

三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）

海域使用论证报告书

（公示稿）

用海申请人：三亚商务区开发建设有限公司

编制单位：海南正永生态工程技术有限公司

2022 年 9 月

目 录

1 概述	1
1.1 论证工作由来.....	1
1.2 论证依据.....	1
1.3 论证工作等级和范围.....	5
1.4 论证重点.....	7
2 项目用海基本情况	8
2.1 用海项目建设内容.....	8
2.2 平面布置和主要结构、尺度.....	9
2.3 项目主要施工工艺和方法.....	76
2.4 项目申请用海情况.....	87
2.5 项目用海必要性.....	87
3 项目所在海域概况	90
3.1 自然环境概况.....	90
3.2 海洋生态概况.....	117
3.3 自然资源概况.....	171
3.4 开发利用现状.....	174
4 项目用海资源环境影响分析	183
4.1 项目用海环境影响分析.....	183
4.2 项目用海生态影响分析.....	205
4.3 项目用海资源影响分析.....	206
4.4 项目用海风险分析.....	213
5 海域开发利用协调分析	218
5.1 项目用海对海域开发活动的影响.....	218
5.2 利益相关者界定.....	218
5.3 相关利益协调分析.....	219
5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析.....	220
6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	221
6.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析.....	221

6.2 与相关规划符合性分析.....	229
7 项目用海合理性分析	241
7.1 项目用海选址合理性分析.....	241
7.2 用海方式和平面布置的合理性分析.....	243
7.3 用海面积的合理性分析.....	247
7.4 项目用海申请使用期限合理性分析.....	255
8 海域使用对策措施	257
8.1 区划实施对策措施.....	257
8.2 开发协调对策措施.....	258
8.3 风险防范对策措施.....	258
8.4 监督管理对策措施.....	262
8.5 生态用海分析.....	264
9 结论与建议	272
9.1 结论.....	272
9.2 建议.....	275
资料来源说明	错误!未定义书签。
1、 引用资料.....	错误!未定义书签。
2、 现场勘查资料	错误!未定义书签。
附录	错误!未定义书签。
附件	错误!未定义书签。

1 概述

1.1 论证工作由来

三亚中央商务区是海南自由贸易港建设的十一个重点园区之一，园区构建以总部经济、金融服务、现代商贸、邮轮游艇为主导，以专业服务与休闲文化为支撑的现代产业体系。

本项目选址三亚总部经济及中央商务区凤凰海岸单元南边海片区 NBH02-01-07 地块所形成的岸线，位于三亚市南边海国际游艇码头项目（以下简称游艇码头项目）与三亚南边海国际游艇荟项目（以下简称游艇荟项目）之间，作为连接游艇码头与游艇荟的重要中间枢纽。目前，现状护岸破损开裂严重，沿线景观杂乱不统一，植被覆盖少，岸边侵蚀严重，自然休闲功能缺失，浆砌石砂浆流失。因此，2022 年 1 月，三亚中央商务区管理局文件《三亚中央商务区管理局关于重新审批三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）立项的批复》（三商管审〔2022〕2 号）同意了三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）（以下简称三亚南边海游艇码头护岸修复工程）立项。

据此，三亚商务区开发建设有限公司委托我司海南正永生态工程技术有限公司（以下简称“我司”）承担了《三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）海域使用论证报告书》的编制工作。我司接受委托后，在资料收集、现场踏勘与调查、室内分析的基础上，按照《海域使用论证技术导则》的要求编制了《三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- 《中华人民共和国海上交通安全法》(中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订，2021 年 9 月 1 日起施行)；
- 《中华人民共和国环境保护法》(全国人民代表大会常务委员会，2016 年 11 月 7 日修订通过，2016 年 11 月 7 日起施行)；
- 《中华人民共和国海域使用管理法》(第九届全国人民代表大会常务委员会第

二十四次会议，自 2002 年 1 月 1 日起施行)；

- 《中华人民共和国海洋环境保护法》(2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议)；

- 《中华人民共和国渔业法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修改，自 2013 年 12 月 28 日起施行)；

- 《中华人民共和国港口法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议修改，自 2015 年 4 月 4 日起施行)；

- 《中华人民共和国防治陆源污染物污染损害海洋环境管理条例》(国务院令 61 号文，自 1990 年 8 月 1 日起施行)；

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

- 《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》(2017 年 3 月 1 日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》第二次修订)；

- 《建设项目环境保护管理条例》(国务院，2017 年 10 月 1 日起施行)；

- 《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》(2017 年 03 月 01 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》(国务院令 676 号)第五次修订)；

- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(十三届全国人大常委会第十七次会议，2020 年 9 月 1 日起施行)；

- 《中华人民共和国测绘法》(2017 年 4 月 27 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议第二次修订，2017 年 7 月 1 日起施行)

- 《中华人民共和国安全生产法》，(2014 年 8 月 31 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议，2014 年 12 月 1 日起施行)；

- 《中华人民共和国防洪法》(2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议第三次修正)；

- 《海南自由贸易港建设总体方案》(中共中央、国务院，2020 年 6 月 1 日)。

1.2.2 地方法律法规

- 《海南省环境保护条例》(2017 年 11 月 30 日海南省第五届人民代表大会常务委员会第三十三次会议第四次修正)；

- 《海南省海洋环境保护规定修正案（二）》(海南省人民代表大会常务委员会，2017年11月30日修订，2018年06月12日起施行)；
- 《海南省珊瑚礁和砗磲保护规定》(海南省人民代表大会常务委员会，自2017年1月1日起施行)；
- 《海南省自然保护区管理条例》(海南省第五届人民代表大会常务委员会第十次会议修订，2014年9月26日起施行)；
- 《海南省游艇管理试行办法》(海南省人民政府，2010年11月)；
- 《海南省实施<中华人民共和国海域使用管理法>办法修正案（二）》(海南省人民代表大会常务委员会，2018年4月3日修订，2018年5月15日起施行)；
- 《海南省海洋主体功能区规划》(海南省人民政府，2013年)；
- 《海南省生态保护红线管理规定》(2022年5月31日，海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议通过修订)
- 《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》(海南省人民政府，2017年9月)；
- 《国家生态文明试验区(海南)实施方案》，2019年5月中共中央办公厅、国务院办公厅印发；
- 《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》(海南省人民代表大会常务委员会，2015年7月31日海南省第五届人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订)；
- 《三亚市总体规划(空间类 2015-2030年)》(海南省人民政府，2016年11)；
- 《三亚市水上娱乐活动安全管理规定》(三亚市人民政府，2006年11月21日)；
- 《三亚市海域使用规划》(三亚市人民政府，2010年3月15日颁布实施)；
- 《三亚市游艇产业及游艇码头布局规划(2016-2030)》(三亚市人民政府，2017年1月。

1.2.3 技术规范、标准

- 《海域使用论证技术导则》(国家海洋局，自2010年8月20日起施行)；
- 《海域使用分类》(HY/T123-2009，国家海洋局，自2009年5月1日起施行)；
- 《海籍调查规范》(HY/T124-2009，国家海洋局，自2009年5月1日起施行)；
- 《海域使用面积测量规范》(HY070-2003，国家海洋局，自2003年10月1日

起施行);

- 《海滨观测规范》(GB/T14914-2006, 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会, 自 2006 年 8 月 1 日起施行);

- 《海洋监测规范》(GB17378-2007; 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会, 自 2008 年 5 月 1 日起施行);

- 《海洋调查规范》(GB12763-2007; 国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会, 自 2008 年 2 月 1 日起施行);

- 《海水水质标准》(GB3097-1997, 国家环境保护局, 自 1998 年 7 月 1 日起施行);

- 《海洋生物质量》(GB18421-2001, 国家质量监督检验检疫总局, 自 2002 年 3 月 1 日起施行);

- 《渔业水质标准》(GB11607-1989, 国家环境保护局, 自 1990 年 3 月 1 日起施行);

- 《海洋沉积物质量》(GB18668-2002, 国家质量监督检验检疫总局, 自 2002 年 10 月 1 日起施行);

- 《污水综合排放标准》(GB8978-1996, 国家环境保护总局, 自 1998 年 1 月 1 日起施行);

- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007, 国家环境保护总局, 自 2008 年 3 月 1 日起施行);

- 《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014, 中国国家标准化管理委员会)

- 《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ 19-2022, 环境保护部, 自 2022 年 7 月 1 日起施行);

- 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 自 2002 年 4 月 1 日起施行);

- 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018, 环境保护部, 自 2018 年 7 月 1 日起施行);

- 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》(国家海洋局, 自 2002 年 4 月

1 日起施行)；

- 《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T 231-2021, 交通运输部, 自 2021 年 7 月 1 日起施行)；

- 《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规程》(JTS/T231-2-2010, 交通运输部, 自 2010 年 9 月 1 日起施行)；

- 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》（自然资源部, 自 2020 年 11 月起试行)；

- 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018, 环境保护部, 自 2019 年 3 月 1 日起施行)；

- 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规(2021) 1 号)；

- 《宗海图编绘技术规范》(HY/T251-2018, 自然资源部, 自 2018 年 11 月 1 日起施行)；

1.2.4 相关基础资料

- 《三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）初步设计》，中铁第四勘察设计院集团有限公司，2022 年 3 月；

- 《三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）施工图》，中铁第四勘察设计院集团有限公司，2022 年 4 月；

- 海域使用论证委托书。

- 用海单位提供的其他工程资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证工作等级

根据《海域使用论证技术导则》(国家海洋局 2010 年 8 月 20 日发布)，海域使用论证工作实行论证等级划分制度，按项目的用海方式、规模和所在海域特征划分为一级、二级、三级。本项目用海类型为海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，项目用海总面积为 0.0807 公顷，涉海护岸长度为 160 m。按照技术导则要求，项目论证等级定为二级。见表 1.3.1-1。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级判据

本项目 用海方式	本项目 用海规模	论证等级判据			项目论证 等级
		用海规模	所在海域特征	论证等级	
非透水构筑物 用海	非透水构筑物 面积 0.0807 公 顷；涉海构筑 物总长度 160m。	构筑物总长度≥500 m；用 海面积≥10 公顷	所有海域	一	二
		构筑物总长度 (250~500) m；用海面 积 (5~10) 公顷	敏感海域	一	
			其他海域	二	
		构筑物总长度≤250 m；用 海面积≤5 公顷	所有海域	二	

1.3.2 论证工作范围

根据《海域使用论证技术导则》（2010），一般情况下二级论证工作范围以项目用海外缘线为起点，外扩 8km 为界，论证范围应覆盖项目用海所涉及到的全部区域。本项目用海为二级论证，根据以上分析，确定以本工程为起点，向西延伸 8km，向南延伸 8km 的范围为本项目论证范围，论证范围面积约 96.82km²。

本项目论证范围如图 1.3.2-1 所示。

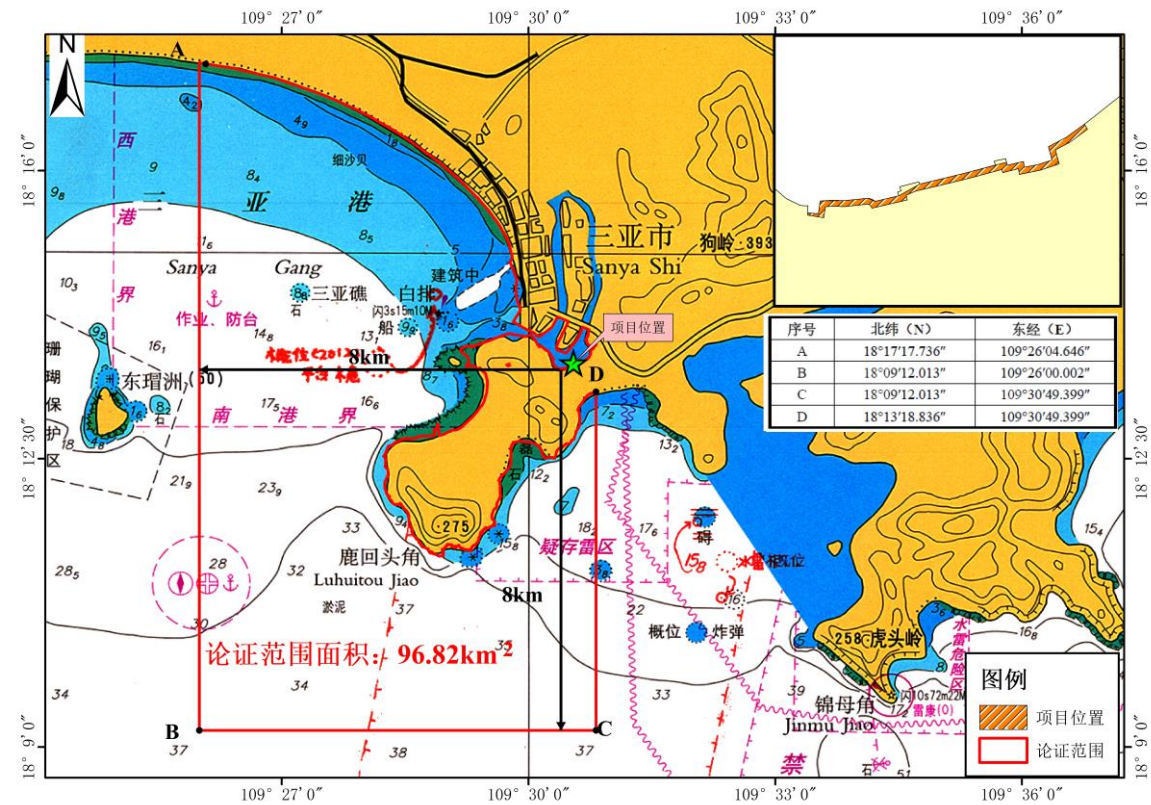


图 1.3.2-1 项目论证范围图

1.4 论证重点

根据项目用海类型和所在海域特征，对照《海域使用论证技术导则》（2010）中表 D.1 海域使用论证重点参照表，确定本项目论证重点为：

- (1) 项目用海必要性；
- (2) 选址合理性
- (3) 用海方式和布置合理性
- (4) 用海面积合理性分析；
- (5) 海域开发利用协调分析；
- (6) 项目用海对海域资源环境的影响分析；

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

(1) 项目名称：三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）

(2) 项目性质：新建

(3) 投资主体：三亚商务区开发建设有限公司

(4) 地理位置：本项目位于三亚市天涯区，三亚东河航道出海口左岸，在鸿洲国际游艇会时代海岸对岸。项目选址为三亚总部经济及中央商务区凤凰海岸单元南边海片区 NBH02-01-07 地块所形成的岸线，距三亚市中心约 3.0km，距凤凰岛约 2.5km。地理坐标约为 $18^{\circ}13'37.099''\text{N}$ 、 $109^{\circ}30'31.622''\text{E}$ ，项目位置见图 2.1-1。

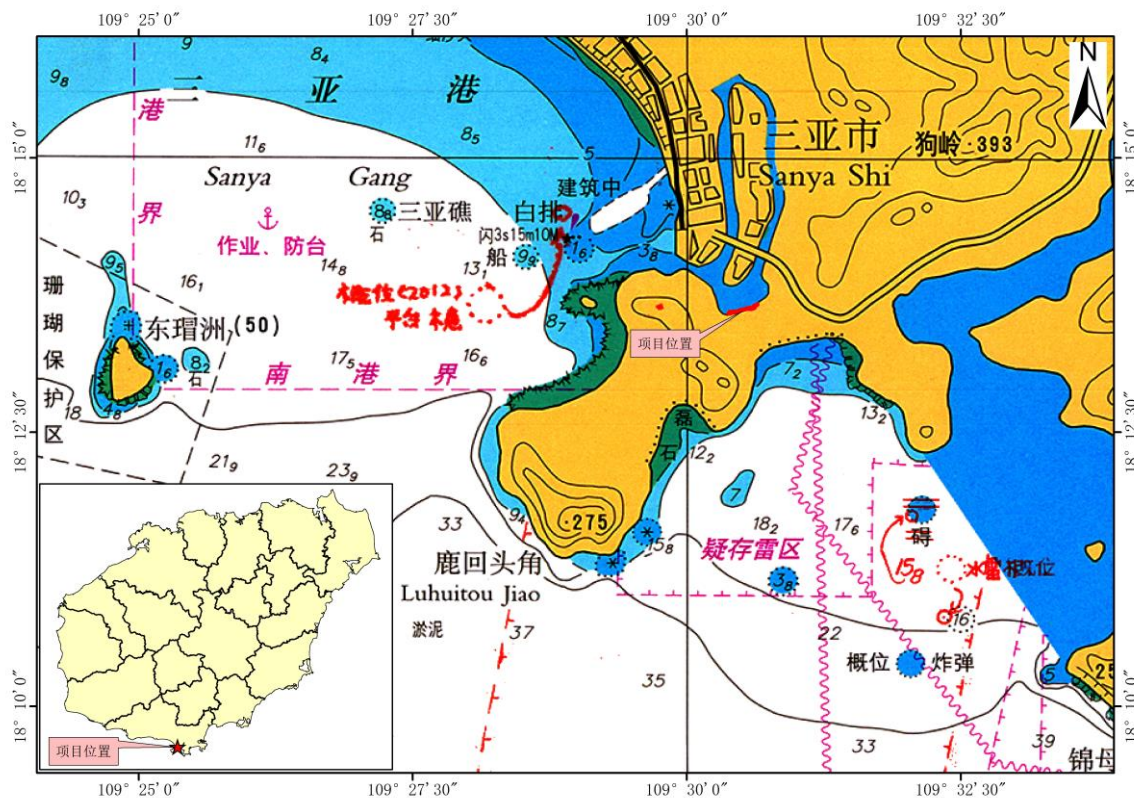


图 2.1-1a 项目地理位置

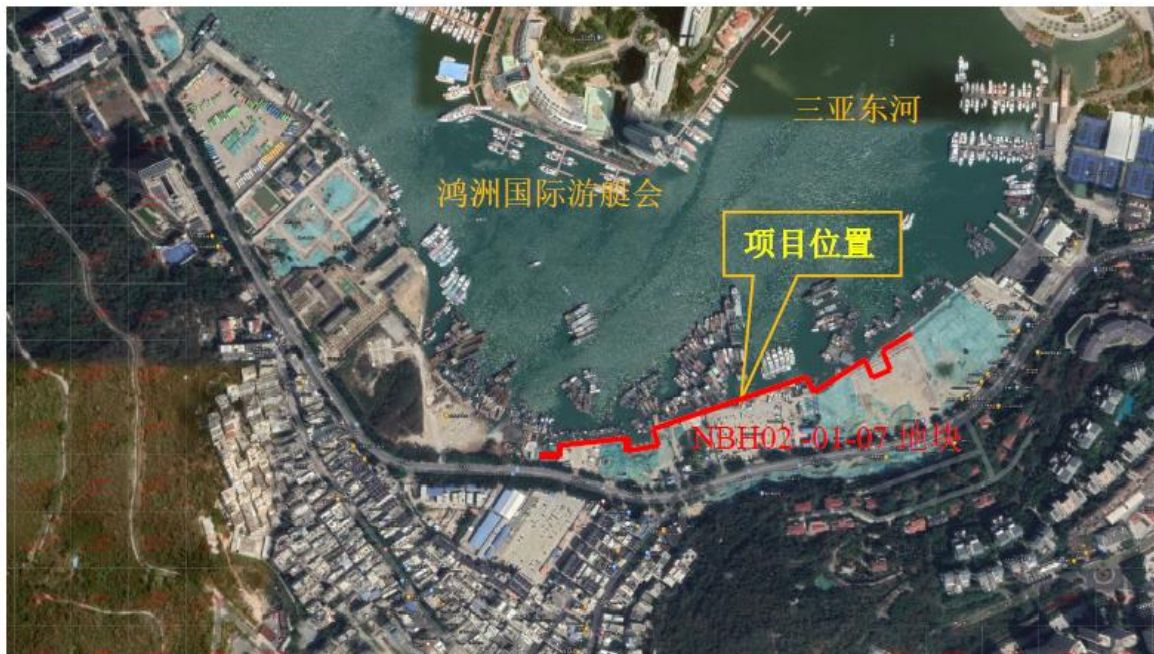


图 2.1-1b 项目地理位置（卫星图）

（5）项目概况

本工程为对原有护岸的修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，本工程修复护岸总长为 549.3m（其中 160m 占用海域），其中拆除重建护岸长度为 522.8m，维持原有护岸长度为 26.50m，项目用海总面积为 0.0807 公顷。护岸采用 L 型现浇钢筋混凝土挡土墙，总体呈东西布置。工程总工期为 7 个月。工程总投资 2804.75 万元。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 平面布置

2.2.1.1 总平面布置原则

（1）与三亚市游艇产业及游艇码头布局规划、南边海环河口游艇主题消费产业规划相一致；

（2）与水域游艇码头和后方游艇荟能平顺衔接，节约资源，做到既方便使用又经济合理；

（3）减少对水域游艇区域的影响；

（4）保护环境，切实考虑水利、海事、环保、消防等部门的要求，减少对防汛、环境的影响；

（5）护岸轴线走向与修测岸线尽量保持一致，并且不向海侧突破修测岸线。

2.2.1.2 护岸顶高程设计

（1）根据《游艇码头设计规范》（JTS165-7-2014）第5.4.10条，联系桥陆侧顶面高程沿海游艇码头可取极端高水位加0~1.0m富裕超高。

护岸顶高程： $2.24+0\sim1.0=2.24\sim3.24\text{m}$

（2）根据《防波堤与护岸设计规范》（JTS154-2018）第8.2.8.2条，当直立式护岸要求基本不越浪时，海港护岸顶高程不低于设计高水位以上1.0倍设计波高，并应高于极端高水位加超高值0.1~0.5m。

护岸顶高程：

$$1.42+0.2=1.62\text{m}$$

$$2.24+0.1\sim0.5=2.34\sim2.74\text{m}$$

（3）护岸后方紧邻三亚南边海国际游艇荟项目及南边海路，南边海路在本护岸段范围的高程为3.2~3.8m，高于100年一遇设计洪水位3.14m。

（4）护岸区域现状高程为2.2m左右。

综合上述分析，结合护岸现状高程，修复后的护岸顶高程取为2.4m。

2.2.1.3 项目总平面布置

本项目选址三亚总部经济及中央商务区凤凰海岸单元南边海片区 NBH02-01-07地块所形成的岸线，主要是对原有护岸进行修复。

由于现状护岸破损较严重，且无法收集到护岸的施工图，大部分都是当地居民私自修建的护岸或临时搭建的邻护岸架空平台，为保障游艇码头及游艇荟周边景观效果，本次设计拟对现状护岸基本采取拆除重建，局部保留的方案。

根据海南省 2019 年修测岸线，项目部分位置占用岸线向海侧海域。但根据项目位置岸线现状，占用海域部分已形成陆域。护岸平面布置与现状岸线的关系见图 2.2.1-1。

此外，三亚商务区开发建设有限公司已于 2021 年 8 月根据游艇荟项目申请拿到南边海路宗地权属，土地使用权面积 29673.19 平方米。本护岸结合游艇荟项目红线范围设置，未占用游艇荟项目红线。详见图 2.2.2-2。游艇荟项目不动产权证见附件 2。



图 2.2.1-1 护岸平面布置与现状岸线的关系图

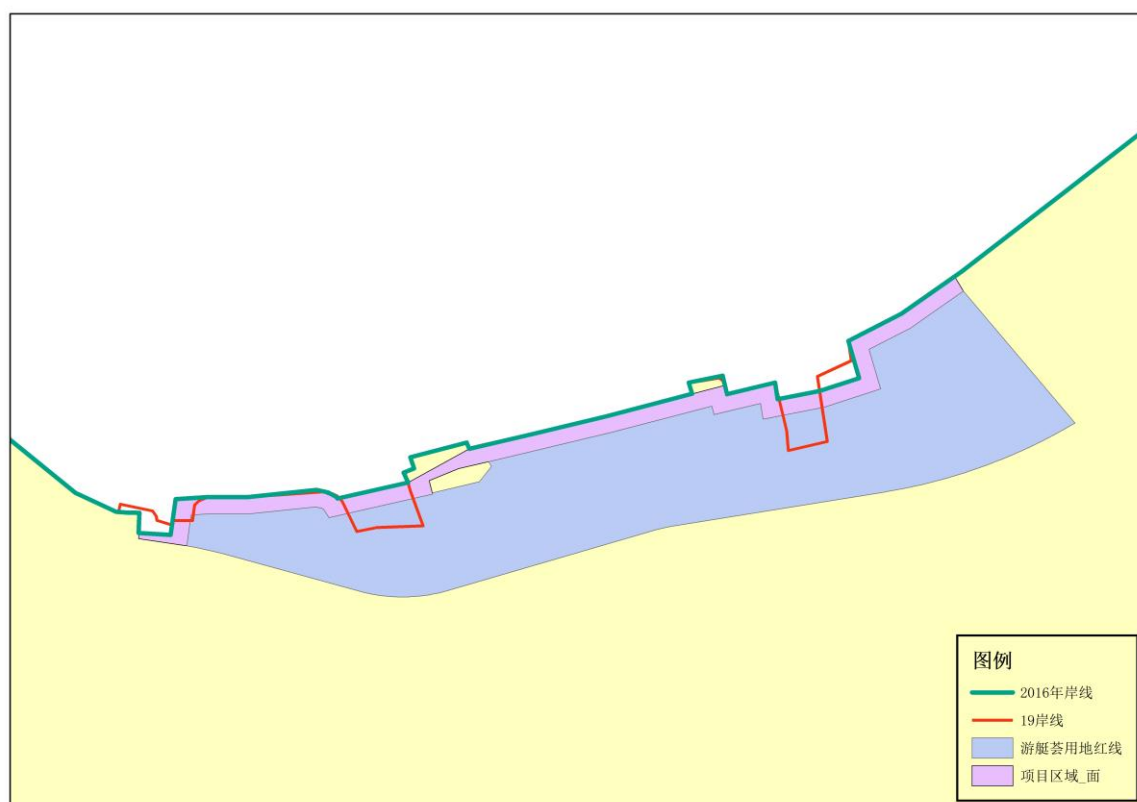


图 2.2.1-2 护岸平面布置与游艇荟项目的关系图

依据实测岸线及修测岸线的走向与相互位置关系，结合游艇码头项目及游艇荟项目的设计范围，在充分考虑现状实测岸线的情况下，本次重建护岸基本沿修测岸线布置，局部稍有调整。护岸总长 549.3m，其中新建护长 522.80m，保留原有护岸长 26.5m。项目占地面积 5304.769m²（7.957 亩）。护岸节点编号从 K1 依次至 K19，K1-K3 段（沿修测岸线）：长 26.5m，距南边海路较近，该段为原始滩地，布置游艇下水斜坡道，由游艇码头设计单位统筹考虑，保留原有自然护岸。K3-K8 段（沿修测岸线）：长 147.2m，沿修测岸线重建护岸。K8-K9 段（不突破修测岸线）：长 40m，本段修测岸线与实测岸线走向十分不规整，影响了周边景观效果，因此按不突破修测岸线考虑，顺直布置护岸。K9-K11 段（整体沿修测岸线，局部稍作调整）：长 149.8m，本段护岸整体沿修测护岸走向重建，局部由于转角较多，按不突破修测岸线，往陆域稍微调位置。K11-K19（沿修测岸线）：长 185.8m，按修测岸线重建护岸。

项目总平面布置图见图 2.2.1-3。

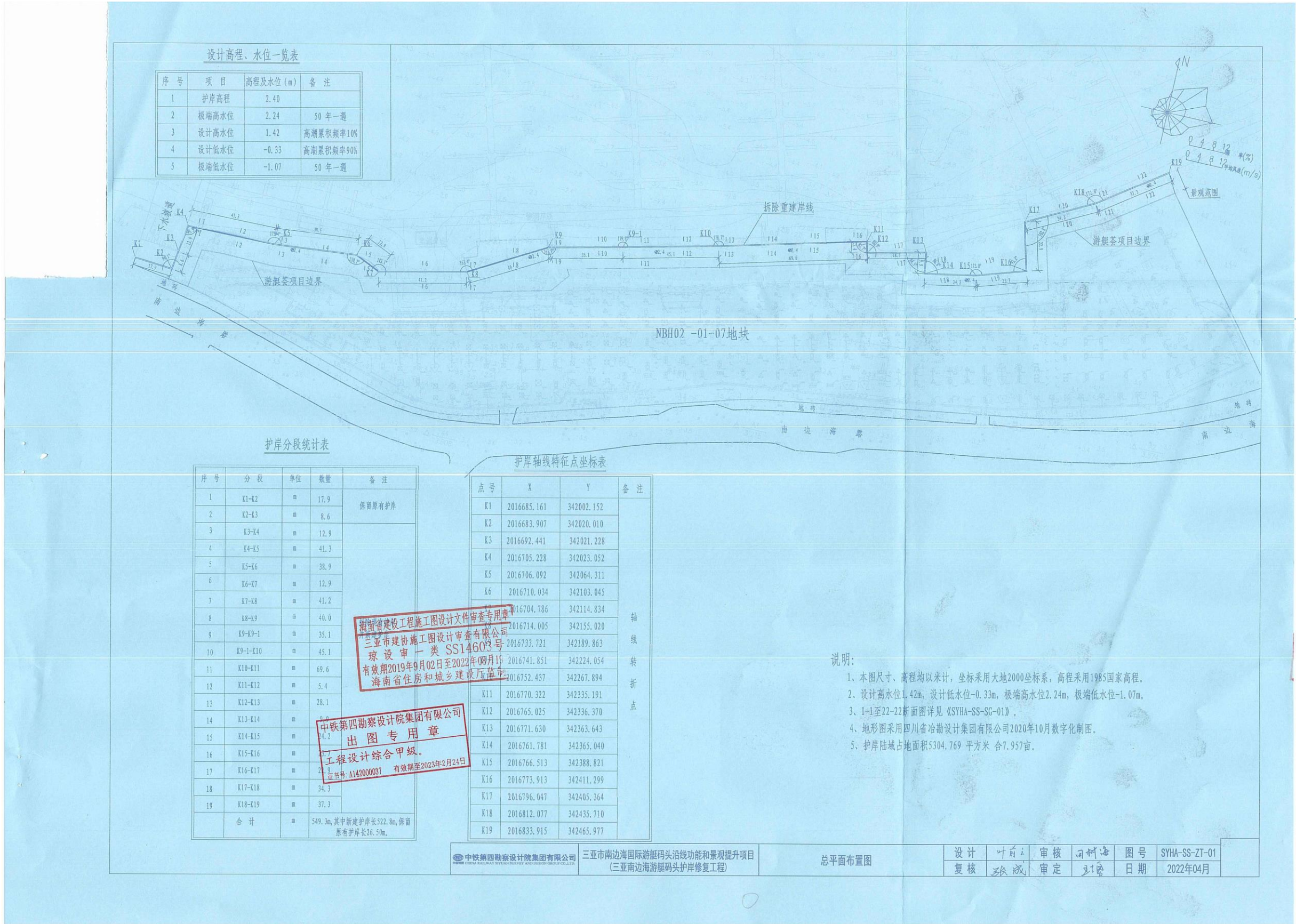


图 2.2.1-1 项目总平面图布置图

2.2.2 主要结构、尺度

2.2.2.1 护岸结构

2.2.2.1.1 护岸结构方案

根据工程地形、地质、水位变幅、流速、波浪等自然条件及使用要求，结合总平面布置的要求，考虑到经济合理、技术可行等因素，本工程护岸结构采用现浇钢筋混凝土结构及预制空箱结构两种方案进行比选。

方案一：现浇钢筋混凝土挡墙结构方案（推荐方案）

护岸采用 L 型现浇钢筋混凝土挡土墙，墙底面高程 0.0m，悬臂段顶面高程 2.4m，墙后填土顶面高程 2.00m，悬臂段宽 0.4m，高 1.4m，墙底板宽 4.5m，高 1m，悬臂段后通长布置 50cm×30cm 倒滤层，且导滤层下做 10cm 硬化处理，沿墙后通常布置土工复合排水垫，墙上设置 $\Phi 50\text{mm}$ PVC 排水孔，排水孔间隔 1.5m。沿墙后铺设厚 0.6m 级配碎石层，通长布置，并铺设土工布和粗砂层防止墙后填料渗漏。

挡墙基础采用直径 1m 的双排钻孔灌注桩，桩基横向间距 2.5m，纵向间距 3m，单根桩长 10~15m，根据各段地质情况确定，桩顶与挡墙底板固结，挡墙每 12m~15m 设置一道沉降缝，缝宽 20mm，采用低发泡高压聚乙烯板填充。墙后回填土分层压实，压实度不小于 96%，严禁采用淤泥、杂填土等材料回填。

护岸典型断面见图 2.2.2-1、护岸立面图见图 2.2.2-2、桩基布置平面图及坐标见图 2.2.2-3 和图 2.2.2-4、 $\Phi 1000\text{mm}$ 钻孔灌注桩结构图见图 2.2.2-5、挡墙配筋图见图 2.2.2-6、沉降、位移观测点布置图见图 2.2.2-7。

方案二：预制空箱挡墙结构方案

为便于施工，在护岸前沿线位置设置 C40 预制空箱挡墙，空箱高 1.60m，空箱底高程 0.20m，顶高程 1.80m。空箱底板下设置厚度 0.5m 的级配碎石垫层，空箱顶设置盖板，盖板顶高程 2.0m，厚度 0.2m。盖板临水侧设置钢筋混凝土压顶，压顶宽度 0.4m，高度 0.4m，间隔 10m 分缝，缝宽 20mm，采用闭孔泡沫板填缝，并在压顶上设置透空栏杆。预制空箱前采用块石护脚，护脚宽度 1.0m，护脚顶高程 0.55m，临水侧采用 1:2.0 放坡。为满足抗浮要求在空箱内回填碎石，空箱后场区回填土至 2.0m 高程。预制空箱底桩基础同方案一。

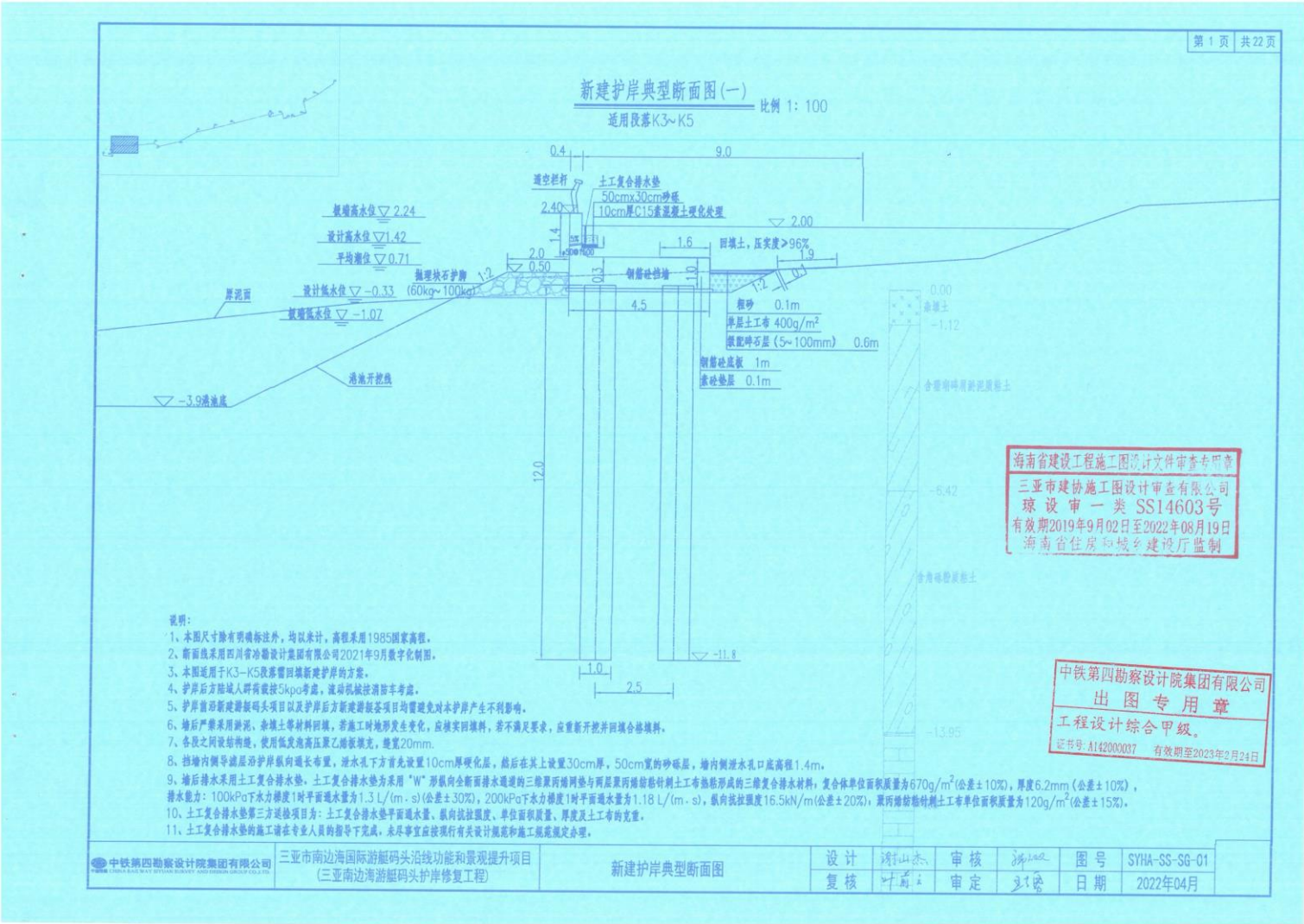


图 2.2.2-1a 新建护岸典型断面图（适用于 K3-K5 段）



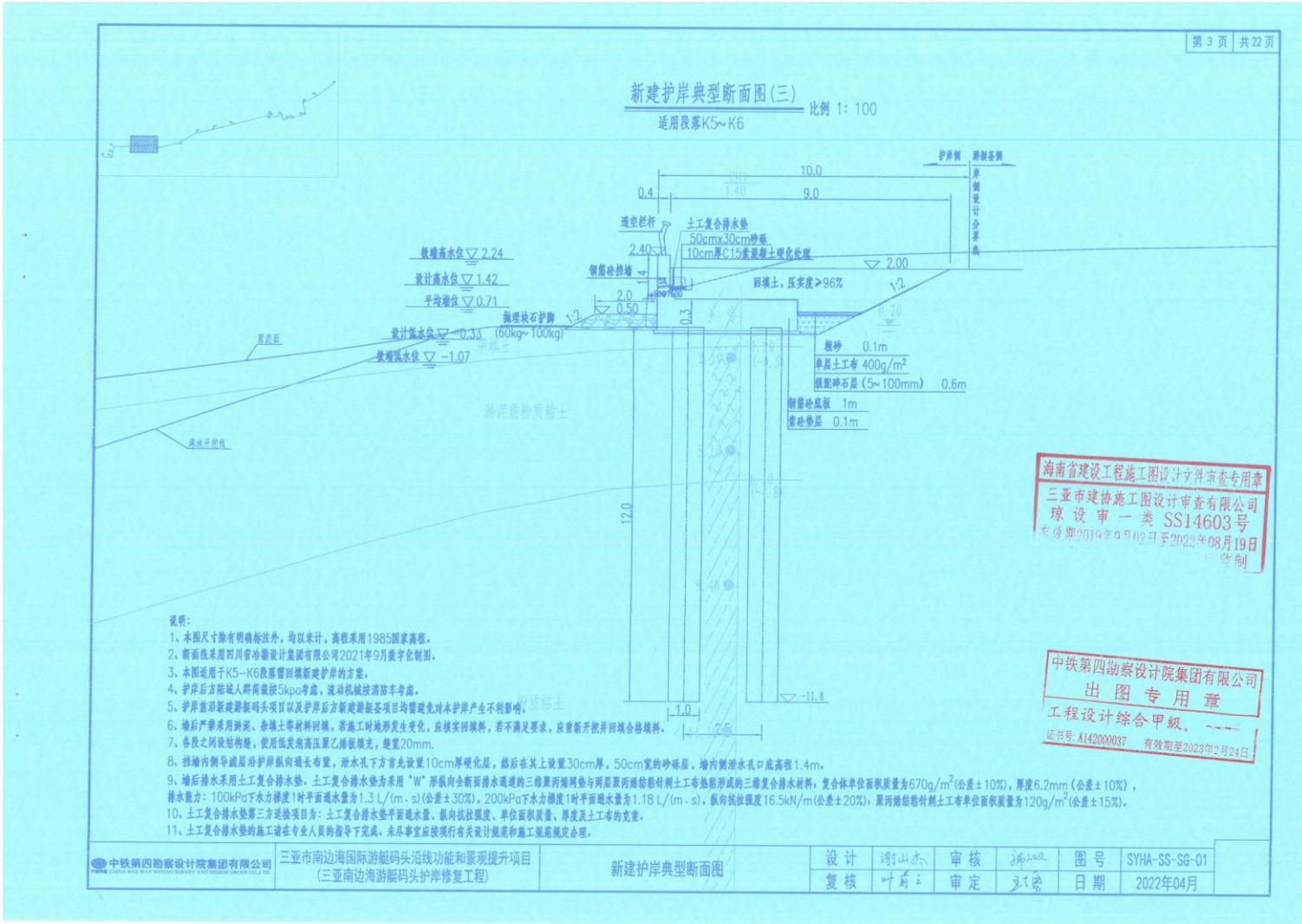


图 2.2.2-1c 新建护岸典型断面图（适用于 K5-K6 段）

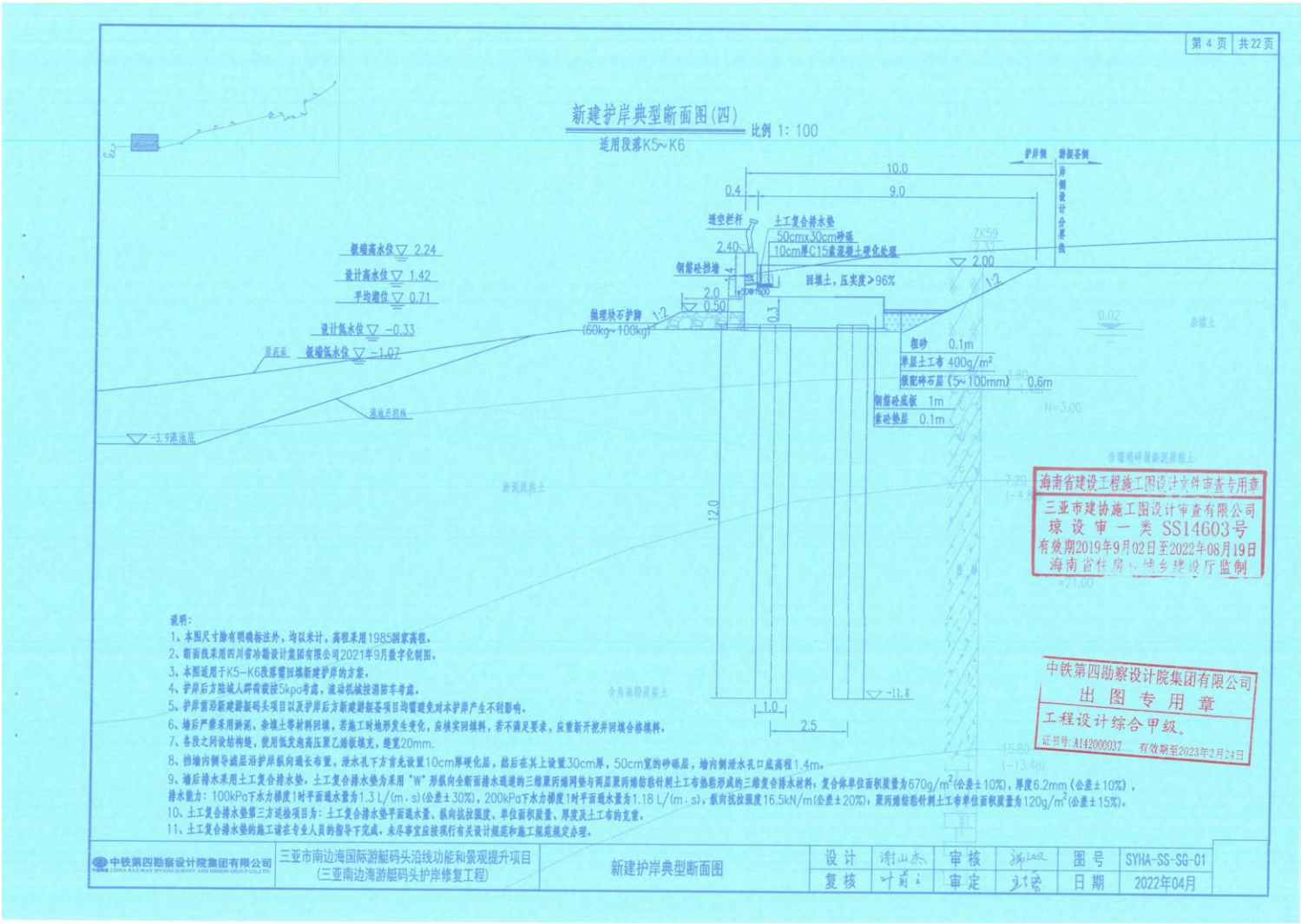
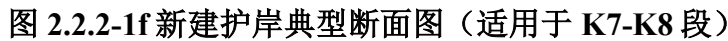


图 2.2.2-1d 新建护岸典型断面图（适用于 K5-K6 段）



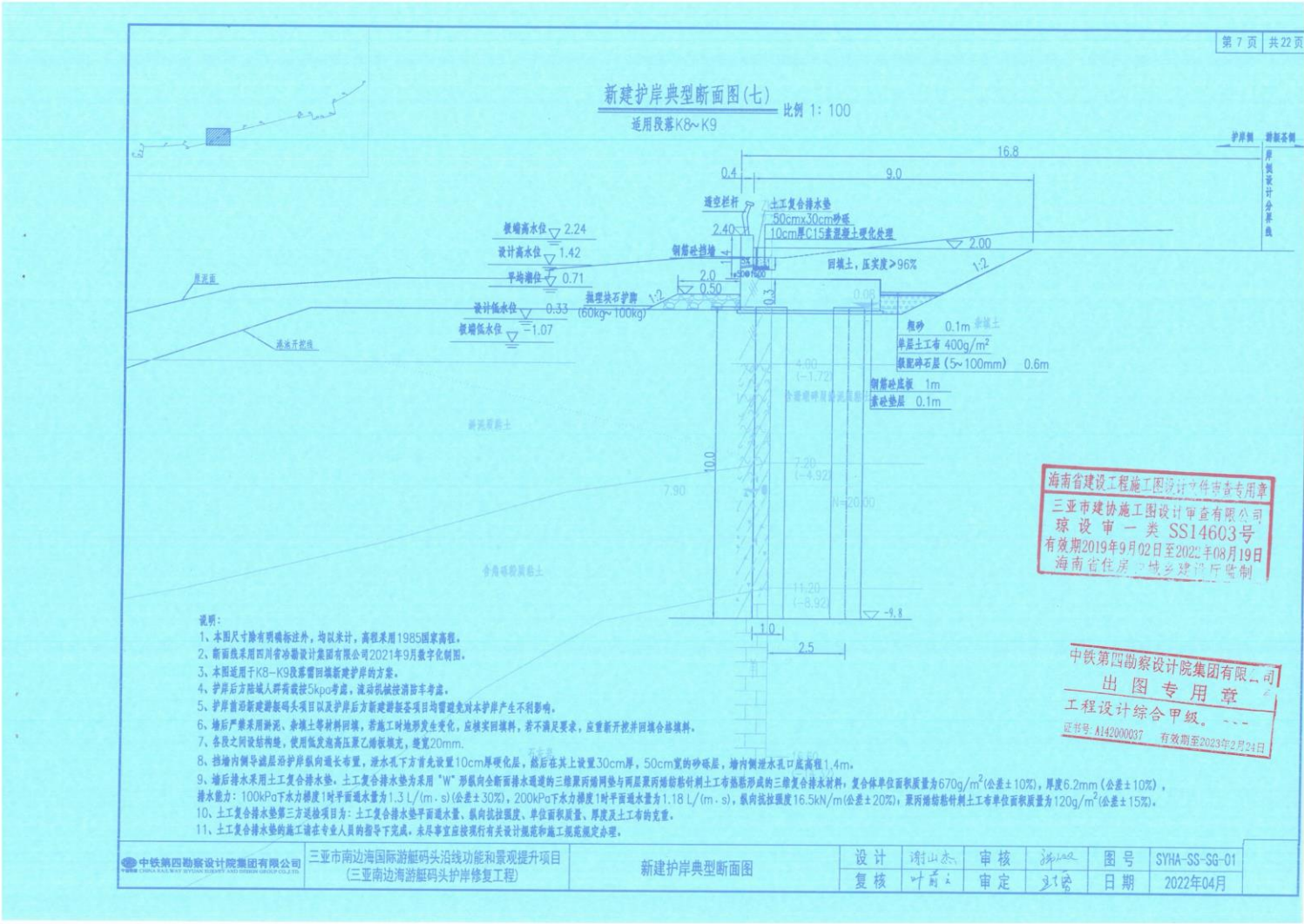


图 2.2.2-1g 新建护岸典型断面图（适用于 K8-K9 段）

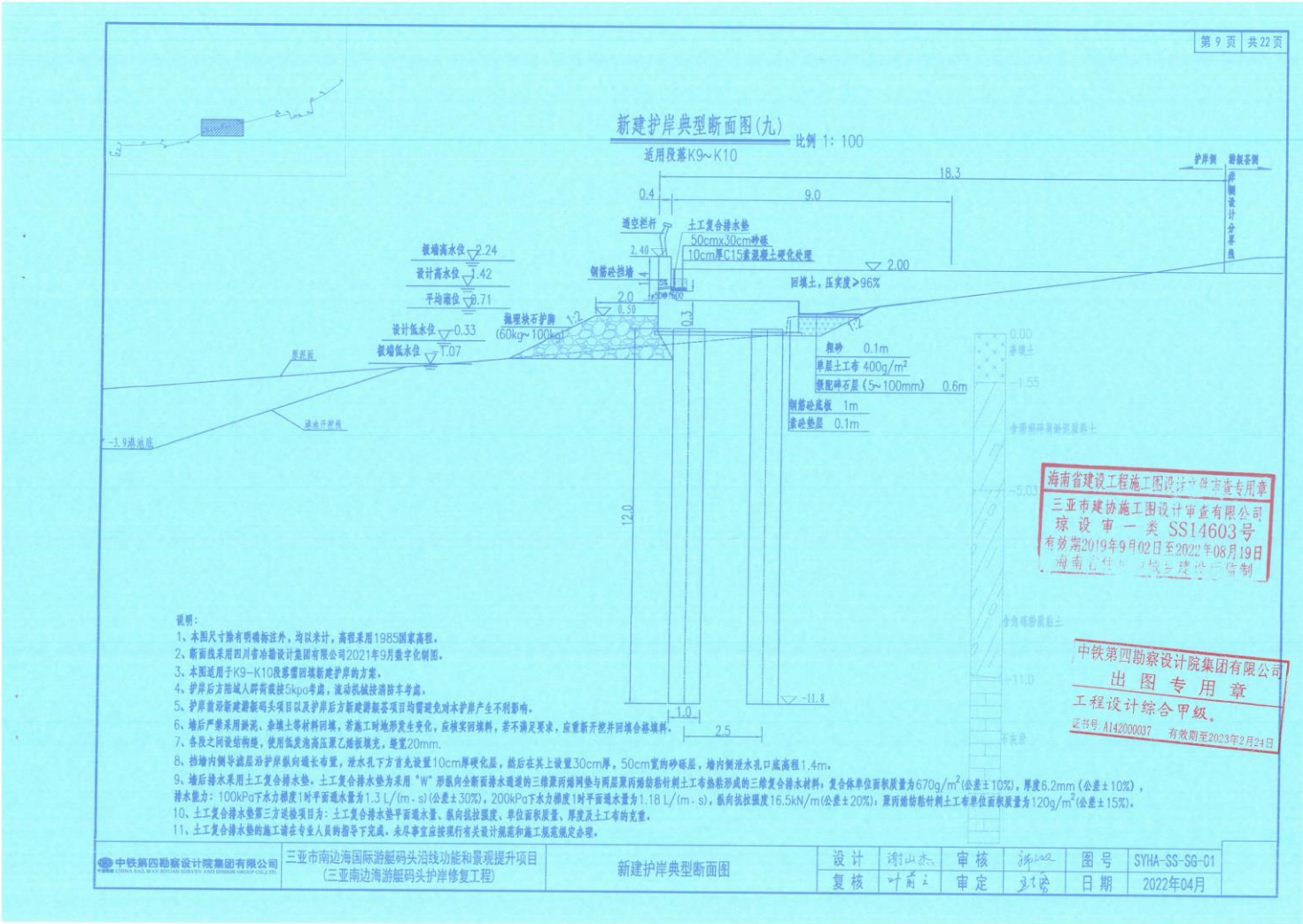


图 2.2.2-1i 新建护岸典型断面图（适用于 K9-K10 段）



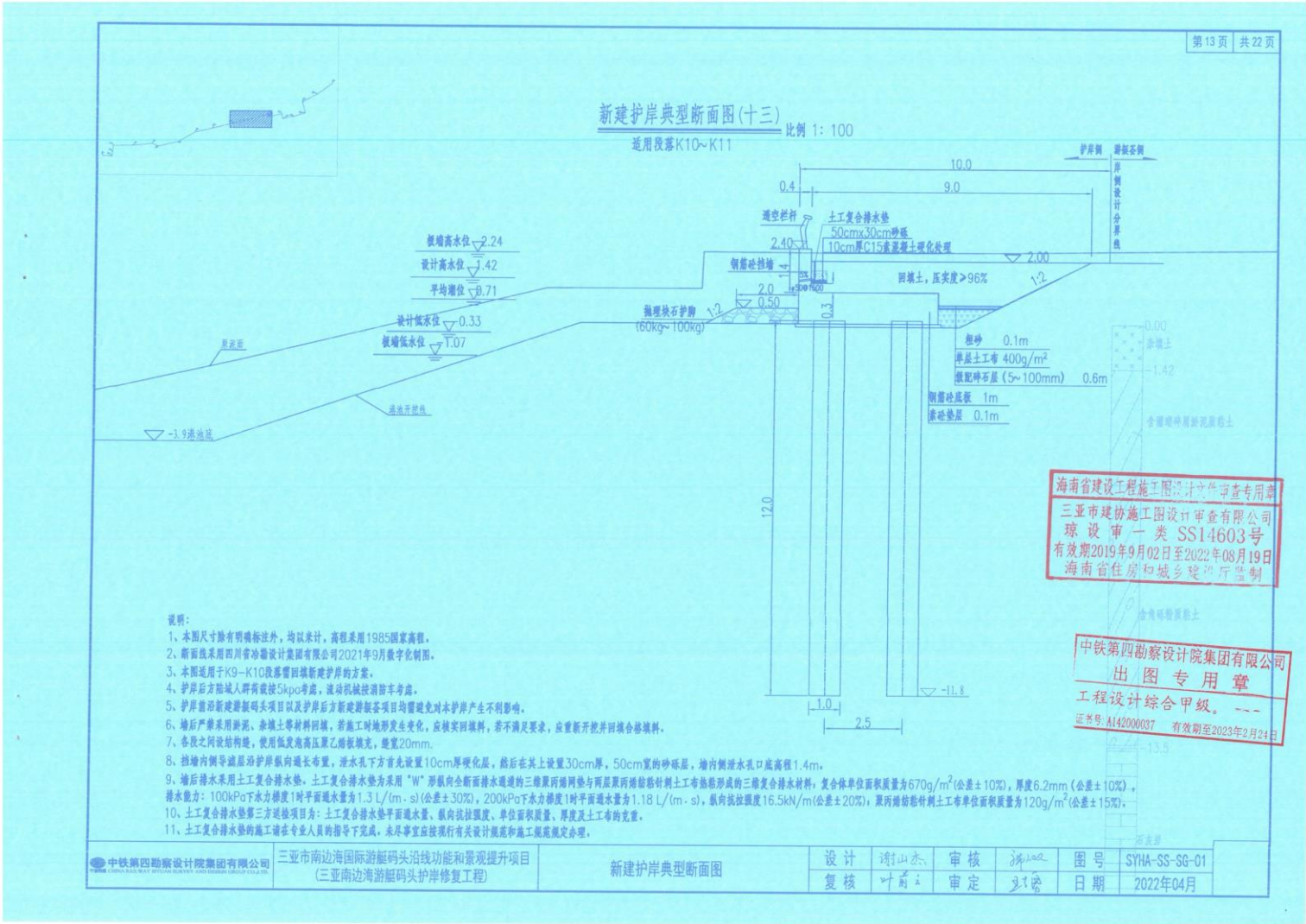


图 2.2.2-1m 新建护岸典型断面图（适用于 K10-K11 段）

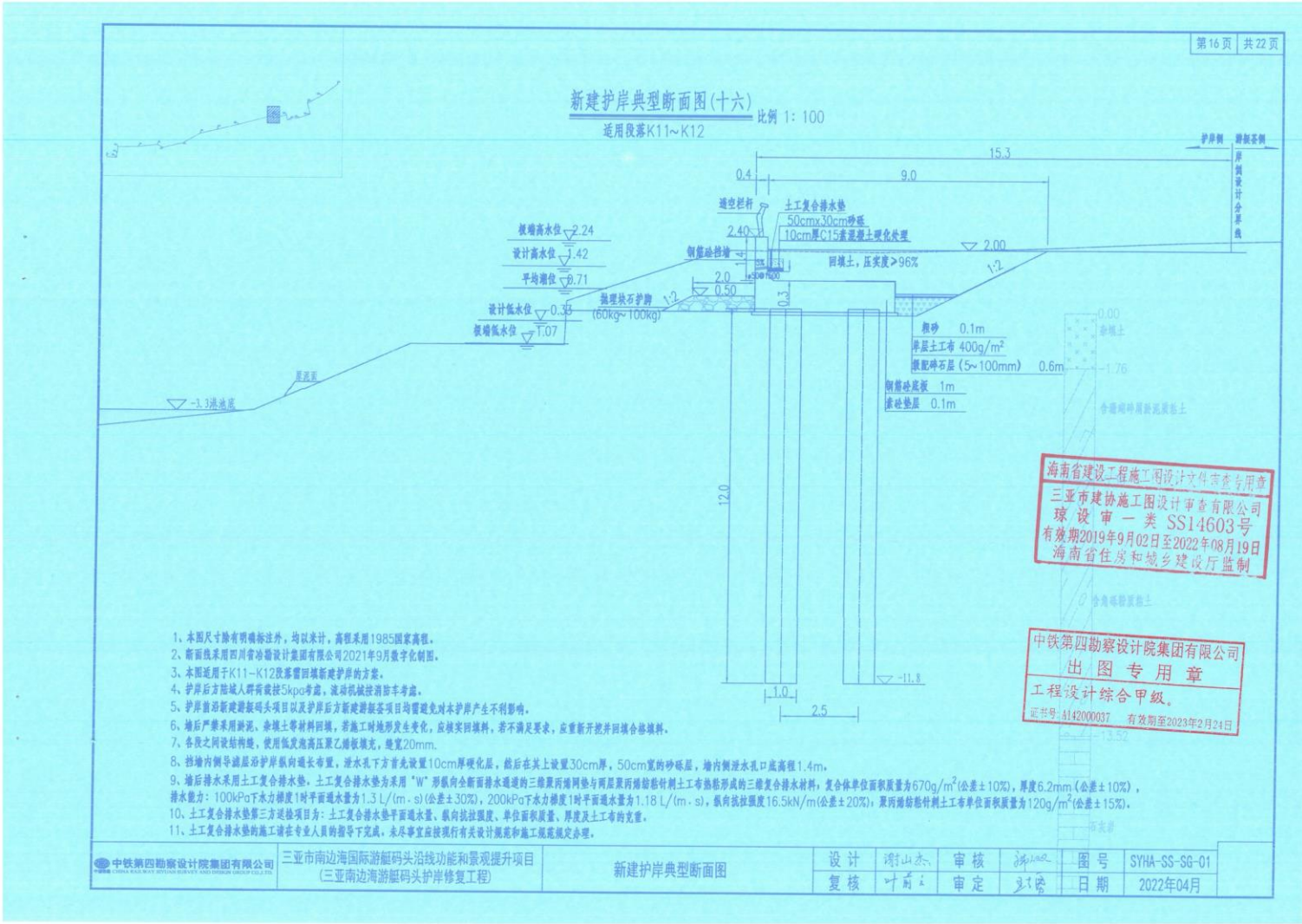


图 2.2.2-1p 新建护岸典型断面图（适用于 K11-K12 段）

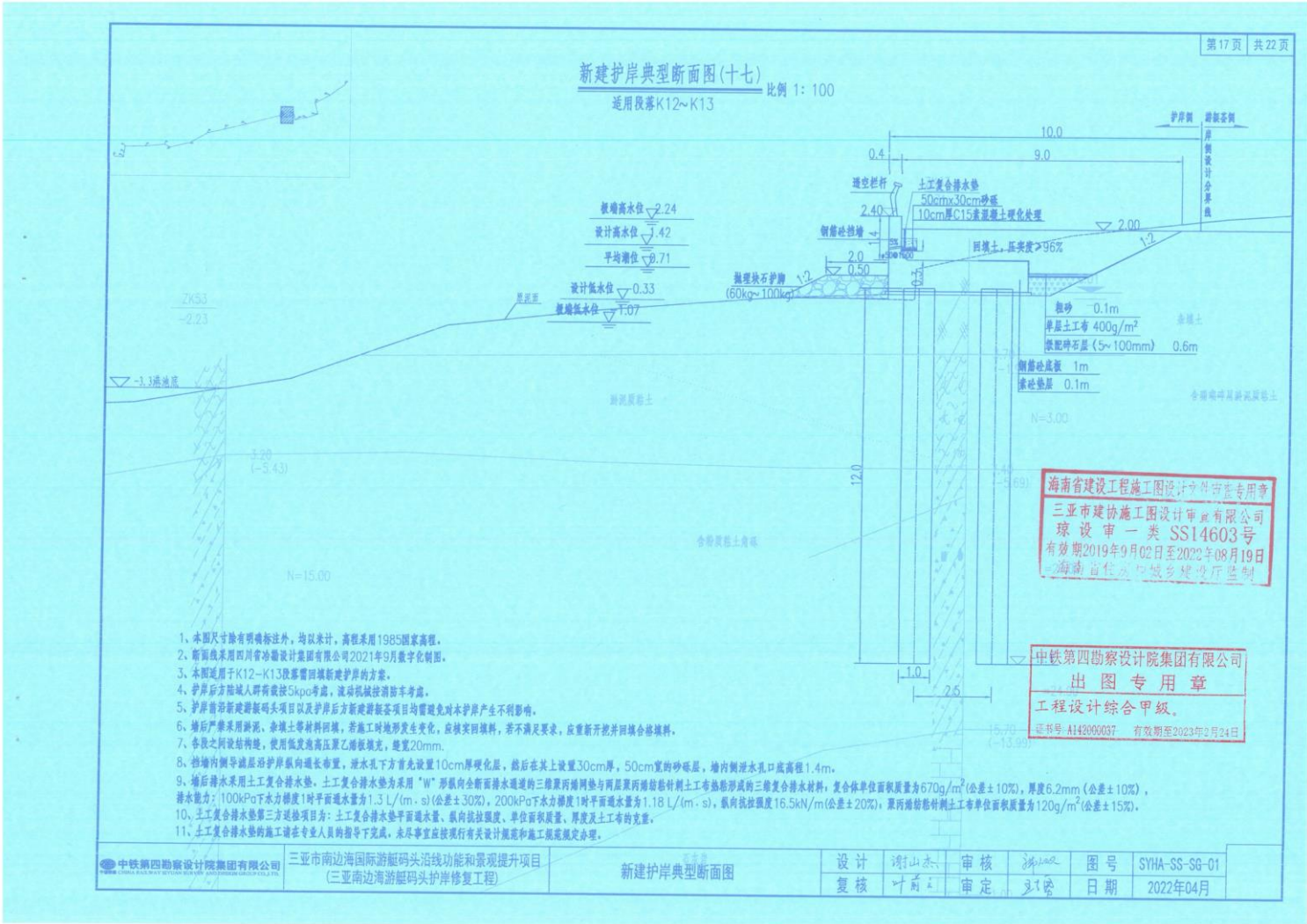


图 2.2.2-1q 新建护岸典型断面图（适用于 K12-K13 段）

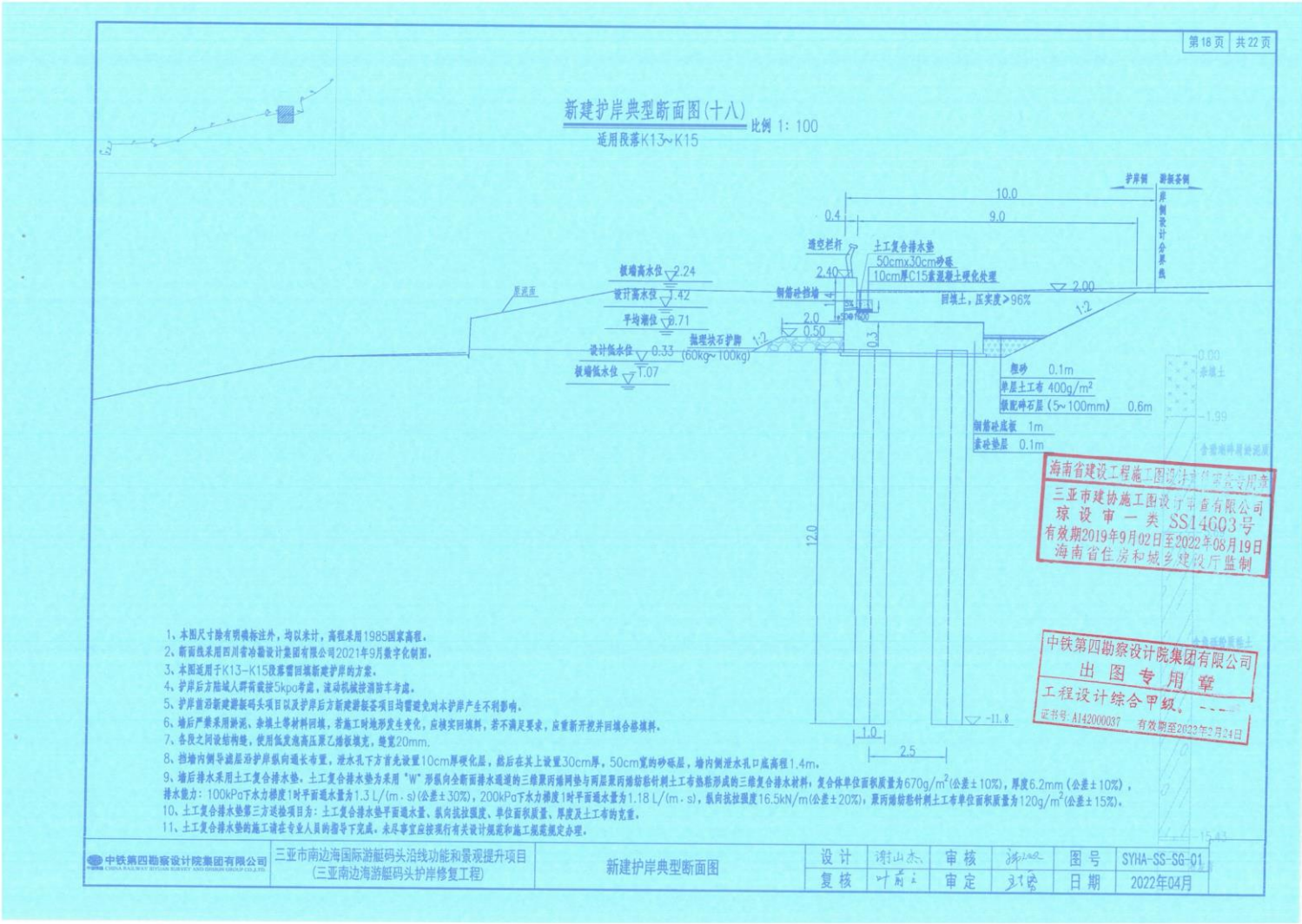


图 2.2.2-1r 新建护岸典型断面图（适用于 K13-K15 段）

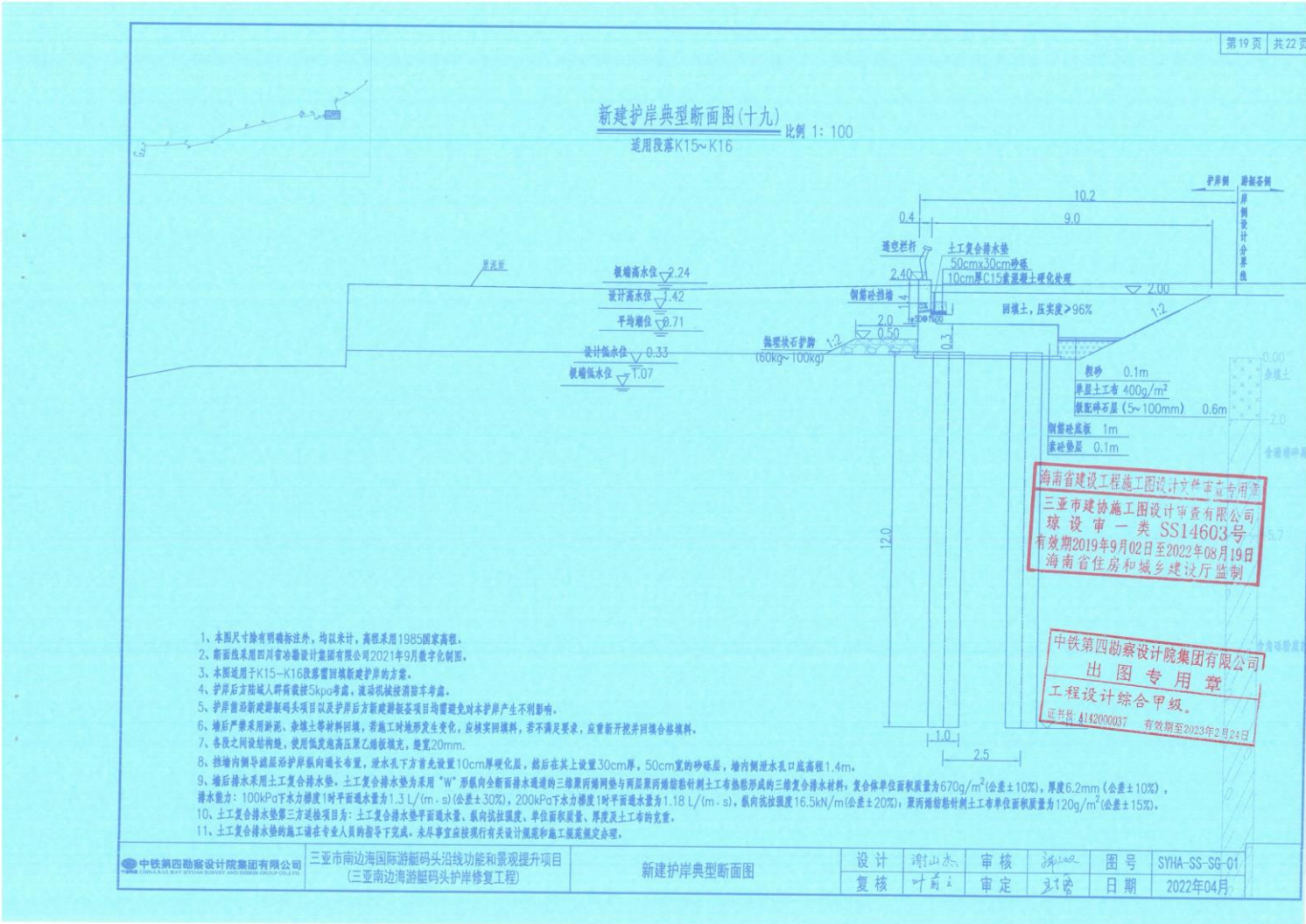


图 2.2.2-1s 新建护岸典型断面图（适用于 K15-K16 段）

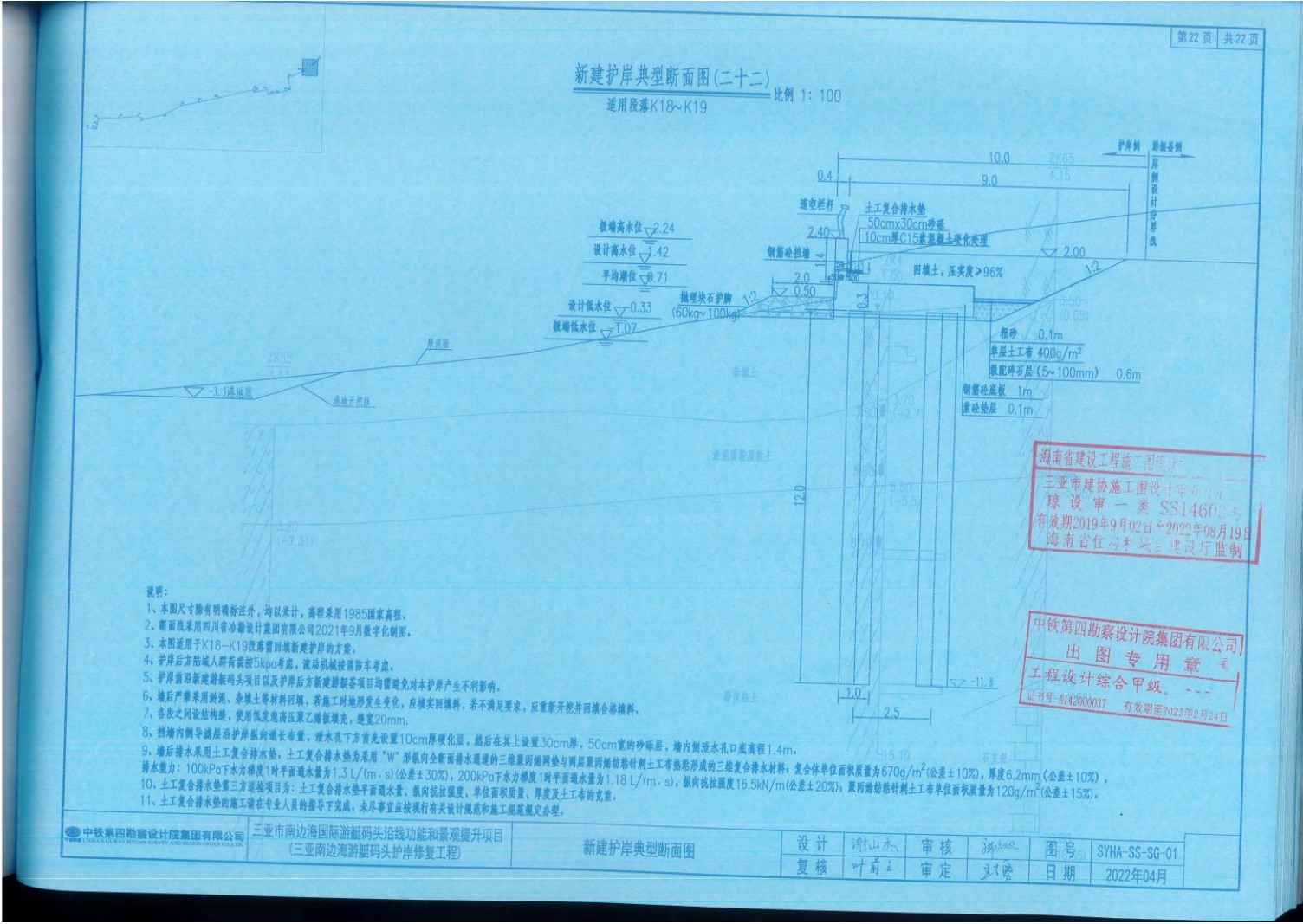


图 2.2.2-1v 新建护岸典型断面图（适用于 K18-K19 段）

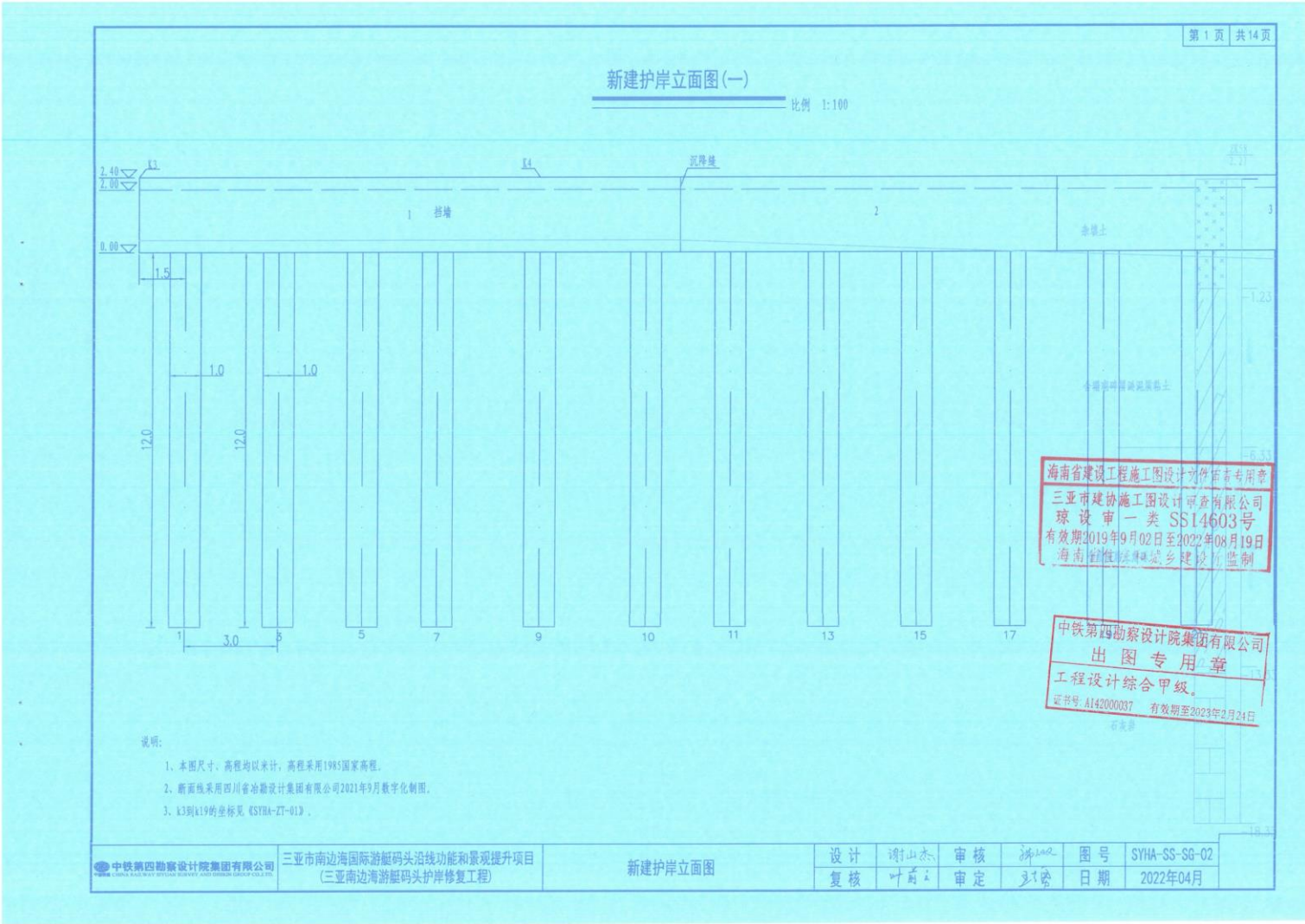


图 2.2.2-2a 新建护岸立面图（一）

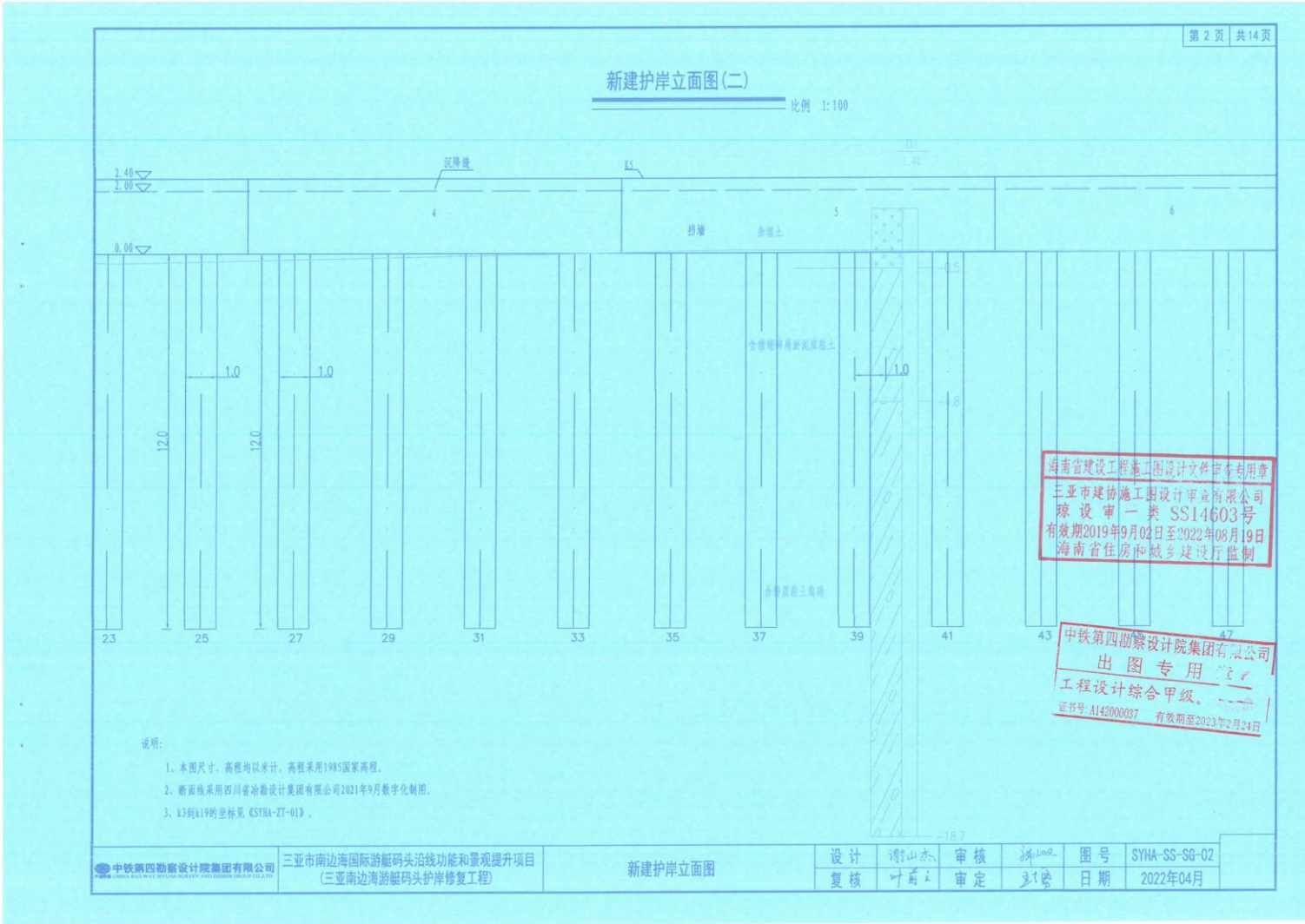


图 2.2.2-2b 新建护岸立面图（二）

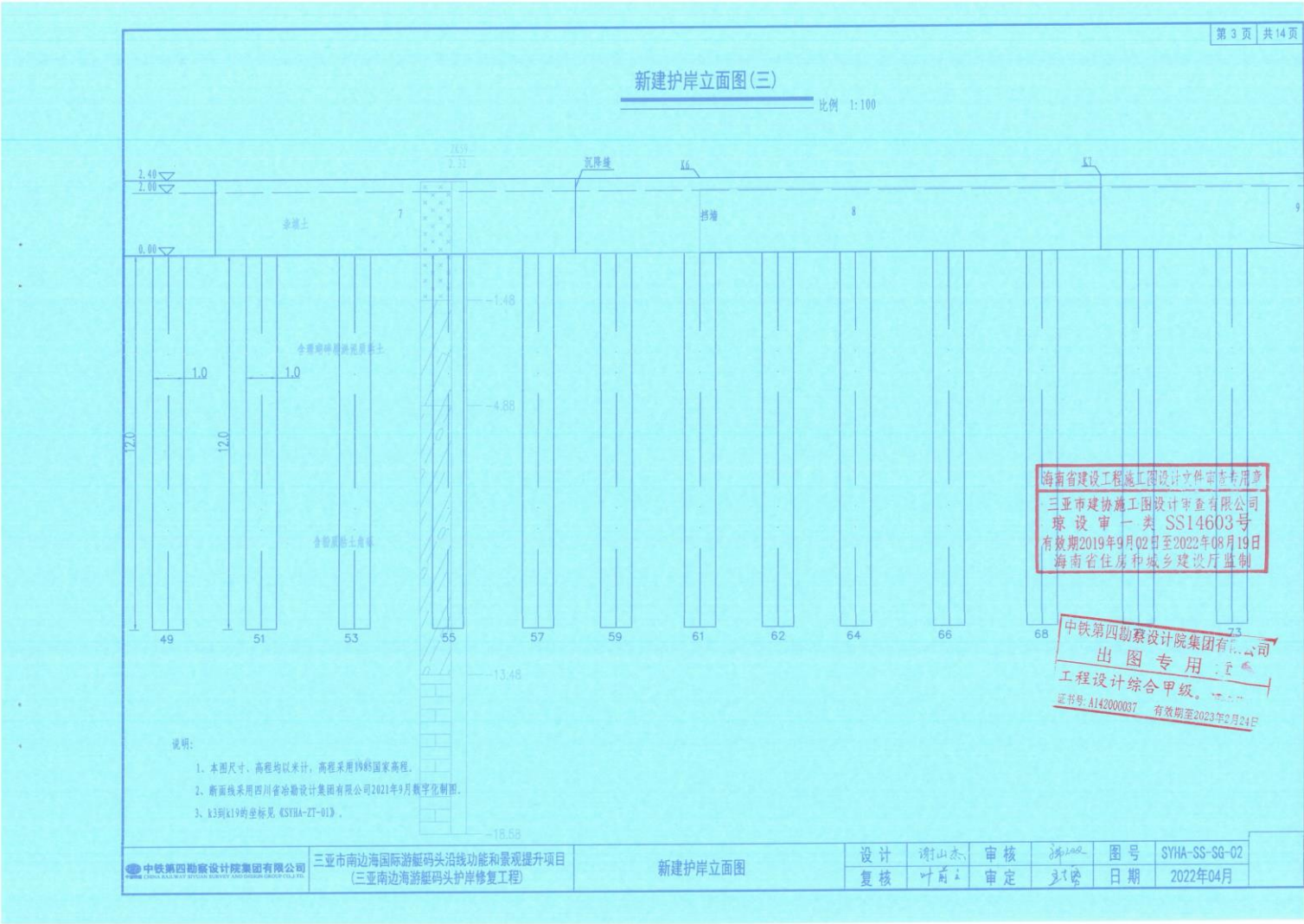


图 2.2.2-2b 新建护岸立面图（二）

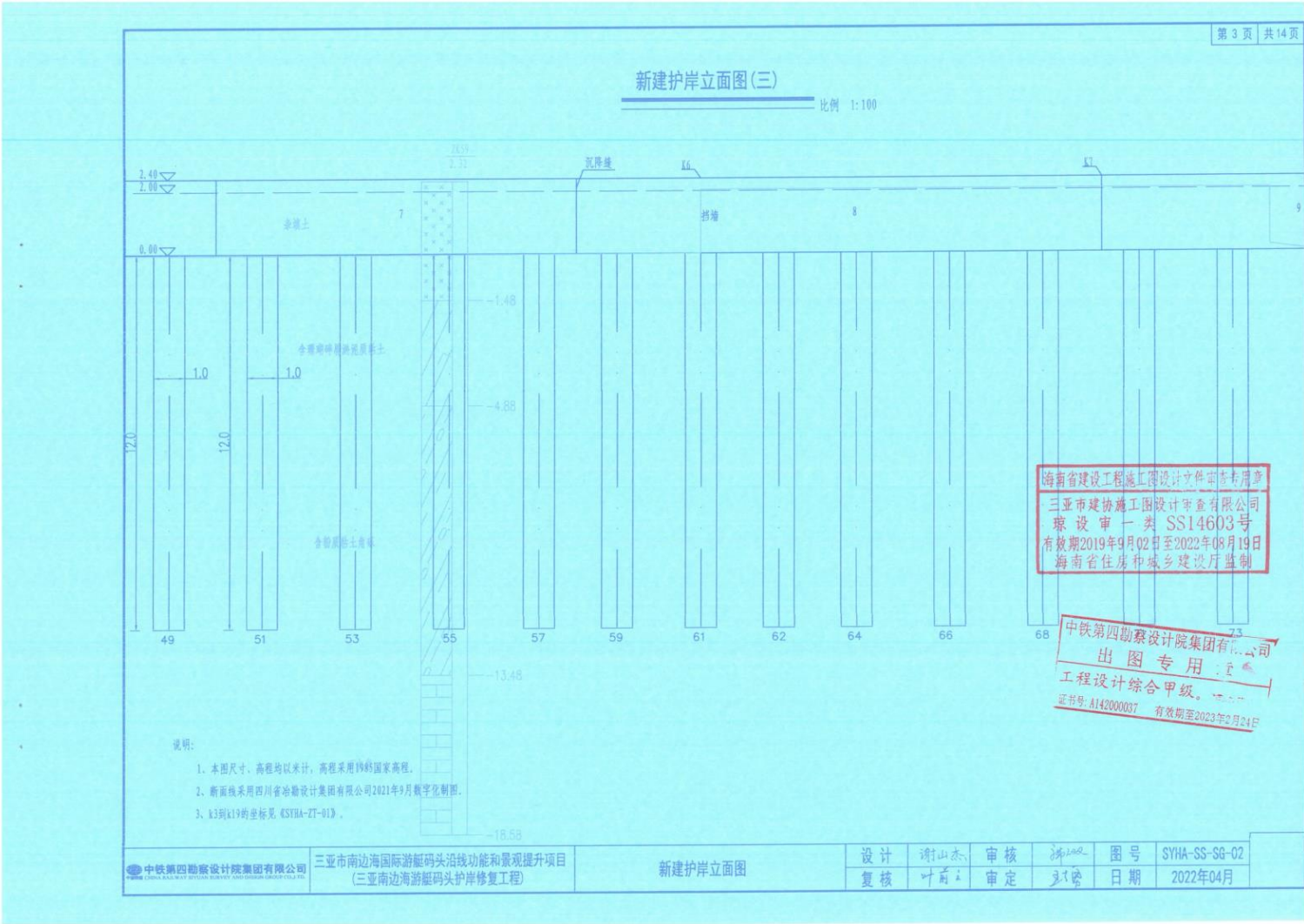


图 2.2.2-2c 新建护岸立面图（三）

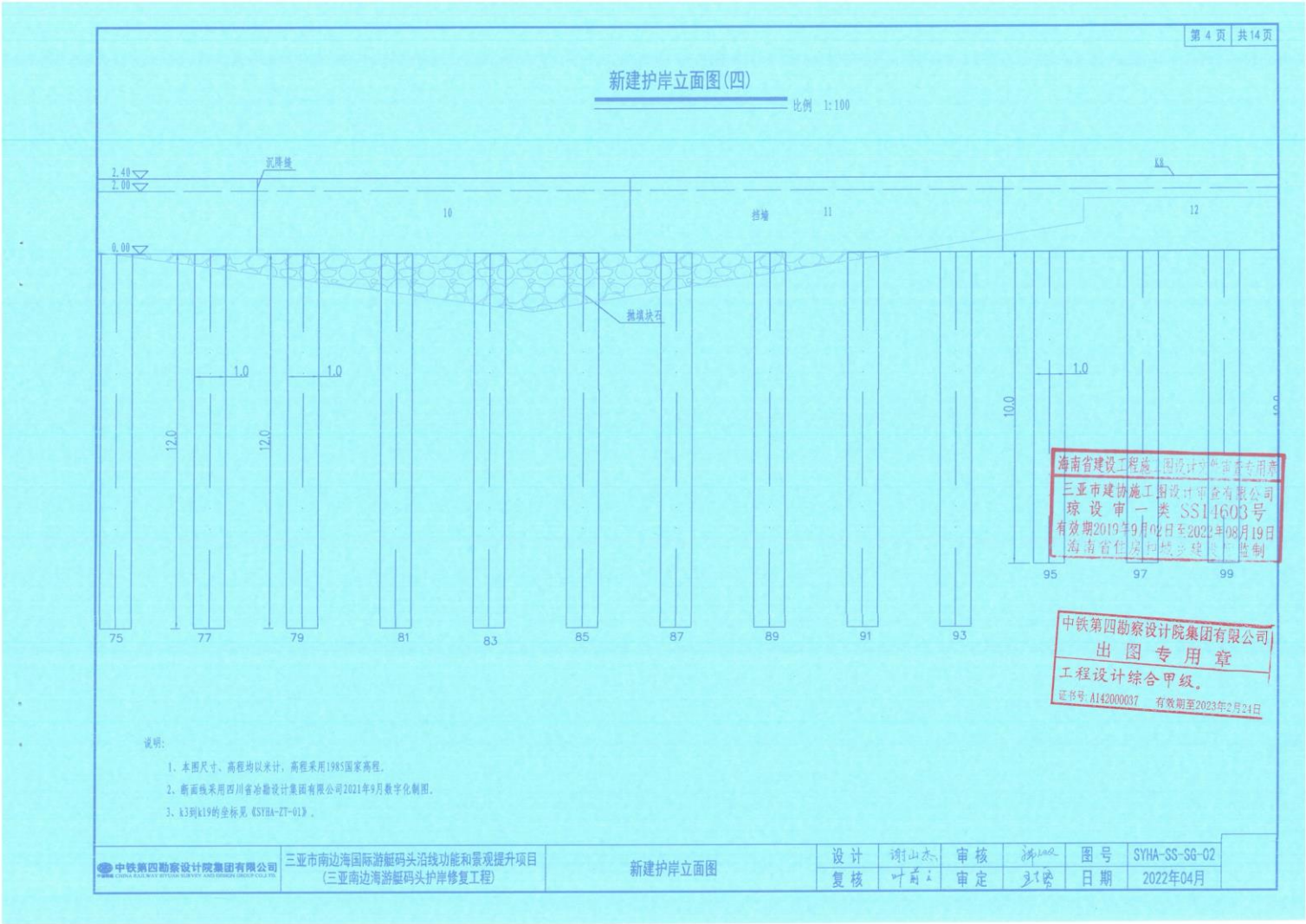


图 2.2.2-2d 新建护岸立面图（四）

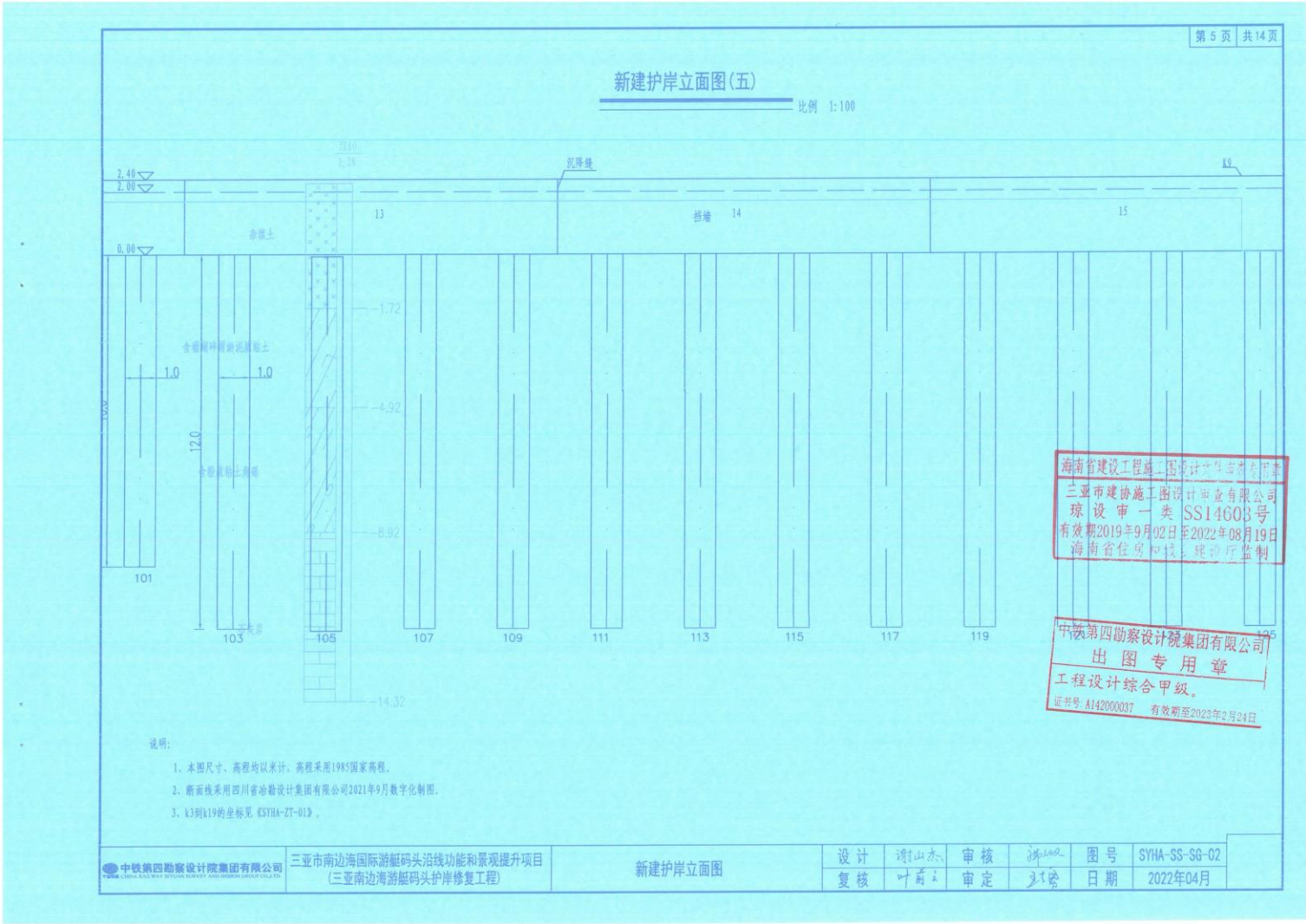


图 2.2.2-2e 新建护岸立面图（五）

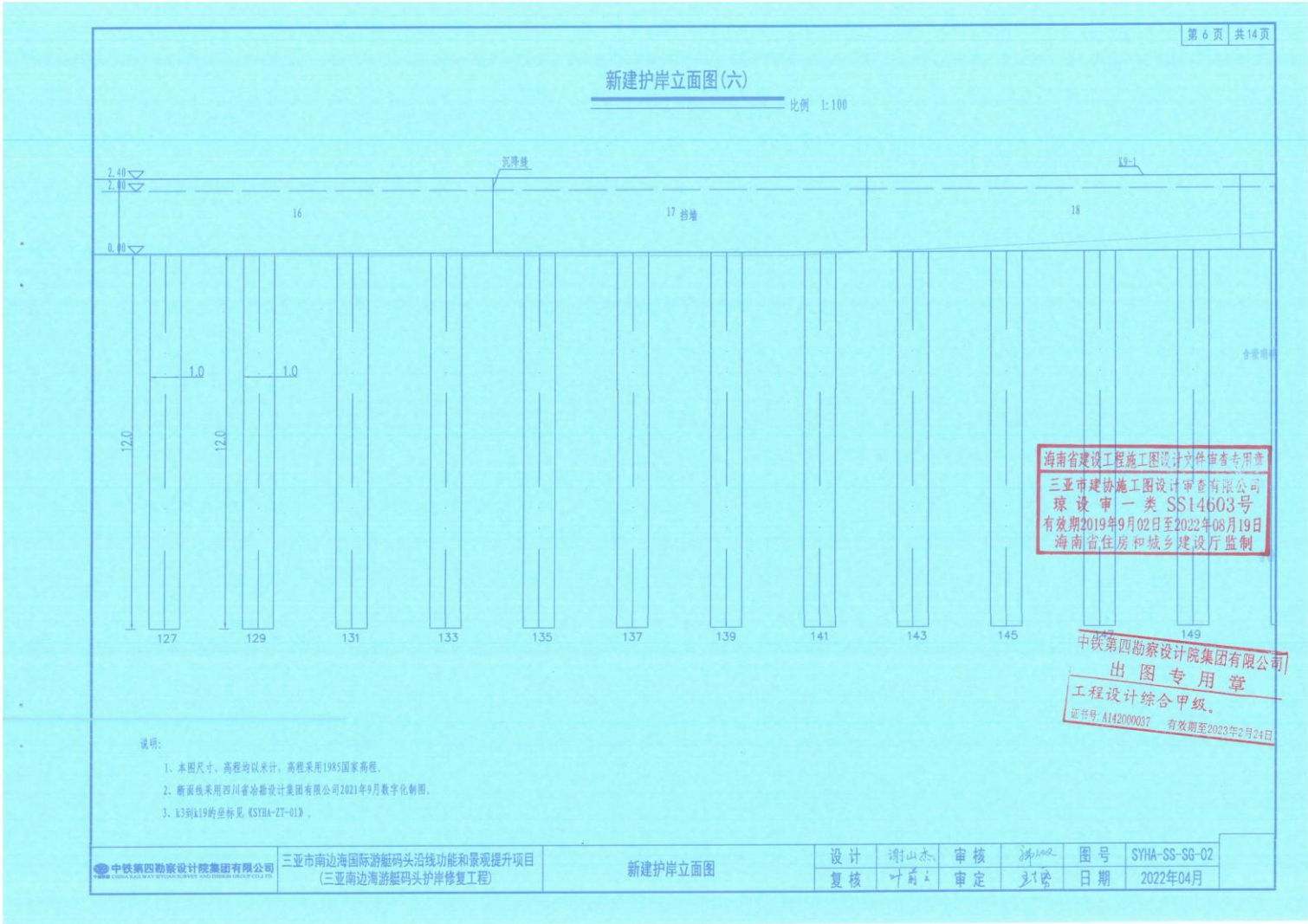


图 2.2.2-2f 新建护岸立面图（六）

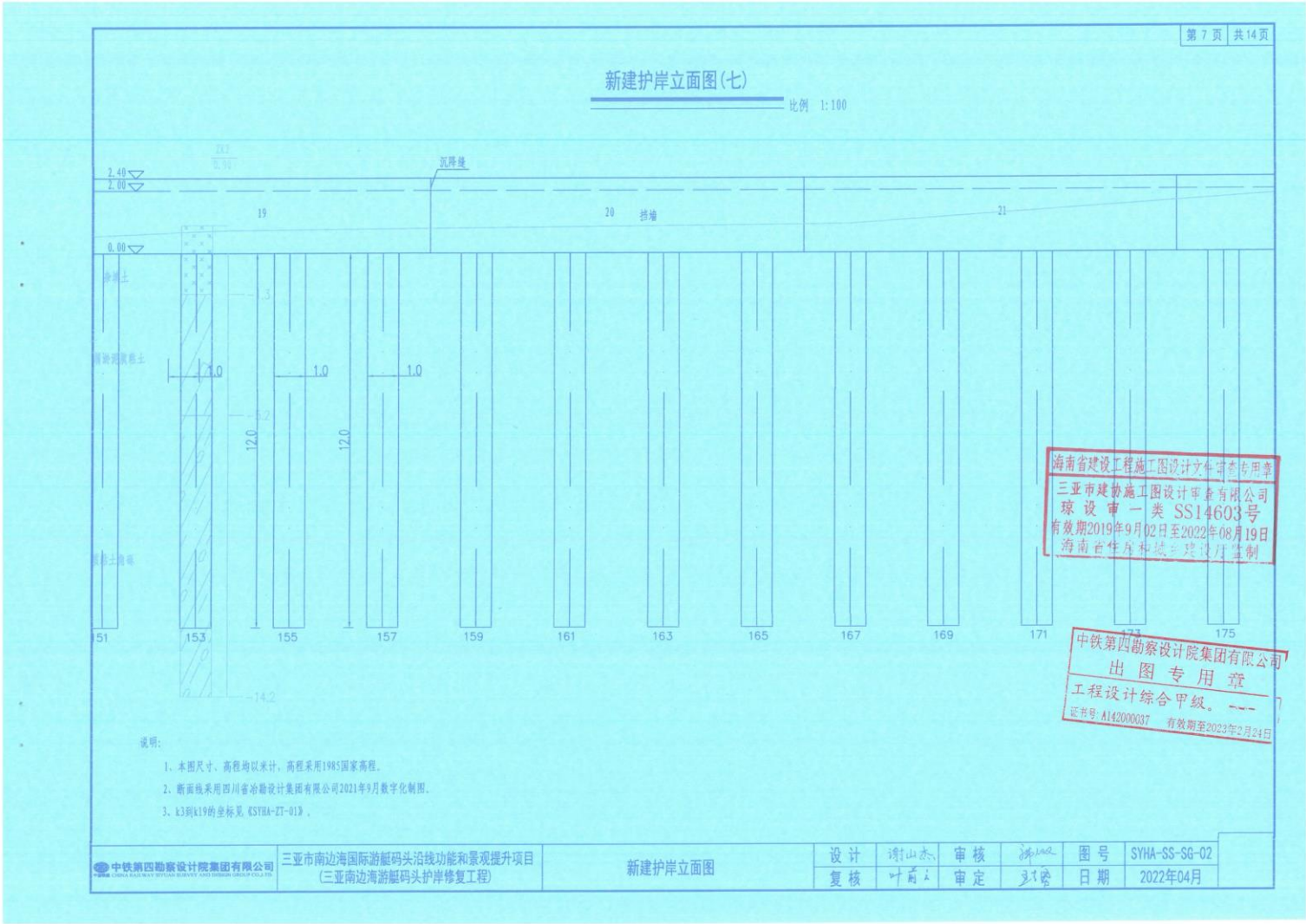


图 2.2.2-2g 新建护岸立面图（七）

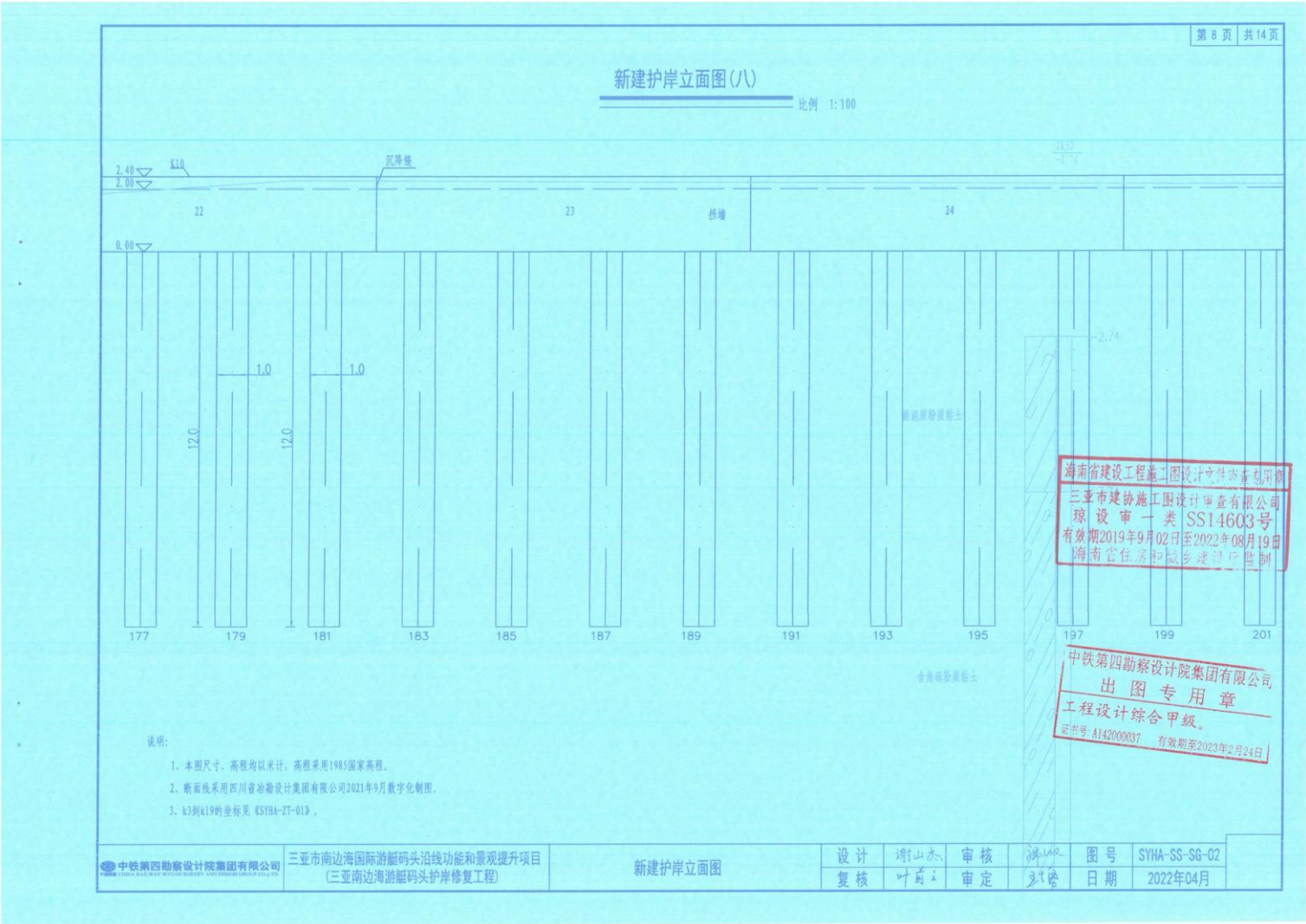


图 2.2.2-2h 新建护岸立面图（八）

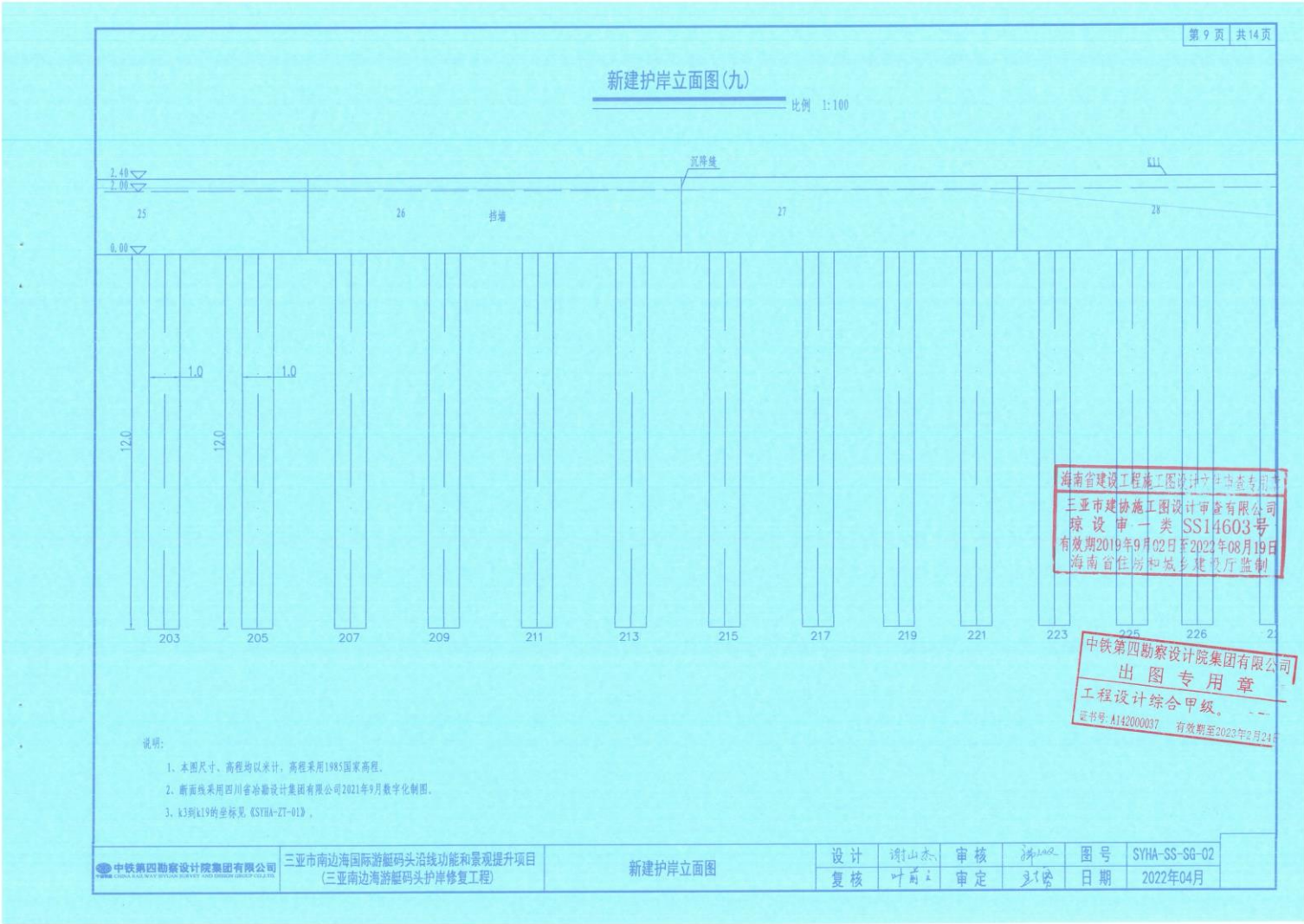


图 2.2.2-2i 新建护岸立面图（九）

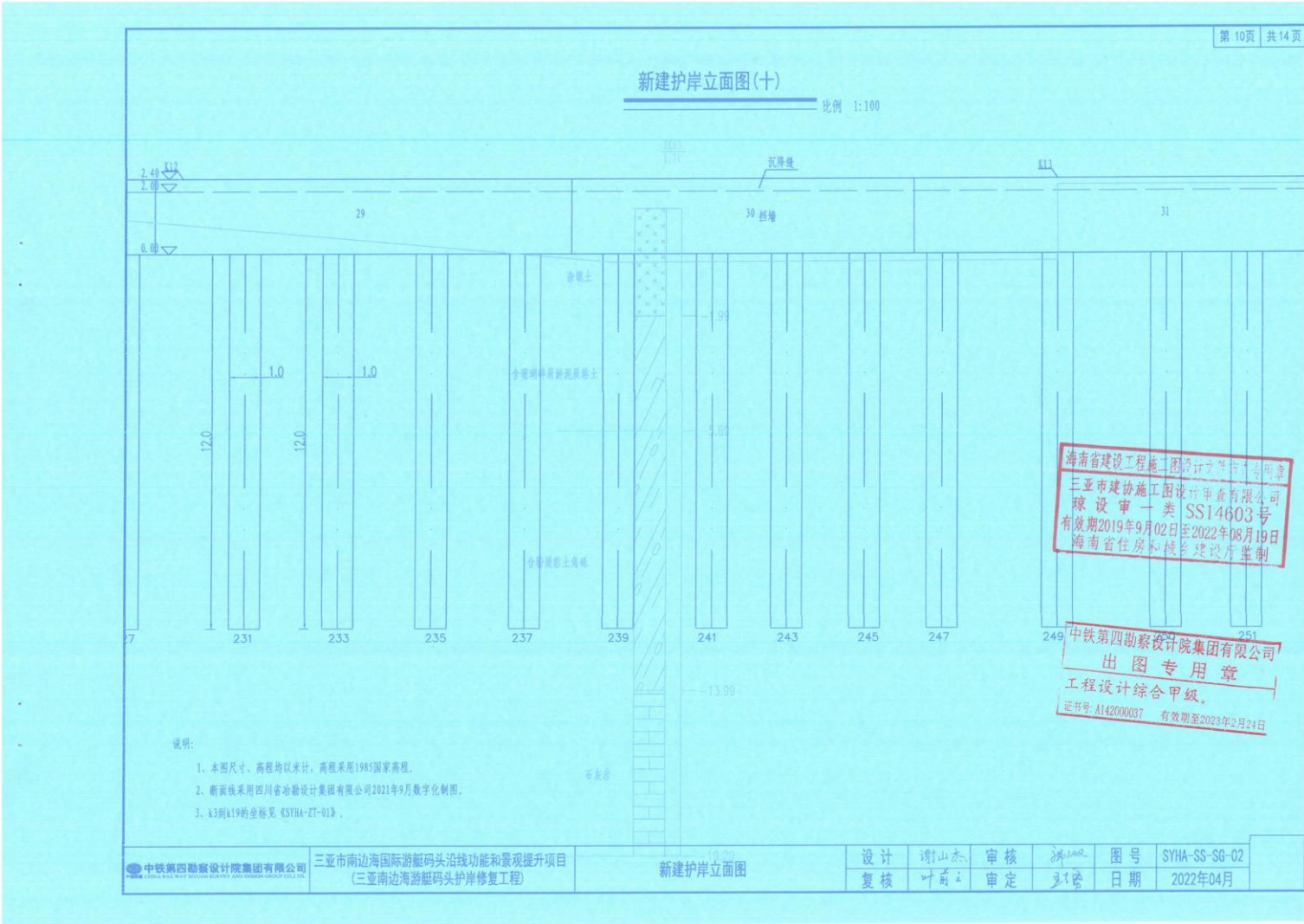


图 2.2.2-2j 新建护岸立面图（十）

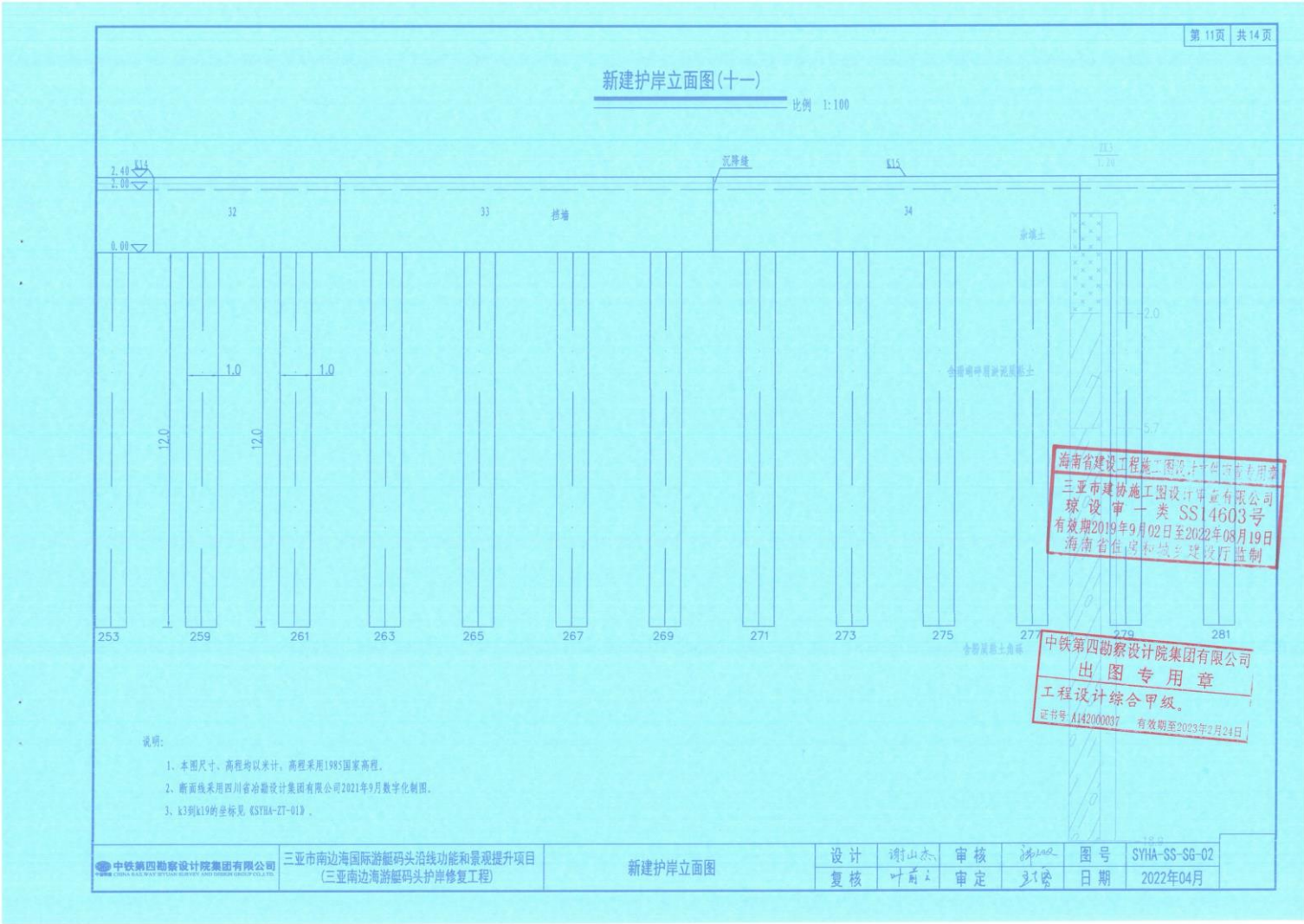


图 2.2.2-2k 新建护岸立面图（十一）

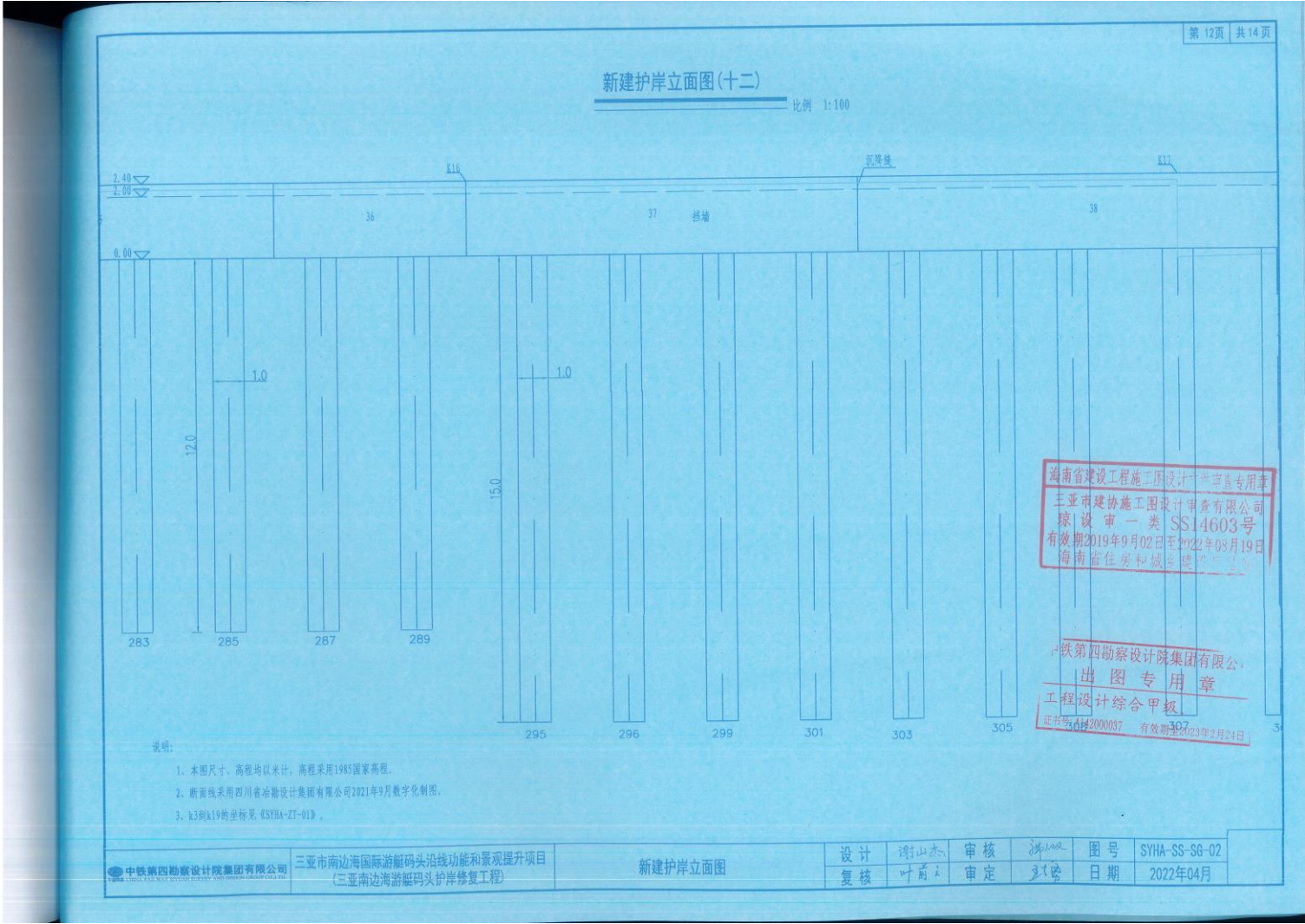


图 2.2.2-21 新建护岸立面图（十二）

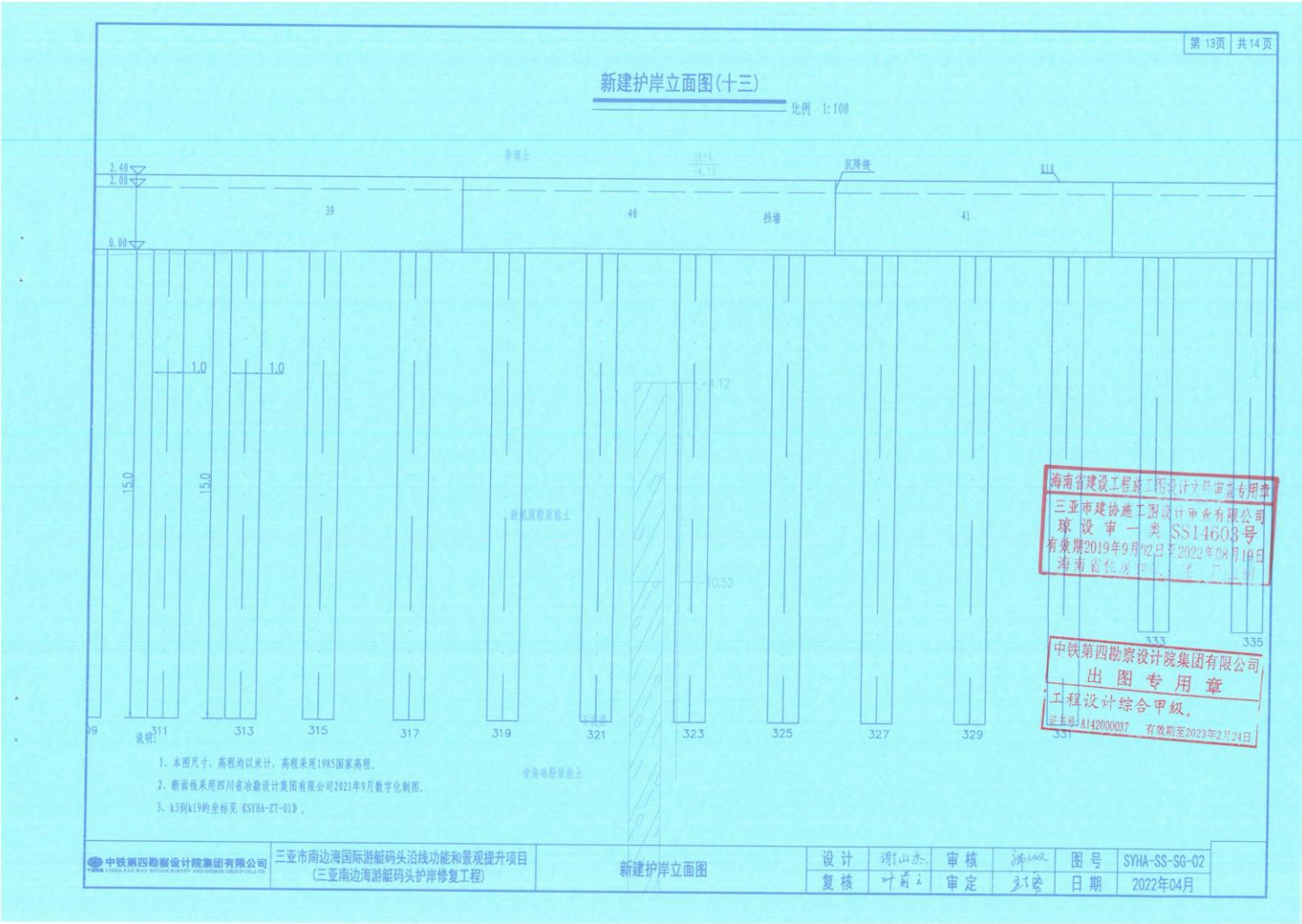


图 2.2.2-2m 新建护岸立面图（十三）

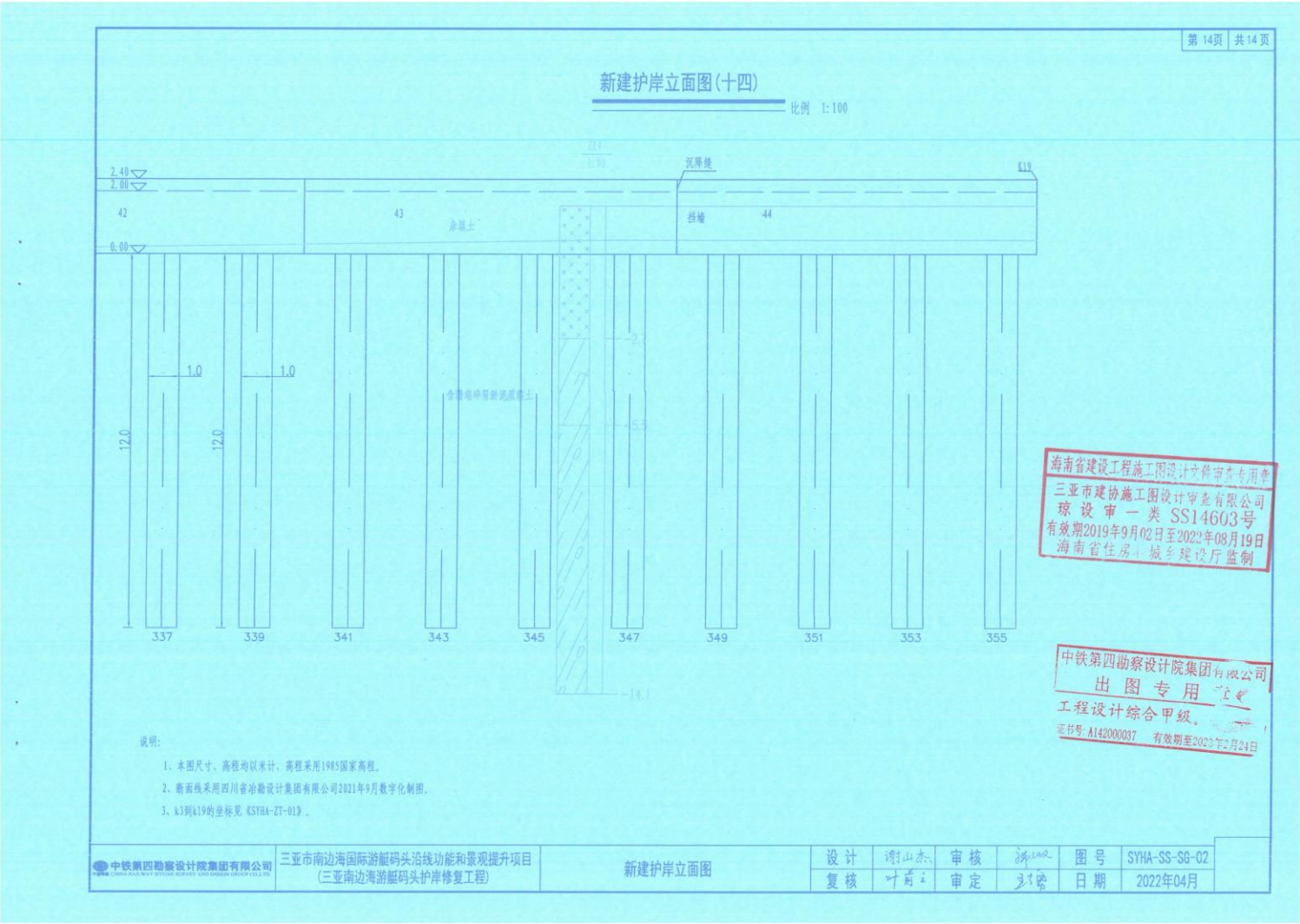


图 2.2.2-2n 新建护岸立面图（十四）

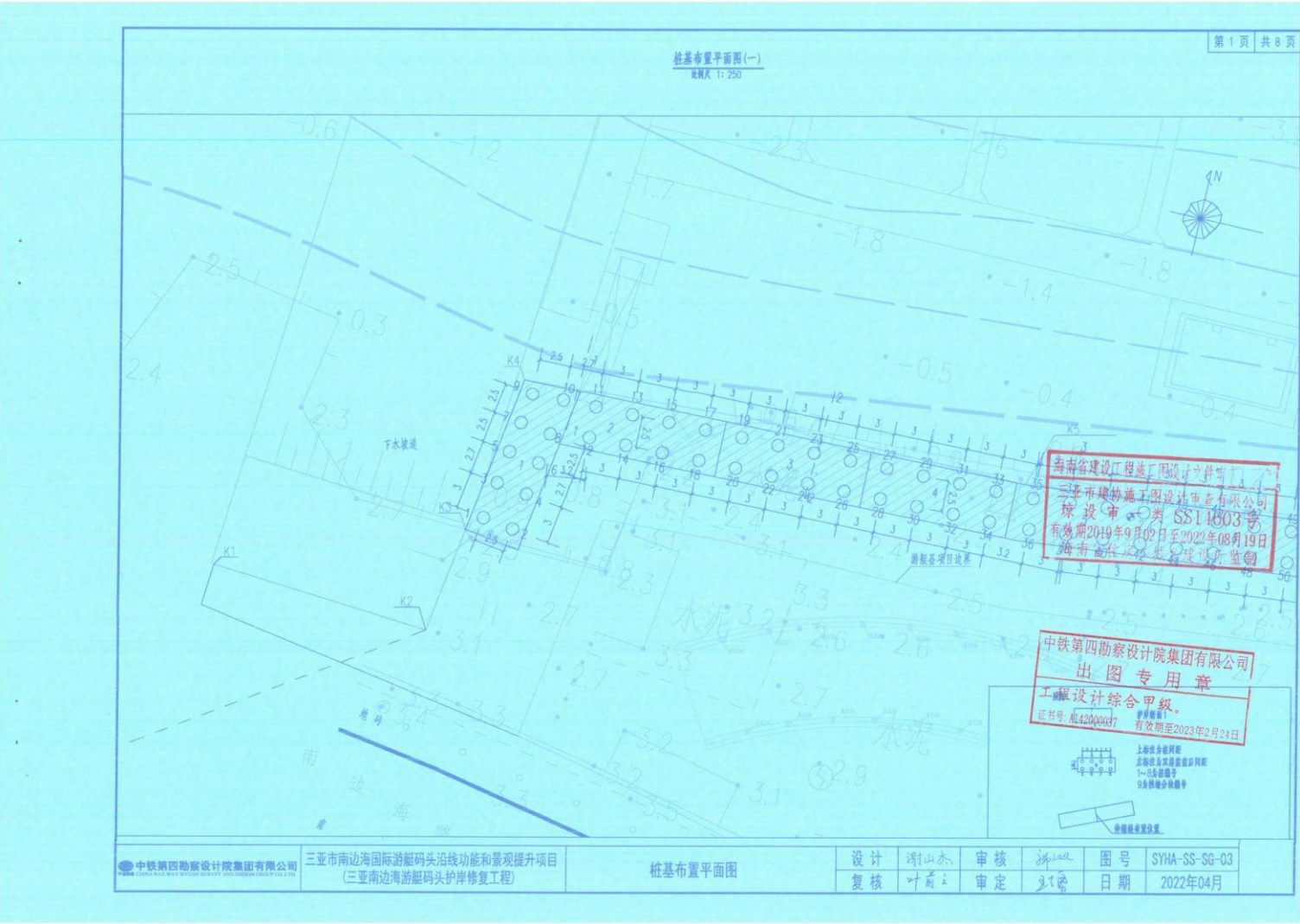


图 2.2.2-3a 桩基布置平面图（一）

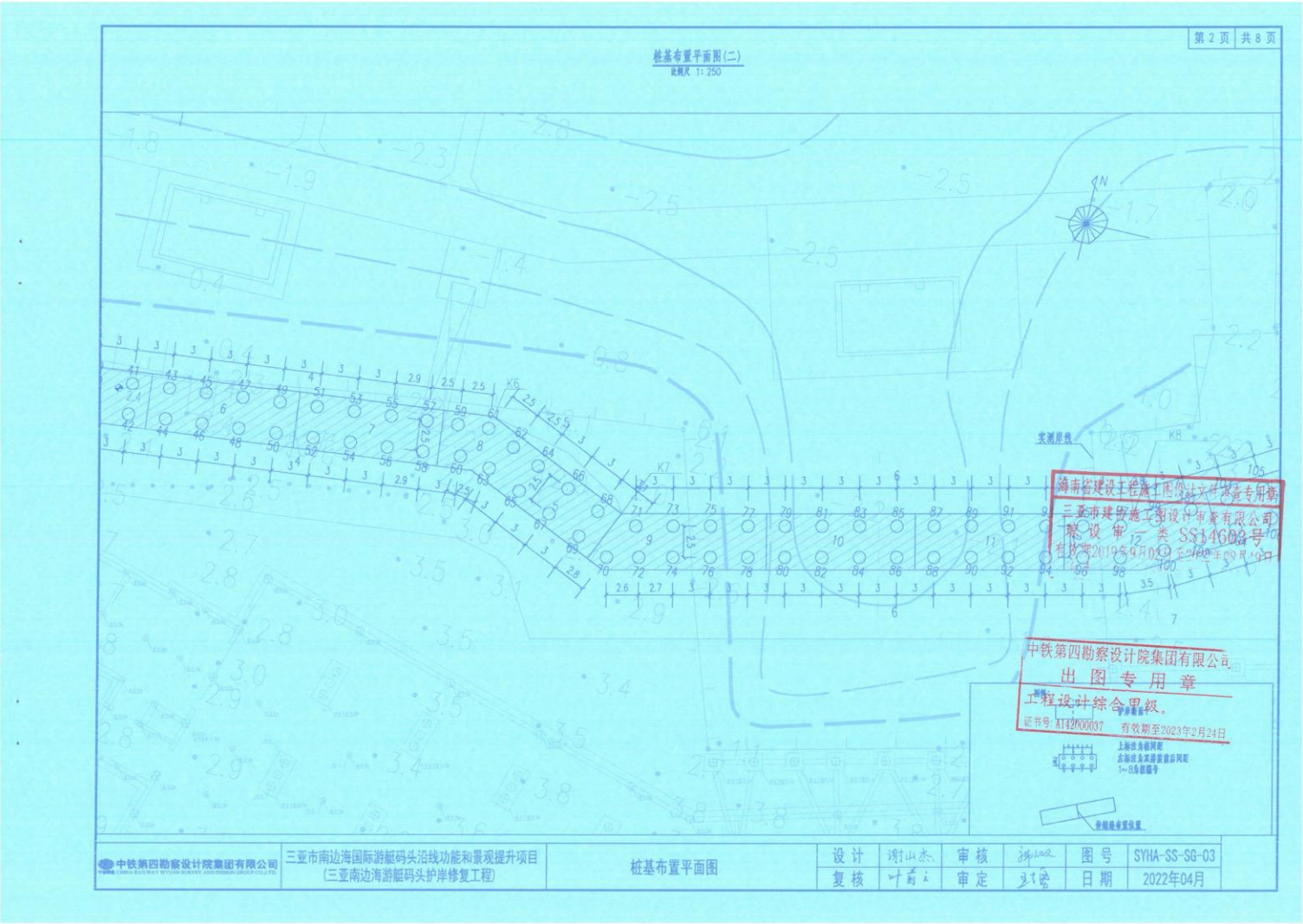


图 2.2.2-3b 桩基布置平面图（二）

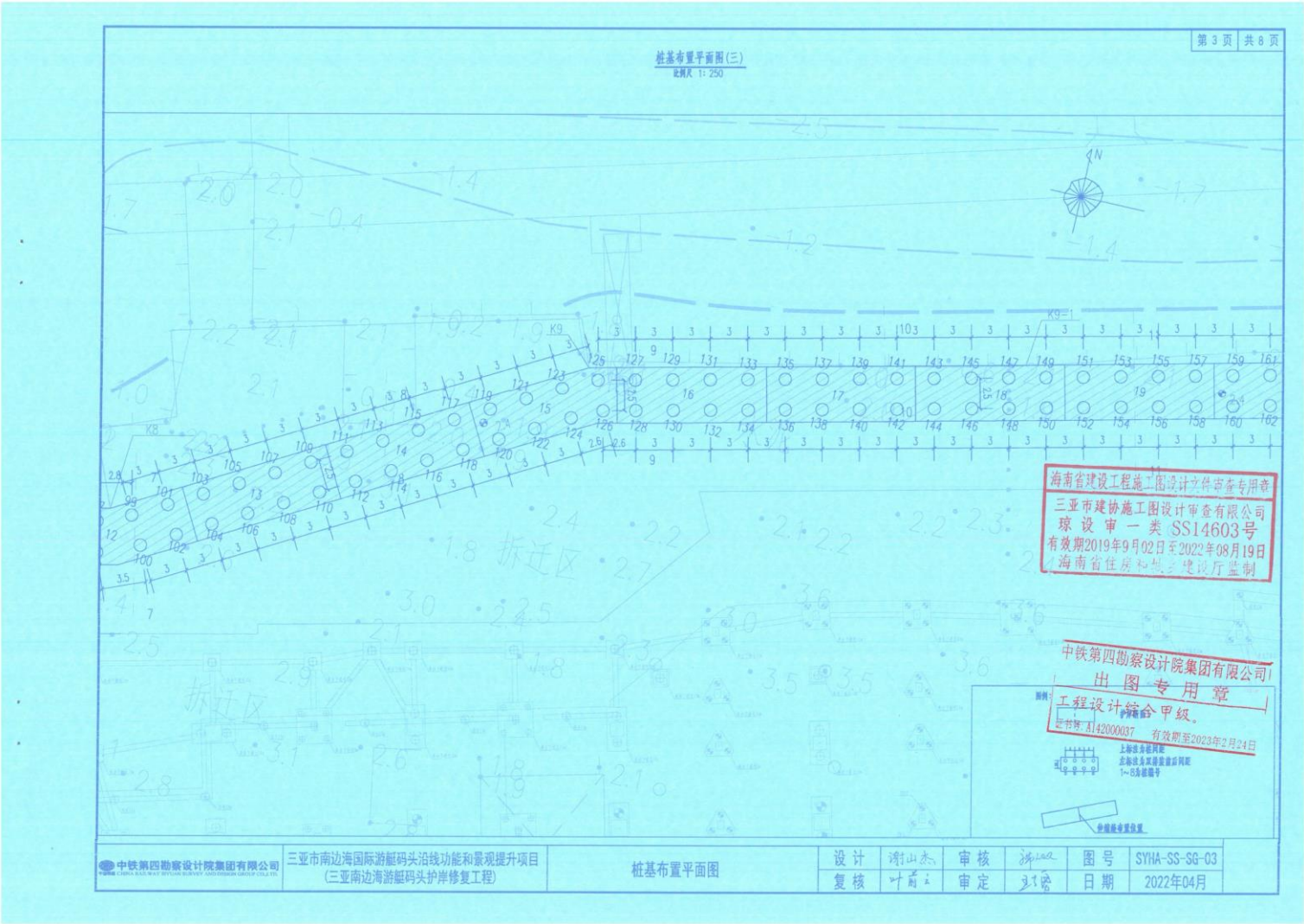


图 2.2.2-3c 桩基布置平面图（三）

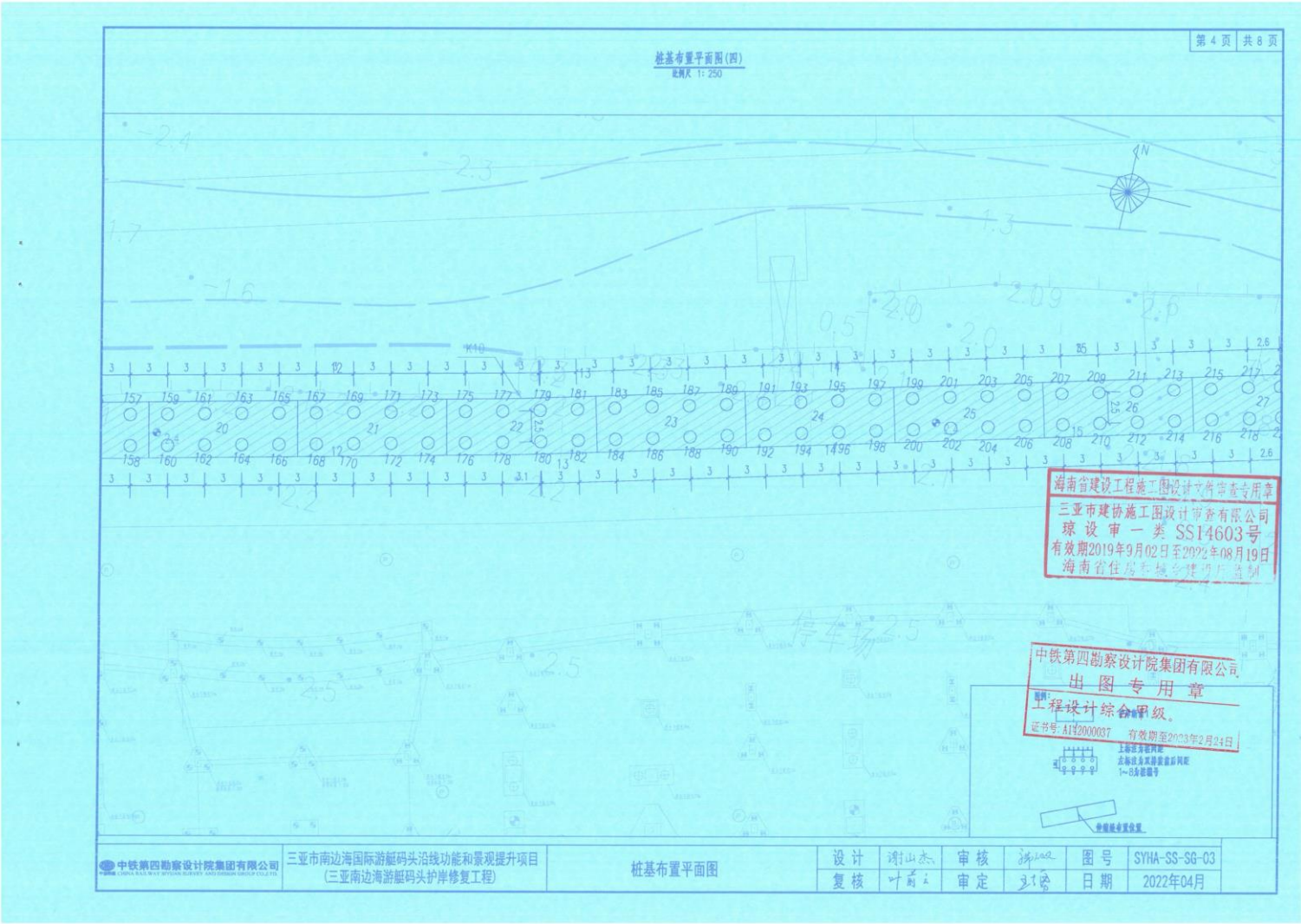


图 2.2.2-3d 桩基布置平面图（四）

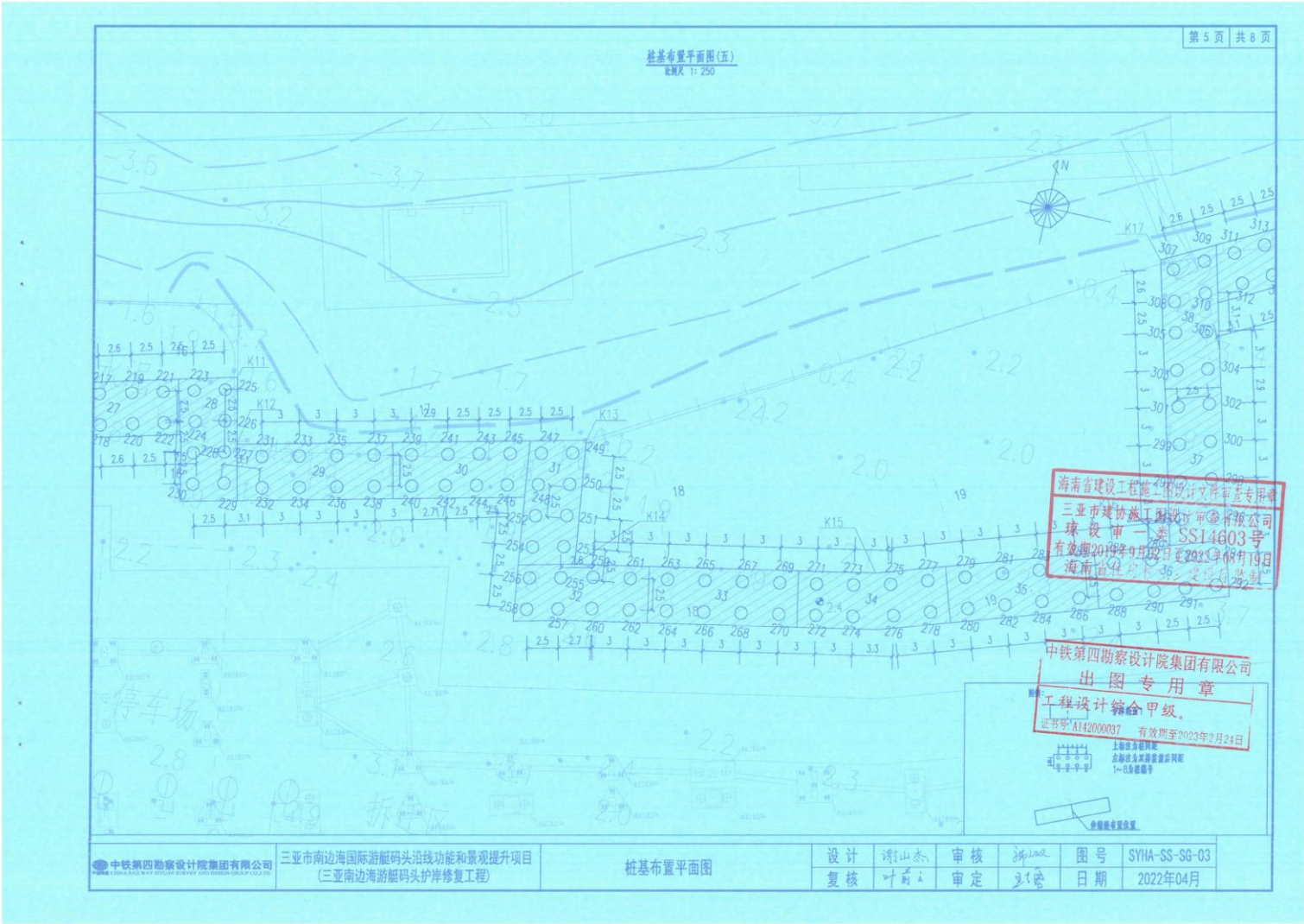


图 2.2.2-3e 桩基布置平面图（五）

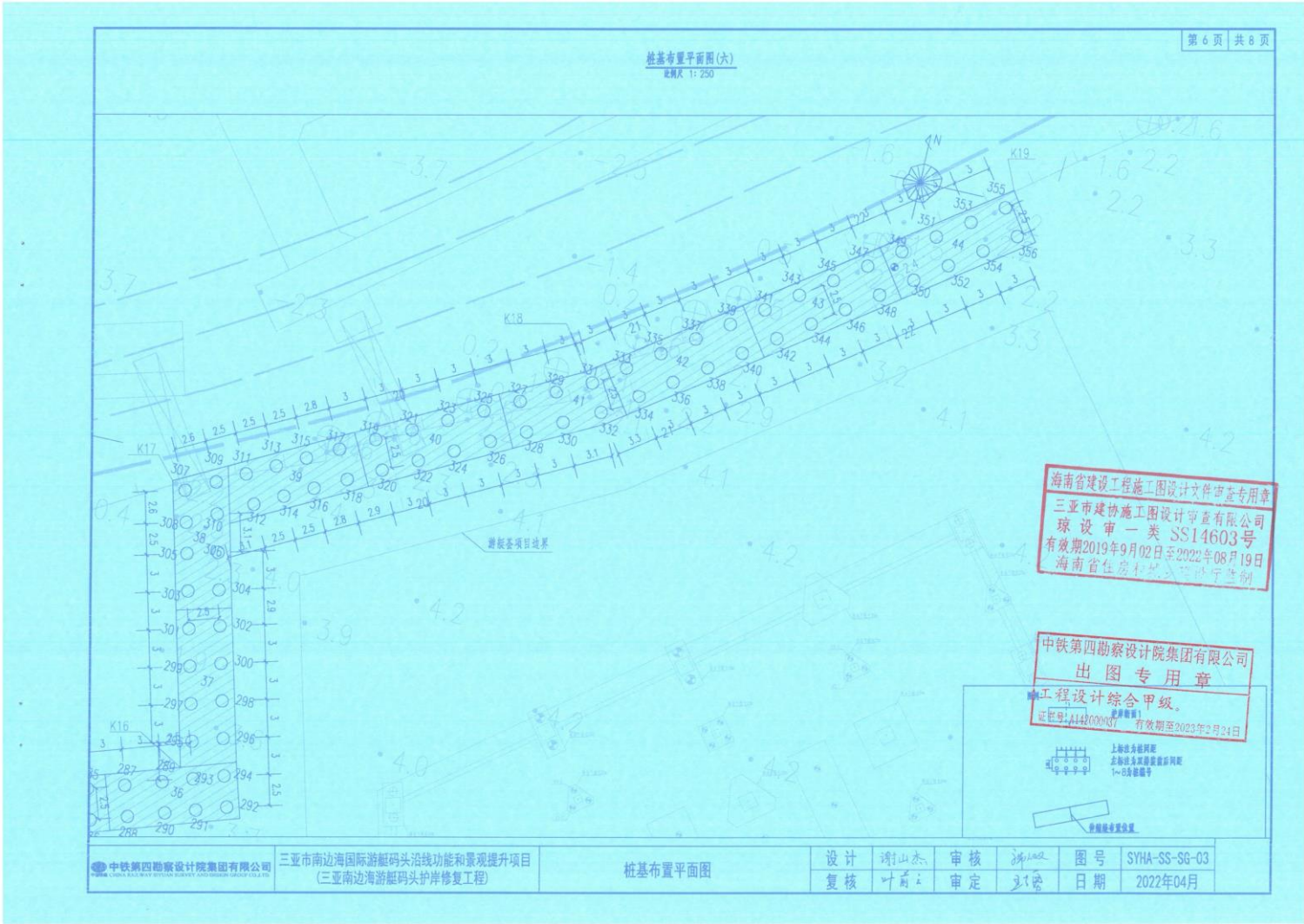


图 2.2.2-3f 桩基布置平面图（六）

图 2.2.2-4a 桩基坐标 (一)

第 8 页 共 8 页																			
桩基坐标 (二)																			
挡墙 编号	桩基 编号	桩长 (m)	X	Y	挡墙 编号	桩基 编号	桩长 (m)	X	Y	挡墙 编号	桩基 编号	桩长 (m)	X	Y	挡墙 编号	桩基 编号	桩长 (m)	X	Y
22	179	12	2016751.818	342269.574	28	223	12	2016768.445	342332.025	33	267	12	2016763.436	342378.484	39	311	15	2016797.9	342411.014
	180	12	2016749.432	342270.216		224	12	2016766.029	342332.667		268	12	2016760.985	342378.972		312	15	2016795.69	342412.181
	181	12	2016752.619	342272.473		225	12	2016769.087	342334.441		269	12	2016764.022	342381.426		313	15	2016799.068	342413.224
	182	12	2016750.203	342273.115		226	12	2016766.645	342334.985		270	12	2016761.57	342381.914		314	15	2016796.857	342414.392
	183	12	2016753.389	342275.372		227	12	2016764.205	342335.527		271	12	2016764.608	342384.368		315	15	2016800.236	342415.435
23	184	12	2016750.973	342276.015	29	228	12	2016763.567	342333.099	34	272	12	2016762.156	342384.856	40	316	15	2016798.025	342416.602
	185	12	2016754.16	342278.272		229	12	2016761.764	342336.07		273	12	2016765.193	342387.311		317	15	2016801.52	342417.866
	186	12	2016751.744	342278.914		230	12	2016761.125	342333.637		274	12	2016762.741	342387.799		318	15	2016799.31	342419.034
	187	12	2016754.93	342281.171		231	12	2016764.527	342338.562		275	12	2016765.91	342390.186		319	15	2016802.921	342420.519
	188	12	2016752.514	342281.813		232	12	2016762.097	342339.151		276	12	2016763.535	342390.968		320	15	2016800.659	342421.588
24	189	12	2016755.701	342284.071	30	233	12	2016765.233	342341.478	35	277	12	2016766.848	342393.036	41	321	15	2016804.323	342423.172
	190	12	2016753.285	342284.713		234	12	2016762.803	342342.066		278	12	2016764.474	342393.817		322	15	2016802.06	342424.24
	191	12	2016756.471	342286.97		235	12	2016765.939	342344.394		279	12	2016767.786	342395.885		323	15	2016805.724	342425.824
	192	12	2016754.055	342287.612		236	12	2016763.509	342344.982		280	12	2016765.412	342396.667		324	15	2016803.461	342426.893
	193	12	2016757.242	342289.869		237	12	2016766.645	342347.309		281	12	2016768.724	342398.735		325	15	2016807.125	342428.477
25	194	12	2016754.826	342290.511	31	238	12	2016764.215	342347.898	36	282	12	2016766.35	342399.517	42	326	15	2016804.862	342429.545
	195	12	2016758.012	342292.769		239	12	2016767.351	342350.225		283	12	2016769.662	342401.584		327	15	2016808.527	342431.129
	196	12	2016755.596	342293.411		240	12	2016764.922	342350.813		284	12	2016767.288	342402.366		328	15	2016806.264	342432.198
	197	12	2016758.783	342295.668		241	12	2016768.045	342353.089		285	12	2016770.601	342404.434		329	15	2016809.928	342433.782
	198	12	2016756.367	342296.31		242	12	2016765.564	342353.464		286	12	2016768.226	342405.216		330	15	2016807.665	342434.851
26	199	12	2016759.554	342298.567	32	243	12	2016768.633	342355.518	37	287	12	2016771.539	342407.284	43	331	15	2016811.329	342436.435
	200	12	2016757.137	342299.209		244	12	2016766.141	342355.897		288	12	2016769.164	342408.065		332	15	2016809.126	342437.616
	201	12	2016760.324	342301.467		245	12	2016769.222	342357.948		289	12	2016772.477	342410.133		333	12	2016813.109	342438.85
	202	12	2016757.908	342302.109		246	12	2016766.732	342358.289		290	12	2016770.102	342410.915		334	12	2016815.812	342440.812
	203	12	2016761.095	342304.366		247	12	2016769.81	342360.378		291	12	2016770.884	342413.289		335	12	2016818.515	342442.815
27	204	12	2016758.678	342305.008	33	248	12	2016767.321	342360.719	38	292	12	2016771.665	342415.664	44	336	12	2016821.218	342444.818
	205	12	2016761.865	342307.265		249	12	2016770.399	342362.808		293	12	2016773.258	342417.608		337	12	2016824.921	342446.821
	206	12	2016759.449	342307.907		250	12	2016767.912	342363.16		294	12	2016774.039	342419.879		338	12	2016828.624	342448.824
	207	12	2016762.636	342310.165		251	12	2016765.437	342363.511		295	15	2016776.156	342421.731		339	12	2016832.327	342450.827
	208	12	2016760.22	342310.807		252	12	2016764.846	342361.07		296	15	2016776.939	342424.109		340	12	2016835.03	342452.83
28	209	12	2016763.406	342313.064	34	253	12	2016762.962	342363.863	39	297	15	2016779.054	342426.954	45	341	12	2016838.733	342454.833
	210	12	2016760.99	342313.706		254	12	2016762.37	342361.421		298	15	2016779.837	342429.333		342	12	2016841.436	342456.836
	211	12	2016764.177	342315.963		255	12	2016760.486	342364.214		299	15	2016781.951	342431.711		343	12	2016844.139	342458.839
	212	12	2016761.764	342316.606		256	12	2016759.895	342366.773		300	15	2016782.734	342434.086		344	12	2016846.842	342460.842
	213	12	2016764.947	342318.863		257	12	2016758.011	342364.565		301	15	2016784.849	342436.461		345	12	2016849.545	342462.845
29	214	12	2016762.531	342319.505	32	258	12	2016757.42	342362.124	40	302	15	2016785.632	342438.84	46	346	12	2016852.248	342464.848
	215	12	2016765.718	342321.762		259	12	2016761.094	342366.715		303	15	2016787.747	342441.215		347	12	2016854.951	342466.851
	216	12	2016763.302	342322.404		260	12	2016758.642	342367.203		304	15	2016788.394	342443.59		348	12	2016857.654	342468.854
	217	12	2016766.488	342324.662		261	12	2016761.68	342369.657		305	15	2016790.645	342445.965		349	12	2016860.357	342470.857
	218	12	2016764.072	342325.304		262	12	2016759.228	342370.145		306	15	2016791.292	342448.336		350	12	2016863.06	342472.86
30	219	12	2016767.161	342327.193	36	263	12	2016762.265	342372.599	41	307	15	2016795.528	342450.707	47	351	12	2016865.763	342474.863
	220	12	2016764.745	342327.835		264	12	2016759.813	342373.087		308	15	2016793.058	342453.076		352	12	2016868.466	342476.866
	221	12	2016767.803	342329.609		265	12	2016762.851	342375.541		309	15	2016796.733	342455.445		353	12	2016871.169	342478.869
	222	12	2016765.387	342330.251		266	12	2016760.399	342376.029		310	15	2016794.256	342457.814		354	12	2016873.872	342480.872
																			</

图 2.2.2-4b 桩基坐标（二）

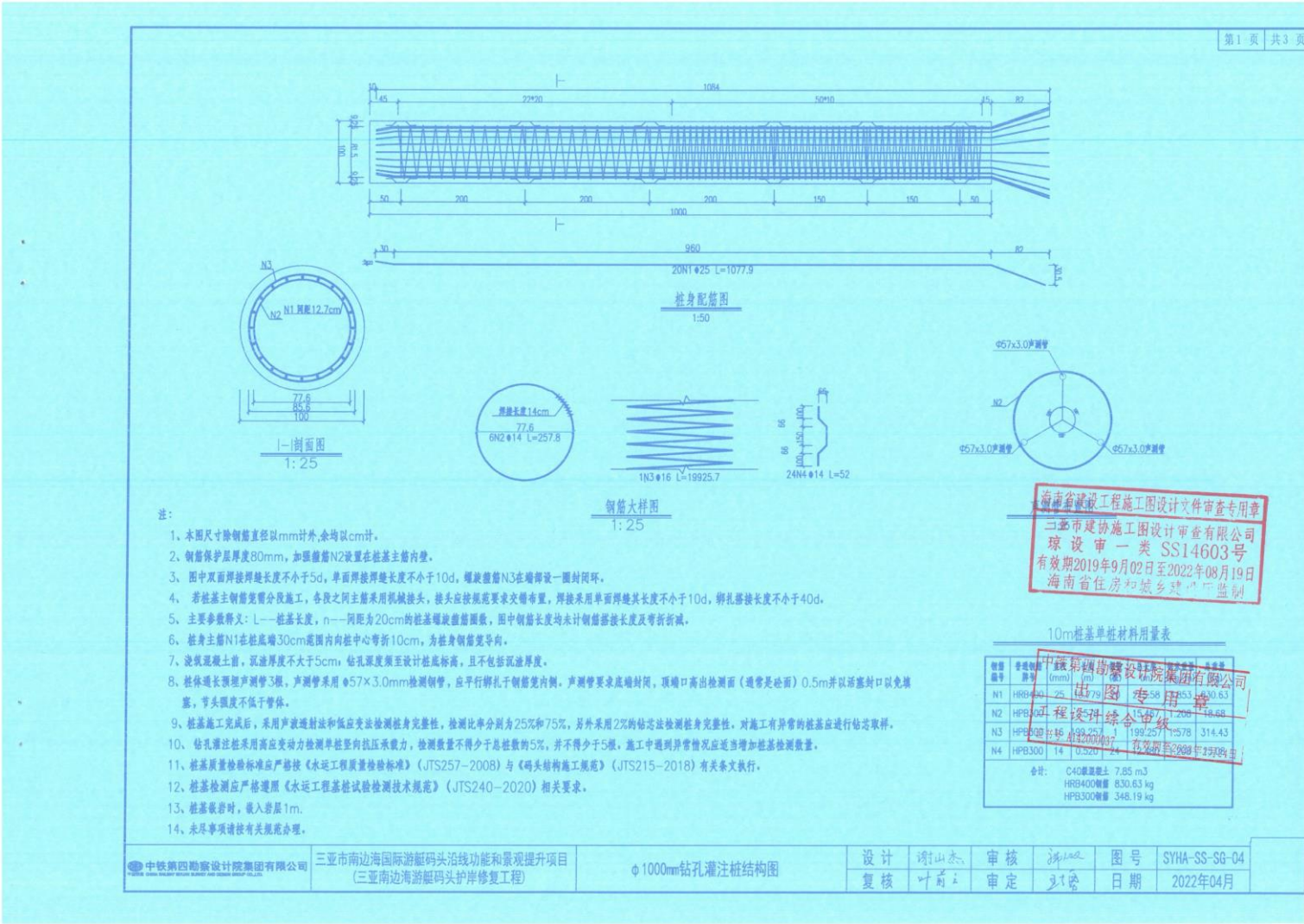


图 2.2.2-5a $\Phi 1000$ mm 钻孔灌注桩结构图（10m 桩基）

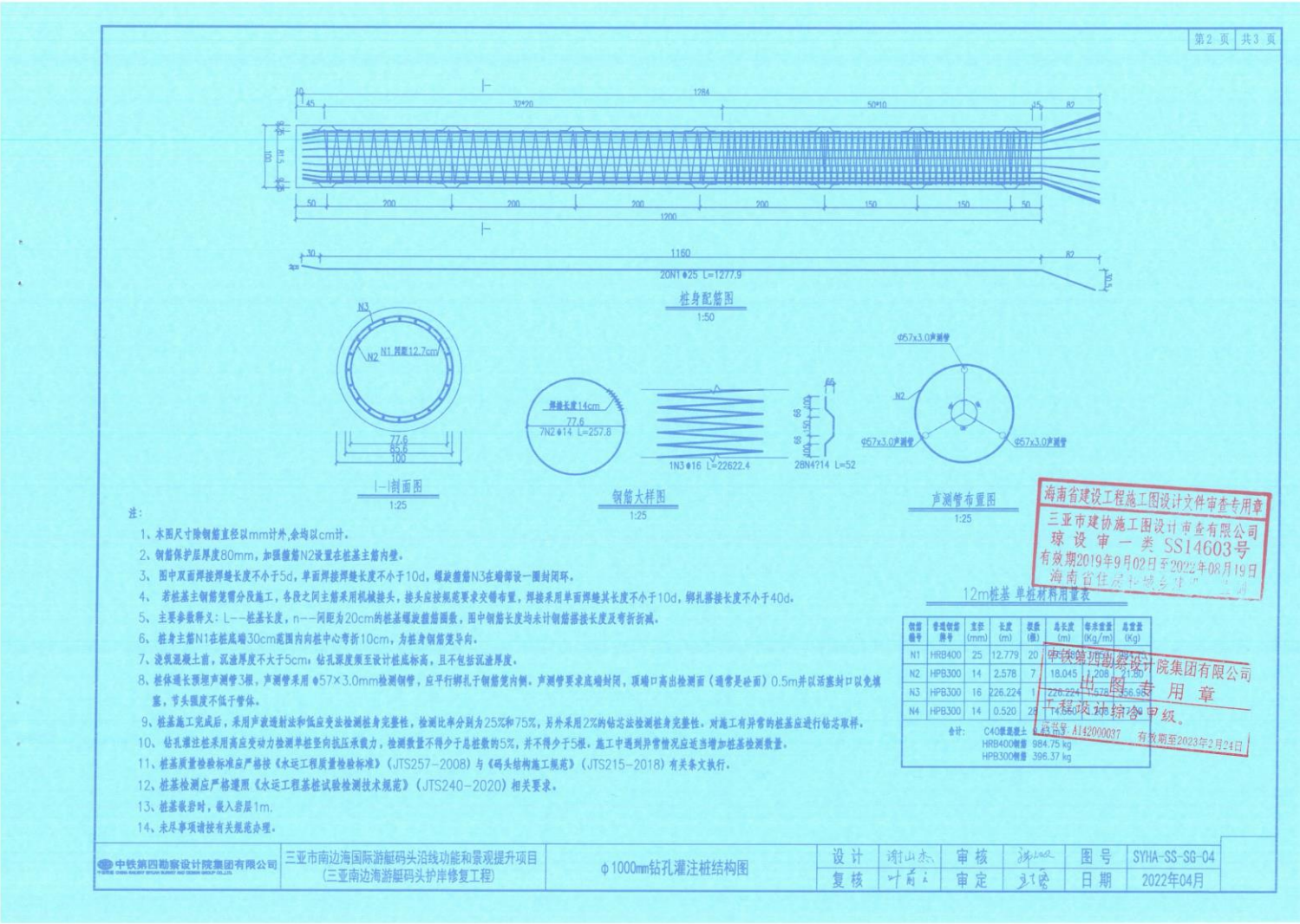


图 2.2.2-5b $\Phi 1000$ mm 钻孔灌注桩结构图 (12m 桩基)

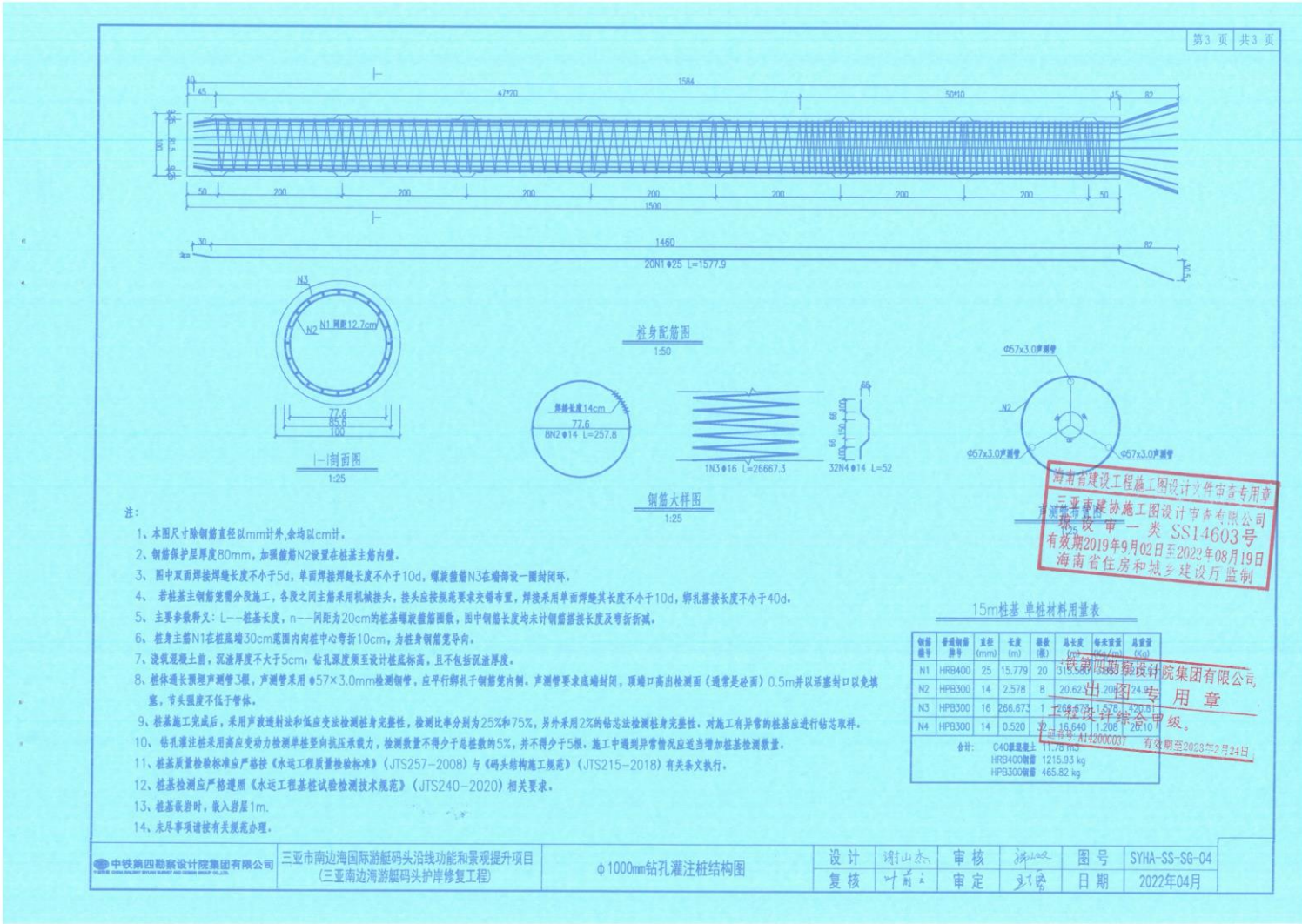


图 2.2.2-5c $\Phi 1000$ mm 钻孔灌注桩结构图 (15m 桩基)

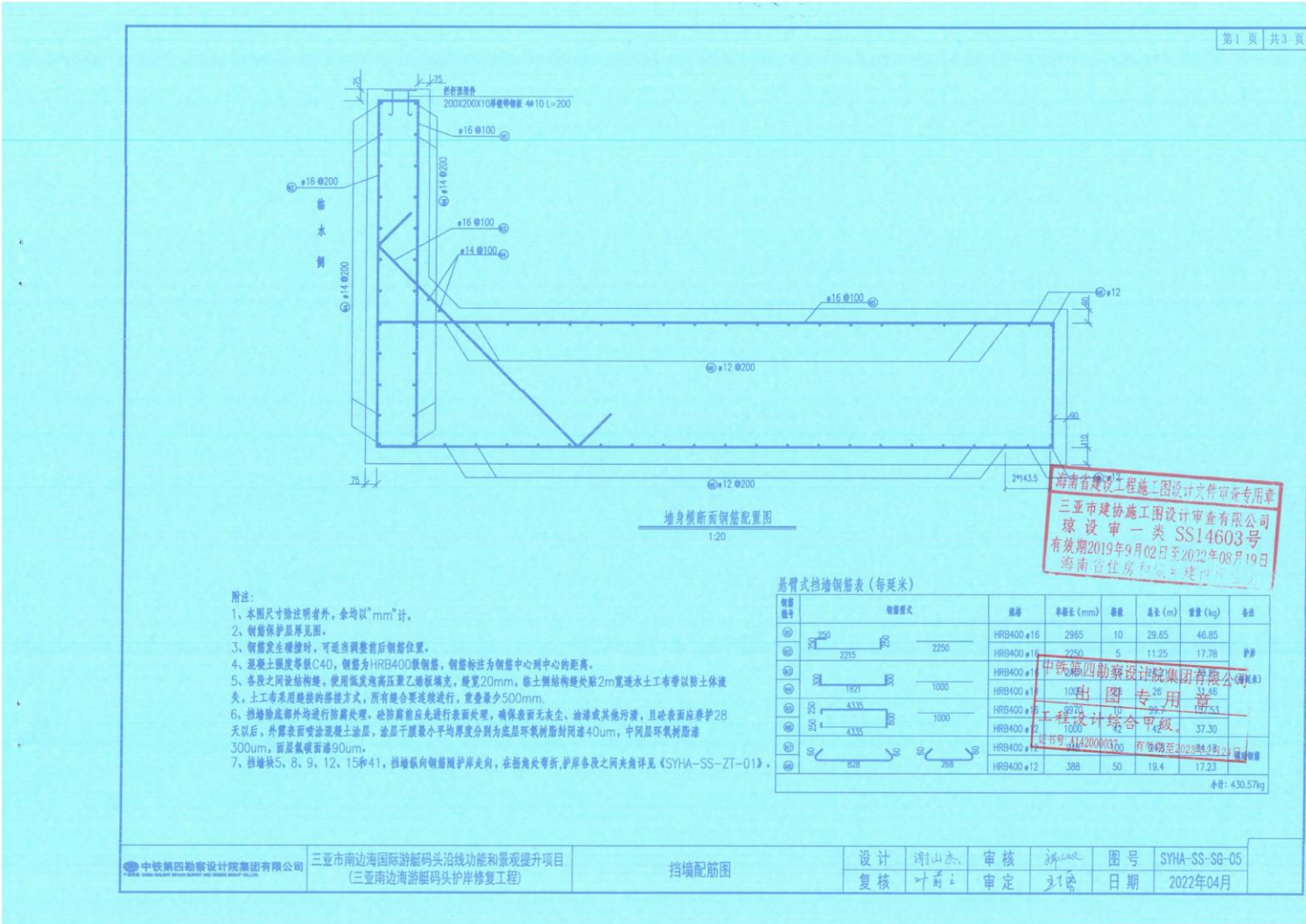


图 2.2.2-6a 挡墙配筋图 (一)

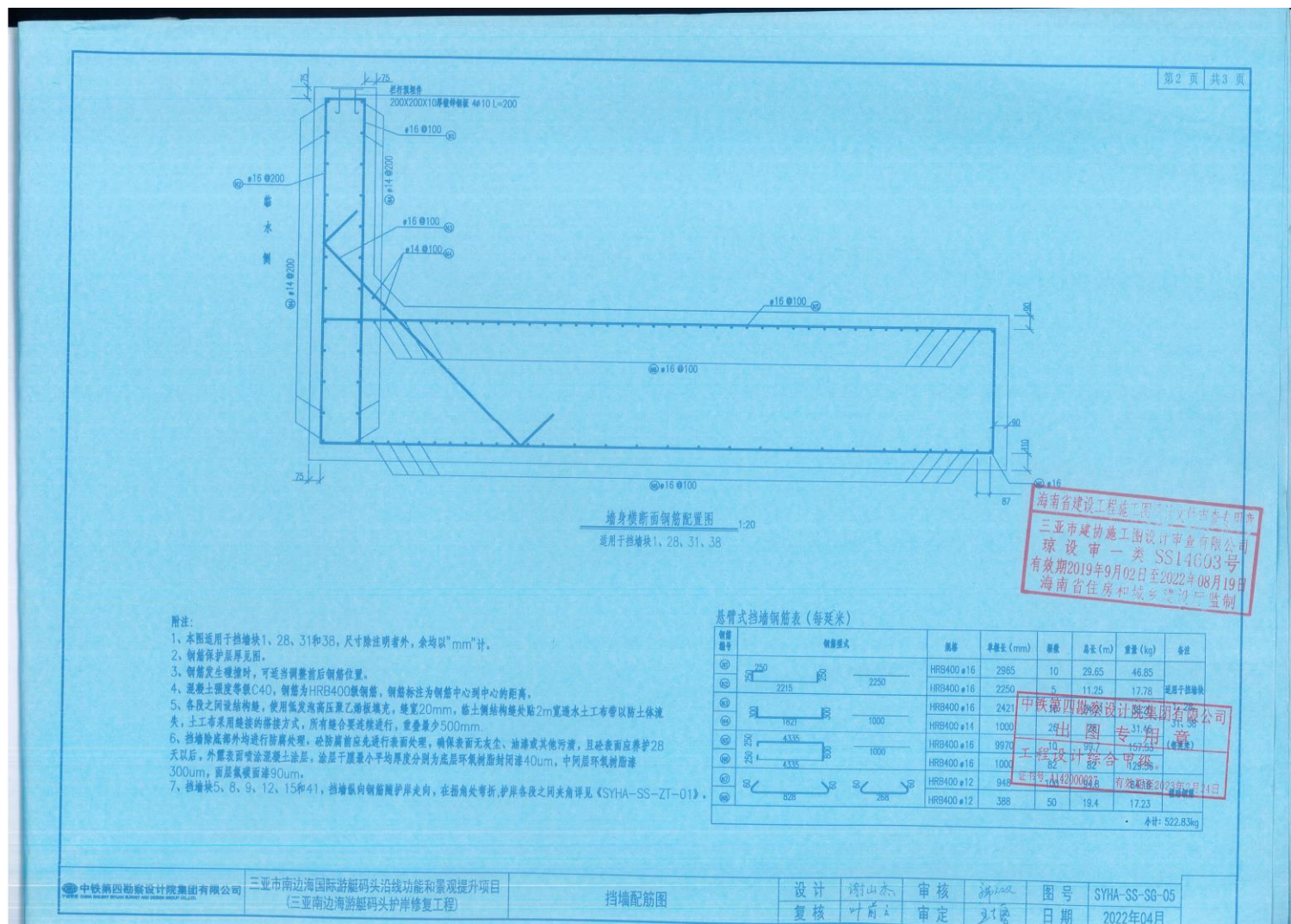


图 2.2.2-6b 挡墙配筋图 (二)

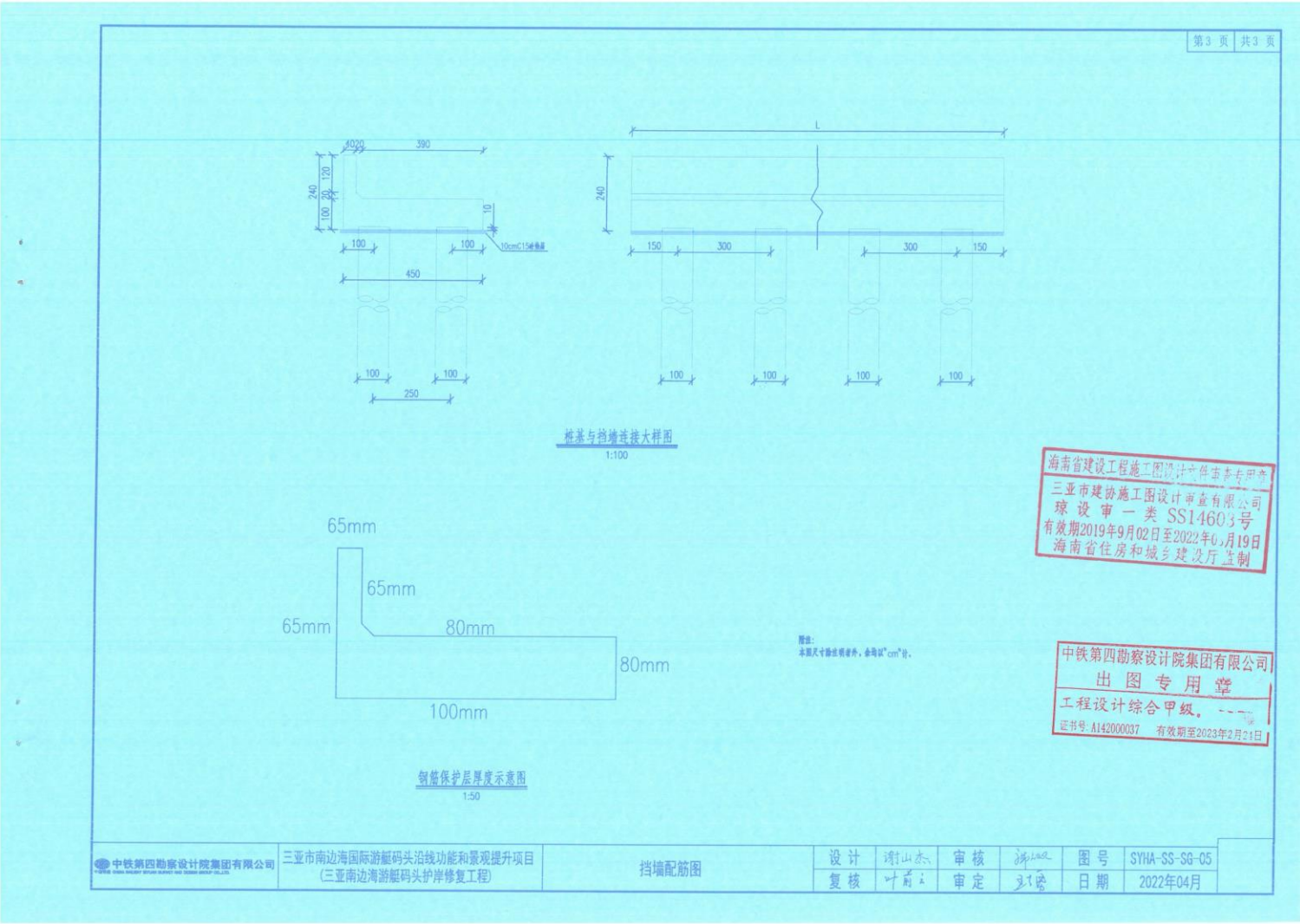


图 2.2.2-6c 挡墙配筋图（三）

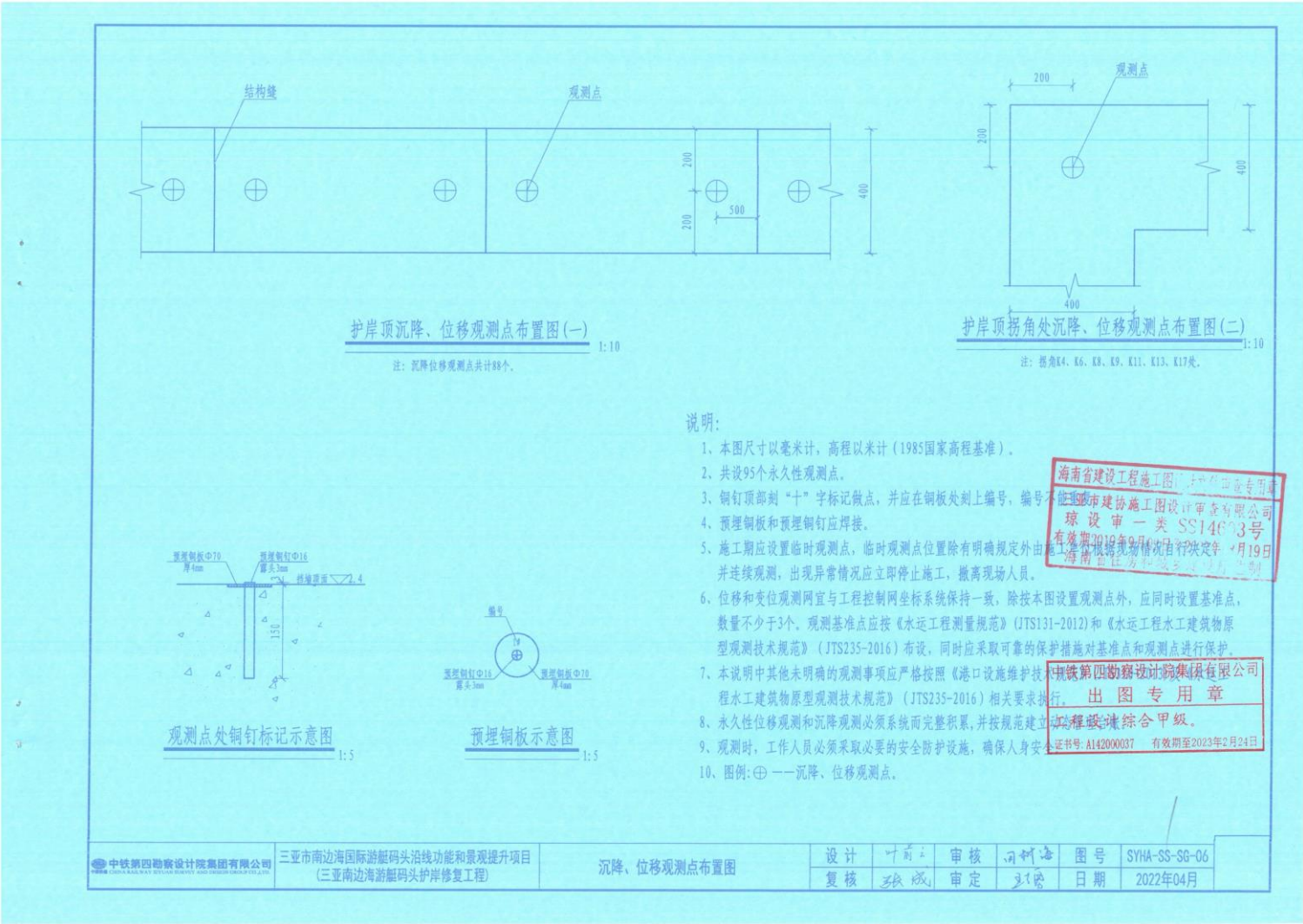


图 2.2.2-7 沉降、位移观测点布置图

2.2.2.1.2 护岸结构计算

（1）计算内容

计算内容包括岸坡稳定性、抗倾、抗滑等计算。

（2）计算方法

根据《防波堤与护岸设计规范》（JTS 154—2018）以及《水运工程地基规范》（JTS147-2017）等规范的规定进行计算。

（3）计算结构

方案一：现浇钢筋混凝土挡墙结构方案（推荐方案）

根据勘察报告，场地内存在较厚的软土层，且厚度不均匀，软土分布由近山侧的尖灭，到近海侧的厚层，呈现软土斜基底，填筑体和支护结构存在整体失稳的可能。影响本项目护岸结构安全的主要问题为：软土地基承载力低和岸坡整体稳定性不足。

对现状岸坡断面进行稳定性计算，可以看出，在不利条件下，现状护岸岸坡稳定性不足，安全系数小于 1，需进行加固。

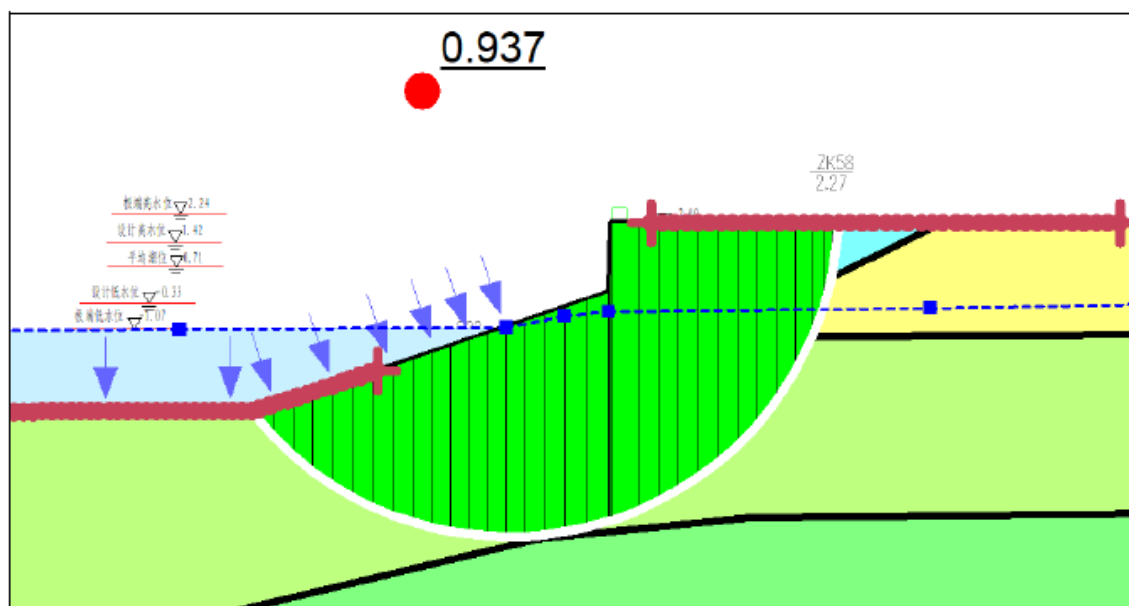


图 2.2.2-8 现状岸坡稳定计算简图

考虑现状护岸岸坡稳定性不足，本次护岸修复工程采用双排桩+L 型挡墙的方案进行加固，既满足了护岸结构的承载力要求，也确保岸坡的稳定性。

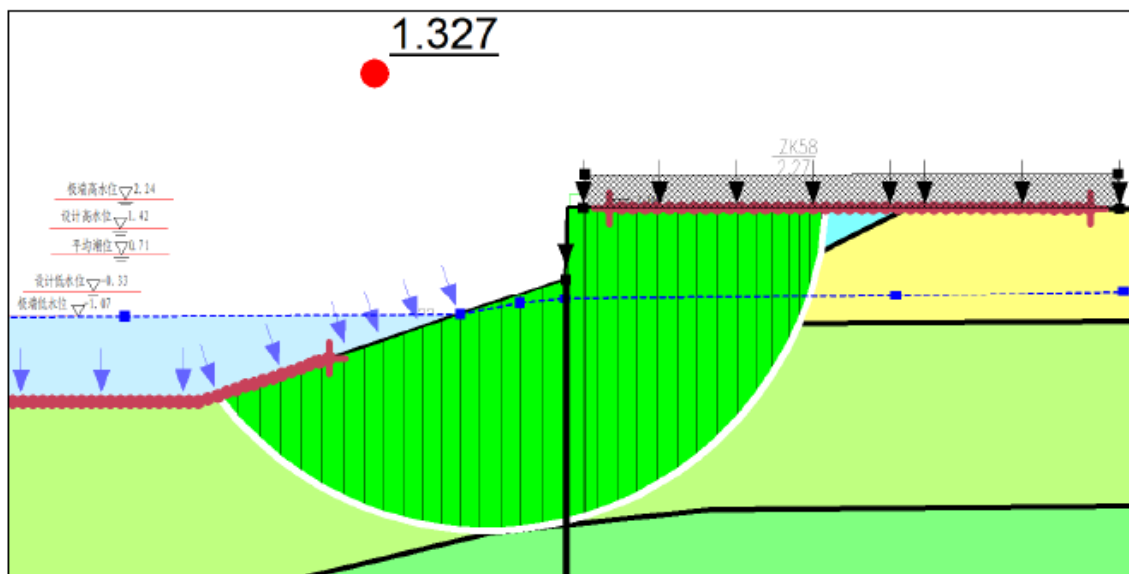


图 2.2.2-9 运营期边坡稳定计算简图

经计算，挡墙下桩基单桩承受竖向力 586.5kN，单桩竖向承载力特征值为 1011.3kN，满足要求。

方案二：预制空箱挡墙结构方案

表 2.2.2-1 计算结果一览表

工况		墙前水位	墙后水位	抗滑安全系数	抗倾安全系数	抗浮安全系数
持久状况 下承载能力极限状态	极端高水位	2.24	2.24	3.19	80.0	2.31
	设计高水位	1.42	1.82	2.14	22.8	4.21
	设计低水位	-0.33	0.07	4.43	110.8	-
	极端低水位	-1.07	-0.67	4.43	110.8	-
持久状况 下正常使用极限状态	设计高水位	1.42	1.82	2.14	22.8	4.21
	设计低水位	-0.33	0.07	4.43	110.8	-
短暂状况 承载能力极限状态	设计高水位	1.42	1.82	2.14	22.8	4.21
	设计低水位	-0.33	0.07	4.43	110.8	-

2.2.2.1.3 结构方案比选

水工建筑物两方案的优缺点见表 2.2.2-2。

表 2.2.2-2 水工建筑物方案比选表

方案优缺点	方案一：现浇钢筋混凝土挡墙结构方案 (推荐方案)	方案二：预制空箱挡墙结构方案
优点	①能抵抗一定的水平力，刚度大，整体稳定性好，运营期变形小，维护成本低。	①预制空箱施工期不受场地限制，吊装施工方便快捷，施工期短。

	②现浇混凝土结构，对不规则岸线的适应性强。 ③造价较低。	
缺点	①挡墙需要大量使用模板，桩基施工复杂。 ②现浇混凝土挡墙施工工期长。	①预制空箱需要进行吊装，对施工要求高，存在接缝，外观差；桩基施工复杂。 ②预制结构对不规则岸线的适应性弱。 ③岸线极其不规则，空箱预制困难，模板种类较多，且空箱之间接缝数量较多。 ④造价较高。

根据两个方案的特点，结合总平面布置及工程区域地质条件，经综合比选，推荐方案一。

2.2.2.1.4 主要工程量

本工程方案一：现浇钢筋混凝土挡墙结构方案（推荐方案）主要工程量见表 2.2.2-3，架空平台工程量表见表 2.2.2-4～表 2.2.2-7。

表 2.2.2-3 主要工程量表（方案一：现浇钢筋混凝土挡墙结构方案）

序号	项 目	单位	数量	备注
1	现浇 C40 钢筋砼挡墙	m ³	2656	添加抗腐蚀增强剂
2	防腐面积	m ²	7152	
3	砂砾层	m ³	78	
4	复合土工排水垫	m ²	366	
5	C15 素砼垫层	m ³	272	
6	反滤土工布	m ²	3254	
7	桩基 C40 钢筋砼	m ³	3434	
8	Φ57×3.0mm 声测管	m	3453	
9	拆除浆砌块石	m ³	2534	
10	拆除混凝土	m ³	1253	
11	清除填土数量	m ³	6828	
12	回填土数量	m ³	5747	
13	抛填块石（10~100kg）	m ³	747	
14	抛理块石护脚（60~100kg）	m ³	778	
15	粗砂垫层	m ³	120	
16	级配碎石垫层	m ³	503	
17	二片石垫层	m ³	91	
18	拆除 1#架空平台	座	1	

序号	项 目	单位	数量	备注
19	拆除 2#架空平台	座	1	
20	拆除 3#架空平台	座	1	
21	拆除 4#架空平台	座	1	
22	拆除污水管	m	57	含 8 个检查井

注：由于缺少拟拆除工程施工图，拟拆除工程量为暂估工程量，实际以现场发生工程量进行复核。

表 2.2.2-4 1#架空平台工程量表

序号	项 目	单位	数量	备注
1	拆除钢筋混凝土面板	m ³	34.5	
2	拔出 600m×600mm 钢筋混凝土方桩	m/根	160/8	单根长 20m，入土 18m，共 8 根，总入土 144m
3	桩内回填 4%水泥土	m ³	51.84	
4	桩身钢筋混凝土	m ³	57.6	

注：由于缺少拟拆除工程施工图，拟拆除工程量为暂估工程量，实际以现场发生工程量进行复核。

表2.2.2-5 2#架空平台工程量表

序号	项 目	单位	数量	备注
1	拆除钢筋混凝土面板	m ³	9.3	
2	拔出 Φ800mm 钢筋混凝土圆桩	m/根	120/6	单根长 20m，入土 18m，共 6 根，总入土 108m
3	桩内回填 4%水泥土	m ³	54.29	
4	桩身钢筋混凝土	m ³	60.32	

注：由于缺少拟拆除工程施工图，拟拆除工程量为暂估工程量，实际以现场发生工程量进行复核。

表 2.2.2-6 3#架空平台工程量表

序号	项目	单位	数量	备注
1	拆除钢筋混凝土面板	m ³	87.6	
2	拆除钢筋混凝土梁	m ³	44.28	
3	拔出 Φ800mm 钢筋混凝土圆桩	m/根	320/16	单根长 20m，入土 18m，共 16 根，总入土 288m
4	桩内回填 4%水泥土	m ³	144.76	
5	桩身钢筋混凝土	m ³	160.85	

注：由于缺少拟拆除工程施工图，拟拆除工程量为暂估工程量，实际以现场发生工程量进行复核。

表 2.2.2-7 4#架空平台工程量表

序号	项目	单位	数量	备注
1	拆除钢筋混凝土面板	m ³	19.2	
2	拔出 600mm×600mm 钢筋混凝土方桩	m/根	120/6	单根长 20m，入土 18m，共 6 根，总入土 108m
3	桩内回填 4%水泥土	m ³	38.88	
4	桩身钢筋混凝土	m ³	43.20	

注：由于缺少拟拆除工程施工图，拟拆除工程量为暂估工程量，实际以现场发生工程量进行复核。

2.2.2.2 围堰设计方案

由于 L 型现浇钢筋混凝土挡土墙，墙底面高程 0.0m，钻孔灌注桩桩顶高程 0.1m，而工程所在水域平均潮位 0.72m，因此需要干地施工条件，需设置围堰挡水满足施工需求。

拟采用纵向围堰施工，根据《水利水电工程围堰设计规范》（SL 645-2013），纵向围堰对河床束窄承担可控制在 30%~60%之间，由于土石围堰临时占用河道较多，且围堰对地基要求较高，本处河床淤泥质土层较厚，难以满足土石围堰整体稳定的要求，因此选用单排钢板桩围堰挡水。

围堰按照枯水期挡水要求进行设计，使用时间为非汛期，为 2022 年 11 月~2023 年 4 月之间，根据《水利水电工程围堰设计规范》（SL 645-2013），围堰级别为 4 级，围堰设计按照满足设计高水位 1.42m 时的挡水要求设计，围堰顶高程考虑波浪高度及堰顶安全加高，波浪高度为 0.20m，安全加高为 0.30m，围堰顶高程在实测水位以上 0.50m，当围堰使用期水位超高上述水位时应由施工单位验算，满足安全要求方可继续施工，并应做好应急准备。

围堰采用拉森 III 型钢板桩，单根长 9m（12m），入土长度约 6m，为保障围堰安全性，钢板桩围堰增设横向钢支撑，外露挡水密排钢板桩设 32#槽钢围檩一道，围檩设置于桩顶以下 0.5m 处，单根围檩长度不小于 10m，并每隔 6m 间距设一道 Φ325 钢管水平支撑，支撑一侧设置于桩顶下围檩处，与围檩之间采用焊接，另一侧在坡面上打入 2 根 32#槽钢（长约 4~9m），钢管支撑与槽钢之间采用螺栓连接。

围堰平面布置图见图 2.2.2-10，施工临时围堰断面图见图 2.2.2-11。钢板桩围堰示意图见图 2.2.2-12。

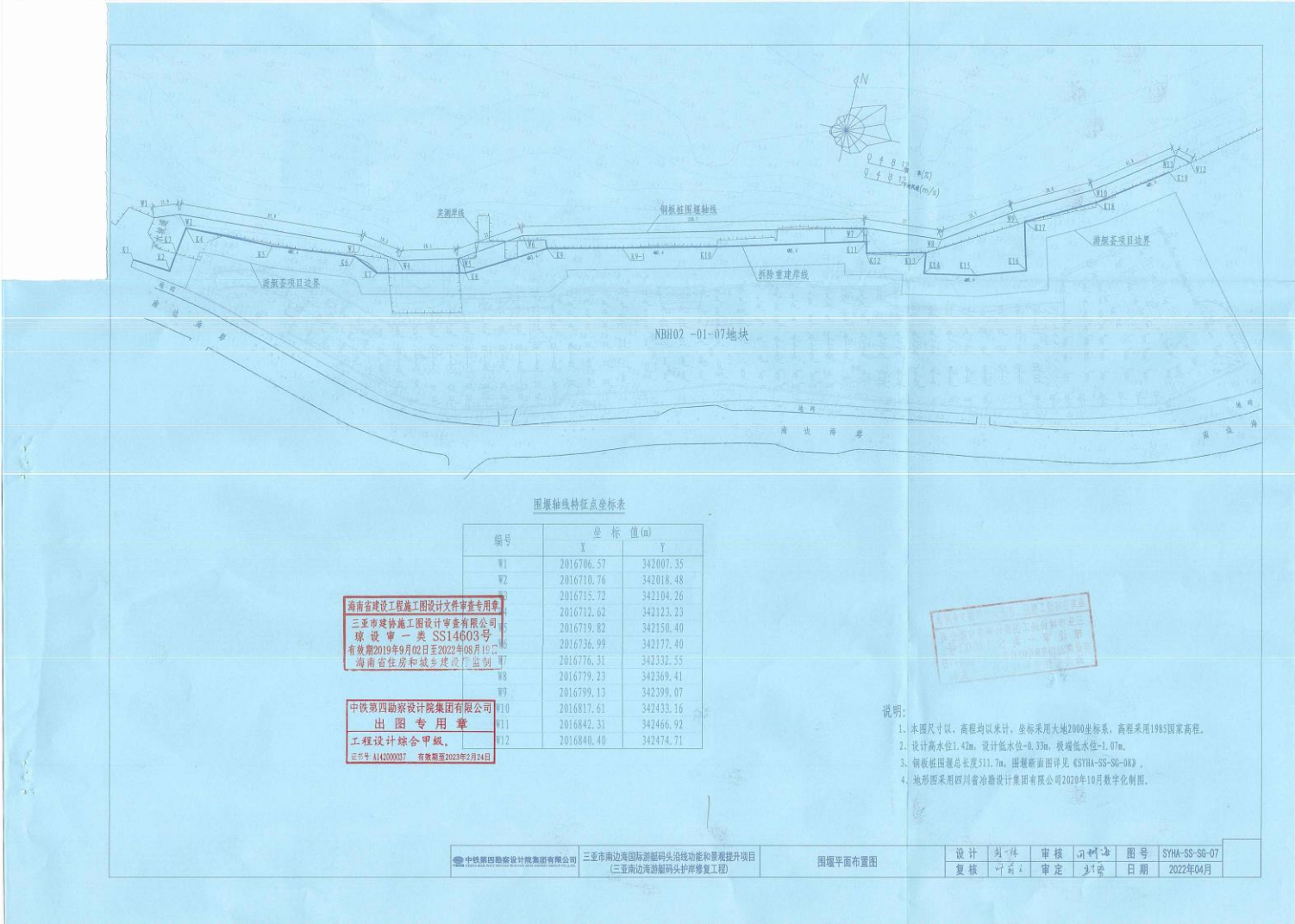


图 2.2.2-10 围堰平面布置图

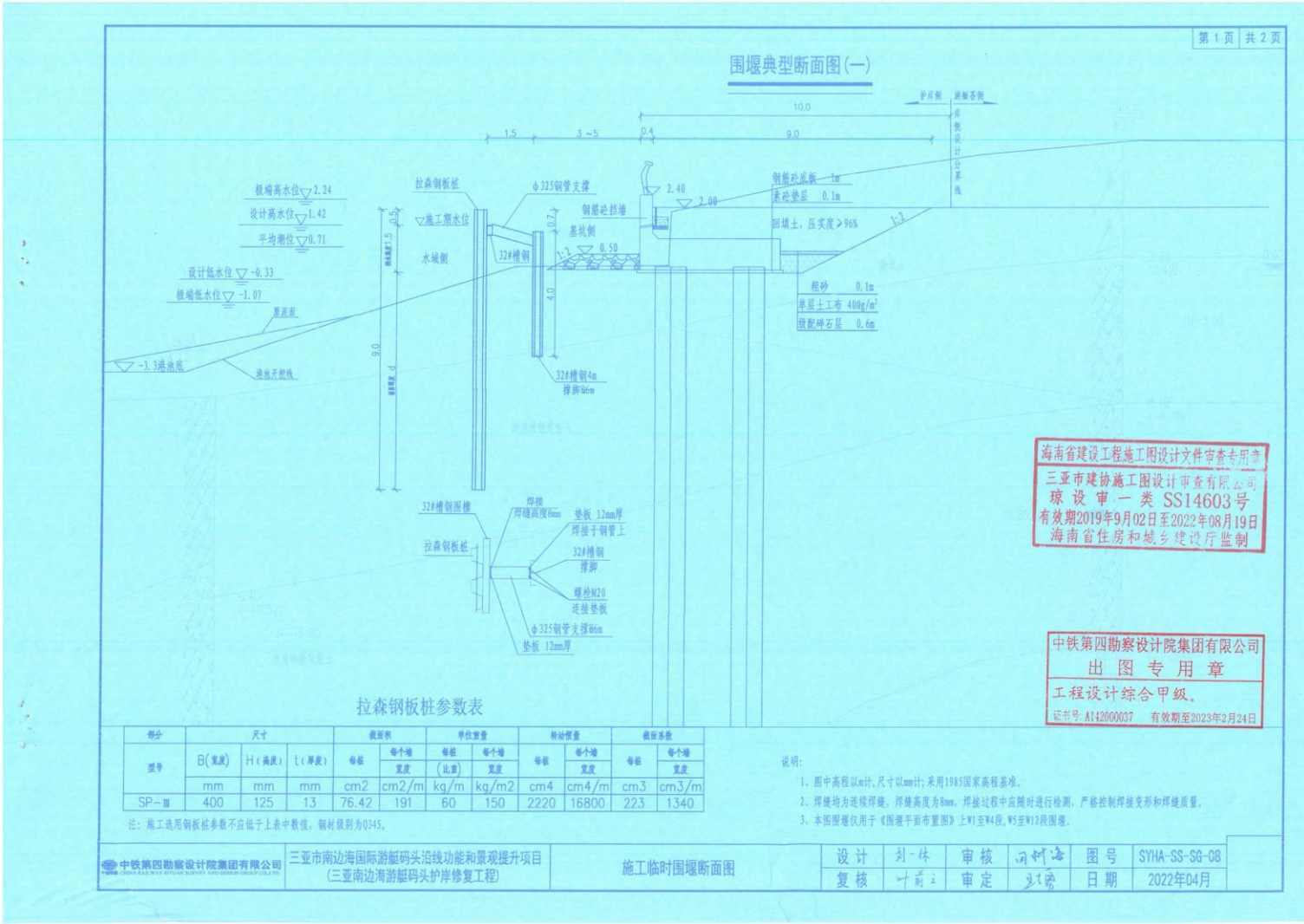


图 2.2.2-11a 施工临时围堰断面图（适用于 W1~W4、W5~W12 段围堰）

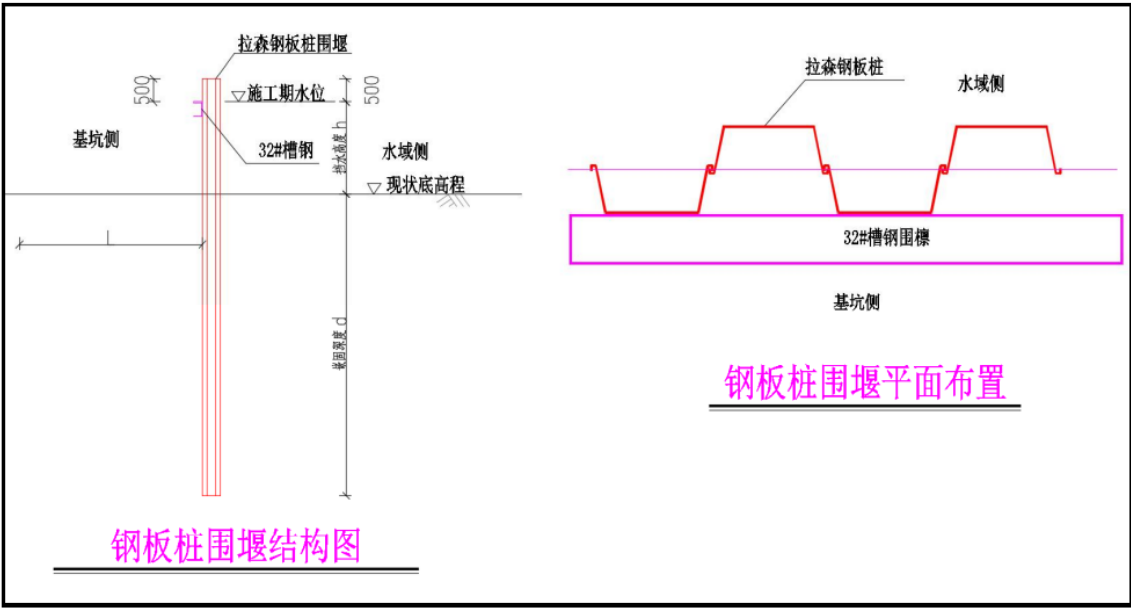


图 2.2.2-12 钢板桩围堰示意图

采用的钢板桩均采用 Q345 钢材，钢板桩型号参数见表 2.2.2-8。

表 2.2.2-8 拉森钢板桩参数表

型号	尺寸			每块钢板桩				壁宽每米			
	有效幅宽 W mm	有效高度 h mm	厚度 t mm	截面 面积 cm ²	截面 二次 力矩 cm ⁴	截面 系数 cm ³	单位 净重 kg/m	截面 积 cm ² /m	截面 二次 力矩 cm ⁴ /m	截面 系数 cm ³ /m	单位 净重 kg/m ²
SP-III	400	125	13.0	76.42	2220	223	60.0	191.0	16800	1340	150

注：施工选用钢板桩参数不应低于上表中数值，钢材级别为 Q345。

除上述要求外，根据相关钢板桩设计规范，钢板桩尺寸、外形及允许偏差应满足表 2.2.2-9 中 U 型钢板桩的要求：

表 2.2.2-9 钢板桩尺寸、外形及允许偏差表（表中单位为 mm）

允许偏差		品种				
		U 型钢板桩		Z 型钢板桩		直线型钢板桩
有效宽度 W		+10 -5		+8 -4		±4
有效高度 H		≤200	±4.0	<300	±6.0	-
		>200	±5.0	≥300	±7.0	
模板厚度	<10	±1.0		±1.0		+1.5 -0.7
	10~16	±1.2		±1.2		+1.5 -0.7
	≥16	±1.5		±1.5		-
长度 L		+200				

	0		
侧弯	$\leq 0.20\%L$	$\leq 0.20\%L$	$\leq 0.20\%L$
翘曲	$\leq 0.20\%L$	$\leq 0.20\%L$	$\leq 0.20\%L$
端面斜度	$\leq 4\%W$	$\leq 4\%W$	$\leq 4\%W$

钢板桩的锁口形状应保证打桩时易于相互咬合，拉拔时易于脱离，其中 U 型钢板桩的公差： $a-b \geq 4\text{mm}$ ，其中 a 为钩宽，b 为锁口开宽，详见图 2.2.2-13。

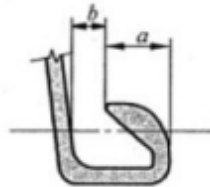


图 2.2.2-13 钢板桩锁口示意图

围堰主要工程数量见表 2.2.2-10。

表 2.2.2-10 钢板桩围堰工程数量表

围堰长度 (m)	钢板桩工程量					32#槽钢工程量		Φ 325 钢管	
	钢板桩(围堰)/m	重量/t	周转量/t	单根长度(m)	根数	重量/t	周转量/t	重量/t	周转量/t
511.7	11724	703	703	9~12	1279	54	54	10	10

围堰采用理正深基坑支护设计软件进行计算，考虑侧向支撑的约束作用，采用 SP-III 型钢板桩，桩长 9.0m，计算得出板桩正常使用时位移为 55.88mm，板桩弯矩为 65.07kN·m，抗倾覆稳定安全系数为 1.316 满足要求。

围堰采用理正深基坑支护设计软件进行计算，考虑侧向支撑的约束作用，采用 SP-III 型钢板桩，桩长 12.0m，计算得出板桩正常使用时位移为 203.55mm，板桩弯矩为 198.62kN·m，抗倾覆稳定安全系数为 1.752 满足要求。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 施工条件

(1) 交通条件

本护岸紧邻南边海路，交通较为便利，工程建设所需砂卵石，块石、碎石、钢材、木材、水泥等建材通过就地取材、本地采购或外购可得到解决；施工所需的建筑材料可由陆路运入施工区域。

(2) 水电、通信条件

水、电、场地条件较好，供电由附近电网就近线路接入，施工人员生活用水通过附近市政自来水管网接入，通信可通过市话网接入施工区域。

（3）施工营地

依托项目南部三亚南边海国际游艇荟项目工地的施工营地，施工营地位于项目东南侧。

（4）施工场地

包含堆土场、堆料场、施工机械堆放场，占地面积约 0.05hm²，设置在项目西南侧靠内陆一侧空地处。

（5）施工力量分析

海南省常年进行港口、建筑工程建设，因此云集了大量施工能力强、施工经验丰富的施工队伍，为本工程的建设提供了可选择的余地。

综上所述，本工程的建设依托条件较好。水陆交通方便，现有道路可直接到达工程现场后方，施工用电均可便捷接入，建筑材料供应较充足，施工队伍应选择具有相应资质，经验丰富并且配备大型专用施工设备的专业化航务施工企业，可以保证工程质量和进度要求。

2.3.2 施工方案

2.3.2.1 挡墙基槽开挖

本项目采用围堰以达到干地施工条件，主要施工项目为现浇 L 型钢筋混凝土挡墙及墙下桩基施工。施工前，拆除场地范围内的既有护岸，整平场地。测量放样，确定桩位中心。挡墙后基槽开挖需满足设计和相关技术规范的要求；基坑须有完善的抽排水系统，基坑不得泡水，确保干地施工，必要时采取一定的支护措施防止管涌、流沙等现象发生。开挖坡口外四周须有截水沟，以防地表水进入基坑。下雨时，开挖后的裸坡应覆盖防水材料，防止雨水冲刷坡面，必须采取防止坑外雨水流入基坑措施，坑内雨水也需及时排出。

（1）挡墙基槽开挖范围

1) 基槽开挖范围包括：基槽内的挖槽、清运工作，应按照图纸上所表示的挖槽范围、挖槽边坡及标高进行。工程范围尚应包括本说明书所规定的或为完成工程所必需的辅助工程。

2) 基槽开挖的平面位置应满足设计要求，断面尺寸不应小于设计规定。

3) 基槽底标高：要求挖至建筑物基底标高，在开挖到建筑物基底标高之前，应预留 30cm 的保护层，在结构施工前，再进行挖除；开挖到建基面后，应将建基面清理干净后立即进行下一道工序施工。基槽开挖至设计标高时，应对土质进行核对。检验数量：按施工段全数检查。如开挖后实际地质情况与设计所采用的地质参数不相符合时，应及时报告监理、设计单位及业主研究解决。

4) 基槽开挖边坡

施工按施工图确定各断面边坡进行开挖。工程初期应结合施工顺序，进行基槽试开挖，基槽开挖边坡应按试挖的情况进行调整。施工过程中对土质变化较大的开挖区段仍应进行一到二次试挖。

5) 基槽底宽：基槽底宽按设计断面进行施工。

6) 基槽开挖过程中应严格按照设计要求由上至下，分层开挖，分层厚度不超过 1m，在开挖过程中其顶边红线范围内严禁堆载。

(2) 基槽开挖过程的监测

1) 在开工前，施工单位应向施工监理提供其挖泥过程中对边坡、土质以及污染情况的监测方法的详细说明。

2) 边坡监测：施工单位应对挖泥时的侵蚀、滑坡以及边坡稳定情况进行连续监测，并将工作面限制在安全坡度和深度以内。

在边坡顶设置施工期沉降位移观测点，基槽开挖及基床抛石强夯过程中定时定员连续观测，如发现异常立即停止施工，带异常解除后方可继续施工。

3) 土质监测：基槽开挖过程中，应对土质进行核对。如发现地质情况与设计要求不符，应立即报告施工监理。

4) 环境监测：挖泥过程中应保持清洁并最大程度地减少污染。

2.3.2.2 抛填块石

(1) 根据现场地形揭露，6-6 断面处存在一个凹槽，且高程较底，需要对挡墙底进行抛石回填。

(2) 施工单位进场应对地形复测，发现地形与设计有变化，应挖除不满足要求的回填部分，按设计图纸回填符合设计要求的填料。

（3）抛石的尺寸、厚度、边坡、标高均应符合设计图纸的要求。

（4）石料的规格和质量应满足设计和规范要求。应对石料的规格、特性等进行检验。

（5）抛石回填应分层进行，分层厚度不大于 0.5m，每层抛填完应进行碾压。

（6）抛填完成后应对顶面进行细平，基床细平时，对块石间不平整部分，宜用二片石填充，对二片石间不平整部分宜用碎石填充，其碎石层厚度应大于 50mm。

（7）抛填施工图过程中，应设立安全警戒范围，并连续观测岸坡的稳定性，如发现异常立即停止施工，带异常解除后方可继续施工。

（8）基床施工完成后应对水侧 1:2 的坡进行埋坡。

2.3.2.3 钻孔灌注桩

（1）孔径不得小于设计桩径，成孔垂直度偏差不得大于 1%。

（2）桩基钻孔完成后，应及时清孔与灌注桩身混凝土，并确保清底及成桩质量。

（3）浇筑混凝土前，检查沉渣厚度不大于 5cm；钻孔深度须至设计桩底标高，且不包括沉渣厚度。

（4）桩身混凝土应一次灌注完成，不得中途停顿。

（5）为防止钢筋骨架上浮，当灌注的混凝土顶面距钢筋骨架底部 1m 左右时，应降低混凝土的灌注速度。当混凝土拌合物上升到骨架底口 4m 以上时，即可恢复正常灌注速度。

（6）灌注的桩顶标高应比设计高出 1.0m 以上，以保证混凝土强度，多余的部分接挡墙底板前必须凿除清理，清理后的桩头混凝土应密实、完整，不得有浮浆、裂缝或夹渣，并应无松散层。

（7）在灌注将近结束时，应核对混凝土的灌入数量，以确定所测混凝土的高度是否争取。在灌注过程中，应将孔内溢出的水或泥浆引流至适当地点处理，不得随意排放，污染环境。

（8）桩基施工完成后，采用声波透射法和低应变法检测桩身完整性，检测频率分别为 25%和 75%，另外采用 2%的钻芯法检测桩身完整性。对施工有异常的桩基应进行钻芯取样。

（9）钻孔灌注桩采用高应变动力检测单桩竖向抗压承载力，检测数量不得少于总桩数的5%，并不得少于5根。施工中遇到异常情况应适当增加桩基检测数量。

（10）桩基质量检验标准应严格按《水运工程质量检验标准》（JTS257-2008）与《码头结构施工规范》（JTS215-2018）有关条文执行。

（11）桩基检测应严格遵照《水运工程基桩试验检测技术规范》（JTS240-2020）相关要求。

（12）未尽事项请按相关规程规范及有关通知执行。

2.3.2.4 现浇钢筋混凝土

（1）现场浇筑混凝土，应符合下列规定：混凝土浇筑的模板及支架必须具有足够的强度、刚度和稳定性，浇筑前应对模板、钢筋、预留孔和预埋件等进行检查验收；施工用的预埋件、应避免外露，对必须外露的铁件应采取防腐蚀措施；现场浇筑混凝土应做好基坑排水，以免基坑内积水影响混凝土质量。

（2）现场建筑大体积混凝土时，应特别注意防雨、防裂及加强养护等措施。

（3）结构缝的构造及填缝材料的品种、规格和质量，应符合设计要求。

（4）混凝土浇筑时，为确保新老混凝土结合良好，结合面层处应符合下列要求：

①浇筑上层混凝土前，应将下层混凝土表面的水泥浆和软弱层凿除，凿毛处理时不得使下层顶面混凝土层粗骨料松动。

②下层顶面混凝土凿毛处理后，应用水冲洗干净，并充分湿润，低洼处不得留有积水。

③混凝土强度到达设计强度80%后，方可进行上部施工。混凝土浇筑前应注意检查埋件的埋设情况，不得遗漏。

（5）混凝土浇筑时，混凝土应振捣密实，表面应原浆压实抹平、接缝平顺，拉毛或压纹均匀一致，不得有空鼓、裂缝、石子外露、浮浆、脱皮和起砂等缺陷。施工时做好防雨、防冻及养护等措施。

（6）大体积混凝土应采取有效措施，降低温度应力，防止混凝土开裂及松顶，一般措施如下：

1) 降低混凝土的拌合物温度

混凝土各种原材料尽早贮备，提早入罐，砂、石保持湿润状态，使用温度较低的地下井水，降低材料的初始温度，相应降低了砼的拌合物温度。

2) 降低混凝土入模温度

①选择较适宜的气温浇筑大体积混凝土，尽量避开炎热天气浇筑混凝土，采取夜间施工。

②进行合理调度，保证供需平衡，缩短砼的浇捣时间。

3) 降低水泥水化热

选用水化热较低的优质水泥，选用级配较好、颗粒较大的粗骨料。

4) 加强施工中的温度控制

①在砼浇注之后，做好砼的保温保湿养护，缓缓降温，充分发挥砼徐变特性，减低温度应力，在砼裸露表面覆盖塑料薄膜，加盖草袋等。

②采取长时间的养护，适当延长拆模时间，延缓降温时间和速度，充分发挥混凝土“应力松弛效应”。

5) 其他未明确要求严格按《水运工程混凝土施工规范》(JTS202-2011)及《水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规范》(JTS202-1-2010)中的相关要求执行。

(7) 墙身及底板混凝土强度达到设计强度的 100%时方可进行墙身后回填，回填过程中要连续观测结构的稳定性和位移。如有异常及时停止施工，防止发生安全事故。

(8) 墙后回填方向应由墙后往岸侧方向填筑，回填料应分层回填，压实度不小于 96%，严禁采用淤泥、杂填土等材料回填。回填过程中尽量放缓回填速度，且回填过程中要定时观测结构的稳定性，采取措施防止墙体产生变位。

2.3.2.5 围堰工程

(1) 施工工艺流程

设置打桩定位轴线→钢板桩安装准备→打设钢板桩→安装围檩及钢管支撑→抽水形成干地条件，开挖及护坡施工→围堰拆除

(2) 钢板桩的检验

钢板桩到货后必须仔细检查出厂合格证、材料质量证明书和标牌，并核对三者的符合性；应进行钢板桩的化学成分及机械性能检验，其结果必须符合产品质量标

准；应进行钢板桩长度、宽度、厚度、重量和锁口通畅性等的检验。

（3）钢板桩的吊运与堆存

钢板桩在单根或成组吊运与堆存时，不得使钢板桩损坏或产生永久变形，且应存放在排水及通风良好的地方，钢板桩水平吊运时宜采用四点吊。

钢板桩堆存时，每层应采用垫木支垫，同层垫木高度应相同，垫木间距宜为 3~4m，堆存的层数不宜超过 3 层，高度不宜大于 2m。

（4）钢板桩的安装

确定打桩定位轴线后，在打桩前应安装临时脚手架和简易导向架。

为了吊运钢板桩，需要再钢板桩桩顶部割开两个洞，洞的直径约为 5cm，吊运钢板桩时，需将吊线和钢板桩用钩环牢固连接起来，钢板桩的下部要采用绳索束上，以免吊装时剧烈晃动。

钢板桩不应斜着拖拉，以免安装过程中翻水扭转和损坏，并采用卡板来防止钢板桩在安装过程中的移动和转动，钢板桩之间的锁口需在高处完成时应确保安全。

（5）钢板桩的打设

钢板桩施打前一定要熟悉水下地层分布及可能障碍物的情况，并清理影响沉桩的块石杂物等，钢板桩采用静压插入，不宜采用锤击以免影响锁口止水效果，可先选取岸侧水浅、流速小的地方开始，先用吊车将钢板桩吊至插点处进行插桩，打入前应将桩尖的凹槽底口封闭，避免泥土挤入，锁口位置宜涂以黄油、沥青或其他密封止水材料，剔除连接锁口锈蚀变形严重的钢板桩，后续桩与先打桩间的钢板桩锁口使用前应通过套锁检查，在插桩时锁口要对准，每插入一块即套上桩帽，加以打入，开始打设的 1 到 2 块钢板桩的位置和方向应确保精度，沉桩过程中采用全站仪跟踪测量，随时监测钢板桩的偏位情况，当发生偏斜时应及时校正，当偏斜过大不能校正时，应拔起重打。

围堰转角处的钢板桩，应根据转角的平面形状做成相应的异形转角板桩，且转角桩和定位桩的桩长宜比其他钢板桩加长 2.0m。

（6）围檩安装

围檩采用 32#槽钢，单根围檩的长度不小于 10m，围檩与钢板桩之间采用焊接。

（7）钢板桩围堰渗漏水处理

当钢板桩锁口漏水时，可在围堰外撒细木屑等细物或在围堰内用板条、棉絮等楔入锁扣内嵌缝或对钢板桩锁口涂抹黄油处理。

（8）围堰的拆除

钢板桩拔桩前，应缓慢放水使围堰内水位与河道水位基本持平，选择较易拔除的桩，先锤击振动各拔高 1~2m，然后依次将所有板桩拔高 1~2m，再从下游开始向上游依次拔除。

2.3.2.6 拆除工程

本项目需要拆除原有护岸、水上架空平台与护岸前的排水管。由于无法收集到现状护岸的施工图，大部分都是当地居民私自修建的护岸或临时搭建的邻护岸架空平台，根据现场调查情况，进行拆除分析。

（1）施工流程：水上拆除架空平台——围堰施工——陆上拆除原有护岸及排水管。

（2）进入水域施工区域的人员必须戴好安全帽、穿好救生衣等劳动防护用品、用具。

（3）拆除顺序应遵循从上到下，从临边向内的原则；先拆除结构面上的附属设施，然后拆除面板，接着再拆除梁系，最后拔除桩基。

（4）本工程混凝土拆除采用破碎机凿除与绳锯切割相结合、起重配合吊装的方式。

（5）由于拟拆除工程，为私自修建的，且已破损老化，拆除机械不应在拟拆除工程上直接作业，以防垮塌。水域施工应采用辅助平台，陆域应在周边一定安全距采用长悬臂类的破除机械。

（6）桩基拆除采用套筒辅助作业，桩基拔出后向套筒内回填混凝土，水泥含量按 4%考虑。回填完成后，拔出套筒。

（7）在拆除构件吊装时，必须有专业人员进行指挥；

2.3.2.7 观测点的布设

为掌握护岸结构在施工期和使用期的沉降、位移情况，在挡墙顶每个分段设置 2 个永久性沉降、位移观测点，位于每一结构段的两端。观测点采用 $\Phi 16$ 铜钉预埋，埋深长度为 150mm，露头 3mm（露头处车圆），在施工和使用期间应注意保护观测

点。沉降位移观测点的观测要求应符合现行行业标准《港口设施维护技术规程》（JTS 310-2013）和《水运工程水工建筑物原形观测技术规范》（JTS 235-2016）的规定。竣工验收时，施工单位应将施工期观测资料及相关观测点全部移交业主，业主应继续对挡墙沉降、位移进行定期观测。并将观测数据输入数据库，建立永久性技术档案。

2.3.2.8 施工安全生产

（1）必须对施工作业人员进行安全技术教育和安全技术交底，对所有操作人员进行岗前培训，考核合格后持证上岗。

（2）所有现场施工机械设备必须进场报验并建立台账，检查合格后方可使用。

（3）非本工程施工人员严禁进入施工区域。

（4）进入施工现场的所有车辆车况必须良好，并对车辆驾驶员进行安全教育和安全交底。

（5）在施工现场安排专人指挥进出车辆，所有车辆进出和停放必须按照指定路线和位置。

（6）各作业工种、机械和电器设备等，应制定安全操作规程，作业人员应严格执行，不得违章指挥，违章操作。

（7）大型机械设备应满足最低安全配员和定人、定机的要求。

（8）进入施工现场的人员必须戴好安全帽。作业时，必须正确配戴和使用劳动防护用品、用具。

（9）施工现场的坑、洞、沟、漏斗及升降口等处，应设置有效防护设施和明显的安全警示标志。

（10）施工现场的安全防护设施、标志、警示牌等，不得擅自拆除或移动。确需拆移的，应经过施工负责人同意。

（11）陆上作业时，遇有能见度不良无法看清场地、雷雨或风力大于等于 6 级的天气，应停止打桩、振冲、强夯和泵车输送混凝土等作业。当风力大于等于 8 级时，应对设备采取防风加固措施。

（12）遇下列情况之一时（不限于），严禁起重吊装作业：

①超载或被吊物重量不明；

- ②无指挥或指挥信号不明；
 - ③起重设备安全装置不符合要求；
 - ④吊索系挂和附件捆绑不牢或不符合安全规定；
 - ⑤被吊物上站人或吊臂及被吊物下站人；
 - ⑥被吊物捆绑处的棱角无衬垫，边缘锋利的物件无防护措施；被吊物埋在地下或位于水下情况不明；
 - ⑦夜间工作场地无照明设施或能见度不良，无法看清场地和被吊物；
 - ⑧越钩或斜拉；
 - ⑨陆上风力大于等于 6 级。
- （13）钢筋加工车间内的照明灯应加设安全网罩。雷雨天气不得进行露天钢筋加工作业。
- （14）钢筋对焊机应安装在室内或搭设的防雨棚内，并设有可靠的接地，接零装置。
- （15）绑扎的钢筋骨架高度超过 2m 时，应设置脚手架或作业平台，作业人员不得直接爬踏钢筋骨架。
- （16）钢筋骨架应有足够的稳定性，稳定性不足时应采取防倾倒措施。
- （17）成捆钢筋和预绑钢筋骨架吊运时，应确定吊点的数量、位置和捆绑方法，不得一点起吊。
- （18）钢筋冷拉作业区的两端必须装设防护挡板。
- （19）冷拉时，钢筋或牵引钢丝绳两侧 3m 内及冷拉线两端严禁站人或通行。
- （20）在运行中遇突然停电时，必须立即关闭冷拉机械的电源。
- （21）维修、保养或清理搅拌系统、供料系统时，必须切断电源，悬挂“严禁合闸”安全警示标志，并派专人看守。
- （22）检修或清理搅拌滚筒必须封闭下料口、切断电源、悬挂“严禁合闸”安全警示标志，并派专人看守。
- （23）潮湿地带焊接作业，操作人员必须站在干燥的绝缘物体上。雨天必须停止露天电焊作业。
- （24）起重吊装作业应明确作业人员分工，专人指挥，统一指挥信号。

（25）起重吊装作业时，指挥和操作人员不得站在建筑物或构件边缘、死角等危险部位。

（26）两台起重设备起吊同一重物时，必须制定专项起吊方案。起吊前必须根据重心位置等合理布置吊点。吊运过程中，必须统一指挥，两台起重设备的动作必须协调。各起重设备的实际起重量，严禁超过其额定起重能力的 80%，且钩绳必须处于垂直状态。

（27）下雨天气应采取防滑措施，风力大于等于 6 级或雷雨天气时，不得进行露天高处作业。

（27）高处作业应正确佩戴安全带。安全带的质量，使用和保管应符合现行国家标准《安全带》(GB6095)的有关规定，出厂合格证应妥善保管。

（28）基槽应设置临边防护设施，并应制定支护及开挖专项施工方案。

（29）局部或全部放坡开挖基坑的边坡应符合设计要求。当发现与地质资料不符时，应与设计单位研究处理方案。

（30）其他未明确事项严格按照《水运工程施工安全防护技术规范》（JTS205-1-2008）执行。

2.3.3 施工机械配备

根据本工程的施工工程量和工程特点，合理选择施工设备和机具。本工程主要施工机械为起重设备、成桩设备、泵送设备、养护设备以及汽车等。

2.3.4 施工进度安排

本项目计划建设期为 7 个月。主要工作内容及工期安排见施工进度计划见表 2.3.4-1。

表 2.3.4-1 项目施工进度计划表

序号	工程内容	时间（月）						
		1	2	3	4	5	6	7
1	施工准备	■						
2	拆除既有护岸	■	■	■				
3	成 桩		■	■	■	■		
4	挡墙浇筑			■	■	■	■	
5	养护拆模				■	■	■	
6	墙后回填				■	■	■	
7	栏 杆					■	■	
8	交工验收							■

2.4 项目申请用海情况

本项目用海类型为海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，项目用海总面积为 0.0807 公顷，占用岸线 141m，申请用海期限为 40 年。项目用海申请宗海位置图和宗海界址图分别见图 7.3-1 和图 7.3-2。

2.5 项目用海必要性

2.5.1 项目建设必要性

（1）项目的建设是加快推动海南自由贸易港建设，落实设立游艇产业改革发展创新试验区的需要

根据《海南自由贸易港建设总体方案》中关于“设立游艇产业改革发展创新试验区”及《中共海南省委关于贯彻落实<海南自由贸易港建设总体方案>的决定》中“围绕国际旅游消费中心建设，大力发展邮轮游艇等消费新业态”等相关要求，三亚作为国内游艇市场综合竞争力前三的城市和海南自由贸易港游艇经济活动的主要聚集城市，将充分发挥“游艇产业改革发展创新试验区”的先行先试作用，加快促进游艇产业聚集发展，着力打造世界一流的游艇旅游消费中心和国际知名的游艇展示交易中心。三亚中央商务区是海南自由贸易港建设的十一个重点园区之一，园区构建以总部经济、金融服务、现代商贸、邮轮游艇为主导，以专业服务与休闲文化

为支撑的现代产业体系。《海南省旅游发展总体规划（2017-2030）》提出以海南国际旅游岛建设为总抓手，加快提升以旅游业为龙头的现代服务业，走“旅游+”融合发展道路，确立打造世界一流的国际旅游目的地总体定位。

本项目为三亚南边海游艇码头护岸修复工程，项目建成后将提升游艇码头沿线功能和景观，能有效抵御风暴潮、波浪、水流侵袭，保护港口内外岸滩，免遭侵蚀破坏，进一步加快海南自由贸易港建设，对打造游艇产业改革发展创新试验先行区将起到积极的促进作用。

（2）项目的建设是完善南边海国际游艇会配套设施的需要

随着自贸港进口游艇“零关税”及相关政策的发布，国内外游艇公司普遍都意识到三亚存在着巨大的机遇与市场，游艇国际、欧尼尔、杰特赛特等亚洲地区知名游艇分销商纷纷咨询入驻事宜，贝内托、幕恩等分销商甚至抢先入驻并已经完成 43 英尺至 29 米不等的意向订单。同时，疫情后对高品质生活的追求以及自贸港利好政策也激发了消费者在海南购买游艇的欲望，游艇成交量持续增长。

本项目为护岸修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，项目建设完成后作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义，可以提升游艇码头沿线功能和景观，本项目的建设，是完善南边海国际游艇会配套设施、满足市场需求和产业发展需要的必然选择。

（3）项目的建设有利于周边土地价值挖掘

三亚中央商务区凤凰海岸单元南边海 NBH02-01-07 地块是南边海环河口主题消费区的核心区域，在该地块周边规划建设游艇码头，再结合超级游艇维修基地、游艇荟项目对该地块进行创新性过渡开发，完美契合游艇 3S 展销中心的相关需求。南边海国际游艇会码头建设将为更多游艇提供泊位，也为游艇销售提供现场展示空间；维修服务将为游艇销售和使用解决后顾之忧；游艇荟项目又会进一步增加游艇保有量，提高泊位和维修基地使用率。

本项目为三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，项目建设完成后作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，有利于三个项目互相促进、互相发展在自贸港相关政策陆续发布的效应下，将形成游艇

的城市会客厅，不仅可以吸引游艇产业集聚，还可以对 NBH02-01-07 地块进行预热，从而实现周边土地增值。

综上所述，本项目的建设是十分必要的。

2.5.2 项目用海必要性

本项目为护岸修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，主要是对三亚南边海游艇码头护岸进行修复，以南边海国际游艇码头沿线功能和景观，同时可以作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，

由于现状护岸大部分都是当地居民私自修建的护岸或临时搭建的邻护岸架空平台，破损比较严重，本项目是在原有破损护岸的基础上进行修复，护岸建设占用岸线 141m，须使用海域面积 0.0807 公顷。项目建设有利于提升游艇码头沿线功能和景观，能有效抵御风暴潮、波浪、水流侵袭，保护港口内外岸滩，免遭侵蚀破坏，同时保护海岸线不受侵蚀，因此，项目用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气象环境概况

三亚市位于海南岛南部，地处低纬度，属热带海洋性季风气候，日照时间长，平均气温较高，全年温差小，四季不分明。本报告气温、降水、风况、湿度、雷暴等资料均采用三亚市气象站自建站 1959 年至 2014 年的观测资料进行统计。由于三亚市气象站于 2009 年 1 月 1 日从三亚市区榕根坡迁至吉阳区六道岭山顶，故对三亚气象站自 1959 年～2008 年和 2009 年～2014 年的气象数据分别统计，热带气旋资料根据《三亚统计年鉴——2020》（三亚市统计局，2020 年 9 月）、《“中国气象局热带气旋资料中心”的统计数据。项目所在区域的气象情况简述如下：

3.1.1.1 1959～2008 年气象资料

（1）气温

年平均气温为 25.8℃，各月平均气温都在 21℃以上，5～8 月份较高，平均均气温均达到 28℃以上，12 月至翌年 2 月份较低，均不到 23.0℃。本区极端最高气温为 35.9℃(1991 年 6 月 4 日)，极端最低气温为 5.1℃(1974 年 1 月 2 日)。各月平均气温分布见表 3.1.1-1。

表 3.1.1-1 各月平均气温 (单位：℃)

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

（2）降水

三亚地区年降水量丰富，各月均有降水，年平均降水量为 1392mm，年降水日数平均为 113 天。有旱季和雨季之分，5 月～10 月为雨季，其间集中了全年 85%以上的降水量和 75%以上的降水日；11 月至翌年 4 月为旱季，降水量较少。年最大降水量为 1987.7mm(1990 年)，年最小降水量为 673.7mm(1977 年)，日最大降水量为 327.5mm(1986 年 5 月 20 日)，最长连续降水日数为 18 天，降水量 245.8mm(1967 年 9 月 13 日至 30 日)。各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布见表 3.1.1-2。

表 3.1.1-2 各月降水量、降水日数、平均大雨和暴雨日数分布

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
降水量(mm)	8.0	12.8	19.2	43.3	142.3	197.5	192.6	221.5	251.4	234.5	58.2	10.7	1392

降水日数($R \geq 0.1\text{mm}$)(天)	3	4	4	6	10	14	14	16	17	14	7	4	113
平均大雨($\geq 25\text{mm}$)日数	0	0	0	0	2	2	2	2	3	3	1	0	15
平均暴雨($\geq 50\text{mm}$)日数	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	6

(3) 风况

三亚大风天气主要来源于冷空气和热带气旋，其中热带气旋引起的大风强度更大，三亚大于或等于 20m/s 的风速出现在 6~10 月，都是热带气旋所致，热带气旋引起的最大风速瞬间达 45m/s (SW)，全年平均风速 2.5m/s 。三亚以 E、NE 和 ENE 风向为最多，一年内几乎有 8 个月的时间被上述风向控制，其余四个月(5~8 月)风向较乱，但以 W、WSW 风向为主。风向玫瑰图见图 4.1-1，各向平均风速、最大风速及频率见表 3.1.1-3，逐月平均风速见表 3.1.1-4。

表 3.1.1-3 各向平均风速、最大风速及频率表

方位	最大风速(m/s)	平均风速(m/s)	频率(%)
N	12.0	1.7	5.5
NNE	24.0	2.2	7.6
NE	20.0	3.1	13.6
ENE	18.0	3.4	10.8
E	23.0	3.0	13.2
ESE	17.0	3.1	6.6
SE	17.0	2.8	6.6
SSE	16.0	3.2	5.8
S	14.0	3.3	4.4
SSW	19.0	2.9	0.9
SW	20.0	3.2	2.2
WSW	18.0	3.5	3.4
W	20.0	3.4	3.2
WNW	12.0	3.0	1.1
NW	30.0	2.0	1
NNW	11.0	1.5	1.1

表 3.1.1-4 各月平均风速

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

(4) 相对湿度

区域年平均相对湿度 78%，全年各月相对湿度变化不大，其中 8 月份湿度最大，为 84%，12 月份气候相对干燥，但也有 70%。逐月平均相对湿度见表 3.1.1-5。

表 3.1.1-5 各月平均相对湿度(%)

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

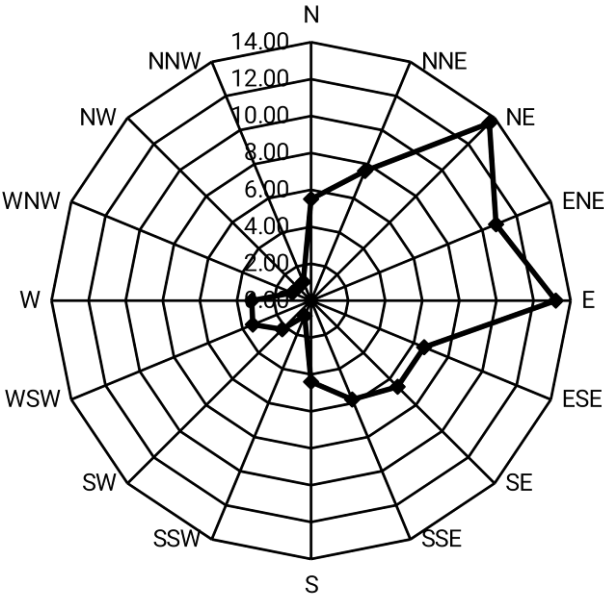


图 3.1.1-1 各向风频率玫瑰图

3.1.1.2 2009～2014 年气象资料

(1) 降水

①降水月变化

统计 2009～2014 年(三亚迁站以来)的降水量可知(见图 3.1.1-2)，月、季降水量差异性显著。月平均降水量为 159.1mm，月平均降水量最高为 10 月份，降水量达到 395.7mm，最低值出现在 1 月份，仅为 6.9mm。季降水量以秋夏季为最高，其中秋季总降水量达到 804.4mm，占年总降水量的 45%；夏季总降水为 717.5mm，占年总降水的 40%。冬春季节降水较少，其中冬季最少，为 49.2mm，仅占全年总降水量的 3%，春季降水量为 218.5mm，占全年总降水量的 12%。

②降水年变化

统计 2009～2014 年期间各年总降水量和年大雨日数(日雨量≥25mm)、暴雨日数(日雨量≥50mm)、大暴雨日数(日雨量≥100mm)可知(图 3.1.1-3)，年平均降水量为 1789.5mm，最大年总降水量为 2189.2(2010 年)，最小年总降水量为 1110.2mm(2014 年)，年份总降水量均超过 1000mm。多年年平均雨日为 119 天，最多为 131 天(2013

年)；年平均大雨日数为 22.5 天，最多为 30 天(2013 年)；年平均暴雨日数为 8.5 天，最多为 14 天(2010 年)；年平均大暴雨日数为 2.3 天，最多为 5 天(2012 年)。

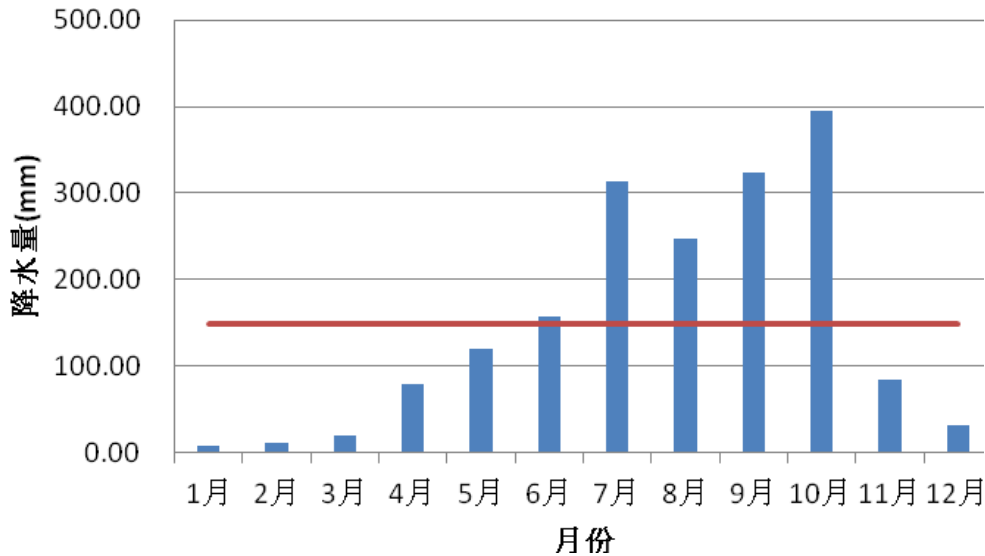


图 3.1.1-2 2009~2014 年月平均降水量

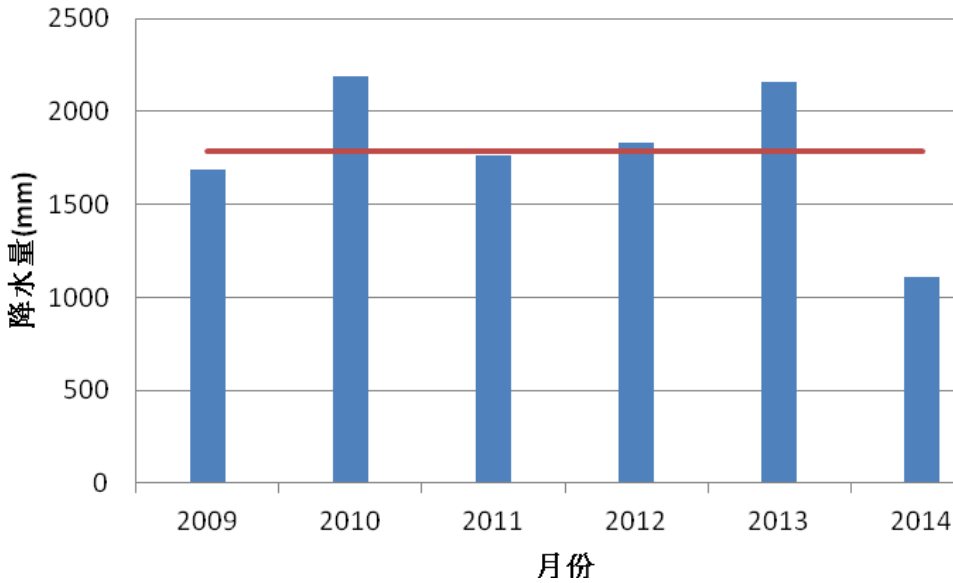


图 3.1.1-3 2009~2014 年总降水量变化图

(2) 相对湿度

①湿度月变化

统计 2009~2014 年月平均空气相对湿度，结果显示，月平均空气相对湿度每月都在 65% 以上，其中相对湿度的最低值出现在 12 月，为 67.7%，最高月份为 4 月，达到 92.8%。相对湿度的季节变化来看，春季的相对湿度值最大，平均达到 91.7%，

秋季为最低，仅有 78.1%(见图 3.1.1-4)。

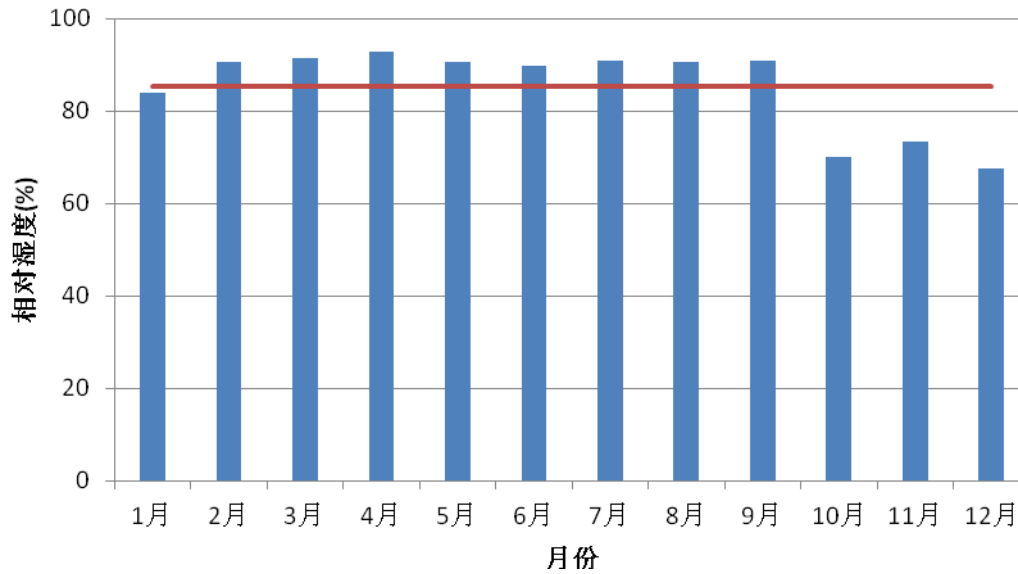


图 3.1.1-4 2009~2014 年月平均相对湿度

②湿度年变化

统计分析 2009~2014 年近 5 年年平均空气相对湿度(见图 3.1.1-5)，年平均湿度为 85.2%，发现近 5 年年平均都在 80%以上，空气相对湿度较大，最高的为 2014 年，87.3%，这与海洋性季风气候特点相符。

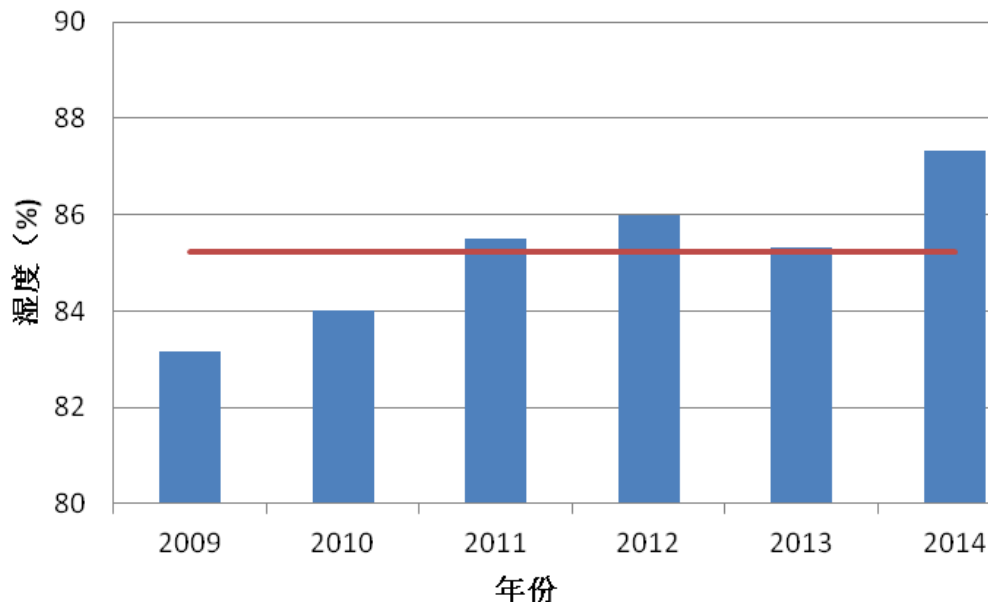


图 3.1.1-5 2009~2014 年年平均相对湿度

(3) 风况

①风速月变化

统计 2009~2014 年风速的月平均和季节变化(见图 3.1.1-6)，结果显示，年平均风速为 5.4m/s，其中 10 月到翌年 1 月风速较大，最大风速出现在 12 月，为 6.9m/s，最小风速出现在 5 月份，为 4.0m/s。在风速的季节变化中，秋冬季节风速相对较大，最大为冬季，平均风速为 6.5m/s，而夏季的风速则最小，为 4.1m/s。

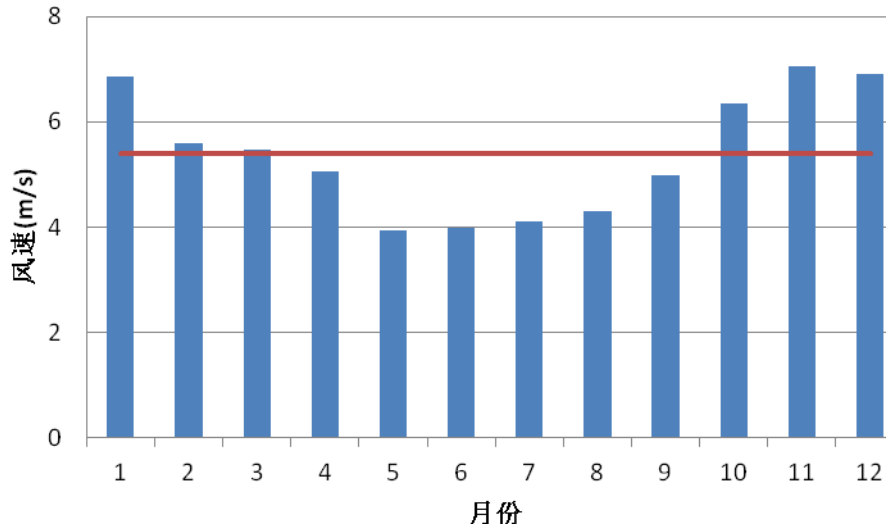
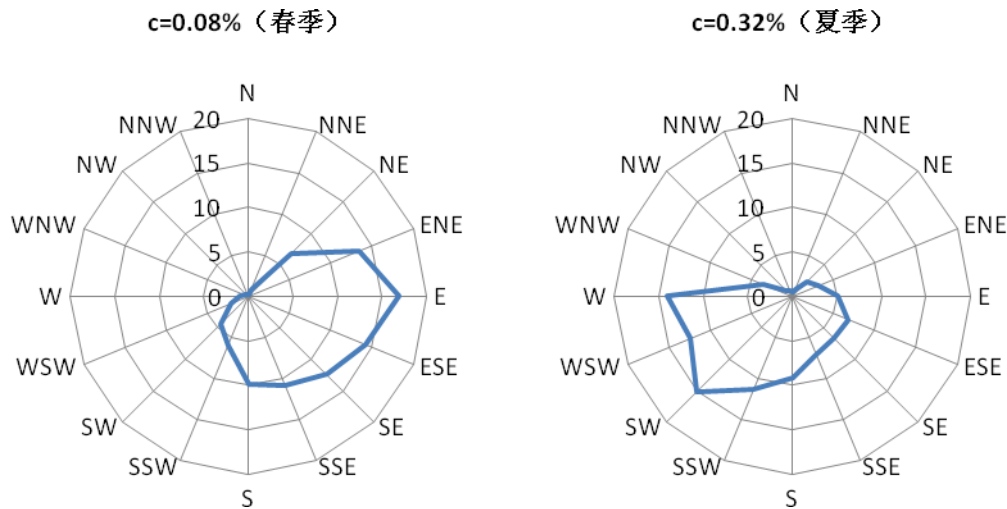


图 3.1.1-6 2009~2014 年月平均风速

②主导风向季节性变化

统计 2009~2014 年逐日风向数据，春季以东风为主导，风向频率为 16.88%，夏季以西南风为主，风向频率为 15.23%，秋冬均以东北偏东风为主导风向，风向频率风别为 27.79%和 29.36%。全年风向主要以东北偏东为主，频率为 18.36%(见图 3.1.1-7)。



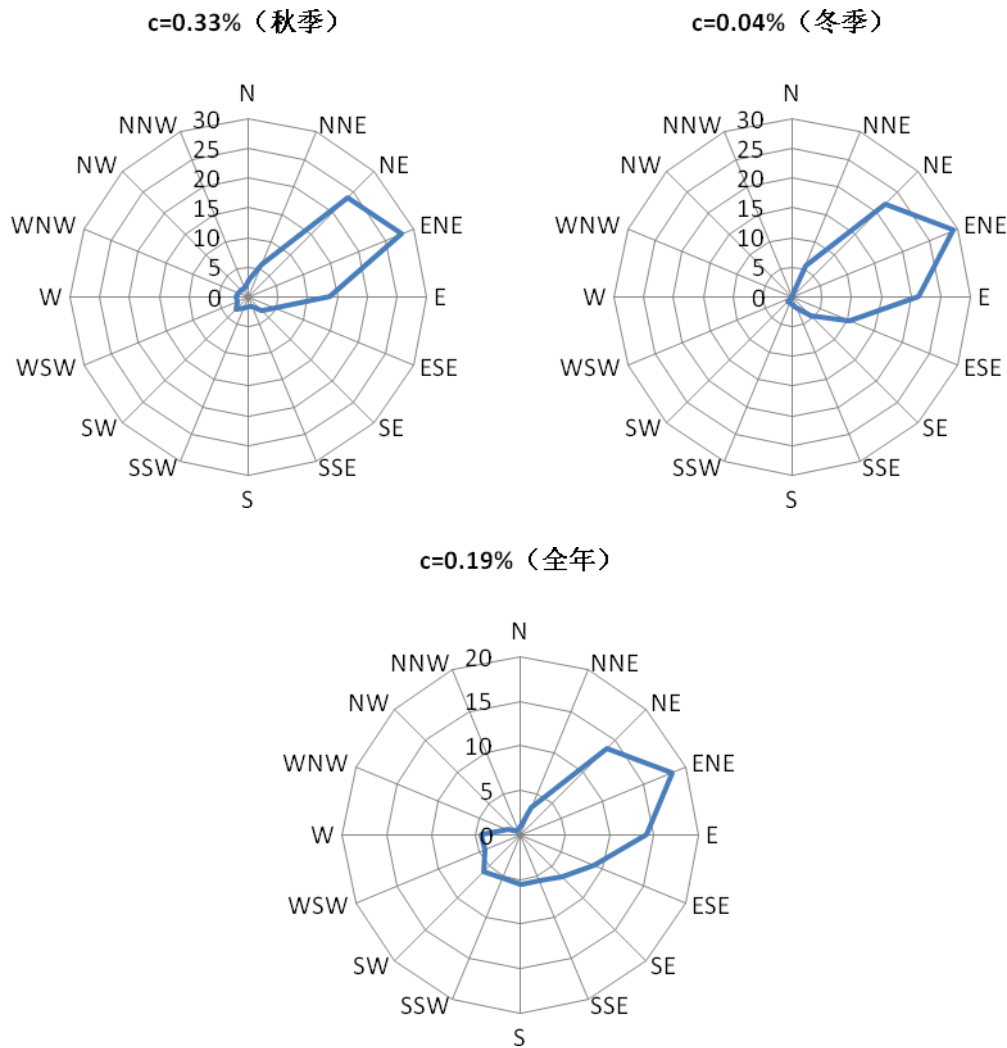


图 3.1.1-7 2009~2014 年春、夏、秋、冬四季和全年风向玫瑰图

3.1.1.3 热带气旋

影响本区的极端天气主要为热带气旋，2010~2018 年间，西北太平洋和南海共生成 223 个热带气旋，平均每年生成 27.9 个。有 69 个热带气旋进入南海或在南海生成，有 13 个登陆海南岛。其中，1002 号台风“康森”于 2010 年 7 月 16 日 19 时 50 分左右在海南岛三亚亚龙湾一带沿海登陆。按月份统计，7 月登陆次数最多，6 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆三亚，登陆三亚的热带气旋按月统计频数（表 3.1.1-6）。

表 3.1.1-6 登陆三亚的热带气旋按月统计频数表

月份	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	合计
个数/个	4	3	6	3	2	5	2	25
比例%	16	12	24	12	8	2	8	100

以三亚站的气压为指标，根据各热带气旋对三亚市的影响严重程度，摘录1970~2018 年热带气旋登陆时三亚实测气压<990hpa 的热带气旋列于表 3.1.1-7 和图 3.1.1-8。项目区域台风情况见表 3.1.1-8。

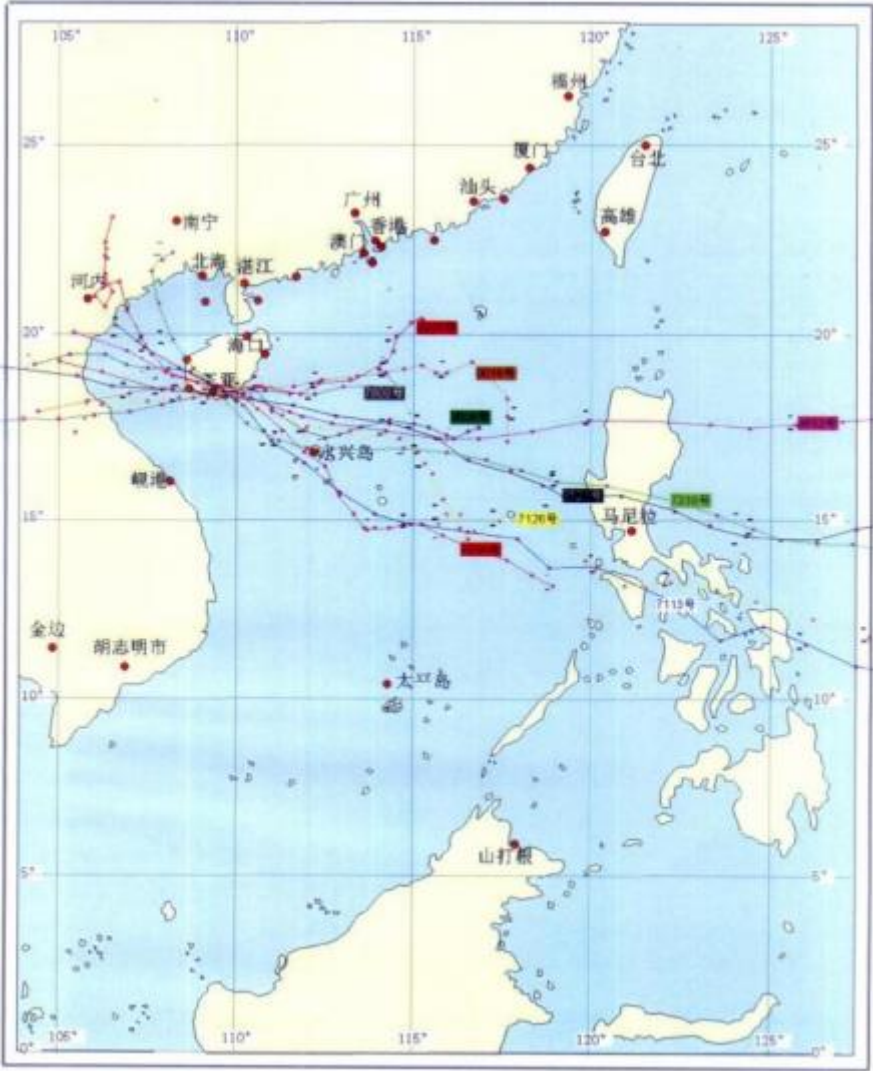


图 3.1.1-8 登陆（或严重影响）三亚的部分热带气旋路径图

表 3.1.1-7 1970~2018 年登陆（或严重影响）三亚的部分热带气旋信息统计表

序号	编号	起止时间	登陆时				
			登陆强度	登陆点	时间	中心 气压/hpa	中心 风力/级
1	7113	07/09~07/18	TS	三亚陵水	07/17 16~17h	983	9~10
2	7126	10/01~10/09	STS	三亚	10/09 15~17h	980	11
3	7318	11/11~11/20	TY	三亚	11/18 19~20h	973	12
4	7809	08/09~08/13	TS	陵水三亚	08/11 10h	983	8
5	8105	06/27~07/05	STY	三亚	07/04 02~03h	965	12
6	8521	10/11~10/22	TY	三亚	10/21 08h	970	12

7	8905	06/04~06/12	TY	陵水三亚	06/10 11~12h	960	12
8	8926	09/29~10/03	TY	三亚	10/02 23~24h	970	12
9	9016	08/24~08/30	TY	三亚南部	08/29 02h	965	12
10	9204	06/24~07/01	TY	三亚	06/28 05h	965	12
11	9508	08/24~08/30	STS	三亚	08/28 10h	980	10
12	9612	08/18~08/23	TY	三亚	09/22 06h	970	12
13	0016	09/02~09/10	TY	陵水三亚	09/09 08h	975	12
14	0518	09/20~09/28	STY	陵水	09/26 03h	970	12
15	1002	07/12~07/17	TY	三亚	07/16 20h	968	12
16	1005	08/22~08/24	TD	三亚南部	08/23 22h	985	10
17	1108	07/25~07/30	STS	文昌	07/29 18h	980	10
18	1117	09/24~09/30	TY	文昌	09/29 14h	960	14
19	1309	07/31~08/02	STS	文昌东南	08/02 17h	980	8
20	1330	11/04~11/11	STY	三亚南部	11/10 14h	955	14
21	1409	07/12~07/20	SuperTY	文昌	07/18 15h	910	17
22	1508	06/21~06/24	STS	万宁	06/24 19h	982	10
23	1603	07/26~07/28	STS	万宁	07/26 22h	985	10
24	1621	10/13~10/19	STS	万宁	10/18 10h	960	14
25	1809	07/17~07/23	TD	万宁	07/18 5h	983	9

表 3.1.1-8 项目附近海域近年台风登陆情况表

序号	编号	年份	英文名	中文名	风速 (m/s)	中心气压/hpa	中心级风力/级
1	200016	2000	WUKONG	悟空	18	995	8
2	200114	2001	FITOW	菲特	10	1005	5
3	201002	2010	CONSON	康森	16	1000	7

3.1.1.4 风暴潮

三亚海域风暴潮现象主要是由热带气旋影响期间在沿岸引发不同程度的风暴增水造成的。2010~2018 年间，三亚海域共出现 6 次较明显的风暴潮过程，分别为：1108 号强热带风暴“洛坦”影响期间，三亚站最高潮位 227cm，未超当地警戒潮位；1117 号强台风“纳沙”影响期间，三亚验潮站最高潮位 256cm，接近当地警戒潮位；1119 号强台风“尼格”影响期间，三亚海洋验潮站最高潮位 273cm，接近当地警戒潮位；1213 号台风“启德”影响期间，三亚湾验潮站最大增水 36cm，最高潮位 220cm；1719 号强台风“杜苏芮”影响期间，三亚验潮站最大增水 67cm，最高潮位 275cm，超蓝色警戒潮位 7cm；1809 号热带风暴“山神”影响期间，三亚验潮站最大增水 60cm，最高潮位为 159cm。

3.1.2 水文环境概况

3.1.2.1 径流

三亚河是流经三亚市区的主要河流，发源于三亚市北部的毫八刚岭，由六罗河及主要支流半岭水组成。流经市区时分为三亚西河和三亚东河，西河是三亚河的主干，最终注入三亚湾，见图 3.1.2-1。其流程 28.8km，流域面积 337km²，河床平均坡降 6.09‰，总落差 459.21m。根据三亚地区多年平均径流深度等值线图计算，三亚河多年平均径流量为 2.11×108m³，多年平均流量 6.66m³/s。

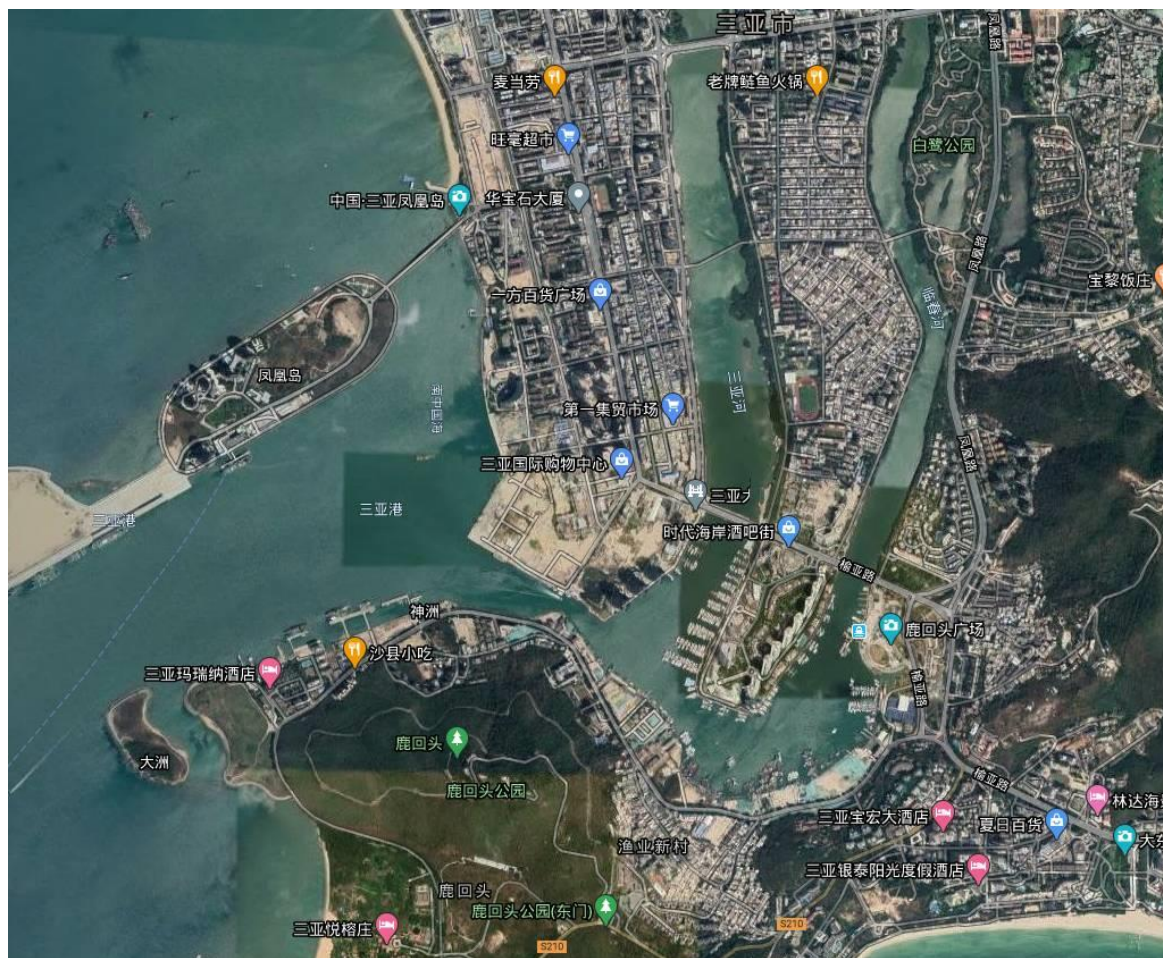


图 3.1.2-1 三亚河径流简图

3.1.2.2 潮汐

（1）基准面及转换关系

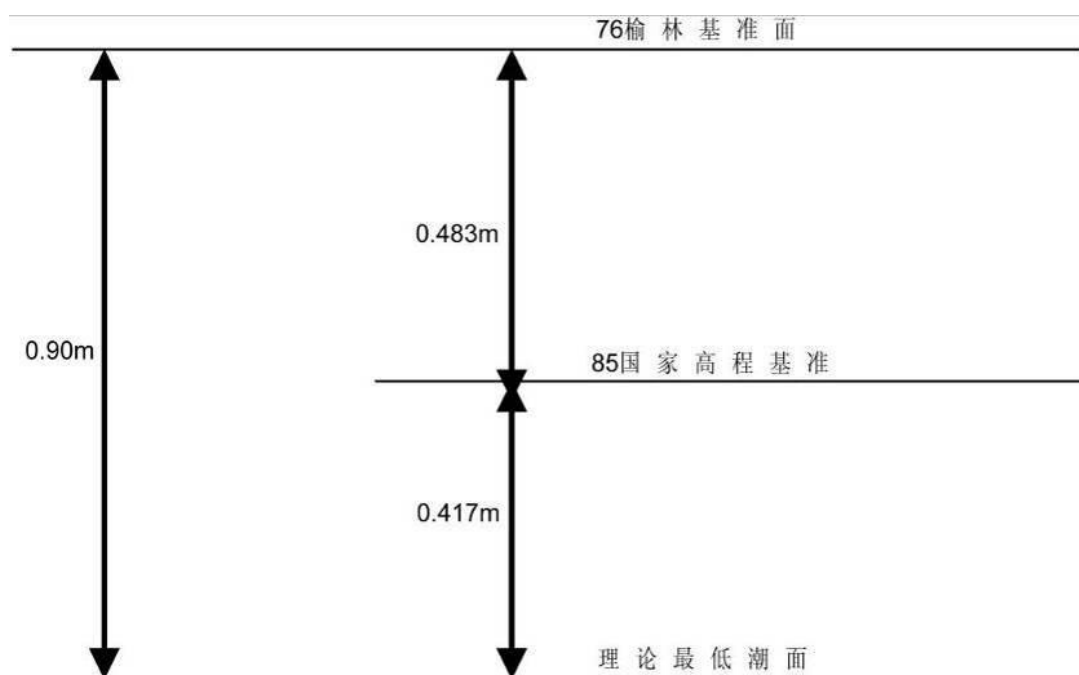


图 3.1.2-2 基准面及转换关系图

（2）潮汐性质及潮型

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

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

（3）潮位特征值

三亚湾海洋观测站有十年的历史资料，根据国家海洋局三亚海洋环境监测站 1997 年～2014 年长期潮汐观测资料统计可知：

平均潮位：72cm(国家 85 高程，下同)；

平均潮差：83cm；

最大潮差：203cm(出现日期为 2004 年 12 月 14 日)；

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

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

3.1.2.3 潮流

1、实测潮流特征

海南正永生态工程技术有限公司于 2020 年 12 月 5 日至 6 日在三亚河及三亚湾附近海域开展了 6 个站位的大潮期的连续 26 小时潮流观测，在潮流观测期进行 2 个站潮位同步观测，调查站位见图 3.1.2-3。

根据潮位过程曲线图，见图 3.1.2-4，大潮期在一个观测周内有一次高潮和一次低潮。大潮期涨潮历时约 16 小时，落潮历时约 10 小时，潮汐日不等现象显著。

根据高、低潮位统计表 3-1，大潮期 A1 站高潮出现于 12 月 6 日 1:00，潮高为平均海平面以上 73.78cm；低潮出现于 12 月 6 日 11:00，潮高为平均海平面以下 62.83cm；高低潮差为 136.61cm。大潮期 A3 站高潮出现于 12 月 6 日 1:00，潮高为平均海平面以上 76.36cm；低潮出现于 12 月 6 日 11:00，潮高为平均海平面以下 64.28cm；高低潮差为 140.64cm。

A1、A3 站高低潮发生时间几乎同步，A3 站高低潮差较 A1 站大。

涨潮历时约 15 小时，落潮历时约 10 小时。涨潮历时大于落潮历时。

略

图 3.1.2-3 大潮期水文观测站位图

表 3.1.2-1 高、低潮位统计表

潮型	站位	低潮		高潮	
		潮时 hh:mm	潮高(cm)	潮时 hh:mm	潮高(cm)
大潮	A1	11:00	-62.83	1:00	73.78
	A3	11:00	-64.28	1:00	76.36

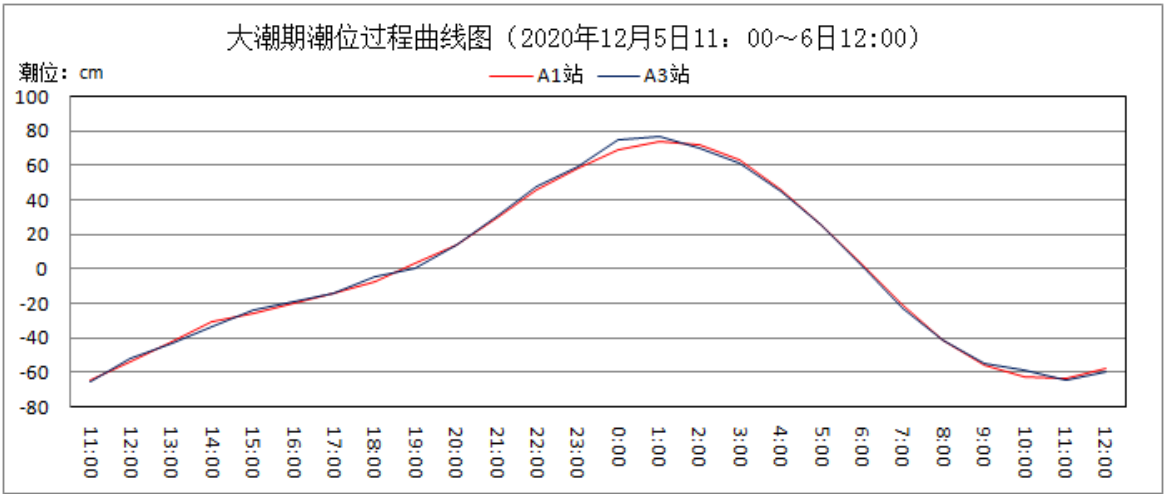


图 3.1.2-4 大潮期 A1、A3 站潮位过程曲线图

根据调查结果，绘制出不同潮期各站流速、流向分布图 (图 3.1.2-5)及潮流矢量图(图 3.1.2-6)，并对涨落潮期流速特征值进行统计见表 3.1.2-2，分析观测期间工程海域潮流特征如下：

（1）A1、A2 站受地形影响，流向较为复杂，形似旋转流；A3、A4、A5 和 A6 呈现很好的往复流形态，A3 流向较为发散，A4、A5 和 A6 流向主要集中在 NW～NE 之间。

（2）大潮期，A1、A2、A3、A4、A5 和 A6 站海流最大流速分别为 12.67cm/s、11.84cm/s、30.5cm/s、72.73cm/s、64.65cm/s、70.25cm/s。

（3）由于落潮历时较小，落潮期平均流速整体上大于涨潮平均流速。

（4）大潮期各观测站海流流速最大值出现在涨潮期间半潮面附近。

表 3.1.2-2 大潮期实测海流分层流速特征值统计表(流速：cm/s，流向：°)
略

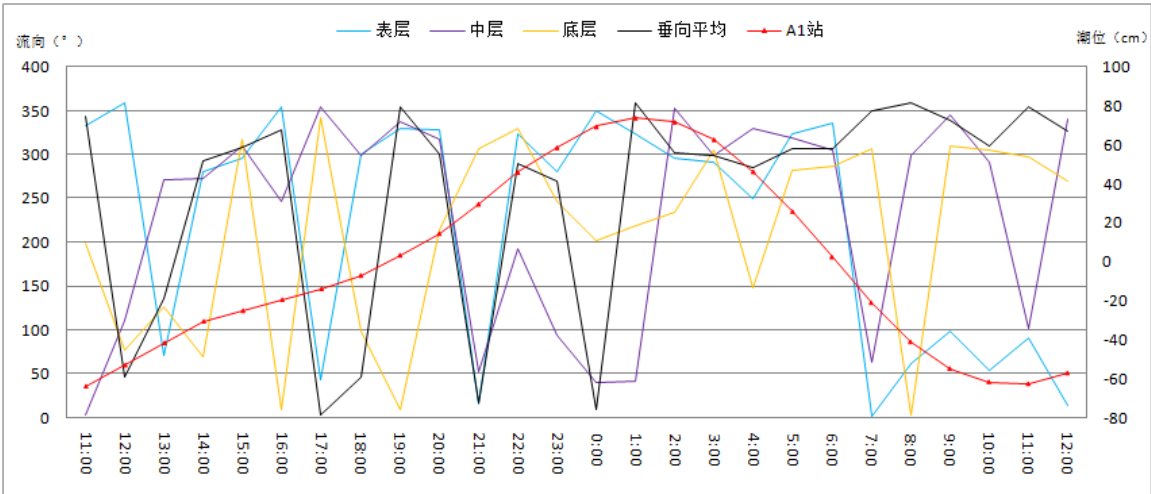
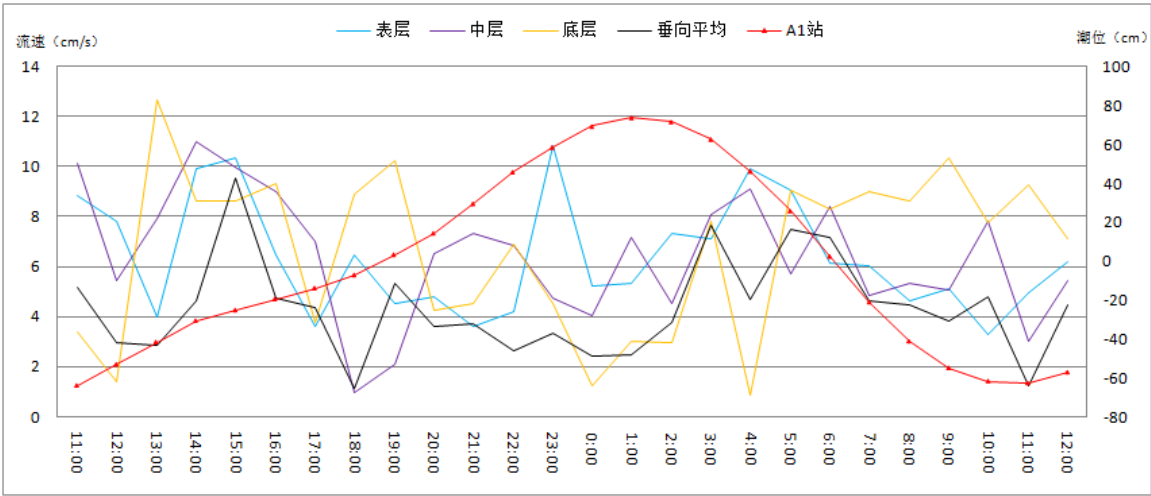
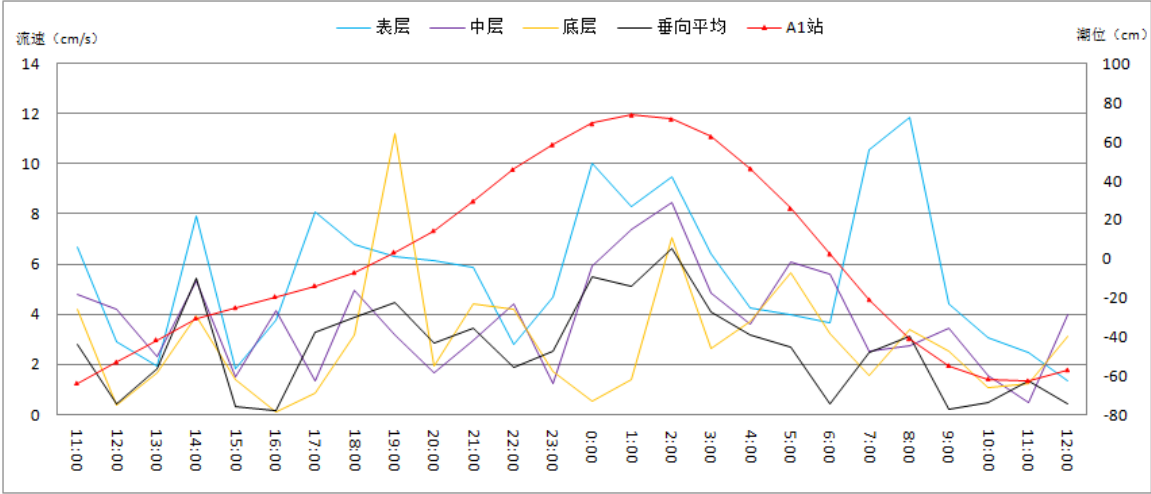


图 3.1.2-5a A1 站流速、流向过程曲线图(2020 年 12 月 5 日~6 日)



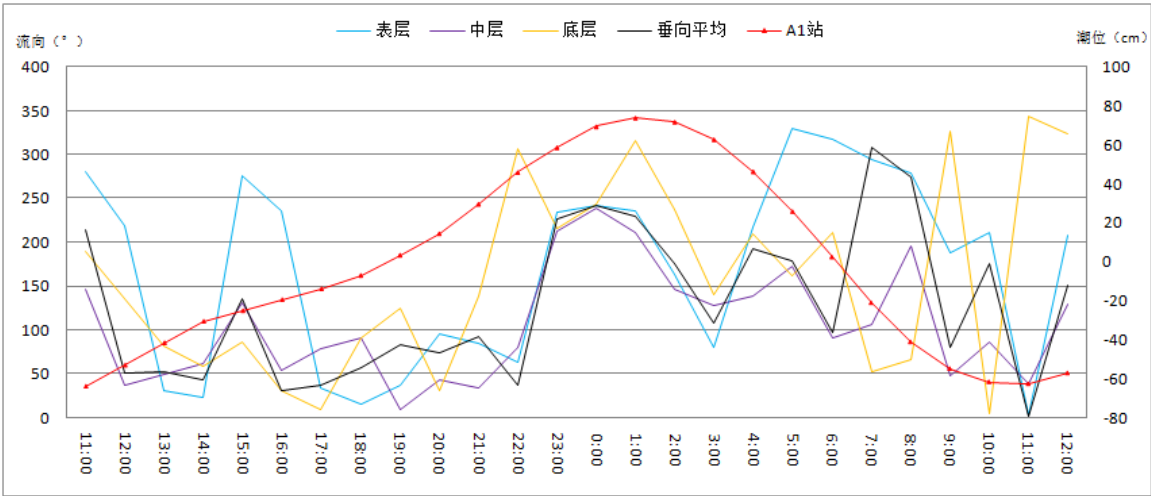


图 3.1.2-5b A2 站流速、流向过程曲线图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

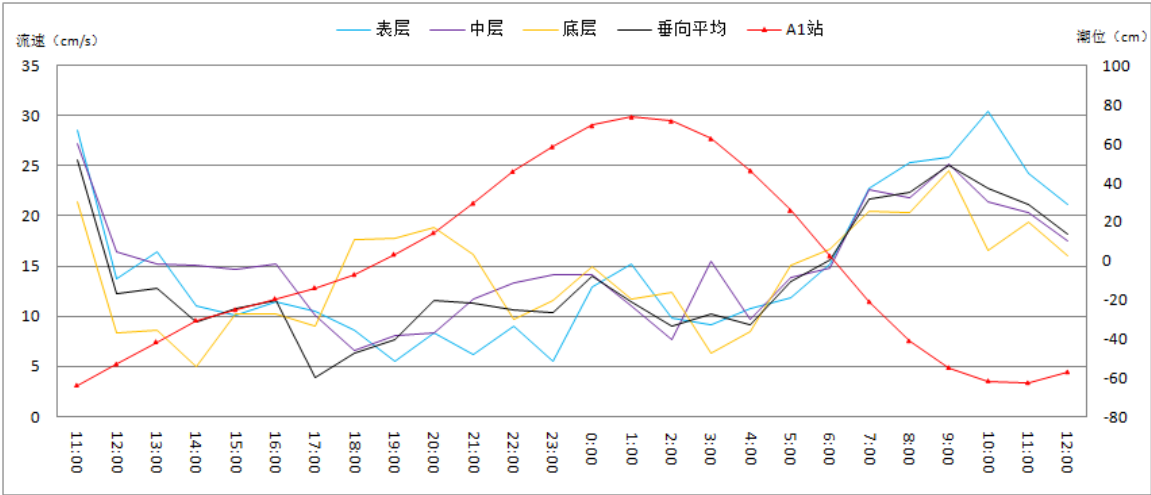


图 3.1.2-5c A3 站流速、流向过程曲线图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

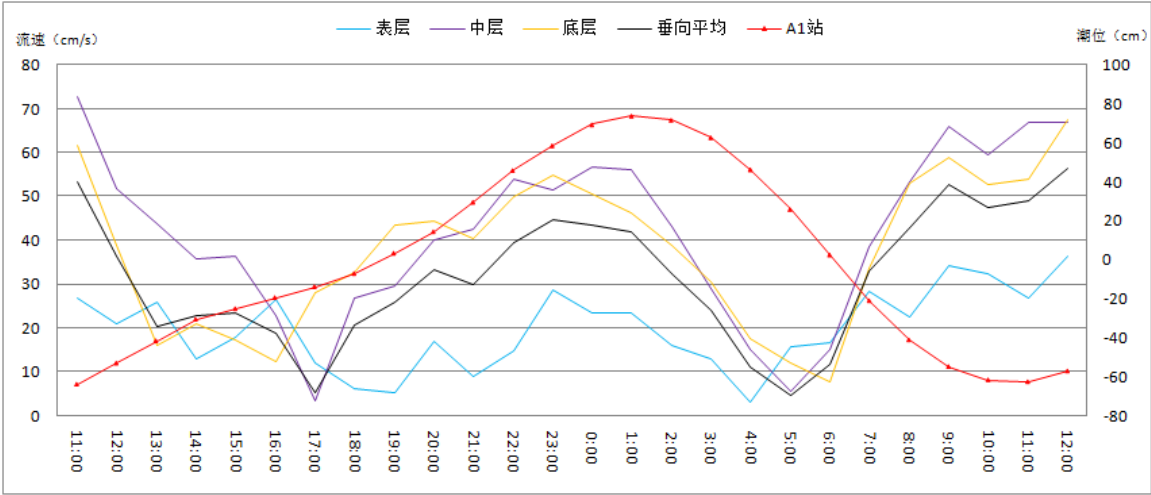
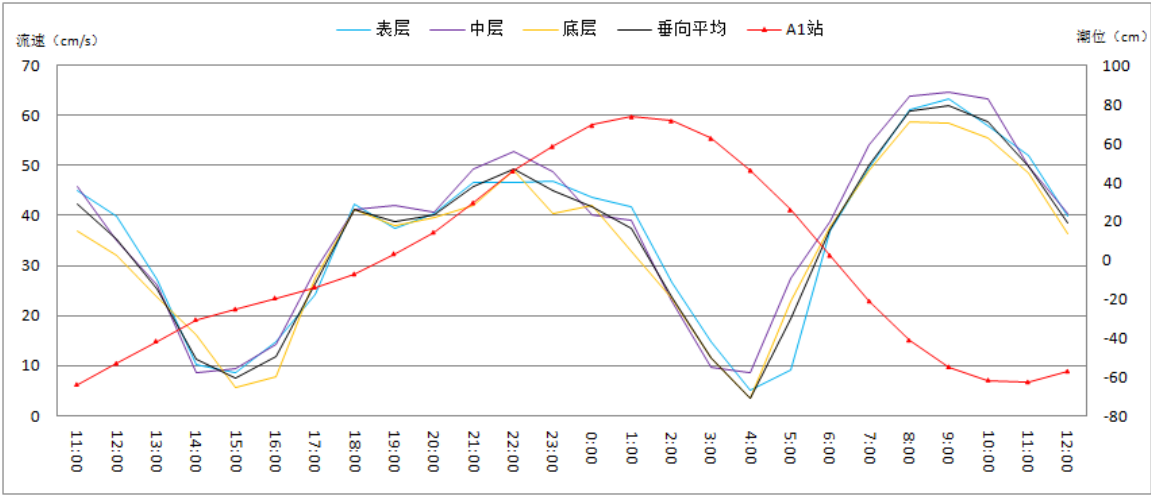


图 3.1.2-5d A4 站流速、流向过程曲线图(2020 年 12 月 5 日~6 日)



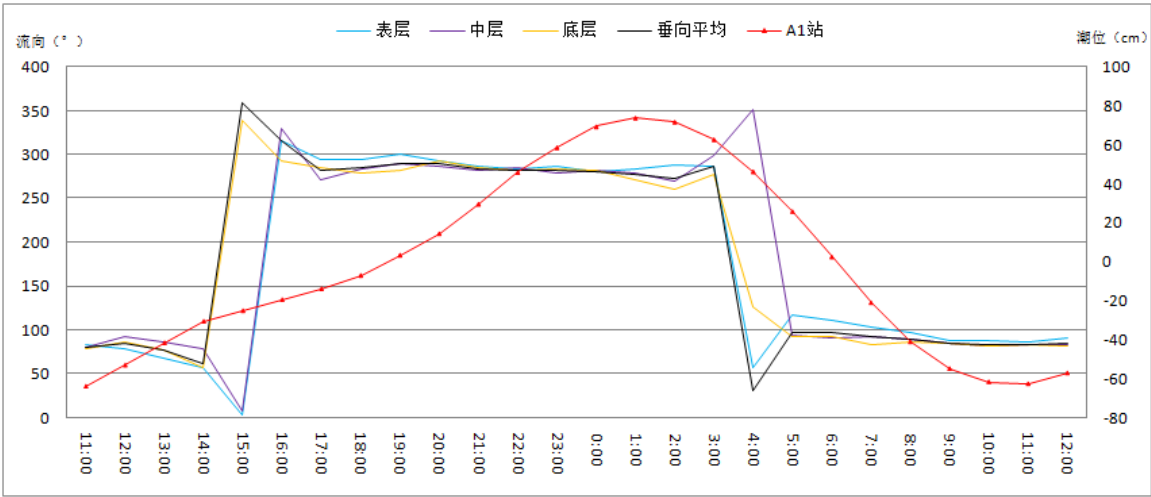


图 3.1.2-5e A5 站流速、流向过程曲线图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

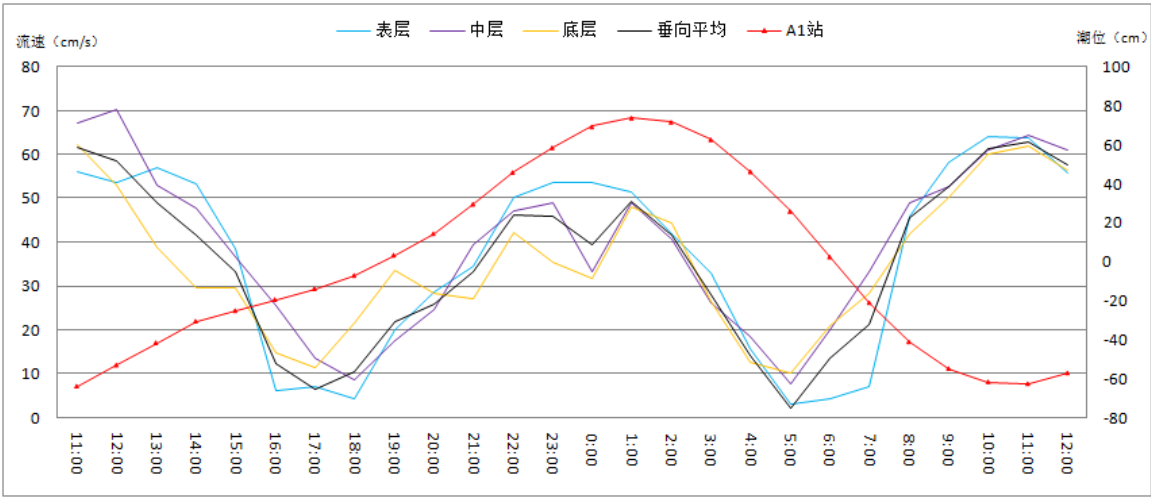


图 3.1.2-5f A6 站流速、流向过程曲线图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

略

图 3.1.2-6a 大潮期各站表层流速矢量图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

略

图 3.1.2-6b 大潮期各站中层流速矢量图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

略

图 3.1.2-6c 大潮期各站底层流速矢量图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

2、余流

余流主要是由温盐效应、风应力和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。表 3.1.2-3 为观测期间各站各层余流分析成果表，图 3.1.2-7 给出了观测期间各站各层的余流矢量图。现根据本次观测的海流测量资料，分析调查海区的余流特征如下：

大潮期余流速度在 0.85~9.42cm/s 之间，其中 A6 站最大、A1 站最小，方向主要受地形影响，A1 站主要为西北向，A2 站主要为东南向，A5 站主要为北偏东向，其余站位主要东偏南向。一般的，余流速度往中下层，受水下地形和底摩擦等影响，流速有所减小。

表 3.1.2-3 大潮期余流流速、流向表(流速：cm/s，流向：°)

略

略

图 3.1.2-7 大潮期余流矢量图

3、悬沙

各站涨落潮期含沙量分布见表 3.1.2-4，各站含沙量分布见图 3.1.2-8，工程区含沙量有如下特征：

- (1) 观测期间工程区含沙量不大，悬沙平均值介于 7.53~18.20mg/L 之间。
- (2) 各站含沙量垂向方向上分层不明显，总体上看表层悬浮泥沙含量较大。
- (3) 大潮期观测站含沙量浓度最大值为 33.0mg/L，出现在涨潮期 A5 站表层。

表 3.1.2-4 涨落潮期含沙量最大值(单位：mg/L)

略

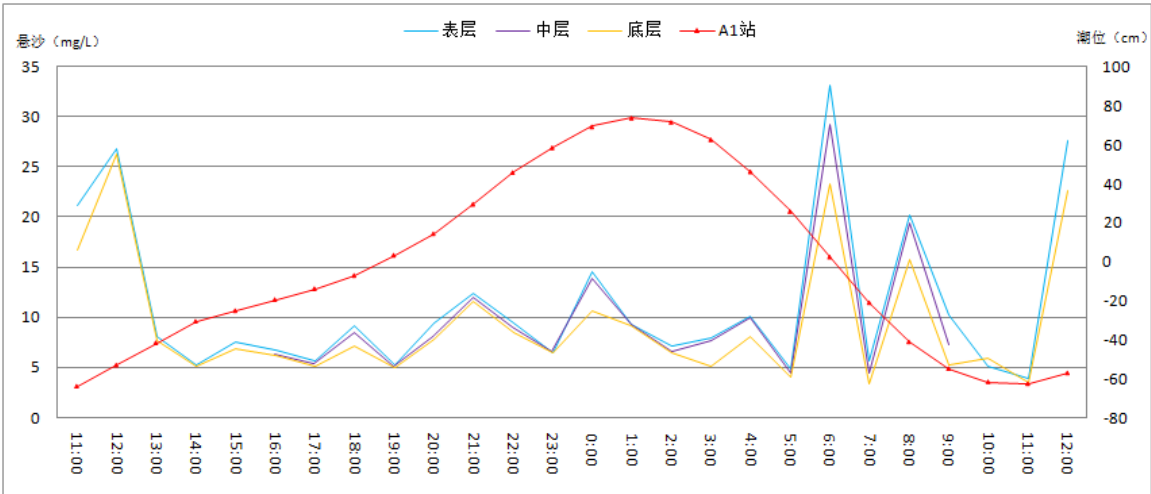


图 3.1.2-8a A1 站悬浮泥沙含量分布图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

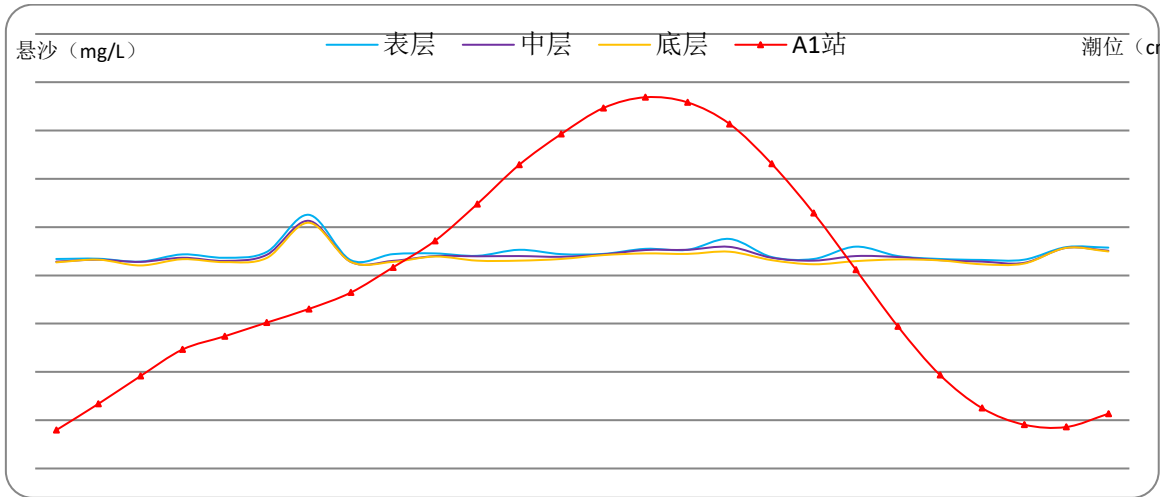


图 3.1.2-8b A2 站悬浮泥沙含量分布图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

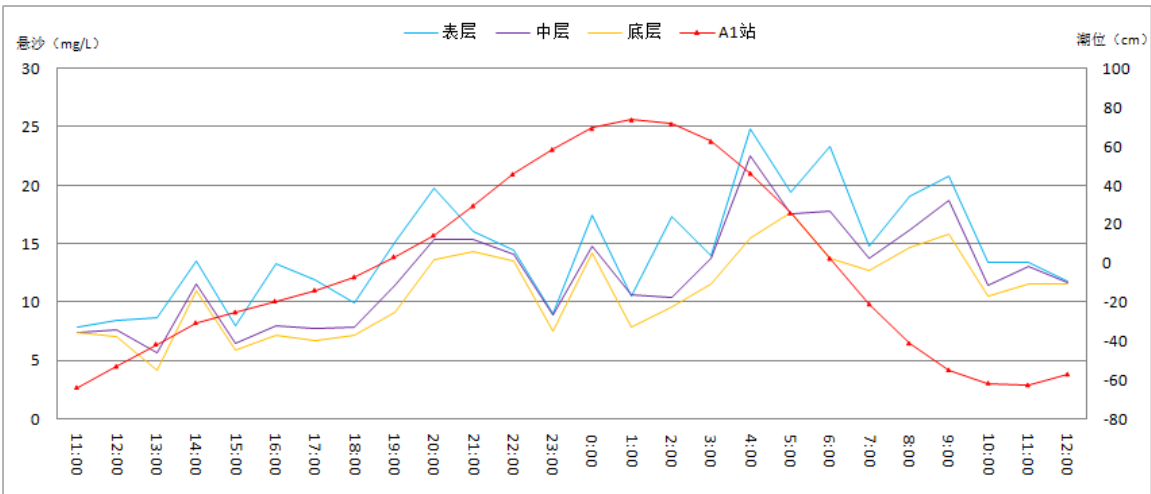


图 3.1.2-8c A3 站悬浮泥沙含量分布图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

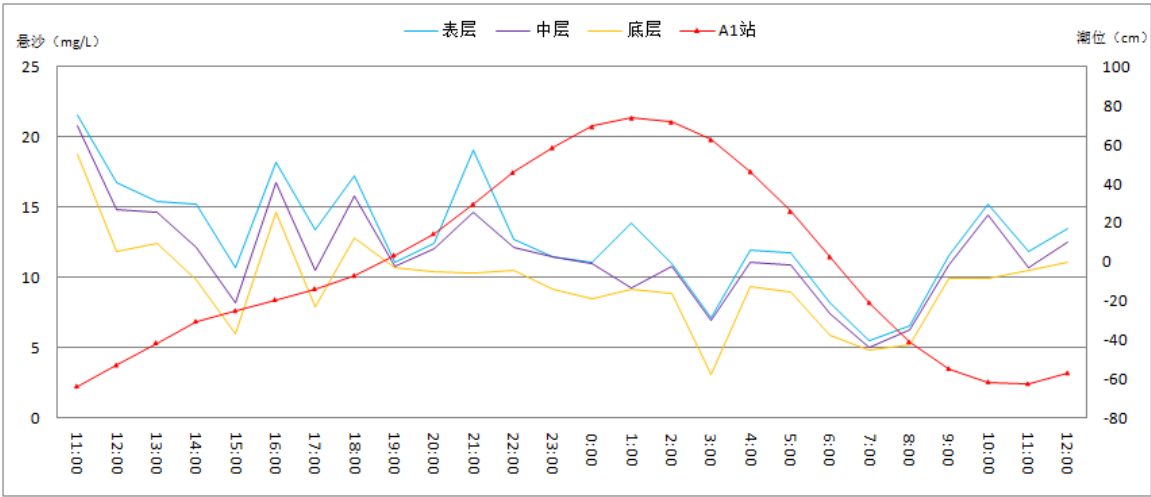


图 3.1.2-8d A4 站悬浮泥沙含量分布图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

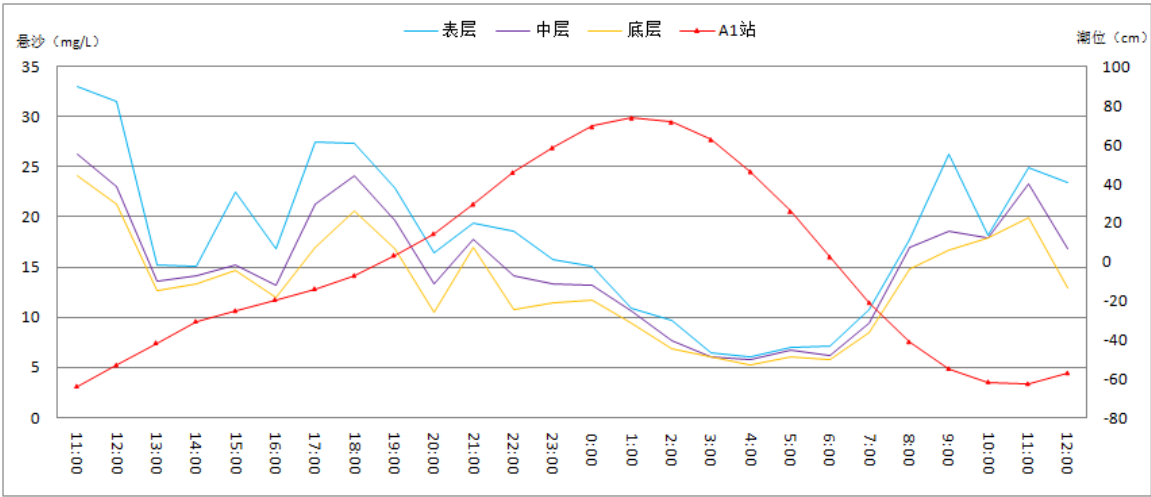


图 3.1.2-8e A5 站悬浮泥沙含量分布图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

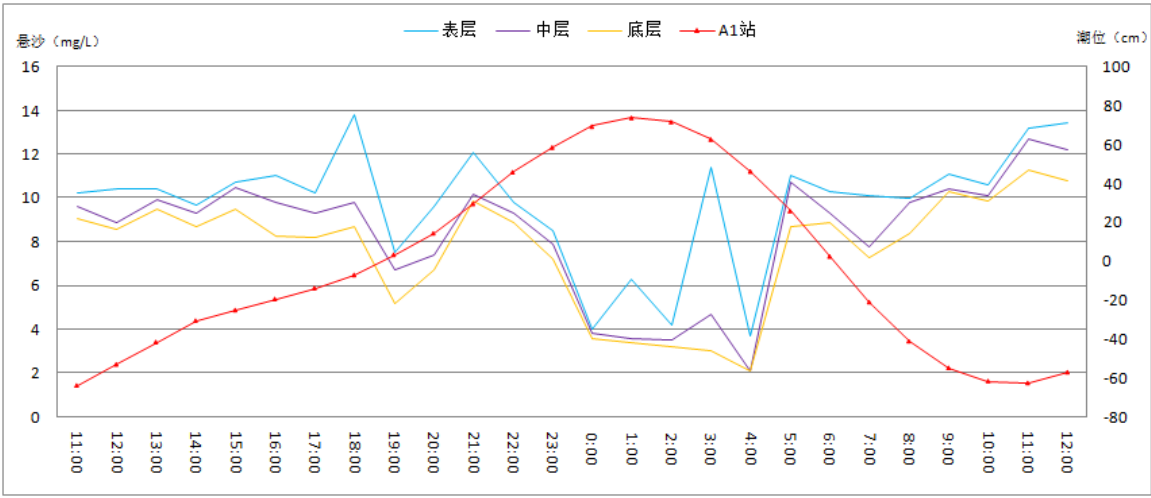


图 3.1.2-8f A6 站悬浮泥沙含量分布图(2020 年 12 月 5 日~6 日)

3.1.2.4 波浪

（1）项目所在区域无长期波浪观测资料，根据三亚湾东侧外海一周年（2007年）波浪观测资料，年内最大有效波高接近 6m，有效波高大于 1m 的频率可达 23%。外海主要波向集中在 ENE~WSW 方向，频率均大于 2%，其中 E~ESE 方向出现频率超过 60%（图 3.1.2-9）。但 S 向至 SW 向波浪波高明显较大。

（2）依据莺歌海海洋环境监测站 1995~2008 年共 14 年每天 08、11、14、17 时波浪观测资料进行统计(位于东经 108°40′、北纬 18°31′，测波点与测站位置的水平距离为 754m，方向 SW，水深约 12.0m)。根据统计资料可知：该海域以风浪为主，出现频率为 80%，涌浪出现频率为 41%。风浪的常浪向为 SE，频率为 19%，次常浪向为 SSE，其频率为 12%。涌浪的常浪向为 S，其频率为 14%，次常涌浪向为 SSW，其频率为 7%。强浪向为 ESE，次强浪向是 S、SSW 和 NE。年平均波高为 0.7m，6~8 月和 3 月，平均波高偏大，其中 8 月最大，为 1.0m。年平均周期为 4.0s，8 月最大，月平均为 4.3s（图 3.1.2-10 和图 3.1.2-11）。

（3）项目所处海域波浪特点：本项目位于三亚河潟湖内半封闭海域，三亚湾外海的波浪传递至三亚湾口时，由于受到东、西瑁洲岛的阻挡，波能减弱，加上三亚河口外小青洲岛和凤凰岛一期和二期工程的屏蔽，波浪产生折射和绕射，能量大量耗散，再加上鹿回头角的约束，波浪进入三亚河口的作用大大减弱，海域存在的波浪主要是小风区产生的波浪，其能量作用很小，预计波浪一般不会大于 0.5m。因此，本项目区域天然掩护条件极佳，泊稳性较好，波浪条件可以满足本项目开展。

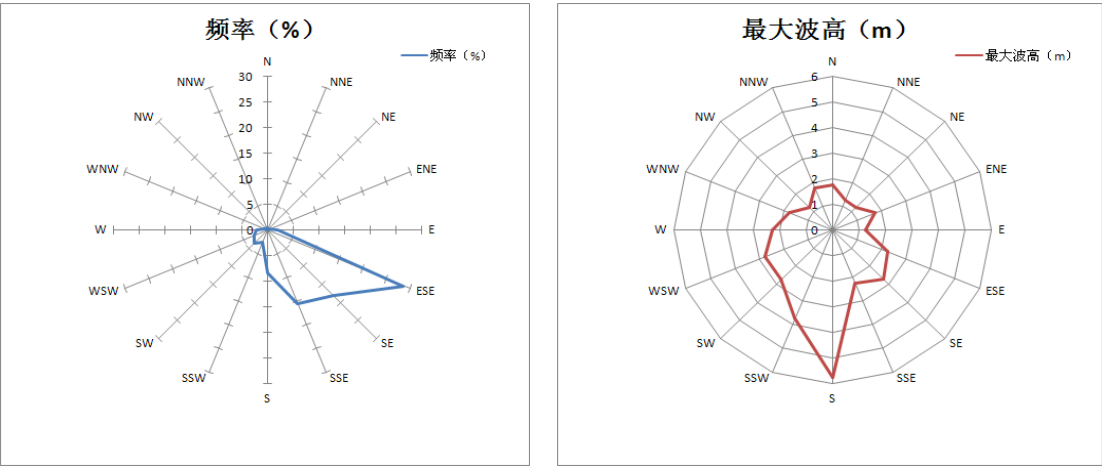


图 3.1.2-9 三亚湾东侧外海各向波浪频率及年最大有效波高分布

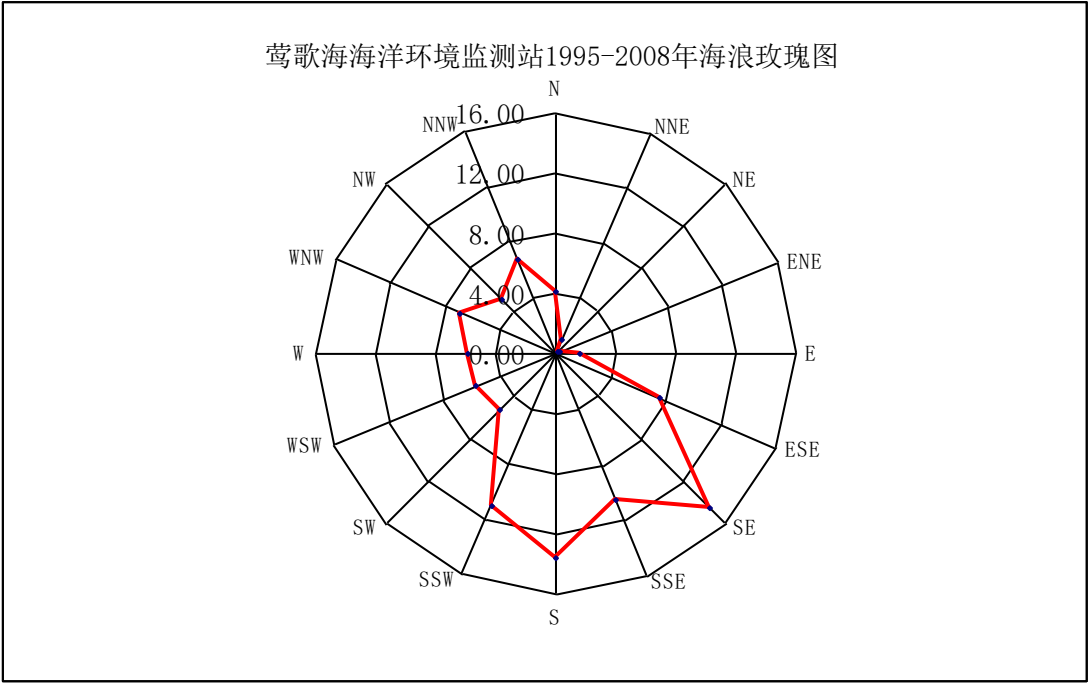


图 3.1.2-10 莺歌海海洋站海浪玫瑰图

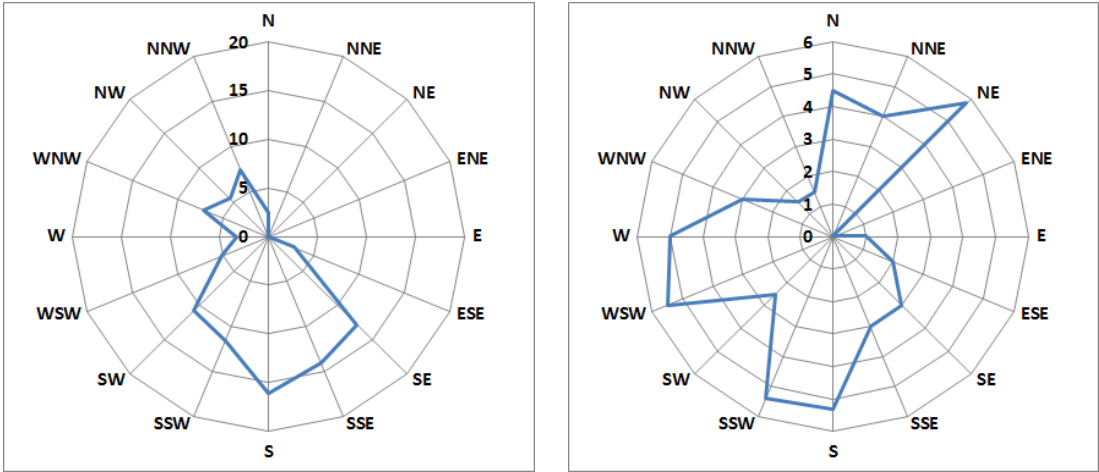


图 3.1.2-11 莺歌海海洋站各向波浪频率(左)及年最大波高(右)分布

3.1.3 地形地貌与冲淤环境现状

3.1.3.1 区域地质构造

(1) 区域地质概况

三亚地区在区域地质上属于琼南拱断隆起构造区，位于九所—陵水断裂带南侧。地质构造以华夏纬向构造体系为格架，由华夏、新华夏等构造系复合形成了本区的特征。新构造运动以不对称的穹状隆起为特点，以间歇性上升为主，局部产生断陷，形成各级夷平面台地等，勘察区为第四系海陆交互相与海相沉积层所覆盖。本次勘

察在第四系地层未发现断裂活动的痕迹，区域稳定性较好。琼南地区历史上发生过多地地震，但多为弱震和微震，陆上地震最高震级不超过 4.5 级，最大地震烈度不超过 6 度。

（2）区域地貌概况

项目所在区域为“三亚河”潟湖。潟湖是冰后期海侵过程和沙堤塑造时，近岸海域随着沙堤发育而逐渐被分隔开来，沙堤内侧成为半封闭的水体。三亚河为南北向穿越三亚市区的水道，是六罗河和半岭水两条小溪入海的通道。从地貌演变上看，这条水道实际上是一片狭长的潟湖水域，是在三亚湾东部沿岸沙堤发育过程中把近岸水域分隔开来，使沙堤内侧水域成为半封闭水体，俗称“三亚河”，其东面受山丘制约，南面是南边岭，西面则为濒临三亚湾的南北向延伸沿岸沙堤。

在潟湖水域内的南北向狭长沙洲，基本是在近岸水域被沙堤分隔前形成的。由于沙洲和沙堤继续发育，并把沙洲东西侧水域分隔为“东河”和“西河”。在三亚沙堤的南端与南边岭之间的缺口，便成三亚河潟湖与南海水体相互沟通的通道。在通道西北侧的水下岸坡，发育一条呈 NE-SW 向延伸的白排珊瑚岸礁(现为凤凰人工岛)，在珊瑚礁的掩蔽下，潮汐通道口外水域较为平静，通道口南北两侧为码头岸段。

（3）泥沙

三亚河的上游为山地河流，河流比降大，河床为沙砾质，中游为潟湖洼地型河流，河道比降小，枯季河滩大面积出露，水流缓慢，洪季水面宽阔，有蓄洪作用。根据南京大学的研究资料估计，三亚河年平均含沙量约 0.0085kg/m^3 ，年平均悬移质输沙量为 2420t，推移质输沙量约 242t，合计年平均输沙量为 2662t。三亚河丰水期（5 月～10 月）的输沙量占全年输沙量的 90～98%，泥沙来源于丰水期上游流域花岗岩山地风化侵蚀物，由于中游河道宽浅，上游来沙部分在此沿程落淤，平均淤积率约 0.0119m/a ，部分下泄沙量中有 50%左右的粉细砂河淤泥质细颗粒泥沙被水流携带出海，成为三亚湾海域的主要泥沙沙源。

3.1.3.2 工程地质

1、地层岩性及岩土特征

根据中铁第四勘察设计院集团有限公司编制的《三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）初步设计》，本项目的地质资料参考《三亚南边海国际游艇码头项目岩土工程勘察报告》（三亚水文地质工程地质勘察院，2021年3月）的岩土工程勘察成果。在勘探深度范围内，场地地层为第四系杂填土、全新统（ Q_{4m} ）、残积土（ Q_{el} ）及寒武系大茅组石灰岩（ $\in 1d$ ）。根据地层岩性特征和沉积新老关系从上而下划分①、②、②1、④、⑤共5个工程地质层。现分述如下：

第①层杂填土（ Q_{4ml} ）：灰黄色、砖红色，松散状，稍湿~饱和，主要以碎石为主，混砖块、砂土，土质疏松，欠压实。该层岸上部分钻孔均有揭露，直接出露地表，揭露厚度为1.90~4.00m，平均厚度为3.31m。

第②层淤泥质粉质粘土（ Q_{4m} ）：深灰色，流塑-软塑状，切面光泽，混粉细砂，混贝壳碎屑，有臭味，易污手。该层在水下部分有揭露，直接出露地表，揭露层厚为3.20~9.50m，平均厚度为6.53m。

第②1层含珊瑚碎屑淤泥质粉质粘土（ Q_{4m} ）：深灰色，流~软塑状，含珊瑚碎屑，局部含少量中细砂。该层在岸上部分钻孔有揭露，层顶埋深为1.90~4.00m，揭露厚度为2.80~6.00m，平均厚度为4.03m。

第④层含角砾粉质粘土（ Q_{el} ）：灰黄色、青灰色，可~硬塑状，含角砾，切面粗糙，局部混砾砂。该层整个场地均有分布，层顶埋深为3.20~9.50m，揭露厚度为4.00~16.30m，平均厚度为10.45m。

第⑤层强风化石灰岩（ $\in 1d$ ）：灰白色，细粒结构，块状构造，主要矿物成分为方解石等，风化程度强烈，岩心完整性较差，岩芯多呈碎块状，局部土状。该层钻孔ZK1-ZK4未揭露，其余钻孔均有揭露，层顶埋深为11.20~20.10m，揭露厚度为5.00~5.70m，平均厚度为5.21m。

2、岩土层的物理力学性质

根据《水运工程地基设计规范》（JTS 147-2017）和《水运工程地基设计规范》（JTS 147-2017）等的规定，各土层主要工程特性指标建议值参照表3.1.3-1：

表 3.1.3-1 各层土的物理力学指标建议值

层次	土层名称	含水量 (%)	重度(kN/m ³)	压缩模量 $E_{s0.1-0.2}$ (MPa)	直剪试验		承载力设计值(竖向) f_d (kPa)
					内摩擦角 (度)	粘聚力 (kPa)	
①	杂填土	-	(18)	-	(10)	-	80
②	淤泥质粉质粘土	41.4	*17.5	*2.29	*2.3	*10.6	65
③	含珊瑚碎屑淤泥质粉质黏土	27.1	*19.2	-	*15	*5	75
④	含角砾粉质黏土	22.3	19.5	10.63	17.2	50.6	200
⑤	强风化石灰岩	-	*22	-	*40	*60	*300

注明：表中地基承载力特征值主要根据《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）有关规定，按土性指标、标贯击数结合地区经验综合考虑后给定。带*数值为原报告提供的数值。

3、不良地质现象

拟建场地经现场勘察结合区域地质资料，拟建场地范围内及场地附近未见有全新世以来的活动性断裂、滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降、地裂缝等不良地质作用。场地内未发现浜沟、防空洞等对工程不利的埋藏物。场地属中等复杂场地，中等复杂地基，场地是稳定的，适宜本工程建设。

4、地下水

勘察对岸上部分钻孔进行了水位测量，揭露的地下水主要赋存于第①层杂填土、第②1层含珊瑚碎屑淤泥质粉质粘土及基岩中，第①、②1层地下水类型属孔隙潜水；基岩中的地下水属于基岩裂隙水类型。主要接受大气降水入渗及海水的补给，以蒸发、径流的方式排泄。勘察期间实测地下水位埋深 0.80m~4.10m，水位标高 0.10~1.23m。据区域资料显示以及近期该地段水位量测结果，地下水位变化幅度约为 2.5m。

场地地下水对混凝土结构具有中腐蚀性，地下水对混凝土结构中的钢筋具有中腐蚀性，海水对混凝土结构中的钢筋具有强腐蚀性，建议按国标《工业建筑防腐性设计规范》（GB50046）的规定进行防护。

场地土对混凝土结构具微腐蚀性，对混凝土结构中的钢筋具中腐蚀性，建议按国标《工业建筑防腐性设计规范》（GB50046）的规定进行防护。

5、工程地质评价

（1）建筑场地的稳定性和适宜性评价

场区内未发现近期(全新世)以来的活动性断层，场地未见岩溶、滑坡、崩塌、泥石流等其它不良地质作用，场地稳定；未见古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等不利埋藏物。但场地存在较厚软弱土层，属对建筑抗震不利地段，采取有效措施后，适宜本工程建设。

（2）地层的工程性能评价

第①层杂填土：该层岸上部分均有分布，松散状，主要以碎石为主，含混凝土块、砖块，欠压实，成分复杂，工程性质差。不可作为拟建建筑物天然基础地基持力层。

第②层淤泥质粉质粘土：该层在水下部分有揭露，流-软塑状，其地基承载力特征值 $f_{ak}=65\text{kPa}$ ；该层均匀性差，工程性质差，不可作为拟建建筑物天然基础地基持力层。

第②₁层含珊瑚碎屑淤泥质粉质粘土：该层在岸上部分均有分布，流-软塑状，其地基承载力特征值 $f_{ak}=75\text{kPa}$ ；该层均匀性差，工程性质差，不可作为拟建建筑物天然基础地基持力层。

第④层含角砾粉质粘土：该层整场分布，可-硬塑状为主，标贯修正击数为12.1~21.3击，动探击数为6.0~8.0击，其地基承载力特征值 $f_{ak}=200\text{kPa}$ ，土质均匀性一般，工程性质较好。

第⑤层强风化灰岩：该层分布于整个场地， $f_{ak}=300\text{kPa}$ ，分布不均匀，层位稳定性较差。可选作拟建建筑物地基桩基持力层或下卧层。

拟建项目包括护岸拆除重建，本场地揭露的上部土层较松软，建议采用桩基础方案。建议以本场地揭露的第④层含角砾粉质粘土或第⑤层强风化灰岩作为拟建项目桩基础持力层。各土层的桩基参数值见表：

表 3.1.3-2 各土层的桩基参数建议值

层号	土的名称	土的状态	钻孔灌注桩		混凝土预制柱	
			极限侧阻力标准值	极限端阻力标准值	极限侧阻力标准值	极限端阻力标准值
			q_{sik}	q_{sik}	q_{sik}	q_{sik}
			kPa	kPa	kPa	kPa
②	淤泥质粉质黏土	流~软塑	12	-	15	-
② ₁	含珊瑚碎屑淤泥质粉质黏土	流~软塑	15	-	20	-
④	含角砾粉质粘土	可~硬塑	70	1000	80	2500

层号	土的名称	土的状态	钻孔灌注桩		混凝土预制柱	
			极限侧阻力标准值	极限端阻力标准值	极限侧阻力标准值	极限端阻力标准值
			q_{sik}	q_{sik}	q_{sik}	q_{sik}
			kPa	kPa	kPa	kPa
⑤	强风化花岗岩	强风化	180	1800	220	6500

注明：表中桩基参数建议值系根据《建筑桩基技术规范》（JGJ94-2008）有关规定，按土性指标、标贯击数结合地区经验综合考虑后确定。确切的单桩竖向极限承载力标准值应通过现场载荷试验确定。

6、地震

（1）抗震设防

拟建场地位于三亚市，根据国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18036-2015）和《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012），拟建场地抗震设防烈度为6度，地震分组为第一组，按国家标准《中国地震动参数区划图》（GB18036-2015），场地地震动参数基本分区应为（0.05g，0.35s）。根据《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）5.3.5条规定，拟建项目的抗震设防类别为标准设防类。本场地不存在砂土液化问题，不考虑软土震陷问题。

（2）场地土类型及场地类别

为了判定拟建场地范围内场地土类型及场地类别，对覆盖层深度范围内进行等效剪切波速估算，以 ZK1、ZK3 孔估算等效剪切波速，估算值见表 3.1.3-3：

表 3.1.3-3 钻孔等效剪切波速估算值

层号	土名	土层剪切波速估计值 V_s (m/s)	土的类型	覆盖层厚度 (m)	以ZK1、ZK3 孔估算等效剪切波速 V_{se} (m/s)	场地土类型	场地类别
①	杂填土	130	软弱土	3~50	223~226	中硬土	II
② ₁	含珊瑚碎屑淤泥 泥质粉质黏土	100	软弱土				
④	含角砾粉质粘土	280	中硬土				

（3）场地抗震地段划分

根据《水运工程抗震设计规范》（JTS 146-2012）第 4.1.1 条和条文规定，拟建场地存在较厚的软弱土层，属对建筑抗震不利地段。

3.2 海洋生态概况

（1）调查站位及时间

项目所在海域环境质量现状调查资料引用海南正永生态工程技术有限公司（我

司）2020 年 11 月在三亚湾附近海域的调查数据。

本次调查在项目区附近海域设置水质监测站位 20 个，海洋沉积物监测站位 12 个，海洋生态环境调查站位 12 个，渔业资源调查站位 14 个，潮间带生物调查 3 条断面。调查站位见表 3.2-1 和图 3.2-1。

水质、沉积物、海洋生态调查时间为 2020 年 11 月 30 日至 12 月 08 日，潮间带生物调查时间为 2020 年 12 月 04 日，渔业资源及生物体质量调查时间为 2020 年 11 月 08 日至 2021 年 1 月 3 日。

表 3.2-1 海洋环境监测站位表及监测内容

略

略

图 3.2-1 水质、沉积物、海洋生态和渔业资源调查站位图

（2）调查内容

本次项目调查内容主要包括海水水质、海洋沉积物质量、生物生态和渔业资源。采样和分析方法按照《海洋调查规范》（GB/ T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB 17378-2007）的要求进行。具体调查项目详见表 3.2-2。

表 3.2-2 调查项目

调查内容	调查项目	采样及分析方法
海水水质	水温、水深、透明度、盐度、溶解氧、pH、硝酸氮、氨氮、亚硝酸氮、磷酸盐、悬浮物、化学需氧量、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷	按照《海洋调查规范》GB/ T 12763-2007 和《海洋监测规范》GB 17378-2007 的要求进行
海洋沉积物	石油类、有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、总汞、砷	
生物体质量	铜、铅、镉、锌、总汞、砷、石油烃	
海洋生物生态	叶绿素 a 及初级生产力。	
	浮游植物：种类、丰度、优势种、多样性指数和均匀度。	
	浮游动物：种类、丰度和生物量、优势种、多样性指数和均匀度。	
	鱼类浮游生物：种类及种群结构、生物量及分布、资源密度	
	底栖生物：种类、生物量和密度、优势种、丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度。	
	潮间带生物：种类、数量、生物量、栖息密度、多样性指数和均匀度。	

	生物体质量：铜、铅、镉、锌、总汞、砷、石油烃	
渔业资源	资源密度、渔获种类、渔获量、渔获率、鱼类资源状况 (包括各大类群种类分布)	
珊瑚礁资源	珊瑚礁分布范围、珊瑚种类、珊瑚覆盖度、死珊瑚覆盖率、珊瑚病害、硬珊瑚补充量、大型底栖生物、珊瑚礁鱼类	

3.2.1 海水水质现状调查与评价

(1) 调查方法与分析方法

①海水水质采样方法

海水采样根据《海洋监测规范第 3 部分：样品采集、贮存及运输》（GB17378.3-2007）确定海水采样层次。并根据《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》（GB17378.3-2007）的规定，使用桶式采水器采集不同层次的海水样品，其中海水油类样品只采集表层。海水采样层次见表 3.2.1-1。

表 3.2.1-1 水质采样层次

水深范围 m	标准层次	底层与相邻标准层次最小距离
小于 10	表层	
10~25	表层、底层	
25~50	表层、10m、底层	
50~100	表层、10m、50 m、底层	5m
100 以上	表层、10m、50 m、以下水层酌情加层、底层	10m
注 1：表层系指海面以下 0.1~1m； 注 2：底层，对河口及港湾海域最好离底 2m 的水层，深海或大风浪可酌情增大离底距离。		

②海水水质分析方法

海水水质分析方法采用《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》（GB17378.3-2007）中的海水分析标准方法，具体分析方法详见表 3.2.1-2。

表 3.2.1-2 海水水质分析方法

调查内容	分析项目	分析方法	检测标准（方法）名称
海水水质	水温	表层温度计法	GB 17378.4 -2007 (25.1)
	pH	pH 计法	GB 17378.4 -2007 (26)
	透明度	透明度盘法	GB 17378.4 -2007 (22)
	盐度	盐度计法	GB 17378.4 -2007 (29.1)
	溶解氧	碘量法	GB 17378.4 -2007 (31)
	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	GB 17378.4 -2007 (32)
	氨氮	次溴酸盐氧化法	GB 17378.4 -2007

调查内容	分析项目	分析方法	检测标准（方法）名称
			(36.2)
	亚硝酸盐氮	萘乙二胺分光光度法	GB 17378.4 -2007 (37)
	硝酸盐氮	锌镉还原法	GB 17378.4 -2007 (38.2)
	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	GB 17378.4 -2007 (39.1)
	石油类	紫外分光光度法	GB 17378.4 -2007 (13.2)
	悬浮物	重量法	GB 17378.4 -2007 (27)
	铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4 -2007 (6.1)
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4 -2007 (7.1)
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4 -2007 (8.1)
	锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4 -2007 (9.1)
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.4—2007 (10.1)
	总汞	原子荧光法	GB 17378.4 -2007 (5.1)

（2）评价因子、评价标准和评价方法

①评价因子

调查水质现状评价因子为 pH 值、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、硫化物、无机氮、总汞、砷、锌、镉、铅、铜、铬和石油类。

②评价标准

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇的海洋环境保护目标管理要求（见表 3.2.1-3）可知，本项目的 5、13 号站执行一类海水水质标准；3、6、9、12 号站执行二类海水水质标准；8、14、15、16、17、18、19、20 号站执行三类海水水质标准；1、2、4、7、10、11 站维持现状，参照一类海水水质标准。详见图 3.1.4-2。

表 3.2.1-3 调查海域海洋功能区划海洋环境保护要求

序号	站号	所属功能区名称	代码	环境保护要求
1	1、2、4、7、10、11	海南岛西南部保留区	B8-04	海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准应维持现状，经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。
2	3、6、9、12	三亚湾旅游休闲娱乐区	A5-31	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
3	5	三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)	A6-11	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准
4	13	三亚珊瑚礁海洋保护区(鹿回头半岛-榆林角片区)	A6-11	
5	8、14、15、16、17、18、19、20	三亚港港口航运区	A2-09	执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。

略

图 3.2.1-1 调查海域海洋功能区划

表 3.2.1-4 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)	引用标准
pH	7.8~8.5		6.8~8.8		海水水质标准 (GB3097-1997)
DO	>6mg/L	>5mg/L	>4 mg/L	>3 mg/L	
COD	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4 mg/L	≤5 mg/L	
PO ₄ ³⁻ -P	≤0.015 mg/L	≤0.030 mg/L		≤0.045 mg/L	
无机氮	≤0.20 mg/L	≤0.30 mg/L	≤0.40 mg/L	≤0.50 mg/L	
锌	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤500μg/L	
镉	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L		
铅	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L	
铜	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L		
总铬	≤50μg/L	≤100μg/L	≤200μg/L	≤500μg/L	
石油类	≤0.05mg/L		≤0.30mg/L	≤0.50mg/L	
汞	≤0.05μg/L	≤0.2μg/L		≤0.5μg/L	
砷	≤20μg/L	≤30μg/L	≤50μg/L		

③评价方法

海水质量评价采用标准指数法（单项分指数法），并统计样品的超标率，同时，

分析样品超标的原因。单项分指数法计算公式为：

$$Q_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{oi}}$$

对于水中溶解氧采用模式：

当 $C_j \geq C_f$ 时，表明该海水中的溶解氧含量处于过饱和状态， $Q_j=0$ ；

当 $C_j < C_f$ 时，采用下面公式：

$$Q_j = |C_f - C_j| / |C_f - C_o| \quad \text{当 } C_j \geq C_o \text{ 时,}$$

$$Q_j = 10 - 9C_j / C_o \quad \text{当 } C_j < C_o \text{ 时,}$$

对于水中 pH 采用模式：

$$Q_j = |2C_j - C_{upper} - C_{lower}| / (C_{upper} - C_{lower})$$

式中：

Q_{ij} --- 站 j 评价因子 i 的标准指数；

C_{ij} --- 站 j 评价因子 i 的实测值；

C_{oi} --- 评价因子 i 的评价标准值；

C_f --- 对应温度 T 时的饱和溶解氧浓度， $C_f = 468 / (31.6 + T)$ ；

C_{upper} --- pH 的评价标准值上限；

C_{lower} --- pH 的评价标准值下限。

(3) 海洋水环境调查结果及评价

2020 年 11 月 30 日-12 月 08 日项目海域海水质量监测结果见表 3.2.1-5，各评价因子标准指数见表 3.2.1-6。

由表 3.1.4-6 可以看出，调查海域的 pH 值、溶解氧、化学需氧量、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。无机氮、活性磷酸盐、石油类含量个别站点存在超标样品。

海水无机氮含量的 18、19 号站表层样品轻微超标，超标率为 5.7%，超标倍数分别为 1.088、1.269，分别符合四类和劣四类海水水质标准，样品超标。其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。

海水石油类含量的 3 号站表层样品超标，超标率为 5.0%，超标倍数为 3.120，符合第三类海水水质标准，样品超标。其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。

海水活性磷酸盐含量的 16、17、18、19、20 号站表层样品严重超标，超标率为 14.3%，超标倍数分别为 2.223、3.017、2.223、1.667、1.577；其余站位样品均符合所处海洋功能区划的水质标准要求。

（4）小节

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇的水质管理要求及《海水水质标准》(GB 3097-1997)的水质分类规定，本项目的 5、13 号站执行一类海水水质标准；3、6、9、12 号站执行二类海水水质标准；8、14、15、16、17、18、19、20 号站执行三类海水水质标准；1、2、4、7、10、11 站维持现状，参照一类海水水质标准。

本次海水水质调查项目包括水温、透明度、盐度、溶解氧(DO)、pH、硝酸盐氮、氨氮、亚硝酸盐氮、活性磷酸盐、悬浮物、化学需氧量(COD)、石油类、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷共 20 项。布设调查站位 20 个，其中有 5 个站位调查水深在 25m~50m 之间，采集表、10m、底层水样；5 个站位调查水深在 10m~25m 之间，采集表、层水样，其余 10 个站位调查水深均小于 10m，只采集表层样品。本次调查共采集 35 个层次海水样品。。

调查海域的 pH 值、化学需氧量、铜、锌、镉、总铬、汞、砷含量均符合海洋功能区划要求的相应海水水质标准要求。

表层海水中，18、19 号站的溶解氧、无机氮，3 号站的石油类，16、17、18、19、20 号站的活性磷酸盐出现超标现象。经分析，3 号站位于三亚湾近岸，石油类超标可能临时与过往船只排污有关。溶解氧、无机氮和活性磷酸盐超标站位均位于三亚河入海口内，三亚河沿岸陆源污染物排放经径流输入，是导致无机氮、活性磷酸盐样品超标的主要原因。此外，三亚内港水动力交换条件较弱，沿岸居民、船舶排放的生活污水等稀释、降解缓慢也是导致样品超标的原因。

根据三亚市生态环境局 2020 年 6 月 1 日发布的《2019 年三亚市环境状况公报》2019 年，三亚河妙林断面水质为地表水Ⅲ类，海螺村断面水质为地表水Ⅳ类。与本次调查的水质量基本一致。

总体而言，三亚河内港总体海水水质较差，三亚湾海域总体海水水质良好。

表 3.2.1-5 2020 年 11 月 30 日-12 月 08 日三亚河及三亚湾项目周边海域水质监测结果
略

表 3.2.1-5 2020 年 11 月 30 日-12 月 08 日三亚河及三亚湾项目周边海域水质监测结果(续)

略

表 3.2.1-6 水质标准指数
略

3.2.2 海洋沉积物环境现状调查与评价

（1）采样方法与分析方法

①海洋沉积物采样方法

海洋沉积物采样按照《海洋监测规范第 3 部分：样品采集、贮存及运输》（GB17378.3-2007）中的规定进行。

②海洋沉积物分析方法

海水沉积物分析方法采用《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007 中的沉积物分析标准方法，具体分析方法详见表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 海洋沉积物分析方法

调查内容	调查项目	分析方法	检测标准（方法）名称
海洋沉积物	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	GB 17378.5 -2007 (17.1)
	油类	紫外分光光度法	GB 17378.5 -2007 (13.2)
	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB 17378.5 -2007 (18.1)
	铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007 (6.1)
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007 (7.1)
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007 (10.1)
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007 (8.1)
	锌	火焰原子吸收分光光度法	GB 17378.5 -2007 (9)
	总汞	原子荧光法	GB 17378.5-2007 (5.1)

（2）评价因子、评价标准和评价方法

沉积物评价因子有：硫化物、石油类、有机碳、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 10 项。

沉积物评价采用单项分标准指数法，计算公式与水质评价的一般计算公式相同。

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划专篇的海洋环境保护目标管理要求(见表 3.2.2-2)可知，本项目的 3、5、6、9 号站执行一类沉积物质量标准；13、15、17、19、20 号站执行二类沉积物质量标准；1、7、10 站维持现状，参照一类沉积物质量标准。详见图 3.2.2-1。

表 3.2.2-2 调查海域海洋功能区划海洋环境保护要求

序号	站号	所属功能区名称	代码	环境保护要求
1	1、7、10	海南岛西南部保留区	B8-04	海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准应维持现状，经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。
2	3、6、9	三亚湾旅游休闲娱乐区	A5-31	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
3	5	三亚珊瑚礁海洋保护区(东西瑁洲片区)	A6-11	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准
4	13、15、17、19、20	三亚港港口航运区	A2-09	执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。

略

图 3.2.2-1 调查海区海洋功能区划

表 3.2.2-3 沉积物质量标准

项目	第一类	第二类	第三类	引用标准
石油类（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 500.0	≤ 1000	≤ 1500	《海洋沉积物质量》 （GB 18668—2002）
锌（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 150.0	≤ 350	≤ 600	
镉（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 0.50	≤ 1.50	≤ 5	
铅（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 60.0	≤ 130	≤ 250	
铜（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 35.0	≤ 100	≤ 200	
铬（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 80	≤ 150	≤ 270	
有机碳（%）	≤ 2.0	≤ 3.0	≤ 4	
总汞（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 1	
砷（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 20	≤ 65	≤ 93	
硫化物（ $\times 10^{-6}$ ）	≤ 300	≤ 500	≤ 600	

（3）调查结果

调查海域沉积物共采集 12 个站位表层样。沉积物分析项目为有机碳、硫化物、石油类、砷、汞、铜、铅、锌、镉和铬。沉积物统计结果见表 3.2.2-4，沉积物质量评价结果见表 3.2.2-5。

从 3.2.2-4 可以看出，调查海域的表层沉积物中硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准。沉积物 17 号站样品石油类含量存在超标现象，超标倍数为 2.199，超标率为 8.3%。

（4）小结

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇的沉积物管理要求及《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)的沉积物分类规定,本项目的 3、5、6、9 号站执行一类沉积物质量标准;13、15、17、19、20 号站执行二类沉积物质量标准;1、7、10 站维持现状,参照一类沉积物质量标准。

本次沉积物调查分析项目为硫化物、石油类、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷共 10 项。在调查海区共布设调查站位 12 个,共采集 12 个海洋表层沉积物。

调查海域的表层沉积物中硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞均符合调查海域海洋功能区划的相关海洋沉积物质量标准。沉积物 17 号站样品石油类含量存在超标现象。经分析,17 号站位于三亚西河内港,受三亚河沿岸陆源污染物排放经径流输入是沉积物石油类样品超标的主要原因。

总体而言,调查海域沉积物总体质量良好。

表 3.2.2-4 沉积物分析结果

略

表 3.2.2-5 沉积物单项分指数

略

3.2.3 海洋生态环境现状调查与评价

3.2.3.1 调查站位和调查内容

本次海洋生态调查站位详见表 3.2-1 和图 3.2-1，调查内容见表 3.2-2。

3.2.3.2 生物生态采样方法

（1）叶绿素 a 及初级生产力

采样层次：根据《海洋调查规范》GB/T 12763.6-2007 规定，样品采集层次与海水水质样品采集层次相同。

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式估算：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

P—现场初级生产力（mg·C/(m²·d)）

Chla—真光层内平均叶绿素 a 含量（mg/m³）

Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.71

D—昼长时间（h），根据季节和海区情况取 12.0 小时

E—真光层深度（m），取透明度(m)×2.71

（2）浮游植物

采样层次：底—表垂直拖。

调查方法：利用浅水Ⅲ型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖，采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

（3）浮游动物

采样层次：底—表垂直拖

调查方法：利用浅水Ⅰ型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

（4）鱼卵和仔稚鱼

采样层次：底—表垂直拖和表层拖网

调查方法：利用浅水 I 型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用垂直拖网采集。采用 5% 中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

（5）大型底栖生物

采样层次：海洋沉积物表层采样和表层拖网。

调查方法：底栖生物的定量样品采用 0.065m^2 的采泥器采集，每站采样 3 次；定性样品采用阿氏拖网采集，拖拽时间为 10-15min，拖速为 2-3 节。采集样品采用 75% 无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

（6）游泳动物

根据调查海域海底地形，本次调查采用单拖网船渔船调查，船号为“琼临渔 00251”，单拖网渔船，船长 27.0 米，船宽 5.6 米，主机 530 千瓦。网具底纲长 24m，浮纲长 24m，网口宽 16.8m，网目为 4.5cm，网囊网目为 2.5cm，拖网每个调查站位各拖 1 网次，每网次为单网。

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标（IRI）来确定：

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

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。本报告以 IRI 大于 100 为优势种

资源密度(kg/km^2)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算，公式如下：

$$D = Y \times 10^{-3} / (A(1-E)) \quad B = D \cdot S$$

B=现存资源量 (t)，D=资源密度 (kg/km^2)，A=每小时扫海面积 (km^2/h)，

S=调查监测水域面积 (km^2)，Y=平均渔获率 (kg/h)，E=逃逸率(这里取 0.5)。

（7）潮间带生物

定性采样在高、中、低潮区分别采 1 个样品，并尽可能将该站附近出现的动植物种类收集齐全。

滩涂定量采样用面积为 $25\text{cm} \times 25\text{cm}$ 的定量框，取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

对某些生物栖息密度很低的地带，可采用 5m×5m 的面积内计数(个数或洞穴数)，并采集其中的部分个体称重，再换算成生物量。

生物样品处理与保存

采得的所有定性和定量标本，洗净按类分开瓶装或封口塑料袋装，或按大小及个体软硬分装，以防标本损坏。

定量样品，未能及时处理的余渣，拣出可见标本后把余渣另行分装，在双筒解剖镜下挑拣；

按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

对受刺激易引起收缩或自切的种类（如腔肠动物、纽形动物），先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定，某些多毛类(如沙蚕科、吻沙蚕科)，先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定，对于大型海藻，除用福尔马林固定外，最好带回一些完整的新鲜藻体，制作腊叶标本。

（8）生物体质量

①样品采集

样品选取渔业资源调查的常见经济种、优势种和潮间带调查的常见种和优势种。

②样品制备

1) 贝类样品的制备

用塑料刀或塑料刷除去贝壳外部所有的附作物，用蒸馏水或清洁海水漂洗每一个样品个体，让其自然流干，拉出足丝。用天平称个体全重，并记下重量。用另一把塑料刀插入足丝伸出口，切断闭合肌，打开贝壳。用蒸馏水或清洁海水洗贝壳内的软组织，用塑料刀和镊子取出软组织，让水流尽。

单个样品：按上述步骤将至少 10 个个体的软组织放入已称重的塑料容器内，再称重，记下鲜重。盖紧，贴上标签。用尺子测量并记录贝壳长度。

多个样品：按上述步骤将至少 10 个个体的软组织放入已知重量的塑料容器中，称重，记下鲜重。于匀浆器中匀化样品，将匀浆样放回原塑料容器，再称重，并记录总重量，计算匀浆样重。贴上样品标签。

各生物个体大小应相近，并在取出生物组织前分别测量其个体长度和总重量。

2) 虾蟹类样品的制备

单个样品用尺子量虾体长，将虾放在聚乙烯称样膜上，称重，记下长度和鲜重。用塑料刀将腹部和头胸部及尾部分开，小心将其内脏从腹部取出。腿全部切除。将腹部翻下，用塑料刀沿腹部外甲边缘切开，用塑料镊子取出肌肉。检查性腺，记录所鉴别的性别。用镊子将肌肉移入塑料容器中，称重并记录鲜重。盖紧容器，标上号码。将几个容器一起放入同一塑料袋中，并附样品登记清单，结紧袋口，低温冰箱中保存。

多个样品按上述方法制备样品，仔细地记录各个个体长度、鲜重、腹部肌肉重和性别。每个样品须包括 6 个以上性别相同、大小相近的个体肌肉。将样品放入匀浆器中匀化腹部肌肉，转入已知重量的塑料容器中盖紧，标上号码，称重，记下鲜重和其他数据。将几个容器放在同一塑料袋中，并附上样品登记清单，结紧袋口，在低温冰箱中保存。

3) 中小型鱼样制备

单个个体样品先测量鱼的叉长，并于聚乙烯称样膜上称重。鉴定性腺性别，记下叉长和体重。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样，将它放在工作台上，用塑料刀切除胸鳍并切开背鳍附近自头至尾部的鱼皮。在鳃附近和尾部，横过鱼体各切一刀；在腹部，鳃和尾部两侧各切一刀。四刀只切在鱼体一侧，且不得切太深，以免切开内脏，玷污肉片。用镊子将鱼皮与肉片分离，谨防外表皮玷污肉片。用另一把塑料刀将肌肉与脊椎分离，并用镊子取下肌肉。将组织盛于塑料容器中，称重并记录重量。若一侧的肌肉量不能满足分析用量，取另一侧肌肉补充。盖紧容器，贴上标签或记号，做好记录，于低温冰箱中保存。

多个体样品要仔细记下各个体长、鲜重。肌肉重。个体数不应少于 6 个，且性别应相同，大小相近。用匀浆器匀化鱼组织，将匀浆样转入已知重量的塑料容器中，盖紧，贴上标签并称重，记下匀浆样重和其他数据。置于低温冰箱中存放。

4) 大型鱼样制备

若必要，将现场采集的样品放在-2℃-4℃冰箱中过夜，使部分解冻以便于切片。用蒸馏水或清洁海水洗涤鱼样。将鱼样置于清洁的工作台上，剔除残存的皮和骨，用塑料刀切去表层，再用另一把塑料刀重复操作一次，留下不受污染的肌肉组织。将肌肉组织放入塑料容器中，盖紧，贴上标签，称重，将数据记入记录表，样品存

于低温冰箱中。

3.2.3.3 生物分析方法

海洋生物生态分析方法依据《海洋调查规范》GB/T12763-2007 中所确定的方法。详见表 3.2.3-1。

表 3.2.3-1 海洋生物生态分析方法

调查内容	调查项目	分析方法	检测标准（方法）名称
海洋生物	叶绿素 a	分光光度法	GB 17378.7 -2007（8.2）
	浮游植物	镜检法	GB 12763.6 -2007（7）
	浮游动物	镜检法	GB 12763.6 -2007（8）
	鱼卵和仔稚鱼	镜检法	GB 12763.6 -2007（9）
	大型底栖生物	镜检法	GB 12763.6 -2007（10）
	游泳动物	现场分类、称重、计数	GB 12763.6 -2007（14）
	潮间带生物	镜检法	GB 12763.6 -2007（12）

生物体质量分析方法依据《海洋监测规范》GB17378.6-2007 中所确定的方法。详见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 海洋生物质量分析方法

调查内容	调查项目	分析方法	检测标准（方法）名称
生物质量	铜	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6 -2007（6）
	铅	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6 -2007（7）
	镉	无火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6 -2007（8）
	锌	火焰原子吸收分光光度计	GB 17378.6 -2007（9）
	总汞	原子荧光法	GB 17378.6 -2007（5）
	砷	原子荧光法	GB 17378.6 -2007（11）
	石油烃	荧光分光光度计	GB 17378.6 -2007（13）

3.2.3.4 评价方法

1、生物体质量

生物体质量评价采用单项分指数法。评价标准值见表 3.2.3-3。

生物体质量参数的标准指数 >1 ，表明该生物体质量参数超过了规定的生物体质量标准。

表 3.2.3-3 生物体质量标准

项目	评价标准值(10 ⁻⁶)		
	鱼类	甲壳类	软体类
石油烃	≤20	≤20	≤20
铜	≤20	≤100	≤100
铅	≤2	≤2	≤10
锌	≤40	≤150	≤250
镉	≤0.6	≤2	≤5.5
总汞	≤0.3	≤0.2	≤0.3
砷	≤5.0	≤8.0	≤10.0
铬	≤1.5	≤1.5	≤5.5
备注	海洋生物质量(双壳贝类)评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的标准值；其它甲壳类、鱼类和软体类目前国家尚未颁布统一的评价标准，生物体内污染物质(Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《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。		

2、海洋生态

用反映生物群落特征指数，优势度、多样性指数(H')、均匀度(J')、丰富度和单纯度对所调查的生物群落结构特征进行分析。计算公式如下：

(1) 优势度 (Y)：

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

(2) Shannon-Wiener 多样性指数：

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

(3) Pielou 均匀度指数：

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

式中： $P_i = n_i / N$ ； $H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数； n_i ：第 i 种的个体数量 (ind.·m²)； N ：某站总生物数量 (ind.·m²)； f_i ：某种生物的出现频率 (%)； S ：出现生物总种数。

(4) 丰富度指数

$$d = (S-1) / \log_2 N$$

d 表示丰富度指数； S 表示样品中的总种数； N 表示群落中所有物种的总丰度

（5）单纯度指数

$$C = \sum (n_i/N)^2$$

C 表示单纯度指数；N 为群落中所有物种丰度或生物量， n_i 为第 i 个物种的丰度或生物量

3.2.3.5 调查结果

1、叶绿素 a 与初级生产力

（1）叶绿素 a 与初级生产力结果

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照联合国教科文组织(UNESCO)推荐的下列公式： $P = Chla \cdot Q \cdot D \cdot E / 2$ 计算，其结果见表 3.2.3-4。

表 3.2.3-4 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

站号	叶绿素 a 含量(mg/m ³)				初级生产力 mg·C/(m ² ·d)
	表层	10m	底层	平均	
1	0.47	0.71	0.52	0.57	78.62
3	0.94			0.94	102.07
5	0.77		0.74	0.76	118.42
6	1.24		1.39	1.32	158.65
7	0.95	0.86	1.49	1.10	185.80
9	1.14			1.14	144.42
10	1.69	1.07	0.92	1.23	266.39
13	0.84		1.08	0.96	162.15
15	1.32			1.32	167.22
17	1.47			1.47	35.47
19	0.41			0.41	32.15
20	0.85			0.85	133.32
最小值	0.41	0.71	0.52	0.41	32.15
最大值	1.69	1.07	1.49	1.47	266.39
平均值	1.01	0.88	1.02	1.00	132.06

注：“--”表示水深不到该采集层次

由表 3.2.3-4 可见，调查海区叶绿素 a 含量范围为(0.41-1.47)mg/m³，平均值为 1.00mg/m³；其中表层叶绿素 a 含量范围为(0.41~1.69)mg/m³，平均值为 1.01mg/m³；底层叶绿素 a 含量范围为(0.52~1.49)mg/m³，平均值为 1.02mg/m³；各站点间有略微差异。根据美国环保局(EPA)关于叶绿素 a 含量的评价标准（叶绿素 a 含量低于 4mg/m³ 为贫营养区，4~10mg/m³ 为中营养区，超过 10mg/m³ 为富营养区），调查海区站位均为贫营养区。

调查海区初级生产力变化范围是(32.15~266.39)mg·C/m²·d；平均值为 132.06mg·C/m²·d。本次调查真光层透明度较高，故初级生产力整体含量较低。

（2）小结

调查海区叶绿素 a 含量范围为(0.41-1.47)mg/m³，为贫营养区；调查海区初级生产力变化范围是(32.15~266.39)mg·C/m²·d。本次调查真光层透明度较高，故初级生产力整体含量较高。

2、浮游植物

（1）种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 44 属 96 种（包括变型及变种）（见附录 1 浮游植物种类名录）。其中，硅藻 32 属 78 种，占浮游植物种类数的 81.25%；甲藻 6 属 12 种，占种类数的 12.50%；蓝藻 6 属 6 种，占种类数的 6.25%。

（2）细胞丰度

各调查站位浮游植物的细胞丰度介于(0.20~6.98)×10⁵cells/m³之间，平均细胞丰度为 1.40×10⁵cells/m³。最高出现在 9 号站位，最低出现在 13 号站位。见表 3.2.3-5。

表 3.2.3-5 各站位浮游植物细胞丰度

站号	细胞丰度(×10 ⁵ cells/ m ³)
1	0.63
3	1.34
5	2.30
6	0.49
7	0.36
9	6.98
10	0.35
13	0.51
15	1.34
17	0.20
19	1.83
20	0.46
平均值	1.40

（3）优势种

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

调查海域浮游植物优势种类明显，主要为点形平裂藻、奇异棍形藻、并基角毛藻、颤藻、尖刺伪菱形藻、透明辐杆藻、海链藻、窄隙角毛藻、柔弱伪菱形藻、刚

毛根管藻、席藻、笔尖形根管藻、劳氏角毛藻等。其中，以劳氏角毛藻的优势地位最为突出，平均丰度为 $13.37 \times 10^3 \text{ cells/m}^3$ ，占总细胞数的 9.55%，优势度为 0.09。见表 3.2.3-6。

表 3.2.3-6 浮游植物优势种和优势度

优势种	平均丰度($\times 10^4 \text{ cells/m}^3$)	占总丰度的比例(%)	出现频率(%)	优势度
点形平裂藻	13.51	9.66	16.67	0.02
奇异棍形藻	3.37	2.41	75.00	0.02
并基角毛藻	2.62	1.87	100.00	0.02
颤藻	5.73	4.10	50.00	0.02
尖刺伪菱形藻	4.07	2.91	75.00	0.02
透明辐杆藻	5.31	3.80	91.67	0.03
海链藻	5.74	4.10	91.67	0.04
窄隙角毛藻	7.65	5.47	75.00	0.04
柔弱伪菱形藻	6.59	4.71	91.67	0.04
刚毛根管藻	9.81	7.01	91.67	0.06
席藻	12.43	8.88	75.00	0.07
笔尖形根管藻	11.38	8.14	91.67	0.07
劳氏角毛藻	13.37	9.55	91.67	0.09

(4) 多样性指数与均匀度

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

丰富度指数、单纯度指数、多样性指数和均匀度计算结果表明，调查期间各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.29~3.52 之间，平均值为 2.43，丰富度指数最高出现在 10 号站位，丰富度指数最低出现在 19 号站位；单纯度指数介于 0.06~0.63 之间，平均值为 0.18，单纯度指数最高出现在 19 号站位，单纯度指数最低出现在 3 号站位；多样性指数介于 0.84~4.59 之间，平均值为 3.53，多样性指数最高出现在 3 号站位，多样性指数最低出现在 19 号站位；均匀度指数介于 0.32~0.84 之间，平均值为 0.67，均匀度最高出现在 3 号站位，均匀度的最低值出现在 19 号站位（见表 3.2.3-7）。

表 3.2.3-7 各站位浮游植物丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

站号	丰富度(D)	单纯度(C)	多样性指数(H')	均匀度指数(J)
1	3.26	0.23	3.22	0.56

站号	丰富度(D)	单纯度(C)	多样性指数(H')	均匀度指数(J)
3	2.58	0.06	4.59	0.84
5	2.30	0.14	3.82	0.71
6	2.82	0.10	4.15	0.76
7	3.37	0.16	3.69	0.65
9	1.91	0.07	4.25	0.81
10	3.52	0.14	3.85	0.67
13	2.62	0.08	4.19	0.78
15	1.94	0.15	3.57	0.70
17	2.24	0.18	3.17	0.63
19	0.29	0.63	0.84	0.32
20	2.33	0.29	3.03	0.58
平均值	2.43	0.18	3.53	0.67

(5) 小结

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 44 属 96 种，以硅藻类占多数。各调查站位浮游植物的细胞丰度介于 $(0.20\sim6.98)\times10^5\text{cells/m}^3$ 之间，平均细胞丰度为 $1.40\times10^5\text{cells/m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种类明显，主要为点形平裂藻、奇异棍形藻、并基角毛藻、颤藻、尖刺伪菱形藻、透明辐杆藻、海链藻、窄隙角毛藻、柔弱伪菱形藻、刚毛根管藻、席藻、笔尖形根管藻、劳氏角毛藻等。各站位的浮游植物丰富度指数介于 0.29~3.52 之间，平均值为 2.43，单纯度指数介于 0.06~0.63 之间，平均值为 0.18，多样性指数介于 0.84~4.59 之间，平均值为 3.53，均匀度指数介于 0.32~0.84 之间，平均值为 0.67。

3、浮游动物

(1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 10 类 37 属 46 种，不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼（详见附录 2 浮游动物种类名录）。其中，桡足类最多，有 20 属 27 种，占浮游动物总种数的 58.70%；水螅水母类有 7 属 7 种，占浮游动物总种数的 15.22%；管水母类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 4.35%；多毛类有 2 属 2 种，占浮游动物总种数的 4.35%；毛颚类有 1 属 2 种，占浮游动物总种数的 4.35%；十足类有 1 属 2 种，占浮游动物总种数的 4.35%；被囊类、腹足类、栉水母类、枝角类均有 1 属 1 种，均占浮游动物总种数的 2.17%；另有 4 个类别浮游幼体和若干鱼卵。

（2）生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为(14.06~673.61)ind/m³，平均丰度为 258.24ind/m³，其中最高丰度出现在 17 号站位，最低为 19 号站位；生物量范围为(2.19~105.22)mg/m³，平均生物量为 54.99mg/m³，其中最高生物量出现在 13 号站位，最低为 19 号站位。结果详见表 3.2.3-8。

表 3.2.3-8 各测站浮游动物丰度和生物量

站号	丰度(ind/m ³)	生物量(mg/m ³)
1	93.30	20.87
3	396.00	90.00
5	322.97	90.68
6	151.97	46.71
7	136.44	27.46
9	173.77	26.39
10	188.77	74.73
13	179.71	105.22
15	286.00	37.40
17	673.61	89.58
19	14.06	2.19
20	482.31	48.69
平均值	258.24	54.99

（3）优势种

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

调查期间该海域浮游动物优势种类突出，主要有百陶箭虫、短尾类幼体、瘦歪水蚤、长尾类幼体、微刺哲水蚤、肥胖箭虫、红纺锤水蚤、亚强真哲水蚤、中型莹虾。结果详见表 3.2.3-9。

表 3.2.3-9 浮游动物优势种和优势度

优势种	平均丰度(ind/m ³)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
百陶箭虫	8.93	3.46	50.00	0.02
短尾类幼体	8.45	3.27	50.00	0.02
瘦歪水蚤	11.34	4.39	58.33	0.03
长尾类幼体	19.68	7.62	66.67	0.05
微刺哲水蚤	26.62	10.31	50.00	0.05

肥胖箭虫	25.50	9.88	58.33	0.06
红纺锤水蚤	30.11	11.66	66.67	0.08
亚强真哲水蚤	35.95	13.92	58.33	0.08
中型莹虾	60.07	23.26	66.67	0.16

（4）多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 1.01~3.63 之间，平均值为 2.98，最高值出现在 9 号站位，最低在 17 号站位。均匀度指数范围在 0.39~2.99 之间，平均值为 1.06，最高出现在 19 号站位，最低在 17 号站位。丰富度指数范围在 0.35~3.27 之间，平均值为 2.10，最高出现在 13 号站位，最低在 19 号站位。单纯度指数范围在 0.12~0.65 之间，平均值为 0.20，最高出现在 17 号站位，最低在 7 和 9 号站位。结果详见表 3.2.3-10。

表 3.2.3-10 各测站浮游动物多样性指数和均匀度

站号	多样性指数(H')	均匀度指数(J)	丰富度(D)	单纯度(C)
1	3.39	0.75	3.13	0.15
3	3.37	0.79	2.36	0.14
5	3.12	0.73	2.28	0.19
6	3.17	0.73	2.42	0.16
7	3.50	0.84	2.32	0.12
9	3.63	0.80	2.85	0.12
10	3.17	0.71	2.65	0.17
13	3.43	0.72	3.27	0.14
15	2.93	0.68	2.33	0.19
17	1.01	0.39	0.66	0.65
19	2.33	2.99	0.35	0.23
20	2.73	2.62	0.57	0.18
平均值	2.98	1.06	2.10	0.20

（5）小结

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 46 种，桡足类有 27 种，水螅水母类有 7 种，管水母类、毛颚类、十足类、多毛类均有 2 种，被囊类、腹足类、栉水母类、枝角类均有 1 种。浮游动物丰度范围为(14.06~673.61)ind/m³，平均丰度为 258.24ind/m³；生物量范围为(2.19~105.22)mg/m³，平均生物量为 54.99mg/m³。该海域浮游动物优势种类突出，主要有百陶箭虫、短尾类幼体、瘦歪水蚤、长尾类幼体、微刺哲水蚤、肥胖箭虫、红纺锤水蚤、亚强真哲水蚤、中型莹

虾。该水域浮游动物多样性指数较高，范围在 1.01~3.63 之间，平均值为 2.98；均匀度指数范围在 0.39~2.99 之间，平均值为 1.06；丰富度指数范围在 0.35~3.27 之间，平均值为 2.10；单纯度指数范围在 0.12~0.65 之间，平均值为 0.20。

4、鱼卵与仔稚鱼

（1）种类组成

本次调查，三亚河附近海域鱼卵与仔稚鱼共鉴定种类 16 种，隶属于 12 科，鉴定到科的有 6 种，鉴定到属的 0 种，鉴定到种的 10 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 9 种，仔鱼出现种类有 7 种，稚鱼出现种类有 6 种（详见附录 3 鱼卵与仔稚鱼种类名录）。

垂直拖网共采集到鱼卵 10 粒，仔鱼 7 尾，稚鱼 4 尾。鱼卵数量以鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 50%，鲷科一种占 20%，小沙丁鱼占 20%，黄鲫占 10%；仔鱼数量以鲷科一种具有数量上的绝对优势，占总数比例 57.14%，斑鳉占 14.29%，美肩鳃鲷占 14.29%，鰕虎鱼占 14.29%；稚鱼数量以斑鳉具有数量上的绝对优势，占总数比例 75%，鲷占 25%；详见表 3.2.3-11。

水平拖网共采集到鱼卵 103 粒，仔鱼 33 尾，稚鱼 5 尾。鱼卵数量以隆头鱼科一种具有数量上的绝对优势，占总数比例 66.99%，黄鲫占 13.59%，鲷占 10.68%；仔鱼数量以小沙丁鱼具有数量上的绝对优势，占总数比例 48.48%，斑鳉占 24.24%，海猪鱼占 12.12%；稚鱼数量以美肩鳃鲷具有数量上的绝对优势，占总数比例 40%，鲷科一种占 20%，黑鲷占 20%，鲷科一种占 20%；详见表 3.2.3-11。

表 3.2.3-11 鱼卵与仔稚鱼种类比例

鱼卵			仔鱼			稚鱼		
种类	占比(%)		种类	占比(%)		种类	占比(%)	
	垂直	水平		垂直	水平		垂直	水平
鲷	50	10.68	斑鳉	14.29	24.24	鲷科一种	——	20
鲷科一种	——	3.88	美肩鳃鲷	14.29	6.06	黑鲷	——	20
黄鲫	10	13.59	鳃鲷	——	3.03	美肩鳃鲷	——	40
小沙丁鱼	20	1.94	小沙丁鱼	——	48.48	鲷科一种	——	20
鲷科一种	——	0.97	鲷科一种	57.14	6.06	斑鳉	75	——
隆头鱼科一种	——	66.99	海猪鱼	——	12.12	鲷	25	——
蛇鲻	——	0.97	鰕虎鱼	14.29	——	——	——	——
石首鱼科一种	——	0.97	——	——	——	——	——	——

鱼卵			仔鱼			稚鱼		
种类	占比(%)		种类	占比(%)		种类	占比(%)	
	垂直	水平		垂直	水平		垂直	水平
鲷科一种	20	——	——	——	——	——	——	——

（2）数量分布

本次垂直拖网调查各站位鱼卵密度范围为(0.00~1.32)粒/m³，平均值为 0.43 粒/m³。其中最高出现在 6 号站位，密度为 1.32 粒/m³，13 号站位密度 1.09 粒/m³，15 号站位密度 1.00 粒/m³；仔稚鱼密度范围为(0.00~2.31)粒/m³，平均值为 0.34 粒/m³。其中最高出现在 20 号站位，密度为 2.31 粒/m³，10 号站位密度 0.91 粒/m³，9 号站位密度 0.82 粒/m³；（详见表 3.2.3-12）。

表 3.2.3-12 鱼卵和仔稚鱼密度

站号	鱼卵(粒 / m ³)	仔稚鱼(尾 / m ³)
1	0.14	0.00
3	0.67	0.00
5	0.00	0.00
6	1.32	0.00
7	0.00	0.00
9	0.82	0.82
10	0.13	0.91
13	1.09	0.00
15	1.00	0.00
17	0.00	0.00
19	0.00	0.00
20	0.00	2.31
平均值	0.43	0.34

5、大型底栖动物

（1）种类组成

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 6 门 59 科 102 种，其中环节动物有 18 科 31 种，占总种类数的 30.39%，其次为软体动物，有 18 科 30 种，占总种类数的 29.41%，节肢动物有 14 科 27 种，占总种类数的 26.47%，脊索动物有 6 科 11 种，占总种类数的 10.78%，棘皮动物有 2 科 2 种，占总种类数的 1.96%，头索动物有 1 科 1 种，占总种类数的 0.98%。结果详见附录 4 大型底栖动物种类名录。

（2）生物量和栖息密度

调查结果表明，各站位底栖生物栖息密度的幅度为(5.56~302.56)ind/m²，平均密度为 69.37ind/m²，最高出现在 9 号站位，最低出现在 15 号和 19 号站位；生物量的幅度为(0.06~12.33)g/m²，平均生物量为 3.08g/m²，最高出现在 9 号站位，最低出现在 15 号站位。详见表 3.2.3-13。

表 3.2.3-13 各站位大型底栖动物生物量和栖息密度

站号	栖息密度(ind/m ²)	生物量(g/m ²)
1	35.90	3.45
3	20.51	0.29
5	25.64	1.36
6	25.64	1.54
7	66.67	2.89
9	302.56	12.33
10	56.41	1.78
13	10.26	1.62
15	5.56	0.06
17	266.67	5.51
19	5.56	5.99
20	11.11	0.10
平均值	69.37	3.08

(3) 各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 42.06ind/m²，其次为节肢动物门，平均密度为 18.59ind/m²，最低为棘皮、脊索和头索动物门，平均密度均为 0.85ind/m²；生物量以环节动物门为主，平均生物量为 1.12g/m²，其次为节肢动物门，平均生物量为 1.09g/m²，最低为棘皮动物门，平均生物量为 0.04g/m²。详见表 3.2.3-14。

表 3.2.3-14 各站位类别生物量(g/m²)和栖息密度(ind/m²)

项目	门类	1	3	5	6	7	9	10	13	15	17	19	20	平均值
生物量	环节动物	0.54	0.07	0.41	0.17	0.70	9.08	0.81	--	0.06	1.54	--	0.10	1.12
	棘皮动物	--	--	--	0.37	--	--	0.13	--	--	--	--	--	0.04
	脊索动物	--	--	0.85	0.57	--	--	--	--	--	--	--	--	0.12
	节肢动物	2.92	0.07	0.11	--	1.37	--	0.84	--	--	1.79	5.99	--	1.09
	软体动物	--	--	--	--	0.82	3.25	--	1.62	--	2.18	--	--	0.66
	头索动物	--	0.15	--	0.43	--	--	--	--	--	--	--	--	0.05

	总量	3.45	0.29	1.36	1.54	2.89	12.33	1.78	1.62	0.06	5.51	5.99	--	3.08
栖息密度	环节动物	25.64	5.13	15.38	10.26	46.15	271.79	35.90	--	5.56	77.78	--	11.11	42.06
	棘皮动物	--	--	--	5.13	--	--	5.13	--	--	--	--	--	0.85
	脊索动物	--	--	5.13	5.13	--	--	--	--	--	--	--	--	0.85
	节肢动物	10.26	10.26	5.13	--	15.38	--	15.38	--	--	161.11	5.56	--	18.59
	软体动物	--	--	--	--	5.13	30.77	--	10.26	--	27.78	--	--	6.16
	头索动物	--	5.13	--	5.13	--	--	--	--	--	--	--	--	0.85
	总量	35.90	20.51	25.64	25.64	66.67	302.56	56.41	10.26	5.56	266.67	5.56	11.11	69.37

注：--为未发现

（4）优势种

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

调查期间该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为日本长尾虫和细丝鳃虫。详见表 3.2.3-15。

表 3.2.3-15 大型底栖动物的优势种和优势度

优势种	平均栖息密度(ind/m ²)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
日本长尾虫	12.50	18.02	8.33	0.02
细丝鳃虫	5.13	7.39	25.00	0.02

（5）丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度的幅度为 0.00~2.06，平均值为 0.70，最高值出现在 9 号站位，最低值出现在 13 号、15 号和 19 号站位；各站单纯度的幅度为 0.09~1.00，平均值为 0.44，最高值出现在 13 号、15 号和 19 号站位，最低值出现 9 号站位；各站多样性指数的幅度为 0.00~3.82，平均值为 1.73，最高值出现在 9 号站位，最低值出现在 13 号、15 号和 19 号站位；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.70，最高值出现在 5 号、6 号和 20 号站位，最低值出现在 13 号、15 号和 19 号站位。详见表 3.2.3-16。

表 3.2.3-16 丰富度、单纯度、生物多样性指数和均匀度

站号	丰富度(d)	单纯度(C)	多样性指数(H')	均匀度指数(J)
1	0.77	0.27	2.13	0.92
3	0.46	0.38	1.50	0.95
5	0.85	0.20	2.32	1.00

6	0.85	0.20	2.32	1.00
7	1.32	0.14	3.03	0.95
9	2.06	0.09	3.82	0.92
10	1.20	0.16	2.85	0.95
13	0.00	1.00	0.00	0.00
15	0.00	1.00	0.00	0.00
17	0.62	0.39	1.76	0.68
19	0.00	1.00	0.00	0.00
20	0.29	0.50	1.00	1.00
平均值	0.70	0.44	1.73	0.70

（6）小结

调查海域大型底栖动物共采集鉴定到 102 种，其中环节动物有 31 种，软体动物有 30 种，节肢动物有 27 种，脊索动物有 11 种，棘皮动物有 2 种，头索动物有 1 种。各站位底栖生物栖息密度的幅度为(5.56~302.56)ind/m²，平均密度为 69.37ind/m²；生物量的幅度为(0.06~12.3)g/m²，平均生物量为 3.08g/m²。大型底栖动物栖息密度主要以环节动物门为主，平均密度为 42.06ind/m²，其次为节肢动物门，平均密度为 18.59ind/m²，最低为棘皮、脊索和头索动物门，平均密度均为 0.85ind/m²；生物量以环节动物门为主，平均生物量为 1.12g/m²，其次为节肢动物门，平均生物量为 1.09g/m²，最低为棘皮动物门，平均生物量为 0.04g/m²。该海域大型底栖动物优势种类突出，优势种为日本长尾虫和细丝鳃虫。各站丰富度的幅度为 0.00~2.06，平均值为 0.70；各站单纯度的幅度为 0.09~1.00，平均值为 0.44；各站多样性指数的幅度为 0.00~3.82，平均值为 1.73；各站均匀度的幅度为 0.00~1.00，平均值为 0.70。

6、潮间带生物

（1）种类组成

3 个潮间带断面共采获了 3 个生物类别中的 14 科 18 种生物(包含定性样品)。其中软体动物门有 9 科 12 种，占总种类数的 66.67%，节肢动物有 4 科 5 种，占总种类数的 27.78%，环节动物有 1 科 1 种，占种类数的 5.56%；结果详见附录 5 潮间带生物种类名录。

不同断面出现的生物种类数差异较小，其中断面I和断面II出现的生物种类数最多，均有 10 种生物。断面I节肢动物有 4 种，软体动物有 6 种；断面II环节动物有 1 种，节肢动物有 4 种，软体动物门有 5 种；断面III有 7 种生物，环节动物有 1 种，

节肢动物有 2 种，软体动物有 4 种；不同断面出现的生物种类数详见表 3.2.3-17。

表 3.2.3-17 不同断面出现的生物种类数

门类	环节动物	节肢动物	软体动物	合计
断面I	0	4	6	10
断面II	1	4	5	10
断面III	1	2	4	7

注：--为未发现

（2）生物量和栖息密度

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 5.37ind/m²，平均生物量为 20.95g/m²；中潮区平均栖息密度为 53.33ind/m²，平均生物量为 26.35g/m²；低潮区平均栖息密度为 25.33ind/m²，平均生物量为 22.94g/m²。详见表 3.2.3-18。

表 3.2.3-18 潮间带生物量和栖息密度

断面	生物量(g/m ²)			栖息密度(ind/m ²)		
	高潮	中潮	低潮	高潮	中潮	低潮
I	58.69	34.04	64.61	12.00	20.00	28.00
II	4.08	38.34	3.80	4.00	68.00	36.00
III	0.09	6.67	0.40	0.12	72.00	12.00
平均值	20.95	26.35	22.94	5.37	53.33	25.33

注：--为未发现

（3）类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 3.2.3-19 所示，其中生物量分布状况为软体动物(16.21g/m²)>节肢动物(7.13g/m²)>环节动物(0.08g/m²)。栖息密度的分布状况为软体动物(20.89ind/m²)>节肢动物(3.57ind/m²)>环节动物(3.56ind/m²)。

表 3.2.3-19 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

断面		生物量 g/m ²			栖息密度 ind/m ²		
		环节动物	节肢动物	软体动物	环节动物	节肢动物	软体动物
I	高潮	--	58.69	--	--	12.00	--
	中潮	--	--	34.04	--	--	20.00
	低潮	--	0.92	63.69	--	8.00	20.00
II	高潮	--	4.08	--	--	4.00	--
	中潮	--	--	38.34	--	--	68.00
	低潮	--	0.36	3.44	--	8.00	28.00
III	高潮	--	0.09	--	--	0.12	--
	中潮	0.69	--	5.97	32.00	--	40.00

	低潮	--	--	0.40	--	--	12.00
平均值		0.08	7.13	16.21	3.56	3.57	20.89

注：--为未发现

（4）优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， f_i 为第*i*种在各个站位出现的频率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 ≥ 0.02 的种类作为该区域的优势种类。

该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为狭氏斧蛤、凸加夫蛤、痕掌沙蟹和昌螺。（见表 3.2.3-20）。

表 3.2.3-20 潮间带生物的优势种

优势种	平均栖息密度(ind/m ²)	比例(%)	出现频率(%)	优势度
狭氏斧蛤	2.22	7.93	22.22	0.02
凸加夫蛤	2.67	9.52	22.22	0.02
痕掌沙蟹	1.79	6.39	33.33	0.02
昌螺	12.89	46.02	44.44	0.20

（5）多样性指数和均匀度

本次调查 3 条潮间带断面高潮区均只采集到一种生物样品，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0.00，单纯度为 1.00；3 条潮间带断面中潮区丰富度范围在 0.16～0.46 之间，平均值为 0.32，最高为断面I，单纯度范围在 0.44～0.79 之间，平均为 0.56，最高为断面II，多样性指数范围在 0.52～1.37 之间，平均为 1.05，最高为断面I，均匀度范围在 0.52～0.87 之间，平均为 0.73，最高为断面I；3 条潮间带断面低潮区，丰富度范围在 0.28～0.42 之间，平均为 0.36，最高为断面I，单纯度范围在 0.36～0.56 之间，平均为 0.49，最高为断面III，多样性指数范围在 0.92～1.53 之间，平均为 1.20，最高为断面II，均匀度范围在 0.73～0.97 之间，平均为 0.87，最高为断面II。见表 3.2.3-21。

表 3.2.3-21 潮间带生物的多样性指数(H')和均匀度(J)

断面	丰富度 d			单纯度 C			多样性指数 H'			均匀度 J		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低	高	中	低
I	0	0.46	0.42	1.00	0.44	0.55	0	1.37	1.15	0	0.87	0.73
II	0	0.16	0.39	1.00	0.79	0.36	0	0.52	1.53	0	0.52	0.97

III	0	0.32	0.28	1.00	0.45	0.56	0	1.25	0.92	0	0.79	0.92
平均值	0.00	0.32	0.36	1.00	0.56	0.49	0.00	1.05	1.20	0.00	0.73	0.87

注：0 为只采集到 1 种潮间带生物

（6）小结

3 个潮间带断面共采获了 3 个生物类别中的 14 科 18 种生物。其中软体动物门有 12 种，节肢动物有 5 种，环节动物有 1 种。3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 5.37ind/m²，平均生物量为 20.95g/m²；中潮区平均栖息密度为 53.33ind/m²，平均生物量为 26.35g/m²；低潮区平均栖息密度为 25.33ind/m²，平均生物量为 22.94g/m²。生物量分布状况为软体动物(16.21g/m²)>节肢动物(7.13g/m²)>环节动物(0.08g/m²)。栖息密度的分布状况为软体动物(20.89ind/m²)>节肢动物(3.57ind/m²)>环节动物(3.56ind/m²)。该区域的潮间带生物优势种类突出，优势种为狭氏斧蛤、凸加夫蛤、痕掌沙蟹和昌螺。本次调查 3 条潮间带断面高潮区均只采集到一种生物样品，丰富度、多样性指数和均匀度均为 0.00，单纯度为 1.00；3 条潮间带断面中潮区丰富度范围在 0.16~0.46 之间，平均为 0.32，单纯度范围在 0.44~0.79 之间，平均为 0.56，多样性指数范围在 0.52~1.37 之间，平均为 1.05，均匀度范围在 0.52~0.87 之间，平均为 0.73；3 条潮间带断面低潮区，丰富度范围在 0.28~0.42 之间，平均为 0.36，单纯度范围在 0.36~0.56 之间，平均为 0.49，多样性指数范围在 0.92~1.53 之间，平均为 1.20，均匀度范围在 0.73~0.97 之间，平均为 0.87。

7、游泳动物

（1）游泳动物资源现状

1)种类组成

本次调查底拖网共捕获游泳动物 64 科 121 种，其中鱼类为 48 科 80 种，占捕获所有种类的 66.12%；甲壳类为 12 科 37 种，占捕获所有种类的 30.58%；头足类为 4 科 4 种，占捕获所有种类的 3.30%。

2)渔获率和现存资源密度

游泳动物重量渔获率范围为 0.008~15.757kg/h，平均为 6.582kg/h。最高出现在 7 号站位，其次为 9 号站位，最低为 19 站位；个体渔获率范围为 0.1~17898ind/h，平均为 2920ind/h，最高出现在 9 号站位，其次为 1 号站位，最低为 19 站位结果详见表 3.2.3-22。

游泳动物的平均重量渔获率中，鱼类为4.529kg/h，占总重量渔获率的68.81%；甲壳类为1.804kg/h，占总重量渔获率的27.41%；头足类平均渔获率为0.248kg/h，占总重量渔获率3.78%；平均个体渔获率中，鱼类为589ind/h，占总个体渔获率的20.15%；甲壳类为2324ind/h，占总个体渔获率的79.60%；头足类为7ind/h。占总个体渔获率的0.25%。

根据扫海面积法估算，评价区及附近海域内的13、15、17、19和20号站位放置定制网，不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的平均资源密度约为276.113kg/km²，其中鱼类约为190.891kg/km²，甲壳类约为75.141kg/km²，头足类约为10.081kg/km²。各站中以7号站最高(382.218kg/km²)，1号站次之(313.088kg/km²)，6号和5号站较低(资源密度分别为241.185kg/km²和174.504kg/km²)。按个体计，游泳动物的平均资源密度约为121991ind/km²，其中鱼类约为25242ind/km²，甲壳类约为96451ind/km²，头足类约为298ind/km²。各站中以9号站最高(428763ind/km²)，1号站次之(248486ind/km²)，10号站最低(资源密度为22961ind/km²)。结果详见表3.2.3-22。

表 3.2.3-22 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
1	12.745	10115	313.088	248486
3	9.384	1404	254.869	38126
5	7.013	1035	174.504	25762
6	9.068	1926	241.185	51236
7	15.757	1591	382.218	38603
9	12.993	17898	311.262	428763
10	11.866	1066	255.664	22961
13	0.033	1	*	*
15	0.009	0.4	*	*
17	0.086	1.3	*	*
19	0.008	0.1	*	*
20	0.030	2	*	*
平均值	6.583	2920	276.113	121991

3)优势种

根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内的相对重要性指标(IRI)，并

以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 18 种。其中中国毛虾的 IRI 最高，为 1170.44；其他优势鱼类依次为带鱼(966.09)、鹿斑鲷(496.75)、镰鲷(394.98)、小牙鲷(384.76)、葛氏小口虾蛄(323.51)、叫姑鱼(320.19)、红星梭子蟹(315.87)、直额鲟(246.79)、乳香鱼(218.70)、黑边布氏鲷(198.76)、中国枪乌贼(184.65)、须赤虾(156.84)、矛形梭子蟹(152.39)、鹰爪虾(140.09)、黄斑光胸鲷(127.00)、玉鳞鱼(122.86)和黑边天竺鲷(106.94)等。其它种类的相对重要性指数小于 100。结果详见表 3.2.3-23。

表 3.2.3-23 调查海域优势种类组成

种类	N	W	F	IRI
中国毛虾	69.31%	0.92%	16.67%	1170.44
带鱼	2.38%	14.19%	58.33%	966.09
鹿斑鲷	4.15%	4.36%	58.33%	496.75
镰鲷	6.46%	1.43%	50.00%	394.98
小牙鲷	1.53%	5.07%	58.33%	384.76
葛氏小口虾蛄	2.26%	5.51%	41.67%	323.51
叫姑鱼	0.37%	7.31%	41.67%	320.19
红星梭子蟹	0.21%	5.21%	58.33%	315.87
直额鲟	1.35%	3.58%	50.00%	246.79
乳香鱼	0.60%	4.65%	41.67%	218.70
黑边布氏鲷	1.97%	5.98%	25.00%	198.76
中国枪乌贼	0.14%	3.02%	58.33%	184.65
须赤虾	1.16%	2.61%	41.67%	156.84
矛形梭子蟹	0.98%	1.63%	58.33%	152.39
鹰爪虾	1.28%	2.08%	41.67%	140.09
黄斑光胸鲷	0.87%	1.31%	58.33%	127.00
玉鳞鱼	0.32%	2.63%	41.67%	122.86
黑边天竺鲷	0.66%	1.48%	50.00%	106.94

4)渔获物体重、体长和幼体比例

本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 48.23%；虾类平均幼体比例为 50.31%；蟹类平均幼体比例为 55.39%；头足类平均幼体比例为 42.61%。各类群平均体长、平均体重、幼体比见表 3.2.3-24。渔获物各品种平均体长、平均体重、幼体比见表 3.2.3-25。

表 3.2.3-24 分类群平均体重、体长和幼体比例

类群	平均体长(cm)	平均体重(kg)	平均幼体比例(%)
鱼类	10.3	0.032	48.23

虾类	7.4	0.016	50.31
蟹类	3.2	0.028	55.39
头足类	5.7	0.044	42.61

表 3.2.3-25 渔获物分品种体重、体长和幼体比例

种类	体长(cm)		体重(kg)		幼体比(%)
	范围	均值	范围	均值	
猛虾蛄	8.0-13.9	10.0	0.010-0.039	0.017	24.00
葛氏小口虾蛄	5.2-8.6	6.9	0.002-0.011	0.007	56.00
脊条褶虾蛄	7.23-8.9	8.0	0.007-0.014	0.010	33.33
口虾蛄	8.9-10.1	9.2	0.015-0.020	0.017	0.00
伍氏平虾蛄	6.4-10.6	9.1	0.005-0.027	0.018	12.50
眼斑猛虾蛄	7.2-8.2	7.7	0.007-0.009	0.008	100.00
细刺多螯虾	2.7-2.7	2.7	0.001-0.001	0.001	100.00
短沟对虾	13.2-13.2	13.2	0.047-0.047	0.047	0.00
哈氏仿对虾	4.3-7.8	6.1	0.002-0.010	0.006	50.00
假长缝拟对虾	3.9-6.2	4.7	0.001-0.005	0.002	80.00
近缘新对虾	5.1-8.4	6.4	0.003-0.013	0.006	75.00
日本囊对虾	16.2-16.2	16.2	0.102-0.102	0.102	0.00
沙栖新对虾	9.2-13.4	11.6	0.010-0.047	0.031	0.00
须赤虾	5.0-7.9	6.3	0.002-0.029	0.008	6.82
鹰爪虾	4.0-8.4	5.6	0.001-0.014	0.005	68.00
颗粒关公蟹	2.0-3.6	2.9	0.003-0.016	0.008	71.43
管鞭虾	4.3-4.6	4.5	0.002-0.002	0.002	100.00
彭氏黎明蟹	2.9-2.9	2.9	0.012-0.012	0.012	100.00
逍遥馒头蟹	3.8-6.0	4.8	0.037-0.145	0.080	12.50
双刺静蟹	3.1-3.7	3.3	0.029-0.046	0.037	0.00
贪精武蟹	2.6-2.6	2.6	0.016-0.016	0.016	0.00
斑纹鲷	3.1-6.3	4.7	0.007-0.173	0.090	50.00
变态鲷	1.8-2.7	2.3	0.003-0.015	0.008	100.00
红星梭子蟹	2.7-6.8	4.8	0.009-0.154	0.061	16.67
虹色圆趾蟹	1.9-1.9	1.9	0.001-0.001	0.001	100.00
疾进鲷	3.8-3.8	3.8	0.042-0.042	0.042	0.00
矛形梭子蟹	1.5-3.0	2.1	0.001-0.012	0.005	94.87
日本鲷	2.8-4.3	3.7	0.009-0.038	0.028	33.33
善泳鲷	4.8-6.1	5.5	0.052-0.110	0.081	0.00
武士鲷	2.9-3.6	3.3	0.006-0.023	0.015	100.00
纤细梭子蟹	1.7-2.8	2.3	0.003-0.011	0.007	100.00
银光梭子蟹	1.8-3.3	2.6	0.001-0.008	0.005	50.00
长眼看守蟹	2.2-4.3	3.3	0.009-0.074	0.031	66.67
直额鲷	1.4-2.8	2.1	0.002-0.017	0.007	56.86

种类	体长(cm)		体重(kg)		幼体比(%)
	范围	均值	范围	均值	
中国毛虾	1.8-2.9	2.1	0.001-0.001	0.001	100.00
十一刺栗壳蟹	2.0-2.0	2.0	0.003-0.003	0.003	100.00
脊额外鞭腕虾	3.6-3.6	3.6	0.001-0.001	0.001	100.00
真蛸	2.3-4.2	3.4	0.006-0.055	0.037	33.33
中国枪乌贼	3.3-19.1	9.3	0.004-0.218	0.053	12.12
双喙耳乌贼	1.2-2.9	1.9	0.001-0.007	0.004	100.00
短穗乌贼	4.9-9.5	8.0	0.018-0.128	0.082	25.00
带纹躄鱼	6.0-8.0	7.0	0.015-0.050	0.033	50.00
三斑海马	9.1-9.1	9.1	0.002-0.002	0.002	100.00
短鲈	9.3-12.0	10.7	0.009-0.022	0.016	0.00
短额鲆	8.1-8.1	8.1	0.007-0.007	0.007	100.00
多鳞短额鲆	6.5-6.5	6.5	0.005-0.005	0.005	100.00
大鳞舌鲷	14.5-14.5	14.5	0.014-0.014	0.014	0.00
褐斑栉鳞鲷	5.0-6.5	6.0	0.001-0.002	0.002	100.00
黑点圆鳞鲷	8.9-10.7	9.8	0.015-0.016	0.016	0.00
五点斑鲆	20.5-20.5	20.5	0.102-0.102	0.102	0.00
青鳞小沙丁鱼	11.3-13.6	12.3	0.018-0.032	0.025	0.00
玉鳞鱼	9.1-13.5	11.0	0.012-0.039	0.022	17.95
汉氏棱鲉	10.8-17.9	12.4	0.012-0.072	0.023	0.00
黄鲫	8.3-11.9	9.9	0.007-0.019	0.011	65.38
尖吻小公鱼	5.0-7.8	6.3	0.001-0.005	0.003	80.00
短棘鲷	7.6-17.7	10.7	0.010-0.147	0.048	40.00
短吻鲷	8.1-10.6	9.3	0.010-0.032	0.018	0.00
黑边布氏鲷	6.2-10.9	8.1	0.005-0.040	0.015	42.86
黄斑光胸鲷	2.7-8.2	5.6	0.001-0.014	0.004	74.19
鹿斑鲷	3.0-6.1	4.6	0.001-0.007	0.003	96.15
细纹鲷	2.1-10.3	6.9	0.001-0.019	0.007	65.22
小牙鲷	4.3-11.8	7.7	0.001-0.038	0.013	69.23
刺鲷	8.8-11.8	10.2	0.014-0.047	0.029	33.33
镰鲷	2.6-11.6	3.5	0.001-0.052	0.003	96.43
克氏棘赤刀鱼	19.2-19.2	19.2	0.016-0.016	0.016	0.00
短尾大眼鲷	6.3-6.3	6.3	0.006-0.006	0.006	100.00
带鱼	6.2-27	13.8	0.001-0.247	0.051	53.85
勒氏笛鲷	9.1-9.1	9.1	0.022-0.022	0.022	100.00
线纹笛鲷	9.7-9.7	9.7	0.017-0.017	0.017	100.00
鳄齿鲈	4.4-7.2	5.8	0.001-0.004	0.002	200.00
沈氏叉棘鲷	3.9-9.9	7.8	0.001-0.020	0.010	50.00
细鳞鲷	14.6-14.6	14.6	0.073-0.073	0.073	0.00
鲷	10.7-10.7	10.7	0.031-0.031	0.031	0.00

种类	体长(cm)		体重(kg)		幼体比(%)
	范围	均值	范围	均值	
眼斑拟鲈	7.9-8.1	8.0	0.006-0.007	0.007	100.00
羽鳃鲐	17.5-17.5	17.5	0.081-0.081	0.081	0.00
乔氏蜥雀鲷	9.2-9.2	9.2	0.025-0.025	0.025	0.00
乳香鱼	6.7-16.6	10.2	0.005-0.087	0.023	43.18
大甲鲹	15.6-15.6	15.6	0.053-0.053	0.053	0.00
金带细鲹	11.0-11.0	11.0	0.022-0.022	0.022	0.00
克氏副叶鲹	5.2-6.1	5.7	0.002-0.003	0.003	100.00
蓝圆鲹	11.9-11.9	11.9	0.023-0.023	0.023	0.00
三线矶鲈	11.6-11.6	11.6	0.027-0.027	0.027	0.00
大头银姑鱼	2.8-14.3	8.2	0.001-0.060	0.017	64.71
叫姑鱼	3.6-15.3	11.6	0.001-0.091	0.046	28.30
勒氏枝鰨石首鱼	9.7-9.7	9.7	0.018-0.018	0.018	100.00
银姑鱼	3.3-14.5	9.7	0.001-0.058	0.026	46.67
短线腭竺鱼	4.8-6.1	5.6	0.002-0.006	0.004	100.00
黑边天竺鲷	3.3-9.6	6.2	0.001-0.028	0.007	5.88
四线天竺鲷	4.8-9.1	6.0	0.002-0.034	0.008	31.25
多鳞鱈	9.2-14.0	11.6	0.008-0.032	0.020	50.00
孔虾虎鱼	12.0-12.0	12.0	0.012-0.012	0.012	0.00
云海裸颊虾虎鱼	9.0-9.2	9.1	0.015-0.017	0.016	0.00
扁鲆	7.0-7.8	7.4	0.003-0.004	0.004	100.00
项鳞鲉	5.1-12.1	8.3	0.004-0.059	0.022	78.57
黑斑鲱鲤	12.1-12.1	12.1	0.038-0.038	0.038	0.00
吕宋鲱鲤	6.7-11.2	9.9	0.005-0.030	0.019	30.00
纵带鲱鲤	6.8-12.0	10.3	0.004-0.036	0.025	22.73
长棘银鲈	16.1-17.9	17.0	0.124-0.137	0.131	0.00
长体银鲈	8.4-14.9	11.7	0.011-0.072	0.037	5.88
六指马鲛	8.6-9.9	9.3	0.014-0.018	0.016	50.00
海鳗	7.8-18.6	10.8	0.001-0.168	0.047	75.00
蠕纹裸胸鳝	5.6-5.6	5.6	0.039-0.039	0.039	0.00
匀斑裸胸鳝	28.4-28.4	28.4	0.468-0.468	0.468	0.00
黑尾吻鳗	6.7-10.2	8.6	0.005-0.017	0.010	66.67
尖尾鳗	12.2-12.2	12.2	0.009-0.009	0.009	100.00
食蟹豆齿鳗	16.8-16.8	16.8	0.017-0.017	0.017	100.00
多皱短身前肛鳗	3.8-7.2	4.9	0.010-0.082	0.026	57.89
长身前肛鳗	4.7-4.7	4.7	0.014-0.014	0.014	100.00
线纹鳗鲶	13.4-22.3	16.9	0.014-0.077	0.032	0.00
须鲀	14.3-14.3	14.3	0.008-0.008	0.008	100.00
斑鳃叉鼻鲀	16.3-16.3	16.3	0.270-0.270	0.270	0.00
纹腹叉鼻鲀	9.9-9.9	9.9	0.036-0.036	0.036	100.00

种类	体长(cm)		体重(kg)		幼体比(%)
	范围	均值	范围	均值	
棕斑兔头鲈	3.1-22.1	7.0	0.001-0.297	0.033	88.24
犀鳐	4.8-7.5	6.0	0.001-0.001	0.001	100.00
翼红娘鱼	10.8-10.8	10.8	0.026-0.026	0.026	0.00
红鲷	15.1-15.1	15.1	0.008-0.008	0.008	0.00
棘线鲷	15.2-18.7	16.9	0.023-0.042	0.031	0.00
日本瞳鲷	14.8-16.8	15.8	0.030-0.053	0.042	0.00
单指虎鲷	6.6-8.8	7.8	0.007-0.023	0.015	100.00
环纹蓑鲷	5.1-13.1	8.7	0.002-0.053	0.016	79.17
锯棱短棘蓑鲷	5.1-6.8	5.8	0.004-0.007	0.006	100.00

(2) 鱼类资源状况

1) 种类组成

经鉴定，本次调查共捕获鱼类 80 种，分隶于 11 目 48 科。以鲈形目的种类数最多，共有 44 种；鳗鲡目第二，有 8 种；鲹形目和鲷形目均有 7 种；鲱形目有 5 种；鲈形目有 4 种；鲛形目、刺鱼目、马鲛目、鲑形目和鳕形目均有 1 种。在各科中，以鲷科最多，有 7 种；鲹科和石首鱼科均有 4 种；鳀科、天竺鲷科、羊鱼科、鲷科和鲈科均有 3 种；鲱科、鳎科、鲱科、鲳科、笛鲷科、鲷科、虾虎鱼科、银鲈科、海鲳科和通鳃鳗科均有 2 种；其余各科均只有 1 种。

2) 渔获率与资源密度分布

本次调查渔获的鱼类总重量为 39.601kg，平均渔获率为 4.529kg/h。渔获率最高的站位出现在 7 号站，为 11.327kg/h；渔获率次高站出现在 3 号站，渔获率为 9.254kg/h；渔获率最低的站位出现在 19 号站，渔获率为 0.000kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 589ind/h，以 3 号站最高，为 1393ind/h；其次是 6 号站，为 1248ind/h；19 号站最低，为 0ind/h。结果详见表 3.2.3-26。

评价区及附近海域内的 13、15、17、19 和 20 号站位放置定制网，不做资源密度评估。其余站位目前鱼类的重量平均资源密度约为 190.891kg/km²。调查区内以 7 号站最高(274.760kg/km²)，3 号站次之(251.345kg/km²)，6 号站最低(仅为 120.160kg/km²)。鱼类的个体平均资源密度为 25242ind/km²，以 3 号站最高(37823ind/km²)；其次为 6 号站，资源密度为 33182ind/km²；1 号站的资源密度最低，为 15854ind/km²。结果详见表 3.2.3-26。

表 3.2.3-26 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
1	8.132	645	199.774	15854
3	9.254	1393	251.345	37823
5	6.936	1028	172.594	25589
6	4.518	1248	120.160	33182
7	11.327	1104	274.760	26786
9	5.618	875	134.590	20961
10	8.494	766	183.015	16497
13	0.003	0.1	*	*
15	0.006	0.2	*	*
17	0.054	0.8	*	*
19	0.000	0	*	*
20	0.012	1	*	*
平均值	4.529	589	190.891	25242

3)鱼类优势种

根据相对重要性指数(*IRI*)公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标(*IRI*),并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标,本次调查的优势渔获鱼类共有 10 种。其中,带鱼的 *IRI* 最高,为 966.09;其他优势鱼类依次为鹿斑鲷(496.75)、镰鲷(394.98)、小牙鲷(384.76)、叫姑鱼(320.19)、乳香鱼(320.19)、黑边布氏鲷(198.76)、黄斑光胸鲷(127.00)、玉鳞鱼(122.86)和黑边天竺鲷(106.94)等,其它种类的相对重要性指数小于 100。结果详见表 3.2.3-27。

表 3.2.3-27 调查海域鱼类优势种类组成

种名	占鱼类总重量	占鱼类总尾数	IRI
	百分比(%)	百分比(%)	
带鱼	14.19	2.38	966.09
鹿斑鲷	4.36	4.15	496.75
镰鲷	1.43	6.46	394.98
小牙鲷	5.07	1.53	384.76
叫姑鱼	7.31	0.37	320.19
乳香鱼	4.65	0.60	218.70
黑边布氏鲷	5.98	1.97	198.76
黄斑光胸鲷	1.31	0.87	127.00
玉鳞鱼	2.63	0.32	122.86

黑边天竺鲷	1.48	0.66	106.94
-------	------	------	--------

(3) 头足类资源状况

1) 种类组成

本次调查共渔获头足类 4 种，隶属 3 目 4 科，八腕目有一种，为真蛸；枪形目有 1 种，为中国枪乌贼；乌贼目有 2 种，分别为双喙耳乌贼和短穗乌贼贼。

2) 渔获率和资源密度分布

本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0.000kg/h ~0.999kg/h，平均渔获率为 0.249kg/h。渔获率以 7 号站最高，为 0.999kg/h；次高为 9 号站，渔获率为 0.807kg/h，13、15、17 和 19 号站均未捕获到头足类，渔获率均为 0.000kg/h。按个体计，个体渔获率范围为 0ind/h ~40ind/h，平均渔获率 7ind/h。个体渔获率以 9 号站最高，渔获率为 40ind/h；13、15、17 和 19 号站均未捕获到头足类，渔获率均为 0ind/h。结果详见表 3.2.3-28。

采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区及附近海域内的 13、15、17、19 和 20 号站放置定制网，不做资源密度评估。其余站目前头足类的平均资源密度约为 10.081kg/km²，以 7 号站最高，为 24.222kg/km²；次高为 9 号站，为 19.324kg/km²；13、15、17 和 19 号站均未捕获到头足类，均为 0.000 kg/km²。个体平均资源密度为 298ind/km²。以 9 号站最高，为 958ind/km²；次高为 7 号站，为 485ind/km²；13、15、17 和 19 号站均未捕获到头足类，均为 0ind/km²。结果详见表 3.2.3-28。

表 3.2.3-28 调查海域头足类的渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
1	0.148	6	3.631	144
3	0.022	1	0.606	38
5	0.059	1	1.458	35
6	0.216	8	5.752	199
7	0.999	20	24.222	485
9	0.807	40	19.324	958
10	0.723	10	15.570	225
13	0.000	0	*	*
15	0.000	0	*	*

17	0.000	0	*	*
19	0.000	0	*	*
20	0.013	0.1	*	*
平均值	0.249	7	10.081	298

3)头足类优势种

根据相对重要性指数(*IRI*)公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标(*IRI*),并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。本次调查的头足类捕获优势渔获物为中国枪乌贼(184.65)。

(4) 甲壳类资源状况

1)种类组成

经鉴定,本次调查渔获的甲壳类共 37 种,分属 2 目 12 科。其中虾类有 5 科 12 种;蟹类有 5 科 19 种;虾蛄类有 2 科 6 种。

2)渔获率和资源密度分布

调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.003kg/h~6.568kg/h,平均 1.804kg/h,渔获率以 9 号站最高,为 6.568kg/h;其次为 6 号站,渔获率为 4.334kg/h;最低为 15 号站,为 0.003kg/h。甲壳类的个体渔获率范围为 0.1ind/h ~16983ind/h,平均 2324ind/h,以 9 号站最高,为 16983ind/h;其次为 1 号站,渔获率为 9464ind/h;最低为 15 和 19 号站,渔获率均为 0.1ind/h。结果详见表 3.2.3-29。

评价区及附近海域内的 13、15、17、19 和 20 号站位放置定制网,不做资源密度评估。其余站位目前甲壳类的平均资源密度约为 75.141kg/km²。资源密度最高出现于 9 号站,为 157.348kg/km²;6 号站列第二位,为 115.273kg/km²;最低为 5 号站,为 0.451kg/km²。按个体计,甲壳类的平均资源密度为 96451ind/km²,以 9 号站占绝对优势,为 406844ind/km²;1 号站列第二位,为 232489ind/km²;最低为 5 号站,为 139ind/km²。结果详见表 3.2.3-29。

表 3.2.3-29 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

站号	渔获率		资源密度	
	重量渔获率	个体渔获率	重量资源密度	个数资源密度
	kg/h	ind/h	kg/km ²	ind/km ²
1	4.465	9464	109.683	232489
3	0.107	10	2.918	265
5	0.018	6	0.451	139

6	4.334	671	115.273	17854
7	3.431	467	83.236	11331
9	6.568	16983	157.348	406844
10	2.649	290	57.080	6239
13	0.030	1	*	*
15	0.003	0.1	*	*
17	0.033	0.5	*	*
19	0.008	0.1	*	*
20	0.005	0.3	*	*
平均值	1.804	2324	75.141	96451

3)甲壳类优势种

根据相对重要性指数(*IRI*)公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标(*IRI*),并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标,本次调查的甲壳类的优势渔获物分别为中国毛虾(1170.44)、葛氏小口虾蛄(323.51)、红星梭子蟹(315.87)、直额鲇(246.79)、须赤虾(156.84)、矛形梭子蟹(152.39)、鹰爪虾(140.09)。

(5) 主要种类及其生物学和生态学特性

根据调查优势种分析,项目附近海域主要渔业种类为中国毛虾、带鱼、鹿斑鲷、镰鲷、小牙鲷、葛氏小口虾蛄、叫姑鱼、红星梭子蟹、直额鲇、乳香鱼、黑边布氏鲷、中国枪乌贼、须赤虾、矛形梭子蟹、鹰爪虾、黄斑光胸鲷、玉鳞鱼和黑边天竺鲷等。

1)中国毛虾

生长迅速、生命周期短、繁殖力强、世代更新快、游泳能力弱的小型虾类,在生态习性上属于浮游动物类群,随潮流推移而游动于沿岸、河口和岛屿一带。适温范围为 11—25℃,适盐范围为 30-32‰。具有昼夜垂直与季节水平移动的特性。为中国特有种类,中国沿海均有分布,尤以渤海沿岸产量最多。产地主要有辽宁、山东、河北、江苏、浙江、福建沿海。

2) 带鱼

经常捕食毛虾、乌贼及其他鱼类。有昼夜垂直移动的习惯,白天群栖息于中、下水层,晚间上升到表层活动。我国沿海的带鱼可以分为南、北两大类,北方带鱼个体较南方带鱼大,它们在黄海南部越冬,春天游向渤海,形成春季鱼汛,秋天结群返回越冬地形成秋季鱼汛,南方带鱼每年沿东海西部边缘随季节不同作南北向移

动，春季向北作生殖洄游，冬季向南作越冬洄游，东海带鱼有春汛和冬汛之分。带鱼产卵期很长，一般以 4 月~6 月为主，其次是 9 月~11 月，一次产卵量在 2.5 万粒~3.5 万粒之间，产卵适宜水温为 17℃~23℃。

3) 鹿斑鲷

分布于印度-西太平洋区，西起非洲东岸、红海，东至台湾、南中国海，南迄澳洲。台湾以西部、南部之砂泥底质水域、河口区及澎湖沿海为主。一般渔法以底拖网、待袋网、小型围网或流刺网捕获。肉质细嫩，适合煮汤，但鱼体较小，所以大多当延绳钓之鱼饵或以下杂鱼般喂食高经济价值之养殖鱼类。

4) 镰鲳

分布于西太平洋海域，包括日本、中国、越南、菲律宾等，印度洋也有可能分布。中国产于东海，台湾和南海。为暖水性中下层鱼类。栖息于沙泥底质近海海域，平时栖息于外海，每年春末游向近海。以水母、浮游动物或小型底栖动物为食。

5) 小牙鲷

分布于印度-中西太平洋区，西起非洲东岸、红海，东至密克尼西亚群岛，北自琉球群岛，南迄澳洲、大溪地。台湾以西部、南部之砂泥底质水域、河口区及澎湖沿海为主。为小型的食用鱼。一般渔法以底拖网、待袋网、小型围网或手钓捕获。

6) 葛氏小口虾蛄

沿海近岸性品种。喜栖于浅水泥沙或礁石裂缝内，中国南北沿海均有分布。产期为每年 4~5 月。分布范围极广，从俄罗斯的大彼得海湾到日本及中国沿海、菲律宾、马来半岛、夏威夷群岛均有分布。

7) 叫姑鱼

暖水性近海中下层鱼类，喜栖息于泥沙底和岩礁附近海域。一般能发出较大叫声，因此得名。体长 70~140 毫米。怀卵量约 7~9 万粒。生殖期 4~7 月。为我国沿海习见种。分布于印度洋和太平洋西部。我国沿海均产之。

8) 红星梭子蟹

分布于日本、夏威夷、菲律宾、澳大利亚、新西兰、马来群岛、印度洋直至南非沿海的整个印度太平洋暖水区、台湾岛以及中国大陆的广西、广东、福建等地，生活环境为海水，多见于 10-30 米深的泥沙质海底。

9) 直额鲟

栖息于潮间带以下的泥沙淤泥中。原产国家：中国和日本，原产省份：广东广西福建海南。气候带：热带亚热带暖温带。地理分布：我国南海沿岸。

10) 乳香鱼

分布于印度-西太平洋海域，西起非洲东岸，东至所罗门群岛，北至日本，南至澳大利亚。中国产于台湾和南海。暖水性小型鱼类。栖息于在沿岸砂泥底质环境，水深可达 100m。肉食性，以小鱼及小型无脊椎动物为食。

11) 黑边布氏鲷

分布于印度—西太平洋的热带和亚热带海域，西起红海和非洲东岸，东至菲律宾和斐济群岛，北至中国和日本，南至澳大利亚。中国产于东海、台湾和南海。为暖水性中下层小型鱼类。栖息于泥沙底质的近海和港湾，有时也会进入河口区。喜结群，通常在底层活动。以小型甲壳类、多毛类等底栖动物为食。

12) 中国枪乌贼

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

13) 须赤虾

分布于我国东海、南海海域，是广东和台湾主要捕捞对象之一；日本、菲律宾、马来西亚也有分布。栖息于水深 5~220 米之软泥至细砂底海区，尤以 20~70 米海区为密集，其对水温和盐度变化有较强的适应能力，底质自软泥至细沙环境都能适应。除摄食底栖生物外，还摄食底层游泳生物和游泳动物。系重要经济虾类。

14) 矛形梭子蟹

分布于日本、澳大利亚、菲律宾、新加坡、印度尼西亚、安达曼、印度、马达加斯加、东非以及中国大陆的广西、广东、福建等地，生活环境为海水，多生活于

低潮线至 82 米的沙以及泥质浅海底。

15) 鹰爪虾

喜欢栖息在近海泥沙海底，昼伏夜出，我国沿海均有分市。主要分布于威海、烟台海域。威海是高产海区。东海及黄渤海产量较多。东海渔汛期为 5~8 月；黄渤海渔汛期为 6~7 月(夏汛)及 10~11 月(秋汛)。

16) 黄斑光胸鲷

分布于印度—中西太平洋的热带和亚热带海域，西起红海和非洲东岸，东至密克尼西亚群岛，北至中国和日本，南至澳大利亚。中国产于东海、台湾和南海。为暖水性小型鱼类。栖息于泥沙底质的近海和港湾，有时也会进入河口区。喜结群，通常成群在底层活动，有时也到表层觅食。以小型甲壳类、多毛类为食。可食用，个体小型，经济价值不高。

17) 玉鳞鱼

生活于近海，为小型的食用鱼类，产量少。体长 69~82 毫米。身体长椭圆形，很侧扁，背缘近于直形。

18) 黑边天竺鲷

分布于印度—西太平洋海域，西自印度洋非洲东岸，东至马绍尔群岛，北至日本和中国台湾，南至澳大利亚。中国产于台湾和南海。为暖水性中下层小型鱼类。通常栖息于泥沙底质近海，有时可进入 100m 以下较深水域。捕食多毛类及其他小型底栖无脊椎动物。个体小型，无经济价值。

（6）物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度丰富度指数(d)均值为 4.66(-11.28-33.00)，单纯度指数(C)均值为 0.22(0.06-1.00)，多样性指数(H')均值为 3.15(0.00-4.64)，均匀度指数(J')均值为 0.70(0.00-0.89)。渔获物尾数密度丰富度指数(d)均值为 2.31(0.00-3.26)，单纯度指数(C)均值为 0.40(0.12-1.00)，多样性指数(H')均值为 2.23(0.00-3.83)，均匀度指数(J')均值为 0.54(0.00-1.00)。结果详见表 3.2.3-30。

表 3.2.3-30 渔获物多样性指数值

站号	尾数评价指标				重量评价指标			
	d	C	H'	J'	d	C	H'	J'
1	2.84	0.79	0.99	0.18	6.58	0.08	4.38	0.78

站号	尾数评价指标				重量评价指标			
	d	C	H'	J'	d	C	H'	J'
3	2.53	0.31	2.34	0.45	5.15	0.15	3.42	0.66
5	1.76	0.36	2.20	0.47	3.72	0.16	3.06	0.66
6	3.07	0.27	3.03	0.55	6.51	0.06	4.64	0.84
7	3.09	0.12	3.83	0.70	5.81	0.08	4.28	0.78
9	2.88	0.83	0.82	0.14	7.00	0.07	4.43	0.78
10	3.26	0.13	3.43	0.62	6.29	0.13	3.71	0.68
13	3.12	0.12	3.52	0.93	-11.28	0.12	3.40	0.89
15	1.72	0.20	2.32	1.00	-1.30	0.30	1.87	0.81
17	1.92	0.22	2.63	0.83	33.00	0.27	2.23	0.70
19	0	1.00	0	0	0	1.00	0	0
20	1.47	0.51	1.69	0.56	-5.56	0.24	2.33	0.78
平均值	2.31	0.40	2.23	0.54	4.66	0.22	3.15	0.70

注：0 为只采集到 1 种游泳生物；

（7）小结

本次共采集到游泳动物 121 种，隶属于 16 目 64 科，其中鱼类为 11 目 48 科 80 种，头足类为 3 目 4 科 4 种，甲壳类 2 目 12 科 37 种。游泳动物的平均渔获率为 6.582kg/h 和 2920ind/h。其中，鱼类为 4.529kg/h 和 589ind/h，头足类的平均渔获率为 0.249kg/h 和 7ind/h，甲壳类的平均渔获率为 1.804kg/h 和 2324ind/h。根据扫海面积法估算，评价区及附近海域内的 13、15、17、19 和 20 号站位放置定制网，不做资源密度评估。其余站位目前游泳动物的资源密度约为 276.113kg/km² 和 121991ind/km²，其中鱼类约为 190.891kg/km²和 25242ind/km²，头足类 10.081kg/km²和 298ind/km²，甲壳类约为 75.141kg/km²和 96451ind/km²。根据相对重要性指数(IRI)公式计算评价调查海域内的相对重要性指标(IRI)，并以 IRI 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获种类共有 18 种。其中中国毛虾的 IRI 最高，为 1170.44；其他优势鱼类依次为带鱼(966.09)、鹿斑鲷(496.75)、镰鲷(394.98)、小牙鲷(384.76)、葛氏小口虾蛄(323.51)、叫姑鱼(320.19)、红星梭子蟹(315.87)、直额鲷(246.79)、乳香鱼(218.70)、黑边布氏鲷(198.76)、中国枪乌贼(184.65)、须赤虾(156.84)、矛形梭子蟹(152.39)、鹰爪虾(140.09)、黄斑光胸鲷(127.00)、玉鳞鱼(122.86)和黑边天竺鲷(106.94)等。本次调查海域渔获物中，鱼类平均幼体比例为 48.23%；虾类平均幼体比例为 50.31%；蟹类平均幼体比例为 55.39%；头足类平均

幼体比例为 42.61%。项目海域渔获物重量密度丰富度指数(d)均值为 4.66(-11.28-33.00)，单纯度指数(C)均值为 0.22(0.06-1.00)，多样性指数(H')均值为 3.15(0.00-4.64)，均匀度指数(J')均值为 0.70(0.00-0.89)。渔获物尾数密度丰富度指数(d)均值为 2.31(0.00-3.26)，单纯度指数(C)均值为 0.40(0.12-1.00)，多样性指数(H')均值为 2.23(0.00-3.83)，均匀度指数(J')均值为 0.54(0.00-1.00)。

3.2.4 生物体质量现状

3.2.4.1 生物体质量评价标准

生物体质量评价采用单项分指数法。评价标准值见表 3.2.4-1。

生物体质量参数的标准指数 >1 ，表明该生物体质量参数超过了规定的生物体质量标准。

表 3.2.4-1 生物体质量标准

项目	评价标准值(10^{-6})		
	鱼类	甲壳类	软体类
石油烃	≤ 20	≤ 20	≤ 20
铜	≤ 20	≤ 100	≤ 100
铅	≤ 2	≤ 2	≤ 10
锌	≤ 40	≤ 150	≤ 250
镉	≤ 0.6	≤ 2	≤ 5.5
总汞	≤ 0.3	≤ 0.2	≤ 0.3
砷	≤ 5.0	≤ 8.0	≤ 10.0
铬	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 5.5
备注	海洋生物质量(双壳贝类)评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的标准值；其它甲壳类、鱼类和软体类目前国家尚未颁布统一的评价标准，生物体内污染物质(Hg、As、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《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。		

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划专篇的海洋环境保护目标管理要求（见表 3.2.2-2）可知，本项目的 3、5、6、9 号站执行一类生物体质量标准；13、15、17、19、20 号站执行二类生物体质量标准；1、7、10 站维持现状，参照一类生物体质量标准。详见图 3.2.2-1。

3.2.4.2 生物体质量要素监测和统计结果

本次生物体质量样品主要来自于渔业资源调查底拖网和地笼网采集的渔获物，在设定的站位获取具有代表性的本地经济种类、本地常见种和优势种（本次捕获的

均为当季经济种类）。

本次生物体质量调查分析项目为石油烃、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 8 项。在项目区附近海域布设了 12 个渔业资源调查站位作为生物体质量监测站位，生物体样品选用各调查站位的常见种和优势种进行分析，本次调查采集生物体种类有鱼类（叫姑鱼、黑边布氏鲷、长体银鲈、四线天竺鲷）、甲壳类（须赤虾、红星梭子蟹、日本鲷、善泳鲷）、头足类（中国枪乌贼）等。

生物体各要素监测及统计结果列于表 3.2.4-2。

3.2.4-2 生物体质量分析结果统计

略

（1）石油烃

调查海区的鱼类生物体石油烃含量范围为 $(1.63\sim5.23)\times10^{-6}$ ，平均值为 2.99×10^{-6} ；甲壳类生物体石油烃含量范围为 $(1.04\sim6.32)\times10^{-6}$ ，平均值为 3.04×10^{-6} ；头足类生物体石油烃含量范围为 $(2.03\sim3.50)\times10^{-6}$ ，平均值为 2.89×10^{-6} 。各类型样品均符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中所属种类的质量标准要求。

（2）铜

调查海区的鱼类生物体铜含量范围为 $(0.29\sim3.91)\times10^{-6}$ ，平均值为 1.36×10^{-6} ；甲壳类生物体铜含量范围为 $(0.44\sim6.63)\times10^{-6}$ ，平均值为 2.39×10^{-6} ；头足类生物体铜含量范围为 $(1.37\sim2.45)\times10^{-6}$ ，平均值为 1.78×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

（3）铅

调查海区的鱼类生物体铅含量范围为 $(0.45\sim1.90)\times10^{-6}$ ，平均值为 0.89×10^{-6} ；甲壳类生物体铅含量范围为 $(0.14\sim2.63)\times10^{-6}$ ，平均值为 1.15×10^{-6} ；头足类生物体铅含量范围为 $(0.31\sim0.61)\times10^{-6}$ ，平均值为 0.46×10^{-6} 。其中 17 号站（红星梭子蟹）生物体铅含量超《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中甲壳类生物质量标准，其余站位的各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

（4）镉

调查海区的鱼类生物体镉含量范围为未检出~ 0.020×10^{-6} ，平均值为 0.009×10^{-6} ，检出率为 62.5%；甲壳类生物体镉含量范围为 $(0.002 \sim 0.253) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.062×10^{-6} ；头足类生物体镉含量范围为 $(0.033 \sim 0.051) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.042×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

（5） 锌

调查海区的鱼类生物体锌含量范围为未检出~ 12.56×10^{-6} ，平均值为 3.43×10^{-6} ，检出率为 87.5%；甲壳类生物体锌含量范围为 $(5.01 \sim 59.34) \times 10^{-6}$ ，平均值为 15.84×10^{-6} 。头足类生物体锌含量范围为 $(0.33 \sim 6.75) \times 10^{-6}$ ，平均值为 4.50×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

（6） 铬

调查海区的鱼类生物体铬含量范围为未检出~ 0.45×10^{-6} ，平均值为 0.10×10^{-6} ，检出率为 25.0%；甲壳类生物体铬含量范围为未检出~ 1.16×10^{-6} ，平均值为 0.16×10^{-6} ，检出率为 22.2%；头足类生物体铬含量范围为未检出~ 0.40×10^{-6} ，平均值为 0.13×10^{-6} ，检出率为 33.3%。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

（7） 总汞

调查海区的鱼类生物体总汞含量范围为 $(0.008 \sim 0.020) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.014×10^{-6} ；甲壳类生物体总汞含量范围为 $(0.004 \sim 0.044) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.016×10^{-6} ；头足类生物体总汞含量范围为 $(0.007 \sim 0.010) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.008×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

（8） 砷

调查海区的鱼类生物体砷含量范围为 $(0.09 \sim 1.04) \times 10^{-6}$ ，平均值为 0.63×10^{-6} ；甲壳类生物体砷含量范围为 $(0.60 \sim 7.94) \times 10^{-6}$ ，平均值为 4.76×10^{-6} ；头足类生物体砷含量范围为 $(0.69 \sim 3.25) \times 10^{-6}$ ，平均值为 2.35×10^{-6} 。各类型样品均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中所属种类的质量标准要求。

3.2.4.3 生物体质量评价

根据《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《全国海岸和海洋资源综合调查简明规程》中对不同样品类型的分类规定，本次生物体监测质量评价因子为石油烃、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 8 项。

生物体单项分指数结果见表 3.2.4-3。

表 3.2.4-3 生物体单项分指数
略

从表 3.2.4-3 可以看出，调查海区的生物体石油烃、铜、锌、镉、铬、总汞、砷均符合所属种类的质量标准要求。甲壳类铅含量存在超标。

17 号站（红星梭子蟹）甲壳类生物铅含量样品超标，超标倍数为 1.315；其余站位及其样品类别均符合所属种类的质量标准要求。

3.2.4.4 小结

根据《海南省省海洋功能区划（2011-2020 年）》的海洋环境保护目标管理要求和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)、《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》的生物质量分类规定，本项目的 3、5、6、9 号站执行一类生物体质量标准；13、15、17、19、20 号站执行二类生物体质量标准；1、7、10 站维持现状，参照一类生物体质量标准。

本次生物体质量调查分析项目为石油烃、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞共 8 项。在项目区附近海域布设了 12 个渔业资源调查站位作为生物体质量监测站位，共采集到 20 种生物体样品（当季经济种类）。

调查海区的生物体石油烃、铜、锌、镉、铬、总汞、砷均符合所属种类的质量标准要求。17 号站（红星梭子蟹）甲壳类样品铅含量超标，其余站位及其样品类别均符合所属种类的质量标准要求。

总体而言，调查海域总体生物体质量良好。

3.3 自然资源概况

项目所在的海域及其附近海域的海洋资源主要有港口资源、旅游资源和生态资源等。

3.3.1 港口资源

三亚港区位于三亚湾，介于鹿回头岭与马岭之间，东隔鹿回头与榆林港相邻。港区水域南以鹿回头为起点，向西延伸至东经 109°21'12"为界；西北以北纬 18°11'18"、东经 109°21'12"为起点，向北延伸至岸线上为界；东以三亚桥为界。自然岸线长 40km，港区水域总面积为 149.78km²，分内港和外港。其中内港水域面积为 3.22km²，可泊数千吨级船只，白排与小洲岛之间为内港入口，珊瑚滩间宽约 700m，水深 5~9m，是船舶进出内港的唯一口门；外港水域面积为 146.56km²，水深 6~30m，可锚泊万吨船舶。目前三亚港有三亚港务局码头、三亚救助站码头、

海警二支队码头、三亚渔业码头、内港榆亚码头、陆军码头、红塘码头、南山码头、国际客运码头以及沿岸各旅游码头等。

三亚港全港码头总长 714.5m，共有泊位 7 个，其中 5000 吨级、3000 吨级和 500 吨级泊位各 2 个，1500 吨级泊位 1 个。其中，1、2 号泊位共长 100m，水深 3.9m，调头区 90m，可停泊两艘 500 吨级船舶；3 号泊位长度 91.5m，水深 4.2m，可停泊 1500 吨级的船舶；4、5 号泊位长度各为 125m，水深 4.2m，调头区 120m，可停泊两艘 3000 吨级的船舶；6、7 号泊位长度各为 130m，水深 7m，调头区 220m，可停泊两艘 5000 吨级的船舶。目前，由于三亚港务局的经营需要，1~3 号泊位供渔业船舶停泊作业；4~7 号泊位为客、货船码头泊位。

随着南山港和三亚中心渔港的已经建成使用，三亚港区主要功能主要是国内旅客客运港口。国际客运码头以国外大型游轮客运为主要功能，初步建设成为亚洲最大邮轮母港。国际客运码头已开通了香港—三亚—香港、香港—三亚—越南—香港、香港—东南亚国家(越南、菲律宾、泰国等)—三亚—香港等航线。

3.3.2 滨海旅游资源

三亚湾具有得天独厚的自然条件和区位优势，湾内海域宽阔，海滨、沙滩、椰林构成蓝、白、绿相配合的热带海湾景观，是开展帆船、快艇等海上运动项目和滨海旅游项目的最佳场所。经过多年开发，目前三亚湾度假旅游区基础设施完善。三亚湾沿岸建有多家旅游度假宾馆酒店，部分沙滩已开辟小型海水浴场。鹿回头湾和西岛周边海域以水下旅游为主，同时开展水上运动娱乐、沙滩休闲娱乐和渔业休闲旅游。随着旅游景点不断开发，旅游商品品种增加，旅游设施条件明显改善，旅游管理逐步规范有序化。

3.3.3 生态资源

论证范围内的生态资源主要由三亚河红树林市级自然保护区和三亚珊瑚礁国家级自然保护区。

(1) 已成立的三亚珊瑚礁国家级自然保护区分为亚龙湾、鹿回头和东、西瑁洲三个片区，保护区用海面积为 5568 公顷，主要保护对象为各种浅海造礁石珊瑚，软珊瑚及其他珊瑚、珊瑚礁及和其他生物构成的生态系统、相关的海洋生态环境。距离本项目最近的为鹿回头半岛-榆林角片区，距离约 2.0km。受三亚河入海径流携

带的淡水和污染物等影响，鹿回头及小青洲北部基本无珊瑚生长。

根据 2017 年 1 月西瑁洲岛周边调查结果可知：西瑁洲附近海域共发现造礁石珊瑚 12 科 24 属 52 种，西瑁洲岛调查区主要优势属为鹿角珊瑚属、盔形珊瑚属，主要优势种为丛生盔形珊瑚、多孔鹿角珊瑚、鹿角杯型珊瑚、指状蔷薇珊瑚等。西瑁洲岛区域造礁石珊瑚平均覆盖度为 25.33%，死珊瑚平均覆盖度为 1.170%，软珊瑚覆盖率 0.00%，硬珊瑚补充量为 0.32ind/m²，大型藻类覆盖度为 1.00%。在调查过程未发现珊瑚常见病害情况，敌害生物长棘海星数量较少。

从全岛的珊瑚分布来看，珊瑚主要分布在西瑁洲岛的西侧海域，珊瑚覆盖率多在 20%以上，而西瑁洲岛北侧和东侧珊瑚覆盖率相对较低，多在 10%左右。珊瑚分布多在 9 m 以浅区域，而 9 m 以深区域，珊瑚分布较少，且底质类型逐渐由礁石变为泥沙。

西瑁洲岛周边海域软珊瑚分布相对较少，主要为造礁石珊瑚。

为了解三亚河口附近海域鹿回头片区的珊瑚礁现状，报告引用海南安纳检测技术有限公司(《三亚河口清淤疏浚工程海洋环境影响报告书(报批稿)》)于 2016 年 12 月位于鹿回头西侧海域布设 8 个站位的珊瑚礁调查资料：

调查共发现造礁石珊瑚 11 科 24 属 41 种，调查范围内的主要造礁石珊瑚优势种属于鹿角珊瑚科、蜂巢珊瑚科和滨珊瑚科，主要优势种为松枝鹿角珊瑚、指状蔷薇珊瑚、橙黄滨珊瑚等。小青州附近海域主要的优势属为蜂巢珊瑚属。国宾馆周边海域主要优势属为鹿角珊瑚属和滨珊瑚属。鹿回头中部主要优势属为鹿角珊瑚属和蔷薇珊瑚属。鹿回头外侧主要优势属为蜂巢珊瑚属和鹿角珊瑚属。龙王庙附近海域主要优势属为鹿角珊瑚属和滨珊瑚属。

本次调查海域范围的珊瑚覆盖率为 26.13%，其中造礁石珊瑚平均覆盖度为 25.77%，软珊瑚覆盖为 0.37%。珊瑚补充量为 0.38ind/m²。鹿回头湾内的造礁石珊瑚较丰富，珊瑚覆盖度可达 31.60%，靠近鹿回头湾口两侧的造礁石珊瑚覆盖度相对较低，仅为 10.40%。而龙王庙附近海域的珊瑚覆盖率也相对较高，可以达到 28.67%。

本次调查海域范围的软珊瑚平均覆盖度为 0.37%，主要软珊瑚种类有：豆荚软珊瑚、短指软珊瑚、肉芝软珊瑚等。

鹿回头海域珊瑚礁鱼类种类相对较多，密度较高。本次珊瑚礁鱼类调查共记录

了珊瑚礁鱼类种类 20 种，主要以雀鲷科 *Pomacentridae*、篮子鱼科 *Labridae* 为主，主要优势种为褐篮子鱼 *Siganus fuscescens*、网纹宅泥鱼 *Dascyllus reticulatus*、五带豆娘鱼 *Abudefduf vaigiensis* 等。

（2）三亚河红树林自然保护区始建于 1989 年 1 月，地理位置坐标在 18°19′～18°37′N， 108°36′～109°46′E 范围内，主要分布三亚河下游、潮见桥和三亚桥以上区域，保护区面积 5157.5 亩，红树林实际面积约 300 亩。近年来随着三亚城市、港口建设和社会发展，三亚河部分沿岸的红树林惨遭破坏，但随着三亚市对红树林自然保护区管理力度的加强，潮见桥及三亚桥以上红树林的生长环境得到较好的保护，红树林长势良好，并吸引来了大批白鹭在其间栖息，岸上行人漫步，河里白鹭戏水，构成一幅人与自然和谐共处的自然景观。，本项目区域没有红树林资源，项目用海距离三亚河红树林自然保护区约 680m。

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

本项目用海所在区域位于海南省三亚市。根据《2020 年三亚市国民经济和社会发展统计公报》：

2020 年全年全市生产总值(GDP)695.41 亿元，按可比价格计算，比上年增长 3.1%。其中，第一产业增加值 79.16 亿元，增长 2.2%；第二产业增加值 113.30 亿元，增长 3.0%；第三产业增加值 502.95 亿元，增长 3.2%。三次产业结构调整为 11.4:16.3:72.3。

2020 年全市实现地方一般公共预算收入 110.41 亿元，比上年增长 1.2%。其中，税收收入 62.03 亿元，下降 18.8%；非税收收入 48.39 亿元，增长 48.1%。税收收入中，增值税 16.31 亿元，下降 9.3%；企业所得税 12.73 亿元，下降 9.4%；土地增值税 14.49 亿元，下降 24.0%；契税 4.37 亿元，下降 14.8%；房产税 4.21 亿元，下降 32.0%；城镇土地使用税 2.63 亿元，下降 24.8%；城市维护建设税 2.83 亿元，下降 8.5%；个人所得税 2.06 亿元，下降 20.2%。全市地方一般公共预算支出 199.68 亿元，比上年下降 7.3%。与民生相关的支出中，卫生健康支出 17.83 亿元，增长 50.1%；教育支出 23.71 亿元，增长 5.8%；节能环保支出 8.54 亿元，增长 1.6%；城乡社区支出 32.12 亿元，增长 0.5%。

2020 年全年居民消费价格指数(CPI)比上年上涨 2.4%，其中食品烟酒类上涨 8.8%；衣着类下降 0.7%；居住类下降 1.1%；生活用品及服务类上涨 1.4%；交通和通信类下降 3.3%；教育文化和娱乐类下降 0.6%；医疗保健类下降 1.3%；其他用品和服务类上涨 1.3%。

2020 年全市年末户籍人口 669346 人，比上年末增加 34977 人。其中，男性 337699 人，女性 331647 人。按民族分，汉族 403653 人，占总人口的 60.3%；黎族 241936 人，占总人口的 36.2%；回族 10737 人，占总人口的 1.6%；苗族 4255 人，占总人口的 0.6%；壮族 2608 人，占总人口的 0.4%；其他民族 6157 人，占总人口的 0.9%。按区域分，海棠区 81668 人，吉阳区 206620 人，天涯区 274513 人，崖州区 106545 人。

2020 年全年农林牧渔业总产值 121.00 亿元，按可比价计算，比上年增长 2.7%。其中，农业产值 77.95 亿元，增长 4.2 %；牧业产值 11.84 亿元，下降 20.5%；林业产值 3.53 亿元，增长 10.6%；渔业产值 21.14 亿元，增长 6.4%；农林牧渔服务业产值 6.54 亿元，增长 9.2%。

2020 年全年全市规上工业总产值为 72.24 亿元，比上年增长 0.3%。其中，轻工业产值 3.78 亿元，下降 35.8%；重工业产值 68.46 亿元，增长 3.5%。从经济类型看，国有企业产值 26.16 亿元，下降 1.1%；股份制企业产值 39.25 亿元，增长 2.2%；外商及港澳台企业产值 6.83 亿元，下降 4.8%。从各行业看，农副食品加工业产值 1.94 亿元，下降 53.9%；食品制造业产值 1.11 亿元，下降 38.1%；非金属矿物制品业产值 35.40 亿元，增长 3.6%；电力、热力生产和供应业产值 27.25 亿元，下降 5.9%。

2020 年全市客运量 1541 万人次，比上年下降 36.2%；货运量 472 万吨，比上年下降 3.8%。旅客周转量 91.80 亿人公里，下降 34.6%；货物周转量 7.32 亿吨公里，增长 2.5%。凤凰机场旅客吞吐量 1541 万人次，下降 23.6%。其中进港 760 万人次，下降 24.9%。凤凰机场飞行 106454 班次，下降 13.7%。

2020 年全市接待过夜游客人数 1714.40 万人次，比上年下降 25.3%。其中，过夜国内游客 1699 万人次，下降 22.9%；过夜入境游客 15.41 万人次，下降 83.0%。全年旅游总收入 424.74 亿元，比上年下降 26.9%，其中国内旅游收入 417.73 亿元，下降 20.5%；旅游外汇收入 10158 万美元，下降 87.5%。旅游饭店平均开房率为

50.89%，比上年降低 20.92 个百分点。全市列入统计的旅游宾馆(酒店)262 家，其中，五星级酒店 14 家，四星级酒店 16 家，三星级酒店 6 家。拥有客房 61427 间，比上年增加 2553 间；拥有床位 100977 张，比上年增加 3958 张。全市共有 A 级及以上景区 14 处，其中，5A 景区 3 处，4A 景区 6 处。

3.4.2 海洋产业发展概况

三亚市所辖海域面积约 3222.50km²，海岸线长 263.29km，岸线曲折，有港湾 19 个、大小岛屿约 68 个，海洋资源十分丰富。近年来，三亚市海洋经济得到快速发展，以滨海旅游业、海洋水产业、港口运输业为主的三大海洋传统经济产业已经具有相当规模，发展迅速。

3.4.2.1 滨海旅游业

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

旅游业是三亚的支柱产业，也是三亚市最具有潜力的优势产业，旅游产业发展迅速。2011 年全市接待旅游过夜人数首次突破 1000 万大关，达 1021.07 万人次，比上年增长 15.7%，其中，接待国内游客 968.18 万人次，比上年增长 15.1%；接待海外旅游者 52.89 万人次，比上年增长 27.2%。全年旅游总收入 160.71 亿元，比上年增长 15.1%。旅游饭店客房开房率 64.51%，比上年提高 1.39 个百分点。旅游配套设施服务水平和接待能力提升。全市列入统计的五星级宾馆 13 家，四星级宾馆 20 家，三星级宾馆 18 家。拥有客房 37341 间。

三亚市旅游资源绝大部分集中在滨海地区，山海相依的景观、优质的海岸沙滩和海水、多彩斑斓的珊瑚礁及其生物群落、热带海滨特有的红树林风光、丰富的岛屿资源等不可复制的滨海旅游景观资源，具备打造世界顶级滨海旅游的自然条件，全市所有 5A、4A 级景区均建设在滨海(岛屿)地带，滨海旅游业蓬勃发展。为打造国

际性热带滨海旅游城市，充分利用、串联众多滨海旅游优势资源，三亚市积极探索发展海上观光、海上垂钓、游船等海上特色旅游产品。

3.4.2.2 海洋水产业

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

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

三亚地区的海水养殖业目前虽在海洋渔业总产量中所占比重还不小，但随着区域海洋经济的进一步发展，其重要性将愈来愈明显。三亚市海域辽阔，沿海岸线曲折，港湾潟湖众多，浅海滩涂资源丰富，发展海水养殖具有得天独厚的条件，可作为海水养殖的区域包括 3 万亩浅海滩涂和多处浅近海域、渔场。三亚地区海水养殖的品种主要是石斑鱼、美国红鱼、军曹鱼、南美白对虾、斑节对虾、青蟹、鲍鱼、海水珍珠、麒麟菜、江篱菜等，海水养殖主要集中分布在红沙港水域、海棠湾水域和三亚湾-西岛之间水域，养殖方式主要是普通网箱养殖；滩涂养殖主要集中在海棠湾镇、崖城镇、凤凰镇、河东区和吉阳镇一带。

3.4.2.3 海洋交通运输业

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

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

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

3.4.2.4 游艇产业

游艇产业包括游艇与设备制造、消费活动以及配套服务等相关产业。目前，世界游艇产业年产值超过 500 亿美元，北美、欧洲、澳洲等地的游艇产业十分发达，占全球市场份额的八成以上份额；由于金融危机影响，亚太和拉美地区市场已取代传统市场成为全球游艇业的新增长极。

经过近二十年的发展中国游艇制造业已初具规模并成为重要的游艇造基地，随着近年私人游艇消费的兴起以及国际游艇产业的发展重心逐渐向新兴市场转移，目前中国推动游艇产业发展的时机已经成熟。

目前中国的游艇制造与配套产业主要分布在沿海地区，其中以环渤海、山东半

岛、上海及长三角、台湾海峡西岸、珠三角和海南等地发展最为迅速。上海、厦门、深圳、三亚、福州城市已先后制定了游艇产业发展总体规划，积极推动游艇产业的发展。

截至 2020 年，三亚市已成功主办了多届海天盛筵和三亚国际游艇展暨海洋文化节，此外三亚作为亚洲唯一经停城市，已经成功举办沃尔沃环球帆船赛，得天独厚的气候优势和环境资源使三亚成为全国最具发展潜力的航海与游艇旅游城市。

游艇作为海南国际旅游岛建设中的高端产业具有产业链长，附加值高的特点，发展游艇产业、推广航海活动必将为三亚经济发展带来新的机遇。三亚游艇产业应抓住机遇，发挥优势做大做强，使其成为三亚市的特色产业与海洋经济的重要支柱。

3.4.3 海域开发利用现状

本项目用海位于三亚市三亚河内，项目周边开发利用活动较多，根据收集的历史资料以及现场勘查的结果，在本项目论证范围内的海洋开发利用活动主要是旅游基础设施用海、港口用海、海岸防护工程用海、航道用海、浴场用海、科研教学用海等。项目用海区周边海域具体开发利用现状图见图 3.4-1。

3.4.4 海域使用权属现状

根据搜集的资料以及论证范围内项目海区海域使用现状情况，阐明了与项目用海相邻的确权用海项目的权属来源、权属内容等，详见表 3.4-1 和图 3.4-1。

表 3.4-1 项目周边海域开发利用现状一览表

序号	用海项目	使用权人	用海面积 (ha)	用海类型	用海方式	与项目的相对位置及最近距离
1	三亚鹿回头广场游船游艇码头工程项目	三亚城投旅游投资有限公司	6.7746	旅游基础设施用海	透水构筑物	北侧约 138m
			1.513			
2	三亚鸿洲国际游艇会游艇码头项目	三亚鸿洲国际游艇会有限公司	1.8035	港口用海	透水构筑物	北侧约 280m
			1.753	旅游基础设施用海	透水构筑物	
3	三亚鸿洲国际游艇码头三期工程	三亚鸿洲国际游艇会有限公司	6.3778	旅游基础设施用海	透水构筑物	北侧约 290m
4	三亚河下游出海口西侧游艇码头工程	三亚鸿洲国际游艇会有限公司	3.1943	旅游基础设施用海	透水构筑物	西北侧约 751m
					港池、蓄水等	
5	缉私码头用海	中华人民共和国	0.051	港口用海	非透水构	西北侧约 547m

海南正永生态工程技术有限公司

序号	用海项目	使用权人	用海面积 (ha)	用海类型	用海方式	与项目的相对位置及最近距离
		国三亚海关			筑物	
6	亚沙会比赛场地三亚湾段水球与游泳海上栈桥项目	三亚旅游文化投资集团有限公司	1.1204	旅游基础设施用海	透水构筑物	西北侧约 4.311km
7	三亚湾人工补沙实验段拦沙提工程	三亚市海洋与渔业监测中心	0.0853	海岸防护工程用海	非透水构筑物	西北侧约 2.645km
8	美亚旅游航空有限公司三亚水上临时起降场项目	美亚旅游航空有限公司	87.9601	航道用海	专用航道、锚地及其它开放式	西北侧约 2.628km
					港池、蓄水等	
					透水构筑物	
9	三亚凤凰岛置地发展有限公司配套旅游娱乐用海项目	三亚凤凰岛置地发展有限公司	3	旅游基础设施用海	港池、蓄水等	西北侧约 2.594km
10	三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司交通运输用海	三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司	5.2724	港口用海	港池、蓄水等	西北侧约 2.021km
11	三亚凤凰岛客运码头	三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司	4.643	港口用海	专用航道	西北侧约 2.214km
12	凤凰岛美化利用白排礁工程项目	三亚凤凰岛国际邮轮港发展有限公司	6.8715	浴场用海	浴场	西北侧约 2.596km
13	三亚海榆渔民合作社滨海旅游娱乐	三亚海榆渔民专业合作社	0.2795	旅游基础设施用海	港池、蓄水等	西北侧约 1.406km
14	交通运输部南海救助局交通运输用海	交通运输部南海救助局	2.3592	港口用海	港池、蓄水等	西北侧约 1.444km
					非透水构筑物	
15	三亚玛瑞纳酒店有限公司娱乐用海项目	三亚玛瑞纳酒店有限公司	0.942	旅游基础设施用海	港池、蓄水等	西侧约 1.859km
16	三亚小洲岛及其峡道整治工程	三亚小洲岛酒店投资管理有限公司	4.3877	旅游基础设施用海	建设填海造地	西侧约 2.252km
17	海南三亚国宾馆有限责任公司在三亚珊瑚礁国家级保护区内旅游项目续期用海	海南三亚国宾馆有限责任公司	16.4505	旅游基础设施用海	专用航道、锚地及其它开放式	西侧约 1.588km
18	三亚半山半岛帆船港项目	三亚鹿回头旅游区开发有限	14.0575	旅游基础设施用海	非透水构筑物	西南侧约 2.891km

序号	用海项目	使用权人	用海面积 (ha)	用海类型	用海方式	与项目的相对位置及最近距离
		公司			港池、蓄水等	
19	珊瑚礁生态系统观测研究样区项目	中国科学院南海海洋研究所	3.308	科研教学用海	专用航道、锚地及其它开放式	西南侧约3.755km

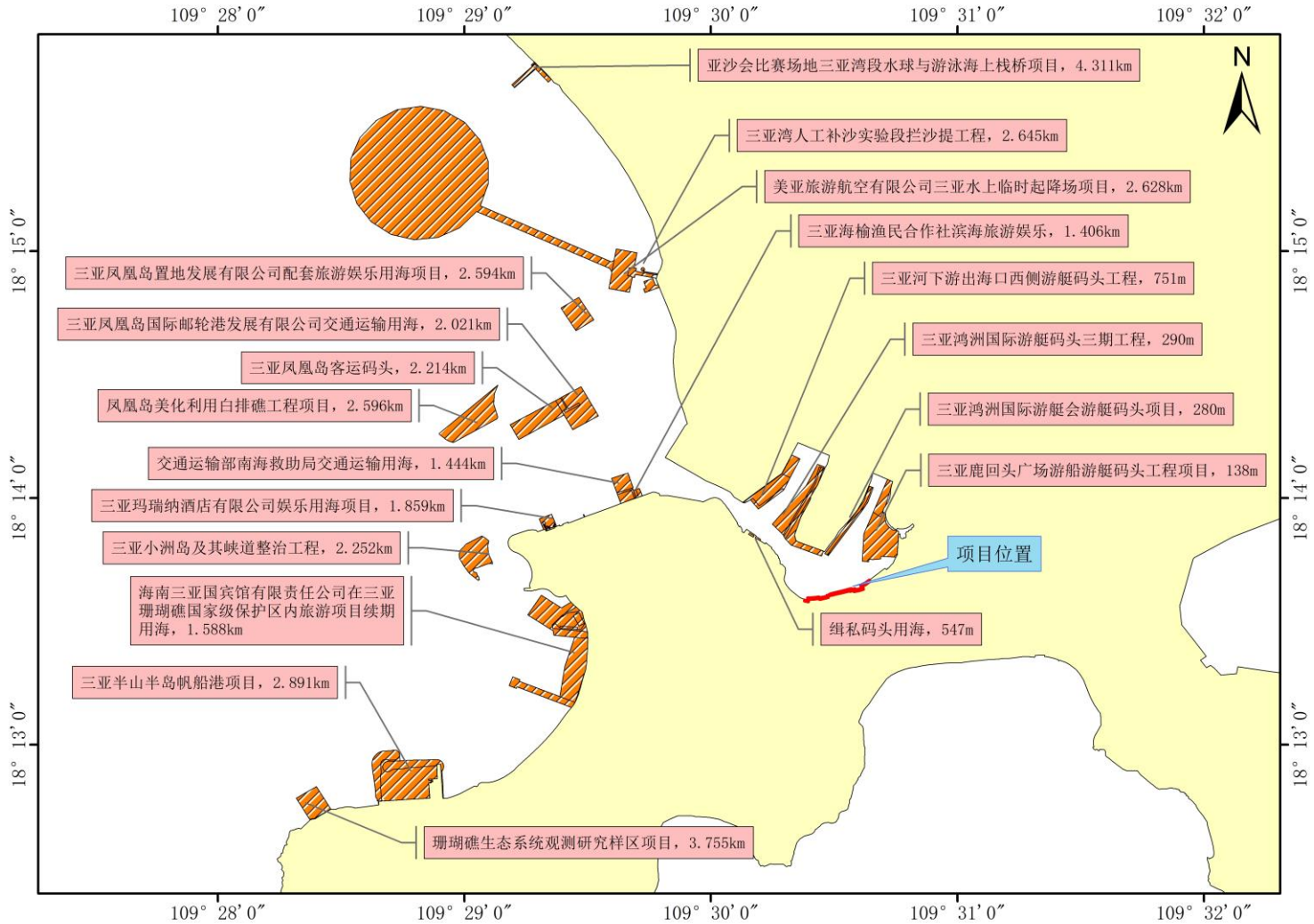


图 3.4.2 -1 项目周边海域开发利用现状

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 工程建设对水文动力的影响分析

4.1.1.1 工程前后潮流场的变化和分析

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》的要求，建立工程海域二维潮流模型。用有限体积元方法对二维潮流运动基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

(1) 控制方程

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (4.1.1-1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_{sx} \quad (4.1.1-2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_{sy} \quad (4.1.1-3)$$

式中： A_h 水平方向扩散系数， η 为平均海面起算的海面高度， u 、 v 为垂向平均流的东、北分量， $H=\eta+h$ 总水深， h 为平均海面起算的水深， f 为体现地球自转效应的科氏参数， R_b 为海底摩擦系数， g 为重力加速度，

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

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

f_s 为风阻力系数； ρ_a 为空气密度， u_w, v_w 风速在 X、Y 方向的分量。

(2) 边界条件和初始条件

①边界条件

在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件，可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案，计算域外海开边界条件给定潮汐调和常数。

潮汐现象可视作为许多不同分潮周期振动的叠加，分潮振幅(H)和专用迟角(g)

只与地点有关，称潮汐调和常数。从理论上讲，分潮的数目是很多的，但大部分影响不大，一般以 M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1 分潮最大，结合本海域的潮汐特点，在开边界采用这四个分潮作为强迫(M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1)，模型的开边界调和常数根据大范围的南海潮汐模拟中获取，并通过反复调试使模型内各主要验证点的潮位和流速尽可能接近实测值。

三亚河上游采用多年平均流量作为开边界驱动力，其中三亚河（西）（三亚河）取 6.66m^3 ，三亚河东（临春河）取 3.91m^3 。

所谓闭边界条件即水陆交界条件，计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有：

$$\zeta(x, y, t)|_{\Gamma_1} = \zeta^*(x, y, t) \quad (4.1.1-4)$$

或

$$\left. \begin{aligned} u(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= u^*(x, y, t) \\ v(x, y, t)|_{\Gamma_1} &= v^*(x, y, t) \end{aligned} \right\} \quad (4.1.1-5)$$

计算水域与陆地交界的固边界上有：

$$\vec{U} \cdot \vec{n}|_{\Gamma_2} = 0 \quad (4.1.1-6)$$

式中： $\vec{n}$ 为固边界法向； $\zeta^*(x, y, t)$ 、 $u^*(x, y, t)$ 和 $v^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)。式(2.3-6)中的 $\vec{U}$ 为流速矢量($|\vec{U}| = \sqrt{u^2 + v^2}$)，其物理意义为流速矢量沿固边界的法向分量为零。

②初始条件

$$\left. \begin{aligned} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} &= \zeta_0(x, y, t_0) \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} &= u_0(x, y, t_0) \\ v(x, y, t)|_{t=t_0} &= v_0(x, y, t_0) \end{aligned} \right\} \quad (4.1.1-7)$$

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

③动边界处理

本模型采用干湿点判断法处理潮滩活动边界，在岸边界处，将邻近计算点的水位等值外推，根据潮滩“淹没”与“干出”过程同潮位变化的相关关系，当水深 $h \leq 0$ 时，潮滩露出，当水深 $h > 0$ 时，潮滩淹没。如果在某一时刻一节点干出，那么将此格点从有效计算域中去掉，同时，对流速做瞬时垂直壁处理，将与此水位点相邻的流速

点设置为零流速；如果某个水位点判断为淹没，则将此点归入计算域。为了确保潮流方程不失去物理意义，选取一个最小水深 $h_{\min}$ 作为判断值，若 $h \leq h_{\min}$ ，则认为此格点干出。

（3）计算域的确定及网格剖分

从满足工程研究需要出发，选定计算域包括：西边界至望楼港，东边界至陵水角，南边界至海图 160m 等深线处。本模型采用三角形网格剖分计算域，三角形网格节点数为 21960 个，三角形个数为 40386 个，相邻网格节点最大间距为 3000m，项目区域最小间距为 10m，计算时间步长为 60s。

大范围计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定：2012 年出版图号为 03002 (三亚港至感恩角，比例尺 1:150000)，2006 年 6 月出版图号为 10016(香港至海防，比例尺:1:1000000)海图，2016 年出版图号为 03202(三亚港附近，比例尺:1:5000)海图，2015 年出版图号为 16341(三亚港附近，比例尺:1:25000)海图，2020 年出版图号 03201（三亚港及附近，比例尺:1:25000），2020 年出版图号 03202（三亚港，比例尺:1:5000），三亚河区域水深采用 2019 年和 2020 年实测数据。所有水深都转化至平均海平面再插值至网格点上，项目区域计算水深分布和网格剖分见图 4.1.1-1。

4.1.1.2 模型的验证

模型的验证有两部分实测资料：潮流资料采用 2020 年 12 月 5 日 11:00~2020 年 12 月 6 日 12:00 在工程区域附近的 6 个站点的观测资料，潮位资料采用 2020 年 12 月 5 日 11:00~2020 年 12 月 6 日 12:00 在工程区域附近 2 个站点的观测资料(调查站位见图 4.1.1-2)分别与计算结果比较,绘制潮位曲线和流向、流速曲线如图 4.1.1-3~图 4.1.1-10。

由图 4.1.1-3 和图 4.1.1-4 可以看出，模拟潮位和实测潮位基本吻合。高低潮位的潮时相位差小于 0.5 小时；与实测潮位相比较，高潮位之差和低潮位之差均小于 8cm。数学模型可以反映三亚河口和三亚湾真实的潮位变化过程。

由于 A1、A2 站点位于三亚河及口门附近海域，一方面受三亚河影响，实测流向较乱，而数值模拟计算结果基本为往复流，这主要是因为模型的河流开边界采用的多年平均流量与实测当天河流流量有所区别，河流流量的变化能够导致河口附近

A1 点潮流周期性变化规律不明显，另一方面 A2 站点靠近凤凰岛近岸且水深较浅，受地形、三亚河口及风速影响较大，流向也呈现了潮流周期性变化规律不明显。从验证结果来看，A1、A2 站验证结果相对较差。

A3~A6 站点位于三亚湾内，三亚湾海域潮流运动为典型的往复流，潮流相对强度较大，验证结果较好地体现了这一现象，A3~A6 点很好的体现潮流往复流的特点。总体上模拟的转流时间和最大流速出现的时间基本上和实测流态一致，模拟的流速和流向和实测的流速流向也基本一致。

综上，从整体上看，模拟的流速流向基本与观测值大体一致，因此该潮流模型对于工程水域具有很好的重现能力，能够真实的反映工程区域的水动力特征，可以进一步作为研究工程区域其它水文情况的数学模型工具。

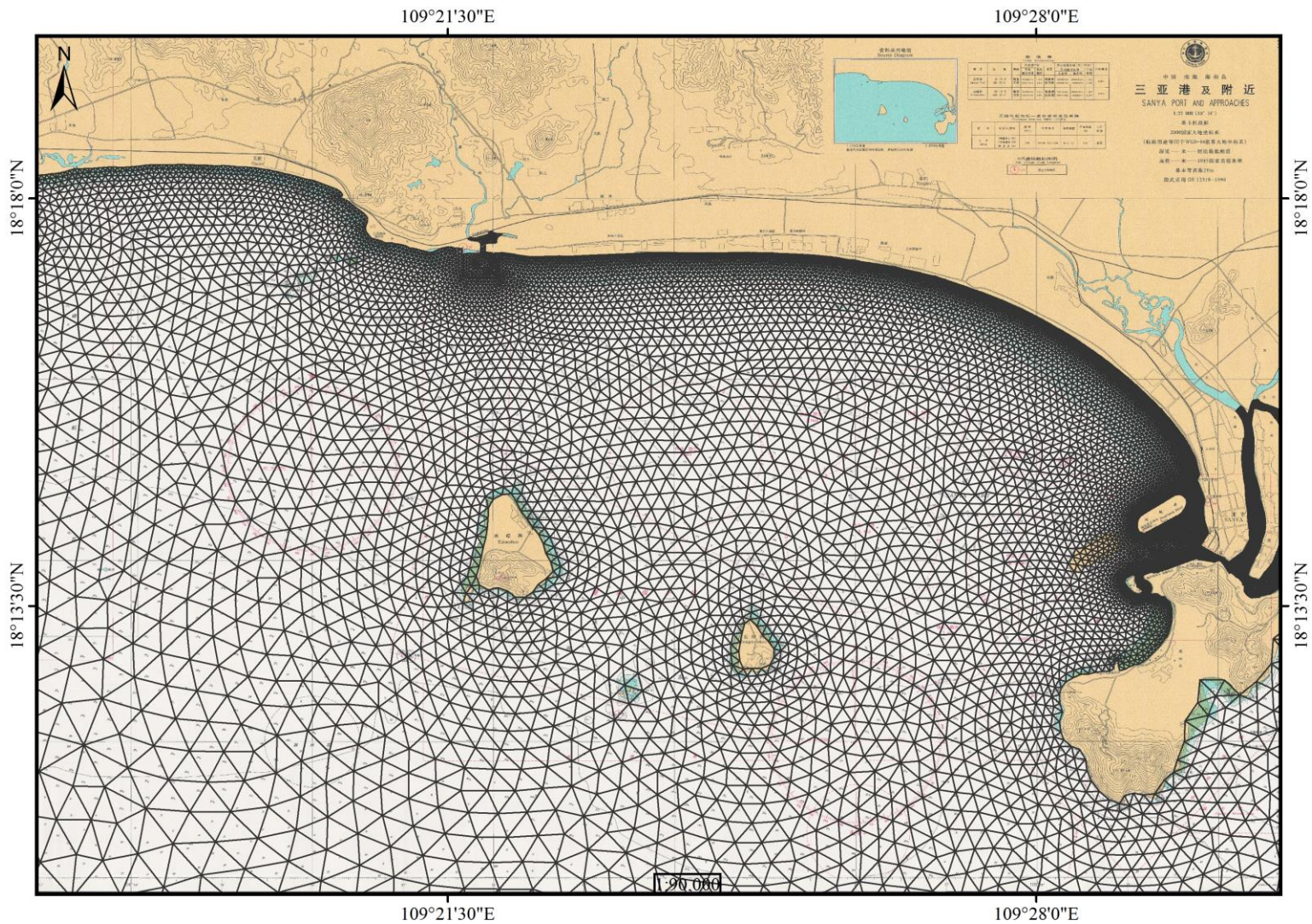


图 4.1.1-1a 项目周边海域网格剖分及水深示意图

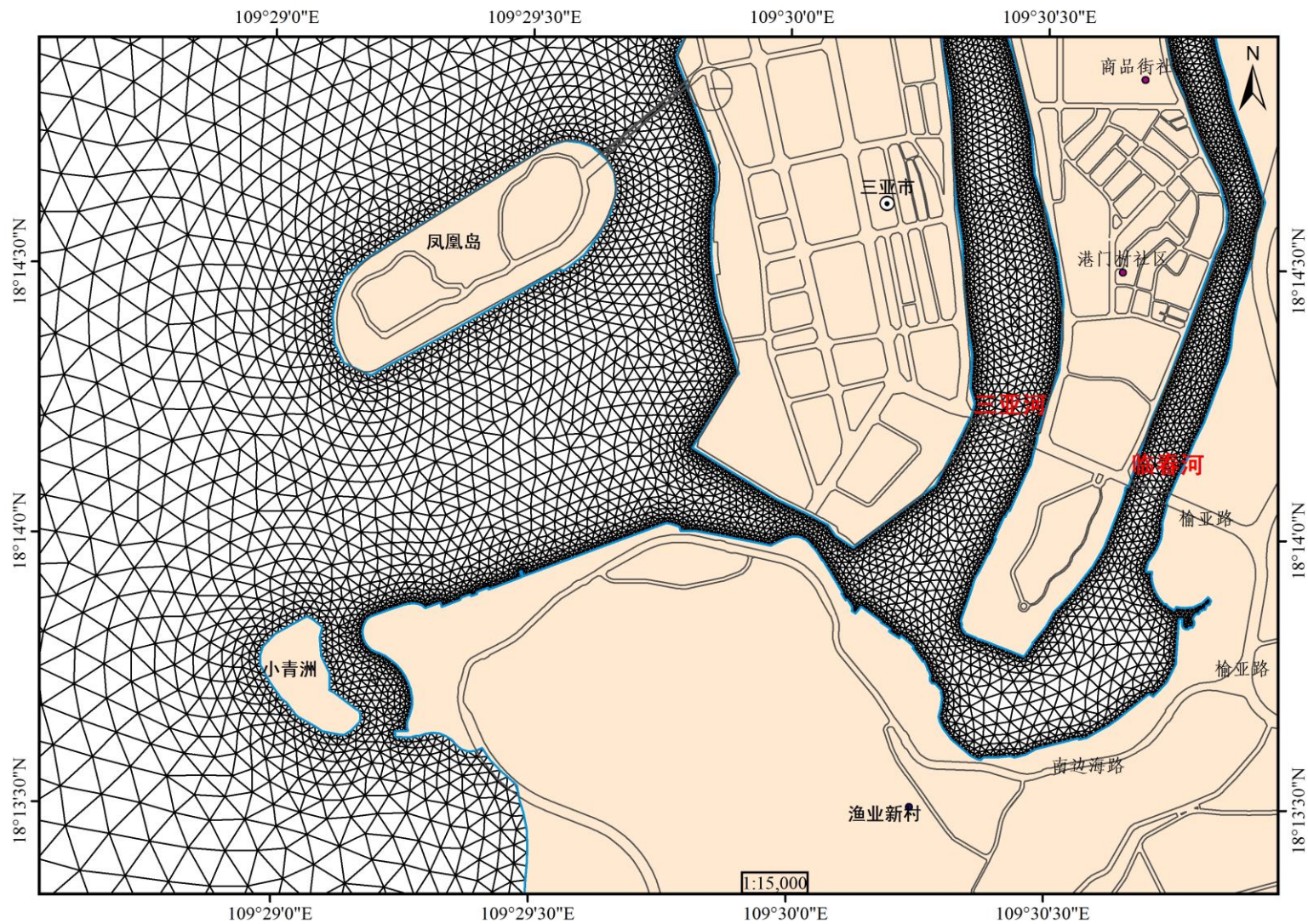


图 4.1.1-1b 工程区域网格剖分示意图

略

图 4.1.1-2 潮流、潮位验证点

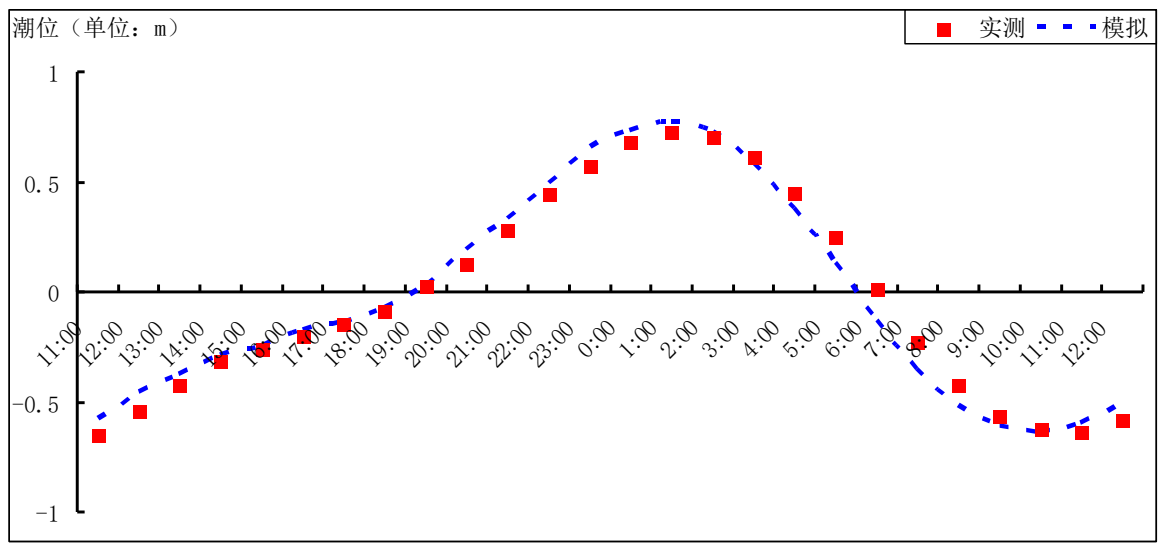


图 4.11-3 A1 号站潮位验证(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

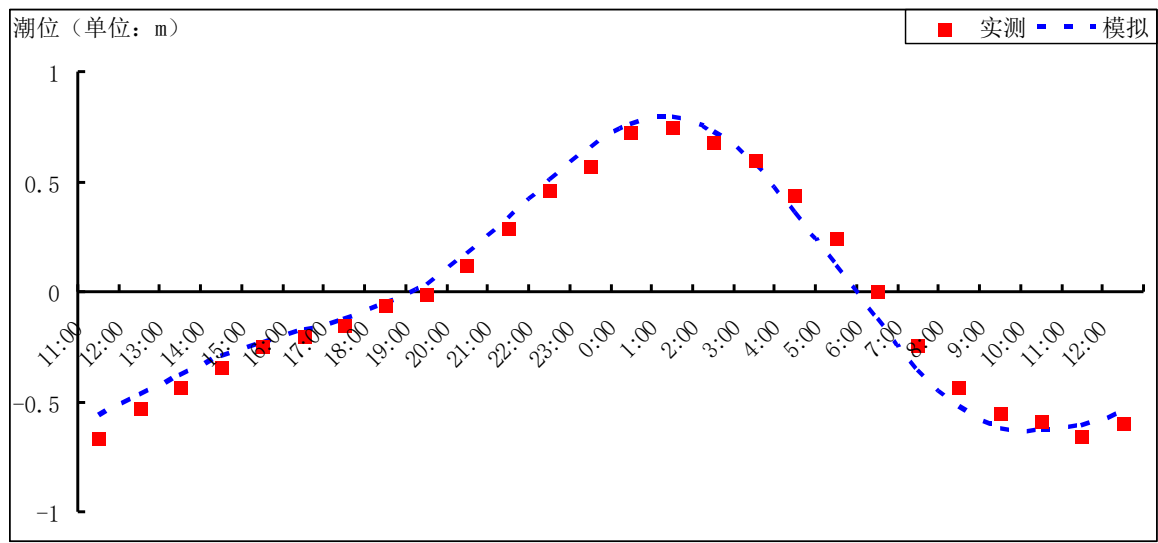


图 4.1.1-4 A3 号站潮位验证(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

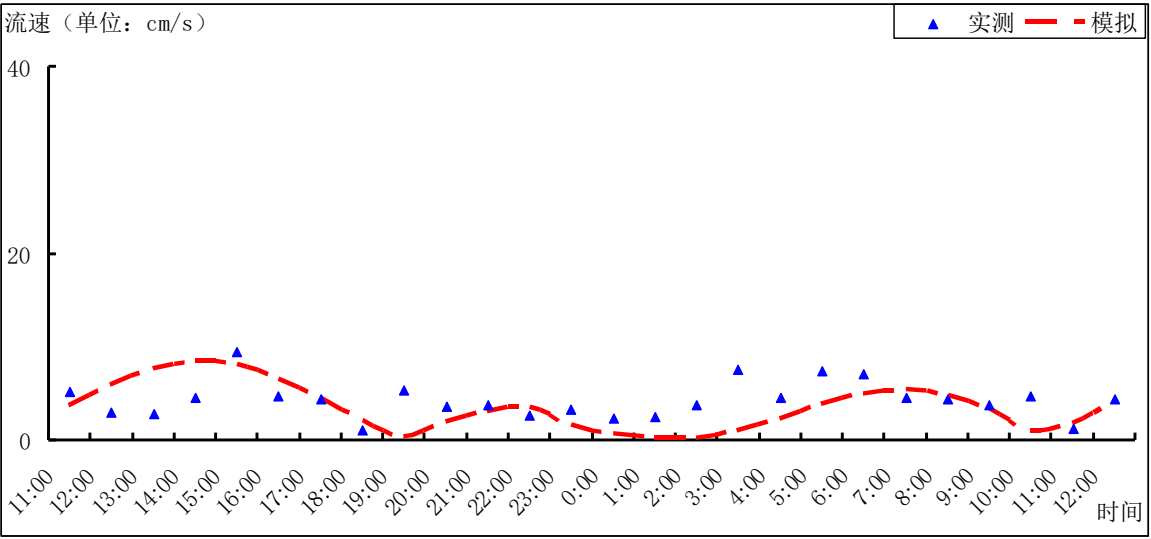


图 4.1.1-5a A1 号站潮流流速验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

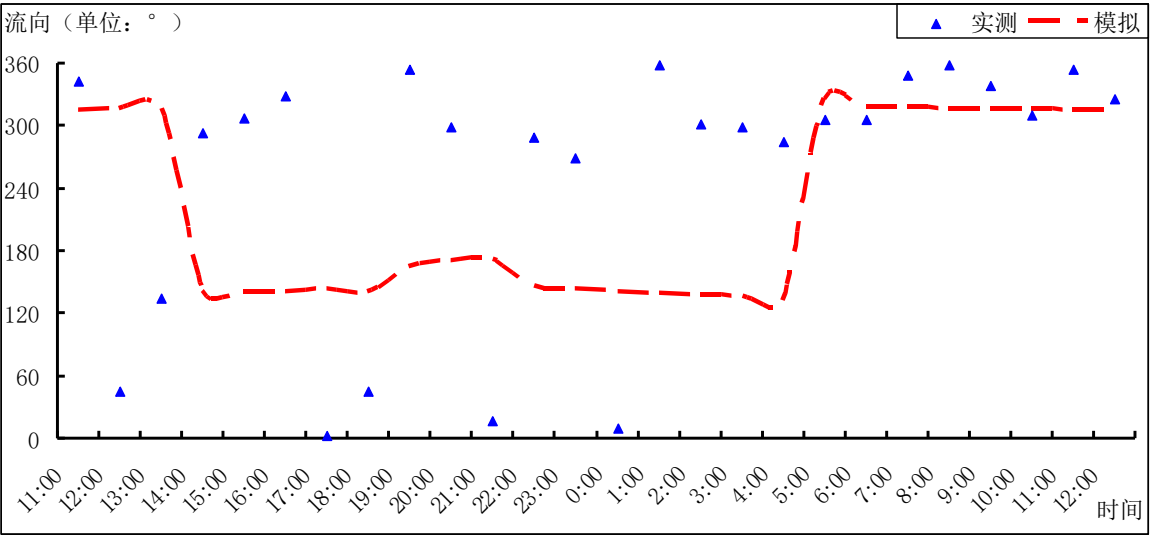


图 4.1.1-5b A1 号站潮流流向验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

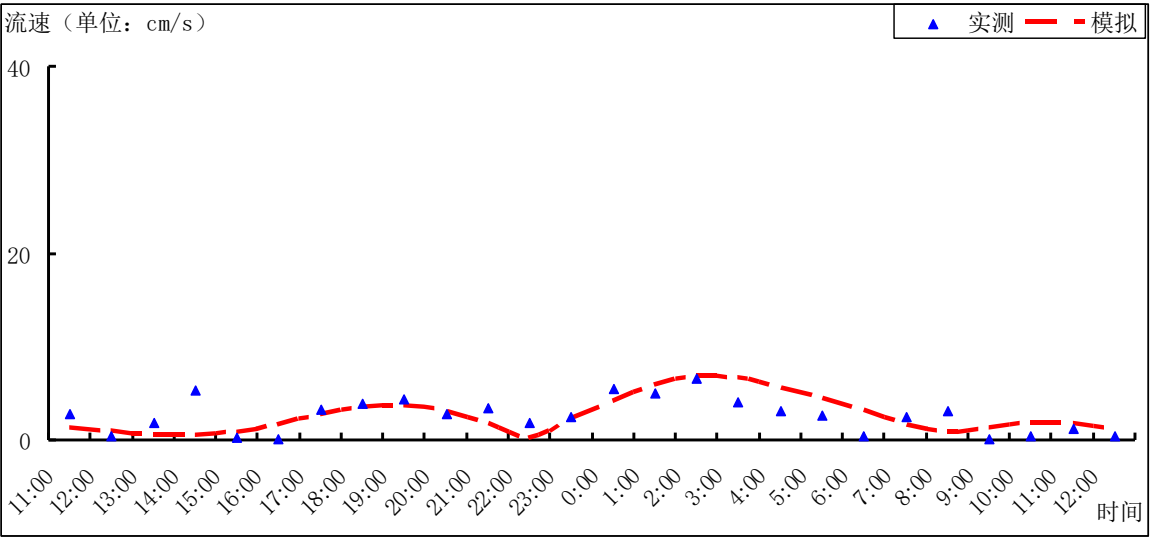


图 4.1.1-6a A2 号站潮流流速验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

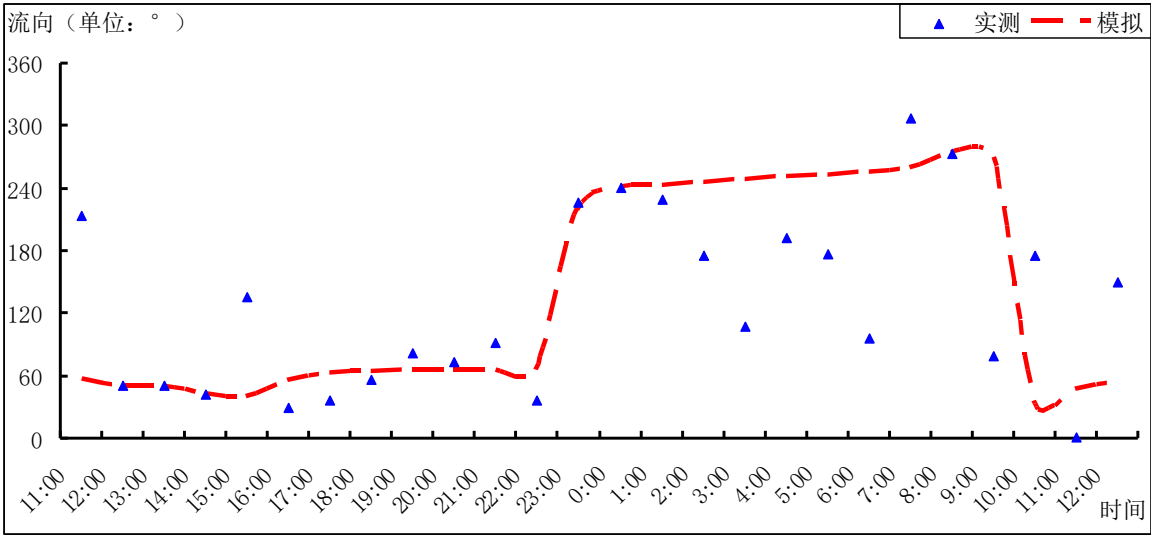


图 4.1.1-6b A2 号站潮流流向验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

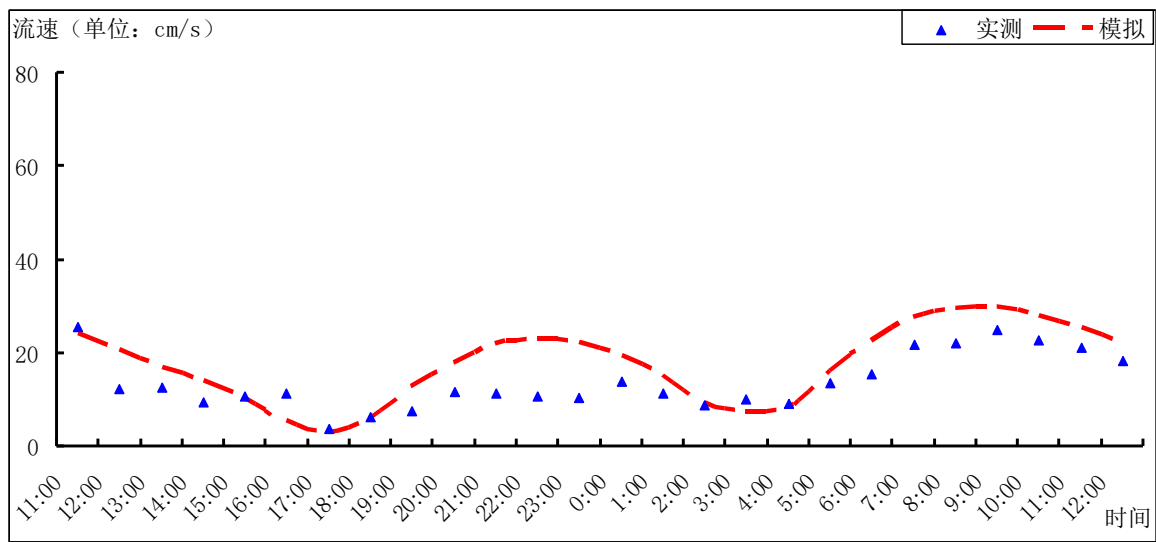


图 4.1.1-7a A3 号站潮流流速验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

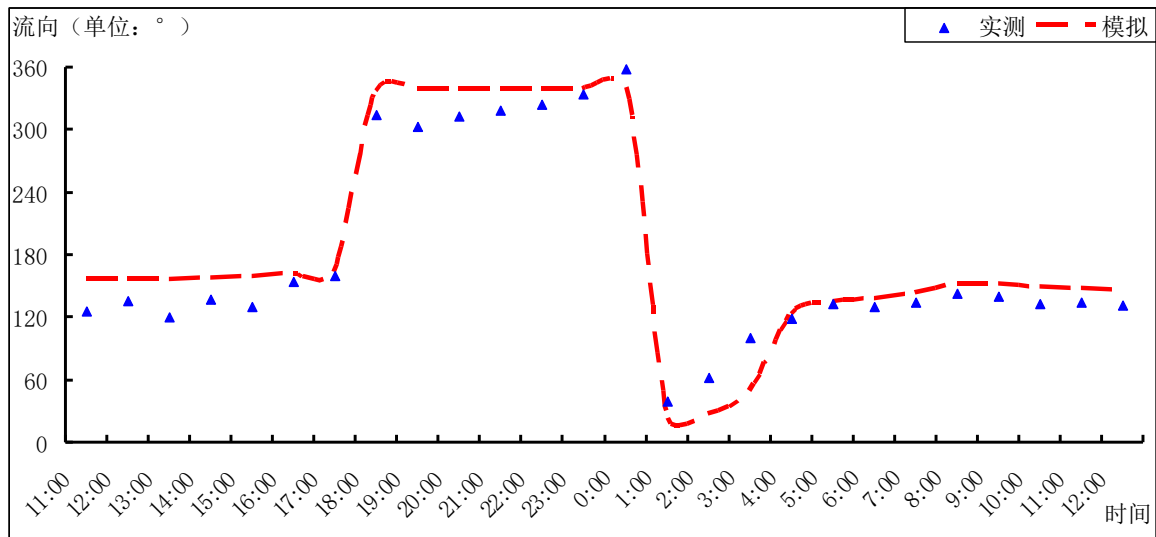


图 4.1.1-7b A3 号站潮流流向验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

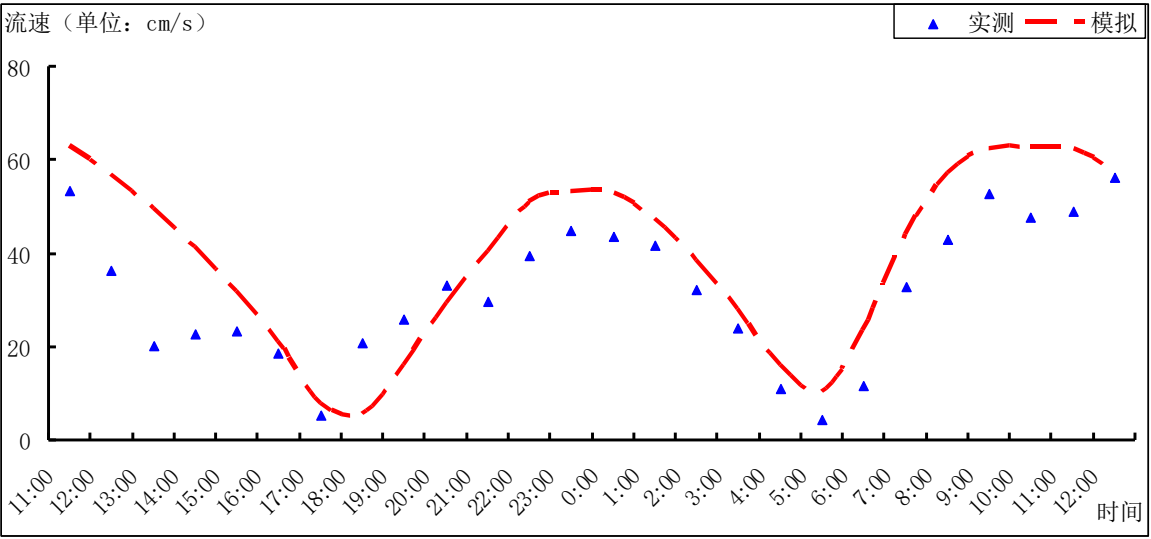


图 4.1.1-8a A4 号站潮流流速验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

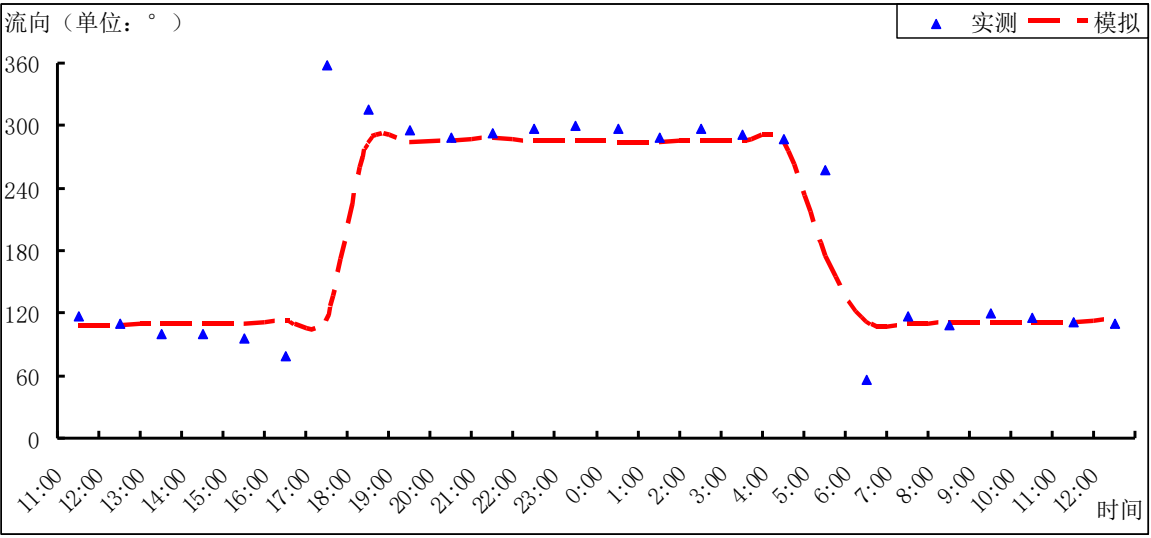


图 4.1.1-8b A4 号站潮流流向验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

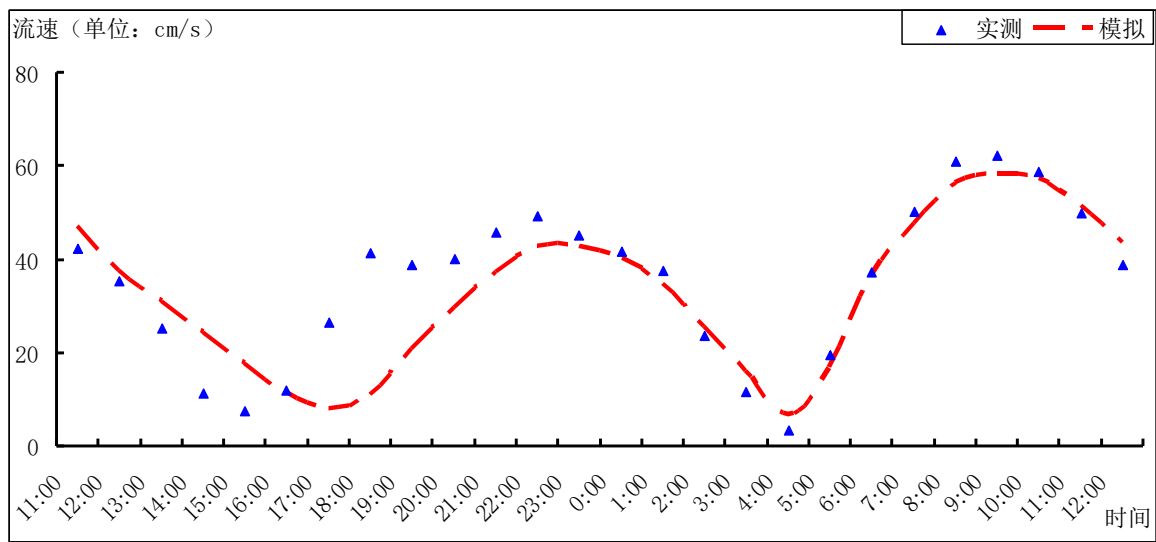


图 4.1.1-9a A5 号站潮流流速验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

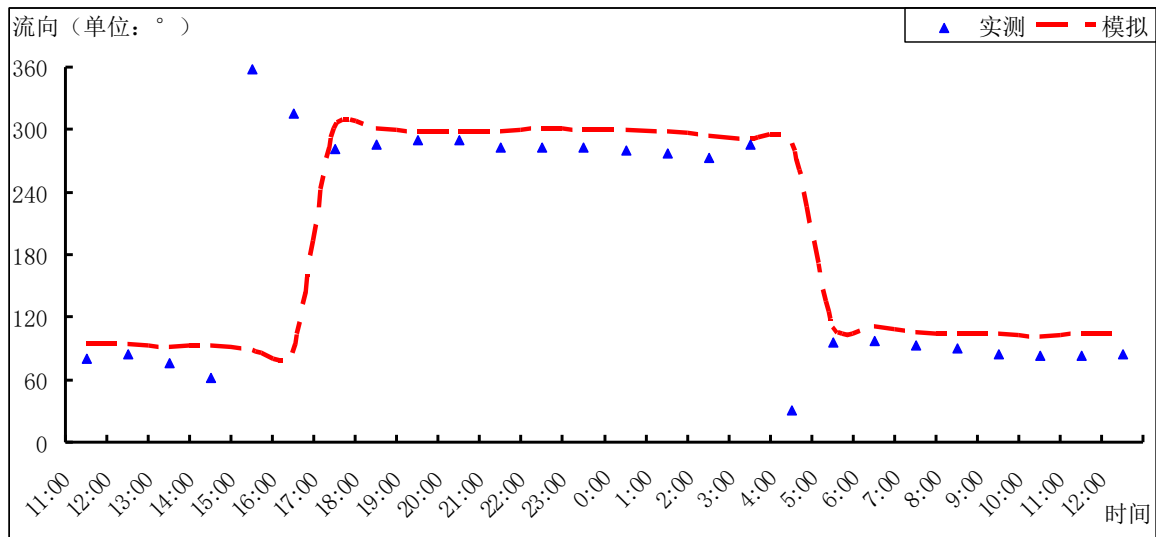


图 4.1.1-9b A5 号站潮流流向验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

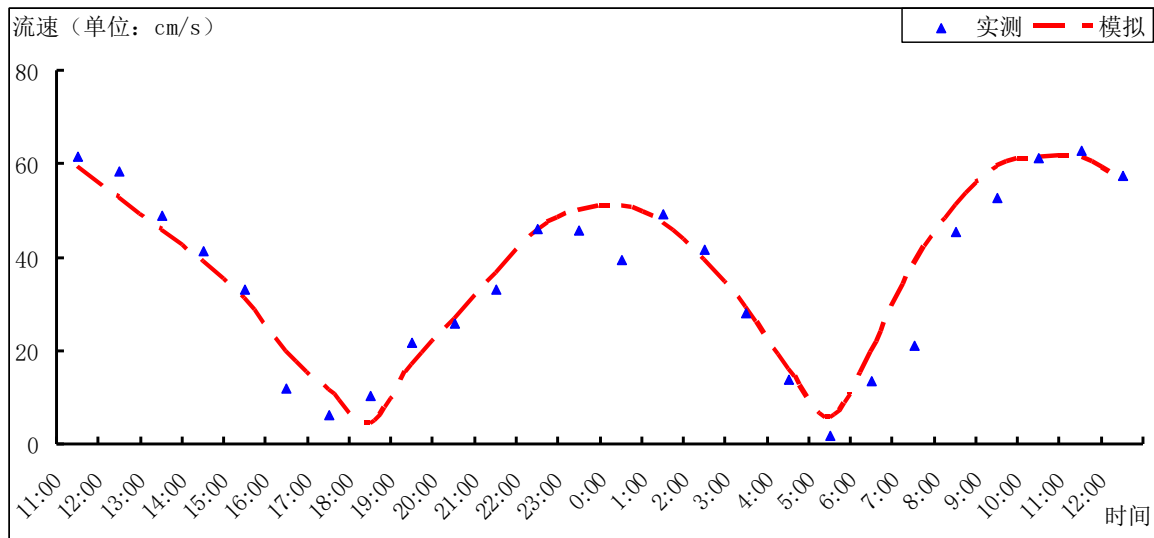


图 4.1.1-10a A6 号站潮流流速验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

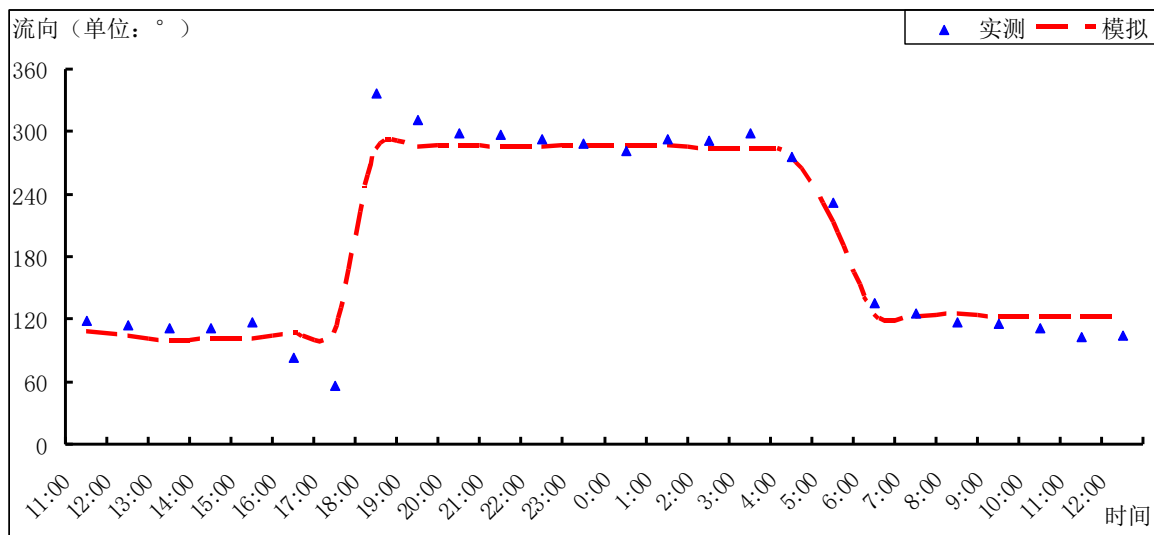


图 4.1.1-10b A6 号站潮流流向验证曲线(2020 年 12 月 5 日~12 月 6 日)

4.1.1.3 现状潮流场模拟结果

在本模型中，计算分析了项目附近海域的自然流场特征。图 4.1.1-11 和图 4.1.1-12 给出了项目区域附近的大潮涨落潮流矢图。计算结果显示：

（1）涨潮时，潮流沿着鹿回头角、东瑁洲、西瑁洲、南山角一线以外，以近平直方向向西流动，流向与海南岛南岸的岸线整体走势和海底地形等深线走势一致；落潮时，外海潮流基本以涨潮相反的方向流向东侧，表现出明显的往复流特征，涨落潮的流向分别在 290°和 110°左右。

（2）在近岸区域，受各岬角(如鹿回头、南山角等)和岛屿(西瑁洲、东瑁洲)的

影响，水下地形复杂，潮流绕过岬角后传入湾内，在岛屿附近经南北两侧绕过岛屿后继续前行。

（3）涨急时刻，潮流从外海进入三亚河，在三亚河入海口门处，潮流由于集束作用，流速相对较大，口门涨急最大流速为 60cm/s 左右；落潮时，潮流从三亚河进入外海，口门落急最大流速为 80cm/s 左右；落急流速大于涨急流速。

（4）项目工程处在三亚河（三亚河和临春河）两内河交叉处。涨急时刻，项目用海区域潮流主要是由西向东流动，项目用海区域涨急最大流速为 5cm/s 左右；落急时刻，项目用海区域潮流主要是由东向西流动，项目用海区域落急最大流速为 10cm/s 左右。

4.1.1.4 工程对潮流场的影响

根据项目的平面布置，本项目护岸基本是在原海岸靠陆一侧整治修复而来，护岸建设并未对海域地形造成影响。本项目建设对三亚河口内海域的影响主要是围堰施工临时占用一部分海域导致附近潮流场可能发生变化，为了更好的分析工程后流场的变化，同样输出一个潮周期内落急与涨急流场分布图(图 4.1.1-13~图 4.1.1-14)。

由图 4.1.1-15~图 4.1.1-16 可以看出：受到临时围堰顺岸影响，涨潮时，在围堰的西段前方海域侧有 220m×100m 和 50m×20m 两个流速增大区域，最大增加流速在 0.5cm/s 左右；东段前方海域有 75m×25m 一个流速减少区域，最大减少流速也在 0.5cm/s 左右。落潮时，在围堰的西段前方海域有 225m×85m 和 55m×80m 两个流速增大区域，最大增加流速在 0.5cm/s 左右；东段前方海域也 70m×60m 和 50m×40m 两个流速减少区域，最大减少流速也在 0.5cm/s 左右。总体来说，项目区域水动力较弱，围堰施工建设对该海域水动力环境产生的影响相对较小。

综上所述，一方面由于本项目围堰临时施工顺岸布设，另一方面，项目区域水动力较弱，工程后整体上对周边海域潮流场影响相对较小，流速改变幅度均在 0.5cm/s 以内，且影响距离仅限于围堰周边 100m 范围内，随着围堰施工结束后，及时拆除围堰挡板后，对项目周边潮流场的影响将逐渐消失。

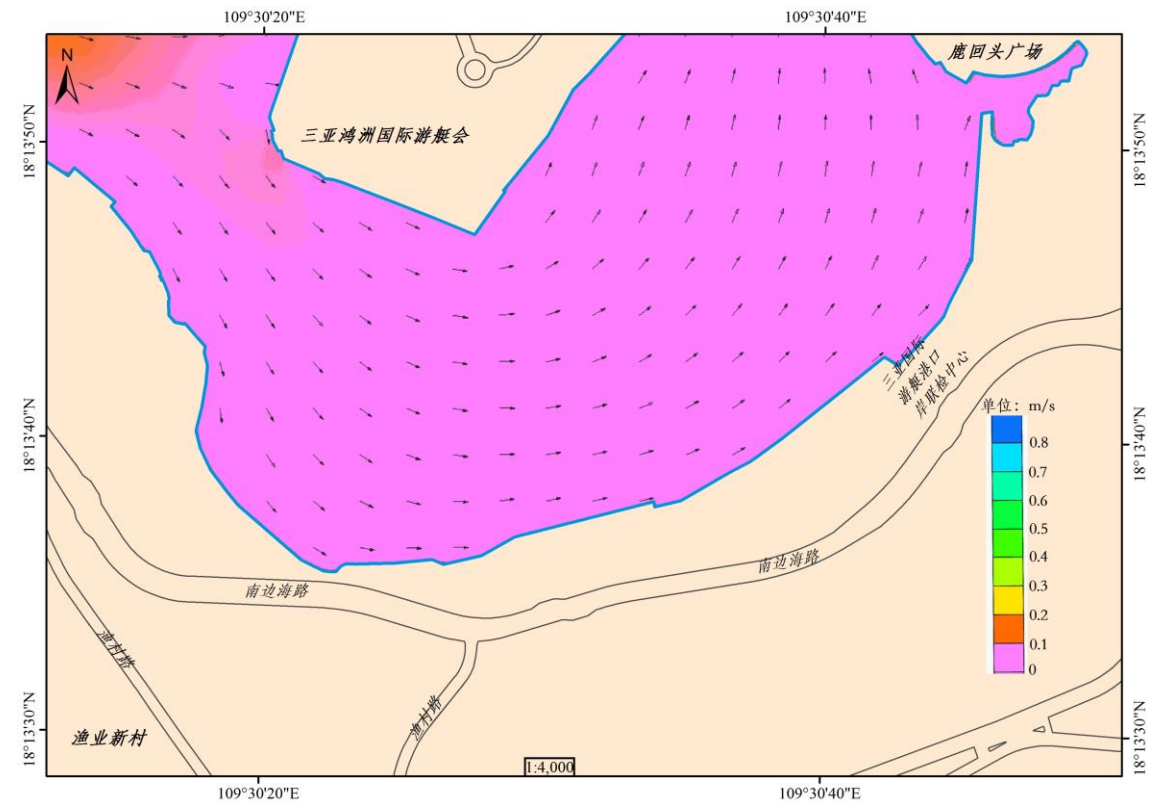


图 4.1.1-11 项目区域工程前涨潮时流场

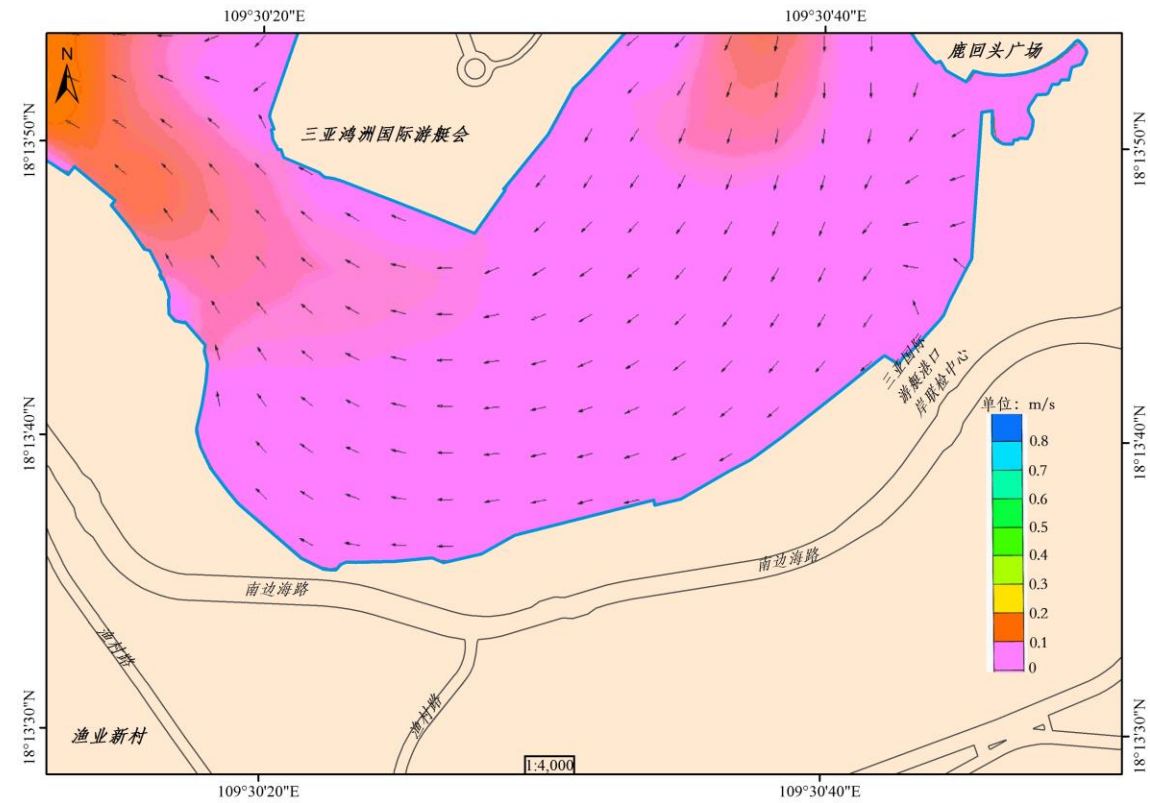


图 4.1.1-12 项目区域工程前落潮时流场

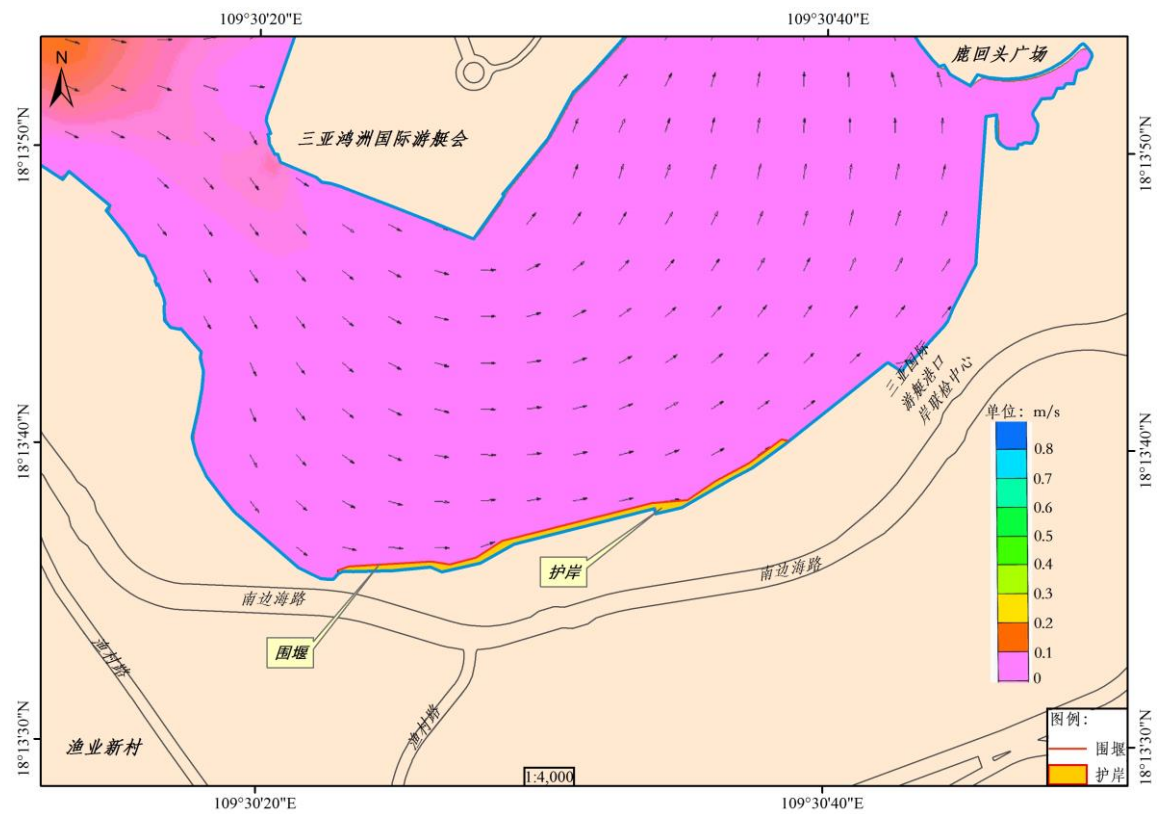


图 4.1.1-13 项目区域工程后涨潮时流场

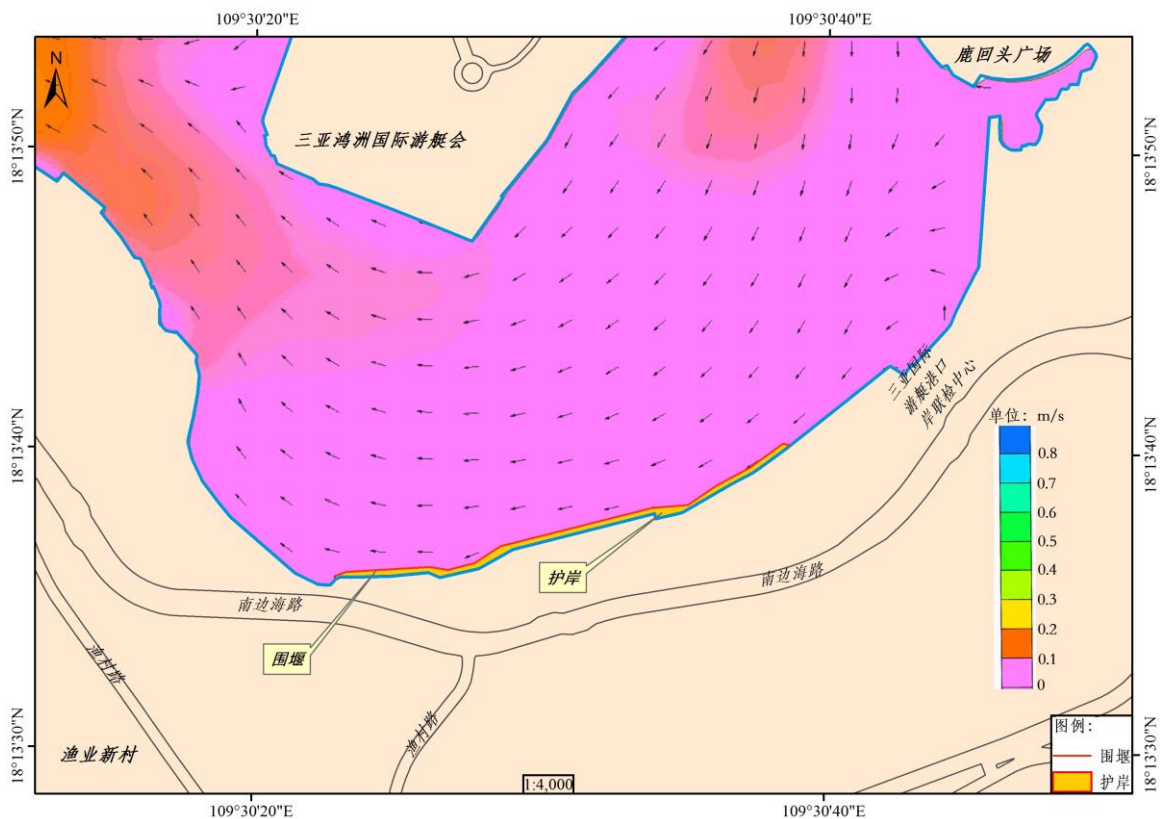


图 4.1.1-14 项目区域工程后落潮时流场

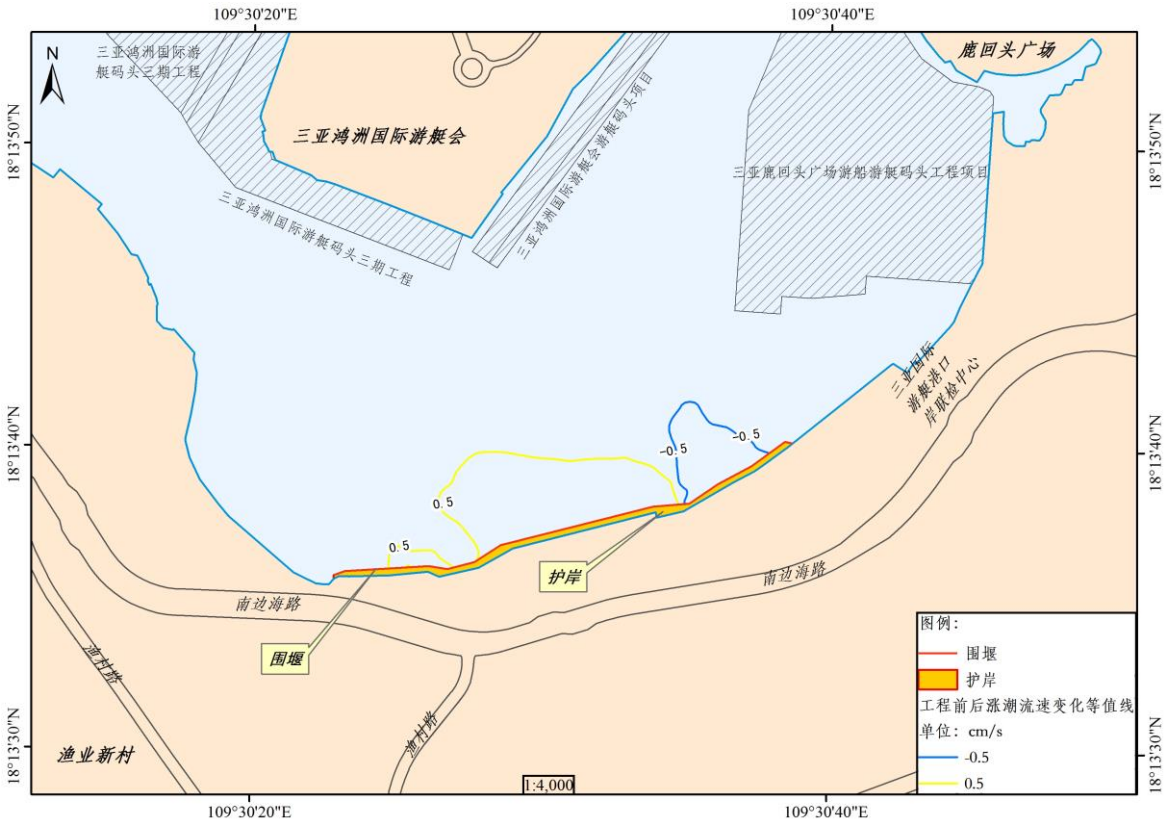


图 4.1.1-15 项目区域工程前后涨潮流速变化等值线分布图

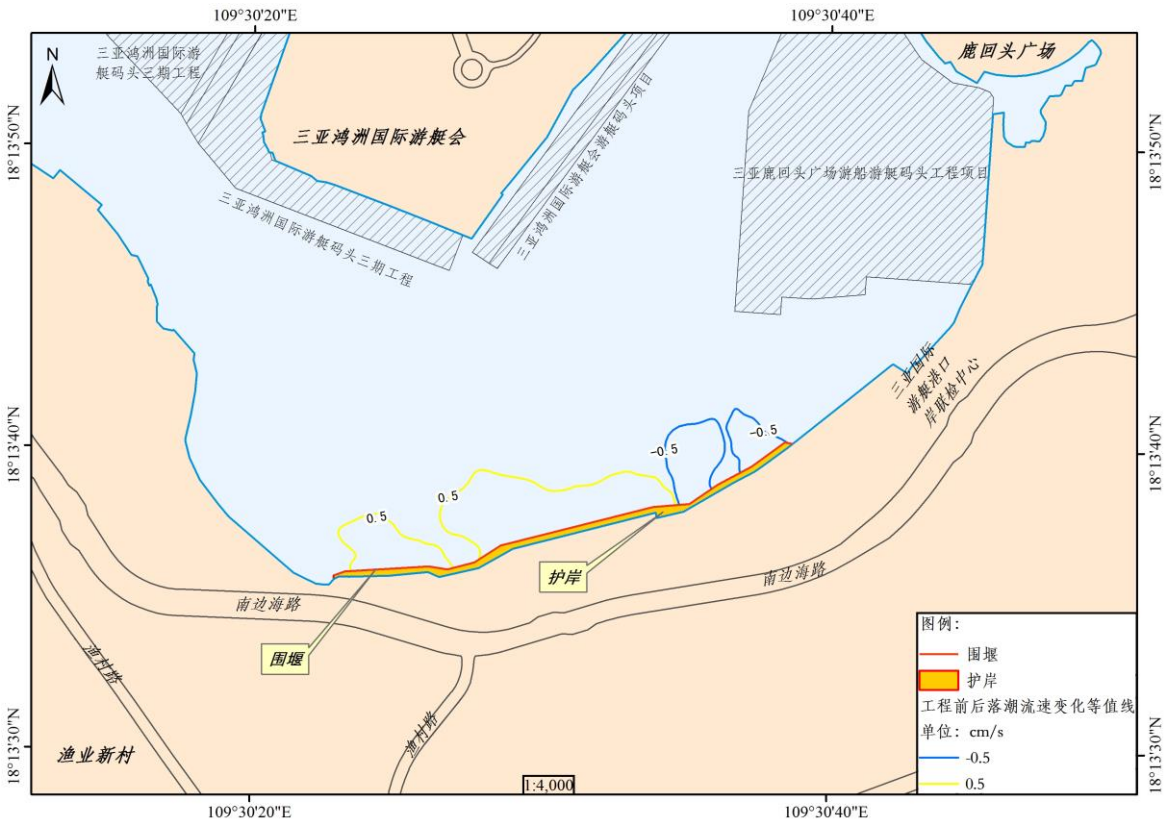


图 4.1.1-16 项目区域工程前后落潮流速变化等值线分布图

4.1.2 工程建设对水质环境影响分析

4.1.2.1 悬浮物扩散数学模式

根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》(JTJ/T233-2010)及有关研究方法,建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散,得到离散方程组,根据潮流模型计算出的水位、流速,从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出,采用活动边界技术,以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程:

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

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

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

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

S 为铅直方向积分的水体含沙浓度; D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数; F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数, Q_0 为海底疏浚产生的悬浮泥沙量; ρ_s 为悬砂密度(取石英密度为 1.68g/cm^3); ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm^3); γ 为海水分子运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$); u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度; R 为沉降泥沙的再悬浮率($0 \leq R \leq 1$); D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定:

底部切应力计算公式:

$$\tau = \rho f_b U U$$

当 $\tau \leq \tau_d$ 时,水中泥沙处于落淤状态,则:

$$F_s = \alpha a S (1 - \frac{\tau}{\tau_d})$$

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

$$F_s = 0$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时,海底泥沙处于起动状态, 则:

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

以上各式中: U 为平均流速;

ω 为泥沙沉降速度;

S 为水体含沙量;

α 为沉降几率;

τ_d 为临界淤积切应力;

τ_e 为临界冲刷切应力;

M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式:

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

其中, γ 、 γ_s 分别为水、泥沙的容重; d_s 为悬浮泥沙的中值粒径; v 为黏滞系数。关于临界淤积切应力 τ_d , 这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式:

$$\tau_d = \rho f_b U_c U_c$$

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

$$U_c = k \left[\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right] \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{\frac{1}{6}} \sqrt{3.6 \frac{\rho_s - \rho}{\rho} g d_s + \left(\frac{\gamma_0}{\gamma'_0} \right)^{1/2} \frac{\varepsilon_0 + g h \delta (\delta / d_s)^{1/2}}{d_s}}$$

式中: $k=0.32$;

$d_* = 10$;

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

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

γ_0 为海底泥沙干容重;

γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重;

h 为水深;

ρ_s 为泥沙密度;

当 $d \leq 0.5 \text{ mm}$ 时

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

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

(1) 定解条件

1) 初始条件

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

式中： $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

2) 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有：

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

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

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有：

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

式中： $S^*(x, y, t)$ 为已知值(实测或准实测或分析值)， $\bar{n}$ 为陆地边界的单位法向矢量，式(25)的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

(2) 数值方法

将一个时间步长分为两个半步长，在每个半时间步长内，依下述求解过程计算潮位及 x, y 方向流速。离散差分方程如下：

前半步长：

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

后半步长：

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

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

4.1.2.2 悬浮泥沙源强度

本工程围堰的施工工艺主要是钢板桩安装准备→打设钢板桩→安装围檩及钢管支撑→抽水形成干地条件，开挖及护坡施工→围堰拆除，工程施工时产生的悬浮物外漏入海很小。主要为打设钢板桩对作业点表层淤泥产生冲击扰动，将产生少量的悬浮泥沙，类比同类工程结果，本工程打设钢板桩产生的悬浮泥沙量约为 0.25kg/s。

4.1.2.3 悬浮泥沙模拟计算点

悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天，即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。在本项目模型中针对围堰施工期选取 31 个点作为施工过程中悬浮泥沙扩散的模拟源强点，如图 4.1.2-1 所示。

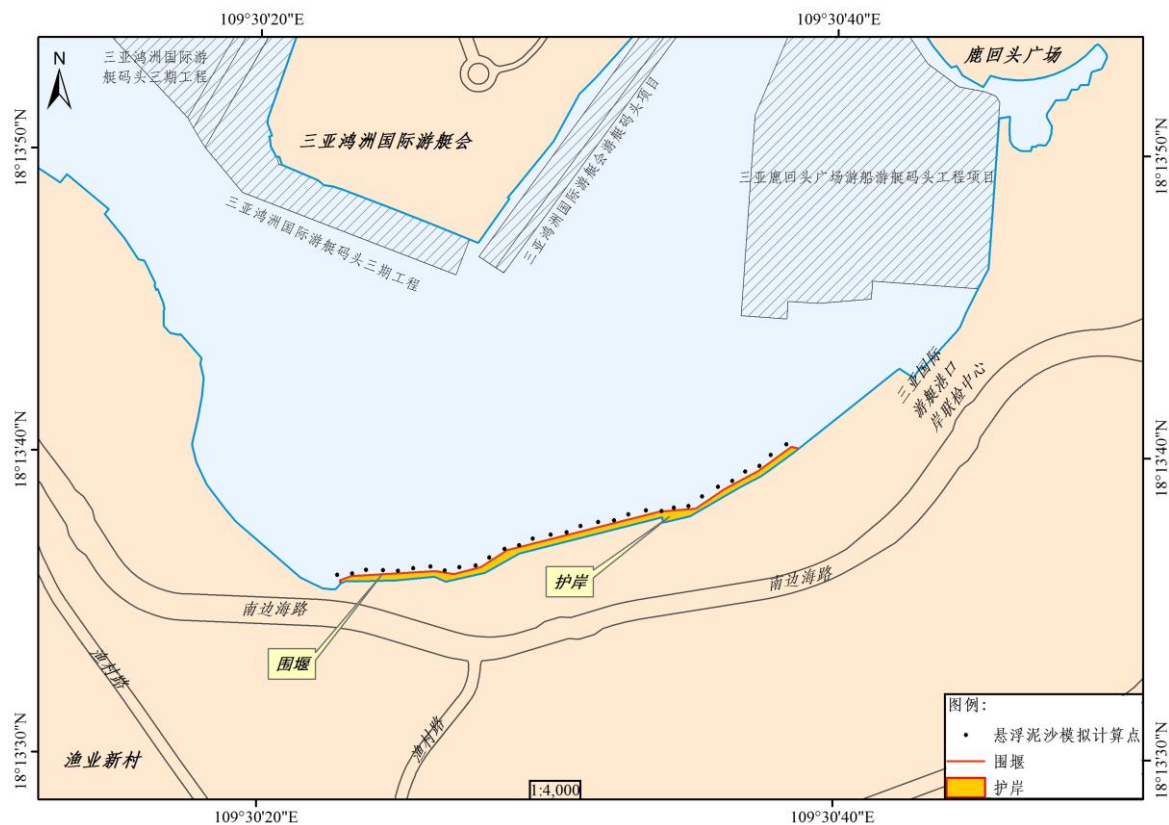


图 4.1.2-1 悬浮泥沙数值模拟计算点

4.1.2.4 悬浮物分布的计算结果及分析

图 4.1.2-2 为项目施工过程中大中小潮全潮周期内悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布图。泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，由于项目区域潮流为往复流，涨潮流主要是由西向东流动，落潮流主要是由东

向西流动，因此，悬浮泥沙扩散范围沿围堰与岸线平行方向呈东-西向分布。

由于本项目打设钢板桩施工过程中，产生的悬浮泥沙源强很小，且项目区域最大落急流速在 10cm/s 左右，最大涨急流速在 5cm/s 左右，潮流动力场较弱，悬浮物受潮流影响相对较小，因此，扩散范围也主要集中在围堰施工附近海域内。根据计算结果，超I、II类水质(>10mg/L)面积为 0.29 公顷，东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超III类水质(>100mg/L) 面积为 1.03 公顷, 东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m ，悬浮泥沙瞬时最大值为 138.57mg/L，没有出现超IV类水质(>150mg/L)。见图 4.2-2 和表 4.2-1 所示。

表 4.1.2-1 悬浮泥沙浓度增量区面积(单位：公顷)

浓度(mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150
打设钢板桩施工	0.29	0.42	0.45	1.03

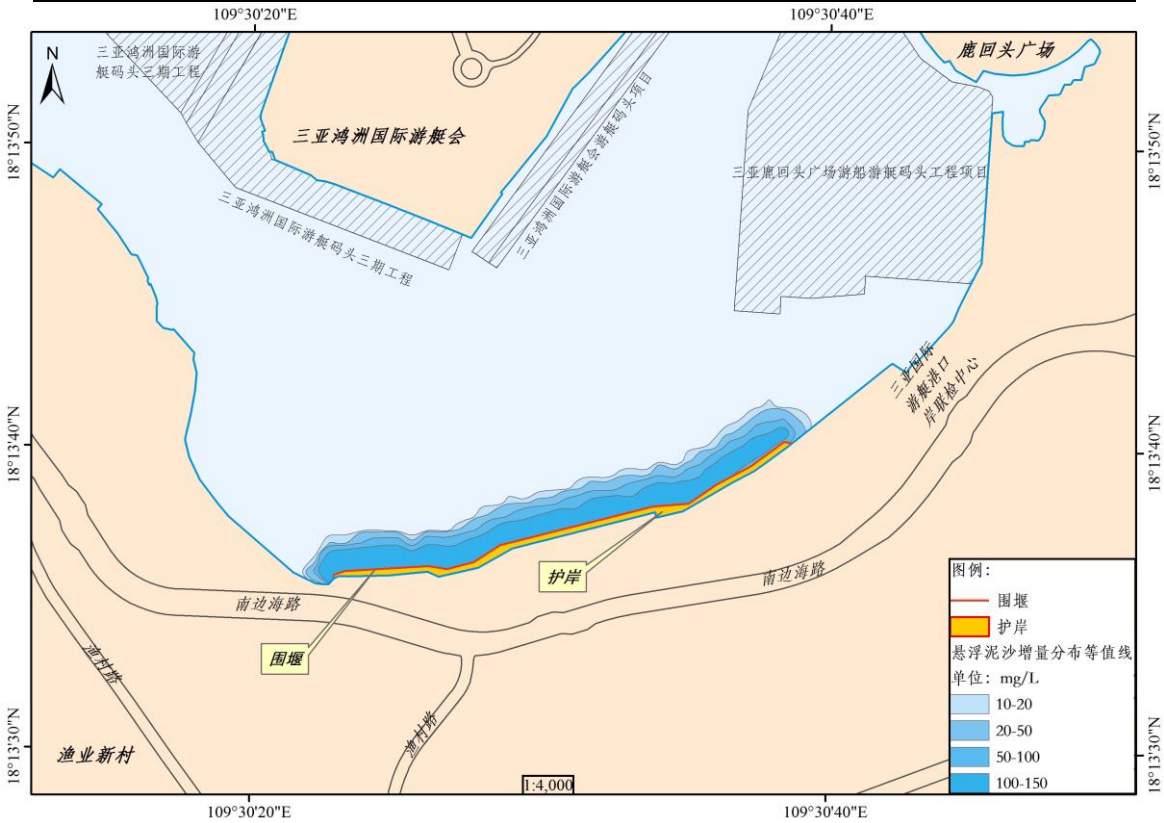


图 4.1.2-2 施工期悬浮泥沙扩散范围等值线示意图

综上所述，由于本项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，且主要集中在围堰附近 50m 海域内，没有扩散到周边用海区域内，也不会对临春河上游红树林保护区产生影响。因此，本项目施工期产生的悬浮泥沙对周边海域影响也相对较小，且随着施

工期围堰拆除结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

4.2 项目用海生态影响分析

4.2.1 项目用海对海洋生物的影响分析

（1）对浮游生物的影响分析

施工期临时围堰建设和拆除施工产生的悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者—浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少。同时，人工鱼礁投放海域内的局部混浊，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。

（2）对底栖生物的影响分析

护岸桩基施打、临时围堰建设等工程建设改变了该海域局部区域底栖生物的栖息环境，导致底栖生物被挖起死亡或被掩埋致死，因此底栖生物资源受到一定影响。

施工期临时围堰钢板桩施工过程中产生的泥沙沉积和悬浮物扩散对附近水域的底栖生物也将产生一定的影响，悬浮物运移和沉积可引起贝类动物外套腔和水管受到堵塞致死。施工结束后，项目区及周边海域的底栖生物群落将逐步恢复并重建。

（3）对游泳生物的影响分析

鱼类等水生生物对骤变的环境反应敏感。施工作业引起水体悬浮物质含量变化，并造成水体混浊度增加，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等游泳生物行动的改变，鱼类将避开混浊区，产生“驱散效应”。

水中悬浮物质含量过高会使鱼类的腮腺积聚泥沙微粒，严重损害鳃部的滤水和呼吸功能，甚至导致鱼类窒息死亡。同时，鱼类吞食适当粒径的悬浮颗粒会造成内部消化系统紊乱。不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关实验数据，含量为 6000mg/L 时，鱼类最多能存活 1 周；悬浮物含量为 300mg/L 水平，每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的

含量在 200mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。

根据施工期悬浮泥沙预测结果，通过计算可知，超 I、II 类水质(>10mg/L)面积为 0.4372km²，向三亚河上游扩散最大距离约 0.6km，向三亚河入海口扩散最大距离约为 0.9km；超III类水质(>100mg/L) 面积为 0.0992km²，超IV类水质(>150mg/L) 面积为 0.0878km²，影响面积相对较小且影响是暂时的，随着施工期围堰拆除结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

4.2.2 营运期对海域生态的影响分析

溢油事故会引起局部区域油类浓度急剧上升，将对区域生态产生严重危害——损害浮游生物、底栖生物群落结构，危害鱼卵孵化、仔稚鱼生长等，并影响到水产品的食用价值，同时会影响到周围海域的红树林生境。营运期溢油事故为低概率事件，而且不确定性因素大，生态影响损失不易量化。

由于项目所在海域规划为港口区，现状水质、沉积物质量都较差，海洋生物种类和数量相对较少。工程所在海域不存在珍稀、濒危物种，也不是鱼类等的产卵场、索饵场和洄游通道。整体上看，项目运营期对海洋生态环境的影响相对较小。

4.3 项目用海资源影响分析

4.3.1 对海洋空间资源的影响

本项目申请用海总面积为 0.0807 公顷，即占用海洋空间资源 141 公顷。

4.3.2 对珊瑚资源的影响分析

三亚珊瑚礁国家级自然保护区是 1990 年 9 月经国务院批准建立的国家级海洋类型自然保护区之一，位于海南省三亚市南部近岸及海岛四周海域，地理位置为东经 109°20'50"~109°40'30"，北纬 18°10'30"~18°15'30"范围内。中接壤神奇的鹿回头半岛和著名的大、小东海沿岸海域(包括小洲岛)；西濒传奇美丽的东、西瑁岛四周海域。保护区自东向西由亚龙湾片区、鹿回头半岛—榆林角片区和东、西瑁岛片区三部分组成，保护总面积 85 平方公里。各片区分有核心区、缓冲区和实验区。见图 4.3.2-1。

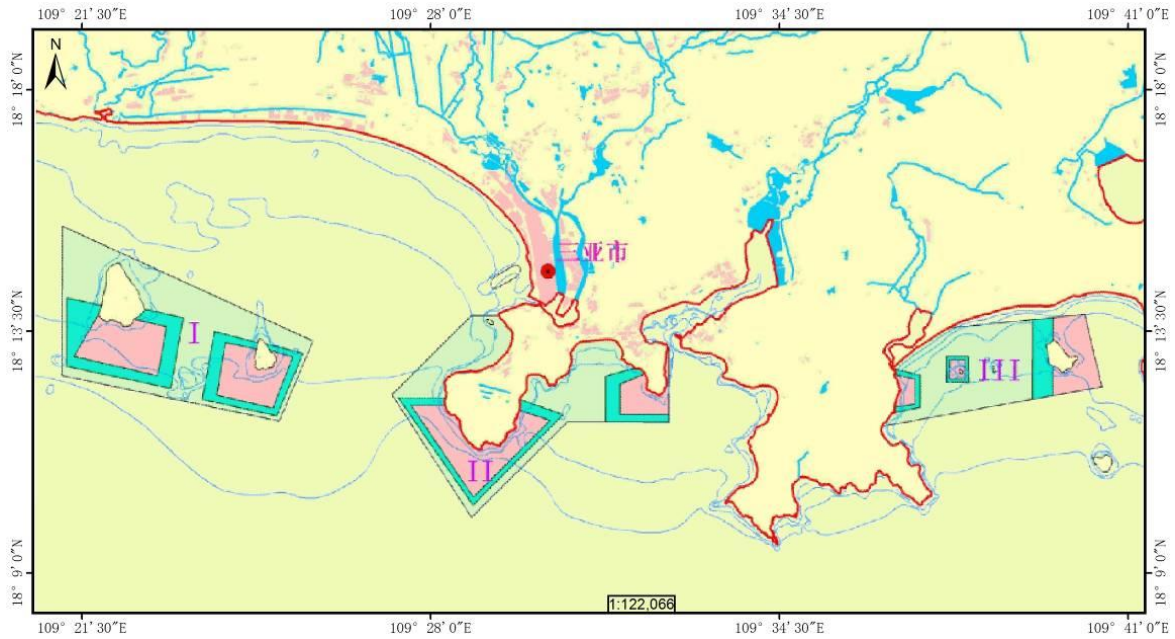


图 4.3.2-1 三亚珊瑚礁国家级自然保护区分区图

本保护区主要保护对象为：造礁珊瑚、非造礁珊瑚、珊瑚礁及其生态系统和生物多样性。造礁珊瑚的建造者为珊瑚虫，珊瑚虫属热带海洋腔肠动物。区内珊瑚种类繁多，目前为止，已查明有 117 种（包括 5 个亚种）造礁珊瑚，分别属于 13 科、33 属和 2 亚属。还有在成礁建造中有积极意义的苍珊瑚、笙珊瑚、多孔媳和多种非造礁珊瑚—软珊瑚、柳珊瑚和与珊瑚礁生态系统共栖和密切依赖的其他丰富多样的海洋生物。

距离本项目最近的为鹿回头半岛-榆林角片区，三亚河出海口处的鹿回头半岛-榆林角片区边界与本项目的最近距离约为 2.0km，根据前面悬沙扩散数值计算结果，超 I、II 类水质(>10mg/L)面积为 0.29 公顷，东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超III类水质(>100mg/L) 面积为 1.03 公顷，东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m，悬浮泥沙瞬时最大值为 138.57mg/L，没有出现超IV类水质(>150mg/L)，但由于珊瑚生长对水质条件要求很高，虽然根据污染物扩散模拟计算悬浮物对保护区的影响小，但细颗粒悬浮扩散距离远，沉降再悬浮存在累积影响，对珊瑚礁的正常生长仍存在长期不确定性影响。因此，建议用海申请单位及施工单位在施工期间施工前精心准备，科学合理组织施工、围堰施工精确定位，减少重复施工次数，防止悬浮泥沙扩散对保护区产生影响，并及时开展跟踪监测，适时采取加强防护措施等，避免悬浮泥沙进一步扩散。

4.3.3 对红树林资源的影响分析

根据三亚市林业局划定的三亚河红树林自然保护区，位于三亚河下游、潮见桥和三亚桥以上区域，三亚河下游分布较少。本项目区域内没有红树林分布，施工期悬浮泥沙扩散范围较小，且主要集中在围堰附近 50m 海域内，没有扩散到周边用海区域内，基本不会影响到三亚河红树林保护区内的红树资源和生态环境，且随着施工期围堰拆除结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

4.3.4 海洋生物资源损失估算

本游艇码头项目用海方式为透水构筑物，施工过程中灌注桩施工彻底改变项目内的底质环境，底栖生物原有的栖息环境遭到破坏，使得大部分种类将被掩埋、覆盖，除少量能够存活外，绝大部分种类诸如贝类、多毛类、线虫类等都将难以存活，而且上述影响是不可逆的。工程施工时，将损失施工范围内的底栖生物、仔鱼和鱼卵等。工程施工导致海洋生物损失主要分为三类类：①灌注桩占用海域导致的生物资源永久性损失；②工程施工过程中产生的悬浮物对浮游生物的影响导致的生物损失。

4.3.4.1 生物资源损失计算

（1）灌注桩占用海域导致的生物损失估算

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程(SC/T 9110-2007)》(以下简称《规程》)，结合项目特征和生态调查情况，底栖生物的资源损失按以下公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中： W_i 为第 i 种生物资源受损量，单位为尾、个或千克（kg），此处仅考虑底栖生物资源受损量； D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克（kg）/ km^2 ，此处为底栖生物的平均生物量； S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2 ，此处为桩基占用海域面积。

根据第二章概述，护岸挡墙基础采用直径 1m 的灌注桩，共 356 根，即永久占用海域面积为 279.46m^2 ，而整个调查区域底栖生物的平均生物量为 $3.08\text{g}/\text{m}^2$ ，因此，永久损失的底栖生物量为： $279.46 \times 3.08 \times 10^{-3} = 0.86\text{kg}$ 。

（2）悬浮物扩散范围内海洋生物资源损害计算

按照《规程》，水工作业在悬浮物扩散范围内对海洋生物产生的持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

T ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

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

上述各参数的取值如下：

①污染物浓度增量区面积（ S_i ）和分区总数（ n ）

根据水质影响预测结果，表 4.3.3-1 列出了各分区的面积，超第二类海水标准的区域悬浮物增量基本在 10mg/L~50mg/L 之间，本工程施工叠加产生的悬浮物浓度增量分区总数取 4。

表 4.3.3-1 悬浮物浓度增量区面积 (单位：公顷)

浓度(mg/L)	10~20	20~50	50~100	100~150
打设钢板桩施工	0.29	0.42	0.45	1.03

②生物资源损失率（ K_{ij} ）

由于悬沙浓度增量小于 10mg/L 对生物影响较小，造成的损失率很小，因此近似认为该浓度增量对海洋生物不产生影响。参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，近似按超标倍数 $B_i \leq 1$ 倍、 $1 < B_i \leq 4$ 倍及 $4 < B_i \leq 9$ 倍损失率范围的中值及

$B_i \geq 9$ 倍损失率范围的低值确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.3.3-2）。

表 4.3.3-2 本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	浓度增量范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各污染区的面积 (km^2)	各类生物损失率 (%)			
				浮游植物	浮游动物	鱼卵和仔稚鱼	游泳动物
I区	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	0.462	5	5	5	1
II区	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	0.389	20	20	17	5
III区	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	0	40	40	40	15
IV区	>100	$B_i \geq 9$ 倍	0	50	50	50	20

③持续周期数 (T) 和计算区水深

根据项目施工方案，临时围堰施工时间为 15 天，算得污染物浓度增量影响的持续周期数别为 1。根据工程海域测量资料，项目所在海域平均水深取 2m。

④生物资源密度 (D_{ij})

根据 2020 年 11 月海洋生态环境结果，项目海域附近浮游植物平均细胞丰度为 $1.40 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ，浮游动物平均生物量为 54.99 mg/m^3 ，游泳动物资源密度为 276.116 kg/km^2 ，鱼卵密度平均值为 0.43 粒/m^3 ，仔稚鱼密度平均值为 0.34 粒/m^3 ，

⑤资源损失量

浮游植物损失量 = $1.40 \times 10^5 \times 1 \times 2 \times (0.29 \times 0.05 + 0.42 \times 0.20 + 0.45 \times 0.40 + 1.03 \times 0.50) \times 10^4 \approx 2.22 \times 10^9 \text{ cells}$

浮游动物损失量 = $54.99 \times 10^{-6} \times (0.29 \times 0.05 + 0.42 \times 0.20 + 0.45 \times 0.40 + 1.03 \times 0.50) \times 10^4 \times 1 \times 2 \approx 0.88 \text{ kg}$

鱼卵损失量 = $0.43 \times 1 \times 2 \times (0.29 \times 0.05 + 0.42 \times 0.17 + 0.45 \times 0.40 + 1.03 \times 0.50) \times 10^4 \approx 6.72 \times 10^3 \text{ 粒}$

仔鱼损失量 = $0.34 \times 1 \times 2 \times (0.29 \times 0.05 + 0.42 \times 0.17 + 0.45 \times 0.40 + 1.03 \times 0.50) \times 10^4 \approx 5.31 \times 10^3 \text{ 尾}$

游泳动物损失量 = $276.116 \times 1 \times (0.29 \times 0.01 + 0.42 \times 0.05 + 0.45 \times 0.15 + 1.03 \times 0.20) \times 10^4 \times 10^{-6} = 0.82 \text{ kg}$

4.3.4.2 海洋生物资源损失总量及经济损失

根据上述计算结果，项目建设造成底栖生物损失量为 0.86kg，施工悬浮泥沙影响导致浮游植物损失 $2.22 \times 10^9 \text{ cells}$ ，浮游动物损失 0.88kg，鱼卵损失 $6.72 \times 10^3 \text{ 粒}$ ，

仔鱼损失 5.31×10^3 尾，游泳动物资源损失 0.82kg。在本项目造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失，本报告主要计算底栖生物、鱼卵、仔鱼和渔业资源损失。

（1）直接经济损失计算方法

根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，各类生物资源的经济损失额的计算方法如下：

①底栖生物：

潮间带生物、底栖生物经济损失计算公式为：

$$M = W \times E$$

式中：M 为经济损失额，元；

W 为生物资源损失总量，千克（kg）；

E 为生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算（20 元/kg）。

②成体生物资源

成体生物资源经济价值按

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：M_i 为第 i 种生物成体生物资源经济损失额，元；

W_i 为第 i 种生物成体生物资源损失的资源量，千克（kg）；

E_i 为第 i 种生物成体生物资源的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算（30 元/kg）。

③鱼卵仔鱼

鱼卵仔鱼经济价值按

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

式中：M 为鱼卵和仔鱼经济损失额，元；

W 为鱼卵和仔鱼损失量，个、尾；

P 为鱼卵和仔鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，%；

E 为鱼苗的商品价格，元/kg，按市场平均价格计算（0.3 元/尾）。

（2）直接经济损失

底栖生物直接经济损失= $0.86 \times 20 = 17.2$ 元

鱼卵直接经济损失= $6.72 \times 10^3 \times 0.01 \times 0.3 \times 10^{-4} = 20$ 元

仔鱼直接经济损失= $5.31 \times 10^3 \times 0.05 \times 0.3 \times 10^{-4} = 80$ 元

游泳动物直接经济损失= $0.82 \times 30 = 24.6$ 元

（3）海洋生物资源损害赔偿额

根据《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。各类生物资源的损害赔偿计算如下：

① 底栖生物

根据《规程》关于生物资源损害赔偿和补偿年限（倍数）的确定，人工鱼礁永久占用生物资源生存空间，资源损害的补偿年限应不低于 20 年，按 20 年计算。

因此，项目底栖生物生物经济补偿额为 $17.2 \times 20 = 344$ 元。

由此，本项目用海造成底栖生物经济补偿额为 344 元。

② 游泳动物、鱼卵和仔鱼

施工过程中产生悬浮物影响水质造成鱼卵、仔鱼、游泳动物的损害为持续性损害，根据《规程》，持续性损害不足 3 年的应按 3 年补偿，则施工悬浮物对鱼卵、仔鱼、游泳动物的损害补偿分别为：

鱼卵损害补偿额= $6.72 \times 10^3 \times 0.01 \times 0.3 \times 10^{-4} \times 3 = 60$ 元

仔鱼损害补偿额= $5.31 \times 10^3 \times 0.05 \times 0.3 \times 10^{-4} \times 3 = 240$ 元

游泳动物损害补偿额= $0.82 \times 30 \times 3 = 73.8$ 元

由此，施工悬浮物造成的渔业资源损害补偿总额为 373.8 元。

③ 项目用海造成海洋生物资源损失总额

根据上述计算结果，项目建设造成底栖生物损害补偿额为 344 元，施工悬浮物造成渔业资源损害补偿额约为 373.8 元，即本项目用海需对海洋生物资源造成的损害进行补偿的总金额约为 717.8 元。

4.4 项目用海风险分析

参照《建设项目环境风险评价技术导则》，分析其环境风险的可接受程度，提出减少风险的事故应急措施，为工程设计和环境管理提供资料和依据，以期达到降低用海风险，减少海洋环境损害的目的。

4.4.1 用海风险界定

本项目的风险主要来自两个方面。一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期居多；另一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害，发生于营运期居多。

具体来说，本项目用海风险主要有以下几个方面：（1）用海区域可能遭受热带气旋、风暴潮等自然灾害对工程造成的损坏；（2）人为事故风险。

4.4.2 自然灾害风险分析

4.4.2.1 热带气旋风险

影响本区的极端天气主要为热带气旋，2010~2018 年间，西北太平洋和南海共生成 223 个热带气旋，平均每年生成 27.9 个。有 69 个热带气旋进入南海或在南海生成，有 13 个登陆海南岛。其中，1002 号台风“康森”于 2010 年 7 月 16 日 19 时 50 分左右在海南岛三亚亚龙湾一带沿海登陆。按月份统计，7 月登陆次数最多，6 月和 8 月为其次，1 月~4 月和 12 月没有热带气旋登陆三亚，

进入该区域的热带气旋有西太平洋移入和南海自生气旋两种，西太平洋移入的热带气旋强度较强。热带气旋影响期间，会伴随强风、暴雨、巨浪和风暴潮。台风入侵时，三亚河水位上涨，海浪大，对项目主体施工工程护岸建设、钢管桩施工、施工安全造成威胁；对运营期间船艇进出港、停泊的稳定、安全造成威胁。

4.4.2.2 风暴潮

（1）风暴潮规律

本项目位于三亚湾东端的三亚河内，三亚湾湾口开阔，朝向 SW，造成三亚湾沿岸增水的主要是热带气旋经过三亚海区时的偏南大风。台风期或寒潮期北部湾出现的大幅度增减水对三亚湾也有一定的影响，但影响较小。由于海岸线朝向为 SE~NW，热带气旋的登陆点位于三亚以北的区域时，并不利于三亚海岸的增水，但当热带气旋在三亚附近登陆或从三亚市以南近距离经过时，则易造成较大增水。

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

（2）典型热带气旋增水过程

由于三亚海岸朝向基本为 SE-S-SW，热带气旋在三亚以北的区域登陆，登陆前刮北风，在三亚沿岸基本上是离岸风，并不利于三亚市沿岸的风暴增水；气旋登陆后，开始刮 S-SW 风，有利于三亚沿岸的风暴增水，但此时气旋往往已经开始减弱；直接登陆三亚的热带气旋由于低气压作用及强风作用，三亚有较明显增水。根据统计与分析，登陆三亚的热带气旋所引发的增水以单峰型为主，峰值通常在热带气登陆时或登陆后 5h 以内，登陆前则有小幅的增减水波动，9612、0016、0518 号台风引发的风暴潮都表现出该特征，图 4.4-1～图 4.4-3 为以上三场台风引发的增水过程曲线图。

登陆或影响海南岛南部沿岸的热带气旋常伴有大风、暴雨，也曾多次在三亚河、宁远河等流域形成洪水。项目海域正处三亚河东河的临春河内，在风暴潮、天文大潮及洪水共同作用下，易引起三亚河河水暴涨、对游艇码头存在潜在威胁，其灾害损失与事故风险不容忽视。

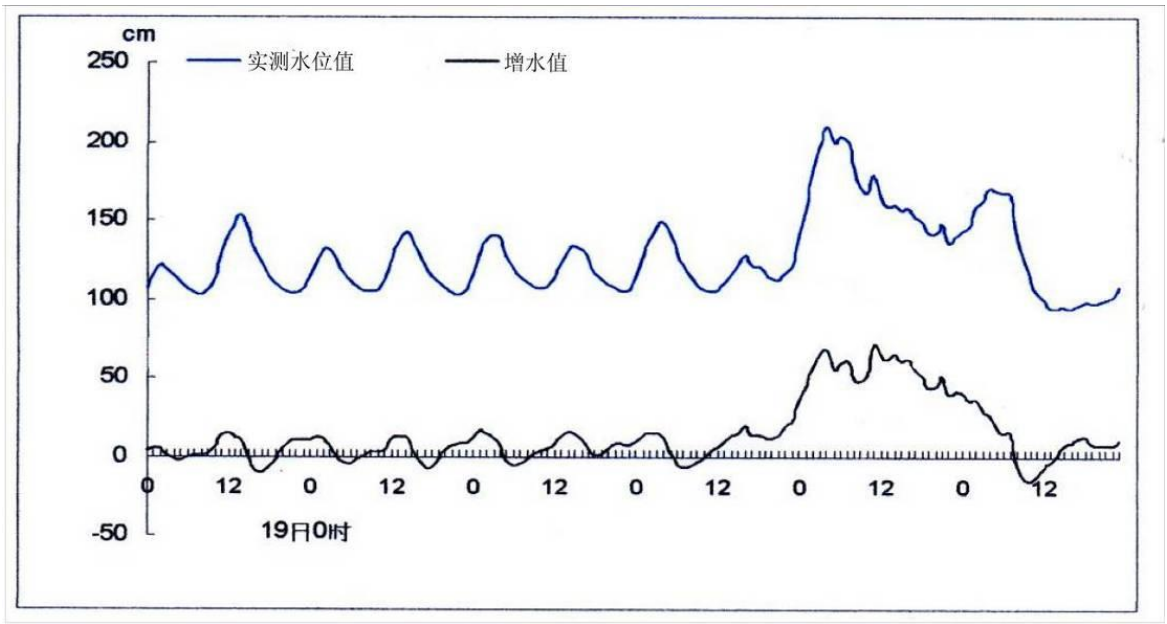


图 4.4.2-1 9612 号台风增水过程曲线图(8 月)

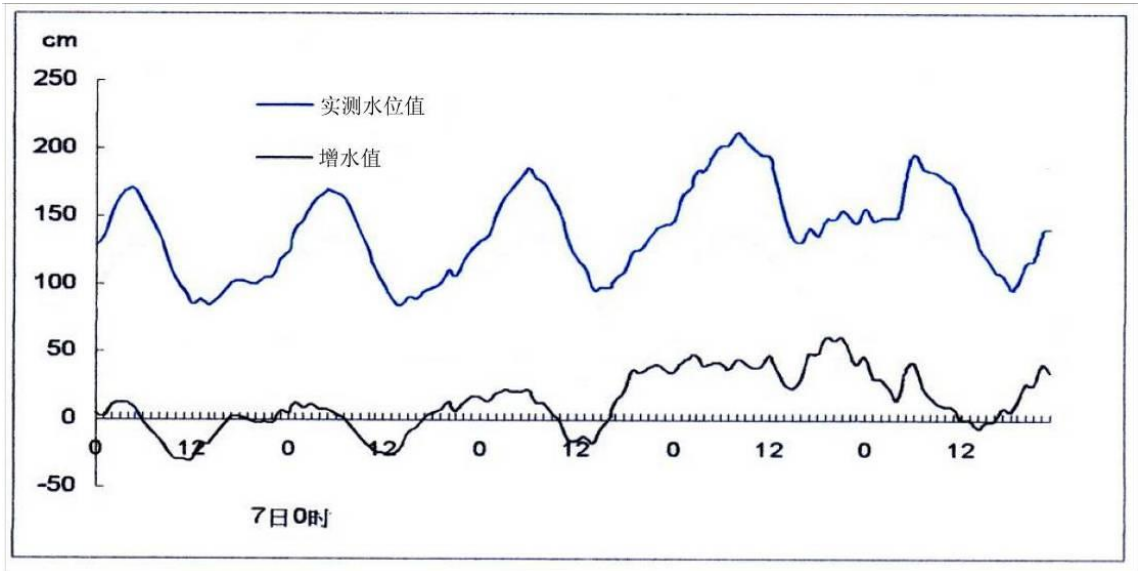


图 4.4.2-2 0016 号台风增水过程曲线图(9 月)

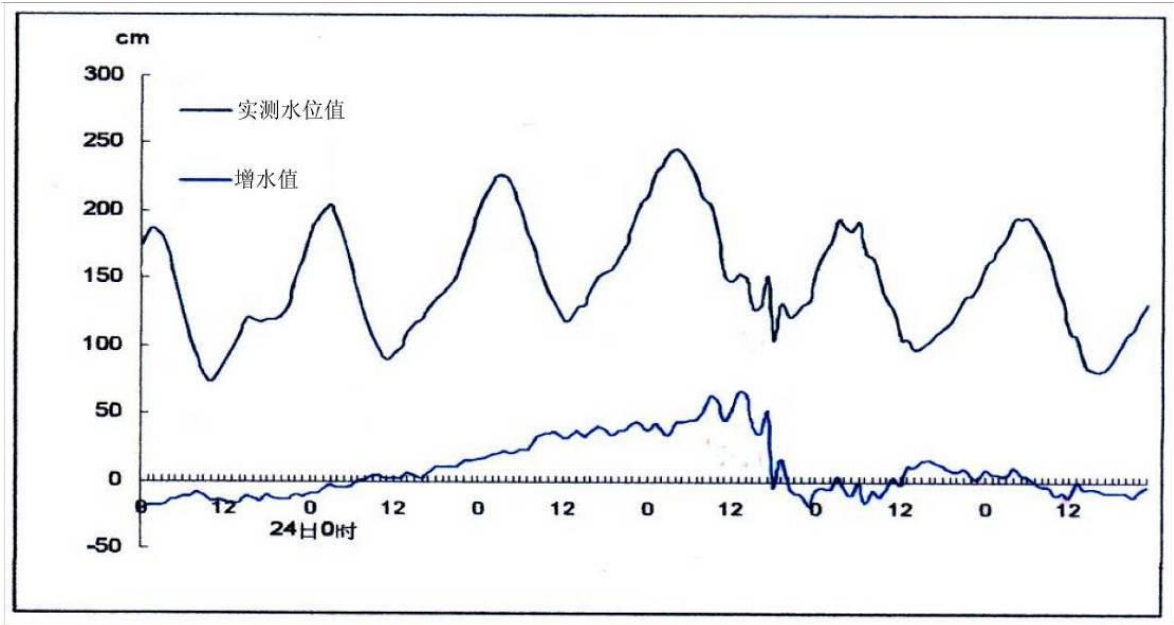


图 4.4.2-3 0518 号台风增水过程曲线图(9月)

4.4.3 人为事故风险分析

4.4.3.1 施工事故

护岸建设过程中需要用到较多的施工机械以及其它电气设备，项目施工时，工程区内会有挖掘机等重型机械以及其他电气设备，若施工人员麻痹疏忽、违反操作等，容易引发人员伤害、火灾等安全事故。由于雨、雾天出现工作面打滑也会给操作人员带来一定危险。

若施工人员麻痹疏忽、违反操作等，容易引发车辆碰撞、火灾等安全事故。

4.4.3.2 溃堤风险

护岸在工程施工中和使用时可能会造成堤基过量的或不均匀沉降而导致护岸堤标高损失、地基蠕动变形、测向滑移等底质灾害。项目所建工程投入使用后，要做好堤脚的防护冲刷保护，定期检查。

护岸沉降、滑坡造成溃堤可分为两种情况，一种情况即施工建设阶段，溃堤会有少量底层泥沙被掀起，在潮流作用下扩散影响周围海水水质；另外一种情况即护岸堤施工完成，在这种情况下，可能会有大量堤后回填泥沙、土石向堤外泄漏，并随潮流作用大面积扩散，两种情况下溃堤造成的损失各有异同，相同的是都会造成较大的经济损失并造成泥沙扩散影响周围海域海水水质，从而对海洋生物产生不利影响，不同的是后一种情况下的溃堤显然会造成更大的经济损失和环境影响。

本项目护岸建设采用的相关施工方法都是成熟的施工工艺，并且制定了施工期对各种自然灾害的施工保护措施和水工结构保护措施，因此在施工期施工单位只需依照国家及行业的有关标准、规范，同时借鉴类比工程在安全生产方面的检验，采取安全对策措施完全可以确保工程的安全生产。总体来说，项目在严格按照设计建设、施工情况下，发生溃堤的风险比较小。

5 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

由于项目处在三亚河东河(临春河)内，周边开发利用程度较高，根据项目用海资源影响分析内容，项目用海对周边海域开发活动的影响主要是项目用海对其它开发活动的排他性影响及施工期围堰建设和拆除产生的悬浮泥沙对周边海域水质的影响。

由于海域使用权具有排他性，项目用海在取得海域使用权证后，其它单位和个人不得在其用海范围内开展海域开发活动，因此，本项目用海将对拟申请用海范围内的海域开发活动产生排他性影响。

本项目施工期间围堰建设和拆除会产生少量悬浮泥沙，以及施工人员随意排放的生活污水，也将造成局部海域水体悬浮物含量增高，引起海水短期浑浊，影响周边海域的水质环境。

5.2 利益相关者界定

1、利益相关者界定原则

根据《海域使用论证技术导则》，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该项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。通过对本项目周围用海现状的调查，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，来界定本项目的利益相关者。

2、利益相关者界定

根据项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果，项目用海影响范围局限在项目所在海域附近。依据施工期悬浮泥沙扩散范围等值线示意图（图 4.1.2-2）、用海规模、现场勘察和历史资料的搜集，结合项目用海资源环境影响分析内容，本项目涉及到的利益相关为港内渔船，利益相关者为当地渔民。

根据现场调查结果及论证分析，本项目涉及到的利益协调关系部门为三亚市水务局、海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处。

项目用海利益相关协调责任单位界定见表 5.2-1 和表 5.2-2。

表 5.2-1 项目用海区内利益相关者一览表

编号	用海项目	权属单位(个人)	与项目位置关系	使用状况	可能影响的程度
1	港内渔船	/	/	在用	影响一般

表 5.2-2 项目周边利益相关协调关系部门一览表

序号	利益相关协调关系部门	影响因素	可能影响的程度
1	三亚市水务局	行洪安全	影响一般
2	海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处	水质	影响一般

5.3 相关利益协调分析

依据以上项目建设对利益相关者的影响分析，用海申请单位应在采取一系列减小影响措施的同时，在当地有关政府部门的协助下，积极与利益相关者进行协调，协调的主要内容及方案主要有以下几个方面：

（1）鉴于施工期对三亚河东河(临春河)防洪安全产生一定影响，建议用海申请单位采取以下协调措施：

①施工期应当合理安排施工周期，制定合理的施工方案，避免在汛期施工。项目施工及运营期内，采取有效措施，保证汛期防洪通道的畅通。

②禁止弃土、废渣、泥浆等排入河道，禁止施工期间生产、生活污水直接向临春河河道排放，以减少施工期对环境的影响；切实做好水土保持工作，减少临时占地对周边环境的破坏。

③项目竣工后，用海申请单位及施工单位及时清除临春河河道内的建筑垃圾，恢复河道畅通。

④运营期定期对护岸稳定性进行维护，确保临春河洪水期泄洪安全。

（2）虽然根据污染物扩散模拟计算悬浮物对保护区的影响较小，但细颗粒悬浮扩散距离远，沉降再悬浮存在累积影响，故项目用海可能对珊瑚礁保护区产生影响，建议用海申请单位及施工单位在施工期间施工前精心准备，科学合理组织施工、围堰施工时精确定位，减少悬浮泥沙扩散对保护区产生影响，并及时开展跟踪监测，适时采取加强防护措施等，避免悬浮泥沙进一步扩散。

表 5.3-1 相关协调关系部门协调方案一览表

利益相关者	协调责任人	协调方案	协调目的
当地渔民	用海申请单位	发布公告，告知附近渔民工程概况，取得渔民的理解和支持，并告知渔民附近可就近停泊的水域；	项目建设取得渔民的理解和支持
三亚市水务局	用海申请单位	①施工期应当合理安排施工周期，制定合理的施工方案，避免在汛期施工。项目施工及运营期内，采取有效措施，保证汛期防洪通道的畅通。 ②禁止弃土、废渣、泥浆等排入河道，禁止施工期间生产、生活污水直接向临春河河道排放，以减少施工期对环境的影响；切实做好水土保持工作，减少临时占地对周边环境的破坏。 ③项目竣工后，用海申请单位及施工单位及时清除临春河河道内的建筑垃圾，恢复河道畅通。 ④运营期定期对护岸稳定性进行维护，确保临春河洪水期泄洪安全。	保障临春河洪水期泄洪安全
海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处	用海申请单位	施工前精心准备，科学合理组织施工，围堰建设精确定位	减少泥沙扩散污染

5.4 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的影响分析

5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析

项目用海毗邻用海区内没有国防设施和军事活动区，没有涉及到军事用海，项目用海对国防安全和军事活动不会产生不良影响。

5.4.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目用海区没有国家领海基点等有特殊意义的海上构造物、标志物，也没有涉及国家秘密，项目用海对国家权益不会产生影响。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

6.1.1 项目所在海域海洋功能区划

项目所在海域位于海南省三亚市三亚河东河(临春河)下游内。根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目所在海域的海洋功能区为“三亚港港口航运区”(代码：A2-09)。论证范围内项目周边海域的功能区主要有：三亚湾旅游休闲娱乐区(代码：A5-31)、三亚珊瑚礁海洋保护区(鹿回头半岛-榆林角片区)(A6-11)、海南岛西南部保留区(代码：B8-04)等，具体情况如表 6-1 和图 6-1。

6.1.2 项目对所在海洋功能的利用情况

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，三亚港港口航运区的开发利用主要是以交通运输为主，以旅游娱乐、渔业基础设施建设和游艇码头建设为辅。

本项目为护岸修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，项目用海面积为 0.0807 公顷，项目用海类型为海岸防护工程用海，护岸采用 L 型现浇钢筋混凝土挡土墙，用海方式为非透水构筑物，项目建成后将作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义，与三亚市南边海国际游艇码头项目强相关。同时完善南边海国际游艇会的基础配套设施，进一步加快海南自由贸易港建设，对打造游艇产业改革创新试验先行区将起到积极的促进作用。

表 6.1.1-1 项目论证范围内项目所在海域及周围海洋功能区分布【引自《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇】

编号	功能区名称	功能区代码	地理位置和面积	与本项目相对位置和最近距离	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
					用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
1	三亚港港口航运区	A2-09	位于三亚河河口及白排礁人工岛附近海域；2316.96 公顷	占用	主导用海类型为交通运输用海，合理规划港区基础设施建设，保证船舶停靠、避风和通航所需海域；可兼顾旅游娱乐用海和渔业基础设施建设用海，可建游艇码头。客运及渔业生产功能转移后，调整为旅游港口开发功能；涉海工程建设需征求相关部门意见。	允许适度改变海域自然属性，凤凰岛西南经进一步论证可适度围填海，用于港口建设，三亚河内禁止围填海。	加强项目用海动态监测和跟踪管理，防淤、防污染。	保护三亚河口水动力环境；保护港口、航道水深条件；保护水域宽度，防止淤积。	执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。
2	三亚湾旅游休闲娱乐区	A5-31	位于三亚河至肖旗河岸段海域；7561.83 公顷	西北侧约 2.815km	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和游乐场用海，可兼顾港口航运用海，为附近船只提供防台避风海域；保障海上防台避风安全，旅游基础设施建设不得占用防台锚地水域；涉海工程建设需征求相关特殊部门意见。	严格限制改变海域自然属性，合理规划论证旅游开发必须的基础设施建设，控制开发容量。	强化海岸综合治理和管理，保持岸滩原有形态，严格控制生活污水直接排放入海，防止海洋环境状况恶化。	保护沙滩、沿岸地质地貌和水质。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
3	三亚珊瑚礁海	A6-11	位于三亚鹿回头至大小	南侧约 882m	主导用海类型为海洋保护区用海，试验区可适当开展生	保护区核心区用海方式应禁止改	修复和保护珊瑚礁生态	保护珊瑚礁及其生态环	执行一类海水水质标准，一

编号	功能区名称	功能区代码	地理位置和面积	与本项目相对位置和最近距离	海域使用管理要求			海洋环境保护要求	
					用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
	洋保护区		东海海域； 2852.51 公顷 和 1865 公顷		态旅游，缓冲区可适当开展科研教学，但应严格控制规模；严格按照自然保护区管理法规管理，缓冲区只可进行经批准的科学研究、教学实习活动，实验区只能进行经批准的科学实验、教学实习、参观考察、旅游以及驯化、繁殖珍稀、濒危野生动植物等活动；注意海底管线的保护，涉海工程建设需征求相关部门意见。	变海域自然属性，缓冲区和实验区应严格限制改变海域自然属性，在该保护区管理机构统一规划和指导下，实验区内可有计划地进行适度开发活动	系统和海岛地形地貌，加强监控系统建设。	境；保护海洋生物多样性；保护海底管线。	类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
4	海南岛西南部保留区	B8-04	位于海南岛西南部近海海域； 240122.77 公顷	南侧约 2.917km	无主导用海类型，维持现有用海现状，今后根据经济社会发展需要，经科学论证明确其具体使用功能后可调整功能；注意海底管线的保护，海上设施建设需征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性。		保护海域自然生态环境；保护金色小沙丁鱼、蓝圆鲹等水产种质资源；保护近海渔业资源；保护海底管线。	海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准应维持现状，经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。

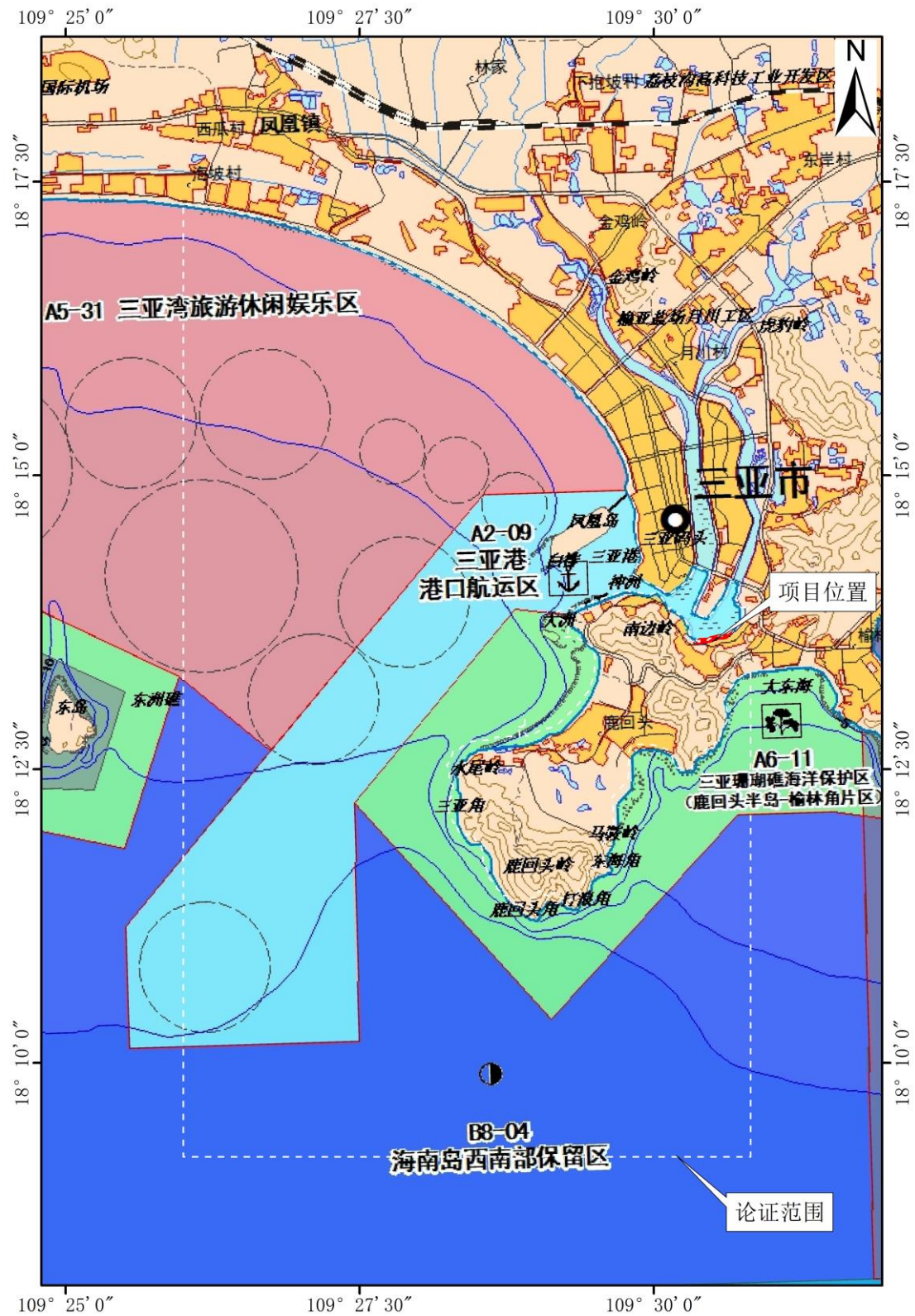


图 6.1.1-1 项目所在海域海洋功能区划分布图（引自《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇）

6.1.3 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.1.3.1 项目对所占功能区的影响分析

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目所在海域的海洋功能区为三亚港港口航运区（A2-09）。主导用海类型为交通运输用海，合理规划港区基础设施建设，保证船舶停靠、避风和通航所需海域；可兼顾旅游娱乐用海和渔业基础设施用海，可建游艇码头。客运及渔业生产功能转移后，调整为旅游港口开发功能；涉海工程建设需征求相关部门意见。

本项目为三亚南边海游艇码头护岸修复工程，是为了尽可能的消减水动力对该岸段的侵蚀和防止或减轻潮水淹没损失，达到保护自然岸线的目地。同时，本项目连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义。护岸建成后，将成为该地区的重要的基础设施，更有利于开发三亚港河口海域区域和滨海旅游资源，保护岸边土地免遭潮水冲蚀，改善当地居民的生活、生产条件，对功能区的影响是有积极意义的。

项目建设围堰建设和拆除施工时可能会产生悬浮泥沙对周边海域水质有着一定的影响，但这种影响仅在围堰施工时出现，随着项目围堰建设和拆除施工的完成，这种影响将会很快消失，水质环境将会得到明显的改善。因此项目建设符合所在海域的海洋功能管理要求。

6.1.3.2 项目用海对周边海洋功能区的影响分析

本项目主要建设内容为护岸建设。项目附近海域有多种类型的海洋功能区，现根据第 4 章项目用海资源环境影响分析所计算、模拟、分析和预测的结果，进一步分析项目用海对海洋功能区的影响。根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目论证范围内周边海洋功能区如表 6-1、图 6-1 所示。项目用海对论证范围内的周边有影响的主要海洋功能区有：旅游休闲娱乐区、海洋保护区、保留区等。

（1）对旅游休闲娱乐区的影响分析

项目周边海域的旅游休闲娱乐区为三亚湾旅游休闲娱乐区，与项目最近距离为 2.815km，距离相对较远；根据悬浮泥沙数值模拟计算结果，项目建设期，扩散范围也主要集中在围堰施工附近海域内。根据计算结果，超 I、II 类水质(>10mg/L)

面积为 0.29 公顷，东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超Ⅲ类水质(>100mg/L) 面积为 1.03 公顷，东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m，悬浮泥沙瞬时最大值为 138.57mg/L，没有出现超Ⅳ类水质(>150mg/L)。泥沙扩散基本不影响旅游休闲娱乐区功能的正常发挥。

（2）对海洋保护区的影响分析

项目周边海域的海洋保护区为三亚珊瑚礁海洋保护区，为鹿回头半岛-榆林角片区，与项目最近直线距离约为 882m，三亚河出海口处的鹿回头半岛-榆林角片区边界与本项目的最近距离约为 2.0km，根据前面悬沙扩散数值计算结果，超Ⅰ、Ⅱ类水质(>10mg/L)面积为 0.29 公顷，东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超Ⅲ类水质(>100mg/L) 面积为 1.03 公顷，东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m，悬浮泥沙瞬时最大值为 138.57mg/L，没有出现超Ⅳ类水质(>150mg/L)，但由于珊瑚生长对水质条件要求很高，虽然根据污染物扩散模拟计算悬浮物对保护区的影响小，但细颗粒悬浮扩散距离远，沉降再悬浮存在累积影响，对珊瑚礁的正常生长仍存在长期不确定性影响。因此，建议用海申请单位及施工单位在施工期间施工前精心准备，科学合理组织施工、围堰施工精确定位，减少重复施工次数，防止悬浮泥沙扩散对保护区产生影响，并及时开展跟踪监测，适时采取加强防护措施等，避免悬浮泥沙进一步扩散。综上所述，项目建设基本不影响三亚珊瑚礁海洋保护区功能的发挥。

（3）对保留区的影响分析

项目周边海域的保留区主要为海南岛西南部区，距本项目最近距离约为 2.917km，距离较远，本项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，且主要集中在围堰附近 50m 海域内，没有扩散到周边用海区域内，因此，本项目施工期产生的悬浮泥沙对周边海域影响也相对较小，且随着施工期围堰拆除结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失，因此，项目建设基本不会对保留区产生影响。

6.1.4 项目用海与海洋功能区划的符合性

根据《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目所在的海洋功能区划为“三亚港港口航运区（A2-09）”，项目用海与该海洋功能区的符合性主要从以下几方面分析：

（1）与用途管制要求的符合性分析

三亚港港口航运区的用途管制要求是：“主导用海类型为交通运输用海，合理规划港区基础设施建设，保证船舶停靠、避风和通航所需海域；可兼顾旅游娱乐用海和渔业基础设施用海，可建游艇码头。客运及渔业生产功能转移后，调整为旅游港口开发功能；涉海工程建设需征求相关部门意见”。

本项目为护岸修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，主要对三亚港南侧原已受损的护岸进行修复，保护近岸陆域的生态环境，现状护岸大部分都是当地居民私自修建的护岸或临时搭建的邻护岸架空平台，破损比较严重，本项目修建护岸是为了保护海岸土地免遭洪潮水冲蚀，防止海岸线倒退，确保洪水期行洪安全，保护近岸陆域生产生活设置安全，整治港内通航安全环境，同时完善南边海国际游艇会的基础配套设施，成为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，进一步加快海南自由贸易港建设，对打造游艇产业改革发展创新试验先行区将起到积极的促进作用，

因此，本项目用海与《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇对三亚港港口航运区用途管制要求是相符合的。

（2）与用海方式控制要求的符合性分析

三亚港港口航运区的用海方式要求是：“允许适度改变海域自然属性，凤凰岛西南经进一步论证可适度围填海，用于港口建设，三亚河内禁止围填海”。

本项目为护岸修复工程，用海类型为特殊用海中的海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物。修建护岸是为了防止水动力对近岸海岸的侵蚀，修复和保护自然岸线，无围填海，对海域自然属性的影响较小。因此，本项目用海与《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇对三亚港港口航运区用海方式是相符合的。

（3）与海域整治要求的符合性分析

三亚港港口航运区海域整治的要求：“加强项目用海动态监测和跟踪管理，防淤、防污染”。

本项目为护岸修复工程，对原有护岸进行拆除重建，护岸采用 L 型现浇钢筋混凝土挡土墙建设，用海方式为非透水构筑物，无围填海，对海域自然属性的影响较

小。施工过程中临时围堰可能会对水流产生一定的扰流作用，但根据前面章节分析，一方面由于本项目围堰临时施工顺岸布设，另一方面，项目区域水动力较弱，工程后整体上对周边海域潮流场影响相对较小，流速改变幅度均在 0.5cm/s 以内，且影响距离仅限于围堰周边 100m 范围内，随着围堰施工结束后，及时拆除围堰挡板后，对项目周边潮流场的影响将逐渐消失，因此项目建设造成海域的淤积程度较小；用海申请单位应按照本报告制定的跟踪监测方案及时加强动态监测，及时发现问题。因此，本项目用海与《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇对三亚港港口航运区海域整治要求是相符合的。

（4）与重点保护目标要求的符合性分析

三亚港港口航运区的重点保护目标为：“保护三亚河河口水动力环境；保护港口、航道水深条件；保护水域宽度，防止淤积”。本项目施工仅在围堰建设和拆除过程中产生悬浮泥沙，但在围堰过程中产生的悬浮泥沙的影响会在施工结束后很快结束，对航道水深条件不会产生大的影响。本项目护岸建设，建成后有利于固化岸线，有利于保护河口的自然条件。因此，本项目用海与《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇对三亚港港口航运区重点保护目标要求是相符合的。

（5）与环境保护要求的符合性分析

三亚港港口航运区环境保护要求为：“执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准”。根据水质、沉积物、生物体现状调查表明，调查区域三亚河内港总体海水水质较差，三亚湾海域总体海水水质良好。部分站位溶解氧、无机氮、石油类、活性磷酸盐含量超标，超标原因可能为过往船只临时排污、陆源污染物排放、三亚内港水动力交换条件较弱。

项目施工期间产生的污染物主要是悬浮物、生活固废和施工污水。生活污水和船舶污水均统一收集处置，禁止任意排放。悬浮泥沙仅在施工期围堰过程中会产生，但这种仅限制在施工期的围堰过程，随着围堰的结束，这种影响也将逐渐消失。因此项目建设不会改变原有海域的海水质量和沉积物质量，因此，本项目用海与《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇对三亚港港口航运区环境保护要求是相符合的。

综上所述，本项目用海符合《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》海洋功能区划和海岛保护专篇要求。

6.2 与相关规划符合性分析

6.2.1 项目用海与《三亚港总体规划》的符合性分析

根据《三亚港总体规划》，三亚港是促进三亚国际旅游消费中心和国家深海科研基地建设的重要保障；是三亚市全面贯彻落实“自由贸易港”政策和对接“一带一路”倡议的重要资源。三亚港由三亚、红塘和南山三个港区组成。其中三亚港区由三亚老港区和凤凰岛邮轮客运码头区组成，主要为海南国际旅游岛建设和三亚市旅游经济发展服务，以发展海上旅游观光娱乐、旅游客运和国际邮轮挂靠为主。本项目作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇港项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义。与三亚市南边海国际游艇码头项目强相关。因此本项目符合《三亚港总体规划》功能及定位。

6.2.2 项目用海与《三亚市中心城区控制性详细规划（修编及整合）》的符合性分析

《三亚市中心城区控制性详细规划（修编及整合）》（2019 年 8 月），对三亚市中心城区用地的布局规划提出，全区一盘棋整合战略资源，统筹考虑中心城区陆海统筹、产城融合、新旧联动的发展策略，构件“一核、一轴、一带、山水廊、多组团”的功能布局结构。“一核”指自由贸易与城市综合服务核心。规划由迎宾路两侧的凤凰海岸邮轮游艇与文化艺术、月川特色商业、东岸海罗总部经济与国际服务、抱坡新城文化体育与行政办公等承载自由贸易与城市综合服务的核心功能节点组成。

“一带”指大三亚湾滨海发展带，规划进去打造凤凰岛邮轮母港、凤凰海岸、红塘湾国际会展、肖旗港，远期建设活力中心等多个滨海特色功能和形象展示区。空港母港枢纽方面，构件空港、邮轮母港双港驱动的对外开放格局，加快新机场建设、完善邮轮母港、游艇港配套服务体系，打造对外开放枢纽门户。完善机场服务，改善机场设施，近期在凤凰岛建成 5 个邮轮泊位，并在南边海环河口增加国际游艇港游艇泊位数量，布局南边海环河口国际游艇主题商业圈。未来三亚还需完善机场服务，改善机场设施，进一步与国际接轨；围绕邮轮母港完善临港产业功能区，提供邮轮枢纽港相关服务，完善游艇港配套服务。因此，符合《三亚市中心城区控制性

6.2.3 项目用海与《中国（海南）自由贸易试验区三亚总部经济及中央商务启动区控制性详细规划》的符合性分析

根据《中国（海南）自由贸易试验区三亚总部经济及中央商务启动区控制性详细规划》，发展定位：中央商务启动区将规划建设成为国际化的总部经济及中央商务集聚区、国际旅游消费中心的引领区。产业布局：中央商务启动区以“总部经济+大型消费商圈”为引领，构建“商务轴、滨海带、山水廊，四组团、多节点”的总体格局，以中央商务启动区四个实施单元为示范，提升带动中心城区城市空间与产业功能的整体优化。其中，“滨海带”指三亚湾文化艺术滨海带。规划依托优美的三亚湾，集中布局自由贸易服务、文化艺术展示与体验、旅游消费商圈和国际邮轮游艇体验等功能，形成多元功能复合的滨海发展带。“多节点”指凤凰岛国际邮轮母港、南边海环河口国际游艇港、港务局文化艺术体验区、月川滨水精品步行商业街区、东岸迎宾路总部商务起步区和海罗国际人才社区等多个特色空间节点。

本项目为三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目，是三亚南边海游艇码头护岸修复工程，与三亚市南边海国际游艇码头项目强相关，建设完成后将作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义。

因此，项目建设符合《中国（海南）自由贸易试验区三亚总部经济及中央商务启动区控制性详细规划》。



图 6.2.3-1 三亚总部经济及中央商务启动区用地规划图

6.2.4 项目用海与《三亚市游艇产业及游艇码头布局规划（2016—2030）》的符合性分析

《三亚市游艇产业及游艇码头布局规划（2016—2030）》中，对三亚市游艇码头建设条件进行了分区，本项目位置避风条件好、水深条件符合、周边城市配套设施发展良好，属于适宜建设游艇码头区域。依据三亚市滨海规划的结构特征，规划三亚市的游艇码头布局结构为“五湾、多点、一心、四基地”。“五湾”是指三亚沿海由自然地形围合的 5 个湾区，自东向西分别为海棠湾、亚龙湾、三亚湾、红塘湾、崖州湾。这 5 个湾区是三亚游艇码头布局的主题框架，根据城乡空间总体布局结构，相应设置与陆上旅游功能及服务项目相匹配的分布式游艇停靠点，形成“五湾多点”的码头格局。三亚湾是整个三亚海岸最为有活力的地方，规划在三亚湾两端设置游艇港湾和服务基地，沿三亚湾及鹿回头相对均匀地布局几处海上游船交通码头，在东岛、西岛、鹿回头、阳光海岸等主要景点设置滨海游船码头，沿东河、西河设置内河游艇游船码头。“一心”指围绕阳光海岸情人港形成的城市中心港湾，这里未来是三亚中心城区最具活力的中心，也是邮轮、游艇码头的集聚地，是三亚游艇文化船舶及消费的中心，游艇赛事活动的中心。

本项目作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义。与三亚市南边海国际游艇码头项目强相关。因此，本项目建设符合《三亚市游艇产业及游艇码头布局规划（2016—2030）》。

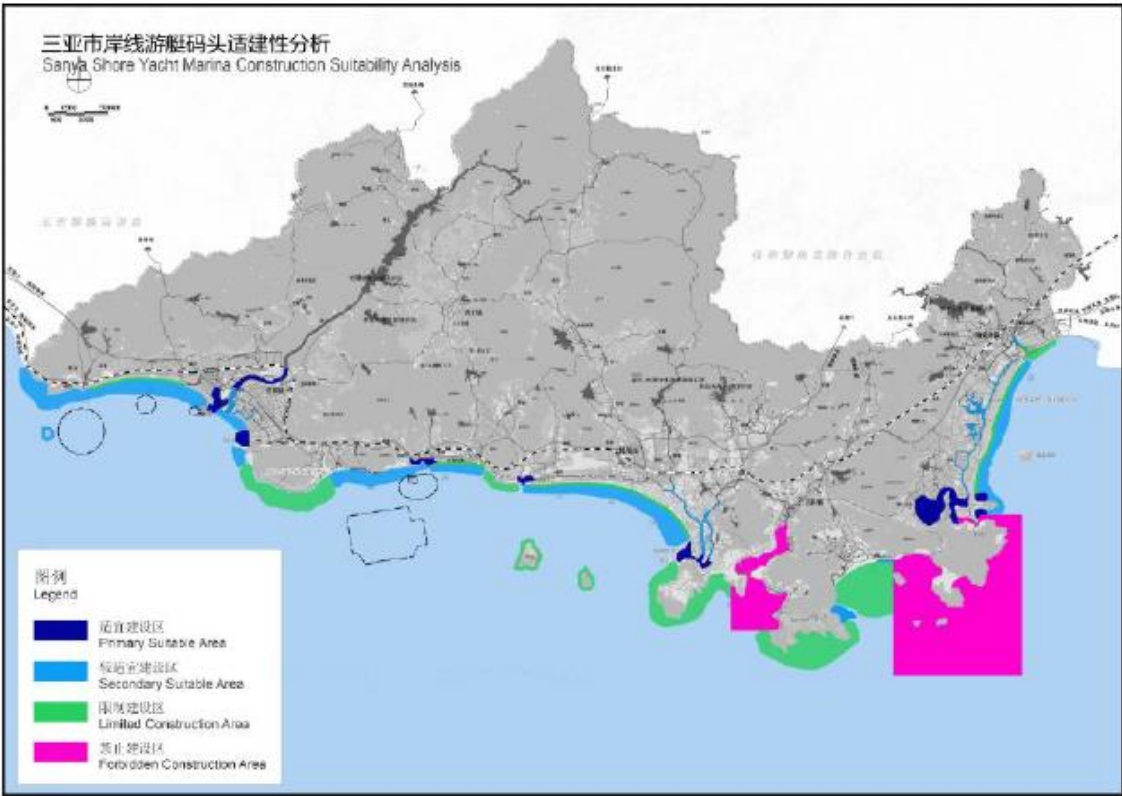


图 6.2.4-1 游艇码头适宜建设区分布图

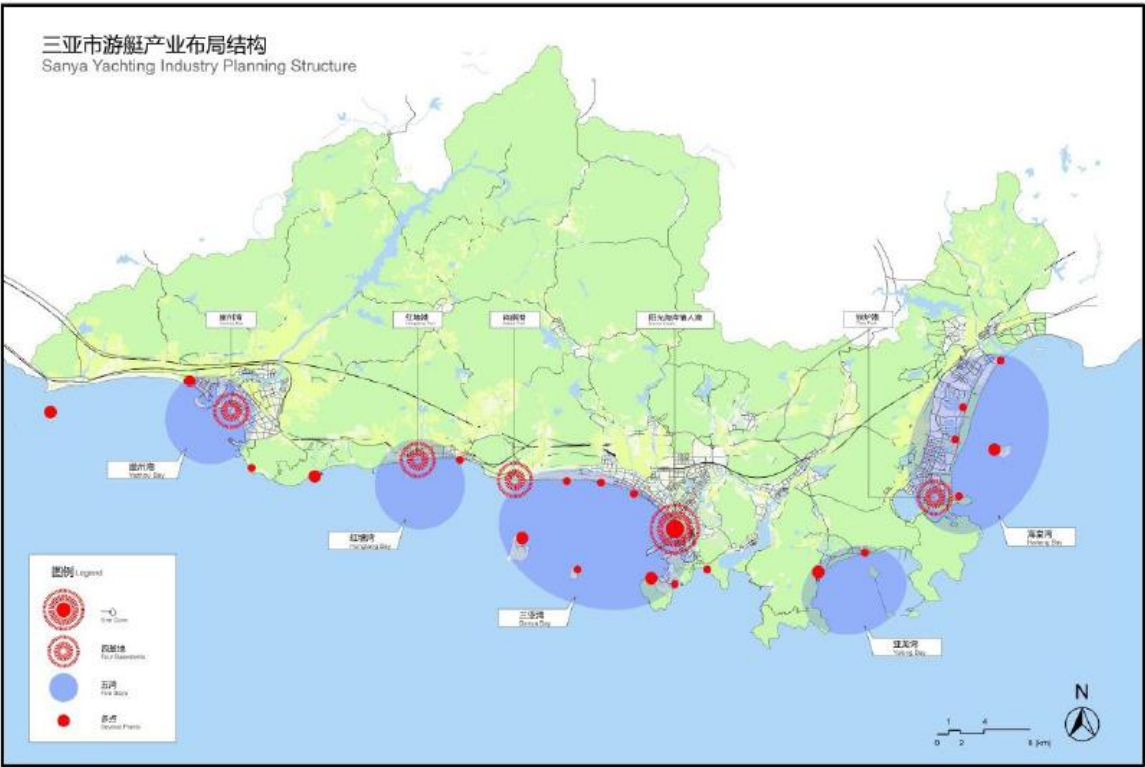


图 6.2.4-2 三亚游艇产业空间布局结构图

6.2.5 项目用海与《三亚市总体规划（空间类 2015—2030）》的符合性分析

《三亚市总体规划（空间类 2015—2030）》交通系统规划，沿三亚滨海地带建设系列游艇港等，形成由陆出海的一系列港湾基地。在此基础上，强化海上旅游线路及交通组织。岸线及近海海域规划原则：生态优先，合理利用。保护自然生态岸线，优先安排风景旅游和城市生活性岸线，保障军事岸线。充分利用自然条件统筹安排货运、客运、渔业等各类港口，结合旅游发展需求安排各类游艇港湾和码头。城镇生活性岸线：规划白排岛周边、三亚河口及南边海、三亚港--海坡、天涯镇和创意新城滨海沿线等作为城市生活性岸线，必须保障其公共性与开放性，注重热带海滨景观特色营造，为旅游度假及城市居民服务。榆林湾内湾西侧为生活性岸线，但不得布置影响军港的城市功能。游船游艇港湾及码头规划：规划在海棠湾铁炉港、三亚河口、凤凰岛、三亚湾活力中心（现部队直升机场位置）、肖旗港、红塘湾、崖城保港等处建游船游艇港湾；规划在沿海各主要旅游区，包括梅山、崖城、南山、天涯海角、西岛、鹿回头、大东海、亚龙湾、海棠湾、蜈支洲岛等，因地制宜设置各类游船码头。结合陆域用地管控，保障配套设施用地，保证游船游艇港湾及码头的公共性和开放性。

根据《三亚市总体规划（空间类 2015 年-2030 年）局部图》显示，本项目用地面积为 0.5305 公顷，用地类型为城镇建设用地。具体叠图结果见图 6.2.5-1。本项目作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义。与三亚市南边海国际游艇码头项目强相关。因此，本项目建设符合《三亚市总体规划（空间类 2015—2030）》。

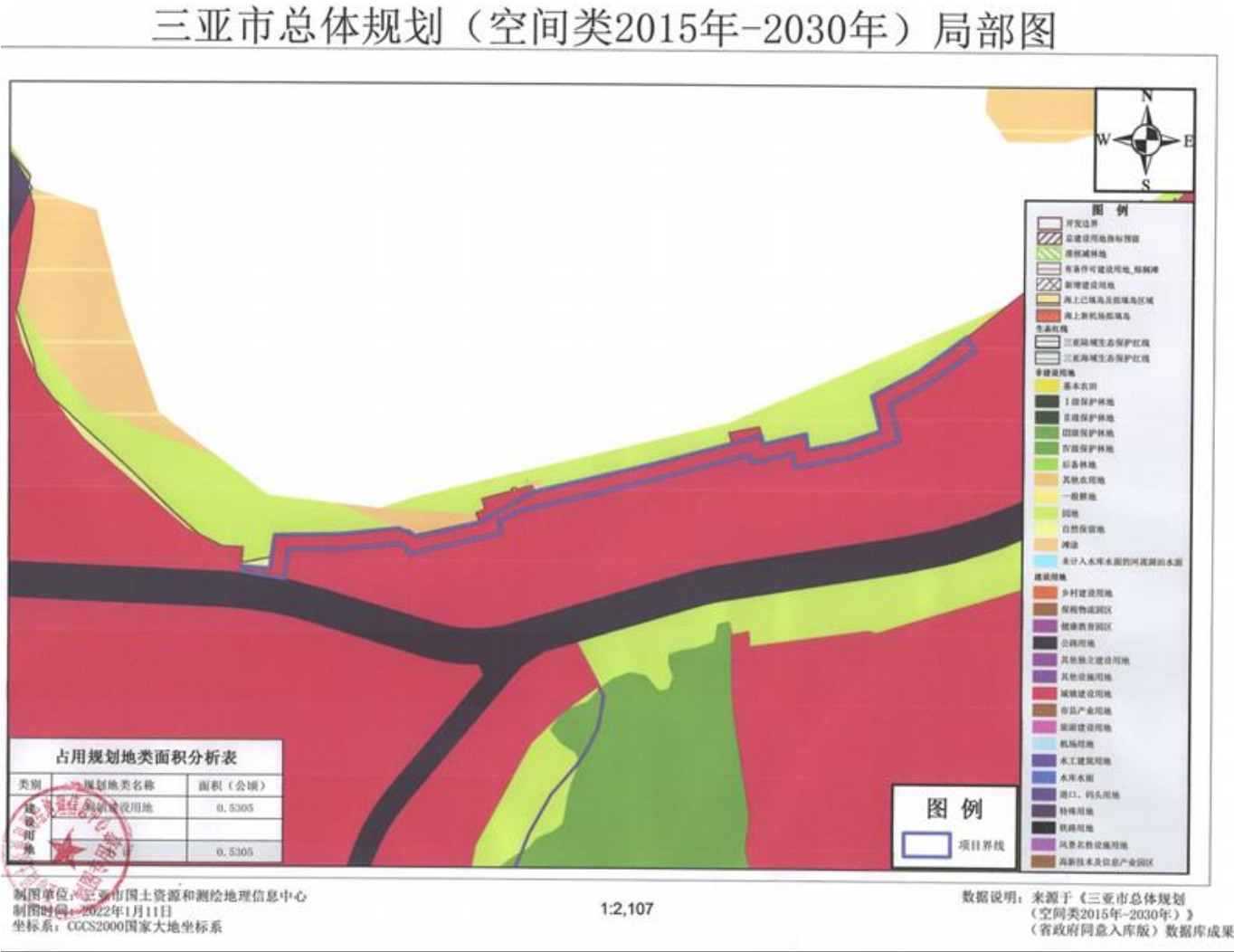


图 6.2.5-1 项目位置与《三亚市总体规划（空间类 2015 年-2030 年）》叠置图

6.2.6 与《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》生态保护红线专篇的符合性分析

根据海南省“多规合一”信息综合管理平台查询结果（图 6.2.6-1），本项目用海不占用海洋生态红线，与周边红线区距离较远。

本项目是对原有护岸进行修复，项目施工期临时围建设和拆除施工过程中产生的悬浮泥沙扩散，会对区域生态环境产生一定的影响，但影响时间短暂，随着施工结束，水质很快恢复到原来水平。根据悬浮泥沙预测结果。悬浮泥沙扩散范围也主要集中在围堰施工附近海域内。根据计算结果，超 I、II 类水质 ($>10\text{mg/L}$) 面积为 0.29 公顷，东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超 III 类水质 ($>100\text{mg/L}$) 面积为 1.03 公顷，东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m，悬浮泥沙瞬时最大值为 138.57mg/L ，没有出现超 IV 类水质 ($>150\text{mg/L}$)，由于本项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，且主要集中在围堰附近 50m 海域内，没有扩散到周边用海区域内，也不会对临春河上游红树林保护区产生影响。因此，本项目产生的悬浮泥沙不会扩散到周边的海洋生态保护红线区，不会对周边海洋生态保护红线区产生影响。另外，项目施工产生的生活污水、船舶含油污水及生活垃圾等均收集上岸合理处置，严禁排海，对区域海洋环境影响较小；运营期不产生污染物，且能够改善用海区水质生态环境，保护海洋生物多样性和增殖渔业资源。

因此，本项目建设符合《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》生态保护红线专篇。

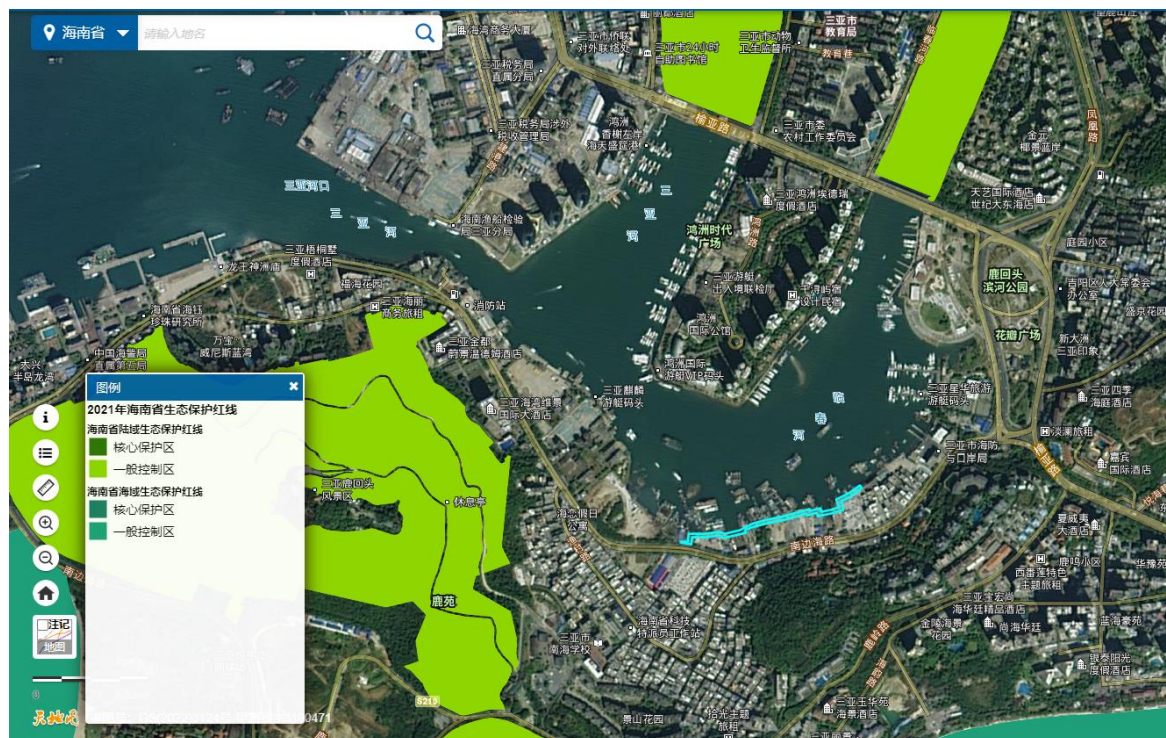


图 6.2.2-1 本项目与海洋生态保护红线的位置关系图

6.2.7 项目与《海南经济特区海岸带保护与开发管理规定》的符合性分析

《海南经济特区海岸带保护与开发管理规定》中第十四条：“省人民政府和沿海市、县、自治县人民政府应当依照本省相关规划和有关规定组织建设海岸防波堤、沿海防护林等海岸带防护设施，防止海浪、风暴潮对海岸的侵蚀”。第十五条：“省人民政府和沿海市、县、自治县人民政府应当组织对海岸侵蚀、海水入侵、严重污染、生态严重破坏等海岸带受损或者功能退化区域进行综合治理和修复”。

本项目为三亚南边海游艇码头护岸修复工程，能有效减少浪潮对海岸的侵蚀影响，保护与修复生态环境，减少水土流失。因此本项目的建设符合《海南经济特区海岸带保护与开发管理规定》第十四、十五条之规定。

6.2.8 与《海南省主体功能区划》的符合性分析

根据《海南省主体功能区划》（2013年12月），主体功能区划分为三大类，分别为重点开发区域、国家限制开发区域和海南禁止开发区域，其中国家限制开发区域又分为国家级农产品主产区和国家级重点生态功能区。本项目位于三

亚市南边海国际游艇码头，属于国家重点开发区域，详见图 6.2.8-1。该区域具有较强的经济基础，较大的发展潜力。其中该区域的发展方向和开发原则为：完善基础设施，统筹规划建设交通、能源、水利、通信、环保、防灾等基础设施,构建完善、高效、区域一体、城乡统筹的基础设施网络；保护生态环境。事先做好生态环境、基本农田、南繁制育种基地、城市“菜篮子”建设基地等保护规划,减少工业化城镇化对生态环境的影响,避免出现土地过多占用、水资源过度开发和生态环境压力过大等问题，努力提高环境质量。

本项目施工结束后及时对场地进行绿化恢复，采取施工围堰后施工过程对区域生态环境的影响很小；同时本项目为护岸修护工程，能有效减少水土流失和海浪侵蚀，项目正常运营期无废气、噪声、废水、固废产生，因此本项目符合《海南省主体功能区划》的相关要求。

6.2.9 产业政策符合性分析

本项目为三亚南边海游艇码头护岸修复工程，按照国家发改委《产业结构调整指导目录》（2019 年本），本项目属于鼓励类“二、水利”中第 1 项“江河湖海堤防建设及河道治理工程”类别，建设符合国家现行产业政策。

《海南省产业准入限制禁止目录（2019 年版）》指出，通过建立产业准入负面清单制度，全面禁止高能耗、高污染、高排放产业和低端制造业的发展。本项目为三亚南边海游艇码头护岸修复工程，不属于《海南省产业准入限制禁止目录（2019 年版）》中的限制类和禁止类项目，因此该项目建设是符合海南省产业政策的。

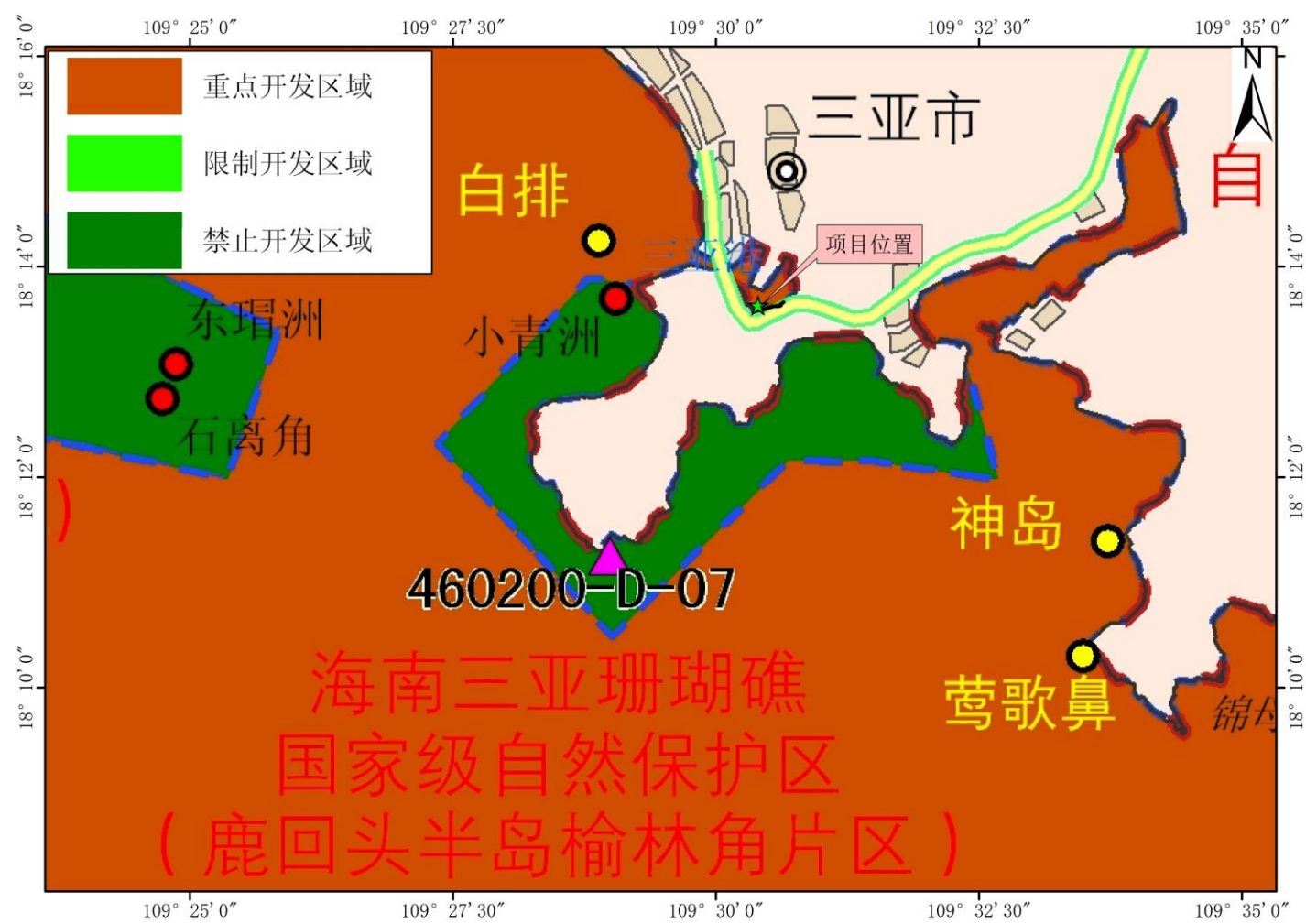


图 6.2.8-1 项目位置与《海南省主体功能区划》叠置图

7 项目用海合理性分析

7.1 项目用海选址合理性分析

7.1.1 项目所在区域的社会条件适宜性分析

本项目位于三亚总部经济及中央商务区凤凰海岸单元南边海片区 NBH02-01-07 地块所形成的岸线，连接三亚市南边海国际游艇码头项目与三亚南边海国际游艇荟项目。该区域聚集了鸿州国际游艇码头、三亚鹿回头广场游船游艇码头等项目，尤其是项目对岸的三亚鸿洲游艇会已具规模，经营管理比较完善，近年来，还举办了多场游艇相关展览、赛事、盛会等，已经使该区域形成了一定的游艇产业环境。这种游艇产业“小气候”为三亚市南边海国际游艇码头项目的开展奠定了基础。

本项目地点位于三亚河东河临春河河口处，即三亚东河沿岸三亚港内，紧邻三亚湾，水陆交通十分方便。本工程水域受波浪影响较小，区域泥沙淤积较轻，地质条件明确，适宜建设海上设施。本工程依托南边海片区，进港道路、供水、供电、通信及施工条件等均满足本工程的需要，外协条件良好。当地建设材料供应较充足，工程质量和进度可以保证。

因此，项目选址的区位和社会条件能满足项目建设和运营需求。

7.1.2 选址区域的自然环境条件适宜性分析

（1）气候条件的适宜性

项目所在区域三亚市的气候属热带海洋性季风气候，年平均气温为 25.8℃，全年平均风速 2.5m/s，对工程施工有一定影响的主要是台风，根据统计，2010~2018 年间，西北太平洋和南海共生成 223 个热带气旋，平均每年生成 27.9 个。有 69 个热带气旋进入南海或在南海生成，有 13 个登陆海南岛。所以在施工期搞好防台措施。在按照相关设计要求进行施工建设，并采取切实有效的防控对策措施的前提下，自然灾害带来的相关影响在可接受范围内。因此，该区域的气候条件适宜于本工程的建设。

（2）地形地貌与工程地质条件的适宜性分析

根据区域地质资料和本工程地质勘察成果，在勘探深度范围内，场地地层为第四系杂填土、全新统（ Q_{4m} ）、残积土（ Q_{cl} ）及寒武系大茅组石灰岩（ ϵ ）

1d)。根据地层岩性特征和沉积新老关系从上而下划分为 5 个工程地质层，第①层杂填土（ Q_{4ml} ）、第②层淤泥质粉质粘土（ Q_{4m} ）、第②1 层含珊瑚碎屑淤泥质粉质粘土（ Q_{4m} ）、第④层含角砾粉质粘土（ Q_{cl} ）、第⑤层强风化石灰岩（ $\epsilon 1d$ ），本项目拟采用桩基础进行护岸建设，本场地揭露的第④层含角砾粉质粘土或第⑤层强风化灰岩为拟建建筑物桩基持力层。场区内未发现近期(全新世)以来的活动性断层，场地未见岩溶、滑坡、崩塌、泥石流等其它不良地质作用，场地稳定；未见古河道、沟浜、墓穴、防空洞、孤石等不利埋藏物。但场地存在较厚软弱土层，属对建筑抗震不利地段，因此项目用海选址区域的工程地质条件适宜本工程的建设。

（3）水文动力条件适宜性

根据本报告第 4 章节数模分析，项目工程处在三亚河（三亚河和临春河）两内河交叉处。涨急时刻，项目用海区域潮流主要是由西向东流动，项目用海区域涨急最大流速为 5cm/s 左右；落急时刻，项目用海区域潮流主要是由东向西流动，项目用海区域落急最大流速为 10cm/s 左右。一方面由于本项目围堰临时施工顺岸布设，另一方面，项目区域水动力较弱，工程后整体上对周边海域潮流场影响相对较小，流速改变幅度均在 0.5cm/s 以内，且影响距离仅限于围堰周边 100m 范围内，随着围堰施工结束后，及时拆除围堰挡板后，对项目周边潮流场的影响将逐渐消失。总体来说，项目区域水动力较弱，围堰施工建设对该海域水动力环境产生的影响相对较小。

（4）施工作业条件适宜性

本项目由于位于三亚河潟湖内半封闭海域，天然掩护条件极佳，因此本项目护岸修复不易容易受风、浪等自然因素的影响，作业天数主要考虑大风(包括台风)、雷暴、洪水等极端天气或紧急情况。据统计资料，码头地区出现 6 级以上大风的天数为 66 天；另外雷暴、洪水等影响天数计 20 天，估算全年可作业天数约为 279 天。

因此，选址区域的自然资源、环境条件基本能满足项目用海需求。

7.1.3 区域生态系统适宜性分析

本项目为护岸工程的建设，在围堰过程中，会产生一定的悬浮泥沙，会对海域生物造成一定的损失，但是这种影响是短暂的，会随着围堰施工的结束而

逐渐消失。在施工采取相应的环保措施后，对周边海域环境的影响较小。在项目建设中严格遵守安全守则，做好各种防范措施，不得越界施工，则项目建设对周围生态环境造成的影响是可以接受的。

7.1.4 项目用海是否存在潜在的、重大的安全和环境风险

根据报告的风险分析，本项目用海风险主要是由自然灾害引发的工程事故风险。建设单位和施工单位一方面要制定完善的事故防范计划和应急预案；另一方面根据实际情况采用合理科学安全的施工方法，并设计使用相关的防护措施，保证项目工程建设和营运的安全性。项在做好本报告后续章节提出的风险防范措施的基础上，项目用海不存在重大安全、环境风险。

7.1.5 与周边海域开发活动的适应性

通过资料收集和实地踏勘，了解到项目附近海域的主要用海开发活动主要包括三亚鹿回头广场游船游艇码头工程项目、三亚鸿洲国际游艇会游艇码头项目缉私码头用海等。

根据本报告第 5 章分析对利益相关者的分析，项目用海主要会对当地渔船带来一定不利影响，但通过采取一定的措施和方案进行协调，不会对利益相关者造成明显影响。

7.2 用海方式和平面布置的合理性分析

7.2.1 平面布置合理性分析

7.2.1.1 总平面布置原则

根据中铁第四勘察设计院集团有限公司 2022 年 3 月编制的《三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）初步设计》结论，三亚南边海游艇码头护岸修复工程的总平面布置原则如下：

（1）与三亚市游艇产业及游艇码头布局规划、南边海环河口游艇主题消费产业规划相一致；

（2）与水域游艇码头和后方游艇荟能平顺衔接，节约资源，做到既方便使用又经济合理；

（3）减少对水域游艇区域的影响；

（4）保护环境，切实考虑水利、海事、环保、消防等部门的要求，减少对

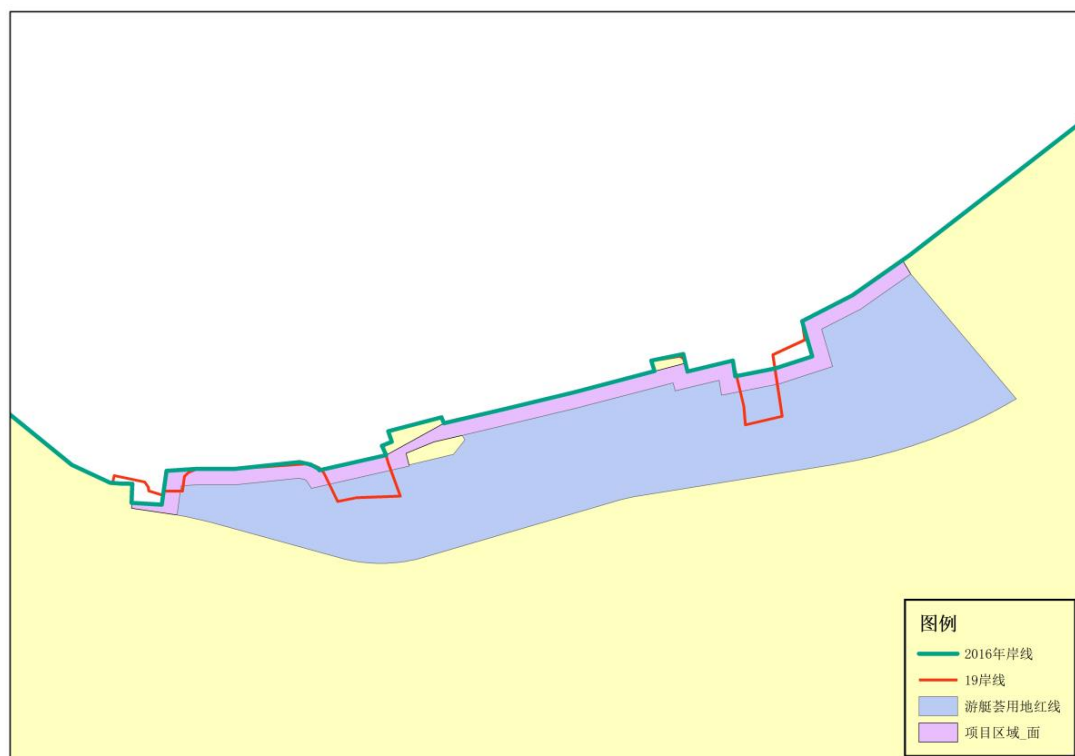


图 7.2.1-2 护岸平面布置与游艇荟项目的关系图

本项目护岸设计轴线基本按照自然岸线走向设计，护岸中各节点的设计根据该地段的地形地貌原地面地形进行布置，避免大挖方和大填方，在原有破损护岸的基础上进行修复，先对原护岸进行拆除，在原护岸的基础上新建护岸。

护岸的平面布置走向基本沿原自然岸线的走向，在岸线的陆域侧顺岸布置，健在部分区域突破岸线，在岸线海侧的陆地边缘建设护岸，同时在个别侵蚀较为严重的部位采取了相应的工程措施进行加固处理。

三亚南边海国际游艇码头沿线用地性质为广场用地，即以游憩、纪念、集会和避险等功能为主的城市公共活动场地。本项目建设完成后将成为衔接游艇荟商业与码头功能的滨水景观条带，更好的服务市民与三亚国际游艇荟客群，对促进三亚市游艇产业及游艇码头布局规划、南边海环河口游艇主题消费产业的码头功能的发挥具有重要意义。同时遵循减少对水域游艇区域的影响，保护环境，切实考虑水利、海事、环保、消防等部门的要求，以及护岸轴线走向与修测岸线保持一致的指导思想。因此从社会效益、环境效益和经济效益方面分析，本项目护岸的平面布置是合理的。

7.2.2 用海方式合理性分析

本项目的用海类型为海岸防护工程，用海方式为非透水构筑物用海，用海方式的合理性主要从以下几个方面分析：

（1）用海方式有利于维护海域基本功能

本项目选址位于三亚河东河的临春河内，所在海洋功能区为三亚港港口航运区。海洋环境保护要求为保护三亚河河口水动力环境；保护港口、航道水深条件；保护水域宽度，防止淤积。本项目采取非透水构筑物的用海方式修建护岸，确保三亚港南侧长约 550m 的岸线稳定，对减少由于港池周边岸滩冲刷侵蚀对港池和航道的水深造成不良影响具有重要作用，因此项目建设有利于维护海域的基本功能。

（2）用海方式能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

根据潮流数模计算结果表明，项目工程处在三亚河（三亚河和临春河）两内河交叉处。涨急时刻，项目用海区域潮流主要是由西向东流动，项目用海区域涨急最大流速为 5cm/s 左右；落急时刻，项目用海区域潮流主要是由东向西流动，项目用海区域落急最大流速为 10cm/s 左右。一方面由于本项目围堰临时施工顺岸布设，另一方面，项目区域水动力较弱，工程后整体上对周边海域潮流场影响相对较小，流速改变幅度均在 0.5cm/s 以内，且影响距离仅限于围堰周边 100m 范围内，随着围堰施工结束后，及时拆除围堰挡板后，对项目周边潮流场的影响将逐渐消失。

本项目采用非透水构筑物的用海方式修建护岸，护岸同潮流的流向一致，对潮流的流向和流速影响很小，护岸的修建大大的提高了三亚港南侧海岸的抗侵蚀能力，因此从冲淤环境的影响分析，项目建设对改善三亚港内的冲淤环境具有积极作用，项目的用海方式是合理的。

综上所述，本项目平面布置充分考虑了水下地形、地质、水文等海洋自然条件特点，能够保持水流畅通，可最大限度的减小对水文动力环境、冲淤环境的影响。

（3）用海方式有利于保护和保全区域海洋生态系统

本项目护岸采用廊道的形式设置护栏，供居民休息步行，在护岸的陆侧沿

途种植景观花木，以达到自然恢复的生态护岸效果。本项目建设占用了一定长度的自然岸线，使原为自然岸线采用人工岸线的形式代替，但原自然岸线受侵严重且生态环境和卫生环境极差，护岸修建后，其周边的环境得到了较好的改善，既确保了岸线的稳定，又可为公众提供了较好的生活休息空间，达到最大限度恢复自然岸线属性的目的。

因此从护岸的设计和建设效果分析，项目建设最大程度的保护和保全区域海洋生态系统，项目的用海方式是合理的。

综上所述，项目采用非透水构筑物的用海方式，是在满足项目需求的同时，尽最大可能的维护海域基本功能，最大程度的减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目建设对修复和保全区域海洋生态系统具有重要作用。因此，项目的用海方式是合理的。

7.3 用海面积的合理性分析

7.3.1 用海项目界址范围的确定

根据《海域使用论证技术导则》（2010 年），本项目护岸的用海方式为非透水构筑物用海。

根据《海籍调查规范》规定，非透水构筑物的用海范围“岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的外缘线为界”。本项目护岸的用海界址岸边以海岸线为界，水中以护岸的外缘线为界。

本项目用海界址范围测量采用设计单位提供的总平面布置图，该总平面布置图为 CGCS2000 大地坐标系，通过将 CGCS2000 大地坐标的 CAD 文件导入 ArcGIS 软件计算得到相应界址点坐标，在此基础上进行宗海图件绘制和用海面积量算。

7.3.2 用海面积量算

根据《海域使用面积测量规范》采用坐标解析法进行计算，根据确定的界址点确定的项目用海范围，借助于 ARCGIS10.4 软件直接求得用海面积。经量算，护岸用海面积 0.0807 公顷。

以上项目用海的界址范围的界定和面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》的要求。

7.3.3 宗海图绘制

（1）界址点的确定和用海面积量算

宗海图绘制人员根据设计单位提供的 CGCS2000 坐标系的总平面布置图投影到 ARCGIS10.4，与 2019 年修测岸线进行套图，确定项目涉海范围，并确认用海界址线和界址点。

根据确定的项目用海范围，借助于 ARCGIS10.4 软件直接求得用海面积。根据计算结果，项目用海面积 0.0807 公顷。

（2）宗海图绘制

宗海位置图底图采用 1:50000 数字地图，宗海界址图采用 1:6000 数字地图绘制（投影采用高斯-克吕格投影，深度基准为理论最低潮面，坐标系 2000 大地坐标系），海岸线采用 2019 年修测岸线，根据设计单位提供的 CGCS2000 坐标系的总平面布置图确定项目涉海范围，按照《海籍调查规范》和国家海洋局最新编制的《宗海图编绘技术规范》的要求规范补充其它海籍要素，规范图框和文字等的格式，最终完成宗海图的绘制。

项目宗海位置图见图 7.3-1，宗海界址图图 7.3-2。

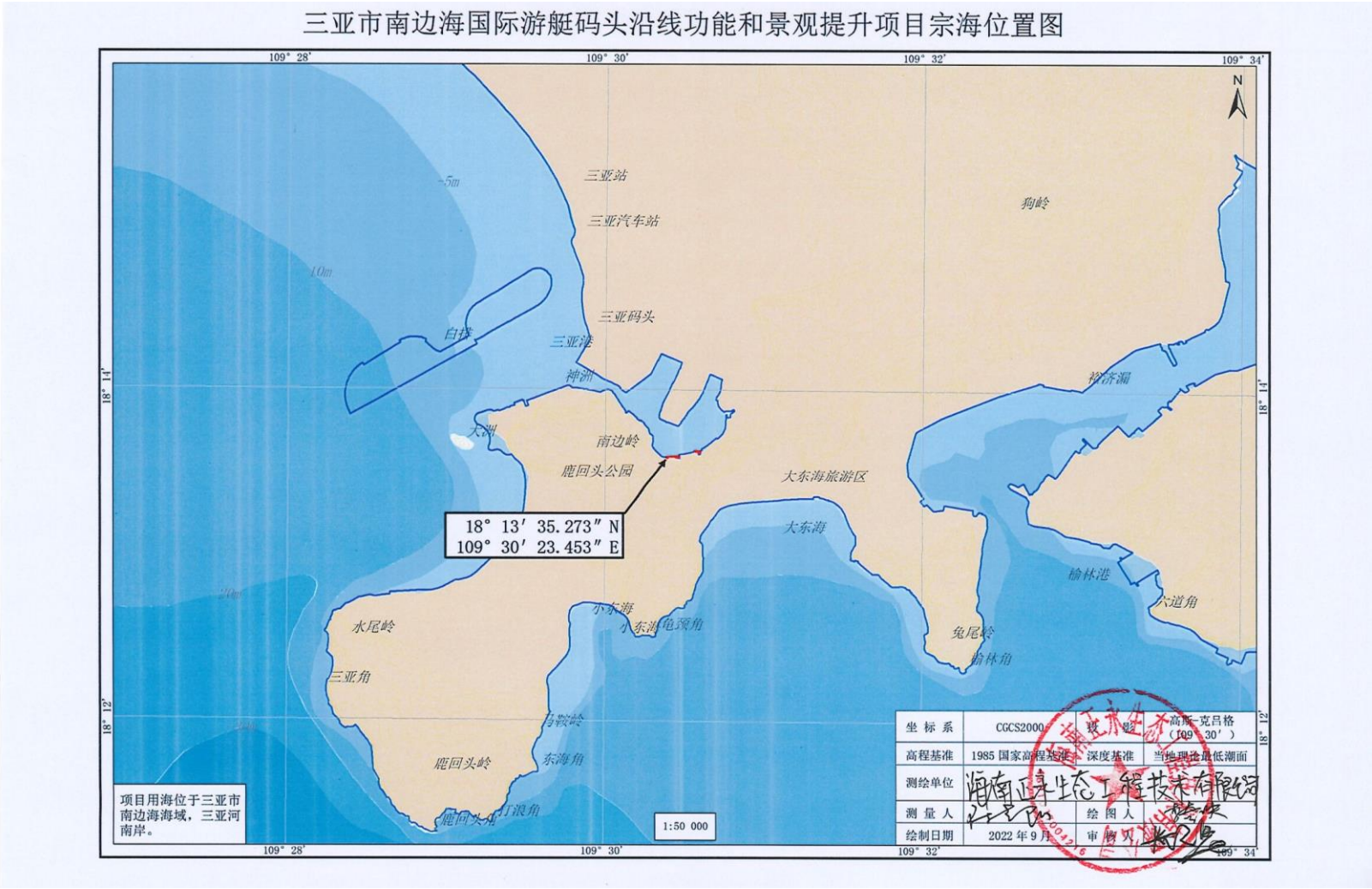


图 7.3-1 项目宗海位置图

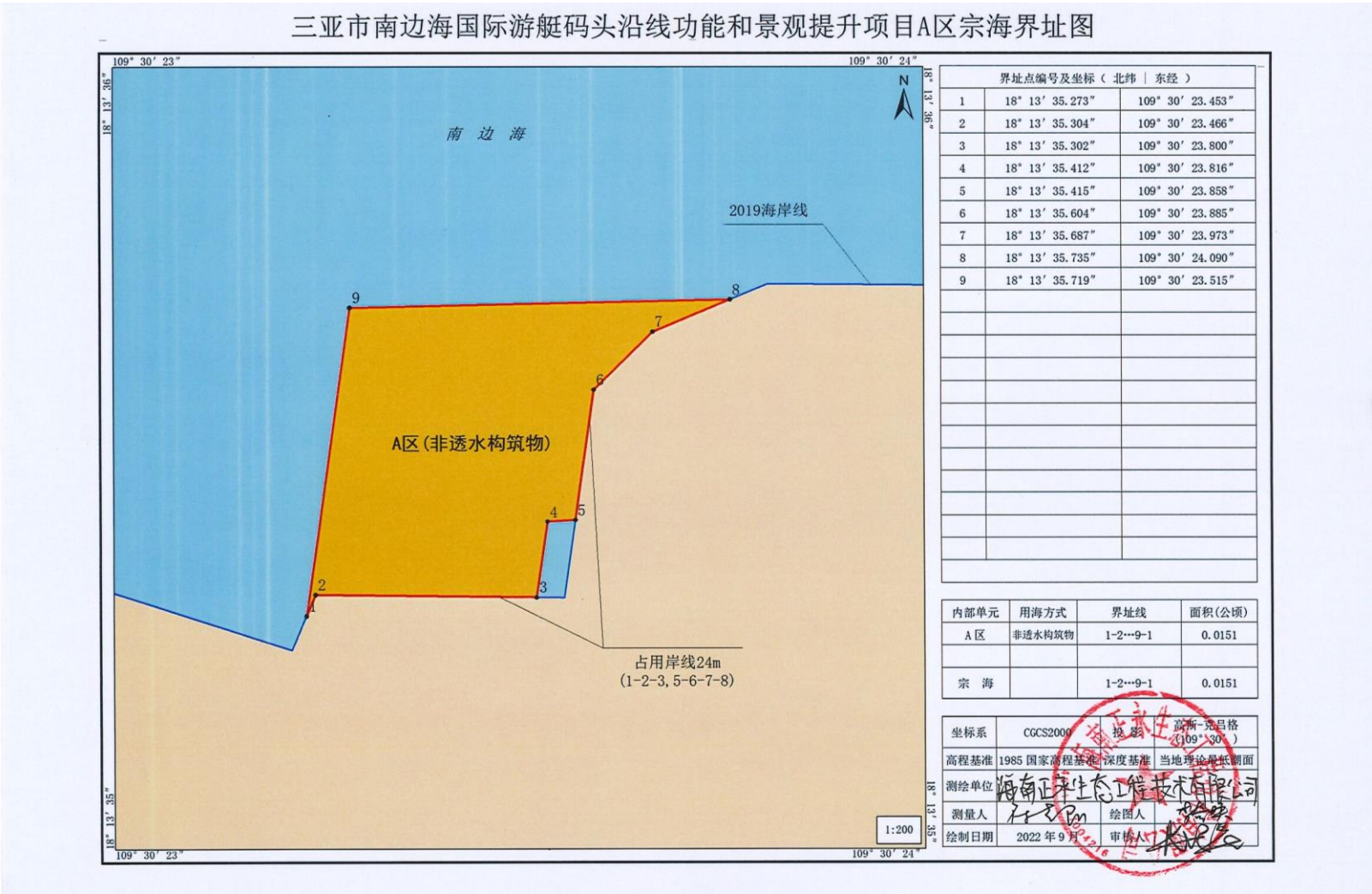
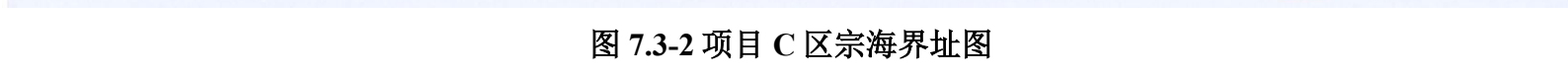


图 7.3-2a 项目 A 区宗海界址图







7.3.4 项目用海面积与相关行业的设计标准和规范的符合性

本项目在初步设计阶段，项目总平面布置严格遵循相关设计标准，本护岸工程参照《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）《防洪标准》（GB50201-2014）相关规定，并结合工程区的地形地质等特征进行设计，按照技术标准和经济条件相统一的原则，确定了本工程的主要技术指标。设计中同时考虑国家通用规范和行业规范，确保工程结构安全、经济并满足抵抗灾害风险等要求。项目用海面积设计符合有关的设计标准和规范等要求。

7.3.5 项目占用岸线情况

根据《海岸线保护与利用管理办法》，国家对海岸线实施分类保护与利用，根据海岸线自然资源条件和开发程度，分为严格保护、限制开发和优化利用三个类别。人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线应划为优化利用岸线，主要包括工业与城镇、港口航运设施等所在岸线。优化利用岸线应集中布局确需占用海岸线的建设项目，严格控制占用岸线长度，提高投资强度和利用效率，优化海岸线开发利用格局。

本护岸工程占用自然岸线 141 米，工程建设前沿三亚港岸线为天然岸线，现状护岸大部分都是当地居民私自修建的护岸或临时搭建的邻护岸架空平台，破损比较严重，本项目是在原有破损护岸的基础上进行修复。根据工程设计，本护岸工程是对三亚港海域区域海岸环境进行综合整治，并形成集防汛、美观、于一体的护岸，护岸建设保持了原自然岸线的基本走向，以求较好的恢复自然岸线的生态功能。护岸的修建将大大的提高了三亚港南侧海岸的抗侵蚀能力，保护海岸线不受侵蚀，确保了岸线的稳定。因此项目占用岸线符合《海岸线保护与利用管理办法》有关要求。

7.3.6 项目减少用海面积的可能性分析

本项目护岸各段的长度及宽度均根据满足不同位置的功能要求进行设计，减少或缩短其面积和长度，均可能对护岸的稳定造成影响，因此护岸的用海面积不能减少。

7.4 项目用海申请使用期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定的规定：

海域使用权最高期限，按下列用途确定：

（1）养殖用海十五年；（2）拆船用海二十年；（3）旅游、娱乐用海二十五年；（4）盐业、矿业用海三十年；（5）公益事业用海四十年；（6）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目为护岸修复项目，项目用海的用途与《海域使用管理法》第二十五条5类相同，项目用海最高期限40年。本项目拟申请用海年限为40年，但具体用海期限以海洋行政主管部门批准为准。

当项目的海域使用权到期后，项目申请人仍需使用该海域，应依法申请继续使用，获批准后方可继续用海。

因此，用海期限确定40年是合理的。

8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

项目及附近海域涉及的海洋功能区为三亚港港口航运区。项目海域使用管理需严格执行省、市海洋功能区划，把海洋功能区划作为项目海域使用管理的依据。海洋功能区划范围内的一切用海活动，都应当遵守已批准的海洋功能区划。坚持把海洋功能区划作为开发利用海洋资源、引导海洋生产力合理布局的依据。

海洋功能区维护的对策：首先在护岸项目用海实施前，制定各种防范措施，在用海过程中，避免采用可能严重损毁港口区海洋功能的开发利用方式。其次，要求在项目用海过程中，应根据功能区监测与评价结果，针对海洋功能损毁的成因及趋势，对海洋开发利用方式进行适当调整，修复并维护应有的海洋功能。最后，在项目用海过程中，制定有效措施，避免溢油发生对红树林造成破坏，若项目开发海洋功能遭受严重损毁，且无有效的修复办法等结论，应妥善终止项目用海。

项目选址位置为三亚港港口航运区的用途管制要求是：“主导用海类型为交通运输用海，合理规划港区基础设施建设，保证船舶停靠、避风和通航所需海域；可兼顾旅游娱乐用海和渔业基础设施用海，可建游艇码头。客运及渔业生产功能转移后，调整为旅游港口开发功能；涉海工程建设需征求相关部门意见。”本项目用海类型为海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，其用海类型和该基本功能区划一致。项目区域的地理环境和区位优势明显，护岸项目的实施对该区域生态环境优化，维护功能区的用途管理要求具有重要意义，因此用海项目获得行政主管部门批准后，应积极配合主管部门做好项目用海工作，确保项目用海顺利实施。

项目施工期间将会对周边海域的水质带来一定的影响，因此项目施工中的各个环节必须严格执行各项环保措施，减少污染物的排放量，避免对周围环境造成破坏。

项目用海单位应保证项目用海与海洋功能区划的管理要求和申请的用海要求一致，不得从事与海洋功能区划不相符的开发活动。严格执行功能区管理要求，控制其对周边功能区的影响。

8.2 开发协调对策措施

根据海域的开发利用现状和项目用海对所在海域开发活动的影响分析结果，项目用海单位应采取以下协调对策措施：

①施工期应当合理安排施工周期，制定合理的施工方案，避免在汛期施工。项目施工及运营期内，采取有效措施，保证汛期防洪通道的畅通。

②禁止弃土、废渣、泥浆等排入河道，禁止施工期间生产、生活污水直接向临春河河道排放，以减少施工期对环境的影响；切实做好水土保持工作，减少临时占地对周边环境的破坏。

③项目竣工后，用海申请单位及施工单位及时清除临春河河道内的建筑垃圾，恢复河道畅通。

④运营期定期对护岸稳定性进行维护，确保临春河洪水期泄洪安全。

⑤发布公告，告知附近渔民工程概况，取得渔民的理解和支持，并告知渔民附近可就近停泊的水域；

⑥施工前精心准备，科学合理组织施工，围堰建设精确定位。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 自然灾害事故防范措施

（1）施工作业避免在雨天、台风及天文大潮等不利条件下进行，安排好施工期，回避施工期间突遇的风暴潮灾害风险。

（2）根据工程特点，制定抵御台风、风暴潮安全预案和防范措施，并严格贯彻执行。工程指挥部统一安排布置避风措施和制定抢险方案，组织成立应急抢险队伍，储存应急物资，一旦有险情，集中力量抢险。

（3）在台风、风暴潮来临前及时采取相应措施，防止未完工的构筑物坍塌。

（4）防汛防潮办公室在台风季节采取 24 小时值班制度，一旦有风暴潮立即组织各部门做好预防工作。

（5）施工前制定科学合理的施工工艺，各工程结构设计符合抗浪、抗震等相关规范要求，严格把关项目的工程设计和工程质量，满足防范风暴潮的要求。

（6）台风、暴雨等恶劣天气提前做好防护工作，避免工程结构损毁并引起悬浮泥沙扩散。

（7）指制定相关应急预案，切实做好防热带气旋、风暴潮等工作，确保在

热带气旋、风暴潮来临及其它紧急情况下能采取及时有效的措施，最大限度地减少突发性事件所造成的人员财产损失。

8.3.2 人为事故防范措施

（1）合理安排施工作业面，减少各类施工车辆、机械碰撞几率，加强机械设备的检修维护。加强施工质量和进度管理，严格按照既定的施工要求和施工进度进行施工，尽量避免汛期施工。

（2）加强对施工机械设备操作人员和车辆驾驶人员的技术培训，提高施工人员的安全意识和环境保护意识，严格操作规程，避免人为操作失当引起溢油事故发生。建立避台防汛应急预案，施工期间如遇恶劣天气必须将工程车辆机械及时撤离到远离海岸的地方。

（3）制订施工期溢油事故应急预案，预案包括应急事故组织机构、应急救援队伍、应急设施及物质的配备、应急报警系统、应急处理措施、应急培训计划等内容；施工场所张贴应急报警电话。

（4）作业标准化

按科学的作业标准，规范各岗位、各工种作业人员的行为，是控制人的不安全行为，防范安全事故有效措施。

（5）生产技术与安全技术的统一

生产技术与安全技术在保证生产顺利进行、实现效益这一共同基点上是统一的，体现出“管生产必须同时管安全”的管理原则和安全生产责任制的落实。

（6）施工现场文明施工管理

施工现场文明施工管理是消除危险源，防范安全事故必不可少的内容，现场文明施工管理包括现场管理（包括现场保卫工作管理）、料具管理、环保管理、卫生管理等四项内容。

（7）正确对待事故的调查与处理

安全事故是违背人们意愿且又不希望发生的事件，一旦发生安全事故，采取严肃、认真、科学、积极的态度，不隐瞒、不虚报，保护现场、抢救伤员，进而分析原因、制定避免发生同类事故的措施。

（8）加强对生产废水处理设施的日常管理，定期进行维护，排水边沟和污水处理构筑物定期清理，避免淤堵，保证废水处理设施的稳定、正常运行，确

保废水处理尾水水质达到相关标准后方可回用。

（9）合理安排施工时间，避开台风多发期施工，使工程安全度汛。5~10月为热带气旋影响季节，在施工期，对工程各类设施都要做好防台风和风暴潮的安全措施，切实加强监管。

一旦发生溃堤事故，业主单位、施工单位以及主管部门共同协作，及时作出反应，对溃堤事故做出最快速、最有效的处理，将影响降到最低。当地各有关部门要结合本地区、本部门实际，进一步完善防范溃堤的预案，要突出适时性和可操作性，立足实战实用，科学制定防范溃堤预案和应急抢险方案，组织落实应急抢险队伍和各类应急物资。

8.3.3 风险事故应急程序

8.3.3.1 台风应急措施

三亚市海域受台风影响频繁，必须做好防台工作。

● 防台工作的组织

加强设施预防和抵御台风的管理工作，建立防台应急小组，具体应做到以下几点：

（1）掌握台风信息，注意台风动态，及时通报台风动向,发布防风防台状态命令；

（2）台风来临前，事先与海事主管部门联系，做好防台的组织工作，做到：

①挂白色风球后，及时通知做好避风准备。检查防台情况，包括基础设施、动力设备、水密设备、通讯设备的工作情况，并做好记录。相关机构开始实行24小时昼夜值班,并保持与海事局联系。

②挂绿色风球时，尽快组织施工设备、人员前往指定位置避风。

③挂黄色风球时，已在避风位置就位。

（3）进行防阵风防台风的部署；

（4）负责与相关部门的沟通与协调；

（5）监督、检查工程各基础设施防风防台措施的落实；

（6）为基础设施配备和设置防阵风和防台风装置；

（7）台风季节来临前,组织进行一次应急演练,并检验有关应用工具；

（8）对有关防台的设备和属具于台风季节来临的前一个月组织一次系统的

检查；

（9）对每次的防风防台工作进行总结。

● 台风过后的工作

（1）台风袭击过后，即检查遭受损失情况，特别注意检查护岸工程各部位三风浪中遭受潜在的损伤。

（2）建议成立施工应急救的指挥领导小组，领导小组常设机构在项目部和船机部。应急救援指挥领导小组的组长由项目经理担任。下设 4 个救援小组，即：抢险救灾组、救护组、巡查联络组、后勤保障组。

A 应急救援领导小组职责

组长职责：

- ①批准本预案的启动与终止；
- ②负责人员、资源配置、应急队伍的调动；
- ③向总部、公司副总及安全总监报告应急情况；
- ④视情况决定是否联系当地卫生局、警察局、消防队等职能部门联系；

副组长职责：

- ①指挥组织和指挥应急操作任务,组长不在现场时,行使组长职责；
- ②负责应急事件现场应急操作的指挥和协调；
- ③负责应急事件后的收尾处置工作。

B 各救援小组职责：

①抢险救灾组：根据副组长指示，台风到来之前调度必需机械设备，如起重机、钩机、铲车、发电机等。

②救护组：负责急救药品、医疗器械等的准备工作，发现受伤人员后，通知副组长;若情况严重，可直接汇报至组长。对受伤者的受伤部位作简单处理，如止血、包扎等。如严重者，在保证自身安全的前提下，立即用担架抬至应急专用车(救护车)送至医院进行治疗。如需要大型机械设备协助，及时汇报至副组长。

③后勤保障组：担负应急车辆、资金及其他应急物资的调配;负责应急响应期间全体应急小组膳食供应;负责伤员就医期间后勤保障。

C 信息报送和处理

指定人员从中国中央气象台及当地网站收集气象资料，将信息及时传送到

应急领导小组:应急小组组长及时将台风信息、项目部已经采取的应急准备工作、困难等情况让报至总部、公司及安全总监，根据领导指示部署相关工作。

D 台风应急处置方案

①全体作业人员须留意项目部通报的台风风速、与驻地距离等天气变化情况。

②应急领导小组发出防台指令后，所有临工设备均加固停放妥当，施工人员离开施工场地。

③施工现场人员、安全员，技术员，调度员等若发现天气突变，如乌云者布，大风骤起，立即通知副组长，做好防雷防阵风准备。

8.3.3.2 溃堤应急措施

本工程在施工期及营运期在遭受超过设计标准的风浪条件下，存在发生溃堤风险，一旦发生溃堤，将对沿岸海域水质、生态环境造成较大的影响。对于此风险，应急措施主要如下：

（1）及时掌握恶劣天气信息，做好紧急情况下的应急预案。

（2）护岸在施工过程中分段施工，分段长度控制在 100m 以内，以确保在恶劣天气来临时，可紧急防护。

（3）在施工营地的材料堆放场，储备部分应急物资，以防在发生溃堤后可以迅速组织施工力量进行修复。

（4）发生溃堤后，在天气条件允许下，立即组织人员进行测量和探摸，以探明危堤发生的范围、部位和损失量，并据此制定针对性的补救措施。

8.4 监督管理对策措施

海域使用的监控、跟踪、管理是实现国有海洋资源有偿、有度、有序使用的重要保障。针对本项目的用海特点，应进行以下监控、管理对策与措施：

8.4.1 监督管理体系的建设

在工程建设和运营期间，应负责管理该项目的用海问题，将用海问题和建设问题、环保问题等提到同等高度，建立完善的用海组织管理与保障体系。

项目单位建立的用海监督管理体系应作为企业全面管理体系的一个组成部分，应按照体系要求建立以企业最高领导者领导的管理机构，负责企业的用海组织管理与保障工作，并建立海域风险事故应急体系，以应对工程建设与运营

期可能发生的各种事故，使用海管理与企业生产、行政、质量管理相结合。

8.4.2 海域使用面积、用途、时间的监控

海域使用面积、用途、时间监控以是否按确权面积有偿用海，是否按规定用途和期限规范用海为主要内容。

1、海域使用面积的监控

海域使用面积监控是实现国有海洋资源有偿、有度、有序使用的重要保障。有的海域使用单位或者个人采取少审批、多占海的办法，非法占有海域资源，造成国家海域使用金的流失；同时，由于其用海范围超出审批，还可能造成资源的浪费和环境的破坏。因此，对海域使用面积的监控管理是非常必要的。

（1）行政主管部门应在用海单位实施工程之前明确海域使用界限，强制用海单位严格按照确定的界限施工，并在施工期进行定期或不定期的检查。

（2）用海申请单位应严格按照海洋行政主管部门批准的海域面积进行涉海工程建设，不得擅自改变工程范围，并按规定进行工程竣工验收。

（3）涉海工程完工后，行政主管部门应立即进行海籍测量，再一次确认海域使用范围和界限，对于没有按照要求进行用海的，应责令其停止作业活动。并应依法对项目用海使用性质进行监督检查，发现违法者应依据《海域使用管理法》第 46 条执行。

2、海域使用用途监控

《海域使用管理法》第二十八条：海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准。

（1）行政主管部门应在项目施工期和完工后进行定期或不定期的检查，确保拟建项目按规定用途进行建设和用海。

（2）用海申请单位应严格按照海洋行政主管部门批准的用海用途规范用海，不得擅自改变用海用途。确需改变的，应按要求进行用海审批工作。

3、海域使用时间监控

海域使用权到期后，建设单位如需要继续使用该海域，应当最迟于期限届满前两个月向主管部门申请续期，获准后方可继续用海。

4、用海方式监控

海洋行政主管部门应在项目施工期进行定期或不定期的检查，确保拟建项目按规定用海方式进行建设和用海。

8.5 生态用海分析

8.5.1 产业准入与区域管控要求符合性

（1）产业准入符合性

本项目为三亚南边海游艇码头护岸修复工程，按照国家发改委《产业结构调整指导目录》（2019 年本），本项目属于鼓励类“二、水利”中第 1 项“江河湖海堤防建设及河道治理工程”类别，不属于《海南省产业准入限制禁止目录（2019 年版）》中的限制类和禁止类项目，因此，项目建设符合国家现行产业政策。

（2）区域管控要求符合性

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，三亚港港口航运区主导用海类型为“主导用海类型为交通运输用海，合理规划港区基础设施建设，保证船舶停靠、避风和通航所需海域；可兼顾旅游娱乐用海和渔业基础设施用海，可建游艇码头。客运及渔业生产功能转移后，调整为旅游港口开发功能；涉海工程建设需征求相关部门意见”。本项目用海类型为海岸防护工程用海，用海方式为非透水构筑物，建设涉海内容为护岸。项目的建设不影响各功能区海域基本功能定位、有利于用途管制要求的发挥、符合各功能区用海方式控制要求、海域整治要求及环境保护要求。项目建设对周围其他海洋功能区的负面影响很小；施工期采取有效的污染防治和风险防范措施、严格落实各项环境保护措施的基础上，项目建设对海洋水动力环境、海底地形地貌形态、海洋环境的影响有限，符合各功能区海洋环境保护的要求。因此，本项目用海能符合功能区划制度的要求。

项目不占用海南省划定的海洋生态红线保护区，项目建设符合《海南省总体规划空间类（2015-2030）》等相关规划。

8.5.2 用海方式和平面布置优化合理性

（1）用海方式优化合理性

本项目用海方式为非透水构筑物，用海具体内容为护岸建设，护岸采用 L

型现浇钢筋混凝土挡土墙。本项目作为三亚市南边海国际游艇码头护岸修复工程，主要对三亚港南侧南边海国际游艇码头原已受损的护岸进行修复，保护近岸陆域的生态环境，有利于减轻潮水淹没损失，防止海岸冲蚀。

根据潮流模拟结果，工程后整体上对周边海域潮流场影响相对较小，流速改变幅度均在 0.5cm/s 以内，且影响距离仅限于围堰周边 100m 范围内，随着围堰施工结束后，及时拆除围堰挡板后，对项目周边潮流场的影响将逐渐消失。

项目用海方式对海域自然属性的影响体现在施工期，主要为临时围堰施工和拆除过程中产生的增量悬浮泥沙扩散和对海底地形和底质环境造成影响，及其引发的对区域内海洋生物质量造成的损耗，和对邻近区域水质环境造成的影响。经估算，施工对生物资源造成损失的补偿金额为 717.8 元。在做好生态补偿措施和报告中提出的其他环境保护措施的前提下，项目的用海方式对海域自然属性影响是很小的。

综上所述，项目的用海方式已尽量减少工程量，减少了污染物的扩散，对海域基本功能、自然环境等的影响已降到最低，用海方式已是最优。

（2）平面布置优化合理性

本项目受环境现状及其他条件制约，平面布置较为单一。根据潮流模拟结果，项目平面布置对水文动力环境的影响较小，能够在最大程度减少对水动力、冲淤环境的影响。本项目充分考虑合理利用水域资源，根据底质现状确定施工进度，满足使用要求，节约资源，做到既方便使用又经济合理。项目护岸轴线基本按照原地面地形进行布置，避免大挖方和大填方。同时综合考虑地形、地质、泥沙运动的影响，采用相适宜的施工工艺，节省投资，方便工程结构选型与工程施工。同时项目施工注重生态环境保护，尽量避免对周围生态环境造成影响。

工程的平面布置有利于更好的修复三亚港临海侧海岸带，加固三亚港海域区域岸线。项目平面布置遵从平面布置原则并体现了集约、节约用海的原则，平面布置已是最优。

8.5.3 用海面积合理性

本项目最终申请用海总面积为 0.0807 公顷。项目用海面积根据项目的建设规模和周边水域条件而定，可满足项目用海需求；项目用海面积符合相关用海

控制指标要求；项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范；用海面积满足项目实际需求，已最大限度的减小海域使用面积；用海界址点的确定符合《海籍调查规范》要求。本项目用海面积基本是合理的。

8.5.4 污染物排放与控制

(1) 污染物排放

本工程污染物主要产生自施工期，包括临时围堰施工和拆除过程产生的增量悬浮泥沙污染，施工场地生产废水、生活污水，建筑废料，生活垃圾，噪声，施工扬尘等。

(2) 悬浮泥沙污染防治措施

通过工程分析，产生的悬浮泥沙对环境影响较大的环节是围堰建设和拆除过程引起的悬浮物等，因此重点对围堰建设和拆除环节进行污染防治，采取的悬浮泥沙污染防治措施见表 8.5.4-1。

表 8.5.4-1 悬浮泥沙污染防治措施一览表

产污环节	环保措施	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
围堰和护岸整体工程	采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度。	施工期	施工单位
	选择中、小潮、海况好的时间施工，减小悬浮物的扩散范围。	施工期	施工单位
其它	合理安排土石方运输和抛填的进度，减少陆上堆存土石方量，以免堆存的材料或暴雨径流携带的泥沙等污染海域。	施工期	施工单位 业主单位

(3) 水污染防治措施

水污染主要污染环保设施和对策措施见表 8.5.4-2。

表 8.5.4-2 水污染环保设施和对策措施一览表

污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	实施效果	实施地点	责任主体
含油污水	其它施工机器作业期间漏油或者维修产生的油污	油污收集灌	1m³ 油污收集罐 1 个	交由资质单位处理	施工机械	建设单位 监督管理，或委托资质单位实施
生活污水	施工人员生活污水	/	/	经收集后清运	施工场地	
生产废水	砼养护冲洗水、砂石料冲洗等，污染物主要为 SS	临时沉淀池	临时沉淀池 1 座，容积 10m³	生产废水经过滤和沉淀后，回用于场地回填。	施工场地	

(4) 固体废物污染防治措施

三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）海域使用论证报告书

固体废物主要污染环保设施和对策措施见表 8.5.4-3。

表 8.5.4-3 固体废物污染环保设施和对策措施一览表

污染物	污染物排放	环保措施	规模及数量	实施效果	实施地点	责任主体
生活垃圾	施工场地生活垃圾	设置垃圾桶收集	垃圾桶 5 个	集中堆放于制定的场地，由环卫单位定期运送至附近的垃圾处理	施工场区	建设单位监督管理，或委托资质单位实施
生产垃圾	建筑材料、泥渣、旧料和其它杂物	运输车辆	1 辆	建筑垃圾有计划、有步骤的搬运或堆存，尽可能回用。	施工场区	
	施工机械设备作业产生的残油、废油等危险废物	设置残油、废油收集灌	10 个	统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。	施工机械	

（5）噪声污染防治措施

项目施工期环境噪声主要为施工机械和运输车辆产生的噪声，主要噪声污染防治对策措施见表 8.5.4-4。

表 8.5-4 噪声污染防治措施一览表

污染物排放	环保措施	实施效果
施工机械噪声	施工单位施工时注意施工机械的保养，维持施工机械低声级水平，避免超过正常噪声运转。	减少突发噪声及强噪声源对声环境的影响
	合理安排高噪声施工机械作业的时间，夜间禁止打夯、爆破和机动车辆鸣笛。	
运输车辆噪声	对施工车辆进行统一调配，减少车辆进出场会车鸣笛次数，控制车流密度，减轻交通噪声对周围环境的影响。行驶车辆限速 (30km/h)，减少对附近村庄的噪声影响。	

（6）大气污染防治措施

施工期主要大气污染为建设过程中使用的大量建筑材料，在装卸、堆放、拌合过程中将会产生粉尘外逸，汽车运输砂土、水泥、碎石等在风力作用下产生的扬尘，施工单位必须加强施工区的规划管理。主要大气污染防治对策措施见表 8.5.4-5。

表 8.5-5 大气污染防治对策措施一览表

污染物	污染物排放	环保措施	实施效果
粉尘防治	建筑材料装卸、堆放、拌合过程中将	建筑材料的堆场以及混凝土拌合处定点定位，置于较为空旷的位置，减少物料起尘对人群的影响。	增加石料含湿量，减少起尘

三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）海域使用论证报告书

	会产生粉尘外逸	在大风天气，对散料堆场采用水喷淋法防尘。	
	汽车运输砂土、水泥、碎石引起扬尘	易起尘的物料加盖篷布、控制车速，防止物料洒落和产生扬尘；	
		卸车时减小落差，减少扬尘	
		对陆域施工现场以及运送土石方的道路定期清扫洒水，保持车辆出入口路面清洁、润湿，减少施工车辆引起的地面扬尘污染，并要求运输车辆减缓行驶速度	
		施工现场铺设临时的施工便道，铺设碎石或细沙，并进行夯实硬化处理，减少运输车辆轮胎带泥上路和造成二次扬尘。	场地硬化以及绿化处理，减少扬尘产生
	施工场地风力扬尘	后方陆域整治修复后，铺设遮盖设施，减少施工期间场地风力扬尘对环境空气的影响。对推过的土地及时整理，植被恢复或绿化和浆砌块石。	

8.5.5 生态保护与修复

(1) 生态保护与修复

生态修复是人为采取一定的方法，对已经造成损害的海洋生态系统而采取的一项补救措施使遭到破坏的生态系统逐步恢复或使生态系统向良性循环方向发展。根据自然资源损失补偿和受损区域恢复原则，该项目必须采取一定的生态恢复和补偿措施，以削减生态影响程度，改善区域生态系统功能。生态环境保护和修复对策措施见表 8.5.5-1。

表 8.5.5-1 生态保护与修复措施一览表

影响要素	环保措施	实施效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
陆域生态环境	施工区域设置隔离带，施工车辆经过路段喷水防尘，车厢可靠密封，禁止夜间施工。	减少施工粉尘、噪声对周边环境的影响	临时堆场和施工区域	施工单位
海洋生态环境	围堰建设和拆除施工避开渔业资源繁殖季节。	减小悬沙影响程度和范围，减小对鱼卵仔鱼的影响	工程附近海域	施工单位
	围堰建设和拆除施工时准确定位，严格按照方案规定的区域施工，避免在一个区域重复作业。	避免超范围围海，减少资源损失	附近海域和施工区域	建设单位
	控制施工机械和设备的噪声。	减少施工对水生动物的干扰	施工区域	建设单位

(2) 生态补偿

海洋生态补偿包括三方面内容，一是对海洋环境自身的补偿，如恢复和改善海洋生态环境、设立海洋自然保护区等；二是对个人、群体或地区保护海洋

的机会成本进行补偿，如对退出海洋捕捞的渔民给予补贴；三是制止海洋环境破坏行为，通过让受益者支付相应费用，使其经济活动的外部成本内部化，以制止破坏海洋环境的行为。

目前主要采取以下两种补偿方式：经济补偿，是最常采用的补偿方式，项目建设单位应根据项目建设所造成的生态损失量，包括渔业资源、底栖生物、水生生物等，根据相关规定给予一定的经济补偿；生境修复，通过修复受损的生态系统和生态重建来实现生态损害的内部化。

本项目建设造成生态补偿额为 747.8 元。

（3）生态监管

生态监管包括生态保护、生态补偿措施的管理，项目竣工验收和跟踪监测等。

① 生态保护、生态补偿措施的管理

一般情况下，因工程建设而采取的生态保护、生态补偿措施的进度落后于建设项目的进度，如渔业资源人工增殖流放、海洋生态恢复工程等都必须在建设项目基本成后实施。一般按照海洋环评的要求和实际工作情况，项目建设的生态补偿工作应在施工结束后的第一年六月份开始实施，本项目建设单位应与海洋渔业相关管理部门协商海洋生态损失补偿事宜，主管部门应该对生态补偿工作的落实并对实施过程、实施效果进行监管。

② 项目竣工验收

项目建成后，海洋渔业主管部门应参与项目的竣工验收，验收重点为环境保护设施、生态保护和生态补偿措施等。

③ 跟踪监测

建设项目对生态的影响机制比较复杂，其影响程度也很难完全准确预测。因此，在本项目施工期和建成后，应就项目对环境的影响进行跟踪监测，可委托有资质的监测部门实施监测计划。对跟踪监测中发现的超标预测影响问题，应及时上报海洋、环保、渔业等行政主管部门，并要求项目建设单位采取相应的补偿措施。

8.5.6 海域使用动态跟踪监测计划

海洋行政主管部门应定期对用海项目进行监控和管理，除核算用海面积、

审批海域使用用途外，对海域使用资源的监控应主要是监测为主。

建设项目海洋环境影响跟踪监测的目的是通过对用海项目对海洋环境产生的影响的跟踪监测，了解和掌握本项目在用海过程中对水质、沉积物、海洋生物生态的影响，评价其影响范围和影响程度。

为了分析、验证和复核本工程对环境影响评价结果，及时反映工程实际影响，需对进行跟踪监测，以便及时提出合理化建议和对策、措施，达到保护工程周围环境质量、生物多样性和渔业资源的目的。

环境监测应委托具备 CMA 计量认证资质的单位进行，技术要求按照有关环境监测规范的规定执行，并在施工完成后及时向海洋环境主管部门提交符合要求的跟踪监测计量认证分析测试报告，以备查。

根据项目特征、附近海域环境状况及《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，初步制定监测计划如下：

1、水质环境监测

（1）监测站位：在项目区附近海域设置水质监测站位 9 个。具体位置见表 8.5.6-1 和图 8.5.6-1。

（2）监测项目：水色、透明度、COD、无机氮、SS、石油类等。

（3）监测频率：建成后每年监测一次。

2、沉积物监测

（1）测站位布设：沉积物跟踪监测站位选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9 站位，共 6 个沉积物调查站位。具体位置见表 8.5.6-1 和图 8.5.6-1。

（2）监测项目：石油类、有机碳、Pb、Hg 等。

（3）监测频率：同水质环境监测。

3、海洋生态监测

（1）监测站位：海洋生态跟踪监测站位选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9 站位，共 6 个海洋生态调查站位。具体位置见表 8.5.6-1 和图 8.5.6-1。

（2）监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物。

（3）监测频率：同水质环境监测。

建议建设单位在项目建成后按照监测计划实施，若发现对本工程或周围其它用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程

补救措施或环保措施；若没有发现由项目建设引起的大大的海域水质生态环境变化，则可逐渐降低监测频率。环境监测需委托有资质的监测单位具体执行，并由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及环境保护行政主管部门。

表 8.5.6-1 跟踪监测站位表

略

略

图 8.5.6-1 跟踪监测站位示意图

9 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 项目用海基本情况

本工程为对原有护岸的修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，本工程修复护岸总长为 549.3m（其中 160m 占用海域），其中拆除重建护岸长度为 522.8m，维持原有护岸长度为 26.50m，项目用海总面积为 0.0807 公顷。护岸采用 L 型现浇钢筋混凝土挡土墙，总体呈东西布置。工程总工期为 7 个月。工程总投资 2804.75 万元。

9.1.2 项目用海必要性结论

本项目为护岸修复工程，属于三亚市南边海国际游艇码头项目的配套工程，主要是对三亚南边海游艇码头护岸进行修复，以南边海国际游艇码头沿线功能和景观，同时可以作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇码头项目的中间枢纽，

由于现状护岸大部分都是当地居民私自修建的护岸或临时搭建的邻护岸架空平台，破损比较严重，本项目是在原有破损护岸的基础上进行修复，护岸建设占用岸线 141m，须使用海域面积 0.0807 公顷。项目建设有利于提升游艇码头沿线功能和景观，能有效抵御风暴潮、波浪、水流侵袭，保护港口内外岸滩，免遭侵蚀破坏，保护海岸线不受侵蚀，因此，项目用海是必要的。

9.1.3 项目用海资源环境影响分析结论

9.1.3.1 环境影响分析结论

（1）对水文动力环境的影响分析

一方面由于本项目围堰临时施工顺岸布设，另一方面，项目区域水动力较弱，工程后整体上对周边海域潮流场影响相对较小，流速改变幅度均在 0.5cm/s 以内，且影响距离仅限于围堰周边 100m 范围内，随着围堰施工结束后，及时拆除围堰挡板后，对项目周边潮流场的影响将逐渐消失。

（2）对水质环境的影响分析

由于本项目围堰打设钢板桩施工过程中，产生的悬浮泥沙源强很小，且项目区域最大落急流速在 10cm/s 左右，最大涨急流速在 5cm/s 左右，潮流动力场

较弱，悬浮物受潮流影响相对较小，因此，扩散范围也主要集中在围堰施工附近海域内。根据计算结果，超 I、II 类水质($>10\text{mg/L}$)面积为 0.29 公顷，东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超III类水质($>100\text{mg/L}$)面积为 1.03 公顷，东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m，悬浮泥沙瞬时最大值为 138.57mg/L ，没有出现超IV类水质($>150\text{mg/L}$)。

由于本项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，且主要集中在围堰附近 50m 海域内，没有扩散到周边用海区域内，也不会对临春河上游红树林保护区产生影响。因此，本项目施工期产生的悬浮泥沙对周边海域影响也相对较小，且随着施工期围堰拆除结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

9.1.3.2 资源、生态影响分析结论

(1) 距离本项目较近的为鹿回头半岛-榆林角片区，三亚河出海口处的鹿回头半岛-榆林角片区边界与本项目的最近距离约为 2.0km，根据前面悬沙扩散数值计算结果，超 I、II 类水质($>10\text{mg/L}$)东西向扩散最远距离约 0.55km，向北扩散最大距离约 50m；超III类水质($>100\text{mg/L}$)东西扩散最远距离约 0.5km，向北扩散最大距离约为 30m，对鹿回头半岛-榆林角片区的影响较小。

(2) 根据三亚市林业局划定的三亚河红树林自然保护区，位于三亚河下游、潮见桥和三亚桥以上区域，三亚河下游分布较少。本项目区域内没有红树林分布，施工期悬浮泥沙扩散范围较小，且主要集中在围堰附近 50m 海域内，没有扩散到周边用海区域内，基本不会影响到三亚河红树林保护区内的红树资源和生态环境，且随着施工期围堰拆除结束，悬浮泥沙影响会逐渐消失。

(3) 初步估算，项目建设造成底栖生物损害补偿额为 344 元，施工悬浮物造成渔业资源损害补偿额约为 373.8 元，即本项目用海需对海洋生物资源造成的损害进行补偿的总金额约为 717.8 元。

9.1.4 海域开发利用协调分析结论

根据项目用海与利益相关者协调分析章节，项目用海的主要利益相关者是当地渔船，利益相关协调责任单位三亚市水务局和海南三亚国家级珊瑚礁自然保护区管理处，业主单位应正确处理好与以上两个单位的协调沟通工作，根据本报告第五章利益相关者的分析内容提出协调方案、要求，切实落实与利益相关者的协调协议或方案，与需协调部门达成一致协调意见，保障用海秩序。

9.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目所在海域的海洋功能区划为“三亚港港口航运区”。本项目建设符合所在海域的海洋功能区划。

本项目建设符合《三亚港总体规划》、《三亚市中心城区控制性详细规划（修编及整合）》、《中国（海南）自由贸易试验区三亚总部经济及中央商务启动区控制性详细规划》、《三亚市游艇产业及游艇码头布局规划（2016-2030）》、《三亚市总体规划（空间类 2015-2030）》、《海南省总体规划（空间类 2015-2030）》生态保护红线专篇、《海南经济特区海岸带保护与开发管理规定》、《海南省主体功能区划》、《产业结构调整指导目录》（2019年本）等相关规划内容，是响应以及落实各项规划的具体体现。

9.1.6 项目用海合理性分析结论

（1）选址的合理性

项目选址区位和社会条件可满足项目建设和营运要求，用海区域的气候条件、地形地貌与工程地质条件、水文动力条件、施工作业等条件适宜本项目护岸的建设，泊稳条件良好，水质现状部分基本满足海洋功能区划对水质的管理要求，项目区海域沉积物质量良好。本项目作为连接三亚市南边海国际游艇码头项目和三亚南边海国际游艇荟项目的中间枢纽，具有重要的承接功能和景观意义。项目建设对完善南边海国际游艇会的基础配套设施，进一步加快海南自由贸易港建设，对打造游艇产业改革发展创新试验先行区将起到积极的促进作用。

（2）用海方式和平面布置的合理性

本项目护岸设计轴线基本按照自然岸线走向设计，护岸中各节点的设计根据该地段的地形地貌原地面地形进行布置，避免大挖方和大填方，在原有破损护岸的基础上进行修复，先对原护岸进行拆除，在原护岸的基础上新建护岸。护岸的平面布置走向基本沿原自然岸线的走向，在岸线的陆域侧顺岸布置，健在部分区域突破岸线，在岸线海侧的陆地边缘建设护岸，同时在个别侵蚀较为严重的部位采取了相应的工程措施进行加固处理。同时护岸的平面布置遵循减少对水域游艇区域的影响，保护环境，切实考虑水利、海事、环保、消防等部

门的要求，以及护岸轴线走向与修测岸线保持一致的指导思想。因此，本项目护岸的平面布置是合理的。

本项目的用海类型为海岸防护工程，采用非透水构筑物的用海方式，是在满足项目需求的同时，尽最大可能的维护海域基本功能，最大程度的减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目建设对修复和保全区域海洋生态系统具有重要作用。因此，项目的用海方式是合理的。

（3）用海面积和期限的合理性

申请用海总面积为 0.0807 公顷。项目用海面积根据项目的建设规模和周边水域条件而定，可满足项目用海需求；项目用海面积符合相关用海控制指标要求；项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范；用海面积满足项目实际需求，已最大限度的减小海域使用面积；用海界址点的确定符合《海籍调查规范》要求。

项目用海期限为 40 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》对公益事业用海期限的规定，因此，本项目用海期限申请 40 年是合理的。

9.1.7 项目用海可行性结论

三亚市南边海国际游艇码头沿线功能和景观提升项目（三亚南边海游艇码头护岸修复工程）建设符合国家当前产业发展政策要求，项目用海符合《海南省总体规划(空间类 2015~2030)》（海洋功能区划和海岛保护专篇）等相关规划要求。项目选址区域的社会条件和自然资源条件满足项目用海要求，项目用海对海洋环境的影响较小，项目用海的利益相关方存在可协调途径，项目建设对修复三亚河周边的海洋生态环境具有重要作用，项目用海合理。在切实落实报告书提出的海域使用管理对策措施和后期护岸管理维护的前提下，从海域使用角度考虑，项目用海可行。

9.2 建议

（1）加强后期对护岸及周边环境的管理和维护，加强台风前后期间护岸的检查维护工作，对受损的护岸及时进行维修，确保护岸安全。

（2）本护岸水域侧紧邻拟建游艇码头项目，陆域侧紧邻拟建游艇荟项目，新建游艇码头项目以及新建游艇荟项目均需避免对护岸产生不利影响。游艇码头项目、游艇荟项目及本护岸之间密切相关，三个项目应同步设计、同步施工、

同步运营。