖生物种类出现在 ZS19 站位（为 12 种），最少底栖生物种类出现在 ZS01、ZS20 站位（均为 1 种）。

大型底栖生物物种多样性指数 (H') 平均值为 1.82，均匀度指数 (J') 平均值为 0.84，丰富度指数 (d) 平均值为 0.64。

各采样站位大型底栖生物群落特征监测结果详见表 3.2.5.4-21。

表 3.2.5.4-21 大型底栖生物群落特征

采样站位	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	分级描述
ZS01	1	/	/	0.00	/
ZS02	4	1.49	0.75	0.44	差
ZS04	5	2.25	0.97	0.70	一般
ZS06	4	1.92	0.96	0.59	差
ZS07	3	0.92	0.58	0.33	极差
ZS09	7	2.25	0.80	0.85	一般
ZS11	6	2.44	0.94	0.72	一般
ZS13	7	2.75	0.98	1.05	一般
ZS15	4	1.06	0.53	0.40	差
ZS17	4	1.81	0.91	0.52	差
ZS19	12	3.23	0.90	1.47	优良
ZS20	1	/	/	1.47	/
ZS21	2	0.72	0.72	0.20	极差
ZS23	2	0.99	0.99	0.18	极差
平均值	4	1.82	0.84	0.64	/

注：“/”表示该站位种类数为 1，不计算多样性指数。

(2) 2021 年 4 月

①种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 22 种，其中环节动物 11 种、软体动物 4 种、节肢动物 3 种、棘皮动物 3 种和蠕虫动物 1 种。环节动物占总种数的 50.00%，软体动物占总种数的 18.18%，节肢动物和棘皮动物分别占总种数的 13.64%，环节动物是本次调查的主要类群。

②底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 68.57 ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 32.14 ind./m²；棘皮动物次之，平均栖息密度为 16.79 ind./m²；软体动物的平均栖息密度为 12.86 ind./m²；节肢动物和蠕虫动物平均栖息密度分别为 5.36 ind./m² 和 1.43 ind./m²。

底栖生物的平均生物量为 $70.49\text{g}/\text{m}^2$ ，以软体动物居首位，其平均生物量为 $20.71\text{g}/\text{m}^2$ ，占总平均生物量的20.93%；其次为节肢动物，平均生物量为 $17.99\text{g}/\text{m}^2$ ，占总平均生物量的25.52%；环节动物和蠕虫动物的平均生物量分别为 $14.15\text{g}/\text{m}^2$ 和 $9.25\text{g}/\text{m}^2$ ，分别占平均生物量的20.08%和13.13%；棘皮动物的平均生物量较少，平均为 $8.39\text{g}/\text{m}^2$ 占平均生物量的11.90%。

表 3.2.5.4-22 底栖生物各类群的生物量 (g/m^2) 和栖息密度 ($\text{ind.}/\text{m}^3$)

(内容不公开)

③主要类群分布

1) 软体动物

软体动物的密度变化范围为 $0.00\sim 30.00\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占总平均密度的 18.75%，其中最高密度出现在 11、21、23 号采样站，1、19、20 号站位没有检出软体动物。

2) 棘皮动物

棘皮动物在各站位分布极不均匀，其密度在 $0\sim 164.81\text{ind.}/\text{m}^3$ 之间变化，占总平均密度的 24.48%，最高密度出现在 20 号采样站。

3) 环节动物

环节动物在所有调查站位中均有出现，其密度变化范围为 $10.00\sim 60.00\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占总密度的 46.88%，最高密度出现在 19、20 号采样站。

4) 节肢动物

节肢动物的密度变化范围为 $0.00\sim 30.00\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占总平均栖息密度的 7.81%，最高密度出现于 7 号调查站位，仅在 7、9、11、13 号站位检出节肢动物。

5) 蠕虫动物

蠕虫动物在各站位分布极不均匀，仅在 7、17 号站位被检出，其密度变化范围为 $0.00\sim 15.00\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占总密度的 2.08%。

④优势种及其分布

以优势度 $Y\geq 0.02$ 为判断标准，本调查海域在调查期间底栖动物的优势种有 2 种，为桡足类的太平洋纺锤水蚤 (*Acartia pacifica*) 和枝角类的长肢秀体溞 (*Diaphanosoma leuchtenbergianum*)，优势度分别为 0.053 和 0.023。

太平洋纺锤水蚤的平均密度为 $70.42\text{ind.}/\text{m}^3$ ，占浮游动物总密度的 8.29%，在 19 号站位密度最高，为 $158.33\text{ind.}/\text{m}^3$ ，为本调查海域的第一优势种。

表 3.2.5.4-23 底栖动物的优势种及优势度

种名	拉丁名	类群	平均密度 (ind./m ³)	相对丰度 (%)	优势度
红肉河蓝蛤	<i>Potamocorbula rubromuscula</i>	软体动物	6.07	0.63%	0.53
凸壳肌蛤	<i>Musculus senhouse</i>		3.21	0.33%	0.14
中华鸟蛤	<i>Cardium sinense</i>		2.86	0.30%	0.08
洼颚倍棘蛇尾	<i>Amphioplus depressus</i>	棘皮动物	1.43	0.15%	0.04
蒲氏盘棘蛇尾	<i>Ophiocentrus putnami</i>		1.43	0.15%	0.02
滩栖阳遂足	<i>Amphiura vadicola</i>		13.93	1.45%	1.22
丝异须虫	<i>Heteromastus filiformis</i>	环节动物	3.57	0.37%	0.16
拟特须虫	<i>Paralacydonia paradoxa</i>		2.86	0.30%	0.17
背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>		2.86	0.30%	0.13
梳鳃虫	<i>Terebellides stroemii</i>		1.79	0.19%	0.05
凿贝才女虫	<i>Polydora ciliata</i>		7.86	0.82%	0.69
日本强鳞虫	<i>Sthenolepis japonica</i>		0.71	0.07%	0.02
溪沙蚕	<i>Namalycastis abiuma</i>		3.21	0.33%	0.19
双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>		3.21	0.33%	0.14
异足索沙蚕	<i>Lumbricomereis heeropoda</i>		3.21	0.33%	0.09
中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>		2.14	0.22%	0.09
豆型拳蟹	<i>Pyrhila pisum</i>	节肢动物	3.93	0.41%	0.11
拟猛钩虾	<i>Harpiniopsis sp.</i>		1.07	0.11%	0.03
单环刺螯	<i>Urechis unicncyus</i>	昆虫动物	1.43	0.15%	0.04

④底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 3~6 种。多样性指数 (H') 变化范围在 1.00~1.68 之间, 平均值为 1.38。多样性指数最高出现在 13 号站; 最低则为 20 号站 (3 种), 调查海域底栖生物各站的多样性指数差异不明显, 平均多样性指数属于中等水平。均匀度范围在 0.62~0.68 之间, 平均值为 0.66, 最高出现在 17、23 号采样站, 最低出现在 7 号站, 调查海域底栖生物各站的均匀度差异不明显, 指示水质污染程度较低或无污染。

表 3.2.5.4-24 底栖生物的物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
ZS01	5	1.56	0.67
ZS02	4	1.32	0.66
ZS04	4	1.33	0.67
ZS06	5	1.56	0.67
ZS07	5	1.44	0.62
ZS09	4	1.28	0.64
ZS11	4	1.33	0.67
ZS13	6	1.68	0.65
ZS15	4	1.33	0.67
ZS17	5	1.57	0.68
ZS19	4	1.31	0.66
ZS20	3	1.00	0.63
ZS21	4	1.28	0.64
ZS23	4	1.35	0.68

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J)
平均值	4	1.38	0.66
变化范围	3~6	1.00~1.68	0.62~0.68

5、潮间带生物

(1) 2021年9月

①种类组成

本次调查共鉴定潮间带生物 34 种,其中环节动物门 11 种,脊索动物门 2 种,节肢动物门 12 种,软体动物门 9 种。详见表 3.2.5.4-25。

表 3.2.5.4-25 潮间带生物种类组成

门类	种类数	种类数占比 (%)
环节动物门	11	32.35
脊索动物门	2	5.88
节肢动物门	12	35.29
软体动物门	9	26.47

②平均生物密度及平均生物量组成

调查断面潮间带生物平均生物密度为 493.17ind./m²,平均生物量为 46.95g/m²。

生物密度组成中,节肢动物门最高,平均生物密度为 238.73ind./m²,占总平均生物密度的 48.41%;其次为软体动物门,平均生物密度为 194.11ind./m²,占总平均生物密度的 39.36%;环节动物门平均生物密度为 60.00ind./m²,占总平均生物密度的 12.17%;其脊索动物门平均生物密度为 0.33ind./m²,占总平均生物密度的 0.06%;

生物量组成中,软体动物门最高,平均生物量为 33.29g/m²,占总平均生物量的 70.90%;其次为节肢动物门,平均生物量为 12.76g/m²,占总平均生物量的 27.18%;脊索动物门平均生物量为 0.73g/m²,占总平均生物量的 1.56%;环节动物门平均生物量为 0.17g/m²,占总平均生物量的 0.36%;详见表 3.2.5.4-26。

表 3.2.5.4-26 潮间带生物平均生物密度与平均生物量组成

(内容不公开)

③平均生物密度及平均生物量水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物密度和平均生物量的水平分布方面,平均生物密度表现为 C1 断面>C3 断面>C2 断面>C4 断面;平均生物量表现为 C1 断面>C4 断面>C3 断面>C2 断面。

表 3.2.5.4-27 潮间带生物平均生物密度及平均生物量水平分布

（内容不公开）

④平均生物密度及平均生物量垂直分布

调查断面的潮间带生物平均生物密度和平均生物量的垂直分布方面，平均生物密度表现为高潮区>低潮区>中潮区；平均生物量表现为中潮区>高潮区>低潮区。

表 3.2.5.4-28 潮间带生物平均生物密度及平均生物量垂直分布

（内容不公开）

⑤生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，4 条断面出现的种类数范围为 7~11 种，平均为 9 种，其中种类数最高的断面为 C3 断面，种类数最低为 C4 断面。

潮间带生物物种多样性指数（ H' ）平均值为 0.59。其中多样性指数最高值（0.77）出现在 C2 断面，最低值（0.29）出现在 C1 断面。

潮间带生物物种均匀度指数（ J' ）平均值为 0.36。其中最高值（0.49）出现在 C2 断面，最低值（0.25）出现在 C1 断面。

各断面潮间带生物群落特征调查结果详见表 3.2.5.4-29。

表 3.2.5.4-29 各断面潮间带生物群落特征

断面	种类数	多样性指数 H'	均匀度 J'
C1	9	0.29	0.15
C2	8	0.77	0.49
C3	11	0.74	0.46
C4	7	0.55	0.35
最大值	11	0.77	0.49
最小值	7	0.29	0.15
平均值	9	0.59	0.36

（2）2021 年 4 月

①种类组成

本次调查记录潮间带生物共 24 种，其中环节动物 3 种、软体动物 12 种、节肢动物 9 种。环节动物占总种数的 12.50%，节肢动物占总种数的 37.50%，软体动物是本次调查的主要类群，占了总种类数的 50.00%。

高潮区：生物群落组成中，节肢动物痕掌沙蟹（*Ocypoda stimpsoni* Ortmann）平均栖息密度最高，为 6.00 ind./m²，占高潮区总平均栖息密度的 20.30%。

中潮区：生物群落组成以软体动物鳞杓拿蛤（*Anomaloclisus squamosus*）和环节动物寡鳃齿吻沙蚕（*Nephtys oligobranchia*）为主，它们在中潮区的平均栖息

密度分别为 4.45 ind./m²、3.11 ind./m²，它们的平均栖息密度之和占中潮区总平均栖息密度的 23.45%。

低潮区：生物群落组成以软体动物寻氏肌蛤（*Musculus senhousei*）为主，其平均栖息密度为 21.33 ind./m²，平均栖息密度占低潮区总平均栖息密度的 24.68%。

②潮间带生物量及栖息密度

1) 生物量及栖息密度的组成

调查断面潮间带平均栖息密度为 444.67 ind./m²，其中节肢动物占首位，为 193.33 ind./m²，占总平均栖息密度的 43.48%；软体动物次之，为 174.00 ind./m²，占总平均栖息密度的 39.13%；环节动物的平均栖息密度为 77.33 ind./m²，占总平均栖息密度的 17.39%。

在潮间带平均生物量的组成中，平均生物量为 786.21 g/m²。同样以节肢动物居首位，平均生物量为 419.95 g/m²，占总平均生物量的 54.41%；其次为软体动物，其平均生物量为 2.27 g/m²，占总生物量的 39.49%；环节动物的平均生物量最少，为 0.37g/m²，占总生物量的 7.09%。

表 3.2.5.4-30 潮间带平均栖息密度及平均生物量的组成

（内容不公开）

2) 栖息密度及生物量的水平分布

调查断面的底栖生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，栖息密度表现为 C3 断面>C2 断面>C1 断面；平均生物量与平均栖息密度表现一致。

表 3.2.5.4-31 潮间带平均栖息密度及平均生物量的水平分布

（内容不公开）

3) 生物量及栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，低潮区的平均栖息密度最高，为 101.33 ind./m²；中潮区和高潮区的平均栖息密度相当，分别为 22.56 ind./m² 和 23.33 ind./m²。

潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低，表现为低潮区>高潮区>中潮区。其中，低潮区的平均生物量主要由节肢动物组成，中潮区的平均生物量主要由软体动物组成，高潮区的平均生物量主要由节肢动物和软体动物组成。

表 3.2.5.4-32 潮间带平均栖息密度及平均生物量的垂直分布

（内容不公开）

③潮间带生物多样性指数

计算结果显示, 3 条调查断面出现的种类数平均 13 种/站, 多样性指数 (H') 变化范围在 3.44~3.80 之间, 平均值为 3.58。多样性指数最高出现在 C1 调查断面, C2 调查断面多样性最低, 该程度的多样性指数指示环境污染程度低或无污染。种类均匀度变化范围在 0.92~1.03 之间, 平均为 0.96, 最高出现在 C1 调查断面, 最低出现在 C3 调查断面。

表 3.2.5.4-33 潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J')
C1	13	3.80	1.03
C2	13	3.44	0.93
C3	14	3.49	0.92
平均	13	3.58	0.96
变化范围	13~14	3.44~3.80	0.92~1.03

3.2.6 海洋自然保护区

3.2.6.1 淇澳岛海洋生态系统保护区

淇澳岛海洋生态系统保护区位于珠海市香洲区淇澳岛西北部沿岸海域, 保护区面积约为 5103.77 公顷, 红树林面积 700 公顷, 呈半月形展示, 主要保护对象为红树林湿地、鸟类及海岛生态环境。其管理要求为按照自然保护区法规管理, 维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性, 保护自然景观。淇澳岛海洋生态系统保护区位于项目南侧约 8.3km。

3.2.6.2 珠江口中华白海豚自然保护区

珠江口中华白海豚的保护是在 20 世纪 90 年代以后才逐步得到重视。1999 年 10 月, 广东省人民政府批准建立珠江口中华白海豚自然保护区, 由珠海市渔政支队对保护区进行监管和执法, 定期派出渔政船只做海上监视巡查; 2003 年 6 月国务院批准该保护区升格为国家级自然保护区, 并成立了专门的珠江口中华白海豚自然保护区管理局, 加强对保护区的管理。珠江口中华白海豚自然保护区位于珠江口伶仃洋中部偏东水域, 其东边界与粤港水域边界线重叠, 其东北部边界与香港沙洲—龙鼓洲海岸公园的西边界相衔接。保护区水域面积 460km², 其中核心区 140 km², 缓冲区 192km², 实验区 128km²。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, 其次是江豚 (*Neophocaena*

phocaenoides，为国家二级水生保护动物）。

保护区范围内，尤其是核心区与香港沙洲及龙鼓洲海岸公园连成一片的水域，无疑是中国沿海中华白海豚分布最为密集的区域。这里能成为海豚栖息活动的密集区，主要原因有：首先，珠江是我国南方最大的河流，年径流量达 3000 多亿 m^3 ，出海口的伶仃洋水域宽广，面积约 1300 km^2 ，气候温暖，水温和盐度条件与中华白海豚喜栖于热带和亚热带河口咸淡水交汇区的习性相吻合；其次，该水域是咸淡水交汇处，珠江径流带来大量的陆源冲积物使营养盐变得十分丰富，初级生产力极高，因此水生生物资源丰富，是多种鱼虾类的产卵场和繁育场，水产资源蕴藏量达 1 万吨以上，能为中华白海豚提供足够的食物；此外，保护区的核心区域自然性（度）较高，水质环境较好，在内伶仃岛沿岸和大屿山岛西侧，仍保留有自然岸线未被开发。因此，尽管这一带是经济繁荣，船舶频繁穿梭的水域，海豚仍然选择在这里生活及繁衍。珠江口中华白海豚自然保护区位于项目南侧约 17.3km。

3.2.6.3 珠江口经济鱼类繁育场保护区

珠江口经济鱼类繁育场保护区主要保护珠江口经济鱼虾等的繁殖和生长；范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，番禺莲花山至东莞市的新沙二点连线以南水域；保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日，保护期内禁止使用大罾、企业罾、装箩、掺罾、布四古、闸箔等渔具和机拖渔船作业。本项目位于珠江口经济鱼类繁育场保护区。

3.2.6.4 广州南沙海洋生态自然保护区

广州南沙海洋生态自然保护区位于项目东侧约 1.6km，其保护管理要求为维护海洋生态系统健康和生态安全，严格执行海洋生态红线管控要求。禁止毁损领海基点标志，鼓励主权权益设施建设以及以海岸线保护为重点的海洋自然保护区建设。加强红树林区域的执法监督，防止破坏红树林，禁止在红树林及周边区域围堤造田或挖虾池，禁止对红树林区域生物资源的过度采捕，禁止在红树林区域新增排污口，清理整顿原有排污口，禁止在红树林区域倾倒垃圾等废物，定期清理海漂垃圾，开展生态养殖。加大对滨海湿地的保护与修复。控制入海污染物排放，保证达标排放，减少直排，杜绝偷排，为湿地生态系统营造良好的生境条件。禁止

采挖海砂；不得新增入海陆源工业直排口；严格控制河流入海污染物，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。



图 3.2.6.4-1 珠江河口自然保护区

3.2.7 典型生态系统及主要经济鱼类的“三场一通道”

3.2.7.1 红树林典型生态系统

本节引用《中山市翠亨新区滨河整治水利工程二、三围段红树林资源调查报告》（华南农业大学，2023 年 6 月）。由华南农业大学林学与风景园林学院调查团队于 2023 年 6 月 11~13 日在该区域开展红树林及湿地植被实地调查、测量和记录工作。

1、调查地点

在中山市翠亨新区滨河以外滩涂（第二、第三围段）开展红树林资源调查，按红树林群落的面积规模和分布状况，在第二围段 1200 m 长的无瓣海桑林分中设置样地 4 个（样地编号 ZS-001 至 ZS004）和第三围段约 600 m 长的工程区域设置全域样线 1 条（样线编号 ZS005）。

表 3.2.7.1-1 调查设置样地和样线概况

序号	编号	规格	植物群落名称	经度	纬度	备注
1	ZS-001	100m ²	无瓣海桑+秋茄群落			人工
2	ZS-002	100m ²	秋茄+蜡烛果+老鼠筋			人工+天然
3	ZS-003	100m ²	无瓣海桑			人工
4	ZS-004	100m ²	无瓣海桑+秋茄、蜡烛果、老鼠筋+芦苇群落			人工+天然
5	ZS-005	长：600m； 宽：0-15m	无瓣海桑+苦郎树、滨海木槿			人工+天然 (样线)



图 3.2.7.1-1 二围段红树林样地示意图

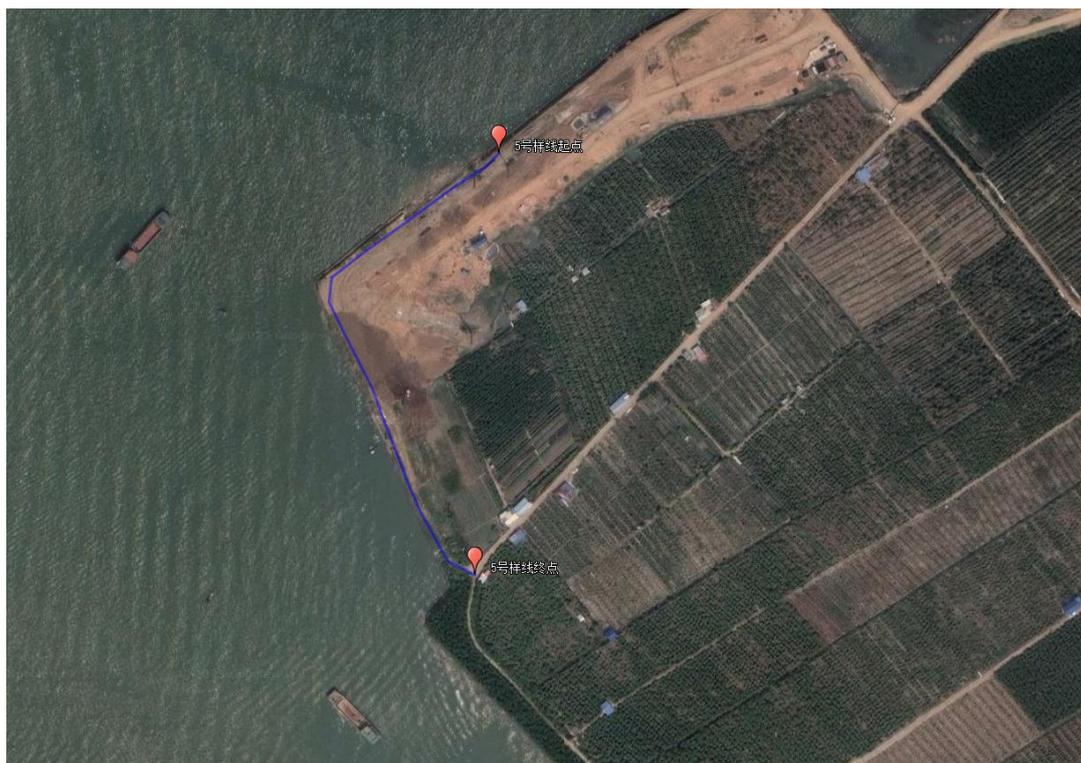


图 3.2.7.1-2 三围段红树林样线示意图

2、调查方法与内容

在 2023 年 6 月在日间低潮的时段，进入红树林开展样方调查和测量工作。在调查场地内红树林在堤岸以外，第二标段是以人工起源红树林为主，因此在调查范围内垂直于线路走向投影的堤岸方向，均匀设置面积为 100 m^2 的样方 4 个，进行每木调查，记录样方内植物种类、数量、植株高度，对高于 1.5 m 且胸径 $\geq 1\text{ cm}$ 的植株测量胸径，高度不足 1.5 m 或者胸径小于 1 cm 的植株则测量其地径。在第三标段的红树林只有部分地段呈零星分布，以样线方式调查人工起源和自然起源的红树林植物种类、密度、植株高度，调查方法与样地一样。

3、调查结果

（1）植物组成

调查区域的 4 个红树林样地和 1 条样线中共记录了 6 种红树植物，其中包括：无瓣海桑 (*Sonneratia apetala* Buch.-Ham.)、秋茄 (*Kandelia candel* (L.) Druce)、桐花树 (*Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco)、苦郎树 (*Volkameria inermis* L.)、老鼠簕 (*Acanthus ilicifolius* L.)、杨叶肖槿 (*Thespesia populnea* (L.) Soland. ex Correa)。其中以人工栽培的无瓣海桑、秋茄、桐花树为主；天然起源的苦郎树、老鼠簕和杨叶肖槿只是零星在样地或样线中出现。在三围段的样线中还零星出现

了天然起源的水翁蒲桃（*Syzygium nervosum* DC.）和落羽杉（*Taxodium distichum* (L.) Rich.）。

在调查样方以外的大堤周边尚有其他滨海植物，包括阔苞菊(*Pluchea indica* (L.) Less.)、银合欢(*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)、铺地黍 (*Panicum repens* L.)、马缨丹 (*Lantana camara*)、狗牙根 (*Cynodon dactylon* (L.) Persoon)、盒果藤 (*Operculina turpethum* (L.) Silva Manso)、落葵 (*Basella alba* L.)、三裂叶薯 (*Ipomoea triloba* L.)、芦苇 (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) 和五爪金龙 (*Ipomoea cairica* (L.) Sweet) 等。

（2）植物群落特征

通过踏查发现，调查区域的红树林以人工种植为主，偶见天然起源的老鼠簕，包括无瓣海桑-秋茄群落、桐花树-秋茄群落、无瓣海桑纯林和无瓣海桑-秋茄-桐花树群落。

①无瓣海桑-秋茄群落特征

无瓣海桑-秋茄群落是调查区域内面积最大的优势红树植物群落类型，为单优群落，由人工种植无瓣海桑和秋茄建群种组成的红树林群落，呈带状分布在第二围段的堤岸边，外观呈翠绿色，占第二围段调查区面积的 60%。因林下种植秋茄需要，无瓣海桑的枝条通过卫生伐，每株树砍除 3~5 个枝条，导致其林分的郁闭度为 0.5~0.6。调查结果显示：该群落无瓣海桑的植株个体密度为 900 株/ hm^2 ，秋茄个体密度为 4000 株/ hm^2 。无瓣海桑的胸径位于 21.8~37.6 cm，平均胸径为 28.3 cm。植株的高度在 4.8~14.0 m 之间，平均高度约 11.6 m。群落起源于人工种植，其行间距约 3m×3m，植株分布较均匀，群落下层老鼠簕偶见零散分布。群落中林下的秋茄应为 2023 年上半年造林种植，其行间距为 1.5 m×1.5 m。秋茄的地径位于 0.78~3.12 cm，平均地径为 1.28 cm。植株的高度在 1.17~1.82 m 之间，平均高度约 1.43 m。

②桐花树-秋茄群落特征

桐花树-秋茄群落是调查区域内面积无乔木的秋茄群落类型，为单优群落，由人工种植的秋茄、桐花树为共同建群种形成的群落，呈块状分布在第二围段的堤岸边，占第二围段调查区面积的 10%左右。调查结果显示：该群落桐花树的植株个体密度为 5700 株/ hm^2 ，秋茄个体密度为 1400 株/ hm^2 。桐花树的地径位于

2.07~5.25 cm，平均地径为 2.80 cm；植株的高度在 1.42~2.30 m 之间，平均高度约 1.73 m。秋茄的地径位于 0.78~3.12 cm，平均地径为 1.28 cm；植株的高度在 1.17~1.82 m 之间，平均高度约 1.43 m。该群落起源于人工种植，其行间距约 1.5 m×1.5 m，植株分布较均匀，群落中有 3 株老鼠簕零散分布，其平均地径和株高分别为 2.3 cm 和 0.83 m。群落中的桐花树估计在 5 年前造林，秋茄为 2023 年上半年造林种植。

③无瓣海桑群落特征

无瓣海桑纯人工林群落位于二围段调查区水域与堤岸间狭窄区域，林下无任何植物。其面积占调查区的约 12%。调查结果显示：该群落植株个体密度为 2900 株/hm²。胸径位于 7.2~46.1 cm，平均胸径为 28.77 cm；植株的高度在 6.0~15.0 m 之间，平均高度为 11.1 m。无瓣海桑的东西冠幅在 3.5~15.0 m，平均东西冠幅为 8.1 m；无瓣海桑的东西冠幅在 3.0~12.0 m，平均东西冠幅为 7.7 m。

④无瓣海桑-桐花树-秋茄群落特征

无瓣海桑-桐花树-秋茄群落是调查区域内结构相对复杂的秋茄群落类型，人工种植无瓣海桑、秋茄、桐花树为共同建群种形成的群落，偶见老鼠簕和芦苇，呈块状分布在第二围段的堤岸边，占第二围段调查区面积的 18%左右。调查结果显示：该群落桐花树的植株个体密度为 400 株/hm²，秋茄个体密度为 2800 株/hm²，而无瓣海桑的个体密度为 600 株/hm²。无瓣海桑的胸径在 17.3~58.8cm 之间，其平均胸径为 36.1cm；植株高度在 8.5~17.5m 间，平均高度为 13.7m；东西冠幅和南北冠幅的平均值分别为 8.3 m 和 7.6 m。秋茄的地径位于 1.4~3.2 cm，平均地径为 2.35 cm；植株的高度在 0.72~1.94 m 之间，平均高度约 1.58 m，盖度约 16%。桐花树的地径位于 1.4~2.13 cm，平均地径为 1.75 cm；植株的高度在 1.29~1.66 m 间，平均高度约 1.45 m；盖度约 8%。该群落优势种起源于人工造林，秋茄和桐花树其行间距约 1.5 m×1.5 m，植株分布较均匀。群落中有 3 株老鼠簕零散分布，其盖度约 2%，平均地径和株高分别为 1.75 cm 和 0.75 m。草本有芦苇零星分布，平均植株高度为 1.72m，盖度约 7%。

表 3.2.7.1-2 无瓣海桑-桐花树-秋茄群落特征

序号	植物名称	胸径或地径 (cm)		高度 (m)		平均冠幅 (m)		盖度 (%)
		范围	平均值	范围	平均值	东西	南北	
1	无瓣海桑	17.3~58.8	36.1	8.5~17.5	13.7	8.3	7.6	-

2	秋茄	1.4~3.2	2.35	0.72~1.94	1.58	0.17	0.16	16
3	桐花树	3.47~5.25	4.2	1.29~1.66	1.45	1.75	0.88	8
4	老鼠簕	1.4~2.13	1.75	0.47~1.3	0.75	0.6	0.7	2
5	芦苇	-	-	0.82~2.06	1.72	-	-	7

⑤样线植物组成与特征（三围段）

三围段涉及的区域由于土壤瘠薄，石砾众多，其生境非常不利于植物生长；区域内以滨海植物分布为主。在全部调查的基础上发现：无瓣海桑有 3 株，其平均胸径为 16.0 cm，平均树高为 12.1 m；黄槿的地径为 3.2 cm，树高为 2.8 m。天然分布的水翁蒲桃只有 1 株，平均地径为 3.6 cm，平均树高 1.89 m。杨叶肖槿的平均地径和平均植株高度分别为 4.48 cm 和 3.1 m。呈藤本状的苦郎树分布面积较大，约占 47 m²，平均地径和平均植株高度分别为 3.8 cm 和 1.48 m。

3.2.7.2 三场一通道

主要经济鱼类的三场为越冬场、产卵场和索饵场。鱼类的产卵盛期为春季，鱼类的产卵区域一般集中在浅水区域，珠江河口海域因其独特多样的河口海洋生境，丰富的饵料基础，为众多海洋生物创造了良好的生活和繁殖条件，也成为众多渔业生物的天然育肥场，几乎处处都是产卵场和幼体的育肥场，只是随着水文条件的季节变化和产卵繁殖鱼种的不同，而形成相应的产卵和索饵密集区，构成中心产卵场和索饵场。伶仃洋为半咸淡水区域，海水盐度相对有所提高，中心产卵场与索饵场也是基本重叠。在该处产卵的鱼类主要是咸淡水鱼类，如棘头梅童鱼、凤鲚、七丝鲚、斑鲚、花鲚、孔鰕虎鱼、红狼牙鰕虎鱼等；还有少数海水鱼类银鲳、鳓鱼、皮氏叫姑鱼和马鲛等，以及广东省重点保护水生野生动物海水鱼类鲮鱼。索饵育肥的主要种类除上述鱼类外，还有少量的淡水鱼类广东鲂、鲢鱼、鲤鱼等。

该区域是主要经济鱼类的产卵场，也是幼鱼幼虾的索饵场。冬天主要经济鱼类游向水较深的海域进行越冬，因调查海域是珠江河口近岸浅水区域，故调查区域并不是主要经济鱼类的越冬场。

从经济鱼类的洄游趋势可得出，除个别种类如鲈、带鱼和海鳗有固定的洄游移动路径外，大多数主要经济鱼类的洄游虽有的随环境的变化而作移动，但只呈现在浅近区域作短距离移动，或只做水深的深浅移动，总体来说，洄游路径不甚清晰。

3.2.8 海洋水质质量现状调查与评价

本节引用《中山市横门水道至洪奇沥水道 2021 年秋季海洋环境现状调查报告》（福州市华测品标检测有限公司，2021 年 9 月），由福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的环境质量现状调查资料。同时引用《中山市横门水道至洪奇沥水道环境现状调查（春季）监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021 年 5 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。调查站位表和图见 3.1.4 节。

3.2.8.1 调查项目

（1）2021 年 9 月

水质监测项目为 pH、水温、盐度、悬浮物、生化需氧量、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮）、活性磷酸盐、表面活性剂、石油类、重金属（总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷）。

（2）2021 年 4 月

海水水质调查内容：水温、盐度、pH、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、总磷、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、氯离子、石油类、铬、铅、镉、锌、铜、汞、砷和粪大肠菌群，共计 24 项指标。

3.2.8.2 采样与分析方法

（1）2021 年 9 月

所有站位水质根据水深选择采样层次。样品的采集、处理和保存按《海洋监测规范》《海洋调查规范》《近岸海域环境监测规范》中的相关要求，采样、处理和保存详细条件列于表 3.2.8-1。

表 3.2.8-1 海水样品处理、保存措施表

项目	容器	样品量/mL	处理方式	保存方法	保存期/h	容器洗涤
pH	G, P	50	现场测定	2	I	
悬浮物	G, P	1000	冷藏，暗处保存	24	I	
溶解氧	G	250	/	加 MnCl ₂ 和碱性 KI	4-6	I
化学需氧量	G, Pa	300	0.45μm 滤膜过滤	冷藏，硫酸，pH<2，-20℃冷冻	7d	I
生化需氧量	G	1000	/	冷藏	6	I
氨氮	G, P	50	0.45μm 滤膜过滤	-20℃冷冻	7d	II

硝酸盐氮	G, P	50	0.45μm 滤膜过滤	-20℃冷冻	7d	II
亚硝酸盐氮	G, P	50	0.45μm 滤膜过滤	-20℃冷冻	7d	II
活性磷酸盐	G, P	50	0.45μm 滤膜过滤	-20℃冷冻	7d	II
阴离子表面活性剂	G	500	/	加硫酸 pH<2	48h	I
重金属	P	1000	0.45μm 滤膜过滤	硝酸, pH<2	90d	IV
石油类	G	1000	/	硫酸, pH<2, 现场萃取后冷藏	48	III
汞	G, BG	200	0.45μm 滤膜过滤	硫酸, pH<2	90d	IV
砷	P	200	0.45μm 滤膜过滤	硫酸, pH<2	90d	IV
<p>注：1) P-聚乙烯容器；G-玻璃容器；BG-硼硅玻璃容器。 2) 洗涤方法I表示：洗涤剂洗 1 次，自来水 3 次，去离子水 2~3 次；洗涤方法II表示：无磷洗涤剂洗 1 次，自来水 2 次，1+3 盐酸浸泡 24 小时，去离子水清洗；洗涤方法III表示：铬酸洗液洗 1 次，自来水 3 次，去离子水 2~3 次，萃取液 2 次；洗涤方法IV表示：洗涤剂洗 1 次，自来水 2 次，1+3 硝酸浸泡 24 小时，去离子水清洗。 a 冷冻保存；b 如测试非过滤态，则不经过过滤直接按上表保存方法进行样品处理。</p>						

各参数的测定按《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》（GB17378.4-2007）中规定的分析方法执行。样品分析实行全程质量控制，主要监测项目分析方法详见表 3.2.8-2。

表 3.2.8-2 海水水质分析测试方法

检测项目	标准（方法）名称及编号（含年号）	方法检出限
水温	水质水温的测定温度计或颠倒温度计测定法 GB/T13195-1991	/
pH 值	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(pH 计法)	/
盐度	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(盐度计法)	/
溶解氧	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(碘量法)	0.08(mg/L)
生化需氧量	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(五日培养法)	/
化学需氧量	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(碱性高锰酸钾法)	0.15(mg/L)
悬浮物	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(重量法)	0.1(mg/L)
活性磷酸盐	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(磷钼蓝分光光度法)	0.5μg/L
氨	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(靛酚蓝分光光度法)	0.9(μg/L)
亚硝酸盐	海洋监测规范：第 4 部分海水分析 GB17378.4-2007(萘乙二胺分光光度法)	0.0003(mg/L)
硝酸盐	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(镉柱还原法)	0.003(mg/L)
阴离子表面活性剂	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-20079(亚甲基蓝分光光度法)	10.0(μg/L)
油类	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB17378.4-2007(紫外分光光度法)	3.5(μg/L)

检测项目	标准（方法）名称及编号（含年号）	方法检出限
汞	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(原子荧光法)	0.007(μg/L)
砷	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(原子荧光法)	0.5(μg/L)
铅	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.003(μg/L)
镉	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.01(μg/L)
铬	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.4(μg/L)
锌	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(火焰原子吸收分光光度法)	3.1(μg/L)
铜	海洋监测规范第4部分：海水分析 GB17378.4-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.2(μg/L)

(2) 2021年4月

所用调查船只进入预定站位，使用GPS进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，并按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）的要求采集水样，在23个海水水质调查站中，当站位水深浅于10米时（以现场水深为准,下同），仅采表层水样一个；但当站位水深在10-25米时，应分别采集表层和底层水样各一个；其中表层为距表面0.1~1m，底层为离底2m，具体如表3.2.8-3。采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

表 3.2.8-3 采样层次表

水深范围/m	标准层次	底层与相邻标准层最小距离/m
小于10	表层	/
10~25	表层、底层	/
25~50	表层、10m、底层	/
50~100	表层、10m、50m、底层	5
100以上	表层、10m、50m、以下水层的酌情加层、底层	10

注1：表层系指海面以下0.1m~1m；注2：底层，对河口及港湾海域最好取离海底2m的水层，深海或大风浪时可酌情增大离底层的距离。

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，各项的分析方法如表3.2.8-4。

表 3.2.8-4 海水调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	水温	《海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测》GB/T 12763.2-2007/5.2.1	CTD法	/
2	盐度	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/29.1	盐度计法	/

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
3	pH	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/26	pH 计法	/
4	溶解氧	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/31	碘量法	0.11mg/L
5	悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/27	重量法	/
6	化学需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/32	碱性高锰酸钾法	0.13mg/L
7	生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/33.1	五日培养法	/
8	硝酸盐氮	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》GB/T 12763.4-2007/11	镉还原法	0.7μg/L
9	亚硝酸盐氮	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》GB/T 12763.4-2007/10	重氮-偶氮法	0.3μg/L
10	氨氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/36.1	靛酚蓝分光光度法	0.4μg/L
11	总磷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007 40	过硫酸钾氧化法	2.8μg/L
12	活性磷酸盐	《海洋调查规范 第4部分：海水化学要素调查》GB/T 12763.4-2007/9	磷钼蓝分光光度法	0.7μg/L
13	挥发酚	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/19	4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
14	硫化物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/18.1	亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
15	氯离子	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/28	银量滴定法	/
16	石油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/13.2	紫外分光光度法	3.5μg/L
17	汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/5.1	原子荧光法	0.007μg/L
18	砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/11.1	原子荧光法	0.5μg/L
19	铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
20	铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
21	镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
22	锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
23	铬	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》GB 17378.4-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L
24	粪大肠菌群	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007/9.1	发酵法	/

3.2.8.3 评价方法及评价标准

(1) 评价方法

采用标准指数法。单项水质评价因子（参数） i 在第 j 点的标准指数：

$$Q_{i,j} = C_{i,j} / C_{i,o}$$

式中， $C_{i,j}$ 为单项水质在 j 点的实测浓度， $C_{i,o}$ 为该项水质的标准值。

溶解氧的标准指数为：

$$S_{DO,j} = \frac{DO_s}{DO_j} \quad DO_j \leq DO_f$$

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j \geq DO_f$$

式中： $S_{DO,j}$ —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j —溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s —溶解氧的水质评价标准限制，mg/L；

DO_f —饱和溶解氧浓度，mg/L， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$

S —实用盐度符号，量纲一；

T —水温， $^{\circ}\text{C}$

pH 的标准指数为：

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

式中： $S_{pH,j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值；

水质评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

（2）评价标准

①2021 年 9 月

海洋水质按照《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》中调查站位所在功能区的海洋环境评价标准执行。

表 3.2.8-5 调查范围执行标准

站位	海洋功能区	执行标准
ZS03、ZS06、ZS08、ZS13、ZS14、ZS16、ZS17、ZS20、ZS23	伶仃洋保留区	维持现状
ZS01、ZS02、ZS04、ZS05、ZS18	横门岛港口航运区	执行海水水质四类标准

ZS07、ZS12、ZS15、ZS21、ZS22	南朗工业与城镇用海区	执行海水水质三类标准
ZS10	唐家工业与城镇用海区	
ZS09、ZS11	淇澳岛海洋保护区	执行海水水质二类标准
ZS19	万顷沙海洋保护区	



图 3.2.8-1 2021 年 9 月监测站位所在海洋功能区示意图

②2021 年 4 月

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），项目调查站位所处功能区及水质执行标准见表 3.2.8-6。

表 3.2.8-6 调查范围水质执行标准

站位	海洋功能区	执行标准
ZS03、ZS06、ZS08、ZS14、ZS16、ZS17、ZS20、ZS23	伶仃洋保留区	维持现状
ZS01、ZS02、ZS04、ZS05、ZS18	横门岛港口航运区	执行海水水质四类标准
ZS13	龙穴岛港口航运区	
ZS07、ZS10、ZS12、ZS15、ZS21、ZS22	南朗工业与城镇用海区	执行海水水质三类标准
ZS09、ZS11	淇澳岛海洋保护区	执行海水水质二类标准
ZS19	万顷沙海洋保护区	

表 3.2.8-7 水质评价标准值

评价因子	评价标准值 (第一类)	评价标准值 (第二类)	评价标准值 (第三类)	评价标准值 (第四类)
pH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8~8.8	6.8~8.8
溶解氧(DO)	>6mg/L	>5mg/L	>4mg/L	>3mg/L
化学需氧量(COD)	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L
活性磷酸盐	≤0.015mg/L	≤0.030mg/L	≤0.030mg/L	≤0.045mg/L

评价因子	评价标准值 (第一类)	评价标准值 (第二类)	评价标准值 (第三类)	评价标准值 (第四类)
无机氮	≤0.20mg/L	≤0.30mg/L	≤0.40mg/L	≤0.50mg/L
汞	≤0.05μg/L	≤0.20μg/L	≤0.20μg/L	≤0.50μg/L
砷	≤20μg/L	≤30μg/L	≤50μg/L	≤50μg/L
锌	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤500μg/L
镉	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤10μg/L
铬	≤50μg/L	≤100μg/L	≤200μg/L	≤500μg/L
铅	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L
铜	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L	≤50μg/L
油类	≤0.05mg/L	≤0.05mg/L	≤0.30mg/L	≤0.50mg/L
硫化物	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤250μg/L
挥发酚	≤5μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L
氰化物	≤5μg/L	≤5μg/L	≤100μg/L	≤200μg/L
表面活性剂	≤30μg/L	≤100μg/L	≤100μg/L	≤100μg/L
生化需氧量	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L



图 3.2.8-2 2021 年 4 月监测站位所在海洋功能区示意图

3.2.8.4 海洋水质调查结果与评价

(1) 调查结果

①2021 年 9 月

秋季调查结果表 3.2.8-8。

②2021 年 4 月

调查海域中 23 个站点的水质监测结果分别见表 3.2.8-9。

（2）评价结果

①2021 年 9 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.2.8-10。

执行第二类海水水质标准的监测站位：ZS09、ZS11、ZS19。三个站位的无机磷、无机氮均超标，超标率为 100%，除了 ZA19 的无机磷符合第四类海水水质，其余站位的无机磷和无机氮均劣于第四类海水水质标准；ZS09、ZS11 站位的石油类超标，超标率为 66.7%，但均符合第三类海水水质标准。剩余的监测指标均符合第二类海水水质标准。

执行第三类海水水质标准的监测站位：ZS07、ZS10、ZS12、ZS15、ZS21、ZS22。ZS10 站位的 pH 值超标，超标率为 16.7%，且劣于第四类海水水质标准；所有站位的无机磷和无机氮均超标，超标率为 100%，除了 ZS10、ZS12 站位的无机磷符合第四类海水水质标准，其余站位的无机磷和无机氮均劣于第四类海水水质标准。剩余的监测指标均符合第二类海水水质标准。

执行第四类海水水质标准的监测站位：ZS01、ZS02、ZS04、ZS05、ZS18。所有站位的无机氮均超标，超标率为 100%。剩余的监测指标均符合第二类海水水质标准。

位于保留区的监测站位，维持现状（即从第一类标准开始评价，评价到达标为止）：ZS03、ZS06、ZS08、ZS13、ZS14、ZS16、ZS17、ZS20、ZS23。ZS06、ZS08 站位的化学需氧量符合第三类海水水质标准，ZS23 站位表层的化学需氧量符合第二类海水水质标准，其余站位的化学需氧量均符合第一类海水水质标准；所有站位的生化需氧量均符合第二类海水水质标准；ZS06、ZS08、ZS23 站位劣于第四类海水水质标准，其余站位的无机磷均符合第四类海水水质标准；所有站位的无机氮均劣于第四类海水水质标准；ZS16 站位的锌符合第二类海水水质标准，其余站位的均符合第一类海水水质标准。剩余监测指标在所有站位均符合第一类海水水质标准。

综上所述，2021 年 9 月秋季调查海区海水中 pH 值、无机氮、无机磷和石油类在部分站位超过相应海洋功能区的水质标准，其中无机氮超标情况较严重，在

所有站位均超过海水水质第四类标准，其次为无机磷。其余监测指标均符合相应海洋功能区的水质标准。维持现状区大部分站位的指标符合第一类水质标准。

②2021年4月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点水质评价因子的标准指数见表 3.2.8-11。

执行第二类海水水质标准的监测站位：ZS04、ZS05、ZS06、ZS07、ZS09、ZS11、ZS15、ZS19、ZS21、ZS22。ZS22 站位化学需氧量超标，但符合第三类海水水质标准；所有站位的无机氮含量均超标，均劣于第四类海水水质标准；ZS04、ZS05、ZS07、ZS09、ZS21、ZS22 站位的活性磷酸盐含量超标，不符合第二类海水水质标准，其中 ZS04、ZS05、ZS07、ZS09 站位符合第四类海水水质标准，ZS21、ZS22 站位劣于第四类海水水质标准；剩余的监测指标均符合第二类海水水质标准。

执行第三类海水水质标准的监测站位：ZS01、ZS02、ZS03、ZS10、ZS12、ZS16、ZS17、Z18、Z20、ZS23。所有站位的无机氮含量均超标，均劣于第四类海水水质标准；ZS01、ZS02、ZS03、ZS16、ZS17、ZS18、ZS20、ZS23 站位的活性磷酸盐含量不符合第三类海水水质标准，但符合第四类海水水质标准；剩余的监测指标均符合第三类海水水质标准。

执行第四类海水水质标准的监测站位：ZS13。ZS13 的无机氮含量超标，劣于第四类海水水质标准，剩余的监测指标均符合第四类海水水质标准。

位于保留区的监测站位，维持现状（即从第一类标准开始评价，评价到达标为止）：ZS08、ZS14。其中两个站位的化学需氧量符合第二类海水水质标准；两个站位的无机氮均劣于第四类海水水质标准；ZS08 站位的活性磷酸盐符合第一类海水水质标准，ZS14 站位的活性磷酸盐符合第四类海水水质标准；两个站位的铜符合第二类海水水质标准；ZS14 站位的铅符合第二类海水水质标准；剩余监测指标所有站位均符合第一类海水水质标准。

综上所述，2021年4月春季调查海区海水中化学需氧量、无机氮和活性磷酸盐在部分站位超过相应海洋功能区的水质标准，其中无机氮超标情况较严重，在所有站位均超过海水水质第四类标准。其余监测指标均符合相应海洋功能区的水质标准。维持现状区大部分站位的指标符合第一类水质标准。

表 3.2.8-8 2021 年 9 月水质现状监测结果

（内容不公开）

表 3.2.8-9 2021 年 4 月水质现状监测结果

（内容不公开）

表 3.2.8-10a 2021 年 9 月水质标准指数（第二类）

（内容不公开）

表 3.2.8-10b 2021 年 9 月水质标准指数（第三类）

（内容不公开）

表 3.2.8-10c 2021 年 9 月水质标准指数（第四类）

（内容不公开）

表 3.2.8-10d 2021 年 9 月伶仃洋保留区水质标准指数

（内容不公开）

表 3.2.8-11a 2021 年 04 月份水质监测站位（执行第二类海水水质标准）各要素的质量指数
（内容不公开）

表 3.2.8-11b 2021 年 04 月份水质监测站位（执行第三类海水水质标准）各要素的质量指数
（内容不公开）

表 3.2.8-11c 2021 年 04 月份水质监测站位（执行第四类海水水质标准）各要素的质量指数
（内容不公开）

表 3.2.8-11d 2021 年 04 月份水质监测站位（执行维持现状）各要素的质量指数
（内容不公开）

3.2.9 沉积物质量现状调查与评价

本节引用《中山市横门水道至洪奇沥水道 2021 年秋季海洋环境现状调查报告》（福州市华测品标检测有限公司，2021 年 9 月），由福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的环境质量现状调查资料。同时引用《中山市横门水道至洪奇沥水道环境现状调查（春季）监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021 年 5 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。调查站位表和图见 3.1.4 节。

3.2.9.1 调查项目

（1）2021 年 9 月

沉积物分析项目为粒度。

（2）2021 年 4 月

调查内容包括：pH、含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、锌、总汞、铬和砷共计 12 项。在 12 个海洋沉积物调查站中，每个站采集表层样 1 个，共 12 个。

3.2.9.2 采样与分析方法

（1）2021 年 9 月

调查分析方法见表 3.2.9-1。

表 3.2.9-1 粒度调查分析方法

检测项目	分析方法	分析仪器名称	方法检出限
粒度	海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查 GB/T 12763.8-2007 (激光法)	激光粒度分析仪 Bettersize3000	/

（2）2021 年 4 月

根据《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料到或勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm

的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.2.9-2。

表 3.2.9-2 海洋沉积物调查分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	pH	《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T 12763.8-2007/6.7.2	电位法	/
2	含水率	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/19	重量法	/
3	有机碳	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/18.1	重铬酸钾氧化-还原容量法	0.02%
4	石油类	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/13.1	荧光分光光度法	1.0mg/kg
5	硫化物	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/17.1	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg
6	铜	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/6.2	火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
7	铅	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/7.2	火焰原子吸收分光光度法	3.0mg/kg
8	镉	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
9	锌	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg
10	汞	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
11	铬	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	2.0mg/kg
12	砷	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007/11.1	原子荧光法	0.06mg/kg

3.2.9.3 评价方法与评价标准

沉积物质量评价采用单项分指数法，即 $S_{i,j} = C_{i,j} / C_{s,i}$ 。

表 3.2.9-3 2021 年 4 月调查范围执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准
ZS17、ZS23	伶仃洋保留区	海洋沉积物质量维持现状
ZS01、ZS05	横门岛港口航运区	执行海洋沉积物质量三类标准
ZS13	龙穴岛港口航运区	
ZS07、ZS15、ZS21、ZS22	南朗工业与城镇用海区	执行海洋沉积物质量二类标准
ZS09、ZS11	淇澳岛海洋保护区	执行海洋沉积物质量一类标准
ZS19	万顷沙海洋保护区	

表 3.2.9-4 沉积物质量标准

项目	第一类	第二类	第三类	备注
硫化物($\times 10^{-6}$) \leq	300.0	500.0	600.0	引自《中华人民共和国国家标准海洋沉积物质量 GB18668-2002》
石油类($\times 10^{-6}$) \leq	500.0	1000.0	1500.0	
有机碳(%) \leq	2.0	3.0	4.0	
锌($\times 10^{-6}$) \leq	150.0	350.0	600.0	
镉($\times 10^{-6}$) \leq	0.50	1.50	5.00	
铅($\times 10^{-6}$) \leq	60.0	130.0	250.0	
铜($\times 10^{-6}$) \leq	35.0	100.0	200.0	
总汞($\times 10^{-6}$) \leq	0.20	0.50	1.00	

3.2.9.4 沉积物调查结果与评价

(1) 调查结果

①2021 年 9 月

2021 年 9 月调查结果见表 3.2.9-5。

②2021 年 4 月

2021 年 4 月调查结果见表 3.2.9-6。

(2) 评价结果

2021 年 4 月

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 3.2.9-9。

ZS09、ZS11、ZS19 站位执行海洋沉积物质量第一类标准，从评价结果可知，各测站沉积物样品各项评价因子标准指数均小于 1.0，均符合海洋沉积物质量第一类标准。

ZS07、ZS15、ZS21、ZS22 站位执行海洋沉积物质量第二类标准，从评价结果可知，各测站沉积物样品各项评价因子标准指数均小于 1.0，均符合海洋沉积物质量第二类标准。

ZS01、ZS05、ZS13 站位执行海洋沉积物质量第三类标准，从评价结果可知，各测站沉积物样品各项评价因子标准指数均小于 1.0，均符合海洋沉积物质量第三类标准。

ZS17、ZS23 调查站位执行维持现状的评价标准（即从第一类标准开始评价，评价到达标为止），调查结果表明：执行维持现状的海域，有机碳、石油类、硫

化物、锌、总汞和砷等均符合第一类沉积物标准；铜、镉、铬符合第二类沉积物标准；仅 ZS17 调查站位的铅符合第一类沉积物标准，其余站位的符合第二类沉积物标准。

综上所述，执行第一、二、三类沉积物标准的全部站位的各项指标都符合相对应的沉积物标准；维持现状区大部分部分站位的指标符合第一类沉积物标准。

表 3.2.9-5 2021 年 9 月海洋沉积物粒度检测结果

（内容不公开）

表 3.2.9-6 2021 年 4 月海洋沉积物环境质量现状调查

（内容不公开）

表 3.2.9-7a 2021 年 4 月沉积物指数表（第一类）

（内容不公开）

表 3.2.9-7b 2021 年 4 月沉积物指数表（第二类）

（内容不公开）

表 3.2.9-7c 2021 年 4 月沉积物指数表（第三类）

（内容不公开）

表 3.2.9-7d 2021 年 4 月伶仃洋保留区沉积物指数表

（内容不公开）

3.2.10 生物质量现状调查与评价

本节引用《中山市横门水道至洪奇沥水道 2021 年秋季海洋环境现状调查报告》（福州市华测品标检测有限公司，2021 年 9 月），由福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的环境质量现状调查资料。同时引用《中山市横门水道至洪奇沥水道环境现状调查（春季）监测报告》（广州海兰图检测技术有限公司，2021 年 5 月），由广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料。调查站位表和图见 3.1.4 节。

3.2.10.1 调查项目

分析其体内石油烃、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷共 8 项指标。

3.2.10.2 采样与分析方法

（1）2021 年 9 月

于 2021 年 9 月对样品进行采集，样品的采集、处理、分析均按《海洋监测规范》中的相关要求进行。

采样现场拖网调查，在到站前 2 海里处放网，拖速控制在 2-3 节。拖网取样时间以拖网着底或曳纲拉紧时为起始时间，拖网中尽可能保持拖网方向至起朝着标准站位，结束时间以起网收纳时计算。监测在白天进行，每站拖网时间为 10-20min。

大型鱼样采集：

测量并记录鱼样的叉长、体重和性别。

用清洁的金属刀切下至少 100g 肌肉组织，厚度至少 5cm，样品处理时，切除沾污和内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出袋内空气，并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，低温冷藏。若贮存期不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱存放样品。

样品的保存按《近岸海域环境监测规范》中的相关要求进行了。

海洋生物质量的分析方法见表 3.2.10-1。

表 3.2.10-1 海洋生物质量分析测试方法

序号	调查项目	分析方法	检出限
1	总汞	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(原子荧光法)	0.002mg/kg
2	镉	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.005mg/kg
3	铜	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.4mg/kg
4	铅	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.04mg/kg
5	锌	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(火焰原子吸收分光光度法)	0.4mg/kg
6	砷	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(原子荧光法)	0.2mg/kg
7	铬	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(无火焰原子吸收分光光度法)	0.04mg/kg
8	石油烃	海洋监测规范第 6 部分：生物体分析 GB17378.6-2007(荧光分光光度法)	0.2mg/kg

(2) 2021 年 4 月

① 虾与中小型鱼样采集

按要求选取足够数量的完好生物样，放入干净的聚乙烯袋中，应防止袋子被刺破。挤出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮存样品。

② 大型鱼类采集

测量并记下鱼样的体长、体重。用清洁的金属刀切下至少 100g 肌肉组织，厚度至少 5cm，样品处理时，切除沾污或内脏部分。存于清洁的聚乙烯袋中，挤出空气并封口，将此袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮存样品。

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 3.2.10-2。

表 3.2.10-2 海洋生物质量调查项目及分析方法

序号	检测指标	检测依据	分析方法	检出限
1	石油烃	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007/13	荧光分光光度法	0.2mg/kg
2	铜	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007/6.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
3	铅	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007/7.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg
4	镉	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007/8.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.005mg/kg
5	汞	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007/5.1	原子荧光法	0.002mg/kg
6	砷	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/11.1	原子荧光法	0.2mg/kg
7	锌	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB 17378.6-2007/9.1	火焰原子吸收分光光度法	0.4mg/kg
8	铬	《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》 GB17378.6-2007/10.1	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg

3.2.10.3 评价方法及评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式 $P_i=C_i/C_{si}$ 。

式中： P_i 为第 i 种评价因子的质量指数；

C_i 为第 i 种评价因子的实测值；

C_{si} 为第 i 种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过了规定的生物质量标准。

(2) 评价标准

鱼类、甲壳类重金属含量将采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准进行评价。石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。生物体内铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

表 3.2.10-3 海洋生物质量标准 单位：mg/kg

生物类别	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	石油烃
甲壳类	100	2.0	150	2.0	0.2	/	/	20
鱼类	20	2.0	40	0.6	0.3	/	/	20

3.2.10.4 生物质量调查与评价结果

(1) 调查结果

①2021年9月

2021年9月生物体检测结果见表3.2.10-4。

表3.2.10-4 2021年9月海洋生物质量调查要素的分析结果（湿重） 单位：mg/kg

（内容不公开）

②2021年4月

2021年4月生物体质量监测结果见表3.2.10-5。

表3.2.10-5 生物体质量监测结果

（内容不公开）

(2) 评价结果

①2021年9月

监测结果表明：调查海域中的鱼类生物中的石油烃、重金属（总汞、铅、镉、铜、铬、砷和锌）均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）和《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

本次调查中，调查海域各站位生物质量均在相应的评价标准范围内，没有超标样品。说明调查期间，调查海域生物体质量良好。

表3.2.10-6 生物体检测标准指数

（内容不公开）

②2021年4月

2021年04月调查结果显示，本次调查的鱼类和甲壳类的污染物含量均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》及《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的标准。

表3.2.10-7 生物体质量指数

（内容不公开）

3.2.11 海洋灾害

3.2.11.1 热带气旋

珠江口沿岸海岛受热带气旋影响较频繁，根据 1949 年~2016 年期间的《台风年鉴》统计（以台风中心位置进入 21°N~23°N，113°E~115.5°E 区域内，热带气旋登陆或影响深圳沿岸海岛，即赤湾、港口及香港天文台实测风速达 6 级为标准），68 年间登陆或影响珠江口沿岸海岛的热带气旋共有 128 个，年平均 1.9 个，其中有 8 年没有热带气旋登陆或影响本海域（分别是：1965、1977、1982、1985、1989、1994、1998 和 2006 年）；年最多为 7 个，发生于 1964 年；每年 6~10 月份为热带气旋主要影响季节，其中 8 月最多。热带气旋登陆前达到超强台风的有 9 个，强台风 12 个，台风 26 个，强热带风暴 31 个，热带风暴 34 个。

从季节分布来看，热带气旋 8 月出现最多，占 28%，其次是 9 月占 22%，严重危害珠江口沿岸海岛的热带气旋多数也发生在 8 月和 9 月。热带气旋最早出现在 1999 年 5 月 2 日，是登陆广东惠东的 9902 号台风，中文名“利奥”台风；最晚出现在 1974 年 12 月 2 日，在台山登陆的 7427 号强台风，中文名厄玛 Irma）台风。其中，在珠江口沿岸海岛登陆的 7908 号台风导致珠江口沿岸海岛出现 45m/s 的风速，是影响到珠江口沿岸海岛的六十年一遇的强台风。1 月至 3 月没有热带气旋影响珠江口沿岸海岛海域。

根据 2017 年~2020 年广东省海洋灾害公报，2017 年登陆广东省的热带气旋有 5 个，1702 号台风“苗柏”和 1713 号台风“天鸽”在珠江口登陆。其中，“天鸽”于 2017 年 8 月 23 日在珠海登陆，是 1965 年以来登陆珠江口的最强台风，导致珠江口出现 279cm 风暴潮增水。

2018 年登陆广东省的热带气旋有 2 个，1804 号“艾云尼”在徐闻登陆，其影响时间长，带来的降雨非常强，受其影响，广东全省有持续性强降雨，粤西、珠三角地区连续出现暴雨到大暴雨；1822 号“山竹”在台山登陆，华南中西部沿海风力达 14-16 级，阵风达 17 级以上；广东南部、香港、番禺、广西南部、海南岛、云南南部等地部分地区有大暴雨，局地有特大暴雨；广东西南部、广西南部、海南岛北部和云南东南部暴雨灾害风险高或极高。

2020 年第 7 号台风“海高斯”在珠海金湾机场附近登陆，“海高斯”的“危险半圆”在澳门、珠海和珠江口上岸，南海北部、广东中部沿海、珠江口区有 8~9 级

大风，部分海域或地区的风力有 10~12 级。

为了防患于未然，需采取相应的防范应急措施，以抵御和降低台风及台风暴潮可能带来的危害。

3.2.11.2 风暴潮

珠江出海口地带因受西太平洋或南海强热带风暴（台风）形成的暴潮影响，常造成严重的自然灾害。珠江三角洲南临西太平洋，历来是我国台风灾害最严重的地区之一，除台风强大的风力直接造成风灾外，台风暴雨形成的洪涝灾害也占相当的比重；由于台风来势凶猛，强度大，由此带来了破坏力极强的台风暴潮；珠江三角洲人口稠密，经济发达，一旦发生洪潮灾害，损失惨重，因此防治洪潮灾害是一项长期而又艰巨的任务。

2010 年 10 月的“鲇鱼”台风，适逢天文高潮期，台风风暴潮增水达到 1-2.8m。

2017 年 8 月 23 日，台风“天鸽”在珠海金湾区登陆，登陆时中心附近最大风力 14 级（45 米/秒）。广州 1 号港区出现 15-17 级瞬时大风，中南部陆地普遍出现 8-10 级阵风，并伴有中雨降水。23 日中午到夜间，广州港 1-2 号港区风力 10-13 级（瞬时最大风力 15-16 级），市区最大阵风 7-10 级，累计降水南部 50-100 毫米，中北部 30-60 毫米。受台风风暴潮影响，珠江黄埔段录得 2.90 米的风暴潮水位，创历史最高纪录达到 100 年一遇。

2018 年 9 月，台风“山竹”登陆前后，广州全市普降暴雨至大暴雨，广州海珠、黄埔、番禺、南沙、白云等区多个潮位站出现了突破历史记录极值，导致珠江水倒灌。广州共发生河堤漫顶 26 处，水浸点 27 处；“山竹”给珠江三角洲地区带来了 2.60 米-3.00 米的风暴潮增水，广州海珠、黄埔、番禺、南沙、白云等区多个潮位站出现了突破历史记录极值。番禺区三沙口站 18 时 20 分出现 3.14 米的高潮位，超历史极值 0.04 米，超警 1.54 米，大石站 19 时 50 分出现 3.19 米的高潮位，超历史极值 0.23 米，超警 1.59 米。

2020 年 8 月 19 日，受台风“海高斯”强热带风暴影响，珠江口出现 0.40~0.90m 的风暴增水，三角洲潮位站出现超警 0.30~0.75m 的高潮位。

3.2.11.3 地震

珠江三角洲第四系与下伏基岩大多数为不整合接触（多数基岩为第三系红层，

少数为古老变质岩和中生代沉积岩及燕山期花岗岩)。大多数(尤其是红层)都具有厚度较大的风化壳,表明地壳运动的抬升,遭受风化、剥蚀,后差异性升降运动形成珠江三角洲断陷区沉积。在珠江三角洲周边存在 60~80m, 40~50m, 25~30m, 15~20m 和 10m 以下高程的多级台

地和阶地,一般都有经历过多次抬升和沉降。总的新构造运动特征是周边以抬升为主,平原以沉积为主,形成珠江三角洲多个沉积中心。总的来看,珠江三角洲是一个具有盆地式沉积格局的三角洲。

区域地处珠江三角洲冲积区,大部分为第四系覆盖,基底岩石断裂构造大多隐伏。据记载,珠江三角洲各地历史上遭受地震最大烈度在 5~6 级之间,区域地震强度不大,其分布特征是频率高,强度小,小震多而大震少,震级多在 3~4 级,多属微震~弱震。工作区附近纪录的最大地震有番禺 4.5 级,中山小榄 5.0 级。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),中山地区地震动峰值加速度 0.10g,反应谱特征周期为 0.35s,抗震设防烈度为 VII 度。

3.2.11.4 雷暴

珠江口沿岸海岛,1~11 月均有雷暴发生,年际和季节变化明显,雷暴日数主要集中在 4~9 月,珠江口沿岸海岛历年平均发生雷暴 68.7 天,最多 103 天(1973 年),最少也有 47 天(1991 年),夏季雷暴频繁,历年各月平均雷暴最多出现在 8 月,7 月次之,4~6 月及 9 月均有 6~10 天的雷暴发生,1~3 月及 10~11 月发生雷暴的天数较少,12 月没有雷暴记录。一天之内,各个时次均可发生雷暴,下午 15:00~18:00 时为雷暴发生的高峰期。雷暴次数与气温的日变化在时间上基本同步。

4 资源生态影响分析

4.1 生态评估

4.1.1 资源生态敏感目标

根据本项目用海基本情况和所在海域资源生态基本特征分析，本项目用海周边主要有生态保护红线、海洋保护区、重要渔业水域、红树林等资源生态敏感目标，具体分布见表 4.1.1-1 和图 4.1.1-1~图 4.1.1-2。

表 4.1.1-1 项目周边生态敏感目标分布

类型	名称	与项目相对位置及最近	敏感要素
生态保护红线	珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线	毗邻	水土保持、水源涵养
	珠海淇澳-担杆岛地方级自然保护区	南侧，7.9km	海岛、海洋生态系统
	中山市红树林	毗邻（0.04km）	红树林及其生境
	中山翠湖地方级湿地自然公园	毗邻	湿地生态系统
	万顷沙重要滩涂及浅海水域	东侧，1.6km	湿地生态系统
	广州中山交界重要渔业资源产卵场	东侧，1.5km	渔业资源、海洋水质、生态环境
	广州市南沙区红树林	北侧，2.1km	红树林及其生境
	广州南沙湿地地方级湿地自然公园	东北侧，6.0km	湿地生态系统
	广东中山翠亨国家湿地自然公园	南侧，0.1km	湿地生态系统
海洋保护区	淇澳岛海洋生态系统保护区	南侧，8.3km	红树林湿地、鸟类及海岛生态环境
	珠江口中华白海豚自然保护区	南侧，17.3km	珍稀濒危水生动物及其生境
	珠江口经济鱼类繁育场保护区	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境
	广州南沙海洋生态自然保护区	东侧，1.6km	海洋生态系统
红树林	现状红树林	西北侧，0.03km	红树林及其生境
重要渔业水域	“南沙南部—淇澳—内伶仃岛”中心产卵和索饵场	项目所在	渔业资源、海洋水质、生态环境



图 4.1.1-1a 项目周边资源生态敏感目标分布图 1

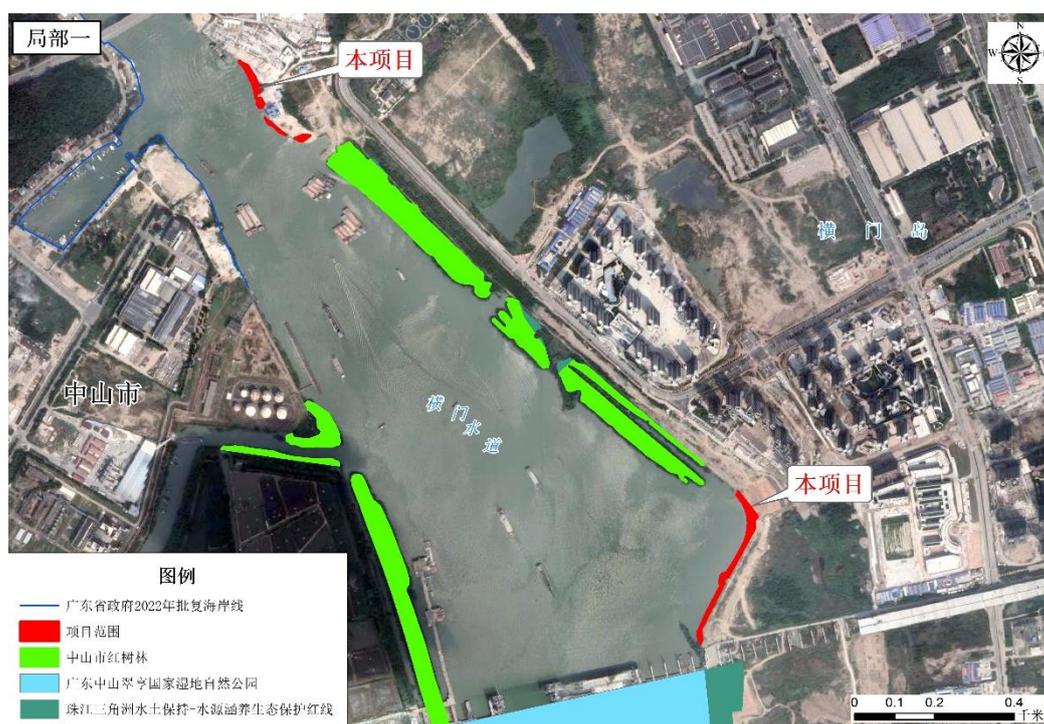


图 4.1.1-1b 项目周边资源生态敏感目标分布图 1（局部一）

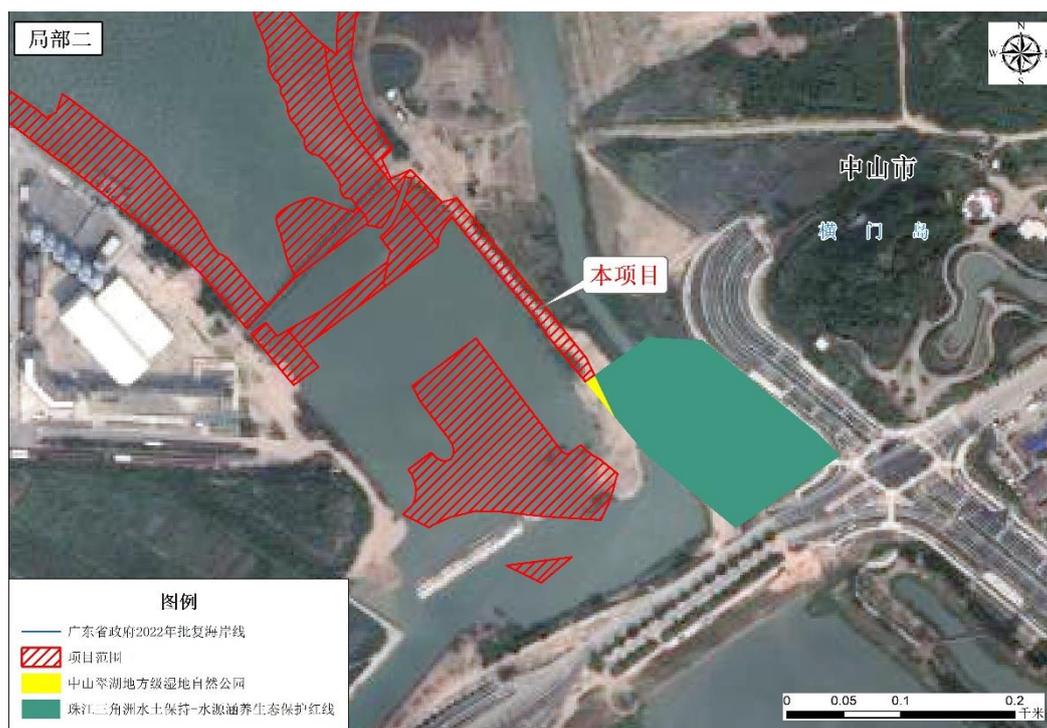


图 4.1.1-1c 项目周边资源生态敏感目标分布图 1（局部二）

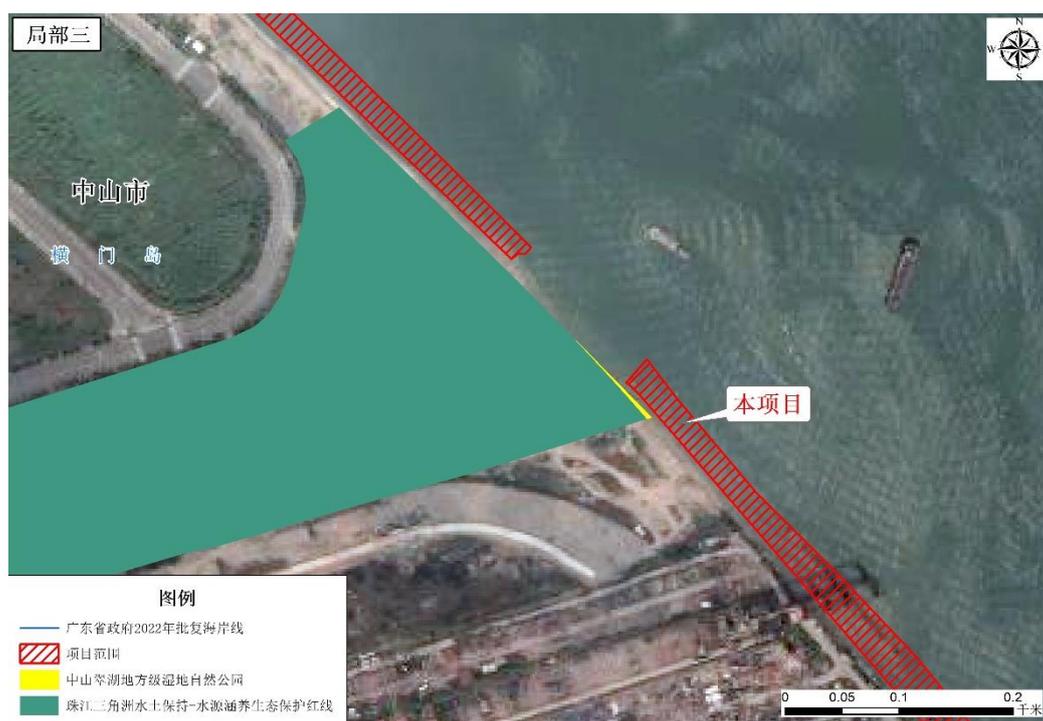


图 4.1.1-1d 项目周边资源生态敏感目标分布图 1（局部三）



图 4.1.1-2 项目周边资源生态敏感目标分布图 2

4.1.1.1 生态保护红线

根据《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），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的十大类有限人为活动。

本项目不占用生态保护红线，与生态保护红线中的“中山市红树林”的距离较近（0.04km），且毗邻“珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线”和“中山翠湖地方级湿地自然公园”；距离其他生态保护红线较远。

4.1.1.2 海洋保护区

（1）淇澳岛海洋生态系统保护区

淇澳岛海洋生态系统保护区位于项目南侧约 8.3km，其保护管理要求为按照自然保护区法规管理，维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。

（2）珠江口中华白海豚自然保护区

珠江口中华白海豚自然保护区位于项目南侧约 17.3km，其保护管理要求为禁止围填海，禁止采挖海砂，维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态红线管控要求。自然保护区的核心区和缓冲区禁止开展任何形式的开发建设活动；自然保护区的实验区禁止进行捕捞、挖沙等活动，控制养殖规模。

（3）珠江口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，其保护管理要求为保护期为每年的农历 4 月 20 日至 7 月 20 日，保护期内禁止使用大罾、企业罾、装箩、掺罾、布四古、闸箔等渔具和机拖渔船作业。

（4）广州南沙海洋生态自然保护区

广州南沙海洋生态自然保护区位于项目东侧约 1.6km，其保护管理要求为维护海洋生态系统健康和安全，严格执行海洋生态红线管控要求。禁止毁损领海基点标志，鼓励主权权益设施建设以及以海岸线保护为重点的海洋自然保护区建设。加强红树林区域的执法监督，防止破坏红树林，禁止在红树林及周边区域围堤造田或挖虾池，禁止对红树林区域生物资源的过度采捕，禁止在红树林区域新增排污口，清理整顿原有排污口，禁止在红树林区域倾倒垃圾等废物，定期清理海漂垃圾，开展生态养殖。加大对滨海湿地的保护与修复。控制入海污染物排放，保证达标排放，减少直排，杜绝偷排，为湿地生态系统营造良好的生境条件。禁止采挖海砂；不得新增入海陆源工业直排口；严格控制河流入海污染物，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。

4.1.1.3 现状红树林

本项目周边的现状红树林主要位于生态保护红线中的“中山市红树林”和“珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线”范围内，与项目距离较近(0.04km)。对红树林的保护管理要求为加强红树林区域的执法监督，防止破坏红树林，禁止

在红树林及周边区域围堤造田或挖虾池，禁止对红树林区域生物资源的过度采捕，禁止在红树林区域新增排污口，清理整顿原有排污口，禁止在红树林区域倾倒垃圾等废物，定期清理海漂垃圾，开展生态养殖。

4.1.1.4 重要渔业水域

本项目位于“南沙南部一淇澳一内伶仃岛”中心产卵和索饵场，其保护管理要求为加强海洋渔业资源保护，严格执行海洋伏季休渔制度，在珠江口探索实施更严格的禁休渔制度，加大珠江口产卵场、索饵场和洄游通道的保护力度。

4.1.2 重点和关键预测因子

本项目位于中山市翠亨新区马鞍北岛，建设内容为加固横门岛外围海堤10.672km，新建茅龙北水利枢纽。项目周边分布的横门北汊、横门南汊和灯笼水道等水道，维护其水动力环境相对稳定，对维持珠江河口纳潮量，保持珠江水系畅通以及行洪安全有重要作用。项目所在珠江口海域港口资源丰富，是我国港口最为密集的海区之一，开发利用程度较高。本项目附近主要大港口有中山港、广州港，维护项目周边水道的地形地貌与冲淤环境有利于确保通航安全。项目周边的资源生态敏感目标较多，包括生态保护红线、海洋保护区、重要渔业水域、红树林等，因此保护项目周边海域的水质环境有重要意义。其中，本项目与现状红树林距离较近。

综上所述，确定本项目的重点和关键预测因子如下：

- （1）水动力环境：流速、流向、水动力影响范围；
- （2）地形地貌与冲淤环境：冲淤变化范围、冲淤变化影响红树林面积；
- （3）水质环境：悬沙扩散范围、悬沙扩散影响红树林面积。

4.1.3 用海方案工况设计

根据本项目的基本情况和所在海域资源生态基本特征，提出了两种不同的用海总平面布置方案，具体如下：

1、用海方案一

（1）外围海堤加固工程

现状海堤大部分堤段堤顶高程不满足设计防洪（潮）标准要求，堤顶无防汛抢险道路，大部分堤顶宽度 3m 左右。根据《海堤工程设计规范》(GB/T51015-2014)，1 级海堤堤顶宽度不宜小于 5m。本次设计结合堤顶现状，以及防汛交通要求，包括路缘石在内的堤顶道路总宽度取 6m，规划海堤堤顶道路作为城市绿道的组成部分，平时供市民骑行休闲使用，汛期可通行防汛抢险车辆，堤顶路面结构拟采用沥青混凝土。本次加固横门岛外围海堤东北侧堤段和西北侧堤段，其中：东北侧海堤桩号范围 E7+637~E10+336、N0+000~N1+660，长 4.359km；西北侧海堤桩号范围 N1+900~N4+676、W0+000~W4+616，长 6.313km。

其中涉海构筑物有：（1）东北侧 E7+637~E8+536、E8+770~E10+336、N0+000~N1+660 段海堤，西北侧 N1+900~N4+676、W0+000~W0+752 段海堤，西侧 W1+047~W1+267、W2+178~W2+970、W3+019~W3+966、W4+019~W4+616 段海堤。其余段海堤加固工程皆沿现状治导线布置，局部结合景观要求布置景观设施或退后堤线布置，不涉及用海。

（2）河涌整治工程

本次工程河涌整治主要建设内容包括：①河涌整治工程：横一涌、横二涌、横一横二涌连通涵及配套节制闸和马安村内排泵站；②水工建筑物工程：茅龙北枢纽、横一涌水闸、横三涌水闸。

横一涌水闸和横三涌水闸已申请海域权属，并已建设完成，茅龙北水利枢纽工程（茅龙北泵站、茅龙水闸、茅龙北船闸已取得海域权属），本次申请茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤部分。

方案一的总平面布置图见图 4.1.3-1。

2、用海方案二

由于用海方案一的西侧 W2+821~W2+970、W3+019~W3+966、W4+019~W4+195 段海堤的抛石护脚涉及现状红树林和生态保护红线中的“中山

市红树林”，因此用海方案二在方案一的基础上取消该段海堤的抛石护脚，涉海构筑物调整为：东北侧 E7+637~E8+536、E8+770~E10+336、N0+000~N1+660 段海堤，西北侧 N1+900~N4+676、W0+000~W0+752 段海堤，西侧 W1+047~W1+267、W2+178~W2+821、W4+195~W4+616 段海堤。方案二不涉及现状红树林和生态保护红线。其它部分的用海平面布置与方案一相同。

方案二的总平面布置图见图 4.1.3-2。

根据上述两种不同的用海总平面布置方案设计对应的两种工况，以开展水动力、地形地貌冲淤以及水质和环境等方面的重点和关键预测因子的数值计算，从而确定两种方案对资源生态影响程度、范围。



图 4.1.3-1 用海方案一总平面布置图



图 4.1.3-2 用海方案二总平面布置图

4.1.4 水动力影响预测对比分析

4.1.4.1 潮流数学模型

1、控制方程

潮流数值模拟采用二维潮流数学模型进行计算。

(1) 连续方程

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = 0$$

(2) 动量方程

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} = f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{xy})$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} = -f\bar{u}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy})$$

$$T_{xx} = 2A \frac{\partial \bar{u}}{\partial x}, \quad T_{xy} = A \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial \bar{v}}{\partial x} \right), \quad T_{yy} = 2A \frac{\partial \bar{v}}{\partial y}$$

式中：

h ——总水深， $h = d + \eta$ ， d 为给定基面下水深， η 为基面起算水位；

\bar{u} 、 \bar{v} —— x 、 y 方向垂向平均流速；

t ——时间；

f ——科氏参数；

g ——重力加速度；

ρ_0 ——参考密度；

ρ ——水体密度；

A ——水平涡动粘滞系数；采用 Smagorinsky 公式计算；

τ_{bx} 、 τ_{by} ——底切应力 $\vec{\tau}_b$ 在 x 、 y 方向的分量； $\vec{\tau}_b = \rho_0 C_f |\vec{U}_b| \vec{U}_b$ ， \vec{U}_b 为底流速， C_f 为底拖曳系数； $C_f = \frac{g}{(Mh^{1/6})^2}$ ， M 为 Manning 数。

2、定解条件

(1) 初始条件

$$\eta(x, y, t)|_{t=0} = \eta_0(x, y)$$

$$\bar{u}(x, y, t)|_{t=0} = \bar{u}_0(x, y)$$

$$\bar{v}(x, y, t)|_{t=0} = \bar{v}_0(x, y)$$

式中：

η_0 、 \bar{u}_0 、 \bar{v}_0 —— η 、 \bar{u} 、 \bar{v} 初始条件下的已知值。

初始水位 $\eta_0(x, y) = 0$ ；初始流速 $\bar{u}_0(x, y) = 0$ ， $\bar{v}_0(x, y) = 0$ 。

(2) 固边界条件

$$\vec{V}(x, y, t) \cdot \vec{n} = 0$$

式中：

\vec{n} ——固边界法向矢量；

\vec{V} ——流速矢量。

模型闭边界采用了干湿判别的动边界处理技术，即当某点水深小于一浅水深时，令该处流速为零，滩地干出。当水深大于该浅水深时，参与计算，潮水上滩。

(3) 开边界条件

已知潮位：

$$\eta(x, y, t)|_{\Gamma} = \eta^*(x, y, t)$$

式中：

Γ ——开边界；

η^* ——已知潮位。

本次数值模拟中给定开边界的潮位。大模型共设 1 个潮位开边界，开边界潮位以九个调和常数的形式给出，由中国海域潮汐预报软件 Chinatide 计算获得，主要考虑四个半日分潮（M2、S2、N2 和 K2）、四个全日分潮（K1、O1、P1 和 Q1）及一个长周期分潮（Sa）。

工程上游鸡鸦水道、小榄水道以及北侧开边界洪奇沥水道等采用珠江三角洲大范围模型计算得到。并根据潮汐预报和实测水位进行调整以使计算水位与实测水位尽量重合。

3、地形数据来源

(1) 国家海洋科学数据中心发布的共享水深数据；

(2) 翠亨新区滨河整治工程水深地形图（中山市水利水电勘测设计咨询有限公司，2020 年 7 月测量成果）；

(3) 收集工程周边水域地形测量资料。

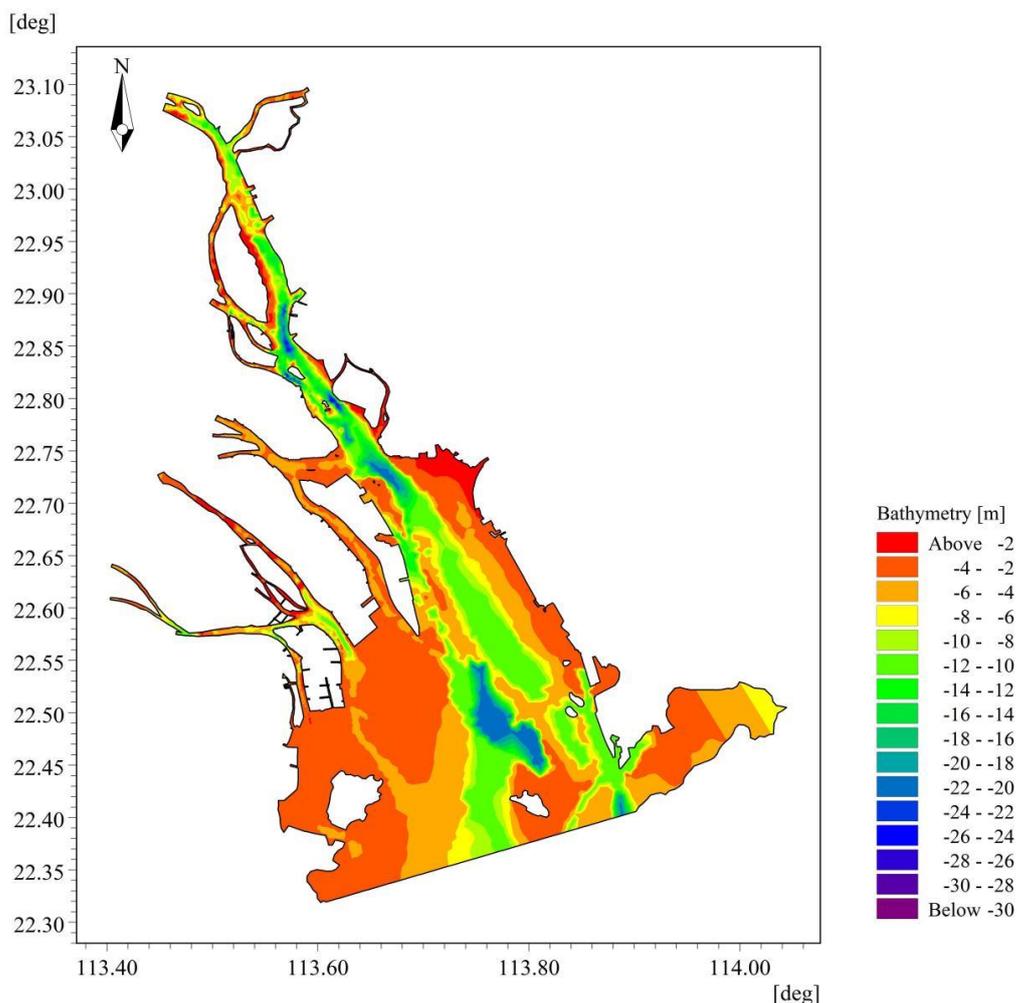


图 4.1.4-1 工程区模型计算范围地形

4、计算范围及网格划分

工程区潮流数学模型计算域如图 4.1.4-2 所示，东西方向长约 65km，南北方向长约 85km。计算域大范围水深由国家海洋科学数据中心发布水深数据进行确定，拟建工程附近水域水深参考设计单位提供的实测地形数据修正，工程所在岸线根据卫星影像图提取。

为了提高计算效率，同时又保证工程海域有足够的分辨率，拟合项目所在水域复杂岸线、岛屿以及其他水工建筑物等边界，计算模式采用非结构三角形网格对计算域进行划分，工程附近局部加密。海堤通过调整局部地形进行概化。

模型计算采用国家 1985 高程。外海区域空间步长较大，在开边界约为 500m，工程区域空间步长约为 5~20m。其中小范围模型计算域共计生成计算节点 17507 个，网格 30471 个，工程区模型局部网格可见图 4.1.4-3 及图 4.1.4-4。模型起算

时间为 2023 年 2 月 5 日 0:00。

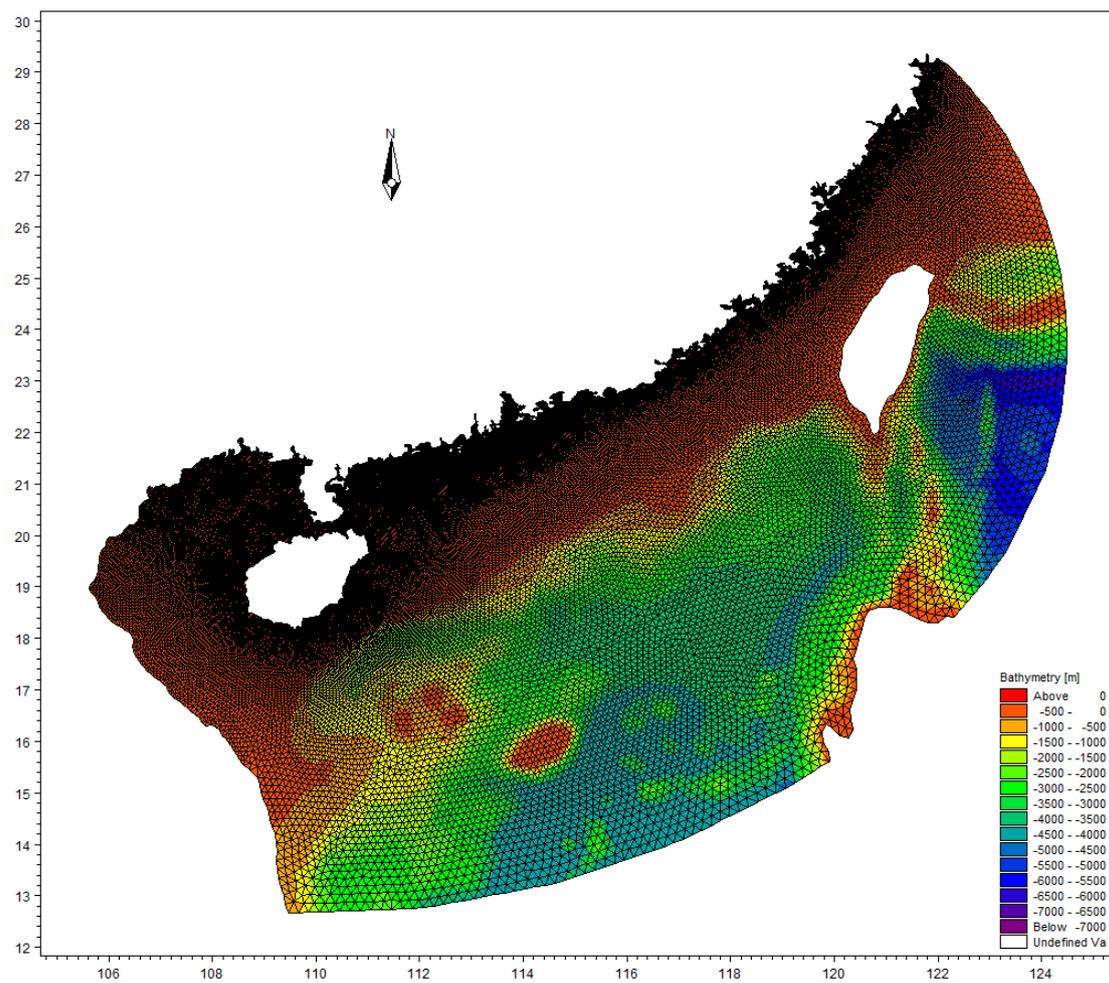


图 4.1.4-2 大范围模型计算网格

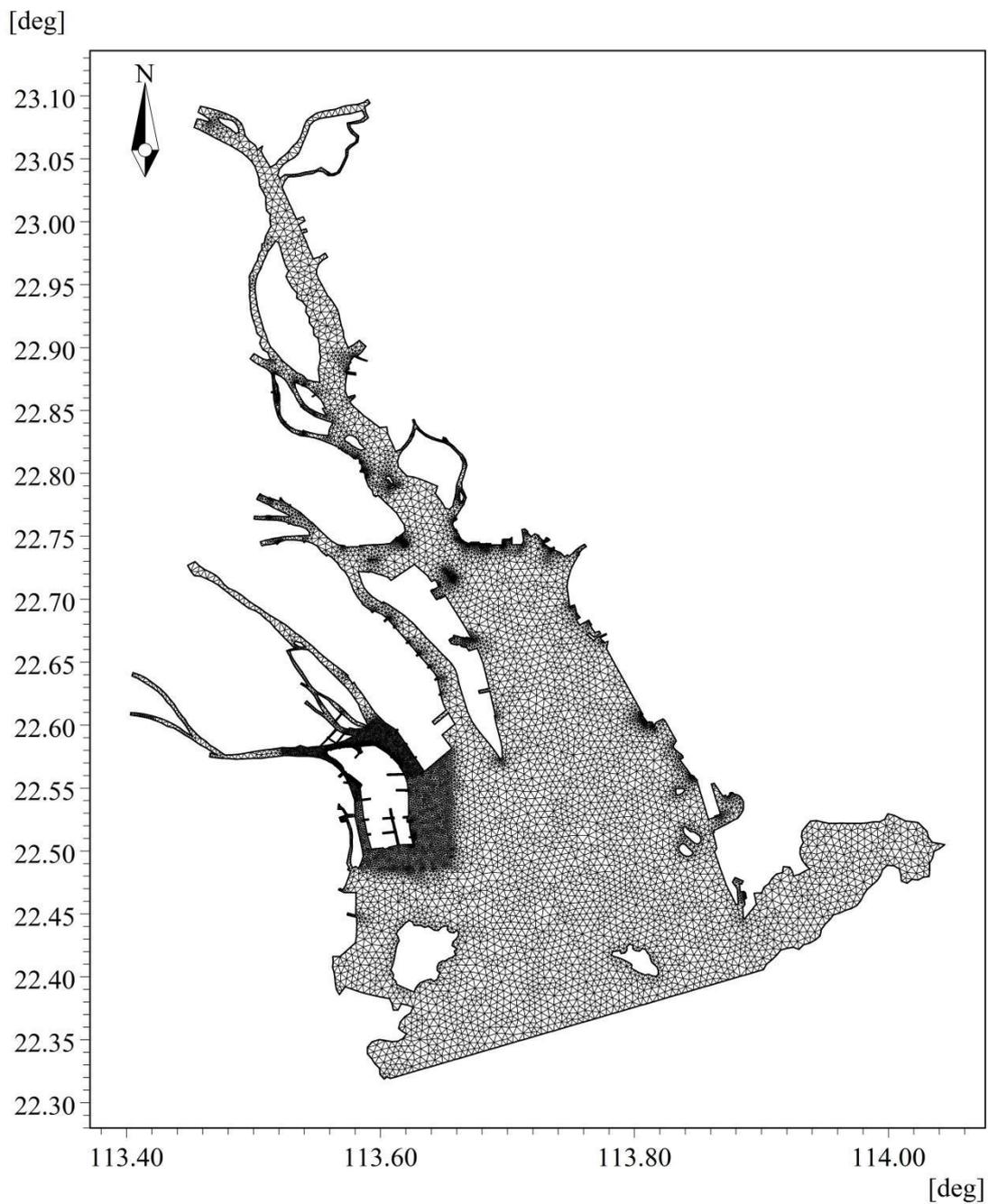


图 4.1.4-3 工程区模型计算网格

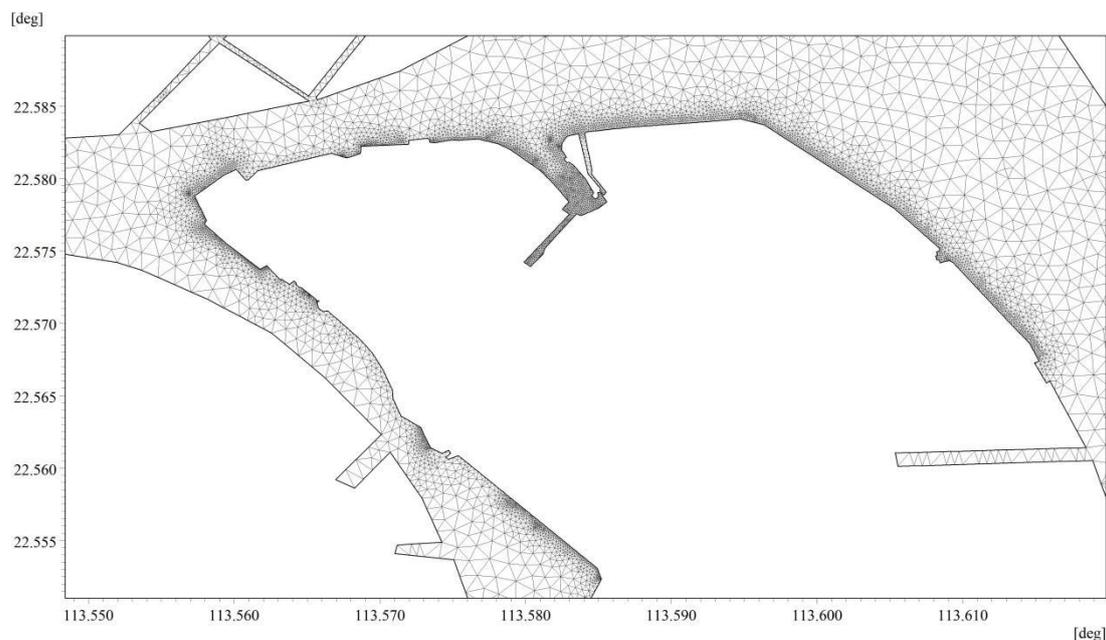


图 4.1.4-4 工程范围局部计算网格

5、模型验证

模型验证采用《翠亨新区滨河整治工程（北区水利工程）项目附近海域海洋水文测验技术报告》（广东海兰图环境技术研究有限公司，2023年03月），本次验证包括潮位验证和潮流验证内容，各观测站位分布见图4.1.4-5。潮位站 ZSC1、ZSC2 观测时间为 2023 年 2 月 6 日 00:00~2023 年 2 月 20 日 23:00；潮流站 ZSL1~ZSL6 观测时间为 2023 年 2 月 6 日 12:00~2023 年 2 月 7 日 14:00 的实测海流数据以对模型参数进行率定和结果验证。

2 个模拟潮位与实测潮位拟合度较好，见图 4.1.4-6。6 个潮流站对比过程线见图 4.1.4-7，由潮流验证结果可以看出，模拟流速与实测值变化趋势基本一致，流向与实测值吻合较好，模拟结果可以反映计算海区的潮流运动过程。

总体上，本模型潮位和流速、流向验证效果较好，计算结果具有一定的可靠性，说明二维潮流数学模型能较好地反映工程海域潮流场的时空分布，可以进一步为分析工程后流场、泥沙冲淤提供必要的水动力条件。

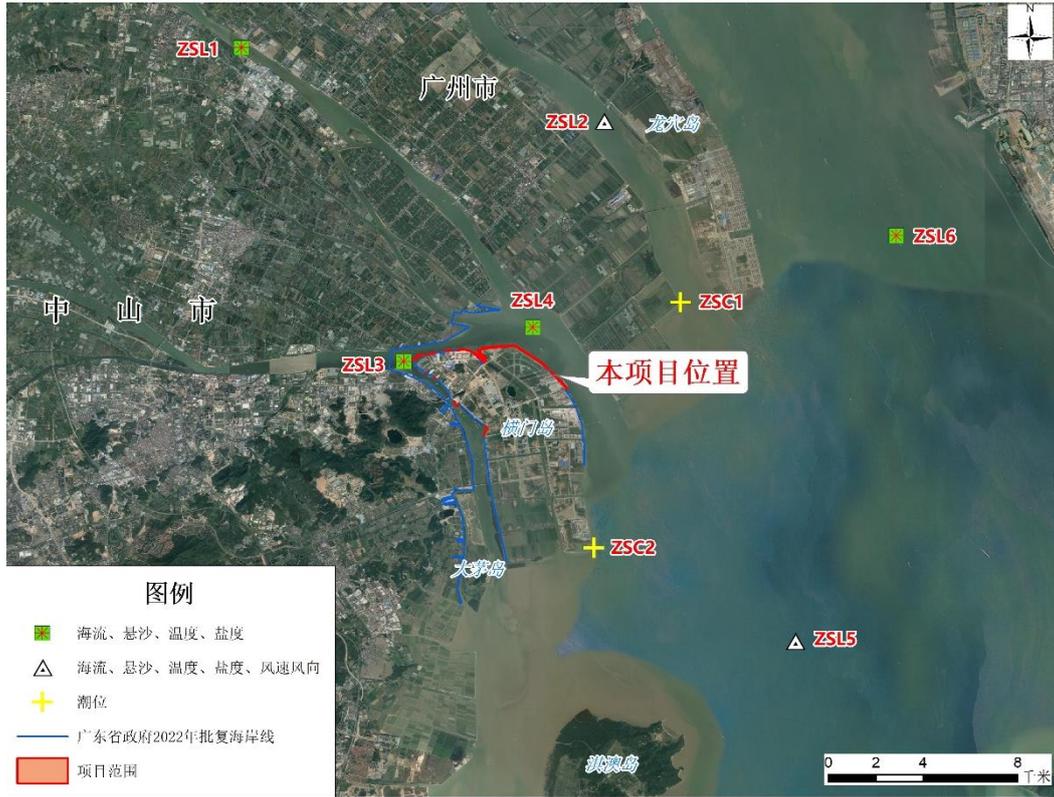


图 4.1.4-5 验证站位分布图

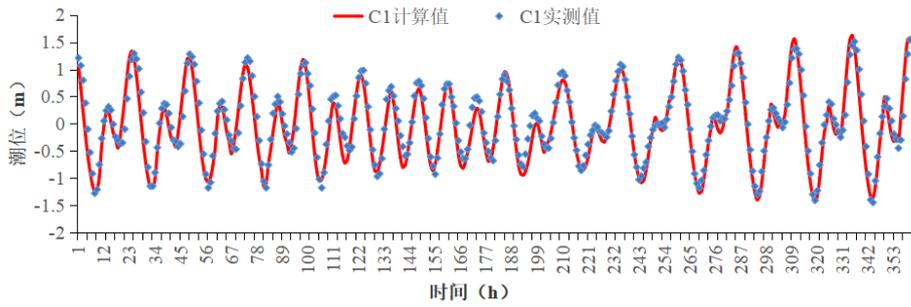


图 4.1.4-6a ZSC1 潮位验证（2023 年 2 月 6 日 00: 00 起）

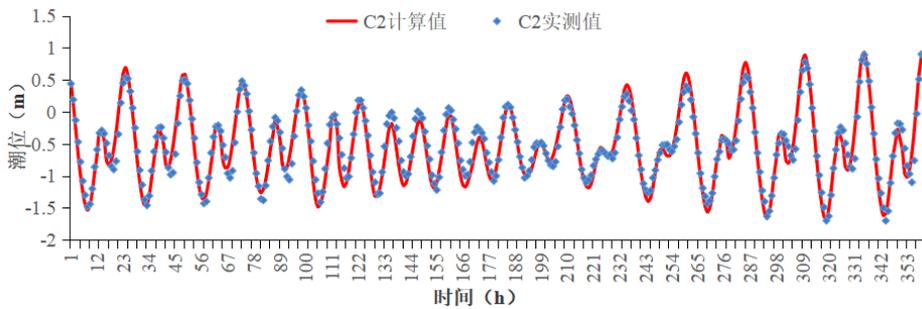


图 4.1.4-6b ZSC2 潮位验证（2023 年 2 月 6 日 00: 00 起）

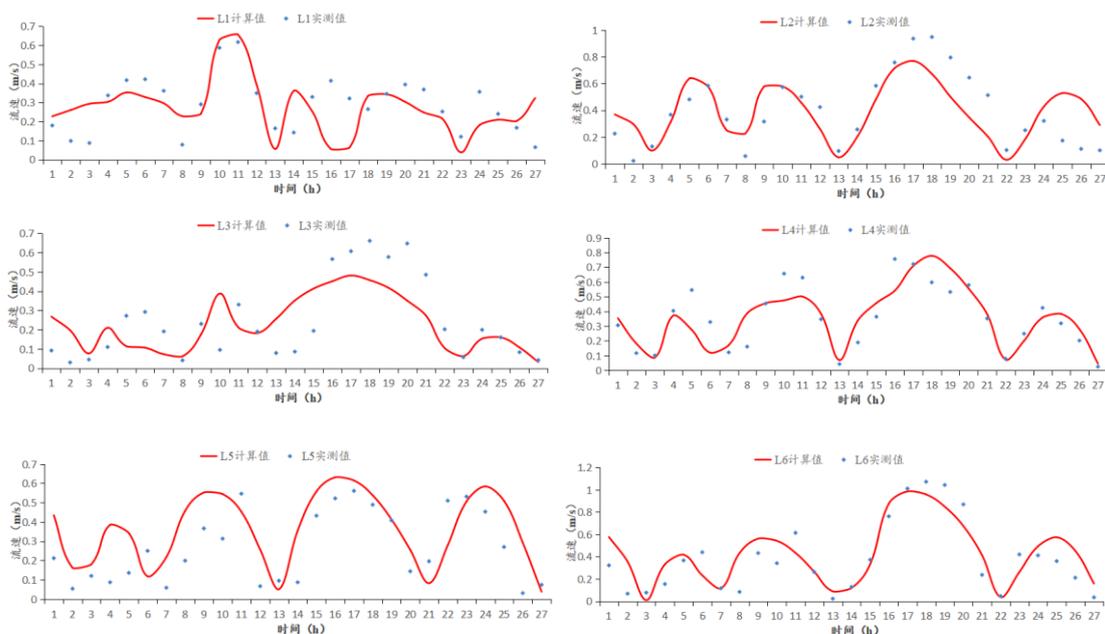


图 4.1.4-7a ZSL1~ZSL6 潮流站实测值与计算值对比（流速）（2023 年 2 月 6 日 12:00 起）

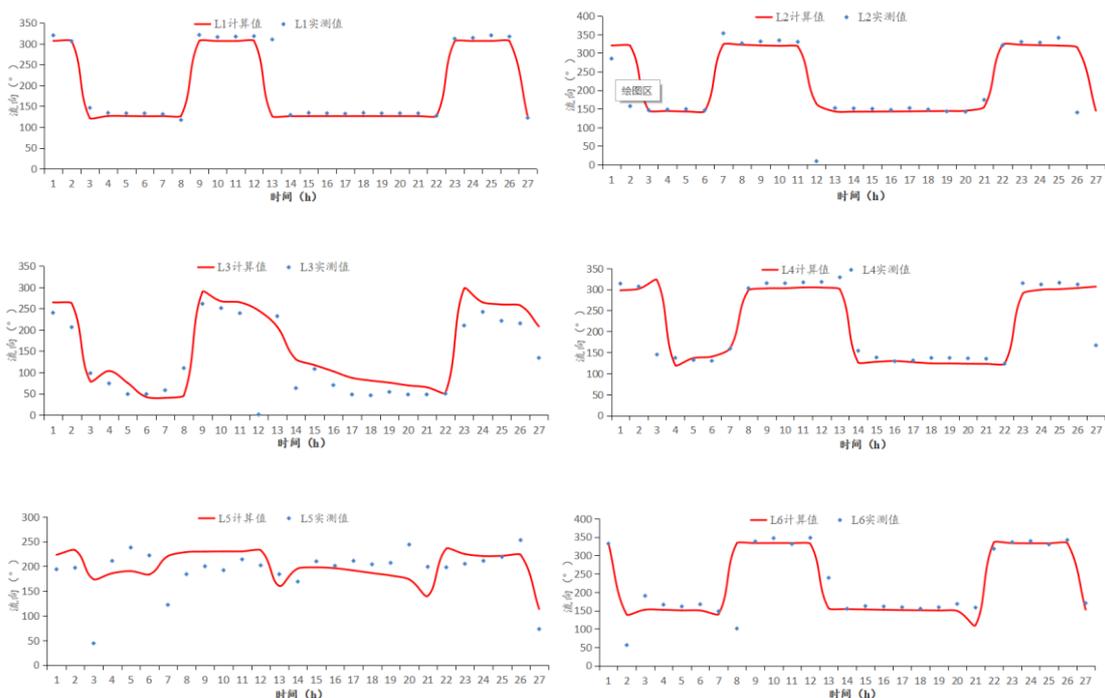


图 4.1.4-7b ZSL1~ZSL6 潮流站实测值与计算值对比（流向）（2023 年 2 月 6 日 12:00 起）

4.1.4.2 工程前水动力环境

采用经过验证的潮流数学模型，计算了本工程附近水域的潮流场。图 4.1.4-8、图 4.1.4-9 为计算域涨急和落急流场图。

由于工程海域大、小潮期间潮流运动方向基本一致，且大潮流速大于小潮流

速。本次计算以 2023 年 2 月实测大潮为计算潮型，对工程前的潮流场进行分析。

本次实测期间工程海域潮流呈往复流，工程附近灯笼水道涨潮流由东南向西北，横门北汊水域涨潮流由东向西，横门南汊水域涨潮流有东南向西北；工程附近灯笼水道落潮流由西北向东南，横门北汊水域落潮流由西向东，横门南汊水域落潮流有东南向西北。

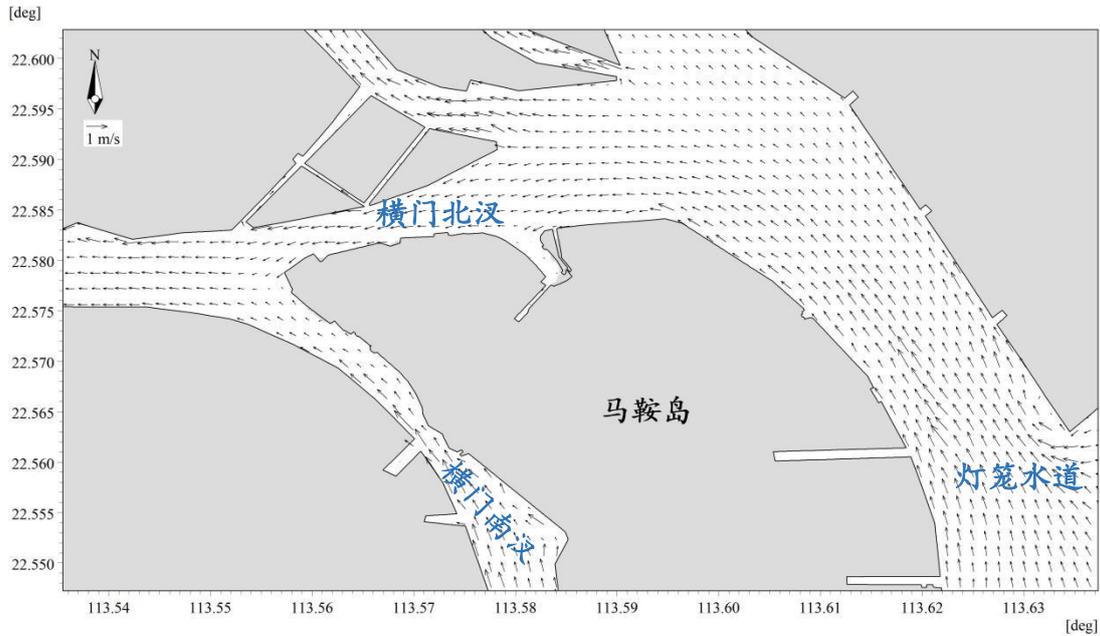


图 4.1.4-8 工程前涨急流场图

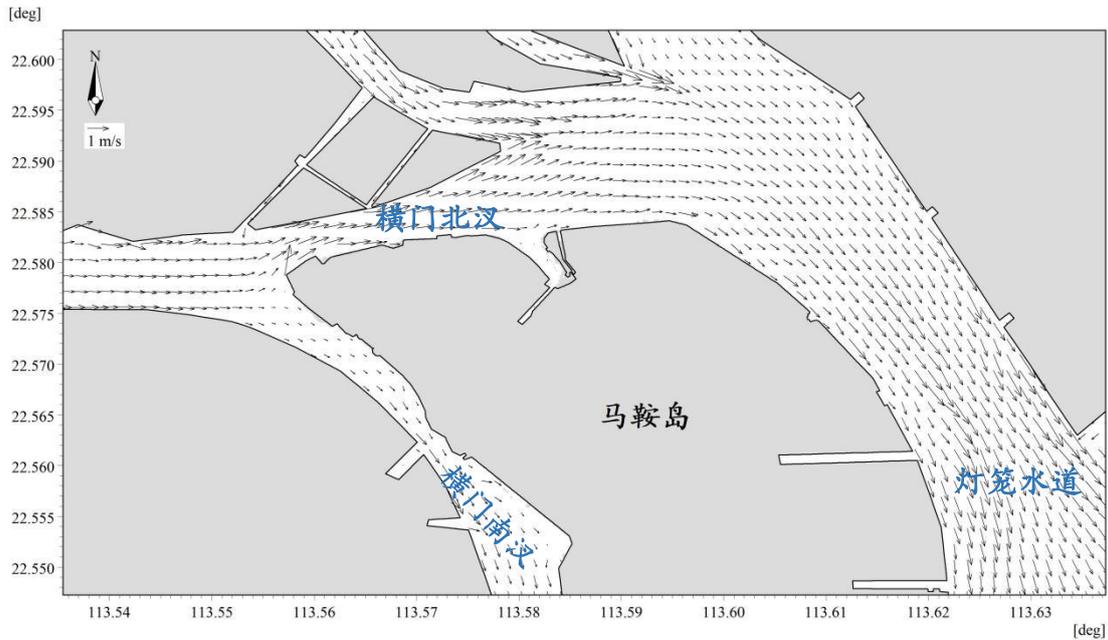


图 4.1.4-9 工程前落急流场图

4.1.4.3 各用海方案工程后对水动力影响

为了定量分析工程前后附近水域水动力环境的影响，选取了 41 个代表点（代表点位置见图 4.1.4-1），将各用海方案下各代表点工程前后大潮的涨急、落急时刻流速流向变化分别列于表 4.1.4-1~表 4.1.4-2 中。不同方案对水动力影响的差异对比见表 4.1.4-3。不同方案典型时刻工程后与工程前流场、流速变化对比可见图 4.1.4-11~图 4.1.4-17，具体差异如下：

（1）工程前后大潮的涨急、落急时刻流速变化

方案二的代表点 T23、24、25、26、40 的涨急流速变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致；方案一的代表点 T23 的落急流速变化较小，方案二的代表点 T25、26 的落急流速变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致。总体上方案二影响较小。

（2）工程前后大潮的涨急、落急时刻流向变化

方案二的代表点 T24、25、26、40 的涨急流向变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致；方案二的代表点 T25、26 的落急流向变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致。总体上方案二影响较小。

（3）水动力影响范围

从流场图可见，工程前后流场变化仅限于工程范围附近，其中方案二水动力影响范围相对方案一较小。

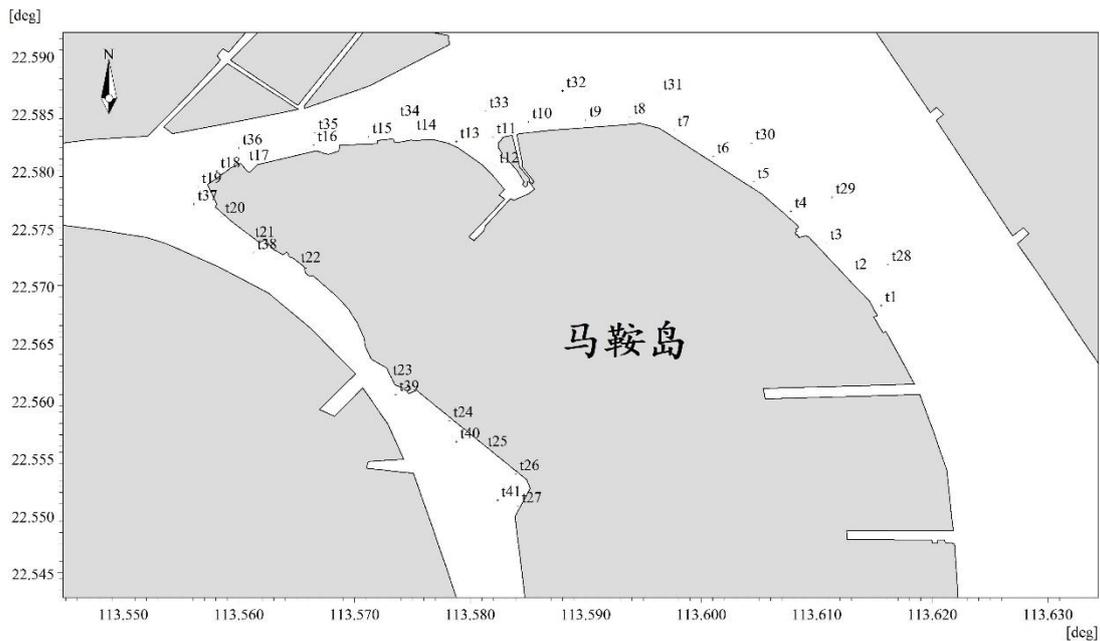


图 4.1.4-10 代表点位置图

表 4.1.4-1a 工程后-工程前大潮涨急时刻流速流向变化（方案一）

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T1	0.548	0.582	0.034	6.20%	337.600	342.336	4.736	1.32%
T2	0.444	0.374	-0.070	-15.77%	317.531	315.817	-1.714	-0.48%
T3	0.419	0.394	-0.025	-5.97%	320.039	321.377	1.338	0.37%
T4	0.559	0.494	-0.065	-11.63%	304.600	308.444	3.844	1.07%
T5	0.425	0.403	-0.022	-5.18%	300.183	298.842	-1.341	-0.37%
T6	0.509	0.473	-0.036	-7.07%	309.395	304.451	-4.944	-1.37%
T7	0.593	0.533	-0.060	-10.12%	309.276	310.289	1.013	0.28%
T8	0.591	0.532	-0.059	-9.98%	272.891	267.326	-5.565	-1.55%
T9	0.455	0.459	0.004	0.88%	263.135	263.959	0.824	0.23%
T10	0.374	0.362	-0.012	-3.21%	258.380	257.025	-1.355	-0.38%
T11	0.189	0.118	-0.071	-37.57%	264.062	286.650	22.588	6.27%
T12	0.016	0.004	-0.012	-75.00%	157.949	226.702	68.753	19.10%
T13	0.241	0.243	0.002	0.83%	284.208	285.467	1.259	0.35%
T14	0.512	0.521	0.009	1.76%	258.189	261.341	3.152	0.88%
T15	0.382	0.386	0.004	1.05%	269.994	271.149	1.155	0.32%
T16	0.526	0.526	0.000	0.00%	249.653	249.405	-0.248	-0.07%
T17	0.170	0.176	0.006	3.53%	283.486	281.346	-2.140	-0.59%
T18	0.473	0.434	-0.039	-8.25%	231.540	232.229	0.689	0.19%
T19	0.337	0.259	-0.078	-23.15%	248.655	238.049	-10.606	-2.95%
T20	0.246	0.159	-0.087	-35.37%	326.911	299.130	-27.781	-7.72%
T21	0.494	0.500	0.006	1.21%	283.981	284.133	0.152	0.04%
T22	0.300	0.279	-0.021	-7.00%	304.207	304.132	-0.075	-0.02%
T23	0.468	0.397	-0.071	-15.17%	335.128	332.553	-2.575	-0.72%
T24	0.104	0.050	-0.054	-51.92%	246.979	101.071	-145.908	-40.53%
T25	0.057	0.060	0.003	5.26%	318.399	123.018	164.619	45.73%
T26	0.159	0.115	-0.044	-27.67%	313.887	311.403	-2.484	-0.69%
T27	0.477	0.475	-0.002	-0.42%	6.994	7.031	0.037	0.01%
T28	0.538	0.538	0.000	0.00%	323.151	323.069	-0.082	-0.02%
T29	0.446	0.446	0.000	0.00%	316.366	316.323	-0.043	-0.01%
T30	0.370	0.372	0.002	0.54%	305.829	305.880	0.051	0.01%
T31	0.417	0.418	0.001	0.24%	286.398	286.293	-0.105	-0.03%
T32	0.408	0.410	0.002	0.49%	261.514	261.479	-0.035	-0.01%
T33	0.336	0.334	-0.002	-0.60%	255.822	256.110	0.288	0.08%
T34	0.427	0.430	0.003	0.70%	260.534	260.459	-0.075	-0.02%
T35	0.475	0.476	0.001	0.21%	252.258	252.256	-0.002	0.00%
T36	0.439	0.443	0.004	0.91%	254.161	255.013	0.852	0.24%
T37	0.097	0.098	0.001	1.03%	300.365	295.275	-5.090	-1.41%
T38	0.229	0.229	0.000	0.00%	300.501	300.358	-0.143	-0.04%

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T39	0.597	0.595	-0.002	-0.34%	320.891	320.468	-0.423	-0.12%
T40	0.240	0.243	0.003	1.25%	313.887	312.555	-1.332	-0.37%
T41	0.274	0.272	-0.002	-0.73%	355.488	355.216	-0.272	-0.08%

表 4.1.4-1b 工程后-工程前大潮落急时刻流速流向变化（方案一）

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T1	0.672	0.710	0.038	5.65%	158.111	161.721	3.610	1.00%
T2	0.587	0.570	-0.017	-2.90%	132.240	133.143	0.903	0.25%
T3	0.600	0.577	-0.023	-3.83%	152.214	153.989	1.775	0.49%
T4	0.706	0.424	-0.282	-39.94%	123.801	123.971	0.170	0.05%
T5	0.552	0.531	-0.021	-3.80%	117.892	117.324	-0.568	-0.16%
T6	0.615	0.524	-0.091	-14.80%	130.046	124.346	-5.700	-1.58%
T7	0.589	0.525	-0.064	-10.87%	129.769	132.480	2.711	0.75%
T8	0.688	0.703	0.015	2.18%	103.591	96.898	-6.693	-1.86%
T9	0.514	0.504	-0.010	-1.95%	77.403	79.583	2.180	0.61%
T10	0.419	0.408	-0.011	-2.63%	75.921	77.108	1.187	0.33%
T11	0.167	0.144	-0.023	-13.77%	66.020	64.157	-1.863	-0.52%
T12	0.023	0.001	-0.022	-95.65%	333.365	220.528	-112.837	-31.34%
T13	0.370	0.150	-0.220	-59.46%	75.106	49.188	-25.918	-7.20%
T14	0.858	0.835	-0.023	-2.68%	76.710	77.734	1.024	0.28%
T15	0.654	0.656	0.002	0.31%	95.721	95.218	-0.503	-0.14%
T16	0.834	0.831	-0.003	-0.36%	72.310	72.270	-0.040	-0.01%
T17	0.328	0.177	-0.151	-46.04%	119.312	119.293	-0.019	-0.01%
T18	0.853	0.827	-0.026	-3.05%	54.481	52.409	-2.072	-0.58%
T19	0.608	0.635	0.027	4.44%	38.276	36.463	-1.813	-0.50%
T20	0.069	0.067	-0.002	-2.90%	124.725	118.824	-5.901	-1.64%
T21	0.632	0.634	0.002	0.32%	102.928	103.002	0.074	0.02%
T22	0.400	0.403	0.003	0.75%	112.174	112.172	-0.002	0.00%
T23	0.467	0.473	0.006	1.28%	156.276	163.955	7.679	2.13%
T24	0.008	0.009	0.001	12.50%	113.731	275.528	161.797	44.94%
T25	0.073	0.080	0.007	9.59%	280.885	303.958	23.073	6.41%
T26	0.022	0.008	-0.014	-63.64%	145.702	136.673	-9.029	-2.51%
T27	0.079	0.079	0.000	0.00%	152.013	152.324	0.311	0.09%
T28	0.701	0.703	0.002	0.29%	145.684	145.343	-0.341	-0.09%
T29	0.586	0.586	0.000	0.00%	137.675	137.863	0.188	0.05%
T30	0.490	0.490	0.000	0.00%	126.251	125.968	-0.283	-0.08%
T31	0.525	0.523	-0.002	-0.38%	103.545	103.425	-0.120	-0.03%
T32	0.603	0.603	0.000	0.00%	81.669	81.600	-0.069	-0.02%

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T33	0.515	0.518	0.003	0.58%	78.023	78.673	0.650	0.18%
T34	0.686	0.687	0.001	0.15%	80.303	80.464	0.161	0.04%
T35	0.796	0.794	-0.002	-0.25%	74.710	74.687	-0.023	-0.01%
T36	0.888	0.904	0.016	1.80%	71.070	71.333	0.263	0.07%
T37	0.195	0.194	-0.001	-0.51%	54.797	55.182	0.385	0.11%
T38	0.191	0.192	0.001	0.52%	121.406	121.379	-0.027	-0.01%
T39	0.487	0.491	0.004	0.82%	143.568	143.204	-0.364	-0.10%
T40	0.204	0.205	0.001	0.49%	138.645	137.671	-0.974	-0.27%
T41	0.356	0.354	-0.002	-0.56%	167.052	166.904	-0.148	-0.04%

表 4.1.4-2a 工程后-工程前大潮涨急时刻流速流向变化（方案二）

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T1	0.548	0.582	0.034	6.20%	337.600	342.336	4.736	1.32%
T2	0.444	0.374	-0.070	-15.77%	317.531	315.817	-1.714	-0.48%
T3	0.419	0.394	-0.025	-5.97%	320.039	321.377	1.338	0.37%
T4	0.559	0.494	-0.065	-11.63%	304.600	308.444	3.844	1.07%
T5	0.425	0.403	-0.022	-5.18%	300.183	298.842	-1.341	-0.37%
T6	0.509	0.473	-0.036	-7.07%	309.395	304.451	-4.944	-1.37%
T7	0.593	0.533	-0.060	-10.12%	309.276	310.289	1.013	0.28%
T8	0.591	0.532	-0.059	-9.98%	272.891	267.326	-5.565	-1.55%
T9	0.455	0.459	0.004	0.88%	263.135	263.959	0.824	0.23%
T10	0.374	0.362	-0.012	-3.21%	258.380	257.025	-1.355	-0.38%
T11	0.189	0.118	-0.071	-37.57%	264.062	286.650	22.588	6.27%
T12	0.016	0.004	-0.012	-75.00%	157.949	226.702	68.753	19.10%
T13	0.241	0.243	0.002	0.83%	284.208	285.467	1.259	0.35%
T14	0.512	0.521	0.009	1.76%	258.189	261.341	3.152	0.88%
T15	0.382	0.386	0.004	1.05%	269.994	271.149	1.155	0.32%
T16	0.526	0.526	0.000	0.00%	249.653	249.405	-0.248	-0.07%
T17	0.170	0.176	0.006	3.53%	283.486	281.346	-2.140	-0.59%
T18	0.473	0.434	-0.039	-8.25%	231.540	232.229	0.689	0.19%
T19	0.337	0.259	-0.078	-23.15%	248.655	238.049	-10.606	-2.95%
T20	0.246	0.159	-0.087	-35.37%	326.911	299.130	-27.781	-7.72%
T21	0.494	0.500	0.006	1.21%	283.981	284.133	0.152	0.04%
T22	0.300	0.279	-0.021	-7.00%	304.207	304.132	-0.075	-0.02%
T23	0.468	0.457	-0.011	-2.35%	335.128	332.562	-2.566	-0.71%
T24	0.104	0.104	0.000	0.00%	246.979	246.988	0.009	0.00%
T25	0.057	0.057	0.000	0.00%	318.399	318.411	0.012	0.00%
T26	0.159	0.159	0.000	0.00%	313.887	313.901	0.014	0.00%
T27	0.477	0.476	-0.001	-0.21%	6.994	7.070	0.076	0.02%

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T28	0.538	0.538	0.000	0.00%	323.151	323.069	-0.082	-0.02%
T29	0.446	0.446	0.000	0.00%	316.366	316.323	-0.043	-0.01%
T30	0.370	0.372	0.002	0.54%	305.829	305.880	0.051	0.01%
T31	0.417	0.418	0.001	0.24%	286.398	286.293	-0.105	-0.03%
T32	0.408	0.410	0.002	0.49%	261.514	261.479	-0.035	-0.01%
T33	0.336	0.334	-0.002	-0.60%	255.822	256.110	0.288	0.08%
T34	0.427	0.430	0.003	0.70%	260.534	260.459	-0.075	-0.02%
T35	0.475	0.476	0.001	0.21%	252.258	252.256	-0.002	0.00%
T36	0.439	0.443	0.004	0.91%	254.161	255.013	0.852	0.24%
T37	0.097	0.098	0.001	1.03%	300.365	295.275	-5.090	-1.41%
T38	0.229	0.229	0.000	0.00%	300.501	300.358	-0.143	-0.04%
T39	0.597	0.594	-0.003	-0.50%	320.891	320.457	-0.434	-0.12%
T40	0.240	0.240	0.000	0.00%	313.887	313.891	0.004	0.00%
T41	0.274	0.273	-0.001	-0.36%	355.488	355.490	0.002	0.00%

表 4.1.4-2b 工程后-工程前大潮落急时刻流速流向变化（方案二）

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T1	0.672	0.710	0.038	5.65%	158.111	161.721	3.610	1.00%
T2	0.587	0.570	-0.017	-2.90%	132.240	133.143	0.903	0.25%
T3	0.600	0.577	-0.023	-3.83%	152.214	153.989	1.775	0.49%
T4	0.706	0.424	-0.282	-39.94%	123.801	123.971	0.170	0.05%
T5	0.552	0.531	-0.021	-3.80%	117.892	117.324	-0.568	-0.16%
T6	0.615	0.524	-0.091	-14.80%	130.046	124.346	-5.700	-1.58%
T7	0.589	0.525	-0.064	-10.87%	129.769	132.480	2.711	0.75%
T8	0.688	0.703	0.015	2.18%	103.591	96.898	-6.693	-1.86%
T9	0.514	0.504	-0.010	-1.95%	77.403	79.583	2.180	0.61%
T10	0.419	0.408	-0.011	-2.63%	75.921	77.108	1.187	0.33%
T11	0.167	0.144	-0.023	-13.77%	66.020	64.157	-1.863	-0.52%
T12	0.023	0.001	-0.022	-95.65%	333.365	220.528	-112.837	-31.34%
T13	0.370	0.150	-0.220	-59.46%	75.106	49.188	-25.918	-7.20%
T14	0.858	0.835	-0.023	-2.68%	76.710	77.734	1.024	0.28%
T15	0.654	0.656	0.002	0.31%	95.721	95.218	-0.503	-0.14%
T16	0.834	0.831	-0.003	-0.36%	72.310	72.270	-0.040	-0.01%
T17	0.328	0.177	-0.151	-46.04%	119.312	119.293	-0.019	-0.01%
T18	0.853	0.827	-0.026	-3.05%	54.481	52.409	-2.072	-0.58%
T19	0.608	0.635	0.027	4.44%	38.276	36.463	-1.813	-0.50%
T20	0.069	0.067	-0.002	-2.90%	124.725	118.824	-5.901	-1.64%
T21	0.632	0.634	0.002	0.32%	102.928	103.002	0.074	0.02%
T22	0.400	0.403	0.003	0.75%	112.174	112.172	-0.002	0.00%

代表点	流速 (m/s)				流向 (°)			
	工程前	施工期	变化值	变化率	工程前	施工期	变化值	变化率
T23	0.467	0.302	-0.165	-35.33%	156.276	163.953	7.677	2.13%
T24	0.008	0.008	0.000	0.00%	113.731	113.716	-0.015	0.00%
T25	0.073	0.073	0.000	0.00%	280.885	280.868	-0.017	0.00%
T26	0.022	0.019	-0.003	-13.64%	145.702	144.782	-0.920	-0.26%
T27	0.079	0.078	-0.001	-1.27%	152.013	152.388	0.375	0.10%
T28	0.701	0.703	0.002	0.29%	145.684	145.343	-0.341	-0.09%
T29	0.586	0.586	0.000	0.00%	137.675	137.863	0.188	0.05%
T30	0.490	0.490	0.000	0.00%	126.251	125.968	-0.283	-0.08%
T31	0.525	0.523	-0.002	-0.38%	103.545	103.425	-0.120	-0.03%
T32	0.603	0.603	0.000	0.00%	81.669	81.600	-0.069	-0.02%
T33	0.515	0.518	0.003	0.58%	78.023	78.673	0.650	0.18%
T34	0.686	0.687	0.001	0.15%	80.303	80.464	0.161	0.04%
T35	0.796	0.794	-0.002	-0.25%	74.710	74.687	-0.023	-0.01%
T36	0.888	0.904	0.016	1.80%	71.070	71.333	0.263	0.07%
T37	0.195	0.194	-0.001	-0.51%	54.797	55.182	0.385	0.11%
T38	0.191	0.192	0.001	0.52%	121.406	121.379	-0.027	-0.01%
T39	0.487	0.489	0.002	0.41%	143.568	143.206	-0.362	-0.10%
T40	0.204	0.204	0.000	0.00%	138.645	138.633	-0.012	0.00%
T41	0.356	0.355	-0.001	-0.28%	167.052	167.036	-0.016	0.00%

表 4.1.4-3a 各用海方案大潮涨急时刻流速流向变化的差异对比表

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异
T1	0.034	0.034	无	4.736	4.736	无
T2	-0.070	-0.070	无	-1.714	-1.714	无
T3	-0.025	-0.025	无	1.338	1.338	无
T4	-0.065	-0.065	无	3.844	3.844	无
T5	-0.022	-0.022	无	-1.341	-1.341	无
T6	-0.036	-0.036	无	-4.944	-4.944	无
T7	-0.060	-0.060	无	1.013	1.013	无
T8	-0.059	-0.059	无	-5.565	-5.565	无
T9	0.004	0.004	无	0.824	0.824	无
T10	-0.012	-0.012	无	-1.355	-1.355	无
T11	-0.071	-0.071	无	22.588	22.588	无
T12	-0.012	-0.012	无	68.753	68.753	无
T13	0.002	0.002	无	1.259	1.259	无
T14	0.009	0.009	无	3.152	3.152	无
T15	0.004	0.004	无	1.155	1.155	无
T16	0.000	0.000	无	-0.248	-0.248	无

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异
T17	0.006	0.006	无	-2.140	-2.140	无
T18	-0.039	-0.039	无	0.689	0.689	无
T19	-0.078	-0.078	无	-10.606	-10.606	无
T20	-0.087	-0.087	无	-27.781	-27.781	无
T21	0.006	0.006	无	0.152	0.152	无
T22	-0.021	-0.021	无	-0.075	-0.075	无
T23	-0.071	-0.011	方案二变化小	-2.575	-2.566	基本一致
T24	-0.054	0.000	方案二变化小	-145.908	0.009	方案二变化小
T25	0.003	0.000	方案二变化小	164.619	0.012	方案二变化小
T26	-0.044	0.000	方案二变化小	-2.484	0.014	方案二变化小
T27	-0.002	-0.001	基本一致	0.037	0.076	基本一致
T28	0.000	0.000	无	-0.082	-0.082	无
T29	0.000	0.000	无	-0.043	-0.043	无
T30	0.002	0.002	无	0.051	0.051	无
T31	0.001	0.001	无	-0.105	-0.105	无
T32	0.002	0.002	无	-0.035	-0.035	无
T33	-0.002	-0.002	无	0.288	0.288	无
T34	0.003	0.003	无	-0.075	-0.075	无
T35	0.001	0.001	无	-0.002	-0.002	无
T36	0.004	0.004	无	0.852	0.852	无
T37	0.001	0.001	无	-5.090	-5.090	无
T38	0.000	0.000	无	-0.143	-0.143	无
T39	-0.002	-0.003	基本一致	-0.423	-0.434	基本一致
T40	0.003	0.000	方案二变化小	-1.332	0.004	方案二变化小
T41	-0.002	-0.001	基本一致	-0.272	0.002	基本一致

表 4.1.4-3b 各用海方案大潮落急时刻流速流向变化的差异对比表

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异
T1	0.038	0.038	无	3.610	3.610	无
T2	-0.017	-0.017	无	0.903	0.903	无
T3	-0.023	-0.023	无	1.775	1.775	无
T4	-0.282	-0.282	无	0.170	0.170	无
T5	-0.021	-0.021	无	-0.568	-0.568	无
T6	-0.091	-0.091	无	-5.700	-5.700	无
T7	-0.064	-0.064	无	2.711	2.711	无
T8	0.015	0.015	无	-6.693	-6.693	无

代表点	流速 (m/s)			流向 (°)		
	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异	方案一 变化值	方案二 变化值	方案差异
T9	-0.010	-0.010	无	2.180	2.180	无
T10	-0.011	-0.011	无	1.187	1.187	无
T11	-0.023	-0.023	无	-1.863	-1.863	无
T12	-0.022	-0.022	无	-112.837	-112.837	无
T13	-0.220	-0.220	无	-25.918	-25.918	无
T14	-0.023	-0.023	无	1.024	1.024	无
T15	0.002	0.002	无	-0.503	-0.503	无
T16	-0.003	-0.003	无	-0.040	-0.040	无
T17	-0.151	-0.151	无	-0.019	-0.019	无
T18	-0.026	-0.026	无	-2.072	-2.072	无
T19	0.027	0.027	无	-1.813	-1.813	无
T20	-0.002	-0.002	无	-5.901	-5.901	无
T21	0.002	0.002	无	0.074	0.074	无
T22	0.003	0.003	无	-0.002	-0.002	无
T23	0.006	-0.165	方案一变化小	7.679	7.677	基本一致
T24	0.001	0.000	基本一致	161.797	-0.015	方案二变化小
T25	0.007	0.000	方案二变化小	23.073	-0.017	方案二变化小
T26	-0.014	-0.003	方案二变化小	-9.029	-0.920	方案二变化小
T27	0.000	-0.001	基本一致	0.311	0.375	基本一致
T28	0.002	0.002	无	-0.341	-0.341	无
T29	0.000	0.000	无	0.188	0.188	无
T30	0.000	0.000	无	-0.283	-0.283	无
T31	-0.002	-0.002	无	-0.120	-0.120	无
T32	0.000	0.000	无	-0.069	-0.069	无
T33	0.003	0.003	无	0.650	0.650	无
T34	0.001	0.001	无	0.161	0.161	无
T35	-0.002	-0.002	无	-0.023	-0.023	无
T36	0.016	0.016	无	0.263	0.263	无
T37	-0.001	-0.001	无	0.385	0.385	无
T38	0.001	0.001	无	-0.027	-0.027	无
T39	0.004	0.002	基本一致	-0.364	-0.362	基本一致
T40	0.001	0.000	基本一致	-0.974	-0.012	方案二变化小
T41	-0.002	-0.001	基本一致	-0.148	-0.016	基本一致

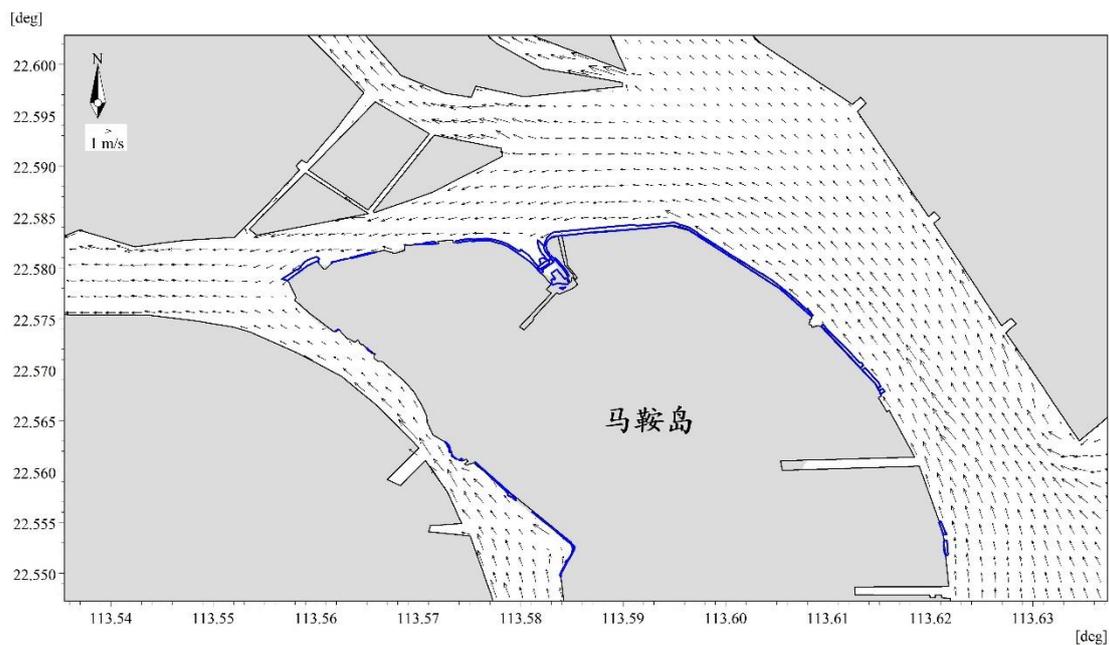


图 4.1.4-11a 工程后涨急流场图（方案一）

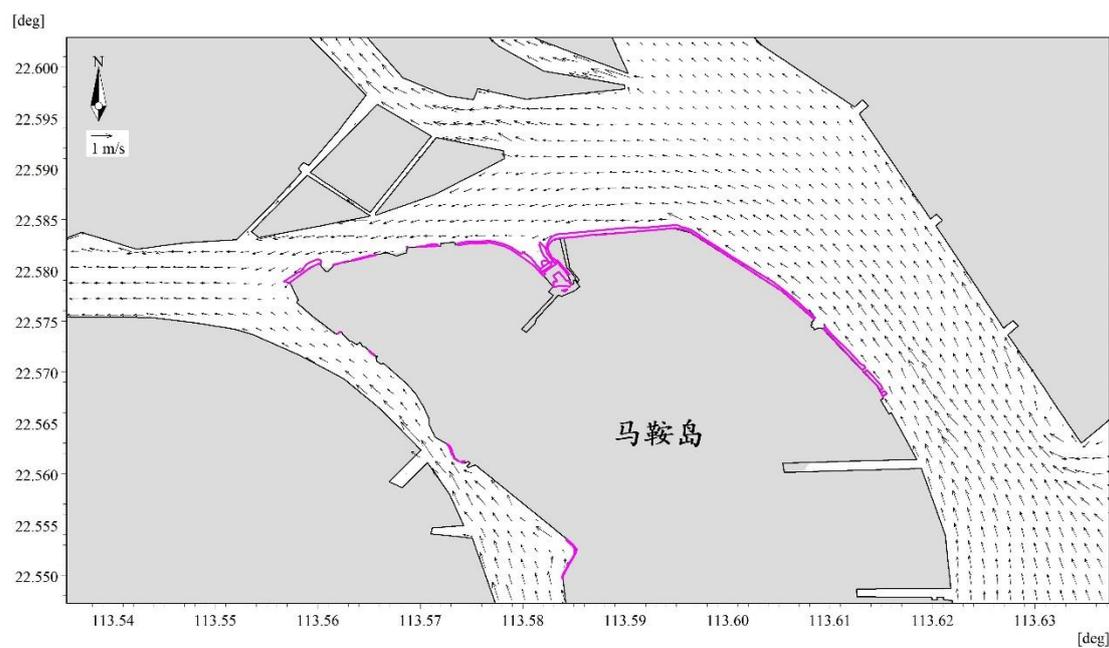


图 4.1.4-11b 工程后涨急流场图（方案二）

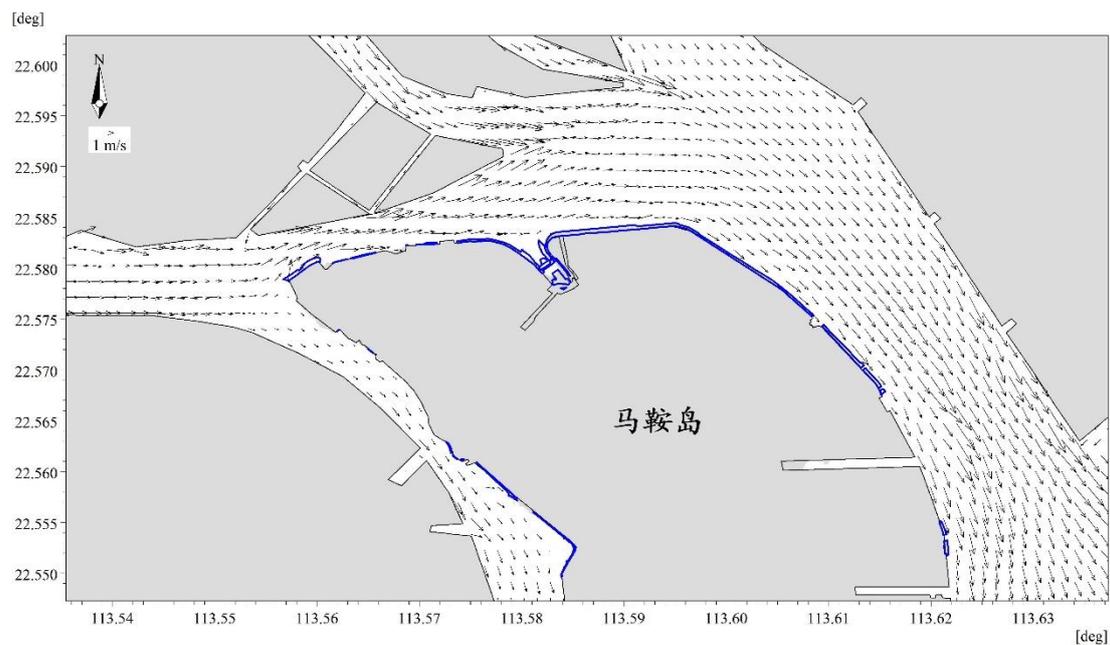


图 4.1.4-12a 工程后落急流场图（方案一）

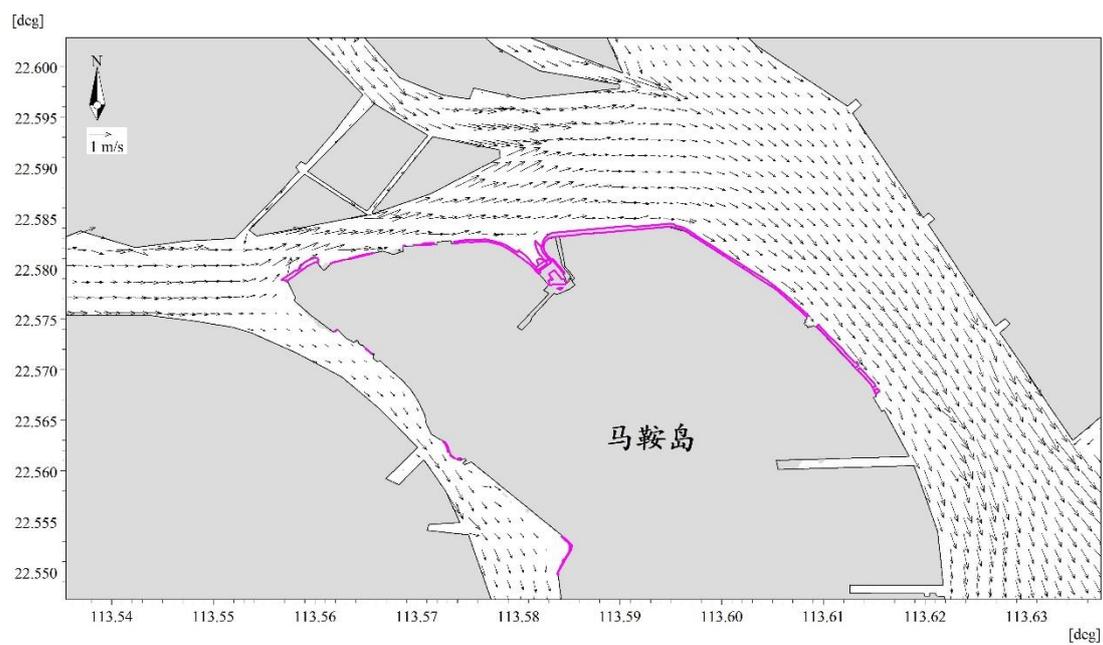


图 4.1.4-12b 工程后落急流场图（方案二）

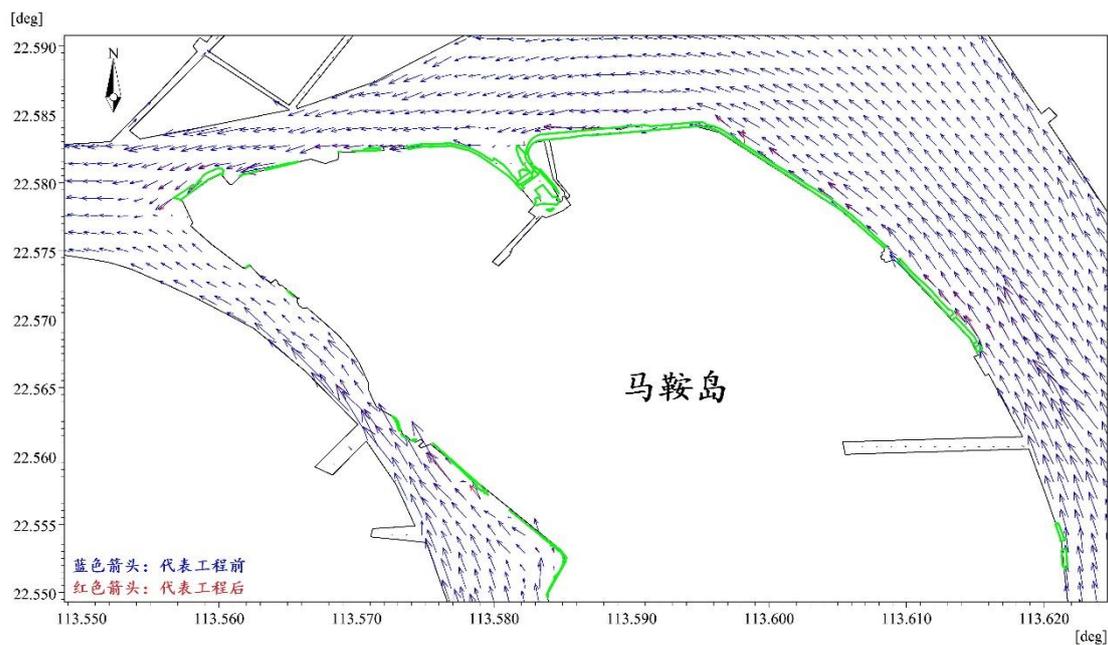


图 4.1.4-13a 工程后-工程前涨急流场对比图（方案一）

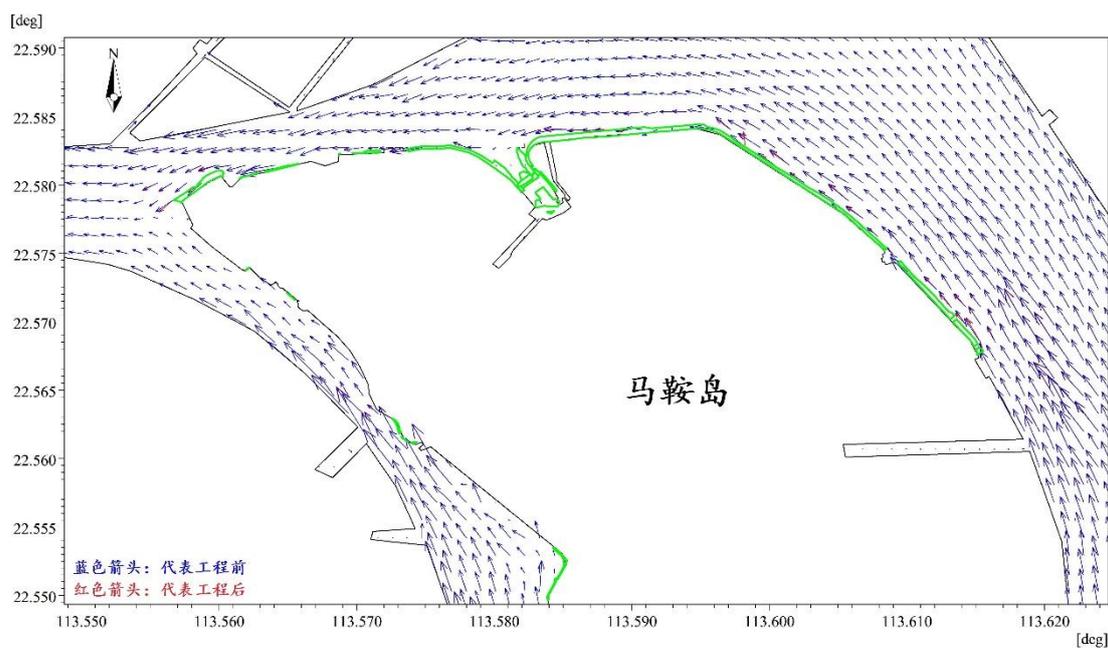


图 4.1.4-13b 工程后-工程前涨急流场对比图（方案二）

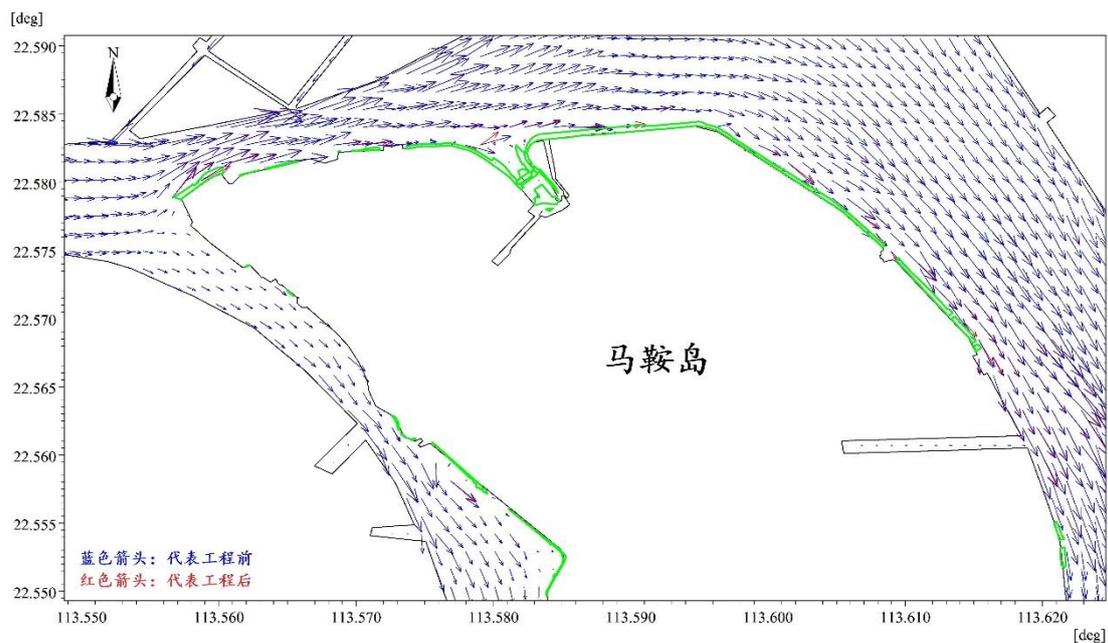


图 4.1.4-14a 工程后-工程前落急流场对比图（方案一）

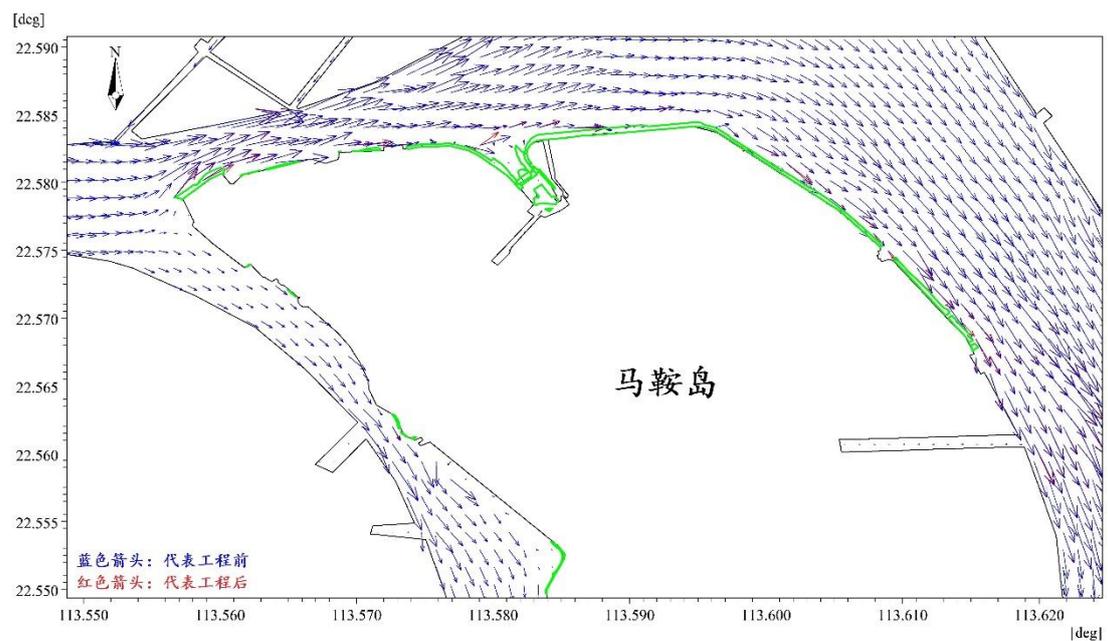


图 4.1.4-14b 工程后-工程前落急流场对比图（方案二）

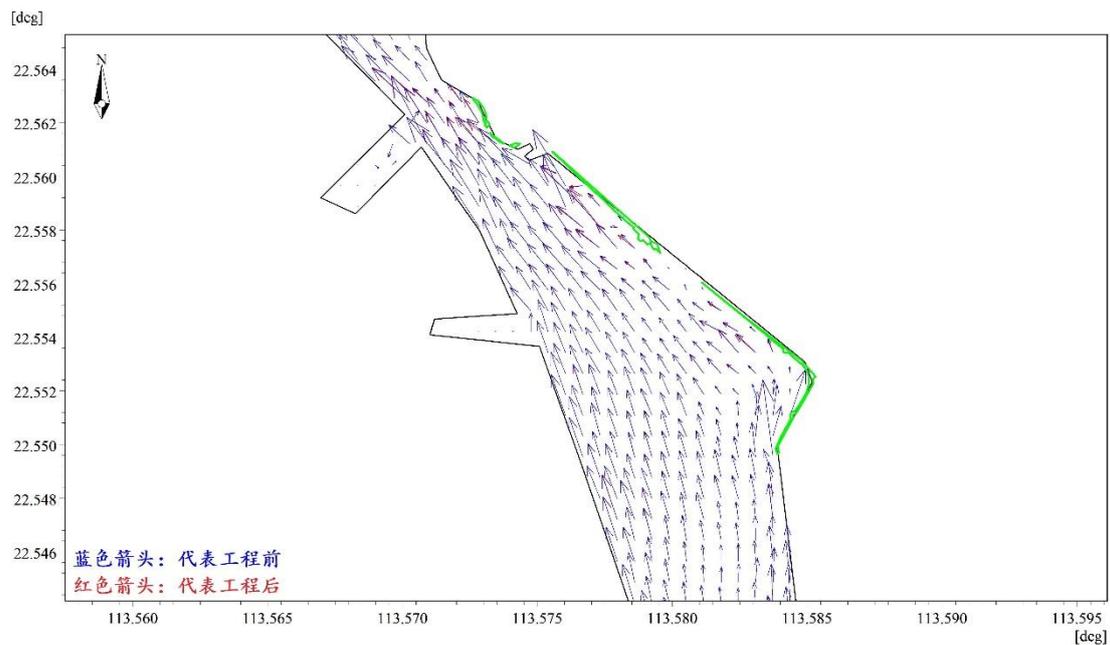


图 4.1.4-15a 工程后-工程前涨急流场对比图（局部放大）（方案一）

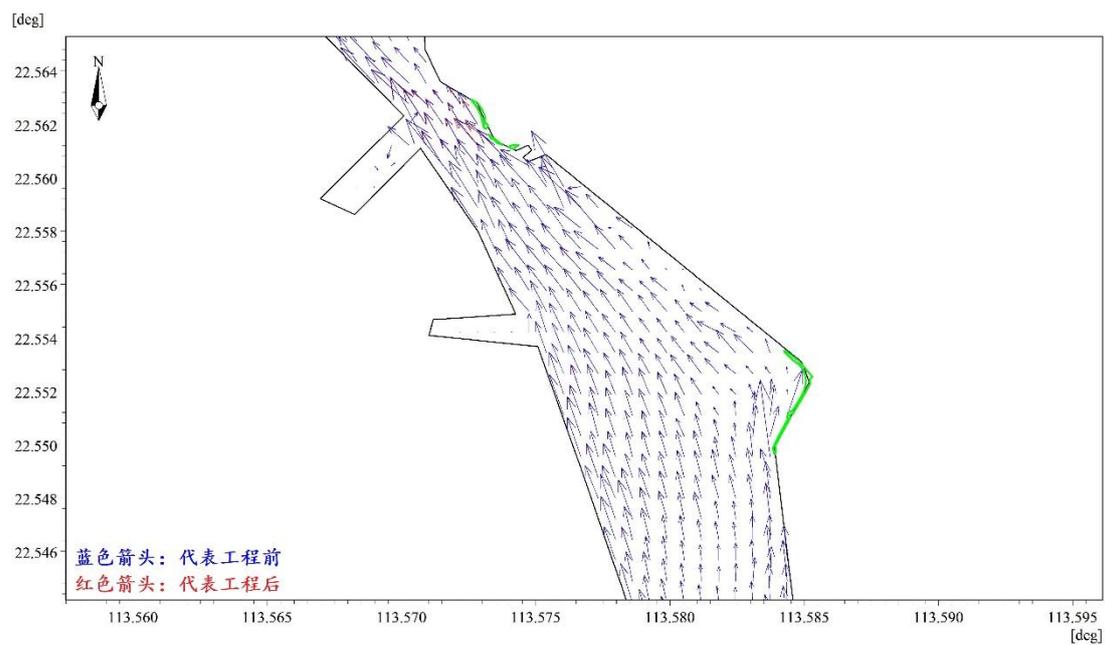


图 4.1.4-15b 工程后-工程前涨急流场对比图（局部放大）（方案二）

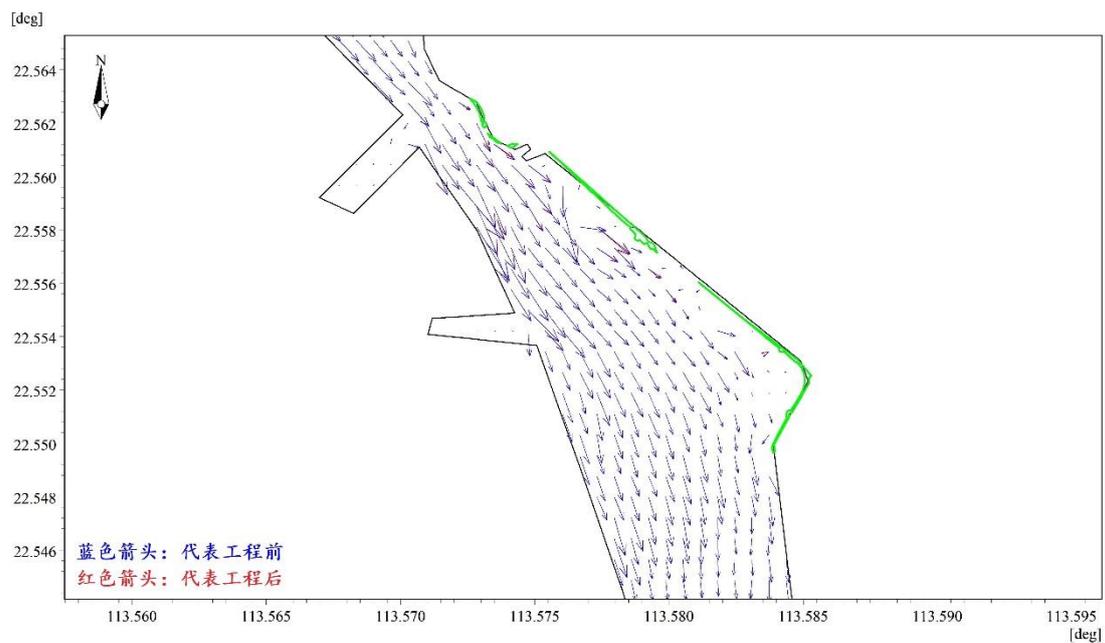


图 4.1.4-16a 工程后-工程前落急流场对比图（局部放大）（方案一）

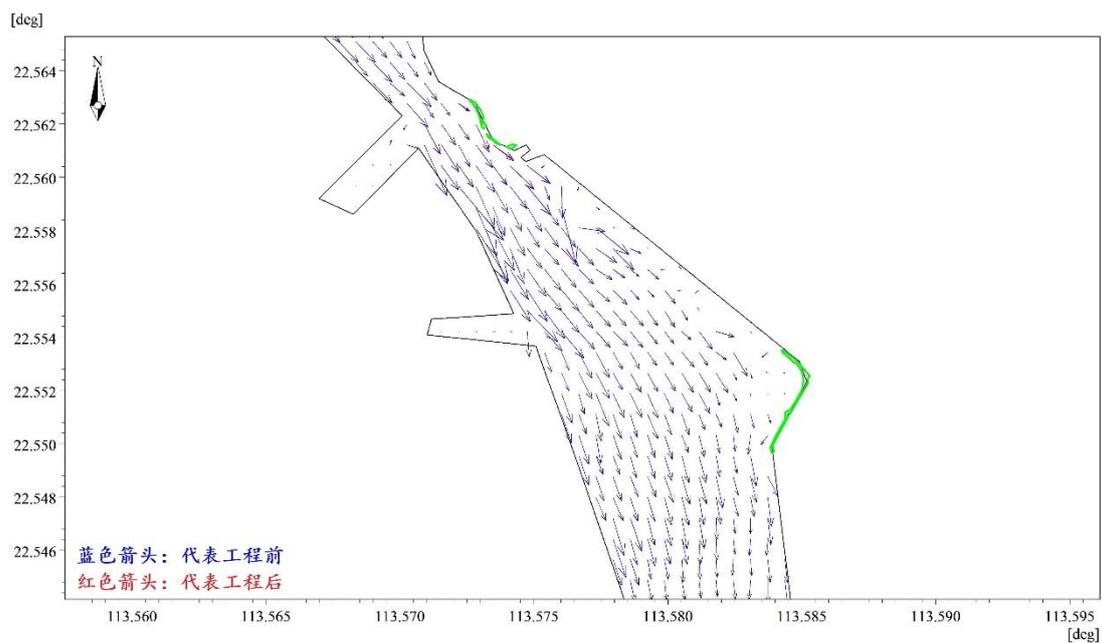


图 4.1.4-16b 工程后-工程前落急流场对比图（局部放大）（方案二）

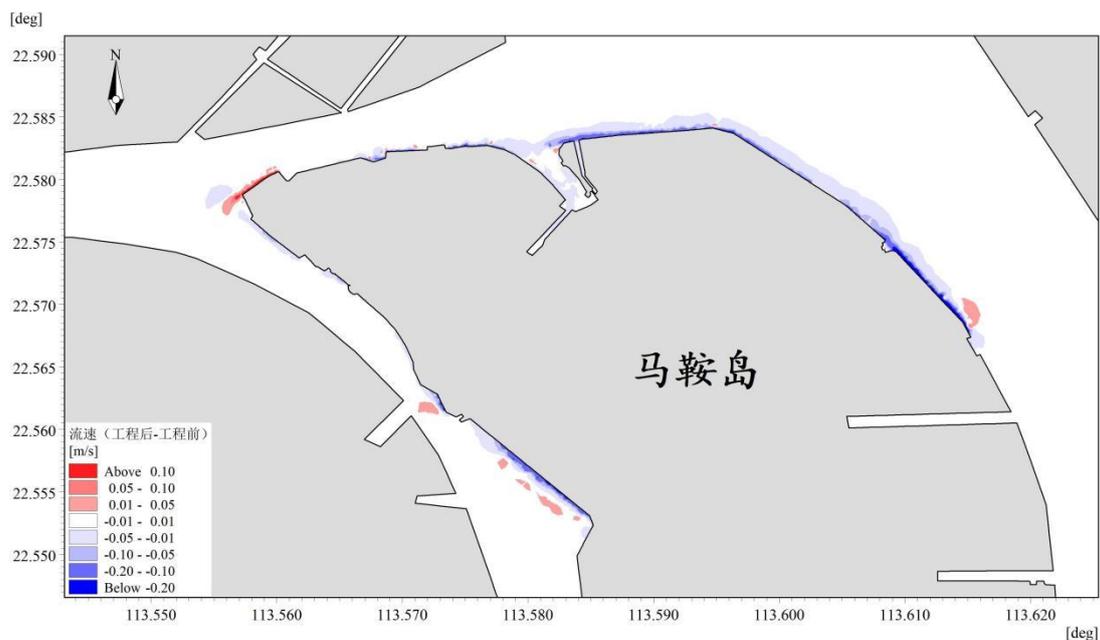


图 4.1.4-17a 工程后-工程前涨急流速变化等值线图（方案一）

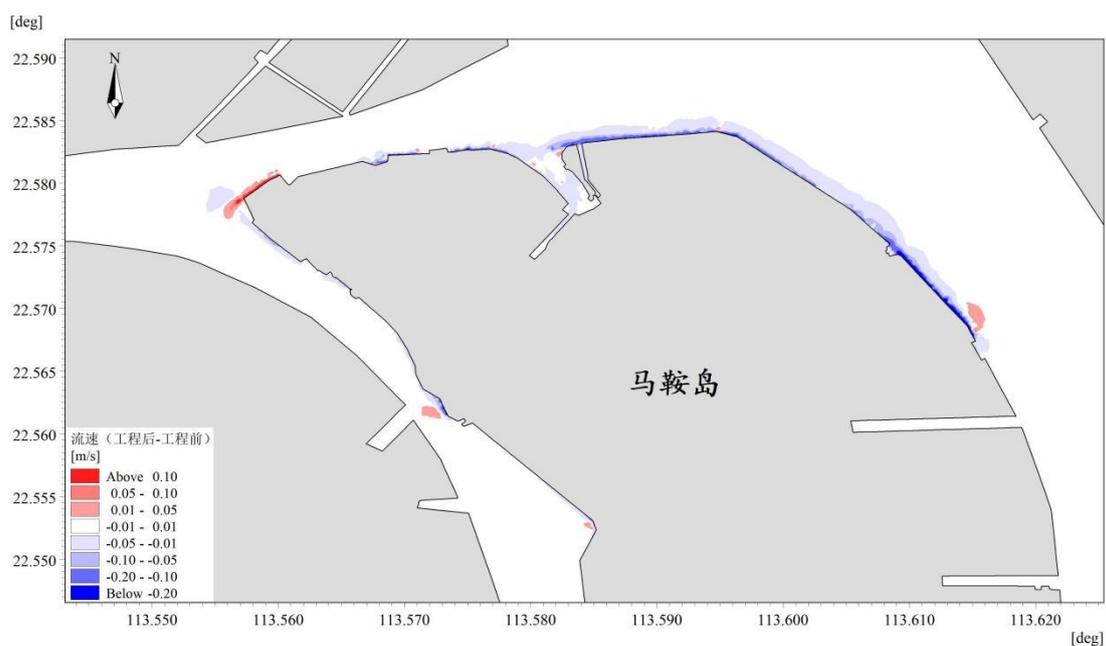


图 4.1.4-17b 工程后-工程前涨急流速变化等值线图（方案二）

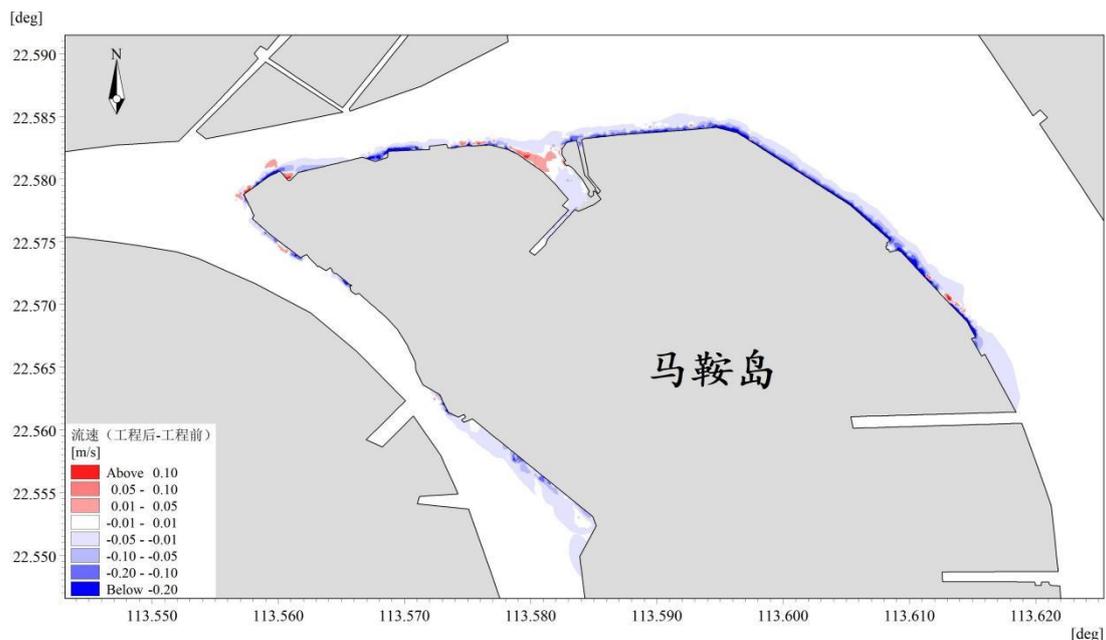


图 4.1.4-17a 工程后-工程前落急流速变化等值线图（方案一）

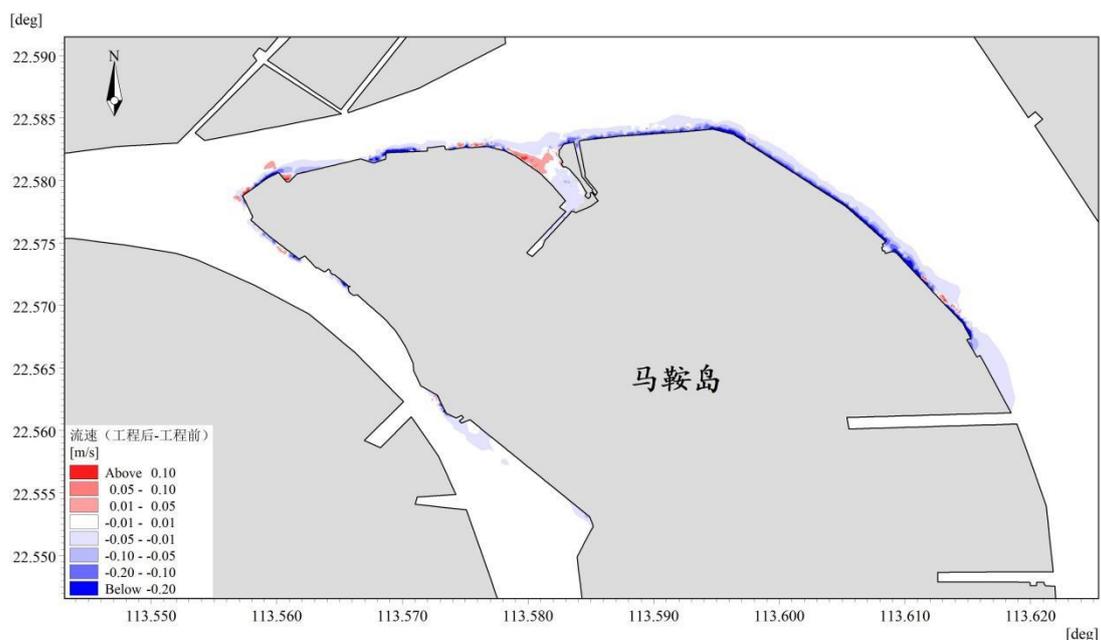


图 4.1.4-17b 工程后-工程前落急流速变化等值线图（方案二）

4.1.5 地形地貌与冲淤影响预测对比分析

从潮流模型计算结果分析可知，工程实施对流态的影响主要在工程附近海域，而对离工程区较远的海域流态影响较小。因此，可初步分析认为工程区附近水域有一定的冲淤变化，工程远区冲淤影响较小。为进一步确定工程实施对周围海域冲淤变化的影响，采用由动力场变化引起的半经验半理论公式进行冲淤估算。

本工程完成后会造成附近海域水动力条件的改变，进而造成不同部位的冲刷

和淤积。根据工程区的波浪条件、水深情况和起步工程的平面布置特点，工程实施后导致项目附近的淤积应主要是悬沙落淤造成。

由于泥沙问题的复杂性，本工程实施后淤积预报是主管和设计部门非常关注的问题。预报的准确程度将主要取决于两点，一是研究单位对工程海区水文泥沙资料的占有量和对同类型项目泥沙淤积掌握的广度和经验；二是淤积量预报公式的正确选取及其计算参数的正确确定。

经比选，本项目选取泥沙研究工作经常采用的公式对工程方案实施后附近水域底床的淤积情况进行计算：

$$p = \frac{\alpha \omega S_* T}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{2m} \right]$$

式中： p ——年平均淤积强度（m）；

α ——沉降几率，取 0.60；

ω ——泥沙沉降速度（cm/s），根据有关试验泥沙沉速的取值：这里取 0.05cm/s；

S_* ——为水体平均悬沙含量，采用ZSL3（0.028619kg/m³）和ZSL4（0.013862kg/m³）站位数据平均值，取0.02124kg/m³；

T ——泥沙沉降时间，按一年的总秒数计；

γ_d ——淤积物的干容重，参考文献石雨亮等人的研究成果《泥沙的水下休止角与干容重计算》（武汉大学学报），泥沙粒径为 0.01mm 时为 13900 N/m³=1418 kg/m³，泥沙粒径为 10mm 时为 14900 N/m³=1520 kg/m³，本次取值 γ_c 为 1418kg/m³；

v_1, v_2 ——分别为数值计算工程前、工程后全潮平均流速，单位为 m/s，

m ——根据当地的流速与含沙量的关系近似取作1。

基于水动力结果计算了工程实施前后附近水域年冲淤变化，对比各用海方案下工程实施后附近海域年冲淤变化图（图 4.1.5-1）、冲淤变化与现状红树林叠加图（图 4.1.5-2），方案一冲淤变化影响红树林面积为 8.2956 公顷，方案二冲淤变化影响红树林面积为 1.4100 公顷，方案二对冲淤变化的影响范围相对较小且对

红树林影响较小。（+表示淤积，-表示冲刷）

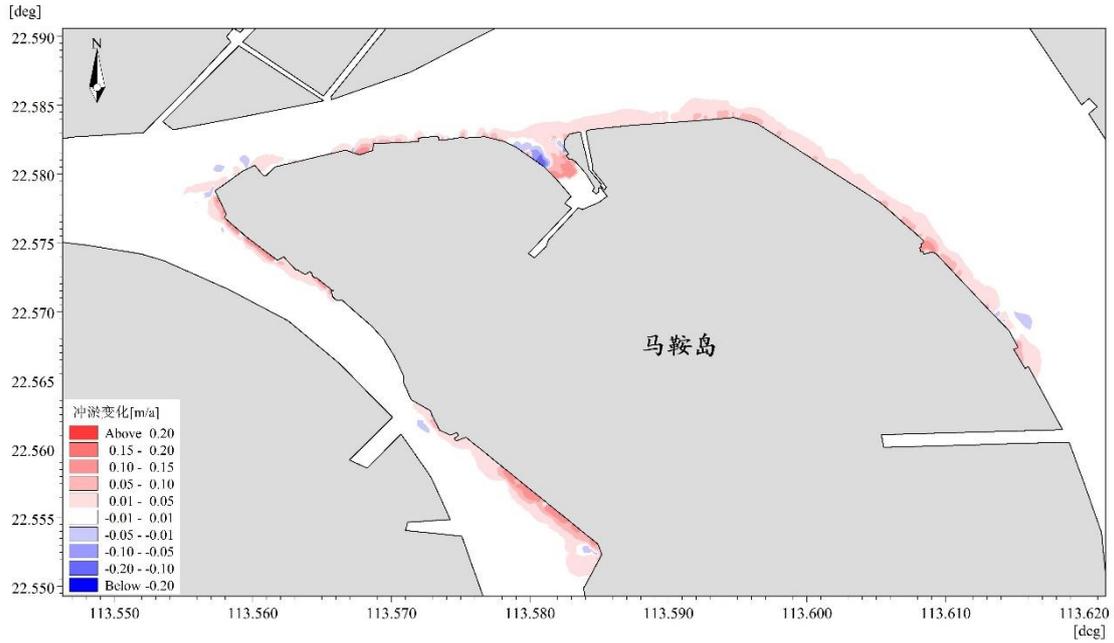


图 4.1.5-1a 工程实施前后年冲淤变化图（方案一）

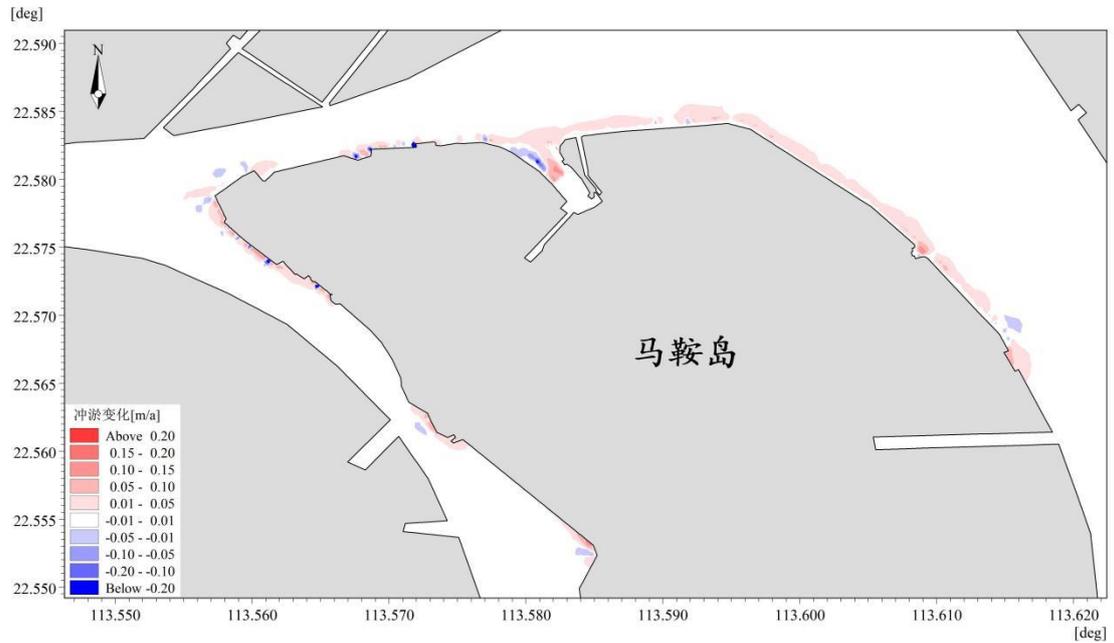


图 4.1.5-1b 工程实施前后年冲淤变化图（方案二）

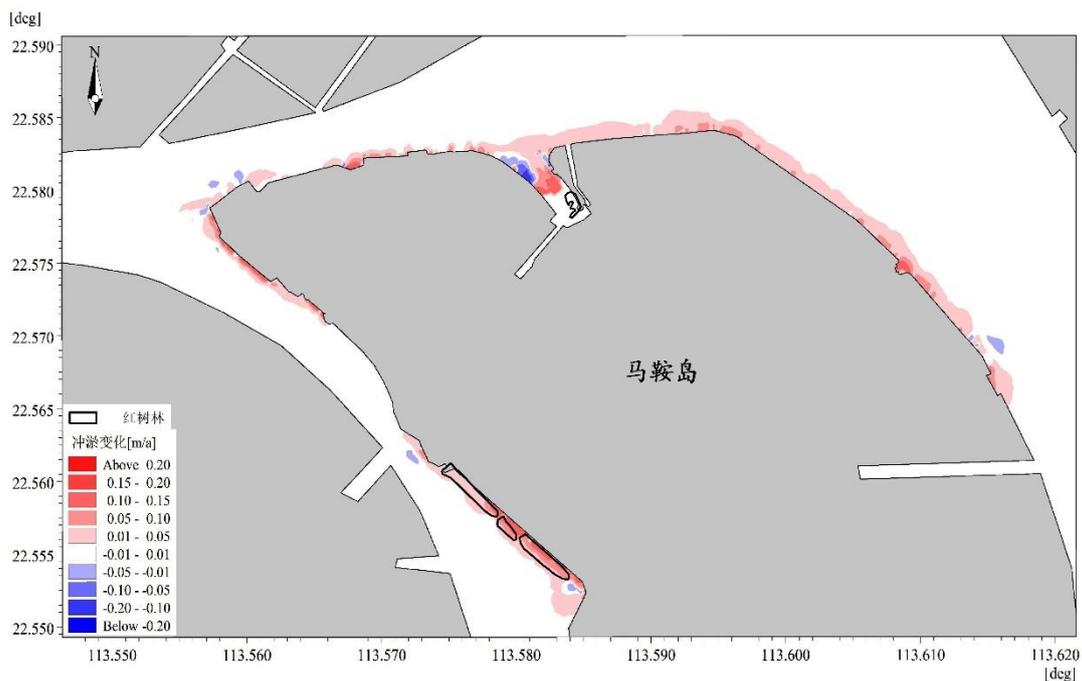


图 4.1.5-2a 冲淤变化与现状红树林叠加图（方案一）

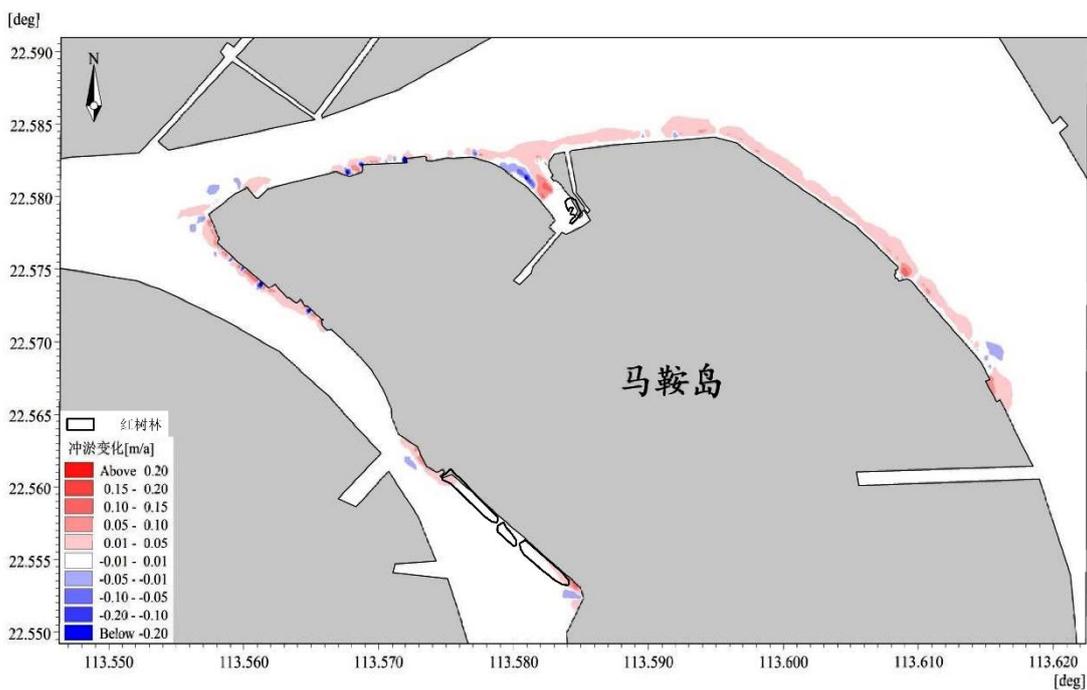


图 4.1.5-2b 冲淤变化与现状红树林叠加图（方案二）

4.1.6 水质影响预测对比分析

本工程施工对水质影响主要考虑施工作业过程中所产生的悬浮物扩散影响，当施工时，在工程周围水域会形成高浓度悬沙，其后悬沙随潮流运输、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、模型介绍

对施工期产生的悬沙随潮流的漂移扩散情况进行计算，给出工程施工期间引起泥沙扩散的影响范围。

本工程的涉水作业项目主要为施工期抛石施工、清淤施工，将会扰动工程区域水体，造成局部区域悬浮物浓度增高，对水环境将产生一定的影响。在分析中仅考虑涉水作业项目产生的悬浮物增量的影响，潮流作用引起的底床泥沙起悬将不参与计算。同时施工点位简化为连续点源排放，对悬浮物最大浓度为 10~20mg/L、20~50mg/L、50~100mg/L 及大于 100mg/L 的水域范围进行统计分析。

本项目采用二维泥沙模型预测施工期对水质环境的影响。

（1）控制方程

模型泥沙控制方程为：

$$\frac{\partial s}{\partial t} + u \frac{\partial s}{\partial x} + v \frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial s}{\partial y} \right) + \frac{F_s}{h + \eta}$$

式中：

s ——悬沙浓度；

D_x 、 D_y —— x 、 y 方向的悬沙紊动扩散系数，取值 $0.01\text{m}^2/\text{s}$ ；

F_s ——泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数，

1) 床面切应力

波浪潮流联合作用下的床面切应力使用下式计算：

$$\tau_b = \frac{1}{2} \rho_w f_w (U_b^2 + U_\delta^2 + 2U_b U_\delta \cos\beta)$$

式中：

U_b ——波浪水质点在床底的水平轨道速度；

U_δ ——波浪边界层顶部的流速；

β ——流向与波向的夹角；

f_w ——波浪底摩阻系数。

按下式估算：

$$f_w = \exp \left[5.213 \left(\frac{a}{k_b} \right)^{-0.194} - 5.977 \right]$$

式中：

a ——波浪水质点在床底的平均振幅；

k_b ——粗糙高度。

2) 泥沙颗粒沉速

泥沙沉降速度是计算泥沙淤积的主要参数，对于粒径小于 0.03mm 泥沙颗粒，在海水中表现为絮凝状态，其沉降速度为 0.0004~0.0005m/s，对于大于 0.03mm 泥沙颗粒在海水中不在絮凝，其沉降速度可按单颗粒沉速考虑。

考虑含沙量的影响，单颗粒泥沙平均沉速可由下式估算（Soulsby, 1997）：

$$w_s = \frac{\nu}{d_{50}} \left\{ [10.36^2 + 1.049(1 - C)^{4.7} D_*^3]^{1/2} - 10.36 \right\}$$

式中：

ν ——水体运动粘度，取值 $1.36 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ；

d_{50} ——悬沙中值粒径，采用 ZSL3（0.00677mm）和 ZSL4（0.00773mm）站位数据平均值，取 0.00725mm；

C ——体积含沙量；

D_* ——无量纲参数，

按下式计算：

$$D_* = \left[\frac{g(s - 1)}{\nu^2} \right]^{1/3} d_{50}$$

式中：

g ——重力加速度，取值 9.81 m/s^2 ；

s ——泥沙颗粒的比重，取值 2.65。

3) 淤积模型

淤积是指泥沙从悬沙变为底床沉积物的转换过程。当床面切应力 τ_b 小于泥沙临界淤积切应力 τ_{cd} 时，发生淤积。

淤积率由泥沙与水流相互作用的随机模型（Krone, 1962）表示：

$$S_D = w_s c_b p_d$$

$$p_d = 1 - \tau_b / \tau_{cd}$$

式中：

c_b ——近底层的悬沙含量；

p_d ——淤积概率的表达式。

近底层的泥沙浓度 c_b 可使用佩克莱特数 P_e 和垂线平均悬沙含量计算得出 (Teeter, 1986)：

$$c_b = \bar{c} \times \left(1 + \frac{P_e}{1.25 + 4.75p_d^{2.5}} \right)$$

$$P_e = 6w_s / \kappa U_f$$

式中：

P_e ——佩克莱特数；

U_f ——摩阻流速；

κ ——冯卡门常数，一般取为 0.4。

4) 冲刷模型

冲刷是指从泥沙从底床向水体的转移过程，当床面切应力 τ_b 大于临界冲刷切应力 τ_{ce} 时就会发生。

可用以下方式表示侵蚀率 (Parchure&Mehta, 1985)：

$$S_E = E \exp \left[a(\tau_b - \tau_{ce})^{1/2} \right]$$

式中：

E ——侵蚀度；

τ_{ce} ——临界冲刷切应力。

(2) 计算区域及网格划分

悬沙扩散数学模型计算域及网格划分与潮流数学模型相同。

2、悬沙预测情景

本工程施工对水质影响主要考虑抛石施工、清淤施工所产生的悬浮物扩散影响。

(1) 工况确定

由于施工过程中，不同施工段所在位置不同，且不同时刻的水动力条件不同，因此，在不同的时刻，施工过程产生的悬浮泥沙影响范围是不同的，为了了解本项目整个施工过程中，可能影响到的全部范围情况，本次预测将上述施工对水质的影响分

别设置工况进行预测：

工况 1：抛石施工的水质影响，根据施工安排，将施工范围划分若干工段，每个工段设置悬浮泥沙源强，将悬沙源强点概化为移动点源。

工况 2：清淤施工的水质影响，根据施工安排，将施工范围划分若干工段，每个工段设置悬浮泥沙源强，将悬沙源强点概化为移动点源。

（2）源强计算

1) 抛石施工源强

①本抛石作业带入水中的悬浮物源强约为 0.65kg/s；

②抛石激起的海底沉积物产生的悬浮物源强约为 0.41kg/s；

综上，由抛石引起的悬浮物源强=0.65 kg/s +0.41kg/s =1.06kg/s。

2) 清淤施工源强

1 艘 1m³ 抓斗船的悬浮物发生源强为 0.63kg/s。

3、模拟结果

本次预测考虑输出每小时的浓度场，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“包络浓度场”，其统计结果见表 4.1.6-1。图 4.1.6-1~图 4.1.6-2 为模拟期内施工作业悬沙增量包络线浓度场。

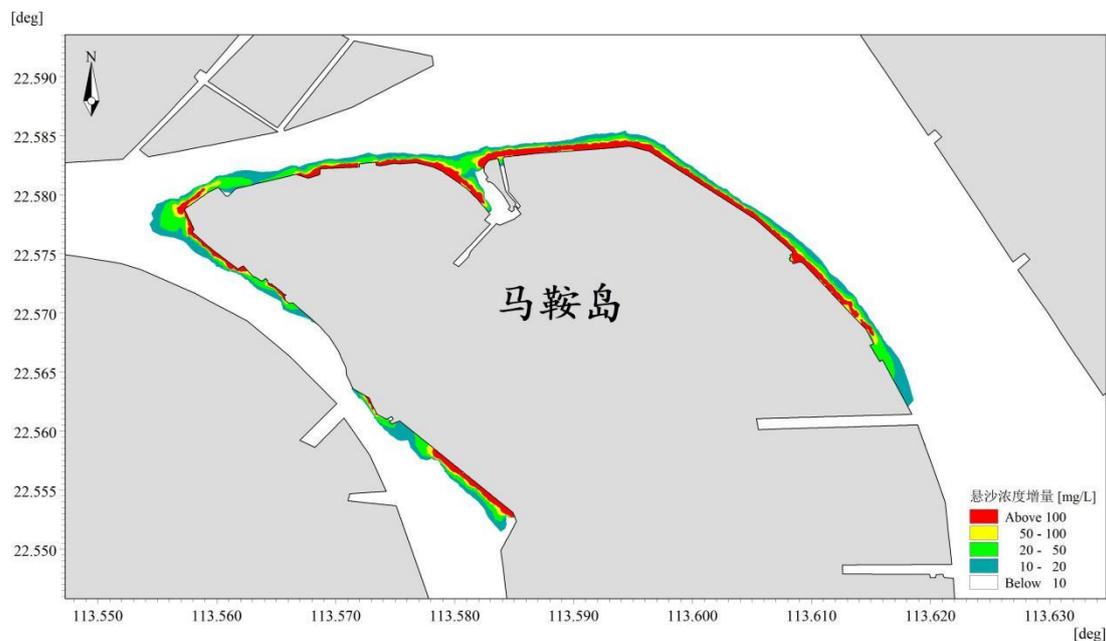


图 4.1.6-1a 抛石施工悬沙浓度增量包络线图（方案一）

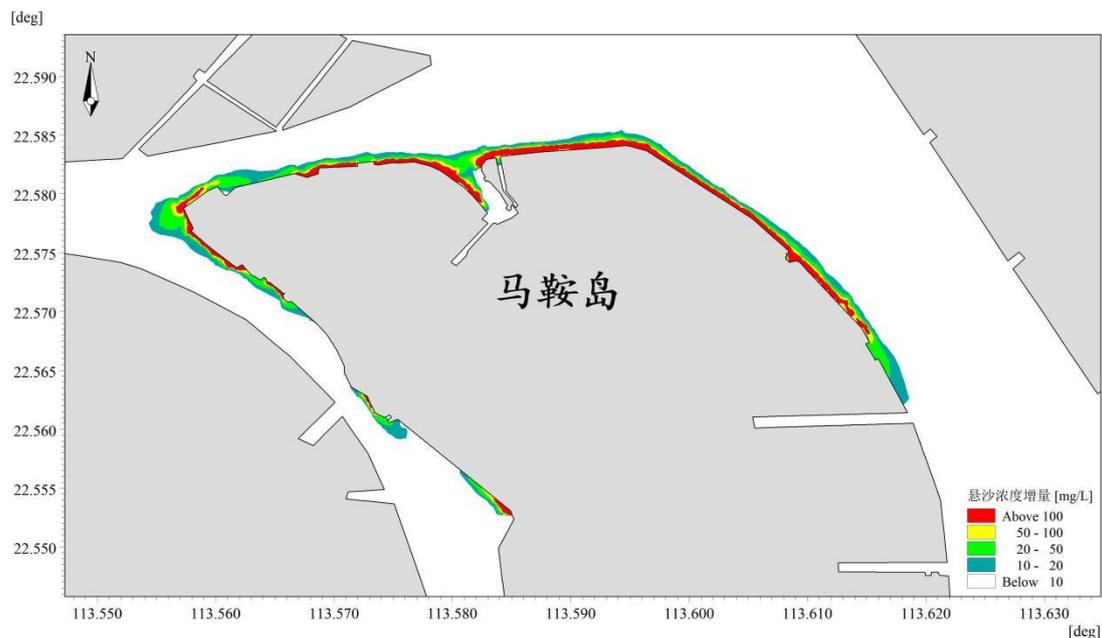


图 4.1.6-1b 抛石施工悬沙浓度增量包络线图（方案二）



图 4.1.6-2 清淤施工悬沙浓度增量包络线图（方案一、二一致）

在施工过程中，所引起的悬浮泥沙在潮流的作用下向外海扩散，造成水体混浊水质下降，并使得周边水域底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为 SS。计算结果显示，施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，项目施工悬沙最大浓度影响统计可见表 4.1.6-1。

表 4.1.6-1a 施工产生悬沙浓度增量包络范围统计表(方案一)

悬沙浓度增量	抛石施工影响范围	清淤施工影响范围
--------	----------	----------

	包络线面积 (km ²)	距离工程边界最远 距离 (m)	包络线面积 (km ²)	距离工程边界最远 距离 (m)
>10mg/L	1.251	715 (东南)	0.117	380 (东北)
>20mg/L	0.775	460 (东南)	0.075	251 (东北)
>50mg/L	0.434	177 (东北)	0.038	116 (东北)
>100mg/L	0.273	41 (西南)	0.021	46 (西北)

表 4.1.6-1b 施工产生悬沙浓度增量包络范围统计表(方案二)

悬沙浓度增量	抛石施工影响范围		清淤施工影响范围	
	包络线面积 (km ²)	距离工程边界最远 距离 (m)	包络线面积 (km ²)	距离工程边界最远 距离 (m)
>10mg/L	1.157	715 (东南)	0.117	380 (东北)
>20mg/L	0.708	460 (东南)	0.075	251 (东北)
>50mg/L	0.389	177 (东北)	0.038	116 (东北)
>100mg/L	0.240	41 (西南)	0.021	46 (西北)

对比各用海方案下工程实施后引起的悬沙扩散范围,方案二抛石施工引起悬沙扩散范围相对较小。方案一抛石施工悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 1.251km²; 施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.775km²; 施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.434km²; 施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积 0.273km²。方案二抛石施工,悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 1.157km²; 施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.708km²; 施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.389km²; 施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积 0.240km²。

清淤施工引起悬沙扩散范围两种用海方案一致,悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 0.117km²; 施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.075km²; 施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.038km²; 施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.021km²。

根据悬沙扩散范围与现状红树林叠加图(图 4.1.6-3 和图 4.1.6-4)对比分析,方案一抛石施工悬沙扩散影响红树林面积为 8.0295 公顷,且有部分红树林位于悬沙高浓度区,方案二抛石施工悬沙扩散影响红树林面积为 3.1428 公顷,基本位于悬沙低浓度区;两种方案的清淤施工悬沙扩散均不会影响现状红树林。因此,方案二施工悬沙扩散对红树林影响较小。

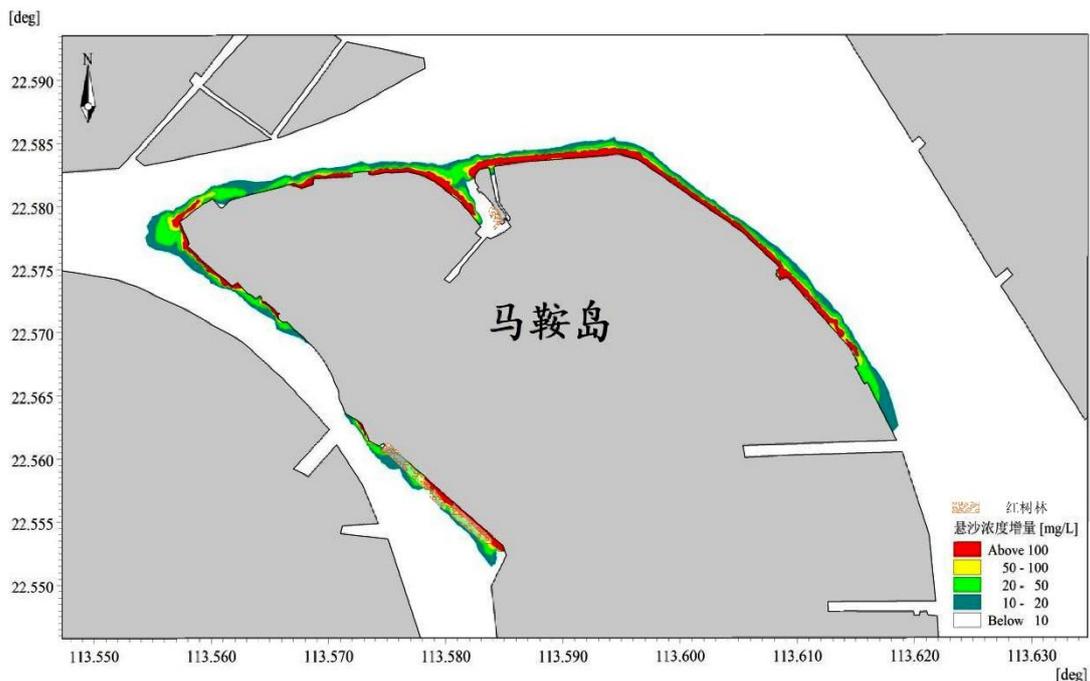


图 4.1.6-3a 抛石施工悬沙扩散范围与现状红树林叠加图（方案一）

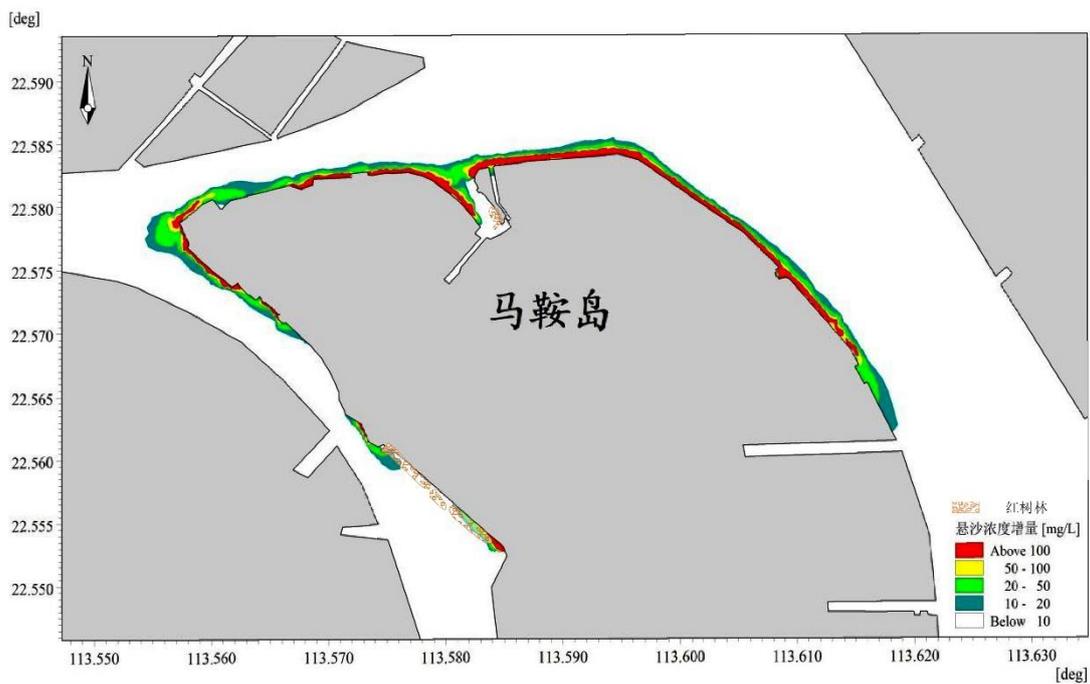


图 4.1.6-3b 抛石施工悬沙扩散范围与现状红树林叠加图（方案二）

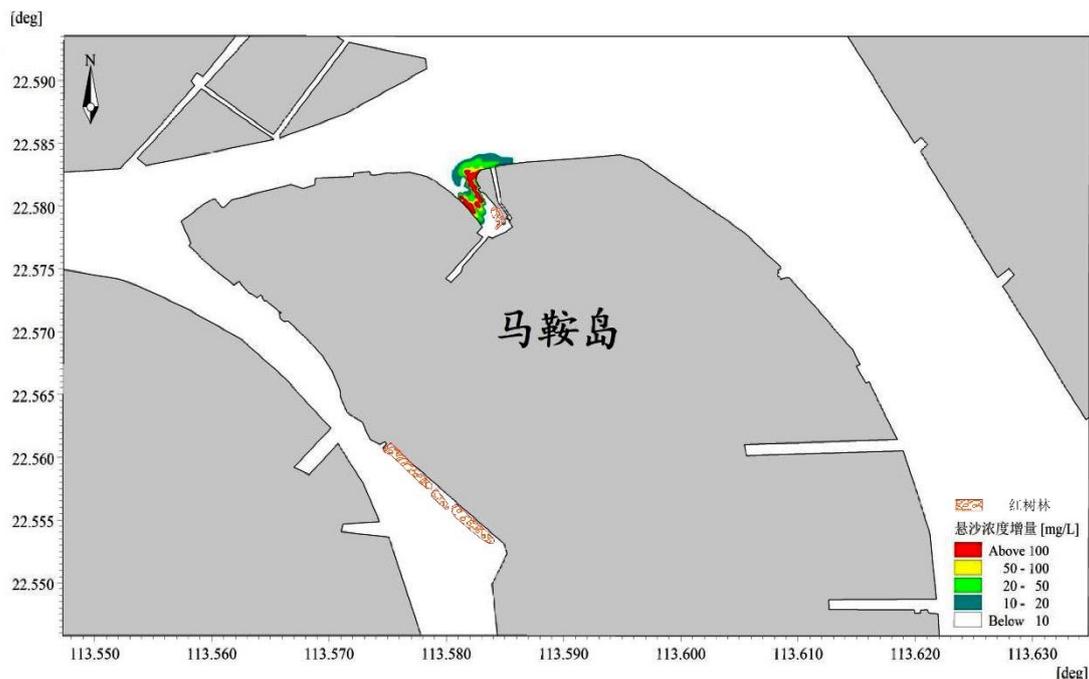


图 4.1.6-4 清淤施工悬沙扩散范围与现状红树林叠加图（方案一、二一致）

4.1.7 用海方案推选

根据上述的水动力、地形地貌与冲淤、水质环境等方面的关键预测因子的预测对比分析，各用海方案对资源生态影响的比选见表 4.1.7-1。相比于方案一，方案二对各方面的资源生态影响均较小，因此推荐用海方案为方案二。

表 4.1.7-1 用海方案对资源生态影响比选

关键预测因子		对资源生态影响比较	推荐方案
水动力	流速	方案二的代表点 T23、24、25、26、40 的涨急流速变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致；方案一的代表点 T23 的落急流速变化较小，方案二的代表点 T25、26 的落急流速变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致。总体上方案二影响较小。	方案二
	流向	方案二的代表点 T24、25、26、40 的涨急流向变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致；方案二的代表点 T25、26 的落急流向变化较小，其它代表点变化两种方案基本一致。总体上方案二影响较小。	方案二
	水动力影响范围	方案二水动力影响范围较小。	方案二
地形地貌与冲淤	冲淤变化范围	方案二冲淤变化范围较小。	方案二
	冲淤变化影响红树林面积	方案一冲淤变化影响红树林面积为 8.2956 公顷；方案二冲淤变化影响红树林面积为 1.4100 公顷。方案二对红树林影响较小。	方案二

水质	悬沙扩散范围	方案二抛石施工引起悬沙扩散范围较小，两种方案清淤施工引起悬沙扩散范围相同。	方案二
	悬沙扩散影响红树林面积	方案一悬沙扩散影响红树林面积为 8.0295 公顷，且有部分红树林位于悬沙高浓度区；方案二悬沙扩散影响红树林面积为 3.1428 公顷，基本位于悬沙低浓度区。两种方案的清淤施工悬沙扩散均不会影响现状红树林。 方案二施工悬沙扩散对红树林影响较小。	方案二

4.2 资源影响分析

根据生态评估结果，推荐用海方案为方案二，应对方案二开展资源影响分析。

4.2.1 对岸线及海洋空间资源的影响

本项目用海方式为非透水构筑物和其他开放式，项目用海将占用海域空间资源，其中海堤永久占用部分海底、海面以及海面上方的海域空间资源，也将影响所在海域的海洋空间开发活动；临时施工围堰和施工期清淤临时占用部分海域，临时施工围堰在施工期结束后会拆除，不会对海洋空间资源造成长时间的占用。

本项目用海需求总面积为 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石用海需求 18.2878 公顷，围堰临时工程用海需求 2.2306 公顷，清淤工程用海需求 1.0620 公顷。

本项目共占用横门岛人工岸线约 2189.1m。项目占用岸线情况示意图见图 4.2.1-1。



图 4.2.1-1 项目占用岸线情况示意图

4.2.2 对海洋生物资源的影响

4.2.2.1 海洋资源损耗分析

本项目海堤整治建设过程中会对海域产生永久性的占用，导致占用海域的底栖生物因被掩埋而全部死亡，这种底栖生物的全部损失将永远得不到恢复。临时施工围堰和清淤施工会改变底栖生物的栖息环境，造成一定的底栖生物损失。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），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/个/千克（kg），在这里指底栖生物受损量。

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度。单位为尾（个）/km²、尾（个）/km³、千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物的资源密度。

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（km²）或立方千米（km³）。在此为项目占用海域面积。

本项目海堤抛石护脚永久占用潮下带面积 18.2878 公顷；临时施工围堰和清淤施工临时占用潮下带面积 3.2926 公顷。

表 4.2.2-1 项目占用海域面积

类型	名称	占用潮下带面积（公顷）
永久占用	海堤	18.2878
临时占用	临时施工围堰	2.2306
	清淤施工	1.0620

根据福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据和广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料，两季的底栖生物平均生物量为 40.7g/m²。

则计算得：

海堤造成底栖生物损失： $18.2878 \times 40.7 \times 10^{-3} \times 10^4 \times 10^{-3} = 7.44t$

临时施工围堰造成底栖生物损失： $2.2306 \times 40.7 \times 10^{-3} \times 10^4 \times 10^{-3} = 0.91t$

清淤施工造成底栖生物损失： $1.0620 \times 40.7 \times 10^{-3} \times 10^4 \times 10^{-3} = 0.43t$

4.2.2.2 渔业资源损失估算

本项目抛石、清淤等施工产生的悬浮泥沙会对渔业资源造成影响，按照《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：

$$M_i = W_i \times T$$

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \quad \text{公式 (2)}$$

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/km²）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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。

根据水质预测结果，抛石施工产生的悬浮泥沙范围相对于清淤施工较大，项目施工产生的悬浮泥沙对渔业资源的影响主要考虑抛石施工悬浮泥沙扩散范围，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 1.157km²；施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.708km²；施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.389km²；施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积 0.240km²，悬浮物浓度增量分区数为 4。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的“污染物对各类生物损失率”，施工过程中悬浮泥沙增量超标倍数、超标面积和在区内各类生物损失率如表 4.2.2-2 所示，生物损失率按《规程》中的数值进行内插，小于 10mg/L 增量浓度范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

表 4.2.2-2 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	分区悬浮物浓度	悬浮泥沙扩散面积（km ² ）	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

I	10 ~ 20	0.449	$B_i \leq 1$ 倍	5	1
II	20 ~ 50	0.319	$1 < B_i \leq 4$ 倍	10	5
III	50 ~ 100	0.149	$4 < B_i \leq 9$ 倍	30	15
IV	> 100	0.240	$B_i \geq 9$ 倍	50	40

抛石施工点是不断移动的，属移动源，悬沙最大包络线浓度增量区域存在时间不会超过 15 天，故界定为一次性损害，则污染物浓度增量影响的持续周期数为 1（15 天为 1 个周期）。据水深测量资料，悬浮悬沙扩散范围内的海域平均水深以 3.0m 计算。渔业资源密度根据福州市华测品标检测有限公司于 2021 年 9 月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据和广州海兰图检测技术有限公司于 2021 年 4 月在项目附近海域进行的海洋环境质量现状调查资料，取游泳生物的平均重量密度为 $639.01\text{kg}/\text{km}^2$ 、鱼卵的平均密度 $0.44\text{ind.}/\text{m}^3$ 、仔稚鱼的平均密度 $2.86\text{ind.}/\text{m}^3$ 。

则计算得：

$$\text{游泳生物损失量为：} 639.01 \times (0.449 \times 1\% + 0.319 \times 5\% + 0.149 \times 15\% + 0.240 \times 40\%) \times 10^{-3} = 0.089\text{t}$$

$$\text{鱼卵损失量为：} 0.44 \times 10^6 \times 3 \times (0.449 \times 5\% + 0.319 \times 10\% + 0.149 \times 30\% + 0.240 \times 50\%) = 2.89 \times 10^5 \text{ 粒}$$

$$\text{仔稚鱼损失量为：} 2.86 \times 10^6 \times 3 \times (0.449 \times 5\% + 0.319 \times 10\% + 0.149 \times 30\% + 0.240 \times 50\%) = 1.88 \times 10^6 \text{ 尾}$$

4.2.2.3 海洋生物损失总量

本工程建设造成底栖生物直接损失量为 8.78t，游泳生物、鱼卵、仔稚鱼直接损失量分别为：0.089t、 2.89×10^5 粒、 1.88×10^6 尾。

海堤造成海域生物资源累计损失量补偿期限按 20 年计，临时施工围堰和清淤施工造成海域生物资源累计损失量补偿期限按 3 年计，施工期悬浮物扩散导致的海洋生物资源累计损失量按 3 年计。则项目造海洋生物累计损失量见下表。

表 4.2.2-3 项目生物损失量计算一览表

类型	生物资源	占用面积 (公顷)	生物量	生物损失量	补偿年限 (年)	累计损失量
海堤占用	底栖生物	18.2878	$40.7\text{g}/\text{m}^2$	7.44t	20	148.80t
临时施工 围堰占用		2.2306		0.91t	3	2.73t

清淤施工临时占用		1.0620		0.43t	3	1.29t
施工悬沙	游泳生物	见表 4.2.2-2	639.01kg/km ²	0.089t	3	0.267t
	鱼卵		0.44 粒/m ³	2.89×10 ⁵ 粒	3	8.67×10 ⁵ 粒
	仔稚鱼		2.86 尾/m ³	1.88×10 ⁶ 尾	3	5.64×10 ⁶ 尾

4.2.3 对其他海洋资源的影响

本项目位于中山市翠亨新区马鞍北岛，用海需求总面积为 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石用海需求 18.2878 公顷，围堰临时工程用海需求 2.2306 公顷，清淤工程用海需求 1.0620 公顷。根据论证范围内资源分布以及生态评估结果，项目用海对港口资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。

4.3 生态影响分析

根据生态评估结果，推荐用海方案为方案二，应对方案二开展生态影响分析。

4.3.1 对水文动力环境影响

4.3.1.1 工程后水动力环境变化

根据推荐用海方案的各代表点工程后与工程前大潮的涨急、落急时刻流速流向统计结果，工程区外 300m~500m 范围内水域 T28~T41 代表点，流速变化大都在 0.1m/s 以内，除工程区流向变化大都在 5° 以内；工程区外 300m 范围内水域 T1~T27 代表点，流速变化大都在 0.01m/s 以内，除工程区流向变化大都在 1° 以内，越远离工程的位置，流速流向变化越小。

总体上看，本项目水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边 300m 范围内水域。

4.3.1.2 对防洪影响分析

本节内容引自《翠亨新区滨河整治水利工程项目（一期）洪水影响评价报告（报批稿）》（珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2018 年 8 月）。

（1）对行洪安全影响分析

运行期：拟建工程包括马鞍北岛的海堤加固或者重建、水闸、泵站、河涌整治、景观工程建设。工程后，堤线不超出现有岸线布置，在横门南支南段堤防整体后退，工程没有压缩河道过水断面，工程布置对河道行洪安全没有大的影响。

但由于亲水平台和地脚反压载平台以及横门南汊部分堤前深坑回填造成局部河床抬升，造成河道壅水，影响河道行洪。在 0.5%、1%、2%、5%设计频率条件下，工程后最大壅高值为 0.002m。拟建工程壅水影响范围局限于工程局部河段，对河道行洪影响较小。

施工期：加固堤防及河涌整治的挡水主要利用原堤围，不考虑另外修筑围堰。水闸、泵站及船闸等穿堤建筑物施工时，需在外河侧和内河侧修筑围堰，形成封闭基坑进行施工。但仅横一涌和横三涌水闸外采用对拉钢板桩围堰，围堰布置于涌口外，占用部分外江过水面积，其他水闸如茅龙涌、横六涌、横七涌所设围堰均位于河涌内，不超出现状涌口。且堤防临水侧水下部分、各穿堤建筑物外围堰的施工期安排在枯水期（10 月至次年 3 月）进行。由计算结果可知，在不利情况 10 年一遇设计洪水条件下，施工期工程最大壅高 0.007m，壅水幅度和范围有限，工程施工期间对周边水域行洪影响不大。

（2）对区域排涝影响分析

马鞍北岛现状地势较为平坦开阔，东南一东略低趋势，地面高程般-2.35~5.00m。工程建设内容包括马鞍北岛 7 条河涌整治以及涌口 4 座水闸和 1 座泵站建设。经排水复核，以内洪为主时，30 年一遇设计洪水遭遇外江 5 年一遇水位过程线，可不用泵排，打开所有水闸，让内河涌与外江保持连通，内河涌最高水位不超过 1.5m；以外洪为主，遭遇内洪 189mm 降雨产生的洪水过程，泵站 30m³/s 规模可控制内河水位不超过 1.5m。工程建设规模可满足围内 30 年一遇的排涝要求。

4.3.2 对地形地貌冲淤环境影响

本项目推荐用海方案实施后，海堤建设导致工程附近局部地形发生改变，沿海堤附近水域流速减小，水流挟沙力减小，产生淤积；由于束窄作用的影响，水域水动力主轴线方向一侧的流速有所增加，水流挟沙力增加，产生冲刷。但是由于工程区附近径流携沙量相对小，因此，工程实施导致的泥沙冲淤变化量不会太大。工程实施后，本项目工程区临近水域淤积厚度在 0.01~0.15m/a 之间，工程区附近水域冲刷深度在 0.01~0.20m/a 之间，最大冲刷深度出现茅龙北水闸附近水域在 0.20m/a 左右，主要是茅龙北水闸口进行疏浚施工，闸门外一侧流速相比较工程前有所增加所致。总体上看，本项目对冲淤环境的影响较小。

4.3.3 对水质环境的影响

4.3.3.1 施工期水质环境影响

根据推荐用海方案的计算结果，施工引起的悬沙扩散范围主要在工程区附近输移扩散，具体如下：

抛石施工，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 1.157km²；施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.708km²；施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.389km²；施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积 0.240km²。悬沙影响范围呈带状，宽度约 80~100m。

清淤施工，悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 0.117km²；施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.075km²；施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.038km²；施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积为 0.021km²。

施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。

4.3.3.2 运营期水质环境影响

本工程是非污染生态类项目，本工程运营期不会产生废水、废气和固体废弃物等，因此项目运营期不会对水质产生影响。

4.3.4 对沉积物的影响

本工程对附近海域沉积物环境的影响主要表现在施工产生悬浮泥沙的影响。施工期因抛石、清淤施工等扰动海床淤泥，导致施工海域海水中悬浮物浓度增加，根据预测，抛石施工过程中悬浮泥沙增量大于 10mg/L 的海域面积约为 1.157km²。10mg/L 悬沙包络线距离工程边界最远距离约 715m。项目施工对周围环境的影响范围相对较小。根据沉积物质量监测结果，工程区域的沉积物质量状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。因此，本工程施工过程中产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。施工过程中的生产废水和施工人员的生活污水均会进行妥善处理，基本不会对沉积物造成影响。

本工程是非污染生态类项目，工程运营期不产生污染，因此不会对沉积物的

环境质量造成影响。

因此，在项目做好一定措施的前提下，项目的建设和运营对沉积物环境影响不大。

4.3.5 对海洋生物的影响

4.3.5.1 对底栖生物的影响

本项目海堤整治建设过程中会对海域产生永久性的占用，导致占用海域的底栖生物因被掩埋而全部死亡，这种底栖生物的全部损失将永远得不到恢复。

临时施工围堰和清淤施工会改变底栖生物的栖息环境，造成一定的底栖生物损失。此外，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、底栖生物正常的生理过程受到影响，有些敏感物种会受损甚至消失，施工过程对底栖生物的群落结构、物种多样性等存在一定程度的影响，工程海域底栖生物生物量、栖息密度、多样性指数、均匀度等有所降低。但这种影响是短暂的，施工结束后底栖生物可以逐渐恢复到正常水平。

4.3.5.2 对浮游生物的影响

项目施工过程中不可避免的会使得一部分悬沙进入水体，对项目附近海域的水质环境产生影响。从海洋生态的角度来看，施工海域内局部海水的悬浮物增加，水体透明度下降，从而引起溶解氧降低，对水生生物的生长会产生诸多的负面影响。

（1）对浮游植物的影响

水体悬浮物的增加对浮游植物最直接的影响就是削弱了水体的真光层厚度，影响浮游植物的光合作用，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有所降低。

在海洋食物链中，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，致使这些

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，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

（2）对浮游动物的影响

施工作业引起施工海域内的局部海水的浑浊，这将使阳光的透射率下降，从而使得该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

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，尤其在悬浮物含量大到 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。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

根据项目对水质环境的影响分析结果显示，施工引起的悬沙主要随涨潮流和落潮流在工程附近海域扩散，其中抛石施工悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 1.157km²；施工悬沙浓度大于 20mg/L 的水域面积为 0.708km²；施工悬沙浓度大于 50mg/L 的水域面积为 0.389km²；施工悬沙浓度大于 100mg/L 的水域面积 0.240km²。可见，项目用海对项目所在区域的水质环境影响较小，且这种影响也是暂时的，施工结束后将随之消失。因此项目对浮游生物的影响不大。

4.3.5.3 对游泳生物的影响

悬浮物增加对部分游泳生物的影响是比较显著的，悬浮物不仅可以粘附在动物身体表面会干扰动物的感觉功能或引起表皮组织的溃烂，还会阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。

一般而言，鱼类等水生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。施工作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，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，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”，因此施工会影响该区域栖息、生长的一些种类，也会改变其分布和洄游规律。同时，施工产生的混浊水

体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。而鱼卵和仔稚鱼由于缺乏一定的运动能力，不能与成鱼一样逃离混浊水域，因而更容易遭受伤害甚至死亡，因此鱼卵和仔稚鱼受工程施工的影响会比成鱼更大。根据相关资料统计，当悬浮物增量达到 125mg/L 时，这种水体中的鱼卵和仔稚鱼将遭受破坏。

根据施工期悬浮物扩散预测结果，本项目施工期悬浮物扩散核心区基本上局限在施工区附近，不会对大范围的渔业资源造成影响。

此外，施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

总体上，本项目施工期对工程附近水生生态环境产生一定的影响，但总体来说影响不大，施工期结束后，经过一段时间的调整与恢复，附近水域海洋生物区系会重新形成。

4.3.6 对红树林的影响

本项目推荐用海方案不占用现状红树林，周边的现状红树林主要位于生态保护红线中的“中山市红树林”和“珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线”范围内，与项目距离较近（0.04km）。

根据冲淤变化与现状红树林叠加图（图 4.3.6-1），推荐用海方案的冲淤变化影响红树林面积为 1.4100 公顷，冲淤变化和影响面积均较小。

根据悬沙扩散范围与现状红树林叠加图（图 4.3.6-2~图 4.3.6-3），推荐用海方案的抛石施工悬沙扩散影响红树林面积为 3.1428 公顷，基本位于悬沙低浓度区；清淤施工悬沙扩散均不会影响现状红树林。施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对红树林产生较大的不利影响。

因此，总体上本项目推荐用海方案对红树林影响有限。

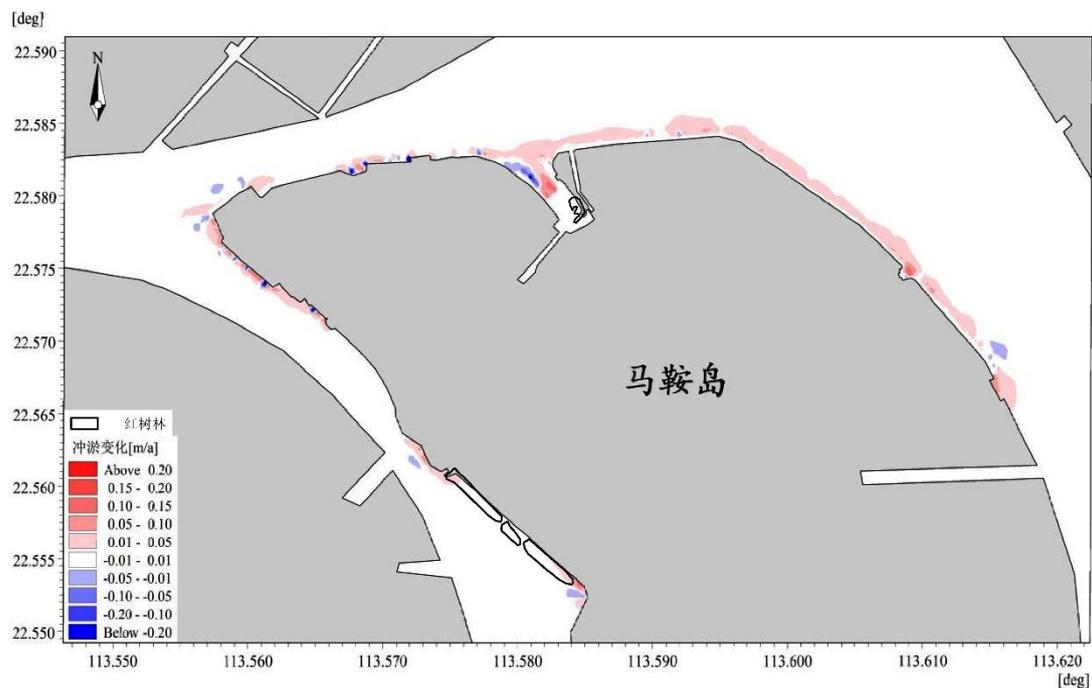


图 4.3.6-1 冲淤变化与现状红树林叠加图（推荐用海方案）

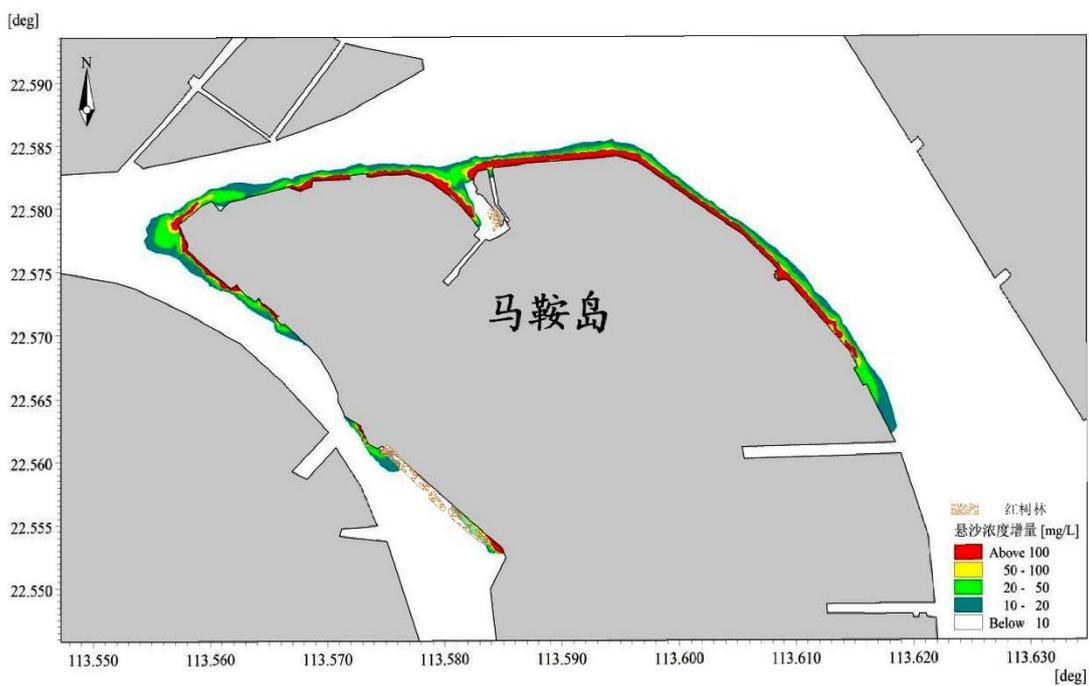


图 4.3.6-2 抛石施工悬沙扩散范围与现状红树林叠加图（推荐用海方案）



图 4.3.6-3 清淤施工悬沙扩散范围与现状红树林叠加图（推荐用海方案）

4.3.7 生态跟踪监测指标合理影响范围

根据《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）等相关文件要求，涉及新建的非透水构筑物用海(长度 ≥ 500 米或面积 ≥ 10 公顷)以及论证范围内涉及典型生态系统的用海项目，应开展生态跟踪监测。

本项目的非透水构筑物用海长度为约 2189.1m，面积为 20.5184 公顷，需开展生态跟踪监测，生态跟踪监测具体要求见表 4.3.7-1。

表 4.3.7-1 非透水构筑物生态跟踪监测具体要求一览表

	海洋水文	地形地貌与冲淤
非透水构筑物 (长度 ≥ 500 米, 或者面积 ≥ 10 公顷)	监测站位: 不少于 6 个站。 监测频次: 每年代表性一季。 监测内容: 海流(流向、流速)、悬浮泥沙。	监测站位: 不少于 5 个断面。 监测频次: 每年代表性一季。 监测内容: 水深地形、沉积物粒度。

此外，本项目论证范围内涉及红树林典型生态系统，应开展生态系统状况和生境关键要素的跟踪监测，生态跟踪监测具体要求见表 4.3.7-2。

表 4.3.7-2 红树林生态系统的生态跟踪监测具体要求

典型生态系统	生态系统状况	生境关键要素	监测频次
红树林	红树林面积、分布、种类、盖度	盐度、水体溶解氧、滩涂高程、沉积物粒度	每年一次

本项目施工期抛石施工和清淤施工造成局部区域悬浮物浓度增高，运营期不会产生废水、废气和固体废弃物等，因此项目运营期不会对水质产生影响。因此悬浮泥沙在建设期会高于现状调查结果，在运营期应与现状调查结果接近。根据冲淤预测结果，本项目造成附近海域的最大冲淤变化在 0.2m/a 左右。根据项目对红树林影响分析，施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对红树林产生较大的不利影响。本项目红树林的生态跟踪监测指标应与现状调查结果接近，生态跟踪监测指标合理范围如下表：

表 4.3.7-3 生态跟踪监测指标合理范围表

监测内容	监测指标	合理变化范围	
		建设期	运营期
海洋水文	悬浮泥沙	大于 0.048kg/m ³	0.005~0.048kg/m ³
地形地貌与冲淤	水深	冲淤变化在 0.2m/a 左右	冲淤变化在 0.2m/a 以内
红树林典型生态系统	面积	\	\
	分布	中山市翠亨新区滨河整治水利整治水利工	中山市翠亨新区滨河整治水利整治水利工

		程二、三围段	程二、三围段
	种类	无瓣海桑、秋茄、桐花树为主	无瓣海桑、秋茄、桐花树为主
	盖度	秋茄盖度 16%左右；桐花树盖度 8%左右	秋茄盖度 16%左右；桐花树盖度 8%左右
	盐度	\	\
	水体溶解氧	\	\
	滩涂高度	\	\
	沉积物粒径	\	\

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 中山市社会经济概况

中山市，古称香山，广东省辖地级市，地处珠江三角洲中部偏南的西江、北江下游出海处；截至 2022 年 9 月，全市面积 1783.67 平方千米，辖 8 个街道、15 个镇。截至 2021 年底，中山市常住人口 446.69 万人。中山市是珠三角中心城市之一、粤港澳大湾区重要节点城市、广东地区性中心城市之一、珠江口西岸都市圈城市之一、国家Ⅱ型大城市。

由《2022 年中山市经济运行简况》（中山市统计局，2023 年 1 月），根据广东省地区生产总值统一核算结果，2022 年中山市地区生产总值为 3631.28 亿元，同比增长 0.5%。其中，第一产业增加值 89.20 亿元，增长 5.9%；第二产业增加值 1795.25 亿元，与上年持平；第三产业增加值 1746.83 亿元，增长 0.8%。

全年全市实现农林牧渔业总产值 146.74 亿元，同比增长 6.1%。其中，种植业实现产值 50.49 亿元，同比增长 8.0%；渔业实现产值 89.70 亿元，同比增长 5.8%。各类主要作物生产稳定，全年稻谷、蔬菜和水果产量分别为 1.27 万吨、37.29 万吨和 11.66 万吨，同比增长 7.1%、1.4%和 12.3%。

全年全市规模以上工业实现增加值 1399.52 亿元，同比下降 1.4%。分门类看，全年制造业同比下降 1.6%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长 3.2%。在产的 30 个制造业行业中，增长面为 33.3%，其中电气机械和器材制造业下降 1.6%，计算机、通信和其他电子设备制造业增长 6.7%。

全年全市固定资产投资同比下降 0.7%。分领域看，工业投资增长 20.4%，占全部投资比重 27.2%，同比提高 4.8 个百分点，其中制造业投资增长 20.2%，先进制造业投资增长 29.7%，高技术制造业增长 38.2%，工业技术改造投资下降 8.6%。基础设施投资增长 11.5%，占全部投资比重 36.7%，同比提高 4.0 个百分点。房地产开发投资下降 23.4%。

全年全市居民消费价格指数(CPI)同比上涨 1.9%；12 月当月同比上涨 2.0%。

分类别看，全年交通和通信上涨 5.0%，生活用品及服务上涨 3.0%，教育文化和娱乐上涨 1.8%，衣着上涨 1.7%，食品烟酒上涨 1.4%，居住上涨 1.1%，医疗保健上涨 0.4%。

全年全市居民人均可支配收入 59764 元，同比名义增长 3.2%。按常住地分，城镇居民人均可支配收入 62196 元，增长 3.1%；农村居民人均可支配收入 43490 元，增长 4.2%。

5.1.1.2 翠亨新区社会经济概况

中山翠亨新区成立于 2013 年，位于中山东部临海区域，包括中山市南朗镇、横门岛及周边海域。地处粤港澳大湾区环湾核心圈层，北承广州南沙，南接珠海横琴，东眺深圳前海，西连粤西腹地，是珠江西岸连接深中通道的桥头堡，区位和交通优势十分明显。区内已经建成京珠高速、广珠轻轨、翠亨快线，在建和即将建设的有深中通道、中开高速、东部外环高速等快速对外通道，其中深中通道于 2016 年 12 月动工开建，全长 24 公里，预计于 2024 年建成通车；1 小时内可通达珠三角广州白云机场、深圳宝安机场、香港机场、澳门机场、珠海机场等 5 个国际机场；中山港新客运码头上升为国家一类口岸，将东移至新区起步区（横门岛），运营中山至香港、澳门和深圳航线。

由《翠亨新区 2022 年工作总结及 2023 年工作部署》（中山翠亨新区管理委员会，2023 年 4 月），2022 年翠亨新区全年实现地区生产总值 220.71 亿元，同比增长 16.3%，增速全市第一；完成规上工业增加值 105.43 亿元，同比增长 13.2%，增速全市第一；固定资产投资同比增长 3.8%，总量全市第一，其中工业投资同比增长 7.5%，总量全市第二；一般公共预算收入 13.4 亿元，同比增长 11.8%。基础设施建设创历史新高，年投资超 35 亿元。未来大道、香山大道、和清路、和信路 4 条主干道建成通车，南朗快线中顺互通正式贯通，香海路北段、“三大片区”市政路网等动工建设。南中城际建设加速推进，港澳客运码头联检大楼结构封顶，“轨道深中通道”、“水上深中通道”建设加快。全市首条地下综合管廊建设完成，累计建成综合管廊 21.1 公里。滨河水利横三涌水闸投入使用，防汛调蓄体系首次发挥完全功能。全面启动智慧城市三期建设，智慧应急、智慧海防、智慧挥交通等一批信息化项目加快推进。以国际竞赛方式高标准设计建设翠湖体育中心、跨茅龙水道桥梁、翠湾文化艺术中心等一批高端公共服务配套，打造具

有国际化视野的城市新名片。

5.1.2 海域使用现状

经过管理部门调访、海域使用动态监管系统查询，本项目周边海域开发利用现状主要为码头、跨海桥梁、水道、国土权属及红树林等，项目所在海域开发利用现状详见表 5.1.2-1 和图 5.1.2-1。

表 5.1.2-1 项目周边海域使用现状统计表

序号	名称	与本项目相对位置和最近距离	备注	
1	广州植之元油脂实业有限公司一期、二期工程配套码头项目	北侧，6.8km	码头	
2	东方国际集装箱（广州）有限公司配套码头	北侧，6.4km		
3	广州华隆石油化工有限公司华隆油库码头	北侧，5.2km		
4	广州市华基液化气有限公司油气码头	北侧，5.1km		
5	中山港中山港区长大路桥公司码头一期工程	西侧，0.5km		
6	码头 1	西侧，1.0km		
7	码头 2	西侧，0.9km		
8	码头 3	西侧，0.6km		
9	码头 4	西侧，0.4km		
10	码头 5	西侧，0.6km		
11	中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头	西侧，0.5km		
12	中山市南朗燃机电厂自用燃料码头	西侧，0.3km		
13	横门发电厂自用燃料码头	西侧，0.3km		
14	广州南沙国际物流分拨与配送中心一期项目	东侧，7.2km		
15	中山港马鞍港区新客运码头工程	东南侧，2.6km	跨海桥梁	
16	中铁南方工程装备生产建设项目	东南侧，3.4km		/
17	南沙至中山高速公路项目	北侧，2.3km		
18	中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程	申请用海范围毗邻		
19	中山市东部快线东部特大桥项目	南侧，1.8km	跨海桥梁	
20	深圳至中山跨江通道项目	南侧，1.7km		
21	深圳至中山跨江通道建设配套工程项目	申请用海范围毗邻		
22	同兴水闸	西侧，1.0km	水闸	
23	横门南水文站	西侧，0.6km	水文站	
24	国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮	申请用海范围毗邻	监测站	

	站)工程		
25	翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目	申请用海范围毗邻	海堤修复整治工程
26	红树林	西北侧，0.03km	现状红树林
27	横门水道	项目所在	水道
28	横门东水道	项目所在	
29	集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属	项目所在	不动产权



图 5.1.2-1 项目周边海域开发利用现状图



图 5.1.2-2 项目周边集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属分布图

(1) 码头工程

本项目周边分布较多码头工程，分别为横门发电厂自用燃料码头、码头 1~码头 5、中山港中山港区长大路桥公司码头一期工程、中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头、中山市南朗燃机电厂自用燃料码头等。

1) 横门发电厂自用燃料码头位于本项目西侧约 0.3km，建设单位为中山嘉明电力有限公司，宗海面积 1.7911 公顷，海域使用期限为 2019 年 7 月 23 日至 2017 年 7 月 22 日。

2) 码头 1~码头 5 位于本项目西侧 0.4km 外，详见图 5.1.2-3。码头 1、2 为中山市迅成船厂有限公司建设的简易码头，用于货物运输，码头建设年代久远，码头面标高不满足规划防洪要求，且未取得海域使用权证。码头 3 用海单位为中山港中山港区中山长大路桥投资有限公司，码头 4、5 用海单位均为珠海警备部队。码头 3、4、5 均为简易码头，建设结构简单，难以满足规划防洪要求，且均未取得海域使用权证。





图 5.1.2-3 码头 1~码头 5 现状图

3) 中山港中山港区长大桥公司码头一期工程位于本项目西侧 0.5km 处，建设一个 5000 吨级杂货码头泊位，码头长 154 米，建设单位为中山长大路桥投资有限公司，宗海面积为 2.2677 公顷，用海期限为 2017 年 4 月 5 日至 2037 年 4 月 4 日。

4) 中山市富茂石油化工连锁有限公司液化气码头位于本项目西侧 0.5km 处，建设单位为中山市富茂石油化工连锁有限公司，宗海面积为 0.4042 公顷，用海期限为 2017 年 7 月 23 日至 2039 年 7 月 22 日。

5) 中山市南朗燃机电厂自用燃料码头距离本项目西侧约 0.3km，建设单位为深南电（中山）电力有限公司，宗海面积为 1.7766 公顷，用海期限为 2014 年 7 月 23 日至 2024 年 7 月 22 日。

项目东南侧 2.6km 为中山港马鞍港区新客运码头工程，北侧 5km 外还分布有广州植之元油脂实业有限公司一期、二期工程配套码头项目，东方国际集装箱（广州）有限公司配套码头，广州华隆石油化工有限公司华隆油库码头及广州市华基液化气有限公司油气码头。

（2）跨海桥梁

中山至开平高速（含小榄支线）横门西水道大桥工程与本项目申请用海范围毗邻，目前正在建设中；中山市东部快线东部特大桥项目距离本项目南侧 1.8km，已建成通车。2 座大桥均为已确权用海项目。

深圳至中山跨江通道距离本项目南侧 1.7km，深圳至中山跨江通道建设配套工程项目与本项目申请用海范围毗邻，深圳至中山跨江通道是连接广东省深圳市和中山市的大桥，计划采用东隧西桥的线位方案，路线起于广深沿江高速机场互

通立交，与深圳侧连接线对接，向西跨越珠江口，在中山翠亨新区横门岛登陆，终于横门互通立交，已申请海域使用权证，该工程于 2016 年 12 月 28 日先行工程开工，计划 2024 年建成通车，建成后将成为连接珠江东西岸的重要通道。

南沙至中山高速公路项目位于本项目北侧 2.3km 处，采用双向六车道设计标准，设计时速 100 公里，全长 32.4 公里，投资额超 200 亿元，起于新垦互通，终至新隆互通，与中江高速顺接并与广澳高速交叉，于 2020 年 6 月开工建设。



图 5.1.2-4 中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程



图 5.1.2-5 中山东部快线东部特大桥项目



图 5.1.2-6 在建深中通道项目

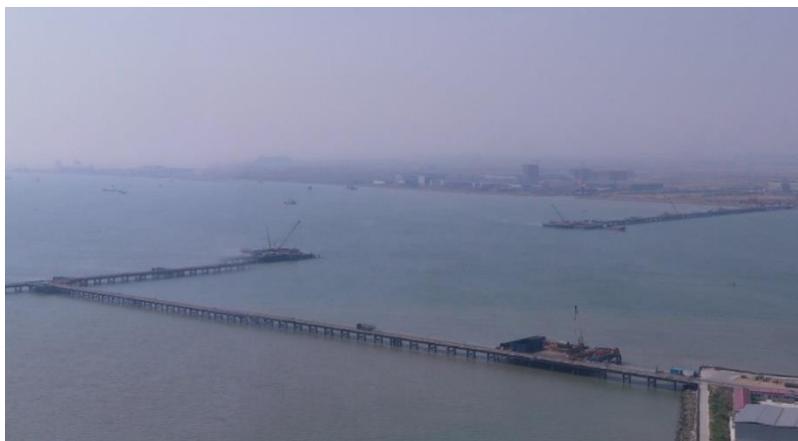


图 5.1.2-7 深中通道配套工程项目

(3) 水文站

横门南水文站位于本项目西侧 0.6km 处，为透水构筑物，用海单位为水利部珠江水利委员会，目前尚未确权。



图 5.1.2-8 横门南水文站

（4）监测站

本项目申请用海范围与国家海洋局中山海洋环境监测站(验潮站)工程毗邻，建设单位为国家海洋局南海预报中心，建设透水构筑物用海 0.1229 公顷。

（5）翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）为本项目主体工程，建设内容包括横门岛外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等内容，于 2022 年 6 月取得海域使用权证书。由于施工方案调整，本项目对该海堤堤脚抛石范围、茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤工程补充用海申请。

（6）红树林

该片红树林位于横门水道内，在项目西北侧 0.03km 处，在“中山市红树林”生态保护红线范围内。

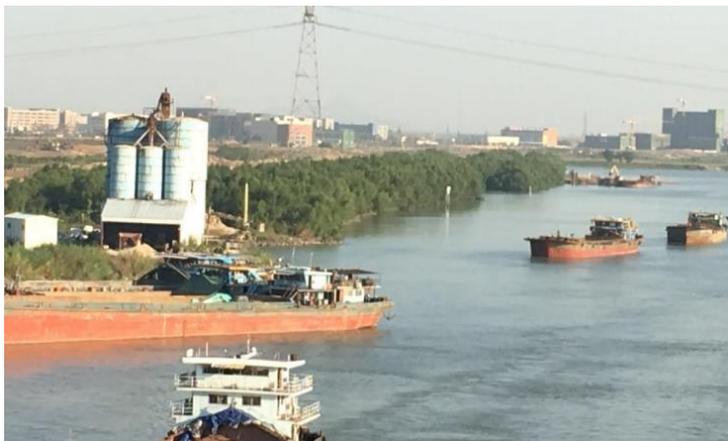


图 5.1.2-9 红树林

（7）水道

项目位于横门水道及横门东水道，横门水道起于港口镇大南尾（即鸡鸦水道与小榄水道会合处），于横门山入海，全长 19 公里。因横门山得名；横门东水道水道由横门口至淇澳岛大王角，是中山港的出海航道。目前水深 6.0m（从设计最低通航水位起算），航宽 120m，弯曲半径 580m，满足 3000t 级海轮常年双向通航和 5000t 级江海轮单向乘潮通航的要求。

（8）集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属

项目周边分布有较多集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属，项目拟申请用海已避让集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属范围，详见图 5.1.2-2。

5.1.3 海域使用权属

根据本项目周边海域使用权属状况的资料收集情况及调访结果，本项目周边海域已确权的项目共 18 项，其中中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程、深圳至中山跨江通道建设配套工程项目、国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程、翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目与本项目申请用海范围毗邻，本项目申请用海已对集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属范围进行避让，与周边海域已确权的用海项目均无权属重叠。项目所在海域权属现状见表 5.1.3-1 和图 5.1.3-1。



图 5.1.3-1 项目周边权属现状图

表 5.1.3-1 项目周边权属一览表

（内容不公开）

5.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

根据 5.1 节分析，本项目周边海域开发利用现状主要为码头、跨海桥梁、水道、国土权属及红树林等，其中，集体所有权宗地权属、国土建设宗地、林地权属范围等位于项目建设范围内，中山至开平高速公路（含小榄支线）横门西水道大桥工程、深圳至中山跨江通道建设配套工程项目、国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程、翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目与本项目申请用海范围毗邻。

根据第 4 章，本项目对附近海域开发利用活动的影响主要是施工期间产生的悬浮泥沙对附近海域水质的影响，施工过程中对周边码头、跨海桥梁等构筑物结构的影响较小，以及项目施工期间投入的施工船舶可能对所在横门水道通航环境产生一定的影响。

本项目用海对周边海域开发利用活动的影响分析如下：

5.2.1 对码头工程的影响分析

本项目周边分布较多码头工程，分别为横门发电厂自用燃料码头、码头 1~码头 5、中山港中山港区长大桥公司码头一期工程、中山市南朗燃机电厂自用燃料码头等。其中距离最近的为横门发电厂自用燃料码头、中山市南朗燃机电厂自用燃料码头，均位于本项目西侧约 0.3km 处。

项目建设期间投入的施工船舶将占用一定的水域，增加附近水域的通航密度，会导致进出码头的船舶在该水域中会遇局面变得复杂，增加航道通航密度，将会对通过该片水域附近的船只的航行安全产生影响，增加船舶碰撞、事故溢油风险，影响航道正常通航。

5.2.2 对跨海桥梁工程的影响分析

项目所在海域跨海桥梁工程中，中山至开平高速（含小榄支线）横门西水道大桥工程、深圳至中山跨江通道及其建设配套工程项目与本项目申请用海范围毗邻，项目所在海堤段抛石位于桥梁下方，项目建设不涉及桥梁桩基，项目施工期间对桥梁运营基本没有影响；同时，项目建设期间严格落实施工安全保障方案，防止抛石过程中对桥梁造成影响，因此，本项目建设对上述桥梁工程的影响较小。

中山市东部快线东部特大桥项目距离本项目南侧 1.8km，南沙至中山高速公路项目位于本项目北侧 2.3km 处，与本项目有一定距离，项目实施不会对其产生影响。

5.2.3 对水文站、监测站的影响分析

横门南水文站位于本项目西侧 0.6km 处，本项目建设会对邻近海域的水文动力环境产生一定影响，根据第 4 章分析结果，本项目水动力环境的影响主要集中在工程周边 300m 范围内水域，对距离 600m 的横门南水文站所在海域水文动力基本不会造成影响。

国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程与本项目申请用海范围毗邻。项目所在海堤段抛石位于国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程透水构筑物下方，项目建设不涉及该透水构筑物桩基，建设期间将严格落实施工安全保障方案，防止抛石过程中对桩基结构造成影响。本项目在抛石施工会扰动邻近海域的水文动力环境，对国家海洋局中山海洋环境监测站（验潮站）工程水文观测结果造成一定影响。

5.2.4 对水闸的影响分析

项目西侧 1.0km 处为同兴水闸，根据第 4 章分析结果，项目建设产生悬沙扩散范围位于海堤附近，抛石施工产生悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 1.157km²，清淤施工产生悬沙浓度大于 10mg/L 的水域面积 0.117km²，最远扩散距离为东南向 715m，不会扩散至同兴水闸所在海域。项目建设导致的泥沙冲淤变化量不会太大，冲淤范围主要为项目所在及邻近海域，不会对同兴水闸所在海域地形地貌产生影响。因此，本项目建设不会影响同兴水闸的正常运行。

5.2.5 对红树林的影响分析

项目西北侧 0.03km 处分布有现状红树林，项目抛石范围不涉及现状红树林，不会导致红树林数量、种类的减少。根据第 4 章分析结果，项目建设导致的泥沙冲淤变化量不会太大，冲淤范围主要为项目所在及邻近海域，基本不会对周边现状红树林赖以生存的底质环境产生影响，不会造成红树林所在滩涂流失。项目建设产生悬沙扩散范围位于海堤附近，抛石施工产生悬沙浓度大于 10mg/L 的水域

面积 1.157km²，会对现状红树林生长的水质会产生一定的影响，但施工产生的悬浮物扩散对水质的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续，且红树植物能够适应较为浑浊的水体，因此项目抛石作业过程中产生的悬浮泥沙对现状红树林影响较小。

项目施工期施工船舶含油污水委托具有资质的船舶污染物接收单位接收处理，禁止在施工水域排放。施工船舶产生的生活污水由船舶生活污水处理设施处理达标后排放，基本不会对周边海域海洋环境产生影响，不会对周边红树林的生长环境产生影响。

5.2.6 对水道的的影响分析

项目位于横门水道及横门东水道。项目所在海域海洋开发活动较多，且以码头工程为主，本项目施工会投入一定量的施工船舶，增加所在及附近水道的通航密度，对横门水道、横门东水道的通航环境产生一定影响。项目施工期产生的悬浮泥沙可能会影响到水道，增加水道的泥沙淤积强度，从而对水道有一定影响，由于悬浮泥沙影响范围小，悬浮泥沙产生量小，对水道的影响很小。

5.2.7 对集体所有权宗地、国土建设宗地、林地权属的影响分析

根据 5.1 节，本项目沿线涉及国（2004）250604、国（2011）1500728、中府集有（2013）1500007、中府集有（2013）1500009、中府集有（2013）1500013、中府集有（2013）1500062、粤（2017）中山市不动产权第 0247418 号和粤（2018）中山市不动产权第 0136341 号、国（2011）1501217 权属范围，项目施工期间施工机具将占用部分集体所有权宗地、国土建设宗地权属范围，对其开发利用产生一定影响。本项目属于翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）项目海堤堤脚抛石部分，为海堤修复整治工程，虽然本项目建设涉及集体土地权属范围和国土权属范围，但项目是在原海堤基础上开展达标加固工程，建设完成后对集体土地权属和国土权属基本无影响，且堤防是防御台风风暴潮灾害的第一道防线，加强堤防的建设，对于保障翠亨新区经济社会发展和人民群众生命财产安全具有重要作用。项目建设不涉及林地权属范围，不会对该林地产生影响。

5.2.8 对其他项目的影响分析

项目东南侧 3.4km 处为中铁南方工程装备生产建设项目，距离较远，项目建设不会对其产生影响。

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利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

通过对本项目附近用海现状的调查，综合分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，确定本项目利益相关者为

[REDACTED]

[REDACTED]，详见表 5.3-1 及图 5.3-1。

表 5.3-1 利益相关者一览表

序号	附近海域开发活动	海域使用类型	与本项目相对位置、最近距离	所属单位/人	影响因素	是否为利益相关者
1		科学教研用海	申请用海范围毗邻		施工影响	是
2		国土建设宗地	申请用海范围毗邻		施工影响	是
3		国土建设宗地	申请用海范围毗邻		施工影响	是
4		国土建设宗地	申请用海范围毗邻		施工影响	是
5		集体所有权宗地	申请用海范围毗邻		施工影响	是
6			申请用海范围毗邻		施工影响	是
7			申请用海范围毗邻		施工影响	是
8			申请用海范围毗邻		施工影响	是
9		国土建设宗地	申请用海范围毗邻		施工影响	是
10		国土建设宗地	申请用海范围毗邻		施工影响	是

(内容不公开)

图 5.3-1 利益相关者分布图

5.6 项目用海与国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

5.6.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

本项目用海不涉及军事用海、军事禁区或军事管理区，其工程建设、生产经营不会对国防安全、军事活动产生不利影响。因此，本项目用海不涉及国防安全和军事活动的开展。

5.6.2 与国家海洋权益的协调性分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。

本项目建设不涉及国家领海基点，不涉及国家秘密，本项目不会对国防安全和国家海洋权益产生影响。

6 与国土空间规划的符合性分析

《中华人民共和国海域使用管理法》第四条规定：“国家实行海洋功能区划制度。海域使用必须符合海洋功能区划”；第十五条规定：“养殖、盐业、交通、旅游等行业规划涉及海域使用的，应当符合海洋功能区划。沿海土地利用总体规划、城市规划、港口规划涉及海域使用的，应当与海洋功能区划相衔接”。

6.1 项目用海与海洋功能区划符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于开展省级海岸带综合保护与利用规划编制工作的通知》（自然资办发〔2021〕50号）要求：“做好过渡期用海审批。‘多规合一’的国土空间规划出台前，用海项目应按照当前严格围填海和严格管控无居民海岛的有关政策要求，依据原海洋功能区划和海岛保护规划进行审批。”

因此，需要对本用海项目与海洋功能区划及相关规划的符合性进行分析。

6.1.1 项目所在海域海洋功能区划

(1) 广东省海洋功能区划（2011-2020年）

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在的海洋功能区为横门岛港口航运区。周边海域海洋功能区有：南荫工业与城镇用海区、伶仃洋保留区、万顷沙海洋保护区、龙穴岛港口航运区和淇澳岛海洋保护区。各功能区的分布详见图 6.1.1-1 及表 6.1.1-1，海洋功能区登记表见表 6.1.1-2。

表 6.1.1-1 项目周围海域海洋功能区分布状况（广东省）

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	横门岛港口航运区	项目所在	港口航运区
2	南荫工业与城镇用海区	南侧，2.4km	工业与城镇用海区
3	伶仃洋保留区	东侧，0.5km	保留区
4	万顷沙海洋保护区	东侧，1.5km	海洋保护区
5	龙穴岛港口航运区	东侧，7.2km	港口航运区
6	淇澳岛海洋保护区	南侧，8.0km	海洋保护区



表 6.1.1-2 项目周边海洋功能区登记表（广东省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
1	A2-14	横门岛港口航运区	中山市	东至: 113°37'41" 西至: 113°32'52" 南至: 22°30'04" 北至: 22°36'04"	港口航运区	1467 18383	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.保障横门渔港用海需求; 3.维护海上交通安全, 维持横门水道潮汐通道畅通; 4.加强用海动态监测和监管。	1.加强港区环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 2.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。
2	A8-10	伶仃洋保留区	珠海市、中山市、广州市、东莞市、深圳市	东至: 113°52'01" 西至: 113°26'53" 南至: 22°22'39" 北至: 22°47'36"	保留区	63421 104960	1.维护海域防洪纳潮功能; 2.保障珠江口中华白海豚国家级自然保护区管理配套设施建设用海需求; 3.适当保障工业与城镇用海需求; 4.通过严格论证, 合理安排相关开发活动。	1. 保护伶仃洋生态环境; 2.加强对陆源污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控; 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状

3	A3-17	南萌工业与城镇用海区	中山市	东至：113°37'50" 西至：113°33'59" 南至：22°25'25" 北至：22°32'14"	工业与城镇用海区	2846 25369	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2. 保障翠亨海上温泉旅游用海需求； 3. 西片区已成陆，严禁在两侧水道围填海； 4. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局； 5. 工程建设期间采取有效措施降低对淇澳岛红树林保护区的影响； 6. 加强对围填海的动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护南萌周边海域生态环境； 2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
4	A6-10	万顷沙海洋保护区	广州市	东至：113°40'57" 西至：113°38'03" 南至：22°33'38" 北至：22°36'02"	海洋保护区	1030 5915	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 保障红树林科普和旅游用海需求； 3. 不得建设污染环境、破坏资源和景观的生产设施。 	<p>保护十八涌以南天然红树林，加强外来物种入侵的防治；</p> <p>加强洪奇沥水道的整治，加强海洋生态环境整治修复；</p> <p>加强保护区海洋生态环境监测；</p> <p>执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。</p>
5	B2-5	龙穴岛港口航运区	广州市	东至：113°43'01" 西至：113°34'28" 南至：22°33'41" 北至：22°44'06"	港口航运区	5315	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海； 2. 适当保障造船基地等工业用海需求； 3. 维持航道畅通，维护海上交通安全； 4. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，节约集约利用海域资源； 5. 改善水动力条件和泥沙冲淤环境； 6. 加强用海动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 2. 加强海洋环境监测； 3. 执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。

6	B6-2 4	淇澳 岛海 洋保 护区	珠 海 市	东至:113°39'44" 西至:113°34'39" 南至:22°23'21" 北至:22°28'53"	海洋保 护区	3147	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2. 维持中山航道畅通; 3. 适当保障渔业用海需求; 4. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理; 5. 保障防灾减灾体系建设用海需求; 6. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护淇澳岛天然红树林, 加强外来物种入侵的防治; 2. 加强保护区海洋生态环境监测; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
---	-----------	----------------------	-------------	--	-----------	------	---	---

注: 引自《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》(2012年)

(2) 中山市海洋功能区划（2013-2020 年）

根据《中山市海洋功能区划（2013-2020 年）》，本项目所在的海洋功能区为横门岛港口区。周边海域海洋功能区有：中山港航道区、横门西航道区、伶仃洋（中山）保留区以及南朗工业与城镇用海区。各功能区的分布详见图 6.1.1-2 及表 6.1.1-3，海洋功能区登记表见表 6.1.1-4。

表 6.1.1-3 项目周围海域海洋功能区分布状况（中山市）

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	横门岛港口区	项目所在	港口区
2	中山港航道区	北侧，0.2km	航道区
3	横门西航道区	西侧，0.1km	航道区
4	伶仃洋（中山）保留区	东侧，0.5km	保留区
5	南朗工业与城镇用海区	南侧，2.4km	工业与城镇用海区



图 6.1.1-2 项目所在海域海洋功能区分布示意图（中山市）

中山市海洋基本功能区登记表

功能区序号：[1]

功能区名称		横门岛港口区		功能区位置图	
功能区类型	港口区	功能区代码	A2-13-1		
所属一级类功能区名称	港口航运区	一级类功能区代码	A2-13		
地理范围	位于横门岛东、北、西部岛岸线及海域。东至 113° 37' 42" E，西至 113° 32' 52" E，南至 22° 30' 03" N，北至 22° 36' 02" N。				
面积（公顷）	1151	岸线长度（米）	42147	功能区范围图	
开发利用现状	1. 横门岛北部、东部海岸线已建有电厂、造船厂等多家企业码头； 2. 横门岛围填了东五、东六围，并已投入使用； 3. 横门岛西水道的西侧有横门渔港； 4. 东水道和西水道既是中山港的航道，亦是珠江入海口门之一。				
海域管理要求	用途管制	1. 保障渔港用海； 2. 保障航道用海； 3. 保障横门东、西水道排洪纳潮能力； 4. 保障先进装备制造产业发展的用海需求； 4. 维持增殖养殖现状用海。			
	用海方式控制	1. 禁止改变自然属性的用海； 2. 通过论证，合理安排相关项目用海。			
海洋环境保护要求	整治修复	加强横门岛及南朗镇排污口的整治，污水达标排海。			
	生态保护重点目标	加强防护林的建设。			
其它管理要求	环境保护	1. 禁止船舶在港区排放油污水； 2. 执行海水水质第四类标准、海洋沉积物和海洋生物第二类质量。			

30

中山市海洋基本功能区登记表

功能区序号：[2]

功能区名称		中山港航道区		功能区位置图	
功能区类型	航道区	功能区代码	A2-13-2		
所属一级类功能区名称	港口航运区	一级类功能区代码	A2-13		
地理范围	中山港至东六围。东至 113° 37' 46" E，西至 113° 32' 54" E，南至 22° 30' 19" N，北至 22° 35' 20" N。				
面积（公顷）	154	岸线长度（米）	0	功能区范围图	
开发利用现状	现为航道。				
海域管理要求	用途管制	1. 保障现状航道用海； 2. 保证洪奇门及横门的排洪畅通。			
	用海方式控制	1. 航道不准设置影响航行安全的障碍物，禁止在航道区进行增殖、养殖、捕捞等活动； 2. 禁止改变海域自然属性的用海。			
海洋环境保护要求	整治修复	清理航道淤积。			
	生态保护重点目标				
其它管理要求	环境保护	1. 禁止在航道区排放油污水及垃圾； 2. 执行海水水质第四类标准、沉积物和海洋生物第二类质量。			

31

中山市海洋基本功能区登记表

功能区序号：[3]

功能区名称		横门西航道区		功能区位置图
功能区类型		航道区	功能区代码 A2-13-3	
所属一级类功能区名称		港口航运区	一级类功能区代码 A2-13	
地理范围		中山港至大茅岛。东至 113° 35' 22" E，西至 113° 32' 52" E，南至 22° 30' 04" N，北至 22° 34' 49" N。		
面积（公顷）		82	岸线长度（米） 0	
开发利用现状		现为航道。		功能区范围图
海域管理要求	用途管制	1. 保障现状航道用海； 2. 保证横门的排洪畅通； 3. 保障横门渔港用海及进出港顺畅。		
	用海方式控制	1. 航道不准设置影响航行安全的障碍物，禁止在航道区进行增殖、养殖、捕捞等活动； 2. 禁止改变海域自然属性的用海。		
	整治修复	清理航道淤积。		
海洋环境保护要求	生态保护重点目标			
	环境保护	1. 禁止船舶在航道排放油污水和垃圾； 2. 执行海水水质第四类标准、沉积物和海洋生物第二类质量。		
其它管理要求				

32

中山市海洋基本功能区登记表

功能区序号：[6]

功能区名称		伶仃洋（中山）保留区		功能区位置图
功能区类型		保留区	功能区代码 A8-10-1	
所属一级类功能区名称		保留区	一级类功能区代码 A8-10	
地理范围		包括进口浅滩、横门东水道、西水道及洪奇沥（中山部分）。东至 113° 44' 54" E，西至 113° 26' 54" E，南至 22° 26' 50" N，北至 22° 24' 56" N。		
面积（公顷）		12310	岸线长度（米） 13543	
开发利用现状		1. 进口浅滩为水产增殖区； 2. 横门东水道、横门西水道、洪奇沥现状的航道用海和珠江河流入海排洪通道； 3. 洪奇沥有多个业主专用泊位、小码头； 4. 横门西水道内侧有中山温泉旅游区。		功能区范围图
海域管理要求	用途管制	1. 保障珠江口防洪纳潮功能，保障中山温泉旅游区用海需求； 2. 通过严格论证，合理安排相关开发活动。		
	用海方式控制	禁止围填海，保持各航道畅通，保障现状渔业用海不少于 2700 公顷。		
	整治修复	加快南朗大陆沿岸和大茅岛沿岸的防护林设施建设，建成翠亨新区的滨海生态廊道。		
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	保护中山进口浅滩海洋生态系统和海洋景观，保护海上温泉、红树林以及鱼虾繁殖场等自然资源。		
	环境保护	1. 加强海洋工程和倾倒废物的监控管制； 2. 执行第四类海水水质标准、海洋沉积物、海洋生物第二类质量； 3. 加强海域的监测、监视管理。		
其它管理要求				

35

中山市海洋基本功能区登记表

功能区序号: [5]

功能区名称		南朗工业与城镇用海区		功能区位置图
功能区类型	工业与城镇用海区	功能区代码	A3-17-2	
所属一级类功能区名称	工业与城镇用海区	一级类功能区代码	A3-17	
地理范围	南朗镇柘洲。东至 113° 34' 54" E, 西至 113° 34' 14" E, 南至 22° 28' 04" N, 北至 22° 29' 02" N。			
面积 (公顷)	695	岸线长度 (米)	33458	功能区范围图
开发利用现状	柘洲湾周边有红树林, 其余海域主要是水产养殖区和增殖区。			
海域管理要求	用途管制	1. 未围填前, 保持湿地完整性, 维持现状养殖和增殖, 不得新建养殖设施; 2. 保障翠亨新区工业、城镇用海。		
	用海方式控制	1. 围填必须严格论证, 优化填海造地的平面设计; 2. 保障大茅岛西侧潮汐通道畅通; 3. 加强围填海区的动态监测和监管; 4. 对相关项目用海, 必须通过论证。		
	整治修复	整治违法违规的养殖设施。		
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	保护柘洲湾周边的红树林。		
	环境保护	执行海水水质第四类标准、海洋沉积物和海洋生物第二类质量, 保护海域生态环境, 加强海域监测、监视管理。		
其它管理要求				

图 6.1.1-3 中山市海洋基本功能区登记表

6.1.2 项目用海对海洋功能区划的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，横门岛港口航运区的海域使用管理要求：1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海；2.保障横门渔港用海需求；3.维护海上交通安全，维持横门水道潮汐通道畅通；4.加强用海动态监测和监管。**海洋环境保护要求：**1.加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海；2.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。

根据《中山市海洋功能区划（2013-2020 年）》，横门岛港口区的用途管制要求：1.保障渔港用海；2.保障航道用海；3.保障横门东、西水道排洪纳潮功能；4.保障先进装备制造产业发展的用海需求；5.维持增殖现状用海。**用海方式控制如下：**1.禁止改变自然属性的用海；2.通过论证，合理安排相关项目用海。**生态保护重点目标为：**加强防护林建设。**海洋环境保护要求：**1.禁止船舶在港区排放油污水；2.执行海水水质第四类标准，海洋沉积物和海洋生物第二类质量。

本工程建设内容为加固横门岛外围海堤 10.672km，新建茅龙北水利枢纽，用海方式为非透水构筑物和其他开放式，项目用海将占用海域空间资源，其中海堤永久占用部分海底、海面以及海面上方的海域空间资源。经分析，本项目水动

力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边 300m 范围内水域。本项目工程实施后，本项目工程区临近水域淤积厚度在 0.01~0.15m/a 之间，工程区附近水域冲刷深度在 0.01~0.20m/a 之间，最大冲刷深度出现茅龙北水闸附近水域在 0.20m/a 左右，主要是茅龙北水闸口进行疏浚施工，闸门外一侧流速相比较工程前有所增加所致。总体上看，本项目对所在功能区冲淤环境的影响较小。

经计算，项目抛石施工产生的悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。同时，由于本工程是非污染生态类项目，运营期不会产生废水、废气和固体废弃物等，因此项目运营期不会对所在功能区的水质产生影响。

本项目占用省海洋功能区划中的横门岛港口航运区和市海洋功能区划中的横门岛港口区的部分海域。项目在工程建设过程中，对海洋底栖生物的生态平衡造成了一定的破坏，并导致局部海水质量降低。因此，必须加强生态环境保护工作，维护海洋生态环境。本工程必须按照省、市各级海洋功能区划的海域使用管理要求和海洋环境保护要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行，可避免或减少对海洋功能区的影响。

综上所述，本项目用海对横门岛港口航运区和横门岛港口区的影响较小，且建成后对维护海上交通安全，保障港口航运区日常运作有积极作用。

6.1.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

横门岛港口航运区和横门岛港口区相适宜的海域使用类型均为交通运输用海。经分析，项目的建设不会限制横门岛港口航运区和横门岛港口区保障功能的发挥，用海方式不会对所在海域的防洪纳潮、水动力和海上交通安全产生明显的不良影响，且建成后能保障所在海域防洪纳潮功能和海上交通安全，施工及营运期间已切实落实环境保护管理，可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。本工程与各功能区的符合性分析见表 6.1.3-1。

表 6.1.3-1 项目所在功能区管理要求符合性分析

功能区名称	管理要求	符合性分析	是否符合
横门岛港口航运区	海域使 1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海；	本工程为海岸防护工程用海项目，建成后能提高防洪标准，保障交通运输安全运行，与交通运输	不冲突

功能区名称	管理要求	符合性分析	是否符合
用管理		用海不冲突。	
	2.保障横门渔港用海需求；	本工程可有效提高工程段围内的防洪安全保障，不影响渔港用海需求，并会加强用海动态监测。	符合
	3.维护海上交通安全，维持横门水道潮汐通道畅通；	本项目为海堤整治工程，建成后能更好地发挥维护海上交通安全，维持横门水道潮汐通道畅通的功能。	符合
	4.加强用海动态监测和监管。	本报告已制定动态监测管理措施。	符合
海洋环境保护	1.加强港区环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 2.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。	对功能区及其附近海域影响主要来自于施工抛石过程中，会在抛石局部范围内产生高浓度的悬浮泥沙，对海域生态环境产生一定的影响。但在施工结束后，影响将逐渐消失。在采取一定的环保措施后，本项目施工产生的污染物对其影响不大，施工结束后其影响将自行消失。本工程完工后现场无生活污水、生产废水排放，因此本项目的建设与本功能区的海洋环境保护要求是一致的。	符合

根据《中山市海洋功能区划（2013-2020年）》，本项目位于横门岛港口区，项目用海与市海洋功能区划的符合性分析见表 6.1.3-2。

表 6.1.3-2 本工程与中山市海洋功能区划的符合性分析一览表

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
横门岛港口区	用途管制要求	1.保障渔港用海；2.保障航道用海；3.保障横门东、西水道排洪纳潮功能；4.保障先进装备制造产业发展的用海需求；5.维持增养殖现状用海。	本工程为海岸防护工程用海项目，建成后能保障交通运输用海安全，与交通运输用海不冲突，本工程可有效提高工程段围内的防洪安全保障，为该区域内的经济稳定发展提供保障。	符合
	用海方式控制要求	禁止改变自然属性的用海； 通过论证，合理安排相关项目用海。	项目只进行清基清表、护岸桩打设、提前水下吹填泥砂及抛石反压、软土地基处理等工程，不涉及改变海域自然属性的工程，并将进行海域论证，确保合理安排项目用海。	
	生态保护重点目标	加强防护林建设。	工程可有效提高工程段围内的防洪安全保障。	
	环境保护要求	1.禁止船舶在港区排放油污水； 2.执行海水水质第四类标准，海洋沉积物和海洋生物第二类质量。	1.在施工过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散； 2.施工船舶含油污水交由有资质的单位处理； 3.本工程为防洪水利建设工程，项目完工后现场无生活污水排放，无废水产生。	

从以上表格分析可知，项目用海与所在功能区主导功能不冲突，对周边海洋功能区影响较小且可控，本工程整治堤段建成后能提高防洪标准，消除工程隐患，改造整体水系生态环境和优化环境，符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》和《中山市海洋功能区划（2013-2020年）》的海域使用管理要求和海洋环境保护要求。

6.1.4 项目对周边海域海洋功能区划的影响分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目周边有伶仃洋保留区、南荫工业与城镇用海区、万顷沙海洋保护区、龙穴岛港口航运区和淇澳岛海洋保护区；按照《中山市海洋功能区域（2013-2020年）》，项目周边有横门西航道区、中山港航道区、伶仃洋（中山）保留区和南荫工业与城镇用海区。

项目附近距离较近的省一级海洋功能区有伶仃洋保留区，距离为0.5km。伶仃洋保留区的海域管理要求是：1.维护海域防洪纳潮功能；2.保障珠江口中华白海豚国家级自然保护区管理配套设施建设用海需求；3.适当保障工业与城镇用海需求；4.通过严格论证，合理安排相关开发活动。

项目附近距离较近的市一级海洋功能区为横门西航道区，距离为0.1km。横门西航道区的管控要求是：1.保障现状航道用海；2.保证横门排港畅通；3.保障横门渔港用海及进出港顺畅。

本项目海堤建设导致工程附近局部地形发生改变，沿海堤附近水域流速减小，水流挟沙力减小，产生淤积；由于束窄作用的影响，水域水动力主轴线方向一侧的流速有所增加，水流挟沙力增加，产生冲刷。但是由于工程区附近径流携沙量相对小，因此，工程实施导致的泥沙冲淤变化量不会太大。项目主要是在茅龙北水闸口进行疏浚施工，总体上看，本项目对周边功能区冲淤环境的影响较小。

项目施工期因抛石、清淤施工等扰动海床淤泥，导致施工海域海水中悬浮物浓度增加，根据预测，抛石施工过程中悬浮泥沙增量大于10mg/L的海域面积约为1.157km²。10mg/L悬沙包络线距离工程边界最远距离约715m。项目施工对周围环境的影响范围相对较小。根据沉积物质量监测结果，工程区域的沉积物质量

状况良好，施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。因此，本工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。施工过程中的生产废水和施工人员的生活污水均会进行妥善处理，基本不会对沉积物造成影响。本工程是非污染生态类项目，工程运营期不产生污染，因此不会对沉积物的环境质量造成影响。

由此可见，本项目产生悬沙增量对距离相对较近的伶仃洋保留区和横门西航道区产生一定影响，但影响时间只存在于施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对周边海洋功能区的海洋环境产生较大的不利影响。

本项目属于其他用海项目工程，项目对原有海堤进行整治修复，起到维护海域防洪纳潮功能的作用。项目不涉及围填海、港池用海等内容，由于项目施工工期短，且投入的施工船舶数量有限，只要认真落实相关安全保障措施，加强对附近水域的安全管理，本工程对附近通航环境影响是可控的。根据模拟结果，拟建工程引起的潮位、潮量、流速、流向、冲淤变化范围和变化幅度不大，不会影响周边地质的稳定。因此，本项目建设对周边海洋功能区的影响较小。

6.2 与生态保护红线的符合性分析

自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日发布的《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》中明确，“广东省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。”

2022 年 8 月 16 日，自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局印发《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）。该通知指出，“一、加强人为活动管控（一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等

区域，依照法律法规执行。

通过将本项目与生态保护红线叠加分析可知，项目没有位于生态保护红线范围内，附近有与项目毗邻的珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线、中山翠湖地方级湿地自然公园和中山市红树林。距离约 0.1m 的广东中山翠亨国家湿地自然公园，距离 1.5km 的广州中山交界重要渔业资源产卵场和万顷沙重要滩涂及浅海水域，以及 2.1km 的广州南沙和区红树林、6.0km 的广州南沙湿地地方级湿地自然公园，7.9km 的珠海淇澳-担杆岛地方级自然保护区。具体位置见图 6.2-1、6.2-2、6.2-3、6.2-4。

因此，项目建设符合生态保护红线管理要求。



图 6.2-1 项目与生态保护红线叠加示意图

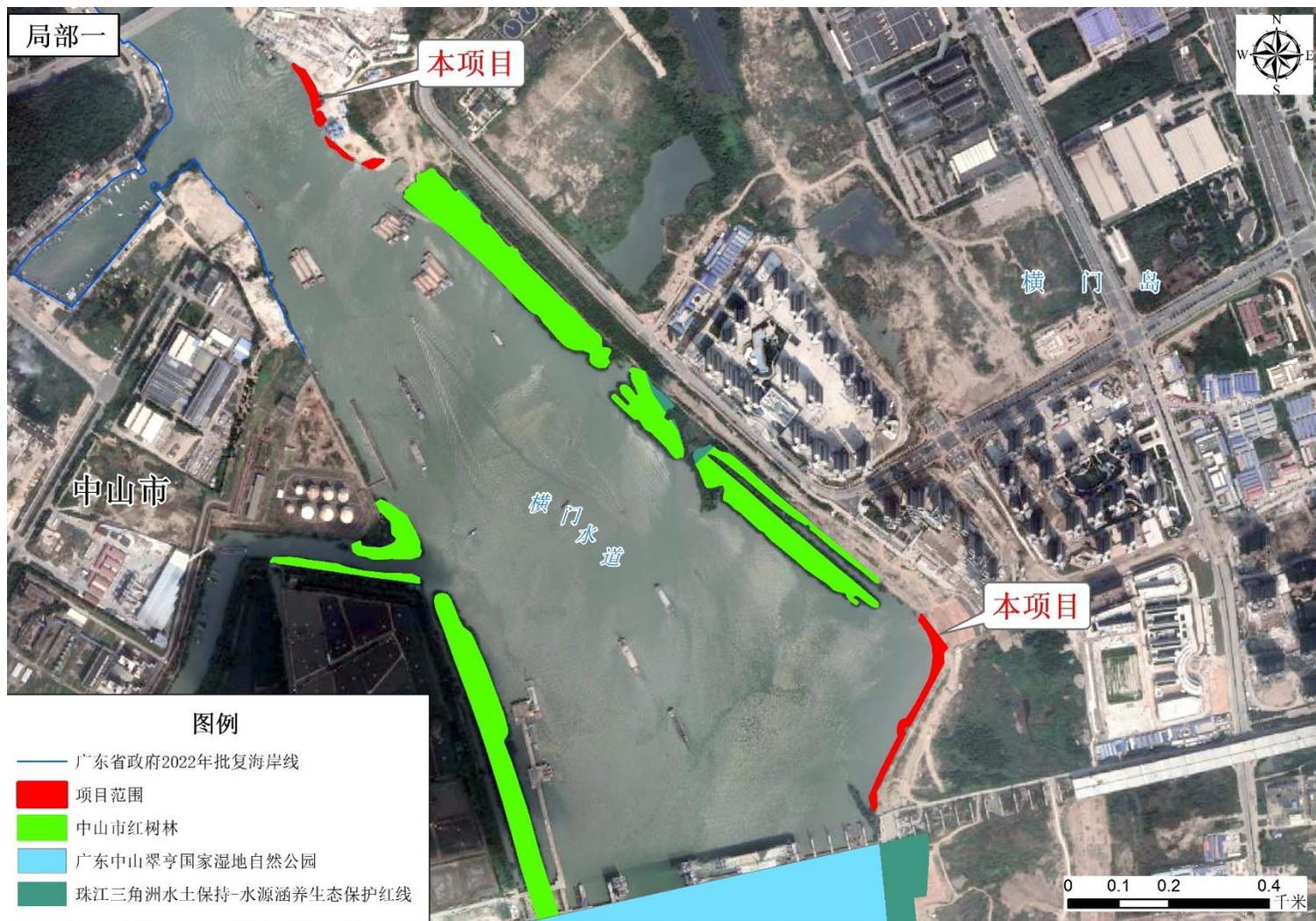


图 6.2-2 生态保护红线局部示意图一

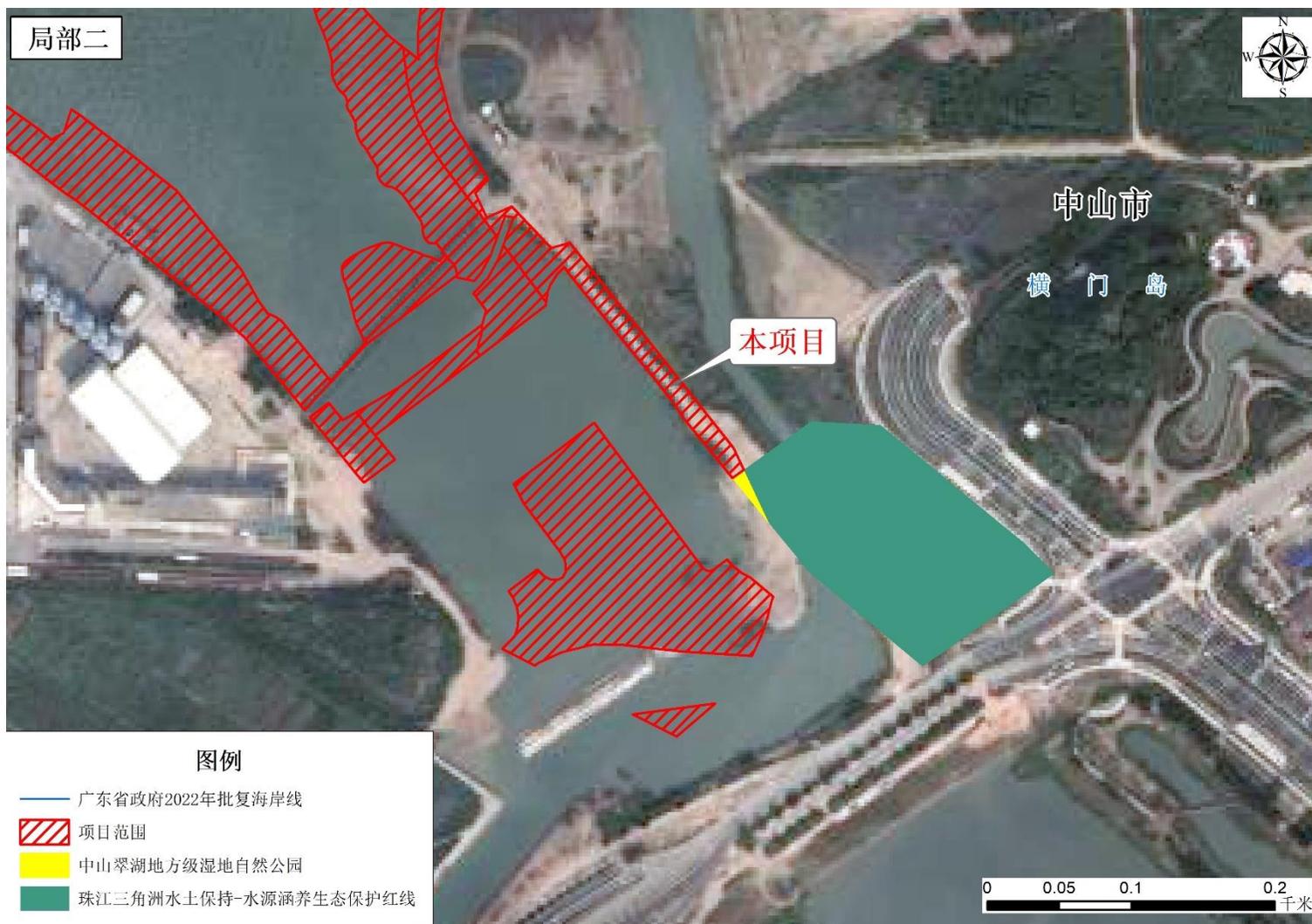


图 6.2-3 生态保护红线局部示意图二

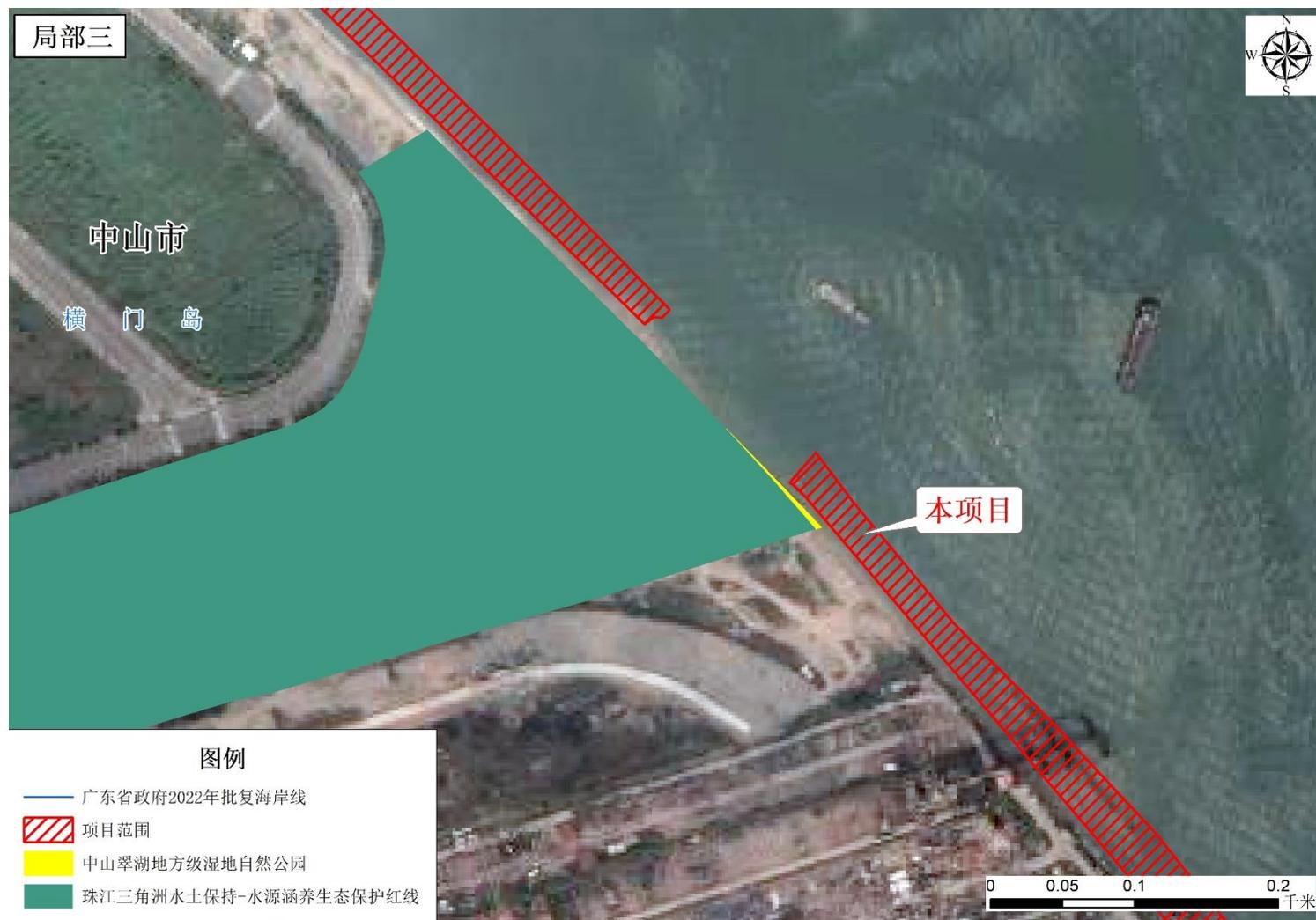


图 6.2-4 生态保护红线局部示意图三

6.3 与产业结构的符合性分析

根据《产业结构调整指导目录》（2019年修正版），本项目属于“二 水利 1、江河湖海堤防建设及河道治理工程”，为鼓励类，不属于《市场准入负面清单》（2020年本）中的禁止类，符合国家产业政策要求。

6.4 项目用海与相关规划符合性分析

6.4.1 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》（以下简称《十四五规划》）提出，围绕建设海洋强省目标，着力优化海洋经济布局，提升海洋产业国际竞争力，推进海洋治理体系与治理能力现代化，努力拓展蓝色发展空间，打造海洋高质量发展战略要地。坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。

增强维护海洋权益和保障海上安全能力。聚焦我国参与国际能源合作、物流转运、渔业生物资源利用等领域，打造服务南海、支撑国家发展战略的重要平台。建设海域动态监测及海洋防灾减灾基地，着力提升海洋观测监测、预报应急及海上船舶安全保障、海洋基础信息等海洋公共服务能力。建立沿海地区和海上突发环境事件动态评估和常态化防控机制，统筹应对陆源、海上各类突发环境问题。加强海洋石油勘探开发溢油风险管控。划定海洋灾害重点防御区，以生态海堤等生态工程为重点，提升海岸带地区综合减灾能力，加强沿海风暴潮预警能力建设，提升突发事件预警能效。提升珠江口粤港澳三地协同处理海洋环境风险和灾害应对能力。

根据《十四五规划》，“十四五”时期广东省水利重点建设工程包括防洪排涝工程，其中生态海堤工程要求推进1800公里生态海堤达标建设。

本项目位于中山翠亨新区起步区横门岛。翠亨新区起步区中翠亨新区建设的基础和核心。其功能定位为中山市粤港澳合作桥头堡，是翠亨新区集先进制造、区域物流、配套研发及生态宜居功能为一体的发展撬动支点，目前已有包括广船

国际、中铁大桥、中泽重工等众多大中型企业进驻。

由于翠亨新区起步区堤围、河涌、水闸、泵站等水利设施的防洪（潮）能力与经济发展规划不一致，因此对区域水系工程进行全面、高标准的规划设计，是十分有必要的。翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）的建设内容包括北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等。其中海堤设计防洪（潮）标准为 100 年一遇，海堤级别为 1 级。内河涌设计排涝标准为 30 年一遇，堤防级别为 3 级。外河涌设计防洪（潮）标准为 100 年一遇，堤防级别为 1 级。

开展翠亨新区滨河整治水利工程项目建设，是翠亨新区起步区最基础性的工程，是构建完善的防洪排涝体系，缓解区域防洪压力的迫切需要。项目建成后可改善区域水环境，打造和谐、宜居的滨海新区，促进翠亨新区快速发展。

因此，翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）建设符合《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》关于以生态海堤等生态工程为重点，提升海岸带地区综合减灾能力的规划目标。

6.4.2 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性

《广东省海洋主体功能区规划》是推进形成广东省海洋主体功能区布局的基本依据，是科学开发海洋的行动纲领和远景蓝图，是广东省海洋空间开发的基础性和约束性规划。

海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于中山市翠亨新区横门岛外围海堤，为翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）的组成部分，所在区域属于海洋主体功能区中的优化开发区（图 6.4.2-1）。该区域开发总体格局为“构建以广州、深圳、珠海为核心的珠江三角洲海洋经济优化开发区，以惠州、东莞、中山、江门等节点城市补充的珠江三角洲一体化海洋空间开发格局，与港澳共同推进海洋开发与保护。规划中指出，推进滨海城镇建设。推进区域内各市新区建设与海洋开发协调发展，有序推进广州南沙、深圳前海、珠海横琴、中山翠亨、东莞长安、珠海西部生态新区、环大亚湾新区、江门大广海湾新区、湛江海东新区、汕头海湾新区等新区建设，推进新区

集约用海。加强海洋防灾减灾能力，推进海堤建设工程，提升风暴潮等海洋灾害抵御能力。

横门岛外围海堤是翠亨新区起步区最重要的防洪工程之一，其安全直接影响着堤内的防洪安全，由于区内原有的水利工程建设标准低、防洪（潮）能力不足，存在诸多安全隐患。翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）对沿岸堤围进行全面规划设计，在满足防洪排涝安全的同时，结合翠亨新区起步区滨水景观带的生态功能，在妥善保护生态环境的前提下合理利用，能够满足各类人群对于休闲和公共活动的需求。翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）将显著提高该段海堤的防洪潮标准，有效减轻风暴潮灾害和围内涝灾的损失、保障区内人民的生命财产和安全。

因此，项目符合《广东省海洋主体功能区规划》加强海洋防灾减灾能力建设的要求。

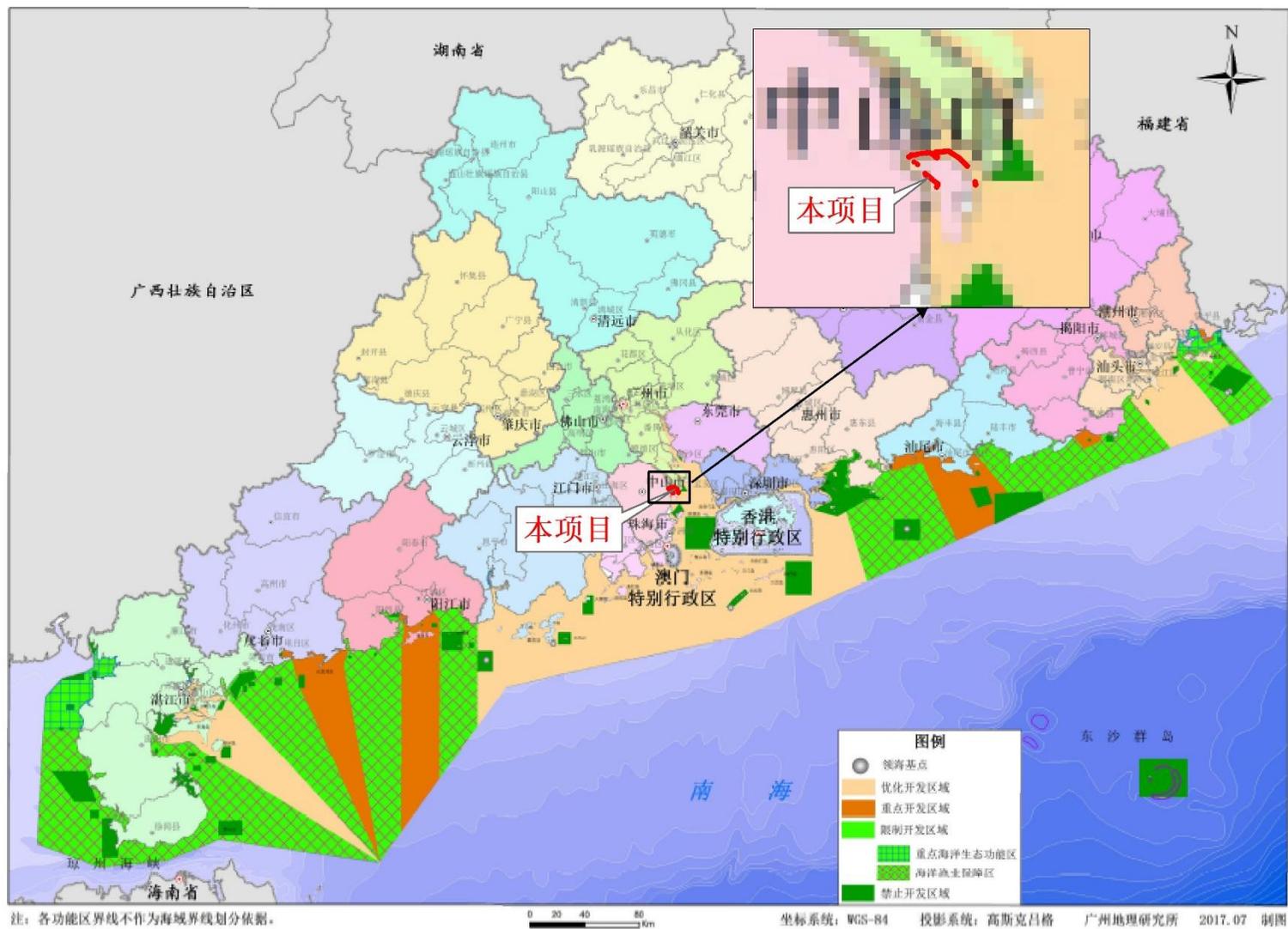


图 6.4.2-1 项目所在海洋主体功能区划

6.4.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性

海岸带是社会经济发展的重点区域，同时是生态类型多样、生态功能重要、生态系统脆弱的区域。《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，依据资源环境承载能力和空间开发适宜性，规划确定海岸带“三区三线”基础空间格局，推动形成海陆协调的生态、生活、生产空间总体架构。生态优先就是要实施以生态系统为基础的海岸带综合管理，严格落实生态保护红线制度，推进环境治理、生态修复、美丽海湾和生态岛礁建设，加强海陆保护区建设，构建海岸带蓝色生态屏障，保障区域生态安全。

项目所在的横门水道位于规划中的生产空间（见图 6.4.3-1）。生产空间主要承载支撑经济发展的功能，是集聚临海工业和创新产业的主要平台，一般指资源环境承载能力较高、发展潜力较大、城镇化和人口集聚度较高的重要区域。生产空间功能定位为打造我国海洋经济最具竞争力的核心区，构建具有国际竞争力的现代海洋产业体系。围绕供给侧结构性改革的要求，逐步实现海洋经济的集约高效发展，提升工业园区的整体实力和竞争力，建成科技创新和成果高效转化的集聚区。

规划提出，要以海洋灾害为重点开展风险评估和区划，划定灾害重点防御区，制定实施差异化、有针对性的风险防范措施。统筹运用工程减灾措施和生态系统减灾服务功能，提升海岸带地区综合减灾能力，构筑海岸带社会经济可持续发展的安全屏障。

本项目属于海堤整治工程，属于翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）的一部分。翠亨新区起步区位于珠江三角洲腹地，区内的水利工程标准低、防洪（潮）能力不足，局部损毁严重，存在安全隐患。翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）建设能保障生产空间内的临海工业、企业的防洪安全，能有效改善所在围堤内投资环境及水环境，为国民经济的持续、快速、协调发展和维护社会安定提供有利的保障。项目在原海堤已不满足防洪要求的情况下，对原海堤的修复和加固，工程建设同时考虑了海堤的生态性，不仅提升了海堤的防洪（潮）能力，也提升了海堤的生态功能，做到生态环境良性循环。项目位于中山市翠亨新

区马鞍北岛，用根据论证范围内资源分布以及生态评估结果，项目用海对海岸带区域的港口资源、海砂资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。本工程是非污染生态类项目，由施工产生对海洋环境影响集中在施工期，不会对海洋环境产生较大的不利影响，运营期不会产生废水、废气和固体废弃物等，不会对海岸带水质产生影响。

综上，本项目的建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的要求。

111 112

广东省海岸带粤港澳大湾区三生空间规划分图

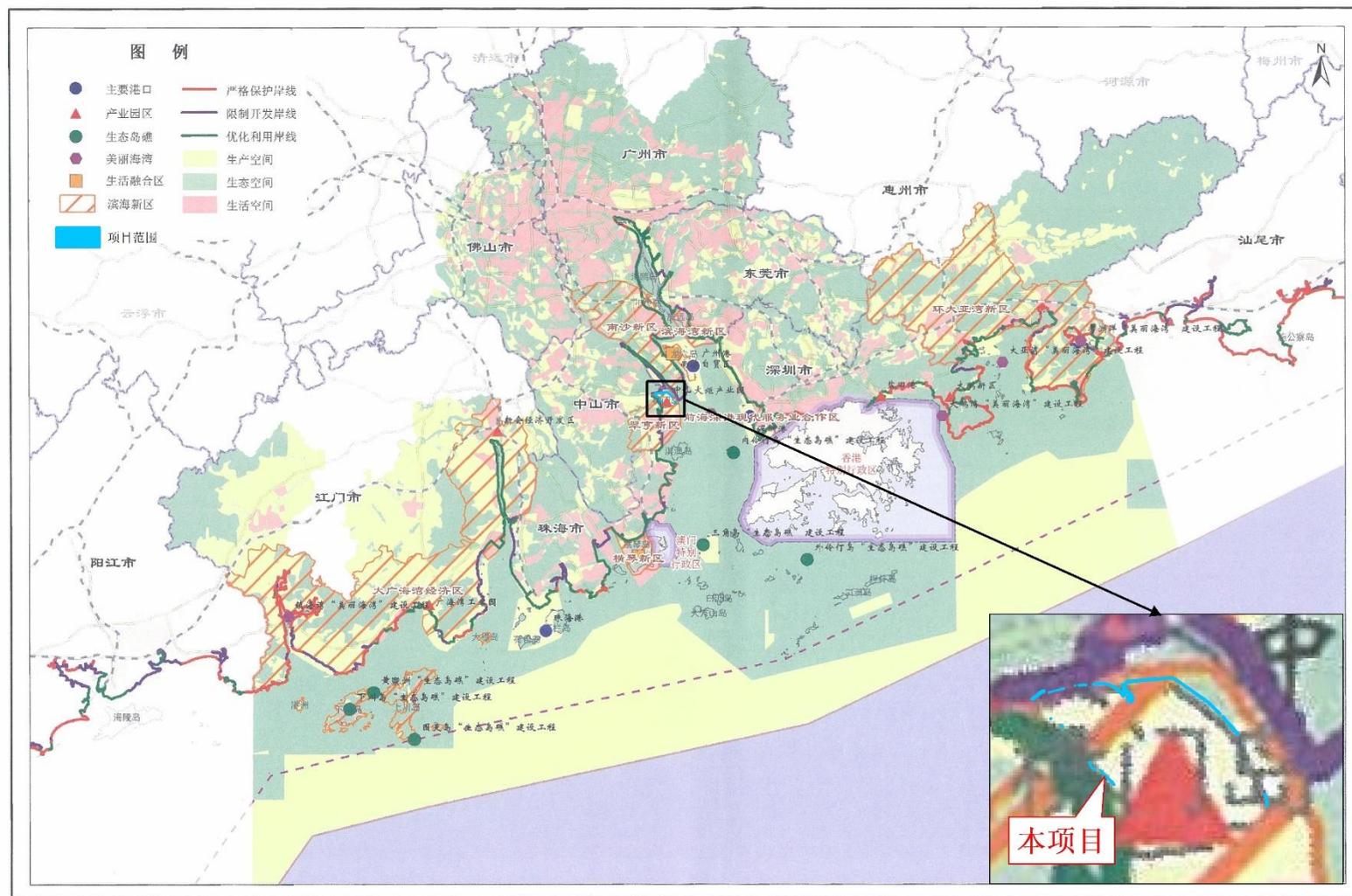


图 6.4.3-1 广东省海岸带三生空间规划图

6.4.4 与《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》的符合性分析

根据《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》（以下简称《省海岛规划》），本项目所在的横门岛位于《省海岛规划》明确的珠江口区中的伶仃洋区，具体位置见图 6.4.4-1。伶仃洋区海岛保护的主要方向是珍稀物种保护、生态保护，适度发展港口航运和临港产业、海岛旅游。伶仃洋区规划重点建设广州南沙物流园区、南沙港区，形成具有国际竞争力的龙穴岛港口物流及临港产业集聚区；以南沙龙穴造船基地为基础，加快深海海洋装备制造业发展，打造总装、配套与维修联动发展的大型船舶制造基地，**横门岛建设以高科技船舶及海洋工程大型铸锻件生产为主的临港船舶制造基地；加快建设横门岛临海装备制造业基地；**充分利用大铲岛、小铲岛等海岛深水岸线资源，配合深圳前海现代海洋服务业合作示范区建设，打造前海湾海岛临海工业集聚区。以伶仃洋区海岛作为“桥头堡”，加强粤港澳在海岛开发、物流仓储、海洋工程装备制造、海洋战略性新兴产业等方面的合作。

《省海岛规划》要求，为保障规划目标的实现，解决海岛开发、建设、保护和管理中的重大问题，在规划期内，组织实施九项重点工程。“海岛防灾减灾”工作是其中一项，其工作目标是海岛地区的灾害监测预警、防灾减灾、应急处置、灾害救助、恢复重建的能力得到显著提升，防灾减灾知识的公众普及程度明显提高。工作任务是全面开展海岛灾害风险评估，编制海岛灾害风险区划，在热带气旋、风暴潮、洪涝、滑坡、泥石流、地震等灾害高风险区建设社区避难场所；实施海岛防风、防浪、防潮、防震抗震工程，重点建设海岛避风港、渔港、防波堤、海堤、护岸、排涝等设施，建设和维护海岛沿海防护林带，综合防治海岛山洪和地质灾害；建立和完善海岛与陆地联网的灾害监测预警、预报系统、应急管理的设施和场所及平台。

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）是落实《省海岛规划》重点工程的重要举措，项目进行海堤加固、河涌整治等工程，建成后可构建完善的防洪排涝体系，缓解区域防洪压力，改善区域水环境，打造和谐、宜居的滨海

新区，为横门岛建设临港船舶制造基地和临海装备制造业基地保驾护航。

项目没有位于海岛特殊用途区域，不属于高污染、高能耗、国家限制的开发项目，本工程加固横门岛外围海堤，以及新建茅龙北水利枢纽，所占用的岸线为有居民海岛的人工岸线，没有在海岛沙滩建造建筑物和设施的行为，也没有采挖海砂和改变海岛海岸线和建设填海连岛工程，符合《省海岛规划》重点建设海岛海堤、护岸、排涝等设施的规划目标。

广东省海岛保护规划（2011-2020年） ——珠江口区海岛规划示意图



图 6.4.4-1 《广东省海岛保护规划》珠江口区海岛规划示意图

6.4.5 与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》的符合性

《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》要求，科学划定生态保护红线。按照依据科学、实事求是、应划尽划、不预设比例的原则划定生态保护红线，形成陆海生态保护红线“一张图”，确保陆域和海域生态保护红线面积不低于 5 万平方千米。优化海域资源配置方式，严格用海控制指标，推进海域混合分层利用，盘活闲置低效用海，不断提高海域资源节约集约利用水平。

规划提出，拓展蓝色海洋发展空间全面建设海洋强省。培育壮大海洋新兴产业。培育战略性、先导性产业，不断突破关键技术，增强产业链供应链自主可控能力，引导产业集中布局、集聚发展，抢占未来产业发展先机。

规划要求，着力提升地质、海洋灾害监测预警和防灾减灾能力,切实保障人民生命财产安全。

本工程建设内容为加固横门岛外围海堤 10.672km，新建茅龙北水利枢纽。根据本报告第 4 章分析，项目建设不会导致环境质量下降和生态功能损害的同时，有利于防洪减灾，消除安全隐患，完善当地的防洪（潮）体系。本项目建设及运营期间自身不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。

因此，本项目与《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》要求是相符的。

6.4.6 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性

根据《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》，2025 年广东省海洋生态环境保护的主要目标是：

——海洋生态环境质量持续改善。近岸海域水质优良（一、二类水质）面积比例达到 86%以上；陆源主要污染物入海量持续降低，国控河流入海断面稳定消除劣 V 类水质。

——海洋生态保护修复取得实效。重要海洋生态系统和生物多样性得到保护，海洋生态系统质量和稳定性显著提升，大陆自然岸线保有率和大陆岸线生态修复

长度达到国家要求，营造修复红树林 8000 公顷。

——美丽海湾建设稳步推进。重点推进 15 个美丽海湾建设，亲海环境质量明显改善，公众临海亲海获得感和幸福感显著增强。

——海洋生态环境治理能力不断提升。海洋生态环境监测监管能力大幅增强，海洋环境污染事故应急响应能力显著提升，陆海统筹的海洋生态环境治理体系不断健全。

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》要求，加强海洋生态空间保护。海洋空间坚持保护为主、适度开发，实施海洋“两空间内部一红线”。按照国家的统一部署，探索建立海岸建筑退缩线制度，清理整治非法占用自然岸线、滩涂湿地等行为。推进建设以国家海洋公园为主体、海洋自然保护区为基础、各类海洋自然公园为补充的自然保护地体系，科学划定海洋自然保护地，整合优化以中华白海豚、中国鲎、黄唇鱼等珍稀物种，珊瑚群落、红树林、海草床等典型海洋生态系统为保护对象的自然保护区。加强底线约束和空间管控，严格落实生态保护红线管控。生态保护红线内的自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。定期开展海洋自然保护地和海洋生态保护红线的保护成效评估。

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）没有占用自然岸线，施工期产生的生活污水和生产污水均不排海，项目营运期间对周边海洋生态环境没有影响。项目建设有利于防潮减灾，消除安全隐患，完善防洪（潮）体系。根据模拟分析，水动力环境变化较大的代表点位于工程附近水域，距离工程较远的代表点水动力环境基本没有变化，本工程的实施不会对周边水动力环境造成大的影响。施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失。项目将采取相应的生态保护措施，对项目影响的生态环境进行修复补偿，受损的海洋生态系统可在一段时间内逐渐恢复。

本项目建设及运营期间自身不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。工程是属于非污染环境项目，工程设施本身和工程动作并不产生污染，且由前述分析可知，本项目的建设也符合海洋功能区划、生态保护红线等的相关管控要求。因此，项目建设与《广东省海洋生态环境保护“十四

五”规划》的规划要求是相符合的。

6.4.7 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的符合性

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》提出：优化开发近海海域空间。领海外部界线至-500米等深线间的区域是实施海洋经济综合开发的重要区域，重点发展现代海洋渔业、海洋旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业。

规划要求，着力提升珠三角核心发展能级。深入贯彻粤港澳大湾区和深圳中国特色社会主义先行示范区建设战略部署，珠三角核心区着力发挥核心引领作用，构筑双区驱动、双城联动和多点支撑格局，争创一批现代海洋城市，打造海洋经济发展引擎，支持珠海、惠州、东莞、中山和江门立足本地资源、区位优势和产业基础，大力发展海洋经济，争创各具特色的现代海洋城市。提升海洋交通运输综合竞争能力。

规划提出，提升应急救灾及搜救水平。优化搜救基地布局，完善救助码头、避风锚地等设施建设。健全沿海地区防洪防潮体系，提高沿海地区对海洋灾害的防御能力。

中山市翠亨新区是广东省加快转型升级的重大合作平台，翠亨新区起步区是翠亨新区建设的基础和核心，是中山市粤港澳合作桥头堡，是翠亨新区集先进制造、区域物流、配套研发以及生态宜居功能为一体的发展撬动支点。本工程属翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）必不可少的一部分，通过本项目的建设，可有效保障当地人民群众的生命财产安全，有效提高工程段围内的防洪安全保障，为该区域内的经济稳定发展提供了保障。同时，可大大改善工程段的环境状况，将水环境和滨水空间作为承载城市休闲功能和公共活动的主要载体，满足各类人群对休闲和公共活动的需求，对本区域内的社会稳定与和谐发展有较好的促进作用，是翠亨新区社会经济发展需要，也是实现翠亨新区宏伟蓝图的需要。

因此，项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》关于健全沿海地区防洪防潮体系的要求。

6.4.8 与《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》的符合性

《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》明确提出，“建设人

水和谐的水利工程体系。加快推进水利基础设施建设，完善水利防灾减灾工程体系，优化水资源配置，强化水资源保护和水污染治理，确保防洪安全、饮水安全、粮食安全和生态安全，建立现代化水利支撑保障体系。继续实施珠江河口整治工程，统筹协调珠江流域防洪工程标准，完善防洪防潮抗旱指挥系统和防御超标准洪水预案建设。”

位于珠江三角洲地区的中山市翠亨新区处于中山市的中东部，翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）外临横门水道，是翠亨新区最重要的防洪工程之一，其海堤安全直接影响着围内的防洪安全，由于历史的原因，原堤防建设标准较低，经过多年运行，堤防的结构安全已不能满足最新的标准和规范要求。随着当地经济社会的快速发展，为使该段海堤整体发挥更好的防洪的功能，急需对本工程海堤进行整治。

项目建设可有效提高工程段围内的防洪安全保障，大大改善工程段的环境状况，为本区域内的人民群众提供一个美好的休闲场所，改造整体水系生态环境和优化环境。因此，项目建设符合《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》中关于加快推进水利基础设施建设，完善水利防灾减灾工程体系的要求。

6.4.9 与《粤港澳大湾区发展规划纲要》的符合性

《粤港澳大湾区发展规划纲要》明确提出，要完善水利防灾减灾体系。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，着力完善防汛防台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，建设和完善珠海、广州、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。

中山市翠亨新区位于粤港澳大湾区，翠亨新区横门岛外围海堤是翠亨新区重要的防洪工程，其安全直接影响着围内的防洪安全，由于原堤防建设标准较低，堤防的结构安全不能满足最新的标准和规范要求。因此为使海堤整体发挥更好的防洪的功能，急需对本工程海堤进行整治。

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）的建设内容包括北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等。其中海堤设计防洪（潮）标准为 100 年

一遇，海堤级别为 1 级。内河涌设计排涝标准为 30 年一遇，堤防级别为 3 级。外河涌设计防洪（潮）标准为 100 年一遇，堤防级别为 1 级。海堤堤脚抛石属工程必不可少的一部分。项目建设成后能有效完善区域水系的防洪排涝问题，对于提高珠江口区域防洪防潮减灾能力具有重要意义。

因此，项目建设符合《粤港澳大湾区发展规划纲要》关于完善水利防灾减灾体系的要求。

6.4.10 与《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》的符合性分析

根据中华人民共和国国务院文件国务院关于珠江流域综合规划（2012~2030 年）的批复（国函〔2013〕37 号），原则同意《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》，要求认真组织实施。通过规划的实施，到 2020 年，珠江流域重点城市和防洪保护区基本达到防洪标准，山洪灾害防御能力显著提高……。到 2030 年，流域防洪减灾体系更加完善，防洪减灾能力进一步提高；……流域综合管理现代化基本实现。

《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》明确了防洪标准：近期，珠江三角洲的重点堤防保护区达到 100~200 年一遇，其他重要堤防保护区达到 50~100 年一遇的防洪标准。珠江河口区重点海堤达到 50~100 年一遇、重要海堤达到 20~50 年一遇、一般海堤达到 10 年一遇的防潮标准。流域内一般地级城市达到 50~100 年一遇防洪标准，县级城市达到 20~50 年一遇的防洪标准，农田达到 10~20 年一遇的防洪标准。远期，进一步加强防洪减灾工程体系建设，完善非工程体系，提高防洪工程体系的调度管理水平及应对超标准洪水的能力。

治涝标准：珠江三角洲农田易涝区采用 10 年一遇最大 24h 设计暴雨，菜地 1d、稻田 2d 排至作物耐淹水深。流域内一般城市的排涝标准采用 20 年一遇或 10 年一遇最大 24h 设计暴雨 1d 排完且城区不致灾，一般城镇采用 10 年一遇最大 24h 设计暴雨 1d 排完且城区不致灾。

项目所在位置为珠江流域中的横门水道。翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）主要任务为防洪（潮）是翠亨新区重要城市防洪工程。本工程建成后，可有效提高珠江流域的防洪安全保障，为该区域内的经济稳定发展提供保障，同时，也可大大改善工程段的环境状况，为本区域内的人民群众提供一个美好的休

闲场所，对本区域内的社会稳定与和谐发展有较好的促进作用。

因此，项目建设符合《珠江流域综合规划（2012~2030年）》的要求。

6.4.11 与《中山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》的符合性

根据《中山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》，《纲要》发展目标为：“十四五”时期，中山将开启全面建设社会主义现代化新征程，建设更具实力、更富活力、更有魅力的国际化现代化创新型城市，奋力打造“湾区枢纽、精品中山”，努力建设珠江东西两岸融合发展的支撑点、沿海经济带的枢纽城市、粤港澳大湾区的重要一极。《纲要》提出“完善水利基础设施网络。实施大湾区堤防巩固提升工程（中山），推进中珠联围（坦洲段）海堤达标加固、翠亨新区滨河整治水利等重点工程建设，全面提升防洪潮能力。”“建设生态海堤，提升沿海地区抵御台风、风暴潮灾害能力。”

通过本工程的建设，可有效提高工程段围内的防洪安全保障，为该区域内的经济稳定发展提供了保障。同时，可大大改善工程段的环境状况，为本区域内的人民群众提供一个美好的休闲场所，对本区域内的社会稳定与和谐发展有较好的促进作用，具有良好的社会效益和经济效益，其建设符合《中山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》关于统筹推进能源、水利、市政公用等重要基础设施建设的目标。

6.4.12 与《中山翠亨新区总体规划（2012-2030年）》的符合性分析

《中山翠亨新区总体规划（2012-2030年）》明确，翠亨新区规划定位为海内外华人共有精神家园探索区、珠三角转型升级重要引领区、岭南理想城市先行区、科学用海试验区；翠亨新区起步区定位为先进制造区，是两岸四地重要节点，处于五桂山生态景观带与滨海森林景观带端头，其景观风貌代表新区的城市形象与风貌特色，翠亨新区整体空间形象架构策略为“引山纳海构建生态格局，蓝绿交织塑造海上新城”；起步区作为先进制造组团，以清新明快的工业建筑组群构建出欣欣向荣的风貌景致。

翠亨新区将对生态岸线实施严格保护，保护岸线沿线的红树林，保护河口地

区的生态平衡，对已遭受破坏的生态敏感区进行恢复和整治。新区还将构建各具特色的生态公园，形成整个翠亨新区的绿色功能带。通过连通现状水系，形成完整交汇的蓝环，同时结合水系，配合景观步道的设计，形成具有康体养生的健身绿道。坚持维护海岸的整体性和自然性，加强沿海岸线的生态环境建设力度。

翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）建设的水利景观工程具有代表性和城市特色，体现了清新明快、欣欣向荣的环境影致，注重生态平衡，保护生态岸线与红结林，对生态敏感区进行恢复整治，并结合水系形成连续的景观绿道，形成了连续的海岸风景林带，丰富植物群落。本项目是翠亨新区滨河整治水利工程（北区水利工程）的重要工序，因此，本项目的建设符合《中山翠亨新区总体规划（2012-2030年）》的要求。



图 6.4.12-1 翠亨新区风貌结构图

6.4.13 与《翠亨新区起步区控制性详细规划》的符合性分析

根据《翠亨新区起步区控制性详细规划》，起步区定位为中山市的两岸四地合作桥头堡，翠亨新区的集先进制造、区域物流、配套研发及生态宜居功能为一体的发展撬动支点，应建立分类完善的绿地系统，满足对绿地不同类型、不同层次的需求；应对水系、河涌等自然特色加以充分利用，通过绿地系统打造突出起步区水陆交接处景观特色，依据水系、湿地、山体等自然生态要素，起步区计划形成“三带五廊筑网，三心点睛”的开放式绿地系统结构。

规划提出，“三带五廊筑网”：3条南北向生态绿化带和5条东西向绿网，构筑覆盖整个规划范围的生态网络，形成自然元素自然流通的生态廊带交换系统。“三心点睛”：在“三带五廊”构筑的生态基底网络上，通过三个不同功能、不同类型的绿心作为起步区绿地系统的展示窗口，突出起步区绿地系统特色。

翠亨新区滨河整治水利工程项目属于公益性水利建设项目，项目利用起步区现有的水系、河涌、水陆交接等自然条件，塑造富有特色的绿地系统，形成自然生态网络，并作为起步区绿地系统中具有特色代表性的展示窗口。本项目翠亨新区滨河整治水利工程项目的配套工程，与《翠亨新区起步区控制性详细规划》的要求相符合。

结论

综上所述，本项目符合国家产业政策，符合省、市海洋功能区划管控要求，符合生态保护红线的相关要求。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》《广东省海洋主体功能区划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》等的要求相一致，并与《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》《粤港澳大湾区发展规划纲要》《珠江流域综合规划（2012~2030年）》《中山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》《中山翠亨新区总体规划（2012-2030年）》《翠亨新区起步区控制性详细规划》等地方规划文件的目标、要求相符合。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 自然资源适宜性分析

1、气象条件的适宜性

本工程所在区域属亚热带季风气候。夏半年受海洋季风影响，潮湿多雨，冬半年受东北季风影响，干燥少雨。区域全年气温较高，多年年平均气温为 23.1℃，平均气温年变幅不大；年降水量充沛，累年平均降水量为 1918.4 毫米，年际变化大；区域地处季风区，累年平均风速 1.9 米秒，年主导风向为北向；相对湿度一般，多年平均值为 76.5%；能见度一般，多年能见度平均值为 13.9 公里。综合项目所在位置的气候条件，项目所在地的气候条件适宜于工程建设和将来的使用需要。但该地区 4~10 月是热带气旋和风暴潮多发季节，其中 8 月最多，对工程的施工有一定的影响，施工期间应搞好防台措施。

2、水文条件的适宜性

本项目所在海域海流呈现较明显的半日潮流特征，一个周日内有两涨两落的过程。实测海流基本表现为南北向分布特征，各站位的海流涨落过程较一致，从上游向外海，流速逐渐增大。

根据《中山翠亨新区横门南垦区滩涂规划功能区调整专题论证报告》（珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2017 年），35 年来随着横门口附近水域的围垦整治的实施，口门附近原有浅滩逐步成陆，由围垦堤形成横门口两支水下深槽的硬边界，逐步使南北两支水下槽道成为河道型的水道。在过去十年中，由于岸线边界保持相对稳定态势，因此横门口外保持相对稳定的“滩淤槽冲”发展态势。

本项目基本沿现状岸线布置，建设宽度较窄，项目建设对横门和洪奇门出口段动力格局影响较小甚至弱影响，横门口依然保持现状的相对稳定的“滩淤槽冲”发展态势。

3、地形地貌与地质条件的适宜性

根据《翠亨新区滨河整治水利工程项目工程地质勘察报告（可行性研究阶段）》（湖南省地质工程勘察院，2016 年 6 月），本工程主要置于深厚第四系松散堆积

层上，沿线地层以第四系为主。本勘察区位于东南沿海珠江三角洲地区，多为淤积、冲积平原，为海陆交互相沉积平原，地势低缓平坦。地层多为第四纪滨海相沉积层和白垩纪、泥盆纪沉积层。岩性以粉质黏土、淤泥、淤泥质土、细砂、粘性土和花岗岩为主。本勘察区在大地构造单元上属我国华南地块的一部分，位于我国华南褶皱系的南端。三角洲的基底地貌受构造格局的控制，燕山运动、喜山运动缔造三角洲的地貌轮廓。距离场地最近的断裂为五桂山北麓断裂 F2 和翠亨-田头断裂带 3)，虽然五桂山北麓断裂 F2 和翠亨-田头断裂带 F3 延伸较长和规模颇大，但历史上未发生过中强以上地震，有感地震也不多见。在五桂山北麓断裂 2 和翠亨-田头断裂带 F3 之间发育次一级断裂穿越场地的北部，对场地稳定影响较小。同时工程区未发现其它浅埋的全新活动断层和新构造运动的痕迹，也无复杂的地质构造现象。因此，工程选址的场地适宜本工程的建设。

4、水深条件适宜性

根据《翠亨新区滨河整治水利工程项目工程地质勘察报告（可行性研究阶段）》（湖南省地质工程勘察院，2016 年 6 月），场地位于珠江口西岸，地处海床上，地势低平，地貌类型为海积类型的淤泥质海滩。拟建工程场地平坦，海面宽阔，平均水深在 5.01m 左右，可满足施工要求。

综上，总体上该海域的自然资源与项目用海需求是适宜的。

7.1.2 海洋生态适宜性分析

本项目主要建设内容为加固横门岛外围海堤、茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤，项目生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要是由于施工直接对底栖生物生境造成的破坏，使得底栖生物栖息地部分被掩埋，间接影响是由于抛石产生的悬浮泥沙使工程附近海域的悬浮物增加对海洋生态环境造成一定影响。根据施工期悬浮泥沙扩散预测结果，悬沙扩散范围位于海堤附近，悬浮泥沙扩散影响仅存在施工期，随着施工结束而很快沉降消除。在加强工程的环境保护、环境管理和监督工作，采取积极的预防及环保治理措施，可以有效降低对生态环境的影响程度。

根据本项目用海选址，本项目在原海堤已不满足防洪要求的情况下，对原海堤的修复和加固，避免了项目建设占用自然岸线，工程建设同时考虑了海堤的生态性，不仅提升了海堤的防洪（潮）能力，也提升了海堤的生态功能和亲水观光

功能。

因此，本项目用海选址与所在海域的海洋生态相适宜。

7.1.3 区位和社会条件分析

1、区位条件适宜

本项目位于中山翠亨新区起步区马鞍北岛。翠亨新区起步区是翠亨新区建设的基础和核心，位于中山市，珠江口西岸中部，与广州、深圳、东莞、香港、澳门等大珠三角重要城市的时空距离很近。该区域交通便利，公路、水运运输条件优越，材料采购和运输十分方便。项目施工所需的水、电、通信等容易解决，外部材料供应充足，可满足本工程建设需要。

2、社会经济条件适宜

本项目建设具有一定的经济条件，工程建设遵循因地制宜、合理选材、方便施工、利于养护、节约投资的原则，地区经济发展能较好地为项目建设提供资金支撑，同时，本项目的实施也能对当地的经济的发展起到促进作用，并与城市化进程的加速、城市地位的提高、人民生活水平的发展，息息相关。因此，本项目建设与社会经济条件是相适宜的。

3、与海洋功能区划相符合

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》本项目位于横门岛港口航运区，本工程是海堤整治工程，为非污染生态类项目，建成后能维护海上交通安全，维持横门水道潮汐通道畅通。项目用海对横门岛港口航运区和横门岛港口区的影响较小，且建成后对维护海上交通安全，保障港口航运区日常运作有积极作用。项目建设与《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》是相符合的。

综上，本项目选址所处区位总体的社会、区位和经济条件较适宜，能够满足项目建设和营运的要求。

7.1.4 海域开发活动适宜性分析

本项目主要建设内容为加固横门岛外围海堤、茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤，项目建设占用邻近的集体所有权宗地、国土建设宗地权属范围，本项目拟申请用海已对以上权属范围进行避让。施工期间会对沿岸码头的通航环境造成影响，但影响仅限于施工期，建设单位在施工前应做好沟通协调，确保

安全施工。项目建设完成后对周边项目开发建设、运营不会造成不利影响，海堤修复加固完成后，将提升海堤防灾减灾水平，为翠亨新区起步区的建设发展提供防潮等的保障条件。

因此，项目用海选址与周边海域开发活动是相适宜的，不存在功能冲突。

7.1.5 海洋产业协调发展分析

目前翠亨新区起步区内的防洪排涝格局已形成，但是区内的水利工程建设标准低、防洪潮能力不足，海堤及河涌岸墙基本上为干砌石墙，结构松散、残缺不全、局部损毁严重，存在诸多安全隐患。本项目是翠亨新区起步区最基础性的工程，项目的建设将构建完善的防洪排涝体系，缓解区域防洪压力，为用海选址范围海洋产业发展提供良好基础设施和安全保障，项目用海选址与周边海域开发活动也不存在功能冲突，因此，本项目用海选址有利于区域海洋产业协调发展。

综上，本项目用海选址合理。

7.2 用海平面布置合理性分析

7.2.1 用海平面布置比选分析

7.2.1.1 平面布置方案一

现状海堤大部分堤段堤顶高程不满足设计防洪（潮）标准要求，堤顶无防汛抢险道路，大部分堤顶宽度 3m 左右。根据《海堤工程设计规范》(GB/T51015-2014)，1 级海堤堤顶宽度不宜小于 5m。本次设计结合堤顶现状，以及防汛交通要求，包括路缘石在内的堤顶道路总宽度取 6m，规划海堤堤顶道路作为城市绿道的组成部分，平时供市民骑行休闲使用，汛期可通行防汛抢险车辆，堤顶路面结构拟采用沥青混凝土。本次加固横门岛外围海堤东北侧堤段和西北侧堤段，其中：东北侧海堤桩号范围 E7+637~E10+336、N0+000~N1+660，长 4.359km；西北侧海堤桩号范围 N1+900~N4+676、W0+000~W4+616，长 7.392km，长 6.313km。

其中涉海构筑物有：

(1) 东北侧 E7+637~E8+536、E8+770~E10+336、N0+000~N1+660 段海堤，西北侧 N1+900~N4+676、W0+000~W0+752 段海堤，西侧 W1+047~W1+267、

W2+178~W2+970、W3+019~W3+966、W4+019~W4+616 段海堤。其余段海堤加固工程皆沿现状治导线布置，局部结合景观要求布置景观设施或退后堤线布置，不涉及用海。

(2) 河涌整治工程

本次工程河涌整治主要建设内容包括：①河涌整治工程：横一涌、横二涌、横一横二涌连通涵及配套节制闸和马安村内排泵站；②水工建筑物工程：茅龙北枢纽、横一涌水闸、横三涌水闸。

横一涌水闸和横三涌水闸已申请海域权属，并已建设完成，茅龙北水利枢纽工程（茅龙北泵站、茅龙水闸、茅龙北船闸已取得海域权属），本次申请茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤部分。



图 7.2.1-1 项目用海平面布置方案一

7.2.1.2 平面布置方案二

由于用海方案一的西侧 W2+821~W2+970、W3+019~W3+966、W4+019~W4+195 段海堤的抛石护脚涉及现状红树林和生态保护红线中的“中山市红树林”，因此用海方案二在方案一的基础上取消该段海堤的抛石护脚，涉海构筑物调整为：东北侧 E7+637~E8+536、E8+770~E10+336、N0+000~N1+660 段海堤，西北侧 N1+900~N4+676、W0+000~W0+752 段海堤，西侧 W1+047~W1+267、

W2+178~W2+821、W4+195~W4+616 段海堤。方案二不涉及现状红树林和生态保护红线。其它部分的用海平面布置与方案一相同。

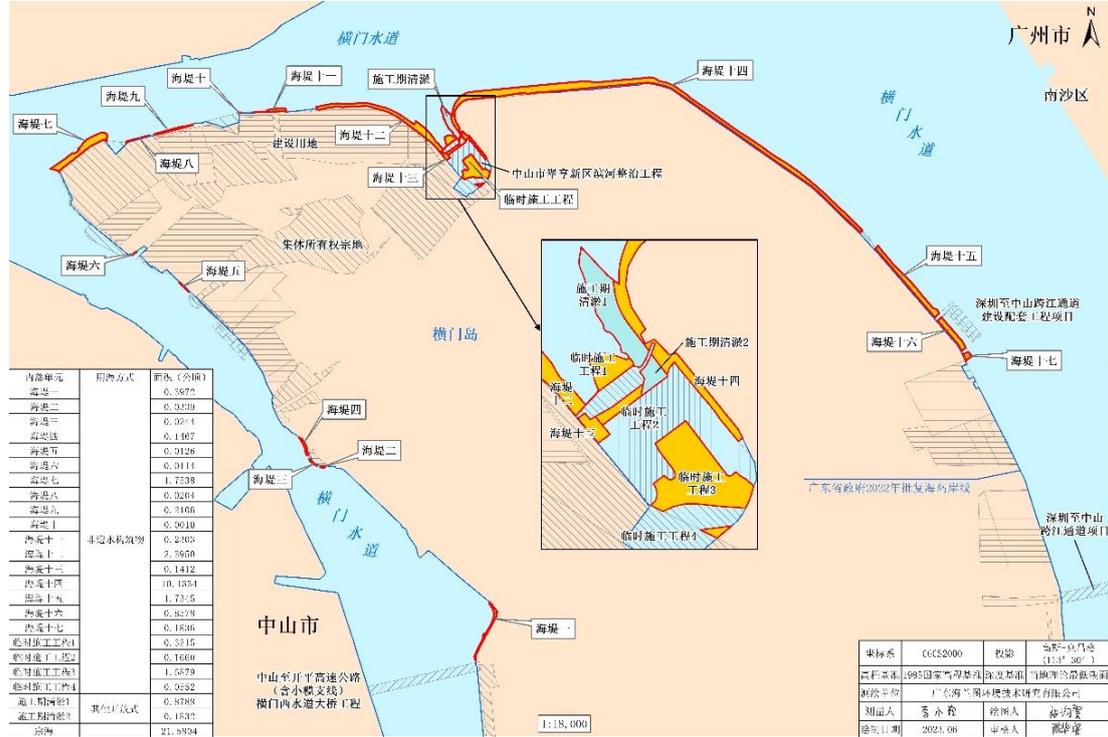


图 7.2.1-2 项目用海平面布置方案二

7.2.1.3 平面布置方案比选内容

本项目属于海堤维修加固工程，涉及用海项目已于 2021 年 7 月取得用海批复，因项目施工方案调整，海堤抛石护脚加宽，超出了已批复的海域权属范围，超出部分需补充办理用海手续。因此，本项目海堤轴线已经确定，平面布置方案仅能调整沿线海堤宽度，在本项目海堤设计范围内，工程地质条件、海洋水文动力条件、海域水深条件等基本相同，不作为比选项。



图 7.2.1-3 平面布置方案叠加对比图

考虑到本项目海堤设计范围周边存在现状红树林和生态保护红线，项目建设占用邻近的集体所有权宗地、国土建设宗地权属范围，局部海堤宽度的调整，将在用海面积、占用岸线长度、海域开发利用协调性、生态红线符合性、资源环境影响等方面发生变化，因此，本节重点分析不同用海平面布置方案的海域开发利用协调性、生态红线符合性、资源环境影响程度。

1、海域开发利用协调性比选

平面布置方案一和平面布置方案二均涉及占用邻近的集体所有权宗地、国土建设宗地权属范围，均需开展相关利益协调，协调主体相同，协调内容基本一致，因此，平面布置方案一与平面布置方案二海域开发利用协调性基本相同。

2、用海面积与占用岸线长度比选

结合广东省政府 2022 年批复海岸线，平面布置方案一用海面积约 22.4175 公顷，占用岸线长度约 3.6km，平面布置方案二用海面积约 21.5804 公顷，占用岸线长度约 2.2km，平面布置方案二占用海域资源和岸线长度优于平面布置方案一。

3、生态红线符合性比选

自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日发布的《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》明确，广东省

完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。根据《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），生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。

根据“三区三线”的生态保护红线，平面布置方案一涉及占用珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线、中山翠湖地方级湿地自然公园和中山市红树林生态保护红线，占用面积约 0.62 公顷，平面布置方案二不涉及占用生态保护红线。

4、资源环境影响比选

根据本报告第四章对水动力、地形地貌与冲淤、水质环境等方面的关键预测因子的预测对比分析，相比于平面布置方案一，平面布置方案二对资源生态影响较小。

表 7.2.1-1 用海方案对资源生态影响比选

关键预测因子		对资源生态影响比较	推荐方案
水动力	流速	总体上方案二影响较小。	方案二
	流向	总体上方案二影响较小。	方案二
	水动力影响范围	方案二水动力影响范围较小。	方案二
地形地貌与冲淤	冲淤变化范围	方案二冲淤变化范围较小。	方案二
	冲淤变化影响红树林面积	方案一冲淤变化影响红树林面积为 8.2956 公顷；方案二冲淤变化影响红树林面积为 1.4100 公顷。方案二对红树林影响较小。	方案二
水质	悬沙扩散范围	方案二抛石施工引起悬沙扩散范围较小，两种方案清淤施工引起悬沙扩散范围相同。	方案二
	悬沙扩散影响红树林面积	方案一悬沙扩散影响红树林面积为 8.0295 公顷，且有部分红树林位于悬沙高浓度区；方案二悬沙扩散影响红树林面积为 3.1428 公顷，基本位于悬沙低浓度区。两种方案的清淤施工悬沙扩散均不会影响现状红树林。方案二施工悬沙扩散对红树林影响较小。	方案二
生态敏感目标影响	占用现状红树林	方案一占用现状红树林面积公顷，方案二不涉及占用现状红树林。	方案二

因此，综上，本项目用海平面布置方案二不涉及占用生态保护红线，不涉及占用现状红树林，对资源环境的影响程度小于用海平面布置方案一，占用海域和岸线长度小于用海平面布置方案一，因此，本项目用海平面布置推荐方案二。

7.2.2 项目用海平面布置合理性分析

7.2.2.1 项目用海平面布置是否体现节约集约用海的原则

本工程海堤堤线基本沿原海堤布置，局部结合加固断面，做到平顺衔接。本项目平面布置基于现状海堤范围，根据项目实际需求确定项目用海平面布置，避免海域资源的浪费，体现了节约集约用海的原则。

7.2.2.2 项目用海平面布置是否已避让生态敏感目标，是否有利于生态保护

本项目用海平面布置方案经比选，避让了现状红树林和生态保护红线，避让了项目建设范围的生态敏感目标。

本项目沿现状海堤进行整治加固，海堤的施工建设将占用部分底栖生物生境，抛石等施工产生的悬浮泥沙则会对所在海域产生短期影响，造成一定的渔业资源及游泳生物等的损失，本项目通过在原海堤基础上进行加高加固，海堤建设范围基本沿原海堤堤线分布，尽可能减少了新增用海，进而减少对海域资源的占用和海洋生物资源的损失，本项目可通过采取相应生态修复措施，降低对生态和环境保护的影响。本项目在原海堤已不满足防洪要求的情况下，对原海堤的修复和加固，避免了项目建设占用自然岸线，工程建设同时考虑了海堤的生态性，不仅提升了海堤的防洪（潮）能力，也提升了海堤的生态功能和亲水观光功能。因此，本项目建设完成后，有利于区域生态保护。

7.2.2.3 项目用海平面布置能否最大程度对水文动力环境和冲淤环境的影响

本项目顺岸建设，平面布置结合原海堤岸线走向布设，能最大程度减小对水动力和冲淤环境的影响。结合第四章分析，工程区外 300m 范围内水域 T1~T27 代表点，流速变化大都在 0.01m/s 以内，除工程区流向变化大都在 1° 以内，越远离工程的位置，流速流向变化越小。

是由于工程区附近径流携沙量相对小，因此，工程实施导致的泥沙冲淤变化量不会太大。工程建设后导致工程东西两侧流速减小，紧邻工程向北一侧附近流速减小，工程向北一侧水域水动力主轴线方向一侧的流速有所增加。工程建设后，东西两侧及紧邻工程向北一侧附近回淤厚度在 0.20~0.30m/a 之间，由于海堤施工导致地形高程增加后导致工程向北一侧水域水动力主轴线方向一侧的流速有所增加，进而产生冲刷，最大冲刷厚度在 0.01~0.10m/a 之间。总体上，本工程的实施不会对周边水动力环境和地形地貌与冲淤环境造成大的影响。

结合第四章分析，项目建设对近岸地形地貌和冲淤环境会造成一定的影响，但项目建设对周边海域的影响有限。本项目基本沿现状海堤轴线布置，呈顺岸布置，因此本项目用海平面布置能减少对水动力和冲淤环境的影响。

7.2.2.4 项目用海平面布置能否最大程度减少对周边其他用海活动的影响

本项目申请用海范围与周边用海项目不产生权属冲突，根据本项目平面布置，通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把工程安全、施工安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作等措施，在做好利益相关者协调沟通，并听从协调部门的协调安排的前提下，本项目用海平面布置能够减少对周边其他用海活动的影响。

综上，经比选，本项目推荐采用用海平面布置方案一，该方案体现节约集约用海的原则，避让了现状红树林、生态保护红线等生态敏感目标，避免了项目建设占用自然岸线，最大限度减少了项目维修加固海堤对水文动力环境、冲淤环境的影响，申请用海范围不涉及权属冲突。工程建设不仅提升了海堤的防洪（潮）能力，也提升了海堤的生态功能和亲水观光功能，项目建设完成后，有利于区域生态保护。因此，本项目用海平面布置合理。

7.3 用海方式合理性分析

海堤结构选型一般应充分考虑工程区域的地质、风、浪、流以及泥沙运动等自然条件，同时还应结合地区建设经验以及主要建设材料来源、防波堤的近远期功能定位等。斜坡堤结构为防波堤常规结构，设计施工经验丰富；施工工艺简单、船机要求低，安全快捷；维护方便；能充分利用当地丰富的开山石料，造价投资

相对适中。从技术、施工、耐久性以及工期上都能满足工程需要。

根据本工程区域水深较浅，风浪较小、软弱土层较厚持力层埋深大、建设用砂石料源丰富而运距较短等特点，主要考虑采用对波浪适应性强、对地质情况适应性较好、能更好结合当地的材料情况、施工工艺成熟的斜坡堤结构方案。因为本工程建设的是防波堤，而防波堤的功能是为了抗击风浪涌，只有用填海造地或非透水的方式才能具有防波堤的坚固性。并且本项目为海堤整治工程，现有堤防大部分采用填筑土人工堆填压实，临水侧砌筑了浆砌石挡墙进行了防护，局部段堤顶已进行了混凝土硬化，用海方式为非透水构筑物，本次整治工程在原海堤基础上开展，沿用原用海方式可以最大程度减少对原海堤结构的破坏，减少工程量。

滨海湿地是珍贵的湿地资源，具有重要的生态功能，必须严格管控围填海活动，牢固树立绿水青山就是金山银山的理念。因此，在保护滨海湿地，严格控制围填海的政策形势下，本项目用海方式为非透水构筑物具有唯一性，没有替代方案。

本项目海堤主体用海方式与原论证方案一致，且根据上述分析，本项目用海方式唯一，因此，本节不再进一步论述用海方式合理性。

7.4 占用岸线合理性分析

7.4.1 项目占用岸线情况

本工程位于中山市翠亨新区马鞍北岛，建设内容为加固横门岛外围海堤10.672km，新建茅龙北水利枢纽，本项目共占用横门岛人工岸线约2189.1m，本项目建设不涉及占用自然岸线，周边岸线以横门岛外围人工岸线为主。



图 7.4.1-1 项目占用岸线情况示意图

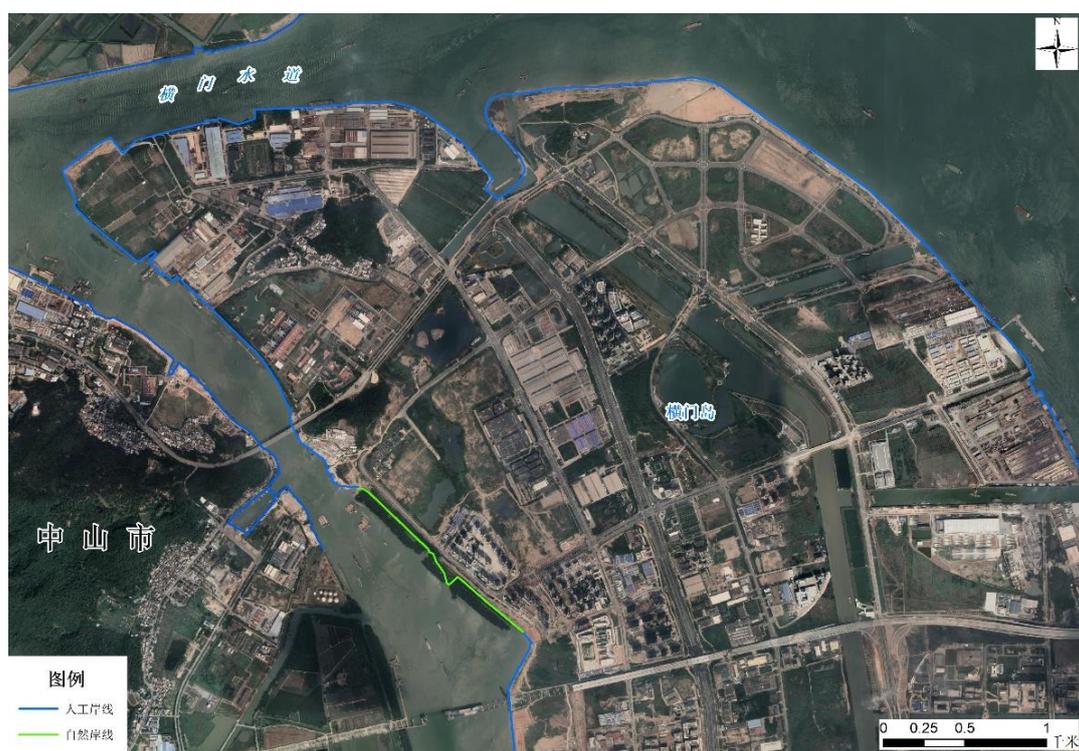


图 7.4.1-2 周边岸线类型示意图

7.4.2 对周边岸线资源的影响分析

本项目主要建设内容为加固横门岛外围海堤、茅龙北水利枢纽施工围堰和清

淤，项目建成后将改变翠亨新区起步区海堤及河涌岸墙基本上为干砌石墙，结构松散、残缺不全、局部损毁严重，存在诸多安全隐患的现状，构建完善的防洪排涝体系，缓解区域防洪压力，项目建设范围岸线类型不变，仍为人工岸线。根据本报告第四章分析，本项目建成后，水动力环境的影响主要集中在本项目工程范围周边 300m 范围内水域，工程实施导致的泥沙冲淤变化量也不会太大，工程区临近水域淤积厚度在 0.01~0.15m/a 之间，工程区附近水域冲刷深度在 0.01~0.20m/a 之间，最大冲刷深度出现茅龙北水闸附近水域在 0.20m/a 左右，主要是茅龙北水闸口进行疏浚施工，闸门外一侧流速相比较工程前有所增加所致。因此，项目建设造成的水动力环境变化和泥沙冲淤变化不大，不会引起周边岸线自然形态和生态功能发生明显变化，项目建设有利于维护海堤结构稳定，降低海堤在灾害天气下破损进而破坏周边岸线所在海域生态环境的风险。

7.4.3 占用岸线的必要性与合理性

（1）占用岸线的必要性

本项目主体工程为海堤达标加固工程，项目建设占用岸线类型全部为人工岸线，本项目拟占用岸线现状为海堤，由于现状海堤建设年代久远、建设标准低，已不能满足区域建设发展要求，对于区域防潮安全和生态系统保全存在极大隐患，因此本项目对现状海堤的达标加固是必要的，海堤加固工程对现状人工岸线的利用是不可避免的，从防潮安全和生态修复的角度，本项目建设占用岸线也是合理的。

（2）占用岸线方式的合理性

现状海堤不能满足现今防洪要求。本项目在原海堤已不满足防洪要求的情况下，对原海堤的修复和加固，工程建设同时考虑了海堤的生态性，不仅提升了海堤的防洪（潮）能力，也提升了海堤的生态功能和亲水观光功能。因此，本项目占用岸线的方式合理。

（3）占用岸线长度的合理性

本工程为翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程），本次工程加固横门岛外围海堤 10.672km，项目建设范围见图 2.1.2-1，建设内容包括北区外围海堤加固、河涌整治、水（船）闸、泵站等，为满足区域防洪排涝和防潮安全要求，需保证堤围的完整和连续性，因此，本项目需要占用建设范围内的岸线，占

用岸线长度根据广东省政府 2022 年批复海岸线计算得到，现阶段无法进一步减少占用岸线长度，考虑到项目建设不涉及自然岸线，且有利于提升现状人工岸线的生态功能，本项目占用岸线长度合理。

7.4.4 岸线占补分析

海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化，要进行岸线整治修复，形成生态恢复岸线，实现岸线占用与修复补偿相平衡。本项目在原海堤上进行整治工程，不涉及自然岸线，根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，海堤加固维修不实行海岸线占补，因此本项目不实行海岸线占补。

7.5 用海面积合理性分析

根据《海籍调查规范》（HY/T124 2009）、《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）和开放式（一级方式）中的其他开放式（二级方式）。根据本项目平面布置，结合广东省政府 2022 年批复海岸线以及周边海域权属和国土权属，本项目用海总面积为 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石用海 18.2878 公顷，围堰临时工程用海 2.2306 公顷，清淤工程用海 1.0620 公顷。

本项目各用海单元面积见表 7.5-1。

表 7.5-1 用海单元面积统计表

序号	用海单元	用海面积（公顷）	建设内容
1	海堤一	0.3972	海堤抛石
2	海堤二	0.0339	
3	海堤三	0.0244	
4	海堤四	0.1467	
5	海堤五	0.0126	
6	海堤六	0.0114	
7	海堤七	1.7538	
8	海堤八	0.0204	
9	海堤九	0.2106	
10	海堤十	0.001	
11	海堤十一	0.2303	
12	海堤十二	2.395	
13	海堤十三	0.1412	

14	海堤十四	10.1334	
15	海堤十五	1.7345	
16	海堤十六	0.8578	
17	海堤十七	0.1836	
18	施工期围堰 1	0.3215	施工围堰
19	施工期围堰 2	0.166	
20	施工期围堰 3	1.6879	
21	施工期围堰 4	0.0552	
22	施工期清淤 1	0.8788	清淤
23	施工期清淤 2	0.1832	
合计		21.5804	

7.5.1 用海面积合理性分析内容

7.5.1.1 项目用海面积是否符合相关行业设计标准和规范

1、与《海堤工程设计规范》相符合

根据《中山翠亨新区总体规划（2012-2030 年）》《中山翠亨新区水利规划（2012-2030 年）-起步部分》，翠亨新区排洪干渠按 30 年一遇整治，排洪支渠按照 10 年一遇整治。根据《中山翠亨新区水利规划（2012-2030 年）-起步部分》，马鞍北岛排涝标准为 30 年一遇，控制最高水位 1.5m。

本工程大部分堤段采用缓坡式生态断面，堤顶可自然蜿蜒，其迎水坡、背水坡及堤顶共同融入海岸滨水公园景观。西北侧海堤堤段堤顶背水坡 1:2.5 放坡至于规划地面标高相接，坡脚设 0.9m 宽排水沟，堤顶迎水侧设重力式挡墙，墙顶设 C30 砼花槽（兼做防浪墙），花槽顶高程为 4.8m，挡墙外布置有不窄于 3.5m 的亲水平台，亲水平台高程为 2.00m，亲水平台迎水侧设 316 不锈钢栏杆，对保留的原挡墙基础迎水侧加装 C35 钢筋砼幕墙，幕墙厚度 0.2m，亲水平台外侧采用抛石护脚。

根据《海堤工程设计规范》，1 级海堤堤顶宽度不宜小于 5m，本次设计结合堤顶现状及防汛交通要求，包括路缘石在内的堤顶道路总宽度取 6m。

2、与《水闸设计规范》相符合

根据《水闸设计规范》，水闸闸顶高程不应低于正常水位（或最高挡水位）加波浪计算高度与相应安全超高之和：位于防洪（挡潮）堤上的水闸，其闸顶高程不得低于防洪（挡潮）堤堤顶高程，茅龙北闸计算闸顶高程为 5.39m。

3、与《内河通航标准》等相符合

根据航道部门意见茅龙北涌为 VⅧ级航道，相应船闸为 VⅧ级船闸。按照《中山市人民政府关于中山市围内低等级航道等级调整研究成果的批复》（中府函〔2013〕605 号）和《内河通航标准》，确定茅龙北涌通航游艇代表船型尺寸为总长 12.08m、型宽 3.81m，吃水 0.75m，船闸最小尺寸为：船闸闸室宽 12m，长度为 50m，门槛水深 1m，通航净高 4m。设计最高通航水采用年最高水位频率为 5% 的潮位，为 2.30m，设计最低通航水位采用低潮累计频率为 90% 的潮位为 -0.92m。

4、与《海籍调查规范》相符合

根据《海籍调查规范》（HYT124-2009）5.3.2.1 条，非透水构筑物用海岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。

本工程海堤及施工期围堰用海方式为非透水构筑物，岸边以广东省 2022 年批复岸线为界，水中以最外侧抛石外缘线为界。符合《海籍调查规范》（HYT124-2009）中非透水构筑物用海界定的要求。本工程施工期清淤用海方式为其他开放式，根据《海籍调查规范》（HYT124-2009）5.3.4 节，以实际设计或使用的范围为界，符合《海籍调查规范》（HYT124-2009）中开放式用海界定的要求。

7.5.1.2 用海面积与产业用海面积控制指标的符合性

本项目用海方式包括：非透水构筑物、其他开放式，本项目不涉及围填海，因此对《产业用海面积控制指标》（HY/T 0306-2021）的符合性不作进一步的分析。

7.5.1.3 本项目申请非透水构筑物用海的长度和宽度的合理性

本工程为翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程），本次工程加固横门岛外围海堤 10.672km，并开展河涌整治工程（包括水（船）闸、泵站等内容）。本项目用海方式包括：非透水构筑物、其他开放式，其中，项目主体工程维修加固海堤和茅龙北水利枢纽施工围堰申请非透水构筑物用海。

本项目海堤维修加固涉海构筑物有：东北侧 E7+637~E8+536、E8+770~E10+336、N0+000~N1+660 段海堤，西北侧 N1+900~N4+676、W0+000~W0+752 段海堤，西侧 W1+047~W1+267、W2+178~W2+821、W4+195~W4+616 段海堤。其余段海堤加固工程皆沿现状治导线布置，局部结合景观要求布置景观设施或退后堤线布置，位于海岸线向陆一侧，不涉及用海，因

此，海堤申请非透水构筑物用海长度需包含全部海堤维修加固涉海构筑物，非透水构筑物长度基于海堤维修加固用海实际需求确定，对于项目合法合规建设是必要且合理的。

本项目同时开展河涌整治工程（包括水（船）闸、泵站等内容），本次申请茅龙北水利枢纽施工围堰和清淤部分，其中，施工围堰申请非透水构筑物用海，采用土工模袋砂围堰，由吹填砂填筑，砂包压顶作为防浪墙。围堰的建设是为了满足船闸干法施工的需求，围堰长度需至少满足提供足够的围闭区域用于船闸建设，现阶段如围堰长度缩短，将无法完整包围船闸施工范围，无法实现施工目的，因此，本项目施工围堰现阶段申请非透水构筑物长度适宜，为满足项目施工需要，长度不宜减少。

本项目申请非透水构筑物用海的宽度是根据广东省政府 2022 年批复海岸线和非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界确定的，项目主体工程维修加固海堤主要采用斜坡式断面，西北侧海堤由于设计范围局限采用直墙式方案，海堤整治工程尽可能向后拓宽建设亲水平台，尽量不占用海域资源，新建加宽部分使堤身整体抵御洪（潮）能力提高，因此，基于现阶段设计方案，本项目海堤加固维修申请非透水构筑物用海宽度是合理的。

茅龙北水利枢纽施工围堰采用砂包压顶作为防浪墙，土工模袋砂围堰顶宽为 6.00m 为提高围堰整体抗滑稳定性在围堰底层满铺一层凸节点钢塑土工格栅。此外，围堰内外边坡均设一平台，平台宽均为 5m，平台上下边坡坡比均为 1:4。为提高围堰抗渗稳定性，围堰迎水面铺设防渗土工膜，其上采用 0.5m 厚砂包护坡压载同时坡脚高程处设一砂包护脚平台，平台宽 5m，深 1m。围堰断面的设计方案考虑了围堰结构稳定、抗渗性能、施工实际需求，施工围堰申请非透水构筑物宽度据此确定，满足项目用海需求，宽度合理。

7.5.1.4 项目减少用海面积的可能性分析

本项目为海堤整治工程，在原海堤基础上开展加固，海堤堤线沿着原海堤布置，海堤走向、长度已经基本确定，无减少可能性。

根据现场调查及地质勘察、测量资料可知，现状堤围的堤身型式均为陡墙式。由于现状大堤防洪墙及堤身未进行有效的堤基处理，加之堤身填筑土方压实度较低，导致防洪墙及堤身不均匀竖向沉降和倾斜位移严重，测量资料显示每运行

5~10 年竖向沉降量大部分达 60cm 以上。现状堤段防洪墙为浆砌石挡墙或干砌石挡墙外裹钢筋砼幕墙结构，且经过历年多次提标加高才达到现有规模，经复核大堤的防洪标准不足最新水面线成果的 20 年一遇。由于现状大堤防洪墙建设标准和堤身土方填筑压实度较低，且经过“山竹”台风的侵袭，防洪墙内侧与堤身填土结合面多处出现渗漏和流土现象。因此，本工程海堤建设根据《防洪标准》（GB50201-2014）、《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）等的要求，海堤工程级别为 3 级。

本项目涉海段海堤主要采用 2 种型式，分别为阶梯式海堤和陡墙式海堤。其中，阶梯式海堤拆除原海堤部分挡墙建设亲水平台，亲水平台外堤脚采用抛石护脚防护上部采用预制钢筋混凝土防浪块进行防护，最外侧采用格宾网袋抛石防护。亲水平台内侧坡铺设生态砼护坡，斜坡顶接防浪墙，堤顶新建沥青混凝土路面。为减少占用海域，阶梯式海堤设计现状岸线向后扩建建设，保证海堤亲水平台位于海岸线以内，这样既保证了亲水平台、堤顶不占用海域，减少用海面积，又可以让新堤在原堤内地面填筑而成，对堤身稳定有利，使得堤身整体稳定性和原防洪墙的稳定较好。亲水平台外堤脚采用抛石护脚防护上部采用预制钢筋混凝土防浪块进行防护。

陡墙式海堤不设亲水平台，在原堤上进行加高培厚，一级挡墙利用现状防洪墙进行加固，堤身进行基础处理。陡墙式海堤涉海部分为堤脚抛石护脚。

综上，本项目海堤整治工程向后拓宽建设亲水平台，新建加宽部分使堤身整体抵御洪（潮）能力提高，并提升满足市民亲水近绿的需要的基础上，保证亲水平台、堤顶等不占用海域，已经尽可能减少了用海面积，目前暂无减小用海面积的可能性。

7.5.2 宗海图绘制

本项目的宗海图绘制严格按照《海籍调查规范》（HYT124-2009）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 AutoCAD2010 和 ArcGIS10.1 相结合的方式。

（1）宗海位置图的绘制

本次宗海位置图底图采用海事局 2004 年 9 月出版发行的海图《珠江口及附近》作为底图，比例尺 1:150000，图式采用 GB12319-1998，墨卡托投影，1954

北京坐标系，深度...米...理论最低潮面，高程...米...1985 国家高程基准。将上述图件作为底图，经过相应地图整饰，绘制本项目的宗海位置图，见图 7.5.2-1。

（2）宗海界址图的绘制

综合前文界定的各用海单元范围以及收集到的海洋开发活动等相邻宗海信息，利用数字化矢量地形图作为宗海界址图的底图数据，使用 ArcGIS 依据规范对宗海和宗海内部单元的界定原则，形成不同用海单元的界址范围，并辅以必要的文字说明。本项目宗海平面布置图见图 7.5.2-2，宗海界址详见图 7.5.2-3~图 7.5.2-5。

7.5.3 用海面积量算

广东海兰图环境技术研究有限公司根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）负责完成了本项目的海域测量及宗海图编制工作。

执行的技术标准：《海籍调查规范》（HY/T124—2009）；《海域使用分类》（HY/T123—2009）；《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）。

（1）界址点的确定思路

本项目主体工程和施工围堰的用海方式为非透水构筑物用海，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.3.2.1 条，非透水构筑物用海岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界。本工程向海侧以广东省政府 2022 年批复海岸线、国（2004）250604、国（2011）1500728、中府集有（2013）1500007、中府集有（2013）1500009、中府集有（2013）1500013、中府集有（2013）1500062、粤（2017）中山市不动产权第 0247418 号和粤（2018）中山市不动产权第 0136341 号、国（2011）1501217 等权属界线为界，水中则以最外侧抛石外缘线为界。

本项目施工期清淤用海方式等其他开放式，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）5.3.4 节，以实际设计或使用的范围为界。

（2）宗海界址点坐标的计算

宗海界址点在 AutoCAD 2010 的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、 $113^{\circ} 30'$ 为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

（3）用海面积量算

本项目采用坐标解析法进行面积计算，利用已有的各点平面坐标计算面积，借助于 AutoCAD2010 的软件计算功能直接求得用海面积。本项目用海面积量算符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）和《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）的要求。经计算，本项目用海总面积为 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石和临时围堰用海方式为非透水构筑物，用海面积共 20.5184 公顷，清淤工程用海方式其他开放式，用海面积为 1.0620 公顷。

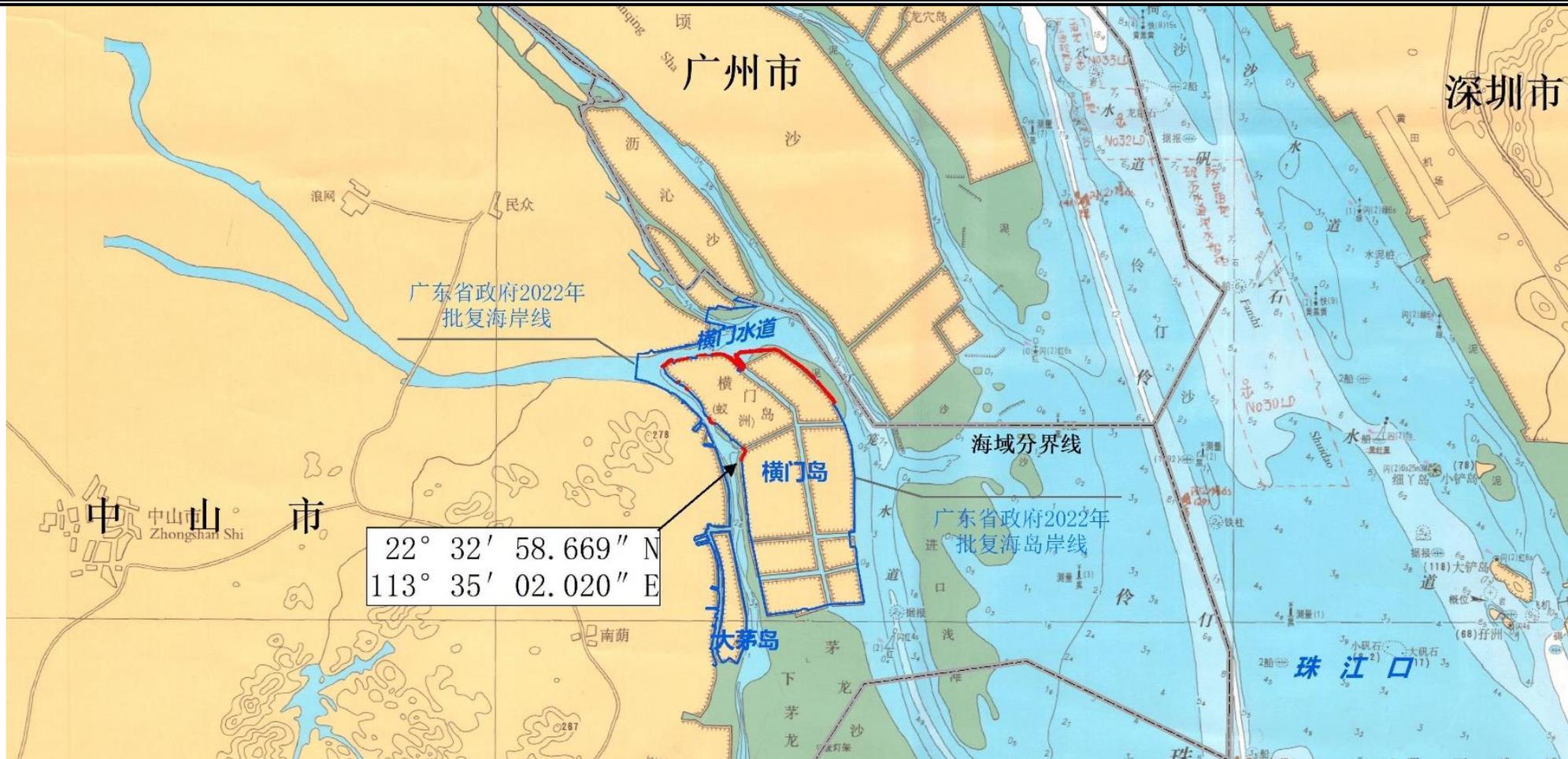
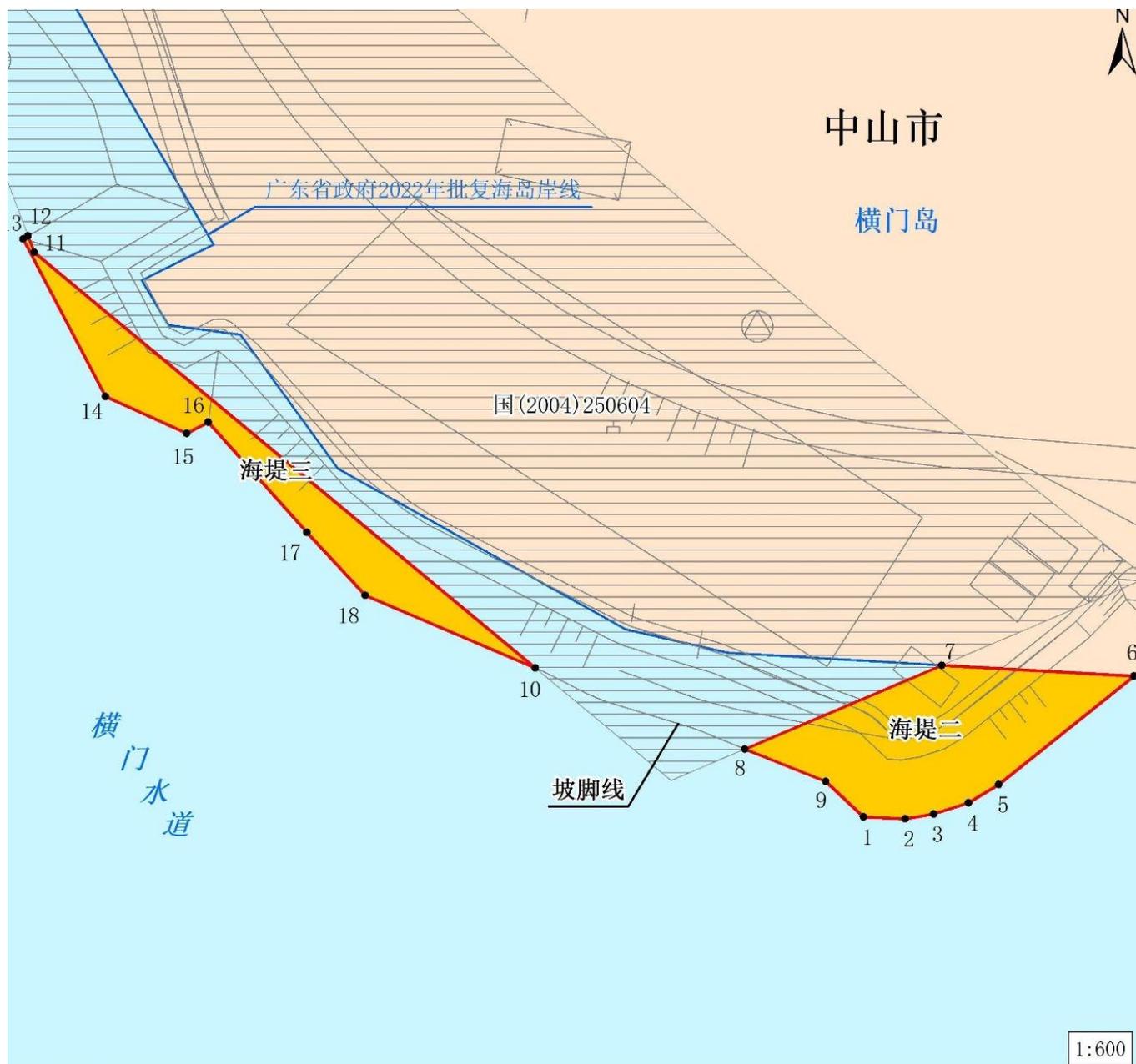


图 7.5.2-1 宗海位置图

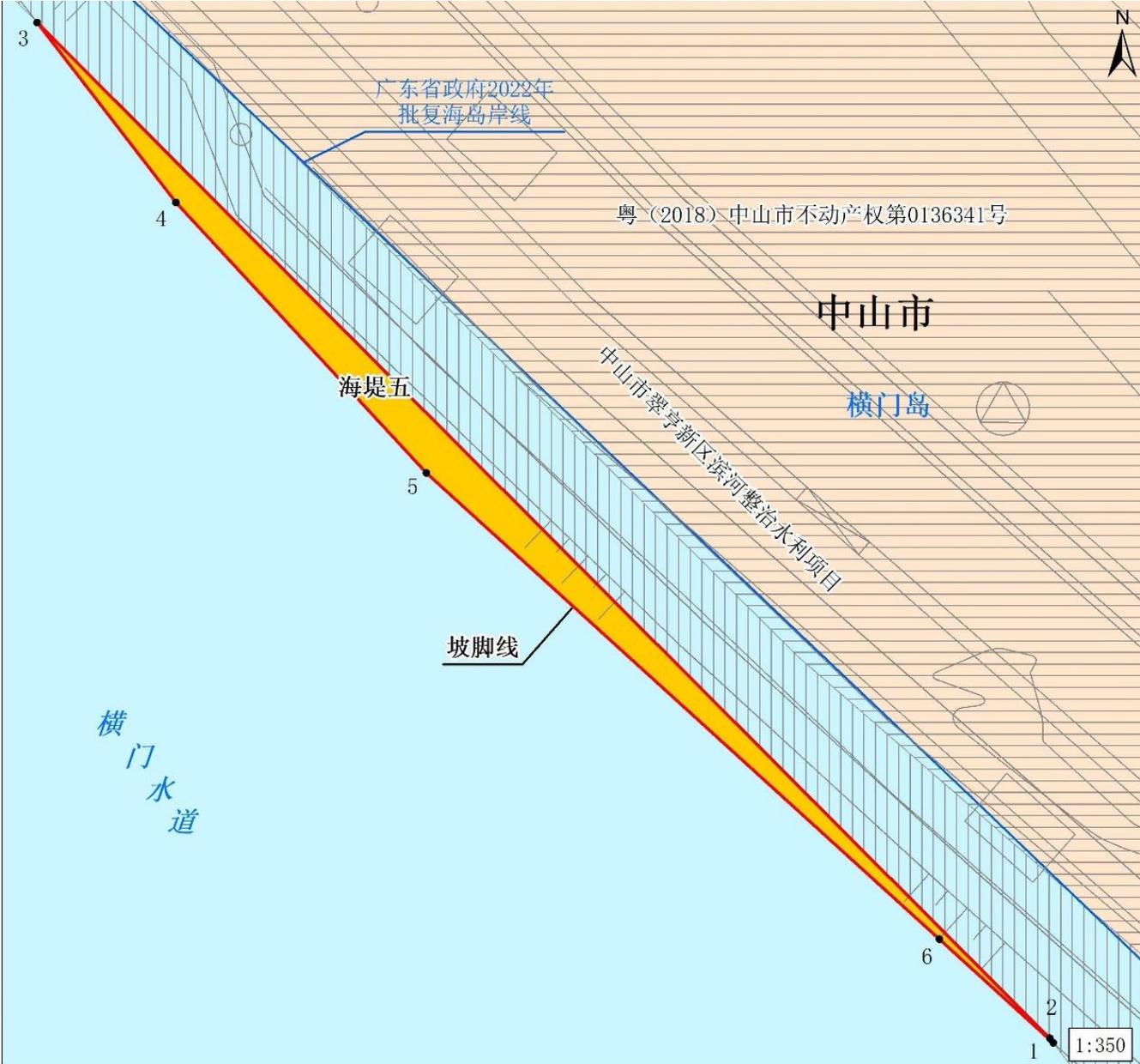


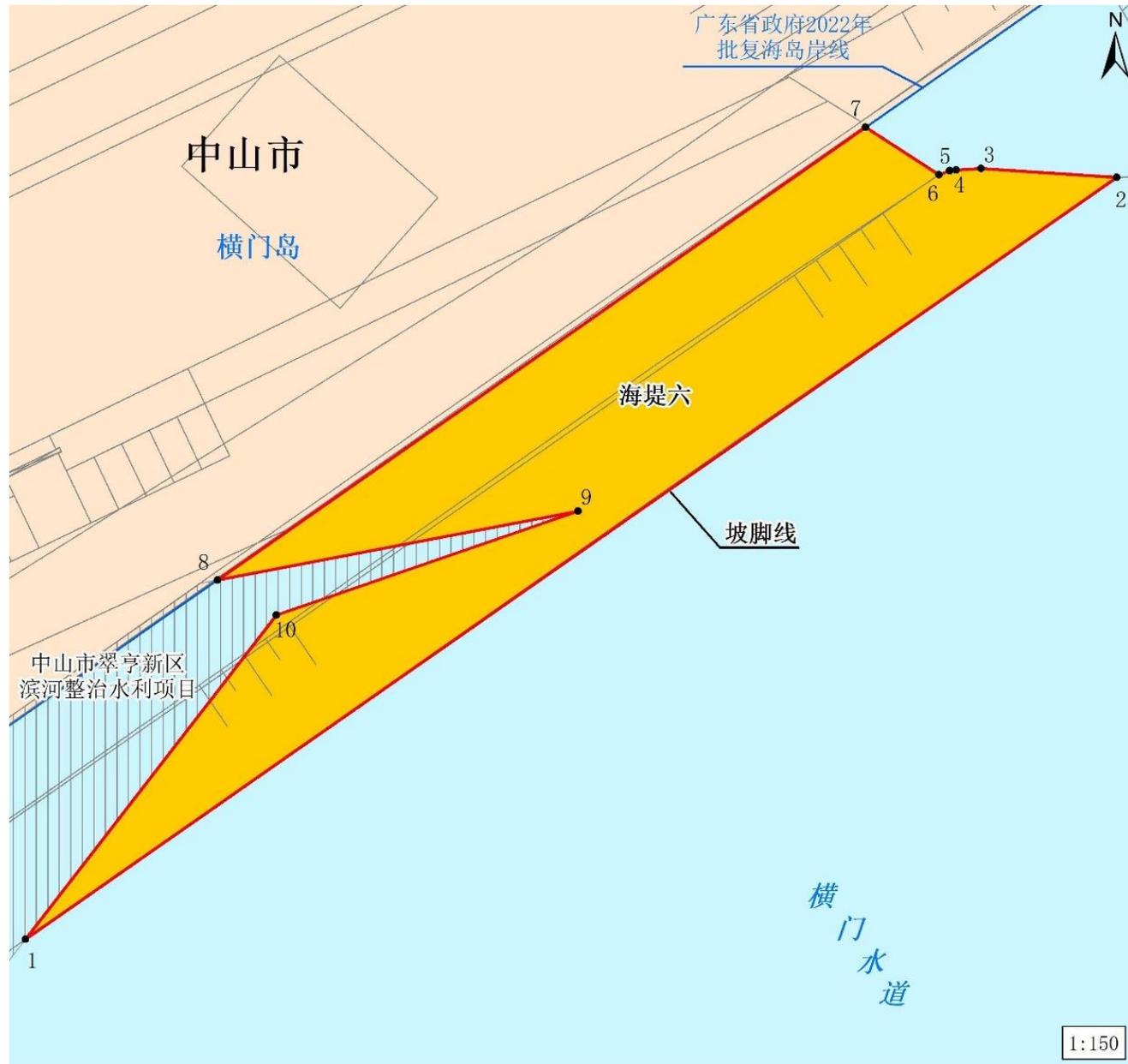
图 7.5.2-2 宗海平面图



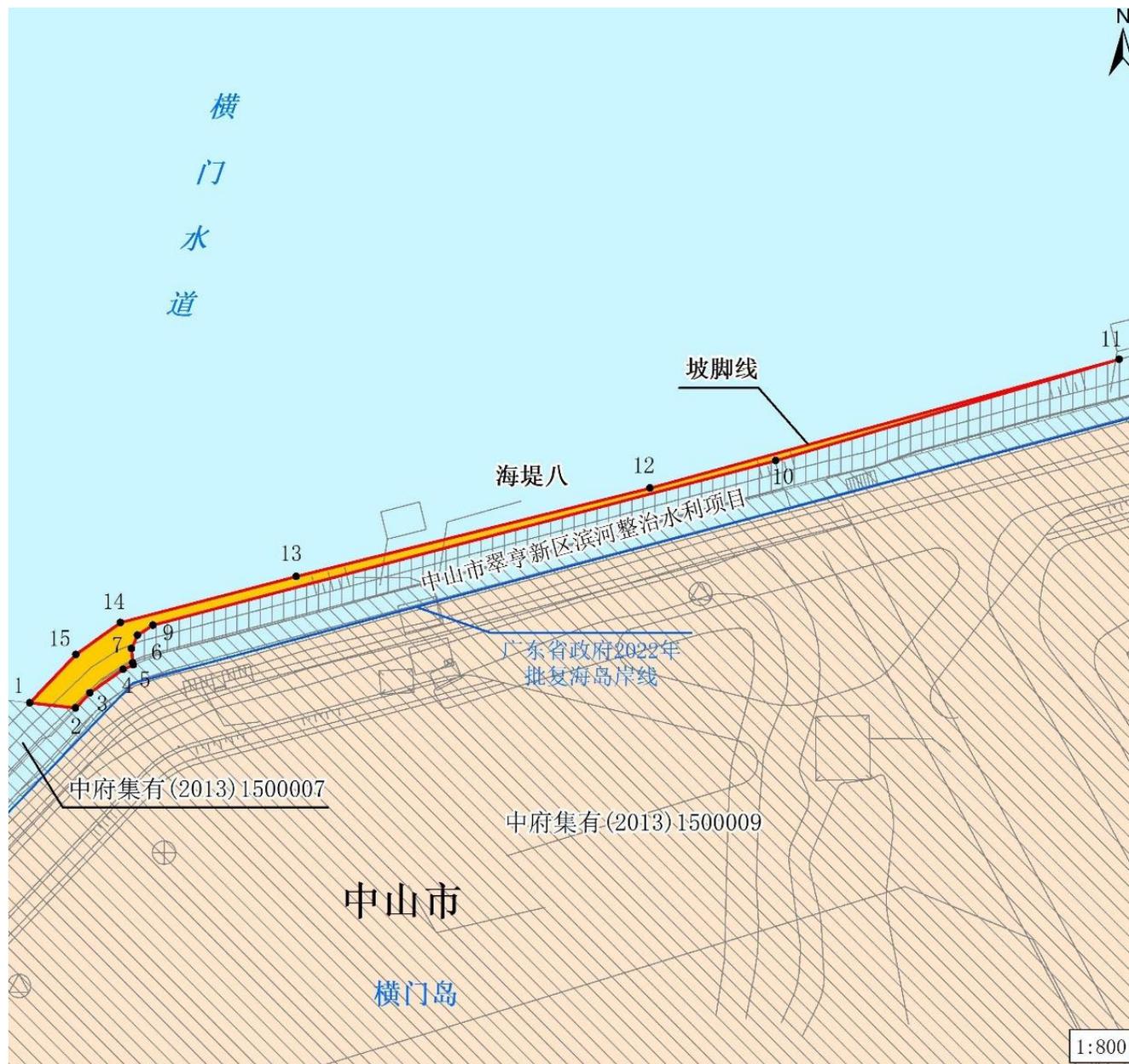




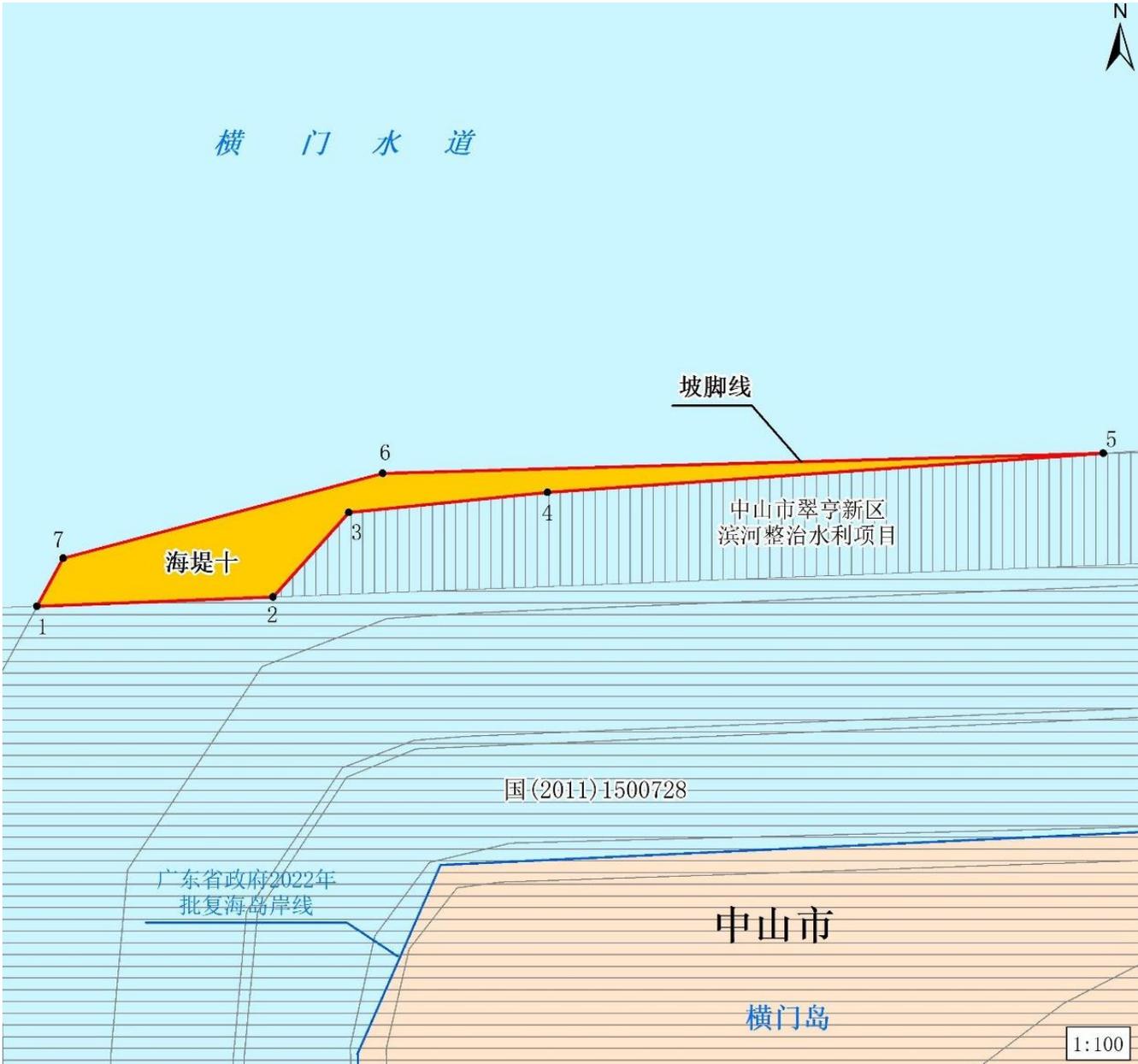




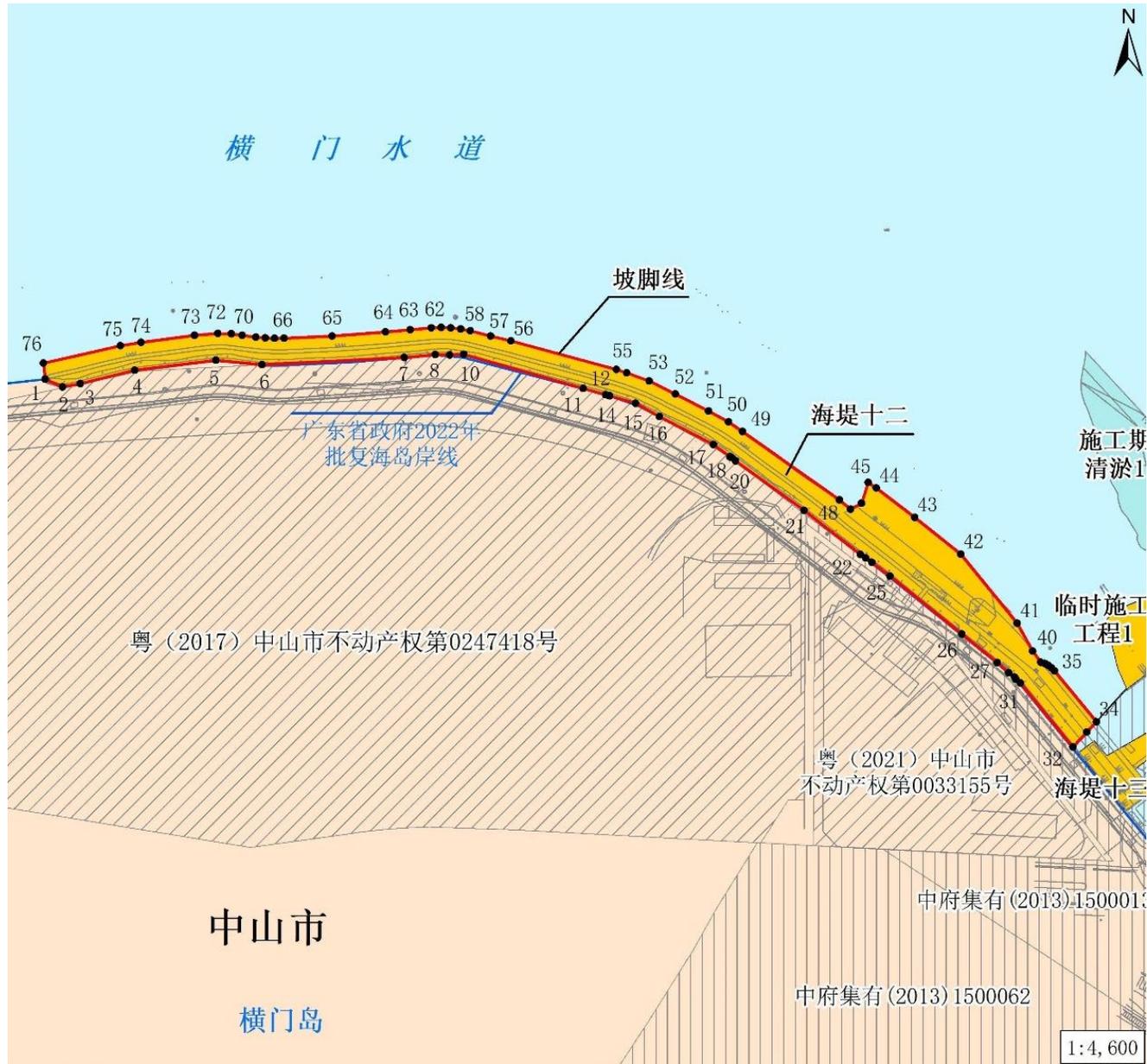


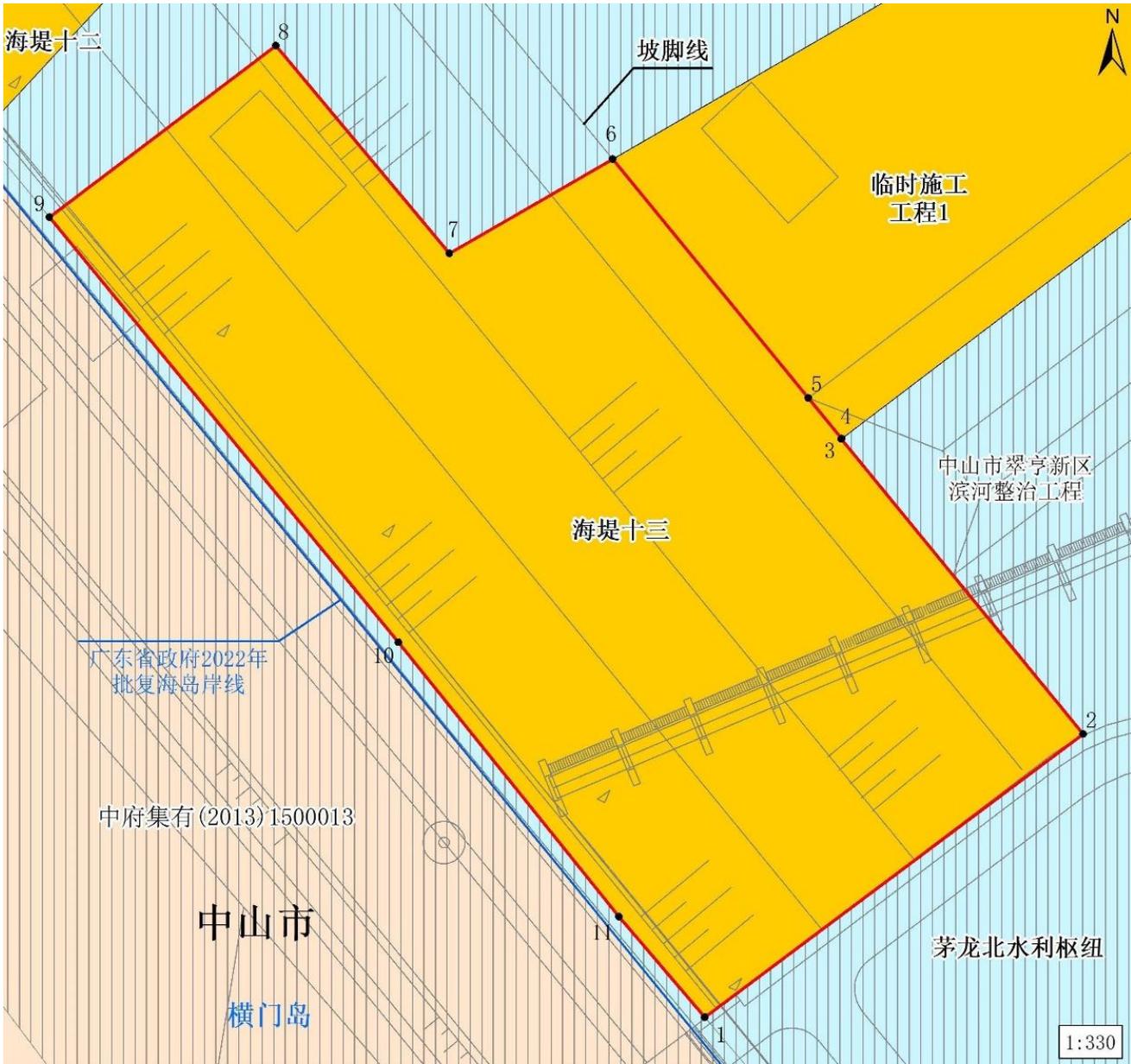














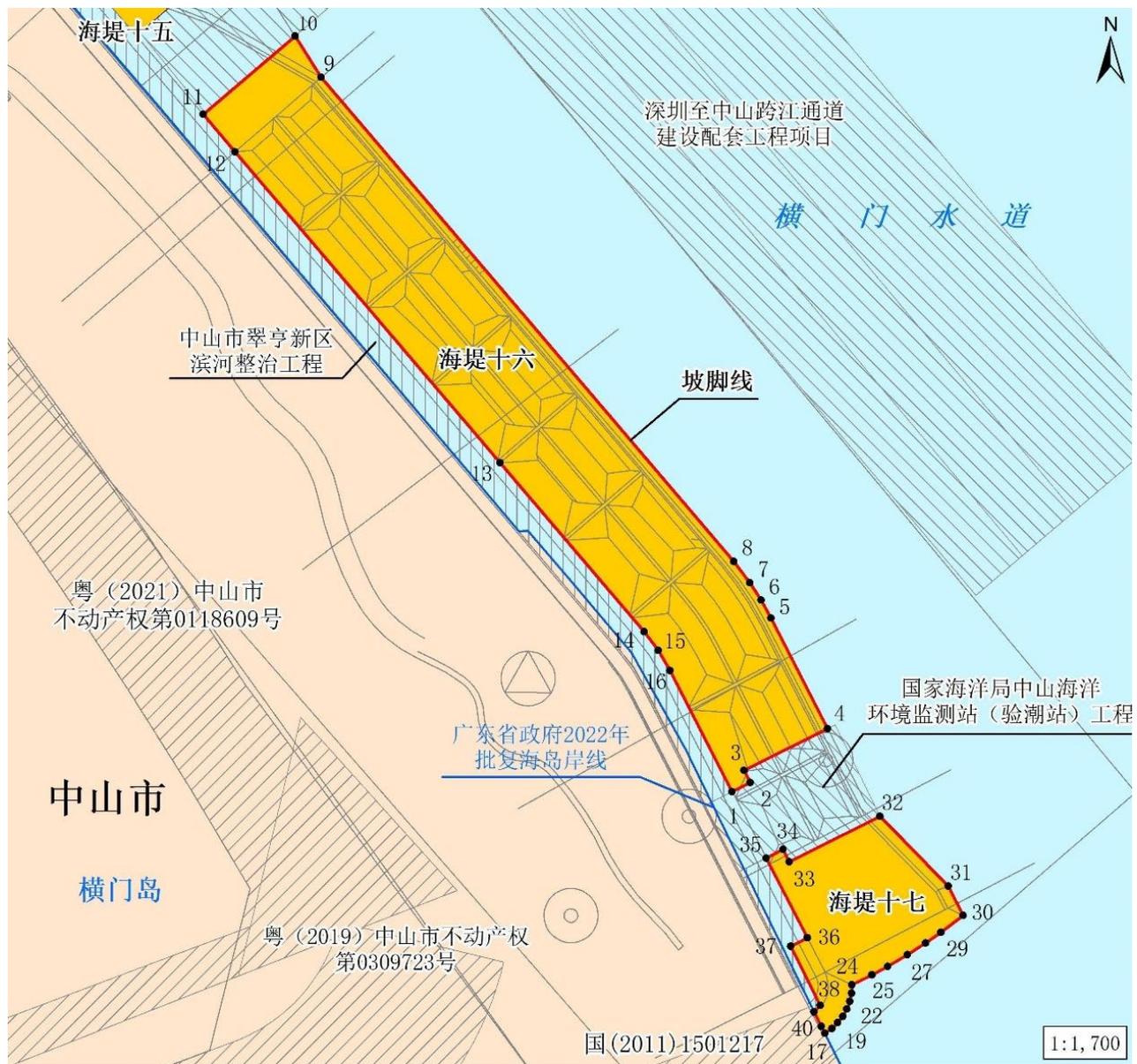
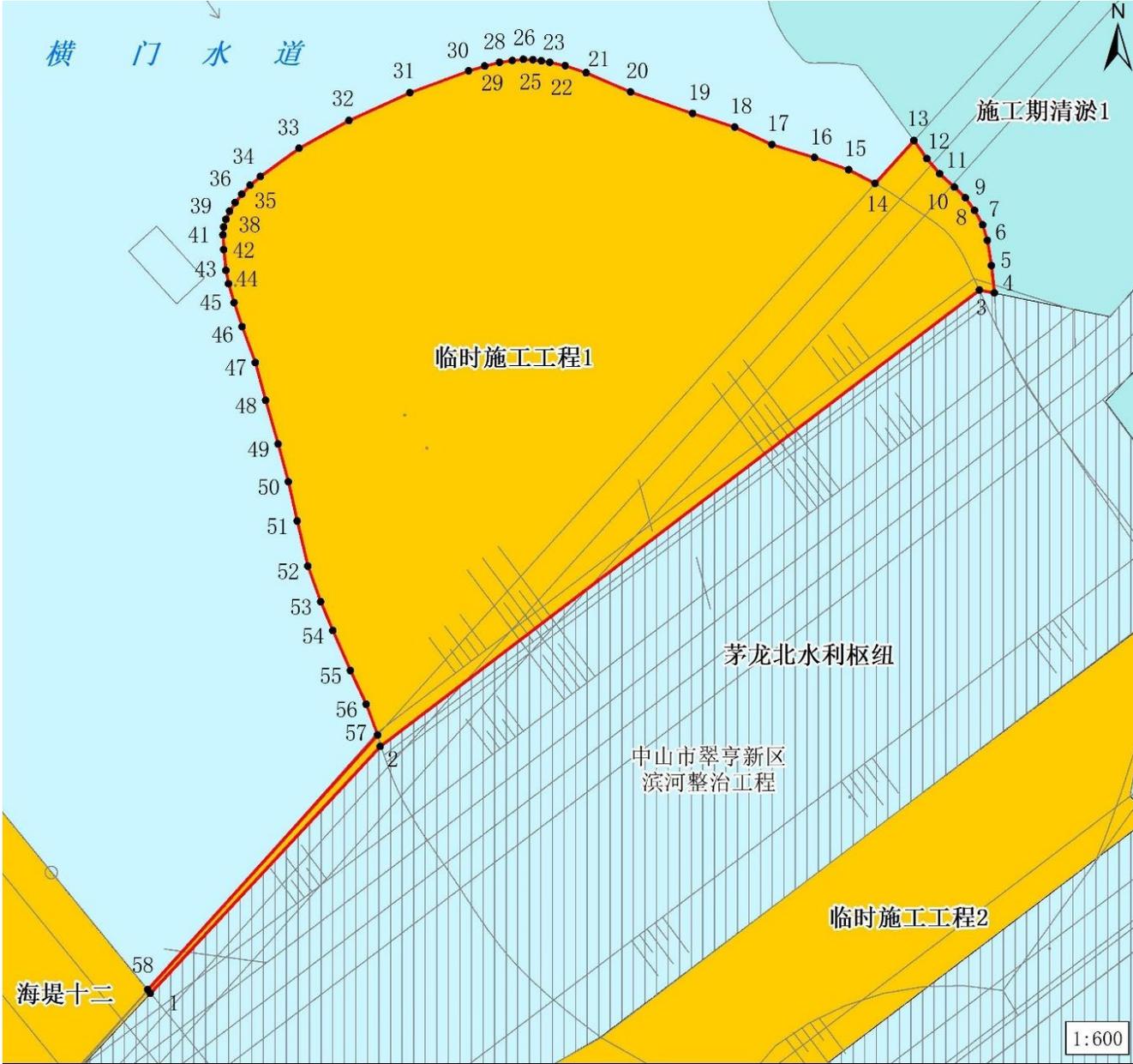
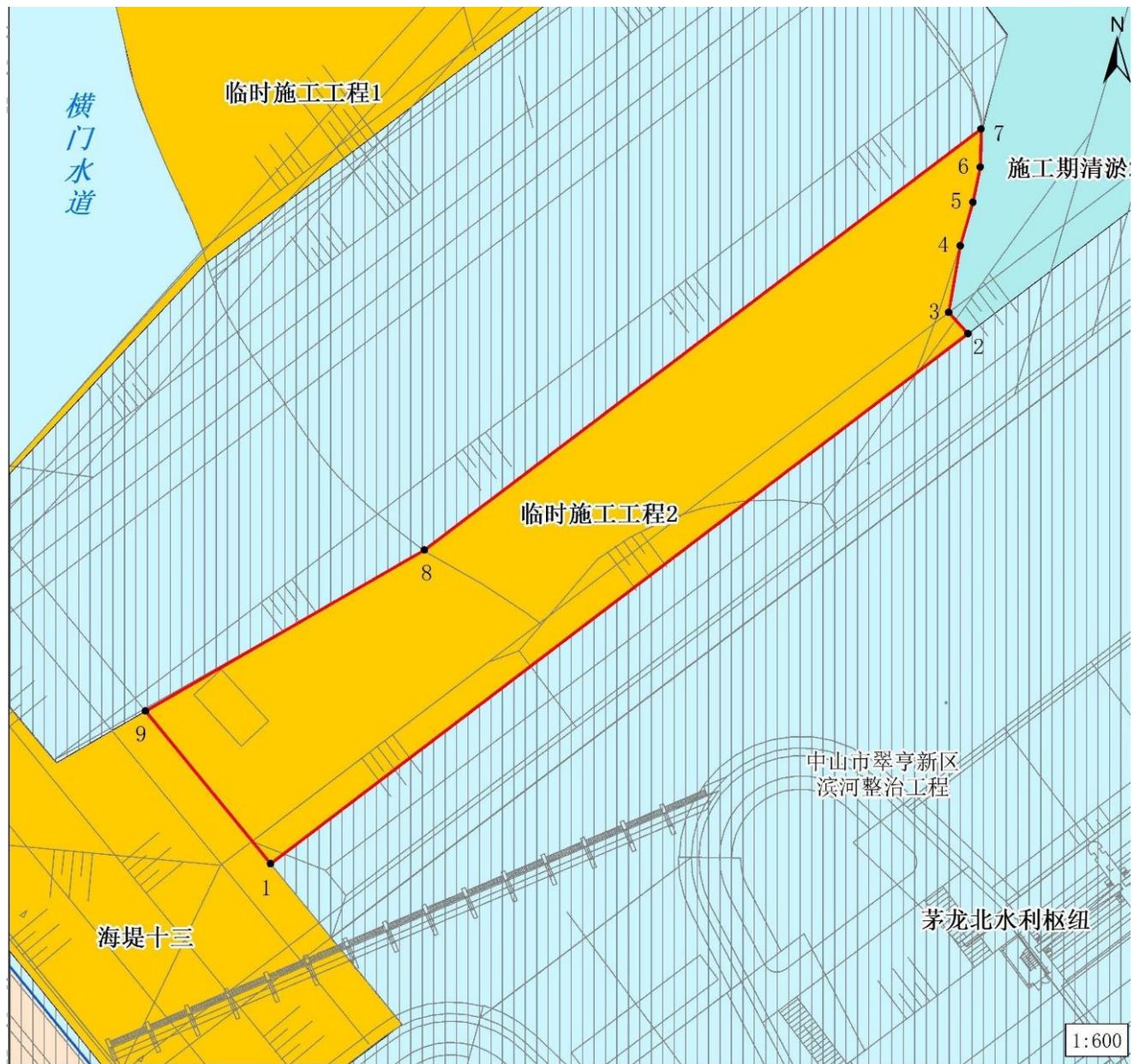


图 7.5.2-3 宗海界址图（海堤一~海堤十七）





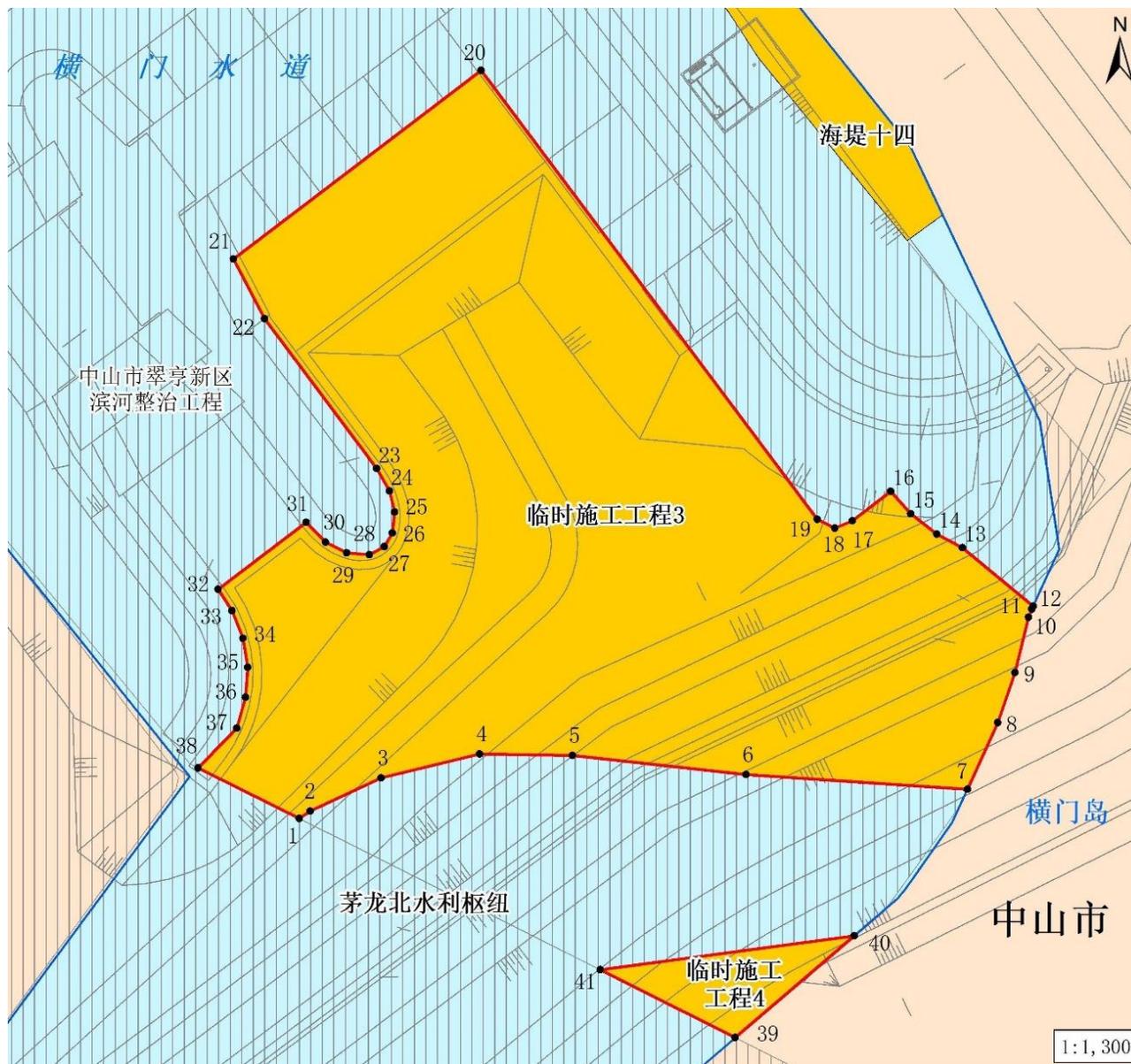
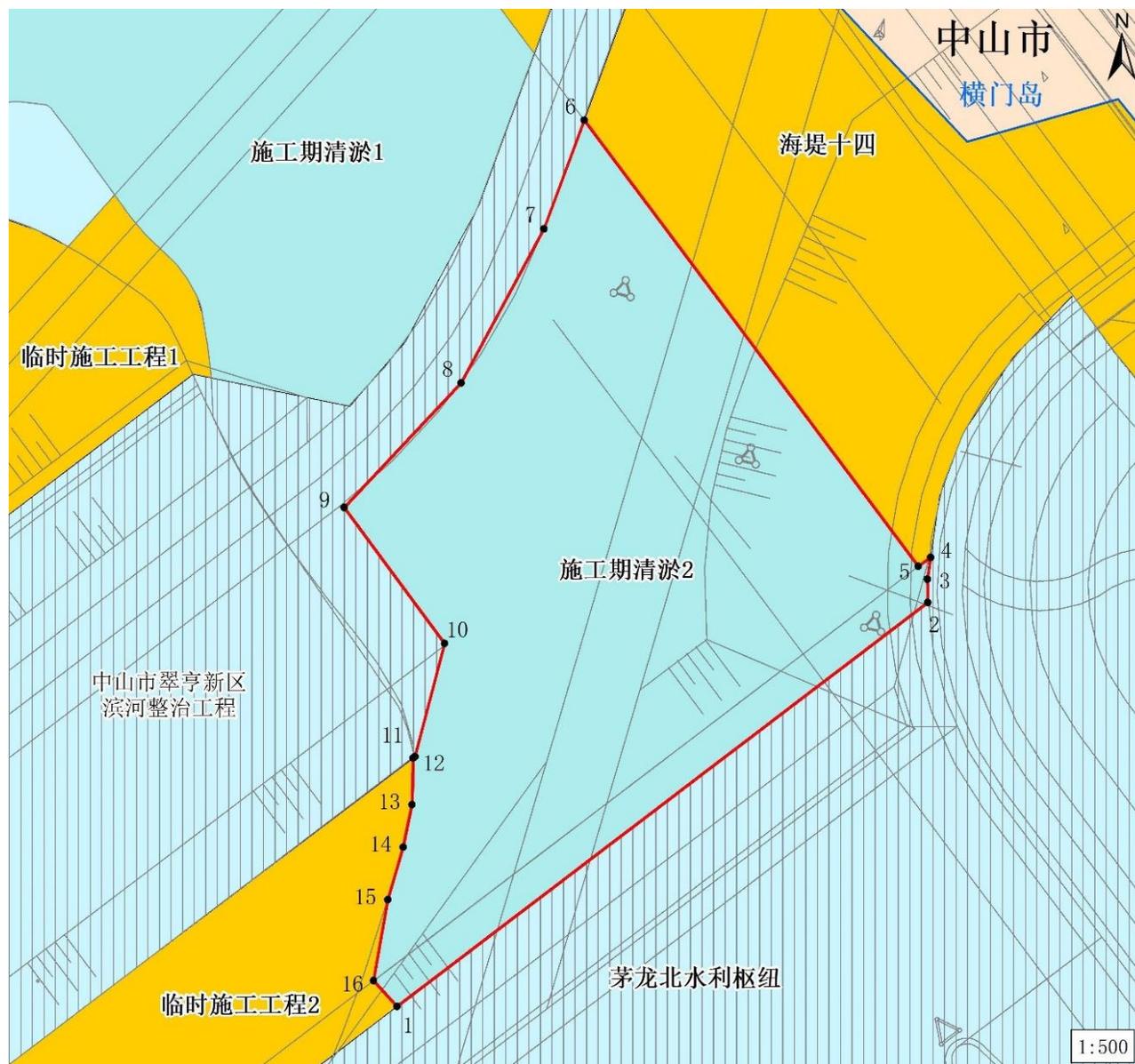


图 7.5.2-4 宗海界址图（施工期围堰 1~4）



图 7.5.2-5a 宗海界址图（施工期清淤 1）



7.6 用海期限合理性分析

本工程涉及用海项目已于 2022 年 6 月取得不动产权证，批复海域使用权期限为 2021 年 7 月 2 日至 2061 年 7 月 1 日止（40 年），临时施工围堰用海期限 3.5 年。本次因项目施工方案调整，海堤抛石护脚加宽，超出了已批复的海域权属范围，本次针对超出部分补充办理用海手续，申请用海期限至 2061 年 7 月 1 日止，施工期临时工程申请施工期用海 3 年。

本节以项目主体结构 and 主要功能的设计使用（服务）年限作为依据，以法律法规的规定作为判断标准，分析项目申请的用海期限是否合理。

本项目为海堤整治工程，为公益事业用海，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条，公益事业用海海域使用权最高期限为四十年，本次申请用海期限为 38 年（至 2061 年 7 月 1 日），未超出《中华人民共和国海域使用管理法》海域使用权最高期限的要求。

本项目海堤设计使用年限为 50 年，本次申请用海期限为 38 年（至 2061 年 7 月 1 日），申请用海期限内海堤主体仍在设计使用年限内。

为满足施工需求，本项目施工期需建设施工期临时围堰，并局部开展清淤工程，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二条，“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，适用本法”，根据《中华人民共和国海域使用管理法》第三条，“单位和个人使用海域，必须依法取得海域使用权”。因此，根据施工进度安排，本项目施工期临时围堰、施工期清淤工程需申请用海，为避免超出用海期限，本次申请施工期用海期限为 3 年。

综上，本项目申请用海期限符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，申请用海期限未超出主体结构的设计使用（服务）年限，施工期用海期限能够满足项目施工需求，本项目申请用海期限合理。

8 生态用海对策措施

根据《海籍调查规范》（HY/T124 2009）、《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），用海方式为非透水构筑物。项目占用横门岛人工岸线 2189.1 米。根据前文资源生态影响预测分析结果，项目的建设可能产生的主要生态问题是占用海岸线和造成海洋生物资源损失。

根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，“海堤加固维修不实行海岸线占补。新建及加固维修水闸工程参照海堤工程政策执行。” 本项目在原海堤基础上开展整治加固，因此，本项目无需落实海岸线占补。

针对项目可能产生的主要生态问题，提出生态用海对策，并参照《围填海工程生态建设技术指南（试行）》和海洋生态保护修复的相关要求提出海洋生物资源恢复的生态修复措施。计划 2 年内由建设单位组织开展本项目生态修复计划，确保海洋生物资源能够得到恢复。

8.1 生态用海对策

8.1.1 生态保护对策

1、设计阶段生态保护对策

本项目设计体现了生态化理念，确保了潮汐通道顺畅，通过优化设计，避让了生态敏感目标。设计方案优化后，项目选址避让了珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线、中山翠湖地方级湿地自然公园、中山市红树林以及广东中山翠亨国家湿地自然公园，尽可能减少项目对海洋自然资源的占用。

2、施工阶段生态保护对策

本项目用海方式为非透水构筑物用海。海堤的建设会对占用区域的潮间带生物、底质等产生一定的不良影响，且项目施工期产生悬浮泥沙会影响浮游动植物、鱼卵仔鱼、渔业资源和渔业生产。项目选址毗邻多个生态敏感目标，施工若不注意，可能会对其产生不利影响。为降低项目施工期对资源生态的影响，项目施工做好如下措施：

(1) 严格采取减少污废水、固体废弃物排放等环境保护措施，降低施工期污染物对海水水质、沉积物质量的影响，从而减少施工造成的海洋生物的损失量；

(2) 项目拟采用的施工设备、运输设备应符合项目的实际情况的要求，设备在正常保养和检修的情况下有利于在施工生产过程中减少污染物的排放；

(3) 做好施工设备的管、用、养、修，确保施工设备始终处于良好的施工状态。配备数量充足的易损件、关键配件，确保施工设备始终处于良好的施工状态；

(4) 严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，不得超范围施工，尽量减少超范围的施工活动，以减少施工作业对海洋生物的影响；

(5) 施工期应合理规划施工方案尽量缩短施工周期，尽量减少工程对海洋生物的影响；

(6) 在施工期间，以公告、宣传单、板报、会议等形式，加强对施工人员的环境保护宣传教育和红树林等物种常识的宣传，提高施工人员的环境保护意识，使其在施工过程中能自觉保护生态环境及红树林等物种，并遵守相关的生态保护规定，严禁在施工区域进行捕鱼或从事其他妨碍生态环境的活动；

(7) 项目水利枢纽围堰施工尽可能避开海洋生物产卵盛期（3~5月），尽量减少工程对海洋生物的影响；

(8) 施工期对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

3、运营阶段生态保护对策

项目是非污染生态类项目，运营期基本不会对海洋生态产生影响。

8.1.2 生态跟踪监测

本项目是非透水构筑物用海，且长度大于 500 米，结合资源生态影响分析结果，制定本项目生态跟踪监测方案，包括生态监测内容，站位、频次等具体内容。

8.1.2.1 海洋生态环境监测

(1) 监测范围和站位

为与评价中的现状调查具有可比性，施工期监测范围参考环境现状调查站位，同时考虑到本项目所在海域水深现状及采样的可行性，施工期间环境监测站位主

要针对本工程海域，共设 4 个监测站位（监测过程中可视情况做适当的调整），站位布设如图 8.1.2-1 所示，坐标见表 8.1.2-1。

表 8.1.2-1 监测站位一览表

站号	经度 (E)	纬度 (N)	监测内容
ZS02			水质、沉积物、生态
ZS04			水质、沉积物、生态
ZS16			水质、沉积物、生态
ZS18			水质、沉积物、生态



图 8.1.2-1 施工期间监测站位图

(2) 监测项目

水质监测因子为：COD、DO、SS、无机氮（氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮）、铜、铅、锌、 PO_4^{3-} 和石油类；

沉积物监测因子为：铜、铅、锌和石油类；

海洋生物及生态监测因子为：叶绿素 a 及初级生产力、浮游动物、浮游植物、底栖生物、游泳生物、鱼卵仔稚鱼。

(3) 监测时间与频率

施工期每年春（秋）季开展一次监测，施工结束后开展一次监测。

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《海洋

监测规范》（GB 173782-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 127637-2007）要求。

8.1.2.2 水文动力监测

监测站位：不少于 6 个站，见表 8.1.2-2 和图 8.1.2-2。站位可按实际情况进行调整。

监测频次：每年代表性一季，施工结束后开展一次监测。

监测内容：海流(流向、流速)、悬浮泥沙。

表 8.1.2-2 水文动力监测站位一览表

序号	经度	纬度
1		
2		
3		
4		
5		
6		



图 8.4.5-2 水文动力监测站位图

8.1.2.3 地形地貌与冲淤监测

监测站位：不少于 3 个断面，见表 8.1.2-3 和图 8.1.2-3。断面可按实际情况进行调整。

监测频次：施工期开展 1 次，施工完成后 3 年内开展一次。

监测内容：水深地形、沉积物粒度。

表 8.4.5-3 地形地貌与冲淤监测站位一览表

序号	经度	纬度	备注
1			断面长度不小于 50 米
2			
3			
4			
5			



图 8.4.5-3 地形地貌与冲淤监测断面图

8.1.2.4 红树林跟踪监测

本项目论证范围内涉及红树林，项目用海期间开展红树林生态系统状况和海洋生境要素的监测，具体要求见表 8.1.2-4。站位见表 8.1.2-5 和图 8.1.2-5。断面可按实际情况进行调整。

表 8.1.2-4 红树林生态跟踪监测具体要求一览表

生态系统状况	生境关键要素	监测频次
红树林面积、分布、种类、盖度	盐度、水体溶解氧、滩涂高程、沉积物粒度	每年一次，施工结束后开展一次监测

表 8.1.2-5 红树林生态系统监测站位一览表

序号	经度	纬度
----	----	----

1	
2	



图 8.4.5-4 红树林生态系统监测站位图

8.2 生态保护修复措施

8.2.1 占补平衡分析

海岸线占补是指项目建设占用海岸线导致岸线原有形态或生态功能发生变化,要进行岸线整治修复,形成生态恢复岸线,实现岸线占用与修复补偿相平衡。

本项目在原海堤上进行整治工程,项目用海范围占用广东省政府 2022 年批复横门岛人工岸线 2189.1m。根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法(试行)的通知》,“海堤加固维修不实行海岸线占补。新建及加固维修水闸工程参照海堤工程政策执行。”

本项目在原海堤基础上开展整治加固,建设内容主要为堤后护坡、堤顶道路工程、生态护坡、亲水平台、堤脚抛石。同时,本项目拟拆除现状部分防洪墙结合旧堤路面设计布置亲水平台,迎水侧设置哑光不锈钢栏杆进行保护,亲水平台设置提供了公众亲水空间。项目本身是对原海堤的修复和加固,工程建设同时考

虑了海堤的生态性，不仅提升了海堤的防洪（潮）能力，也提升了海堤的生态功能和亲水观光功能，项目占用岸线是合理的。

根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，海堤加固维修不实行海岸线占补，因此，本项目无需落实海岸线占补。

8.2.2 海洋生物资源恢复

项目施工期会造成海洋生物损失，本工程施工期总生物损失量如下：工程建设造成底栖生物直接损失量为 8.78t，游泳生物、鱼卵、仔稚鱼直接损失量分别为：0.089t、 2.89×10^5 粒、 1.88×10^6 尾。通过对海洋生物资源进行赔偿将对海洋生物受损的影响降到最低。为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，对项目附近海域的生物资源恢复作出经济补偿。

8.2.2.1 生态修复目标

1、总体目标

以“损害什么，修复什么，损害多少，修复多少”为基本原则，修复的总体目标是着重进行海洋生物资源恢复。

2、分阶段目标

2024~2025 年按照计划完成增殖放流数量 60 万尾，其中 2024 年增殖放流数量约 30 万尾；2025 年增殖放流数量约 30 万尾。

8.2.2.2 生态修复内容（增殖放流）

1、修复内容及规模

增殖放流的海洋经济物种以适应本地生长的鱼苗、虾苗为主，总放流数量共约 60 万尾。拟定每年休渔期进行增殖放流，分 2 年实施。

2、修复方案

（1）修复布局

项目海堤建设造成海洋生物资源损失，结合前文分析，参照《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南（试行）》，本方案推荐采取增殖放流措施，提高项目所在海域的海洋生物资源总量和生物多样性。根据《农业农村部关于做好“十

“四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，推荐中山放流地点为伶仃洋海域，且增殖放流地点应选择：1) 产卵场、索饵场、洄游通道或人工鱼礁放牧场；2) 非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，并应选择靠近港口码头利于增殖放流工作开展，且捕捞影响较小的区域。再结合中山市往年增殖放流区域，拟选择南朗沿海水域进行增殖放流。



图 8.2.2.2-1 增殖放流位置图

(2) 修复方案

增殖放流的海洋经济物种以适应本地生长的鱼苗、虾苗为主，拟定每年休渔期进行增殖放流，分 2 年实施。

渔业增殖放流要求:增殖放流物种的规格以放流现场测量为准。鱼苗体长应在 4cm 以上。增殖放流的苗种应当是本地种的原种或子 1 代，人工繁育的增殖放流苗种应由具备资质的生产单位、检验机构认可的单位提供，禁止增殖放流外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合海洋生态要求的海洋生物物种。

增殖放流前，对损害增殖放流生物的作业网具进行清理。增殖放流过程中，要观测并记录投放海域的水域状况，包括水温、盐度、pH 值、溶解氧、流速和流向等水文参数，以及记录天气、风向和风力等气象参数。增殖放流后，对增殖放流水域组织巡查，防止非法捕捞增殖放流生物资源。根据 GB/T 12763 和

SC/T9102 的方法，定期监测增殖放流对象的生长、洄游分布及其环境因子状况。

（3）生态保护修复一览表

表 8.2.2.2-1 生态保护修复一览表

保护修复类型	保护修复内容	工程量	实施计划	责任人	备注
海洋生物资源恢复	增殖放流	总放流数量共约 60 万尾	2024 年：放流数量约 30 万尾； 2025 年：放流数量约 30 万尾	建设单位	1、放流规格、数量可根据当年市场苗种情况进行合理调整，且不少于报告所列数量； 2、具体实施方案、周期在实施过程中可结合实际情况进行适当调整。

8.2.2.3 生态保护修复实施效果监测

参照《围填海项目生态保护修复方案编制技术指南(试行)》，结合本项目生态保护修复重点，制定针对性的跟踪监测计划。

- 1、主要监测内容：海洋生物。
- 2、主要监测项目：浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、游泳生物、底栖生物、潮间带生物以及增殖放流生物品种等。
- 3、监测频次：修复完成后首年春季各监测 1 次。

表 8.2.2.3-1 跟踪监测计划

修复类型	监测内容	主要监测项目	监测频次
海洋生物资源恢复	海洋生物	浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、游泳生物、底栖生物、潮间带生物以及增殖放流生物品种等	修复完成后首年春季各监测 1 次

9 结论

（1）项目用海基本情况

本工程位于中山市翠亨新区马鞍北岛，中山翠亨新区滨河整治水利工程项目（北区水利工程）建设内容包括（1）横门岛外围海堤加固；（2）河涌整治工程（包括水（船）闸、泵站等内容）。本工程涉及用海项目已于 2021 年 7 月取得用海批复，批复用海面积 8.8019 公顷，穿堤建筑物和水闸以及海堤用海期限 40 年，临时施工围堰用海期限 3.5 年。后因本项目施工方案调整，海堤抛石护脚加宽，超出了已批复的海域权属范围，超出部分需补充办理用海手续。

本项目拟申请用海总面积为 21.5804 公顷，其中海堤护脚抛石用海 18.2878 公顷，围堰临时工程用海 2.2306 公顷，清淤工程用海 1.0620 公顷。本项目为公益事业用海，拟申请用海期限至 2061 年 7 月 1 日止，为 38 年；施工期临时工程申请施工期用海 3 年。

本项目用海占用横门岛人工岸线约 2189.1m。

（2）项目用海必要性结论

本项目根据翠亨新区防洪防潮要求，对海堤进行达标加固，提高防洪防潮标准，从建设幸福家园，提升防灾减灾和区域社会经济发展的角度，项目的建设是必要的。

本项目修复加固海堤，提升海堤防潮标准，项目海堤堤脚护坡、抛石占用海域资源，因此，本项目用海是必要的。

（3）项目用海生态影响结论

本项目位于中山市翠亨新区马鞍北岛，根据论证范围内资源分布以及生态评估结果，项目用海对港口资源、海砂资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。

项目用海对水动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响较小，项目建设产生的悬浮泥沙扩散主要集中在施工区域附近海域，对周边海洋生物、红树林等敏感目标的影响较小。项目建设造成造成底栖生物直接损失量为 8.78t，游泳生物、鱼卵、仔稚鱼直接损失量分别为：0.089t、 2.89×10^5 粒、 1.88×10^6 尾。

（4）海域开发利益协调分析结论

本项目为海堤修复加固工程，项目建设占用邻近的集体所有权宗地、国土建设宗地权属范围，本项目拟申请用海已对以上权属范围进行避让。施工期间会对沿岸码头的通航环境造成影响，但影响仅限于施工期，建设单位在施工前应码头使用单位做好沟通协调，确保安全施工。项目建设完成后对周边项目开发建设、运营不会造成不利影响，海堤修复加固完成后，将提升海堤防灾减灾水平，为翠亨新区起步区的建设发展提供防潮等的保障条件。

因此，项目用海选址与周边海域开发活动是相适宜的。

（5）项目用海与国土空间规划的符合性结论

本项目符合国家产业政策，符合省、市海洋功能区划管控要求，符合生态保护红线的相关要求。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》《广东省海洋主体功能区划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》等的要求相一致，并与《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》《粤港澳大湾区发展规划纲要》《珠江流域综合规划（2012~2030 年）》《中山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》《中山翠亨新区总体规划（2012-2030 年）》《翠亨新区起步区控制性详细规划》等地方规划文件的目标、要求相符合。

（6）项目用海合理性分析结论

本项目所处区位和社会条件优越，可以满足工程建设和营运要求；该海域的自然资源与项目用海是适宜的；本项目建设对区域生态系统有一定影响，但可以通过增殖放流等措施进行生态补偿。项目在采取一定补偿措施以及环保措施的前提下，工程建设对周边海域的影响较小。项目选址与区域生态环境有一定的适宜性，与周边海域开发活动具有良好的协调性。因此，项目选址是合理的。

本项目为对现状海堤的修复加固工程，海堤于海域使用管理法颁布前已建设完成，本项目只在原海堤基础上通过增设外坡护面块体、堤顶挡浪墙修建等提升海堤防洪防潮标准，其用海平面布置完全依托于现状海堤选址、选型及走向，及海堤毁损实际情况，用海平面布置合理。

本项目建设的是防波堤，而防波堤的功能是为了抗击风浪涌，在严格控制围

填海政策形势下，非透水构筑物用海方式具有唯一性。且项目用海对海洋水文动力环境、自然生态环境的影响较小。

本项目用海面积为 21.5804 公顷，满足项目用海需求，工程设计按照《海堤工程设计规范》《水闸设计规范》《内河通航标准》等相关行业标准，用海面积界定符合《海籍调查规范》（HYT124-2009）的要求。

本项目申请用海期限与已取得权属的用海期限保持一致，用海期限至 2061 年 7 月 1 日止，申请用海期限为 38 年合理。

（7）项目用海可行性结论

本项目选址与《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）是相符的，不涉及广东省已正式启用的生态保护红线，项目申请用海选址、面积、方式、期限合理。项目建设虽然会对利益相关者产生一定影响，在建设工作中，建设单位将与利益相关者进行沟通协调达成一致，利益相关性是可协调。

综上所述，从项目用海多方面出发考虑，本论证报告认为翠亨新区滨河整治工程（北区水利工程）申请新增用海是可行的。