

目 录

1 概 述.....	1
1.1 建设项目特点.....	1
1.1.1 项目背景及概况.....	1
1.1.2 项目特点.....	2
1.1.3 环境特点.....	4
1.2 评价工作过程.....	4
1.3 主要关注的环境问题.....	5
1.4 报告书结论.....	6
2 总 则.....	7
2.1 编制依据.....	7
2.1.1 国家法律法规.....	7
2.1.2 地方性法规及规范性文件.....	9
2.1.3 行业标准和技术规范.....	12
2.1.4 其他相关依据.....	13
2.2 评价区域所属功能区及执行标准.....	13
2.2.1 海洋环境.....	16
2.2.2 地表水环境.....	27
2.2.3 声环境.....	34
2.2.4 大气环境.....	38
2.2.5 地下水环境.....	43
2.2.6 生态环境.....	45
2.3 评价工作等级.....	56
2.4 评价范围.....	58
2.5 评价重点和评价因子.....	62
2.5.1 评价重点.....	62

2.5.2 评价因子	62
2.6 评价时段	63
2.7 环境保护目标及敏感点	63
2.7.1 地表水环境保护目标	63
2.7.2 声环境和大气环境保护目标	63
2.7.3 生态环境保护目标	63
2.7.4 其他环境保护目标	69
3 建设项目工程分析	71
3.1 项目基本情况	71
3.1.1 线路走向及主要控制点	71
3.1.2 建设规模及主要技术指标	71
3.1.3 交通量预测	73
3.1.4 推荐方案	75
3.1.5 工程占地及拆迁	107
3.1.6 工程实施方案	148
3.1.7 工程投资	195
3.2 影响因素分析	195
3.2.1 设计期环境影响因素分析	195
3.2.2 施工期环境影响因素分析	196
3.2.3 营运期环境影响因素分析	197
3.3 污染源源强核算	199
3.3.1 施工期污染源源强分析	199
3.3.2 营运期污染源源强分析	211
4 环境现状调查与评价	220
4.1 自然环境现状调查与评价	220
4.1.1 地理位置	220
4.1.2 地形地貌	221
4.1.3 气象气候	223
4.1.4 水文特征	224

4.1.5 动植物分布情况.....	225
4.1.6 地质条件.....	225
4.1.7 海洋资源调查与评价.....	226
4.1.8 海域开发利用现状.....	235
4.2 环境质量现状调查与评价.....	251
4.2.1 海洋环境现状调查与评价.....	251
4.2.2 地表水环境现状调查与评价.....	524
4.2.3 声环境现状调查与评价.....	533
4.2.4 大气环境现状调查与评价.....	537
4.2.5 生态环境现状调查与评价.....	538
5 环境影响预测与评价.....	676
5.1 海洋环境影响分析与评价.....	676
5.1.1 水文动力环境影响预测与评价.....	676
5.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析.....	693
5.1.3 水质环境影响预测与评价.....	697
5.1.4 沉积物环境影响预测与评价.....	708
5.1.5 临时施工工程拆除对水环境影响分析.....	709
5.2 地表水环境影响分析与评价.....	709
5.2.1 施工期地表水环境影响分析.....	709
5.2.2 营运期地表水环境影响分析.....	715
5.3 声环境影响分析与评价.....	716
5.3.1 施工期声环境影响分析.....	716
5.3.2 营运期声环境影响分析.....	721
5.3.3 小结.....	742
5.4 大气环境影响分析与评价.....	743
5.4.1 施工期环境空气影响分析.....	743
5.4.2 营运期环境空气影响分析.....	746
5.4.3 小结.....	747
5.5 生态环境影响分析与评价.....	747

5.5.1	对海洋生态环境的影响分析	747
5.5.2	对陆域的生态环境影响分析	760
5.6	对其他海洋环境敏感目标的生态环境影响分析	762
5.6.1	项目用海对海洋生态红线的影响分析	762
5.6.2	对温泉取水的影响分析	763
5.6.3	对人工河涌的影响分析	763
5.6.4	对三前水闸和十字沥水闸的影响分析	763
5.6.5	对海堤的影响分析	763
5.6.6	对防洪的影响分析	764
5.6.7	对通航环境的影响分析	766
6	环境风险评价	768
6.1	环境风险识别	768
6.2	环境风险评价	768
6.2.1	施工期风险分析	768
6.2.2	营运期风险分析	795
6.3	环境风险防范措施	797
6.3.1	自然灾害风险防范措施	797
6.3.2	淤泥外泄风险事故防范措施	797
6.3.3	船舶溢油风险防治措施	798
6.3.4	水环境风险防范措施	799
6.4	环境风险应急预案	801
6.4.1	船舶溢油事故应急预案	801
6.4.2	船舶避台应急预案	807
6.4.3	危险品运输事故应急预案	809
6.5	小结	815
7	环境保护措施及其可行性分析	817
7.1	施工期的环保措施	817
7.1.1	施工期海洋环境保护措施	817
7.1.2	施工期地表水环境保护措施	820

7.1.3	施工期声环境保护措施	823
7.1.4	施工期环境空气保护措施	824
7.1.5	施工期生态环境保护措施	825
7.2	营运期的环保措施	827
7.2.1	营运期海洋环境保护措施	827
7.2.2	营运期水环境保护措施	828
7.2.3	营运期声环境保护措施	832
7.2.4	营运期环境空气保护措施	839
7.2.5	营运期生态环境保护措施	839
8	环境影响经济损益分析	842
8.1	工程经济效益分析	842
8.1.1	直接经济效益	842
8.1.2	间接经济效益	842
8.1.3	国民经济效益计算	843
8.2	环境经济效益分析	846
8.2.1	海洋生物直接经济损失分析	846
8.2.2	环保投资	848
8.2.3	环境经济损益分析	850
8.3	小结	851
9	环境可行性及规划相符性分析	852
9.1	项目建设和用海必要性	852
9.1.1	项目建设必要性	852
9.1.2	项目用海必要性	859
9.2	规划相符性分析	861
9.2.1	与路网规划的相符性分析	861
9.2.2	与城镇总体规划的相符性分析	863
9.2.3	与海洋功能区划的相符性分析	865
9.2.4	与海洋主体功能区划的相符性分析	872
9.2.5	与海洋生态红线的相符性分析	873

9.2.6	与土地利用规划的相符性分析.....	874
9.2.7	与其他环境保护规划的相符性分析.....	874
9.3	工程穿越猪𩺰潭饮用水源保护区线路唯一性论证.....	877
9.4	工程穿越平沙新城生态公园线路方案比选情况介绍.....	880
9.5	工程生态用海方案分析.....	883
9.5.1	政策符合性分析.....	883
9.5.2	生态用海方案.....	883
9.5.3	海洋生态修复措施.....	885
9.5.4	环境影响可接受性分析.....	886
9.6	小结.....	887
10	环境管理与监测计划.....	888
10.1	环境管理计划.....	888
10.1.1	环境管理机构.....	888
10.1.2	环境管理计划.....	888
10.2	环境监测计划.....	891
10.2.1	环境监测内容.....	891
10.2.2	监测方法和监测机构.....	894
10.2.3	监测方法和监测机构.....	894
10.2.4	环境计划费用.....	894
10.3	环境监理计划.....	894
10.3.1	环境监理范围、阶段和期限.....	895
10.3.2	环境监理方案.....	896
10.3.3	环境监理要点.....	897
10.3.4	环境监理费用估算.....	898
10.4	环保竣工验收建议.....	898
11	结论.....	901
11.1	项目概况及工程分析结论.....	901
11.2	环境影响预测与评价结论.....	901
11.2.1	海洋环境.....	901

11.2.2 地表水环境.....	903
11.2.3 声环境.....	905
11.2.4 大气环境.....	905
11.2.5 生态环境.....	906
11.2.6 环境风险.....	907
11.3 环境影响经济损益分析.....	907
11.4 综合结论.....	907

1 概述

1.1 建设项目特点

1.1.1 项目背景及概况

目前，跨崖门水道—黄茅海仅依靠崖门大桥。珠海市规划到 2020 年，全市总人口 245 万人。与之相连的江门大广海湾，规划至 2030 年总人口 150 万人，GDP 5000 亿元。随着项目所处地区经济社会的快速发展，经济规模飞速发展，随之而来交通量将呈现出井喷之势，未来崖门大桥较大可能成为交通瓶颈，因此建设通行能力大、服务水平高的新通道是非常迫切的。

2018 年 7 月《中共广东省委关于深入学习贯彻习近平总书记重要讲话精神奋力实现“四个走在全国前列”的决定》中提出“充分发挥港珠澳大桥效用，谋划建设港珠澳大桥经黄茅海通道向西延长线。”

黄茅海跨海通道项目（即“本项目”）作为港珠澳大桥西拓通道的重要组成，形成了连通粤西地区的重要通道。本项目与西部沿海高速共同构建江门市乃至粤西地区沿海经济带的主通道，承接港珠澳大桥并将大湾区经济发展向粤西和沿海地区辐射，有效解决了沿海地区与湾区经济发达城市一直以来通道单一的现状。本项目的建设既是为粤港澳大湾区发展打下坚实的基础，又是落实“一核一带一区”发展战略的关键一步。项目建设对于充分发挥港珠澳大桥的功能，推进粤港澳大湾区基础设施互联互通将发挥重要的支撑作用，同时还可有效促进珠江西岸先进装备制造业集聚，进一步强化珠海横琴自贸区、高栏港和江门大广海湾经济区的联动发展发挥积极的推动作用。

2018 年 12 月，马省长赴台山调研黄茅海跨海通道项目，并召开现场办公会议，提出力争 2020 年开工。2019 年 8 月，本项目增列入广东省综合交通运输体系发展“十三五”规划，作为省高速公路网的重要组成部分。本项目已被列入《广东省发展改革委关于下达广东省 2019 年重点建设项目计划的通知》（粤发改投资〔2019〕98 号）中的重点建设前期预备项目计划。

本项目起点在珠海市平沙社区与鹤港高速顺接，与高栏港高速互通，向西经过拟建

湿地公园南侧，跨越崖门口黄茅海水域，依次跨越崖门出海航道东东航道、东航道、西航道，至台山赤溪镇福良村，终点于台山斗山镇与西部沿海高速相交，对接新台高速，路线全长 31.22km。项目地理位置见图 1.1.2-1。

1.1.2 项目特点

本项目为新建高速公路项目，主要工程特点为：

(1) 本项目初步设计线路全长 31.22km，位于珠海市高栏港经济区和江门市台山市，采用六车道高速公路标准建设，设计速度为 100km/h。

(2) 本项目以跨海桥梁方式跨越崖门口黄茅海水域，跨海段桥梁(含引桥)14090m/7座，桥宽 33.5~50.5m。设置通航孔桥两座，分别为高栏港大桥——主跨 700m 斜拉桥、黄茅海大桥——主跨 2×720m 三塔斜拉桥。施工用海包括 3 段施工栈桥、5 个主墩施工平台、5 个测量平台、2 个海上生活办公平台、2 个海上拌合平台及码头、1 个出梁码头、2 个材料码头。

(3) 全线桥隧占比较高，共设特大桥、大桥 21904.4m/15 座，中桥 177m/2 座，桥梁长度共计 22081.4m，设置涵洞(含通道) 15 道；设置隧道 2612.5m/2 座，桥梁、隧道占全线总长的 79.1%。

(4) 本项目沿线附属设施齐全，共设综合管理中心 1 处、服务区 1 处、收费站 3 处、养护工区 1 处、救援中心 1 处、集中居住区 1 处，其中养护工区、救援中心和集中居住区与管理中心合建。

(5) 本项目以挖方为主。本工程土石方总开挖 320.37 万 m³ (其中泥浆钻渣 51.03 万 m³，建筑垃圾 0.73 万 m³，土方 204.21 万 m³，石方 64.40 万 m³)，总填方 231.44 万 m³ (其中土方 159.34 万 m³，石方 72.10 万 m³)，借方 93.91 万 m³，余方 182.84 万 m³ (含泥浆钻渣 51.03 万 m³，建筑垃圾 0.73 万 m³，土方 100.29 万 m³，石方 30.78 万 m³)，总余方中约有 157.31 土石方运往桥底与互通空地范围回填利用或用于营造微地形使用，另有 25.53 万 m³ 土石方运往弃渣场堆放。项目设取土场 2 处，占地面积共计 2 公顷；弃土场 1 处，占地面积约 30 公顷。表土用于后期中央绿化带、互通立交区域绿化及边坡防护绿化覆土用，施工期间临时堆放。



图 1.1.2-1 本项目地理位置图

1.1.3 环境特点

本项目为新建高速公路项目，主要工程特点为：

(1) 本项目以跨海桥梁方式跨越崖门口黄茅海水域，工程所在海域的海洋功能区为黄茅海保留区和都斛农渔业区。距离项目最近的海洋保护区为大襟岛海洋保护区，最近距离为 11.7km。

(2) 本项目工程占地不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，亦不涉及风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地等、原始天然林、珍稀濒危野生动物植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等重要生态敏感区。距离项目最近的自然保护区为台山市赤溪曹峰山县级自然保护区，位于本项目南侧，最近距离分别为 227m（实验区）、3995m（核心区）、1480m（缓冲区）。

(3) 本项目涉及猪岬潭水库饮用水源保护区。从平面布置图中分析，本项目主线以隧道和路基形式穿越该饮用水源二级保护区，穿越长度 1.354m，其中路基段 543m，隧道段合计 811m；赤溪西互通匝道以路基形式穿越饮用水源二级保护区，长度为 185m。本项目狮山隧道路段与一级保护区陆域范围的距离最近，为 102m。本项目与库区取水口的直线距离约 2430m。

(4) 本项目沿线声环境保护目标较少，项目推荐线评价范围内仅 5 处敏感点，以农村住宅为主，总体规模较小，分布较为零散。

(5) 本项目全线位于二类环境空气功能区，不涉及一类环境空气功能区。

(6) 本项目初步设计推荐方案从平沙新城生态公园南侧经过，局部占用生态公园用地，穿越长度约 530m，已取得珠海高栏港经济区管理委员会的同意意见。

(7) 本项目不涉及拟批复的生态保护红线，项目中心线与生态保护区红线最近距离约为 67m。

1.2 评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》及其修改单（环境保护部令第 44 号和生态环境部 1 号令）等有关建设项目环境保护管理的规定，建设项目必须执行环境影响评价报告审批制度，需编制环境影响报告书。建

设单位广东省公路建设有限公司于 2019 年 7 月委托广州南科海洋工程中心承担该项目的环 境影响评价工作。根据广东省交通运输厅《关于设立珠海黄茅海通道项目管理中心 的意见》（粤交规[2019]1605 号），现阶段本项目建设单位为黄茅海跨海通道管理中心。

接受委托后，广州南科海洋工程中心立刻对拟建项目沿线进行了初步踏勘，初步识 别了沿线的环境敏感区。随后进行了多次踏勘，核实拟建项目的沿线敏感点，并委托监 测单位对沿线开展环境现状调查工作，在此基础上，完成了《黄茅海跨海通道项目环境 影响报告书》（送审稿）。

受地形、区域发展和工程条件限制，本项目局部路段穿越了猪𪗇潭水库饮用水源二 级保护区，按照原省环境保护厅文件《关于饮用水源保护区调整及线性工程项目穿越饮 用水源保护区可行性审查办理程序的通知》（粤环函[2015]1372 号），在本评价中做专章 分析，重点论证线性工程项目穿越饮用水源二级保护区的项目选址唯一性和环境可行性。

黄茅海跨海通道项目以跨海桥梁方式跨越崖门口黄茅海水域，属于海洋工程建设项 目。跨海桥梁的建设将会对周围海域环境产生一定影响，在本评价中亦按照《海洋工程 环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）的技术要求，将海洋环境影响评价内容纳 入本环评文件。

本次评价是基于《黄茅海跨海通道工程两阶段初步设计》（2020 年 2 月）编制完成 的，该资料内容的真实性、有效性已经得到建设单位的正式确认，同时也是截止本环评 编制完成时的最新版本。

根据《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办[2015]52 号），若本建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素中的一项或 一项以上发生重大变动，且可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）的， 界定为重大变动。属于重大变动的应当重新报批环境影响评价文件，不属于重大变动的 纳入竣工环境保护验收管理。

本环评送审稿是基于以上背景和前提下编制完成的。

1.3 主要关注的环境问题

道路工程施工期，对环境的影响主要包括桥梁施工对海洋环境的影响、施工扬尘对 环境空气的污染、施工机械噪声对声环境的影响、施工废水对地表水环境以及猪𪗇潭饮 用水源保护区的影响以及对生态环境的影响等。上述环境影响随着施工期的结束，影响

将得以消除。因此，只要加强施工期间的管理，本项目施工期对周围环境的影响不大。

营运期主要的环境影响为本项目交通噪声对敏感点的影响，通过预测，确定本项目对敏感点可能造成的不良影响的范围和程度，从而提出合理的污染防治措施。此外，针对本项目的路面径流以及各种设施生活污水对水环境特别是猪𪔵潭饮用水源保护区的影响、汽车尾气的影响、通车后对生态系统和景观的影响分析，以及相关的污染防治措施也是本项目的重点。

1.4 报告书结论

黄茅海跨海通道项目的建设符合国家产业政策，符合广东省、珠海市和江门市的城市总体规划、交通规划及基础设施规划等。虽然项目在建设和营运过程中将会对沿线两侧一定范围内的生态环境、水环境、声环境、环境空气等产生一定的不利的影响，但只要在本项目设计、施工和营运阶段认真落实环境影响报告书中提出的各项环保措施，真正落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度，确保各项环保资金落实到位、特别是降噪措施须有效实施，本工程建设所产生的负面影响可以得到有效控制。综上，从环境保护的角度，本项目建设是可行的。

2 总 则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规

1. 《中华人民共和国森林法》（2019年12月28日修订）；
2. 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日修订）；
3. 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月29日实施）；
4. 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订）；
5. 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018年10月26日修订）；
6. 《中华人民共和国水法》（2002年10月1日实施，2016年7月修订）；
7. 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月修订）；
8. 《中华人民共和国公路法》（2017年11月修订）；
9. 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018年10月修订）；
10. 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007年11月1日起实施）；
11. 《中华人民共和国文物保护法》（2017年11月修正）；
12. 《中华人民共和国城乡规划法》（2008年1月1日实施）；
13. 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017年11月4日通过）；
14. 《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日修订）；
15. 《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日实施）；
16. 《中华人民共和国渔业法》（2013年12月28日修订）；
17. 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月）；
18. 《1973/1978 国际防止船舶造成污染公约及其附则 I、II、III、IV、V 及 VI》；
19. 《中华人民共和国港口法》（2018年12月29日修正）；
20. 《中华人民共和国突发事件应对法》（2007年8月30日）
21. 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017年10月7日修订）；

22. 《关于加强湿地保护管理的通知》（国务院办公厅，2004年）；
23. 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2017年3月修订）；
24. 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令 第676号，2017年3月）；
25. 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2018年12月29日修订）；
26. 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018年3月19日修正）；
27. 《建设项目环境保护管理条例》（国务院第253号令，2017年7月16日修正）；
28. 《饮用水水源保护区污染防治管理规定》（2010年12月22日修正）；
29. 《全国生态保护与建设规划（2013-2020年）》，（2014年2月8日印发）；
30. 《全国生态环境保护纲要》（2000年12月）；
31. 《公路建设项目水土保持工作规定》（水利部交通部水保[2001]12号）；
32. 《水功能区监督管理办法》（2017年2月27日印发）；
33. 《关于公路、铁路(含轻轨)等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》（环发[2003]94号）；
34. 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价的通知》（环发[2013]86号，环保部与农业部，2013年8月）；
35. 《珠江河口管理办法》（2017年12月22日水利部令第49号修改）；
36. 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165号）；
37. 《关于加强水上污染应急工作的指导意见》（交通运输部，2010年7月30日）；
38. 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部，2017年第15号，2017年5月23日）；
39. 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通运输部，2019年11月28日）；
40. 《关于开展交通工程环境监理工作的通知》（交环发[2004]314号）；
41. 《国务院<关于落实科学发展观加强环境保护的决定>》（国发[2005]39号）；
42. 《道路危险货物运输管理规定》（交通部令 2005年第9号，2019年修正）；
43. 《交通部关于进一步加强山区公路建设生态保护和水土保持工作的指导意见》（交公路发[2005]441号）；

44. 《关于进一步做好涉及饮用水源环境事件防控工作的紧急通知》（环办[2006]23号，2006年3月3日）；
45. 《环境影响评价公众参与办法》（2019年1月1日实施）；
46. 《关于加强公路规划和建设环境影响评价工作的通知》（环发[2007]184号）；
47. 《地面交通噪声污染防治技术政策》（环境保护部，环发[2010]7号，2010年1月11日）；
48. 《关于修改〈道路危险货物运输管理规定〉的决定》（交通部令2010年第5号，2016年4月11日修订）；
49. 《关于加强环境噪声污染防治工作改善城乡声环境质量的指导意见》（环境保护部，环发[2010]144号，2010年12月15日）；
50. 《中华人民共和国河道管理条例》（中华人民共和国国务院令第558号，2017年10月7日修订）；
51. 《全国重要江河湖泊水功能区划（2011~2030年）》（国函〔2011〕167号）；
52. 《全国地下水污染防治规划（2011-2020年）》；
53. 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77号）；
54. 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号）；
55. 《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕119号）；
56. 《关于印发〈建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）〉的通知》（环办[2013]103号）；
57. 《水污染防治行动计划》（国发[2015]17号）；
58. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号）。

2.1.2 地方性法规及规范性文件

1. 《广东省实施〈中华人民共和国环境噪声污染防治法〉办法》（1998年1月2号，2010年7月23日修订）；
2. 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68，广东省政府，1999年）；
3. 《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（国函〔2012〕182号，国务院，2012年11月）；
4. 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》（粤府函[2017]275号，2017

年9月29日);

5. 《广东省海洋经济发展“十三五”规划（2010—2020）》（广东省海洋与渔业厅，2017年4月);
6. 《广东省海岛保护规划（2011—2020年）》（粤海渔[2011]163号，2011年);
7. 《广东省海洋主体功能区规划》（广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017年12月);
8. 关于印发《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020）》的通知（粤海渔函[2017]1284号);
9. 关于印发《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的通知（广东省人民政府、国家海洋局，粤府[2017]120号);
10. 《广东省沿海港口布局规划》（交通部规划研究院，广东省交通咨询服务中心，2008年4月);
11. 《广东省人民政府关于广东省海洋生态红线的批复》（粤府函〔2017〕275号);
12. 《广东省林地保护管理条例》（2019年修正);
13. 《广东省采石取土管理规定》（1999年3月1日，2008年5月修正);
14. 《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》（2010年7月23日修正);
15. 《广东省人民政府印发<广东省环境保护规划纲要（2006~2020年）>的通知》（粤府〔2006〕35号);
16. 《广东省地表水环境功能区划》（粤府函[2011]14号);
17. 《广东省饮用水源水质保护条例》（2007年7月1日施行，2018年10月第二次修正);
18. 《关于饮用水源保护区调整及线性工程项目穿越饮用水源保护区可行性审查办理程序的通知》（粤环函[2015]1372号);
19. 《广东省地下水功能区划》（广东省水利厅，2009年8月);
20. 《广东省地下水保护与利用规划》（粤水资源函〔2011〕377号);
21. 《广东省环境保护“十三五”规划》（2016年9月22日印发);
22. 《广东省公路条例》（2014年修正);

23. 《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018年11月29日修正）；
24. 《广东省主体功能区规划》（粤府[2012]120号）；
25. 《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目名录（2019年本）的通知》（粤环〔2019〕24号）；
26. 《广东省大气污染防治强化措施及分工方案》（粤办函[2017]471号）；
27. 《广东省环境保护条例》（广东省第十二届人民代表大会常务委员会公告第29号，2015年7月1日实施）；
28. 《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020年）》（国家发展和改革委员会，2008年12月）；
29. 《珠江三角洲环境保护一体化规划（2009-2020年）》（粤府办[2010]42号）
30. 《广东省环境保护厅关于印发南粤水更清行动计划（2013~2020年）的通知》（粤环〔2013〕13号）；
31. 《江门市环境保护规划（2006-2020年）》；
32. 《江门市人民政府办公室关于印发<江门市生态环保“十三五”规划>的通知》（江府办〔2016〕41号）；
33. 《关于印发<江门市声环境功能区划>的通知》（江环[2019]378号）；
34. 《江门市城市总体规划（2011-2020年）》；
35. 《珠海市主体功能区规划》（珠府[2013]82号）；
36. 《珠海市人民政府关于印发珠海市实施南粤水更清行动计划工作方案（2013~2020）的通知》（珠府函[2013]302号）；
37. 《珠海市打好污染防治攻坚战三年行动计划（2018—2020年）》（珠委办字[2018]108号）；
38. 《珠海市环境保护条例（修订）》（2017年7月1日施行）；
39. 《珠海市城市总体规划（2001-2020年）》（2015年修订）；
40. 《珠海市主体功能区规划的配套环保政策》（珠环[2014]249号）；
41. 《珠海市地表水环境功能区划修编（2009）》；
42. 《关于印发<珠海市声环境质量标准适用区划分>和<珠海市环境空气质量功能区划分>的通知》（珠环[2011]357号）；

43. 《珠海市生态市建设规划（2005-2020）》；
44. 《珠海市环境保护与生态建设“十三五”规划》（珠环[2017]39号）。

2.1.3 行业标准和技术规范

1. 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
2. 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3-2018）；
3. 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
4. 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）；
5. 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
6. 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）；
7. 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
8. 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
9. 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 公路》（HJ 552-2010）
10. 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》（HJ/T394-2007）；
11. 《开发建设项目水土流失防治标准》（GB50434-2008）；
12. 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）；
13. 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年）；
14. 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007，农业部，2008年3月）；
15. 《海洋监测规范》（GB17378.4-2007）；
16. 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
17. 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
18. 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
19. 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
20. 《水污染物排放限值》（DB44/26-2001，广东省）；
21. 《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T 078-2005）；
22. 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；
23. 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国家海洋局，2013年8月）
24. 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011）；

25. 《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T1143-2017);
26. 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T451-2017);
27. 《海港总体设计规范》(JTS 165-2013);
28. 《高桩码头设计与施工规范》(JTS 167-1-2010);
29. 《公路桥梁抗撞防撞设计规范》(报批稿);
30. 《公路环境保护设计规范》(JTG B04-2010);
31. 《爆破安全规程》(GB6722-2014);
32. 《防治城市扬尘污染技术规范》(HJ/T393-2007);
33. 《声环境功能区划分技术规范》(GB/T 15190-2014);
34. 《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ 2034-2013);
35. 《民用建筑隔声设计规范》(GB50118-2010)。

2.1.4 其他相关依据

1. 分层次控制地面交通噪声——对环境保护部新出台的交通噪声污染防治相关技术政策的解析;
2. 《黄茅海跨海通道工程可行性研究报告》(中交公路规划设计院有限公司, 2019年12月);
3. 《黄茅海跨海通道工程两阶段初步设计》(中交公路规划设计院有限公司, 2020年2月);
4. 《黄茅海跨海通道工程地质勘察报告》(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 2018年12月);
5. 《黄茅海跨海通道工程防洪评价报告》(珠江水利委员会珠江水利科学研究院, 2020年1月20日);
6. 《黄茅海跨海通道工程通航安全影响专题研究报告》(武汉理工大学, 2020年2月);
7. 建设单位提供的本工程相关技术资料。

2.2 评价区域所属功能区及执行标准

本项目横跨珠海市和江门市。本项目评价区域所属功能区划如表 2.1.4-1 所示。

表 2.1.4-1 本项目评价区域所属功能区划一览表

序号	项目	功能区划	涉及路段/敏感目标	划分依据	执行标准
1	海洋环境	黄茅海保留区	黄茅海海域	《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）	维持现状
		都斛农渔业区			《海水水质标准》（GB3097-1997）的第二类标准
2	近岸海域	雷蛛平沙港口功能区	黄茅海海域	《印发<广东省近岸海域环境功能区划>的通知》（粤府办[1999]68号）	《海水水质标准》（GB3097-1997）的第三类标准
		崖南滩涂种养功能区			《海水水质标准》（GB3097-1997）的第二类标准
3	地表水环境	II类水环境功能区	猪岬潭水库	《广东省水环境功能区划》（粤环[2011]14号）	水环境质量标准（GB3838-2002）II类
		III类水环境功能区	鲤鱼水库、南村塘水库	主要功能为农灌和排洪，无饮用功能，参照执行III类水	水环境质量标准（GB3838-2002）III类
			月湾河	主要功能为农灌和排洪，无饮用功能，下游海域为第二类海水，因此月湾河参照执行III类水	
IV类水环境功能区	十字沥支流	主要功能为农灌和排洪，位于黄茅海（第三类海水）东侧珠海境内，主要连通十字沥和三前河，根据《珠海市地表水功能区划修编》，十字沥为IV类水体，故参照执行IV类水	水环境质量标准（GB3838-2002）IV类		

序号	项目	功能区划	涉及路段/敏感目标	划分依据	执行标准
4	声环境	2类和4a类声环境功能区	全线	《关于印发<珠海市声环境质量标准适用区划分>和<珠海市环境空气质量功能区划分>的通知》（珠环[2011]357号）、《关于印发<江门市声环境功能区划>的通知》（江环[2019]378号）	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类和4a类
5	环境空气	二类区	全线	《关于印发<珠海市声环境质量标准适用区划分>和<珠海市环境空气质量功能区划分>的通知》（珠环[2011]357号）、《江门市环境保护规划（2006-2020年）》	环境空气质量标准（GB3095-2012）二级标准及2018年修改单
6	地下水环境	粤西桂南沿海诸河江门台山地质灾害易发区和粤西桂南沿海诸河江门台山新会不宜开采区	全线	《广东省地下水功能区划》	III类/V类标准
7	生态环境	台山-恩平农业-城镇经济生态功能区（E2-2-2）和珠三角平原生态农业与河网营养物质保持生态功能区（E4-3-1）。涉及陆域有限开发区，不涉及陆域严格控制区	全线	《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》	/
		不占用划定的广东省海洋生态红线	涉黄茅海段	《广东省海洋生态红线（2016-2020年）》	/
		不涉及珠海市基本生态控制线	全线	《珠海生态市建设规划修编（2010-2020年）》	/
		控制性保护利用区和引导性开发建设区，不涉及严格保护区	全线	《江门市环境保护规划（2006-2020年）》	/

2.2.1 海洋环境

2.2.1.1 海洋环境功能区划

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），本工程所在海域的海洋功能区为黄茅海保留区和都斛农渔业区，附近海洋功能区划为大襟岛海洋保护区、湛江—珠海近海农渔业区、广海湾工业与城镇用海区、大襟岛工业与城镇用海区、大杧岛—荷包岛工业与城镇用海区、银湖湾旅游休闲娱乐区、崖门旅游休闲娱乐区、荷包岛旅游休闲娱乐区、银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，项目所在及周边海域海洋功能区登记表见图 2.2-1 和表 2.2.1-1~表 2.2.1-2。

表 2.2.1-1 项目所在区域和周围海洋功能区划

编号	海洋功能区划	与本工程相对位置和距离(km)	简况
1	黄茅海保留区	部分占用	保留区
2	都斛农渔业区	部分占用	农渔业区
3	湛江—珠海近海农渔业区	南侧，8.9	
4	大襟岛海洋保护区	南侧，11.7	海洋保护区
5	广海湾工业与城镇用海区	西南侧，3.6	工业与城镇用海区
6	大襟岛工业与城镇用海区	南侧，12.7	
7	大杧岛—荷包岛工业与城镇用海区	南侧，10.3	
8	银湖湾旅游休闲娱乐区	北侧，10.0	旅游休闲娱乐区
9	崖门旅游休闲娱乐区	北侧，22.1	
10	荷包岛旅游休闲娱乐区	东南侧，17.9	
11	银洲湖港口航运区	北侧，22.1	港口航运区
12	斗门港口航运区	北侧，5.9	
13	高栏港口航运区	东南侧，3.7	

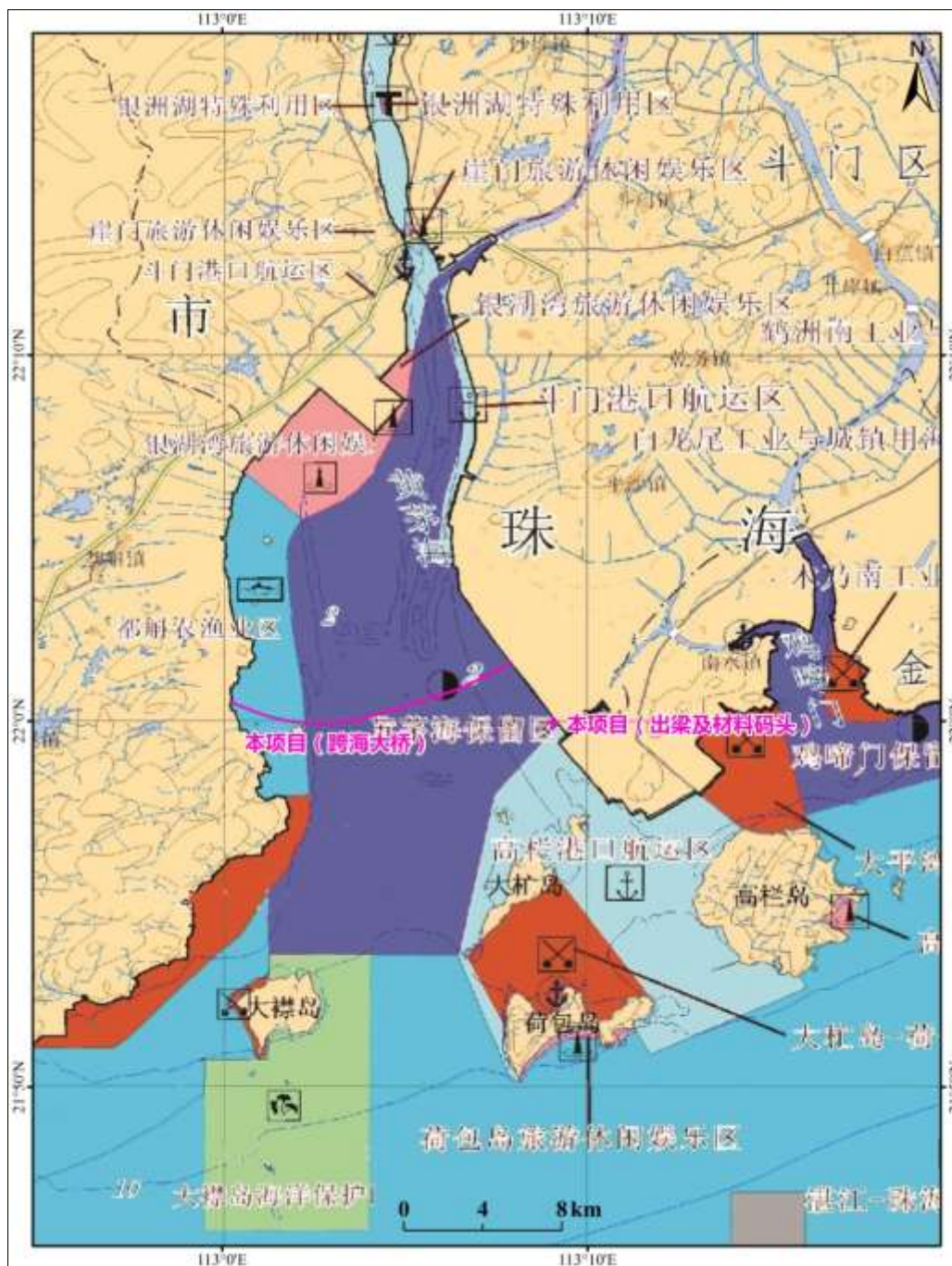


图 2.2-1 项目所在及周边海域广东省海洋功能区分布图

表 2.2.1-2 项目所在海域海洋功能区划分布登记表

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
62	A8-6	黄茅海保留区	东至:113°09'15" 西至:113°01'12" 南至:21°53'33" 北至:22°13'15"	保留区	24124 10311	1. 保障黄茅海航道用海, 维护海上交通安全; 2. 维护崖门、虎跳门海域的防洪纳潮功能; 3. 通过严格论证, 合理安排相关开发活动。	1. 保护传统经济鱼类品种, 保护黄茅海生态环境; 2. 加强海洋环境监测, 特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测; 3. 加强排污口污染整治和达标排海; 4. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状。
57	A1-10	都斛农渔业区	东至:113°02'22" 西至:112°59'55" 南至:21°57'47" 北至:22°06'48"	农渔业区	4270 23575	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 适度保障工业的用海需求; 3. 保护海岸自然形态, 维护崖门海域防洪纳潮功能; 4. 合理控制围海养殖规模和密度。	1. 保护黄茅海海域生态环境; 2. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
56	A3-11	广海湾工业与城镇用海区	东至:113°02'23" 西至:112°44'59" 南至:21°51'00" 北至:21°58'08"	工业与城镇用海区	17308 64448	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障广海湾工业区、腰古核电站、台山电厂用海需求; 3. 适当保障港口航运用海需求; 4. 在基本功能未利用前, 保留增殖养殖等渔业用海、旅游娱乐用海; 5. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 6. 禁止在大同河口海域附近围填海, 维护河口海域防洪纳潮功能; 7. 工程建设及运营期间采取有效措施降低悬浮物、温排水等对江门台山中华白海豚生境影响; 8. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护广海湾生态环境; 2. 基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3. 工程建设期间及建设完成后, 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
58	A5-11	银湖湾旅游休闲娱乐区	东至:113°05'16" 西至:113°00'31" 南至:22°05'28" 北至:22°10'09"	旅游休闲娱乐区	2801 15293	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保障防灾减灾体系建设用海需求; 3. 按照银湖湾区域建设用海规划进行建设活动; 4. 依据生态环境的承载力, 合理控制旅游开发强度; 5. 优先保障军事用海需求, 不得设置影响军事安全的固定设施。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护银湖湾典型滨海湿地生态系统; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
59	A2-8	银洲湖港口航运区	东至:113°07'27" 西至:113°02'20" 南至:22°10'06" 北至:22°26'42"	港口航运区	4201 71882	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2. 保障银洲湖临港产业、跨海桥梁、隧道、管线管道等用海需求; 3. 维持崖门出海航道畅通,维护海上交通安全; 4. 围填海须进行严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 5. 改善水动力条件和泥沙冲淤环境; 6. 加强用海动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护银洲湖河口海域生态环境; 2. 加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。
61	A5-12	崖门旅游休闲娱乐区	东至:113°05'29" 西至:113°05'02" 南至:22°13'12" 北至:22°13'38"	旅游休闲娱乐区	22 1301	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度; 3. 优先保障军事用海需求,不得设置影响军事安全的固定设施。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护崖门河口海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
63	A2-9	高栏港口航运区	东至:113°16'03" 西至:113°06'33" 南至:21°50'04" 北至:22°00'32"	港口航运区	10526 16482	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2. 维护海上交通安全; 3. 围填海须进行严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 4. 维护和改善高栏港区水动力和泥沙冲淤环境。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护高栏岛、荷包岛、大杧岛周边域生态环境; 2. 加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
64	A2-10	斗门港口航运区	东至:113°06'58" 西至:113°05'57" 南至:22°04'34" 北至:22°12'09"	港口航运区	678 20536	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2. 保障旅游等用海需求; 3. 维持虎跳门出海航道畅通, 维护海上交通安全; 4. 围填海须进行严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 5. 改善水动力条件和泥沙冲淤环境, 维护虎跳门海域防洪纳潮功能; 6. 加强用海动态监测和监管; 7. 优先保障军事用海, 确保航道通行安全, 加强军事设施保护。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护黄茅海海域生态环境; 2. 加强港区环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。
160	B1-1	湛江-珠海近海农渔业区	东至:113°30'50" 西至:109°24'40" 南至:20°07'01" 北至:22°03'37"	农渔业区	3053896	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 禁止炸岛等破坏性活动; 3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度, 维持渔业生产秩序; 4. 经过严格论证, 保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线、保护区等用海需求; 5. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
198	B6-23	大襟岛海洋保护区	东至:113°04'02" 西至:112°59'30" 南至:21°46'00" 北至:21°53'33"	海洋保护区	8614	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理; 3. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护中华白海豚及其生境; 2. 加强保护区海洋生态环境监测; 3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
199	B3-4	大襟岛工业与城镇用海区	东至:113°01'15" 西至:113°00'06" 南至:21°50'42" 北至:21°53'02"	工业与城镇用海区	165	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障核电用海需求; 3. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 4. 工程建设期间采取有效措施降低对中华白海豚生境的影响; 5. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管; 6. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 减少温排水对海域生态环境的影响; 2. 加强海洋环境监测, 建立完善的应急管理体系; 3. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
200	B3-5	大杧岛 - 荷包岛 工业与 城镇用 海区	东至:113°11'47" 西至:113°06'48" 南至:21°51'34" 北至:21°55'47"	工业与 城镇用 海区	3314	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 适当保障港口航运用海需求; 3. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 4. 工程建设期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 5. 加强对围填海的动态监测和监管; 6. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 生产废水、生活污水须达标排海; 2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
201	B5-8	荷包岛 旅游休 闲娱乐 区	东至:113°11'25" 西至:113°08'11" 南至:21°50'02" 北至:21°51'33"	旅游休 闲娱乐 区	232	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保护大南湾砂质海岸, 禁止在沙滩上建设永久性构筑物; 3. 依据生态环境的承载力, 合理控制旅游开发强度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护荷包岛南部海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），本项目水质、沉积物和海洋生物执行标准如下：

（1）项目所在海域的海洋功能区划为黄茅海保留区和都斛农渔业区，其中黄茅海保留区要求水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状，都斛农渔业区要求海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第二类标准、海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准、海洋生物中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准。

根据功能区划相关海洋环境保护要求，其他相邻功能区大襟岛海洋保护区和湛江—珠海近海农渔业区执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第一类标准、海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准、海洋生物中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准；湛江—珠海近海农渔业区要求海水水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第二类标准、海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准、海洋生物中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准；广海湾工业与城镇用海区要求基本功能未利用前，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第二类标准、海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类标准、海洋生物中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准；银湖湾旅游休闲娱乐区执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第三类标准、海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第二类标准、海洋生物中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第二类标准，银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区执行《海水水质标准》（GB3097-1997）的第四类标准、海洋沉积物执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第三类标准、海洋生物中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第三类标准。

（2）海洋生物中的其它鱼类、蟹和虾类等海洋生物目前暂无统一国家标准，故暂按《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》推荐的标准进行评价，海岸带生物调查标准中无石油烃限量规定，参考采用《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。

2.2.1.2 近岸海域环境功能区划

根据《印发〈广东省近岸海域环境功能区划〉的通知》（粤府办[1999]68号），本项目所在地涉及近岸海域功能区划为雷蛛平沙港口功能区（珠海侧）和都斛农渔业区崖南滩

涂种养功能区（江门侧），具体见表 2.2.1-3 和图 2.2.2-1。

表 2.2.1-3 近岸海域环境功能区划表

标识	行政区	功能区名称	范围	平均宽度 /km	长度 /km	主要功能	水质 目标
1011	珠海市	雷蛛平沙港口 功能区	三角岛至雷 蛛岸段	3	19	港口、工业、 景观	三
1102	江门市	崖南滩涂种养 功能区	冲口至台山 市界	1	13.5	养殖、种植	二

2.2.1.3 本项目涉海部分执行环境质量标准

各执行标准相见表 2.2.1-4~表 2.2.1-7。

表 2.2.1-4 海水水质标准（mg/L，除 pH 值外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
总 Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050

表 2.2.1-5 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002） 单位：×10⁻⁶

污染因子	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	砷	有机碳 %	硫化物
第一类标准	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	20.0	2.0	300
第二类标准	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	65.0	3.0	500
第三类标准	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	93.0	4.0	600

表 2.2.1-6 海洋生物（贝类）质量（GB18421-2001） 单位：mg/kg

标准名称	生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	砷	石油烃
第一类标准	贝类	10	0.1	0.2	20	0.05	1.0	15
第二类标准	贝类	25	2.0	2.0	50	0.1	5.0	50
第三类标准	贝类	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	0.3	8.0	80

表 2.2.1-7 海岸带调查标准最高限值 ($\times 10^{-6}$ 湿重)

生物类别	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	As	石油烃	引用标准
鱼类	0.3	20	2.0	0.6	40	5.0	20	《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	0.2	100	2.0	2.0	150	8.0	20	
软体类	0.3	100	10.0	5.5	250	10	20	

2.2.1.4 排放标准

1. 废水

船舶污废水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)；污水排放执行《广东省水污染物排放限值标准》(DB4426-2002)。

表 2.2.1-8 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)

标准	污染物种类	规定
《船舶水污染物排放控制标准》 (GB3552-2018)	石油类	油污水处理装置出水口不大于 15 mg/L 或收集排入接收设施
	BOD ₅	在 2012 年 1 月 1 日以前安装生活污水处理装置的船舶其排放出口不大于 50 mg/L； 在 2012 年 1 月 1 日及以后安装生活污水处理装置的船舶其排放出口不大于 25 mg/L
	SS	在 2012 年 1 月 1 日以前安装生活污水处理装置的船舶其排放出口不大于 150 mg/L； 在 2012 年 1 月 1 日及以后安装生活污水处理装置的船舶其排放出口不大于 35 mg/L

表 2.2.1-9 水污染物排放限值 (DB4426-2002)

标准	污染物种类	标准限值
《水污染物排放限值》(DB4426-2002) 二级标准	COD	110 mg/L
	SS	100 mg/L
	石油类	8.0 mg/L
	BOD ₅	30 mg/L

标准	污染物种类	标准限值
	氨氮	15 mg/L

海上拌合平台生产污水经过分级过滤，上清液重复利用；施工营地生产污水经处理后回用，可用于场地、道路冲洗、出入工区的车辆轮胎冲洗等。海上生活及办公平台污水排入化粪池经预处理后，再由污水处理车转运至陆上集中处理。运营期采用两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海洋海域，而事故废水交由有能力的处理单位处理。

2. 固体废物

固体废物管理应遵照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《广东省固体废物污染环境防治条例》（2018年11月29日修订）。一般固体废物按照《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及“关于发布《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）等3项国家污染物控制标准修改单的公告”（环保部公告2013年第36号）”有关规定执行；危险废物按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及“关于发布《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）等3项国家污染物控制标准修改单的公告”（环保部公告2013年第36号）有关规定执行。

2.2.2 地表水环境

2.2.2.1 环境功能区划及执行标准

1. 水环境质量标准

本项目评价范围内涉及的水体主要为猪𪗇潭水库、鲤鱼水库、南村塘水库、月湾河、十字沥支流、南水沥等水体。

根据《广东省水环境功能区划》（粤环[2011]14号），猪𪗇潭水库为II类水环境功能，根据《珠海市地表水功能区划修编》，南水沥为IV类水环境功能。

鲤鱼水库、南村塘水库、月湾河、十字沥支流等水体均未划定水环境功能。经调查，鲤鱼水库、南村塘水库、月湾河主要用途为农灌和排洪，无饮用功能，月湾河下游汇入黄茅海（第二类海水），故参照III类水执行；十字沥支流主要功能为农灌和排洪，位于黄茅海（第三类海水）东侧河网地带，主要连通十字沥和三前河，根据《珠海市地表水功能区划修编》，十字沥为IV类水体，故该支流参照执行IV类水。本项目各地表水体

水环境功能区划详见表 2.2.2-1、表 2.2.2-2 和图 2.2.2-1，各地表水环境质量标准具体表 2.2.2-3。

表 2.2.2-1 猪𪚩潭水库水环境功能区划表

序号	功能现状	水系	河流	水库	库容(万 m ³)	水质目标	行政区
44643	饮农发	潭江	田头河	猪𪚩潭水库	3110	II	江门市

表 2.2.2-2 本项目水环境功能区划一览表

水体名称	水质目标	水体性质 /水体功能	与项目位置 关系	涉及的桥梁名称
猪𪚩潭水库	II 类	饮农发	线位附近	/
鲤鱼水库	参照 III 类	农防	穿越	东山大桥、中和互通主线桥
南村塘水库		农防	线位附近，项目 位于其集雨区	/
月湾河		农防	穿越	涵洞
十字沥支流	参照 IV 类	农防	穿越	高栏港互通主线桥
南水沥	IV 类	综	管理中心附近	/

表 2.2.2-3 本项目地表水环境质量标准一览表（摘录）

序号	污染物	II 类水	III 类水	IV 类水
1	pH	6~9		
2	DO \geq	6	5	3
3	COD _{Cr} \leq	15	20	30
4	BOD ₅ \leq	3	4	6
5	氨氮 \leq	0.5	1.0	1.5
6	总磷 \leq	0.1 (湖、库 0.025)	0.2 (湖、库 0.05)	0.3 (湖、库 0.1)
7	石油类 \leq	0.05	0.05	0.5
8	SS ¹ \leq	25	30 (80 ¹)	80 ¹
9	高锰酸盐 指数 \leq	4	6	10
本项目涉及水体		猪𪚩潭水库	鲤鱼水库、南村塘水库、 月湾河	十字沥支流、南水沥

注¹：河流考虑到其主要为农灌功能，悬浮物 SS 的评价标准参照《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）中的水作标准，即 SS \leq 80mg/L。

2. 饮用水源保护区

根据《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函[2015]17 号），本项目沿线饮用水源保护区为猪𪚩潭水库饮用水源保护区和大

坑水库饮用水源保护区。

根据本项目与水源保护区范围的叠图分析可知，本项目主线以隧道和路基形式穿越猪乸潭水库饮用水源二级保护区，穿越长度 1354m，其中路基段 543m，隧道段合计 811m；赤溪西互通匝道以路基形式穿越饮用水源二级保护区，长度为 185m。本项目狮山隧道路段与一级保护区陆域范围的距离最近，为 102m。本项目与库区取水口的直线距离约 2430m。项目与饮用水源保护区的相对关系详见表 2.2.2-4 和图 2.2.2-2。

表 2.2.2-4 本项目所在区域饮用水源保护区一览表

保护区所在地	保护区名称和级别		水域保护范围与水质保护目标	陆域保护范围	本项目与饮用水源保护区的关系	
江门市 台山市	赤溪镇	一级保护区	猪乸潭水库全部水域，水质保护目标为 II 类。	猪乸潭水库相应一级保护区水域向纵深 200 米陆域。	项目与饮用水源一级保护区陆域范围最近距离为 102m，与取水口直线距离约 2430m。	
		二级保护区	/	猪乸潭水库除一级水源保护区外的所有集雨区。	项目主线以隧道和路基形式穿越该饮用水源二级保护区，穿越长度 1354m，其中路基段 543m，隧道段合计 811m。赤溪西互通匝道以路基形式穿越饮用水源二级保护区，长度为 185m。	
		大坑水库饮用水源保护区	一级保护区	大坑水库全部水域，水质保护目标为 II 类。	大坑水库所有集雨区。	本项目不涉及该饮用水源保护区，与水源保护区陆域范围最近距离约 1.06km。
	斗山镇	正坑水库饮用水源保护区	一级保护区	正坑水库全部水域，水质保护目标为 II 类。	正坑水库所有集雨区。	本项目不涉及该饮用水源保护区，与水源保护区陆域范围最近距离约 5.14km。
	都斛镇	都下水库饮用水源保护区	一级保护区	都下水库全部水域，水质保护目标为 II 类。	都下水库所有集雨区。	本项目不涉及该饮用水源保护区，与水源保护区陆域范围最近距离约 7.3km。
		南坑水库饮用水源保护区	一级保护区	南坑水库全部水域，水质保护目标为 II 类。	南坑水库相应一级保护区水域向纵深 200 米陆域。	本项目不涉及该饮用水源保护区，与一级水源保护区陆域范围最近距离约 8.57km。
			二级保护区	/	南坑水库除一级水源保护区外的所有集雨区。	本项目不涉及该饮用水源保护区，与二级水源保护区陆域范围最近距离约 8.43km。



图 2.2.2-1 本项目水环境功能区划示意图



图 2.2.2-2 本项目与猪乸潭水库饮用水源保护区相对关系示意图

2.2.2.2 排放标准

本项目的废水主要包括施工期废水和营运期路面径流以及附属设施产生的生活污水。

1.施工期:

项目施工营地的生活污水设置二级生化处理设施，处理后的污水达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)中蔬菜标准的较严者后，排入周边农灌沟渠。生产废水通过多级沉淀池处理，不外排。禁止直接排入猪𪔵潭水库等II类水体。

2.营运期:

(1) 路面径流

本项目以桥涵形式跨越水体主要为III类和IV类水体，水污染物排放标准执行广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准。

表 2.2.2-5 广东省《水污染物排放限值》(摘录) 单位: mg/L, pH 除外

执行标准 主要污染物	广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准
pH	6~9
SS	≤60
BOD ₅	≤20
COD _{Cr}	≤90
NH ₃ -N	≤10
石油类	≤5.0

(2) 附属设施生活污水

本项目共设服务区1处、管理中心1处(内含养护工区1处、救援中心1处、集中居住区1处)、收费站3处。

①黄茅海服务区产生的生活污水经三级生活污水处理工艺处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010)后回用于绿化和道路浇洒，禁止排入周边水体。若月湾河水质达标，可将污水经过处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)中蔬菜标准的较严者后，排入月湾河；

②管理中心（含养护工区、救援中心和集中居住区等）位于平沙水质净化厂的纳污范围，产生的生活污水可经自建隔油池、化粪池处理达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段三级标准后就近排入污水管网，依托平沙水质净化厂集中处理。

③收费站使用移动厕所定期清运或依托当地市政设施。

表 2.2.2-6 本项目营运期废水排放要求 单位：mg/L，pH 值除外

污染物名称	广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段		《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）中蔬菜标准 ¹	管理中心废水外排标准	黄茅海服务区外排水质标准
	一级标准	三级标准			
pH	6-9	6-9	5.5~8.5	6-9	6-9
SS ≤	60	400	60	400	60
COD _{Cr} ≤	90	500	100	500	90
BOD ₅ ≤	20	300	40	300	20
氨氮 ≤	10	/	/	/	10
石油类 ≤	5.0	20	1	20	1
动植物油 ≤	10	100	/	100	10
溶解性总固体 ≤	/	/	非盐碱土地区 1000， 盐碱土地区 2000	/	非盐碱土地区 1000， 盐碱土地区 2000
粪大肠菌群 ≤ (个/L)	/	/	2000	/	2000
磷酸盐 ≤ (以 P 计)	0.5	/	/	/	0.5

表 2.2.2-7 本项目营运期服务区废水回用要求 单位：mg/L，pH 值除外

污染物名称	绿化回用水标准浓度限值（GB/T 25499-2010）
pH	6-9
COD _{Cr}	/
BOD ₅	20
氨氮	20
石油类	/
溶解性总固体	1000

2.2.3 声环境

2.2.3.1 环境功能区划及执行标准

1. 室外声环境质量评价标准

(1) 珠海市

根据《关于印发<珠海市声环境质量标准适用区划分>和<珠海市环境空气质量功能区划分>的通知》(珠环[2011]357号),本项目珠海段沿线主要为2类声环境功能区,高栏港高速两侧区域为4a类声功能区。对应4a类声功能区范围要求如下:

①若临街建筑以高于三层楼房以上(含三层)为主,将临街第一排建筑物面向道路一侧以内的区域(含第一排建筑物)划分为4类标准适用区域;

②若临街建筑以低于三层楼房建筑(含开阔地)为主,将向道路两侧纵深一定距离以内的区域划为4类标准适用区域,当相邻区域为2类标准适用区域时,纵深距离为35米以内(含35米)。

(2) 江门市

《关于印发<江门市声环境功能区划>的通知》(江环[2019]378号)中对本项目江门段沿线声功能区做了明确的规定。经对照《台山市声环境功能区划示意图》,本项目所在区域为大部分未划定声环境功能区,X547县道、西部沿海高速两侧区域为4a类声功能区。

按照江环[2019]378号中要求:

1) 未划定声环境功能区的区域留白,暂时按2类管理。

2) 4a类声功能区的范围要求:

①现状或近期规划为交通干线边界线外两侧一定距离内的区域:相邻区域为2类声环境功能区,距离为35m。

②不低于三层楼房的临街建筑面向交通干线一侧至交通干线边界线的区域;

③城市轨道交通(地面)场站、公交枢纽、港口站场、高速公路服务区等具有一定规模的交通服务区域。

表 2.2.3-1 本项目声环境质量标准

单位: dB(A)

类别	昼间	夜间
----	----	----

2类	60	50
4a类	70	55

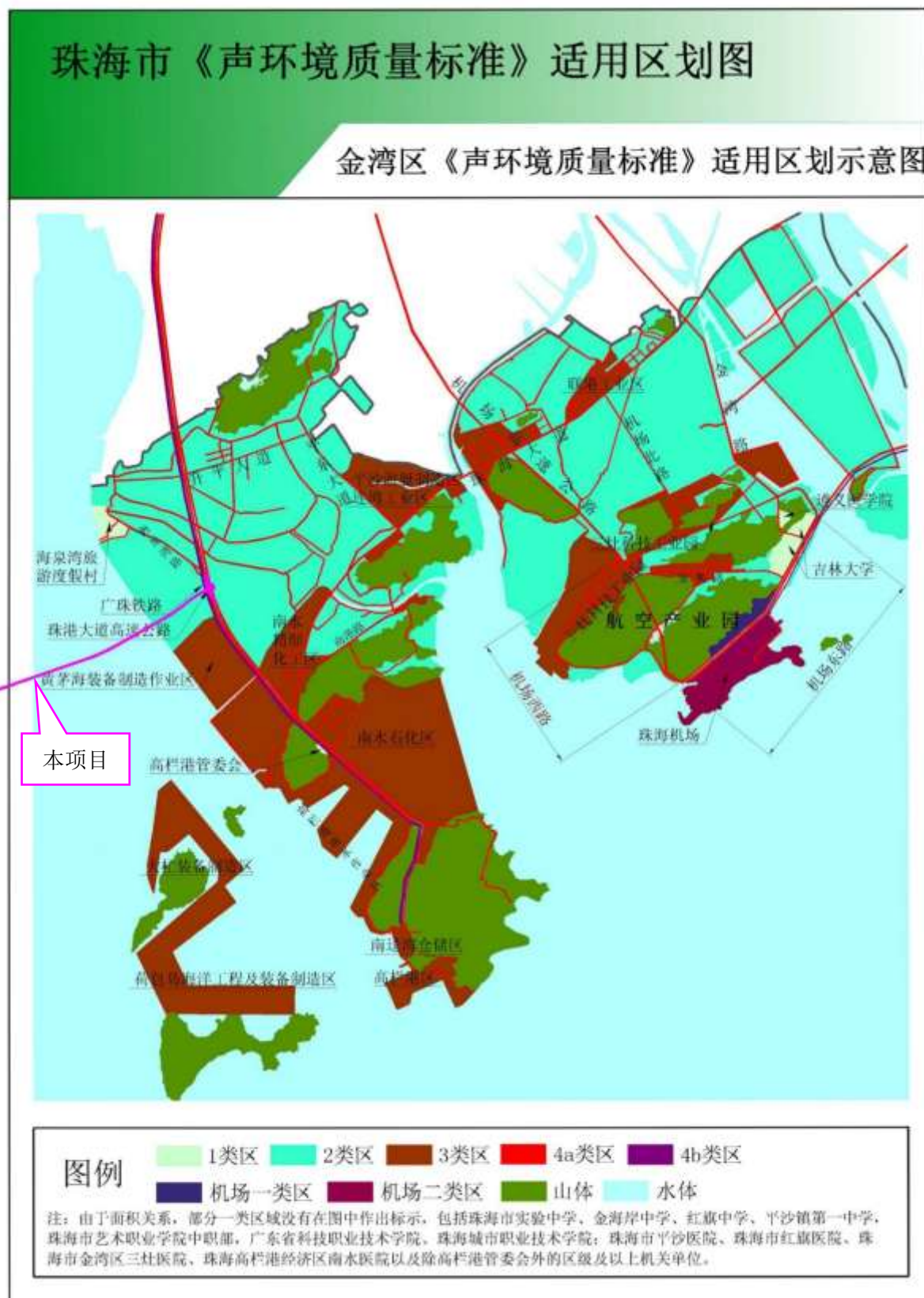


图 2.2.3-1 本项目所在区域声功能区划图（珠海段）

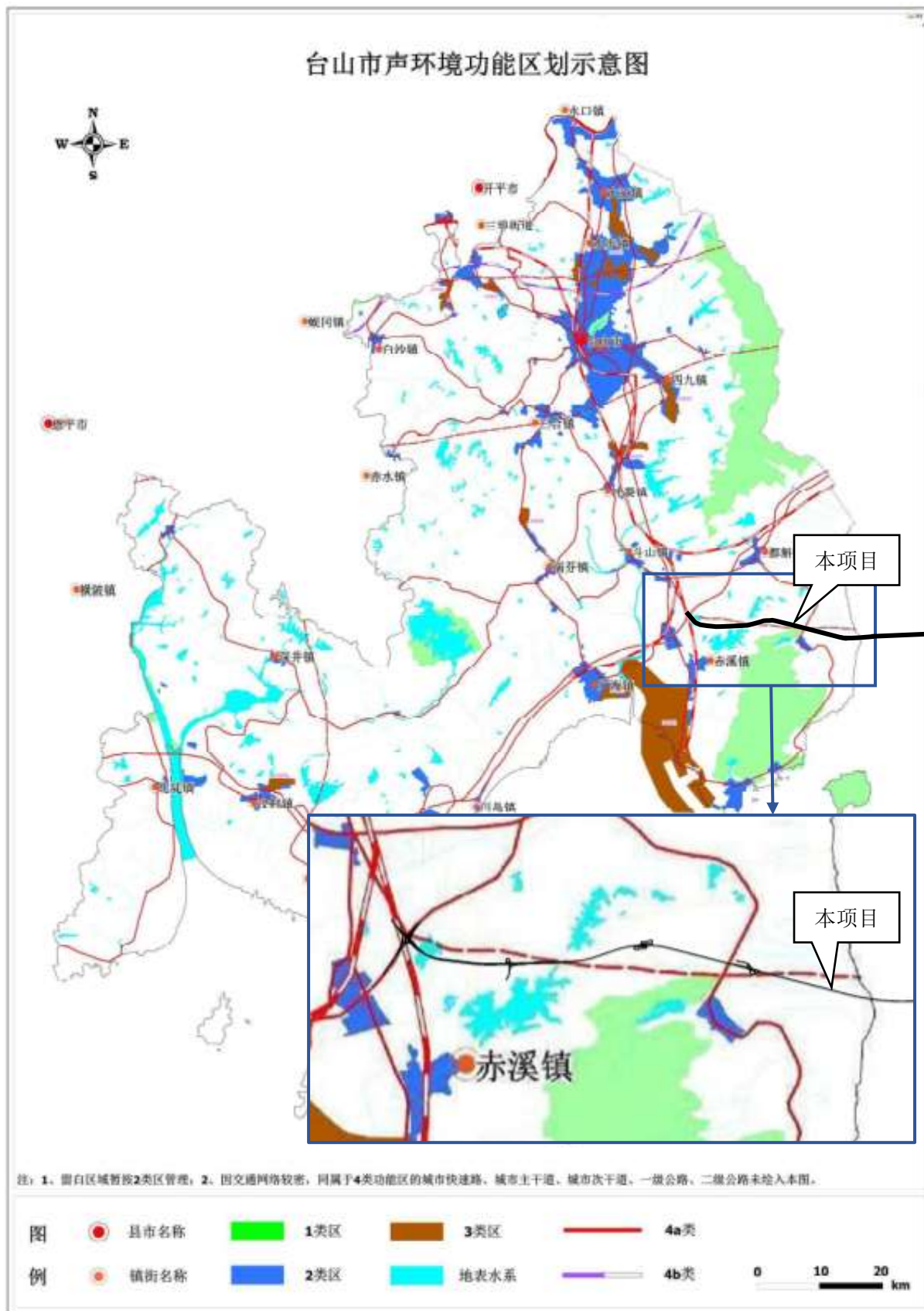


图 2.2.3-2 本项目所在区域声功能区划图（江门台山段）

2.室内声环境质量评价标准

表 2.2.3-2 本项目周边敏感点室内声环境评价标准 单位: dB(A)

功能	房间名称	允许噪声级 (A 声级, dB)	
		昼间	夜间
住宅	卧室	45	37
	起居室 (厅)	45	

2.2.3.2 排放标准

施工期施工场界的环境噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011), 见表 2.2.3-3。

表 2.2.3-3 建筑施工场界环境噪声排放限值 单位: dB(A)

施工	噪声限值	
	昼间	夜间
建筑施工场界	70	55

注: 1、夜间噪声最大声级超过限值的幅度不得高于 15 dB(A);

2、当场界距噪声敏感建筑物较近, 其室外不满足测量条件时, 可在噪声敏感建筑物室内测量, 并将上表中相应的限值减 10 dB(A)作为评价依据。

2.2.4 大气环境

2.2.4.1 环境功能区划及执行标准

本项目横跨江门市和珠海市, 根据《关于印发<珠海市声环境质量标准适用区划分>和<珠海市环境空气质量功能区划分>的通知》(珠环[2011]357号)、《江门市环境保护规划(2006-2020年)》, 本项目位于二类环境空气功能区, 具体见表 2.2.4-1。因此, 大气环境功能执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及 2018 年修改单中二级标准, 具体见表 2.2.4-1。

表 2.2.4-1 环境空气质量评价执行标准一览表 单位: mg/m^3 (标准状态)

项目	取值时间	二级标准浓度限值
SO ₂	年平均	0.060
	24 小时均值	0.150
	1 小时平均	0.500
NO ₂	年平均	0.040
	24 小时均值	0.080

	1 小时平均	0.200
CO	24 小时均值	4
	1 小时平均	10
O ₃	日最大 8 小时平均	0.160
	1 小时平均	0.200
PM ₁₀	年平均	0.070
	24 小时平均	0.150
PM _{2.5}	年平均	0.035
	24 小时平均	0.075

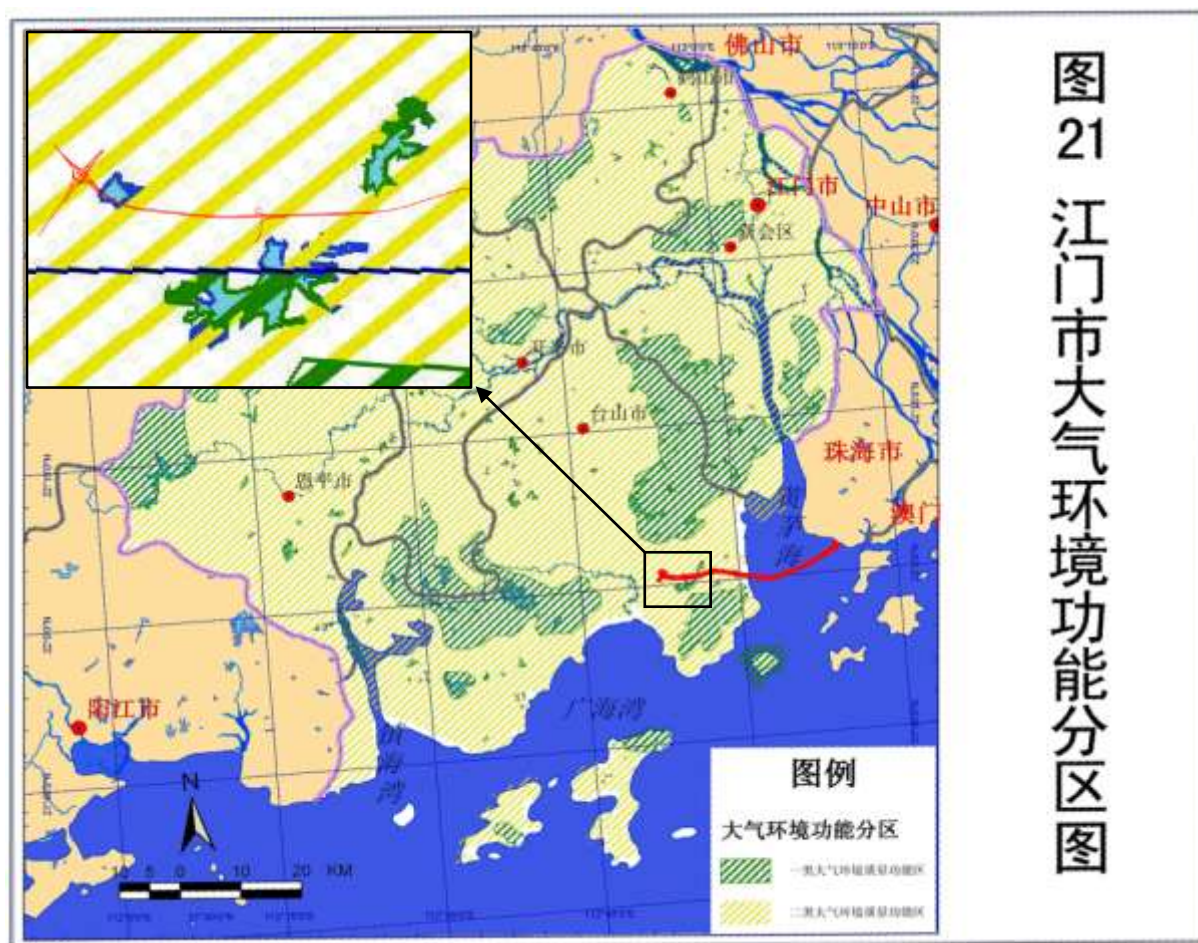


图 2.2.4-1 本项目所在区域大气功能区划图（江门段）

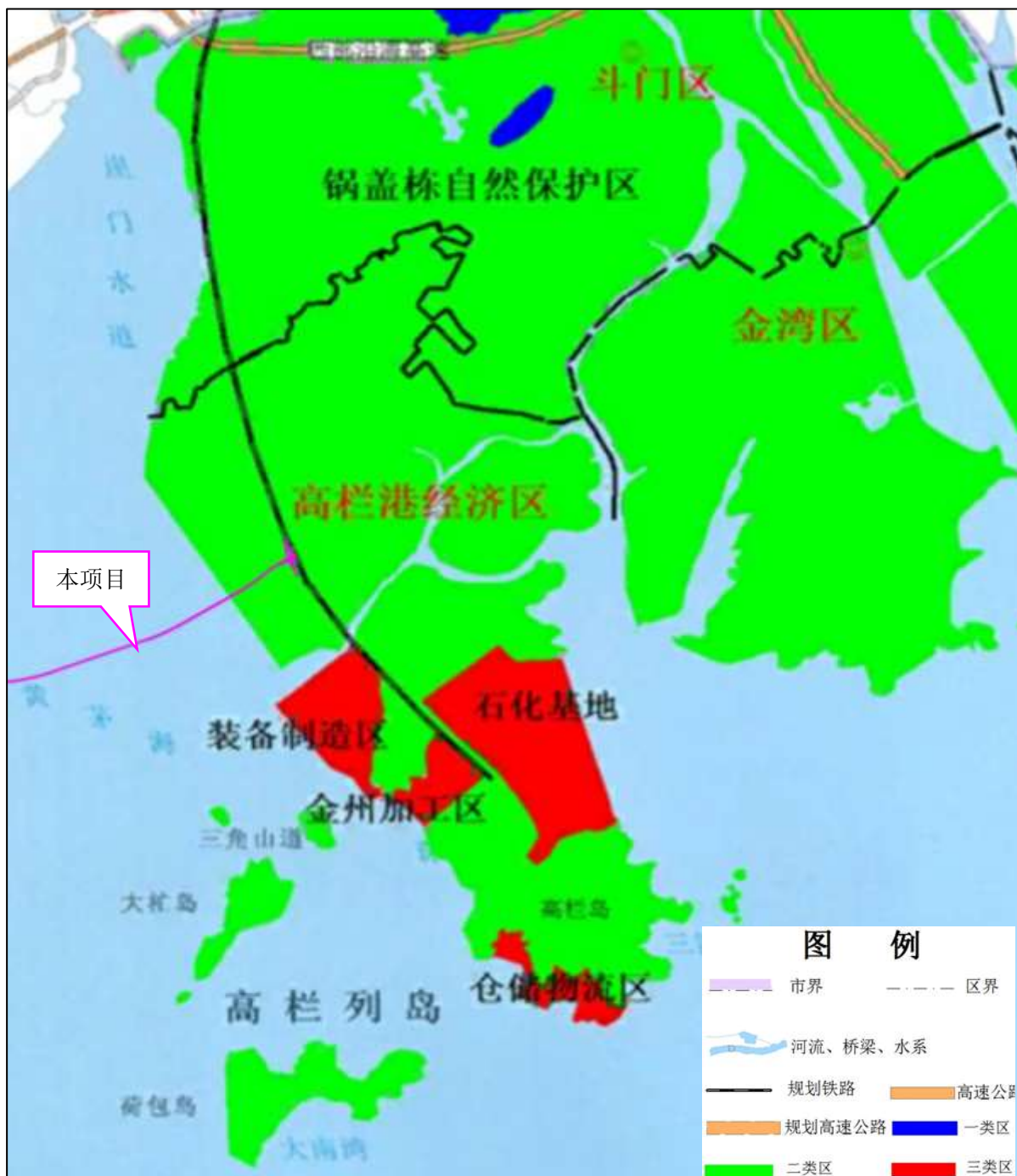


图 2.2.4-2 本项目所在区域大气功能区划图（珠海段）

2.2.4.2 排放标准

1. 施工期沥青烟和 TSP

施工过程中产生的沥青烟和 TSP 执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 中第二时段的二级标准, 具体见表 2.2.4-2。

表 2.2.4-2 《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 二时段二级标准 (摘录)

生产工艺	污染物	排放浓度限值(mg/m ³)	备注
沥青熔炼、拌和	沥青烟	30	生产设备不得有明显无组织排放存在
混凝土搅拌等	TSP	120	1.0

2. 营运期的汽车尾气

营运期汽车尾气主要参照以下 4 个标准:

- ① 《轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (中国 III、IV 阶段)》(GB18352.3-2005, 2007 年 7 月 1 日实施);
- ② 《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法(中国 III、IV、V 阶段)》(GB17691-2005);
- ③ 《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第五阶段)》(GB18352.5-2013, 2018 年 1 月 1 日起实施);
- ④ 《轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (中国第六阶段)》(GB18352.6-2016)。

表 2.2.4-3 第 III、IV 阶段的轻型汽车污染物排放限值 单位:g/km·辆

阶段	类别	级别	基准质量 (RM)(kg)	CO		HC		NO _x		HC+NO _x		PM
				L ₁		L ₂		L ₃		L ₂ +L ₃		L ₄
				汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	柴油
III	第一类车	一	全部	2.30	0.64	0.20	—	0.15	0.50	—	0.56	0.05
	第二类车	I	RM<1305	2.30	0.64	0.20	—	0.15	0.50	—	0.56	0.05
		II	1305≤RM≤1760	4.17	0.8	0.25	—	0.18	0.62	—	0.72	0.07
		III	RM>1760	5.22	0.95	0.29	—	0.21	0.78	—	0.86	0.1
IV	第一类车	一	全部	1.00	0.5	0.10	—	0.08	0.25	—	0.30	0.025
	第二类车	I	RM<1305	1.00	0.5	0.10	—	0.08	0.25	—	0.30	0.025
		II	1305≤RM≤1760	1.81	0.63	0.13	—	0.1	0.33	—	0.39	0.04
		III	RM>1760	2.27	0.74	0.16	—	0.11	0.39	—	0.46	0.06

表 2.2.4-4 第 III、IV、V 阶段重型车污染物排放限值 单位:g/kw · h

阶段	CO[g/(Kw · h)]	HC[g/(Kw · h)]	NO _x [g/(Kw · h)]	PM[g/(Kw · h)]	烟度(m-1)
III	2.1	0.66	5.0	0.10/0.13*	0.8
IV	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
V	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
EEV	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15

*对每缸排低于 0.75dm 级额定功率转速超过 3000r/min 的发动机

表 2.2.4-5 第 V 阶段的轻型汽车污染物排放限值 单位:g/km.辆

类别	级别	基准质量 (RM) (kg)	限值									
			CO		THC		NMHC		NO _x		THC+ NO _x	
			L1 (g/km)		L2 (g/km)		L3 (g/km)		L4 (g/km)		L2+ L4 (g/km)	
PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI	CI	PI	CI	
第一类车	-	全部	1.00	0.50	0.100	-	0.068	-	0.060	0.180	-	0.230
第二类车	I	RM≤1305	1.00	0.50	0.100	-	0.068	-	0.060	0.180	-	0.230
	II	1305< RM≤1760	1.81	0.63	0.130	-	0.090	-	0.075	0.235	-	0.295
	III	1760<RM	2.27	0.74	0.160	-	0.108	-	0.082	0.280	-	0.350

注：PI=点燃式 CI=压燃式
(1) 仅适用于装缸内直喷发动机的汽车

表 2.2.4-6 第六阶段的轻型汽车污染物排放限值 (I 型试验) 单位:mg/km.辆

类别	级别	测试质量 TM/(kg)	CO		THC		NO _x		PM	
			6a	6b	6a	6b	6a	6b	6a	6b
第一类车	一	全部	700	500	100	50	60	35	4.5	3.0
第二类车	I	TM≤1305	700	500	100	50	60	35	4.5	3.0
	II	1305<TM≤1760	880	630	130	65	75	45	4.5	3.0
	III	1760<TM	1000	740	160	80	82	50	4.5	3.0

根据《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)》(GB18352.6-2016)要求, II 型试验(实际行驶污染物排放试验), 市区行程和总行程污染物排放均应小于表

2.2.4-6 中规定的 I 型试验排放限值与表 2.2.4-7 中规定的符合性因子的乘积，计算过程不得进行修约。

表 2.2.4-7 第六阶段符合性因子⁽¹⁾ (II 型试验)

发动机类别	NO _x	CO ⁽³⁾
点燃式	2.1 ⁽²⁾	—
压燃式	2.1 ⁽²⁾	—

(1) 2023 年 7 月 1 日前仅监测并报告结果。
(2) 暂定值，2022 年 7 月 1 日前确认。
(3) 在 RDE 测试中，应测量并记录 CO 试验结果。2022 年 7 月 1 日前确定。

2.2.5 地下水环境

根据《广东省地下水功能区划》(广东省水利厅, 2009 年 8 月), 本项目沿线区域属粤西桂南沿海诸河江门台山地质灾害易发区和粤西桂南沿海诸河江门台山新会不宜开采区, 见图 2.2.5-1。参照《地下水质量标准》(GBT 14848-1993) 对地下水质量的分类办法, 本项目粤西桂南沿海诸河江门台山地质灾害易发区地下水水质执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III 类标准限值, 粤西桂南沿海诸河江门台山新会不宜开采区地下水水质均执行《地下水质量标准》(GBT 14848-1993) V 类标准限值。具体见表 2.2.5-1。

表 2.2.5-1 《地下水环境质量标准》摘录 单位: mg/L, pH、总大肠菌群除外

序号	项目	III 类标准限值	V 类标准限值
1	pH 值	6.5 ≤ pH ≤ 8.5	pH < 5.5 或 pH > 9
2	溶解性总固体	≤ 1000	> 2000
3	总硬度	≤ 450	> 650
4	耗氧量 (COD _{Mn} 法, 以 O ₂ 计)	≤ 3.0	> 10
5	硫酸盐	≤ 250	> 350
6	硝酸盐 (以 N 计)	≤ 20.0	> 30.0
7	亚硝酸盐 (以 N 计)	≤ 1.00	> 4.80
8	挥发性酚类 (以苯酚计)	≤ 0.002	> 0.01
9	氨氮 (以 N 计)	≤ 0.50	> 1.50
10	氟化物	≤ 1.0	> 2.0
11	氯化物	≤ 250	> 350
12	氰化物	≤ 0.05	> 0.1
13	铬 (六价)	≤ 0.05	> 0.10
14	汞	≤ 0.001	> 0.002
15	砷	≤ 0.01	> 0.05

序号	项目	III类标准限值	V类标准限值
16	镉	≤0.005	>0.01
17	铅	≤0.01	>0.10
18	铁	≤0.3	>2.0
19	锰	≤0.10	>1.50

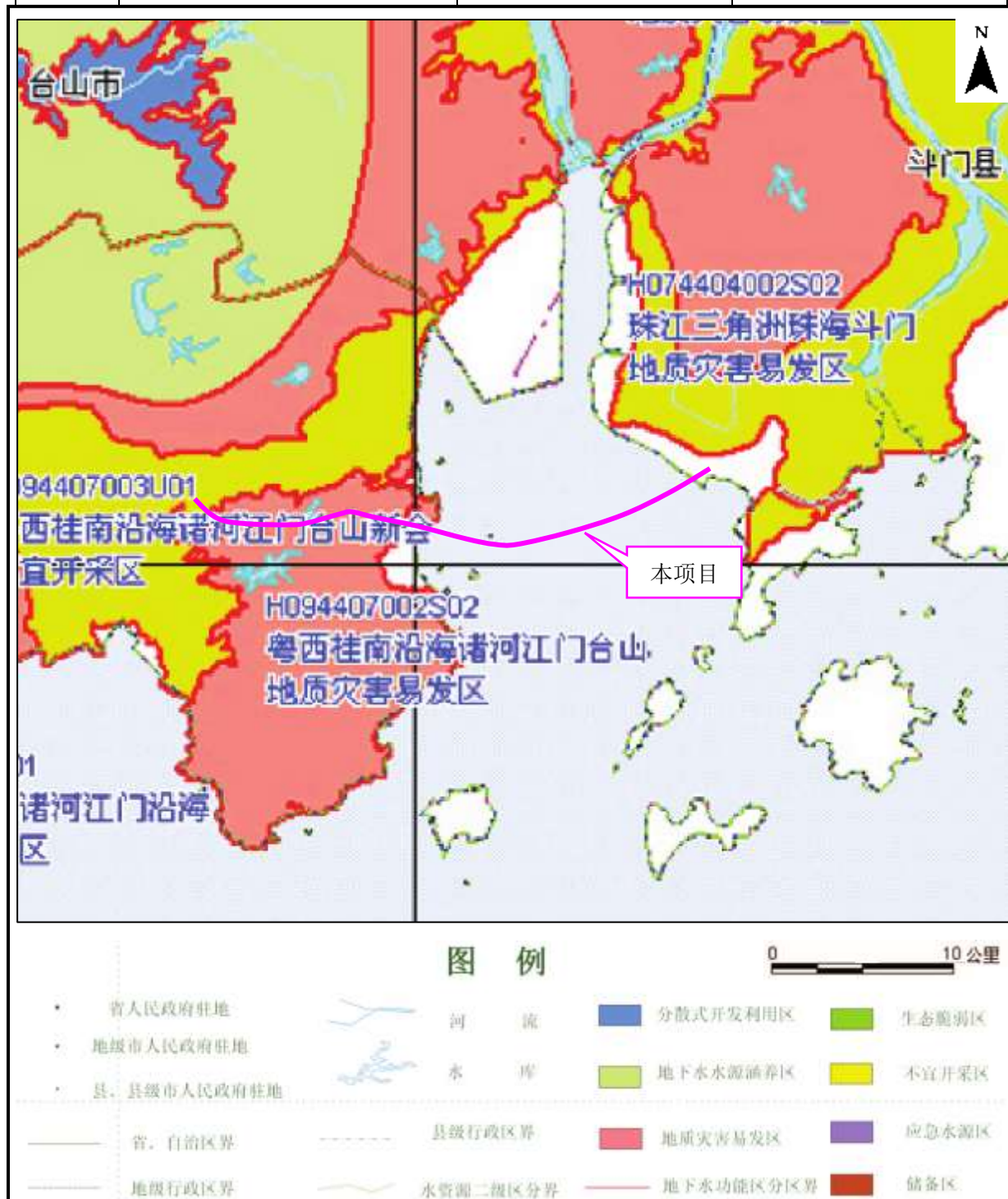


图 2.2.5-1 本项目所在区域地下水环境功能区划图

2.2.6 生态环境

2.2.6.1 广东省生态功能区划

1. 生态功能区划

本项目所经区域涉及一级功能区包括广东中部山地丘陵亚热带季风常绿阔叶林水土保持生态区（E2）及珠江三角洲平原农业-都市经济生态区（E4）；二级功能区包括珠三角西部丘陵水土保持与生态农业生态亚区（E2-2）及珠江三角洲依山环城平原生态农业生态亚区（E4-3）；三级功能区包括台山-恩平农业-城镇经济生态功能区（E2-2-2）和珠三角平原生态农业与河网营养物质保持生态功能区（E4-3-1）。项目沿线经过生态功能区结构及功能见图 2.2.6-1。

2. 生态分级区划

根据《广东省环境保护规划纲要（2006-2020 年）》，本项目涉及陆域有限开发区，不涉及陆域严格控制区。具体见图 2.2.6-2。

2.2.6.2 广东省海洋生态红线

根据《广东省海洋生态红线（2016-2020 年）》，项目建设不占用划定的广东省海洋生态红线，本项目评价范围内红线区主要有黄茅海重要渔业海域限制类红线区（编号 127）。项目建设不占用大陆保有自然岸线和海岛岸线，邻近的大陆自然岸线为赤溪角咀（编号 82）、赤溪大洲咀（编号 81）。项目距黄茅岛自然岸线仅 0.2 km。

项目附近生态红线区、大陆保有自然岸线及海岛岸线分布详见表 2.2.6-1 和图 2.2.6-3~图 2.2.6-5，与本项目距离关系见表 2.2.6-2，生态红线登记表见表 2.2.6-3 和表 2.2.6-4。

表 2.2.6-1 项目周围海域海洋生态红线区分布状况

编号	海洋生态红线区名称	管控类别	类型	与本项目的方位关系及最短距离
127	黄茅海重要渔业海域限制类红线区	限制类	重要渔业海域	南侧，约 3.49km

表 2.2.6-2 项目周围海域大陆保有自然岸线分布状况

编号	名称	主体岸线类型	与本项目的方位关系及最短距离
82	赤溪角咀	基岩岸线	西南侧，4.11km
81	赤溪大洲咀	基岩岸线	西南侧，6.95km

表 2.2.6-3 项目所在及周边海洋生态红线区登记表

序号	行政区		代码	管控类别	类型	名称	地理位置 (四至)	覆盖区域		生态保护目标	管控措施
	市级	县级						面积 (km ²)	长度 (km)		
127	江门	珠海	44-Xe20	限制类	重要渔业海域	黄茅海重要渔业海域限制类红线区	113°1'16.29"-113°7'31.22"E ; 21°53'33.05"-21°57'56.58"N	72.53	0	渔业资源海域	管控措施：禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动，禁止破坏性捕捞方式，严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定，禁止排放有毒、有害物质，禁止新设排污口。允许现有航道范围内清淤疏浚。核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量。

注：引自《广东省海洋生态红线》（2017年），表中编号与表 12.2.2-1 中序号相对应。

表 2.2.6-4 项目周边大陆自然岸线保有登记表

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置（起止坐标）	岸线长度（m）	生态保护目标	管控措施	备注
81	江门	44-q014	基岩岸线	赤溪大洲咀	位于广海湾，起点坐标：112°53'28.273"E，21°52'47.665"N；终点坐标：112°52'15.301"E，21°53'27.103"N。	508	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，保持岸线自然形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	
82	江门	44-q015	基岩岸线	赤溪角咀	位于广海湾，起点坐标：112°54'44.993"E，21°52'05.411"N；终点坐标：112°53'17.542"E，21°52'16.216"N。	325	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，保持岸线自然形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。	

注：引自《广东省海洋生态红线》（2017年），表中编号与表 2.2.2-2 中序号相对应。

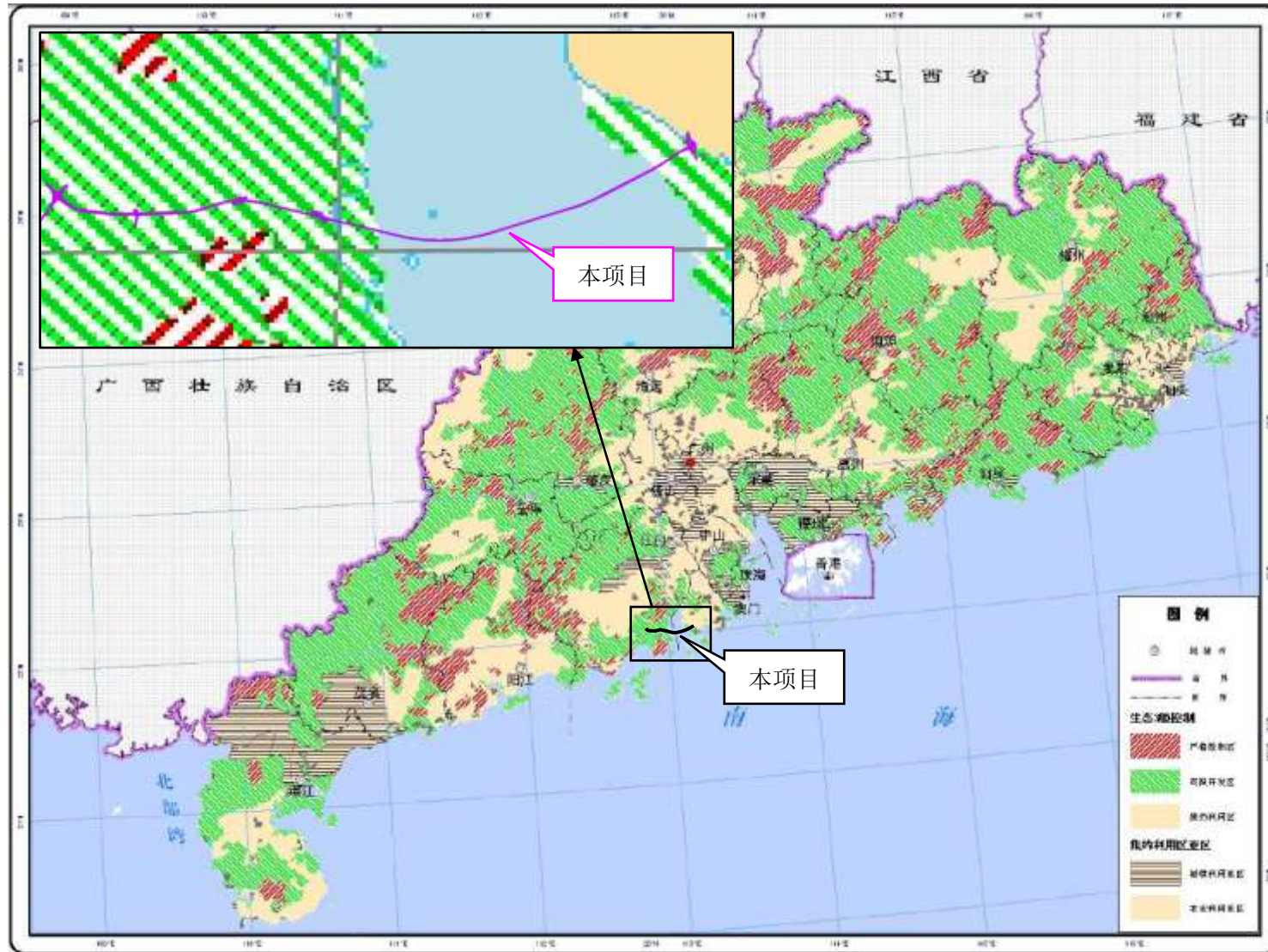


图 2.2.6-2 项目所在区域生态分级控制区图

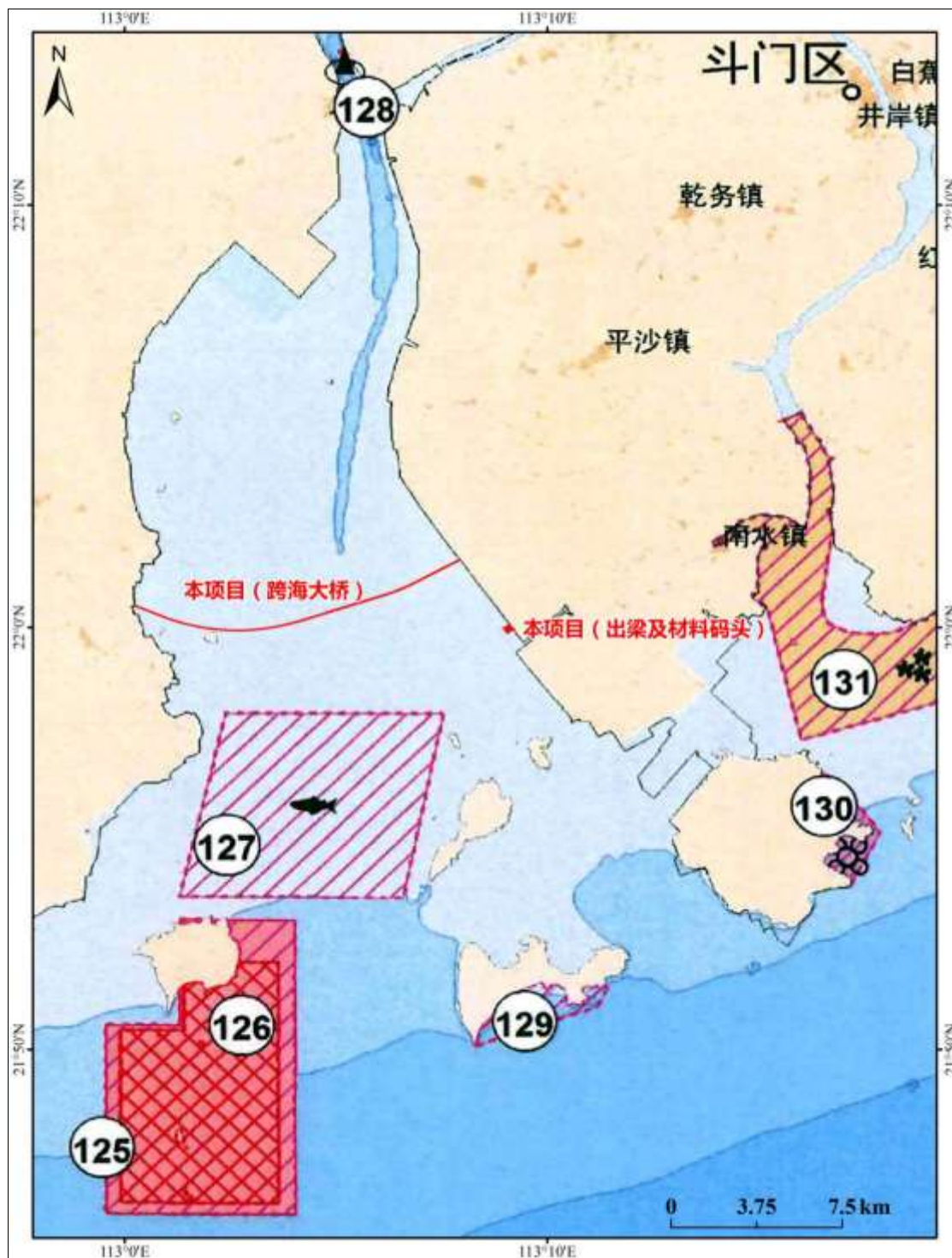


图 2.2.6-3 项目所在海域及周边海域海洋生态红线区分布示意图

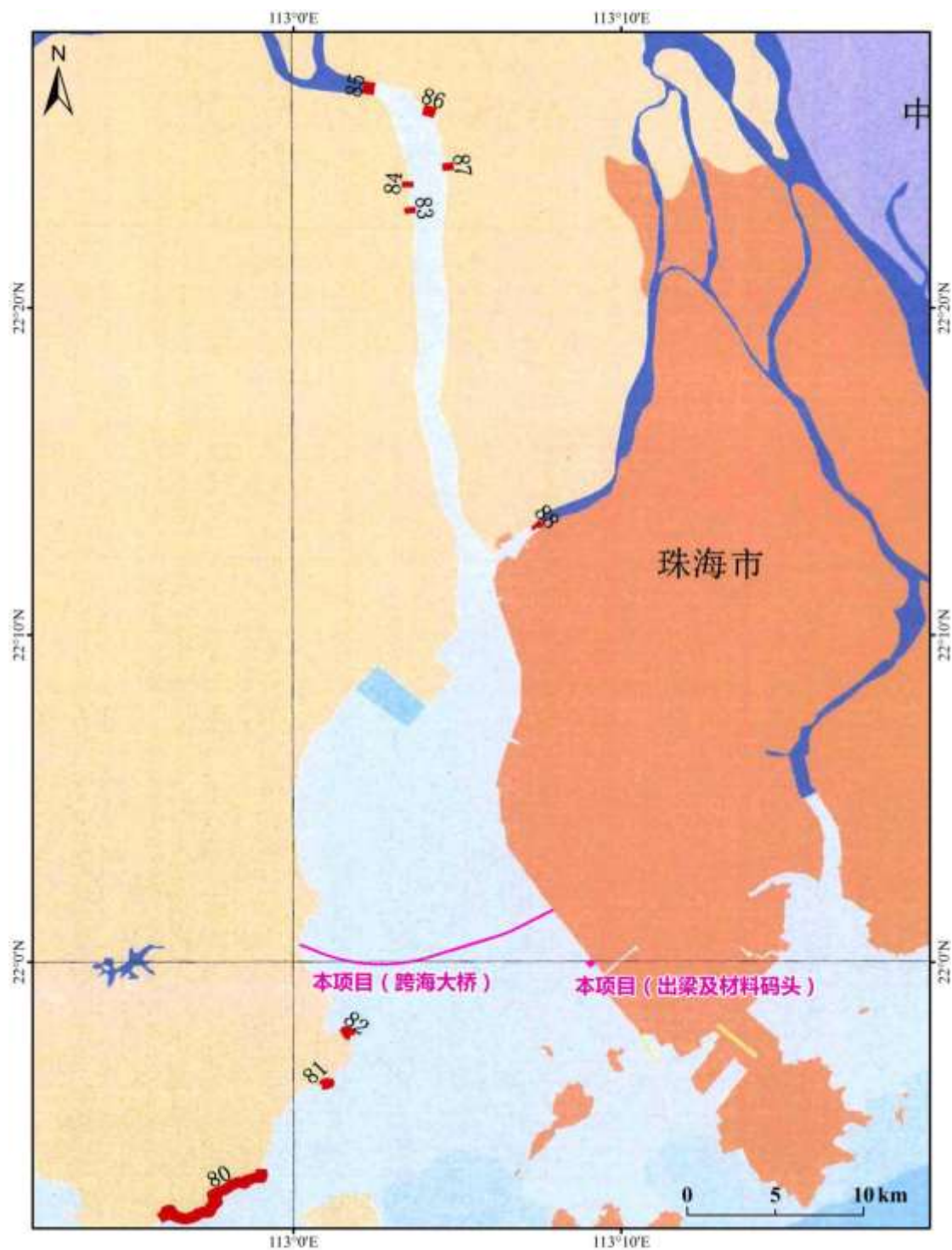


图 2.2.6-4 项目所在海域及周边海域大陆保有自然岸线分布示意图

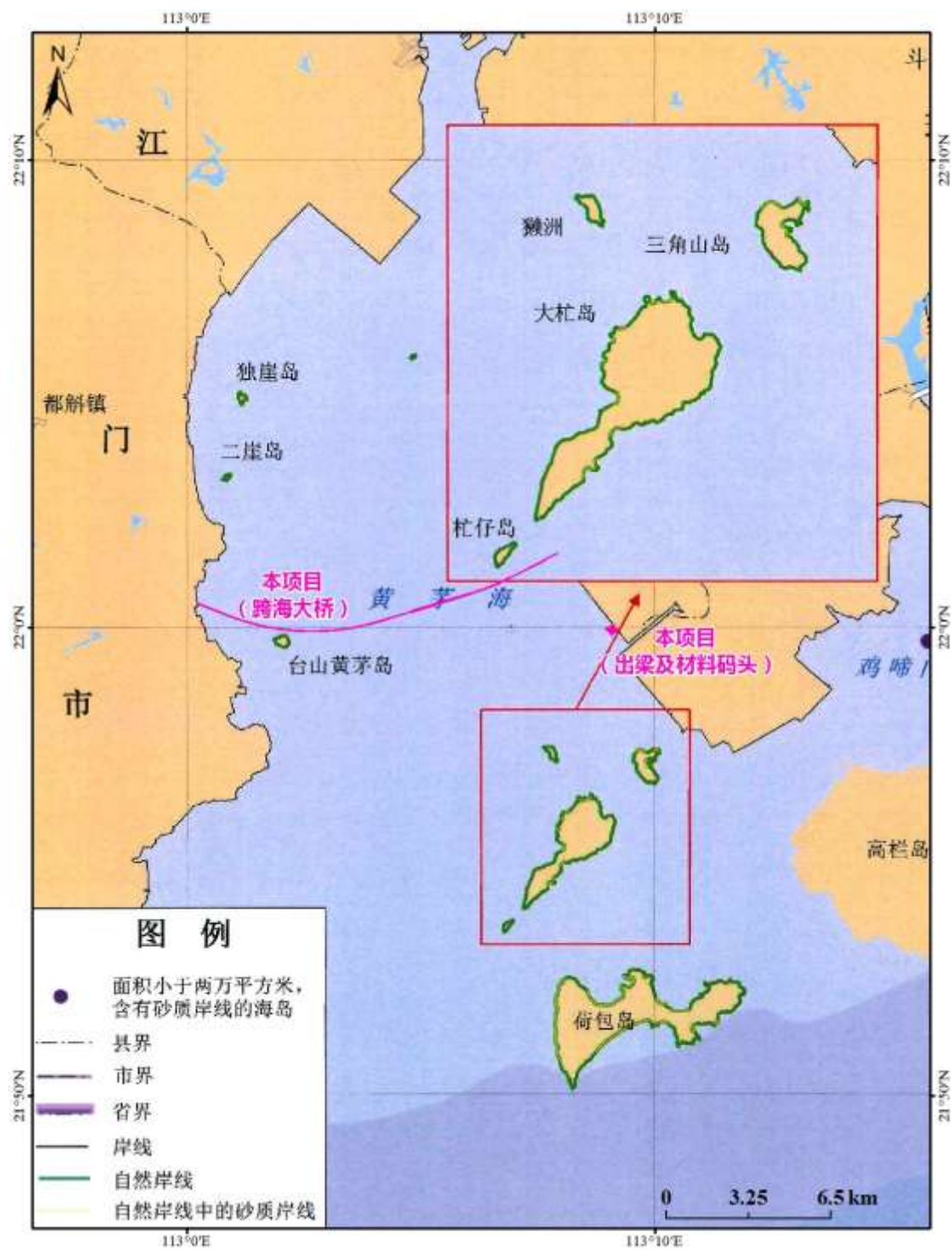


图 2.2.6-5 项目所在海域及周边海岛自然岸线分布示意图

2.2.6.3 珠海市生态功能区划

根据《珠海生态市建设规划修编（2010-2020年）》，本项目不涉及珠海市基本生态控制线，具体见图 2.2.6-6。

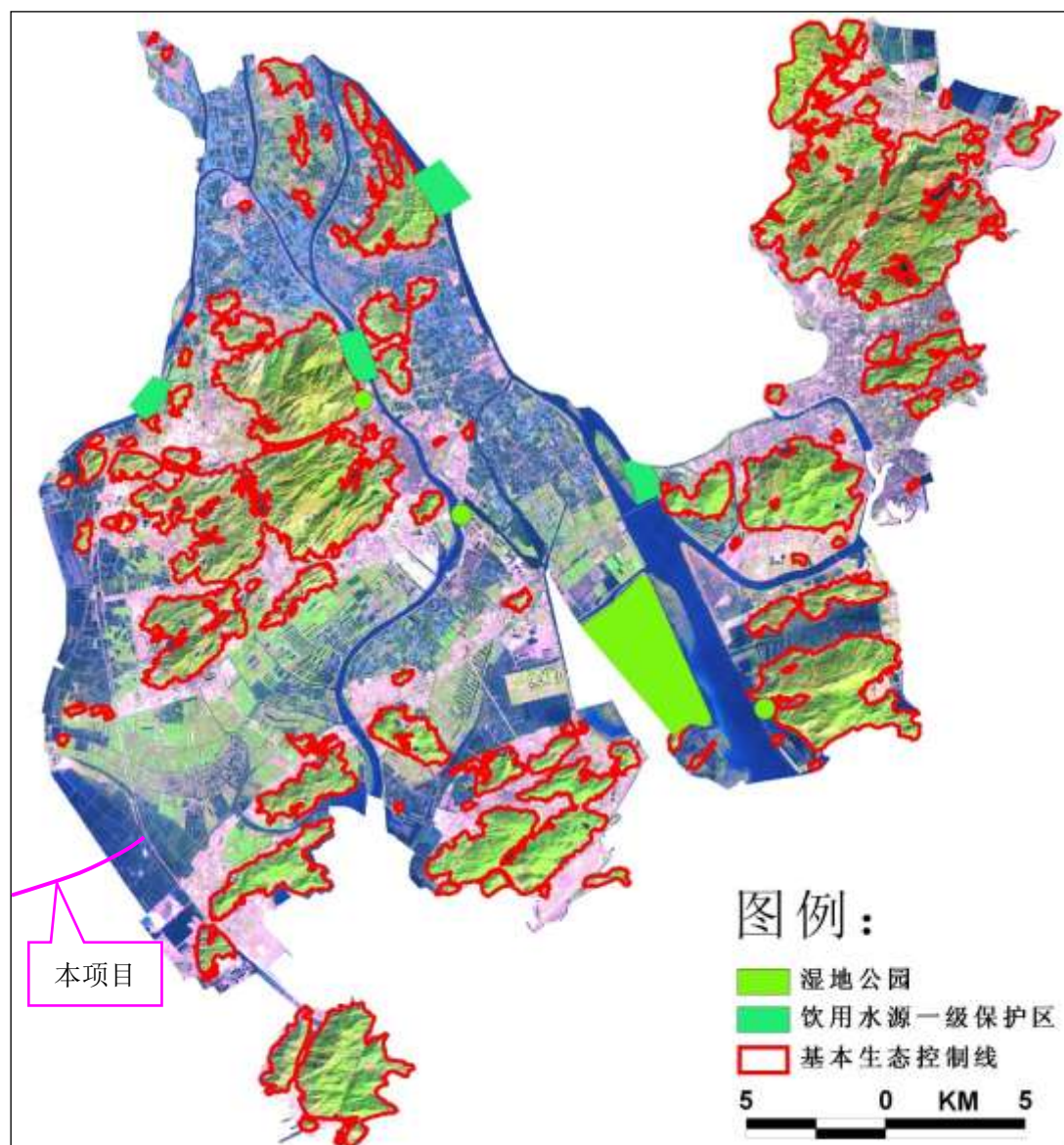


图 2.2.6-6 本项目与珠海市基本生态控制线相对位置关系

2.2.6.4 江门市生态功能区划

根据《江门市环境保护规划（2006-2020年）》，本项目主要涉及控制性保护利用区和引导性开发建设区。具体见图 2.2.6-7。

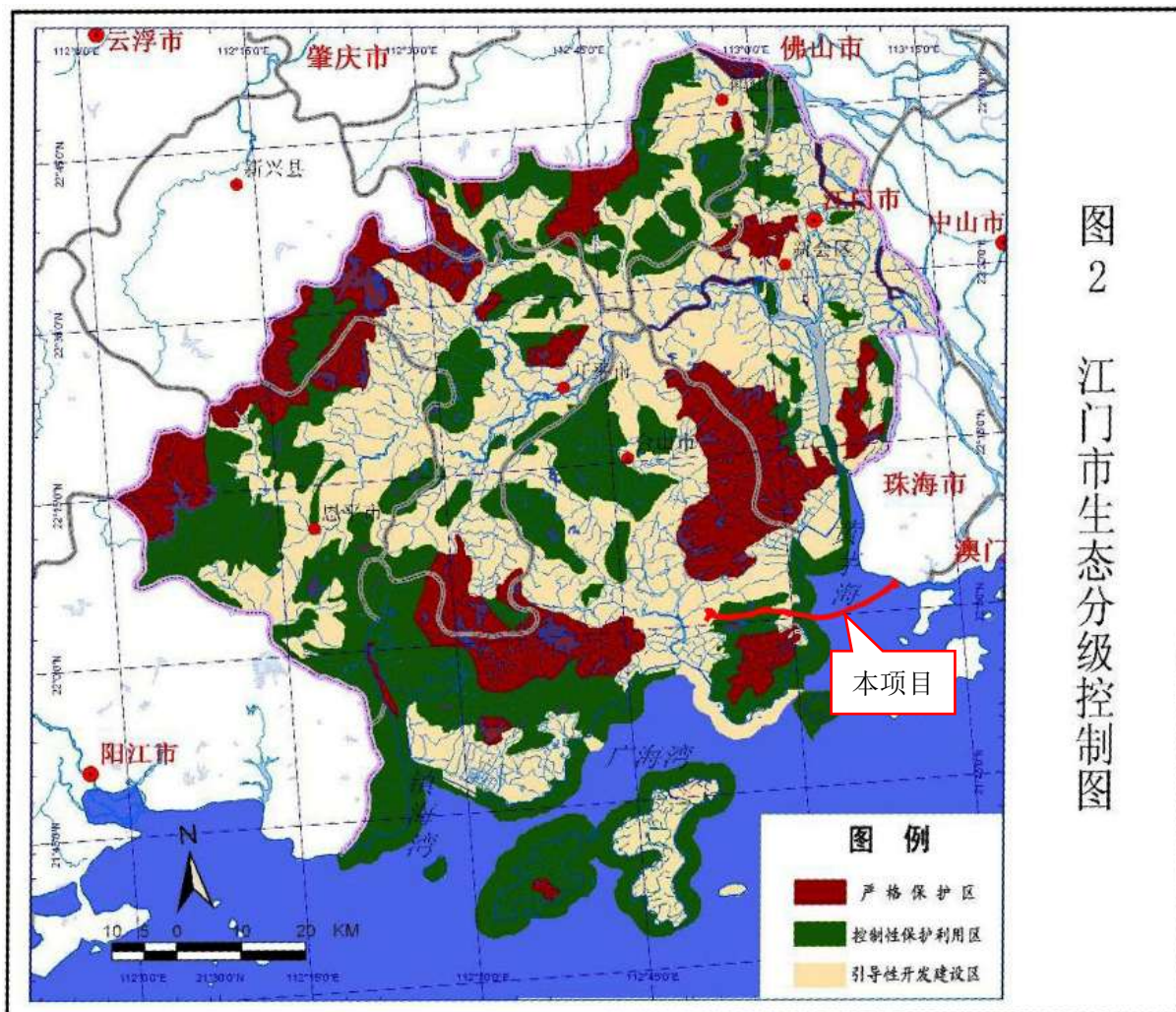


图 2.2.6-7 本项目与江门市生态分级控制图相对位置关系

2.2.6.5 台山市赤溪曹峰山县级自然保护区

台山市赤溪曹峰山县级自然保护区位于台山市东南部，地处我国北回归线以南的珠江三角洲地区，三面环海，东望现代化都市珠海，西傍广海湾，南临浩瀚南海，整个自然保护区纵横整个赤溪半岛，与台山境内的“北峰山”形成南北对峙之势，因而也被称作“南峰山”。

保护区共涉及赤溪镇曹冲村、北门村、渡头村、铜鼓村、长沙村、长安村、磅礴村 7 个行政村。保护区分三个片区：曹峰山片区、大襟岛片区、东角山片区，总面积 9103.21 公顷，最高峰凉帽顶，海拔 784.2 米。地理坐标为东经 $112^{\circ} 53' 40''$ 至 $113^{\circ} 02' 38''$ ，北纬 $21^{\circ} 50' 56''$ 至 $22^{\circ} 00' 37''$ 。

本项目从该自然保护区北侧经过，道路中心线与保护区的实验区最近距离约为

227m；与保护区核心区最近距离约为 3995m，与保护区缓冲区最近距离约为 1480m。

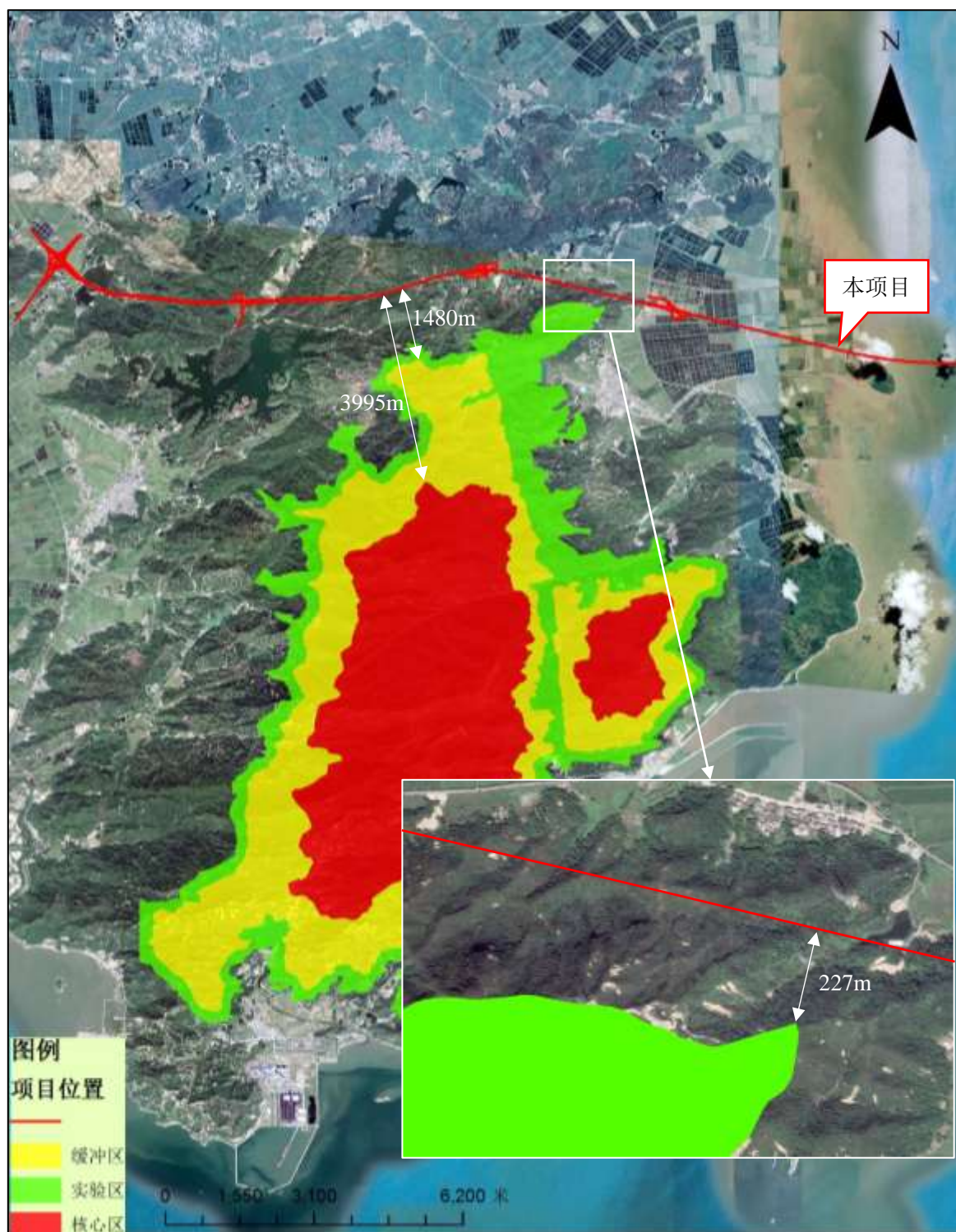


图 2.2.6-8 本项目与台山市赤溪曹峰山县级自然保护区规划相对位置关系

2.2.6.6 珠海市平沙新城生态公园

珠海市平沙新城生态公园规划总面积 2.17 平方公里，其中水系面积 128.3 公顷，绿

地面积 61.7 公顷，硬地面积 16.3 公顷，建筑占地面积 0.8 公顷。项目位于平沙新城起步区东南端，西临黄茅海，东至三虎大道，北邻三前河，南临规划装备制造区。该公园已于 2017 年开始建设，目前仍在建设阶段，公园依托原有的河道和鱼塘，打造榕树林、红树林、竹林、花卉园等园区，成为拥有生态功能的植物群落的湿地，规划为省内重要的鸟类、鱼类栖息地。其功能定位为：以湿地风貌为基地，以生态恢复为核心的生态公园，建设成为高栏港经济区生态修复工程的新典范。

本项目初步设计推荐方案从平沙新城生态公园南侧经过，局部占用生态公园用地，穿越长度约 530m，已取得珠海高栏港经济区管理委员会的同意意见。



图 2.2.6-9 本项目与珠海市平沙新城生态公园的相对位置关系

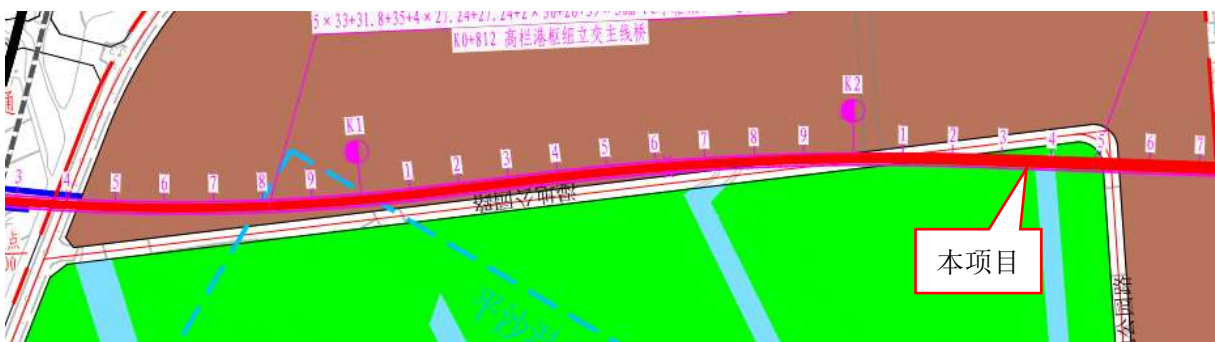


图 2.2.6-10 本项目与珠海市平沙新城生态公园的相对位置关系（局部放大图）

2.2.6.7 拟划定的生态保护红线

经叠图分析，本项目不涉及拟划定的生态保护红线，项目中心线与生态保护区红线

最近距离约为 67m，具体见图 2.2.6-7。



图 2.2.6-11 本项目与拟划定的生态保护红线相对位置关系

2.3 评价工作等级

根据本项目工程的特点,《环境影响评价技术导则》以及工程环境影响识别,本项目

各单项的环境影响评价等级确定见表 2.3-1。

表 2.3-1 评价等级划分依据

环境因素	依据	等级
海洋环境	根据 GB/T 19485-2014，本工程在进行海洋环境影响评价时，水文动力环境水质、沉积物环境和生态环境的评价等级定为 1 级；因跨海段桥梁长 14.08 km，申请用海总面积为 85.8249 公顷，对海洋地形地貌与冲淤环境的影响不大，评价等级定为 2 级。	水文动力环境水质、沉积物环境、生态环境均为 1 级；海洋地形地貌与冲淤环境为 2 级
地表水环境	依据 HJ2.3-2018，项目运营期废水主要来源于服务区、管理中心（与养护工区、集中居住区、救援中心合建）和收费站，主要为生活污水，污染物浓度较低，水量较小，为 160.38t/d，部分经处理后直接排入地表水，故确定为三级 A 评价。 考虑到本项目主线局部路段穿越了猪乸潭水库饮用水源二级保护区，按照原省环境保护厅文件《关于饮用水源保护区调整及线性工程项目穿越饮用水源保护区可行性审查办理程序的通知》（粤环函[2015]1372 号），在本评价中做专章分析，重点论证线性工程项目穿越饮用水源二级保护区的项目选址唯一性和环境可行性。	三级 A
声环境	依据 HJ4.2-2009，道路建设前后，沿线受噪声影响人口数量显著增多，预计敏感目标噪声增高量可能在 5dB 以上，故按照导则，声环境影响评价工作等级为一级。	一级
环境空气	根据 HJ2.2-2018，等级公路评级等级按项目沿线主要集中式排放源（如服务区、车站大气污染源）排放的污染物来确定。本项目沿线集中式排放源为服务区、管理中心、养护工区、救援中心和集中居住区，由于加油站单独建设，本次评价不考虑加油站非甲烷总烃排放。服务区内不设置锅炉，附属设施的洗浴、饮水、餐饮等一般采用太阳能、电能或液化石油气，主要污染物排放量 $P_{max} < 1\%$ ，因此确定本次大气评价等级为三级。	三级
生态环境	依据 HJ19-2011，本项目道路总长 31.22km，项目工程占地不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地等特殊生态敏感区，亦不涉及风景名胜区、森林公园、地质公园、重要湿地等、原始天然林、珍稀濒危野生动物植物天然集中分布区、重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等重要生态敏感区。因此确定本次生态评价等级为三级。	三级
环境风险	本项目不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质生产、使用、储存（包括使用管线运输），故不适用于《建设项目环境影响风险评价技术导则》（HJ169-2018）。 本项目风险评价重点分析施工期及运营期的风险事故，尤其是船舶溢油、危险品车辆运输事故产生的环境风险。	/

环境因素	依据	等级
地下水环境	依据 HJ610-2016 中附录 A，本项目属编制报告书的公路项目，地下水环境影响评价项目类别为：加油站 II 类，其余 IV 类。本项目服务区仅提供加油站建设场地，营运期有加油站进驻时需单独向当地环境主管部门申报相关手续，故加油站不属于本次评价范围。因此，本项目属于“其余 IV 类”，不开展地下水环境影响评价。 鉴于本项目中狮山隧道和象山隧道涉及猪鬃潭饮用水源保护区，因此本评价对该隧道建设带来的地下水环境影响做简单分析。	不开展对狮山隧道和象山隧道的地下水影响做简单分析

2.4 评价范围

根据《环境影响评价技术导则》和《公路建设项目环境影响评价规范》(JTG B03-2006) 的要求以及公路工程污染特点，确定本项目环境影响评价范围如下：

1. 海洋环境：

评价以本工程可能影响到的范围为主，主要根据该工程特点、污染物特性、污染物种类以及承受载体的不同来确定。参考各单项要求的等级调查范围（水文动力的垂向距离不小于 5 km，纵向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍；海洋生态不小于 8~30 km；沉积物与水质和生态的范围保持一致）依据项目所在海域的水动力条件，结合本工程的特点和建设规模，以及所在海区的自然环境条件和敏感目标情况，确定其海洋环境影响评价范围为北纬 21° 46′ 45.701″ 至 22° 16′ 44.427″，东经 112° 55′ 13.175″ 至 113° 18′ 44.919″ 的海域范围，面积约 1016 km²，评价范围如图 2.2.6-1 所示。

2.地表水环境的影响评价范围：为本项目道路中心线两侧各 200m 以内区域内的水体，以及可能受项目施工影响的猪鬃潭水库和南村塘水库。

3. 声环境影响评价范围：根据分析，本项目声环境评价等级为一级，根据《影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009)，“满足一级评价的要求，一般以道路中心线外两侧 200 米以内为评价范围；如依据建设项目声源计算得到的贡献值到 200 米处仍不能满足相应功能区标准时，应将评价范围扩大到满足标准值的距离”，经初步计算，本项目评价范围为距离公路中心线两侧各 300m 以内的区域，匝道中心线两侧各 200m 以内的区域，以及施工场地周边 300m 以内的区域。

4.大气环境影响评价范围：为本项目道路中心线两侧各 200m 以内区域、施工场地周边 300m 以内的区域。

5.生态环境影响评价范围：

陆生生态：陆生生态评价范围为拟建项目中心线两侧 300m 以内范围、临时用地周边 200m 以内的区域。考虑到生态系统完整性，将赤溪曹峰山县级自然保护区纳入本次生态环境影响评价范围。

水生生态：以海洋生态环境为主，同海洋环境影响评价范围。

6.风险评价范围：同海水、地表水和大气环境影响评价范围。

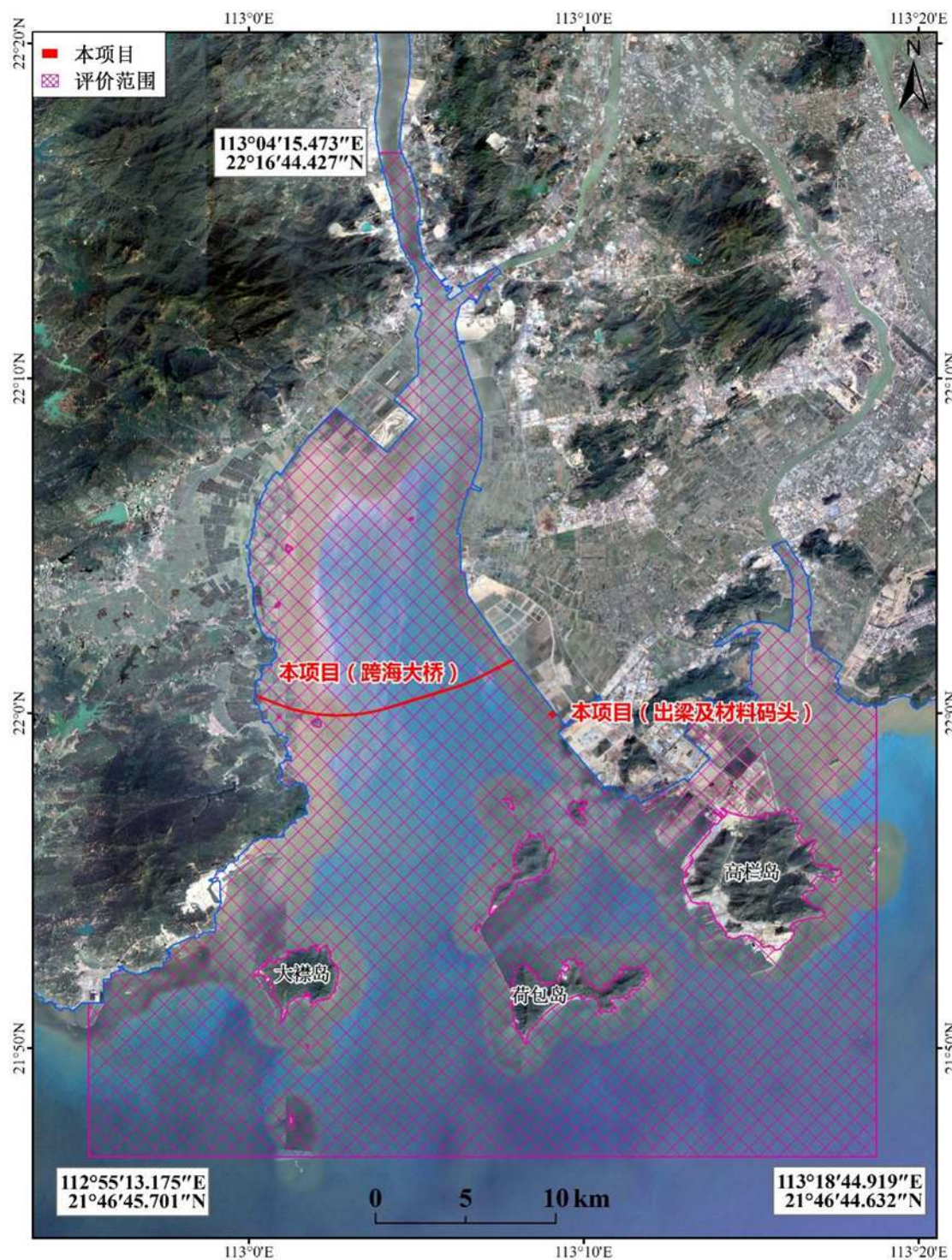


图 2.2.6-1 本项目海洋环境评价范围示意图

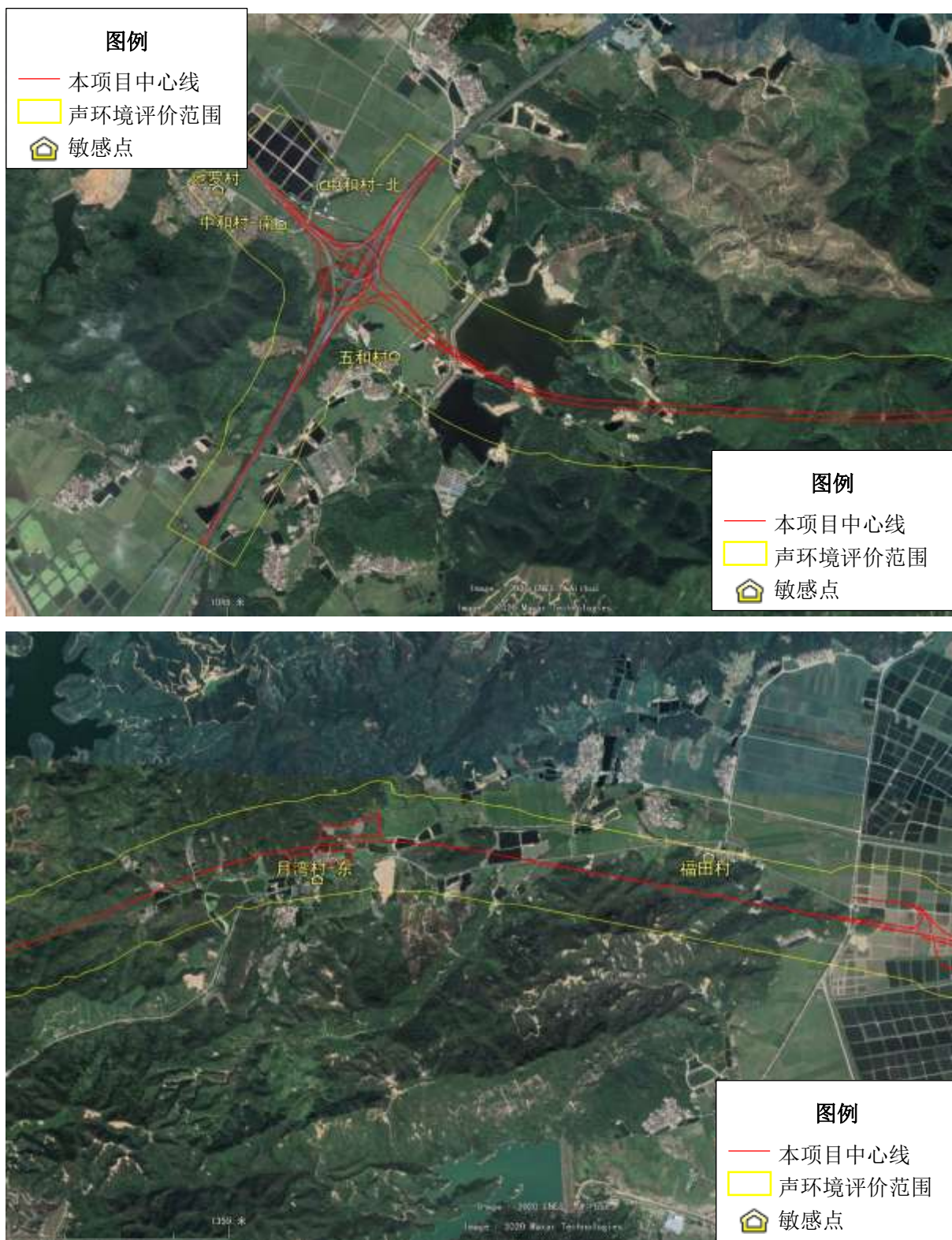


图 2.2.6-9 本项目声环境评价范围示意图

2.5 评价重点和评价因子

2.5.1 评价重点

根据本工程所在区域环境特点及对环境影响特征，本工程的环境影响评价重点为：

1. 工程分析及污染源分析：根据道路工程施工方案，分析本项目施工期导致的机械噪声、施工废水等污染物及营运期带来的交通噪声和汽车尾气等污染源的源强；跨海大桥施工过程中产生的悬浮物(SS)对项目所在及其周边海域海水环境、海洋沉积物环境、海洋水文动力环境、海洋生态和生物资源等环境要素的影响程度及影响范围；跨海大桥建设后对工程附近海区的水动力条件的影响范围和程度。

2. 施工期对沿线陆生生态环境的影响，包括水土流失、植被破坏、对沿线动物的影响以及可能对台山市赤溪曹峰山县级自然保护区的影响。

3. 施工期及营运期的水环境影响及环境风险分析。重点是施工期船舶溢油事故以及运营期危险品运输事故性泄漏对海洋环境的影响，以及施工期及营运期对猪𨾏潭水库饮用水源保护区的影响。

4. 营运期交通噪声和汽车尾气对沿线环境敏感点的影响。

5. 项目设计期、施工期、营运期的环境污染防治措施与对策。

2.5.2 评价因子

本项目环境影响评价因子如下：

1. 海洋

(1) 海水环境

现状评价因子：水深、浊度、水温、盐度、pH、溶解氧(DO)、化学耗氧量(COD_{Mn})、无机氮(NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N)、活性磷酸盐(PO₄-P)、石油类、悬浮物、总汞(Hg)、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd)、铬(Cr)、砷(As)。

预测因子：SS

(2) 海洋沉积物环境

现状评价因子：温度、pH、粒度、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd)、汞(Hg)、总铬(Cr)、砷(As)、有机碳、硫化物和石油类。

(3) 海洋生态和生物资源环境

现状评价因子：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔

稚鱼、潮间带生物、渔业资源（游泳生物）、生物质量等。

2.地表水环境影响评价因子

现状评价评价因子：pH、SS、DO、BOD₅、COD_{Cr}、氨氮、石油类、高锰酸盐指数、SS；

施工期分析因子：SS；

营运期分析因子：SS、石油类、COD、氨氮和 BOD₅。

3.噪声影响评价因子

现状评价因子及预测因子：连续等效 A 声级。

4.环境空气影响评价因子

现状评价因子：CO、NO₂、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、O₃；

施工期分析评价因子：TSP；

营运期分析评价因子：NO₂、CO。

5.生态环境：陆域和水域评价范围内的沿线动物、植被、土地利用现状、景观生态、水土流失。

2.6 评价时段

施工期：2020 年 6 月~2024 年 12 月，建设工期 55 个月。

营运期：2025 年（近期），2031 年（中期），2039 年（远期）。

2.7 环境保护目标及敏感点

2.7.1 地表水环境保护目标

本项目地表水环境保护目标为项目沿线水体，具体见表 2.2.2-2。

2.7.2 声环境和大气环境保护目标

根据现场调查，项目推荐线评价范围内有 5 个敏感点。具体见表 2.7.3-3。

2.7.3 生态环境保护目标

2.7.3.1 海洋生态环境保护目标

通过对项目附近海域进行现场勘查和分析，结合《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年），并考虑到项目用海要求及影响范围，确定本次评价范围内的环境保护目标。环境保护目标的方位、距离、保护内容等见表 2.7.3-1。环境保护目标的分布见图

2.7.3-1。

表 2.7.3-1 本项目海洋生态敏感区一览表

类别	敏感区	方位及距离		敏感时间	保护目标/保护对象
		方位	最近距离 (km)		
渔业资源保护区	1、幼鱼幼虾保护区	项目所在地	0	每年3月1日至5月31日	蓝圆鲹、沙丁鱼幼鱼和黄花鱼幼鱼
	2、崖门口经济鱼类繁育场保护区	项目所在地	0	每年的农历4月20日至7月20日	保护崖门口经济鱼虾等的繁殖和生长
养殖塘	3、海上养殖场	项目所在地	0	全年	水质、生态
	4、都斛镇米蚬增养殖二号场	北侧	4.6	全年	水质、生态
	5、都斛镇米蚬增养殖一号场	北侧	9.1	全年	水质、生态
	6、陆上养殖塘	项目所在地	0	全年	水质、生态
海洋生态红线区	7、黄茅海重要渔业海域限制类红线区	南侧	3.6	全年	水质、生态
无居民海岛	8、黄茅岛	南侧	0.2	全年	主导功能：交通与工业用岛 保护类别：适度利用 保护内容：礁盘生态保护、浅海养殖
	9、青洲	南侧	0.5	全年	主导功能：保留类海岛 保护类别：一般保护 保护内容：礁盘生态保护、浅海养殖
	10、孖石	南侧	0.8	全年	主导功能：保留类海岛 保护类别：一般保护 保护内容：礁盘生态保护、浅海养殖
	11、白排	北侧	1.8	全年	主导功能：保留类海岛 保护类别：一般保护 保护内容：礁盘生态保护、浅海养殖
	12、鸟喜石	北侧	1.6	全年	主导功能：保留类海岛 保护类别：一般保护 保护内容：礁盘生态保护、浅海养殖
水利工程施工设施	13、五山—平沙防汛大堤	项目所在地	0	全年	防洪
	14、赤溪围堤	项目所在地	0	全年	挡潮和排涝

	15、人工河涌	项目所在地	0	全年	挡潮和排涝；养殖塘取排水
	16、三前水闸	东北侧	0.4	全面	灌溉养殖
	17、十字沥水闸	东南侧	4.4	全年	挡潮和排涝
取水口	18、温泉眼泵房	北向	13.9	全年	水质不低于三类海水标准

2.7.3.2 陆域生态环境保护目标

公路项目生态保护的主要目的是保护沿线的自然生态系统（生物多样性及其生境）、农业生态系统（耕地和农作物）。根据现场调查，本项目沿线陆域生态保护目标见表 2.7.3-2。

表 2.7.3-2 本项目陆域生态保护目标

序号	保护对象	行政区域	面积	主要保护内容	位置关系
1	台山市赤溪曹峰山县级自然保护区	江门市台山市	9103.21hm ²	原始次生林、珍稀濒危动植物及其自然环境	本项目占地不涉及该保护区，项目拟从该自然保护区北侧经过，道路中心线与保护区的实验区最近距离约为 227m；与保护区核心区最近距离约为 3995m，与保护区缓冲区最近距离约为 1480m。
2	珠海市平沙新城生态公园	珠海市高栏港经济区	2.17km ²	湿地、人工景观	本项目初步设计推荐方案从平沙新城生态公园南侧经过，局部占用生态公园用地，穿越长度约 530m。
3	农业生态系统	/	/	耕地、农作物、农田水利设施	全线涉及处
4	景观	/	/	自然景观、人文景观	沿线

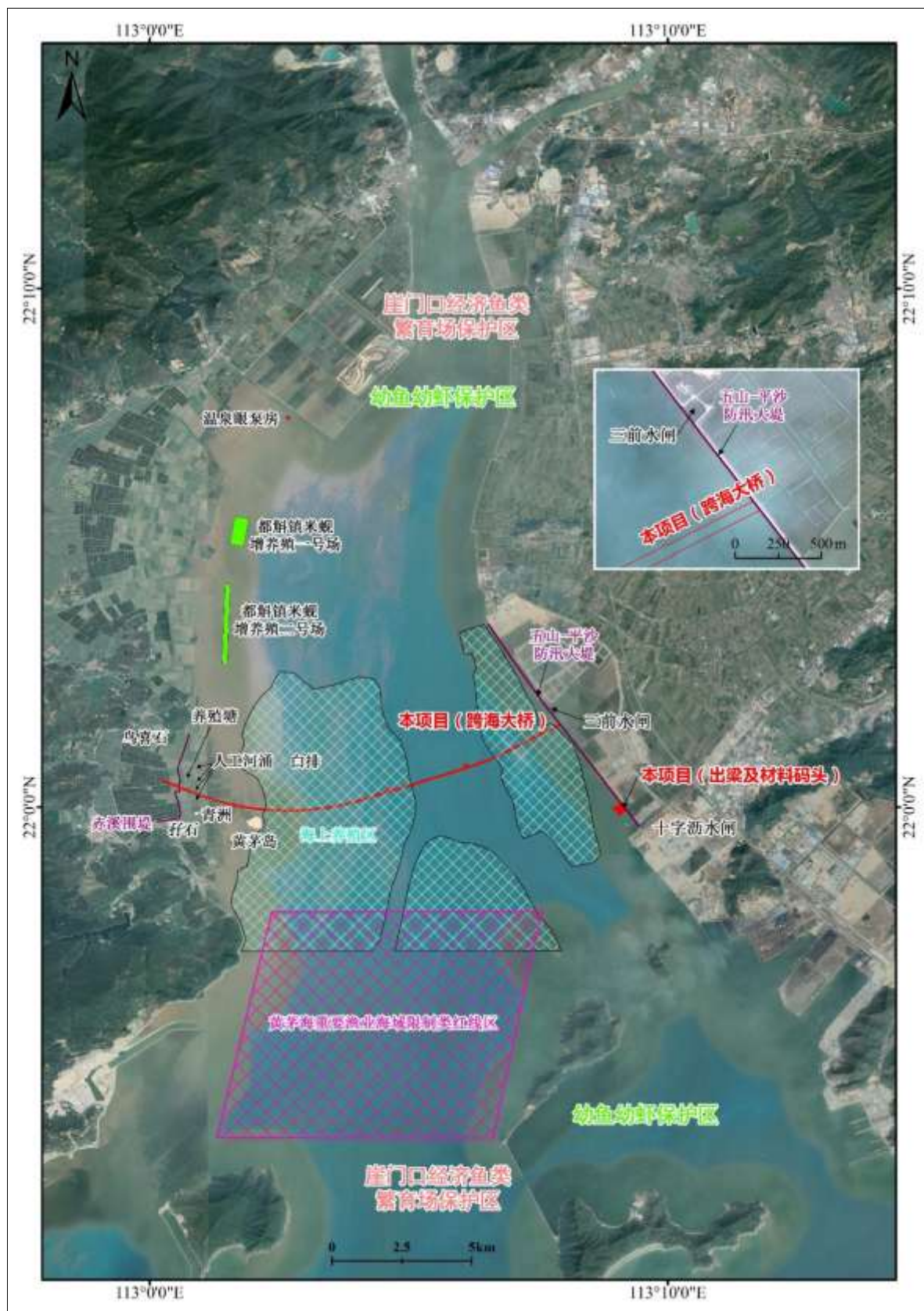
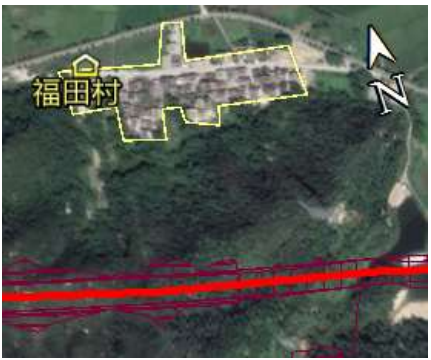




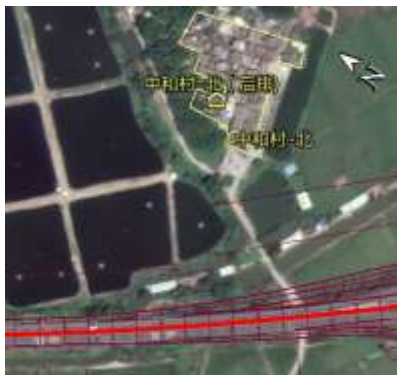







图 2.7.3-1 本项目海洋生态敏感区

表 2.7.3-3 项目大气、噪声敏感点保护目标一览表

序号	敏感点名称	桩号	涉及工程	与公路中心线距离(m)	与公路边线距离(m)	高差(m)	纵坡(%)	4a类/评价范围内总户数	与公路位置关系图	敏感点情况	现场照片	声环境质量标准		大气环境质量标准
												现状	运营期	
1	福田村	K19+000~K19+300	路基	北 185	168	-28	2.0	0/45		项目第一排 2-3 层建筑为主，3 层建筑居多，第一排约 13 户，侧对项目，评价范围内约 55 户。居民点与公路之间有 25 米高的山体阻隔。		2	2	二级
2	月湾村	K21+650~K21+700	路堤	南 242	225	-4	1.0	0/11		敏感点主要是 1-2 层建筑，以 2 层建筑为主，侧对项目，第一排约 2 户，评价范围约 11 户。		2	2	二级
3	五和村 (矮岭村)	K29+500~K29+700	中和互通主线桥	南 196	179	-18	-0.85	0/61		项目第一排主要 1-2 层建筑，2 层建筑居多，约 10 户，多数侧对项目，评价范围内约 45 户		2	2	二级

4	中和村	中和村-北 K30+300~ K30+450	中和互通主线桥	第一排北 171 后排 295	154	-1	-2	0/56		第一排主要是 1-2 层建筑，1 层建筑居多，第一排约 3 户，多数面对项目，评价范围内共约 40 户		2	2	二级
		中和村-南 K30+400~ K30+500	中和互通主线桥	南 105	88	-1	-2	0/7		第一排主要为 1-3 层建筑，第一排约 7 户，全部侧对项目，评价范围内约 7 户。		2	2	二级
5	地罗村	K30+680~ K30+900	路基	南 210	193	0	1.15	0/77		第一排主要是 1-2 层建筑，1 层居多，第一排约 10 户，多数侧对项目；评价范围内共约 77 户。		2	2	二级

2.7.4 其他环境保护目标

本项目所在的区域附近通航环境的主要敏感区见表 2.7.4-1 和图 2.7.4-1。

表 2.7.4-1 通航环境敏感点一览表

序号	环境敏感区（点）	与工程区相对位置 和最近距离	保护内容
1	黄茅海航道	项目所在位置	水深、通航安全
2	三一海洋重工产业园二期软基处理工程 施工项目配套码头	东南向，1.9km	水深、通航安全
3	珠海港高栏港区海洋通信系统产业化项 目配套码头	东南向，2.5km	水深、通航安全
4	珠海港高栏港区黄茅海作业区番禺珠江 钢管珠海基地码头	东南向，4.1km	水深、通航安全
5	茂盛海洋公司制造场地码头	东南向，6.2km	水深、通航安全
6	钢管制造基地码头	东南向，7.3km	水深、通航安全
7	中铁武桥重工(珠海)有限公司珠海基地 配套码头	东南向，7.2km	水深、通航安全
8	珠海港高栏港区三一港机码头	东南向，2.0km	水深、通航安全
9	珠海港高栏港区珠海资源综合利用项目 配套码头	东南向，7.8km	水深、通航安全



图 2.7.4-1 海域通航敏感点分布图

3 建设项目工程分析

3.1 项目基本情况

项目名称：黄茅海跨海通道工程

项目地点：珠海市和江门市

建设单位：黄茅海跨海通道管理中心

项目性质：新建项目

投资额：1349886.57 万元

3.1.1 线路走向及主要控制点

1. 线路走向

路线起于珠海市高栏港区平沙社区，顺接鹤港高速建设终点高栏港互通，里程桩号 K0+000，向西上跨广珠铁路及三虎大道，经在建平沙生态公园南侧，跨越黄茅海海域（海中航道有规划东东航道、现状东航道、规划西航道），经黄茅岛北侧，在台山市赤溪镇赤溪大围处登陆，向西跨越省道 S368，经福田村与福良村之间山上向西，跨越乡道 Y347，经月湾，过猪乸潭水库北侧，设狮山隧道、象山隧道，至斗山镇鲤鱼水库，经水库西侧向北上跨西部沿海高速，与新台高速对接。推荐方案路线全长 31.22km。

2. 主要控制点

主要控制点：鹤港高速、高栏港高速、广珠铁路、崖门出海东东航道、东航道和西航道、猪乸潭水库水源保护区、新台高速。

3.1.2 建设规模及主要技术指标

3.1.2.1 建设规模

本项目初步设计推荐方案为 K 线，路线全长 31.22km，共设特大桥、大桥 21904.4m/15 座，中桥 177m /2 座，桥梁长度共计 22081.4m，设置涵洞（含通道）15 道；设置隧道 2612.5m/2 座，桥梁、隧道占全线总长的 79.1%。设置互通式立体交叉 4 处，综合管理中心 1 处、服务区 1 处、收费站 3 处、养护工区 1 处、救援中心 1 处、集中居住区 1 处，其中养护工区、救援中心和集中居住区与管理中心合建。

表 3.1.2-1 推荐方案主要工程数量表

序号	项目		单位	推荐方案	备注
1	公路等级			高速公路	
2	设计速度		km/h	100	
3	建设里程		km	31.22	
4	整体式路基宽度		m	34	
5	分离式路基宽度		m	34/2	
6	车道数		道	6	
7	路线增长系数			1.062	
8	平均每公里交点个数		个	0.292	
9	平曲线最小半径		m/处	1500	
10	最大纵坡		%/处	2.900	
11	最短坡长		m	210	
12	竖曲线最小半径	凸型	m/处	17000.000/1	
		凹形		12000.000/1	
13	公路用地		亩	3178.90	含互通区
14	拆迁建筑物		平方米	22725.19	含互通区
15	挖方		1000m ³	1921.4	含互通区
16	填方		1000m ³	1426.9	含互通区
17	沥青混凝土路面		1000m ²	258.291	
18	水泥混凝土路面		1000m ²	5.746	
19	设计车辆荷载			公路-I级	
20	桥梁	特大、大桥	m/座	21904.4/15	
		中桥	m/座	177/2	
21	涵洞		道	9	
22	通道		道	5	
23	隧道		m/座	2612.5/2	
24	互通式立体交叉		处	4	
25	安全设施		km	2.000	
26	收费站		处	3	
27	服务区		处	1	
28	管理中心		处	1	
29	养护工区		处	1	与服务区合建
30	救援中心		处	1	与服务区合建
31	集中居住区		处	1	与服务区合建
32	估算总造价		亿元	134.988657	
33	平均每公里造价		亿元	4.323788	

3.1.2.2 主要技术指标

本项目推荐方案全线采用双向六车道高速公路技术标准，设计速度采用 100km/h。

表 3.1.2-2 推荐方案主要技术标准

序号	指标名称		单位	指标	备注
1	道路等级			高速公路	
2	设计速度		km/h	100	
3	车道数			6	
4	停车视距		m	160	
5	平曲线一般最小半径		m	1500	
6	不设超高平曲线最小半径		m	5500	
7	最大纵坡		%	2.9	
8	最短坡长		m	210	
9	竖曲线一般最小半径	凸形	m	17000	
11		凹形	m	12000	
13	路基宽度	整体式	m	34	
		分离式	m	34/2	
14	行车道宽度		m	6×3.75	
15	桥面净宽		m	2×15.5	
16	隧道净宽		m	2×15.5	
17	路面类型			沥青混凝土	
18	桥涵设计车辆荷载			公路-I级	
19	地震动参数		g	0.10	

3.1.3 交通量预测

1. 日均交通量

根据本项目工程可研报告，本项目日均交通量详见表 3.1.3-1。

表 3.1.3-1 日均交通量一览表

单位：PCU/日

预测年	2025 年	2031 年	2039 年
高栏港~赤溪东	19072	29066	43189
赤溪东~赤溪西	13745	20947	31125
赤溪西~中和	12038	18348	27271
全线平均	16745	25518	37918

据 OD 调查车型比例、客货车交通发展速度、路段交通量预测结果，本项目工程可行性研究报告对特征年的车型比进行了预测，具体见表 3.1.3-2。

表 3.1.3-2 车型比例预测结果

车型	小客	中客	大客	小货	中货	中货	大货	汽车列车
车型比	≤19座	8—19座 (含8和19)	大于19座(>19)	≤2吨	2—7吨 (含7吨)	5—7吨 (含7吨)	7—20吨 (含20吨)	>20吨
2025年	55%	1.40%	2.30%	12.80%	2.00%	5.00%	6.90%	14.60%
2031年	57.40%	1.20%	2.30%	12.60%	1.60%	5.00%	6.40%	13.50%
2039年	62.00%	1.00%	2.30%	12.30%	0.90%	5.00%	5.20%	11.30%
转换系数	1	1	1.5	1	1.5	1.5	2.5	4
车型归类	小型车	中型车	大型车	小型车	中型车	大型车	大型车	大型车

2. 分车型交通量

按照《建设项目环境保护验收技术规范公路》(HJ552-2010),将汽车按照质量分为小型、中型、大型三种,小型车指汽车总质量2t以下(含2t)或座位小于7座(含7座)的汽车,中型车指汽车总质量2~5t(含5t)或座位8~19座(含8座)的汽车,大型车指汽车总质量大于5t或座位大于19座(含19座)的汽车,包括集装箱车、拖挂车、工程车等。车型归类见表3.1.3-2。采用以上归类方法后,本项目在特征年各车型的日均交通量详见表3.1.3-3。

表 3.1.3-3 分车型的日均交通量一览表

单位:辆/日

路段	预测年份	小型车	中型车	大型车	总计
高栏港~赤溪东	2025年	8143	408	3459	12010
	2031年	12751	639	5416	18807
	2039年	22009	563	7050	29622
赤溪东~赤溪西	2025年	5869	294	2493	8656
	2031年	9487	379	3687	13554
	2039年	15861	406	5081	21347
赤溪西~中和	2025年	5140	258	2183	7580
	2031年	8310	332	3229	11872
	2039年	13897	355	4452	18704

3. 昼夜小时交通量

根据工程可行性研究报告对区域道路的交通量调查数据,本项目车流量昼夜比为88.6%:11.4%。据此计算昼间(6:00-22:00)和夜间(22:00-次日6:00)的小时车流量,详见表3.1.3-4。

表 3.1.3-4 昼夜小时交通量

单位：辆/小时

预测时段	特征年	昼间			夜间		
		小型车	中型车	大型车	小型车	中型车	大型车
高栏港~ 赤溪东	2025 年	451	23	191	117	6	49
	2031 年	706	35	300	182	9	78
	2039 年	1218	31	390	315	8	101
赤溪东~ 赤溪西	2025 年	325	16	138	84	4	36
	2031 年	525	21	204	136	5	53
	2039 年	878	22	281	227	6	73
赤溪西~ 中和	2025 年	284	14	121	74	4	31
	2031 年	460	18	179	119	5	46
	2039 年	769	20	246	199	5	64

3.1.4 推荐方案

3.1.4.1 路基工程

1. 一般路基

本项目全线采用高速公路建设标准，设上下行双向六车道，设计行车速度采用 100km/h，路基宽度 34m(按照满足 120km 时速设计)，路基横断面技术指标见表 3.1.4-1。

路基标准横断面组成为： $2 \times [1.25\text{m} (\text{中央分隔带}) + 0.75\text{m} (\text{左侧路缘带})] + 3 \times 3.75\text{m} (\text{行车道}) + 3\text{m} (\text{右侧硬路肩}) + 0.75\text{m} (\text{土路肩}) = 34\text{m}$ 。

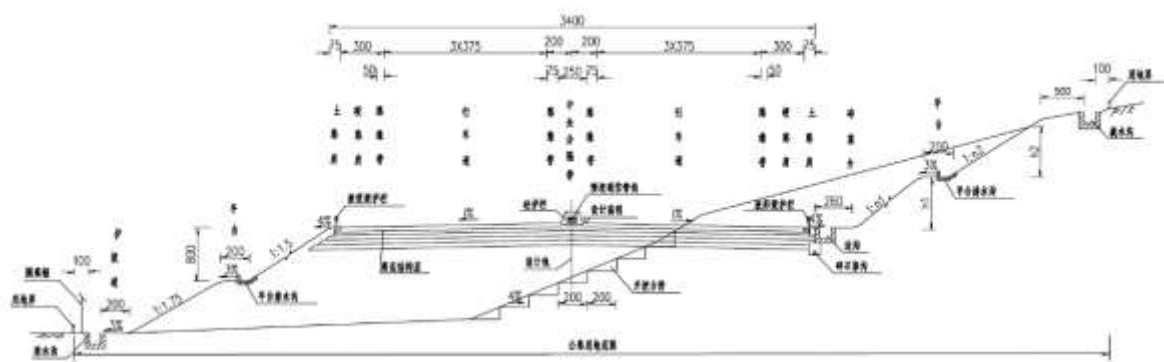


图 3.1.4-1 路基标准横断面

表 3.1.4-1 推荐方案路基技术标准

序号	组成部分	单位	主线
1	路基宽度	m	34
2	行车道宽度	m	6×3.75

序号	组成部分	单位	主线
3	硬路肩(含右侧路缘带)	m	2×3(2×0.5)
4	中间带(含左侧路缘带)	m	4(2×0.75)
5	土路肩宽度	m	2×0.75
6	路拱横坡	/	行车道、硬路肩、路缘带为 2%+土路肩为 4%

路基设计标高为中央分隔带外边缘处。沿河及受水浸淹的路基设计标高高出 1/100 设计洪水频率的计算壅水高、波浪高和 0.5m 的安全高度。路基设计洪水频率为 1/100。

(1) 填方路堤的边坡坡率见下表。

表 3.1.4-2 填方路堤边坡坡率表

路段	边坡高度 H	边坡坡率
主线	$H \leq 8.0\text{m}$	1:1.5
	$8.0\text{m} < H \leq 12.0\text{m}$	上部 8.0m 边坡坡率采用 1:1.5, 下部边坡坡率采用 1:1.75
	$12.0\text{m} < H \leq 20.0\text{m}$	分两~三级边坡: 上部 8.0m 边坡坡率采用 1:1.5, 下部边坡坡率均为 1:1.75, 并在坡顶下 8.0m 处和 16m 处分别设置 2.0m 的平台
	大于 20.0m	每 8m 一级边坡, 第一级边坡坡率为 1:1.5, 第二、第三级边坡坡率为 1:1.75, 其下各级坡率为 1:2。第三级边坡平台宽度为 4.0m, 其它边坡平台宽度为 2.0m。
互通立交匝道	按照上述边坡设计参数执行, 并可视情况适当放缓边坡, 尤其匝道圈内边坡可结合土方调配及景观绿化需要放缓坡率。	

(2) 填筑路基前, 清除原地面表土, 厚度统一按 30cm 计, 清理场地后, 进行填前压实, 其压实度应 $\geq 90\%$, 达到压实要求后再填土。当地面横坡或沿路线纵向坡度陡于 1:5 时, 填筑前应将原地面挖成宽度不小于 2m、向内倾斜的台阶。

(3) 护坡道: 一般填方路段, 农田路段或放坡受限制的路段, 护脚、护肩、路肩挡土墙、路堤挡土墙等收坡路段, 护坡道宽度采用 1m, 高填方路基及软土路基段护坡道宽度均采用 2m。均设外倾横坡 2%。

(4) 路基防护设计

本地区属南方暖湿气候, 降雨量较为充沛, 存在有利于植物生长的先决条件。从沿线外业调查来看, 路线经过地区植被非常茂密, 为与周围自然景观充分融合, 将工程对环境的影响降低到最小程度, 在保证路基稳定的前提下, 首先考虑植物防护。边坡防护设计如下:

①对于一般路基边坡, 填方边坡防护以 3m 和 8m 为界。边坡填土高度小于 3.0m 时,

采用植草或草皮(当地草籽或草皮)防护;边坡填土高度为 3~8m 时,采用三维网植草防护;边坡填土高度大于 8.0m 时,采用人字形骨架植草防护。

②中硬、硬质岩石路基采用边坡码砌,软质岩石和土石混填填筑的边坡防护型式同一般土质路基。

③对于边坡平台、护坡道、排水沟外边缘至用地边界的范围内采用植当地野草防护并喷播 40%的灌木种子。土路肩培土植草或铺草皮防护。

④对于沿线圪工挡土墙路段,在护坡道处按一定间距种植攀藤植物和常绿树木。对于挡土墙外的自然边坡,根据实际情况对其加强绿化防护。

⑤为了保护路基和沿线耕地,当路基通过水(鱼)塘路段时常水位以上 50cm 以及常水位以下路基边坡采用 C20 现浇混凝土护坡,边坡坡度采用 1:1.75;在沿河受水流冲刷路段设置挡土墙进行防护,防护高度均高出设计水位 0.5m 以上,其上部防护同正常路段,当路基通过稻田、苗圃、水田地段,拟采用粘性土防护。

⑥桥头、挡墙锥坡采用实心六棱砖护面。当桥头设置反压护道时,反压护道的防护同相邻路基防护。

⑦植草时加入 40%的灌木种子,搓和均匀,灌木种类应为当地易生长的低矮灌木。边坡植草(含人字形骨架内植草)采用液压喷播植草。

(5) 路堑边坡设计

在保证路基边坡长期稳定的同时,应考虑边坡型式对周围环境景观的影响。边坡横断面型式应根据边坡岩土的自然属性、边坡高度、岩层产状、岩石破碎及松散程度及加固防护措施等综合考虑,灵活自然、因地制宜、顺势而为、不采用单一的坡度,使边坡外型与周围地形地貌融为一体。

1) 边坡坡率:

①坡残积低液限粘土、碎石土或全风化岩石地段,土层或风化层呈硬塑~坚硬状,干燥~稍湿,受地下水的影响不大,边坡坡度采用 1: 1.0~1: 1.5;

②强风化花岗岩地段:边坡率为 1: 1.0~1: 1.25;

③强风化~中风化花岗岩地段:边坡率 1: 0.75~1: 1.00;

④在路线缺土需要借方的路段,土质边坡可适当放缓边坡取土,路线附近孤立山包,原则上削平取土石,减少边坡防护工程。

2) 边坡分级高度:当坡高 $H \leq 10m$ 时,只设一级边坡;当坡高 $10m < H < 12m$ 时,

根据边坡地质情况，采用一坡到顶，或在边坡 10m 处分级设边坡平台；当坡高 $H \geq 12\text{m}$ 时，则分级设坡，每 10m 为一级，各级坡设 2.0m 宽的平台及平台截水沟；最后一级边坡高度小于 12m 时，不设边坡平台。

3) 碎落台：一般土质路堑（设浅碟形边沟或圆管暗埋式边沟），石质路堑（设暗埋式矩形盖板边沟），坡脚到土路肩边缘的水平距离为 2.6m。碎落台采用 3% 外倾横坡。

4) 边坡平台：宽度为 2.0m，设外倾横坡 3%。

5) 挖方路基边坡防护与加固

① 边坡高度 $H \leq 4.0\text{m}$ 的土质及类土质挖方路段采用喷播植草防护。

② 边坡高度 $4\text{m} < H \leq 8\text{m}$ 的土质及类土质路堑边坡采用 CF 网植草防护。

③ 边坡高度 $8\text{m} < H \leq 12\text{m}$ 的土质及类土质路堑边坡采用人字形骨架植草防护。

④ 边坡高度 $12\text{m} < H \leq 22\text{m}$ 的土质及类土质路堑边坡：

第一级边坡采用人字形骨架植物防护；第二级边坡 $H < 4\text{m}$ 时，坡面采用喷播植草防护；其余可采用三维网植草防护。

⑤ 边坡高度 $H > 22\text{m}$ 的土质及类土质路堑边坡：

第一级边坡：边坡为全风化岩时采用人字形骨架植草防护，其它情况采用锚杆格梁防护；第二级边坡：边坡为全风化岩时采用人字形骨架植草防护，其它情况采用锚杆、锚索格梁防护；第三级边坡： $H < 4\text{m}$ 时，坡面采用喷播植草防护，其余可采用三维网植草防护。

⑥ 岩质（强风化硬质岩、中风化岩）挖方边坡采用客土喷播植草防护。

⑦ 高边坡根据勘察资料和计算结果采用锚杆+锚索+骨架、植草等综合防护形式。

2. 特殊路基

(1) 软土路基

本项目地处珠三角海陆交互冲积平原，区域地质条件差，深层软土主要分布于人工围垦滩涂段（K13+900~K18+320），分布厚度较大，软土呈流塑~软塑状，有机质含量较高，天然含水量高、天然孔隙比大、具有高压缩性的特点，承载力低，灵敏度高，稳定性差，其厚度约 12m 左右，埋深 15m 左右。浅层软土主要分布于海积平原（K18+320~K20+600）及山间河谷鱼塘段，厚度 3m 左右。

本项目采取的推荐方案为：厚度在 3.0m 以上的软基一般路段推荐采用袋装砂井+等（超）载预压处理；桥头和结构物处深厚型软基采用 CFG 桩+碎石垫层+等载预压，具体路段处理方案结合勘察孔成果、填高、经济适用性以及沉降和稳定等综合确定。

(2) 沿塘防护

项目平原区河涌、鱼塘密布，塘底部淤泥较厚，应采取排水、清淤并结合深层软基进行处理。在常年积水或池塘(鱼塘)地段施工，先在用地范围内修好围堰，并将围堰内的水抽干，清除表层淤泥并晒干后才能填土。围堰可用草袋或其它可行方法修筑。在一般情况下，围堰顶宽 1.0~2.0m，高度以超过常水位 50cm 为宜。

3. 路基、路面排水

本项目排水系统的设置需结合当地的气候、地形特点进行综合设置，排水系统由截水沟、急流槽、边沟、排水沟、渗沟，天然冲沟、河流等组成。路基路面排水设施应具有独立的排水系统，原则上不与当地的农田灌溉、鱼塘水池等相干扰，尽量不改变既有农田排灌系统的现有功能。路面排水按重现期 5 年，路界内坡面排水按重现期 15 年进行设计。

(1) 路基排水

鉴于路段内石料匮乏，全线边沟、排水沟均采用 C20 现浇混凝土。

填方路段设置排水沟，矩形断面，底宽 0.6~1.0m，深 0.6~0.8m。

挖方路段设置边沟，矩形断面，底宽 0.6m，深 0.6~0.8m。

排水沟的一般断面尺寸，依据《公路排水设计规范》(JTG/TD33-2012)中水文、水力计算公式进行验算。

渗沟用于地下水位较高或有地下水出露的低填路段，填充未经处治的级配碎石，周边采用透水土工布包裹。

(2) 路面排水

路面排水包括：路面表面排水、路面内部排水以及中央分隔带排水三部分。

①路面表面排水

填方段采用集中排水方式，正常路段或超高路段内侧的路面汇水通过路缘石汇集后，经泄水口、急流槽排至填方排水沟。

②路面内部排水

路面内部排水设施由沥青下封层、土路肩边部碎石集水沟组成，排除面层下渗雨水，避免路面下渗雨水浸湿水泥稳定碎石基层和土基，造成路面结构和土基强度的降低，导致路面结构水毁破坏。

③中央分隔带排水

不设超高路段，中央分隔带采用 50mm 泄水孔排除中间带填土渗水；设超高路段，由纵向排水沟、集水井、横向排水管排除超高段路表雨水。

3.1.4.2 路面工程

推荐本工程的路面结构方案为：

(1) 主线及互通匝道路面结构（适用于中湿土质路基）

上面层：4cm SMA-13（SBS 改性沥青）

中面层：6cm GAC-20C（SBS 改性沥青）

下面层：8cm GAC-25C（普通沥青）

下封层：70 号普通热沥青+洒布瓜米石

基 层：36cm 5%水泥稳定级配碎石

底基层：20cm 4%水泥稳定级配碎石

垫 层：15cm 级配碎石

总厚度：89cm

(2) 联络通道水泥混凝土路面结构

面 层：28cm 水泥砼面层

下封层：滑动封层（70 号普通热沥青+洒布瓜米石）

基 层：20cm 5%水泥稳定级配碎石

底基层：20cm 4%水泥稳定级配碎石

垫 层：15cm 级配碎石

总厚度：83cm

(3) 匝道收费广场水泥混凝土路面结构

面 层：30cm 水泥砼面层

下封层：滑动封层（70 号普通热沥青+洒布瓜米石）

基 层：20cm 5%水泥稳定级配碎石

底基层：20cm 4%水泥稳定级配碎石

垫 层：15cm 级配碎石

总厚度：85cm

(5) 桥面铺装

上面层：4cm SMA-13（SBS 改性沥青）

中面层：6cm GAC-20C（SBS 改性沥青）

防水粘结层：改性热沥青+洒布瓜米石

总厚度：10cm

（5）隧道路面

上面层：4cm SMA-13（SBS 改性沥青）

中面层：6cm GAC-20C（SBS 改性沥青）

基层：25cm C40 水泥混凝土

底基层：22cm C20 素混凝土

调平层：15cm C20 素混凝土（无仰拱段）

总厚度：57cm（72cm 无仰拱段）

3.1.4.3 桥涵工程

1. 桥梁工程介绍

本项目初步设计推荐方案共设特大桥、大桥 21904.4m/15 座，中桥 177m /2 座，桥梁长度共计 22081.4m，桥梁占全线总长的 70.7%。具体见表 3.1.4-4。本项目跨越黄茅海，桥梁主要包括跨海大桥和陆地接线工程中的桥梁部分。

（1）跨海大桥包括高栏港大桥、黄茅海大桥、东引桥、中引桥、西引桥、浅滩引桥，桥梁共计 14576m/6 座。

（2）陆地接线工程中的桥梁包括主线跨越地表水体、公路、铁路等的桥梁和互通跨线桥。

2. 桥梁技术标准采用情况：

（1）设计速度：100km/h。

（2）汽车荷载：公路— I 级。

（3）桥梁宽度：接线桥梁均按上、下行设置双幅桥，桥面全宽 33.5m，单幅桥面宽 15.5m，内、外侧刚性护栏宽为 2×0.5m，中间分隔带宽 0.5m。

桥梁宽度与路基宽度的变化与连接：主线桥梁外侧护栏外边缘与路基边缘对齐；桥台采用与桥跨段相同的桥面宽度，利用桥台锥坡或台后路基护栏布置，实现桥梁与路基宽度变化的平顺过渡与连接。

（4）桥面铺装：主线桥采用 10cm 沥青混凝土铺装。

（5）地震烈度：基本烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g。

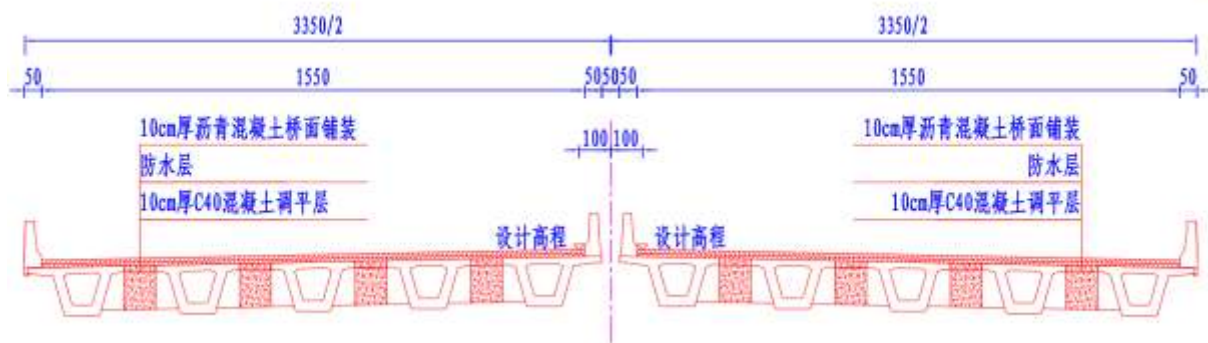


图 3.1.4-2 主线桥梁标准横断面

表 3.1.4-3 主线桥梁横断面布置参数

设计速度 (km/h)	车道数	路基宽 (m)	桥梁横断面组成(m)				桥梁 总宽度 (m)
			墙式 护栏	桥面 净宽	墙式 护栏	桥间 空隙	
100	6	34	0.50	15.5	0.50	0.50	33.5

3. 小桥和涵洞和设置情况

主线的推荐线无小桥，主线（包含立交范围主线）共布设涵洞及通道 15 道。在填方高度和排水均满足的条件下，涵洞一律采用暗涵。

表 3.1.4-4 推荐线接线工程桥梁设置一览表

序号	起讫桩号	中心桩号	桥梁名称	桥梁分类	桥宽 (m)	孔数及孔径 孔—m	桥梁全长 (m)	结构类型			通航等级	跨越水体或道路			备注	
								上部构造	下部构造			名称	交角 (°)	跨越水体 宽度(m)		涉水桥墩 数量(个)
									桥墩	桥台						
1	K0+000.000~ K1+624.000	K0+812.000	高栏港互通 主线桥	主线特 大桥	2×16.5 变宽	30+31+35+36+33+31.8+35+5 ×27.24+2×30+26+39×30	1624	PC 小箱 梁	柱式墩、桩 基础	-	5万吨	广珠铁 路、匝 道、十字 沥支流	90	67	1	
2	K1+624.000~ K3+344.000	K2+484.000	东引桥	主线特 大桥	2×16.5	10×40+22×60	1720	PC 节段 拼装箱 梁、PC 小箱梁	柱式墩、花 瓶墩、桩基 础	-		黄茅海	90	1720		
3	K3+344.000~ K4+760.000	K4+052.000	高栏港大桥	主线特 大桥	2×16.5	110+248+700+248+110	1416	钢箱梁斜 拉桥	混凝土索 塔、T 型 墩、桩基础	-	5万 吨	黄茅海	90	1416		通航净空 538× 64m, 斜 交 10 度
4	K4+760.000~ K6+360.000	K5+560.000	中引桥	主线特 大桥	2×16.5	16×100	1600	钢箱梁	T 型墩、桩 基础	-		黄茅海	90	1600		
5	K6+360.000~ K8+560.000	K7+460.000	黄茅海大桥	主线特 大桥	2×16.5	100+280+2×720+280+100	2200	钢箱梁斜 拉桥	混凝土索 塔、T 型 墩、桩基础	-	3万 吨、 3千 吨	黄茅海	90	2200		通航净空 547× 64m, 斜 交 20 度; 263× 64m, 斜 交 18 度
6	K8+560.000~ K11+680.000	K10+120.000	西引桥	主线特 大桥	2×16.5	52×60	3120	PC 节段 拼装箱梁	花瓶墩、桩 基础	-		黄茅海	90	3120		
7	K11+680.000~ K16+200.000	K13+940.000	浅滩区引桥	主线特 大桥	2×16.5	113×40	4520	PC 小箱 梁	花瓶墩、桩 基础	-		黄茅海	90	4520		
8	K16+200.000~ K17+050.000	K16+625.000	围中大桥	主线大 桥	2×16.5	34×25	850	PC 小箱 梁	柱式墩、桩 基础	-			90			
9	K17+050.000~ K18+288.200	K17+669.100	赤溪东互通 主线桥	主线特 大桥	2×16.5 变宽	27×25+40+30+16×25+3× 30	1238.2	PC 小箱 梁	柱式墩、桩 基础	扶壁台、 桩基础		规划路	90			
10	K18+737.200~ K19+117.800	K18+927.500	福田一桥	主线大 桥	2×16.5	15×25	380.6	PC 小箱 梁	柱式墩、桩 基础	柱式台、 肋板台、 桩基础			90			
11	ZK20+073.200~ ZK20+583.800	ZK20+328.500	福田二桥 (左幅)	主线大 桥	16.5	8×25+2×40+9×25	510.6	PC 小箱 梁	柱式墩、桩 基础	柱式台、 桩基础		347 乡道	90			
	K20+048.200~ K20+583.800	K20+316.000	福田二桥 (右幅)		16.5	7×25+2×40+11×25	535.6									

序号	起讫桩号	中心桩号	桥梁名称	桥梁分类	桥宽	孔数及孔径	桥梁全长	结构类型			通航等级	跨越水体或道路				备注
								上部构造	下部构造			名称	交角(°)	跨越水体宽度(m)	涉水桥墩数量(个)	
					桥墩	桥台										
12	ZK22+302.200~ ZK22+757.800	ZK22+530.000	南村塘大桥 (左幅)	主线大桥	16.5	18×25	455.6	PC小箱梁	柱式墩、桩基础	柱式台、桩基础		90				
	K22+327.200~ K22+757.800	K22+542.500	南村塘大桥 (右幅)		16.5	17×25	430.6									
13	ZK25+512.200~ ZK25+592.800	ZK25+552.500	赤溪西一桥 (左幅)	主线中桥	16.5	3×25	80.6	PC小箱梁	柱式墩、桩基础	肋板台、桩基础		90				
	K25+482.200~ K25+562.800	K25+522.500	赤溪西一桥 (右幅)		16.5		80.6									
14	ZK25+948.300~ ZK26+044.700	ZK25+996.500	赤溪西二桥 (左幅)	主线中桥	16.5 变宽	3×30	96.4	PC小箱梁	柱式墩、桩基础	肋板台、桩基础		90	地方规划路			
	K25+935.300~ K26+031.700	K25+983.500	赤溪西二桥 (右幅)		16.5 变宽		96.4									
15	ZK28+307.200~ ZK28+412.800	ZK28+360.000	象山大桥 (左幅)	主线大桥	16.5	4×25	105.6	PC小箱梁	柱式墩、桩基础	柱式台、肋板台、桩基础		90				
	K28+317.200~ K28+437.800	K28+372.500	象山大桥 (右幅)		16.5	5×25	130.6									
16	ZK28+720.700~ ZK28+923.500	ZK28+822.100	东山大桥 (左幅)	主线大桥	16.5	8×25	202.8	PC小箱梁	柱式墩、桩基础	柱式台、桩基础		90	鲤鱼水库	50	2	
	K28+719.200~ K28+922.000	K28+820.600	东山大桥 (右幅)		16.5		202.8							50	2	
17	ZK28+923.500~ ZK30+880.300	ZK29+901.900	中和互通主线桥(左幅)	主线特大桥	16.5 变宽	4×(4×25)+(40+70+40)+(3×25)+2×(4×25)+(30+32+35)+(3×25)+(25+27)+50+(30+25)+8×(4×25)	1956.8	PC连续梁、PC小箱梁、钢混组合梁	柱式墩、门架墩、桩基础	柱式台、桩基础		90	鲤鱼水库、匝道	190	7	
	K28+922.000~ K30+862.200	K29+892.100	中和互通主线桥(右幅)		16.5 变宽	2×30+2×(4×25)+2×(3×25)+(40+70+40)+2×(4×25)+3×25+50+4×25+(2×22+28.4)+(25+30+25)+8×(4×25)	1940.2							270	9	
合计							22081.4									
分类小计																
1.主线特大桥					33.5		19386.7									
2.主线大桥					33.0		2517.7									
3.主线中桥					35.5		177									

3.1.4.3.1 涉海大桥

1. 概述

(1) 主桥-高栏港大桥

高栏港大桥拟采用 110+248+700+248+110m 钢箱梁斜拉桥。主梁采用分离式钢箱梁，由两个钢箱梁及横向连接箱组成。斜拉索采用平行钢丝拉索，索塔采用混凝土独柱型索塔。承台采用圆形，过渡墩、辅助墩采用整幅式 T 型墩。

(2) 主桥-黄茅海大桥

黄茅海大桥拟采用 100+280+2×720+280+100m 钢箱梁斜拉桥。主梁采用分离式钢箱梁，由两个钢箱梁及横向连接箱组成。斜拉索采用平行钢丝拉索，斜拉索上设置减振阻尼器。索塔采用混凝土独柱型索塔。承台采用圆形，过渡墩、辅助墩采用整幅式 T 型墩。

(3) 引桥

深水区位于高栏港大桥和黄茅海大桥之间的水域，水深 5m 左右，拟采用 100m 跨径分幅钢箱梁。上部结构采用 6 孔一联等跨径布置，下部结构采用整幅 T 型墩、桩基础，桥墩截面尺寸为 8.0×4.0m~12.0×4.0m，设置 6 根 D2.2m 桩基础。

高栏港大桥以东及黄茅海大桥以西为浅水区，水深仅 3m 左右，船撞风险较低，拟采用 60m、40m 跨径。60m 跨径上部结构采用节段梁，梁高 3.6m，施工方法拟采用节段预制拼装方案，40m 跨径上部结构采用预制小箱梁，梁高 2.0m，出于耐久性考虑，钢筋净保护层厚度取 3.5cm，小箱梁顶底腹板厚度相较于广东省通用图相应增厚，施工方法拟采用预制架设方案。60m 跨径节段梁采用 5 孔一联等跨径布置，下部结构采用分幅柱式墩、桩基础，桥墩截面尺寸为 4.2×3.2m~6.2×3.2m，设置 4 根 D2.2m 桩基础；40m 小箱梁桥墩截面尺寸为 4.0×2.0m，单幅设置 2 根 D2.0m 桩基础。

陆地引桥和沿线常规桥梁拟主要采用 25m 跨径，上部结构采用预应力混凝土小箱梁，下部结构采用柱式墩、桩基础，桥台采用座板台、肋板台、桩基础。

2. 主桥布置及尺度

(1) 桥跨布置及结构方案-黄茅海大桥

黄茅海大桥中心桩号为 K7+460，拟采用跨径设置 100+280+720+720+280+100=2200m，桥梁全宽 50.5 m，为独柱塔双索面三塔斜拉桥，主通航孔可满足通航要求。

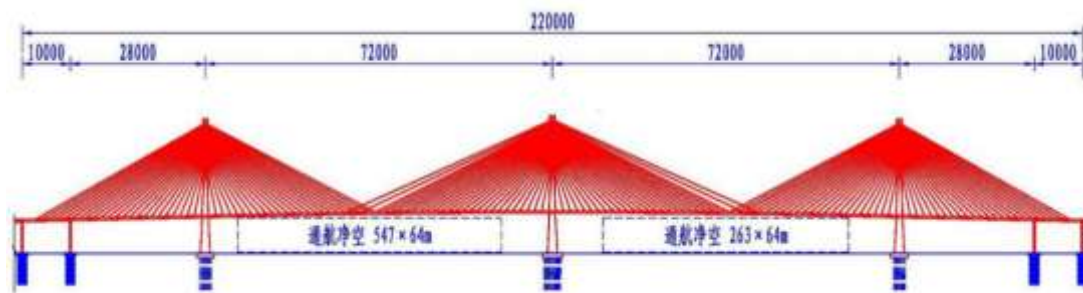


图 3.1.4-3 黄茅海大桥桥型布置

① 主梁

主梁方案采用分离式钢箱梁，分离式钢箱梁由两个钢箱梁及横向连接箱组成。钢箱梁梁高 4.0m，拉索桥面处横向间距 45.4m。单侧顶板宽 17.0m，风嘴宽 2.8m，平底板宽 6.5m，外侧斜底板宽 5.55m，内侧斜底板宽 5.0m。标准梁段长 15m，实腹式横隔板间距 3.0m；顶板 U 肋上口宽 300mm，下口宽 170mm，高 280mm，U 肋中心距 600mm；底板 U 肋上口宽 240mm，下口宽 500mm，高 260mm，U 肋中心距 1000mm。顶板厚 18mm，U 肋板厚 8mm，底板厚 14mm，底板 U 肋板厚 6mm。钢箱梁设置通长内腹板及外侧腹板，外侧腹板外缘设置斜拉索锚箱，是箱梁内受力最大的区域。外侧腹板厚 30mm，设置 3 道通长纵向加劲肋；内腹板厚 14mm。外侧腹板非拉索处横隔板厚 10mm，拉索处横隔板厚 12mm，拉索区域需局部加厚至 16mm；横隔板设置一个高 1.8m 的人洞及 4 处管线孔道，人洞处设置箱内检查车轨道。每个拉索位置设置横向连接箱，横向连接箱宽 3.0m，高 4.01m。

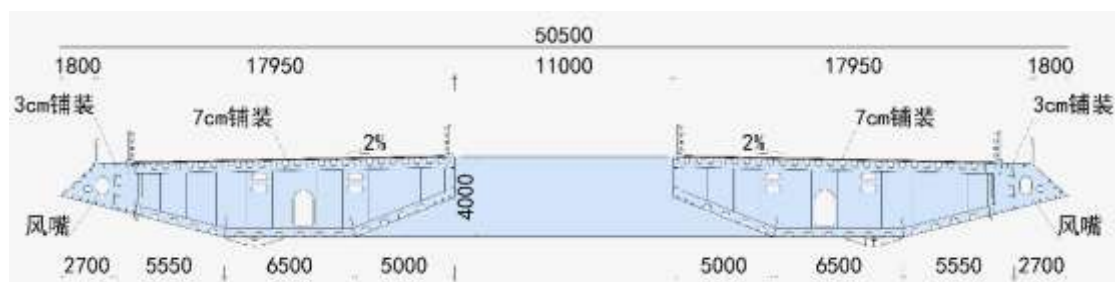


图 3.1.4-4 钢箱梁标准横断面

② 斜拉索

斜拉索采用空间双索面形式，每个塔上各有 24 对斜拉索，同时中塔另设 3 对辅助索，塔上索距为 3m。普通斜拉索梁上索距为 15m，辅助索梁上索距为 30m，无索区长度 15m。塔上斜拉索直接锚固于内塔壁上，利用索塔壁抗剪，平衡拉索拉力，防止塔壁

开裂，锚固区预应力沿顺桥向布置。梁上斜拉索锚固于风嘴内，采用锚箱式锚固方案，张拉端设于塔上。

斜拉索采用带 PE 防护的平行钢丝斜拉索，钢丝直径 7mm，抗拉强度为 1770Mpa，根据索力要求，斜拉索规格分为 7-139，7-151，7-211，7-233，7-301 五种。

③ 索塔

A 索塔基础

索塔基础采用群桩基础，桩径 2.8m，按照嵌岩桩设计。群桩基础由 37 根桩基组成，采用梅花形布置，桩间距 6m，承台为直径 39m 的圆形，厚 5m。

B 塔身

索塔型式为独柱塔，塔柱断面为圆形和圆端形截面。

索塔承台+塔座顶高程+6m，中塔塔顶高程+263.828m，总塔高 257.83m；边塔塔顶高程+255.371m，总塔高 249.37m。

塔底截面为圆形截面，直径 18m，在塔底到桥面范围内过渡到圆端形 10×13m（横桥向×顺桥向），在桥面以上 99.5m 范围内过渡为直径 8.5m 的圆形，再由 8.5m 过渡到塔顶的 11m。从塔底到高程+127.119m（中塔）/+120.37m（边塔）范围内塔柱壁厚为 3m，高程+127.119m（中塔）/+120.37m（边塔）到塔顶范围内塔柱壁厚为 2m。

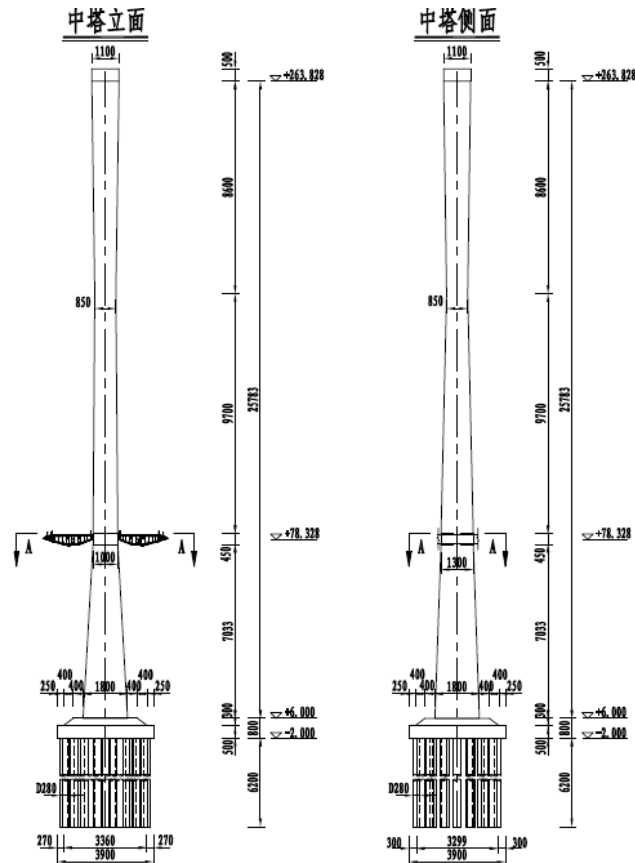


图 3.1.4-5 独柱塔一般构造

④ 桥墩

过渡墩基础采用群桩基础，按照嵌岩桩设计。承台为直径 24m 圆形，顶高程+4m，承台厚 4m。下设 14 根直径 2.8m 的钻孔灌注桩，采用梅花形布置，桩间距 5.6m。

过渡墩墩身采用 T 型墩，墩身采用圆端形截面，厚 3.2m，横桥向尺寸由盖梁底的 7m 逐渐增大到墩底，墩底尺寸由墩高控制，单边变化坡率为 1:20。墩顶盖梁高 4.8m，横桥向长度为 38.6m。

辅助墩构造与过渡墩相同，盖梁横桥向长度为 34.1m。

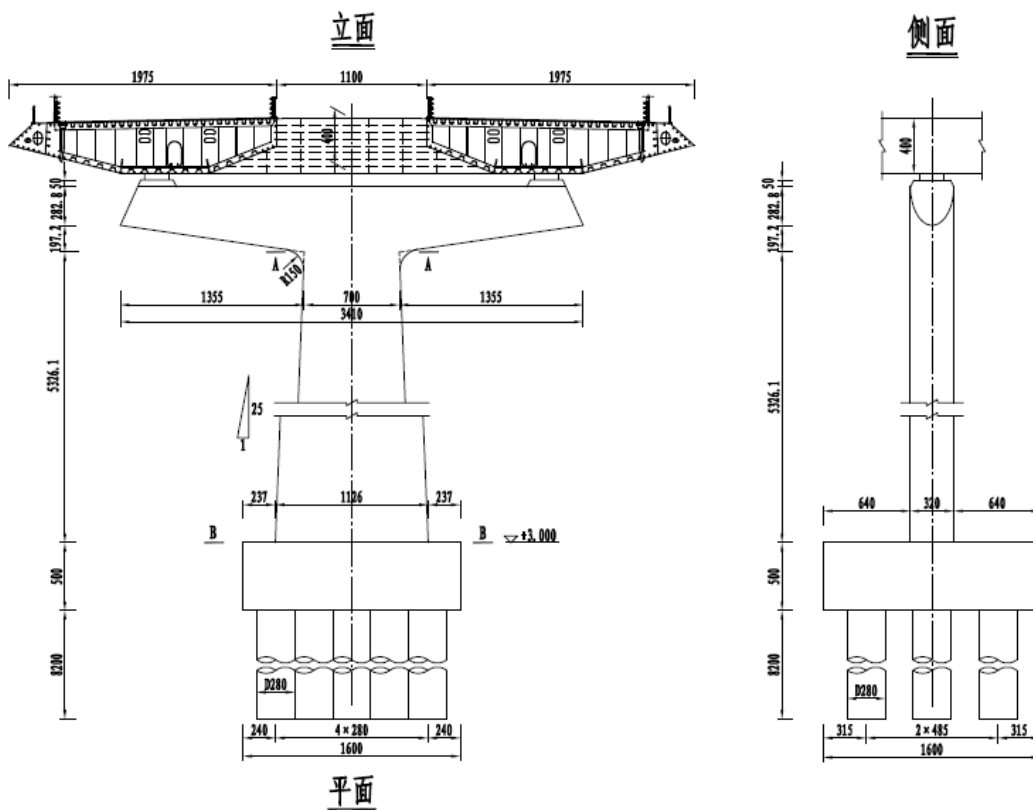


图 3.1.4-6 独柱塔方案过渡墩及辅助墩一般构造

(2) 桥跨布置及结构方案-高栏港大桥

高栏港大桥中心桩号为 K4+052, 拟采用跨径设置为 $110+248+700+248+110=1416\text{m}$, 桥梁全宽 50.5m , 为独柱塔双索面双塔塔斜拉桥, 主通航孔可满足通航要求。

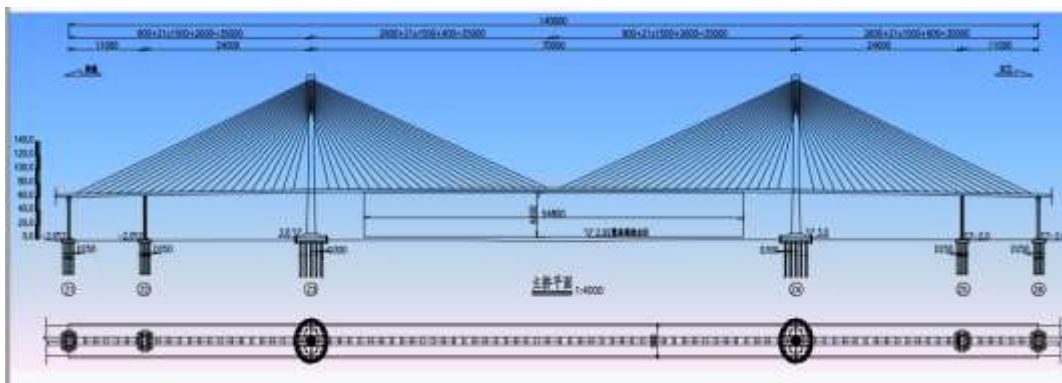


图 3.1.4-7 高栏港大桥桥型布置

① 主梁

主梁方案与黄茅海大桥方案一致。

② 斜拉索

斜拉索采用空间双索面形式，每个塔上各有 23 对斜拉索，塔上索距为 3m。普通斜拉索梁上索距为 15m，辅助索梁上索距为 30m，索塔处无索区长度为 25m。塔上斜拉索直接锚固于内塔壁上，利用索塔壁抗剪，平衡拉索拉力，防止塔壁开裂，锚固区预应力沿顺桥向布置。梁上斜拉索锚固于风嘴内，采用锚箱式锚固方案，张拉端设于塔上。

斜拉索采用带 PE 防护的平行钢丝斜拉索，钢丝直径 7mm，抗拉强度为 1770Mpa，根据索力要求，斜拉索规格分为 7-139，7-151，7-211，7-233，7-301 五种。

③ 索塔

索塔承台顶高程+4m，塔顶高程+252.563m，总塔高 248.563m。

塔底截面为圆形截面，直径 20m，在塔底到桥面范围内过渡到圆端形 10×13m（横桥向×顺桥向），在桥面以上 99.5m 范围内过渡为直径 8.5m 的圆形，再由 8.5m 过渡到塔顶的 11m。从塔底到高程+127.563m 范围内塔柱壁厚为 3m，高程+127.563m 到塔顶范围内塔柱壁厚为 2m。

索塔基础采用群桩基础，桩径 2.8m，按照嵌岩桩设计。群桩基础由 37 根桩基组成，采用梅花形布置，桩间距 6m，承台为直径 47.6m 的圆形，厚 8m。

④ 桥墩

过渡墩墩身采用 T 型墩，墩身采用圆端形截面，厚 4m，横桥向尺寸由盖梁底的 8m 逐渐增大到墩底，墩底尺寸由墩高控制，单边变化坡率为 1:20。墩顶盖梁高 5.65m，横桥向长度为 35.45m。

过渡墩基础采用群桩基础，按照嵌岩桩设计。承台为直径 29m 圆形，承台顶高程 +5m，承台厚 5m。下设 14 根直径 2.8m 的钻孔灌注桩，采用梅花形布置，桩间距 5.6m。

辅助墩墩身及基础形与过渡墩相同。盖梁横桥向长度为 40.02m。

（3）主桥防撞设施

五个索塔均设置防撞设施，采用防撞套箱方案，防撞套箱的设计综合考虑了重力、浮力、潮流力、波流力、船舶碰撞力等载荷。固定式防撞套箱由内侧板、外侧板、套箱底板、主甲板、平台板、箱内加劲及钢质护舷组成。此外，防撞套箱上部设置挂腿并采用橡胶支座，套箱外表面设置钢质护舷，节段连接板之间安装橡胶条。钢吊箱壁体内轮廓尺寸在承台外轮廓尺寸基础上外扩 100mm，壁体厚度 2.5m，壁体高度 14.5m，顶部另设 1.5m 单壁结构作为防浪板。钢吊箱底板在桩位处开孔，开孔尺寸 ϕ 3.6m，底板通过拉压杆与钢护筒连接，每根钢护筒上布置 4 根拉压杆。

① 索塔防撞套箱结构

索塔防撞套箱由 2 个单独套箱制作而成，单个防撞套箱外径约 47.20m，内径约 42.20m，套箱宽度为 2.5m。为了施工及安装方便，并结合施工起吊能力，套箱分为 16 个节段，节段间采用焊接或高强度螺栓连接。主甲板、平台板、底板、外侧板、内侧板板厚取 12mm；横向强框架骨材取 T12×320/14×110，弱框架骨材取 L140×90×10，骨材端部采用圆弧过渡或者肘板连接。节段连接板板厚取 20mm，平板橡胶厚度取 4mm。

② 防撞套箱与承台的连接构造

防撞套箱设置挂腿，通过板式橡胶支座支撑于承台表面。为抵抗可能出现的上浮力，部分挂腿设置钢支架，通过螺栓及预埋件锚固于承台内。此外，桥梁下横梁处的防撞套箱（93° 范围）内侧通过螺栓及预埋件锚固于承台内。

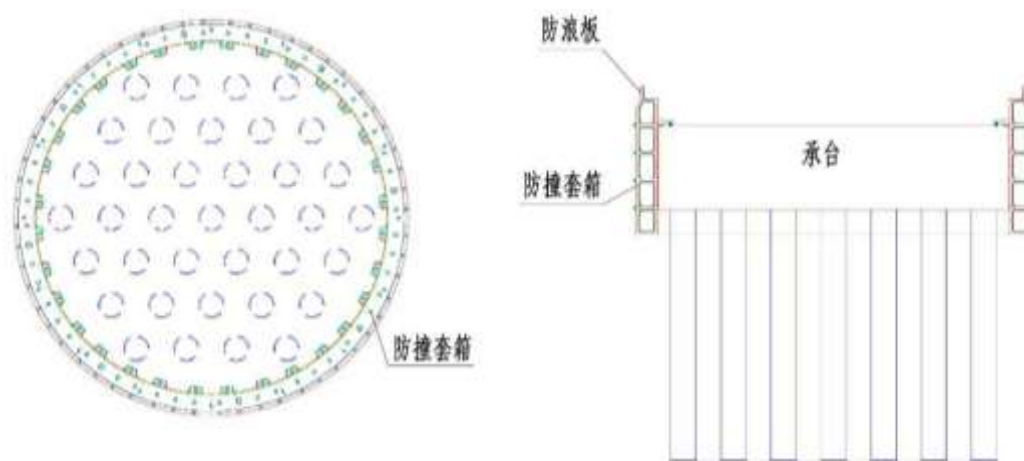


图 3.1.4-8 主桥防撞设施平面、断面图

3. 引桥布置及尺度

(1) 中引桥

中引桥采用 100m 分离箱梁方案。

A 总体布置

中引桥长 1600m，标准联采用 6×100m 钢箱连续梁方案，共三联。

B 上部结构

主梁采用分离箱等梁高钢箱梁，梁高 4.0m，实腹式横隔板间距 5m，两道横隔板之间设置一道横肋。钢箱梁顶板宽 16.5m，底板宽 6.5m，顶板板厚在边跨墩顶为 24mm，在近墩顶为 20mm，边跨跨中为 22mm，其余为 18mm；顶板 U 肋高 300mm，开口宽度

为 300mm, 板厚 8mm; 顶板扁钢加劲肋, 高 160mm, 板厚 16mm。钢箱梁底板宽 12.5m, 底板板厚 14~28mm, 墩顶附近为 28mm, 边跨跨中附近为 20mm, 中跨跨中附近为 16mm, 其余梁段分为 14mm、16mm、20mm、24mm 等四种; 底板采用 U 肋加劲, 间距 800mm, U 肋厚度 6mm, 在墩顶附近 U 肋加厚到 8mm, 在中墩、次边墩、过渡墩处, 受支座加劲影响, 有四道 U 肋局部断开, 与支座加劲焊接。钢箱梁外侧采用斜腹板, 内侧采用直腹板, 加劲肋为扁钢加劲肋, 其尺寸对应腹板板厚有 160×16mm、200×20mm、220×22mm 等三种。

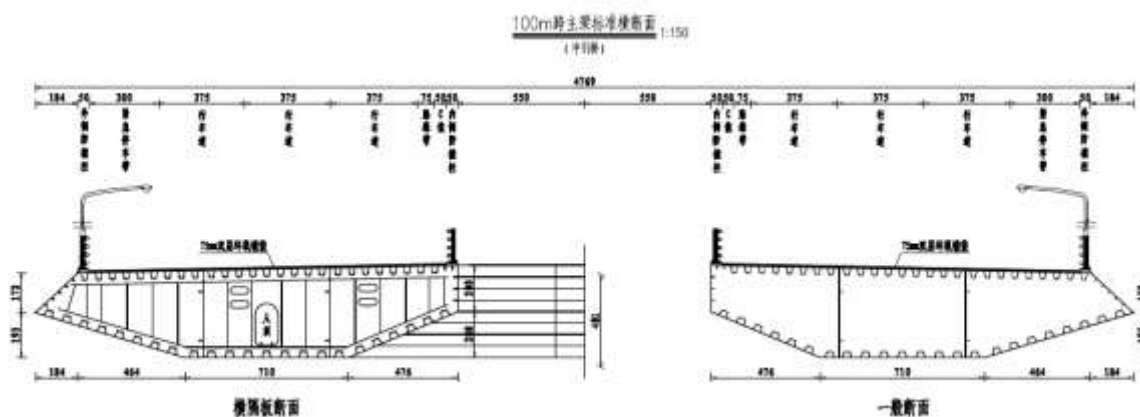


图 3.1.4-9 100m 分幅钢箱梁主梁标准横断面 (单位:cm)

C 下部结构

下部结构采用群桩+大悬臂盖梁方案, 为适应主桥推荐方案, 盖梁总宽 40.02m, 最大悬臂 16.01m, 桥墩墩顶横桥向尺寸 8m, 墩底横桥向尺寸根据墩高按照 1:25 斜率增加; 桥墩盖梁顺桥向尺寸 4m。

承台采用矩形承台, 承台平面尺寸 16m×9m, 承台高 4m。桩基采用 6 根直径 2m 钻孔灌注桩基础。

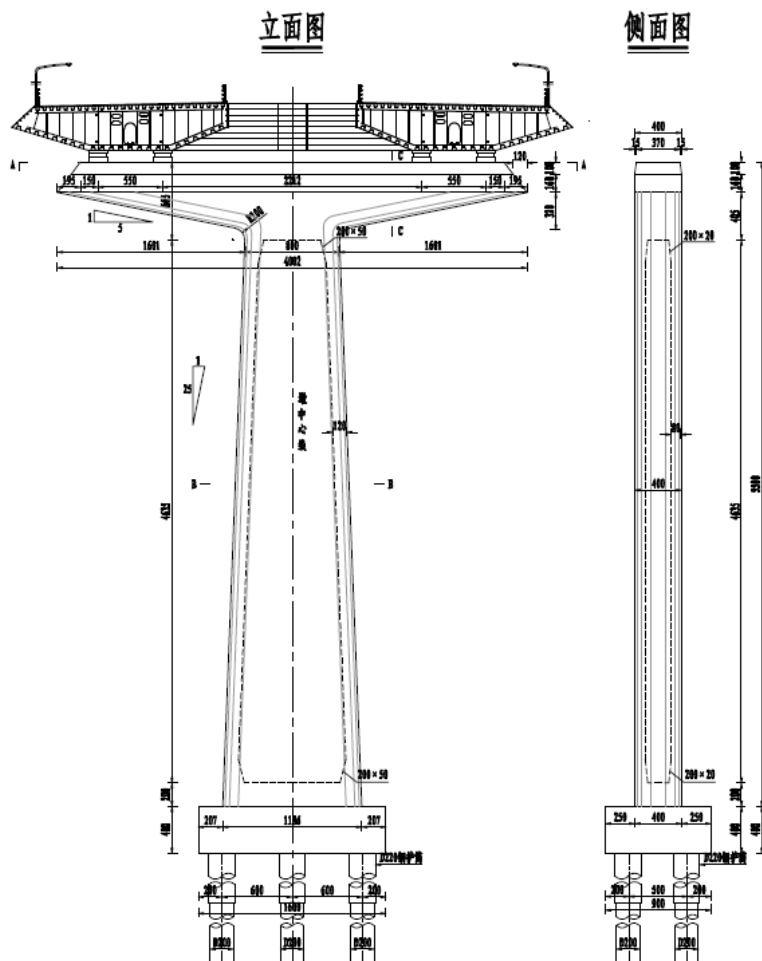


图 3.1.4-10 100m 分幅钢箱梁下部结构 (单位:cm)

(2) 东、西引桥

东、西引桥采用 60m 节段预制拼装方案。

A 总体布置

东引桥标准联采用 22×60m 节段预制拼装方案，西引桥标准联采用 52×60m 节段预制拼装方案。

B 上部结构

60m 跨主梁采用等截面单箱单室斜腹板断面形式。梁高 3.6m，底板宽 6.9m，翼缘悬臂长为 3.6m。顶板厚为 28cm，从墩顶至跨中，底板从 80cm 过渡到 27cm，腹板厚从 80cm 过渡到 50cm。

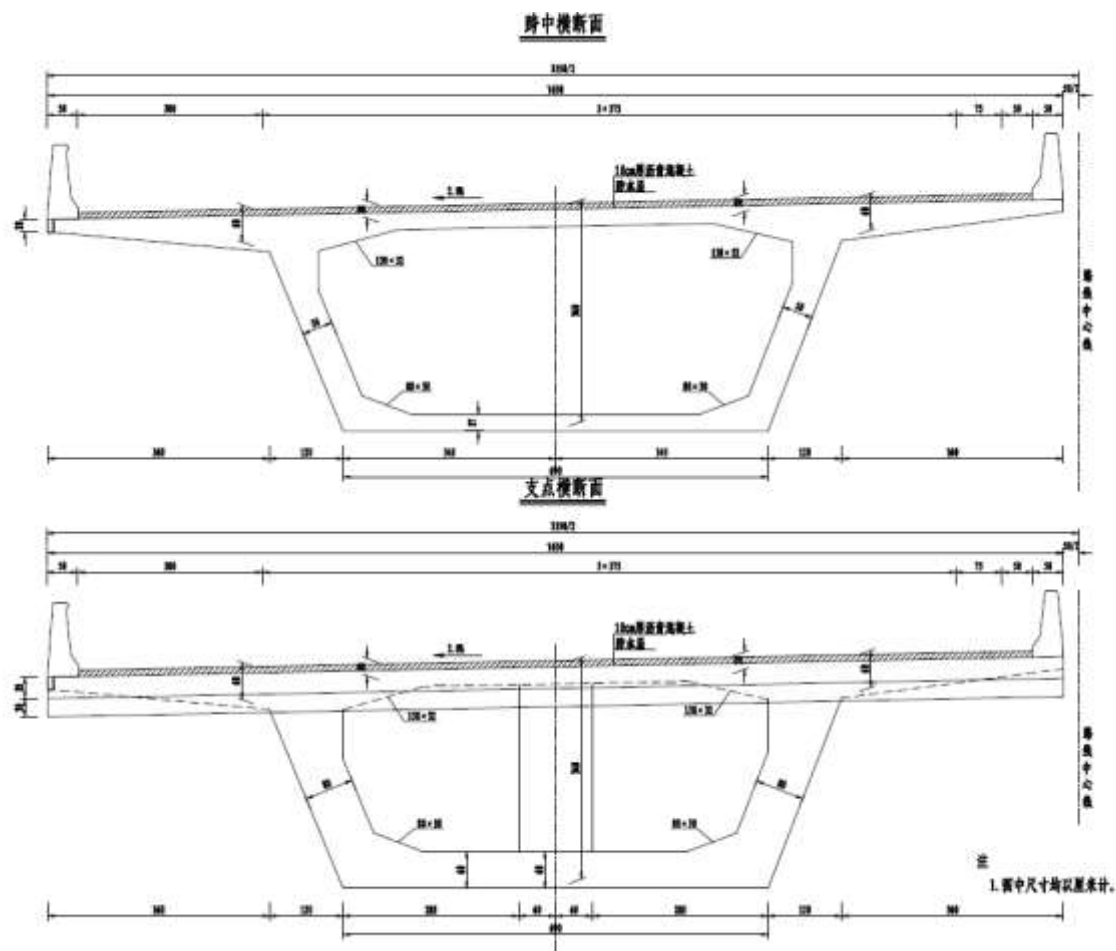


图 3.1.4-11 引桥节段预制拼装方案标准横断面 (单位:cm)

C 下部结构

分幅墩方案采用群桩+柱式墩方案，桥墩采用圆端形断面，墩顶横向尺寸为 6.9m，墩顺桥向尺寸为 3.2m，墩底横桥向尺寸根据墩高按照 1:50 斜率增加。承台采用矩形承台，承台平面尺寸 8m×8m，承台高 3.5m。桩基单幅采用 4 根直径 2.2m 钻孔灌注桩基础。左右幅间距 B=11~0.5m。

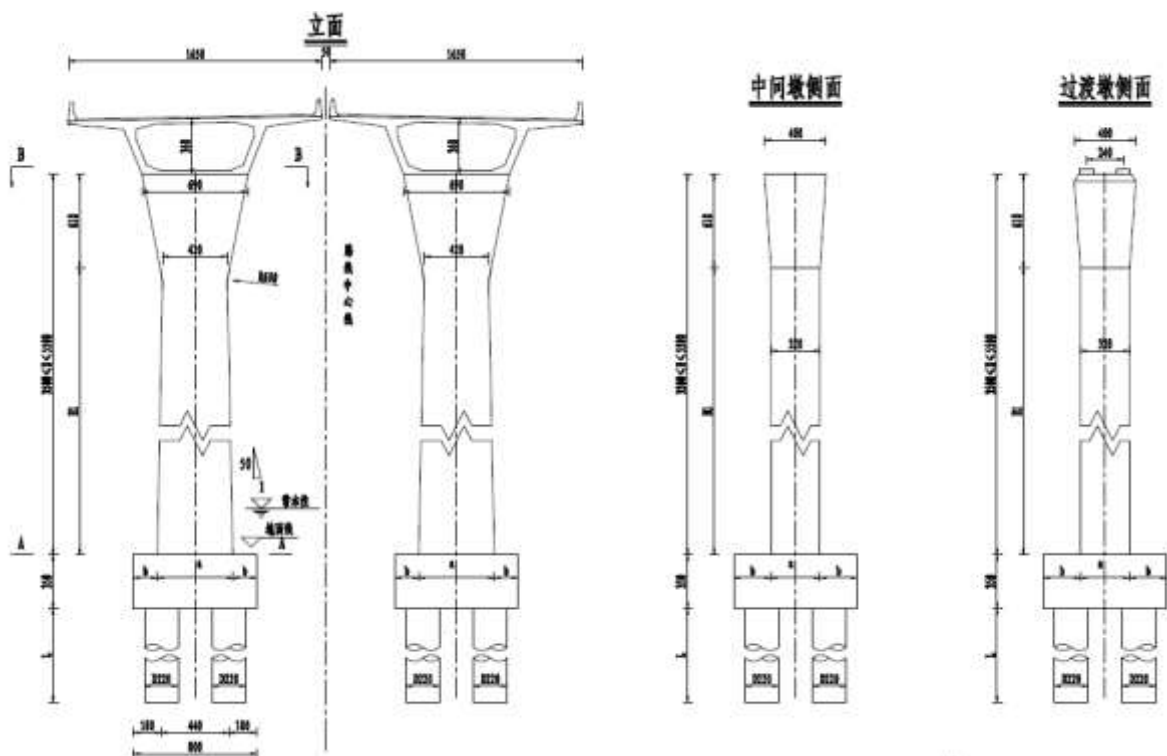


图 3.1.4-12 引桥节段预制拼装方案下部构造 (单位:cm)

(3) 浅滩区西引桥

A 总体布置

浅滩区引桥标准联采用 PC 预制小箱梁拼装方案。

B 上部结构

40 m 梁横桥向采用双幅桥面布置，断面采用 5 片预制小箱梁，横向采用湿接缝和两端部横隔板连接。小箱梁采用省厅颁布的标准图，吊装重量 160 t。

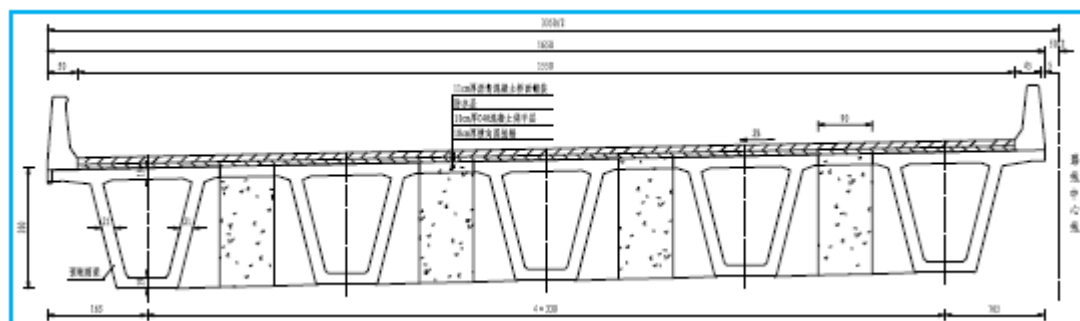


图 3.1.4-13 浅滩区 PC 预制小箱梁标准横断面 (单位:cm)

C 下部结构

下部结构采用群桩+柱式墩方案，盖梁高度由盖梁悬臂端部的 1.2m 渐变至悬臂根部的 2.4m，悬臂长度为 5.6m；墩身采用圆端型截面设计，截面宽度由墩顶与盖梁交接部位的 4.0m 按 50:1 的线性比例逐渐扩大至墩底，墩身采用等厚设计，墩身厚度为 2.0m。承台采用矩形承台，承台平面尺寸 8m×3m，承台高 3.5m。桩基单幅采用 2 根直径 2.2 m 钻孔灌注桩基础。

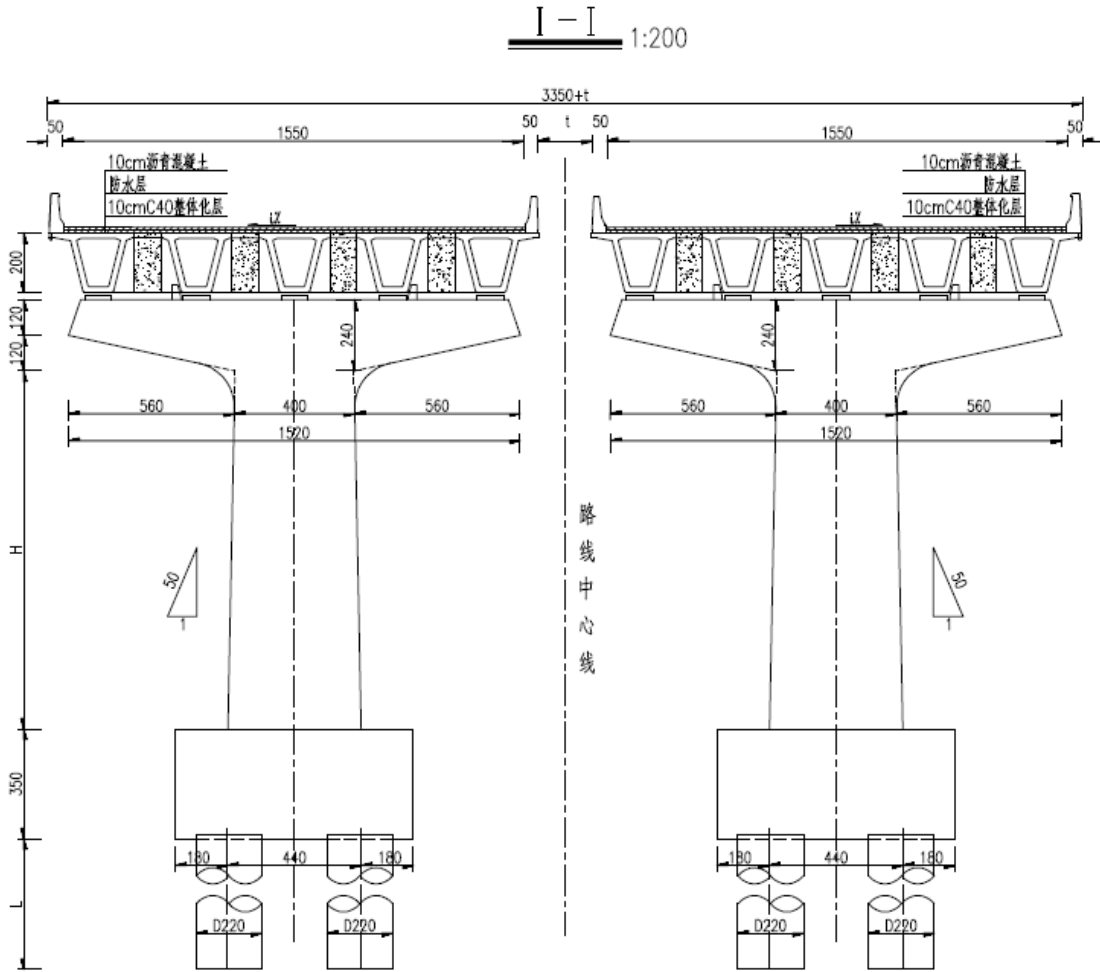


图 3.1.4-14 浅滩区 PC 预制小箱梁方案下部结构 (单位:cm)

4. 桥梁登陆方式

(1) 东岸珠海平沙新城海堤侧登陆方式

该围堤为抛石护岸、石砌堤埂，顶标高 3.0m。东侧为高栏港开发区空地，附近为三一重工码头。

- 1) 黄茅海跨海通道正线以桥梁形式跨越海堤，不占用海堤。
- 2) 临时栈桥与海堤平交，不破坏海堤，维护海堤的稳定。黄茅海大桥竣工通车后，拆除栈桥，恢复环境。
- 3) 大桥起点顺接鹤港高速，与高栏港高速设置枢纽立交。

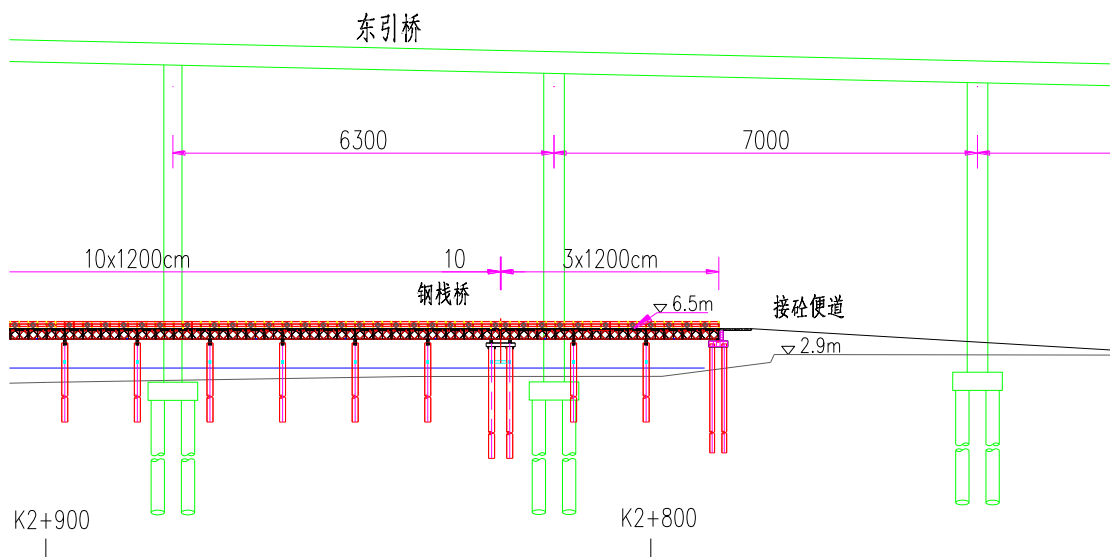


图 3.1.4-15 大桥跨越东岸珠海平沙新城海堤纵桥向立面图（尺寸单位：cm）

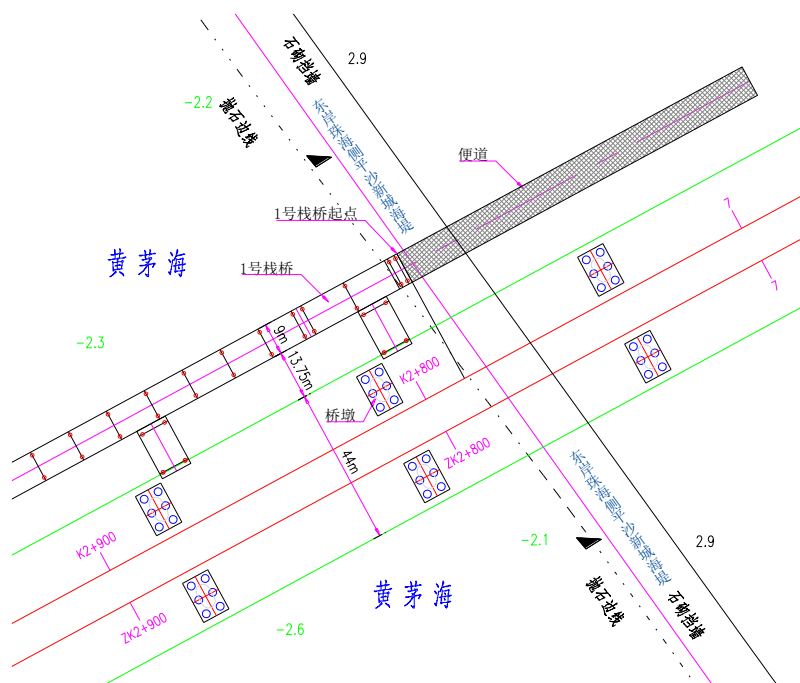


图 3.1.4-16 大桥跨越东岸珠海平沙新城海堤平面图（尺寸单位：cm）

(2) 西岸台山侧登陆方式

该围堤为人工土围堤，划定的海域分界。周围均是鱼塘。

- 1) 黄茅海跨海通道正线以桥梁形式跨越围堤，不占用围堤。
- 2) 临时栈桥跨越围堤。本项目竣工通车后，拆除栈桥，恢复环境。
- 3) 西侧登陆点与规划的 S386 设置互通，地方可由此处上下高速，项目终点对接新台高速，与西部沿海高速设置枢纽立交。

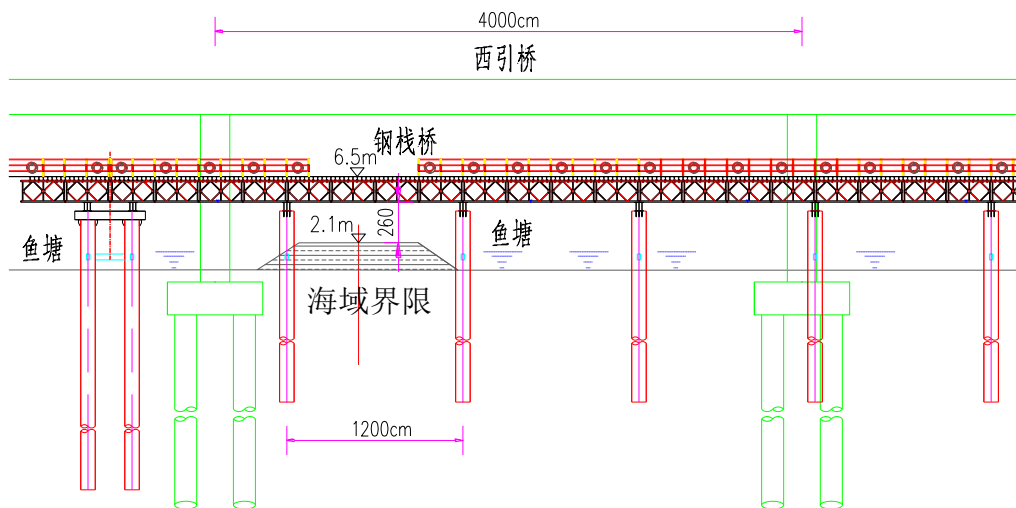


图 3.1.4-17 穿越西岸台山侧海域界限平面图

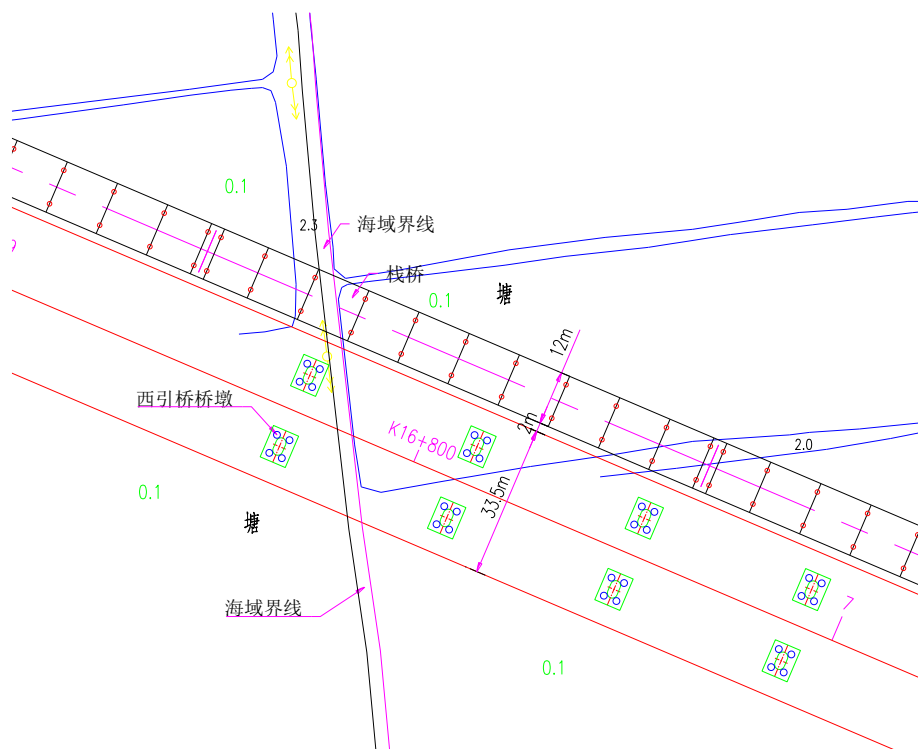


图 3.1.4-18 穿越西岸台山侧海域界限平面图

3.1.4.3.2 接线工程桥涵

典型涉水桥梁介绍：

1. 东山大桥

(1) 基本概况

拟建的东山大桥桥址区位于五和村东侧，为低山丘陵地貌，中线地面标高 12.53~27.14m，地形起伏不大。左幅桥跨起点桩号 ZK28+723.500，桥跨终点桩号 ZK28+923.500；右幅桥跨起点桩号 K28+722.000，桥跨终点桩号 K28+922.000。桥址区为鲤鱼水库，周边有 S32 西部沿海高速、S49 新台高速及村道路，交通条件便利。

桥址区属低山丘陵地貌区，上覆第四系上更新统冲积层碎石，地层厚度约 2.6~3.9m，局部为残积砂质黏性土；下伏基岩为燕山期侵入花岗岩。本桥位于分离式路基，路线平面位于缓和曲线和圆曲线上，纵段面位于 $i=1.4$ 的纵坡上。



图 3.1.4-19 倾斜摄影中东山大桥路线走向示意

(2) 方案设计

方案设计结合桥位处地形、地质条件，采用 (8×25) m 预应力小箱梁作为上部结构推荐方案。下部结构采用双柱式圆柱墩，采用桩基础，基础按照嵌岩桩设计。

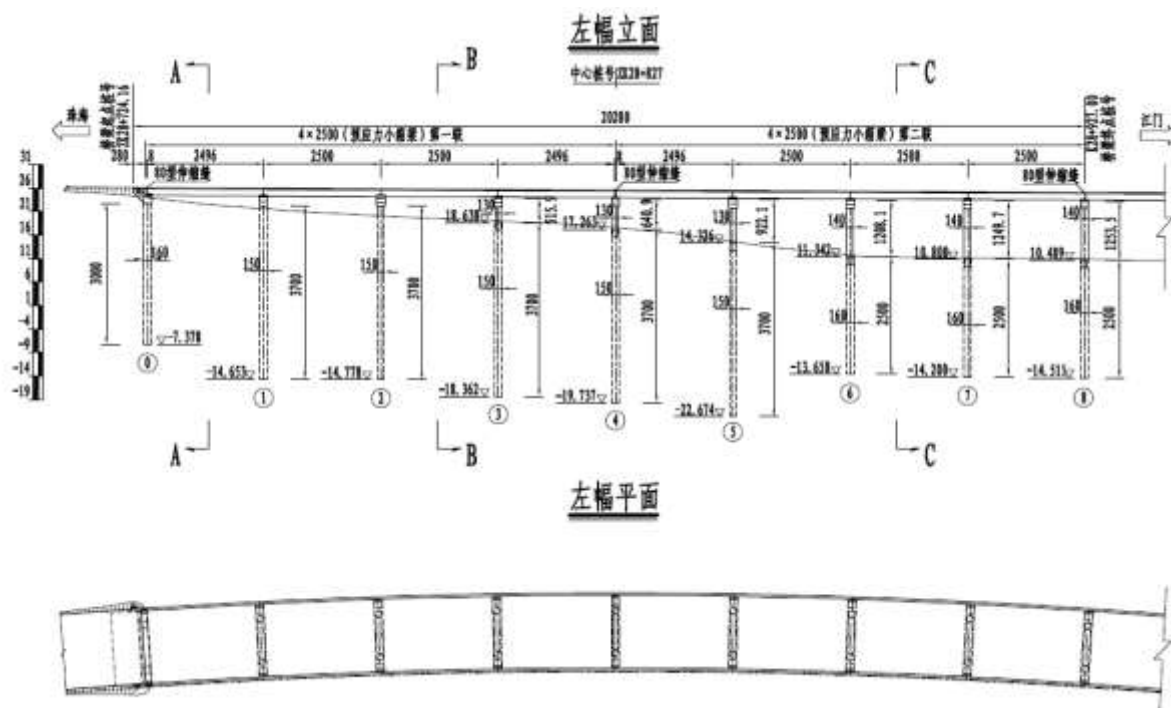


图 3.1.4-20 东山大桥桥型示意图

2. 中和互通主线桥

(1) 基本概况

拟建的中和互通主线桥位于项目终点位置，位于五和村北侧，为低山丘陵、冲积平原地貌，中线地面标高 2.68~12.13m，地形起伏不大。左幅桥跨起点桩号 ZK28+923.500，桥跨终点桩号 ZK30+877.500；右幅桥跨起点桩号 K28+922.000，桥跨终点桩号 K30+859.400。桥位周边地势平坦，视野开阔，穿过鲤鱼水库南侧，上跨鲤鱼水库大堤，经过水田和养殖场后，通过中和互通与新台高速、西部沿海高速相接。桥梁跨越大堤时桥墩不得布置在堤身上，边缘与堤脚需有一定距离。

互通区属低山丘陵、冲积平原地貌区，上覆第四系人工素填土、海陆交互相淤泥、海淤泥质粉质黏土为主，局部上更新统冲积层碎石，地层厚度约 0.9~6.8m，下伏基岩为燕山期侵入花岗岩。

本桥位于分离式路基，路线平面位于缓和曲线和圆曲线上，纵段面分段位于 $i=-0.5$ 的单向纵坡上。

(2) 方案设计

方案设计结合桥位处地形、地质条件、水库位置和堤坝位置，左幅采用 $4 \times (4 \times$

25)+(40+70+40)+(3×25)+2×(4×25)+(30+32+35)+(3×25)+(25+27)+50+(30+25)+8×(4×25)m、右幅采用 2×30+2×(4×25)+2×(3×25)+(40+70+40)+2×(4×25)+3×25+50+4×25+(2×22+28.4)+(25+30+25)+8×(4×25)m。预应力小箱梁和 40+70+40m 预应力混凝土连续梁作为上部结构推荐方案。下部结构采用柱式墩，采用桩基础，基础按照嵌岩桩和摩擦桩设计。



图 3.1.4-21 倾斜摄影中中和互通主线桥路线走向示意

(3) 跨大堤桥结构设计

跨大堤桥采用 40m+70m+40m 预应力混凝土现浇梁，总长 150m，边中跨比 0.571，桥面宽度为变宽形式，单箱五室；悬臂长度为 2.2m，跨中梁高 2.4m，墩顶梁高 4.1m。跨中腹板板厚 65cm，根部腹板厚度 95cm；跨中顶板板厚 28cm，根部底板厚度 58cm；跨中底板板厚 25cm，根部底板厚度 82cm。顶、底板纵向预应力采用高强度低松弛钢绞线（22 ϕ j 15.2、12 ϕ j 15.2）。

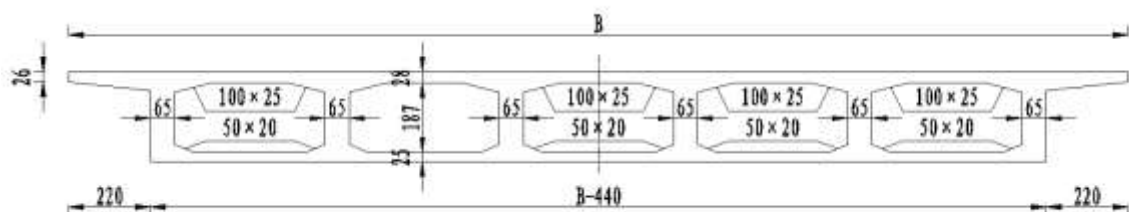


图 3.1.4-22 中和互通主线左幅跨大堤桥横断面图

3.1.4.4 隧道工程

1. 沿线隧道设置情况：推荐方案主线共设置隧道 2612.5m/2 座，其中长隧道 1690m/1 座，中隧道 922.5m/1 座。隧道长度占路线总长的 8.4%。

2. 技术标准

- (1) 公路等级：高速公路
- (2) 隧道设计速度：100km/h
- (3) 隧道建设规模：双向六车道，双洞单向行车
- (4) 隧道建筑限界：

主洞建筑限界宽：宽 15.50m=1.0m（左侧检修道）+0.25m（余宽）+0.75m（左侧侧向宽度）+3.75m×3（行车道）+1.25m（右侧侧向宽度）+1m（右侧检修道）；高 5m，隧道建筑限界参照 120km/h 标准拟定。

车行横通道建筑限界宽度为 4.5m，高度为 5m

人行横通道建筑限界宽度为 2m，高度为 2.5m

紧急停车带建筑限界宽度为 18.50m，高度为 5m

- (5) 隧道路面横坡：2%~4%
- (6) 隧道设计纵坡： $0.3\% \leq i < 3\%$
- (7) 汽车荷载等级：公路—I 级
- (8) 抗震设防等级：Ⅶ度

表 3.1.4-5 推荐方案隧道一览表

序号	隧道名称	起讫桩号	全长 (m)	建筑限界 (宽×高) (m×m)	洞内路线线型		洞门型式		围岩级别及衬砌长度					照明方式	通风方式	隧道类型
					平曲线类型 及半径(m)	坡度% 坡长(m)	进口	出口	明洞(m)		V级	IV级	III级			
									进口	出口	(m)	(m)	(m)			
1	狮山隧道	ZK24+560~ ZK25+485	925	15.50×5	R-8000+R-∞	- 1.527%/930	削竹式	削竹式	20	20	215	670	0	组合灯具	纵向射流	分离式
		K24+510~ K25+430	920	15.50×5	R-∞	-1.2%/920	端墙	削竹式	5	20	250	645	0			
2	象山隧道	ZK26+525~ ZK28+220	1695	15.50×5	R-∞+R-5800+R-∞	-0.5%/1710	削竹式	削竹式	20	20	455	310	890	组合灯具	纵向射流	分离式
		K26+510~ K28+195	1685	15.50×5	R-∞+R-5800+R-∞	-0.5%/1690	削竹式	削竹式	20	20	509	234	902			
	合计		2625													

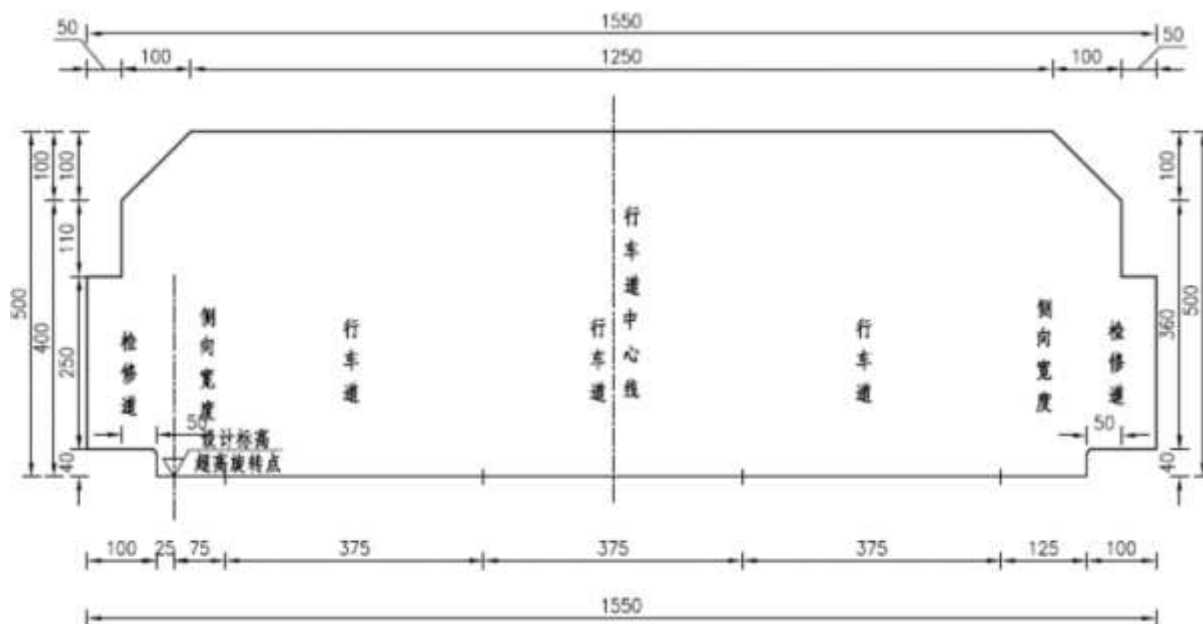


图 3.1.4-23 设计速度 120km/h、双向 6 车道隧道主洞建筑限界

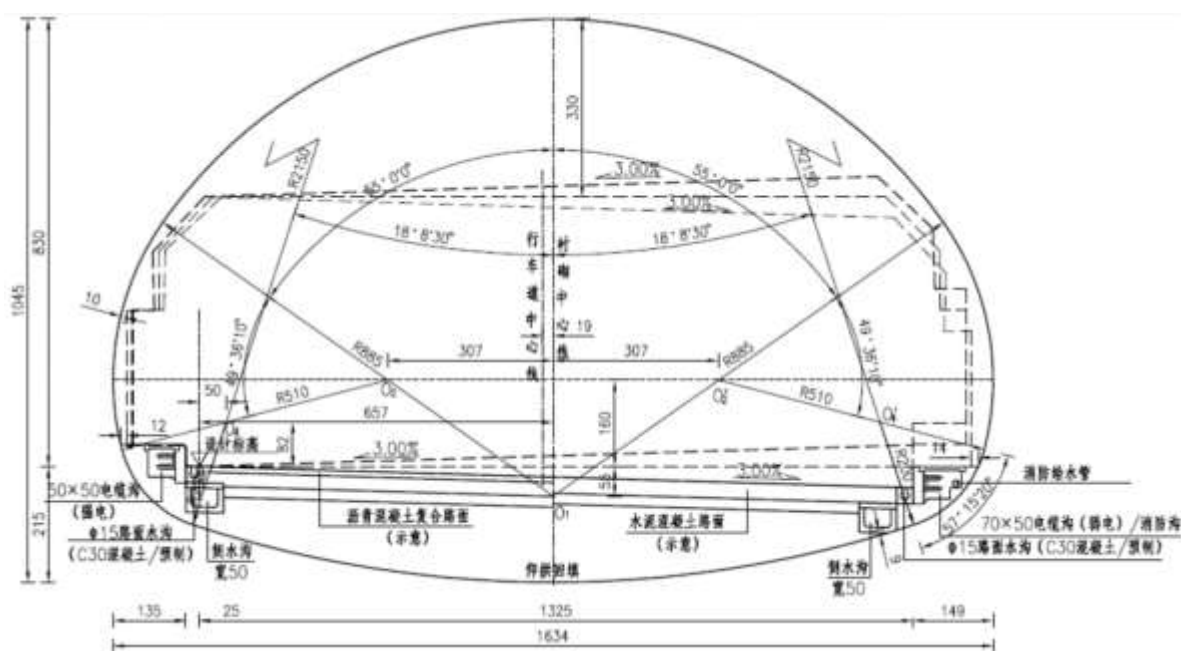


图 3.1.4-24 设计速度 100km/h、双向 6 车道隧道主洞净空断面

3. 隧道的防排水设计

(1) 隧道防排水应遵循“防、排、截、堵结合，因地制宜，综合治理”的原则，保证隧道结构物和营运设备的正常使用和行车安全。隧道防排水设计应对地表水、地下水妥善处理，洞内外应形成完整通畅的防排水系统。

(2) 隧道内的排水系统设计原则应遵守《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1-2018 第一册土建工程)第 10.2、10.3 的有关条款,隧道内宜按地下清水和营运清洗污水、消防污水分离排放;设置纵横向排水系应保证排水畅通,避免洞内积水;排水沟、排水管的断面尺寸,应根据洞内污水量,地下清水流量决定。

(3) 洞内排水方式优先采用侧沟排水。当中长、特长隧道水量很大时,除两侧侧沟外,可根据流量考虑增设一条中心水沟。

(4) 对于采用常规排水方案可能会对地表水环境产生不良影响的隧道,防排水原则应是“以堵为主,限量排放”。

(5) 隧道防水措施:

①在初期支护与二次衬砌之间敷设一层 $350\text{g}/\text{m}^2$ 无纺布+1.2mm EVA 卷材,作为第一道防水措施;防水板敷设应从边墙下部设置的引水管处至拱顶部连续施作,全隧道满铺,施工时要注意保护防水板的完整性。

②拱部及边墙二次衬砌采用抗渗标号不低于 P8 的防水混凝土,作为第二道防水措施。

③二次衬砌环向变形缝采用钢板腻子止水带止水。

(6) 隧道排水措施:

①隧道开挖后,根据各类围岩地下水的发育状况,在岩面环向布设扁形排水盲沟,以引排围岩渗漏水至基底纵向水管内。

②在初期支护与防水板之间设置无纺布,将水引入水沟排出洞外。水沟的纵坡与隧道一致。

③在两侧边墙底部,衬砌混凝土与喷混凝土之间沿隧道纵向全长各设一根圆形盲沟排水管。

④隧道洞口边、仰坡外设截水沟,拦截地面水。

⑤进洞方向为下坡的隧道洞口,在隧道洞口位置设置横向截水沟以截排洞外路面水,洞外路基边坡设置反坡以避免洞外水流入洞内。

⑥为了防止路面底层地下水上升到路面影响行车安全,在路面整平层下设置有级配碎石滤层的横向排水盲沟。

⑦隧道防排水措施及施工组织方案应尽量避免对区域原始生态环境的影响,隧道设计应注重环保景观的设计。

3.1.4.5 交叉工程

互通立交设置的位置、规模主要根据互通立交在路网中的功能，相交道路的等级、性质、交通状况，交通量分析预测等因素确定，主线共设互通立交 4 处，互通立交设置情况见表 3.1.4-5 表 3.1.4-6。

表 3.1.4-6 推荐方案交叉工程一览表

序号	名称	交叉桩号	间距 (km)	互通型式	被交路名称及等级	备注
1	高栏港互通	K0+000		变形苜蓿+单环	高栏港高速 高速公路	
2	赤溪东互通	K17+719	17.719	单喇叭型	S386 省道	
3	赤溪西互通	K26+220	8.50	单喇叭型	地方路 四级公路	
4	中和互通	K30+058	3.84	变异苜蓿+单环	新台高速、西部沿海高速 高速公路	

3.1.4.6 附属设施

本项目设置综合管理中心 1 处、服务区 1 处、收费站 3 处、养护工区 1 处、救援中心 1 处、集中居住区 1 处。其中养护工区、救援中心和集中居住区与管理中心合建。

1. 服务区

本项目在江门台山侧设置服务区 1 处，为黄茅海服务区。服务区两侧场区用地面积均为 50 亩。服务区所占区域多为养殖用地，有效避开基本农田，且推荐线服务区避开了 347 乡道。匝道最小半径 $R=3300m$ ，最大纵坡 1.74%。服务区主线起点桩号为 K20+844，终点桩号为 K22+236，中心桩号为 K21+500，主线全长 1392 米，服务区匝道全长 1522.712 米。该服务区范围内主线设计速度采用 100km/h，匝道设计速度采用 40km/h，匝道出入口均采用单车道出入口。

2. 管理中心

本项目在鹤港高速水南互通出口位置设置综合管理中心（监控、通信、收费中心），对全线集中管理。同址设置养护工区 1 处、救援中心 1 处、集中居住区 1 处。

3. 收费站

本项目建设收费站共 3 座，包括赤溪东、赤溪西收费站，鹤港二期代建高栏港收费站。

表 3.1.4-7 房建工程规模一览表

单位: m²

序号	设施名称	中心桩号	总建筑面积 (m ²)	占地面积 (亩)
1	黄茅海服务区	K21+500	10000	151.55
2	鹤港二期代建高栏港收费站	K0+000	900	9
3	赤溪东收费站	K17+719	1982	25
4	赤溪西收费站	K26+220	1027	8.5
5	管理中心、养护工区、救援中心和集中居住区	/	6953	85
合计			20862	279.05

3.1.5 工程占地及拆迁

3.1.5.1 工程占地

1. 工程占地情况

本项目工程永久占地面积为 3178.90 亩，以海洋（1279.028 亩）为主，其次是荒地（770.75 亩）、鱼塘（418.463 亩）、建设用地（308.786 亩）、耕地（239.162 亩）。具体占地情况见表 3.1.5-2 和图 3.1.5-1。

表 3.1.5-1 本项目占地情况一览表

单位: 亩

种地种类	耕地	园地	林地	建设用地	水域用地	其他用地	合计
永久占地	239.16	83.18	68.18	308.79	1708.84	770.75	3178.90
临时占地	施工工区		31.19	158.6			189.79
	取土场		195				195
	弃土场		110.1	639.0	45.0		794.1
	施工便道		58.5				58.5
合计	239.16	83.18	462.97	1106.39	1753.84	770.75	4416.29

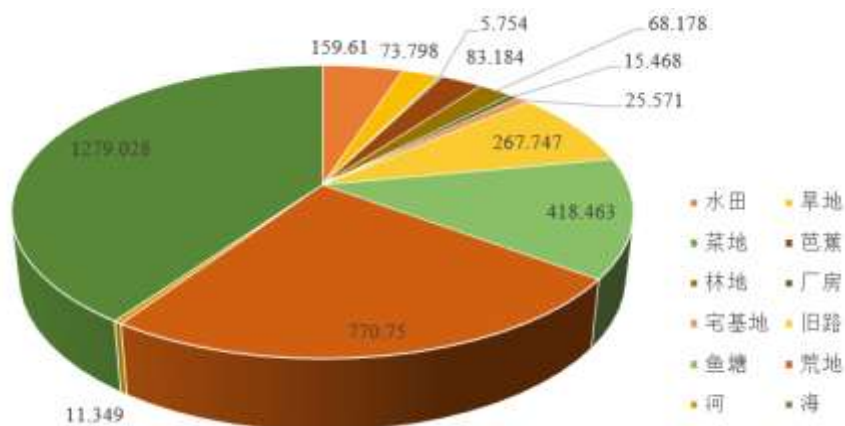


图 3.1.5-1 本项目永久占地类型分布图

表 3.1.5-2 本项目永久占用土地表

序号	起讫桩号	距离 (米)	所有者	土地类别及数量(亩)											合计 (亩)	备注	
				耕地			园地	林地	建设用地			鱼塘	其他土地				
				水田	旱地	菜地	芭蕉		厂房	宅基地	旧路	鱼塘	荒地	河			海
1	K0+000~K0+600	600	珠海市高栏港区							8.2	9	19.8		1.5		38.5	高栏港互通
2	K0+600~K2+780	2180	珠海市高栏港区									130.0				130	
3	K2+780~K6+360	3580	珠海市高栏港区												379.40	379.40	海中段
4	K6+360~K16+835	10475	珠海市+江门市												899.626	899.626	海中段
5	K16+835~K17+175	340	台山市赤溪镇									11.66		6.29		17.95	
6	K17+175~K18+585	1410	台山市赤溪镇									151.71	44.84			196.55	赤溪东互通
7	K18+585~K20+844	2259	台山市赤溪镇	1.20	4.68					1.65	1.37	16.04	164.08			189.02	
8	K20+844~K22+236	1392	台山市赤溪镇	10.47	8.62	5.31		68.18	13.75	4.60		68.56	88.65	2.28		270.42	黄茅海服务区
9	K22+236~K24+510	2274	台山市赤溪镇		8.93				1.72	1.15		3.53	243.32			258.65	
10	K24+510~K25+430	920	台山市赤溪镇														狮山隧道
11	K25+430~K25+710	280	台山市赤溪镇	24.39						1.12			20.67			46.18	
12	K25+710~K26+300	590	台山市赤溪镇	58.41			53.14			7.05			45.02	1.28		164.90	赤溪西互通
13	K26+300~K26+510	210	台山市赤溪镇										38.68			38.68	
14	K26+510~K28+195	1685	台山市赤溪镇														象山隧道
15	K28+195~K28+916	721	台山市赤溪镇		28.77	0.44	30.05			0.80		4.90	34.18			99.14	
16	K28+916~K30+776.8846	1860.88	台山市赤溪镇	65.13	22.80					1.00	251.93	8.46	91.29			440.63	中和互通
17	K30+776.8846~K30+870	93.12	台山市赤溪镇								5.44	3.81				9.25	
	合计	30870		159.610	73.798	5.754	83.184	68.178	15.468	25.571	267.747	418.463	770.75	11.349	1279.028	3178.90	

本项目用地已列入《广东省发展改革委关于下达广东省 2019 年重点建设项目计划的通知》（粤发改投资〔2019〕98 号）重点建设项目清单，根据《广东省土地利用总体规划实施管理规定》（粤府办〔2013〕23 号），按列入土地利用总体规划重点建设项目清单处理，但涉及占用台山市境内永久基本农田 22.7748 公顷，台山市自然资源局已按规定编制了《台山市土地利用总体规划修改方案暨永久基本农田补划方案（黄茅海跨海通道项目）》。

根据该方案，本项目占用的永久基本农田分布在赤溪镇和斗山镇，涉及基本农田图斑个数 47 个，耕地质量等别（国家利用等）均为 6 等，耕地坡度为 1-5 度。按照《国土资源部关于全面实行永久基本农田特殊保护的通知》（国土资规〔2018〕1 号）中永久基本农田划定要求，黄茅海跨海通道在台山市补划永久基本农田 22.7748 公顷，补划地块位于台山市斗山镇安南村、曹厚村和浮石村，海宴镇南丰村。同时，补划永久基本农田地块优先在占用村镇及永久基本农田周边选取，以保证永久基本农田的连片性。补划地块耕地质量（国家利用等）均为 6 等，坡度均为 1-2 度，2017 年土地利用现状均为水田，均位于台山市永久基本农田整备区内。符合补划永久基本农田数量到位、质量相当的要求。

项目申请用地总规模 161.9849 公顷，江门市台山市境内总用地面积 143.6047 公顷，农用地 120.9781 公顷（耕地 57.4565 公顷，含可调整地类 27.5545 公顷，含永久基本农田 23.6505 公顷），建设用地 20.7642 公顷、未利用地 1.8624 公顷，项目不涉及围填海；珠海市高栏港经济区总用地面积 18.3802 公顷，农用地 17.8287 公顷（耕地 0 公顷，含永久基本农田 0 公顷），建设用地 0.5515 公顷，未利用地 0 公顷，项目不涉及围填海。

3.1.5.2 工程拆迁

本项目主要拆迁建筑物见下表。

表 3.1.5-3 本项目拆迁建筑物一览表

拆迁类别	砖砼平房 (m ³)	铁皮房 (m ³)	高压电线 (m)	电讯电路 (m)
推荐方案	5440	2533	19800	1600

3.1.5.3 工程占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

(1) 东引桥

桥位地处海积平原区，地形平缓，本桥位起于平沙生态公园南侧，接高栏港互通立

交主线桥，跨越平沙西堤止于黄茅海东侧水域。海域密布蚝排养殖区，岸遍布鱼、虾、蟹塘，地面标高约 1.0~2.6 m。

拟建大桥桥位处海域东西宽约 11 km，工程所在海域洪潮交汇剧烈，桥址区河床高程在-3.9 m~-1.1m，最大水深约 5.9 m。

(2) 高栏港大桥

黄茅海水域，地形较平缓，本桥位起点接东引桥，跨越规划的东东航道，终于中引桥。工程所在海域洪潮交汇剧烈，桥址区河床高程在-4.4 m~-1.4 m，最大水深约 6.4 m。

(3) 中引桥

桥位地处黄茅海水域，地形较平缓，本桥位起点接高栏港大桥，终于黄茅海大桥。工程所在海域洪潮交汇剧烈，桥址区河床高程在-5.3 m~-3.1 m，最大水深约 8.3m。

(4) 黄茅海大桥

桥位地处为浅海海域地貌，海底地形较为平坦，其中包含三条航道：东航道、西航道和小船航道，水深稍深。

3.1.5.4 工程申请用海情况

根据《黄茅海跨海通道项目海域使用补充论证报告书》（送审稿）（2020年4月），跨海大桥用海申请用海总面积为 85.2769 公顷，均属于跨海桥梁用海；项目施工用海申请用海总面积为 73.4038 公顷，项目跨海大桥宗海位置见图 3.1.5-2，施工用海宗海位置见图 3.1.5-8，疏浚用海宗海位置见图 3.1.5-28。项目用海共 21 宗，用海单元信息见表 3.1.5-4，除跨海大桥用海外，其他均为施工用海，跨海大桥宗海界址见图 3.1.5-3~图 3.1.5-7，施工用海（透水构筑物及港池用海）宗海界址见图 3.1.5-9~图 3.1.5-27，施工用海（其他开放式用海）宗海界址见图 3.1.5-29~图 3.1.5-36，施工用海平面布置见图 3.1.5-37。

项目跨海桥梁跨越人工岸线 125.6 米，施工用海跨越人工岸线 334.0 米，不占用自然岸线和人工岸线。项目跨海大桥用海期限为 50 年，施工用海（透水构筑物、港池用海）期限为 48 个月，施工用海（其他开放式用海）期限为 24 个月，项目完工后施工用海构筑物予以拆除。

表 3.1.5-4 项目用海单元信息一览表

宗海序号	用海单元	用海单元面积（公顷）	宗海面积(公顷)
一	跨海大桥	85.2769	85.2769
二	主墩平台一	0.1064	0.1064

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

宗海序号	用海单元	用海单元面积（公顷）	宗海面积(公顷)
三	主墩平台二	0.1075	0.1075
四	主墩平台三	0.1145	0.1145
五	主墩平台四	0.1145	0.1145
六	主墩平台五	0.0966	0.0966
七	测量平台一	0.0225	0.0225
八	测量平台二	0.0225	0.0225
九	测量平台三	0.0225	0.0225
十	测量平台四	0.0225	0.0225
十一	测量平台五	0.0225	0.0225
十二	东提梁码头	0.0854	0.2497
	东提梁港池	0.1643	
十三	一号栈桥	0.5888	0.5888
十四	二号栈桥、东生活办公平台、东侧海上拌合站、东材料码头	3.0651	3.3975
	东材料港池	0.3324	
十五	三号栈桥、西生活办公平台、西侧海上拌合站、西材料码头一、西材料码头二	7.4888	7.9879
	西材料码头一港池	0.3342	
	西材料码头二港池	0.1649	
十六	出梁及材料码头	9.8789	10.6687
	出梁及材料码头港池	0.7898	
十七	疏浚区一	1.4307	1.4307
十八	疏浚区二	3.4180	3.4180
十九	疏浚区三	38.8321	38.8321
二十	疏浚区四	5.6990	5.6990
二十一	疏浚区五	0.4794	0.4794

黄茅海跨海通道项目宗海位置图



图 3.1.5-2 项目跨海大桥宗海位置图

黄茅海跨海通道项目宗海界址图

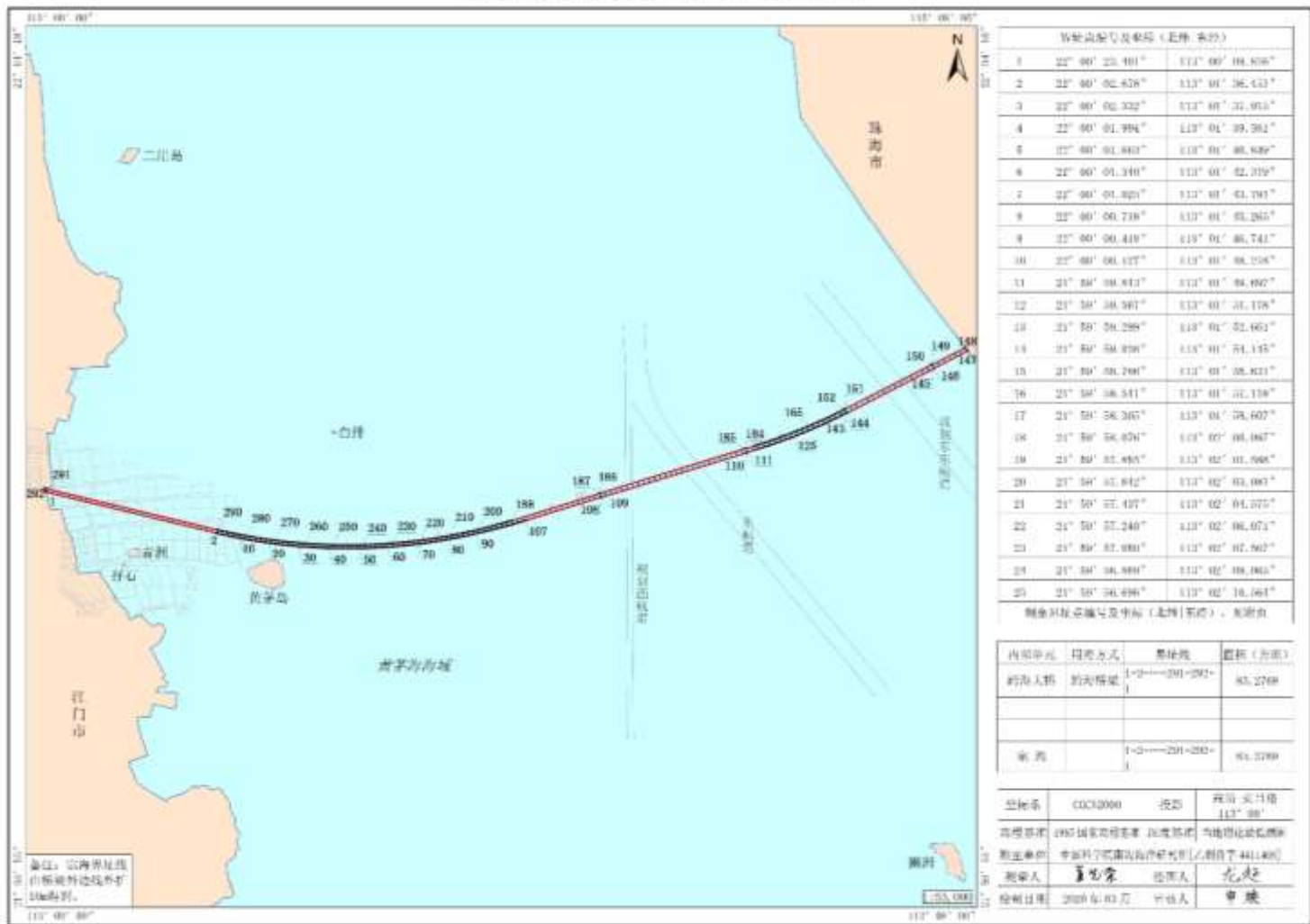


图 3.1.5-3 项目跨海大桥宗海界址图

黄茅海跨海通道项目宗海界址点 (续1)

界址点(编号)坐标表 (北半球, 单位)					
21	21° 59' 52.407"	113° 02' 06.375"	64	21° 59' 56.153"	113° 03' 09.338"
22	21° 59' 52.290"	113° 02' 06.071"	65	21° 59' 56.289"	113° 03' 10.440"
23	21° 59' 52.160"	113° 02' 07.361"	66	21° 59' 56.953"	113° 03' 12.311"
24	21° 59' 56.989"	113° 02' 09.062"	67	21° 59' 56.613"	113° 03' 13.842"
25	21° 59' 56.780"	113° 02' 10.564"	68	21° 59' 56.784"	113° 03' 15.341"
26	21° 59' 56.530"	113° 02' 12.065"	69	21° 59' 56.561"	113° 03' 16.839"
27	21° 59' 56.271"	113° 02' 13.564"	70	21° 59' 57.147"	113° 03' 18.336"
28	21° 59' 56.223"	113° 02' 15.066"	71	21° 59' 57.093"	113° 03' 19.832"
29	21° 59' 56.182"	113° 02' 16.568"	72	21° 59' 57.041"	113° 03' 21.327"
30	21° 59' 55.938"	113° 02' 18.072"	73	21° 59' 57.790"	113° 03' 22.824"
31	21° 59' 55.822"	113° 02' 19.576"	74	21° 59' 57.908"	113° 03' 24.312"
32	21° 59' 55.704"	113° 02' 21.081"	75	21° 59' 58.163"	113° 03' 25.803"
33	21° 59' 55.585"	113° 02' 22.586"	76	21° 59' 58.425"	113° 03' 27.292"
34	21° 59' 55.491"	113° 02' 24.092"	77	21° 59' 58.688"	113° 03' 28.781"
35	21° 59' 55.389"	113° 02' 25.599"	78	21° 59' 58.913"	113° 03' 30.267"
36	21° 59' 55.313"	113° 02' 27.107"	79	21° 59' 59.171"	113° 03' 31.752"
37	21° 59' 55.235"	113° 02' 28.615"	80	21° 59' 59.436"	113° 03' 33.235"
38	21° 59' 55.165"	113° 02' 30.123"	81	21° 59' 59.708"	113° 03' 34.712"
39	21° 59' 55.104"	113° 02' 31.631"	82	21° 59' 59.987"	113° 03' 36.197"
40	21° 59' 55.050"	113° 02' 33.141"	83	22° 00' 00.275"	113° 03' 37.676"
41	21° 59' 55.001"	113° 02' 34.650"	84	22° 00' 00.569"	113° 03' 39.153"
42	21° 59' 54.960"	113° 02' 36.160"	85	22° 00' 00.871"	113° 03' 40.628"
43	21° 59' 54.930"	113° 02' 37.670"	86	22° 00' 01.179"	113° 03' 42.101"
44	21° 59' 54.914"	113° 02' 39.180"	87	22° 00' 01.494"	113° 03' 43.573"
45	21° 59' 54.900"	113° 02' 40.690"	88	22° 00' 01.816"	113° 03' 45.044"
46	21° 59' 54.888"	113° 02' 42.200"	89	22° 00' 02.145"	113° 03' 46.512"
47	21° 59' 54.880"	113° 02' 43.710"	90	22° 00' 02.479"	113° 03' 47.978"
48	21° 59' 54.866"	113° 02' 45.220"	91	22° 00' 02.818"	113° 03' 49.442"
49	21° 59' 54.854"	113° 02' 46.730"	92	22° 00' 03.163"	113° 03' 50.903"
50	21° 59' 54.850"	113° 02' 48.240"	93	22° 00' 03.517"	113° 03' 52.371"
51	21° 59' 54.864"	113° 02' 49.750"	94	22° 00' 03.876"	113° 03' 53.831"
52	21° 59' 55.030"	113° 02' 51.260"	95	22° 00' 04.341"	113° 03' 55.289"
53	21° 59' 55.076"	113° 02' 52.769"	96	22° 00' 04.812"	113° 03' 56.745"
54	21° 59' 55.104"	113° 02' 54.279"	97	22° 00' 05.289"	113° 03' 58.200"
55	21° 59' 55.200"	113° 02' 55.786"	98	22° 00' 05.772"	113° 03' 59.655"
56	21° 59' 55.273"	113° 02' 57.291"	99	22° 00' 06.262"	113° 04' 01.108"
57	21° 59' 55.350"	113° 02' 58.800"	100	22° 00' 06.757"	113° 04' 02.559"
58	21° 59' 55.430"	113° 02' 00.309"	101	22° 00' 07.258"	113° 04' 04.004"
59	21° 59' 55.513"	113° 02' 01.818"	102	22° 00' 07.764"	113° 04' 05.449"
60	21° 59' 55.600"	113° 02' 03.322"	103	22° 00' 08.276"	113° 04' 06.892"
61	21° 59' 55.703"	113° 02' 04.827"	104	22° 00' 08.794"	113° 04' 08.333"
62	21° 59' 55.800"	113° 02' 06.331"	105	22° 00' 09.317"	113° 04' 09.771"
63	21° 59' 56.016"	113° 02' 07.835"	106	22° 00' 09.846"	113° 04' 11.212"

测量单位	中国科学院长海研究所(乙级资质) 13114001		
测量人	董世豪	绘图人	龙超
编制日期	2023年03月	审核人	申斌

图 3.1.5-4 项目跨海大桥宗海界址图 (界址表, 续 1)

黄茅海跨海通道项目宗海界址点 (续2)

界址点编号及坐标 (单位: 米)					
107	22° 00' 00.000"	113° 00' 12.042"	130	22° 01' 27.000"	113° 02' 27.026"
108	22° 00' 20.000"	113° 00' 20.750"	131	22° 01' 05.000"	113° 00' 21.000"
109	22° 00' 20.700"	113° 00' 20.700"	132	22° 01' 05.000"	113° 00' 21.000"
110	22° 00' 43.277"	113° 00' 01.000"	133	22° 01' 05.700"	113° 00' 21.000"
111	22° 00' 43.277"	113° 00' 01.000"	134	22° 01' 04.000"	113° 00' 21.000"
112	22° 00' 18.000"	113° 00' 01.000"	135	22° 01' 01.000"	113° 00' 21.000"
113	22° 00' 43.200"	113° 00' 01.700"	136	22° 01' 02.000"	113° 00' 21.000"
114	22° 00' 43.000"	113° 00' 12.000"	137	22° 01' 01.000"	113° 00' 42.000"
115	22° 00' 09.000"	113° 00' 12.000"	138	22° 01' 01.000"	113° 00' 42.000"
116	22° 00' 40.000"	113° 00' 12.000"	139	22° 01' 00.000"	113° 00' 42.000"
117	22° 00' 47.000"	113° 00' 12.000"	140	22° 01' 00.000"	113° 00' 42.000"
118	22° 00' 47.000"	113° 00' 12.000"	141	22° 01' 00.000"	113° 00' 42.000"
119	22° 00' 48.000"	113° 00' 12.000"	142	22° 01' 00.000"	113° 00' 42.000"
120	22° 00' 48.000"	113° 00' 21.000"	143	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
121	22° 00' 48.000"	113° 00' 21.000"	144	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
122	22° 00' 50.000"	113° 00' 21.000"	145	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
123	22° 00' 50.000"	113° 00' 21.000"	146	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
124	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	147	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
125	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	148	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
126	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	149	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
127	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	150	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
128	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	151	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
129	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	152	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
130	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	153	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
131	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	154	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
132	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	155	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
133	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	156	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
134	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	157	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
135	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	158	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
136	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	159	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
137	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	160	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
138	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	161	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
139	22° 00' 51.000"	113° 00' 21.000"	162	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
140	22° 01' 01.000"	113° 00' 21.000"	163	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
141	22° 01' 01.000"	113° 00' 21.000"	164	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
142	22° 01' 01.000"	113° 00' 21.000"	165	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
143	22° 01' 01.000"	113° 00' 21.000"	166	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
144	22° 01' 01.000"	113° 00' 21.000"	167	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
145	22° 01' 21.000"	113° 01' 21.000"	168	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
146	22° 01' 21.000"	113° 01' 21.000"	169	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
147	22° 01' 18.000"	113° 01' 21.000"	170	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
148	22° 01' 21.000"	113° 01' 21.000"	171	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"
149	22° 01' 21.000"	113° 01' 21.000"	172	22° 01' 00.000"	113° 00' 21.000"

测量单位:	中国海洋地质研究所(乙级) 测量字 4111 0001		
测量人:	董旭东	绘图人:	龙超
审核日期:	2018年10月	审核人:	曹康

图 3.1.5-5 项目跨海大桥宗海界址图 (界址表, 续 2)

黄茅海跨海通道项目宗海界址点 (续3)

宗海界址点坐标表 (北边(东边))				
193	22° 00' 00.996"	113° 03' 56.196"	230	21° 59' 56.991"
194	22° 00' 00.996"	113° 03' 56.196"	231	21° 59' 56.979"
195	22° 00' 00.973"	113° 03' 56.188"	232	21° 59' 56.922"
196	22° 00' 00.798"	113° 03' 55.981"	233	21° 59' 56.772"
197	22° 00' 00.438"	113° 03' 55.726"	234	21° 59' 56.536"
198	22° 00' 00.389"	113° 03' 55.595"	235	21° 59' 56.495"
199	22° 00' 00.376"	113° 03' 55.622"	236	21° 59' 56.499"
200	22° 00' 00.376"	113° 03' 55.622"	237	21° 59' 56.499"
201	22° 00' 00.402"	113° 03' 55.621"	238	21° 59' 56.422"
202	22° 00' 00.376"	113° 03' 55.399"	239	21° 59' 56.433"
203	22° 00' 00.376"	113° 03' 55.399"	240	21° 59' 56.422"
204	22° 00' 00.362"	113° 03' 55.325"	241	21° 59' 56.449"
205	22° 00' 00.354"	113° 03' 55.345"	242	21° 59' 56.443"
206	22° 00' 00.422"	113° 03' 55.444"	243	21° 59' 56.494"
207	22° 00' 00.388"	113° 03' 55.325"	244	21° 59' 56.429"
208	22° 00' 00.452"	113° 03' 55.391"	245	21° 59' 56.511"
209	22° 00' 00.385"	113° 03' 55.311"	246	21° 59' 56.421"
210	22° 00' 00.324"	113° 03' 55.471"	247	21° 59' 56.479"
211	22° 00' 00.364"	113° 03' 55.425"	248	21° 59' 56.443"
212	22° 00' 00.408"	113° 03' 55.474"	249	21° 59' 56.466"
213	22° 00' 00.442"	113° 03' 55.528"	250	21° 59' 56.497"
214	22° 00' 00.338"	113° 03' 55.472"	251	21° 59' 56.485"
215	22° 00' 00.485"	113° 03' 55.438"	252	21° 59' 56.491"
216	21° 59' 56.442"	113° 03' 55.394"	253	21° 59' 56.444"
217	21° 59' 56.438"	113° 03' 55.395"	254	21° 59' 56.445"
218	21° 59' 56.428"	113° 03' 55.396"	255	21° 59' 56.444"
219	21° 59' 56.428"	113° 03' 55.395"	256	21° 59' 56.445"
220	21° 59' 56.421"	113° 03' 55.392"	257	21° 59' 56.474"
221	21° 59' 56.411"	113° 03' 55.371"	258	21° 59' 56.468"
222	21° 59' 56.403"	113° 03' 55.359"	259	21° 59' 56.466"
223	21° 59' 56.391"	113° 03' 55.345"	260	21° 59' 56.421"
224	21° 59' 56.338"	113° 03' 55.491"	261	21° 59' 56.442"
225	21° 59' 56.348"	113° 03' 55.491"	262	21° 59' 56.429"
226	21° 59' 56.408"	113° 03' 55.376"	263	21° 59' 56.429"
227	21° 59' 56.472"	113° 03' 55.445"	264	21° 59' 56.422"
228	21° 59' 56.543"	113° 03' 55.495"	265	21° 59' 56.322"
229	21° 59' 56.441"	113° 03' 55.411"	266	21° 59' 56.318"
230	21° 59' 56.498"	113° 03' 55.479"	267	21° 59' 56.322"
231	21° 59' 56.396"	113° 03' 55.398"	268	21° 59' 56.322"
232	21° 59' 56.381"	113° 03' 55.378"	269	21° 59' 56.379"
233	21° 59' 56.385"	113° 03' 55.395"	270	21° 59' 56.351"
234	21° 59' 56.418"	113° 03' 55.415"	271	21° 59' 56.399"

测量单位：中国科学院长海研究所海洋技术研究中心 (111188)

负责人：王学军 经办人：龙超

日期：2018年01月 审核人：李康

图 3.1.5-6 项目跨海大桥宗海界址图 (界址表, 续 3)

黄茅海跨海通道项目宗海界址点 (续4)

宗海界址点坐标表 (北半球)				
279	22° 00' 01.815"	113° 01' 02.782"		
280	22° 00' 01.318"	113° 01' 03.285"		
281	22° 00' 01.819"	113° 01' 03.788"		
282	22° 00' 01.823"	113° 01' 04.291"		
283	22° 00' 02.325"	113° 01' 04.794"		
284	22° 00' 02.828"	113° 01' 05.297"		
285	22° 00' 03.331"	113° 01' 05.800"		
286	22° 00' 03.834"	113° 01' 06.303"		
287	22° 00' 04.337"	113° 01' 06.806"		
288	22° 00' 04.840"	113° 01' 07.309"		
289	22° 00' 05.343"	113° 01' 07.812"		
290	22° 00' 05.846"	113° 01' 08.315"		
291	22° 00' 06.349"	113° 01' 08.818"		
292	22° 00' 06.852"	113° 01' 09.321"		
293	22° 00' 07.355"	113° 01' 09.824"		
294	22° 00' 07.858"	113° 01' 10.327"		
295	22° 00' 08.361"	113° 01' 10.830"		
296	22° 00' 08.864"	113° 01' 11.333"		
297	22° 00' 09.367"	113° 01' 11.836"		
298	22° 00' 09.870"	113° 01' 12.339"		
299	22° 00' 10.373"	113° 01' 12.842"		
300	22° 00' 10.876"	113° 01' 13.345"		
301	22° 00' 11.379"	113° 01' 13.848"		
302	22° 00' 11.882"	113° 01' 14.351"		
303	22° 00' 12.385"	113° 01' 14.854"		
304	22° 00' 12.888"	113° 01' 15.357"		
305	22° 00' 13.391"	113° 01' 15.860"		
306	22° 00' 13.894"	113° 01' 16.363"		
307	22° 00' 14.397"	113° 01' 16.866"		
308	22° 00' 14.900"	113° 01' 17.369"		
309	22° 00' 15.403"	113° 01' 17.872"		
310	22° 00' 15.906"	113° 01' 18.375"		
311	22° 00' 16.409"	113° 01' 18.878"		
312	22° 00' 16.912"	113° 01' 19.381"		
313	22° 00' 17.415"	113° 01' 19.884"		
314	22° 00' 17.918"	113° 01' 20.387"		
315	22° 00' 18.421"	113° 01' 20.890"		
316	22° 00' 18.924"	113° 01' 21.393"		
317	22° 00' 19.427"	113° 01' 21.896"		
318	22° 00' 19.930"	113° 01' 22.399"		
319	22° 00' 20.433"	113° 01' 22.902"		
320	22° 00' 20.936"	113° 01' 23.405"		
321	22° 00' 21.439"	113° 01' 23.908"		
322	22° 00' 21.942"	113° 01' 24.411"		
323	22° 00' 22.445"	113° 01' 24.914"		
324	22° 00' 22.948"	113° 01' 25.417"		
325	22° 00' 23.451"	113° 01' 25.920"		
326	22° 00' 23.954"	113° 01' 26.423"		
327	22° 00' 24.457"	113° 01' 26.926"		
328	22° 00' 24.960"	113° 01' 27.429"		
329	22° 00' 25.463"	113° 01' 27.932"		
330	22° 00' 25.966"	113° 01' 28.435"		
331	22° 00' 26.469"	113° 01' 28.938"		
332	22° 00' 26.972"	113° 01' 29.441"		
333	22° 00' 27.475"	113° 01' 29.944"		
334	22° 00' 27.978"	113° 01' 30.447"		
335	22° 00' 28.481"	113° 01' 30.950"		
336	22° 00' 28.984"	113° 01' 31.453"		
337	22° 00' 29.487"	113° 01' 31.956"		
338	22° 00' 29.990"	113° 01' 32.459"		
339	22° 00' 30.493"	113° 01' 32.962"		
340	22° 00' 30.996"	113° 01' 33.465"		
341	22° 00' 31.499"	113° 01' 33.968"		
342	22° 00' 31.999"	113° 01' 34.471"		
343	22° 00' 32.502"	113° 01' 34.974"		
344	22° 00' 33.005"	113° 01' 35.477"		
345	22° 00' 33.508"	113° 01' 35.980"		
346	22° 00' 34.011"	113° 01' 36.483"		
347	22° 00' 34.514"	113° 01' 36.986"		
348	22° 00' 35.017"	113° 01' 37.489"		
349	22° 00' 35.520"	113° 01' 37.992"		
350	22° 00' 36.023"	113° 01' 38.495"		
351	22° 00' 36.526"	113° 01' 38.998"		
352	22° 00' 37.029"	113° 01' 39.501"		
353	22° 00' 37.532"	113° 01' 40.004"		
354	22° 00' 38.035"	113° 01' 40.507"		
355	22° 00' 38.538"	113° 01' 41.010"		
356	22° 00' 39.041"	113° 01' 41.513"		
357	22° 00' 39.544"	113° 01' 42.016"		
358	22° 00' 40.047"	113° 01' 42.519"		
359	22° 00' 40.550"	113° 01' 43.022"		
360	22° 00' 41.053"	113° 01' 43.525"		
361	22° 00' 41.556"	113° 01' 44.028"		
362	22° 00' 42.059"	113° 01' 44.531"		
363	22° 00' 42.562"	113° 01' 45.034"		
364	22° 00' 43.065"	113° 01' 45.537"		
365	22° 00' 43.568"	113° 01' 46.040"		
366	22° 00' 44.071"	113° 01' 46.543"		
367	22° 00' 44.574"	113° 01' 47.046"		
368	22° 00' 45.077"	113° 01' 47.549"		
369	22° 00' 45.580"	113° 01' 48.052"		
370	22° 00' 46.083"	113° 01' 48.555"		
371	22° 00' 46.586"	113° 01' 49.058"		
372	22° 00' 47.089"	113° 01' 49.561"		
373	22° 00' 47.592"	113° 01' 50.064"		
374	22° 00' 48.095"	113° 01' 50.567"		
375	22° 00' 48.598"	113° 01' 51.070"		
376	22° 00' 49.101"	113° 01' 51.573"		
377	22° 00' 49.604"	113° 01' 52.076"		
378	22° 00' 50.107"	113° 01' 52.579"		
379	22° 00' 50.610"	113° 01' 53.082"		
380	22° 00' 51.113"	113° 01' 53.585"		
381	22° 00' 51.616"	113° 01' 54.088"		
382	22° 00' 52.119"	113° 01' 54.591"		
383	22° 00' 52.622"	113° 01' 55.094"		
384	22° 00' 53.125"	113° 01' 55.597"		
385	22° 00' 53.628"	113° 01' 56.100"		
386	22° 00' 54.131"	113° 01' 56.603"		
387	22° 00' 54.634"	113° 01' 57.106"		
388	22° 00' 55.137"	113° 01' 57.609"		
389	22° 00' 55.640"	113° 01' 58.112"		
390	22° 00' 56.143"	113° 01' 58.615"		
391	22° 00' 56.646"	113° 01' 59.118"		
392	22° 00' 57.149"	113° 01' 59.621"		
393	22° 00' 57.652"	113° 01' 60.124"		
394	22° 00' 58.155"	113° 01' 60.627"		
395	22° 00' 58.658"	113° 01' 61.130"		
396	22° 00' 59.161"	113° 01' 61.633"		
397	22° 00' 59.664"	113° 01' 62.136"		
398	22° 00' 60.167"	113° 01' 62.639"		
399	22° 00' 60.670"	113° 01' 63.142"		
400	22° 00' 61.173"	113° 01' 63.645"		

编制单位:	中国科学院南海海洋研究所(广州南沙 411000)		
编制人:	董旭东	编制人:	龙超
编制日期:	2020年04月	审核人:	曹康

图 3.1.5-7 项目跨海大桥宗海界址图 (界址表, 续 4)

黄茅海跨海通道项目（施工用海）宗海位置图



图 3.1.5-8 施工用海（透水构筑物及港池用海）宗海位置图

黄茅海跨海通道项目（一号栈桥）宗海界址图

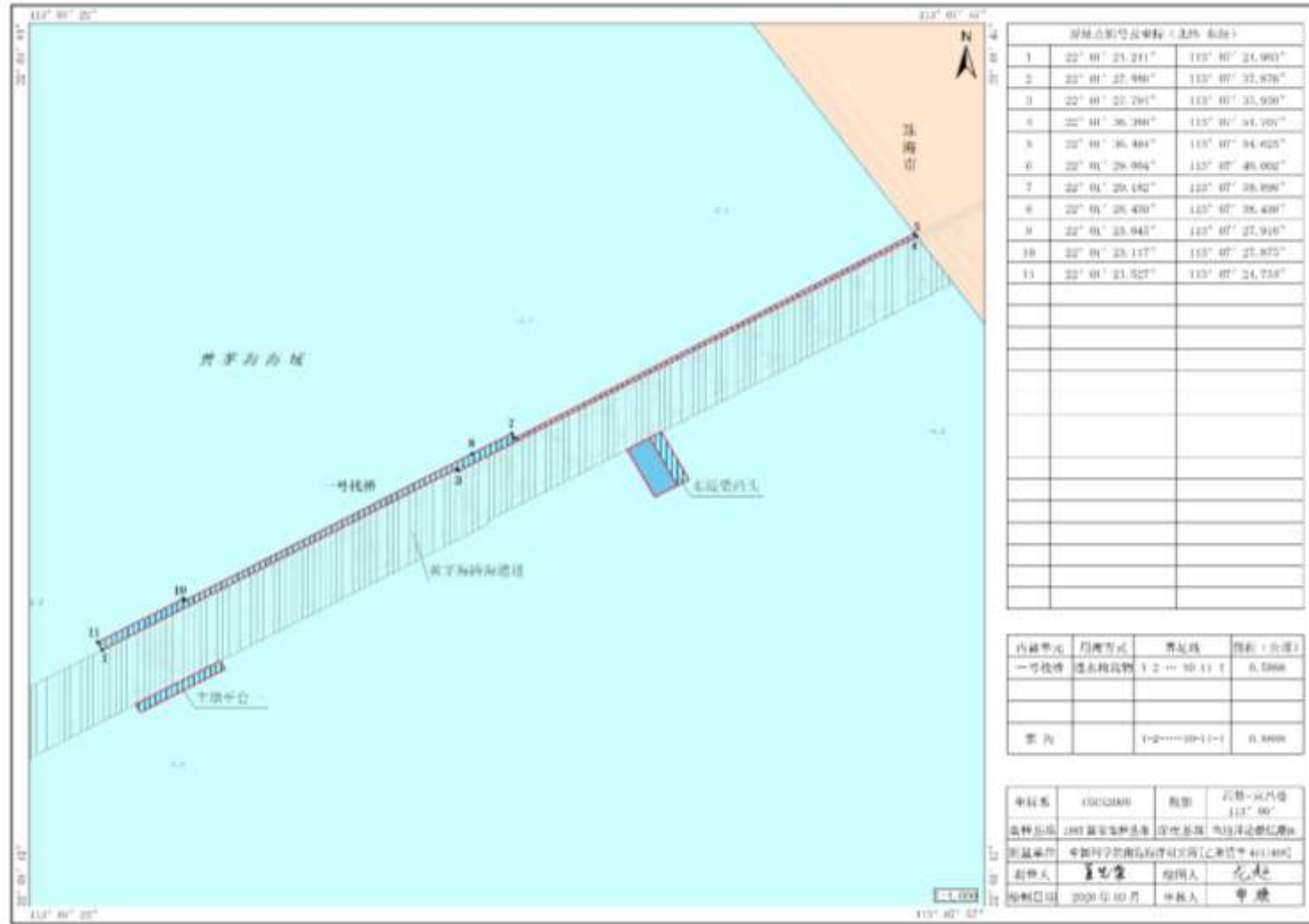


图 3.1.5-9 施工用海宗海界址图（一号栈桥）

黄茅海跨海通道项目（二号栈桥、东生活办公平台、东侧海上拌合站、东材料码头、港池）宗海界址图

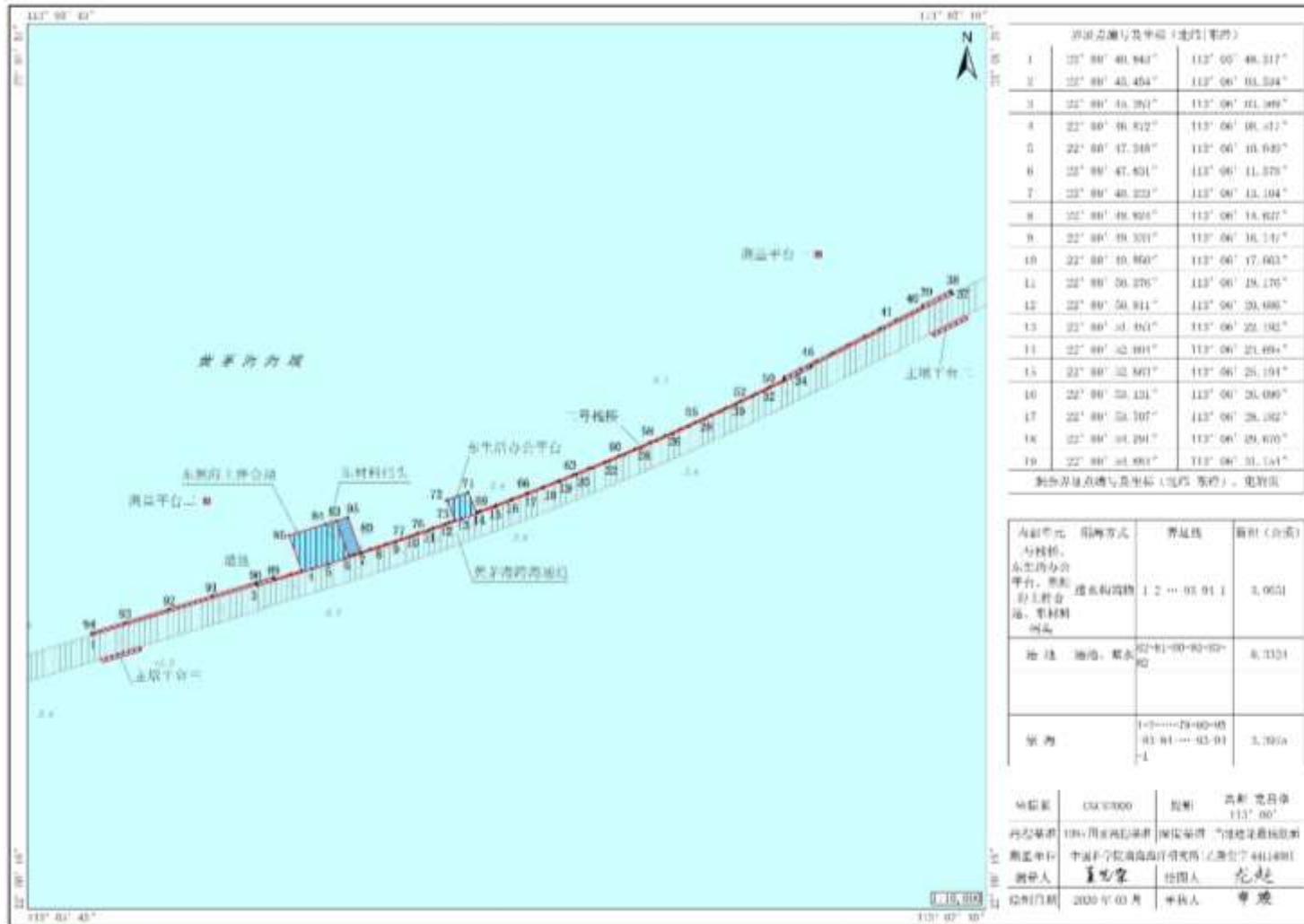


图 3.1.5-10 施工用海宗海界址图（二号栈桥、东生活办公平台、东侧海上拌合平台、东材料码头、港池）

黄茅海跨海通道项目（二号栈桥、东生活办公平台、东侧海上拌合站、东材料码头、港池）宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（度分秒制）					
20	22° 00' 25.994"	113° 00' 32.433"	83	22° 00' 25.212"	113° 00' 23.258"
21	22° 00' 26.090"	113° 00' 31.112"	84	22° 00' 24.931"	113° 00' 26.955"
22	22° 00' 26.710"	113° 00' 29.240"	85	22° 00' 24.302"	113° 00' 28.511"
23	22° 00' 27.230"	113° 00' 27.364"	86	22° 00' 23.829"	113° 00' 29.111"
24	22° 00' 27.900"	113° 00' 26.219"	87	22° 00' 23.281"	113° 00' 29.712"
25	22° 00' 28.611"	113° 00' 24.970"	88	22° 00' 22.742"	113° 00' 30.296"
26	22° 00' 29.290"	113° 00' 24.030"	89	22° 00' 22.214"	113° 00' 30.874"
27	22° 00' 29.910"	113° 00' 22.680"	90	22° 00' 21.690"	113° 00' 31.418"
28	22° 00' 30.284"	113° 00' 21.527"	91	22° 00' 21.168"	113° 00' 31.910"
29	22° 00' 30.270"	113° 00' 20.771"	92	22° 00' 20.146"	113° 00' 32.409"
30	22° 00' 31.000"	113° 00' 20.221"	93	22° 00' 19.300"	113° 00' 32.871"
31	22° 00' 31.620"	113° 00' 18.670"	94	22° 00' 18.120"	113° 00' 33.410"
32	22° 00' 31.527"	113° 00' 18.107"	95	22° 00' 17.600"	113° 00' 33.900"
33	22° 00' 31.502"	113° 00' 17.515"	96	22° 00' 17.120"	113° 00' 34.351"
34	22° 00' 31.710"	113° 00' 17.002"	97	22° 00' 16.691"	113° 00' 34.712"
35	22° 00' 31.512"	113° 00' 16.197"	98	22° 00' 16.170"	113° 00' 35.211"
36	22° 00' 31.404"	113° 00' 15.302"	99	22° 00' 15.691"	113° 00' 35.690"
37	22° 00' 31.800"	113° 00' 14.384"	100	22° 00' 15.210"	113° 00' 36.111"
38	22° 00' 32.210"	113° 00' 13.700"	101	22° 00' 14.227"	113° 00' 36.383"
39	22° 00' 32.800"	113° 00' 13.100"	102	22° 00' 13.690"	113° 00' 36.800"
40	22° 00' 33.900"	113° 00' 12.210"	103	22° 00' 13.210"	113° 00' 37.110"
41	22° 00' 34.600"	113° 00' 11.700"	104	22° 00' 12.691"	113° 00' 37.381"
42	22° 00' 35.110"	113° 00' 11.000"	105	22° 00' 12.170"	113° 00' 37.611"
43	22° 00' 35.602"	113° 00' 10.304"	106	22° 00' 11.650"	113° 00' 37.811"
44	22° 00' 35.911"	113° 00' 10.190"	107	22° 00' 11.130"	113° 00' 38.047"
45	22° 00' 35.202"	113° 00' 10.010"	108	22° 00' 10.610"	113° 00' 38.157"
46	22° 00' 34.120"	113° 00' 10.220"	109	22° 00' 10.100"	113° 00' 38.302"
47	22° 00' 33.512"	113° 00' 10.010"	110	22° 00' 9.580"	113° 00' 38.388"
48	22° 00' 32.512"	113° 00' 10.302"	111	22° 00' 9.060"	113° 00' 38.411"
49	22° 00' 31.912"	113° 00' 10.911"	112	22° 00' 8.540"	113° 00' 38.411"
50	22° 00' 31.210"	113° 00' 11.510"	113	22° 00' 8.020"	113° 00' 38.388"
51	22° 00' 30.512"	113° 00' 12.110"	114	22° 00' 7.500"	113° 00' 38.311"
52	22° 00' 29.810"	113° 00' 12.710"			
53	22° 00' 29.110"	113° 00' 13.310"			
54	22° 00' 28.410"	113° 00' 13.910"			
55	22° 00' 27.710"	113° 00' 14.510"			
56	22° 00' 27.010"	113° 00' 15.110"			
57	22° 00' 26.310"	113° 00' 15.710"			
58	22° 00' 25.610"	113° 00' 16.310"			
59	22° 00' 24.910"	113° 00' 16.910"			
60	22° 00' 24.210"	113° 00' 17.510"			
61	22° 00' 23.510"	113° 00' 18.110"			
62	22° 00' 22.810"	113° 00' 18.710"			

编制单位：广州南科海洋工程中心（盖章）	
编制人：廖旭堂	审核人：龙超
编制日期：2020年03月	审核人：曹建

图 3.1.5-11 施工用海宗海界址表（二号栈桥、东生活办公平台、东侧海上拌合平台、东材料码头、港池）

黄茅海跨海通道项目（三号栈桥、西生活办公平台、西侧海上拌合站、西材料码头一、西材料码头二、港池）宗海界址点（续1）

宗海界址点坐标表（续1）					
18	23° 36' 36.452"	113° 02' 00.002"	41	23° 36' 37.206"	113° 02' 00.206"
19	23° 36' 36.452"	113° 02' 01.426"	42	23° 36' 37.406"	113° 02' 00.426"
20	23° 36' 36.424"	113° 02' 02.912"	43	23° 36' 37.612"	113° 02' 00.612"
21	23° 36' 36.222"	113° 02' 04.322"	44	23° 36' 37.792"	113° 02' 00.812"
22	23° 36' 36.027"	113° 02' 05.824"	45	23° 36' 37.927"	113° 02' 00.967"
23	23° 36' 36.026"	113° 02' 07.265"	46	23° 36' 38.026"	113° 02' 01.026"
24	23° 36' 36.006"	113° 02' 08.722"	47	23° 36' 38.086"	113° 02' 01.016"
25	23° 36' 36.017"	113° 02' 10.239"	48	23° 36' 38.126"	113° 02' 01.017"
26	23° 36' 36.222"	113° 02' 11.669"	49	23° 36' 38.126"	113° 02' 01.022"
27	23° 36' 36.106"	113° 02' 13.149"	50	23° 36' 38.066"	113° 02' 01.006"
28	23° 36' 36.016"	113° 02' 14.675"	51	23° 36' 38.042"	113° 02' 01.012"
29	23° 36' 35.954"	113° 02' 16.062"	52	23° 36' 38.012"	113° 02' 01.022"
30	23° 36' 35.740"	113° 02' 17.309"	53	23° 36' 38.226"	113° 02' 00.710"
31	23° 36' 35.454"	113° 02' 18.016"	54	23° 36' 38.426"	113° 02' 00.216"
32	23° 36' 35.404"	113° 02' 18.466"	55	23° 36' 38.626"	113° 02' 00.216"
33	23° 36' 35.384"	113° 02' 19.826"	56	23° 36' 38.822"	113° 02' 00.164"
34	23° 36' 35.292"	113° 02' 20.426"	57	23° 36' 38.962"	113° 02' 00.016"
35	23° 36' 35.102"	113° 02' 21.669"	58	23° 36' 39.116"	113° 02' 00.022"
36	23° 36' 35.062"	113° 02' 22.122"	59	23° 36' 39.122"	113° 02' 00.216"
37	23° 36' 35.016"	113° 02' 22.842"	60	23° 36' 39.062"	113° 02' 00.424"
38	23° 36' 36.042"	113° 02' 23.196"	61	23° 36' 39.062"	113° 02' 00.822"
39	23° 36' 36.826"	113° 02' 23.296"	62	23° 36' 39.224"	113° 02' 00.922"
40	23° 36' 36.422"	113° 02' 23.262"	63	23° 36' 39.266"	113° 02' 01.012"
41	23° 36' 36.212"	113° 02' 23.236"	64	23° 36' 39.322"	113° 02' 01.012"
42	23° 36' 36.726"	113° 02' 23.226"	65	23° 36' 39.226"	113° 02' 00.262"
43	23° 36' 36.894"	113° 02' 23.494"	66	23° 36' 39.222"	113° 02' 00.614"
44	23° 36' 36.662"	113° 02' 23.426"	67	23° 36' 39.222"	113° 02' 01.002"
45	23° 36' 36.666"	113° 02' 23.632"	68	23° 36' 39.062"	113° 02' 01.222"
46	23° 36' 36.622"	113° 02' 24.106"	69	23° 36' 39.226"	113° 02' 01.626"
47	23° 36' 36.622"	113° 02' 24.562"	70	23° 36' 39.222"	113° 02' 01.626"
48	23° 36' 36.627"	113° 02' 24.926"	71	23° 36' 39.062"	113° 02' 01.922"
49	23° 36' 36.426"	113° 02' 25.222"	72	23° 36' 39.226"	113° 02' 01.226"
50	23° 36' 36.666"	113° 02' 25.492"	73	23° 36' 39.226"	113° 02' 01.622"
51	23° 36' 36.666"	113° 02' 26.062"	74	23° 36' 39.066"	113° 02' 01.922"
52	23° 36' 36.726"	113° 02' 26.626"	75	23° 36' 39.226"	113° 02' 02.226"
53	23° 36' 36.722"	113° 02' 27.126"	76	23° 36' 39.226"	113° 02' 02.622"
54	23° 36' 36.422"	113° 02' 27.622"	77	23° 36' 39.126"	113° 02' 02.626"
55	23° 36' 36.426"	113° 02' 28.122"	78	23° 36' 39.226"	113° 02' 02.922"
56	23° 36' 36.042"	113° 02' 28.622"	79	23° 36' 39.226"	113° 02' 03.222"
57	23° 36' 35.826"	113° 02' 29.122"	80	23° 36' 39.226"	113° 02' 03.626"
58	23° 36' 35.866"	113° 02' 29.622"	81	23° 36' 39.226"	113° 02' 04.022"
59	23° 36' 35.262"	113° 02' 30.122"	82	23° 36' 39.226"	113° 02' 04.426"
60	23° 36' 35.262"	113° 02' 30.622"	83	23° 36' 39.226"	113° 02' 04.826"

编制单位:	广州南沙区海洋工程研究中心(盖章)		
编制人:	李旭	审核人:	龙超
编制日期:	2024年04月	审核人:	曹康

图 3.1.5-13 施工用海宗海界址表（三号栈桥、西生活办公平台、西侧海上拌合平台、西材料码头一、西材料码头二、港池，续1）

黄茅海跨海通道项目（三号栈桥、西生活办公平台、西侧海上拌合站、西材料码头一、西材料码头二、港池）宗海界址点（续2）

黄茅海跨海通道项目（续2）宗海界址点					
104	22° 00' 00.000"	113° 04' 00.000"	147	22° 00' 02.000"	113° 03' 37.000"
105	22° 00' 02.000"	113° 04' 00.000"	148	22° 00' 04.000"	113° 03' 35.000"
106	22° 00' 04.000"	113° 04' 00.000"	149	22° 00' 06.000"	113° 03' 33.000"
107	22° 00' 06.000"	113° 04' 00.000"	150	22° 00' 08.000"	113° 03' 31.000"
108	22° 00' 08.000"	113° 04' 00.000"	151	22° 00' 10.000"	113° 03' 29.000"
109	22° 00' 10.000"	113° 04' 00.000"	152	22° 00' 12.000"	113° 03' 27.000"
110	22° 00' 12.000"	113° 04' 00.000"	153	22° 00' 14.000"	113° 03' 25.000"
111	22° 00' 14.000"	113° 04' 00.000"	154	22° 00' 16.000"	113° 03' 23.000"
112	22° 00' 16.000"	113° 04' 00.000"	155	22° 00' 18.000"	113° 03' 21.000"
113	22° 00' 18.000"	113° 04' 00.000"	156	22° 00' 20.000"	113° 03' 19.000"
114	22° 00' 20.000"	113° 04' 00.000"	157	22° 00' 22.000"	113° 03' 17.000"
115	22° 00' 22.000"	113° 04' 00.000"	158	22° 00' 24.000"	113° 03' 15.000"
116	22° 00' 24.000"	113° 04' 00.000"	159	22° 00' 26.000"	113° 03' 13.000"
117	22° 00' 26.000"	113° 04' 00.000"	160	22° 00' 28.000"	113° 03' 11.000"
118	22° 00' 28.000"	113° 04' 00.000"	161	22° 00' 30.000"	113° 03' 09.000"
119	22° 00' 30.000"	113° 04' 00.000"	162	22° 00' 32.000"	113° 03' 07.000"
120	22° 00' 32.000"	113° 04' 00.000"	163	22° 00' 34.000"	113° 03' 05.000"
121	22° 00' 34.000"	113° 04' 00.000"	164	22° 00' 36.000"	113° 03' 03.000"
122	22° 00' 36.000"	113° 04' 00.000"	165	22° 00' 38.000"	113° 03' 01.000"
123	22° 00' 38.000"	113° 04' 00.000"	166	22° 00' 40.000"	113° 02' 59.000"
124	22° 00' 40.000"	113° 04' 00.000"	167	22° 00' 42.000"	113° 02' 57.000"
125	22° 00' 42.000"	113° 04' 00.000"	168	22° 00' 44.000"	113° 02' 55.000"
126	22° 00' 44.000"	113° 04' 00.000"	169	22° 00' 46.000"	113° 02' 53.000"
127	22° 00' 46.000"	113° 04' 00.000"	170	22° 00' 48.000"	113° 02' 51.000"
128	22° 00' 48.000"	113° 04' 00.000"	171	22° 00' 50.000"	113° 02' 49.000"
129	22° 00' 50.000"	113° 04' 00.000"	172	22° 00' 52.000"	113° 02' 47.000"
130	22° 00' 52.000"	113° 04' 00.000"	173	22° 00' 54.000"	113° 02' 45.000"
131	22° 00' 54.000"	113° 04' 00.000"	174	22° 00' 56.000"	113° 02' 43.000"
132	22° 00' 56.000"	113° 04' 00.000"	175	22° 00' 58.000"	113° 02' 41.000"
133	22° 00' 58.000"	113° 04' 00.000"	176	22° 00' 00.000"	113° 02' 39.000"
134	22° 00' 00.000"	113° 04' 00.000"	177	22° 00' 02.000"	113° 02' 37.000"
135	22° 00' 02.000"	113° 04' 00.000"	178	22° 00' 04.000"	113° 02' 35.000"
136	22° 00' 04.000"	113° 04' 00.000"	179	22° 00' 06.000"	113° 02' 33.000"
137	22° 00' 06.000"	113° 04' 00.000"	180	22° 00' 08.000"	113° 02' 31.000"
138	22° 00' 08.000"	113° 04' 00.000"	181	22° 00' 10.000"	113° 02' 29.000"
139	22° 00' 10.000"	113° 04' 00.000"	182	22° 00' 12.000"	113° 02' 27.000"
140	22° 00' 12.000"	113° 04' 00.000"	183	22° 00' 14.000"	113° 02' 25.000"
141	22° 00' 14.000"	113° 04' 00.000"	184	22° 00' 16.000"	113° 02' 23.000"
142	22° 00' 16.000"	113° 04' 00.000"	185	22° 00' 18.000"	113° 02' 21.000"
143	22° 00' 18.000"	113° 04' 00.000"	186	22° 00' 20.000"	113° 02' 19.000"
144	22° 00' 20.000"	113° 04' 00.000"	187	22° 00' 22.000"	113° 02' 17.000"
145	22° 00' 22.000"	113° 04' 00.000"	188	22° 00' 24.000"	113° 02' 15.000"
146	22° 00' 24.000"	113° 04' 00.000"	189	22° 00' 26.000"	113° 02' 13.000"
147	22° 00' 26.000"	113° 04' 00.000"	190	22° 00' 28.000"	113° 02' 11.000"
148	22° 00' 28.000"	113° 04' 00.000"	191	22° 00' 30.000"	113° 02' 09.000"
149	22° 00' 30.000"	113° 04' 00.000"	192	22° 00' 32.000"	113° 02' 07.000"
150	22° 00' 32.000"	113° 04' 00.000"	193	22° 00' 34.000"	113° 02' 05.000"
151	22° 00' 34.000"	113° 04' 00.000"	194	22° 00' 36.000"	113° 02' 03.000"
152	22° 00' 36.000"	113° 04' 00.000"	195	22° 00' 38.000"	113° 02' 01.000"
153	22° 00' 38.000"	113° 04' 00.000"	196	22° 00' 40.000"	113° 01' 59.000"
154	22° 00' 40.000"	113° 04' 00.000"	197	22° 00' 42.000"	113° 01' 57.000"
155	22° 00' 42.000"	113° 04' 00.000"	198	22° 00' 44.000"	113° 01' 55.000"
156	22° 00' 44.000"	113° 04' 00.000"	199	22° 00' 46.000"	113° 01' 53.000"
157	22° 00' 46.000"	113° 04' 00.000"	200	22° 00' 48.000"	113° 01' 51.000"
158	22° 00' 48.000"	113° 04' 00.000"	201	22° 00' 50.000"	113° 01' 49.000"
159	22° 00' 50.000"	113° 04' 00.000"	202	22° 00' 52.000"	113° 01' 47.000"
160	22° 00' 52.000"	113° 04' 00.000"	203	22° 00' 54.000"	113° 01' 45.000"
161	22° 00' 54.000"	113° 04' 00.000"	204	22° 00' 56.000"	113° 01' 43.000"
162	22° 00' 56.000"	113° 04' 00.000"	205	22° 00' 58.000"	113° 01' 41.000"
163	22° 00' 58.000"	113° 04' 00.000"	206	22° 00' 00.000"	113° 01' 39.000"
164	22° 00' 00.000"	113° 04' 00.000"	207	22° 00' 02.000"	113° 01' 37.000"
165	22° 00' 02.000"	113° 04' 00.000"	208	22° 00' 04.000"	113° 01' 35.000"
166	22° 00' 04.000"	113° 04' 00.000"	209	22° 00' 06.000"	113° 01' 33.000"
167	22° 00' 06.000"	113° 04' 00.000"	210	22° 00' 08.000"	113° 01' 31.000"
168	22° 00' 08.000"	113° 04' 00.000"	211	22° 00' 10.000"	113° 01' 29.000"
169	22° 00' 10.000"	113° 04' 00.000"	212	22° 00' 12.000"	113° 01' 27.000"
170	22° 00' 12.000"	113° 04' 00.000"	213	22° 00' 14.000"	113° 01' 25.000"
171	22° 00' 14.000"	113° 04' 00.000"	214	22° 00' 16.000"	113° 01' 23.000"
172	22° 00' 16.000"	113° 04' 00.000"	215	22° 00' 18.000"	113° 01' 21.000"
173	22° 00' 18.000"	113° 04' 00.000"	216	22° 00' 20.000"	113° 01' 19.000"
174	22° 00' 20.000"	113° 04' 00.000"	217	22° 00' 22.000"	113° 01' 17.000"
175	22° 00' 22.000"	113° 04' 00.000"	218	22° 00' 24.000"	113° 01' 15.000"
176	22° 00' 24.000"	113° 04' 00.000"	219	22° 00' 26.000"	113° 01' 13.000"
177	22° 00' 26.000"	113° 04' 00.000"	220	22° 00' 28.000"	113° 01' 11.000"
178	22° 00' 28.000"	113° 04' 00.000"	221	22° 00' 30.000"	113° 01' 09.000"
179	22° 00' 30.000"	113° 04' 00.000"	222	22° 00' 32.000"	113° 01' 07.000"
180	22° 00' 32.000"	113° 04' 00.000"	223	22° 00' 34.000"	113° 01' 05.000"
181	22° 00' 34.000"	113° 04' 00.000"	224	22° 00' 36.000"	113° 01' 03.000"
182	22° 00' 36.000"	113° 04' 00.000"	225	22° 00' 38.000"	113° 01' 01.000"
183	22° 00' 38.000"	113° 04' 00.000"	226	22° 00' 40.000"	113° 00' 59.000"
184	22° 00' 40.000"	113° 04' 00.000"	227	22° 00' 42.000"	113° 00' 57.000"
185	22° 00' 42.000"	113° 04' 00.000"	228	22° 00' 44.000"	113° 00' 55.000"
186	22° 00' 44.000"	113° 04' 00.000"	229	22° 00' 46.000"	113° 00' 53.000"
187	22° 00' 46.000"	113° 04' 00.000"	230	22° 00' 48.000"	113° 00' 51.000"
188	22° 00' 48.000"	113° 04' 00.000"	231	22° 00' 50.000"	113° 00' 49.000"
189	22° 00' 50.000"	113° 04' 00.000"	232	22° 00' 52.000"	113° 00' 47.000"
190	22° 00' 52.000"	113° 04' 00.000"	233	22° 00' 54.000"	113° 00' 45.000"
191	22° 00' 54.000"	113° 04' 00.000"	234	22° 00' 56.000"	113° 00' 43.000"
192	22° 00' 56.000"	113° 04' 00.000"	235	22° 00' 58.000"	113° 00' 41.000"
193	22° 00' 58.000"	113° 04' 00.000"	236	22° 00' 00.000"	113° 00' 39.000"
194	22° 00' 00.000"	113° 04' 00.000"	237	22° 00' 02.000"	113° 00' 37.000"
195	22° 00' 02.000"	113° 04' 00.000"	238	22° 00' 04.000"	113° 00' 35.000"
196	22° 00' 04.000"	113° 04' 00.000"	239	22° 00' 06.000"	113° 00' 33.000"
197	22° 00' 06.000"	113° 04' 00.000"	240	22° 00' 08.000"	113° 00' 31.000"
198	22° 00' 08.000"	113° 04' 00.000"	241	22° 00' 10.000"	113° 00' 29.000"
199	22° 00' 10.000"	113° 04' 00.000"	242	22° 00' 12.000"	113° 00' 27.000"
200	22° 00' 12.000"	113° 04' 00.000"	243	22° 00' 14.000"	113° 00' 25.000"
201	22° 00' 14.000"	113° 04' 00.000"	244	22° 00' 16.000"	113° 00' 23.000"
202	22° 00' 16.000"	113° 04' 00.000"	245	22° 00' 18.000"	113° 00' 21.000"
203	22° 00' 18.000"	113° 04' 00.000"	246	22° 00' 20.000"	113° 00' 19.000"
204	22° 00' 20.000"	113° 04' 00.000"	247	22° 00' 22.000"	113° 00' 17.000"
205	22° 00' 22.000"	113° 04' 00.000"	248	22° 00' 24.000"	113° 00' 15.000"
206	22° 00' 24.000"	113° 04' 00.000"	249	22° 00' 26.000"	113° 00' 13.000"
207	22° 00' 26.000"	113° 04' 00.000"	250	22° 00' 28.000"	113° 00' 11.000"
208	22° 00' 28.000"	113° 04' 00.000"	251	22° 00' 30.000"	113° 00' 09.000"
209	22° 00' 30.000"	113° 04' 00.000"	252	22° 00' 32.000"	113° 00' 07.000"
210	22° 00' 32.000"	113° 04' 00.000"	253	22° 00' 34.000"	113° 00' 05.000"
211	22° 00' 34.000"	113° 04' 00.000"	254	22° 00' 36.000"	113° 00' 03.000"
212	22° 00' 36.000"	113° 04' 00.000"	255	22° 00' 38.000"	113° 00' 01.000"
213	22° 00' 38.000"	113° 04' 00.000"	256	22° 00' 40.000"	113° 00' 00.000"

编制单位	中国海洋石油集团有限公司 44110001		
编制人	董晓春	绘图人	龙超
校核日期	2020年02月	审核人	曹建

图 3.1.5-14 施工用海宗海界址表（三号栈桥、西生活办公平台、西侧海上拌合平台、西材料码头一、西材料码头二、港池，续 2）

黄茅海跨海通道项目（出梁及材料码头、港池）宗海界址图

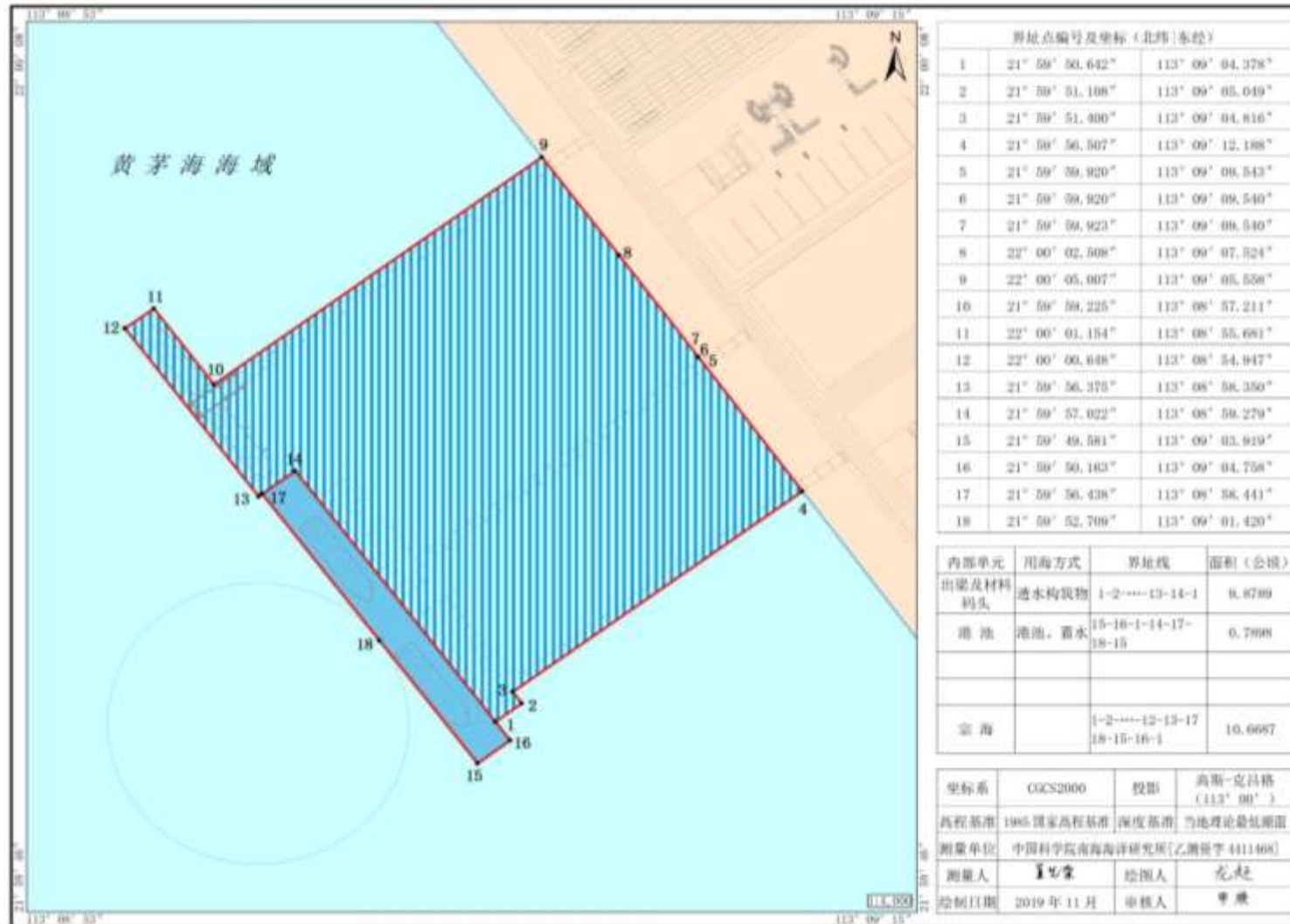


图 3.1.5-21 施工用海宗海界址图（出梁及材料码头、港池）

黄茅海跨海通道项目（东提梁码头、港池）宗海界址图

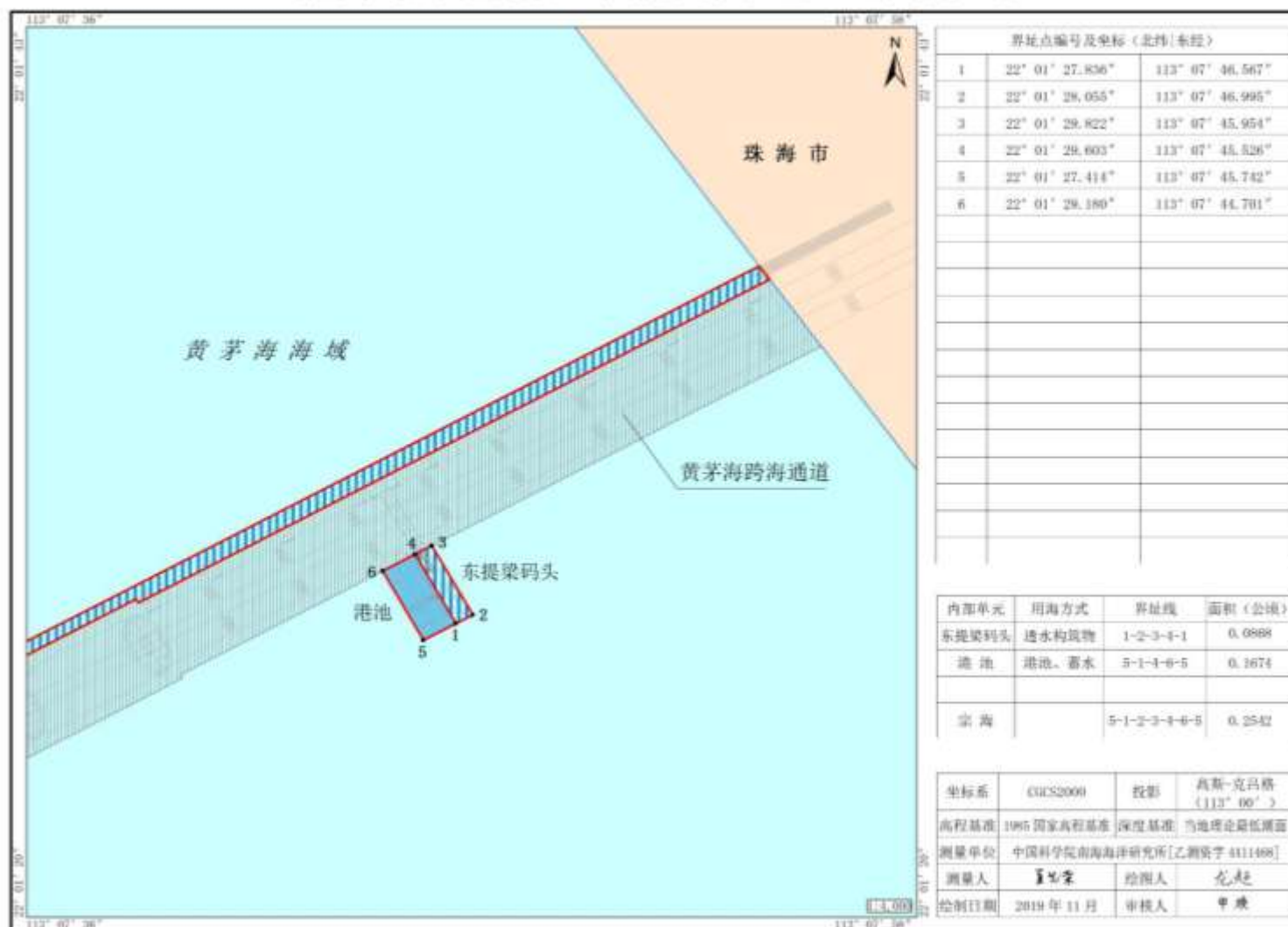


图 3.1.5-22 施工用海宗海界址图（东提梁码头、港池）

黄茅海跨海通道项目（主墩平台二）宗海界址图

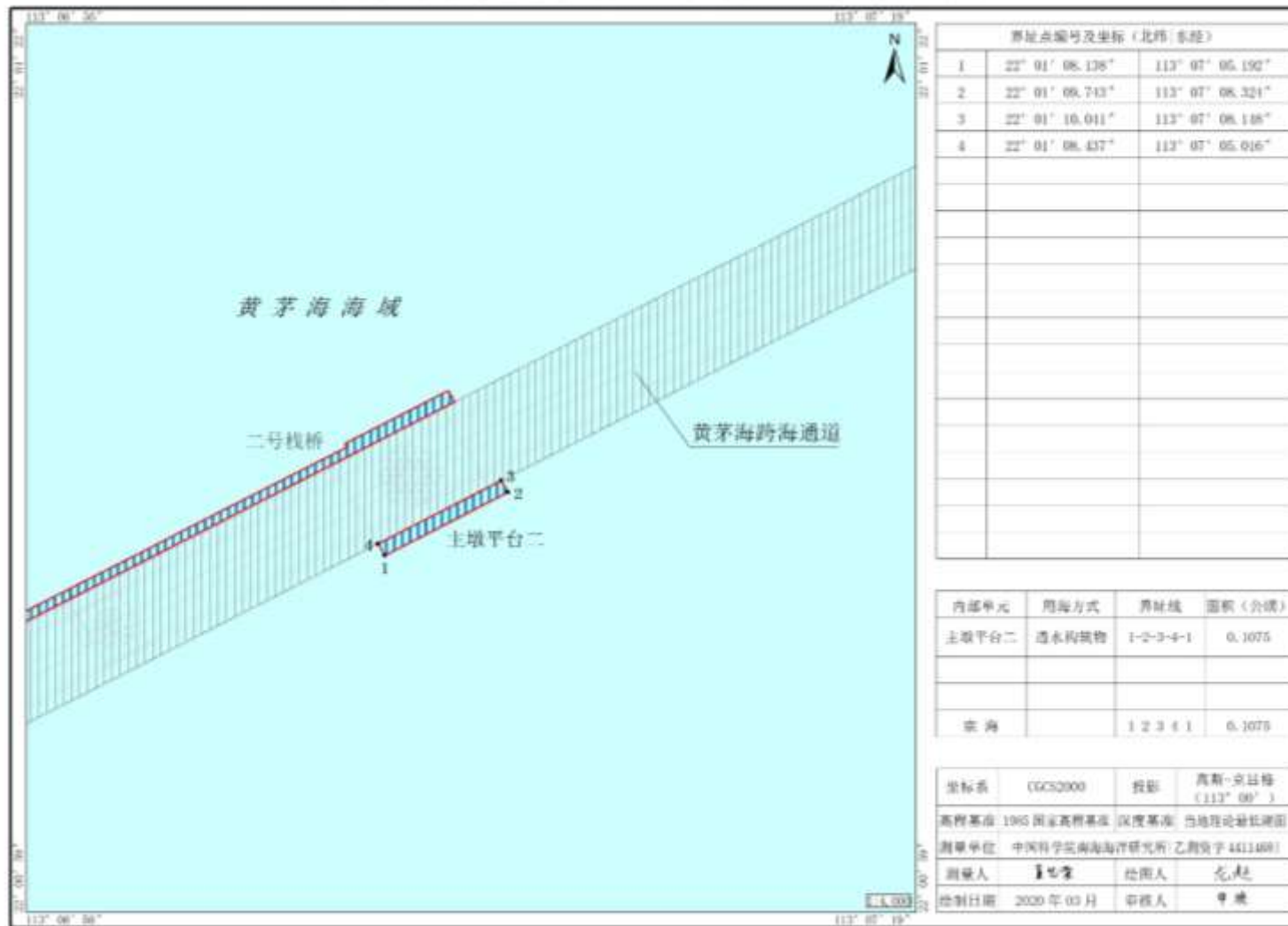


图 3.1.5-24 施工用海宗海界址图（主墩平台二）

黄茅海跨海通道项目（主墩平台四）宗海界址图

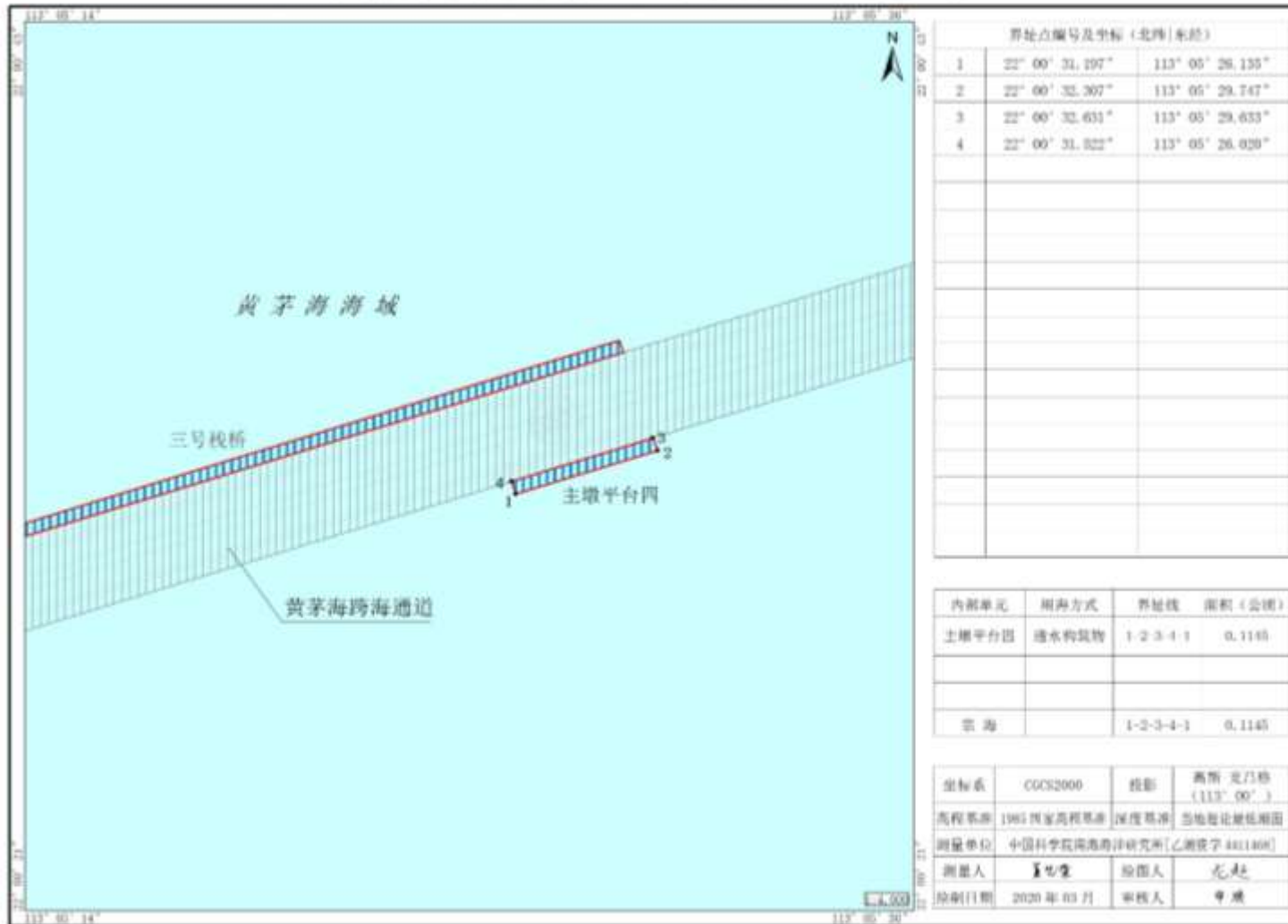


图 3.1.5-26 施工用海宗海界址图（主墩平台四）

黄茅海跨海通道项目（疏浚用海）宗海位置图



图 3.1.5-28 施工用海（其他开放式用海）宗海位置图

黄茅海跨海通道项目（疏浚区一）宗海界址图

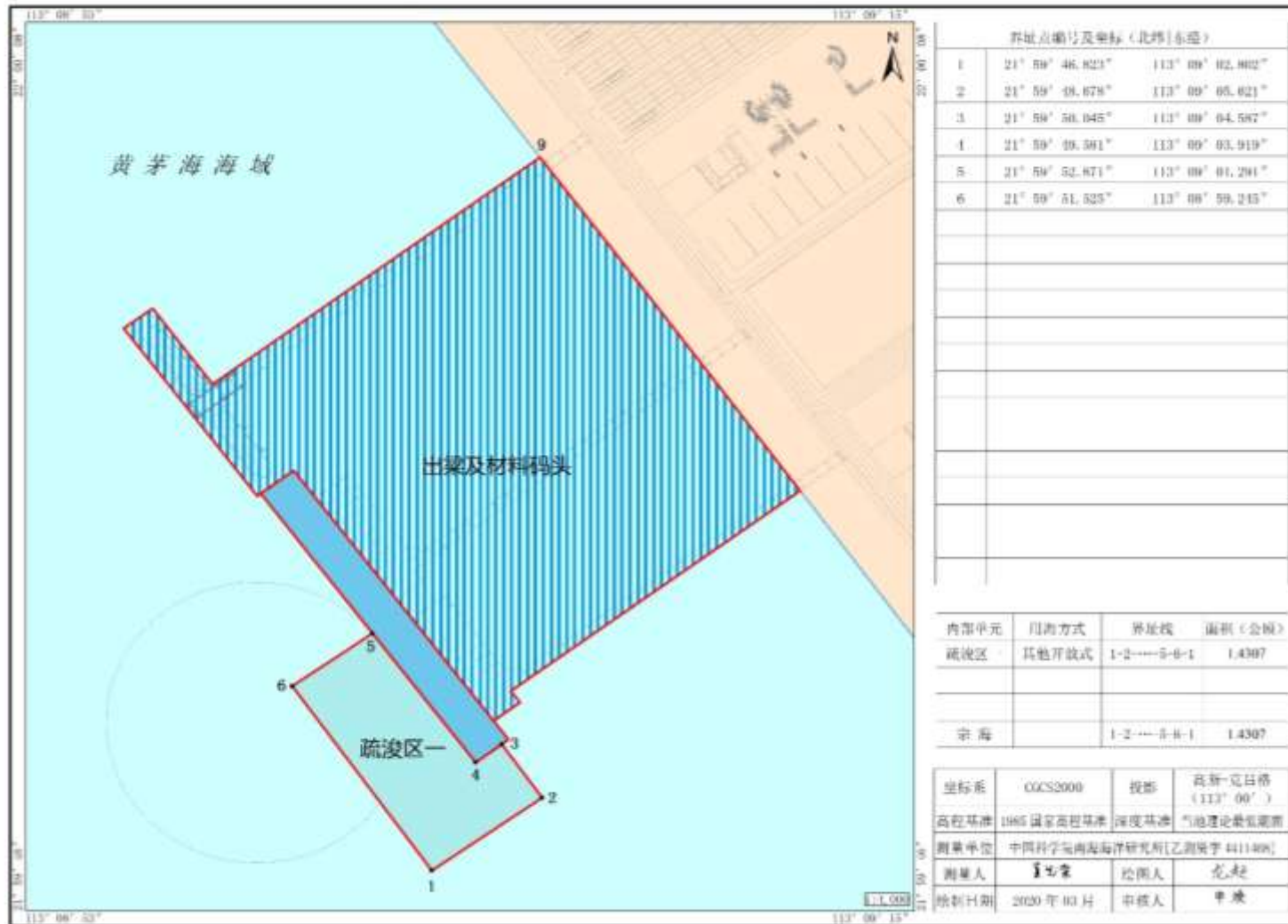


图 3.1.5-29 施工用海宗海界址图（疏浚区一）

黄茅海跨海通道项目（疏浚区二）宗海界址图

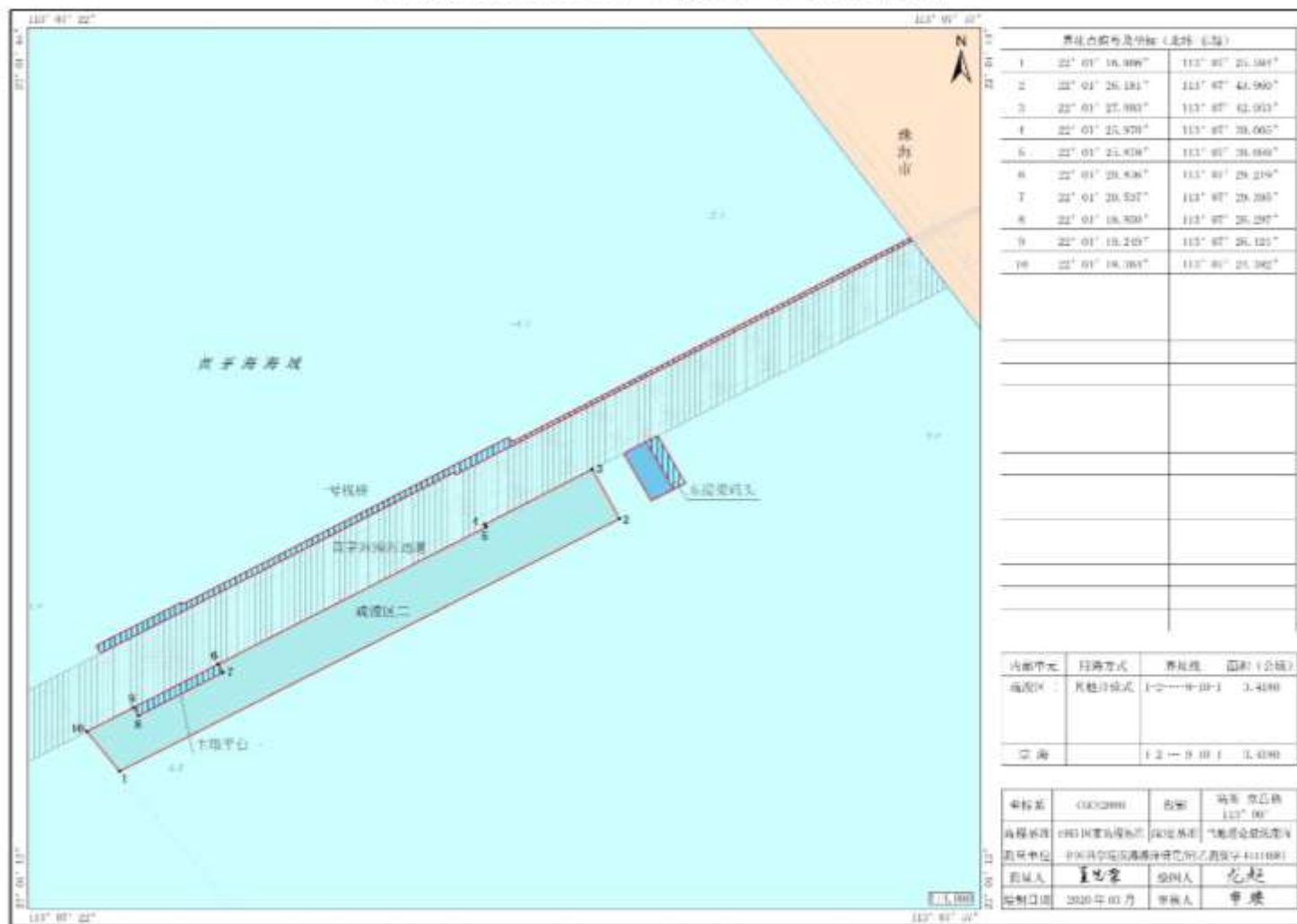


图 3.1.5-30 施工用海宗海界址图（疏浚区二）

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书
黄茅海跨海通道项目（疏浚区三）宗海界址图

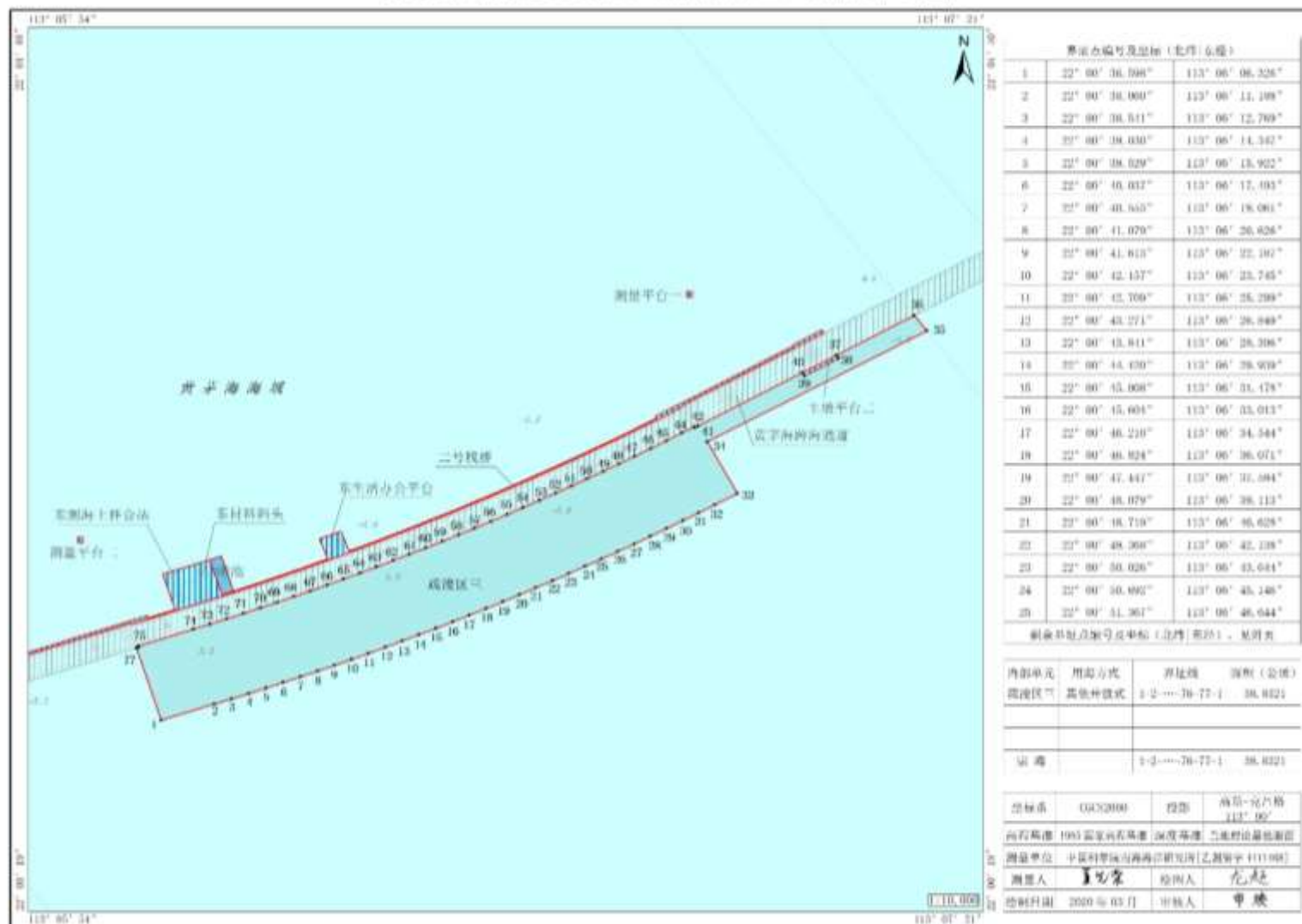


图 3.1.5-31 施工用海宗海界址图（疏浚区三）

黄茅海跨海通道项目（疏浚区三）宗海界址点（续）

界址点编号及坐标（北边/东经）					
26	22° 00' 52.831"	113° 00' 48.126"	69	22° 00' 47.265"	113° 00' 48.934"
27	22° 00' 52.743"	113° 00' 49.625"	70	22° 00' 46.672"	113° 00' 48.933"
28	22° 00' 53.442"	113° 00' 51.100"	71	22° 00' 46.368"	113° 00' 48.930"
29	22° 00' 54.132"	113° 00' 52.608"	72	22° 00' 45.972"	113° 00' 48.931"
30	22° 00' 54.879"	113° 00' 54.082"	73	22° 00' 45.591"	113° 00' 48.934"
31	22° 00' 55.586"	113° 00' 55.532"	74	22° 00' 44.900"	113° 00' 48.937"
32	22° 00' 56.330"	113° 00' 56.997"	75	22° 00' 44.577"	113° 00' 48.937"
33	22° 00' 57.372"	113° 00' 58.040"	76	22° 00' 43.577"	113° 00' 48.932"
34	22° 01' 02.118"	113° 00' 59.904"	77	22° 00' 43.197"	113° 00' 48.944"
35	22° 01' 12.258"	113° 01' 16.435"			
36	22° 01' 13.678"	113° 01' 15.242"			
37	22° 01' 14.941"	113° 01' 16.148"			
38	22° 01' 16.342"	113° 01' 16.324"			
39	22° 01' 18.138"	113° 01' 16.190"			
40	22° 01' 18.432"	113° 01' 16.016"			
41	22° 01' 19.532"	113° 00' 16.082"			
42	22° 01' 19.395"	113° 00' 15.176"			
43	22° 01' 19.486"	113° 00' 15.121"			
44	22° 01' 19.917"	113° 00' 14.600"			
45	22° 01' 19.198"	113° 00' 14.561"			
46	22° 01' 19.407"	113° 00' 14.130"			
47	22° 01' 19.784"	113° 00' 13.688"			
48	22° 01' 19.880"	113° 00' 13.242"			
49	22° 00' 19.401"	113° 00' 12.730"			
50	22° 00' 19.122"	113° 00' 12.325"			
51	22° 00' 19.052"	113° 00' 11.936"			
52	22° 00' 17.289"	113° 00' 12.414"			
53	22° 00' 16.724"	113° 00' 11.946"			
54	22° 00' 16.098"	113° 00' 11.470"			
55	22° 00' 15.446"	113° 00' 11.000"			
56	22° 00' 14.819"	113° 00' 10.530"			
57	22° 00' 14.182"	113° 00' 10.055"			
58	22° 00' 13.584"	113° 00' 09.547"			
59	22° 00' 12.978"	113° 00' 09.052"			
60	22° 00' 12.381"	113° 00' 08.530"			
61	22° 00' 11.793"	113° 00' 08.000"			
62	22° 00' 11.212"	113° 00' 07.452"			
63	22° 00' 10.640"	113° 00' 06.900"			
64	22° 00' 10.072"	113° 00' 06.336"			
65	22° 00' 09.522"	113° 00' 05.752"			
66	22° 00' 08.972"	113° 00' 05.150"			
67	22° 00' 08.436"	113° 00' 04.527"			
68	22° 00' 07.902"	113° 00' 03.882"			

测量单位	中国科学院长海研究所地理研究所(111101)		
测量人	李旭峰	绘图人	龙超
绘制日期	2020年03月	审核人	申煊

图 3.1.5-32 施工用海宗海界址表（疏浚区三）

黄茅海跨海通道项目（疏浚区四）宗海界址图

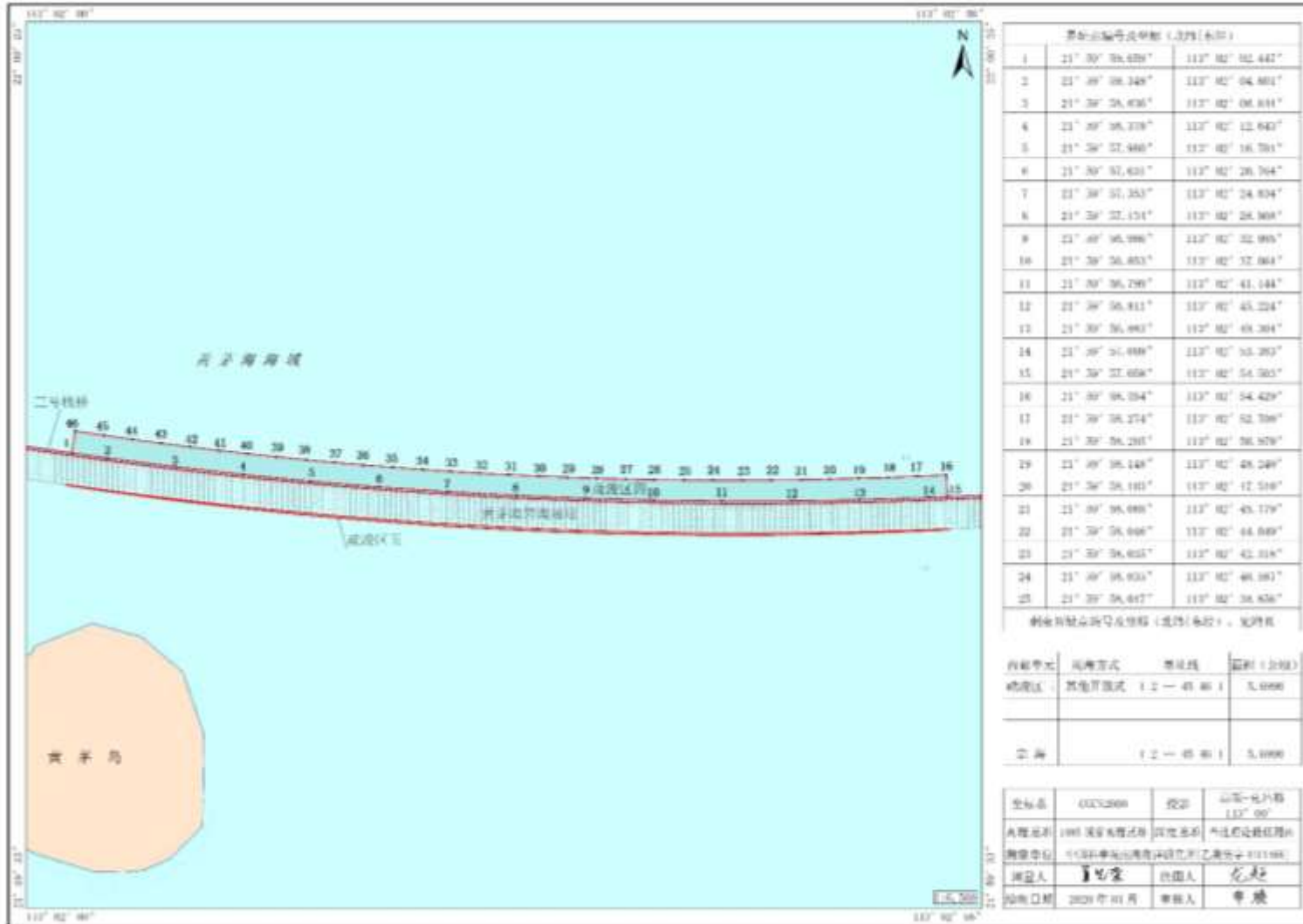


图 3.1.5-33 施工用海宗海界址图（疏浚区四）

黄茅海跨海通道项目（疏浚区五）宗海界址图

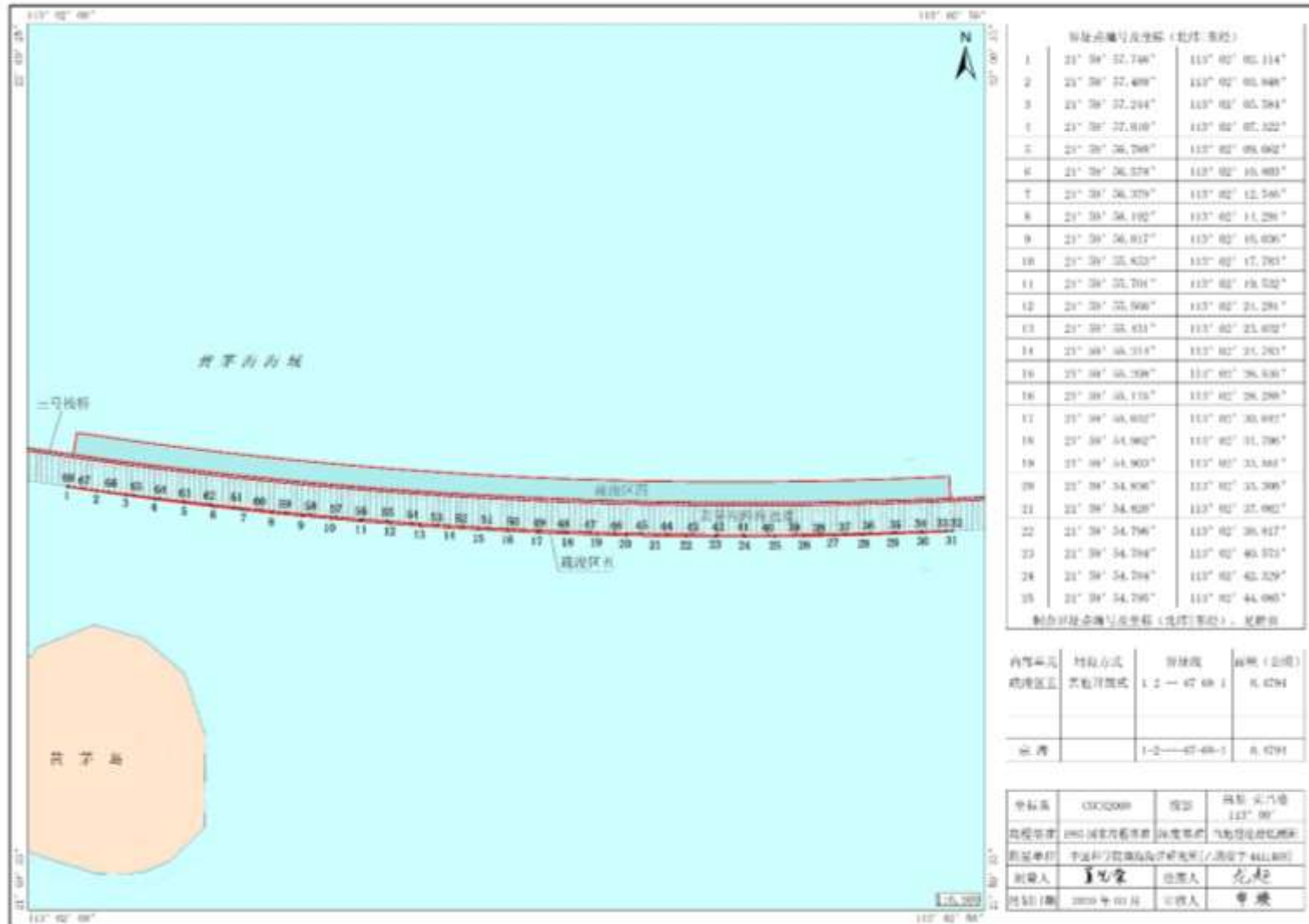


图 3.1.5-35 施工用海宗海界址图（疏浚区五）

黄茅海跨海通道项目（疏浚区五）宗海界址点（续）

宗地宗海界址点坐标（北西-东沿）			
26	21° 38' 54.818"	113° 02' 43.941"	
27	21° 38' 54.852"	113° 02' 47.396"	
28	21° 38' 54.890"	113° 02' 49.313"	
29	21° 38' 54.957"	113° 02' 51.186"	
30	21° 38' 55.028"	113° 02' 52.690"	
31	21° 38' 55.108"	113° 02' 54.414"	
32	21° 38' 55.149"	113° 02' 54.852"	
33	21° 38' 55.154"	113° 02' 54.238"	
34	21° 38' 55.079"	113° 02' 52.769"	
35	21° 38' 55.028"	113° 02' 51.290"	
36	21° 38' 54.984"	113° 02' 49.730"	
37	21° 38' 54.950"	113° 02' 48.240"	
38	21° 38' 54.938"	113° 02' 46.730"	
39	21° 38' 54.900"	113° 02' 45.220"	
40	21° 38' 54.900"	113° 02' 43.710"	
41	21° 38' 54.894"	113° 02' 42.200"	
42	21° 38' 54.900"	113° 02' 40.690"	
43	21° 38' 54.918"	113° 02' 39.180"	
44	21° 38' 54.938"	113° 02' 37.670"	
45	21° 38' 54.968"	113° 02' 36.160"	
46	21° 38' 55.000"	113° 02' 34.650"	
47	21° 38' 55.050"	113° 02' 33.141"	
48	21° 38' 55.109"	113° 02' 31.632"	
49	21° 38' 55.164"	113° 02' 30.123"	
50	21° 38' 55.235"	113° 02' 28.615"	
51	21° 38' 55.313"	113° 02' 27.107"	
52	21° 38' 55.388"	113° 02' 25.599"	
53	21° 38' 55.461"	113° 02' 24.092"	
54	21° 38' 55.550"	113° 02' 22.585"	
55	21° 38' 55.704"	113° 02' 21.074"	
56	21° 38' 55.852"	113° 02' 19.566"	
57	21° 38' 55.948"	113° 02' 18.052"	
58	21° 38' 56.082"	113° 02' 16.548"	
59	21° 38' 56.223"	113° 02' 15.040"	
60	21° 38' 56.373"	113° 02' 13.531"	
61	21° 38' 56.530"	113° 02' 12.023"	
62	21° 38' 56.684"	113° 02' 10.514"	
63	21° 38' 56.859"	113° 02' 09.005"	
64	21° 38' 57.050"	113° 02' 07.497"	
65	21° 38' 57.241"	113° 02' 06.074"	
66	21° 38' 57.437"	113° 02' 04.575"	
67	21° 38' 57.642"	113° 02' 03.083"	
68	21° 38' 57.779"	113° 02' 02.120"	

测量单位	中国科学院南海海洋研究所(广州) 441000		
测量人	夏旭东	绘图人	龙超
绘图日期	2020年03月	审核人	曹康

图 3.1.5-36 施工用海宗海界址表（疏浚区五）

黄茅海跨海通道项目（施工用海）平面布置图

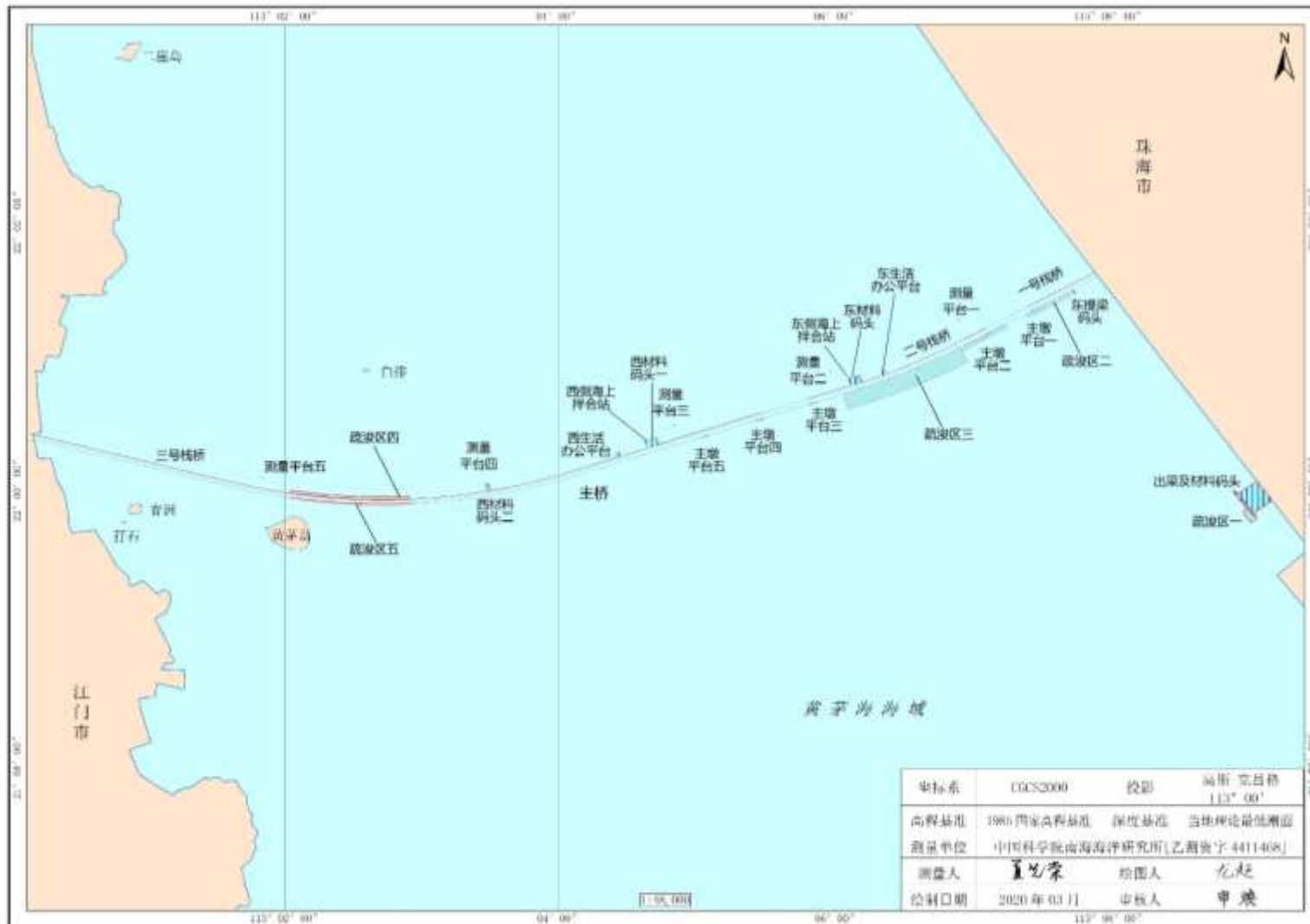


图 3.1.5-37 施工用海平面布置图

3.1.6 工程实施方案

根据工程特点和施工条件等情况，本项目采用机械施工为主，并适当配合人力的施工方案，以确保工程质量和施工进度。

3.1.6.1 陆地施工方案及施工工艺

道路工程施工工艺主要包括路基基础处理、路基填筑、路面工程施工、管线工程施工等。

(1) 填方路基施工

路基填方施工以机械施工为主、适当配合人工的施工方案，采取分层填筑、分层压实的施工方法。施工时序为：排出地表水、开挖临时排水沟、放线、清表清基（剥离表土需临时集中堆放）、分层土方堆填、推土机机械摊平、压路机碾压、分层土方压实密度检测（分层压实厚度一般为 30cm），检验合格后填筑上一层土方，分层填筑至设计标高。土方填筑过程中可适当加大填筑的宽度和高度，多余部分利用平地机或其它方法进行修整。

一般地基填筑路堤时，选择比较干燥的粘性土或砂料；在水田、鱼塘等处施工时应先排出明水、挖除淤泥，直至挖到较好地层时才可进行土方分层填筑和压实，下层应选用水稳定性较好的砂砾料填筑；在积水位或水面高程以上的路基可采用包边土填筑，并要开挖沟渠，避免地表水积聚；对于采用粗粒土填筑的路堤边坡，要避免雨水或地表水的冲刷；对于采用细粒土填筑的路堤边坡，要避免地表水侵入填土内，防止因土质过于潮湿而使路基边坡失去稳定。

(2) 挖方路基施工

挖方路基施工以机械施工为主、并适当配合人工的施工方法。路堑开挖前应检测路线沿线土质，分类处理。适用于绿化等表层腐殖土，应剥离并临时堆放与指定场地用于后期绿化覆土。适用于路基填筑的土料，应作为筑路材料用于路基填筑。不可利用的挖方作为弃渣处理。挖方路基路堑开挖前，应先做好沿线场地的树木砍伐和树根挖出等清表工作和上游坡面的截排水工程等准备工作。

路基开挖需按不同的土层分层挖掘，以满足路基土层要求。施工时序为：场地准备→施工放线→清表（剥离表土需临时集中堆放）→开挖截排水沟→路基开挖→拦渣、排水→防护工程施工→路基面修整。

(3) 特殊路段路基施工

本项目特殊路基主要为软土地基处理。按软土分布的厚度，浅层路段一般情况下可

采用换填，在较深的软基路段可采用水泥搅拌桩、塑料排水板+堆载预压、CFG 桩或管桩处理。道路沿线特殊路基处理长度共计 10.89km，其中浅层换填 1.66km、塑料排水板+堆载预压 6.93km、水泥搅拌桩 0.84km、CFG 桩 0.56km、管桩 0.90km。施工工艺分述如下。

路基换填施工——本项目路基换填施工前先对有积水的路段进行排水处理，排干水分后测量原地面标高，用挖掘机将淤泥挖除并运至指定位置堆放，清淤至设计标高后检测基底承载力并测量清淤后的基底标高；基底承载力满足要求后，采用机械施工换填片石、碎石，再用素土进行分层回填至路床顶面；换填施工应按照先深后浅的顺序进行，换填材料在基底面铺设应在同一高程上，如深度不同应按要求挖成台阶或斜坡搭接，搭接处进行夯实，分段填筑时应在每层接缝处做成斜坡型；分层换填完成后应整平层面，再采用机械碾压，最后一层碾压完成后，检查层面高程及平整度。路基换填施工的施工工序包括测量放样→挖除淤泥→基底检测→换填片石→换填碎石→素土回填→检查验收。

塑料排水板——场地平整后，首先摊铺下层砂垫层，在砂垫层铺设后用平地机整平，并采用压路机稳压 2~3 遍，以保证插板机施工时不产生大的位移、拥包、沉陷。根据设计的布桩图打桩，打桩结束后开始沉管，沉管时要缓慢，防止导管突然偏斜，套管入土深度距设计标高约 2m 时，减慢沉管速度，注意观察，防止超深或碰上障碍时能及时采取措施。插入过程导轨应垂直，钢套管不得弯曲，透水滤套不应被撕破和污染；排水板底部应有可靠的锚固措施，以免拔出导管时将芯板带出。塑料排水板留出孔口长度应保证伸入砂垫层不小于 50cm，使其与砂垫层贯通塑料排水板的搭接采用滤管内平接的方法，芯板对扣。凸凹对齐，搭接长度不小于 20cm。塑料排水板施工工艺流程为：整平原地面→摊铺下层砂垫层→机具就位→塑料排水板穿靴→插入套管→拔出套管→割断塑料排水板→机具移位→摊铺上层砂垫层。

水泥搅拌桩——首先组装架立搅拌桩机。检查主机各部的连接、液压系统、电气系统等是否正常，做好必要的调整和紧固工作，排除异常情况，方可进行操作。浆罐装满料后，进料口加盖密封。安装钻机时，将钻机对准桩位，调平桩机机身以保证桩的垂直度。桩机调正后，启动主电机钻进，待搅拌钻头接近地面时，启动空压机送气。钻深由深度尺盘确定，其数值应等于设计加固深度和桩机横移槽距地面高度之和。当深度尺盘达到预定数量后，停止钻机，钻头反转，但不提升，等待送料。然后打开送料阀门，关闭送气阀门，喷送加固浆液。确认加固浆液已到桩底后提升搅拌钻头，一般在桩底停滞 2~4 分钟，即可保证加固浆液到达桩底，提升到设计标高时停止喷浆，停止喷浆深

度应结合搅拌提升的速度确定。在尚未喷桩的情况下严禁进行钻机提升工作。然后打开送气阀门，关闭送料阀，保持空压机运转，搅拌钻头提升到桩顶时停止提升，在原位转动两分钟，以保证桩头的均匀密实。将搅拌钻头边旋转边向下钻至设计桩底深度，然后再提升出地面进行第二次搅拌。将搅拌钻头提升到地面以上，停止主电机，停止空压机，填写施工记录，利用桩机液压系统，将桩机移到下一个桩位施工。搅拌施工完成后，在搅拌桩顶按照设计铺填 30cm 砂垫层。水泥搅拌桩施工工艺流程为：场地清理→布桩图→测量放样→材料检验→水泥石强度试验。

CFG 桩：首先将桩基就位，桩机就位须水平、稳固、调整沉管与地面垂直，确保垂直度偏差不大于 1%；若采用预制钢筋混凝土桩尖，需埋入地表以下 300mm 左右；

沉管过程中注意调整桩机的稳定，严禁倾斜和错位。在沉管过程中可用料斗进行空中投料。待沉管至设计标高后须尽快投料，直到管内混合料面与钢管料口平齐；如上料量不多，须在拔管过程中进行孔中投料，以保证成桩桩顶标高满足设计要求；混合料配比应严格按设计文件规定执行，碎石和石屑含杂质不大于 5%；然后按设计配比配制混合料，投入搅拌机加水拌和，加水量由混合料坍落度控制，一般坍落度为 30~50mm，成桩后桩顶浮浆厚度一般不不超过 200mm；当混合料加至钢管投料口平齐后，开动电动机，沉管原地留振 10s，然后边振动边拔管；拔管速度按均匀线速控制，一般控制在 1.2~1.5m/min 左右，如遇淤泥或淤泥质土，拔管速率可适当放慢；当桩管拔出地面，确认桩符合设计要求后用粒状材料或湿粘土封顶，然后移机继续下一根桩施工。CFG 桩施工工艺流程为：钻机就位→调平机身→沉管→拌和低标号混凝土→运输→混凝土→浇筑混凝土→振动拔管→钻机离开孔口→检查标高质量→封孔养护→清土。

(4) 路面工程施工

路面工程采用机械施工的建设方案。路面铺筑材料集中拌和，采用高效的宽幅摊铺机铺筑路面。路面施工要选择有丰富经验、先进施工设备的专业施工队伍。水泥混凝土路面施工时要控制好摊铺速度、温度、碾压速度等，避免在下雨及低温条件下施工水泥混凝土路面，并加强后期养护。

3.1.6.2 陆上桥梁施工方案

本项目陆上部分共设特大桥、大桥 7297.2m/9 座，中桥 165 m/2 座。桥梁上部结构多选用 PC 小箱梁，下部构造桥墩均为柱式桥墩，桥台多为柱式台、肋板台、扶壁台，基础以钻孔灌注桩基础为主。桥梁工程施工工艺如下。

(1) 施工围堰

桥梁基础施工采用钻孔灌注桩基础。涉水桥梁施工前对施工区域周边设置钢板桩施

工围堰，搭建钢结构施工平台，架设打桩设备，对桩位及其周边场地进行平整，对松软场地进行适当处理。

(2) 基础施工

桥梁基础施工采用钻孔灌注桩基础。涉水桥梁施工前对施工区域周边设置钢板桩施工围堰，并在围堰内填土形成施工平台，架设打桩设备，对桩位及其周边场地进行平整，对松软场地进行适当处理。桩基孔口埋设钢护管，护管内径比桩径大 20cm，护管顶端高出地面 30cm，保证高于地下水位或最高水位 1.5m 以上，并采取措施稳定护管内水头。护管埋深按照地质情况确定，护管周边一定范围内采用粘土回填，防止漏水。桩基础钻孔前应在桩位附近挖好泥浆池和沉淀池，每个泥浆池和沉淀池容量保证在 10m³ 以上，钻进过程中经泥浆循环固壁，在循环过程中，将土方带入泥浆池和沉淀池进行土石沉淀，采用三级沉淀，沉淀后的泥浆循环利用。桩基础施工应使用优质泥浆护壁，以确保施工安全和质量。施工过程应定期清理沉淀池内的土石，清出的土石泥浆利用封闭罐车抽排并运至堆渣场地堆填。泥浆循环采用正循环，桩孔中的泥浆指标应严格控制，在钻进过程中定期检测桩孔中泥浆的各项指标，在成孔后清孔时，应在孔底注入优质泥浆，保证孔底干净。具体成孔工艺如下：①造浆：泥浆制备采用粘土或优质膨润土，钻进过程中根据不同土层调节泥浆浓度，使泥浆起到护壁和清孔的作用，不至于太浓而影响钻进速度。②冲孔：钻机就位后进行桩位校核，保证定位准确。造浆完毕后在孔内倒入泥浆即可钻进。整个成孔过程需连续作业，检测并记录孔内泥浆和岩样情况，泥浆比重控制在 1.20~1.25，粘度控制在 18~28s。③出渣：破碎的钻渣和部分泥浆一起被挤进孔壁，大部分需清出孔外，每钻进 0.5m 需掏渣 1 次，掏出的钻渣经沉淀池沉淀后挖出外运。④清孔：当钻进至设计标高后进行终孔检查和清孔。

根据桩长和吊机的起吊能力在施工场地分节制作钢筋笼。钢筋笼吊放就位后与护筒临时焊接固定，以确保钢筋笼在灌注砼时不上浮、下沉或位移。采用导管法灌注砼。导管在使用前进行水密及承压试验，以确保导管密封不漏水。首次灌注的砼要保证能封住导管底，埋入一定深度。砼开灌后应连续灌注，灌注过程实测砼顶面高度，掌握导管的准确深度，确保埋深控制在 2m~4m 范围内，灌注至设计桩顶标高以上 1m 时停止灌注。

(3) 桥梁上部结构施工

桥梁上部结构主要为小箱梁或连续箱梁，采用场地预制、吊运安装的施工方法，使用架桥机、龙门架或吊机吊装、架设钢筋混凝预制梁（板）。

3.1.6.3 陆上隧道施工方案

本项目隧道施工以机械化暗挖施工考虑，隧道出渣采用无轨运输方式，均按以进出

口双向掘进，隧道出渣可用于构造物和填筑路基。

隧道采用新奥法进行设计和施工，施工采用光面爆破和预裂爆破技术，尽量减少对围岩的扰动，严格控制超挖和欠挖。隧道结构采用复合式衬砌，用锚杆、喷射混凝土、钢筋网和钢拱架组成初期支护体系；模注混凝土或钢筋混凝土作为二次衬砌，共同组成永久性承载结构，通过工程类比、结构理论计算分析来确定衬砌设计支护参数，并通过现场监控量测及超前地质预报来进行动态设计，必要时采用辅助施工手段（超前管棚、超前小导管、超前锚杆等）加固围岩，充分发挥围岩自身的承载能力，达到安全、经济、有效的目的。

浅埋、偏压、自稳性差的软弱破碎地层及具有一定水压力的富水段采用加强复合衬砌。洞顶覆盖层薄不宜大开挖修路堑，难以用暗挖法修建隧道的地段采用明洞衬砌，连拱隧道采用复合式曲中墙连拱结构形式。隧道洞口遵循“早进洞、晚出洞、整体协调性和自然性”原则设计，洞口工程与周边景观、地貌相协调，洞门简洁、隐蔽、淡化，尽可能仰坡“零”开挖，充分保护自然环境。

3.1.6.4 涉海工程施工方案

1. 主桥

高栏港大桥施工段为 K3+344-K4+760，黄茅海大桥施工段为 K6+360-K8+560。

(1) 施工方法

① 桩基施工

主桥桩基础桩长设计为 75 m，桩径设计为 2.8 m。采用旋挖钻成孔，泥浆通过泥浆船或泥浆车运输至指定地点处理，后场加工钢筋笼，现场龙门吊下放钢筋笼，混凝土采用罐车运输，大集料斗拔塞法首封，小料斗浇筑成桩。

② 承台施工

主墩承台采用双壁钢围堰施工工艺：吊箱焊接拼装→吊箱下放下沉+抓斗抓泥→通过泥浆运输车运送道指定位置→水下封底、抽水→2 层支撑焊接→凿桩头+清理→承台浇筑→水下切割双壁钢围堰。

双壁钢围堰施工各工序如下：



围堰分块加工，水上拼接



围堰整体下放



水下封底，回填压重砂、抽水



抽水完成、施工承台

图 3.1.6-1 双壁钢围堰施工示意图

③ 主塔施工

塔柱采用液压爬模施工工艺，混凝土泵送入模。浇筑起始节段混凝土塔柱，安装液压爬模，分节绑扎钢筋、安装内外模板，浇筑混凝土。



图 3.1.6-2 主塔施工示意图

④ 钢箱梁施工

鉴于黄茅海大桥主梁高度较大（超过 50m），钢箱梁吊装建议采用如下工艺：塔区梁段采用支架法浮吊吊装就位，标准段采用桥面吊机吊装，具体合龙方案根据设计方案及要求选择。



支架法浮吊吊装塔区梁段



桥面吊机吊装标准段



桥面吊机吊装标准段



桥面吊机吊装标准段

图 3.1.6-3 钢箱梁施工示意图

(2) 施工流程

搭设钻孔平台，回旋钻进行桩基施工，双臂钢围堰施工承台，只能造塔机施工主塔，桥面吊机吊装大节段钢梁悬拼至合龙状态。

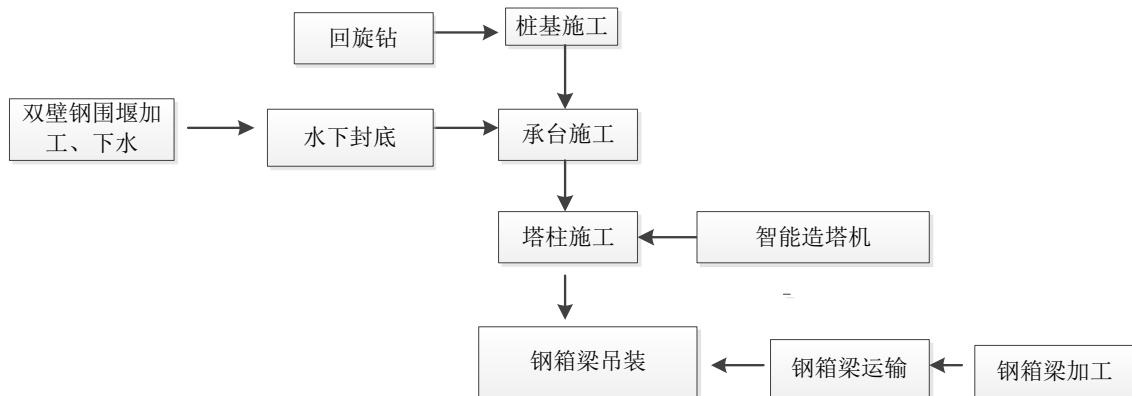


图 3.1.6-4 航道桥施工流程图

2. 引桥

东引桥施工段为 K2+752-K3+344，中引桥施工段为 K4+760-K6+360，西引桥施工段为 K8+560-K16+200。

(1) 施工方法

① 桩基施工

K2+752-K3+344，K4+760-K6+360，K8+560-K16+200 里程区域，基础桩长设计为 60m，桩径设计为 2.2m。综合考虑地层、桩长、桩径因素，采用旋挖桩成孔，泥浆通过泥浆船或泥浆车运输至指定地点处理，后场加工钢筋笼，履带吊下，混凝土罐车运输混凝土，拔塞法首封，浇筑成桩。

② 承台施工

承台施工采用 18 m 长钢板桩围堰施工，尺寸为承台外扩 1.2 m，具体施工工艺为：导向架+机械臂施打板桩→顶层内支撑焊接→基底处理→水下封底→抽水+2 层支撑焊接→凿桩头+清理→承台浇筑→机械臂对钢板桩围堰进行拆除。

钢板桩围堰施工各工序如下：



钢板桩插打



内撑安装



封底



凿除桩头后进行承台施工

图 3.1.6-5 承台施工示意图

③ 节段梁施工

东引桥（K2+752-K3+344）和西引桥（K8+560-K11+680）进行节段梁施工。

结构：双幅节段梁，单片梁宽 16.5 m，平均长 3.8 m，重 180 t。线路总长 4440 m。60 m 梁共计 76 跨，按 3.8 m 每段分节，共 2462 榀。

施工方法：东岸陆上梁段采用陆上运梁车运梁至桥下，悬拼安装；水上梁段由运梁车运至码头，提梁门架转运梁段至船上，深水区梁段直接运输至桥下安装，K11（低潮位水深小于 2.5 m）以后浅水区梁段由提梁门架上桥，采用梁上运梁方案安装。



节段梁预制



节段梁出梁码头



水上提梁上墩



水上节段梁架设

图 3.1.6-6 节段梁施工示意图

④ 大节段钢箱梁施工

中引桥（K4+760-K6+360）进行大节段钢箱梁施工。大节段钢箱梁跨径布置为 $16 \times 100 = 1600 \text{ m}$ 。钢箱梁最大顶面高程约 63 m ，最小顶面高程为 52 m 。

横向具有分幅及整幅两种方案，分幅箱梁宽 16.5 m ，重 1200 t ，全幅箱梁布置宽 33.5 m ，重 2300 t 。根据调研资料，采用单浮吊或双浮吊吊装钢梁均具有成功吊装经验，现推荐选用风险最小，工效最高的设计及施工方案。

- A. 若采用分幅设计方案，优先推荐一台 $1600 \sim 2000 \text{ t}$ 级浮吊，分幅吊装；
- B. 若采用整幅设计方案，优先推荐两台 1600 级浮吊抬吊。



图 3.1.6-7 大节段钢箱梁吊装施工示意图

(2) 施工流程

桩基采用旋挖钻施工，施打钢板桩围堰封底（钢板桩依据承台尺寸外扩 1.2 米）→ 进行承台施工→墩身盖梁采用钢筋部品装配化施工→进行钢箱梁及预制节段梁的架设施工。

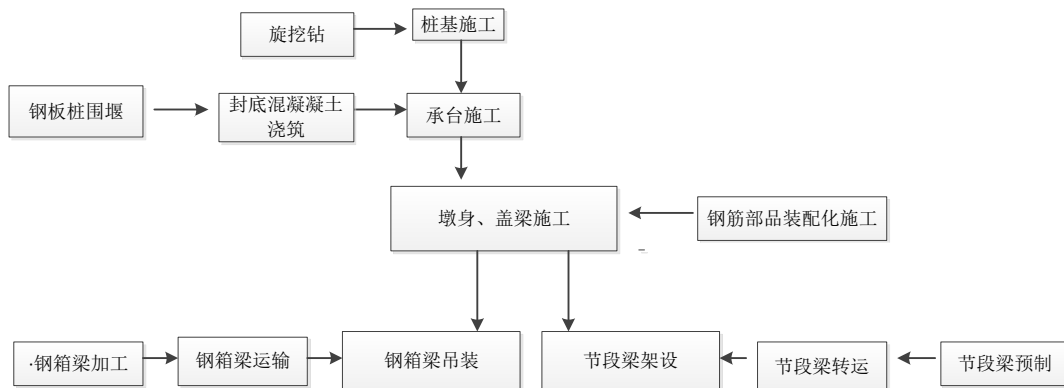


图 3.1.6-8 引桥施工流程图

3. 主墩施工平台

主墩钻孔平台钢管桩及钢护筒均采用打桩船施工，相邻钢管桩安装桩间剪刀撑，最后统一安装平台上部贝雷桁架、分配梁、面板及栏杆等附属设施。

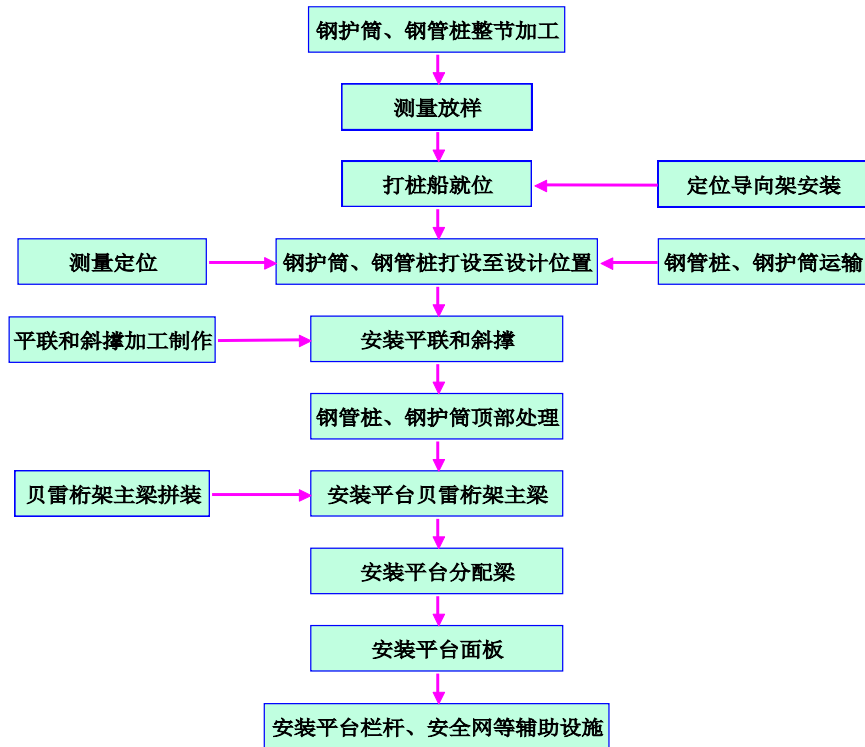


图 3.1.6-9 钻孔施工平台施工工艺流程图

4. 栈桥

栈桥总长 12.724km，共 3 座栈桥，具体见下表。

表 3.1.6-1 主线栈桥一览表

栈桥名称	桩号	长度 (m)	宽度 (m)	用途
1 号栈桥	K2+787.5~ K3+660.5 右侧	873	0.5+9+0.5	东岸—高栏港大桥东塔施工临时通道
2 号栈桥	K4+419.5~ K6+810.5 右侧	2391	0.5+9+0.5	高栏港大桥西塔——黄茅海大桥东塔施工临时通道
3 号栈桥	K7+460~ K16+920 右侧	9460	0.5+9+0.5	黄茅海大桥中塔——西岸施工临时通道
合计		12724		

(1) 东栈桥（1 号栈桥）施工顺序

1 号栈桥长 873m，位于东侧靠珠海海域，连接东岸——高栏港大桥东塔，共分 2 个作业面安装：

作业面 1.1：从 K2+787.5 开始，向大里程方向安装，填筑好进场便道、建好桥台，采用履带吊机钓鱼法插到钢管桩、安装栈桥纵梁及桥面系；

作业面 1.2：从 K3+660.5 向小里程方向安装，采用打桩船插到钢管桩、驳船运输材料、

采用浮吊安装栈桥纵梁及桥面系。

表 3.1.6-2 1号栈桥施工方案

作业面	桩号	作业面长度	跨数	工期(月)	施工方法	备注
作业面 1.1	K2+787.5~ K3+660.5	420m	30	3	履带吊+打桩锤+运输车, 钓鱼法施工	1.陆上先填筑好进场便道、建好桥台 2.水上施工须先按规范设好临时航道。
作业面 1.2		423m	28	3.5	打桩船+浮吊+驳船	3.水上作业面须提前测量水深, 规划施工航道水域。

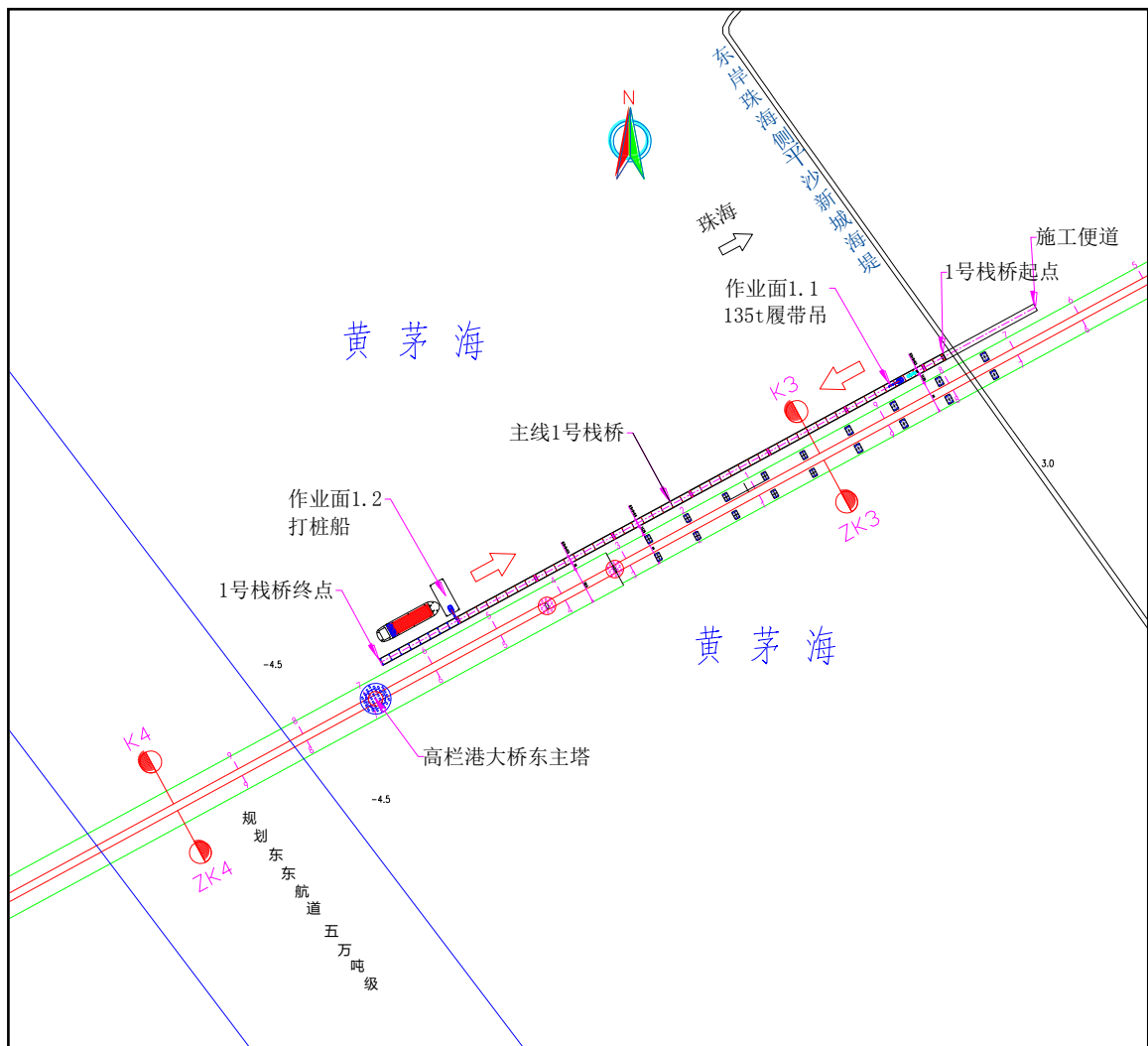


图 3.1.6-10 1号栈桥施工作业面

(2) 中栈桥 (2号栈桥) 施工顺序

2号栈桥长 2391m, 东侧临近东东航道, 西侧临近东航道, 栈桥全部位于水上。栈桥位于两座斜拉桥主桥之间, 连接高栏港大桥西塔——黄茅海大桥东塔之间的桥墩。

2号栈桥共分3个作业面安装：

作业面 2.1：K4+419.5——K5+209.5，采用打桩船插打钢管桩、驳船运输材料、采用浮吊安装栈桥纵梁及桥面系。

作业面 2.2：从 K5+209.5 向小里程方向安装，采用打桩船插到钢管桩、采用浮吊安装栈桥纵梁及桥面系。

作业面 2.3：从 K5+500 向大里程方向安装，采用打桩船插到钢管桩、采用浮吊安装栈桥纵梁及桥面系。

表 3.1.6-3 2号栈桥施工方案

2号栈桥作业面	桩号	作业面长度	跨数	工期(月)	施工方法	备注
作业面 2.1	K4+419.5~ K6+810.5 总长 2391m	790m	53	4	打桩船+浮吊+驳船	水上作业面须提前测量水深，规划航道。 水上施工须先按规范设好临时航道。
作业面 2.2		790m	53	4	打桩船+浮吊+驳船	
作业面 2.3		811m	55	4	打桩船+浮吊+驳船	

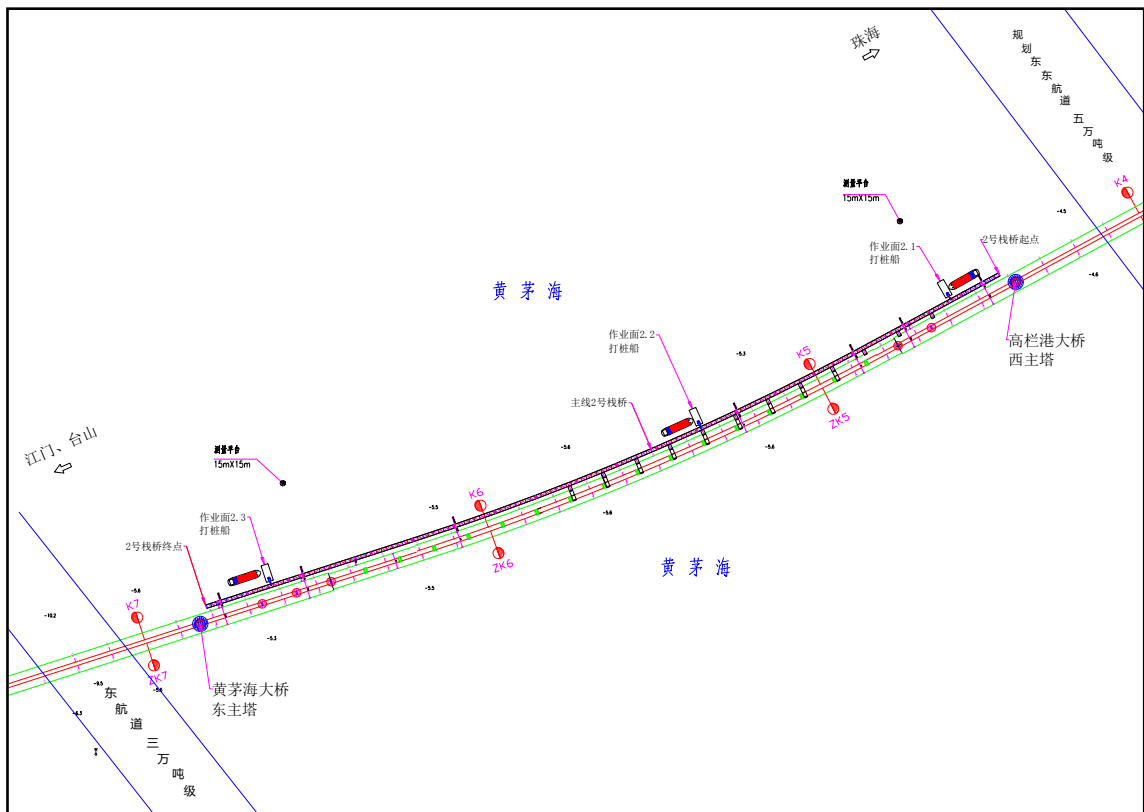


图 3.1.6-11 2号栈桥施工作业面

(3) 西栈桥（3号栈桥）施工顺序

3号栈桥长 9460m，位于西侧靠江门台山海域，连接黄茅海大桥中塔、西塔—江门

台山岸边，共分 6 个作业面安装：

表 3.1.6-4 3 号栈桥施工方案

3 号栈桥 作业面	桩号	作业面 长度	跨数	工期 (月)	施工方法	备注
作业面 3.1	K7+460~K9+242	1782m	148	5	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工	K12+000~K13+500 段进行疏浚，疏浚 方量约 22.5 万 方。 水上施工须先按规 范设好临时航道。
作业面 3.2	K9+242~K10+742	1500m	100	5	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工	
作业面 3.3	K10+742~K12+242	1500m	100	5	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工	
作业面 3.4	K12+242~K13+742	1500m	100	5	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工	
作业面 3.5	K13+742~K15+242	1500m	100	5	履带吊+打桩锤+运输 车，钓鱼法施工	陆上先填筑好进场 便道、建好桥台
作业面 3.6	K15+242~K16+920	1678m	140	5	履带吊+打桩锤+运输 车，钓鱼法施工	

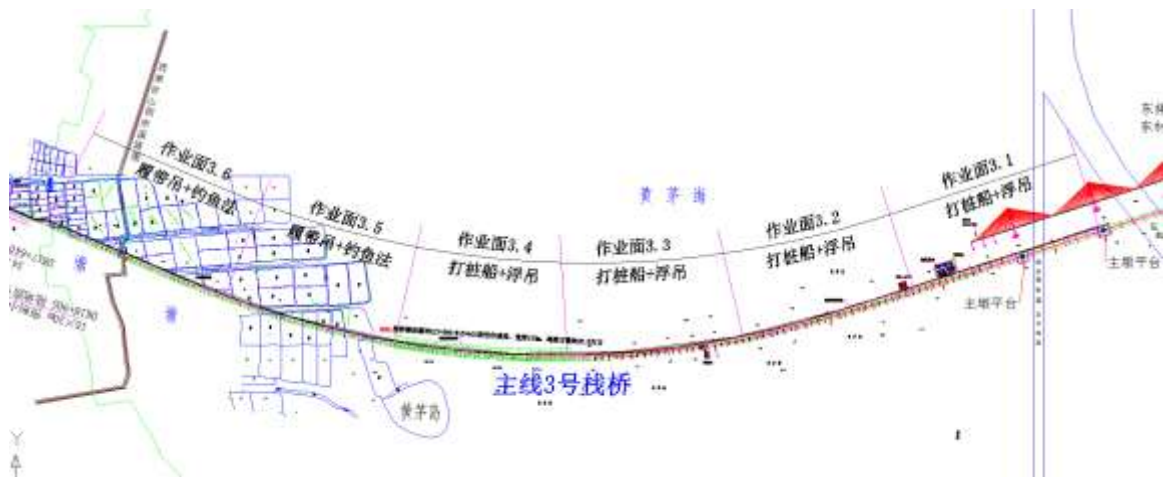


图 3.1.6-12 3 号栈桥施工作业面分布图

5. 主梁及材料码头

海上材料码头采用打桩船插打钢管桩，平驳船运输材料至施工现场，浮吊或履带吊安装贝雷梁、型钢等上部结构，具体工艺见栈桥。

6. 拌和平台及码头

拌合平台采用打桩船+浮吊+驳船，水上施工。

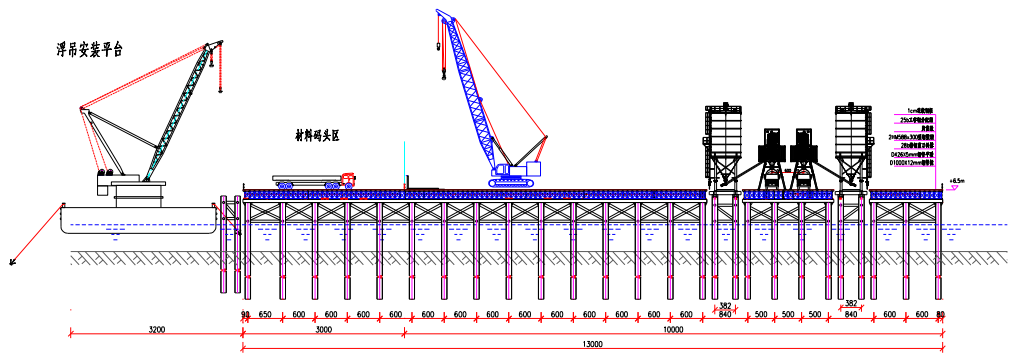
打桩船插打钢管桩，平驳船运输材料至施工现场，浮吊或履带吊安装贝雷梁、型钢等上部结构。

表 3.1.6-5 拌合平台及码头施工方案

名称	桩号范围	面积	桩基	施工方法
----	------	----	----	------

		(m ²)	直径	根数	
东拌合平台及码头	K6+170~K6+300 右侧	13650	钢管桩 Φ 1000×10mm	228 根	打桩船+浮吊+驳船, 水上施工
西拌合平台及码头	K8+822.5~K9+012.5 右侧	13650	钢管桩 Φ 1000×10mm	228 根	打桩船+浮吊+驳船, 水上施工
西材料码头2	K10+985~K11+015 右侧	3000	钢管桩 Φ 1000×14mm	76 根	打桩船+浮吊+驳船, 水上施工

安装施工立面图



安装施工平面图

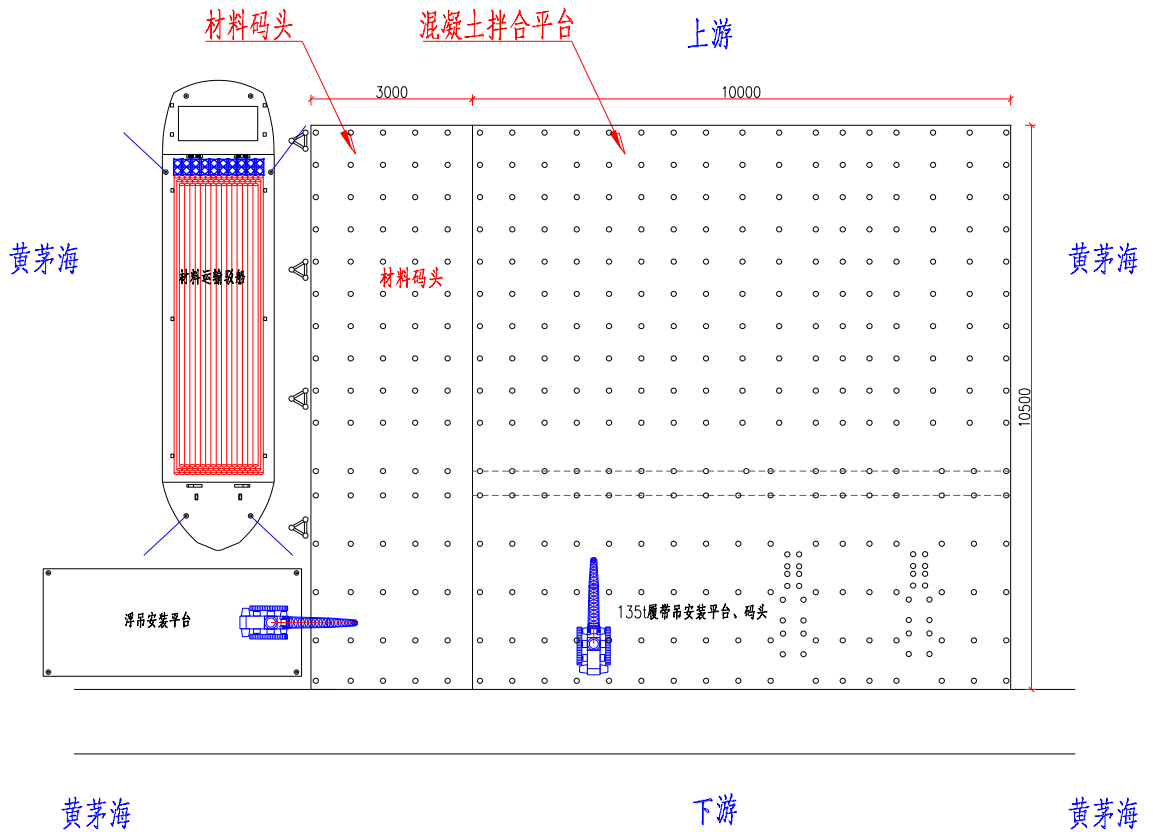


图 3.1.6-13 水上拌和平台、材料码头施工平面图

7. 生活及办公平台

水上平台采用打桩船+浮吊+驳船，水上施工。

打桩船插打钢管桩，平驳船运输材料至施工现场，浮吊或履带吊安装贝雷梁、型钢等上部结构。

表 3.1.6-6 生活及办公平台施工方案

名称	桩号范围	面积 (m ²)	桩基		施工方法
			直径	数量 (根数)	
东侧水上生活 及办公平台	K5+740~ K5+800 右侧	3600	钢管桩 Φ1000×10mm	45	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工
西侧水上生活 及办公平台	K9+298~ K9+358 右侧	3600	钢管桩 Φ1000×10mm	45	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工

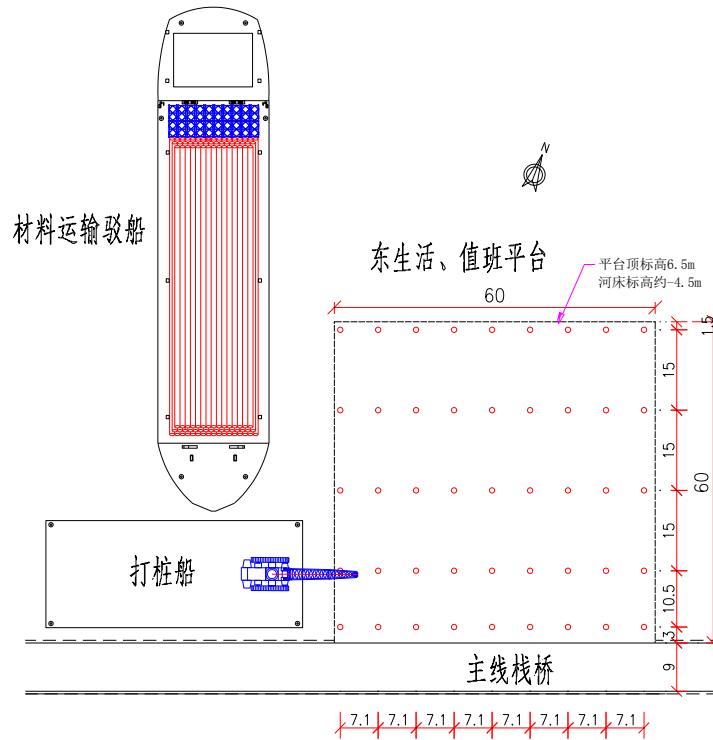


图 3.1.6-14 水上生活及办公平台施工平面图（尺寸单位：m）

8. 提梁码头

提梁码头采用打桩船+浮吊+驳船，水上施工。

打桩船插打钢管桩，平驳船运输材料至施工现场，浮吊或履带吊安装贝雷梁、型钢等上部结构。

9. 临时防撞设施

防撞桩采用打桩船+浮吊+驳船，水上施工。

防撞设施在航道局指导下，进行设计，由专业单位进行航标安装。

表 3.1.6-7 临时防撞设施施工方案

名称	桩号范围	桩基		施工方法
		直径	数量 (根数)	
东东航道 临时防撞桩、航标	K4+850~K4+300 东东航道两侧	钢管桩 3Φ1000×10mm 两侧各布 4 组标	24	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工
东航道 临时防撞桩、航标	K6+920~K7+480 东航道两侧	钢管桩 3Φ1000×10mm 两侧各布 4 组	24	打桩船+浮吊+驳船， 水上施工

10. 测量平台

防撞桩采用打桩船+浮吊+驳船，水上施工。

表 3.1.6-8 测量平台一览表

名称	桩号位置	基础		施工方法
		基础结构	桩基根数	
水上测量平台 1	K4+600 右侧 300m	5Φ1500mm 钢管 桩+钢筋砼承台	6	打桩船+浮吊+驳船， 承台砼灌注
水上测量平台 2	K6+500 右侧 300m	5Φ1500mm 钢管 桩+钢筋砼承台	6	打桩船+浮吊+驳船， 承台砼灌注
水上测量平台 3	K8+600 右侧 300m	5Φ1500mm 钢管 桩+钢筋砼承台	6	打桩船+浮吊+驳船， 承台砼灌注
水上测量平台 4	K11+000 右侧 300m	5Φ1500mm 钢管 桩+钢筋砼承台	6	打桩船+浮吊+驳船， 承台砼灌注
水上测量平台 5	K13+700 右侧 300m	5Φ1500mm 钢管 桩+钢筋砼承台	6	打桩船+浮吊+驳船， 承台砼灌注

11. 海上疏浚

(1) 中引桥及主桥疏浚

高栏港大桥和中引桥疏浚 100 万 m³ 中引桥主要为 1600 吨以上级浮吊吊装钢箱梁，海床底标高按 -6.0 m 控制，平均疏浚深度约为 2 m；高栏港大桥主要为满足 800 t 浮吊吊装钢围堰及墩顶钢箱梁、钢箱梁悬臂拼装等工序疏浚，平均疏浚深度为 2 m。

疏浚区域一：图 3.1.6-15 适用于中引桥疏浚区域，疏浚断面面具 480 m²，疏浚宽度

250 m（预留 100 m 操作空间）长度 1700 m，疏浚方量 816000 m³。

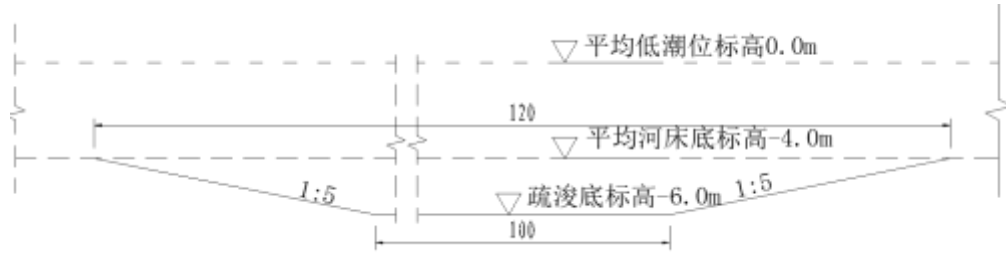


图 3.1.6-15 疏浚区域一断面图

疏浚区域二：图 3.1.6-16 适用于高栏港大桥疏浚区域，疏浚断面面具 240 m²，疏浚宽度 100 m，长度 767 m，疏浚方量 184000 m³。

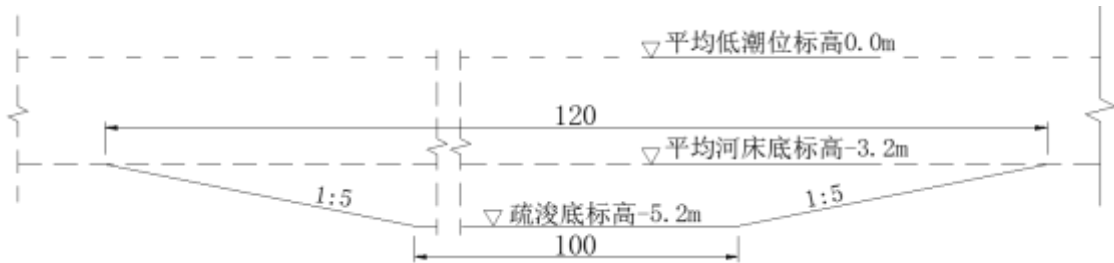


图 3.1.6-16 疏浚区域二断面图

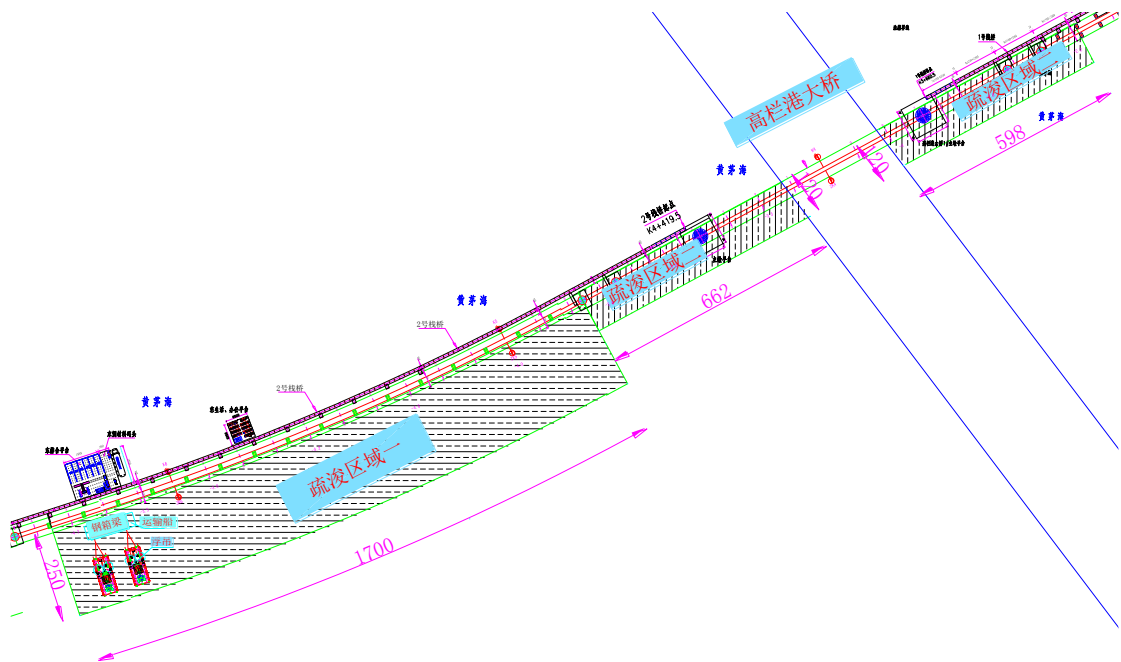


图 3.1.6-17 中引桥及主桥疏浚疏浚平面图

(2) 西栈桥搭设区疏浚

江门侧浅滩区（K12+000~K16+855）栈桥总长约 4.9 公里，如果采用两个点对称相向施工（假设海域界限处可按期填完），至少需要 240 天（8 个月），且未考虑台风等天气影响（施工期在台风季），不满足总体施工工期要求，需在浅滩区增设一个栈桥搭设施

工点。讨论拟定在 K13+500 处设置栈桥施工点，经考察 K12+000~K13+500，海床标高 -1.8~0.2，浮吊货船最小需求水深度 4m，黄茅海低水位+0.0 m，不满足正常施工需求，现需对该区域疏浚，长度 1500 m，宽度 100 m（最低宽度需求），厚度平均 3.1 m，合计疏浚方量约 40 万 m³。

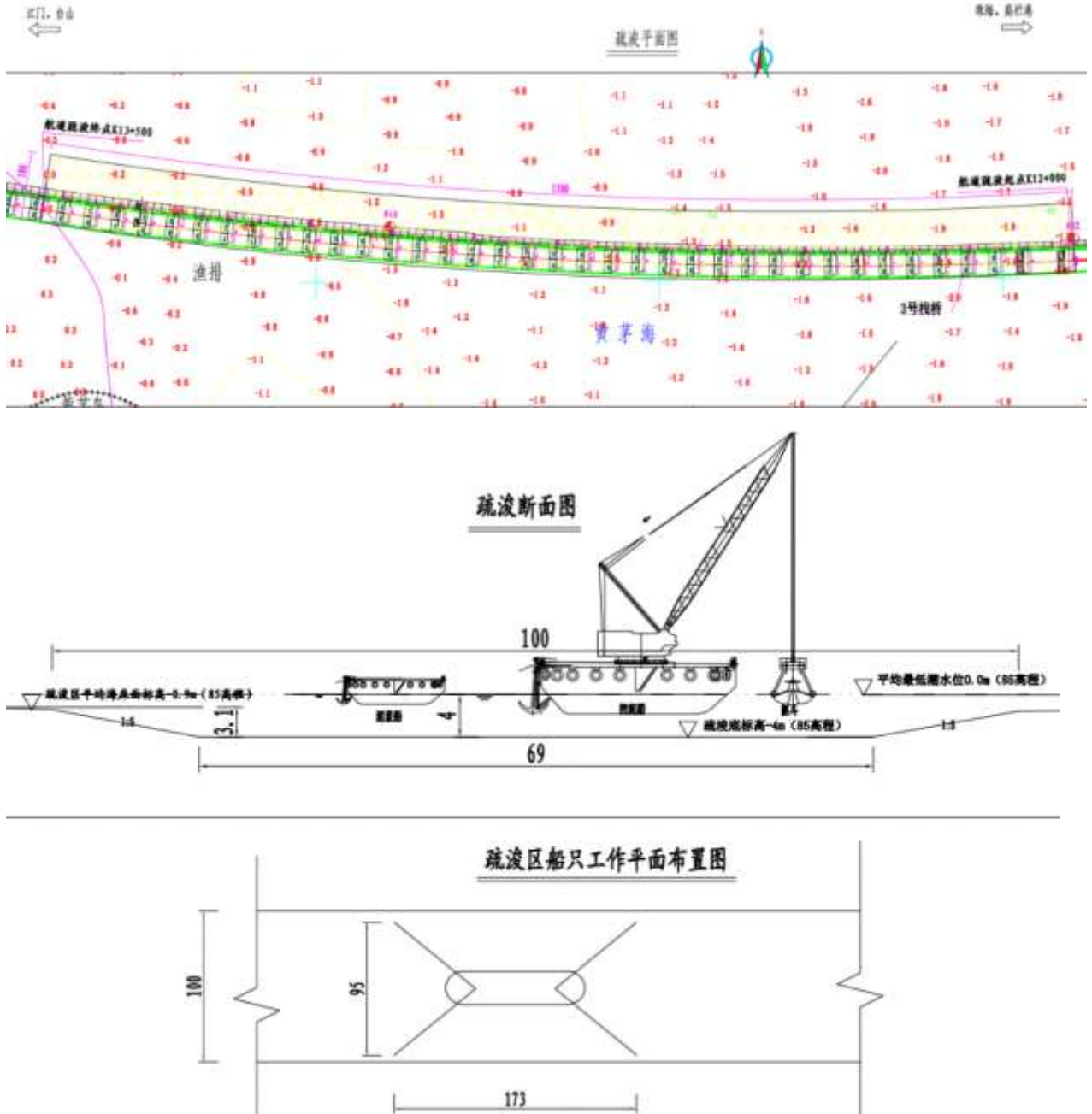


图 3.1.6-18 西栈桥区域疏浚图

(3) 材料码头疏浚

珠海侧建筑用地提梁码头+材料码头疏浚 10 万 m³，平均疏浚深度约为 1 m，疏浚范围为 500 m×200 m。

(4) 主要施工工艺和疏浚量

采用抓斗式挖泥船进行疏浚，配置 1 艘 8m³ 抓斗船、2 艘 2000m³ 运泥驳配合施工，疏浚区域通过为 GPS 定位系统、自动测深装置进行开挖尺寸控制，满足施工要求。主要施工流程：设置 GPS 基站—挖泥—卸到预定位置—清淤—验收。疏浚土全部外抛弃土场。

表 3.1.6-9 疏浚工程量表

序号	部位	单位	数量
1	高栏港大桥和中引桥	m ³	100 万
2	西侧栈桥搭设	m ³	40 万
3	珠海侧建筑用地提梁码头+材料码头	m ³	10 万
4	合计	m ³	150 万

12. 临时施工工程拆除方案

主桥全部施工完成，且交工验收合格后，拆除主墩施工平台、栈桥、拌合平台及码头、生活及办公平台、提梁码头、临时防撞设施、出梁及材料码头。水上采用浮吊、拔桩锤拆除，拆除顺序与安装顺序相反，从上至下依次拆除。出梁及材料码头分段采用钓鱼法拆除，单跨具体拆除按照桥面系→贝雷梁→下横梁→钢管桩顺序执行。

拆除物的处置：拆除的钢管、型钢、贝雷架灯所有材料，采用船舶或汽车运离现场，运到陆地储存基地分类存放。

现场物资全部撤出后，在航道、海事管理局的指导下，恢复海域环境、恢复航道环境。

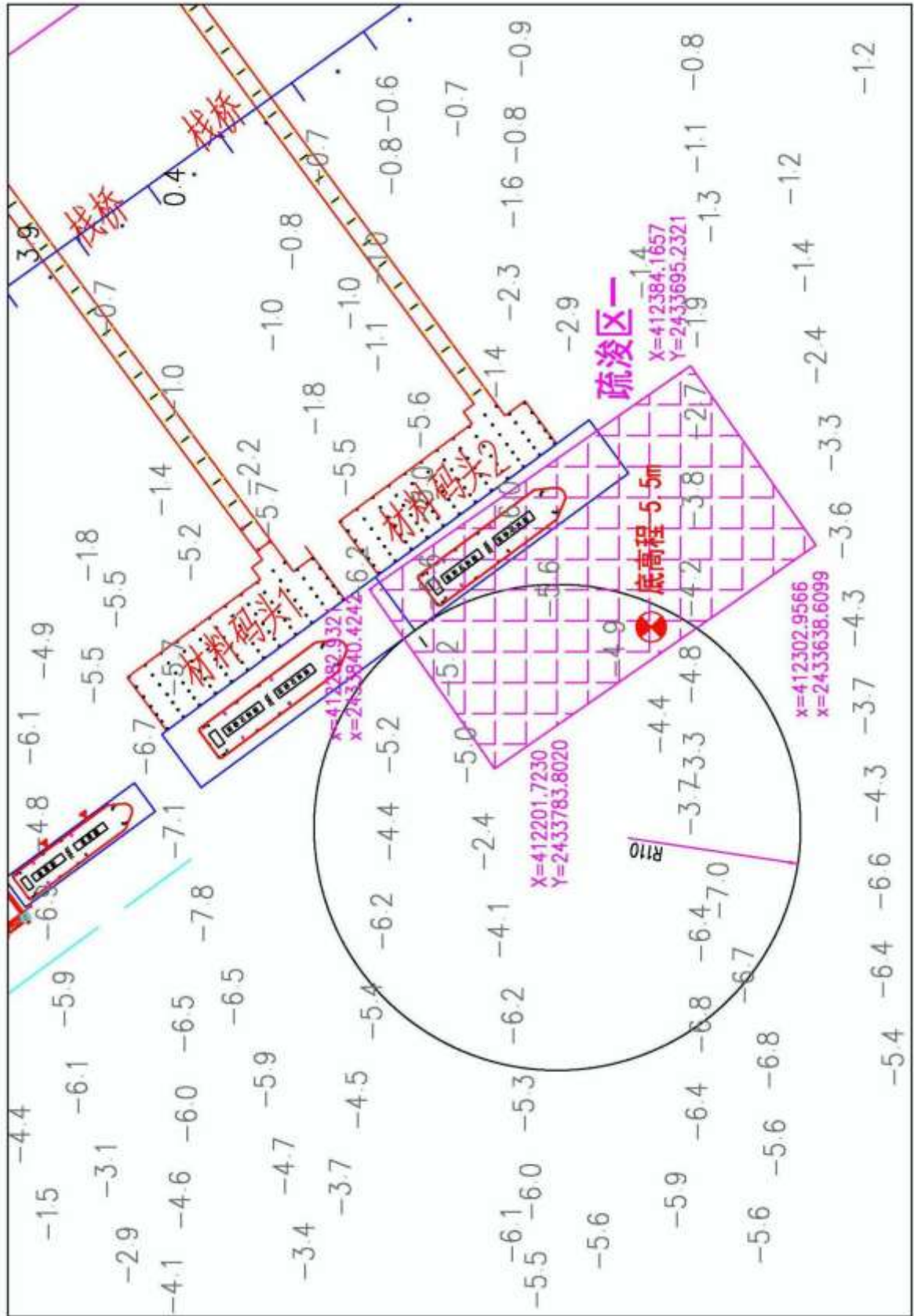


图 3.1.6-19 疏浚区一平面图（尺寸单位：m）

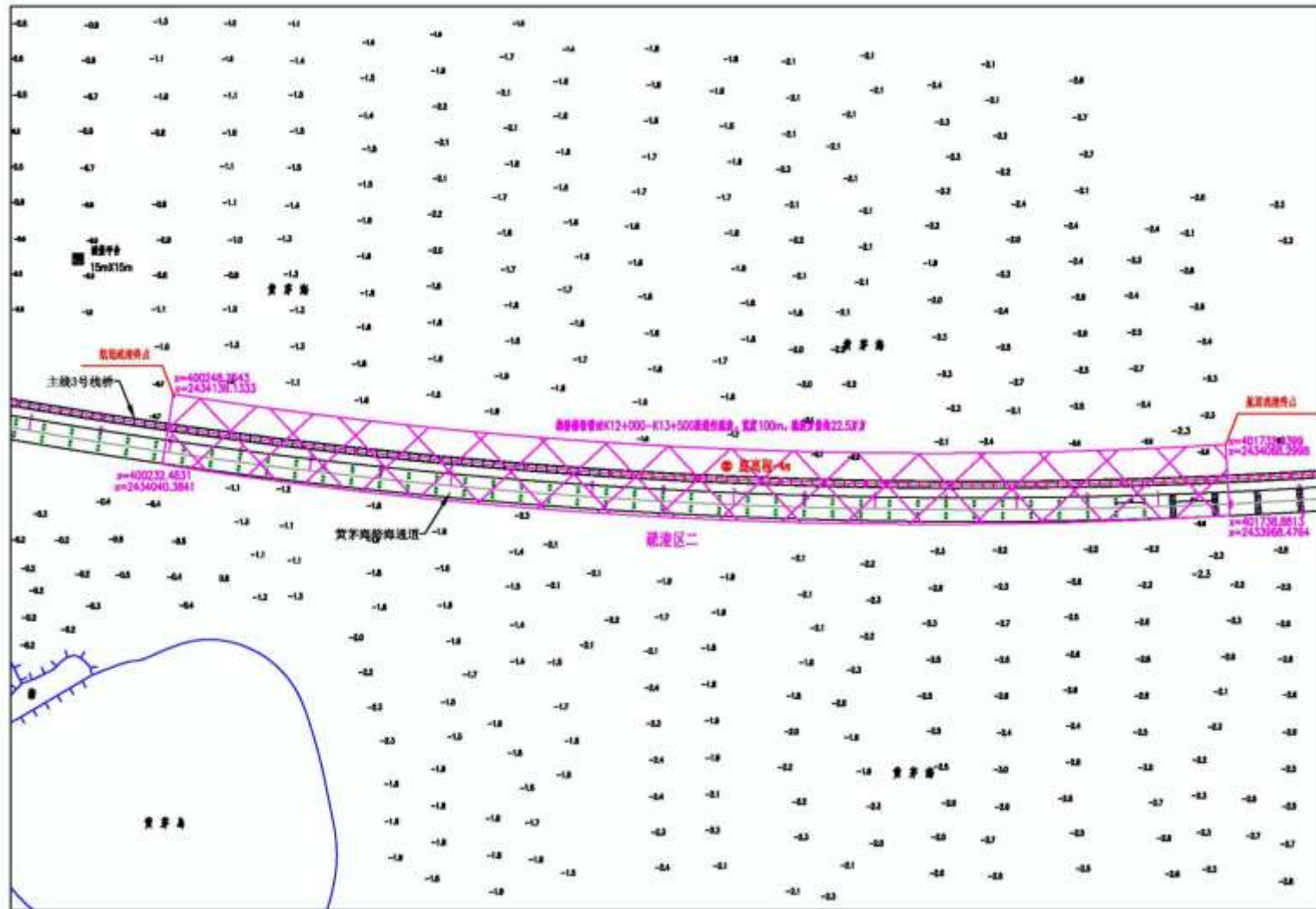


图 3.1.6-20 疏浚区二平面图（尺寸单位：m）

13. 项目施工机具

项目施工机具主要包括钻机、龙门吊、履带吊、驳船、桥面吊机、浮吊、架桥机，具体见下表。

表 3.1.6-10 本工程主要机械设备计划表

序号	机械名称	规格/型号	单位	数量	用途
1	回旋钻机	ZJD-4000/350C 钻机	台	30	索塔桩基施工
2	旋挖钻机	徐工 550D/三一 520D	台	36	滩引桥桩基施工
3	塔式吊机	1200t.m	台	5	主塔施工
4	塔式吊机	150t.m	台	18	高桥墩施工
5	履带吊	135t	台	42	墩身施工
6	履带吊	85t	台	14	辅助平台施工
7	履带吊	50t	台	14	周转材料
8	汽车吊	25t	台	21	材料起吊
9	龙门吊	80t	台	5	平台起吊作业
10	桁吊	50t	台	7	钢筋部品施工
11	桁吊	20t	台	24	钢筋棚内作业
12	浮吊	1500t	台	3	主墩施工
13	浮吊	200t	台	8	非通航孔桥施工
14	驳船	500t	艘	2	运输节段梁
15	打桩船		艘	4	桩基钢护筒
16	运输船		艘	10	砂石运输，钢材、模板等材料转运
17	交通船		艘	8	人员运输
18	浮吊	1200t	艘	2	钢围堰吊装
19	浮吊	1200t	艘	2	钢箱梁吊装
20	浮吊	2000t	艘	1	中引桥钢梁
21	驳船		艘	2	钢围堰运输
22	驳船		艘	10	主桥钢箱梁运输
23	驳船		艘	2	中引桥钢箱梁运输
24	运渣船	1500m ³	艘	15	钻渣转运
25	抓斗船	8m ³	艘	1	疏浚
26	泥驳	2000m ³		2	疏浚土装载、运输
27	施工电梯	SCQ200	台	5	主塔施工人员垂直运输
28	液压自爬升平台	6m/节	套	5	索塔施工
29	桥面吊机	300t	台	20	钢箱梁吊装
30	混凝土拌合站	HZS180m ³	套	16	混凝土拌和
31	粉料储存罐	200t	个	96	混凝土粉料储存

序号	机械名称	规格/型号	单位	数量	用途
32	罐车	12m ³	台	80	混凝土运输
33	装载机		台	24	
34	平板车		台	16	
35	架桥机	节段梁	台	3	
36	架桥机	小箱梁	台	6	
37	变压器	1000KVA	台	5	主墩施工供电
38	变压器	500KVA	台	16	施工供电
39	发电机组	800KW	套	5	主墩备用发电
40	发电机组	500KW	套	16	备用发电

3.1.6.5 筑路材料和运输条件

1. 砂料

本项目沿线附近砂料分布较少，主要采用机制砂及河砂，机制砂可从周边料场购买，河砂一般从西江、北江水运至项目周边料场码头。调查周边主要规模以上砂料场如下：

(1) 珠海大横建设工程有限公司

下属一砂场位于江门市斗门区沙堆镇劳动溪江边，机制砂日产量 3000 方，产量能满足项目需求，可采用船运至项目施工码头。下属二砂场位于高栏港平沙镇，距离珠海侧桥址 5km，可采用汽车运输。

(2) 新会市德芳建筑材料有限公司

下属龙口山石场位于江门市新会区虎坑河江边，距离项目约 55km，生产机制砂、河沙，机制砂日产量 8000-15000 方，产量能满足项目需求。下属九江沙场位于佛山市南海区，距离约 130km，出售中粗砂和水洗砂，可采用船运方式。

2. 石料

项目区域周边碎石资源较少，暂无可以利用的石场，周边可利用的碎石资源主要集中在江门市新会区、开平市等地区，也可从云浮、肇庆、梧州等地通过水路运到项目施工区域。周边主要调查料场如下：

(1) 新会大泽永鑫石业有限公司

位于新会大泽镇，石场产能较大，主要生产常用规格普通碎石、精品碎石，月产能约 30 万吨，有装船码头一座。

(2) 开平市锦兴矿业有限公司

位于广东江门市开平市砂塘镇。该石场月产能达 30 万吨，装船码头一座。主要生

产常见规格普通碎石及反击破碎石（精料），年生产能力约 200 万立方。

3. 路堤填料及其他筑路材料

本项目填挖方基本平衡，挖方略多，此外还有隧道开挖出渣，完全可满足本项目填方路段所需填料，还需设置弃土场 2 处，通过项目纵向短距离调运即可满足需求。

4. 面层骨料

沥青路面粗骨料主要来源有佛山三水狮岭石场（玄武岩）、封开江口石场（辉绿岩），料场产量较高，其性能指标可满足沥青路面的要求。

5. 钢材、木材、水泥、石灰、沥青

钢材、木材可考虑购于珠海、江门、中山等地购买。各种标号的水泥、钢材、钢绞线、木材均可从海、江门、中山等地购进。

3.1.6.6 土石方平衡

本工程土石方总开挖 320.37 万 m^3 （其中泥浆钻渣 51.03 万 m^3 ，建筑垃圾 0.73 万 m^3 ，土方 204.21 万 m^3 ，石方 64.40 万 m^3 ），总填方 231.44 万 m^3 （其中土方 159.34 万 m^3 ，石方 72.10 万 m^3 ），借方 93.91 万 m^3 ，余方 182.84 万 m^3 （含泥浆钻渣 51.03 万 m^3 ，建筑垃圾 0.73 万 m^3 ，土方 100.29 万 m^3 ，石方 30.78 万 m^3 ），总余方中约有 157.31 土石方运往桥底与互通空地范围回填利用或用于营造微地形使用，另有 25.53 万 m^3 土石方运往弃渣场堆放。

3.1.6.7 取土场设置

本项目设置取土场 2 处，占地面积共计 2 公顷，主要用地类型为林地。具体情况见表 3.1.6-11。

表 3.1.6-11 本项目取土场设置情况一览表

编号	桩号	具体位置	占地面积 (hm^2)	占地类型	运距 (km)	可取土量 (万 m^3)	取土量 (万 m^3)
1	K21+300	左 500m	12	林地	2	24	24
2	K16+000	左 3200m	1	林地	5	10	10

3.1.6.8 弃土场设置

本项目设置弃土场 1 处，占地面积约 30 公顷，用地现状为鱼塘，具体情况见表 3.1.6-12。

表 3.1.6-12 本项目弃土场设置情况一览表

编号	桩号	具体位置	占地面积 (hm ²)	占地类型	集雨面积 (hm ²)	堆渣方式	渣场地貌
1	K2+600	左 300m	30	建设用地 现状为鱼塘	/	凹地填埋	平地
合计			30				

3.1.6.9 涉海工程临时设施平面布置和主要尺度

1. 主墩施工平台布置及尺度

主桥一共包含 2 座斜拉桥，高栏港大桥设计为主跨 700m 双塔双索面斜拉桥，有 2 个主墩平台。

黄茅海大桥设计为主跨 2×720m 双塔双索面斜拉桥，有 3 个主墩平台。

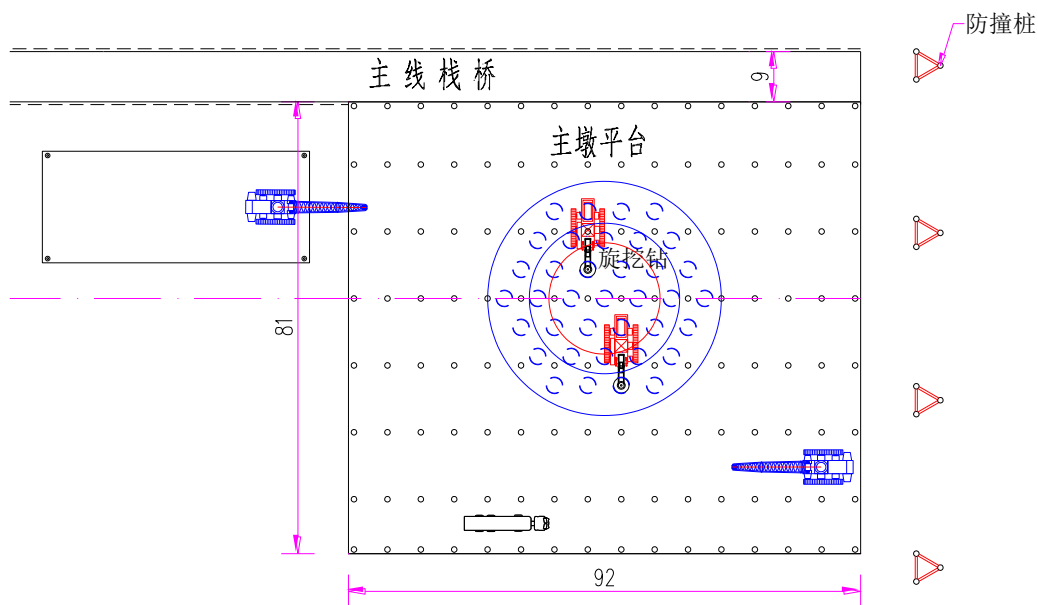
平台尺寸：纵向长×横桥向宽=92m×81m，右侧紧靠主栈桥。

平台顶面标高：+6.5m。

钻孔平台采用 Φ1020×10mm 钢管桩作为基础，钢管桩间设置双拼槽 40a 型钢剪刀撑，钢管桩顶部及钢护筒之间设置 3HN600 型钢作为贝雷桁架承重梁。利用贝雷桁架作为主梁，横桥向布置，标准花架连接，贝雷桁架顶面布置工 25a 型钢，间距 30cm，面板采用 δ10mm 厚花纹钢板做为面板，面板与分配梁焊接固定。

钻孔平台钢管桩平均长度 60m，入土深度平均 50m。

主墩施工平台平面图



主墩施工平台立面图

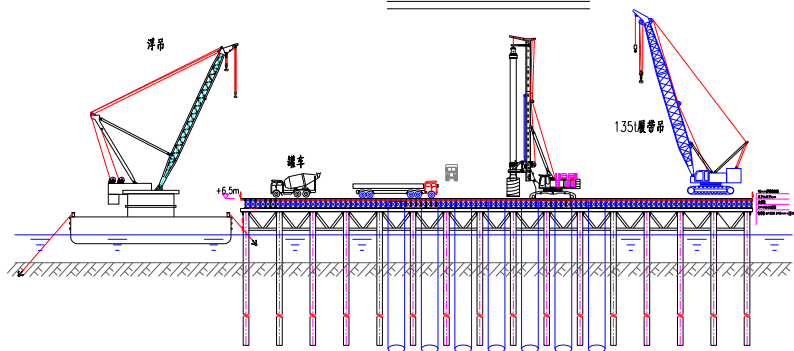


图 3.1.6-21 主墩施工平台平面及立面图



图 3.1.6-22 主墩施工平台例图

2. 临时栈桥布置及尺度

(1) 东栈桥（1号栈桥）

东栈桥（1#栈桥）桩号范围：位于 K2+787.5~K3+660.5 右侧，长度 873m。栈桥内侧边线距离主桥投影边线 5m，栈桥净宽 9m。

栈桥每 120m 长设分联墩。伸缩缝 0.1m。

桩间平联采用[]40a 槽钢；

桩顶承重横梁采用 3HN600×200 型钢；

横梁之上的纵梁采用 321 型贝雷梁，横向布置 13 条，纵向采用销子连接、横向之间采用花架+螺栓连接。纵梁与横梁之间，采用[]10 卡夹限位。

贝雷梁之上横向安装工 25b 分配梁，分布间距 35cm，工 25b 与贝雷梁之间采用 M14 螺栓连接固定。

之上铺装 10mm 厚花纹钢板。

栈桥布置如图 3.1.6-21~图 3.1.6-22。

(2) 中栈桥（2号栈桥）

中栈桥（2号栈桥）桩号范围：位于 K4+419.5~K6+810.5 右侧，长度 2391m。栈桥内侧边线距离主桥投影边线 5m，栈桥净宽 9m。

栈桥每 120m 长设分联墩。伸缩缝 0.1m。

桩间平联采用[]40a 槽钢；

桩顶承重横梁采用 3HN600×200 型钢；

横梁之上的纵梁采用 321 型贝雷梁，横向布置 13 条，纵向采用销子连接、横向之间采用花架+螺栓连接。纵梁与横梁之间，采用[]10 卡夹限位。

贝雷梁之上横向安装工 25b 分配梁，分布间距 35cm，工 25b 与贝雷梁之间采用 M14 螺栓连接固定。

之上铺装 10mm 厚花纹钢板。

栈桥布置如图 3.1.6-23~图 3.1.6-24。

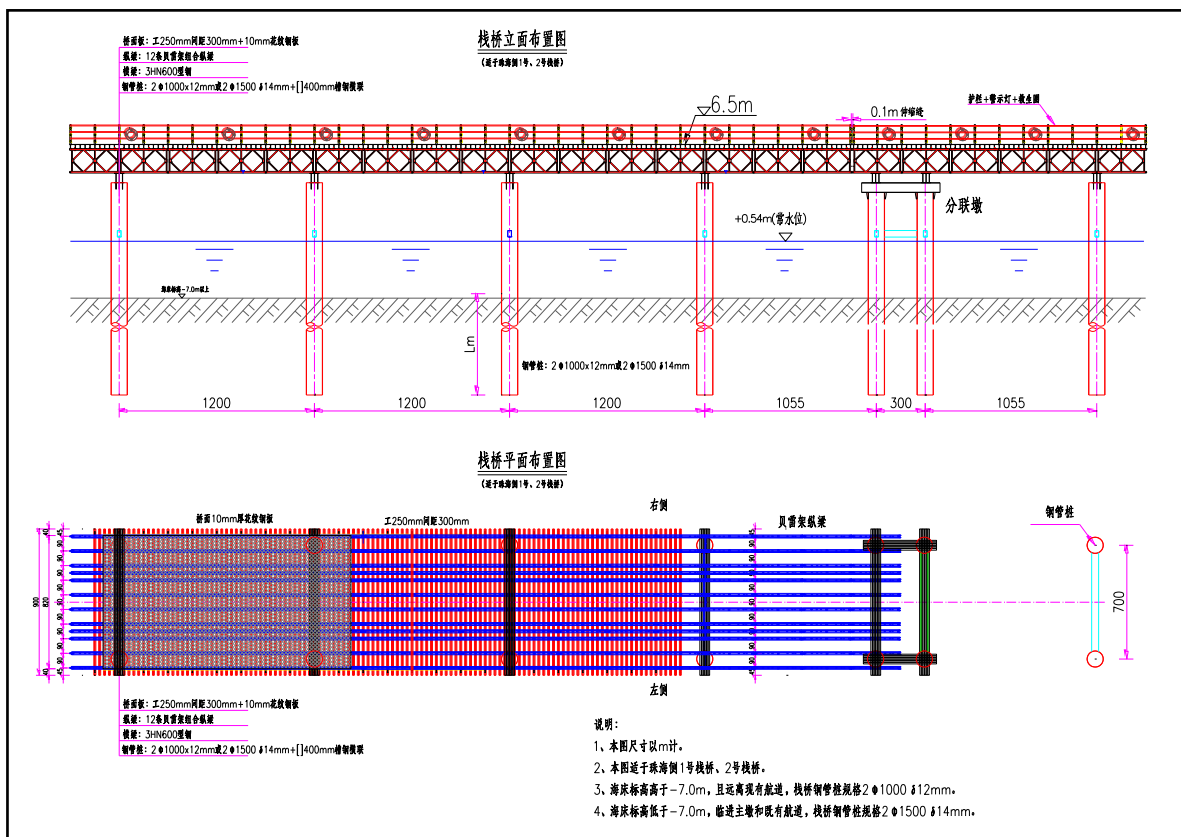


图 3.1.6-23 珠海侧 1 号、2 号栈桥纵向平面、立面一般布置图（桥宽 9m）

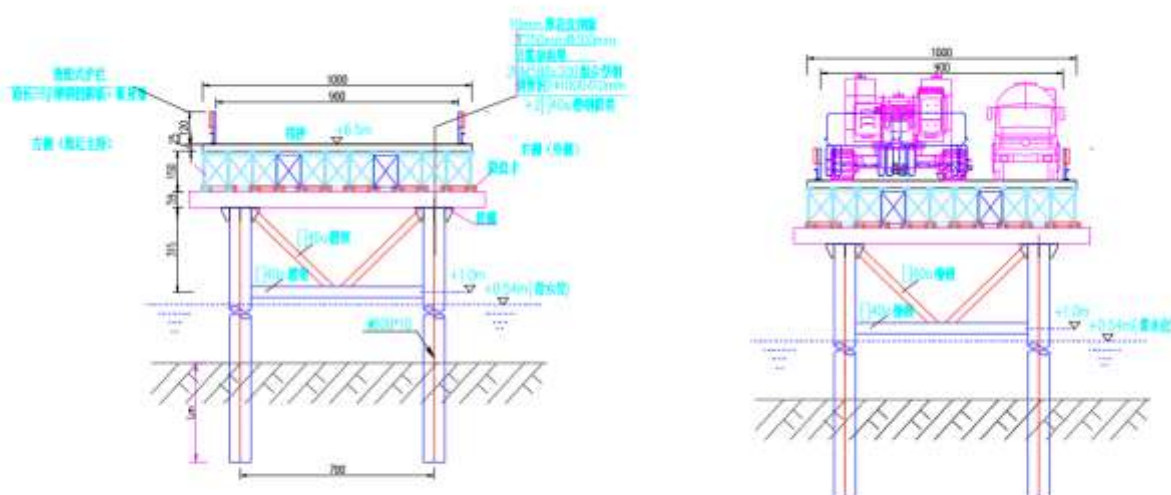


图 3.1.6-24 珠海侧 1 号、2 号栈桥横立面图（桥宽 9m）

（3）西栈桥（3 号栈桥）

西栈桥（3#栈桥）桩号：位于 K7+460~K16+920 右侧，长度 9460m，净宽 9m。

栈桥每 120m 长设分联墩。伸缩缝 0.1m。

桩间平联采用[]40a 槽钢；

桩顶承重横梁采用 3HN600×200 型钢；

横梁之上的纵梁采用 321 型贝雷梁，横向布置 13 条，纵向采用销子连接、横向之间采用花架+螺栓连接。纵梁与横梁之间，采用[]10 卡夹限位。

贝雷梁之上横向安装工 25b 分配梁，分布间距 35cm，工 25b 与贝雷梁之间采用 M14 螺栓连接固定。

之上铺装 10mm 厚花纹钢板。

栈桥布置如图 3.1.6-25~图 3.1.6-26。

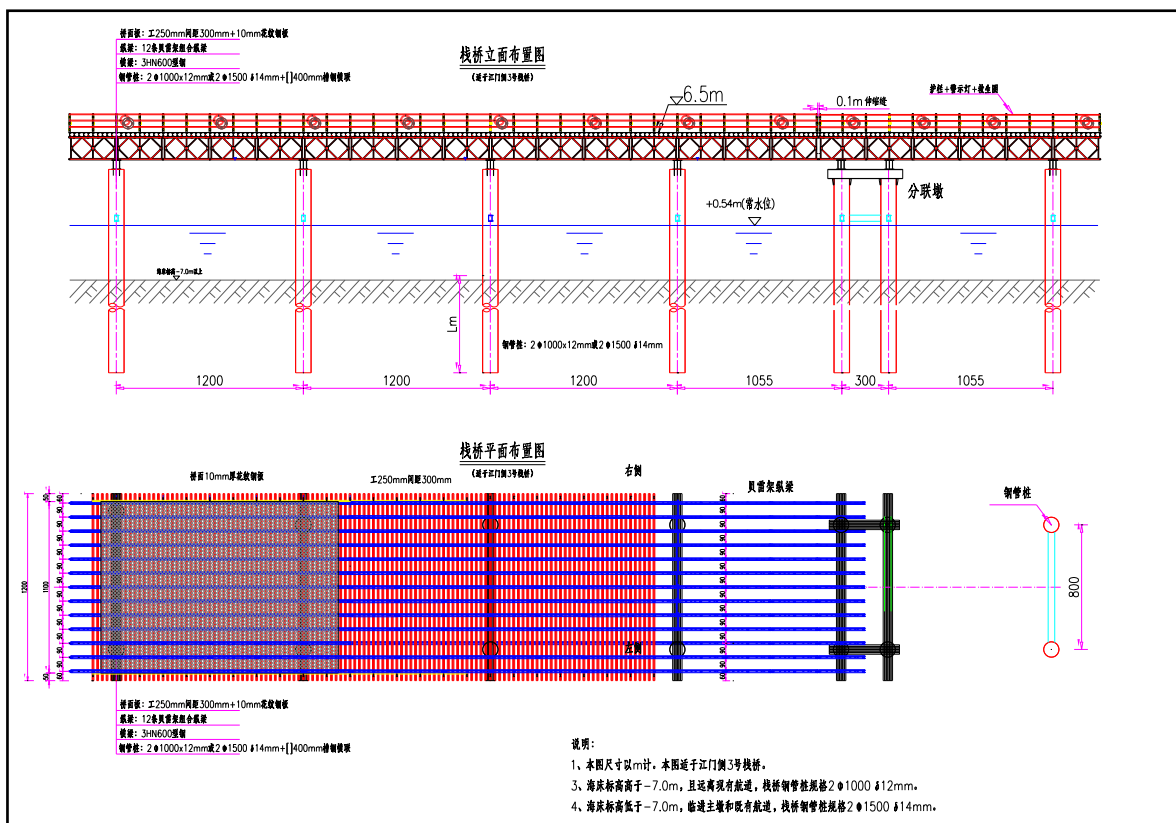


图 3.1.6-25 江门侧 3 号栈桥纵向平面、立面一般布置图 (桥宽 12m)

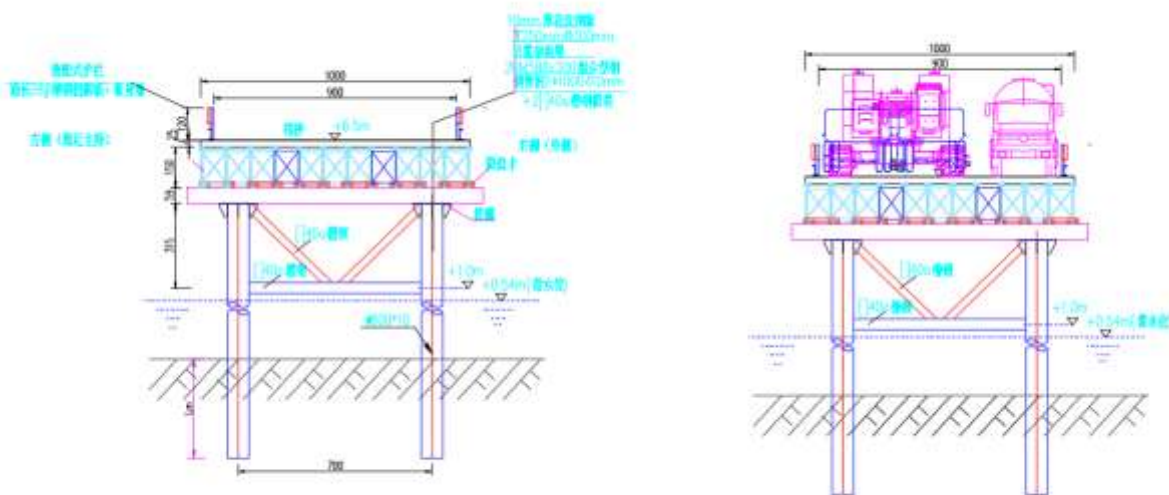


图 3.1.6-26 江门侧 3 号栈桥横立面图 (桥宽 9m)

3. 出梁及材料码头布置及尺度

出梁及材料码头位置综合考虑了相关规划、外部交通及水陆域自然条件, 依托黄茅海跨海通道珠海侧 550 亩建设用地需求。出梁及材料码头位于项目南侧 3.3 km, 距三一

重工码头南侧 1.8 km。出梁及材料码头平面布置见下图。

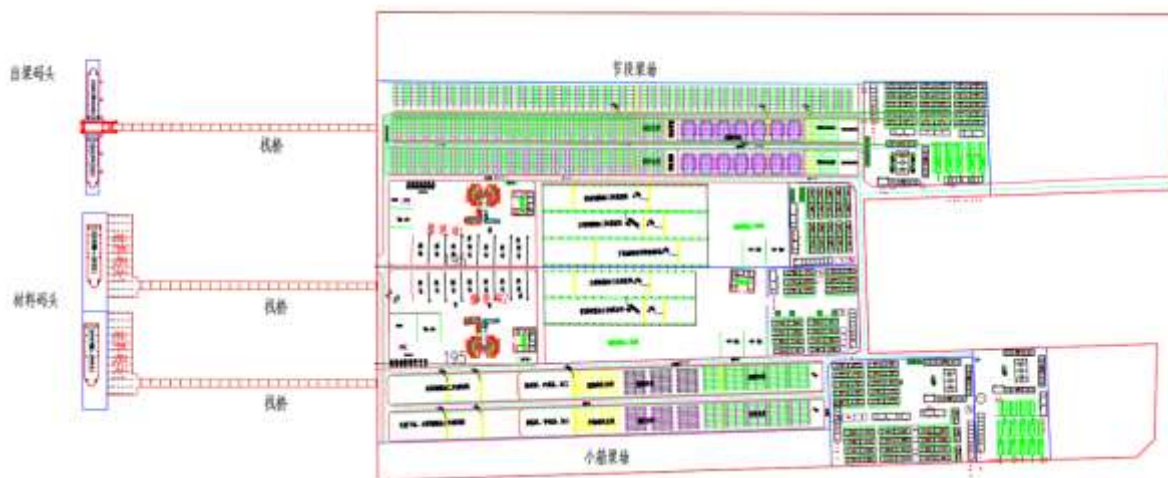


图 3.1.6-27 出梁及材料码头总平面布置图

(1) 陆域布置

出梁及材料码头后方陆域为 700 亩建设场地，按照不同功能及桥梁建设需求主要分为 9 个区域，分别为节段梁预制场、办公生活区 1、搅拌站 1（主要用于节段梁预制混凝土制作）、钢筋场 1（用于节段梁钢筋加工）、节段梁预留区、搅拌站 2（主要用于桥梁主体结构混凝土生产）、钢筋场 2（桥梁主体结构钢筋加工）、材料堆场、办公生活区 2。陆域工程设置见下表。

表 3.1.6-13 陆域工程设置一览表

序号	项目	单位	数量	备注
1	节段梁预制场	m ²	149865	
2	办公生活区 1	m ²	51500	
3	搅拌站 1	m ²	34544	主要用于节段梁预制混凝土制作
4	钢筋场 1	m ²	27178	用于节段梁钢筋加工
5	节段梁预留区	m ²	65488	
6	搅拌站 2	m ²	29829	主要用于桥梁主体结构混凝土生产
7	钢筋场 2	m ²	38395	用于桥梁主体结构钢筋加工
8	材料堆场	m ²	16500	
9	办公生活区 2	m ²	33750	

(2) 水域布置及尺度

三个码头总长约 455m，包括两个材料码头，一个节段梁出梁站。

材料码头采用靠船平台加系缆墩的形式进行布置。其中靠船平台长 100m，宽 25 m，顶标高+7.0m。码头与陆域采用长 306 m、宽 7 m 的临时栈桥连接。引桥标高从码头侧 +7m 逐渐过渡至陆域 3.5m。材料码头停泊水域总长 240 m，宽 30 m，总面积 7200 m²。

节段梁出梁码头采用靠船墩加提梁门架的形式布置，设置两个临时泊位，每个泊位长约 75m。栈桥延伸至提梁门架下方，出梁至栈桥提梁点，由 250t 提梁吊机提升节段梁转移至出梁船。出梁码头停泊水域长 73 m，宽 16 m，面积 1168 m²，两片水域面积一致，共计 2336 m²。

码头前沿近期设计水深 5m。回旋水域布置在码头西侧，直径为 200 m。由于本工程方案航道水深基本达到 5 m，因此整个工程只需要在停泊水域及港池进行局部疏浚。

码头水域平面布置见图 3.1.6-28，典型断面见图 3.1.6-29~图 3.1.6-32，设计代表船型见表 3.1.6-14。

表 3.1.6-14 设计代表船型

船舶类别	船舶吨级 DWT (t)	主尺度 (m)				备注
		总长	型宽	型深	满载吃水	
甲板驳	2500	77	16	4	2.8	
出梁船	1000	62	13.8	3.2	2.1	

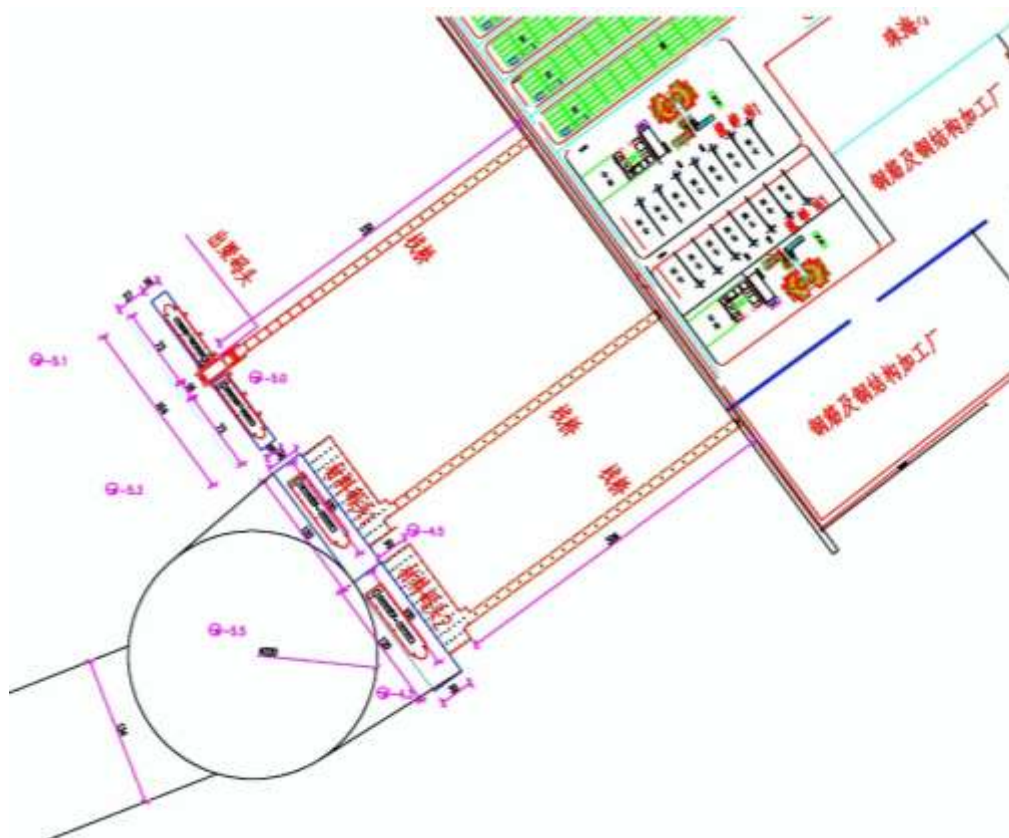


图 3.1.6-28 码头水域平面布置图

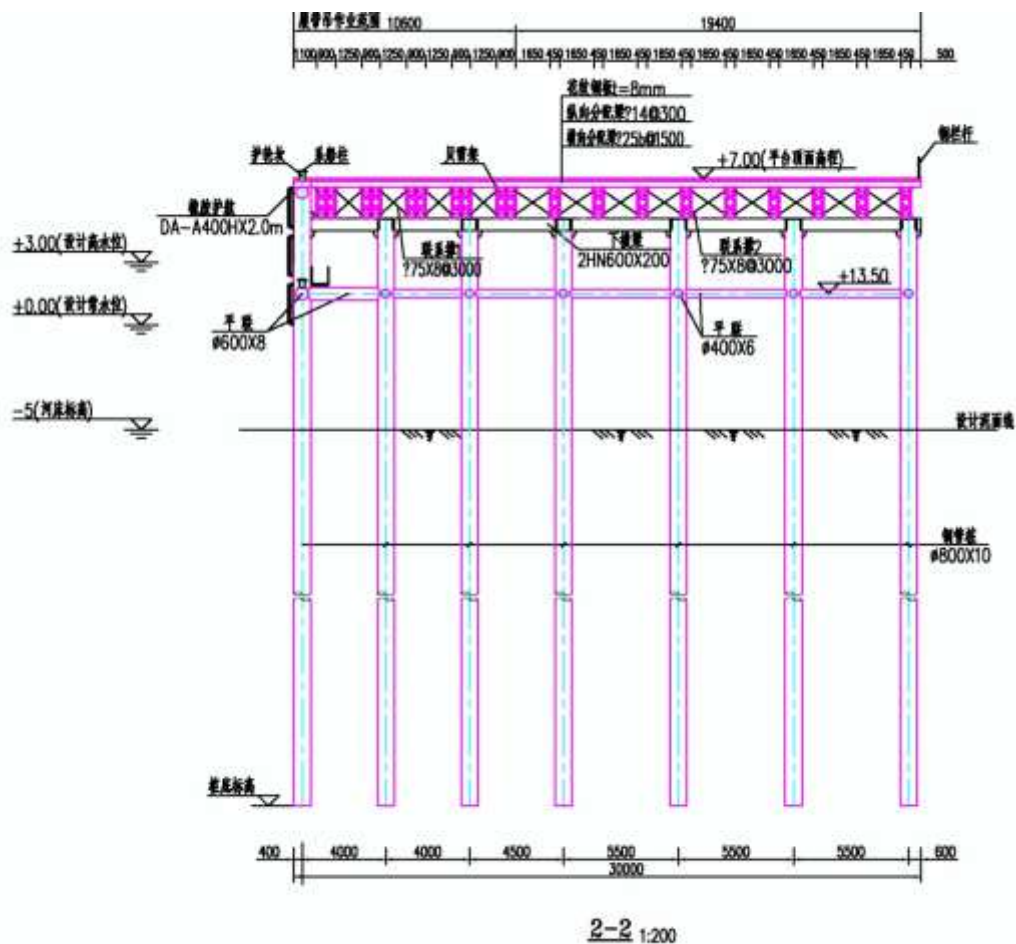


图 3.1.6-29 材料码头断面图

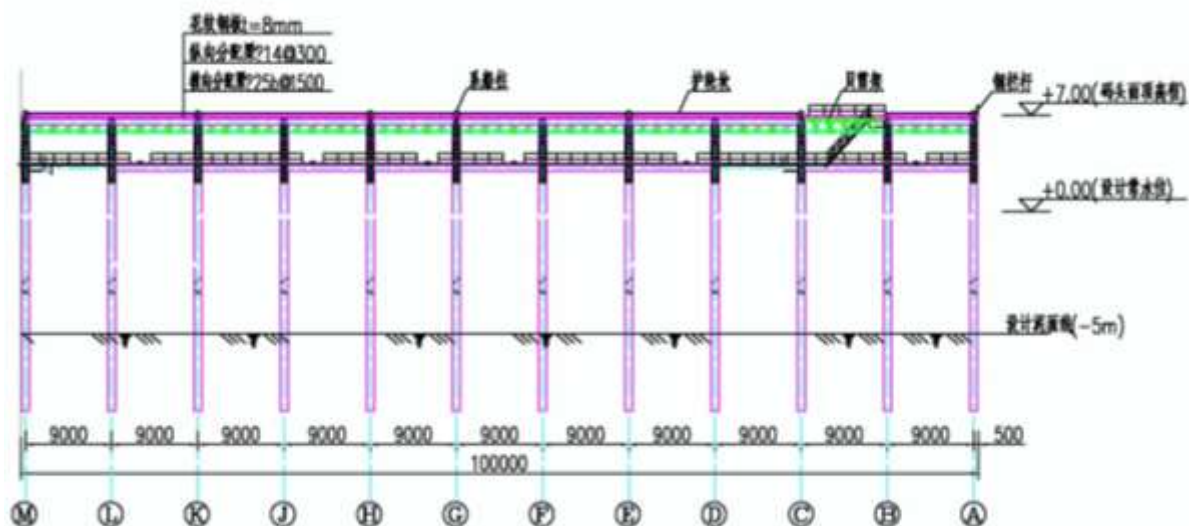


图 3.1.6-30 材料码头立面图

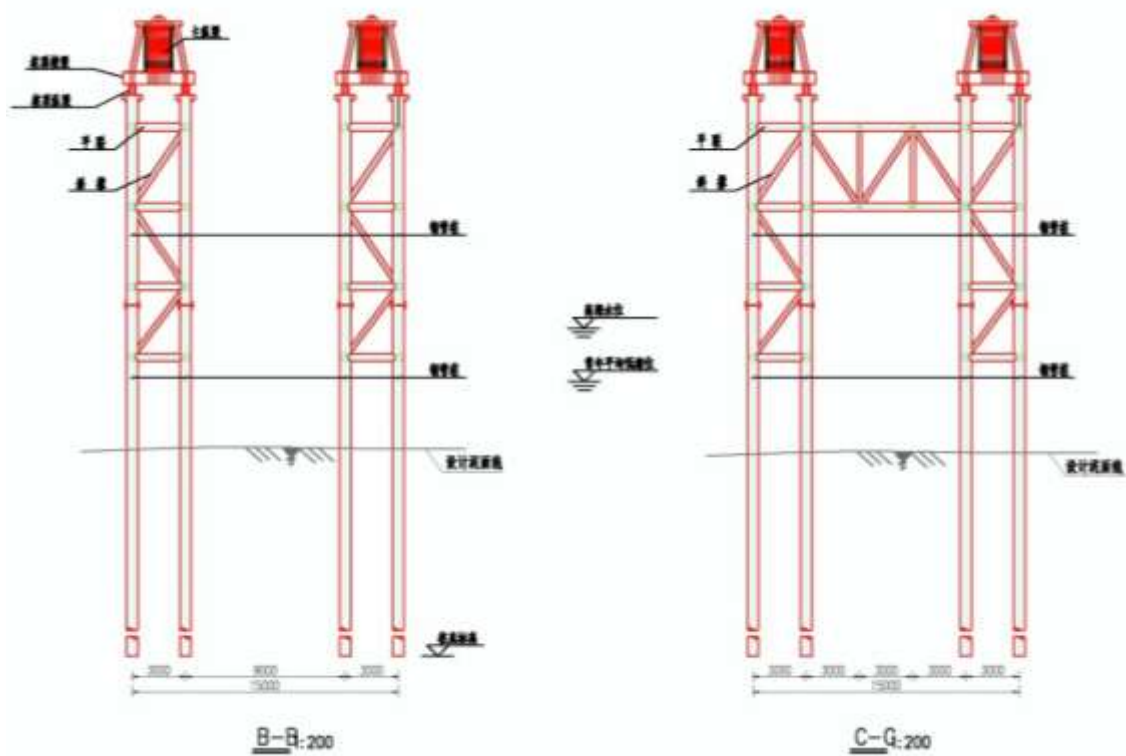


图 3.1.6-31 出梁码头断面图

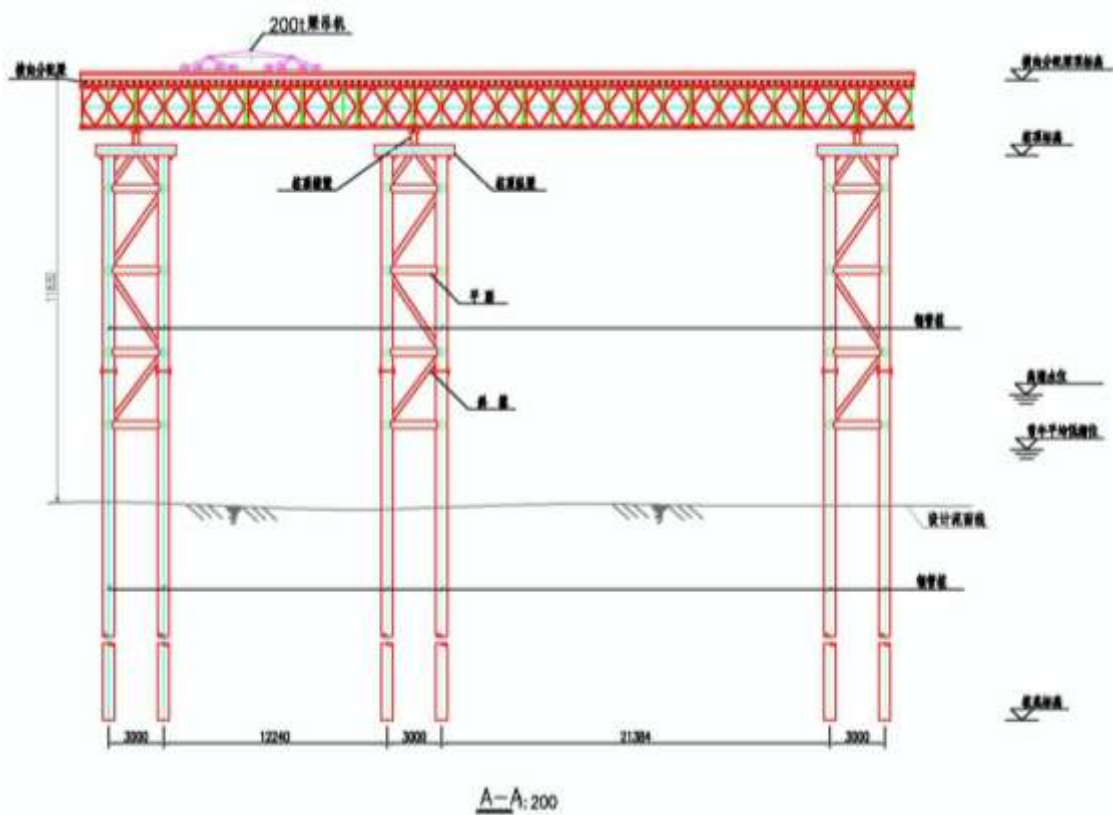


图 3.1.6-32 出梁码头立面图

1) 码头尺度

① 泊位长度

本工程拟建设 2 个 2500 吨级临时泊位，2 个节段梁出梁站临时泊位，满足黄茅海项目建设期间地材、钢材供应及梁段出运。码头泊位长度按中华人民共和国行业标准《海港总体设计规范》(JTJ 165-2013) 进行计算，本工程单个材料码头泊位长度取为 100m，出梁码头临时泊位 75m。

② 码头前沿顶高程

靠船平台高程：靠船平台顶层高程按交通部颁《海港总体设计规范》(JTJ 165-2013) 进行计算，材料码头与出梁码头尾端顶面高程取为+7.0 m。

③ 码头前沿停泊水域

材料码头前沿停泊水域宽度按 2 倍设计船型船宽设计，取为 32 m。

为管理方便，材料码头与出梁码头前沿水深统一取为-5 m。码头结构水深按将来靠泊 2500t 级甲板驳进行预留设计。

2) 回旋水域尺度

回旋圆直径：按交通部颁《海港总体设计规范》(JTJ 165-2013) 的规定，结合本港区自然条件的实际情况，回旋圆直径按 2.5 倍 2500 吨级船长设计，取为 220 m。

回旋圆设计水深及底标高：回旋水域设计水深及底高程与航道计算相同，具体计算见航道。

(4) 拌合平台、材料码头布置及尺度

水上拌合平台、材料码头为一个整体的平台。东侧、西侧海上各一个，位于主线右侧，紧靠主线栈桥在主墩附近。每个平台分成两个区域：拌合站区域、材料码头区域。另西侧靠引桥区域布置一个单独材料码头。

1) 混凝土水上拌合平台及其材料码头

紧接沿线主栈桥，拌合平台长 100m，宽 105m。

拌合平台主要设施包括：2×180HSZ 拌合机、砂及碎石料仓、砂石料卸船皮带输送机、粉料罐、水箱、污水处理中心、停车区、值班室卫生间、消防设施、场内道路等。水泥储料罐拉抗风索抵御台风。

材料码头紧接沿线主栈桥，码头长 30m，宽 105m，设材料运输船停靠区、停靠区范围 32m×105m。停靠区与码头之间设靠船桩。

水上材料码头包括：135 墩起重履带吊机、20t 门吊、材料存放区、场内道路、船舶停靠区等。履带吊规范操作，台风来临前，拉抗风索、放低臂杆，抵御台风。

2) 结构组成

平台、码头采用 $\Phi 1000 \times 12\text{mm}$ 钢管桩

桩顶为 $2\text{HM}588 \times 300\text{mm} + \Phi 426 \times 5\text{mm}$ 钢管平联+[280mm 剪刀撑。

之上为贝雷架纵梁

之上为工 250mm，分布间距 300mm；

之上为 10mm 花纹钢板。

四周临边设护栏，平台四周救生设施、航标灯。

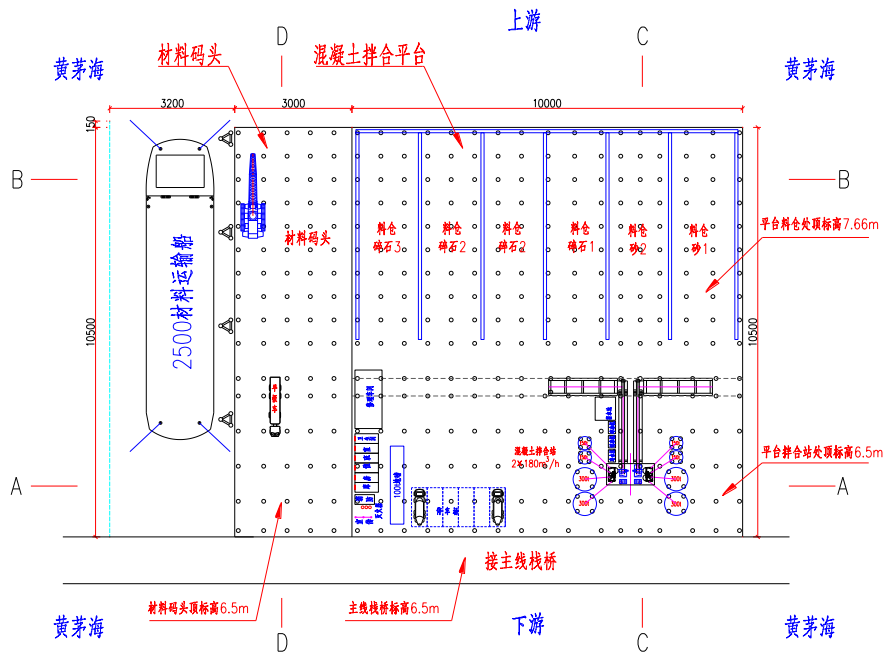


图 3.1.6-33 水上拌和平台、材料码头平面布置图（尺寸单位 cm）

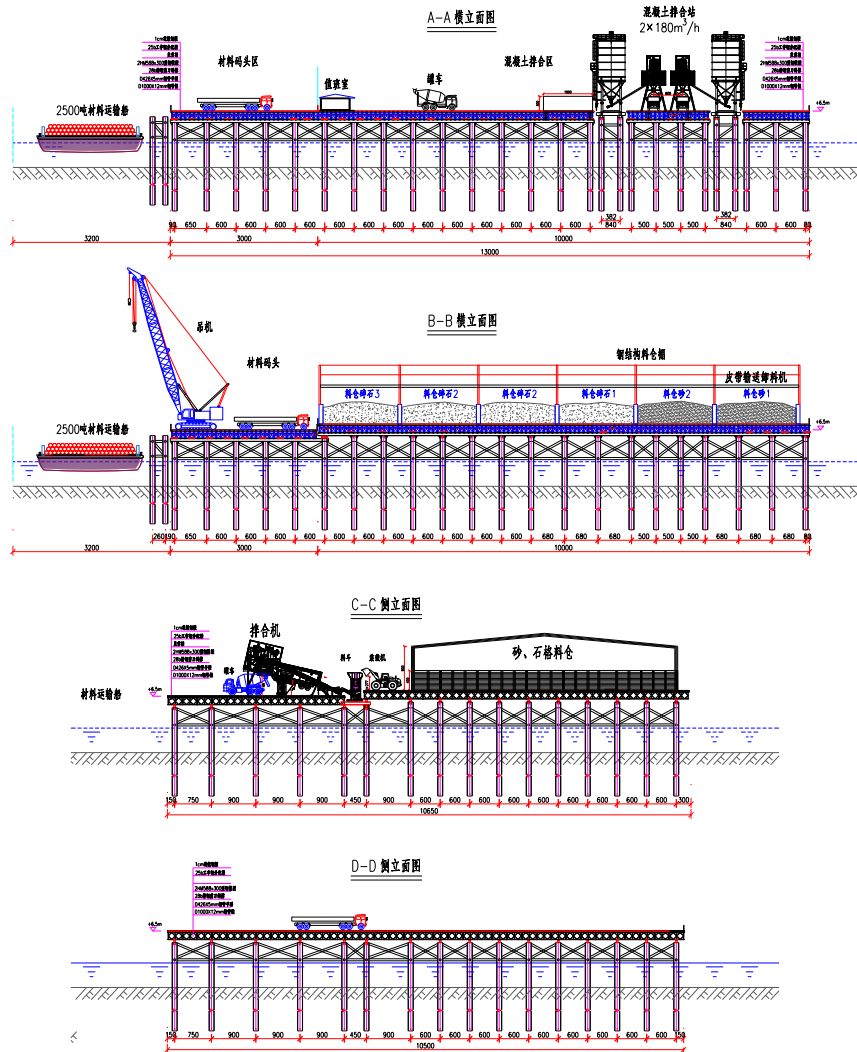


图 3.1.6-34 水上拌和平台、材料码头立面图（尺寸单位：cm）

3) 西侧材料码头 2

材料码头紧接沿线主栈桥，码头长 30m，宽 100m，设材料运输船停靠区、停靠区范围 32m×105m。停靠区与码头之间设靠船桩。

水上材料码头包括：135 墩起重履带吊机、20t 门吊、材料存放区、场内道路、船舶停靠区等。履带吊规范操作，台风来临前，拉抗风索、放低臂杆，抵御台风。

4) 结构组成

码头采用 $\Phi 820 \times 14\text{mm}$ 钢管桩，靠船桩采用 $\Phi 1020 \times 14\text{mm}$ 钢管桩
桩顶为 $2\text{HM}588 \times 300\text{mm} + \Phi 426 \times 6\text{mm}$ 钢管平联。

之上为贝雷架纵梁

之上为工 250mm，分布间距 300mm；

之上为 10mm 花纹钢板。

四周临边设护栏，平台四周救生设施、航标灯。

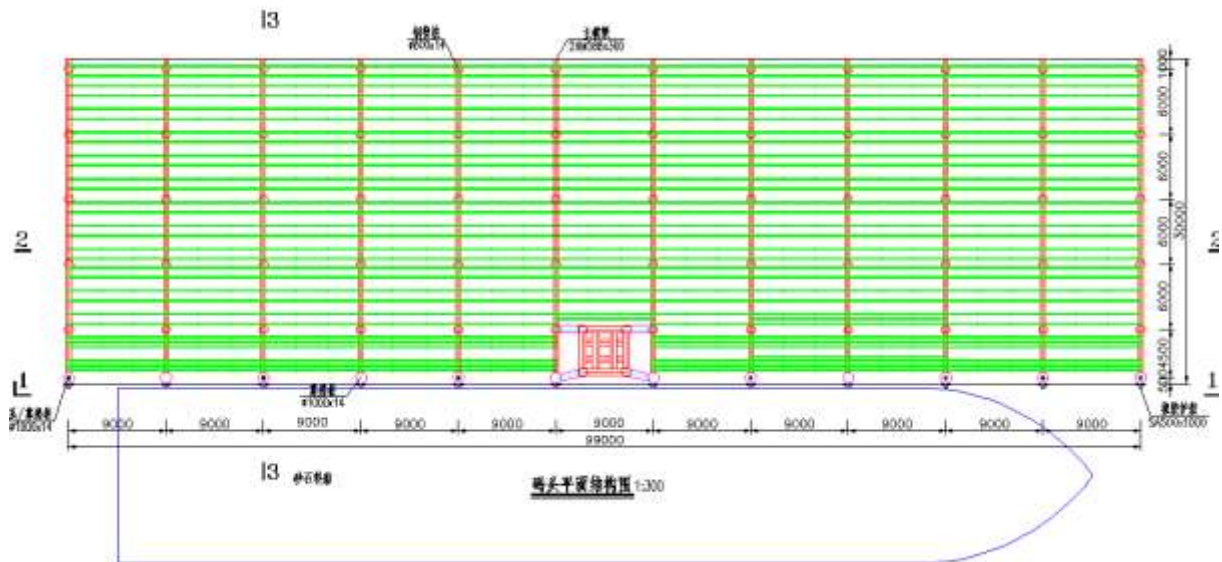


图 3.1.6-35 水上材料码头片面图（尺寸单位：mm）

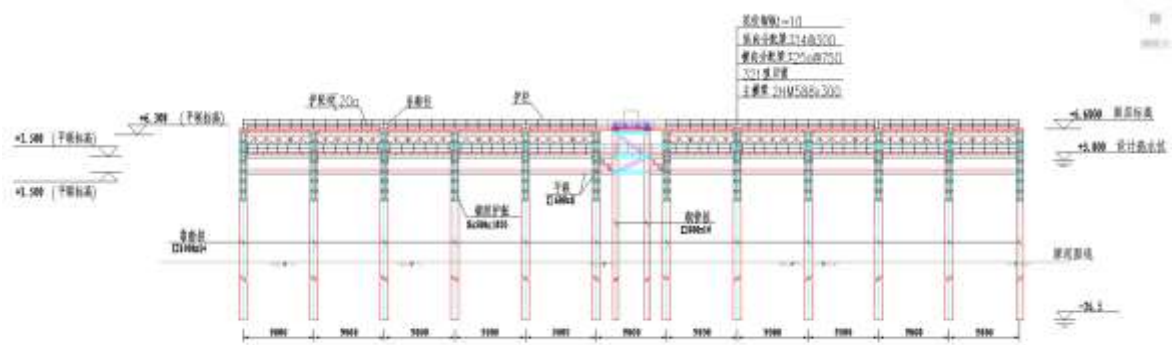


图 3.1.6-36 水上材料码头立面图（尺寸单位：mm）

(5) 生活及办公平台布置及尺度

水上生活平台，东侧、西侧海上各一个，位于主线右侧，紧靠主线栈桥。

每个生活平台包括：现场办公室、现场试验室、值班宿舍、食堂、卫生间、消防设施、场内道路等。

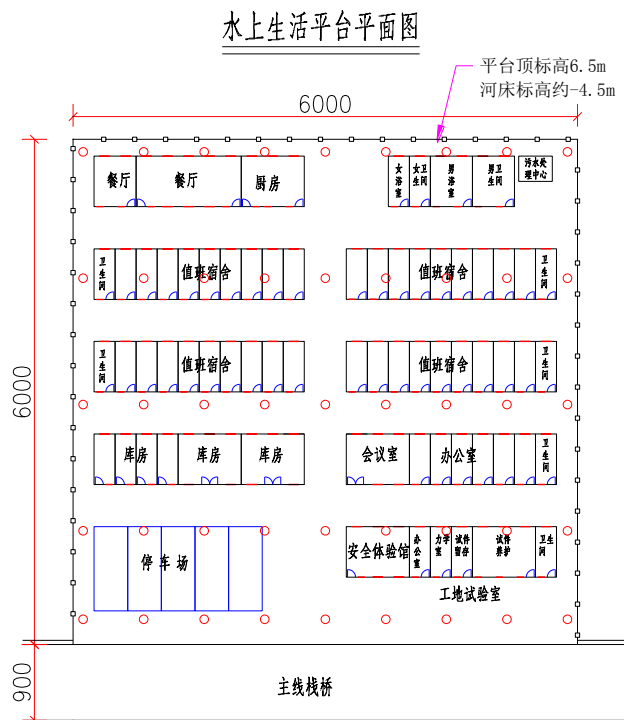


图 3.1.6-37 水上生活及办公平台平面布置图 (尺寸单位: cm)

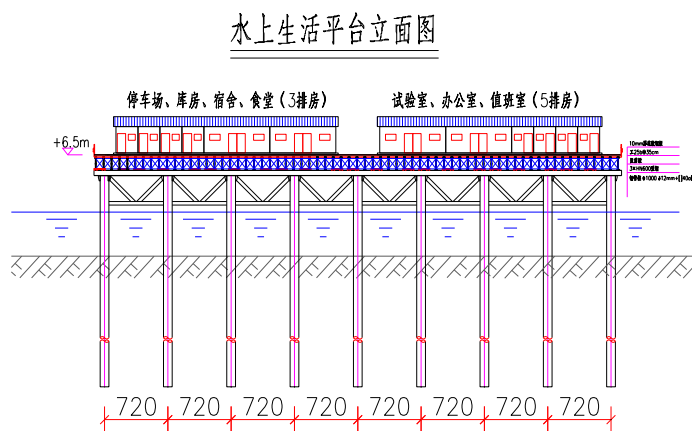


图 3.1.6-38 水上生活及办公平台立面图 (单位: m)

(6) 提梁码头布置及尺度

东提梁码头桩号位置: 位于 K3+110, 长度 130m, 与主线垂直; 西提梁码头桩号位置: 位于 K11+090, 长度 130m, 与主线垂直。提梁码头设运梁支栈桥、跨栈桥门吊、靠船桩、运粮船停靠区。

支栈桥宽 9m, 与主栈桥垂直平交, 支栈桥在平交处加宽为 27m。

支栈桥基础采用每排 2 根 $\Phi 1000 \times 12\text{mm}$ 钢管桩；加宽处钢管桩 4 根/排。
 提梁门吊净宽 30m，跨运梁支栈桥，两侧立柱为 $4\Phi 1000 \times 12\text{mm}$ 钢管桩。
 桩间平联采用 $\Phi 426 \times 5\text{mm}$ 钢管+[250mm 槽钢剪刀撑；
 桩顶承重横梁采用 3HN600 \times 200mm 型钢。

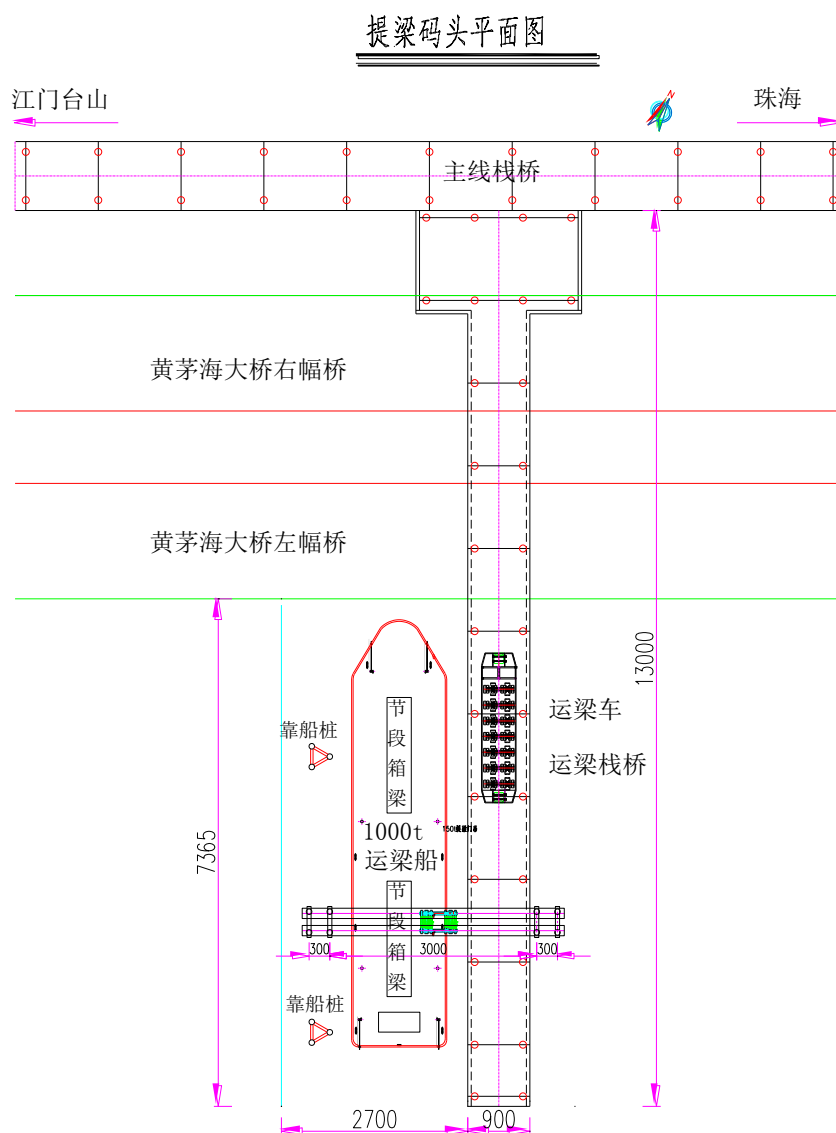


图 3.1.6-39 提梁码头平面图（单位尺寸：cm）

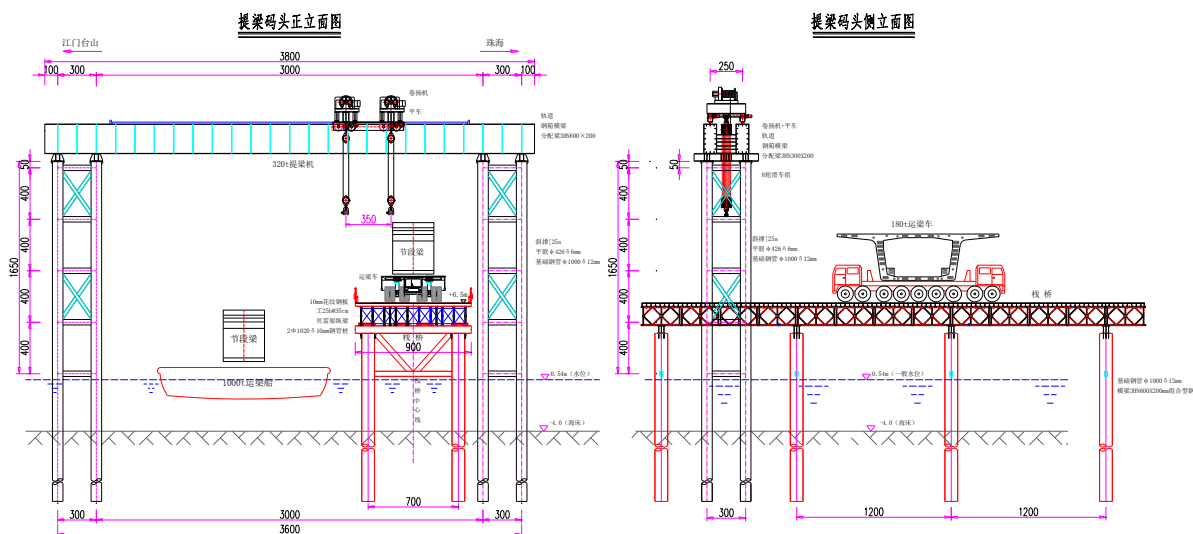


图 3.1.6-40 提梁码头立面图 (单位尺寸: cm)

(7) 临时防撞设施布置及尺度

临时防撞设施位于现有通航航道两侧，靠主墩平台外围，插打每组 3 根钢管桩，每个平台外侧设 3 组，防止船舶撞击主墩平台。临时防撞墩结构如图 2.2.2-32 所示。

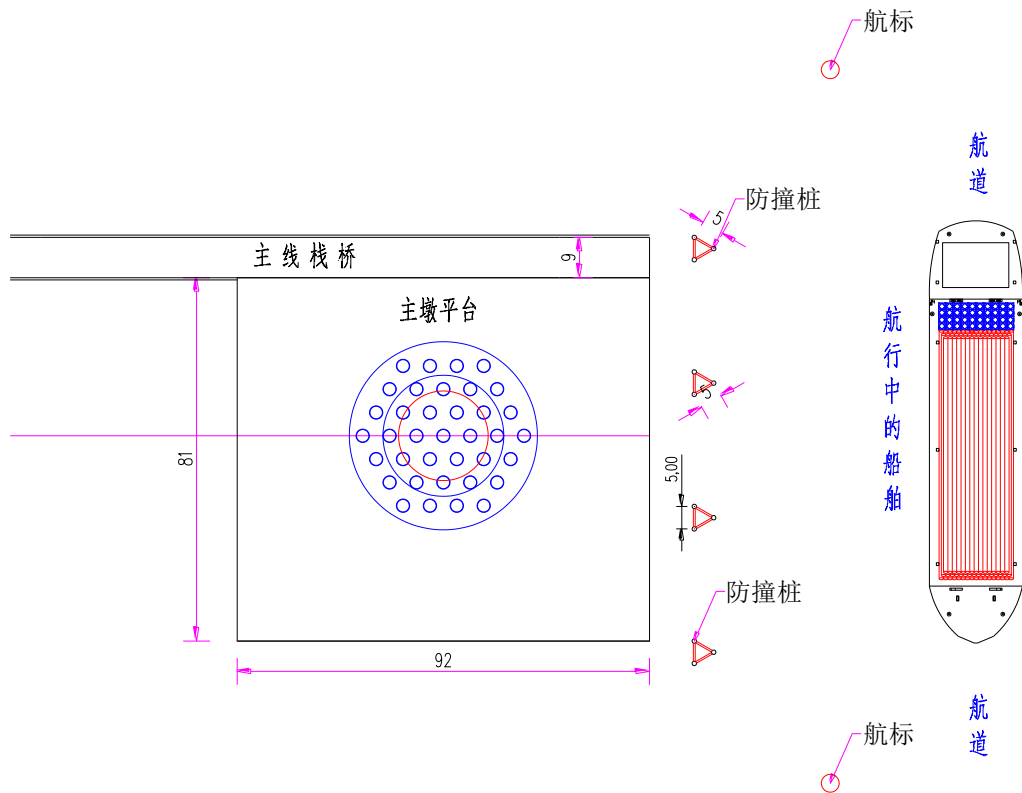


图 3.1.6-41 临时防撞设施布置图 (尺寸单位: m)

(8) 测量平台布置及尺度

黄茅海设置 5 个水中测量平台，用于大桥的测量控制。平台尺寸平面为 15m×15m，每个测量平台设 7 根 $\Phi 1.5\text{m}$ 钢管桩，桩顶设钢筋砼承台。具体布置图如图 3.1.6-42。

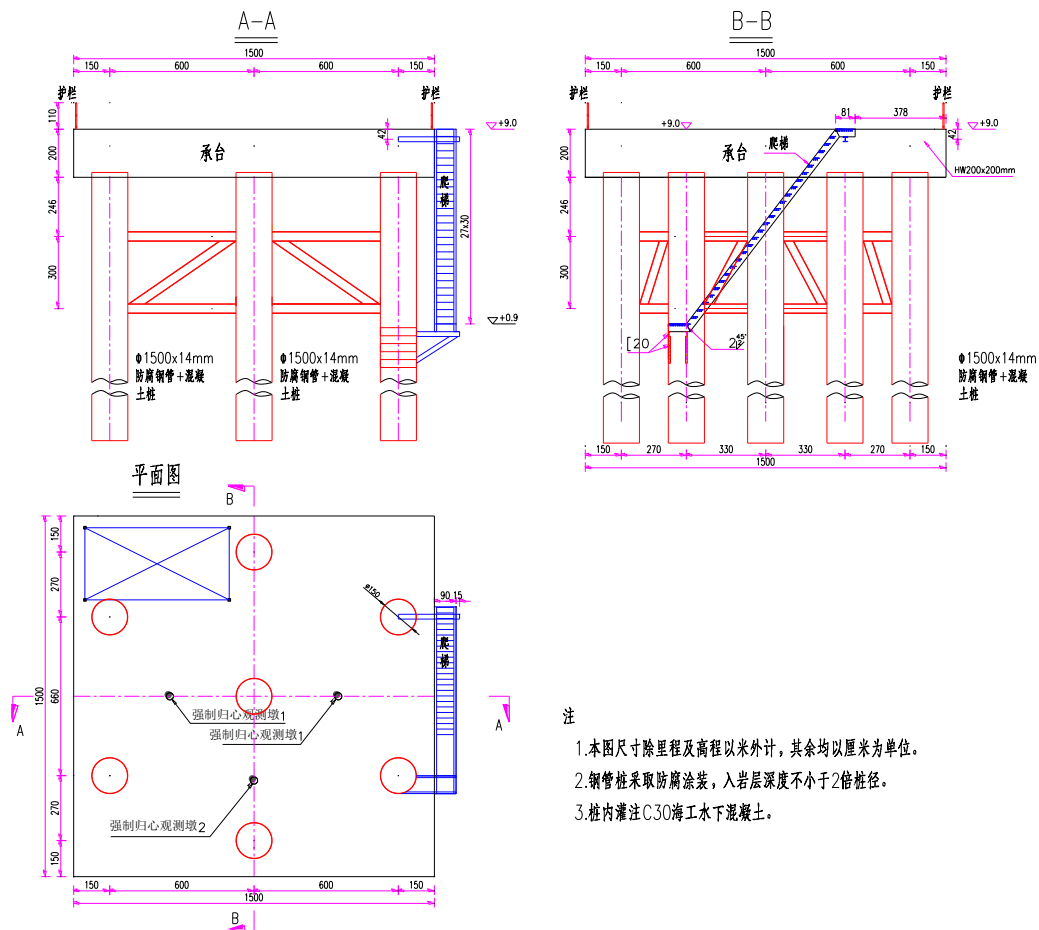


图 3.1.6-42 水上测量平台结构图（尺寸单位：cm）

3.1.6.10 施工工区

本项目共设置 14 个施工工区，临时占地面积总计 189.79 公顷，具体布置见表 3.1.6-15 及图 3.1.6-43。

表 3.1.6-15 本项目施工工区设置情况一览表

编号	桩号	主要用途	具体位置	占地面积 (hm ²)		用地类型
				永久占地	临时占地	
1	K1+000-K2+000	桥梁预制场（含项目部、钢筋加工场、拌合站）	左 3300m		158.6	二类工业用地
2	K21+300	桥梁预制场（含预制场拌合站）	左 200m		8	林地

编号	桩号	主要用途	具体位置	占地面积 (hm ²)		用地类型
				永久占地	临时占地	
3	K21+300	钢筋加工厂 (含工人住宿区、拌合站)	左 200m		2.2	林地
4	K21+400	施工主营地 (含工人住宿区)	左 200m		9.6	林地
5	K28+600	项目经理部	左 100m		1.02	林地
6	K26+100	工区驻地	左 140m		0.35	林地
7	K26+150	1#施工队驻地	左 100m		0.44	林地
8	K28+650	2#施工队驻地	左 100m		0.66	林地
9	K26+150	1#拌和站	左 150m		1.60	林地、少量房屋
10	K28+450	2#拌和站	左 150m		1.98	林地
11	K25+800	1#预制场	左 80m		1.34	林地
12	K28+550	2#预制场	左 60m		3.34	林地、少量房屋
13	K26+050	1#钢筋场	左 60m		0.30	林地、少量房屋
14	K28+360	2#钢筋场	左 125m		0.36	林地
合计					189.79	

3.1.6.11 施工道路

本项目施工便道设置情况:

- (1) 珠海侧 3km 施工便道, 沿-K0+200~K2+800 主线右侧布置, 宽度 7m。
- (2) 乡道 347 至栈桥桥台 K17+100 左右, 红线外便道 1.4km, 便道宽度 10m。
- (3) 乡道 347 至主线 K19+100 左右 (赤溪东互通接主线), 红线外便道 700m, 便道宽度 4.5m, 200m 设一处错车道。
- (4) 乡道 347 至主线 K21+000 左右, 红线外便道 200m, 便道宽度 4.5m, 200m 设一处错车道, 红线内 920m, 便道宽度 6m。
- (5) 乡道 347 至 K22+200 及 K22+800 左右, 红线外便道 1.3km, 便道宽度 4.5m, 200m 设一处错车道, 红线内 425m, 便道 1.3km, 便道宽度 6m。
- (6) 乡道 347 至狮山隧道进口, 红线外便道 1km, 便道宽度 4.5m, 200m 设一处错车道。
- (7) 乡道 347 至狮山隧道出口、象山隧道进口、赤溪西桥, 红线外便道 3.2km, 红线内便道 1.1km, 便道宽度 4.5m, 200m 设一处错车道。
- (8) 唐美村村道至象山隧道出口、中和互通, 红线外便道 8.4km, 红线内便道 0.8km, 便道宽度 4.5m, 200m 设一处错车道。
- (9) 利用现有省道、乡道、村道共计长度 23.9km。



图 3.1.6-43 本项目施工工区分布图

3.1.6.12 表土临时堆场

根据《广东省国土资源厅关于印发<非农建设占用水田耕作层剥离再利用工作指引>的通知》要求，在建设用地区项目组卷报批前，县级国土资源部门要督查和指导剥离实施单位，……，按照《技术规范》等相关要求编制建设用地区项目的耕作层再利用方案，方案中应明确耕作层剥离、运输、堆放、管理、利用类型（剥离后直接利用、剥离后堆放统筹再利用）、再利用单位及资金安排等相关事项。县级国土部门会同相关部门负责耕作层剥离再利用方案审查，并在审查通过后作为建设用地区报批材料进行上报。

本项目相关方案正在编制过程中。

3.1.6.13 施工计划

本项目计划于 2020 年 6 月开工，2024 年 12 月底竣工，施工期 55 个月。

3.1.7 工程投资

概算建安费 1119022.25 万元，平均每公里 36249.51 万元；项目总造价 1349886.57 万元，平均每公里造价 43237.88 万元。

3.2 影响因素分析

3.2.1 设计期环境影响因素分析

设计期将确定公路的路线走向，施工方式，桥梁、互通立交等主体工程位置和形式，这些往往是整个项目对周边环境影晌程度的决定性因素，合理的设计可以消除许多建成后难以消除的环境影晌，具体见表 3.2.1-1。

表 3.2.1-1 设计期主要环境影响分析

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
地表水环境（含海洋环境）	桥位、桥型	长期不利不可逆	跨水体桥梁的施工和桥梁排水构筑物的设计将可能对水环境产生影响。
生态	选线、路基设计等	长期不利不可逆	本项目沿线分布有海洋、林地、耕地、河流、水库，不合理的选线、路基设计等用地设置将造成水生生态和陆域生态的损失。
	景观	长期不利不可逆	如果桥型设计新颖美观，与沿岸生态景观特色的环境相互协调，必将成为一个重要景观。
声环境、环境空气	选线	长期不利不可逆	不合理的选线会导致路线更为邻近居民点或学校等重要环境敏感点，从而使其受到交通噪声和汽车尾气的污染。

3.2.2 施工期环境影响因素分析

本项目为公路建设项目，施工期对环境产生的影响最明显，高速公路施工期将进行大型桥梁、隧道、立交建设，堆筑填土路基，摊铺灰土和沥青混凝土路面。考虑到桥梁施工时间相对较长，项目施工对沿线各水体的影响不容忽视，因此本项目跨水桥梁的建设是本项目环评的重要内容。

陆域桥梁、道路工程施工期环境影响分析具体参见表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 陆域桥梁、道路工程施工期主要环境影响分析

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
生态环境	永久占地	长期不利不可逆	1、本项目全长 31.22km，位于珠海市和江门市，共征用土地 3178.90 亩，陆域范围内主要是荒地（770.75 亩）、鱼塘（418.463 亩）、建设用地（308.786 亩）、耕地（239.162 亩）等类型，项目占用一定比例的农用地，公路的施工管理不当，将破坏征地范围外的植被，对当地的农业生态造成影响。 2、施工期间路面填挖石方将使沿线的植被遭到一定程度的破坏，耕地被侵占，地表裸露，植被覆盖率降低，从而使沿线的生态结构发生一定变化； 3、挖、填工程会破坏当地的植被、动物栖息地，影响景观，同时会对水文地质环境也产生一定的影响。
	临时占地	短期不利可逆	
	水土流失		
声环境	施工机械噪声	短期不利可逆	1、高速公路施工中施工机械较多，施工机械噪声等施工噪声属突发性非稳态噪声源，对周围村庄声环境产生一定影响； 2、部分筑路材料通过汽车运输，运输车辆交通噪声将影响沿线声环境；
	施工运输车辆		
环境空气	扬尘	短期不利可逆	1、路基施工中由于挖方、填方、推土及搬运泥土和水泥、石灰、沙石等的装卸、运输过程中有大量尘埃散逸到环境空气中；2、运送物料的汽车行驶、物料堆放期间由于风吹都会引起扬尘污染； 3、运送施工材料和设施的车辆，以及内燃机、打桩机等施工机械的运行时排放出的污染物也可能对空气造成一定的污染； 4、沥青的铺设过程中产生的沥青烟气中含有 THC、TSP 及苯并[a]芘等有毒有害物质；
	沥青烟气		
水环境	施工营地污水	短期不利可逆	1、施工机械跑、冒、滴、漏的油污和（或）露天施工机械被雨水等冲刷后产生的含油污水的任意排放对沿线水体的不利影响； 2、施工营地施工人员生活污水的任意排放、生活垃圾的任意堆放受雨水冲刷将对沿线水体产生不利影响； 3、道路路基填挖等施工产生的泥渣、施工物料和化学品等受雨水冲刷产生的地表径流进入沿线水体，会影响沿线水体的水质。施工营地的生活污水、施工现场砂石材料的冲洗废水。
	施工现场施工废水		
	桥梁施工	短期不利	1、桥梁下部结构施工的钻孔泥浆、围堰抽（溢）水等施工行为，会造成局部范围水体 SS 和混浊度增加；

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
		可逆	2、桥梁施工机械油污及露天机械受雨水冲刷后产生的油水污染。
固体废物	施工现场弃渣、垃圾	短期可逆不利	施工期产生的建筑垃圾及施工人员生活垃圾等。

表 3.2-1 涉水/海桥梁施工期主要环境影响分析

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
生态环境	水体透明度下降	短期可逆不利	大桥的桥梁有涉水桥墩的桥梁下部结构施工中的钻孔泥浆、围堰抽水等施工行为，会造成局部范围水体透明度下降，对浮游动植物、底栖生物、游泳生物及鱼类等产生一定影响。
声环境	施工噪声	短期可逆不利	大桥施工中施工机械较多，施工机械噪声等施工噪声属突发性非稳态噪声源，对周围声环境产生一定影响。
振动环境	机械、打桩振动	短期可逆不利	大桥施工中施工机械较多，打桩施工过程中对周围振动环境产生一定影响。
环境空气	沥青烟气	短期可逆不利	大桥路面沥青的铺设过程中产生的沥青烟气中含有 THC、TSP 及苯并[a]芘等有毒有害物质，对大桥附近的环境空气有轻微影响。
水环境	桥梁施工	短期可逆不利	桩基及围堰施工等对水生生物资源的影响； 各种施工作业对海洋及河流水质的影响，例如泥浆、钻渣事故性排放将影响水质； 施工期的扬尘、船舶含油污水和施工人员生活垃圾和污水等；施工作业对周边环境敏感区和环境保护目标的影响； 施工船舶发生碰撞导致燃料油溢漏入海。
固体废物	桥梁施工	短期可逆不利	施工期产生的桥梁弃渣及施工人员生活垃圾等。
海洋水文动力	跨海大桥施工	长期不利不可逆	桩基用海将影响海洋潮流
地形地貌	跨海大桥施工	长期不利不可逆	桩基用海占用海域的海底地形降发生演变

3.2.3 营运期环境影响因素分析

本工程的营运期环境影响具体见表 3.2.2-1 和表 3.2.3-1。

表 3.2-2 陆域桥梁、道路工程营运期主要环境影响分析

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
生态环境	公路阻隔	长期不利不可逆	1、交通噪声、汽车尾气等将破坏附近动物的原有生境环境质量； 2、高速公路将对陆生野生动物的活动区间产生一定的阻隔限制作用，对野生动物的栖息、觅食和活动范围有轻微影响； 3、各类环境工程和土地复垦工程的实施将恢复植被、改善被破坏的生态环境，减少水土流失。由于局部工程防护稳定和植被恢复均需一定的时间，水土流失在工程营运初期可能存在。
	汽车噪声		
	汽车尾气		
声环境	交通噪声	长期不利不可逆	交通噪声将干扰沿线一定范围内居民区，影响人群的健康，并干扰人们的正常生产和生活。且随着交通量的增加，交通噪声对周围环境的负面影响逐渐增大。
环境空气	汽车尾气	长期不利不可逆	1、对现有公路的实际监测表明，汽车尾气中 NO ₂ 、CO 排放量最大，而 NO ₂ 是汽车尾气影响沿线空气质量的主要因子； 2、高速公路路面扬尘影响轻微。 服务区、管理中心（合建有养护工区、救援中心、集中居住区）餐厅产生的油烟废气。
	路面扬尘		
	附属设施废气		
水环境	路面径流	长期不利不可逆	降雨冲刷路面产生道路径流污水排入水体可能造成轻微水体污染。
固体废物	生活垃圾	短期可逆不利	服务区、管理中心（合建有养护工区、集中居住区和救援中心）、收费站等附属设施工作人员产生生活垃圾。
环境风险	运输危险品的车辆发生事故	长期不利不可逆	装载有毒、有害危险品的车辆因交通事故或其他原因发生危险品泄漏而对沿线经过的水体特别是猪鬃潭水库饮用水源保护区造成较为严重的影响。

表 3.2.3-1 涉水/海桥梁营运期主要环境影响分析

环境要素	主要影响因素	影响性质	影响简析
海洋水文环境	流场	长期不利不可逆	跨海大桥的涉水桥墩对水流形态有一定的干扰。
生态环境	水动力变化	长期不利不可逆	跨海大桥有涉水桥墩的桥梁建设可能引发水动力的变化，对水体中水生生物及鱼类造成影响。
水环境	路面径流	长期不利不可逆	降雨冲刷路面产生道路径流污水排入水体可能造成轻微水体污染。

环境 风险	运输危 险品的 车辆发 生事故	长期 不利 不可逆	<p>1. 装载危险品的车辆因交通事故在跨水体桥梁路段发生泄漏或落入到相应水体中，如无任何防范措施和应急预案，将对沿线水体造成环境影响，但上述环境风险事故发生的概率很低。</p> <p>2. 风险事故对沿线海洋、河流和水库水质和水生生态环境将产生一定的不利影响；</p> <p>3. 风险事故对周边环境敏感区和环境保护目标将产生不利影响；</p> <p>4. 船舶碰撞桥墩导致溢油污染。</p>
----------	--------------------------	-----------------	---

3.3 污染源源强核算

3.3.1 施工期污染源源强分析

3.3.1.1 悬浮泥沙污染分析

本工程海工施工产生悬浮物的主要环节是大桥桩基、临时海上平台、栈桥。码头工程施工，港池疏浚，栈桥、平台、码头及防撞设施钢管桩振沉和拔除等，各工艺的悬浮泥沙源强如下：

(1) 栈桥、平台、码头及防撞设施钢管桩振沉引起的悬浮泥沙源强

根据工程施工方案，施工栈桥、平台、码头及防撞设施桩基施工产生的悬浮物会对海洋水环境产生影响。本工程栈桥、平台、码头及防撞设施钢管桩振沉施工过程中，钢管桩打入时产生的悬浮泥沙量采取如下公式进行计算： $M=0.25 \cdot \pi d^2 \cdot h \cdot \rho$

其中，M：桩基施工时产生的泥沙量；

d：桩基直径，本工程海上桩基直径为 1.5 m；

h：桩基深度约为 25 m；

ρ ：覆盖层泥沙干密度，根据现场调查资料本项目取值为 1110 kg/m³。

本工程每个桩基施工时间约为 1 天，按底质干密度 1110 kg/m³、起沙量 10% 计，则入海泥沙源强为： $0.25 \times 3.14 \times 1.5 \times 1.5 \times 25 \times 1.11 \times 1000 \times 0.1 / 1 / 8 / 3600 = 0.17 \text{ kg/s}$ 。

(2) 主桥和引桥桩基施工产生的悬浮泥沙源强

根据工程施工方案，本工程桩基采用钻孔灌注桩，水中桩基采用钢管或其他型钢搭设施工平台施工。

桥梁基础施工产生的悬浮物会对海洋水环境产生影响。本工程桩基施工过程中，钢护筒打入时产生的抽取泥沙量采取如下公式进行计算： $M=0.25 \cdot \pi d^2 \cdot h \cdot \rho \cdot n$

其中，M：桩基施工时产生的护筒内泥沙量，分为不同桥段相应泥沙产生量；

d：护筒直径，比桩基本身略大 10~30 cm，本工程沿线桩基直径和个数见表

3.3.1-1;

h: 桩基深度约为 48 m。

ρ : 覆盖层泥沙干密度, 本项目取值为 1110kg/m^3 。

n: 泄漏量, 单桩泄漏量进入水体环境的泄漏量按照坭工量的 5% 估算。

本工程水中桩基总数为 1639 个, 旋挖钻或回旋钻共 61 个, 根据施工进度要求, 各段桩基情况和施工时间见表 3.3.1-1。

表 3.3.1-1 各段桩基情况和施工时间

区域	桩基数量 (个)	桩基直径 (m)	钻孔设备	钻机数量 (台)	工作时间 (天)	单桩工作时间 (天)
东引桥	54	2.2	旋挖钻	5	204	3.78
中引桥	96	2.5	旋挖钻	6	240	2.50
西引桥	1164	2.2	旋挖钻	10	450	0.39
黄茅海大桥	195	3.0	回旋钻	24	160	0.82
高栏港大桥	130	3.0	回旋钻	16	160	1.23

根据上述计算公式, 本工程施工泥浆泄漏估算源强见表 3.3.1-2, 其中桥梁桩基施工产生的最大悬浮物源强为 1.07kg/s , 最小源强为 0.11kg/s 。

表 3.3.1-2 施工泥浆泄漏估算源强

区域	桩基直径 (m)	护筒直径 (m)	单桩坭工量 (kg)	单桩泄漏量 (kg)	单桩泄漏源强 (kg/s)
东引桥	2.2	2.4	240910.85	12045.54	0.11
中引桥	2.5	2.7	304902.79	15245.14	0.21
西引桥	2.2	2.4	240910.85	12045.54	1.07
黄茅海大桥	3.0	3.2	428285.95	21414.30	0.91
高栏港大桥	3.0	3.2	428285.95	21414.30	0.60

(3) 栈桥、平台、码头及防撞设施钢管桩拔除引起的悬浮泥沙源强

栈桥、平台、码头及防撞设施在拔除过程中会扰动海底周边底泥, 使部分悬浮泥沙再次悬浮, 源强可参照下式进行计算: $Q=\pi \cdot d \cdot h_0 \cdot \psi \cdot \rho / t$

其中: Q —— 悬浮泥沙发生量, kg/s ;

d —— 钢管桩直径, 1.5 m;

h_0 —— 钢管桩泥下深度, 平均取 25m;

ψ —— 钢管桩外壁附着泥层厚度, 取 0.01m;

ρ ——附着泥层容重，平均按 1110 kg/m^3 估算；

t ——拔桩时间， $2.0\text{h} \times 3600\text{s/h}$ 。

经计算， $Q = 3.14 \times 1.5 \times 25 \times 0.01 \times 1110 / 2 / 3600 = 0.18 \text{ kg/s}$ 。

(4) 水域疏浚和清淤抓斗挖泥船源强

本项目部分水域疏浚和清淤利用 $8 \text{ m}^3/\text{h}$ 抓斗式挖泥船进行施工，抓斗挖泥船共 1 艘。基本上是定点作业，悬浮物扩散机理类似于连续点源。 $8 \text{ m}^3/\text{h}$ 抓斗式挖泥船每小时挖泥 25 斗，充泥系数取 0.4，悬浮物发生量按挖泥量的 4% 进行计算，泥沙密度取 1110 kg/m^3 ，则单船作业的悬浮物发生率为： $8 \times 25 \times 0.4 \times 4\% \times 1110 / 3600 = 0.99 \text{ kg/s}$ 。

(5) 同一时段源强叠加

本工程海工施工产生悬浮物的主要环节是大桥桩基施工、栈桥、平台、码头及防撞设施钢管桩振沉和拔除。经分析，除了东引桥段施工栈桥钢管桩振沉和拔除的悬浮物源强大于大桥桩基施工的悬浮物源强外，其余区域施工栈桥钢管桩振沉和拔除的悬浮物源强均小于主桥桩基施工的悬浮物源强。因此，本次计算除东引桥段考虑栈桥施工的悬浮物源强外，其余区域主要考虑考虑大桥桩基施工和水域疏浚的悬浮物扩散。

沿桥轴线在大桥桥墩上选取若干代表点，分别施加源强进行计算，预测大桥桩基施工引起的悬浮物增量浓度分布。码头疏浚区、高栏港大桥疏浚区、中引桥疏浚区和西侧疏浚区选取若干代表点，分别施加源强进行计算水域疏浚引起的悬浮物增量浓度分布。制定的悬浮物计算工况见表 3.3.1-3，源强代表点位置见图 3.3.1-1。

表 3.3.1-3 施工期悬浮物扩散计算工况表

序号	工况	源强代表点	源强大小
1	东引桥栈桥钢管桩振沉	1#	0.18 kg/s
2	高栏港大桥桥墩桩基施工	2#	0.60 kg/s
3	中引桥桥墩桩基施工	3#	0.21 kg/s
4	黄茅海大桥桥墩桩基施工	4#	0.91 kg/s
5	西引桥桥墩桩基施工	5#、6#	1.07 kg/s
6	码头疏浚施工	7#	0.99 kg/s
7	高栏港大桥疏浚区施工	8#	
8	中引桥疏浚区施工	9#	
9	西侧疏浚区施工	10#	

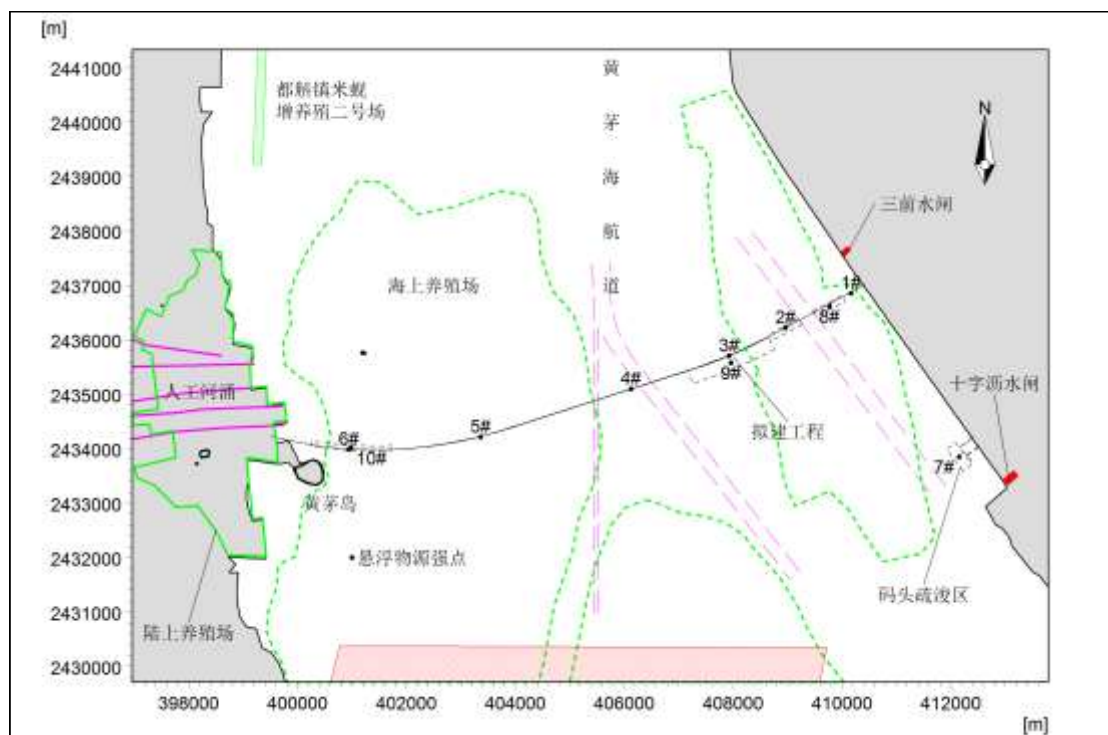


图 3.3.1-1 施工期悬浮物源强代表点位置示意图

3.3.1.2 施工废水

施工期废水排放环节主要包括施工船舶、车辆、机械设备冲洗含油废水、施工人员生活污水、海上拌合平台生产污水、施工工区生产废水等。

(1) 船舶、机械设备的含油废水

施工船舶含油污水包括压舱水、船舶洗舱油污水及船舶舱底油污水，其中，舱底含油污水是船舶含油污水的主要污染源，舱底含油污水主要来源于船舶动力机舱内各种泵、阀门和管路漏出的油、轮机运转时漏出的润滑油、主辅机燃料油及加油时的溢出油及机械设备与机舱防滑板清洗时产生的油污水，舱底水水量与船舶类型、吨位及功率有关，还与船舶航行、停泊作业时间的长短和维修及管理状况有关，一般一艘船舱底水日产生量约为船舶总吨位的 0.02%~0.05%，根据工程海域水深条件及工程要求，本项目施工船舶载重吨位在 500 t~3000 t，按每艘船舶舱底污水日产生量为船舶总吨位的 0.035%计，则作业过程中施工船舶舱底含油污水产生量约为 0.175 t~1.05 t，以平均每艘载重 1750 t 计，本工程施工期间每艘船舶舱底含油污水日产生量为 0.6125 t/d，根据表 3.2.1-4，则施工期间船舶舱底含油污水日产生量为 36.1375 t/d。

工程船舶产生的含油污水可以在船上处理，也可由岸上接收设备加以处理。根据《船

船水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的要求,船舶油污水处理装置出水口的石油类浓度<15 mg/L 可在航行中直接排放或收集并排入接收设施,上岸加以处理;船舶生活污水利用船载生活污水处理装置处理达标后在航行中排放或利用船载收集装置收集,排入接收设施,上岸进行集中处理。

表 3.3.1-4 施工船舶类型和数量

船舶类型	用途	数量	使用周期	人员配置	人员总数
打桩船	桩基钢护筒	4	2020.11-2021.3	30	120
运输船	砂石运输, 钢材、模板等材料转运	10	2020.10-2024.9	12	120
交通船	人员运输	8	2020.10-2024.9	4	32
1200t 浮吊	钢围堰吊装	2	2021.3-2021.4	30	60
1200t 浮吊	钢箱梁吊装	2	2022.8-2022.12	30	60
2000t 浮吊	中引桥钢梁	1	2020.7-2022.12	40	40
驳船	钢围堰运输	2	2021.3-2021.4	15	30
驳船	主桥钢箱梁运输	10	2022.8-2023.5	15	150
驳船	中引桥钢箱梁运输	2	2022.7-2023.1	15	30
运渣船	钻渣转运	15	2020.10-2021.6	10	150
8m ³ 抓斗船	疏浚	1	2020.10-2024.9	8	8
泥驳	疏浚土装载、运输	2	2020.10-2024.9	6	12

(2) 机械设备冲洗的含油废水

施工期间,机械设备冲洗含油废水将集中收集,交由有资质的单位处理。因此,项目含油废水对海洋环境影响较小。但应加强设备保养与维护,杜绝跑、冒、滴、漏。

根据类比调查结果,施工场地车辆冲洗水平平均约为 0.08m³/辆·次。预计本项目有施工车辆 30 台,每台车每天冲洗两次,水污染物产生量见表 3.3-1。

表 3.3-1 车辆冲洗水污染源

废水类型	外排水量	SS		COD		石油类	
		浓度	产生量	浓度	产生量	浓度	产生量
	t/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d
施工车辆冲洗水	4.8	500	2.4	250	1.2	15	0.072

(3) 施工期生活污水

①生活及办公平台生活污水

根据项目《工程可行性研究报告》，海上生活及办公平台施工及办公人员共 480 人。每人每天的生活用水量 200L 估算，污水产生量按 85% 估算，则施工队伍每天产生的生活污水约 81.6 m³，排放至平台上所塔建化粪池，再由污水处理车转运至陆上集中处理。

表 3.3.1-5 海上生活及办公平台生活污水产生情况

生活及办公平台施工及办公人员(人)	用水量(m ³ /d)	污水产生量(m ³ /d)	COD _{Cr} 产生量	
			浓度(mg/L)	产生量(kg/d)
480	96	81.6	250	20.4

②船舶生活污水

根据本项目《工程可行性研究报告》，施工人员共 812 人。根据《港口工程环境保护设计规范》(JTS149-1-2007)，船员生活用水量按 100L/人 d，污水产生量按 85% 估算，施工船舶生活污水产生量见表 3.2.1-6。

表 3.3.1-6 施工船舶生活污水产生情况

用水量(m ³ /d)	污水量(m ³ /d)	COD _{Cr} 产生量	
		浓度(mg/L)	产生量(kg/d)
81.2	69.02	250	17.255

(4) 工地污水

①海上拌合平台生产污水

海上拌合平台生产污水主要为混凝土拌合污水、混凝土养护冲洗水、砂石料冲洗水等污水，这些污水含有大量的淤泥。该生产污水经过分级过滤，上清液重复利用，废渣运至陆上交由有资质单位处理。暴雨期间拌合台产生的污泥径流，也将经过沟渠排入沉淀池进行沉淀回用，避免入海。

②施工营地生产污水

海上施工营地污水主要为钢护筒内含泥污水、混凝土拌合污水、混凝土养护冲洗水、砂石料冲洗水等污水，这些污水含有大量的淤泥。施工方应在施工场地设置污水沉淀池，工地污水不向海洋环境排放。工地污水在沉淀池经充分沉淀后，上清液回收利用。暴雨期间工地产生的污泥径流，也将经过沟渠排入沉淀池进行沉淀。因此，施工方应做好水土保持工作，避免作业面污水漫流。

陆地施工工区生产废水主要来自施工机械的漏油和机械故障造成的施工机械排污

(油) 废水、施工机械清洗废水等。

含油污水主要来源于施工机械的修理、维护工程及作业工程中的跑、冒、滴、漏。其成分主要是润滑油、柴油、汽油等石油类物质，这类物质一旦进入水体则漂浮于水面，阻碍气水界面的物质交换，使水体溶解氧得不到补给，给水体生物的生存活动造成威胁。通过类比调查，各类施工机械排放的油污水量均很少。

(5) 陆上桥梁施工废水

本项目初步设计推荐方案中高栏港互通主线桥、东山大桥、中和互通主线桥等大桥桥梁有涉水桥墩。

桥墩基础、墩身及临时支撑等水下构筑物的施工产生的 SS、石油类等对水体水质产生短暂的影响，但影响程度比较大。桥墩施工工艺详见 3.1.6.2 节，分析污染物排放节点如下：

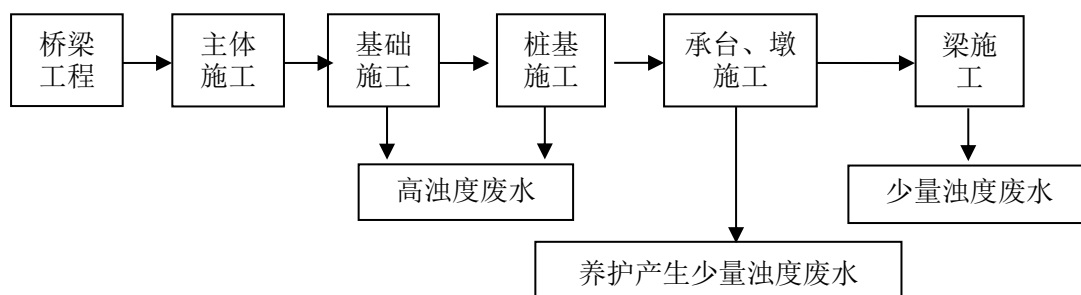


图 3.3.1-2 桥梁施工废水产生环节

①桥梁栈桥施工水质影响

栈桥是桥梁施工必不可少的临时附属设施。栈桥的技术要求是桥中轴线平行布置，使施工物料、人员能够尽快到达工点。栈桥施工对水质的影响主要在钢管桩打入河床阶段，此时泥沙上浮，造成局部浑浊。

②桥梁基础施工影响

高栏港互通主线桥、东山大桥、中和互通主线桥的涉水下部分施工采用钻孔灌注桩基础加钢围堰法，这种方法对水体扰动较小，而且扰动引起的悬浮物浓度可以控制在一定范围内。根据国内的环境影响评价和监测资料，围堰法施工时一般在水下构筑物周围约 50m 范围内的水体中悬浮物会有显著增加，一般在 2000mg/L，随着距离增大，影响逐渐减小；施工结束，影响消失。钻孔内积水一般抽出在堤外设置的多级沉淀池处理后，排进水体。这部分废水的产生量与管桩下压的深度、管桩体积和施工抽水工况等因素有

关。

根据华南环科所在对《世界银行贷款北江航道整治环境影响评价》以及《世界银行贷款项目连江枢纽工程环境影响评价》（世界银行、国家环保总局审 2002）评价中，由于累积影响专题评价的需要，曾经对北江中上游清远市英德北江大桥的施工现场进行过观测，采用钢筒围堰防护措施后，管桩下压管内水体稳定后，抽排出来的 SS 发生量见表 3.3.1-7。

表 3.3.1-7 桥墩施工期 SS 的排放量估算

主要施工工艺	产生排放速度或浓度	备注
	有防护措施 (钢筒围堰防护)	
水下开挖	0.40 (kg/s)	最大排水量按 100m ³ /h 计，钢护筒防护
钻孔	0.1 (kg/s)	钢护筒防护，及时运走钻孔产生的浮渣
钻渣沉淀池	<60mg/L	防护措施为堤外渣场沉淀池或容器盛装

观测结果显示：在枯水期，无防护措施挖泥的情况下，所产生悬浮泥沙一般在 100~200m 范围内出现浑浊，300m 附近基本沉降完全，在 500m 处水质基本未见异常，上游河段能清澈见底。

综上所述，高栏港互通主线桥、东山大桥、中和互通主线桥等涉水桥梁工程施工中，在没有防护措施的情况下，可能对施工点下游 500m 范围内局部水质将产生一定的影响，特别如水下钻孔、打桩施工等；在施工时采用钢护筒围堰等防护措施的情况下，进入环境水体中的 SS 量得到极大的削减，施工产生的 SS 在下游均匀混合断面处 50m 范围附近可达到标准要求。

③桥梁施工基地的影响：

施工需现场搅拌混凝土，现场搅拌混凝土用水量较大，用水主要为砂、石料杂质清洗和混凝土制作，如不采取一定处理措施，则有较大量表观浑浊、泥沙含量较高的污水产生。混凝土搅拌排放的污水具有悬浮物浓度高、水量小、间歇集中排放等特点。据有关数据资料显示，混凝土转筒和料罐每次冲洗产生的污水量约 0.5m³，SS 浓度约 5000mg/L，pH 值在 12 左右。

④散体建筑材料的运输与堆放的影响

在桥梁施工营地附近，尽量少堆放如石灰或粉煤灰等类的小颗粒、易飘散的建筑材料，从源头上避免或减少扬尘污染发生的频次，保护沿线水体水质。在施工过程中，应

加强对散体建筑材料的保管，必要时可覆盖防水油布，避免因降雨径流冲刷、车辆漏洒、扬尘等环节造成建筑材料颗粒物入河，避免影响猪𪔵潭水库、鲤鱼水库、南村塘水库、月湾河、十字沥支流等水体水环境质量。

⑤施工机械跑、冒、滴、漏及露天机械被雨水冲刷后产生的油污可能对沿线水体造成污染，主要污染物有 COD、石油类、SS 等。施工期施工营地生活垃圾、施工弃渣若不收集，排入沿线水体，也将会影响沿线水体水质。

3.3.1.3 施工噪声

1. 声源特点

本项目工程建设期 55 个月，工程主要涉及桥涵、路基、隧道等的建设，施工过程中将使用多种大中型设备进行机械化施工作业。施工期机械噪声的特点是噪声值高，噪声源的位置也并不固定，很多噪声源随施工进度发展变换位置，随机性比较大。在施工初期，地面平整阶段，运输车辆的行驶和施工设备的运行具有分散性，噪声存在流动性和不稳定性，此阶段对周围环境的影响不明显。随后进行的定点开挖、建筑材料搅拌等固定噪声源的增多，运行时间将较长，此阶段对周围环境的影响会越来越明显。

根据类比调查，各不同工程施工阶段的噪声特点如下：

①路基及路面施工阶段

路基及路面阶段施工常用机械见表 3.3.1-8。

表 3.3.1-8 路基及路面施工阶段常用机械一览表

施工阶段	机械名称
施工准备阶段	建设边界围栏、路两侧植被清理、外车道防护栏清理等，主要低噪声设备
软土路基处理阶段	打桩机、压桩机、排水机、钻孔机、空压机
路基填筑阶段	推土机、装载机、平地机、振动压路机、胶轮压路机、光轮压路机
高架施工阶段	钻孔机、打桩机、混凝土搅拌机、吊装设备架梁机
路面施工阶段	沥青搅拌机、装载机、铲运机、平地机、沥青混凝土摊铺机、振动式压路机、光轮压路机
结构施工阶段	钻孔机、打桩机、混凝土搅拌机、吊装设备架梁机

②桥墩基础施工阶段

由于本线路桥墩基础工程采用钻孔灌注桩，且大多数情况下是机械钻孔灌注桩施工，无需重型吊装打桩设备。

③隧道工程施工阶段

爆破振动效应、爆破噪声和冲击波是隧道施工过程中噪声和振动的主要来源。此外，各种运输工具和施工机械产生的噪声也不容忽视。据有关资料表明：隧道施工现场声环境的测定结果为：1 h 等效连续 90 dB(A) 以上，振动速度大于 0.15 cm/s。

因此，隧道施工现场的噪声和振动会损害施工人员的听觉，诱发多种疾病，降低工作效率，影响安全生产。类比分析，隧道施工机械噪声强度见表 3.3.1-9。

表 3.3.1-9 隧道施工机械噪声强度

机械名称	声级/dB(A)	机械名称	声级/dB(A)
提升绞车	50	水泵	80
汽车	60	风动装渣机	90
电钻、风镐	70	凿岩机	110~115
混凝土搅拌机	70	BY 型通风机	120

2.公路施工期噪声机械种类及噪声值

根据以上分析，公路施工期间，作业机械品种较多，软土地基处理时有柴油打桩机、钻孔机、真空压力泵和混凝土搅拌机等；路基填筑时有推土机、压路机、装载机、平地机等；路面施工时有压路机等，这些突发性非稳定噪声对周围环境产生严重影响。

类比调查分析，施工场地、筑路材料制备场地施工噪声值见表 3.3.1-10，各施工机械设备噪声值表 3.3.1-11。

表 3.3.1-10 施工场地噪声测试值

测点	距离设备 2m 处	距离设备 20m 处	距离设备 100m 处
路面混凝土摊铺	85	74	62
路面施工材料制备场地	90.5	83.6	76

据统计，公路施工涉及的机械设备作业时的最大声级见表 3.3.1-11。

表 3.3.1-11 机械设备噪声级

序号	机械类型	型号	测点距施工机械距离(m)	最大声级 (dB(A))	备注
1.	轮式装载机	ZL40 型	5	90	不稳定源
2.	轮式装载机	ZL50 型	5	90	流动不稳定源

序号	机械类型	型号	测点距施工机械距离(m)	最大声级(dB(A))	备注
3.	平地机	PY160A 型	5	90	流动不稳定源
4.	振动式压路机	YZJ10B 型	5	86	流动不稳定源
5.	双轮双振压路机	CC21 型	5	81	流动不稳定源
6.	三轮压路机	/	5	81	流动不稳定源
7.	轮胎压路机	ZL16 型	5	76	流动不稳定源
8.	推土机	T140 型	5	86	流动不稳定源
9.	轮胎式液压挖掘机	W4-60C 型	5	84	不稳定源
10.	发电机组 (2 台)	/	1	98	固定稳定源
11.	冲击式钻井机	22 型	1	87	不稳定源
12.	锥形反转出料混凝土搅拌机	JZC350 型	1	79	固定稳定源
13.	自卸车	/	1	82	不稳定源
14.	沥青混凝土搅拌机	MARINI (意大利)	2	90	固定稳定源
15.	冲击打桩机	/	5	87	不稳定源
16.	风锤及凿岩机	/	5	98	固定稳定源
17.	水泵	/	5	84	固定稳定源
18.	铲车	/	5	82	不稳定源
19.	移动式吊车	/	5	96	流动不稳定源
20.	气动扳手	/	5	95	不稳定源
21.	20t 及 40t 自卸卡车	/	5	97	流动不稳定源
22.	卡车	/	5	91	流动不稳定源
23.	叉式装载车	/	5	95	流动不稳定源

注：序号 1-12 机械噪声值源于《公路建设项目环境影响评价规范 (JTG B03—2006)》，其余机械设备噪声级为类比数据。

3.3.1.4 施工废气

根据工程特点并结合沿线环境特征，本项目施工期间对区域环境空气质量的影响主要是扬尘污染和沥青烟气污染。

1. 扬尘污染

扬尘污染主要来源于：旧建筑拆除等过程，若遇大风天气，将会产生大量的扬尘；筑路材料的运输、装卸、拌和过程中会有大量的粉尘散落到周围的环境空气中；筑路材料堆放期间及施工现场开挖后地面裸露期间由于风吹会引起扬尘污染，尤其是在风速较大或汽车行驶较快的情况下，粉尘的污染较为突出。

类比同类工程施工期污染源强分析，大气污染物一般表现为：

运输车辆产生的扬尘：下风向 50m、100m、150m 处分别为 11.652mg/m³、9.694 mg/m³、

5.093 mg/m³；若在沙石路面影响范围在 200m 内。

灰土拌和站产生的 TSP: 下风向 50m、100m、150m 处分别为 8.90mg/m³、1.65 mg/m³、1.00 mg/m³。

混凝土搅拌站的厂界 TSP 浓度小于 1.00 mg/m³。

施工现场地表开挖等产生的扬尘：参考有关对大型土建工程现场的扬尘实地监测数据，TSP 产生系数为 0.05~0.10mg/m²•s。考虑本项目区域的土质特点，取 TSP 产生系数 0.05 mg/m²•s；另考虑工程为线源，施工扬尘影响范围相对小的具体情况，同时裸露的施工面积按路基宽 34m、每段 500m 同时裸露施工，并按日工作开工 8 小时计算源强，则计算面积为 17000m²。这样，项目施工现场中各标段 TSP 的源强为 24.48kg/d。

2. 沥青烟气污染

本项目主线及连接线均采用沥青混凝土路面，由此沥青熔融、搅拌、摊铺过程中产生的沥青烟气中含油 THC、苯并[a]芘、酚等有毒有害物质，会对操作人员和附近居民造成一定的影响。

3.3.1.5 固体废物

本项目施工过程中产生的固体废物主要包括有施工人员产生的生活垃圾和建筑垃圾。

(1) 生活垃圾

涉海大桥段：生活垃圾以 1 kg/d • 人计，施工人员按 1292 人考虑，其中生活及办公平台施工及办公人员共 480 人，船舶施工人员共 812 人，则施工生活垃圾产生量为 1.292 t/d。生活垃圾按规定应集中收集并交由环卫部门处理，加强环境卫生及保洁工作，对海洋环境影响不大。

陆上段：施工期每施工段按 100 人计算，按垃圾产生量为 1 kg/d • 人，每个工段的施工人员垃圾每天产生量为 100kg/天。垃圾具体由当地环卫部门定期集中收集处理。

(2) 建筑垃圾

涉海大桥段：建筑垃圾主要是钻孔灌注桩的钻孔钻渣及废弃泥浆，根据工可报告估算，本项目总钻渣量为 110 万 m³。由于钻渣中含有泥浆，泥浆中有各种有害成分，主要是用于各类泥浆体系的处理剂，如增粘剂、控制碱度和 pH 值的处理剂、除钙剂、表面活性剂、温度稳定剂等以及合成基液中均含有各种金属和非金属离子。因此，钻孔桩施工的泥浆及弃渣应沉淀处理，在废弃泥浆和钻渣收集清运过程中应做好密闭工作，避

免钻渣洒落污染水体。本工程项目钻渣采用全封闭的罐式运输车运输，抛至弃土场。

本项目港池疏浚量 150 万 m³，其中高栏港大桥和中引桥疏浚量 100 万 m³，西侧栈桥搭设疏浚量 40 万 m³，珠海侧建筑用地提梁码头+材料码头疏浚量 10 万 m³，全部外抛至弃土场。

本项目在施工过程中搭设了钢管桩临时栈桥、码头、平台等，在大桥工程建成后即进行拔除，拆除后的固体废物按施工方案经工作车收集集中处理，不会对海洋环境造成影响。

陆上段：根据本项目公路施工特点，施工弃渣主要包括两方面，一方面是路基修建过程中开挖的大量土石方在进行充分的回填利用后剩余的弃方；另一方面是路线规划红线内的拆迁建筑所产生的弃渣。

3.3.2 营运期污染源源强分析

3.3.2.1 水污染源强

项目运营期污水主要来源于服务区、管理中心、养护工区、救援中心、集中居住区、收费站等沿线各类服务设施的生活污水和路面雨水。

1. 路面径流

路面径流主要是雨水冲刷路面产生的径流水，主要来源于大气降尘、飘尘、气溶胶、汽车轮胎与地面摩擦产生的磨损物、汽车行驶泄漏物等。主要污染物包括 SS、石油类、有机物等。

(1) 水污染物浓度

路面径流污染物的浓度取决于多种因素，如交通强度、降雨强度、灰尘沉降量以及雨前的干旱时间等。由于影响因素太多，且各影响因素的随机性强、变化大、偶然性高，很难得出一般的规律和统一的测算方法。

根据华南环科所及其他环评单位对广东地区路面径流污染情况试验有关资料，降雨历时 1 小时，降雨强度为 81.6mm，在 1 小时内按不同时间段采集水样，测定分析路面径流污染物的变化情况，测定分析结果见表 3.3.2-1。

表 3.3.2-1 路面径流中污染物浓度测定值

项目	历时				平均	DB44/26-2001 一级(二级)标准
	5~20 分钟	20~40 分钟	40~60 分钟			
pH	6.0~6.8	6.0~6.8	6.0~6.8		6.4	6~9 (6~9)
SS (mg/L)	231.4~158.5	158.5~90.4	90.4~18.7		125	60 (100)

项目 \ 历时	5~20 分钟	20~40 分钟	40~60 分钟	平均	DB44/26-2001 一级(二级)标准
BOD ₅ (mg/L)	7.34~6.30	6.30~4.15	4.15~1.26	4.3	20 (30)
石油类 (mg/L)	22.30~19.74	19.74~3.12	3.12~0.21	11.25	5.0 (8.0)

由上表可以看出：降雨初期到形成路面径流的 20 分钟，雨水中的悬浮物和石油类物质的浓度比较高，20 分钟后，其浓度随降雨历时的延长下降较快；雨水中生化需氧量随降雨历时的延长下降速度较前两者慢，pH 值则相对较稳定；降雨历时 40 分钟后，路面基本被冲洗干净，经预处理后主要排放指标基本能达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准。

（2）路面径流量计算

根据经验，对于路面径流量可按以下公式进行计算：

路面径流量（ m^3/a ）=降雨量×径流系数×路面面积

降雨量：根据沿线市县气象资料确定，为 1866.8 mm。

径流系数：按照《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）中表 15 的推荐值，主路和辅路铺筑地面为沥青和混凝土地面，径流系数取 0.9。

路面面积：本项目推荐路线主线全长 31.22km。扣除隧道面积后，本项目直接受降雨冲刷的路面面积约为 96.08 万 m^2 。按照前文计算公式可计算出本项目营运期路桥面径流量为 161.42 万 m^3/a 。根据路面径流污染物测定值的平均浓度，可计算出本项目营运期路面径流携带的污染物总量约为 SS 201.77t/a、石油类 18.16t/a 和 BOD₅ 6.94t/a。

2.沿线辅助设施废水污染物

本项目全线设服务区 1 处，管理中心、养护工区、救援中心和集中居住区合建 1 处，收费站 3 处。

本项目污染物产生情况以营运中期（2031 年）车流量为基础进行分析。

（1）服务区污水

根据项目资料，黄茅海服务区内设停车场、加油站、车辆维修站、公共厕所、室外休息区、餐饮、商品零售等设施，无洗车功能。常驻人口约 50 人。服务区所产生的废水主要为服务车区常驻职工和过往乘客产生的生活污水。

根据本项目交通量预测情况（具体见表 3.1.3-3），按照服务区的驶入率 20%，预计小型车平均载 4 人，中型车平均载 10 人，大型车平均载 30 人。其中 10%人员在服务区

就餐，50%人员在服务区如厕。

(2) 收费站生活污水

项目共设有3处收费站。收费站岗人员预计为5人/处。收费站不设住宿，只有少量办公废水。

(3) 管理中心

本项目设置1处管理中心，与养护工区、救援中心、集中居住区合建，常驻人口约259人，所产生的废水主要为常驻人口的生活污水。

本项目沿线服务设施的污水产生情况详见表 3.3.2-2，污染物产生及排放情况详见表 3.3.2-3。

表 3.3.2-2 沿线服务设施污水产生情况一览表

编号	位置	污水种类	预计规模 (人/d)	污水排放系数 (L/d·人)	废水量 (t/d)	备注
1	黄茅海服务区	服务区常驻工作人员污水	50	135	6.8	工作人员
		服务区就餐污水	3371	10	33.7	过往就餐乘客
		服务区过往人员 冲厕污水	16856	5	84.3	过往如厕乘客
2	收费站	生活污水	15	45	0.7	5人每处
3	管理中心、 养护工区、 救援中心、 集中居住区	生活污水	259	135	35.0	
合计 (t/d)					160.4	

表 3.3.2-3 本项目沿线辅助设施水污染物产生情况一览表

名称	污水产生量/排放量		污染物						
	t/d	t/a	类别	COD	SS	BOD ₅	氨氮	总磷	动植物油
服务区	124.7	45530.1204	产生浓度 (mg/L)	280.00	200.00	150.00	60.00	5.00	10.00
			日产生量 (kg/d)	34.93	24.95	18.71	7.48	0.62	1.25
			年产生量 (t/a)	12.75	9.11	6.83	2.73	0.23	0.46
			排放浓度 (mg/L)	76.20	48.00	10.20	8.10	0.50	1.80
			日排放量 (kg/d)	9.51	5.99	1.27	1.01	0.06	0.22
			年排放量 (t/a)	3.47	2.19	0.46	0.37	0.02	0.08
	0.7	246.38	产生浓度 (mg/L)	280.00	200.00	150.00	60.00	5.00	10.00
			日产生量 (kg/d)	0.19	0.14	0.10	0.04	0.00	0.01

收费站			年产生量 (t/a)	0.07	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00
			排放浓度 (mg/L)	/	/	/	/	/	/
			日排放量 (kg/d)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			年排放量 (t/a)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
管理中心等	35.0	12762.2	产生浓度 (mg/L)	280.00	200.00	150.00	60.00	5.00	10.00
			日产生量 (kg/d)	9.79	6.99	5.24	2.10	0.17	0.35
			年产生量 (t/a)	3.57	2.55	1.91	0.77	0.06	0.13
			排放浓度 (mg/L)	76.20	48.00	10.20	8.10	0.50	1.80
			日排放量 (kg/d)	2.66	1.68	0.36	0.28	0.02	0.06
			年排放量 (t/a)	0.97	0.61	0.13	0.10	0.01	0.02
合计	160.4 (产生量)	58538.7 (产生量)	日产生量 (kg/d)	44.91	32.08	24.06	9.62	0.80	1.60
			年产生量 (t/a)	16.39	11.71	8.78	3.51	0.29	0.59
	159.7 (排放量)	58292.4 (排放量)	日排放量 (kg/d)	12.17	7.67	1.63	1.29	0.08	0.29
			年排放量 (t/a)	4.44	2.80	0.59	0.47	0.03	0.10

3.3.2.2 噪声

1. 噪声源强分析

公路在营运期噪声源主要是路面行驶的机动车。路面行驶的机动车产生的噪声主要来源于发动机噪声、排气噪声、车体震动噪声、冷却制动系统噪声、传动机械噪声等，另外车辆行驶中引起的气流湍动、排气系统、轮胎与路面的摩擦等也会产生噪声；公路路面平整度状况变化亦使高速行驶的汽车产生整车噪声。其中发动机是主要的噪声源，噪声源强范围在 80~90 dB(A)之间。

2. 源强计算

本项目设计速度采用 100km/h。辅道的设计车速为 40km/h 和 60km/h。考虑到车速差异较大，本报告主线与辅道分别采用不同的方法进行交通噪声源强预测。

①主线（设计车速为 100km/h）源强计算方法

根据《公路建设项目环境影响评价规范》(JTG B03-2006)，单车行驶辐射噪声级 L_{oi} 公式，第 i 种车型车辆在参照点（7.5m 处）的平均辐射噪声级（dB） L_{oi} 按下式计算：

$$\text{小型车: } L_{os}=12.6+34.73\lg V_S$$

$$\text{中型车: } L_{om}=8.8+40.48\lg V_M$$

$$\text{大型车: } L_{ol}=22.0+36.32\lg V_L$$

式中：右下角注 S、M、L—分别表示小、中、大型车；

V_i —该车型车辆的行驶速度，km/h。

按照小型车、中型车、大型车平均车速分别按照设计车速的 100%、90%、80% 进行计算。

②辅道（设计车速为 40km/h 和 60km/h）源强计算方法

采用《环境影响评价技术原则与方法》（国家环境保护局开发监督司编著，北京大学出版社）中推荐的噪声源强计算公式，水平距离 7.5m 处的能量平均 A 声级公式如下：

各类型车在参照点（7.5m 处）的平均辐射噪声级（dB） L_{0i} 按下式计算：

$$\text{小型车: } (\bar{L}_0)_{E1} = 25 + 27\lg V_1 \quad (\text{式 3.3-1})$$

$$\text{中型车: } (\bar{L}_0)_{E2} = 38 + 25\lg V_2 \quad (\text{式 3.3-2})$$

$$\text{大型车: } (\bar{L}_0)_{E3} = 45 + 24\lg V_3 \quad (\text{式 3.3-3})$$

匝道处车辆行驶速度按照设计车速进行计算。

③源强计算结果

本项目主线和匝道处交通噪声源强详见表 3.3.2-4。

表 3.3.2-4 本项目交通噪声源强计算结果一览表

路段	设计车速	行驶速度 (km/h)			单车行驶辐射噪声级 L_{0i} (dB)		
		小型车	中型车	大型车	小型车	中型车	大型车
主线	100	100	90	80	82.1	87.9	91.7
立交匝道	40	40	40	40	68.3	78.1	83.4
	60	60	60	60	73.0	82.5	87.7

注：立交段主线与路基段主线计算结果一致。

3.3.2.3 大气污染源强

1.公路沿线汽车尾气

公路营运期的大气污染物主要来自车辆运行中汽车尾气的排放，主要污染物为 CO、NO_x 及 THC。

机动车尾气污染物的排放过程加速度下的台架模拟试验分复杂，与多种因素有关，不仅取决于机动车本身的构造、型号、年代、行驶里程、保养状态和有无尾气净化装置，而且还取决于燃料、环境温度、负载和驾驶方式等外部因素，各类机动车在不同行表明，不同类型机动车的尾污染物排放有不同的规律：

大型车和中型车：氮氧化物随车速升高而增大，碳氢化合物（HC）则相反，而 CO

排放则随车速增加而先降后升。该类型机动车污染物排放的最低综合值出现行驶速度为 30~40 公里/小时的时候。

轻型车：污染物的排放规律则因车型而异，BJ-130 车较好地符合汽车发动机的排放特性：氮氧化物随车速升高而加大，而 HC 随车速上升而下降；桑塔纳：氮氧化物变化较慢，HC、CO 的排放量在机动车行驶速度为 50 公里/小时左右时较高；马自达：当车速为 50 公里/小时，氮氧化物、HC、CO 排放量均较低，随车速加大，各项污染物排放量急剧上升。

① 计算公式

本评价拟根据项目预测交通量、车型构成比、机动车辆尾气主要污染物排放资料，采用《公路建设项目环境影响评价规范（试行）》（JTJ005-96）推荐的行驶车辆排放气态污染物源强计算公式进行估算，计算公式如下：

$$Q_j = \sum_{i=1}^3 3600^{-1} A_i E_{ij}$$

式中： Q_j —j 类气态污染物排放强度（mg/s·m）；

A_i —i 型车预测年的小时交通量（辆/小时），见表 3.3-6；

E_{ij} —汽车专用公路运行工况下，i 型车 j 类排放物在预测年的单位排放因子（mg/辆·m），m）。

② 汽车单车排放因子(E_{ij})的选择

公路营运期对大气的污染主要来源于车辆运行中汽车尾气的排放，从污染物的种类来说，主要为 CO、NO_x 及 THC。

主要依据《车用压燃式、气体燃料点燃式发动机与汽车排气污染物排放限值及测量方法（中国 III、IV、V 阶段）》（GB17691-2005）、《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第五阶段）》（GB18352.5-2013）、《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB18352.6-2016）和《重型柴油污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB17691-2018）的相关规定来确定。

据此计算出各阶段（V、VI 阶段）单车 NO_x 及 CO 的排放平均限值，见表 3.3.2-5。由于无法详细区分柴油、汽油车辆，以及点燃、非直喷、直喷等发电机车辆，均采用平均数据。

表 3.3.2-5 国标各阶段单车 CO 和 NO_x 排放平均限值 单位:g/km 辆

车型	V 阶段标准（平均）		VI(a)阶段标准（平均）		VI(b)阶段标准（平均）	
	CO	NO _x	CO	NO _x	CO	NO _x
小型车	0.75	0.12	0.7	0.126	0.5	0.0735
中型车	1.16	0.152	0.86	0.152	0.62	0.091
大型车	2.18	2.90	2.18	0.581	2.18	0.581

对于小型车和中型车：考虑到国 VI 标准自 2020 年 7 月 1 日起执行，在用车辆在 2025 年 7 月 1 日前仍执行 GB18352.5-2013 中国 V 标准要求。随着我国汽车污染物排放标准的日趋严格，单车排放因子将大幅度的减少，但由于尾气排放与车型、运行工况、燃油的质量等众多因素相关，因此，从保守角度考虑，本项目营运期小型车和中型车污染物排放标准占比及单车排放系数见表 3.3.2-6 和表 3.3.2-7。

表 3.3.2-6 本项目营运期小型车和中型车污染物排放标准占比

年份	V 阶段	VI(a)阶段	VI(b)阶段
2025 年	90%	10%	-
2031 年	-	40%	60%
2039 年	-	-	100%

表 3.3.2-7 本项目采用的 NO_x 和 CO 单车排放系数 单位：g/km 辆

车型	2025 年		2031 年		2039 年	
	CO	NO _x	CO	NO _x	CO	NO _x
小型车	0.75	0.12	0.58	0.09	0.5	0.0735
中型车	1.13	0.15	0.716	0.12	0.62	0.091
大型车	2.18	2.67	2.18	0.581	2.18	0.581

③汽车尾气排放强度预测

根据上述计算模式、排放系数和车流量等数据，估算本项目营运期各特征年平均小时车流量情况下 NO_x 的排放源强，另外，根据关于近年来当地道路两侧的实际监测资料，按 NO₂/NO_x=0.8 的比例将 NO_x 的浓度转化成的 NO₂ 浓度。根据上述计算模式、排放系数和车流量等数据，估算本项目营运期各特征年平均小时车流量情况下 NO₂ 的排放源强，

表 3.3.2-8 本项目营运期汽车尾气源强 单位：mg/s m

起点立交	预测年份	CO	NO ₂
高栏港~赤溪东	2023 年	0.16	0.10
	2029 年	0.25	0.04

起点立交	预测年份	CO	NO ₂
	2037年	0.31	0.05
赤溪东~赤溪西	2023年	0.12	0.07
	2029年	0.17	0.03
	2037年	0.22	0.04
赤溪西~中和	2023年	0.10	0.06
	2029年	0.15	0.03
	2037年	0.20	0.03

2. 油烟废气

根据饮食业油烟排放标准结合类比同类现有高速公路服务区设置的灶头数，沿线服务区、管理中心（合建有养护工区、救援中心、集中居住区）内餐饮油烟产生情况具体见表 3.3.2-9。

表 3.3.2-9 沿线辅助设施餐饮油烟产生情况一览表

服务设施名称	灶头数	灶头排风量	油烟浓度	服务设施数量 (个)	油烟产生总量
单个服务区	4	2000m ³ /h.个	8.0mg/m ³	1	64g/h
管理中心（合建有养护工区、救援中心、集中居住区）	2	2000m ³ /h.个	6.0mg/m ³	1	24g/h

3.3.2.4 固体废物

固体废物主要来自于服务区、管理中心、养护工区、救援中心、集中居住区和收费站等附属设施产生的生活垃圾、商业固废、废弃食物油脂等。本项目营运期全线固体废物产生情况详见表 3.3-2，产生的固体废物由当地环卫部门集中收集处置。

表 3.3-2 本项目沿线辅助设施的固体废物产生量情况统计表

序号	类别	名称	污水种类	预计规模（人/d）	固废产生系数（kg/d·人）	固废产生量	
						kg/d	t/a
1	服务区（1处）	黄茅海服务区	常驻工作人员	50	1	50.0	18.3
			过往人员	20227	0.2	4045.4	1476.6
2	收费站（3处）	收费站	工作人员	15	1	15.0	5.5

序号	类别	名称	污水种类	预计规模（人/d）	固废产生系数（kg/d·人）	固废产生量	
						kg/d	t/a
3	管理中心、养护工区、集中居住区、救援中心（合建1处）	管理中心、养护工区、集中居住区、救援中心	工作人员	259	1	259	94.5
总计						4369.4	1594.8

4 环境现状调查与评价

黄茅海跨海通道项目推荐方案起点在珠海市平沙社区与鹤港高速顺接，与高栏港高速互通，向西经过拟建湿地公园南侧，跨越崖门口黄茅海水域，依次跨越崖门出海航道、东航道、西航道，至台山赤溪镇福良村，再向西经过月湾村，经猪鬃潭水库北侧，设两座隧道分别穿越狮山、鸡山，经鲤鱼水库西侧，终点于台山斗山镇中和村与西部沿海高速相交，对接新台高速。

本项目主要涉及珠海市高栏港经济区和江门市台山市。

4.1 自然环境现状调查与评价

4.1.1 地理位置

1、珠海市高栏港

珠海市位于广东省珠江口的西南部，东与香港隔海相望，南与澳门相连，西邻江门市新会区、台山市，北与中山市接壤。设有拱北、九洲港、珠海港、万山、横琴、斗门、湾仔、珠澳跨境工业区等 8 个国家一类口岸，是珠三角中海洋面积最大、岛屿最多、海岸线最长的城市，素有“百岛之市”之称。

珠海港高栏港区地处滨海地带，东侧为珠海主要分流河口磨刀门、鸡啼门水道，东北侧有连岛大堤将高栏与南水半岛相连，西北面紧邻黄茅海河口湾湾口，向南与南海相邻。南迳湾南端现已经建成 1400m 长防波堤，对外海来浪起到很好的遮掩作用，南迳湾作业区目前也已有较便捷的交通条件，珠海三灶机场已开通至国内各大重要城市，正在形成发达的水陆、空立体化对外交通体系，沟通了高栏与内地及海外的交往。

2、江门台山

台山市位于广东省沿海西南部，N21°34'~22°27'，E112°18'~113°03'。东邻珠海特区，北靠江门新会区，西连开平、恩平、阳江三市，南临南海。毗邻港澳，幅员辽阔，陆地总面积 3286km²，是广东省面积最大的县市之一。

4.1.2 地形地貌

1、珠海市高栏港

(1) 珠海市

珠海市地貌形态明显受北东、北西向构造线控制，珠海地区被北东、北西向断裂切割成断块式隆升与沉降的地貌单元，形成了断块隆升山地与沉降平原。各断块山体、断块山体内部的低平地 and 凹陷平原的展布方向呈北东向，珠江口外岛屿也受北东向构造线的控制，三列岛屿呈北东向排列。珠江口外沉积盆地展布也是北东向。而珠江的人海水道，则受北西向构造控制，如磨刀门水道、泥湾门水道均呈北西走向。

珠海市岛屿众多，海域广阔，共有大小岛屿 146 个，它们星罗棋布地分布于珠江口外。以青洲——三角山岛——小蒲台岛为界分成两部分。

海岸地貌类型多样、海岸线长全市大陆海岸线长达 166.32 公里，海岸地貌大致可分为两种类型的三个类型：唐家、前山水道以西两段为平原海岸；唐家至前山水道以东为山地港湾海岸个岸段。从珠海市北界至唐平原海岸堆积作用强烈，发育有广阔的冲积海积平原。沿岸泥滩向外推移较快，如磨刀门，平均每年向外伸展 120—160 米，淤积速度 1—3 厘米/年。山地港湾海岸的湾口有岬角，湾内有沙堤和泻湖平原。岬角和海湾从北到南依次有铜鼓角、唐家湾、银坑、香洲湾、菱角咀、洲仔湾、炮台山。沙堤主要分布在唐家湾顶。岬角处多冲刷，岸边发育乱石堆，而港湾内则以沙滩堆积为主。

山丘台地主要由花岗岩组成全市广泛出露燕山期花岗岩，面积达 550.78 km²，占山丘台地面积的 91% 侏罗系的变质岩、砂页岩的总面积为 54 km²，仅占 9%。

(2) 高栏港

海岛地貌：南水海岛地貌以侵蚀剥蚀高丘陵为主，山高一般在 200m 以上。此外，还有岬湾地貌、冲击地貌、冲击海积平原和人工地貌等类型。其中岬湾地貌多是侵蚀型的基岩滩，缺乏沙质沉积物；冲击海积平原是通过人工围垦而成。海岸以泥质海岸和岩石海岸为主。

海滩地貌：南水镇海滩地貌较多，有较好的旅游资源开发前景。主要的海滩有高栏的大飞沙、飞沙、铁炉湾、南迳湾和荷包岛的大南湾、笼统湾和大湾等。

从整体上来说，高栏港区经济开发区为花岗岩组成的丘陵地形。岛屿东南、南侧沿海海滨有海蚀地貌发育。山沟谷地分布冲击沉积物，土壤成土母质为花岗岩，山体岩石

裸露，山地土壤为赤红壤，土层薄，土质含沙量较高；在低洼地、沙堤主要是浅海沉积发育成的滨海沙土。

2、江门台山市

台山市陆地总面积 3286km²，海域面积 2717km²，海（岛）岸线长 697km，有广海湾和镇海湾两大海湾，大小海岛（礁）557 个，其中上、下川岛分别为全省第二、第六大岛，有可供水产养殖的浅海 21 万公顷，沿岸滩涂（潮间带）1.3 万公顷，渔港 3 个。台山全市境内有盆地、平原、丘陵、高山、滩涂。山地和丘陵，约占全市总面积的三分之二。平原约占全市总面积的三分之一。

台山市的地形总体来说中部、北部、西部地形地势较平坦。东部、南部为丘陵广泛分布，地形起伏较大。其中南部南海河流阶地、冲积平原、三角洲平原宽广，丘陵、台地错落其间，沿海沙洲发育，组成错综复杂的多元化地貌景观。

台山市地貌类型可分为剥蚀堆积地貌、侵蚀构造地貌、海蚀堆积地貌以及海岸堆积地貌四种。具体分布情况如下：

(1) 剥蚀堆积地貌包括冲积平原与冲积阶地两个类型，其中冲积平原海拔高度 30~50m，相对高度 10m，坡度小于 5°，面积约为 1142.0km²，占总面积的 34.0%，主要分布在潭江流域和其他河系两岸广大地区。冲积洪阶地海拔高度 50~200m，相对高度 50m，坡度介于 5~20° 之间，面积约为 425.9km²，占总面积的 12.7%，主要分布在丘陵与平原接触的过渡地带。

(2) 侵蚀构造地貌包括中山陡坡、低山陡坡与低山缓坡三个类型，其中中山陡坡海拔高度 800~982m，相对高度大于 300m，坡度介于 15~60° 之间，面积约为 665.7km²，占总面积的 19.8%，主要分布在东部的四九、都斛古兜山、狮子头山、瓶身山及南部大隆洞山等地区。低山陡坡海拔高度 300~800m，相对高度在 300m 以内，坡度大于 30°，面积约为 357.1km²，占总面积的 11.2%，主要分布在上、下川岛与赤溪一带。低山缓坡海拔高度介于 150~300m 之间，相对高度在 300m 以内，坡度介于 10~20° 之间，面积约为 200.0km²，占总面积的 5.9%，主要呈垄状孤岛零星散布在平原上。

(3) 海蚀堆积地貌在台山地区形成海积微倾斜平原、沙坝地形，海拔高度介于 5~30m 之间，相对高度小于 10m，坡度介于 30~50° 之间，面积约为 463.5km²，占总面积的 13.8%，沿海附近如深井、汶村、海宴、广海一带。

(4) 海岸堆积地貌形成了冲蚀海岸、侵蚀堆积海岸地形，地势平坦，海拔高度在 0m 左右，主要分布沿海岸线分布。

4.1.3 气象气候

1、珠海市

珠海市属亚热带海洋性气候，受南亚热带季风影响，多雷雨，其中 4-8 月雨量集中，占全年降雨量的 7 成以上。全年温暖湿润，冬天不冷，夏天也不会特别热。每年的 5 月至 10 月是珠海的雨季，全年的雨水都集中在这个时期。灾害性天气主要是台风和暴雨，个别年份冬季受寒潮低温影响。台风出现的时间多在 6 月至 10 月，年平均 4 次左右。严重影响珠海市的台风平均每年 1 次，暴雨有 5 次左右。

珠海市年平均气温为 22.5℃，气温的年际变化一般在 21.6℃~23.3℃之间，年平均气温最高是 1998 年，为 23.3℃；最低是 1984 年，为 21.6℃。日极端最高气温 38.5℃，出现在 1980 年 7 月 10 日；日极端最低气温 2.8℃，出现在 1991 年 12 月 29 日。每年 12 月到次年 2 月为最冷时段，其中，1 月为最冷月份，月平均气温为 15.0℃；3 月后气温开始回升，到 6 月进入炎热时段，7 月为最热月份，月平均气温为 28.5℃；10 月天气逐渐转凉。

根据距离本项目最近的斗门气象站近 20 年(1997-2016 年)的气候统计资料，斗门区位于珠江三角洲西南端，属典型的南亚热带季风海洋性气候，统计斗门气象站近 20 年(1997-2016 年)的气象数据可知，年平均气温 23℃，极端最高气温 38.5℃，出现在 2005 年 7 月 19 日；极端最低气温 1.9℃，出现在 2016 年 1 月 24 日。年平均风速为 2.8m/s，最大风速为 22.8m/s，出现在 2012 年 7 月 24 日。年平均降雨量 2285.0 毫米，年最大降雨量为 3156.0 毫米，出现在 2001 年；年最小降雨量为 1415.9 毫米，出现在 2011 年。年平均日照 1708.0 小时。

2、江门台山市

台山市属亚热带海洋性季风气候区，气候温和。根据台山气象站资料，多年平均气温 21.9℃，最高气温 37.3℃(1989 年 8 月 17 日)，最低气温-0.1℃(1957 年 2 月 11 日)。历年 6~8 月份为气温最高时期，7 月平均气温 28.3℃。年日照时数在 1719~2430 小时之间，年平均日照时数在 2006 小时左右，境内年平均太阳辐射总量在 110 千卡/cm² 以上。

台山市雨量充沛，雨热同季。年平均降雨量约 1950mm，年最大雨量为 2750mm，最小雨量为 1044mm，平均每年大到暴雨 12.2 天，多发生在南部及大隆洞地区。台山市日最大降雨量为 41.1mm，其中川岛上日最大降雨量达 116.1mm，雨热同季达半年时间，雨季正常始于 4 月上中旬，结束于 10 月上旬，雨量充沛，但时空分布不均，降雨集中在 4~9 月，占全年总雨量 85%，冬春少雨，10 月至 3 月只占全年总雨量 15%。

台山市属亚热带海洋性季风气候区，地处沿海，是台风时常侵袭与登陆的地方，多来自东南海面，风力有时达到十二级。据 1953~1997 年统计，有影响的台风共 141 次，平均每年 3.1 次，台风多发生在 7~9 月，带来很强的破坏性。近几年来，由于加强了气象工作和及时发布台风警报，遭遇台风时的损失已逐渐减轻。

4.1.4 水文特征

1、珠海高栏港

珠海市地处西江下游滨海地带，境内河流众多，西江诸分流水道与当地河涌纵横交织，属典型的三角洲河网区。在珠海市斗门区北部，西江分为磨刀门水道、螺洲溪、荷麻溪、涝涝溪、涝涝西溪等 5 支流入境，进而分汇为磨刀门、鸡啼门、虎跳门等 3 支干流，由北向南纵贯全境，分口注入南海。干流沿程与众多侧向分流、汇流河道衔接，既有自然分流汇水，亦有闸引闸排。

高栏港经济区位于鸡啼门和崖门下游的黄茅海之间。鸡啼门水系自北向南依次分布有荷麻溪、赤粉水道、螺洲溪、黄杨河和鸡啼门水道。虎跳门水系自北向南分布有涝涝溪、涝涝西溪、横坑水道和虎跳门水道。崖门水道北起小豪涌北围和崖门口，汇合虎跳门水道及新会银洲湖来水，南至平沙三虎山咀，全长 13.3km，境内堤岸长 15.65m，河道宽 1800-4500m，主槽迫近斗门雷蛛围岸侧，槽底高程-8.0~-12.9m。在鸡啼门和黄茅海之间，高栏港经济区范围内有南水沥和十字涌

2、江门台山

台山全市河流分两部份，北部的河水向北流，汇入潭江，东流到新会县转向南流，经崖门入海；南部和西南部的河水向北流，迳入南海；分水岭是一带丘陵，可以凿运河，以沟通南北。根据《广东省台山市江河流域综合规划报告书》，台山市集雨面积 100km² 以上河流共 10 条。

台山市诸河都注入县南大海。海岸线长 293km，岛岸线长 355km 左右。大陆沿岸有

三大海湾：东面是北部诸河经潭江注入的崖门口，中间是矧洞河所注入的广海湾，西面是那扶河、深井河所注入的北海湾。

猪鬃潭水库，位于赤溪镇田头圩东北部，坝址位于田头河上游，水库总集雨面积 15.16 平方公里，总库容 2939 万，是一座以灌溉为主，兼顾防洪、发电、供水等综合效益的中型水库，水质大道 II 类水质标准。

4.1.5 动植物分布情况

1、珠海高栏港

开发区均为平整土地，基本无植被。评价区域内的山体植被类型以热带亚热带灌丛和人工植被为主，人工植被主要为台湾相思、木麻黄等。

2、江门台山

台山市的山林植被属于南亚热带常绿阔叶林，但由于地形的影响，形成了植被类型的多样性，高山矮林、植被，分布在 800m 以上的山顶上。亚热带常绿阔叶林，分布在 500-800m 之间的山沟和山坡上。针阔叶混交林植被，分布在 300-500 山坡上。马尾松、芒萁草等植被分布最广。植物类的林木树种主要有松、柏、榕、苦楝、木棉等 30 多种。果树类有龙眼、荔枝、树菠萝、黄皮等 10 多种，还有中草药 200 多种。境内动物种类繁多，常见的有羽类 30 多种，两栖类 20 多种，兽类 10 多种。

台山海域是南海各种鱼虾回游、栖息、产卵的天然场所，海洋生物种类繁多，计有鱼类 800 多种，虾、贝、蚝、藻类 30 多种。

4.1.6 地质条件

1、珠海高栏

根据高栏岛海区的钻探资料部分样品的地层沉积相分析 C14 年代测定资料表明：高栏海区第四系沉积可分为二个地层，即上部海相层和下部陆相层，它们的沉积特征截然不同，上部海相层主要由粉砂淤泥、砂质淤泥组成，普遍含海相贝壳也含有少量腐木和腐殖质。下部陆相主要由杂色亚粘土，灰色淤泥质亚粘土组成，也含粗、细砂层。第四纪沉积环境变迁主要是由全球范围的冰川性海面变动引起的，晚更新世以来，华南和珠江三角洲地区均发生了二次大范围的海侵，这二次海侵过程引起了高栏海区的沉积环境演变。大约 1-3 万年前，高栏海域仍为陆地，通过 7000-10000 年前及 2500-7000 年前的

二次海侵(海面上升),高栏海区沦为深水海湾,距今 2500 年以来,由于河流作用明显加强,珠江鸡啼门、磨刀门及崖门诸河口向海推进,高栏海区向河口湾转化,形成二层上部黄灰色粉砂淤泥沉积。在南水岛和高栏岛之间的海域,由于鸡啼门及其以东的珠江河口推进较快,接受泥沙较多,浅滩淤积较快。

2、江门台山

台山市大地构造单元属华南准地台中的南部沿海断皱带。台山市主要构造活动特点是北东向、北北东向断裂构造带强烈活动,伴随断裂活动出现大量的岩浆岩侵入和地层的褶皱变形。

台山市的中部、西部出露寒武系八村群砂岩、粉砂岩,泥盆系沙砾岩、细砂岩,由于地形较平坦,保护较好,地质灾害不甚发育。台山市东部、南部为丘陵地带,出露酸性侵入岩,地形起伏较大,地表为残坡积土体或全风化花岗岩,岩土体结构松散,人类工程活动较强烈。

根据《广东省台山市地质灾害防治规划(2017~2025年)》,地质灾害高易发区主要分布于大江、深井、端芬、赤溪及都斛、北陡、下川岛、上川岛等的低山、丘陵及台地地区,面积 757.0km²,占全市总面积的 23.04%。地质灾害中易发区主要分布在低山丘陵区与丘陵、平原过渡区,呈近南北向展布,面积 1588km²,占规划区总面积的 48.3%。地质灾害低易发区成片分布于台山市中东部河谷平原、台地区,面积 941.0km²,占规划总面积 28.60%。

4.1.7 海洋资源调查与评价

4.1.7.1 港口资源

(1) 珠海港

项目附近的港口主要是高栏港区。高栏港口岸为国家一类对外开放口岸,拥有建港岸线 68.5 公里,可建万吨级以上码头 100 多个,拥有珠江三角洲最大吨位的液体化工品和散货码头泊位,具备建设 30 万吨石化大码头的良好自然条件。

(2) 江门港

江门市有着丰富的岸线资源和良好的建港条件。全市海洋、江河岸线长 1800 多 km,其中江门市海岸线长 420km。江门港划分为恩平、新会、广海湾三个沿海港区 and 主城、开平、鹤山、台山等四个内河港区,主城港区包括外海作业区和江海作业区,而江海作

业区的后方就是江门高新区。项目附近的港口主要包括新城和新会港区。

① 新城港区

新城港区位于珠江水系干流西江下游，主要有高沙作业区、外海外贸码头、甘化厂码头、港澳客运码头、江门市发电厂燃油码头等。高沙作业区、外海外贸码头主要以集装箱及外贸货运输为主，目前已经饱和，已无继续发展的空间。其余码头基本为企业专用码头。作业主要货类为集装箱，石油制品、煤炭、化工原料、轻工医药品、建材、杂货等，进出地为珠江三角洲地、港澳及沿海各港口。

② 新会港区

新会港区位于西江和潭江下游，南临南海。潭江出海口银洲湖水道河面宽阔，水深潮平，具有通航万吨级海轮的水域条件，发展江河联运条件十分优越。

新会港区包括潭江下游、西江下游、以及潭江与西江支流汇合银洲湖水道上的码头作业区。新会港区现状主要有西河口作业区和天马作业区，西河口作业区受陆域条件限制，基本无发展空间，天马作业区现状建有 2 个 5000 吨级多用途泊位，水路条件较好，具有很大的发展空间，为大型深水货运区。另外，还分布有大鳌、裕大管桩码头等。港区货类以钢铁、煤炭、集装箱、粮食、非金属矿石为大宗，进出地为珠江三角洲、香港及我国沿海港口。

③ 广海湾港区

广海湾港区包括分布在本市南端广海湾、和上、下川岛的码头泊位、广海作业区：广海（一期）有限公司码头，位于广海湾内烽火角水闸下游，建有 3 个泊位（两个客运和 1 个货运泊位），1988 年建成投入使用，实际吞吐量为 20 万人次和 30 万吨，最大靠泊 1000 吨级船舶，但近年周边围垦造地、海洋养殖、以及淤泥沉积等，导致航道淤积严重，码头基本停用。广海鱼塘作业区水域面积广，交通畅顺，目前已建成 2 个 5000 吨级泊位，设计吞吐能力 75 万吨，其中集装箱 3.8 万 TUE。位于铜鼓湾的台山电厂专用煤码头，设计最大靠泊能力为 5 万吨，吞吐能力为 1000 万吨，首期泊位已随电厂投入使用。另外，中油星光万吨级泊位和腰古 500 吨级泊位也已建成投入使用。

4.1.7.2 航道资源

根据崖门出海航道规划：

崖门出海航道东航道现状三一重工以下航道已建成，为五万吨级，远期规划十五

万吨级，三一重工以上航道规划为五万吨级。

东航道为现状五千吨级航道，规划为三万吨级。

西航道现状还未疏通，规划为三千吨级。

航道的规划方位及等级会直接影响项目的走向与桥位布置，项目设计时需要明确航道的具体位置与等级。



图 4.1.7-1 崖门航道规划示意图

4.1.7.3 海岛资源

项目所在海域海岛资源以高栏岛为主岛，包括荷包岛、大杙岛、大襟岛等海岛，共有 32 个，其中，无居民海岛 28 个，有 1 个无居民海岛的市级管辖权属尚未确定，即赤鼻岛；有居民海岛 4 个，即高栏岛、荷包岛、大杙岛、大襟岛。

距离项目较近的海岛有 4 个，即黄茅岛、白排、青洲、鸟喜石。由于江门侧长年淤涨，大片海域被围隔成养殖塘，实际已成陆地，其中青洲、鸟喜石位于养殖塘一侧，项目与两者的距离分别为 0.54 km 和 1.54 km，施工期间不会对青洲、鸟喜石产生影响。值得注意的是，本项目与黄茅岛相距仅 0.2 km，项目施工期间应避免损伤岛体。



4.1.7-2 项目周边海岛分布图

4.1.7.4 旅游资源

(1) 珠海市

珠海市旅游资源非常丰富，主要包括东澳岛的环岛游、东澳岛南沙湾泳场和游艇垂钓区、外伶仃岛和大万山岛游艇区和垂钓区、三灶岛金海滩泳场、高栏岛飞沙滩旅游度假区、荷包岛大南湾泳场、淇澳岛红树林保护区、九州东沙滩泳场，广州至万山群岛环海游、东海岛海上观光等。珠海渔女与情侣路是珠海市一道亮丽的风景线，香炉湾畔的珠海渔女雕像高 8.7m，重 10t，由 70 件巨型花岗岩石组合而成，渔女高举明珠向人们献宝已成为珠海市的象征。野狸岛以海燕桥与闹市区相连。远近闻名的情侣路，自南、东、西三个方向侧岛通过，位置优越，交通便利。

根据《2018 年珠海市国民经济和社会发展统计公报》，全年接待入境旅游人数 513.73 万人次，增长 2.9%。其中，外国人 67.51 万人次，增长 7.3%；香港、澳门和台湾同胞 446.22 万人次，增长 2.2%。在入境旅游人数中，过夜游客 325.97 万人次，增长 2.4%。国际旅游外汇收入 14.68 亿美元，增长 21.3%。接待国内游客 3797.58 万人次，增长 9.1%，其中过夜游客 2126.65 万人次，增长 7.9%。国内旅游收入 368.99 亿元，增长 29.0%。酒店平均开房率 62.4%，比上年高 1.8 个百分点。全年各主要旅游景点共接待游客 2778.27 万人次，增长 29.9%。旅行社组团国内游 116.94 万人次，总量与上年基本持平；出境游 60.44 万人次，增长 25.2%。实现旅游总收入 466.16 亿元，增长 26.8%。

(2) 江门市

江门是中国优秀旅游城市，根据《2018 年江门市国民经济和社会发展统计公报》，全年旅游总收入 587.48 亿元，比上年增长 19.3%。旅游住宿设施接待游客 2722.72 万人次，增长 20.5%，其中，国际游客 238.14 万人次，增长 3.4%；国内游客 2562.52 万人次，增长 26.3%。旅行社组织境内游 62.6 万人次，增长 3.4%；组织出境游 16.63 万人次，增长 2.3%。全年旅游宾馆客房出租率 63.5%。

4.1.7.5 海砂资源

珠江口海域是我国海砂开采比较集中的海区之一，据有关资料，中国近岸浅海海砂堆积体约 20 处，估算海砂总储量达 66.51 亿 m^3 ~101.86 亿 m^3 ，珠江口的海域砂源总储量约在 12 亿 m^3 ~15 亿 m^3 之间。珠江口海域的砂源以中粗砂为主，砂源中含矿成份低，根据目前我国的矿产资源开采技术，没有开采价值，海砂主要作填海工程用砂。

黄茅海海域海砂资源储量较为丰富，其砂矿的来源主要是上游潭江、西江和北江支流的径流携沙、及部分海域来沙和潮流冲蚀海床产生的泥沙，进入河口湾后，在水动力

较弱的条件下沉积下来而形成的沉积型海砂矿床。

4.1.7.6 重要渔业水域

(1) 崖门口经济鱼类繁育场保护区

崖门口经济鱼类繁育场保护区南面由台山县广海口的鸡罩山为起点至少鹅咀对开二海里处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角连线为界；北面由独崖至二虎的连接线以内的海域。禁渔时段为每年农历四月二十日至七月二十日。禁渔期间禁止一切疏密拖网、大缙、企门缙、虾罟拖、梅虾笏等作业，并禁止其他有损害幼鱼资源的作业。

(2) 省级幼鱼和幼虾保护区

广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 m 水深以内的海域。每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。水质、生态环境，保护期为每年的 3 月 1 日~5 月 31 日。

(3) 三场一通道

根据渔业部门发布的资料，目前南海区重要水生生物“三场一通道”主要分布在近海及外海，距离本工程相对较远。

南海中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹、鲐鱼和竹筴鱼产卵场，其中，蓝圆鲹产卵场的位置包括：（1）粤东外海区：约为东经 115°~116°30′，北纬 20°30′~22°35′，水深约为 70~180m，产卵期 3~7 月。（2）粤西外海区：约为东经 110°30′~112°40′，北纬 18°15′~20°05′，水深约为 70~180m，产卵期 4~6 月。（3）珠江口近海区：约为东经 112°50′~114°30′，北纬 21°~22°，水深为 60m 以内，产卵期 12~3 月。鲐鱼产卵场的位置包括：（1）珠江口近海区：位于东经 113°5′~116°20′，北纬 21°~22°35′，水深 30~80m，产卵期 1~3 月。（2）珠江口外海区：约东经 113°30′~114°40′，北纬 19°30′~20°26′，水深 90~200m，产卵期 1~3 月。

南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。其中，金线鱼产卵场包括：

（1）南海北部产卵场：分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（为东经 111°45′~115°45′），水深为 25~107m，主要是 40~80m，产卵期 3~8 月。（2）北部湾产卵场：有二处，一处为东经 107°15′~108°50′，北纬 19°10′~20°55′，水深 40~75m，产卵

期 2~6 月。另一处为东经 106°05'~107°20', 北纬 18°15'~19°55', 水深 20~80m, 产卵期 4~8 月。二长棘鲷产卵场位于北部湾东经 107°20'~109°15', 北纬 20 至近岸, 水深 60m 以浅海区, 产卵期 1~3 月。红笛鲷产卵场有二处, 均位于北部湾: (1) 东经 107°25'~108°43', 北纬 19°12'~20°20', 水深 20~70m 海区。(2) 东经 106°55'~107°56', 北纬 17°45'~19°, 水深 65~85m 海区, 产卵期 4~7 月。绯鲤类产卵场包括: (1) 珠江口近海产卵场: 位于东经 112°55'~115°40', 北纬 21°30'~22°15', 水深为 20~87m, 产卵期 3~6 月。(2) 海南岛以东近海产卵场: 位于东经 110°40'~112°00', 北纬 19°00'~19°30', 水深为 53~123m, 产卵期 3~6 月。(3) 珠江口—粤西外海产卵场: 位于东经 111°30'~114°40', 北纬 19°50'~21°, 水深 60~100m, 产卵期 3~6 月。(4) 北部湾产卵场: 位于东经 107°20'~108°15', 北纬 18°15'~21°15', 水深 20~100m, 产卵期 2~8 月。深水金线鱼产卵场在南海北部的分布范围很广, 从海南岛东岸东经 110°30' 以东一直延伸到东经 117°00' 的水深 90~200m 范围内均有分布, 主要产卵期 3~9 月。短尾鳍大眼鲷产卵场包括: (1) 南海北部产卵场: 在南海北部分布范围较广, 大约在 71~107m 等深线内, 由海南岛东部向东北延伸到汕尾外海 (约为东经 110°50'~115°45'), 连城一条狭长海区; (2) 北部湾产卵场, 共有二处。一处位于东经 107°32'~106°20', 北纬 17°40'~18°50' 海区; 另一处在东经 106°10'~108°15', 北纬 18°40'~19°45' 范围海区。短尾鳍大眼鲷产卵期 4~7 月。长尾大眼鲷产卵场包括: (1) 南海北部产卵场: 共有二处, 一处位于海陵岛南部, 约为东经 110°50'~112°45', 北纬 20°25'~21°30'; 一处位于万山列岛的东南部, 约为东经 113°20'~115°45', 北纬 20°35'~22°20' 两产卵场水深为 26~80m。(2) 北部湾产卵场, 共有三个: ①位于东经 107°30'~108°50', 北纬 20°15'~21°20'; ②东经 107°35'~139°05', 北纬 19°35'~20°25'; ③东经 107°35'~108°25', 北纬 18°25'~19°25' 长尾大眼鲷产卵期 5~7 月。脂眼鲱产卵场位于海南岛以东近海, 东经 110°45'~111°30', 北纬 18°50'~19°50', 水深 40~100m, 产卵期 5~8 月。黄鲷产卵场包括: (1) 南海北部产卵场: 在南海分布广而狭, 处于外海, 沿着 90m 等深线由海南岛东部向东北延伸至汕尾外海 (约为东经 111°45'~115°45', 水深 77~119m), 连成一条带状, 产卵期为 11 月~翌年 3 月, 产卵盛期为 12 月至翌年 3 月。(2) 海南岛南部产卵场: 位于东经 108°55'~109°15', 北纬 17°15'~17°50', 水深 70~120m, 产卵期为 10 月至翌年 2 月。

4.1.7.7 自然保护区

(1) 江门中华白海豚省级自然保护区

本项目距离江门中华白海豚省级自然保护区在为 12.6 km，在严格执行上述措施的情况下，项目施工对中华白海豚的威胁不大。本项目与江门中华白海豚省级自然保护区位置见图 4.1.7-3。

中华白海豚 (*Sousa chinensis*)，又名印太驼海豚，属鲸目、齿鲸亚目、海豚科、白海豚属，广泛分布于中国南方近海，北起长江口、南下浙江南部、福建广东、海南、和广西沿岸海域均有中华白海豚的踪迹。目前已萎缩在三个区域：珠江口、厦门的九龙江口和北部湾。有关数据显示 (Jefferson 等人)，珠江口水域为中华白海豚栖息数量最多的水域，约有 1000 头左右。厦门水域约有 100 头左右、北部湾水域约在 50 头以上。在 1988 年颁布的《中华人民共和国野生动物保护法》中，该物种被列为国家一级保护动物。被濒危野生动植物国际贸易公约 (CITES) 列入 2006 版的附录 I 中，严格禁止有关该物种的贸易活动。该物种在 2006 版的世界自然保护联盟 (IUCN) 濒危物种红色目录中列为数据缺乏物种。

珠江口的中华白海豚是我国沿海最重要的一个种群，分布区东起珠江口东部水域，从香港向西延伸到珠海和澳门水域。江门中华白海豚自然保护区成立于 2003 年 12 月，为市级保护区，面积 13000 公顷；2007 年，经广东省人民政府同意，江门中华白海豚自然保护区升格为省级自然保护区。江门中华白海豚自然保护区保护生物主要指的是位于大襟岛附近的中华白海豚自然保护区内的白海豚。根据国华粤电台山发电厂项目 2006 年春、秋两季在大襟岛中华白海豚保护区附近海域调查，中华白海豚多次出现，群体数量在 2 头~20 头不等。

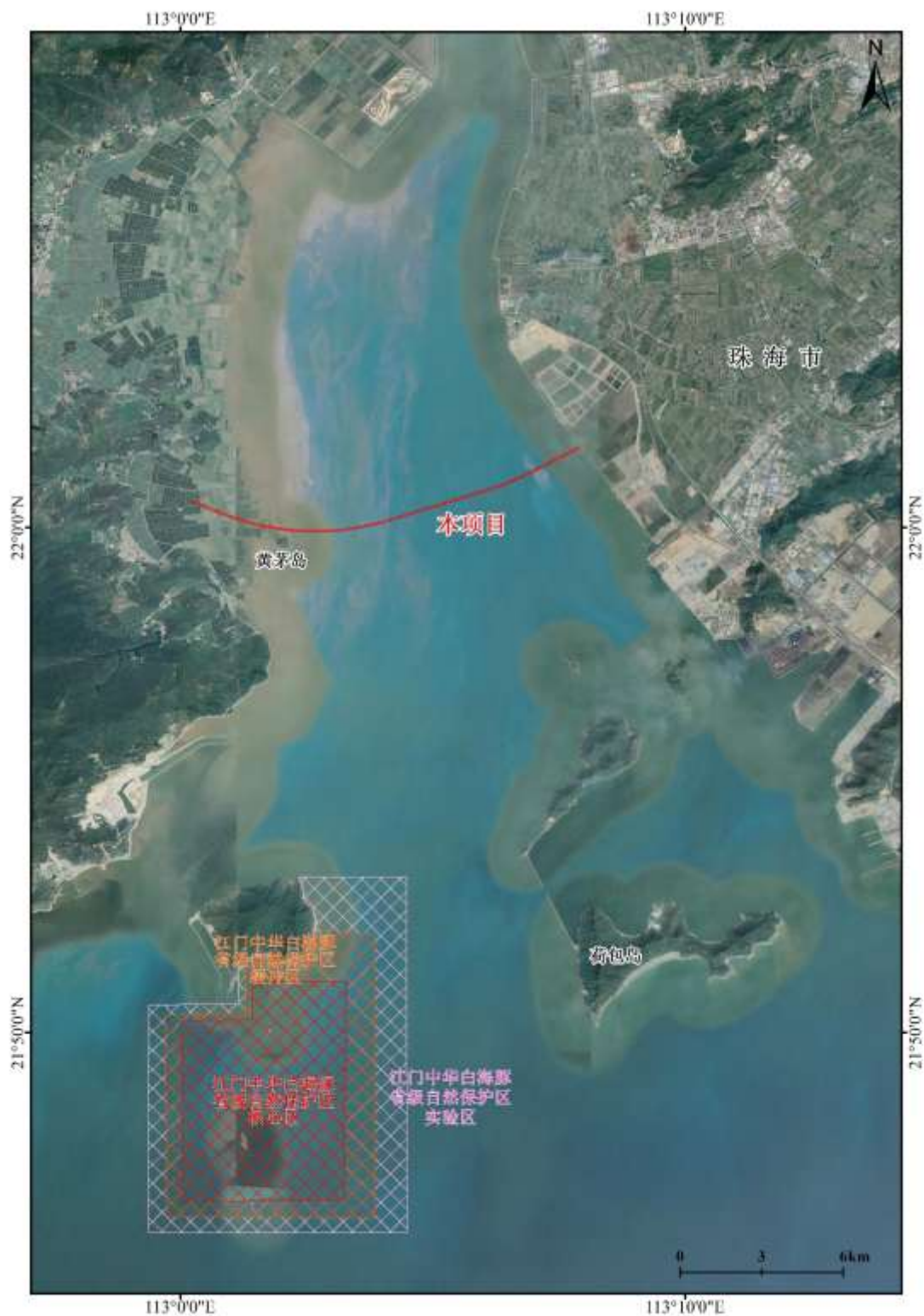


图 4.1.7-3 江门中华白海豚省级自然保护区位置图

(2) 大杧岛野生动物放养保护区

大杧岛的走向大致为西南东北走向，处在黄茅海的出海口，岛的两侧海底各有

广州南科海洋工程中心

一条海口涨潮的冲刷槽，其中东槽比较近，西槽略远，槽中水底的暗流较急。岛上有猕猴群，是广东省重点自然生态保护区。大杧岛自古无人居住。现岛上也没有固定居民，原始生态保存完好，植被丰富，各种珍稀动植物种众多，有热带雨林及观赏植物 600 多种，珍稀野生动物 10 多种，沿岛海域还有各类鱼、虾、扇、贝 100 多种。1984 年华南涉危动物研究所在该岛设了研究站，并放养了猴子、鹿。

4.1.8 海域开发利用现状

本项目横跨广东省珠海市和江门市之间的黄茅海。根据现场调查和资料收集，本海域开发利用主要为养殖用海、工业用海、港口用海、填海造地、渔业基础设施用海、海岸防护工程、取排水用海以及航道用海。

项目所在海域的遥感影像见图 4.3-1，项目周围用海现状见图 4.3-2 和表 4.3-1，项目现状照片索引见图 4.3-3，现场照片见图 4.3-4。

(1) 养殖用海现状

现场调查和遥感影像结果显示，项目用海范围内存在大量海上养殖活动，其中黄茅海海面以耗排养殖为主，而江门侧由于逐年淤积，大量滩涂被围隔形成养殖塘，用于海水养殖生产。

为保证项目跨海大桥建设的顺利开展，目前两市相关管理部门正依法清理其管辖海域内的无证海上养殖活动。现场调查发现，江门侧大多数高位养殖池塘正进行养殖生产活动，高位养殖池塘为磅礴村和北门村村委以承包形式转让租用。靠海侧围塘养殖以虾（南美白对虾、日本对虾和基围虾为主）、蟹、鱼（雀鲷鱼、鲈鱼和鳊鱼为主），多为鱼虾混养，围塘区域有多条水道分布，赶潮取排水，换水时间多为 10~15 天；近陆侧围塘多为淡水品种养殖。项目主线桥墩占用的养殖塘信息由赤溪镇政府提供，如表 4.1.8-1。

具有海域使用权证的养殖活动有 2 个，分别为都斛镇米蚬增养殖一号场、都斛镇米蚬增养殖二号场。

表 4.1.8-1 项目主线桥墩占用的养殖塘信息一览表

塘号	使用人	养殖品种	面积（亩）	合同期限
1	梁悦坤	虾	13	至 2023.12.31
2		虾	13	
3		虾	13	
4		虾	13	

塘号	使用人	养殖品种	面积（亩）	合同期限
5		虾	13	
6		虾	13	
7		虾	13	
8		虾	13	
9		虾	13	
10	叶瑞娟	虾、蟹、鱼	60	2017.8.2 至 2021.8.9
11	钟伟强	虾、蟹、鱼	27.5	2002.1.1 至 2019.12.30
12	毛军林、钟俊儒	虾、蟹、鱼	27.5	2013.1.1 至 2019.12.30
13	钟子兵	虾、蟹、鱼	27.5	2000.1.1 至 2019.12.30
14	吴福才	虾、蟹、鱼	27.5	2000.1.1 至 2019.12.30
15	吴燕生、罗家良	虾、蟹、鱼	140	2020.1.1 至 2039.12.30
16	张冠明	虾、蟹、鱼	35	2000.1.1 至 2029.12.30
17	罗家良	虾、蟹、鱼	35	2000.1.1 至 2029.12.30
18	张冠基	虾、蟹、鱼	35	2000.1.1 至 2029.12.30
19-21	洪国标、杨加荣	虾、蟹、鱼	760	2001.1.1 至 2028.1.1
22	张新强	虾、蟹、鱼	330	2009.1.1 至 2025.1.1
23-24	王裕城、曹英	虾、蟹、鱼	210	2001.1.1 至 2025.1.1
25	吴建文、黄贵新	虾、蟹、鱼	100	2003.6.30 至 2033.6.30
26	傅伟康、吴建文、黄贵新、林基雄	虾、蟹、鱼	78	2003.6.1 至 2038.5.30
27-31	林基雄	虾、蟹、鱼	350	2002.1.1 至 2026.12.30

(2) 人工河涌

根据现场调查，结合遥感影像资料，项目江门侧浅滩有多条取排水渠，兼具防潮排涝及养殖取水功能。

(3) 赤溪围堤

赤溪围堤现状海堤基本为土堤梯形断面，堤顶高度在 1.5~3.0m 之间，大部分在 2.5m 以下，堤顶高度不足，堤顶宽度在 1.5~3.5m 之间，宽度不满足要求，堤坡较陡，堤身较单薄。

目前，赤溪围堤正处于达标加固扩建阶段，工程南起东碉楼，由南向北依次经冲口河、牛路冲、牛尾冲、合掌冲、大冲河、磅护交界冲、羊了角冲等八条河涌到屈头山，堤线全长 5.50km。赤溪围海堤的主要任务是防潮和排涝，兼顾引咸养殖，工程防护对象为赤溪镇政府所在地及其所辖的 5 条行政村，捍卫耕地面积 1.54 万亩，其中水产养殖面积 1.25 万亩，人口 1.05 万人。

(4) 五山—平沙防汛大堤

五山—平沙防汛大堤位于珠海市五山镇和平沙镇，从南门大桥至三虎沿岸海域，属海岸防护工程，主要作用为防洪。

(5) 港口用海现状

项目评价范围海域港口用海项目有 23 个，主要分布在项目高栏港一侧，分别为三一海洋重工产业园二期软基处理工程施工项目配套码头工程、珠海港高栏港区海洋通信系统产业化项目配套码头工程、珠海港高栏港区黄茅海作业区番禺珠江钢管珠海基地码头工程、茂盛海洋公司制造场地码头及滑道工程、大杧岛潮位站工程、钢管制造基地码头工程、中铁武桥重工(珠海)有限公司珠海基地配套码头工程、珠海港高栏港南水作业区鑫和 3000DWT 件杂货码头项目、珠海港高栏港区集装箱码头二期工程、珠海港高栏港区南水作业区干散货码头工程项目、珠海港高栏港区南水作业区煤炭码头工程、珠海港高栏港区南水作业区鑫和件杂货码头工程、珠海港高栏港区三一港机码头工程、珠海港高栏港区神华煤炭储运中心一期工程项目、珠海港高栏港区万江物流码头及填海工程、珠海港高栏港区五千吨级多用途码头、珠海港高栏港区珠海资源综合利用项目配套码头工程、珠海港九洲港区货运搬迁工程项目、新海能源(珠海)有限公司 5000 吨级 LPG 码头工程、液化石油气项目码头工程、珠海船舶溢油应急设备库及辅助用房工程、珠海液化石油气有限公司码头工程、珠海粤裕丰 5000 吨级引桥原料码头。与本项目最近的港口用海为三一海洋重工产业园二期软基处理工程施工项目配套码头工程，两者相距 1.8 km。

(6) 工业用海现状

项目评价范围海域工业用海项目有 4 个，主要分布在项目高栏港一侧，分别为珠海深水海洋工程装备制造基地项目、广东台山核电一期工程项目、珠海中海粮油工业有限公司粮油加工项目、广东珠海 LNG 接收站一期工程项目竣工验收。与本项目最近的工业用海为珠海深水海洋工程装备制造基地项目，两者相距 4.8 km。

(7) 黄茅海航道

黄茅海航道又名崖门出海航道，本项目将跨越该航道。崖门出海航道是珠江水系西江虎跳门和潭江崖门的主要出海通道。1991 年，崖门航道试挖竣工，3000t 级海轮可乘潮进入新会港；1994 年，由广东省航道局投资 1.12 亿元，对崖门出海航道进行了第一

期整治，整治标准为：航道通航宽度为 80 m，通航深度为 5.5m，备淤深度 0.5m，常年通航 3000t 级海轮，乘潮可通航 5000t 级海轮。2005 年崖门 5000t 级出海航道整治工程，航道全长 41km，按全潮通航 5000t 级，乘潮 10000t 级海轮的航道标准进行整治。航道设计为单航道，航道有效宽度 90m，通航深度 7.2 m，设计深度 7.7 m（其中 0.5 m 为备淤深度），设计边坡 1：8m~1：10m，全程有五个折点，转弯半径为 500~2000 m。黄茅海航道现为 10000 吨级航道，拟疏浚到 30000 吨级航道。

(8) 其他类型用海现状

项目评价范围海域其他类型用海项目有 4 个，分别为珠海市乾务赤坎大联围加固达标工程十字沥水闸应急项目、新建铁路高栏港疏港铁路专用线一期工程、温泉眼泵房、珠江口黄茅海海域海砂开采项目。与本项目最近的工业用海为珠海市乾务赤坎大联围加固达标工程十字沥水闸应急项目，两者相距 4.4 km。

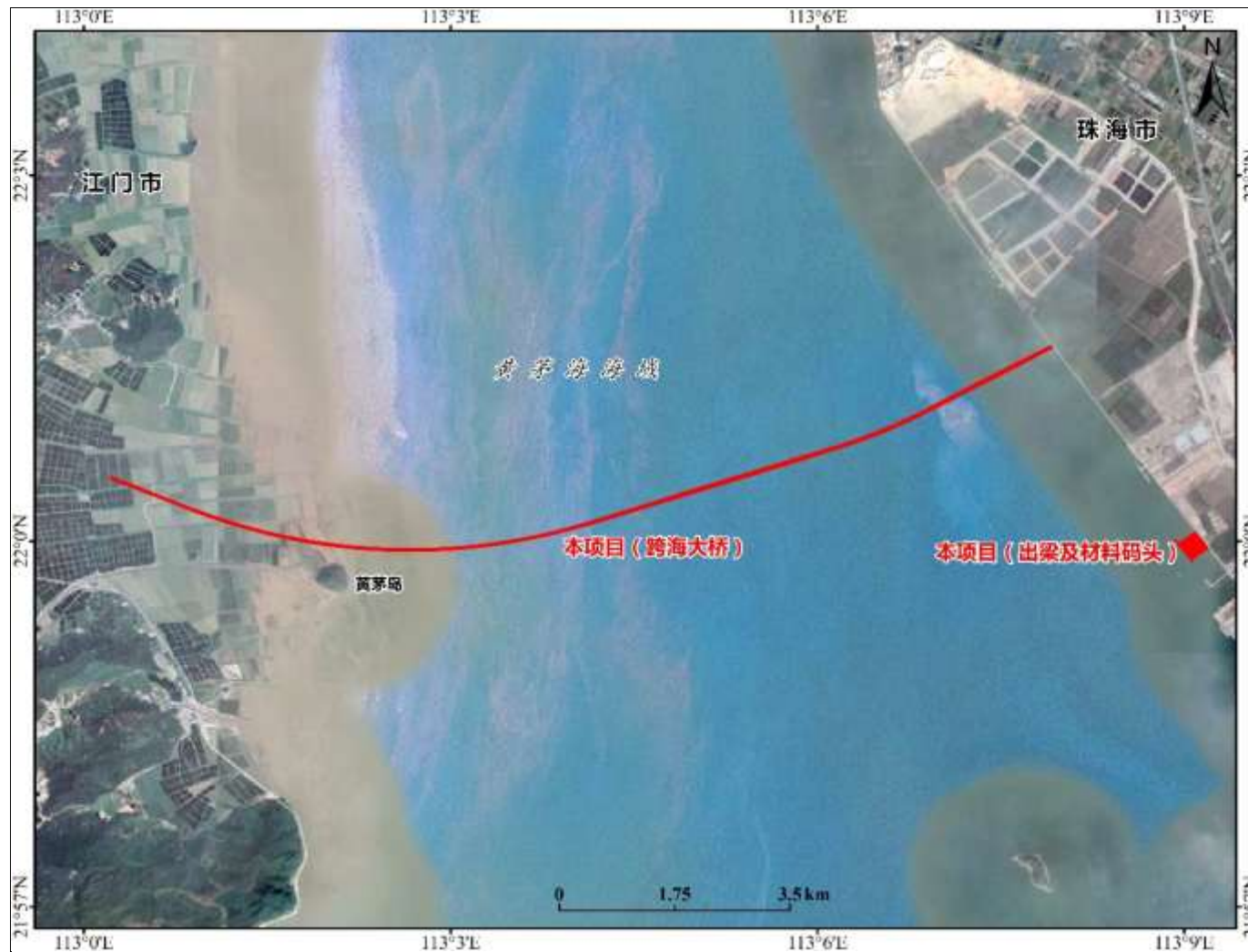


图 4.1.8-1 项目所在海域遥感影像图



图 4.1.8-2 项目周边海域使用现状图

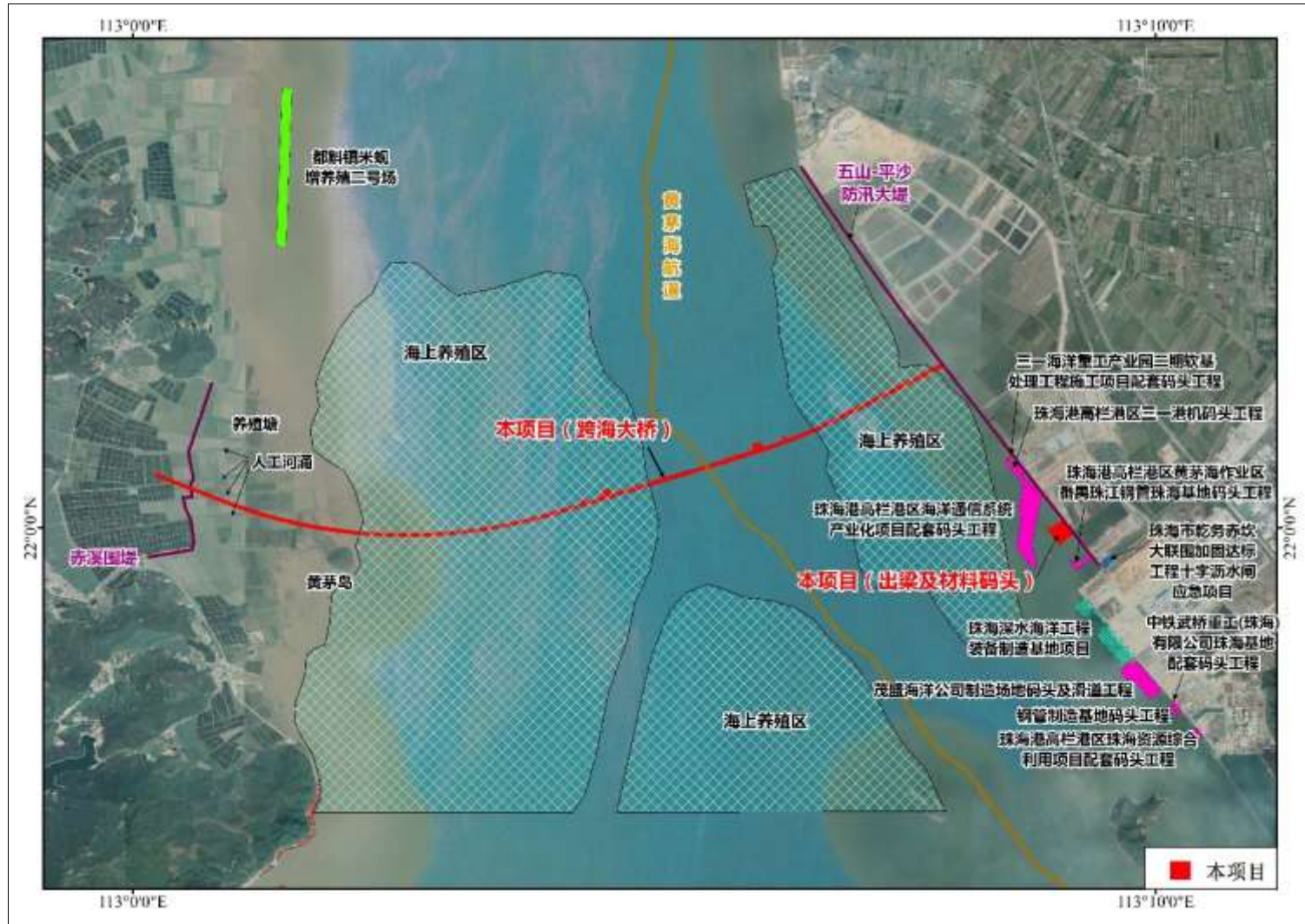


图 4.1.8-3 项目周边海域使用现状图 (放大)

表 4.1.8-2 项目附近海域开发现状（已确权项目）

开发现状	开发活动	使用权人	方位和距离	是否确权	用海类型	用海规模	起始日期	终止日期
养殖用海	都斛镇米蚬增养殖二号场	台山市都斛镇海洋经济发展公司	北向, 4.5km	是	开放式养殖用海	46.5102	2018-1-19	2024-1-18
	都斛镇米蚬增养殖一号场	台山市都斛镇经济发展总公司	北向, 8.8km	是	开放式养殖用海	46.9992	2018-1-19	2024-1-18
港口用海	三一海洋重工产业园二期软基处理工程施工项目配套	三一海洋重工有限公司	东南向, 1.8km	是	港口用海	0.3154	2019-2-13	2024-2-13
	珠海港高栏港区海洋通信系统产业化项目配套码头	烽火海洋网络设备有限公司	东南向, 2.5km	是	港口用海	39.2735	2018-9-10	2068-9-9
	珠海港高栏港区黄茅海作业区番禺珠江钢管珠海基地	番禺珠江钢管(珠海)有限公司	东南向, 4.0Km	是	港口用海	3.4426	2014-12-5	2064-12-4
	茂盛海洋公司制造场地码头及滑道工程	珠海巨涛海洋石油服务有限公司	东南向, 6.2km	是	港口用海	20.4673	2008-11-5	2058-8-31
	大杧岛潮位站工程	广东省航道局	东南向, 8.6km	是	港口用海	0.008	2006-7-18	2056-7-17
	钢管制造基地码头工程	珠海海重钢管有限公司	东南向, 7.3km	是	港口用海	1.4400	2008-1-1	2021-12-22
	中铁武桥重工(珠海)有限公司珠海基地配套码头工	中铁武桥重工(珠海)有限公司	东南向, 7.2km	是	港口用海	1.4952	2010-1-7	2059-1-7
	珠海港高栏港南水作业区鑫和 3000DWT 件杂货码	珠海港鑫和码头有限公司	东南向, 10.7km	是	港口用海	1.7024	2016-8-11	2066-8-11
	珠海港高栏港区集装箱码头二期工程	珠海国际货柜码头(高栏二期)有限公司	东南向, 13.8km	是	港口用海	41.8155	2013-7-25	2060-7-28

开发现状	开发活动	使用权人	方位和距离	是否确权	用海类型	用海规模	起始日期	终止日期
	珠海港高栏港区南水作业区干散货码头工程项目	珠海港鑫和码头有限公司	东南向, 10.3km	是	港口用海	40.8697	2014-2-18	2060-6-11
	珠海港高栏港区南水作业区煤炭码头工程	珠海港弘码头有限公司	东南向, 10.4km	是	港口用海	39.0681	2017-4-21	2060-9-28
	珠海港高栏港区南水作业区鑫和件杂货码头工程	珠海港鑫和码头有限公司	东南向, 10.3km	是	港口用海	2.9201	2013-10-10	2063-10-9
	珠海港高栏港区三一港机码头工程	三一海洋重工有限公司	东南向, 2.0km	是	港口用海	6.0174	2017-6-29	2067-6-28
	珠海港高栏港区神华煤炭储运中心一期工程项目	神华粤电珠海港煤炭码头有限责任公司	东南向, 11.5km	是	港口用海	114.1428	2014-9-4	2063-6-8
	珠海港高栏港区万江物流码头及填海工程	珠海万江物流有限公司	东南向, 11.6km	是	港口用海	53.9651	2017-3-10	2067-3-9
	珠海港高栏港区五千吨级多用途码头	珠海港高栏港务有限公司	东南向, 12.7km	是	港口用海	21.2667	2009-8-18	2059-8-17
	珠海港高栏港区珠海资源综合利用项目配套码头工程	广东珠海高岚港环保科技有限公司	东南向, 7.8km	是	港口用海	1.6480	2018-2-8	2068-2-7
	珠海港九洲港区货运搬迁工程项目	珠海国际货柜码头(高栏)有限公司	东南向, 13.6km	是	港口用海	22.7793	2014-8-26	2057-3-19
	新海能源(珠海)有限公司5000吨级LPG码头工程	新海能源(珠海)有限公司	东南向, 12.7km	是	港口用海	2.0730	2010-12-1	2060-12-1
	液化石油气项目码头工程	新海能源(珠海)有限公司	东南向, 14.7km	是	港口用海	5.0400	2006-9-25	2056-9-25

开发现状	开发活动	使用权人	方位和距离	是否确权	用海类型	用海规模	起始日期	终止日期
	珠海船舶溢油应急设备库及辅助用房工程	中华人民共和国珠海海事局	东南向, 14.5km	是	港口用海	0.4749	2014-5-26	2064-5-25
	珠海液化石油气有限公司码头工程	珠海龙华石油化工有限公司	东南向, 15.3km	是	港口用海	7.1511	1999-1-1	2048-12-31
	珠海粤裕丰 5000 吨级引桥原料码头	珠海粤裕丰钢铁有限公司	东南向, 9.8km	是	港口用海	3.3100	2008-1-1	2023-1-1
工业用海	珠海深水海洋工程装备制造基地项目	中海福陆重工有限公司	东南向, 4.8km	是	船舶工业用海	28.5963	2018-7-5	2067-7-4
	广东台山核电一期工程项目	台山核电合营有限公司	西南向, 5.0km	是	电力工业用海	1097.0720	2015-2-1	2065-2-1
	珠海中海粮油工业有限公司粮油加工项目	珠海中海粮油工业有限公司	东南向, 11.8km	是	其它工业用海	20.3805	2018-9-7	2068-9-6
	广东珠海 LNG 接收站一期工程项目竣工验收	广东珠海金湾液化天然气有限公司	东南向, 15.6km	是	其它工业用海	107.9736	2011-10-11	2060-11-8
其他类型用海	珠海市乾务赤坎大联围加固达标工程十字沥水闸应急	珠海市水务建设管理中心	东南向, 4.4km	是	海岸防护工程用海	1.2693	2011-5-20	2061-5-20
	新建铁路高栏港疏港铁路专用线一期工程	珠海城铁投资有限公司	东南向, 10.4km	是	路桥用海	13.8679	2014-7-22	2064-7-21
	温泉眼泵房	广东省古兜旅游集团有限公司	北向, 13.6km	是	取、排水口	1.4000	2005-1-1	2030-12-31



图 4.1.8-4 项目现状照片索引图



图 4.1.8-5 项目珠海段西侧海域现状（正在拆除的耗排）



图 4.1.8-6 项目珠海段北侧现状（现状大堤）



图 4.1.8-7 项目珠海段北侧三前水闸



图 4.1.8-8 项目珠海段南侧现状（三一重工）



图 4.1.8-9 项目珠海段东侧陆域现状（陆域生态公园）



图 4.1.8-10 项目江门段东侧现状（养殖塘）



图 4.1.8-11 项目江门段西侧现状（养殖塘）



图 4.1.8-12 项目江门段南侧现状



图 4.1.8-13 项目江门段北侧现状



图 4.1.8-14 项目江门段东南侧现状（养殖塘以及黄茅岛）

4.2 环境质量现状调查与评价

4.2.1 海洋环境现状调查与评价

4.2.1.1 水文动力环境质量现状调查与评价

4.2.1.1.1 秋季水文动力环境质量现状调查与评价

1、站位设定

广州南科海洋工程中心于 2016 年 9 月在项目附近周围海域设 12 个潮流泥沙观测站，临时潮位站 2 个。具体位置见图 4.2.1-1 项目附近海域水文调查站位图和表 4.2.1-1。

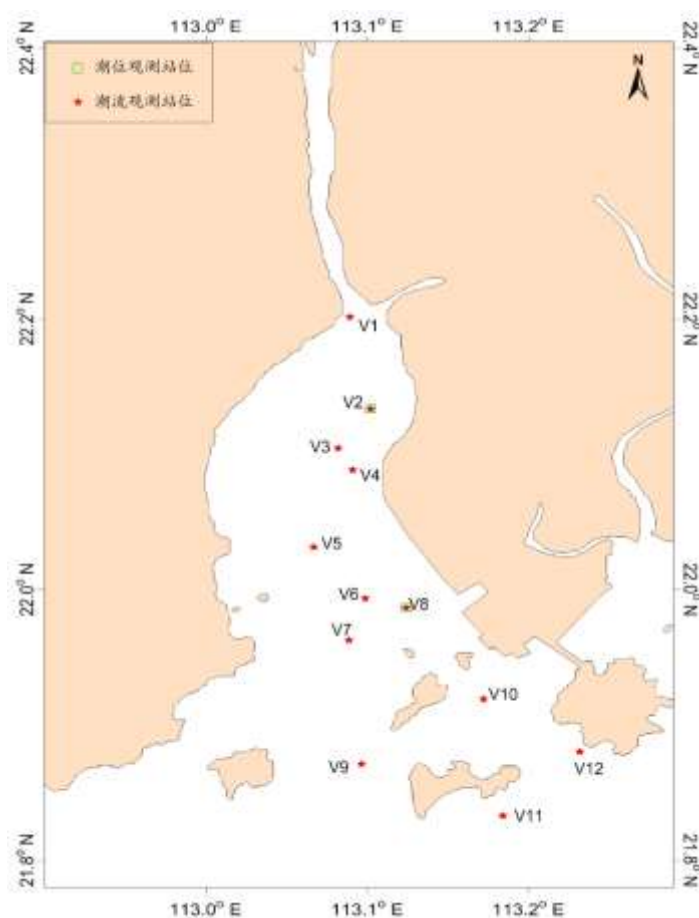


图 4.2.1-1 项目附近海域水文调查站位图

表 4.2.1-1 水文同步观测站位

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
V1	22°12.094'N	113°05.367'E	海流、悬沙、温盐
V2	22°08.020'N	113°06.120'E	海流、悬沙、温盐、潮位
V3	22°06.272'N	113°04.920'E	海流、悬沙、温盐

V4	22°05.309'N	113°05.457'E	海流、悬沙、温盐
V5	22°01.881'N	113°04.020'E	海流、悬沙、温盐
V6	21°59.607'N	113°05.940'E	海流、悬沙、温盐
V7	21°57.767'N	113°05.332'E	海流、悬沙、温盐
V8	21°59.209'N	113°07.456'E	海流、悬沙、温盐、潮位
V9	21°52.271'N	113°05.788'E	海流、悬沙、温盐
V10	21°55.149'N	113°10.328'E	海流、悬沙、温盐
V11	21°49.979'N	113°11.043'E	海流、悬沙、温盐
V12	21°52.829'N	113°13.922'E	海流、悬沙、温盐

2、调查期间气象情况

2016年9月18日—2016年9月20日，天气以晴为主；大潮期间风向以偏东风为主。

3、潮汐

地球上的海水，受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

在大部分港口和海区， K_1 、 O_1 、 M_2 和 S_2 是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值

$$F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$$

来进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当 $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

(1) 潮汐类型和调和常数

由于此次潮位观测的潮位资料时间只有26小时左右，为了获得较准确的潮汐调和常数，我们采用引入差比数的最小二乘法对潮位进行调和分析。差比数取自邻近的长期验潮站的调和常数。分析得出的主要分潮的调和常数参见表4.2.1-2。

据此调和常数，我们计算了特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出F值为0.8，属于不

规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 4.2.1-2~图 4.2.1-3 潮位过程曲线可以看到，黄茅海附近海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 4.2.1-2 主要分潮的调和常数（基于 26 小时）

测站 分潮	V2		V8	
	振幅 H (cm)	迟角 g (°)	振幅 H (cm)	迟角 g (°)
O ₁	0.480	138.5	0.214	194.6
K ₁	0.594	187.5	0.264	243.5
M ₂	0.542	69.9	0.552	92.7
S ₂	0.216	98.4	0.220	121.3
M ₄	0.081	38.7	0.047	20.1
MS ₄	0.049	98.6	0.028	80.0
F	2.0		0.3	

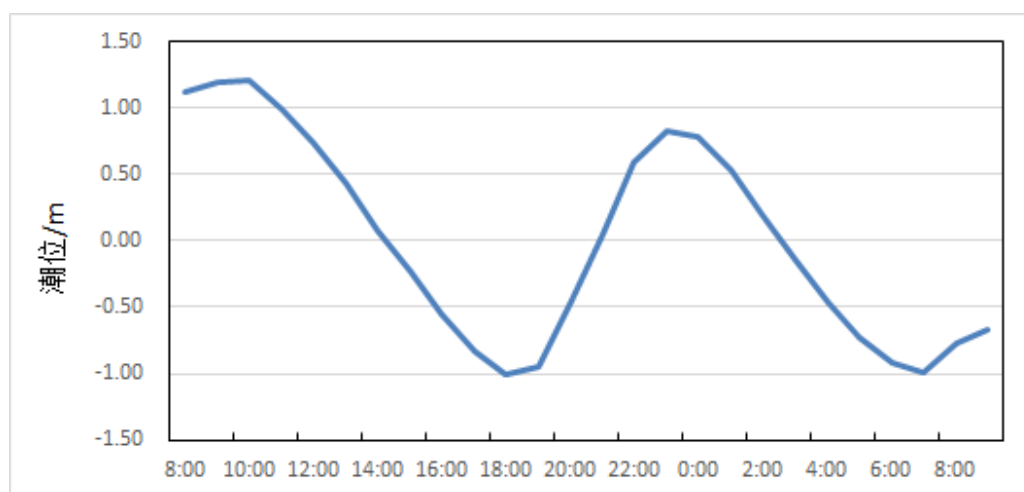


图 4.2.1-2 黄茅海海域 V2 站潮位过程曲线（2016-9-18~2016-9-19）

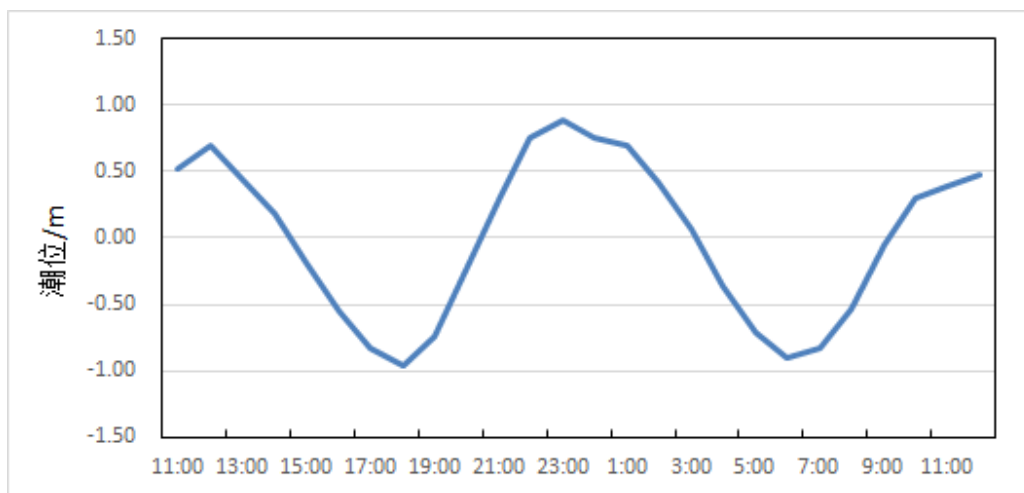


图 4.2.1-3 黄茅海海域 V8 站潮位过程曲线 (2016-9-19~2016-9-20)

(2) 潮汐特征值

虽然观测时间较短, 涨落潮历时的统计值还不够稳定, 大潮期间, 涨潮历时略大于落潮历时。

4、海流

本节利用大潮期 12 个测站的同步连续观测资料, 对调查海区的实测流场进行了以下分析。

(1) 实测流场分析

大潮期海流观测于 2016 年 9 月 18 日 8 时—2016 年 9 月 20 日 12 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 4.2.1-3, 实测海流逐时矢量图见图 4.2.1-4~图 4.2.1-15, 实测海流平面分布玫瑰图见图 4.2.1-16~图 4.2.1-18。根据上述图表分析如下:

各站层的流速值过程线多起伏, 实测海流以潮流为主, 总体而言, 大潮期各站层涨潮方向偏西北, 落潮方向偏东南, 各站表、中、底层的流向也比较接近。

根据大潮期涨、落潮的统计结果(表 4.2.1-3), 大潮期间涨、落潮流流速的平均值多在 26.5 cm/s~85.1cm/s 之间。从涨、落潮的平均流速垂向分布来看, 最大涨潮流平均值为 74.2cm/s, 方向为 355.6°, 出现在 V4 站的底层; 最大落潮流速平均值为 85.1cm/s, 方向 187.6°, 出现在 V4 站的底层。

由表还可看到, 实测涨潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速值依次为 154.0cm/s、103.9cm/s、176.6cm/s, 流向分别为 19.7°、15.7°、30.2°, 分别出现在 V4 站、V3 站和 V4 站; 实测落潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速依次为 124.3cm/s、94.7cm/s、136.1cm/s, 流向分别为 202.1°、197.6°、202.9°, 分别出现在 V3 站、V3 站和 V4 站。

总体而言, 各站层涨潮流历时小于落潮流历时。

表 4.2.1-3 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

潮次	站位	测层	涨潮流(小时、cm/s、°)					落潮流(小时、cm/s、°)				
			T	V _{mean}	D _{mean}	V _{max}	D _{max}	T	V _{mean}	D _{mean}	V _{max}	D _{max}
大潮	V1	表层	11	43.0	309.3	83.8	346.4	15	65.1	179.4	85.3	173.0
		中层	10	49.2	328.6	77.4	355.1	16	52.3	185.6	80.0	176.7
		底层	10	43.7	3.4	66.6	357.9	16	42.2	188.4	66.6	180.8
	V2	表层	8	58.4	11.1	81.7	359.2	18	61.8	187.2	95.9	197.7

	中层	10	46.6	12.9	94.1	10.1	16	53.3	200.6	93.4	181.0
	底层	12	34.3	5.0	71.9	340.9	14	26.5	194.3	64.5	177.7
V3	表层	11	52.1	15.5	111.6	43.8	15	72.9	203.2	124.3	202.1
	中层	11	53.6	10.6	103.9	15.7	15	52.2	215.2	94.7	197.6
	底层	11	51.2	358.3	88.0	14.3	15	41.5	203.5	80.8	198.7
V4	表层	11	73.5	7.0	154.0	19.7	15	50.5	184.0	110.9	188.1
	中层										
	底层	12	74.2	355.6	154.6	30.2	14	85.1	187.6	136.1	202.9
V5	表层	12	55.1	335.5	132.9	0.4	14	69.8	173.1	123.5	174.7
	中层										
	底层	11	53.7	336.8	140.5	358.2	15	65.1	180.0	111.2	174.7
V6	表层	12	57.6	6.2	102.4	5.3	14	54.3	175.9	84.5	173.7
	中层										
	底层	13	43.0	356.6	90.6	352.7	13	53.0	168.4	81.8	171.6
V7	表层	11	43.8	350.5	85.1	5.5	15	50.2	189.0	101.8	196.3
	中层										
	底层	13	43.5	22.5	77.9	19.9	13	36.8	195.8	67.8	203.1
V8	表层	11	48.5	335.8	78.9	337.1	15	42.2	191.3	78.3	171.1
	中层										
	底层	13	35.7	346.2	57.6	339.5	13	24.2	177.0	42.8	158.3
V9	表层	14	46.3	342.0	96.6	342.2	12	40.9	178.3	68.8	178.4
	中层	13	39.3	10.4	76.2	345.4	13	37.0	166.7	61.6	157.6
	底层	12	28.9	347.0	54.2	12.4	14	24.3	173.8	41.9	169.6
V10	表层	11	42.1	307.9	86.5	330.2	15	30.8	172.5	66.3	148.4
	中层										
	底层	11	39.9	307.6	79.2	328.7	15	31.6	176.2	60.4	154.0
V11	表层	10	26.5	299.7	52.2	302.4	16	35.0	228.7	56.9	252.4
	中层	9	27.9	326.3	54.3	303.8	17	31.8	229.2	58.1	248.6
	底层	10	31.5	311.7	50.2	309.4	16	34.7	227.7	61.0	255.6
V12	表层	15	30.0	22.7	75.7	55.6	11	26.1	191.6	48.4	100.9
	中层	12	32.1	2.7	70.1	62.6	14	22.0	192.1	39.9	97.4
	底层	14	31.4	22.9	68.6	54.1	12	20.7	213.1	40.8	249.6

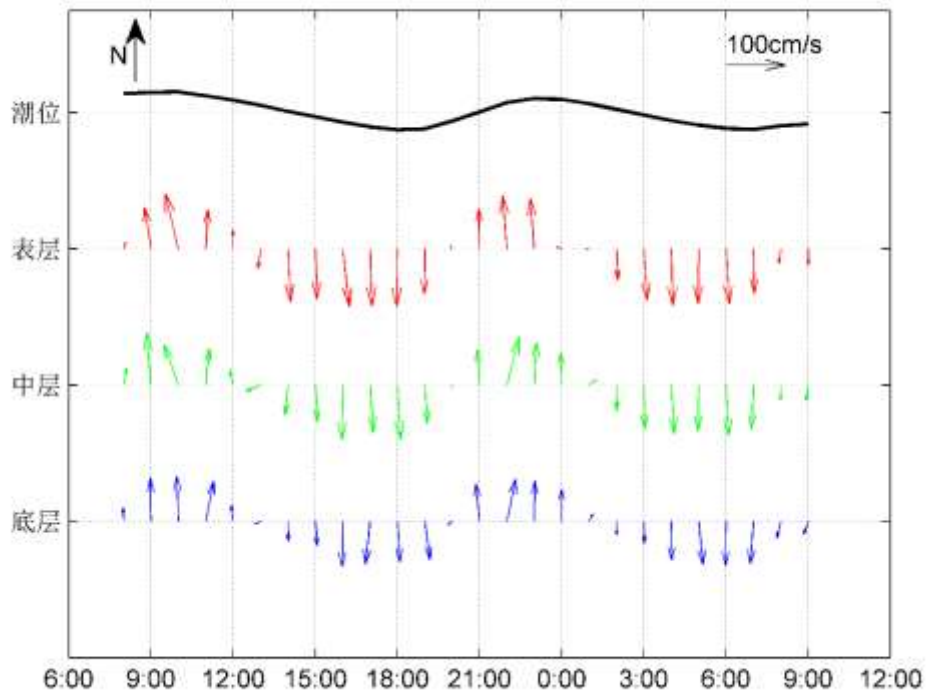


图 4.2.1-4 调查海域大潮 V1 站实测海流矢量图

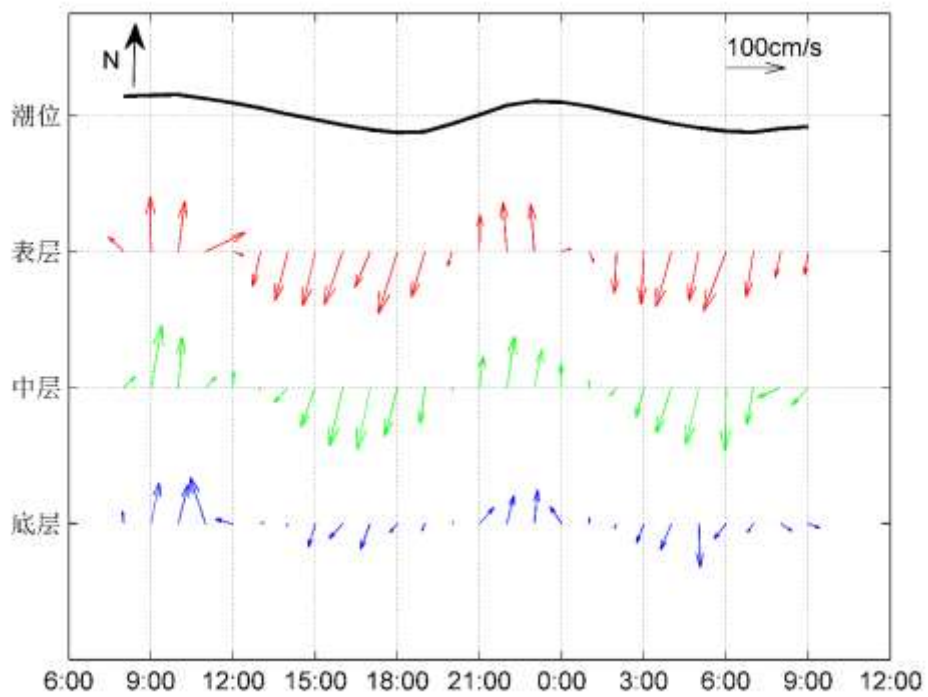


图 4.2.1-5 调查海域大潮 V2 站实测海流矢量图

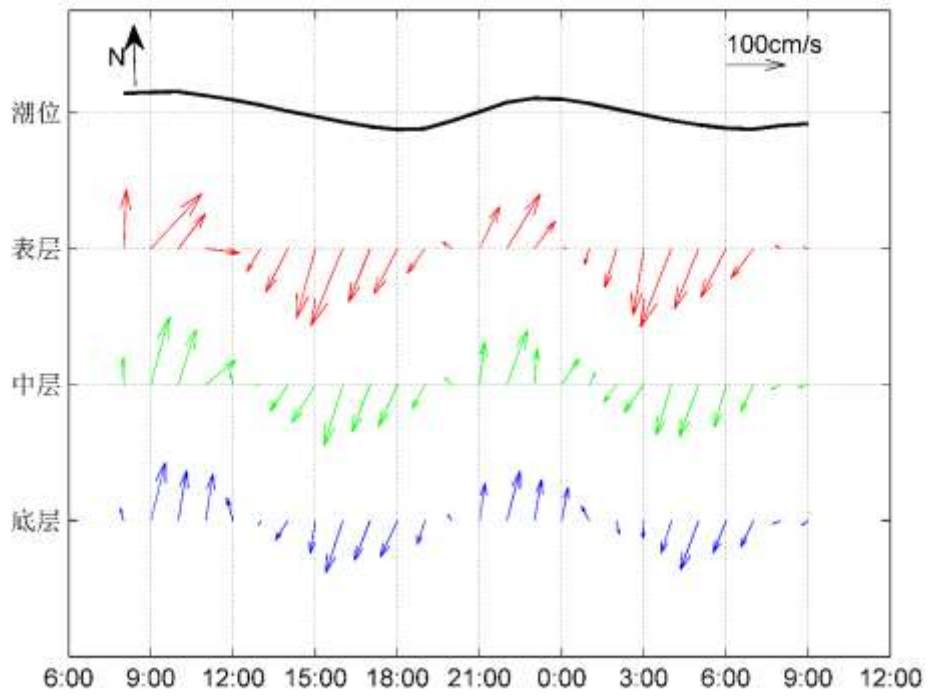


图 4.2.1-6 调查海域大潮 V3 站实测海流矢量图

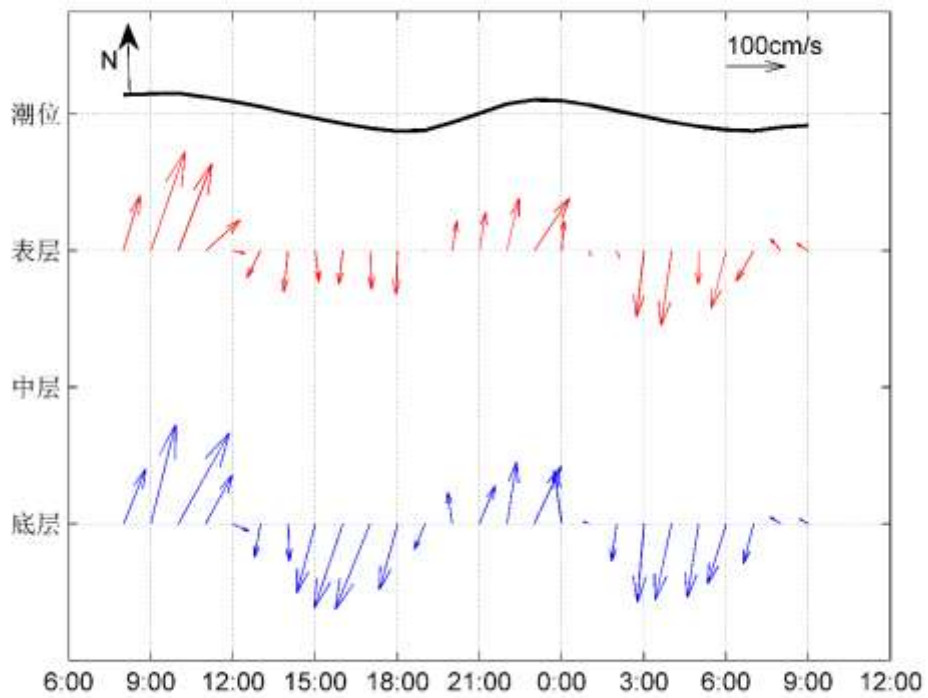


图 4.2.1-7 调查海域大潮 V4 站实测海流矢量图

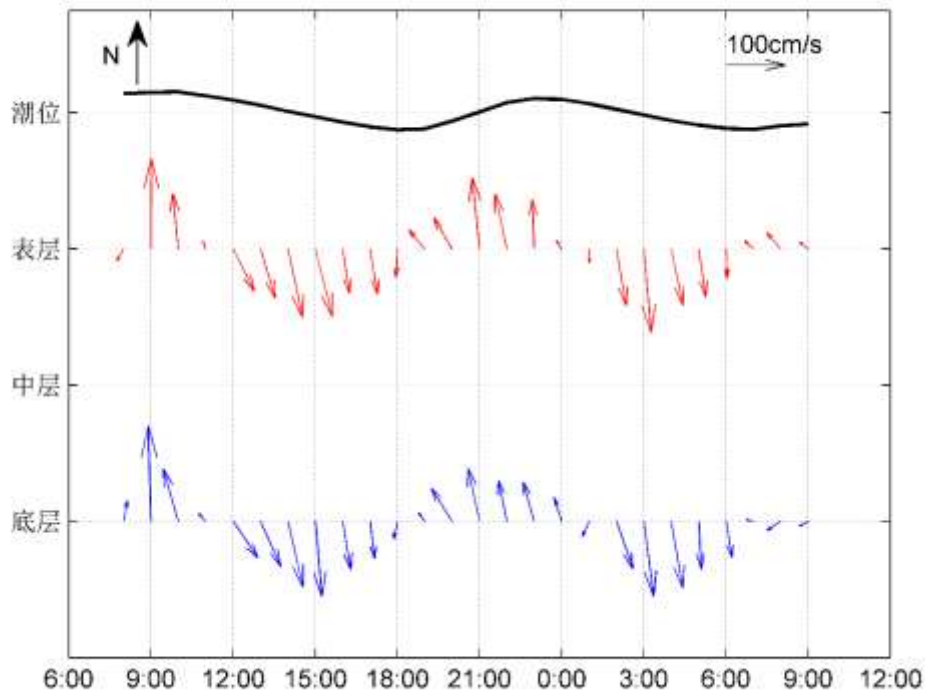


图 4.2.1-8 调查海域大潮 V5 站实测海流矢量图

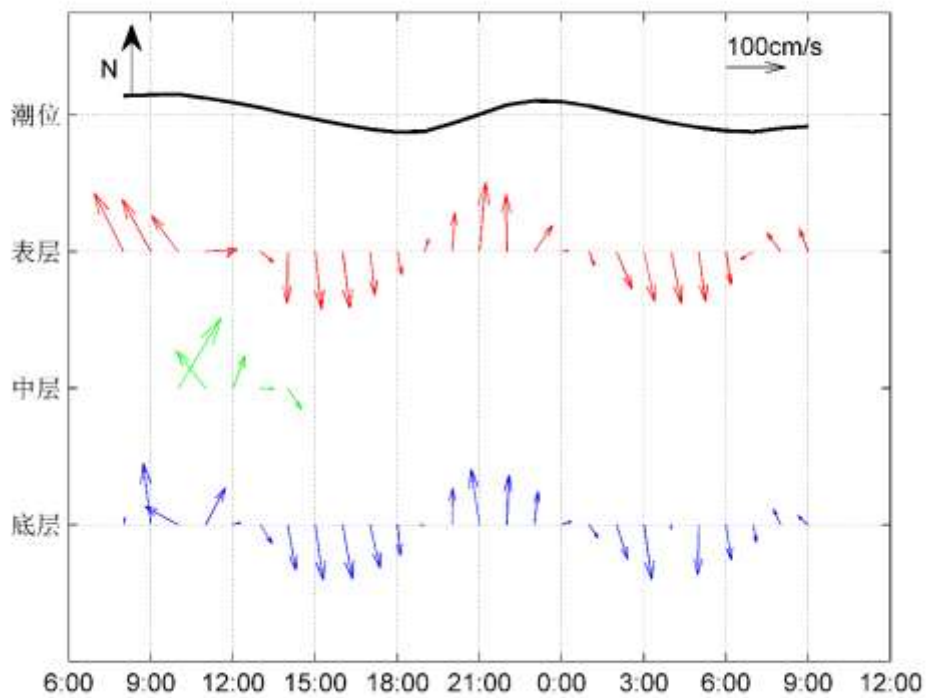


图 4.2.1-9 调查海域大潮 V6 站实测海流矢量图

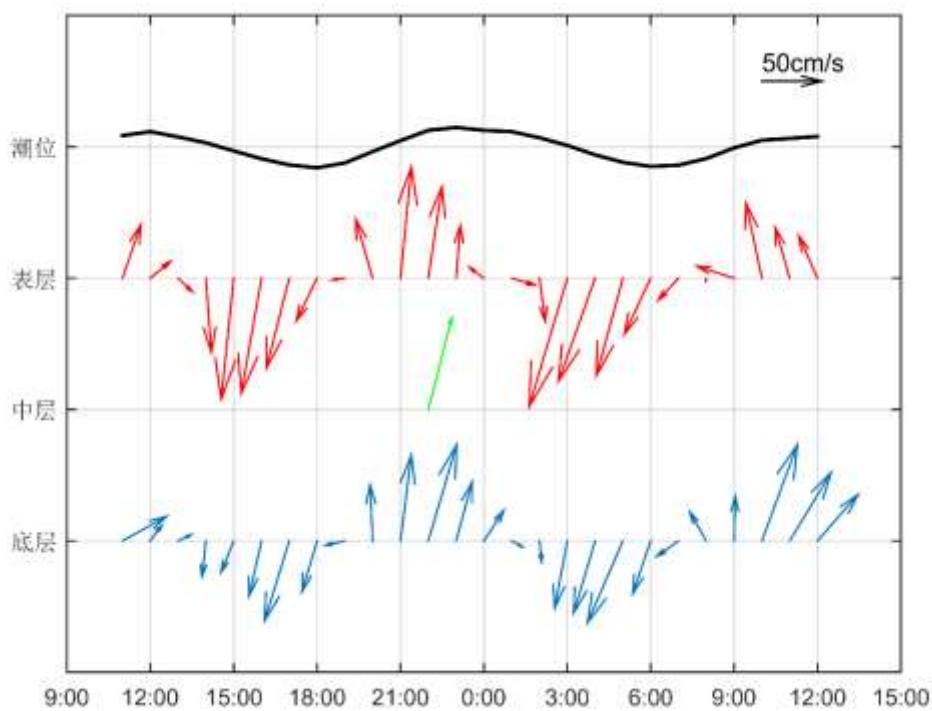


图 4.2.1-10 调查海域大潮 V7 站实测海流矢量图

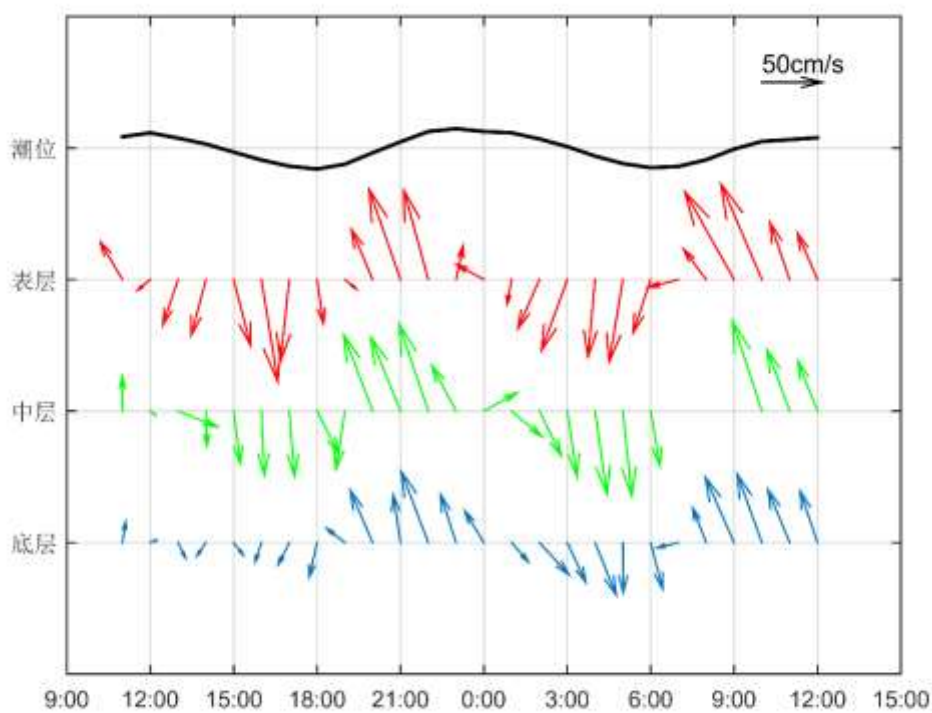


图 4.2.1-11 调查海域大潮 V8 站实测海流矢量图

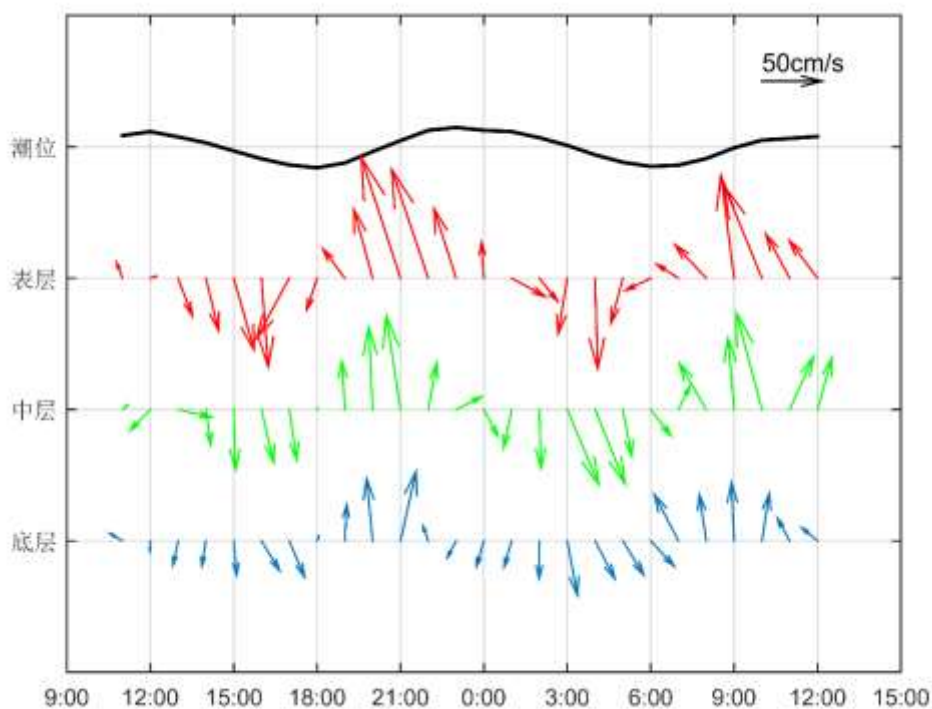


图 4.2.1-12 调查海域大潮 V9 站实测海流矢量图

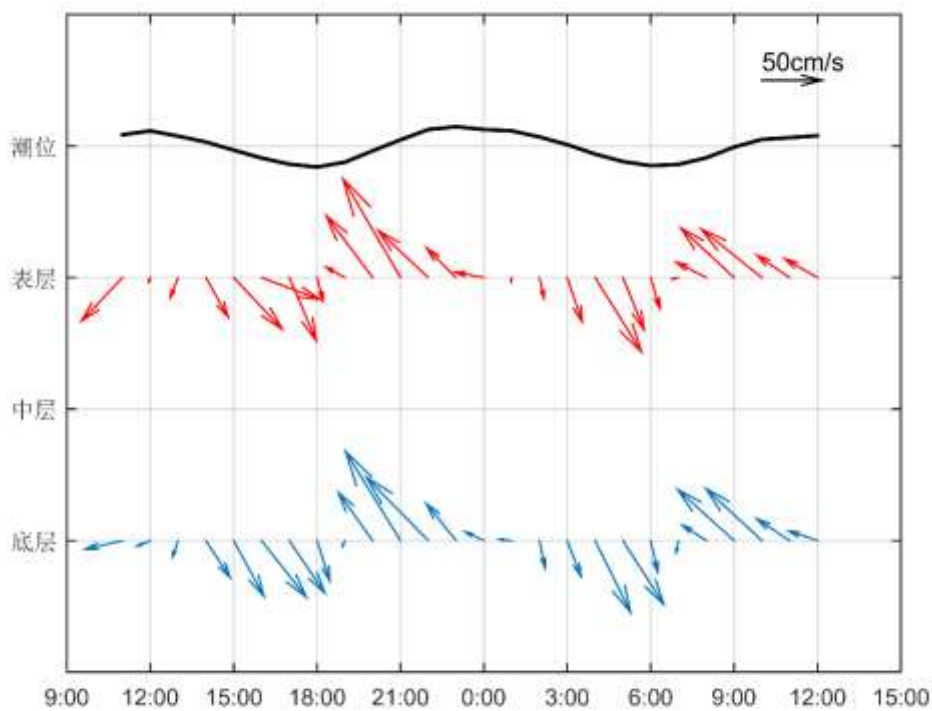


图 4.2.1-13 调查海域大潮 V10 站实测海流矢量图

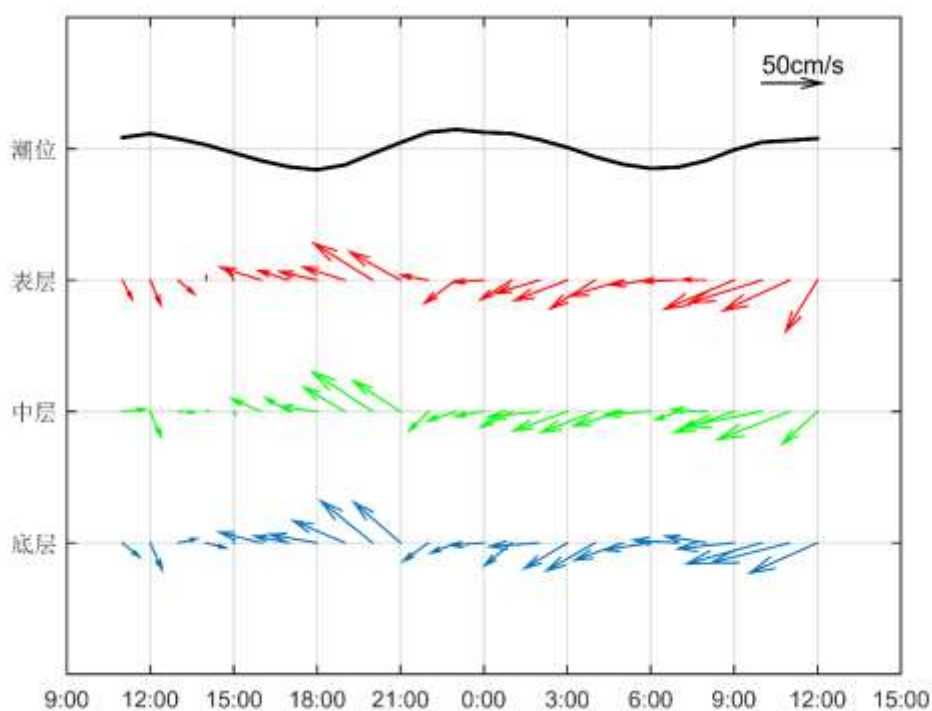


图 4.2.1-14 调查海域大潮 V11 站实测海流矢量图

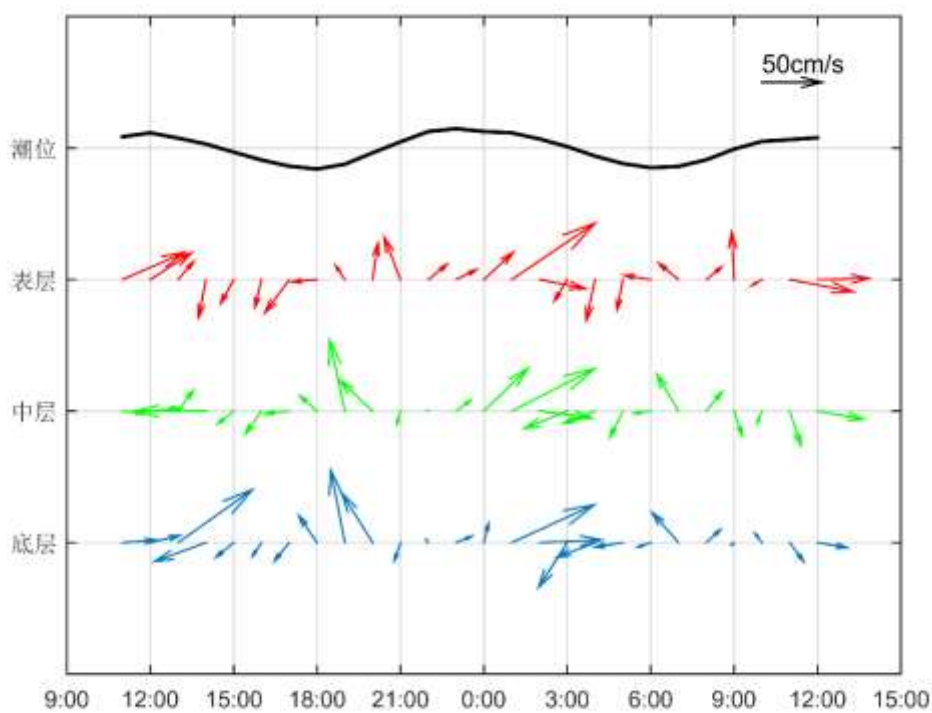


图 4.2.1-15 调查海域大潮 V12 站实测海流矢量图

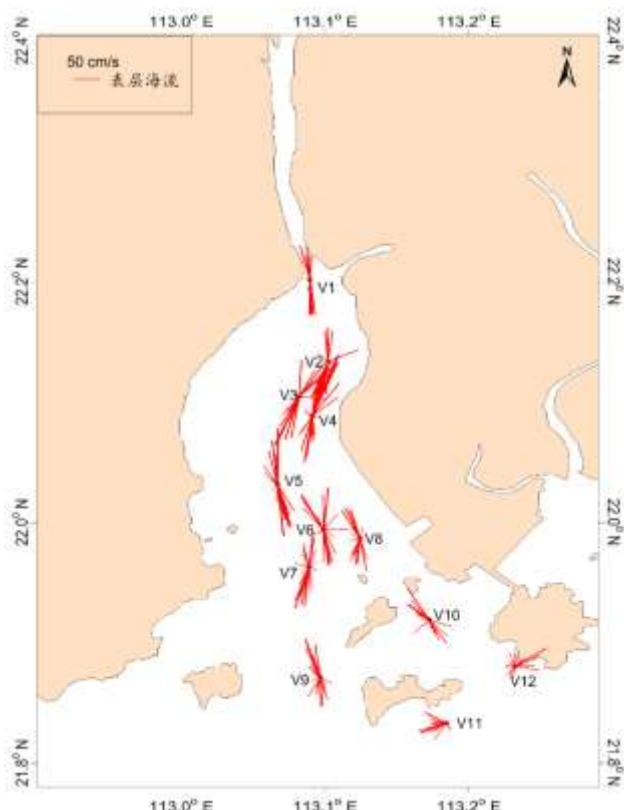


图 4.2.1-16 大潮海流玫瑰图(表层)

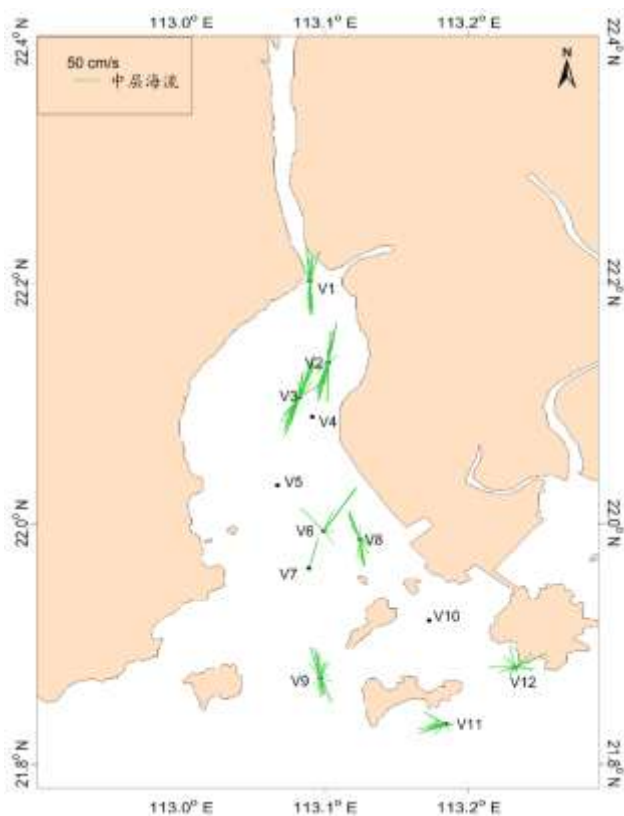


图 4.2.1-17 大潮海流玫瑰图(中层)

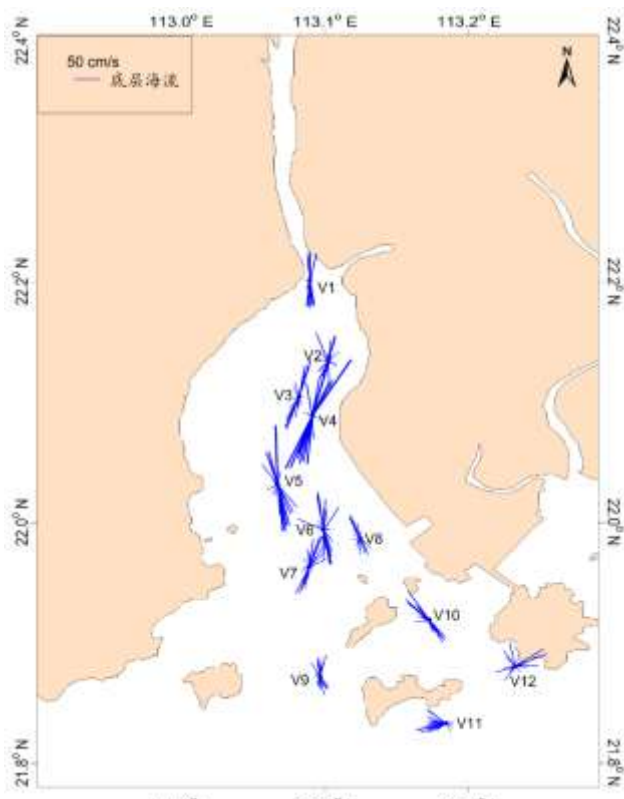


图 4.2.1-18 大潮海流玫瑰图(底层)

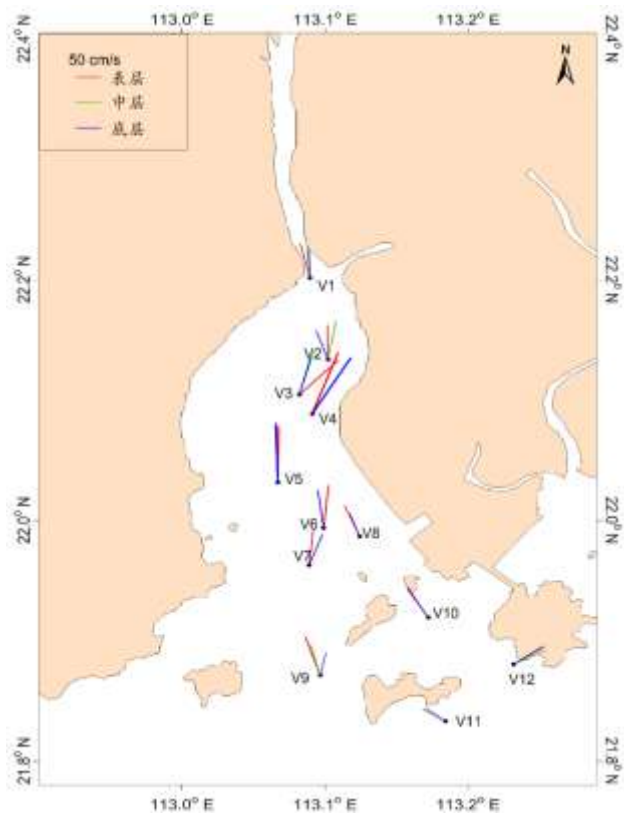


图 4.2.1-19 涨急流场图

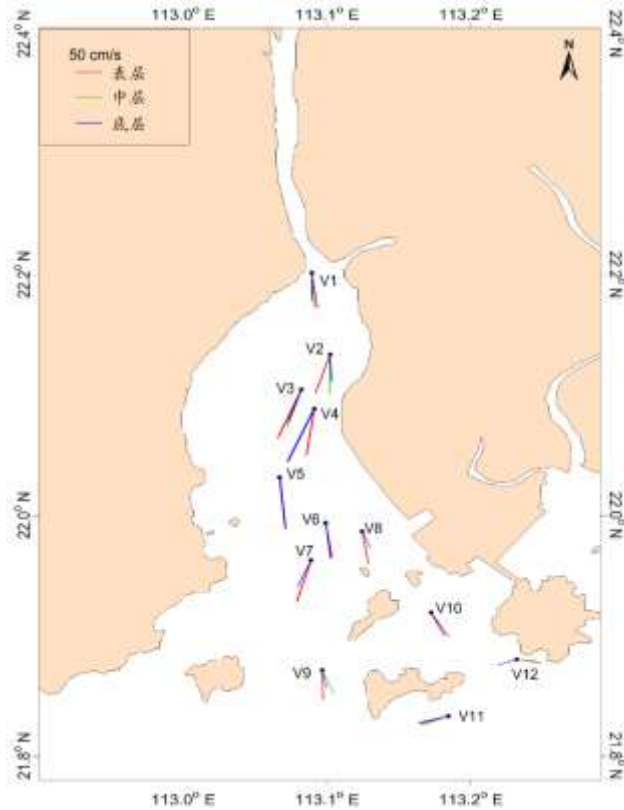


图 4.2.1-20 落急流场图

(2) 潮流分析

①潮流分析

根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阴全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 4.2.1-4 列出了 12 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴]。从表可见，潮流性质在各站层主要表现为不规则半日潮流，个别站位受径流、地形等影响出现日潮流。因此，调查海区的潮流性质是混合潮流，以不规则半日潮流为主。

表 4.2.1-5 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。由表可以看出，总体而

言，在上述 6 个主要分潮流中 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为 S_2 分潮， K_1 、 O_1 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）次之， M_4 、 MS_4 分潮流长半轴（最大流速）最小。 M_2 分潮较大反映了半日潮的特征。

各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大为 69.2 cm/s、方向 15.6° ，出现在 V4 站底层； S_2 分潮流长半轴最大为 27.6 cm/s，方向 15.6° （V4 站底层）； K_1 分潮流长半轴最大为 36.9 cm/s，方向 334.6° （V5 站表层）。由表 4.2.1-4 可见，主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）受岸线影响，由外海向内由东南—西北向转为西南—东北向。

表 4.2.1-4 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站 位	测 层	特征值 F	潮 型
黄茅海	V1	表 层	0.1	规则半日潮流
		中 层	0.5	不规则半日潮流
		底 层	0.2	规则半日潮流
	V2	表 层	0.4	规则半日潮流
		中 层	0.2	规则半日潮流
		底 层	1.1	不规则半日潮流
	V3	表 层	0.4	规则半日潮流
		中 层	0.5	不规则半日潮流
		底 层	0.4	规则半日潮流
	V4	表 层	0.7	不规则半日潮流
		中 层		
		底 层	0.9	不规则半日潮流
	V5	表 层	1.2	不规则半日潮流
		中 层		
		底 层	0.9	不规则半日潮流
	V6	表 层	1.4	不规则半日潮流
		中 层		
		底 层	0.8	不规则半日潮流
	V7	表 层	1.2	不规则半日潮流
		中 层		
		底 层	0.6	不规则半日潮流
	V8	表 层	1.2	不规则半日潮流
		中 层		
		底 层	1.3	不规则半日潮流
V9	表 层	1.3	不规则半日潮流	

		中层	1.6	不规则半日潮流
		底层	1.9	不规则半日潮流
	V10	表层	1.3	不规则半日潮流
		中层		
		底层	1.2	不规则半日潮流
	V11	表层	8.9	规则日潮流
		中层	10.7	规则日潮流
		底层	8.0	规则日潮流
	V12	表层	1.8	不规则半日潮流
		中层	4.6	规则日潮流
		底层	2.7	不规则日潮流

表 4.2.1-5 调查海域各站主要分潮流及椭圆率 (单位: cm/s, °)

站位	测层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	1.7	174.8	1.3	84.8	0.8	2.1	354.8	1.6	264.8	0.8
	中层	10.6	268.6	0.9	178.6	0.1	13.1	88.6	1.1	358.6	0.1
	底层	2.8	72.3	2.1	342.2	0.8	3.4	72.3	2.7	342.2	0.8
V2	表层	7.5	94.4	2.1	184.4	-0.3	9.2	94.4	2.6	184.4	-0.3
	中层	4.9	23.1	2.0	113.1	-0.4	6.0	23.1	2.5	113.1	-0.4
	底层	12.4	154.3	0.7	244.3	-0.1	15.7	154.3	0.9	244.3	-0.1
V3	表层	9.7	44.9	2.3	134.9	-0.2	12.0	44.9	2.9	134.9	-0.2
	中层	9.6	42.2	1.4	132.2	-0.1	11.9	42.2	1.8	132.2	-0.1
	底层	7.7	33.5	3.1	273.5	0.4	9.5	33.5	3.9	273.5	0.4
V4	表层	17.0	223.4	1.7	313.4	-0.1	21.0	223.4	2.1	313.4	-0.1
	中层										
	底层	28.2	51.3	8.7	141.4	-0.3	34.9	51.3	10.7	141.4	-0.3
V5	表层	29.8	154.6	5.4	64.6	0.2	36.9	334.6	6.7	244.6	0.2
	中层										
	底层	21.1	133.6	1.4	43.6	0.1	26.1	313.6	1.8	223.6	0.1
V6	表层	28.7	249.0	1.0	159.0	0.0	35.5	69.0	1.3	339.0	0.0
	中层										
	底层	13.9	202.7	5.0	112.7	0.4	17.2	22.7	6.2	292.7	0.4
V7	表层	27.1	217.4	6.4	127.4	0.2	22.8	217.4	5.4	127.4	0.2
	中层										
	底层	10.1	72.7	8.1	342.7	0.8	8.5	72.7	6.8	342.7	0.8

V8	表层	23.2	293.9	1.3	23.9	-0.1	19.5	293.9	1.1	23.9	-0.1
	中层										
	底层	16.1	325.4	0.4	235.4	0.0	13.5	145.4	0.3	55.4	0.0
V9	表层	25.2	178.6	4.0	88.6	0.2	21.1	178.6	3.3	88.6	0.2
	中层	27.8	342.1	2.8	252.1	0.1	23.3	342.1	2.4	252.1	0.1
	底层	21.7	346.6	1.7	76.6	-0.1	18.2	346.6	1.4	76.6	-0.1
V10	表层	21.5	175.7	7.0	85.7	0.3	18.1	175.7	5.9	85.7	0.3
	中层										
	底层	20.2	176.2	5.2	86.2	0.3	17.0	176.2	4.3	86.2	0.3
V11	表层	39.8	36.4	24.6	306.4	0.6	33.4	216.4	20.6	486.4	0.6
	中层	42.8	56.2	20.6	326.2	0.5	36.0	236.2	17.3	506.2	0.5
	底层	41.8	53.8	15.3	323.8	0.4	35.1	233.8	12.8	503.8	0.4
V12	表层	15.7	171.4	11.3	261.4	-0.7	13.1	171.4	9.5	261.4	-0.7
	中层	30.1	204.5	22.9	294.5	-0.8	25.3	204.5	19.3	294.5	-0.8
	底层	17.8	164.0	4.7	254.0	-0.3	14.9	164.0	4.0	254.0	-0.3

续上表

站位	测层	M ₂					S ₂				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	48.0	356.1	0.2	86.1	-0.0	19.2	356.1	0.1	86.1	-0.0
	中层	43.8	359.2	0.6	269.2	0.0	17.5	359.2	0.2	269.2	0.0
	底层	39.9	0.9	0.5	90.0	-0.0	15.9	0.9	0.2	90.0	-0.0
V2	表层	45.0	13.3	5.7	103.3	-0.1	18.0	13.3	2.3	103.3	-0.1
	中层	44.4	11.3	1.0	281.3	0.0	17.7	11.3	0.4	281.3	0.0
	底层	26.0	11.1	3.5	281.1	0.1	10.4	11.1	1.4	281.1	0.1
V3	表层	53.7	26.4	6.2	116.4	-0.1	21.4	26.4	2.5	116.4	-0.1
	中层	46.6	20.7	1.4	110.7	-0.0	18.6	20.7	0.5	110.7	-0.0
	底层	41.4	14.2	1.4	104.2	-0.0	16.5	14.2	0.5	104.2	-0.0
V4	表层	51.9	14.0	4.0	104.0	-0.1	20.7	14.0	1.6	104.0	-0.1
	中层										
	底层	69.2	15.6	4.1	105.6	-0.1	27.6	15.6	1.6	105.6	-0.1
V5	表层	54.4	349.2	4.6	79.2	-0.1	21.7	349.2	1.8	79.2	-0.1
	中层										
	底层	51.7	348.1	3.5	78.1	-0.1	20.6	348.1	1.4	78.1	-0.1
V6	表层	46.9	352.8	6.2	82.8	-0.1	18.7	352.8	2.5	82.8	-0.1
	中层										

	底层	40.7	352.9	4.6	82.9	-0.1	16.2	352.9	1.8	82.9	-0.1
V7	表层	41.3	6.5	4.9	96.5	-0.1	21.4	6.5	2.5	96.5	-0.1
	中层										
	底层	33.8	17.5	5.6	107.5	-0.2	17.5	17.5	2.9	107.5	-0.2
V8	表层	36.0	173.5	0.5	83.5	0.0	18.6	353.5	0.3	263.5	0.0
	中层										
	底层	23.6	163.1	3.9	253.1	-0.2	12.2	343.1	2.0	433.1	-0.2
V9	表层	37.0	168.5	5.8	258.5	-0.2	19.2	348.5	3.0	438.5	-0.2
	中层	31.3	171.5	1.0	81.5	0.0	16.2	351.5	0.5	261.5	0.0
	底层	20.9	174.6	3.5	84.6	0.2	10.8	174.6	1.8	84.6	0.2
V10	表层	30.0	140.4	1.6	50.4	0.1	15.5	320.4	0.8	230.4	0.1
	中层										
	底层	30.7	143.6	1.1	53.6	0.0	15.9	323.6	0.6	233.6	0.0
V11	表层	8.2	137.9	1.2	47.9	0.1	4.2	137.9	0.6	47.9	0.1
	中层	7.4	137.8	0.6	47.8	0.1	3.8	137.8	0.3	47.8	0.1
	底层	9.6	134.9	0.1	44.9	0.0	5.0	134.9	0.0	44.9	0.0
V12	表层	15.7	54.1	9.0	144.1	-0.6	8.1	54.1	4.6	144.1	-0.6
	中层	12.1	87.5	3.6	177.5	-0.3	6.3	87.5	1.8	177.5	-0.3
	底层	12.2	96.5	5.7	186.5	-0.5	6.3	96.5	2.9	186.5	-0.5

续上表

站位	测层	M ₄					MS ₄				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	7.8	357.3	0.4	267.3	0.1	4.7	357.3	0.3	267.3	0.1
	中层	5.9	6.5	0.4	96.5	-0.1	3.6	6.5	0.2	96.5	-0.1
	底层	6.4	5.5	0.8	95.5	-0.1	3.8	5.5	0.5	95.5	-0.1
V2	表层	11.3	0.4	2.1	90.4	-0.2	6.8	0.4	1.3	90.4	-0.2
	中层	5.3	176.3	1.7	266.3	-0.3	3.2	356.3	1.0	86.3	-0.3
	底层	4.1	301.8	2.2	211.8	0.5	2.5	121.8	1.3	31.8	0.5
V3	表层	6.3	71.8	3.0	161.8	-0.5	3.8	71.8	1.8	161.8	-0.5
	中层	4.1	23.0	3.7	113.0	-0.9	2.5	23.0	2.2	113.0	-0.9
	底层	4.5	28.5	1.4	298.5	0.3	2.7	28.5	0.8	298.5	0.3
V4	表层	9.1	39.4	2.9	129.4	-0.3	5.5	39.4	1.7	129.4	-0.3
	中层										
	底层	6.0	33.8	0.5	123.8	-0.1	3.6	33.8	0.3	123.8	-0.1
V5	表层	7.5	8.0	0.3	278.0	0.0	4.5	8.0	0.2	278.0	0.0

	中层										
	底层	6.1	348.6	0.03	258.6	0.0	3.7	348.6	0.02	258.6	0.0
V6	表层	5.3	149.2	0.6	239.2	-0.1	3.2	329.2	0.4	59.2	-0.1
	中层										
	底层	5.1	328.1	0.7	58.1	-0.1	3.1	328.1	0.4	58.1	-0.1
V7	表层	2.3	63.1	0.5	153.1	-0.2	1.6	243.1	0.4	333.1	-0.2
	中层										
	底层	4.4	180.6	1.6	270.6	-0.4	3.2	180.6	1.1	270.6	-0.4
V8	表层	4.7	161.2	1.1	251.2	-0.2	3.3	161.2	0.8	251.2	-0.2
	中层										
	底层	3.9	174.1	0.8	84.1	0.2	2.8	354.1	0.6	264.1	0.2
V9	表层	3.2	206.1	2.4	116.1	0.8	2.2	206.1	1.7	116.1	0.8
	中层	4.5	152.3	1.0	242.3	-0.2	3.2	152.3	0.7	242.3	-0.2
	底层	4.4	167.4	1.9	257.4	-0.4	3.1	167.4	1.4	257.4	-0.4
V10	表层	4.7	162.3	1.1	252.3	-0.2	3.3	162.3	0.8	252.3	-0.2
	中层										
	底层	4.6	154.0	0.3	244.0	-0.1	3.2	154.0	0.2	244.0	-0.1
V11	表层	3.3	96.1	1.9	6.1	0.6	2.3	276.1	1.4	186.1	0.6
	中层	3.0	80.8	1.7	350.8	0.6	2.1	260.8	1.2	530.8	0.6
	底层	3.2	218.9	1.2	128.9	0.4	2.3	218.9	0.9	128.9	0.4
V12	表层	5.7	27.5	2.1	117.5	0.4	4.0	207.5	1.5	297.5	0.4
	中层	9.0	34.3	2.3	124.3	0.3	6.4	214.3	1.6	304.3	0.3
	底层	8.9	36.6	0.8	126.6	0.1	6.3	216.6	0.6	306.6	0.1

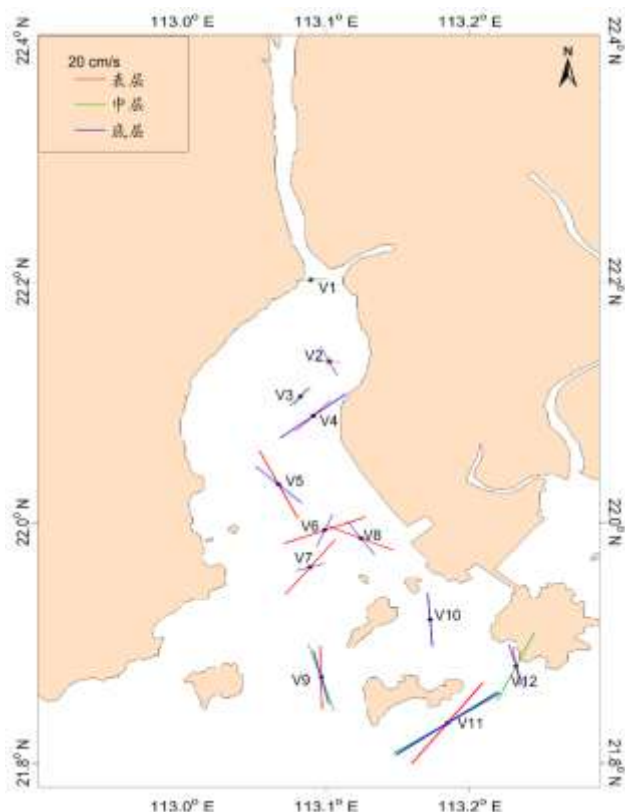


图 4.2.1-21 各站 O₁ 分潮流长轴分布图

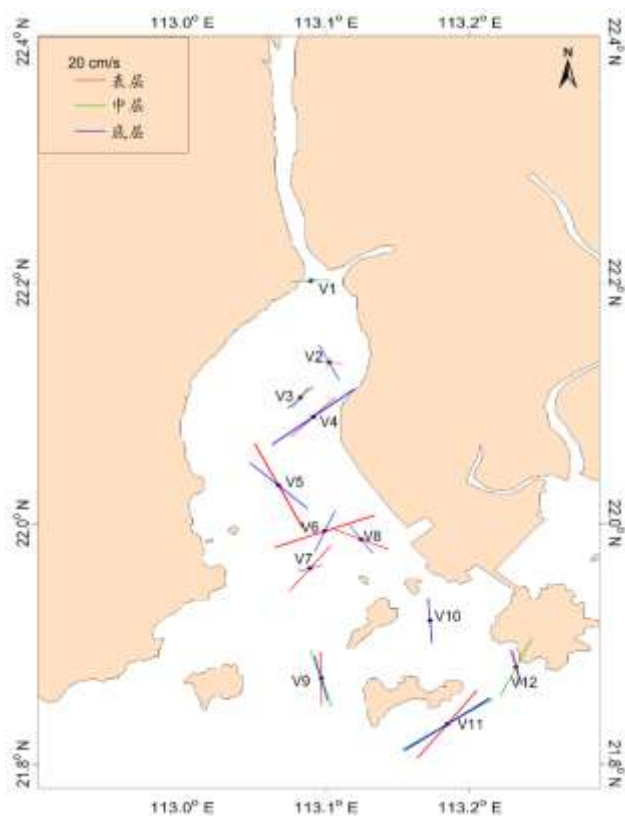


图 4.2.1-22 各站 K₁ 分潮流长轴分布图

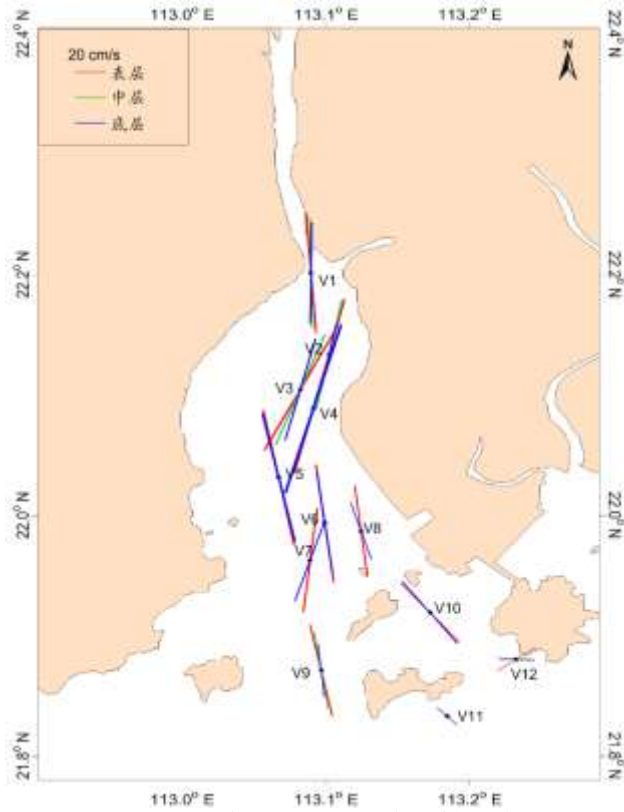


图 4.2.1-23 各站 M₂分潮流长轴分布图

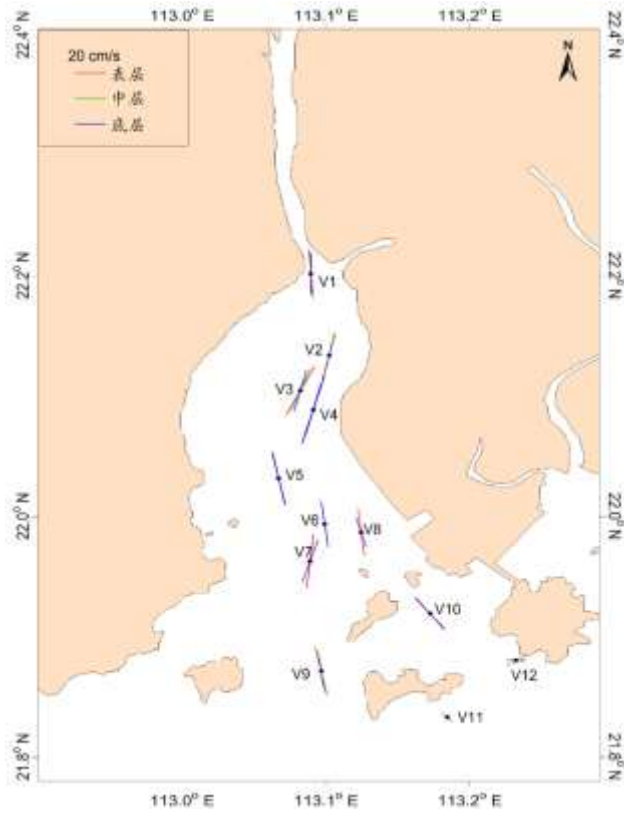


图 4.2.1-24 各站 S₂潮流长轴分布图

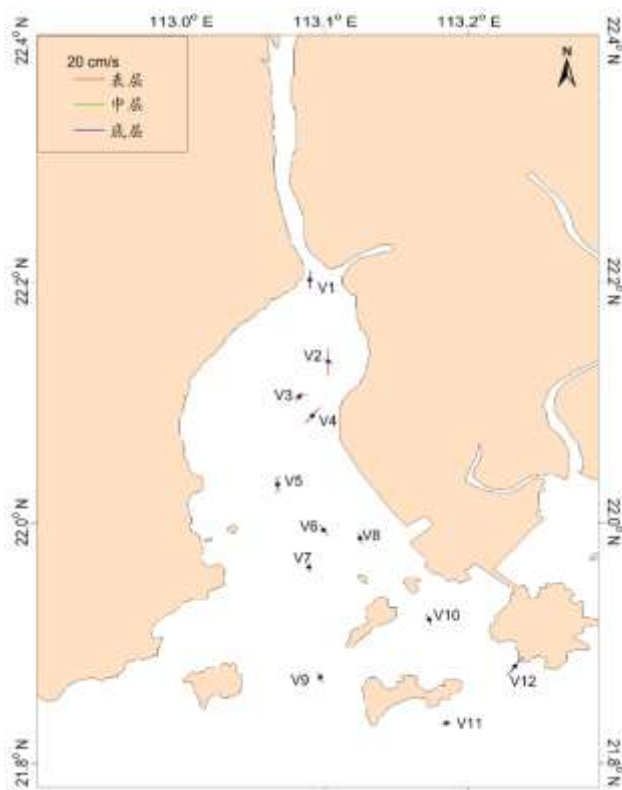


图 4.2.1-25 各站 M₄ 潮流长轴分布图

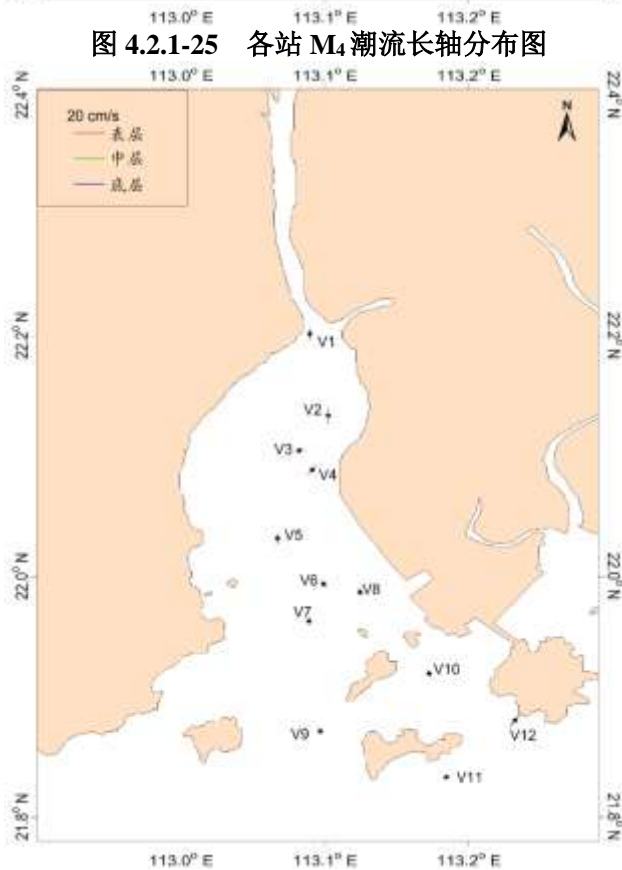


图 4.2.1-26 各站 MS₄ 潮流长轴分布图

②可能最大流速和水质点可能最大运移距离

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

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

1)对规则半日潮流海区可按下式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (4.2.1.1)$$

2)对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (4.2.1.2)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区,采用式(4.2.1.1)和式(4.2.1.2)中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

1)规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (4.2.1.3)$$

2)规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (4.2.1.4)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(4.2.1.3)和式(4.2.1.4)中的大值。

根据各站层的潮流性质（表 4.2.1-6），按式（4.2.1.1）—式（4.2.1.4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.2.1-6 中，由表可见，调查海区潮流可能最大流速为 188.6 cm/s（V4 站底层），各站层可能最大流速介于 14.1 cm/s~188.6 cm/s 之间，靠近湾内 6 个最大可能流速方向以西南—东北向，靠近外海 6 个站则以东南—西北向为主。水质点可能最大运移距离为 39311.0 m（V4 站底层），各站层可能最大运移距离介于 1.4 km~39.3 km 之间，方向大致与相应站层潮流可能最大流速的方向一致。

总的来说，调查海域潮流较强，潮汐效应和岸线走向影响比较显著。

表 4.2.1-6 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站 位	测 层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速(cm/s)	方向(度)	距离(km)	方向(度)
V1	表 层	99.0	356.2	13.1	356.2
	中 层	88.0	1.6	11.8	1.8
	底 层	83.9	5.5	11.5	9.5
V2	表 层	101.7	20.3	14.1	31.5
	中 层	88.2	13.1	14.1	14.0
	底 层	29.1	43.0	8.7	133.5
V3	表 层	124.7	32.9	20.1	33.5
	中 层	110.4	24.9	18.2	31.5
	底 层	97.7	18.6	15.7	20.6
V4	表 层	74.1	4.4	9.1	256.9
	中 层				

	底层	188.6	27.8	39.3	39.6
V5	表层	115.7	350.2	15.8	349.0
	中层				
	底层	106.6	346.6	14.5	346.1
V6	表层	84.0	357.9	12.1	358.8
	中层				
	底层	83.2	351.7	11.3	353.2
V7	表层	45.3	332.8	14.8	235.2
	中层				
	底层	71.3	36.5	13.6	46.8
V8	表层	57.9	278.9	17.3	286.6
	中层				
	底层	14.1	167.2	1.4	177.2
V9	表层	88.0	176.6	22.7	177.4
	中层	62.7	339.8	20.0	341.1
	底层	29.5	338.0	12.9	343.8
V10	表层	72.4	169.1	18.9	172.0
	中层				
	底层	69.4	169.6	18.0	172.4
V11	表层	16.8	113.7	3.1	82.1
	中层	17.4	112.3	3.7	88.7
	底层	20.2	131.6	3.9	97.9
V12	表层	39.1	138.6	11.4	156.2
	中层	47.2	177.6	14.4	192.6
	底层	59.2	147.3	15.3	155.0

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

(3) 余流分析

余流通常指实测海流中扣除了周期性的潮流后的剩余部分，一般取周日海流观测资料中消去潮流后的平均值，它是风海流、密度流、潮汐余流等的综合反映，是由热盐效应和风等因素引起，岸线和地形对它具有显著影响。下面根据本海域调查的 26 小时海流实测资料，结合海面风场，分析调查海区的余流特征。

表 4.2.1-7 为大潮期间各测站的余流，由表可知，大潮余流量值介于 1.4~27.7 cm/s 之间，最大余流出现在 V2 站表层，为 27.7 cm/s，方向 195.0°；最小余流出现在 V7 站

底层，为 1.4 cm/s，方向 50.5°。

就整个海域而言，大潮期间，各站层余流较小，黄茅海靠近湾内余流方向以偏落潮方向为主，高栏岛附近站位余流方向偏西向（图 4.2.1-27）。

表 4.2.1-7 调查海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

潮期	站 位	测 层	流 速	流 向
大 潮	V1	表 层	21.7	182.6
		中 层	14.6	178.3
		底 层	6.9	175.6
	V2	表 层	27.7	195.0
		中 层	15.8	203.8
		底 层	3.8	275.5
	V3	表 层	26.8	195.6
		中 层	10.2	222.3
		底 层	6.3	252.4
	V4	表 层	6.4	125.9
		中 层		
		底 层	15.9	189.5
	V5	表 层	15.7	176.6
		中 层		
		底 层	17.0	179.6
	V6	表 层	9.6	160.9
		中 层		
		底 层	10.2	157.2
	V7	表 层	15.2	210.4
		中 层		
		底 层	1.4	50.5
V8	表 层	12.8	245.6	
	中 层			
	底 层	7.0	320.8	
V9	表 层	8.6	291.1	
	中 层	4.7	50.8	
	底 层	2.0	16.2	
V10	表 层	7.2	236.0	
	中 层			
	底 层	7.6	225.3	
V11	表 层	25.6	257.0	

		中层	24.0	261.7
		底层	26.2	263.2
	V12	表层	6.4	73.3
		中层	2.2	305.3
		底层	3.9	2.5

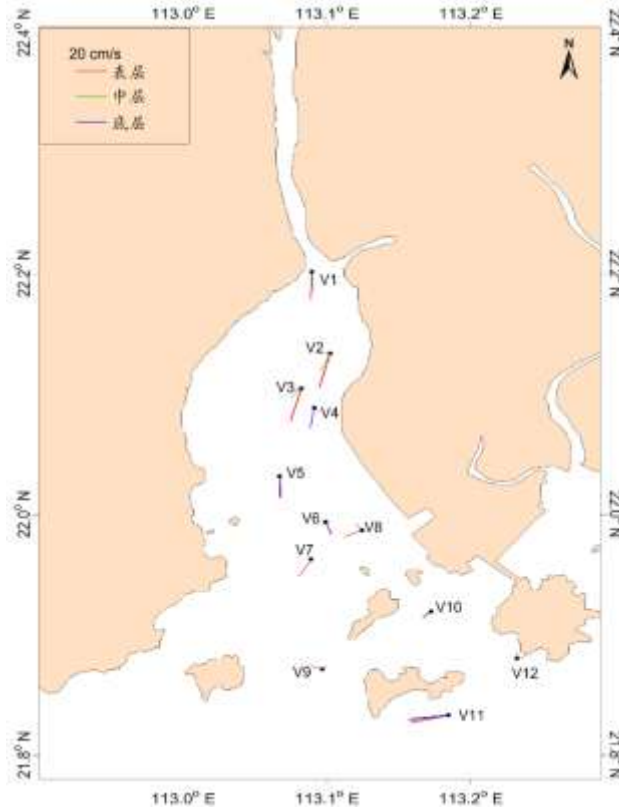


图 4.2.1-27 大潮期各站余流分布图

5、悬浮泥沙

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

为获取调查海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每小时一次，采样层次为表、中、底三层。

(1) 悬浮泥沙浓度

表 4.2.1-8 的各子图分别给出了各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图，表 4.2.1-8 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

从悬沙观测的时间变化过程来看,各站表、中、底三层含沙量多数时间内较为接近,而在中层与底层的某些峰值普遍高于表层。从整体变化过程看来,各站含沙量一般不超过 0.2 kg/m^3 。从平面分布来看,悬浮泥沙浓度近岸海域较高,离岸海域较低。

大潮期,悬浮泥沙浓度最低值为 0.0011 kg/m^3 ,出现在 V9 站表层和 V12 站中层;悬浮泥沙浓度最大值为 0.1438 kg/m^3 ,出现在 V5 站底层。

表 4.2.1-8 各站含沙量特征值统计表 (kg m^{-3})

站位	测层	最小值	最大值	平均值	平均
V1	表	0.0188	0.0818	0.0423	0.0507
	中	0.0189	0.1014	0.0493	
	底	0.0192	0.1339	0.0604	
V2	表	0.0081	0.0295	0.0195	0.0237
	中	0.0096	0.0735	0.0255	
	底	0.0086	0.0705	0.0261	
V3	表	0.0165	0.0493	0.0296	0.0352
	中	0.0186	0.0629	0.0352	
	底	0.0273	0.0574	0.0408	
V4	表	0.0069	0.0478	0.0213	0.0257
	中				
	底	0.0046	0.0656	0.0301	
V5	表	0.0145	0.1060	0.0617	0.0677
	中				
	底	0.0157	0.1438	0.0737	
V6	表	0.0022	0.0545	0.0194	0.0181
	中	0.0022	0.0652	0.0178	
	底	0.0042	0.0629	0.0172	
V7	表	0.0044	0.0585	0.0217	
	中				
	底	0.0050	0.0802	0.0279	
V8	表	0.0073	0.0465	0.0210	
	中				
	底	0.0103	0.0624	0.0299	
V9	表	0.0011	0.0089	0.0054	
	中	0.0024	0.0104	0.0057	
	底	0.0031	0.0116	0.0065	
V10	表	0.0029	0.0484	0.0136	
	中				
	底	0.0039	0.0354	0.0150	
V11	表	0.0020	0.0052	0.0033	

	中	0.0019	0.0050	0.0036	
	底	0.0027	0.0065	0.0044	
V12	表	0.0019	0.0108	0.0041	
	中	0.0011	0.0084	0.0043	
	底	0.0016	0.0138	0.0055	

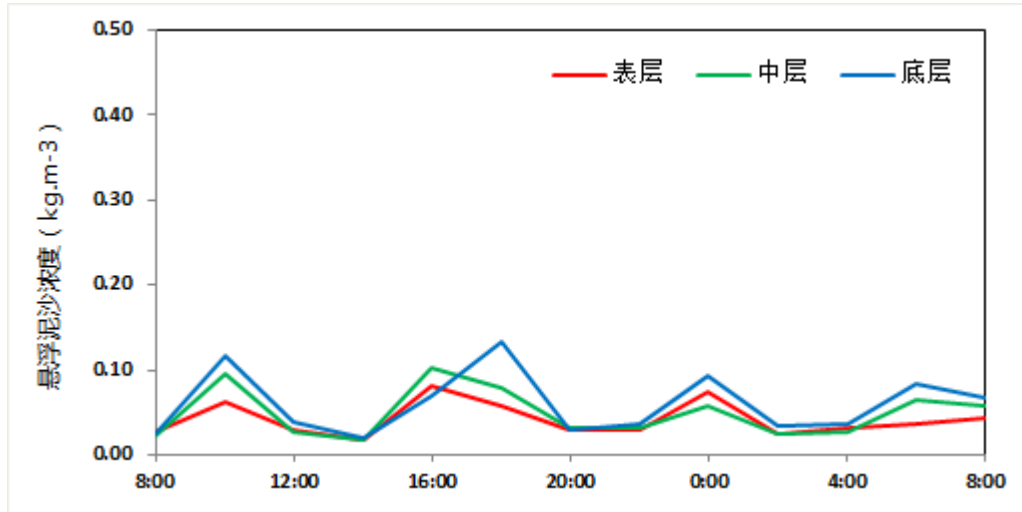


图 4.2.1-28 V1 站悬浮泥沙浓度曲线

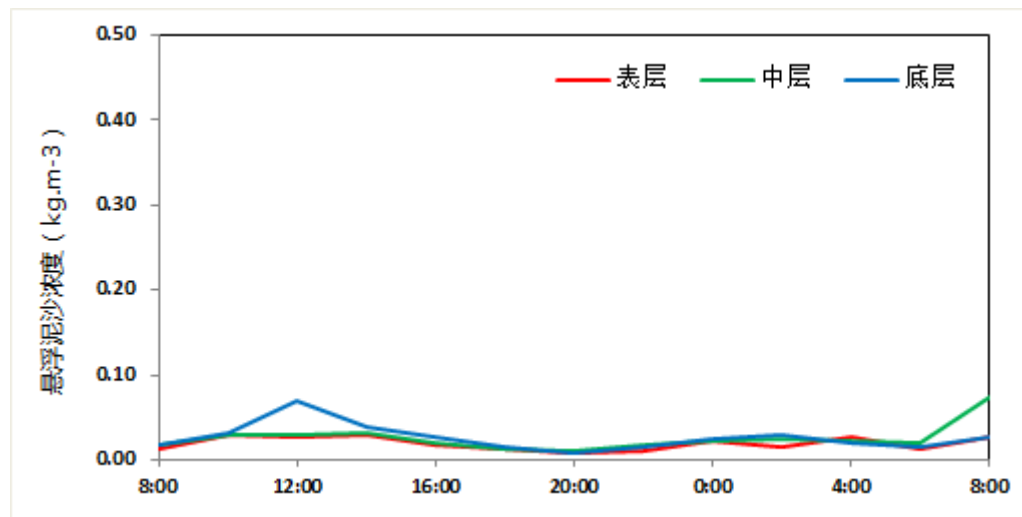


图 4.2.1-29 V2 站悬浮泥沙浓度曲线

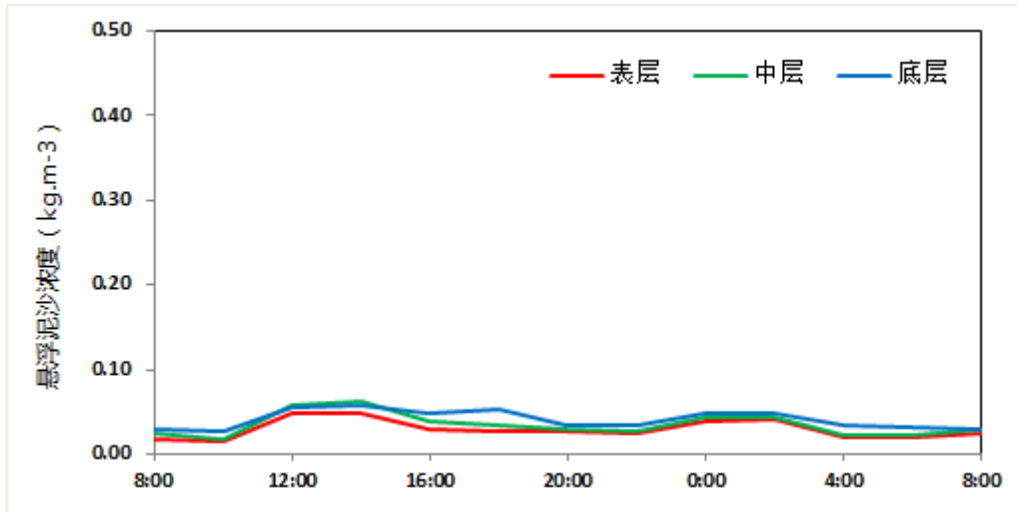


图 4.2.1-30 V3 站悬浮泥沙浓度曲线

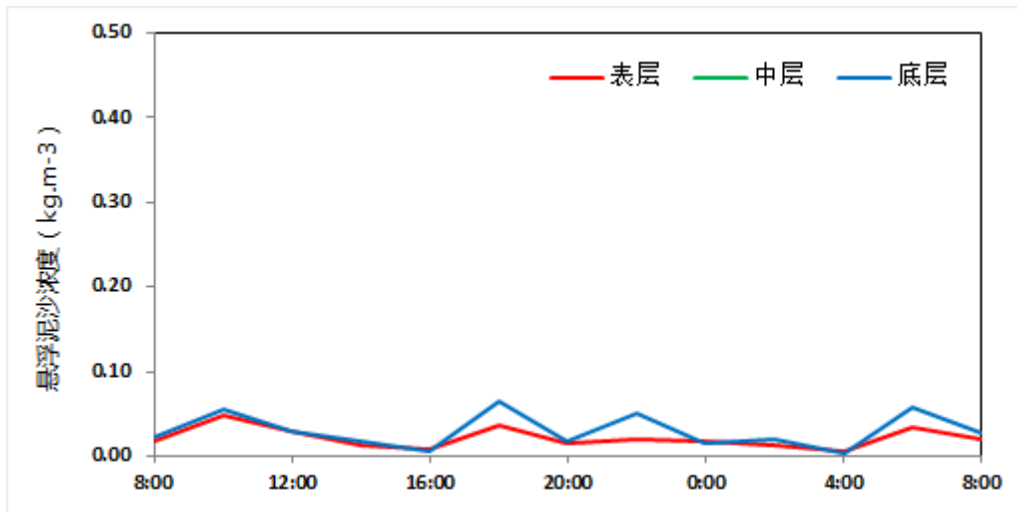


图 4.2.1-31 V4 站悬浮泥沙浓度曲线

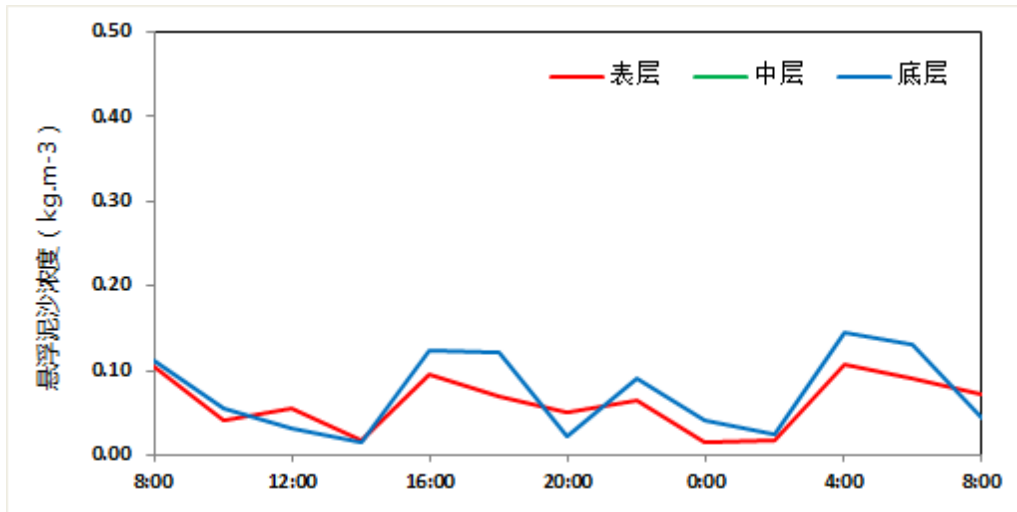


图 4.2.1-32 V5 站悬浮泥沙浓度曲线

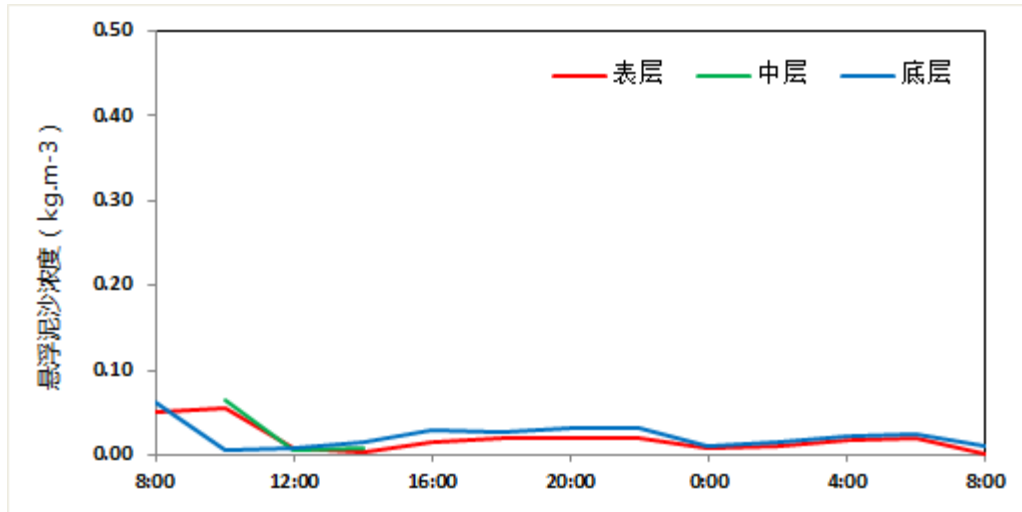


图 4.2.1-33 V6 站悬浮泥沙浓度曲线

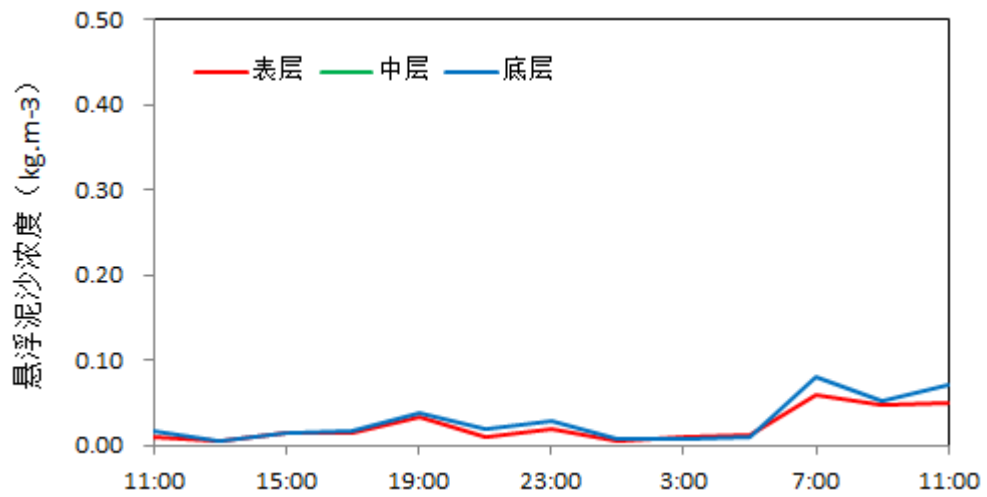


图 4.2.1-34 V7 站悬浮泥沙浓度曲线

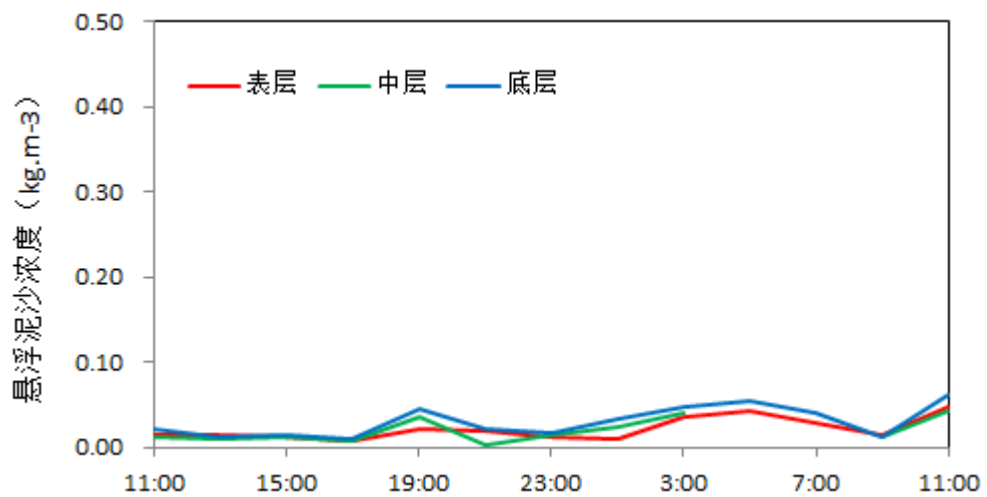


图 4.2.1-35 V8 站悬浮泥沙浓度曲线

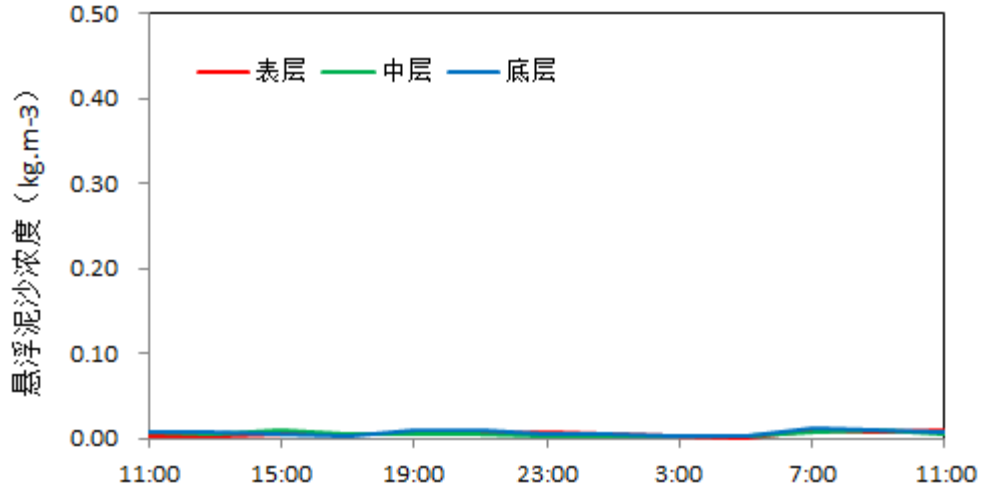


图 4.2.1-36 V9 站悬浮泥沙浓度曲线

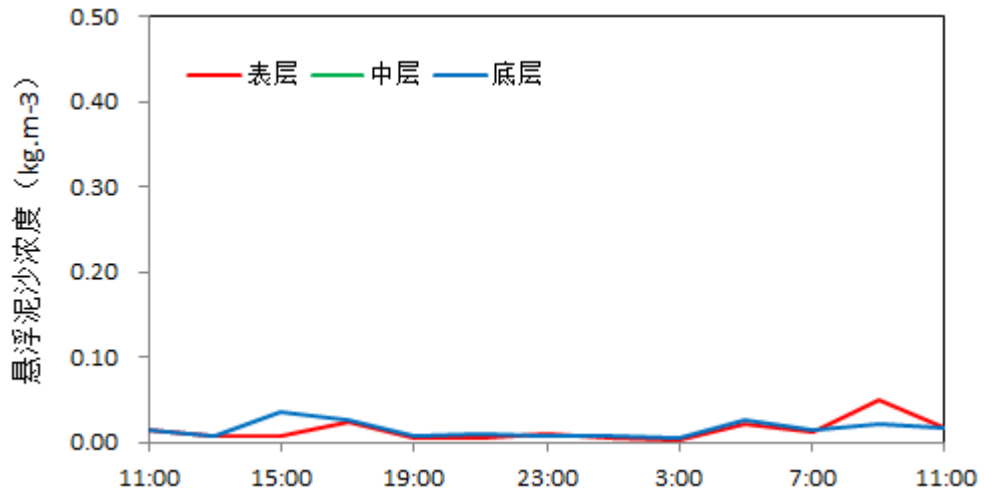


图 4.2.1-37 V10 站悬浮泥沙浓度曲线

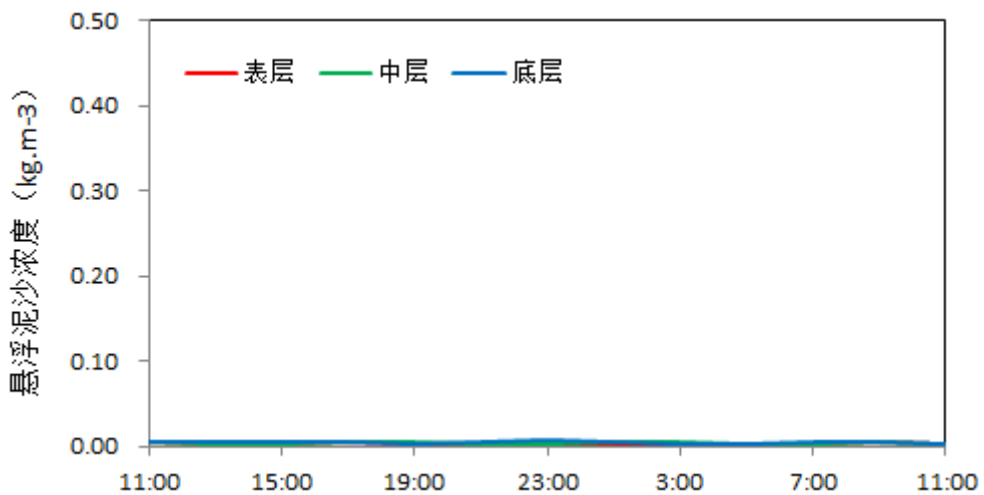


图 4.2.1-38 V11 站悬浮泥沙浓度曲线

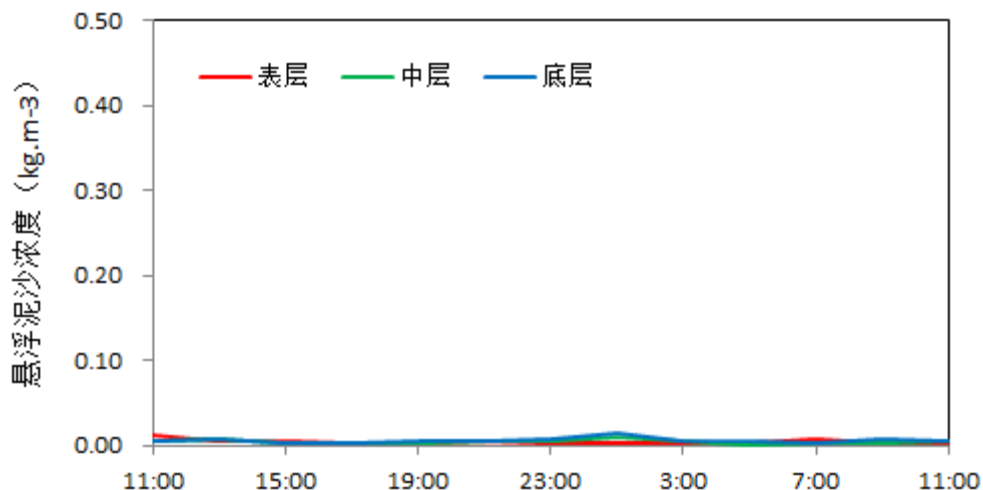


图 4.2.1-39 V12 站悬浮泥沙浓度曲线

(2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 4.2.1-9 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的全潮单宽输沙量统计结果，图 4.2.1-40 为各站净输沙示意图。

大潮期，涨潮期最大单宽输沙量为 2.32 t/m，方向 333.4°，出现在 V1 站；落潮期最大单宽输沙量为 5.00 t/m，方向 178.3°，出现在 V1 站；最大单宽净输沙量为 3.05 t/m，方向 197.0°，出现在 V1 站。总体而言，净输沙方向偏南。

表 4.2.1-9 各站全潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V1	2.32	333.4	5.00	178.3	3.05	197.0
V2	0.65	296.0	1.62	200.8	1.69	223.2
V3	1.20	15.3	2.57	206.1	1.41	215.3
V4	1.14	21.2	0.84	189.0	0.36	50.0
V5	1.10	353.7	2.42	168.9	1.33	164.9
V6	1.31	8.4	0.40	166.5	0.95	17.47
V7	0.69	10.9	0.13	197.2	0.57	9.5
V8	0.98	344.1	0.95	179.8	0.27	269.9
V9	0.32	258.9	0.20	168.2	0.12	16.6
V10	0.24	300.5	0.13	165.7	0.17	268.9
V11	0.27	256.9	0.20	267.6	0.47	261.5

V12	0.18	66.2	0.11	257.1	0.08	50.8
-----	------	------	------	-------	------	------

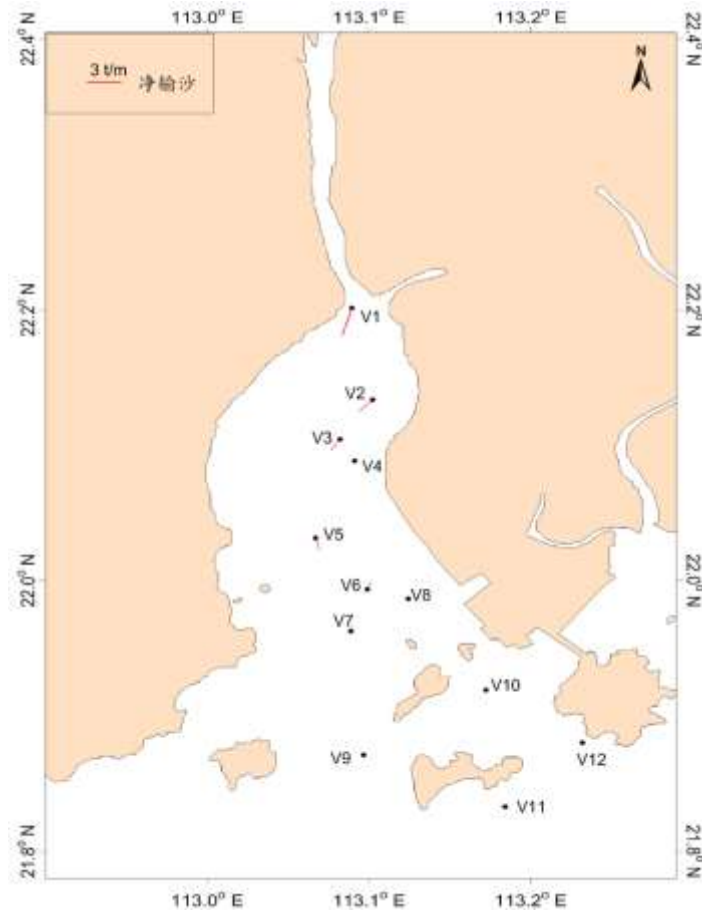


图 4.2.1-40 净输沙示意图

6、水文观测结论

根据 2016 年 9 月 18 日—2016 年 9 月 20 日期间对黄茅海海域 2 个临时潮位站资料和 12 个海流测站的大潮水文观测资料的分析,我们得到如下几点看法,水文观测期间:

(1) 调查海域的潮汐属于不规则半日潮的混合潮。

(2) 调查海域涨潮流流向偏西北,落潮流流向偏东南;海流中潮流占主导地位,在涨急时和落急时流速达到最大。观测期间平均流速值在 26.5 cm/s~85.1cm/s 之间,最大流速测得为 176.6cm/s;大体上,涨潮历时小于落潮历时。

(3) 总体上,调查海区的潮流性质以不规则半日潮流为主,主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴(即最大流速)为最大,其次为 S_2 分潮, K_1 、 O_1 分潮流椭圆长半轴(即最大流速)次之, M_4 、 MS_4 分潮流长半轴(最大流速)最小。 M_2 分潮较大反映了半日潮的特征。主要分潮流最大流速的方向(即潮流椭圆长半轴的方向)受岸线影响,从外海

向内由东南-西北向转为东北-西南向。

(4) 调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离以 V4 站底层最大, 分别是 188.6 cm/s 和 39.3 km。潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离的方向一致, 靠近湾内以西北-东南向为主, 靠近外海以东北—西南向为主。

(5) 总体而言, 调查海区的余流较小, 最大为 27.7 cm/s; 黄茅海靠近湾内余流方向以偏落潮方向为主, 高栏岛附近站位余流方向偏西向。

(6) 调查海区不同潮期悬浮泥沙浓度一般不超过 0.2 kg/m³, 介于 0.0011 kg/m³~0.1438 kg/m³ 之间; 调查期净输沙方向偏南。

4.2.1.1.2 冬季水文动力环境质量现状调查与评价

1. 站位设定

广州南科海洋工程中心于 2019 年 2 月在项目附近周围海域设水文测站 14 个, 潮位站 5 个, 风站位 2 个。具体位置见表 4.2.1-10 及图 4.2.1-41。

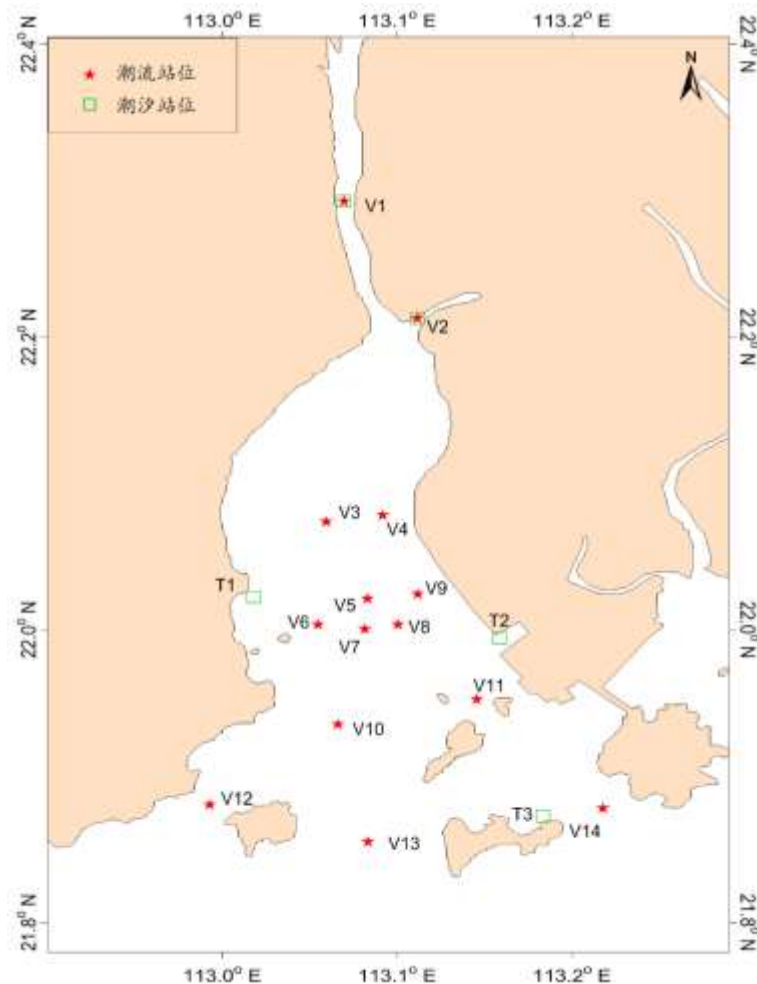


图 4.2.1-41 项目附近海域水文调查站位图

表 4.2.1-10 水文调查各测站坐标和观测项目

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
V1	22°17.563'N	113°04.168'E	海流、泥沙、温盐、潮位
V2	22°12.770'N	113°06.690'E	海流、泥沙、温盐、潮位
V3	22°04.430'N	113°03.570'E	海流、泥沙、温盐
V4	22°04.708'N	113°05.505'E	海流、泥沙、温盐
V5	22°01.276'N	113°04.968'E	海流、泥沙、温盐、风
V6	22°00.217'N	113°03.276'E	海流、泥沙、温盐
V7	22°00.041'N	113°04.880'E	海流、泥沙、温盐
V8	22°00.230'N	113°06.022'E	海流、泥沙、温盐、风
V9	22°01.470'N	113°06.700'E	海流、泥沙、温盐
V10	21°56.138'N	113°03.962'E	海流、泥沙、温盐
V11	21°57.150'N	113°08.735'E	海流、泥沙、温盐
V12	21°52.842'N	112°59.557'E	海流、泥沙、温盐
V13	21°51.314'N	113°04.995'E	海流、泥沙、温盐
V14	21°52.685'N	113°13.058'E	海流、泥沙、温盐
T1	22°01.346'N	113°01.082'E	潮位
T2	21°59.650'N	113°09.517'E	潮位
T3	21°52.350'N	113°11.001'E	潮位

2、调查期间气象情况

2019年2月21日—2019年2月23日大潮期，调查海域以北风为主；2019年2月26日-2019年2月28日小潮期，调查海域风向不定。

3、观测期间潮汐

地球上的海水，受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

在大部分港口和海区， K_1 、 O_1 、 M_2 和 S_2 是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 来

进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或

规则半日潮港；当 $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

(1) 潮汐类型和调和常数

对此次潮位观测的潮位资料站进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。得出的主要分潮的调和常数参见表 4.2.1-11~表 4.2.1-12。

根据调和常数，我们分别计算了 V1、V2 和 T3 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F

值均为 1.3，因此调查海域潮汐属于不规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 4.2.1-42~图 4.2.1-48 的潮位过程曲线可以看到，调查海域海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 4.2.1-11 主要分潮的调和常数

测站 分潮	V1		V2		T3	
	振幅 V (m)	迟角 g (°)	振幅 V (m)	迟角 g (°)	振幅 V (m)	迟角 g (°)
O1	0.31	171.7	0.31	171.7	0.31	142.2
K1	0.26	225.0	0.26	225.0	0.26	195.5
M2	0.43	91.1	0.43	91.1	0.43	52.6
S2	0.22	125.8	0.22	125.8	0.22	87.3
M4	0.05	70.9	0.05	70.9	0.03	312.6
MS4	0.03	117.5	0.03	117.5	0.02	359.2
F	1.3		1.3		1.3	

表 4.2.1-12 主要分潮的调和常数

测站 分潮	T1		T2	
	振幅 H (m)	迟角 g (°)	振幅 H (m)	迟角 g (°)
Q1	0.0433	241.98	0.0751	226
O1	0.2848	267.98	0.3112	260.41
K1	0.3136	303.55	0.2599	317.92
MU2	0.0159	338.77	0.0305	278.39
N2	0.0813	280.7	0.1181	263.95
M2	0.4645	304.9	0.508	289.77

L2	0.0263	315.18	0.0289	303.09
S2	0.2227	327.33	0.2643	330.33
M3	0.0237	67.95	0.0155	43.29
SK3	0.0212	182.02	0.0141	189.48
M4	0.0769	141.11	0.0532	102.42
MS4	0.0444	208.69	0.0372	158.01

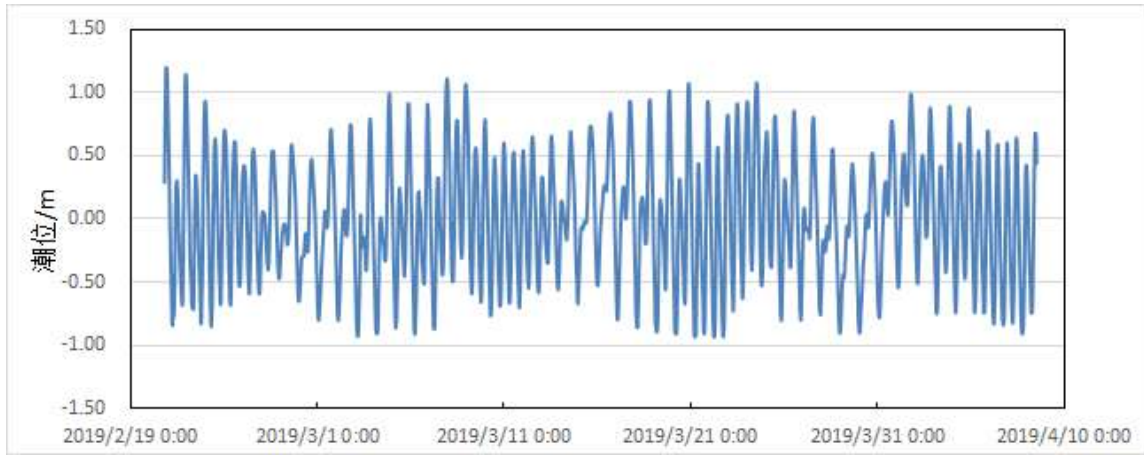


图 4.2.1-42 调查海域 T1 站的潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

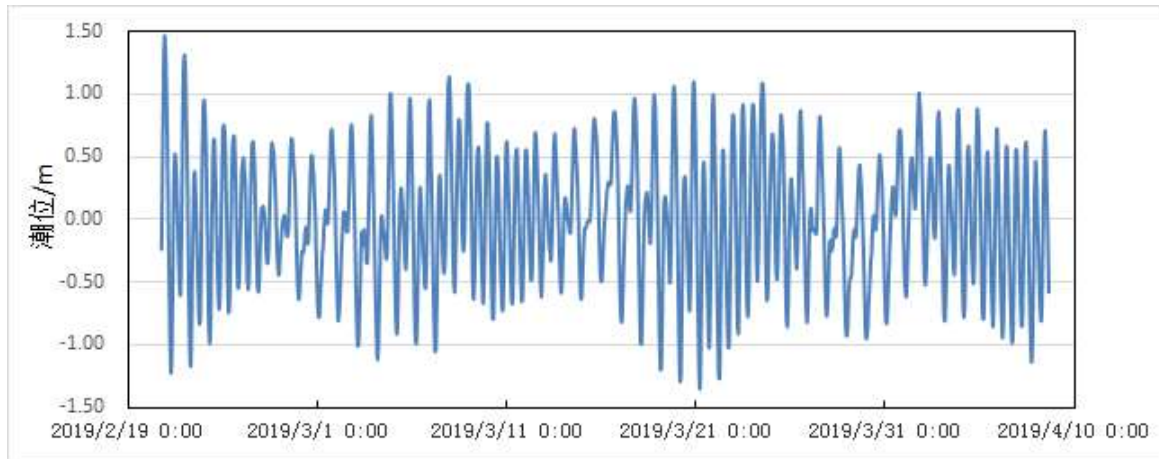


图 4.2.1-43 调查海域 T2 站的潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

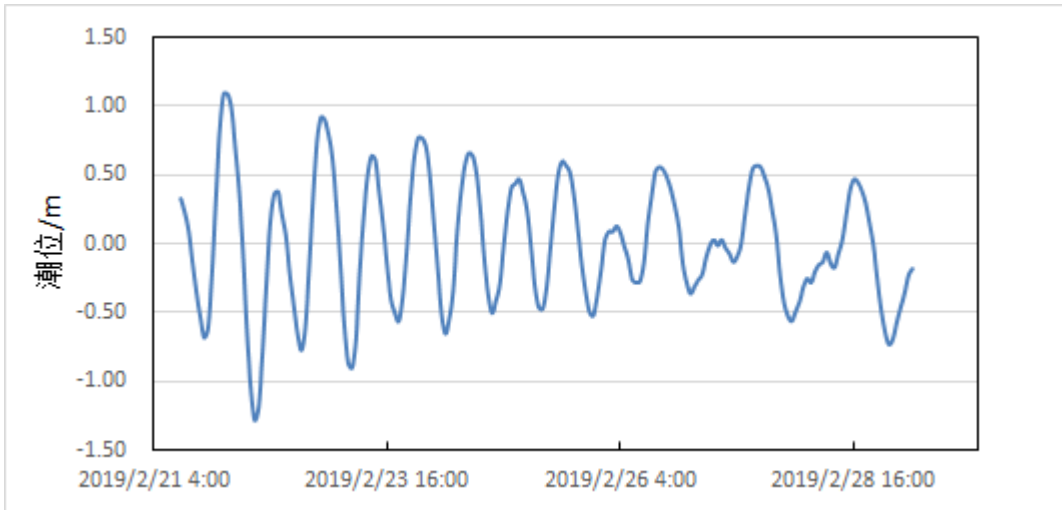


图 4.2.1-44 调查海域 T3 站的潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

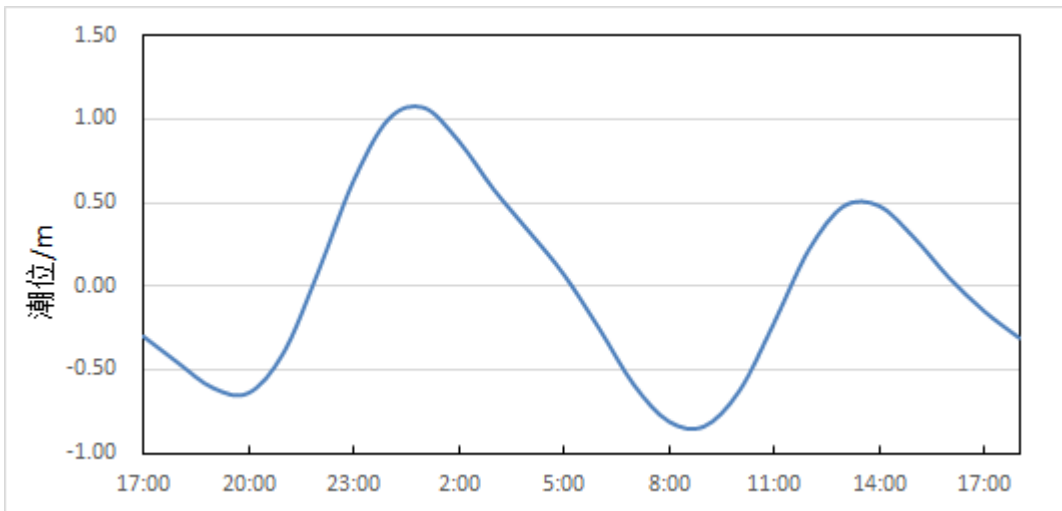


图 4.2.1-45 调查海域 V1 站的大潮潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

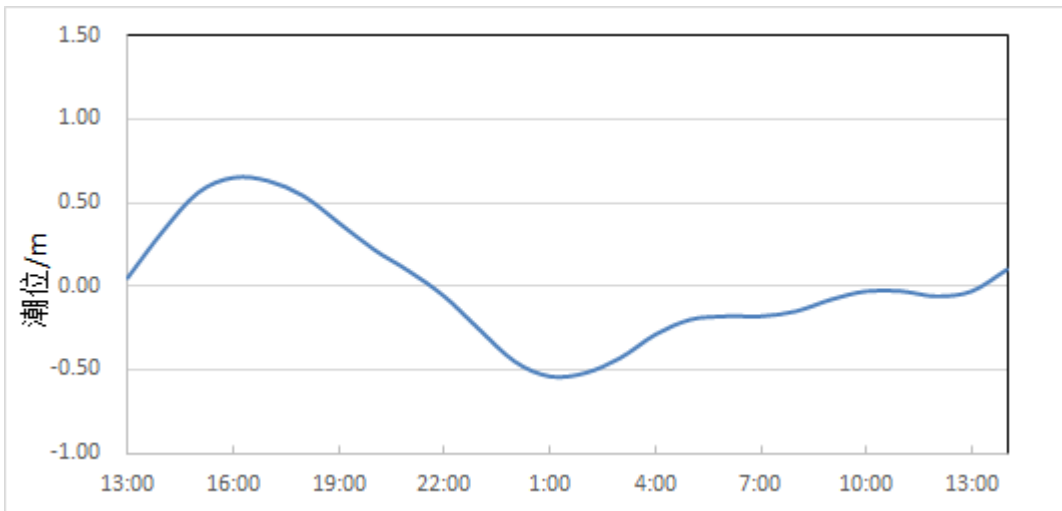


图 4.2.1-46 调查海域 V1 站的小潮潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

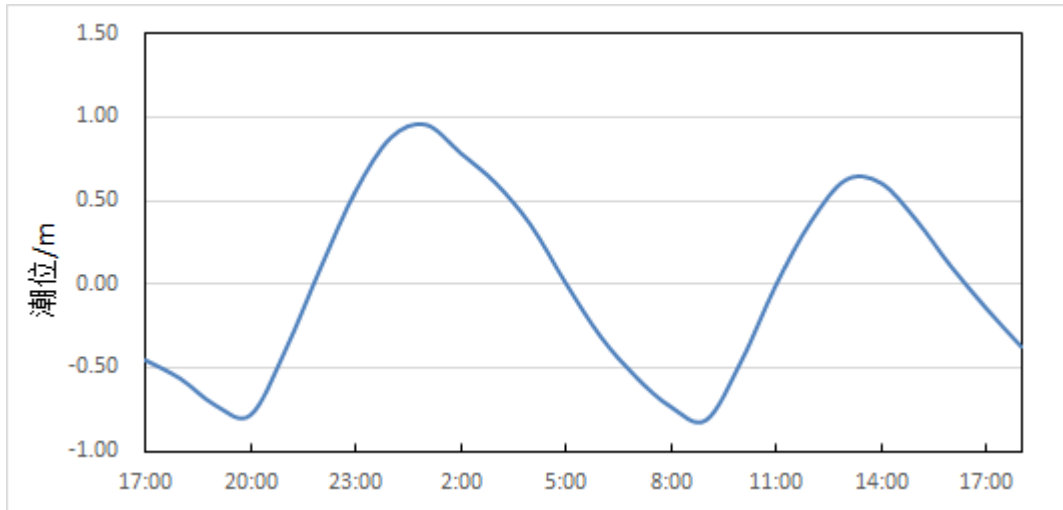


图 4.2.1-47 调查海域 V2 站的大潮潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

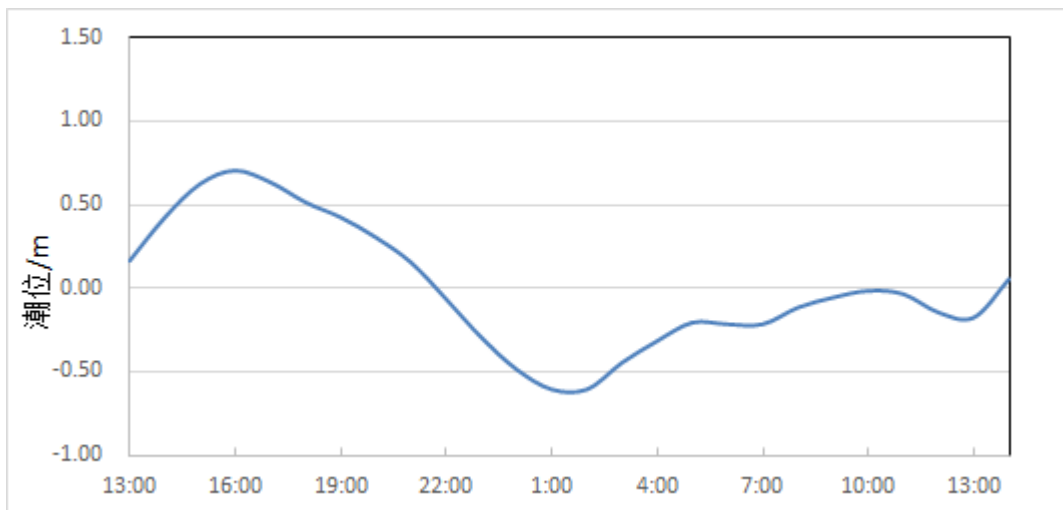


图 4.2.1-48 调查海域 V2 站的小潮潮位过程曲线(基于临时平均海平面)

(2) 潮汐特征值

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，但由于统计的资料包含典型大潮期，所以涨落潮历时之间的关系仍有其参考意义。在此次观测期间，涨潮历时与落潮历时相当。

4、海流

本节利用大、小潮观测期间 14 个测站的同步连续观测资料，对调查海区的实测流场，潮流和余流进行了以下分析。

(1) 大潮实测流场分析

大潮期海流观测于 2019 年 2 月 21 日 11 时~2019 年 2 月 23 日 18 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 4.2.1-13，实测海流逐时矢量图见图 4.2.1-49~图 4.2.1-62(潮位曲线数据取自 T3 站)，实测海流平面分布玫瑰图见图 4.2.1-63~图 4.2.1-65，涨落急图见

图 4.2.1-66~图 4.2.1-67。根据上述图表分析如下：

由图 4.2.1-49~图 4.2.1-67 可见，调查期间各测站实测海流强度中等，以潮流为主，涨潮流流向东北，落潮流流向西南，部分站位受岸线影响涨潮流向西北，落潮流向东南。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果(表 4.2.1-13)，调查海域各测站涨潮流流速平均值在 18.4~69.2 cm/s 之间，落潮流流速平均值在 15.7~81.6 cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 69.2 cm/s，方向为 1.4°；出现在 V7 站的表层；最大落潮流的平均值为 81.6 cm/s，方向为 226.3°；出现在 V4 站表层。

由表 4.2.1-13 还可看出，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 112.1 cm/s、110.3 cm/s、96.5 cm/s，流向分别为 3.3°、8.1°、11.3°，均出现在 V7 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 135.7 cm/s、126.2 cm/s、100.2 cm/s，流向分别为 238.3°、189.0°、185.0°，均出现在 V4 站。

总体而言，落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值，大部分站层落潮流历时略长于涨潮流历时。

表 4.2.1-13 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

海区	站位	测层	涨潮流 (小时、cm/s、°)				落潮流 (小时、cm/s、°)					
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
海陵湾	V1	表层	9	65.5	12.5	97.6	7.1	17	53.9	177.7	76.6	189.9
		中层	9	64.0	14.8	91.8	13.0	17	48.8	180.0	72.9	187.9
		底层	10	45.9	10.7	75.1	12.8	16	44.2	182.8	62.8	187.8
	V2	表层	8	38.1	49.4	52.1	48.4	18	39.5	246.3	68.6	239.4
		中层										
		底层										
	V3	表层	10	50.0	353.8	81.5	353.7	16	43.6	191.3	78.6	189.8
		中层	12	48.3	358.7	79.2	357.6	14	45.5	174.1	78.3	146.3
		底层	12	44.1	348.5	67.8	5.1	14	32.8	161.7	56.1	140.7
	V4	表层	11	54.5	14.5	88.0	21.2	15	81.6	226.3	135.7	238.3

		中层	12	54.8	16.6	95.1	15.2	14	72.5	196.1	126.2	189.0
		底层	13	51.2	359.1	93.7	19.0	13	46.5	190.5	100.2	185.0
	V5	表层	10	63.8	341.6	105.5	345.1	16	50.7	177.0	81.7	201.7
		中层	12	56.4	350.7	84.8	5.9	14	49.1	176.9	73.5	182.1
		底层	12	51.9	347.9	75.5	0.8	14	39.9	176.0	67.5	171.5
	V6	表层	10	55.0	335.7	89.7	346.7	14	43.3	164.9	107.1	188.8
		中层	11	59.6	354.3	80.8	348.6	15	50.8	168.5	100.2	190.2
		底层	12	50.3	352.5	74.7	358.0	14	47.7	178.1	98.4	184.5
	V7	表层	10	69.2	1.4	112.1	3.3	16	54.0	178.6	105.8	172.1
		中层	11	64.4	0.8	110.3	8.1	15	50.2	168.6	91.2	175.5
		底层	12	58.5	8.7	96.5	11.3	14	46.9	179.3	93.4	174.4
	V8	表层	12	54.5	347.3	103.1	345.3	14	54.3	175.4	93.3	185.2
		中层	12	51.3	336.4	87.9	336.0	14	48.5	172.8	86.5	170.9
		底层	13	44.3	331.9	77.9	337.9	13	43.4	162.8	64.0	173.0
	V9	表层	11	33.0	312.3	44.1	287.2	15	32.2	162.5	49.5	133.2
		中层										
		底层	9	25.7	320.2	36.8	297.8	17	26.6	174.7	47.0	139.0
	V10	表层	11	41.9	8.8	83.9	3.1	15	66.7	206.8	104.8	197.1
		中层	10	46.2	3.1	76.0	14.2	16	52.7	202.1	81.9	203.8
		底层	11	43.2	8.8	60.2	10.2	15	46.1	211.3	68.3	185.6
	V11	表层	11	54.6	317.3	92.4	330.8	15	37.6	164.5	66.6	164.1
		中层	13	52.4	316.5	99.8	325.0	13	37.0	166.0	77.9	160.3
		底层	13	40.0	315.4	77.9	333.6	13	23.7	164.8	64.6	161.9
	V12	表层	14	18.4	346.2	44.1	347.9	12	26.8	218.2	45.9	238.2

		中层	13	20.2	349.5	35.5	324.5	13	21.8	189.9	32.5	222.4
		底层	11	20.5	337.6	32.3	329.5	15	23.0	163.0	43.9	147.4
	V13	表层	15	37.2	352.1	71.3	346.3	11	50.0	181.8	105.7	185.0
		中层	11	39.5	353.9	59.9	341.1	15	28.1	185.8	53.6	164.3
		底层	15	32.5	0.9	56.6	327.3	11	22.3	158.7	31.9	113.4
	V14	表层	9	45.0	328.4	85.9	311.4	17	29.0	190.1	68.4	142.2
		中层	16	44.9	305.0	84.4	320.7	10	21.9	171.2	37.4	162.7
		底层	12	33.9	329.6	76.5	325.0	14	15.7	197.3	28.3	255.9

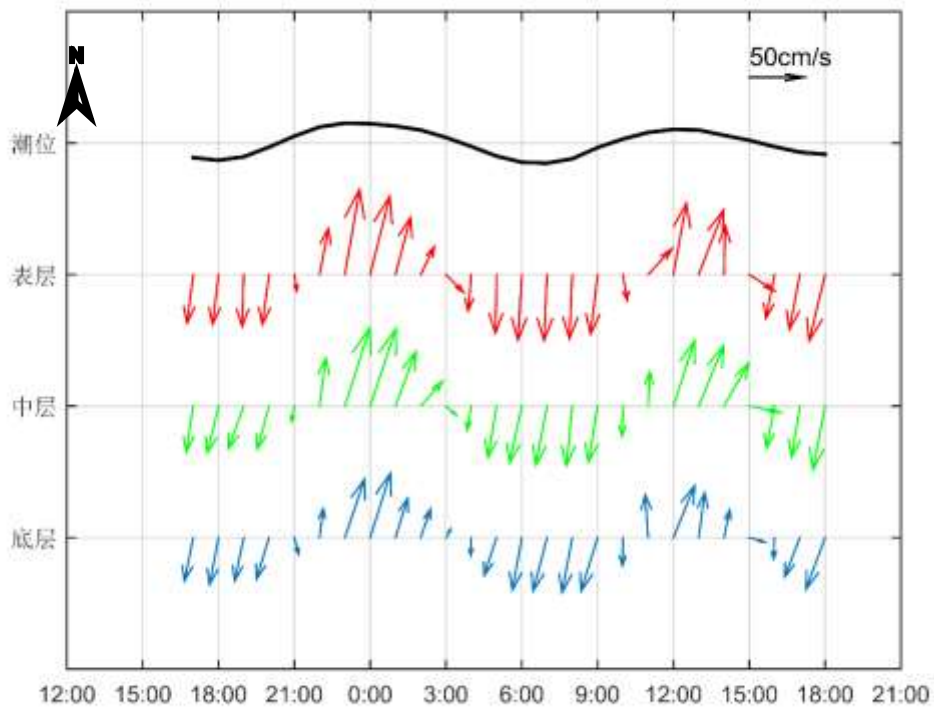


图 4.2.1-49 大潮期调查海域 V1 站实测海流矢量图

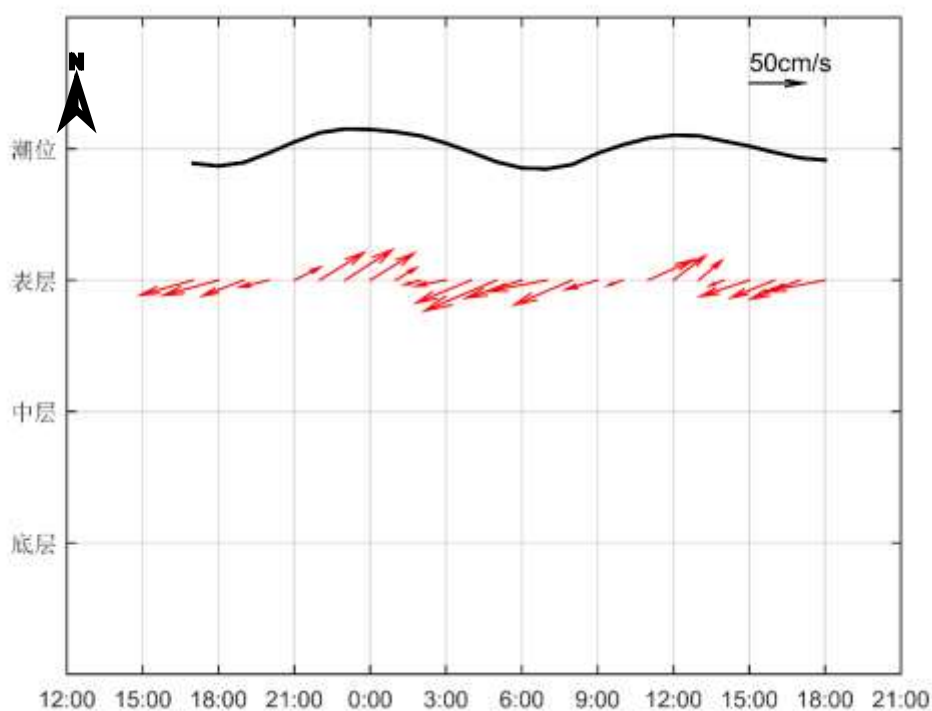


图 4.2.1-50 大潮期调查海域 V2 站实测海流矢量图

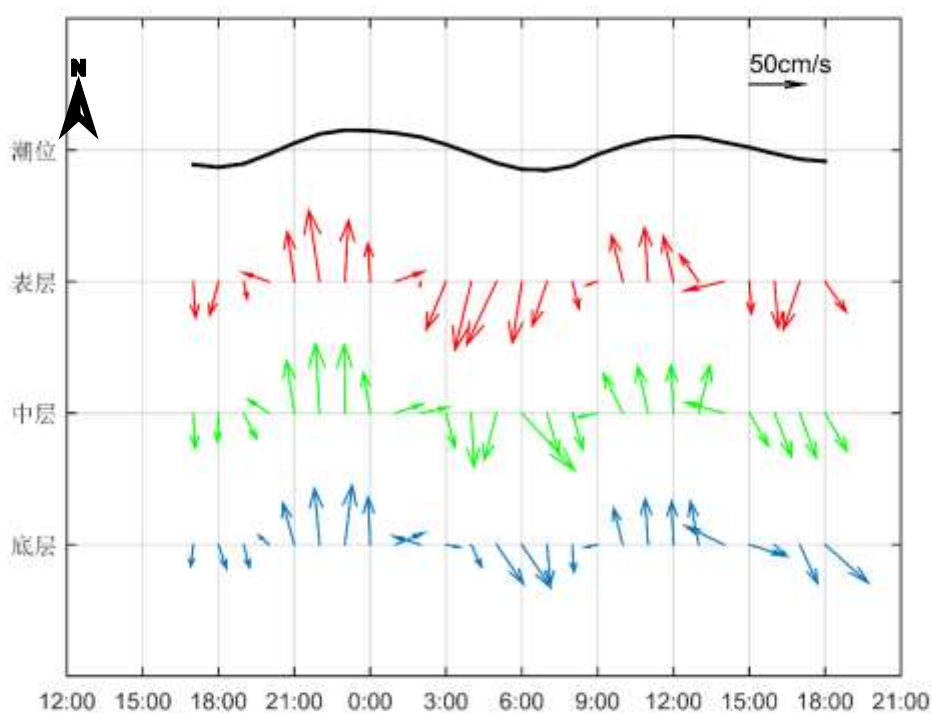


图 4.2.1-51 大潮期调查海域 V3 站实测海流矢量图

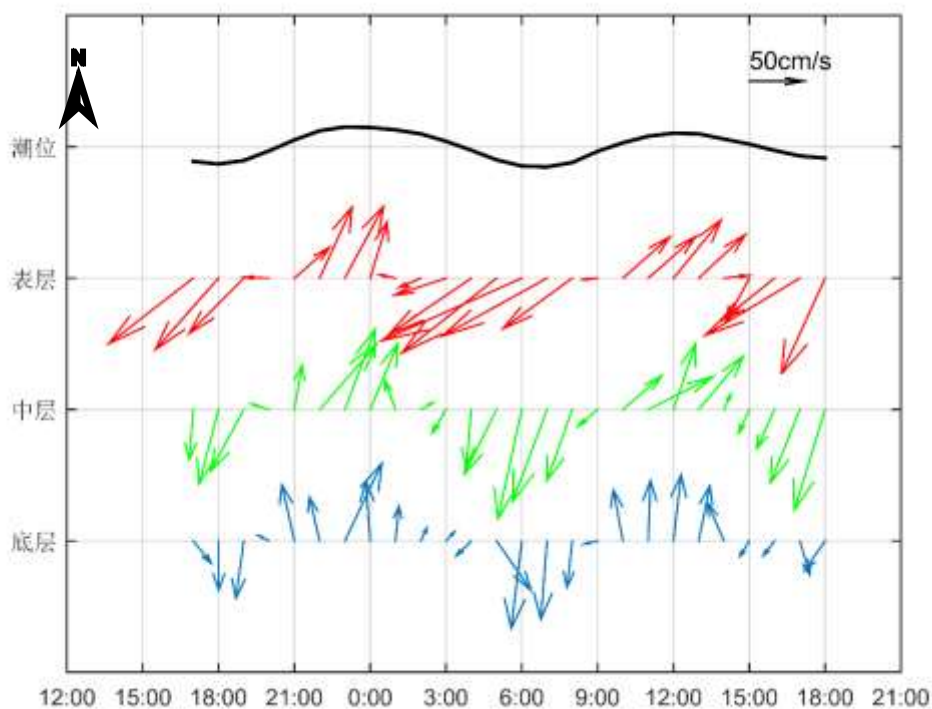


图 4.2.1-52 大潮期调查海域 V4 站实测海流矢量图

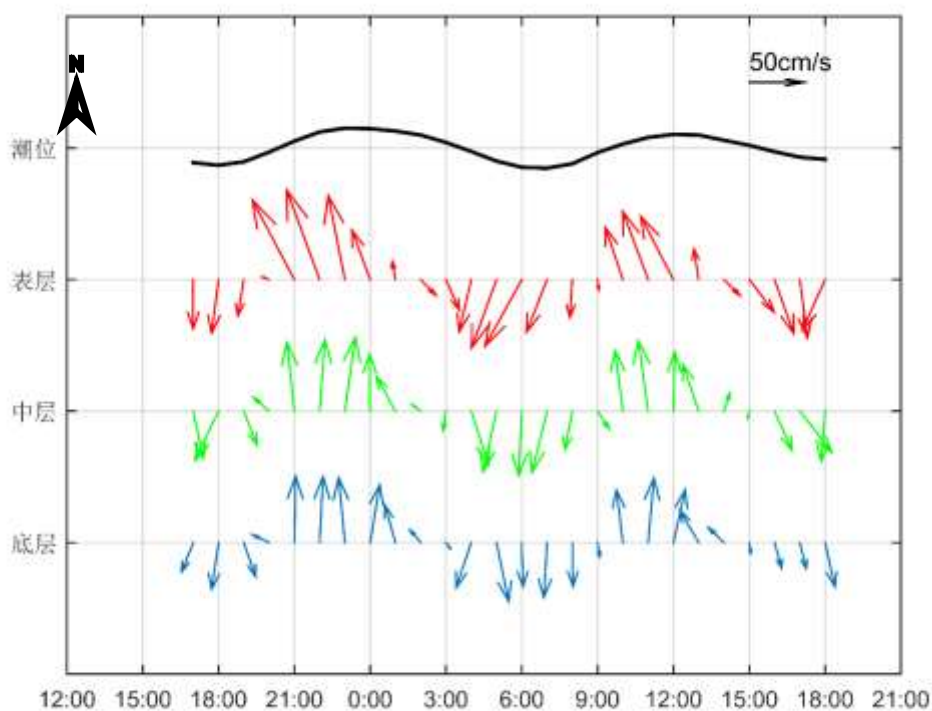


图 4.2.1-53 大潮期调查海域 V5 站实测海流矢量图

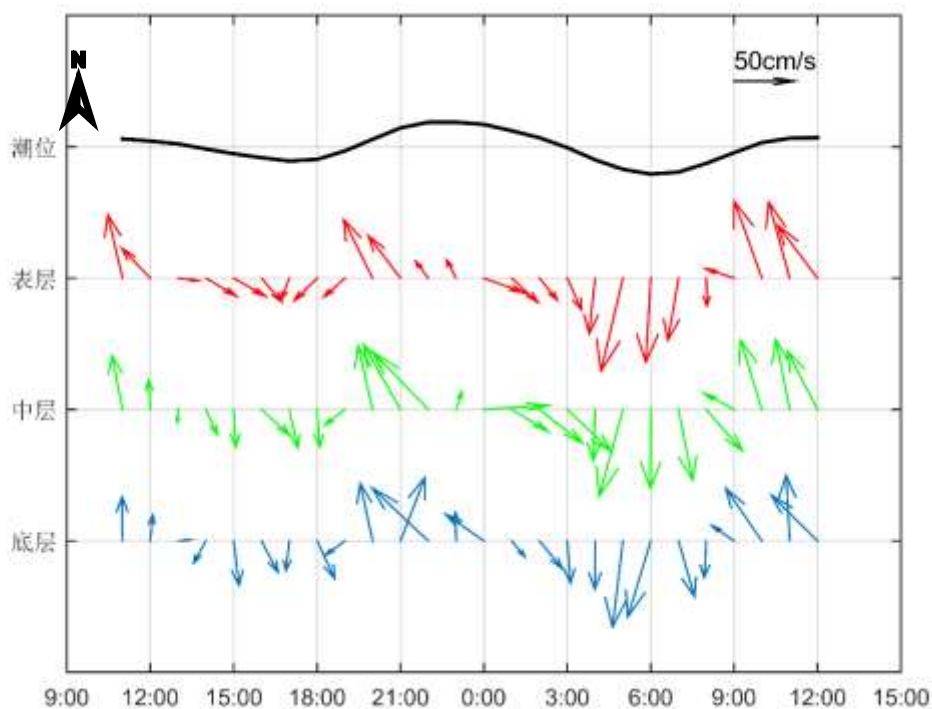


图 4.2.1-54 大潮期调查海域 V6 站实测海流矢量图

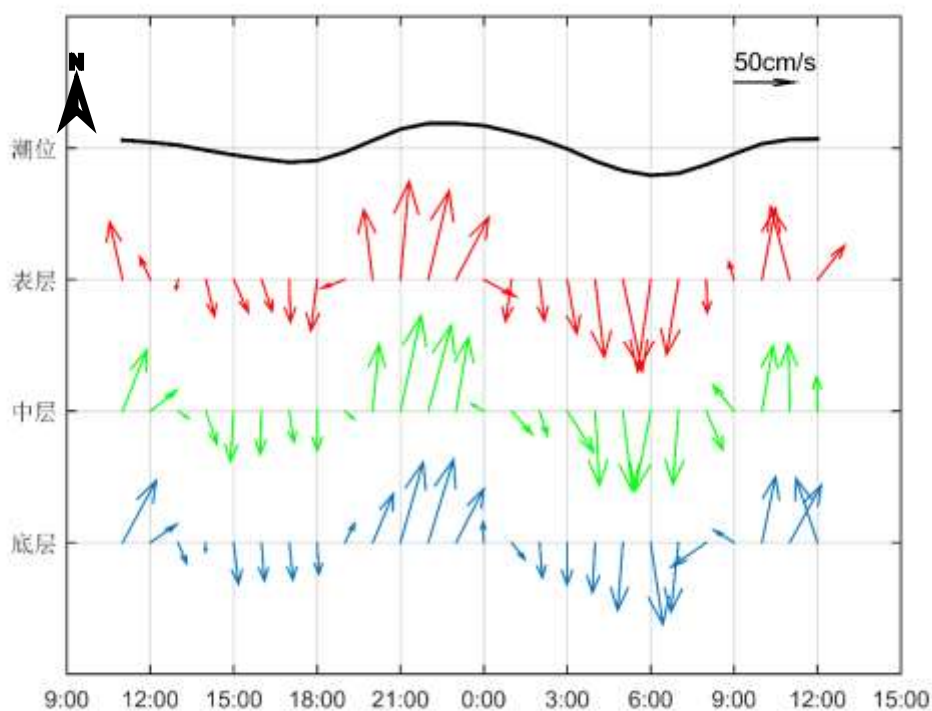


图 4.2.1-55 大潮期调查海域 V7 站实测海流矢量图

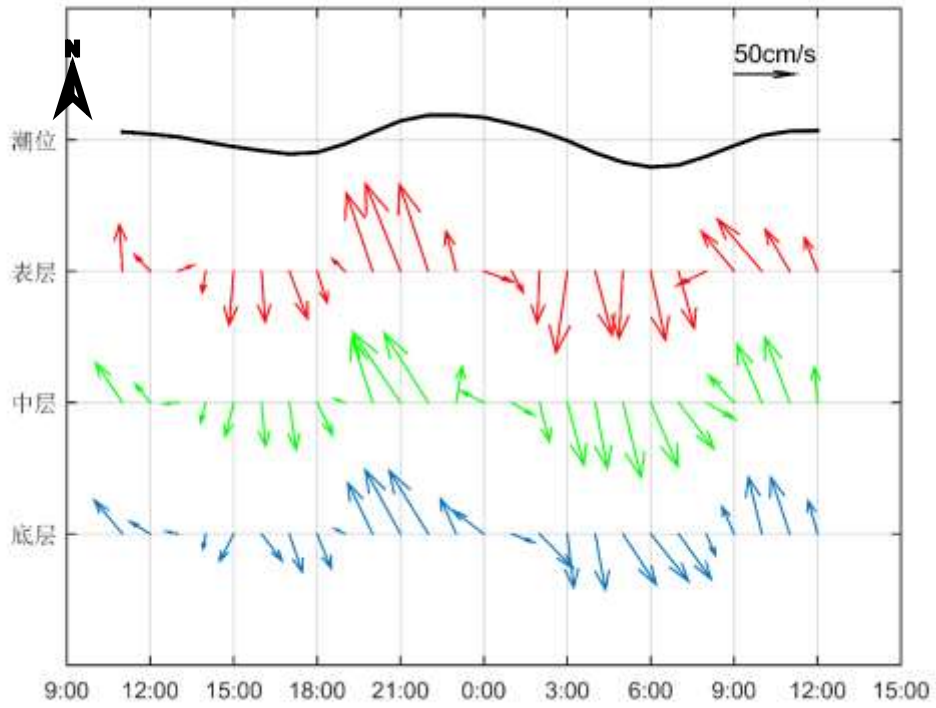


图 4.2.1-56 大潮期调查海域 V8 站实测海流矢量图

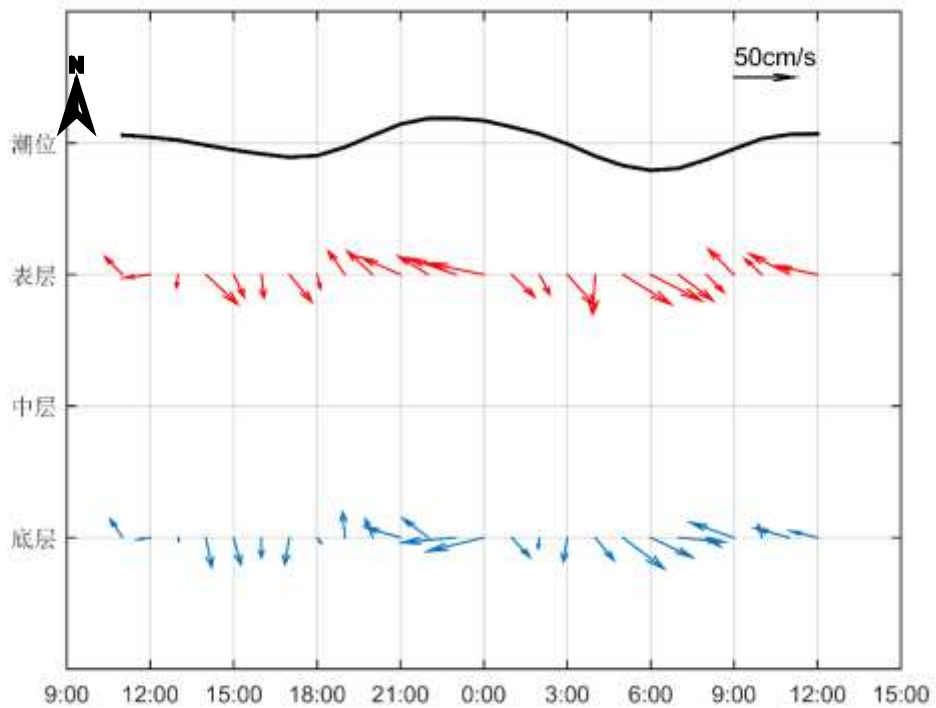


图 4.2.1-57 大潮期调查海域 V9 站实测海流矢量图

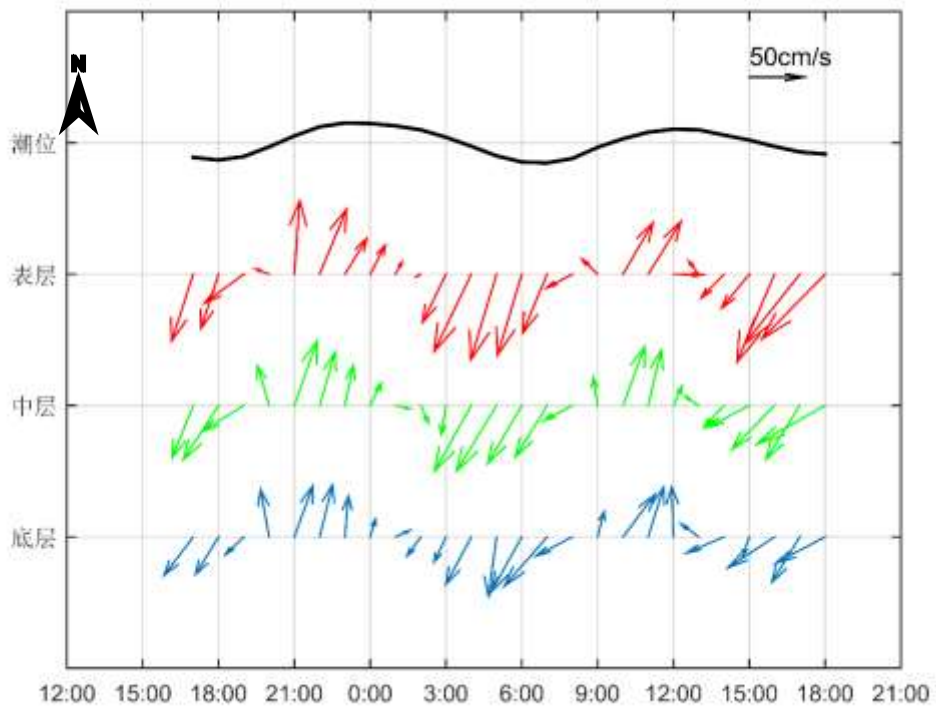


图 4.2.1-58 大潮期调查海域 V10 站实测海流矢量图

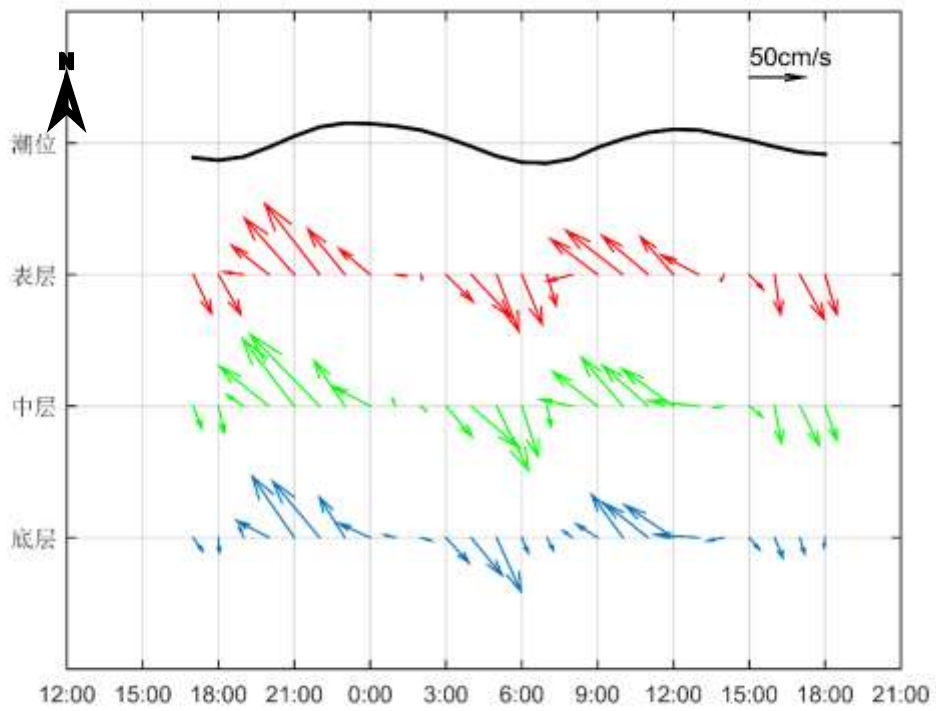


图 4.2.1-59 大潮期调查海域 V11 站实测海流矢量图

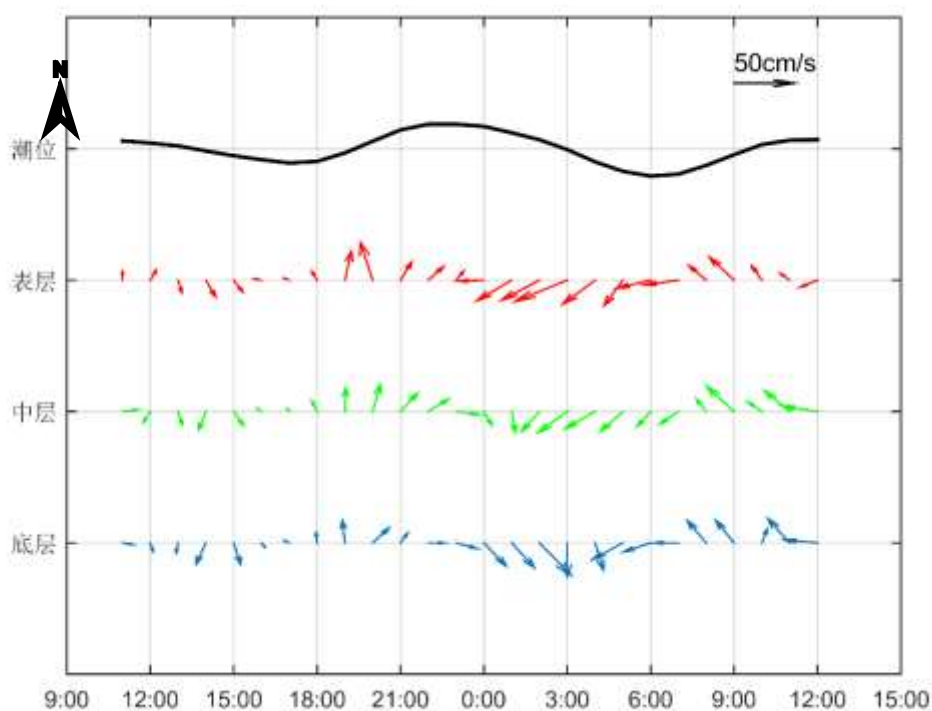


图 4.2.1-60 大潮期调查海域 V12 站实测海流矢量图

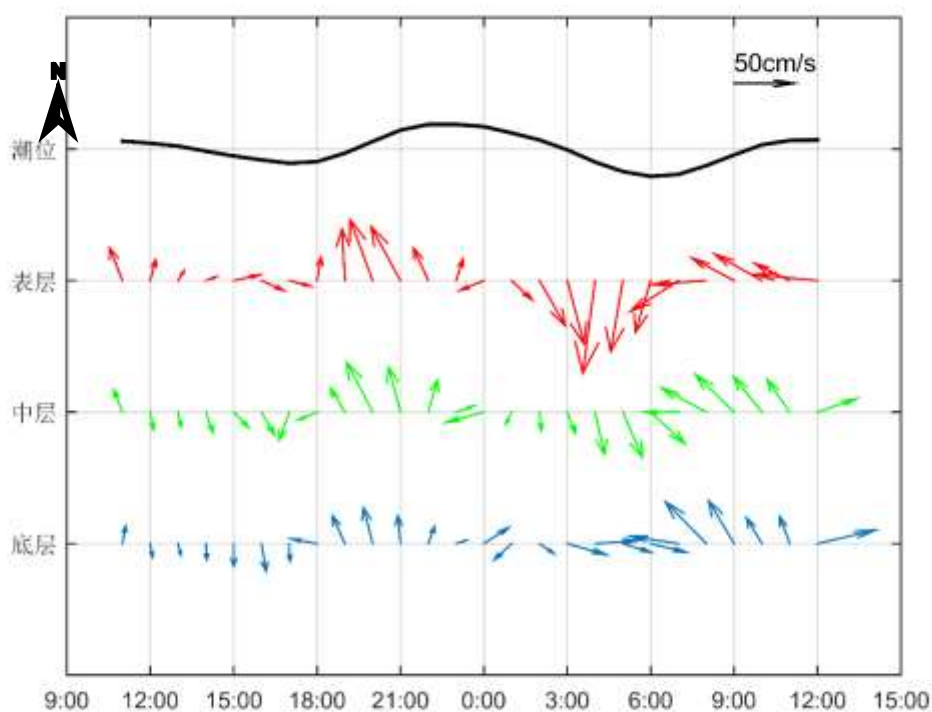


图 4.2.1-61 大潮期调查海域 V13 站实测海流矢量图

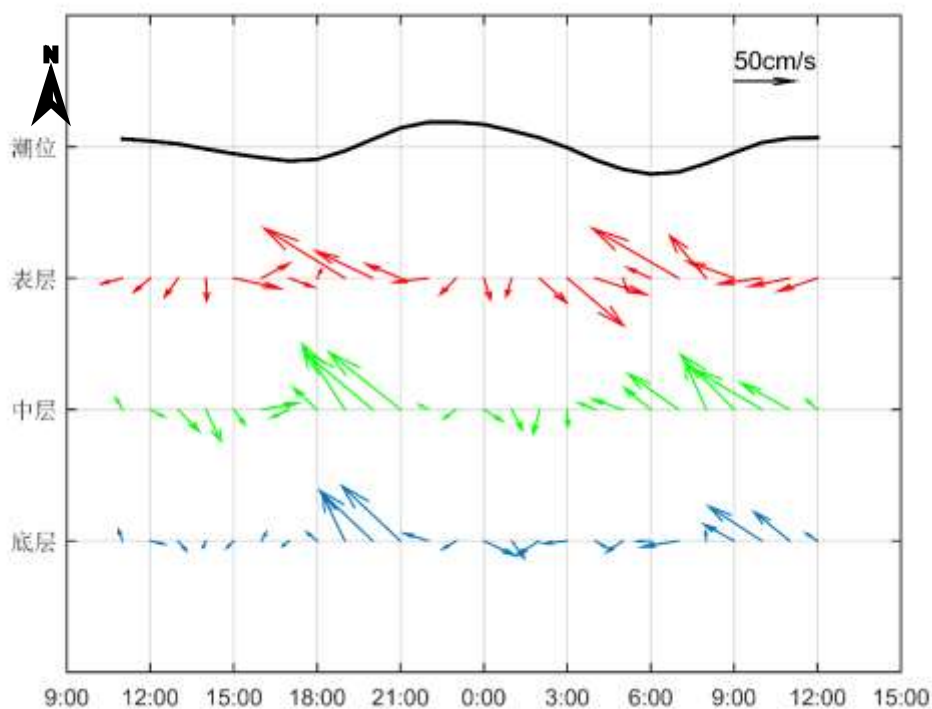


图 4.2.1-62 大潮期调查海域 V14 站实测海流矢量图

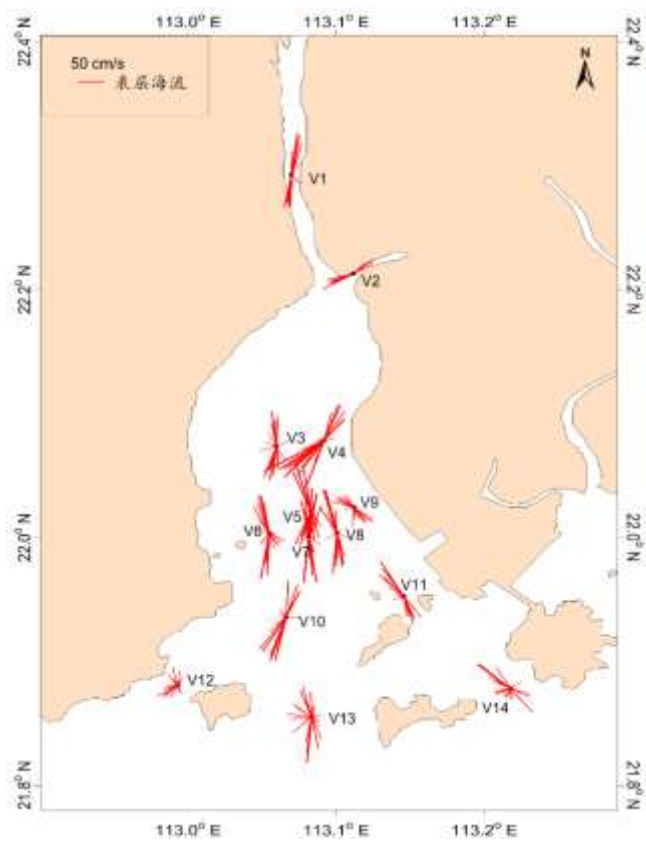


图 4.2.1-63 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（表层）

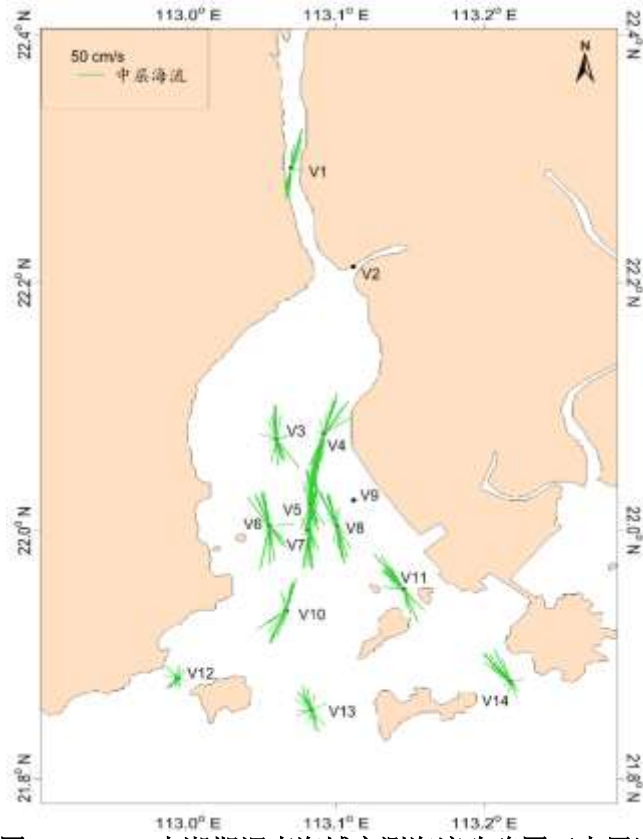


图 4.2.1-64 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（中层）

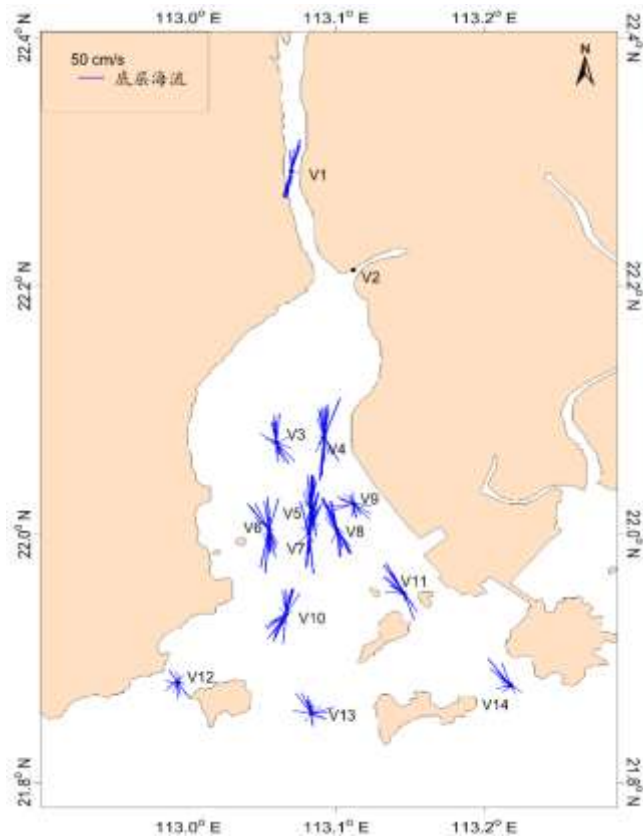


图 4.2.1-65 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（底层）

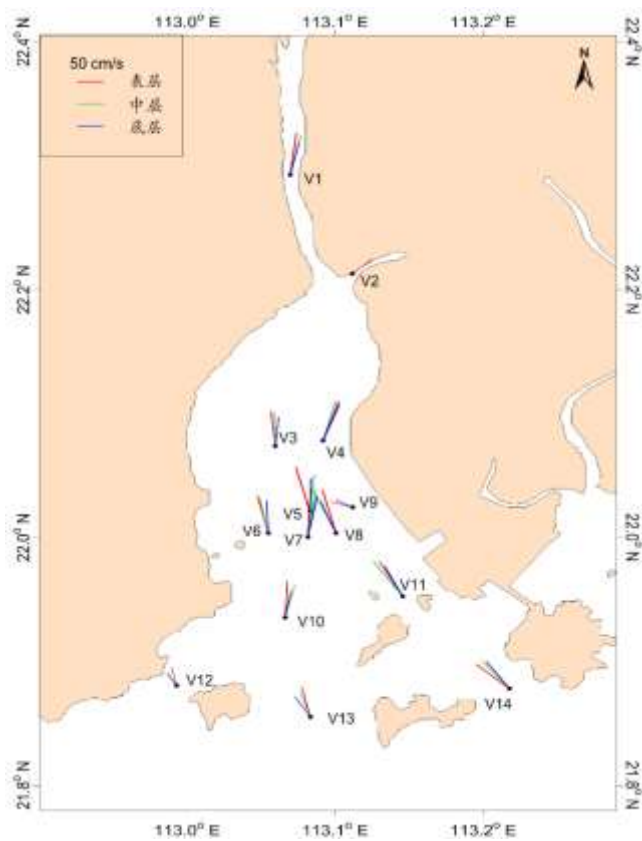


图 4.2.1-66 大潮期涨急流场图

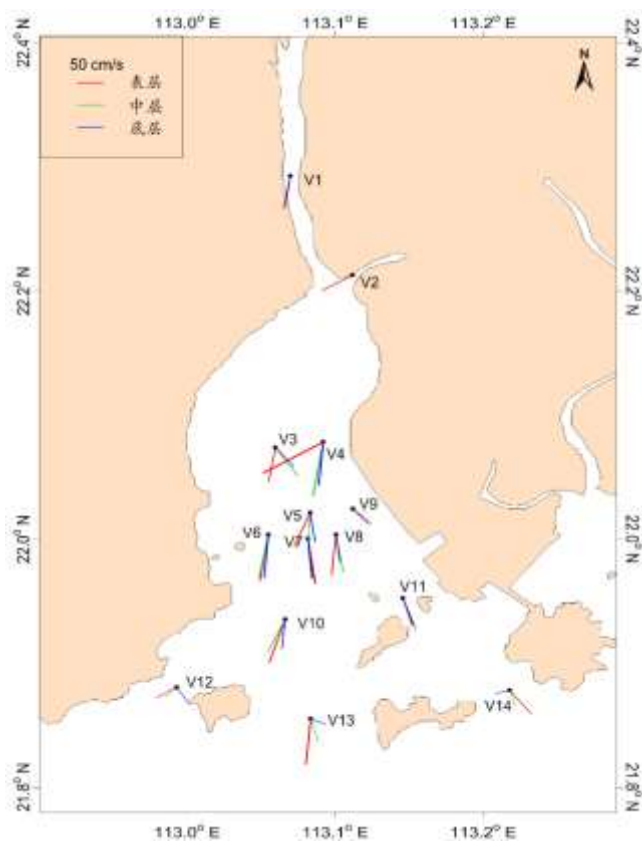


图 4.2.1-67 大潮期落急流场图

(2) 小潮实测流场分析

小潮期海流观测于 2019 年 2 月 26 日 9 时~2019 年 2 月 28 日 14 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 4.2.1-14, 实测海流逐时矢量图见图 4.2.1-68~图 4.2.1-81(潮位曲线数据取自 T3 站), 实测海流平面分布玫瑰图见图 4.2.1-82~图 4.2.1-84 图 4.2.1-84, 涨落急图见图 4.2.1-85~图 4.2.1-86。根据上述图表分析如下:

由图 4.2.1-68~图 4.2.1-86 可见, 调查期间各测站实测海流较弱, 以潮流为主, 涨潮流流向西北, 落潮流流向西南或东南。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果(表 4.2.1-14), 调查海域各测站涨潮流流速平均值在 9.7~33.6 cm/s 之间, 落潮流流速平均值在 7.9~44.9 cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 33.6 cm/s, 方向为 345.4°, 出现在 V6 站的中层; 最大落潮流的平均值为 44.9 cm/s, 方向为 194.9°, 出现在 V4 站中层。

由表 4.2.1-14 还可看出, 实测涨潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速值依次为 73.1 cm/s、80.0 cm/s、69.3 cm/s, 流向分别为 356.4°、342.8°、343.1°; 均出现在 V6; 实测落潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速值依次为 117.6 cm/s、98.4 cm/s、62.4 cm/s, 流向分别为 222.5°、194.3°、212.1°, 分别出现在 V4 站表层、V4 站中层和 V1 站底层。

总体而言, 落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值, 各站层涨落潮流历时, 互有长短。

表 4.2.1-14 调查海域小潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

海区	站位	测层	涨潮流 (小时、cm/s、°)					落潮流 (小时、cm/s、°)				
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
海陵湾	V1	表层	15	24.5	11.3	59.6	9.2	11	43.3	187.5	75.8	187.7
		中层	14	23.3	8.7	54.1	21.3	12	32.6	181.0	73.5	192.4
		底层	14	20.1	9.6	48.1	31.2	12	29.1	186.6	62.4	212.1
	V2	表层	5	22.2	47.7	29.1	59.3	21	29.3	233.0	57.4	238.7
		中层										
		底层										
	V3	表层	13	15.7	2.1	34.7	36.3	13	25.6	183.8	70.2	195.8
		中层	16	13.3	344.0	35.2	356.0	10	25.1	164.3	56.9	185.7

	底层	11	9.7	335.6	18.1	307.5	15	16.3	184.3	50.4	171.7
V4	表层	6	33.6	27.6	69.3	18.0	20	41.5	197.4	117.6	222.5
	中层	18	22.7	6.1	60.4	18.4	8	44.9	194.9	98.4	194.3
	底层	19	24.6	6.4	44.6	1.7	7	17.7	193.7	34.1	184.1
V5	表层	13	18.6	341.2	70.1	353.8	13	31.5	183.3	83.2	174.8
	中层	15	20.5	355.1	48.1	347.4	11	22.8	186.4	57.3	149.6
	底层	18	23.5	353.1	40.7	351.1	8	19.2	155.5	46.4	164.9
V6	表层	8	30.7	331.0	73.1	356.4	18	29.5	195.8	64.6	179.4
	中层	14	33.6	345.4	80.0	342.8	12	20.4	150.6	39.9	147.4
	底层	19	25.8	352.2	69.3	343.1	7	19.3	169.4	37.5	173.1
V7	表层	10	21.9	349.5	54.2	359.9	16	28.4	162.7	48.1	157.7
	中层	17	29.1	29.5	60.9	1.2	9	23.1	167.3	46.2	182.6
	底层	19	26.5	19.4	52.8	22.0	7	16.6	156.0	32.5	175.2
V8	表层	11	23.4	349.4	51.4	351.6	15	34.8	166.2	98.5	173.5
	中层	17	22.2	2.3	50.8	341.5	9	25.6	167.0	62.7	184.5
	底层	19	26.7	350.2	47.8	345.3	7	23.2	159.8	51.4	162.2
V9	表层	12	15.9	342.5	28.9	354.2	14	17.5	155.7	42.3	169.8
	中层										
	底层	12	14.3	337.8	23.6	348.1	14	13.4	162.6	32.2	166.5
V10	表层	11	19.7	10.9	46.9	36.8	15	30.1	189.7	95.7	201.0
	中层	15	20.7	20.2	46.8	33.4	11	23.6	183.0	47.8	199.0
	底层	14	20.5	1.1	44.0	13.7	12	15.9	202.4	37.0	198.6
V11	表层	17	21.6	344.6	49.1	337.9	9	34.1	164.4	58.5	166.4
	中层	17	18.0	343.4	36.4	333.1	9	28.1	167.6	52.4	165.2

	V12	底层	15	12.0	336.7	27.5	335.3	11	12.9	152.0	23.6	165.0
		表层	19	15.2	307.3	27.1	324.1	7	16.6	198.9	29.5	222.7
		中层	16	15.4	328.1	26.1	340.6	10	10.0	197.0	24.5	226.3
		底层	12	15.0	335.5	30.2	340.5	14	11.8	172.7	24.1	154.5
	V13	表层	5	21.0	329.0	28.2	326.1	21	21.8	160.4	42.3	173.4
		中层	19	21.2	30.2	44.1	35.1	7	30.2	133.6	41.8	143.5
		底层	11	16.5	4.4	35.3	48.4	15	16.0	177.4	34.7	183.4
	V14	表层	17	20.7	313.0	51.2	341.9	9	14.4	199.2	31.6	114.7
		中层	16	20.0	344.9	47.1	346.4	10	19.1	184.9	36.1	186.4
		底层	15	10.7	337.3	38.1	357.4	11	7.9	195.8	15.5	191.5

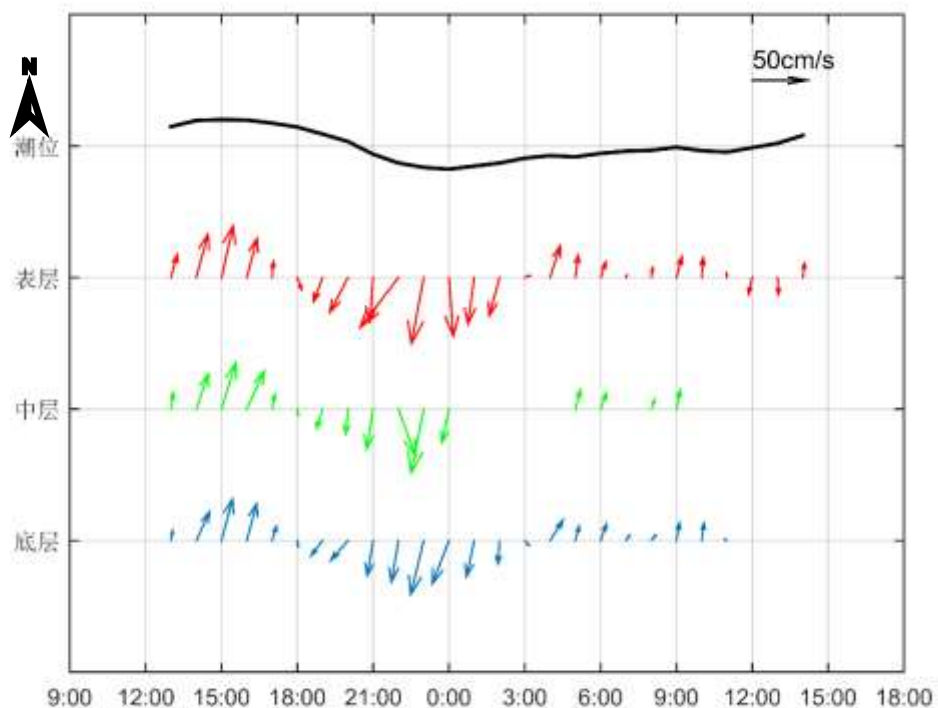


图 4.2.1-68 小潮期调查海域 V1 站实测海流矢量图

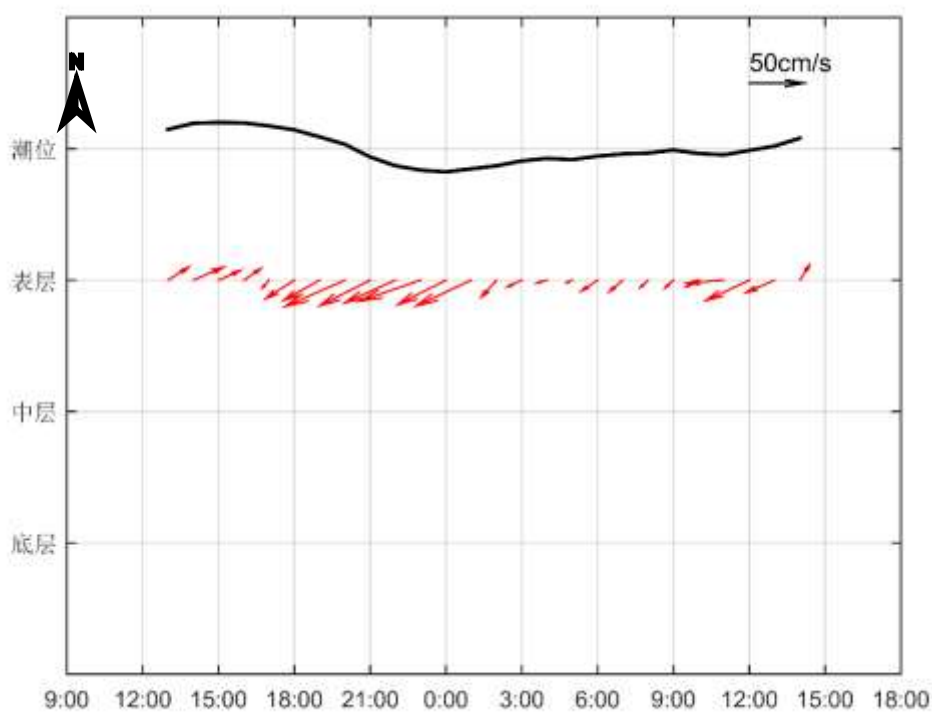


图 4.2.1-69 小潮期调查海域 V2 站实测海流矢量图

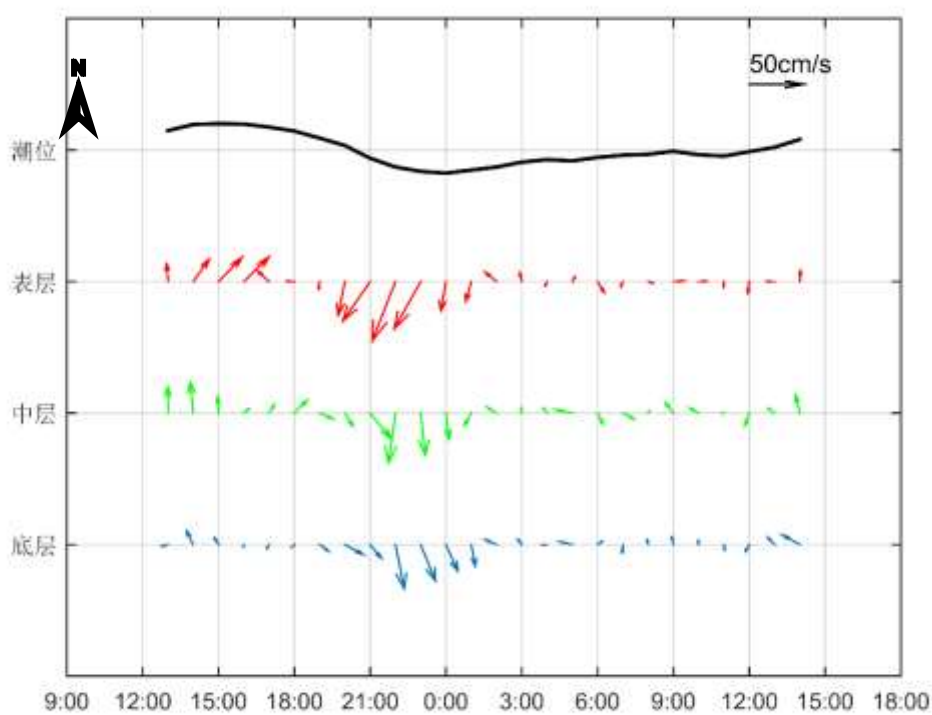


图 4.2.1-70 小潮期调查海域 V3 站实测海流矢量图

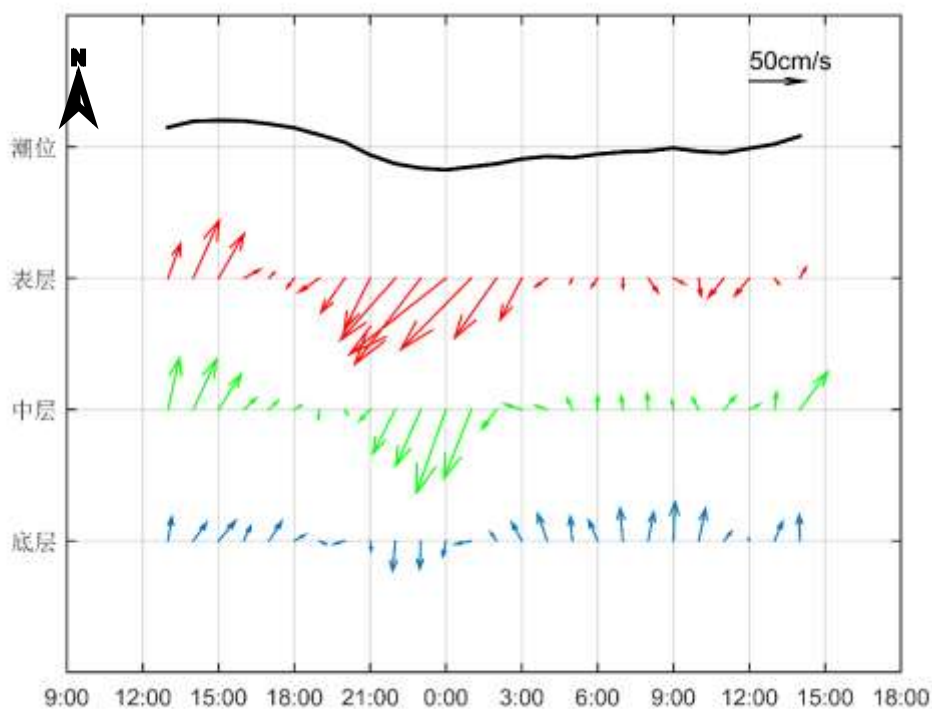


图 4.2.1-71 小潮期调查海域 V4 站实测海流矢量图

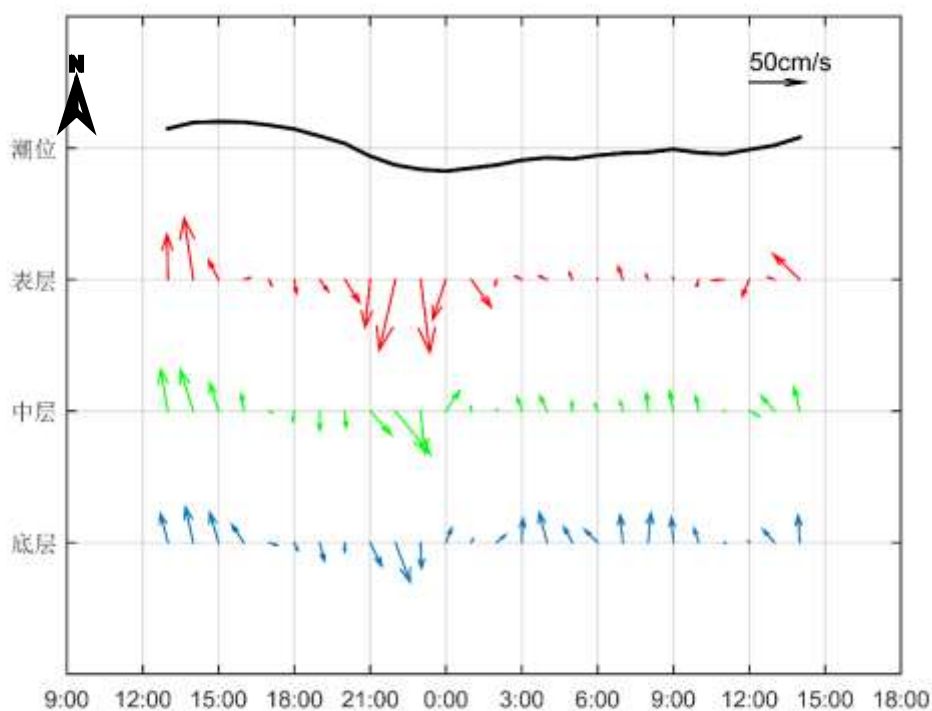


图 4.2.1-72 小潮期调查海域 V5 站实测海流矢量图

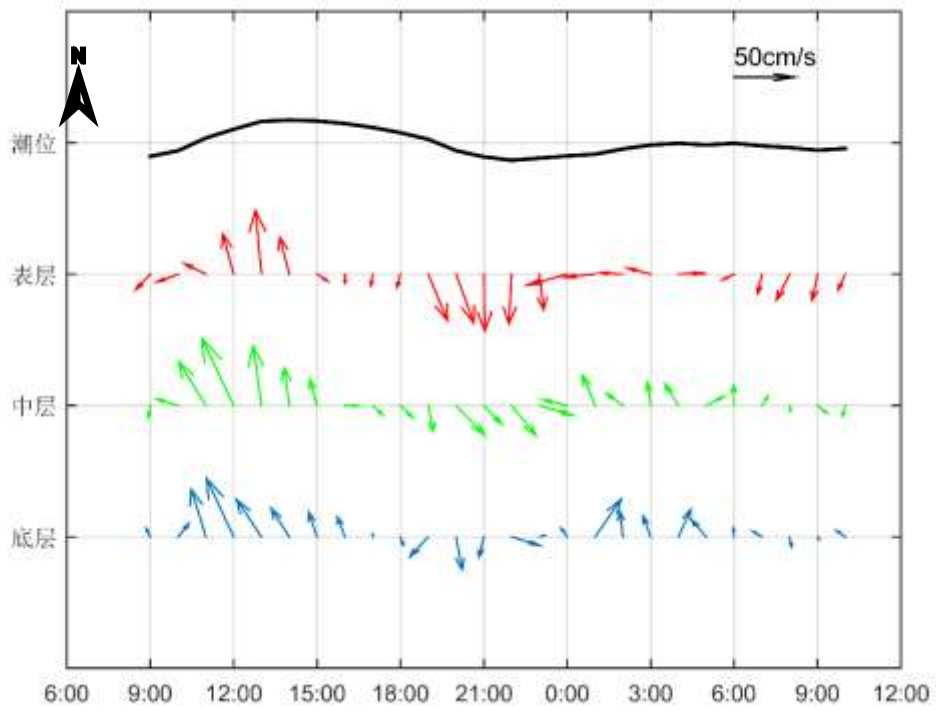


图 4.2.1-73 小潮期调查海域 V6 站实测海流矢量图

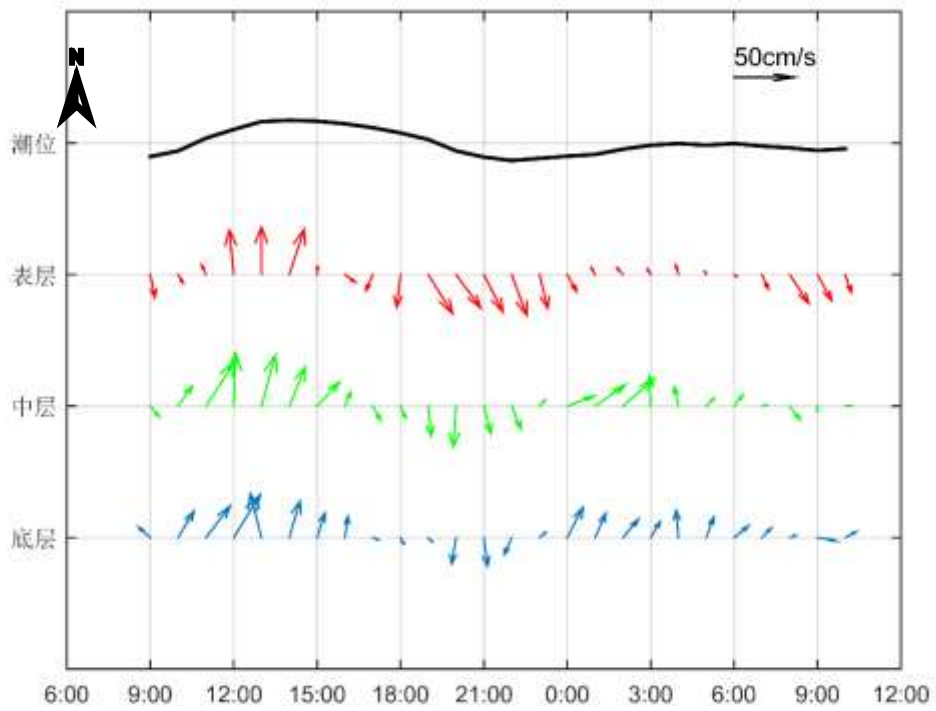


图 4.2.1-74 小潮期调查海域 V7 站实测海流矢量图

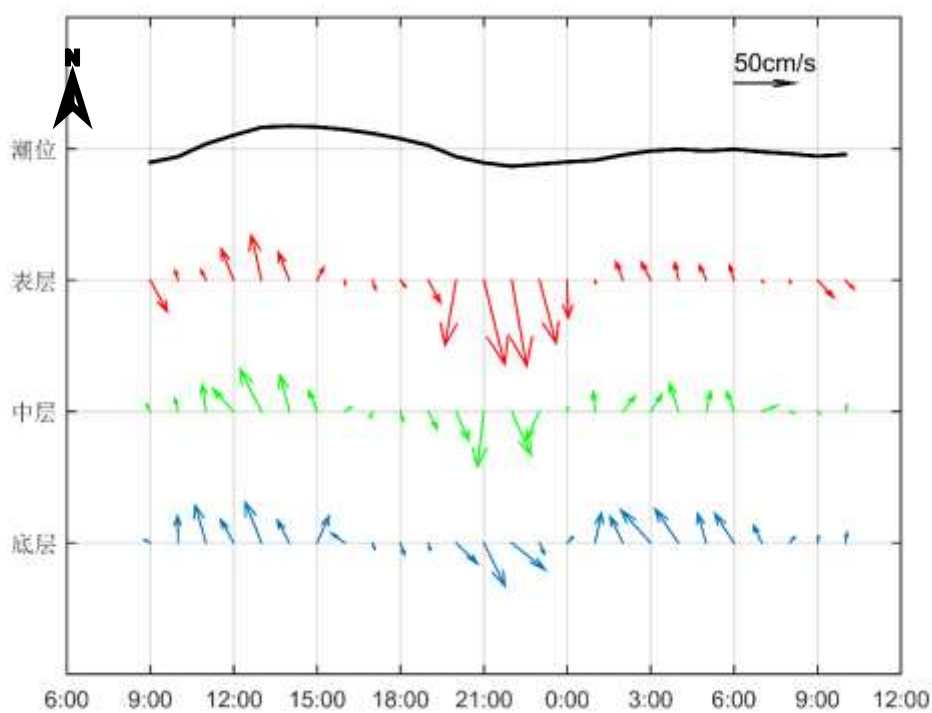


图 4.2.1-75 小潮期调查海域 V8 站实测海流矢量图

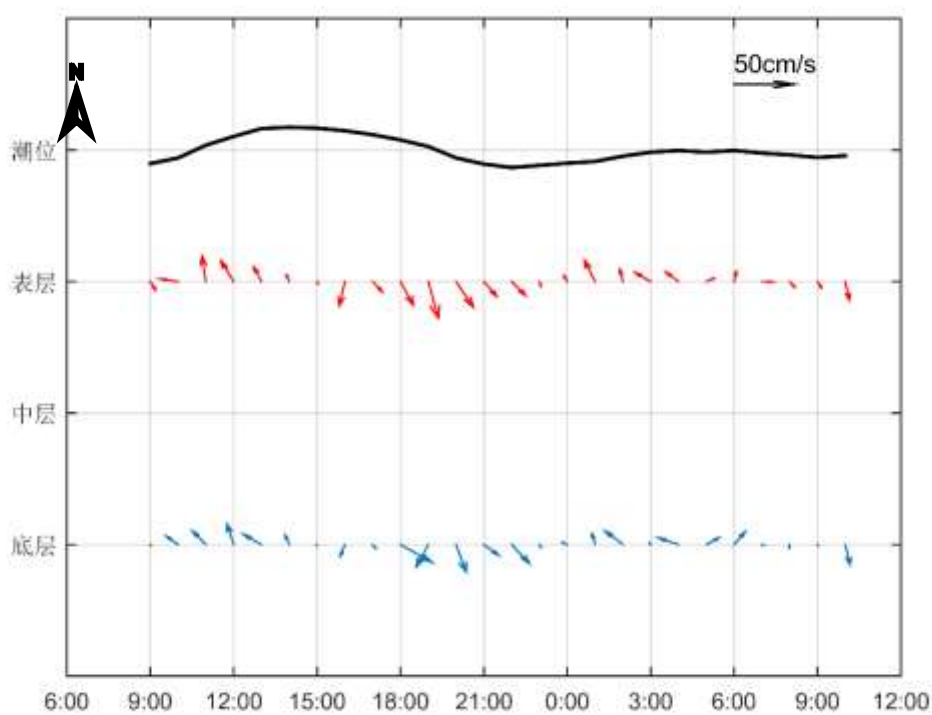


图 4.2.1-76 小潮期调查海域 V9 站实测海流矢量图

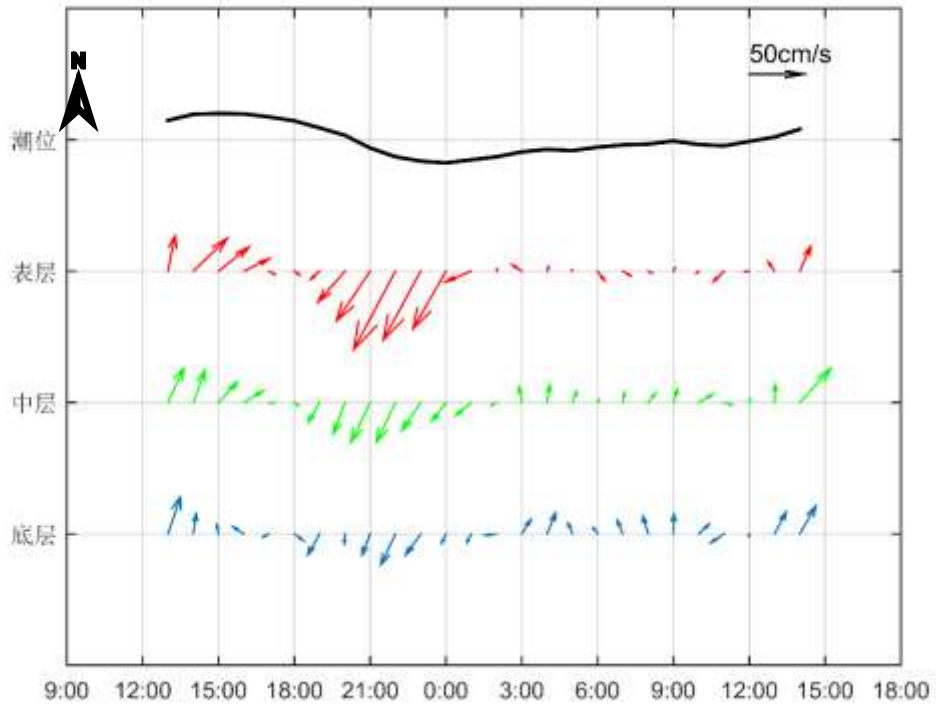


图 4.2.1-77 小潮期调查海域 V10 站实测海流矢量图

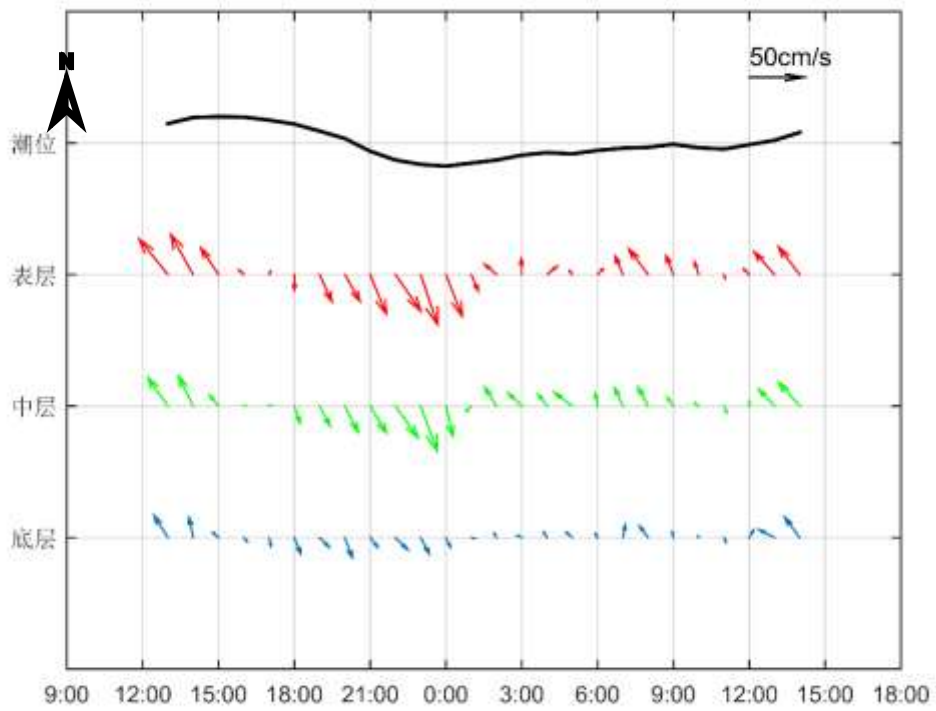


图 4.2.1-78 小潮期调查海域 V11 站实测海流矢量图

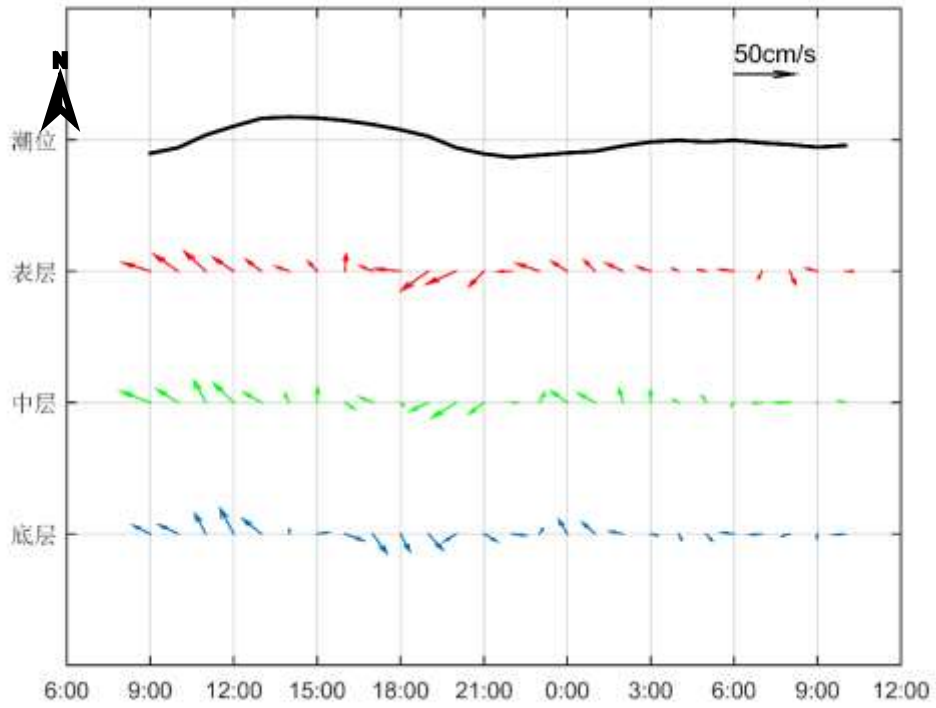


图 4.2.1-79 小潮期调查海域 V12 站实测海流矢量图

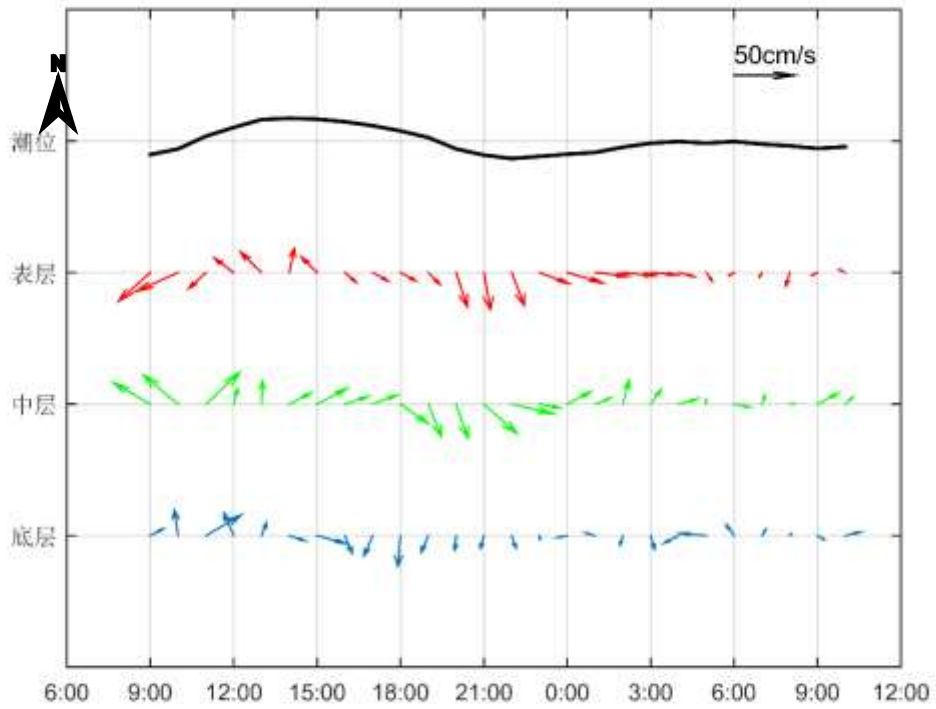


图 4.2.1-80 小潮期调查海域 V13 站实测海流矢量图

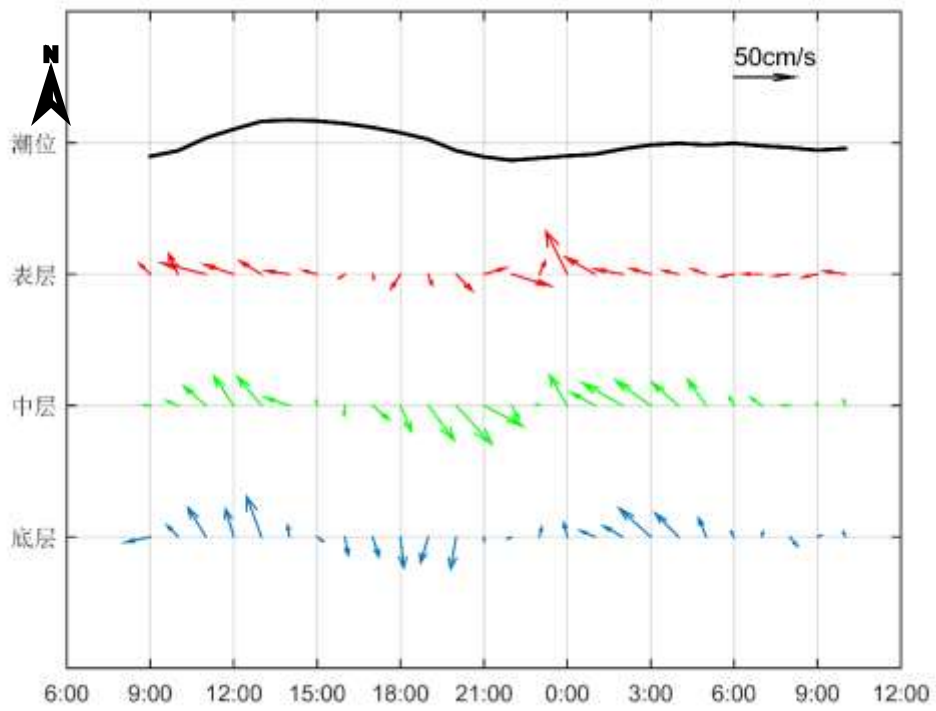


图 4.2.1-81 小潮期调查海域 V14 站实测海流矢量图

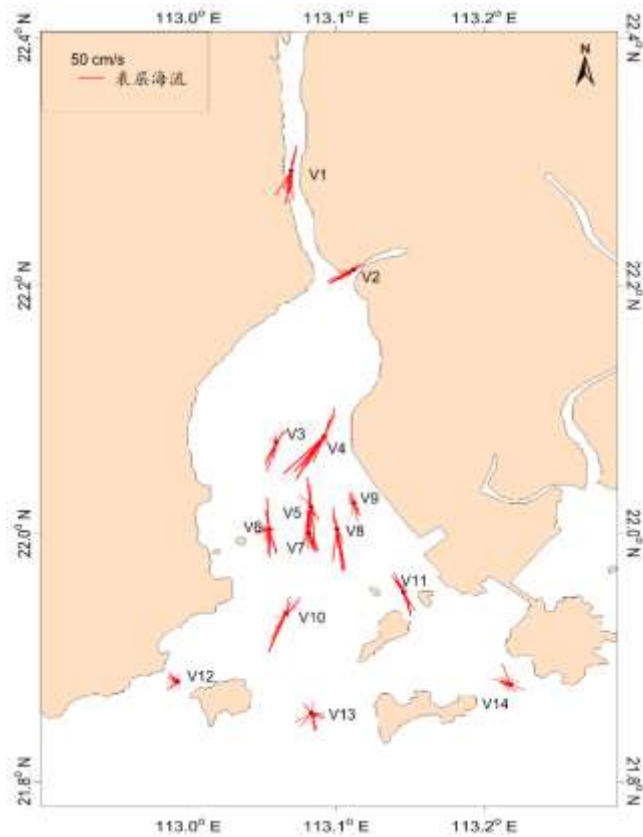


图 4.2.1-82 小潮期调查海域实测海流玫瑰图（表层）

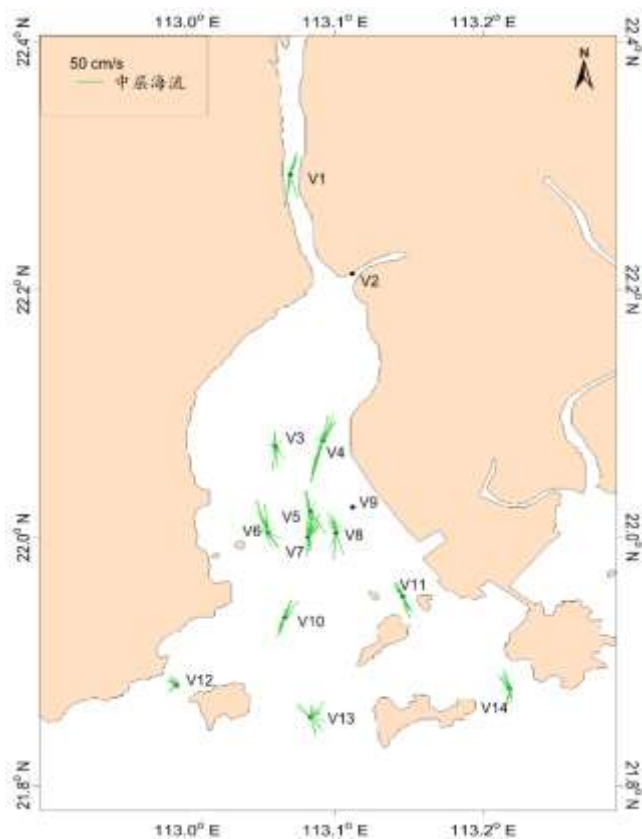


图 4.2.1-83 小潮期调查海域实测海流玫瑰图（中层）

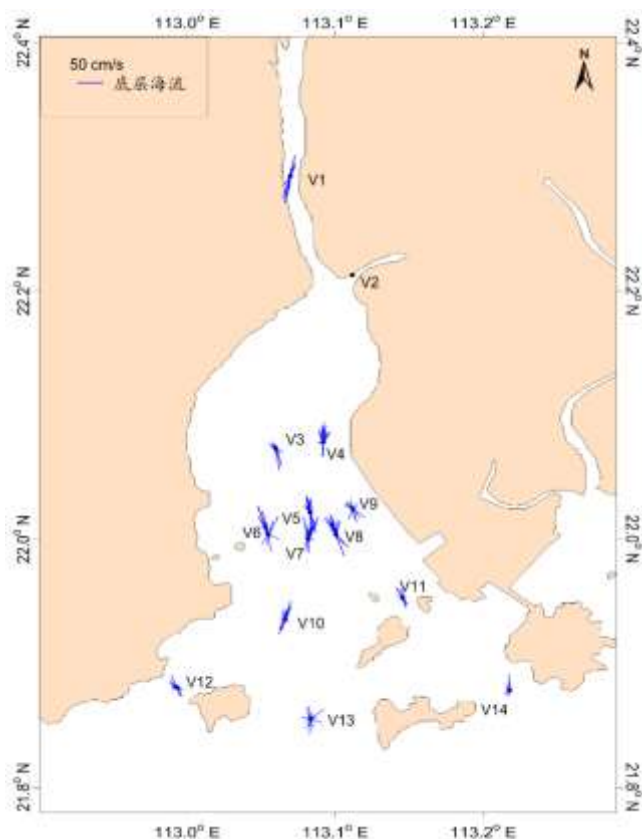


图 4.2.1-84 小潮期调查海域实测海流玫瑰图（底层）

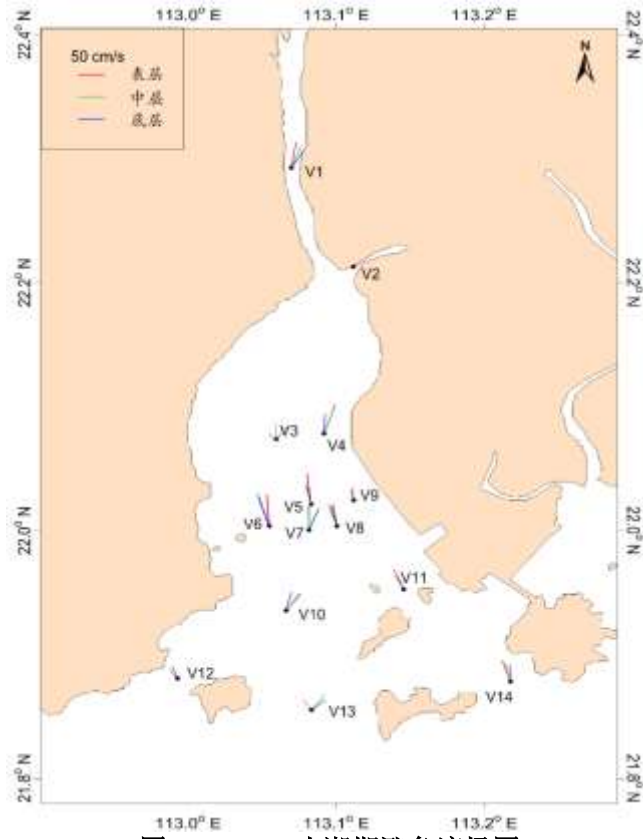


图 4.2.1-85 小潮期涨急流场图

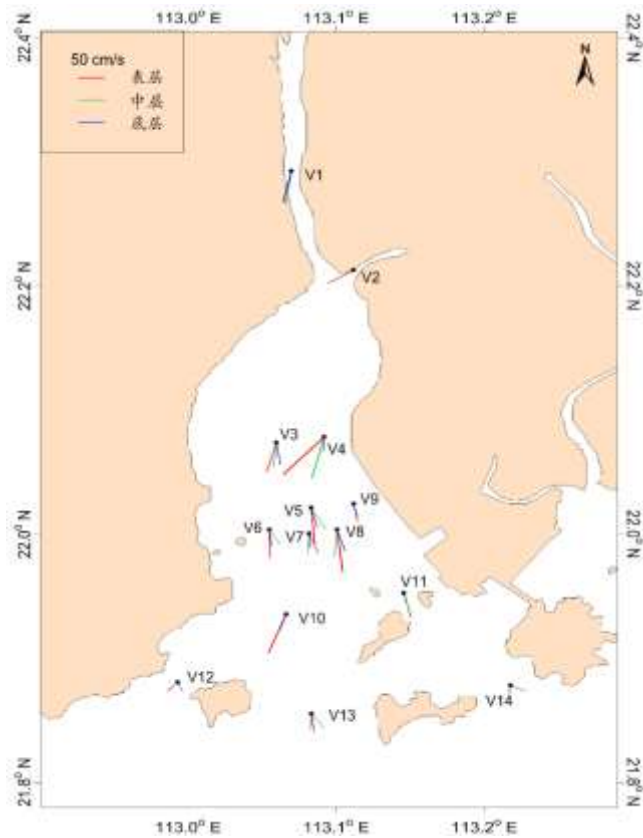


图 4.2.1-86 小潮期落急流场图

(3) 潮流分析

根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阳全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 4.2.1-15 列出了 14 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴。从表 4.2.1-16 可见，潮流性质在调查海域各站层主要表现为不规则半日潮流，因此，调查海域的潮流性质以不规则半日潮流为主。

表 4.2.1-16 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。从表中可以看出，在上述六个主要分潮流中 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）最大， S_2 次之，其次为 O_1 、 K_1 、 M_4 、 MS_4 分潮流长半轴最小。 M_2 分潮最大主要反映了半日潮的特征。各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大值为 55.2cm/s，方向为 36.4°，出现在 V4 站表层，最小值为 12.3 cm/s。方向为 186.2°，出现在 V12 站中层。 O_1 分潮流长半轴（最大流速）的最大值为 28.1 cm/s，方向为 13.3°，出现在 V4 站中层，最小值为 4.5 cm/s。方向为 15.5°，出现在 V14 站中层。主要分潮流 M_2 的潮流流向为东北—西南向。

表 4.2.1-15 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
黄茅海	V1	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V2	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层		
		底层		
	V3	表层	0.8	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V4	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	1.0	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V5	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.7	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V6	表层	1.0	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流

	V7	底层	0.7	不规则半日潮流
		表层	0.8	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
	V8	底层	0.8	不规则半日潮流
		表层	1.0	不规则半日潮流
		中层	0.9	不规则半日潮流
	V9	底层	0.9	不规则半日潮流
		表层	0.8	不规则半日潮流
		中层		
	V10	底层	0.8	不规则半日潮流
		表层	0.8	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
	V11	底层	0.8	不规则半日潮流
		表层	1.0	不规则半日潮流
		中层	0.9	不规则半日潮流
	V12	底层	0.8	不规则半日潮流
		表层	1.5	不规则半日潮流
		中层	1.2	不规则半日潮流
V13	底层	0.9	不规则半日潮流	
	表层	1.8	不规则半日潮流	
	中层	0.7	不规则半日潮流	
V14	底层	0.5	不规则半日潮流	
	表层	0.5	不规则半日潮流	
	中层	0.3	规则半日潮流	
		底层	0.7	不规则半日潮流

表 4.2.1-16 调查海域海域各站主要分潮流及椭圆率 (单位: cm/s, °)

站位	测层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	22.7	5.9	0.1	275.9	0.0	19.0	5.9	0.1	275.9	0.0
	中层	19.9	4.1	0.1	94.1	0.0	16.7	4.1	0.1	94.1	0.0
	底层	16.9	11.6	0.6	281.6	0.0	14.2	11.6	0.5	281.6	0.0
V2	表层	15.4	53.5	0.4	323.5	0.0	12.9	53.5	0.3	323.5	0.0
	中层										
	底层										
V3	表层	16.9	19.3	0.7	109.3	0.0	14.2	19.3	0.5	109.3	0.0
	中层	14.8	354.0	4.4	84.0	-0.3	12.4	354.0	3.7	84.0	-0.3
	底层	11.8	345.3	1.6	75.3	-0.1	9.9	345.3	1.3	75.3	-0.1
V4	表层	26.9	32.4	9.6	302.4	0.4	22.6	32.4	8.1	302.4	0.4
	中层	28.1	13.3	1.9	103.3	-0.1	23.6	13.3	1.6	103.3	-0.1
	底层	17.2	0.8	5.1	90.8	-0.3	14.4	0.8	4.3	90.8	-0.3
V5	表层	21.3	356.7	2.8	266.7	0.1	17.9	356.7	2.4	266.7	0.1
	中层	16.4	354.3	1.5	264.3	0.1	13.8	354.3	1.2	264.3	0.1
	底层	16.2	350.9	0.3	260.9	0.0	13.6	350.9	0.3	260.9	0.0
V6	表层	17.6	354.9	3.0	84.9	-0.2	14.8	354.9	2.5	84.9	-0.2
	中层	16.9	343.3	2.4	73.3	-0.1	14.2	343.3	2.0	73.3	-0.1
	底层	14.4	0.6	1.4	270.6	0.1	12.1	0.6	1.2	270.6	0.1

V7	表层	19.9	359.3	3.1	89.3	-0.2	16.7	359.3	2.6	89.3	-0.2
	中层	18.3	3.1	0.7	93.1	0.0	15.4	3.1	0.6	93.1	0.0
	底层	17.0	14.3	0.8	104.3	0.0	14.3	14.3	0.7	104.3	0.0
V8	表层	21.5	359.0	1.9	89.0	-0.1	18.0	359.0	1.6	89.0	-0.1
	中层	17.8	341.6	0.1	251.6	0.0	14.9	341.6	0.1	251.6	0.0
	底层	16.4	333.5	0.3	63.5	0.0	13.8	333.5	0.2	63.5	0.0
V9	表层	9.2	319.1	2.0	229.1	0.2	7.8	319.1	1.7	229.1	0.2
	中层										
	底层	7.3	305.9	3.1	215.9	0.4	6.1	305.9	2.6	215.9	0.4
V10	表层	20.5	18.5	2.5	108.5	-0.1	17.2	18.5	2.1	108.5	-0.1
	中层	16.3	20.3	5.6	110.3	-0.3	13.7	20.3	4.7	110.3	-0.3
	底层	14.6	6.3	3.7	96.3	-0.3	12.3	6.3	3.1	96.3	-0.3
V11	表层	19.5	341.4	0.9	71.4	0.0	16.4	341.4	0.7	71.4	0.0
	中层	18.5	337.0	3.3	67.0	-0.2	15.6	337.0	2.7	67.0	-0.2
	底层	12.3	334.7	2.1	64.7	-0.2	10.4	334.7	1.8	64.7	-0.2
V12	表层	10.7	54.6	1.4	324.6	0.1	9.0	54.6	1.2	324.6	0.1
	中层	8.0	44.6	3.1	134.6	-0.4	6.7	44.6	2.6	134.6	-0.4
	底层	7.7	316.4	4.2	46.4	-0.5	6.4	316.4	3.5	46.4	-0.5
V13	表层	23.7	6.9	1.3	96.9	-0.1	19.9	6.9	1.1	96.9	-0.1
	中层	8.2	347.6	0.4	77.6	0.0	6.9	347.6	0.3	77.6	0.0
	底层	4.7	272.0	0.9	2.0	-0.2	3.9	272.0	0.8	2.0	-0.2
V14	表层	5.8	318.3	0.1	48.3	0.0	4.9	318.3	0.1	48.3	0.0
	中层	4.5	15.5	2.6	105.5	-0.6	3.8	15.5	2.1	105.5	-0.6
	底层	5.9	7.0	0.1	97.0	0.0	5.0	7.0	0.0	97.0	0.0

续上表

站位	测层	M ₂					S ₂				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	47.9	8.3	0.3	98.3	0.0	24.8	8.3	0.1	98.3	0.0
	中层	44.7	11.8	2.3	101.8	-0.1	23.1	11.8	1.2	101.8	-0.1
	底层	38.1	11.2	0.3	101.2	0.0	19.7	11.2	0.2	101.2	0.0
V2	表层	29.8	59.0	0.6	149.0	0.0	15.4	59.0	0.3	149.0	0.0
	中层										
	底层										
V3	表层	37.2	2.1	1.0	92.1	0.0	19.2	2.1	0.5	92.1	0.0
	中层	35.8	351.7	2.7	81.7	-0.1	18.5	351.7	1.4	81.7	-0.1
	底层	29.0	348.4	1.8	78.4	-0.1	15.0	348.4	0.9	78.4	-0.1
V4	表层	55.2	36.4	1.8	126.4	0.0	28.6	36.4	0.9	126.4	0.0
	中层	51.5	17.4	0.6	287.4	0.0	26.6	17.4	0.3	287.4	0.0
	底层	39.6	1.9	2.0	91.9	-0.1	20.5	1.9	1.1	91.9	-0.1
V5	表层	45.5	355.3	6.3	85.3	-0.1	23.5	355.3	3.2	85.3	-0.1
	中层	43.0	357.2	1.0	87.2	0.0	22.2	357.2	0.5	87.2	0.0
	底层	37.5	358.3	1.1	268.3	0.0	19.4	358.3	0.6	268.3	0.0
V6	表层	33.9	351.6	8.1	81.6	-0.2	17.5	351.6	4.2	81.6	-0.2
	中层	38.1	349.6	6.5	79.6	-0.2	19.7	349.6	3.3	79.6	-0.2
	底层	35.8	352.7	0.9	82.7	0.0	18.5	352.7	0.5	82.7	0.0
V7	表层	43.9	359.2	2.3	89.2	-0.1	22.7	359.2	1.2	89.2	-0.1
	中层	43.5	2.9	1.3	92.9	0.0	22.5	2.9	0.7	92.9	0.0

	底层	38.2	5.2	1.1	95.2	0.0	19.7	5.2	0.6	95.2	0.0
V8	表层	41.1	350.6	1.9	80.6	0.0	21.3	350.6	1.0	80.6	0.0
	中层	38.0	347.6	0.6	257.6	0.0	19.7	347.6	0.3	257.6	0.0
	底层	33.1	343.3	2.0	253.3	0.1	17.1	343.3	1.0	253.3	0.1
V9	表层	22.0	325.1	3.5	235.1	0.2	11.4	325.1	1.8	235.1	0.2
	中层										
	底层	16.5	323.5	4.9	233.5	0.3	8.5	323.5	2.6	233.5	0.3
V10	表层	45.2	19.9	3.1	109.9	-0.1	23.4	19.9	1.6	109.9	-0.1
	中层	38.5	19.5	3.7	109.5	-0.1	19.9	19.5	1.9	109.5	-0.1
	底层	33.3	17.5	0.5	107.5	0.0	17.2	17.5	0.3	107.5	0.0
V11	表层	37.4	331.2	3.6	61.2	-0.1	19.4	331.2	1.9	61.2	-0.1
	中层	37.3	148.9	1.6	238.9	0.0	19.3	328.9	0.8	58.9	0.0
	底层	26.8	148.5	1.4	58.5	0.1	13.8	328.5	0.7	238.5	0.1
V12	表层	12.9	190.1	2.0	280.1	-0.2	6.7	10.1	1.1	100.1	-0.2
	中层	12.3	186.2	2.9	276.2	-0.2	6.3	6.2	1.5	96.2	-0.2
	底层	15.0	166.9	3.8	256.9	-0.3	7.8	166.9	2.0	256.9	-0.3
V13	表层	24.9	160.2	5.1	250.2	-0.2	12.9	340.2	2.6	70.2	-0.2
	中层	23.1	165.6	3.2	255.6	-0.1	12.0	345.6	1.7	75.6	-0.1
	底层	16.9	160.9	2.2	250.9	-0.1	8.7	340.9	1.1	70.9	-0.1
V14	表层	22.3	135.9	7.9	45.9	0.4	11.5	135.9	4.1	45.9	0.4
	中层	26.0	151.1	0.3	241.1	0.0	13.5	151.1	0.1	241.1	0.0
	底层	14.7	154.3	1.3	244.3	-0.1	7.6	154.3	0.7	244.3	-0.1

续上表

站位	测层	M ₄					MS ₄				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	8.4	1.7	0.4	91.7	0.0	5.9	1.7	0.3	91.7	0.0
	中层	7.5	5.2	1.0	95.2	-0.1	5.3	5.2	0.7	95.2	-0.1
	底层	5.3	4.4	0.2	94.4	0.0	3.8	4.4	0.1	94.4	0.0
V2	表层	5.0	49.0	0.9	319.0	0.2	3.5	49.0	0.6	319.0	0.2
	中层										
	底层										
V3	表层	3.7	5.4	1.2	95.4	-0.3	2.6	5.4	0.9	95.4	-0.3
	中层	3.6	350.6	2.1	80.6	-0.6	2.5	350.6	1.5	80.6	-0.6
	底层	3.9	210.0	2.0	300.0	-0.5	2.8	30.0	1.4	120.0	-0.5
V4	表层	5.4	208.2	1.4	118.2	0.3	3.9	28.2	1.0	298.2	0.3
	中层	6.2	221.1	1.8	311.1	-0.3	4.4	41.1	1.3	131.1	-0.3
	底层	6.7	187.1	2.7	277.1	-0.4	4.7	7.1	1.9	97.1	-0.4
V5	表层	7.9	157.2	3.3	67.2	0.4	5.6	337.2	2.3	247.2	0.4
	中层	5.1	208.7	0.4	118.7	0.1	3.6	28.7	0.2	298.7	0.1
	底层	5.3	193.1	0.7	283.1	-0.1	3.8	13.1	0.5	103.1	-0.1
V6	表层	6.5	176.5	1.5	86.5	0.2	4.6	356.5	1.1	266.5	0.2
	中层	8.5	153.8	1.3	63.8	0.1	6.0	333.8	0.9	243.8	0.1

	底层	4.5	163.0	1.8	73.0	0.4	3.2	343.0	1.3	253.0	0.4
V7	表层	10.6	192.2	1.6	282.2	-0.2	7.5	12.2	1.1	102.2	-0.2
	中层	7.4	183.1	0.8	93.1	0.1	5.2	3.1	0.6	273.1	0.1
	底层	6.2	188.5	1.1	278.5	-0.2	4.4	8.5	0.8	98.5	-0.2
V8	表层	7.4	145.6	0.5	235.6	-0.1	5.2	325.6	0.4	55.6	-0.1
	中层	5.6	146.8	0.4	56.8	0.1	4.0	326.8	0.2	236.8	0.1
	底层	5.0	153.7	0.4	243.7	-0.1	3.6	333.7	0.3	63.7	-0.1
V9	表层	2.0	291.1	0.9	201.1	0.5	1.4	291.1	0.7	201.1	0.5
	中层										
	底层	2.4	248.7	1.3	158.7	0.5	1.7	248.7	0.9	158.7	0.5
V10	表层	4.8	169.2	2.5	259.2	-0.5	3.4	169.2	1.8	259.2	-0.5
	中层	6.4	194.5	0.5	284.5	-0.1	4.5	194.5	0.3	284.5	-0.1
	底层	5.5	212.4	0.7	302.4	-0.1	3.9	212.4	0.5	302.4	-0.1
V11	表层	4.8	157.0	0.1	247.0	0.0	3.4	157.0	0.1	247.0	0.0
	中层	4.6	176.1	0.8	266.1	-0.2	3.2	176.1	0.5	266.1	-0.2
	底层	2.5	195.1	1.0	105.1	0.4	1.8	195.1	0.7	105.1	0.4
V12	表层	1.8	142.7	0.4	232.7	-0.2	1.3	142.7	0.3	232.7	-0.2
	中层	1.6	157.8	0.1	67.8	0.1	1.2	337.8	0.1	67.8	0.1
	底层	1.0	259.7	0.1	169.7	0.1	0.7	259.7	0.1	169.7	0.1
V13	表层	3.2	191.6	0.5	281.6	-0.1	2.3	191.6	0.3	281.6	-0.1
	中层	4.7	152.3	1.8	242.3	-0.4	3.3	152.3	1.3	242.3	-0.4
	底层	4.5	120.1	1.3	210.1	-0.3	3.2	120.1	0.9	210.1	-0.3
V14	表层	5.9	133.4	0.6	223.4	-0.1	4.1	133.4	0.4	223.4	-0.1
	中层	3.0	143.0	1.1	53.0	0.4	2.1	143.0	0.8	53.0	0.4
	底层	4.9	138.5	0.1	48.5	0.0	3.5	138.5	0.1	48.5	0.0

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

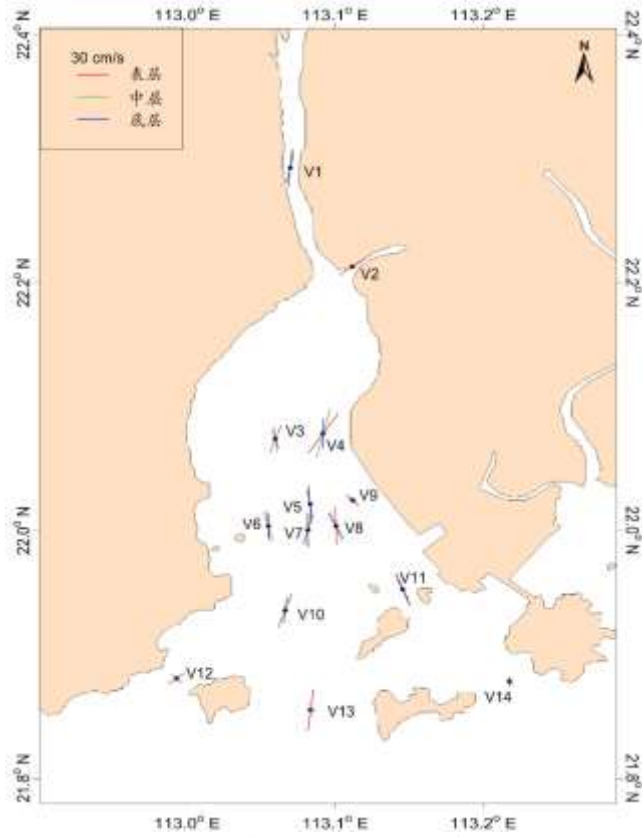


图 4.2.1-87 各站 O₁ 分潮流长轴分布图

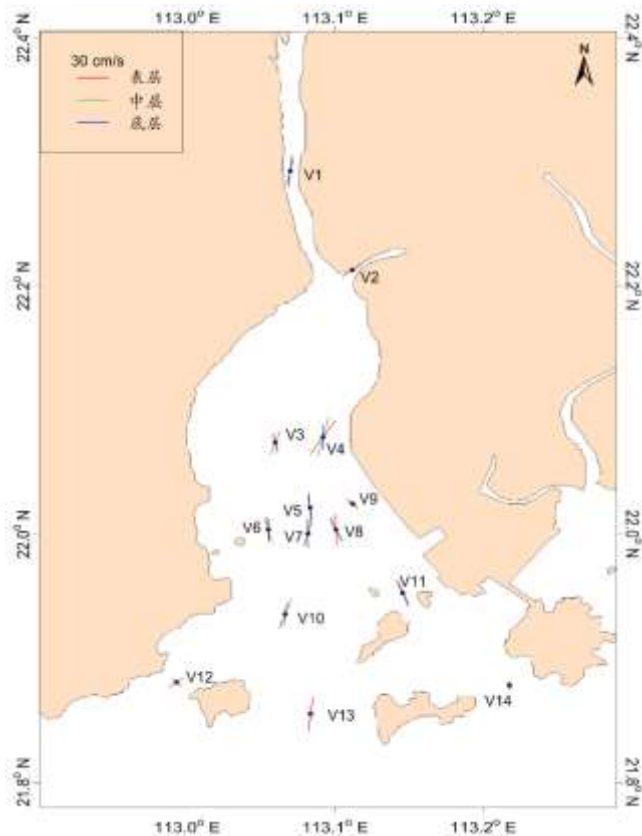


图 4.2.1-88 各站 K₁ 分潮流长轴分布图

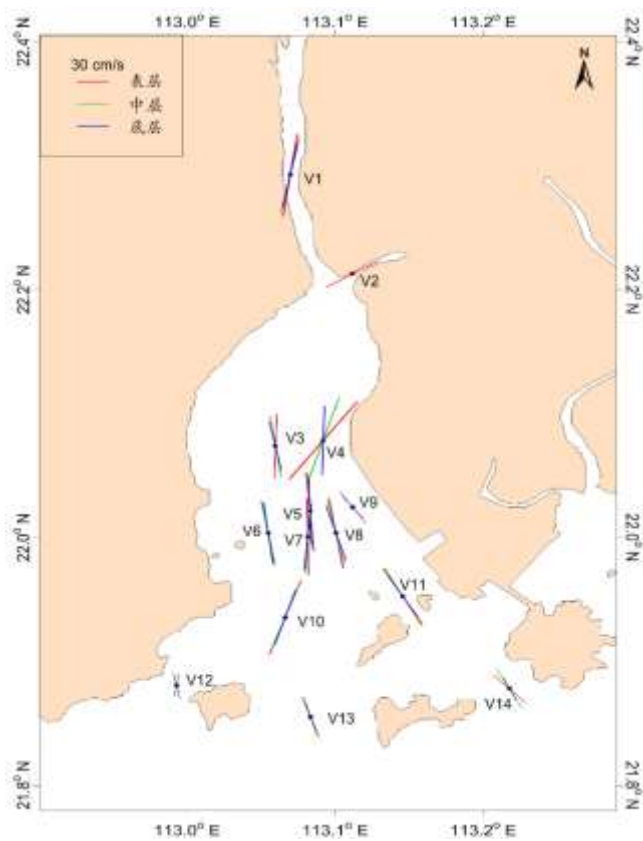


图 4.2.1-89 各站 M_2 分潮流长轴分布图

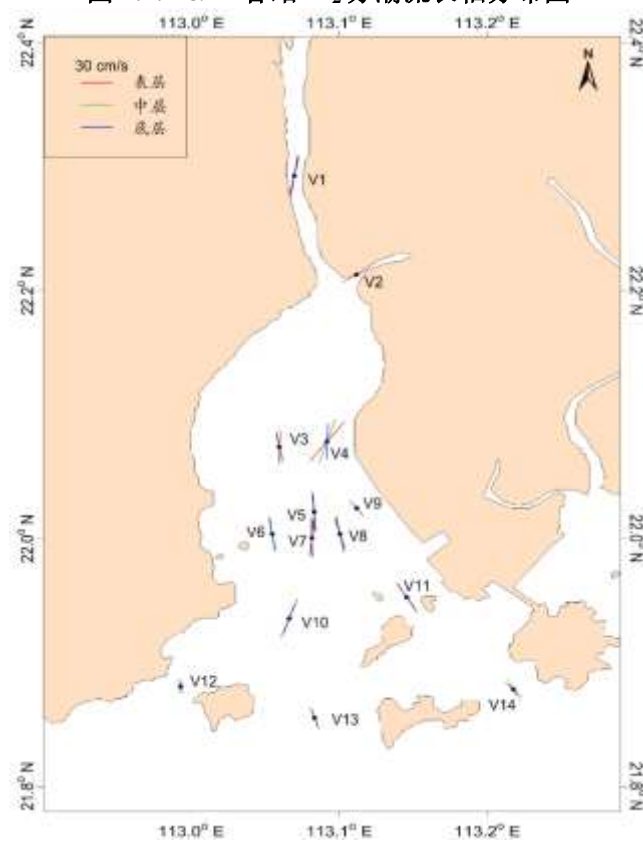


图 4.2.1-90 各站 S_2 潮流长轴分布图

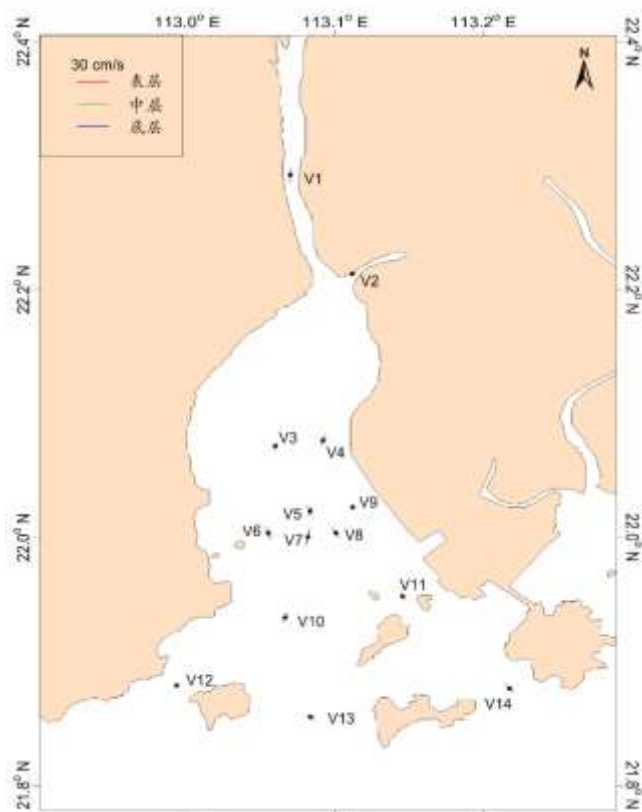


图 4.2.1-91 各站 M₄ 潮流长轴分布图

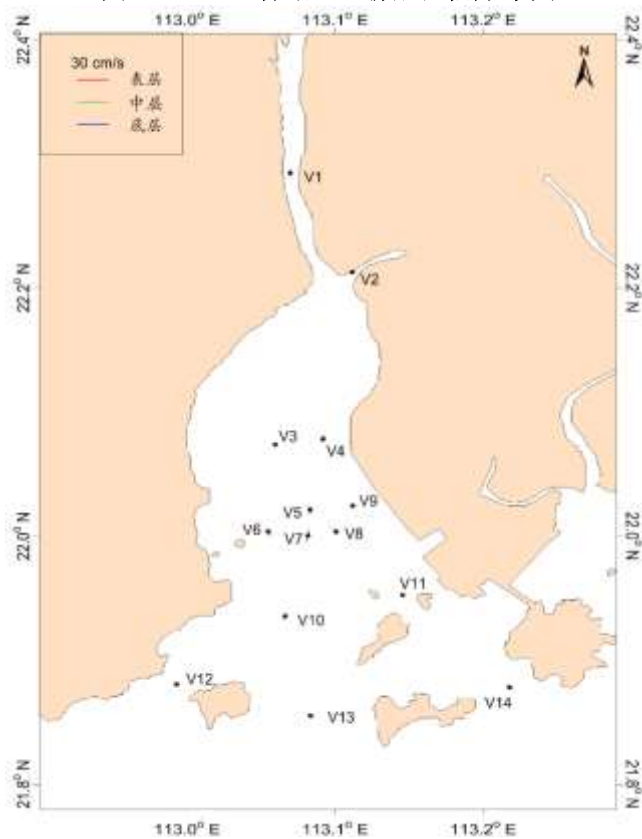


图 4.2.1-92 各站 MS₄ 潮流长轴分布图

(4) 潮流分析——可能最大流速和水质点可能最大运移距离

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

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

1)对规则半日潮流海区可按下式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (5.1.2.1)$$

2)对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (5.1.2.2)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和规则全日潮流海区,采用式(5.1.2.1)和式(5.1.2.2)中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

1)规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (5.1.2.3)$$

2)规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (5.1.2.4)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(5.1.2.3)和式(5.1.2.4)中的大值。

根据各站层的潮流性质（表 4.2.1-17），按式（5.1.2.1）—式（5.1.2.4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.2.1-17 中，由表 4.2.1-17 可见，调查海域潮流可能最大流速为 158.9 cm/s，出现在 V4 站表层，各站层可能最大流速介于 11.8~158.9 cm/s 之间，潮流可能最大流速的方向大部分表现为东北-西南向。水质点可能最大运移距离为 33.4 km（V4 站中层），各站层可能最大运移距离介于 2.7~33.4 km 之间，方向以东北—西南向为主，与最大可能流速方向一致。

表 4.2.1-17 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (km)	方向 (度)
V1	表层	148.8	7.0	28.3	6.8
	中层	135.9	9.1	25.4	7.0
	底层	113.9	10.8	21.6	11.4
V2	表层	94.4	56.5	18.6	55.4
	中层				
	底层				
V3	表层	108.6	7.1	21.2	12.9
	中层	102.7	352.2	19.4	353.1
	底层	77.2	347.0	15.6	346.5
V4	表层	158.9	34.5	33.2	33.8
	中层	156.5	15.3	33.4	14.6
	底层	108.1	1.4	22.2	1.2
V5	表层	128.7	355.9	26.7	356.2
	中层	112.2	356.0	22.2	355.5
	底层	101.8	355.0	20.9	353.7
V6	表层	100.5	353.2	21.3	353.8

	中层	104.9	346.8	21.6	345.7
	底层	94.5	355.0	19.1	357.4
V7	表层	122.0	359.2	25.2	359.3
	中层	117.2	3.0	23.9	3.0
	底层	105.2	9.3	21.7	10.9
V8	表层	122.0	354.7	25.8	356.2
	中层	107.2	344.8	22.3	343.8
	底层	95.7	338.6	20.1	336.9
V9	表层	62.5	321.7	12.1	321.4
	中层				
	底层	46.6	313.5	9.2	312.5
V10	表层	125.9	19.3	26.0	19.0
	中层	104.0	19.9	21.2	20.0
	底层	91.0	12.5	18.7	10.5
V11	表层	110.9	336.2	23.5	337.9
	中层	34.0	341.3	12.2	338.8
	底层	21.6	338.4	7.9	336.2
V12	表层	25.9	64.3	7.9	59.3
	中层	18.0	56.4	5.7	50.1
	底层	19.0	194.5	3.7	290.5
V13	表层	55.8	12.5	17.4	9.5
	中层	11.8	349.5	4.9	348.3
	底层	14.1	173.1	3.5	253.3
V14	表层	42.4	134.7	3.7	133.4
	中层	50.0	143.6	6.0	134.6
	底层	28.5	137.6	2.7	110.6

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

(5) 大潮余流分析

表 4.2.1-18 为大潮期间各测站的余流，图 5.1.2-12 是各站余流分布图。从图表中可知，调查海域各站余流大小量值介于 2.8 cm/s~23.8 cm/s 之间，最大余流出现在 V4 站表层，大小为 23.8 cm/s，方向为 237.0°；最小余流出现在 V8 站底层，大小为 2.8 cm/s，方向为 188.8°。

就整个海域而言，大潮期间，余流较小，方向紊乱（图 4.2-20）。

表 4.2.1-18 调查海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

海区	站位	测层	流速	流向
黄茅海	V1	表层	11.6	160.9

		中层	8.6	158.0
		底层	8.0	182.1
	V2	表层	15.4	257.9
		中层		
	V3	底层		
		表层	8.2	229.0
		中层	2.9	120.2
	V4	底层	5.7	28.5
		表层	23.8	237.0
		中层	13.3	179.9
	V5	底层	5.8	346.8
		表层	8.2	237.5
		中层	2.8	339.0
	V6	底层	4.6	346.1
		表层	8.4	205.4
		中层	8.6	169.2
	V7	底层	8.3	209.0
		表层	10.3	165.0
		中层	7.6	137.7
	V8	底层	4.9	121.1
		表层	9.2	210.8
		中层	6.3	197.1
	V9	底层	2.8	188.8
		表层	8.0	191.5
		中层		
	V10	底层	7.3	200.2
		表层	19.6	209.5
		中层	14.0	236.9
V11	底层	10.2	254.2	
	表层	9.0	271.4	
	中层	12.7	289.8	
V12	底层	10.9	299.8	
	表层	9.8	273.6	
	中层	5.3	254.0	
V13	底层	4.6	188.6	
	表层	8.3	248.6	
	中层	3.7	265.7	
V14	底层	6.7	14.6	
	表层	9.3	264.3	
	中层	19.6	315.7	
		底层	13.2	304.1

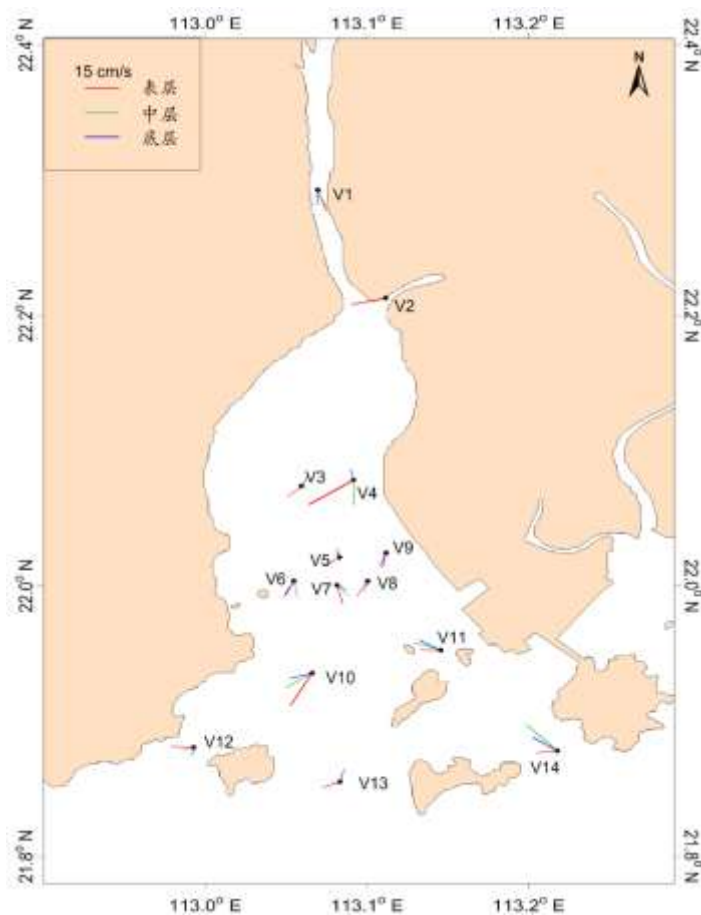


图 4.2.1-93 各站余流分布图

(6) 小潮余流分析

表 4.2.1-19 为小潮期间各测站的余流,图 5.1.2-13 是各站余流分布图。从图表中可知,调查海域各站余流大小量值介于 0.4 cm/s~24.9 cm/s 之间,最大余流出现在 V4 站表层,大小为 24.9 cm/s,方向为 210.5°;最小余流出现在 V11 站底层,大小为 0.4 cm/s,方向为 0.2°。

就整个海域而言,小潮期间,余流较小,方向紊乱(图 5.2-21)。

表 4.2.1-19 调查海域各站小潮余流(单位: cm/s, °)

海区	站位	测层	流速	流向
黄茅海	V1	表层	5.5	187.5
		中层	4.4	158.4
		底层	3.7	184.4
	V2	表层	20.2	237.0
		中层		
		底层		
	V3	表层	7.6	193.3
		中层	3.0	171.0
		底层	6.2	179.9

	V4	表层	24.9	210.5
		中层	1.9	238.0
		底层	11.7	3.9
	V5	表层	8.5	195.2
		中层	4.8	5.6
		底层	8.8	356.0
	V6	表层	12.2	204.2
		中层	8.6	3.1
		底层	13.2	349.5
	V7	表层	9.5	151.6
		中层	12.0	41.0
		底层	15.0	21.8
	V8	表层	10.3	173.1
		中层	4.9	356.7
底层		12.6	353.2	
V9	表层	2.7	166.2	
	中层			
	底层	1.5	193.4	
V10	表层	10.0	200.8	
	中层	1.1	42.4	
	底层	3.4	331.9	
V11	表层	1.1	272.8	
	中层	1.8	271.0	
	底层	0.4	0.2	
V12	表层	10.8	287.6	
	中层	8.0	306.3	
	底层	1.0	275.1	
V13	表层	9.8	162.0	
	中层	11.2	63.3	
	底层	3.5	154.9	
V14	表层	8.4	295.3	
	中层	5.6	307.5	
	底层	3.5	312.5	

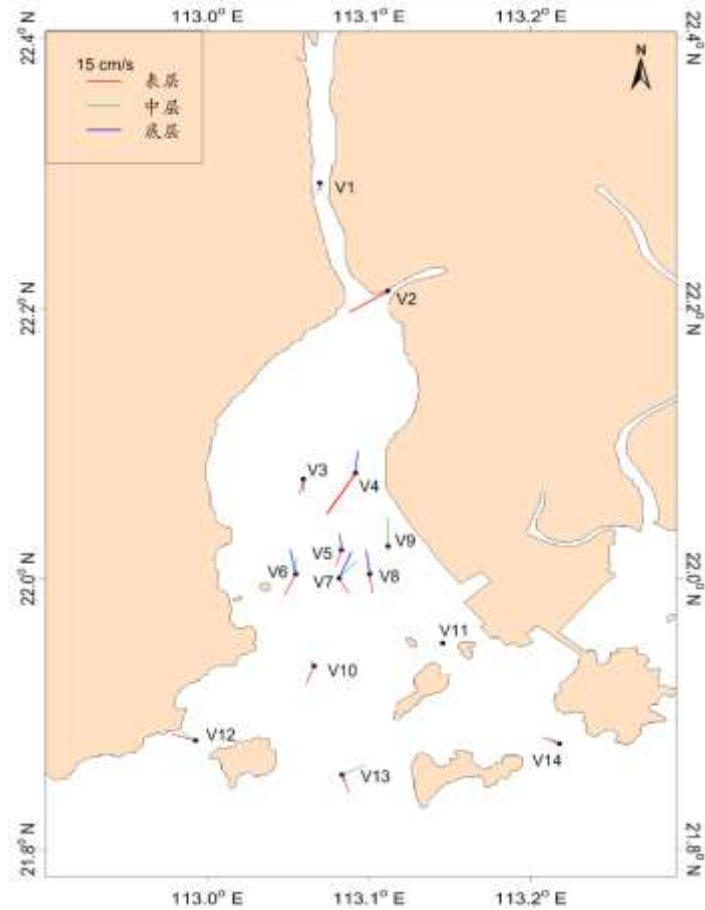


图 4.2.1-94 各站余流分布图

(7) 流量

流量观测的方法是采用 ADCP 走航的方法在大、小潮期进行断面观测，时间间隔为每两小时 1 次。

V1 站崖门大潮期间涨潮时最大流量 10233 m³/s，落潮时最大流量 8076 m³/s，小潮期最大流量 6306 m³/s，落潮时最大流量 7426 m³/s。V2 站虎跳门大潮期间涨潮时最大流量 1406 m³/s，落潮时最大流量 2351 m³/s，小潮期最大流量 1964 m³/s，落潮时最大流量 2208 m³/s。

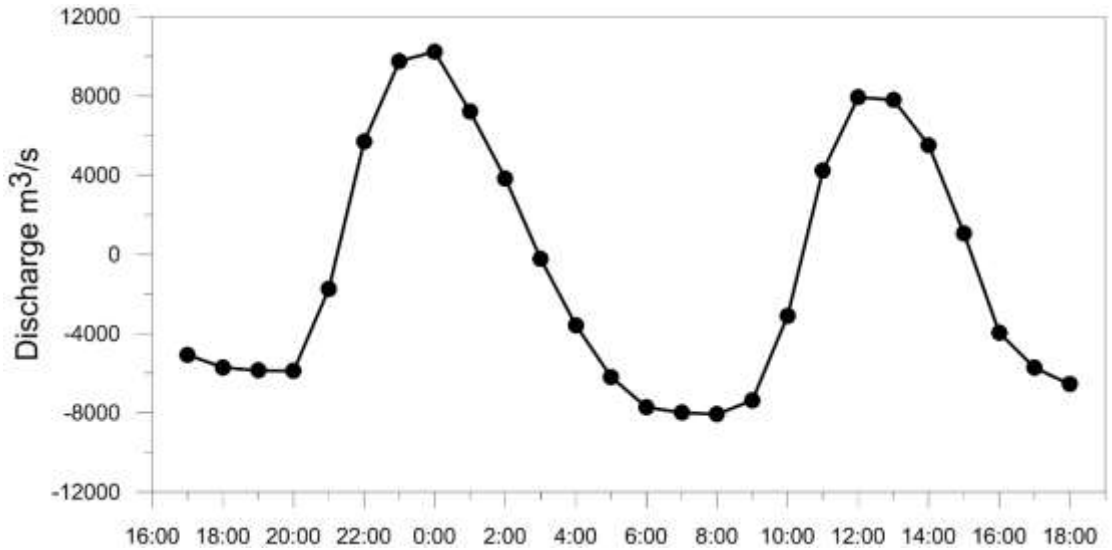


图 4.2.1-95 V1 大潮期流量

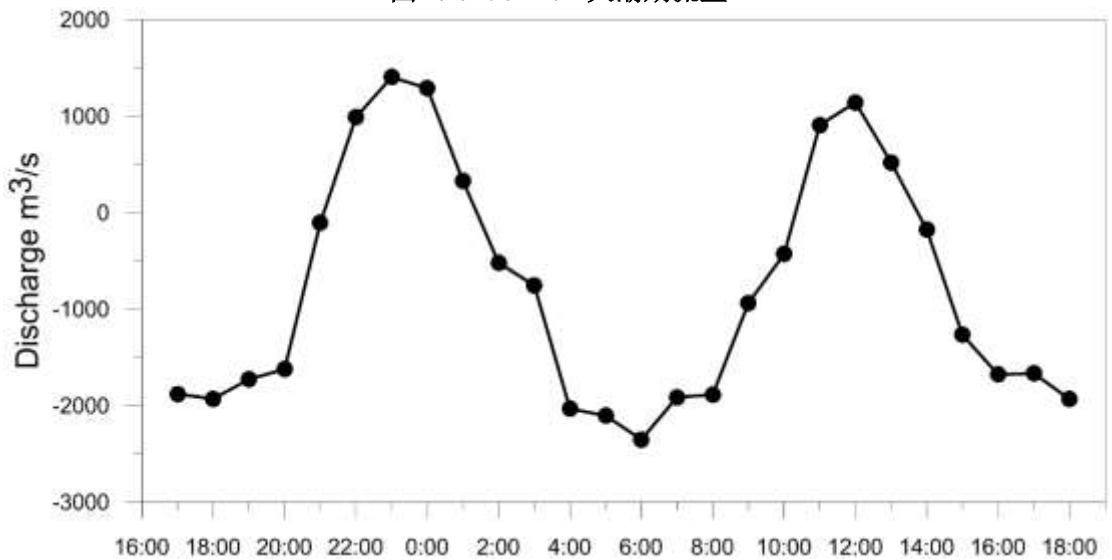


图 4.2.1-96 V2 大潮期流量

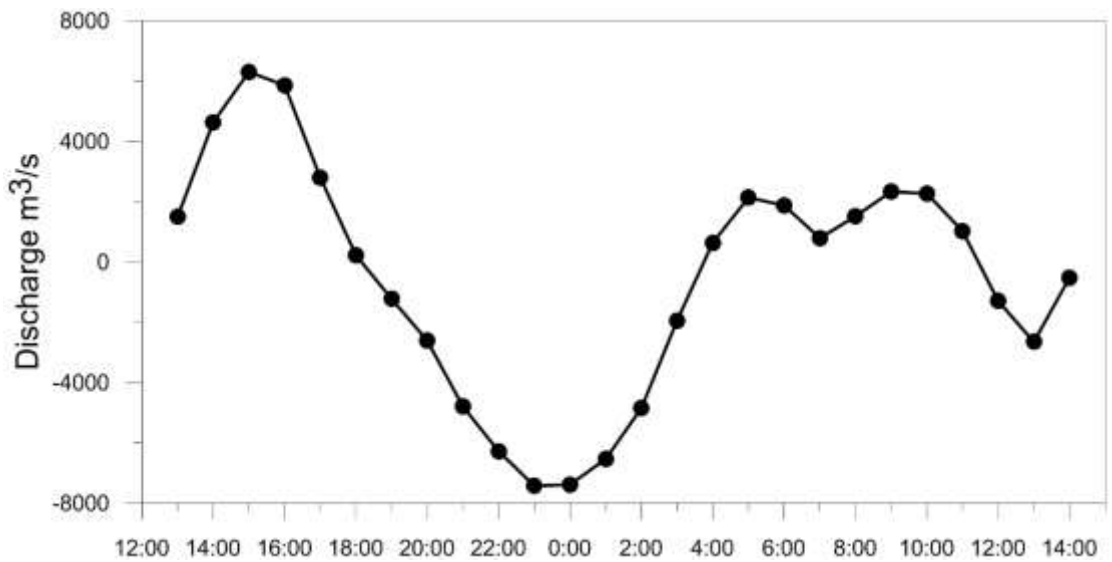


图 4.2.1-97 V1 小潮期流量

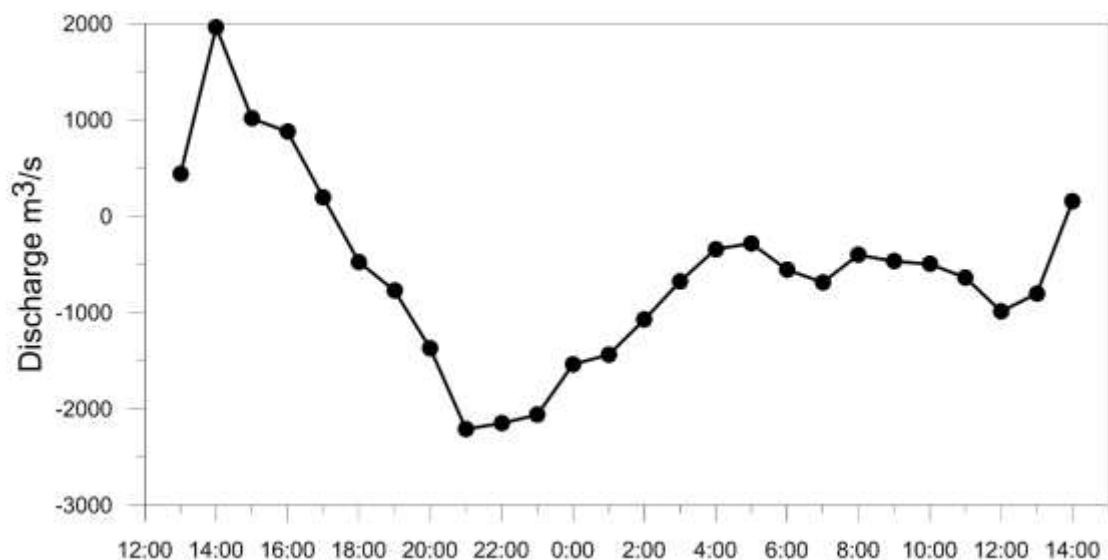


图 4.2.1-98 V2 小潮期流量

5、悬浮泥沙

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

为获取调查海域海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每两小时一次，采样层次为表、中、底三层。

(1) 大潮悬浮泥沙及其变化特征

图 4.2.1-99~图 4.2.1-112 给出了大潮期各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图，表 4.2.1-20 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

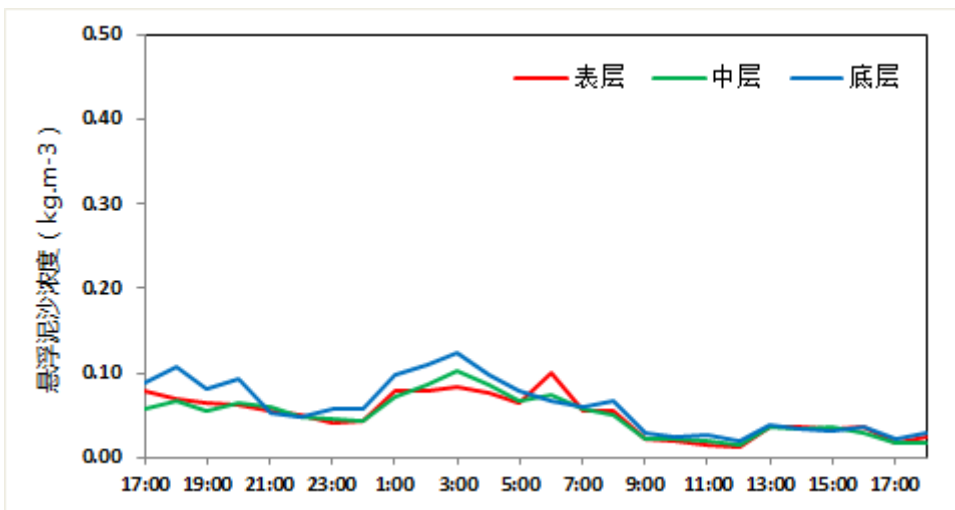
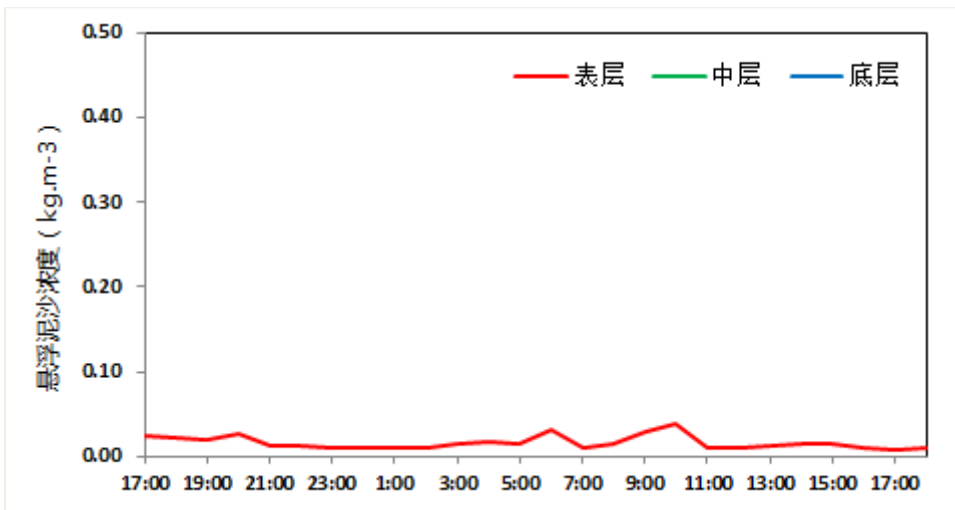
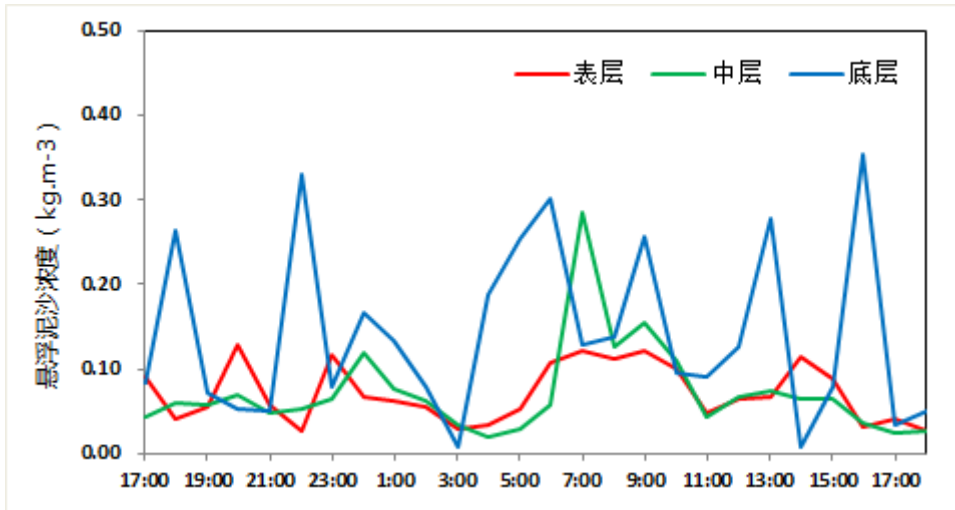
从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底三层含沙量曲线呈不规则变化，大部分站层含沙量一般不超过 0.4000 kg/m^3 。

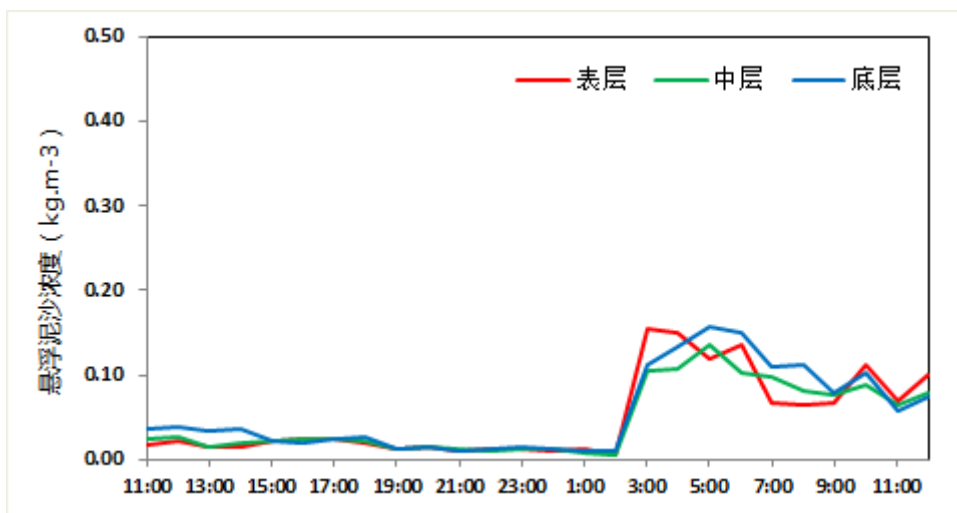
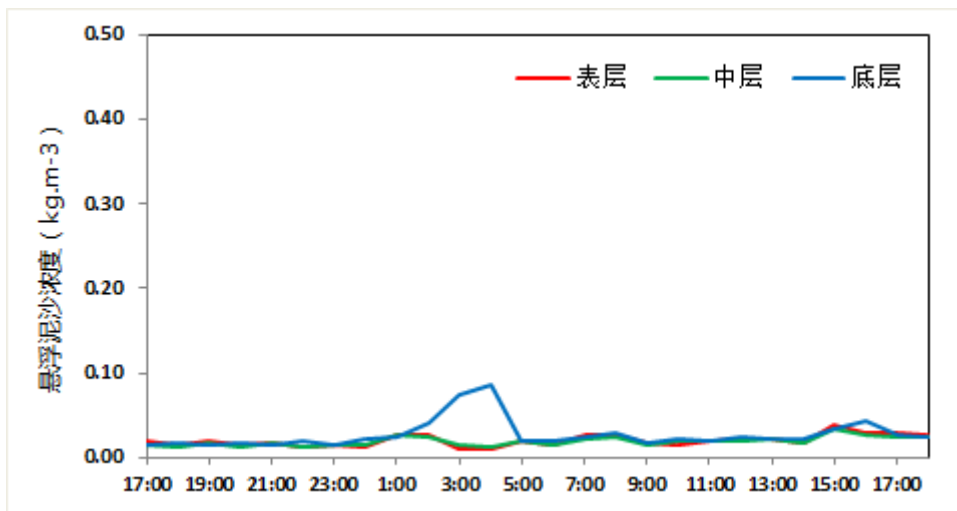
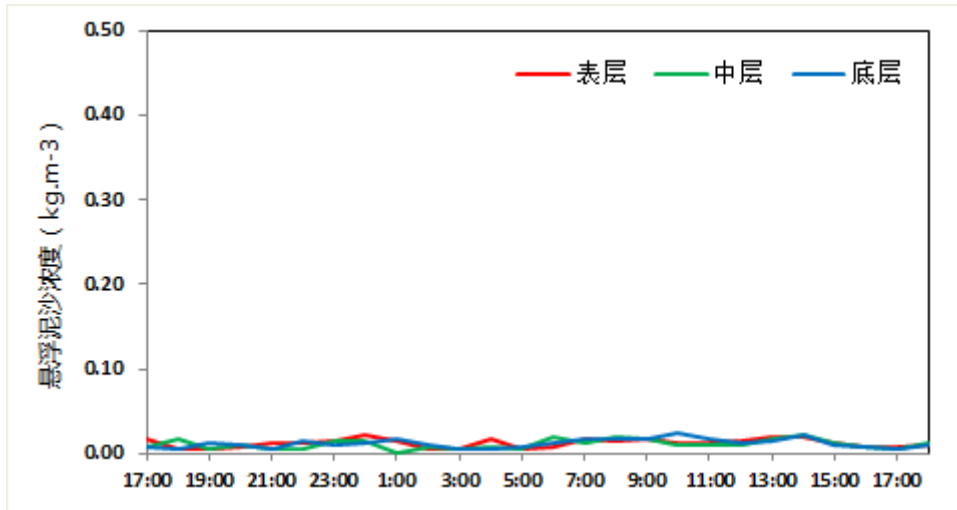
从含沙量特征值统计表来看，表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 0.2677 kg/m^3 、 0.2842 kg/m^3 、 0.3538 kg/m^3 ，分别出现在 V7 站表层、V1 站中层和 V1 站底层。

表 4.2.1-20 大潮期各站含沙量特征值统计表 (kg m^{-3})

站位	测层	最大值	最小值	平均值	平均
V1	表	0.1301	0.0280	0.0722	0.0529
	中	0.2842	0.0213	0.0721	
	底	0.3538	0.0081	0.1425	
V2	表	0.0383	0.0090	0.0167	0.0167
	中				
	底				
V3	表	0.1010	0.0139	0.0509	0.0539

	中	0.1029	0.0162	0.0497	
	底	0.1250	0.0201	0.0612	
V4	表	0.0226	0.0056	0.0129	0.0124
	中	0.0214	0.0005	0.0115	
	底	0.0254	0.0057	0.0127	
V5	表	0.0401	0.0106	0.0206	0.0228
	中	0.0341	0.0127	0.0199	
	底	0.0860	0.0147	0.0278	
V6	表	0.1543	0.0067	0.0503	0.0507
	中	0.1354	0.0061	0.0468	
	底	0.1574	0.0099	0.0551	
V7	表	0.2677	0.0114	0.0622	0.0683
	中	0.1924	0.0126	0.0546	
	底	0.2305	0.0180	0.0881	
V8	表	0.0316	0.0023	0.0138	0.0159
	中	0.0287	0.0040	0.0159	
	底	0.0346	0.0037	0.0180	
V9	表	0.0506	0.0070	0.0223	0.0210
	中				
	底	0.0525	0.0056	0.0196	
V10	表	0.0436	0.0036	0.0168	0.0184
	中	0.0464	0.0029	0.0169	
	底	0.0617	0.0045	0.0215	
V11	表	0.0347	0.0029	0.0137	0.0152
	中	0.0243	0.0041	0.0112	
	底	0.0693	0.0023	0.0206	
V12	表	0.0326	0.0019	0.0095	0.0110
	中	0.0163	0.0030	0.0113	
	底	0.0399	0.0004	0.0121	
V13	表	0.0182	0.0020	0.0093	0.0107
	中	0.0164	0.0011	0.0094	
	底	0.0419	0.0030	0.0133	
V14	表	0.0637	0.0003	0.0156	0.0152
	中	0.0567	0.0016	0.0134	
	底	0.0806	0.0023	0.0167	





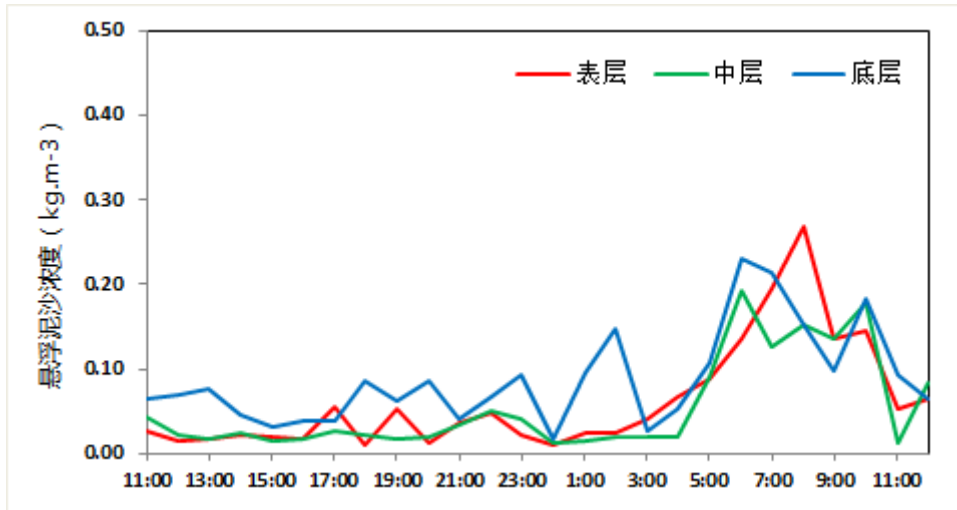


图 4.2.1-105 V7 站悬浮泥沙浓度曲线

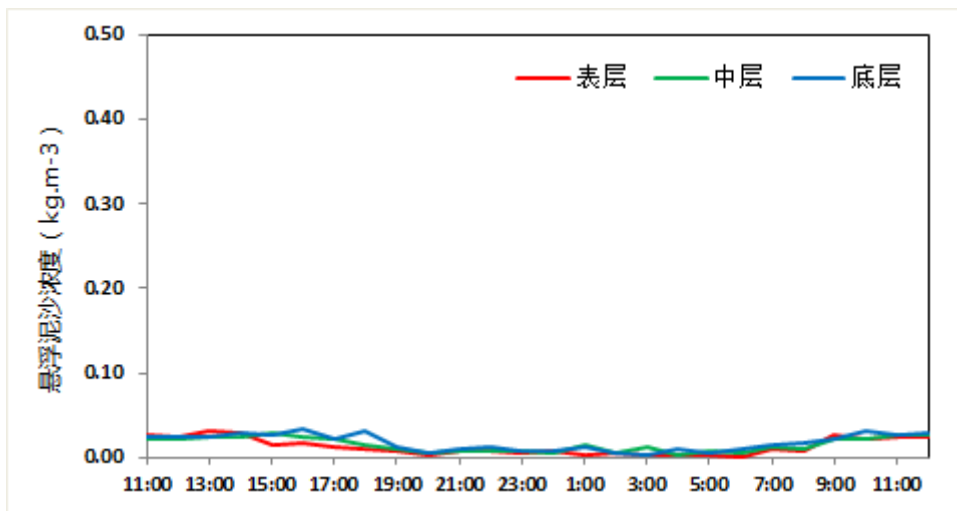


图 4.2.1-106 V8 站悬浮泥沙浓度曲线

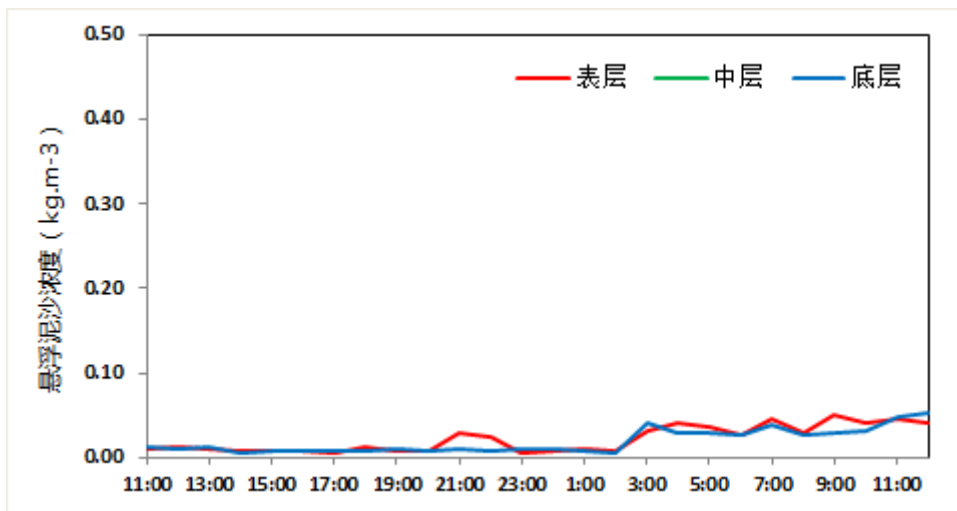
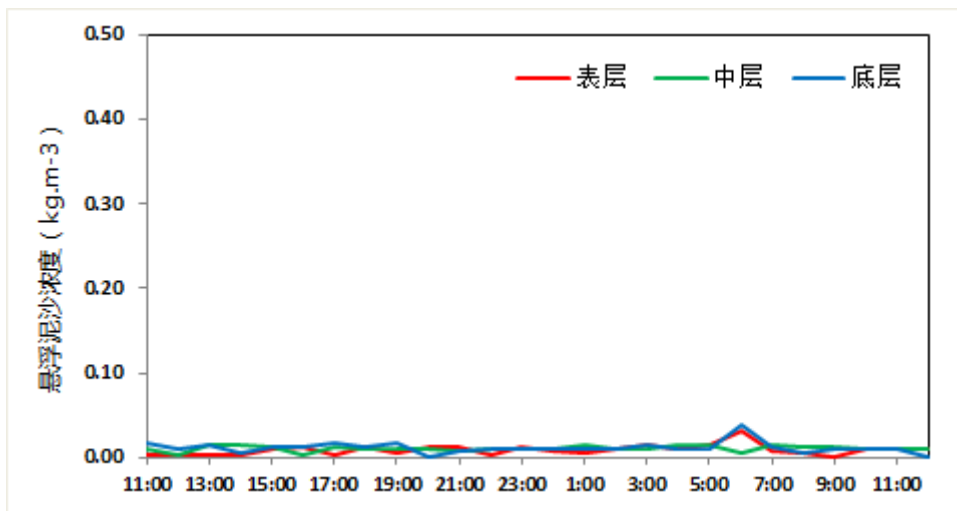
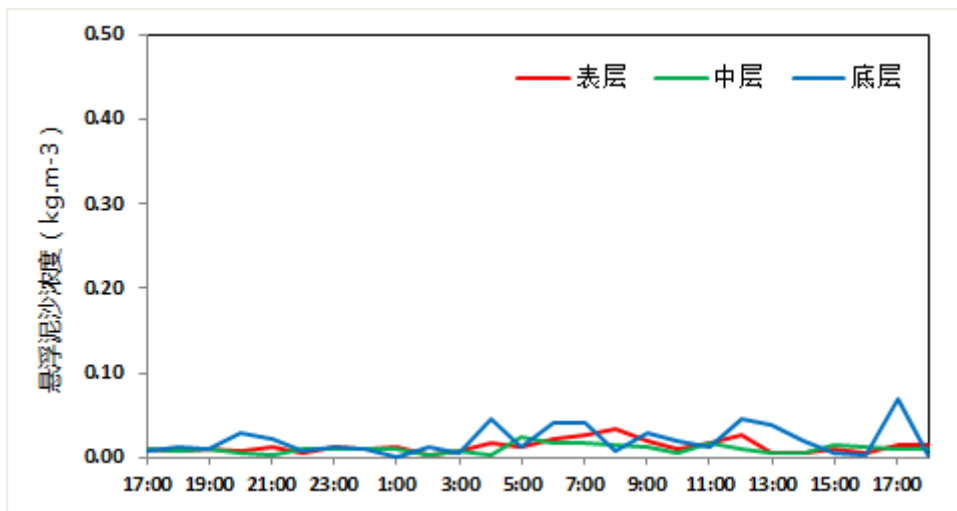
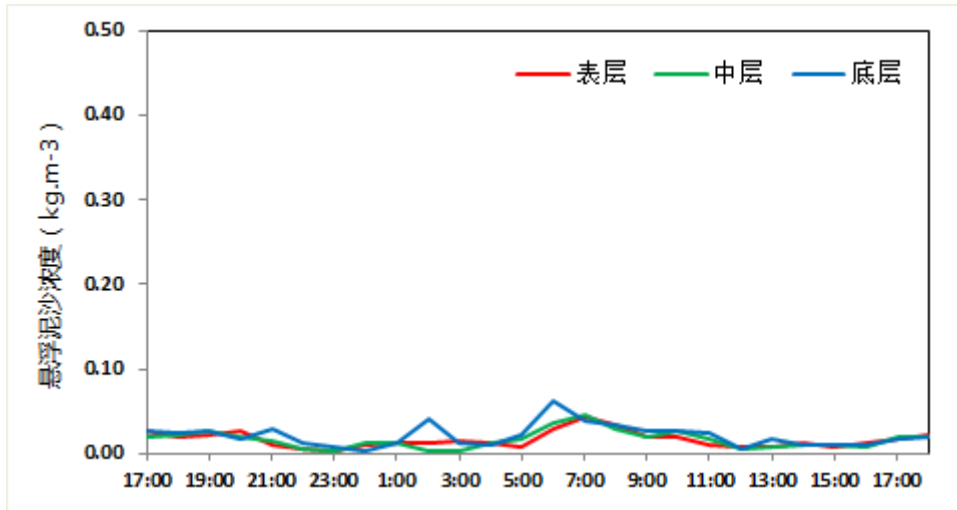


图 4.2.1-107 V9 站悬浮泥沙浓度曲线



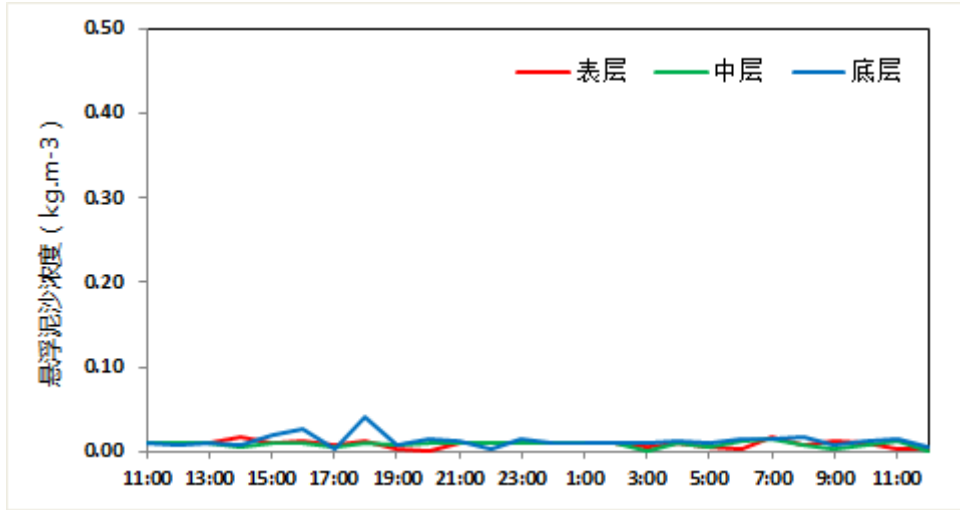


图 4.2.1-111 V13 站悬浮泥沙浓度曲线

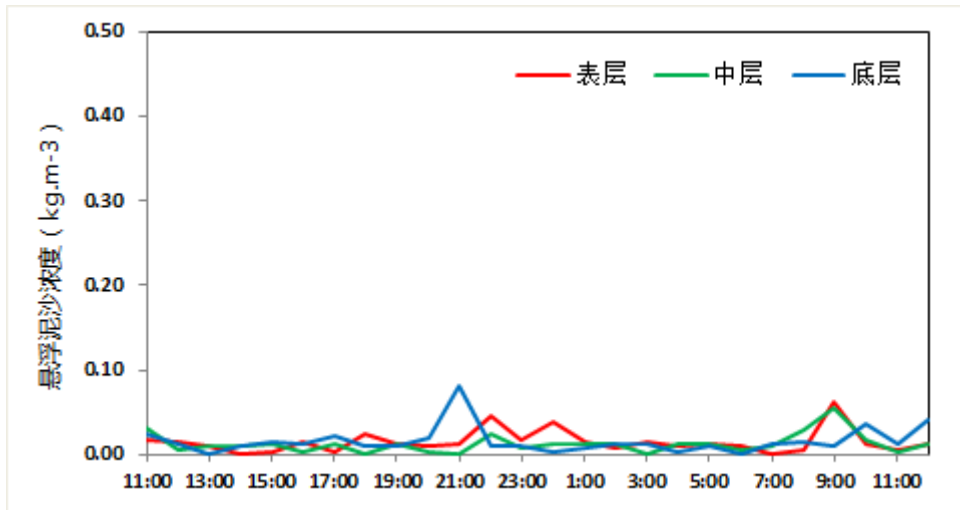


图 4.2.1-112 V14 站悬浮泥沙浓度曲线

(2) 小潮悬浮泥沙及其变化特征

图 4.2.1-113~图 4.2.1-126 给出了小潮期各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图,表 4.2.1-21 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

从悬沙观测的时间变化过程来看,各站表、中、底三层含沙量曲线呈不规则变化,大部分站层含沙量一般不超过 0.3000kg/m³。

从含沙量特征值统计表来看,表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 0.1844kg/m³、0.0575kg/m³、0.2945 kg/m³, 分别出现在 V7 站表层、V7 站中层和 V1 站底层。

表 4.2.1-21 小潮期各站含沙量特征值统计表 (kg m⁻³)

站位	测层	最大值	最小值	平均值	平均
V1	表	0.1291	0.0063	0.0450	0.0532
	中	0.0477	0.0064	0.0200	

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

	底	0.2945	0.0110	0.0947	
V2	表	0.0200	0.0033	0.0107	0.0107
	中				
	底				
V3	表	0.0147	0.0016	0.0086	0.0084
	中	0.0159	0.0009	0.0081	
	底	0.0176	0.0030	0.0086	
V4	表	0.0169	0.0032	0.0104	0.0100
	中	0.0147	0.0018	0.0099	
	底	0.0149	0.0026	0.0098	
V5	表	0.0203	0.0003	0.0097	0.0093
	中	0.0134	0.0020	0.0094	
	底	0.0141	0.0019	0.0089	
V6	表	0.0144	0.0036	0.0100	0.0100
	中	0.0162	0.0004	0.0094	
	底	0.0177	0.0032	0.0105	
V7	表	0.1844	0.0047	0.0350	0.0336
	中	0.0575	0.0053	0.0147	
	底	0.1245	0.0085	0.0512	
V8	表	0.0150	0.0011	0.0098	0.0086
	中	0.0134	0.0006	0.0076	
	底	0.0130	0.0017	0.0084	
V9	表	0.0135	0.0038	0.0106	0.0104
	中				
	底	0.0144	0.0019	0.0101	
V10	表	0.0132	0.0017	0.0081	0.0090
	中	0.0172	0.0010	0.0084	
	底	0.0178	0.0027	0.0104	
V11	表	0.0157	0.0016	0.0100	0.0098
	中	0.0173	0.0006	0.0092	
	底	0.0171	0.0032	0.0101	
V12	表	0.0166	0.0010	0.0089	0.0095
	中	0.0140	0.0004	0.0080	
	底	0.0402	0.0022	0.0117	
V13	表	0.0195	0.0004	0.0108	0.0093
	中	0.0123	0.0004	0.0079	
	底	0.0167	0.0013	0.0093	
V14	表	0.0156	0.0026	0.0100	0.0109
	中	0.0157	0.0017	0.0088	
	底	0.0634	0.0005	0.0138	

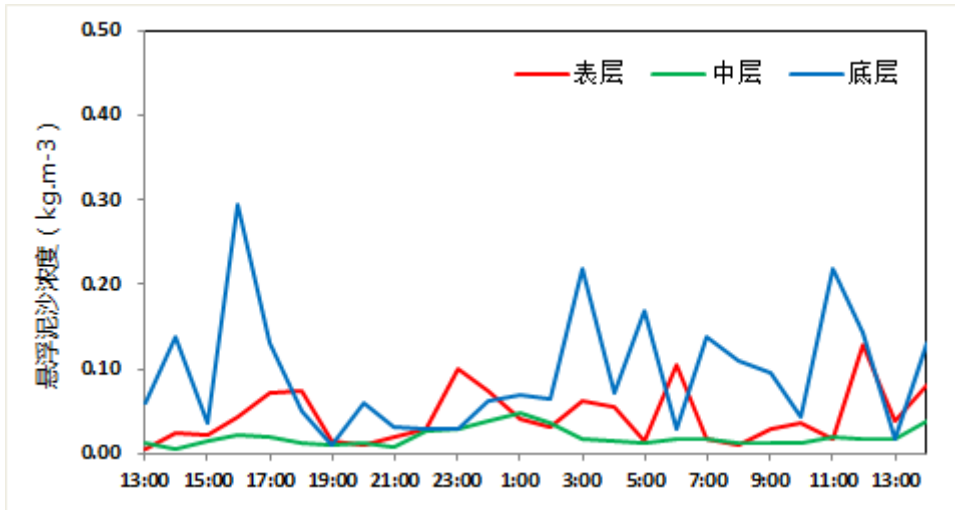


图 4.2.1-113 V1 站悬浮泥沙浓度曲线

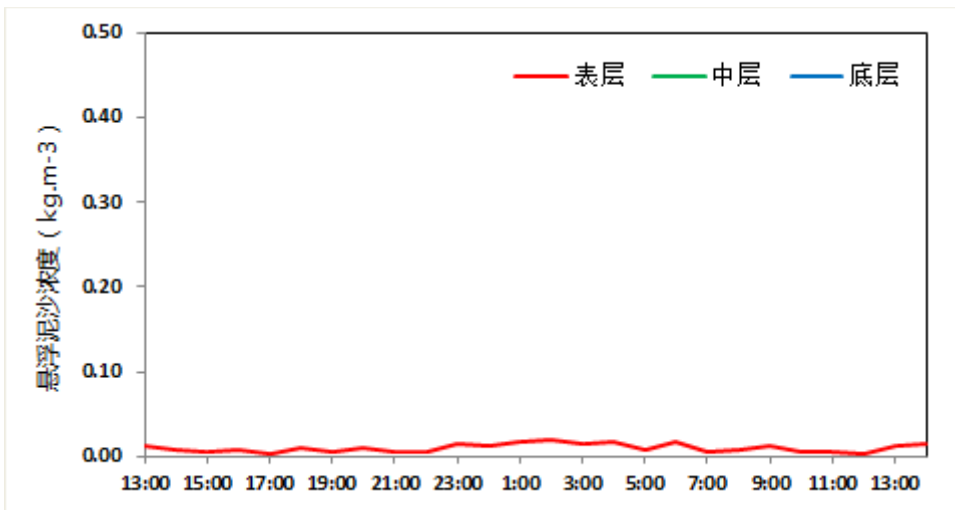


图 4.2.1-114 V2 站悬浮泥沙浓度曲线

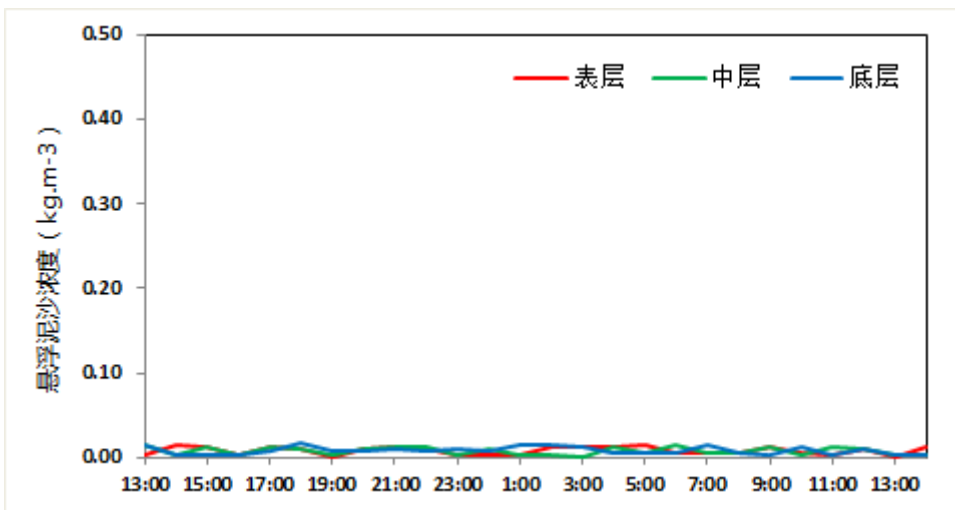
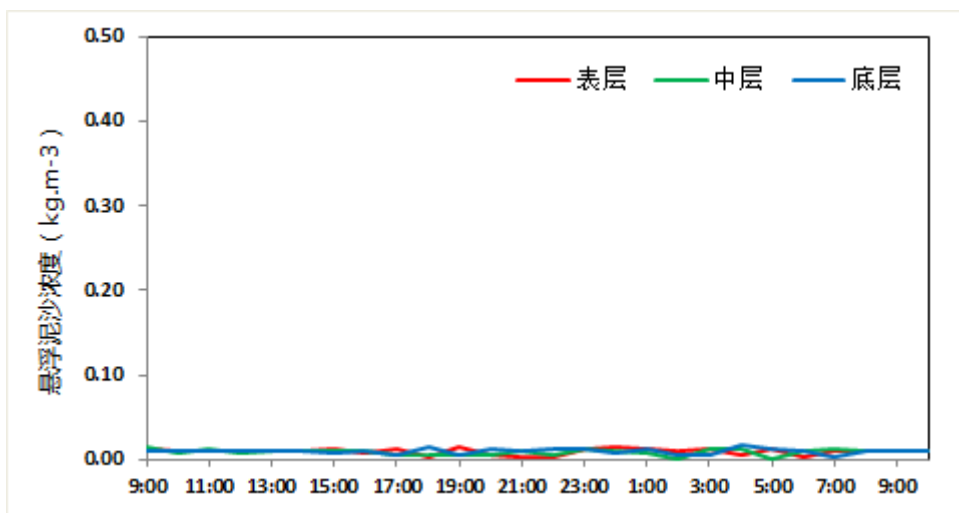
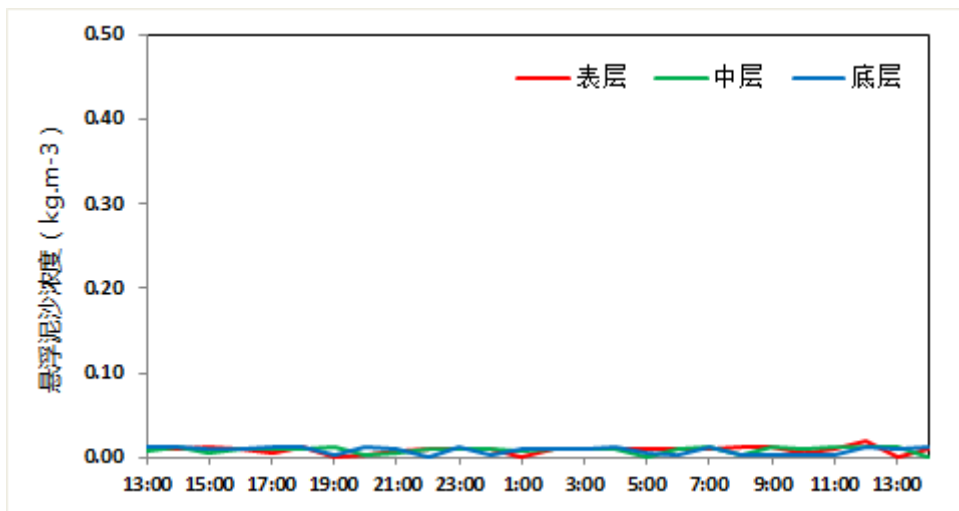
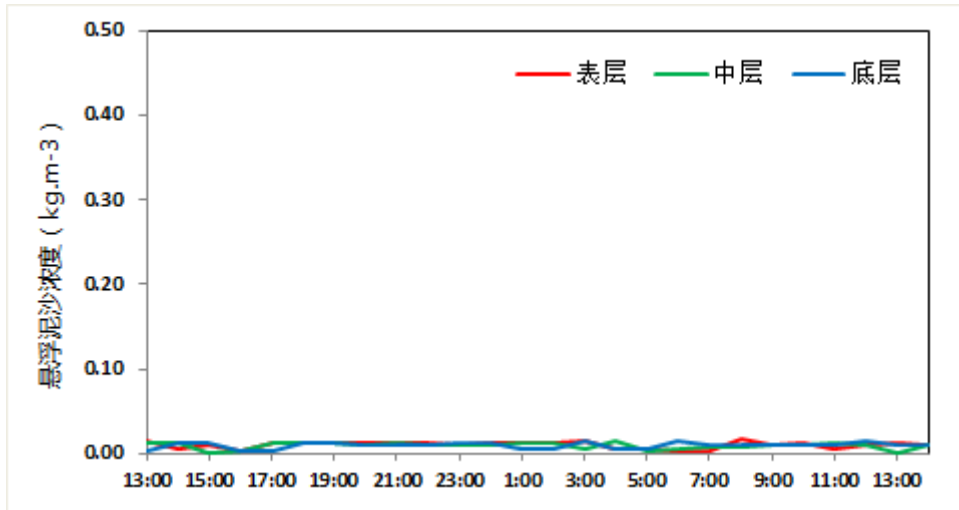


图 4.2.1-115 V3 站悬浮泥沙浓度曲线



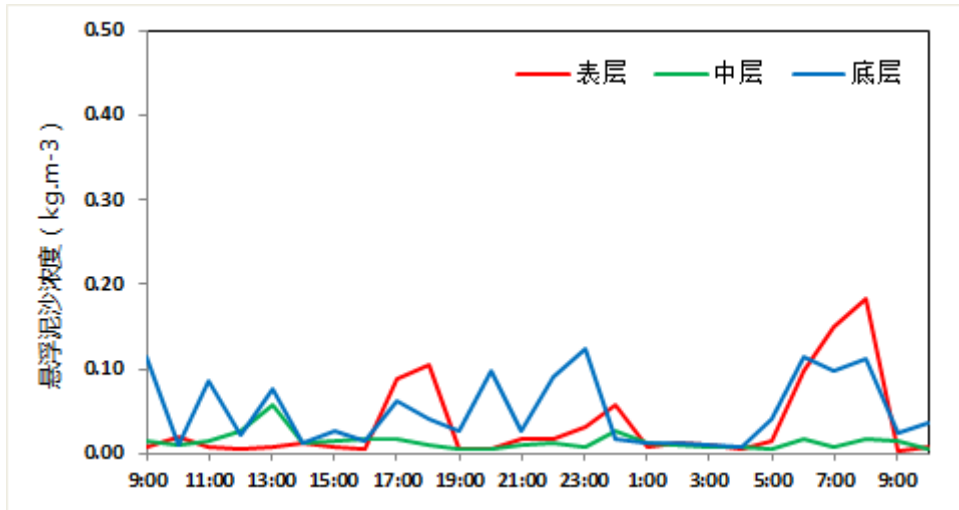


图 4.2.1-119 V7 站悬浮泥沙浓度曲线

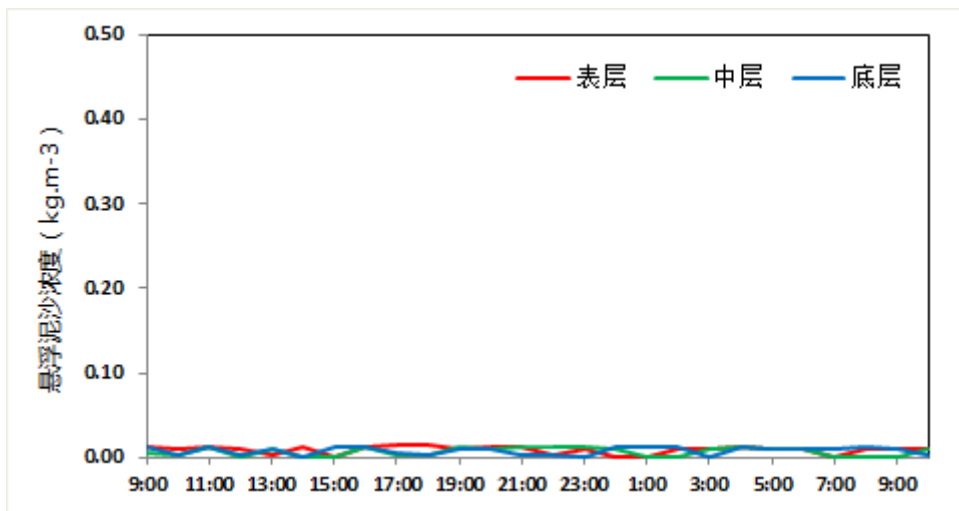


图 4.2.1-120 V8 站悬浮泥沙浓度曲线

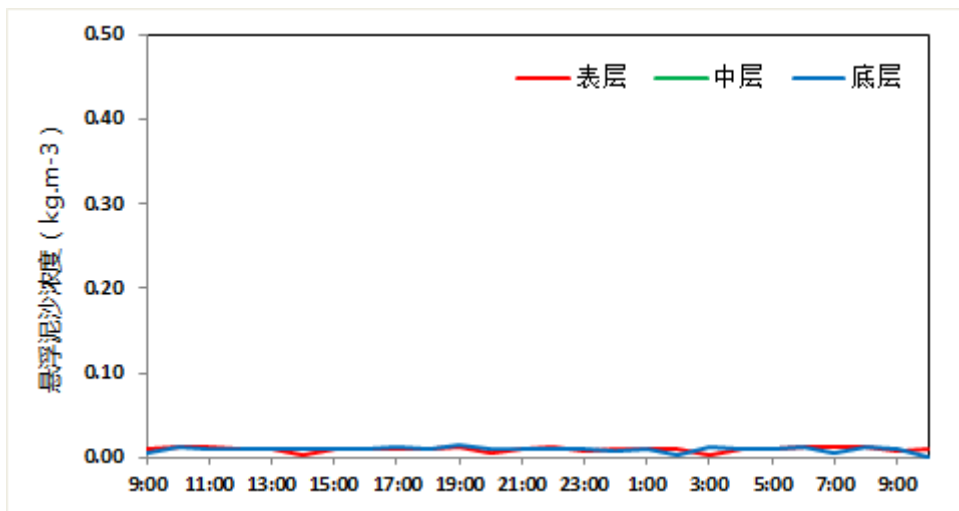
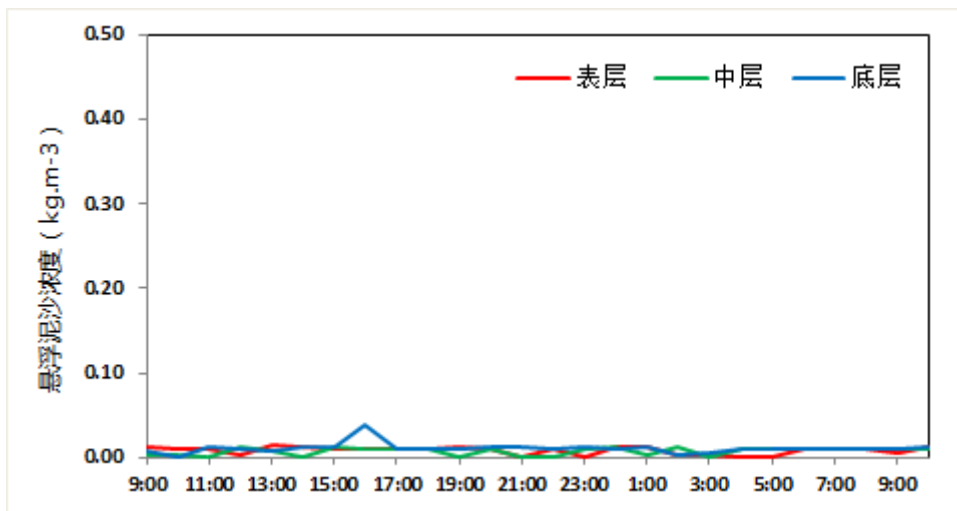
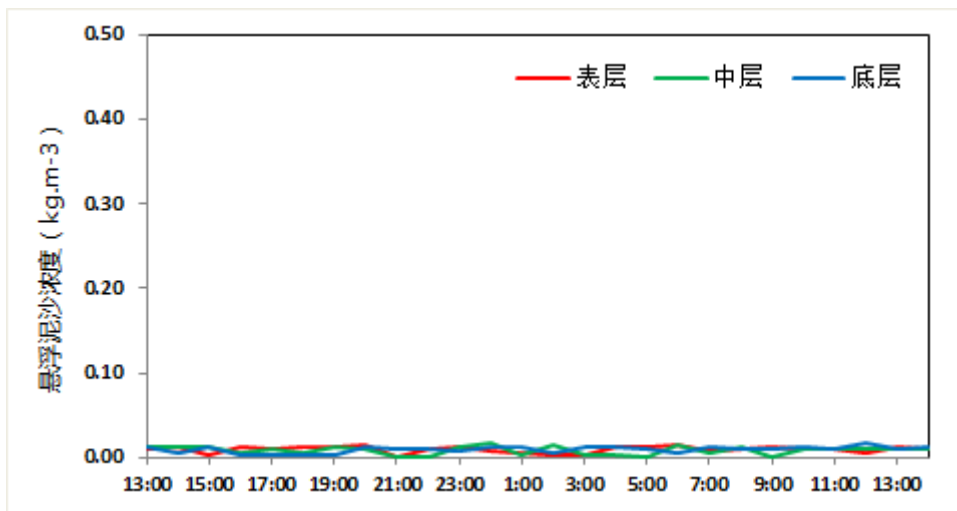
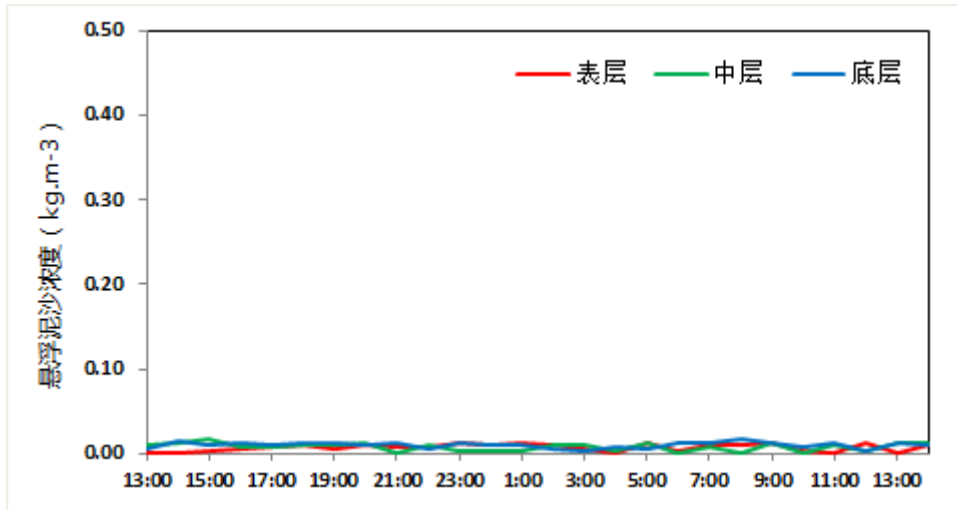


图 4.2.1-121 V9 站悬浮泥沙浓度曲线



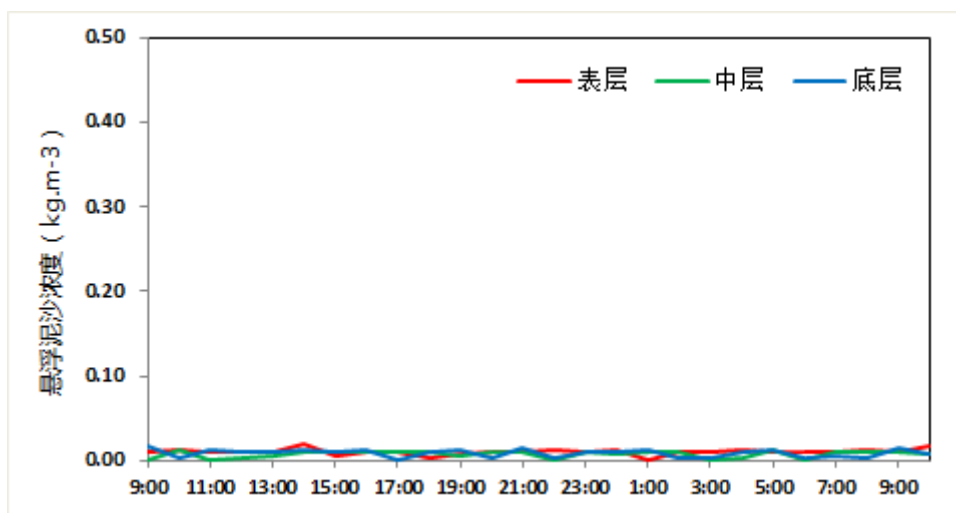


图 4.2.1-125 V13 站悬浮泥沙浓度曲线

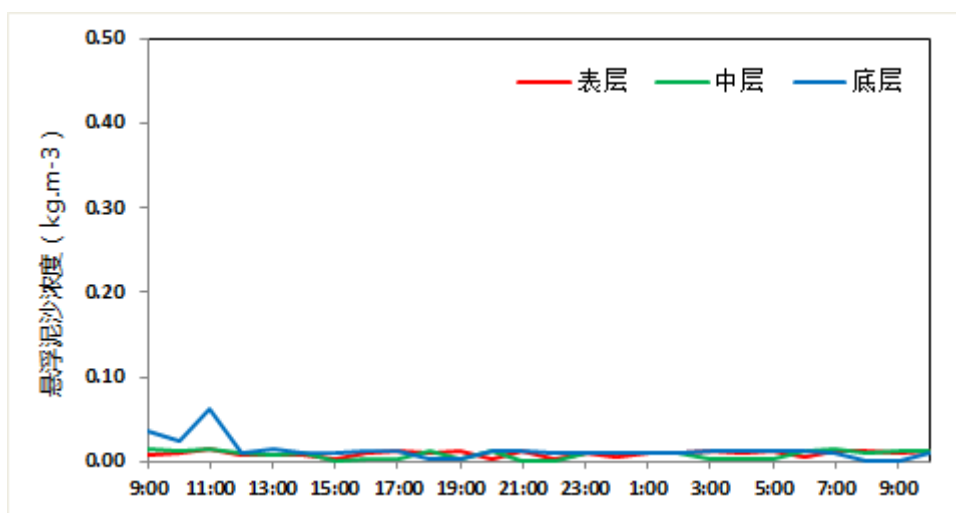


图 4.2.1-126 V14 站悬浮泥沙浓度曲线

(3) 大潮输沙量

表 4.2.1-22 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果。

观测期间最大涨潮输沙量出现于 V1 站，为 8.33 t/m，方向为 11.9°；最大落潮输沙量出现于 V1 站，为 11.07 t/m，方向为 184.9°。全潮最大净输沙量出现在 V14 站，为 3.07 t/m，方向为 310.0°。

从各站净输沙量的方向来看，大部分站位净输沙方向以落潮方向为主(图 4.2.1-127)。

表 4.2.1-22 各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向

	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V1	8.33	11.9	11.07	184.9	2.98	164.9
V2	0.10	48.9	0.38	245.6	0.29	251.0
V3	3.53	358.6	5.38	174.8	1.87	167.7
V4	1.86	19.5	2.42	202.9	0.57	214.4
V5	2.11	351.8	2.49	179.0	0.47	212.8
V6	6.11	342.6	8.52	177.0	3.01	207.3
V7	4.84	5.6	7.31	179.8	2.54	168.6
V8	1.65	342.4	1.25	172.6	0.48	315.1
V9	0.32	308.6	0.36	154.2	0.16	215.5
V10	1.22	9.2	2.81	206.6	1.69	219.0
V11	2.06	318.7	1.68	162.6	0.86	266.7
V12	0.33	347.0	0.48	202.1	0.28	244.8
V13	1.27	344.2	1.05	179.8	0.38	295.9
V14	3.69	323.5	1.01	188.8	3.07	310.0

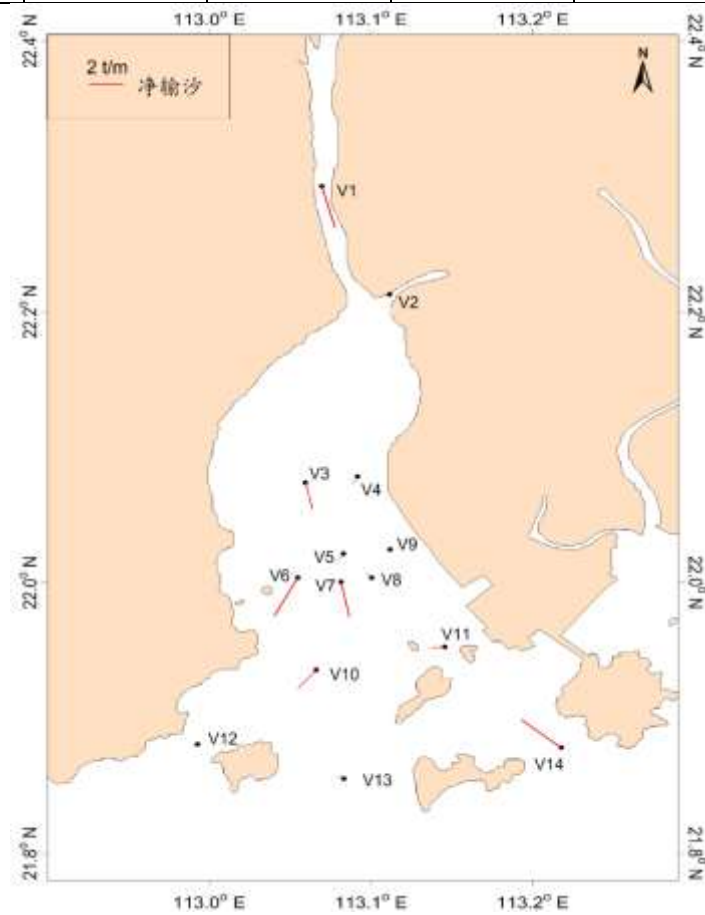


图 4.2.1-127 大潮净输沙示意图

(4) 小潮输沙量

表 4.2.1-23 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的小潮单宽输沙量统计结果。

观测期间最大涨潮输沙量出现于 V1 站，为 1.91 t/m，方向为 11.9°；最大落潮输沙量出现于 V1 站，为 1.92 t/m，方向为 186.3°。全潮最大净输沙量出现在 V14 站，为 0.85 t/m，方向为 313.8°。

总体而言，小潮期整体输沙量较小，各站净输沙方向较为紊乱（图 4.2.1-128）。

表 4.2.1-23 各站小潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V1	1.91	11.9	1.92	186.3	0.19	102.5
V2	0.03	43.6	0.19	234.9	0.16	236.8
V3	0.22	0.4	0.34	178.4	0.12	174.7
V4	0.66	12.2	1.07	202.5	0.43	218.2
V5	0.57	349.8	0.38	173.5	0.19	342.3
V6	0.67	345.3	0.36	173.1	0.31	336.2
V7	1.38	14.4	1.20	169.8	0.58	74.6
V8	0.48	351.2	0.47	171.6	0.01	320.5
V9	0.07	340.8	0.09	163.0	0.02	171.4
V10	0.41	15.2	0.45	199.6	0.05	239.3
V11	0.79	337.1	0.58	163.1	0.23	322.1
V12	0.31	324.5	0.12	193.1	0.25	303.9
V13	0.56	15.3	0.66	160.5	0.38	102.0
V14	1.06	331.3	0.36	196.5	0.85	313.8

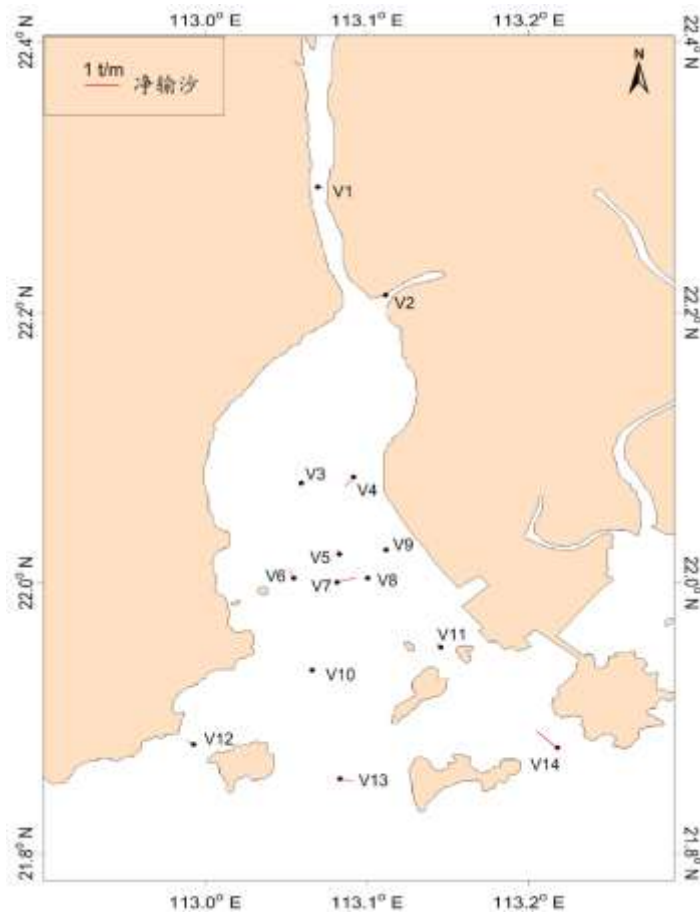


图 4.2.1-128 小潮净输沙示意图

6、水文观测结论

根据 2019 年 2 月 21 日—2019 年 2 月 28 日大、小期间对调查海区 5 个临时潮位站资料和 14 个海流测站的水文观测资料的分析,我们得到如下几点看法,水文观测期间:

(1) 调查海区的潮汐属于不规则半日潮,潮汐的日不等现象显著,涨潮历时与落潮历时相当。

(2) 调查海区海流中潮流性质明显,大潮期涨潮流向东北,落潮流向西南,观测区域海流强度中等,涨、落潮流流速的平均值多在 15.7~81.6 cm/s 之间;小潮期涨潮流向西北,落潮流向东南或西南,观测区域内海流较弱,涨、落潮流流速的平均值多在 7.9~44.9 cm/s 之间;总体上,观测期间各站层落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值。

(3) 总体上,调查海区的潮流性质为以不规则半日潮流为主,主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴(即最大流速)为最大,其次为 O_1 、 K_1 、 S_2 、 M_4 次之, MS_4 分潮流长半轴最小。 M_2 分潮较大反映了半日潮的特征。主要分潮流最大流速的方向(即潮流椭圆长半轴的方向)主要表现为东北—西南向。

(4) 调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离分别以 V4 站表层和 V4 站中层为最大，分别是 158.9 cm/s 和 33.4 km；潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离的方向以东北及西北向为主。

调查海区的余流较小，大潮期最大为 23.8 cm/s，小潮期最大为 24.9 cm/s；调查期间余流方向紊乱。

(5) 调查海区不同潮期悬浮泥沙浓度一般不超过 0.4000 kg/m^3 ，大潮期悬浮泥沙浓度介于 $0.0003 \text{ kg/m}^3 \sim 0.3538 \text{ kg/m}^3$ 之间，小潮期悬浮泥沙浓度介于 $0.0003 \text{ kg/m}^3 \sim 0.2945 \text{ kg/m}^3$ 之间；大潮期净输沙以落潮方向为主，小潮期净输沙方向较紊乱。

4.2.1.1.3 春季水文动力环境质量现状调查与评价

1、站位设定

广州南科海洋工程中心 2019 年 4 月在项目附近周围海域设水文测站 10 个，潮位站 7 个，风站位 1 个。具体位置见表 4.2.1-24 及图 4.2.1-129。

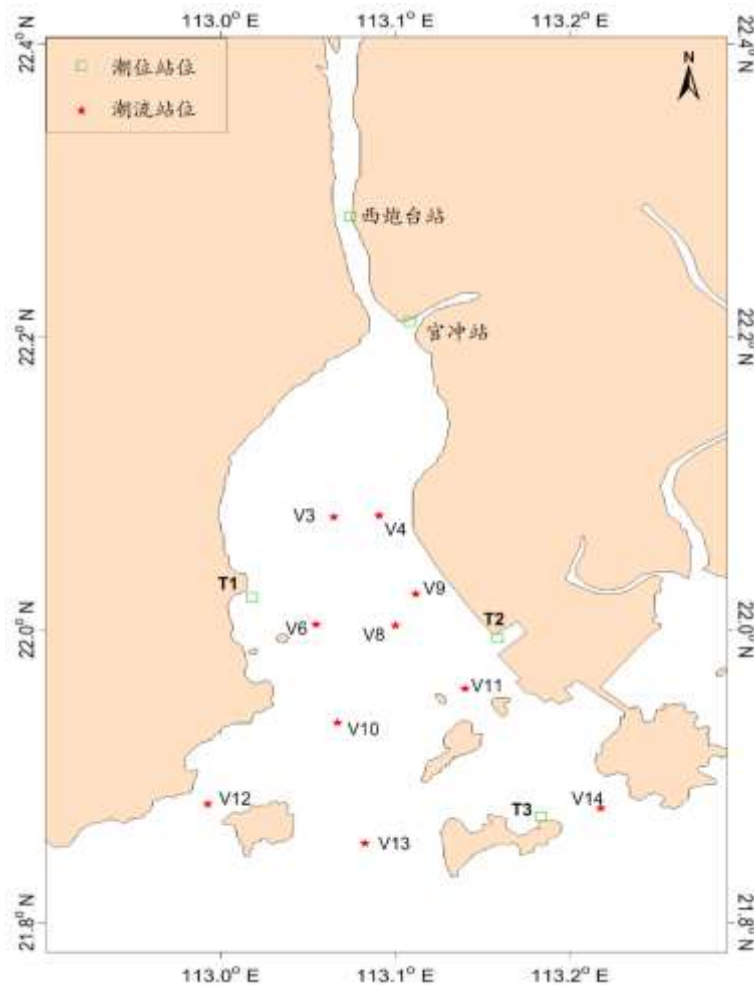


图 4.2.1-129 项目附近海域水文调查站位图

表 4.2.1-24 水文调查各测站坐标和观测项目

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
V3	22°04.613'N	113°03.896'E	海流、泥沙、温盐
V4	22°04.692'N	113°05.440'E	海流、泥沙、温盐
V6	22°00.217'N	113°03.276'E	海流、泥沙、温盐
V8	22°00.182'N	113°06.011'E	海流、泥沙、温盐、风
V9	22°01.470'N	113°06.700'E	海流、泥沙、温盐
V10	21°56.205'N	113°04.014'E	海流、泥沙、温盐、风
V11	21°57.600'N	113°08.400'E	海流、泥沙、温盐
V12	21°52.868'N	112°59.556'E	海流、泥沙、温盐
V13	21°51.250'N	113°04.959'E	海流、泥沙、温盐
V14	21°52.685'N	113°13.058'E	海流、泥沙、温盐
T1	22°01.346'N	113°01.082'E	潮位
T2	21°59.650'N	113°09.517'E	潮位
T3	21°52.350'N	113°11.001'E	潮位
西炮台	22°12.635'N	113°06.492'E	潮位
官冲	22°16.947'N	113°04.458'E	潮位

2、调查期间气象情况

2019年4月21日—2019年4月23日大潮期间,调查海域以南风为主(图 4.2.1-130)。

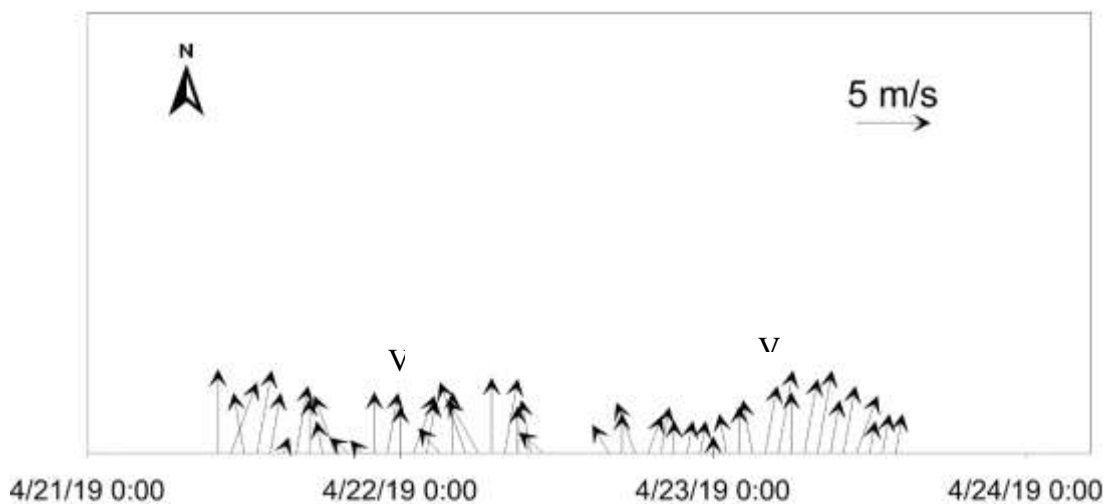


图 4.2.1-130 大潮期风场

3、观测期间潮汐

地球上的海水，受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

在大部分港口和海区， K_1 、 O_1 、 M_2 和 S_2 是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 来进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当 $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日潮港或规则日潮港。

(1) 潮汐类型和调和常数

对此次潮位观测的潮位资料站进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。得出的主要分潮的调和常数参见表 4.2.1-25~表 4.2.1-27。

根据调和常数，我们计算了 T1、T2、T3 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F 值分别为 1.3、1.3、1.4，因此调查海域潮汐属于不规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 4.2.1-131~图 4.2.1-135 的潮位过程曲线可以看到，调查海域海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 4.2.1-25 主要分潮的调和常数

分潮	测站	T3	
		振幅 V (m)	迟角 g (°)
O1		0.34	143.7
K1		0.28	197.0
M2		0.45	49.9
S2		0.23	84.6
M4		0.05	326.3
MS4		0.03	12.9
F		1.4	

表 4.2.1-26 主要分潮的调和常数

分潮	测站	T1		测站	T2	
		振幅 H (m)	迟角 g (°)		分潮	振幅 H (m)

ALP1	0.02	298.8	MM	0.11	306.4
2Q1	0.02	220.2	ALP1	0.01	269.3
Q1	0.04	242.0	2Q1	0.01	197.7
O1	0.28	268.0	Q1	0.06	226.4
K1	0.31	303.6	O1	0.32	259.7
J1	0.02	60.6	NO1	0.01	253.9
UPS1	0.02	196.7	K1	0.33	293.5
MU2	0.02	338.8	J1	0.02	12.1
N2	0.08	280.7	N2	0.10	259.8
M2	0.46	304.9	M2	0.52	292.4
L2	0.03	315.2	L2	0.02	268.2
S2	0.22	327.3	S2	0.24	317.7
MO3	0.03	146.8	M3	0.02	43.3
M3	0.02	68.0	SK3	0.01	124.6
MK3	0.02	151.0	MN4	0.04	41.0
SK3	0.02	182.0	M4	0.07	100.6
MN4	0.03	91.9	SN4	0.02	138.9
M4	0.08	141.1	MS4	0.03	174.3
SN4	0.02	179.7	2MK5	0.01	304.4
MS4	0.04	208.7			
2MK5	0.02	320.6			
2MN6	0.01	1.0			
M6	0.01	43.8			

表 4.2.1-27 主要分潮的调和常数

分潮	官冲		分潮	西炮台	
	振幅 H (m)	迟角 g (°)		振幅 H (m)	迟角 g (°)
2Q1	0.03	281.5	2Q1	0.02	278.9
Q1	0.06	251.5	Q1	0.06	248.9
O1	0.29	283.0	O1	0.29	277.8
NO1	0.03	227.6	NO1	0.03	226.1
K1	0.26	330.0	K1	0.26	325.0
OO1	0.03	136.4	OO1	0.03	128.4
MU2	0.02	318.9	N2	0.09	293.4
N2	0.08	304.1	M2	0.47	318.5
M2	0.46	329.0	L2	0.03	2.2
L2	0.02	21.3	S2	0.23	356.3
S2	0.22	7.4	MO3	0.03	157.8
MO3	0.03	173.7	M3	0.02	73.2

M3	0.02	87.4	MK3	0.02	232.7
MK3	0.02	248.0	SK3	0.03	233.4
SK3	0.03	248.9	MN4	0.02	119.8
MN4	0.02	137.2	M4	0.08	181.1
M4	0.07	207.8	MS4	0.06	247.3
MS4	0.05	277.7	2MN6	0.01	4.5
2MK5	0.01	47.7	M6	0.01	49.0
2MN6	0.01	13.1	2MS6	0.00	72.7
M6	0.00	41.0	M8	0.00	189.4
2MS6	0.01	53.9			
M8	0.00	243.8			

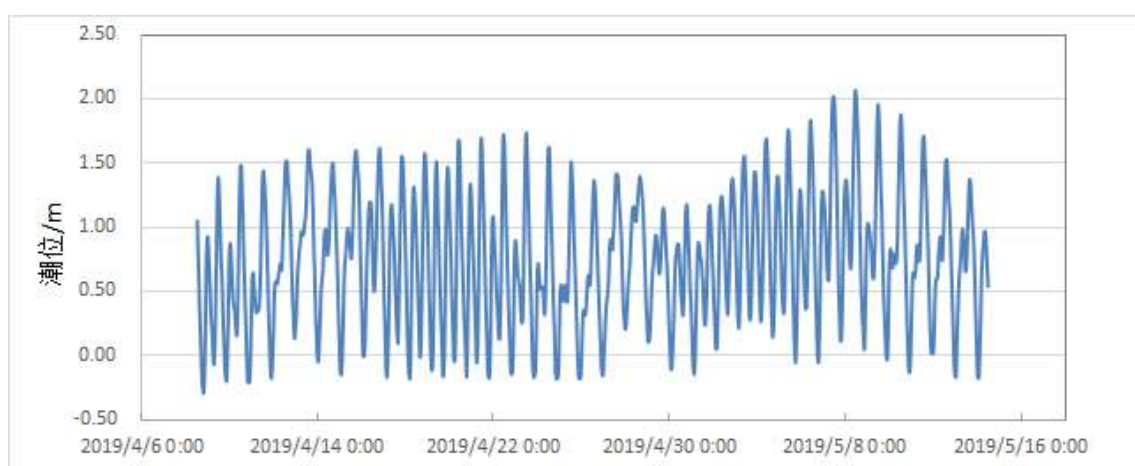


图 4.2.1-131 调查海域 T1 站的潮位过程曲线 (基于 85 基面)

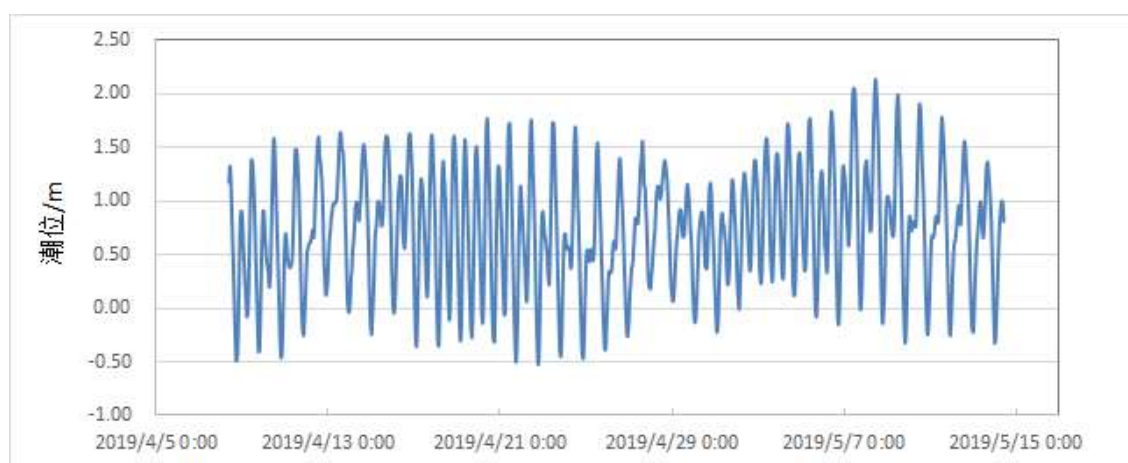


图 4.2.1-132 调查海域 T2 站的潮位过程曲线 (基于 85 基面)

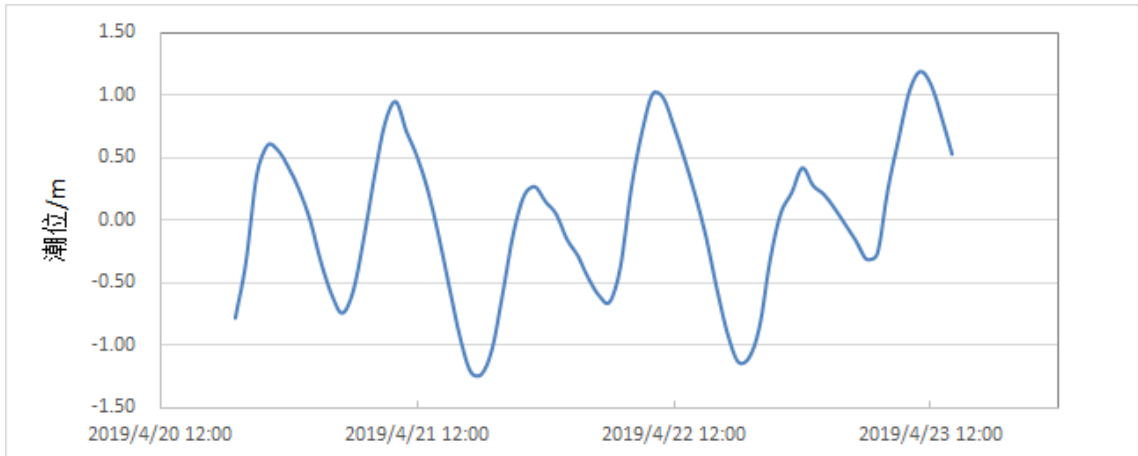


图 4.2.1-133 调查海域 T3 站的潮位过程曲线 (基于临时平均海平面)

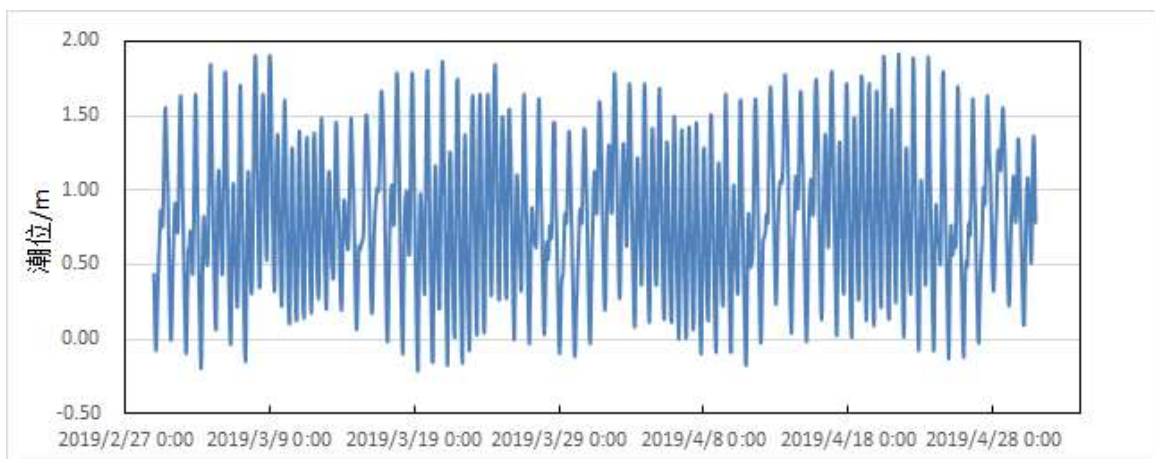


图 4.2.1-134 调查海域官冲站的潮位过程曲线 (基于 85 基面)

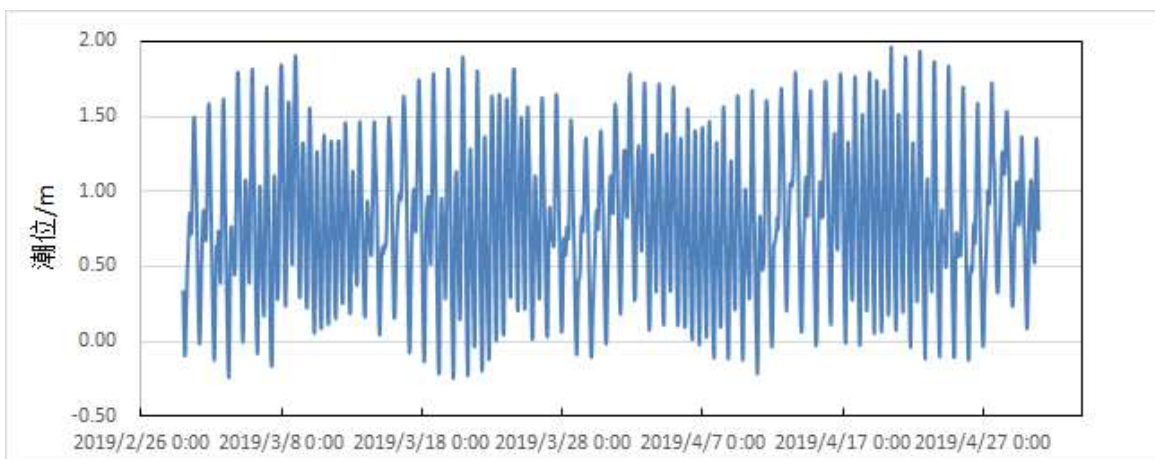


图 4.2.1-135 调查海域西炮台站的潮位过程曲线 (基于 85 基面)

(2) 潮汐特征值

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，但由于统计的资料包含典型大潮期，所以涨落潮历时之间的关系仍有其参考意义。在此次观测期间，涨潮历时与落潮历

时相当。

4、海流

本节利用大、小潮观测期间 10 个测站的同步连续观测资料，对调查海区的实测流场，潮流和余流进行了以下分析。

(1) 实测流场分析

大潮期海流观测于 2019 年 4 月 21 日 11 时~2019 年 4 月 23 日 14 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 4.2.1-28，实测海流逐时矢量图见图 4.2.1-136~图 4.2.1-145（潮位曲线数据取自 T3 站），实测海流平面分布玫瑰图见图 4.2.1-146~图 4.2.1-148，涨落急图见图 4.2.1-149~图 4.2.1-150。根据上述图表分析如下：

由图 4.2.1-136~图 4.2.1-150 可见，调查期间各测站实测海流强度中等，以潮流为主，涨潮流偏北向，落潮流偏南向。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果(表 4.2.1-28)，调查海域各测站涨潮流流速平均值在 12.9~74.8 cm/s 之间，落潮流流速平均值在 15.8~56.8 cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 74.8 cm/s，方向为 13.8°，出现在 V6 站的表层；最大落潮流的平均值为 56.8 cm/s，方向为 156.2°，出现在 V8 站表层。

由表 4.2.1-28 还可看出，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 128.3 cm/s、114.9 cm/s、96.4 cm/s，流向分别为 9.2°、359.8°、355.1°，均出现在 V6 站；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 112.4 cm/s、99.3 cm/s、91.3 cm/s，流向分别为 186.9°、177.3°、173.9°，均出现在 V6 站。

总体而言，涨潮流速平均值稍大于落潮流速平均值，大部分站层落潮流历时长于涨潮流历时。

表 4.2.1-28 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

站位	测层	涨潮流 (小时、cm/s、°)					落潮流 (小时、cm/s、°)					
		T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	
海区	V3	表层	9	34.4	326.8	52.2	343.5	17	28.0	189.8	51.2	179.2
		中层										
		底层										
V4	表层	8	47.6	22.2	77.0	14.9	18	39.8	221.2	85.5	224.8	
	中层	8	47.9	14.9	72.6	15.56	18	43.5	189.6	87.7	197.8	

	底层	8	41.5	22.3	59.4	15.4	18	40.0	181.8	76.0	205.9
V6	表层	8	74.8	13.8	128.3	9.2	18	54.2	155.7	112.4	186.9
	中层	9	68.2	356.2	114.9	359.8	17	52.9	167.6	99.3	177.3
	底层	9	62.4	358.2	96.4	355.1	17	42.3	176.3	91.3	173.9
V8	表层	12	53.5	318.8	124.9	324.2	14	56.8	156.2	103.8	144.3
	中层	11	54.5	315.3	101.2	325.1	15	48.6	153.1	82.2	157.6
	底层	9	48.1	316.3	86.3	327.2	17	37.1	145.9	71.8	157.1
V9	表层	11	52.5	342.9	108.7	353.8	14	45.3	189.7	84.0	187.3
	中层	10	54.6	353.9	97.1	354.1	16	39.6	177.5	72.8	167.8
	底层	11	44.1	4.0	79.7	356.8	15	42.6	166.3	70.0	169.1
V10	表层	12	51.1	13.6	93.6	8.9	14	57.1	196.8	98.7	192.7
	中层	12	48.5	7.0	95.7	3.9	14	51.4	191.2	94.8	197.3
	底层	12	43.6	5.9	78.5	13.0	14	37.1	200.4	56.7	191.8
V11	表层	11	44.7	354.1	99.1	348.4	15	51.9	175.9	98.5	164.1
	中层	12	44.2	337.0	70.4	330.2	14	46.1	164.9	81.6	158.1
	底层	12	40.0	328.7	65.8	318.8	14	38.3	176.1	67.3	162.5
V12	表层	14	18.8	19.0	33.2	1.4	12	19.4	138.6	33.1	139.8
	中层	12	15.8	379.2	27.4	374.4	14	17.2	141.6	29.2	137.0
	底层	10	12.9	26.7	26.5	59.8	16	19.4	150.8	39.3	143.5
V13	表层	15	38.0	36.8	79.7	26.4	11	30.4	159.6	38.8	185.5
	中层	11	32.5	349.0	67.2	339.8	15	31.3	173.8	65.3	181.9
	底层	10	27.6	353.0	47.7	335.6	16	25.7	182.3	44.2	163.9
V14	表层	12	39.1	333.7	71.9	309.1	14	45.6	163.7	78.1	118.3
	中层	15	27.2	337.8	63.8	330.7	11	15.8	171.6	29.8	132.9

		底层	14	30.6	350.6	67.0	333.3	12	19.6	177.5	33.9	124.6
--	--	----	----	------	-------	------	-------	----	------	-------	------	-------

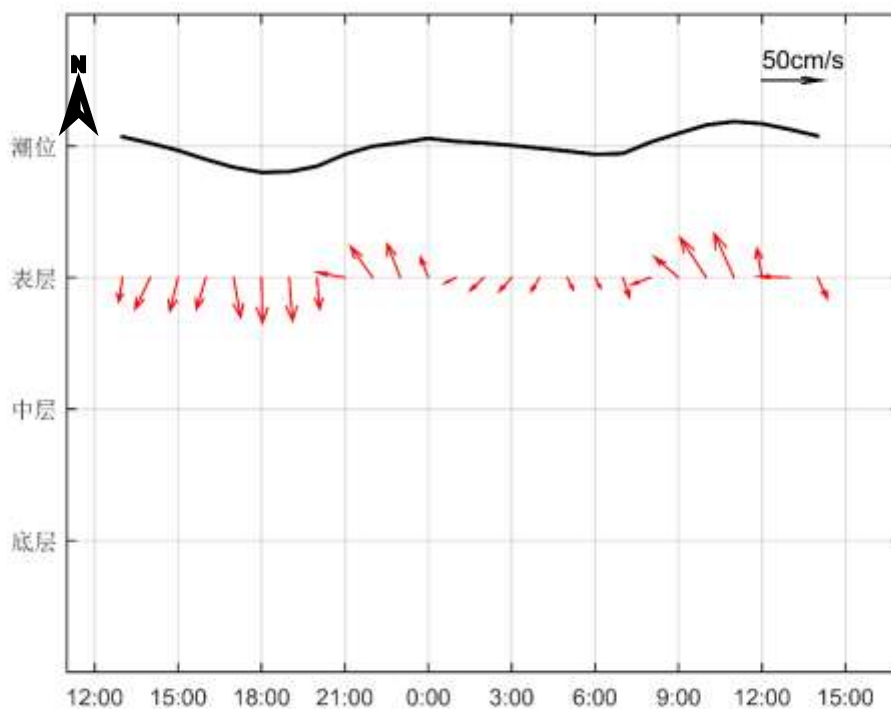


图 4.2.1-136 大潮期调查海域 V3 站实测海流矢量图

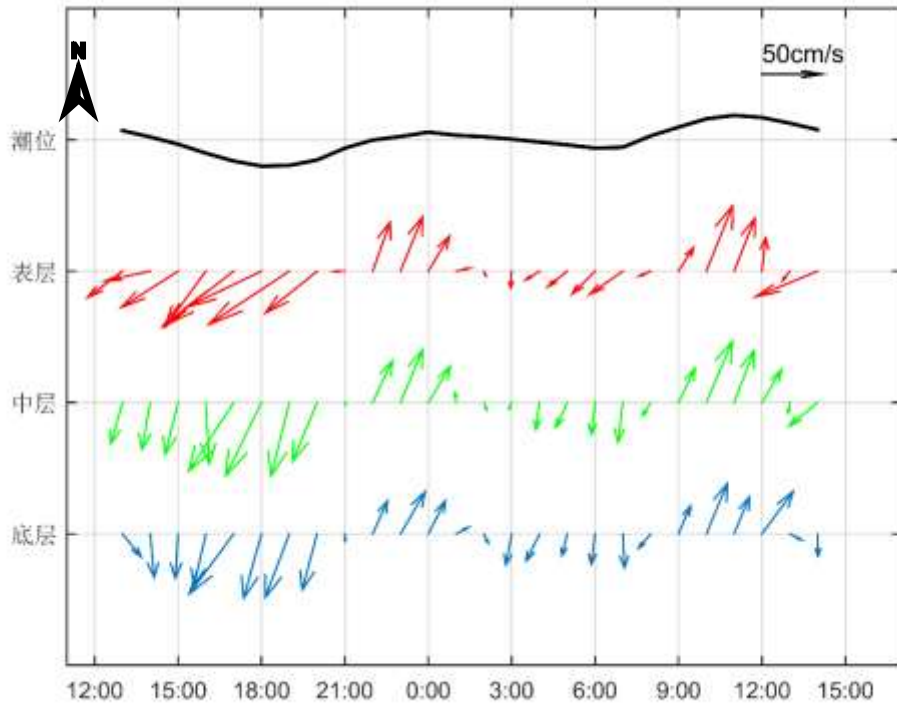


图 4.2.1-137 大潮期调查海域 V4 站实测海流矢量图

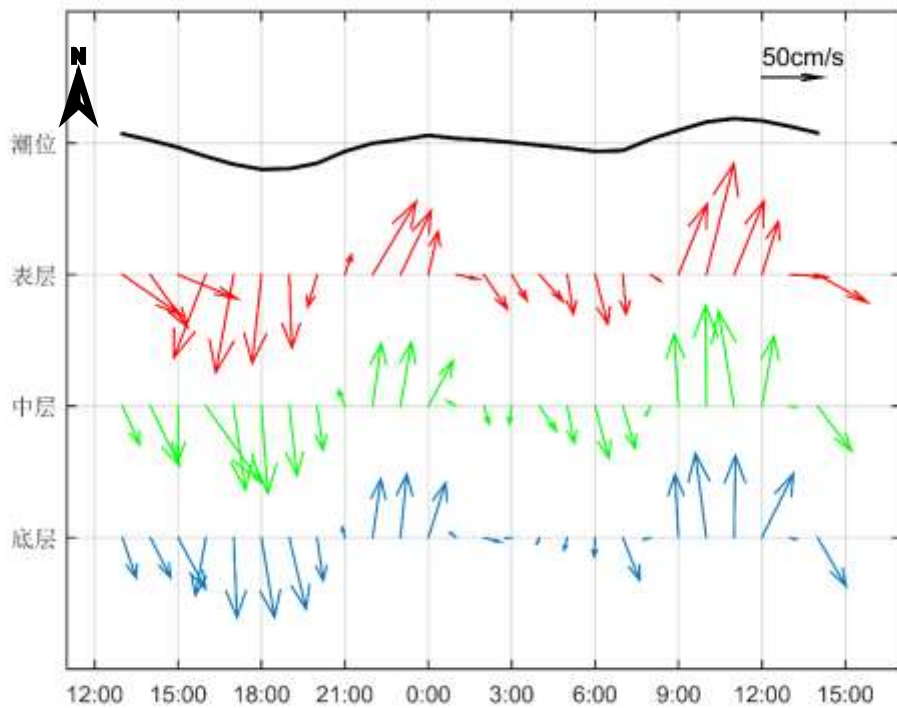


图 4.2.1-138 大潮期调查海域 V6 站实测海流矢量图

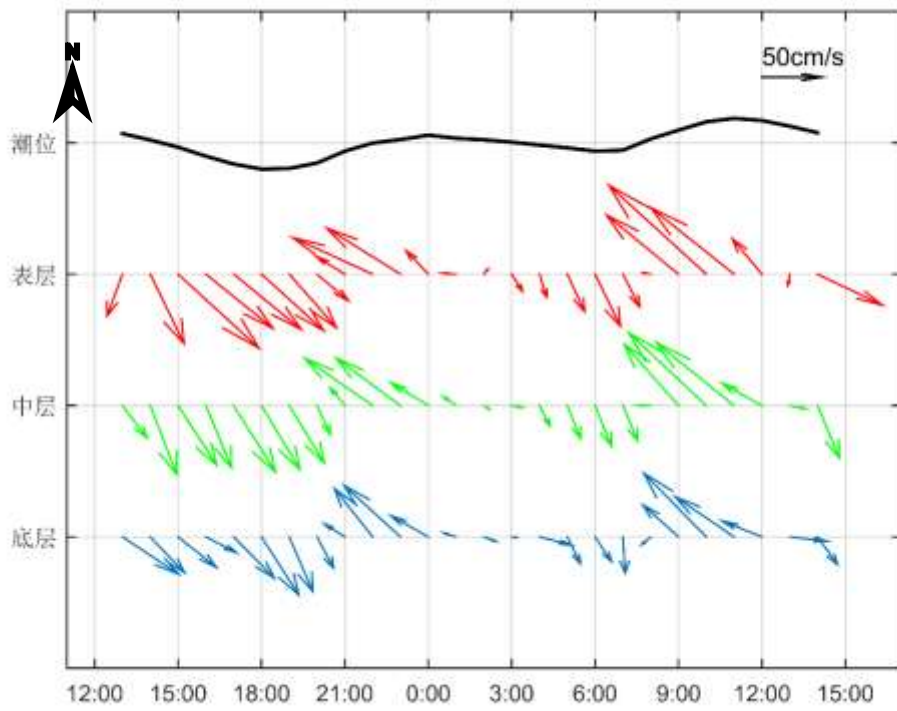


图 4.2.1-139 大潮期调查海域 V8 站实测海流矢量图

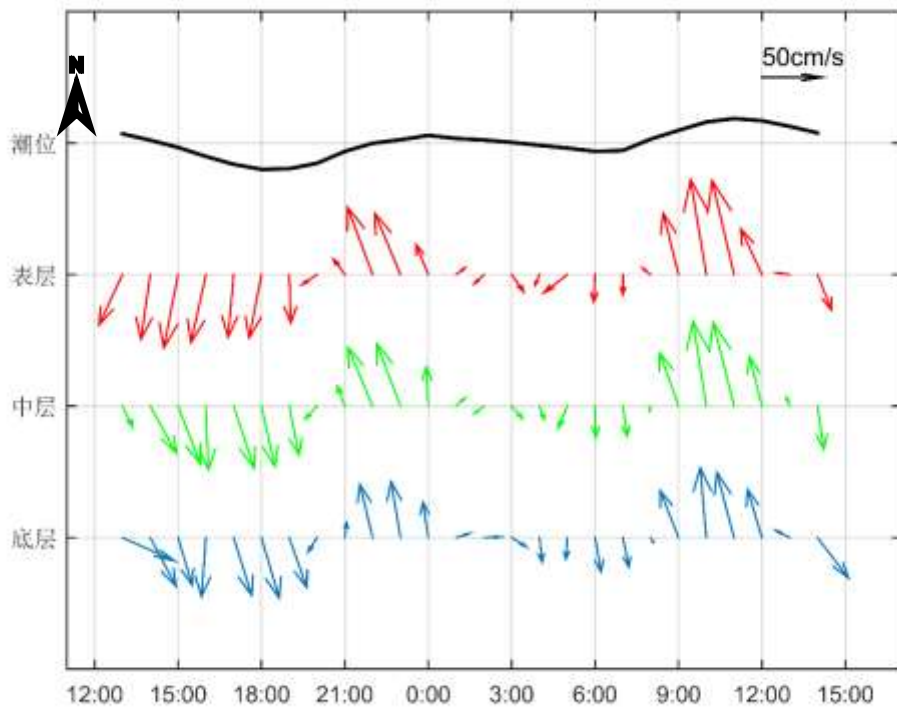


图 4.2.1-140 大潮期调查海域 V9 站实测海流矢量图

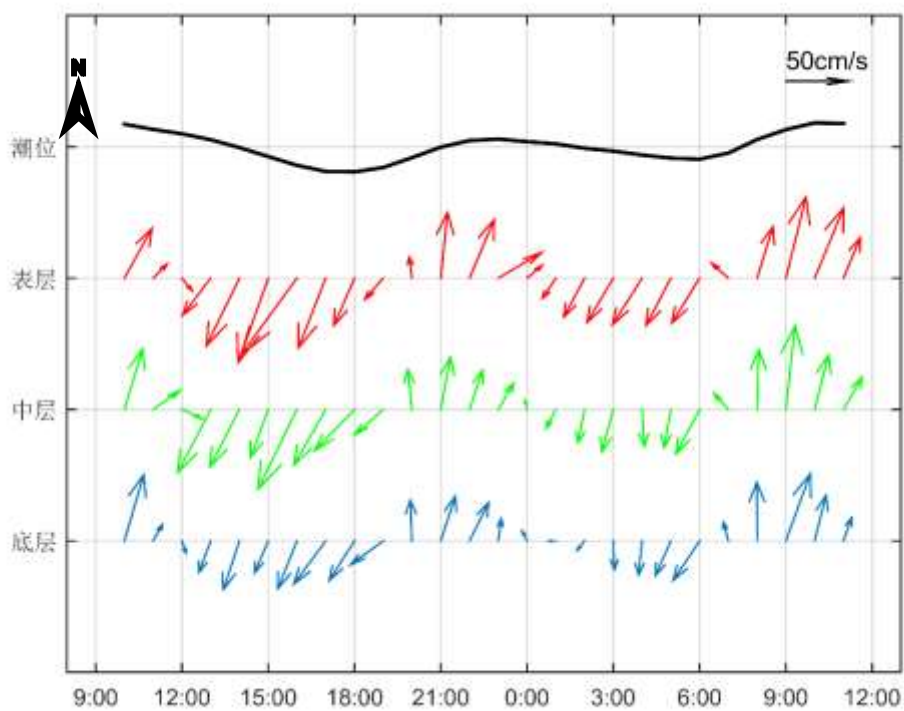


图 4.2.1-141 大潮期调查海域 V10 站实测海流矢量图

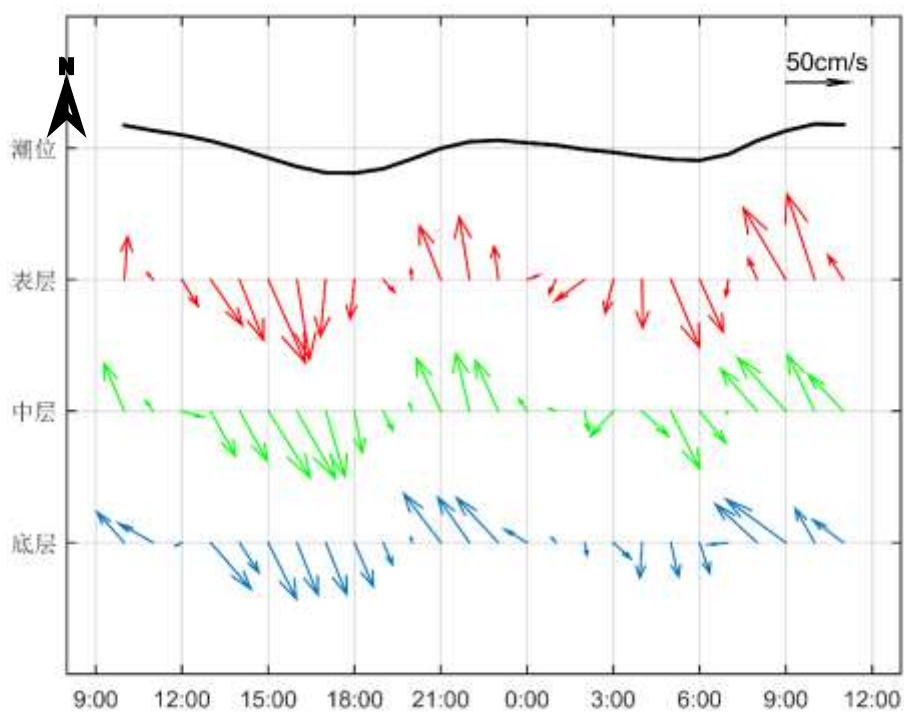


图 4.2.1-142 大潮期调查海域 V11 站实测海流矢量图

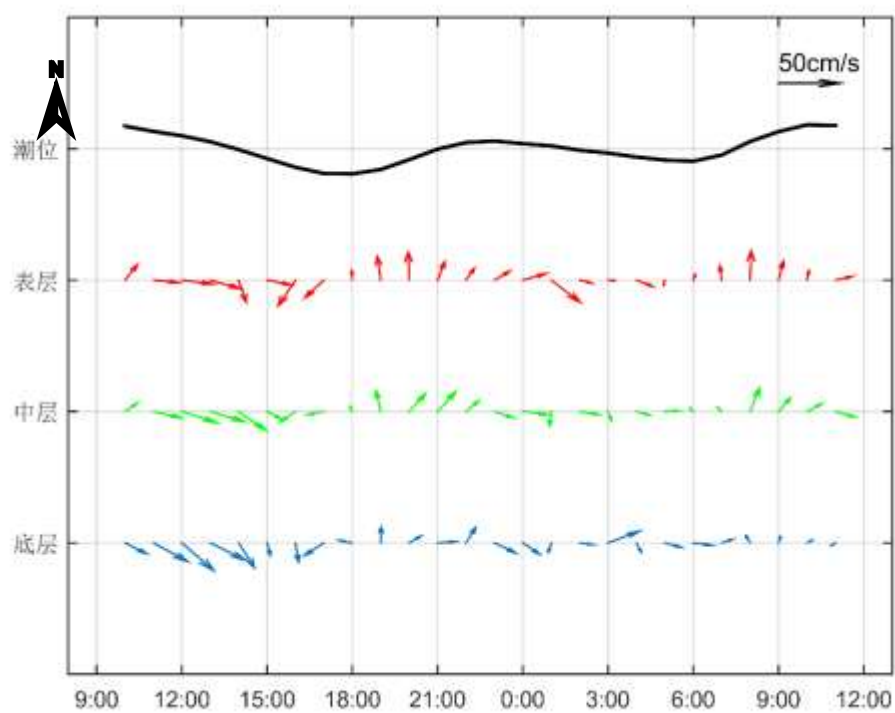


图 4.2.1-143 大潮期调查海域 V12 站实测海流矢量图

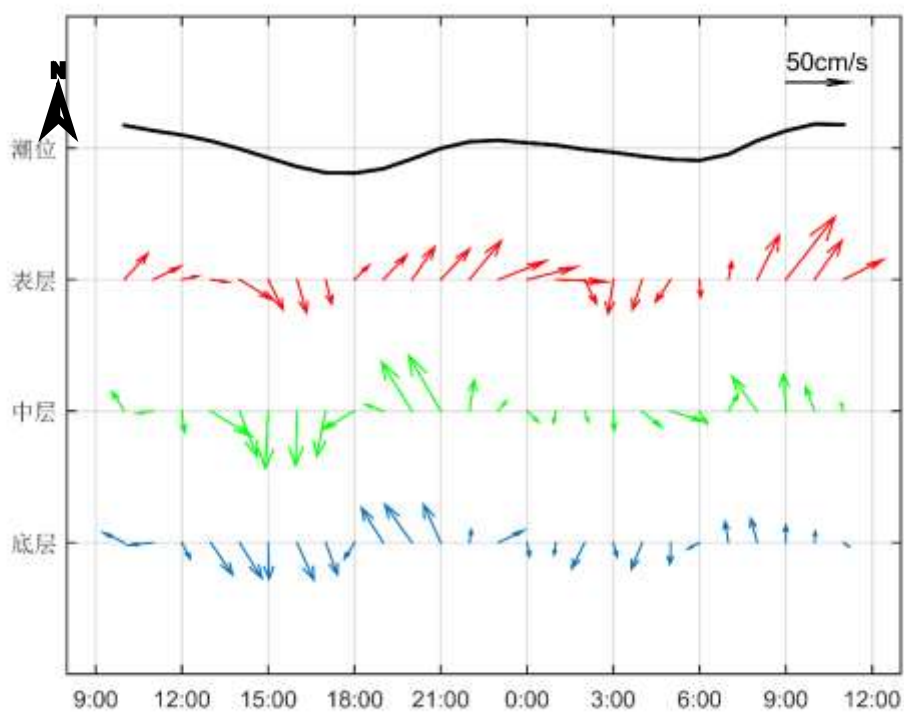


图 4.2.1-144 大潮期调查海域 V13 站实测海流矢量图

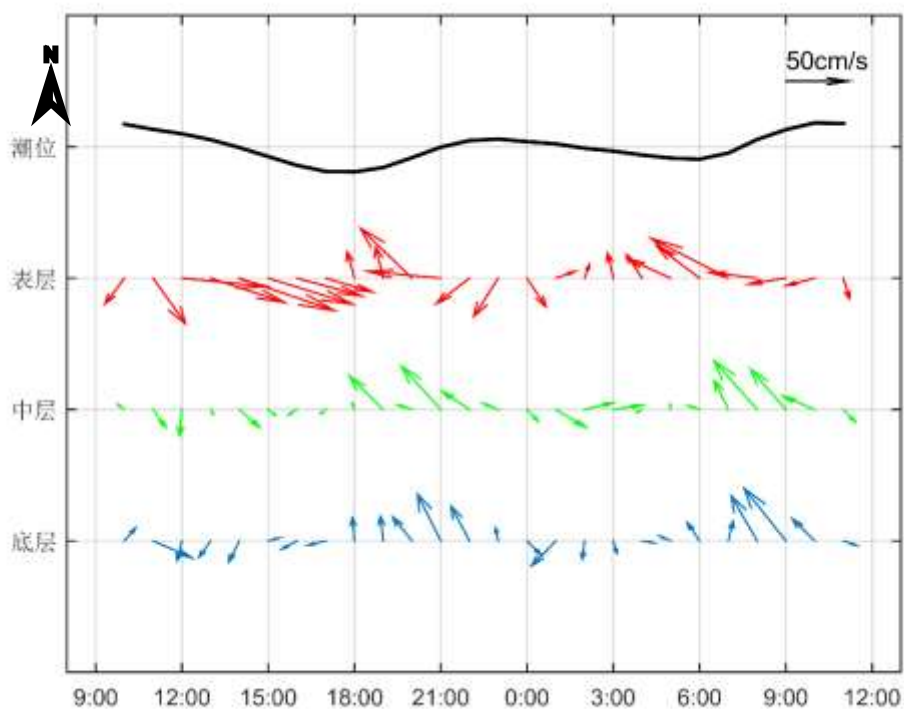


图 4.2.1-145 大潮期调查海域 V14 站实测海流矢量图

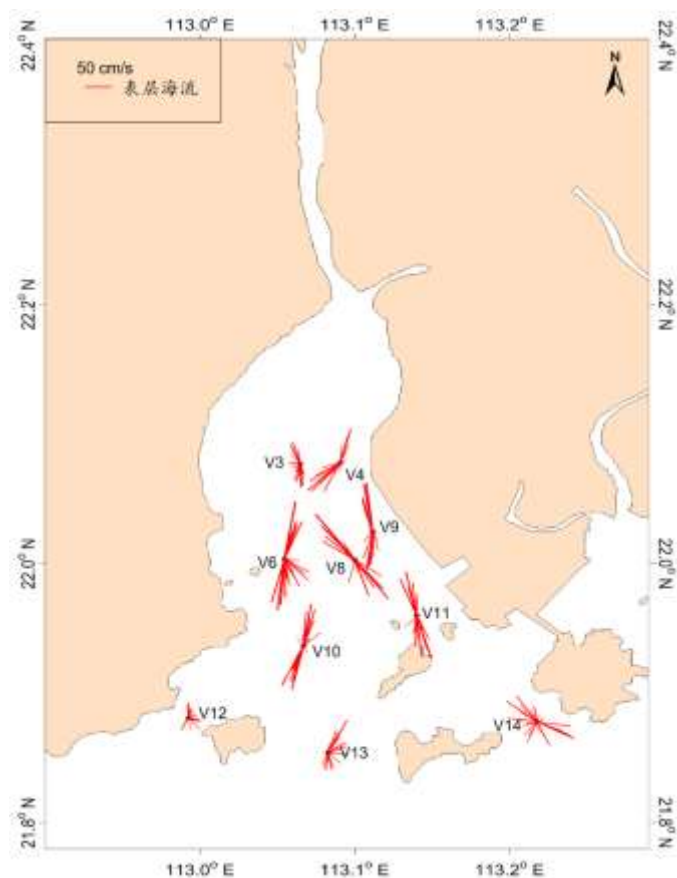


图 4.2.1-146 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（表层）

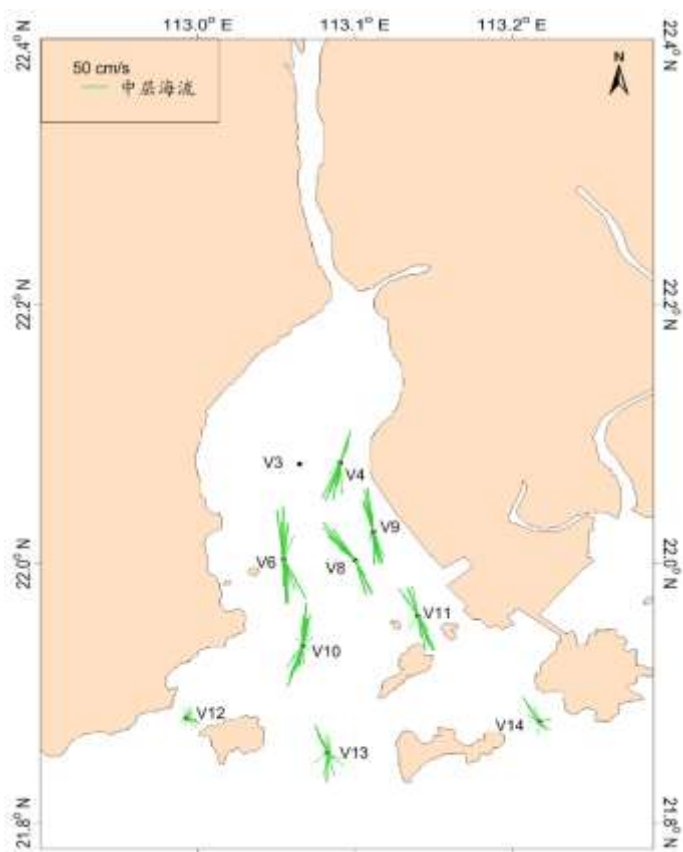


图 4.2.1-147 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（中层）

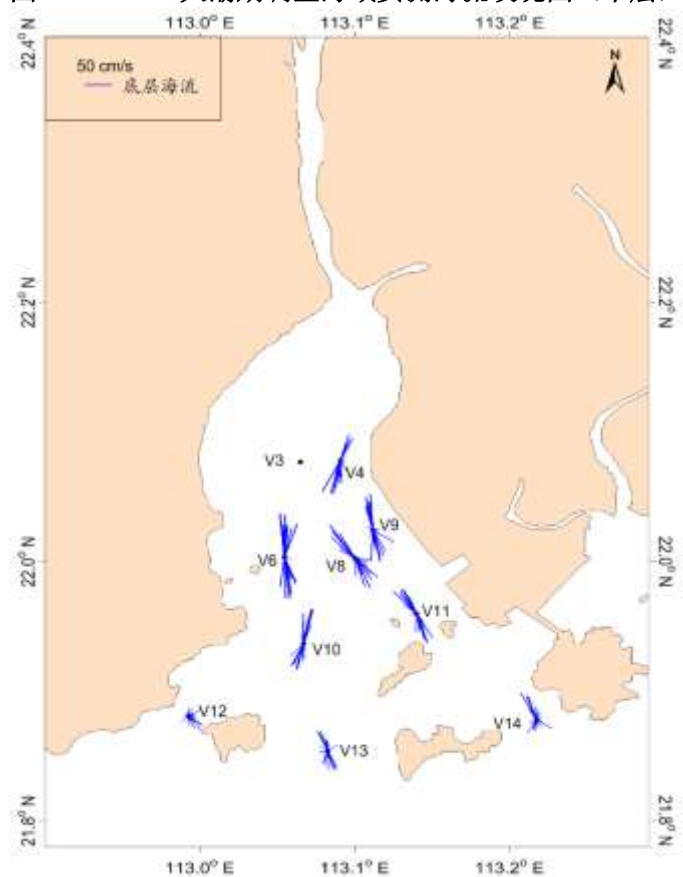


图 4.2.1-148 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（底层）

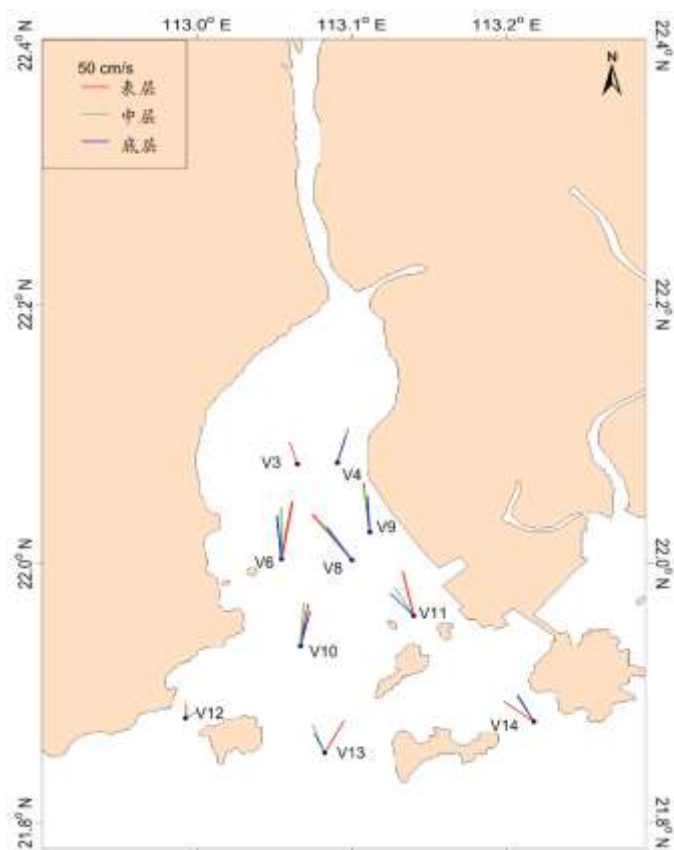


图 4.2.1-149 大潮期涨急流场图

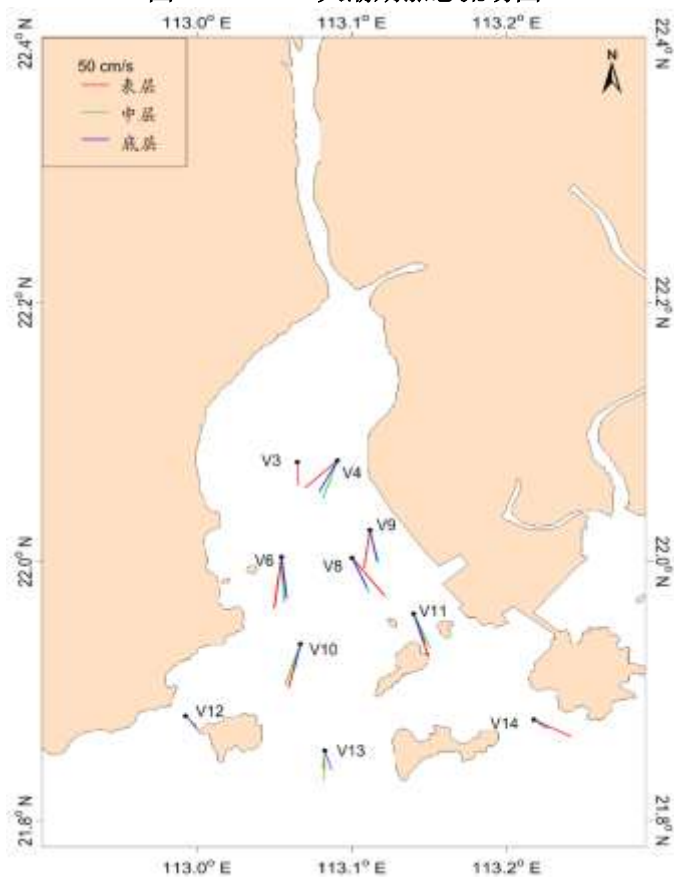


图 4.2.1-150 大潮期落急流场图

(2) 潮流分析

根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阳全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 4.2.1-29 列出了 14 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴]。由表可见，潮流性质在调查海域各站层主要表现为不规则半日潮流，因此，调查海域的潮流性质以不规则半日潮流为主。

表 4.2.1-29 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。从表中可以看出，在上述六个主要分潮流中 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）最大， S_2 次之，其次为 O_1 、 K_1 、 M_4 、 MS_4 分潮流长半轴最小。 M_2 分潮最大主要反映了半日潮的特征。各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大值为 47.4 cm/s，方向为 34.0°；出现在 V4 站表层，最小值为 11.0 cm/s。方向为 179.3°，出现在 V12 站中层。 O_1 分潮流长半轴（最大流速）的最大值为 25.3 cm/s，方向为 13.8°；出现在 V4 站中层，最小值为 4.1 cm/s。方向为 8.1°，出现在 V14 站底层。主要分潮流 M_2 的潮流流向主要表现为西北-东南向（图 5.1.3-7）。

表 4.2.1-29 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
	V3	表层	0.8	不规则半日潮流
		中层		不规则半日潮流
		底层		不规则半日潮流
	V4	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	1.0	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V6	表层	0.8	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流
	V8	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.9	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流
	V9	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层		
底层		0.8	不规则半日潮流	
V10	表层	0.8	不规则半日潮流	
	中层	0.8	不规则半日潮流	

	V11	底层	0.8	不规则半日潮流
		表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.9	不规则半日潮流
	V12	底层	0.9	不规则半日潮流
		表层	1.3	不规则半日潮流
		中层	1.1	不规则半日潮流
	V13	底层	1.1	不规则半日潮流
		表层	1.4	不规则半日潮流
		中层	0.7	不规则半日潮流
	V14	底层	0.4	规则半日潮流
		表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.6	不规则半日潮流
		底层	0.3	规则半日潮流

表 4.2.1-30 调查海域海域各站主要分潮流及椭圆率 (单位: cm/s, °)

站位	测层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V3	表层	14.7	10.9	0.1	280.9	0.0	12.3	10.9	0.1	280.9	0.0
	中层										
	底层										
V4	表层	24.2	39.2	6.8	309.2	0.3	20.3	39.2	5.7	309.2	0.3
	中层	25.3	13.8	0.9	103.8	-0.0	21.2	13.8	0.8	103.8	-0.0
	底层	16.3	8.7	3.6	98.7	-0.2	13.7	8.7	3.0	98.7	-0.2
V6	表层	17.4	0.9	3.9	90.9	-0.2	14.6	0.9	3.3	90.9	-0.2
	中层	18.8	348.5	2.3	78.5	-0.1	15.7	348.5	1.9	78.5	-0.1
	底层	19.1	356.0	0.3	266.0	0.0	16.1	356.0	0.3	266.0	0.0
V8	表层	21.4	343.1	0.2	73.1	-0.0	18.0	343.1	0.2	73.1	-0.0
	中层	19.9	338.8	0.6	248.8	0.0	16.7	338.8	0.5	248.8	0.0
	底层	16.3	329.3	0.2	59.3	-0.0	13.6	329.3	0.2	59.3	-0.0
V9	表层	13.7	346.3	0.5	256.3	0.0	11.5	346.3	0.5	256.3	0.0
	中层										
	底层	10.5	332.4	1.1	242.4	0.1	8.8	332.4	1.0	242.4	0.1
V10	表层	20.3	16.6	1.2	106.6	-0.1	17.0	16.6	1.0	106.6	-0.1
	中层	16.9	23.0	3.7	113.0	-0.2	14.2	23.0	3.1	113.0	-0.2
	底层	14.0	11.9	3.0	101.9	-0.2	11.8	11.9	2.5	101.9	-0.2
V11	表层	18.5	339.7	0.9	69.7	-0.0	15.5	339.7	0.7	69.7	-0.0
	中层	19.2	337.3	1.8	67.3	-0.1	16.2	337.3	1.5	67.3	-0.1
	底层	14.4	335.1	0.5	65.1	-0.0	12.1	335.1	0.4	65.1	-0.0
V12	表层	9.1	49.9	0.8	319.9	0.1	7.7	49.9	0.7	319.9	0.1
	中层	6.3	38.3	3.2	128.3	-0.5	5.3	38.3	2.7	128.3	-0.5
	底层	7.3	333.3	4.4	63.3	-0.6	6.1	333.3	3.7	63.3	-0.6
V13	表层	18.1	5.4	0.5	95.4	-0.0	15.2	5.4	0.4	95.4	-0.0
	中层	10.0	358.5	1.5	88.5	-0.2	8.4	358.5	1.3	88.5	-0.2
	底层	4.4	300.3	1.5	30.3	-0.3	3.7	300.3	1.3	30.3	-0.3
V14	表层	11.6	305.9	1.4	215.9	0.1	9.7	305.9	1.2	215.9	0.1
	中层	7.4	343.6	1.6	73.6	-0.2	6.2	343.6	1.3	73.6	-0.2
	底层	4.1	8.1	2.0	98.1	-0.5	3.4	8.1	1.7	98.1	-0.5

续上表

站位	测层	M ₂					S ₂				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V3	表层	31.8	358.2	0.3	88.2	-0.0	16.5	358.2	0.1	88.2	-0.0
	中层										
	底层										
V4	表层	47.4	34.0	2.3	124.0	-0.0	24.5	34.0	1.2	124.0	-0.0
	中层	46.2	16.3	0.0	106.3	-0.0	23.9	16.3	0.0	106.3	-0.0
	底层	37.1	7.1	1.8	277.1	0.0	19.2	7.1	0.9	277.1	0.0
V6	表层	40.3	358.4	7.4	88.4	-0.2	20.8	358.4	3.8	88.4	-0.2
	中层	43.5	352.3	4.8	82.3	-0.1	22.5	352.3	2.5	82.3	-0.1
	底层	38.6	355.9	1.4	85.9	-0.0	20.0	355.9	0.7	85.9	-0.0
V8	表层	43.3	339.6	1.7	69.6	-0.0	22.4	339.6	0.9	69.6	-0.0
	中层	40.3	340.9	0.3	70.9	-0.0	20.9	340.9	0.2	70.9	-0.0
	底层	33.0	337.1	0.8	67.1	-0.0	17.1	337.1	0.4	67.1	-0.0
V9	表层	29.3	341.9	2.5	251.9	0.1	15.2	341.9	1.3	251.9	0.1
	中层										
	底层	23.9	339.5	1.5	249.5	0.1	12.4	339.5	0.8	249.5	0.1
V10	表层	45.3	18.2	3.3	108.2	-0.1	23.4	18.2	1.7	108.2	-0.1
	中层	39.2	15.4	4.5	105.4	-0.1	20.3	15.4	2.3	105.4	-0.1
	底层	32.7	14.7	1.9	104.7	-0.1	16.9	14.7	1.0	104.7	-0.1
V11	表层	38.8	341.3	2.4	71.3	-0.1	20.1	341.3	1.2	71.3	-0.1
	中层	37.7	335.5	1.6	65.5	-0.0	19.5	335.5	0.8	65.5	-0.0
	底层	28.9	332.8	0.2	62.8	-0.0	14.9	332.8	0.1	62.8	-0.0
V12	表层	12.5	181.9	3.9	271.9	-0.3	6.4	1.9	2.0	91.9	-0.3
	中层	11.0	179.3	4.2	269.3	-0.4	5.7	179.3	2.2	269.3	-0.4
	底层	12.0	163.3	3.4	253.3	-0.3	6.2	163.3	1.8	253.3	-0.3
V13	表层	24.1	174.6	4.6	264.6	-0.2	12.4	354.6	2.4	84.6	-0.2
	中层	24.5	165.9	3.0	255.9	-0.1	12.7	345.9	1.6	75.9	-0.1
	底层	18.6	164.5	1.9	254.5	-0.1	9.6	344.5	1.0	74.5	-0.1
V14	表层	22.6	128.1	8.7	38.1	0.4	11.7	128.1	4.5	38.1	0.4
	中层	23.7	142.9	3.5	52.9	0.1	12.2	142.9	1.8	52.9	0.1
	底层	23.0	157.7	0.5	247.7	-0.0	11.9	157.7	0.2	247.7	-0.0

续上表

站位	测层	M ₄					MS ₄				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V3	表层	5.5	357.3	1.8	87.3	-0.3	3.9	357.3	1.3	87.3	-0.3
	中层										
	底层										
V4	表层	7.6	207.2	1.3	117.2	0.2	5.4	27.2	0.9	297.2	0.2
	中层	8.3	209.0	0.8	299.0	-0.1	5.8	29.0	0.6	119.0	-0.1
	底层	7.3	189.9	1.8	279.9	-0.2	5.2	9.9	1.3	99.9	-0.2
V6	表层	9.3	178.6	2.1	88.6	0.2	6.6	358.6	1.5	268.6	0.2
	中层	10.3	167.7	0.5	77.7	0.0	7.3	347.7	0.3	257.7	0.0
	底层	8.2	168.3	0.9	78.3	0.1	5.8	348.3	0.7	258.3	0.1

V8	表层	9.0	145.5	0.4	235.5	-0.0	6.3	325.5	0.3	55.5	-0.0
	中层	8.1	145.6	0.7	55.6	0.1	5.7	325.6	0.5	235.6	0.1
	底层	8.2	154.4	0.3	64.4	0.0	5.8	334.4	0.2	244.4	0.0
V9	表层	5.3	159.3	1.1	69.3	0.2	3.7	339.3	0.8	249.3	0.2
	中层										
	底层	4.3	138.4	1.4	48.4	0.3	3.1	318.4	1.0	228.4	0.3
V10	表层	4.9	177.8	1.9	267.8	-0.4	3.5	177.8	1.4	267.8	-0.4
	中层	6.3	191.6	0.9	281.6	-0.1	4.5	191.6	0.7	281.6	-0.1
	底层	6.2	207.2	0.8	297.2	-0.1	4.4	207.2	0.6	297.2	-0.1
V11	表层	5.8	158.4	0.6	248.4	-0.1	4.1	158.4	0.5	248.4	-0.1
	中层	4.3	166.2	0.5	256.2	-0.1	3.1	166.2	0.4	256.2	-0.1
	底层	3.2	173.6	1.2	83.6	0.4	2.3	353.6	0.8	263.6	0.4
V12	表层	1.8	171.8	0.0	81.8	0.0	1.3	171.8	0.0	81.8	0.0
	中层	1.5	180.1	0.5	90.1	0.3	1.1	180.1	0.4	90.1	0.3
	底层	1.3	211.1	0.3	121.1	0.2	0.9	211.1	0.2	121.1	0.2
V13	表层	3.1	193.4	0.2	283.4	-0.1	2.2	193.4	0.1	283.4	-0.1
	中层	4.9	160.4	1.1	250.4	-0.2	3.5	160.4	0.8	250.4	-0.2
	底层	3.9	140.0	0.9	230.0	-0.2	2.8	140.0	0.6	230.0	-0.2
V14	表层	5.4	159.5	0.1	249.5	-0.0	3.8	159.5	0.1	249.5	-0.0
	中层	4.3	155.3	0.2	65.3	0.0	3.0	155.3	0.1	65.3	0.0
	底层	3.8	144.6	0.1	234.6	-0.0	2.7	144.6	0.1	234.6	-0.0

注：表中方向只为其一，±180°为另一方向

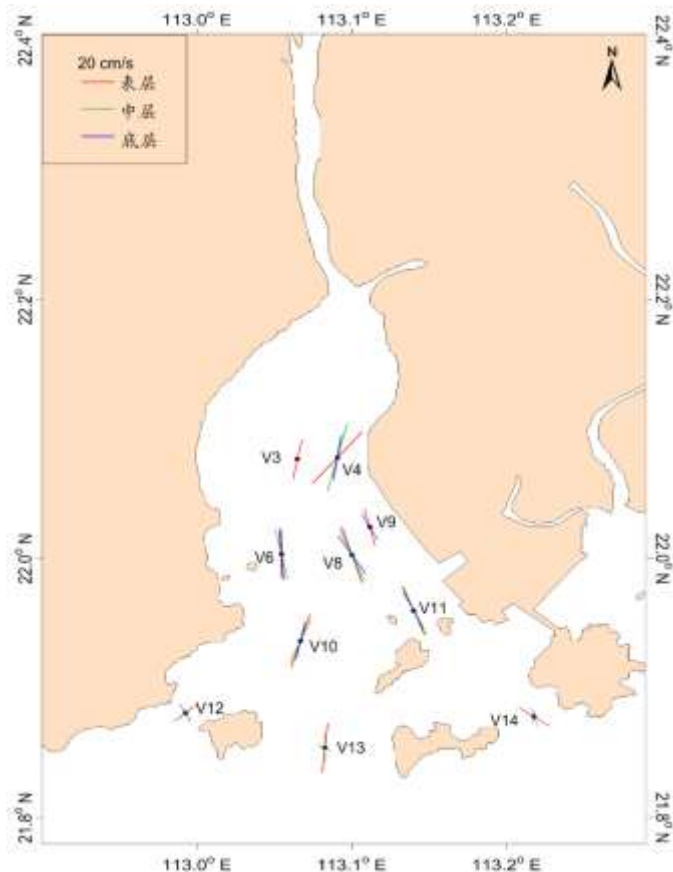


图 4.2.1-151 各站 O₁分潮流长轴分布图

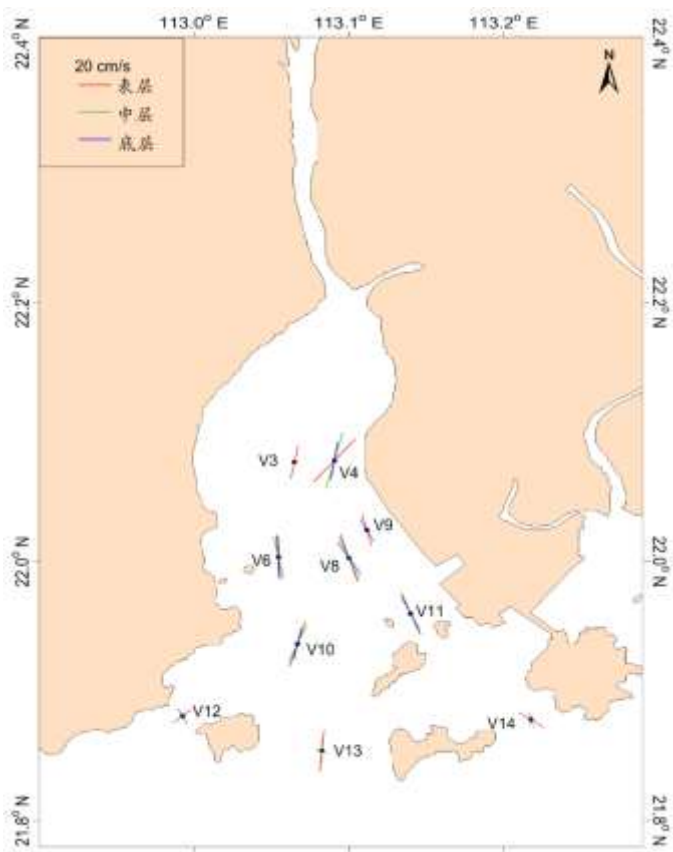


图 4.2.1-152 各站 K_1 分潮流长轴分布图

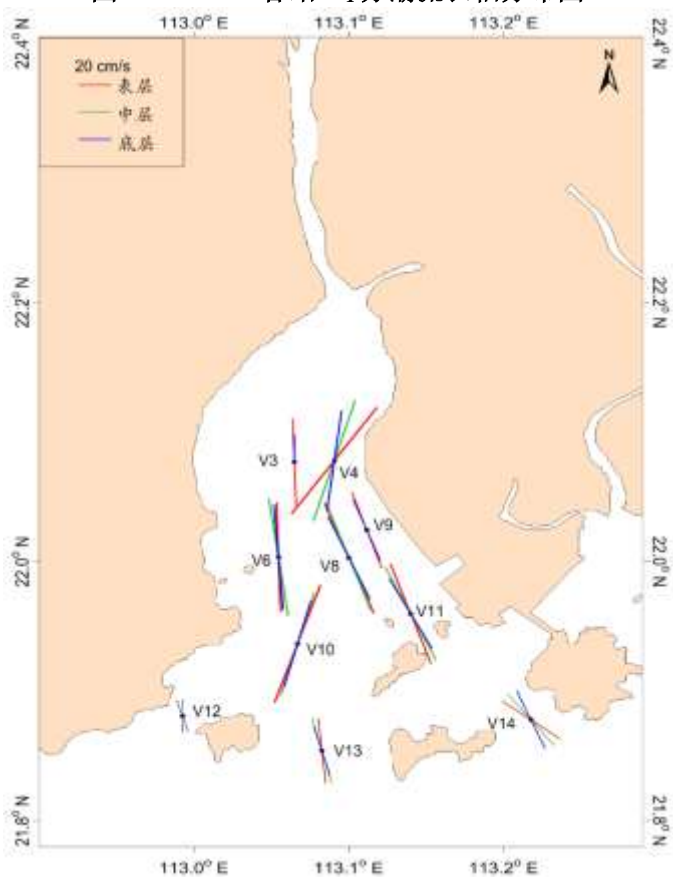


图 4.2.1-153 各站 M_2 分潮流长轴分布图

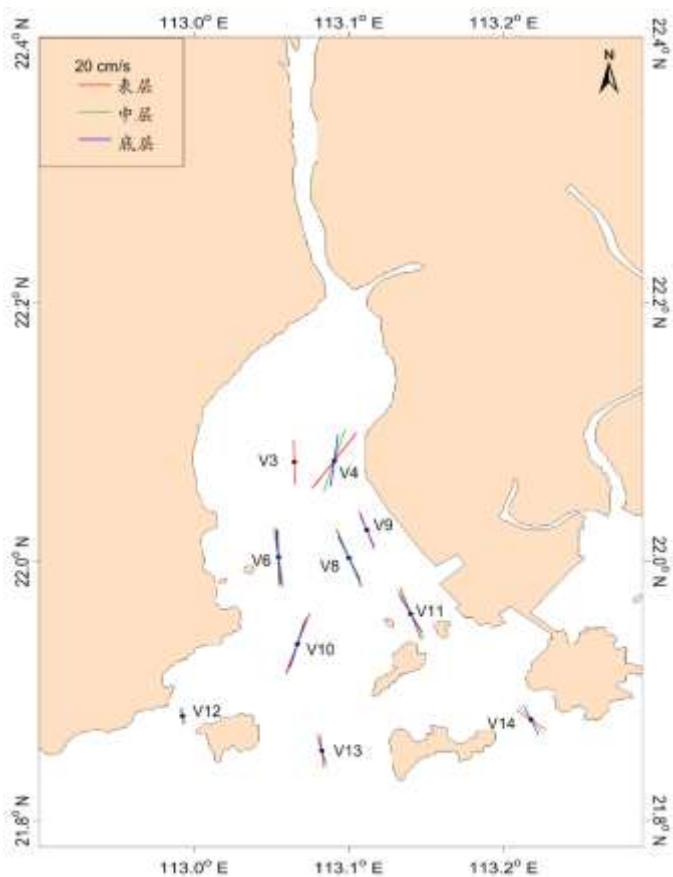


图 4.2.1-154 各站 S₂ 潮流长轴分布图

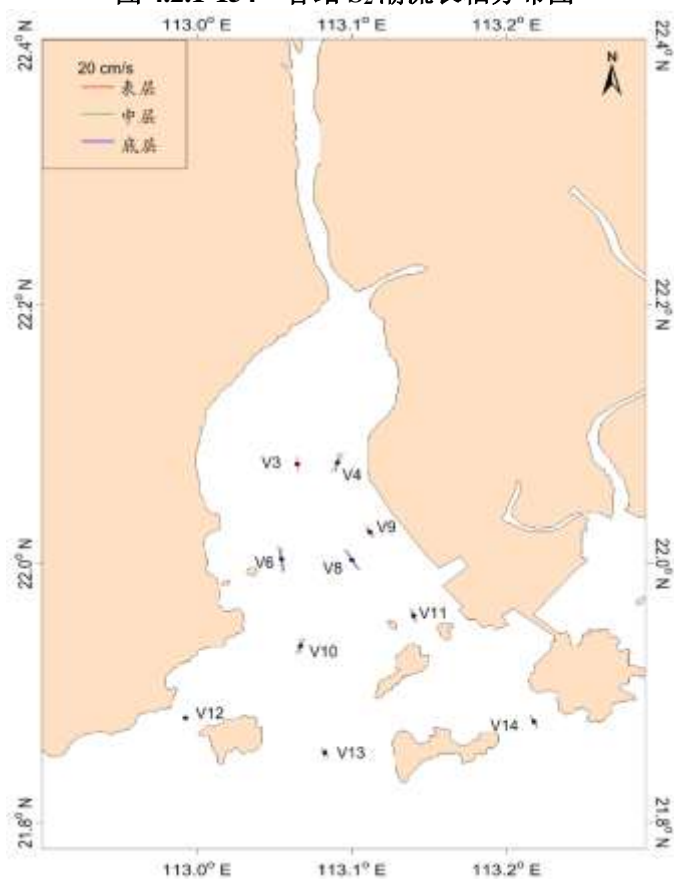


图 4.2.1-155 各站 M₄ 潮流长轴分布图

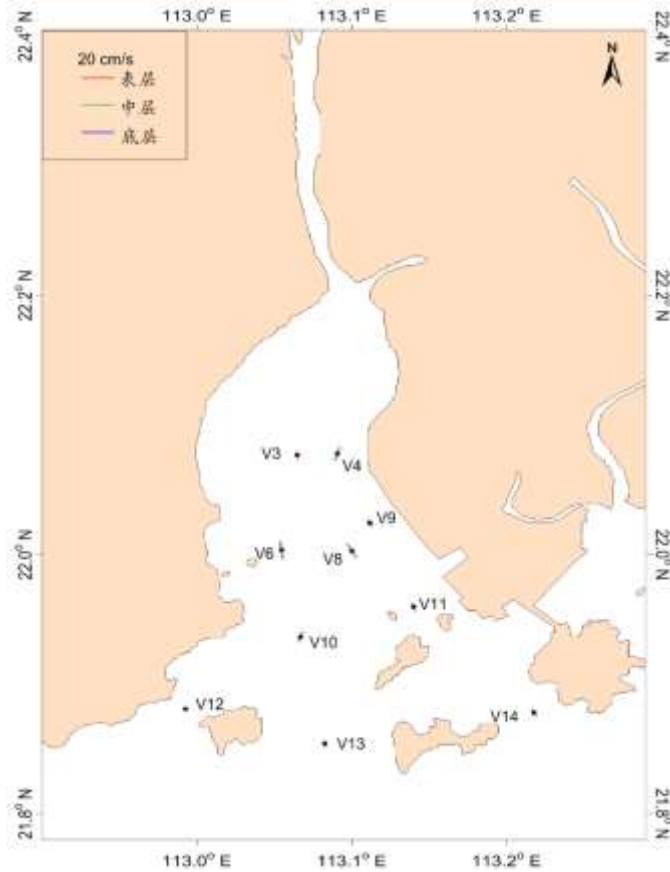


图 4.2.1-156 各站 MS₄ 潮流长轴分布图

(3) 潮流分析——可能最大流速和水质点可能最大运移距离

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

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

1) 对规则半日潮流海区可按下式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (5.1.3.1)$$

2) 对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (5.1.3.2)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(5.1.3.1)和式(5.1.3.2)中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

1) 规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (5.1.3.3)$$

2) 规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (5.1.3.4)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(5.1.3.3)和式(5.1.3.4)中的大值。

根据各站层的潮流性质（表 4.2.1-31），按式（5.1.3.1）—式（5.1.3.4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.2.1-31 中，由表可见，调查海域潮流可能最大流速为 140.7 cm/s，出现在 V4 站中层，各站层可能最大流速介于 12.3~140.7 cm/s 之间，潮流可能最大流速的方向大部分表现为西北-东南向。水质点可能最大运移距离为 30.0 km（V4 站中层），各站层可能最大运移距离介于

1.5~30.0 km 之间，方向以西北—东南向为主，与最大可能流速方向一致。

表 4.2.1-31 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (km)	方向 (度)
V3	表层	97.7	1.6	18.4	6.2
	中层				
	底层				
V4	表层	139.4	36.5	29.4	37.4
	中层	140.7	15.0	30.0	14.6
	底层	101.8	7.8	20.9	8.1
V6	表层	109.6	359.5	22.4	359.9
	中层	118.3	350.6	24.2	350.0
	底层	112.1	355.9	23.5	356.0
V8	表层	125.3	341.3	26.3	341.9
	中层	116.9	339.9	24.5	339.5
	底层	95.3	333.4	20.0	332.0
V9	表层	82.8	343.9	17.2	344.7
	中层				
	底层	65.4	336.3	13.4	335.1
V10	表层	125.4	17.5	25.8	17.2
	中层	106.5	18.8	21.8	20.1
	底层	88.7	13.5	18.1	13.0
V11	表层	110.4	340.6	23.0	340.3
	中层	110.9	336.4	23.4	336.7
	底层	84.1	333.9	17.7	334.3
V12	表层	21.9	61.7	6.7	55.5
	中层	16.7	153.4	3.5	63.0
	底层	12.3	182.4	3.3	325.6
V13	表层	39.1	8.6	12.7	6.8
	中层	16.5	7.5	6.3	2.0
	底层	12.8	177.3	1.5	232.7
V14	表层	30.9	138.6	4.4	303.5
	中层	40.4	138.3	3.5	121.8
	底层	44.8	150.9	5.0	143.9

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

(3) 余流分析

表 4.2.1-32 为大潮期间各测站的余流，图 5.1.3-8 是各站余流分布图。从图表中可知，调查海域各站余流大小量值介于 1.5 cm/s~16.3 cm/s 之间，最大余流出现在 V6 站表层，大小为 16.3 cm/s，方向为 127.0.0°；最小余流出现在 V14 站表层，大小为 1.5 cm/s，方向为 122.5°。

就整个海域而言，大潮期间，余流较小，大部分站层偏南向（图 5.1.3-8）。

表 4.2.1-32 调查海域海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

海区	站位	测层	流速	流向
	V3	表层	9.8	224.3
		中层		
		底层		
	V4	表层	15.7	247.6
		中层	15.8	187.2
		底层	15.0	177.4
	V6	表层	16.3	127.0
		中层	11.2	146.1
		底层	6.6	132.6
	V8	表层	10.4	181.8
		中层	11.6	198.0
		底层	6.2	171.9
	V9	表层	8.4	248.6
		中层		
		底层	5.9	144.1
	V10	表层	12.5	208.9
		中层	9.6	215.7
		底层	4.4	244.4
	V11	表层	14.4	175.1
		中层	7.6	170.1
		底层	7.3	210.3
V12	表层	6.6	62.6	
	中层	7.9	85.6	
	底层	9.4	126.3	
V13	表层	15.7	72.5	
	中层	4.8	192.4	
	底层	5.7	195.5	
V14	表层	1.5	122.5	
	中层	7.3	329.7	
	底层	9.0	329.2	

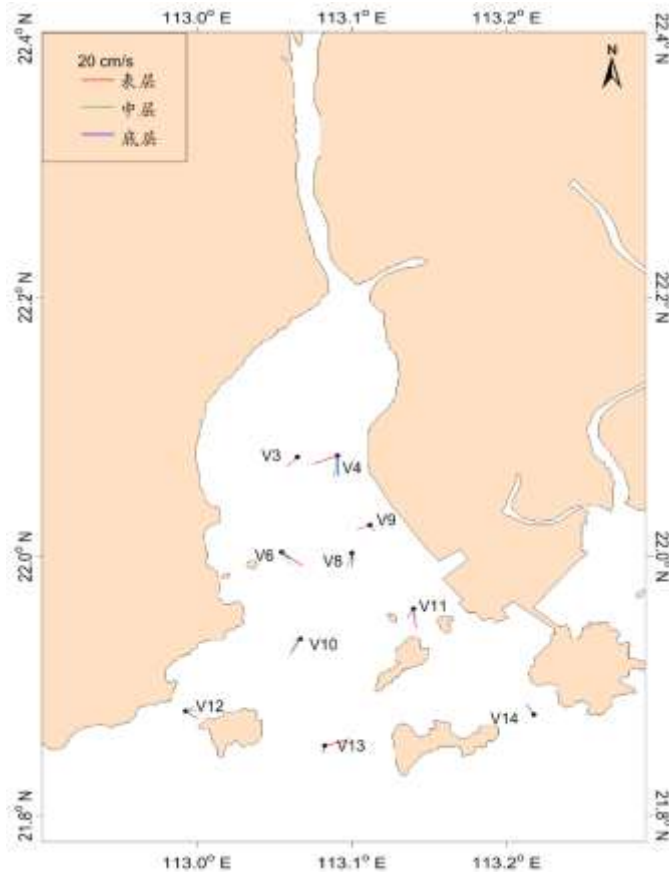


图 4.2.1-157 各站余流分布图

5、悬浮泥沙

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

(1) 悬浮泥沙及其变化特征

为获取调查海域海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每两小时一次，采样层次为表、中、底三层。

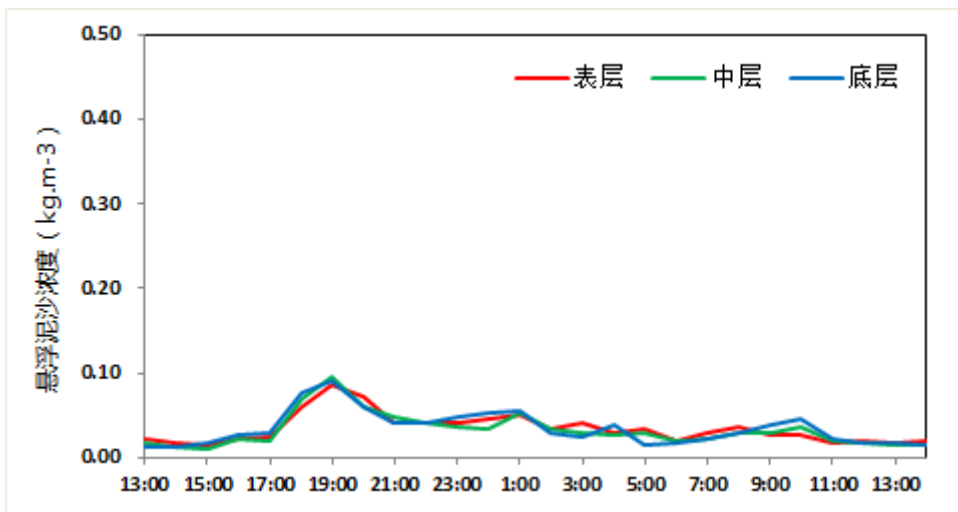
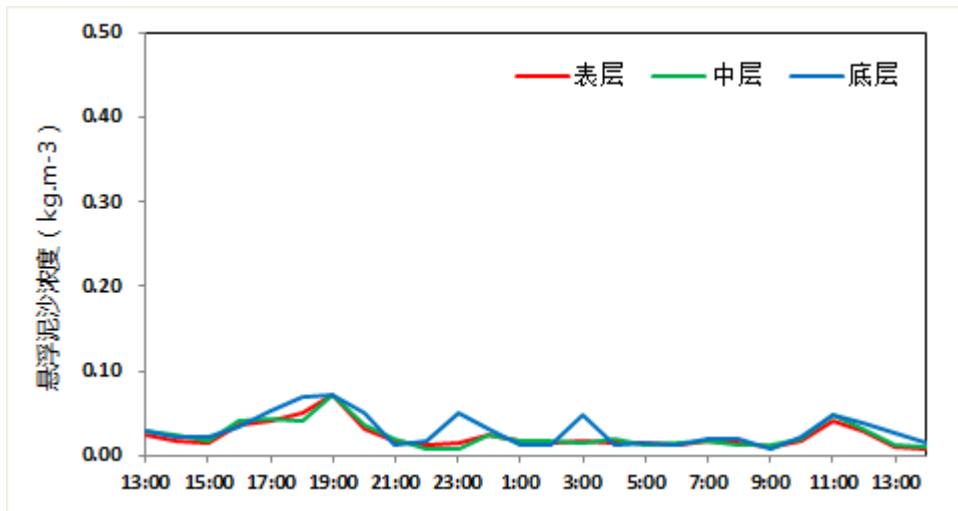
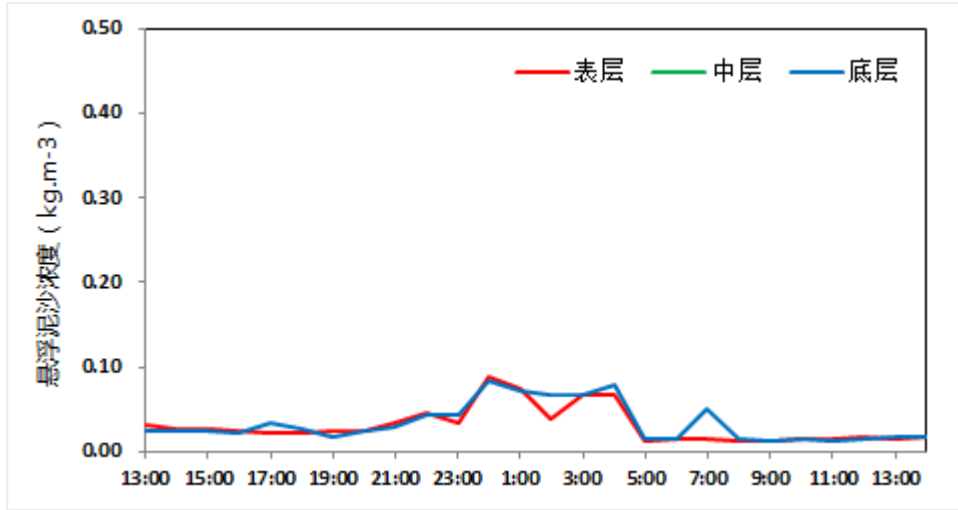
图 4.2.1-158~图 4.2.1-167 系列图分别给出了大潮期各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图，表 4.2.1-33 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底三层含沙量曲线呈不规则变化，大部分站层含沙量一般不超过 0.2 kg/m^3 。

从含沙量特征值统计表来看，表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 0.1535 kg/m^3 、 0.1435 kg/m^3 、 0.1297 kg/m^3 ，均出现在 V8 站。

表 4.2.1-33 大潮期各站含沙量特征值统计表 (kg m^{-3})

站位	测层	最小值	最大值	平均值	平均
V3	表	0.0136	0.0880	0.0313	
	中				
	底	0.0133	0.0850	0.0337	
V4	表	0.0087	0.0729	0.0235	
	中	0.0074	0.0721	0.0243	
	底	0.0090	0.0726	0.0302	
V6	表	0.0155	0.0866	0.0345	
	中	0.0097	0.0952	0.0327	
	底	0.0124	0.0919	0.0351	
V8	表	0.0046	0.1535	0.0405	
	中	0.0056	0.1435	0.0422	
	底	0.00073	0.1297	0.0486	
V9	表	0.0076	0.1053	0.0393	
	中	0.0096	0.1015	0.0418	
	底	0.0173	0.1057	0.0482	
V10	表	0.0026	0.1139	0.0250	
	中	0.0021	0.0982	0.0231	
	底	0.0012	0.1251	0.0360	
V11	表	0.0045	0.0487	0.0162	
	中	0.0024	0.0503	0.0148	
	底	0.0043	0.0889	0.0207	
V12	表	0.0004	0.0140	0.0084	
	中	0.0016	0.0147	0.0088	
	底	0.0029	0.0250	0.0106	
V13	表	0.0009	0.0137	0.0078	
	中	0.0006	0.0169	0.0099	
	底	0.0018	0.0173	0.0107	
V14	表	0.0029	0.0269	0.0111	
	中	0.0025	0.0149	0.0099	
	底	0.0025	0.0405	0.0128	



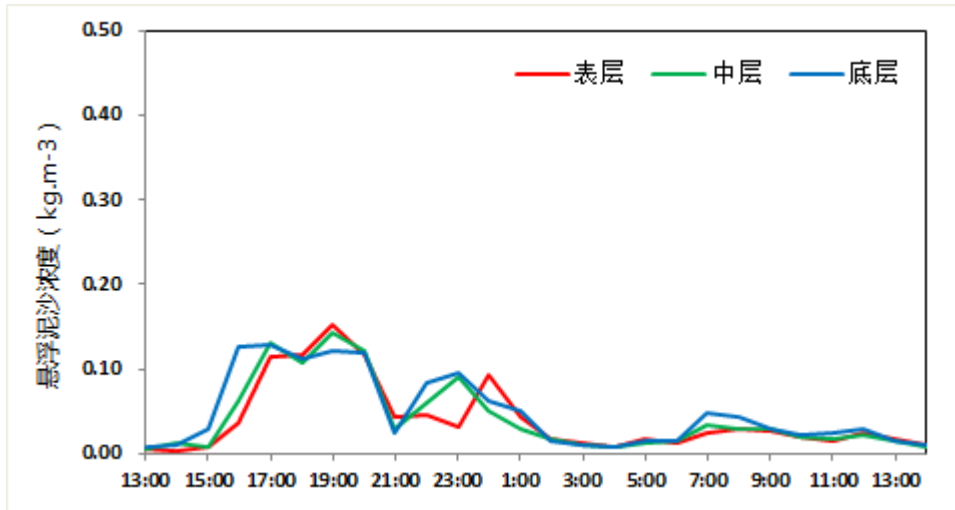


图 4.2.1-161 V8 站悬浮泥沙浓度曲线

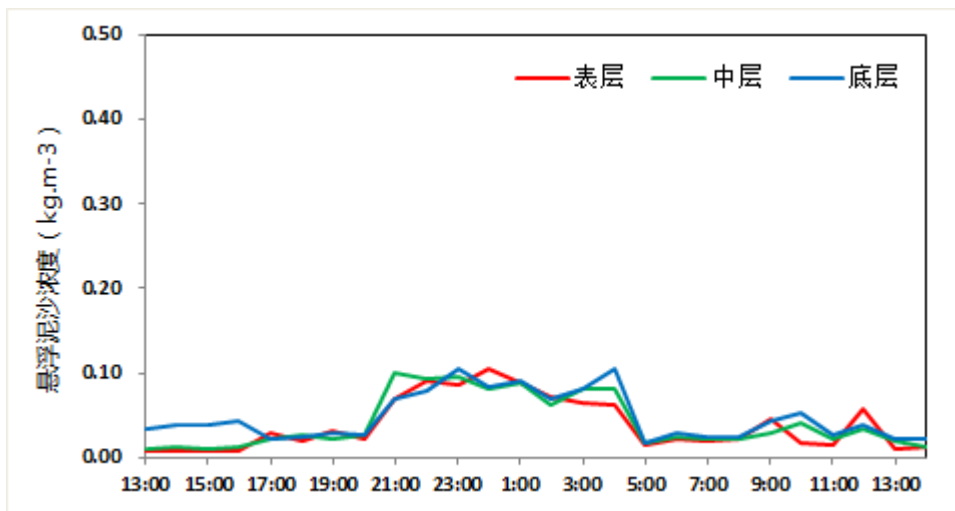


图 4.2.1-162 V9 站悬浮泥沙浓度曲线

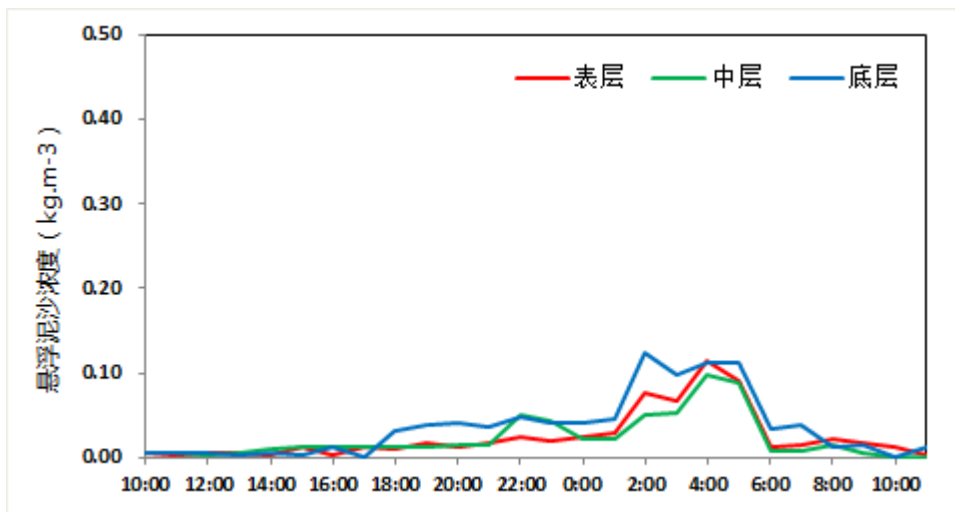
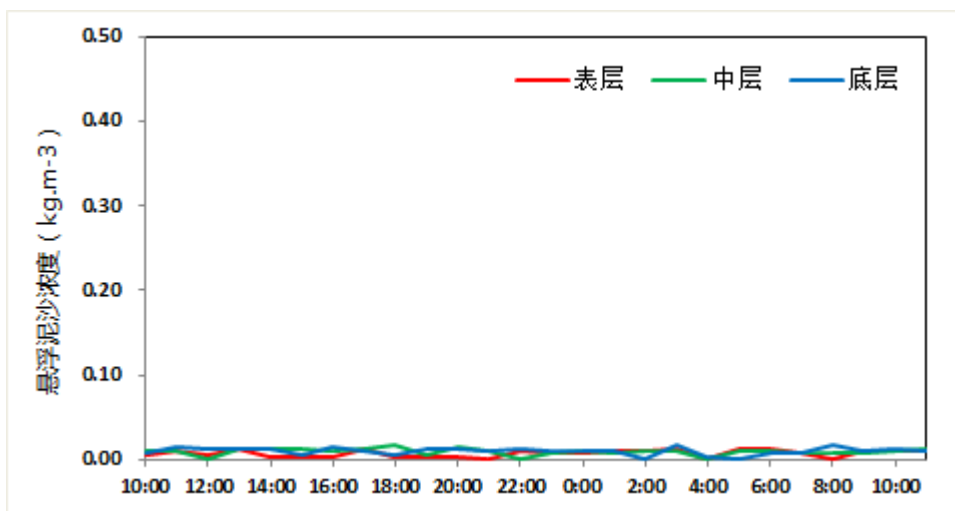
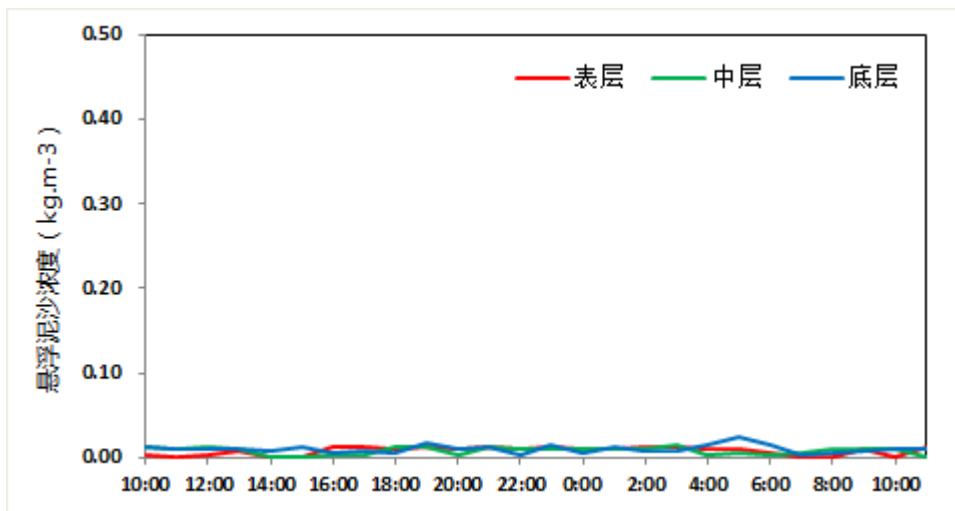
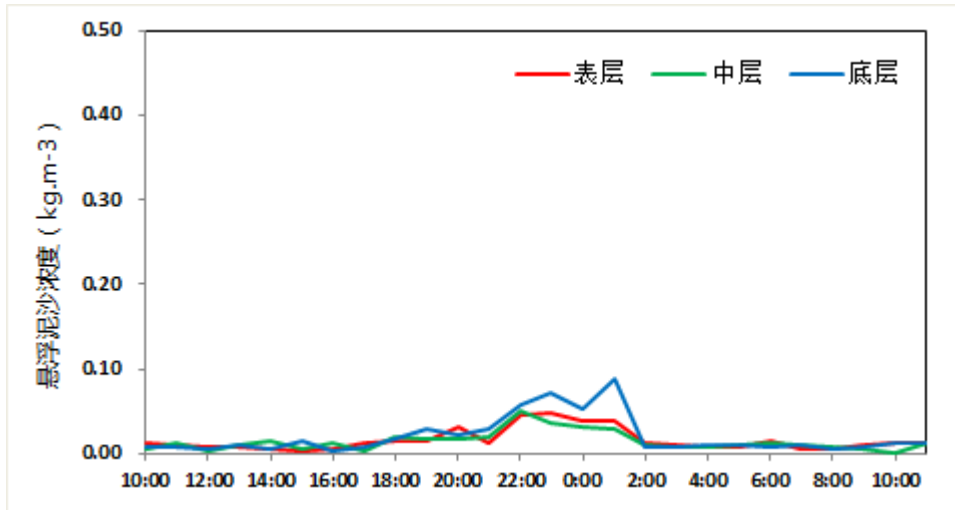


图 4.2.1-163 V10 站悬浮泥沙浓度曲线



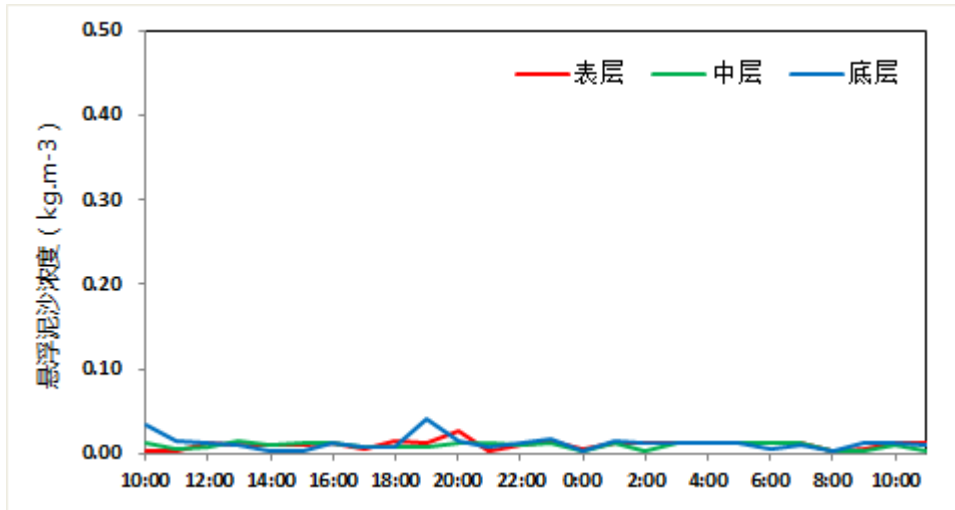


图 4.2.1-167 V14 站悬浮泥沙浓度曲线

(2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。

表 4.2.1-34 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果。

观测期间最大涨潮输沙量出现于 V9 站，为 4.83 t/m，方向为 350.8°；最大落潮输沙量出现于 V8 站，为 8.02 t/m，方向为 154.6°。全潮最大净输沙量出现在 V8 站，为 5.48 t/m，方向为 161.9°。

从各站净输沙量的方向来看，大部分站位净输沙方向以落潮方向为主(图 4.2.1-168)。

表 4.2.1-34 各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V3	0.18	335.4	0.25	190.8	0.14	237.3
V4	1.95	16.8	4.95	199.6	3.00	201.3
V6	4.19	5.3	6.39	171.8	2.52	148.9
V8	2.68	319.5	8.02	154.6	5.48	161.9
V9	4.83	350.8	2.36	174.2	2.48	347.7
V10	1.49	9.9	3.11	193.9	1.63	197.5
V11	1.92	342.6	1.07	167.7	0.86	336.1
V12	0.33	24.3	0.37	138.9	0.38	86.8

V13	1.09	3.3	1.20	172.7	0.24	115.5
V14	1.41	333.8	0.73	157.7	0.68	329.7

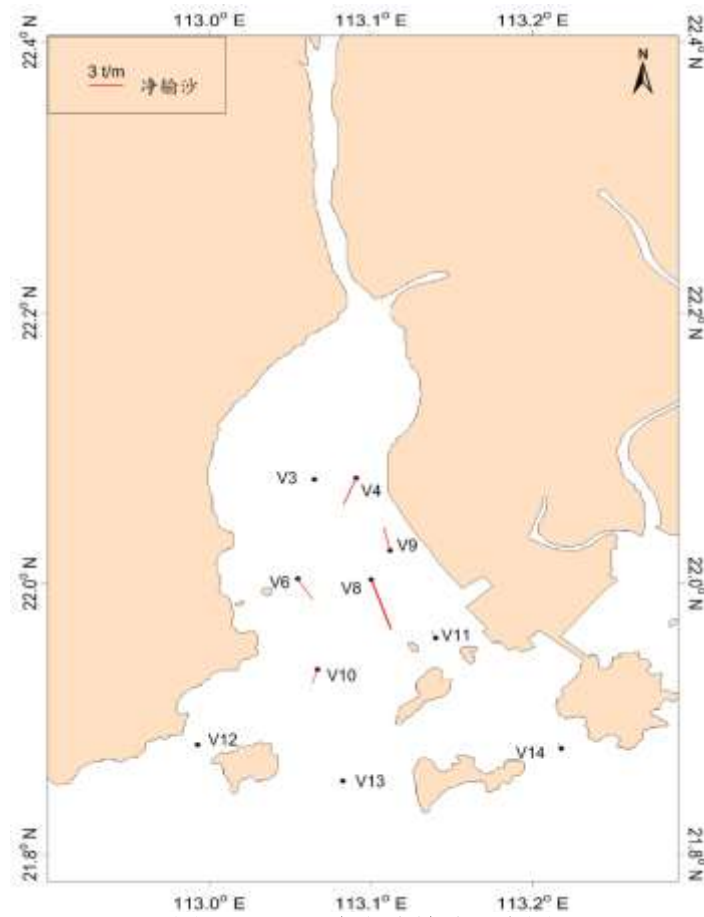


图 4.2.1-168 大潮净输沙示意图

6、水文观测结论

根据 2019 年 4 月 21 日—2019 年 4 月 23 日大期间对调查海区 5 个临时潮位站资料和 10 个海流测站的水文观测资料的分析，我们得到如下几点看法，水文观测期间：

(1) 调查海区的潮汐属于不规则半日潮，潮汐的日不等现象显著，涨潮历时与落潮历时相当。

(2) 调查海区海流中潮流性质明显，大潮期涨潮流流向偏北，落潮流流向偏南，观测区域海流强度中等，涨、落潮流流速的平均值多在 15.8~56.8 cm/s 之间；总体上，观测期间各站层涨潮流速平均值稍大于落潮流速平均值。

(3) 总体上，调查海区的潮流性质为以不规则半日潮流为主，主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）为最大，其次为 O_1 、 K_1 、 S_2 、 M_4 次之， MS_4 分潮流

长半轴最小。 M_2 分潮较大反映了半日潮的特征。主要分潮流最大流速的方向（即潮流椭圆长半轴的方向）主要表现为西北—东南向。

(4) 调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离分别以 V4 站表层和 V4 站中层为最大，分别是 140.7 cm/s 和 30.0 km；潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离的方向以西北—东南向为主。

(5) 调查海区的余流较小，大潮期最大为 16.3 cm/s，调查期间余流方向偏南。

(6) 调查海区不同潮期悬浮泥沙浓度一般不超过 0.2 kg/m^3 ，大潮期悬浮泥沙浓度介于 $0.0006 \text{ kg/m}^3 \sim 0.1535 \text{ kg/m}^3$ 之间，净输沙以落潮方向为主。

4.2.1.1.4 夏季水文动力环境质量现状调查与评价

1、站位设定

广州南科海洋工程中心于 2019 年 8 月在项目附近周围海域设水文测站 14 个，潮位站 5 个。具体位置见表 4.2.1-35 及图 4.2.1-169。

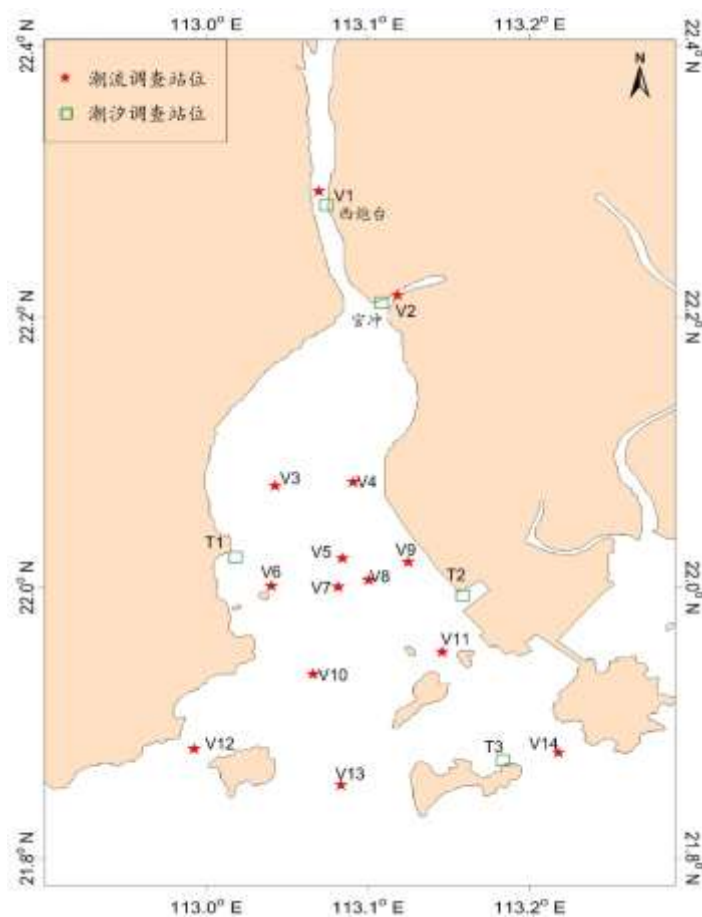


图 4.2.1-169 项目附近海域水文调查站位图

表 4.2.1-35 水文调查各测站坐标和观测项目

站位	坐标点		观测项目
	纬度	经度	
V1	22°17.545'N	113°04.106'E	海流、泥沙、温盐
V2	22°12.961'N	113°07.058'E	海流、泥沙、温盐
V3	22°04.479'N	113°02.594'E	海流、泥沙、温盐
V4	22°04.764'N	113°05.512'E	海流、泥沙、温盐
V5	22°01.212'N	113°05.118'E	海流、泥沙、温盐、风
V6	22°00.064'N	113°02.464'E	海流、泥沙、温盐
V7	22°00.065'N	113°04.904'E	海流、泥沙、温盐
V8	22°00.343'N	113°06.103'E	海流、泥沙、温盐、风
V9	22°01.074'N	113°07.500'E	海流、泥沙、温盐
V10	21°56.172'N	113°03.992'E	海流、泥沙、温盐
V11	21°57.058'N	113°08.783'E	海流、泥沙、温盐
V12	21°52.852'N	112°59.597'E	海流、泥沙、温盐
V13	21°51.281'N	113°04.998'E	海流、泥沙、温盐
V14	21°52.698'N	113°13.097'E	海流、泥沙、温盐
T1	22°01.346'N	113°01.082'E	潮位
T2	21°59.650'N	113°09.517'E	潮位
T3	21°52.350'N	113°11.001'E	潮位
西炮台	22°12.635'N	113°06.492'E	潮位
官冲	22°16.947'N	113°04.458'E	潮位

2、调查期间气象情况

2019年2月21日—2019年2月23日大潮期，调查海域以北风为主（图4.2.1-170）；
2019年2月26日-2019年2月28日小潮期，调查海域风向不定（图4.2.1-171）。

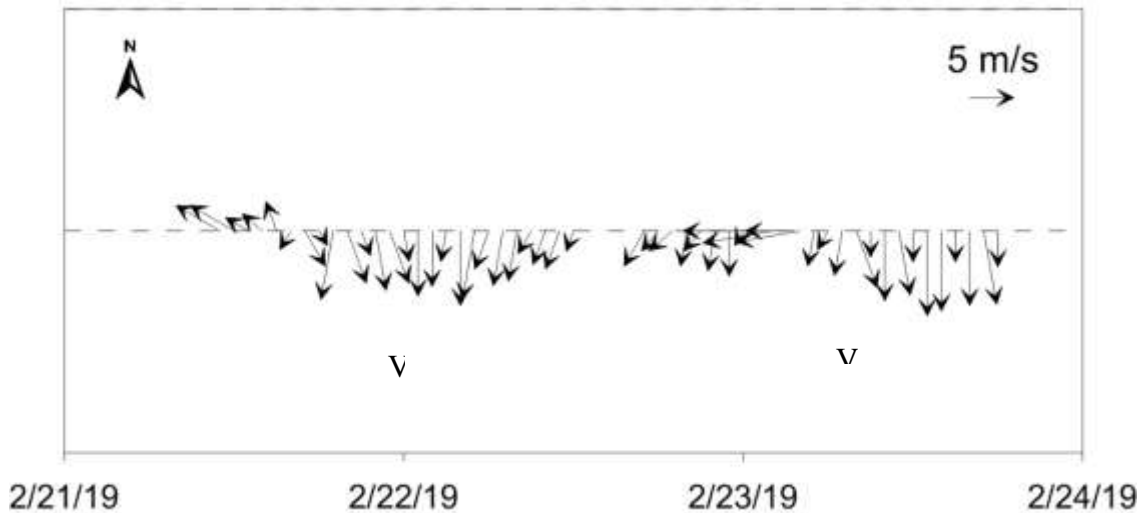


图 4.2.1-170 大潮期风场

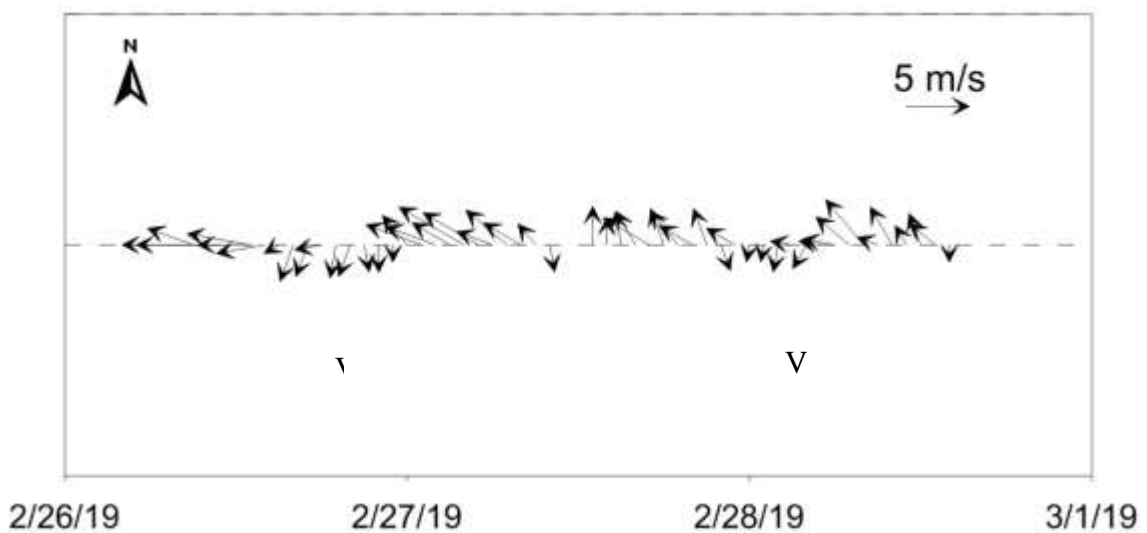


图 4.2.1-171 小潮期风场

3、观测期间潮汐

地球上的海水，受到月球和太阳的作用产生的一种规律性的上升下降运动称为潮汐。南海的潮汐主要是由太平洋潮波传入引起的协振潮。由引潮力产生的潮汐振动不大。

在大部分港口和海区， K_1 、 O_1 、 M_2 和 S_2 是四个振幅最大的主要分潮。这四个分潮的振幅值通常用来对潮汐运动形态进行分类。在我国，通常采用比值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 来进行海港潮汐类型的判别，其中 H 表示分潮的振幅。当 $F < 0.5$ ，潮汐为正规半日潮港或规则半日潮港；当 $0.5 \leq F < 2.0$ ，潮汐为不规则半日潮港或不规则半日潮混合潮港；当 $2.0 \leq F \leq 4.0$ ，潮汐为不规则日潮港或不规则日潮混合潮港；当 $F > 4.0$ ，潮汐为正规日

潮港或规则日潮港。

(1) 潮汐类型和调和常数

对此次潮位观测的潮位资料站进行调和分析，分析之前潮位进行了气压订正。得出的主要分潮的调和常数参见表 4.2.1-36~表 4.2.1-37。

根据调和常数，我们分别计算了 T1、T2 和 T3 站的特征值 $F = \frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ ，得出 F

值均为 1.5，因此调查海域潮汐属于不规则半日潮混合潮。

混合潮港的特点是显著的潮汐日不等现象，相邻高潮或低潮的不等以及涨落潮历时的不等情况每天都在改变。从图 4.2.1-172~图 4.2.1-176 的潮位过程曲线可以看到，调查海域海域的潮汐日不等现象是显著的。

表 4.2.1-36 主要分潮的调和常数

测站 分潮	T1		T2		T3	
	振幅 H (m)	迟角 g (°)	振幅 H (m)	迟角 g (°)	振幅 H (m)	迟角 g (°)
O1	0.255	282.9	0.311	263.0		
K1	0.315	345.8	0.436	325.8	0.433	311.7
N2	0.086	296.6	0.111	282.4		
M2	0.388	302.4	0.491	293.0	0.437	280.4
S2	0.149	4.8	0.179	341.1		
M4	0.056	159.3	0.087	116.1	0.050	69.3
MS4	0.064	247.3	0.050	187.1		

表 4.2.1-37 主要分潮的调和常数

测站 分潮	官冲		西炮台	
	振幅 H (m)	迟角 g (°)	振幅 H (m)	迟角 g (°)
O1	0.303	287.5	0.305	281.9
K1	0.337	350.4	0.343	345.6
N2	0.090	315.9	0.091	305.5
M2	0.429	326.4	0.436	316.8
S2	0.172	22.2	0.177	12.0
M4	0.079	208.9	0.081	184.6
MS4	0.063	279.1	0.064	254.1

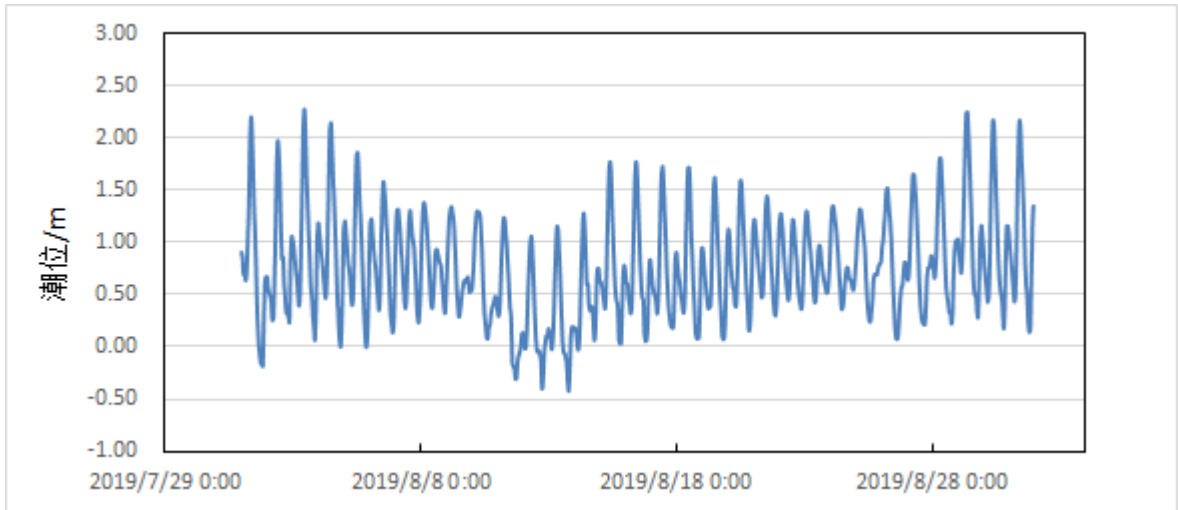


图 4.2.1-172 调查海域 T1 站的潮位过程曲线(基于 85 基面)

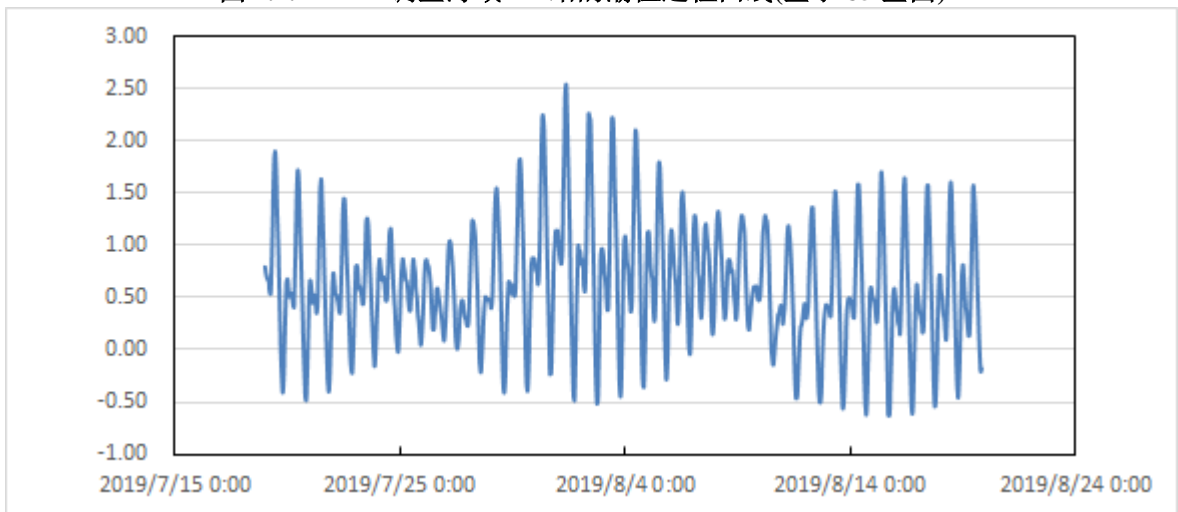


图 4.2.1-173 调查海域 T2 站的潮位过程曲线(基于 85 基面)

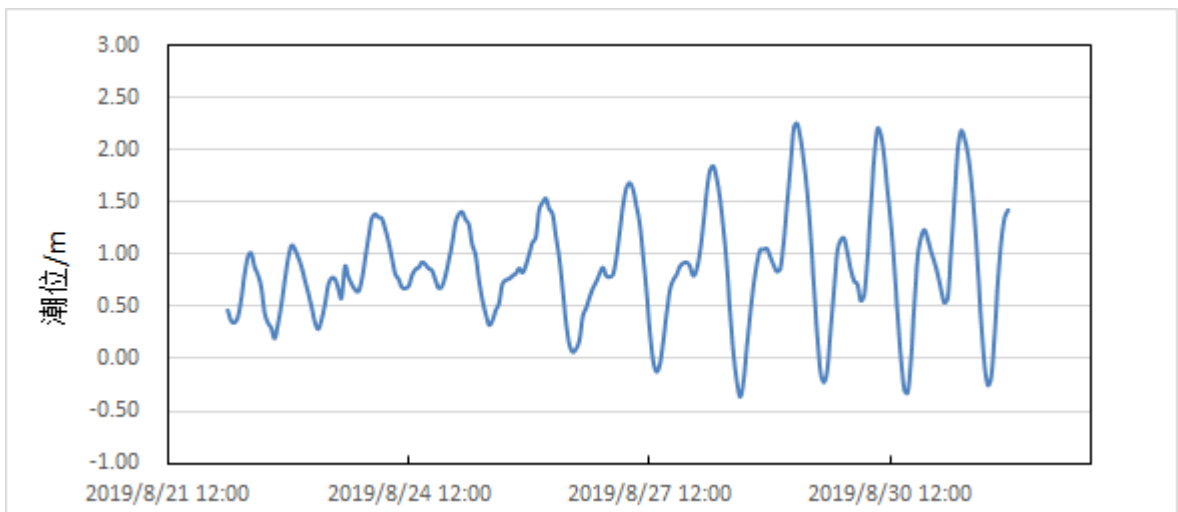


图 4.2.1-174 调查海域 T3 站的潮位过程曲线(基于 85 基面)

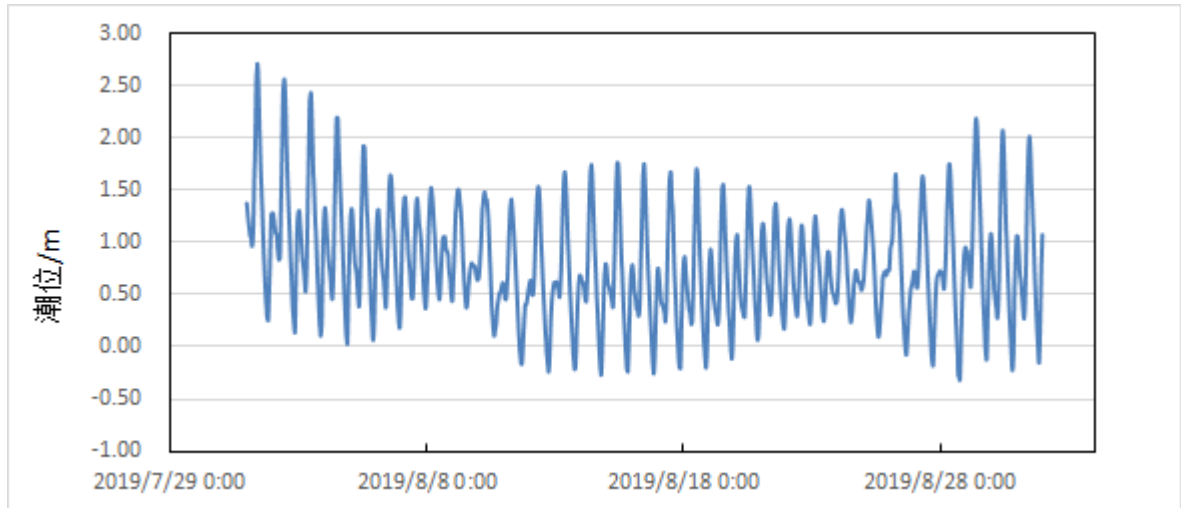


图 4.2.1-175 调查海域官冲站的潮位过程曲线(基于 85 基面)

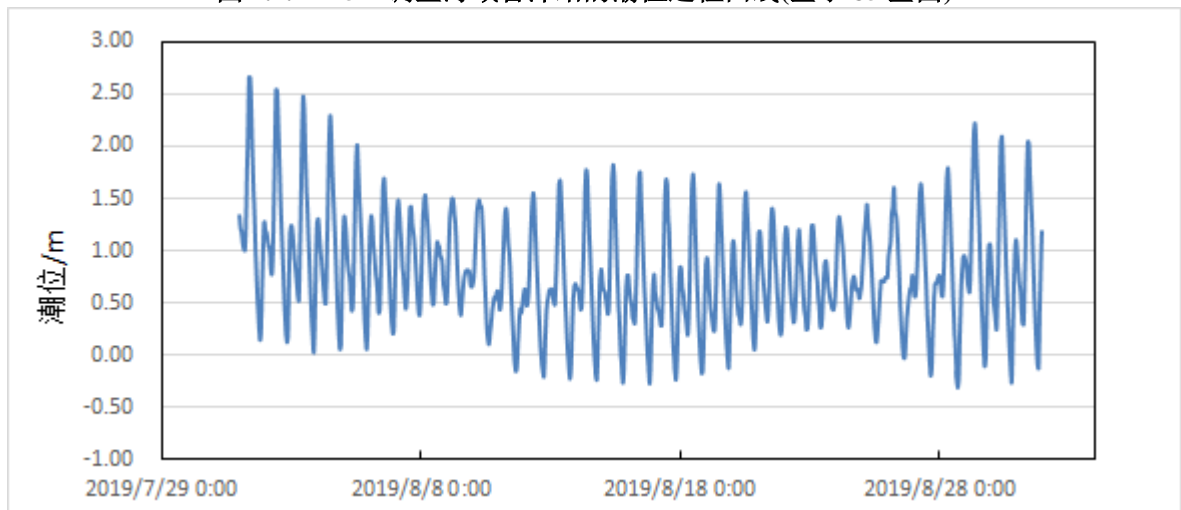


图 4.2.1-176 调查海域西炮台站的潮位过程曲线(基于 85 基面)

(2) 潮汐特征值

虽然观测时间较短，涨落潮历时的统计值还不够稳定，但由于统计的资料包含典型大潮期，所以涨落潮历时之间的关系仍有其参考意义。在此次观测期间，涨潮历时与落潮历时相当。

4、海流

本节利用大、小潮观测期间 14 个测站的同步连续观测资料，对调查海区的实测流场，潮流和余流进行了以下分析。

(1) 小潮实测流场分析

小潮期海流观测于 2019 年 8 月 22 日 8 时~2019 年 8 月 24 日 13 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 4.2.1-38，实测海流逐时矢量图见图 4.2.1-177~图 4.2.1-190

(潮位曲线数据取自 T3 站), 实测海流平面分布玫瑰图见图 4.2.1-191~图 4.2.1-193, 涨落急图见图 4.2.1-194~图 4.2.1-195。根据上述图表分析如下:

由图 4.2.1-177~图 4.2.1-195 可见, 调查期间各测站实测海流强度中等, 以潮流为主, 涨潮流流向东北, 落潮流流向西南, 部分站位受岸线影响涨潮流向西北, 落潮流向东南。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果(表 4.2.1-38), 调查海域各测站涨潮流流速平均值在 10.0~37.1 cm/s 之间, 落潮流流速平均值在 11.1~37.5 cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 37.1 cm/s, 方向为 350.1°, 出现在 V3 站的中层; 最大落潮流的平均值为 37.5 cm/s, 方向为 189.5°, 出现在 V3 站表层。

由表 4.2.1-38 还可看出, 实测涨潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速值依次为 68.0 cm/s、83.6 cm/s、68.4 cm/s, 流向分别为 342.9°、1.3°、350.5°, 分别出现在 V5 站表层、V7 站中层和底层; 实测落潮流的最大流速, 其表、中、底层的流速值依次为 83.4 cm/s、83.2 cm/s、51.6 cm/s, 流向分别为 168.5°、162.4°、172.2°, 均出现在 V6 站。

总体而言, 落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值, 大部分站层落潮流历时略长于涨潮流历时。

表 4.2.1-38 调查海域小潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

海区	站位	测层	涨潮流 (小时、cm/s、°)					落潮流 (小时、cm/s、°)				
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
海陵湾	V1	表层	11	34.9	2.2	60.5	4.7	15	33.3	176.6	54.8	180.9
		中层	11	34.5	14.6	64.0	7.5	15	31.8	185.3	55.2	181.1
		底层	11	33.8	19.1	61.2	8.9	15	28.9	183.1	50.7	184.7
	V2	表层	7	23.3	52.2	38.6	60.7	19	29.5	224.3	57.3	235.3
		中层										
		底层										
	V3	表层	9	32.9	338.6	56.7	346.6	17	37.5	189.0	70.5	188.6
		中层	13	37.1	350.1	68.4	350.5	13	24.5	184.6	51.2	190.9
		底层	13	24.4	7.5	53.7	4.7	13	15.7	175.4	42.4	196.0
	V4	表层	8	23.9	338.0	57.9	338.7	18	22.2	188.3	47.0	187.0
		中层	15	26.6	5.0	55.8	349.0	11	20.0	175.2	51.7	207.1
		底层	20	20.4	10.3	38.8	358.2	6	12.2	184.0	21.8	191.2
	V5	表层	9	37.3	355.0	68.0	342.9	17	33.5	176.2	65.0	196.1
		中层	11	32.1	358.8	61.7	3.8	15	26.9	174.2	61.2	175.3
		底层	15	24.5	351.0	54.3	24.3	11	15.9	190.9	42.5	181.2
V6	表层	8	30.2	342.4	40.9	9.9	18	49.3	163.4	83.4	168.5	

		中层	8	35.1	7.3	49.0	1.7	18	39.5	170.9	83.2	162.4
		底层	9	31.0	2.6	39.6	345.3	17	29.3	158.6	51.6	172.2
	V7	表层	9	31.3	346.4	54.0	348.9	17	18.3	171.0	37.6	179.3
		中层	12	34.8	15.0	83.6	1.3	14	32.4	171.0	63.8	168.0
	V8	底层	13	27.6	13.3	68.4	5.8	13	22.8	182.8	46.6	176.0
		表层	9	34.7	331.5	58.5	333.3	17	37.3	170.0	80.7	181.0
		中层	13	26.1	328.2	45.0	334.5	13	27.8	167.7	52.8	185.2
	V9	底层	13	26.8	343.6	47.1	317.7	13	21.1	156.4	35.3	180.8
		表层	8	32.7	341.7	55.4	339.5	18	28.8	165.0	64.8	158.3
		中层	12	25.6	334.1	49.3	337.2	14	17.8	160.2	33.6	155.7
	V10	底层	14	23.3	344.8	54.7	334.4	12	16.1	178.9	33.2	177.7
		表层	10	29.0	14.3	50.2	23.1	16	33.1	200.3	75.1	199.2
		中层	12	25.2	8.2	50.2	20.7	14	18.9	200.2	40.2	202.8
	V11	底层	12	18.5	9.3	34.9	17.5	14	14.8	187.3	50.5	198.0
表层		14	24.3	336.4	42.5	323.3	12	21.1	167.1	38.9	153.1	
中层		14	19.9	332.0	33.0	313.2	12	17.0	149.0	30.8	135.8	
V12	底层	16	10.0	337.3	20.5	320.9	10	11.5	169.2	18.3	105.9	
	表层	13	17.1	351.9	29.8	6.9	13	15.4	197.8	28.1	182.3	
	中层	11	13.9	18.5	21.3	312.6	15	10.3	141.2	17.7	172.0	
V13	底层	7	13.3	348.5	29.8	4.2	19	11.1	139.0	19.7	90.3	
	表层	21	19.4	13.6	41.7	355.5	5	11.4	148.5	18.1	126.6	
	中层	11	19.3	13.4	32.9	0.8	15	19.3	166.9	32.5	152.1	
V14	底层	10	19.0	342.5	31.6	346.9	16	17.0	171.5	32.0	176.3	
	表层	16	21.8	346.5	45.8	331.7	10	23.0	175.8	34.1	100.0	
	中层	16	30.6	330.7	64.3	327.0	10	12.9	161.1	31.1	176.9	
		底层	15	20.3	342.2	45.9	353.5	11	17.4	192.3	33.1	199.2

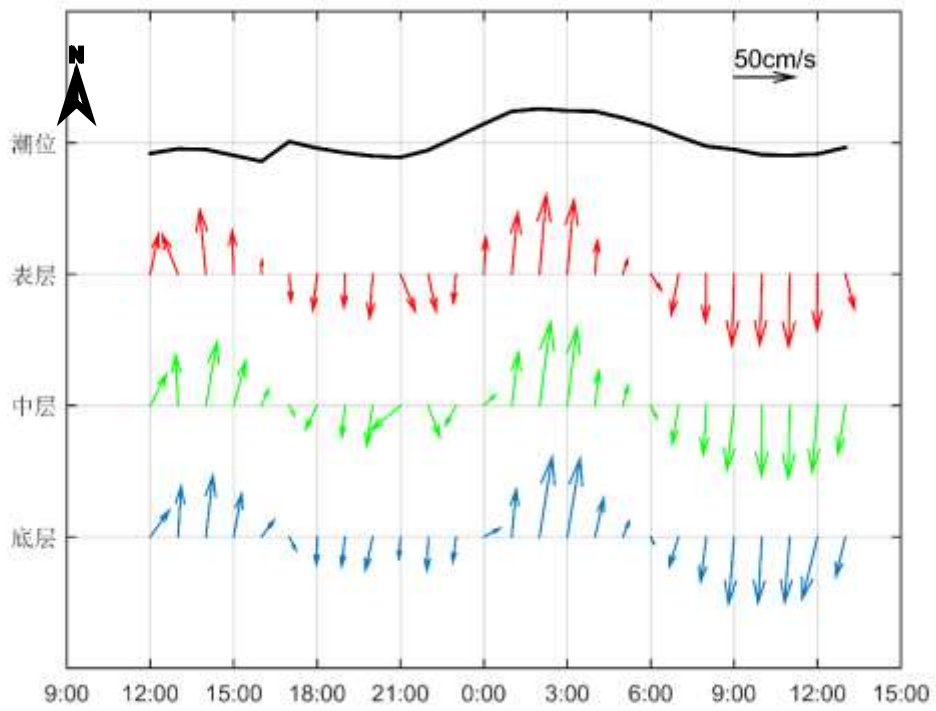


图 4.2.1-177 小潮期调查海域 V1 站实测海流矢量图

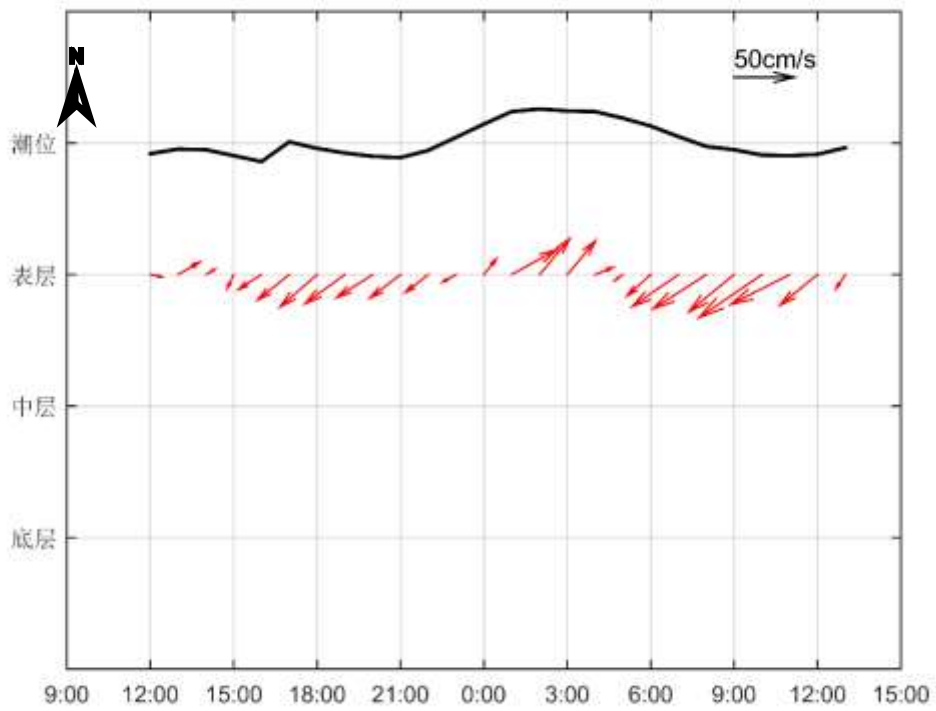


图 4.2.1-178 小潮期调查海域 V2 站实测海流矢量图

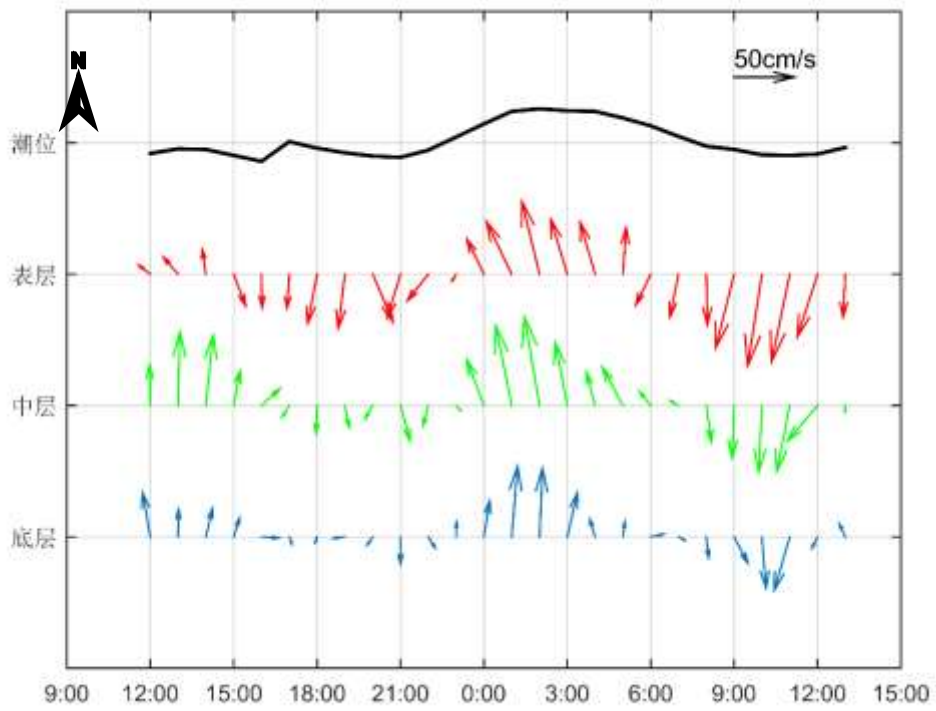


图 4.2.1-179 小潮期调查海域 V3 站实测海流矢量图

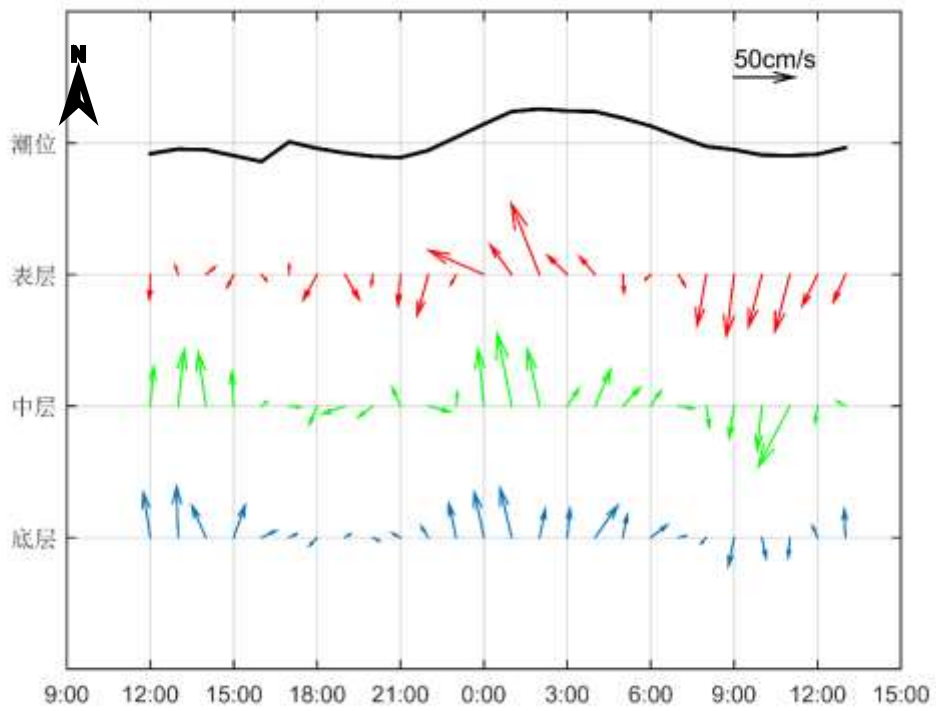


图 4.2.1-180 小潮期调查海域 V4 站实测海流矢量图

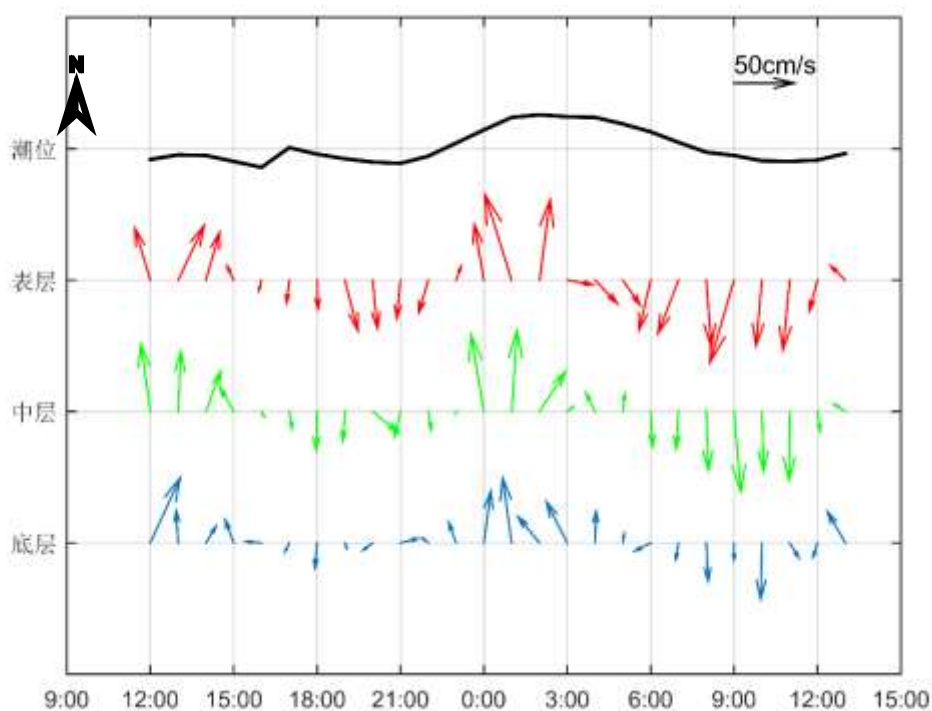


图 4.2.1-181 小潮期调查海域 V5 站实测海流矢量图

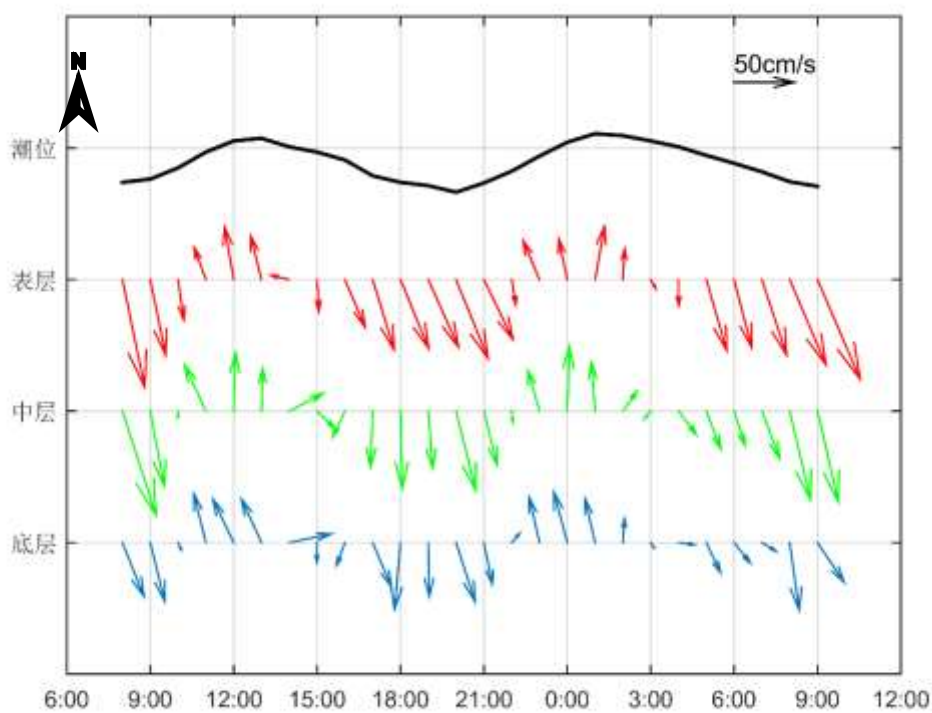


图 4.2.1-182 小潮期调查海域 V6 站实测海流矢量图

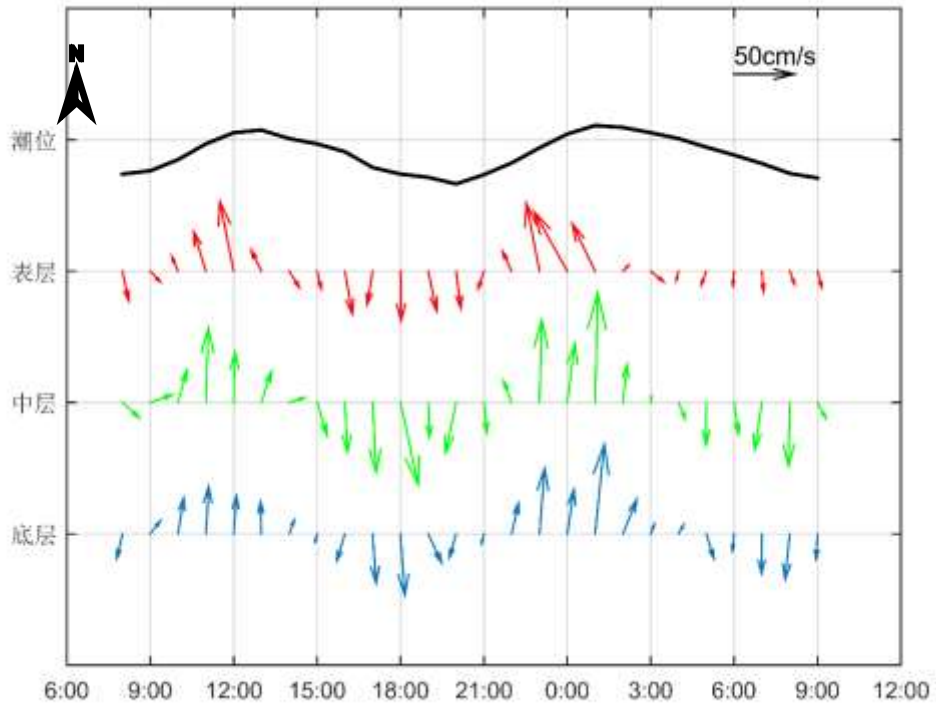


图 4.2.1-183 小潮期调查海域 V7 站实测海流矢量图

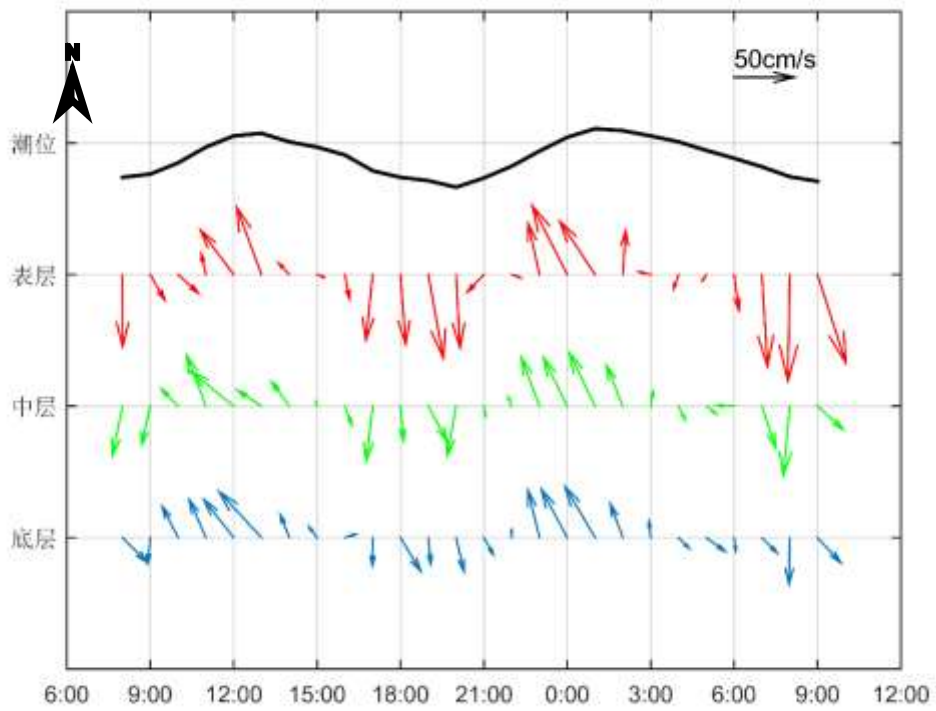


图 4.2.1-184 小潮期调查海域 V8 站实测海流矢量图

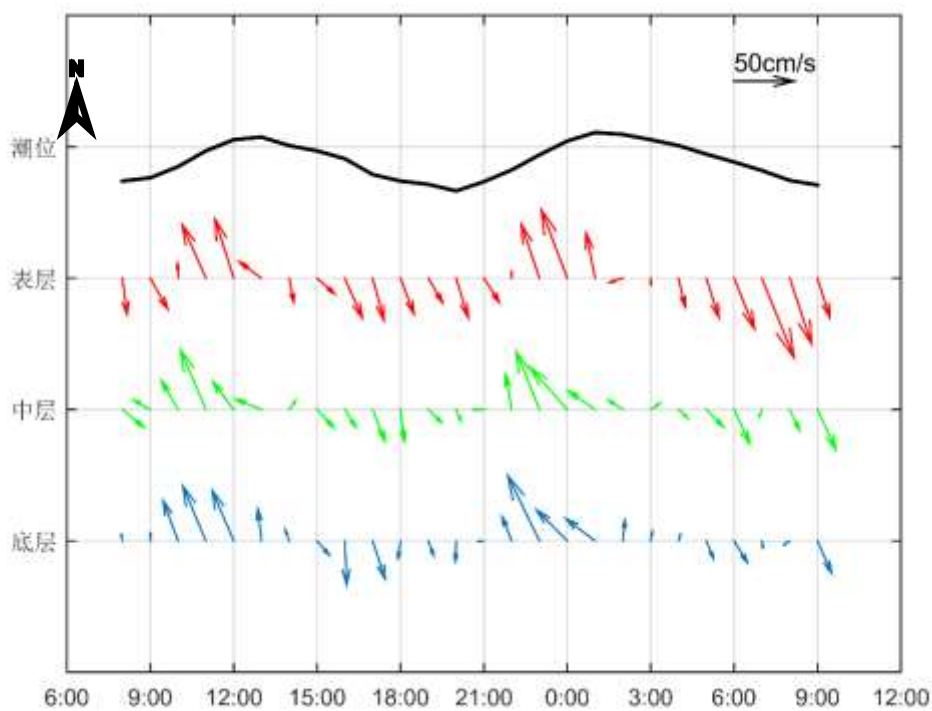


图 4.2.1-185 小潮期调查海域 V9 站实测海流矢量图

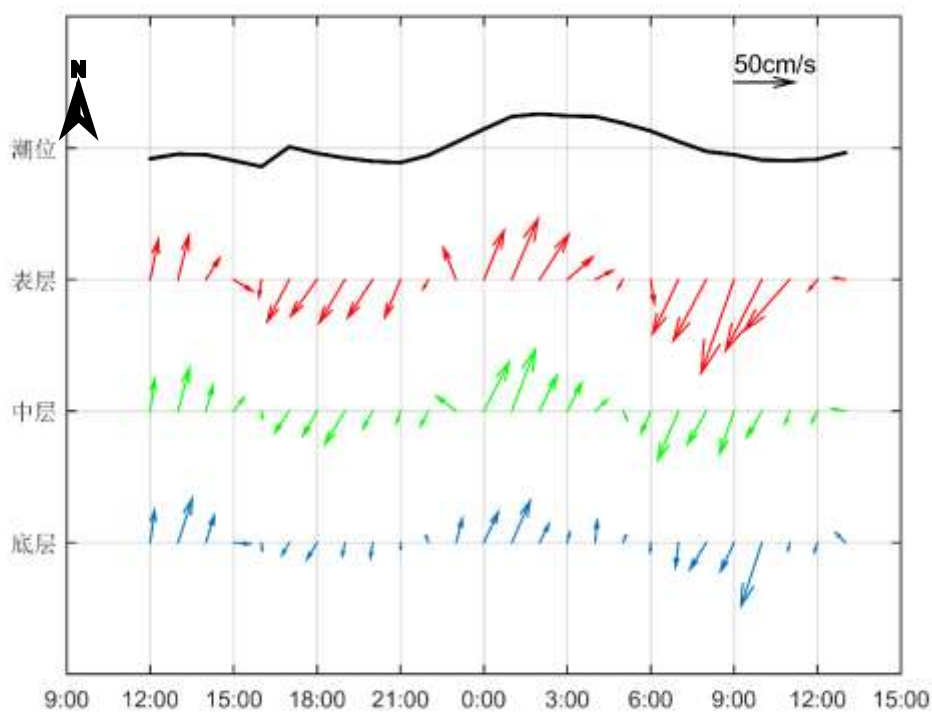


图 4.2.1-186 小潮期调查海域 V10 站实测海流矢量图

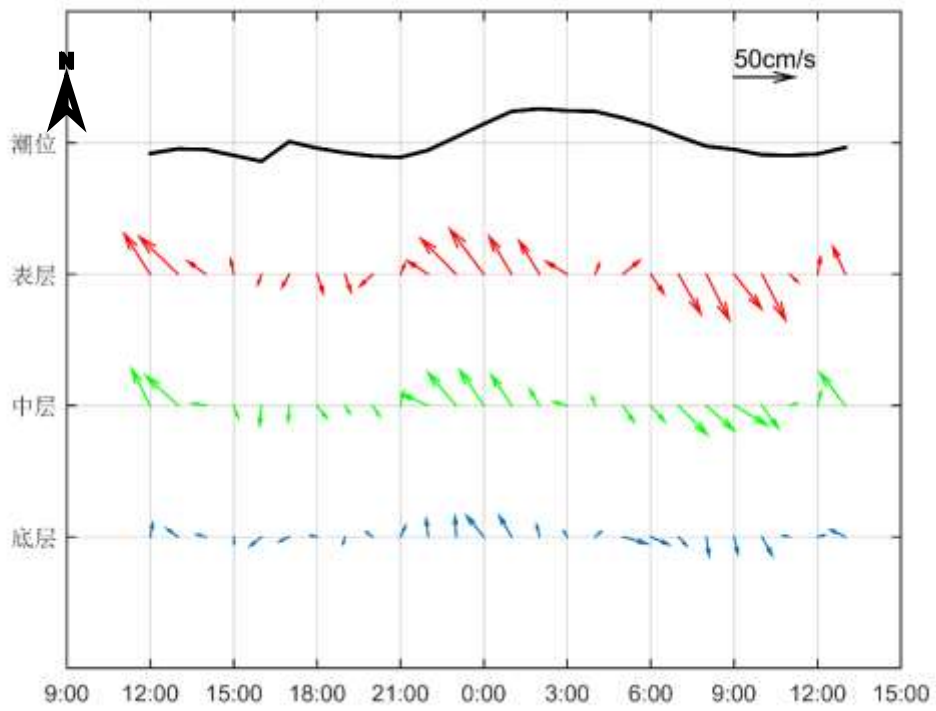


图 4.2.1-187 小潮期调查海域 V11 站实测海流矢量图

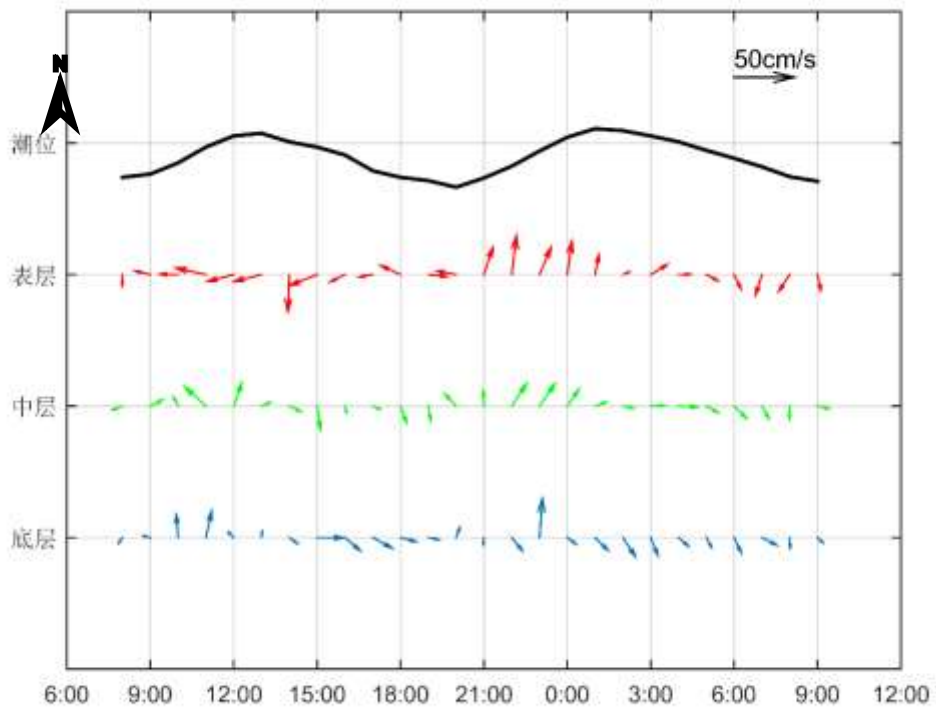


图 4.2.1-188 小潮期调查海域 V12 站实测海流矢量图

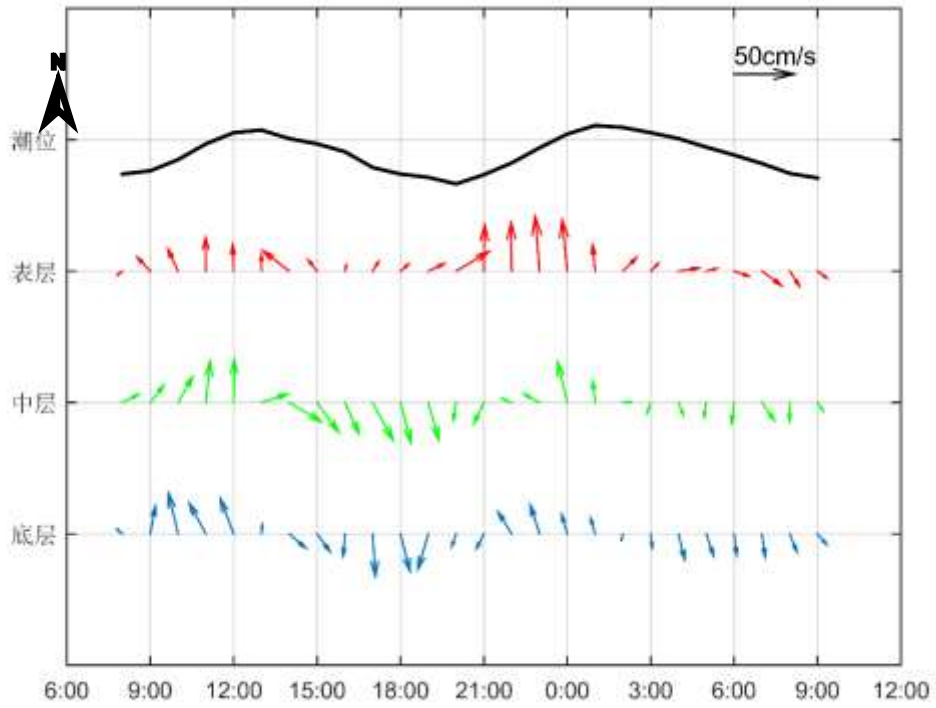


图 4.2.1-189 小潮期调查海域 V13 站实测海流矢量图

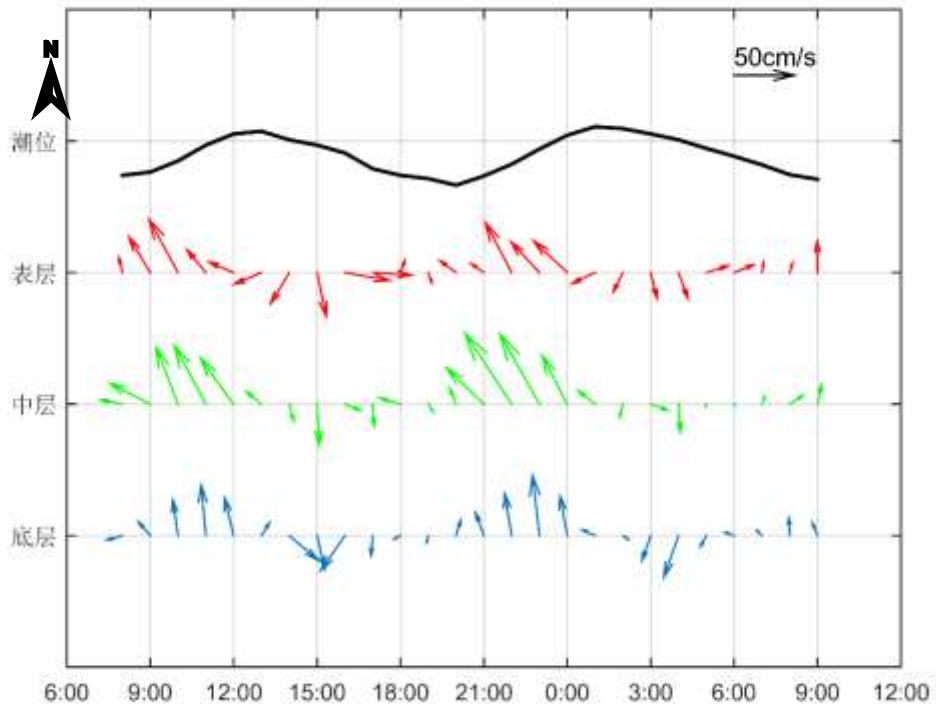


图 4.2.1-190 小潮期调查海域 V14 站实测海流矢量图

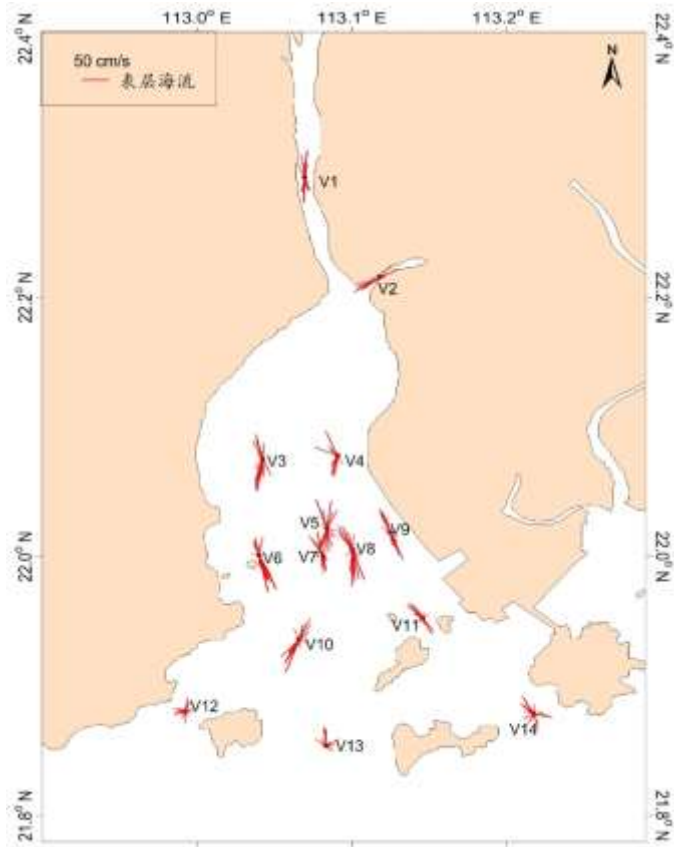


图 4.2.1-191 小潮期调查海域实测海流玫瑰图（表层）



图 4.2.1-192 小潮期调查海域实测海流玫瑰图（中层）

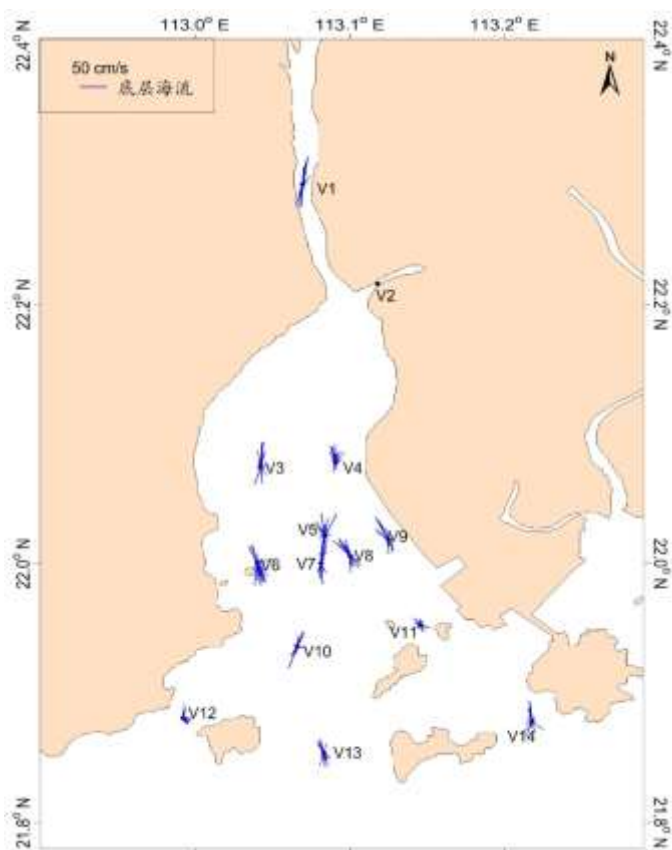


图 4.2.1-193 小潮期调查海域实测海流玫瑰图（底层）

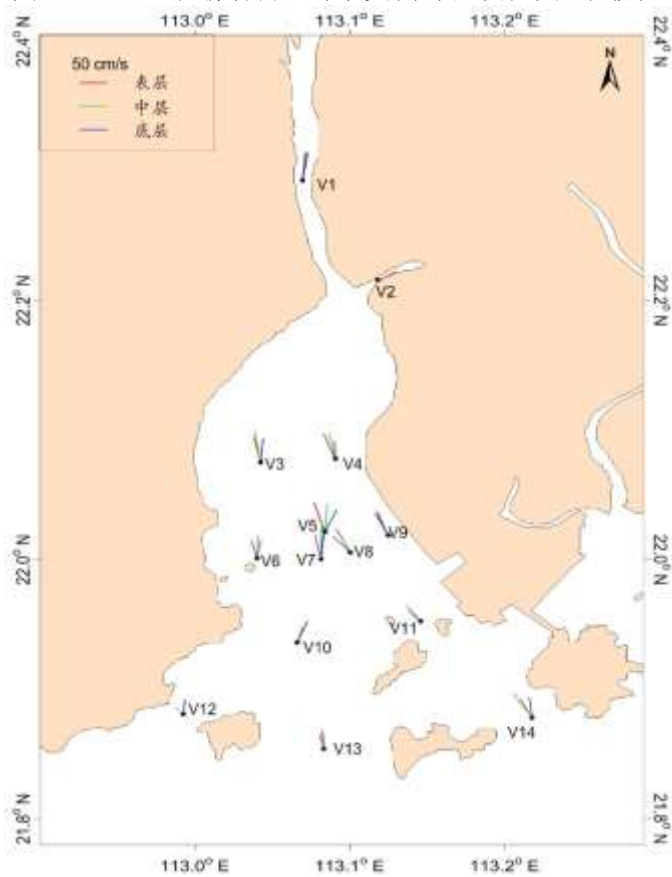


图 4.2.1-194 小潮期涨急流场图

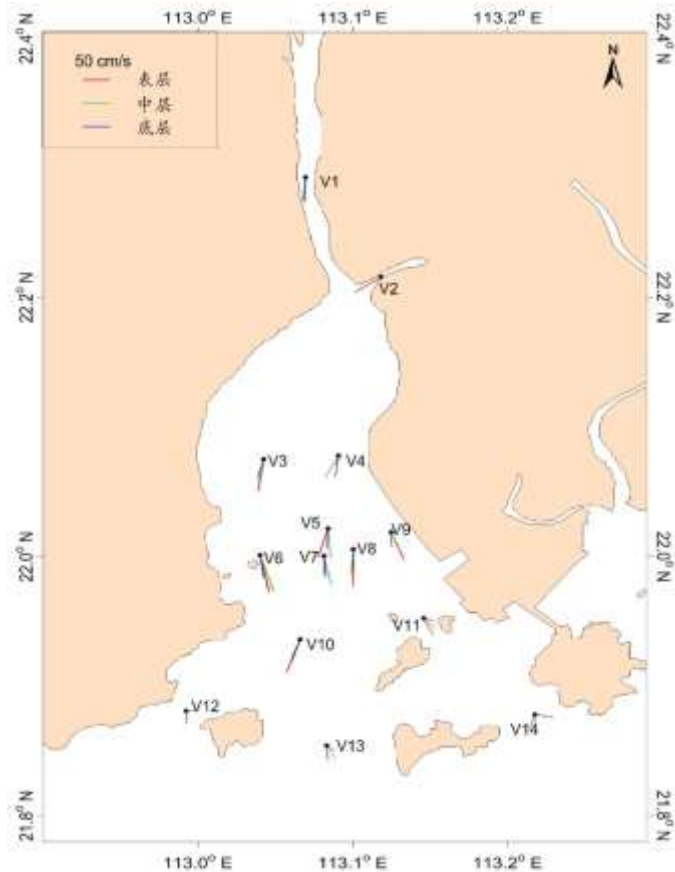


图 4.2.1-195 小潮期落急流场图

(2) 大潮实测流场分析

大潮期海流观测于 2019 年 8 月 28 日 8 时~2019 年 8 月 31 日 13 时期间进行。实测海流的涨落潮流统计结果见表 4.2.1-39，实测海流逐时矢量图见图 4.2.1-196~图 4.2.1-209（潮位曲线数据取自 T3 站），实测海流平面分布玫瑰图见图 4.2.1-210~图 4.2.1-212，涨落急图见图 4.2.1-213~图 4.2.1-214。根据上述图表分析如下：

由图 4.2.1-196~图 4.2.1-214 可见，调查期间各测站实测海流较弱，以潮流为主，涨潮流流向西北，落潮流流向西南或东南。各测站表、中、底流速比较一致。

根据涨落潮的统计结果（表 4.2.1-39），调查海域各测站涨潮流流速平均值在 8.9~63.8 cm/s 之间，落潮流流速平均值在 12.3~71.5 cm/s 之间。最大涨潮流流速的平均值为 65.3 cm/s，方向为 16.8°，出现在 V7 站的底层；最大落潮流的平均值为 71.5 cm/s，方向为 164.4°，出现在 V7 站表层。

由表 4.2.1-39 还可看出，实测涨潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 117.2 cm/s、135.7 cm/s、110.2 cm/s，流向分别为 343.6°、358.6°、352.6°；均出现在 V7；实测落潮流的最大流速，其表、中、底层的流速值依次为 150.8 cm/s、112.4 cm/s、105.2 cm/s，流向分别为 170.3°、187.9°、165.3°；分别出现在 V8 站表层、V4 站中层和 V6 站

底层。

总体而言，落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值，各站层落潮流历时长于涨潮流历时。

表 4.2.1-39 调查海域大潮期各测站涨潮流、落潮流统计表

海区	站位	测层	涨潮流 (小时、cm/s、°)					落潮流 (小时、cm/s、°)				
			T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}	T	V_{mean}	D_{mean}	V_{max}	D_{max}
106.41 海陵湾	V1	表层	9	60.8	15.6	94.5	7.1	17	47.8	179.4	75.0	180.3
		中层	9	57.6	12.6	89.5	7.2	17	46.3	182.6	73.9	181.6
		底层	9	53.6	9.3	83.2	9.8	17	42.7	182.2	66.5	182.9
	V2	表层	7	38.1	48.8	68.5	59.3	19	48.5	228.5	75.4	241.3
		中层	6	44.1	46.8	68.9	60.1	20	47.7	228.5	76.2	241.5
		底层	6	39.8	60.9	63.4	62.6	20	43.1	226.9	70.6	243.1
	V3	表层	10	57.5	337.5	105.3	351.2	16	49.2	188.5	85.2	185.1
		中层	11	51.8	357.6	102.0	353.9	15	44.6	185.7	73.5	187.0
		底层	11	48.6	351.1	94.4	352.9	15	38.8	179.4	63.6	174.7
	V4	表层	9	47.6	357.9	91.2	0.2	17	52.6	198.6	117.6	191.7
		中层	10	50.3	1.7	83.2	1.7	16	50.6	184.8	112.4	187.9
		底层	13	35.1	352.9	69.5	6.7	13	44.7	171.1	83.4	186.4
	V5	表层	12	58.3	343.0	115.3	349.5	14	67.2	171.5	143.6	174.0
		中层	11	59.7	344.6	113.1	350.2	15	48.0	179.1	95.6	173.5
		底层	11	47.4	340.0	81.8	346.7	15	37.1	166.0	80.3	173.5
	V6	表层	7	43.0	332.7	60.6	327.0	19	71.5	164.4	133.8	170.4
		中层	8	46.9	342.9	71.2	342.5	18	62.7	159.3	112.3	166.9
		底层	8	43.4	347.1	66.9	347.0	18	53.6	157.7	105.2	165.3
	V7	表层	8	58.4	338.2	117.2	343.6	18	45.4	162.3	86.7	165.8
		中层	9	63.8	21.8	135.7	358.6	17	44.9	169.0	87.7	177.6
		底层	8	65.3	16.8	110.2	352.6	18	37.2	177.0	74.4	176.3
	V8	表层	9	50.2	332.7	81.2	320.7	17	57.9	182.2	150.8	170.3
		中层	9	56.5	345.7	111.5	338.7	17	49.9	159.7	106.4	159.3
		底层	9	55.0	339.1	94.6	334.0	17	41.9	158.5	75.3	157.9
	V9	表层	9	47.5	332.5	83.2	341.3	17	70.0	163.0	124.8	159.4
		中层	8	52.0	305.8	82.3	340.7	18	56.4	159.7	107.8	161.7
		底层	9	43.4	305.0	70.0	343.3	17	51.2	160.3	87.7	160.0
	V10	表层	10	45.2	3.3	78.5	5.9	16	54.6	189.2	108.0	189.6
		中层	11	38.1	9.5	76.3	10.7	15	42.5	203.8	83.6	197.1
		底层	11	34.2	3.0	64.6	14.7	15	40.2	208.0	80.7	193.2
	V11	表层	12	52.4	324.1	96.6	331.8	14	49.9	172.0	102.3	165.7
		中层	12	47.9	330.6	103.4	332.5	14	40.3	164.7	104.9	165.0
		底层	13	32.2	330.5	103.7	330.5	13	28.3	172.9	84.1	163.4

	V12	表层	13	26.7	337.7	41.8	3.8	13	22.8	188.2	35.6	144.7
		中层	13	25.1	343.5	38.9	4.3	13	14.6	150.0	27.2	130.1
		底层	13	25.3	0.6	36.2	355.3	13	17.3	168.6	29.8	172.1
	V13	表层	9	27.6	342.3	37.3	312.3	17	29.2	190.0	61.4	173.3
		中层	11	39.6	12.0	61.1	356.3	15	29.9	148.0	58.1	174.4
		底层	11	36.2	14.6	59.0	353.0	15	23.8	165.4	52.6	175.7
	V14	表层	8	10.3	341.9	14.3	33.9	18	14.3	197.3	26.0	173.4
		中层	7	9.2	334.7	15.7	354.9	19	15.6	195.8	33.7	182.2
		底层	6	8.9	343.8	13.5	20.3	20	12.3	185.2	31.1	183.3

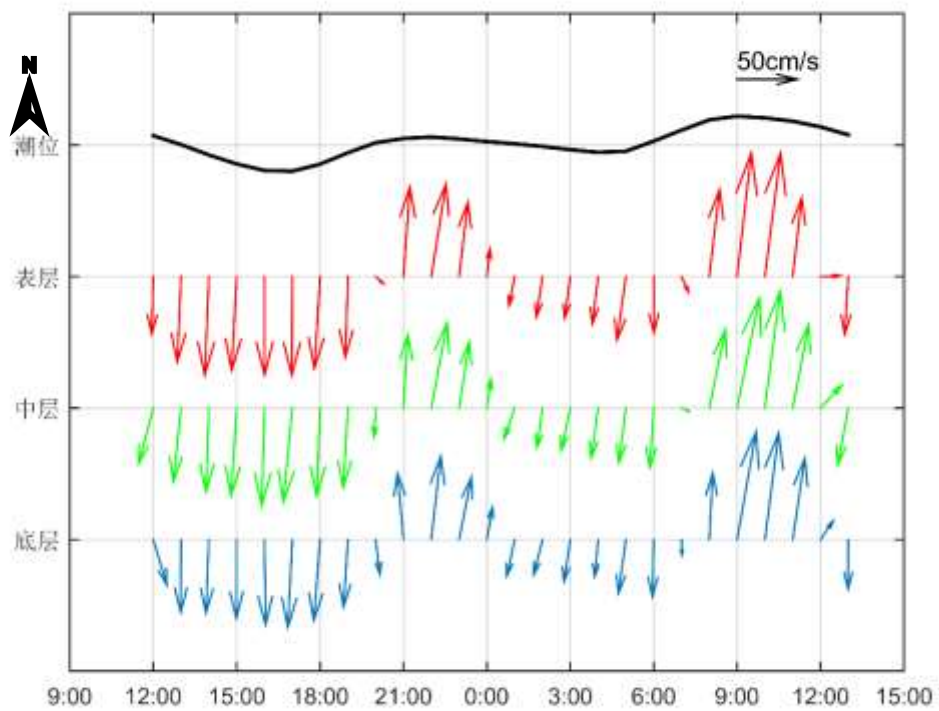


图 4.2.1-196 大潮期调查海域 V1 站实测海流矢量图

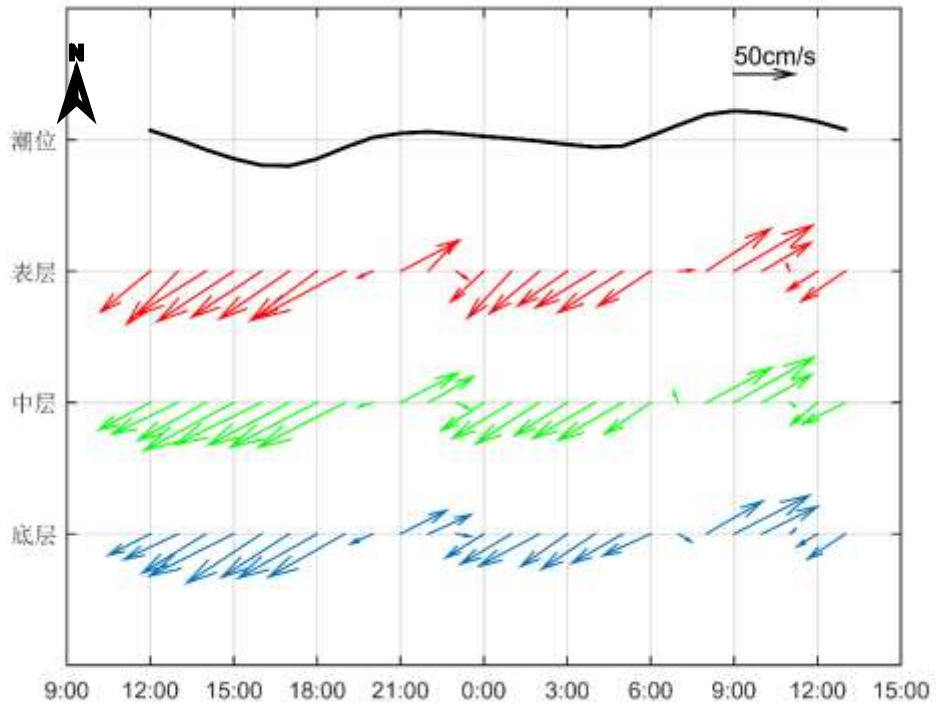


图 4.2.1-197 大潮期调查海域 V2 站实测海流矢量图

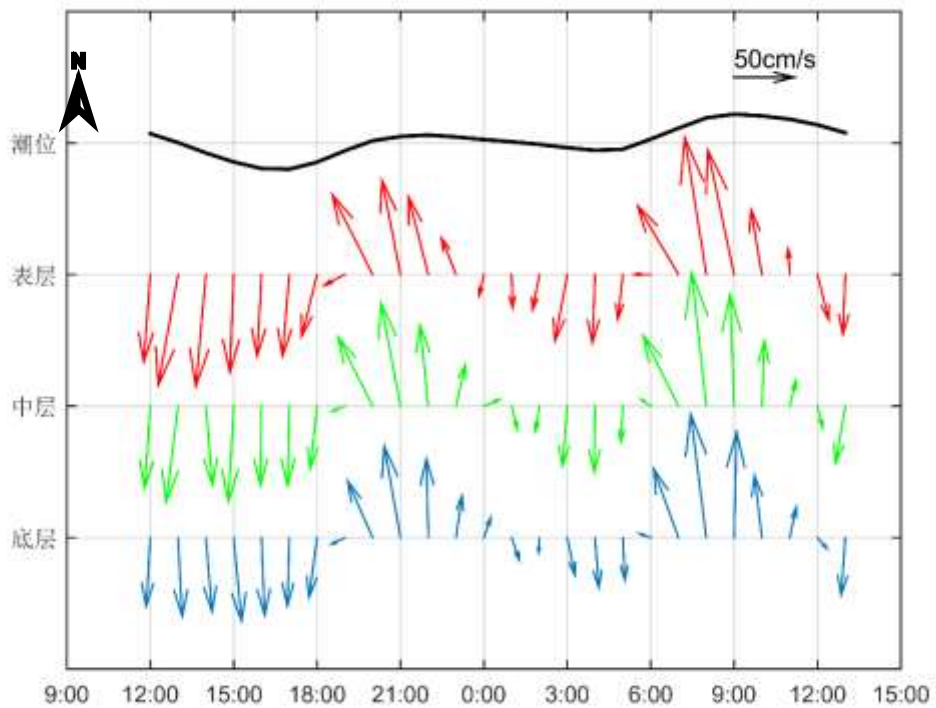


图 4.2.1-198 大潮期调查海域 V3 站实测海流矢量图

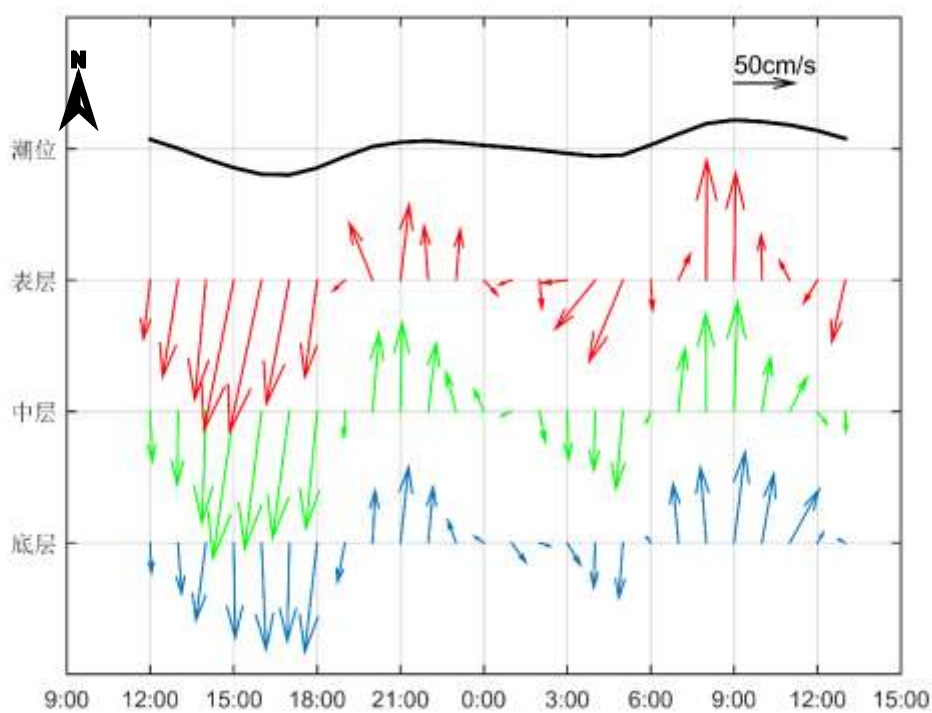


图 4.2.1-199 大潮期调查海域 V4 站实测海流矢量图

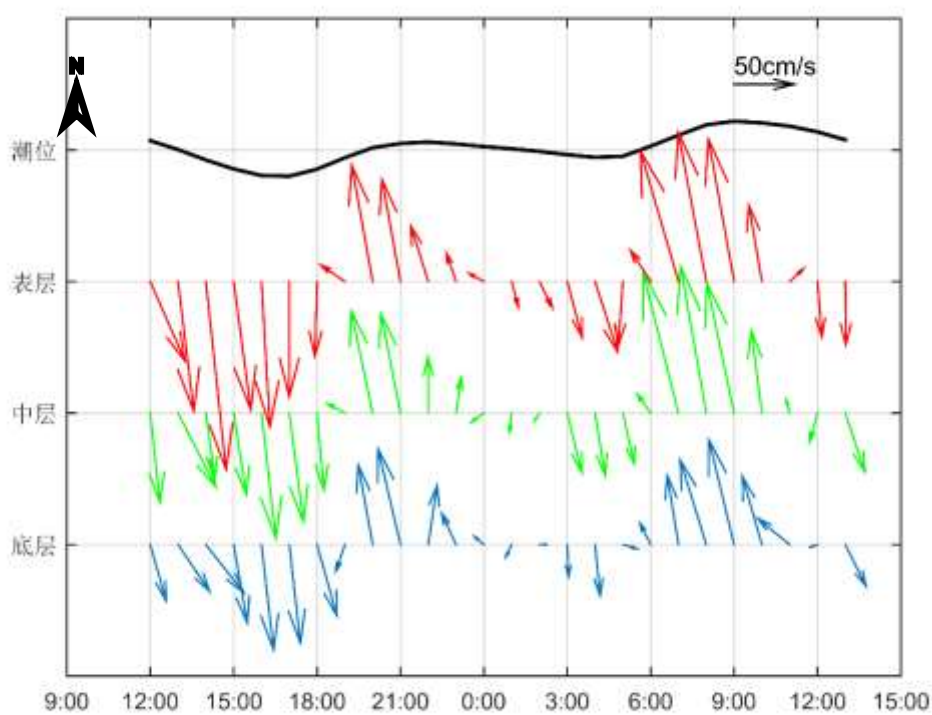


图 4.2.1-200 大潮期调查海域 V5 站实测海流矢量图

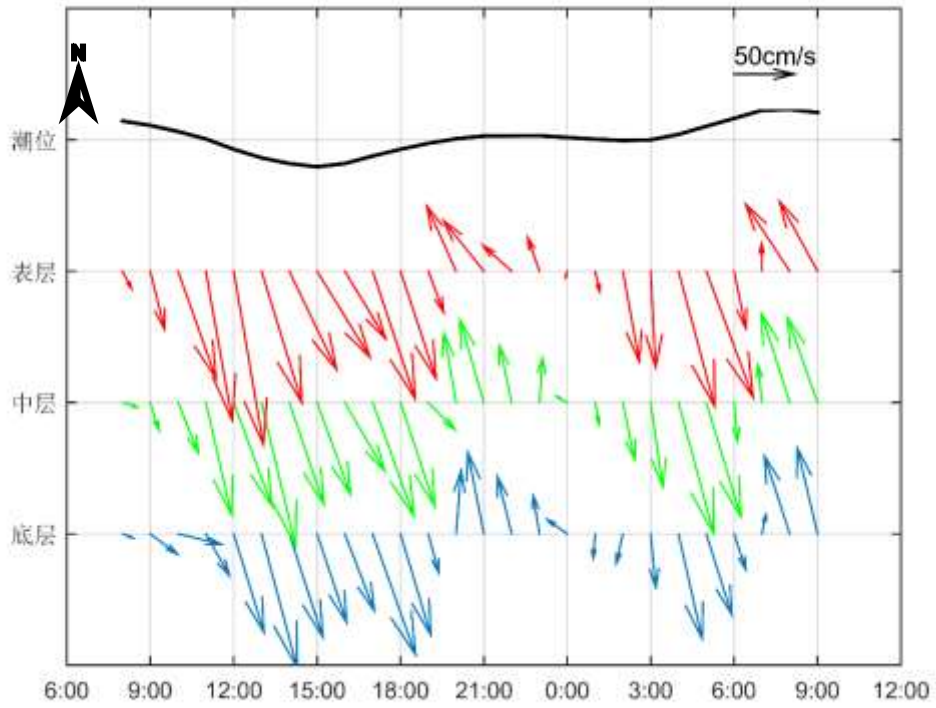


图 4.2.1-201 大潮期调查海域 V6 站实测海流矢量图

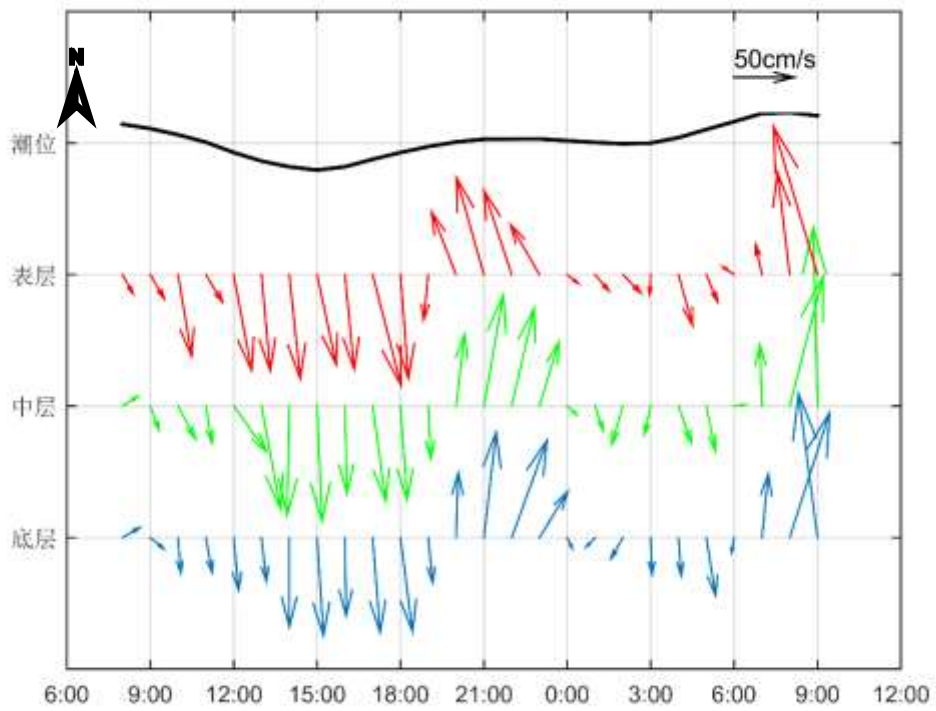


图 4.2.1-202 大潮期调查海域 V7 站实测海流矢量图

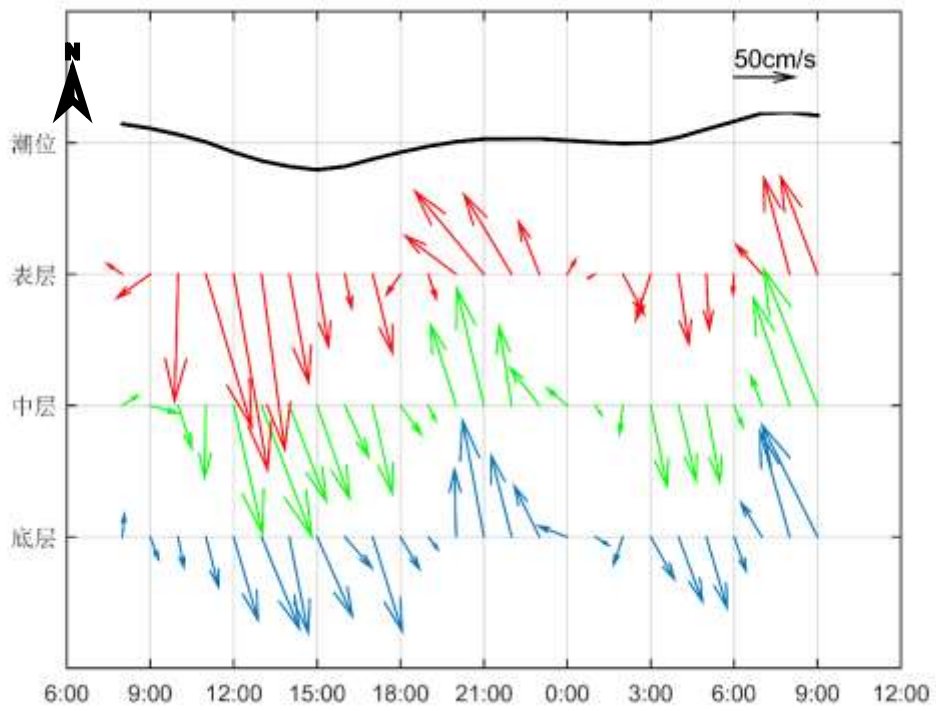


图 4.2.1-203 大潮期调查海域 V8 站实测海流矢量图

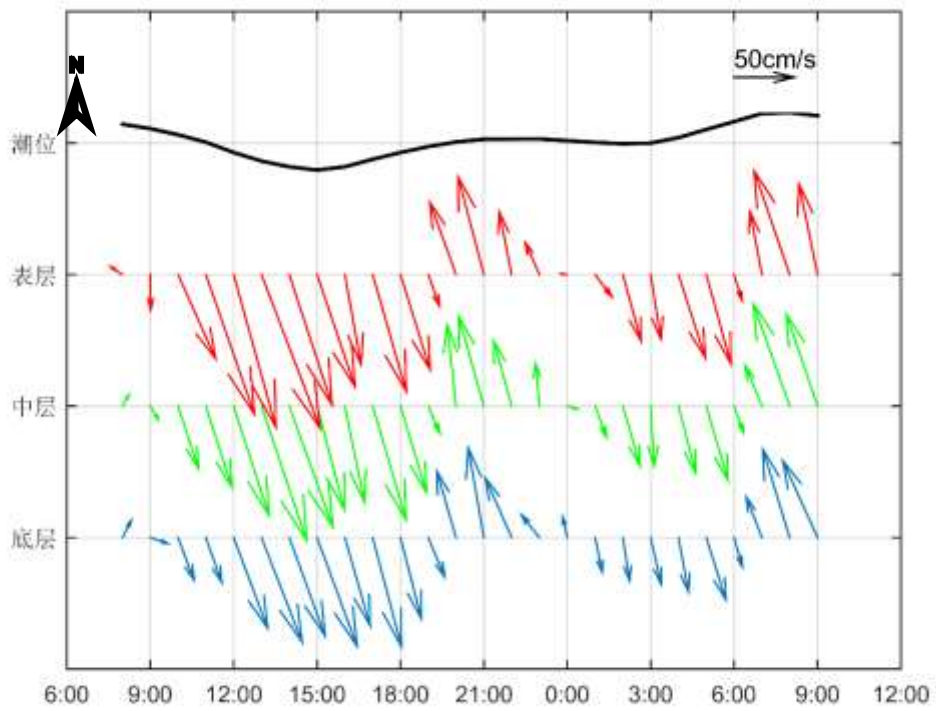


图 4.2.1-204 大潮期调查海域 V9 站实测海流矢量图

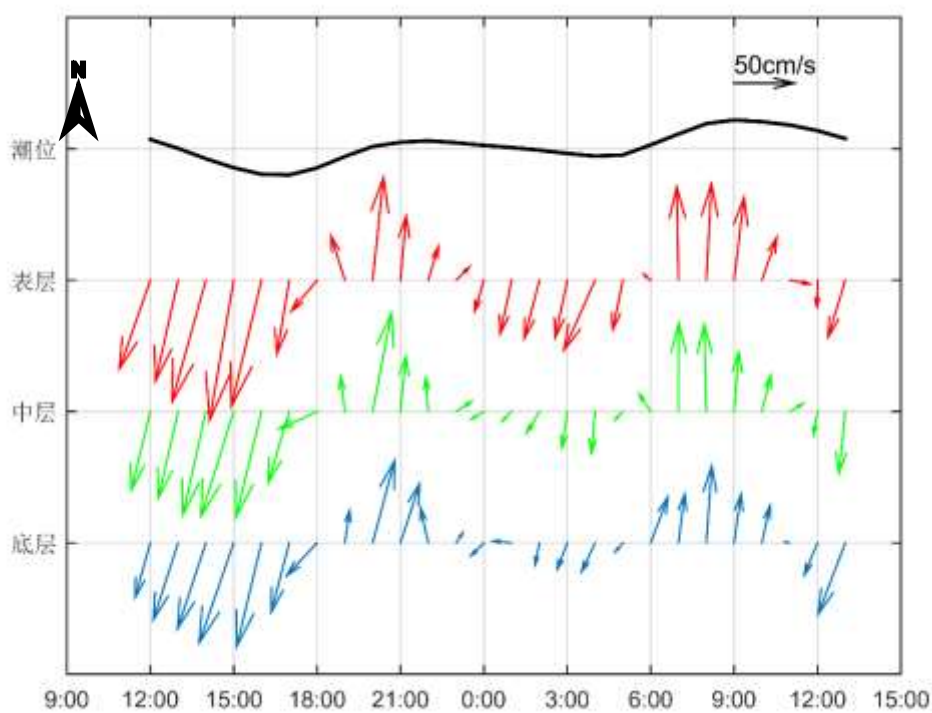


图 4.2.1-205 大潮期调查海域 V10 站实测海流矢量图

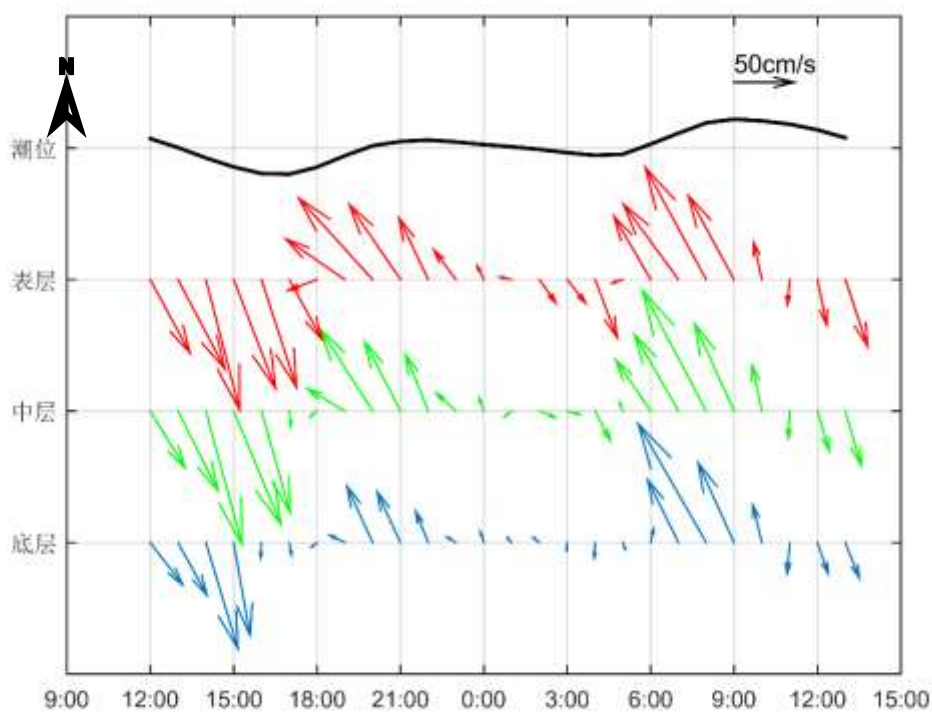


图 4.2.1-206 大潮期调查海域 V11 站实测海流矢量图

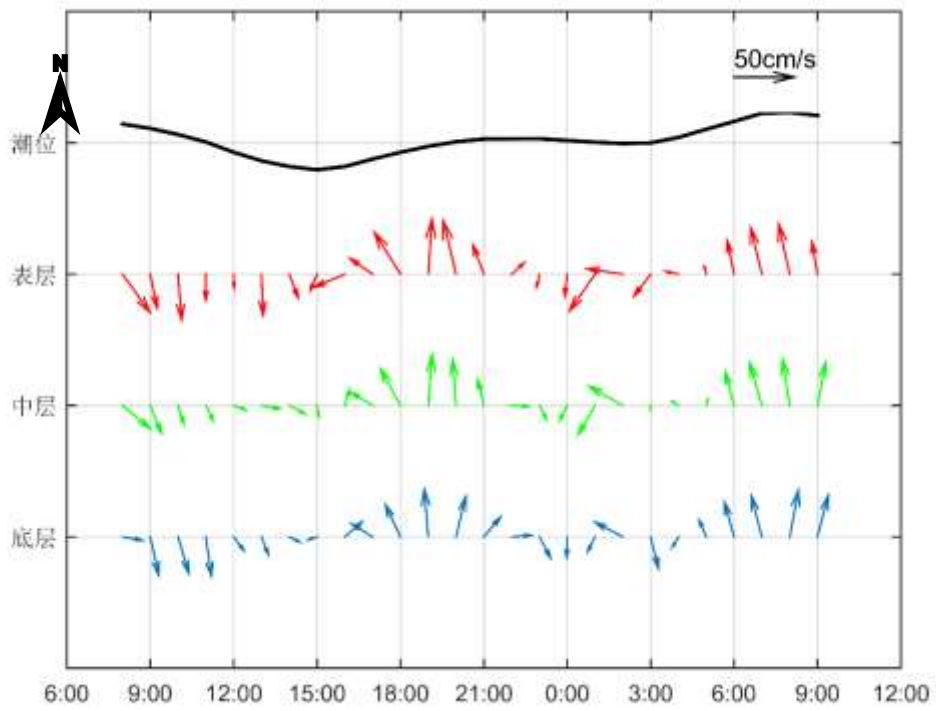


图 4.2.1-207 大潮期调查海域 V12 站实测海流矢量图

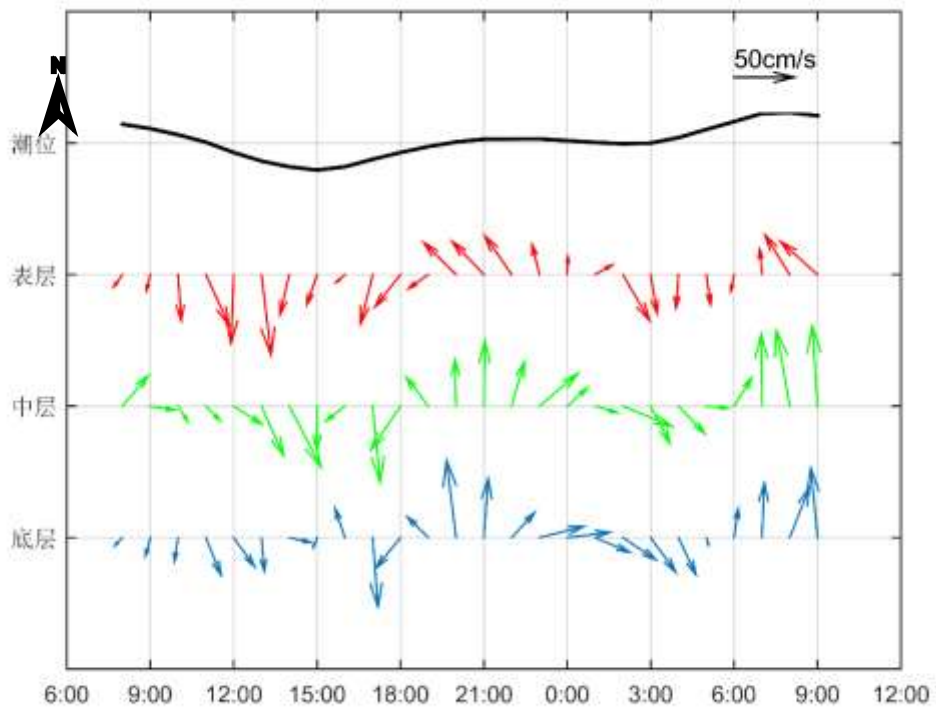


图 4.2.1-208 大潮期调查海域 V13 站实测海流矢量图

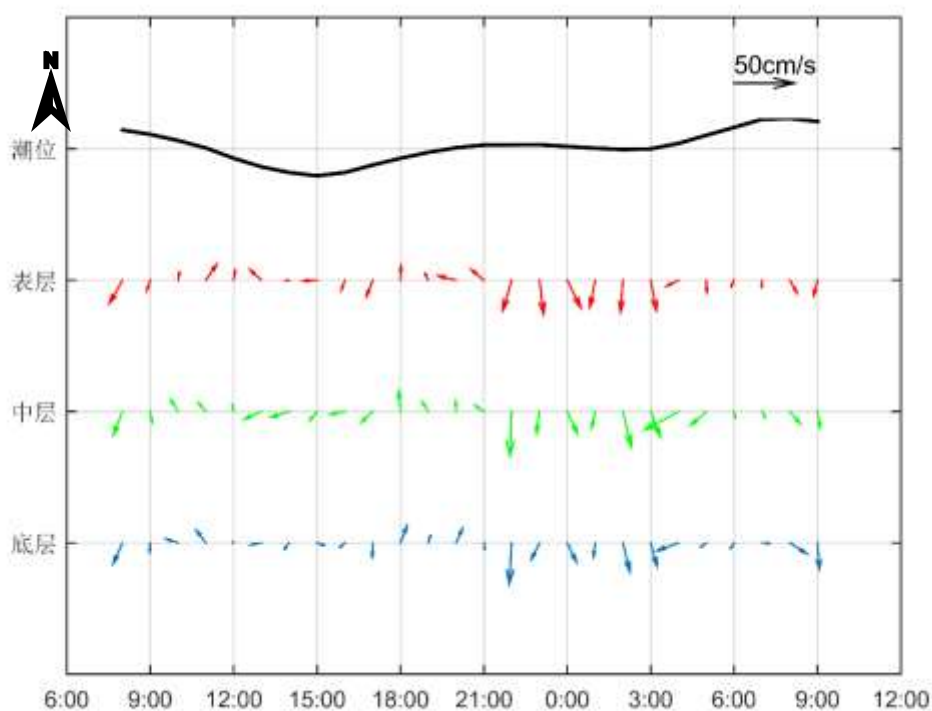


图 4.2.1-209 大潮期调查海域 V14 站实测海流矢量图

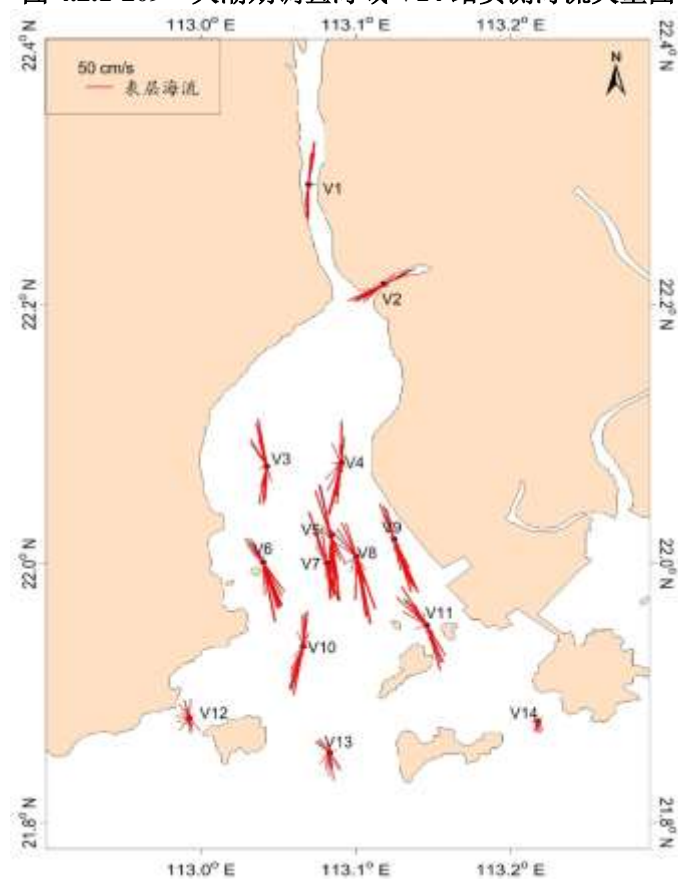


图 4.2.1-210 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（表层）

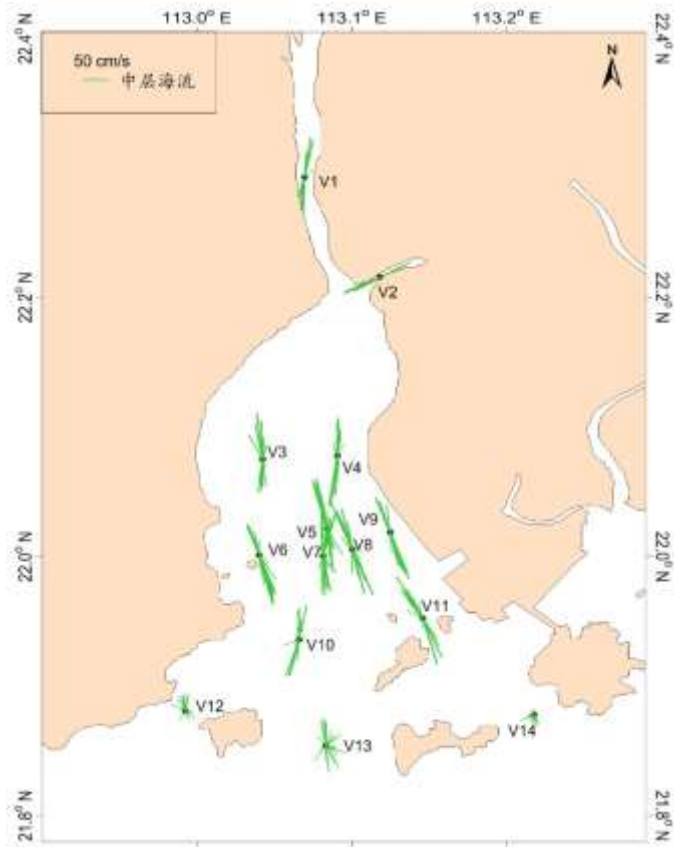


图 4.2.1-211 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（中层）

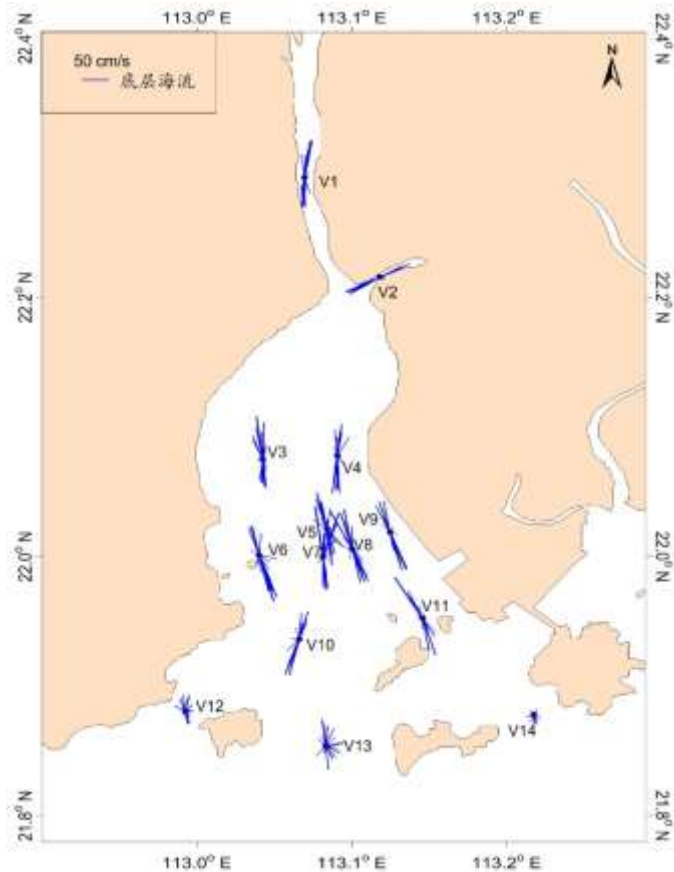


图 4.2.1-212 大潮期调查海域实测海流玫瑰图（底层）

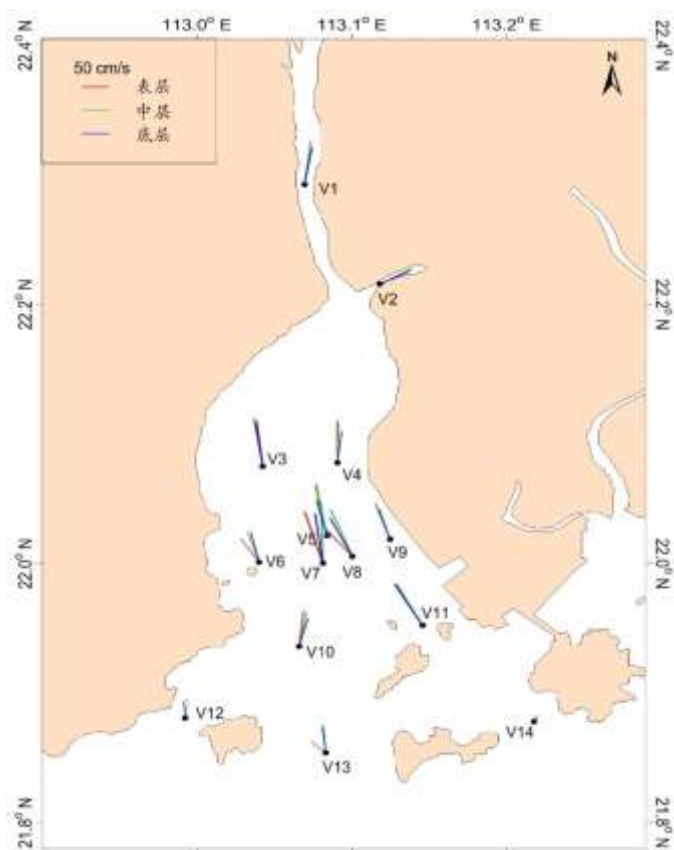


图 4.2.1-213 大潮期涨急流场图

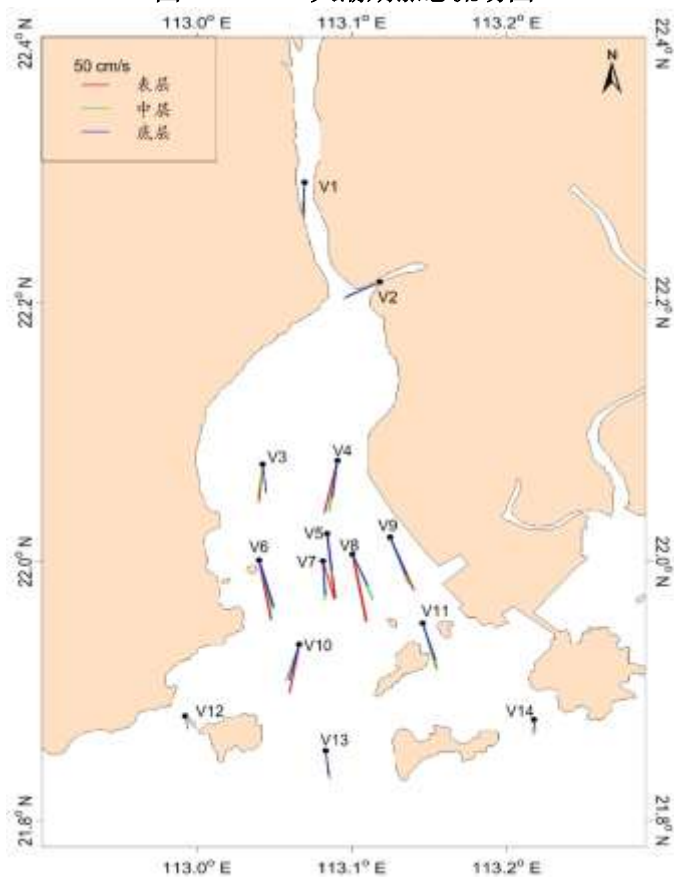


图 4.2.1-214 大潮期落急流场图

(3) 潮流分析

根据《海洋调查规范》，选用“引入差比关系的准调和分析方法”对各站层海流观测资料进行分析计算，得出观测期间各站层的余流和 O_1 （主要太阴全日分潮）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮）、 M_2 （主要太阴半日分潮）、 S_2 （主要太阳半日分潮）、 M_4 （ M_2 分潮的倍潮）和 MS_4 （ M_2 和 S_2 的复合分潮）等 6 个主要分潮流的调和常数以及它们的椭圆要素等潮流特征值。

在我国通常采用主要分潮流的椭圆长半轴之比 F 作为划分潮流性质的依据，表 4.2.1-40 列出了 14 个测站各层表征潮流性质的特征值 $F[F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}]$ ，式中 W 为分潮流椭圆长半轴。从表 4.2.1-40 可见，潮流性质在调查海域各站层主要表现为不规则半日潮流，因此，调查海域的潮流性质以不规则半日潮流为主。

表 4.2.1-41 给出了调查海域各站层主要分潮流的椭圆要素值。从表中可以看出，在上述六个主要分潮流中 M_2 分潮流椭圆长半轴（即最大流速）最大， S_2 次之，其次为 O_1 、 K_1 、 M_4 、 MS_4 分潮流长半轴最小。 M_2 分潮最大主要反映了半日潮的特征。各站层中 M_2 分潮流长半轴（最大流速）的最大值为 49.4cm/s，方向为 353.8°，出现在 V5 站表层，最小值为 13.5 cm/s。方向为 180.0°，出现在 V12 站中层。 O_1 分潮流长半轴（最大流速）的最大值为 24.4 cm/s，方向为 352.0°，出现在 V8 站表层，最小值为 2.4 cm/s。方向为 159.7°，出现在 V14 站底层。主要分潮流 M_2 的潮流流向为东北—西南向。

表 4.2.1-40 调查海域各测流站潮流性质的特征值 F

海区	站位	测层	特征值 F	潮型
黄茅海	V1	表层	0.7	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.7	不规则半日潮流
	V2	表层	0.8	不规则半日潮流
		中层		
		底层		
	V3	表层	0.7	不规则半日潮流
		中层	0.7	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V4	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.9	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V5	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.8	不规则半日潮流
	V6	表层	0.8	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流

	V7	表层	1.0	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流
	V8	表层	1.0	不规则半日潮流
		中层	0.9	不规则半日潮流
		底层	1.0	不规则半日潮流
	V9	表层	1.1	不规则半日潮流
		中层		
		底层	1.2	不规则半日潮流
	V10	表层	0.7	不规则半日潮流
		中层	0.8	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流
	V11	表层	0.9	不规则半日潮流
		中层	1.0	不规则半日潮流
		底层	0.9	不规则半日潮流
	V12	表层	0.8	不规则半日潮流
		中层	0.5	不规则半日潮流
		底层	0.7	不规则半日潮流
V13	表层	1.4	不规则半日潮流	
	中层	0.7	不规则半日潮流	
	底层	0.5	不规则半日潮流	
V14	表层	0.3	规则半日潮流	
	中层	0.3	规则半日潮流	
	底层	0.3	规则半日潮流	

表 4.2.1-41 调查海域海域各站主要分潮流及椭圆率 (单位: cm/s, °)

站位	测层	O ₁					K ₁				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	18.6	3.5	0.7	93.5	-0.0	15.6	3.5	0.5	93.5	-0.0
	中层	17.7	4.2	0.7	94.2	-0.0	14.8	4.2	0.6	94.2	-0.0
	底层	15.2	6.5	0.9	96.5	-0.1	12.8	6.5	0.8	96.5	-0.1
V2	表层	13.2	55.2	0.6	325.2	0.0	11.1	55.2	0.5	325.2	0.0
	中层										
	底层										
V3	表层	16.0	7.6	0.5	97.6	-0.0	13.5	7.6	0.5	97.6	-0.0
	中层	15.0	358.9	1.0	88.9	-0.1	12.6	358.9	0.8	88.9	-0.1
	底层	13.5	355.7	0.9	85.7	-0.1	11.3	355.7	0.7	85.7	-0.1
V4	表层	21.6	18.1	2.1	288.1	0.1	18.1	18.1	1.8	288.1	0.1
	中层	22.3	8.2	2.4	98.2	-0.1	18.7	8.2	2.0	98.2	-0.1
	底层	15.8	4.6	2.3	94.6	-0.1	13.3	4.6	1.9	94.6	-0.1
V5	表层	23.1	356.7	0.1	266.7	0.0	19.4	356.7	0.1	266.7	0.0
	中层	18.0	351.9	0.0	261.9	0.0	15.1	351.9	0.0	261.9	0.0
	底层	16.2	347.4	0.1	257.4	0.0	13.6	347.4	0.0	257.4	0.0

V6	表层	18.3	345.4	0.1	255.4	0.0	15.4	345.4	0.1	255.4	0.0
	中层	17.3	342.1	0.1	252.1	0.0	14.5	342.1	0.1	252.1	0.0
	底层	15.3	344.5	0.6	254.5	0.0	12.9	344.5	0.5	254.5	0.0
V7	表层	21.2	354.3	2.6	84.3	-0.1	17.8	354.3	2.2	84.3	-0.1
	中层	19.6	0.1	0.6	90.1	-0.0	16.4	0.1	0.5	90.1	-0.0
	底层	16.5	6.7	0.5	276.7	0.0	13.8	6.7	0.4	276.7	0.0
V8	表层	24.4	352.0	1.2	82.0	-0.0	20.5	352.0	1.0	82.0	-0.0
	中层	19.2	339.3	0.4	249.3	0.0	16.1	339.3	0.3	249.3	0.0
	底层	15.8	336.3	1.0	246.3	0.1	13.3	336.3	0.8	246.3	0.1
V9	表层	17.6	336.4	0.4	246.4	0.0	14.8	336.4	0.4	246.4	0.0
	中层										
	底层	13.0	329.5	0.4	239.5	0.0	10.9	329.5	0.3	239.5	0.0
V10	表层	16.4	15.2	1.8	105.2	-0.1	13.8	15.2	1.5	105.2	-0.1
	中层	15.9	13.8	2.8	103.8	-0.2	13.3	13.8	2.4	103.8	-0.2
	底层	15.4	12.0	1.5	102.0	-0.1	12.9	12.0	1.3	102.0	-0.1
V11	表层	20.3	339.0	1.6	69.0	-0.1	17.0	339.0	1.3	69.0	-0.1
	中层	19.4	338.4	1.7	68.4	-0.1	16.3	338.4	1.4	68.4	-0.1
	底层	13.1	338.2	1.2	68.2	-0.1	11.0	338.2	1.0	68.2	-0.1
V12	表层	6.0	24.5	0.7	114.5	-0.1	5.1	24.5	0.6	114.5	-0.1
	中层	4.0	352.2	1.9	82.2	-0.5	3.3	352.2	1.6	82.2	-0.5
	底层	5.0	331.1	1.6	61.1	-0.3	4.2	331.1	1.4	61.1	-0.3
V13	表层	16.8	4.8	2.5	94.8	-0.1	14.1	4.8	2.1	94.8	-0.1
	中层	9.1	9.5	1.6	99.5	-0.2	7.7	9.5	1.3	99.5	-0.2
	底层	4.0	47.6	1.5	137.6	-0.4	3.4	47.6	1.3	137.6	-0.4
V14	表层	3.7	335.7	1.4	65.7	-0.4	3.1	335.7	1.2	65.7	-0.4
	中层	4.4	151.2	0.0	241.2	0.0	3.7	331.2	0.0	241.2	0.0
	底层	2.4	159.7	1.6	249.7	-0.7	2.0	339.7	1.3	69.7	-0.7

续上表

站位	测层	M ₂					S ₂				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	46.1	6.5	0.1	276.5	0.0	23.8	6.5	0.1	276.5	0.0
	中层	43.2	9.6	0.6	99.6	-0.0	22.3	9.6	0.3	99.6	-0.0
	底层	38.2	8.7	0.5	98.7	-0.0	19.7	8.7	0.3	98.7	-0.0
V2	表层	31.0	57.2	1.0	147.2	-0.0	16.0	57.2	0.5	147.2	-0.0
	中层										
	底层										
V3	表层	40.0	358.2	2.2	88.2	-0.1	20.7	358.2	1.1	88.2	-0.1
	中层	38.5	354.6	3.2	84.6	-0.1	19.9	354.6	1.7	84.6	-0.1
	底层	32.1	352.2	2.6	82.2	-0.1	16.6	352.2	1.3	82.2	-0.1
V4	表层	45.9	24.4	1.5	114.4	-0.0	23.8	24.4	0.8	114.4	-0.0
	中层	46.7	11.7	0.7	101.7	-0.0	24.1	11.7	0.3	101.7	-0.0

	底层	35.8	2.0	2.4	92.0	-0.1	18.5	2.0	1.2	92.0	-0.1
V5	表层	49.4	353.8	5.2	443.8	-0.1	25.5	353.8	2.7	83.8	-0.1
	中层	43.7	354.3	1.7	444.3	-0.0	22.6	354.3	0.9	84.3	-0.0
	底层	35.2	353.2	0.3	263.2	0.0	18.2	353.2	0.2	263.2	0.0
V6	表层	39.7	348.1	3.7	78.1	-0.1	20.5	348.1	1.9	78.1	-0.1
	中层	42.1	350.7	3.5	80.7	-0.1	21.8	350.7	1.8	80.7	-0.1
	底层	31.5	352.3	0.3	262.3	0.0	16.3	352.3	0.2	262.3	0.0
V7	表层	39.7	356.0	1.2	86.0	-0.0	20.5	356.0	0.6	86.0	-0.0
	中层	43.2	2.9	1.6	92.9	-0.0	22.3	2.9	0.8	92.9	-0.0
	底层	33.8	5.6	0.4	95.6	-0.0	17.5	5.6	0.2	95.6	-0.0
V8	表层	44.8	348.2	0.1	78.2	-0.0	23.2	348.2	0.1	78.2	-0.0
	中层	39.6	346.9	0.4	256.9	0.0	20.5	346.9	0.2	256.9	0.0
	底层	30.0	342.3	2.8	252.3	0.1	15.5	342.3	1.5	252.3	0.1
V9	表层	30.6	333.1	1.0	243.1	0.0	15.8	333.1	0.5	243.1	0.0
	中层										
	底层	20.3	329.2	0.6	239.2	0.0	10.5	329.2	0.3	239.2	0.0
V10	表层	45.2	16.6	3.9	106.6	-0.1	23.4	16.6	2.0	106.6	-0.1
	中层	36.7	16.0	3.6	106.0	-0.1	19.0	16.0	1.9	106.0	-0.1
	底层	31.6	16.5	0.3	106.5	-0.0	16.3	16.5	0.2	106.5	-0.0
V11	表层	39.3	331.2	2.9	61.2	-0.1	20.3	331.2	1.5	61.2	-0.1
	中层	36.9	150.6	1.0	240.6	-0.0	19.1	330.6	0.5	60.6	-0.0
	底层	25.3	152.5	0.4	62.5	0.0	13.1	332.5	0.2	242.5	0.0
V12	表层	14.7	183.1	2.5	273.1	-0.2	7.6	3.1	1.3	93.1	-0.2
	中层	13.5	180.0	3.0	270.0	-0.2	7.0	0.0	1.6	90.0	-0.2
	底层	13.9	169.3	3.2	259.3	-0.2	7.2	349.3	1.7	79.3	-0.2
V13	表层	22.7	338.2	3.8	68.2	-0.2	11.7	338.2	1.9	68.2	-0.2
	中层	23.3	345.0	4.0	75.0	-0.2	12.0	345.0	2.1	75.0	-0.2
	底层	14.3	158.2	2.9	248.2	-0.2	7.4	338.2	1.5	68.2	-0.2
V14	表层	22.6	135.5	8.4	45.5	0.4	11.7	135.5	4.3	45.5	0.4
	中层	24.1	144.1	3.0	54.1	0.1	12.4	144.1	1.5	54.1	0.1
	底层	17.4	151.1	1.9	241.1	-0.1	9.0	151.1	1.0	241.1	-0.1

续上表

站位	测层	M ₄					MS ₄				
		长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率	长半轴	长轴向	短半轴	短轴向	椭圆率
V1	表层	10.1	2.2	0.5	92.2	-0.1	7.2	2.2	0.4	92.2	-0.1
	中层	9.2	5.8	0.8	95.8	-0.1	6.5	5.8	0.6	95.8	-0.1
	底层	8.0	3.7	0.4	93.7	-0.1	5.6	3.7	0.3	93.7	-0.1
V2	表层	6.9	50.7	1.0	320.7	0.1	4.9	50.7	0.7	320.7	0.1
	中层										
	底层										
V3	表层	5.6	354.0	1.4	84.0	-0.3	4.0	354.0	1.0	84.0	-0.3
	中层	5.5	350.7	2.2	80.7	-0.4	3.9	350.7	1.5	80.7	-0.4
	底层	5.1	10.8	1.7	100.8	-0.3	3.6	10.8	1.2	100.8	-0.3
V4	表层	6.9	192.4	2.3	102.4	0.3	4.9	12.4	1.7	282.4	0.3
	中层	6.8	201.4	0.8	291.4	-0.1	4.8	21.4	0.6	111.4	-0.1
	底层	6.4	187.4	2.3	277.4	-0.4	4.5	7.4	1.6	97.4	-0.4
V5	表层	9.1	168.9	1.3	78.9	0.1	6.4	348.9	0.9	258.9	0.1

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

	中层	8.1	184.8	0.1	274.8	-0.0	5.7	4.8	0.0	94.8	-0.0
	底层	6.1	187.9	0.3	97.9	0.0	4.4	7.9	0.2	277.9	0.0
V6	表层	6.2	350.9	1.7	260.9	0.3	4.4	350.9	1.2	260.9	0.3
	中层	8.0	154.4	0.7	64.4	0.1	5.7	334.4	0.5	244.4	0.1
V7	底层	2.1	299.7	1.0	209.7	0.5	1.5	299.7	0.7	209.7	0.5
	表层	8.8	190.7	1.4	280.7	-0.2	6.2	10.7	1.0	100.7	-0.2
	中层	6.1	180.8	0.9	90.8	0.1	4.3	0.8	0.6	270.8	0.1
V8	底层	4.4	9.0	0.2	99.0	-0.0	3.1	9.0	0.1	99.0	-0.0
	表层	4.8	144.8	0.3	234.8	-0.1	3.4	324.8	0.2	54.8	-0.1
	中层	5.0	140.1	0.1	50.1	0.0	3.6	320.1	0.1	230.1	0.0
V9	底层	2.6	330.8	1.0	60.8	-0.4	1.8	330.8	0.7	60.8	-0.4
	表层	2.5	309.1	0.1	219.1	0.0	1.8	309.1	0.1	219.1	0.0
	中层										
V10	底层	1.9	224.0	0.5	314.0	-0.3	1.4	224.0	0.4	314.0	-0.3
	表层	5.6	176.1	1.7	266.1	-0.3	4.0	176.1	1.2	266.1	-0.3
	中层	6.0	186.3	0.4	276.3	-0.1	4.2	186.3	0.3	276.3	-0.1
V11	底层	5.2	202.8	0.4	292.8	-0.1	3.7	202.8	0.3	292.8	-0.1
	表层	5.9	149.9	0.1	239.9	-0.0	4.2	149.9	0.1	239.9	-0.0
	中层	4.9	162.6	0.5	252.6	-0.1	3.5	162.6	0.4	252.6	-0.1
V12	底层	3.5	166.4	1.1	76.4	0.3	2.5	346.4	0.8	256.4	0.3
	表层	1.2	147.2	0.3	237.2	-0.3	0.8	147.2	0.2	237.2	-0.3
	中层	2.0	148.1	0.1	58.1	0.0	1.4	328.1	0.0	238.1	0.0
V13	底层	1.3	312.5	0.1	42.5	-0.1	1.0	312.5	0.1	42.5	-0.1
	表层	2.6	189.7	1.1	279.7	-0.4	1.9	189.7	0.8	279.7	-0.4
	中层	3.6	148.3	1.6	238.3	-0.4	2.5	148.3	1.1	238.3	-0.4
V14	底层	3.6	103.3	0.3	193.3	-0.1	2.6	103.3	0.2	193.3	-0.1
	表层	5.3	140.3	1.1	230.3	-0.2	3.8	140.3	0.8	230.3	-0.2
	中层	4.5	141.2	0.5	231.2	-0.1	3.2	141.2	0.4	231.2	-0.1
	底层	2.8	155.5	0.7	65.5	0.2	2.0	155.5	0.5	65.5	0.2

注：表中方向只为其一，±180°为另一方向

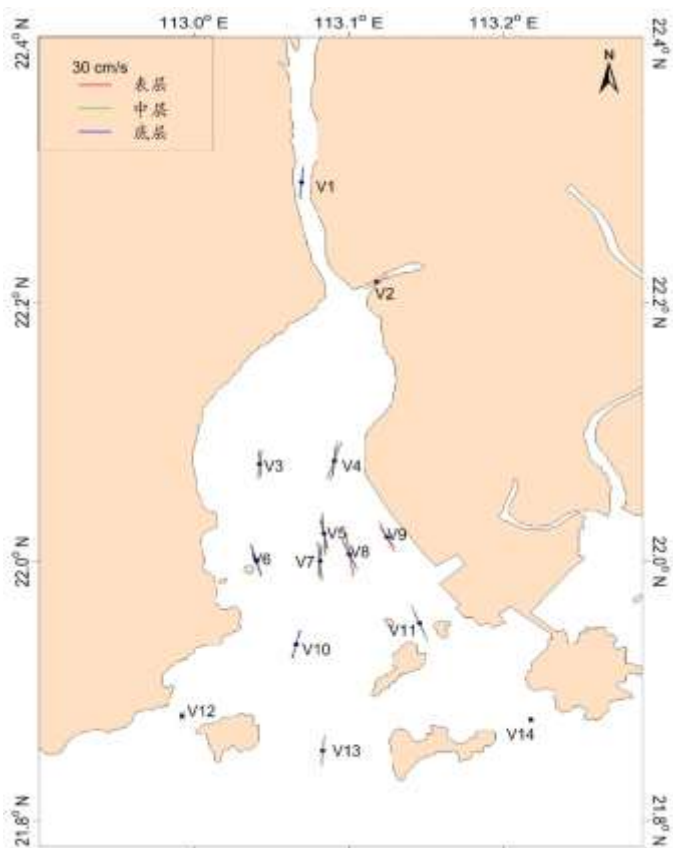


图 4.2.1-215 各站 O₁分潮流长轴分布图

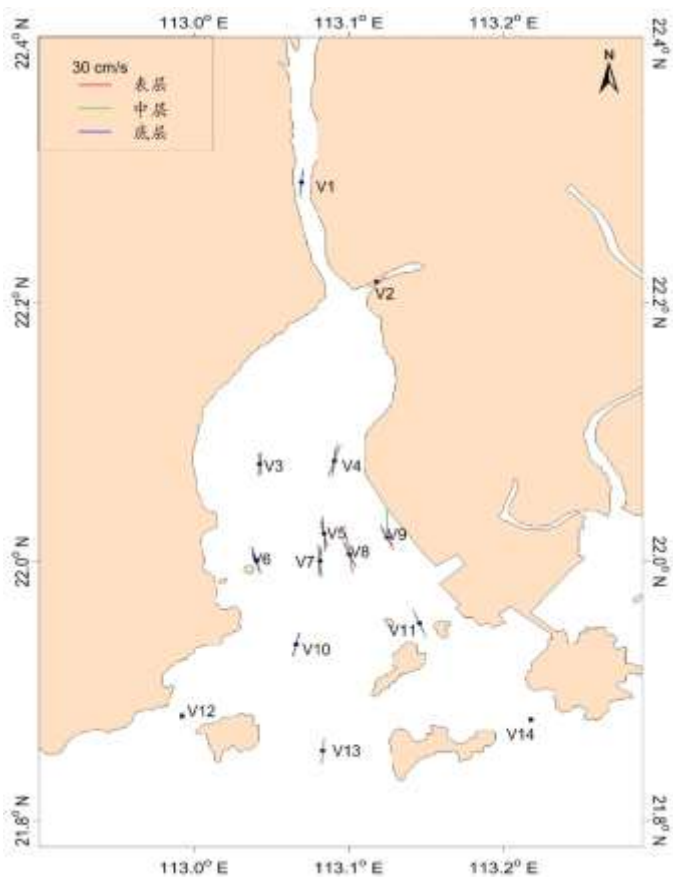


图 4.2.1-216 各站 K_1 分潮流长轴分布图

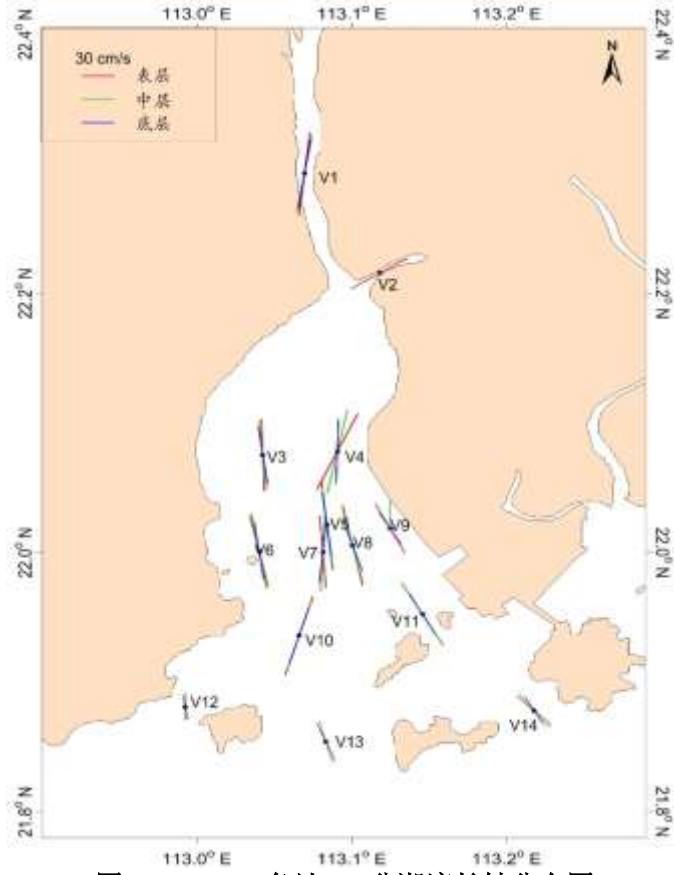


图 4.2.1-217 各站 M_2 分潮流长轴分布图

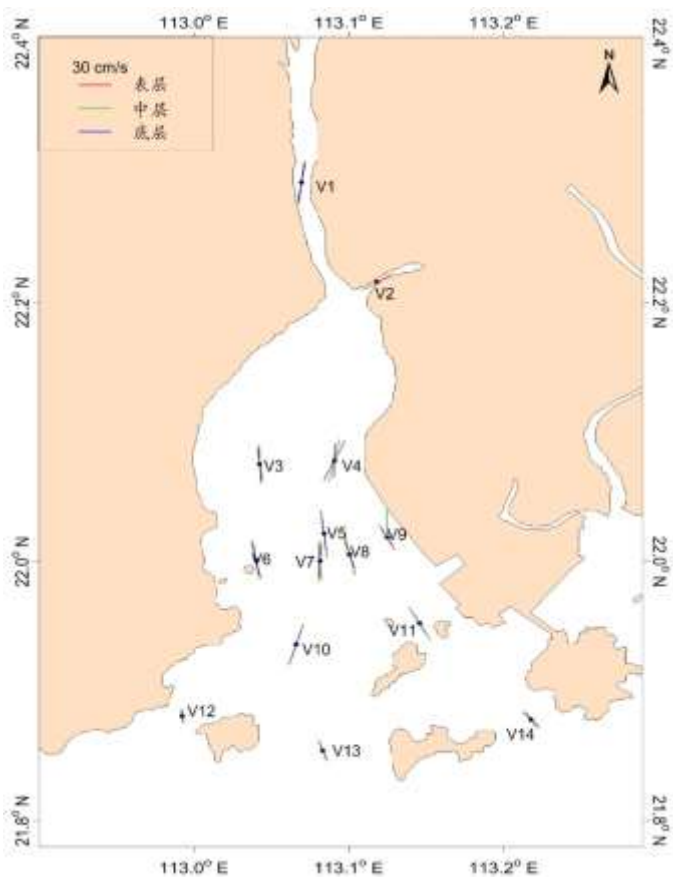


图 4.2.1-218 各站 S₂潮流长轴分布图

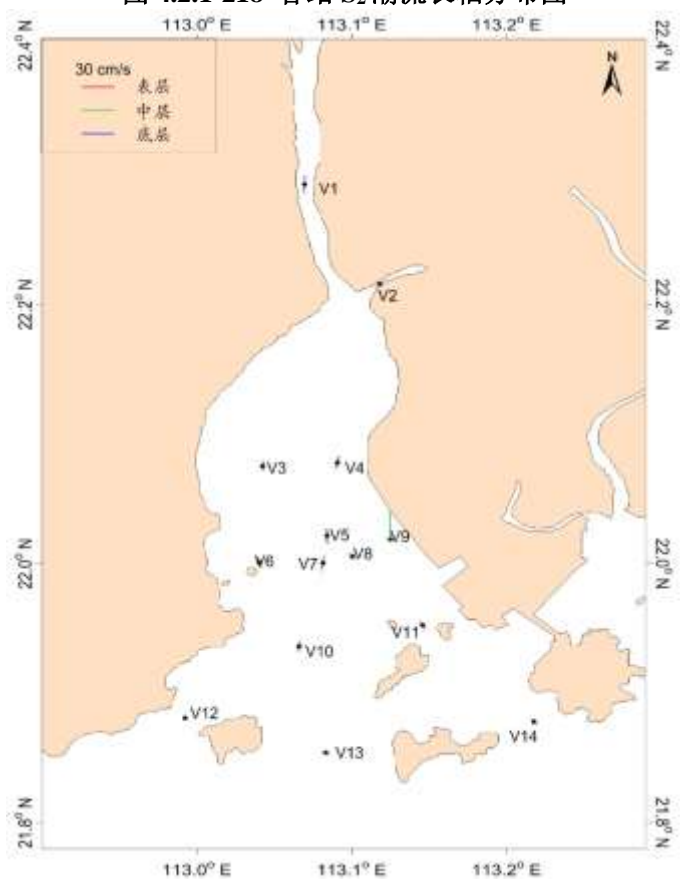


图 4.2.1-219 各站 M₄潮流长轴分布图

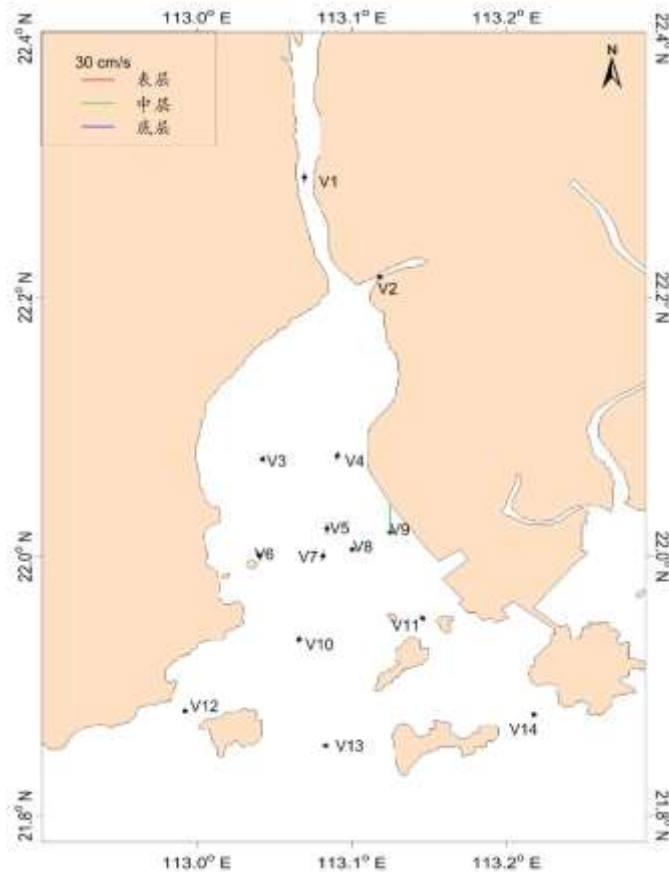


图 4.2.1-220 各站 MS₄潮流长轴分布图

(4) 可能最大流速和水质点可能最大运移距离

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

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

1)对规则半日潮流海区可按下式计算:

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \quad (5.1.4.1)$$

2)对规则全日潮流海区可按下式计算

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \quad (5.1.4.2)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(5.1.4.1)和式(5.1.4.2)中的大值。

潮流水质点的可能最大运移距离可按下述方法计算:

1) 规则半日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 184.3\vec{W}_{M_2} + 171.2\vec{W}_{S_2} + 274.3\vec{W}_{K_1} + 295.9\vec{W}_{O_1} + 71.2\vec{W}_{M_4} + 69.9\vec{W}_{MS_4} \quad (5.1.4.3)$$

2) 规则全日潮流海区按下式计算:

$$\vec{L}_{\max} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2} + 438.9\vec{W}_{K_1} + 429.1\vec{W}_{O_1} \quad (5.1.4.4)$$

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

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

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

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

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

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

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

3)对于不规则半日潮流海区和不规则全日潮流海区,采用式(5.1.4.3)和式(5.1.4.4)中的大值。

根据各站层的潮流性质（表 4.2.1-42），按式（5.1.4.1）—式（5.1.4.4）及相关规定，计算了各层潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.2.1-42 中，由表 4.2.1-42 可见，调查海域潮流可能最大流速为 140.8 cm/s，出现在 V1 站表层，各站层可能最大流速介于 4.7~140.8 cm/s 之间，潮流可能最大流速的方向大部分表现为西北

-东南向。水质点可能最大运移距离为 29.0 km (V5 站表层和 V8 站表层), 各站层可能最大运移距离介于 2.2~29.0 km 之间, 方向以西北-东南向为主, 与最大可能流速方向一致。

表 4.2.1-42 调查海区各站层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离

站位	测层	可能最大流速		可能最大运移距离	
		流速 (cm/s)	方向 (度)	距离 (km)	方向 (度)
V1	表层	140.8	5.2	24.7	4.7
	中层	131.8	7.8	23.3	6.3
	底层	115.5	7.6	20.3	7.4
V2	表层	96.1	55.9	17.1	56.0
	中层				
	底层				
V3	表层	116.3	0.2	21.3	3.8
	中层	111.5	355.3	20.2	357.1
	底层	95.3	354.8	17.6	354.3
V4	表层	129.8	21.5	27.0	20.4
	中层	133.0	10.1	27.7	9.5
	底层	98.5	3.2	20.3	3.6
V5	表层	139.4	355.1	29.0	355.6
	中层	116.5	353.3	23.7	352.8
	底层	98.5	350.5	20.4	349.5
V6	表层	121.2	347.6	23.1	346.4
	中层	111.9	347.0	22.7	345.5
	底层	91.5	348.1	18.9	347.3
V7	表层	119.4	355.2	25.4	354.9
	中层	120.1	1.6	24.8	1.1
	底层	103.3	6.2	20.4	6.3
V8	表层	136.1	350.1	29.0	350.7
	中层	113.5	343.3	23.7	342.0
	底层	91.5	339.8	19.0	338.3
V9	表层	95.6	333.2	20.6	335.4
	中层				
	底层	67.1	329.4	14.7	329.4
V10	表层	114.5	16.0	22.7	15.8
	中层	100.0	15.0	20.5	14.6
	底层	90.8	14.4	19.0	13.6
V11	表层	116.0	335.0	24.5	336.3
	中层	36.7	342.2	12.9	340.0
	底层	24.5	341.0	8.7	339.4
V12	表层	10.6	38.7	3.9	30.2
	中层	4.7	341.4	2.2	348.8
	底层	7.9	315.7	3.1	325.3
V13	表层	79.2	353.6	17.9	357.8
	中层	59.5	355.2	12.0	359.6
	底层	15.8	108.8	3.0	66.1
V14	表层	46.5	133.5	5.0	128.4

	中层	55.0	143.8	7.4	144.2
	底层	38.9	151.7	5.2	151.6

注：表中方向只为其一， $\pm 180^\circ$ 为另一方向

(5) 小潮余流分析

表 4.2.1-43 为小潮期间各测站的余流，图 5.1.4-12 是各站余流分布图。从图表中可知，调查海域各站余流大小量值介于 0.7 cm/s~23.9 cm/s 之间，最大余流出现在 V6 站表层，大小为 23.9 cm/s，方向为 159.5°；最小余流出现在 V10 站底层，大小为 0.7 cm/s，方向为 5.5°。

就整个海域而言，小潮期间，余流较小，方向紊乱（图 5.1.4-12）。

表 4.2.1-43 调查海域各站小潮余流(单位: cm/s, °)

海区	站位	测层	流速	流向
黄茅海	V1	表层	4.7	170.0
		中层	3.7	172.2
		底层	3.3	157.3
	V2	表层	15.2	233.4
		中层		
		底层		
	V3	表层	15.1	206.2
		中层	6.4	328.4
		底层	4.9	17.1
	V4	表层	11.7	214.9
		中层	7.7	352.8
		底层	11.4	187.0
	V5	表层	8.8	183.8
		中层	3.1	158.7
		底层	6.2	340.4
	V6	表层	23.9	159.5
		中层	16.1	159.0
		底层	9.9	156.1
	V7	表层	1.9	255.3
		中层	3.8	106.2
		底层	2.3	56.8
	V8	表层	12.0	192.5
		中层	5.6	255.4
		底层	2.4	316.3
	V9	表层	9.0	162.4
		中层		
		底层	5.1	324.3
	V10	表层	10.1	208.6
		中层	2.1	245.1

	V11	底层	0.7	4.4
		表层	4.2	310.5
		中层	2.2	327.1
	V12	底层	1.6	331.6
		表层	3.4	281.2
		中层	4.5	79.4
	V13	底层	5.5	110.1
		表层	12.4	12.6
		中层	5.7	126.2
	V14	底层	3.4	188.2
		表层	5.3	318.9
		中层	12.9	320.4
		底层	5.5	325.1

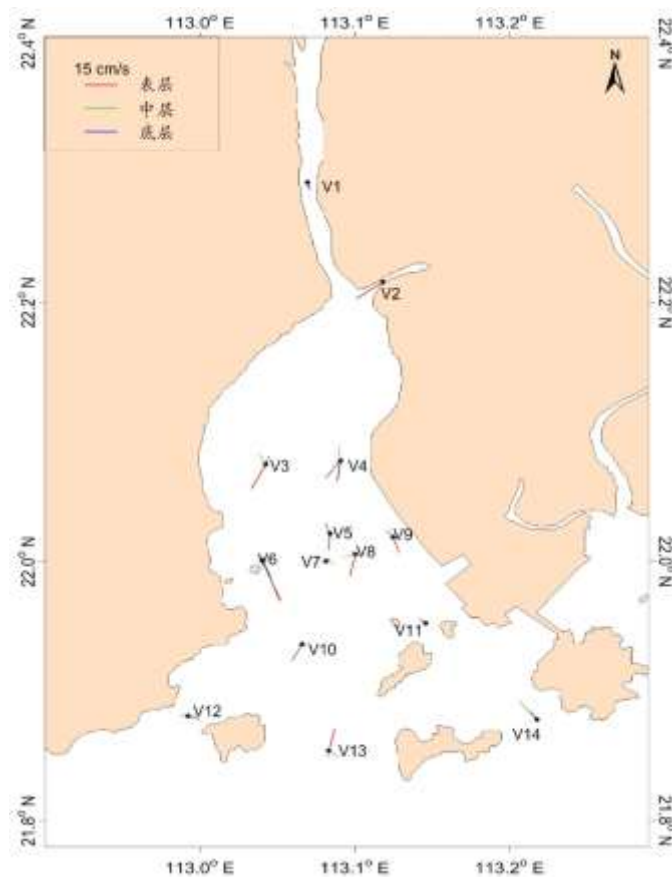


图 4.2.1-221 各站余流分布图

(6) 大潮余流分析

表 4.2.1-44 为大潮期间各测站的余流，图 5.1.4-13 各站余流分布图。从图表中可知，调查海域各站余流大小量值介于 0.4 cm/s~42.8 cm/s 之间，最大余流出现在 V6 站表层，大小为 42.8 cm/s，方向为 166.9°；最小余流出现在 V5 站底层，大小为 0.4 cm/s，方向为 282.4°。

就整个海域而言，大潮期间，余流较小，方向紊乱（图 4.2.1-222）。

表 4.2.1-44 调查海域各站大潮余流(单位: cm/s, °)

海区	站位	测层	流速	流向
黄茅海	V1	表层	10.7	171.9
		中层	10.6	177.2
		底层	9.8	173.4
	V2	表层	24.1	232.4
		中层		
		底层		
	V3	表层	11.9	231.4
		中层	5.5	232.3
		底层	2.2	236.9
	V4	表层	17.2	207.6
		中层	5.1	165.9
		底层	11.2	2.7
	V5	表层	8.8	197.5
		中层	1.8	227.4
		底层	0.4	282.4
	V6	表层	42.8	166.9
		中层	31.0	161.1
		底层	25.0	158.2
	V7	表层	19.7	172.7
		中层	16.2	151.3
		底层	9.8	149.5
	V8	表层	24.5	189.7
		中层	19.1	163.2
		底层	10.2	158.8
	V9	表层	31.3	162.3
		中层		
		底层	19.8	160.8
	V10	表层	14.9	204.2
		中层	8.1	223.6
		底层	7.9	223.4
	V11	表层	6.9	246.7
		中层	4.8	285.0
		底层	4.8	300.3
	V12	表层	5.4	277.4
		中层	5.7	356.8
		底层	3.2	25.1
	V13	表层	12.2	203.3
		中层	8.8	81.5
		底层	6.5	83.2
	V14	表层	6.9	198.1
		中层	7.5	205.7
		底层	6.3	185.3

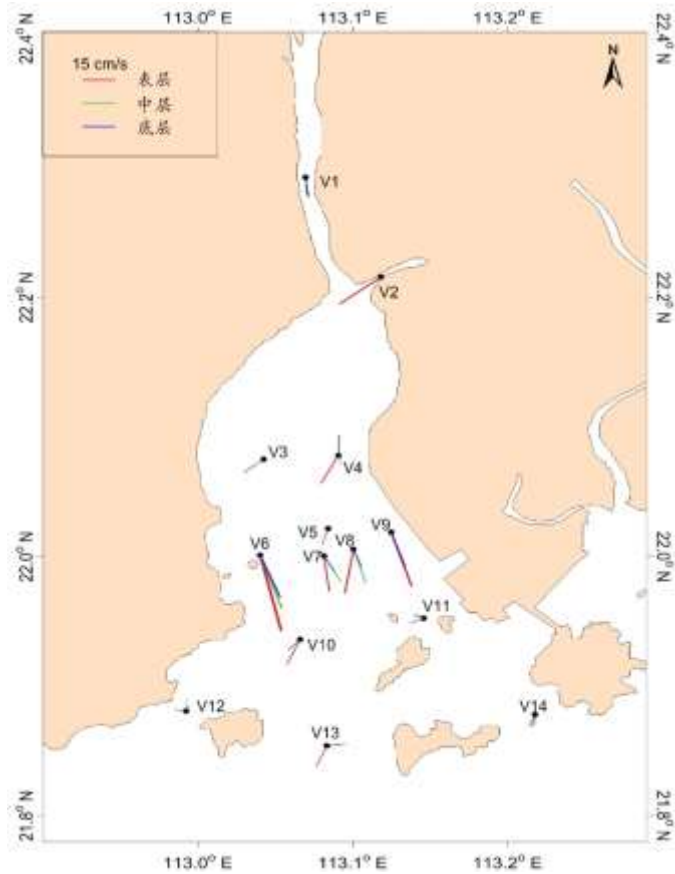


图 4.2.1-222 各站余流分布图

(7) 流量

流量观测的方法是采用 ADCP 走航的方法在大潮期和小潮期进行断面观测，时间间隔为每小时 1 次。

V1 站崖门大潮期间涨潮时最大流量 11631 m³/s，落潮时最大流量 9200 m³/s，小潮期涨潮最大流量 6631 m³/s，落潮时最大流量 6760 m³/s。V2 站虎跳门大潮期间涨潮时最大流量 1904 m³/s，落潮时最大流量 2598 m³/s，小潮期涨潮最大流量 1064 m³/s，落潮时最大流量 1676 m³/s。

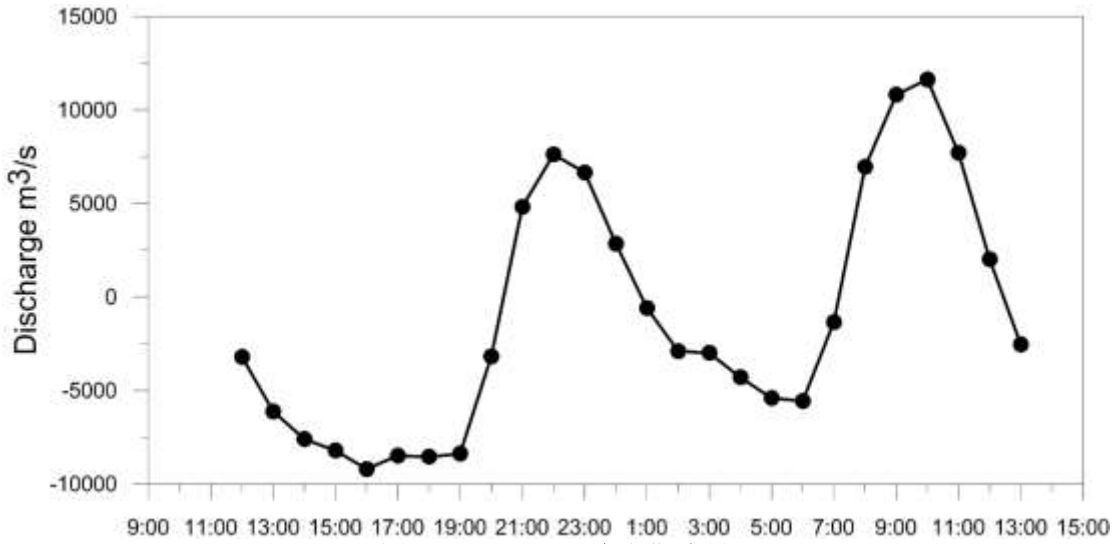


图 4.2.1-223 V1 大潮期流量

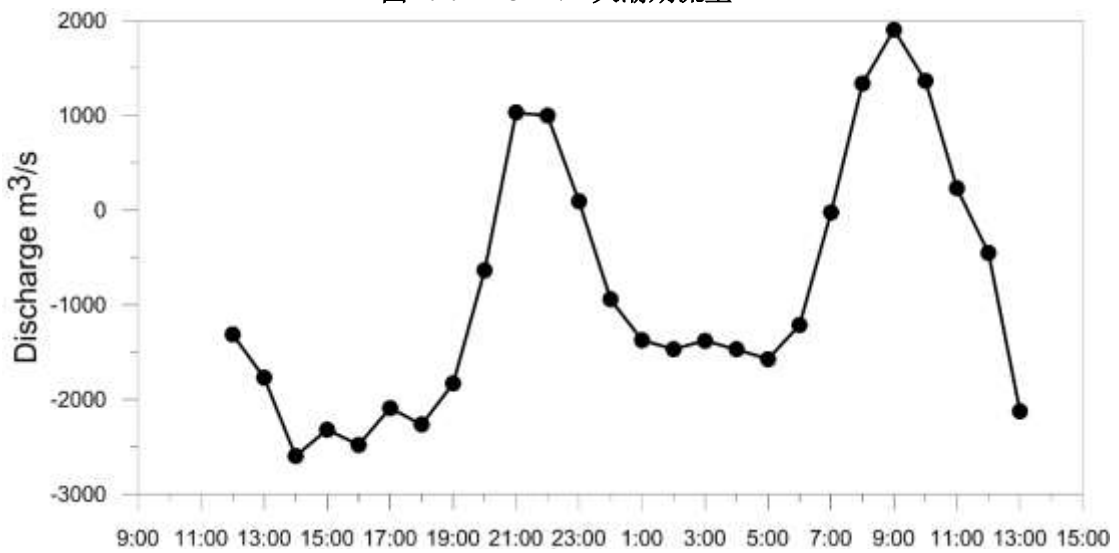


图 4.2.1-224 V2 大潮期流量

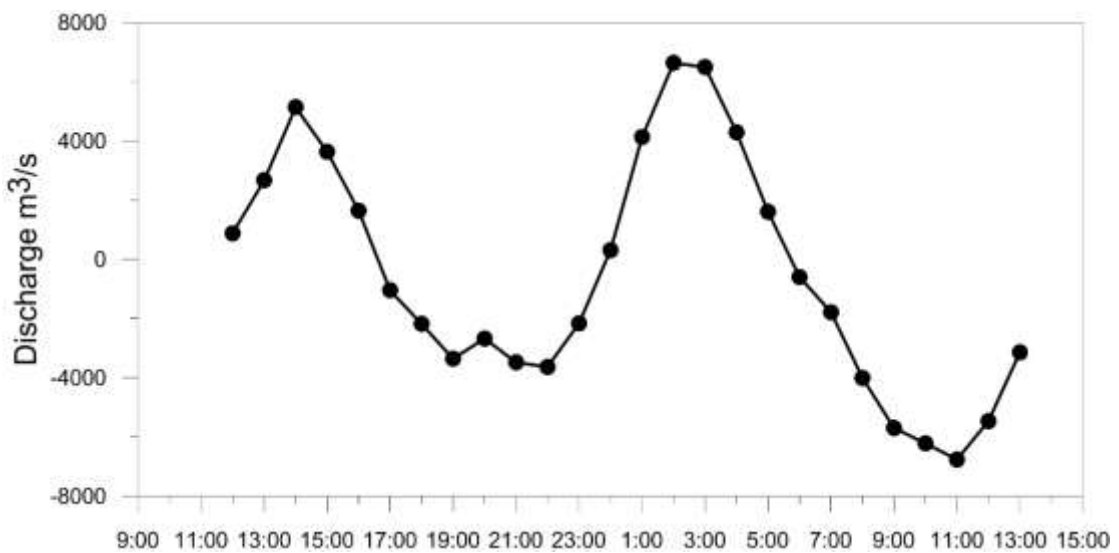


图 4.2.1-225 V1 小潮期流量

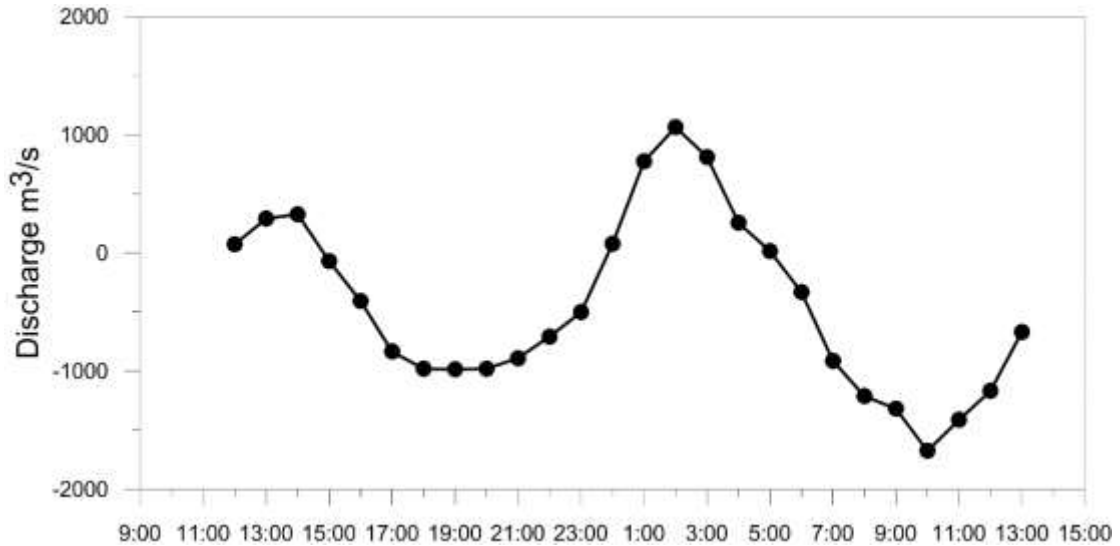


图 4.2.1-226 V2 小潮期流量

5、悬浮泥沙

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

为获取调查海域海域悬浮泥沙浓度分布变化情况，对悬浮泥沙进行了观测。悬沙采样频率为每两小时一次，采样层次为表、中、底三层。

(1) 小潮悬浮泥沙及其变化特征

图 4.2.1-227~图 4.2.1-240 给出了小潮期各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图，表 4.2.1-45 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

从悬沙观测的时间变化过程来看，各站表、中、底三层含沙量曲线呈不规则变化，大部分站层含沙量一般不超过 0.1000 kg/m^3 。

从含沙量特征值统计表来看，表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 0.0829 kg/m^3 、 0.0980 kg/m^3 、 0.0780 kg/m^3 ，分别出现在 V1 站表层、V7 站中层和 V1 站底层。

表 4.2.1-45 小潮期各站含沙量特征值统计表 (kg m^{-3})

站位	测层	最大值	最小值	平均值	平均
V1	表	0.0829	0.0079	0.0165	0.0166
	中	0.0323	0.0091	0.0140	
	底	0.0780	0.0097	0.0192	
V2	表	0.0155	0.0052	0.0104	0.0109
	中	0.0172	0.0053	0.0113	
	底	0.0163	0.0051	0.0109	
V3	表	0.0154	0.0029	0.0098	0.0102

	中	0.0175	0.0035	0.0110	
	底	0.0161	0.0016	0.0099	
V4	表	0.0324	0.0039	0.0125	0.0121
	中	0.0321	0.0034	0.0115	
V5	底	0.0325	0.0023	0.0124	0.0090
	表	0.0151	0.0009	0.0086	
	中	0.0182	0.0024	0.0087	
V6	底	0.0168	0.0015	0.0098	0.0097
	表	0.0156	0.0026	0.0101	
	中	0.0150	0.0019	0.0095	
V7	底	0.0214	0.0032	0.0094	0.0109
	表	0.0145	0.0014	0.0089	
	中	0.0980	0.0031	0.0143	
V8	底	0.0207	0.0019	0.0095	0.0108
	表	0.0411	0.0016	0.0114	
	中	0.0175	0.0010	0.0094	
V9	底	0.0385	0.0029	0.0117	0.0094
	表	0.0180	0.0012	0.0102	
	中	0.0159	0.0045	0.0098	
V10	底	0.0163	0.0042	0.0082	0.0099
	表	0.0149	0.0022	0.0088	
	中	0.0148	0.0027	0.0094	
V11	底	0.0250	0.0031	0.0115	0.0089
	表	0.0139	0.0015	0.0091	
	中	0.0144	0.0022	0.0091	
V12	底	0.0154	0.0012	0.0085	0.0101
	表	0.0165	0.0009	0.0098	
	中	0.0184	0.0019	0.0102	
V13	底	0.0209	0.0012	0.0102	0.0097
	表	0.0150	0.0013	0.0087	
	中	0.0193	0.0016	0.0099	
V14	底	0.0165	0.0022	0.0104	0.0096
	表	0.0144	0.0021	0.0108	
	中	0.0140	0.0006	0.0092	
	底	0.0140	0.0014	0.0088	

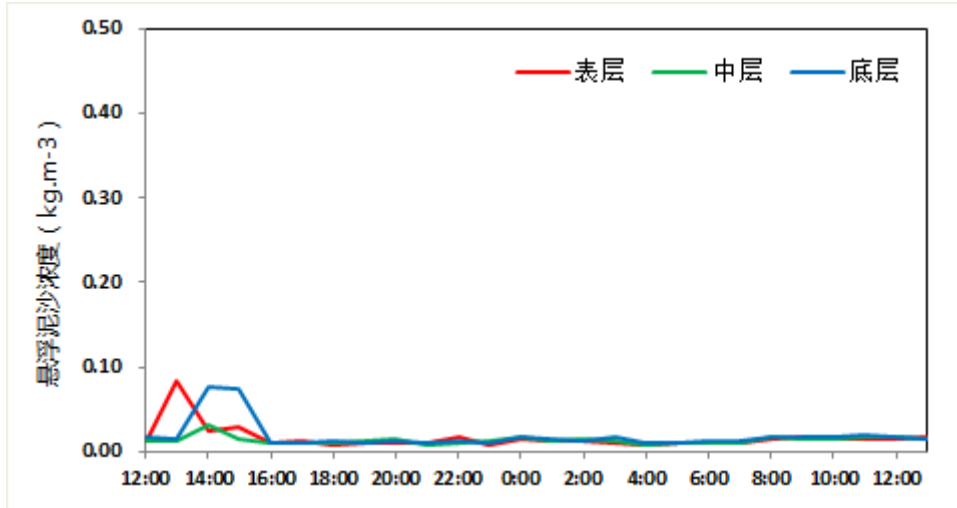


图 4.2.1-227 V1 站悬浮泥沙浓度曲线

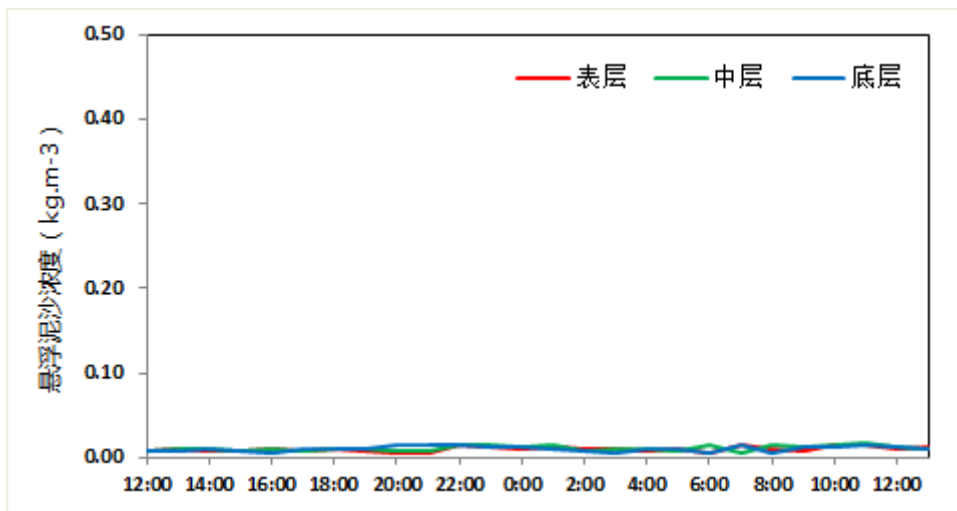


图 4.2.1-228 V2 站悬浮泥沙浓度曲线

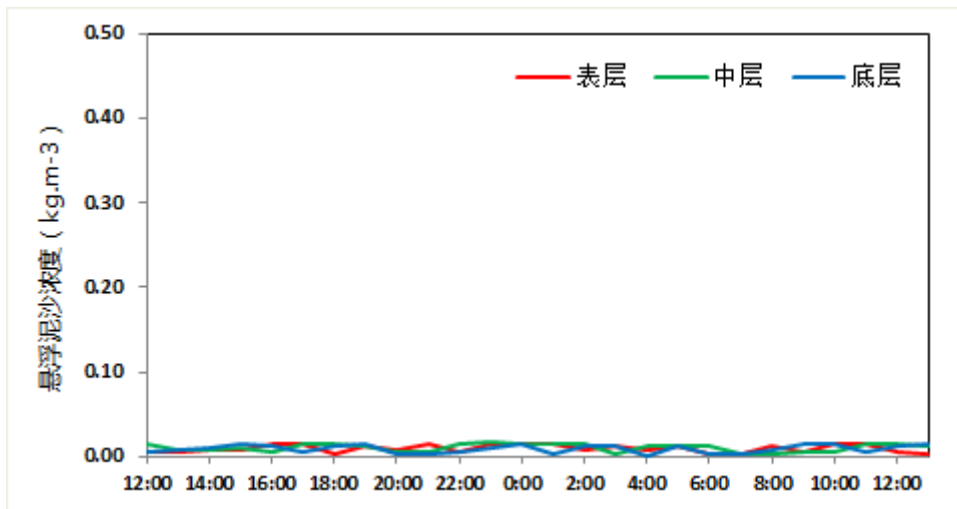


图 4.2.1-229 V3 站悬浮泥沙浓度曲线

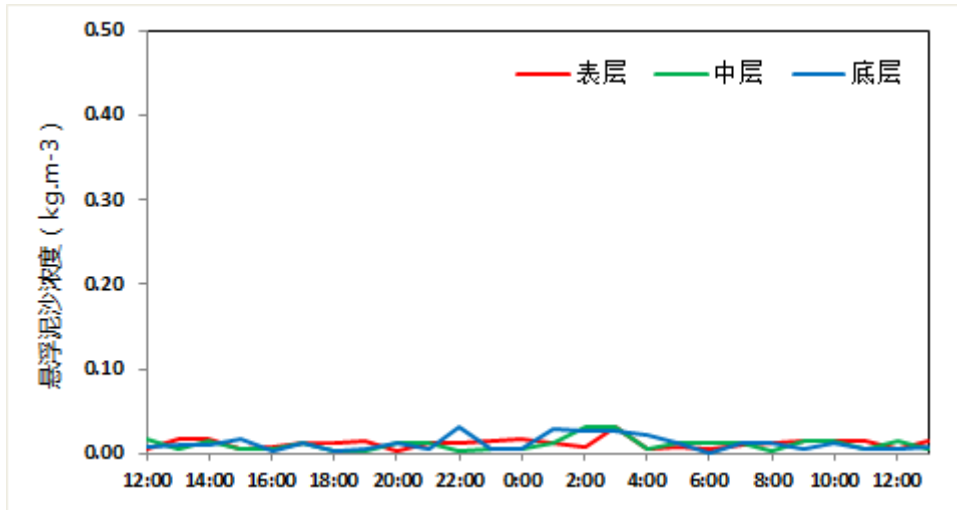


图 4.2.1-230 V4 站悬浮泥沙浓度曲线

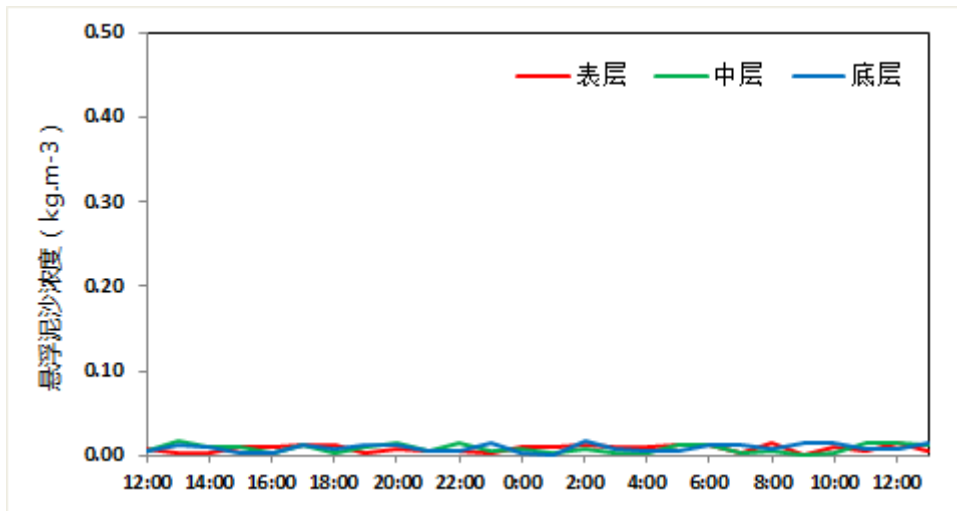


图 4.2.1-231 V5 站悬浮泥沙浓度曲线

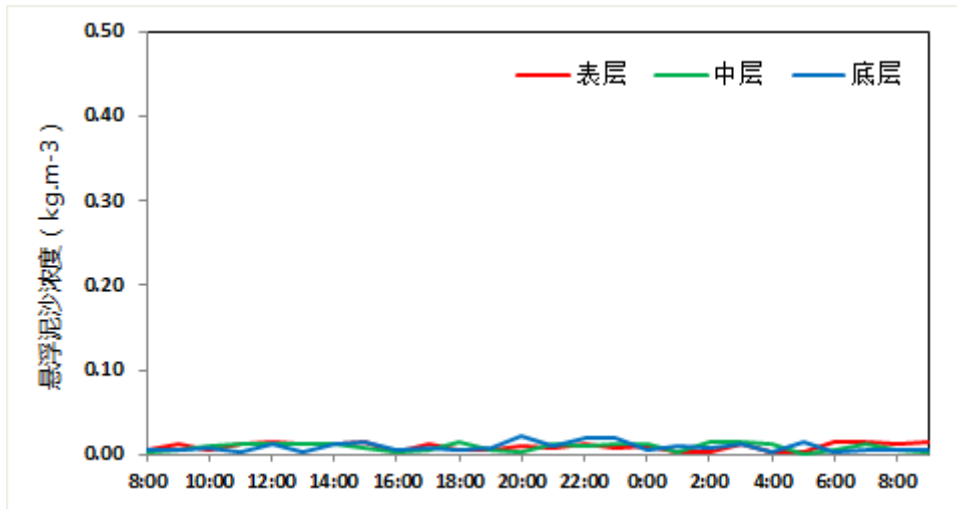


图 4.2.1-232 V6 站悬浮泥沙浓度曲线

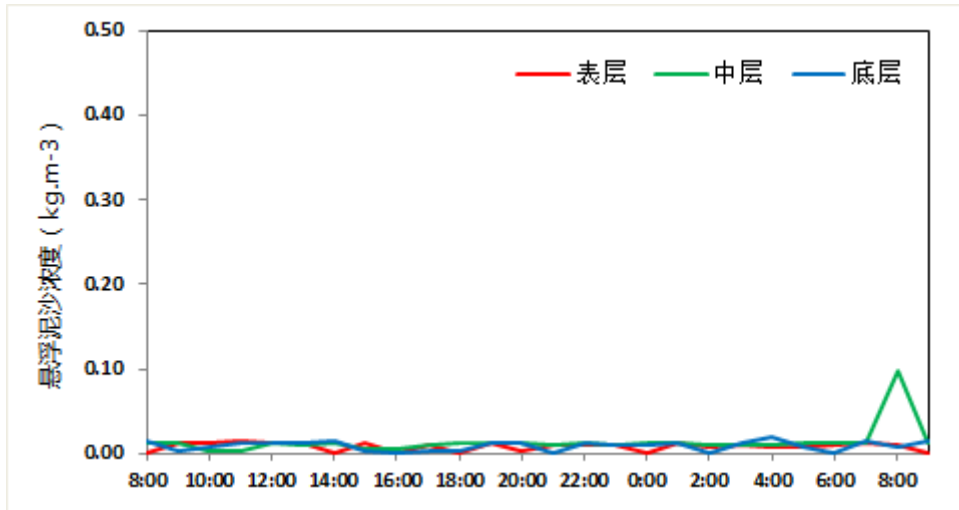


图 4.2.1-233 V7 站悬浮泥沙浓度曲线

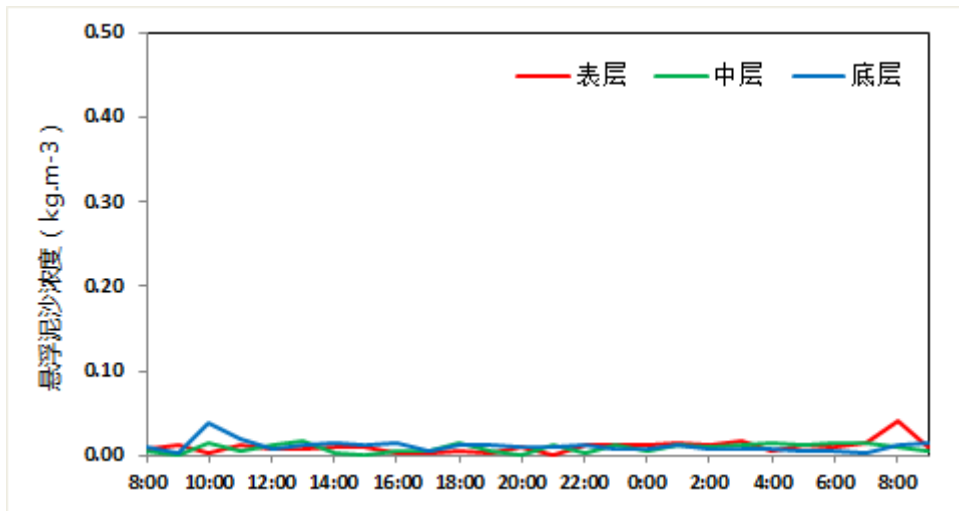


图 4.2.1-234 V8 站悬浮泥沙浓度曲线

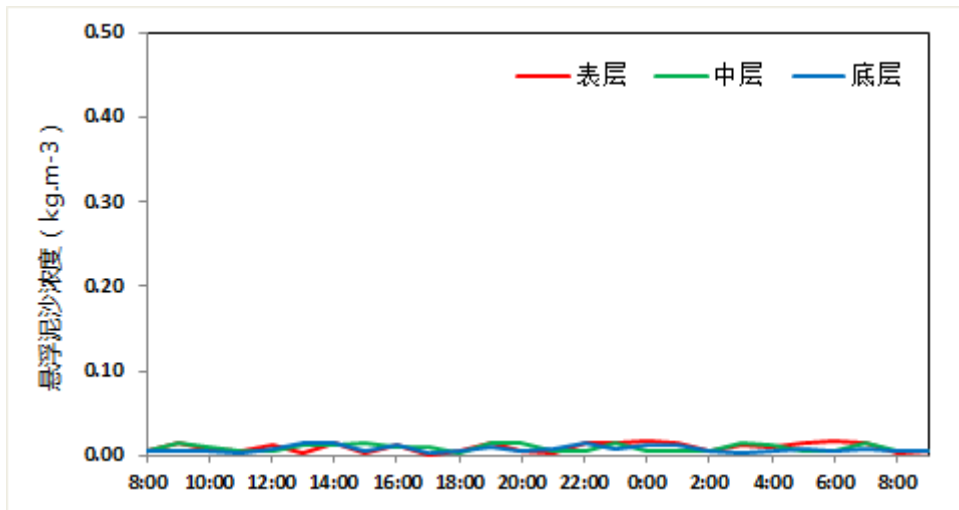
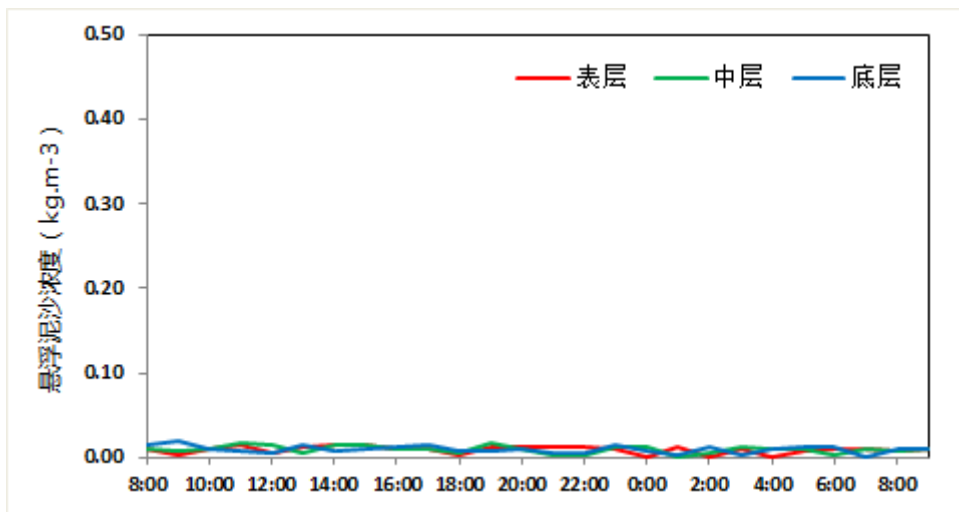
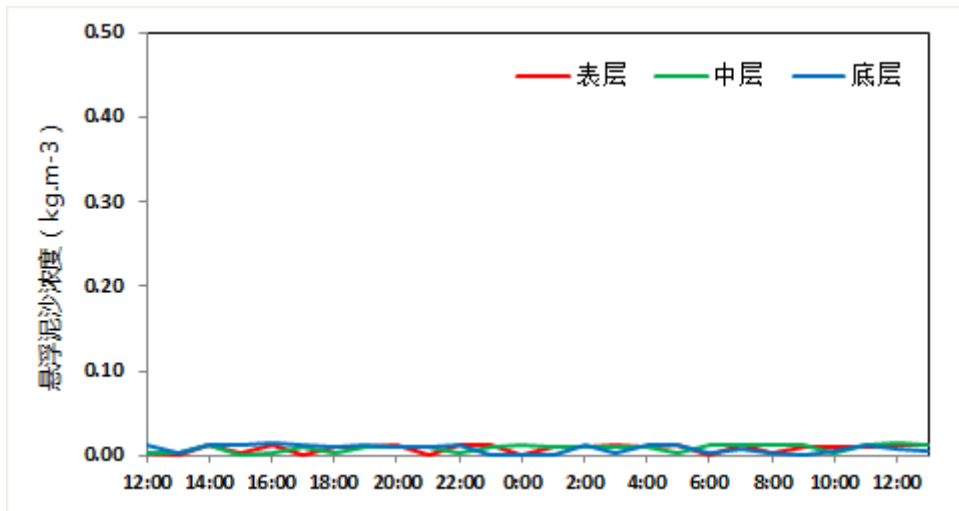
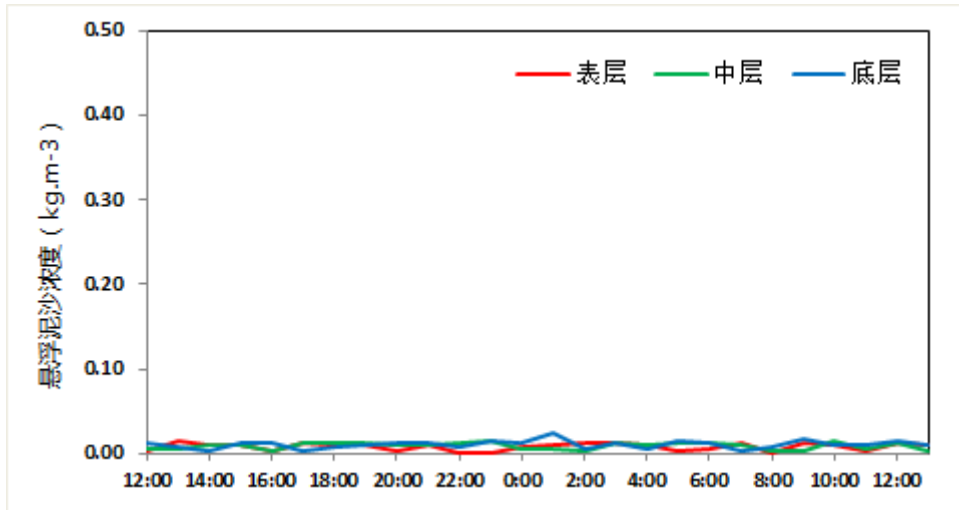


图 4.2.1-235 V9 站悬浮泥沙浓度曲线



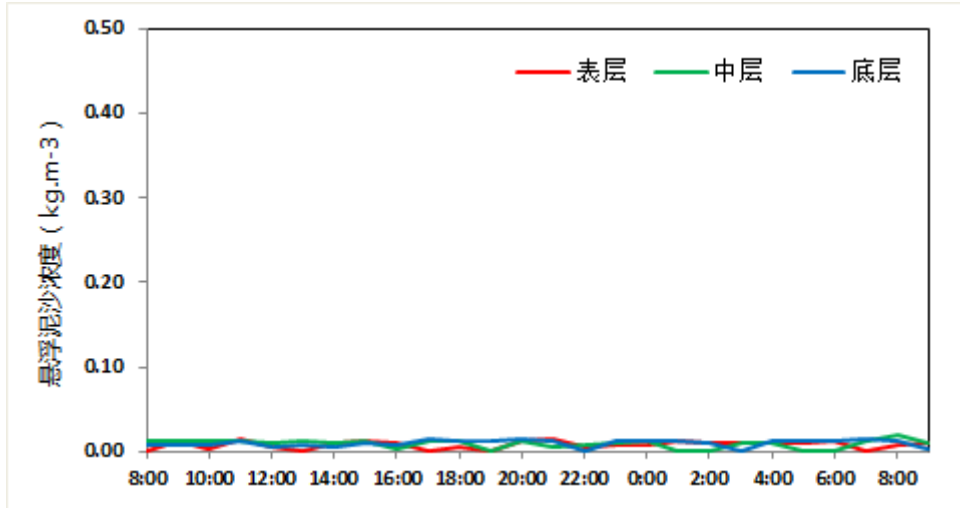


图 4.2.1-239 V13 站悬浮泥沙浓度曲线

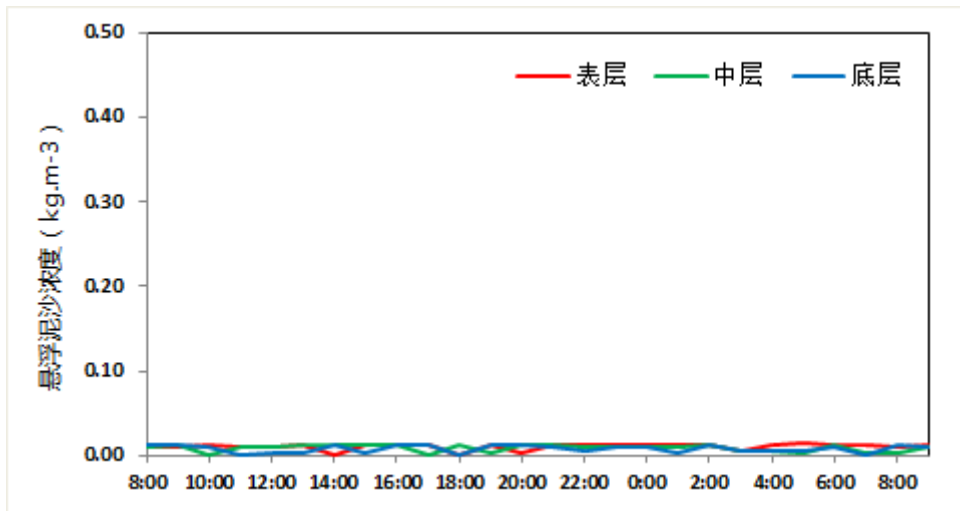


图 4.2.1-240 V14 站悬浮泥沙浓度曲线

(2) 大潮悬浮泥沙及其变化特征

图 4.2.1-241~图 4.2.1-254 给出了大潮期各站悬浮泥沙浓度的时间变化过程图,表 4.2.1-46 统计了各站悬浮泥沙浓度的特征值情况。

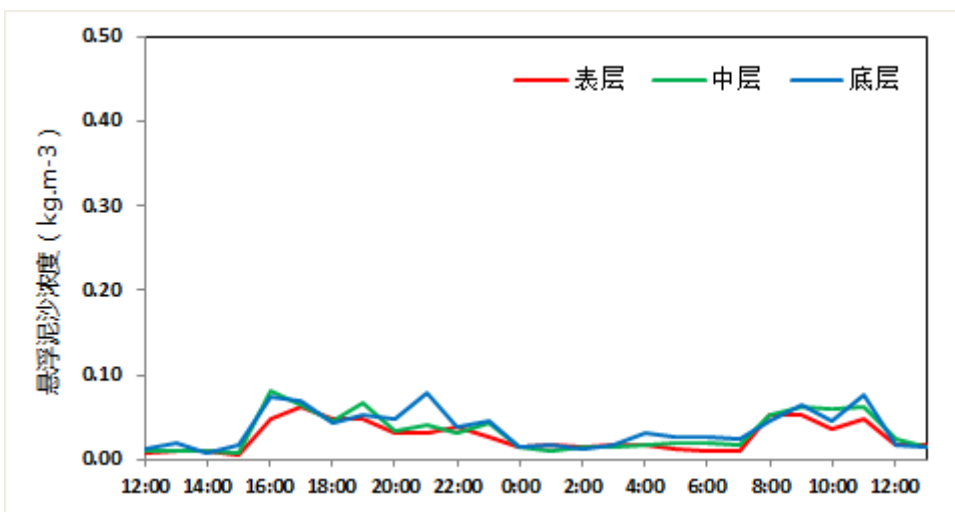
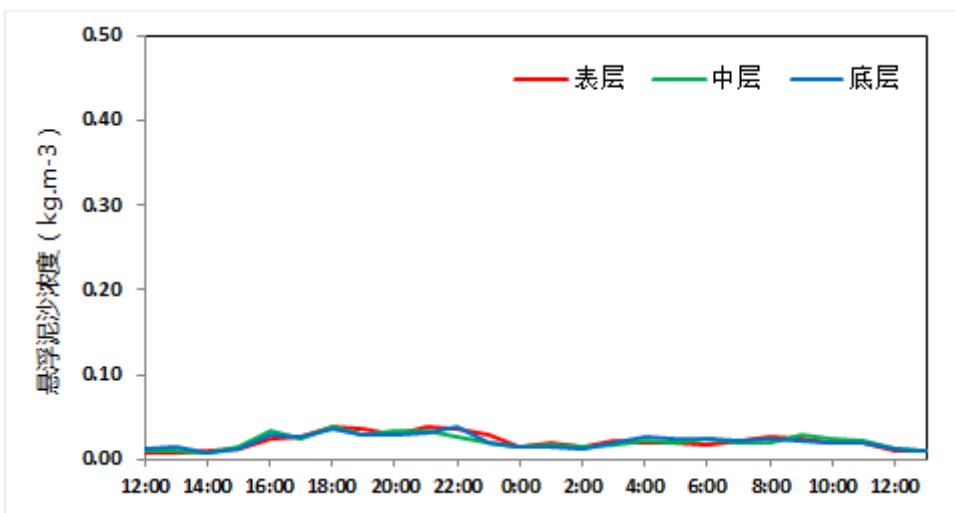
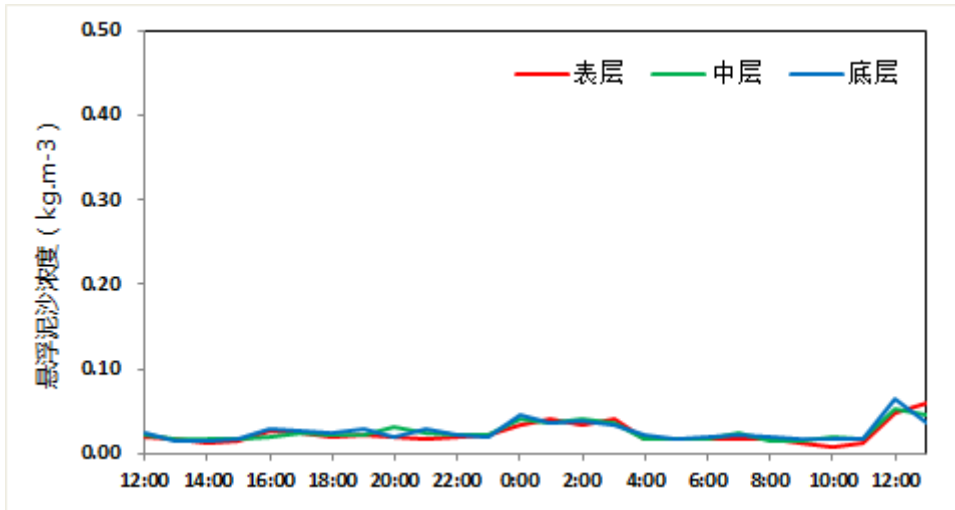
从悬沙观测的时间变化过程来看,各站表、中、底三层含沙量曲线呈不规则变化,大部分站层含沙量一般不超过 0.3000kg/m³。

从含沙量特征值统计表来看,表、中、底层最大悬浮泥沙浓度分别为 0.2071kg/m³、0.1875kg/m³、0.2269 kg/m³,均出现在 V6 站。

表 4.2.1-46 大潮期各站含沙量特征值统计表 (kg m⁻³)

站位	测层	最大值	最小值	平均值	平均
V1	表	0.0595	0.0094	0.0243	0.0255
	中	0.0541	0.0145	0.0259	
	底	0.0653	0.0159	0.0264	
V2	表	0.0389	0.0087	0.0221	0.0220

	中	0.0381	0.0084	0.0219	
	底	0.0386	0.0092	0.0220	
V3	表	0.0639	0.0060	0.0277	0.0327
	中	0.0819	0.0084	0.0334	
V4	底	0.0783	0.0094	0.0369	0.0287
	表	0.0832	0.0031	0.0230	
	中	0.1089	0.0040	0.0282	
V5	底	0.1237	0.0042	0.0350	0.0340
	表	0.1156	0.0060	0.0318	
	中	0.1135	0.0077	0.0343	
V6	底	0.1195	0.0081	0.0358	0.0571
	表	0.2071	0.0009	0.0551	
	中	0.1875	0.0026	0.0542	
V7	底	0.2269	0.0041	0.0621	0.0215
	表	0.0997	0.0032	0.0226	
	中	0.0624	0.0059	0.0209	
V8	底	0.0622	0.0069	0.0211	0.0294
	表	0.0644	0.0050	0.0256	
	中	0.0788	0.0079	0.0319	
V9	底	0.0607	0.0050	0.0307	0.0393
	表	0.0920	0.0043	0.0354	
	中	0.0930	0.0071	0.0388	
V10	底	0.1121	0.0098	0.0436	0.0505
	表	0.1260	0.0050	0.0358	
	中	0.1020	0.0105	0.0449	
V11	底	0.1465	0.0239	0.0708	0.0187
	表	0.0398	0.0044	0.0152	
	中	0.0383	0.0036	0.0166	
V12	底	0.0560	0.0079	0.0243	0.0165
	表	0.0539	0.0022	0.0172	
	中	0.0356	0.0020	0.0128	
V13	底	0.0542	0.0035	0.0194	0.0136
	表	0.0336	0.0024	0.0123	
	中	0.0437	0.0022	0.0137	
V14	底	0.0581	0.0012	0.0149	0.0098
	表	0.0167	0.0020	0.0092	
	中	0.0167	0.0025	0.0098	
	底	0.0182	0.0029	0.0103	



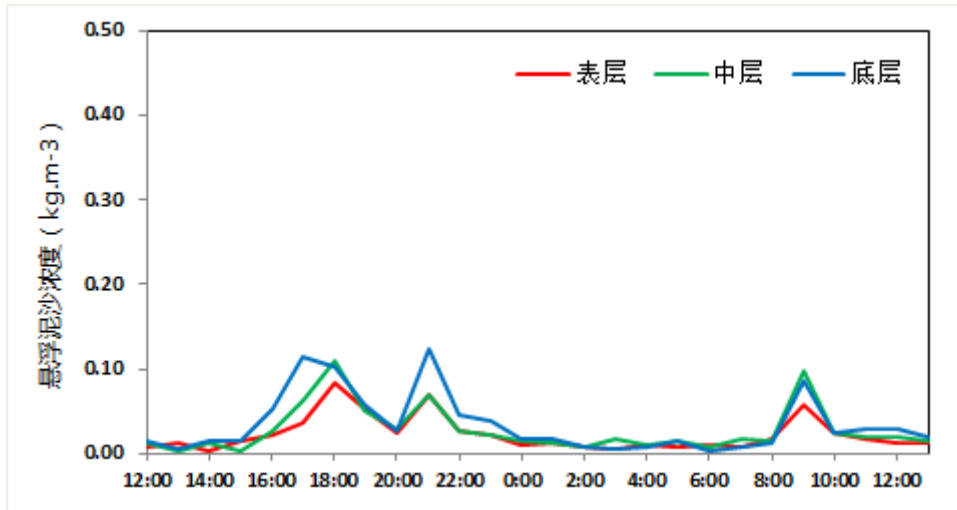


图 4.2.1-244 V4 站悬浮泥沙浓度曲线

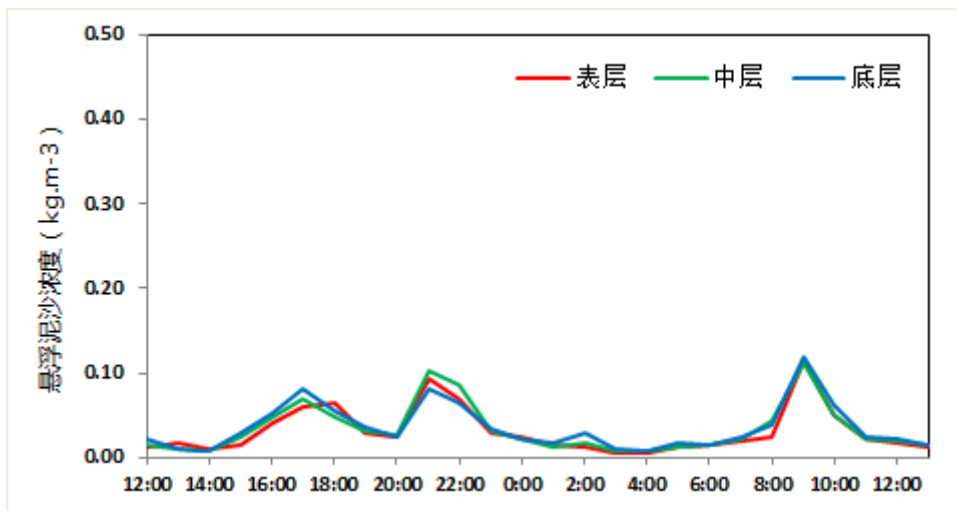


图 4.2.1-245 V5 站悬浮泥沙浓度曲线

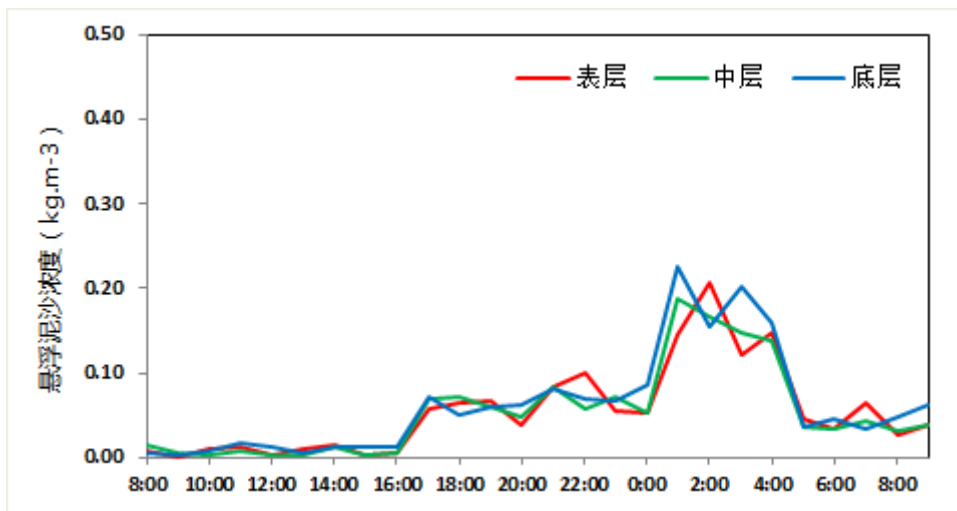


图 4.2.1-246 V6 站悬浮泥沙浓度曲线

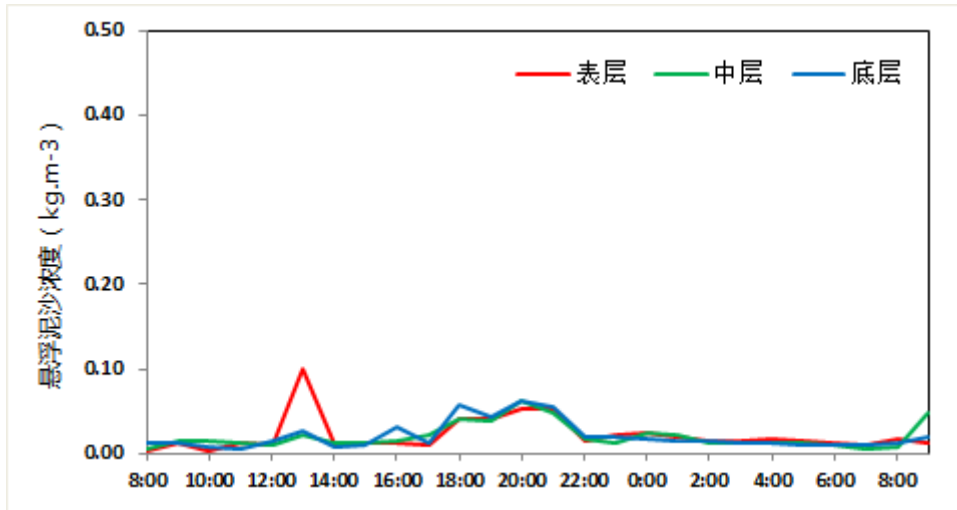


图 4.2.1-247 V7 站悬浮泥沙浓度曲线

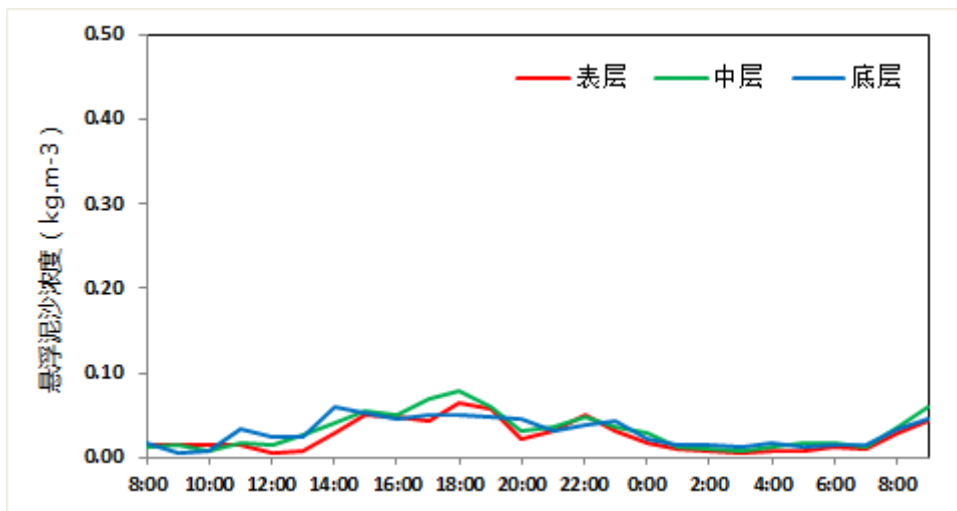


图 4.2.1-248 V8 站悬浮泥沙浓度曲线

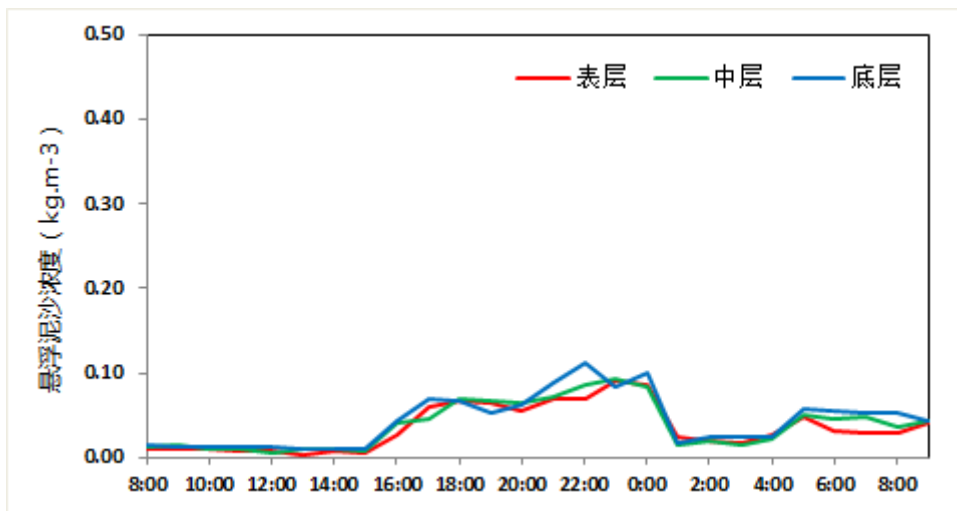
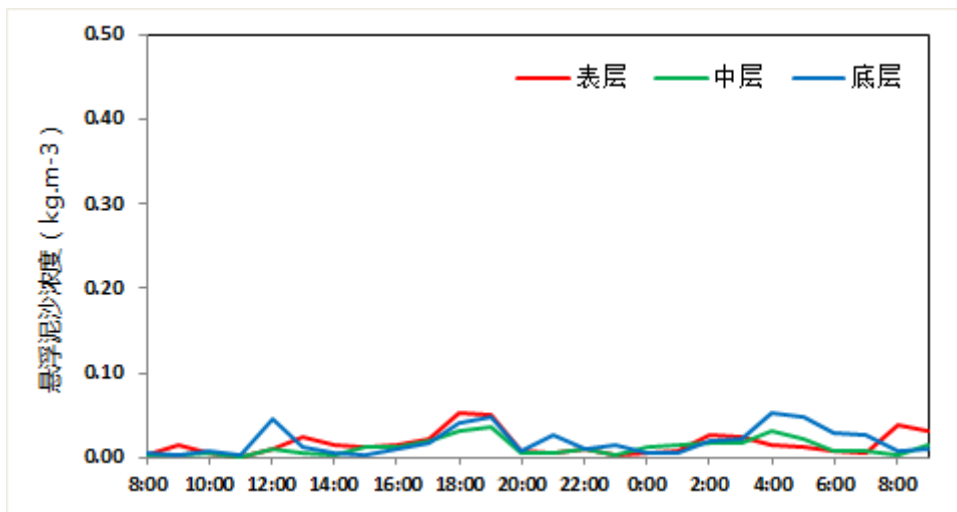
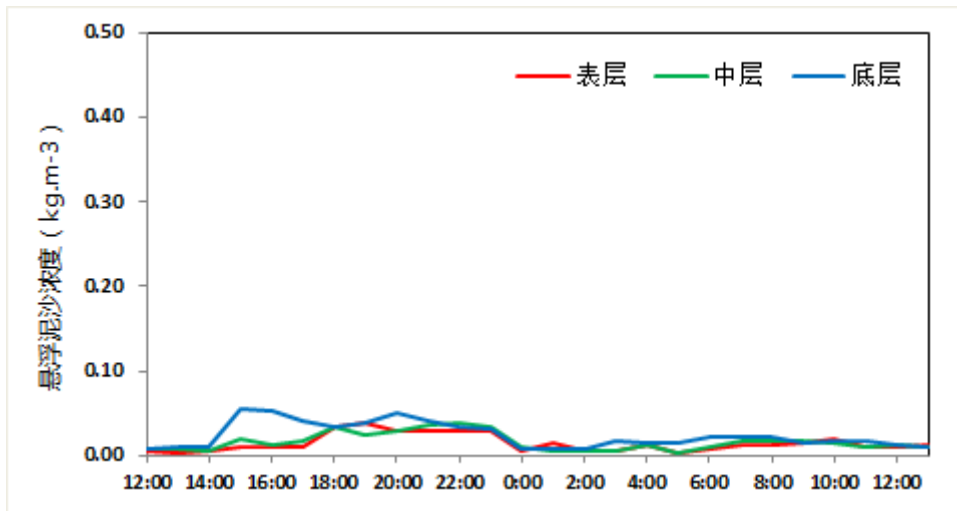
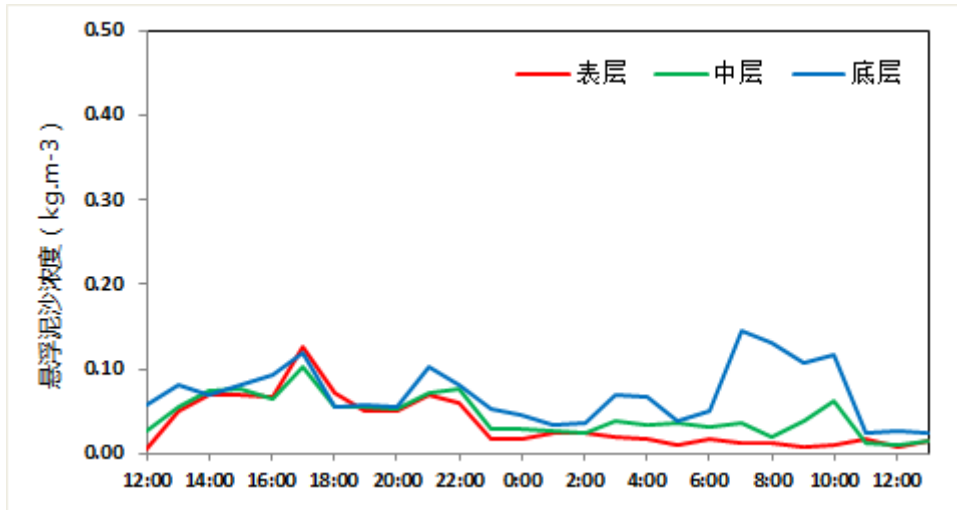
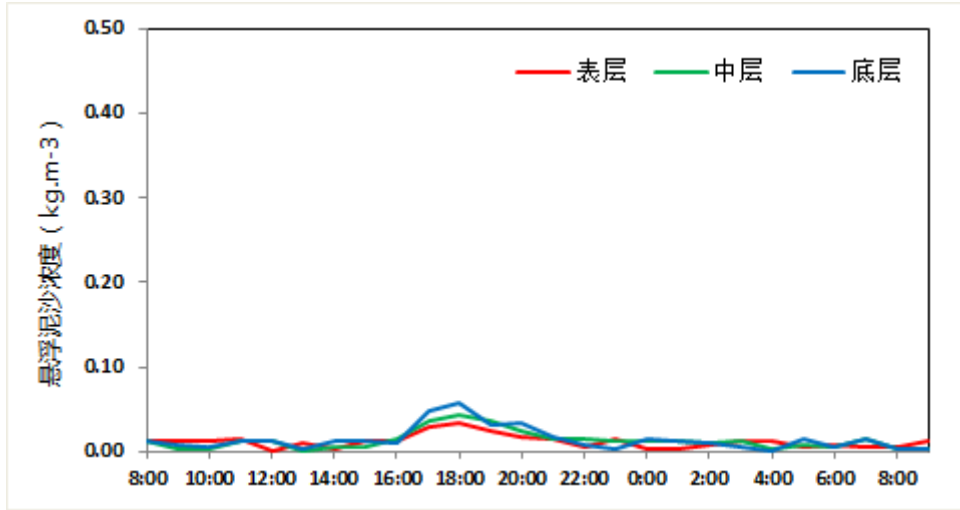


图 4.2.1-249 V9 站悬浮泥沙浓度曲线





4.2.1-253 V13 站悬浮泥沙浓度曲线

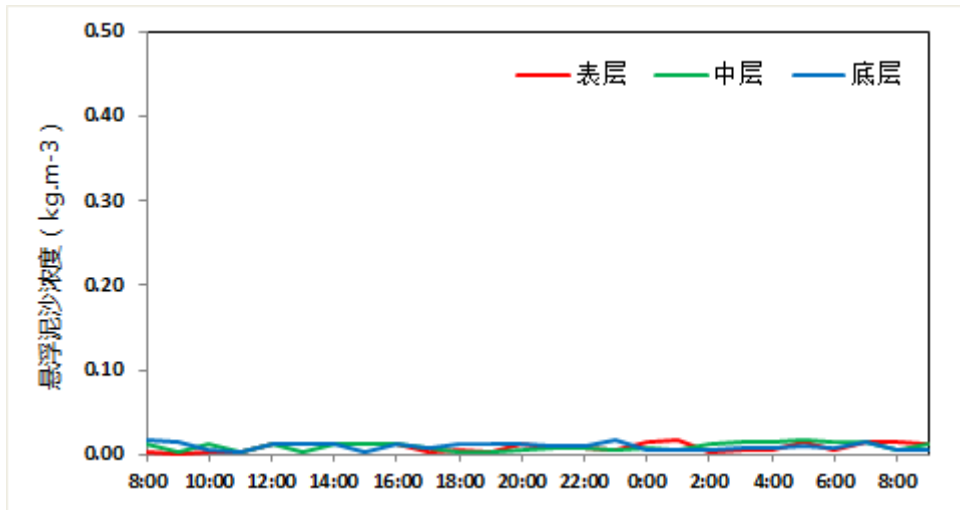


图 4.2.1-254 V14 站悬浮泥沙浓度曲线

(3) 小潮输沙量

表 4.2.1-47 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的小潮单宽输沙量统计结果。

观测期间最大涨潮输沙量出现于 V1 站和 V14 站，为 1.30 t/m，方向分别为 5.2° 和 329.2°；最大落潮输沙量出现于 V1 站，为 1.03 t/m，方向为 183.5°。全潮最大净输沙量出现在 V14 站，为 1.30 t/m，方向为 320.2°。

从各站净输沙量的方向来看，输沙方向较紊乱（图 4.2.1-255）。

表 4.2.1-47 各站小潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮	落潮	净输沙
----	----	----	-----

	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V1	1.30	5.2	1.03	183.5	0.27	12.1
V2	0.08	49.6	0.29	233.5	0.21	235.0
V3	0.63	351.5	0.42	186.9	0.25	325.0
V4	0.93	355.2	0.49	188.8	0.47	341.0
V5	0.56	356.4	0.63	176.7	0.07	179.1
V6	0.44	358.4	0.87	165.2	0.45	152.3
V7	0.55	2.	0.86	177.3	0.32	168.5
V8	0.59	332.3	0.58	172.7	0.21	253.4
V9	0.40	334.6	0.34	157.3	0.06	320.0
V10	0.38	20.0	0.53	203.2	0.15	211.4
V11	0.52	328.9	0.36	147.6	0.17	331.7
V12	0.22	358.8	0.21	162.3	0.06	68.3
V13	0.71	5.6	0.43	140.1	0.51	42.3
V14	1.30	329.2	0.21	242.1	1.33	320.2

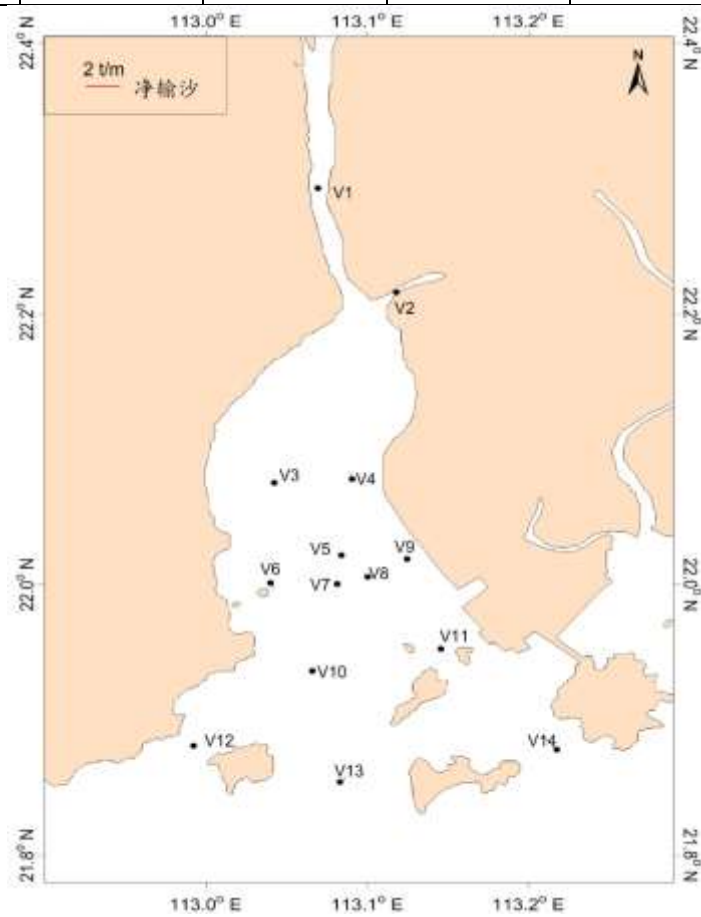


图 4.2.1-255 小潮净输沙示意图

(4) 大潮输沙量

表 4.2.1-48 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果。

观测期间最大涨潮输沙量出现于 V5 站，为 6.29 t/m，方向为 348.9°；最大落潮输沙量出现于 V6 站，为 8.91 t/m，方向为 166.7°。全潮最大净输沙量出现在 V6 站，为 6.22 t/m，方向为 168.7°。

总体而言，大潮期整体输沙量较小，各站净输沙方向较为紊乱（图 4.2.1-256）。

表 4.2.1-48 各站大潮单宽输沙量统计表

站位	涨潮		落潮		净输沙	
	输沙量	方向	输沙量	方向	输沙量	方向
	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)	(t/m)	(°)
V1	1.47	12.1	2.72	184.6	1.28	175.9
V2	1.23	59.4	3.54	238.0	2.32	237.3
V3	3.35	352.8	2.09	184.5	1.37	334.7
V4	5.10	2.7	4.73	186.0	0.47	327.4
V5	6.29	348.9	3.21	173.5	3.10	344.1
V6	2.70	342.0	8.91	166.7	6.22	168.7
V7	2.30	0.7	2.53	172.3	0.42	119.1
V8	3.08	339.3	3.28	164.4	0.35	216.7
V9	3.30	344.2	3.34	162.9	0.09	106.6
V10	4.03	6.13	6.12	196.2	2.26	214.4
V11	3.29	329.0	1.64	165.5	1.78	313.8
V12	0.90	344.6	0.31	175.8	0.60	338.9
V13	1.29	358.3	1.64	176.6	0.36	170.5
V14	0.13	336.4	0.73	191.4	0.62	198.5

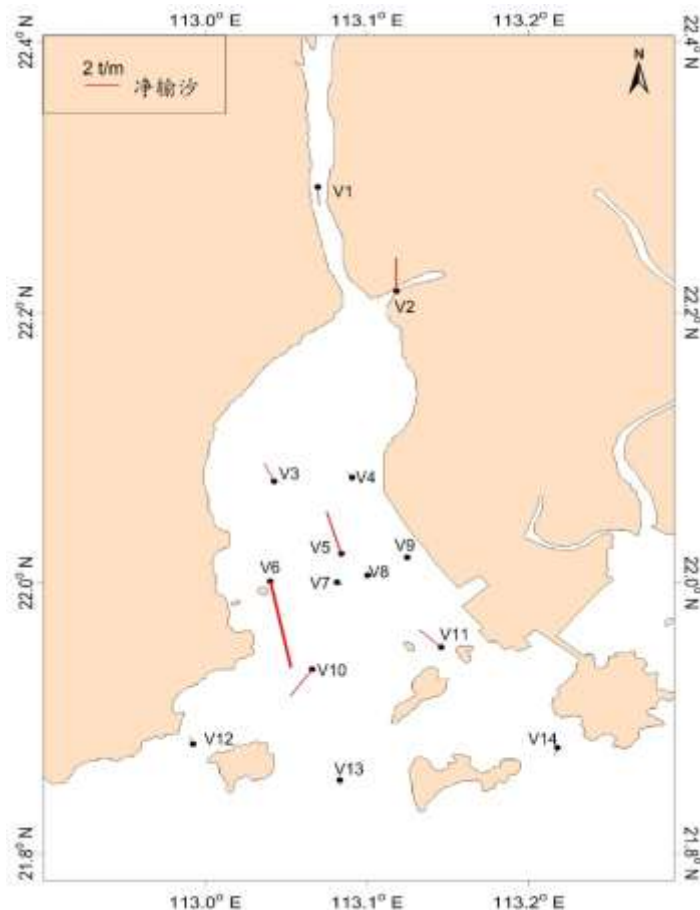


图 4.2.1-256 大潮净输沙示意图

6、水文观测结论

根据 2019 年 8 月 22 日—2019 年 8 月 31 日大、小期间对调查海区 5 个临时潮位站资料和 14 个海流测站的水文观测资料的分析,我们得到如下几点看法,水文观测期间:

(1) 调查海区的潮汐属于不规则半日潮,潮汐的日不等现象显著,涨潮历时与落潮历时相当。

(2) 调查海区海流中潮流性质明显,大潮期涨潮流向东北,落潮流向西南,观测区域海流强度中等,涨、落潮流流速的平均值多在 8.9~71.5 cm/s 之间;小潮期涨潮流向西北,落潮流向东南或西南,观测区域内海流较弱,涨、落潮流流速的平均值多在 10.0~31.5 cm/s 之间;总体上,观测期间各站层落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值。

(3) 总体上,调查海区的潮流性质为以不规则半日潮流为主,主要分潮流中以 M_2 分潮流椭圆长半轴(即最大流速)为最大,其次为 O_1 、 K_1 、 S_2 、 M_4 次之, MS_4 分潮流长半轴最小。 M_2 分潮较大反映了半日潮的特征。主要分潮流最大流速的方向(即潮流椭

圆长半轴的方向)主要表现为东北—西南向。

(4)调查海区潮流可能最大流速与水质点可能最大运移距离分别以 V1 站表层、V5 和 V8 站表层为最大,分别是 140.8 cm/s 和 29.0 km;潮流可能最大流速和水质点可能最大运移距离的方向以西北—东南向为主。

(5)调查海区的余流较小,大潮期最大为 42.8 cm/s,小潮期最大为 23.9 cm/s;调查期间余流方向紊乱。

(6)调查海区不同潮期悬浮泥沙浓度一般不超过 0.3000 kg/m^3 ,大潮期悬浮泥沙浓度介于 $0.0009 \text{ kg/m}^3 \sim 0.2269 \text{ kg/m}^3$ 之间,小潮期悬浮泥沙浓度介于 $0.0006 \text{ kg/m}^3 \sim 0.0980 \text{ kg/m}^3$ 之间;观测期间净输沙方向较紊乱。

4.2.1.2 地形地貌与冲淤环境质量现状调查与评价

4.2.1.2.1 地形地貌

黄茅海为喇叭形河口湾,通过崖门和虎跳门分别与银洲湖和虎跳门水道相通,湾口由一系列岛屿形成屏障,通过岛屿间的峡口与南海相连,水域面积约 403 km^2 。

黄茅海是在古珠江溺谷湾的基础上,在径流水沙、潮流和风浪的长期塑造过程中,随珠江三角洲向海加快推进而淤积成的漏斗形海湾,随着海湾边缘海积平原的逐步扩展,海湾面积也逐渐缩小,本世纪初后,由于湾顶虎跳门水道的束窄以及海湾北部两岸的滩涂围垦,逐步形成如今的湾顶束窄的喇叭状岸线轮廓。

黄茅海水下地形总的趋势是中间高、南北低、西北高、东南低,大部分水域水深小于 5.0 m,呈“两滩一槽”的格局。湾顶崖门与虎跳门交汇处,为一汇流水道深槽,长约 22.0 km,水深 5.0~10.0 m;尔后 3.0m 等深浅折向东南,穿越三角山岛与大杙岛间峡口和荷包岛与高栏岛间峡口,进入南海,统称东槽;西面自大襟岛与大杙岛间峡口起,3.0 m 等深线向北入,称大襟岛深槽。此深槽越过中滩沙埂接汇流水道深槽,统称西槽。东槽以东为东滩,西槽以西为西滩,东槽与西槽之间为中滩沙埂(见黄茅海海区水深地形图 5.2.1-1)。崖门水道南侧的拦门浅滩水深仅 2.4~3.0 m。

4.2.1.2.2 项目海域地形地貌变化特征

项目附近海域呈“两滩一槽”的格局,崖门水道深槽两端分别为东滩和西滩,地貌类型以浅滩为主,其东侧为崖门深槽,北侧间隔还分布有潮位沙脊。项目海域表层沉积物以粉砂质粘土、砂砾、砾砂为主。

本项目跨海大桥所在海域水深约 0~4.5 m，退潮时江门侧局部地段可出露水面；出梁及材料码头水深约 0~5.7 m，项目所在海域水深见图 4.2.1-257。

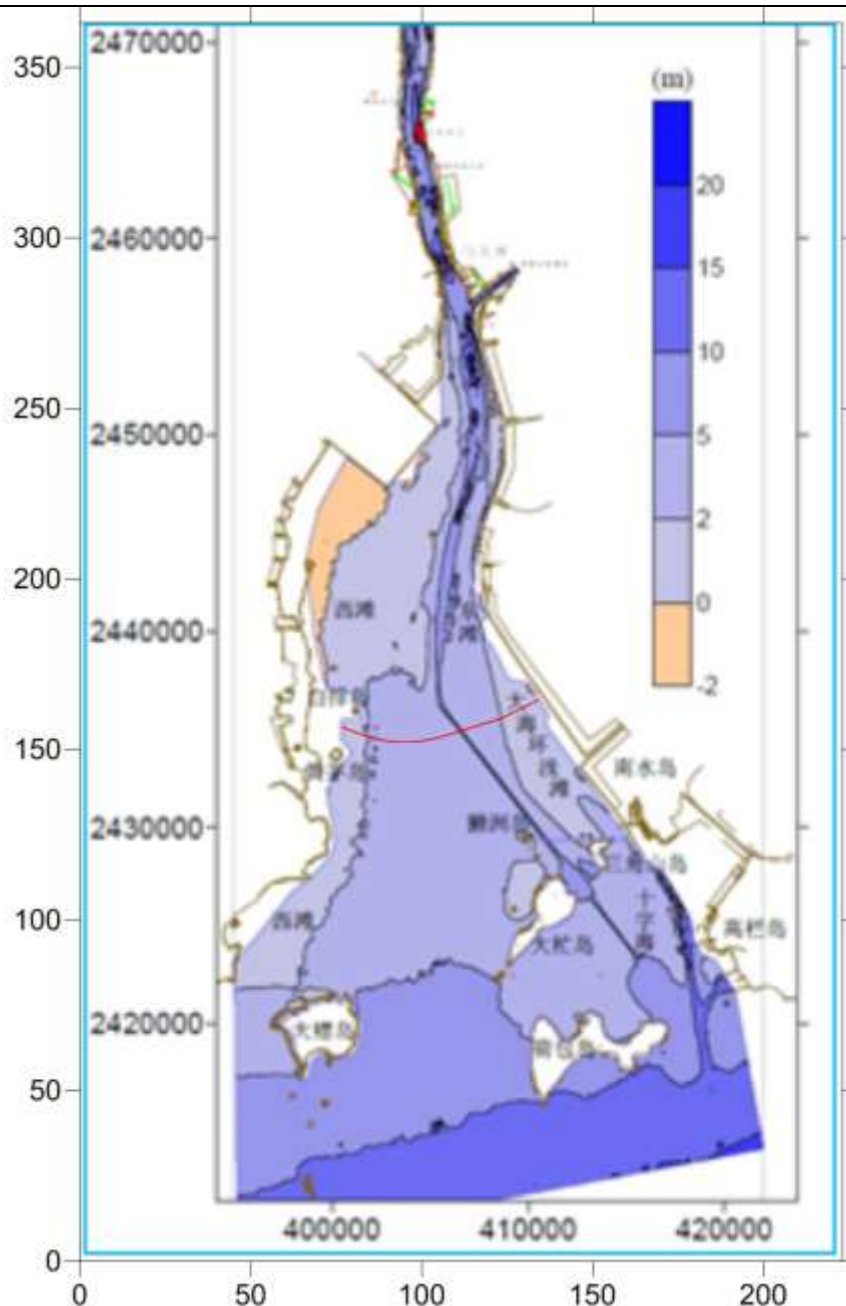


图 4.2.1-257 黄茅海海区水深地形变化图

4.2.1.2.3 海床冲淤变化

黄茅海为一漏斗状河口湾，湾口有二列岛屿作为屏障，湾内于本世纪初叶形成两槽四滩的格局，当时大虎、二虎、三虎尚未与陆地相连，为海湾中岛屿，南水岛北侧也是潮汐通道，拦门沙在三虎附近，即当时黄茅海的湾口在大虎、二虎、黄茅岛一线。东槽最浅的河床高程只有-4.5 m，浅于-5 m 的深槽有 1500 m 长；西槽穿越拦门沙，深槽最浅处高程只有-4.2 m，浅于-5 m 的深槽有 6000 m 长。拦门沙成弧形分布横卧在漏斗湾中部，形成海域地形上南北低、中间高，东南低、西北高的特点。

到 1936 年，黄茅海的两槽四滩格局基本形成，东槽 3.0 m 等深线已贯通，5 m 等深线已伸至三虎一带，大虎、二虎和三虎已成陆，南水岛北的潮汐通道已淤浅，黄茅海的湾口下移至南水岛~三角山岛~大杙岛~大襟岛一线，拦门沙坎位置随之南移。随着西槽的不断萎缩，西滩的面积不断扩大。

1936 年至 1964 年间，由于虎跳门和崖门携带的泥沙不断在黄茅海堆积，拦门沙不断发展，使西槽向南退缩，呈萎缩趋势，深槽宽度逐渐减小，中滩面积则不断扩大。1964 年至 1989 年，根据水下地形资料分析，东槽相对较稳定，赤鼻浅滩和黄茅浅滩滩顶位置上、下有所变化，西槽则不断向南退缩，中滩相应有所扩大，仍基本维持三滩两槽地貌格局。

据有关研究，1988 年至 2000 年 12 年间，深槽和西滩淤积，东滩冲刷。深槽 12 年间共淤积 685.8 万 m^3 ，共淤厚 0.26 m，年均淤积 57.15 万 m^3 ，年均淤厚 2.1cm。西滩 12 年-5 m 以上滩体共淤积 780.26 万 m^3 ，共淤厚 0.07 m，年均淤积 65.02 万 m^3 ，淤厚 0.6 cm。东滩 12 年-5m 以上滩体共冲刷 570.02 万 m^3 ，共冲深 0.15 m，年均冲刷 47.5 万 m^3 ，年均冲深 1.3 cm。这些资料说明，深槽和西滩在过去的 23 年间在缓慢淤积，淤积速率分别为 2.3 cm/a 和 1.5 cm/a，而东滩前 11 年为淤积，近 12 年间却有所冲刷，但其量的绝对值很小。总的情况可以认为东滩的淤积速率很小，约 0.5 cm/a，处于微淤状态。

从潮流作用的结果看，黄茅海的冲淤基本是以“洪淤枯冲”为主趋势。从 1861 年至今，黄茅海演变的显著特点是东、西两侧滩地淤涨，东口门自大虎三虎一带向南推进到南水岛~大杙岛一线。在这一演变过程中，西槽逐渐退缩，而东槽逐渐发展，其走向与涨潮流方向基本一致。

20 世纪 60 年代以来，黄茅海 5.0 m 等深浅的发展趋势是逐步缩窄刷深和南伸，崖门水道内 2.0 m 等深线亦逐渐缩窄；拦门浅滩以向外淤涨为主，整个滩体逐渐南移，2.0 m 等深线逐渐南移；黄茅海海域西侧 0 m 等深线东移。该区明显受下泄流控制，从崖门口强大的下泄落潮流是引起深槽冲刷的决定性因素，是海区水流动力最强的区域，单宽净输水指向海域。近期本区海床演变特征表现为：主槽冲刷下延，深泓位置较稳定；东侧滩坡冲刷，西侧滩坡淤积。

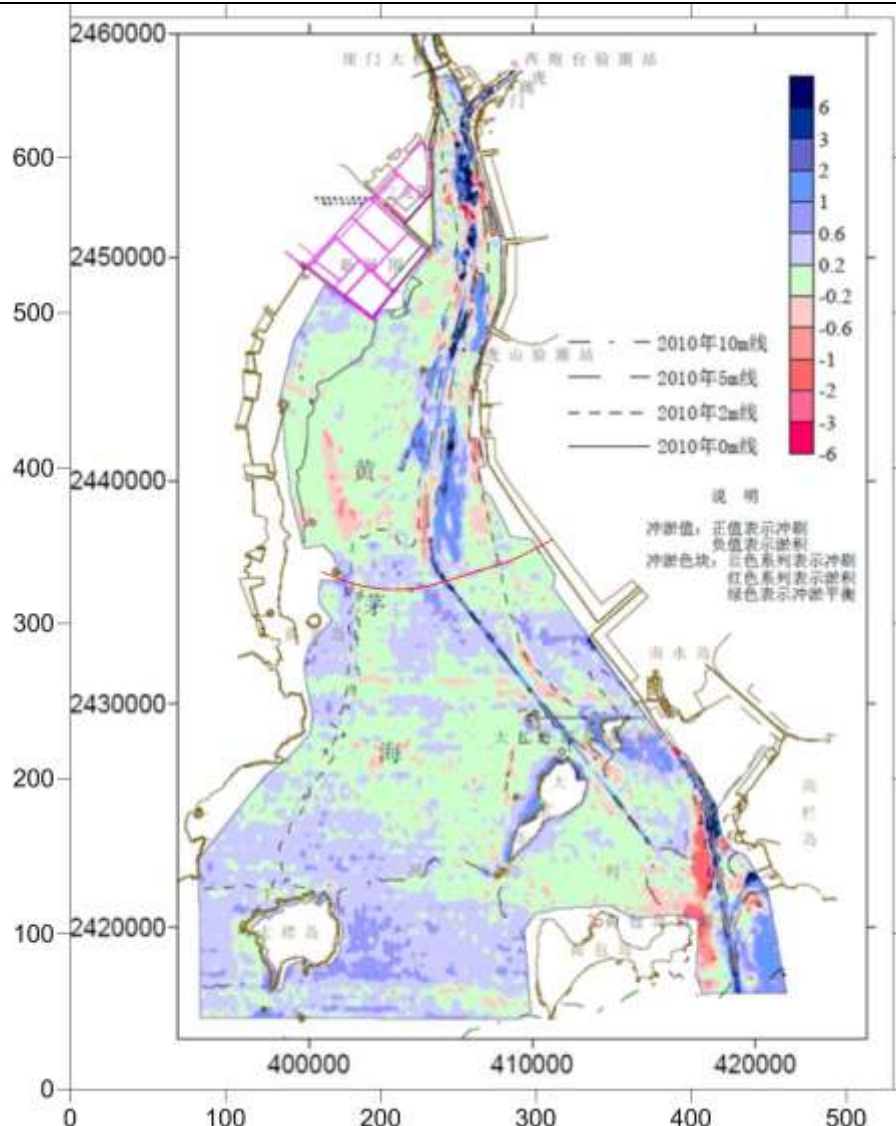


图 4.2.1-258 黄茅海海床冲淤变化图

4.2.1.3 海洋环境质量现状调查与评价

4.2.1.3.1 调查概况

1. 站位布设

(1) 广州南科海洋工程中心于 2016 年 9 月（秋季）在项目附近海域开展了海洋环境质量现状调查，共布设水质站位 20 个，沉积物站位 10 个，海洋生态站位 12 个，游泳生物 6 条断面，潮间带 3 条断面。站位布设见图 5.3.1-1 和表 5.3.1-1。

(2) 中国科学院南海海洋研究所于 2017 年 11 月（秋季）在项目附近海域开展了海洋环境质量现状调查，共布设水质站位 29 个，沉积物站位 14 个，海洋生态站位 17 个，游泳生物 9 条断面，潮间带 3 条断面。站位布设见图 5.3.1-1 和表 5.2-65。

(3) 广州南科海洋工程中心于 2019 年 2 月（冬季）、4 月（春季）和 8 月（夏季）

分别在项目附近海域开展了海洋环境质量现状调查，共布设了 48 个水质调查站位，29 个生态调查（含生物资源）站位，6 个潮间带断面；其中 4 月（春季）布设 24 个沉积物站位，站位布设见图 4.2.1-259 和表 4.2.1-49~表 4.2.1-51。

表 4.2.1-49 2016 年 9 月和 2017 年 11 月秋季调查站位和内容

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
S01	113°04.799'	22°14.124'	水质、沉积物、生态
S02	113°07.002'	22°12.761'	水质、沉积物、生态
S03	113°05.719'	22°11.797'	水质
S04	113°05.963'	22°10.783'	水质、沉积物、生态
S05	113°05.257'	22°09.998'	水质
S06	113°06.209'	22°09.934'	水质、生态
S07	113°05.568'	22°08.084'	水质、沉积物、生态
S08	113°06.538'	22°07.963'	水质
S09	113°02.586'	22°06.177'	水质
S10	113°04.152'	22°06.126'	水质、沉积物、生态
S11	113°05.798'	22°06.056'	水质
S12	113°01.857'	22°03.681'	水质、沉积物、生态
S13	113°03.860'	22°03.645'	水质
S14	113°05.725'	22°03.665'	水质、沉积物、生态
S15	113°02.025'	22°01.509'	水质
S16	113°04.108'	22°01.471'	水质、沉积物、生态
S17	113°06.151'	22°01.453'	水质
S18	113°02.470'	21°59.260'	水质、沉积物、生态
S19	113°05.109'	21°59.291'	水质、生态
S20	113°07.569'	21°59.342'	水质、沉积物、生态
S21	113°03'03.024"	21°56'59.041"	水质、沉积物、生态
S22	113°05'28.398"	21°58'38.084"	水质、生态、渔业资源
S23	113°08'45.628"	21°59'15.242"	水质、沉积物、生态
S24	113°08'38.697"	21°57'08.354"	水质
S25	113°00'32.761"	21°53'42.078"	水质、沉积物、生态、渔业资源
S26	113°03'50.238"	21°53'58.973"	水质
S27	113°06'45.226"	21°55'15.877"	水质
S28	113°09'26.714"	21°54'48.178"	水质、沉积物、生态
S29	113°11'50.732"	21°56'34.742"	水质、生态、渔业资源
S30	113°16'07.419"	21°57'51.748"	水质、沉积物、生态
S31	113°01'24.463"	21°50'45.829"	水质
S32	113°04'29.703"	21°51'14.853"	水质、沉积物、生态、渔业资源
S33	113°07'34.524"	21°52'32.531"	水质、沉积物、生态
S34	113°10'41.490"	21°52'38.079"	水质、沉积物、生态

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
S35	113°13'18.006"	21°53'40.196"	水质
S36	113°01'55.636"	21°48'21.113"	水质
S37	113°05'10.203"	21°49'01.335"	水质
S38	113°08'23.814"	21°49'30.279"	水质
S39	113°11'35.754"	21°50'34.504"	水质
S40	113°14'18.416"	21°51'54.382"	水质、沉积物、生态
S41	113°17'28.576"	21°53'40.797"	水质、渔业资源
S42	113°19'55.591"	21°55'45.599"	水质、沉积物、生态
S43	113°02'48.921"	21°45'14.256"	水质、沉积物、生态、渔业资源
S44	113°06'07.023"	21°46'01.812"	水质、沉积物、生态
S45	113°09'21.016"	21°46'55.156"	水质、生态、渔业资源
S46	113°12'36.623"	21°48'02.427"	水质、沉积物、生态
S47	113°15'49.339"	21°49'26.156"	水质、渔业资源
S48	113°19'06.842"	21°50'50.676"	水质、沉积物、生态
S49	113°22'17.951"	21°52'13.359"	水质、渔业资源
C1	113°04.666'	21°09.676'	潮间带生物
C2	113°06.693'	21°09.591'	潮间带生物
C3	113°06.849'	21°07.522'	潮间带生物
C4	113°08'52.209"	21°56'16.162"	潮间带生物
C5	113°09'22.312"	21°52'21.452"	潮间带生物
C6	113°15'52.602"	21°57'09.919"	潮间带生物
备注：2016 年秋季站位，水质及生态（S1~S20 站），潮间带断面（C1~C3）；2017 年秋季站位，水质及生态（S21~S49 站），潮间带断面（C4~C6）。			

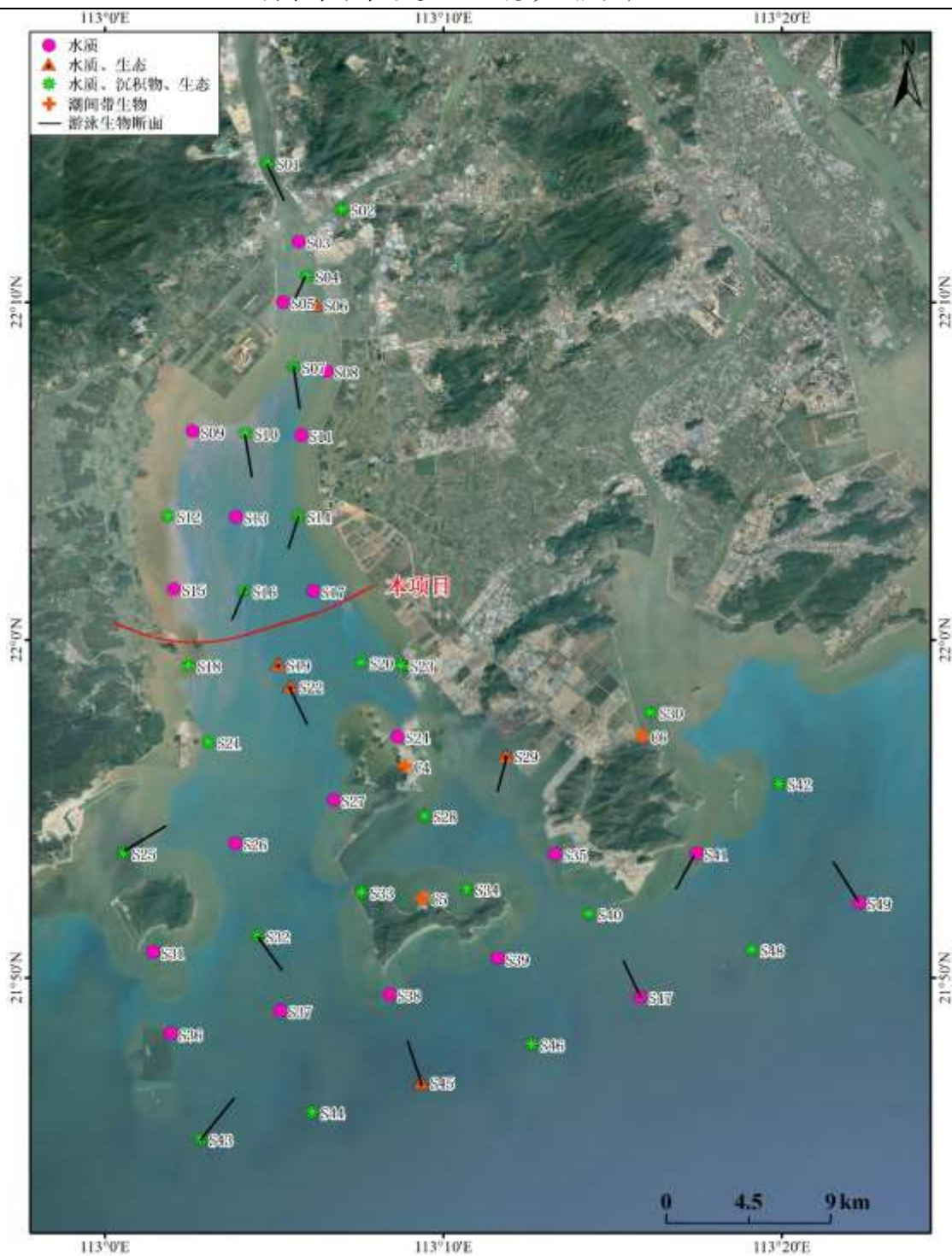


图 4.2.1-259 2016 年 9 月和 2017 年 11 月调查站位示意图

表 4.2.1-50 2019 年 2 月（冬季）和 8 月（夏季）调查站位和内容

站位	经度	纬度	调查内容
H1	113°04.412'	22°16.243'	水质、生态
H2	113°04.814'	22°14.028'	水质、生态
H3	113°07.355'	22°13.105'	水质、生态
H4	113°05.602'	22°12.229'	水质
H5	113°05.640'	22°10.481'	水质、生态
H6	113°05.693'	22°09.112'	水质
H7	113°02.290'	22°07.413'	水质、生态
H8	113°04.342'	22°07.448'	水质、沉积物、生态
H9	113°06.559'	22°07.539'	水质
H10	113°01.732'	22°05.617'	水质、沉积物、生态
H11	113°03.686'	22°05.674'	水质
H12	113°05.678'	22°05.816'	水质、生态
H13	113°01.842'	22°03.838'	水质
H14	113°04.038'	22°03.944'	水质、生态
H15	113°06.127'	22°03.990'	水质
H16	113°01.674'	22°02.023'	水质、生态
H17	113°03.515'	22°02.090'	水质
H18	113°05.106'	22°02.174'	水质、生态
H19	113°06.545'	22°02.461'	水质
H20	113°02.084'	22°00.572'	水质
H21	113°03.575'	22°00.435'	水质、生态
H22	113°05.411'	22°00.618'	水质、生态
H23	113°07.080'	22°01.105'	水质、生态
H24	113°02.920'	21°59.050'	水质、生态
H25	113°05.303'	21°59.211'	水质、生态
H26	113°07.838'	21°59.813'	水质
H27	113°02.068'	21°57.095'	水质、生态
H28	113°04.178'	21°57.214'	水质
H29	113°06.598'	21°57.520'	水质、生态
H30	113°09.053'	21°57.707'	水质、生态
H31	113°00.831'	21°54.589'	水质、生态
H32	113°04.037'	21°54.589'	水质
H33	113°06.957'	21°54.616'	水质、生态
H34	113°10.176'	21°54.747'	水质
H35	113°12.684'	21°54.865'	水质、生态
H36	112°58.516'	21°51.262'	水质、生态
H37	113°02.834'	21°51.102'	水质
H38	113°06.769'	21°51.173'	水质、生态

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	经度	纬度	调查内容
H39	113°09.929'	21°51.135'	水质
H40	113°13.246'	21°51.200'	水质、生态
H41	113°17.026'	21°51.144'	水质
H42	112°55.814'	21°47.286'	水质、生态
H43	112°59.917'	21°47.308'	水质
H44	113°03.765'	21°47.388'	水质、生态
H45	113°07.113'	21°47.436'	水质
H46	113°10.472'	21°47.460'	水质、生态
H47	113°13.544'	21°47.423'	水质
H48	113°18.508'	21°47.327'	水质、生态
A	113°01.548'	22°00.660'	潮间带
B	113°01.404'	21°59.644'	潮间带
C	113°01.470'	21°58.920'	潮间带
D	113°06.960'	22°02.878'	潮间带
E	113°07.781'	22°01.782'	潮间带
F	113°08.366'	22°01.037'	潮间带

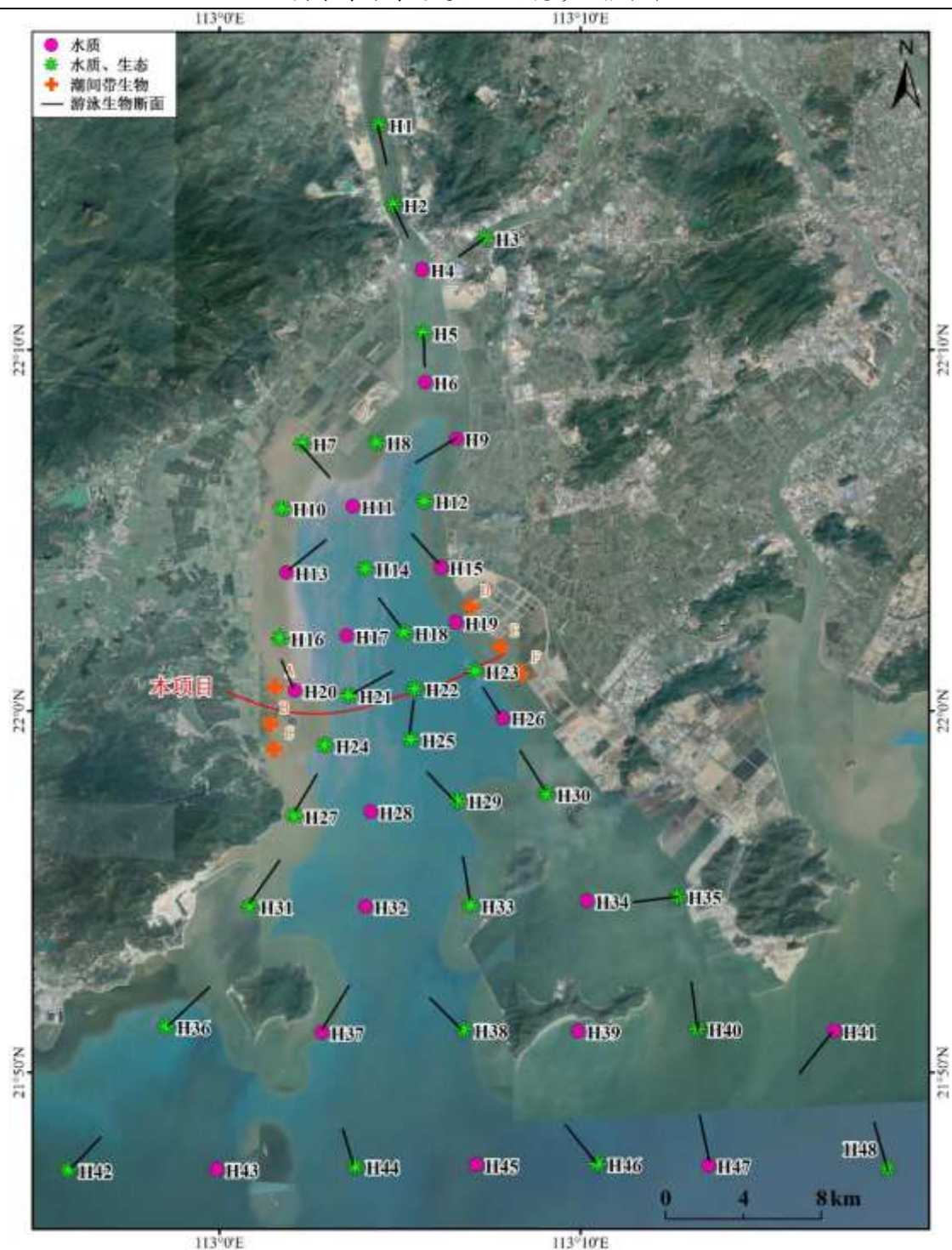


图 4.2.1-260 2019 年 2 月（冬季）和 8 月（夏季）调查站位示意图

表 4.2.1-51 2019 年 4 月（春季）调查站位和内容

站位	经度	纬度	调查内容
H1	113°04.412'	22°16.243'	水质、沉积物、生态
H2	113°04.814'	22°14.028'	水质、生态
H3	113°07.355'	22°13.105'	水质、沉积物、生态
H4	113°05.602'	22°12.229'	水质
H5	113°05.640'	22°10.481'	水质、沉积物、生态

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	经度	纬度	调查内容
H6	113°05.693'	22°09.112'	水质
H7	113°02.290'	22°07.413'	水质、沉积物、生态
H8	113°04.342'	22°07.448'	水质、沉积物、生态
H9	113°06.559'	22°07.539'	水质
H10	113°01.732'	22°05.617'	水质、沉积物、生态
H11	113°03.686'	22°05.674'	水质
H12	113°05.678'	22°05.816'	水质、沉积物、生态
H13	113°01.842'	22°03.838'	水质
H14	113°04.038'	22°03.944'	水质、沉积物、生态
H15	113°06.127'	22°03.990'	水质
H16	113°01.674'	22°02.023'	水质、沉积物、生态
H17	113°03.515'	22°02.090'	水质
H18	113°05.106'	22°02.174'	水质、沉积物、生态
H19	113°06.545'	22°02.461'	水质
H20	113°02.084'	22°00.572'	水质
H21	113°03.575'	22°00.435'	水质、沉积物、生态
H22	113°05.411'	22°00.618'	水质、生态
H23	113°07.080'	22°01.105'	水质、沉积物、生态
H24	113°02.920'	21°59.050'	水质、生态
H25	113°05.303'	21°59.211'	水质、沉积物、生态
H26	113°07.838'	21°59.813'	水质
H27	113°02.068'	21°57.095'	水质、沉积物、生态
H28	113°04.178'	21°57.214'	水质
H29	113°06.598'	21°57.520'	水质、生态
H30	113°09.053'	21°57.707'	水质、沉积物、生态
H31	113°00.831'	21°54.589'	水质、沉积物、生态
H32	113°04.037'	21°54.589'	水质
H33	113°06.957'	21°54.616'	水质、沉积物、生态
H34	113°10.176'	21°54.747'	水质
H35	113°12.684'	21°54.865'	水质、沉积物、生态
H36	112°58.516'	21°51.262'	水质、沉积物、生态
H37	113°02.834'	21°51.102'	水质
H38	113°06.769'	21°51.173'	水质、沉积物、生态
H39	113°09.929'	21°51.135'	水质
H40	113°13.246'	21°51.200'	水质、沉积物、生态
H41	113°17.026'	21°51.144'	水质
H42	112°55.814'	21°47.286'	水质、沉积物、生态
H43	112°59.917'	21°47.308'	水质
H44	113°03.765'	21°47.388'	水质、生态

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	经度	纬度	调查内容
H45	113°07.113'	21°47.436'	水质
H46	113°10.472'	21°47.460'	水质、沉积物、生态
H47	113°13.544'	21°47.423'	水质
H48	113°18.508'	21°47.327'	水质、沉积物、生态
A	113°01.548'	22°00.660'	潮间带
B	113°01.404'	21°59.644'	潮间带
C	113°01.470'	21°58.920'	潮间带
D	113°06.960'	22°02.878'	潮间带
E	113°07.781'	22°01.782'	潮间带
F	113°08.366'	22°01.037'	潮间带

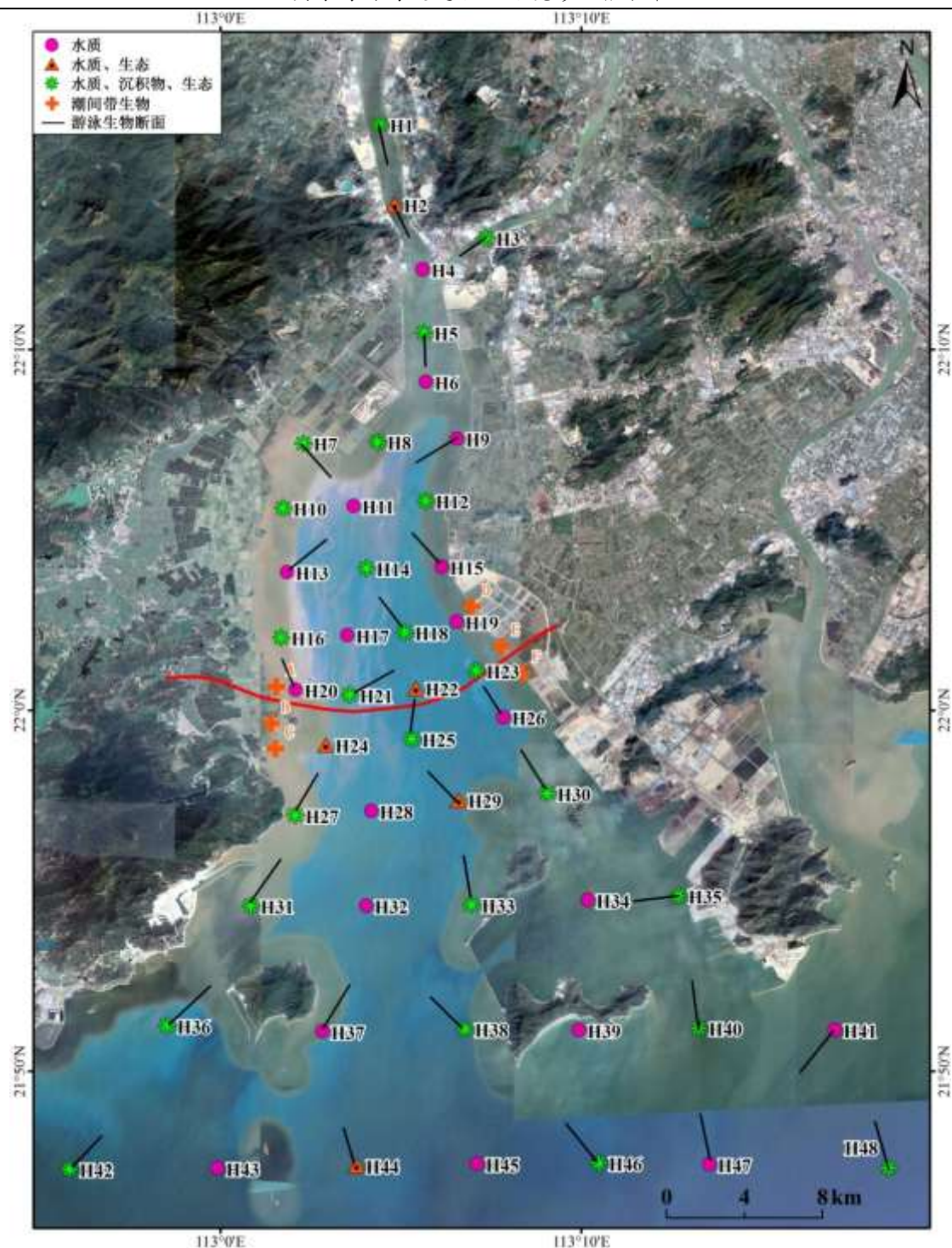


图 4.2.1-261 2019 年 2 月调查站位示意图

2. 调查内容与方法

(1) 海水水质

①调查项目

2016 年 9 月：pH、盐度、悬浮物、DO、COD_{Mn}、铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、挥发酚、Cu、Pb、Cd、Zn、Hg、As 共 17 项。

2017年11月：pH值、盐度、活性磷酸盐、石油类、NO₃-N、NO₂-N、NH₃-N、DO、COD_{Mn}、SS、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr、挥发酚共18项。

2019年2月、4月和8月：pH值、盐度、活性磷酸盐、石油类、NO₃-N、NO₂-N、NH₃-N、DO、COD_{Mn}、SS、Cu、Pb、Zn、Cd、As、Hg、Cr、挥发酚共18项。

②采样方法

调查时间为春、秋季的大潮期，10 m以内采表层水样，10~20 m采表、底层，大于20 m采表、中、底三层，其中中层为0.6H，底层为离底0.5 m（H为水深）。样品的采集、保存、运输和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）的要求进行。

③分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，各项目的分析方法如表4.2.1-52。

表 4.2.1-52 水质要素分析方法

序号	项目	分析方法	最低检出下限 (mg/L)
1	水温	表层水温法	0.1℃
2	盐度	电导率法	0.01*
3	pH	pH计法	0.01*
4	DO	电极法	0.02
5	COD	碱性高锰酸钾法	0.15
6	硝酸盐	锌-镉还原法	0.007
7	亚硝酸盐	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.001
8	氨氮	次溴酸盐氧化法	0.004
9	活性磷酸盐	磷钼兰法	0.001
10	石油类	紫外分光光度法	0.004
11	铜	原子吸收分光光度法	0.1×10 ⁻³
12	锌	原子吸收分光光度法	3.1×10 ⁻³
13	铅	原子吸收分光光度法	0.03×10 ⁻³
14	镉	原子吸收分光光度法	0.01×10 ⁻³
15	砷	原子吸收分光光度法	0.5×10 ⁻³
16	汞	冷原子吸收分光光度法	0.001×10 ⁻³
17	总铬 (Cr)	无火焰原子吸收分光光度法	0.4×10 ⁻³
18	悬浮物	重量法	2.0
19	挥发酚	4-氨基安替比林分光光度法	1.1×10 ⁻³

(2) 海洋沉积物

①调查项目

2016年9月：铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As)、石油类、硫化物和石油类共9项。

2017年11月：有机碳、硫化物、石油类、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、铬 (Cr)、

锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As) 共 10 项。

2019 年 4 月：有机碳、硫化物、石油类、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、铬 (Cr)、锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As) 共 10 项。

② 采样方法

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

③ 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》(GB 17378.5-2007) 进行, 各项的分析方法如表 4.2.1-53。

表 4.2.1-53 沉积物分析方法

监测项目	测定方法	引用标准	检出限
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	GB17378.5-2007	0.03%
铜	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.5-2007	0.5×10 ⁻⁶
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.5-2007	1.0×10 ⁻⁶
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.5-2007	0.04×10 ⁻⁶
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.5-2007	6.0×10 ⁻⁶
砷	氢化物—原子吸收分光光度法	GB17378.5-2007	3.0×10 ⁻⁶
总汞	冷原子吸收光度法	GB17378.5-2007	0.005×10 ⁻⁶
石油类	紫外分光光度法	GB17378.5-2007	3.0×10 ⁻⁶
硫化物	碘量法	GB17378.5-2007	0.3×10 ⁻⁶

(3) 海洋生物体质量

① 调查项目

2016 年 9 月：石油烃、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As) 共 7 项。

2017 年 11 月：石油烃、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As) 和铬 (Cr) 共 8 项指标。

2019 年 2 月、4 月和 8 月：石油烃、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、总汞 (Hg)、砷 (As) 和铬 (Cr) 共 8 项指标。

② 采样方法

在潮间带生物、底栖生物和渔业资源调查的渔获物中选取当地常见的、有代表性的贝类、鱼类和甲壳类等生物中选取。将样品袋和样品标签一起放入另一聚乙烯袋中，封口，于低温冰箱中贮存。若保存时间不太长（热天不超过 48h），可用冰箱或冷冻箱贮存样品。

③分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）进行，各项目的分析方法如表 4.2.1-54。

表 4.2.1-54 生物体分析方法

监测项目	测定方法	引用标准	方法检出限
铜	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	2.0×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.04×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.4×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.005×10^{-6}
砷	氢化物—原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.2×10^{-6}
总汞	冷原子吸收光度法	GB17378.6-2007	0.01×10^{-6}
铬	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.04×10^{-6}
石油烃	荧光分光光度法	GB17378.6-2007	0.2×10^{-6}

（4）海洋生态调查

①调查项目

包括叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵和仔稚鱼。

②调查方法

A. 叶绿素 a 和初级生产力：与水质采样相同，根据水深，用采水器采集表、底两层或者表中底三层水样，采样后量取一定体积（250mL）水样，经 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50 kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好，存放于液氮罐中，带回实验室用萃取荧光法测定，分析其水体叶绿素 a 含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

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

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

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

E. 潮间带生物：在项目附近以及相关敏感目标附近设立不同底质类型（泥滩、沙滩和岩滩）的 6 条潮间带生物调查断面，在各断面潮间带的高（2 个站）、中（3 个站）、低潮区（1 个站）分别采集定性样品和定量样品。定性样品在各断面周围随机采取；定量样品则用大小为 25cm×25cm（或 50cm×50cm）的取样框随机抛投，样框内所获底栖生物样品用 5% 左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

F. 鱼卵与仔稚鱼：调查选择适于在调查海区作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。网具使用浅水 I 型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网。落网速度为 0.5 m/s，起网速度为 0.5 m/s~0.8 m/s。

③分析方法

样品的分析采用《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）进行，各项目的分析方法如表 4.2.1-55。

表 4.2.1-55 样品采集、分析方法一览表

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	样品测定方法
1	叶绿素 a	滤膜过滤冷冻	GB/T12763.6/5.2.1-2007 萃取荧光法（叶绿素 a）
2	浮游植物	5% 甲醛溶液固定	GB/T12763.6/7-2007 浓缩计数法鉴定和计数
3	浮游动物	5% 甲醛溶液固定	GB/T12763.6/8-2007 计数框计数；体视显微镜鉴定；湿重测定生物量
4	底栖生物	底栖动物用 5% 甲醛溶液固定； 大型藻类用 6% 甲醛溶液固定	GB/T12763.6/10-2007 人工鉴定种类、计数、测定生物量
5	潮间带生物	取样后用聚乙烯袋分类装好冷冻保存	GB/T12763.6/12-2007 人工鉴定种类、计数、生物学测定

6	鱼卵与仔稚鱼	5%甲醛溶液固定	GB/T12763.6/13-2007 计数框计数；体视显微镜鉴定
---	--------	----------	--------------------------------------

(5) 渔业资源调查

①调查项目

包括游泳动物（鱼、虾、蟹、头足类）调查。

②调查方法

游泳生物调查按照GB/T 12763.6-2007的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

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

B. 调查工作流程：采用单船有翼单囊拖网进行作业。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置2n mile~4n mile处放网，拖速控制在3kn~4kn左右，经1小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳网投放，曳网着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳网时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

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

③分析方法

游泳生物的分析方法遵循 GB/T 12763.6-2007 的相关规定进行。

A. 渔获物样品鉴定到种，并记录各种类的名称、尾数、重量。

B. 计算各站位渔获物种类每小时的质量和尾数及其百分比，按鱼类、甲壳类和头足类统计水域内游泳生物种类组成、相对重要性指数（IRI）、优势种、重要种、资源密度、主要经济种类等数据及其分布随时空的变化。相对重要性指数（IRI）计算公式：

$IRI=(W+N) \times F$ ，其中 W—相对生物量，W%为该物种生物量占游泳生物总生物量的百分比；N—相对密度，N%为该物种密度占游泳生物总密度的百分比；F—捕获频率，F%为该物种分布站点占有所有站点的百分比。当 $IRI>1000$ 时，该物种为优势种；当 $1000>IRI>100$ 时，该物种为重要种；当 $100>IRI>10$ 时，该物种为常见种；当 $10>IRI>1$ 时，该物种为一般种；当 $IRI<1$ 时，该物种为少见种。

3. 评价标准

(1) 海水水质

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），项目所在海域的海洋功能区划为黄茅海保留区和都斛农渔业区，其周边的海洋功能功能区包括斗门港口航运区、银湖湾旅游休闲娱乐区、崖门旅游休闲娱乐区、大襟岛海洋保护区、湛江—珠海近海农渔业区、荷包岛旅游休闲娱乐区、高栏港港口航运区、太平湾工业与城镇用海区、鸡啼门保留区。

结合本工程的特点和项目所属海域实际情况，以及附近海域的功能区划情况，本项目所在海域水质评价标准执行如下表 4.2.1-56~表 4.2.1-58。

表 4.2.1-56 调查范围水质执行标准（2016年9月）

功能区	功能区	调查站位	水质执行标准
保留区	黄茅海保留区	S1、S2、S3、S4、S5、 S6、S7、S8、S10、S11、 S13、S14、S16、S17、 S19、S20	维持现状
旅游休闲娱乐区	银湖湾旅游休闲娱乐区	S9	执行海水水质三类标准
农渔业区	都斛农渔业区	S12、S15、S18	执行海水水质二类标准

表 4.2.1-57 调查范围水质执行标准（2017年11月）

功能区	功能区名称	调查站位	海水水质标准
农渔业区	湛江—珠海近海农渔业区	S25、S30、S32、S37、 S38、S39、S40、S41、 S42、S43、S44、S45、 S46、S47、S48、S49	执行海水水质一类标准
海洋保护区	大襟岛海洋保护区	S31、S36	
工业与城镇用海区	大杧岛-荷包岛工业与城镇用海区	S33、S34	执行海水水质三类标准
保留区	黄茅海保留区	S21、S26、S22、S27	维持现状
港口航运区	高栏港口航运区	S23、S24、S28、S29、S35	执行海水水质四类标准

表 4.2.1-58 调查范围水质执行标准（2019 年 2 月、4 月和 8 月）

功能区	功能区名称	调查站位	海水水质标准
海洋保护区	大襟岛海洋保护区	H37、H43、H44	执行海水水质一类标准
农渔业区	湛江—珠海近海农渔业区	H31、H36、H38~H42、 H45~H48	
	都斛农渔业区	H10、H16、H20	执行海水水质二类标准
工业与城镇用海区	广海湾工业与城镇用海区	H27	基本功能未利用前， 执行海水水质二类标准
旅游休闲娱乐区	银湖湾旅游休闲娱乐区	H7、H8	执行海水水质三类标准
港口航运区	银洲湖港口航运区	H1、H2、H4	执行海水水质四类标准
	斗门港口航运区	H9	
	高栏港口航运区	H30、H33~H35	
保留区	黄茅海保留区	H3、H5、H6、H11~ H15、H17~H19、H21~ H26、H28、H29、H32	海水水质质量维持现状

注：广海湾工业与城镇用海区基本功能未利用前，执行海水水质二类标准；工程建设期间及建设完成后，海水水质三类标准。本次调查服务项目尚未建设，因此执行海水水质二类标准。

（2）海洋沉积物

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年），项目所在海域的海洋功能区划为黄茅海保留区和都斛农渔业区，其周边的海洋功能功能区包括斗门港口航运区、银湖湾旅游休闲娱乐区、崖门旅游休闲娱乐区、大襟岛海洋保护区、湛江—珠海近海农渔业区、荷包岛旅游休闲娱乐区、高栏港港口航运区、鸡啼门保留区。

结合本工程的特点和项目所属海域实际情况，以及附近海域的功能区划情况，本项目所在海域海洋沉积物评价标准执行如下表 4.2.1-59~表 4.2.1-61。

表 4.2.1-59 调查范围海洋沉积物执行标准（2016 年 9 月）

功能区	功能区	调查站位	海洋沉积物标准要求
保留区	黄茅海保留区	S1、S2、S4、S7、S10、 S14、S16、S19	维持现状
农渔业区	都斛农渔业区	S12、S18	执行海洋沉积物质量 一类标准

表 4.2.1-60 调查范围海洋沉积物执行标准（2017 年 11 月）

功能区	功能区名称	调查站位	海洋沉积物标准要求
农渔业区	湛江—珠海近海农渔业区	S25、S30、S32、S40、S42、S43、S44、S46、S48	执行海洋沉积物质量一类标准
工业与城镇用海区	大杧岛-荷包岛工业与城镇用海区	S33、S34	执行海洋沉积物质量二类标准
保留区	黄茅海保留区	S21	维持现状
港口航运区	高栏港口航运区	S23、S28	执行海洋沉积物质量三类标准

表 4.2.1-61 调查范围海洋沉积物执行标准（2019 年 4 月）

功能区	功能区名称	调查站位	海洋沉积物质量标准要求
农渔业区	湛江—珠海近海农渔业区	H31、H36、H38、H40、H42、H46、H48	执行海洋沉积物质量一类标准
	都斛农渔业区	H10、H16	
工业与城镇用海区	广海湾工业与城镇用海区	H27	基本功能未利用前，执行海洋沉积物质量一类标准
旅游休闲娱乐区	银湖湾旅游休闲娱乐区	H7、H8	执行海洋沉积物质量二类标准
港口航运区	银洲湖港口航运区	H1	执行海洋沉积物质量三类标准
	高栏港口航运区	H30、H33、H35	
保留区	黄茅海保留区	H3、H5、H12、H14、H18、H21、H23、H25	海洋沉积物质量维持现状

注：广海湾工业与城镇用海区基本功能未利用前，执行沉积物质量一类标准；工程建设期间及建设完成后，执行沉积物质量二类标准。本次调查服务项目尚未建设，因此执行沉积物质量一类标准。

（3）海洋生物质量

由项目调查站位所在海洋功能区图可知，项目海洋生物执行标准要求如表 4.2.1-62~表 4.2.1-64，海洋生物中贝类质量标准参照《海洋生物质量》（GB18421-2001），其他鱼类、甲壳类、软体类等海洋生物质量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准。海岸带生物调查标准中无石油烃限量规定，参考采用《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。

表 4.2.1-62 调查范围海洋生物质量执行标准 (2016 年 9 月)

功能区	功能区	调查站位	生物质量执行标准
保留区	黄茅海保留区	S1、S5、S16、S19	海洋生物中的贝类维持现状
农渔业区	都斛农渔业区	S12	海洋生物中的贝类执行海洋生物质量一类标准

表 4.2.1-63 调查范围生物质量执行标准 (2017 年 11 月)

功能区	功能区名称	调查站位	海水生物质量标准要求
农渔业区	湛江—珠海近海农渔业区	S25、S32、S41、S43、S45、S47、S49	海洋生物中的贝类执行海洋生物质量一类标准
保留区	黄茅海保留区	S22	海洋生物中的贝类维持现状
港口航运区	高栏港口航运区	S29	海洋生物中的贝类执行海洋生物质量三类标准

表 4.2.1-64 调查范围生物质量执行标准 (2019 年 2 月、4 月和 8 月)

功能区	功能区名称	调查站位	海洋生物质量标准要求
海洋保护区	大襟岛海洋保护区	H37、H43	海洋生物中的贝类执行海洋生物质量一类标准
农渔业区	湛江—珠海近海农渔业区	H36、H38、H41、H45、H46、H48	
	都斛农渔业区	H20	
工业与城镇用海区	广海湾工业与城镇用海区	H27	基本功能未利用前，执行海洋生物质量一类标准
旅游休闲娱乐区	银湖湾旅游休闲娱乐区	H7	海洋生物中的贝类执行海洋生物质量二类标准
港口航运区	银洲湖港口航运区	H1、H2、H4	海洋生物中的贝类执行海洋生物质量三类标准
	斗门港口航运区	H9	
	高栏港口航运区	H30、H34、H35	
保留区	黄茅海保留区	H11~H13、H15、H17、H19、H22、H24、H26、H29、H32	海洋生物质量维持现状

注：广海湾工业与城镇用海区基本功能未利用前，执行海洋生物质量一类标准；工程建设期间及建设完成后，海洋生物质量二类标准。本次调查服务项目尚未建设，因此执行海洋生物质量二类标准。

4. 评价方法

(1) 海水水质

采用标准指数法。单项水质评价因子（参数） i 在第 j 点的标准指数：

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

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

溶解氧的标准指数为：

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

$$S_{DO,j} = (DO_f - DO_j) / (DO_f - DO_s) \quad DO_j > DO_f$$

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

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值（mg/L）；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值（mg/L）；

DO_f ——饱和溶解氧浓度（mg/L）；对于入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S ——实用盐度符号，量纲为 1；

T ——水温， $^{\circ}\text{C}$ 。

海水中 pH 的标准指数为：

$$Q_j = (2C_j - C_{ou} - C_{ol}) / (C_{ou} - C_{ol})$$

式中： Q_j ——pH 值的标准指数；

C_j ——pH 值的实测值；

C_{ou} ——pH 的评价标准上限；

C_{ol} ——pH 的评价标准下限。

水质评价因子的标准指数 > 1 ，则表明该项水质已超过了规定的水质标准。

(2) 海洋沉积物

采用标准指数法。

(3) 海洋生物质量

采用标准指数法。

(4) 海洋生物、渔业资源现状评价方法

各调查项目的采样和分析均按《海洋调查规范—海洋生物调查》(GB12763.6—2007) 和《海洋监测规范》(GB17378—2007) 中规定的方法进行。

① 初级生产力

采用叶绿素 a 法, 按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化公式估算: $P = C_a Q L t / 2$

式中: P—初级生产力 (mg C/m² d);

Ca—表层叶绿素 a 含量 (mg/m³);

Q—同化系数 (mg C/(mgChl-a h)), 根据南海海洋研究所以往调查结果, 这里取 3.70;

L—真光层的深度 (m);

t—白昼时间 (h), 11h。

②优势度

优势度 (Y) 应用以下公式计算: $Y = \frac{n_i}{N} f_i$

式中: n_i—第 i 种的个体数;

f_i—该种在各站中出现的频率;

N—所有站每个种出现的总个体数。

③多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为: $H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$

式中: H' —种类多样性指数;

S—样品中的种类总数,;

P_i—第 i 种的个体数与总个体数的比值。

④均匀度

Pielou 均匀度公式为: $J = H' / \log_2 S$

式中: J—均匀度;

H' —种类多样性指数;

S—样品中的种类总数。

⑤游泳生物评估资源密度和确定优势种的方法

评估资源密度的方法: 资源数量的评估根据底拖网扫海面积法 (密度指数法), 来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度, 求计算公式为 $S = (y) / a(1-E)$

其中: S—重量密度 (kg/km²) 或个体密度 (ind/km²)

a—底拖网每小时的扫海面积 (每小时的扫海面积为 0.02556 km²)

y—平均渔获率 (kg/h) 或平均生物个体密度 (ind/h)

E—逃逸率（取 0.5）

确定优势种的方法：根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。IRI 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。

式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比

4.2.1.3.2 海洋水质现状调查结果及评价

1. 海洋水质调查结果

(1) 海水水质

2016 年 9 月、2017 年 11 月以及 2019 年 2 月、4 月和 8 月海水水质调查结果分别见表 5.3.2-1~表 5.3.2-5。

(2) 海洋水质现状评价

2016 年 9 月、2017 年 11 月以及 2019 年 2 月、4 月和 8 月海水水质质量指数评价结果见表 5.3.2-6~表 5.3.2-10。

① 2016 年 9 月调查结果

A. 农渔业区

调查海域农渔业区仅包括都斛农渔业区，要求执行第二类海水水质标准。由调查及评价结果可知，都斛农渔业区包含 3 个调查站位，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 100% 和 33.3%。

B. 旅游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，要求执行第三类海水水质标准。由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区仅包含 1 个调查站位，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，超标率均为 100%。

C. 保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，该保留区调查站位有 16 个，要求海水水质维持现状。海水中石油类、DO、COD、Cu、Zn、Pb、Cd、Hg、As、挥发酚的含量均符合第一类或二类海水水质一类或二类标准；仅有 2 个站位的 pH 符合第一类海水水质标准，其他 14 个站位的 pH 均符合第三类海水水质标准，占总调查站位的 87.5%；仅有 2 个站位的活性磷酸盐符合第一类海水水质标准，8 个站位的活性磷酸盐符合第四类海水

水质标准，其他 6 个站位的活性磷酸盐均超过第四类海水水质标准，占总调查站位的 42.9%；仅有 2 个站位的无机氮符合第一类海水水质标准，其他 14 个站位的无机氮均超过第四类海水水质标准，占总调查站位的 87.5%。

② 2017 年 11 月调查结果

A. 农渔业区

调查海域农渔业区仅包括湛江—珠海近海农渔业区，该功能区包含 16 个调查站位，要求执行第一类海水水质标准。由调查及评价结果可知，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，其次为 Zn、Pb、石油类和 Cu，其中无机氮和活性磷酸盐均超过第一类海水水质标准，Zn 超标率为 25.0%，Pb 超标率为 12.5%，石油类和 Cu 超标率为 6.3%，其他调查因子均符合第一类海水水质标准。

B. 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，要求执行第一类海水水质标准。由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 2 个调查站位，所有站位仅无机氮和活性磷酸盐超标率均为 100%，其余调查因子均符合第一类海水水质标准。

C. 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括大杧岛-荷包岛工业与城镇用海区，要求执行第三类海水水质标准。由调查及评价结果可知，该功能区包含 2 个调查站位，所有站位仅无机氮超标率均为 50%，其余调查因子均符合第三类海水水质标准。

D. 港口航运区

调查海域工业与城镇用海区仅包括高栏港口航运区，要求执行第四类海水水质标准。由调查及评价结果可知，该功能区包含 5 个调查站位，所有站位仅无机氮超标率均为 60%，其余调查因子均符合第四类海水水质标准。

E. 保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，保留区调查站位有 4 个，要求海水水质维持现状。由调查及评价结果可知，所有调查站位水质中 pH、DO、COD、Cu、Zn、Cd、Cr、Hg、As、挥发酚的含量均符合第一类海水水质标准；有 1 个站位的 Pb 符合第二类海水水质标准，其他站位均符合第一类海水水质标准；有 2 个站位的石油类符合第三类海水水质标准，其他站位均符合第一类海水水质标准；所有站位活性磷酸盐均符合第四类海水水质标准；所有站位无机氮均符合超过第四类海水水质标准。

③ 2019 年 2 月调查结果

A. 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，大襟岛海洋保护区执行第一类海水水质标准。由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 3 个调查站位，水质整体超标率为 100%，主要超标因子为无机氮和锌，其次为石油类、铜和活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 100%，锌超标率为 50%，石油类超标率为 33.3%，铜超标率为 25%，活性磷酸盐超标率为 12.5%；其余调查因子均符合第一类海水水质标准。

B. 农渔业区

调查海域农渔业区包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，其中湛江—珠海近海农渔业区要求执行第一类海水水质标准，都斛农渔业区要求执行第二类海水水质标准。由调查及评价结果可知，湛江—珠海近海农渔业区包含 11 个调查站位，主要超标因子为无机氮和石油类，其次为铜、锌和活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 100%，石油类超标率为 41.7%，铜超标率为 16.7%，锌超标率为 13.3%，活性磷酸盐超标率为 10%；其他因子全部符合第一类海水水质标准。

湛江—珠海近海农渔业区包含 3 个调查站位，主要超标因子为无机氮和石油类，其次为活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 100%，石油类超标率为 33.3%，活性磷酸盐超标率为 16.7%；其他因子全部符合第二类海水水质标准。

C. 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，要求执行第二类海水水质标准。由调查及评价结果可知，工业与城镇用海区仅 1 个调查站位，主要超标因子为无机氮，超标率为 100%；其他因子全部符合第二类海水水质标准。

D. 旅游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，要求执行第三类海水水质标准。由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区包含 2 个调查站位，水质整体超标率为 100%，主要超标因子为无机氮，超标率为 100%；其他调查因子全部符合第三类海水水质标准。

E. 港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，要求执行第四类海水水质标准。由调查及评价结果可知，港口航运区包含 8 个调查站位，主要超标因子为无机氮，超标率均为 88.2%；其他因子全部符合第四类海水水质标准。

F. 黄茅海保留区

位于该功能区的调查站位有 20 个，要求海水水质维持现状。评价结果显示，所有调查站位水质中的 pH、DO、COD、Cd、Hg、As、Cr 和挥发酚均符合海水水质第一类标准；大多数站位水质中的 Cu、Pb 和 Zn 均符合海水水质第一类标准，少量站位水质中的 Cu、Pb 和 Zn 符合海水水质第二类标准；大多数站位水质中的石油类符合海水水质第三类标准，少量站位水质中的石油类符合海水水质第一类标准；大多数站位水质中的活性磷酸盐符合海水水质第三类标准，少量站位水质中的活性磷酸盐符合海水水质第四类标准；全部站位水质中的无机氮为超四类水质。

④ 2019 年 4 月调查结果

A. 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，大襟岛海洋保护区执行海水水质一类标准。由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 3 个调查站位，水质整体超标率为 100%，主要超标因子为无机氮和铅，其中无机氮超标率为 100%，铅超标率 12.5%；其余调查因子均符合海水水质一类标准。

B. 农渔业区

调查海域农渔业区包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，其中湛江—珠海近海农渔业区要求执行海水水质一类标准，都斛农渔业区要求执行海水水质二类标准。由调查及评价结果可知，湛江—珠海近海农渔业区包含 11 个调查站位，主要超标因子为无机氮和石油类，其次为 pH、锌、铜、铅和活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 100%，石油类超标率为 33.3%，pH 和锌超标率均为 28.1%，铜和铅超标率为 6.3%，活性磷酸盐超标率为 3.1%；其他因子全部符合海水水质一类标准。

湛江—珠海近海农渔业区包含 3 个调查站位，主要超标因子为无机氮和石油类，其次为 pH 和活性磷酸盐，其中无机氮和石油类超标率均为 66.7%，pH 超标率为 33.3%，活性磷酸盐超标率为 16.7%；其他因子全部符合海水水质二类标准。

C. 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，要求执行海水水质二类标准。由调查及评价结果可知，工业与城镇用海区仅 1 个调查站位，主要超标因子为无机氮，超标率为 100%；其他因子全部符合海水水质二类标准。

D. 游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，要求执行海水水质三类标准。由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区包含 2 个调查站位，水质整体超标

率为 100%，主要超标因子为无机氮和 pH，超标率均为 100%；其他调查因子全部符合海水水质三类标准。

E. 港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，要求执行海水水质四类标准。由调查及评价结果可知，港口航运区包含 8 个调查站位，主要超标因子为无机氮和活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 52.9%，活性磷酸盐超标率为 35.3%；其他因子全部符合海水水质四类标准。

F. 黄茅海保留区

位于该功能区的调查站位有 20 个，要求海水水质维持现状。评价结果显示，所有调查站位水质中的 DO、Cd、Hg、As、Cr 和挥发酚均符合海水水质第一类标准；大多数站位水质中的 Cu、Pb 和 Zn 均符合海水水质第一类标准，少量站位水质中的 Cu、Pb 和 Zn 符合海水水质第二类标准；大多数站位水质中的石油类符合海水水质第一类标准，少量站位水质中的石油类符合海水水质第三类标准；半数站位水质中的 pH 符合海水水质第一类标准，半数站位水质中的 pH 符合海水水质第四类标准；大多数站位水质中的活性磷酸盐符合海水水质第四类标准，少量站位水质中的活性磷酸盐分别符合海水水质第一类或二类标准；也有少量站位水质中的活性磷酸盐出现超四类水质；大多数站位水质中的无机氮为超四类水质，少量水质中的无机氮符合海水水质第一类或三类或四类标准。

⑤ 2019 年 8 月调查结果

A. 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，大襟岛海洋保护区执行海水水质一类标准。由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 3 个调查站位，水质整体超标率为 100%，主要超标因子为无机氮、DO 和锌，其次为铅和活性磷酸盐，其中无机氮超标率为 100%，DO 和锌超标率均为 50%，铅和活性磷酸盐超标率各为 12.5%；其余调查因子均符合海水水质一类标准。

B. 农渔业区

调查海域农渔业区包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，其中湛江—珠海近海农渔业区要求执行海水水质一类标准，都斛农渔业区要求执行海水水质二类标准。由调查及评价结果可知，湛江—珠海近海农渔业区包含 11 个调查站位，主要超标因子为无机氮和锌，其次为 DO、铅、活性磷酸盐和 COD，其中无机氮超标率为 100%，锌超标率为 38.2%，DO 超标率为 17.6%，铅超标率为 14.7%，活性磷酸盐超标率为 11.8%，

COD 超标率为 2.9%；其他因子全部符合海水水质一类标准。

湛江—珠海近海农渔业区包含 3 个调查站位，主要超标因子为无机氮和 pH，其次为活性磷酸盐，其中无机氮和 pH 超标率均为 100%，活性磷酸盐超标率为 16.7%；其他因子全部符合海水水质二类标准。

C. 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，要求执行海水水质二类标准。由调查及评价结果可知，工业与城镇用海区仅 1 个调查站位，主要超标因子为无机氮，超标率为 100%；其他因子全部符合海水水质二类标准。

D. 旅游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，要求执行海水水质三类标准。由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区包含 2 个调查站位，水质整体超标率为 100%，主要超标因子为无机氮，超标率为 100%；其他调查因子全部符合海水水质三类标准。

E. 港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，要求执行海水水质四类标准。由调查及评价结果可知，港口航运区包含 8 个调查站位，主要超标因子为无机氮，超标率为 61.1%；其他因子全部符合海水水质四类标准。

F. 黄茅海保留区

位于该功能区的调查站位有 20 个，要求海水水质维持现状。评价结果显示，所有调查站位水质中的石油类、Hg、Cu、Cd、As、Cr 和挥发酚均符合海水水质第一类标准；大多数站位水质中的 DO、COD、Pb 和 Zn 均符合海水水质第一类标准，少量站位水质中的 DO、COD、Pb 和 Zn 符合海水水质第二类标准；大多数站位水质中的活性磷酸盐符合海水水质第一、二类标准，少量站位水质中的活性磷酸盐符合海水水质第四类标准；大多数站位水质中的 pH 符合海水水质第三类标准，少量站位水质中的 pH 符合海水水质第一类标准；大多数站位水质中的无机氮为超四类水质。

表 4.2.1-65 2016 年 9 月海水水质现状监测结果

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L					
S01	表	30.32	0.14	7.86	5.0	0.046	7.91	2.26	0.030	0.042	0.057	0.012	3.6	0.25	<3.1	0.04	0.015	0.7	1.4
S01	底	30.31	0.14	7.85	8.0	—	8.20	2.03	0.021	0.073	0.073	0.014	3.8	0.10	7.1	0.03	0.015	0.6	—
S02	表	29.96	0.21	7.84	6.7	0.038	7.72	1.61	0.019	0.070	0.073	0.026	2.9	0.04	9.0	<0.01	0.015	0.8	<1.1
S02 平	表	29.96	0.21	7.88	7.0	0.032	8.07	1.54	0.017	0.098	0.080	0.025	3.2	0.03	10.5	<0.01	0.015	0.8	<1.1
S03	表	30.08	0.94	7.61	38.3	0.047	7.62	1.59	0.032	0.378	0.076	0.031	2.0	0.04	5.2	<0.01	0.015	0.7	2.4
S03	底	30.09	0.98	7.62	22.7	—	7.35	1.95	0.026	0.477	0.089	0.031	2.5	0.12	27.1	0.06	0.015	0.9	—
S04	表	30.01	1.30	7.59	6.3	0.034	8.08	1.73	0.052	0.429	0.287	0.034	2.7	0.06	5.6	0.01	<0.001	0.8	4.7
S04	底	29.95	2.61	7.52	4.0	—	7.78	1.73	0.063	0.252	0.295	0.035	2.2	0.04	13.8	<0.01	0.015	0.8	—
S05	表	29.79	2.31	7.52	1.7	0.028	7.99	2.39	0.114	1.700	0.133	0.035	2.4	0.39	<3.1	0.02	0.015	0.8	2.2
S06	表	30.02	0.65	7.79	35.7	0.029	7.87	1.77	0.033	1.792	0.188	0.026	2.4	0.33	10.1	0.02	0.015	0.8	2.7
S07	表	29.89	3.92	7.49	7.7	0.032	7.63	1.63	0.144	1.575	0.194	0.034	2.8	0.08	4.7	0.07	0.015	0.6	3.7
S08	表	30.04	1.95	7.77	28.3	0.031	7.33	1.58	0.095	1.760	0.260	0.028	3.3	0.17	18.1	0.04	0.033	0.8	<1.1
S09	表	29.85	5.06	7.54	30.7	0.029	6.50	1.32	0.144	1.623	0.045	0.035	2.9	0.32	3.1	0.09	0.033	0.7	4.2
S10	表	29.93	5.34	7.51	33.7	0.029	7.29	1.54	0.152	1.633	0.189	0.031	2.5	0.15	4.7	0.09	0.015	0.8	3.4
S11	表	30.04	4.92	7.62	26.0	0.047	7.48	1.58	0.139	1.066	0.149	0.027	6.0	0.09	9.0	0.14	0.015	0.8	2.9
S12	表	29.71	4.72	7.54	56.7	0.047	8.04	1.78	0.174	1.590	0.111	0.032	5.6	<0.03	4.3	0.07	0.033	0.8	<1.1
S13	表	29.81	9.85	7.63	37.0	0.030	7.10	1.76	0.161	1.529	0.142	0.024	5.7	<0.03	7.8	0.14	0.033	0.8	<1.1
S14	表	29.84	9.61	7.55	29.0	0.021	8.45	1.66	0.148	1.524	0.173	0.027	3.2	0.05	<3.1	0.16	0.015	0.9	<1.1
S15	表	29.87	5.42	7.56	13.0	0.032	6.67	2.04	0.156	1.337	0.159	0.026	5.0	0.05	3.1	0.08	0.033	0.7	3.2
S16	表	29.48	14.75	7.58	14.0	0.033	6.30	1.77	0.145	1.593	0.179	0.032	4.5	0.32	<3.1	0.10	0.033	1.0	1.7
S17	表	30.18	7.02	7.71	13.7	0.022	7.83	1.54	0.119	1.294	0.159	0.029	2.9	0.05	10.3	0.10	0.015	0.8	2.4
S18	表	29.75	10.82	7.64	33.7	0.029	7.45	1.57	0.147	1.430	0.236	0.027	4.2	0.04	<3.1	0.12	0.015	0.7	<1.1
S19	表	29.56	15.79	7.68	16.3	0.030	6.88	1.31	0.124	1.347	0.113	0.025	5.2	0.15	12.8	0.14	<0.001	0.8	1.2
S19 平	表	29.48	15.52	7.70	30.0	0.031	7.11	1.17	0.201	1.372	0.256	0.027	4.9	0.11	14.5	0.14	<0.001	0.7	2.2
S20	表	30.28	17.69	7.76	15.0	0.029	7.32	0.98	0.148	1.367	0.166	0.026	3.6	0.07	5.5	0.16	0.015	0.8	<1.1

表 4.2.1-66 2017 年 11 月海水水质现状监测结果

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD _{Mn}	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								μg/L							
S21	表	22.93	18.92	8.01	69.7	0.036	7.56	1.27	0.061	0.084	0.799	0.031	2.0	<0.03	11.9	0.13	0.015	1.6	1.9	1.2
S21	底	23.36	24.91	8.02	81.7	—	7.26	0.86	0.057	0.100	0.715	0.036	1.7	<0.03	10.6	0.09	0.033	1.7	2.3	—
S22	表	22.92	20.00	8.04	80.0	0.035	7.35	1.02	0.058	0.078	0.696	0.032	2.0	3.24	10.4	0.15	<0.001	1.9	3.1	1.2
S22	底	23.46	26.04	7.99	94.7	—	7.03	1.03	0.045	0.076	0.684	0.026	2.7	1.60	7.6	0.13	0.015	1.9	4.9	—
S22 平	表	22.92	20.00	8.02	69.7	0.036	7.37	1.01	0.062	0.081	0.737	0.033	2.5	0.14	12.1	0.15	0.015	1.7	3.6	1.7
S22 平	底	23.46	26.04	7.99	91.7	—	7.29	1.01	0.057	0.076	0.649	0.026	2.4	0.16	5.9	0.15	0.015	1.7	3.7	—
S23	表	23.12	22.00	8.01	63.0	0.041	7.35	0.61	0.061	0.085	0.599	0.026	1.7	<0.03	8.4	0.09	<0.001	1.7	2.4	1.2
S23	底	23.36	25.01	8.01	60.3	—	7.39	0.26	0.061	0.085	0.628	0.033	1.6	<0.03	17.5	0.07	<0.001	1.7	4.1	—
S24	表	23.54	26.86	8.00	49.7	0.027	7.28	0.84	0.049	0.063	0.438	0.028	2.0	<0.03	5.9	0.10	0.015	1.9	4.3	1.7
S24	底	23.59	27.49	8.01	85.3	—	8.89	0.75	0.050	0.058	0.625	0.029	1.6	<0.03	17.6	0.10	<0.001	1.9	2.6	—
S25	表	22.78	15.13	8.02	133.7	0.067	7.65	1.80	0.077	0.074	0.948	0.029	1.7	<0.03	5.5	0.10	0.015	1.6	2.3	1.9
S25	底	22.81	16.31	8.01	150.3	—	7.53	1.88	0.076	0.086	0.988	0.029	1.7	0.15	9.2	0.13	<0.001	1.7	6.2	—
S25 平	表	22.78	15.13	8.01	154.7	0.068	7.69	1.62	0.085	0.077	0.945	0.028	1.7	<0.03	5.4	0.11	<0.001	1.8	3.2	1.4
S25 平	底	22.81	16.31	8.00	169.0	—	7.89	1.73	0.090	0.075	0.943	0.028	1.9	<0.03	10.3	0.12	<0.001	1.9	2.5	—
S26	表	22.90	20.88	8.00	168.3	0.081	7.87	1.44	0.070	0.078	0.890	0.034	1.8	<0.03	10.5	0.09	0.015	1.9	2.0	<1.1
S26	底	23.15	23.15	8.00	150.0	—	8.73	1.34	0.071	0.082	0.792	0.029	2.3	<0.03	10.5	0.11	0.015	2.0	2.8	—
S27	表	23.13	21.86	8.00	65.7	0.067	8.08	0.62	0.062	0.089	0.669	0.030	1.9	0.10	<3.1	0.12	0.015	1.8	3.9	1.4
S27	底	23.41	25.91	8.01	62.0	—	7.77	0.63	0.060	0.090	0.665	0.033	2.0	0.13	5.3	0.10	0.015	1.9	2.9	—
S28	表	23.83	27.84	8.02	67.7	0.027	7.08	0.74	0.050	0.044	0.401	0.030	1.9	<0.03	8.7	0.09	<0.001	1.8	6.5	1.9
S28	底	23.92	28.26	8.01	78.7	—	6.79	0.89	0.043	0.047	0.415	0.032	1.6	0.10	11.9	0.09	0.015	2.0	3.5	—
S29	表	24.74	29.44	7.96	33.7	0.026	6.29	0.37	0.060	0.034	0.349	0.019	2.5	<0.03	11.2	0.10	<0.001	1.6	4.3	<1.1

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD _{Mn}	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								μg/L							
S29	中	24.74	29.74	7.99	30.7	—	5.95	0.17	0.067	0.020	0.325	0.030	1.5	<0.03	13.0	0.07	0.015	1.7	2.4	—
S29	底	25.04	31.00	7.99	39.0	—	5.78	0.34	0.064	0.044	0.359	0.027	2.0	<0.03	6.1	0.09	0.015	1.8	2.5	—
S30	表	23.51	14.65	8.09	124.0	0.014	7.88	1.17	0.028	0.063	1.026	0.045	2.7	0.33	8.7	0.13	0.015	1.9	6.2	1.7
S30	底	23.94	19.89	8.01	165.0	—	7.04	1.24	0.035	0.073	1.003	0.036	2.7	<0.03	7.2	0.10	0.015	2.1	7.6	—
S31	表	24.23	20.45	8.04	53.0	0.019	6.34	0.83	0.051	0.033	0.329	0.029	1.9	0.26	4.9	0.07	0.015	1.7	3.5	<1.1
S31	底	24.31	29.00	8.03	41.0	—	6.04	1.22	0.049	0.032	0.443	0.028	1.6	0.27	5.4	0.07	0.015	1.8	0.6	—
S32	表	24.44	30.05	8.05	18.7	0.014	6.80	0.54	0.049	0.018	0.325	0.027	1.7	<0.03	8.2	0.05	<0.001	1.8	4.0	1.2
S32	底	24.50	30.32	8.06	17.7	—	7.27	0.49	0.050	0.022	0.288	0.023	1.7	0.06	19.2	0.07	<0.001	1.7	6.2	—
S32平	表	24.44	30.05	8.06	22.3	0.013	6.95	0.57	0.048	0.028	0.305	0.027	1.6	<0.03	8.6	0.07	<0.001	1.6	7.3	1.7
S32平	底	24.50	30.32	8.07	25.3	—	6.67	0.61	0.051	0.019	0.287	0.023	2.1	<0.03	18.2	0.06	<0.001	1.7	3.0	—
S33	表	24.79	30.85	8.04	53.3	0.025	5.93	0.72	0.048	0.022	0.281	0.026	1.6	<0.03	13.7	0.06	<0.001	1.7	1.6	<1.1
S33	底	24.81	30.90	8.03	43.0	—	5.77	0.66	0.050	0.026	0.257	0.028	1.7	<0.03	8.2	0.06	0.015	1.7	4.4	—
S34	表	24.38	29.32	7.99	62.7	0.022	6.45	0.77	0.051	0.037	0.362	0.027	2.0	<0.03	14.4	0.09	0.033	1.7	3.7	1.7
S34	底	24.43	29.35	8.00	72.7	—	6.23	0.64	0.051	0.035	0.358	0.029	2.0	<0.03	5.9	0.11	0.015	1.8	7.9	—
S34平	表	24.38	29.32	8.01	49.7	0.021	6.32	0.60	0.049	0.030	0.355	0.028	1.9	<0.03	12.3	0.08	0.033	2.0	6.7	1.4
S34平	底	24.43	29.35	8.01	65.0	—	6.18	0.88	0.044	0.034	0.391	0.029	1.3	<0.03	6.3	0.07	0.015	2.0	2.6	—
S35	表	24.51	29.57	8.00	41.7	0.012	7.39	0.60	0.048	0.052	0.341	0.026	1.7	<0.03	6.6	0.08	0.015	1.8	3.2	1.2
S35	中	24.57	29.81	7.99	55.0	—	6.57	0.70	0.048	0.040	0.333	0.024	1.5	<0.03	4.8	0.09	0.015	1.8	9.1	—
S35	底	24.97	31.18	8.00	60.0	—	6.09	0.80	0.048	0.031	0.363	0.027	2.0	<0.03	7.4	0.09	0.015	1.7	9.8	—
S36	表	24.26	29.01	8.06	63.3	0.017	6.72	0.86	0.052	0.042	0.243	0.028	2.5	<0.03	7.1	0.09	<0.001	1.7	5.3	1.2
S36	中	24.30	29.17	8.04	73.3	—	6.32	0.88	0.053	0.033	0.245	0.027	2.5	<0.03	9.4	0.09	<0.001	1.7	2.0	—

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD _{Mn}	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L						
S36	底	25.04	31.51	8.04	67.7	—	6.35	0.75	0.052	0.038	0.248	0.029	2.3	0.75	9.1	0.09	<0.001	1.6	5.4	—
S37	表	24.48	30.36	8.08	20.0	0.015	6.88	0.50	0.048	0.035	0.213	0.022	1.3	0.61	10.2	0.06	<0.001	1.7	1.5	1.7
S37	中	24.59	30.67	8.09	24.0	—	6.93	0.59	0.049	0.037	0.196	0.022	1.9	0.80	12.9	0.11	<0.001	1.8	1.7	—
S37	底	25.18	32.28	8.08	29.0	—	6.51	0.61	0.046	0.036	0.198	0.021	1.4	1.13	4.4	0.07	<0.001	1.7	1.5	—
S38	表	24.38	29.23	8.04	32.3	0.026	6.66	0.58	0.052	0.095	0.362	0.022	4.1	<0.03	6.5	0.05	0.015	1.6	5.0	<1.1
S38	中	25.10	31.59	8.04	24.0	—	6.78	0.51	0.049	0.045	0.323	0.023	1.5	<0.03	8.5	0.05	0.015	1.7	6.0	—
S38	底	25.35	32.47	8.03	27.3	—	6.42	0.58	0.051	0.028	0.280	0.027	1.6	<0.03	12.1	0.03	0.015	0.9	7.8	—
S39	表	24.26	28.21	8.08	29.3	0.021	7.23	0.54	0.048	0.055	0.409	0.026	1.6	<0.03	9.2	0.08	<0.001	1.8	6.3	1.4
S39	中	25.43	32.33	8.04	18.3	—	6.40	0.57	0.047	0.050	0.349	0.028	1.6	<0.03	4.9	0.07	<0.001	1.6	5.3	—
S39	底	25.36	32.45	8.03	19.3	—	7.01	0.65	0.044	0.038	0.317	0.026	1.6	0.03	8.5	0.07	<0.001	1.7	6.7	—
S40	表	24.02	28.15	7.97	22.3	0.013	7.27	0.86	0.046	0.065	0.559	0.026	2.9	<0.03	16.9	0.10	0.033	1.7	7.3	<1.1
S40	中	24.97	31.11	7.99	31.7	—	7.78	0.65	0.047	0.051	0.424	0.025	2.0	<0.03	5.7	0.11	0.033	1.8	6.0	—
S40	底	25.18	32.21	8.01	25.7	—	6.85	0.39	0.046	0.057	0.427	0.027	2.0	<0.03	7.7	0.11	0.033	1.7	8.3	—
S41	表	23.54	22.63	7.85	30.0	0.023	7.29	0.86	0.043	0.047	0.782	0.033	2.0	<0.03	8.5	0.14	0.033	1.8	2.1	<1.1
S41	底	24.24	28.88	7.96	29.0	—	7.68	0.71	0.046	0.052	0.665	0.027	2.4	<0.03	20.9	0.11	0.015	1.8	2.2	—
S42	表	23.82	24.58	8.09	113.3	0.021	7.36	0.67	0.048	0.071	0.096	0.034	4.6	<0.03	8.0	0.09	<0.001	1.5	5.4	<1.1
S42	底	24.04	25.56	8.06	84.4	—	7.59	0.60	0.051	0.091	0.038	0.033	3.7	<0.03	6.9	0.12	0.015	1.5	2.8	—
S42平	表	23.82	24.58	8.08	76.6	0.021	7.29	0.56	0.051	0.086	0.038	0.033	4.7	<0.03	11.5	0.11	0.015	1.5	1.3	<1.1
S42平	底	24.04	25.56	8.06	69.0	—	7.23	1.48	0.050	0.083	0.051	0.032	2.5	<0.03	7.7	0.15	0.015	1.5	0.7	—
S43	表	24.45	30.31	8.08	19.7	0.018	6.78	0.65	0.049	0.053	0.221	0.018	3.1	<0.03	8.0	0.05	<0.001	1.7	6.1	1.4
S43	中	24.52	30.55	8.08	24.7	—	6.81	0.50	0.049	0.041	0.189	0.021	2.7	0.76	6.3	0.10	<0.001	1.6	3.9	—

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD _{Mn}	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L						
S43	底	25.05	32.07	8.08	19.7	—	6.63	0.55	0.044	0.033	0.156	0.019	2.1	<0.03	8.0	0.06	<0.001	1.7	4.0	—
S44	表	24.34	30.19	8.10	27.7	0.015	7.04	0.49	0.048	0.039	0.221	0.019	3.1	0.31	28.7	0.06	0.015	1.6	2.7	1.9
S44	中	24.50	30.60	8.09	17.3	—	7.12	0.54	0.048	0.044	0.190	0.017	2.7	0.70	7.2	0.06	0.015	1.7	3.8	—
S44	底	25.11	32.63	8.09	21.3	—	6.99	0.97	0.043	0.036	0.172	0.016	2.6	<0.03	9.8	0.03	<0.001	1.8	4.1	—
S45	表	24.34	29.67	8.08	22.3	0.014	6.92	0.40	0.051	0.051	0.250	0.019	2.8	0.42	36.1	0.08	0.015	1.7	3.3	1.7
S45	中	24.90	31.03	8.08	22.3	—	6.86	0.48	0.047	0.042	0.211	0.023	2.0	2.08	17.7	0.07	0.015	1.6	3.8	—
S45	底	25.18	32.94	8.08	24.0	—	6.75	0.39	0.037	0.051	0.199	0.020	2.2	<0.03	25.8	0.07	0.015	1.7	2.6	—
S46	表	24.38	29.50	8.03	37.3	0.014	6.63	0.50	0.042	0.068	0.261	0.023	2.4	<0.03	14.0	0.08	<0.001	1.7	3.9	<1.1
S46	中	24.74	30.65	8.04	26.0	—	6.50	0.61	0.044	0.051	0.250	0.024	2.3	0.44	9.1	0.07	0.015	1.8	5.4	—
S46	底	25.25	33.01	8.04	29.3	—	6.24	0.49	0.042	0.033	0.206	0.022	2.3	<0.03	12.6	0.07	0.015	1.6	6.9	—
S47	表	24.09	29.09	8.09	25.0	0.017	7.13	0.54	0.048	0.069	0.256	0.018	2.7	0.11	9.8	0.14	0.015	1.6	6.4	<1.1
S47	中	25.21	32.88	8.08	25.7	—	6.91	0.49	0.046	0.048	0.222	0.019	2.9	0.66	6.3	0.08	0.015	1.5	6.1	—
S47	底	25.21	33.98	8.08	16.7	—	7.13	0.49	0.044	0.056	0.247	0.021	2.1	<0.03	12.2	0.09	<0.001	1.8	3.0	—
S48	表	23.88	28.30	8.07	23.7	0.020	7.20	0.56	0.048	0.138	0.521	0.013	3.2	0.03	23.4	0.08	0.015	1.7	3.4	<1.1
S48	中	24.33	30.17	8.08	24.3	—	7.06	0.63	0.044	0.072	0.269	0.018	3.1	0.09	16.9	0.08	0.015	1.8	5.6	—
S48	底	25.18	33.04	8.07	24.7	—	7.25	0.45	0.044	0.061	0.264	0.017	4.1	1.95	21.2	0.09	0.015	1.8	3.9	—
S49	表	24.20	29.63	8.13	121.9	0.015	7.41	0.52	0.050	0.072	0.269	0.017	3.3	0.43	22.0	0.07	0.015	1.4	1.2	1.7
S49	中	24.68	32.06	8.13	140.6	—	7.35	0.38	0.044	0.082	0.214	0.014	5.2	<0.03	20.5	0.06	0.015	1.3	0.8	—
S49	底	25.19	32.74	8.12	91.7	—	6.92	0.43	0.046	0.060	0.252	0.019	4.5	<0.03	21.8	0.04	0.015	1.4	0.8	—

表 4.2.1-67 2019 年 2 月海水水质现状监测结果

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									µg/L						
H1	表	20.03	0.33	8.03	68.5	0.086	7.63	1.16	0.1221	0.275	2.238	0.027	5.8	0.26	17.3	<0.01	0.015	0.7	<0.4	<1.1
H1	底	20.04	0.39	8.02	97.0	—	7.89	1.79	0.0687	0.078	2.152	0.029	2.5	0.08	5.8	<0.01	<0.001	1.6	<0.4	—
H2	表	20.21	0.76	8.08	68.5	0.087	8.04	1.48	0.0955	0.079	1.961	0.031	5.0	1.29	15.3	<0.01	<0.001	1.2	0.6	1.2
H2	底	20.21	0.78	8.02	96.0	—	6.67	1.66	0.0725	0.071	2.445	0.023	2.5	0.20	17.4	<0.01	<0.001	1.1	<0.4	—
H3	表	19.31	0.16	8.20	39.7	0.091	7.80	1.69	0.0270	0.212	1.736	0.039	7.3	0.72	9.5	0.02	<0.001	2.2	<0.4	1.7
H3	底	19.30	0.16	8.19	60.7	—	6.86	1.37	0.0305	0.093	1.797	0.018	2.8	0.71	23.4	0.12	<0.001	2.0	<0.4	—
H4	表	20.20	1.42	7.98	57.7	0.106	6.61	1.67	0.0891	0.062	1.954	0.025	3.9	1.06	8.3	<0.01	<0.001	1.1	<0.4	<1.1
H4	底	20.19	1.43	8.00	65.7	—	7.97	1.62	0.0468	0.121	1.960	0.023	2.7	0.27	14.9	0.01	<0.001	1.1	<0.4	—
H5	表	20.22	1.95	8.00	40.5	0.074	8.07	1.37	0.0323	0.138	1.993	0.027	4.6	0.23	12.1	<0.01	<0.001	1.8	<0.4	1.2
H5	底	20.19	2.06	8.00	54.5	—	7.47	1.24	0.0366	0.160	1.755	0.027	2.7	0.53	5.1	<0.01	<0.001	1.7	<0.4	—
平 H5	表	20.22	1.95	8.04	40.5	0.071	7.93	1.27	0.0556	0.145	1.799	0.027	5.4	0.45	13.9	<0.01	<0.001	1.9	<0.4	<1.1
平 H5	底	20.19	2.06	8.05	55.0	—	7.74	1.20	0.0363	0.142	1.851	0.026	5.9	0.97	6.3	<0.01	<0.001	1.8	<0.4	—
H6	表	20.31	2.39	8.03	45.5	0.084	7.33	1.36	0.0398	0.136	1.792	0.018	5.5	2.43	15.8	0.01	<0.001	2.0	<0.4	<1.1
H6	底	20.30	2.41	8.08	44.5	—	6.85	1.16	0.0868	0.076	1.849	0.019	2.4	0.27	18.9	<0.01	<0.001	2.1	<0.4	—
H7	表	20.74	4.71	7.90	57.5	0.064	8.21	1.18	0.1104	0.074	1.506	0.024	3.8	0.50	9.3	0.01	0.015	1.6	<0.4	1.7
H7	底	20.66	5.05	7.90	60.5	—	8.11	1.11	0.0818	0.089	1.658	0.023	1.8	0.32	8.1	0.01	0.015	1.6	<0.4	—
H8	表	20.60	4.67	7.92	103.5	0.094	7.71	1.11	0.0480	0.127	1.764	0.028	2.8	0.57	6.9	0.01	0.015	1.8	<0.4	<1.1
H8	底	20.59	4.64	7.91	115.0	—	8.08	1.37	0.0436	0.161	1.596	0.026	2.3	0.12	4.4	0.01	0.015	1.7	<0.4	—
H9	表	20.73	5.46	7.90	33.0	0.056	7.84	1.06	0.0174	0.191	1.712	0.026	2.4	0.54	20.8	0.02	0.015	1.7	<0.4	1.7
H9	底	20.76	5.77	7.87	37.5	—	7.12	1.25	0.0541	0.128	1.395	0.026	3.4	1.89	8.6	<0.01	<0.001	1.6	<0.4	—
H10	表	22.22	6.58	7.90	44.5	0.061	7.85	1.26	0.0360	0.144	1.404	0.021	6.1	<0.03	13.3	0.03	<0.001	1.7	<0.4	3.4
H10	底	22.18	6.58	7.93	37.0	—	7.85	1.36	0.0343	0.124	1.446	0.019	2.1	<0.03	10.0	0.02	0.015	1.8	<0.4	—

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L						
H11	表	21.92	6.42	7.95	29.5	0.049	7.02	1.43	0.0378	0.146	1.441	0.020	4.2	0.05	5.7	0.02	0.015	1.5	0.4	<1.1
H11	底	21.91	6.43	7.95	53.5	—	7.80	1.11	0.0366	0.153	1.426	0.017	1.9	<0.03	2.6	0.02	<0.001	1.6	<0.4	—
H12	表	21.31	9.46	7.85	36.5	0.061	7.01	1.21	0.0652	0.089	1.324	0.031	3.4	<0.03	11.1	0.04	0.015	1.4	<0.4	<1.1
H12	底	21.14	9.97	7.88	38.5	—	6.86	0.95	0.0203	0.148	1.340	0.019	1.8	<0.03	16.1	0.06	<0.001	1.4	<0.4	—
H13	表	22.48	1.99	7.94	35.5	0.060	7.91	1.03	0.0279	0.150	1.439	0.026	3.1	<0.03	4.7	0.04	<0.001	1.7	<0.4	2.7
H13	底	22.32	7.46	7.88	34.5	—	7.77	1.49	0.0334	0.170	1.348	0.024	3.0	1.12	6.5	0.04	<0.001	1.7	<0.4	—
H14	表	21.78	7.95	7.97	29.0	0.071	7.98	1.16	0.0614	0.092	1.366	0.024	4.5	<0.03	4.9	0.03	0.015	1.7	<0.4	1.4
H14	底	21.25	8.77	7.96	30.5	—	7.64	1.57	0.0244	0.117	1.377	0.020	2.4	0.29	4.2	0.03	<0.001	1.6	<0.4	—
H15	表	21.78	11.22	7.88	31.0	0.075	7.15	1.23	0.0311	0.110	1.242	0.020	4.7	<0.03	7.0	0.05	0.015	1.3	<0.4	1.2
H15	底	21.77	12.04	7.94	38.0	—	7.97	0.82	0.0311	0.113	1.155	0.021	2.5	<0.03	17.5	0.04	0.015	1.2	<0.4	—
H16	表	18.11	8.92	8.06	22.0	0.036	6.24	1.37	0.0355	0.127	1.213	0.025	3.0	0.15	19.1	0.04	0.015	1.3	<0.4	1.4
H16	底	19.00	17.78	8.08	24.5	—	7.77	1.24	0.0282	0.123	1.215	0.029	2.7	0.22	11.5	0.05	0.015	1.2	<0.4	—
H17	表	18.04	6.50	8.11	20.0	0.032	6.83	1.21	0.0398	0.135	1.405	0.028	4.3	0.35	32.8	0.04	0.015	1.5	<0.4	2.9
H17	底	18.38	10.81	8.08	17.5	—	7.20	1.11	0.0387	0.129	1.496	0.029	2.6	0.28	16.7	0.08	<0.001	1.5	<0.4	—
H18	表	18.19	8.96	8.07	35.5	0.029	8.06	1.37	0.0293	0.125	1.279	0.023	2.3	0.54	19.6	0.05	0.015	0.8	<0.4	<1.1
H18	底	18.87	15.63	8.05	24.0	—	6.37	1.19	0.0317	0.135	1.350	0.028	2.2	0.29	10.7	0.04	0.015	1.1	<0.4	—
H19	表	20.51	5.98	7.94	68.0	0.053	7.82	1.42	0.0387	0.136	1.477	0.030	2.1	<0.03	8.9	0.02	<0.001	1.6	<0.4	2.9
H19	底	20.52	6.01	7.94	66.5	—	7.67	1.00	0.0384	0.145	1.393	0.024	2.0	<0.03	2.1	0.01	0.015	1.6	<0.4	—
H20	表	18.08	7.99	8.08	17.5	0.037	7.48	1.33	0.0360	0.139	1.313	0.035	3.6	0.43	29.7	0.06	0.033	1.3	0.38	2.7
H20	底	18.69	13.62	8.07	41.0	—	7.00	1.29	0.0337	0.131	1.248	0.028	2.9	0.40	26.9	0.05	0.015	1.2	<0.4	—
H21	表	18.17	9.15	8.13	28.0	0.037	7.50	1.45	0.0358	0.109	1.266	0.032	4.4	0.23	7.9	0.05	0.015	1.3	<0.4	2.4
H21	底	18.42	13.12	8.01	33.0	—	7.69	1.41	0.0331	0.128	1.266	0.027	2.8	0.34	8.3	0.04	<0.001	1.4	<0.4	—
H22	表	18.37	13.77	8.07	43.5	0.039	7.52	1.34	0.0235	0.118	0.996	0.026	3.3	0.80	17.1	0.06	0.015	1.0	<0.4	2.9

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									µg/L						
H22	底	18.99	21.13	8.08	23.0	—	6.72	1.37	0.0092	0.109	0.660	0.016	2.4	0.63	15.9	0.06	<0.001	0.9	<0.4	—
H23	表	20.77	8.67	7.87	74.0	0.051	7.22	1.27	0.0346	0.183	1.303	0.018	3.2	<0.03	3.3	0.01	<0.001	3.0	<0.4	1.9
H23	底	21.09	8.76	7.92	67.0	—	7.36	1.41	0.0325	0.167	1.215	0.018	2.3	0.60	5.7	0.02	0.015	1.5	<0.4	—
平 H23	表	20.77	8.67	7.93	73.5	0.052	7.35	1.29	0.0279	0.155	1.265	0.018	2.9	<0.03	3.2	0.02	0.015	2.9	<0.4	1.9
平 H23	底	21.09	8.76	7.94	68.5	—	7.04	1.41	0.0308	0.160	1.281	0.017	2.1	<0.03	5.8	0.02	0.015	1.4	<0.4	—
H24	表	18.40	15.29	8.15	29.0	0.063	7.13	1.11	0.0276	0.120	1.005	0.027	2.4	0.24	15.9	0.03	0.015	1.0	<0.4	<1.1
H24	底	19.52	26.31	8.11	25.5	—	7.06	0.90	0.0238	0.117	1.329	0.022	2.6	0.41	12.6	0.06	0.015	0.9	<0.4	—
H25	表	18.01	5.10	8.16	36.0	0.037	8.06	1.53	0.0422	0.167	1.274	0.036	4.5	0.22	11.2	0.06	0.015	1.5	<0.4	1.7
H25	底	18.18	7.52	8.10	35.0	—	7.90	1.41	0.0404	0.145	1.286	0.032	3.1	0.17	23.3	0.07	0.015	1.3	<0.4	—
平 H25	表	18.01	5.10	8.09	36.0	0.037	7.76	1.41	0.0419	0.145	1.501	0.034	4.7	0.17	10.3	0.03	0.015	1.4	<0.4	1.9
平 H25	底	18.18	7.52	8.09	36.5	—	8.03	1.37	0.0413	0.151	1.364	0.031	3.8	0.19	22.5	0.02	0.015	1.5	<0.4	—
H26	表	20.99	11.42	7.94	99.0	0.055	7.92	1.48	0.0442	0.146	1.103	0.025	4.1	0.17	4.7	0.02	0.015	1.4	<0.4	2.9
H26	底	21.00	11.40	7.95	78.5	—	7.92	1.44	0.0288	0.175	1.137	0.020	2.5	0.03	4.9	0.03	0.015	1.4	<0.4	—
H27	表	18.41	15.98	8.12	28.0	0.021	7.01	0.95	0.0241	0.131	0.919	0.028	2.8	0.12	12.5	0.03	<0.001	0.9	<0.4	1.2
H27	底	19.95	24.37	8.11	33.0	—	7.41	0.49	0.0188	0.116	0.686	0.018	1.7	0.64	17.3	0.05	<0.001	0.7	<0.4	—
H28	表	18.58	19.58	8.11	24.5	0.026	7.62	0.97	0.0229	0.120	0.792	0.023	3.6	0.97	27.1	0.06	0.033	0.8	<0.4	<1.1
H28	底	19.95	30.05	8.12	32.0	—	7.14	0.62	0.0159	0.092	0.748	0.015	1.8	0.71	17.5	0.03	0.033	0.7	<0.4	—
H29	表	18.42	12.72	8.02	19.5	0.056	7.09	1.07	0.0311	0.132	1.091	0.029	4.5	0.29	24.4	0.03	0.015	1.2	<0.4	2.4
H29	底	18.82	13.69	8.07	26.0	—	7.67	1.03	0.0290	0.133	1.098	0.025	2.2	0.23	19.7	0.03	<0.001	1.1	<0.4	—
H30	表	21.31	17.61	7.94	42.5	0.049	8.18	0.90	0.0232	0.217	0.895	0.015	3.2	<0.03	9.6	0.03	0.015	1.3	<0.4	<1.1
H30	底	21.32	20.15	7.99	33.0	—	7.84	1.13	0.0183	0.147	0.811	0.016	2.3	0.14	8.5	0.02	0.015	1.1	<0.4	—
H31	表	18.46	17.81	8.14	22.0	0.022	7.62	1.05	0.0220	0.159	0.789	0.026	4.0	0.25	15.6	0.05	<0.001	0.8	<0.4	1.7
H31	底	18.71	18.95	8.11	27.0	—	7.56	0.83	0.0220	0.119	0.855	0.021	1.9	0.18	14.4	0.05	0.015	0.7	<0.4	—

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L						
H32	表	20.48	23.86	8.13	24.0	0.047	7.72	0.74	0.0156	0.136	0.544	0.022	2.7	0.39	6.5	0.05	0.015	0.5	<0.4	2.2
H32	底	20.72	29.08	8.13	20.0	—	7.45	0.72	0.0200	0.117	0.540	0.018	3.9	0.29	26.3	0.08	0.015	0.6	<0.4	—
H33	表	19.53	29.87	8.09	21.5	0.037	7.36	0.66	0.0107	0.117	0.245	0.014	5.0	0.40	20.7	0.05	<0.001	0.5	0.61	3.4
H33	底	19.91	30.47	8.13	20.5	—	8.06	0.59	0.0098	0.094	0.209	0.012	1.8	0.36	9.0	0.04	<0.001	0.5	<0.4	—
H34	表	21.46	25.17	8.06	20.5	0.071	7.78	0.70	0.0127	0.146	0.438	0.008	3.8	0.33	3.4	0.02	0.015	0.9	<0.4	2.4
H34	底	20.94	25.61	8.13	29.0	—	7.94	1.74	0.0118	0.137	0.433	0.009	1.5	<0.03	5.2	0.02	0.015	0.9	<0.4	—
H35	表	20.98	27.34	8.15	14.0	0.055	7.33	0.80	0.0159	0.088	0.390	0.003	6.9	0.65	17.2	0.09	<0.001	0.5	<0.4	1.7
H35	中	20.92	28.49	8.14	7.5	—	7.37	0.07	0.0142	0.095	0.453	0.006	6.4	0.11	18.4	0.03	<0.001	0.5	<0.4	—
H35	底	20.79	29.45	8.17	19.0	—	7.34	0.49	0.0145	0.085	0.332	0.005	3.5	0.14	14.6	0.02	<0.001	0.5	<0.4	—
H36	表	20.76	26.32	8.19	30.5	0.026	8.08	0.70	0.0127	0.112	0.407	0.013	2.9	0.20	29.9	0.09	<0.001	0.5	<0.4	2.2
H36	底	20.91	26.84	8.19	24.5	—	8.43	0.69	0.0121	0.090	0.462	0.010	4.0	0.17	5.1	0.02	<0.001	0.6	<0.4	—
H37	表	20.79	26.86	8.24	15.0	0.026	6.36	0.74	0.0133	0.090	0.421	0.012	7.7	0.21	29.0	0.03	<0.001	0.5	<0.4	3.7
H37	底	20.72	30.57	8.21	22.5	—	7.82	0.15	0.0121	0.084	0.338	0.009	2.6	0.25	25.5	0.02	0.015	0.5	<0.4	—
H38	表	20.86	28.71	8.22	17.0	0.036	7.26	0.45	0.0118	0.085	0.274	0.012	7.4	0.09	17.3	0.03	<0.001	<0.5	<0.4	<1.1
H38	底	20.83	29.93	8.18	24.0	—	7.05	0.49	0.0118	0.091	0.243	0.008	5.0	0.66	17.9	0.03	0.015	1.0	<0.4	—
平 H38	表	20.86	28.71	8.24	17.5	0.039	7.08	0.48	0.0133	0.092	0.266	0.011	6.8	0.66	14.6	0.03	0.015	<0.5	<0.4	<1.1
平 H38	底	20.83	29.93	8.24	23.5	—	7.07	0.58	0.0095	0.078	0.221	0.009	3.5	0.82	14.2	0.02	0.015	1.0	<0.4	—
H39	表	20.86	28.77	8.19	18.0	0.071	7.16	0.65	0.0115	0.113	0.359	0.030	7.0	0.34	13.7	0.03	<0.001	<0.5	<0.4	<1.1
H39	底	20.35	31.41	8.21	21.0	—	6.53	0.49	0.0165	0.093	0.305	0.011	7.7	0.09	14.0	0.02	<0.001	0.5	<0.4	—
H40	表	20.73	29.35	8.20	20.5	0.067	7.70	0.64	0.0086	0.060	0.237	0.004	2.0	0.23	5.1	<0.01	<0.001	0.9	<0.4	2.2
H40	中	20.48	33.05	8.17	22.5	—	7.87	0.55	0.0060	0.116	0.152	0.003	1.6	<0.03	6.5	<0.01	<0.001	0.8	<0.4	—
H40	底	20.49	33.05	8.19	15.5	—	7.68	0.44	0.0051	0.137	0.085	0.005	1.9	0.08	6.4	<0.01	0.015	0.8	<0.4	—
H41	表	20.85	25.71	8.21	10.0	0.053	7.68	0.57	0.0148	0.127	0.586	0.012	2.2	0.03	6.6	0.01	0.033	1.1	<0.4	2.2

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L						
H41	中	20.41	33.10	8.18	14.0	—	7.80	0.73	0.0150	0.138	0.493	0.007	2.2	0.07	3.7	<0.01	0.033	1.1	<0.4	—
H41	底	20.40	33.09	8.18	12.0	—	7.57	0.70	0.0118	0.114	0.377	0.006	1.4	0.04	10.4	0.06	<0.001	1.0	<0.4	—
H42	表	20.83	26.94	8.27	32.5	0.049	7.98	0.81	0.0104	0.070	0.390	0.009	7.2	0.40	23.8	0.04	<0.001	0.5	<0.4	1.2
H42	底	20.91	30.12	8.27	30.0	—	7.92	0.70	0.0136	0.081	0.342	0.007	2.0	0.06	21.6	0.03	<0.001	0.5	<0.4	—
H43	表	20.76	27.56	8.26	19.0	0.051	7.63	0.62	0.0110	0.085	0.341	0.009	4.5	0.34	19.0	0.01	<0.001	<0.5	0.5	1.4
H43	中	20.76	31.19	8.26	16.5	—	7.58	0.78	0.0098	0.089	0.304	0.014	7.0	0.12	19.3	0.06	0.015	0.5	<0.4	—
H43	底	20.72	31.50	8.23	78.5	—	8.06	0.66	0.0095	0.084	0.308	0.009	5.0	0.10	17.1	0.05	<0.001	0.5	<0.4	—
H44	表	20.68	27.85	8.29	12.0	0.028	7.64	0.83	0.0095	0.065	0.335	0.008	4.0	0.27	20.7	0.03	<0.001	<0.5	<0.4	3.2
H44	中	20.82	28.96	8.28	17.5	—	7.48	0.75	0.0110	0.063	0.304	0.005	3.6	0.14	18.3	0.02	<0.001	<0.5	<0.4	—
H44	底	20.66	32.45	8.26	11.5	—	7.52	0.66	0.0066	0.074	0.242	0.016	2.7	0.17	21.8	0.02	<0.001	<0.5	<0.4	—
H45	表	21.28	27.44	8.23	29.5	0.053	7.45	0.73	0.0095	0.068	0.366	0.004	1.5	0.14	8.9	0.01	0.015	0.5	<0.4	1.9
H45	中	20.62	32.96	8.23	24.0	—	7.79	0.49	0.0080	0.061	0.329	0.004	2.0	0.12	19.6	0.01	0.015	<0.5	<0.4	—
H45	底	20.62	33.01	8.22	26.0	—	7.93	0.40	0.0101	0.056	0.264	0.005	1.7	0.16	22.4	0.01	<0.001	0.5	<0.4	—
H46	表	21.59	25.74	8.22	18.0	0.037	7.79	0.84	0.0136	0.055	0.416	0.005	2.5	0.19	3.5	0.01	0.015	<0.5	<0.4	1.2
H46	中	20.53	33.15	8.23	21.5	—	7.11	0.62	0.0075	0.060	0.313	0.003	1.1	0.47	4.5	0.02	<0.001	0.5	<0.4	—
H46	底	20.52	33.17	8.22	12.0	—	8.00	0.55	0.0072	0.053	0.268	0.002	1.0	0.20	3.7	0.02	0.015	<0.5	<0.4	—
H47	表	21.21	26.97	8.26	12.5	0.051	7.22	0.65	0.0092	0.067	0.323	0.005	2.6	0.53	6.3	0.04	0.015	1.0	<0.4	2.4
H47	中	20.96	33.52	8.19	9.5	—	7.66	0.64	0.0057	0.062	0.239	0.004	1.2	0.06	4.0	0.01	0.015	0.9	<0.4	—
H47	底	20.95	33.53	8.18	13.0	—	7.96	0.58	0.0043	0.063	0.177	0.006	2.2	0.33	2.6	0.01	0.015	1.0	<0.4	—
H48	表	20.92	27.71	8.24	13.5	0.051	8.06	0.85	0.0083	0.090	0.271	0.002	2.5	0.12	10.3	0.05	0.033	0.8	<0.4	<1.1
H48	中	20.25	33.24	8.22	14.5	—	7.60	0.54	0.0060	0.130	0.135	0.004	2.4	0.07	9.8	0.01	0.033	0.8	<0.4	—
H48	底	20.20	33.27	8.21	16.5	—	6.88	0.62	0.0060	0.127	0.168	0.003	1.5	0.17	1.6	0.02	0.015	0.8	<0.4	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

表 4.2.1-68 2019 年 4 月大潮水质现状监测结果

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								µg/L							
H1	表	23.30	0.12	7.34	22.3	0.065	6.33	2.48	0.0239	0.023	0.169	0.058	3.2	0.15	22.8	0.01	<0.001	2.6	<0.4	2.7
H1	底	23.20	0.12	7.28	11.5	—	6.50	2.70	0.0291	0.024	0.150	0.053	2.7	0.69	39.0	0.01	0.015	2.6	<0.4	--
H2	表	23.22	0.12	7.45	9.7	0.061	7.01	2.33	0.0244	0.018	0.161	0.048	3.0	0.11	17.6	<0.01	<0.001	2.6	<0.4	3.4
H2	底	23.13	0.12	7.34	24.0	—	6.58	2.73	0.0172	0.028	0.085	0.051	2.5	0.80	22.7	0.01	<0.001	2.6	<0.4	--
H3	表	21.84	0.11	7.61	68.0	0.075	8.27	1.24	0.0110	0.020	0.050	0.027	1.9	0.12	24.2	0.01	<0.001	2.8	<0.4	3.9
H3	底	21.78	0.11	7.61	73.3	—	8.60	1.30	0.0122	0.018	0.278	0.036	1.7	0.15	31.9	0.01	<0.001	2.8	<0.4	--
H4	表	23.25	0.13	7.54	13.3	0.071	6.99	2.34	0.0189	0.033	0.210	0.046	3.3	0.09	19.1	0.01	<0.001	2.1	<0.4	2.9
H4	底	23.20	0.13	7.49	30.0	—	6.42	2.33	0.0142	0.029	0.101	0.050	2.6	0.14	20.8	0.01	0.015	2.4	<0.4	--
H5	表	22.87	0.13	7.48	41.0	0.052	7.15	1.97	0.0169	0.032	0.257	0.051	2.6	0.77	36.4	0.01	0.015	2.6	<0.4	1.9
H5	底	22.87	0.13	7.49	24.0	—	7.16	1.88	0.0119	0.013	0.049	0.047	2.5	0.07	24.5	0.01	<0.001	2.6	<0.4	--
平 H5	表	22.87	0.13	7.46	49.0	0.056	7.14	2.05	0.0131	0.036	0.058	0.053	4.2	0.31	31.6	0.02	0.015	2.6	<0.4	1.7
平 H5	底	22.87	0.13	7.50	24.0	—	6.99	1.93	0.0148	0.035	0.065	0.049	3.7	0.34	26.8	0.01	<0.001	2.6	<0.4	--
H6	表	22.98	0.13	7.52	11.3	0.124	8.38	1.97	0.0116	0.024	0.063	0.046	3.2	0.63	30.6	0.01	<0.001	2.6	<0.4	3.7
H6	底	22.93	0.13	7.39	9.7	—	7.70	1.88	0.0122	0.029	0.336	0.048	3.2	0.28	28.0	0.03	0.015	2.6	<0.4	--
H7	表	23.28	0.13	7.58	10.0	0.124	6.54	1.77	0.0268	0.019	0.142	0.046	3.4	0.43	20.2	0.02	<0.001	2.5	<0.4	<1.1
H7	底	23.01	0.13	7.54	8.7	—	7.58	1.71	0.0096	0.038	0.079	0.041	2.8	<0.03	34.5	0.01	<0.001	2.5	<0.4	--
H8	表	23.24	0.13	7.60	12.7	0.102	7.98	2.03	0.0087	0.042	0.054	0.042	4.0	0.17	22.1	0.01	<0.001	2.5	<0.4	2.9
H8	底	23.11	0.13	7.61	14.3	—	6.73	1.64	0.0087	0.023	0.078	0.044	2.8	1.34	26.7	0.04	<0.001	2.4	<0.4	--
H9	表	22.78	0.13	7.54	15.7	0.091	7.13	1.65	0.0140	0.030	0.275	0.039	4.1	0.30	19.6	0.02	0.015	2.6	<0.4	2.4
H9	底	22.64	0.13	7.58	23.3	—	7.16	1.72	0.0093	0.030	0.162	0.037	2.9	<0.03	22.7	<0.01	0.015	2.5	0.5	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								µg/L							
H10	表	24.39	0.14	7.77	9.0	0.067	8.43	1.88	0.0090	0.030	0.049	0.028	2.7	0.58	28.2	0.01	<0.001	2.9	<0.4	2.2
H10	底	24.29	0.14	7.75	8.3	—	9.09	1.88	0.0084	0.032	0.072	0.026	2.6	0.37	20.5	0.01	<0.001	2.8	<0.4	--
H11	表	24.01	0.14	7.71	5.3	0.046	7.80	1.70	0.0052	0.035	0.170	0.031	2.5	0.46	23.8	0.02	0.015	3.0	<0.4	1.4
H11	底	23.85	0.14	7.67	13.3	—	7.57	1.68	0.0046	0.024	0.067	0.033	2.4	0.37	23.5	0.01	0.015	2.7	<0.4	--
H12	表	23.45	0.15	7.58	13.0	0.060	7.85	1.89	0.0122	0.023	0.066	0.036	3.5	0.80	14.8	0.02	<0.001	2.5	<0.4	<1.1
H12	底	22.95	0.14	7.62	11.3	—	7.81	1.68	0.0084	0.019	0.157	0.038	2.4	0.64	13.3	0.02	<0.001	2.6	<0.4	--
H13	表	24.14	0.14	7.71	7.0	0.061	8.76	1.93	0.0049	0.038	0.075	0.036	2.7	0.87	21.2	0.04	<0.001	2.8	<0.4	3.9
H13	底	23.85	0.14	7.74	12.3	—	7.84	1.88	0.0038	0.026	0.006	0.032	2.7	0.62	22.0	0.03	<0.001	2.8	<0.4	--
H14	表	23.49	0.15	7.67	12.3	0.060	7.40	1.56	0.0084	0.029	0.043	0.034	3.1	1.52	12.1	0.05	<0.001	2.7	<0.4	<1.1
H14	底	23.23	0.61	7.63	16.7	—	7.80	1.88	0.0040	0.037	0.030	0.032	2.3	0.80	14.7	0.01	<0.001	2.7	<0.4	--
H15	表	23.57	0.18	7.66	5.3	0.055	7.75	1.56	0.0137	0.041	0.071	0.036	2.8	0.69	18.9	0.03	<0.001	2.6	<0.4	2.2
H15	底	23.53	1.54	7.59	17.0	—	8.21	1.52	0.0052	0.037	0.404	0.039	2.3	1.25	11.9	0.02	<0.001	2.5	<0.4	--
H16	表	26.19	3.55	8.11	19.0	0.057	8.30	1.72	0.0113	0.055	2.097	0.030	3.4	0.32	14.0	0.02	0.015	2.8	<0.4	<1.1
H16	底	25.95	10.10	7.92	29.3	—	7.78	1.72	0.0157	0.085	2.108	0.021	3.7	0.23	13.0	0.03	0.015	2.6	<0.4	--
H17	表	25.74	0.44	8.09	58.0	0.022	8.19	1.72	0.0064	0.028	2.238	0.033	3.2	1.88	19.1	0.01	0.015	2.7	<0.4	2.68
H17	底	26.01	5.93	7.88	71.0	—	7.26	1.84	0.0078	0.032	2.236	0.033	3.4	0.91	13.5	0.02	0.015	2.7	<0.4	--
H18	表	26.45	3.52	7.93	31.0	0.031	8.52	1.96	0.0102	0.044	1.921	0.037	5.6	0.84	14.7	0.02	0.015	2.7	<0.4	2.18
H18	底	25.85	8.14	7.85	18.5	—	7.96	1.87	0.0134	0.140	1.978	0.027	5.1	0.32	10.8	0.04	0.015	2.6	<0.4	--
H19	表	23.16	0.14	7.65	14.7	0.056	7.16	2.49	0.0099	0.038	1.254	0.034	2.4	0.45	25.1	0.02	0.015	2.7	<0.4	3.2
H19	底	23.15	0.14	7.60	17.0	—	8.73	1.60	0.0052	0.028	0.039	0.037	2.2	2.26	14.7	0.02	<0.001	2.6	<0.4	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								µg/L							
H20	表	27.71	5.32	8.17	19.0	0.030	8.21	1.84	0.0172	0.067	1.870	0.004	3.7	0.81	4.8	0.03	0.015	2.6	<0.4	<1.1
H20	底	26.82	8.13	8.18	16.3	—	7.90	1.95	0.0160	0.110	1.845	0.005	2.9	1.38	16.8	0.03	0.033	2.7	<0.4	--
H21	表	27.69	6.04	8.27	17.7	0.027	8.24	1.94	0.0169	0.071	1.861	0.005	3.4	0.47	6.1	0.03	0.033	2.6	<0.4	1.43
H21	底	26.47	13.97	8.17	19.3	—	7.96	1.84	0.0177	0.064	1.722	0.005	2.1	0.49	6.0	0.01	0.033	2.5	<0.4	--
H22	表	26.69	3.90	7.92	25.0	0.032	8.45	1.87	0.0110	0.050	2.088	0.031	4.4	0.31	20.2	0.02	0.015	2.7	<0.4	1.2
H22	底	26.16	10.03	7.71	24.0	—	8.11	1.91	0.0160	0.092	1.996	0.020	3.4	0.24	20.3	0.03	<0.001	2.7	<0.4	--
H23	表	23.81	1.06	7.65	5.0	0.048	7.78	1.60	0.0078	0.035	0.055	0.032	2.4	0.51	18.0	0.01	0.015	2.7	<0.4	1.7
H23	底	23.97	2.83	7.57	17.3	—	7.59	1.70	0.0070	0.034	0.519	0.033	2.2	2.52	21.4	0.02	0.015	2.7	<0.4	--
平 H23	表	23.81	1.06	7.66	4.3	0.047	7.77	1.47	0.0064	0.032	0.097	0.034	2.7	0.58	15.6	0.03	0.015	2.8	<0.4	1.4
平 H23	底	23.97	2.83	7.59	18.3	—	7.56	1.63	0.0122	0.041	1.027	0.035	2.4	0.48	21.6	0.03	0.015	2.7	<0.4	--
H24	表	28.20	6.95	8.25	14.0	0.030	8.32	1.78	0.0227	0.045	1.666	0.018	3.2	0.46	9.9	0.02	0.033	2.7	<0.4	1.68
H24	底	25.37	19.86	8.34	15.7	—	7.88	1.80	0.0271	0.142	1.472	0.003	3.6	0.34	6.1	0.03	0.033	2.5	<0.4	--
H25	表	25.43	0.31	8.14	41.0	0.040	8.35	1.72	0.0070	0.025	2.019	0.025	3.5	0.63	10.6	0.02	0.015	2.6	0.6	2.43
H25	底	25.33	4.10	8.14	33.0	—	8.01	1.71	0.0075	0.034	2.214	0.029	3.7	0.94	12.7	0.02	0.015	2.6	<0.4	--
平 H25	表	25.43	0.31	8.12	40.0	0.038	8.42	1.74	0.0081	0.018	2.217	0.025	4.8	2.44	11.5	0.03	0.015	2.7	<0.4	2.43
平 H25	底	25.33	4.10	8.12	33.3	—	8.04	1.80	0.0064	0.028	2.211	0.027	3.9	1.09	12.0	0.04	0.015	2.7	<0.4	--
H26	表	24.62	3.01	7.60	11.3	0.047	7.93	1.43	0.0113	0.022	2.075	0.035	2.1	0.47	22.4	0.02	<0.001	2.7	<0.4	1.9
H26	底	24.64	5.64	7.59	12.0	—	7.91	1.65	0.0221	0.045	0.938	0.035	2.1	0.48	16.2	0.04	<0.001	2.7	<0.4	--
H27	表	28.10	9.09	8.29	14.0	0.028	8.73	1.72	0.0239	0.068	1.432	0.002	3.4	0.15	6.7	0.04	0.015	2.6	<0.4	<1.1
H27	底	25.28	23.46	8.34	18.3	—	8.78	1.73	0.0250	0.062	1.377	0.005	2.8	0.48	9.0	0.04	0.015	2.7	<0.4	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								µg/L							
H28	表	28.25	8.85	8.36	16.3	0.027	8.43	1.37	0.0256	0.075	1.430	0.003	4.7	1.19	8.5	0.05	0.015	2.6	<0.4	<1.1
H28	底	24.96	21.42	8.39	18.0	—	8.09	1.80	0.0268	0.129	1.321	0.002	4.6	0.92	6.2	0.04	0.033	2.4	<0.4	--
H29	表	26.05	2.18	7.88	22.3	0.032	8.39	1.87	0.0102	0.041	2.299	0.019	6.7	0.43	8.8	0.03	0.015	3.0	<0.4	<1.1
H29	底	25.51	20.56	7.94	21.3	—	8.37	1.68	0.0180	0.044	2.011	0.009	3.7	0.61	5.3	0.09	0.015	2.6	0.5	--
H30	表	25.53	7.69	7.68	5.0	0.048	8.47	1.77	0.0338	0.064	1.076	0.025	2.4	0.37	13.8	0.06	0.015	2.7	<0.4	<1.1
H30	底	25.23	11.85	7.78	9.0	—	7.51	1.69	0.0373	0.075	1.597	0.029	2.4	0.45	12.4	0.08	0.015	2.6	<0.4	--
H31	表	28.39	10.47	8.19	13.7	0.026	7.43	1.58	0.0209	0.095	1.352	0.004	3.6	0.42	18.5	0.05	0.015	2.5	<0.4	1.43
H31	底	24.28	28.55	8.22	15.3	—	7.71	1.34	0.0201	0.069	1.340	0.003	2.8	0.47	5.9	0.05	0.015	2.7	<0.4	--
H32	表	27.76	8.38	8.24	6.3	0.025	8.07	1.73	0.0250	0.074	1.529	0.004	5.5	0.74	9.5	0.05	0.015	2.5	0.4	<1.1
H32	底	24.15	28.84	8.30	14.7	—	7.85	1.71	0.0244	0.066	1.529	0.003	4.7	0.42	24.7	0.04	0.015	2.5	<0.4	--
H33	表	27.78	8.12	8.16	14.7	0.026	7.97	1.78	0.0233	0.062	1.691	0.004	4.8	0.87	6.3	0.04	0.015	2.8	0.7	<1.1
H33	底	24.24	28.37	8.26	16.0	—	7.72	1.53	0.0271	0.084	1.245	0.002	2.6	0.83	10.4	0.04	0.015	2.6	<0.4	--
H34	表	26.75	7.86	8.00	9.7	0.040	8.89	1.52	0.0332	0.065	1.454	0.005	2.8	0.52	13.9	0.11	0.015	2.7	<0.4	<1.1
H34	底	25.48	13.90	8.01	11.0	—	8.70	1.69	0.0341	0.072	1.435	0.005	2.2	1.58	19.5	0.09	0.015	2.7	<0.4	--
H35	表	25.77	9.22	8.59	12.0	0.040	8.72	2.02	0.0352	0.132	1.388	0.013	2.1	0.12	17.9	0.06	0.033	2.4	<0.4	1.43
H35	中	23.88	30.62	8.34	17.3	—	7.82	1.22	0.0265	0.091	0.997	0.005	4.0	<0.03	10.5	0.04	<0.001	2.3	<0.4	--
H35	底	23.76	31.93	8.31	27.3	—	7.51	0.91	0.0247	0.093	0.857	0.011	2.4	0.34	7.7	0.06	<0.001	2.2	<0.4	--
H36	表	27.49	16.14	8.19	14.0	0.028	8.45	1.14	0.0358	0.067	1.156	0.012	2.6	0.40	10.1	0.05	0.033	2.4	<0.4	3.18
H36	底	24.23	27.22	8.18	14.0	—	7.92	1.07	0.0332	0.082	1.049	0.011	3.2	0.37	20.2	0.04	0.033	2.4	<0.4	--
H37	表	27.92	13.93	8.14	13.7	0.031	7.83	1.26	0.0346	0.134	1.171	0.013	2.8	0.99	8.2	0.04	0.033	2.4	<0.4	<1.1

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								µg/L							
H37	底	23.88	31.42	8.13	13.3	—	8.15	1.16	0.0320	0.074	1.131	0.013	2.9	1.14	6.9	0.04	0.033	2.3	<0.4	--
H38	表	28.32	12.45	8.53	19.3	0.047	8.05	1.74	0.0309	0.072	1.066	0.004	3.1	1.50	10.1	0.04	0.015	2.1	<0.4	<1.1
H38	底	23.93	31.17	8.63	20.0	—	7.85	1.72	0.0309	0.084	1.106	0.005	3.0	0.90	11.4	0.06	0.015	2.5	<0.4	--
平H38	表	28.32	12.45	8.54	20.7	0.053	8.04	1.87	0.0291	0.035	1.180	0.004	5.8	1.24	8.1	0.04	0.015	2.3	<0.4	<1.1
平H38	底	23.93	31.17	8.65	19.3	—	7.77	1.72	0.0309	0.036	1.066	0.004	3.5	0.48	12.3	0.04	0.015	2.3	<0.4	--
H39	表	27.50	12.05	8.74	17.0	0.046	8.58	1.84	0.0448	0.061	1.022	0.005	2.7	0.28	7.7	0.06	<0.001	2.5	<0.4	<1.1
H39	中	24.88	21.57	8.62	17.0	—	8.02	1.87	0.0408	0.061	1.002	0.003	4.2	0.13	7.1	0.07	<0.001	2.5	<0.4	--
H39	底	23.80	31.98	8.62	14.0	—	7.97	1.35	0.0527	0.082	0.917	0.003	2.7	0.25	5.3	0.06	<0.001	2.5	<0.4	--
H40	表	25.81	7.51	8.06	4.3	0.045	8.89	1.58	0.0303	0.054	1.343	0.005	1.5	0.47	16.9	0.09	<0.001	2.9	<0.4	1.2
H40	中	23.77	30.36	8.00	9.3	—	7.01	0.90	0.0271	0.049	1.525	0.014	1.2	0.80	18.0	0.05	<0.001	2.3	<0.4	--
H40	底	23.77	32.74	8.01	8.7	—	6.26	0.90	0.0274	0.067	1.053	0.010	1.5	0.64	11.6	0.08	<0.001	2.5	<0.4	--
H41	表	27.43	6.68	8.15	7.3	0.094	8.41	1.60	0.0326	0.060	1.508	0.006	2.4	<0.03	15.6	0.04	<0.001	2.7	<0.4	<1.1
H41	中	23.75	32.18	8.00	12.0	—	6.07	0.52	0.0247	0.054	0.732	0.011	1.3	0.93	29.4	0.06	<0.001	2.2	<0.4	--
H41	底	23.67	33.19	8.04	11.7	—	7.72	0.69	0.0256	0.051	0.740	0.010	1.3	0.31	36.2	0.06	<0.001	2.2	<0.4	--
H42	表	27.24	19.23	8.43	18.7	0.032	7.54	1.33	0.0239	0.052	0.707	0.005	2.4	0.36	5.9	0.04	0.015	2.2	<0.4	1.9
H42	中	24.84	25.84	8.38	14.3	—	7.59	0.67	0.0218	0.056	0.657	0.004	2.5	0.59	5.3	0.05	0.015	2.1	<0.4	--
H42	底	23.93	31.64	8.40	18.3	—	7.62	0.97	0.0218	0.063	0.670	0.003	5.3	0.69	6.4	0.04	0.033	2.2	<0.4	--
H43	表	27.05	17.49	8.18	13.7	0.022	8.25	0.92	0.0352	0.059	0.921	0.013	3.5	0.65	8.1	0.05	0.033	2.4	<0.4	2.18
H43	中	24.71	25.77	8.32	14.0	—	7.83	0.81	0.0256	0.057	0.793	0.004	2.8	0.75	15.6	0.05	0.015	2.2	<0.4	--
H43	底	23.84	32.62	8.30	18.0	—	7.52	1.09	0.0268	0.047	0.752	0.003	3.7	0.25	8.3	0.04	0.015	2.1	<0.4	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		°C	‰	—	mg/L								µg/L							
H44	表	26.90	14.59	8.34	18.3	0.023	8.89	1.39	0.0297	0.063	1.027	0.003	2.1	0.52	7.5	0.05	0.015	2.3	<0.4	<1.1
H44	中	24.16	28.95	8.27	19.3	—	8.18	0.65	0.0262	0.084	0.793	0.004	1.6	0.22	10.4	0.06	0.033	2.2	0.6	--
H44	底	23.85	33.20	8.32	13.7	—	8.44	1.17	0.0314	0.077	0.958	0.003	3.4	0.56	5.2	0.04	0.015	2.3	<0.4	--
H45	表	26.90	15.73	8.27	22.3	0.026	8.04	1.23	0.0253	0.073	1.283	0.005	3.9	0.09	11.0	0.05	0.033	2.4	<0.4	<1.1
H45	中	24.10	27.70	8.15	14.0	—	8.54	0.88	0.0309	0.065	1.026	0.009	2.1	0.08	11.9	0.06	0.033	2.4	0.8	--
H45	底	23.85	33.26	8.09	12.7	—	8.19	0.80	0.0309	0.065	0.941	0.014	1.6	0.13	6.2	0.05	0.033	2.3	<0.4	--
H46	表	27.62	10.97	8.59	9.7	0.063	8.52	1.82	0.0346	0.127	1.242	0.010	2.7	0.10	12.0	0.03	<0.001	2.5	<0.4	<1.1
H46	中	24.12	31.49	8.57	11.7	—	7.90	1.19	0.0279	0.083	0.968	0.008	1.9	0.08	10.8	0.06	<0.001	2.2	<0.4	--
H46	底	23.84	33.09	8.45	9.7	—	8.14	1.23	0.0242	0.067	0.871	0.007	1.4	0.26	12.6	0.06	<0.001	2.3	<0.4	--
H47	表	28.20	11.02	8.29	8.3	0.054	8.23	1.88	0.0387	0.105	1.196	0.009	3.2	0.44	29.0	0.09	<0.001	2.5	<0.4	<1.1
H47	中	24.22	31.73	8.21	7.3	—	8.19	1.43	0.0303	0.076	0.969	0.007	2.7	0.29	26.3	0.05	<0.001	2.3	<0.4	--
H47	底	23.90	33.33	8.20	8.0	—	7.52	1.51	0.0285	0.097	0.940	0.011	2.6	0.31	26.4	0.07	<0.001	2.2	<0.4	--
H48	表	27.54	7.50	8.14	10.3	0.036	8.47	1.68	0.0358	0.078	1.423	0.006	2.1	0.27	33.5	0.05	<0.001	2.9	<0.4	3.7
H48	中	23.91	33.42	8.04	11.3	—	7.59	0.44	0.0230	0.071	0.562	0.015	2.0	0.61	23.6	0.08	<0.001	2.0	<0.4	--
H48	底	23.78	33.68	8.04	10.0	—	7.61	0.78	0.0277	0.078	0.626	0.015	2.1	0.90	30.7	0.07	<0.001	2.1	<0.4	--

注：<或>代表超出检出限，—为未采样

表 4.2.1-69 2019年8月大潮水质现状监测结果

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	石油类	DO	COD	亚硝酸盐	氨	硝酸盐	活性磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		°C	‰	—	mg/L								µg/L							
H1	表	30.61	0.38	7.90	9.7	0.026	7.38	2.00	0.0480	0.058	0.016	0.015	2.3	<0.03	13.5	0.01	<0.001	1.9	<0.4	2.7

广州南科海洋工程中心

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油 类	DO	COD	亚硝酸 盐	氨	硝酸盐	活性磷 酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								μg/L							
H1	底	30.41	0.52	7.83	11.7	--	6.14	1.51	0.0433	0.080	0.036	0.015	2.7	<0.03	14.7	0.02	<0.001	1.9	0.4	--
H2	表	30.44	1.02	8.02	5.3	0.027	6.67	2.10	0.0226	0.106	0.190	0.011	2.6	0.55	11.6	0.03	<0.001	1.9	<0.4	2.9
H2	中	30.51	1.78	7.90	6.3	--	7.27	2.47	0.0416	0.076	0.178	0.020	3.5	1.26	13.2	0.03	<0.001	2.0	<0.4	--
H2	底	30.69	2.39	7.77	3.3	--	7.87	2.17	0.0401	0.188	0.355	0.023	2.2	<0.03	13.9	0.05	<0.001	1.9	<0.4	--
H3	表	29.85	0.17	8.38	14.3	0.026	8.24	1.60	0.0381	0.083	0.043	0.008	1.6	1.66	9.1	0.03	<0.001	1.8	<0.4	3.9
H3	底	29.84	0.17	8.37	24.0	--	7.75	1.29	0.0177	0.048	0.046	0.007	2.6	1.23	6.5	0.02	<0.001	1.3	0.4	--
H4	表	30.50	1.13	8.12	5.0	0.027	7.01	2.03	0.0296	0.102	0.217	0.014	4.6	0.32	23.0	0.04	<0.001	1.9	<0.4	2.4
H4	底	30.73	2.62	7.84	5.7	--	6.41	2.01	0.0238	0.129	0.282	0.021	3.1	0.40	26.3	0.06	<0.001	2.0	<0.4	--
H5	表	30.51	1.36	7.85	0.7	0.028	7.40	2.16	0.0334	0.143	0.275	0.022	2.5	0.48	9.1	0.05	<0.001	2.0	<0.4	<1.1
H5	底	30.67	3.10	7.85	8.0	--	6.77	2.32	0.0768	0.070	0.254	0.022	2.1	0.13	5.3	0.07	<0.001	2.0	0.4	--
平H5	表	30.51	1.36	7.86	0.7	0.026	7.11	2.13	0.0340	0.117	0.258	0.021	3.0	<0.03	9.5	0.03	<0.001	2.0	<0.4	<1.1
平H5	底	30.67	3.10	7.85	7.3	--	6.23	2.44	0.0707	0.078	0.246	0.021	2.2	0.14	6.2	0.04	<0.001	2.0	<0.4	--
H6	表	30.60	1.98	7.82	3.7	0.019	6.44	2.36	0.0902	0.033	0.431	0.022	2.9	0.48	6.3	0.04	<0.001	2.0	<0.4	3.2
H6	底	30.65	3.31	7.73	2.0	--	6.06	2.06	0.1272	0.038	0.364	0.028	2.3	0.36	5.5	0.10	<0.001	1.9	<0.4	--
H7	表	30.76	2.53	7.81	6.0	0.030	6.35	2.06	0.1351	0.045	0.374	0.030	2.4	0.21	9.8	0.14	<0.001	1.9	<0.4	<1.1
H7	底	30.66	2.59	7.80	8.3	--	6.02	1.96	0.1223	0.091	0.636	0.027	2.1	0.45	11.2	0.06	<0.001	1.7	<0.4	--
H8	表	30.50	2.71	7.87	1.3	0.034	7.16	1.72	0.0471	0.139	0.353	0.021	3.1	0.29	13.9	0.12	<0.001	1.9	<0.4	1.9
H8	底	30.48	2.60	7.83	5.3	--	7.04	1.87	0.0416	0.194	0.430	0.020	1.8	0.75	7.3	0.03	<0.001	1.9	0.4	--
H9	表	30.40	2.37	7.78	2.3	0.020	7.38	1.87	0.0899	0.061	0.291	0.029	2.4	<0.03	7.8	0.15	<0.001	1.9	<0.4	2.2
H9	底	30.37	5.21	7.74	2.0	--	6.85	1.95	0.0582	0.155	0.695	0.031	2.2	<0.03	10.2	0.17	<0.001	1.9	0.4	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油 类	DO	COD	亚硝酸 盐	氨	硝酸盐	活性磷 酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L									μg/L						
H10	表	31.10	2.73	7.71	24.7	0.030	6.83	2.13	0.0984	0.128	0.828	0.032	2.2	0.48	12.5	0.08	<0.001	1.9	<0.4	<1.1
H10	底	31.01	2.75	7.68	26.7	--	6.55	1.96	0.0931	0.106	1.049	0.030	2.4	0.83	18.7	0.03	<0.001	1.7	0.5	--
H11	表	30.88	2.68	7.67	9.3	0.036	7.88	2.00	0.0931	0.072	0.478	0.032	2.3	0.50	13.0	0.09	<0.001	1.8	<0.4	<1.1
H11	底	30.89	2.74	7.64	12.0	--	6.91	2.01	0.0864	0.066	0.590	0.030	1.6	0.90	11.5	0.03	<0.001	1.9	<0.4	--
H12	表	30.62	3.05	7.74	4.0	0.021	7.44	1.90	0.1272	0.062	0.326	0.030	2.2	0.12	18.7	0.11	<0.001	1.9	<0.4	<1.1
H12	底	30.31	6.70	7.65	10.0	--	6.64	2.32	0.1640	0.111	0.136	0.033	2.1	1.24	15.2	0.07	0.015	1.9	<0.4	--
H13	表	31.06	2.91	7.70	21.7	0.016	7.29	1.90	0.0646	0.467	0.579	0.031	2.6	<0.03	18.8	0.10	<0.001	1.9	<0.4	<1.1
H13	底	30.96	2.97	7.70	20.0	--	6.93	1.91	0.0602	0.562	0.675	0.029	2.5	0.34	10.7	0.03	<0.001	1.8	0.5	--
H14	表	31.02	3.13	7.69	18.0	0.032	7.38	2.40	0.0838	0.148	0.611	0.028	2.3	<0.03	10.9	0.08	<0.001	1.7	<0.4	<1.1
H14	底	30.99	3.17	7.68	20.7	--	6.98	2.36	0.0643	0.134	0.729	0.026	3.3	0.35	10.3	0.03	<0.001	1.8	0.5	--
H15	表	30.83	3.13	7.66	19.7	0.026	6.72	2.25	0.1447	0.623	0.437	0.034	1.9	0.26	12.1	0.07	<0.001	1.8	<0.4	2.4
H15	底	30.57	3.72	7.61	19.0	--	6.65	2.73	0.2216	0.304	0.443	0.030	2.1	0.07	13.8	0.06	<0.001	1.3	0.4	--
H16	表	29.91	2.92	7.76	22.3	0.027	7.10	1.78	0.1191	0.222	0.346	0.026	2.8	0.40	23.4	0.04	0.015	2.2	0.5	1.9
H16	底	29.89	2.99	7.66	55.7	--	7.20	2.00	0.1194	0.299	0.845	0.029	1.8	0.16	14.9	0.04	0.033	2.1	0.6	--
H17	表	30.00	1.77	7.75	7.0	0.040	7.88	1.90	0.1112	0.108	0.443	0.035	2.1	0.44	20.0	0.02	0.015	2.1	0.4	2.7
H17	底	29.06	12.74	7.71	10.0	--	6.71	1.98	0.1261	0.115	0.570	0.034	1.9	0.50	16.5	0.04	0.015	2.1	0.5	--
H18	表	29.94	2.27	7.90	17.7	0.040	7.81	1.80	0.1223	0.087	0.883	0.035	2.6	0.81	11.6	0.02	0.015	2.0	<0.4	2.4
H18	底	29.26	17.64	7.42	24.7	--	6.08	2.05	0.1342	0.112	0.780	0.032	1.7	0.24	19.9	0.06	0.015	2.0	0.9	--
H19	表	30.60	4.75	7.54	20.3	0.035	6.63	2.40	0.1978	0.173	0.717	0.034	2.1	0.21	9.9	0.09	<0.001	1.6	<0.4	1.2
H19	底	30.48	4.98	7.52	43.7	--	6.71	2.44	0.2106	0.400	0.515	0.035	2.0	0.50	13.9	0.11	<0.001	2.1	<0.4	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油 类	DO	COD	亚硝酸 盐	氨	硝酸盐	活性磷 酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								μg/L							
H20	表	30.07	4.45	7.72	16.0	0.023	7.09	1.90	0.1240	0.226	0.616	0.029	2.3	0.34	14.4	0.03	0.015	2.1	0.4	<1.1
H20	底	29.94	7.88	7.67	13.0	--	7.71	1.98	0.1360	0.155	0.718	0.026	2.8	0.44	11.7	0.04	0.015	1.9	0.4	--
H21	表	30.04	7.77	7.67	24.0	0.050	6.58	1.66	0.1348	0.158	0.745	0.032	3.6	0.29	18.9	0.02	0.033	2.1	<0.4	1.9
H21	底	29.95	8.36	7.63	17.3	--	7.07	1.71	0.1444	0.088	0.676	0.029	2.2	0.64	22.9	0.08	0.033	1.9	0.4	--
H22	表	29.66	10.39	7.78	18.7	0.016	6.75	1.71	0.1494	0.116	0.750	0.034	1.9	0.11	24.6	0.05	0.015	2.2	0.4	2.4
H22	底	29.09	18.56	7.72	24.0	--	6.27	1.56	0.1383	0.164	0.830	0.033	2.0	0.56	21.0	0.06	0.015	2.2	<0.4	--
平 H22	表	29.66	10.39	7.77	18.0	0.017	6.57	1.92	0.1538	0.137	0.803	0.032	1.8	0.82	24.7	0.10	0.015	2.0	<0.4	2.2
平 H22	底	29.06	18.56	7.75	23.3	--	6.38	1.73	0.1307	0.131	0.824	0.032	2.4	0.73	19.1	0.10	0.015	2.1	0.5	--
H23	表	30.66	5.41	7.56	44.7	0.034	6.02	2.49	0.1444	0.705	0.279	0.028	1.9	0.19	15.1	0.10	<0.001	1.9	<0.4	3.7
H23	底	30.60	5.49	7.57	28.7	--	6.60	2.48	0.1302	0.294	0.628	0.029	2.0	0.24	11.6	0.09	<0.001	1.9	0.4	--
H24	表	28.84	18.89	7.79	24.7	0.027	5.78	1.38	0.1264	0.128	0.826	0.023	2.5	0.52	16.0	0.05	<0.001	2.0	<0.4	2.7
H24	底	28.82	21.82	7.77	22.7	--	6.26	1.23	0.1133	0.167	0.883	0.026	2.2	0.89	17.4	0.06	0.015	2.0	0.4	--
H25	表	29.01	16.56	7.64	43.3	0.023	6.06	1.73	0.1188	0.235	0.888	0.027	2.1	0.59	18.4	0.05	<0.001	2.2	0.4	2.9
H25	底	28.60	19.63	7.74	62.3	--	6.57	1.72	0.1138	0.124	0.789	0.027	1.4	0.78	10.7	0.04	<0.001	2.1	0.9	--
平 H25	表	29.01	16.56	7.63	44.0	0.020	6.35	1.43	0.1202	0.258	0.860	0.026	1.8	0.74	18.9	0.07	<0.001	2.0	0.4	3.2
平 H25	底	28.60	19.63	7.75	60.0	--	6.30	1.47	0.1115	0.124	0.848	0.028	1.6	0.77	8.5	0.06	<0.001	1.9	0.4	--
H26	表	29.35	14.97	7.77	15.0	0.026	7.12	1.47	0.2225	0.059	1.009	0.028	1.7	0.07	10.6	0.07	<0.001	2.2	0.4	2.9
H26	底	29.34	18.14	7.77	17.3	--	7.36	1.08	0.1975	0.099	1.033	0.029	1.4	0.08	9.1	0.06	0.033	2.3	0.5	--
H27	表	28.97	18.12	7.84	21.0	0.030	6.21	0.99	0.1170	0.095	0.545	0.023	1.6	0.93	16.3	0.04	<0.001	2.1	0.7	2.4
H27	底	28.80	19.34	7.84	22.3	--	7.95	1.25	0.1068	0.060	0.974	0.023	1.5	0.36	17.0	0.04	<0.001	2.0	0.5	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油 类	DO	COD	亚硝酸 盐	氨	硝酸盐	活性磷 酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								µg/L							
H28	表	28.79	20.17	7.88	11.3	0.026	5.89	1.52	0.1168	0.091	0.831	0.021	2.5	0.90	16.3	0.05	0.015	2.0	0.4	<1.1
H28	底	28.75	22.01	7.88	13.7	--	6.69	1.51	0.0812	0.197	0.683	0.023	3.3	0.49	13.8	0.05	0.015	2.1	0.4	--
H29	表	28.82	14.48	7.82	9.7	0.016	7.09	1.85	0.1176	0.138	0.779	0.025	3.1	0.43	12.5	0.05	0.015	2.2	0.4	<1.1
H29	底	28.83	21.29	7.81	15.7	--	6.15	1.89	0.1170	0.126	0.810	0.024	1.6	0.67	16.0	0.05	0.015	2.0	0.6	--
H30	表	28.97	19.19	7.66	19.0	0.011	7.38	1.59	0.1864	0.120	1.297	0.027	1.9	0.66	9.8	0.08	0.015	2.2	0.4	<1.1
H30	底	29.00	22.23	7.68	12.7	--	8.23	1.21	0.1237	0.130	1.017	0.026	1.6	0.94	8.4	0.07	0.015	2.2	<0.4	--
H31	表	28.89	17.34	7.95	22.7	0.046	6.62	1.28	0.1150	0.117	0.830	0.023	1.9	0.49	15.3	0.05	0.015	1.9	<0.4	1.4
H31	底	28.84	18.97	7.92	18.7	--	7.06	1.32	0.1089	0.156	0.834	0.021	2.1	0.20	14.7	0.02	<0.001	1.8	0.4	--
平 H31	表	28.89	17.34	7.94	21.0	0.046	7.02	1.51	0.1118	0.074	0.830	0.023	1.5	1.59	13.5	0.08	0.015	1.7	<0.4	1.2
平 H31	底	28.84	18.97	7.94	17.00	--	6.46	1.30	0.1057	0.123	0.835	0.022	1.8	0.94	13.1	0.04	<0.001	1.6	<0.4	--
H32	表	28.87	17.37	7.93	9.33	0.02	7.47	1.56	0.1182	0.145	1.094	0.025	3.3	0.29	9.4	0.04	0.033	1.1	0.4	2.7
H32	底	28.74	21.23	7.94	11.00	--	7.94	1.10	0.0885	0.114	0.579	0.020	1.7	1.28	17.0	0.04	0.015	1.1	<0.4	--
H33	表	28.83	21.59	7.91	9.67	0.02	5.69	1.32	0.1092	0.160	0.672	0.020	2.2	1.07	26.9	0.05	0.015	1.1	<0.4	1.7
H33	底	28.75	22.35	7.89	23.00	--	5.61	1.40	0.1109	0.125	0.520	0.023	2.0	0.71	15.6	0.09	0.015	1.6	<0.4	--
H34	表	29.22	17.14	7.95	15.3	0.045	6.81	1.44	0.0477	0.530	0.920	0.004	1.5	0.12	11.4	0.09	0.015	1.8	<0.4	1.9
H34	底	28.12	27.99	7.87	16.7	--	5.73	1.04	0.0462	0.465	0.662	0.007	1.4	0.21	10.4	0.12	0.015	1.7	<0.4	--
H35	表	29.29	20.22	7.67	11.0	0.034	6.63	2.35	0.0186	0.581	0.711	0.008	2.5	0.06	32.6	0.13	0.015	1.8	<0.4	2.2
H35	中	28.15	27.90	7.74	16.3	--	5.60	0.89	0.0203	0.502	0.333	0.008	1.2	0.03	9.9	0.07	0.015	1.7	0.4	--
H35	底	27.04	32.65	7.80	18.3	--	5.68	0.31	0.0203	0.456	0.593	0.003	1.4	<0.03	15.1	0.10	0.015	2.1	<0.4	--
H36	表	30.93	21.10	8.23	18.3	0.027	8.16	1.07	0.0290	0.142	0.478	0.004	2.5	0.50	19.2	0.01	0.015	1.4	0.8	<1.1

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油 类	DO	COD	亚硝酸 盐	氨	硝酸盐	活性磷 酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								μg/L							
H36	底	29.71	23.56	8.22	53.7	--	7.93	1.18	0.0308	0.245	0.463	0.006	1.7	0.34	8.6	0.02	0.015	1.6	<0.4	--
H37	表	30.91	18.36	7.92	11.7	0.002	8.81	1.67	0.1016	0.027	0.542	0.015	3.0	0.18	14.8	0.04	0.033	1.4	0.5	<1.1
H37	底	26.54	32.37	7.90	14.7	--	5.29	0.99	0.0736	0.131	0.553	0.012	1.8	0.27	18.3	0.04	0.015	1.5	<0.4	--
H38	表	30.12	24.21	8.06	13.3	0.027	7.80	0.87	0.0331	0.116	0.472	0.003	2.6	1.16	18.4	0.04	0.015	1.9	<0.4	<1.1
H38	中	28.23	29.44	8.03	18.7	--	7.68	0.80	0.0282	0.121	0.475	0.004	1.7	0.39	19.2	0.02	0.015	2.1	<0.4	--
H38	底	25.38	34.19	8.07	23.7	--	6.92	0.75	0.0218	0.074	0.269	0.004	1.2	0.21	19.4	0.01	0.015	2.0	1.0	--
平 H38	表	30.12	24.21	8.07	15.7	0.023	7.77	0.69	0.0349	0.101	0.499	0.003	2.4	0.42	22.0	0.03	0.015	2.0	<0.4	<1.1
平 H38	中	28.23	29.44	8.04	18.3	--	7.72	0.76	0.0296	0.122	0.439	0.004	1.4	0.19	21.8	0.02	0.015	2.1	<0.4	--
平 H38	底	25.38	34.19	8.06	24.3	--	6.40	0.64	0.0247	0.070	0.220	0.003	1.2	0.21	20.1	0.03	0.015	2.0	1.2	--
H39	表	29.84	25.80	8.03	20.3	0.038	7.84	0.91	0.0267	0.155	0.252	0.003	1.7	<0.03	23.2	0.02	0.015	2.1	<0.4	<1.1
H39	底	25.98	33.82	8.01	23.0	--	6.93	1.29	0.0288	0.179	0.254	0.002	1.5	0.32	24.2	0.01	0.015	2.1	<0.4	--
H40	表	28.70	25.60	7.90	17.0	0.012	6.57	1.07	0.0320	0.457	0.602	0.010	1.7	0.41	14.0	0.13	0.015	2.3	0.4	<1.1
H40	中	28.10	28.75	7.86	13.3	--	6.28	0.68	0.0398	0.203	0.522	0.008	2.0	0.13	14.1	0.10	<0.001	1.3	<0.4	--
H40	底	27.40	32.60	7.88	15.7	--	5.47	0.91	0.0156	0.320	0.724	0.009	1.5	0.27	12.3	0.09	0.015	1.5	0.8	--
H41	表	29.31	27.63	8.03	12.0	0.013	7.99	2.06	0.0130	0.271	1.115	0.012	2.2	1.16	23.1	0.08	0.033	2.1	0.4	2.9
H41	中	27.95	29.60	7.98	16.0	--	7.20	0.85	0.0206	0.224	0.601	0.002	1.9	0.69	24.0	0.05	0.015	1.6	<0.4	--
H41	底	26.52	33.52	7.96	14.0	--	5.41	0.68	0.0235	0.319	0.891	0.003	1.3	0.83	19.5	0.01	0.015	1.5	<0.4	--
H42	表	29.93	23.37	8.10	21.0	0.026	7.61	1.13	0.0279	0.194	0.646	0.005	2.8	0.52	23.7	0.01	0.033	1.4	0.4	3.4
H42	底	25.60	33.80	8.09	17.7	--	7.21	0.57	0.0270	0.074	0.232	0.005	1.5	0.44	22.2	0.02	0.033	1.4	0.6	--
H43	表	29.97	22.62	8.10	13.0	0.028	8.14	1.18	0.0258	0.095	0.351	0.009	2.1	0.88	22.8	0.05	0.015	1.5	<0.4	3.9

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站 位	层 次	水温	盐度	pH	SS	石油 类	DO	COD	亚硝酸 盐	氨	硝酸盐	活性磷 酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
		℃	‰	—	mg/L								μg/L							
H43	中	28.26	30.46	7.92	21.0	--	4.86	0.57	0.0395	0.096	0.188	0.004	2.2	0.60	24.5	0.04	0.033	1.9	<0.4	--
H43	底	25.68	33.64	7.85	21.3	--	3.41	0.87	0.0599	0.151	0.151	0.010	1.5	0.43	22.0	0.04	0.015	1.7	0.4	--
H44	表	29.87	22.50	8.10	12.3	0.043	6.81	1.49	0.0116	0.213	0.525	0.003	3.4	1.08	21.0	0.08	0.033	1.4	0.8	1.2
H44	中	28.07	29.50	8.09	17.7	--	6.22	0.60	0.0075	0.273	0.753	0.003	2.1	0.91	16.5	0.03	0.015	1.4	<0.4	--
H44	底	24.86	34.26	7.93	19.0	--	4.77	1.38	0.0194	0.281	0.199	0.004	1.1	0.64	17.3	0.02	0.015	1.5	0.6	--
H45	表	29.68	23.09	8.11	11.0	0.017	7.76	0.99	0.0101	0.309	0.864	0.007	3.5	0.46	9.2	0.05	0.015	1.4	<0.4	2.7
H45	中	28.02	29.68	8.02	13.0	--	5.74	1.08	0.0075	0.128	0.535	0.003	1.4	0.87	12.7	0.02	0.015	1.3	<0.4	--
H45	底	24.89	33.75	7.95	16.3	--	5.22	0.82	0.0089	0.094	0.307	0.005	1.5	0.60	13.1	0.01	0.015	1.4	0.5	--
H46	表	29.88	21.05	8.13	14.0	0.028	8.14	1.52	0.0165	0.332	1.260	0.007	1.5	0.74	11.3	0.04	0.015	1.7	<0.4	1.7
H46	中	28.20	29.80	7.98	20.3	--	6.28	0.98	0.0133	0.318	0.889	0.007	1.0	0.77	6.4	<0.01	0.015	1.5	<0.4	--
H46	底	24.53	34.41	7.90	17.3	--	4.20	0.80	0.0247	0.183	0.510	0.010	1.4	0.75	10.3	0.03	0.015	1.3	<0.4	--
H47	表	29.58	27.80	8.18	14.7	0.017	8.58	1.49	0.0127	0.338	1.163	0.004	1.7	0.67	21.0	0.02	0.015	1.6	<0.4	1.4
H47	中	28.01	29.92	8.04	21.7	--	6.30	1.04	0.0124	0.332	0.524	0.004	1.3	1.03	21.9	0.04	0.015	1.4	0.4	--
H47	底	24.50	34.39	7.98	16.7	--	4.57	0.94	0.0253	0.342	0.479	0.004	1.0	0.61	20.4	0.02	0.033	1.4	<0.4	--
H48	表	29.25	27.65	8.03	12.0	0.004	7.78	1.42	0.0136	0.266	1.144	0.004	4.5	0.67	16.8	0.02	<0.001	2.0	<0.4	<1.1
H48	中	28.15	28.82	8.03	20.0	--	6.96	0.76	0.0104	0.295	0.326	0.007	1.1	0.64	19.8	0.03	0.015	1.7	0.4	--
H48	底	26.52	33.70	8.06	17.3	--	6.85	0.57	0.0133	0.206	0.556	0.002	1.3	1.22	21.7	0.02	0.015	1.5	<0.4	--

注：<或>代表超出检出限，--为未采样

表 4.2.1-70 2016年9月大潮海水水质质量指数

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	挥发酚
S12	表层	1.74	0.95	0.16	0.59	6.25	1.08	0.56	<0.01	0.09	0.01	0.17	<0.22
S15	表层	1.69	0.65	0.36	0.68	5.51	0.87	0.50	0.01	0.06	0.02	0.17	0.635
S18	表层	1.46	0.57	0.07	0.52	6.04	0.90	0.42	0.01	<0.06	0.02	0.07	<0.22
最大值		1.74	0.95	0.36	0.68	6.25	1.08	0.56	0.01	0.09	0.02	0.17	0.635
最小值		1.46	0.57	0.07	0.52	5.51	0.87	0.42	<0.01	<0.06	0.01	0.07	<0.22
超标率 (%)		100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

备注：农渔业区执行海水水质二类标准

表 4.2.1-71 2016 年 9 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	挥发酚
S09	表层	0.26	0.10	0.31	0.33	4.53	1.18	0.06	0.03	0.03	0.01	0.17	0.01	0.42
最大值		0.26	0.10	0.31	0.33	4.53	1.18	0.06	0.03	0.03	0.01	0.17	0.01	0.42
最小值		0.26	0.10	0.31	0.33	4.53	1.18	0.06	0.03	0.03	0.01	0.17	0.01	0.42
超标率 (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

备注：旅游休闲娱乐区执行海水水质三类标准

表 4.2.1-72 2016 年 9 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	挥发酚
S01	表	0.83	0.93	0.23	0.75	0.64	0.79	0.72	0.25	<0.16	0.04	0.30	0.04	0.285
S01	底	0.86	—	0.41	0.68	0.83	0.92	0.76	0.10	0.35	0.03	0.30	0.03	—
S02	表	0.89	0.76	0.07	0.81	0.81	0.87	0.57	0.04	0.45	<0.01	0.30	0.04	<0.22
S02 平	表	0.77	0.64	0.29	0.77	0.97	0.83	0.65	0.03	0.53	<0.01	0.30	0.04	—
S03	表	0.19	0.95	0.02	0.80	0.97	0.69	0.40	0.04	0.26	<0.01	0.30	0.03	0.485
S03	底	0.18	—	0.15	0.97	1.18	0.70	0.51	0.12	0.54	0.06	0.30	0.04	—
S04	表	0.21	0.68	0.30	0.87	1.54	0.76	0.55	0.06	0.28	0.01	<0.02	0.04	0.935
S04	底	0.28	—	0.11	0.87	1.22	0.77	0.44	0.04	0.69	<0.01	0.30	0.04	—
S05	表	0.28	0.56	0.23	0.80	3.90	0.77	0.49	0.39	<0.16	0.02	0.30	0.04	0.435
S06	表	0.01	0.58	0.17	0.89	4.03	0.85	0.49	0.33	0.51	0.02	0.30	0.04	0.535

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	挥发酚
S07	表	0.31	0.63	0.01	0.81	3.83	0.75	0.56	0.08	0.23	0.07	0.30	0.03	0.735
S08	表	0.03	0.63	0.16	0.79	4.23	0.95	0.67	0.17	0.91	0.04	0.66	0.04	<0.22
S10	表	0.29	0.58	0.20	0.77	3.95	0.70	0.50	0.15	0.24	0.09	0.30	0.04	0.685
S11	表	0.18	0.93	0.07	0.79	2.71	0.90	0.60	0.09	0.45	0.14	0.30	0.04	0.585
S13	表	0.17	0.61	0.32	0.88	3.66	0.80	0.57	<0.03	0.39	0.14	0.66	0.04	<0.22
S14	表	0.25	0.42	0.51	0.83	3.69	0.88	0.64	0.05	<0.16	0.16	0.30	0.04	<0.22
S16	表	0.22	0.67	0.82	0.89	3.83	0.71	0.91	0.32	<0.16	0.10	0.66	0.05	0.335
S17	表	0.09	0.43	0.16	0.77	3.14	0.98	0.58	0.05	0.51	0.10	0.30	0.04	0.485
S19	表	0.12	0.60	0.47	0.65	3.17	0.83	0.52	0.15	0.64	0.14	<0.02	0.04	0.235
S19平	表	0.10	0.62	0.33	0.58	3.66	0.88	0.98	0.11	0.73	0.14	<0.02	0.04	0.435
S20	表	0.04	0.57	0.15	0.49	3.36	0.85	0.72	0.07	0.27	0.16	0.30	0.04	<0.22

备注：① 保留区水质要求维持现状，其区域内的检测水质评价统一从一类水质标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质；② ■ 表示符合一类水质标准；■ 表示符合二类水质标准；■ 表示符合三类水质标准；■ 表示符合四类水质标准；■ 表示超四类水质标准。

表 4.2.1-73 2017 年 11 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S25	表	0.37	1.33	0.37	0.90	5.50	1.95	0.35	<0.03	0.27	0.10	0.30	0.08	0.05	0.39
S25	底	0.40	—	0.41	0.94	5.75	1.95	0.35	0.15	0.46	0.13	<0.02	0.09	0.12	—
S25平	表	0.40	1.36	0.35	0.81	5.53	1.84	0.34	<0.03	0.27	0.11	<0.02	0.09	0.06	0.29
S25平	底	0.43	—	0.27	0.86	5.54	1.84	0.38	<0.03	0.52	0.12	<0.02	0.09	0.05	—
S30	表层	0.17	0.28	0.25	0.59	5.58	3.02	0.53	0.33	0.43	0.13	0.30	0.10	0.12	0.34
S30	底层	0.40	—	0.57	0.62	5.55	2.41	0.53	<0.03	0.36	0.10	0.30	0.11	0.15	—
S32	表	0.29	0.27	0.66	0.27	1.96	1.78	0.34	<0.03	0.41	0.05	<0.02	0.09	0.08	0.24
S32	底	0.26	—	0.46	0.24	1.80	1.54	0.33	0.06	0.96	0.07	<0.02	0.09	0.12	—
S32平	表	0.26	0.26	0.59	0.29	1.90	1.81	0.32	<0.03	0.43	0.07	<0.02	0.08	0.15	0.34
S32平	底	0.23	—	0.71	0.31	1.78	1.51	0.42	<0.03	0.91	0.06	<0.02	0.09	0.06	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S37	表	0.20	0.31	0.63	0.25	1.48	1.48	0.26	0.61	0.51	0.06	<0.02	0.08	0.03	0.34
S37	中	0.17	—	0.60	0.29	1.41	1.44	0.38	0.80	0.64	0.11	<0.02	0.09	0.03	<0.22
S37	底	0.20	—	0.77	0.31	1.40	1.37	0.28	1.13	0.22	0.07	<0.02	0.08	0.03	—
S38	表层	0.31	0.53	0.72	0.29	2.54	1.48	0.83	<0.03	0.33	0.05	0.30	0.08	0.10	<0.22
S38	中层	0.31	—	0.66	0.26	2.08	1.51	0.30	<0.03	0.42	0.05	0.30	0.08	0.12	—
S38	底层	0.34	—	0.81	0.29	1.79	1.78	0.32	<0.03	0.60	0.03	0.30	0.05	0.16	—
S39	表层	0.20	0.42	0.48	0.27	2.56	1.71	0.33	<0.03	0.46	0.08	<0.02	0.09	0.13	0.29
S39	中层	0.31	—	0.82	0.29	2.23	1.88	0.33	<0.03	0.25	0.07	<0.02	0.08	0.11	—
S39	底层	0.34	—	0.55	0.32	2.00	1.71	0.32	0.03	0.42	0.07	<0.02	0.09	0.13	—
S40	表层	0.51	0.25	0.47	0.43	3.35	1.71	0.57	<0.03	0.84	0.10	0.66	0.09	0.15	<0.22
S40	中层	0.46	—	0.22	0.33	2.61	1.64	0.39	<0.03	0.28	0.11	0.66	0.09	0.12	—
S40	底层	0.40	—	0.62	0.19	2.65	1.81	0.40	<0.03	0.39	0.11	0.66	0.08	0.17	—
S41	表层	0.86	0.47	0.48	0.43	4.36	2.21	0.41	<0.03	0.43	0.14	0.66	0.09	0.04	<0.22
S41	底层	0.54	—	0.30	0.36	3.82	1.78	0.48	<0.03	1.04	0.11	0.30	0.09	0.04	—
S42	表层	0.17	0.41	0.44	0.34	1.07	2.25	0.91	<0.03	0.40	0.09	<0.02	0.07	0.11	<0.22
S42	底层	0.26	—	0.34	0.30	0.90	2.18	0.73	<0.03	0.34	0.12	0.30	0.07	0.06	—
S42平	表层	0.20	0.41	0.47	0.28	0.87	2.21	0.94	<0.03	0.58	0.11	0.30	0.08	0.03	<0.22
S42平	底层	0.26	—	0.49	0.74	0.92	2.11	0.51	<0.03	0.39	0.15	0.30	0.08	0.01	—
S43	表	0.20	0.36	0.67	0.33	1.62	1.17	0.62	<0.03	0.40	0.05	<0.02	0.08	0.12	0.29
S43	中	0.20	—	0.66	0.25	1.39	1.37	0.53	0.76	0.32	0.10	<0.02	0.08	0.08	<0.22
S43	底	0.20	—	0.72	0.28	1.16	1.27	0.42	<0.03	0.40	0.06	<0.02	0.09	0.08	—
S44	表	0.14	0.30	0.56	0.25	1.54	1.24	0.62	0.31	1.43	0.06	0.30	0.08	0.05	0.39
S44	中	0.17	—	0.52	0.27	1.41	1.14	0.54	0.70	0.36	0.06	0.30	0.09	0.08	<0.22
S44	底	0.17	—	0.56	0.49	1.26	1.07	0.52	<0.03	0.49	0.03	<0.02	0.09	0.08	—
S45	表层	0.20	0.28	0.61	0.20	1.76	1.27	0.56	0.42	1.80	0.08	0.30	0.09	0.07	0.34
S45	中层	0.20	—	0.62	0.24	1.50	1.54	0.40	2.08	0.88	0.07	0.30	0.08	0.08	—
S45	底层	0.20	—	0.66	0.19	1.44	1.31	0.44	<0.03	1.29	0.07	0.30	0.09	0.05	—
S46	表层	0.34	0.29	0.73	0.25	1.85	1.51	0.47	<0.03	0.70	0.08	<0.02	0.09	0.08	<0.22

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S46	中层	0.31	—	0.79	0.31	1.72	1.58	0.46	0.44	0.46	0.07	0.30	0.09	0.11	—
S46	底层	0.31	—	0.89	0.25	1.40	1.44	0.46	<0.03	0.63	0.07	0.30	0.08	0.14	—
S47	表层	0.17	0.34	0.53	0.27	1.86	1.21	0.54	0.11	0.49	0.14	0.30	0.08	0.13	<0.22
S47	中层	0.20	—	0.59	0.24	1.58	1.24	0.58	0.66	0.31	0.08	0.30	0.08	0.12	—
S47	底层	0.20	—	0.50	0.24	1.74	1.37	0.42	<0.03	0.61	0.09	<0.02	0.09	0.06	—
S48	表层	0.31	0.53	0.72	0.29	2.54	1.48	0.83	<0.03	0.33	0.05	0.30	0.08	0.10	<0.22
S48	中层	0.31	—	0.66	0.26	2.08	1.51	0.30	<0.03	0.42	0.05	0.30	0.08	0.12	—
S48	底层	0.34	—	0.81	0.29	1.79	1.78	0.32	<0.03	0.60	0.03	0.30	0.05	0.16	—
S49	表层	0.06	0.31	0.41	0.26	1.95	1.11	0.66	0.43	1.10	0.07	0.30	0.07	0.02	0.34
S49	中层	0.06	—	0.42	0.19	1.70	0.91	1.04	<0.03	1.02	0.06	0.30	0.06	0.02	—
S49	底层	0.09	—	0.59	0.21	1.79	1.24	0.89	<0.03	1.09	0.04	0.30	0.07	0.02	—
最大值		0.86	1.36	0.89	0.94	5.75	3.02	1.04	2.08	1.80	0.14	0.66	0.11	0.17	0.39
最小值		0.06	0.25	0.22	0.19	0.87	0.91	0.26	<0.03	<0.16	0.03	<0.02	0.05	0.01	<0.22
超标率		0	6.3%	0	0	100%	100%	6.3%	12.5%	25.0%	0	0	0	0	0

备注：农渔业区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-74 2017 年 11 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S31	表层	0.31	0.39	0.86	0.42	2.07	1.91	0.37	0.26	0.24	0.07	0.30	0.08	0.07	<0.22
S31	底层	0.34	—	0.98	0.61	2.62	1.84	0.31	0.27	0.27	0.07	0.30	0.09	0.01	—
S36	表层	0.26	0.34	0.70	0.43	1.69	1.88	0.50	<0.03	0.35	0.09	<0.02	0.09	0.11	0.24
S36	中层	0.31	—	0.87	0.44	1.65	1.81	0.50	<0.03	0.47	0.09	<0.02	0.09	0.04	<0.22
S36	底层	0.31	—	0.85	0.38	1.69	1.91	0.47	0.75	0.46	0.09	<0.02	0.08	0.11	—
最大值		0.34	0.39	0.98	0.61	2.62	1.91	0.50	0.75	0.47	0.09	0.30	0.09	0.11	0.24
最小值		0.26	0.34	0.70	0.38	1.65	1.81	0.31	<0.03	0.24	0.07	<0.02	0.08	0.01	<0.22
超标率		0	0	0	0	100%	100%	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：海洋保护区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-75 2017 年 11 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S33	表层	0.24	0.08	0.55	0.18	0.88	0.87	0.03	0.00	0.14	0.01	<0.01	0.03	0.01	<0.11
S33	底层	0.23	—	0.59	0.17	0.83	0.94	0.03	0.00	0.08	0.01	0.07	0.03	0.02	—
S34	表层	0.19	0.07	0.44	0.19	1.12	0.91	0.04	0.00	0.14	0.01	0.17	0.03	0.02	0.17
S34	底层	0.20	—	0.49	0.16	1.11	0.96	0.04	0.00	0.06	0.01	0.07	0.04	0.04	—
S34 平	表层	0.21	0.07	0.47	0.15	1.09	0.92	0.04	0.00	0.12	0.01	0.17	0.04	0.03	0.14
S34 平	底层	0.21	—	0.50	0.22	1.17	0.96	0.03	0.00	0.06	0.01	0.07	0.04	0.01	—
最大值		0.24	0.08	0.59	0.22	1.17	0.96	0.04	0.00	0.14	0.01	0.17	0.04	0.04	0.17
最小值		0.19	0.07	0.44	0.15	0.83	0.87	0.03	0.00	0.06	0.01	<0.01	0.03	0.01	<0.11
超标率		0	0	0	0	50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：工业与城镇用海区执行海水水质三类标准

表 4.2.1-76 2017 年 11 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S23	表层	0.21	0.08	0.22	0.12	1.49	0.58	0.03	0.00	0.17	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02
S23	底层	0.21	—	0.20	0.05	1.55	0.73	0.03	0.00	0.35	0.01	0.00	0.03	0.01	—
S24	表层	0.20	0.05	0.22	0.17	1.10	0.63	0.04	0.00	0.12	0.01	0.03	0.04	0.01	0.03
S24	底层	0.21	—	0.07	0.15	1.46	0.64	0.03	0.00	0.35	0.01	0.00	0.04	0.01	—
S28	表层	0.22	0.05	0.25	0.15	0.99	0.66	0.04	0.00	0.17	0.01	0.00	0.04	0.01	0.04
S28	底层	0.21	—	0.30	0.18	1.01	0.70	0.03	0.00	0.24	0.01	0.03	0.04	0.01	—
S29	表层	0.16	0.05	0.38	0.07	0.89	0.42	0.05	0.00	0.22	0.01	0.00	0.03	0.01	<0.02
S29	中层	0.19	—	0.44	0.03	0.82	0.67	0.03	0.00	0.26	0.01	0.03	0.03	0.00	—
S29	底层	0.19	—	0.47	0.07	0.93	0.59	0.04	0.00	0.12	0.01	0.03	0.04	0.01	—
S35	表层	0.20	0.02	0.18	0.12	0.88	0.58	0.03	0.00	0.13	0.01	0.03	0.04	0.01	0.02
S35	中层	0.19	—	0.33	0.14	0.84	0.54	0.03	0.00	0.10	0.01	0.03	0.04	0.02	—
S35	底层	0.20	—	0.41	0.16	0.89	0.59	0.04	0.00	0.15	0.01	0.03	0.03	0.02	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

最大值	0.22	0.08	0.47	0.18	1.55	0.73	0.05	0.00	0.35	0.01	0.03	0.04	0.02	0.04
最小值	0.16	0.02	0.07	0.03	0.82	0.42	0.03	0.00	0.10	0.01	0.00	0.03	0.00	<0.02
超标率	0	0	0	0	60.0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区执行海水水质四类标准

表 4.2.1-77 2017 年 11 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
S21	表层	0.40	0.73	0.40	0.64	1.89	0.68	0.41	<0.03	0.60	0.13	0.30	0.08	0.04	0.24
S21	底层	0.37	—	0.50	0.43	1.74	0.79	0.34	<0.03	0.53	0.09	0.66	0.08	0.05	—
S22	表层	0.31	0.70	0.48	0.51	1.66	0.70	0.40	0.65	0.52	0.15	<0.02	0.09	0.06	0.24
S22	底层	0.46	—	0.59	0.52	1.61	0.87	0.54	0.32	0.38	0.13	0.30	0.10	0.10	—
S22 平	表层	0.37	0.73	0.47	0.51	1.76	0.74	0.50	0.14	0.61	0.15	0.30	0.09	0.07	0.34
S22 平	底层	0.46	—	0.48	0.50	1.57	0.86	0.48	0.16	0.29	0.15	0.30	0.08	0.07	—
S26	表层	0.43	0.27	0.28	0.72	2.08	0.76	0.36	<0.03	0.53	0.09	0.30	0.10	0.04	<0.22
S26	底层	0.43	—	0.07	0.67	1.89	0.96	0.46	<0.03	0.53	0.11	0.30	0.10	0.06	—
S27	表层	0.43	0.22	0.18	0.31	1.64	0.99	0.38	0.10	<0.16	0.12	0.30	0.09	0.08	0.29
S27	底层	0.40	—	0.29	0.31	1.63	0.74	0.40	0.13	0.26	0.10	0.30	0.09	0.06	—

备注：① 保留区水质要求维持现状，其区域内的检测水质评价统一从一类水质标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质；② ■ 表示符合一类水质标准；■ 表示符合二类水质标准；■ 表示符合三类水质标准；■ 表示符合四类水质标准；■ 表示超四类水质标准。

表 4.2.1-78 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H37	表	0.26	0.53	0.88	0.37	2.62	0.78	1.53	0.21	1.45	0.03	0.02	0.03	0.01	0.74
H37	底	0.17	—	0.38	0.08	2.17	0.58	0.52	0.25	1.28	0.02	0.30	0.02	0.01	—
H43	表	0.31	1.01	0.44	0.31	2.19	0.61	0.91	0.34	0.95	0.01	0.02	0.03	0.01	0.29

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H43	中	0.31	—	0.46	0.39	2.01	0.94	1.40	0.12	0.96	0.06	0.30	0.02	0.01	—
H43	底	0.23	—	0.30	0.33	2.01	0.58	1.00	0.10	0.85	0.05	0.02	0.02	0.01	—
H44	表	0.40	0.55	0.44	0.41	2.05	0.52	0.80	0.27	1.04	0.03	0.02	0.03	0.01	0.64
H44	中	0.37	—	0.49	0.37	1.89	0.36	0.72	0.14	0.91	0.02	0.02	0.03	0.01	—
H44	底	0.31	—	0.49	0.33	1.61	1.07	0.55	0.17	1.09	0.02	0.02	0.03	0.01	—
最大值		0.40	1.01	0.88	0.41	2.62	1.07	1.53	0.34	1.45	0.06	0.3	0.03	0.01	0.74
最小值		0.17	0.53	0.3	0.08	1.61	0.36	0.52	0.1	0.85	0.01	0.02	0.02	0.01	0.29
超标率		0	33.3%	0	0	100%	12.5%	25%	0	50%	0	0	0	0	0

备注：大襟岛海洋保护区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-79 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H31	表	0.03	0.45	0.52	0.52	4.85	1.74	0.79	0.25	0.78	0.05	0.02	0.04	0.01	0.34
H31	底	0.11	—	0.53	0.41	4.98	1.42	0.39	0.18	0.72	0.05	0.30	0.04	0.01	—
H36	表	0.11	0.53	0.29	0.35	2.66	0.84	0.58	0.20	1.49	0.09	0.02	0.03	0.01	0.44
H36	底	0.11	—	0.17	0.34	2.82	0.68	0.80	0.17	0.26	0.02	0.02	0.03	0.01	—
H38	表	0.20	0.72	0.57	0.23	1.85	0.81	1.48	0.09	0.86	0.03	0.02	0.03	0.01	0.22
H38	底	0.09	—	0.64	0.24	1.73	0.52	1.00	0.66	0.89	0.03	0.30	0.05	0.01	—
平 H38	表	0.26	0.77	0.63	0.24	1.85	0.71	1.36	0.66	0.73	0.03	0.30	0.03	0.01	0.22
平 H38	底	0.26	—	0.63	0.29	1.55	0.58	0.71	0.82	0.71	0.02	0.30	0.05	0.01	—
H39	表	0.11	1.42	0.60	0.33	2.42	2.00	1.39	0.34	0.68	0.03	0.02	0.03	0.01	0.22
H39	底	0.17	—	0.82	0.24	2.07	0.74	1.54	0.09	0.70	0.02	0.02	0.02	0.01	—
H40	表	0.14	1.34	0.42	0.32	1.53	0.29	0.41	0.23	0.26	0.01	0.02	0.04	0.01	0.44
H40	中	0.06	—	0.38	0.28	1.37	0.23	0.32	0.03	0.33	0.01	0.02	0.04	0.01	—
H40	底	0.11	—	0.44	0.22	1.14	0.36	0.38	0.08	0.32	0.01	0.30	0.04	0.01	—
H41	表	0.17	1.07	0.43	0.28	3.64	0.81	0.43	0.03	0.33	0.01	0.66	0.05	0.01	0.44
H41	中	0.09	—	0.40	0.36	3.23	0.45	0.44	0.07	0.19	0.01	0.66	0.05	0.01	—
H41	底	0.09	—	0.48	0.35	2.52	0.42	0.28	0.04	0.52	0.06	0.02	0.05	0.01	—
H42	表	0.34	0.99	0.32	0.41	2.35	0.58	1.44	0.40	1.19	0.04	0.02	0.02	0.01	0.24
H42	底	0.34	—	0.34	0.35	2.18	0.48	0.40	0.06	1.08	0.03	0.02	0.02	0.01	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H45	表	0.23	1.07	0.49	0.36	2.22	0.29	0.30	0.14	0.44	0.01	0.30	0.02	0.01	0.39
H45	中	0.23	—	0.39	0.25	1.99	0.29	0.39	0.12	0.98	0.01	0.30	0.03	0.01	—
H45	底	0.20	—	0.35	0.20	1.65	0.36	0.35	0.16	1.12	0.01	0.02	0.02	0.01	—
H46	表	0.20	0.74	0.36	0.42	2.43	0.36	0.50	0.19	0.17	0.01	0.30	0.03	0.01	0.24
H46	中	0.23	—	0.63	0.31	1.90	0.23	0.23	0.47	0.23	0.02	0.02	0.03	0.01	—
H46	底	0.20	—	0.33	0.28	1.64	0.16	0.20	0.20	0.18	0.02	0.30	0.03	0.01	—
H47	表	0.31	1.01	0.57	0.33	1.99	0.32	0.52	0.53	0.31	0.04	0.30	0.05	0.01	0.49
H47	中	0.11	—	0.43	0.32	1.53	0.29	0.24	0.06	0.20	0.01	0.30	0.04	0.01	—
H47	底	0.09	—	0.33	0.29	1.22	0.39	0.43	0.33	0.13	0.01	0.30	0.05	0.01	—
H48	表	0.26	1.01	0.29	0.42	1.84	0.16	0.50	0.12	0.52	0.05	0.66	0.04	0.01	0.22
H48	中	0.20	—	0.47	0.27	1.36	0.29	0.47	0.07	0.49	0.01	0.66	0.04	0.01	—
H48	底	0.17	—	0.71	0.31	1.51	0.19	0.30	0.17	0.08	0.02	0.30	0.04	0.01	—
最大值		0.34	1.42	0.82	0.52	4.98	2.00	1.54	0.17	1.49	0.09	0.66	0.05	0.01	0.49
最小值		0.03	0.45	0.17	0.20	1.14	0.16	0.20	0.03	0.08	0.01	0.02	0.02	0.01	0.22
超标率		0	41.7%	0	0	100%	10%	16.7%	0	13.3%	0	0	0	0	0

备注：湛江—珠海近海农渔业区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-80 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H10	表	0.71	1.23	0.31	0.63	7.92	0.71	0.61	0.01	0.27	0.01	0.01	0.06	0.00	0.69
H10	底	0.63	—	0.32	0.68	8.02	0.63	0.21	0.01	0.20	0.00	0.07	0.06	0.00	—
H16	表	0.26	0.72	0.93	0.68	6.87	0.82	0.30	0.03	0.38	0.01	0.07	0.04	0.00	0.29
H16	底	0.20	—	0.46	0.62	6.83	0.95	0.27	0.04	0.23	0.01	0.07	0.04	0.00	—
H20	表	0.20	0.74	0.57	0.67	7.44	1.18	0.36	0.09	0.59	0.01	0.17	0.04	0.00	0.54
H20	底	0.23	—	0.70	0.64	7.06	0.92	0.29	0.08	0.54	0.01	0.07	0.04	0.00	—
最大值		0.71	1.23	0.93	0.68	8.02	1.18	0.61	0.09	0.59	0.01	0.17	0.06	0.00	0.69
最小值		0.20	0.72	0.31	0.62	6.83	0.63	0.21	0.01	0.20	0.00	0.01	0.04	0.00	0.29
超标率		0	33.3%	0	0	100%	16.7%	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：都斛农渔业区执行海水水质二类标准

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

表 4.2.1-81 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H27	表	0.09	0.42	0.70	0.48	5.37	0.94	0.28	0.02	0.25	0.01	0.01	0.03	0.00	0.24
H27	底	0.11	—	0.54	0.24	4.10	0.60	0.17	0.13	0.35	0.01	0.01	0.02	0.00	—
最大值		0.11	0.42	0.70	0.48	5.37	0.94	0.28	0.13	0.35	0.01	0.01	0.03	0.00	0.24
最小值		0.09	0.42	0.54	0.24	4.10	0.60	0.17	0.02	0.25	0.01	0.01	0.02	0.00	0.24
超标率		0	0	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：工业与城镇用海区执行海水水质二类标准

表 4.2.1-82 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H07	表	0.71	0.21	0.19	0.39	5.64	0.79	0.08	0.05	0.09	0.00	0.07	0.03	0.00	0.17
H07	底	0.71	—	0.21	0.37	6.10	0.78	0.04	0.03	0.08	0.00	0.07	0.03	0.00	—
H08	表	0.66	0.31	0.32	0.37	6.46	0.94	0.06	0.06	0.07	0.00	0.07	0.04	0.00	0.11
H08	底	0.69	—	0.22	0.46	6.00	0.87	0.05	0.01	0.04	0.00	0.07	0.03	0.00	—
最大值		0.71	0.31	0.32	0.46	6.46	0.94	0.08	0.06	0.09	0.00	0.07	0.04	0.00	0.17
最小值		0.66	0.21	0.19	0.37	5.64	0.78	0.04	0.01	0.04	0.00	0.07	0.03	0.00	0.11
超标率		0	0	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：旅游休闲娱乐区执行海水水质三类标准

表 4.2.1-83 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H01	表	0.23	0.17	0.28	0.29	6.59	0.60	0.12	0.01	0.03	0.00	0.03	0.01	0.00	0.02
H01	底	0.22	—	0.23	0.45	5.75	0.64	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	—
H02	表	0.28	0.17	0.20	0.37	5.34	0.70	0.10	0.03	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
H02	底	0.22	—	0.47	0.41	6.47	0.52	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	—
H04	表	0.18	0.21	0.48	0.42	5.26	0.56	0.08	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
H04	底	0.20	—	0.21	0.41	5.32	0.52	0.05	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.00	—
H09	表	0.10	0.11	0.22	0.27	4.80	0.57	0.05	0.01	0.04	0.00	0.03	0.03	0.00	0.03
H09	底	0.07	—	0.37	0.31	3.94	0.57	0.07	0.04	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H30	表	0.14	0.10	0.14	0.23	2.84	0.32	0.06	0.00	0.02	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02
H30	底	0.19	—	0.21	0.28	2.44	0.34	0.05	0.00	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	—
H33	表	0.29	0.07	0.35	0.17	0.93	0.30	0.10	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07
H33	底	0.33	—	0.20	0.15	0.78	0.27	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	—
H34	表	0.26	0.14	0.22	0.18	1.49	0.17	0.08	0.01	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	0.05
H34	底	0.33	—	0.20	0.44	1.45	0.19	0.03	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00	—
H35	表	0.35	0.11	0.32	0.20	1.23	0.08	0.14	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03
H35	中	0.34	—	0.31	0.02	1.41	0.13	0.13	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	—
H35	底	0.37	—	0.32	0.12	1.08	0.12	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	—
最大值		0.37	0.21	0.48	0.45	6.59	0.70	0.14	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03	0.00	0.07
最小值		0.07	0.07	0.14	0.02	0.78	0.08	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
超标率		0	0	0	0	88.2%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区执行海水水质四类标准

表 4.2.1-84 2019 年 2 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H03	表	0.14	0.30	0.44	0.85	4.94	0.86	0.73	0.72	0.47	0.02	0.02	0.11	0.01	0.34
H03	底	0.11	—	0.73	0.69	4.80	0.61	0.55	0.71	0.47	0.12	0.02	0.10	0.01	—
H05	表	0.43	0.25	0.32	0.68	5.41	0.89	0.92	0.23	0.60	0.01	0.02	0.09	0.01	0.24
H05	底	0.43	—	0.52	0.62	4.88	0.90	0.53	0.53	0.25	0.01	0.02	0.09	0.01	—
平 H05	表	0.31	0.24	0.36	0.64	5.00	0.89	0.54	0.45	0.69	0.01	0.02	0.10	0.01	0.22
平 H05	底	0.29	—	0.43	0.60	5.07	0.86	0.59	0.97	0.31	0.01	0.02	0.09	0.01	—
H06	表	0.34	0.28	0.56	0.68	4.92	0.61	0.55	0.16	0.79	0.01	0.02	0.10	0.01	0.22
H06	底	0.20	—	0.72	0.58	5.03	0.65	0.47	0.27	0.94	0.01	0.02	0.10	0.01	—
H11	表	0.57	0.99	0.63	0.72	4.06	0.68	0.85	0.05	0.28	0.02	0.30	0.08	0.01	0.22
H11	底	0.57	—	0.34	0.56	4.04	0.58	0.38	0.03	0.13	0.02	0.02	0.08	0.01	—
H12	表	0.86	0.20	0.64	0.60	3.70	0.69	0.69	0.03	0.55	0.04	0.30	0.07	0.01	0.22
H12	底	0.77	—	0.70	0.48	3.77	0.65	0.37	0.03	0.80	0.06	0.02	0.07	0.01	—
H13	表	0.60	0.20	0.28	0.52	4.04	0.86	0.63	0.03	0.24	0.04	0.02	0.09	0.01	0.54
H13	底	0.77	—	0.34	0.75	3.88	0.79	0.61	0.07	0.32	0.04	0.02	0.09	0.01	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H14	表	0.51	0.24	0.29	0.58	3.80	0.81	0.90	0.03	0.24	0.03	0.30	0.09	0.01	0.29
H14	底	0.54	—	0.43	0.78	3.80	0.68	0.49	0.29	0.21	0.03	0.02	0.08	0.01	—
H15	表	0.77	0.25	0.58	0.62	3.46	0.66	0.94	0.03	0.35	0.05	0.30	0.06	0.01	0.24
H15	底	0.60	—	0.29	0.41	3.25	0.71	0.49	0.03	0.88	0.04	0.30	0.06	0.01	—
H17	表	0.11	0.64	0.76	0.60	3.95	0.94	0.85	0.35	0.66	0.04	0.30	0.08	0.01	0.59
H17	底	0.20	—	0.64	0.56	4.16	0.95	0.51	0.28	0.84	0.08	0.02	0.08	0.01	—
H18	表	0.23	0.58	0.39	0.68	3.58	0.78	0.45	0.54	0.98	0.05	0.30	0.04	0.01	0.22
H18	底	0.29	—	0.89	0.59	3.79	0.92	0.45	0.29	0.53	0.04	0.30	0.06	0.01	—
H19	表	0.60	0.18	0.39	0.71	4.13	1.00	0.41	0.03	0.44	0.02	0.02	0.08	0.01	0.59
H19	底	0.60	—	0.44	0.50	3.94	0.79	0.41	0.03	0.11	0.01	0.30	0.08	0.01	—
H21	表	0.06	0.74	0.56	0.72	3.53	0.71	0.87	0.23	0.40	0.05	0.30	0.06	0.01	0.49
H21	底	0.40	—	0.50	0.70	3.57	0.89	0.56	0.34	0.41	0.04	0.02	0.07	0.01	—
H22	表	0.23	0.77	0.55	0.67	2.84	0.87	0.66	0.80	0.85	0.06	0.30	0.05	0.01	0.59
H22	底	0.20	—	0.78	0.68	1.95	0.55	0.48	0.63	0.79	0.06	0.02	0.04	0.01	—
H23	表	0.80	0.17	0.58	0.64	3.80	0.61	0.64	0.03	0.17	0.01	0.02	0.15	0.01	0.39
H23	底	0.66	—	0.53	0.70	3.53	0.61	0.47	0.60	0.29	0.02	0.30	0.07	0.01	—
平 H23	表	0.63	0.17	0.54	0.64	3.62	0.60	0.58	0.03	0.16	0.02	0.30	0.15	0.01	0.39
平 H23	底	0.60	—	0.64	0.70	3.68	0.57	0.42	0.03	0.29	0.02	0.30	0.07	0.01	—
H24	表	0.00	0.21	0.66	0.56	2.88	0.89	0.47	0.24	0.80	0.03	0.30	0.05	0.01	0.22
H24	底	0.11	—	0.66	0.45	3.67	0.73	0.52	0.41	0.63	0.06	0.30	0.04	0.01	—
H25	表	0.03	0.74	0.40	0.77	3.71	0.80	0.90	0.22	0.56	0.06	0.30	0.07	0.01	0.34
H25	底	0.14	—	0.44	0.70	3.68	0.72	0.62	0.17	0.47	0.07	0.30	0.07	0.01	—
平 H25	表	0.17	0.74	0.49	0.70	4.22	0.76	0.93	0.17	0.51	0.03	0.30	0.07	0.01	0.39
平 H25	底	0.17	—	0.40	0.69	3.89	0.68	0.76	0.19	0.45	0.02	0.30	0.07	0.01	—
H26	表	0.60	0.18	0.34	0.74	3.23	0.82	0.81	0.17	0.24	0.02	0.30	0.07	0.01	0.59
H26	底	0.57	—	0.34	0.72	3.35	0.66	0.49	0.03	0.25	0.03	0.30	0.07	0.01	—
H28	表	0.11	0.53	0.51	0.49	2.34	0.76	0.71	0.97	0.54	0.06	0.66	0.04	0.01	0.22
H28	底	0.09	—	0.63	0.31	2.14	0.48	0.36	0.71	0.88	0.03	0.66	0.04	0.01	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H29	表	0.37	0.19	0.68	0.54	3.13	0.95	0.89	0.29	0.49	0.03	0.30	0.06	0.01	0.49
H29	底	0.23	—	0.49	0.52	3.15	0.84	0.43	0.23	0.98	0.03	0.02	0.05	0.01	—
H32	表	0.06	0.93	0.43	0.37	1.74	0.74	0.54	0.39	0.33	0.05	0.30	0.03	0.01	0.44
H32	底	0.06	—	0.51	0.36	1.69	0.60	0.78	0.29	0.53	0.08	0.30	0.03	0.01	—

备注：① 保留区水质要求维持现状，其区域内的检测水质评价统一从一类水质标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质；② ■ 表示符合一类水质标准；■ 表示符合二类水质标准；■ 表示符合三类水质标准；■ 表示符合四类水质标准；■ 表示超四类水质标准。

表 4.2.1-85 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H37	表	0.03	0.62	0.02	0.63	6.70	0.85	0.56	0.99	0.41	0.04	0.66	0.12	0.01	0.22
H37	底	0.06	—	0.12	0.58	6.19	0.85	0.58	1.14	0.35	0.04	0.66	0.12	0.01	—
H43	表	0.09	0.44	0.13	0.46	5.08	0.85	0.70	0.65	0.41	0.05	0.66	0.12	0.01	0.44
H43	中	0.49	—	0.21	0.41	4.38	0.23	0.57	0.75	0.78	0.05	0.30	0.11	0.01	—
H43	底	0.43	—	0.38	0.54	4.13	0.20	0.75	0.25	0.41	0.04	0.30	0.10	0.01	—
H44	表	0.54	0.46	0.45	0.69	5.60	0.20	0.42	0.52	0.37	0.05	0.30	0.12	0.01	0.22
H44	中	0.34	—	0.09	0.33	4.51	0.27	0.32	0.22	0.52	0.06	0.66	0.11	0.01	—
H44	底	0.49	—	0.00	0.59	5.33	0.20	0.68	0.56	0.26	0.04	0.30	0.11	0.01	—
最大值		0.54	0.46	0.45	0.69	6.70	0.85	0.75	1.14	0.78	0.06	0.66	0.12	0.01	0.44
最小值		0.03	0.62	0.00	0.33	4.13	0.20	0.32	0.22	0.26	0.04	0.30	0.1	0.01	0.22
超标率		0	0	0	0	100%	0	0	12.5%	0	0	0	0	0	0

备注：大襟岛海洋保护区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-86 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H31	表	0.11	0.52	0.21	0.79	7.34	0.27	0.71	0.42	0.92	0.05	0.30	0.12	0.01	0.29
H31	底	0.20	—	0.28	0.67	7.14	0.20	0.56	0.47	0.29	0.05	0.30	0.13	0.01	—
H36	表	0.11	0.56	0.27	0.57	6.30	0.79	0.53	0.40	0.51	0.05	0.66	0.12	0.01	0.64
H36	底	0.09	—	0.19	0.53	5.82	0.76	0.63	0.37	1.01	0.04	0.66	0.12	0.01	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H38	表	1.09	0.94	0.13	0.87	5.84	0.23	0.61	1.50	0.50	0.04	0.30	0.11	0.01	0.22
H38	底	1.37	—	0.24	0.86	6.10	0.30	0.59	0.90	0.57	0.06	0.30	0.12	0.01	—
平 H38	表	1.11	1.06	0.13	0.94	6.22	0.23	1.17	1.24	0.41	0.04	0.30	0.12	0.01	0.22
平 H38	底	1.43	—	0.27	0.86	5.66	0.23	0.71	0.48	0.61	0.04	0.30	0.12	0.01	—
H39	表	1.69	0.92	0.35	0.92	5.64	0.30	0.54	0.28	0.38	0.06	0.02	0.12	0.01	0.22
H39	中	1.34	—	0.12	0.94	5.52	0.20	0.84	0.13	0.36	0.07	0.02	0.12	0.01	—
H39	底	1.34	—	0.20	0.67	5.26	0.17	0.54	0.25	0.26	0.06	0.02	0.12	0.01	—
H40	表	0.26	0.90	0.34	0.79	7.14	0.30	0.30	0.47	0.85	0.09	0.02	0.14	0.01	0.24
H40	中	0.43	—	0.59	0.45	8.01	0.95	0.25	0.80	0.90	0.05	0.02	0.11	0.01	—
H40	底	0.40	—	0.89	0.45	5.74	0.69	0.29	0.64	0.58	0.08	0.02	0.12	0.01	—
H41	表	0.00	1.88	0.25	0.80	8.01	0.43	0.47	0.03	0.78	0.04	0.02	0.13	0.01	0.22
H41	中	0.43	—	0.97	0.26	4.05	0.76	0.26	0.93	1.47	0.06	0.02	0.11	0.01	—
H41	底	0.31	—	0.30	0.34	4.08	0.69	0.27	0.31	1.81	0.06	0.02	0.11	0.01	—
H42	表	0.80	0.64	0.21	0.67	3.91	0.30	0.49	0.36	0.29	0.04	0.30	0.11	0.01	0.39
H42	中	0.66	—	0.31	0.34	3.67	0.23	0.51	0.59	0.26	0.05	0.30	0.11	0.01	—
H42	底	0.71	—	0.33	0.48	3.78	0.20	1.05	0.69	0.32	0.04	0.66	0.11	0.01	—
H45	表	0.34	0.52	0.02	0.61	6.91	0.37	0.77	0.09	0.55	0.05	0.66	0.12	0.01	0.22
H45	中	0.00	—	0.06	0.44	5.61	0.63	0.41	0.08	0.60	0.06	0.66	0.12	0.01	—
H45	底	0.17	—	0.10	0.40	5.19	0.92	0.31	0.13	0.31	0.05	0.66	0.11	0.01	—
H46	表	1.26	1.26	0.32	0.91	7.02	0.66	0.54	0.10	0.60	0.03	0.02	0.12	0.01	0.22
H46	中	1.20	—	0.21	0.59	5.39	0.53	0.39	0.08	0.54	0.06	0.02	0.11	0.01	—
H46	底	0.86	—	0.12	0.61	4.81	0.50	0.28	0.26	0.63	0.06	0.02	0.11	0.01	—
H47	表	0.40	1.08	0.22	0.94	6.70	0.63	0.64	0.44	1.45	0.09	0.02	0.13	0.01	0.22
H47	中	0.17	—	0.08	0.71	5.37	0.46	0.55	0.29	1.32	0.05	0.02	0.11	0.01	—
H47	底	0.14	—	0.38	0.75	5.33	0.72	0.53	0.31	1.32	0.07	0.02	0.11	0.01	—
H48	表	0.03	0.72	0.29	0.84	7.68	0.40	0.43	0.27	1.68	0.05	0.02	0.14	0.01	0.74
H48	中	0.31	—	0.35	0.22	3.28	1.02	0.41	0.61	1.18	0.08	0.02	0.10	0.01	—
H48	底	0.31	—	0.34	0.39	3.66	0.98	0.41	0.90	1.53	0.07	0.02	0.10	0.01	—
最大值		1.69	1.88	0.97	0.94	8.01	1.02	1.17	1.50	1.81	0.09	0.66	0.14	0.01	0.74

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

最小值	0	0.52	0.02	0.22	3.28	0.17	0.25	0.03	0.26	0.03	0.02	0.1	0.01	0.22
超标率	28.1%	33.3%	0	0	100%	3.1%	6.3%	6.3%	28.1%	0	0	0	0	0

备注：湛江—珠海近海农渔业区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-87 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H10	表	1.09	1.34	0.03	0.94	0.44	0.95	0.27	0.12	0.56	0.00	0.01	0.10	0.00	0.44
H10	底	1.14	—	0.30	0.94	0.56	0.87	0.26	0.07	0.41	0.00	0.01	0.09	0.00	—
H16	表	0.11	1.14	0.10	0.86	10.82	1.01	0.34	0.06	0.28	0.00	0.07	0.09	0.00	0.22
H16	底	0.66	—	0.16	0.86	11.04	0.70	0.37	0.05	0.26	0.01	0.07	0.09	0.00	—
H20	表	0.06	0.60	0.17	0.92	9.77	0.13	0.37	0.16	0.10	0.01	0.07	0.09	0.00	0.22
H20	底	0.09	—	0.05	0.97	9.85	0.15	0.29	0.28	0.34	0.01	0.17	0.09	0.00	—
最大值		1.14	1.34	0.30	0.97	11.04	1.01	0.37	0.28	0.56	0.01	0.17	0.10	0.00	0.44
最小值		0.06	0.6	0.03	0.86	0.44	0.13	0.26	0.05	0.10	0.00	0.01	0.09	0.00	0.22
超标率		33.3%	66.7%	0	0	66.7%	16.7%	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：都斛农渔业区执行海水水质二类标准

表 4.2.1-88 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H27	表	0.40	0.56	0.48	0.86	7.62	0.07	0.34	0.03	0.13	0.01	0.07	0.09	0.00	0.22
H27	底	0.54	—	0.25	0.86	7.32	0.15	0.28	0.10	0.18	0.01	0.07	0.09	0.00	—
最大值		0.54	0.56	0.48	0.86	7.62	0.15	0.34	0.1	0.18	0.01	0.07	0.09	0.00	0.22
最小值		0.40	0.56	0.25	0.86	7.32	0.07	0.28	0.03	0.13	0.01	0.07	0.09	0.00	0.22
超标率		0	0	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：工业与城镇用海区执行海水水质二类标准

表 4.2.1-89 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H07	表	1.63	0.41	0.56	0.59	0.63	1.54	0.07	0.04	0.20	0.00	0.01	0.05	0.00	0.11
H07	底	1.74	—	0.28	0.57	0.42	1.37	0.06	0.00	0.35	0.00	0.01	0.05	0.00	—

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H08	表	1.57	0.34	0.16	0.68	0.35	1.39	0.08	0.02	0.22	0.00	0.01	0.05	0.00	0.29
H08	底	1.54	—	0.51	0.55	0.37	1.47	0.06	0.13	0.27	0.00	0.01	0.05	0.00	—
最大值		1.74	0.41	0.56	0.68	0.63	1.54	0.08	0.13	0.35	0	0.01	0.05	0	0.29
最小值		1.54	0.34	0.16	0.55	0.35	1.37	0.06	0.00	0.20	0	0.01	0.05	0	0.11
超标率		100%	0	0	0	0	100%	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：旅游休闲娱乐区执行海水水质三类标准

表 4.2.1-90 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H01	表	0.46	0.13	0.48	0.62	0.54	1.30	0.06	0.01	0.05	0.00	0.01	0.05	0.00	0.05
H01	底	0.52	—	0.45	0.67	0.51	1.18	0.05	0.05	0.08	0.00	0.03	0.05	0.00	—
H02	表	0.35	0.12	0.34	0.58	0.51	1.07	0.06	0.01	0.04	0.00	0.00	0.05	0.00	0.07
H02	底	0.46	—	0.43	0.68	0.33	1.13	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	—
H04	表	0.26	0.14	0.34	0.59	0.65	1.02	0.07	0.01	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.06
H04	底	0.31	—	0.47	0.58	0.36	1.11	0.05	0.01	0.04	0.00	0.03	0.05	0.00	—
H09	表	0.26	0.18	0.32	0.41	0.80	0.87	0.08	0.02	0.04	0.00	0.03	0.05	0.00	0.05
H09	底	0.22	—	0.32	0.43	0.50	0.83	0.06	0.00	0.05	0.00	0.03	0.05	0.00	—
H30	表	0.12	0.10	0.07	0.44	2.93	0.56	0.05	0.02	0.03	0.01	0.03	0.05	0.00	0.02
H30	底	0.02	—	0.17	0.42	4.27	0.65	0.05	0.03	0.02	0.01	0.03	0.05	0.00	—
H33	表	0.36	0.05	0.02	0.45	4.44	0.08	0.10	0.06	0.01	0.00	0.03	0.06	0.00	0.02
H33	底	0.46	—	0.15	0.38	3.39	0.05	0.05	0.06	0.02	0.00	0.03	0.05	0.00	—
H34	表	0.20	0.08	0.22	0.38	3.88	0.11	0.06	0.03	0.03	0.01	0.03	0.05	0.00	0.02
H34	底	0.21	—	0.12	0.42	3.85	0.12	0.04	0.11	0.04	0.01	0.03	0.05	0.00	—
H35	表	0.79	0.08	0.14	0.50	3.89	0.30	0.04	0.01	0.04	0.01	0.07	0.05	0.00	0.03
H35	中	0.54	—	0.14	0.30	2.79	0.10	0.08	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	—
H35	底	0.51	—	0.21	0.23	2.44	0.25	0.05	0.02	0.02	0.01	0.00	0.04	0.00	—
最大值		0.51	0.18	0.43	0.59	3.88	1.11	0.07	0.11	0.08	0.01	0.07	0.06	0.00	0.07
最小值		0.31	0.05	0.21	0.43	0.80	0.56	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02
超标率		0	0	0	0	52.9%	35.3%	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区执行海水水质四类标准

表 4.2.1-91 2019 年 4 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H03	表	0.19	0.25	0.18	0.62	0.41	0.90	0.38	0.12	0.48	0.01	0.02	0.14	0.01	0.79
H03	底	0.19	—	0.06	0.65	0.77	0.80	0.35	0.15	0.64	0.01	0.02	0.14	0.01	—
H05	表	0.32	0.17	0.56	0.99	0.77	1.14	0.52	0.77	0.73	0.01	0.30	0.13	0.01	0.39
H05	底	0.31	—	0.55	0.94	0.37	1.05	0.50	0.07	0.49	0.01	0.02	0.13	0.01	—
平 H05	表	0.34	0.19	0.56	0.68	0.54	1.19	0.84	0.31	0.63	0.02	0.30	0.13	0.01	0.34
平 H05	底	0.30	—	0.62	0.97	0.57	1.09	0.73	0.34	0.54	0.01	0.02	0.13	0.01	—
H06	表	0.28	0.41	0.08	0.99	0.49	1.01	0.65	0.63	0.61	0.01	0.02	0.13	0.01	0.74
H06	底	0.41	—	0.34	0.94	0.94	1.06	0.63	0.28	0.56	0.03	0.30	0.13	0.01	—
H11	表	0.09	0.92	0.25	0.85	0.70	0.70	0.50	0.46	0.48	0.02	0.30	0.15	0.01	0.29
H11	底	0.13	—	0.36	0.84	0.48	0.73	0.48	0.37	0.47	0.01	0.30	0.14	0.01	—
H12	表	0.22	0.20	0.26	0.95	0.51	0.81	0.69	0.80	0.74	0.02	0.02	0.13	0.01	0.22
H12	底	0.18	—	0.30	0.84	0.92	0.84	0.48	0.64	0.67	0.02	0.02	0.13	0.01	—
H13	表	0.09	0.20	0.15	0.96	0.59	0.81	0.54	0.87	0.42	0.04	0.02	0.14	0.01	0.79
H13	底	0.06	—	0.25	0.94	0.18	0.72	0.55	0.62	0.44	0.03	0.02	0.14	0.01	—
H14	表	0.13	0.20	0.44	0.78	0.40	0.76	0.62	0.30	0.60	0.05	0.02	0.14	0.01	0.22
H14	底	0.17	—	0.29	0.94	0.35	0.72	0.47	0.80	0.73	0.01	0.02	0.14	0.01	—
H15	表	0.14	0.18	0.30	0.78	0.63	0.80	0.57	0.69	0.94	0.03	0.02	0.13	0.01	0.44
H15	底	0.21	—	0.11	0.76	1.12	0.86	0.46	0.25	0.60	0.02	0.02	0.12	0.01	—
H17	表	0.17	0.44	0.01	0.86	5.68	0.74	0.64	0.38	0.95	0.01	0.30	0.14	0.01	0.54
H17	底	0.77	—	0.41	0.92	5.69	0.74	0.68	0.91	0.68	0.02	0.30	0.14	0.01	—
H18	表	0.63	0.62	0.22	0.98	4.94	0.82	0.56	0.84	0.73	0.02	0.30	0.14	0.01	0.44
H18	底	0.86	—	0.09	0.94	5.33	0.92	0.51	0.32	0.54	0.04	0.30	0.13	0.01	—
H19	表	0.15	0.19	0.55	0.83	3.25	0.75	0.48	0.45	0.50	0.02	0.30	0.14	0.01	0.64
H19	底	0.20	—	0.07	0.80	0.36	0.83	0.44	0.45	0.29	0.02	0.02	0.13	0.01	—
H21	表	0.34	0.54	0.18	0.97	4.87	0.37	0.68	0.47	0.12	0.03	0.66	0.13	0.01	0.29
H21	底	0.06	—	0.05	0.92	4.51	0.37	0.43	0.49	0.30	0.01	0.66	0.13	0.01	—
H22	表	0.66	0.64	0.21	0.94	5.37	0.70	0.88	0.31	0.40	0.02	0.30	0.14	0.01	0.24

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H22	底	0.09	—	0.00	0.96	5.26	0.67	0.68	0.24	0.41	0.03	0.02	0.13	0.01	—
H23	表	0.15	0.96	0.27	0.80	0.49	0.72	0.48	0.51	0.90	0.01	0.30	0.14	0.01	0.34
H23	底	0.23	—	0.34	0.85	1.40	0.73	0.43	0.50	0.43	0.02	0.30	0.14	0.01	—
平 H23	表	0.14	0.94	0.28	0.74	0.68	0.75	0.53	0.58	0.78	0.03	0.30	0.14	0.01	0.29
平 H23	底	0.21	—	0.35	0.82	2.70	0.77	0.48	0.48	0.43	0.03	0.30	0.14	0.01	—
H24	表	0.29	0.60	0.27	0.89	4.33	0.61	0.64	0.46	0.50	0.02	0.66	0.13	0.01	0.34
H24	底	0.54	—	0.15	0.90	4.10	0.20	0.71	0.34	0.30	0.03	0.66	0.13	0.01	—
H25	表	0.03	0.80	0.06	0.86	5.13	0.83	0.70	0.63	0.53	0.02	0.30	0.13	0.01	0.49
H25	底	0.03	—	0.10	0.85	5.64	0.98	0.75	0.94	0.64	0.02	0.30	0.13	0.01	—
平 H25	表	0.09	0.76	0.10	0.87	5.61	0.83	0.96	0.49	0.57	0.03	0.30	0.13	0.01	0.49
平 H25	底	0.09	—	0.08	0.90	5.61	0.90	0.78	0.22	0.60	0.04	0.30	0.13	0.01	—
H26	表	0.20	0.94	0.17	0.72	5.27	0.77	0.42	0.47	0.45	0.02	0.02	0.14	0.01	0.39
H26	底	0.21	—	0.18	0.82	2.51	0.78	0.42	0.48	0.81	0.04	0.02	0.13	0.01	—
H28	表	0.60	0.54	0.33	0.69	3.83	0.20	0.94	0.24	0.42	0.05	0.30	0.13	0.01	0.22
H28	底	0.69	—	0.08	0.90	3.69	0.14	0.91	0.92	0.31	0.04	0.66	0.12	0.01	—
H29	表	0.77	0.64	0.13	0.93	5.87	0.62	0.67	0.43	0.44	0.03	0.30	0.15	0.01	0.22
H29	底	0.60	—	0.08	0.84	5.18	0.63	0.73	0.61	0.26	0.09	0.30	0.13	0.01	—
H32	表	0.26	0.50	0.10	0.86	4.07	0.27	0.55	0.74	0.48	0.05	0.30	0.13	0.01	0.22
H32	底	0.43	—	0.23	0.85	4.05	0.20	0.94	0.42	0.49	0.04	0.30	0.12	0.01	—

备注：① 保留区水质要求维持现状，其区域内的检测水质评价统一从一类水质标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质；② ■ 表示符合一类水质标准；■ 表示符合二类水质标准；■ 表示符合三类水质标准；■ 表示符合四类水质标准；■ 表示超四类水质标准。

表 4.2.1-92 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H37	表	0.66	0.05	0.89	0.83	3.35	1.03	0.61	0.18	0.74	0.04	0.66	0.07	0.01	0.22
H37	底	0.71	--	1.34	0.50	3.79	0.79	0.37	0.27	0.92	0.04	0.30	0.07	0.01	--
H43	表	0.14	0.56	0.34	0.59	2.36	0.63	0.41	0.88	1.14	0.05	0.30	0.08	0.01	0.79

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H43	中	0.66	--	1.63	0.29	1.62	0.29	0.45	0.60	1.23	0.04	0.66	0.09	0.01	--
H43	底	0.86	--	2.19	0.43	1.81	0.69	0.30	0.43	1.10	0.04	0.30	0.08	0.01	--
H44	表	0.14	0.86	0.49	0.75	3.75	0.23	0.68	1.08	1.05	0.08	0.66	0.07	0.02	0.24
H44	中	0.17	--	0.88	0.30	5.16	0.23	0.43	0.91	0.83	0.03	0.30	0.07	0.01	--
H44	底	0.63	--	1.54	0.69	2.50	0.26	0.22	0.64	0.87	0.02	0.30	0.08	0.01	--
最大值		0.86	0.86	2.19	0.83	5.16	1.03	0.68	1.08	1.23	0.08	0.66	0.09	0.02	0.79
最小值		0.14	0.05	0.34	0.29	1.62	0.23	0.22	0.18	0.74	0.02	0.30	0.07	0.01	0.22
超标率		0.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%	12.5%	0.0%	12.5%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

备注：大襟岛海洋保护区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-93 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H31	表	0.57	0.92	0.64	0.64	5.31	1.53	0.38	0.49	0.77	0.05	0.30	0.09	0.01	0.29
H31	底	0.66	--	0.39	0.66	5.50	1.43	0.42	0.20	0.74	0.02	0.02	0.09	0.01	--
平 H31	表	0.60	0.92	0.41	0.75	5.08	1.56	0.31	1.59	0.68	0.08	0.30	0.08	0.01	0.24
平 H31	底	0.60	--	0.74	0.65	5.32	1.46	0.35	0.94	0.66	0.04	0.02	0.08	0.01	--
H36	表	0.23	0.54	0.46	0.53	3.24	0.29	0.51	0.50	0.96	0.01	0.30	0.07	0.02	0.22
H36	底	0.20	--	0.18	0.59	3.69	0.39	0.35	0.34	0.43	0.02	0.30	0.08	0.01	--
H38	表	0.26	0.54	0.13	0.43	3.10	0.23	0.52	1.16	0.92	0.04	0.30	0.09	0.01	0.22
H38	中	0.34	--	0.08	0.40	3.12	0.26	0.35	0.39	0.96	0.02	0.30	0.10	0.01	--
H38	底	0.23	--	0.59	0.38	1.82	0.26	0.24	0.21	0.97	0.01	0.30	0.10	0.02	--
平 H38	表	0.23	0.46	0.12	0.35	3.18	0.23	0.47	0.42	1.10	0.03	0.30	0.10	0.01	0.22
平 H38	中	0.31	--	0.06	0.38	2.95	0.29	0.27	0.19	1.09	0.02	0.30	0.11	0.01	--
平 H38	底	0.26	--	0.82	0.32	1.58	0.19	0.23	0.21	1.01	0.03	0.30	0.10	0.02	--
H39	表	0.34	0.75	0.14	0.46	2.17	0.19	0.34	0.03	1.16	0.02	0.30	0.11	0.01	0.22
H39	底	0.40	--	0.56	0.65	2.31	0.16	0.30	0.32	1.21	0.01	0.30	0.11	0.01	--
H40	表	0.71	0.24	0.68	0.53	5.45	0.66	0.34	0.41	0.70	0.13	0.30	0.11	0.01	0.22
H40	中	0.83	--	0.85	0.34	3.82	0.56	0.39	0.13	0.71	0.10	0.02	0.07	0.01	--
H40	底	0.77	--	1.27	0.45	5.30	0.59	0.30	0.27	0.62	0.09	0.30	0.07	0.02	--
H41	表	0.34	0.27	0.18	1.03	7.00	0.83	0.43	1.16	1.16	0.08	0.66	0.11	0.01	0.59

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H41	中	0.49	--	0.36	0.43	4.23	0.13	0.38	0.69	1.20	0.05	0.30	0.08	0.01	--
H41	底	0.54	--	1.29	0.34	6.17	0.23	0.27	0.83	0.98	0.01	0.30	0.08	0.01	--
H42	表	0.14	0.51	0.00	0.57	4.34	0.36	0.56	0.52	1.19	0.01	0.66	0.07	0.01	0.69
H42	底	0.17	--	0.44	0.29	1.66	0.33	0.31	0.44	1.11	0.02	0.66	0.07	0.01	--
H45	表	0.11	0.35	0.08	0.50	5.91	0.46	0.69	0.46	0.46	0.05	0.30	0.07	0.01	0.54
H45	中	0.37	--	1.14	0.54	3.35	0.23	0.28	0.87	0.64	0.02	0.30	0.07	0.01	--
H45	底	0.57	--	1.34	0.41	2.05	0.33	0.30	0.60	0.66	0.01	0.30	0.07	0.01	--
H46	表	0.06	0.56	0.33	0.76	8.04	0.49	0.30	0.74	0.57	0.04	0.30	0.08	0.01	0.34
H46	中	0.49	--	0.85	0.49	6.10	0.46	0.20	0.77	0.32	0.01	0.30	0.08	0.01	--
H46	底	0.71	--	1.77	0.40	3.59	0.66	0.27	0.75	0.52	0.03	0.30	0.07	0.01	--
H47	表	0.09	0.35	0.56	0.74	7.57	0.26	0.33	0.67	1.05	0.02	0.30	0.08	0.01	0.29
H47	中	0.31	--	0.84	0.52	4.34	0.29	0.26	1.03	1.10	0.04	0.30	0.07	0.01	--
H47	底	0.49	--	1.61	0.47	4.23	0.29	0.20	0.61	1.02	0.02	0.66	0.07	0.01	--
H48	表	0.34	0.08	0.05	0.71	7.12	0.29	0.90	0.67	0.84	0.02	0.02	0.10	0.01	0.22
H48	中	0.34	--	0.48	0.38	3.16	0.49	0.23	0.64	0.99	0.03	0.30	0.09	0.01	--
H48	底	0.26	--	0.59	0.29	3.88	0.13	0.27	1.22	1.09	0.02	0.30	0.08	0.01	--
最大值		0.83	0.92	1.77	1.03	8.04	1.56	0.90	1.59	1.21	0.13	0.66	0.11	0.02	0.69
最小值		0.06	0.08	0.00	0.29	1.58	0.13	0.20	0.03	0.32	0.01	0.02	0.07	0.01	0.22
超标率		0.0%	0.0%	17.6%	2.9%	100.0%	11.8%	0.0%	14.7%	38.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

备注：湛江—珠海近海农渔业区执行海水水质一类标准

表 4.2.1-94 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H10	表	1.26	0.59	0.26	0.71	3.52	1.06	0.22	0.10	0.25	0.02	0.01	0.06	0.00	0.22
H10	底	1.34	--	0.37	0.65	4.16	1.00	0.24	0.17	0.37	0.01	0.01	0.06	0.01	--
H16	表	1.11	0.54	0.20	0.59	2.29	0.86	0.28	0.08	0.47	0.01	0.07	0.07	0.01	0.39
H16	底	1.40	--	0.16	0.67	4.21	0.96	0.18	0.03	0.30	0.01	0.17	0.07	0.01	--
H20	表	1.23	0.46	0.19	0.63	3.22	0.96	0.23	0.07	0.29	0.01	0.07	0.07	0.00	0.22
H20	底	1.37	--	0.04	0.66	3.36	0.86	0.28	0.09	0.23	0.01	0.07	0.06	0.00	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

最大值	1.40	0.59	0.37	0.71	4.21	1.06	0.28	0.17	0.47	0.02	0.17	0.07	0.01	0.39
最小值	1.11	0.46	0.04	0.59	2.29	0.86	0.18	0.03	0.23	0.01	0.01	0.06	0.00	0.22
超标率	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

备注：都斛农渔业区执行海水水质二类标准

表 4.2.1-95 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H27	表	0.89	0.59	0.56	0.33	2.52	0.78	0.16	0.19	0.33	0.01	0.01	0.07	0.01	0.49
H27	底	0.89	--	0.07	0.42	3.80	0.76	0.15	0.07	0.34	0.01	0.01	0.07	0.00	--
最大值		0.89	0.59	0.56	0.42	3.80	0.78	0.16	0.19	0.34	0.01	0.01	0.07	0.01	0.49
最小值		0.89	0.59	0.07	0.33	2.52	0.76	0.15	0.07	0.33	0.01	0.01	0.07	0.00	0.49
超标率		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

备注：工业与城镇用海区执行海水水质二类标准

表 4.2.1-96 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H7	表	0.01	0.10	0.33	0.52	1.39	1.00	0.05	0.02	0.10	0.01	0.01	0.04	0.00	0.11
H7	底	0.00	--	0.42	0.49	2.12	0.91	0.04	0.05	0.11	0.01	0.01	0.03	0.00	--
H8	表	0.07	0.11	0.11	0.43	1.35	0.71	0.06	0.03	0.14	0.01	0.01	0.04	0.00	0.19
H8	底	0.03	--	0.14	0.47	1.66	0.66	0.04	0.07	0.07	0.00	0.01	0.04	0.00	--
最大值		0.07	0.11	0.42	0.52	2.12	1.00	0.06	0.07	0.14	0.01	0.01	0.04	0.00	0.19
最小值		0.00	0.10	0.11	0.43	1.35	0.66	0.04	0.02	0.07	0.00	0.01	0.03	0.00	0.11
超标率		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

备注：旅游休闲娱乐区执行海水水质三类标准

表 4.2.1-97 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H1	表	0.10	0.05	0.03	0.40	0.24	0.33	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05
H1	底	0.03	--	0.31	0.30	0.32	0.33	0.05	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	--

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

H2	表	0.22	0.05	0.19	0.42	0.64	0.24	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.06
H2	中	0.10	--	0.06	0.49	0.59	0.44	0.07	0.03	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	--
H2	底	0.03	--	0.08	0.43	1.17	0.51	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.04	0.00	--
H4	表	0.32	0.05	0.12	0.41	0.70	0.31	0.09	0.01	0.05	0.00	0.00	0.04	0.00	0.05
H4	底	0.04	--	0.24	0.40	0.87	0.46	0.06	0.01	0.05	0.01	0.00	0.04	0.00	--
H9	表	0.02	0.04	0.04	0.37	0.88	0.64	0.05	0.00	0.02	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04
H9	底	0.06	--	0.15	0.39	1.82	0.69	0.04	0.00	0.02	0.02	0.00	0.04	0.00	--
H30	表	0.14	0.02	0.07	0.32	3.21	0.60	0.04	0.01	0.02	0.01	0.03	0.04	0.00	0.02
H30	底	0.12	--	0.11	0.24	2.54	0.58	0.03	0.02	0.02	0.01	0.03	0.04	0.00	--
H33	表	0.11	0.03	0.43	0.26	1.88	0.44	0.04	0.02	0.05	0.01	0.03	0.02	0.00	0.03
H33	底	0.09	--	0.45	0.28	1.51	0.51	0.04	0.01	0.03	0.01	0.03	0.03	0.00	--
H34	表	0.15	0.09	0.19	0.29	2.99	0.10	0.03	0.00	0.02	0.01	0.03	0.04	0.00	0.04
H34	底	0.07	--	0.44	0.21	2.35	0.15	0.03	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	--
H35	表	0.13	0.07	0.22	0.47	2.62	0.19	0.05	0.00	0.07	0.01	0.03	0.04	0.00	0.04
H35	中	0.06	--	0.46	0.18	1.71	0.19	0.02	0.00	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00	--
H35	底	0.00	--	0.46	0.06	2.14	0.08	0.03	0.00	0.03	0.01	0.03	0.04	0.00	--
最大值		0.32	0.09	0.46	0.49	3.21	0.69	0.09	0.03	0.07	0.02	0.03	0.04	0.00	0.06
最小值		0.00	0.02	0.03	0.06	0.24	0.08	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
超标率		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	61.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
备注：港口航运区执行海水水质四类标准															

表 4.2.1-98 2019 年 8 月大潮海水水质质量指数

站位	层次	pH	石油类	DO	COD	无机氮	磷酸盐	Cu	Pb	Zn	Cd	Hg	As	Cr	挥发酚
H3	表	0.66	0.52	0.38	0.80	0.82	0.53	0.32	0.33	0.46	0.03	0.02	0.09	0.01	0.79
H3	底	0.63	--	0.08	0.65	0.56	0.46	0.53	0.25	0.33	0.02	0.02	0.06	0.01	--
H5	表	0.86	0.56	0.09	0.72	0.90	0.75	0.49	0.48	0.46	0.05	0.02	0.10	0.01	0.22
H5	底	0.86	--	0.49	0.77	1.00	0.73	0.42	0.13	0.27	0.07	0.02	0.10	0.01	--
平H5	表	0.83	0.51	0.28	0.71	0.82	0.70	0.61	0.03	0.48	0.03	0.02	0.10	0.01	0.22
平H5	底	0.86	--	0.85	0.81	0.99	0.70	0.44	0.14	0.31	0.04	0.02	0.10	0.01	--
H6	表	0.94	0.37	0.71	0.79	1.11	0.73	0.58	0.48	0.32	0.04	0.02	0.10	0.01	0.64
H6	底	0.07	--	0.96	0.69	1.06	0.95	0.45	0.36	0.28	0.10	0.02	0.09	0.01	--
H11	表	0.13	0.72	0.26	0.67	1.29	0.71	0.47	0.50	0.65	0.09	0.02	0.09	0.01	0.22
H11	底	0.16	--	0.39	0.67	1.49	1.00	0.32	0.90	0.58	0.03	0.02	0.09	0.01	--
H12	表	0.06	0.43	0.05	0.95	1.03	0.68	0.44	0.12	0.94	0.11	0.02	0.09	0.01	0.22
H12	底	0.15	--	0.59	0.77	0.82	0.74	0.41	0.25	0.76	0.07	0.30	0.09	0.01	--
H13	表	0.10	0.32	0.12	0.95	2.22	0.69	0.53	0.03	0.94	0.10	0.02	0.09	0.01	0.22
H13	底	0.10	--	0.37	0.96	2.59	0.96	0.49	0.34	0.54	0.03	0.02	0.09	0.01	--
H14	表	0.11	0.65	0.07	0.80	1.69	0.93	0.46	0.03	0.55	0.08	0.02	0.09	0.01	0.22
H14	底	0.12	--	0.33	0.79	1.86	0.86	0.66	0.35	0.52	0.03	0.02	0.09	0.01	--
H15	表	0.14	0.51	0.52	0.75	2.41	0.76	0.39	0.26	0.61	0.07	0.02	0.09	0.01	0.49
H15	底	0.19	--	0.57	0.91	1.94	1.00	0.43	0.07	0.69	0.06	0.02	0.07	0.01	--
H17	表	0.05	0.81	0.18	0.95	1.32	0.78	0.42	0.44	1.00	0.02	0.30	0.11	0.01	0.54
H17	底	0.09	--	0.59	0.99	1.62	0.76	0.38	0.50	0.83	0.04	0.30	0.11	0.01	--
H18	表	0.71	0.81	0.13	0.90	2.19	0.79	0.51	0.81	0.58	0.02	0.30	0.10	0.01	0.49
H18	底	0.38	--	0.95	0.68	2.05	0.71	0.34	0.24	1.00	0.06	0.30	0.10	0.02	--
H19	表	0.26	0.70	0.58	0.80	2.18	0.75	0.41	0.21	0.50	0.09	0.02	0.08	0.01	0.24
H19	底	0.28	--	0.54	0.81	2.25	0.78	0.41	0.50	0.70	0.11	0.02	0.10	0.01	--
H21	表	0.13	1.00	0.64	0.83	2.08	0.72	0.73	0.29	0.95	0.02	0.66	0.11	0.01	0.39

H21	底	0.17	--	0.33	0.85	1.82	0.98	0.43	0.64	0.46	0.08	0.66	0.09	0.01	--
H22	表	0.02	0.32	0.54	0.85	2.03	0.75	0.38	0.11	0.49	0.05	0.30	0.11	0.01	0.49
H22	底	0.08	--	0.84	0.78	2.26	0.74	0.39	0.56	0.42	0.06	0.30	0.11	0.01	--
平 H22	表	0.03	0.35	0.65	0.96	2.19	0.72	0.36	0.82	0.49	0.10	0.30	0.10	0.01	0.44
平 H22	底	0.05	--	0.78	0.86	2.17	0.72	0.48	0.73	0.96	0.10	0.30	0.11	0.01	--
H23	表	0.24	0.67	0.99	0.83	2.26	0.93	0.38	0.19	0.76	0.10	0.02	0.09	0.01	0.74
H23	底	0.23	--	0.61	0.83	2.11	0.96	0.40	0.24	0.58	0.09	0.02	0.09	0.01	--
H24	表	0.01	0.54	0.72	0.69	2.16	0.76	0.51	0.52	0.80	0.05	0.02	0.10	0.01	0.54
H24	底	0.03	--	0.85	0.61	2.33	0.86	0.44	0.89	0.87	0.06	0.30	0.10	0.01	--
H25	表	0.16	0.47	0.97	0.86	2.48	0.90	0.42	0.59	0.92	0.05	0.02	0.11	0.01	0.59
H25	底	0.06	--	0.68	0.86	2.05	0.91	0.27	0.78	0.54	0.04	0.02	0.10	0.02	--
平 H25	表	0.17	0.40	0.79	0.71	2.48	0.86	0.37	0.74	0.95	0.07	0.02	0.10	0.01	0.64
平 H25	底	0.05	--	0.83	0.73	2.17	0.93	0.31	0.77	0.43	0.06	0.02	0.10	0.01	--
H26	表	0.03	0.52	0.33	0.73	2.58	0.93	0.33	0.07	0.53	0.07	0.02	0.11	0.01	0.59
H26	底	0.03	--	0.19	0.54	2.66	0.98	0.28	0.08	0.46	0.06	0.66	0.11	0.01	--
H28	表	0.77	0.51	0.68	0.76	2.08	0.71	0.51	0.90	0.82	0.05	0.30	0.10	0.01	0.22
H28	底	0.77	--	0.61	0.75	1.92	0.76	0.66	0.49	0.69	0.05	0.30	0.10	0.01	--
H29	表	0.94	0.32	0.37	0.92	2.07	0.83	0.63	0.43	0.63	0.05	0.30	0.11	0.01	0.22
H29	底	0.97	--	0.91	0.94	2.11	0.81	0.31	0.67	0.80	0.05	0.30	0.10	0.01	--
H32	表	0.63	0.48	0.16	0.78	2.71	0.83	0.66	0.29	0.47	0.04	0.66	0.06	0.01	0.54
H32	底	0.60	--	0.11	0.55	1.56	0.66	0.34	0.26	0.85	0.04	0.30	0.06	0.01	--

备注：① 保留区水质要求维持现状，其区域内的检测水质评价统一从一类水质标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第四类海水水质标准的检测数据，评价至第四类海水水质）；② ■ 表示符合一类水质标准；■ 表示符合二类水质标准；■ 表示符合三类水质标准；■ 表示符合四类水质标准；■ 表示超四类水质标准。

4.2.1.4 沉积物环境质量现状调查与评价

4.2.1.4.1 海洋沉积物调查结果

2016年9月、2017年11月和2019年4月项目海洋沉积物调查结果见表5.3.3-1~表5.3.3-3。

4.2.1.4.2 海洋沉积物现状评价

2016年9月、2017年11月和2019年4月项目海洋沉积物标准指数见表5.3.3-6~表5.3.3-6。

(1) 2016年9月

① 农渔业区

调查海域农渔业区仅包括都斛农渔业区，要求执行海洋沉积物质量一类标准。由调查及评价结果可知，该农渔业区包含2个调查站位，其中S12站位沉积物中仅锌超标，S18站位沉积物中仅铜超标，其余调查因子均符合海洋沉积物质量一类标准。

② 保留区

调查海域保留区包括黄茅海保留区，要求海洋沉积物质量维持现状。由调查及评价结果可知，该保留区包含8个调查站位，海洋沉积物中除少数铜、镉和石油类含量符合沉积物质量二类标准外，其余监测因子均符合沉积物质量一类标准。

(2) 2017年11月

① 农渔业区

调查海域农渔业区仅包括湛江—珠海近海农渔业区，要求执行海洋沉积物质量一类标准。由调查及评价结果可知，该农渔业区包含9个调查站位，其中铜和镉超标率为33.3%，砷超标率为44.4%，硫化物超标率为66.7%，其余调查因子均符合海洋沉积物质量一类标准。

② 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括大杧岛-荷包岛工业与城镇用海区，要求执行海洋沉积物质量二类标准。由调查及评价结果可知，该工业与城镇用海区包含2个调查站位，所有调查因子均符合海洋沉积物质量二类标准。

③ 港口航运区

调查海域工业与城镇用海区仅包括高栏港口航运区，要求执行海洋沉积物质量

量三类标准。由调查及评价结果可知，该港口航运区包含 2 个调查站位，所有调查因子均符合海洋沉积物质量三类标准。

④ 保留区

调查海域保留区包括黄茅海保留区，要求海洋沉积物质量维持现状。由调查及评价结果可知，该保留区包含 1 个调查站位，海洋沉积物中除少数铜、砷和铬含量符合沉积物质量二类标准外，其余监测因子均符合沉积物质量一类标准。

(3) 2019 年 4 月

① 农渔业区

调查海域农渔业区包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，要求执行海洋沉积物第一类标准。由调查及评价结果可知，主要超标因子为 Cu 和 As，超标率分别为 33.3% 和 22.2%；其他因子全部符合海洋沉积物第一类标准。

② 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，要求执行海洋沉积物第一类标准。由调查及评价结果可知，工业与城镇用海区仅 1 个调查站位，主要超标因子为 Cu 和 As，超标率均为 100%；其他因子全部符合海洋沉积物第一类标准。

③ 游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，要求执行海洋沉积物第二类标准。由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区包含 2 个调查站位，所有站位中海洋沉积物监测因子 Cu、Pb、Zn、Cd、As、Cr、Hg、有机碳、硫化物和石油类均符合海洋沉积物第二类标准。

④ 港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区和高栏港口航运区，要求执行海洋沉积物第三类标准。由调查及评价结果可知，港口航运区包含 4 个调查站位，所有站位中海洋沉积物监测因子 Cu、Pb、Zn、Cd、As、Cr、Hg、有机碳、硫化物和石油类均符合海洋沉积物第三类标准。

⑤ 黄茅海保留区

位于该保留区的调查站位有 8 个，要求海洋沉积物维持现状。从调查及评价结果可知，所有站位中海洋沉积物监测因子 Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、有机碳、硫

化物和石油类均符合海洋沉积物第一类标准；大多数站位中海洋沉积物监测因子 As 符合海洋沉积物第一类标准，仅个别站位中海洋沉积物监测因子 As 符合海洋沉积物第二类标准；半数站位中海洋沉积物监测因子 Cu 符合海洋沉积物第一类标准，半数站位中海洋沉积物监测因子 Cu 符合海洋沉积物第二类标准。

综上，表明项目及其周围海域海洋沉积物质量状况基本良好。

表 4.2.1-99 2016 年 9 月海洋沉积物现状调查结果

站号	铅	铜	镉	锌	总汞	砷	石油类	硫化物	有机碳
	mg/kg (×10 ⁻⁶)								%
S01	41.6	20.0	0.56	106.7	0.094	14.44	430.2	24.8	0.89
S02	30.4	22.3	0.26	98.3	0.185	14.26	67.6	21.2	0.77
S04	45.9	18.5	0.61	128.4	0.133	14.85	866.8	32.0	1.13
S07	23.3	7.8	0.20	71.8	0.073	10.17	30.5	17.9	0.89
S10	49.3	18.4	0.48	130.0	0.160	14.77	167.0	158.2	1.12
S12	46.0	19.1	0.32	151.6	0.153	19.77	146.8	18.1	1.21
S14	13.1	24.1	0.13	75.1	0.058	11.55	12.3	36.2	1.23
S16	26.8	41.8	0.20	58.0	0.108	12.54	36.6	1.2	1.12
S18	48.6	57.1	0.32	141.6	0.158	18.76	39.3	47.2	1.29
S20	20.9	18.5	0.09	28.3	0.042	8.69	7.1	4.2	0.15

表 4.2.1-100 2017 年 11 月海洋沉积物现状调查结果

项目 站位	汞 10 ⁻⁶	铜 10 ⁻⁶	铅 10 ⁻⁶	锌 10 ⁻⁶	镉 10 ⁻⁶	砷 10 ⁻⁶	铬 10 ⁻⁶	硫化物 10 ⁻⁶	石油类 10 ⁻⁶	有机 碳
S21	0.085	50.1	29.7	127.1	0.39	24.65	103.5	65.5	75.3	1.02
S23	0.123	48.4	36.3	144.4	0.62	29.70	99.4	184.9	915.6	1.05
S25	0.064	39.2	27.6	80.2	0.31	15.18	75.4	226.1	151.7	0.68
S28	0.088	37.6	28.8	88.1	0.33	20.84	86.8	114.5	90.1	0.79
S30	0.129	34.2	26.9	83.8	0.35	27.85	89.3	77.1	105.4	0.90
S32	0.174	23.2	19.2	64.0	0.82	15.59	69.0	48.3	17.5	0.36
S33	0.050	22.4	19.5	82.0	0.24	12.89	70.0	132.4	24.0	0.38
S34	0.137	33.3	24.8	74.3	0.20	19.14	86.6	104.9	229.8	0.91
S40	0.055	23.9	19.6	72.8	0.29	12.10	67.2	94.8	113.3	0.47
S42	0.092	35.6	35.4	105.3	0.59	28.35	105.7	151.2	86.7	0.81
S43	0.094	32.1	30.6	116.9	0.23	24.08	84.4	76.8	46.1	0.70
S44	0.063	36.8	29.8	90.8	0.25	18.65	89.0	135.9	136.3	0.69
S46	0.085	34.2	35.0	140.0	0.17	20.57	107.1	112.6	195.4	0.96
S48	0.095	32.0	31.6	63.0	1.66	18.75	118.2	161.8	444.1	0.68

表 4.2.1-101 2019 年 4 月海洋沉积物现状调查结果

项目 站位	铜 10-6	铅 10-6	锌 10-6	镉 10-6	砷 (10- 6	铬 10-6	总汞 10-6	有机碳 %	硫化物 10-6	石油类 10-6
H1	67.7	44.5	151.9	0.24	29.63	94.7	0.079	1.07	52.4	290.1
H3	38.1	39.6	105.0	0.47	14.26	47.7	0.065	0.62	55.0	128.9
H5	26.1	31.8	81.8	0.10	13.00	46.0	0.020	1.18	33.0	46.7
H7	26.0	25.5	81.3	0.06	12.60	53.3	0.022	0.59	52.3	14.5
H8	44.8	39.0	115.6	0.21	18.54	86.3	0.046	1.01	90.5	46.6
H10	54.5	47.8	131.9	0.17	25.57	67.6	0.111	1.05	39.7	27.8
H12	39.1	32.9	108.7	0.20	16.94	64.5	0.146	0.68	75.8	143.7
H14	50.6	43.7	132.1	0.15	21.07	71.3	0.122	0.96	52.5	66.8
H16	48.3	42.5	117.2	0.21	23.07	63.5	0.123	0.92	174.0	85.0
H18	53.0	41.9	128.2	0.11	20.99	76.6	0.085	1.02	159.8	12.4
H21	6.9	19.2	43.9	<0.04	5.13	12.1	0.008	0.19	27.5	79.8
H23	28.9	27.8	96.3	<0.04	11.15	62.5	0.067	0.62	107.6	30.9
H25	4.4	8.6	36.0	<0.04	9.74	15.8	0.012	0.21	9.6	9.9
H27	37.8	29.4	114.9	0.05	22.38	68.0	0.096	0.80	30.9	10.9
H30	33.8	25.7	114.6	0.05	15.79	63.4	0.073	0.58	37.6	9.8
H31	39.1	34.7	100.2	0.05	17.16	58.7	0.100	0.84	19.5	11.7
H33	37.9	35.6	117.5	0.17	17.34	66.3	0.136	0.78	63.2	47.6
H35	40.9	35.0	134.3	0.05	18.28	72.4	0.094	1.09	137.4	136.4
H36	30.2	24.7	82.5	0.05	14.92	46.1	0.060	0.55	84.2	34.1
H38	19.2	19.7	68.7	<0.04	13.78	44.8	0.043	0.20	28.1	26.9
H40	16.3	15.6	84.9	<0.04	8.56	44.6	0.032	0.19	16.9	7.9
H42	26.3	23.5	86.0	<0.04	12.92	60.3	0.085	0.52	22.7	14.6
H46	32.2	30.5	128.5	0.08	15.22	68.4	0.090	0.74	44.8	213.0
H48	34.8	38.3	126.5	0.05	14.44	66.2	0.070	1.29	56.8	78.2

表 4.2.1-102 2016 年 11 月海洋沉积物质量指数

项目 站号	汞	铜	铅	锌	镉	砷	硫化物	石油类	有机碳
S12	0.76	0.55	0.77	1.01	0.63	0.99	0.06	0.29	0.61

S18	0.79	1.63	0.81	0.94	0.65	0.94	0.16	0.08	0.64
最大值	0.79	1.63	0.81	1.01	0.65	0.99	0.16	0.29	0.64
最小值	0.76	0.55	0.77	0.94	0.63	0.94	0.06	0.08	0.61
超标率%	0	50%	0	50%	0	0	0	0	0
备注：农渔业区执行海洋沉积物质量一类标准									

表 4.2.1-103 2016 年 11 月海洋沉积物质量指数

项目 站号	汞	铜	铅	锌	镉	砷	硫化物	石油类	有机碳
S01	0.47	0.57	0.69	0.71	0.37	0.72	0.08	0.86	0.44
S02	0.92	0.64	0.51	0.66	0.53	0.71	0.07	0.14	0.39
S04	0.66	0.53	0.76	0.86	0.40	0.74	0.11	0.87	0.57
S07	0.37	0.22	0.39	0.48	0.40	0.51	0.06	0.06	0.44
S10	0.80	0.53	0.82	0.87	0.95	0.74	0.53	0.33	0.56
S14	0.29	0.69	0.22	0.50	0.25	0.58	0.12	0.02	0.61
S16	0.54	0.42	0.45	0.39	0.39	0.63	0.00	0.07	0.56
S20	0.21	0.53	0.35	0.19	0.17	0.43	0.01	0.01	0.08
备注：① 保留区海洋沉积物质量要求维持现状，其区域内的检测沉积物评价统一从一类沉积物标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价；② 表示符合一类沉积物标准； 表示符合二类沉积物标准； 表示符合三类沉积物标准。									

表 4.2.1-104 2017 年 11 月海洋沉积物质量指数

项目 站号	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	石油类	有机碳
S25	0.32	1.12	0.46	0.53	0.63	0.76	0.94	0.75	0.30	0.34
S30	0.65	0.98	0.45	0.56	0.70	1.39	1.12	0.26	0.21	0.45
S32	0.87	0.66	0.32	0.43	1.64	0.78	0.86	0.16	0.03	0.18
S40	0.28	0.68	0.33	0.49	0.59	0.61	0.84	0.32	0.23	0.24
S42	0.46	1.02	0.59	0.70	1.19	1.42	1.32	0.50	0.17	0.41
S43	0.47	0.92	0.51	0.78	0.45	1.20	1.06	0.26	0.09	0.35
S44	0.31	1.05	0.50	0.61	0.50	0.93	1.11	0.45	0.27	0.34
S46	0.42	0.98	0.58	0.93	0.35	1.03	1.34	0.38	0.39	0.48
S48	0.47	0.92	0.53	0.42	3.33	0.94	1.48	0.54	0.89	0.34
最大值	0.87	1.12	0.59	0.93	3.33	1.42	1.48	0.75	0.89	0.48
最小值	0.28	0.66	0.32	0.42	0.35	0.61	0.84	0.16	0.03	0.18
超标率%	0.0	33.3	0.0	0.0	33.3	44.4	66.7	0.0	0.0	0.0
备注：农渔业区执行海洋沉积物质量一类标准										

表 4.2.1-105 2017 年 11 月海洋沉积物质量指数

项目 站号	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	石油类	有机碳
S33	0.10	0.22	0.15	0.23	0.16	0.29	0.58	0.26	0.23	0.30
S34	0.27	0.33	0.19	0.21	0.13	0.20	0.47	0.21	0.02	0.13
最大值	0.27	0.33	0.19	0.23	0.16	0.29	0.58	0.26	0.23	0.30
最小值	0.10	0.22	0.15	0.21	0.13	0.20	0.47	0.21	0.02	0.13
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

备注：工业与城镇用海区执行海洋沉积物质量二类标准

表 4.2.1-106 2017 年 11 月海洋沉积物质量指数

项目 站号	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	石油类	有机碳
S23	0.12	0.24	0.15	0.24	0.12	0.32	0.37	0.31	0.61	0.26
S28	0.09	0.19	0.12	0.15	0.07	0.22	0.32	0.19	0.06	0.20
最大值	0.12	0.24	0.15	0.24	0.12	0.32	0.37	0.31	0.61	0.26
最小值	0.09	0.19	0.12	0.15	0.07	0.22	0.32	0.19	0.06	0.20
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区执行海洋沉积物质量三类标准

表 4.2.1-107 2017 年 11 月海洋沉积物质量指数

项目 站号	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	硫化物	石油类	有机碳
S21	0.42	0.50	0.49	0.8	0.77	0.38	0.69	0.22	0.15	0.51

备注：① 保留区海洋沉积物质量要求维持现状，其区域内的检测沉积物评价统一从一类沉积物标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价。② 表示符合一类沉积物标准； 表示符合二类沉积物标准； 表示符合三类沉积物标准。

表 4.2.1-108 沉积物质量指数（2019 年 4 月）

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机 碳	硫化 物	油类
H10	1.56	0.80	0.88	0.33	1.28	0.84	0.56	0.52	0.13	0.06
H16	1.38	0.71	0.78	0.42	1.15	0.79	0.62	0.46	0.58	0.17
H31	1.12	0.58	0.67	0.10	0.86	0.73	0.50	0.42	0.07	0.02
H36	0.86	0.41	0.55	0.11	0.75	0.58	0.30	0.27	0.28	0.07
H38	0.55	0.33	0.46	0.08	0.69	0.56	0.21	0.10	0.09	0.05
H40	0.47	0.26	0.57	0.08	0.43	0.56	0.16	0.09	0.06	0.02
H42	0.75	0.39	0.57	0.08	0.65	0.75	0.43	0.26	0.08	0.03
H46	0.92	0.51	0.86	0.15	0.76	0.86	0.45	0.37	0.15	0.43

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机 碳	硫化 物	油类
H48	1.00	0.64	0.84	0.11	0.72	0.83	0.35	0.64	0.19	0.16
最大 值	1.56	0.8	0.88	0.42	1.28	0.86	0.62	0.64	0.58	0.43
最小 值	0.47	0.26	0.46	0.08	0.43	0.56	0.16	0.09	0.06	0.02
超标 率	33.3%	0	0	0	22.2%	0	0	0	0	0
备 注:	湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类质量标准									

表 4.2.1-109 沉积物质量指数 (2019 年 4 月)

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机 碳	硫化 物	油类
H27	1.08	0.49	0.77	0.09	1.12	0.85	0.48	0.40	0.10	0.02
超标 率	100%	0	0	0	100%	0	0	0	0	0
备 注:	广海湾工业与城镇用海区执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类质量标准									

表 4.2.1-110 沉积物质量指数 (2019 年 4 月)

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机 碳	硫化 物	油类
H7	0.26	0.42	0.23	0.04	0.19	0.36	0.04	0.20	0.10	0.01
H8	0.45	0.65	0.33	0.14	0.29	0.58	0.09	0.34	0.18	0.05
最大 值	0.45	0.65	0.33	0.14	0.29	0.58	0.09	0.34	0.18	0.05
最小 值	0.26	0.42	0.23	0.04	0.19	0.36	0.04	0.20	0.10	0.01
超标 率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
备 注:	银湖湾旅游休闲娱乐区执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第二类质量标准									

表 4.2.1-111 沉积物质量指数 (2019 年 4 月)

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机 碳	硫化 物	油类
H1	0.34	0.74	0.25	0.05	0.32	0.35	0.08	0.27	0.09	0.48
H30	0.17	0.43	0.19	0.01	0.17	0.23	0.07	0.14	0.06	0.02

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机 碳	硫化 物	油类
H33	0.19	0.59	0.20	0.03	0.19	0.25	0.14	0.19	0.11	0.08
H35	0.20	0.58	0.22	0.01	0.20	0.27	0.09	0.27	0.23	0.23
最大 值	0.34	0.74	0.25	0.05	0.32	0.35	0.14	0.27	0.23	0.48
最小 值	0.17	0.43	0.19	0.01	0.17	0.23	0.07	0.14	0.06	0.02
超标 率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
备 注:	银洲湖港口航运区和高栏港口航运区执行《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第三类质量标准									

表 4.2.1-112 沉积物质量指数 (2019 年 4 月)

项目 站位	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	有机碳	硫化物	油类
H3	0.38	0.66	0.70	0.94	0.71	0.60	0.33	0.31	0.18	0.26
H5	0.75	0.53	0.55	0.20	0.65	0.58	0.10	0.59	0.11	0.09
H12	0.39	0.55	0.72	0.41	0.85	0.81	0.73	0.34	0.25	0.29
H14	0.51	0.73	0.88	0.30	0.32	0.89	0.61	0.48	0.18	0.13
H18	0.53	0.70	0.85	0.21	0.32	0.96	0.43	0.51	0.53	0.02
H21	0.20	0.32	0.29	0.08	0.26	0.15	0.04	0.10	0.09	0.16
H23	0.83	0.46	0.64	0.08	0.56	0.78	0.34	0.31	0.36	0.06
H25	0.13	0.14	0.24	0.08	0.49	0.20	0.06	0.10	0.03	0.02

备注: ① 保留区海洋沉积物质量要求维持现状, 其区域内的检测海洋沉积物质量评价统一从一类海洋沉积物质量标准开始评价, 超过评价标准的检测结果, 按下一级标准评价, 超过第三类海洋沉积物质量标准的检测数据, 评价至第三类海洋沉积物质量; ② 表示符合一类海洋沉积物质量标准; 表示符合二类海洋沉积物质量标准; 表示符合三类海洋沉积物质量标准。

4.2.2 地表水环境现状调查与评价

4.2.2.1 地表水环境质量现状监测

1. 监测断面与采样点布设

本评价委托广东增源检测技术有限公司对项目沿线经过水体进行监测。按照《环境影响评价导则 地表水环境》(HT2.3-2018)的规定对水样进行混合。断面分布具体见

表 4.2.2-1 和图 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 水环境监测断面布设表

编号	河流/水库	断面位置	经纬度	垂线	水质类别
W1	鲤鱼水库	线位跨越处	112°53'3.23"东 22°0'51.94"北	1	III类水质
W2	猪鬃潭水库	线位跨越处	112°54'59.33"东 22°0'19.50"北	1	II类水质
W3	南村塘水库	线位北侧	112°56'13.02"东 22°1'0.67"北	1	III类水质
W4	月湾河	线位跨越处	112°57'26.53"东 22°0'53.33"北	1	III类水质
W5	十字沥	线位南侧	113°9'8.27"东 22°2'13.21"北	1	III类水质

2. 监测项目

根据项目水污染物排放特点及受纳水体特征，按照《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ 2.3-2018）和国家《环境监测技术规范》中地表水河流水质项目要求，监测水质项目包括：水温、pH、DO、BOD5、CODCr、高锰酸盐指数、SS、氨氮、石油类、总磷、总氮（W1、W2和W3断面）共10项。

3. 监测时间和频率

广东增源检测技术有限公司于2019年11月28日~11月30日对本项目沿线水体进行了一期监测，对沿线水体进行监测，监测时间为3天，每天1次。具体采样时间及频次见

4. 水样检测及分析方法

水样采集、保存与分析方法均按《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91-2002）、《水质采样 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）进行。

表 4.2.2-2 水环境监测方法一览表

监测项目	分析方法	检测依据	设备名称	检出限
水温	温度计法	GB/T 13195-1991	水银温度计	0.1℃
pH值	玻璃电极法	GB/T 6920-1986	便携式 pH 计 PHBJ-260F	0-14 (无量纲)
溶解氧	电化学探头法	HJ 506-2009	溶解氧仪 AZ8403	0-20mg/L
悬浮物	重量法	GB/T 11901-1989	电子分析天平 AL104	4mg/L

监测项目	分析方法	检测依据	设备名称	检出限
高锰酸盐指数	滴定法	GB 11892-1989	滴定管	0.5mg/L
五日生化需氧量	稀释与接种法	HJ 505-2009	滴定管	0.5mg/L
化学需氧量	重铬酸盐法	HJ 828-2017	滴定管	4mg/L
氨氮	纳氏试剂分光光度法	HJ 535-2009	分光光度计 UV-759	0.025mg/L
总磷	钼酸铵分光光度法	GB/T 11893-1989	分光光度计 UV-759	0.01mg/L
石油类	红外光度法	HJ 637-2012	红外测油仪 JDS-106U	0.01mg/L



图 4.2.2-1 水环境监测布点图



图 4.2.2-2 水环境监测布点图 2

4.2.2.2 地表水环境质量现状评价

1. 评价标准

本项目本项目涉及鲤鱼水库，南村塘水库，月湾河执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准，猪鬃潭水库执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质标准，十字沥支流执行《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) II类水质标准。

2. 评价方法

根据《环境影响评价导则 地表水环境》(HT2.3-2018)所推荐的单项目水质参数评价法进行评价。单项水质参数评价方法采用标准指数法，单项水质参数*i*在第*j*点的标准指数计算公式：

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{si}$$

式中： S_{ij} ——单项水质评价因子*i*在第*j*取样点的标准指数；

C_{ij} ——水质评价因子*i*在第*j*取样点的浓度 (mg/L)；

C_{si} ——评价因子*i*的评价标准 (mg/L)；

DO 的标准指数为：

$$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad \text{当 } DO_j \leq DO_f$$

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

式中： $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ (mg/L)，*T* 为水温 (°C)

SDO_j ——溶解氧在第*j*取样点的标准指数；

DO_j ——溶解氧在第*j*取样点的浓度 (mg/L)；

DO_s ——溶解氧的评价标准 (mg/L)。

pH 值单因子指数按下式计算：

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

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

式中： pH_j ——监测值；

pH_{LL} ——水质标准中规定的 pH 的下限；

pH_{UL} ——水质标准中规定的 pH 的上限。

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准限值，已经不能满足水质功能要求。水质参数的标准指数越大，说明该水质参数超标越严重。

3.监测结果及标准指数结果

本次地表水现状监测结果见表 4.2.2-3，各监测指标的标准指数计算结果见表 4.2.2-4。

4.水环境质量现状监测结果分析与评价

监测结果表明，鲤鱼水库中的总氮和月湾河断面中的 BOD_5 、 COD_{cr} 、氨氮、高锰酸盐指数、总磷存在不同程度的超标，其余各水体中各项参数均可达到相应水环境质量标准。推测超标的原因因为村民生活污水未经处理直接排放，以及农业化肥和库区养殖等面源污染导致相关水体水质恶化。

4.2.2.3 小结

根据本项目水污染物排放特点及接纳水体特征，本次评价选取水温、pH、DO、 BOD_5 、 COD_{cr} 、氨氮、石油类、SS、高锰酸盐指数、悬浮物等 10 个参数对沿线水体进行现状监测。

监测结果表明，鲤鱼水库中的总氮和月湾河断面中的 BOD_5 、 COD_{cr} 、氨氮、高锰酸盐指数、总磷存在不同程度的超标，其余各水体中各项参数均可达到相应水环境质量标准。推测超标的原因因为村民生活污水未经处理直接排放，以及农业化肥和库区养殖等面源污染导致相关水体水质恶化。

表 4.2.2-3 地表水水质现状监测结果 (单位: mg/L, pH 值、水温除外)

监测断面	监测日期	水温 (°C)	pH 值 (无量纲)	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	石油类
W1 鲤鱼水库	2019-11-28	25.2	7.12	18	5.06	18	5.2	3.2	0.750	0.19	1.63	0.03
	2019-11-29	25.2	6.91	16	5.10	16	5.0	3.0	0.644	0.17	1.80	0.02
	2019-11-30	24.9	7.10	14	5.12	16	4.9	2.9	0.672	0.18	1.72	0.02
W2 猪岷潭水库	2019-11-28	24.8	7.04	13	6.08	7	1.2	1.2	0.099	0.03	0.37	0.04
	2019-11-29	24.8	7.09	11	6.14	9	1.3	1.6	0.107	0.02	0.41	0.03
	2019-11-30	23.9	7.05	12	5.20	10	1.4	1.7	0.101	0.03	0.38	0.03
W3 南村塘水库	2019-11-28	25.4	7.20	15	5.19	11	2.6	1.9	0.350	0.07	0.65	0.02
	2019-11-29	25.6	7.22	13	5.05	13	2.4	2.3	0.324	0.06	0.74	0.02
	2019-11-30	24.8	7.23	15	5.08	12	2.3	2.1	0.332	0.08	0.71	0.04
W4 月湾河	2019-11-28	26.2	7.09	24	4.55	26	6.4	4.8	7.71	1.12	—	0.03
	2019-11-29	26.1	7.26	22	4.63	23	6.2	4.4	8.51	1.01	—	0.04
	2019-11-30	25.7	7.16	19	4.57	25	6.5	4.6	7.96	1.02	—	0.04
W5 十字沥	2019-11-28	25.1	7.40	20	5.12	18	5.9	3.4	0.555	0.05	—	0.02
	2019-11-29	25.0	7.33	17	5.06	16	5.6	2.8	0.403	0.05	—	0.03
	2019-11-30	24.8	7.45	22	5.14	14	5.7	2.6	0.380	0.04	—	0.02

表 4.2.2-4 地表水水质标准指数表

监测断面	监测日期	pH 值	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	石油类
W1 鲤鱼水库	2019-11-28	0.06	0.60	0.04	0.90	0.87	0.80	0.75	0.95	1.63	0.60
	2019-11-29	0.09	0.53	0.04	0.80	0.83	0.75	0.64	0.85	1.80	0.40
	2019-11-30	0.05	0.47	0.04	0.80	0.82	0.73	0.67	0.90	1.72	0.40

监测断面	监测日期	pH 值	悬浮物	溶解氧	化学需氧量	高锰酸盐指数	五日生化需氧量	氨氮	总磷	总氮	石油类
W2 猪𪔵潭水库	2019-11-28	0.02	0.52	0.03	0.47	0.30	0.40	0.20	0.30	0.74	0.80
	2019-11-29	0.04	0.44	0.03	0.60	0.33	0.53	0.21	0.20	0.82	0.60
	2019-11-30	0.02	0.48	0.03	0.67	0.35	0.57	0.20	0.30	0.76	0.60
W3 南村塘水库	2019-11-28	0.10	0.50	0.04	0.55	0.43	0.48	0.35	0.35	0.65	0.40
	2019-11-29	0.11	0.43	0.04	0.65	0.40	0.58	0.32	0.30	0.74	0.40
	2019-11-30	0.12	0.50	0.04	0.60	0.38	0.53	0.33	0.40	0.71	0.80
W4 月湾河	2019-11-28	0.04	0.80	0.04	1.30	1.07	1.20	7.71	5.60	0	0.60
	2019-11-29	0.13	0.73	0.04	1.15	1.03	1.10	8.51	5.05	0	0.80
	2019-11-30	0.08	0.63	0.04	1.25	1.08	1.15	7.96	5.10	0	0.80
W5 十字沥	2019-11-28	0.20	0.67	0.04	0.90	0.98	0.85	0.56	0.25	0	0.40
	2019-11-29	0.17	0.57	0.04	0.80	0.93	0.70	0.40	0.25	0	0.60
	2019-11-30	0.23	0.73	0.04	0.70	0.95	0.65	0.38	0.20	0	0.40

4.2.3 声环境现状调查与评价

4.2.3.1 声环境现状监测

1. 监测范围及监测点布设

根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)中的有关规定,结合项目特点和实地勘察,本次声环境现状监测点具体见表2。

敏感点垂直断面监测:当敏感目标高于(含)三层建筑时,还应选取有代表性的不同楼层设置测点进行同时监测。结合本项目敏感点分布情况,本项目的噪声监测点位布置见表4.2.3-1和图1-1和图1-2。

2. 监测项目

敏感点监测项目为:等效连续A声级 $LeqA$ 、 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 。同步监测S49新台高速交通量。

3. 监测时间和频率

噪声:每个监测点均需连续监测两天,每天分昼间(06:00-22:00)和夜间(22:00-06:00)各监测一次,每次监测20min。

车流量:S49新台高速车流量,每次监测20分钟,分为昼间和夜间(监测时间与噪声监测一致),按照摩托车、小型车、中型车、大型车分别进行归类统计。并录同期20min视频。监测时间详见表4.2.3-1。

表4.2.3-1 项目噪声监测点一览表

序号	敏感点名称	坐标	监测项目	监测位置
1	地罗村	112°52'22.47"东 22°1'19.21"北	噪声:一层	第一排
2	中和村-北	112°52'40.80"东 22°1'18.81"北	噪声:一层	第一排
		112°52'41.44"东 22°1'19.97"北	噪声:一层	第二排
3	中和村-南	112°52'32.82"东 22°1'12.99"北	噪声:一层、二层、三层 S49新台高速交通量	第一排
4	五和村 (矮岭村)	112°52'50.78"东 22°0'51.10"北	噪声:一层	第一排
5	月湾村-西	112°57'18.28"东 22°0'44.73"北	噪声:一层	第一排
6	月湾村-东	112°57'26.29"东 22°0'50.02"北	噪声:一层	第一排
7	福仁村	112°58'21.67"东 22°1'3.24"北	噪声:一层	第一排
8	忠义村	112°58'33.18"东	噪声:一层	第一排

		22°1'6.94"北		
9	振新村	112°58'45.35"东 22°0'56.94"北	噪声：一层、二层、三层	第一排
10	新斗村	112°58'55.69"东 22°1'2.62"北	噪声：一层	第一排
11	福田村	112°58'49.42"东 22°0'52.46"北	噪声：一层、二层、三层	第一排

4. 监测方法

按照《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的有关规定,选在无雨、风速小于5.0m/s的天气进行测量,传声器设置敏感点建筑物户外1m处,高度为1.2~1.5m。在现场监测时,同时记录监测点主要噪声源、周围环境特征等。



图 4.2.3-1 噪声监测布点图

4.2.3.2 声环境现状评价

监测期间，新台高速 S49 交通量统计结果详见表 4.2.3-2。

表 4.2.3-2 交通量检测结果一览表

监测点位	监测时间	测试时间段内车流量（辆/20min）							
		10月28日				10月29日			
		摩托车	小型车	中型车	大型车	摩托车	小型车	中型车	大型车
中和村-南	15:30	5	263	49	14	6	275	45	12
	22:00	0	20	1	1	0	13	4	1

从监测结果可得知，项目沿线敏感点周边噪声源主要为社会生活噪声和交通噪声，所监测敏感点昼间和夜间噪声值均能达到《声环境质量标准》(GB3096-2008)中 2 类标准。监测结果详见表 4.2.3-3。

表 4.2.3-3 项目沿线敏感点噪声监测数据一览表

监测点位		监测时间	监测数据		是否达标		执行标准
			11月28日	11月29日	11月28日	11月29日	
福田村第一排	1层	昼间	55.8	55	达标	达标	60
		夜间	46.8	45.5	达标	达标	50
	2层	昼间	54.9	53.8	达标	达标	60
		夜间	44.7	45.3	达标	达标	50
	3层	昼间	53.2	52.4	达标	达标	60
		夜间	44.3	44.6	达标	达标	50
月湾村-东		昼间	48.1	45.7	达标	达标	60
		夜间	42.6	42.2	达标	达标	50
月湾村-西		昼间	48.1	46	达标	达标	60
		夜间	40.9	41.9	达标	达标	50
五和村		昼间	47.7	47.8	达标	达标	60
		夜间	42.1	42.3	达标	达标	50
地罗村		昼间	46.4	43.7	达标	达标	60
		夜间	40.8	41.6	达标	达标	50
中和村-南第一排	1层	昼间	54.2	53	达标	达标	60
		夜间	46.9	46	达标	达标	50
	2层	昼间	55.3	54.7	达标	达标	60
		夜间	48.7	47.3	达标	达标	50
	3层	昼间	56	55.4	达标	达标	60
		夜间	49.1	49.1	达标	达标	50
中和村-北第一排		昼间	45.7	43.5	达标	达标	60
		夜间	40.6	41.9	达标	达标	50
中和村-北第二排		昼间	45.3	42.6	达标	达标	60

	夜间	39.7	40.8	达标	达标	50
--	----	------	------	----	----	----

监测结果显示，所有敏感点均符合《声环境质量标准》（GB3096-2006）中 2 类标准要求。

4.2.4 大气环境现状调查与评价

1. 珠海市环境空气达标区判断

根据《2018 年珠海市环境状况》，2018 年珠海市大气环境质量如下：

(1) 二氧化硫：SO₂ 均值为 7 微克/立方米，达到《环境空气质量标准》（标准限值：60μg/m³）；

(2) 二氧化氮：NO₂ 均值为 30 微克/立方米，达到《环境空气质量标准》（标准限值：40μg/m³）；

(3) 可吸入颗粒物（PM₁₀）：PM₁₀ 均值为 43 微克/立方米，达到《环境空气质量标准》（标准限值：70 μg/m³）；

(4) 一氧化碳：CO 均值（按 24 小时平均第 95 百分位数统计）为 1.0 毫克/立方米，达到《环境空气质量标准》（标准限值：4 mg/m³）

(5) 臭氧：O₃ 均值（按日最大 8 小时滑动平均值第 90 百分位数统计）为 162 微克/立方米，超过《环境空气质量标准》（标准限值：160 μg/m³）。

(6) 细颗粒物（PM_{2.5}）：PM_{2.5} 均值为 27 微克/立方米，达到《环境空气质量标准》（标准限值：35 μg/m³）；

根据《2018 年珠海市环境状况》，SO₂、NO₂、PM₁₀、CO、PM_{2.5} 均达到《环境空气质量标准》GB3095-2012 及 2018 年修改单中的二级标准，O₃ 不达标，因此项目所在区域为不达标区。

臭氧是氮氧化物与挥发性有机物经过大气光化学反应生成的二次污染，是具有远距离输送典型的区域性污染物，目前《广东省人民政府关于印发〈广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）〉的通知（粤府〔2018〕128 号）》已要求珠三角地区建设项目实施 VOCs 排放两倍削减量替代，《珠海市人民政府办公室关于印发珠海市环境空气质量提升计划（2018-2020）的通知》也要求对排放二氧化硫、氮氧化物建设项目实行现役源 2 倍削减量替代，通过上述措施，可逐步改善臭氧质量状况。

2. 江门市环境空气达标区判断

根据江门市生态环境局发布的《2018年江门市环境质量状况公报》，2018年江门市国家直管监测站点二氧化硫年均浓度为9微克/立方米，二氧化氮年均浓度为35微克/立方米，可吸入颗粒物（PM₁₀）年均浓度为56微克/立方米，一氧化碳日均值第95百分位数浓度（CO-95per）为1.2毫克/立方米，臭氧日最大8小时平均第90百分位数浓度（O₃-8h-90per）为184微克/立方米，细颗粒物（PM_{2.5}）年均浓度为31微克/立方米。除臭氧外，其余五项环境空气污染物年均浓度均达到国家二级标准限值要求。

由此可见，江门市环境空气中SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}及CO的年均浓度值均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级评价标准要求，O₃的年均浓度值不能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级评价标准要求，因此，项目所在区域环境空气为不达标区。

根据《江门市环境空气质量限期达标规划（2018-2020年）》，江门市采取调整产业结构，优化工业布局；优化能源结构，提高清洁能源使用率；强化环境监管，加大工业源减排力度；调整运输结构，强化移动源污染防治等一系列措施后，到2020年，江门空气质量实现全面达标，其中PM_{2.5}和臭氧两项指标达到环境空气质量二级标准，NO₂、PM₁₀、CO、SO₂四项指标稳定达标并持续改善，空气质量达标天数比例达到90%以上。

4.2.5 生态环境现状调查与评价

4.2.5.1 海洋生物质量现状调查与评价

4.2.5.1.1 海洋生物质量调查结果

2016年9月、2017年11月以及2019年2月、4月和8月项目海洋生物质量调查结果见表4.2.5-1~表4.2.5-5。

表 4.2.5-1 生物体质量监测结果（2016年9月）

站位	种类	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Hg mg/kg	石油烃 mg/kg
S1	花鲈	<2.0	<0.04	3.6	<0.005	<0.2	0.02	0.7
	脊尾白虾	3.0	<0.04	12.1	0.034	0.2	0.02	0.9
	中华海鲗	<2.0	<0.04	29.3	0.005	<0.2	0.01	5.1
S5	短体银鲈	<2.0	<0.04	12.0	0.014	<0.2	0.01	1.6
	花鲈	<2.0	<0.04	5.2	<0.005	<0.2	0.02	0.6
	中华海鲗	<2.0	<0.04	18.4	<0.005	<0.2	0.02	5.5
S12	凤鲚	<2.0	<0.04	6.3	0.009	<0.2	0.01	0.9
	拟穴青蟹	11.3	<0.04	26.3	0.027	0.4	<0.01	1.8
	中华海鲗	<2.0	<0.04	8.4	<0.005	<0.2	0.02	3.2

S16	花鲮	<2.0	0.07	5.3	0.008	<0.2	0.02	5.5
	脊尾白虾	4.3	<0.04	12.0	0.056	<0.2	0.03	1.3
	文蛤	<2.0	<0.04	6.8	0.047	0.3	0.01	1.2
S19	凤鲚	<2.0	<0.04	7.6	0.013	<0.2	0.01	2.1
	拟穴青蟹	4.3	0.04	18.0	0.055	0.4	<0.01	0.8
	裘氏小沙丁鱼	<2.0	<0.04	4.7	0.006	<0.2	0.01	2.9

表 4.2.5-2 生物体质量监测结果（2017 年 11 月）

站位	种类	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Cr mg/kg	Hg mg/kg	石油烃 mg/kg
S22	日本蟳	5.3	0.15	10.8	0.054	0.4	0.05	0.01	1.1
	口虾蛄	4.3	<0.04	7.5	0.631	0.6	0.06	<0.01	2.8
S25	红星梭子蟹	4.4	0.20	7.4	0.278	0.4	0.05	0.01	2.3
	亨氏仿对虾	2.3	<0.04	12.7	0.023	0.3	<0.04	<0.01	1.1
	棘头梅童鱼	<2.0	<0.04	1.9	0.013	<0.2	0.10	<0.01	0.7
S29	日本蟳	13.1	0.10	24.2	0.065	1.0	<0.04	0.01	2.7
	晶莹蟳	9.3	0.08	17.6	0.063	0.4	0.07	<0.01	0.8
S32	日本蟳	6.5	0.05	9.5	0.020	0.6	<0.04	0.01	0.7
S41	亨氏仿对虾	3.3	0.04	4.2	0.051	0.3	0.07	<0.01	1.1
	脊尾白虾	5.0	<0.04	20.9	0.048	0.2	0.05	0.01	0.5
	密鳞牡蛎	106.2	0.15	256.9	0.555	0.4	0.18	0.01	11.7
S43	口虾蛄	30.7	<0.04	12.7	2.151	0.7	0.07	<0.01	8.2
S45	凤鲚	<2.0	<0.04	<0.4	0.030	<0.2	<0.04	<0.01	2.9
S47	日本蟳	12.7	0.24	17.8	0.059	0.6	<0.04	0.01	0.7
	口虾蛄	18.7	0.04	12.0	0.530	0.4	0.04	<0.01	4.3
S49	口虾蛄	5.4	0.06	24.3	0.970	0.7	0.07	<0.01	26.5
	亨氏仿对虾	4.8	<0.04	12.6	0.037	0.4	0.04	<0.01	5.3

表 4.2.5-3 生物体质量监测结果（2019 年 2 月）

站号	物种名称	Hg mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Cr mg/kg	石油烃 mg/kg
H1	前鳞骨鲻	0.01	2.8	0.22	6.5	0.027	0.6	0.10	2.6
H2	三角鲂	0.03	<2.0	<0.04	9.0	<0.005	0.6	0.04	4.2
H4	前鳞骨鲻	<0.01	<2.0	<0.04	5.8	0.006	0.6	0.07	3.3
H7	斑鲮	0.01	<2.0	<0.04	10.4	0.013	0.6	<0.04	4.1
H9	前鳞骨鲻	<0.01	<2.0	<0.04	5.5	0.012	0.7	<0.04	4.1
H11	花鲮	0.01	2.3	<0.04	8.5	0.047	0.8	<0.04	3.5
H12	布氏蚶	0.02	<2.0	<0.04	20.9	0.112	0.6	0.07	14.4
H13	脊尾白虾	0.01	3.8	<0.04	11.6	0.033	0.6	0.05	4.7

H15	前鳞骨鲻	<0.01	2.2	<0.04	8.9	0.035	0.6	<0.04	3.6
H17	近江牡蛎	0.01	63.1	0.12	151.5	0.886	0.8	0.08	10.2
H19	锐齿螭	0.01	15.5	<0.04	17.6	0.269	0.9	<0.04	4.2
H20	口虾蛄	0.01	12.4	0.05	20.3	0.701	0.8	0.04	9.2
H22	前鳞骨鲻	<0.01	<2.0	<0.04	6.7	0.024	0.6	<0.04	5.9
H24	口虾蛄	0.01	18.0	<0.04	20.4	0.575	1.2	0.04	11.6
H26	三角鲂	0.03	<2.0	<0.04	6.1	0.016	0.4	0.04	3.9
H27	颈斑鳊	0.01	<2.0	<0.04	11.8	0.011	0.5	0.04	4.2
H29	布氏蚶	0.02	<2.0	<0.04	15.3	0.056	0.5	0.05	11.1
H30	口虾蛄	0.01	16.8	<0.04	19.9	0.505	0.8	<0.04	8.8
H32	前鳞骨鲻	<0.01	<2.0	0.16	6.2	0.037	0.5	0.06	3.5
H34	口虾蛄	0.01	12.4	<0.04	20.0	0.452	0.9	0.06	9.0
H35	锐齿螭	0.01	9.1	0.07	17.6	0.102	0.7	0.05	3.9
H36	棘头梅童鱼	0.01	<2.0	<0.04	3.4	0.005	0.3	0.04	1.7
H37	刀额新对虾	0.03	2.3	<0.04	10.3	0.019	0.5	<0.04	4.6
H38	刀额新对虾	0.03	3.1	<0.04	11.7	0.020	0.4	0.08	4.3
H41	刀额新对虾	0.03	2.3	<0.04	12.7	0.009	0.5	<0.04	5.3
H43	口虾蛄	0.01	16.7	<0.04	18.5	0.512	0.6	0.04	6.2
H45	前鳞骨鲻	0.01	<2.0	<0.04	4.3	0.027	0.4	0.06	2.7
H46	口虾蛄	0.01	11.5	<0.04	19.8	0.854	0.6	0.07	5.4
H48	棘头梅童鱼	0.01	<2.0	<0.04	3.0	0.014	0.4	0.04	1.5

表 4.2.5-4 海洋生物体质量调查结果（2019 年 4 月）

站号	物种名称	Hg mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Cr mg/kg	石油烃 mg/kg
H01	团头鲂	0.05	<2.0	0.05	8.3	<0.005	0.5	<0.04	2.3
H02	海鲇	0.05	<2.0	<0.04	21.7	<0.005	0.4	<0.04	3.1
H03	海鲇	0.05	<2.0	0.09	21.0	0.005	0.4	0.04	1.7
H05	海鲇	0.04	<2.0	0.19	16.2	0.007	0.7	0.04	1.3
H07	团头鲂	0.05	<2.0	0.05	5.3	<0.005	0.5	0.05	3.4
H09	弓斑东方鲀	0.01	24.4	0.04	38.7	0.050	0.6	<0.04	4.4
H13	弓斑东方鲀	0.01	<2.0	0.13	17.9	0.011	0.6	<0.04	3.3
H15	凤鲚	0.03	9.5	<0.04	39.0	0.049	1.1	0.06	6.0
H18	海鲇	0.04	<2.0	0.04	12.8	<0.005	0.6	<0.04	4.1
H20	海鲇	0.04	<2.0	<0.04	24.9	0.006	0.4	<0.04	3.2
H21	中国枪乌贼	0.04	2.1	2.17	11.2	0.117	0.4	0.06	5.1
H25	海鲇	0.05	<2.0	0.07	25.2	0.005	0.6	0.04	2.7
H26	东方鲀	0.01	15.0	<0.04	20.6	0.136	1.0	<0.04	4.4

H27	东方鲀	0.01	15.3	<0.04	29.2	0.076	1.0	0.04	3.4
H29	曼氏无针乌贼	0.04	3.3	0.16	14.4	0.028	0.6	<0.04	4.7
H30	东方鲀	0.01	<2.0	<0.04	9.0	0.020	0.5	<0.04	3.8
H31	短吻鳊	0.02	<2.0	0.13	14.2	0.011	0.7	0.04	3.9
H33	短吻鳊	0.01	2.2	0.07	13.8	0.019	0.5	0.10	0.6
H35	近江牡蛎	<0.01	131.4	1.01	276.5	0.543	2.2	0.52	15.8
H36	拟矛尾鰕虎鱼	<0.01	<2.0	0.06	13.2	0.008	0.5	0.04	2.8
H37	拟矛尾鰕虎鱼	<0.01	<2.0	0.11	5.4	0.013	0.6	0.05	2.3
H38	口虾蛄	0.01	13.3	<0.04	22.4	0.397	1.0	<0.04	2.6
H40	翡翠贻贝	0.04	2.8	0.18	14.6	0.072	1.3	<0.04	19.0
H41	中国枪乌贼	0.04	16.9	0.17	12.4	0.291	0.4	<0.04	5.4
H42	棘头梅童鱼	0.01	<2.0	0.06	5.2	<0.005	0.6	<0.04	4.1
H44	黑斑口虾蛄	0.02	<2.0	0.09	21.5	0.011	0.3	0.06	3.9
H46	短吻鳊	0.02	<2.0	0.21	15.4	0.007	1.4	<0.04	4.7
H47	棘头梅童鱼	<0.01	22.0	<0.04	25.6	0.406	1.5	<0.04	6.4
H48	隆线强蟹	0.03	<2.0	0.07	4.0	<0.005	0.4	0.04	4.5

表 4.2.5-5 海洋生物体质量调查结果 (2019 年 8 月)

站号	物种名称	Hg mg/kg	Cu mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg	Cr mg/kg	石油烃 mg/kg
H01	中华海鲎	0.02	<2.0	<0.04	10.5	0.009	0.3	<0.04	2.4
H02	鳊	0.02	<2.0	<0.04	4.5	0.007	0.3	<0.04	2.6
H03	中华海鲎	0.01	<2.0	0.37	7.0	0.011	0.5	0.40	2.3
H05	风鲚	0.01	<2.0	0.04	5.9	0.007	<0.2	<0.04	4.3
H07	假长缝拟对虾	0.01	3.0	0.14	5.4	0.049	<0.2	<0.04	8.0
H09	中华海鲎	0.02	<2.0	0.05	14.9	<0.005	0.2	<0.04	3.1
H13	假长缝拟对虾	0.01	4.4	<0.04	7.4	0.046	0.2	<0.04	5.4
H15	前鳞骨鲻	<0.01	<2.0	0.42	5.9	0.014	0.7	<0.04	4.0
H18	颈斑鳊	0.02	<2.0	<0.04	6.0	0.007	<0.2	<0.04	0.9
H20	棘头梅童鱼	0.01	<2.0	1.00	<0.4	0.006	<0.2	<0.04	1.0
H21	锐齿鲟	<0.01	15.8	<0.04	24.5	0.081	0.7	<0.04	3.5
H25	黄斑蓝子鱼	0.01	<2.0	0.18	6.3	0.005	0.2	<0.04	1.3
H26	孔虾虎鱼	0.01	<2.0	0.46	7.1	<0.005	<0.2	<0.04	1.4
H27	前鳞骨鲻	0.01	2.6	0.04	7.6	0.013	0.5	<0.04	3.4
H29	锐齿鲟	0.01	6.3	0.06	17.8	0.075	0.6	<0.04	3.2
H30	黄斑蓝子鱼	0.01	<2.0	0.04	5.6	0.012	0.2	<0.04	<0.2
H30	近江牡蛎	0.02	45.7	1.25	106.4	0.486	0.5	0.04	17.3
H31	前鳞骨鲻	0.01	<2.0	1.37	5.4	0.020	0.6	<0.04	2.5

H33	假长缝拟对虾	0.01	5.5	<0.04	6.9	0.031	0.3	<0.04	5.8
H33	翡翠贻贝	0.02	2.6	0.28	13.7	0.097	0.8	0.30	12.9
H35	中华海鲎	0.01	<2.0	<0.04	9.6	0.005	<0.2	<0.04	4.6
H36	颈斑鳐	0.02	<2.0	0.91	7.0	0.014	<0.2	0.05	3.0
H37	颈斑鳐	0.02	<2.0	0.04	13.5	0.016	0.3	0.44	1.4
H38	尾纹双边鱼	0.03	<2.0	<0.04	10.1	0.007	0.3	0.06	1.1
H40	尾纹双边鱼	0.02	<2.0	0.36	10.1	0.022	0.3	0.05	0.7
H41	鲷	0.02	<2.0	0.28	4.5	<0.005	0.2	<0.04	3.4
H42	双斑东方鲀	0.02	<2.0	0.97	13.5	0.020	0.2	<0.04	2.6
H44	双斑东方鲀	0.02	<2.0	0.27	9.7	0.013	<0.2	<0.04	2.6
H46	颈斑鳐	0.03	<2.0	<0.04	11.8	0.020	0.3	<0.04	1.6
H47	颈斑鳐	0.02	<2.0	<0.04	7.4	0.009	0.2	0.84	2.8
H48	中华海鲎	0.02	<2.0	0.50	4.6	0.012	0.6	<0.04	3.0

4.2.5.1.2 海洋生物质量现状评价

2016年9月、2017年11月以及2019年2月、4月和8月项目海洋生物质量标准指数见表4.2.5-6~表4.2.5-27。

(1) 秋季(2016年9月)评价结果

① 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，海洋保护区内采集到的生物体无贝类，采集到的甲壳类和鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，海洋保护区仅包含S12站位，其中拟穴青蟹中的砷有超标现象，超标倍数数为0.96，其他生物中的重金属均未超标。

② 保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，其内采集到的贝类生物体要求海洋生物质量维持现状，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，保留区包含4个调查站位，其采集到的鱼类生物质量整体达标率为0，没有出现超标现象；采集到的甲壳类生物拟穴青蟹中的砷有超标现象，超

标倍数为 0.88，其他生物中的重金属均未超标。仅 S16 站位采集到贝类生物文蛤，其中的砷符合海洋生物质量第二类标准，其他重金属均符合海洋生物质量第一类标准。

(2) 秋季（2017 年 11 月）评价结果

① 农渔业区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括湛江—珠海近海农渔业区，其内采集到的贝类生物体要求执行海洋生物质量一类标准，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，农渔业区包含 7 个调查站位，其采集到的鱼类生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象；采集到的甲壳类生物仅 S49 号站位中的口虾蛄中的石油烃有超标现象，超标倍数为 0.33，其他生物中的重金属均未超标。仅 S41 站位采集到贝类生物密鳞牡蛎，其中的铜、铅、锌、铬均有超标现象，超标倍数分别为 9.62、0.5、11.85、1.78，其他重金属均符合海洋生物质量第一类标准。

② 港口航运区

调查海域港口航运区包括高栏港口航运区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，港口航运区包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

③ 保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，保留区包含 1 个调查站位，其采集到的甲壳类生物质量中的重金属含量均符合海洋生物质量第一类标准。

(3) 冬季（2019 年 2 月）评价结果

① 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，海洋保护区内采集到的生物体无贝类，采集到的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 2 个调查站位，海洋生物质量整体超标率为 0，没有出现超标现象。

② 农渔业区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，农渔业区内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，农渔业区包含 7 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

③ 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，唐家工业与城镇用海区包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

④ 旅游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区仅包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

⑤ 港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，

其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，港口航运区包含 7 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

⑥ 保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，其内采集到的贝类生物体要求海洋生物质量维持现状，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，保留区包含 11 个调查站位，其采集到的鱼类、甲壳类生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。采集到的 3 个站位贝类中 Hg、As、Cr 和石油烃含量符合海洋生物质量第一类标准；2 个站位 Pb、Cd 含量符合海洋生物质量第一类标准，1 个站位 Pb、Cd 含量符合海洋生物质量第二类标准；2 个站位 Cu 含量符合海洋生物质量第一类标准，1 个站位 Cu 含量符合海洋生物质量第三类标准；1 个站位 Zn 含量符合海洋生物质量第一类标准，1 个站位 Zn 含量符合海洋生物质量第二类标准、1 个站位 Zn 含量符合海洋生物质量第三类标准。

（4）春季（2019 年 4 月）评价结果

① 海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，海洋保护区内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 2 个调查站位，海洋生物质量整体超标率为 0，没有出现超标现象。

② 农渔业区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，农渔业区内采集到的生物体有贝类，执行海洋生物质量一类标准；采集到的鱼类、甲壳类和软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量

评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，农渔业区包含 10 个调查站位，9 个站位中鱼类、甲壳类和软体类质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象；1 个站位中贝类体内 Pb、As 出现超标，其他监测因子均符合海洋生物质量一类标准。

③ 工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，唐家工业与城镇用海区包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

④ 旅游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区仅包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

⑤ 港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，其内采集到的生物体有贝类，执行海洋生物质量三类标准；采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，港口航运区包含 6 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

⑥ 保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，其内采集到的贝类生物体无贝类，采集到的

鱼类、甲壳类和软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，保留区包含 11 个调查站位，其采集到的鱼类、甲壳类生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。采集到的 3 个站位贝类中 Hg、As、Cr 和石油烃含量符合海洋生物质量第一类质量；2 个站位 Pb、Cd 含量符合海洋生物质量第一类质量，1 个站位 Pb、Cd 含量符合海洋生物质量第二类质量；2 个站位 Cu 含量符合海洋生物质量第一类质量，1 个站位 Cu 含量符合海洋生物质量第三类质量；1 个站位 Zn 含量符合海洋生物质量第一类质量，1 个站位 Zn 含量符合海洋生物质量第二类质量、1 个站位 Zn 含量符合海洋生物质量第三类质量。

(5) 夏季（2019 年 8 月）评价结果

①海洋保护区

调查海域海洋保护区仅包括大襟岛海洋保护区，海洋保护区内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，海洋保护区包含 2 个调查站位，海洋生物质量整体超标率为 0，没有出现超标现象。

②农渔业区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括湛江—珠海近海农渔业区和都斛农渔业区，农渔业区内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，农渔业区包含 10 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

③工业与城镇用海区

调查海域工业与城镇用海区仅包括广海湾工业与城镇用海区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调

查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，唐家工业与城镇用海区包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

④旅游休闲娱乐区

调查海域旅游休闲娱乐区仅包括银湖湾旅游休闲娱乐区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，银湖湾旅游休闲娱乐区仅包含 1 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

⑤港口航运区

调查海域港口航运区包括银洲湖港口航运区、斗门港口航运区和高栏港口航运区，其内采集到的贝类生物体要求海洋生物质量为第三类质量，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，港口航运区包含 7 个调查站位，海洋生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

⑥保留区

调查海域保留区仅包括黄茅海保留区，其内采集到的生物体无贝类，采集到的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

由调查及评价结果可知，保留区包含 9 个调查站位，其采集到的鱼类、甲壳类生物质量整体达标率为 100%，没有出现超标现象。

表 4.2.5-6 海洋生物质量指数（2016 年 9 月）

站位	种类	分类	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Hg	石油 烃
S12	凤鲚	鱼类	<0.1	<0.02	0.16	0.01	<0.04	0.03	0.05
	拟穴青蟹	甲壳类	0.11	<0.02	0.18	0.01	1.96	<0.01	0.09
	中华海鲇	鱼类	<0.1	<0.02	0.21	<0.008	<0.04	0.07	0.16

备注：海洋保护区中的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-7 海洋生物质量指数（2016 年 9 月）

站位	种类	分类	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Hg	石油烃
S1	花鲈	鱼类	<0.1	<0.02	0.09	<0.008	<0.04	0.07	0.04
	脊尾白虾	甲壳类	0.03	<0.02	0.73	0.02	0.84	0.03	0.26
	中华海鲗	鱼类	<0.1	<0.02	0.08	0.01	<0.04	0.00	0.05
S5	短体银鲈	鱼类	<0.1	<0.02	0.30	0.02	<0.04	0.03	0.08
	花鲈	鱼类	<0.1	<0.02	0.13	<0.008	<0.04	0.07	0.03
	中华海鲗	鱼类	<0.1	<0.02	0.46	<0.008	<0.04	0.07	0.28
S16	花鲷	鱼类	<0.1	0.04	0.13	0.01	<0.04	0.07	0.28
	脊尾白虾	甲壳类	0.04	<0.02	0.08	0.08	<1.0	0.00	0.07
S19	凤鲚	鱼类	<0.1	<0.02	0.19	<0.008	<0.04	0.03	0.11
	拟穴青蟹	甲壳类	0.04	0.02	0.18	0.12	1.88	<0.01	0.04
	裘氏小沙丁鱼	甲壳类	<0.1	<0.02	0.12	<0.008	<0.04	0.03	0.15
备注：保留区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。									
S16	文蛤	贝类	<0.2	<0.4	0.34	0.24	0.6	0.01	0.08
备注：① 保留区海洋生物质量要求维持现状，其区域内的检测贝类评价统一从一类海洋生物标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价；② ■ 表示符合一类海洋生物标准； ■ 表示符合二类海洋生物标准； ■ 表示符合三类海洋生物标准。									

表 4.2.5-8 海洋生物质量指数（2017 年 11 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
S25	红星梭子蟹	甲壳类	0.05	0.04	0.1	0.05	0.14	0.05	0.03	0.12
S25	亨氏仿对虾	甲壳类	0.02	0.02	0.01	0.08	0.01	0.04	0.013	0.06
S25	棘头梅童鱼	鱼类	0.02	0.05	0.01	0.05	0.02	0.02	0.07	0.04
S32	日本蟳	甲壳类	0.05	0.07	0.03	0.06	0.01	0.08	0.013	0.04
S41	亨氏仿对虾	甲壳类	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06
S41	脊尾白虾	甲壳类	0.05	0.05	0.01	0.14	0.02	0.03	0.03	0.03
S41	密鳞牡蛎	贝类	0.2	10.62	1.5	12.85	2.78	0.4	0.12	0.78
S43	口虾蛄	甲壳类	0.02	0.31	0.01	0.08	1.08	0.09	0.05	0.41
S45	凤鲚	鱼类	0.02	0.05	0.01	0.001	0.05	0.02	0.01	0.15
S47	日本蟳	甲壳类	0.05	0.13	0.12	0.12	0.03	0.08	0.013	0.04
S47	口虾蛄	甲壳类	0.02	0.19	0.02	0.08	0.27	0.05	0.03	0.22
S49	口虾蛄	甲壳类	0.02	0.05	0.03	0.16	0.49	0.09	0.05	1.33
S49	亨氏仿对虾	甲壳类	0.02	0.05	0.01	0.08	0.02	0.05	0.03	0.27

备注：农渔业区中的贝类执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的第一类标准，鱼类、甲壳类、软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-9 海洋生物质量指数（2017 年 11 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
S29	晶莹蜆	甲壳类	0.02	0.09	0.04	0.12	0.03	0.05	0.05	0.04
S29	日本蜆	甲壳类	0.05	0.13	0.05	0.16	0.03	0.13	0.01	0.14

备注：港口航运区中的鱼类、甲壳类、软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-10 海洋生物质量指数（2017 年 11 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
S22	口虾蛄	甲壳类	0.02	0.04	0.01	0.05	0.32	0.08	0.04	0.14
S22	日本蜆	甲壳类	0.05	0.05	0.08	0.07	0.03	0.05	0.03	0.06

备注：保留区中的鱼类、甲壳类、软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-11 海洋生物质量指数（2019 年 2 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H37	刀额新对虾	甲壳类	0.14	0.02	0.02	0.00	0.01	0.06	0.03	0.23
H43	口虾蛄	甲壳类	0.06	0.17	0.02	0.00	0.26	0.08	0.03	0.31

备注：海洋保护区中的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-12 海洋生物质量指数（2019 年 2 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H36	棘头梅童鱼	鱼类	0.03	0.10	0.02	0.09	0.01	0.06	0.03	0.09
H45	前鳞骨鲻	鱼类	0.04	0.10	0.02	0.11	0.05	0.08	0.04	0.14
H48	棘头梅童鱼	鱼类	0.03	0.10	0.02	0.08	0.02	0.08	0.03	0.08
H38	刀额新对虾	甲壳类	0.15	0.03	0.02	0.00	0.01	0.05	0.06	0.22
H41	刀额新对虾	甲壳类	0.14	0.02	0.02	0.00	0.00	0.06	0.03	0.27
H46	口虾蛄	甲壳类	0.04	0.12	0.02	0.00	0.43	0.08	0.05	0.27
H20	口虾蛄	甲壳类	0.04	0.12	0.03	0.00	0.35	0.10	0.03	0.46

备注：农渔业区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-13 海洋生物体质量指数（2019 年 2 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H27	颈斑鲷	鱼类	0.03	0.10	0.02	0.30	0.02	0.10	0.03	0.21

备注：工业与城镇用海区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-14 海洋生物体质量指数（2019 年 2 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H7	斑鲷	鱼类	0.03	0.10	0.02	0.26	0.02	0.12	0.03	0.21

备注：旅游休闲娱乐区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-15 海洋生物体质量指数（2019 年 2 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H1	前鳞骨鲷	鱼类	0.02	0.14	0.11	0.16	0.05	0.12	0.07	0.13
H2	三角鲂	鱼类	0.09	0.10	0.02	0.23	0.01	0.12	0.03	0.21
H4	前鳞骨鲷	鱼类	0.02	0.10	0.02	0.15	0.01	0.12	0.05	0.17
H9	前鳞骨鲷	鱼类	0.02	0.10	0.02	0.14	0.02	0.14	0.03	0.21
H35	锐齿螯	鱼类	0.03	0.46	0.04	0.44	0.17	0.14	0.03	0.20
H30	口虾蛄	甲壳类	0.04	0.17	0.02	0.00	0.25	0.10	0.03	0.44
H34	口虾蛄	甲壳类	0.06	0.12	0.02	0.00	0.23	0.11	0.04	0.45

备注：港口航运区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-16 海洋生物体质量指数（2019 年 2 月）

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H11	花鲷	鱼类	0.03	0.12	0.02	0.21	0.08	0.16	0.03	0.18
H15	前鳞骨鲷	鱼类	0.02	0.11	0.02	0.22	0.06	0.12	0.03	0.18
H19	锐齿螯	鱼类	0.02	0.78	0.02	0.44	0.45	0.18	0.03	0.21
H22	前鳞骨鲷	鱼类	0.02	0.10	0.02	0.17	0.04	0.12	0.03	0.30
H26	三角鲂	鱼类	0.11	0.10	0.02	0.15	0.03	0.08	0.02	0.20
H32	前鳞骨鲷	鱼类	0.02	0.10	0.08	0.16	0.06	0.10	0.04	0.18
H13	脊尾白虾	甲壳类	0.05	0.04	0.02	0.00	0.02	0.08	0.03	0.24
H24	口虾蛄	甲壳类	0.05	0.18	0.02	0.00	0.29	0.15	0.02	0.58

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
备注：保留区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。										
H12	布氏蚶	贝类	0.47	0.20	0.40	0.42	0.56	0.60	0.13	0.96
H17	近江牡蛎	贝类	0.14	0.63	0.06	0.30	0.44	0.80	0.15	0.68
H29	布氏蚶	贝类	0.49	0.20	0.40	0.77	0.28	0.50	0.11	0.74
备注：① 保留区海洋生物质量要求维持现状，其区域内的检测贝类评价统一从一类海洋生物标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价；② ■ 表示符合一类海洋生物标准； ■ 表示符合二类海洋生物标准； ■ 表示符合三类海洋生物标准。										

表 4.2.5-17 2019 年 4 月海洋生物质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H37	拟矛尾鰕虎鱼	鱼类	0.03	0.10	0.06	0.14	0.02	0.11	0.03	0.12
H44	黑斑口虾蛄	甲壳类	0.08	0.02	0.04	0.14	0.01	0.03	0.04	0.20
最大值			0.08	0.1	0.06	0.14	0.02	0.11	0.04	0.20
最小值			0.03	0.02	0.04	0.14	0.01	0.03	0.03	0.12
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0
备注：海洋保护区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。										

表 4.2.5-18 2019 年 4 月海洋生物质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H20	海鲗	鱼类	0.14	0.10	0.02	0.62	0.01	0.08	0.03	0.16
H31	短吻蝠	鱼类	0.06	0.10	0.06	0.35	0.02	0.13	0.03	0.20
H36	拟矛尾鰕虎鱼	鱼类	0.03	0.10	0.03	0.33	0.01	0.10	0.03	0.14
H42	棘头梅童鱼	鱼类	0.03	0.10	0.03	0.13	0.01	0.12	0.03	0.21
H46	短吻蝠	鱼类	0.06	0.10	0.10	0.39	0.01	0.28	0.03	0.24
H47	棘头梅童鱼	鱼类	0.03	1.10	0.02	0.64	0.68	0.30	0.03	0.32
H38	口虾蛄	甲壳类	0.05	0.13	0.02	0.15	0.20	0.13	0.03	0.13
H48	隆线强蟹	甲壳类	0.13	0.02	0.03	0.03	0.00	0.05	0.03	0.23
H41	中国枪乌贼	软体类	0.14	0.17	0.02	0.05	0.05	0.04	0.01	0.27
最大值			0.14	1.10	0.10	0.64	0.68	0.30	0.03	0.32
最小值			0.03	0.02	0.02	0.03	0.00	0.04	0.01	0.13
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0
备注：农渔业区中的鱼类、甲壳类、软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。										
H40	翡翠贻贝	贝类	0.76	0.28	1.85	0.73	0.36	1.34	0.08	1.27
超标率			0	0	100%	0	0	100%	0	0
备注：农渔业区海洋生物中的贝类执行海洋生物质量一类标准。										

表 4.2.5-19 2019 年 4 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H27	东方鲷	鱼类	0.02	0.77	0.02	0.73	0.13	0.19	0.02	0.17
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：工业与城镇用海区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-20 2019 年 4 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H7	团头鲂	鱼类	0.16	0.10	0.03	0.13	0.01	0.09	0.03	0.17
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：旅游休闲娱乐区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-21 2019 年 4 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H01	团头鲂	鱼类	0.17	0.10	0.03	0.21	0.01	0.11	0.03	0.12
H02	海鲗	鱼类	0.16	0.10	0.02	0.54	0.01	0.08	0.03	0.16
H09	弓斑东方鲀	鱼类	0.03	1.22	0.02	0.97	0.08	0.12	0.03	0.22
H30	东方鲷	鱼类	0.03	0.10	0.02	0.23	0.03	0.11	0.03	0.19
H33	短吻鲷	鱼类	0.04	0.11	0.03	0.35	0.03	0.10	0.07	0.03
最大值			0.17	1.22	0.03	0.97	0.08	0.12	0.07	0.22
最小值			0.03	0.1	0.02	0.21	0.01	0.08	0.03	0.03
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

H35	近江牡蛎	贝类	0.03	1.31	0.17	0.55	0.11	0.28	0.09	0.20
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区海洋生物中的贝类执行海洋生物质量三类标准。

表 4.2.5-22 2019 年 4 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H03	海鲗	鱼类	0.15	0.10	0.04	0.52	0.01	0.07	0.03	0.09
H05	海鲗	鱼类	0.15	0.10	0.09	0.41	0.01	0.13	0.02	0.07
H13	弓斑东方鲀	鱼类	0.04	0.10	0.07	0.45	0.02	0.12	0.03	0.17
H15	凤鲚	鱼类	0.09	0.48	0.02	0.98	0.08	0.21	0.04	0.30
H18	海鲗	鱼类	0.15	0.10	0.02	0.32	0.01	0.12	0.03	0.21

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H25	海鲇	鱼类	0.15	0.10	0.04	0.63	0.01	0.12	0.03	0.14
H26	东方鲀	鱼类	0.03	0.75	0.02	0.52	0.23	0.20	0.03	0.22
H21	中国枪乌贼	软体类	0.14	0.02	0.22	0.04	0.02	0.04	0.01	0.26
H29	曼氏无针乌贼	软体类	0.15	0.03	0.02	0.06	0.01	0.06	0.01	0.24
最大值			0.15	0.75	0.22	0.98	0.23	0.21	0.04	0.30
最小值			0.03	0.02	0.02	0.04	0.01	0.04	0.01	0.07
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：保留区中的鱼类、软体类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-23 2019 年 8 月海洋生物质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H37	颈斑鳐	鱼类	0.06	0.10	0.02	0.34	0.03	0.06	0.30	0.07
H44	双斑东方鲀	鱼类	0.06	0.10	0.13	0.24	0.02	0.04	0.03	0.13
最大值			0.06	0.10	0.13	0.34	0.03	0.06	0.30	0.13
最小值			0.06	0.10	0.02	0.24	0.02	0.04	0.03	0.07
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：海洋保护区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-24 2019 年 8 月海洋生物质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H31	前鳞骨鲻	鱼类	0.03	0.10	0.69	0.14	0.03	0.12	0.03	0.13
H36	颈斑鳐	鱼类	0.07	0.10	0.45	0.17	0.02	0.04	0.03	0.15
H38	尾纹双边鱼	鱼类	0.09	0.10	0.02	0.25	0.01	0.06	0.04	0.06
H40	尾纹双边鱼	鱼类	0.07	0.10	0.18	0.25	0.04	0.06	0.03	0.04
H41	鲷	鱼类	0.05	0.10	0.14	0.11	0.01	0.04	0.03	0.17
H42	双斑东方鲀	鱼类	0.07	0.10	0.49	0.34	0.03	0.04	0.03	0.13
H46	颈斑鳐	鱼类	0.09	0.10	0.02	0.29	0.03	0.06	0.03	0.08
H47	颈斑鳐	鱼类	0.08	0.10	0.02	0.18	0.02	0.04	0.56	0.14
H48	中华海鲇	鱼类	0.06	0.10	0.25	0.12	0.02	0.12	0.03	0.15
H20	棘头梅童鱼	鱼类	0.04	0.10	0.50	0.01	0.01	0.04	0.03	0.05
最大值			0.09	0.10	0.69	0.34	0.04	0.12	0.56	0.17
最小值			0.03	0.10	0.02	0.01	0.01	0.04	0.03	0.04
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：农渔业区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-25 2019 年 8 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H27	前鳞骨鲻	鱼类	0.04	0.13	0.02	0.19	0.02	0.10	0.03	0.17
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：工业与城镇用海区中的鱼类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-26 2019 年 8 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H07	假长缝拟对虾	甲壳类	0.04	0.03	0.07	0.04	0.02	0.03	0.03	0.40
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0
站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H01	中华海鲇	鱼类	0.06	0.10	0.02	0.26	0.02	0.06	0.03	0.12
H02	鳊	鱼类	0.06	0.10	0.02	0.11	0.01	0.06	0.03	0.13
H09	中华海鲇	鱼类	0.08	0.10	0.03	0.37	0.01	0.04	0.03	0.16
H30	黄斑蓝子鱼	鱼类	0.05	0.10	0.02	0.14	0.02	0.04	0.03	0.01
H35	中华海鲇	鱼类	0.04	0.10	0.02	0.24	0.01	0.04	0.03	0.23
H33	假长缝拟对虾	甲壳类	0.03	0.06	0.02	0.05	0.02	0.04	0.03	0.29
最大值			0.08	0.10	0.03	0.37	0.02	0.06	0.03	0.29
最小值			0.03	0.06	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03	0.01
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

H33	翡翠贻贝	贝类	0.07	0.05	0.05	0.14	0.02	0.10	0.05	0.16
H30	近江牡蛎	贝类	0.06	0.46	0.21	0.21	0.10	0.06	0.01	0.22
最大值			0.07	0.46	0.21	0.21	0.10	0.10	0.05	0.22
最小值			0.06	0.05	0.05	0.14	0.02	0.06	0.01	0.16
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：港口航运区海洋生物中的贝类重金属含量执行海洋生物第三类质量标准。

备注：旅游休闲娱乐区中的甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

表 4.2.5-27 2019 年 8 月海洋生物体质量指数

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H03	中华海鲇	鱼类	0.04	0.10	0.19	0.17	0.02	0.10	0.27	0.12

站号	物种名称	分类	汞	铜	铅	锌	镉	砷	铬	石油烃
H05	风鲚	鱼类	0.03	0.10	0.02	0.15	0.01	0.04	0.27	0.22
H15	前鳞骨鲻	鱼类	0.03	0.10	0.21	0.15	0.02	0.14	0.27	0.20
H18	颈斑鲻	鱼类	0.05	0.10	0.02	0.15	0.01	0.04	0.27	0.05
H25	黄斑蓝子鱼	鱼类	0.03	0.10	0.09	0.16	0.01	0.04	0.27	0.07
H26	孔虾虎鱼	鱼类	0.04	0.10	0.23	0.18	0.01	0.04	0.27	0.07
H21	锐齿蜆	甲壳类	0.05	0.16	0.02	0.16	0.04	0.09	0.27	0.18
H29	锐齿蜆	甲壳类	0.03	0.06	0.03	0.12	0.04	0.08	0.27	0.16
H13	假长缝拟对虾	甲壳类	0.04	0.04	0.02	0.05	0.02	0.03	0.27	0.27
最大值			0.05	0.16	0.23	0.18	0.04	0.14	0.27	0.27
最小值			0.03	0.04	0.02	0.05	0.01	0.03	0.27	0.05
超标率			0	0	0	0	0	0	0	0

备注：保留区中的鱼类、甲壳类重金属含量执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的“海洋生物质量评价标准”，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的相应标准。

4.2.5.2 海洋生态现状调查与评价

4.2.5.2.1 秋季海洋生态调查

1、叶绿素 a 和初级生产力

(1) 秋季（2016年9月）调查

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 1.43 mg/m³ ~14.05 mg/m³，平均值为 4.45 mg/m³，其中 S01#站叶绿素含量最高，S14#站叶绿素 a 含量最低(表 4.2.5-28)。

调查海域初级生产力的变化范围为 12.08~149.28 mg C/(m² d)，平均值为 38.26 mg C/ (m² d)，其中 S01#站初级生产力水平最高，S18#站最低（表 4.2.5-28）。

表 4.2.5-28 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a (mg/m ³)	初级生产力(mg C/(m ² d))
S01	14.05	149.28
S02	8.09	57.29
S04	4.75	50.50
S06	7.53	53.36
S07	2.75	19.47
S10	2.27	16.11
S12	2.48	21.97
S14	1.43	12.70
S16	4.11	14.55
S18	2.27	12.08
S19	1.82	12.87

S20	1.83	38.95
范围	1.43~14.05	12.08~149.28
平均值	4.45	38.26

(2) 秋季 (2017 年 11 月) 调查

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 0.74 mg/m³~2.48 mg/m³, 平均值为 1.43 mg/m³, 其中 S48 号站叶绿素 *a* 含量最高, S23 和 S29 号站叶绿素 *a* 含量最低, 均为 0.74 mg/m³。

调查海区底层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 0.74 mg/m³~2.51mg/m³, 平均值为 1.41 mg/m³, 其中 S48 号站叶绿素 *a* 含量最高, S23 和 S29 号站叶绿素 *a* 含量最低, 为 0.74 mg/m³ (表 4.2.5-29)。

调查海域初级生产力的变化范围为 26.96 mg C/(m² d)~226.87 mg C/(m² d), 平均值为 90.94 mg C/(m² d), 其中 S48 号站初级生产力水平最高, S23 号站最低(表 4.2.5-29)。

表 4.2.5-29 叶绿素 *a* 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 <i>a</i> (mg/m ³)		初级生产力 (mg C/(m ² d))
	表层	底层	
S21	1.53	1.13	55.90
S22	0.93	1.13	28.50
S23	0.74	0.74	26.96
S25	1.72	1.50	42.09
S28	1.53	1.87	37.26
S29	0.74	0.74	44.93
S30	1.13	1.47	55.24
S32	1.12	1.44	102.58
S33	1.97	2.27	72.20
S34	1.47	1.47	79.79
S40	1.13	0.79	55.24
S42	2.17	1.93	159.01
S43	1.28	1.36	140.66
S44	1.36	0.88	149.14
S45	1.83	1.32	201.23
S46	1.12	1.36	68.39
S48	2.48	2.51	226.87
范围	0.74~2.48	0.74~2.51	26.96~226.87
平均值	1.43	1.41	90.94

2、浮游植物

(1) 秋季(2016年9月)调查

① 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 4 门 22 属 37 种 (含 6 个变种及变型)。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 11 属 20 种, 占总种数的 54.05%; 甲藻门共出现 6 属 11 种, 占总种数的 29.73%; 蓝藻门共出现 4 属 4 种, 占总种数的 10.81%; 绿藻门共出现 1 属 2 种, 占总种数的 5.41%。其中甲藻门的角藻属种类为最多, 为 6 种 (附录 I)。

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种只出现 1 种, 为蓝藻门的铜绿微囊藻 (*Microcystis aeruginosa*)。该优势种的丰度占调查海区总丰度的 86.90%, 在本调查的 12 个站位中出现了 8 次, 且密度较大。

② 丰富组成

调查海区浮游植物丰度变化范围为 $1.45 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 395.77 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 平均为 $111.23 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ (表 4.2.5-30)。不同站位的丰度差异明显, 最高丰度出现在 S06#站; 最低丰度则出现在 S16#站。

浮游植物丰度组成以蓝藻占优势, 其丰度占各站总丰度的 0.00%~98.44%, 平均为 63.70%; 其次为硅藻, 其在各站丰度中的所占比例为 1.48%~100.00%, 平均为 32.95%; 再次为甲藻, 其在各站中所占比例为 0.00%~13.33%, 平均为 3.04%; 最低为绿藻, 其在各站中所占比例为 0.00%~3.82%, 平均为 0.32%

表 4.2.5-30 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{ cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		蓝藻		绿藻	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
S01	81.93	11.93	14.56	0.00	0.00	70.00	85.44	0.00	0.00
S02	330.00	17.20	5.21	0.20	0.06	300.00	90.91	12.60	3.82
S04	39.21	3.21	8.20	0.11	0.27	35.89	91.53	0.00	0.00
S06	395.77	5.84	1.48	0.31	0.08	389.60	98.44	0.00	0.00
S07	190.54	8.43	4.43	0.49	0.26	181.60	95.32	0.00	0.00
S10	27.23	7.38	27.12	1.38	5.08	18.46	67.80	0.00	0.00
S12	4.74	4.11	86.67	0.63	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00
S14	1.50	1.35	90.00	0.15	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S16	1.45	1.45	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S18	112.83	2.34	2.08	0.14	0.12	110.30	97.80	0.00	0.00

S19	134.75	40.38	29.96	0.63	0.46	93.75	69.57	0.00	0.00
S20	14.80	3.80	25.68	1.00	6.76	10.00	67.57	0.00	0.00
平	111.23	8.95	32.95	0.42	3.04	100.8	63.70	1.05	0.32
范 围	1.45~ 395.77	1.35~ 40.38	1.48~ 100.00	0.00 ~	0.00 ~	0.00 ~	0.00 ~	0.00 ~	0.00 ~

③ 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 3~14 种,平均 8 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.111~1.767,平均为 0.838,多样性指数以 S12#站位最高,S18#站最低;Pielou 均匀度指数范围为 0.101~0.908,平均为 0.440,各站位生物量种间分布较为不均匀。

(2) 秋季(2017年11月)调查

① 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 3 门 21 属 47 种(含 10 个变种)。其中以硅藻门出现的种类为最多,为 13 属 27 种,占总种数的 57.45%;甲藻门出现 6 属 18 种,占总种数的 38.30%。甲藻门的角藻出现种类数最多(8 种),其次是硅藻门的圆筛藻(6 种),其它属出现的种类见附录 I。

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准,本次调查的浮游植物优势种仅出现 1 种,为蓝藻门的铜绿鱼腥藻(*Microcystis aeruginosa*)。

铜绿鱼腥藻的优势度为 0.983,丰度占调查海区总丰度的 99.15%,该优势种在整个调查区域分布广泛,出现数量很多。在 17 个调查站位中均出现,出现率为 100%,为该调查海区的第一优势种,占绝对的优势地位。

② 丰度组成

本次调查结果表明,调查海区浮游植物丰度变化范围为 14.19×10^4 cells/m³ ~ 4659.52×10^4 cells/m³,平均为 1165.91×10^4 cells/m³(表 4.2.5-31)。不同站位的丰度差异较大,最高丰度出现在 S33 号站;S22 号站次之,其丰度为 4599.81×10^4 cells/m³;最低丰度则出现在 S32 号站。

浮游植物丰度组成以蓝藻占优势,其丰度占各站总丰度的 55.78% ~ 99.96%,平均为 99.16%,蓝藻在 17 个测站中均出现;硅藻次之,其丰度占各站总丰度的 0.04% ~ 43.86%,平均为 0.82%,硅藻在 17 个测站中均出现;甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00% ~ 0.39%,平均为 0.02%,在 17 个测站中 12 站有出现(表 4.2.5-31)。

表 4.2.5-31 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		蓝藻	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
S21	4279.78	1.89	0.04	0.11	0.00	4277.78	99.95
S22	4599.81	4.28	0.09	0.19	0.00	4595.35	99.90
S23	167.67	0.67	0.40	0.33	0.20	166.67	99.40
S25	1806.25	0.69	0.04	0.00	0.00	1805.56	99.96
S28	859.73	6.13	0.71	0.27	0.03	853.33	99.26
S29	131.28	0.10	0.07	0.03	0.02	131.15	99.90
S30	70.88	3.52	4.97	0.16	0.23	67.20	94.81
S32	14.19	1.69	11.89	0.00	0.00	12.50	88.11
S33	4659.52	4.14	0.09	0.21	0.00	4655.17	99.91
S34	449.40	17.16	3.82	0.24	0.05	432.00	96.13
S40	154.61	14.79	9.56	0.42	0.27	139.39	90.16
S42	1981.11	51.42	2.60	0.46	0.02	1929.23	97.38
S43	17.92	1.04	5.80	0.03	0.16	16.85	94.04
S44	234.82	4.60	1.96	0.15	0.07	230.06	97.98
S45	26.45	7.38	27.90	0.10	0.39	18.97	71.71
S46	298.43	13.31	4.46	0.11	0.04	285.00	95.50
S48	68.58	30.08	43.86	0.24	0.35	38.26	55.78
平均值	1165.91	9.58	0.82	0.18	0.02	1156.14	99.16
变化范围	14.19~ 4659.52	0.10~ 51.42	0.04~ 43.86	0.00~ 0.46	0.00~ 0.39	12.50~ 4655.17	55.78~ 99.96

③ 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 4~22 种,平均 12 种。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.005~2.145,平均为 0.464,多样性指数以 S48 号站位最高,S25 号站最低;Pielou 均匀度指数范围为 0.002~0.481,平均为 0.124,其中 S48 号站均匀度指数最高,S21 号站最低。

3、浮游动物

(1) 秋季(2016年9月)调查

① 种类组成

本次调查共记录浮游动物 4 个生物类群 43 种(见附录 II—浮游动物种类名录),其中桡足类 18 种、浮游幼虫类 16 种、枝角类 4 种和其他种类 5 种。

② 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 597.22~5300.00 mg/m³，平均生物量为 2816.17 mg/m³。在整个调查区中，生物量最高出现在 S20#采样站，最低出现在 S01#采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 478.57~19730.77 ind./m³，平均密度 5307.12 ind./m³。浮游生物最高密度出现在 S10#采样站，最低密度则出现在 S02#采样站（表 4.2.5-32）。

表 4.2.5-32 浮游动物生物量及密度

站位	生物量 (mg/m ³)	密度 (ind./m ³)
S01	597.22	1079.17
S02	2785.71	478.57
S04	1328.13	966.52
S06	1389.61	1522.08
S07	2094.59	2175.68
S10	4807.69	19730.77
S12	3368.42	3973.68
S14	1906.25	5018.75
S16	2454.55	6524.24
S18	3793.10	3610.34
S19	3968.75	9040.63
S20	5300.00	9565.00
范围	597.22~5300.00	478.57~19730.77
平均值	2816.17	5307.12

③ 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 13 种（6~26 种）；种类多样性指数范围为 0.880~1.978 之间，平均为 1.412，多样性指数最高出现在 S02#采样站，其次为 S1#和 S06#采样站，最低则出现在 S12#采样站；种类均匀度的分布趋势与多样性指数相似，其变化范围在 0.446~0.771 之间，平均为 0.571，最高出现在 S02#采样站，最低出现在 S10#采样站。

④ 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 4 种，为桡足类的强额拟哲水蚤 (*Parvocalanus crassirostris*)、中华异水蚤 (*Acartiella sinensis*)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*) 和刺尾纺锤水蚤 (*Acartia spinicauda*)，优势度指数分别是 0.444、0.086、0.048 和 0.037。强额拟哲水蚤的平均密度为 2830.11 ind./m³，占浮游动物总密度的 53.33%，在 12 个调查站位中有 10 个站位出现，其中在 S10#站位密度

最高,为 13317.31 ind./m³; 中华异水蚤的平均密度为 456.71 ind./m³, 占浮游动物总密度的 8.61%, 在全部 12 个调查站位均有出现, 其中 S10# 站位密度最高, 为 1442.31 ind./m³; 小拟哲水蚤的平均密度为 507.90 ind./m³, 占浮游动物总密度的 9.57%, 在全部 12 个调查站位的 6 个站位出现, 同样在 S19# 站位密度最高, 为 3000.00 ind./m³; 刺尾纺锤水蚤的平均密度为 258.78 ind./m³, 占浮游动物总密度的 4.88%, 在全部 12 个调查站位的 9 个站位出现, 还是在 S19# 站位密度最高, 为 1093.75 ind./m³。

(2) 秋季 (2017 年 11 月) 调查

① 种类组成

本次调查共记录浮游动物 11 个生物类群 83 种 (见附录 II—浮游动物种类名录), 其中桡足类 44 种、浮游幼体类 20 种、腔肠动物 6 种和其他种类共 13 种。

② 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示, 各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 31.25 mg/m³ ~ 1750.70 mg/m³, 平均生物量为 634.99mg/m³。在整个调查区中, 生物量最高出现在 S25 号采样站, 最低出现在 S46 号采样站。在个体数量分布方面, 浮游动物密度变化幅度为 115.87 ind./m³ ~ 30073.53 ind./m³, 平均密度 4796.24 ind./m³。浮游生物最高密度出现在 S25 号采样站, 最低密度则出现在 S43 号采样站 (表 4.2.5-33)。

表 4.2.5-33 浮游动物生物量及密度

站位	生物量 (mg/m ³)	密度 (ind./m ³)
S21	1186.53	4069.06
S22	1382.35	6491.18
S23	1021.13	8246.48
S25	1750.70	30073.53
S28	883.00	4881.35
S29	369.86	6780.14
S30	1245.02	1992.03
S32	156.25	1440.63
S33	646.55	3461.21
S34	694.44	2264.38
S40	873.86	5899.19
S42	115.38	3317.31
S43	182.58	115.87
S44	69.02	446.32
S45	86.21	877.87

S46	31.25	750.78
S48	100.67	428.69
平均值	634.99	4796.24
范围	31.25~1750.70	115.87~ 30073.53

③ 浮游动物主要类群分布

A 桡足类

桡足类在 17 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 63.90 ind./m³~26995.80 ind./m³，平均密度为 3850.95 ind./m³，占浮游动物总密度的 80.29%。其中最高密度出现在 S25 号采样站；其次为 S23 号采样站，密度为 6338.03 ind./m³。S43 号站位密度最低。

B 浮游幼体类

浮游幼体类在全部 17 个调查站位均有出现，平均密度为 854.80 ind./m³，占浮游动物总密度的 17.82%，其密度变化范围为 44.24 ind./m³ ~3046.22 ind./m³。其中最高密度分布于 S25 号采样站，其次是 S30 号采样站，密度分别为 1782.87 ind./m³，S43 号站位密度最低。

C 其他种类

浮游动物的其他类群有毛颚类、十足类、被囊类、介形类、腔肠动物、等足类和端足类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

④ 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 29 种（9~46 种）；种类多样性指数范围为 1.107~4.347 之间，平均为 3.310，多样性指数最高出现在 S34 号采样站，其次为 S44 号采样站，最低则出现在 S30 号采样站；种类均匀度变化范围在 0.349 ~ 0.861 之间，平均为 0.682，最高出现在 S43 号采样站，最低出现在 S30 号采样站，各站位生物量种间分布较为均匀。

⑤ 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 12 种，为桡足类的强额拟哲水蚤(*Parvocalanus crassirostris*)、小拟哲水蚤(*Paracalanus parvus*)、拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*)、中华异水蚤 (*Acartiella sinensis*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、厦门矮隆哲水蚤 (*Bestiolina amoyensis*)、尖额谐猛水蚤

(*Euterpina acutifrons*)、纺锤水蚤桡足幼体(*Acartia copepodite*)和长腹剑水蚤属(*Oithona* sp.)，优势度指数分别为 0.339、0.076、0.033、0.032、0.027、0.026、0.024、0.020 和 0.020。浮游幼体的桡足类幼体(Copepoda larvae)、桡足类无节幼体(Nauplius larvae)和蔓足类幼体(Cirripedia larvae)，优势度为 0.093、0.041 和 0.032。强额拟哲水蚤的平均密度为 1278.37 ind./m³，占浮游动物总密度的 26.65%，在 17 个调查站位中均有出现，其中在 S29 号站位密度最高，为 4143.84 ind./m³，为本调查海域的第一优势种；桡足类幼体的平均密度为 445.41 ind./m³，占浮游动物总密度的 9.29%，在全部 17 个调查站位中均有出现，其中 S25 号站位密度最高，为 2801.12 ind./m³。

4、底栖生物

(1) 秋季(2016年9月)调查

① 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 19 种，其中环节动物 6 种、软体动物 6 种、甲壳动物 6 种和其他种类 1 种(附录 III)。环节动物、软体动物、甲壳动物和其他动物分别占总种数的 31.58%、31.58%、31.58%和 5.26%，三个类群分布均匀，是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

② 底栖生物栖息密度和生物量

底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 463 ind./m²，以软体动物的平均栖息密度最高为 358 ind./m²，占总密度的 77.30%；甲壳动物次之，平均栖息密度为 76 ind./m²，占总平均密度的 16.40%；环节动物的平均栖息密度为 28 ind./m²，占总平均密度的 6.12%；其他动物的平均栖息密度为 1 ind./m²，占 0.18% (表 4.2.5-34)。

底栖生物的平均生物量为 118.15 g/m²，以软体动物居首位，平均生物量为 117.42 g/m²，占总平均生物量的 99.38%；其次为环节动物，平均生物量为 0.51 g/m²，占总平均生物量的 0.43%；甲壳动物的平均生物量为 0.22 g/m²，占 0.19%；其他动物的平均生物量最少，可忽略不计(表 4.2.5-34)。

表 4.2.5-34 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	甲壳动物	其它
S01	栖息密度(ind./m ²)	120	10	110	0	0
	生物量(g/m ²)	47.21	0.37	46.84	0.00	0.00
S02	栖息密度(ind./m ²)	980	40	240	700	0

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	甲壳动物	其它
	生物量(g/m ²)	33.06	0.70	30.21	2.15	0.00
S04	栖息密度(ind./m ²)	2570	40	2480	50	0
	生物量(g/m ²)	620.39	2.70	617.63	0.07	0.00
S06	栖息密度(ind./m ²)	70	20	10	40	0
	生物量(g/m ²)	0.72	0.23	0.26	0.23	0.00
S07	栖息密度(ind./m ²)	110	10	0	100	0
	生物量(g/m ²)	0.21	0.20	0.00	0.01	0.00
S10	栖息密度(ind./m ²)	40	0	30	10	0
	生物量(g/m ²)	3.58	0.00	3.44	0.14	0.00
S12	栖息密度(ind./m ²)	1390	0	1380	10	0
	生物量(g/m ²)	139.71	0.00	139.66	0.05	0.00
S14	栖息密度(ind./m ²)	10	10	0	0	0
	生物量(g/m ²)	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00
S16	栖息密度(ind./m ²)	0	0	0	0	0
	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S18	栖息密度(ind./m ²)	0	0	0	0	0
	生物量(g/m ²)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S19	栖息密度(ind./m ²)	200	200	0	0	0
	生物量(g/m ²)	1.70	1.70	0.00	0.00	0.00
S20	栖息密度(ind./m ²)	60	10	40	0	10
	生物量(g/m ²)	571.15	0.07	571.05	0.00	0.04
平均	栖息密度(ind./m ²)	463	28	358	76	1
	生物量(g/m ²)	118.15	0.51	117.42	0.22	0.003

本次调查结果表明，各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀，S16和 S18站位未采集到生物样本；在剩余10个站位中，S04#站位栖息密度最高，为2570 ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量较多的软体动物——弓绿螂 (*Glauconome cerea*)，它在该站位的栖息密度为2480 ind./m²；此外S12#和S02#站位栖息密度均较高，分别为1390 ind./m²和980 ind./m²，造成S12#站位密度较高的原因在于记录到数量较多的软体动物——焦河蓝蛤 (*Potamocorbula ustulata*)，栖息密度为1370 ind./m²；S02#站位密度较高的原因在于记录到种类较多的小型甲壳动物巨亮钩虾属 (*Cheiriphotis sp.*)、河螺赢蜚 (*Corophium acherusicum*) 和螯蛄 (*Sinonovacula constricta*)，其栖息密度分别为340 ind./m²、270 ind./m²和230 ind./m²。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从0.00~620.39 g/m²，在12个监测站位中以S04#和S20#站位的生物量最大，构成这2个站位较高生物量的原因在于软体动物弓绿螂和文蛤 (*Meretrix meretrix*) 的大量出现，生物量分别为620.39 g/m²和571.15 g/m²；除S16#和S18#站位未采集到生物样本外，生物量最低的站位为S14#

站, 仅为 0.12 g/m^2 , 该站位生物量低的原因在于该站位记录到一种个体较小的环节类动物, 且数量较少, 个体较大的其它动物类群没有出现。

软体动物在调查海区的平均密度为 358 ind./m^2 , 在12个站位中出现7次。栖息密度分布范围为 $0 \sim 2480 \text{ ind./m}^2$; 平均生物量为 117.42 g/m^2 , 生物量分布范围为 $0.00 \sim 617.63 \text{ g/m}^2$ 。

甲壳动物在所有调查站位中出现6次, 平均密度为 76 ind./m^2 , 平均密度分布范围为 $0 \sim 700 \text{ ind./m}^2$; 平均生物量为 0.22 g/m^2 , 平均生物量分布范围为 $0.00 \sim 2.15 \text{ g/m}^2$ 。

环节动物在调查海区的平均密度为 28 ind./m^2 , 在12个站位中出现8次。栖息密度分布范围为 $0 \sim 200 \text{ ind./m}^2$; 平均生物量为 0.51 g/m^2 , 生物量分布范围为 $0.00 \sim 2.70 \text{ g/m}^2$ 。

③ 底栖生物种类优势种和经济种类

底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种, 那么本次调查海区的底栖生物有2个优势种, 分别为软体动物的弓绿螂和焦河蓝蛤, 其优势度分别为0.155和0.064。弓绿螂在12个站位中的4个站出现, 其平均分布密度为 215.0 ind./m^2 , 占调查海区底栖生物平均密度的46.49%, 为该调查海区的第一优势种; 焦河蓝蛤在12个站位中有3个站出现, 其平均分布密度为 117.5 ind./m^2 , 占底栖生物平均栖息密度的25.41%。本次调查未采集到经济种大型底栖生物。

④ 底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 $0 \sim 8$ 种/站, 平均3种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 $0.00 \sim 1.50$ 之间, 平均值为0.62。多样性指数最高出现在S02#站; 最低则为S14#站位以及未采集到生物样本的S16#和S18#站位, 调查海域底栖生物多样性指数属低水平。均匀度范围在 $0.07 \sim 0.92$ 之间, 平均值为0.47。均匀度指数最高出现在S06#站, 反映各站位之间物种分布较不均匀, 未采集到生物样本的S16#和S18#站位均匀度无法计算。

(2) 秋季 (2017年11月) 调查

① 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物77种, 其中环节动物32种、软体动物33种、节肢动物8种、其他种类动物共4种 (附录III)。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的41.56%、42.86%和10.39%, 软体动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

② 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明,调查海区大型底栖生物平均栖息密度为176.18 ind./m²,以环节动物的平均栖息密度最高,为115.59 ind./m²,占总密度的65.61%;软体动物次之,平均栖息密度为47.35 ind./m²,占总平均密度的26.88%;节肢动物的平均栖息密度为4.41 ind./m²,占总平均密度的2.50%;其他动物的平均栖息密度总和为8.82 ind./m²,占5.01%(表4.2.5-35)。

底栖生物的平均生物量为27.21 g/m²,以软体动物的平均生物量居首位,该种类的平均生物量为18.48 g/m²,占总平均生物量的67.90%;其次为其他动物的平均生物量总和,平均生物量总和为4.47 g/m²,占总平均生物量的16.43%;环节动物的平均生物量为2.92 g/m²,占平均生物量的10.74%;节肢动物的平均生物量较少,平均为1.34 g/m²(表4.2.5-35)。

表 4.2.5-35 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
S21	栖息密度(ind./m ²)	65.00	30.00	35.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	5.18	1.71	3.48	0.00	0.00
S22	栖息密度(ind./m ²)	175.00	50.00	125.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	35.54	1.25	34.30	0.00	0.00
S23	栖息密度(ind./m ²)	100.00	20.00	60.00	15.00	5.00
	生物量(g/m ²)	32.17	0.60	29.85	1.50	0.22
S25	栖息密度(ind./m ²)	75.00	35.00	20.00	20.00	0.00
	生物量(g/m ²)	35.49	0.92	34.51	0.06	0.00
S28	栖息密度(ind./m ²)	220.00	150.00	70.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	44.00	2.61	41.40	0.00	0.00
S29	栖息密度(ind./m ²)	45.00	40.00	0.00	5.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.62	0.93	0.00	0.69	0.00
S30	栖息密度(ind./m ²)	50.00	10.00	35.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	29.59	0.32	20.71	0.00	8.56
S32	栖息密度(ind./m ²)	120.00	35.00	60.00	5.00	20.00
	生物量(g/m ²)	4.72	0.69	2.76	0.18	1.10
S33	栖息密度(ind./m ²)	245.00	215.00	20.00	5.00	5.00
	生物量(g/m ²)	7.96	4.34	2.50	0.52	0.60
S34	栖息密度(ind./m ²)	500.00	475.00	20.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	55.73	9.69	42.46	0.00	3.58
S40	栖息密度(ind./m ²)	165.00	85.00	75.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	26.19	1.72	24.31	0.00	0.17
S42	栖息密度(ind./m ²)	500.00	485.00	5.00	0.00	10.00
	生物量(g/m ²)	22.68	11.61	1.81	0.00	9.27

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
S43	栖息密度(ind./m ²)	75.00	10.00	40.00	0.00	25.00
	生物量(g/m ²)	33.12	0.23	16.25	0.00	16.64
S44	栖息密度(ind./m ²)	105.00	50.00	35.00	5.00	15.00
	生物量(g/m ²)	34.52	6.31	14.45	0.41	13.36
S45	栖息密度(ind./m ²)	200.00	145.00	45.00	0.00	10.00
	生物量(g/m ²)	30.25	3.03	13.47	0.00	13.76
S46	栖息密度(ind./m ²)	230.00	80.00	95.00	10.00	45.00
	生物量(g/m ²)	40.09	2.72	13.10	15.52	8.76
S48	栖息密度(ind./m ²)	125.00	50.00	65.00	10.00	0.00
	生物量(g/m ²)	23.73	1.03	18.77	3.94	0.00
平均	栖息密度(ind./m ²)	176.18	115.59	47.35	4.41	8.82
	生物量(g/m ²)	27.21	2.92	18.48	1.34	4.47

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从45.00 ind./m²~500.00 ind./m²,其中S34和 S42号站位栖息密度最高,均为500.00 ind./m²。这站位密度最高的原因在于都记录到数量较多的环节动物奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*),它们分别该站位的栖息密度为445.00 ind./m²和480.00 ind./m²;其次为S33号站位栖息密度较高,为245.00 ind./m²,该站位密度较高的原因是同样是记录到数量较多的环节动物奇异稚齿虫,它们在该站位的栖息密度为190.00 ind./m²;

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀,变化范围从1.62 g/m² ~ 55.73 g/m²,在17个监测站位中仅S34号站位的生物量大于50.00 g/m²,为55.73 g/m²。构成S34号站位较高生物量的原因在于出现个体较大数量较多的软体动物文蛤(*Meretrix meretrix*)和中国仿樱蛤(*Tellina chinensis*),生物量分别为24.21 g/m²和11.46 g/m²。最低的站位为S29站,生物量仅为1.62 g/m²,该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的环节动物和节肢动物,且种类和数量较少,个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在调查海区的平均密度为115.59 ind./m²,在17个站位中均有出现,出现频率为100.00%。密度分布范围为10.00 ind./m² ~ 485.00 ind./m²;平均生物量为2.92 g/m²,生物量分布范围为0.23 g/m²~11.61 g/m²。

软体动物在调查海区17个站位中16个站位出现,出现频率为94.12%,平均密度为47.35 ind./m²,密度分布范围为0.00 ind./m²~125.00 ind./m²;平均生物量为18.48 g/m²,生物量分布范围为0.00 g/m²~42.46 g/m²。

③ 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种, 那么本次调查海区的底栖生物仅有 2 个优势种, 为环节动物的奇异稚齿虫和软体动物虫昌螺 (*Umbonium* sp.), 优势度分别为 0.287 和 0.049。奇异稚齿虫在 17 个站位中的 10 个站出现, 其平均栖息密度为 85.88 ind./m², 占调查海区底栖生物平均密度的 48.75%, 为该调查海区的第一优势种; 虫昌螺在 17 个站位中的 10 个站出现, 其平均栖息密度为 14.71 ind./m², 占调查海区底栖生物平均密度的 8.35%。

④ 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 4~14 种/站, 平均 9 种/站。多样性指数 (H') 变化范围在 0.302~3.446 之间, 平均值为 2.395。多样性指数最高出现在 S23 号站, 最低则为 S42 号站, 调查海域底栖生物多样性指数属中等水平。均匀度范围在 0.151~0.961 之间, 平均值为 0.765, 均匀度指数最高出现在 S23 号站, 最低则为 S42 号站, 反映各站位之间物种分布较均匀。

5、 潮间带生物

(1) 秋季 (2016 年 9 月) 调查

① 种类组成

本次调查共记录潮间带动物 11 种, 其中环节动物 2 种、软体动物 4 种、甲壳动物 5 种 (附录 IV)。环节动物、软体动物和甲壳动物分别占总种数的 18.18%、36.36% 和 45.46%。软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

3 个断面 (C1、C2 和 C3 断面) 按沉积物的类型, C1 为软相泥沙质断面; C2 和 C3 均为硬相礁岩质断面, 且生物种类和分布状况基本一致。

高潮区: 生物群落组成以中小型螺类如奥彩蜒螺 (*Clithon oualanensis*) 和环节动物的羽须鳃沙蚕 (*Dendronereis pinnaticirrus*) 以及移动能力很强的小型耐干露环境的折痕相手蟹 (*Sesarma plicata*) 为主。

中潮区: 种类最为丰富, 采集到奥彩蜒螺、羽须鳃沙蚕和日本拟背尾水虱 (*Paranthura japonica*) 等;

低潮区: 以软体动物为主, 与中潮带物种分布差异不大, 可能是与淤泥质底质有关, 优势种为奥彩蜒螺等。

② 潮间带生物量及栖息密度

A 生物量及栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 57.26 g/m²，平均栖息密度为 80 ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体类动物居首位，平均生物量为 57.03 g/m²，占总平均生物量的 99.60 %；其次为环节动物，其平均生物量为 0.22 g/m²，占总生物量的 0.38 %；甲壳动物仅占总平均生物量的 0.02 %（表 4.2.5-36）。

在平均栖息密度方面，其组成情况与生物量一致，总平均栖息密度为 80 ind./m²。平均栖息密度最高类群为软体动物，为 57 ind./m²，占总平均栖息密度的 70.72%；环节动物其次，为 20 ind./m²，占总平均栖息密度的 25.41 %；甲壳动物仅占总平均栖息密度的 3.87 %（表 4.2.5-36）。

表 4.2.5-36 潮间带平均生物量及栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	软体动物	甲壳动物
生物量 (g/m ²)	57.26	0.22	57.03	0.01
栖息密度 (ind./m ²)	80	20	57	3

B 生物量及栖息密度的水平分布

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

C 生物量及栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区 > 中潮区 > 高潮区，其中各潮区的平均生物量均主要由大量出现的软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布则表现为中潮区最高，低潮区居中，高潮带最低。

③ 潮间带生物多样性指数

计算结果显示，调查断面潮间带多样性指数 (H') 和均匀度 (J') 均属偏低水平，3 条断面多样性指数平均为 0.43，均匀度指数平均为 0.29。

(2) 秋季 (2017 年 11 月) 调查

① 种类构成

本次调查共记录潮间带生物 31 种，其中环节动物 3 种，软体动物 21 种，节肢动物 7 种，和星虫动物 1 种（附录 IV）。环节动物和软体动物占总种数的均为 33.33 %，节肢动物占总种数的 29.63%。软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

3 个断面按沉积物的类型，C4~C6 调查断面沉积物为岩石相。

高潮区：生物群落组成为以软体动物的粗糙滨螺 (*Littorina scabra*) 和齿纹蜒螺

(*Nerita yoldi*) 为主。

中潮区：生物群落组成同样为以软体动物的齿纹蜒螺和粗糙滨螺为主。

低潮区：以软体动物的团聚牡蛎 (*Ostrea glomerata*) 和粗糙滨螺为主。

② 生物量及栖息密度

A 平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 191.44 g/m²，平均栖息密度为 115.70 ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 177.43 g/m²，占总平均生物量的 92.68%；其次为节肢动物，其平均生物量为 13.67 g/m²，占总生物量的 7.14% (表 4.2.5-37)。

在平均栖息密度方面，其组成情况与生物量一致，总平均栖息密度为 115.70 ind./m²。其中软体动物占绝大部分，为 81.93 ind./m²，节肢动物次之，为 29.04 ind./m²(表 4.2.5-37)。

表 4.2.5-37 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	软体动物	节肢动物
栖息密度 (ind./m ²)	115.70	4.74	81.93	29.04
生物量 (g/m ²)	191.44	0.34	177.43	13.67

B 平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C4 断面 > C5 断面 > C6 断面；平均生物量表现为为 C4 断面 > C5 断面 > C6 断面。

C 平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低，其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成；中潮区的平均生物量也主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布与生物量分布情况类似，表现为低潮区 > 中潮区 > 高潮区。

③ 潮间带生物多样性指数

计算结果显示，3 条调查断面出现的种类数在 13~15 种/站 (平均 14 种/站)，调查断面潮间带多样性指数 (H') 和均匀度 (J') 均属中等水平，3 条断面多样性指数平均为 3.072，均匀度指数平均为 0.800。

6、鱼卵仔稚鱼

(1) 秋季（2016年9月）调查

① 种类组成

在采集的 12 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 9 种，其中鳗鲡目、鲽形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种，鲈形目鉴定出 4 科 4 属 4 种。

鱼卵的种类仅记录小公鱼 (*Stolephorus* sp.)、小沙丁鱼 (*Sardinella* sp.)、鳮属 (*Leiognathus* sp.)、多鳞鱈 (*Sillago sihama*)、舌鳎科 (Cynoglossidae) 和未定种共 6 种；仔鱼则记录到小沙丁鱼、小公鱼、多鳞鱈、鳗鲡目 (Anguilliformes)、虎鱼科 (Gobiidae) 和眶棘双边鱼 (*Ambassis gymnocephalus*) 共 6 种。

在出现鱼卵和仔鱼种类中，仔鱼和鱼卵的种类数目均为 6 种；属于经济种类的有小沙丁鱼、小公鱼和多鳞鱈等。

② 数量分布

本次调查共采到鱼卵 507 个，仔鱼 319 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 114.44 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 S07#站，为 230.23 个/1000m³，调查期间 12 个测站均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.0%，鱼卵密度变化范围在 32.50~230.23 个/1000m³ (表 4.2.5-38)。

仔鱼在 12 个监测站中均有出现，出现率为 100%，仔鱼的平均密度为 72.00 尾/1000m³ (表 4.2.5-38)。

表 4.2.5-38 鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵发育期		站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (个/1000m ³)	仔鱼 (尾/1000m ³)		鱼卵 (个/1000m ³)	仔鱼 (尾/1000m ³)
S01	116.47	127.30	S12	148.97	18.96
S02	113.76	176.06	S14	92.09	29.79
S04	97.51	48.75	S16	130.01	43.34
S06	86.67	73.13	S18	165.22	116.47
S07	230.23	132.72	S19	48.75	29.79
S10	111.05	40.63	S20	32.50	27.09
平均	114.44	72.00			

③ 主要种类及数量分布

鳮属鱼类的鱼卵是本次调查数量居首位的种类，该类是一种个体小的集群性中上层鱼类，以浮游动植物为食，是甚为常见且个体数量较大的小型鱼类。在本次调查中该种鱼卵普遍出现，有一定数量，其中鱼卵最高出现在 S07#站，密度为 86.67 个/1000m³；其

次为 S18#站，密度为 62.30 个/1000m³，平均密度为 44.69 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 39.05%。

小公鱼为近海小型鱼类，产量较大，在渔业生产上有一定经济价值。本次调查鱼卵和仔鱼均有出现，鱼卵的密度在 8.13~59.59 个/1000m³ 之间。在本次调查中该种鱼卵普遍出现，有一定数量，其中鱼卵最高出现在 S07#站，密度为 59.59 个/1000m³，其次为 S10#站，密度为 48.75 个/1000m³，平均密度 32.50 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 28.40%，小公鱼的鱼卵分布比较均匀，密度超过 40 个/1000m³ 的有 4 个站位。仔鱼的密度在 13.54~102.93 个/1000m³ 之间，平均密度为 44.69 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 62.07%。

(2) 秋季 (2017 年 11 月) 调查

① 种类组成

在采集的 17 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 11 种，其中鲱形目、鲷形目、鲈形目、银汉鱼目和未定种各鉴定出 1 种和鲈形目鉴定出 6 种。

② 数量分布

本次调查共采到鱼卵 1142 个，仔鱼 17 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 836.26 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 S45 号站，为 4382.98 个/1000m³，调查期间 17 个测站均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.0%，鱼卵密度变化范围在 47.50 个/1000m³ ~ 4382.98 个/1000m³ (表 4.2.5-39)。

仔鱼在 17 个监测站中出现 11 次，出现率为 64.71%，仔鱼的平均密度为 23.78 尾/1000m³ (表 4.2.5-39)。

表 4.2.5-39 鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (个/1000m ³)	仔鱼 (尾/1000m ³)
S21	848.36	53.02
S22	754.72	41.93
S23	283.70	10.77
S25	522.94	50.61
S28	925.14	42.70
S29	47.50	0.00
S30	1427.59	68.80
S32	1342.81	26.33
S33	294.88	11.80

S34	1101.81	41.84
S40	506.37	0.00
S42	409.66	0.00
S43	292.89	0.00
S44	403.45	13.91
S45	4382.98	42.55
S46	211.71	0.00
S48	459.87	0.00
平均	836.26	23.78

③ 主要种类及数量分布

鳊属是本次调查的主要种类，在本次调查中该种鱼卵出现有一定数量，鱼卵的密度在 16.33 个/1000m³~1673.76 个/1000m³ 之间。其中鱼卵最高出现在 S45 号站，其次为 S30 号站，密度为 550.40 个/1000m³，平均密度 330.99 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 39.58 %。

小公鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中出现在鱼卵和仔鱼当中。其中，鱼卵的密度在 0.00 个/1000m³ ~1163.12 个/1000m³ 之间，平均密度为 196.04 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 23.44 %；仔鱼在 17 个调查站中出现了 8 次，出现频率为 47.06 %，密度范围在 0.00 个/1000m³ ~35.35 个/1000m³ 之间，平均值为 10.91 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 45.90 %；。

眶棘双边鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中出现在仔鱼当中。仔鱼在 17 个调查站中出现了 4 次，出现频率为 23.53 %，密度范围在 0.00 个/1000m³~17.67 个/1000m³ 之间，平均值为 3.52 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 14.78 %。

7、游泳生物

(1) 秋季（2016 年 9 月）调查

① 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 27 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类 8 种，双壳类 3 种（附录 V）。

本次调查 L6 断面种类数最多为 14 种，L3 断面种数最少，为 4 种。

② 渔获率

平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 2.58 kg/h 和 486 ind./h，其中：鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 2.25 kg/h 和 347 ind./h，占总重量渔获率和总个体渔获

率分别为 87.23 % 和 71.33 %；甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.16 kg/h 和 41 ind./h，占总重量渔获率和总个体渔获率分别为 6.20% 和 8.44 %；双壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.17 kg/h 和 98 ind./h，占总重量渔获率和总个体渔获率分别为 6.67 % 和 20.16 %。

③ 资源密度

本次调查各站位渔业资源密度分布见表 5.3.5-13。平均重量密度为 265.56 kg/ km²，分布从高到低依次为 L5、L6、L1、L2、L4 和 L3 断面，范围为 18.95~947.57 kg/km²；平均个体密度为 49940 ind./km²，个体密度最高的的断面为 L5，为 206272 ind./km²，最低为 L4 断面仅为 6170 ind./km²。造成断面 L5 个体密度最高的原因是出现了大量的花鲮 (*Clupanodon thrissa*)。

表 4.2.5-40 调查站位的渔业资源密度

断面	L1	L2	L3	L4	L5	L6	平均
重量密度 (kg/km ²)	136.17	124.91	18.95	111.47	947.57	254.29	265.56
个体密度 (ind./km ²)	26530	16452	14602	6170	206272	29614	49940

④ 鱼类资源状况

A 种类组成

本次调查捕获的鱼类 16 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

B 资源密度估算

本次调查鱼类的资源平均重量密度和平均个体密度分别为 231.43 kg/km² 和 35647 ind./km²。在 6 个断面中，鱼类重量密度分布从高到低的站位为 L5、L6、L2、L1、L4 和 L3 断面，其中 L5 断面最高为 876.89 kg/km²，L3 断面仅为 2.93 kg/km²；鱼类个体密度分布从高到低依次为 L5、L6、L1、L2、L4 和 L3 断面，范围为 617~167198 ind./km²。

C 优势种

鱼类 IRI 值在 100 以上的有 7 种，分别为：凤鲚 (*Coilia mystus*)、短棘鲷 (*Leiognathus equulus*)、中华海鲂 (*Tachysurus*)、裘氏小沙丁鱼 (*Sardinella jussieu*)、花鲮、棘头梅童 (*Collichthys lucidus* (Richardson))、花鲈 (*Lateolabrax maculatus*)，这 7 种鱼类其重量渔获率之和为 12.75 kg/h，占鱼类总重量渔获率 (13.50 kg/h) 的 94.43 %；这 7 种鱼类其个

体渔获率之和为 2048 ind./h，占鱼类总个体渔获率（2080 ind./h）的 98.46 %。由此确定这 7 种为鱼类的优势种。

D 主要经济鱼类的分布洄游及生物学特性

a. 中华海鲇 *Arius sinensis*

中华海鲇为海鲇属的鱼类，俗名黄松、城鱼、骨鱼、骨仔。在中国分布于南海和东海等。栖息于水流缓慢的泥质水域。该物种的模式产地在中国。

形态特征：体前部粗大。体背部黑褐色，体侧淡灰色，腹面白色。背鳍，臀鳍和胸鳍基部淡黄褐色，末端灰褐色；脂鳍灰褐色。

生活习性：为暖水性近海底层鱼类,常进入港湾和河口。

b. 花鲮 *Clupanodon thrissa*

花鲮为鲱科鲮属的鱼类。生活在淡水环境里。分布于印度尼西亚、菲律宾、日本、朝鲜、中印半岛以及印度、台湾岛以及东海、南海等海域。该物种的模式产地在印度洋。

形态特征：体呈长卵形，两侧甚侧扁。一般体长 120 毫米，大者 200 毫米。头中等大，头顶及背鳍前方隆起。腹部甚侧扁。腹缘具锯齿状稜鳞。肛门紧邻于臀鳍前方。

生活习性：暖温性中上层鱼类，摄食浮游生物，藻类为主。4 月开始生殖洄游，6~7 月为产卵盛期。

c. 凤鲚 *Coilia mystus*

凤鲚属于河口性洄游鱼类，平时栖息于浅海，每年春季，大量鱼类从海中洄游至河口半咸淡水区域产卵，但决不深入纯淡水区域（长江口凤鲚最远达江阴，瓯江口凤鲚至江心屿）。

地理分布：印度洋北部沿海，朝鲜，日本，印度尼西亚等，中国沿海。

生活习性：雌鱼大于雄鱼，雌鱼体长 12-16 厘米、重 10-20 克，雄鱼体长仅 13 厘米、重 12 克左右。一般是 4 月下旬（谷雨前后）亲鱼开始由海中来到江河口，但数量不多；5 月上旬（立夏）至 7 月上旬（小暑）则大批到来，在咸淡水域产卵。长江口产卵期 5-7 月上旬。怀卵量为 0.5~20 万粒，受精卵约经 48 小时后孵化出仔鱼，仔鱼长 0.3-0.6mm。此时便是凤鲚渔泛的旺季；7 月下旬（大暑后）产过卵的亲鱼又陆续回到海中生活。凤鲚在洄游到江河口产卵期间很少摄食。其食物为桡足类、糠虾、端足类、牡

蛎和鱼卵。凤鲚是长江、珠江、闽江等江河口的主要经济鱼类，鱼泛季节产量很高，仅长江口年产量便达 400~450 万公斤，渔获物中雄鱼往往多于雌鱼。

形态特征：头短，侧扁。吻短，圆突。口大，下位。口裂倾斜。体形与鲚相似，但臀鳍条数目较少；体侧纵列鳞也较少。体呈淡黄色。其吻端和各鳍条均呈黄色，鳍边缘黑色体呈白色，体背淡绿色。体延长，侧扁，向后渐细尖，腹部有棱鳞。

d. 棘头梅童鱼 *Collichthys lucidus*

棘头梅童鱼，为石首鱼科、梅童鱼属。

形态特征：体长一般 9~14 厘米，体重 16~50 克。是近海性小型鱼类。腹腔白色；尾柄细长，额部隆起，高低不平；胃呈盲囊状。肠短。鳔大，前端弧形，后端尖长；背鳍绪棘部边缘及尾鳍末端黑色，各鳍淡黄色。

生活习性：海水/淡水生。是近海性小型鱼类。每年的 4~6 月和 9~10 月为渔汛旺期。

分布地区：黄渤海、东海和南海均有分布，亦见于黄河、长江、钱塘江、闽江和珠江水系。其中南海以北部湾海区为盛产。

e. 短棘鳎 *Leiognathus equulus*

短棘鳎为鳎科鳎属的鱼类。分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于热带海洋的近岸或稍碱的水域。该物种的模式产地在红海。

栖息生态：主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。以夏季为盛渔期。

地理分布：分布于印度-西太平洋水域。台湾以西部、西南部砂泥底沿岸、河口及内湾为主。

⑤ 甲壳类资源状况

A 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 8 种，其中：虾类 3 种，蟹类 4 种，虾蛄类 1 种。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

B 优势种

甲壳类 IRI 值在 200 以上的有 4 种，分别为：脊尾白虾 (*E.carinicauda*)、拟穴青蟹

(*Scylla paramamosain*)、日本蟳 (*Charybdis japonica*)、三疣梭子蟹 (*Portunus trituberculatus*)。这 4 种甲壳类重量渔获率之和为 0.88 kg/h, 占甲壳类总重量渔获率(0.96 kg/h) 的 91.67 %; 这 4 种甲壳类个体渔获率之和为 216 ind./h, 占甲壳类总个体渔获率 (246 ind./h) 的 87.80 %。由此确定这 4 种为甲壳类的优势种。

C 甲壳类资源密度评估

本次调查甲壳类平均重量密度和平均个体密度分别为 16.45 kg/km²和 4216 ind./km²。平均重量密度分布从高到低依次为 L6、L4、L1、L5、L3 和 L2 断面, 范围为 0.00~32.79 kg/km²。平均个体密度分布从高到低的断面依次为 L5、L1、L4 和 L6 相同、L3 和 L2 断面, 范围为 0~9871ind./km²。

(2) 秋季 (2017 年 11 月) 调查

① 种类组成

本次调查, 共捕获游泳生物 41 种, 其中: 鱼类 25 种, 甲壳类 15 种, 头足类 1 种 (附录 V)。

本次调查 L10 和 L13 断面种类数最多, 为 21 种, 其次为 L7, 为 19 种, L14 和 L15 断面的种数最少, 为 13 种。

② 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 2.85 kg/h 和 362.67 ind./h, 其中: 甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.16 kg/h 和 285.11 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 75.97 %和 78.62%; 鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.68 kg/h 和 77.33 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 23.91 %和 21.32 %; 头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.003 kg/h 和 0.22 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 0.11 %和 0.06 %。

③ 资源密度

本次调查各站位渔业资源密度分布见表 5.3.5-14。平均重量密度为 512.52 kg/ km², L13 断面最高, L11 断面最低, 范围为 386.37 kg/km²~727.36 kg/km²; 平均个体密度为 65271.51 ind./km², 个体密度最高的断面为 L8, 其值为 82789.24ind./km², 最低为 L9 断面, 其个体密度为 50973.79 ind./km²。

表 4.2.5-41 调查站位的渔业资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
L7	446.41	52016.16

L8	556.16	82789.24
L9	575.28	50973.79
L10	476.18	52669.11
L11	386.37	59592.08
L12	437.49	69330.39
L13	727.36	82210.74
L14	456.53	65511.48
L15	550.87	72350.59
平均值	512.52	65271.51

④ 鱼类资源状况

A 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类 25 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

B 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源平均重量密度和平均个体密度分别为 122.56 kg/km² 和 13918.19 ind./km²。在 17 个断面中，鱼类重量密度分布中，L8 最高为 347.64 kg/km²，L11 断面最低为 11.23 kg/km²；鱼类个体密度分布中，L8 最高 49673.54 ind./km²，L11 最低为 1439.81 ind./km²。

C 鱼类优势种

鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 1 种，为：中华海鲇 (*Arius sinensis*)，这种鱼类的重量渔获率为 3.24 kg/h，占鱼类总重量渔获率 (6.13kg/h) 的 52.79%；这种鱼类的个体渔获率为 422.00 ind./h，占鱼类总个体渔获率 (696.00 ind./h) 的 60.63%。由此确定这种为鱼类的优势种。

⑤ 甲壳类资源状况

A 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 15 种，其中：虾类 5 种，蟹类 9 种，虾蛄类 1 种。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

B 优势种

甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 4 种，分别为：口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、日本蟳 (*Charybdis japonica*)、亨氏仿对虾 (*Metapenaeopsis barbata*) 和红星梭子蟹 (*Portunus sanguinolentus*)。这 4 种甲壳类的重量渔获率之和为 17.42 kg/h，占甲壳类总重量渔获率

(19.47 kg/h) 的 89.48%；这 4 种甲壳类的个体渔获率之和为 2196.00 ind./h，占甲壳类总个体渔获率 (2566.00 ind./h) 的 85.58 %。由此确定这 4 种为甲壳类的优势种。

C 甲壳类资源密度评估

本次调查甲壳类的资源平均重量密度和平均个体密度分别为 389.37 kg/km² 和 51313.32 ind./km²。其中，重量密度范围为 208.52 kg/km²~596.01 kg/km²，L8 断面最低，L13 断面最高；个体密度分布范围为 33115.69 ind./km²~73931.82 ind./km²，L13 断面最高。

⑥ 头足类资源状况

A 种类组成

本次调查海域内捕获的头足类仅有 1 种，为长蛸 (*Octopus variabilis*)。

B 头足类的资源密度估算

本次调查中的 17 个站位中仅 L11 站出现头足类。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 0.58 kg/km² 和 39.99 ind./km²。

4.2.5.2.2 冬季海洋生态调查

1、叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.74 mg/m³~6.79 mg/m³，平均值为 2.21 mg/m³，其中 H42 号站叶绿素 a 含量最高，H10、H31、H7、H27、H12、H16 和 H35 号站叶绿素 a 含量最低，均为 0.74 mg/m³。

调查海区底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 0.74 mg/m³~5.26mg/m³，平均值为 1.88 mg/m³，其中 H46 号站叶绿素 a 含量最高，H27、H24 和 H21 号站叶绿素 a 含量最低，为 0.74 mg/m³。

(2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 9.02 mg C/(m² d)~647.52 mg C/(m² d)，平均值为 144.39 mg C/(m² d)，其中 H46 号站初级生产力水平最高，H7 号站最低(表 4.2.5-42)。

表 4.2.5-42 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a (mg/m ³)		初级生产力 (mg C/(m ² d))
	表层	底层	
H1	3.79	4.92	69.43
H2	3.79	3.79	46.28
H3	2.61	3.00	47.72

H5	3.23	2.09	78.76
H7	0.74	1.08	9.02
H8	1.13	1.13	13.84
H10	0.74	1.47	13.48
H12	0.74	0.79	22.55
H14	1.13	0.79	34.52
H16	0.74	1.13	22.55
H18	1.47	1.13	54.02
H21	1.92	0.74	46.91
H22	1.13	1.47	41.43
H23	1.53	1.33	37.26
H24	1.13	0.74	27.62
H25	1.87	1.16	45.59
H27	0.74	0.74	22.55
H29	1.13	1.87	34.61
H30	2.26	1.92	55.30
H31	0.74	1.13	22.47
H33	3.00	3.79	274.79
H35	0.74	1.47	90.19
H36	1.13	1.13	103.57
H38	1.53	1.70	139.87
H40	2.66	1.13	486.63
H42	6.79	1.13	621.67
H44	5.37	3.00	491.57
H46	3.79	5.26	647.52
H48	6.39	3.40	585.50
范围	0.74~6.79	0.74~5.26	9.02~647.52
平均值	2.21	1.88	144.39

2、浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 6 门 58 属 111 种（含 2 个变种和 1 个变型）。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 38 属 74 种，占总种数的 66.67%（表 4.2.5-43）；甲藻门出现 7 属 21 种，占总种数的 18.92%。硅藻门的角毛藻出现种类数最多（18 种），其次是甲藻门的角藻（11 种），其它属出现的种类见表 4.2.5-43（附录 I）。

表 4.2.5-43 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例（%）
硅藻	38	74	66.67

甲藻	7	21	18.92
蓝藻	7	8	7.21
金藻	2	2	1.80
绿藻	3	4	3.60
裸藻	1	2	1.80
合计	58	111	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 2 种, 为硅藻门的颗粒直链藻 (*Melosira granulata*) 和中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)。

颗粒直链藻的优势度为 0.455, 丰度占调查海区总丰度的 54.32%, 该优势种在整个调查区域分布广泛, 在 29 个调查站位中 22 个站中出现, 出现率为 75.86%, 为该调查海区的第一优势种, 其他优势种见表 4.2.5-44。

表 4.2.5-44 浮游植物优势种及优势度

中文名	英文名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>	硅藻	0.455	54.32
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.172	28.32

(2) 丰度组成

本次调查结果表明, 调查海区浮游植物丰度变化范围为 $21.81 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 10064.58 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$, 平均为 $1288.87 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ (表 5.3.5-18)。不同站位的丰度差异较大, 最高丰度出现在 H8 号站; H7 号站次之, 其丰度为 $6969.60 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$; 最低丰度则出现在 H46 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占优势, 其丰度占各站总丰度的 20.73% ~ 99.68%, 平均为 95.50%, 硅藻在 29 个测站中均出现; 蓝藻次之, 其丰度占各站总丰度的 0.00% ~ 46.04%, 平均为 3.24%, 蓝藻在 29 个测站中 15 个站有出现; 甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00% ~ 79.27%, 平均为 1.17%, 在 29 个测站中 28 站有出现, 其他类的丰度和在各站丰度的比例见表 4.2.5-45。

表 4.2.5-45 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{ cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		蓝藻		其他	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
H1	3465.11	3384.11	97.66	0.78	0.02	80.19	2.31	0.04	0.00
H2	5327.01	4998.91	93.84	0.00	0.00	323.74	6.08	4.36	0.08

H3	4125.26	3946.81	95.67	0.31	0.01	178.14	4.32	0.00	0.00
H5	3866.47	3715.18	96.09	0.29	0.01	148.59	3.84	2.41	0.06
H7	6969.60	6947.40	99.68	3.00	0.04	0.00	0.00	19.20	0.28
H8	10064.58	10007.92	99.44	0.83	0.01	55.42	0.55	0.42	0.00
H10	155.00	123.50	79.68	0.50	0.32	31.00	20.00	0.00	0.00
H12	307.34	258.51	84.11	0.90	0.29	47.66	15.51	0.27	0.09
H14	847.75	829.13	97.80	1.63	0.19	17.00	2.01	0.00	0.00
H16	444.60	402.00	90.42	3.60	0.81	39.00	8.77	0.00	0.00
H18	39.20	38.08	97.15	1.12	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00
H21	524.50	263.00	50.14	20.00	3.81	241.50	46.04	0.00	0.00
H22	24.89	19.72	79.24	0.78	3.13	2.61	10.49	1.78	7.14
H23	99.26	85.71	86.36	0.77	0.78	10.03	10.10	2.74	2.76
H24	61.33	47.11	76.81	14.22	23.19	0.00	0.00	0.00	0.00
H25	174.00	162.25	93.25	11.75	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00
H27	25.56	12.56	49.13	13.00	50.87	0.00	0.00	0.00	0.00
H29	48.12	39.00	81.05	6.59	13.69	2.53	5.26	0.00	0.00
H30	97.12	67.20	69.19	1.36	1.40	28.56	29.41	0.00	0.00
H31	207.33	61.33	29.58	146.00	70.42	0.00	0.00	0.00	0.00
H33	133.88	54.40	40.63	74.38	55.56	5.10	3.81	0.00	0.00
H35	28.71	15.42	53.72	13.29	46.28	0.00	0.00	0.00	0.00
H36	47.71	9.89	20.73	37.82	79.27	0.00	0.00	0.00	0.00
H38	39.58	20.74	52.40	18.84	47.60	0.00	0.00	0.00	0.00
H40	34.32	21.91	63.84	11.32	32.97	0.00	0.00	1.09	3.19
H42	95.88	78.92	82.31	16.73	17.45	0.00	0.00	0.23	0.24
H44	56.43	41.75	73.99	14.64	25.95	0.00	0.00	0.04	0.06
H46	21.81	12.15	55.70	9.66	44.30	0.00	0.00	0.00	0.00
H48	44.91	31.11	69.27	13.80	30.73	0.00	0.00	0.00	0.00
平均值	1288.87	1230.89	95.50	15.10	1.17	41.76	3.24	1.12	0.09
变化范围	21.81~10064.58	9.89~10007.92	20.73~99.68	0.00~146.00	0.00~79.27	0.00~323.74	0.00~46.04	0.00~19.20	0.00~7.14

(3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 7~33 种,平均 23 种(表 4.2.5-46)。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.842~3.617,平均为 2.363,多样性指数以 H48 号站位最高,H3 号站最低;Pielou 均匀度指数范围为 0.186~0.854,平均为 0.533,其中 H27 号站均匀度指数最高,H3 号站最低(表 4.2.5-46)。

表 4.2.5-46 浮游植物的多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
H1	28	1.060	0.220
H2	27	1.737	0.365

H3	23	0.842	0.186
H5	31	1.574	0.318
H7	29	1.721	0.354
H8	26	1.814	0.386
H10	18	3.077	0.738
H12	28	2.856	0.594
H14	33	2.399	0.476
H16	17	2.076	0.508
H18	17	1.504	0.368
H21	22	1.883	0.422
H22	20	2.425	0.561
H23	30	3.357	0.684
H24	16	3.222	0.805
H25	23	1.854	0.410
H27	18	3.562	0.854
H29	28	3.429	0.713
H30	25	3.115	0.671
H31	23	3.079	0.681
H33	13	1.682	0.455
H35	22	2.763	0.620
H36	7	1.181	0.421
H38	18	2.409	0.578
H40	17	2.206	0.540
H42	20	1.764	0.408
H44	28	3.313	0.689
H46	20	2.993	0.693
H48	29	3.617	0.745
平均	23	2.363	0.533
范围	7~33	0.842~3.617	0.186~0.854

3、浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 11 个生物类群 90 种（见附录 II—浮游动物种类名录），其中桡足类 46 种、浮游幼体类 14 种、腔肠动物 10 种和其他种类共 20 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $174.11 \text{ mg/m}^3 \sim 11041.67 \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 1959.07 mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 H33 号采样站，最低出现在 H18 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为

155.56 ind./m³ ~ 35275.00 ind./m³，平均密度 5879.74 ind./m³。浮游生物最高密度出现在 H7 号采样站，最低密度则出现在 H22 号采样站（表 4.2.5-47）。

表 4.2.5-47 浮游动物生物量及密度

站位	密度 (ind./m ³)	生物量 (mg/m ³)
H1	1986.11	307.10
H2	1876.62	224.03
H3	3267.24	1924.57
H5	2558.82	362.75
H7	35275.00	3575.00
H8	14854.17	1572.92
H10	33312.50	2687.50
H12	3704.79	420.21
H14	8789.06	984.38
H16	2825.00	2000.00
H18	292.41	174.11
H21	1859.38	1562.50
H22	155.56	275.00
H23	667.86	303.57
H24	3625.00	750.00
H25	2552.08	729.17
H27	3045.14	430.56
H29	375.00	323.53
H30	901.52	439.39
H31	13593.75	2500.00
H33	18507.81	11041.67
H35	312.50	1480.93
H36	4259.09	6563.64
H38	932.10	3811.73
H40	5240.38	2246.79
H42	2839.74	4309.29
H44	893.75	1949.11
H46	1164.11	1532.98
H48	845.92	2330.61
平均值	5879.74	1959.07
范围	155.56~35275.00	174.11~11041.67

(3) 浮游动物主要类群分布

① 桡足类

桡足类在 29 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 111.11 ind./m³ ~ 33250.00 ind./m³，平均密度为 4221.04 ind./m³，占浮游动物总密度的 71.79 %。其中最高密度出现在 H7 号采样站；其次为 H10 号采样站，密度为 26562.50 ind./m³。H22 号站位密度最低。

②浮游幼体类

浮游幼体类在全部 29 个调查站位均有出现，平均密度为 721.81 ind./m³，占浮游动物总密度的 12.28%，其密度变化范围为 32.47 ind./m³~6375.00 ind./m³。其中最高密度分布于 H10 号采样站，其次是 H31 号采样站，密度分别为 1895.83ind./m³，H2 号站位密度最低。

③枝角类

枝角类在全部 29 个调查站位中 26 个站位有出现，平均密度为 908.07 ind./m³，占浮游动物总密度的 15.44%，其密度变化范围为 0.00 ind./m³~11744.79ind./m³。其中最高密度分布于 H33 号采样站，其次是 H31 号采样站，密度分别为 4500.00ind./m³，其中 H14、H18 和 H23 号站位中没有出现枝角类。

④其他种类

浮游动物的其他类群有十足类、被囊类、翼足类、多毛类、端足类、毛颚类和腔肠动物等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 21 种（10~38 种）；种类多样性指数范围为 1.042~4.315 之间，平均为 2.863，多样性指数最高出现在 H44 号采样站，其次为 H48 号采样站，最低则出现在 H3 号采样站；种类均匀度变化范围在 0.274~0.915 之间，平均为 0.661，最高出现在 H21 号采样站，最低出现在 H3 号采样站，各站位生物量种间分布较为均匀（见表 4.2.5-48）。

表 4.2.5-48 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J)
H1	15	2.045	0.523
H2	16	1.823	0.456
H3	14	1.042	0.274
H5	10	1.300	0.391
H7	14	1.087	0.286

H8	19	1.620	0.381
H10	15	2.015	0.516
H12	16	2.231	0.558
H14	13	1.846	0.499
H16	15	3.115	0.797
H18	13	2.905	0.785
H21	16	3.660	0.915
H22	12	3.020	0.842
H23	11	2.384	0.689
H24	19	3.753	0.884
H25	22	3.008	0.675
H27	26	3.766	0.801
H29	16	3.334	0.833
H30	21	3.608	0.821
H31	27	3.449	0.725
H33	35	2.308	0.450
H35	16	3.356	0.839
H36	31	3.654	0.737
H38	26	3.403	0.724
H40	37	3.840	0.737
H42	32	3.537	0.707
H44	35	4.315	0.841
H46	32	3.588	0.718
H48	38	4.018	0.766
平均	21	2.863	0.661
范围	10~38	1.042~4.315	0.274~0.915

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 10 种, 为枝角类的肥胖三角溞 (*Evadne tergestina*) 和长额象鼻溞 (*Bosmina longirostris*)。优势度指数分别是 0.125 和 0.020。桡足类的中华异水蚤 (*Acartiella sinensis*)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)、微刺哲水蚤 (*Canthocalanus pauper*)、小长腹剑水蚤 (*Oithona nana*) 和长尾基齿哲水蚤 (*Clausocalanus furcatus*), 优势度指数分别为 0.104、0.083、0.045、0.040、0.039 和 0.025 浮游幼体的桡足类幼体 (Copepoda larvae) 和蔓足类幼体 (Cirripedia larvae), 优势度为 0.076 和 0.026 (见表 4.2.5-49)。肥胖三角溞的平均密度为 627.74 ind./m³, 占浮游动物总密度的 10.68%, 在 29 个调查站位中 20 个站位有出现, 其中在 H33 号站位密度最高,

为 11406.25 ind./m³，为本调查海域的第一优势种；中华异水蚤的平均密度为 2549.62 ind./m³，占浮游动物总密度的 43.36%，在全部 29 个调查站位中 17 个站位有出现，其中 H7 号站位密度最高，为 29750.00 ind./m³。其他优势种见表 4.2.5-49。

表 4.2.5-49 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	占总丰度百 分比 (%)
肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>	0.125	627.74	10.68
中华异水蚤	<i>Acartiella sinensis</i>	0.104	2549.62	43.36
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.083	315.55	5.37
桡足类幼体	Copepoda larvae	0.076	437.26	7.44
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>	0.045	278.52	4.74
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>	0.040	148.72	2.53
小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>	0.039	222.41	3.78
蔓足类幼体	Cirripedia larvae	0.026	222.35	3.78
长尾基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus furcatus</i>	0.025	200.37	3.41
长额象鼻溞	<i>Bosmina longirostris</i>	0.020	218.94	3.72

4、大型底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物75种，其中环节动物32种、软体动物27种、节肢动物9种、其他种类动物共7种（附录III）。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的42.67%、36.00%和12.00%，软体动物和环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

(2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 90.17 ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 52.59 ind./m²，占总密度的 58.32%；软体动物次之，平均栖息密度为 28.45 ind./m²，占总平均密度的 31.55%；节肢动物的平均栖息密度为 4.31 ind./m²，占总平均密度的 4.78%；其他动物的平均栖息密度总和为 4.83 ind./m²，占总平均密度的 5.35%（表 4.2.5-50）。

底栖生物的平均生物量为 18.12 g/m²，以其他动物的平均生物量总和居首位，该种类的平均生物量为 6.50 g/m²，占总平均生物量的 35.85%；其次为软体动物，平均生物量为

6.49 g/m²，占总平均生物量的35.78%；环节动物的平均生物量为4.85 g/m²，占平均生物量的26.76%；节肢动物的平均生物量较少，平均为0.29 g/m²（表4.2.5-50）。

表 4.2.5-50 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
H1	栖息密度(ind./m ²)	90.00	35.00	55.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	12.30	0.78	11.52	0.00	0.00
H2	栖息密度(ind./m ²)	150.00	25.00	125.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	19.09	0.55	18.55	0.00	0.00
H3	栖息密度(ind./m ²)	75.00	30.00	25.00	20.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.93	0.74	2.15	0.05	0.00
H5	栖息密度(ind./m ²)	40.00	20.00	20.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.66	0.56	1.10	0.00	0.00
H7	栖息密度(ind./m ²)	40.00	5.00	15.00	15.00	5.00
	生物量(g/m ²)	1.53	0.11	1.18	0.07	0.18
H8	栖息密度(ind./m ²)	55.00	25.00	20.00	10.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.50	0.70	0.76	0.05	0.00
H10	栖息密度(ind./m ²)	20.00	10.00	10.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.14	0.19	0.95	0.00	0.00
H12	栖息密度(ind./m ²)	25.00	20.00	5.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.74	0.55	0.19	0.00	0.00
H14	栖息密度(ind./m ²)	45.00	20.00	25.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.38	0.42	1.97	0.00	0.00
H16	栖息密度(ind./m ²)	65.00	10.00	55.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.40	0.26	4.14	0.00	0.00
H18	栖息密度(ind./m ²)	85.00	15.00	30.00	40.00	0.00
	生物量(g/m ²)	3.81	0.69	2.73	0.40	0.00
H21	栖息密度(ind./m ²)	25.00	20.00	5.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.01	0.43	3.58	0.00	0.00
H22	栖息密度(ind./m ²)	45.00	10.00	35.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	11.92	0.26	11.66	0.00	0.00
H23	栖息密度(ind./m ²)	25.00	15.00	5.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	3.75	0.36	2.03	0.00	1.37
H24	栖息密度(ind./m ²)	50.00	35.00	5.00	10.00	0.00
	生物量(g/m ²)	11.24	0.98	8.80	1.46	0.00
H25	栖息密度(ind./m ²)	20.00	0.00	20.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	9.07	0.00	9.07	0.00	0.00
H27	栖息密度(ind./m ²)	70.00	20.00	50.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	31.85	0.52	31.33	0.00	0.00

H29	栖息密度(ind./m ²)	45.00	30.00	5.00	5.00	5.00
	生物量(g/m ²)	7.12	0.91	5.70	0.39	0.13
H30	栖息密度(ind./m ²)	40.00	25.00	15.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.00	0.52	0.48	0.00	0.00
H31	栖息密度(ind./m ²)	35.00	30.00	5.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.35	0.76	0.59	0.00	0.00
H33	栖息密度(ind./m ²)	85.00	55.00	25.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	33.70	1.36	31.90	0.00	0.45
H35	栖息密度(ind./m ²)	25.00	20.00	5.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.84	0.40	0.44	0.00	0.00
H36	栖息密度(ind./m ²)	70.00	25.00	35.00	5.00	5.00
	生物量(g/m ²)	20.13	0.59	17.20	1.20	1.14
H38	栖息密度(ind./m ²)	65.00	45.00	20.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	86.34	84.67	1.68	0.00	0.00
H40	栖息密度(ind./m ²)	180.00	100.00	70.00	5.00	5.00
	生物量(g/m ²)	10.22	2.49	3.52	3.80	0.42
H42	栖息密度(ind./m ²)	110.00	20.00	0.00	10.00	80.00
	生物量(g/m ²)	130.22	0.37	0.00	0.71	129.15
H44	栖息密度(ind./m ²)	780.00	710.00	45.00	0.00	25.00
	生物量(g/m ²)	81.77	16.95	9.65	0.00	55.18
H46	栖息密度(ind./m ²)	130.00	45.00	80.00	5.00	0.00
	生物量(g/m ²)	14.96	11.98	2.62	0.37	0.00
H48	栖息密度(ind./m ²)	125.00	105.00	15.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	14.71	11.62	2.64	0.00	0.45
平均	栖息密度(ind./m ²)	90.17	52.59	28.45	4.31	4.83
	生物量(g/m ²)	18.12	4.85	6.49	0.29	6.50

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从20.00 ind./m²~780.00 ind./m²,其中H44号站位栖息密度最高,为780.00 ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量较多的环节动物奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*),它们在该站位的栖息密度为665.00 ind./m²;其次为H40号站位栖息密度较高,为180.00 ind./m²,该站位密度较高的原因是同样是记录到数量较多的环节动物奇异稚齿虫,它们在该站位的栖息密度为40.00 ind./m²。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀,变化范围从0.74 g/m²~130.22 g/m²,在29个监测站位中仅 H42号站位的生物量大于100.00 g/m²,为130.22 g/m²。构成H42号站位较高生物量的原因在于出现个体较大数量较多的蠕虫动物短吻铲荚蠕

(*Listriolobus brevirostris*)，生物量为129.03 g/m²。最低的站位为H12站，生物量仅为0.74g/m²，该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的软体类动物和环节动物，且种类和数量较少，个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在调查海区的平均密度为52.59 ind./m²，在29个站位中出现在28个调查站位，出现频率为96.55%。密度分布范围为0.00 ind./m² ~710.00 ind./m²；平均生物量为4.85g/m²，生物量分布范围为0.00 g/m² ~ 84.67 g/m²。

软体动物在调查海区29个站位中28个站位出现，出现频率为96.55%，平均密度为28.45 ind./m²，密度分布范围为0.00 ind./m² ~ 125.00 ind./m²；平均生物量为6.49g/m²，生物量分布范围为0.00 g/m² ~31.90 g/m²。

(3) 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，那么本次调查海区的底栖生物仅有2个优势种，为环节动物的奇异稚齿虫和不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)，优势度分别为0.140和0.021。奇异稚齿虫在29个站位中的12个站出现，其平均栖息密度为30.52 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的33.84%，为该调查海区的第一优势种；不倒翁虫在29个站位中的11个站出现，其平均栖息密度为5.00 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的5.55% (表4.2.5-51)。

表 4.2.5-51 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ²)	占总生物栖息密度的百分比(%)
奇异稚齿虫	环节动物	0.140	30.52	33.84
不倒翁虫	环节动物	0.021	5.00	5.55

(4) 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在3~13种/站，平均6种/站。多样性指数(H')变化范围在1.089~3.271之间，平均值为2.087(表4.2.5-52)。多样性指数最高出现在H40号站，最低则为H44号站，调查海域底栖生物多样性指数属中等水平。均匀度范围在0.294~0.961之间，平均值为0.855，均匀度指数最高出现在H12和H21号站，均为0.961。最低则为H44号站，反映各站位之间物种分布较均匀。

表 4.2.5-52 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J')
----	-----	---------------	--------------

H1	7	2.350	0.837
H2	7	2.289	0.815
H3	7	2.657	0.946
H5	5	2.156	0.928
H7	6	2.406	0.931
H8	6	2.482	0.960
H10	3	1.500	0.946
H12	4	1.922	0.961
H14	5	2.197	0.946
H16	8	2.815	0.938
H18	8	2.727	0.909
H21	4	1.922	0.961
H22	4	1.837	0.918
H23	3	1.371	0.865
H24	6	2.161	0.836
H25	3	1.500	0.946
H27	5	1.753	0.755
H29	7	2.642	0.941
H30	3	1.299	0.819
H31	3	1.149	0.725
H33	9	2.558	0.807
H35	3	1.522	0.960
H36	8	2.842	0.947
H38	8	2.777	0.926
H40	12	3.271	0.912
H42	7	1.705	0.607
H44	13	1.089	0.294
H46	6	2.254	0.872
H48	5	1.371	0.591
平均	6	2.087	0.855
范围	3~13	1.089~3.271	0.294~0.961

5、潮间带生物

(1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物 27 种，其中环节动物 9 种，软体动物 9 种，节肢动物 8 种，和星虫动物 1 种（附录IV）。环节动物和软体动物占总种数的均为 33.33%，节肢动物占总种数的 29.63%。软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

6 个断面按沉积物的类型，A 和 C 调查断面沉积物为泥相，B 和 D~F 调查断面沉积物为岩石相。

高潮区：生物群落组成为以软体动物的齿纹蜒螺 (*Nerita yoldi*) 和粗糙滨螺 (*Littorina scabra*) 为主。

中潮区：生物群落组成同样为以软体动物的齿纹蜒螺和粗糙滨螺为主。

低潮区：以软体动物的团聚牡蛎 (*Ostrea glomerata*) 和齿纹蜒螺为主。

(2) 平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 103.76 g/m²，平均栖息密度为 128.00 ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 96.83 g/m²，占总平均生物量的 93.32 %；其次为节肢动物，其平均生物量为 6.82 g/m²，占总生物量的 6.58 % (表 4.2.5-53)。

在平均栖息密度方面，其组成情况与生物量一致，总平均栖息密度为 128.00 ind./m²。其中软体动物占绝大部分，为 82.00 ind./m²，节肢动物次之，为 42.00 ind./m² (表 4.2.5-53)。

表 4.2.5-53 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	星虫动物
栖息密度 (ind./m ²)	128.00	3.78	82.00	42.00	0.22
生物量 (g/m ²)	103.76	0.10	96.83	6.82	0.01

① 平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 A 断面 > B 断面 > E 断面 > D 断面 > F 断面 > C 断面；平均生物量表现为 D 断面 > E 断面 > B 断面 > F 断面 > C 断面 > A 断面 (表 4.2.5-54)。

表 4.2.5-54 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	星虫动物
A	栖息密度 (ind./m ²)	224.00	6.67	8.00	209.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	2.50	0.16	0.91	1.43	0.00
B	栖息密度 (ind./m ²)	148.00	5.33	125.33	17.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	69.13	0.15	60.24	8.73	0.00
C	栖息密度 (ind./m ²)	26.67	5.33	4.00	16.00	1.33
	生物量 (g/m ²)	25.05	0.15	2.02	22.82	0.06

D	栖息密度 (ind./m ²)	128.00	4.00	121.33	2.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	358.09	0.12	357.96	0.02	0.00
E	栖息密度 (ind./m ²)	133.33	1.33	130.67	1.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	133.20	0.04	133.06	0.11	0.00
F	栖息密度 (ind./m ²)	108.00	0.00	102.67	5.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	34.60	0.00	26.76	7.84	0.00

②平均生物量及平均栖息密度的水平分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低（表 4.2.5-55），其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成；中潮区的平均生物量也主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布与生物量分布情况类似，表现为低潮区 > 中潮区 > 高潮区（表 4.2.5-55）。

表 4.2.5-55 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	星虫动物
高	栖息密度 (ind./m ²)	73.33	0.00	64.00	9.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	35.34	0.00	30.85	4.49	0.00
中	栖息密度 (ind./m ²)	149.33	6.00	90.00	52.67	0.67
	生物量 (g/m ²)	56.50	0.16	55.38	0.92	0.03
低	栖息密度 (ind./m ²)	161.33	5.33	92.00	64.00	0.00
	生物量 (g/m ²)	219.45	0.14	204.24	15.06	0.00

(3) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示，6 条调查断面出现的种类数在 4~10 种/站（平均 7 种/站），

多样性指数 (H') 变化范围在 0.820~2.946 之间，平均值为 1.516（表 4.2.5-56）。多样性指数最高出现在 C 断面，最低则为 B 断面，6 条断面多样性指数属中等水平。均匀度范围在 0.353 ~ 0.887 之间，平均值为 0.549，均匀度指数最高出现在 C 断面，最低则

为 B 断面，各站位之间物种分布较均匀。

表 4.2.5-56 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数 (H)	均匀度 (J)
A	9	1.410	0.445
B	5	0.820	0.353
C	10	2.946	0.887
D	8	1.687	0.562
E	5	1.011	0.435
F	4	1.222	0.611
平均	7	1.516	0.549

6、鱼类浮游生物

(1) 种类组成

在采集的 29 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 11 种，其中鲱形目、鲾形目、鲉形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 5 种(表 4.2.5-57)。

表 4.2.5-57 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类	拉文种名	鱼卵	仔鱼	
鲱形目	小公鱼	<i>Stolephorus sp.</i>	+	+
	小沙丁鱼	<i>Sardinella sp.</i>	+	+
鲈形目	鲾属	<i>Leiognathus sp.</i>	+	-
	多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>	+	+
	美肩鳃鲷	<i>Omobranchus elegans</i>	-	+
	虾虎鱼科	Gobiidae	-	+
	眶棘双边鱼	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	-	+
鲱形目	鲱科	Mugilidae	+	+
鲾形目	舌鳎科	Cynoglossidae	+	-
鲉形目	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	-	+
	未定种	Unidentified	+	-

(2) 数量分布

本次调查共采到鱼卵 2092 个，仔鱼 31 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 702.42 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 H38 号站，为 2072.89 个/1000m³，调查期间 29 个测站均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.0%，鱼卵密度变化范围在 244.97 个/1000m³~2072.89 个/1000m³（表 4.2.5-58）。

仔鱼在 29 个监测站中出现 20 次，出现率为 68.97%，仔鱼的平均密度为 10.96 尾/1000m³（表 4.2.5-58）。

表 4.2.5-58 鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵 (个/1000m ³)	仔鱼 (尾/1000m ³)
H1	357.62	0.00
H2	453.21	11.05
H3	279.17	0.00
H5	379.65	7.75
H7	460.71	10.71
H8	1079.55	28.41
H10	889.28	26.16
H12	359.34	10.27
H14	720.36	18.24
H16	385.79	0.00
H18	516.35	8.61
H21	782.09	10.03
H22	338.35	0.00
H23	323.68	0.00
H24	544.48	10.68
H25	653.95	20.44
H27	505.73	0.00
H29	244.97	0.00
H30	571.14	15.03
H31	1206.90	34.48
H33	890.54	9.28
H35	1817.75	21.47
H36	1773.49	18.67
H38	2072.89	11.39
H40	678.95	15.79
H42	405.01	0.00
H44	497.37	0.00
H46	468.43	20.37
H48	713.41	9.15
平均	702.42	10.96

(3) 主要种类及数量分布

鳊属是本次调查的主要种类,在本次调查中该种鱼卵出现有一定数量,鱼卵的密度在 84.80 个/1000m³ ~ 523.92 个/1000m³ 之间。其中鱼卵最高出现在 H38 号站,其次为 H35 号站,密度为 443.70 个/1000m³,平均密度 220.22 个/1000m³,占本次调查鱼卵总数的 31.35%。

小公鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中出现在鱼卵和仔鱼当中。其中，鱼卵的密度在 18.84 个/1000m³~765.40 个/1000m³之间，平均密度为 173.89 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 24.76%；仔鱼在 29 个调查站中出现了 6 次，出现频率为 20.69%，密度范围在 0.00 个/1000m³~ 13.08 个/1000m³之间，平均值为 2.03 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 18.55%。

眶棘双边鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中出现在仔鱼当中。仔鱼在 29 个调查站中出现了 7 次，出现频率为 24.14%，密度范围在 0.00 个/1000m³~11.49 个/1000m³之间，平均值为 2.42 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 22.04%。

7、游泳生物

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 49 种，其中：鱼类 34 种，甲壳类 13 种，头足类 2 种（表 4.2.5-59，附录 V）。

本次调查，各站位出现种类情况见表 4.2.5-59。从表 4.2.5-59 可看出，各断面种类数量，H29 断面种类数最多，为 14 种，其次为 H36，为 11 种，H1 断面的种数最少，为 2 种。

表 4.2.5-59 各断面出现种类统计结果

站位	甲壳类	头足类	鱼类	总计
H1	0	0	2	2
H2	1	0	3	4
H4	2	0	5	7
H7	0	0	8	8
H9	0	0	4	4
H11	1	0	8	9
H12	1	0	3	4
H13	5	0	5	10
H15	1	0	6	7
H17	3	0	5	8
H19	3	0	5	8
H20	4	0	5	9
H22	2	0	4	6
H24	5	0	5	10
H26	1	0	3	4
H27	4	2	4	10
H29	6	0	8	14
H30	2	2	4	8
H32	3	0	4	7
H34	1	0	3	4
H35	1	0	2	3
H36	5	0	6	11
H37	2	2	3	7

H38	3	0	3	6
H41	3	2	4	9
H43	5	0	5	10
H45	2	2	4	8
H46	3	1	6	10
H48	2	0	4	6
合计	13	2	34	49

(2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 8.45 kg/h 和 686.45 ind./h, 其中: 甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.06 kg/h 和 112.97 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 12.56 % 和 16.46%; 鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 7.31 kg/h 和 562.89 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 86.58 % 和 82.00 %; 头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.07 kg/h 和 10.59 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 0.86 % 和 1.54 % (表 4.2.5-60)。

表 4.2.5-60 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率(ind./h)			重量渔获率(kg/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
H1	366.00	3.83	0.00	0.00	366.00	0.00	0.00	3.83
			0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
H2	618.00	4.71	48.00	0.00	570.00	0.10	0.00	4.61
			7.77	0.00	92.23	2.18	0.00	97.82
H4	552.00	18.04	200.00	0.00	352.00	0.57	0.00	17.48
			36.23	0.00	63.77	3.15	0.00	96.85
H7	3900.00	51.50	0.00	0.00	3900.00	0.00	0.00	51.50
			0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
H9	3920.09	59.39	0.00	0.00	3920.09	0.00	0.00	59.39
			0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
H11	600.00	16.05	184.00	0.00	416.00	0.63	0.00	15.43
			30.67	0.00	69.33	3.91	0.00	96.09
H12	1573.49	17.72	264.00	0.00	1309.49	0.42	0.00	17.30
			16.78	0.00	83.22	2.36	0.00	97.64
H13	168.00	2.67	114.00	0.00	54.00	1.81	0.00	0.87
			67.86	0.00	32.14	67.59	0.00	32.41
H15	1597.92	16.27	396.00	0.00	1201.92	0.65	0.00	15.62
			24.78	0.00	75.22	4.00	0.00	96.00

H17	105.00	1.03	30.00	0.00	75.00	0.16	0.00	0.87
			28.57	0.00	71.43	15.26	0.00	84.74
H19	171.00	1.89	108.00	0.00	63.00	0.94	0.00	0.95
			63.16	0.00	36.84	49.86	0.00	50.14
H20	117.00	1.80	72.00	0.00	45.00	0.84	0.00	0.96
			61.54	0.00	38.46	46.58	0.00	53.42
H22	72.00	2.10	27.00	0.00	45.00	1.59	0.00	0.51
			37.50	0.00	62.50	75.79	0.00	24.21
H24	126.00	1.25	84.00	0.00	42.00	0.69	0.00	0.56
			66.67	0.00	33.33	55.48	0.00	44.52
H26	42.00	0.95	24.00	0.00	18.00	0.52	0.00	0.44
			57.14	0.00	42.86	54.19	0.00	45.81
H27	666.00	6.53	198.00	36.00	432.00	3.87	0.25	2.41
			29.73	5.41	64.86	59.24	3.86	36.91
H29	716.64	6.00	324.00	0.00	392.64	3.35	0.00	2.65
			45.21	0.00	54.79	55.80	0.00	44.20
H30	774.00	5.65	99.00	63.00	612.00	2.06	0.27	3.32
			12.79	8.14	79.07	36.54	4.72	58.74
H32	684.00	4.86	81.00	0.00	603.00	1.45	0.00	3.41
			11.84	0.00	88.16	29.91	0.00	70.09
H34	54.00	0.66	12.00	0.00	42.00	0.24	0.00	0.42
			22.22	0.00	77.78	36.13	0.00	63.87
H35	36.00	0.52	12.00	0.00	24.00	0.31	0.00	0.21
			33.33	0.00	66.67	59.14	0.00	40.86
H36	738.00	4.18	186.00	0.00	552.00	1.46	0.00	2.72
			25.20	0.00	74.80	35.00	0.00	65.00
H37	222.00	2.00	162.00	18.00	42.00	1.74	0.07	0.20
			72.97	8.11	18.92	86.77	3.48	9.75
H38	204.00	2.41	168.00	0.00	36.00	1.98	0.00	0.42
			82.35	0.00	17.65	82.40	0.00	17.60
H41	304.00	3.01	64.00	80.00	160.00	0.55	1.01	1.45
			21.05	26.32	52.63	18.23	33.68	48.09
H43	856.79	5.20	256.00	0.00	600.79	3.45	0.00	1.75
			29.88	0.00	70.12	66.35	0.00	33.65
H45	480.00	2.67	40.00	104.00	336.00	0.39	0.48	1.80
			8.33	21.67	70.00	14.52	17.93	67.54
H46	108.00	0.56	27.00	6.00	75.00	0.23	0.02	0.31
			25.00	5.56	69.44	40.77	3.83	55.40
H48	135.00	1.47	96.00	0.00	39.00	0.76	0.00	0.71
			71.11	0.00	28.89	51.65	0.00	48.35
平均	686.45	8.45	112.97	10.59	562.89	1.06	0.07	7.31
			16.46	1.54	82.00	12.56	0.86	86.58

(3) 资源密度

本次调查各站位渔业资源密度分布见表 4.2.5-61。平均重量密度为 1824.28 kg/km²，H9 断面最高，H35 断面最低，范围为 111.97 kg/km²~12826.78 kg/km²；平均个体密度为 148260.40 ind./km²，个体密度最高的断面为 H9，其值为 846670.87 ind./km²，最低为 H35 断面，其个体密度为 7775.38 ind./km²。

表 4.2.5-61 调查站位的渔业资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	827.56	79049.68
H2	1016.89	133477.32
H4	3897.02	119222.46
H7	11123.33	842332.61
H9	12826.78	846670.87
H11	3467.47	129589.63
H12	3827.82	339847.72
H13	577.06	36285.10
H15	3513.69	345123.11
H17	222.44	22678.19
H19	408.60	36933.05
H20	388.96	25269.98
H22	454.47	15550.76
H24	269.55	27213.82
H26	205.92	9071.27
H27	1411.04	143844.49
H29	1296.35	154780.89
H30	1219.37	167170.63
H32	1049.48	147732.18
H34	143.46	11663.07
H35	111.97	7775.38
H36	903.76	159395.25
H37	431.92	47948.16
H38	519.91	44060.48
H41	650.02	65658.75
H43	1122.42	185051.16
H45	577.11	103671.71
H46	121.75	23326.13
H48	318.14	29157.67

平均值	1824.28	148260.40
-----	---------	-----------

(4) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类 34 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

A. 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 4.2.5-62。从表 4.2.5-62 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 1579.56 kg/km² 和 121575.36 ind./km²。在 29 个断面中，鱼类重量密度分布中，H9 最高为 12826.78 kg/km²，H37 断面最低为 42.12 kg/km²；鱼类个体密度分布中，H9 最高 846670.87 ind./km²，H26 最低为 3887.69 ind./km²。

表 4.2.5-62 鱼类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	827.56	79049.68
H2	994.73	123110.15
H4	3774.34	76025.92
H7	11123.33	842332.61
H9	12826.78	846670.87
H11	3331.84	89848.81
H12	3737.37	282828.28
H13	187.00	11663.07
H15	3373.22	259593.95
H17	188.49	16198.70
H19	204.88	13606.91
H20	207.80	9719.22
H22	110.02	9719.22
H24	120.00	9071.27
H26	94.34	3887.69
H27	520.76	93304.54
H29	573.05	84802.49
H30	716.31	132181.43
H32	735.55	130237.58
H34	91.62	9071.27
H35	45.75	5183.59
H36	587.43	119222.46
H37	42.12	9071.27
H38	91.49	7775.38

H41	312.57	34557.24
H43	377.71	129759.59
H45	389.81	72570.19
H46	67.45	16198.70
H48	153.82	8423.33
平均值	1579.56	121575.36

B. 鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 4.2.5-63。从表 4.2.5-63 可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 2 种，为：颈斑鲷（*Leiognathus nuchalis*）和前鳞骨鲷（*Osteomugil ophuyseni*），这 2 种鱼类的重量渔获率之和为 124.39 kg/h，占鱼类总重量渔获率（212.09 kg/h）的 58.65%；这 2 种鱼类的个体渔获率之和为 8800.13 ind./h，占鱼类总个体渔获率（16323.92 ind./h）的 53.91%。由此确定这 2 种为鱼类的优势种。

表 4.2.5-63 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
颈斑鲷	62.07	17.84	8.41	4397.92	26.94	2194.43
前鳞骨鲷	24.14	106.55	50.24	4402.21	26.97	1863.58
棘头梅童鱼	44.83	7.96	3.75	1842.42	11.29	674.26
花鲮	13.79	40.80	19.24	2960.37	18.14	515.50
中华海鲂	34.48	9.22	4.35	1002.00	6.14	361.60
刀鲚	24.14	3.20	1.51	299.00	1.83	80.65
凤鲚	27.59	1.39	0.65	291.00	1.78	67.19
三角鲂	6.90	10.07	4.75	40.00	0.25	34.45
皮氏叫姑鱼	13.79	1.97	0.93	81.00	0.50	19.67
鳊	6.90	3.55	1.67	180.00	1.10	19.15
银鲳	13.79	0.51	0.24	174.00	1.07	18.04
横纹东方鲀	20.69	1.46	0.69	53.00	0.32	15.67
六指马鲅	20.69	0.68	0.32	46.00	0.28	12.50
鲮	17.24	0.70	0.33	36.00	0.22	9.51
小头栉孔虾虎鱼	10.34	0.50	0.24	85.00	0.52	7.84
纹缟虾虎鱼	13.79	0.30	0.14	61.00	0.37	7.10
卵鳎	10.34	0.48	0.23	60.00	0.37	6.14
长吻红舌鳎	13.79	0.40	0.19	33.00	0.20	5.41
斑鲮	3.45	2.12	1.00	90.00	0.55	5.34
线鳎鲆	10.34	0.75	0.35	21.00	0.13	4.97
尖牙鲷	3.45	0.48	0.23	27.00	0.17	1.35
斑尾虾虎鱼	6.90	0.16	0.07	15.00	0.09	1.15
黄姑鱼	3.45	0.25	0.12	32.00	0.20	1.08
小带鱼	6.90	0.19	0.09	11.00	0.07	1.08
矛尾虾虎鱼	6.90	0.04	0.02	12.00	0.07	0.64
小公鱼	3.45	0.07	0.04	24.00	0.15	0.63
星点东方鲀	3.45	0.13	0.06	6.00	0.04	0.33

鲷	3.45	0.08	0.04	9.00	0.06	0.32
紫斑舌鳎	3.45	0.07	0.04	6.00	0.04	0.25
竹筴鱼	3.45	0.02	0.01	9.00	0.06	0.23
龙头鱼	3.45	0.06	0.03	6.00	0.04	0.23
钟馗虾虎鱼	3.45	0.02	0.01	6.00	0.04	0.16
中颌棱鯧	3.45	0.03	0.01	3.00	0.02	0.11
乳香鱼	3.45	0.01	0.00	3.00	0.02	0.08

(5) 甲壳类资源状况

① 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 13 种，其中：虾类 6 种，蟹类 6 种，虾蛄类 1 种。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

② 优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 4.2.5-64。从表 4.2.5-64 可得出，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 4 种，分别为：刀额新对虾 (*Metapenaeus ensis*)、锐齿螯 (*Charybdis acuta*)、口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*) 和脊尾白虾 (*Exopalaemon carinicauda*)。这 4 种甲壳类的重量渔获率之和为 25.87 kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (30.76 kg/h) 的 84.11%；这 4 种甲壳类的个体渔获率之和为 3069.00 ind./h，占甲壳类总个体渔获率 (3276.00 ind./h) 的 93.68 %。由此确定这 4 种为甲壳类的优势种。

表 4.2.5-64 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
刀额新对虾	62.07	6.26	20.35	986.00	30.10	3131.49
锐齿螯	48.28	9.20	29.91	526.00	16.06	2219.00
口虾蛄	37.93	8.32	27.05	532.00	16.24	1641.96
脊尾白虾	37.93	2.09	6.80	1025.00	31.29	1444.62
锯缘青蟹	13.79	3.90	12.69	35.00	1.07	189.71
隆线强蟹	13.79	0.52	1.68	48.00	1.47	43.32
亨氏仿对虾	6.90	0.14	0.46	33.00	1.01	10.10
武士螯	3.45	0.09	0.29	24.00	0.73	3.52
鲜明鼓虾	6.90	0.04	0.12	12.00	0.37	3.35
绒螯近方蟹	3.45	0.05	0.18	18.00	0.55	2.50
管鞭虾	3.45	0.06	0.18	16.00	0.49	2.32
日本螯	3.45	0.06	0.21	12.00	0.37	1.99
日本鼓虾	3.45	0.03	0.09	9.00	0.27	1.27

③ 甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 4.2.5-65。从表 4.2.5-65 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 229.07 kg/km² 和 24398.60 ind./km²。其中，重量密度范围为 0.00

kg/km²~835.85 kg/km², H1、H7 和 H9 断面没有出现甲壳类, H27 断面最高; 个体密度分布范围为 0.00 ind./km²~85529.156ind./km², H15 断面最高。

表 4.2.5-65 甲壳类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	0.00	0.00
H2	22.16	10367.17
H4	122.68	43196.54
H7	0.00	0.00
H9	0.00	0.00
H11	135.64	39740.82
H12	90.45	57019.44
H13	390.06	24622.03
H15	140.48	85529.16
H17	33.95	6479.48
H19	203.71	23326.13
H20	181.17	15550.76
H22	344.45	5831.53
H24	149.55	18142.55
H26	111.58	5183.59
H27	835.85	42764.58
H29	723.30	69978.40
H30	445.53	21382.29
H32	313.93	17494.60
H34	51.84	2591.79
H35	66.22	2591.79
H36	316.33	40172.79
H37	374.77	34989.20
H38	428.42	36285.10
H41	118.53	13822.89
H43	744.71	55291.58
H45	83.80	8639.31
H46	49.63	5831.53
H48	164.32	20734.34
平均值	229.07	24398.60

(6) 头足类资源状况

①种类组成

本次调查海域内捕获的头足类共有 2 种, 分别为金乌贼 (*Sepia esculenta*) 和枪乌贼 (*Loligo chinensis*)。

②头足类的资源密度估算

本次调查中的 29 个站位中, 出现头足类的仅有 6 个站位。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 15.66 kg/km² 和 2286.44 ind./km²。

4.2.5.2.3 春季海洋生态调查

1、叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.79 \text{ mg/m}^3 \sim 34.21 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 9.05 mg/m^3 ，其中 H44 号站叶绿素 a 含量最高，H12 号站叶绿素 a 含量最低，为 0.79 mg/m^3 。

调查海区底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $1.13 \text{ mg/m}^3 \sim 25.03 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 5.69 mg/m^3 ，其中 H38 号站叶绿素 a 含量最高，H3 和 H29 号站叶绿素 a 含量最低，均为 1.13 mg/m^3 （表 4.2.5-66）。

(2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $4.82 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \text{ d}) \sim 4176.80 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ，平均值为 $591.80 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ，其中 H44 号站初级生产力水平最高，H12 号站最低（表 4.2.5-66）。

表 4.2.5-66 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a (mg/m^3)		初级生产力 ($\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{ d})$)
	表层	底层	
H1	11.71	8.27	143.02
H2	7.58	4.18	92.57
H3	1.53	1.13	9.33
H5	4.19	3.79	25.55
H7	1.53	2.66	9.33
H8	2.01	2.23	12.27
H10	3.84	4.48	23.46
H12	0.79	1.87	4.82
H14	1.87	1.53	11.41
H16	2.26	1.92	38.67
H18	1.87	1.53	34.19
H21	3.39	7.13	158.81
H22	1.13	2.66	20.76
H23	1.11	1.33	6.76
H24	7.97	4.18	486.63
H25	2.24	1.84	40.98
H27	10.24	7.24	812.35
H29	2.32	1.13	42.42
H30	3.79	4.13	69.43

H31	22.00	8.76	1343.26
H33	17.47	12.16	1066.75
H35	30.76	11.37	2253.75
H36	4.13	2.66	504.48
H38	14.39	25.03	1054.53
H40	16.24	4.92	991.43
H42	9.16	10.63	1117.95
H44	34.21	8.76	4176.80
H46	19.68	15.50	1201.71
H48	23.08	1.87	1409.01
范围	0.79~34.21	1.13~25.03	4.82~4176.80
平均值	9.05	5.69	591.80

2、浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 6 门 54 属 107 种 (含 3 个变种和 1 个变型)。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 32 属 70 种, 占总种数的 65.42% (表 4.2.5-67); 甲藻门出现 7 属 19 种, 占总种数的 17.76%。硅藻门的角毛藻出现种类数最多 (15 种), 其次是甲藻门的角藻 (10 种), 其它属出现的种类见表 4.2.5-67 (附录 I)。

表 4.2.5-67 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	32	70	65.42
甲藻	7	19	17.76
蓝藻	7	7	6.54
绿藻	5	7	6.54
金藻	2	2	1.87
裸藻	1	2	1.87
合计	54	107	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 2 种, 均为硅藻门的中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*) 和并基角毛藻 (*Chaetoceros decipiens*)。

中肋骨条藻的优势度为 0.695, 丰度占调查海区总丰度的 77.93%, 该优势种在整个调查区域分布广泛, 在 29 个调查站位中 26 个站中出现, 出现率为 89.66%, 为该调查海区的第一优势种, 其他优势种见表 4.2.5-68。

表 4.2.5-68 浮游植物优势种及优势度

中文名	英文名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)

中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.695	77.93
并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>	硅藻	0.040	4.92

(2) 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 $5.63 \times 10^4 \text{ cells/m}^3 \sim 9728.40 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ，平均为 $1679.41 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ （表 4.2.5-69）。不同站位的丰度差异较大，最高丰度出现在 H27 号站；H21 号站次之，其丰度为 $9494.75 \times 10^4 \text{ cells/m}^3$ ；最低丰度则出现在 H23 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占优势，其丰度占各站总丰度的 1.44 % ~100.00%，平均为 88.01 %，硅藻在 29 个测站中均出现；蓝藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.00 % ~ 98.55%，平均为 11.42%，蓝藻在 29 个测站中 21 个站有出现；甲藻在各站丰度中的所占比例为 0.00 % ~4.92 %，平均为 0.44 %，在 29 个测站中 21 站有出现，其他类的丰度和在各站丰度的比例见表 4.2.5-69。

表 4.2.5-69 浮游植物丰度 ($\times 10^4 \text{ cells/m}^3$) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		甲藻		蓝藻		其他	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
H1	1845.31	26.57	1.44	0.09	0.00	1818.49	98.55	0.17	0.01
H2	118.54	18.49	15.60	0.00	0.00	99.10	83.60	0.95	0.80
H3	164.61	31.11	18.90	0.14	0.09	126.14	76.63	7.21	4.38
H5	263.39	60.94	23.14	0.00	0.00	200.15	75.99	2.30	0.87
H7	1070.00	162.40	15.18	0.40	0.04	903.00	84.39	4.20	0.39
H8	846.50	611.00	72.18	1.25	0.15	226.25	26.73	8.00	0.95
H10	1473.00	266.00	18.06	0.00	0.00	1164.50	79.06	42.50	2.89
H12	187.12	3.71	1.98	0.00	0.00	183.41	98.02	0.00	0.00
H14	144.80	62.20	42.96	0.00	0.00	82.60	57.04	0.00	0.00
H16	597.60	417.60	69.88	26.00	4.35	154.00	25.77	0.00	0.00
H18	367.67	364.87	99.24	1.45	0.40	1.35	0.37	0.00	0.00
H21	9494.75	9373.00	98.72	19.25	0.20	102.50	1.08	0.00	0.00
H22	1216.09	1207.29	99.28	4.71	0.39	4.09	0.34	0.00	0.00
H23	5.63	5.63	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
H24	8116.27	8006.67	98.65	24.93	0.31	84.67	1.04	0.00	0.00
H25	376.00	110.80	29.47	17.20	4.57	248.00	65.96	0.00	0.00
H27	9728.40	9715.89	99.87	12.51	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
H29	159.53	82.42	51.67	5.84	3.66	69.58	43.62	1.68	1.06
H30	12.40	1.14	9.22	0.00	0.00	11.26	90.78	0.00	0.00
H31	3991.07	3912.13	98.02	20.93	0.52	58.00	1.45	0.00	0.00

H33	4017.11	3993.91	99.42	23.20	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00
H35	399.58	399.29	99.93	0.30	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
H36	803.33	758.36	94.40	39.56	4.92	5.42	0.67	0.00	0.00
H38	492.65	486.16	98.68	6.48	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00
H40	19.38	18.84	97.25	0.53	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00
H42	738.11	723.77	98.06	4.53	0.61	9.81	1.33	0.00	0.00
H44	338.96	337.69	99.62	1.27	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
H46	1647.78	1638.87	99.46	1.73	0.11	7.18	0.44	0.00	0.00
H48	67.36	66.55	98.80	0.81	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00
平均值	1679.41	1478.04	88.01	7.35	0.44	191.71	11.42	2.31	0.14
变化范围	5.63~ 9728.40	1.14~ 9715.89	1.44~ 100.00	0.00~ 39.56	0.00~ 4.92	0.00~ 1818.49	0.00~ 98.55	0.00~ 42.50	0.00~ 4.38

(3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 4 ~ 31 种,平均 18 种(表 4.2.5-70)。Shannon-wiener 多样性指数范围为 0.168 ~2.376,平均为 1.166,多样性指数以 H25 号站位最高,H12 号站最低;Pielou 均匀度指数范围为 0.053~0.606,平均为 0.291,其中 H14 号站均匀度指数最高,H22 号站最低(表 4.2.5-70)。

表 4.2.5-70 浮游植物的多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数(H)	均匀度(J)
H1	19	0.740	0.174
H2	17	1.920	0.470
H3	29	1.840	0.379
H5	23	1.669	0.369
H7	14	1.305	0.343
H8	27	2.119	0.446
H10	15	2.127	0.544
H12	4	0.168	0.084
H14	8	1.818	0.606
H16	19	2.021	0.476
H18	18	0.507	0.122
H21	20	0.421	0.097
H22	19	0.227	0.053
H23	6	0.862	0.334
H24	22	0.773	0.173
H25	19	2.376	0.559
H27	22	0.442	0.099
H29	13	1.719	0.465
H30	6	0.629	0.243
H31	17	0.949	0.232

H33	24	0.542	0.118
H35	22	0.485	0.109
H36	17	1.681	0.411
H38	18	1.232	0.295
H40	15	1.992	0.510
H42	25	1.507	0.324
H44	16	0.846	0.211
H46	31	0.445	0.090
H48	20	0.444	0.103
平均	18	1.166	0.291
范围	4-31	0.168~2.376	0.053~0.606

3、浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 12 个生物类群 88 种（见附录 II—浮游动物种类名录），其中桡足类 48 种、浮游幼体类 13 种和其他种类共 27 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $13.72 \text{ mg/m}^3 \sim 3125.00 \text{ mg/m}^3$ ，平均生物量为 584.92 mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 H16 号采样站，最低出现在 H46 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $122.77 \text{ ind./m}^3 \sim 200727.78 \text{ ind./m}^3$ ，平均密度 $15144.51 \text{ ind./m}^3$ 。浮游生物最高密度出现在 H36 号采样站，最低密度则出现在 H3 号采样站（表 4.2.5-71）。

表 4.2.5-71 浮游动物生物量及密度

站位	密度 (ind./m^3)	生物量 (mg/m^3)
H1	610.71	105.36
H2	208.33	78.53
H3	122.77	203.13
H5	1087.12	153.41
H7	5275.00	862.50
H8	2234.38	1281.25
H10	4000.00	1531.25
H12	3018.29	210.37
H14	2275.00	700.00
H16	51450.00	3125.00
H18	5470.45	272.73
H21	17859.38	828.12
H22	5302.78	263.89

H23	4979.65	290.70
H24	8058.33	541.67
H25	705.00	160.00
H27	3450.00	357.14
H29	6648.03	250.00
H30	4225.00	228.57
H31	14816.67	750.00
H33	5330.56	277.78
H35	141.67	63.10
H36	200727.78	2416.67
H38	41867.31	938.46
H40	8173.17	212.16
H42	36847.62	750.00
H44	2118.52	36.11
H46	353.66	13.72
H48	1833.72	61.05
平均值	15144.51	584.92
范围	122.77~200727.78	13.72~3125.00

(3) 浮游动物主要类群分布

① 桡足类

桡足类在 29 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 73.81 ind./m³ ~ 101777.78 ind./m³，平均密度为 8770.99 ind./m³，占浮游动物总密度的 57.92 %。其中最高密度出现在 H36 号采样站；其次为 H16 号采样站，密度为 45500.00 ind./m³，H35 号站位密度最低。

② 浮游幼体类

浮游幼体类在全部 29 个调查站位均有出现，平均密度为 5865.32 ind./m³，占浮游动物总密度的 38.73%，其密度变化范围为 8.93 ind./m³ ~ 92925.00 ind./m³。其中最高密度分布于 H36 号采样站，其次是 H38 号采样站，密度分别为 27711.54 ind./m³，H3 号站位密度最低。

③ 枝角类

枝角类在全部 29 个调查站位中 28 个站位有出现，平均密度为 321.22 ind./m³，占浮游动物总密度的 2.12%，其密度变化范围为 0.00 ind./m³ ~ 5333.33 ind./m³。其中最高密度分布于 H36 号采样站，其次是 H10 号采样站，密度为 843.75 ind./m³，其中 H25 号站位中没有出现枝角类。

④ 其他种类

浮游动物的其他类群有十足类、被囊类、糠虾类、翼足类、多毛类、端足类、毛颚类和腔肠动物等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 21 种（14~38 种）；种类多样性指数范围为 2.000~3.968 之间，平均为 3.013，多样性指数最高出现在 H48 号采样站，其次为 H10 号采样站，最低则出现在 H38 号采样站；种类均匀度变化范围在 0.448~0.895 之间，平均为 0.696，最高出现在 H3 号采样站，最低出现在 H38 号采样站，各站位生物量种间分布较为均匀（见表 4.2.5-72）。

表 4.2.5-72 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H J)	均匀度 (J)
H1	23	3.558	0.787
H2	19	3.497	0.823
H3	15	3.498	0.895
H5	17	3.003	0.735
H7	16	2.831	0.708
H8	16	2.633	0.658
H10	21	3.849	0.876
H12	21	2.571	0.585
H14	14	3.260	0.856
H16	19	3.120	0.734
H18	19	3.086	0.726
H21	15	2.734	0.700
H22	24	2.985	0.651
H23	22	2.825	0.634
H24	21	2.658	0.605
H25	15	3.067	0.785
H27	16	2.823	0.706
H29	18	2.720	0.652
H30	20	2.693	0.623
H31	21	2.925	0.666
H33	23	3.059	0.676
H35	15	3.159	0.809
H36	33	2.395	0.475
H38	22	2.000	0.448
H40	31	2.384	0.481
H42	38	2.922	0.557

H44	25	3.381	0.728
H46	24	3.780	0.824
H48	33	3.968	0.787
平均	21	3.013	0.696
范围	14~38	2.000~3.968	0.448~0.895

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 6 种, 为浮游幼体的桡足类幼体 (Copepoda larvae), 优势度为 0.366。桡足类的小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、长腹剑水蚤属 (*Oithona sp.*)、强额拟哲水蚤 (*Paracalanus crassirostris*)、拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*) 和小长腹剑水蚤 (*Oithona nana*), 优势度指数分别为 0.183、0.117、0.036、0.029 和 0.025 (见表 4.2.5-73)。桡足类幼体的平均密度为 5058.50 ind./m³, 占浮游动物总密度的 33.40%, 在 29 个调查站位中 28 个站位有出现, 其中在 H36 号站位密度最高, 为 91111.11 ind./m³, 为本调查海域的第一优势种; 小拟哲水蚤的平均密度为 2859.19 ind./m³, 占浮游动物总密度的 18.88%, 在全部 29 个调查站位中 28 个站位有出现, 其中 H36 号站位密度最高, 为 42222.22 ind./m³, 其他优势种见表 4.2.5-73。

表 4.2.5-73 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	占总丰度百分比 (%)
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>	0.366	5058.50	33.40
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.183	2859.19	18.88
长腹剑水蚤属	<i>Oithona sp.</i>	0.117	1565.31	10.34
强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>	0.036	1295.52	8.55
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	0.029	932.73	6.16
小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>	0.025	545.57	3.60

4、大型底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物 66 种, 其中环节动物 30 种、软体动物 25 种、节肢动物 6 种、其他种类动物共 5 种 (附录 III)。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的 45.45%、37.88% 和 9.09%, 环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

(2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明, 调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 69.31 ind./m², 以环节动物的平均栖息密度最高, 为 28.45 ind./m², 占总密度的 41.04%;

软体动物次之，平均栖息密度为27.93 ind./m²，占总平均密度的40.30 %；节肢动物的平均栖息密度为3.28 ind./m²，占总平均密度的4.73 %；其他动物的平均栖息密度总和为9.66 ind./m²，占总平均密度的13.93 %（表4.2.5-74）。

底栖生物的平均生物量为21.89 g/m²，以软体动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为14.44 g/m²，占总平均生物量的65.97 %；其次为其他动物，其他动物的平均生物量总和为5.25 g/m²，占总平均生物量的23.99%；环节动物的平均生物量为1.51 g/m²，占平均生物量的6.87%；节肢动物的平均生物量较少，平均为0.69 g/m²（表4.2.5-74）。

表 4.2.5-74 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
H1	栖息密度(ind./m ²)	25.00	10.00	15.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	4.18	0.20	3.98	0.00	0.00
H2	栖息密度(ind./m ²)	120.00	40.00	80.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	230.42	0.75	229.67	0.00	0.00
H3	栖息密度(ind./m ²)	20.00	10.00	5.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	3.94	0.18	3.55	0.00	0.21
H5	栖息密度(ind./m ²)	40.00	10.00	5.00	25.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.63	0.24	0.21	0.18	0.00
H7	栖息密度(ind./m ²)	35.00	10.00	20.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	1.51	0.21	1.12	0.00	0.18
H8	栖息密度(ind./m ²)	15.00	5.00	10.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.77	0.13	0.65	0.00	0.00
H10	栖息密度(ind./m ²)	40.00	5.00	35.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	3.90	0.13	3.77	0.00	0.00
H12	栖息密度(ind./m ²)	30.00	5.00	25.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.74	0.11	1.63	0.00	0.00
H14	栖息密度(ind./m ²)	55.00	20.00	35.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.76	0.38	2.38	0.00	0.00
H16	栖息密度(ind./m ²)	70.00	35.00	35.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.29	0.65	1.64	0.00	0.00
H18	栖息密度(ind./m ²)	75.00	40.00	35.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	2.03	0.82	1.22	0.00	0.00
H21	栖息密度(ind./m ²)	40.00	15.00	15.00	0.00	10.00
	生物量(g/m ²)	6.31	0.28	4.01	0.00	2.03

H22	栖息密度(ind./m ²)	30.00	15.00	15.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.79	0.26	0.54	0.00	0.00
H23	栖息密度(ind./m ²)	75.00	25.00	45.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	2.73	0.69	1.70	0.00	0.34
H24	栖息密度(ind./m ²)	35.00	20.00	15.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	20.52	0.45	20.08	0.00	0.00
H25	栖息密度(ind./m ²)	25.00	0.00	20.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	21.40	0.00	20.26	0.00	1.14
H27	栖息密度(ind./m ²)	50.00	10.00	5.00	25.00	10.00
	生物量(g/m ²)	0.98	0.24	0.12	0.37	0.26
H29	栖息密度(ind./m ²)	40.00	10.00	30.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	23.38	0.19	23.19	0.00	0.00
H30	栖息密度(ind./m ²)	45.00	30.00	10.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	2.61	0.73	0.86	0.00	1.03
H31	栖息密度(ind./m ²)	40.00	30.00	10.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.57	0.76	0.81	0.00	0.00
H33	栖息密度(ind./m ²)	125.00	45.00	75.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	34.14	0.85	33.07	0.00	0.22
H35	栖息密度(ind./m ²)	30.00	10.00	20.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	0.95	0.21	0.74	0.00	0.00
H36	栖息密度(ind./m ²)	110.00	70.00	35.00	5.00	0.00
	生物量(g/m ²)	19.99	1.18	2.76	16.05	0.00
H38	栖息密度(ind./m ²)	110.00	75.00	25.00	5.00	5.00
	生物量(g/m ²)	6.50	1.44	4.44	0.46	0.17
H40	栖息密度(ind./m ²)	30.00	15.00	10.00	0.00	5.00
	生物量(g/m ²)	30.01	0.32	0.69	0.00	29.00
H42	栖息密度(ind./m ²)	155.00	45.00	45.00	10.00	55.00
	生物量(g/m ²)	102.85	0.93	32.81	1.76	67.35
H44	栖息密度(ind./m ²)	140.00	35.00	90.00	10.00	5.00
	生物量(g/m ²)	35.38	11.17	15.25	0.39	8.57
H46	栖息密度(ind./m ²)	200.00	120.00	35.00	15.00	30.00
	生物量(g/m ²)	35.03	13.54	5.02	0.91	15.57
H48	栖息密度(ind./m ²)	205.00	65.00	10.00	0.00	130.00
	生物量(g/m ²)	35.74	6.69	2.76	0.00	26.29
平均	栖息密度(ind./m ²)	69.31	28.45	27.93	3.28	9.66
	生物量(g/m ²)	21.89	1.51	14.44	0.69	5.25

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从15.00 ind./m²~205.00 ind./m²,其中H48号站位栖息密度最高,为205.00 ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量较多的棘皮动物光滑倍棘蛇尾(*Amphioplus laevis*),它们在该

站位的栖息密度为115.00 ind./m²；其次为H46号站位栖息密度较高，为200.00 ind./m²，该站位密度较高的原因是同样是记录到数量较多的环节动物不倒翁虫(*Sternaspis scutata*)和蠕虫动物短吻铲荚蛭(*Listriolobus brevirostris*)，它们在站位的栖息密度分别为40.00ind./m²和30 ind./m²；。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀，变化范围从0.63 g/m² ~ 230.42 g/m²，在29个监测站位中仅 H2和H42号站位的生物量大于100.00 g/m²，分别为230.42 g/m²和102.85 g/m²。构成H2号站位较高生物量的原因在于出现个体较大的软体动物红树蚬(*Geloina erosa*)，生物量为199.52 g/m²。构成H42号站位较高生物量的原因在于出现个体较大数量较多的蠕虫动物短吻铲荚蛭，生物量为64.30 g/m²。最低的站位为H5站，生物量仅为0.63g/m²，该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的软体类动物和环节动物，且种类和数量较少，个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在调查海区的平均密度为28.45 ind./m²，在29个站位中出现在28个调查站位，出现频率为96.55%。密度分布范围为0.00 ind./m² ~120.00 ind./m²；平均生物量为1.51g/m²，生物量分布范围为0.00 g/m² ~ 13.54 g/m²。

软体动物在调查海区29个站位中均出现，出现频率为100.00 %，平均密度为27.93 ind./m²，密度分布范围为5.00 ind./m² ~ 90 .00ind./m²；平均生物量为14.44 g/m²，生物量分布范围为0.12 g/m² ~ 229.67g/m²。

(3) 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，那么本次调查海区的底栖生物仅有 2 个优势种，为环节动物的不倒翁虫和奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*)，优势度分别为 0.034 和 0.021。不倒翁虫在 29 个站位中的 11 个站出现，其平均栖息密度为 6.21 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 8.96 %，为该调查海区的第一优势种；奇异稚齿虫在 29 个站位中的 9 个站出现，其平均栖息密度为 4.66 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 6.72 % (表 4.2.5-75)。

表 4.2.5-75 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ²)	占总生物栖息密度的百分比(%)
不倒翁虫	环节动物	0.034	6.21	8.96
奇异稚齿虫	环节动物	0.021	4.66	6.72

(4) 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 3 ~ 15 种/站, 平均 6 种/站。多样性指数(H')变化范围在 1.299 ~ 3.534 之间, 平均值为 2.113(表 4.2.5-76)。多样性指数最高出现在 H42 号站, 最低则为 H5 号站, 调查海域底栖生物多样性指数属较高水平。均匀度范围在 0.664 ~ 1.000 之间, 平均值为 0.893, 均匀度指数最高出现在 H8 号站。最低则为 H48 号站, 反映各站位之间物种分布较均匀。

表 4.2.5-76 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J')
H1	3	1.522	0.960
H2	6	2.099	0.812
H3	3	1.500	0.946
H5	3	1.299	0.819
H7	4	1.842	0.921
H8	3	1.585	1.000
H10	3	1.299	0.819
H12	4	1.918	0.959
H14	4	1.686	0.843
H16	6	2.353	0.910
H18	7	2.549	0.908
H21	5	2.156	0.928
H22	3	1.459	0.921
H23	7	2.423	0.863
H24	5	2.236	0.963
H25	3	1.522	0.960
H27	4	1.761	0.880
H29	4	1.750	0.875
H30	6	2.419	0.936
H31	4	1.811	0.906
H33	10	2.903	0.874
H35	3	1.459	0.921
H36	12	3.318	0.925
H38	11	3.266	0.944
H40	4	1.792	0.896
H42	15	3.534	0.905
H44	10	2.402	0.723
H46	13	3.409	0.921
H48	8	1.991	0.664
平均	6	2.113	0.893
范围	3~15	1.299~3.534	0.664~1.000

5、潮间带生物

(1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物30种,其中环节动物8种,软体动物13种,节肢动物8种,和纽形动物1种(附录IV)。环节动物和软体动物占总种数的均为33.33%,节肢动物占总种数的29.63%。软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

6个断面按沉积物的类型,A和C调查断面沉积物为泥相,B和D~F调查断面沉积物为岩石相。

高潮区:生物群落组成为以软体动物的粗糙滨螺(*Littorina scabra*)和齿纹蜒螺(*Nerita yoldi*)为主。

中潮区:生物群落组成同样为以软体动物的齿纹蜒螺和粗糙滨螺为主。

低潮区:以软体动物的团聚牡蛎(*Ostrea glomerata*)和齿纹蜒螺为主。

(2) 平均生物量及平均栖息密度

①平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为89.85 g/m²,平均栖息密度为95.56 ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中,以软体动物居首位,平均生物量为66.53 g/m²,占总平均生物量的74.04%;其次为节肢动物,其平均生物量为23.14 g/m²,占总生物量的25.75%(表4.2.5-77)。

在平均栖息密度方面,其组成情况与生物量一致,总平均栖息密度为95.56 ind./m²。其中软体动物占绝大部分,为59.78 ind./m²,节肢动物次之,为29.33 ind./m²(表4.2.5-77)。

表 4.2.5-77 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	纽形动物
栖息密度 (ind./m ²)	95.56	6.00	59.78	29.33	0.44
生物量 (g/m ²)	89.85	0.17	66.53	23.14	0.01

②平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面,平均栖息密度表现为D断面 > E断面 > B断面 > F断面 > C断面 > A断面;平均生物量表现为为E断面 > D断面 > B断面 > F断面 > A断面 > C断面(表4.2.5-78)。

表 4.2.5-78 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	纽形动物

A	栖息密度 (ind./m ²)	48.00	5.33	0.00	40.00	2.67
	生物量 (g/m ²)	43.60	0.22	0.00	43.31	0.07
B	栖息密度 (ind./m ²)	100.00	8.00	33.33	58.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	105.51	0.18	47.42	57.91	0.00
C	栖息密度 (ind./m ²)	57.33	8.00	25.33	24.00	0.00
	生物量 (g/m ²)	11.31	0.18	5.40	5.73	0.00
D	栖息密度 (ind./m ²)	142.67	8.00	106.67	28.00	0.00
	生物量 (g/m ²)	153.97	0.16	137.81	15.99	0.00
E	栖息密度 (ind./m ²)	130.67	4.00	110.67	16.00	0.00
	生物量 (g/m ²)	166.68	0.10	155.21	11.36	0.00
F	栖息密度 (ind./m ²)	94.67	2.67	82.67	9.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	58.04	0.19	53.31	4.54	0.00

③平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低（表 4.2.5-79），其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成；中潮区的平均生物量也主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布与生物量分布情况类似，表现为中潮区 > 低潮区 > 高潮区（表 4.2.5-79）。

表 4.2.5-79 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	纽形动物
高	栖息密度 (ind./m ²)	57.33	0.00	42.67	14.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	37.02	0.00	16.29	20.73	0.00
中	栖息密度 (ind./m ²)	129.33	2.00	76.67	50.67	0.00
	生物量	72.36	0.05	38.66	33.65	0.00

	(g/m ²)					
低	栖息密度 (ind./m ²)	100.00	16.00	60.00	22.67	1.33
	生物量 (g/m ²)	160.17	0.47	144.63	15.04	0.03

③潮间带生物多样性指数

计算结果显示, 6 条调查断面出现的种类数在 6~11 种/站 (平均 8 种/站),

多样性指数 (H') 变化范围在 1.928~2.530 之间, 平均值为 2.296 (表 4.2.5-80)。多样性指数最高出现在 F 断面, 最低则为 A 断面, 6 条断面多样性指数属中等水平。均匀度范围在 0.699 ~ 0.843 之间, 平均值为 0.760, 均匀度指数最高出现在 F 断面, 最低则为 E 断面, 各站位之间物种分布较均匀。

表 4.2.5-80 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数 (H')	均匀度 (J')
A	6	1.928	0.746
B	8	2.168	0.723
C	7	2.290	0.816
D	10	2.442	0.735
E	11	2.419	0.699
F	8	2.530	0.843
平均	8	2.296	0.760

6、鱼类浮游生物

(1) 种类组成

在采集的 29 个样品中, 经鉴定, 共出现了鱼卵仔鱼 10 种, 其中鲱形目、鲈形目和银汉鱼目各鉴定出 1 种, 鲱形目鉴定出 3 种和鲈形目鉴定出 4 种 (表 4.2.5-81)。

表 4.2.5-81 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类	拉文种名	鱼卵	仔鱼	
鲱形目	小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	+	+
	小沙丁鱼	<i>Sardinella</i> sp.	+	+
	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>	+	+
鲈形目	多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>	-	+
	天竺鲷科	Apogonidae	-	+
	虾虎鱼科	Gobiidae	-	+
	眶棘双边鱼	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	-	+
鲱形目	鲱科	Mugilidae	-	+
鲈形目	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	-	+

银汉鱼目	白氏银汉鱼	<i>Allanetta bleekeri</i>	-	+
------	-------	---------------------------	---	---

(2) 数量分布

本次调查共采到鱼卵 700 个，仔鱼 2432 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 239.95 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 H42 号站，为 4098.14 个/1000m³，调查期间 29 个测站中 12 个测站采到鱼卵，鱼卵出现率为 41.38%，鱼卵密度变化范围在 0.00 个/1000m³~4098.14 个/1000m³（表 4.2.5-82）。

仔鱼在 29 个监测站中均出现，出现率为 100.00%，仔鱼的平均密度为 836.89 尾/1000m³（表 4.2.5-82）。

表 4.2.5-82 鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵（个/1000m ³ ）	仔鱼（尾/1000m ³ ）
H1	120.64	20.11
H2	66.43	13.29
H3	62.13	8.88
H5	215.65	175.72
H7	0.00	3007.33
H8	0.00	400.11
H10	0.00	140.94
H12	388.55	7689.16
H14	0.00	1351.02
H16	0.00	159.05
H18	382.91	2896.78
H21	0.00	74.63
H22	0.00	406.35
H23	158.85	2337.37
H24	0.00	45.92
H25	675.42	4352.72
H27	0.00	64.38
H29	0.00	400.14
H30	0.00	155.60
H31	0.00	46.70
H33	0.00	104.97
H35	0.00	55.58
H36	625.00	52.08
H38	0.00	26.88
H40	0.00	52.50
H42	4098.14	79.58
H44	0.00	49.05

H46	73.89	36.95
H48	90.86	66.08
平均	239.95	836.89

(3) 主要种类及数量分布

小公鱼是本次调查的主要种类，在本次调查中该种鱼卵出现有一定数量，鱼卵的密度在 0.00 个/1000m³ ~ 4098.14 个/1000m³ 之间。其中鱼卵最高出现在 H42 号站，其次为 H36 号站，密度为 625.00 个/1000m³，平均密度 170.57 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 71.09%；

小沙丁鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中出现在鱼卵和仔鱼当中。其中，鱼卵的密度在 0.00 个/1000m³ ~ 675.42 个/1000m³ 之间，平均密度为 55.37 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 23.08%；仔鱼在 29 个调查站中出现了 21 次，出现频率为 72.41%，密度范围在 0.00 个/1000m³ ~ 7402.86 个/1000m³ 之间，平均值为 768.73 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 91.86%。

7、游泳生物

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 72 种，其中：鱼类 38 种，甲壳类 31 种，头足类 3 种（表 4.2.5-83，附录 V）。

本次调查，各站位出现种类情况见表 3.4.2-18。从表 3.4.2-18 可看出，各断面种类数量，H42 和 H20 断面种类数最多，均为 18 种，其次为 H35、H37、H47 和 H48，均为 16 种，H2 断面的种数最少，为 1 种。

表 4.2.5-83 各断面出现种类统计结果

站位	甲壳类	头足类	鱼类	总计
H1	2	0	3	5
H2	0	0	1	1
H3	1	0	3	4
H5	2	0	2	4
H7	2	0	6	8
H9	1	0	9	10
H13	4	0	7	11
H15	3	0	6	9
H18	3	2	6	11
H20	8	1	9	18
H21	3	2	3	8

H25	6	2	7	15
H26	7	0	7	14
H27	2	1	2	5
H29	2	2	3	7
H30	7	1	7	15
H31	1	1	3	5
H33	2	2	4	8
H35	8	2	6	16
H36	9	2	3	14
H37	10	1	5	16
H38	7	1	5	13
H40	9	1	3	13
H41	6	2	5	13
H42	10	1	7	18
H44	9	1	4	14
H46	5	1	6	12
H47	9	1	6	16
H48	10	1	5	16
合计	31	3	38	72

(2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 6.37 kg/h 和 625.86 ind./h, 其中: 甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 1.15 kg/h 和 208.48 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 18.05 % 和 33.31%; 鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 4.98 kg/h 和 374.97 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 78.12 % 和 59.91 %; 头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.24 kg/h 和 42.41 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 3.83% 和 6.78% (表 4.2.5-84)。

表 4.2.5-84 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群			类群		
			甲壳类	头足类	鱼类	甲壳类	头足类	鱼类
			个体渔获率(ind./h)			重量渔获率(kg/h)		
			个体渔获比例(%)			重量渔获比例(%)		
H1	1232.00	23.34	64.00	0.00	1168.00	0.14	0.00	23.19
			5.19	0.00	94.81	0.62	0.00	99.38
H2	1728.00	18.09	0.00	0.00	1728.00	0.00	0.00	18.09
			0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
H3	1680.00	16.31	128.00	0.00	1552.00	0.32	0.00	15.99

黄茅海跨海通道项目环境影响报告书

			7.62	0.00	92.38	1.96	0.00	98.04
H5	2608.00	27.30	32.00	0.00	2576.00	0.14	0.00	27.16
			1.23	0.00	98.77	0.50	0.00	99.50
H7	432.00	15.62	120.00	0.00	312.00	0.35	0.00	15.27
			27.78	0.00	72.22	2.24	0.00	97.76
H9	576.00	14.44	144.00	0.00	432.00	0.24	0.00	14.20
			25.00	0.00	75.00	1.69	0.00	98.31
H13	216.00	1.70	108.00	0.00	108.00	0.23	0.00	1.47
			50.00	0.00	50.00	13.38	0.00	86.62
H15	342.00	1.90	174.00	0.00	168.00	0.38	0.00	1.52
			50.88	0.00	49.12	19.92	0.00	80.08
H18	288.00	4.51	96.00	24.00	168.00	0.87	0.25	3.39
			33.33	8.33	58.33	19.37	5.55	75.08
H20	312.00	4.33	96.00	32.00	184.00	0.63	0.06	3.64
			30.77	10.26	58.97	14.58	1.47	83.95
H21	400.00	4.13	192.00	112.00	96.00	1.45	0.59	2.10
			48.00	28.00	24.00	35.01	14.20	50.79
H25	400.00	4.33	80.00	64.00	256.00	0.46	0.43	3.43
			20.00	16.00	64.00	10.72	9.99	79.29
H26	150.00	1.45	78.00	0.00	72.00	0.78	0.00	0.67
			52.00	0.00	48.00	53.96	0.00	46.04
H27	88.00	1.91	48.00	8.00	32.00	1.72	0.01	0.19
			54.55	9.09	36.36	89.96	0.33	9.71
H29	256.00	2.13	48.00	64.00	144.00	0.57	0.83	0.73
			18.75	25.00	56.25	26.69	39.07	34.23
H30	216.00	1.52	108.00	36.00	72.00	0.85	0.07	0.60
			50.00	16.67	33.33	56.29	4.45	39.26
H31	192.00	1.68	56.00	8.00	128.00	0.84	0.21	0.63
			29.17	4.17	66.67	49.76	12.68	37.56
H33	248.00	2.01	40.00	48.00	160.00	0.49	0.67	0.85
			16.13	19.35	64.52	24.55	33.37	42.09
H35	210.00	1.59	90.00	54.00	66.00	0.87	0.20	0.53
			42.86	25.71	31.43	54.47	12.33	33.20
H36	552.00	4.26	288.00	72.00	192.00	2.12	0.92	1.21
			52.17	13.04	34.78	49.90	21.60	28.50
H37	876.00	3.35	540.00	84.00	252.00	1.92	0.16	1.27
			61.64	9.59	28.77	57.41	4.77	37.82
H38	504.00	3.64	396.00	36.00	72.00	2.48	0.27	0.89
			78.57	7.14	14.29	67.98	7.45	24.57
H40	636.00	3.04	420.00	60.00	156.00	2.19	0.15	0.69
			66.04	9.43	24.53	72.14	5.03	22.83
H41	660.00	3.11	468.00	36.00	156.00	1.36	0.85	0.90

			70.91	5.45	23.64	43.57	27.41	29.02
H42	864.00	4.03	552.00	144.00	168.00	2.82	0.26	0.95
			63.89	16.67	19.44	69.93	6.47	23.59
H44	612.00	3.16	384.00	144.00	84.00	2.06	0.25	0.85
			62.75	23.53	13.73	65.37	7.84	26.79
H46	480.00	4.01	240.00	108.00	132.00	2.07	0.59	1.35
			50.00	22.50	27.50	51.63	14.65	33.71
H47	684.00	3.83	468.00	60.00	156.00	2.59	0.06	1.17
			68.42	8.77	22.81	67.75	1.64	30.61
H48	708.00	3.98	588.00	36.00	84.00	2.40	0.24	1.34
			83.05	5.08	11.86	60.27	6.03	33.70
平均	625.86	6.37	208.48	42.41	374.97	1.15	0.24	4.98
			33.31	6.78	59.91	18.05	3.83	78.12

(3) 资源密度

本次调查各站位渔业资源密度分布见表 4.2.5-85。平均重量密度为 1375.55 kg/km²，H5 断面最高，H26 断面最低，范围为 313.37 kg/km²~5896.36 kg/km²；平均个体密度为 135175.39 ind./km²，个体密度最高的断面为 H5，其值为 563282.94 ind./km²，最低为 H27 断面，其个体密度为 19006.48 ind./km²。

表 4.2.5-85 调查站位的渔业资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	5040.93	266090.71
H2	3907.11	373218.14
H3	3523.46	362850.97
H5	5896.36	563282.94
H7	3374.31	93304.54
H9	3118.70	124406.05
H13	367.35	46652.27
H15	410.90	73866.09
H18	974.57	62203.02
H20	936.16	67386.61
H21	891.58	86393.09
H25	934.38	86393.09
H26	313.37	32397.41
H27	411.82	19006.48
H29	460.10	55291.58
H30	327.55	46652.27
H31	363.33	41468.68

H33	434.04	53563.71
H35	344.16	45356.37
H36	919.10	119222.46
H37	723.06	189200.86
H38	786.45	108855.29
H40	656.29	137365.01
H41	671.69	142548.60
H42	869.88	186609.07
H44	681.54	132181.43
H46	865.66	103671.71
H47	826.94	147732.18
H48	860.06	152915.77
平均值	1375.55	135175.39

(4) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

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

② 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 4.2.5-86。从表 4.2.5-86 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 1074.53 kg/km² 和 80986.07 ind./km²。在 29 个断面中，鱼类重量密度分布中，H5 最高为 5867.06 kg/km²，H27 断面最低为 39.98 kg/km²；鱼类个体密度分布中，H5 最高 556371.49 ind./km²，H27 最低为 6911.45 ind./km²。

表 4.2.5-86 鱼类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	5009.66	252267.82
H2	3907.11	373218.14
H3	3454.34	335205.18
H5	5867.06	556371.49
H7	3298.83	67386.61
H9	3065.99	93304.54
H13	318.19	23326.13
H15	329.05	36285.10
H18	731.73	36285.10
H20	785.90	39740.82
H21	452.84	20734.34
H25	740.87	55291.58

H26	144.29	15550.76
H27	39.98	6911.45
H29	157.51	31101.51
H30	128.60	15550.76
H31	136.47	27645.79
H33	182.67	34557.24
H35	114.27	14254.86
H36	261.93	41468.68
H37	273.43	54427.65
H38	193.24	15550.76
H40	149.81	33693.30
H41	194.90	33693.30
H42	205.24	36285.10
H44	182.57	18142.55
H46	291.84	28509.72
H47	253.11	33693.30
H48	289.87	18142.55
平均值	1074.53	80986.07

③鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 4.2.5-87。从表 4.2.5-87 可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的仅有 1 种，为：海鲇 (*Arius thalassinus*)，这种鱼类的重量渔获率为 97.54 kg/h，占鱼类总重量渔获率 (144.28 kg/h) 的 67.61%；这种鱼类的个体渔获率为 7532.00 ind./h，占鱼类总个体渔获率 (10874.00 ind./h) 的 69.27%。由此确定这种为鱼类的优势种。

表 4.2.5-87 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
海鲇	48.28	97.54	67.61	7532.00	69.27	6607.65
拟矛尾虾虎鱼	68.97	2.74	1.90	682.00	6.27	563.53
短吻鲷	62.07	4.12	2.85	520.00	4.78	474.02
棘头梅童鱼	41.38	2.81	1.95	226.00	2.08	166.62
弓斑东方鲀	20.69	7.37	5.11	206.00	1.89	144.91
凤鲚	24.14	2.19	1.52	372.00	3.42	119.26
大头白姑鱼	31.03	0.72	0.50	362.00	3.33	118.77
眶棘双边鱼	27.59	1.12	0.78	250.00	2.30	84.93
团头鲂	6.90	10.78	7.47	40.00	0.37	54.08
暗纹东方鲀	10.34	6.30	4.37	78.00	0.72	52.61
海鳗	10.34	2.14	1.48	40.00	0.37	19.16
舌虾虎鱼	13.79	0.16	0.11	54.00	0.50	8.40
红狼牙虾虎鱼	10.34	0.15	0.11	54.00	0.50	6.23

叫姑鱼	6.90	0.46	0.32	48.00	0.44	5.25
白姑鱼	6.90	0.46	0.32	36.00	0.33	4.48
乌鲳	10.34	0.16	0.11	34.00	0.31	4.36
网纹东方鲀	3.45	1.21	0.84	24.00	0.22	3.66
黄斑蓝子鱼	6.90	0.45	0.31	24.00	0.22	3.65
双线舌鳎	6.90	0.23	0.16	18.00	0.17	2.23
花斑蛇鲻	3.45	0.62	0.43	12.00	0.11	1.86
矛尾虾虎鱼	6.90	0.05	0.03	24.00	0.22	1.75
斑头舌鳎	6.90	0.12	0.09	18.00	0.17	1.73
龙头鱼	3.45	0.55	0.38	12.00	0.11	1.68
鲷	6.90	0.08	0.06	18.00	0.17	1.52
孔虾虎鱼	3.45	0.16	0.11	36.00	0.33	1.52
中国鲳	3.45	0.47	0.33	12.00	0.11	1.51
多齿蛇鲻	3.45	0.27	0.19	12.00	0.11	1.02
斑鲹	3.45	0.34	0.24	6.00	0.06	1.01
李氏鲻	3.45	0.09	0.06	24.00	0.22	0.98
线纹舌鳎	3.45	0.07	0.05	24.00	0.22	0.92
珠虾虎鱼	3.45	0.03	0.02	18.00	0.17	0.65
尖尾鳎	3.45	0.11	0.08	12.00	0.11	0.64
康氏小公鱼	3.45	0.03	0.02	12.00	0.11	0.45
卵鳎	3.45	0.05	0.03	8.00	0.07	0.37
鹿斑鳎	3.45	0.03	0.02	8.00	0.07	0.34
二长棘鲷	3.45	0.03	0.02	6.00	0.06	0.27
铅点东方鲀	3.45	0.03	0.02	6.00	0.06	0.26
花鲈	3.45	0.01	0.01	6.00	0.06	0.22

(1) 甲壳类资源状况

①种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 31 种，其中：虾类 10 种，蟹类 17 种，虾蛄类 4 种。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

②优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 4.2.5-88。从表 4.2.5-88 可得出，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，分别为：双斑蟳 (*Charybdis bimaculata*)、东方蟳 (*Charybdis orientalis*) 和变态蟳 (*Charybdis variegata*)。这 3 种甲壳类的重量渔获率之和为 11.92 kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (33.35 kg/h) 的 35.74%；这 3 种甲壳类的个体渔获率之和为 2852.00 ind./h，占甲壳类总个体渔获率 (6046.00 ind./h) 的 47.17 %。由此确定这 3 种为甲壳类的优势种。

表 4.2.5-88 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
双斑螯	34.48	3.64	10.90	1728.00	28.58	1361.53
东方螯	48.28	5.93	17.78	402.00	6.65	1179.18
变态螯	55.17	2.36	7.06	722.00	11.94	1048.62
隆线强蟹	34.48	3.73	11.18	302.00	5.00	557.87
黑斑口虾蛄	34.48	2.50	7.49	400.00	6.62	486.53
口虾蛄	31.03	2.87	8.60	170.00	2.81	354.25
鲜明鼓虾	34.48	1.03	3.07	338.00	5.59	298.79
脊尾白虾	31.03	0.91	2.73	358.00	5.92	268.55
长叉口虾蛄	20.69	3.29	9.86	144.00	2.38	253.36
周氏新对虾	20.69	0.77	2.31	378.00	6.25	177.17
红星梭子蟹	24.14	0.97	2.91	76.00	1.26	100.67
细巧仿对虾	13.79	0.32	0.95	312.00	5.16	84.22
哈氏仿对虾	13.79	0.44	1.31	150.00	2.48	52.29
猛虾蛄	10.34	1.01	3.04	36.00	0.60	37.63
矛形梭子蟹	17.24	0.07	0.22	108.00	1.79	34.61
锯缘青蟹	10.34	0.84	2.52	36.00	0.60	32.24
近亲螯	10.34	0.31	0.94	112.00	1.85	28.93
锈斑螯	13.79	0.33	1.00	38.00	0.63	22.45
晶莹螯	3.45	1.13	3.38	16.00	0.26	12.58
字纹弓蟹	10.34	0.08	0.23	36.00	0.60	8.49
太阳强蟹	3.45	0.29	0.86	12.00	0.20	3.64
中华管鞭虾	3.45	0.09	0.28	36.00	0.60	3.03
近缘新对虾	3.45	0.13	0.40	24.00	0.40	2.73
日本沼虾	3.45	0.09	0.27	16.00	0.26	1.85
豆形短眼蟹	3.45	0.03	0.08	24.00	0.40	1.64
长手隆背蟹	3.45	0.02	0.06	24.00	0.40	1.57
疾进螯	3.45	0.04	0.13	16.00	0.26	1.35
斑节对虾	3.45	0.05	0.16	12.00	0.20	1.23
豆形拳蟹	3.45	0.02	0.07	8.00	0.13	0.71
罗氏沼虾	3.45	0.04	0.11	6.00	0.10	0.71
褶痕相手蟹	3.45	0.03	0.08	6.00	0.10	0.62

③甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 4.2.5-89。从表 4.2.5-89 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 248.35 kg/km² 和 45028.67 ind./km²。其中，重量密度范围为 0.00 kg/km² ~ 608.35 kg/km²，H2 断面没有出现甲壳类，H42 断面最高；个体密度分布范围为 0.00 ind./km² ~ 126997.84 ind./km²，H48 断面最高。

表 4.2.5-89 甲壳类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	31.27	13822.89
H2	0.00	0.00
H3	69.11	27645.79
H5	29.30	6911.45
H7	75.47	25917.93
H9	52.72	31101.51
H13	49.15	23326.13
H15	81.85	37580.99
H18	188.75	20734.34
H20	136.50	20734.34
H21	312.12	41468.68
H25	100.20	17278.62
H26	169.09	16846.65
H27	370.49	10367.17
H29	122.82	10367.17
H30	184.38	23326.13
H31	180.80	12095.03
H33	106.54	8639.31
H35	187.46	19438.44
H36	458.64	62203.02
H37	415.10	116630.67
H38	534.63	85529.16
H40	473.47	90712.74
H41	292.67	101079.91
H42	608.35	119222.46
H44	445.53	82937.37
H46	446.98	51835.85
H47	560.24	101079.91
H48	518.36	126997.84
平均值	248.35	45028.67

(6) 头足类资源状况

①种类组成

本次调查海域内捕获的头足类共有 3 种, 分别为莱氏拟乌贼(*Sepioteuthis lessoniana*)、曼氏无针乌贼 (*Sepiella maindroni*) 和中国枪乌贼 (*Loligo chinensis*)。

②头足类的资源密度估算

本次调查中的 29 个站位中, 出现头足类的有 20 个站位出现。头足类的平均重量密度和平均个体密度分别为 52.67kg/km² 和 9160.65 ind./km²。

4.2.5.2.4 夏季海洋生态调查

1、叶绿素 a 和初级生产力

(1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 $0.74 \text{ mg/m}^3 \sim 17.82 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 4.69 mg/m^3 ，其中 H46 号站叶绿素 *a* 含量最高，H30、H31 和 H33 号站叶绿素 *a* 含量最低，均为 0.74 mg/m^3 。

调查海区底层水体叶绿素 *a* 含量的变化范围为 $0.68 \text{ mg/m}^3 \sim 7.58 \text{ mg/m}^3$ ，平均值为 3.18 mg/m^3 ，其中 H36 号站叶绿素 *a* 含量最高，H29 号站叶绿素 *a* 含量最低，H7、H8、H10 和 H14 站水深小于 5m，未采集底层叶绿素 *a* (表 4.2.5-90)。

(2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $22.47 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \text{ d}) \sim 1988.81 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ，平均值为 $350.90 \text{ mg C}/(\text{m}^2 \text{ d})$ ，其中 H44 号站初级生产力水平最高，H31 号站最低(表 4.2.5-90 表 4.2.5-90)。

表 4.2.5-90 叶绿素 *a* 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 <i>a</i> (mg/m^3)		初级生产力 ($\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{ d})$)
	表层	底层	
H1	4.19	4.53	178.87
H2	8.31	5.26	507.61
H3	10.24	6.39	499.91
H5	7.36	4.70	359.37
H7	3.00	/	109.91
H8	2.26	/	82.86
H10	1.87	/	75.99
H12	1.53	2.26	65.21
H14	2.66	/	81.10
H16	4.53	1.13	165.81
H18	1.47	1.13	72.02
H21	1.13	2.21	34.52
H22	1.30	0.93	63.57
H23	1.92	1.53	58.64
H24	2.21	1.08	67.40
H25	1.13	1.67	34.52

H27	1.47	1.47	35.95
H29	1.87	0.68	91.18
H30	0.74	1.08	35.95
H31	0.74	1.13	22.47
H33	0.74	5.27	44.93
H35	5.95	2.26	544.63
H36	9.79	7.58	1015.99
H38	5.46	3.34	533.35
H40	5.26	4.87	578.31
H42	6.39	4.69	702.60
H44	16.29	5.60	1988.81
H46	17.82	3.05	1414.05
H48	8.31	5.71	710.65
范围	0.74~17.82	0.68~7.58	22.47~1988.81
平均值	4.69	3.18	350.90

2、浮游植物

(1) 种类组成和优势种

本次调查共记录浮游植物 6 门 69 属 148 种 (含 4 个变种和 2 个变型)。其中以硅藻门出现的种类为最多, 为 35 属 85 种, 占总种数的 57.43% (表 4.2.5-91); 绿藻门出现 13 属 25 种, 占总种数的 16.89%; 甲藻门出现 10 属 24 种, 占总种数的 16.22%。硅藻门的角毛藻出现种类数最多(21 种), 其次是硅藻门的圆筛藻(9 种)和甲藻门的角藻(8 种), 其它属出现的种类表 4.2.5-91 (附录 I)。

表 4.2.5-91 浮游植物种类组成

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	35	85	57.43
甲藻	10	24	16.22
蓝藻	8	10	6.76
绿藻	13	25	16.89
隐藻	1	2	1.35
裸藻	2	2	1.35
合计	69	148	100.00

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 5 种, 均为硅藻门的中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、柔弱拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia delicatissima*)、尖刺拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)和蓝藻门的色球藻(*Chroococcus* sp.)、微囊藻(*Microcystis* sp.)。

中肋骨条藻的优势度为 0.282，丰度占调查海区总丰度的 17.66%，该优势种在整个调查区域分布广泛，在 29 个调查站位中 26 个站中出现，出现率为 89.66%，为该调查海区的第一优势种。色球藻的优势度为 0.070，丰度占调查海区总丰度的 32.61%，在 29 个调查站位中 16 个站中出现，出现率为 55.17%，其他优势种见表 4.2.5-92。

表 4.2.5-92 浮游植物优势种及优势度

中文名	英文名	类群	优势度	占总丰度的百分比 (%)
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.282	17.66
柔弱拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	硅藻	0.132	15.02
色球藻	<i>Chroococcus</i> sp.	蓝藻	0.070	32.61
微囊藻	<i>Microcystis</i> sp.	蓝藻	0.027	12.53
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	硅藻	0.026	2.62

(2) 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 14.61×10^4 cells/m³ ~ 32980.25×10^4 cells/m³，平均为 6408.04×10^4 cells/m³（表 4.2.5-93）。不同站位的丰度差异较大，最高丰度出现在 H36 号站；H14 号站次之，其丰度为 27399.00×10^4 cells/m³；最低丰度则出现在 H25 号站。

浮游植物丰度组成以硅藻占优势，其丰度占各站总丰度的 1.27% ~ 99.96%，平均为 45.75%，硅藻在 29 个测站中均出现；蓝藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.00% ~ 98.27%，平均为 53.15%，蓝藻在 29 个测站中 24 个站有出现；绿藻在各站丰度中的所占比例为 0.00% ~ 5.82%，平均为 0.95%，在 29 个测站中 14 站有出现，其他类（隐藻、裸藻和甲藻）的丰度和在各站丰度的比例见表 4.2.5-93。

表 4.2.5-93 浮游植物丰度 ($\times 10^4$ cells/m³) 及其百分比值 (%)

站位	总丰度	硅藻		蓝藻		绿藻		其他	
		丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%	丰度	百分比%
H1	2165.72	66.64	3.08	2082.84	96.17	16.24	0.75	0.00	0.00
H2	2746.02	162.04	5.90	2561.17	93.27	22.81	0.83	0.00	0.00
H3	2985.21	336.39	11.27	2578.20	86.37	67.56	2.26	3.06	0.10
H5	9649.33	144.53	1.50	9482.18	98.27	19.05	0.20	3.58	0.04
H7	7888.17	755.00	9.57	6674.17	84.61	459.00	5.82	0.00	0.00
H8	26067.00	1217.85	4.67	24443.40	93.77	359.70	1.38	46.05	0.18
H10	10184.70	544.50	5.35	9364.80	91.95	183.60	1.80	91.80	0.90

H12	1989.54	73.05	3.67	1889.12	94.95	27.31	1.37	0.06	0.00
H14	27399.00	347.10	1.27	26696.70	97.44	355.20	1.30	0.00	0.00
H16	9634.50	408.67	4.24	8950.67	92.90	240.17	2.49	35.00	0.36
H18	163.83	5.63	3.43	158.05	96.47	0.00	0.00	0.15	0.09
H21	3211.91	1593.00	49.60	1618.91	50.40	0.00	0.00	0.00	0.00
H22	277.68	97.13	34.98	180.40	64.97	0.00	0.00	0.15	0.06
H23	452.84	78.59	17.35	359.68	79.43	7.29	1.61	7.29	1.61
H24	26.25	22.80	86.86	3.00	11.43	0.00	0.00	0.45	1.71
H25	14.61	11.19	76.54	2.96	20.23	0.00	0.00	0.47	3.23
H27	99.56	79.13	79.47	17.25	17.33	0.00	0.00	3.19	3.20
H29	145.50	128.03	87.99	15.71	10.79	0.00	0.00	1.76	1.21
H30	54.57	45.62	83.60	7.14	13.09	0.00	0.00	1.81	3.32
H31	1511.58	660.24	43.68	821.10	54.32	0.00	0.00	30.24	2.00
H33	1001.18	507.41	50.68	485.88	48.53	3.76	0.38	4.12	0.41
H35	111.14	110.63	99.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.46
H36	32980.25	32866.25	99.65	102.00	0.31	0.00	0.00	12.00	0.04
H38	4577.35	4516.32	98.67	57.74	1.26	0.00	0.00	3.29	0.07
H40	1141.67	1140.83	99.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.07
H42	18904.57	18887.38	99.91	0.00	0.00	5.85	0.03	11.34	0.06
H44	8036.43	8033.61	99.96	0.00	0.00	0.00	0.00	2.83	0.04
H46	1316.35	1315.75	99.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.05
H48	11096.61	10867.84	97.94	224.82	2.03	3.27	0.03	0.69	0.01
平均值	6408.04	2931.83	45.75	3406.13	53.15	61.06	0.95	9.01	0.14
变化范围	14.61~ 32980.25	5.63~ 32866.25	1.27~ 99.96	0.00~ 26696.70	0.00~ 98.27	0.00~ 459.00	0.00~ 5.82	0.00~ 91.80	0.00~ 3.32

(3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 15 ~ 43 种,平均 27 种(表 4.2.5-94)。Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.245 ~ 3.164,平均为 2.165,多样性指数以 H27 号站位最高,H5 号站最低;Pielou 均匀度指数范围为 0.273 ~ 0.732,平均为 0.464,其中 H27 号站均匀度指数最高,H48 号站最低,各站之间分布比较均匀(表 4.2.5-94)。

表 4.2.5-94 浮游植物的多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度(J')
H1	18	1.509	0.362
H2	31	1.488	0.300
H3	24	1.881	0.410
H5	23	1.245	0.275
H7	25	1.958	0.422
H8	29	1.751	0.360
H10	26	2.249	0.479

H12	28	1.701	0.354
H14	26	1.894	0.403
H16	30	1.530	0.312
H18	15	1.276	0.327
H21	25	2.418	0.521
H22	21	2.533	0.577
H23	20	2.336	0.540
H24	17	2.983	0.730
H25	18	2.525	0.606
H27	20	3.164	0.732
H29	25	2.962	0.638
H30	27	3.031	0.637
H31	28	2.365	0.492
H33	40	2.614	0.491
H35	22	2.102	0.471
H36	43	2.682	0.494
H38	32	2.479	0.496
H40	33	2.192	0.435
H42	38	2.505	0.477
H44	31	2.598	0.524
H46	21	1.437	0.327
H48	33	1.379	0.273
平均	27	2.165	0.464
范围	15~43	1.245~3.164	0.273~0.732

3、浮游动物

(1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 11 个生物类群 75 种（见附录 II—浮游动物种类名录），其中桡足类 40 种、浮游幼体类 15 种、被囊类和枝角类均为 4 种、毛颚类和腔肠动物均为 3 种、其他种类共 6 种。

(2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 9.92 mg/m³~1500.00 mg/m³，平均生物量为 307.38 mg/m³。在整个调查区中，生物量最高出现在 H31 号采样站，最低出现在 H35 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 127.50 ind./m³~111300.00 ind./m³，平均密度 16344.12 ind./m³。浮游生物最高密度出现在 H31 号采样站，最低密度则出现在 H3 号采样站（表 4.2.5-95）。

表 4.2.5-95 浮游动物生物量及密度

站位	密度 (ind./m ³)	生物量 (mg/m ³)
----	---------------------------	--------------------------

H1	2985.00	108.33
H2	952.10	30.37
H3	127.50	37.50
H5	1287.28	67.98
H7	4875.00	708.33
H8	5350.00	250.00
H10	5475.00	800.00
H12	712.26	54.25
H14	10625.00	825.00
H16	64486.11	750.00
H18	11868.75	235.42
H21	43647.73	852.27
H22	14880.10	301.02
H23	968.75	89.29
H24	18962.50	150.00
H25	7953.57	160.71
H27	75906.25	875.00
H29	26492.65	250.00
H30	4642.86	47.62
H31	111300.00	1500.00
H33	18066.18	110.29
H35	1608.13	9.92
H36	11732.64	149.31
H38	8327.96	161.29
H40	1096.81	12.25
H42	5089.94	41.16
H44	5340.16	140.37
H46	3927.80	90.84
H48	5291.33	105.61
平均值	16344.12	307.38
范围	127.50~111300.00	9.92~1500.00

(3) 浮游动物主要类群分布

① 桡足类

桡足类在 29 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 37.50 ind./m³ ~ 69000.00 ind./m³，平均密度为 12389.65 ind./m³，占浮游动物总密度的 75.80 %。其中最高密度出现在 H31 号采样站；其次为 H16 号采样站，密度为 60277.78 ind./m³，H3 号站位密度最低。

② 浮游幼体类

浮游幼体类在全部 29 个调查站位均有出现，平均密度为 2947.54 ind./m³，占浮游动

物总密度的 18.03%，其密度变化范围为 10.00 ind./m³ ~36050.00 ind./m³。其中最高密度分布于 H31 号采样站，其次是 H27 号采样站，密度分别为 18218.75 ind./m³，H3 号站位密度最低。

③枝角类

枝角类在全部 29 个调查站位中 27 个站位有出现，平均密度为 897.27 ind./m³，占浮游动物总密度的 5.49%，其密度变化范围为 0.00 ind./m³ ~5000.00 ind./m³。其中最高密度分布于 H31 号采样站，其次是 H36 号采样站，密度为 4791.67 ind./m³，其中 H23 和 H25 号站位中没有出现枝角类。

④其他种类

浮游动物的其他类群有被囊类、端足类、多毛类、糠虾类、毛颚类、腔肠动物、十足类和翼足类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

(4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物平均出现种类为 19 种（6 ~ 38 种）；种类多样性指数范围为 1.178 ~ 3.555 之间，平均为 2.409，多样性指数最高出现在 H40 号采样站，其次为 H30 号采样站，最低则出现在 H16 号采样站；种类均匀度变化范围在 0.295 ~ 0.738 之间，平均为 0.587，最高出现在 H3 号采样站，最低出现在 H16 号采样站，各站位生物量种间分布较为均匀（表 4.2.5-96）。

表 4.2.5-96 浮游动物的多样性指数及均匀度

站位	种类数	多样性指数(H)	均匀度(J)
H1	13	2.420	0.654
H2	11	1.967	0.569
H3	7	2.071	0.738
H5	10	1.581	0.476
H7	10	1.963	0.591
H8	10	2.151	0.647
H10	14	2.775	0.729
H12	9	2.125	0.670
H14	14	2.669	0.701
H16	16	1.178	0.295
H18	18	1.990	0.477
H21	12	1.680	0.469
H22	17	2.568	0.628
H23	6	1.811	0.701

H24	17	1.646	0.403
H25	17	2.087	0.511
H27	24	2.564	0.559
H29	28	2.727	0.567
H30	29	3.407	0.701
H31	28	2.861	0.595
H33	23	2.730	0.603
H35	24	2.580	0.563
H36	26	3.147	0.670
H38	30	3.021	0.616
H40	29	3.555	0.732
H42	26	2.824	0.601
H44	25	2.427	0.523
H46	38	2.876	0.548
H48	34	2.452	0.482
平均	19	2.409	0.587
范围	6~38	1.178~3.555	0.295~0.738

(5) 优势种及其分布

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本调查海域在调查期间浮游动物的优势种有 6 种, 为桡足类的小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、中华异水蚤 (*Acartiella sinensis*) 和拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*), 优势度指数分别为 0.357、0.108、0.045。枝角类的鸟喙尖头蚤 (*Penilia avirostris*) 和肥胖三角蚤 (*Evadne tergestina*), 优势度指数分别为 0.074 和 0.039, 浮游幼体的桡足类幼体 (Copepoda larvae), 优势度为 0.053 (表 4.2.5-97)。小拟哲水蚤的平均密度为 5982.64 ind./m³, 占浮游动物总密度的 36.60%, 在 29 个调查站位中均有出现, 其中在 H31 号站位密度最高, 为 48000.00 ind./m³, 为本调查海域的第一优势种; 中华异水蚤的平均密度为 3609.05 ind./m³, 占浮游动物总密度的 22.08%, 在全部 29 个调查站位中 19 个站位有出现, 其他优势种见表 4.2.5-97。

表 4.2.5-97 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind./m ³)	占总丰度百分比 (%)
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>	0.357	5982.64	36.60
中华异水蚤	<i>Acartiella sinensis</i>	0.108	3609.05	22.08
鸟喙尖头蚤	<i>Penilia avirostris</i>	0.074	469.69	2.87
桡足类幼体	Copepoda larvae	0.053	961.25	5.88
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	0.045	1314.20	8.04
肥胖三角蚤	<i>Evadne tergestina</i>	0.039	346.18	2.12

4、大型底栖生物

(1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物51种，其中环节动物21种、软体动物18种、节肢动物6种、其他种类动物（包括腔肠动物、棘皮动物、星虫动物和纽形动物）共6种（附录III）。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的41.18%、35.29%和11.76%，环节动物和软体动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

(2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为84.31 ind./m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为28.62 ind./m²，占总密度的33.95%；软体动物次之，平均栖息密度为25.00 ind./m²，占总平均密度的29.65%；节肢动物的平均栖息密度为6.55 ind./m²，占总平均密度的7.77%；其他动物的平均栖息密度总和为24.14 ind./m²，占总平均密度的28.63%（表4.2.5-98）。

底栖生物的平均生物量为27.58 g/m²，以软体动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为16.68 g/m²，占总平均生物量的60.49%；其次为其他动物，其他动物的平均生物量总和为8.11 g/m²，占总平均生物量的29.41%；环节动物的平均生物量为1.43 g/m²，占平均生物量的5.20%；节肢动物的平均生物量较少，平均生物量为1.35 g/m²（表4.2.5-98）。

表 4.2.5-98 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	其他动物
H1	栖息密度(ind./m ²)	115.00	50.00	15.00	0.00	50.00
	生物量(g/m ²)	14.40	2.07	8.82	0.00	3.52
H2	栖息密度(ind./m ²)	110.00	20.00	20.00	0.00	70.00
	生物量(g/m ²)	5.45	0.87	1.53	0.00	3.05
H3	栖息密度(ind./m ²)	95.00	70.00	25.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	45.17	2.33	42.85	0.00	0.00
H5	栖息密度(ind./m ²)	80.00	5.00	60.00	10.00	5.00
	生物量(g/m ²)	5.01	0.23	3.91	0.08	0.80
H7	栖息密度(ind./m ²)	60.00	40.00	20.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	118.05	2.02	116.03	0.00	0.00
H8	栖息密度(ind./m ²)	170.00	20.00	90.00	0.00	60.00
	生物量(g/m ²)	76.16	0.24	74.54	0.00	1.39
H10	栖息密度(ind./m ²)	85.00	15.00	10.00	10.00	50.00
	生物量(g/m ²)	4.07	0.93	0.60	0.30	2.25
H12	栖息密度(ind./m ²)	20.00	5.00	10.00	5.00	0.00

	生物量(g/m ²)	1.31	0.13	0.52	0.66	0.00
H14	栖息密度(ind./m ²)	35.00	5.00	15.00	0.00	15.00
	生物量(g/m ²)	0.80	0.22	0.21	0.00	0.37
H16	栖息密度(ind./m ²)	50.00	10.00	10.00	25.00	5.00
	生物量(g/m ²)	225.79	0.20	48.51	2.81	174.28
H18	栖息密度(ind./m ²)	100.00	40.00	15.00	5.00	40.00
	生物量(g/m ²)	16.13	0.91	0.35	0.09	14.78
H21	栖息密度(ind./m ²)	80.00	25.00	15.00	35.00	5.00
	生物量(g/m ²)	30.93	10.76	2.40	17.39	0.38
H22	栖息密度(ind./m ²)	35.00	5.00	15.00	0.00	15.00
	生物量(g/m ²)	59.47	0.17	58.16	0.00	1.15
H23	栖息密度(ind./m ²)	50.00	35.00	15.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.20	0.71	0.49	0.00	0.00
H24	栖息密度(ind./m ²)	165.00	115.00	35.00	15.00	0.00
	生物量(g/m ²)	44.98	9.68	35.12	0.19	0.00
H25	栖息密度(ind./m ²)	100.00	15.00	15.00	0.00	70.00
	生物量(g/m ²)	12.13	0.40	5.29	0.00	6.45
H27	栖息密度(ind./m ²)	85.00	25.00	30.00	10.00	20.00
	生物量(g/m ²)	7.74	0.46	6.26	0.67	0.36
H29	栖息密度(ind./m ²)	135.00	35.00	25.00	10.00	65.00
	生物量(g/m ²)	14.89	0.85	4.16	4.64	5.25
H30	栖息密度(ind./m ²)	110.00	65.00	5.00	0.00	40.00
	生物量(g/m ²)	8.72	2.43	3.03	0.00	3.26
H31	栖息密度(ind./m ²)	135.00	65.00	30.00	0.00	40.00
	生物量(g/m ²)	6.70	1.51	1.08	0.00	4.11
H33	栖息密度(ind./m ²)	160.00	10.00	65.00	0.00	85.00
	生物量(g/m ²)	15.73	0.20	6.97	0.00	8.57
H35	栖息密度(ind./m ²)	70.00	30.00	40.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	1.37	0.68	0.69	0.00	0.00
H36	栖息密度(ind./m ²)	100.00	15.00	20.00	15.00	50.00
	生物量(g/m ²)	13.08	0.38	7.51	1.13	4.07
H38	栖息密度(ind./m ²)	60.00	20.00	35.00	5.00	0.00
	生物量(g/m ²)	6.85	0.50	5.93	0.42	0.00
H40	栖息密度(ind./m ²)	30.00	15.00	15.00	0.00	0.00
	生物量(g/m ²)	43.56	0.28	43.29	0.00	0.00
H42	栖息密度(ind./m ²)	55.00	15.00	30.00	5.00	5.00
	生物量(g/m ²)	15.44	0.32	4.33	10.29	0.51
H44	栖息密度(ind./m ²)	45.00	20.00	10.00	10.00	5.00
	生物量(g/m ²)	1.90	0.90	0.20	0.27	0.54
H46	栖息密度(ind./m ²)	50.00	20.00	15.00	15.00	0.00

	生物量(g/m ²)	1.46	0.84	0.46	0.16	0.00
H48	栖息密度(ind./m ²)	60.00	20.00	20.00	15.00	5.00
	生物量(g/m ²)	1.33	0.42	0.57	0.19	0.16
平均	栖息密度(ind./m ²)	84.31	28.62	25.00	6.55	24.14
	生物量(g/m ²)	27.58	1.43	16.68	1.35	8.11

本次调查结果表明,各采样站位的底栖生物栖息密度分布不均匀,变化范围从20.00 ind./m²~170.00 ind./m²,其中H8号站位栖息密度最高,为170.00 ind./m²。该站位密度最高的原因在于记录到数量较多的软体动物棒锥螺(*Turritella bacillum*)和棘皮动物栖滩阳遂足(*Amphiura vadicola*),它们在该站位的栖息密度分别为60.00 ind./m²和55.00 ind./m²;其次为H24号站位栖息密度较高,为165.00 ind./m²,该站位密度较高的原因是记录到数量较多的环节动物角海蛹(*Ophelina acuminata*),它们在站位的栖息密度为90.00 ind./m²;最低的站位为H12站,栖息密度为20.00 ind./m²。

本次调查海域的底栖生物的生物量平面分布也不均匀,变化范围从0.80 g/m²~225.79 g/m²,在29个监测站位中仅H7和H16号站位的生物量大于100.00 g/m²,分别为118.05 g/m²和225.79 g/m²。构成H7号站位较高生物量的原因在于出现数量较多的软体动物棒锥螺,生物量为112.65 g/m²。构成H16号站位较高生物量的原因在于出现个体较大的腔肠动物中华刺海鳃(*Pteroeides chinense*),生物量为174.28 g/m²。最低的站位为H14站,生物量仅为0.80g/m²,该站位生物量低的原因在于该站位记录到个体较小的软体类动物和环节动物,且种类和数量较少,个体较大的其它动物类群没有出现。

环节动物在调查海区的平均密度为28.62 ind./m²,在29个站位中均出现,出现频率为100.00%。密度分布范围为5.00 ind./m²~115.00 ind./m²;平均生物量为1.43g/m²,生物量分布范围为0.13 g/m²~10.76 g/m²。

软体动物在调查海区29个站位中均出现,出现频率为100.00%,平均密度为25.00 ind./m²,密度分布范围为5.00 ind./m²~90.00 ind./m²;平均生物量为16.68 g/m²,生物量分布范围为0.20 g/m²~116.03g/m²。

(3) 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种,那么本次调查海区的底栖生物仅有3个优势种,为星虫动物的厥目革囊星虫(*Phascolosoma scolops*)、棘皮动物的栖滩阳遂足和环节动物的越南锥头虫(*Orbinia vietnamensis*),优势度分别为0.048、0.047和0.022。厥目革囊星虫在29个站位中的9个站出现,其平均栖息密度为

12.93 ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 15.34%，为该调查海区的第一优势种；栖滩阳遂足在 29 个站位中的 11 个站出现，其平均栖息密度为 10.34ind./m²，占调查海区底栖生物平均密度的 12.27%，其他优势种见表 4.2.5-99。

表 4.2.5-99 底栖动物优势种及优势度

优势种	类群	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ²)	占总生物栖息密度的百分比(%)
厥目革囊星虫	星虫动物	0.048	12.93	15.34
栖滩阳遂足	棘皮动物	0.047	10.34	12.27
越南锥头虫	环节动物	0.022	5.86	6.95

(4) 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 4 ~ 12 种/站，平均 7 种/站。多样性指数(H')变化范围在 1.186 ~ 3.453 之间，平均值为 2.446(表 4.2.5-100)。多样性指数最高出现在 H21 号站，最低则为 H5 号站，调查海域底栖生物多样性指数属较高水平。均匀度范围在 0.593 ~ 1.000 之间，平均值为 0.859，均匀度指数最高出现在 H12 号站。最低则为 H5 号站，各站位之间物种分布较均匀。

表 4.2.5-100 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

站位	种类数	多样性指数(H')	均匀度 (J')
H1	9	2.579	0.814
H2	8	2.231	0.744
H3	7	2.286	0.814
H5	4	1.186	0.593
H7	9	3.022	0.953
H8	8	2.387	0.796
H10	9	2.705	0.853
H12	4	2.000	1.000
H14	4	1.842	0.921
H16	6	2.322	0.898
H18	9	2.739	0.864
H21	12	3.453	0.963
H22	5	2.128	0.917
H23	6	2.371	0.917
H24	10	2.361	0.711
H25	5	1.457	0.627
H27	7	2.631	0.937
H29	9	2.367	0.747

H30	5	1.856	0.799
H31	9	2.740	0.864
H33	10	2.391	0.720
H35	9	3.039	0.959
H36	8	2.323	0.774
H38	9	3.022	0.953
H40	5	2.252	0.970
H42	9	3.027	0.955
H44	8	2.948	0.983
H46	7	2.646	0.943
H48	7	2.626	0.935
平均	7	2.446	0.859
范围	4~12	1.186~3.453	0.593~1.000

5、潮间带生物

(1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物35种，其中环节动物7种，软体动物17种，节肢动物10种，和纽形动物1种（附录IV）。软体动物和节肢动物占总种数的分别为48.57%和28.57%，环节动物占总种数的20.00%。软体动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

6个断面按沉积物的类型，A和C调查断面沉积物为泥相，B和D~F调查断面沉积物为岩石相。

高潮区：生物群落组成为以软体动物的粗糙滨螺(*Littorina scabra*)、齿纹蜒螺(*Nerita yoldi*)和彩拟蟹守螺(*Cerithidea ornata*)为主。

中潮区：生物群落组成同样为以软体动物的齿纹蜒螺为主。

低潮区：以软体动物的齿纹蜒螺和红肉河篮蛤(*Potamocorbula rubomuscula*)为主。

(2) 平均生物量及平均栖息密度

①平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 93.83 g/m²，平均栖息密度为 131.56 ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 69.04 g/m²，占总平均生物量的 73.57%；其次为节肢动物，其平均生物量为 23.28 g/m²，占总生物量的 24.81%（表 4.2.5-101）。

在平均栖息密度方面，其组成情况与生物量一致，总平均栖息密度为 131.56 ind./m²。其中软体动物占绝大部分，为 101.33 ind./m²，节肢动物次之，为 17.33 ind./m²（表 4.2.5-101）。

表 4.2.5-101 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

类别	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	纽形动物
栖息密度 (ind./m ²)	131.56	12.00	101.33	17.33	0.89
生物量 (g/m ²)	93.83	0.93	69.04	23.28	0.59

②平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 D 断面 > B 断面 > C 断面 = F 断面 > E 断面 > A 断面；平均生物量表现为为 C 断面 > B 断面 > F 断面 > D 断面 > E 断面 > A 断面（表 4.2.5-102）。

表 4.2.5-102 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	纽形动物
A	栖息密度 (ind./m ²)	73.33	14.67	30.67	25.33	2.67
	生物量 (g/m ²)	7.16	0.31	4.67	2.12	0.06
B	栖息密度 (ind./m ²)	142.67	10.67	98.67	33.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	131.72	1.12	85.03	45.57	0.00
C	栖息密度 (ind./m ²)	136.00	10.67	105.33	17.33	2.67
	生物量 (g/m ²)	185.96	0.86	115.48	66.14	3.49
D	栖息密度 (ind./m ²)	222.67	25.33	190.67	6.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	108.16	3.06	91.76	13.33	0.00
E	栖息密度 (ind./m ²)	78.67	2.67	73.33	2.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	20.76	0.06	17.88	2.82	0.00
F	栖息密度 (ind./m ²)	136.00	8.00	109.33	18.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	109.25	0.17	99.40	9.69	0.00

③平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上, 潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高, 中潮区居中, 高潮带最低 (表 4.2.5-103), 其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成; 中潮区的平均生物量也主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布表现为低潮区 > 中潮区 = 高潮区 (表 4.2.5-103)。

表 4.2.5-103 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

潮带	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物	纽形动物
高	栖息密度 (ind./m ²)	85.33	0.00	74.67	10.67	0.00
	生物量 (g/m ²)	46.98	0.00	44.93	2.05	0.00
中	栖息密度 (ind./m ²)	85.33	9.33	54.67	21.33	0.00
	生物量 (g/m ²)	92.58	0.35	57.76	34.47	0.00
低	栖息密度 (ind./m ²)	224.00	26.67	174.67	20.00	2.67
	生物量 (g/m ²)	141.94	2.44	104.41	33.31	1.77

(3) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示, 6 条调查断面出现的种类数在 10~ 21 种/站 (平均 14 种/站),

多样性指数 (H') 变化范围在 1.739~3.776 之间, 平均值为 2.802 (表 4.2.5-104)。

多样性指数最高出现在 C 断面, 最低则为 E 断面, 6 条断面多样性指数属较高水平。均匀度范围在 0.523 ~ 0.927 之间, 平均值为 0.745, 均匀度指数最高出现在 A 断面, 最低则为 E 断面, 各站位之间物种分布较均匀。

表 4.2.5-104 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

断面名称	样方内出现的种类数	多样性指数 (H')	均匀度 (J')
A	12	3.322	0.927
B	11	2.454	0.709
C	21	3.776	0.860
D	14	2.925	0.768
E	10	1.739	0.523
F	14	2.593	0.681
平均	14	2.802	0.745

6、鱼类浮游生物

(1) 种类组成

在采集的 29 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 10 种，其中鲱形目、鲾形目和未定种各鉴定出 1 种，鲱形目鉴定出 2 种和鲈形目鉴定出 5 种（表 4.2.5-105）。

表 4.2.5-105 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

种类		拉文种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小公鱼	<i>Stolephorus</i> sp.	+	+
	小沙丁鱼	<i>Sardinella</i> sp.	+	+
鲈形目	多鳞鱧	<i>Sillago sihama</i>	+	+
	美肩鳃鲷	<i>Omobranchus elegans</i>	-	+
	虾虎鱼科	Gobiidae	-	+
	眶棘双边鱼	<i>Ambassis gymnocephalus</i>	-	+
	鲷属	<i>Lepidotrigla</i> sp.	+	-
鲾形目	鲾科	Mugilidae	+	+
鲾形目	舌鳎科	Cynoglossidae	+	-
	未定种	Unidentified	+	-

(2) 数量分布

本次调查共采到鱼卵 1447 个，仔鱼 92 尾。调查海区的鱼卵平均密度为 527.59 个/1000m³，捕获鱼卵数量密度最高为 H36 号站，为 1113.33 个/1000m³，调查期间 29 个测站中均采到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，鱼卵密度变化范围在 250.98 个/1000m³~1113.33 个/1000m³（表 4.2.5-106）。

仔鱼在 29 个监测站中 24 个站出现，出现率为 82.76%，仔鱼的平均密度为 33.89 尾/1000m³（表 4.2.5-106）。

表 4.2.5-106 鱼类浮游生物密度及其分布

站位	鱼卵发育期	
	鱼卵（个/1000m ³ ）	仔鱼（尾/1000m ³ ）
H1	484.91	183.19
H2	312.88	73.62
H3	321.93	20.12
H5	333.33	51.28
H7	300.83	10.37
H8	515.76	75.21
H10	649.55	30.21
H12	645.76	18.45
H14	483.01	26.83
H16	471.43	10.71
H18	374.75	10.13
H21	842.25	20.05

H22	434.94	22.30
H23	658.23	164.56
H24	356.32	17.38
H25	554.41	30.80
H27	368.03	0.00
H29	250.98	0.00
H30	759.49	23.73
H31	745.68	32.42
H33	470.69	0.00
H35	363.16	7.89
H36	1113.33	59.86
H38	351.99	9.03
H40	1093.02	46.51
H42	385.30	0.00
H44	633.80	10.06
H46	624.61	27.97
H48	399.72	0.00
平均	527.59	33.89

(3) 主要种类及数量分布

鳊属是本次调查的主要种类，在本次调查中该种鱼卵出现有一定数量，鱼卵的密度在 70.42 个/1000m³ ~ 356.59 个/1000m³ 之间。其中鱼卵最高出现在 H40 号站，其次为 H21 号站，密度为 280.75 个/1000m³，平均密度 157.59 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 29.87%；

小公鱼也是本次调查中出现的主要种类，在本次调查中出现在鱼卵和仔鱼当中。其中，鱼卵的密度在 33.46 个/1000m³ ~ 287.31 个/1000m³ 之间，平均密度为 123.10 个/1000m³，占本次调查鱼卵总数的 23.33 %；仔鱼在 29 个调查站中出现了 11 次，出现频率为 37.93 %，密度范围在 0.00 个/1000m³ ~ 63.29 个/1000m³ 之间，平均值为 6.94 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 20.48 %。

小沙丁鱼是本次调查的主要种类，在本次调查中该种仔鱼出现有一定数量，仔鱼的密度在 00.00 个/1000m³ ~ 129.31 个/1000m³ 之间。其中仔鱼最高出现在 H1 号站，在 29 个调查站中出现了 17 次，出现频率为 58.62 %，平均密度 17.55 个/1000m³，占本次调查仔鱼总数的 51.78%。

7、游泳生物

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 42 种，其中：鱼类 27 种，甲壳类 15 种（表 4.2.5-107，附录 V）。

本次调查，各站位出现种类情况见表 4.2.5-107。从表 4.2.5-107 可看出，各断面种类数量，H21 和 H26 断面种类数最多，均为 19 种，其次为 H30 断面，为 15 种，H1 和 H9 断面的种数最少，均为 3 种。

表 4.2.5-107 各断面出现种类统计结果

站位	甲壳类	鱼类	总计
H1	1	2	3
H2	1	3	4
H3	2	3	5
H5	1	3	4
H7	2	2	4
H9	2	1	3
H13	2	6	8
H15	1	5	6
H18	4	7	11
H20	4	4	8
H21	5	14	19
H25	2	12	14
H26	4	15	19
H27	5	6	11
H29	4	7	11
H30	4	11	15
H31	7	5	12
H33	6	7	13
H35	1	4	5
H36	1	5	6
H37	0	6	6
H38	2	7	9
H40	0	10	10
H41	3	10	13
H42	1	8	9
H44	0	5	5
H46	3	3	6
H47	3	4	7
H48	3	4	7
合计	15	27	42

(2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 6.28 kg/h 和 988.80 ind./h, 其中: 甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.57 kg/h 和 132.12 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 9.08 %和 13.36%; 鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.71 kg/h 和 856.68 ind./h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 90.92 %和 86.64 % (表 4.2.5-108)。

表 4.2.5-108 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

断面	总个体渔获率 ind./h	总重量渔获率 kg/h	类群		类群	
			甲壳类	鱼类	甲壳类	鱼类
			个体渔获率(ind./h)		重量渔获率(kg/h)	
			个体渔获比例(%)		重量渔获比例(%)	
H1	208.80	4.48	7.20	201.60	0.02	4.46
			3.45	96.55	0.45	99.55
H2	194.40	5.07	14.40	180.00	0.04	5.02
			7.41	92.59	0.84	99.16
H3	316.80	6.11	28.80	288.00	0.06	6.05
			9.09	90.91	0.94	99.06
H5	194.40	4.92	14.40	180.00	0.05	4.87
			7.41	92.59	0.94	99.06
H7	432.00	5.78	64.80	367.20	0.13	5.65
			15.00	85.00	2.17	97.83
H9	273.60	4.80	28.80	244.80	0.06	4.74
			10.53	89.47	1.29	98.71
H13	1122.00	6.92	492.00	630.00	0.82	6.10
			43.85	56.15	11.81	88.19
H15	894.00	5.76	384.00	510.00	0.58	5.17
			42.95	57.05	10.11	89.89
H18	738.00	4.03	54.00	684.00	0.38	3.65
			7.32	92.68	9.38	90.62
H20	348.00	3.27	42.00	306.00	0.42	2.85
			12.07	87.93	12.95	87.05
H21	900.00	8.04	240.00	660.00	1.24	6.80
			26.67	73.33	15.42	84.58
H25	792.00	8.56	216.00	576.00	1.01	7.55
			27.27	72.73	11.76	88.24
H26	1248.00	8.78	408.00	840.00	2.07	6.71
			32.69	67.31	23.58	76.42
H27	960.00	12.88	180.00	780.00	1.21	11.67
			18.75	81.25	9.42	90.58
H29	1320.00	15.65	440.00	880.00	2.03	13.62

			33.33	66.67	12.95	87.05
H30	720.00	8.21	228.00	492.00	2.21	6.00
			31.67	68.33	26.95	73.05
H31	950.00	12.21	250.00	700.00	0.82	11.40
			26.32	73.68	6.67	93.33
H33	1000.00	10.44	330.00	670.00	1.05	9.39
			33.00	67.00	10.06	89.94
H35	1620.00	5.00	28.80	1591.20	0.25	4.76
			1.78	98.22	4.95	95.05
H36	1338.00	4.40	6.00	1332.00	0.02	4.38
			0.45	99.55	0.44	99.56
H37	1740.00	4.51	0.00	1740.00	0.00	4.51
			0.00	100.00	0.00	100.00
H38	1212.00	5.37	24.00	1188.00	0.21	5.16
			1.98	98.02	3.88	96.12
H40	2138.40	6.67	0.00	2138.40	0.00	6.67
			0.00	100.00	0.00	100.00
H41	1411.20	5.56	43.20	1368.00	0.21	5.35
			3.06	96.94	3.82	96.18
H42	1410.00	3.35	12.00	1398.00	0.04	3.31
			0.85	99.15	1.29	98.71
H44	996.00	3.14	0.00	996.00	0.00	3.14
			0.00	100.00	0.00	100.00
H46	1713.60	2.86	122.40	1591.20	0.44	2.43
			7.14	92.86	15.24	84.76
H47	1418.40	2.76	64.80	1353.60	0.41	2.35
			4.57	95.43	14.91	85.09
H48	1065.60	2.47	108.00	957.60	0.75	1.72
			10.14	89.86	30.43	69.57
平均	988.80	6.28	132.12	856.68	0.57	5.71
			13.36	86.64	9.08	90.92

(3) 资源密度

本次调查各站位渔业资源密度分布见表 4.2.5-109。平均重量密度为 753.06 kg/km²，H29 断面最高，H48 断面最低，范围为 296.16 kg/km² ~ 1877.85 kg/km²；平均个体密度为 118646.51 ind./km²，个体密度最高的断面为 H40，其值为 256587.47 ind./km²，最低为 H5 断面，其个体密度为 23326.13 ind./km²。

表 4.2.5-109 调查站位的渔业资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
------	---------------------------	-----------------------------

H1	537.54	25054.00
H2	607.95	23326.13
H3	732.61	38012.96
H5	590.41	23326.13
H7	693.30	51835.85
H9	576.50	32829.37
H13	829.81	134629.23
H15	690.71	107271.42
H18	483.66	88552.92
H20	392.44	41756.66
H21	965.30	107991.36
H25	1027.21	95032.40
H26	1053.13	149748.02
H27	1545.60	115190.78
H29	1877.85	158387.33
H30	984.74	86393.09
H31	1465.44	113990.88
H33	1253.18	119990.40
H35	600.35	194384.45
H36	528.01	160547.16
H37	541.25	208783.30
H38	644.56	145428.37
H40	800.26	256587.47
H41	667.73	169330.45
H42	401.87	169186.47
H44	376.89	119510.44
H46	343.59	205615.55
H47	330.80	170194.38
H48	296.16	127861.77
平均值	753.06	118646.51

(4) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类 27 种。鱼类中大多数种类为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于底层、近底层的暖水性的种类占优势。

② 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 4.2.5-110。从表 4.2.5-110 可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 684.72 kg/km² 和 102792.88 ind./km²。在 29 个断面中，鱼类重量密度分布中，H29 最高为 1634.75 kg/km²，H48 断面最低为 206.05 kg/km²；鱼类个体密度分

布中，H40 最高 256587.47 ind./km²，H5 最低为 21598.27 ind./km²。

表 4.2.5-110 鱼类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	535.12	24190.06
H2	602.85	21598.27
H3	725.70	34557.24
H5	584.88	21598.27
H7	678.27	44060.48
H9	569.07	29373.65
H13	731.82	75593.95
H15	620.88	61195.10
H18	438.30	82073.43
H20	341.61	36717.06
H21	816.41	79193.66
H25	906.41	69114.47
H26	804.75	100791.94
H27	1400.05	93592.51
H29	1634.75	105591.55
H30	719.37	59035.28
H31	1367.65	83993.28
H33	1127.07	80393.57
H35	570.63	190928.73
H36	525.70	159827.21
H37	541.25	208783.30
H38	619.58	142548.60
H40	800.26	256587.47
H41	642.25	164146.87
H42	396.69	167746.58
H44	376.89	119510.44
H46	291.23	190928.73
H47	281.47	162419.01
H48	206.05	114902.81
平均值	684.72	102792.88

③鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 4.2.5-111。从表 4.2.5-111 可得出，鱼类 IRI 值在 1000 以上的仅有 3 种，为：中华海鲇 (*Arius sinensis*)、颈斑鲻 (*Nuclequula nuchalis*) 和前鳞骨鲻 (*Osteomugil ophuyseni*)，这 3 种鱼类的重量渔获率之和为 127.95 kg/h，占鱼类总重量渔获率 (165.49 kg/h) 的 77.31%；这 3 种鱼类的个体渔获率之和为 19754.40 ind./h，占

鱼类总个体渔获率（24843.60 ind./h）的 79.52%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 4.2.5-111 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
中华海鲂	100.00	60.37	36.48	4087.20	16.45	5293.15
颈斑鳊	68.97	25.88	15.64	13302.80	53.55	4771.48
前鳞骨鲮	34.48	41.69	25.19	2364.40	9.52	1196.96
风鲚	75.86	5.72	3.46	1145.60	4.61	612.02
尾纹双边鱼	37.93	7.16	4.33	1771.20	7.13	434.50
黄斑蓝子鱼	31.03	5.45	3.29	645.20	2.60	182.77
棘头梅童鱼	44.83	2.16	1.30	276.40	1.11	108.28
双斑东方鲀	24.14	5.87	3.55	50.40	0.20	90.52
孔虾虎鱼	34.48	1.51	0.91	249.20	1.00	65.98
鳊	13.79	3.03	1.83	36.00	0.14	27.24
线纹鳗鲡	13.79	1.78	1.07	216.00	0.87	26.80
鲮	17.24	1.54	0.93	43.20	0.17	19.05
卵鲮	13.79	0.75	0.45	216.00	0.87	18.25
红狼牙虾虎鱼	10.34	0.65	0.39	84.00	0.34	7.58
斑头舌鳎	10.34	0.28	0.17	84.00	0.34	5.25
鲮	13.79	0.25	0.15	49.20	0.20	4.77
丽叶鲮	13.79	0.14	0.08	52.80	0.21	4.07
拟矛尾虾虎鱼	10.34	0.11	0.07	30.00	0.12	1.93
龙头鱼	6.90	0.16	0.10	28.80	0.12	1.46
帆鳍鱼	6.90	0.17	0.10	24.00	0.10	1.36
杜氏叫姑鱼	6.90	0.22	0.13	13.20	0.05	1.29
鲮	6.90	0.15	0.09	16.00	0.06	1.06
髯虾虎鱼	6.90	0.02	0.01	24.00	0.10	0.75
短舌鳎	3.45	0.19	0.11	6.00	0.02	0.47
多鳞鳎	3.45	0.13	0.08	6.00	0.02	0.36
海鳗	3.45	0.08	0.05	10.00	0.04	0.31
大鳞舌鳎	3.45	0.05	0.03	12.00	0.05	0.26

(5) 甲壳类资源状况

①种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 15 种，其中：虾类 7 种，蟹类 5 种，虾蛄类 3 种。甲壳类渔获种类名录见附录 V。

②优势种

将甲壳类 IRI 指数列于表 4.2.5-112。从表 4.2.5-112 可得出，甲壳类 IRI 值在 1000 以上的有 2 种，分别为：假长缝拟对虾 (*Parapenaeus fissuroides*) 和锐齿螯 (*Charybdis*)

natator)。这 2 种甲壳类的重量渔获率之和为 11.17 kg/h，占甲壳类总重量渔获率 (16.52 kg/h) 的 67.65%；这 2 种甲壳类的个体渔获率之和为 2788.80 ind./h，占甲壳类总个体渔获率 (3831.60 ind./h) 的 72.78 %。由此确定这 2 种为甲壳类的优势种。

表 4.2.5-112 甲壳类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	重量渔获率		个体渔获率		IRI
		(kg/h)	(%)	(ind./h)	(%)	
假长缝拟对虾	44.83	4.64	28.06	2220.80	57.96	3856.20
锐齿螳	34.48	6.54	39.59	568.00	14.82	1876.41
中华管鞭虾	31.03	0.66	3.98	218.40	5.70	300.31
字纹弓蟹	31.03	0.82	4.98	103.20	2.69	238.07
黑斑口虾蛄	20.69	0.87	5.28	221.60	5.78	228.84
周氏新对虾	27.59	0.42	2.56	118.80	3.10	156.11
口虾蛄	17.24	0.64	3.85	88.00	2.30	106.01
哈氏仿对虾	17.24	0.29	1.78	154.00	4.02	99.94
近缘新对虾	10.34	0.48	2.89	55.20	1.44	44.75
远海梭子蟹	3.45	0.71	4.28	12.00	0.31	15.84
日本猛虾蛄	3.45	0.25	1.53	14.40	0.38	6.59
东方螳	3.45	0.16	1.00	24.00	0.63	5.59
红星梭子蟹	3.45	0.02	0.13	20.00	0.52	2.24
须赤虾	3.45	0.01	0.06	7.20	0.19	0.86
鲜明鼓虾	3.45	0.01	0.04	6.00	0.16	0.69

③甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 4.2.5-113。从表 4.2.5-113 得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 68.34 kg/km² 和 15853.63 ind./km²。其中，重量密度范围为 0.00 kg/km² ~ 265.37 kg/km²，H37、H40 和 H44 断面没有出现甲壳类，H30 断面最高；个体密度分布范围为 0.00 ind./km² ~ 59035.28 ind./km²，H13 断面最高。

表 4.2.5-113 甲壳类资源密度

断面站位	重量密度(kg/km ²)	个体密度(ind./km ²)
H1	2.42	863.93
H2	5.10	1727.86
H3	6.91	3455.72
H5	5.53	1727.86
H7	15.03	7775.38
H9	7.43	3455.72
H13	97.98	59035.28
H15	69.83	46076.31
H18	45.36	6479.48

H20	50.83	5039.60
H21	148.88	28797.70
H25	120.81	25917.93
H26	248.38	48956.08
H27	145.55	21598.27
H29	243.10	52795.78
H30	265.37	27357.81
H31	97.79	29997.60
H33	126.11	39596.83
H35	29.72	3455.72
H36	2.30	719.94
H37	0.00	0.00
H38	24.98	2879.77
H40	0.00	0.00
H41	25.49	5183.59
H42	5.18	1439.88
H44	0.00	0.00
H46	52.35	14686.83
H47	49.33	7775.38
H48	90.11	12958.96
平均值	68.34	15853.63

4.2.5.3 陆地生态现状调查与评价

1. 总体概况

(1) 调查范围

陆生生态调查范围为拟建项目中心线两侧 300m 以内范围、临时用地周边 200m 以内的区域。考虑到生态系统完整性，将赤溪曹峰山县级自然保护区纳入本次生态环境影响调查范围。

(2) 土地利用现状

评价范围内土地利用现状评价是在卫片解译的基础上，结合现有的资料，运用景观法（即以植被作为主导因素），并结合土壤、地貌等因子进行综合分析后对土地进行分类，将土地利用格局的拼块类型分为林地、园地、耕地、水域、建筑用地和未利用地等六种类型。遥感图像处理软件采用 ENVI5.1，遥感数据分析、空间数据管理及生态制图软件采用 ArcGIS10.2 及 Google Earth。

1) 评价区土地利用现状

根据卫片解译结果，本次生态评价区域共 2139.04 公顷，区域内主要用地类型包括

住宅用地、农用地、裸地、水域、交通运输用地和林地。各用地类型基本情况见下表。

评价区域内主要用地类型为农用地、林地及水域，其中农用地所占面积最大，为 815.60 公顷，面积占比为 38.13%，主要沿住宅用地分布。林地面积为 589.79 公顷，整体上呈连续带状分布，连通性高，虽然斑块数相对较少，但面积占比达到 27.57%，水域以项目所穿越的黄茅海水域为主，总体面积为 692.90 公顷，占比为 32.39%。评价区域内零散分布的村镇，数量不多，共计 15.59 公顷，面积仅占 0.73%。此外评价区还有交通运输用地约 22.87 公顷，以及裸地（即未利用土地）约 2.29 公顷。评价区土地利用现状见图 4.2.5-1。

表 4.2.5-114 评价区土地利用现状情况一览表

用地类型	住宅用地	农用地	林地	裸地	水域	交通运输用地
面积（公顷）	15.59	815.60	589.79	2.29	692.90	22.87



图 4.2.5-1 本项目土地利用现状图

2. 样方点布设

(1) 布点原则

本次调查中在设置样方点时,尽可能覆盖整个研究区,选择代表性的植物群落类型。本研究中植被样方的设置是在前期踏查的基础上完成的,在对调查区的植被分布大概了解的基础上,针对不同植物类型分别设置调查样方,以尽可能调查到研究区全部植被群落组成与分布情况。典型性指布点时应保证研究区内典型和特殊植物群落得到重点和细致的调查,为群落复查和长期监测服务。

调查区现有植被类型主要为阔叶林、灌草丛、人工经济林等不同植被类型;根据调查,研究区内现有土地利用类型主要涉及了林地和农耕地、水域等,用地类型较单一。因此,本次评价在设置样方时,结合土地利用,对每一种植被类型分别选取 1~2 种代表性较强的植被群落进行设置样方,考虑在项目建设可能造成植被破坏的路段布设调查点,考虑在项目大型工程、路基及桥梁位置等综合布设样方调查点。

调查方法以资料收集、现场踏勘和测试为主。采用典型样方调查方法进行采样,乔木层样方面积为 10m×10m,灌木层样方面积为 5m×5m,草本层样方面积为 1m×1m,记录样方中每株植物的种名、树高(灌、草为株高)、胸径(灌木为基径)、冠幅(灌、草为盖度)等指标,统计其频度、株数等,并根据公式计算其重要值,确定群落类型及其分布状况。

(2) 样方选点

根据项目设计确定的路线走向及不同植被特征,对拟建工程全线的各植被类型进行了实地调查,并对路线穿越严格保护区路段进行细致调查。本次调查共布设 8 个样方点。

各样方的具体地点及群落概况如下表。

表 4.2.5-115 代表调查样地位置及环境特征

编号	经纬度	植被概况	备注
S1	N22°00'44.27" E112°52'30.96"	尾叶桉-五爪金龙群落	含栽植树种
S2	N22°00'38.38" E112°54'57.43"	孝顺竹-对叶榕群落	含栽植树种
S3	N22°00'19.56" E112°54'57.44"	马尾松+桉树-桃金娘群落	人工林
S4	N22°00'38.49" E112°55'50.14"	桉树-五节芒群落	人工林
S5	N22°00'54.91" E112°58'42.19"	粉箬竹-水稻群落	农作物
S6	N22°00'48.52" E112°59'1.44"	大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落	含栽植树种
S7	N22°00'59.01" E112°59'24.95"	粉箬竹-白花鬼针草群落	含栽植树种
S8	N22°02'18.45" E113°09'3.08"	芭蕉-白花鬼针草群落	/

3. 调查方法及制图

(1) 调查方法

本区域陆域植物生态调查包括植物区系、植被类型现状、典型植被样方调查分析、植物生物量现状估算、受保护野生植物分布、古树名木分布状况等内容。因工程区植被类型较简单，植被调查主要用路线调查和典型调查相结合的方法进行；植物调查以路线调查记录为主，结合参考前人调查资料，编制植物名录，统计分析区域植物组成的区系特征等。

在充分搜集和利用现有研究成果、资料的基础上，采取现场调查、遥感（RS）解译、地理信息系统（GIS）信息数字化、生态机理分析、景观生态学分析等技术方法。结合遥感资料，利用全球定位系统（GPS）和地形图进行现场调查，路线调查与定位实测相结合、定量分析与定性分析相结合、宏观与微观相结合、点面结合、突出重点。

(2) 生态制图

采用GPS、RS、GIS相结合的空间信息技术，进行地面类型的数字化判读，完成数字化的土地利用类型图，进行景观质量和生态环境质量的定性和定量评价。

从遥感信息获取的地面覆盖类型，在地面调查基础上进行综合判读，采用监督分类的方法最终赋予生态学的含义。土地利用类型不同，色彩和色调发生相应变化，因此可区分出林地、农耕地、住宅用地、建设用地、交通用地、水域等不同土地利用类型。

(3) 生物量测算

重点测定研究区内分布面积广的植被类型生产量，其余类型参考相关国内外生物生产和资料，并根据当地实际情况作适当调查，估算出研究区内的植物群落生物量。

4. 数据分析

现状调查主要数据分析方法如下：

(1) 重要值：采用公式为重要值（IV）=相对多度+相对频度+相对显著度，其中，乔木显著度用胸高断面积计算，灌木和草本显著度用盖度计算。

(2) 植物群落生物量

①林地生物量根据管东生（1986）等人的研究，由以下方程计算：

A. 常绿阔叶树

$$\text{树干 } W=0.000023324(D^2H)^{0.9750} \quad (4.2-1)$$

$$\text{树枝 } W=0.000021428(D^2H)^{0.906} \quad (4.2-2)$$

$$\text{树叶 } W=0.00001936(D^2H)^{0.6779} \quad (4.2-3)$$

B. 松树

$$\text{树干 } W=0.00004726(D^2H)^{0.8865} \quad (4.2-4)$$

$$\text{树枝 } W=0.000001883(D^2H)^{1.0667} \quad (4.2-5)$$

$$\text{树叶 } W=0.000000459(D^2H)^{1.0968} \quad (4.2-6)$$

C. 竹

$$\text{树干 } W=0.00001662 (D^2H)^{0.8865} \quad (4.2-7)$$

$$\text{树枝 } W=0.00001024 (D^2H)^{1.0667} \quad (4.2-8)$$

$$\text{树叶 } W=0.00000318 (D^2H)^{1.0968} \quad (4.2-9)$$

D. 杉树

$$\text{树干 } W=0.00003032 (D^2H)^{0.8910} \quad (4.2-10)$$

$$\text{树枝 } W=0.00001243 (D^2H)^{0.8288} \quad (4.2-11)$$

$$\text{树叶 } W=0.000001859 (D^2H)^{0.9250} \quad (4.2-12)$$

方程式中 W 为生物量 (t), D 为树干的胸高直径 (cm), H 为树高 (m)。地下部分的生物量按方精云等 (1996) 总结的公式推算:

A. 常绿阔叶树

$$\text{地下部分生物量}=\text{地上部分生物量} \times 0.234 \quad (4.2-13)$$

B. 松树

$$\text{地下部分生物量}=\text{地上部分生物量} \times 0.161 \quad (4.2-14)$$

C. 竹

$$\text{地下部分生物量}=\text{地上部分生物量} \times 0.180 \quad (4.2-15)$$

D. 杉树

$$\text{地下部分生物量}=\text{地上部分生物量} \times 0.213 \quad (4.2-16)$$

②林下植被的生物量, 根据杨昆等 (2007) 的研究, 由如下方程推算:

A. 灌木地上生物量

$$W=-35.67+1333.32(PH) \quad (4.2-17)$$

B. 灌木地下生物量

$$W=50.60+702.89(PH) \quad (4.2-18)$$

C. 草本地上生物量

$$W=11.65+4.25(PH) \quad (4.2-19)$$

D. 草本地下生物量

$$W=24.23+6.85(PH) \quad (4.2-20)$$

式中， W 为生物量 (g/m^2)， P 为植被的盖度 (%)， H 为草本或灌木的平均高度 (m)。

③农作物生物量根据方精云等人的研究，由如下方程推算：

$$Y = \frac{(1 - \text{经济产量含水率}) \times \text{经济产量}}{\text{经济系数}} \quad (4.2-21)$$

表 4.2.5-116 主要农作物的经济系数及含水率

种类	经济系数	含水率%
稻谷	0.45	14.0
玉米	0.50	13.5
瓜菜	0.30	10.0

(3) 植物群落净生产量

因为实地测定净生产量需要较长的时间，本评价将根据以往研究得到的各种植物群落的生物量和净生产量关系方程对净生产量进行推算。

①林地、灌木林、草地

A. 常绿阔叶树林

$$1/Y=2.6151/X +0.0471 \quad (4.2-22)$$

B. 松林

$$Y=5.565X^{0.157} \quad (4.2-23)$$

C. 杉树

$$Y=-0.018X+9.059 \quad (4.2-24)$$

D. 疏林、灌木林

$$1/Y=1.27/X^{1.196} +0.056 \quad (4.2-25)$$

E. 草地

禾草草地是一年生植物，在本评价中草地的净生产量与其生物量相等。

$$Y=X \quad (4.2-26)$$

方程式中 X 为生物量 (g/m^2)，Y 为净生产量 ($\text{g}/\text{m}^2 \text{ a}$)。

②农作物

由于评价区域所处的地理位置，水稻、玉米作物均是一年两熟作物，在本评价中水稻的净生产量取其生物量的两倍，其他一年生的作物，其净生产量与生物量相等。

5. 评价区植被现状

(1) 植被区划

参考《中国植被》和《广东植被》的分类原则，评价区域在植被划分上属于中国亚热带常绿阔叶林区域、东部湿润常绿阔叶林亚区域、南亚热带常绿阔叶林带南部亚地带、南岭山地栲类林、蕈树林区。。

本报告将外貌结构相同、对水热条件生态关系一致的群落，联合为植被型，如常绿阔叶林、常绿落叶阔叶混交林等，在植被型中，根据层次及层片结构的差异，划分出不同的植被亚型，如北热带低地常绿阔叶林、北热带丘陵低山常绿阔叶次生林等，在植被亚型中，将建群种或标志种相同的植物群落，联合为群系，在各个群落系中，根据建群种或优势种的不同组合情况，可再划分出不同的群丛组或群丛。本报告只描述到群系这一级的群落类型。

根据野外实地考察，评价区植被类型以人工植被为主，植被亚型包括人工林、农作物、果园和苗圃。

表 4.2.5-117 评价区域植被分类统计表

植被型	植被亚型	群落类型及样方编号
人工植被	人工林	①尾叶桉-五爪金龙群落
		②孝顺竹-对叶榕群落
		③马尾松+桉树-桃金娘群落
		④桉树-五节芒群落
		⑥大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落
		⑦粉箬竹-白花鬼针草群落
		⑤粉箬竹-水稻群落
	农作物、果园及苗圃	⑧芭蕉-白花鬼针草群丛

(2) 植被类型概述

① 尾叶桉-五爪金龙群落

该群落位于线路西段穿越生态功能区—鲤鱼水库，为一小型水库，周围林地以人工种植的桉树林为主，南侧为当地居民所设桑基鱼塘。群落生物量为 18.30 吨/公顷，生长量为 10.82 吨/公顷·年。

整体植被类型单一，人为干涉严重，无天然林存在。群落次生性质明显，林冠稀疏，主体为人工种植的尾叶桉，高度在 4.5 米左右，期间混生少量山黄麻等次生林树种，层间覆以大量入侵植物五爪金龙。草本层种类较少，主要为华南滨海地区常见杂草，如白花鬼针草、牛筋草、蛇莓等。

表 4.2.5-118 尾叶桉-五爪金龙群落调查统计表

样方表 (一)						
位置: N22°00'44.27", E112°52'30.96"						
样方大小: 10*10m 调查日期: 2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
尾叶桉	7	8	10	4.5	5.1	70.06
山黄麻	4	2	3.2	1.6	2.1	29.94
草本层						
五爪金龙	40			1.1		
白花鬼针草	60			0.3		
蛇莓	5			0.1		
牛筋草	23			0.25		



图 4.2.5-2 尾叶桉-五爪金龙群落样方调查现场照片

② 孝顺竹-对叶榕群落

该群落位于猪𪔵潭水库北部冲金村，附近主要林地为人工种植的竹林，群落生物量为 56.83 吨/公顷，生长量为 34.70 吨/公顷·年。

群落在组成上以孝顺竹为主，林冠较为整齐，郁闭度 70%，林下分布有少量灌木树种，如盐肤木、对叶榕等。其中盐肤木为残余次生林树种，常见于山地灌丛，而对叶榕喜生于沟谷潮湿地带，在华南滨海地区较为多见。林下草本物种较为丰富，常见的有：华南毛蕨、火炭母、锈毛莓、蔓生莠竹、薇甘菊、海芋、金腰箭等。其中薇甘菊为华南滨海地区常见有害入侵物种，生长繁殖能力强，往往会侵占本地植物生长空间而破坏当地物种多样性。

表 4.2.5-119 孝顺竹-对叶榕群落调查统计表

样方表（二）				
位置：N22°00'38.38"，E112°54'57.43"				
样方大小：10*10m 调查日期：2019.11.21				
种名 Species	株数	胸径 DBH (cm)	树高 High (m)	重要值

	Ind.	平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	IV (%)
孝顺竹	30	7.5	8.7	7.2	9.1	65.63
对叶榕	12	1.4	2.2	1.5	2.1	20.45
盐肤木	3	3.2	4	2.5	3.4	13.92
草本层						
华南毛蕨	16			0.35		
火炭母	13			0.3		
锈毛莓	8			0.3		
蔓生莠竹	40			0.6		
薇甘菊	30			1.1		
藿香蓟	16			0.3		
海芋	7			0.7		
金腰箭	5			0.9		



图 4.2.5-3 孝顺竹-对叶榕群落样方调查现场照片

③ 马尾松+桉树-桃金娘群落

该群落靠近本项目穿越的第二个生态功能区-猪乸潭水库。相较于鲤鱼水库，猪乸潭

水库规模更大,属于当地饮用水源保护区。而从植被类型来看,仍然以人工经济林为主。群落生物量为 50.99 吨/公顷,生长量为 22.42 吨/公顷年。

本样方点便是位于水库坝体一侧的马尾松林。该群落组成较为单一,林冠整体,郁闭度在 60%左右,群落主体为人工种植的马尾松,高度在 8-10 米的范围。群落边缘分布有少量桉树,为另一处人工林地-桉树林扩散而至。林下残余有部分次生灌木树种,如桃金娘、毛茛、山黄麻、梅叶冬青等。草本层以芒萁为主体,林缘还分布有少量乌毛蕨、五节芒、白花鬼针草,以及入侵层间植物薇甘菊。

表 4.2.5-120 马尾松+桉树-桃金娘群落调查统计表

样方表 (三)						
位置: N22°00'19.56", E112°54'57.44"						
样方大小: 10*10m 调查日期: 2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
马尾松	8	12	15	10	12.1	47.24
桉树	3	2.6	3.2	2.3	3	9.95
桃金娘	6	2.3	3.1	1	1.4	14.11
山黄麻	2	2	2.2	1.4	1.6	8.34
梅叶冬青	6	1	1.5	1	1.7	13.41
毛茛	1	2	2	1.5	1.5	6.95
草本层						
薇甘菊	30			0.9		
乌毛蕨	7			0.8		
五节芒	9			1.6		
白花鬼针草	30			0.3		
芒萁	80			0.3		



图 4.2.5-4 马尾松+桉树-桃金娘群落样方调查现场照片

④ 桉树-五节芒群落

该群落位于猪鬃潭水库北部、冲金村东侧，群落所在植被类型同样为人工经济林，群落生物量为 50.99 吨/公顷，生长量为 22.42 吨/公顷 年。

群落主体为人工种植的桉树，高度在 7 米左右，林相稀疏，郁闭度低于 50%。林下为灌草丛，分布大量五节芒，以及不少入侵的薇甘菊。其余常见草本层植物还有芒、乌毛蕨、芒萁、海金沙等。

表 4.2.5-121 桉树-五节芒群落调查统计表

样方表（四）						
位置：N22°00'38.49"，E112°55'50.14"						
样方大小：10*10m 调查日期：2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
桉树	7	6	9.2	6.7	8	100
草本层						
五节芒	80			1.5		

薇甘菊	40			1		
芒	18			0.6		
芒萁	12			0.3		
乌毛蕨	6			0.5		
海金沙	3			0.2		



图 4.2.5-5 桉树-五节芒群落样方调查现场照片

⑤ 粉箬竹-水稻群落

该群落位于振新村，样方所在地为农用地，属于农业生态系统，物种单一，多由人工作物组成。群落生物量为 14.69 吨/公顷，生长量为 6.79 吨/公顷年。

群落主体为农田种植的水稻以及田边种植的粉箬竹。此外还包含少许菜地，种植有青菜、番薯、落葵等农作物。田间杂草种类较为丰富，常见的主要有：薯蓣、白花鬼针草、鸭跖草、藿香蓟、牛筋草、草龙、一点红、刺苋、龙葵、马唐，以及入侵植物薇甘菊。竹林边缘分布有一株假柿木姜子，属于当地次生林的残余成分。

表 4.2.5-122 粉箬竹-水稻群落调查统计表

样方表（五）

位置: N22°00'54.91", E112°58'42.19"						
样方大小: 10*10m 调查日期: 2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
粉箬竹	25	5	8.2	7	11	81.58
假柿木姜子	1	3	3	2.7	2.7	18.42
草本层						
薯蓣	4			1.5		
番薯	10			0.2		
水稻	100			0.25		
白花鬼针草	20			0.3		
鸭跖草	8			0.1		
藿香蓟	5			0.15		
牛筋草	7			0.2		
薇甘菊	10			0.5		
马唐	12			0.3		



图 4.2.5-6 粉箬竹-水稻群落样方调查现场照片

⑥ 大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落

该群落位于赤溪曹峰山县级自然保护区北部，虽然同样为生态功能区，但项目穿越位置位于该县级保护区的外围实验区，与北门村的农业生态系统相接，物种组成较为单一。鉴于其属于保护区性质，本次调查在此选取两处样方进行调查，确保调查涵盖其生态完整性。本样方属于大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落，林相不甚整体，林冠高度在 8 米左右。群落生物量为 33.42 吨/公顷，生长量为 29.47 吨/公顷年。乔木层主体为大叶相思，是华南滨海地区常见的防风树种。乔木下层分布有较多的鸭脚木，为次生林林下常见树种，此外还有少量梅叶冬青、马缨丹等，其中马缨丹为逸生物种，原产美洲热带地区。逸生植物多见于人为干扰较为严重的人工作物林及路旁灌草丛，表明该群落明显的次生性质。草本层主要有薇甘菊、海芋、锈毛莓、乌毛蕨、鬼针草等。其中入侵植物薇甘菊数量较为庞大，作为层间植物，对该群落造成一定的威胁。

表 4.2.5-123 大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落调查统计表

样方表（六）						
位置：N22°00'48.52"，E112°59'1.44"						
样方大小：10*10m 调查日期：2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
大叶相思	2	11	15.2	8	11	42.04
鸭脚木	10	1.6	2.3	1.7	2.2	31.09
梅叶冬青	3	0.8	1	1	1.3	14.45
马缨丹	2	0.8	0.8	1.2	1.4	12.41
草本层						
薇甘菊	80			1.2		
海芋	5			0.9		
锈毛莓	12			0.4		
野芋	3			0.5		
乌毛蕨	7			0.7		
鬼针草	30			0.3		



图 4.2.5-7 大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落样方调查现场照片

⑦ 粉箬竹-白花鬼针草群落

该群落与上述大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落相邻，同属赤溪曹峰山县级自然保护区外围实验区，表现出较低的物种多样性和较明显的次生性质。群落生物量为 15.55 吨/公顷，生长量为 9.29 吨/公顷年。

群落无乔木树种，主体为人工种植的粉箬竹，林相不整齐，林冠高度在 7 米左右。竹林下层即为灌草丛，常见的植物种类有草豆蔻、刺天茄、野芋、簕仔树、白花鬼针草、鸭跖草、薇甘菊。结合大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落组成分析，可以看出，在曹峰山自然保护区外围，薇甘菊表现出明显的生态入侵性质。

表 4.2.5-124 粉箬竹-白花鬼针草群落调查统计表

样方表（七）						
位置：N22°00'59.01"，E112°59'24.95"						
样方大小：10*10m 调查日期：2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
粉箬竹	20	12	15	7	10	78.94
簕仔树	3	1.2	1.4	1	1.2	21.06

广州南科海洋工程中心

草本层						
草豆蔻	7			1		
刺天茄	1			1.5		
野芋	30			0.4		
白花鬼针草	60			0.25		
薇甘菊	50			1		
鸭跖草	30			0.1		



图 4.2.5-8 粉箬竹-白花鬼针草群落样方调查现场照片

⑧ 芭蕉-白花鬼针草群丛

该群落位于项目线路东端，与高栏港高速相接。样方所在珠海市平沙新城生态公园属于城市绿地，而周围用地类型以农耕地及交通运输用地为主，植被类型单一。群落生物量为 17.86 吨/公顷，生长量为 17.86 吨/公顷年。

该群丛位于公园一处未开发荒地，植物主体为白花鬼针草为主的灌草丛，此外还有少数田菁、马唐等路边常见杂草。近工地一侧种植有一定数量的芭蕉，沿路还有作为景观树种栽植的簕杜鹃及夹竹桃（不计入样方）。整体上，该群丛物种组成单一，人为干扰

严重，无天然树种分布，生态价值较低。

表 4.2.5-125 芭蕉-白花鬼针草群落调查统计表

样方表 (八)						
位置: N22°02'18.45", E113°09'3.08"						
样方大小: 10*10m 调查日期: 2019.11.21						
种名 Species	株数 Ind.	胸径 DBH (cm)		树高 High (m)		重要值 IV (%)
		平均 Ave.	最大 Max.	平均 Ave.	最高 Max.	
芭蕉	20	10	14	1	1.3	100
草本层						
白花鬼针草	100+			0.6		
田菁	3			1.3		
马唐	20			0.3		



图 4.2.5-9 芭蕉-白花鬼针草群落样方调查现场照片

(3) 植被生态现状评价

1) 评价依据

广东南亚热带原生植被的生物量是比较均一的，但现存植被的生物量变幅较大。据研究，目前地带性植被南亚热带常绿阔叶林植物生物量的最大值约为 400 t/hm²。本评价以此值作为最高一级植物生物量及标定生物量，并将植物生物量划分为六级（表 4.2.5-126），每一级生物量与标定生物量的比值为标定相对生物量。

$$B_a = B_i / B_{\max}$$

式中：

B_a —标定相对生物量；

B_i —生物量 (t/hm^2) ;

B_{max} —标定生物量 (t/hm^2) 。

Ba 值越大，生态质量越好。

表 4.2.5-126 南亚热带植被生物量及标定相对生物量

级别	生物量 (t/hm^2)	标定相对生物量
I	≥ 400	≥ 1.00
II	400~300	1.00~0.75
III	300~200	0.75~0.50
IV	200~100	0.50~0.25
V a	100~40	0.25~0.10
V b	< 40	< 0.10

2) 生态质量现状评价

本次调查了 8 个植物群落。其中包括农田、经济林等人为控制的群落。其它类型中，虽然桉树林和马尾松林等亦为人工林，但大部分已逐渐开始半自然次生演替。受人类活动的影响，植物群落结构简单，多分为乔灌草三层。群落藤本植物稀少，植物群落结构不完整。群落乔灌层树种相对较少。

由表 4.2.5-127 可知，项目区 8 个植被群落生物量变化从 $14.69t/hm^2 \sim 56.83t/hm^2$ ，小于南亚热带演替顶级植物群落的生物量 ($400 t/hm^2$)。群落生物量评价等级均属于 Va 级或 Vb 级，属于评价等级中最低的两个级别。表明项目所在地的生态环境质量处于相对低的水平，群落结构不稳定，在受到外界干扰的情况下易于被破坏；因群落处于演替初级阶段，在受到破坏后易于恢复。综合而言，评价区具有恢复良好生态的优越条件。

华南地区地处南亚热带，本地水热条件较好，植物生长迅速，但植物群落组成、群落演替阶段及其生境条件的差异也会影响植物群落的生产力。农作物和人工林是受人工控制的高生物量群落。项目区植被类型为经过人为干扰后处于演替初级阶段的植物群落或人为控制群落（果园、作物等），为区域常见植被群落类型，因此，项目的开展不会对区域植被类型多样性产生明显不利影响。

表 4.2.5-127 项目区主要植物群落标定相对生物量及其级别

序号	群落	生物量 (t/hm ²)	标定相对生物量	级别
1	尾叶桉-五爪金龙群落	18.30	0.05	Vb
2	孝顺竹-对叶榕群落	56.83	0.14	Va
3	马尾松-桉树-桃金娘群落	50.99	0.13	Va
4	桉树-五节芒群落	25.88	0.06	Vb
5	粉箬竹-水稻群落	14.69	0.04	Vb
6	大叶相思-鸭脚木-薇甘菊群落	33.42	0.08	Vb
7	粉箬竹-白花鬼针草群落	15.55	0.04	Vb
8	芭蕉-白花鬼针草群落	17.86	0.04	Vb

4.2.5.4 曹峰山自然保护区生态现状调查与评价

本项目距离台山市赤溪曹峰山县级自然保护区较近。考虑到生态系统的完整性，本次评估将整个保护区纳入生态评价范围，并根据《台山赤溪曹峰山县级自然保护区总体规划》（2019年1月）对该区域植物资源概况及项目施工影响进行整体评估。

曹峰山县级自然保护区地属南亚热带海洋性气候，代表性植被类型为南亚热带季风常绿阔叶林，保护区内常见植被群系有：马尾松+岭南山竹子群落、马尾松+山乌柏群落、大头茶林、桉树林、大头茶-芒萁+芒群落等。根据已有调查数据统计，曹峰山县级自然保护区共有维管植物 1048 种，隶属 171 科、535 属。其中蕨类植物有 24 科、37 属、55 种，裸子植物 4 科、4 属、5 种，被子植物 143 科、494 属、988 种。根据《中国植物红皮书》（傅立国和曾晓辉，1992）及《国家重点保护野生植物名录（第一批）》，保护区内主要珍稀濒危植物有：金毛狗 *Cibotium barometz*，中华双扇蕨 *Dipteris chinensis*，白桂木 *Artocarpus hypargyreus*、红花荷 *Rhodoleia championii*、绣球茜草 *Dunnia sinensis*、花榈木 *Ormosia henryi*、苦梓 *Gmelina hainanensis* 等，此外有兰科 *Orchidaceae* 植物 5 属 7 种。

从科属组成上看，以被子植物占绝对优势，原始的蕨类和裸子植物相对较为贫乏。保护区内主要的优势科有：菊科 *Compositae*、禾本科 *Agrostidoideae*、大戟科 *Euphorbiaceae*、茜草科 *Rubiaceae*、蔷薇科 *Rosaceae*、豆科 *Fabaceae*、桑科 *Moraceae*、樟科 *Lauraceae*、壳斗科 *Fagaceae*。

表 4.2.5-128 评价区域所涉区域维管束植物统计

区域	类 群	组 成 统 计		
		科 <i>Family</i>	属 <i>Genus</i>	种 <i>Species</i>
曹峰山自然保护 区	蕨类植物	24	37	55
	裸子植物	4	4	5
	被子植物	143	494	988

区域	类 群		组 成 统 计		
			科 <i>Family</i>	属 <i>Genus</i>	种 <i>Species</i>
其中	双子叶	124	414	866	
	单子叶	19	80	122	
合 计		171	535	1048	

4.2.5.5 陆地生态状调查小结

本项目位处珠江三角洲西南部滨海地区，属于北热带与南亚热带过渡区域，植被划分上属于中国热带季雨林、雨林区域、东部（偏湿性）季雨林、雨林亚区域、北热带半常绿季雨林、湿润雨林地带、粤东南滨海丘陵、半常绿季雨林区。实地踏查发现，项目沿线两侧 300m 范围内，植被类型以人工植被为主，植被亚型包括人工林、农作物、果园和苗圃。评价区域整体植被类型单一，主要由人工栽植树种及残余次生林灌草类植物构成，项目建设区域内无珍稀濒危保护植物的自然分布。根据样方调查数据分析发现，评价区域内植物群落乔木层和灌木层组成较为单一，且多为人工树种，草本层由林缘、路旁常见杂草及层间植物组成，表明该区域群落整体上处于人为干扰后的初级演替阶段，具有受破坏后易于恢复的特征，且多数群落分布有较多数量的入侵种，如五爪金龙、白花鬼针草、薇甘菊等，整体生态价值较低。因此，项目的开展不会对区域植被类型多样性产生明显不利影响。综上所述，表明项目所涉区域自然生态属于中等水平，生态系统抗干扰能力中等。

针对项目穿越曹峰山县级自然保护区的生态影响评估分析，表明项目线路所在区域为保护区外围实验区，受工程影响区域的植被均为次生性质，无珍稀濒危植物分布，且灌草丛和人工植被比例很大，植物种类较为单一。施工对该区域造成的损失相对于评价区是少量的，而且该区域植被易于恢复，并未对保护区核心区及缓冲区造成影响，因此，施工不会影响生态系统的稳定性和完整性。

5 环境影响预测与评价

5.1 海洋环境影响分析与评价

5.1.1 水文动力环境影响预测与评价

5.1.1.1 潮流场数学模型

针对本工程所在黄茅海的水动力特性，本节采用平面二维水动力模型进行潮流场及污染物扩散计算。所用模型的控制方程如下：

(1) 基本方程

对于宽浅型水域且潮混合较强烈、各要素垂向分布较均匀的近岸海域或河口、海湾，其水动力特性可平面二维数值模型近似描述。以静水压力取代动水压力，并沿水深方向积分 N-S 方程，可以得到平面二维水动力模型的控制方程。

连续方程：

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

动量方程：

$$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y} - f\bar{v}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial x} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial x} + \frac{gh^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial x} \right) + A_x + hu_s S$$

$$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + f\bar{u}h + gh\frac{\partial \eta}{\partial y} = -\frac{1}{\rho_0} \left(h\frac{\partial P_a}{\partial y} + \frac{gh^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial y} \right) + A_y + hv_s S$$

式中： t 为时间； x, y, z 为右手 Cartesian 坐标系； d 为静止水深； $h = \eta + d$ 为总水深； η 为水位； u, v, w 分别为流速在 x, y, z 方向上的分量； ρ 为水的密度， ρ_0 则是参考水密度； p_a 为当地的大气压； $f = 2\Omega \sin \phi$ 为 Coriolis 参数（ Ω 是地球自转角速率， ϕ 为地理纬度）； $f\bar{v}$ 和 $f\bar{u}$ 为地球自转引起的加速度； A_x, A_y 为应力项； S 为源汇项， (u_s, v_s) 源汇项水流流速。横线表示深度的平均值。例如， \bar{u} 和 \bar{v} 平均深度的速度，被定义为

$$h\bar{u} = \int_{-d}^{\eta} u dz, \quad h\bar{v} = \int_{-d}^{\eta} v dz$$

应力项 A_x 、 A_y 为包括水平粘滞应力、表面风应力、底部切应力和波浪辐射应力。其方程如下:

$$A_x = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{bx} - \tau_{sx} + \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy})$$

$$A_y = -\frac{1}{\rho_0} \left(\tau_{by} - \tau_{sy} + \frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy})$$

(2) 数值解法

模型的空间离散是使用单元中心有限体积法。空间离散是由连续离散细分成非重叠的单元,在水平面上非结构化网格是用三角形单元组成。方程离散时,结果矢量参数 u 、 v 位于单元中心上。中心上的变量通过该三角形三边的净通量来计算,而节点上变量的计算是通过与该点相连的三角形中心和边中心连线的净通量进行。跨边界通量的计算采用 Riemann 近似求解。

模型的时间差分格式采用显式迎风格式。模型中使用了动态时间步长,依据网格大小在保证模型收敛的条件 ($CFL < 1$) 下自动调整。

$$CFL = \left(\sqrt{gh} + |u| \right) \frac{\Delta t}{\Delta x} + \left(\sqrt{gh} + |v| \right) \frac{\Delta t}{\Delta y}$$

式中 Δt 为时间步长, Δx 和 Δy 分别为每个单元 x 和 y 方向上的特征长度比例。

5.1.1.2 模型建立和验证

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》的要求,建立评价海域潮流模型,为本项目施工期悬浮泥沙扩散计算及溢油风险模拟建立基础,预测本项目对海洋环境的影响。

(1) 模型建立

① 计算范围和网格设置

本项目所在的高栏港海域既受外海潮汐动力影响,也受上游径流影响,为充分反映上述两种动力的影响,本次建立覆盖整个珠江三角洲网河及外海 80m 水深范围的大范围数学模型来计算工程海区的潮流场,所建模型的计算范围和网格见图 5.1.1-1,工程附近区域的网格及水下地形见图 5.1.1-2。

模型采用三角形进行离散,计算网格总数为 14960 个,外海的空间分辨率为 2000m,

工程近区分辨率约 10~30 m。

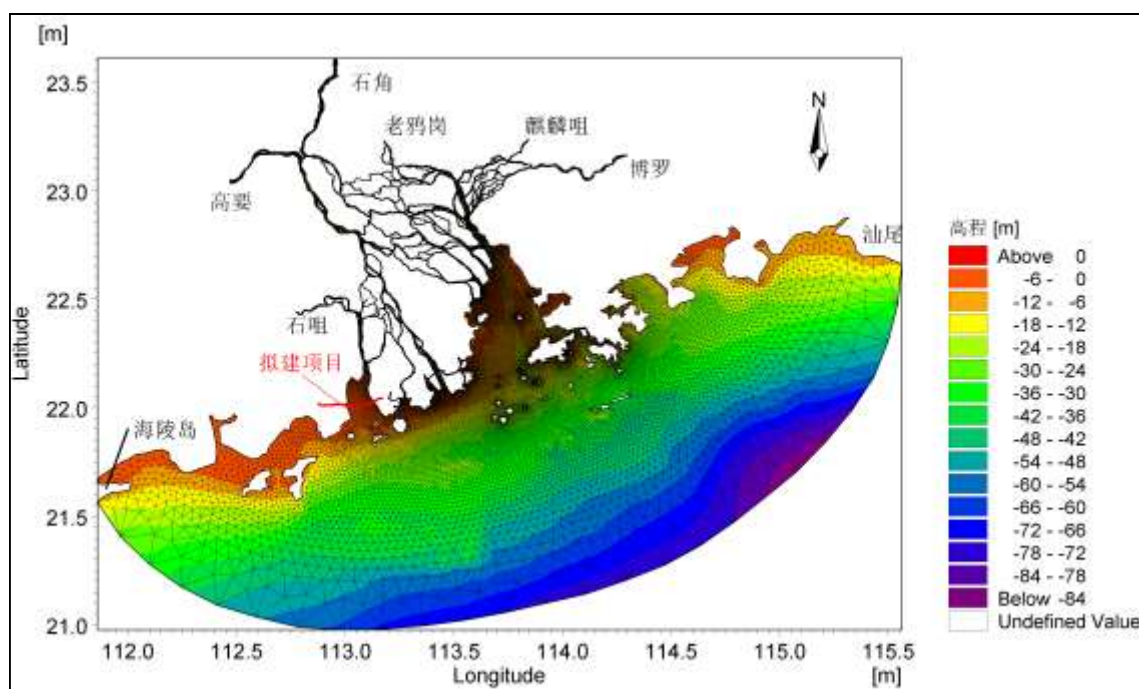


图 5.1.1-1 模型范围与网格地形图 (WGS84 坐标, 85 高程)

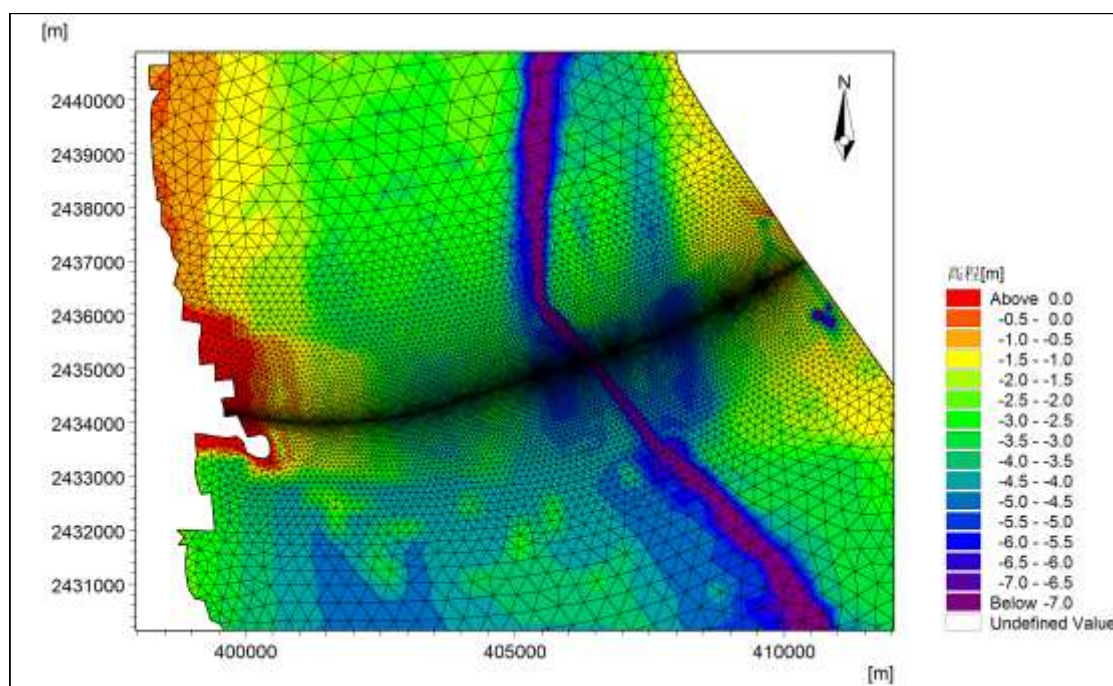


图 5.1.1-2 工程附近区域网格地形图 (2000 坐标, 85 高程)

②采用的地形资料及坐标系、高程系

建模的大范围水深数据取自航保部 1:30000、和 1:150000 海图,工程附近区域采

用 2018 年 1 月测绘（比例尺 1:2000）的水下地形图补充。

模型平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系，3 度带高斯投影平面直角坐标系统，中央子午线为 114°，高程采用 1985 国家基准高程。

考虑到计算海域浅滩较多，本模型增加了漫滩、露滩效应的模拟。

③边界条件及计算步长

边界条件：模型外海边界采用水位控制，水位由中国海洋大学研发的中国近海潮汐预测程序（ChinaTide）提供，该潮汐预测程序由 8 个分潮的调和常数进行叠加而获得潮位，具有较高精度。

模型上游河流边界采用流量控制，即西江边界采用高要站的流量数据，北江边界采用石角站的流量数据，东江边界采用博罗站的流量数据，潭江边界采用石咀站的流量数据，流溪河边界采用老鸦岗站的流量数据，增江边界采用麒麟咀站的流量数据。

模型在固壁边界上给定滑移边界条件，即固壁上法向流速为零，而切向流速不为零。

计算步长：根据稳定性要求动态调整，取值在 0.1~5.0 s 之间。

④桥墩的概化

如何在大范围的流场计算中考虑小尺度桥墩的影响一直是水动力数值模拟中的难点，目前对桥墩的模拟主要采用两种模式：直接模拟法和局部阻力修正法。

直接模拟法采用加密网格将每个桥墩均作为陆域不过水进行处理。直接模拟法可以较好的模拟桥墩周围的绕流流态，较符合实际的流场情况，但由于桥墩尺寸往往较小，计算网格的尺寸不能太大，因而限制了计算的时间步长，导致计算耗时较多。

局部阻力修正法对桥墩所在网格的糙率（或切应力）进行修正，将桥墩作为过水区域处理，这种方法不必描述桥墩的外形，可以加大计算网格尺度、缩短计算时间。

1) 主桥墩的概化处理办法

本项目黄茅海大桥和高栏港大桥的主桥墩尺寸相对较大，对水流影响较大，因此本次计算对两座大桥的主桥墩采用直接模拟法处理，在模型中将桥墩所在区域当作陆域进行概化。

2) 其它桥墩的概化处理办法

本项目大桥的辅助墩、边墩及引桥桥墩尺寸较小，迎水流方向宽仅 3.2m。若采用直接模拟法处理会面临网格数量庞大，计算耗时过久的问题，因此本次计算上述桥墩采用

局部阻力修正法处理，采用附加阻力法考虑桥墩对水流的影响。淹没在水流中的物体所受到的水流作用力，计算公式如下：

$$F_D = C_D \frac{1}{2} \rho A u^2$$

式中， C_D 为绕流阻力系数，与桥墩形状、相对水深等因素有关，其量值在 0.2~2.0 之间，本次计算采纳前人的研究结果（邓绍云，2007），取为 1.5。 u 为桥墩周边的水流流速， A 为桥墩在垂直于来流方向的投影面积， ρ 为水的密度。

(2) 模型验证

为获得本项目相关专题所需的海洋水文数据，广州南科海洋工程中心于 2019 年 2 月 21 日~28 日在调查海域进行了大、小潮水文观测，在海区内共布设水文连续观测站 14 个，编号为 V1~V14，潮位站 5 个，设在 V1 站、V2 站、T1 站、T2 站、T3 站，各站位分布图见图 5.1.1-3。本次采用该观测资料对模型进行验证。

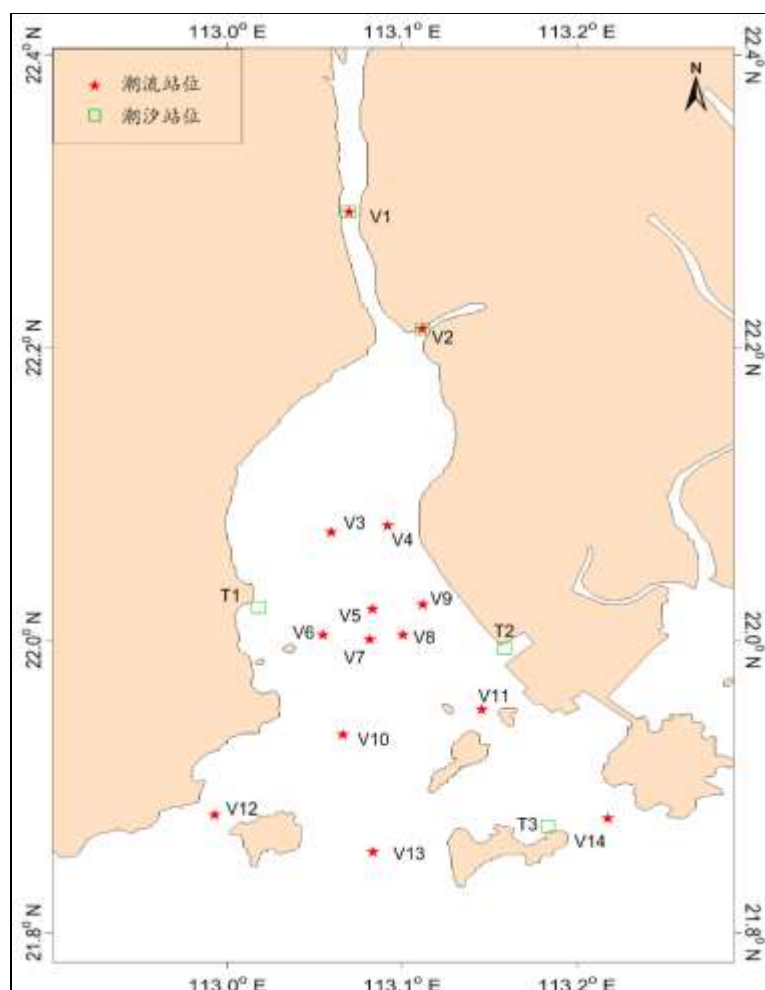


图 5.1.1-3 水文观测站位布置图

① 潮位验证

潮位验证结果见图 5.1.1-4~图 5.1.1-5。从图上可以看出，三个潮位站(C2、C6、C10)的计算潮位过程与实测过程总体吻合良好，仅个别时刻出现一定的偏差，偏差幅度基本控制在 0.10m 范围内，满足规范要求。

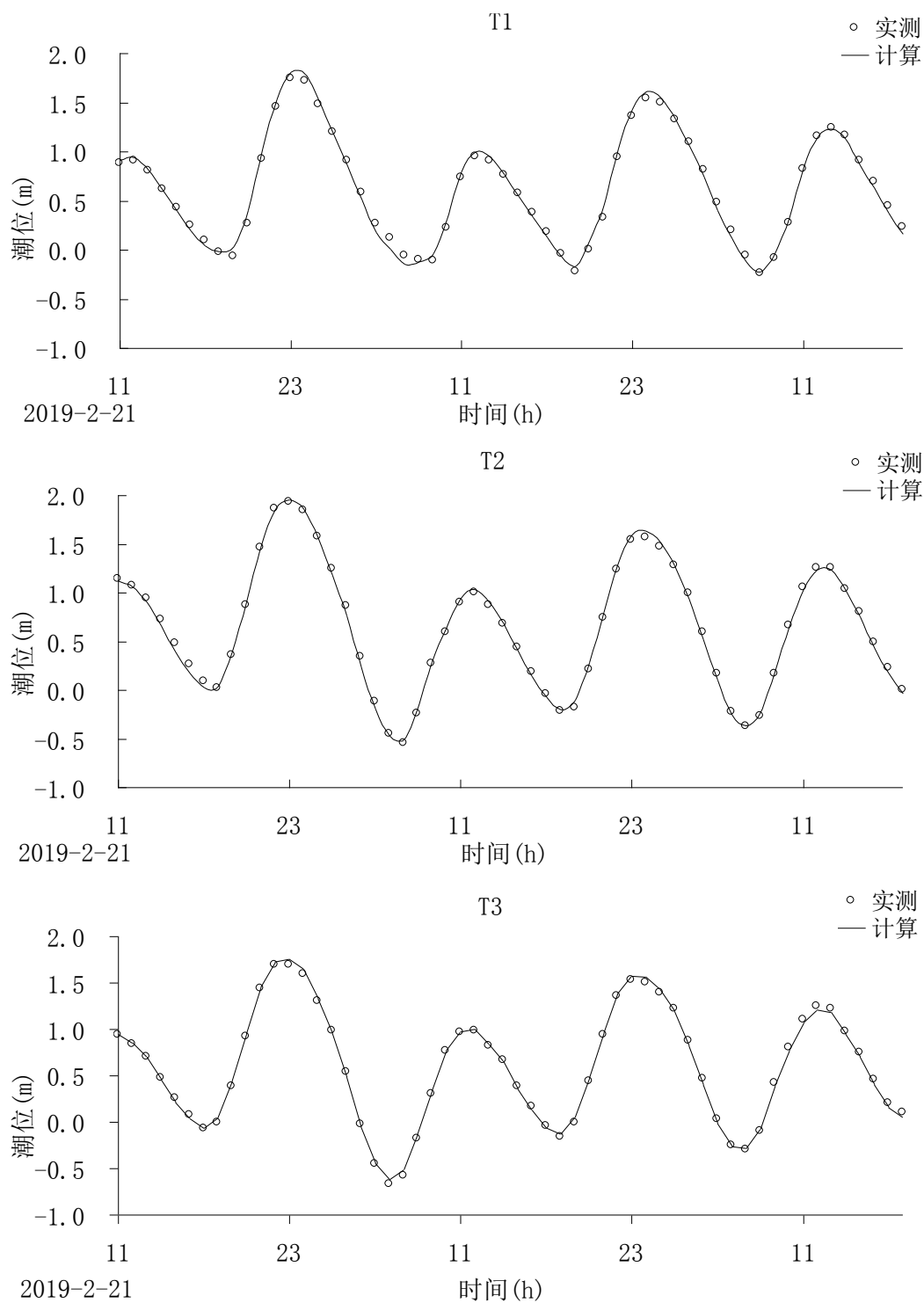


图 5.1.1-4 大潮期潮位验证曲线（2019 年 2 月 21 日~23 日）

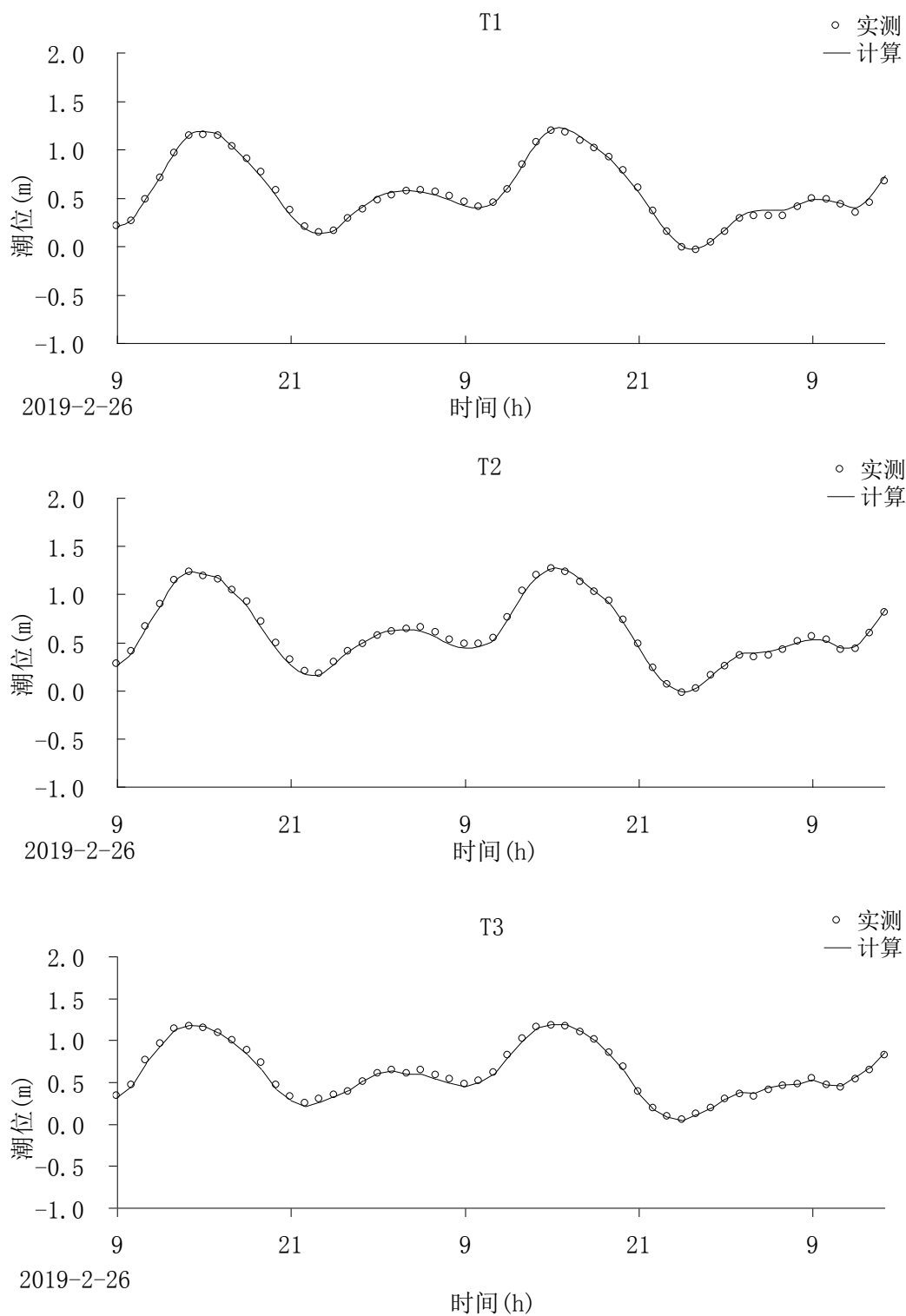


图 5.1.1-5 小潮期潮位验证曲线（2019 年 2 月 26 日~28 日）

② 海流结果验证

海流验证结果见图 5.1.1-6~图 5.1.1-9。

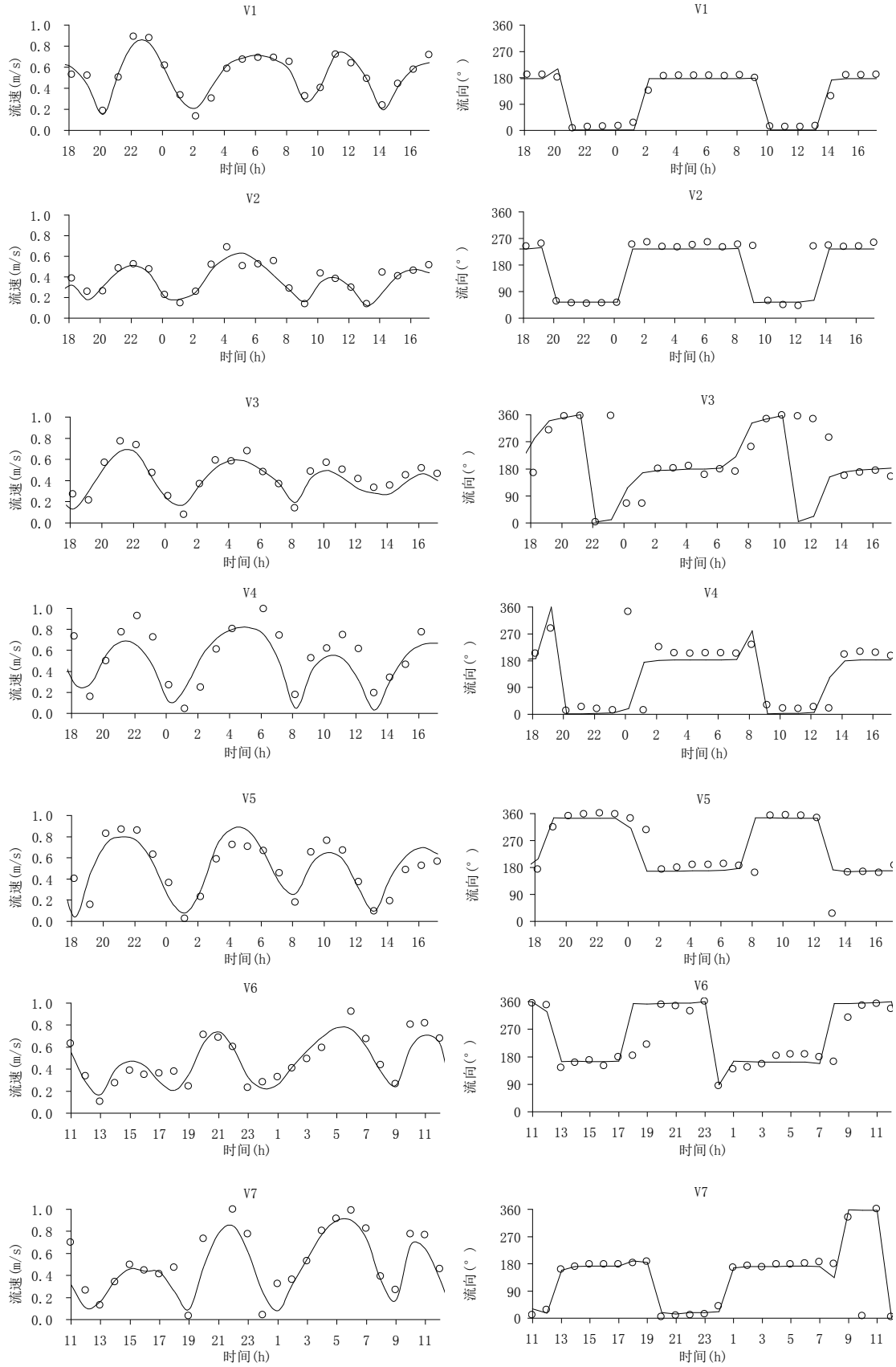


图 5.1.1-6 大潮期海流验证曲线

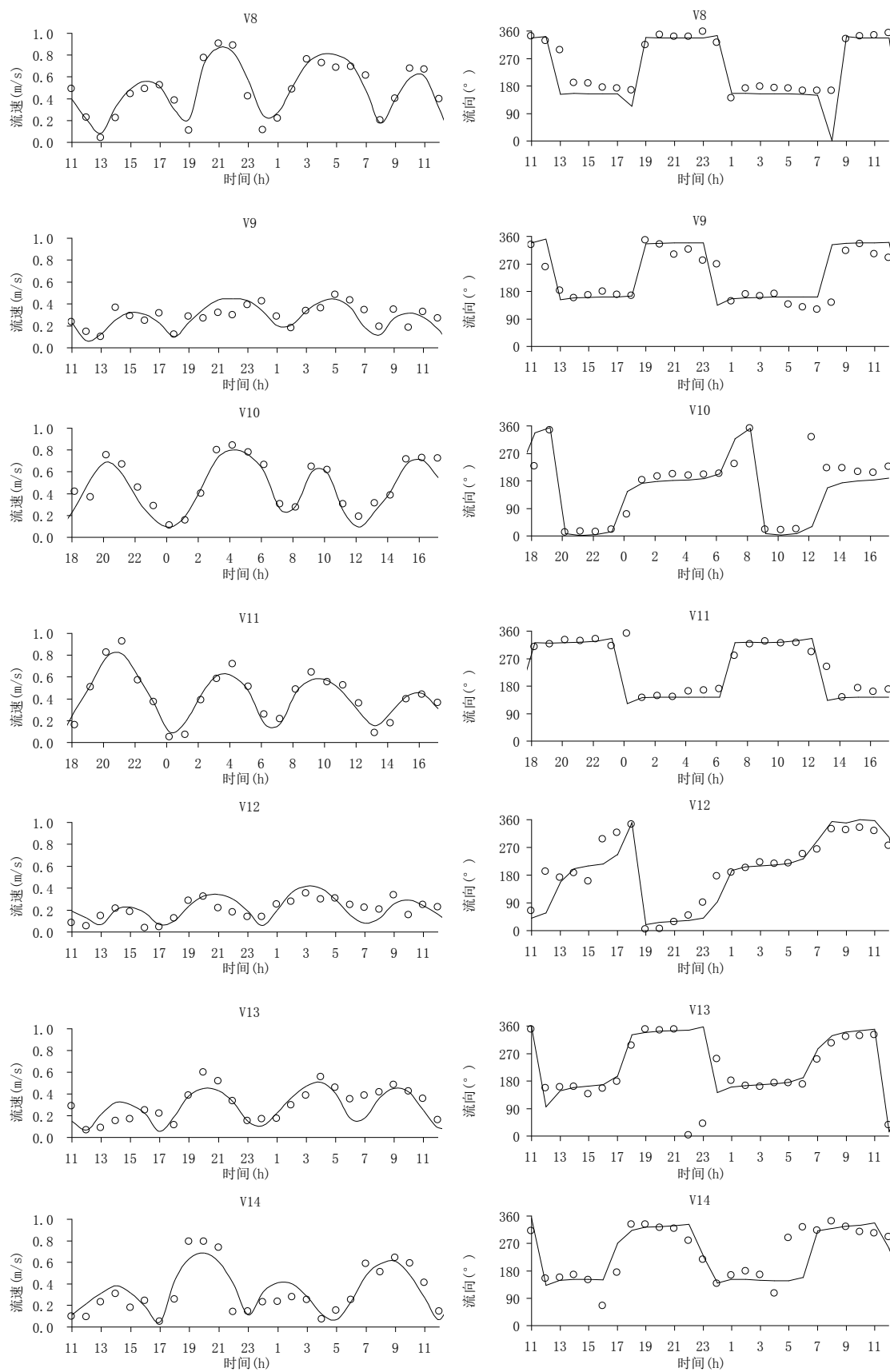


图 5.1.1-7 大潮期海流验证曲线

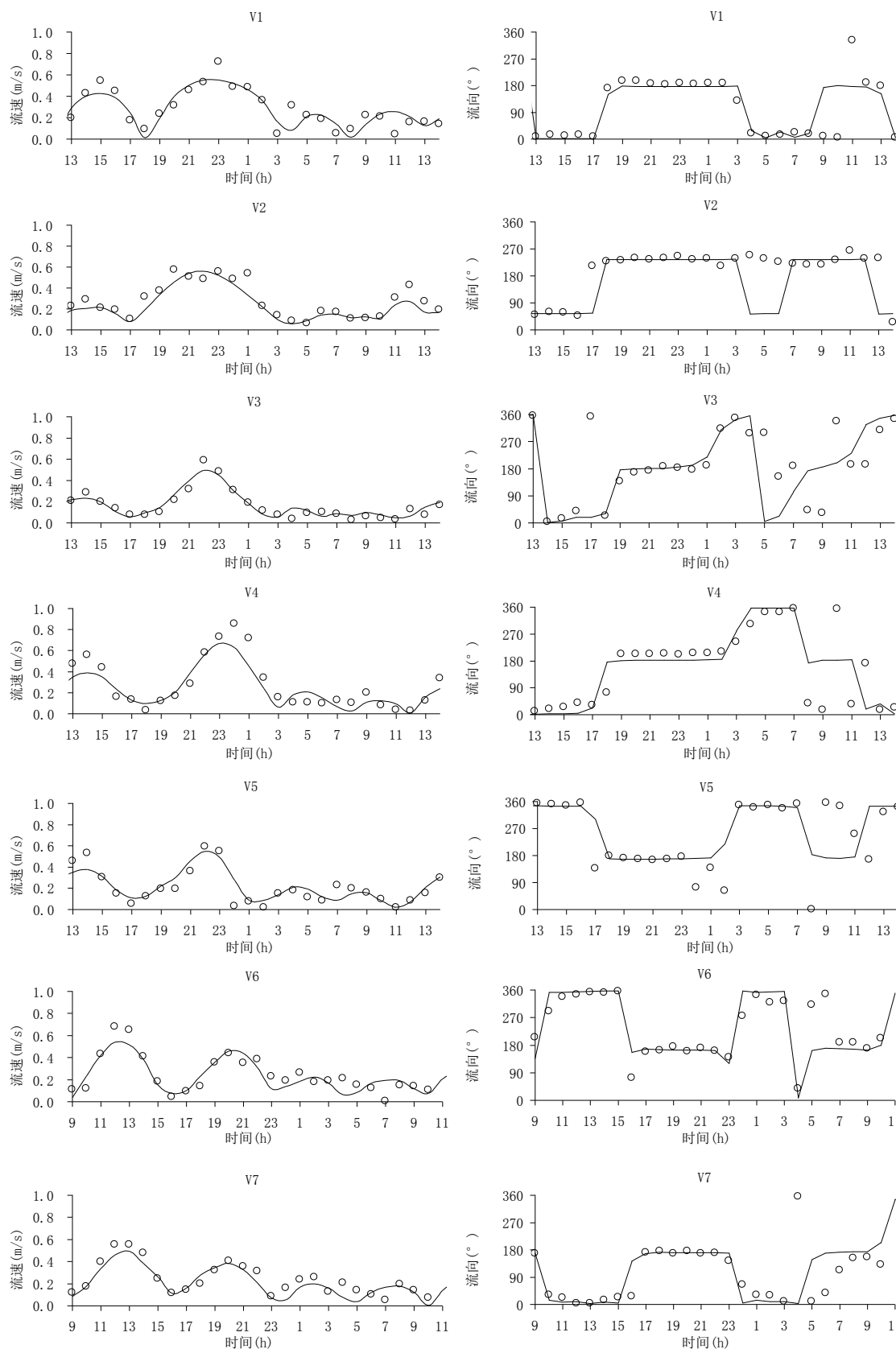


图 5.1.1-8 小潮期海流验证曲线

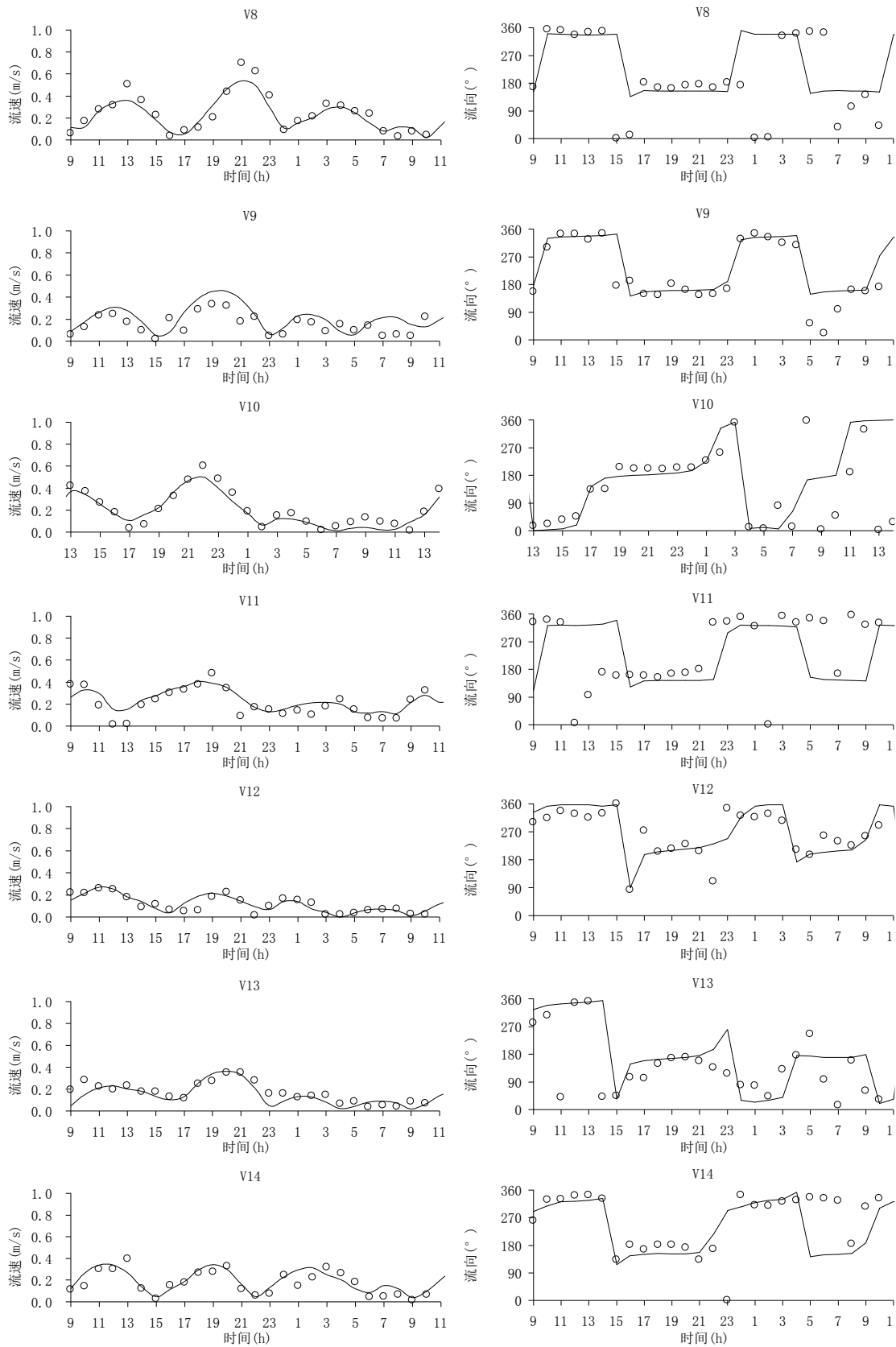


图 5.1.1-9 小潮期海流验证曲线

海流验证结果显示，14 个海流站（V1~V14）的流向和流速的计算过程与实测过程也基本吻合，仅个别站点在转流时流向存在一定的偏差。由于转流时海流一般较小，此时即便出现短时间的流向偏差，对海流及物质运输的影响也不大。

总体而言，模型计算的潮位、流速-流向与实测值基本吻合，可认为模型基本反映了工程海域的潮流场运动特征，可作为本项目水动力环境、施工期悬浮泥沙扩散和溢油风险预测计算的基础。

5.1.1.3 潮流场分析

(1) 工程前潮流场模拟分析

流场计算结果表明，工程海域潮型属于不规则半日潮，黄茅海内潮流主要呈往复流态，涨潮流沿黄茅海上溯，潮流流速以航道和深槽流速最大，流向沿水道呈偏西北走向为主，浅滩、岸边和岛屿等近岸区域流速略小、流向多变。落潮流基本与涨潮流相反。黄茅海外海受珠江口径流影响，以西向流为主。拟建项目实施前工程海域涨、退潮的流场见图 5.1.1-10~图 5.1.1-11，项目附近海域涨、退潮的流场见图 5.1.1-12~图 5.1.1-13。拟建项目附近海域大潮期的涨急最大流速约 0.8~0.9m/s、落急最大流速约 0.9~1.0m/s，总体落潮流速大于涨潮流速。

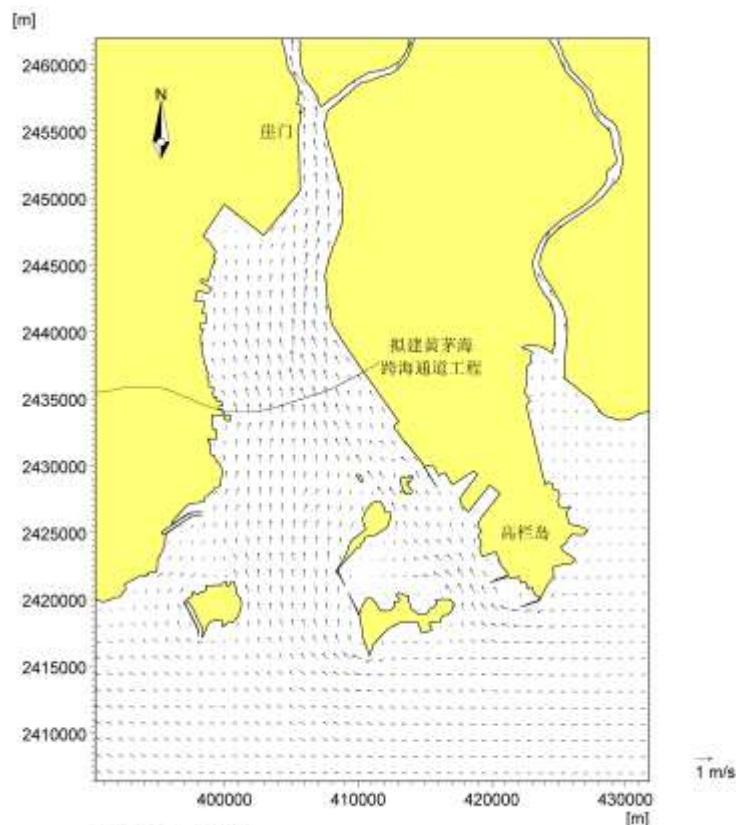


图 5.1.1-10 工程海域涨急流场图（工程前）

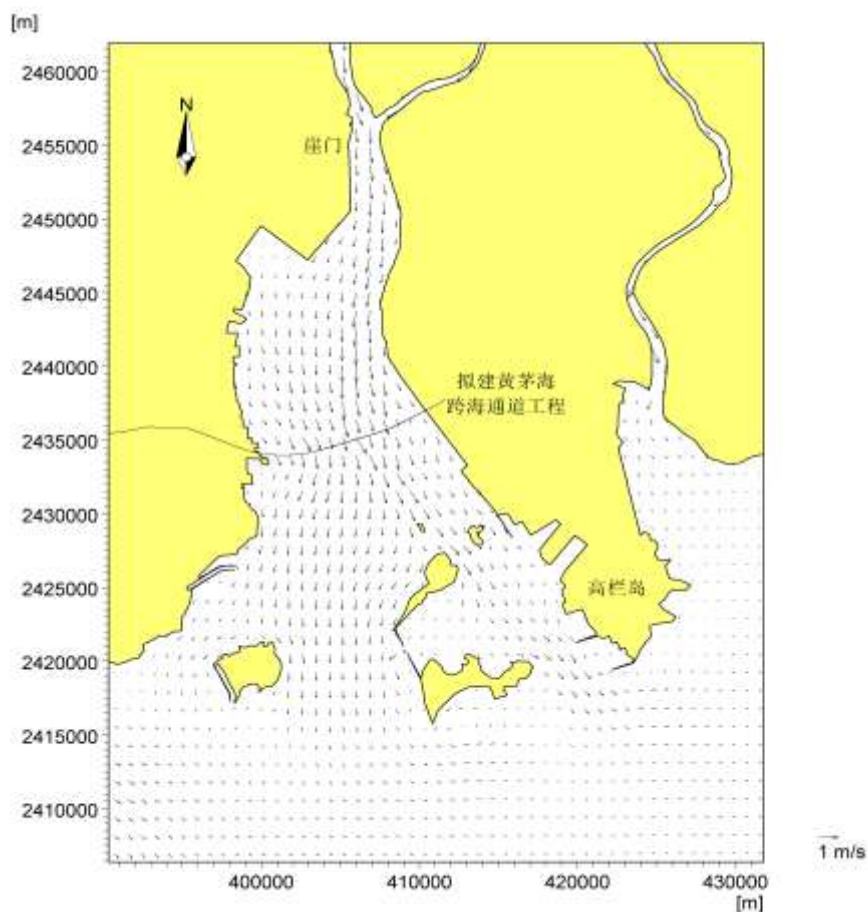


图 5.1.1-11 工程海域落急流场图（工程前）

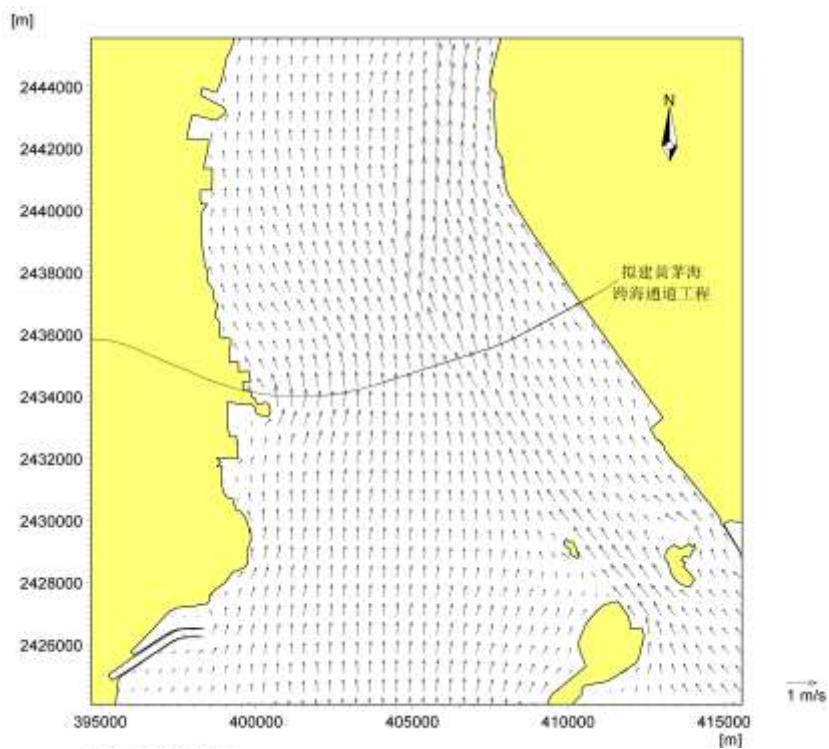


图 5.1.1-12 本项目附近局部海域落急流场图（工程前）

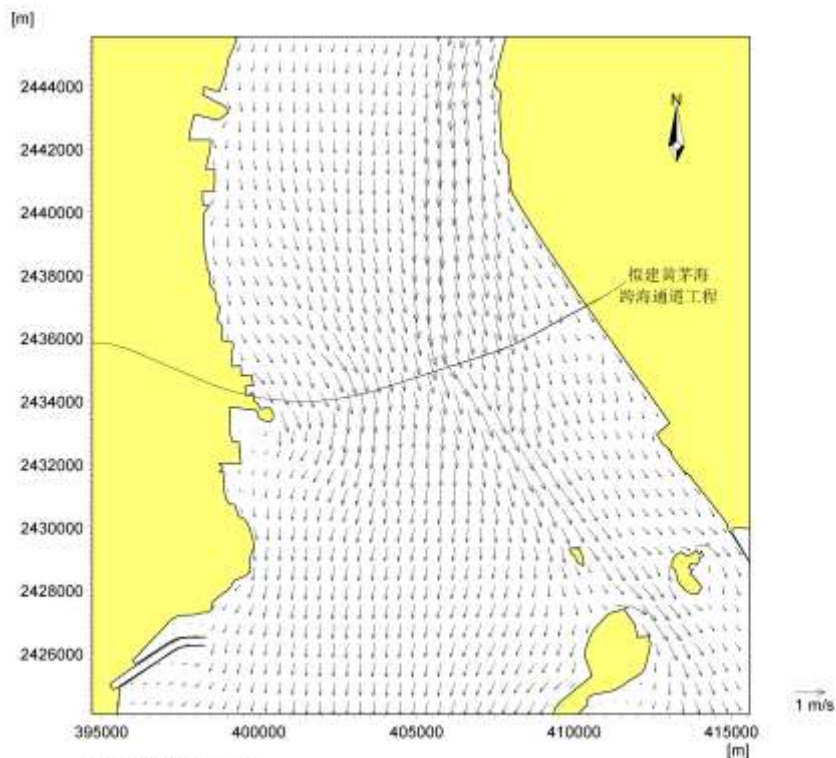


图 5.1.1-13 本项目附近局部海域落急流场图（工程前）

（2）工程前后流场变化分析

为了更直观地观察本项目实施前后工程海域的流场变化情况，将工程前后的流场叠到一起进行对比，并绘制工程前后流速变化等值线图进行分析。本项目附近海域工程前后大潮涨急、落急时刻的流场对比见图 5.1.1-14~图 5.1.1-15，黄茅海大桥主桥墩附近局部海域工程前后大潮涨急、落急时刻的流场对比见图 5.1.1-16~图 5.1.1-17，工程前后流速变化等值线见图 5.1.1-18~图 5.1.1-19。

由工程前后流速对比图（图 5.1.1-14~图 5.1.1-17）可见，本项目实施后，除大桥桥墩周围局部海域因墩柱阻水形成绕流流态外，黄茅海的整体流场无明显变化。工程后仍保持原有的往复流流态。由工程前后流速变化等值线图（图 5.1.1-18~图 5.1.1-19）可见，工程前后，黄茅海绝大部分海域流速变化小于 0.01m/s 。工程前后流速变化较明显的区域主要是高栏港大桥和黄茅海大桥主桥墩及过渡墩周围小范围海域，尤其是黄茅海大桥主桥墩附近，原因除了黄茅海大桥主桥墩尺寸相对较大，阻水效应相对较明显外，也与该处水深较大、潮流较强有关。计算结果显示，涨急时刻，黄茅海大桥附近流速变化值在 $-0.55\text{m/s}\sim 0.19\text{m/s}$ 之间，落急时刻，流速变化值在 $-0.98\text{m/s}\sim 0.27\text{m/s}$ 之间。涨、落急时刻，流速变化大于 0.01m/s 的最大影响范围仅限于桥墩上游 730m 和桥墩下游 1330m 之

间。本项目实施后，桥位附近的黄茅海航道流速有所增强，涨、落急时刻流速均增大约 0.02m/s ，较工程前增幅在 $2.6\%\sim 3.7\%$ 之间，总体影响不大。

总体而言，本项目黄茅海跨海通道工程大桥桥墩周围小范围的水动力环境会产生一定影响，工程实施后桥墩附近流速最大增大 0.27m/s ，最大减小 0.98m/s ，流速变化大于 0.01m/s 的最大影响范围仅限于桥墩上游 730m 和桥墩下游 1330m 之间。

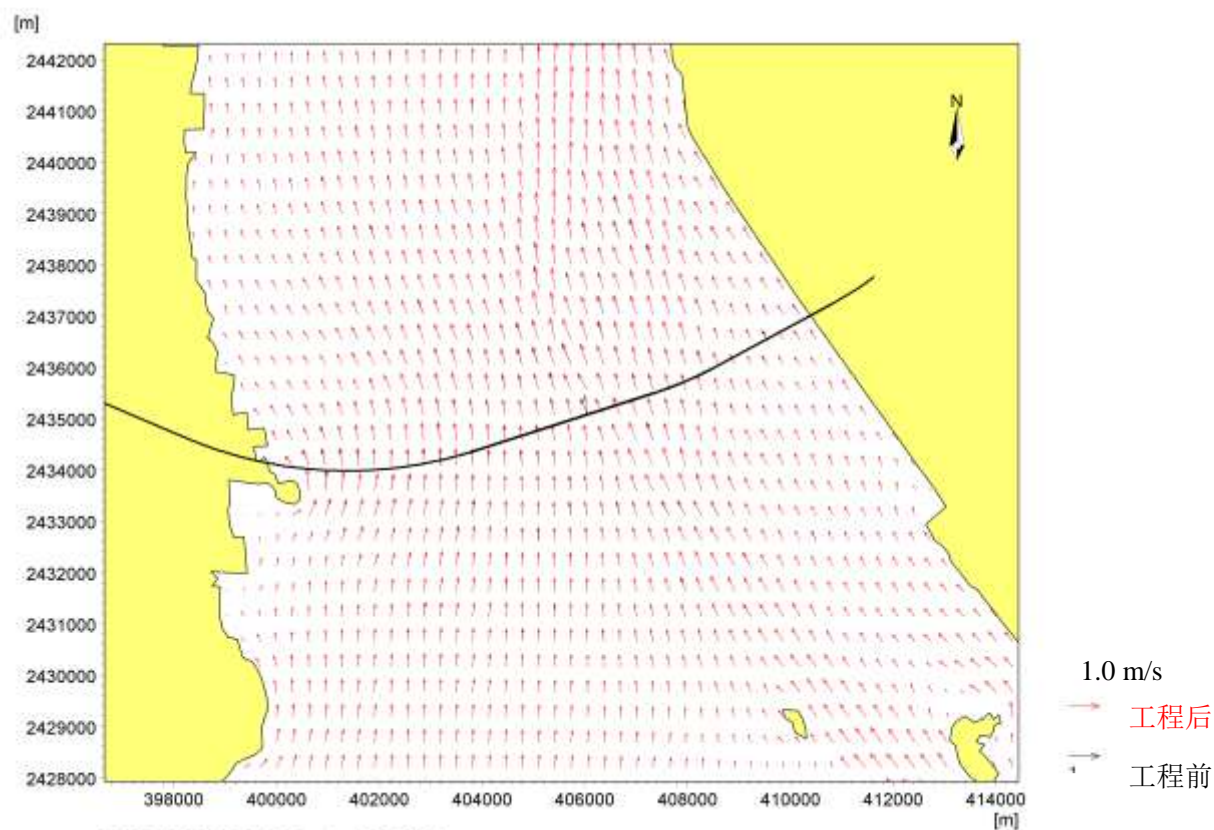


图 5.1.1-14 项目附近海域工程前后流场对比图（大潮涨急）

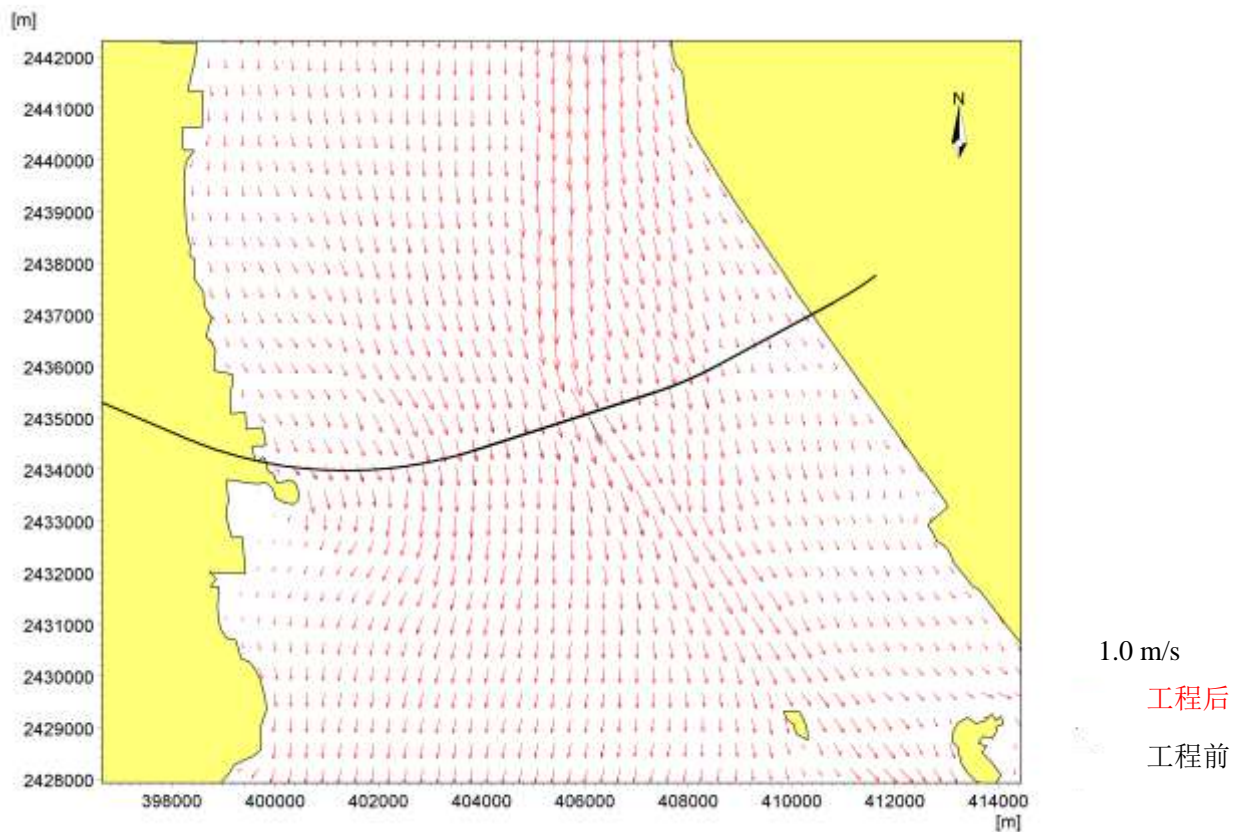


图 5.1.1-15 项目附近海域工程前后流场对比图（大潮落急）

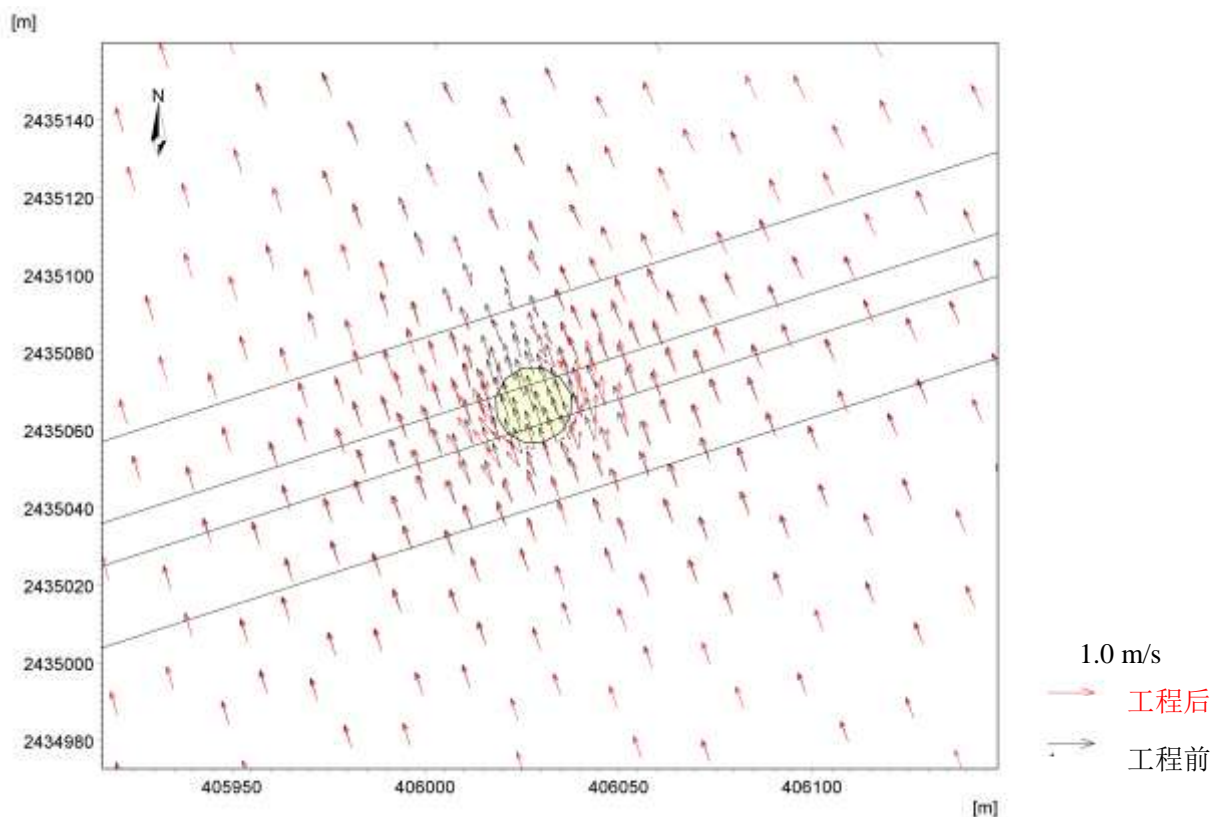


图 5.1.1-16 黄茅海大桥主桥墩附近局部海域工程前后流场对比图（大潮涨急）

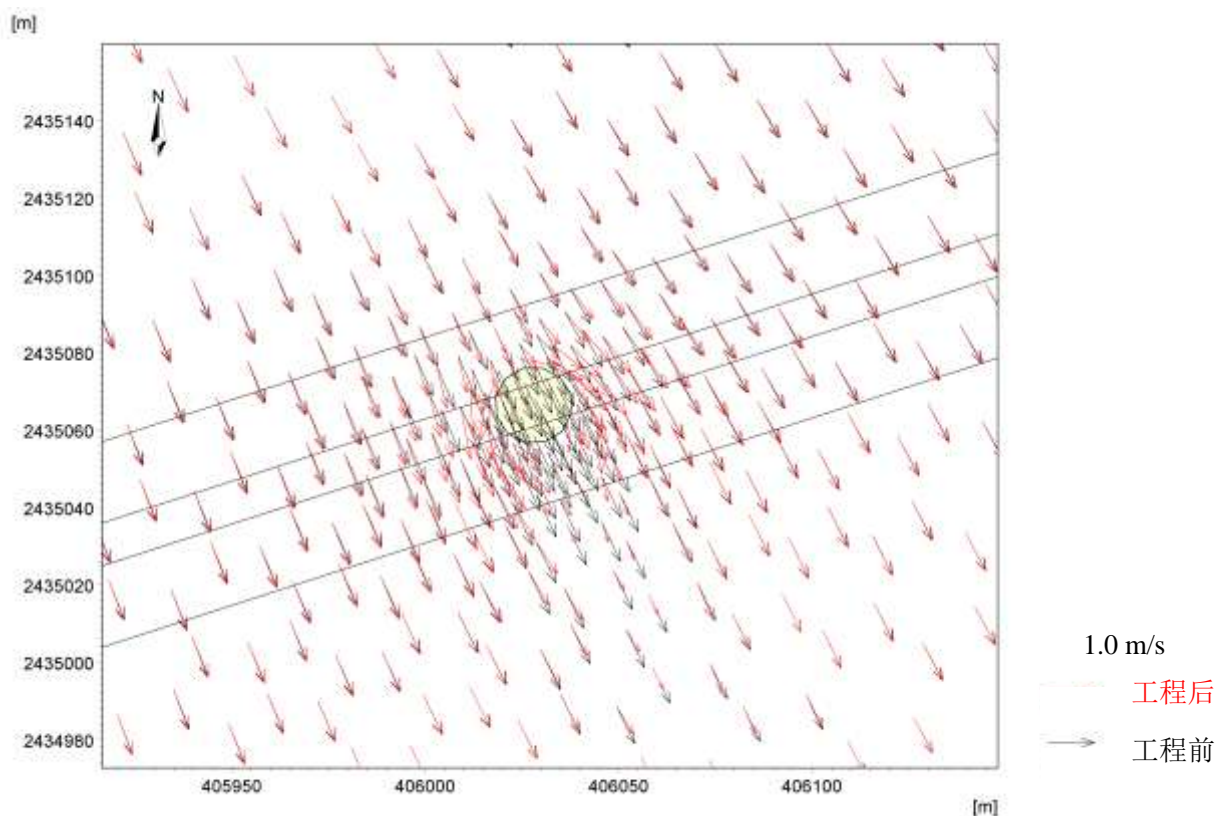


图 5.1.1-17 黄茅海大桥主桥墩附近局部海域工程前后流场对比图（大潮落急）

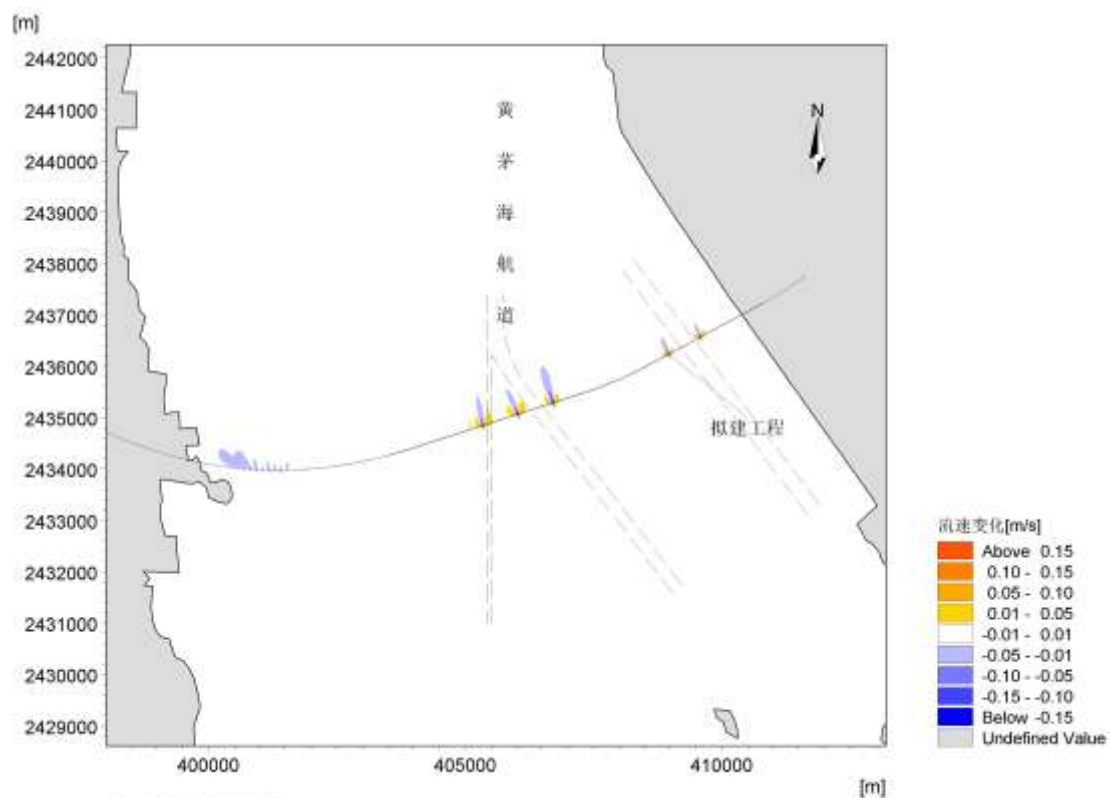


图 5.1.1-18 项目附近海域工程前后涨急时刻流速变化等值线图（工程后-工程前）

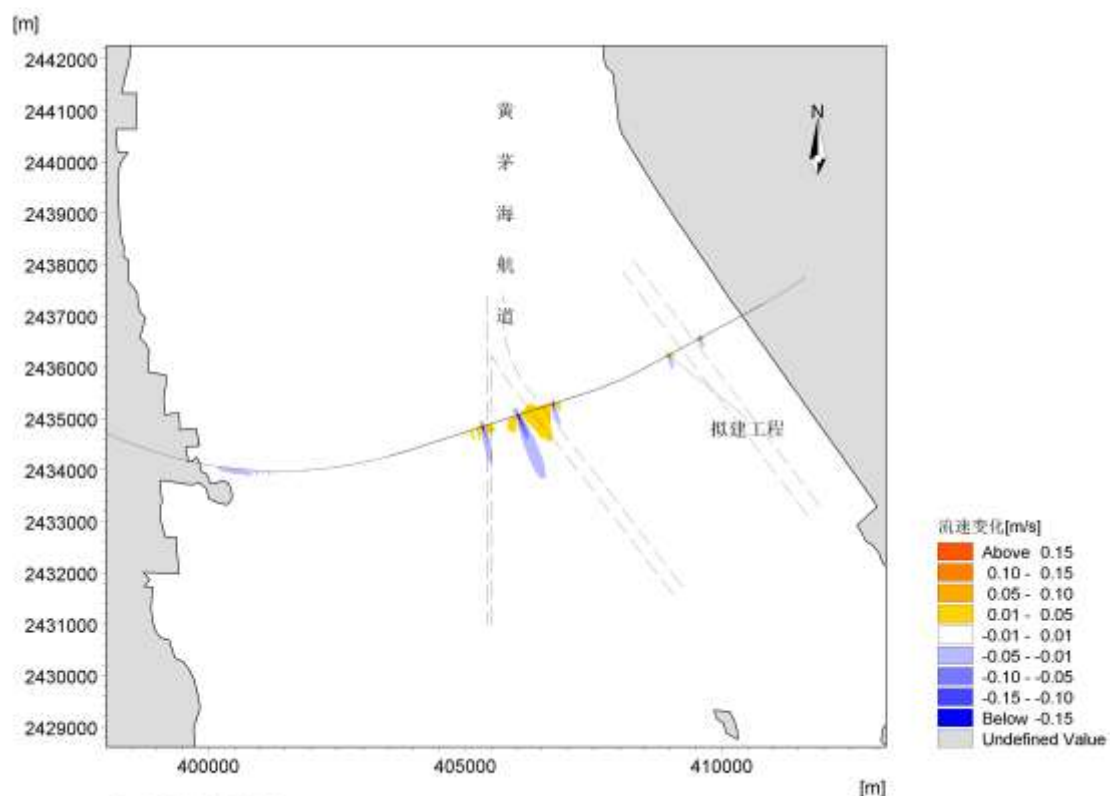


图 5.1.1-19 项目附近海域工程前后落急时刻流速变化等值线图（工程后-工程前）

5.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目实施会引起工程附近海域的水动力条件及泥沙运动特性发生变化，由此造成工程区域附近水下地形发生冲淤变化。根据水文泥沙测验资料和工程海域水下地形演变分析，工程海域的悬移质与床沙质颗粒均较细，泥沙落淤主要以悬沙落淤和冲刷为主。为此，本节在已建立的潮流数学模型基础上，采用平面二维泥沙模型来计算工程海域的泥沙运动及底床冲淤，预测本项目实施对周边海域泥沙冲淤环境的影响。

5.1.2.1 计算模型

(1) 悬沙输移扩散方程

$$\frac{\partial hs}{\partial t} + \frac{\partial hus}{\partial x} + \frac{\partial hvs}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x h \frac{\partial s}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y h \frac{\partial s}{\partial y} \right) + F_s$$

式中， t 为时间 (s)； h 为水深； s 为水体含沙量 (kg/m^3)； D_x 、 D_y 为 x 、 y 方向的悬沙紊动扩散系数 (m^2/s)； F_s 为泥沙冲淤函数 ($\text{kg}/(\text{m}^2 \text{s})$)。

(2) 床面冲淤变化控制方程

$$\gamma_0 \frac{\partial \Delta h}{\partial t} = F_s$$

式中， t 为时间 (s)； Δh 为冲淤厚度 (m)； γ_0 为泥沙干容重 (kg/m^3)。

(3) 模型参数

1) 悬沙紊动扩散系数 D_x 、 D_y

通过验证计算确定，本次计算取水流紊动粘性系数相同数值。

2) 泥沙冲淤函数 F_s

$$F_s = \begin{cases} M \left(\frac{V^2}{V_e^2} - 1 \right) & V \geq V_e \\ 0 & V_d < V < V_e \\ \alpha \omega \left(\frac{V^2}{V_d^2} - 1 \right) & V \leq V_d \end{cases}$$

式中， M 为冲刷系数 ($\text{kg}/(\text{m}^2 \text{s})$)，通过验证计算确定； V 为包含潮流和波浪影响的合成流速 (m/s)； α 为泥沙沉降机率，本次计算取值为 0.5； ω 为泥沙沉降速度 (m/s)，采用武汉水利电力学院公式计算：

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{D} \right)^2 + 1.09 \mu g D} - 13.95 \frac{\nu}{D}$$

式中， ν 为水体运动粘滞系数， $\nu=0.01146$ (cm^2/s)； μ 为重率系数， $\mu=1.7$ ； D 为泥沙粒径，取悬浮泥沙的中值粒径； V_d 为泥沙落淤临界流速， V_e 为泥沙悬扬临界流速，采用窦国仁泥沙公式计算：

$$V_d = k \left(1 \ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(1 \ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为， $g=981\text{cm/s}^2$ ，当泥沙粒径 $D < 0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta=0.1\text{cm}$ ， $d'=0.05\text{cm}$ ， $d_*=1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon=1.75\text{cm}^2/\text{s}^2$ ，薄膜水厚度参数 $\delta=2.31 \times 10^{-5}\text{cm}$ ， h 为水深 (cm)， γ_0 床面泥沙干容重 (g/cm^3)， γ_* 床面泥沙稳定干容

重 (g/cm^3)，泥沙密度 $\gamma_s = 2.65 \text{g/cm}^3$ ，海水密度 $\gamma = 1.025 \text{g/cm}^3$ 。

3) 悬沙干容重 γ_0

$$\gamma_0 = 1750d_{50}^{0.183}$$

式中， d_{50} 为悬浮泥沙中值粒径 (mm)，可根据现场实测泥沙资料进行确定。本海区悬沙平均中值粒径为 0.164 mm，因此 $\gamma_0 = 1257 \text{kg/m}^3$ 。

5.1.2.2 地形冲淤计算结果

以 2019 年 2 月 21 日~28 日包含大、中、小潮的潮汐过程作为海床冲淤计算的代表动力条件，计算得出正常天气情况下本项目建设对周边海域的冲淤影响(见图 5.1.2-1)，本项目建设对高栏港大桥、黄茅海大桥附近局部海域的冲淤影响(分别见图 5.1.2-2 和图 5.1.2-3)。

桥梁工程建设后，桥孔断面处水流因受桥墩收束和挤压作用，水流变急，流速加大，水动力加强，水流挟沙能力增大，床面发生冲刷或导致冲刷明显增大。计算结果显示，高栏港大桥、黄茅海大桥主桥墩墩两侧的年最大冲刷厚度分别可达 0.27m 和 0.32m。另外，受大桥桥墩阻水影响，拟建大桥桥墩上、下游局部区域流速有所减少，导致水流携沙能力降低，进而可能引起泥沙淤积。计算结果显示，高栏港大桥、黄茅海大桥主桥墩墩上、下游局部区域的年最大淤积厚度分别可达 0.31m 和 0.45m。本项目建设对黄茅海航道的冲淤影响不大，其中高栏港大桥附近的东东航道段年冲淤厚度小于 0.02m；黄茅海大桥附近的西航道段局部年冲刷深度最大约 0.24m，年淤积厚度最大约 0.18m，东航道段年冲淤厚度小于 0.02m。另外，本项目建设导致黄茅岛北侧的浅滩出现轻微冲刷，年冲刷深度最大 0.03m，平均值为 0.02m。

另外需要说明的是，本项目对附近海域的冲淤影响在工程实施后的前几年相对较大，随着冲淤过程的深入，地形向适应工程后水动力环境方向调整，冲淤强度将逐年减小。

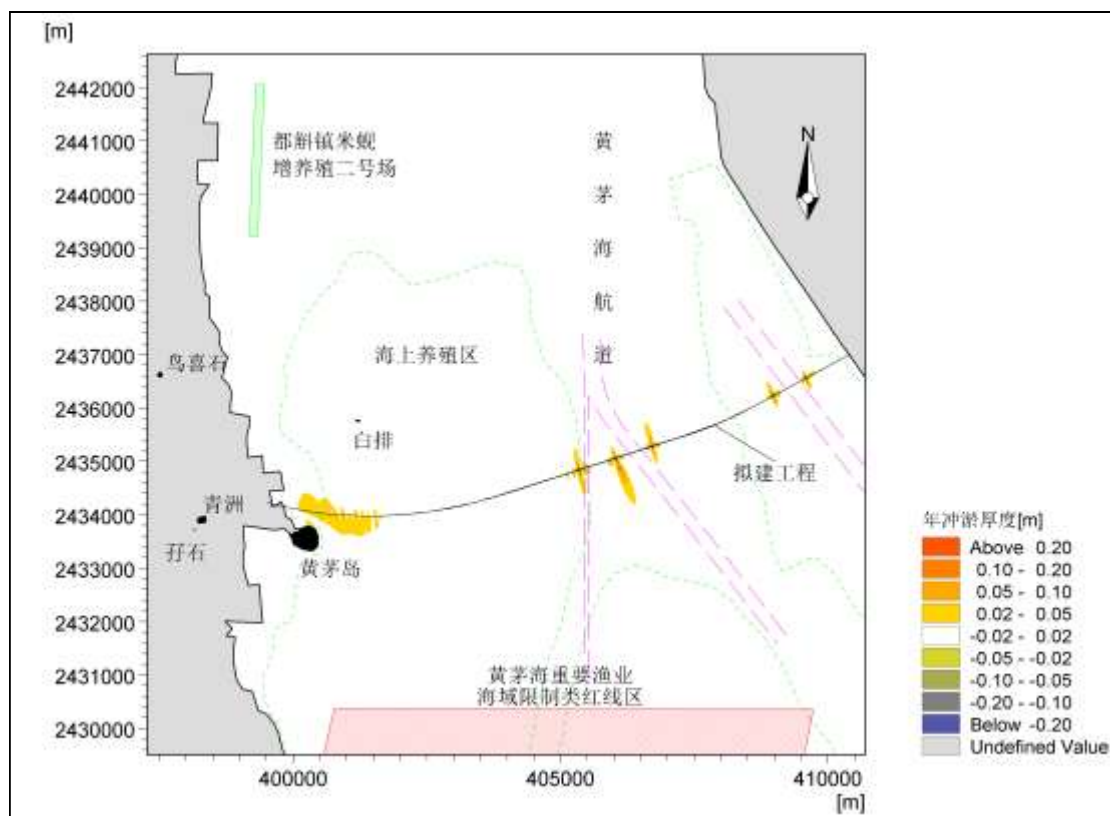


图 5.1.2-1 工程后附近海域年冲淤厚度分布图（正值淤积、负值冲刷）

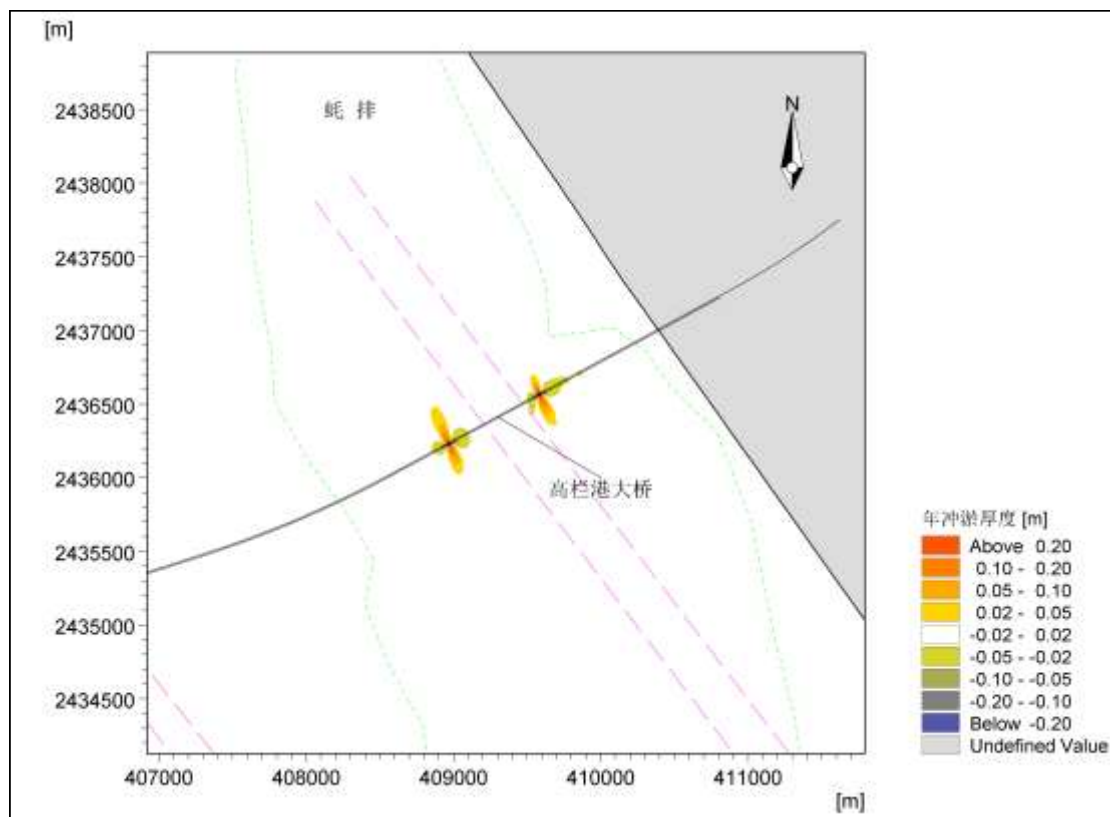


图 5.1.2-2 工程后高栏港大桥附近局部海域年冲淤厚度分布图（正值淤积、负值冲刷）

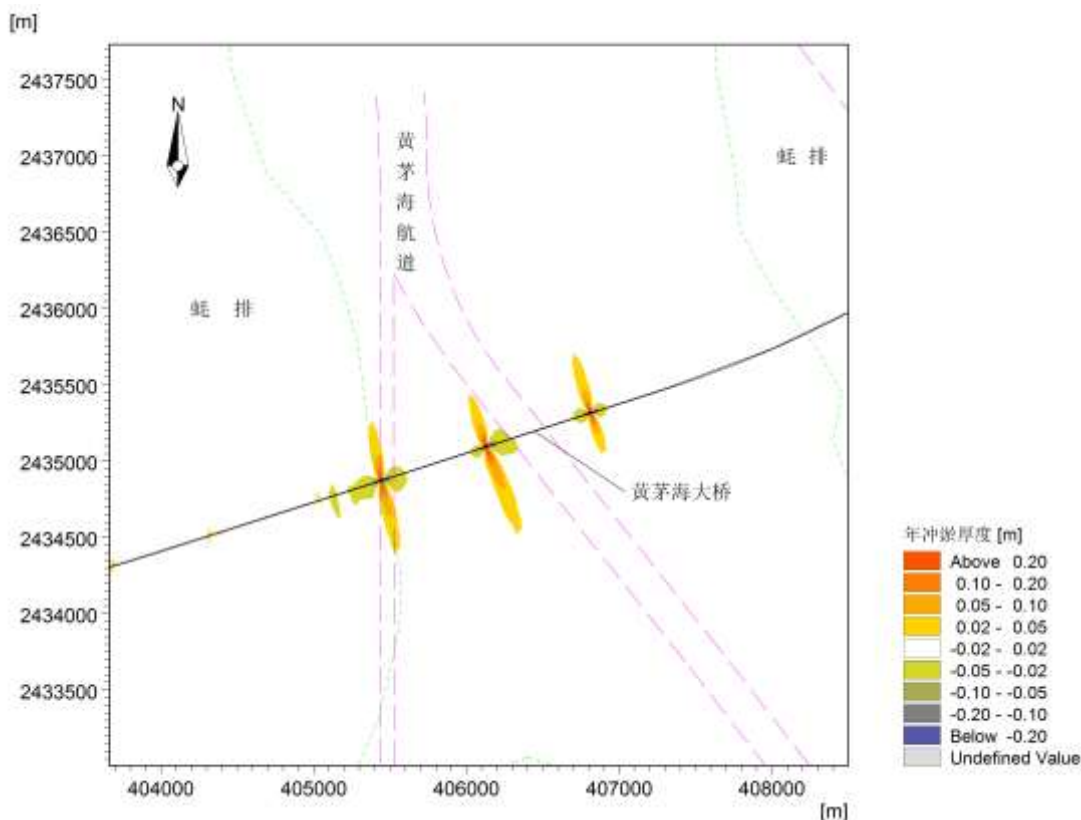


图 5.1.2-3 工程后黄茅海大桥附近局部海域年冲淤厚度分布图（正值淤积、负值冲刷）

5.1.3 水质环境影响预测与评价

5.1.3.1 施工期水质环境影响预测与评价

5.1.3.1.1 悬浮物扩散计算模型

(1) 悬浮物输运扩散方程

$$\frac{\partial HC}{\partial t} + \frac{\partial uHC}{\partial x} + \frac{\partial vHC}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A_x H \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_y H \frac{\partial C}{\partial y} \right) + Q_s$$

式中， C 为水中悬浮物增量浓度， A_x 、 A_y 为 x 、 y 方向的广义物质扩散系数， Q_s 为源汇项，

$$Q_s = q_s + \begin{cases} M \left(\frac{V^2}{V_e^2} - 1 \right) & V \geq V_e \\ 0 & V_d < V < V_e \\ \lambda \omega C \left(\frac{V^2}{V_d^2} - 1 \right) & V \leq V_d \end{cases}$$

式中， q_s 为施工期产生的悬浮物源强， M 为冲刷系数， λ 为悬浮物沉降机率， ω

为悬浮物沉速， V 为潮流流速， V_d 为悬浮物落淤临界流速， V_e 为悬浮物悬扬临界流速；

(2) 定解条件

初始条件：仅考虑本工程施工对水体形成的悬浮物增量浓度影响，初始悬浮物增量浓度为零。

边界条件：在闭边界上，悬浮物增量浓度的法向梯度为零。

在开边界上：当水体流入计算区悬浮物增量浓度取为零；当水体流出计算区时边界上的悬浮物增量浓度用 $\frac{\partial C}{\partial t} + V_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0$ 计算。

(3) 模型参数

1) 广义物质扩散系数 A_x 、 A_y ：按以下公式计算，

$$\begin{cases} A_x = 5.93\sqrt{gH}|u|/C_s \\ A_y = 5.93\sqrt{gH}|v|/C_s \end{cases}$$

式中： C_s 为谢才系数。

2) 冲刷系数 M ：计算不考虑悬浮泥沙沉降后的再悬浮， M 取 0。

3) 泥沙沉降几率 λ

根据经验取值为 0.50。

4) 泥沙的沉速 ω ：采用武汉水利电力学院公式计算

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{D}\right)^2 + 1.09\alpha g D} - 13.95 \frac{\nu}{D}$$

其中 ω (cm/s) 沉速； ν 为水体运动粘滞系数， $\nu=0.01146$ (cm²/s)； α 为重率系数， $\alpha=1.7$ ； D 为悬浮物粒径，取工程所在海域表层沉积物的中值粒径。

5) 落淤临界流速 V_d 、悬扬临界流速 V_e ：采用窦国仁泥沙公式计算

$$V_d = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D}, \quad k = 0.26$$

$$V_e = k \left(\ln 11 \frac{h}{\Delta} \right) \left(\frac{d'}{d_*} \right)^{1/3} \sqrt{3.6 \frac{r_s - r}{r} g D + \left(\frac{r_0}{r_*} \right)^{5/2} \frac{\varepsilon + g \delta h (\delta / D)^{1/2}}{D}}, \quad k = 0.41$$

以上两公式中其他各参数取值为， $g=981\text{cm/s}^2$ ；当泥沙粒径 $D < 0.05\text{cm}$ ，床面糙率 $\Delta = 0.1\text{cm}$ ， $d' = 0.05\text{cm}$ ， $d_* = 1.0\text{cm}$ ，泥沙粘结系数 $\varepsilon = 1.75\text{cm}^2/\text{s}$ ；薄膜水厚度参数 $\delta = 2.31 \times 10$

$^{-5}$ cm, h 水深 (cm), r_0 床面泥沙干容重 (g/cm^3), r_* 床面泥沙稳定干容重 (g/cm^3), 泥沙密度 $r_s=2.65\text{g}/\text{cm}^3$, 海水密度 $r=1.025\text{g}/\text{cm}^3$ 。

5.1.3.1.2 悬浮物扩散计算条件

(1) 计算采用的水动力条件

施工期悬浮泥沙计算的代表动力条件采用 2019 年 2 月 21 日~28 日包含大、中、小潮的潮汐过程。

(2) 悬浮物源强和计算工况

详见“施工期悬浮泥沙污染分析”。

5.1.3.1.3 悬浮物计算结果与分析

潮流是悬浮物输运、扩散的“载体”，施工产生的悬浮物除因自身重力发生沉降外，主要受潮流作用，进行输运、稀释和扩散。悬浮物计算时，首先进行水动力场计算，然后再施加悬浮物源强，计算出模拟时段内各计算网格点的悬浮物增量浓度，最后统计各计算网格点在模拟时段内的悬浮物增量浓度最大值，利用各网格点的最大值绘制出悬浮物增量浓度包络线图。

计算得出各典型代表点施工工况的悬浮物增量浓度包络线见图 5.1.3-1~图 5.1.3-11。另外，将黄茅海跨海通道桥各桥墩施工的增量浓度包络线进行叠加，可绘制出整座桥梁施工的悬浮物增量浓度总包络线，见图 5.1.3-11。

各工况的悬浮物不同增量浓度的影响面积及施工期悬浮物增量浓度总包络线的影响面积统计见表 5.1.3-1。施工对周边敏感目标造成的最大增量浓度及 10mg/L 浓度包络线与周边环境敏感目标的最近距离统计见表 5.1.3-2。

由图 5.1.3-1~图 5.1.3-11 可以看出，各工况的悬浮物增量浓度包络线主要呈南北走向的条状分布，与工程海区往复流的流向相一致。

本项目施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10 mg/L 的最大影响面积为 9.8340 km²，10mg/L 包络线向桥轴线上、下游扩展的最远距离分别为 655 m 和 685 m。

本项目位于珠江口经济鱼类繁育场保护区和省幼鱼和幼虾保护区范围内，施工产生的悬浮物对其会产生一定的影响。另外，本项目穿越黄茅海养殖区（蚝排），施工期悬浮物对海上养殖区也产生不利影响，东、西海上养殖区内悬浮物增量浓度大于 10 mg/L 的面积分别为 0.87 km² 和 4.85 km²。除此之外，由于本项目距周边的黄茅海重要渔业海域

限制类红线区、都斛镇米蚬增养殖一、二号场等环境敏感目标较远，且施工的悬浮物源强不大，施工引起的悬浮物增量浓度大于 10 mg/L 的影响区域均不到达周边的其它环境敏感目标。

表 5.1.3-1 各工况的悬浮物不同增量浓度的影响面积统计 单位：km²

序号	工况	>200mg/L	>150mg/L	>100mg/L	>60mg/L	>50mg/L	>20mg/L	>10mg/L
1	东引桥栈桥钢管桩振沉（1#）	-	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0040	0.0121
2	高栏港大桥桥墩桩基施工（2#）	0.0024	0.0036	0.0057	0.0117	0.0128	0.0367	0.0762
3	中引桥桥墩桩基施工（3#）	-	-	-	-	-	0.0022	0.0117
4	黄茅海大桥桥墩桩基施工（4#）	0.0017	0.0026	0.0048	0.0112	0.0162	0.0574	0.1412
5	西引桥桥墩桩基施工（5#）	0.0003	0.0007	0.0024	0.0084	0.0124	0.0709	0.1765
6	引桥桥墩桩基施工（6#）	0.0017	0.0029	0.0066	0.0137	0.0174	0.0678	0.1589
7	码头疏浚区施工（7#）	-	-	-	-	-	0.0765	0.1649
8	高栏港大桥疏浚区施工（8#）	0.0017	0.0032	0.0059	0.0132	0.0175	0.0447	0.0868
9	中引桥疏浚区施工（9#）	-	-	0.0007	0.0043	0.0056	0.0455	0.1250
10	西侧疏浚区施工（10#）	0.0014	0.0019	0.0038	0.0091	0.0123	0.0530	0.1326
施工期总包络		0.1404	0.4455	0.7823	1.1705	1.7207	5.1180	9.8340

注：表中“-”表示影响面积小于 0.0001km²

表 5.1.3-2 周边环境敏感目标的最大增量浓度及距 10mg/L 包络线的最近距离统计

敏感目标	最大增量浓度 (mg/L)	距 10mg/L 包络线的最近距离 (m)
幼鱼幼虾保护区	>200	0
海上养殖场	>200	0
都斛镇米蚬增养殖二号场	-	4882
都斛镇米蚬增养殖一号场	-	8962
陆上养殖塘	-	5

黄茅海重要渔业海域限制类红线区	0.6	2983
黄茅岛	9.0	5
青洲	-	1244
孖石	-	1525
白排	0.7	1296
鸟喜石	-	3125
人工河涌	-	127
十字沥水闸	-	543
三前水闸	-	351
温泉眼泵房	-	12943

注：表中“-”表示影响最大增量浓度小于 0.1mg/L

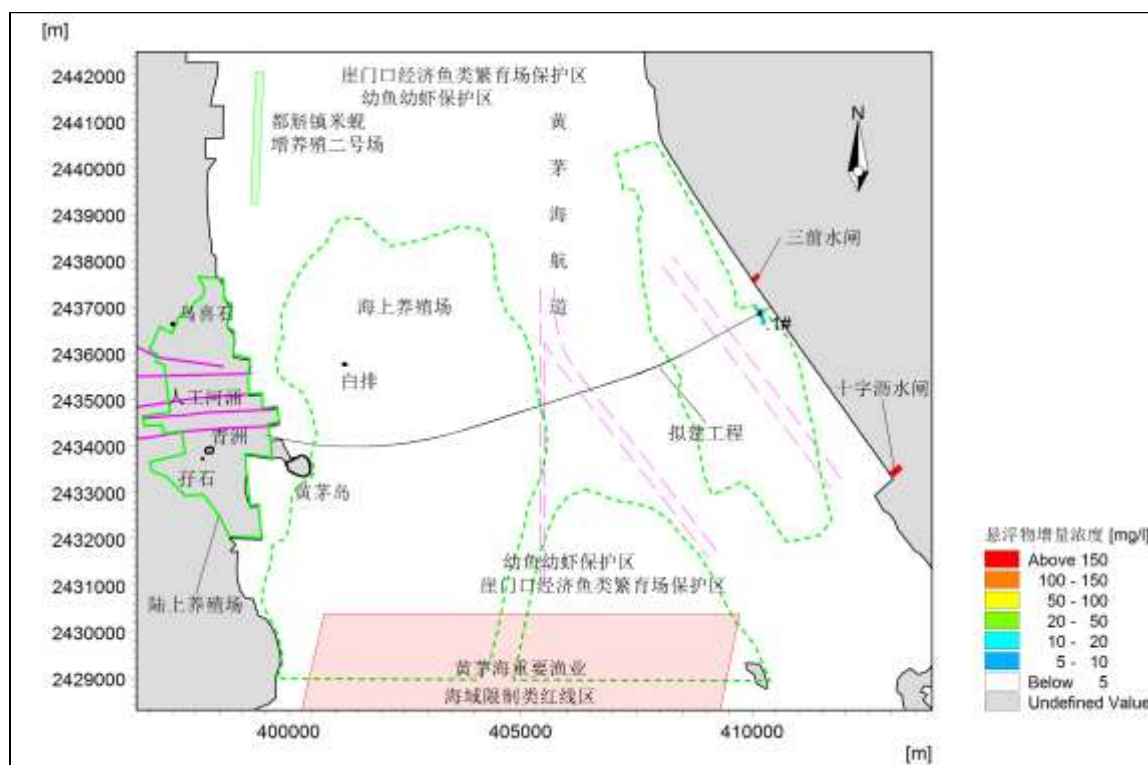
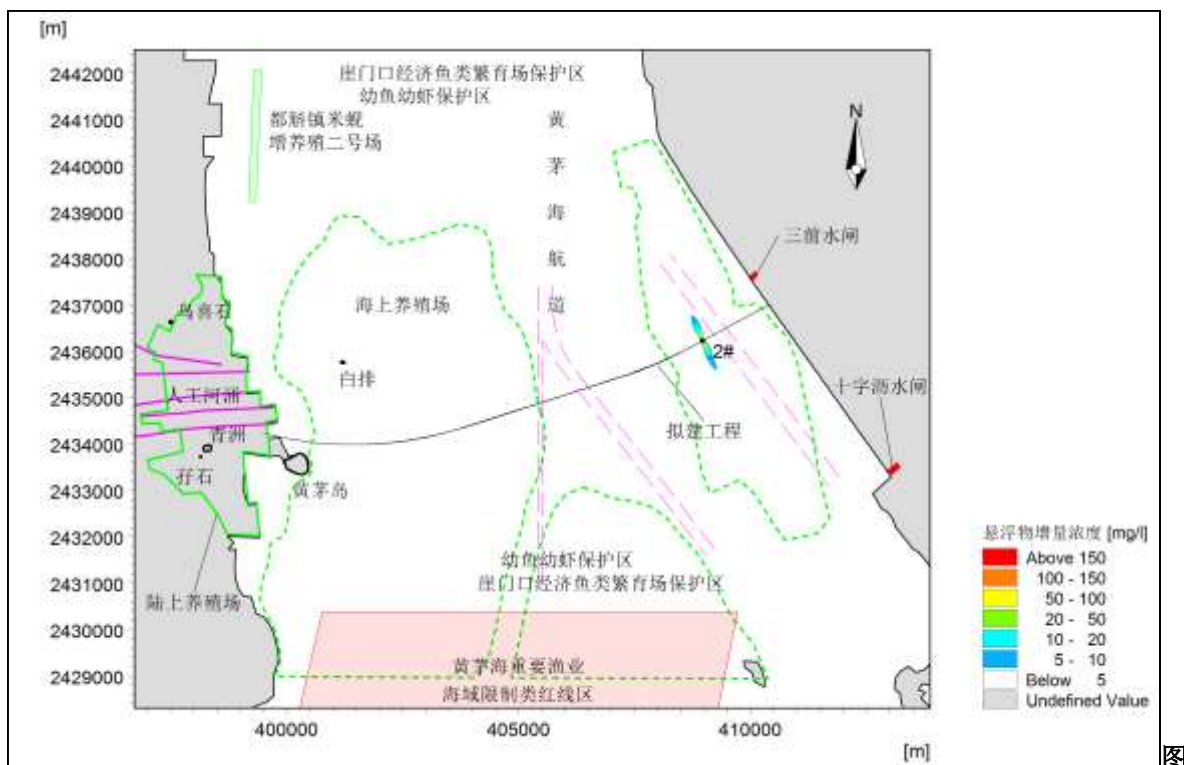


图 5.1.3-1 东引桥桥墩（1#点）施工的悬浮物增量浓度包络线



5.1.3-2 高栏港大桥桥墩（2#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

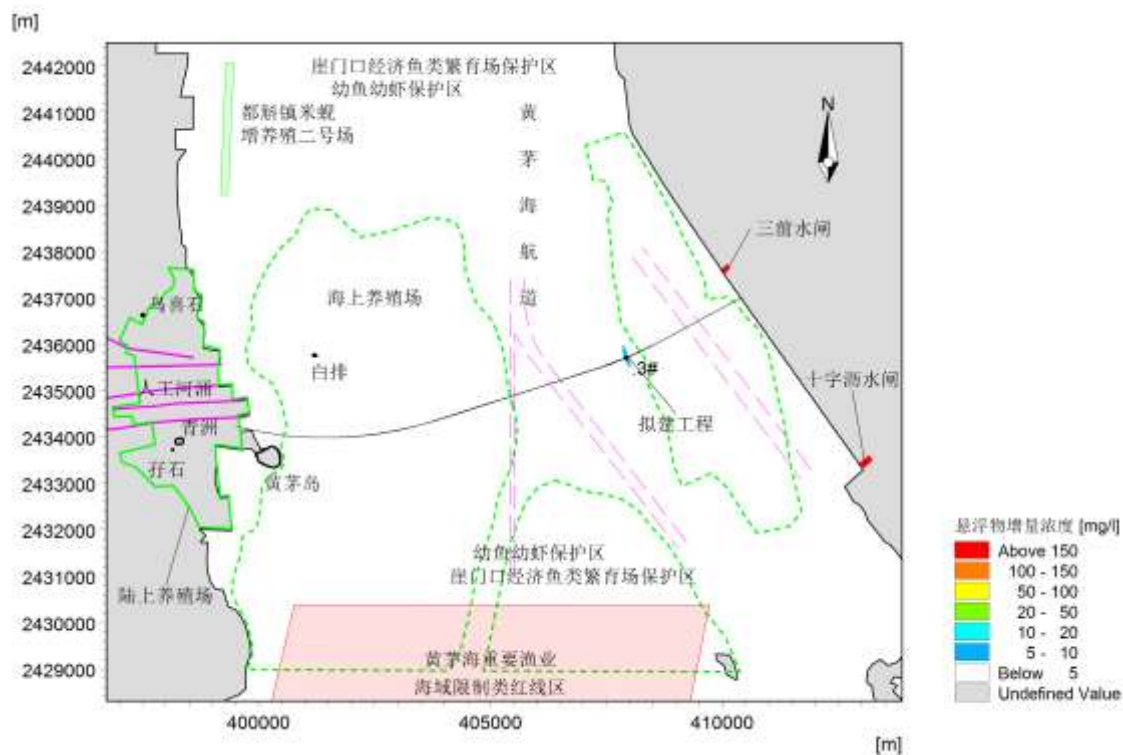


图 5.1.3-3 中引桥桥墩（3#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

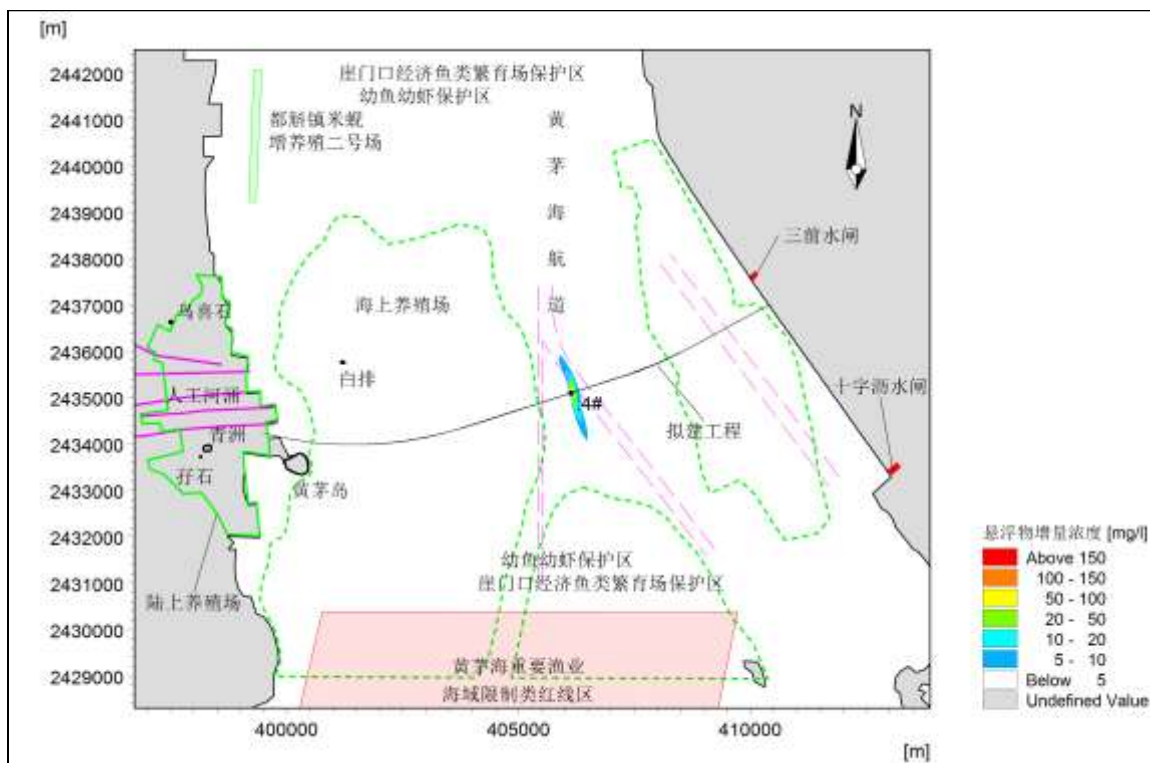


图 5.1.3-4 黄茅海大桥桥墩（4#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

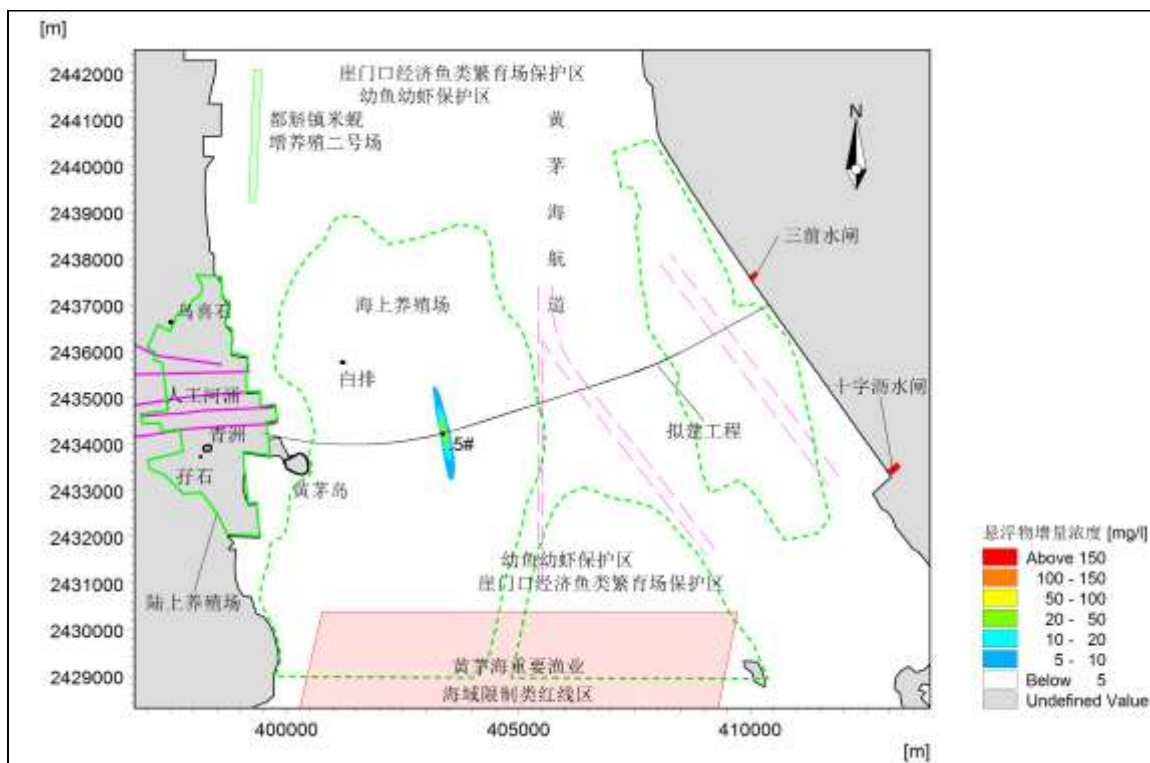


图 5.1.3-5 西引桥桥墩（5#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

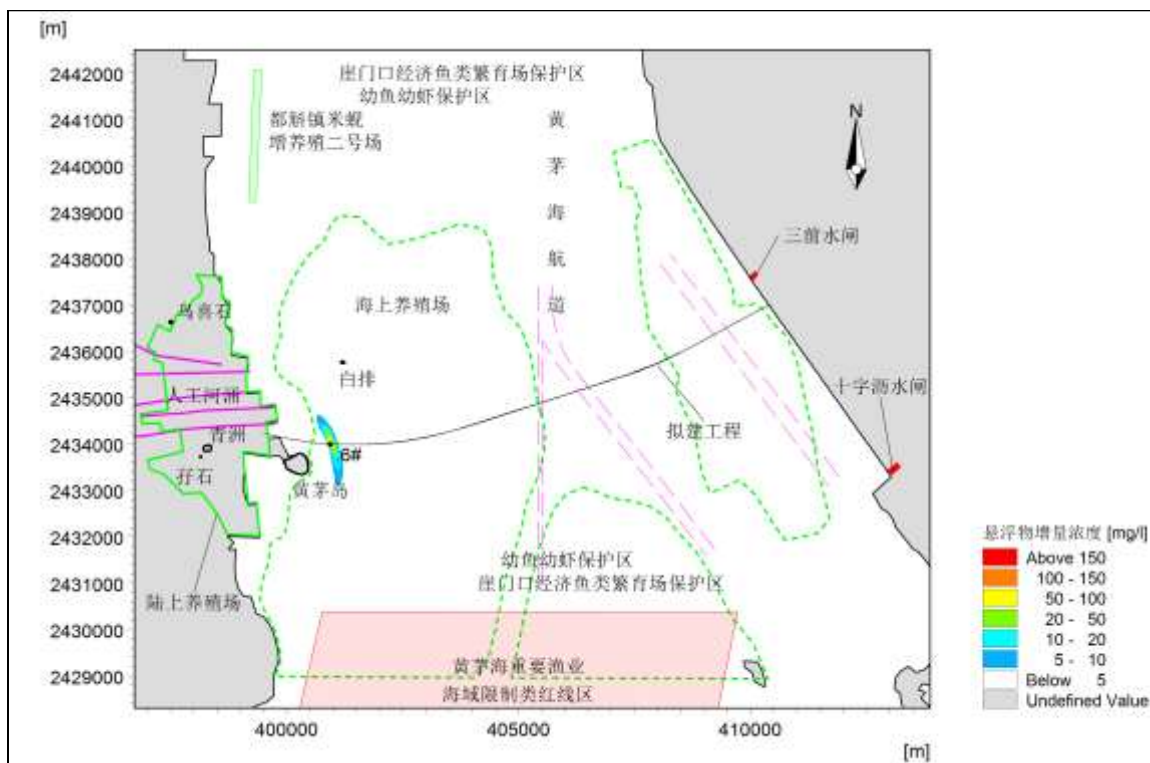


图 5.1.3-6 西引桥桥墩（6#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

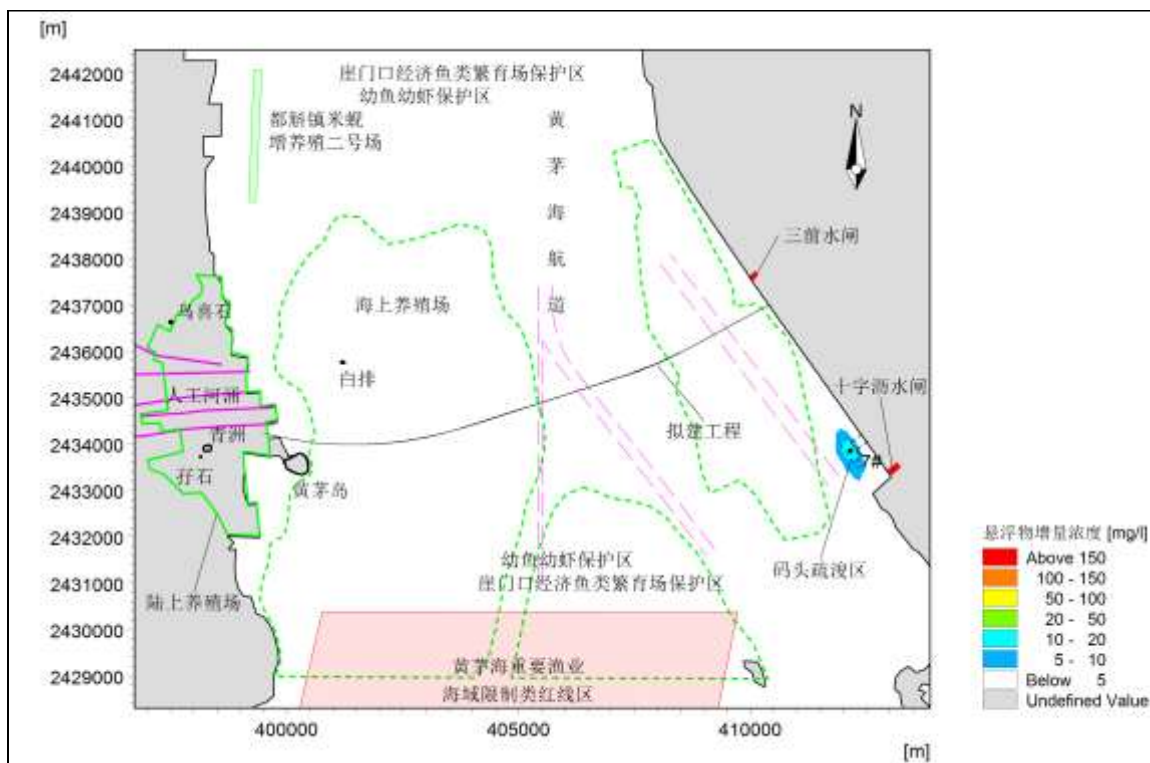


图 5.1.3-7 码头港池疏浚（7#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

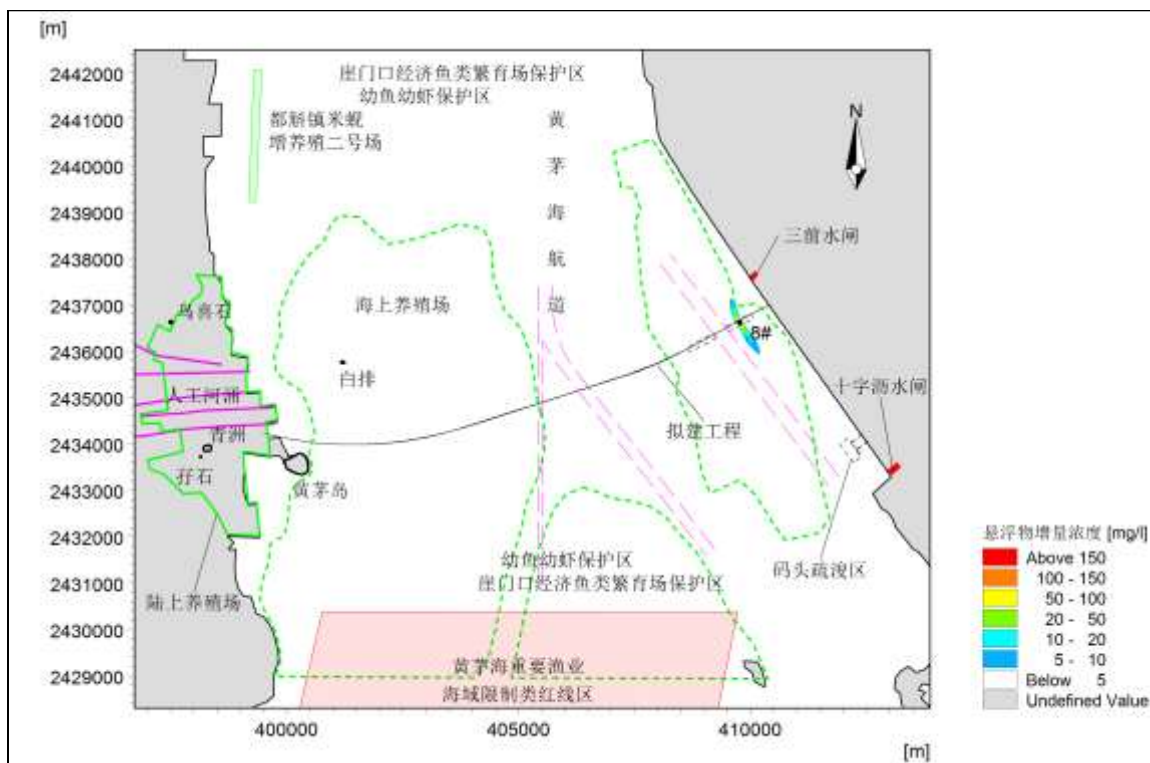


图 5.1.3-8 高栏港大桥疏浚区（8#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

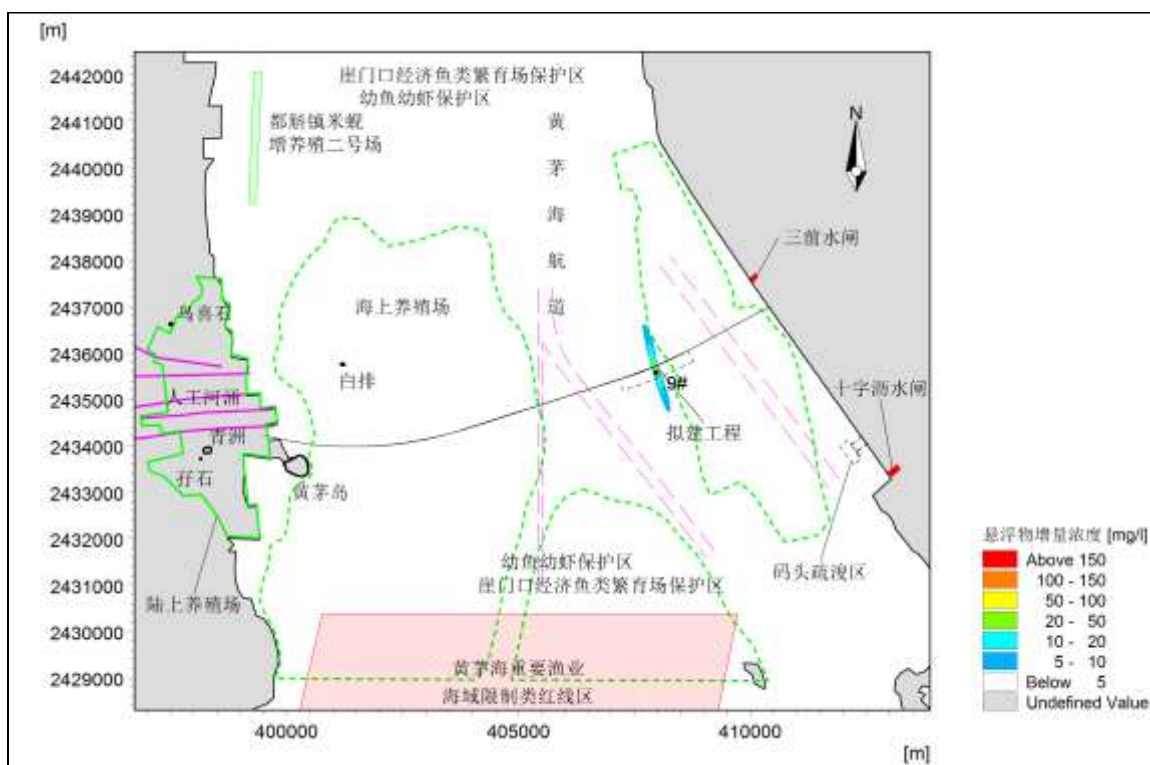
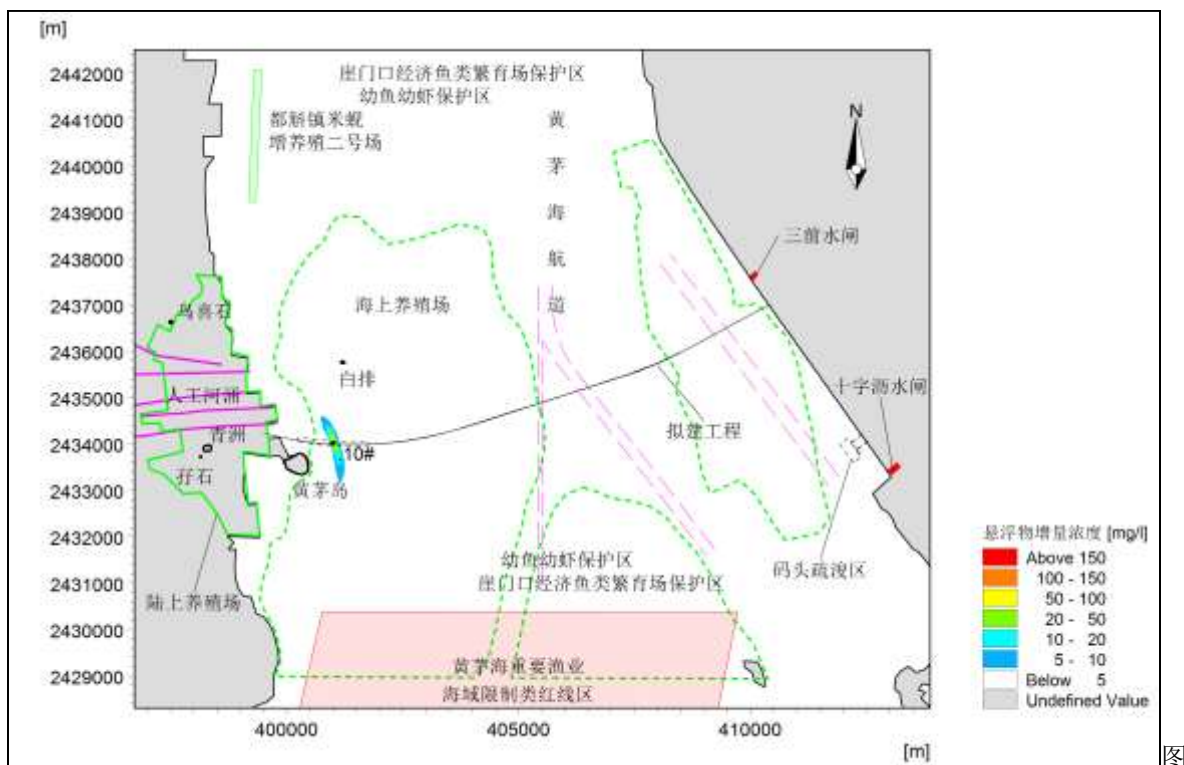


图 5.1.3-9 中引桥疏浚区（9#点）施工的悬浮物增量浓度包络线



5.1.3-10 西侧疏浚区（10#点）施工的悬浮物增量浓度包络线

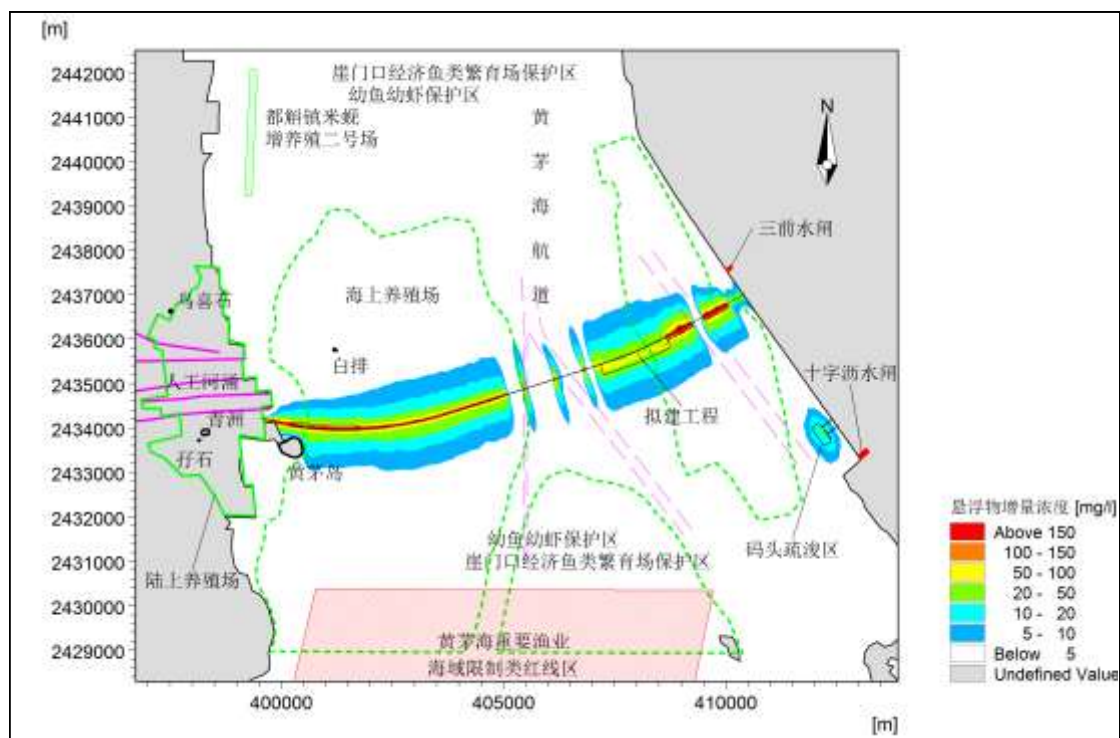


图 5.1.3-11 黄茅海跨海桥施工期悬浮物增量浓度总包络线

5.1.3.1.4 桥墩基础施工对水质环境影响预测

桩基作业时，首先施工钢护筒，然后在钢护筒内采用回旋钻气举反循环成孔工艺进

行钻孔，钻孔作业时，一般配备专用的泥浆船，在船上设置泥浆槽、沉淀池和储浆池，用泥浆泵压送泥浆。为避免泥浆从护筒顶部溢出，一般配备并及时开动辅助泥浆泵，将护筒内多余泥浆抽回泥浆池循环使用，因此，桩基作业、承台与墩身浇筑施工队海洋环境影响较小，本次评价不做定量估算。

5.1.3.1.5 施工废水对水质环境的影响分析

施工期废水主要包括施工船舶含油污水和生活污水、施工人员生活污水、混凝土搅拌站等排放的生产废水和箱梁浇筑过程中的冷却和养护废水等。

施工船舶含油污水和船舶生活污水：根据工程分析，施工期间，保守估计约有 59 艘船舶进行作业。大桥施工每天产生油污水为 36.1375 t/d。该污水在未经任何处理情况下，含油浓度可以达到 2068 mg/L。施工船舶油污水处理装置出水口的石油类浓度达标可在航行中直接排放或收集并排入接收设施，上岸加以处理；船舶生活污水利用船载生活污水处理装置处理达标后在航行中排放或利用船载收集装置收集，排入接收设施，上岸进行集中处理。因此，预计施工船舶污水不会对施工海域水质产生影响。

施工期生活污水：施工人员排放的生活污水主要产生于两个海上生活及办公平台，主要水污染物为 COD、BOD、SS、动植物油等。生活污水经配套建设的三级化粪池简易处理后，再由污水处理车转运至陆上集中处理。

5.1.3.2 运营期水质环境影响分析

5.1.3.2.1 桥面径流雨水对水质环境的影响

经过黄茅海跨海通道项目桥面雨水中污染物的浓度可类比角洲大桥环境影响评价（广州市环境科学研究所，2005 年 10 月）所实测得出的路面雨水中污染物浓度值，路面雨水中污染物浓度随降雨时间增加而逐渐减小，污染物的浓度在 0~15 分钟内达到最大，随后逐渐降低，在降雨后一小时趋于平稳。

路面雨水中污染物浓度随降雨时间增加而逐渐减小，污染物的浓度在 0~15 分钟内达到最大，随后逐渐降低，在降雨后一小时，路面基本被冲洗干净，则污染物浓度较低，趋于平稳。

大桥主体工程将采用两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海海域，由于桥面径流雨水中的污染物大多集中在初雨期，主要污染物为 SS，在采用沿途桥墩多点排放的情况下，呈线源排放，对海洋环境影响较小。

5.1.3.2.2 桥墩及钢管桩防腐材料及阴离子防护对水质环境的影响

类比其他跨海桥梁工程，为防止基础桩腐蚀，在混凝土材料中掺加粉煤灰、硅粉、钢筋阻锈剂等添加剂，以此为防护措施达到混凝土密实和防止海水侵蚀的功效，钢筋混凝土外加电流阴极防护保护技术在国际上已被证明是非常可靠的技术并得到大面积采用，该技术已经被纳入了建设部编制的《桥梁混凝土结构防腐蚀技术规范》并即将纳入交通部《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》。这种技术在长期保护中，采用牺牲阳极的阴极保护法，材料为高效铝，不仅有利于废物的循环利用，而且安全性能较高，不会对水质造成影响。

5.1.4 沉积物环境影响预测与评价

5.1.4.1.1 施工期沉积物环境影响分析

2016年9月、2017年11月和2019年4月的监测结果表明，位于都斛农渔业区和黄茅海保留区的各项监测因子均达到了海洋沉积物第一或二类质量标准要求。可见项目及其周围海域海洋沉积物质量状况基本良好。

项目实施后，桥墩桩基所在海域的沉积物环境将被彻底破坏，且这种破坏是不可恢复的。水域疏浚区的沉积物特征将在施工期受到彻底破坏，但经相当长的一段时间可重新建立起新的特征。同时，疏浚产生的悬浮泥沙在水流和重力的作用下，在施工地附近扩散、沉淀，造成携带某种物质的泥沙沉积在施工地附近的底基上，改变海底沉积物的理化性质。根据水质影响初步估算，施工产生的悬浮泥沙增量超过10 mg/L的范围为9.8340 km²，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量不会产生明显变化，即沉积物质量状况仍将基本保持现有水平。

5.1.4.1.2 运营期沉积物环境影响分析

(1) 桥面径流对海洋沉积物环境影响

通道在运营期向海洋环境排放的污染物主要为海上桥面径流污水，含有SS和石油类等污染物质。根据工程分析，间歇排放的桥面雨污水携带少量污染物进入海域后，在潮流的作用下，随海水的流动而扩散、稀释，对海洋沉积物环境产生的影响很小。

另外，通道运营后须配备专业队伍负责大桥的日常维护与管理，采用先进清扫设备对桥面实施保洁。桥面清扫物、人工岛上的生活垃圾、路面维修过程中产生的废弃路面材料等，严格禁止向海域随意抛弃，统一收集后送垃圾填埋场妥善处理。通过实施严格

的环境管理措施，预计在运营期不会发生固体废物污染海洋沉积物环境问题。

(2) 风险事故对海洋沉积物环境影响

对海域沉积物可能造成大的影响的环节是环境风险的事故排放。通道建成通车后，危险品运输车辆经过通道时如发生交通事故，将会引发危险品的倾翻、泄漏入海，这将导致对局部海域的严重损害，沉积物环境是污染物的最终受纳者。

事故发生后，危险品经沉降及沉积物内物质的吸附作用停留于沉积环境中，使沉积物中有毒有害物质的含量大幅度抬升，对沉积物环境造成很大的影响。所以对危险品的运输一定要倍加谨慎，要做好运输管理，并制定好应急预案，以期把事故产生的影响和破坏降至最低。

此外，通道建成后，来往船舶将从桥墩下穿行，过程中可能发生船舶撞击桥墩的事故，随之可能引发船舶漏油污染。这与施工期发生的船舶碰撞事故一样，将会对海域沉积物环境造成较大的影响，引起沉积环境中硫化物和石油类含量的增多。所以要求海事部门与建设单位及环保部门通力合作，做好对过往船舶的管理，桥墩要设好助航醒目的警示标志与防撞装置等，同时做好应急准备，尽最大可能缩小影响的范围与程度。

5.1.5 临时施工工程拆除对水环境影响分析

本工程临时施工工程包括主墩施工平台、栈桥、拌合平台及码头、生活及办公平台、提梁码头、临时防撞设施、出梁及材料码头，在用钓鱼法拔除过程中会扰动海底周边底泥，使部分悬浮泥沙再次悬浮，对周围的水质有一定影响，但这种影响会随着施工的结合而消失。

临时施工工程在拔除过程中，应在钢管桩周围采取围蔽措施保护周围水域的水质，同时还应预防设备漏油、材料坠落等，避免造成水域污染。

5.2 地表水环境影响分析与评价

5.2.1 施工期地表水环境影响分析

本项目接线工程施工不可避免地会对水环境产生一定的影响。主要为桥梁隧道施工、施工营地的生活污水及建筑材料的运输和堆放、施工废料的处置等对地表水的污染影响。本评价对水污染源的分析已在 3.3.1.2 节中进行了详细的论述，以下将对其水质影响方式、程度进行评价分析，同时，根据分析结果提出相应的、可操作性的水环境保护措施

与建议。

5.2.1.1 生活污水影响分析

施工营地包括砼拌和系统场地、钢筋加工厂、木材加工厂、机械修配厂、临时仓库、桥梁预制厂、临时办公及生活区及等。施工期生活污水主要来源于各施工场地，其中主要是施工人员就餐、洗涤污水及粪便污水，污水成分较简单，主要为少量 SS、动植物油、COD 等，污染物浓度较低。

本工程施工是按工期进度进行，且是分段施工，沿线工点较多。本项目拟设置 14 个施工营地。基本情况见表 3.1.6-13 和图 3.1.6-43。

本项目沿线地表水水体包括猪鬃潭水库、鲤鱼水库、月湾河、十字沥支流，工程施工可能会影响到南村塘水库，其中猪鬃潭水库为饮用水源保护区，除十字沥支流为 IV 类水外，其余河流和水库均为 III 类水体。如果此类污水未经处理直接排入沿线地表水体，将会对其水质产生一定的影响。

因此，施工营地建议在施工图阶段进行进一步论证，因地制宜进行设置，尽量租用沿线村镇现有建筑物安排施工人员居住，确实需设施工营地的，施工营地应设置在离岸 100 米以外的陆地范围。

本项目施工营地生活污水经过处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入周边农灌渠。同时，建议每个施工营地设置容积至少 20m³ 的化粪池将粪便污水集中收集并初步处理，化粪池上清液鼓励当地农民作为农家肥使用，或者联系地方环卫部门定期清运，严禁粪便污水直接进入沿线水体或者鱼塘等地表水体。目前，某些高速公路在施工营地设置标准化厕所，对粪便污水进行收集，统一处置。建议项目施工单位采用标准化厕所。

施工现场的生活污水仅限于施工期，且排放较为分散，在加强环境管理和措施后不会对水环境质量产生明显影响。

此外，在施工营地每日还将产生一定数量的生活垃圾，生活垃圾若随便弃置则可能进入水体从而造成一定的污染。因此建议将生活垃圾由专人负责集中收集，由环卫部门定期清运，禁止任意堆放污染地表水。

5.2.1.2 生产废水影响分析

施工废水主要产生于混凝土浇筑、料罐冲洗以及部分混凝土的养护排水。此外，机械设备的维修和清洗过程中，也会产生一些含油废水。施工期废水的主要污染物是 pH 碱性、SS、COD_{Cr}、石油类。

(1) 施工场地生产废水对水环境的影响分析

预制场、混凝土浇筑、料罐冲洗以及部分混凝土的养护排水等施工场地生产废水具有悬浮物浓度高、水量小、间歇集中排放等特点。根据相关资料，此类废水的 pH 在 12 左右，浓度约 5000mg/L，废水污染物浓度远超广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准的要求。因此，建议施工单位在施工场地内设置导水沟、多级沉淀池，将搅拌车冲洗废水引入沉淀池，沉淀后的废水回用，用于场地冲洗。对于沉淀池内的沉积物，定期清掏清运，确保多级沉淀池的正常运行。

根据同类型项目施工期环境监理经验，在整个施工期，拌和站的沉淀池运行正常，场地废水达到零排放，定期清运沉淀池的沉积物，对周边水体实现了零污染。只要在施工期加强管理，配合相应措施，施工期生产废水是可以避免污染周边水体的。

(2) 含油污水对水环境的影响分析

含油污水主要来源于施工机械的修理、维护工程及作业工程中的跑、冒、滴、漏。其成分主要是润滑油、柴油、汽油等石油类物质，这类物质一旦进入水体则漂浮于水面，阻碍气水界面的物质交换，使水体溶解氧得不到补给，给水体生物的生存活动造成威胁。因此，建议在施工场地及机械维修场地采取集中处理的方法，将含油污水收集后定时清运，以减少含油污水对周围水体的影响。

(3) 施工车辆冲洗水环境影响分析

主要污染物为 SS、COD 和少量石油类，可以经由隔油沉砂池处理后回用于道路清洗和绿化。

5.2.1.3 桥梁施工对水环境影响分析

本项目涉水桥梁主要为高栏港互通主线桥、东山大桥、中和互通主线桥，均不位于水源保护区内。

1、桥梁下部结构（基础）施工对水质的影响

根据分析，本项目中跨越地表水体的桥梁中，高栏港互通主线桥、东山大桥、中和

互通主线桥等桥梁需设置水中桥墩。桥梁施工期对地表水的污染主要来自施工作业钻孔产生的含 SS 废水和含油污水。桥梁随水下桥墩下部结构施工目前一般采用钻孔桩机械作业法。钻孔桩在施工时多采用电动机为动力，桥墩施工工艺及各环节污染物的排放情况具体分析如下：

(1) 跨河桥梁的桥墩基础、墩身，临时支撑等水下工程的施工对水质的影响。

水中桥墩施工过程中，桥墩基础、墩身以及临时支撑等随下构筑物的施工产生的 SS、石油类等对水体水质产生短暂的影响，但影响程度相对较小。根据对公路桥梁施工现场的调查，桥墩施工工艺和污染物排放节点分析如下：

桥墩水下作业导致的水体搅浑，底泥悬浮，这种影响的主要表现是桥位附近水域悬浮物浓度的暂时增加。悬浮物增加的大小和影响范围与施工方法有着直接的联系。建议涉水施工采取以下措施以进一步降低悬浮物浓度和影响范围：a) 采取先建立围堰，将施工区域与主河道隔离开，再在围堰内进行开发作业，围堰内积水沉淀后上清排放；b) 开挖作业周边设置防污帘，可有效悬浮物浓度增加；c) 控制作业时间和作业强度，一旦发现悬浮物浓度过高，应降低作业强度和持续时间。

本项目涉水桥梁水下部分施工均采用围堰法，针对桥墩的施工过程，钻孔、清孔、灌注等工序均在围堰内进行，围堰将施工环境与水域内外分隔，做好施工管理和环境监理工作，则桥梁基础施工对水体水质的影响较小。通过类比其它工程资料可知，相对一般围堰施工，大桥施工采用钢围堰施工工艺，其污染程度大大减小。具体类比数据见下表。

表 5.2.1-1 桥墩施工期 SS 的排放量估算

主要施工工艺	产生排放速度或浓度		备注
	无防护措施（一般围堰防护）	有防护措施（钢筒围堰防护）	
水下开挖	1.33 (kg/s)	0.40 (kg/s)	最大排水量按 100m ³ /h 计，钢护筒防护
钻孔	0.31 (kg/s)	0.1 (kg/s)	钢护筒防护，及时运走钻孔产生的浮渣
钻渣沉淀池	500~1000mg/L	<60mg/L	防护措施为堤外渣场沉淀池或容器盛装

由上表可知，采用钢围堰施工工艺，桥梁下部基础施工引起的 SS 排放速率或浓度远远小于无防护措施或一般围堰工艺。

桥梁各个施工环节、作业种类对于各河涌所构成的影响，最终都表现为悬浮物对局

部河涌水质的污染。类比调查的资料表明：桥墩基础施工产生的 SS 对水质的影响是非常有限的。华南环科所在对《世界银行贷款项目北江航道整治环境影响评价》以及《世界银行贷款项目连江西牛枢纽工程环境影响报告评价》(世界银行,国家环保总局审 2002)评价中,由于积累影响专题评价的需要,曾经对北江中上游清远市英德北江大桥的施工现场进行过观测,观测结果表明:在枯水期无防护措施挖泥的情况下,所产生悬浮泥沙一般在 100~200m 范围内出现浑浊,300m 附近基本沉降完全,在 500m 出水水质基本未见异常,上游河段能清澈见底。

综上所述,在高栏港互通主线桥、东山大桥、中和互通主线桥等桥梁的施工过程中,在没有采取任何防护措施的情况下,对施工点上下游 300m 范围内的局部水质将产生一定的影响,特别如水下钻孔、大桩施工等;在施工时采用钢护筒围堰等防护措施的情况下,进入水体的 SS 量得到大大的削减,施工产生的 SS 在下游均匀混合断面处 500m 范围附近即可达到相关标准的要求。只要施工中注意加强施工管理,采用先进环保的围堰施工等方法,不将施工泥渣随意弃入水体,则桥梁施工对水体水质的影响较小,而且这种影响将会随着施工期的结束而消失。

(2) 桥施工抽排水体中含有大量的悬浮物和少量石油类,积水一般抽出在堤外设置的多级沉淀池处理后排放。这部分废水的产生量与管桩下压的深度、管桩体积和施工抽水工况等因素有关。根据河床底质类比分析,管桩下压管内水体稳定后,抽排出来的水体含 SS 发生量详见表 5.2.1-1。

(3) 钻渣(泥浆)泄漏对水体影响分析

基础施工对水体影响最大的潜在污染物是钻孔过程中泄漏的钻渣(泥浆)。灌注桩施工,灌桩出浆排入沉砂池进行土石沉淀,沉淀后的泥浆循环利用,沉淀下来的土石即为钻渣,需要定期清理,大桥施工出渣量较大,若随意排放将造成施工下游河道的淤塞及水质降低,因此必须严格按照有关规范规定,将钻渣运至指定的弃渣场存放并采取一定的防护措施。运送存放过程必须有环保监理人员监督,不允许随意丢弃钻渣,以便最大限度地保护下游水体水质,防止钻渣堆弃对防洪的不利影响。

根据关于河道清淤工程中泥沙泄漏对水环境(广州陈村水道)影响的研究文献,距离排污口(挖沙处)50m 处,河水中 SS 浓度增值最大为 196.84mg/L,而 SS 浓度增值>10mg/L 的影响最大长度为 750m,增值>1 mg/L 的影响最大长度为 1700m。一般来

说，只要严格管理，桥梁基础施工中钻渣（泥浆）的泄漏源强远小于河道清淤工程中的泥沙泄漏源强，因此，本工程桥梁基础施工中钻渣（泥浆）泄漏对沿线河流水质造成的影响要小得多。但由于桥梁施工时间较长，特别是沿线河流水质功能较高，并涉及水源保护区敏感水体，所以施工中应加强管理和设备检修，做好相应施工期的监理工作，尽量避免钻渣（泥浆）泄漏对河流水质造成影响。

其余污染物主要是 SS 和石油类，污染物产生量和影响相对比前面工序小的多，施工期 SS 的排放量估算详见表 3.3.2-1。石油类通过类比相同桥梁施工过程中石油类的产生量约为 0.2kg/s。

同时，钻孔灌注桩施工时需钻孔取渣，这些渣土如任意排入水体，会造成一定时间、一定范围水域的污染。根据施工方案，钻渣及废弃泥浆均需专门收集后运往规定征地范围内堆放，因此对周边水体的影响较小。

施工中注意加强施工管理，采用先进环保的施工工艺，提高施工进度和质量，不将施工泥渣随意弃入水体，则桥梁施工对水体的影响较小，而且这种影响将会随着施工期的结束而消失。

通过以上分析，桥梁桥墩施工采用钻孔灌注桩基础加钢围堰和钢套箱法工艺，可以有效减小对沿线水体的水质影响。

2、桥梁上部结构作业对水环境的影响

桥梁工程采用支架法施工。在桥面铺建过程中，不可避免会有桥面铺装垃圾和粉尘等掉入桥下水体，以及现浇过程水泥泄露至水体对水质产生一定影响，因此需要采取一定的防护措施，并对施工人员进行严格管理，严禁乱撒乱抛废弃物，桥面铺装垃圾要集中堆放并运送至指定地点，最大限度减少对水体水质造成的影响。

桥梁施工对水体水质的影响是短期的，可以通过工程措施和管理措施进行防治和缓解的。建议施工单位不要在沿线河流最高水位线以下的滩地和岸坡设置物料堆场、预制场和拌和站等。此外，在施工图设计阶段，必须从保护水质方面做好水工构筑物的施工工艺设计，以及优化施工场地、施工营地选址；必须做好施工期环境管理、监理、监督计划，使工程施工产生的影响降至最低程度。

5.2.1.4 隧道施工对水环境影响分析

隧道施工中污水主要来源于进行钻爆施工、冷却钻头、水幕除尘等操作的污水，开

挖隧道渗出的夹带泥浆的地下水。由于开挖隧道渗出的夹带泥浆的地下水量不确定性较大，所以隧道施工废水量难以估计。隧道施工产生的污水主要为泥砂，并含有极少量的油污等，一般呈弱碱性，这些废水一旦直接排入附近的河流，将影响水体水质，并破坏水体功能，因此必须对隧道施工废水进行处理。

本项目全线共设隧道 2 座。针对本项目隧道施工产生的生产废水，要求处理流程如下：首先进行中和处理调节 pH 值，然后利用地形修建多级沉淀池去除泥浆等杂质，沉淀池底部的泥浆定时清运，上清液循环再利用或作为施工降尘、路面洒水和植被恢复绿化用水，禁止外排。

5.2.1.5 施工期小结

综上所述，项目施工会对沿线水资源产生一定的影响，施工期主要可通过加强管理来减缓公路建设对地表水环境影响，尤其是桥梁建设点、施工营地、施工场地和筑路材料运输的管理。在采取合理有效的各项措施后，项目施工对地表水环境的影响将被降低至最低程度，影响较小。具体措施见施工期水污染防治措施。

5.2.2 营运期地表水环境影响分析

(1) 路面径流

本项目各涉水桥梁经过的水体均为 III~IV 类水，由工程分析结果可看出，降雨初期到形成路面径流的 20 分钟，雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高，20 分钟后，其浓度随降雨历时的延长下降较快；雨水中生化需氧量随降雨历时的延长下降速度较前两者慢，pH 值则相对较稳定；降雨历时 40 分钟后，路面基本被冲洗干净，经预处理后主要排放指标基本能达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准。

(2) 沿线设施生活污水

黄茅海服务区：产生的生活污水经三级生活污水处理工艺处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010) 后回用于绿化和道路浇洒，禁止排入周边水体。考虑到本项目施工期 55 个月，周期较长，若项目建成月湾河水质可达标，可将污水经过二级处理工艺处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入月湾河。

管理中心、养护工区、救援中心和集中居住区：位于平沙水质净化厂的纳污范围，

产生的生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段三级标准后可就近排入污水管网。

收费站：项目设置3处收费站。视收费站的周边环境确定，若有条件可依托当地市政设施，否则须设置移动厕所，废水收集后，定期委托环卫部门清运。

采取以上措施后，营运期废水均能得到有效处理，总体而言，对周边水环境影响较小。

5.3 声环境影响分析与评价

5.3.1 施工期声环境影响分析

5.3.1.1 评价范围和评价标准

以施工场地周边300米范围以内为施工期声环境影响评价范围，施工场界采用《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2011)。评价范围内敏感点执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中相应标准要求。

5.3.1.2 施工期声源特点

本项目工程建设期55个月，工程主要涉及路基、桥涵、隧道等的建设，施工过程中将使用多种大中型设备进行机械化施工作业。施工期机械噪声的特点是噪声值高，噪声源的位置也并不固定，很多噪声源随施工进程的发展变换位置，随机性比较大。在施工初期，地面平整阶段，运输车辆的行驶和施工设备的运行具有分散性，噪声存在流动性和不稳定性，此阶段对周围环境的影响不明显。随后进行的定点开挖、建筑材料搅拌等固定噪声源的增多，运行时间将较长，此阶段对周围环境的影响会越来越明显。

根据类比调查，各不同工程施工阶段的噪声特点如下：

①桥墩基础施工阶段

由于本线路桥墩基础工程采用钻孔灌注桩，且大多数情况下是机械钻孔灌桩施工，无需重型吊装打桩设备。

②隧道工程施工阶段

爆破振动效应、爆破噪声和冲击波是隧道施工过程中噪声和振动的主要来源。此外，各种运输工具和施工机械产生的噪声也不容忽视。据有关资料表明：隧道施工现场声环境的测定结果为：1h等效连续90dB(A)以上，振动速度大于0.15cm/s。

因此，隧道施工现场的噪声和振动会损害施工人员的听觉，诱发多种疾病，降低工作效率，影响安全生产。类比分析，隧道施工机械噪声强度见表 5.3.1-1。

表 5.3.1-1 隧道施工机械噪声强度

机械名称	声级/dB(A)	机械名称	声级/dB(A)
提升绞车	50	水泵	80
汽车	60	风动装渣机	90
电钻、风镐	70	凿岩机	110~115
混凝土搅拌机	70	BY 型通风机	120

③路基及路面施工阶段

路基及路面阶段施工常用机械见表 5.3.1-2。

表 5.3.1-2 路基及路面施工阶段常用机械一览表

施工阶段	机械名称
施工准备阶段	建设边界围栏、路两侧植被清理、外车道防护栏清理等，主要低噪声设备
软土路基处理阶段	打桩机、压桩机、排水机、钻孔机、空压机
路基填筑阶段	推土机、装载机、平地机、振动压路机、胶轮压路机、光轮压路机
高架施工阶段	钻孔机、打桩机、混凝土搅拌机、吊装设备架梁机
路面施工阶段	沥青搅拌机、装载机、铲运机、平地机、沥青混凝土摊铺机、振动式压路机、光轮压路机
结构施工阶段	钻孔机、打桩机、混凝土搅拌机、吊装设备架梁机

道路施工期间噪声主要来源于施工机械和运输车辆辐射噪声，施工期噪声相对于营运期的影响虽然是短暂的，但施工过程中如果不加以重视，会严重影响沿线居民的正常生活。

道路施工期间，作业机械品种较多，软土地基处理时有柴油打桩机、钻孔机、真空压力泵和混凝土搅拌机等；路基填筑时有推土机、压路机、装载机、平地机等；路面施工时有压路机等，这些突发性非稳定噪声对周围环境产生严重影响。经测试分析，以上各种常用施工机械设备作业时的最大声级见表 5.3.1-3。

表 5.3.1-3 机械设备噪声级

序号	机械类型	型号	测点距施工机械距离(m)	最大声级(dB(A))	备注
1.	轮式装载机	ZL40 型	5	90	不稳定源
2.	轮式装载机	ZL50 型	5	90	流动不稳定源
3.	平地机	PY160A 型	5	90	流动不稳定源

序号	机械类型	型号	测点距施工机械距离(m)	最大声级(dB(A))	备注
4.	振动式压路机	YZJ10B 型	5	86	流动不稳定源
5.	双轮双振压路机	CC21 型	5	81	流动不稳定源
6.	三轮压路机	/	5	81	流动不稳定源
7.	轮胎压路机	ZL16 型	5	76	流动不稳定源
8.	推土机	T140 型	5	86	流动不稳定源
9.	轮胎式液压挖掘机	W4-60C 型	5	84	不稳定源
10.	发电机组 (2 台)	/	1	98	固定稳定源
11.	冲击式钻井机	22 型	1	87	不稳定源
12.	锥形反转出料混凝土搅拌机	JZC350 型	1	79	固定稳定源
13.	自卸车	/	1	82	不稳定源
14.	沥青混凝土搅拌机	MARINI (意大利)	2	90	固定稳定源
15.	冲击打桩机	/	5	87	不稳定源
16.	风锤及凿岩机	/	5	98	固定稳定源
17.	水泵	/	5	84	固定稳定源
18.	铲车	/	5	82	不稳定源
19.	移动式吊车	/	5	96	流动不稳定源
20.	气动扳手	/	5	95	不稳定源
21.	20t 及 40t 自卸卡车	/	5	97	流动不稳定源
22.	卡车	/	5	91	流动不稳定源
23.	叉式装载车	/	5	95	流动不稳定源

注：序号 1-12 机械噪声值源于《公路建设项目环境影响评价规范 (JTG B03—2006)》，其余机械设备噪声级为类比数据。

5.3.1.3 施工厂界环境噪声影响分析

实际施工噪声为多台机械设备同时施工运行时叠加而成。因此，结合道路的施工情况，设置四个情景，情景 1 为典型的路基填筑，叠加的机械为推土机、装载机和压路机各一台；情景 2 为典型的施工营地，主要为生活和材料堆放场所，叠加的机械为推土机、装载机和压路机各一台；情景 3 为混凝土搅拌站，叠加的机械为推土机、装载机、压路机和混凝土搅拌机各一台；情景 4 为施工营地旁边同时设置混凝土和沥青搅拌站，叠加的机械为推土机、装载机、压路机和沥青搅拌机各一台。施工场界噪声衰减计算见表 5.3.1-4。

施工场界的噪声标准采用《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，即

昼间 70 dB(A)，夜间 50 dB(A)的标准。施工场界达标距离详见表 5.3.1-5。

从表 5.3.1-5 计算可以看出，由于施工期施工机械较多，1 类声环境功能区中情景 1、情景 2 和情景 3 下，昼间的达标距离为 346 米，夜间为 1100 米；情景 4 下昼间达标距离为 365 米，夜间为 1150 米。2 类声环境功能区中情景 1、情景 2 和情景 3 下，昼间的达标距离为 195 米，夜间为 620 米；情景 4 下昼间达标距离为 205 米，夜间为 650 米。

由于在夜间超标距离超出 300 米，因此，禁止夜间施工，若因工艺要求需夜间连续施工的须报当地环保局批准同意并告知附近居民。

表 5.3.1-4 施工场界噪声衰减情况

单位：dB(A)

序号	名称	不同距离 (m) 处噪声值									
		5	10	20	30	40	50	60	80	100	150
1	情景 1	91.8	85.8	79.8	76.3	73.8	71.8	70.2	67.7	65.8	62.3
2	情景 2	91.8	85.8	79.8	76.3	73.8	71.8	70.2	67.7	65.8	62.3
3	情景 3	91.8	85.8	79.8	76.3	73.8	71.8	70.3	67.8	65.8	62.3
4	情景 4	92.3	86.2	80.2	76.7	74.2	72.3	70.7	68.2	66.2	62.7

表 5.3.1-5 场界噪声达标距离一览表

单位：m

序号	名称	2 类声环境功能区	
		昼间达标距离	夜间达标距离
1	情景 1	195	620
2	情景 2	195	620
3	情景 3	195	620
4	情景 4	205	650

5.3.1.4 路基施工噪声对周边敏感点影响分析

实际施工噪声为多台机械设备同时施工运行时叠加而成，在典型的路基施工的情况，叠加的机械为推土机、装载机和压路机各一台；路基施工对周边敏感点的影响预测见表 5.3.1-6。

本报告共对沿线 5 个敏感点进行了预测，预测结果显示除了月湾村由于距离远，噪声达标外，其余敏感点均出现了不同程度的超标，超标范围为 0.2dB(A)~7.1dB(A)，最大超标敏感点为中和村-南。

表 5.3.1-6 路基施工噪声预测一览表

单位: dB(A)

序号	敏感点名称	预测标准	边线距离(m)	现状值	贡献值	叠加值	与现状差值	超标量
1	五和村	2类	179	47.8	60.8	61.0	13.2	1.0
2	地罗村	2类	193	45.1	60.1	60.2	15.2	0.2
3-1	中和村-南	2类	88	53.6	66.9	67.1	13.5	7.1
3-2	中和村-北	2类	154	44.6	62.1	62.1	17.5	2.1
4	福田村	2类	168	55.4	61.3	62.3	6.9	2.3
5	月湾村	2类	225	46.9	58.8	59.0	12.1	达标

由于敏感点与项目距离较近,根据预测施工期均有超标,由于项目施工期间施工过程较为复杂和多变,项目实际施工过程对敏感点的影响可能会与预测结果有一定的差别,需要加强施工期的日常监测和管理。施工期的噪声的影响将随着施工作业结束而消失。

5.3.1.5 桥梁施工噪声对周边敏感点影响分析

桥梁施工噪声主要来自桥梁下部桩基础施工,桥梁浇筑、桥台修建过程,主要施工机械为发电机、搅拌机、拖拉机、振动器、起重机、运土车。本项目采用钻孔灌注桩施工工艺,该工艺具有噪声小,震动小,无地面隆起和侧移的优点。

根据前面的分析,大部分施工机械(单台)昼间在 50m 范围内噪声可达标,夜间在 200 米范围内噪声能达标。考虑部分机械的叠加作用(见前述施工场界噪声影响分析),300 米范围内噪声基本达标。为了尽可能降低施工噪声对周边敏感点的影响,须采取一定措施:

- (1) 合理安排施工时间,尽量避免大量高噪声设备同时施工;
- (2) 合理布局施工现场,避免在同一地点安排大量高噪声设备,以避免局部声级过高;
- (3) 降低设备声级,选用低噪声设备和工艺,可从根本上降低源强,同时要加强检查、维护和保养机械设备,保持润滑,紧固各部件,减少运行震动噪声;
- (4) 减少施工交通噪声,施工期间运输车辆均为大型重车,限制大型载重车的车速,运输路线安排上应尽量绕环境敏感目标。

5.3.1.6 施工期小结

1. 施工场界的噪声:

从表 5.3.1-5 计算可以看出,由于施工期施工机械较多,1 类声环境功能区中情景 1、

情景 2 和情景 3 下，昼间的达标距离为 346 米，夜间为 1100 米；如果施工营地旁边设置了混凝土和沥青搅拌站，昼间达标距离为 365 米，夜间为 1150 米。

2 类声环境功能区中情景 1、情景 2 和情景 3 下，昼间的达标距离为 195 米，夜间为 620 米；如果施工营地旁边设置了混凝土和沥青搅拌站，昼间达标距离为 205 米，夜间为 650 米。

由于在夜间超标距离超出 300 米，因此，禁止夜间施工，若因工艺要求需夜间连续施工的须报当地环保局批准同意并告知附近居民。

2. 路基施工对沿线敏感点的影响为：

本报告共对沿线 5 个敏感点进行了预测，预测结果显示除了月湾村由于距离远，噪声达标外，其余敏感点均出现了不同程度的超标，超标范围为 0.2dB(A)~7.1dB(A)，最大超标敏感点为中和村-南。

3. 由于项目施工期间施工过程较为复杂和多变，因此，项目实际施工过程对敏感点的影响可能会有一定的差别，必要时对超标明显的敏感点采取移动声屏障措施，同时加强施工期的日常监测和管理。施工期的噪声的影响将随着施工作业结束而消失。

5.3.2 营运期声环境影响分析

5.3.2.1 评价范围和评价标准

1. 评价标准

本项目声环境影响评价中涉及室外标准和室内标准，具体见 2.2.3 节。

2. 评价范围

本项目的交通环境噪声影响评价范围：以道路中心线两侧各 300 米（水平方向）范围内共 5 个敏感点，重点是评价第一排的敏感点。

5.3.2.2 噪声预测模式

由于道路结构以及两侧建筑物不同，导致交通噪声在道路附近形成的声场截然不同，而且变得非常复杂，特别是由高架道路和地面道路组成的复合道路。道路上行驶的机动车，包括起动、加速、刹车、转弯、爬坡等过程，其产生的噪声各有差异，产生的声场也极为复杂，所以，我们在预测中将视为匀速行驶，且每个行车道中的车流量及车型比例均相同。根据不同预测年各路段的车流量以及道路的设计参数，分别预测特征年 2025 年、2031 年和 2039 年不同路段在昼间、夜间平均两个时段，对道路两侧所产生的交通

噪声影响范围和程度。

本项目采用《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)的交通预测模推荐模式进行计算、分析、评价。

1、各型车辆行驶于昼间或夜间,预测点接收到的小时交通噪声等效 A 声级预测模式为:

$$L_{eq}(h)_i = (\overline{L_{OE}})_i + 10\lg\left(\frac{N_i}{v \cdot T}\right) + 10\lg\left(\frac{7.5}{r}\right) + 10\lg\left(\frac{\Psi_1 + \Psi_2}{\pi}\right) + \Delta L - 16$$

式中:

$L_{eq}(h)_i$ —第 i 类车等效声级, dB(A);

$(\overline{L_{OE}})_i$ —该车型车辆在参照点(7.5 米)处的能量平均 A 声级, dB(A); 见表 4.3-6。

N_i —该车型车辆的小时车流量, 辆/h; 具体见 3.1.3 节中表 3.1.3-4;。

V_i —该车型车辆的平均车速, km/h;

T —计算等效声级的时间, 1h;

R —从车道中心线到预测点的距离; 适用于 $r > 7.5m$ 预测点的噪声预测。

Ψ_1 、 Ψ_2 ——预测点到有限长路段两端的张角, 弧度;

ΔL ——由其他因素引起的修正量, dB(A), 可按下式计算:

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{\text{坡度}} + \Delta L_{\text{路面}}$$

$$\Delta L_2 = A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}} + A_{\text{misc}}$$

ΔL_1 ——线路因素引起的修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{坡度}}$ ——公路纵坡修正量, dB(A);

$\Delta L_{\text{路面}}$ ——公路路面引起的交通噪声修正量, dB;

ΔL_2 ——声波传播途径引起的衰减量, dB(A);

ΔL_3 ——由反射引起的修正量, dB(A);

2、总车流等效声级为:

$$Leq(T) = 10\lg\left(10^{0.1Leq(h)\text{大}} + 10^{0.1Leq(h)\text{中}} + 10^{0.1Leq(h)\text{小}}\right)$$

如某个预测点受多条线路交通噪声影响(如高架桥周边预测点受桥上和桥下多条车道的影响, 路边高层建筑预测点受地面多条车道的影响), 应分别计算每条车道对该预

测点的声级后，经叠加后得到贡献值。

5.3.2.3 预测参数及衰减量取值

道路交通噪声源强见 3.3.2.1 节。

(2) 线路因素引起的修正量 (ΔL_1)

① 纵坡修正量 $\Delta L_{\text{坡度}}$

公路纵坡引起的交通噪声修正量 $\Delta L_{\text{纵坡}}$ 计算

$$\text{大型车: } \Delta L_{\text{纵坡}} = 98 \times \beta$$

$$\text{中型车: } \Delta L_{\text{纵坡}} = 73 \times \beta$$

$$\text{小型车: } \Delta L_{\text{纵坡}} = 50 \times \beta$$

式中： β —公路纵坡坡度（%）。

② 公路路面修正量 $\Delta L_{\text{路面}}$

公路路面噪声级修正量见表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 常见路面修正量

单位：dB(A)

路面类型	不同行驶速度 km/h		
	30	40	≥50
沥青混凝土	0	0	1.0
水泥混凝土	1.0	1.5	2.0

*本项目主线和连接线为沥青混凝土路面，修正量取 0。

(3) 声波传播途径引起的衰减 (ΔL_2)

① 障碍物衰减

a. 声屏障衰减量 (A_{bar}) 计算

无限长声屏障可按下式计算：

$$\Delta L_d = \begin{cases} 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{(1-t^2)}}{4 \arctan \sqrt{\frac{(1-t)}{(1+t)}}} \right], & 0 \leq t = \frac{40f\delta}{3c} \leq 1 \quad \text{dB(A)} \\ 10 \lg \left[\frac{3\pi\sqrt{(t^2-1)}}{2 \ln(t + \sqrt{t^2-1})} \right], & t = \frac{40f\delta}{3c} > 1 \quad \text{dB(A)} \end{cases}$$

式中： f —声波频率，Hz，取 500Hz。

$\delta = A+B-d$ 为声程差，m

c —声速，m/s

在道路建设项目评价中可采用 500Hz 频率的声波计算得到的屏障衰减量近似作为 A 声级的衰减量。

有限长声屏障计算，仍由上式计算。然后根据图 5.3.2-1 进行修正。

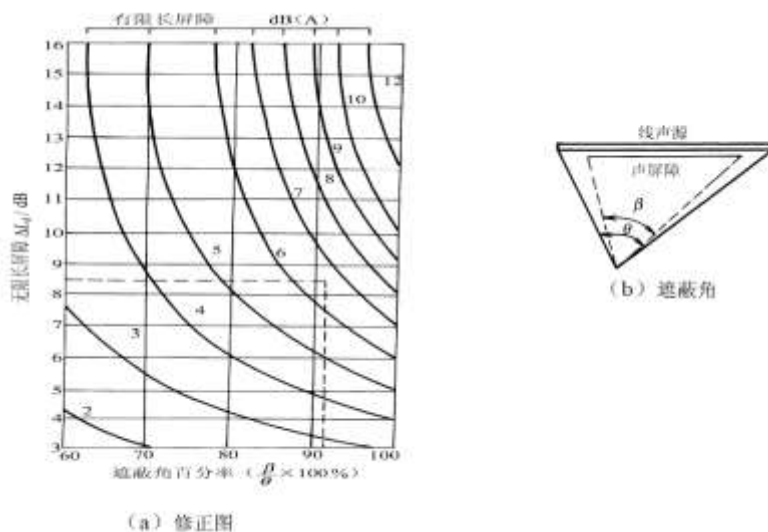


图 5.3.2-1 有限长声屏障及线声源的修正图

b.高路堤或低路堑两侧声影区衰减量计算

高路堤或低路堑两侧声影区衰减量为预测点在高路堤或低路堑两侧声影区内引起的附加衰减量。

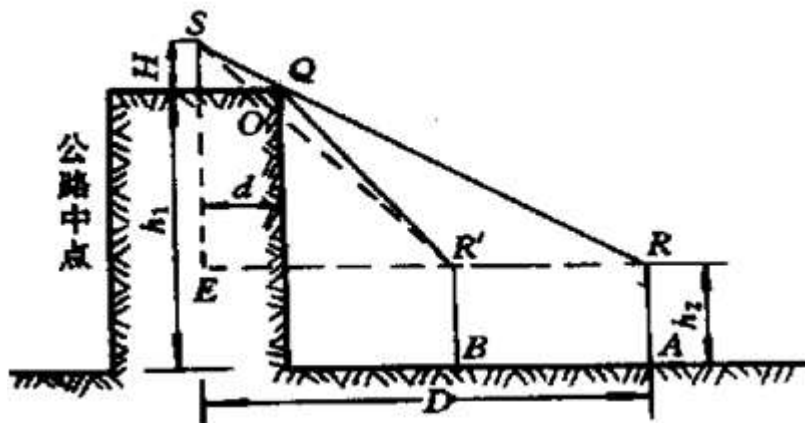


图 5.3.2-2 高路堤声照区及声影区示意图

图注：

H—声源高度； h_1 —预测点至路面的垂直距离；

D—预测点至路中心线的水平距离；

h_2 —预测点探头高度， $h_2=1.2\text{m}$ ；

d—公路宽度的 1/2。

由 $\triangle SER$ 可知：
$$\frac{D}{d} = \frac{H + (h_1 - h_2)}{H}$$

$D \leq \frac{H + (h_1 - h_2)}{H} d$ ，预测点在 A 点以内（如 B 点），则预测点处于声影区。

若 $D > \frac{H + (h_1 - h_2)}{H} d$ ，预测点在 A 点以外，则预测点处于声照区。

● 低路堑

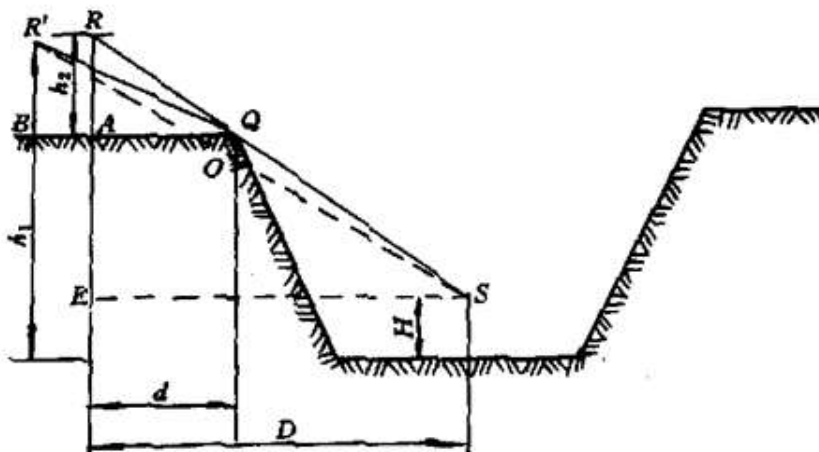


图 5.3.2-3 路堑声照区及声影区示意图

d—预测点至路堑边坡顶点的水平距离；

h_1 —预测点至路面的垂直距离。

图 5.3.2-3，由 $\triangle SER$ 可知：
$$\frac{D}{d} = \frac{h_2 + (h_1 - H)}{h_2}$$

若 $D > \frac{h_2 + (h_1 - H)}{h_2} d$ ，预测点在 A 点以外，则预测点处于声影区。

若 $(D - d) < D \leq \frac{h_2 + (h_1 - H)}{h_2} d$ ，预测点在 A 点以内，则预测点处于声照区。

当预测点处于声照区， $L_{2\text{声影区}}=0$ ；

当预测点处于声影区， $\Delta L_{2 \text{ 声影区}}$ 取决于声程差 δ 。图 5.3.2-5 为声程差计算示意图。由图可知， $\delta=A+B-C$ ，再根据非涅尔曲线得出噪声衰减量。各修正参数本报告针对不同敏感点的具体情况进行相应的调整。

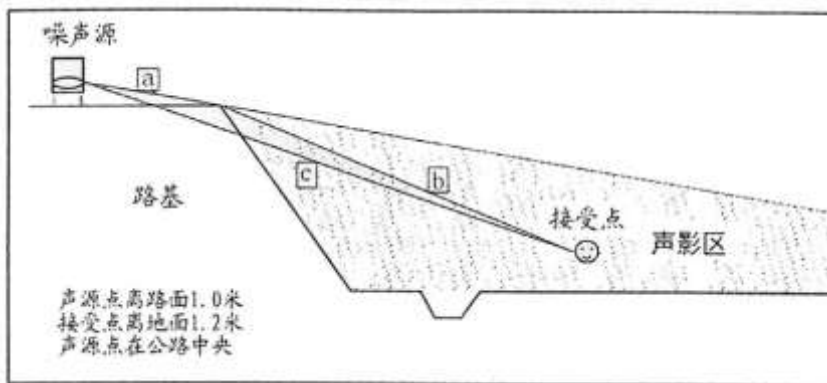


图 5.3.2-4 声程差计算示意图

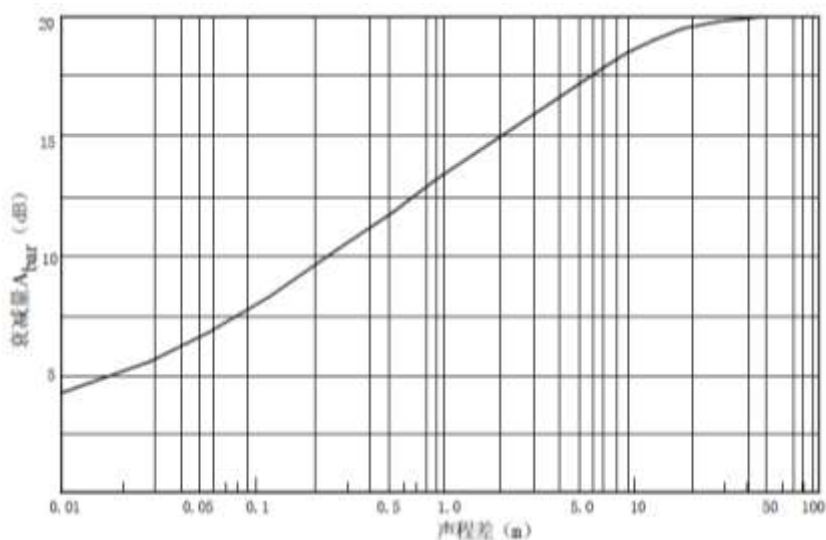


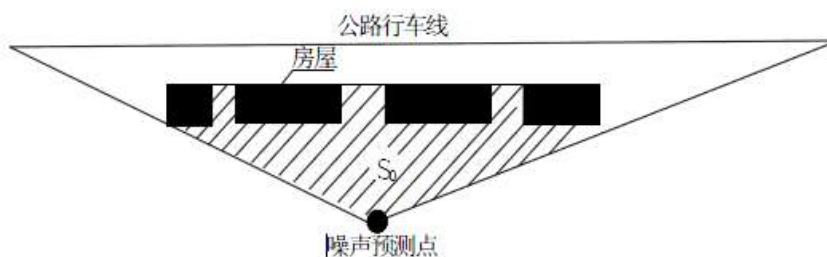
图 5.3.2-5 噪声衰减量 (A_{bar} 与声程差的关系曲线 ($f=500\text{Hz}$))

c. 农村房屋附加衰减值

农村房屋衰减量可参照 GB/T17247.2 附录 A 进行计算，在沿道路第一排房屋声影区范围内，近似计算按声级按表 5.3.2-2 和图 5.3.2-6 进行估算。

表 5.3.2-2 农村房屋噪声附加衰减量估算值

S/S0	A_{bar}
40%~60%	3dB (A)
70%~90%	5 dB (A)
以后每增加一排房屋	1.5 dB (A)
	最大衰减量≤10 dB (A)



S 为第一排房屋面积和，S₀ 为阴影部分（包括房屋）面积

图 5.3.2-6 农村房屋降噪量估算示意图

②空气吸收引起的衰减 (A_{atm})

$$A_{atm} = \frac{a(r - r_0)}{1000}$$

式中：

a 为温度、湿度和声波频率的函数，预测计算中一般根据建设项目所处区域常年平均气温和湿度选择相应的空气吸收系数（见表 5.3.2-3）。

表 5.3.2-3 倍频带噪声的大气吸收衰减系数 α

温度℃	相对湿度%	大气吸收衰减系数 a, dB/km							
		倍频带中心频率 Hz							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117.0
20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	28.8	202.0
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129.0
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

据调查，新会区多年平均相对湿度为 75.5%，多年平均气温为 22.9℃，因此本环评大气吸收衰减系数 a 取 2.8 dB/km，从而计算大气衰减系数。

③地面效应衰减 (A_{gr})

地面类型可分为：

- a) 坚实地面，包括铺筑过的路面、水面、冰面以及夯实地面。
- b) 疏松地面，包括被草或其他植物覆盖的地面，以及农田等适合于植物生长的地面。
- c) 混合地面，由坚实地面和疏松地面组成。

声波越过疏松地面传播时，或大部分为疏松地面的混合地面，在预测点仅计算 A 声级前提下，地面效应引起的倍频带衰减可用下式计算。

$$A_{gr} = 4.8 - \left(\frac{2h_m}{r}\right) \left[17 + \left(\frac{300}{r}\right)\right]$$

式中：

r —声源到预测点的距离， m ；

hm —传播路径的平均离地高度， m ；可按图 5.3.2-7 进行计算， $hm = F/r$ ； F ：面积， m^2 ； r ， m ；

若 A_{gr} 计算出负值，则 A_{gr} 可用“0”代替。

其他情况可参照 GB/T17247.2 进行计算。

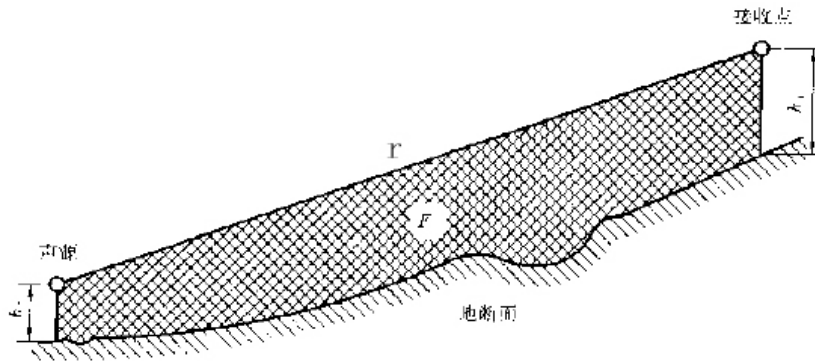


图 5.3.2-7 估计平均高度 hm 的方法

*本项目为高速公路，沿线靠近山区，两侧环境开阔，敏感点附近均为疏松地面，因此均以疏松地面类型进行衰减。

④绿化林带引起的衰减

绿化林带的附加衰减与树种、林带结构和密度等因素有关。在声源附近的绿化林带，或在预测点附近的绿化林带，或两者均有的情况都可以使声波衰减，见图 5.3.2-8。

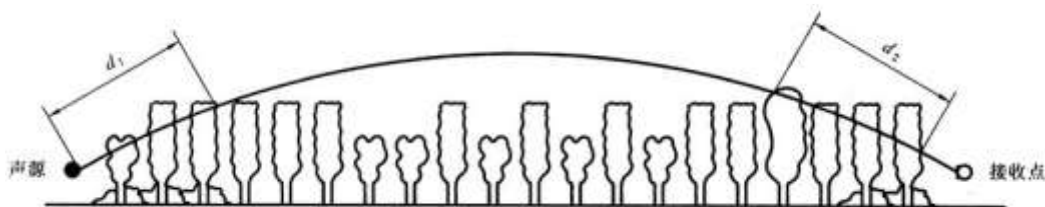


图 5.3.2-8 通过树和灌木时噪声衰减示意图

通过树叶传播造成的噪声衰减随通过树叶传播距离 df 的增长而增加，其中 $df = d_1 + d_2$ ，

为了计算 d_1 和 d^2 ，可假设弯曲路径的半径为 5km。

表 5.3.2-4 中的第一行给出了通过总长度为 10m 到 20m 之间的密叶时，由密叶引起的衰减；第二行为通过总长度 20m 到 200m 之间密叶时的衰减系数；当通过密叶的路径长度大于 200m 时，可使用 200m 的衰减值。

表 5.3.2-4 倍频带噪声通过密叶传播时产生的衰减

项目	传播距离 d_r (m)	倍频带中心频率 (Hz)							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
衰减 (dB)	$10 \leq d_r < 20$	0	0	1	1	1	1	2	3
衰减系数 (dB/m)	$20 \leq d_r < 200$	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.12

(4) 反射引起的修正量

a) 城市道路交叉路口噪声（影响）修正量

表 5.3.2-5 交叉路口的噪声附加量

受噪声影响点至最近快车道中轴线交叉点的距离 (m)	交叉路口 (dB)
≤ 40	3
$40 < D \leq 70$	2
$70 < D \leq 100$	1
> 100	0

b) 两侧建筑物的反射声修正量

地貌以及声源两侧建筑物反射影响因素的修正。当线路两侧建筑物间距小于总计算高度 30% 时，其发射声修正量为：

两侧建筑物是反射面时：

$$\Delta L_{\text{反射}} = \frac{4H_b}{w} \leq 3.2\text{dB} \quad (\text{式 5.3-1})$$

两侧建筑物是一般吸收性表面：

$$\Delta L_{\text{反射}} = \frac{2H_b}{w} \leq 1.6\text{dB} \quad (\text{式 5.3-2})$$

两侧建筑物为全吸收性表面： $\Delta L_{\text{反射}} \approx 0$

式中： w —为线路两侧建筑物反射面的间距，m；

H_b —为构筑物的平均高度， h ，取线路两侧较低一侧高度平均值代入计算，m。

*由于本项目为高速公路，沿线靠近山区，两侧敏感点多为低矮楼房，为环境开阔地

带，因此不考虑反射声修正量。

5.3.2.4 空旷地带噪声预测

根据本项目设计参数及不同预测年各路段在昼间、夜间的车流量，在仅考虑道路距离、空气衰减及地面效应的影响，假定公路两侧为空旷地带，预测公路为平路基的噪声值。本工程在 2025 年、2031 年及 2039 年各路段昼间和夜间距地面 1.2 米高处的噪声预测值见列于表 5.3.2-6，并根据空旷预测值计算出各路段的达标距离，具体见表 5.3.2-7。

表 5.3.2-6 敏感点空旷地带预测结果一览表

单位：dB (A)

预测路段	特征年	预测时段	与公路中心线距离 (m)							
			30.0	40.0	60.0	100.0	120.0	160.0	200.0	300
高栏港~ 赤溪东	2025 年	昼间	71.5	69.6	67.3	64.6	63.6	62.2	61.1	58.9
		夜间	65.7	63.8	61.4	58.7	57.8	56.3	55.2	53.1
	2031 年	昼间	73.5	71.6	69.2	66.5	65.6	64.1	63.0	60.9
		夜间	67.6	65.7	63.3	60.7	59.7	58.3	57.1	55.0
	2039 年	昼间	74.8	72.9	70.5	67.9	66.9	65.5	64.3	62.2
		夜间	68.9	67.0	64.7	62.0	61.0	59.6	58.4	56.3
赤溪东~ 赤溪西	2025 年	昼间	70.1	68.2	65.9	63.2	62.2	60.8	59.6	57.5
		夜间	64.2	62.3	60.0	57.3	56.4	54.9	53.8	51.6
	2031 年	昼间	71.9	70.0	67.6	64.9	64.0	62.5	61.4	59.3
		夜间	66.0	64.1	61.7	59.0	58.1	56.6	55.5	53.4
	2039 年	昼间	73.4	71.5	69.1	66.4	65.5	64.0	62.9	60.8
		夜间	67.5	65.6	63.3	60.6	59.6	58.2	57.0	54.9
赤溪西~ 中和	2025 年	昼间	69.5	67.6	65.3	62.6	61.7	60.2	59.1	56.9
		夜间	63.7	61.8	59.4	56.7	55.8	54.3	53.2	51.1
	2031 年	昼间	71.3	69.4	67.0	64.3	63.4	61.9	60.8	58.7
		夜间	65.4	63.5	61.2	58.5	57.5	56.1	54.9	52.8
	2039 年	昼间	72.8	70.9	68.6	65.9	64.9	63.5	62.3	60.2
		夜间	66.9	65.0	62.7	60.0	59.0	57.6	56.5	54.3

表 5.3.2-7 平路基情况下各路段达标距离一览表

单位：m

预测路段	预测标准	2025 年		2031 年		2039 年	
		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
高栏港~赤溪东	4a 类	38	208	52	300	66	385
	2 类	245	520	355	710	450	880
赤溪东~赤溪西	4a 类	31	159	40	220	51	295
	2 类	185	405	260	552	350	700
赤溪西~中和	4a 类	28	140	37	198	47	265
	2 类	166	368	235	502	310	640

注：以上距离为与公路中心线的距离。

由上表可以看出：随着交通量增加，公路两侧满足各类标准的运营期达标距离也相应加大。平路基的情况下，本项目满足 4a 区的要求，但 2 类区的达标距离较远，至营运远期为 880 米。由于本项目沿线主要丘陵、高山，线路布设以桥梁为主，敏感点的高差较大，考虑地形、前排遮挡等要素的影响，实际达标距离比表 5.3.2-7 中预测距离小，初步估算在达标距离在 300 米范围内。

5.3.2.5 敏感点噪声预测结果及评价

本章节将敏感点噪声进行预测，以了解整个项目通车后对周边敏感点的影响。根据现场踏勘结合相关资料，评价范围内敏感点共 5 个，噪声预测点包括 4a 类区敏感点第一排、第二排、后排以及二类区的第一排和后排，共计 12 处。按照导则，新建项目敏感点的噪声以贡献值和背景值的叠加值作为噪声的预测值来进行评价。

1. 预测结果

在进行项目营运初期、营运中期和营运远期的噪声值、与现状的差值及超达标情况及评估时针对项目特性，详见表 5.3.2-8。

(2) 沿线敏感点超标情况汇总

根据分析，本项目所有敏感点（5 个）/预测点（12 个）均位于 2 类区。敏感点在营运初期（2025 年）、营运中期（2031 年）和营运远期（2039 年）的超达标情况具体如下：

其中昼间预测结果显示：营运近期 2 个预测点超标，超标范围为 0.1~3.2 dB(A)，中期 6 个预测点超标，超标为 0.4~4.7 dB(A)，营运远期 6 个预测点超标，超标范围为 2.1~6.0 dB(A)。

夜间间预测结果显示：营运近期 7 个预测点超标，超标范围为 0.9~7.2 dB(A)，中期 8 个预测点超标，超标为 1.1~8.7 dB(A)，营运远期 8 个预测点超标，超标范围为 2.4~10.1 dB(A)。

2. 等声级线图

①水平方向等声级线图：采用环安噪声预测软件，根据导则要求，选取本项目主线 K30+400~K30+500 路段（中和村）绘制项目等声级线图，作出项目营运近期、中期和远期的敏感点噪声等声级线图。详见图 5.3.2-9~图 5.3.2-11。

②垂直方向等声级线图：本项目噪声评价为一级评价，以项目主线营运期主线 K30+400~K30+500 路段（中和村）垂直等声级线第一排建筑为代表，采用环安噪声预

测软件，按照导则要求绘制垂直方向等声级线图，具体见图 5.3.2-12。

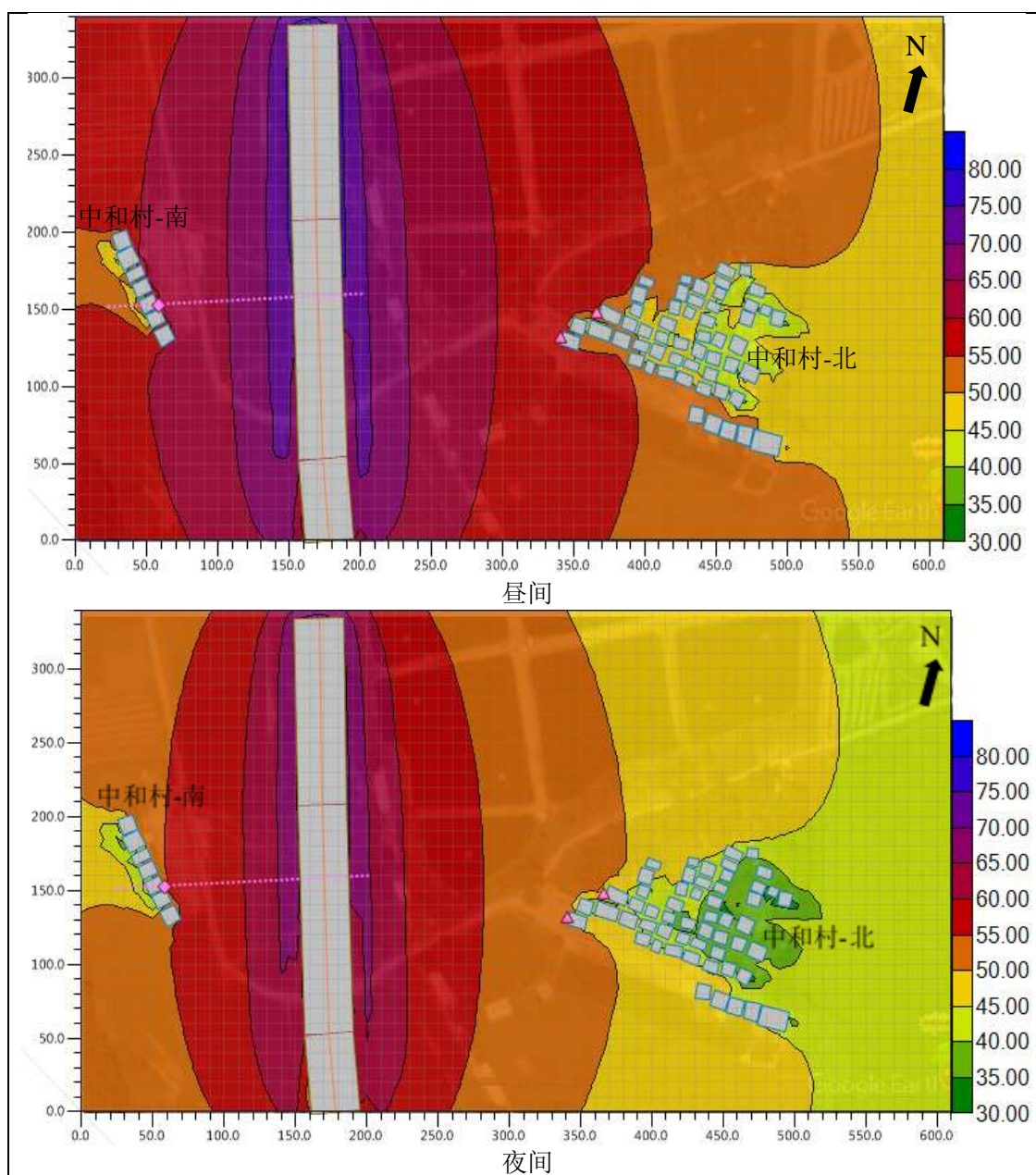


图 5.3.2-9 K30+400~K30+500 路段（中和村）近期昼、夜间等声级线图

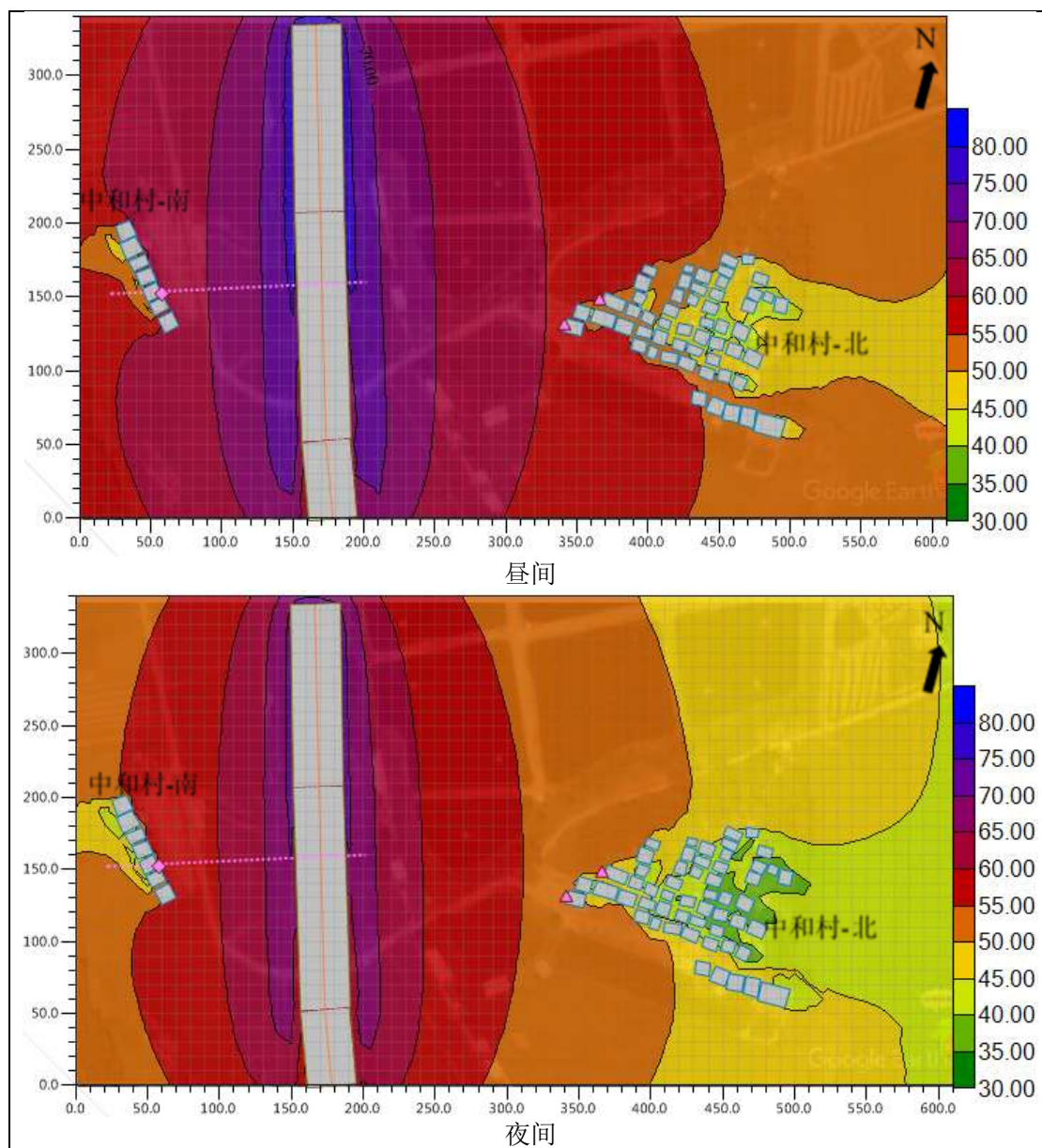


图 5.3.2-10 K30+400~K30+500 路段（中和村）中期昼、夜间等声级线图

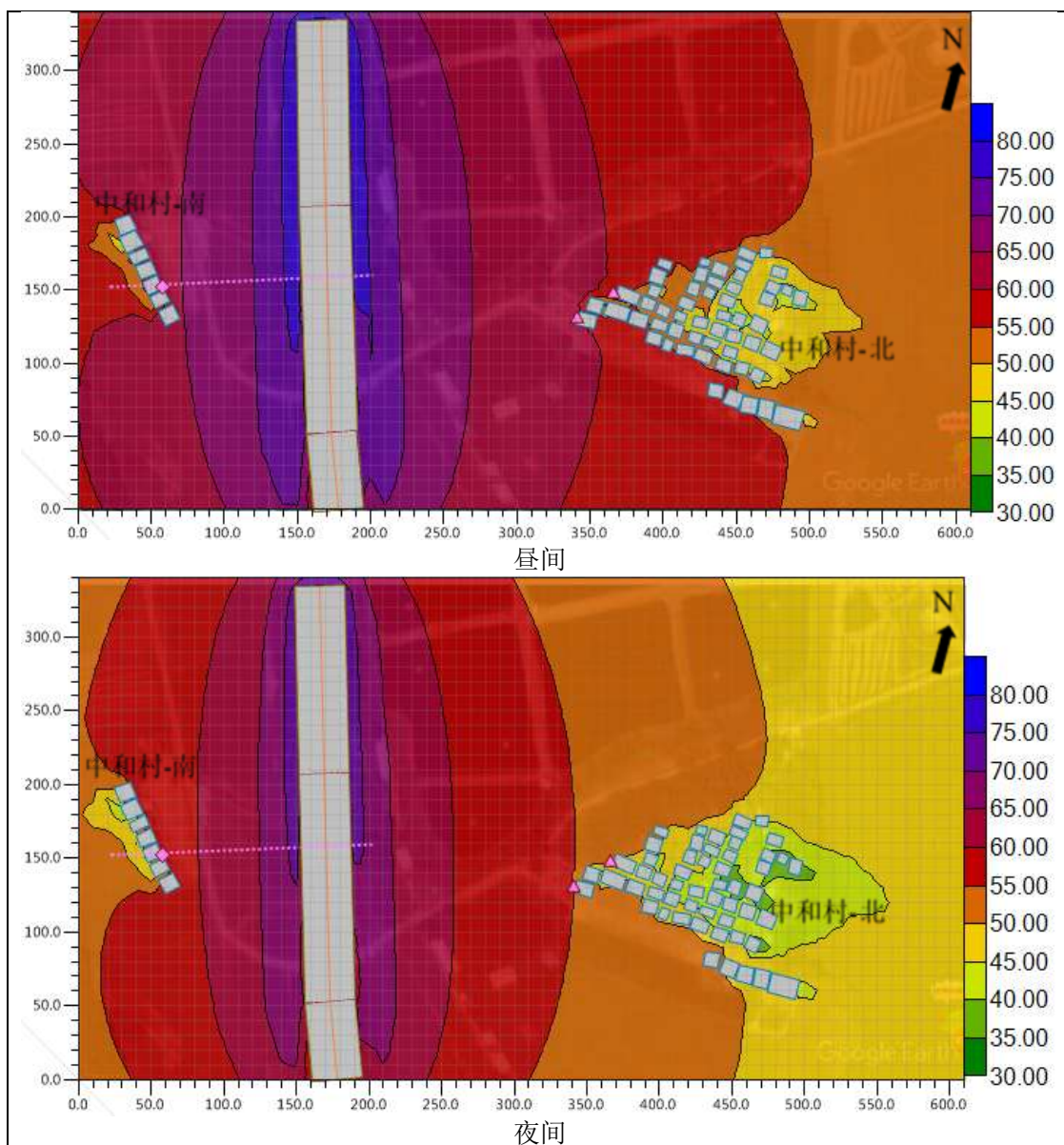
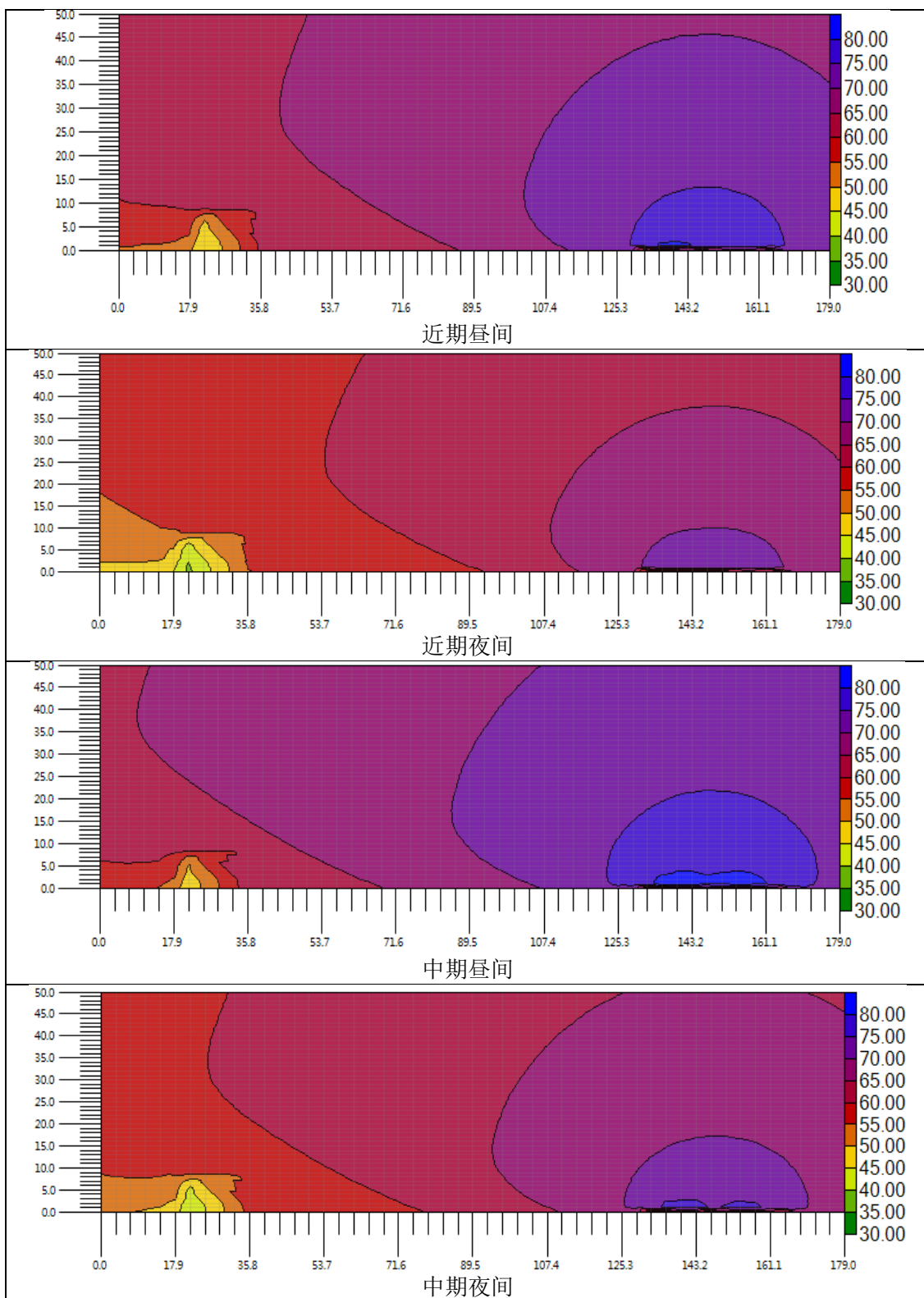


图 5.3.2-11 K30+400~K30+500 路段（中和村）远期昼、夜间等声级线图



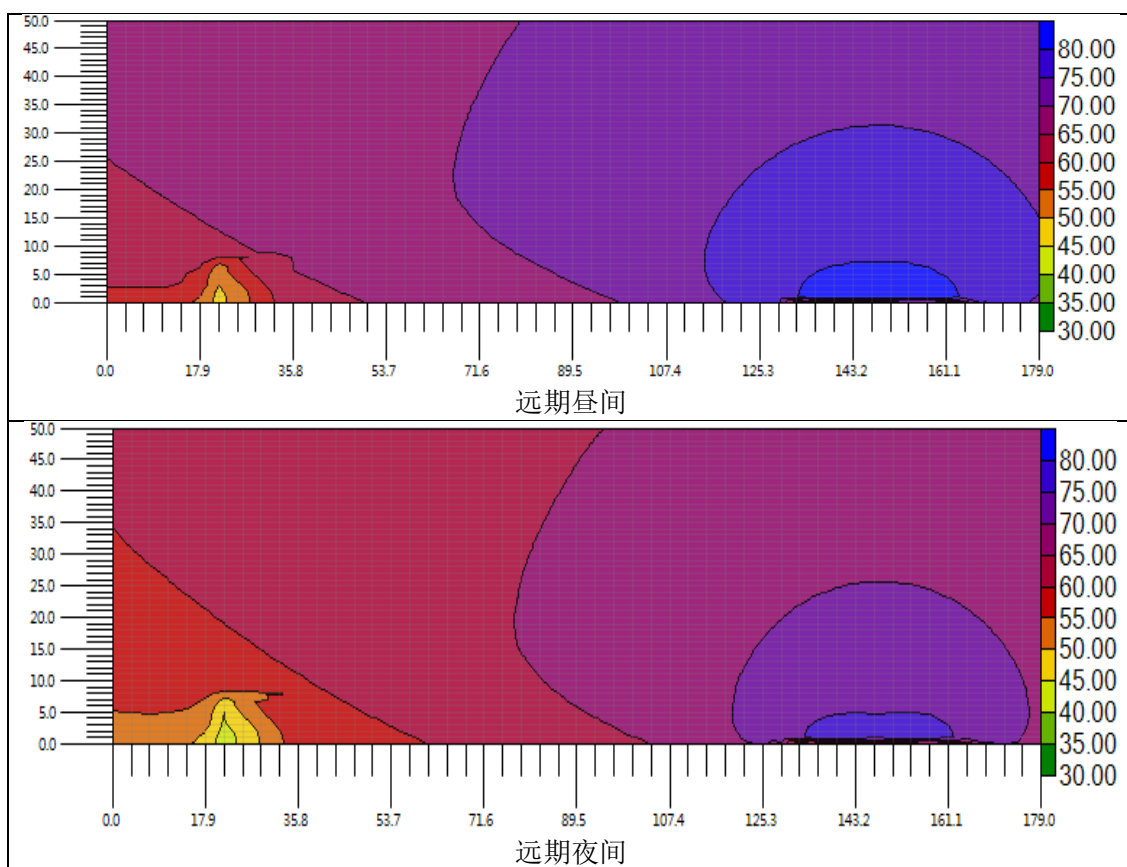


图 5.3.2-12 营运各阶段中和村-南路段垂直等声级线图

表 5.3.2-8 敏感点营运期噪声预测汇总一览表

单位: dB(A)

序号	敏感点名称	位置	与中心线距离(m)	高差(m)	现状监测值	贡献值			叠加值			与现状增加值			是否超标			预测标准
						2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年	
1-1	五和村	第一排	196	-18	47.8	56.1	57.9	59.4	56.7	58.3	59.7	9.0	10.5	12.0	达标	达标	达标	2
					42.2	50.3	52.0	53.5	50.9	52.5	53.9	8.7	10.3	11.7	0.9	2.5	3.9	
1-2	五和村	村中	229	-18	47.8	47.8	49.5	51.0	50.8	51.7	52.7	3.0	4.0	5.0	达标	达标	达标	2
					42.2	41.9	43.6	45.2	45.1	46.0	46.9	2.9	3.8	4.7	达标	达标	达标	
2-1	地罗村	第一排	210	0	45.1	58.8	60.6	62.1	59.0	60.7	62.2	13.9	15.6	17.1	达标	0.7	2.2	2
					41.2	52.9	54.7	56.2	53.2	54.9	56.3	12.0	13.7	15.1	3.2	4.9	6.3	
2-2	地罗村	第三排	237	0	45.1	51.7	53.4	55.0	52.5	54.0	55.4	7.5	9.0	10.3	达标	达标	达标	2
					41.2	45.8	47.6	49.1	47.1	48.5	49.7	5.9	7.3	8.5	达标	达标	达标	
3-1	中和村-南(1层)	第一排	105	-2	53.6	62.3	64.1	65.6	62.9	64.5	65.9	9.3	10.9	12.3	2.9	4.5	5.9	2
					46.5	56.5	58.2	59.7	56.9	58.5	59.9	10.4	12.0	13.5	6.9	8.5	9.9	
	中和村-南(2层)	第一排	105	-2	55.0	62.3	64.1	65.6	63.1	64.6	66.0	8.1	9.6	11.0	3.1	4.6	6.0	2
					48.0	56.5	58.2	59.7	57.0	58.6	60.0	9.0	10.6	12.0	7.0	8.6	10.0	
	中和村-南(3层)	第一排	105	-2	55.7	62.3	64.1	65.6	63.2	64.7	66.0	7.5	9.0	10.3	3.2	4.7	6.0	2
					49.1	56.5	58.2	59.7	57.2	58.7	60.1	8.1	9.6	11.0	7.2	8.7	10.1	
3-2	中和村-北	第一排	171	-2	44.6	59.9	61.6	63.1	60.0	61.7	63.2	15.4	17.1	18.6	达标	1.7	3.2	2
					41.3	54.0	55.7	57.3	54.2	55.9	57.4	13.0	14.6	16.1	4.2	5.9	7.4	
3-3	中和村-北	第二排	221	-2	44.0	58.5	60.3	61.8	58.7	60.4	61.9	14.7	16.4	17.9	达标	0.4	1.9	2
					40.3	52.7	54.4	55.9	52.9	54.6	56.1	12.7	14.3	15.8	2.9	4.6	6.1	

序号	敏感点名称	位置	与中心线距离 (m)	高差 (m)	现状监测值	贡献值			叠加值			与现状增加值			是否超标			预测标准
						2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年	2025年	2031年	2039年	
3-4	中和村-北	后排	295	-3	44.0	52.0	53.8	55.3	52.7	54.2	55.6	8.7	10.3	11.7	达标	达标	达标	2
					55.4	58.1	59.9	61.4	60.0	61.2	62.4	4.6	5.8	7.0	达标	达标	达标	
4-1	福田村-1层	第一排	185	-25	55.4	58.1	59.9	61.4	60.0	61.2	62.4	4.6	5.8	7.0	达标	1.2	2.4	2
					46.2	52.2	54.0	55.5	53.2	54.6	56.0	7.0	8.5	9.8	3.2	4.6	6.0	
	福田村-2层	第一排	185	-25	54.4	58.8	60.6	62.1	60.1	61.5	62.8	5.8	7.1	8.4	0.1	1.5	2.8	2
					45.0	52.9	54.7	56.2	53.6	55.1	56.5	8.6	10.1	11.5	3.6	5.1	6.5	
	福田村-3层	第一排	185	-25	52.8	59.6	61.4	62.9	60.4	61.9	63.3	7.6	9.1	10.5	0.4	1.9	3.3	2
					44.5	53.7	55.5	57.0	54.2	55.8	57.2	9.8	11.4	12.8	4.2	5.8	7.2	
4-2	福田村	后排	292	-32	55.4	50.6	52.4	53.9	56.6	57.2	57.7	1.2	1.8	2.3	达标	达标	达标	2
					46.2	44.8	46.5	48.0	48.5	49.3	50.2	2.4	3.2	4.0	达标	达标	0.2	
5-1	月湾村	第一排	242	-4	46.9	58.6	60.4	61.9	58.9	60.6	62.1	12.0	13.7	15.2	达标	0.6	2.1	2
					42.4	52.8	54.5	56.0	53.2	54.8	56.2	10.8	12.4	13.8	3.2	4.8	6.2	
5-2	月湾村	后排	297	17.25	46.9	54.6	56.3	57.8	55.3	56.8	58.2	8.4	9.9	11.3	达标	达标	达标	2
					42.4	48.7	50.4	52.0	49.6	51.1	52.4	7.2	8.7	10.0	达标	1.1	2.4	

表 5.3.2-9 敏感点超标情况评估一览表

单位: dB(A)

序号	敏感点名称	位置	与中心线距离 (m)	高差 (m)	预测时间	超达标情况 (达标/超标量)			评估结论		
						2025 年	2031 年	2039 年			
1-1	五和村	第一排	196	-18	昼间	达标	达标	达标	敏感点第一排营运近期、中期和远期均为昼间达标、夜间超标；而后排村中预测点在营运各阶段昼、夜间均达标。该敏感点超标为第一排和后排村中之间约 20 户 (60 人)		
					夜间	0.9	2.5	3.9			
1-2	五和村	村中	229	-18	昼间	达标	达标	达标			
					夜间	达标	达标	达标			
2-1	地罗村	第一排	210	0	昼间	达标	0.7	2.2		敏感点第一排营运近期、中期和远期均为昼间达标、夜间超标；而后排在在营运各阶段昼夜间均达标。该敏感点超标为前两排约 20 户 (60 人)	
					夜间	3.2	4.9	6.3			
2-2	地罗村	第三排	237	0	昼间	达标	达标	达标			
					夜间	达标	达标	达标			
3-1	中和村-南 (1 层)	第一排	105	-2	昼间	2.9	4.5	5.9			该敏感点位于南侧仅一排居民楼，在营运近期、中期和远期的昼、夜间均超标；敏感点位于北侧的第一排、第二排居民楼除了近期昼间达标外，其余时段均超标，但是后排的居民楼达标。总体来看，超标主要为南侧约 7 户和北侧第一排至后排之间共 35 户。因此，该敏感点总计 42 户超标，需要采取降噪措施。
					夜间	6.9	8.5	9.9			
	中和村-南 (2 层)	第一排	105	-2	昼间	3.1	4.6	6.0			
					夜间	7.0	8.6	10.0			
中和村-南 (3 层)	第一排	105	-2	昼间	3.2	4.7	6.0				
				夜间	7.2	8.7	10.1				
3-2	中和村-北	第一排	171	-2	昼间	达标	1.7	3.2			
					夜间	4.2	5.9	7.4			
3-3	中和村-北	第二排	221	-2	昼间	达标	0.4	1.9			
					夜间	2.9	4.6	6.1			
3-4	中和村-北	后排	295	-3	昼间	达标	达标	达标			
					夜间	达标	达标	达标			
4-1	福田村-1 层	第一排	185	-25	昼间	达标	1.2	2.4	福田村第一排在营运近期、中期和远期均有不同程度的超标，而后排除了营运远期夜间有轻微超标外，其余时段均达标。该敏感点超标为评价范围内共约 50 户 (150 人)。		
					夜间	3.2	4.6	6.0			
	福田村-2 层	第一排	185	-25	昼间	0.1	1.5	2.8			
					夜间	3.6	5.1	6.5			

序号	敏感点名称	位置	与中心线距离 (m)	高差 (m)	预测时间	超达标情况 (达标/超标量)			评估结论
						2025 年	2031 年	2039 年	
	福田村-3 层	第一排	185	-25	昼间	0.4	1.9	3.3	敏感点第一排营运近期昼间达标，其余时段均超标；而后排除了营运远期夜间超标外，其余时段均达标。该敏感点超标为评价范围内共 8 户 (24 人)。
					夜间	4.2	5.8	7.2	
4-2	福田村	后排	292	-32	昼间	达标	达标	达标	
					夜间	达标	达标	0.2	
5-1	月湾村	第一排	242	-4	昼间	达标	0.6	2.1	
					夜间	3.2	4.8	6.2	
5-2	月湾村	后排	297	17.25	昼间	达标	达标	达标	
					夜间	达标	1.1	2.4	

5.3.2.6 敏感点降噪及达标分析

根据上述预测结果，由于项目交通量大，沿线敏感点有不同程度的超标。因此需采取必要的降噪措施，最大程度降低营运期的交通噪声对周边敏感点的影响。

本项目沿线评价范围内集中的居民住宅区不多，根据沿线敏感点特征、结合道路特点、所需降噪效果以及各种降噪措施适用的条件等因素考虑后，最终采取措施以通风隔声窗为主。

以《地面交通噪声污染防治技术政策》(环发[2010]7号)为指导，按中期环境噪声预测值实施措施；优先考虑对噪声源和传声途径采取工程技术措施，实施噪声主动控制，以使室外声环境质量达标；如不宜对交通噪声实施主动控制的，对噪声敏感建筑物采取有效的噪声防护措施，参照《民用建筑隔声设计规范》(GB50118-2010)，保证室内声环境质量符合要求。具体措施制定原则具体如下：

①敏感点的室外声环境超标量在 3dB(A) 以下采取预留通风隔声窗措施，并要求营运期加强跟踪监测，一旦超标立即采取隔声窗措施。

②尽管项目营运期对达标敏感点会产生较大的影响，但是在采取相应的措施后，各敏感点的声环境均能够符合室外相应标准限值或《民用建筑隔声设计规范》(GB50118-2010) 标准要求。具体降噪措施及效果分析详见 6.3.3 章节。

5.3.2.7 营运期声环境影响小结

(1) 空旷地带预测分析：

由预测结果可以看出：随着交通量增加，公路两侧满足各类标准的运营期达标距离也相应加大。平路基的情况下，本项目满足 4a 区的要求，但 2 类区的达标距离较远，至营运远期为 880 米。由于本项目沿线主要丘陵、高山，线路布设以桥梁为主，敏感点的高差较大，考虑地形、前排遮挡等要素的影响，实际达标距离比表 5.3 14 中预测距离小，初步估算在达标距离在 300 米范围内。

(2) 敏感点预测分析：

根据分析，本项目所有敏感点(5个)/预测点(12个)均位于 2 类区。敏感点在营运初期(2025年)、营运中期(2031年)和营运远期(2039年)的超达标情况具体如下：

其中昼间预测结果显示：营运近期 2 个预测点超标，超标范围为 0.1~3.2 dB(A)，中期 6 个预测点超标，超标为 0.4~4.7 dB(A)，营运远期 6 个预测点超标，超标范围为 2.1~6.0 dB(A)。

夜间间预测结果显示：营运近期 7 个预测点超标，超标范围为 0.9~7.2 dB(A)，中期 8 个预测点超标，超标为 1.1~8.7 dB(A)，营运远期 8 个预测点超标，超标范围为 2.4~10.1 dB(A)。

3.降噪措施分析

鉴于各敏感点的超标状况，根据沿线敏感点特征、结合道路特点、所需降噪效果以及各种降噪措施适用的条件等因素考虑后，最终采取措施以通风隔声窗为主。具体见 9.3.3 章节。

由此可见，尽管项目营运期的交通噪声将对周边敏感点的声环境带来一定的影响，但是在采取措施的情况下，交通噪声带来的影响将大大降低。

5.3.3 小结

1.施工期

施工场界的噪声：从表 5.3.5 计算可以看出，由于施工期施工机械较多，2 类声环境功能区中情景 1、情景 2 和情景 3 下，昼间的达标距离为 195 米，夜间为 620 米；如果施工营地旁边设置了混凝土和沥青搅拌站，昼间达标距离为 205 米，夜间为 650 米。

由于在夜间超标距离超出 300 米，因此，禁止夜间施工，若因工艺要求需夜间连续施工的须报当地环保局批准同意并告知附近居民。

本报告共对沿线 5 个敏感点进行了预测，预测结果显示除了月湾村由于距离远，噪声达标外，其余敏感点均出现了不同程度的超标，超标范围为 0.2dB(A)~7.1dB(A)，最大超标敏感点为中和村-南。

由于项目施工期间施工过程较为复杂和多变，因此，项目实际施工过程对敏感点的影响可能会有一定的差别，必要时对超标明显的敏感点采取移动声屏障措施，同时加强施工期的日常监测和管理。施工期的噪声的影响将随着施工作业结束而消失。

2.营运期

根据分析，本项目所有敏感点（5 个）/预测点（12 个）均位于 2 类区。敏感点在营运初期（2025 年）、营运中期（2031 年）和营运远期（2039 年）的超达标情况具体如下：

其中昼间预测结果显示：营运近期 2 个预测点超标，超标范围为 0.1~3.2 dB(A)，中期 6 个预测点超标，超标为 0.4~4.7 dB(A)，营运远期 6 个预测点超标，超标范围为 2.1~6.0 dB(A)。

夜间间预测结果显示：营运近期 7 个预测点超标，超标范围为 0.9~7.2 dB(A)，中期 8 个

预测点超标，超标为 1.1~8.7 dB(A)，营运远期 8 个预测点超标，超标范围为 2.4~10.1 dB(A)。

5.4 大气环境影响分析与评价

5.4.1 施工期环境空气影响分析

拟建公路工程建设过程中，将进行大量的土石方挖填，筑路材料运输及拌和、沥青的熬炼、摊铺等作业工作。本项目路面主要为沥青路面。因此，该工程施工期主要环境空气污染物是 TSP，其次为沥青熬炼、摊铺时的烟气和少量苯并[a]芘以及动力机械排出的尾气污染物，其中，尤以 TSP 对周围环境影响较为突出。

5.4.1.1 道路施工过程 TSP 影响分析

TSP 主要来源是开放或封闭不严的材料存放和混凝土拌和、施工车辆运输中的漏撒、临时及未铺装道路路面扬尘、筑路机械往复泛起的二次扬尘等。

1. 物料拌和扬尘

筑路属于短期施工行为，灰土拌和可以分为路拌和站拌两种工艺，前者是在施工现场拌和，后者指集中拌和后，由车辆将成品运至施工路段。两种拌和工艺在拌和过程均会产生大量粉尘。路拌引起的尘污染特点是随施工地点的迁移而移动，污染面较窄，但受污染纵向范围较长，影响范围一般集中在下风向 50m 的条带范围内；而站拌引起的尘污染则集中在拌和站周围，且量大面宽，影响范围可达下风向 150m（根据华南所 2000 年《深圳供水工程施工现场监测结果》）。

根据本项目工期安排，工程路基填筑作业将在 55 个月内完成，整个工序过程涉及 5 个秋季、5 个冬季的干燥季节，其路基填筑作业可能对线路两侧 50m 内的敏感点和拌和站周围 150m 范围内的敏感点造成一定的尘污染。

2. 堆场扬尘

一般在预制场、拌和站和施工场地内设置物料堆场，堆场物料的种类、性质及风速与起尘量有很大关系，比重小的物料容易受扰动而起尘，物料中小颗粒比例大时起尘量相应也大。堆场的扬尘包括料堆的风吹扬尘、装卸扬尘和过往车辆引起路面积尘二次扬尘等，这将产生较大的尘污染，会对周围环境带来一定的影响，但通过洒水可有效抑制扬尘量，根据调查一般可使扬尘量减少 70%。此外，一些粉状材料采取塑料薄膜遮盖等一些防风措施减少扬尘污染。

因此，建议尽量采用站拌的集中搅拌方式，采取全封闭作业，并安装净化设施。根据现有施工方案，本项目共设置 14 个施工临建区、2 个取土场和 7 个弃土场。为避免拌和扬尘及堆场扬尘对敏感点的影响，对施工现场必须采取防治措施，如场界设置围挡，运输车采用篷布遮严，以及施工现场定期洒水等，以减少施工扬尘对环境敏感点的影响。

3.道路扬尘

施工车辆在未铺装道路上产生扬尘污染比较严重，且影响范围也较大。据有关资料介绍，扬尘属于粒径较小的降尘（10~20 μm ），而未铺装道路表面（泥土）粉尘粒径分布小于 5 μm 的占 8%；5~10 μm 的占 24%；大于 30 μm 的占 68%。因些施工便道和正在施工的道路极易起尘，对周围居民的生活、外出和健康等产生较大的影响，但扬尘与灰土拌和产生的粉尘相比，危害较小，且影响周期也较短。为减少起尘量，应采取洒水抑尘措施。

由于本建设项目地处南方地区，雨量充沛，气候湿润，有利于粉尘沉降，加上沿线植被覆盖率较高，土壤湿润，能阻止尘土飞扬。因此，在干旱季节，只要采取适当措施，完全可以将施工带来的粉尘污染降到最小限度。

4.物料运输扬尘

本项目施工所需石料、沙料均采用汽车运输，主要通过现有道路作为施工材料运输通道。道路扬尘与路面积尘数量与湿度、施工机械和运输车辆速度、风速有关，此外风速和风向还直接影响道路扬尘的污染范围。由于乡村道路等级不高，路面含尘量较高，尤其遇到干旱少雨季节，道路扬尘较为严重。另外，筑路材料尤其是粉状材料若遮盖不严，在运输过程中也会随风起尘，对运输道路两侧的居民产生影响，特别是大风天气，影响将更为严重。

为减少物料运输扬尘对运输道路两侧居民的影响，施工过程中需要对运输物料进行严密遮盖，控制车辆运行速度，在大风天气尽量避免物料运输。

5.4.1.2 沥青烟和苯并[a]芘的影响分析

沥青烟主要来源于施工时沥青拌合和摊铺过程。沥青烟雾中含有 THC、TSP 及苯并[a]芘等有毒有害物质，这些有毒有害物质对操作人员和近距离周围居民的身体健康有一定的影响。沥青铺浇路面时所产生的烟气，其污染影响距离一般在 50 m 之内。由于沥青混凝土施工为移动进行，所以对固定地点的影响只是暂时的，持续时间约 1d。因此，只要在沥青摊铺时选择合适的天气，尽量避开下风向存在较近环境敏感点的时段，即可

减轻对人群健康及周边环境的影响。

5.4.1.3 隧道施工对大气环境的影响

本项目推荐方案共布置隧道 2 座，在隧道施工过程中会受到一定的影响。隧道工程施工过程中对大气环境的影响主要来自三个方面：一、凿岩、挖掘、爆破等过程中产生的粉尘，以及汽车及其他行走的机械设备在运行的过程中产生的扬尘；二、各种施工机械燃油产生的尾气；三、爆破过程中产生的 N、S 等有害气体化合物。

①施工粉尘

据有关资料表明，爆破及其他施工过程中所产生的尘埃影响范围大约为 700m。施工过程产生的扬尘对施工区域内大气环境质量具有较大影响，并且可在短时期内使空气中 TSP 浓度维持较高水平。

②施工设备燃油废气

隧道施工过程使用的机械设备主要以柴油作为燃料，使用以柴油机作动力的设备主要有：钻爆设备（凿岩台车），装碴设备（正装侧卸式装载机、挖掘机），运渣设备（拖拉机、柴油自卸汽车）等。柴油机排放的有害物主要有：碳氢化合物（HC）、一氧化碳（CO）、氮氧化物（NO）、氧化硫及颗粒物等。由于隧道内空间小，独头掘进通风条件差，工程机械在隧道内作业，柴油机排放出的大量废气难以排净，对隧道形成长时间污染，危害工人的身体健康。

③爆破施工产生的主要气体物质为 N_2 、NO、 NO_2 、 NH_3 、 H_2S 、 SO_2 、 SO_3 等，污染物产生量随爆破强度变化较大，随爆破强度增大而增大。主要对隧道施工人员产生一定的影响。

可见，隧道施工过程产生的粉尘、有害气体将对环境产生一定的不利影响，对工人身体健康带来威胁。可采取以下污染防治技术及方法，达到减少环境污染，保护施工人员身体健康的效果：

①施工场地和运输道路应经常洒水，尽可能减少灰尘的产生，对易扬尘的生产设施采用蓬布罩盖，以有效防尘、降尘。

②采用湿式凿岩机，严禁使用干式凿岩机。采用湿式凿岩与干式凿岩相比，可降低 80% 的粉尘。

③采用湿喷法喷射混凝土。经检测表明：采用湿喷法比干喷法可降低粉尘 85%。

④采用水封爆破：即在炮眼底部装入炸药后，用木塞或黄泥封严（采用专用封口器），

封口后向孔内注水，再进行爆破。当炸药爆炸时所形成的高温、高压水迅速汽化，然后冷凝形成微小水滴，受爆破波冲击的瞬间微小的水滴和粉尘获得巨大的功能，加速碰撞而凝结并使粉尘渐渐沉降而不致飞扬。

⑤水幕降尘：把水雾化成湿水滴喷射到空气中，使之与空气中的粉尘碰撞，则尘粒附于水滴上，被潮湿的尘粒凝聚成大颗粒，加快了其降落速度，从而达到除尘的目的；水幕降尘器安装在距掌子面 30m、50m 和 100m 处的起拱线上，对面交叉喷雾降尘，形成一道道水幕，所以，对爆破后及出渣中的降尘有明显的效果。

⑥高压射流：高压流体(风和水混合)从喷嘴高速喷出后，其周围形成负压，把空气吸入。吸入的空气与射流在混合管内混合，发生能量交换，使被吸入的空气获得能量而沿风筒流动，带出粉尘和有害气体。高压射流器安装在拱顶 500m 处，特殊位置增设。

⑦机械通风：爆破施工产生的主要气体物质为 N、S 等有害气体化合物，爆破工程产生的有害气体聚积于隧道内部，具有较高浓度。主要对洞内施工人员带来一定危险。因此应采用大功率送风机或排风机，通过管道将新鲜空气带入洞内，将洞内污浊空气排出。隧道内通风要保证有足够的风量、风压，风筒基本完好无损且吊挂顺直。

⑧机械净化：主要指内燃机废气的净化，包括机内净化和机外净化。机内净化是调整喷油嘴的喷油效果，在燃油内添加高效添加剂，使燃油燃烧更充分，产生的有害气体更少。机外净化是采用催化氧化和水洗法二级净化系统，其中一级净化是促进氧化反应，水洗法则是通过涤烟机清除碳烟及颗粒物。

⑨施工人员佩带防尘口罩等安全防护用品，做好防护措施。

5.4.2 营运期环境空气影响分析

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)，环境空气评价等级为三级，因此不进行进一步的预测与评价。

1. 沿线汽车尾气

总体上看，汽车尾气污染物的影响主要局限在道路两侧较近距离的范围内，对公路两侧的环境空气质量有一定的影响，在近期、中期和远期正常车流量下，本项目大气污染物排放浓度较低，不会对各敏感点的大气环境质量造成不良影响，且广东省已于 2015 年 7 月 0 日起在珠三角全面实施国 V 标准，由此产生的污染物浓度将更小，汽车尾气带来的影响将进一步降低，不会对周围大气环境造成明显影响。

2. 隧道口大气污染物

根据长安大学邓顺熙教授采用流体力学和质量守恒原理对我国目前最长的公路隧道—秦岭终南山特长隧道（长 18.020km）洞口外污染物浓度场进行了扩散分析和数值分析求解，得出结论：公路隧道洞口排气污染物浓度分布由洞口中心处的最高浓度随平面距离的增加而衰减，尤其是在无地形阻挡的情况下衰减较为显著；大气稳定度对公路隧道洞口外污染物浓度分布影响很大，在大气处于稳定时，污染物扩散能力受到抑制，当大气不稳定时，湍流运动加强，从洞口排出的污染物扩散迅速，洞口周围污染物浓度较低；模拟大气稳定度分别为 B、D、E 三种情况下隧道洞口外 CO 浓度分布可知，隧道洞口外 60m 及 90m 处最大 CO 浓度分别不超过 $10.00\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $8.5\text{mg}/\text{m}^3$ ，由以上结论可知该特长公路隧道口排污对 60m 外敏感点的环境空气影响较小。

本项目推荐线共有隧道 2 座：其中长隧道 1690m/1 座，中隧道 922.5m/1 座，隧道附近均无敏感点。因此隧道口废气污染物不会对沿线居民生活环境造成影响。

5.4.3 小结

总体来看，施工期废气主要为扬尘、沥青烟气，针对扬尘主要采取洒水措施，针对沥青烟气主要选择合适的天气，同时隧道施工采取降尘、通风措施，对大气环境影响较小。

营运期排放的 CO、NO₂ 对道路两侧的影响增幅不大，影响区域内 CO、NO₂ 大气环境浓度仍满足相应标准的要求。同时由于隧道口远离敏感点，隧道口大气污染物对敏感点影响很小。

总体来说项目施工期和营运期在采取措施的情况下对大气环境的影响较小。

5.5 生态环境影响分析与评价

5.5.1 对海洋生态环境的影响分析

本工程施工期对海洋生态环境的影响主要为：

- (1) 桥墩桩基施工过程中产生的悬浮泥沙对海洋生物的影响；
- (2) 桥墩桩基占用海域面积，该部分海域生境丧失对海洋生态系统及渔业资源和渔业生产的影响。

5.5.1.1 海洋生物资源影响分析

本项目用海主要是施工期间对生活在水中的水生生物产生不良影响。海洋生物按生活习性可分为浮游生物、自游生物和底栖生物三大生态类群，工程建设期间悬浮泥沙对

不同生态类群的影响方式和影响程度也不尽相同。

(1) 项目海上施工作业对底栖生物影响分析

项目桩基和疏浚用海区域将改变其占用海域底栖生物原有的栖息环境，除部分活动能力较强的底栖种类能够逃往他处而存活外，大部分底栖生物被掩埋、覆盖而死亡，对底栖生物群落的破坏是不可逆转的。施工期产生的悬浮泥沙对底栖生物的影响很小。

(2) 项目海上施工对浮游动植物影响分析

① 对浮游植物影响分析

从海洋生态角度来看，施工海域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱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。

在海洋食物链中，除了初级生产者—浮游藻类以外，其他营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个海洋生态食物链的影响是多环节的。

② 对浮游动物的影响

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

此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量大到 300 mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。同时，过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

施工引起的环境影响是局部的，低浓度的，且这种不良影响是暂时的，当施工结束后，这种影响也将随之消失。

(3) 项目海上施工对渔业资源的影响分析

① 对渔业资源影响分析

项目海上施工会对渔业捕捞产生一定影响。鱼类等水生生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的。

A. 悬浮泥沙对渔业资源影响

疏浚作业引起悬浮物质含量变化，并由此造成水体混浊度的变化，其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，鱼类将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。然而，这种效应会对渔业资源产生两方面的影响：一是由于产卵场环境发生骤变，在鱼类产卵季节，从外海洄游到该区域产卵的群体，因受到干扰而改变其正常的洄游路线；二是在该区域栖息、生长的一些种类，也会改变其分布和洄游规律。

B. 施工噪声对渔业资源影响

研究表明，当海洋中施工噪声足够大并且鱼类相对靠近声源时，会造成鱼类内脏破裂导致其死亡或者破坏内耳毛细胞导致暂时（暂时性阈移）或永久（永久性阈移）的听力丧失。与许多其他动物不同，鱼类在一生中都可以产生毛细胞，Smith 等(2006)对金鱼的观察表明毛细胞在被声音破坏后可以再生。如果听力丧失是暂时的，那么鱼类在几小时或几天内就可恢复听力，恢复的时间取决于噪声的持续时间以及频率。然而，在听力暂时丧失阶段，鱼类会暴露在一个较高的被捕食风险环境中，并且一些具有重要生物学意义的行为可能会受到抑制。

建设期虽然持续时间短，但却会产生高强度的噪声，某些鱼类在距离声源几十公里处都可感知到打桩噪音，如果距离声源足够近，甚至会导致鱼类听觉丧失甚至死亡。可以通过以下方法来缓解打桩噪音的影响：a. 延长打桩时的冲击时间，声压级可降低 10~15 dB；b. 在桩体周围包裹声学隔绝材料，声压级可降低 5~25 dB；c. 在施工区域放置气泡幕，声压级可降低 10~20 dB；d. 通过缓慢增加水下扬声器声音强度来驱干施工区域的鱼类，这种方法虽然不能直接降低声压级，但却可以减小打桩噪音的影响范围。另外，项目的建设最好避开鱼类的产卵、繁殖期以减少噪音的影响。

② 对水产养殖业的影响分析

项目海上施工对渔业生产的影响主要是对水产养殖区的影响。项目海上施工造成局

部水中悬浮物质含量过高，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。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，悬浮物质的含量为 80000 mg/L 时，鱼类最多只能存活一天；含量为 6000 mg/L 时，最多能存活一周；含量为 300 mg/L 时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到 2300 mg/L 时，则鱼类能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质的含量在 200 mg/L 以下时，不会导致鱼类直接死亡。但在海上作业点中心区附近的鱼类，即使悬浮物浓度过高也未能引起死亡，但其腮部会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

5.5.1.2 海洋生物资源损失估算

项目建设期间主桥、栈桥、出梁及材料码头、拌合平台及码头、生活平台、提梁码头、主墩施工平台、临时防撞设施、测量平台桩基、海上疏浚将会直接破坏潮间带生物和底栖生物的生境，导致海洋生物死亡。为科学评估本项目施工对海洋生物资源的影响，有必要明确项目施工期间的海上施工内容，并对其实际占用面积进行统计分析。

工程实际占用海域情况见表 5.5.1-1，实际疏浚面积情况见表 5.5.1-2。

表 5.5.1-1 工程实际占用海域情况统计表

序号	名称	尺寸	数量	面积	
1	主桥	主墩及施工平台	92×81m/Φ24m	5/10 个	41781.60 m ²
		东引桥墩	11.2×7.2m/7.5×3m	114/90 个	11217.96 m ²
		中引桥墩	15×9m	16 个	2160.00 m ²
		西引桥墩	12.4×8m	16 个	1587.20 m ²
2	栈桥	东段栈桥桩基	Φ1.0/1.5m	116/18 个	122.85 m ²
		中段栈桥桩基	Φ1.0/1.5m	320/36 个	314.79 m ²
		西段栈桥桩基	Φ1.0m	2413 个	1894.21 m ²
3	出梁及材料码头	出梁码头桩基	Φ1/0.63/0.426m	56/24/4 根	52.01 m ²
		材料码头 1 桩基	Φ1/0.8m	50/83 根	80.95 m ²
		材料码头 2 桩基	Φ1/0.8m	50/83 根	80.95 m ²
4	拌合平台及码头	东拌合平台及码头桩基	Φ1.0m	228 根	178.98 m ²
		西拌合平台及码头桩基	Φ1.0m	228 根	178.98 m ²
5	生活平台	东生活平台桩基	Φ0.82m	45 根	23.75 m ²
		西生活平台桩基	Φ0.82m	45 根	23.75 m ²
6	提梁码头桩基	东提梁码头桩	Φ1.0m	38 根	29.83 m ²
		西提梁码头桩	Φ1.0m	38 根	29.83 m ²
7	临时防撞设施桩基		Φ1.0m	24 根	18.84 m ²
8	测量平台桩基		Φ1.5m	30 根	52.99 m ²

序号	名称	尺寸	数量	面积
9	合计	—	—	59829.47 m ²

注：养殖塘内桥墩及桩基不纳入本次统计范畴。

表 5.5.1-2 工程疏浚海域情况统计表

序号	名称		面积 (m ²)
1	中引桥及主桥疏浚区	疏浚区一	425000
2		疏浚区二	76700
3	西栈桥搭设区疏浚		150000
4	合计		651700

5.5.1.3 底栖生物损失量

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》),跨海大桥及施工用海的桥墩和桩基将彻底破坏潮间带和底栖生物的生境,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); D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度,单位为尾/km² 或个/km² 或千克 (kg) /km²; S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积,单位为 km²。

跨海大桥及施工用海的桥墩和桩基基本全部位于潮下带,潮间带部分可忽略不计。其中桥墩及桩基占用海域面积为 59829 m²,疏浚海域面积为 651700 m²。根据 2016 年 9 月、2017 年 11 月和 2019 年 2 月、4 月和 8 月生态调查数据,项目附近海域底栖生物的平均生物量为 42.59 g/m² (2016 年 9 月平均值为 118.15 g/m²、2017 年 11 月平均值为 27.21 g/m²、2019 年 2 月平均值为 18.12 g/m²、2019 年 4 月平均值为 21.89 g/m²、2019 年 8 月平均值为 27.58 g/m²)。则本项目用海造成的底栖生物直接损失量为:

$$\text{桥墩及桩基造成的底栖生物损失量} = 59829 \times 42.59 \times 10^{-3} = 2.55 \text{ t}$$

$$\text{海上疏浚造成的底栖生物损失量} = 651700 \times 42.59 \times 10^{-3} = 27.76 \text{ t}$$

综上,桥墩、桩基及海上疏浚造成底栖生物损失量 30.31 t。

5.5.1.4 游泳生物及鱼卵、仔鱼损失量

按照《规程》,施工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:

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： M_i 为第*i*种生物资源累计损害量，尾、个或千克（kg）； W_i 为第*i*种生物资源一次性平均损失量，尾、个或千克（kg）； T 为污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以15），个； D_{ij} 为某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源密度，尾/km²或个/km²或千克（kg）/km²； S_i 为某一污染物第*j*类浓度增量区面积，km²； K_{ij} 为某一污染物第*j*类浓度增量区第*i*种类生物资源损失率，%； n 为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 ）

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率（取A方案，详见表5.5.1-3）。

(2) 生物资源损失率（ K_{ij} ）

参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表5.5.1-3）。小于10 mg/L浓度增量范围内的海域近似认为悬浮泥沙对海洋生物不产生影响。

根据5.1.1.3节，由于项目施工较复杂，为方便生物资源损失计算，考虑各工况下同时施工下不同增量浓度的影响面积。

表 5.5.1-3 本工程悬浮物对各类生物损失率及分区面积

分区	面积 (km ²)	浓度增量 范围	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
				鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
I区	4.7160	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	0.5	5	5
II区	3.3973	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17	5	15	15
III区	0.9384	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15	40	40
IV区	0.7823	≥ 100	$B_i \geq 9$ 倍	50	20	50	50

(3) 持续周期数（ T ）和计算区水深

项目跨海桥梁及临时工程施工时间长短不一，本次论证按照跨海桥梁主桥施工时间9个月计算，则污染物浓度增量影响的持续周期为18；根据工程海域测量资料，工程施工悬浮物浓度增量超标范围的平均水深取3 m。

(4) 生物资源密度（ D_{ij} ）

根据 2016 年 9 月、2017 年 11 月和 2019 年 2 月、4 月和 8 月生态调查数据，项目附近海域游泳生物的平均资源密度为 946.19 kg/km^2 (2016 年 9 月平均值为 265.56 kg/km^2 、2017 年 11 月平均值为 512.52 kg/km^2 、2019 年 2 月平均值为 1824.28 kg/km^2 、2019 年 4 月平均值为 1375.55 kg/km^2 、2019 年 8 月平均值为 753.06 kg/km^2)；鱼卵的平均密度为 484.13 个/1000m^3 (2016 年 9 月平均值为 114.44 个/1000m^3 、2017 年 11 月平均值为 836.26 个/1000m^3 、2019 年 2 月平均值为 702.42 个/1000m^3 、2019 年 4 月平均值为 239.95 个/1000m^3 、2019 年 8 月平均值为 527.59 个/1000m^3)；仔鱼的平均密度为 195.50 尾/1000m^3 (2016 年 9 月平均值为 72.00 尾/1000m^3 、2017 年 11 月平均值为 23.78 尾/1000m^3 、2019 年 2 月平均值为 10.96 尾/1000m^3 、2019 年 4 月平均值为 836.89 尾/1000m^3 、2019 年 8 月平均值为 33.89 尾/1000m^3)。则渔业资源损失量为：

$$\begin{aligned} \text{游泳生物损失量} &= 946.19 \times 4.7160 \times 0.5\% \times 18 + 946.19 \times 3.3973 \times 5\% \times 18 \\ &+ 946.19 \times 0.9384 \times 15\% \times 18 + 946.19 \times 0.7823 \times 20\% \times 18 \\ &= 8.36 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鱼卵损失量} &= 0.48413 \times 4.7160 \times 10^6 \times 5\% \times 18 \times 3 + 0.48413 \times 3.3973 \times 10^6 \times 17\% \times 18 \times 3 \\ &+ 0.48413 \times 0.9384 \times 10^6 \times 40\% \times 18 \times 3 + 0.48413 \times 0.7823 \times 10^6 \times 50\% \times 18 \times 3 \\ &= 4.13 \times 10^7 \text{ 粒} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{仔鱼损失量} &= 0.19550 \times 4.7160 \times 10^6 \times 5\% \times 18 \times 3 + 0.19550 \times 3.3973 \times 10^6 \times 17\% \times 18 \times 3 \\ &+ 0.19550 \times 0.9384 \times 10^6 \times 40\% \times 18 \times 3 + 0.19550 \times 0.7823 \times 10^6 \times 50\% \times 18 \times 3 \\ &= 1.67 \times 10^7 \text{ 尾} \end{aligned}$$

根据以上计算结果，各类渔业资源直接损失如下：桥墩、桩基及海上疏浚造成底栖生物损失量 30.31 t；施工引起的悬浮物造成的游泳生物损失量为 8.36 t，鱼卵损失量为 4.13×10^7 粒，仔鱼损失量为 1.67×10^7 尾。

5.5.1.5 运营期对海洋生态环境影响分析

本通道运营期对海洋生态的影响主要为桥面初期雨水、生活污水的影响和交通噪声的影响。通过工程分析可知，通道运营产生的污水主要为初期雨水和生活污水，主要污染物浓度为 COD、石油类、SS 等。径流污水经过滤处理后排入通道沿线海域，将引起排放口附近海域少量水体浑浊，对海洋浮游生物、底栖生物等产生影响较小，随着雨水和海水的扩散和稀释，这种影响会很快消失。

根据相关研究报道，交通噪声与振动预期将对大型游泳动物的栖息和繁殖产生一定

的不利影响。运营期机动车辆产生的噪音及通道沿线人为活动的增加，会在一定程度上影响鱼类和部分底栖动物的正常栖息环境，对其有驱赶作用，使通道附近鱼类和底栖动物数量明显少于其它地区。但由于通道区域相对于整个海区而言面积很小，所以对水生生物影响很小。

5.5.1.6 对中华白海豚的影响分析

本项目桩基、疏浚等施工中对中华白海豚的影响主要是施工噪声干扰、悬浮物扩散和来往于作业区的行驶船只对海豚的碰撞风险等。

5.5.1.6.1 施工噪音的影响

工程施工引起的水中噪声污染源大致可分为几类：打桩、重型机器操作及海床挖掘等（National Research Council 2003）。由于中华白海豚需利用声波侦察周围环境及与同伴沟通，水中噪音可能对它们的生活造成不同程度的干扰。

打桩或各类重型机械碰撞所发出的高能量高频噪音会严重影响海豚的听觉，短期内这些噪音会增加它们的压力及改变它们的行为，而长期则可能令它们迁离原本的栖身地，甚至令它们受伤（Richardson et al. 1995; National Research Council 2003）。在香港水域曾做过试验，在工程打桩地点使用“泡沫屏幕”屏蔽，泡沫屏幕能吸收噪音的能量，可以有效消减噪音源的扩散，但海豚的行为及泳速仍然因撞击式打桩作业而改变，在施工范围内的海豚数量仍然明显减少（Jefferson 2000; Würsig et al. 2000）。

施工期间还将有大量低频噪音由行驶的作业船只、重型机器操作及海床挖掘所产生，这些操作活动产生的噪音一般只在较低的频段如 20~1000 Hz 具有较高的能量（Greene, 1987; Greene & Moore, 1995）。体长 3~4 m 左右的小型齿鲸类对于频率在 1 kHz 以下声波的反应不敏感，但是它们还是会听到该波段中的许多声音，并且邻近的强噪音会引起它们行为改变、沟通受到干扰以及生理和器官的损伤等（Ketten, 1994; Ridgway, 1983）。中华白海豚一般利用较高频率的声波（大于 10kHz）进行探测环境、觅食及沟通（Goold and Jefferson 2004）。1kHz 以下的低频噪声对中华白海豚的影响较小，但是，当上述的低频噪声长时间出现（如海床挖掘、航行施工船等），或产生的部分低频噪音具有较高的能量时，仍有可能影响到中华白海豚的正常生活。

无论是高频噪音或高能量的低频噪音，如果发生在 4~8 月份繁殖高峰期，影响会比较复杂。交配的海豚属成年个体，回避能力较强，影响相对较小；产仔过程中的母豚回避能力较弱，影响较大；刚出生幼豚高度依赖母豚，噪声干扰可能会造成母幼失散，影

响较大。但是考虑到中华白海豚属于智商较高的哺乳动物，对危险噪声的识别能力较高，游动能力较强，一般情况下会产生回避。在珠江口海豚调查中常遇到这样的现象，携带刚出生幼豚的海豚群很难靠近，总是游离调查船 200 m 开外，可能是在保护幼豚。另外，水生哺乳动物不似鱼类等水中排卵受精动物，对繁殖环境的条件有特殊要求（如特定的水温、盐度、底质和水流等），转移到一个新的环境繁殖行为也可以正常进行。据此推测，保护区内的海豚在施工期间如果无法忍受施工噪音的滋扰，可能会向南或向西转移，因为黄茅海北部水域的人类活动较为频繁，而南部和西部口门水域的人类活动相对较少，且水域广阔。因为该种群的分布空间较为广阔，在采取严格防范措施的情况下施工，至少不会给种群带来灾难性的影响。

但是，目前对该种群的生态学研究仍未充分，特别还有关于中华白海豚声学行为的研究仍比较缺乏，没有充分的参考数据，需要加强在施工期间对种群生态和声学行为的监测和研究，来检验影响预测的可靠性，以及是否会出现未能预知的影响，以便及时采取相应的保护和管理措施。

5.5.1.6.2 悬浮物的影响

本工程桩基、疏浚施工过程中势必令水中的悬浮物增加形成混浊区，致使水体透光度和含氧量下降。悬浮物增加或海水含氧量下降对鲸类动物的直接影响有限，因为鲸类动物是用肺呼吸空气的水生哺乳动物，有别于用鳃呼吸水中溶解氧的鱼类，不较易受水中悬浮物增加所影响；而且，白海豚长期生活在水体浑浊的河口水域，其视觉不发达，主要靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境和识别物体，因此，水中悬浮物的增加不会直接影响白海豚的觅食、社交等活动。悬浮物的负面影响主要是可能会增加海豚体表感染细菌的机会，特别是新生的幼豚，但是考虑到海豚可能会回避施工噪声滋扰，远离混浊区，影响会比较小。

此外，悬浮物的扩散会不同程度地使沉积物和底土中的污染物（如重金属、有机氯化物、石油烃类）释放到水体中造成二次污染，虽然污染物的再度释放不会直接对白海豚造成伤害，但污染物将通过食物链的传递和累积残留在海豚体内组织，长远来看可能会影响海豚的健康。目前尚未清楚环境污染物会对海豚产生多大的影响，但许多鲸豚专家相信，鲸豚会因体内积聚过多的重金属及有机氯化物而令免疫系统受损。对许多鲸类的研究表明，母鲸在怀孕时会将 DDTs 和 PCBs 传给胎儿，Parsons 等(2000)对中华白海豚初步研究的结果也显示有这种情况存在，这可能是新生幼豚死亡率较高的原因之一。

香港水域的研究表明,影响中华白海豚的污染物包括数种有机氯化物(如 DDT、PCBs)和重金属(如汞、砷)等(Jefferson2000, 2005; Parsons 2004)。

根据悬浮泥沙数值扩散模拟预测的结果分析,本工程施工产生的悬浮泥沙增量超一类水质(大于 10 mg/L)的包络线距离中华白海豚保护区距离在 10 km 以上,正常情况下不会影响到中华白海豚正常的生理、生态活动。但在施工中仍应采用先进工艺,严格控制悬浮物的扩散。

5.5.1.6.3 施工船舶撞击海豚的风险

本项目桥桩施工内容较多,但来往穿梭于保护区附近的船只类型和数量均较小,且工程施工范围内的海豚密度较小,因此,船只碰撞海豚的风险较低。海豚在 4~8 月的繁殖高峰,正在生产的母豚和交配的海豚的回避能力较弱,影响会比较大。

根据香港方面的资料,中华白海豚及江豚均有被船舶碰撞受伤及死亡的记录,受船舶碰撞致死的海豚,身上都有明显被船螺旋桨叶打伤的伤痕,或留有被碰撞后呈现的痕血(Parsons and Jefferson 2000)。在香港水域辨认的 300 多头中华白海豚当中,约有 10% 的个体曾经或很大可能被船舶撞击或渔网缠绕,在身上留下永久的伤痕(Jefferson 2005)。中华白海豚长期生存在繁忙的黄茅海航道,对各种水上交通工具都比较熟悉,甚至有时会跟随航行的船舶玩耍。海豚被船只撞伤的风险主要来自高速航行的轮船和渔船。高速航行的轮船也会使海豚来不及回避而被撞击,另外,白海豚喜欢靠近正在拖网作业的渔船觅食,而渔船起网后的突然加速和转向也容易搅伤在船尾螺旋桨附近觅食的白海豚。因此,施工船只航行对白海豚的影响不能忽视,应采取防范措施;施工过程中工作人员必须加强瞭望,一旦发现白海豚误入施工区应立即停止作业,并由小船进行驱散。

5.5.1.6.4 具体施工活动的影响

本项目具体施工活动对白海豚的主要影响如表 6.6.4-1 所示。

表 6.6.4-1 具体施工活动的影响分析

施工活动	影响因素	影响程度
桥墩桩基施工	高频噪声、饵料	<ul style="list-style-type: none"> 打桩作业产生的高频噪声严重影响附近的白海豚; 桥墩占区域内的底栖生物完全遭到破坏,会影响到白海豚的饵料来源。
水域疏浚	低频噪声、饵料以及其他	<ul style="list-style-type: none"> 挖泥区的底栖生物完全损失,可能会间接地影响中华白海豚的饵料;

		<ul style="list-style-type: none"> 挖泥使底泥泛起，导致海水中的污染物含量增高，由于生物富集作用最终会影响到白海豚的饵料质量； 挖掘作业产生的低频噪声对白海豚也有一定影响。
钢管桩钻孔	低频噪声	<ul style="list-style-type: none"> 钻孔作业产生的低频噪声也会影响附近的白海豚；
施工船舶	噪声、撞击	<ul style="list-style-type: none"> 施工船舶噪声可能会对白海豚带来一定的影响； 施工船舶密集增加了撞击白海豚的风险。

本项目距离江门中华白海豚省级自然保护区在为 12.6 km，工程距离自然保护区较远，工程附近为中华白海豚的活动区域，工程施工期要加强瞭望，发现白海豚及时采取避让或者其它保护措施。

5.5.1.7 对环境敏感目标的影响分析

本工程施工期对水生生态环境保护目标可能产生的影响主要来自于打桩钻孔、疏浚作业。

5.5.1.7.1 对崖门口经济鱼类繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区的影响分析

本项目位于幼鱼幼虾保护区和崖门口经济鱼类繁育场保护区内。幼鱼幼虾保护区为-20m以浅海域范围，保护期为阳历3月1日至5月31日，保护期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及以捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。崖门口经济鱼类繁育场保护区保护期为农历4月20日至7月20日，保护期间禁止大缙、企门缙、装箩、掺缙、布罟、闸箔及机拖作业。本评价要求疏浚作业尽量避开以上保护期，则疏浚施工作业与幼鱼幼虾保护区和经济鱼类繁育场保护区的保护要求不冲突。但项目桥墩桩基占用沿海滩涂及海域，将不可避免的减少重要经济鱼类生息繁衍场所。当大于10mg/L 包络线扩散至保护区内，将在一定程度上导致底栖生物受损，对经济鱼虾的繁殖、生长或洄游造成影响，但是对具有行动能力的底栖生物和游泳生物，当其栖息环境受到外在破坏时，能够主动逃窜回避从而免遭受损。项目施工过程中建设单位必须执行严格的环保措施，疏浚土及打桩施工过程中产生的无法综合利用的废弃土石必须按要求外运安全处置；施工船舶生活污水和含油废水必须按要求收集上岸并合理处置，以减少对以上保护区水质、沉积物环境的影响，项目施工结束后可以通过人工放养等方式促进底栖生境的恢复。施工期间严格按照环境监测计划委托有资质的监测单位及时监测施工对周边环境的影响。发现问题，并针对具体的问题采取有效加强环保的措施。

表 5.5.1-3 施工作业产生的 SS 对保护目标的影响增值

环境类别	敏感点名称	方位	最近距离	控制要求	SS 影响增值
水生生态保护区	幼鱼幼虾保护区	项目所在地	0	减少污染影响程度。保护期为3月10日~5月31日，期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及以捕捞幼鱼幼虾为主的其它作业渔船进入生产。	>10mg/L 最大影响面积约 9.8340km ²
	珠江口经济鱼类繁育保护区	项目所在地	0	减少污染影响程度。保护期为农历4月20日至7月20日；期间禁止大缙、企门缙、装笱、掺缙、布罟、闸箔及机拖作业。	>10mg/L 最大影响面积约 9.8340km ²

5.5.1.7.2 对养殖区的影响分析

(1) 对陆上养殖塘的影响

根据现场调查，结合遥感影像资料，江门侧陆上有大量养殖塘，虽然养殖塘现已成陆，但实际仍为海域管辖范围。本项目线位经过的桥墩将会占用部分养殖塘，直接占用部分将失去原有的养殖空间，减少养殖塘可用养殖面积。同时，养殖塘内桥墩施工过程中产生的高浓度悬浮泥沙及打桩冲击也会对养殖活动产生影响。

(2) 对海上养殖场的影响

现场调查和遥感影像结果显示，本工程范围内存在大量海上养殖活动，其中黄茅海海面以耗排养殖为主。本项目桥墩将占用海上空间，对养殖活动产生直接影响。此外，根据项目悬浮泥沙扩散范围数模预测可知，悬浮泥沙增量出现了大于 10 mg/L（超一类、二类海水水质）的海域面积为 9.8340km²；但超出 100 mg/L（超三类海水水质）的海域面积为 0.7823 km²，超 150 mg/L（超四类海水水质）的海域面积为 0.4455 km²，施工过程中产生的悬浮泥沙也会对养殖活动产生一定影响。

为保证项目跨海大桥建设的顺利开展，目前珠海和江门市相关管理部门正依法清理其管辖海域内的无证海上养殖活动。江门市赤溪人民政府及相关主管部门也对项目线位一定海域的非法养殖开展清理活动，预计 2019 年 11 月 15 日完成清理任务。珠海经济技术开发区（高栏港经济区）已于 2019 年 6 月开始清理海上非法养殖活动，预计在 2020 年 7 月完成清理任务。因此在施工前将项目线位及 10 mg/L 悬沙达到区域内的海上非法养殖设施将被清理干净，本工程实施将对海上养殖场影响不大。

(3) 对都斛镇米蚬增养殖场一号场、二号场的影响分析

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10 mg/L 浓度最大包络线距都斛镇米蚬增养殖场一号场、二号场的最近距离分别为 8962 m 和 4882 m，因此项目施工过程中引起的悬浮泥沙扩散对都斛镇米蚬增养殖场一号场、二号场基本无影响。况且项目施工期产生的悬浮泥沙对海水水质的影响，时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也就结束，不会影响养殖区正常功能的发挥。

5.5.1.7.3 对海洋生态红线的影响分析

(1) 对广东省海洋生态红线区的影响分析

本项目不占用《广东省海洋生态红线》中划定的广东省海洋生态红线区，距离本项目最近的红线区是黄茅海重要渔业海域限制类红线区，约 3.49 km。

根据水质数模预测，项目施工过程中产生的悬浮泥沙 10 mg/L 最大包络线范围未到达该渔业海域限制类红线区，也不会影响区域内渔业资源育幼、索饵、产卵，不会排放有毒、有害物质，不增设新设排污口，不影响现有航道范围内清淤疏浚。施工期间需严格按照环境监测计划委托有资质的监测单位及时监测施工对该红线区环境的影响。发现问题，并针对具体的问题采取有效加强环保的措施。项目施工结束后，影响不再持续。

(2) 对广东省大陆自然岸线保有岸线的影响分析

本项目距离赤溪角咀和赤溪大洲咀基岩岸线距离分别为 4.11 km 和 6.95 km，距离较远。项目施工产生的悬浮泥沙范围未扩散到周边的保有自然岸线，项目建成后对海域的地形地貌及冲淤变化有限，对赤溪角咀和赤溪大洲咀基岩岸线基本无影响。

(3) 对海岛自然岸线保有岸线的影响分析

①水质、生态环境影响

A、对黄茅岛的影响分析

根据《广东省海岛保护规划（2011-2020）》，黄茅岛的主导功能为交通与工业用岛。黄茅岛离项目最近距离分别为 200 m，为基岩岛，有植被。

项目施工期桩基、疏浚会使项目及港池周围海域悬浮物浓度增加，水质变差，10 mg/L 浓度最大包络线距黄茅岛的最近距离为 5 m，造成的最大增量浓度为 9.0 mg/L，未超悬沙增量超一类水质区域；悬沙影响未到达黄茅岛，对其生态系统基本不会产生不利影响。

根据工程后工程附近淤积强度分析，项目建设导致黄茅岛北侧的浅滩出现轻微冲刷，

但考虑黄茅岛为基岩岛，对岛体礁盘稳定影响不大。为了尽量减轻项目施工对海岛的冲淤影响，建议施工单位对海岛采取相应的保护措施，严禁破坏岛体，施工期港池疏浚及运营期维护性疏浚应避绕海岛附近，保护礁盘不受破坏，尽量减轻对海岛的冲淤影响。

B、对青洲和鸟喜石的环境影响分析

根据《广东省海岛保护规划(2011-2020)》，青洲和鸟喜石主导功能均为保留类海岛，主要保护方向是礁盘生态保护、浅海养殖。

由于江门侧长年淤涨，大片海域被围隔成养殖塘，实际已成陆地，其中青洲、鸟喜石位于养殖塘一侧，项目与两者的距离分别为 0.54 km 和 1.54 km，施工期间不会对青洲、鸟喜石产生影响。

C、对孖石和白排的环境影响分析

根据《广东省海岛保护规划(2011-2020)》，孖石和白排主导功能均为保留类海岛，主要保护方向是礁盘生态保护、浅海养殖，为花岗岩丘状岛和礁石，周边海域养殖蚝田遍布。

孖石和白排与项目的最近距离分别为 0.8 km 和 1.8 km，项目施工期桩基、疏浚会使项目及港池周围海域悬浮物浓度增加，水质变差，10 mg/L 浓度最大包络线未到达以上海岛，对白排造成的最大增量浓度为 0.7 mg/L，未超悬沙增量超一类水质区域，对其生态系统不会产生不利影响。

根据工程后工程附近淤积强度分析，项目距离孖石和白排较远，对其无影响。

②海岛岸线影响分析

本项目距黄茅岛自然岸线距离为 0.2 km，距离相对较近。建议项目在施工期控制施工范围，避免施工对黄茅岛岛体及岸线造成直接影响。基于上述，本项目用海对黄茅岛自然岸线影响不大。

但施工单位必须对海岛采取相应的保护措施，严禁破坏岛体，施工期港池疏浚疏浚应避绕海岛附近，保护礁盘不受破坏，尽量建设对海岛的冲淤影响。

5.5.2 对陆域的生态环境影响分析

1. 项目施工对沿线陆域生态环境影响

① 项目施工的影响

本项目建设影响该区域植被的主要施工环节有：

(1) 公路工程永久占地（路基、隧道口、服务区等），是导致公路沿线地区的地表

植被遭受损失和破坏的主要因素；

(2) 施工临时用地，包括取、弃土场、施工便道、搅拌场、施工营地、预制场等，这些地区植被将在施工期受到影响，但可通过工程和生物措施恢复；

(3) 对于材料运输、汽车碾压及人员踩踏，在施工作业范围内影响部分植被，可在后期通过工程和生物措施恢复。

② 其它影响因素

工程施工带来大量机械作业和人员活动，将造成大量扬尘，这些扬尘沉积于植物叶表面，会妨碍植物的光合作用，进而影响其生长发育及正常的繁殖。石灰和水泥若被雨水冲刷渗入地下，会导致土壤板结，影响植物根系对水分和矿物质的吸收。另外，原材料的堆放、沥青和车辆漏油，还会污染土壤，从而间接影响植物的生长。虽然说随着施工结束不再产生扬尘，情况会有所好转，但是这些影响并不会随施工结束而得到解决，它们的影响将持续较长一段时间。因此，除了施工对所在区域植被的直接破坏，这些后续影响也应加以考虑。

2. 项目施工对台山市赤溪曹峰山县级自然保护区生态环境影响

本项目在设计阶段已对台山市赤溪曹峰山县级自然保护区进行了绕避，最近距离约227m，此处本项目与保护区之间为山地地貌，保护区边界以山脊线为界，项目位于山脊线另一侧，本项目建设位置与保护区高差约100m。本项目施工将主要影响曹峰山自然保护区实验区的外围区域，通过对该区域进行实地勘察，该区域内无珍稀濒危植物分布，植被类型以人工林及灌草群丛为主。工程建设完成后，项目永久性占地对评价区内植被自然生产力的破坏是长期的，不可恢复的。从实地调查来看，林地损失生物量最大。该区域林地主要为桉树林、马尾松林、竹林等人工栽植林，此外还有部分耕地受损。根据上述样方调查分析结果可知，该区域植被多处于差或较差水平，群落结构简单，物种多样性水平较低。项目施工将会破坏用地内植被，但是受华南地区较好的水热气候条件影响，受损植被也较易恢复至施工前水平。此外，项目占地相对较小，因建设造成的生物量损失占评价区域总生物量比例不大，其环境影响在可接受范围内。

整体而言，综上所述，受工程影响区域的植被均为次生性质，无珍稀濒危植物分布，且灌草丛和人工植被比例很大，构成植被的植物成分较为贫乏，植被结构简单。施工沿线具有多年形成的较稳定的农业生态系统和森林生态系统，其工程影响范围内地表植被的损失将对现有生态系统产生一定的影响，但由于损失的面积相对于评价区是少量的，

因此，施工不会影响生态系统的稳定性和完整性。

5.6 对其他海洋环境敏感目标的生态环境影响分析

5.6.1 项目用海对海洋生态红线的影响分析

(1) 项目对海洋生态红线区影响情况分析

本项目距离《广东省海洋生态红线》划定的最近的限制类红线区为黄茅海重要渔业海域限制类红线区，约 3.49 km。

该限制类红线区管控措施要求有：①禁止围填海、截断洄游通道、水下爆破施工及其可能会影响渔业资源育幼、索饵、产卵的开发活动；②禁止破坏性捕捞方式，严格执行禁渔期、禁渔区制度以及渔具渔法规定；③禁止排放有毒、有害物质；④禁止新设排污口；⑤允许现有航道范围内清淤疏浚；⑥核电项目温排水扩散至海洋生态红线区的，其温排水温升范围应按照核电项目温排水管控要求执行。其环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，改善海洋环境质量。

本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，不进行围填海，项目用海方式有跨海桥梁、透水构筑物 and 港池用海，不会截断洄游通道、水下爆破施工。根据水质数模预测，项目施工过程中产生的悬浮物 10 mg/L 最大包络线范围不会到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区，不会影响渔业资源育幼、索饵、产卵，不会排放有毒、有害物质，不增设新设排污口，不影响现有航道范围内清淤疏浚。施工期间需严格按照环境监测计划委托有资质的监测单位及时监测施工对该红线区环境的影响。发现问题，并针对具体的问题采取有效加强环保的措施。项目施工结束后，影响不再持续。

(2) 项目对大陆自然岸线保有的影响分析

本项目距离赤溪角咀和赤溪大洲咀基岩岸线距离分别为 4.11 km 和 6.95 km，距离较远。项目施工产生的悬浮泥沙范围未扩散到周边的保有自然岸线，项目建成后对海域的地形地貌及冲淤变化有限，对赤溪角咀和赤溪大洲咀基岩岸线基本无影响。

(3) 项目对海岛自然岸线保有的影响分析

本项目距黄茅岛自然岸线距离为 0.2 km，距离相对较近。建议项目在施工期控制施工范围，避免施工对黄茅岛岛体及岸线造成直接影响。基于上述，本项目用海对黄茅岛自然岸线影响不大。

综上所述，本项目不占用《广东省海洋生态红线》划定的任何广东省海洋生态红线

区和任何广东省大陆自然岸线保有岸线，项目建设符合评价范围内的广东省海洋生态红线区和广东省大陆自然岸线保有岸线的管控措施要求。

5.6.2 对温泉取水的影响分析

根据本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果：10 mg/L 浓度最大包络线距温泉眼泵房的最近距离分别为 12.943 km，因此项目施工过程中引起的悬浮泥沙扩散不会对温泉眼取水造成影响。

5.6.3 对人工河涌的影响分析

根据现场调查，结合遥感影像资料，项目江门侧浅滩有多条人工河涌，兼具防潮排涝及养殖取水功能。从本项目悬沙增量包络线浓度场的模拟结果可知：10 mg/L 浓度最大包络线距人工河涌的最近距离分别为 127 m，因此项目施工过程中引起的悬浮泥沙扩散不会对人工河涌水质造成影响。但依据项目线位平面布置，部分西侧引桥 40 m 跨桥墩将会占据河涌，影响其实际功能，将会影响人工河涌的防洪和取排水功能。

5.6.4 对三前水闸和十字沥水闸的影响分析

本工程水域上游约 500 m 处为三前水闸，经调研咨询得知为灌溉养殖专用。由施工期悬浮泥沙水质数模预测可知，在考虑桩基和港池疏浚产生的最大叠加影响预测情景下，施工时该水闸在施工引起的悬沙浓度 10 mg/L 包络线范围之内。由此可见，疏浚施工过程中悬浮泥沙量剧增，项目所在海域的水质变差，将对水闸取水水质产生一定的影响。施工单位必须采取相应的保护措施，尽量减轻因施工造成对水闸后方陆上高位养殖塘取水水质的影响。建议相关部门与相关人员协调水闸使用时期，以确保工程施工顺利进行尽量。

距离工程约 4.4 km 的十字沥闸位于珠海市高栏港区平沙西堤和电厂堤段交界处，属于乾务赤坎大联围的一部分。水闸防护区内有水产养殖，十字沥水闸除在风暴潮期间关闭挡潮外，其余情况下均保持全开。由施工期悬浮泥沙水质数模预测可知，在考虑桩基和港池疏浚产生的最大叠加影响预测情景下，10 mg/L 浓度最大包络线距十字沥闸的最近距离分别为 543 m，因此项目施工过程中引起的悬浮泥沙扩散基本不会对十字沥闸取水水质造成影响。

5.6.5 对海堤的影响分析

拟建黄茅海通道工程涉水跨海段，横跨黄茅海腰部水域，东起于珠海市高栏港经济

区平沙新城，终于台山市赤溪镇。

东岸：珠海市五山一平沙防汛大堤，现状防潮能力为 50 年一遇，目前正在进行堤围升级改造，防潮能力提高至 100 年一遇。本工程桥墩错开堤身，保证海堤的完整性，迎水坡距离堤脚最小距离为北墩 5.0 m，背水坡距离堤脚最小距离为南墩 3.6 m。为避免占用五山一平沙防汛大堤，本项目将围堤对应段的水中东引桥一般跨径设计为 61 m，从而跨越围堤，不影响其正常使用。此外，项目施工期出梁及材料码头栈桥也将跨过围堤，不会对堤身产生影响。

西岸：台山市赤溪堤围，赤溪堤围现无完善的海堤，防潮能力弱，赤溪围海堤正在进行升级加固改造，改造后防潮能力提高至 20 年一遇。本工程桥墩错开堤身，迎水坡距离堤脚最小距离为北墩 2.2 m，背水坡距离堤脚最小距离为南墩 1.7 m。本项目西引桥跨径 60 m，栈桥跨径 12 m，从而跨越围堤，栈桥距离堤顶高程差为 2.7 m，不影响其正常使用。在加强施工管理和施工中堤岸保护措施后，基本可确保堤岸安全。

5.6.6 对防洪的影响分析

本节选自《黄茅海跨海通道工程防洪评价报告（送审稿）》（珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2020 年 1 月 20 日）的评价内容，结论如下：

（1）防汛抢险影响

黄茅海跨海通道工程位于珠江河口黄茅海腰部水域，对珠江河口地区防汛抢险影响有限。

珠海侧：拟建桥梁与珠海市平沙新城海堤垂直相交，该段海堤为堤路结合型式，100 年一遇防潮标准（正在进行达标加固），不可越浪，无防浪墙，海堤临水侧设有铁栏杆，黄茅海跨海通道桥梁直接跨越海堤，桥梁底标高 34.44 m，满足净空要求，堤身范围内不放置桥墩，对珠海侧沿岸防汛抢险影响不大。

台山侧：拟建桥梁与台山市赤溪围海堤相交，该段海堤亦为堤路结合型式，20 年一遇防潮标准（正在进行达标加固），不可越浪，海堤临水侧设有 1.2 m 高的防浪墙，黄茅海跨海通道桥梁直接跨越赤溪围海堤，桥梁与海堤净空 4.34 m，堤身范围内不放置桥墩，对台山侧沿岸防汛抢险影响不大。

（2）壅水影响

黄茅海跨海通道工程实施后，工程上游黄茅海水域高高潮位降低 0.003 m~0.011 m、低低潮位升高 0.008 m~0.039 m，崖门官冲高高、低低潮位最大变幅分别在 0.003 m、0.015

m 左右，崖门水道三江口上游潮位变化很小；远期考虑桥址断面阻水淤积及工程上游水域的河床淤积影响，各站点潮位变幅呈增大趋势，但增幅较小。

(3) 潮量影响

黄茅海跨海通道工程实施后，工程附近断面涨、落潮量最大减小幅度为 0.42%、0.39%，崖门官冲断面涨、落潮量最大减小幅度为 0.33%、0.47%，虎跳门西炮台断面涨、落潮量最大减小幅度为 0.81%、0.27%。远期考虑工程上游水域的河床淤积，各断面潮量变幅略有增大。

(4) 河势稳定影响

黄茅海通道大桥建设后，桥墩之间出现淤积减少或冲刷，桥墩上下游会有一些淤积发展，桥址两侧上游浅滩的水动力总体减弱，东西两侧上游浅滩的淤积速度有所加快，主槽道潮流动力进一步增强，进而导致中滩进一步向南发展。工程建设不会改变黄茅海三滩两槽的基本格局，但河床演变是个动态的、长期的、累积性的复杂过程，因此工程建设后需要长期观测，跟踪分析附近水域的滩槽变化，以减少工程对航道及主槽稳定的影响，并应定期向水行政主管部门汇报和备案。

(5) 对潮排潮灌及排涝影响

通过综合计算分析，黄茅海跨海通道工程实施后，低低潮位抬高的影响主要集中在黄茅海~崖门的潮汐通道，“2010.6”中水条件，工程上游黄茅海黄茅海水位影响范围在 0.024 m 以内，崖门水域一带水位影响范围在 0.015 m 以内，三江口以上水位影响范围在 0.003 m 以内。低低潮位的抬高对地区排涝有不利影响。考虑工程可能引起的远期河床淤积、滩槽变化和河势稳定等问题，大桥工程对排涝的不利影响呈增大趋势。黄茅海跨海通道实施后，“2010.1”枯水条件，黄茅海水域高高潮位降低不超过 0.011 m，崖门以上水域高高潮位降低不超过 0.005 m，其它水域变化不大，现状地形条件下，工程对潮灌的影响相应小一些，远期河床淤高，对潮灌影响会略有增大。

(6) 设防标准适宜性

黄茅海跨海通道工程桥梁工程按 300 年一遇防洪标准设计。工程防御洪涝的标准符合《防洪标准》（GB50201-2014）有关规定，与现有防洪标准相适应；工程设计满足有关防洪的规范技术要求。

(7) 施工期防洪影响

本项目建设期为 4 年，施工工期较长，跨 4 个汛期，施工围堰进一步占用过水断面，

吊装桥面需沿桥址开挖航道，对其泄洪、排沙产生阻滞作用。由于施工的具体方案要在下一阶段确定，本阶段无法细化研究，后续根据具体施工方案、度汛方案，开展施工影响专题研究，并报水行政部门审批。

(8) 工程风险因素对防洪影响

黄茅海跨海通道是横跨珠江口水域的大型涉水工程，工程附近水情复杂，自然条件恶劣，洪水、海浪、台风暴潮及雷电、地震等多种灾害性因素均会影响工程安全，控制工程风险对河道行洪安全产生不利影响尤显重要，工程建设方应做好相关的应急预案，并报相应的主管部门备案。

(9) 综合结论

黄茅海跨海通道工程横跨黄茅海腰部，局部过水断面有所缩窄，考虑中长期淤积影响，工程对河口泄洪纳潮会产生一定的影响，但总体上，基本能满足现阶段珠江河口泄洪纳潮需求。工程建设基本与相关水利规划、防洪标准、有关技术要求和管理要求相适应，长远来看，仍需要加强观测和管理，监控工程建设影响，以维护河口稳定与可持续发展；施工期可能对防洪的不利影响，需根据详细施工方案开展专题研究。

5.6.7 对通航环境的影响分析

本节选自《黄茅海跨海通道工程通航安全影响专题研究报告》（武汉理工大学，2020年2月）的评价内容，结论如下：

(1) 拟建工程对其所在海域的水流条件影响较小，对海床演变影响亦较小，也不会改变工程所在海域深槽的分布格局。

(2) 现有过往船舶的航迹线位于跨东航道桥与西航道桥的通航孔内，因此，工程的建设不会改变过往大型或较大型船舶的习惯航路，但由于桥墩的存在使小船航路选择受到限制。

(3) 跨黄茅海通道工程设置了三个双向通航孔，分别适应不同吨级船舶通航的要求。

①跨东东航道桥的航道顺接下游黄茅海一期航道，工程的建设不会改变船舶航路的设置；

②跨东航道桥与西航道桥部分覆盖了现有过往船舶的习惯航路，但由于桥梁的存在使得桥轴线上游约 1.5 km 处为东航道大角度弯曲航段，东航道与西航道的交通流在此交汇，将会严重影响该海域的交通流组织与通航秩序。

(4) 拟建大桥通航孔的通航净空尺度是按照代表船型来设置的,且满足双向通航。

① 船舶按《1972 年国际海上避碰规则》(2001 年修订版)规定,遵守《广东省桥梁水域通航安全管理规定》的前提下,正常航行可安全通过桥区水域。

② 东航道桥净空尺度能够满足代表船型安全通过,但上游顺直航段与大角度转向的弯曲航段连接,船舶进出港操纵难度较大。3 万吨级的油船自身操纵性能较差,在该航道航行时还将受到航道交汇区内其他过往船舶的干扰,航行风险较大。

③ 西航道桥净空尺度能够满足代表船型船舶的通航要求,但航道布置走向与桥梁轴线的法线方向角度较大,且航道布置距离西侧桥墩边缘距离较近,船舶过桥操纵难度较大。

(5) 拟建工程海域每年台风季节来临前珠海海事局及江门海事局的各下属海事办事处均按要求进行防台部署。拟建工程施工过程中使用的机械设备及运输船舶较多,将会加大相关部门防台工作的难度,同时也提高了船舶通航风险概率。

(6) 桥梁建设后对船舶通过桥孔的瞭望视线有一定影响,通过优化桥涵标的设置,缓解视线受阻的影响程度。

(7) 桥位处水域宽阔,船舶通过桥区水域限制在东航道通行,给施工期的通航安全保障和维护带来的极大的困难,从栈桥的搭建、钻孔平台的施工、通航桥孔主塔的建设、主桥钢箱梁的运输与吊装和合拢需要周密切完善的通航安全保障措施和维护力量,建议开展施工期通航安全保障专题研究。

(8) 黄茅海通道工程建设期间及竣工后附近水域通航秩序有较大的变化,有关各方应加强建设期间及竣工后的安全监管,制定相应措施。

6 环境风险评价

6.1 环境风险识别

本项目为高速公路新建项目，项目建成后作为运输活动的载体，其本身不会对环境产生明显的风险影响，其主要风险来源于行驶在道路上的车辆发生事故后可能对人群及周围环境产生的影响，重点是危险品运输车辆发生事故后，危险品泄漏污染环境空气、水体及对人群健康产生的危害。

根据调查，公路运输危险品主要有汽油、化工原料、烟花爆竹、农药等，其中油罐车辆约占危险品运输车辆的一半。公路运输危险品种类多样，危险品本身危险属性各异，因交通事故的严重程度造成的环境风险程度也相差较大，主要风险事故可归为施工期间风险事故和营运期的风险事故。

施工期的风险事故主要是施工期泥浆、钻屑事故性排放对海域环境的影响；施工船舶发生碰撞或施工船舶与过往船只发生碰撞导致燃料油溢漏入海对海洋生态环境的影响。

营运期的风险事故主要包括以下情形：（1）在跨越或邻近敏感水体路段，因碰撞、翻车等交通事故造成车辆所载货物破损、倾覆或整车进入水体，车载液态或固态危险品泄漏进入水体，对水体和水体利用者产生风险事故；（2）运载危险品车辆因碰撞、翻车等交通事故造成车载危险品泄漏或挥发，产生有毒有害气体，对周围居民等群体产生危害；（3）当车载易燃易爆危险品时，因碰撞、翻车等交通事故造成危险品不稳定而发生燃烧或爆炸事故时，爆炸或燃烧会对桥梁、居民等造成危害，以及间接导致化学品泄漏进入水体。

6.2 环境风险评价

6.2.1 施工期风险分析

施工期的风险事故包括台风和地震等自然灾害对工程施工期造成的影响；施工期泥浆、钻屑事故性排放对海域环境的影响；施工船舶发生碰撞或施工船舶与过往船只发生碰撞导致燃料油溢漏入海对海洋生态环境的影响。

施工期的风险重点分析溢油事故产生的概率及带来的环境风险。

6.2.1.1 溢油事故发生概率分析

6.2.1.1.1 从船舶航运情况分析发生风险事故的可能性

(1) 项目所在海域通航密度

本项目施工船舶每天通过穿越崖门出海航道来往于施工区和出梁及材料码头之间。

崖门水道是银洲湖的出海通道，进出银洲湖各码头的船只必须经过崖门出海航道。银洲湖两岸分布有纸业基地、煤炭基地、电力基地等多个基地，并且随着西江流域两岸的经济发展，江海联运、江海直达使得崖门出海航道航运更加繁忙。

崖门水道船舶大部分要经过高栏港主港航道进出，因此该航道船舶交通量较大。出崖门水道后东向船舶日交通量约 40 艘次，航路有两条：近岸浅吃水的中小型船舶经大西水道，进入珠江口内各港口；大型船舶经珠江口南部口门进入珠江口内各港口，或经担杆水道向东航行；出崖门水道西向船舶主要是往湛江、北海、防城、海口等港口，船舶日交通量约 30 艘次。

(2) 该海域交通事故发生概率及原因分析

珠海高栏港区附近因船舶密度大，交通环境复杂，而成为珠海水域交通事故、险情的多发区。2006 年第一季度，港口海事处共接到水上交通险情报告 18 宗，组织水上搜救 10 宗，遇险船舶 6 艘。2007 年前两个季度，共接到水上交通险情报告 5 宗，组织水上搜救 6 宗，遇险船舶 1 艘。

根据对高栏港水上交通事故发生情况的调研，海损事故依据交通部《水上交通事故统计办法》按“死亡/失踪、沉船、大事故、小事故”进行统计，对高栏港水域近 4 年水上交通事故分类总结如表 6.2.1-1 所示。

表 6.2.1-1 水上交通事故等级统计表 （单位：起）

年份	事故总数	小事故	大事故	沉船	死亡/失踪
2004	8	7	1	1	2
2005	7	3	4	3	5
2006	7	4	3	2	0
2007	8	5	3	2	2
2008	7	2	5	1	1
2009	7	3	4	2	4
2010	3	1	2	2	2

从事故船只来看，主要是小型船舶。导致事故的原因可归纳为 5 个方面 10 类原因，

船舶方面（包括不适航、机务故障）、船员方面（包括违章航行、操作不当）、公司方面（包括管理不严、违章指挥）、外部环境（自然通航环境多变、自然灾害等）和其他。

项目所用施工船舶包括运输船、摆渡船、浮吊等，施工期间将增加黄茅海东航道通航密度，施工船舶之间以及施工船舶和其他船舶之间存在碰撞风险。因此，存在复杂的航运条件下在施工区及航道发生船舶碰撞的可能。

6.2.1.1.2 从气象条件分析发生风险事故的可能性

根据资料统计，影响江门的 tropical 气旋和风暴潮年平均有 2.6 个。一旦热带气旋来袭，常会带来大风大雨的天气，大气能见度差，同时海面掀起大浪，有时伴有风暴潮。采砂多为小船作业，抗风浪能力也差，存在恶劣天气发生船舶搁浅的风险。

6.2.1.1.3 从加油作业环节分析发生事故的可能性

根据我国几个港口资料分析，船舶加油作业发生污染事故一般为较小污染事故，主要是设备本身质量、失修、老化等原因占大比重。但是，这类溢油事故溢油量通常很小。

综上所述，该项目施工作业存在着恶劣天气条件下发生船舶相撞、触礁搁浅而引起污染风险事故的可能性，以及加油作业过程中跑、冒、滴漏油事故的可能性。

6.2.1.2 船舶碰撞风险分析

6.2.1.2.1 施工期船舶之间的碰撞风险

通常情况下，崖门出海航道的船舶流量约为 250 艘次/天（渔船除外），船型以油船、散货船、集装箱船为主。崖门出海航道主要通航船型为 5000 吨级及其以下船舶，最大船型为 1 万吨级油船。项目所用施工船舶包括运输船、摆渡船、浮吊等，施工期间将增加黄茅海东航道通航密度，施工船舶之间以及施工船舶和其他船舶之间存在碰撞风险。

建议业主单位会同施工单位制定合理的施工方案，并上报海事局，在施工期合理安排施工船舶作业时间、方式及范围，设置相应的施工警示标志，避免船舶之间的近距离接触甚至碰撞。

基于此，项目施工期间船舶碰撞风险较小。

6.2.1.2.2 船舶碰撞大桥及施工栈桥的风险

项目施工期间，施工船舶较多，由于施工船舶距离大桥及栈桥距离较近，存在碰撞桥墩的可能。因此，建议施工前，对施工船舶参与施工人员进行安全培训，特别是施工船舶对大桥及施工栈桥碰撞的安全问题。施工期，施工船舶接近施工地点时，控制船速，尽量在泊稳后进行施工作业。此外，项目施工期间会在施工栈桥及大桥前设置防撞设施，

过往船舶碰撞大桥及施工栈桥机率较小。

建议在恶劣天气（如大风、暴雨等）下停止施工作业，避免发生碰撞风险。基于此，项目施工期间船舶碰撞大桥及施工栈桥的风险较小。

6.2.1.3 溢油风险分析

6.2.1.3.1 预测模型简介

采用“油粒子”方法（即把溢油分成许多离散的小油滴）来模拟泄漏物质在海水中的运输、扩散过程。在潮流场计算的基础上，采用拉格郎日法计算溢油对流、扩散影响范围，公式如下：

$$X = X_0 + (U + \alpha W_1 \cos A + r \cos B) \Delta t$$

$$Y = Y_0 + (V + \alpha W_1 \sin A + r \sin B) \Delta t$$

式中：X₀、Y₀ 为某质点初始座标（m）；U、V 为流速（m/s）；W₁₀ 为风速（m/s）；A 为考虑偏转角的风向，偏转角在北半球为风向的偏右侧，南半球偏左 0~25°，均值为 15°；α 为拖曳系数，通常取为风速的 2.5~4.4%，均值为 3.5%；r 为随机扩散项，r=RE，R 为 0~1 之间的随机数，E 为扩散系数；B 为随机扩散方向，B=2πR。

溢油模型除考虑上述输移、扩散作用外，还考虑油的蒸发、乳化作用及岸线对油粒子的吸附作用，详见 DHI（丹麦水力学研究所）MIKEZERO 溢油模型。

（1）油的溢出

油可以是瞬间溢出或连续溢出，瞬间溢油的初始半径可以自己定义，也可以由模型自动计算，采用 Fay 扩散公式计算（Fay and Hoult, 1971）：

$$R_o = \frac{k_2^2}{k_1^2} \left(\frac{V_0^5 g (\rho_w - \rho_o)}{v_w^2} \right)^{1/2}$$

其中：V₀ 为溢油初始体积（m³）；ρ_o 为油的密度（kg/m³）；ρ_w 为水的密度（kg/m³）；g 为重力加速度；v_w 为水的运动粘度（m²/s）；k₁，k₂ 为 Fay 常数。

该公式描述的是重力扩展阶段后油膜的半径，此时油膜的厚度通常小于 1mm。在连续溢油模拟中一般不采用该公式计算油膜初始半径，而是根据已知信息定义油膜初始半径。

（2）表层油膜的漂移

表层油膜的平流输运主要是由风引起的，风和波浪引起的流动通常采用经验公

式，通过局地的风向和风速相关的偏移因子和偏转角来表示。漂移速度通常取为风速的 2.5~4.4%，均值为 3.5%；偏转角在北半球为风向的偏右侧，南半球偏左 0~25°，均值为 15°。对于表层漂浮的油，风对漂移的影响关系为：

$$C_{wd} \left(\frac{V_w}{V_f} \right)$$

其中： C_{wd} 为风拖曳系数； V_w 为风速； V_f 为流速。关系式 1.2 只适用于表层漂浮的油膜，而弥散到水体中的油膜主要受水体内部动力过程影响，不会直接受风的影响。

(3) 油的蒸发

蒸发作为一级衰减过程考虑，衰减部分可以通过衰减常数来定义：

$$\frac{dm}{dt} = -k_E t$$

其中： k_E 为蒸发率 (1/d)； t 为时间 (d)。

(4) 油的分散（夹带）

油膜的分散或水包油夹带作为零级衰减过程考虑，分散速率与油的浓度无关，只与油膜消耗的波能量和油品有关：

$$Q = \int_{d_{\min}}^{d_{\max}} Q(d) dd$$

$$Q(d) = C^n D_e^0 F_{wc} N^3 d^3$$

$$N(d) = N_0 d^{3/2}$$

$$D_e = 0.0034 \rho_w g H_0 / \sqrt{2}$$

$$H_0 = \frac{0.243 U_w^2}{g}$$

$$F_{wc} = \frac{f_w}{t_p}$$

$$t_p = 8.13 U_w / g$$

$$f_w = \max(0.0; 0.32(U_w - 5.0))$$

其中： Q 为分散速率 (kg/m²/s)； $Q(d)$ 为粒径为 d 的油滴单位粒径的分散速率 (kg/m²/s)； d 油滴粒径 (m)； d_{\min} 和 d_{\max} 为最小和最大油滴粒径 (m)； C^n 为油常数 (标准系数，与油品有关)； $N(d)$ 为油粒子尺寸权重系数； N_0 为标准化常数； D_e 为单位面积上消耗的波能量 (J/m²)； F_{wc} 为单位波周期内破碎波的量； t_p 为波周期峰值 (s)；

U_w 为风速 (m/s); f_w 为海上白头浪覆盖的部分。

这里白头浪的形成是根据 Holthuijsen 和 Herbers (1986) 的理论, 形成白头浪的最低风速为 5m/s, 最小油滴粒径 d_{\min} 可近似为 0; 又根据 NOAA (1994), d_{\max} 可取 70 微米。

定义一个新的校准参数 C_0 , 得到 Q 的表达式如下:

$$Q = 5.08 \cdot 10^{-8} C_0 S_{\text{cov}} D_e^{0.57} F_{wc}$$

其中: S_{cov} 为考察区域海面被油覆盖的比例; D_e 为单位表面积上消耗的波能量 (J/m²); F_{wc} 为单位波周期内破碎波的量。

(5) 油的附着

油可能会附着在岸上或水底, 每个油粒子随机取一个介于 0~1 之间的数, 当这个数小于给定的数时, 该油粒子则附着在岸上或水底。

6.2.1.3.2 海洋环境风险预测方案确定

(1) 事故类型

本项目溢油事故主要考虑施工船舶碰撞事故。

(2) 泄漏物质类型和泄漏量

事故泄漏物质为船舶燃料油。按碰撞事故考虑, 施工期船舶最大船型为 3000t, 根据《船舶污染海洋环境风险评价规范》, 非油轮一般载油量为载重量的十分之一, 船一般有 10 个油舱。泄露一般取一个油舱的油量, 因此, 该项目中, 溢油量取为 30 t。

(3) 溢油位置

溢油位置假定发生东西航道桥中间主桥墩靠航道的一侧, 具体位置见图 6.2.1-1。

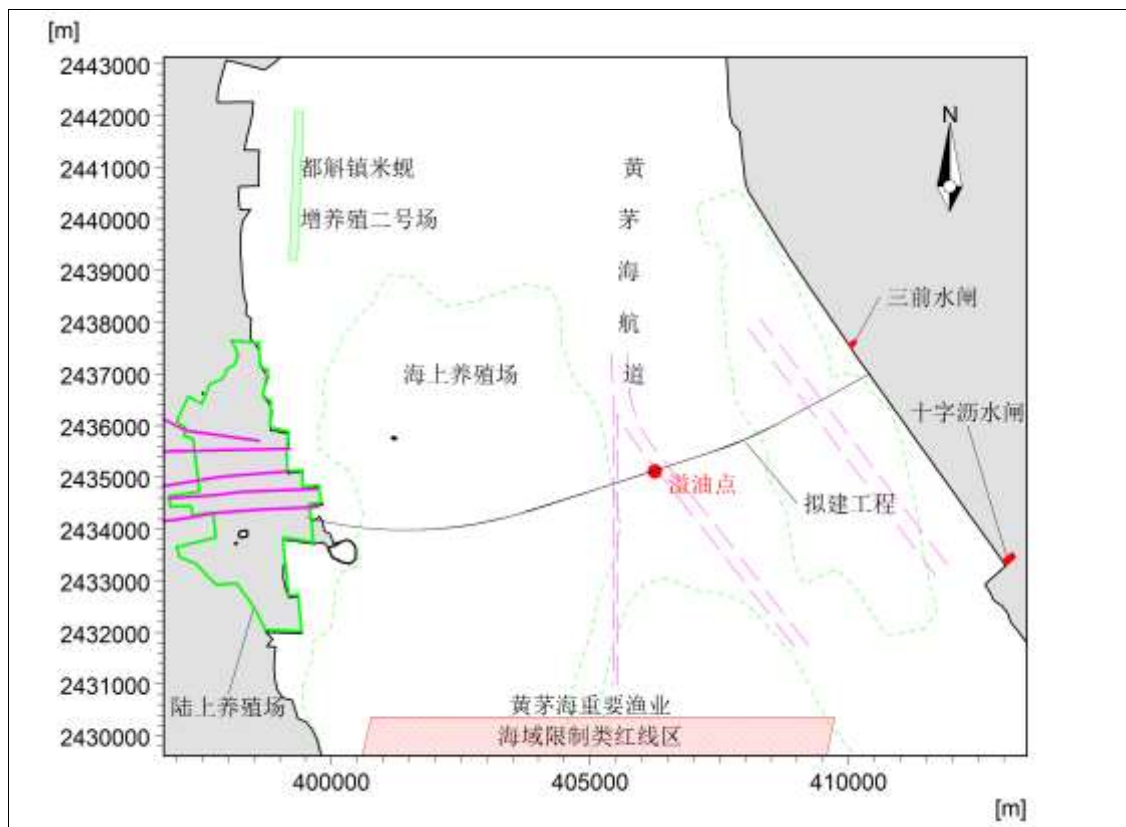


图 6.2.1-1 溢油点位置示意图

(4) 计算工况

从环境风险的最不利影响角度出发，燃料油以瞬时点源的形式泄漏，假定溢油在事故发生时刻全部泄漏至海面。模型忽略油膜的初始重力扩展阶段，油膜初始半径取为 100 m。溢油扩散参数 a 和 b 分别取为 0.07 和 0.7；海底粗糙长度取为 0.02 m；风拖曳系数 C_{wd} 取为 3%；油膜蒸发率为 0.1 m/d；校准参数 C_0 取为 2000；燃料油的密度按 950kg/m^3 考虑。

分别对大潮涨潮初期和落潮初期发生泄漏事故的情况进行计算。计算结果给出 72h 的预测结果，统计油膜厚度大于 0.0001 mm 的影响范围和扫海面积。

海上风况（风速和风向）对油膜的运动有很大的影响，计算必须考虑风对油膜运动的影响。根据工程海域的风向频率特征并考虑附近环境敏感目标的分布情况，选取可能对计算域内的敏感目标产生不利影响的不利风向进行预测分析，具体选择风向选取冬季主导风向 NNE、夏季主导风向 SSE，计算风速考虑各风向全年平均风速与允许作业的最大风速（六级风）。

本项目溢油风险计算方案见表 6.2.1-2。

表 6.2.1-2 溢油风险计算方案

序号	风险类型及泄漏位置	泄漏物质及泄漏量	预测风况		事故发生时刻	说明
			风向	风速		
1	东西航道桥中间主桥墩靠航道的一侧	燃料油 30t	NNE	2.3	涨潮	冬季主导风
2			SSE	2.3		夏季主导风
3			NNE	13.8		
4			SSE	13.8		
5			NNE	2.3	落潮	冬季主导风
6			SSE	2.3		夏季主导风
7			NNE	13.8		
8			SSE	13.8		

6.2.1.3.3 风险事故影响计算结果分析

事故溢油预测结果表明，发生泄漏事故时，油膜的扩展轨迹受风和潮流的共同影响。

本项目位于黄茅海经济鱼类繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区内，溢油事故一旦发生，对上述敏感目标均产生影响。

施工船舶发生燃料油泄漏事故时，油膜到达敏感地区和海岸线时间统计见表 6.2.1-3，油膜扫海面积统计见表 6.2.1-4，涨、落潮期发生事故的油膜轨迹分别见图 6.2.1-2~图 6.2.1-17。

(1) 溢油事故发生在涨潮期

冬季主导风（NNE，2.3m/s）作用下，油膜首先随涨潮流向西北方向运动，最远到达拟建大桥以北约 5km，之后随着黄茅海潮流转为落潮流，再随落潮流南下，于事故后 7.5h 到达黄茅岛东侧海域，9.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区西北角，9.5h 抵达黄茅岛以南约 4.5km 处岸线，此后一部分油膜附着在浅滩和岸线上，其余油膜继续贴岸线向南运动，于事故后 12.5h 到达台山核电排水明渠北侧。最终部分油膜在落潮流流和风的共同作用下飘向外海。

夏季主导风（SSE，2.3m/s）作用下，油膜首先随涨潮流向北运动，于事故后 3.5h 抵达项目以北约 7.0km 处黄茅海东岸，此后部分油膜附着在浅滩和岸线上，剩余油膜贴黄茅海东岸随涨落潮流往复运动。受风的影响，油膜总体运动趋势向北，于事故后 17.5h 到达虎跳门河口，之后进入虎跳门水道并上溯，最远可到达虎跳门水道河口上游 10km 处，油膜最终附着在黄茅海东岸及虎跳门水道两岸。

不利风（NNE，13.8m/s）作用下，油膜向西北方向运动，于事故后 2.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区，2.5h 抵达黄茅岛以南约 5.0km 岸线，3.0h 到达台山核电排

水口，之后油膜继续向西南运动，最终漂移至外海。

不利风（SSE，13.8m/s）作用下，油膜向东北方向运动，于事故后 1.0h 抵达项目以北约 5.0km 处黄茅海东岸，最终附着在岸线和滩涂上不再随潮流运动。

（2）溢油事故发生在落潮期

冬季主导风（NNE，2.3m/s）作用下，油膜向南运动，于事故后 2.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区，13h 到达大襟岛北岸，并进入江门中华白海豚省级自然保护区限制类红线区。此后一部分油膜附着在大襟岛北侧浅滩和岸线上，其余油膜沿大襟岛西北侧通道继续向西南运动，于事故后 24.5h 到达江门中华白海豚省级自然保护区禁止类红线区。最终部分油膜在落潮流流和风的共同作用下飘向外海。

夏季主导风（SSE，2.3m/s）作用下，油膜首先随落潮流向东南方向运动，于事故后 4.0h 抵达大忙岛以北约 3.0h 海域，之后随着海区潮流转为涨潮流，油膜在潮流和风的共同作用下转向东北方向运动，于事故后 5.5h 抵达项目以南约 4.6km 处岸线，最终附着在岸线上不再随潮流运动。

不利风（NNE，13.8m/s）作用下，油膜向南运动，于事故后 1.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区，2.5h 到达大襟岛北岸，并进入江门中华白海豚省级自然保护区限制类红线区，油膜最终附着在大襟岛北侧浅滩和岸线上。

不利风（SSE，13.8m/s）作用下，油膜向东北方向运动，于事故后 1.5h 抵达项目以北约 1.2km 处黄茅海东岸，最终附着在岸线和滩涂上不再随潮流运动。

表 6.2.1-3 油膜到达敏感地区和海岸线的时间统计

序号	风况		事故发生时刻	到达敏感区时间	到达岸线时间
	风向	风速 (m/s)			
1	NNE	2.3	涨潮	9.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区	9.5h 抵达黄茅岛以南约 4.5km 处岸线
2	SSE	2.3		/	3.5h 抵达项目以北约 7.0km 处黄茅海东岸
3	NNE	13.8		2.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区	2.5h 抵达黄茂岛以南约 5.0km 岸线
4	SSE	13.8		/	1.0h 抵达项目以北约 5.0km 处黄茅海东岸
5	NNE	2.3	落潮	2.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区，13h 到达江门中华白海豚省级自然保护区限制类红线区，24.5h 到	13h 到达大襟岛北岸

序号	风况		事故发生时刻	到达敏感区时间	到达岸线时间
	风向	风速(m/s)			
				达江门中华白海豚省级自然保护区禁止类红线区	
6	SSE	2.3		/	5.5h 抵达项目以南约 4.6km 处岸线
7	NNE	13.8		1.0h 到达黄茅海重要渔业海域限制类红线区, 2.5h 到达江门中华白海豚省级自然保护区限制类红线区	2.5h 到达大襟岛北岸
8	SSE	13.8		/	1.5h 抵达项目以北约 1.2km 处黄茅海东岸

注：不统计到达本项目所在的黄茅海经济鱼类繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区的时间

表 6.2.1-4 油膜扫海面积统计

序号	风况		事故发生时刻	扫海面积 (km ²)			
	风向	风速(m/s)		1 小时后	2 小时后	4 小时后	12 小时后
1	NNE	2.3	涨潮	0.4434	1.2501	2.9456	11.6315
2	SSE	2.3		0.8633	2.8846	7.8407	10.6360
3	NNE	13.8		0.8169	2.8773	8.9574	36.0839
4	SSE	13.8		2.3229	-	-	-
5	NNE	2.3	落潮	0.8998	2.9625	6.8880	13.2484
6	SSE	2.3		0.5518	1.6978	5.4472	8.2591
7	NNE	13.8		2.8041	8.4541	9.9966	10.0141
8	SSE	13.8		0.7900	0.9528	-	-

注：1、扫海面积以油膜绘制时间间隔1分钟的轨迹图进行统计；
2、表中“-”表示油膜抵岸且不再运动，扫海面积不再增大。

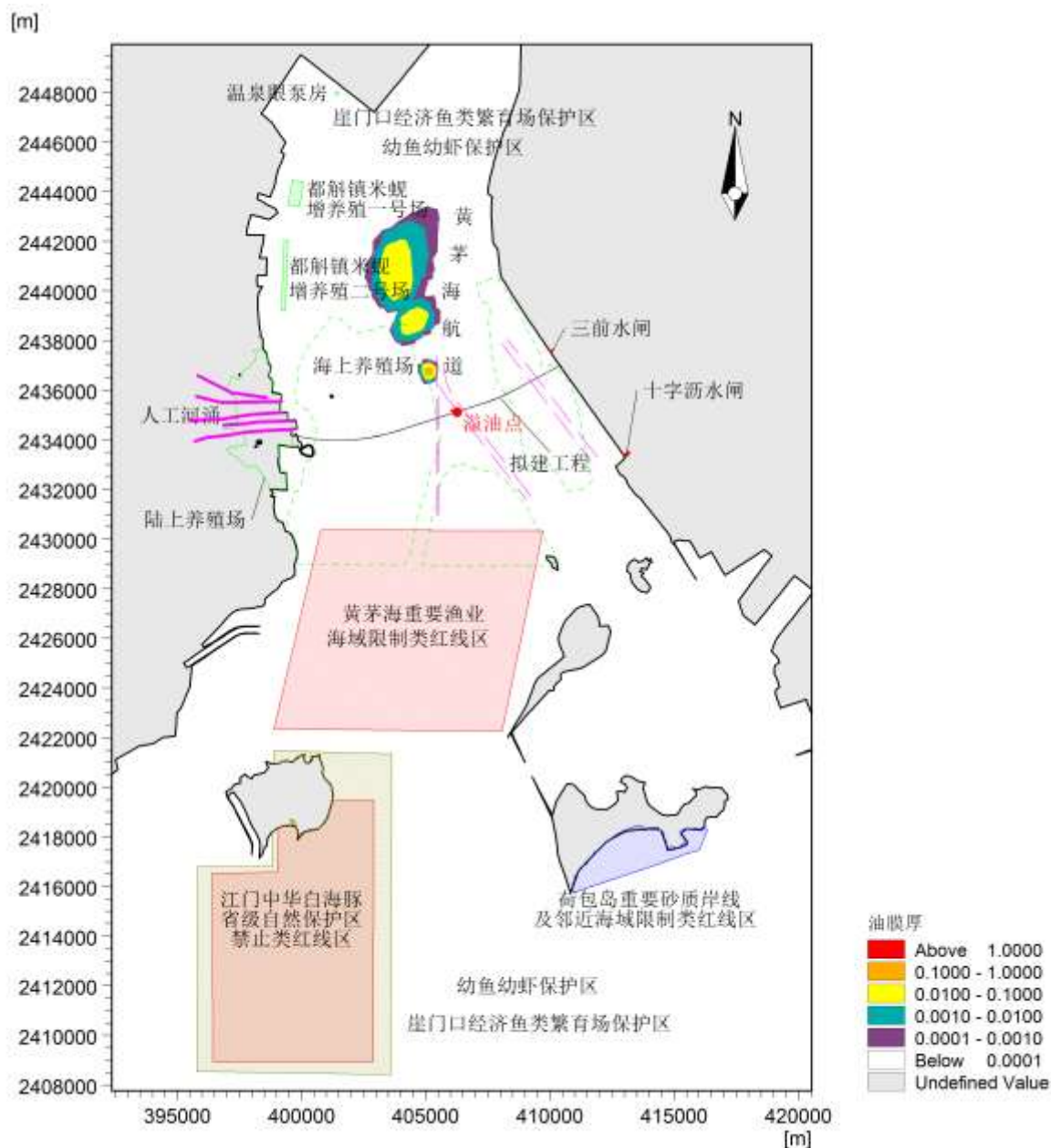


图 6.2.1-2 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图
 (大潮涨潮期, 风向NNE、风速2.3m/s, 油膜绘制时间间隔1h)

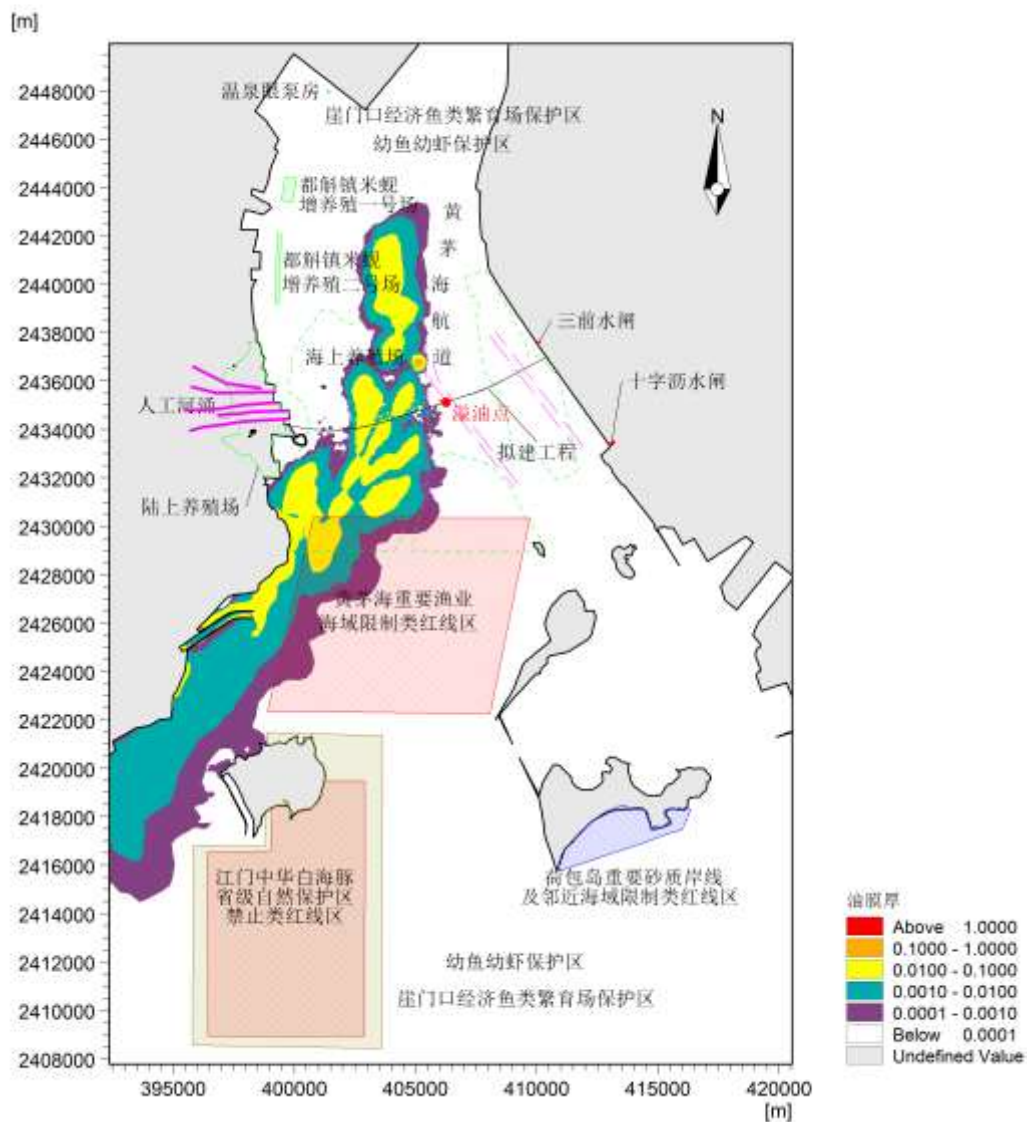


图 6.2.1-3 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期，风向 NNE、风速 2.3m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

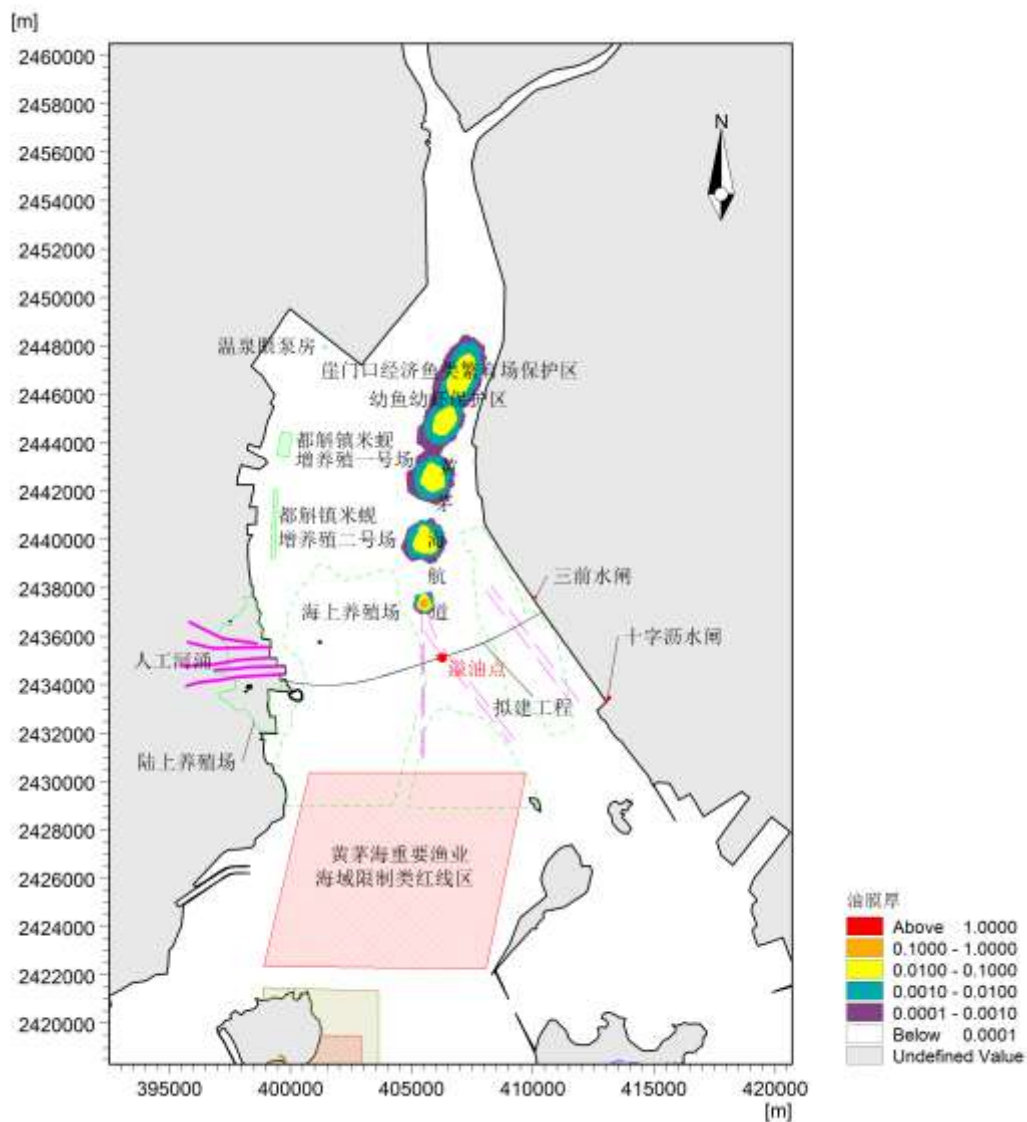


图 6.2.1-4 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期, 风向 SSE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 1h)

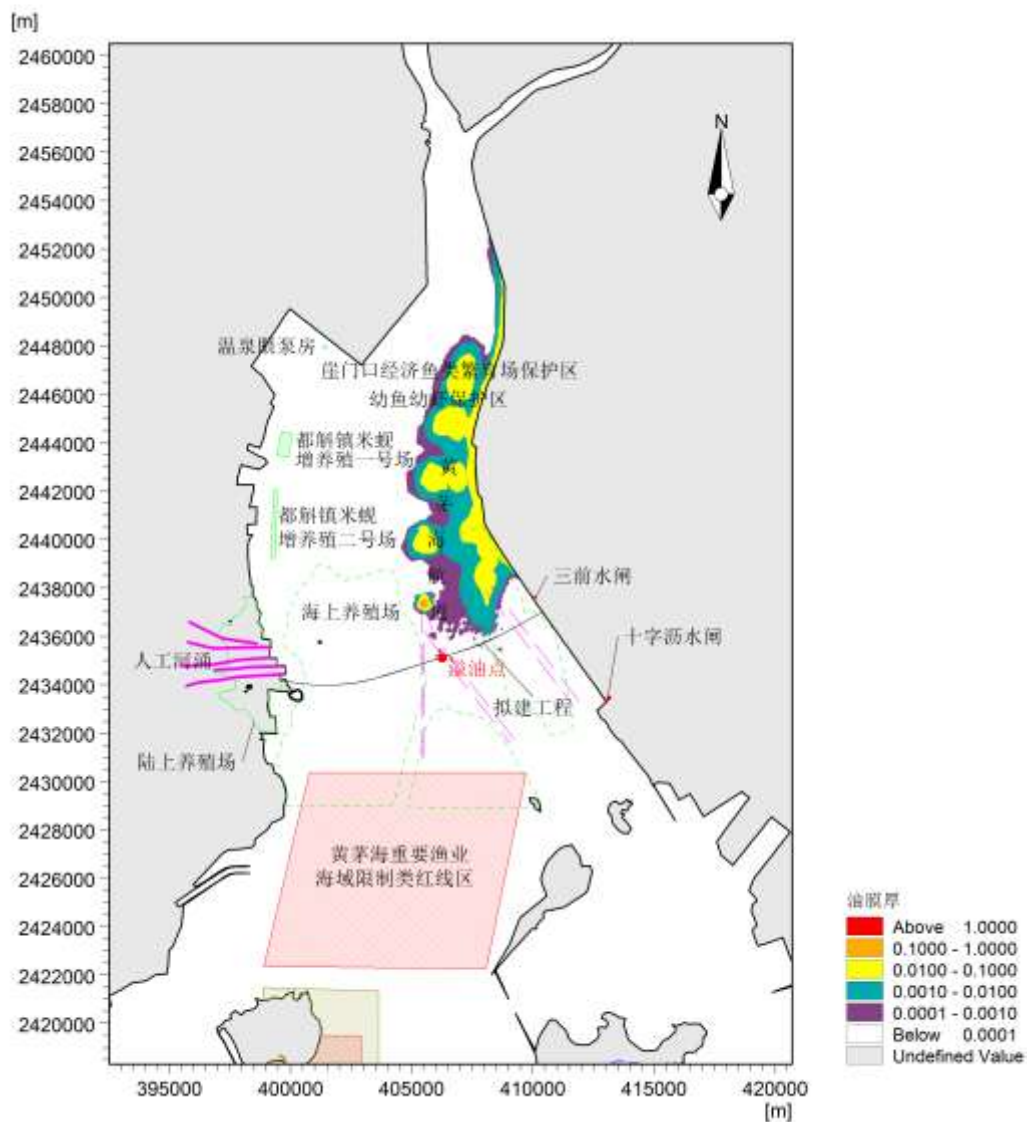


图 6.2.1-5 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期，风向 SSE、风速 2.3m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

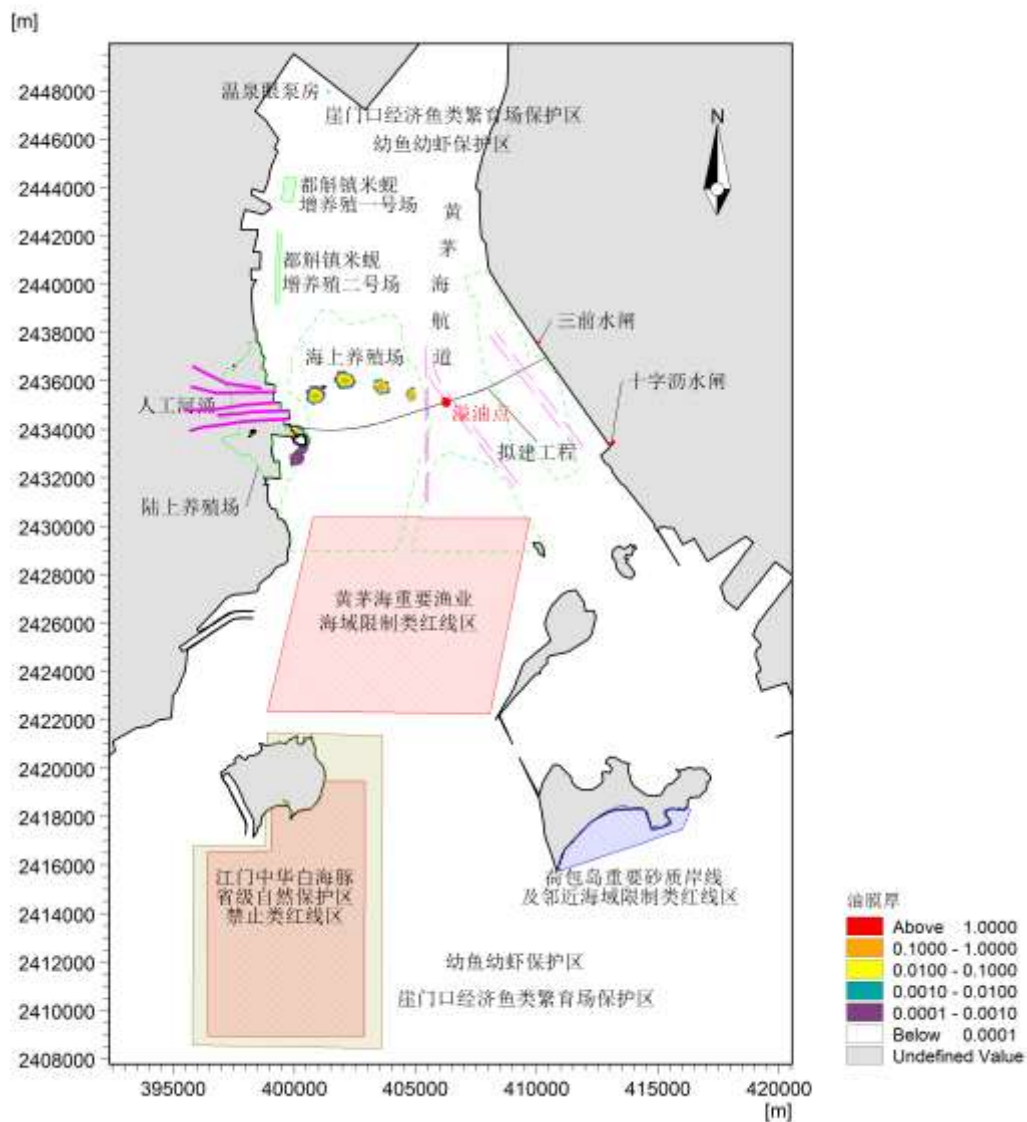


图 6.2.1-6 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期，风向 NNE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

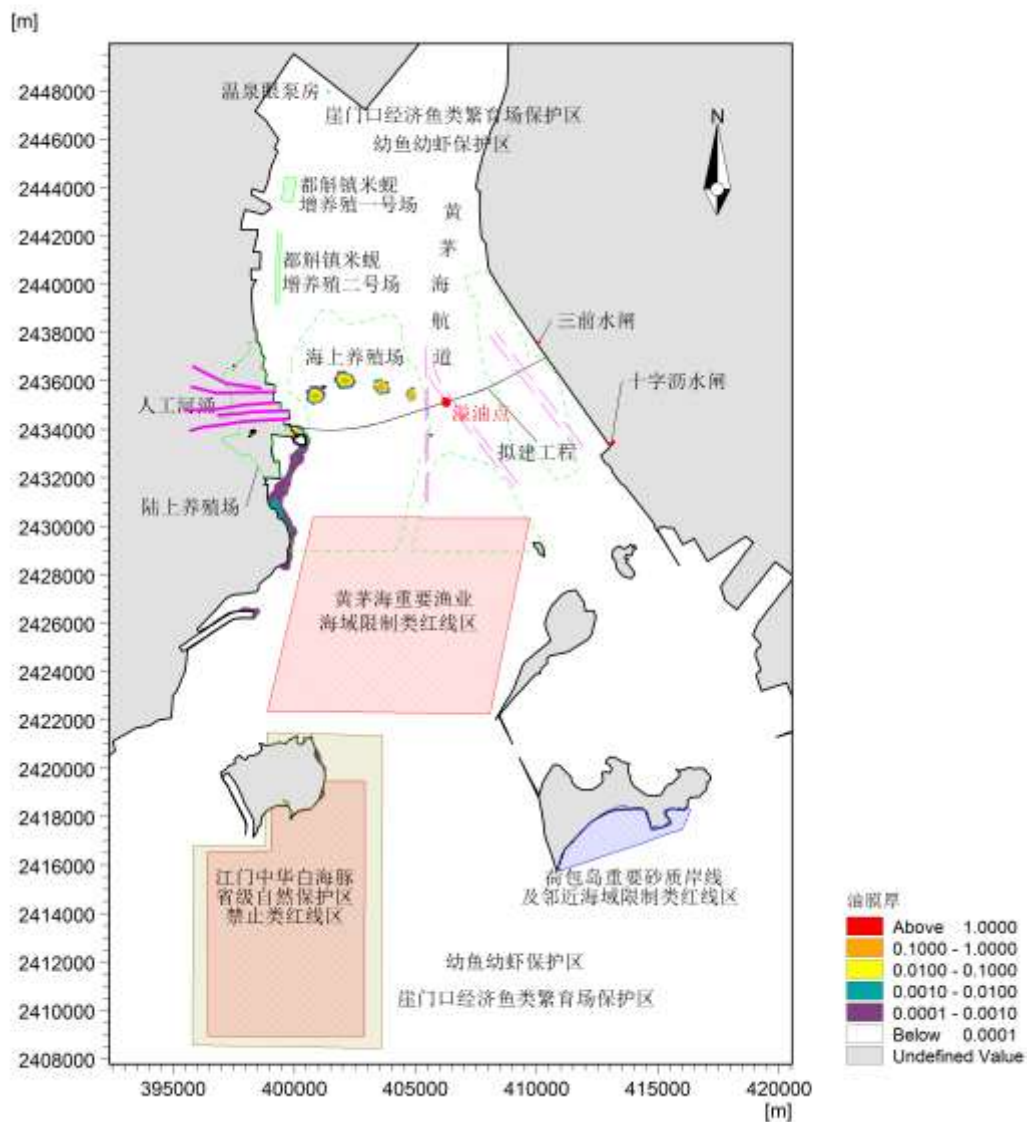


图 6.2.1-7 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期，风向 NNE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

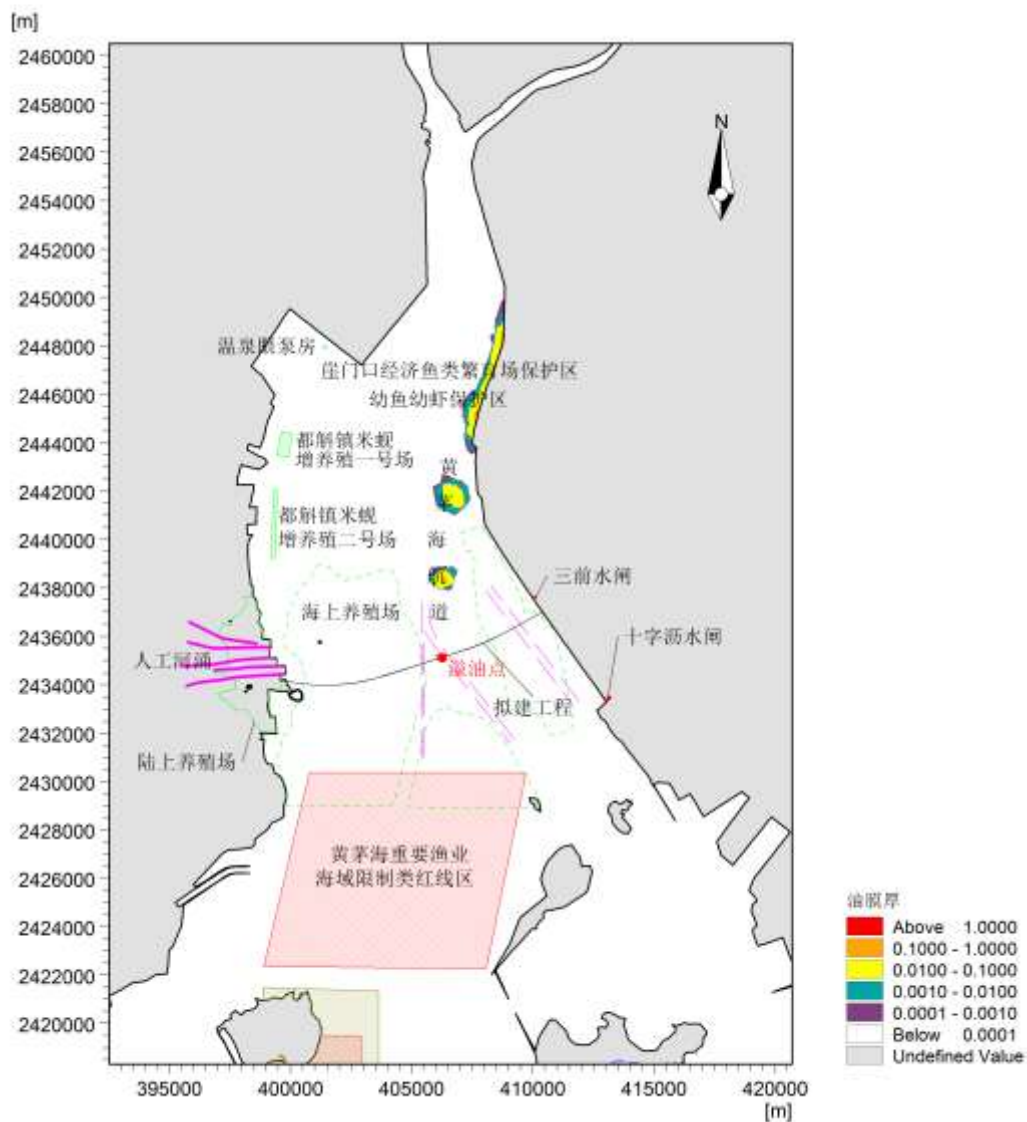


图 6.2.1-8 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期，风向 SSE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 0.5h)

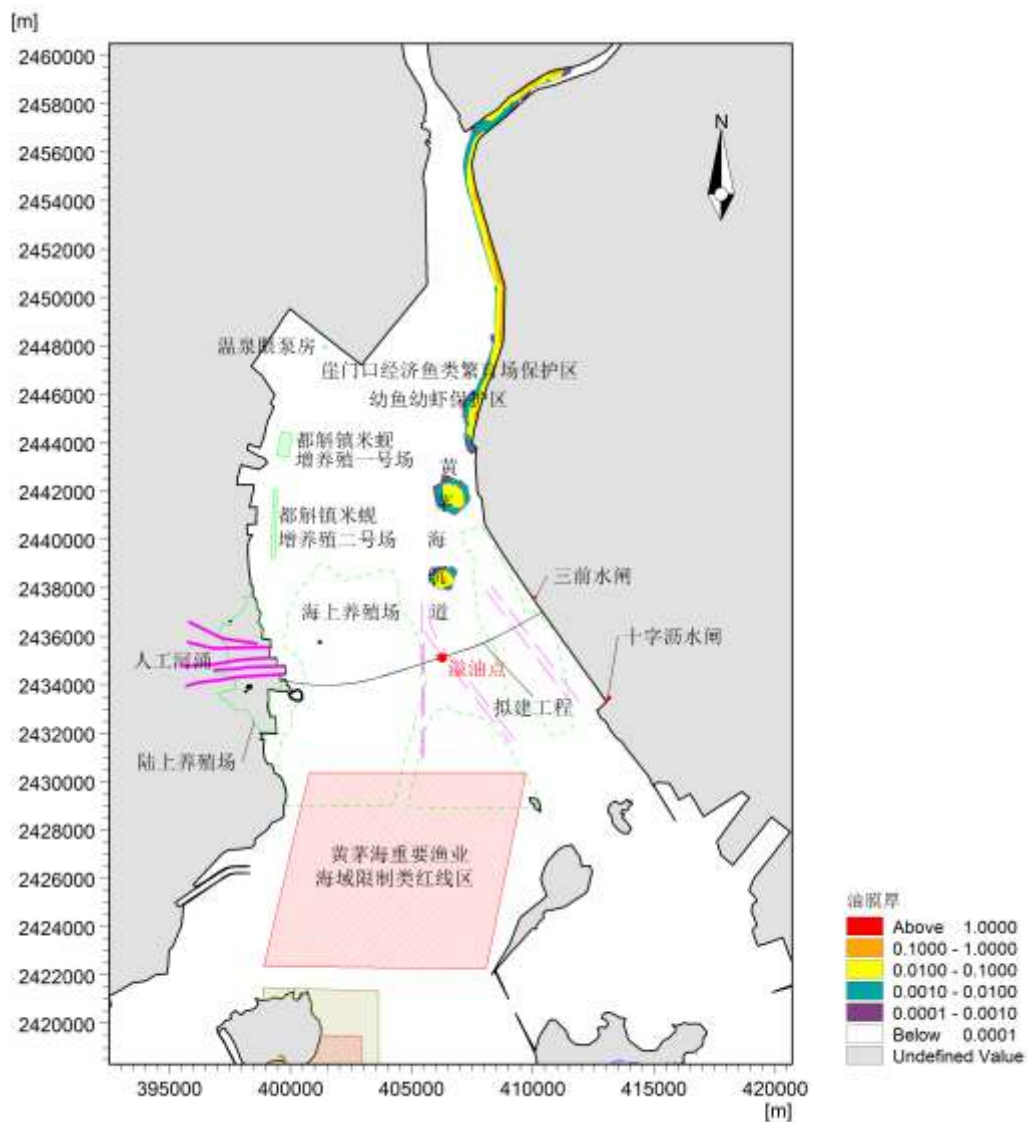


图 6.2.1-9 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮涨潮期，风向 SSE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 0.5h)

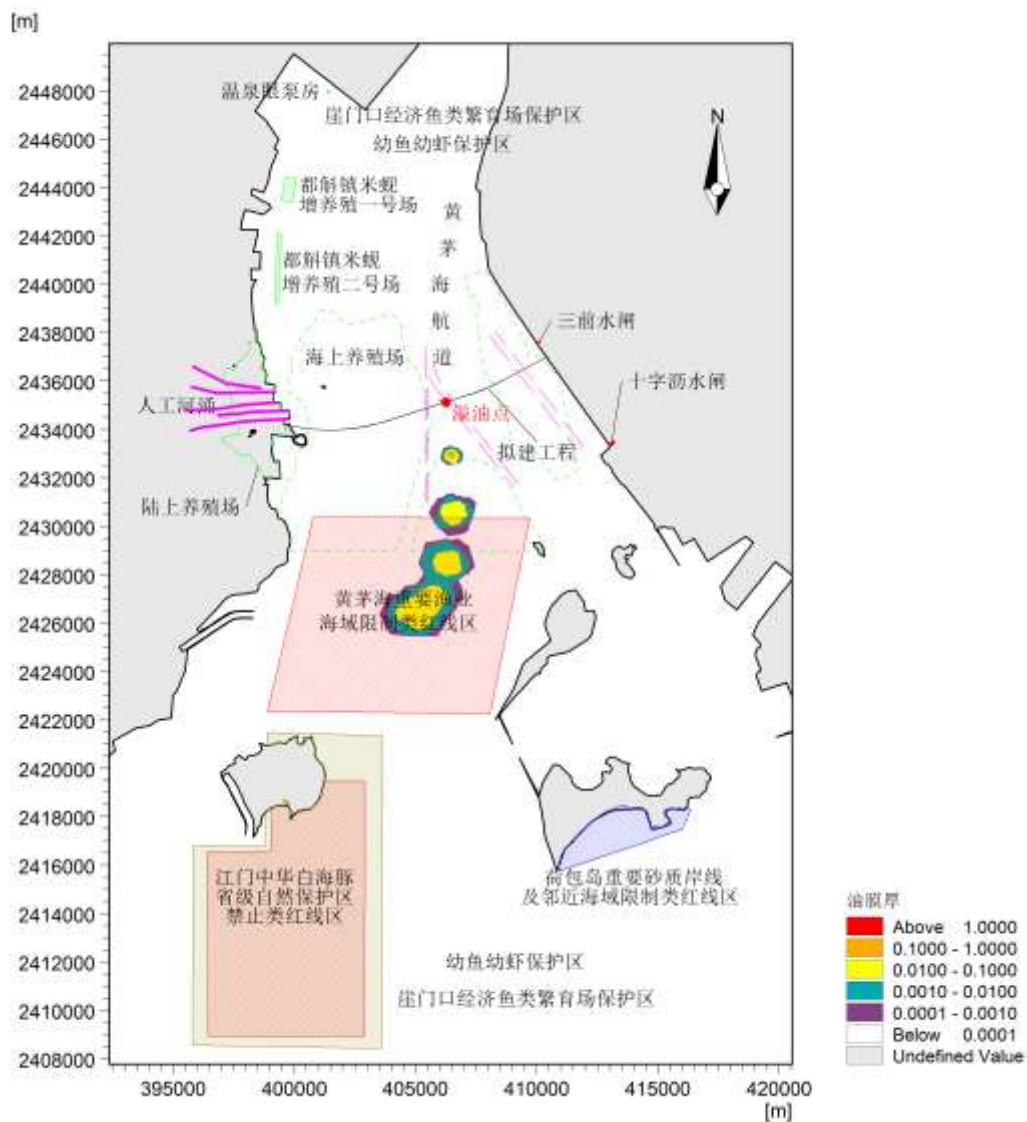


图 6.2.1-10 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期，风向 NNE、风速 2.3m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

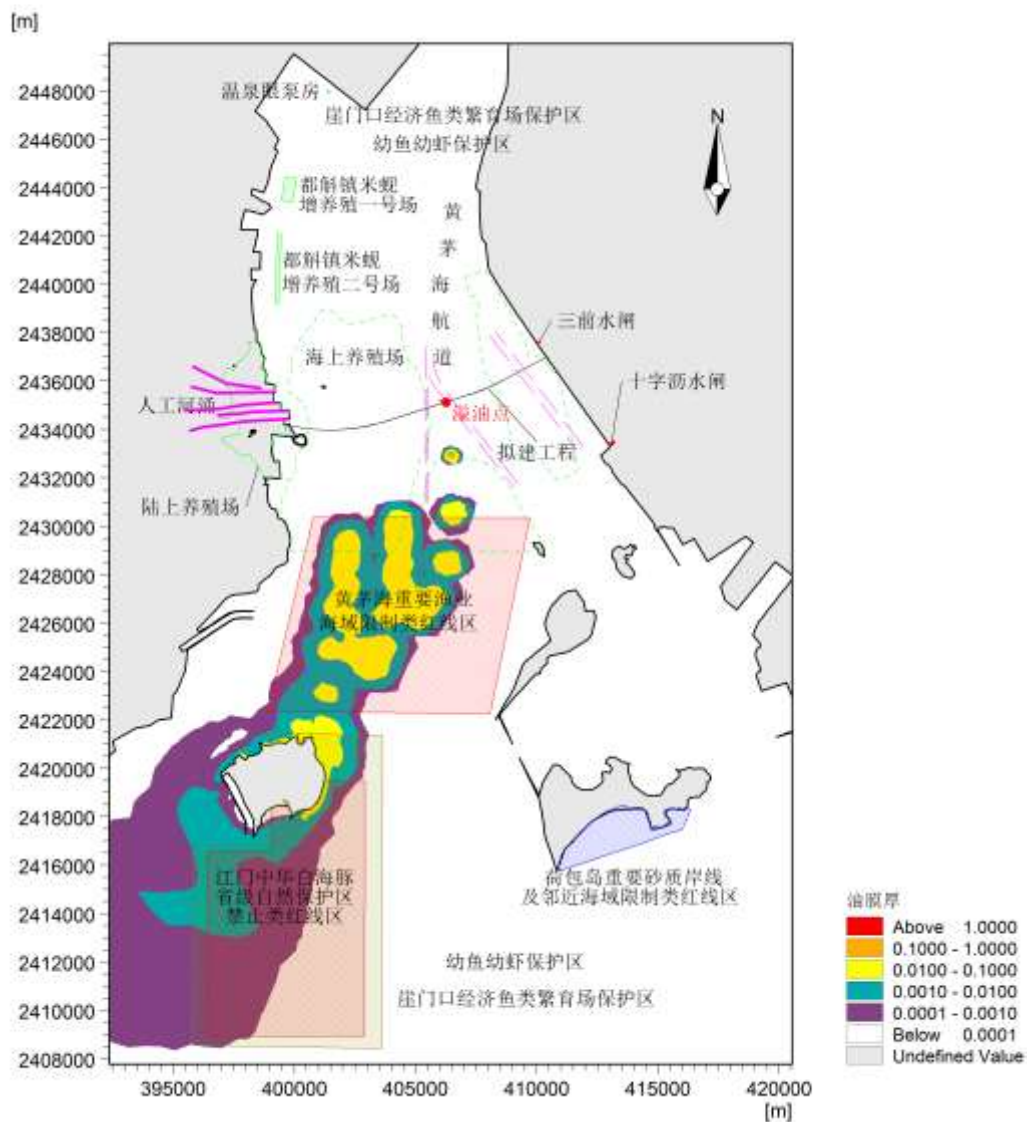


图 6.2.1-11 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期, 风向 NNE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 1h)

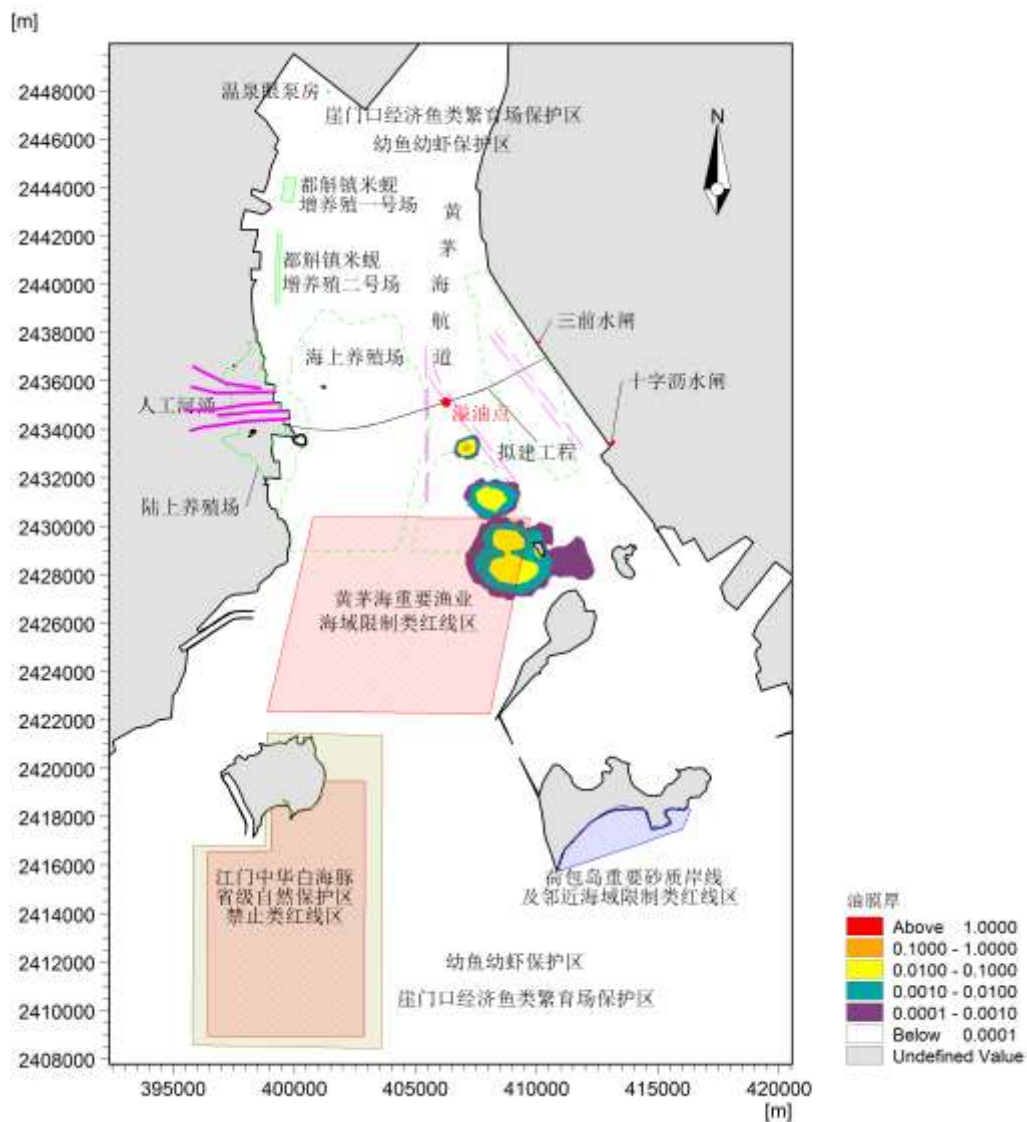


图 6.2.1-12 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期, 风向 SSE、风速 2.3m/s, 油膜绘制时间间隔 1h)

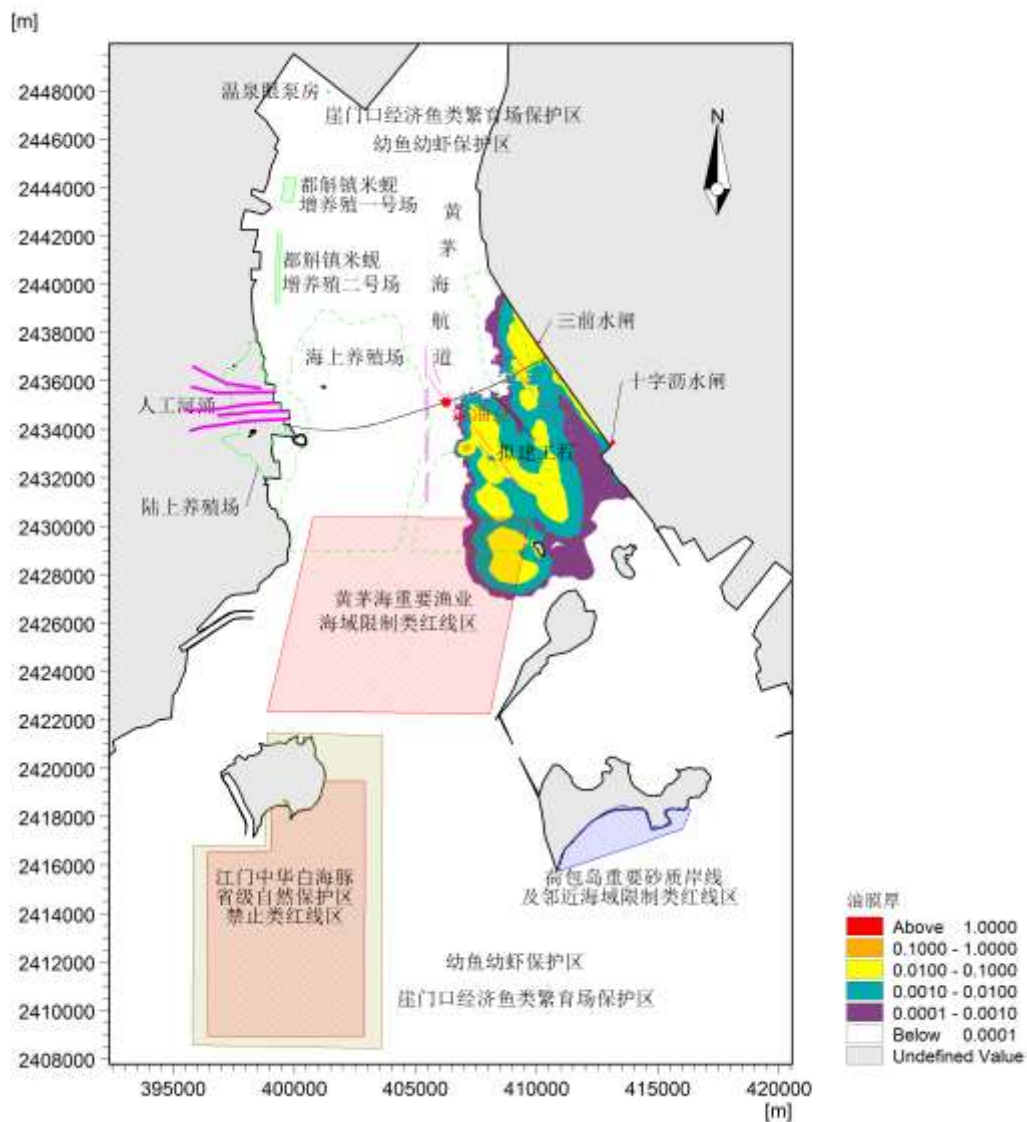


图 6.2.1-13 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期，风向 SSE、风速 2.3m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

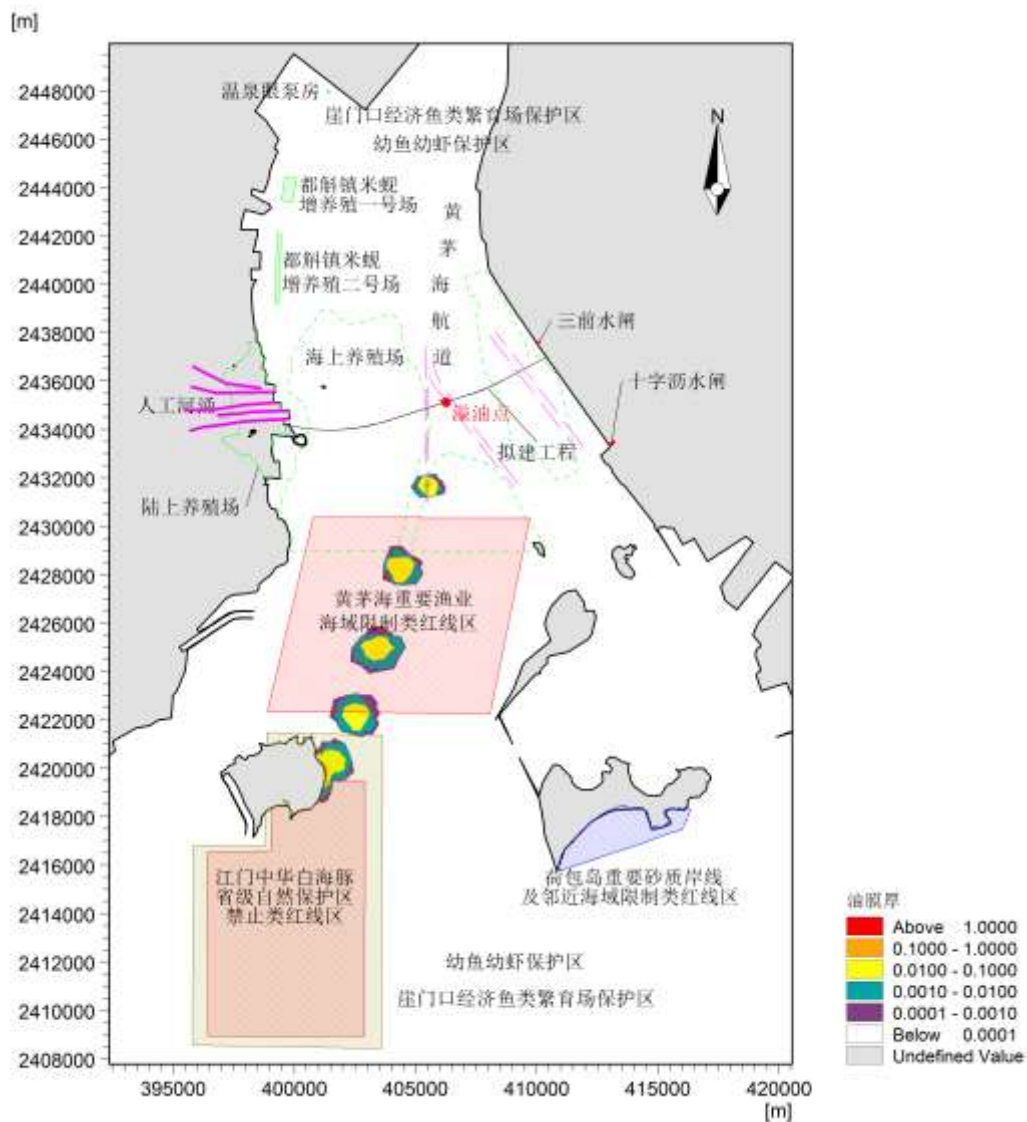


图 6.2.1-14 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期，风向 NNE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

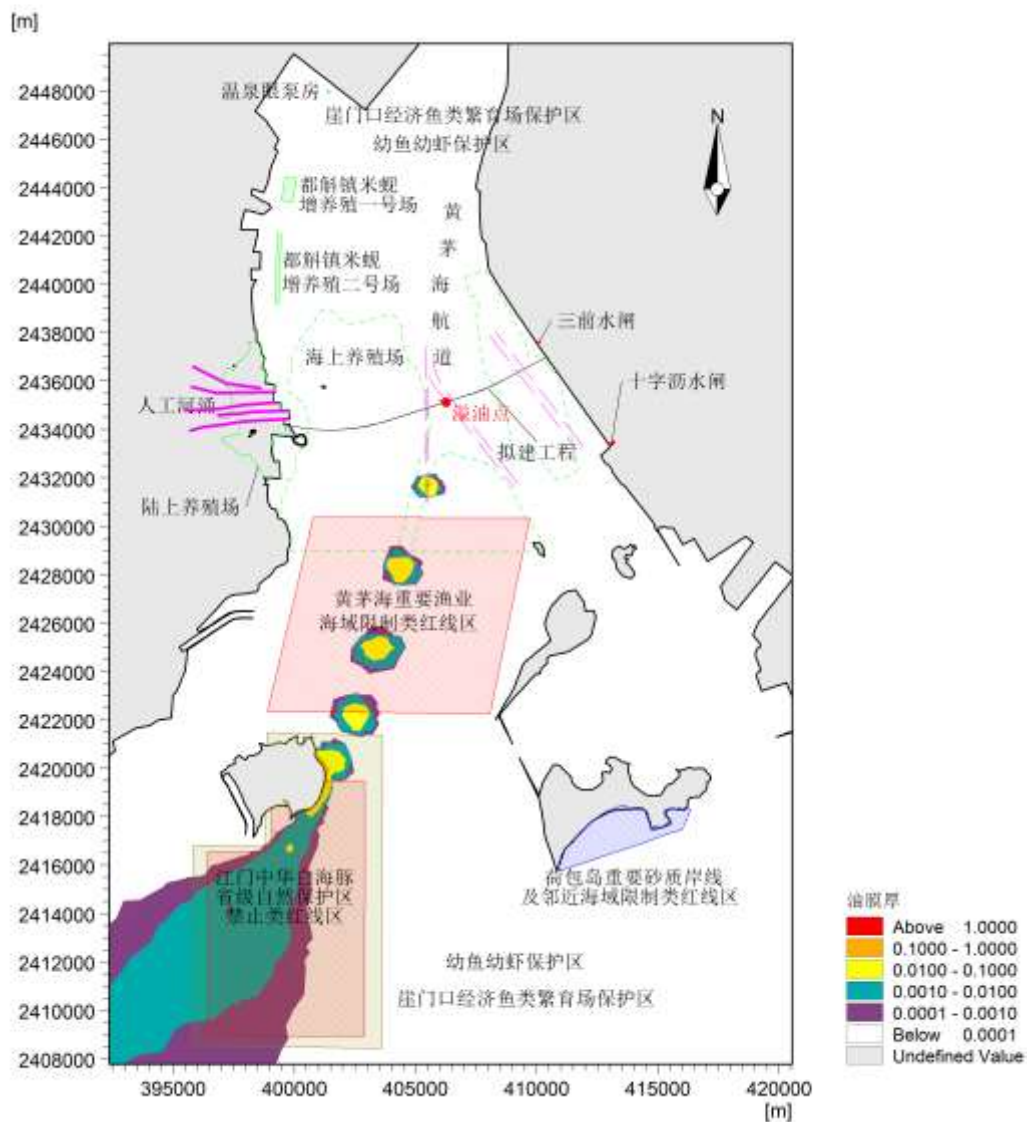


图 6.2.1-15 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期，风向 NNE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 1h)

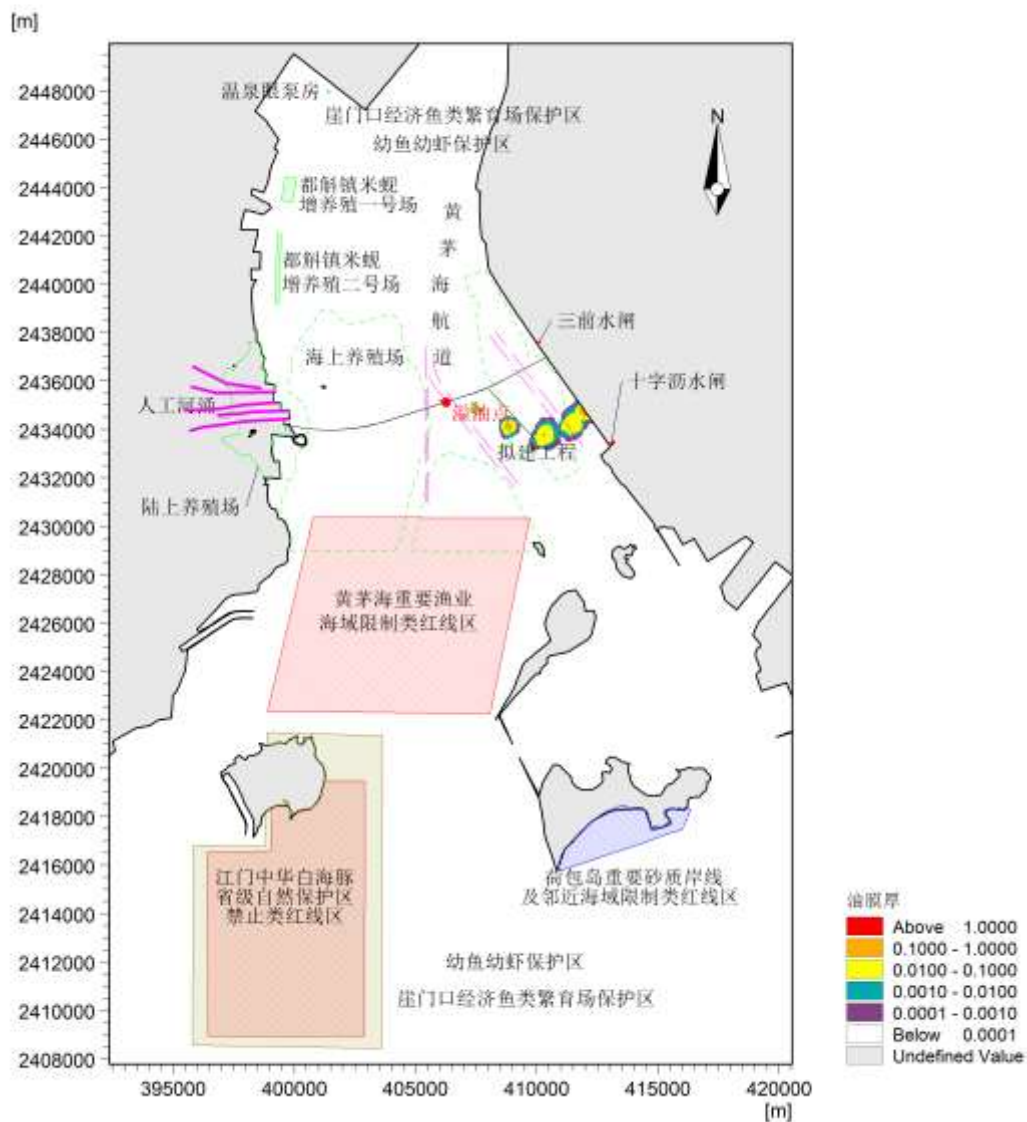


图 6.2.1-16 溢油事故后 6h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期，风向 SSE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 0.5h)

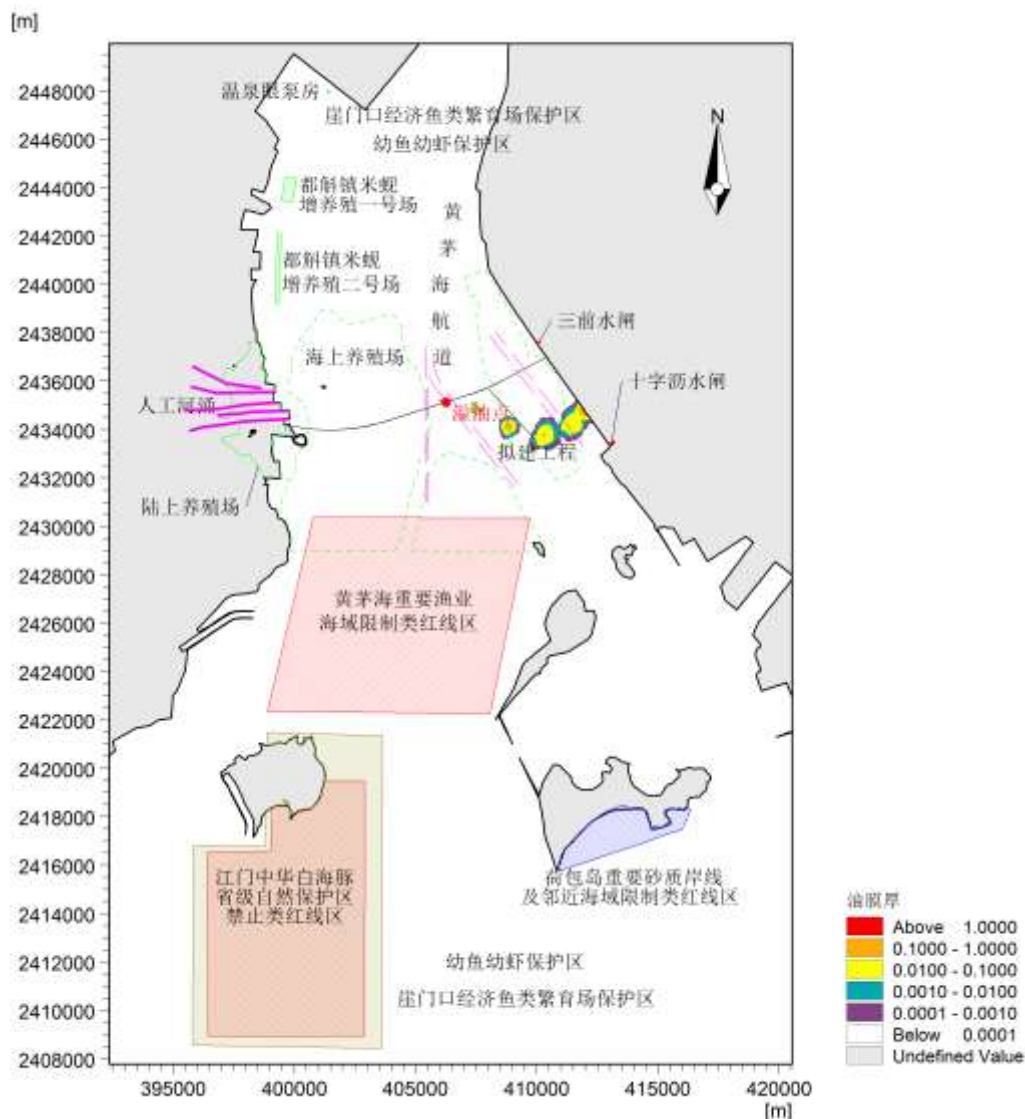


图 6.2.1-17 溢油事故后 72h 油膜运动轨迹图

(大潮落潮期，风向 SSE、风速 13.8m/s，油膜绘制时间间隔 0.5h)

6.2.1.3.4 溢油影响分析

本项目位于黄茅海水道上，施工船舶一旦发生碰撞，造成其发生溢油事故，油膜将会在上游径流、潮汐以及风的影响下向周围扩散，如处理不及时，将会对附近生态环境产生不良影响。

(1) 事故溢油对水质及底质环境的影响分析

受溢油影响的水域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。

溢油会引起水中石油浓度增加，这是国内外学者都公认的，但由于这是一个复杂过程，至今还没有一种较满意的定量方法。

油膜覆盖下，影响海—气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

溢油影响的范围，污染岸线长度、油膜面积都与溢油量大小、溢油期的风向、流况和岸线地形等有密切关系。

(2) 事故溢油对水生生物资源的影响分析

油膜覆盖下，影响水—气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害。沉积到底质的石油将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油，将对油膜扫过的水域的水生生物资源造成一定影响。

(3) 溢油对中华白海豚的影响

近年来，珠江口碰撞漏油事故时有发生，有研究表明，溢油污染对于白海豚的生理、生态活动有较大的负面影响，影响范围包括回音定位、摄食、呼吸、繁殖、地域分布和生命安全。其中最直接的影响就是呼吸，由于中华白海豚用气孔呼吸，气孔位于头顶，直接连接肺部，如果白海豚碰上油污染，其上浮呼吸过程中肯定要接触油污，呼吸时就存在把油污吸入肺部的可能，其后果必然危害白海豚的生存健康。江门中华白海豚保护区位于本项目南侧 12.6 km，距离相对较远，但白海豚活动范围较大，且大潮落潮期，风向 NNE 下油膜会扩散至保护区，将会威胁到中华白海豚的生存。

(4) 事故溢油对岸线的影响分析

溢油发生后，一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下，浮上岸边，便会堆积在高潮线附近，粘附在岸边岩土表面，渗入上层的砂子里，这将对岸线生态环境造成严重影响。

(5) 事故溢油不同时期影响分析

溢油的短期影响分析

海上溢油事故的发生，不可避免地会给周围水域的渔业资源带来不利的影响。尤其在事故发生的短时间内，油污可能严重杀伤浮游性的鱼卵仔鱼和活动范围小或来不及逃

避的上层游泳生物（主要为鱼类、头足类和甲壳类）；当油污染蔓延到沿岸时，还会严重危害潮间带生物。但由于受到多方面因素的制约，欲对其影响程度作出准确的预测是困难的。据有关资料，游泳生物的死亡率为 25%，而浮性鱼卵仔鱼及潮间带生物的死亡率为 100%。

溢油的中长期影响

溢油对渔业资源的中、长期影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异。一般在近岸、封闭海湾或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗时达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3-4 年，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7 年后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续十年。对加利福尼亚州附近发生的一次溢油观察也表明，大多数种群在溢油几年后才得到恢复，但鲍鱼在 16 年后仍未恢复，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度。

6.2.2 营运期风险分析

运输有毒有害化学品的车辆在运输过程中发生交通事故与许多因素有关，包括：驾驶员个人因素、化学品的运量、车次、车速、交通量、道路状况等交通条件、道路所在地区气候条件、跨越水域长度等因素。本评价利用所调查的资料和数据，运用概率法估算危险品运输事故发生概率，对事故发生后对重要水域产生的影响进行分析评述。

6.2.2.1 车辆交通事故频率估计

本评价重点分析黄茅海大桥的风险影响。

预测模式如下：

$$P = \prod_{j=1}^7 Q_j = Q_1 \times Q_2 \times Q_3 \times Q_4 \times Q_5 \times Q_6 \times Q_7$$

式中：

P——预测年水域路段发生化学品风险事故的频率，次/年；

Q_1 ——该地区目前每年发生车辆相撞、翻车等重大交通事故的频次，次/百万辆·公里；参考广东省珠海市交通事故概率，交通事故概率平均约为 0.003 次/（百万辆×公里×年）；

Q_2 ——预测年交通量，百万辆/年；

Q_3 ——高速公路对交通事故的降低率，%；可比条件下，可能降低交通事故比重通常取 1~0.5，本评价按 $Q_3=0.5$ 计算；

Q_4 ——具有景观效应的特大桥类比高速公路对交通事故的降低率，%，本评价按 50% 计；

Q_5 ——货车占总交通量的比例，%；受项目周边高栏港及大广海湾码头物流影响，货车占比较高，本工程为 52.7%；

Q_6 ——运输化学品车辆占货车比例，%；根据项目设计方案及类比分析，在选择路段上的运输车辆中，从事危险品运输车辆占货车的比重为 2%；

Q_7 ——水域路段长度，公里；本工程水域长度为 14.08 km；

根据有关资料统计和本工程初步设计，初步估算出桥梁危险品运输车发生危险事故概率（见表 6.2.2-1）。危险品运输车发生危险事故概率为 0.003391 次/年，事故概率极小。

表 6.2.2-1 桥梁危险品运输车发生危险事故概率计算一览表

项目	Q_1 次/百万辆·公里	Q_2 百万辆/年	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7 km	P 次/年
数值	0.003	36.53	50%	50%	44.2%	2%	14.08	0.003391

6.2.2.2 车辆交通事故造成的危险品泄漏风险分析

车辆交通事故最大的危害是当运载危险品材料的汽车在大桥段出现翻车，或车辆落入水中，从而使运送的危险品污染海洋水质，恶化海洋生态环境。但这种事故的可能性非常小，因为大桥两边的护栏可阻挡车辆掉入海中。但一旦发生较大规模危险品入海事故，会对海洋生态和渔业资源造成污染损害。因此有关管理部门必须采取强有力的措施，确保路段的行车安全，避免交通事故的发生。

为有效处理桥面交通事故，应成立桥面突发事件应急指挥小组。桥梁承建单位制定相关桥梁工程项目发生紧急情况或事故的应急措施，开展应急知识教育和应急演练，提高现场操作人员应急能力；研究、制定抢险方案，组织抢险救援的人员、物资、交通工具等；保持与上级领导机关的通讯联系，及时报告现场信息。

若在桥面发生交通事故而导致货车燃料油泄漏，泄漏的燃料油不能直接排到桥下水体中，而要集中收集处理。

此外，为防止运载车辆发生意外事故，车辆过桥时应报管理站，经检查批准后方可

通行。管理站要严格监控，严禁各种超载车辆上桥。一旦发生意外事故，应立即通报有关部门，采取应急措施，防止装载的建筑材料入海。

6.3 环境风险防范措施

6.3.1 自然灾害风险防范措施

为将自然灾害对项目的影响减至最低，建议工程施工采取以下的措施：

(1) 施工期间应尽量选择避开台风季节，在台风季节施工应做好各项防台抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

(2) 根据工程特点，编制相关抵御热带气旋和台风暴潮入侵的详细计划，并严格贯彻执行。

(3) 按规定及时收听气象报告，警惕热带气旋预兆及“热带低压”的突然袭击。

(4) 如有海上材料运输，作业船在施工前应认真查阅有关航行通电、通告及潮汐表等资料，防止搁浅、风灾等事故发生；应按时收听气象预报，遇有暴雨、台风等恶劣气候，严格遵守有关航行规定，服从海事主管机关的指挥。

(5) 台风来临前，项目建设期间应停止施工作业，运营期间则组织工作人员及时组织转移到安全地带。

(6) 工程完工后，应加强对桥墩稳定性和桥墩附近海底冲淤状况监测，及时掌握工程海域稳定状况，把项目的用海风险和对环境影响降低到最小程度。

6.3.2 淤泥外泄风险事故防范措施

(1) 钻孔桩基施工过程中，围堰内产生的钻井渣，由循环的护壁泥浆机将钻渣带到设在工作平台上的倒流槽，经沉淀后，将沉淀钻渣运至岸上，堆弃在指定的临时场地。为避免泥浆从护筒顶部溢出，配备并开动辅助泥浆泵，将护筒内多余泥浆抽回泥浆池内循环使用。使用反循环回转钻孔时，要注意使钻杆中抽取的泥浆量与沉淀、净化后流入护筒内的泥浆量平衡。

(2) 桥墩承台施工时应在周围设置钢围堰，同时在围堰向水体延伸处设置防护网等防止施工中的泥浆入海。

(3) 在大潮及退潮时，水流流速较大，泥沙较难沉降，因此，在可能的情况下，尽量减少在大潮期及退潮时进行桩基施工作业。

(4) 桥梁施工过程中要注意对周围海域的保护，尽量加快施工进度，缩短工期。

(5) 在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对施工设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时修复。

6.3.3 船舶溢油风险防治措施

为减少溢油等环境事故对环境的影响，对于溢油等环境事故风险必须具有高度的认识与戒备，切实贯彻“以防为主，防治结合”的方针，制定切实可行的管理措施。此外，若发生溢油事故，必须采取相应的应急处理措施，以尽量减轻其所产生的危害。

风险事故防范应急措施包括：业主应加强与海事主管部门沟通，服从海事主管部门的管理，落实运营期船舶通航安全保障措施，避免船舶碰撞事故的发生。防范运营期船舶风险事故导致的溢油事故发生。

(1) 施工期

① 在施工前发布航行公告，严禁无关船舶进入施工作业水域。注意施工期间对进出附近水域小型船舶的影响，加强对施工船舶作业的监管。过往船舶确要经过施工水域时，应加强了望，谨慎操作，缓速行驶，并与施工船舶保持适当的安全距离。

② 施工单位应当认真考虑人员的安全问题，制定应急预案，及时了解掌握天气情况，避免在恶劣天气条件下进行施工作业。严格执行安全计划，加强值班了望，配备必要的救生设施、通讯器材，确保施工安全。施工期过往船舶在发生紧急事故时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

(2) 运营期

① 助航措施

根据《内河助航标志》（GB5863-93），跨河桥梁应设置桥涵标、桥柱灯，有的还要增设供引导船舶分别进入上、下通航孔的水上标志。

桥梁施工前，设计或建设单位应与当地航道部门共同协商，并列入工程造价，并配套建设，竣工时航道部门应核查应配布的有关助航标志是否配置好，如与要求有出入，将通知有关部门予以校正、补齐。

② 防撞措施

为预防船舶误航碰撞桥墩，造成桥船受损，通航孔的桥墩应设置安全可靠的防撞设施。防撞设施的规模应依据代表船型计算确定。为了减少对碰撞船舶的损坏程度，防撞设施的直接抗撞部分应尽量采用韧性及吸能性较好的材料，并且设置应从最低通航水位设置至最高通航水位以上，使船舶和桥梁的碰撞受损降至最低的限度。

6.3.4 水环境风险防范措施

本工程路段运输危险品物资主要有石油类、石油液化气、硫酸、农药等。危险品运输的风险主要表现为因交通事故或违反危险品运输的有关规定，使被运送的危险品在途中发生爆炸、燃烧或泄漏，从而对当地环境造成污染影响。从预测结果可知，本工程发生危险品运输事故的概率较小，但是，只要发生危险品运输事故，对路线附近环境都将可能造成严重的污染和破坏。因此，应积极采取有效措施减少危险品运输风险，制定危险品运输事故污染风险减缓措施及应急措施，将危险品运输风险降低到最小。建议要从公路设计阶段，到运营期上路检查、途中运输、停车、直到事故处理等各个环节，加强管理，以预防危险品运输事故的发生和控制突发性环境污染事故事态的扩大。因此，应制定危险品事故污染风险减缓措施和应急预案。

6.3.4.1 危险品泄露事故预防措施

(1) 危险品运输风险预防措施

①危险品运输应严格按照《危险化学品安全管理条例》（国务院令第344号），《道路危险货物运输管理规定》（交运发〔1993〕1382号）、《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）等有关危险品运输管理规定执行。运输单位、人员和运输工具均应满足危险品运输的相关要求，做到预防为主，防范于未然。确保桥面路况状态良好，防撞栏安装牢固。

②机动车载运爆炸物品、易燃易爆化学品、有毒有害、放射性等危险品，应经相关部门登记批准后，按指定的时间、速度行驶，悬挂警示标志并采取必要的安全措施。对运输危险品的车辆应使用密闭、结实的容器，并配有明显标志和灭火工具。承运人员应接受过必要的业务培训。运输车辆应接受交通管理部门的指挥调度，在易发生交通事故的气象条件下禁止此类车辆上路。在可能的情况下，还可对危险品运输车辆实行动态监测，以便在出现事故时迅速作出反应。道路管理部门应加强危险品运输管理，严格执行交通部部颁标准《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）的有关规定。

(2) 强化有关危险品运输法规的教育和培训

对从事危险品运输的驾驶员和管理人员，应严格遵守有关危险品运输安全技术规定和操作规程，学习和掌握国家有关部门颁布实施的相关法规。相关法规有：①国务院颁布的《化学危险品安全管理条例》；②《汽车危险货物运输规则》（JT3130-88）；③《中华人民共和国民用爆炸品管理图例》；④广东省人民政府颁发的有关公路运输危险品的

安全管理办法等。

(3) 加强区域内危险品运输管理

①行政主管部门应按照我国制定的一系列法律法规严格审查经营户资质，规范危险货物准运证发放程序，加强危险品运输市场的管理。

②危险货物运输实行“准运证”、“驾驶证”和“押运员”制度，从事危险货物运输的车辆要使用统一的专用标志，实行定点检测制度。

③在危险品运输途中，司乘人员应严禁吸烟，停车时不准靠近明火和高温场所。驾驶员在运输途中必须集中精力，要注意观察路标，中途不得随意停车。

④如运送剧毒化学品应按公安机关核发的“剧毒化学品公路运输通行证”的规定实施运输。

⑤在天气不良的状况下，如大风天气条件应禁止危险品运输车辆进入公路。

⑥在公路经过水体等敏感目标处设置明显的标志，以唤起从事危险品运输的驾驶员注意。在发生油料、危险化学品、有毒有害物品泄漏的紧急情况下，应关闭该路段，启动应急计划，进行泄漏事故处理。

⑦发生事故后，司机、押运人应及时报案并说明所有重要的相关事项。

⑧交管部门接受报案后及时向政府办公室报告，并启动应急预案。

(4) 在有敏感目标的重要路段设置“减速行驶、安全驾驶”的警示牌，危险品运输车辆应保持安全行车车距，严禁超车、超速。

(5) 日光曝晒、颠簸等使槽车容器温度、压力升高，可能发生超压爆炸。夏季易燃易爆物品的运输最好安排在早、晚或夜间进行。对于在中午高温条件下运输的车辆，应采取必要的遮阳降温措施。对易产生静电的化学危险品应在运输时加入防静电化学添加剂，或采取其它导电措施避免静电引发火灾爆炸事故。遇潮易燃烧、爆炸或产生有毒气体的危险化学品，不应在阴雨天运输，除非具有良好的包装和防潮遮雨措施。运输危险品的车辆应尽可能地避免在雨、雪、大雾等天气下行车。

(6) 道路管理部门应做好桥面的管理、维护与维修，路面有缺损、颠簸不平、大坑凹和设施损坏时，应及时维修，否则应设立警示标志。

(7) 运输危险品的车辆必须按规定进行车辆和容器检测，严禁使用检测不合格的车辆和容器、使用报废车辆拼装或自行改装车辆、自行改造容器从事危险货物运输。同时，运输危险品的车辆必须配备相应的安全装置，如排气管火花熄灭器、泄压阀、防波

板、遮阳物、压力表、波位计、导除静电设备和必要的灭火设备。

(8) 加强运营期交通管理，严禁违章驾驶

①加强司机管理根据我国近年来对发生交通事故的原因统计结果，致使车辆发生泄漏、翻车、着火或爆炸事故的主要可控因素是司机驾驶失误。显然，减少恶性交通事故发生的最有效的方法是减小司机的驾驶失误，因此必须加强公路运营期的司机管理，严禁违章驾驶，并有切实的管理措施。

②运营期对该路段交通运输的特殊管理规定制度：运营期间，不允许装载不严的车辆上桥；定期对桥面进行清扫。

6.3.4.2 危险品运输风险应急措施

(1) 应急组织

公路管理部门应与公安、消防、海洋、海事、环保、港务等有关部门建立协作关系，争取各方力量，制定处理事故的应急预案，应急预案应纳入《区域突发公共卫生事件应急预案》包括应急组织、应急设备和人员组成、应急通讯手段、应急医疗救援单位、环境污染应急缓解措施、事故后果评价单位、应急监测单位。一旦发生危险品运输事故，立即启动应急预案，各方协同，互相配合，分头行动，针对事故不同类型，采取不同的处置措施。其中主要措施包括：灭火、点火、隔绝、堵漏、拦截、稀释、中和、覆盖、泄压、转移、收集等。

(2) 事故应急系统

适当设计桥面排水设施间距，在排水泄水口处设计限流管，保障初期雨水和过量雨水的分流和通畅排水。当发生危险品泄漏时，可摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质，在应急人员到达前收集有毒有害污染物，创造足够的应急时间。

(3) 突发性事故的应急措施

未来的公路管理部门应按照本报告提出的应急预案，结合项目的实际情况制定切实可行的应急预案，准备相应的物资，把应急措施准备落到实处。

6.4 环境风险应急预案

6.4.1 船舶溢油事故应急预案

6.4.1.1 区域应急资源和应急联动机制

6.4.1.1.1 珠海市溢油应急资源

本项目可依托的溢油应急资源为珠海船舶溢油应急设备库，该库为交通部在珠海设

立的国家级公益性工程项目，位于珠海高栏港区南径湾作业区北侧的港区支持系统岸线，即广东海事局高栏海巡基地东侧。该库建设库房及辅助用房共计 1991.70 平方米，建设晾晒及训练场地 2000.00 平方米，清洗训练水池 410 立方米，变配电房 99.13 平方米，门卫室 31.54 平方米。设备库设备主要由应急卸载设备、应急围控设备、机械回收设备、油污储运设备、溢油分散物资、溢油吸附物资及其它配套设备组成，形成一次应对 1000 吨溢油事故的综合应急能力。该工程项目从 2009 年底立项，2012 年竣工验收，历时 3 年多，经历了设计、征地、报建、招标、建设等过程，克服了海滨不利的地质情况和恶劣的气候条件，得以顺利建成。设备库投入使用后，不仅能极大提升珠海水域船舶污染事故的应急救助能力，还能兼顾周边南海海域，为船舶溢油应急反应行动提供必要的协作和支持，为地方经济社会的科学发展保驾护航。

溢油应急设备库项目一次溢油综合清除控制能力可达到 1000 吨，大幅提高了珠海港及周边地区防控溢油事故的能力。

6.4.1.1.2 江门市溢油应急资源

(1) 应急设备设施

① 政府部门应急设备设施

江门海事局目前有 14 艘海巡船艇，并代表江门市政府管理部分污染物应急回收设备配备，应急设备设施存放在 10 个应急储备点内设备的维护保养委托专业公司负责。

② 溢油应急单位应急设备设施

目前江门辖区具有 3 家溢油应急单位，拥有大量清污设备，具备了一定的船舶污染应急能力。

③ 企业自有自用应急设备设施

江门辖区内的港口、码头、拆船厂配备了防治污染设备和器材，成为江门市船舶污染应急能力的重要组成部分。

(2) 应急队伍

目前江门辖区具有 3 家溢油应急单位，建立了专业的应急队伍，成为船舶污染应急工作的主要人员力量。

6.4.1.1.3 区域应急联动机制

大桥建设区域有港珠澳大桥、横琴二桥等海上桥梁，因此，本区是船舶溢油高风险海域，船舶通航密度大、难度高，因此，应建立区域联动防控机构，该机构由广东海事

局为主导、珠海海事局、江门海事局、各大桥主管机构参加，建立定期协调沟通制度、突发船舶污染事故和险情通报机制、区域重大船舶溢油污染事故应急联动制度、船舶污染损害索赔机制、联合演习和培训等一系列区域合作机制，形成了区域防污的合力。

6.4.1.2 作业船舶溢油污染控制措施

配备一套完整的溢油处理系统对于溢油污染控制是十分必要的。目前，国际上较多采用的溢油处理方法是物理清除法和化学清除法。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般是在物理清除法不能使用的情况下使用。考虑本项目的实际情况，海上溢油可以按以下流程处理：

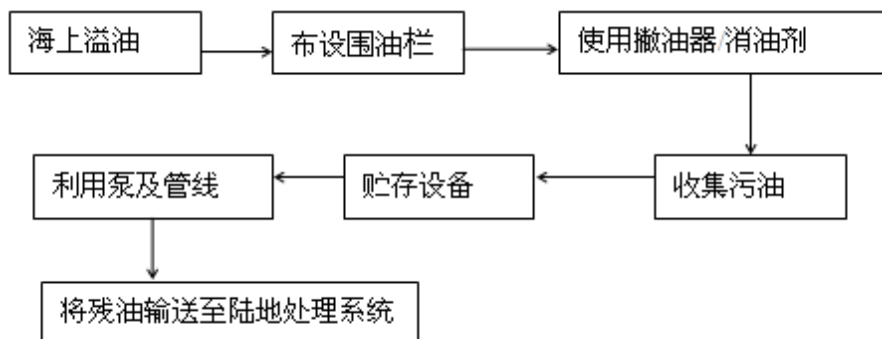


图 6.4.1-1 海上溢油处理流程图

污染控制措施，目的就是为了减轻溢油对环境造成的影响。无论是围油栏围油，还是撇油器回收溢油，都受到海况的制约，因此，定期对海域环境参数进行监测，设置溢油漂移路径数值模拟实时预报系统，对准确而迅速地布置围油栏，控制油污染以及保护海洋环境十分有益。此外，建立一套完整的监测与通讯联络系统，对于及时发现溢油事故，及早采取有效的污染控制措施也十分必要。

6.4.1.3 本项目需配备主要应急设施及设备

除了充分利用珠海和江门目前已有的溢油应急设施、器材外，本项目施工作业船舶应配备一定数量的应急设备和器材，以便能够及时应对溢油风险。配备的应急器材数量见表 6.4.1-1。

表 6.4.1-1 应急器材设置一览表

本项目施工船配备的防污应急设施和器材			
序号	应急设备和器材	数量	费用（万元）
1	手提式灭火器	20 个	0.2
2	吸油毡	300 kg	1.2

3	围油栏	400 m	25
	合计		26.4
有资质的单位提供的防污应急设施			
1	防污染工作船	1 艘	
2	围油栏	400 m	
3	吸油毡	300 kg	
4	手提式灭火器	10	
5	推车式灭火器	2 辆	
6	锚、缆绳和垃圾袋等	若干	
7	防污染工作人员	6 人	

6.4.1.4 应急计划

(1) 指挥部及职责

应急计划由应急指挥部执行。应急指挥部是应急反应行动的指挥、协调机构，由珠海市海事局、江门市海事局和建设单位主要领导组成，下设办公室。

(2) 指挥部办公室及职责

应急指挥部办公室是应急指挥部的常设办事机构，指挥总部和分部均设办公室，实行 24 小时值班制度。办公室主要职责：a. 负责应急指挥部的日常工作；b. 负责制定、评估和根据授权修改应急计划；c. 拟订污染应急响应培训大纲，组织实施应急计划的相关培训和演练；d. 组织研究防污染技术，建立和完善防污染应急反应的技术支持系统，为应急反应提供技术支持；e. 负责接收和分析污染事故报告，并在接到报告后负责向相关部门或人员报告或通报；f. 负责下达应急指挥部的指令，向有关单位或机构发布报警和告警；g. 根据现场反馈情况及时组织开展应急响应评估，提出应急响应行动方案的调整建议，供应急指挥部研究后报总指挥批准实施；h. 根据总指挥的决策，调动和统一协调各单位的应急响应的人力物力和后勤支援，协调不同领域的应急响应行动。

(3) 现场指挥及职责

现场指挥是总指挥部或分部指定具体负责实施应急响应决策方案的指挥人员，根据污染事故的性质、反应要求以及应急指挥部的建议，在应急指挥部成员中指定。主要职责：a. 根据总指挥或分部指挥的授权，指挥调动到达污染现场的人力物力资源，组织实施应急指挥部的决策和指令，组织和管理现场应急响应行动以及其它需要的进一步行动；b. 及时向应急指挥部报告事故情况和应急响应系统方面的准备和运行情况，为应急反

应决策提供建议；c. 确保已抵达现场的各类资源得以合理调配，根据需要向应急反应协调中心提出所需要的资源和援助请求；d. 随时向应急反应协调中心报告现场动态和事态发展趋势以及需要应急反应协调中心协调的有关事宜；e. 组织现场反应情况评估，并将评估意见报应急反应协调中心，以便为应急指挥部形成是否停止反应行动或是否开展进一步的应急反应行动建议；f. 在不违背总指挥或分指挥总体决策原则的前提下，要灵活把握和控制现场局势，有权根据事态的发展对行动方案做出适当调整，但必须将调整情况及时向应急反应协调中心报告；g. 指定专人做好现场记录，包括使用的人力、物力、时间、气象、水文、进展情况及所遇问题，并尽可能将现场情况进行拍照、摄像，便于处理善后事宜和进行总结、评估、修订。

(4) 应急响应队伍及职责

应急响应队伍是指在本计划范围内，直接参与应急响应行动的相关部门总称，由应急指挥部成员单位、其他相关管理部门、专家小组、应急监测队、专业清污队伍等组成，在应急指挥及其办公室和现场指挥的指挥下，按下列组织形式具体开展各个领域的应急响应行动。应急队伍的职责是：当接到事故报警后，迅速赶赴指定的地点集合，听从应急指挥部的指挥：采取措施进行施救、把事故消灭在萌芽状态；减少污染，减少伤亡和财产损失。

(5) 应急响应程序

①发生风险事故后，发现人应立即通知相关指挥分部。②分部接到事故报告后，应立即核实，并根据污染事故性质确定是否通知沿线用水户及通知的范围，同时将事件向应急指挥总部通告，征求总部处理意见。③在通知、汇报结束后，立即组织应急队伍赶赴现场对事故进行进行初始评估，初始评估的目的是尽快报警和采取应急响应措施。初始评估的主要内容：a. 根据污染种类、事故地点、事故原因、气象、水文，评估污染的可能规模。b. 对发生火灾、爆炸的可能性进行评估；c. 评估对人身安全、公众健康构成的威胁；d. 评估可能造成的影响，确定报警部门。④根据初评结果，制定合适的应急处置方案组织现场救援。 应急行动程序见图 6.4.1-2。

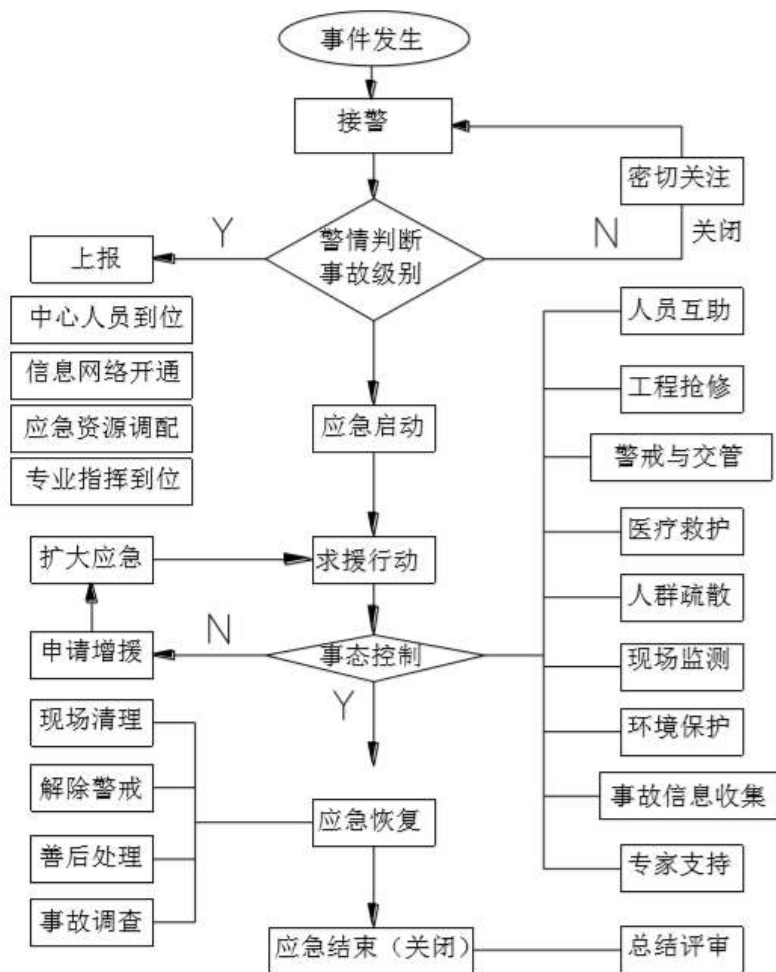


图 6.4.1-2 应急行动程序

(6) 突发事件应急反应对策

①确认事故的责任方，责令其采取可能做到的防范措施；②采取措施防止事故扩大化；③必要时对事故发生地周围实行警戒或实行交通管制；④对可能受威胁的环境敏感区和易受损资源采取保护措施；⑤对出事水域和下游水域进行实时监测；⑥制定应急对策方案，调动应急防治队伍和应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；⑦组织协调救捞、环保、渔监、水产、军队、公安、消防、邮电、气象、农林、旅游、保险等部门按指挥部确定的职责投入应急活动；⑧制定具体的溢油、危险品、剧毒品的应急清除作业方案；⑨一旦发生溢油事故应优先考虑在附近敏感水域敷设围油栏，当发生剧毒品污染水体时应切断供水，同时，及时与敏感水域单位及时联系，通报灾情，防止溢油影响到敏感区域。⑩一旦发生突发事故应对事故周围的水域进行事故状态下的应急监测，对

水质、鱼类的残毒进行监测分析，如果出现超标应汇报渔业等主管部门；如果污染程度较为严重，应向有关部门提出封闭水域、禁止捕捞和销售水产品的建议。

6.4.2 船舶避台应急预案

贯彻“以防为主，安全第一”的避台方针，积极响应对台风可能会带来的威胁，施工单位需落实责任，周密部署，切实做好防台工作，保障现场施工船舶安全。施工单位应依据《交通运输部海上突发公共事件应急反应程序》，《广东省防汛抗旱防风应急预案》，《广东海事局防热带气旋应急预案》，《珠海市防风工作预案》、《江门市防汛防旱防风防冻应急预案》等编制施工船舶避台应急方案。

(1) 具体避风水域

本工程位于崖门口海域，避风地点可选择①崖门渔港离工程区域约 9 海里；②新会港离工程区域约 14 海里，根据实际情况，选择最安全的避风水域。

(2) 组织机构与职责

施工单位应成立以总经理担任总指挥的防台应急指挥部，组建防台抢险救援队和防台后期保障小组，各施工船舶成立本船舶防台工作小组，由各船长担任组长。

- 1) 防台应急指挥部：下设总指挥、副总指挥、组员
- 2) 各船舶防台小组：下设组长、副组长、组员
- 3) 防台应急指挥部设在施工单位公司
- 4) 内部分工及职责

① 防台应急指挥部职责

依据国家气象部门和当地海事部门的台风预报信息情况，适时召开防台工作会议，决定防台应急方案的启动和关闭，发布防台指令，布置防台工作的具体措施，落实防台检查，组织防台抢险。根据应急情况需要，调配施工船舶防台力量和物资。及时向上级单位或部门汇报防台动态，对防台工作进行总结。

② 各船舶防台工作小组职责

落实防台指挥部发布的各项防台指令，组织船舶防台加固检查，落实防台工作措施，组织处理船舶防台过程发生的险情，定时向指挥部报告船舶动态情况，防台期间所有相关人员手机一直处于开机状态，保持通讯畅通。

(3) 台风预警与应急响应行动

- 1) 防台季节，施工单位指定专人（专职安全管理员）关注天气预报，登陆政府相关

网站（常用台风查询网址），获取台风的最新情况，施工船舶抄收海岸电台的气象预报。

2) 施工单位应急指挥部管理人员及各船舶船长手机号码加入海事局短信平台。

3) 施工单位专职安全员把施工单位防台指令发布到各船舶防台小组成员的手机上。

4) 与当地海事部门保持密切联系，指挥部适时派出工作组，检查督促各施工船舶的防台风工作。

5) 必要时召开紧急会议，研究并处理突发情况或其他重大事项。

6) 每小时接收发布气象信息一次，每 4 小时通过手机短信或其他途径向各船舶发布台风信息。

(4) 船舶防台工作要求

1) 选择合适的时间离开施工水域，根据经验，在锚地避风的船只较多，进入锚地时间不宜过迟，以选择合适有利的避风位置。

2) 接到台风预报，所有避风船舶对电器、机械等设备进行检查，船上的物资是否齐全，若达不到要求及时更换。

3) 进入防台部署后，船舶必须服从防台指挥部的统一指挥安排，迅速有序地将船舶拖往防台锚地。

(5) 避台船只风险防范对策

1) 无动力的工作船要防止走锚搁浅，如果避免不了此类风险发生，应千方百计使船舶固定，尽量避免船尾搁浅。

2) 机动船舶发生走锚时，要开动主机进行顶风，以防止进一步走锚。当底质较差时，更换锚地，起锚重抛，放长锚链，加抛双锚等措施。

3) 台风登陆时，船员不要走出房间，防止人被风和涌浪打入海中，必须要出去时，穿好救生衣系好绳索加以保护。

4) 切忌在大风中绞动锚，因为会引起急速走锚。如果必须绞动锚时，应备好车、舵、锚一齐协调动作，必要时先动车后绞锚，或者一边动车一边绞锚

(6) 预案关闭，避台结束

1) 台风登陆或过境后，根据气象部门台风解除消息和现场的实际风力情况，经防台指挥部审定，由防台总指挥部发布关闭指令，宣布预案关闭。

2) 台风过后，各船舶在组长的带领下，检查船舶有无受损情况，如有受损应用摄录设备予以记录，并按规定向指挥部报告。

- 3) 做好复工前安全检查，电气设备要经检测后才允许通电使用。
- 4) 做好防台小结并上报公司，总结经验教训，提出预防改进措施
- 5) 保留下列资料并存档①天气预报记录；②防台会议记录；③检查记录；④防台值班安排记录；⑤防范措施记录；⑥通讯、汇报、总结等记录。

6.4.3 危险品运输事故应急预案

近年来，随着危险品货物运输量逐年增多，危险品在运输过程中发生泄漏，火灾等危害的机率大大增加。为了加强对危险品运输事故的有效控制，最大限度地减少事故危害程度，保证人民生命、财产的安全，保护环境，应制定《危险品运输风险应急预案》。

(1) 应急预案的指导思想和原则

应急预案的指导思想是：体现以人为本，真正将“安全第一，预防为主”方针落到实处。一旦发生危害环境的交通事故，能以最快的速度、最大的效能，有序地实施救援，最大限度减少人员伤亡和财产损失，把事故危害降低到最低点，维护公路沿线群众的生活安全和社会的稳定。

风险事故应急救援的原则：快速反应、统一指挥、分级负责和社会救援相结合。

(2) 运输危险品基本情况

根据《危险货物品名表》(GB12268-1990)所列品种，主要常用危险品涉及到化工、石化、医药、纺织、轻工、冶金、铁路、民航、公路、物资、农业、环保、地质、航空航天、军工、建筑、教育等各个领域。

按照《危险货物分类和品名编号》(GB6944-86)涉及爆炸品、压缩气体和液化气体、易燃液体、易燃固体、自燃物品和遇湿易燃物品、氧化剂和有机过氧化物、毒害品、感染性物品、放射性物品和腐蚀品十大类。

由于危险品的性质复杂以及具有易燃易爆、有毒有害的特点，使得在运输过程中稍有不甚或疏漏，就会引发泄漏、爆炸和火灾等连锁式事故，就会对人民生命财产、生态环境和社会安定造成重大危害，后果会十分严重。

危险品运输隐患的特性如下：

①复杂性：危险品运输往往会经过人口密度大、资产集中、环境特殊等特点的地区，它的事故后果更加严重，它的预防和控制更为复杂。

②分散性：危险品运输车辆具有分散性，危险品的种类、运输时间和路线都不确定，发生事故产生的影响程度也不同，难于进行控制。

③运动性：危险品运输具有运动性，从一个地点到达另一个地点。

④广泛性：伴随着社会经济的发展，各种物资、能量转换日趋频繁，各种危险品的运输密度越来越高，而且运输的危险品种类比较复杂，已经成为社会生活中广泛分布的危险源。

⑤污染性：危险品运输事故往往伴随着严重的环境污染，有时对环境的影响时间会很长，潜在危害更严重。

（3）事故类别及处置措施

危险品运输事故主要有泄漏、火灾（爆炸）两大类，其中火灾又分为固体火灾、液体火灾和气体火灾。主要原因又分为主观原因和客观原因。

针对事故不同类型，采取不同的处置措施。其中主要措施有：灭火、点火、隔绝、堵漏、拦截、稀释、中和、覆盖、泄压、转移、收集等。

（4）事故现场区域划分

根据危险品事故的危害范围、危害程度与危险化学品事故源的位置划分事故中心区域、事故波及区及事故可能影响区域。

①事故中心区域：中心区域即距离事故现场 0~500 m 的区域。此区域危险化学品浓度指标高，有危险化学品扩散，并伴有爆炸、火灾发生，建筑物设施及设备损坏，人员急性中毒。

事故中心区的救援人员需要自身防护，并佩戴隔绝式面具。救援工作包括切断事故源、抢救伤员、保护和转移其它危险品、清除渗漏液态毒物、进行局部的空间清洗及封闭现场等。非抢救人员撤离到中心区域以外后应清点人数，并进行登记。事故中心区域边界应有明显警戒标志。

②事故波及区域：事故波及区域即距离事故现场 500~1000 m 的区域。该区域空气中危险品浓度较高，作用时间较长，有可能发生人员或物品的伤害或损坏。该区域的救援工作主要是指导防护、监测污染情况、控制交通、组织排除滞留危险品气体。视事故实际情况组织人员疏散转移。事故波及区域人员撤离到该区域以外后应清点人数，并进行登记。事故波及区域边界应有明显警戒标志。

③受影响区域：受影响区域是指事故波及区外可能受影响的区域，该区可能有从中心区扩散出来的小剂量的危险化学品危害。该区域救援工作重点放在及时指导群众进行防护，对群众进行有关知识的宣传，稳定群众的思想情绪，做基本应急准备。

(5) 危险品运输事故应急救援组织及职责建议制定本工程危险货物运输突发事故的应急预案。

① 危险货物运输突发公共事故的分级（见表 6.4.3-1）

表 6.4.3-1 危险货物运输突发公共事故的分级表

级别	一般	较大	重大	特大
影响程度	轻度患者<5 人， 经济损失<10 万	轻度患者 5~10 人，经济损失 10~50 万	死亡人数<3 人， 轻度患者>10 人， 重度患者<10 人，经济 损失 50~100 万	死亡人数≥3 人， 重度患者≥10 人， 经济损失≥100 万

②组织机构：成立突发公共事故应急领导小组，全面负责危险货物运输的管理工作。

③预测、预警发布和报告

预测：各级突发公共事故日常机构应建立科学的监测预报体系。有计划地定期组织事故演练，增强应急救援队伍对突发事件现场的应变能力。对危险品运输的各环节事先编制预控方案，加强对重点部位的监控，指定专人负责检查落实情况，把事故隐患消灭。

预警：按照危险品运输事故的严重性和紧急程度，分为四级：一般（IV，兰色表示）、较大（III，黄色表示）、重大（II，橙色表示）、特大（I，红色表示）。各级突发公共事故领导小组应根据不妥大预警级别作出相应的响应。

报告：健全危险货物运输突发事故的报告制度，明确信息报送渠道、时限、范围和程序，明确相关人员的责任、义务和要求，严格执行 24 小时值班制度，保障信息渠道畅通、运转有序。

④应急处置

预案启动与终止：由应急领导小组负责人根据现场情况，判断预警级别，发布启动预警命令。预案启动后，应急领导小组的所有成员立即进入工作岗位，各项抢险设施、物资必须立即进入待命状态。事故处置完毕后，也应当由应急领导小组负责人发布终止命令。

基层单位接到报告后，在应急预案启动前，依据事故的严重性、紧急性、可控性，必须立即进行人员救助及其它必要措施，防止事故向附近蔓延和扩大，必要时可以越权指挥应急处置。

(6) 事故救援行动要点

监控部门：各监控分中心监控员接到信息应及时向基层突发事件领导小组报告，并

实时跟踪、记录（电话、摄像、录像）。按突发事故领导小组指令向有关路段的可变情报板、可变限速标志牌等发布信息，当交通恢复正常时，恢复这些装置的正常显示内容。

路政部门：事发地基层突发公共事故领导小组应将事故情况按规定及时向上级汇报，并按要求启动应急处置预案，根据事故情况采取先期处理措施，按规定做好事发现场安全布控，积极抢救伤员，紧急疏散人员，转移重要物资，维护现场秩序。根据事发状态通知消防、卫生防疫、环保等相关部门，按危险品类型采取相应的措施，其中，由武警部队防化连队具体负责现场残留物的清理和喷洒工作，残留物的具体处理方案由卫生防疫站和公安局具体提供，由环保部门进行应急监测。同时，做好相关记录，及时上报事态进展情况。

(7) 应急终止

符合下列条件之一的，即满足应急终止条件。

- ①突发事故环境污染现场得到控制，污染已经消除；
- ②污染源的泄露或释放已降至规定限值以内，所造成的危害已彻底消除，无继发可能；
- ③各种专业应急处置行动已无继续的必要。

(8) 应急终止后的行动

①应急救援工作结束后，应急指挥部要指导有关部门及时查找突发危险品环境事故原因，防止类似问题的重复出现。

②有关专业主管部门于 15 天内负责编制突发环境事故总结报告，并按程序上报相关部门。

③应急过程评价。一般环境事件由珠海或江门生态环境局组织有关专家、各成员单位组织实施。涉及较大环境事件由珠海或江门环保局组织有关专家，会同金华市政府组织实施；并按事故等级上报。

(9) 危险品运输事故处置措施

①危险品泄漏事故及处置措施

a.进入泄漏现场进行处理时，应注意安全防护

- 进入现场救援人员必须配备必要的个人防护器具。
- 如果泄漏的是易燃易爆物质，事故中心区应严禁火种、切断电源、禁止车辆进入、立即在边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

●如果泄漏的是有毒物质，应使用专用防护服、隔绝式空气面具。为了在现场能正确使用和适应，平时应进行严格的适应性训练。立即在事故中心区边界设置警戒线。根据事故情况和事故发展，确定事故波及区人员的撤离。

●应急处理时严禁单独行动，要有监护人，必要时用水枪、水炮掩护。

b. 泄漏源控制

●堵漏。采用合适的材料和技术手段堵住泄漏处。

c. 泄漏物处理

●围堤堵截：筑堤堵截泄漏液体或者引流到安全地点。贮罐发生液体泄漏时，要及时堵住泄漏处，防止物流外流污染环境。

●稀释与覆盖：向有害物蒸气云喷射雾状水，加速气体向高空扩散。对于可燃物，也可以在现场施放大量水蒸气或氮气，破坏燃烧条件。对于液体泄漏，为降低物流向大气中的蒸发速度，可用泡沫或其它覆盖物品覆盖外泄的物料，在其表面形成覆盖层，抑制蒸发。

●收容（集）：将泄漏出的物料抽入容器内或槽车内；当泄漏量小时，可用沙子、吸附材料、中和材料等吸收中和。

●废弃：将收集的泄漏物运至废物处理场所处置，用消防水冲洗剩下的少量物料，冲洗水排入污水系统处理。

(10) 危险品火灾事故及处置措施

●先控制，后消灭：针对危险品火灾的火势发展蔓延快和燃烧面积大的特点，积极采取统一指挥、以快制快；堵截火势，防止蔓延；重点突破、排除险情；分隔包围、速战速决的灭火战术。

●扑救人员应占领上风或侧风阵地。

●进行火情侦察、火灾扑救、火场疏散人员应有针对性地采取自我防护措施。如佩戴防护面具，穿戴专用防护服等。

●应迅速查明燃烧物品及其周围物品的品名和主要危险特性、火势蔓延的主要途径，燃烧的危险品及燃烧产物是否有毒。

●正确选择最适合的灭火剂和灭火方法。火势较大时，应先堵截火势蔓延，控制燃烧范围，然后逐步扑灭火势。

●对有可能发生爆炸、爆裂、喷溅等特别危险需要紧急撤退的情况，应按照统一的

撤退信号和撤退方法及时撤退（撤退信号应格外醒目，能使现场所有人员都看得到或听到，并应经常演练）。

●火灾扑灭后，仍然要派人监护现场，消灭余火。起火单位应当保护现场，接受事故调查，协助公安消防监督部门和上级安全管理部门调查火灾原因，核定火灾损失，查明火灾责任，未经公安监督部门和上级安全监督管理部门的同意，不得擅自清理火灾现场。

（11）压缩气体和液化气体火灾事故及处置措施

①扑救气体火灾切忌盲目灭火，即使在扑救周围火势以及冷却过程中不小心把泄漏处的火焰扑灭了，在没有采取堵漏措施的情况下，也必须用长点火棒将火点燃，使其恢复稳定燃烧。否则，大量可燃气体泄漏出来与空气混合，遇着火源就会发生爆炸，后果不堪设想。

②首先应扑灭外围被火源引燃的可燃物火势，切断火势蔓延途径，控制燃烧范围，并积极抢救受伤和被困人员。

③堵漏工作准备就绪后，即可用水扑救火势，也可用干粉、二氧化碳灭火，但仍需用水冷却烧烫的金属罐体。火扑灭后，应立即用堵漏材料堵漏，同时用雾状水稀释和驱散泄漏出来的气体。

④一般情况下完成了堵漏也就完成了灭火工作，但有时一次堵漏不一定能成功，如果一次堵漏失败，再次堵漏需一定时间，应立即用长点火棒将泄漏处点燃，使其恢复稳定燃烧，以防止较长时间泄漏出来的大量可燃气体与空气混合后形成爆炸性混合物，从而存在发生爆炸的危险，并准备再次灭火堵漏。

⑤如果确认泄漏口很大，根本无法堵漏，只需冷却着火容器及其周围容器和可燃物品，控制着火范围，一直到燃气燃尽，火势自动熄灭。

（12）易燃液体火灾事故及处置措施

易燃液体不管是否着火，如果发生泄漏或溢出，都将顺着地面流淌或水面飘散，而且，易燃液体还有比重和水溶性等涉及能否用水和普通泡沫扑救的问题以及危险性很大的沸溢和喷溅问题。

①首先应切断火势蔓延的途径，冷却和疏散受火势威胁的密闭容器和可燃物，控制燃烧范围，并积极抢救受伤和被困人员。如有液体流淌时，应筑堤（或用围油栏）拦截飘散流淌的易燃液体或挖沟导流。

②及时了解和掌握着火液体的品名、比重、水溶性以及有无毒害、腐蚀、沸溢、喷溅等危险性，以便采取相应的灭火和防护措施。

③扑救毒害性、腐蚀性或燃烧产物具有毒害性较强的易燃液体火灾，扑救人员必须佩戴防护面具，采取防护措施，对特殊物品的火灾，应使用专用防护服。考虑到过滤式防毒面具防毒范围的局限性，在扑救毒害品火灾时，应尽量使用隔绝式空气面具。为了在火场上能正确使用相适应，平时应进行严格的适应性训练。

(13) 应急预案

各级应急指挥机构在应急总指挥部的领导下，迅速、果断、有效地开展工作。本项目应根据表 6.4.3-2 的内容和要求制订符合本项目的突发事故应急预案。

表 6.4.3-2 突发事故应急预案

序号	项目	内容及要求
1	应急计划区	本项目应急计划区为公路全段及邻近区域
2	应急组织	公路指挥部—负责现场全面指挥 专业的救援队伍—负责事故控制、救援、善后处理
3	应急状态分类及应急相应程	规定事故的级别及相应的应急分类相应程序
4	应急设施设备与材料	本项目应在指挥部设立相应的救急设备及消防设备等
5	应急通讯	应根据实际情况规定应急状态下的通讯方式、通知方式
6	应急防护措施、消除泄露措施、方法和器材	事故现场：控制事故，防止扩大、蔓延及连锁反应。本项目主要是防止事故对附近河流水质造成影响及防止事故对附近各敏感点造成影响
7	应急监测、撤离组织计划、医疗救护与公众健康	事故现场：项目指挥部应组织专业队伍对事故现场进行侦察监测，事故处理人员应制定有效撤离计划，对相关人员进行撤离及救护
8	应急状态终止与恢复措施	规定应急状态终止程序，事故现场妥善处理，恢复措施
9	人员培训与演练	应急计划制定后，平时安排人员培训和训练
10	公众教育和信息	对公路员工及公路附近居民开展公众教育、培训和演练
11	记录和报告	设置应急事故专门记录，建立档案和专门报告制度，设专门部门负责管
12	附件	与应急事故有关的多种附件材料的准备和形成

6.5 小结

项目施工期的风险事故主要是施工期泥浆、钻屑事故性排放对海域环境的影响；施工船舶发生碰撞或施工船舶与过往船只发生碰撞导致燃料油溢漏入海对海洋生态环境的影响。项目在运营过程中在道路上行驶的危险品运输车辆具有一定的潜在危险性。重大危险源主要为运输危险化学品的车辆由于事故造成化学品泄漏或爆炸对沿线水体及群众的生活安全和生命健康造成的威胁。根据预测，本项目发生危险品运输事故的概率是非常小的。但应加强防范，从源头杜绝事故的发生，也按相关规范要求完善应急处理

设施，落实环境风险防范措施，并针对施工期和营运期专门制定相应的风险应急预案。总体而言，项目的环境风险处于可接受水平。

7 环境保护措施及其可行性分析

7.1 施工期的环保措施

7.1.1 施工期海洋环境保护措施

根据建设项目工程分析，施工期排放的水污染物主要为悬浮泥沙、含油污水、施工人员生活污水、工地污水等。为保护施工海域的海洋环境，必须在施工过程中采取有效的水污染防治措施，严格管理，认真实施。

7.1.1.1 减少悬浮泥沙污染措施

(1) 在项目钻孔灌注桩桩基施工时，灌注桩的钢护筒及施工临时栈桥、平台、码头等钢管桩震动锤下沉等过程中产生的海床表层淤泥悬浮问题，建议在施工过程中采用GPS与常规定位技术相结合的方法，准确定位每根桩基，确保海上打桩又快又准，避免重复操作。

(2) 钻孔灌注桩的桩基钻孔是在钻孔平台上，采用回旋钻机在钢护筒内进行，钢护筒应置入淤泥质（粉质）粘土层2 m以上，并根据沿线的工程地质条件变化进行调节，以防止被流水冲刷，产生漏浆。

(3) 灌注桩施工时产生的废弃泥浆水及钻渣未经处理不得随意排放，钻孔泥浆应循环使用。施工平台上置沉渣筒沉淀循环泥浆，废弃泥浆及钻渣运输采用全封闭的罐式泥浆运输车，杜绝了泥浆运输过程中的污染。泥浆车将废弃泥浆及钻渣运输至本项目在弃土场的围闭区域建立泥浆池和沉淀池，让钻渣沉淀下来，统一收集，承台开挖泥土也统一收集。

(4) 拌合平台泥浆制作、混凝土搅拌等工序产生的含泥砂水、泥浆水、砂石料冲洗水等需经沉淀池沉淀。沉淀后的上层清液尽量循环回用。

(5) 跨海桥梁施工应尽量选择枯水季节进行，在大潮及退潮时，水流流速较大，泥沙较难沉降，因此，在可能的情况下，尽量减少在大潮期及退潮时进行施工作业。

(6) 在港池、航道海域疏浚过程中，施工单位应制定详细的施工计划，合理安排施

工船舶数量、设计好挖泥进度，最大可能地减少悬浮泥沙产生的污染。

(7) 抓斗式挖泥船卸斗时力求把泥土全部卸入自航泥驳内，吊机旋转应平稳，减少泥土溢出或斗口夹住的泥土滑出。

(8) 合理规划施工进度，采取分段施工，尽量疏浚缩短施工时间。

(9) 优化施工进度安排，疏浚作业尽量避开大潮期。

(10) 严格按设计要求进行疏浚，避免超挖以及随意扩大疏浚范围。

(11) 在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对疏浚设备进行维修保养，保持挖泥设备的良好运行和密闭性，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复。

(12) 建设单位应会同地方海洋环境保护部门做好疏浚期间水环境监测检查工作。

7.1.1.2 施工废水污染防治措施

(1) 工地污水

本工程施工污水的特点是悬浮物浓度高，有机物含量相对较低。拟采用以沉淀为主的处理工艺，经简易隔油沉淀池，辅以加药措施，隔油沉淀后出水回用。

海上拌合平台施工场地泥浆制作、混凝土搅拌等工序产生的含泥砂水、泥浆水、砂石料冲洗水等工地污水需经沉淀池沉淀后回用。在含泥沙污水相对集中地附近设预沉池，沉淀去除易沉降的大颗粒泥沙，如有含油生产污水进入，则先经隔油处理，再与经预沉淀的含泥沙生产污水一并收集后集中处理，集中处理时先进入沉沙池，经初沉池沉淀后原污水 SS 去除率可达到 85% 左右，再经通过加混凝剂（及助凝剂）去除污水中的较细的泥沙颗粒，进行混凝沉淀处理，SS 去除率可达到 90% 以上，沉淀后的处理出水优先考虑重复利用。各沉淀池产生的污泥进行脱水处理后，脱水风干后回填至低洼处或作为预制场围堰编织袋填料或收集运到岸上作为路基填料或弃土场。若自建污水处理设施，则要求建设单位派专人严格管理，使其有效运行。（施工废水处理工艺流程图见图 7.1.1-1）。

在施工期要注意对海水水质的监测，发现新的污染问题及时进行处理，防止水质恶化。

(2) 施工船舶产生的含油机舱水、机修含油污水等均按照船舶管理规定，达标排海或由有资质单位回收陆域处理或处置。

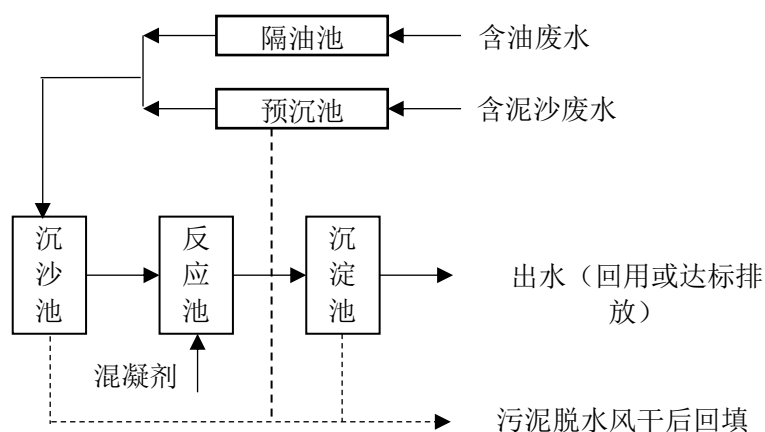


图 7.1.1-1 施工废水处理工艺流程图

7.1.1.3 生活污水污染防治对策

(1) 海上平台生活污水由环保厕所和化粪池收集处理，再由污水处理车转运至陆上集中处理。

(2) 施工现场临时食堂应设置简易有效的隔油池，加强管理，防止污染。

(3) 船舶上的生活污水交给有资质的部门进行处理。

7.1.1.4 施工期固体废物处理措施

施工期影响海洋环境的固体废物主要是施工队伍生活垃圾、各类建筑垃圾和施工场地废物，包括桩基施工的钻孔泥渣、墩台与箱梁施工的废弃砼渣、废弃路面材料、废弃模板与钢筋、建筑用废包装材料、建筑碎片、石子、废水泥及临时施工栈桥平台的拆除物。固体废物作为一种累积性污染物，若不加以妥善处理处置或随意堆放，将会对周围大气、土壤、水体环境造成污染，因此对固体废物的处置是重要的环保措施。根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，施工单位应建立相应的环境保护目标责任制，采取综合防治措施，提高资源利用率，本着固体废物“减量化、资源化、无害化”的基本原则，从源头上减少固体废物的产生量，防止在施工期产生的固体废物对环境造成污染和危害。

(1) 项目建设单位及工程施工单位应与当地环卫部门联系，及时清理施工现场的废弃物；工程施工单位应对施工人员加强教育，不随意乱丢废弃物，保证工人工作生活环境卫生质量。

(2) 强化施工期的环境管理，倡导文明施工。施工期间产生的建筑、生活垃圾不得

随意堆放和抛弃，应定点堆放收集、及时清运。禁止向海域随意倾倒垃圾和弃土、弃渣。本项目在弃土场的围闭区域建立泥浆池和沉淀池收集废弃泥浆及钻渣。

(3) 施工期在人员生活驻地附近设置垃圾临时堆放点，应设专职保洁员对生活垃圾采取分类管理，防止雨水将垃圾冲刷入海，及时清运并定期对保洁容器进行清洗消毒。

(4) 临时施工栈桥、各类施工平台、码头等拆除过程中，尽量不要损坏面板、型钢和贝雷架等，减少损耗。在拆除过程中要注意对周围海域的保护，防止造成过度污染。拆除材料尽量回收处理。拔除掉的钢管桩也统一收集堆存。

(5) 工程结束后，应对施工过程中产生的各种废弃物进行清理。

7.1.1.5 施工期非污染环境保护措施与对策

严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，减少不必要的开挖和破坏，减少施工建筑材料的散落入海、避免废弃土石方入海、拔除所有的临时施工栈桥、各类平台、码头等钢管桩，这样以减少对地形地貌改变程度，从而减少对水文动力及冲淤环境的影响。采取前一节的减少污染物排放的环境保护措施，能够降低施工期间污染因子对海水水质、沉积物质量的影响，从减少海洋生物的损失量。

7.1.2 施工期地表水环境保护措施

施工期对陆域地表水体的影响，主要来源于水土流失、施工队伍产生的施工废水对沿线的灌溉渠产生的污染。工程施工期间，施工单位应严格执行《建设工程施工场地文明施工及环境管理暂行规定》，对地面水的排放进行组织设计，严禁乱排、乱流污染道路、环境。

1. 整体措施

(1) 施工工地采取封闭式管理，实行门卫制度，杜绝在河流主流区和漫滩区内清洗施工机械、车辆以及冲洗建材等情况。

(2) 为避免泥浆泄漏对水体的影响，要在施工技术方法上控制泥浆使用量和排量；泥浆材料选择、配比尽量选择天然环保型原料。对于废弃泥浆直接拉运到泥浆处理公司，脱水后回填，进行深埋处理。

(3) 为保护猪岬潭水库、鲤鱼水库、十字沥支流水质，大桥桥梁墩台施工钻孔桩基础施工采用钢套筒围堰法进行施工，相对于沙袋筑岛围堰，该施工方式对水质影响大大减小。在进行钻孔施工时，泥浆池设在工作台上，钻孔出渣运至远离河流处干化后处理。

桥墩桩基施工泥浆应严格做好防泄漏措施，在水上工作台与钻孔间设置泥浆循环系统，钻孔泥浆循环使用，不外排。建议在施工作业点下游 50m 处设置防污帘进行截污，减少桥墩施工对水质的影响，避免施工污水影响下游水质并起风险防范作用。

(4) 施工期间生活污水安排相应的生活污水处理设施，避免污水排入保护区水域。

(5) 合理安排施工季节，尽量避免雨季施工。由于本工程工期较长，桥梁工程较多，施工过程中，不可避免会有一部分桥梁工程在雨季进行，因此雨季施工需采取一定的防护措施：

- ① 桥梁预制场地以及运输道路做好防水排水系统，必要时进行场地道路硬化处理；
- ② 建议陆地接线工程中涉水桥墩施工期安排在 9 月~次年 2 月份之间。

2. 水域污染减轻措施

(1) 施工期含油污水污染减轻措施

施工油污水主要是由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起油类跑、冒、滴、漏，或是施工机械产生的废油以及其它油脂类污物。建议采取集中处理的方法，将含油污水收集后定时清运，以减少含油污水对周围水体的影响。为保护沿线水体水质和周边环境，必须通过严格的环境管理，尽量杜绝此类事故的发生。并通过建立有关制度、完善设备，提高人员素质和制定溢油应急计划，采取适当的控制溢油事故措施，以控制溢油事故的污染。擦拭机械设备产生的废弃棉纱及冲洗废水产生的含油污泥属于危险废物（危废类别为 HW08），需委托有资质单位进行统一处理。

当现场发生油品泄漏事故时，立即采用吸油毡、接油桶等措施，防止泄漏事件加重，如泄漏无法控制，应立即在泄漏区域周围打土墙，防止污染范围扩大，更要防止油品流进水体。报告现场领导，组织人力对泄漏危险区进行警戒，严格控制一切可燃物可能发生的火源，避免发生着火爆炸和蔓延扩大。最后，将污染土壤用人工清除，运至环保部门许可的场所处理。

(2) 冒浆减轻措施

施工时必须防止冒浆引起水污染，需采取以下措施：

① 根据冒浆机理和冒浆的临界状态制定可行的泥浆方案，使泥浆的流变参数达到防止冒浆和有效携带钻屑的需要，达到减轻冒浆带来的危害，甚至防止冒浆的发生。

② 泥浆中加入环保型添加剂和堵漏剂，提高泥浆性能和流变性，防止泥浆跑冒污染。

③施工过程中钻头、扩孔器在距离堤坝两侧 50m 左右范围内，保持速度平稳，司钻人员控制钻机扭矩、推力、泥浆压力等参数合理，保持无突变现象发生。

④施工前与水务管理相关部门结合，建立堤防监测系统，及时掌握位移动态，严格控制减小冒浆现象发生。

⑤作好跑冒浆补救措施准备，当发生冒浆现象后，在水务堤防等有关单位指导下，进行围堵疏导，防止范围扩大，并由水务堤防单位进行压盖、灌浆等措施进行处理，或采用其它专业方法进行加固措施。

(3) 施工营地生活污水处理措施

施工营地生活污水经过处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入周边农灌渠。同时，建议每个施工机构设置容积至少 20m³ 的化粪池将粪便污水集中收集并初步处理，化粪池上清液鼓励当地农民作为农家肥使用，或者联系地方环卫部门定期清运，严禁粪便污水直接进入沿线水体或者鱼塘等地表水体。建议项目施工单位也可采用标准化厕所。含油废水应经隔油沉淀后方可与其他生活污水一起经化粪池处理后，联系地方环卫部门定期清运处理，严禁粪便污水直接进入猪鬃潭水库。

(4) 物料堆场水处理措施

施工材料如油料、化学品物质等的堆放地点应在河床之外，应具备临时遮挡的帆布或采取其他防止雨水冲刷的措施。本项目的施工临建区、弃土场等均未设置在沿线水体岸线的 100m 范围内。同时，必须禁止因遮挡不善或受暴雨冲刷等原因，使含泥沙、含酸性化学物质的冲洗废水进入周围农灌渠，甚至建材随暴雨冲刷进入周围农灌渠，影响水质。

(5) 一般隧道出水处理措施

施工期在隧道洞口设置沉淀池作为基本处理手段，增加隔油混凝等处理设施，将悬浮物质和石油类混凝沉淀（必要时可采取气浮处理），上清液再利用（如用于施工场地的洒水降尘），也可临时存放在沉淀池中，供植被恢复绿化用水，隧道废水处理系统后增设蓄水池，废水处理进入蓄水池，供植被恢复绿化用水或洒水降尘用水，确保出水不排入河流。

根据隧道施工期生产废水量计算，设置污水处理池（具体数量以实际发生并经监理

工程师认可的数量为准), 具体工艺可采用下图所示沉淀、混凝法处理, 隧道两端出口及斜井出口等建沉淀池, 沉淀池大小按隧道出水量进行现场设计, 沉淀时间按不小于 2.0h。

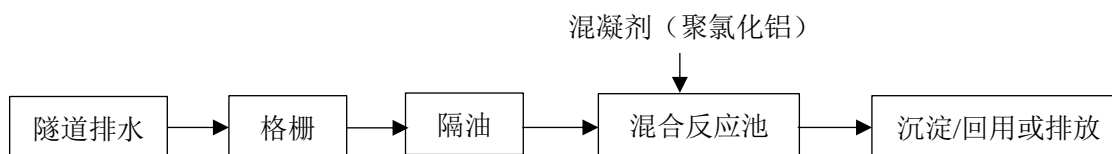


图 7.1.2-1 隧道施工废水处理工艺流程图

对于碎石或机制砂加工工艺产生废水, 因其工艺简单, 废水成分简单, 因此产生废水经过沉淀池沉淀后经水循环装置循环利用, 不外排。

在施工图设计阶段, 必须从保护水质方面做好水工构筑物的施工工艺安排, 按要求进行施工营地选址; 施工期必须做好环境管理计划和污染防治措施, 杜绝超标排放, 使工程施工产生的影响降至最低程度。

在隧道施工过程中, 对含水或潜在含水围岩造成的破坏是无法避免的, 有可能揭露地下水导水通道, 使地下水或与之有水利联系的地表水进入隧道, 形成以隧道为中心的降落漏斗。因此, 施工期间必须采取恰当的保护措施, 避免隧道掘进过程中涌水、突水等灾害, 同时保证正常取涌水。

7.1.3 施工期声环境保护措施

通过采用低噪声机械设备、合理安排施工时间和采取隔声等措施, 施工噪声基本可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的要求。

1. 选用低噪声的施工机械, 从源头上降低施工噪声。
2. 加强施工机械设备的维修和保养, 使车辆及施工机械处于良好的工作状态, 以降低噪声源强。
3. 根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011) 的规定, 合理安排施工时间, 距离公路较近敏感点路段施工时, 高噪声级的施工机械在夜间(22:00~次日 6:00) 应停止施工。因工艺要求必须夜间施工时, 应报当地环保部门审批并告示周边民众。

4. 对施工机械操作工人及现场施工人员按劳动卫生标准控制工作时间, 亦可采取个人防护措施, 如戴隔声耳塞、头盔等。

5. 必要时对超标明显的敏感点采取移动声屏障措施, 同时加强施工期的日常监测和

管理。

7.1.4 施工期环境空气保护措施

1.采取洒水湿法抑尘

据报道,在施工路段使用洒水,可使降尘减少70%~80%。因此,对施工中的土石方开挖、运输、装卸、堆放,灰土的装卸、运输、混合、沥青的运输、焚烧等易于产生地面扬尘的场所,采用洒水等办法降低施工粉尘的影响。对道路在建成区附近的施工点,应配备专用洒水车在施工场地进行喷洒,净化大气环境,防止扬尘污染。建议工程配备洒水车,对施工现场和进场道路进行定期洒水,保持地面湿度,根据本工程特点,要求施工单位配备二辆洒水车,对环境敏感点路段内的施工道路或临时道路经常进行洒水处理(主要在干旱无雨天气,每日洒水二次,上、下午各一次),减轻扬尘污染,在干燥炎热的夏季或大风天气,应适当增加洒水次数;上述防护工作中,夏季及大风天气是防护的重点时段。

2.冲洗出场车辆以免污染镇区

考虑到部分路段施工区域距离镇区较近,十分敏感,为控制粉尘污染,在土建阶段必须对出场的车辆进行冲洗,或者建设水槽,使所有的出场车辆必须经过水槽的清洗方可经过镇区。

3.对机动车运输过程严加防范,以防洒漏

很多工程在施工中由于装载太多,容易洒落,所经之处尘土飞扬,带来了不良后果。施工期间,运送散装物料的机动车,尽可能用篷布遮盖,以防物料洒落;运输时必须压实,填装高度禁止超过车斗防护栏。规划好运输车辆的运行路线与时间,尽量避免在繁华区、交通集中区和居民住宅等敏感区行驶。

4.临时堆场设置在距离最近敏感点的主导下风向200米以上距离,在其周围设置不低于堆放物高度的封装性围栏。在堆垛表面掺和外加剂或喷漆润滑剂使材料稳定,减少起尘量,并采取加盖篷布等表面抑尘措施。存放散装物料的堆场,应尽量用篷布遮盖;石灰、水泥、沙石料等的混合过程,应尽量在有遮挡的地方进行;

5.加强回填土方堆放场的管理,要制定土方表面压实、定期喷水、覆盖等措施;不需要的泥土,建筑材料弃渣应及时运走,不宜长时间堆积。

6.施工过程中,严禁将废弃的建筑材料作为燃料燃烧。

7.施工结束时，应及时对施工占用场地恢复地面道路及植被。

8.施工场地内应做好硬化绿化。施工场地主要出入口、施工便道、材料堆场应进行硬化处理，做好场地内的绿化工作，不得有土地裸露情况发生。在施工期间由监理单位负责监督场界处扬尘排放浓度，定期对场界的扬尘进行监测，及时做好改进工作。

9. 采用先进的沥青拌合装置和技术，并配备除尘设备、沥青烟净化和排放设施。

7.1.5 施工期生态环境保护措施

7.1.5.1 施工期海洋生态保护措施

7.1.5.1.1 中华白海豚保护措施

(1) 开工建设前，组织施工单位开展中华白海豚驱赶演练，保证施工单位熟练掌握中华白海豚驱赶技术。确保参与的驱赶船舶设备性能完好，驱赶过程中，驱赶船要严格按照规定路线行进，并要求做好记录和现场监测工作；

(2) 如在施工过程中发现受伤、搁浅或误入港湾而被困的中华白海豚，应当及时采取紧急救护措施并报告省渔政管理机构处理；发现已经死亡的中华白海豚应当及时报告省渔政管理机构，必要时应暂停施工检查原因；

(3) 中华白海豚活动繁殖期为 5~6 月份，建议业主调整局部施工标段施工进度，优化中华白海豚活动区域施工方案，尽量避免或减少此期间内临近保护区海域作业规模；

(4) 加强宣传教育工作，树立生态保护优先的意识，尽可能避免对中华白海豚等的影响，使得保护的观念深入人心，便于保护工作的顺利开展。

7.1.5.1.2 其他生态保护措施

本工程在施工过程中会对海洋生物栖息地造成彻底的破坏，施工产生的污染物也会对损害海域水体生境，具体生态保护对策如下：

(1) 施工过程中应当尽可能限定在施工划定范围，以防止不可恢复的破坏和影响。

(2) 采用钢护筒围堰防护措施可有效减缓施工悬沙对浮游生物、游泳动物影响，打桩施工在钢护筒内进行，使打桩噪声传入水域的能量很有限，则可减缓施工噪声和震动水生生物的直接危害。

(3) 施工期生活污水以及固体废物向海域倾倒，都将对附近海洋生态环境产生一定影响，因此应按照有关施工期环境保护措施中提出的具体要求加以实施，认真落实，严格管理，杜绝污染物直接入海。

(4) 施工机械应日常检查和定期维护保养，保持正常的工作状态，避免带病作业。

(5) 打桩等的施工安排应尽可能选择在枯水期的海流平静的潮期，以减小对敏感目标造成的影响；同时减少在幼鱼和幼虾保护区的保护期内（每年的3月~8月）的作业强度。同时，应对整个施工进行合理规划，尽量缩短工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

(6) 施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习有关法律法规，增强施工人员对海洋保护动物保护的意识；建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。

(7) 施工期间应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

7.1.5.2 施工期陆地生态保护措施

生态影响应严格遵循“先避免、再减缓、后补偿”的原则，能避免则需避免，不能避免的再考虑减缓措施，减缓措施之后，再进行生态补偿。

① 避免与减缓措施

本项目在设计阶段已对台山市赤溪曹峰山县级自然保护区进行了绕避，最近距离约227m，此处项目与保护区之间为山地地貌，项目位于山脊线另一侧，与保护区高差约100m。

(1) 施工前，建设单位应与国土局、林业局等进一步核实项目施工范围，严格控制永久占地和临时占地，减少不必要的植被损毁；施工前，对已发现的古树名木采取挂牌保护、设置围栏等保护措施。尽量避开古树名木；无法绕避时，应移植。

(2) 施工营地应集中安置，尽量避免随处而放或零散放置；施工人员的生活垃圾应进行统一处理后，集中运出施工区以外，杜绝随意乱丢乱扔，压毁林地植被和农作物。

(3) 耕地和经济果木林附近施工时，施工便道及临时占地要尽量缩小范围。减少对耕地的占用，加强对林地、灌草地的保护。

(4) 建设单位应注重对村边风水林的保护，施工路线尽量绕避，以减少林地损毁面积；确需征用，应合理赔偿，并尽量将重点林木移植保护。

(5) 对于运输车辆，也要尽量走固定的路线，将影响减小到最少。施工期间对于易产生扬尘的物料进行遮盖；大风天气下，对于裸露场地进行必要的洒水抑尘，减少扬尘

对植物的影响。

② 恢复与补偿措施

(1) 施工结束后及时清理、松土、覆盖耕作土，复耕或选择当地适宜植物及时恢复绿化。

(2) 在公路绿化建设应适当丰富植物种类，恢复林缘景观。外来树种种苗的选择应经过严格检疫，防止引入病害。对于森林防火应采取有效措施。

(3) 公路用地范围内植被恢复：施工中应加强施工管理，对路界以外的植被应不破坏或尽量减少破坏。公路两侧绿化和植被恢复除考虑路基防护、水土保持外，还应适当考虑公路景观及环保作用及满足行车安全。

7.2 运营期的环保措施

7.2.1 运营期海洋环境保护措施

本工程运营期海洋环境污染物主要是桥面的初期雨水、清洗污水、通行车辆散落垃圾物及船舶碰撞事故溢油等。

7.2.1.1 废水防治措施

(1) 为减缓桥面径流污水对海洋环境的污染问题，应加强对桥面的日常维护与管理，保持桥面清洁：大桥主体工程将在桥面两侧每隔 5 m 设置一个 600mm×400mm×525mm（长×宽×高）的泄水槽，泄水槽内部设可取出式垃圾收集篮，并设置 150 mm 高的沉淀池。

(2) 严禁各种泄漏、散装、超载的车辆上桥运行，以防止公路散失货物造成沿线水体污染。

(3) 结合道路养护，适时采取洒水和绿化措施。

(4) 发生船舶碰撞溢油事故后，及时向海事等主管报告，同时启用溢油处理设备围油栏、吸油毡等处理泄漏油污，配合主管部门尽早完成溢油事故处理。

7.2.1.2 固体废物防治措施

项目运营后，配备专业队伍负责路面桥面的日常保洁工作。日常维护过程中的桥面清扫物统一分类收集后，由垃圾车外运处理。

7.2.1.3 营运期非污染环境保护措施与对策

根据第五章环境影响分析，桥梁建成后，桥墩局部发生冲刷，冲刷坑范围以外的桥墩上下游局部范围内将引起河床淤积，桥墩与桥墩之间一定范围内将引起河床冲刷加剧或淤积减弱。由于所处海域水动力很弱，整体外部环境处于淤积状态，项目的建设对水动力影响很弱，整体水动力及冲淤环境均还是外部环境所决定。

运营期严格按照本报告书和各主管部门的管理要求，各类污染物严禁直接排海，并做好风险应急措施和应急预案，则对附近海洋水质、沉积物质量不会有较大的影响，对海洋生物影响很小。

7.2.2 营运期水环境保护措施

7.2.2.1 监控、通信工程与管理措施

(1) 道路沿线的雨水由地面径流的方式流至雨水口，通过收水篦子将雨水汇入雨水口，通过雨水口管流入检查井，再通过道路下的雨水主干管排入河道。

(2) 按照《公路养护技术规范》(JTJ073-96)中有关桥梁养护的要求，切实加强水源保护区桥梁的安全检查、监控，确保该路段的安全；

(3) 严禁各种泄漏、散装超载的车辆上路，装载煤、石灰、水泥、土方等易起尘的散货，必须加蓬覆盖后才能上高速公路行驶，防止撒落的材料经雨水冲刷后造成水体污染；

(4) 制定本项目《环境风险事故应急预案》，并将该应急预案纳入到珠海市和江门市沿线区县应急体系之下，做好与当地市、县突发环境事件应急预案对接工作。

(5) 地方政府应加强备用水源建设，对现有备用水源进一步优化建设，完善备用水源各项供水设施，制定相应突发性污染事件应急预案及应急供水预案，确保供水安全。

(6) 项目建设单位及主管部门须加强高速公路运行期间的各项管理工作，妥善落实各项环保措施要求，防止运行期间饮用水源受污染。

7.2.2.2 沿线设施的污水处理设施建设

1. 沿线设施污水处理设施布置

服务区沿路对称布置，应在一侧设置污水处理系统一套，将公路另一侧污水引入该装置一并处理。

黄茅海服务区：产生的生活污水经三级生活污水处理工艺处理达到《城市污水再生

利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010)后回用于绿化和道路浇洒,禁止排入周边水体。考虑到本项目施工期 55 个月,周期较长,若项目建成月湾河水质可达标,可将污水经过二级处理工艺处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)中蔬菜标准的较严者后,排入月湾河。

管理中心、养护工区、救援中心和集中居住区:位于平沙水质净化厂的纳污范围,产生的生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段三级标准后可就近排入污水管网。

收费站:项目设置 3 处收费站。视收费站的周边环境确定,若有条件可依托当地市政设施,否则须设置移动厕所,废水收集后,定期委托环卫部门清运。

2. 各类废水处理工艺介绍

(1) 常规二级处理工艺

常规二级处理工艺具体处理流程见图 6.2-1。

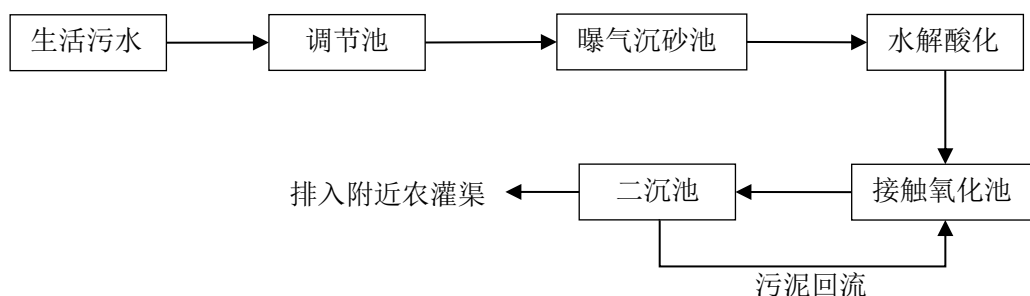


图 7.2-1 常规二级处理工艺流程图

(2) 常规三级处理工艺

常规三级处理工艺具体处理流程见图 6.2-2。相对二级处理工艺而已,主要增加了消毒措施。

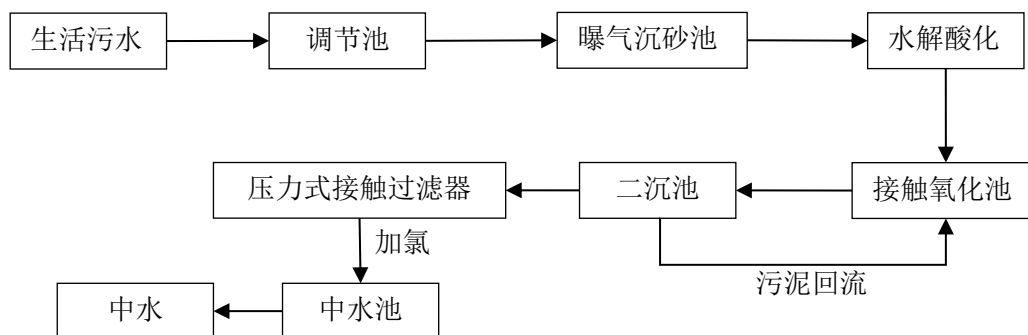


图 7.2-2 常规三级处理工艺流程图

3. 废水处理设施的技术可行性

(1) 工艺构筑物

① 格栅井

隔除污水中的块状物和较大的固体，起到防止水泵堵塞及改善污水处理效果。

② 调节池

根据废水的排放规律，后继处理构筑物对水质水量稳定性的要求，设置调节池贮存因污水量变化而出现的大水量的剩余水量，削减高峰负荷，以利于下一步的处理、减少后继处理构筑物的体积和节省投资费用。调节池出水采用泵提升至水解酸化池。

③ 水解酸化池

由于生活污水中含有大量的难于分解的长链有机物，如纤维蛋白质等，所以在这个单元中，利用厌氧及兼氧微生物水解，将长链有机物初步分解成短链有机物，同时提供大量生物酶，为后续工艺单元进行下一步分解有机物提供准备，这有利于好氧处理。另外，污泥在污泥混合池中也能部分消化，减少污泥产量，降低污泥处理费用。反硝化菌在缺氧或厌氧条件下将硝酸盐和亚硝酸盐还原为氮气，彻底从水中去除。

④ 接触氧化池

接触氧化池是整个处理系统的中心，由池体、填料、布水装置和曝气系统等几部分组成。接触池内填充弹性填料，填料层高度 3.0 米。部分微生物以生物膜的形式附着生长于填料表面，部分则是絮状悬浮生长于水中。采用微孔曝气头在池底曝气，充氧的污水浸没全部填料，并以一定的速度流经填料。填料上长满生物膜，污水与生物膜相接触，在生物膜微生物的作用下，污水得到净化。采用潜水曝气系统，其特点是在填料下直接曝气，生物膜受到上升气流的冲击、搅动，加速脱落、更新，使其经常保持较好的活性，可避免堵塞。由于污水在池内停留时间较长，硝化菌得以生存，有机物能够进行硝化反应，氨氮可转化为硝酸盐和亚硝酸盐。出水中的泥水混合液部分回流到水解酸化池，进行反硝化反应，还原为氮气，彻底去除。

⑤ 沉淀池

生物接触氧化池出水中的泥水混合液在沉淀池内进行重力沉降和上清液分离；处理后上清液外排，沉降的活性污泥大部分回流至生物接触氧化池中补充悬浮污泥含量。

A/O 工艺除磷存在以下问题：除磷效果决定于剩余污泥的排放量，在沉淀池中难免还有磷的释放，因此除磷率大致在 75%左右，出水含磷约 1mg/L 或略低，不能稳定达到排放标准，因此本方案在沉淀池进水口处投加约 30mg/L（具体投药量需根据实际的运行状况决定）的 PAC，保证出水磷指标能达到排放要求。根据本公司以往工程的实际经验，投加 30mg/L 左右的 PAC 对生化系统的影响并不大，污水处理站的出水仍然可以满足排放的要求。

⑥污泥池

污泥在这里浓缩消化，定期清理外运。

⑦中间水池（三级处理工艺增加流程）

作为后处理水的中转池。

⑧精密过滤器（三级处理工艺增加流程）

经生化处理后的出水进入精密过滤器过滤，去除悬浮物

⑨清水池（三级处理工艺增加流程）

设置该水池保证消毒接触时间的要求。

（2）去除效率

各环节处理效率由设计单位根据工程设计经验提供，见表 7.2-1。由下表可以看出，二级处理工艺处理可以达到广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）中蔬菜标准的较严者；三级处理工艺处理可以达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》（GB/T25499-2010）的标准。由此可知，该工艺在技术上是可行的。

表 7.2-1 废水处理系统各阶段主要污染物处理效率预计值

构筑物单元	项目	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	动植物油
调节池	进水	280	150	200	60	5	10
	出水	280	150	200	60	5	10
	去除率	/	/	/	/	/	/
曝气沉砂池	进水	280	150	200	60	5	10
	出水	238	128	160	54	5	9
	去除率	15%	15%	20%	10%	/	10%
水解酸化	进水	238	128	160	54	5	9
	出水	190.4	102.4	160	54	5	9

构筑物单元	项目	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	总磷	动植物油
	去除率	20%	20%	/	/	/	/
接触氧化 (以二沉池 出水一并 计算)	进水	190.4	102.4	160	54	5	9
	出水	76.2	10.2	48.0	8.1	0.5	1.8
	去除率	60%	90%	70%	85%	90%	80%
排放标准		90	20	60	10	0.5	10
接触过滤器	进水	76.2	10.2	48.0	8.1	0.5	1.8
	出水	76.2	10.2	12.0	8.1	0.25	1.8
	去除率	/	/	75.0	/	50.0	/
中水池	进水	76.2	10.2	12.0	8.1	0.25	1.8
	出水	76.2	10.2	12.0	8.1	0.25	1.8
	去除率	/	/	/	/	/	/
回用标准		/	20.0	/	20.0	/	/

注意：除磷效率为生物除磷与化学除磷联合效果，由于二沉池仅仅起到泥水分离作用，因此与接触氧化池合并计算去除率。

(3) 经济可行性

该处理工艺的确定在考虑其技术可行性的同时，也考虑了其经济可行性及运行管理、景观效果等特性，尽可能在保证生产管理要求的前提下，节约投资，该项目的运行后需除了人工费外，运行费用约 1.5 元/吨水，类比同类处理目标相似的污水处理设施，废水处理投资比例合理，易实现，从经济角度上是可行的。

7.2.3 营运期声环境保护措施

1. 城镇规划噪声污染防治控制建议

(1) 按照《公路安全保护条例》、《广东省高速公路管理条例》规定，本项目高速公路主线建筑控制区的范围为项目用地外缘起向外距离不少于 30 米，在公路建筑控制区内，除公路保护需要外，禁止修建建筑物和地面构筑物。

(2) 根据《地面交通噪声污染防治技术政策》(环发[2010]7 号)，在 4 类声环境功能区内宜进行绿化或作为交通服务设施、仓储物流设施等非噪声敏感性应用。如 4 类声环境功能区有噪声敏感建筑物存在，宜采取声屏障、建筑物防护等有效的噪声污染防治措施进行保护，有条件的可进行搬迁或置换。

(3) 控制公路沿线建设功能，沿线第一排不宜新建住宅。项目批准建设后路基两侧

影响范围内若新规划建设噪声敏感建筑，若在沿线两侧新建对噪声敏感的建筑物，建筑设计单位应依据《民用建筑隔声设计规范》等有关规范文件，考虑周边环境特点，对噪声敏感建筑物进行建筑隔声设计，并注意建筑物的合理布局，以使室内声环境质量符合规范要求，并防止受交通噪声的影响。由此带来的房屋建筑隔声措施以及环境污染防治环保投资应由建筑开发商承担。

2.工程降噪措施及技术经济论证

(1) 降噪措施的原则

以《地面交通噪声污染防治技术政策》(环发[2010]7号)为指导，**按中期环境噪声预测值实施措施**；优先考虑对噪声源和传声途径采取工程技术措施，实施噪声主动控制，以使室外声环境质量达标；如不宜对交通噪声实施主动控制的，对噪声敏感建筑物采取有效的噪声防护措施，参照《民用建筑隔声设计规范》(GB50118-2010)，保证室内声环境质量符合规范要求。

由于营运期的实际车流量、车型比、昼夜比往往与预测值有一定的出入，同时考虑到噪声预测的误差因素，**因此对于远期预测超标的敏感点，对其实施噪声跟踪监测，并预留足够噪声污染防治资金**，根据营运时段监测结果由建设单位及时增补和完善防治噪声污染措施。

(2) 各项工程措施优缺点

公路交通噪声一般可采取的防治对策和措施主要是从声源（如采用吸声路面）、传播距离（种植绿化带、道路两侧设置隔声屏障等）和接受者（如搬迁、改变房屋功能、安装隔声、通风门窗等）三方面隔声综合处理等。各种措施均有其优缺点，其适用性如下：

①搬迁：降噪彻底，费用较高，适用于超标严重且零星分散户数较少的情况，要征地住户的同意、并做好安置计划。本项目不予考虑。

②声屏障：声屏障分全封闭声屏障、半封闭声屏障和敞开式声屏障三种类型，其降噪效果有明显的差异，前两者的降噪效果比较理想，但造价比较昂贵，较少用。通常所指的声屏障是敞开式声屏障，一般可降低噪声 5~15dB(A)，因所安装的特定环境的不同有很大的差异，具体要进行专业的声学设计。

声屏障适合于路基有一定高度或桥梁、敏感点分布较为集中的情况，相比于其它方案，声屏障具有容易实施，操作性强，受益范围较广的特点。

根据《公路环境保护设计规范》(JTG B04-2010), 声屏障的外延长度不宜小于受保护对象到声屏障距离的 2 倍(本次声屏障的外延长度为: 以道路两侧 100m 范围内受保护对象范围为边界, 再根据敏感点楼房分布情况选择向两侧各外延 50m~100m);



(a) 立弧透明百叶吸声式

(b) 彩钢板声屏障

图 7.2.3-1 高速公路沿线常见声屏障

③修建或加高围墙: 可降噪 3~5 dB(A), 费用低, 但降噪效果一般, 且影响采光和通风, 适用于超标量较低的个别低矮的住宅或学校(通常指平房); 本项目不予考虑。

④机械通风隔声窗: 可降噪 30dB(A) 以上, 通风且费用不高, 适用于超标较严重的情况, 适用范围广, 降噪效果好, 技术比较成熟。主要缺点是只能保证室内环境的使用功能要求, 而外环境则不能满足声环境功能区要求。

⑤绿化: 据调查, 30m 绿化带可降噪 3~6dB(A), 密集的绿化林带对噪声的最大降噪量不超过 10dB(A)。绿化既可降噪, 又可净化空气、美化路容, 改善生态环境, 但达到一定的效果需要较长时间, 需要征用土地, 适用于超标不很严重, 有植树条件的居住集中的地段; 本项目加强路基边坡的绿化作为辅助降噪措施。

⑥改变房屋使用功能: 降噪彻底, 费用较高, 牵涉的相关问题也比较, 要征得住户同意、并做好补偿计划一般不容易实施, 适用于超标严重情况。

⑦低噪声路面

经济合理、保持环境原有风貌、行车安全、行车舒适; 缺点是耐久性差、空隙易堵塞造成减噪效果降低, 可降低噪声 2~5dB, 约 300 万元/公里(与非减噪路面造价基本相同)。

(3) 降噪措施制定

本项目沿线评价范围内集中的居民住宅区不多，根据沿线敏感点特征、结合道路特点、所需降噪效果以及各种降噪措施适用的条件等因素考虑后，最终采取措施以通风隔声窗为主。

①敏感点的室外声环境超标量在 3dB (A) 以下采取预留通风隔声窗措施，并要求营运期加强跟踪监测，一旦超标立即采取隔声窗措施。

②超标量在 3dB (A) 以上的敏感点营运期即刻采取通风隔声窗措施。

(4) 措施与技术可行性分析

隔声窗可降噪 30dB(A) 以上，据调查，广州市从 2003 年起，在内环路等多条城市高架路两侧环境敏感点安装了机械通风隔声窗，通过对实施工程的监测结果：其降噪量达到 31.0dB (A) 以上（空气隔声指数 ≥ 35 dB），通风器的通风量为 280~370 m³/h，能耗指标：单台能耗 ≤ 15 W，通风标准满足 GB/T18883-2002《室内空气质量标准》中 ≥ 30 m³/人.h 的要求，能够很好地解决道路交通噪声的扰民问题，通过对安装通风隔声窗用户的调查，住户对该措施的实施表示非常满意，降噪效果明显，既可解决隔声问题，同时又可解决室内的通风问题。

本环评提出目标降噪值，待专业单位进行设计。各敏感点经采取措施后，均能达标，详见表 7.2.3-1。

由于本项目各声环境敏感点采取措施后均达标，因此本项目无需环保拆迁。

本项目沿线敏感点降噪措施费用为：隔声窗 216 万元，降噪措施费用由业主单位承担。

(5) 降噪措施需注意事项

本次评价结合实际情况，本着兼顾公平的原则，所采用的原则为：对沿线超标的房屋采取有效的降噪措施，使敏感点的声环境能够达标，同时综合考虑降噪措施的可操作性和降噪设施的经济成本和性价比。

对营运期声环境减缓措施建设单位还应注意：本项目目前根据初步设计推荐线路开展环评工作，至施工期工程线位局部调整的可能性很大，一部分敏感点很可能要发生变更，建设单位应该根据线位和敏感点的变化按照采取降噪工程措施的原则对有变化的敏感点的噪声减缓措施进行相应调整，以确保营运期噪声不扰民。

(6) 小结

本项目采用通风隔声窗为主要噪声污染防治措施，路基边坡绿化作为辅助措施，既可满足降噪要求，又不另外占用土地并减少拆迁，经费适中。因此，将通风隔声窗作为本项目运营期的噪声污染防治措施总体可行。本项目降噪措施的费用由建设单位承担，同时如线路发生偏移时建设单位需按照采取降噪工程措施的原则调整敏感点的降噪措施。

表 7.2.3-1 敏感点降噪措施及其效果一览表

序号	敏感点名称	位置	与中心线距离(m)	高差(m)	预测时段	2031年叠加值	2031年超标情况	降噪措施分析	降噪量	采取措施后预测值	降噪费
1-1	五和村	第一排	196	-18	昼间	58.3	达标	措施：超标量小，敏感点距离线路较远，声屏障效果有限，建议对该敏感点 60 户采取预留通风隔声窗措施。运营期加强监测，一旦超标，需要采取降噪措施。要求满足《民用建筑隔声设计规范 GB50118-2010》中要求的住宅的卧室昼间≤45dB(A)、夜间≤37dB(A)，起居室昼夜≤45dB(A)的要求。 实施效果：室内达标 实施时间：运营期	20.0	38.3	72
					夜间	52.5	2.5			32.5	
1-2	五和村	村中	229	-18	昼间	51.7	达标			/	
					夜间	46.0	达标			/	
2-1	地罗村	第一排	210	0	昼间	60.7	0.7	措施：该敏感点夜间超标量较大，敏感点距离线路远，声屏障效果有限，建议对该敏感点超标的 20 户采取通风隔声窗措施。要求满足《民用建筑隔声设计规范 GB50118-2010》中要求的住宅的卧室昼间≤45dB(A)、夜间≤37dB(A)，起居室昼夜≤45dB(A)的要求。 实施效果：室内达标 实施时间：运营期	20.0	40.7	24
					夜间	54.9	4.9			34.9	
2-2	地罗村	第三排	237	0	昼间	54.0	达标			/	
					夜间	48.5	达标			/	
3-1	中和村-南(1层)	第一排	105	-2	昼间	64.5	4.5	措施：该敏感点超标在 5 分贝以上，由于敏感点距离线路远，声屏障效果有限，建议对该敏感点评价范围内 7 户采取通风隔声窗措施。要求满足《民用建筑隔声设计规范 GB50118-2010》中要求的住宅的卧室昼间≤45dB(A)、夜间≤37dB(A)，起居室昼夜≤45dB(A)的要求。	22.0	42.5	8.4
					夜间	58.5	8.5			36.5	
	中和村-南(2层)	第一排	105	-2	昼间	64.6	4.6			42.6	
					夜间	58.6	8.6			36.6	
		第一排	105	-2	昼间	64.7	4.7	42.7			

	中和村-南(3层)				夜间	58.7	8.7	实施效果: 室内达标 实施时间: 营运期		36.7				
3-2	中和村-北	第一排	171	-2	昼间	61.7	1.7	措施: 该敏感点夜间超标量较大, 敏感点距离线路远, 声屏障效果有限, 建议对该敏感点超标的35户采取通风隔声窗措施。要求满足《民用建筑隔声设计规范 GB50118-2010》中要求的住宅的卧室昼间≤45dB(A)、夜间≤37dB(A), 起居室昼夜≤45dB(A)的要求。 实施效果: 室内达标 实施时间: 营运期	22.0	39.7	42			
					夜间	55.9	5.9			33.9				
3-3	中和村-北	第二排	221	-2	昼间	60.4	0.4			38.4				
					夜间	54.6	4.6			32.6				
3-4	中和村-北	后排	295	-3	昼间	54.2	达标			/				
					夜间	48.6	达标			/				
4-1	福田村-1层	第一排	185	-25	昼间	61.2	1.2			措施: 该敏感点第一排夜间超标较明显, 后排达标; 考虑到敏感点距离线路远, 声屏障效果有限, 建议对该敏感点超标的50户采取通风隔声窗措施。要求满足《民用建筑隔声设计规范 GB50118-2010》中要求的住宅的卧室昼间≤45dB(A)、夜间≤37dB(A), 起居室昼夜≤45dB(A)的要求。 实施效果: 室内达标 实施时间: 营运期		20.0	41.2	60
					夜间	54.6	4.6	34.6						
	福田村-2层	第一排	185	-25	昼间	61.5	1.5	41.5						
					夜间	55.1	5.1	35.1						
	福田村-3层	第一排	185	-25	昼间	61.9	1.9	41.9						
					夜间	55.8	5.8	35.8						
4-2	福田村	后排	292	-32	昼间	57.2	达标	/						
					夜间	49.3	达标	/						
5-1	月湾村	第一排	242	-4	昼间	60.6	0.6	措施: 该敏感点第一排夜间超标较明显, 后排达标; 考虑到敏感点距离线路远, 声屏障效果有限, 建议对该敏感点超标的8户采取通风隔声窗措施。要求满足《民用建筑隔声设计规范 GB50118-2010》中要求的住宅的卧室昼间≤45dB(A)、夜间≤37dB(A), 起居室昼夜≤45dB(A)的要求。 实施效果: 室内达标 实施时间: 营运期	20.0	40.6	9.6			
					夜间	54.8	4.8			34.8				
5-2	月湾村	后排	297	17.25	昼间	56.8	达标			36.8				
					夜间	51.1	1.1			31.1				
合计														216

3.公路管理和保养

为了使环境保护效果能够达到长期发展的目标，建议建设单位采取以下综合措施，进一步降低噪声的影响：

(1) 交通管制措施。由于突发性噪声对人的干扰尤为强烈，所以在公路经过村庄等敏感点的路段设置禁鸣标志牌。夜间要求全段机动车辆禁止鸣笛。

(2) 加强交通管理，禁止噪声过大的旧车上路。

(3) 在敏感路段严格限制行车速度，特别是夜间的超速行驶；

(4) 定期保养、维修隔声设施；

(5) 作好路面的维修保养，对受损路面应及时修复。

7.2.4 营运期环境空气保护措施

在本公路途经的区域，NO₂ 和 CO 均符合《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准限值的要求。本项目建成通车后，汽车尾气对沿线居民的生活、办公等环境影响不明显，从大气环境保护的角度分析，该项目的建设是可行的。

另外，路面扬尘可能会对周边环境空气质量造成影响。主要防治措施如下：

1. 根据当地气候和土壤特征，在建设项目两侧种植乔、灌木等树种，既可以净化吸收车辆尾气中的污染物，衰减大气中总悬浮微粒，又可以美化环境和改善公路沿线景观效果。

2. 加强路面维护，保持路面清洁，并加强路面维护。

3. 服务区、管理中心（合建有养护工区、救援中心、集中居住区）餐厅安装与其规模相匹配的油烟净化设施，油烟废气排放应执行《饮食业油烟废气排放标准（试行）》(GB18483-2001)，油烟最高允许排放浓度不大于 2mg/m³。应当定期对油烟净化设施进行维护保养，保证油烟净化设施的正常运行，并保存维护保养记录。

7.2.5 营运期生态环境保护措施

7.2.5.1 营运期海洋生态保护措施

1. 切实落实本报告提出的运营期废水和固体废物等海洋环境污染物的防治措施，尤其是本项目位于珠江三角洲地区，周围河网水系发达，项目为高速路，应切实做好风险事故防范措施和风险应急预案，减轻突发风险事故对附近河网海域生态环境的破坏。

2. 生态环境修复及补偿措施

《中国水生生物资源养护行动纲要》(国发[2006]9号)提到:建立健全水生生物资源有偿使用制度,完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则,开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用,专项用于水生生物资源养护工作;对资源及生态造成损害的,应进行赔偿或补偿,并采取必要的修复措施。

目前,海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式:(1)经济补偿;(2)资源补偿:对重要生物资源(鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼)的损失应进行增殖放流补充;(3)生境补偿:对受到破坏的海洋生境(渔场、繁殖地、育幼场和索饵场)进行恢复与重建。本工程造成的渔业资源的经济损失金额应纳入大桥投资的环保投资,占用渔业水域对海洋生物资源的损害补偿应一次性落实补偿经费,具体的补偿费用和补偿方案由项目建设单位跟当地农业农村厅协商确定。

7.2.5.2 营运期陆地生态保护措施

降低项目对周边生态环境的影响是项目环境保护工作的宗旨。综合项目实际并结合相关敏感点影响专题或可研中的要求,建设单位可从以下方面着手采取相关措施:

1、减缓生态阻隔、减缓线形切割可行性措施与对策

道路阻隔使兽类的正常的交流和觅食受到影响,动物通道是两栖类、爬行类、哺乳类和地栖性鸟类穿越高速公路唯一可行的办法,也是解决高速公路阻隔效应切实可行的方法。各路段可以利用隧道和桥梁改造为野生动物通道。

2、重要区域生态保护措施

(1) 隧道工程生态保护与景观恢复措施

施工结束后,加强后期植被恢复,保证隧道洞口形成自然而然的景观。制定合适的植被修复方案,选种适宜的植物物种对隧道出口进行绿化,及时对因施工损失的植被生物量进行弥补。隧道施工挖方的表土临时堆场,应尽量利用凹形荒坡地堆放,弃渣体积不得超出表土临时堆场的设计容量。土方得到利用或转移后,尽快进行植被恢复工作。

(2) 桥梁工程生态保护与景观恢复措施

对盖梁和梁板安装有影响的树木只做截枝处理;对桥头位置的高大树木、乔木林、灌丛等重点予以保留。桥梁预制场等临时用地尽量设在桥头路基主线范围内,减少工程施工时占地和对沿线植物资源的破坏。

桥梁施工结束后对桥下占地及早开展生态恢复,耕地路段复耕,其他类型占地尽早复垦、绿化。

(3) 路基工程生态保护与景观恢复措施

公路两侧植被恢复除考虑路基防护、水土保持外,还应考虑公路景观及环保作用(如降噪、吸收尾气污染物等)及满足行车安全(不得遮挡司机视线),使水保、绿化、美化有机的融为一体。坡脚至排水沟之间宜植常绿小乔木、灌木,排水沟至路界可乔、灌、草相结合。

路堤路堑草皮护坡应选择当地根系发达,易成活,生长快,固土作用好的多年生矮草种草皮。骨架护坡中间种植草本植物,草种可选择高羊茅、狗牙根、结缕草等。

8 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析是根据项目的性质和当地的具体情况，确定环境影响因子，从而对项目环境影响范围内的环境影响总体作出经济评价。根据理论的发展和多年的实际经验，任何工程都不可能对所有环境因子作出经济评价，因此，环境影响经济损益分析的重点是对工程的主要环境因子作出投资费用和经济损益的评价，即项目的环境保护措施投资估算（即费用）和经济效益、环境效益和社会效益（即效益）以及项目环境影响的费用/效益总体分析评价。

8.1 工程经济效益分析

8.1.1 直接经济效益

公路工程实施以后，区域现有相关公路的运输压力得到了极大缓解，运输条件也得到了改善，不仅降低了运输成本，也节约了车辆的运输时间，产生了降低运输成本带来的效益，具体包括以下三项：降低运输成本效益、节约时间效益和减少交通事故效益。

公路建设对整个国民经济所产生的效益包括直接经济效益和间接社会效益。间接社会效益是多方面的，包括提高人民的生活水平、改善社会经济环境和自然环境、增加就业机会、促进城镇化的发展等。参照《公路建设项目经济评价方法与参数》，公路建设项目直接经济效益归纳起来可分为几种效益：公路运输成本降低效益；运输时间节约效益；交通事故减少而获得的效益。

类比相关公路工程，公路建设后运输成本降低效益、运输时间节约效益和交通事故减少而获得的效益极其明显。

8.1.2 间接经济效益

道路工程的社会效益是多方面的，包括提高人民的生活水平、改善社会经济环境和自然环境、增加就业机会、促进城市化的发展等。该项目的建设产生的间接社会效益主要表现在以下几方面：

① 繁荣地区经济。本项目位于珠三角核心区域，连接珠江东西两岸，近几年来，由于经济的发展，两岸交通需求增长非常迅速，珠江东西两岸联系通道虎门大桥、虎门轮渡以及两岸的主要高速公路，交通量趋于饱和，部分道路已达过饱和状态，交通拥挤和堵塞现象经常发生。随着珠三角城市一体化进程的加快，两岸交通需求将得到更快增长。项目的建设，对提高珠江两岸通道通行能力，适应未来交通量增长需要，改善相关影响区的交通出行环境，更好地促进影响区域经济发展均将起到重要作用。区域经济发展是生产优势和运输优势共同作用的结果。改善交通条件对江门市、珠海市和的社会经济的发展、进而对区域经济的发展起着重要作用。

② 促进公路沿线开发的效益。公路建设促进了经济的联合和协作，扩大了市场的范围，公路所经过的地区必然将成为许多企业发展之地。同时改善投资的环境，也有利于吸引更多的外商投资。

③ 促进第三产业的发展。本公路的建设使城市之间经济、技术、市场信息传递及时，交流加快，将很快形成一批新兴产业，如房地产业、金融业、旅游业等。

④ 有利于缩小区域经济差距，加快推进粤港澳大湾区经济一体化发展：本项目可连接至港珠澳大桥至珠海、港澳地区，有利于加强粤西地区的交流和合作，未来将有望逐步改善区域经济发展不平衡的格局，加快推进珠江三角洲经济一体化发展。

⑤ 公路项目的建设期间，由于增加建材、物资的需求，这就会刺激其它相关产业的发展。并且为社会创造了更多的就业机会。

⑥ 有利于增加更多的就业机会：推荐方案建设期四年内共需近 1100 万个人工工日，相当于每年约需 7500 名建筑类从业人员；项目建成通车，将向全社会提供养护、管理、收费等就业岗位，诱发相关行业增加就业岗位。除了直接就业之外，还有间接就业。交通运输的发展必然会刺激各种产业活动的增加，各种各样的服务会随之兴起，就业机会必然增加。

综合以上分析，本项目的建设对江门市、珠海市的社会、经济发展产生巨大、潜在的社会效益。

8.1.3 国民经济效益计算

公路建设项目的国民经济效益是项目建成后对国民经济所作的贡献，分为直接效益和间接效益，定量计算只计算直接经济效益，通过“有此项目”和“无此项目”对比来确定。

直接效益（B）指公路使用者的费用节约，主要有拟建项目和相关公路的降低运营成本效益（B1）、旅客在途时间节约效益（B2）和拟建项目减少交通事故效益（B3）。

1、降低营运成本的效益（B1）为：

$$B_1 = B_{11} + B_{12}$$

$$B_{11} = \sum_{i=1}^n 0.5 \times (T_{i1p} + T_{i2p}) \times (VOC_{ib}' \times L_O - VOC_{i2p} \times L_N) \times 365$$

$$B_{12} = \sum_{i=1}^n 0.5 \times (T_{i1p}' + T_{i2p}') \times L_O \times (VOC_{ib}' - VOC_{i2p}') \times 365$$

式中：

B_{11} ——拟建项目降低营运成本的效益（元）；

B_{12} ——相关公路降低营运成本的效益（元）；

i ——车型种类， $i=1, 2, \dots, n$ ；

T_{i1p} ——“有项目情况”下，拟建公路的分车型正常交通量（辆/日）；

T_{i2p} ——“有项目情况”下，拟建公路的分车型总交通量（辆/日）；

VOC_{ib}' ——“基准情况”下，拟建公路对应的老路在正常交通量条件下的分车型车辆的平均单位营运成本（元/车公里）；

VOC_{i2p} ——“有项目情况”下，拟建公路在总交通量条件下分车型车辆的平均单位营运成本（元/车公里）；

T'_{i1p} ——“有项目情况”下，相关公路的正常交通量（辆/日）；

T'_{i2p} ——“有项目情况”下，相关公路的总交通量（辆/日）；

VOC'_{i2p} ——“有项目情况”下，相关公路在总交通量条件下的各种车型车辆的平均单位营运成本（元/车公里）；

L_O ——相关公路路段里程（公里）；

L_N ——新路路段里程（公里）。

2、旅客时间节约效益（B2）为：

$$B_2 = B_{21} + B_{22}$$

$$B_{21} = \sum_{i=1}^n 0.5 \times W \times E \times P \times (T_{i1p} + T_{i2p}) \times (L_O / S_{i1p}' - L_N / S_{i2p}) \times 365$$

$$B_{22} = \sum_{i=1}^n 0.5 \times W \times E \times P \times L_O \times (T'_{i1p} + T'_{i2p}) \times (1 / S_{i1p}' - 1 / S_{i2p}') \times 365$$

式中：

B_{21} ——本项目所带来的旅客节约时间效益（元）；

B_{22} ——相关公路旅客节约时间效益（元）；

W ——旅客单位时间价值（元/人·小时），以广东省人均 GDP 代替；

E ——客车平均载运系数（人/辆）；

P ——旅客的时间利用系数；

T_{i1pp} ——“有项目情况”下，拟建公路的客车正常交通量（自然数，辆/日）；

T_{i2pp} ——“有项目情况”下，拟建公路的客车总交通量（自然数，辆/日）；

S'_{i1p} ——“基准情况”下，相关公路在正常交通量条件下的各种车型客车的平均运行速度（公里/小时）；

S_{i2p} ——“有项目情况”下，拟建公路在总交通量条件下的各种车型客车的平均运行速度（公里/小时）；

T'_{i1pp} ——“有项目情况”下，相关公路的客车正常交通量（自然数，辆/日）；

T'_{i2pp} ——“有项目情况”下，拟建公路的客车总交通量（自然数，辆/日）；

S'_{i2p} ——“有项目情况”下，相关公路在总交通量条件下的各种车型客车的平均运行速度（公里/小时）。

3、减少交通事故的效益（ B_3 ）为：

$$B_3 = B_{31} + B_{32}$$

$$B_{31} = 0.5 \times (T_{1p} + T_{2p}) \times (R'_0 \times L_0 \times C_0 - R_n \times L_n \times C_n) \times 365 \times 10^8$$

$$B_{32} = 0.5 \times L_0 \times (T_{1p} + T_{2p}) \times (R'_0 \times C_0 - R'_n \times C'_n) \times 365 \times 10^8$$

式中：

B_{31} ——拟改建公路减少交通事故的效益（元）；

B_{32} ——相关公路减少交通事故的效益（元）；

T_{1p} ——“有项目情况”下，拟建公路的正常交通量（辆/日）；

T_{2p} ——“有项目情况”下，拟建公路的总交通量（辆/日）；

R'_0 ——“基准情况”下，相关公路在正常交通量条件下的事故率（次/亿车公里）；

C_0 ——“基准情况”下，相关公路的单位事故平均损失费用（元/次）；

R_n ——“有项目情况”下，拟改建公路在总交通量条件下的事故率（次/亿车公里）；

C_N ——“有项目情况”下，拟改建公路的单位事故平均损失费用（元/次）；

R_0' ——“基准情况”下，相关公路在正常交通量条件下的事故率（次/亿车公里）；

R_n' ——“有项目情况”下，相关公路在总交通量条件下的事故率（次/亿车公里）；

C_n' ——“有项目情况”下，相关公路的单位事故平均损失费用（元/次）。

表 8.1.3-1 交通事故率及其费用

公路等级	每年交通事故率			
	每亿车公里 事故数	标准值（每亿车公 里事故数）	直接财产损失 （元/每个事故）	间接财产损失 元/每个事故）
高速公路	-40+0.005AADT	20-50	12000-16000	180000-240000
一级汽车专用路	37+0.003AADT	55-70	9000-11000	135000-165000
二级汽车专用路	83+0.0065AADT	105-120	7000-8500	105000-130000
二级公路	133+0.007AADT	150-160	6000-7000	90000-105000
三级公路	140+0.03AADT	>160	4000-5000	60000-75000

本项目经济内部收益率为 9.81%，高于 8% 的社会折现率，从国民经济角度分析本项目合理可行；在经济费用增加 10% 或者经济效益减少 10% 的情况下，本项目经济内部收益率分别为 8.92% 或 8.83%，高于 8% 的社会折现率，从敏感性分析角度看本项目可抵御经济费用增加 10% 或经济效益减少 10% 的单向不利变化，国民经济抗风险能力一般。

8.2 环境经济效益分析

8.2.1 海洋生物直接经济损失分析

本项目施工期造成的生物损失量如下：桥墩、桩基及海上疏浚造成底栖生物损失量 30.31 t；施工引起的悬浮物造成的游泳生物损失量为 8.36 t，鱼卵损失量为 4.13×10^7 粒，仔鱼损失量为 1.67×10^7 尾。

1. 海洋生物资源经济价值

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程（SC/T9110-2007）》（以下简称《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）底栖生物和游泳生物

底栖生物和游泳生物按成体生物处理，计算公式为：

$$M=W \times E$$

式中：M 为经济损失额，元；

W 为生物资源一次性损失总量，千克（kg）；

E 为生物资源的价格，元/kg；

调查海区潮间带生物、底栖生物的价值较低，商品价格按广州南沙区经济贝类市场平均价格计算（20 元/kg）。游泳生物的商品价格按广州南沙区市场平均海鱼价格计算（20 元/kg）。

桥墩、桩基及海上疏浚造成的底栖生物经济价值=30.31×103×20×10⁻⁴=60.62 万元；

施工悬浮物造成的游泳生物经济价值=8.36×103×20×10⁻⁴=16.72 万元

（2）鱼卵和仔稚鱼

鱼卵和仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，计算公式为：

$$M=W \times P \times V$$

式中：M 为鱼卵和仔稚鱼的经济损失金额，元；

W 为鱼卵和仔稚鱼损失量，尾或个；

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

V 为鱼苗的商品价格，按当地主要鱼类苗种的平均价格计算，2 元/尾。

施工悬浮物造成的鱼卵经济价值=4.13×107×0.01×2×10⁻⁴=82.6 万元

施工悬浮物造成的仔鱼经济价值=1.67×107×0.05×2×10⁻⁴=167 万元

根据以上计算结果，各类渔业资源经济价值如下：底栖生物 60.62 万元、游泳生物 16.72 万元、鱼卵 82.6 万元、仔稚鱼 167 万元，经济价值总额为 326.94 万元。

2. 海洋生物资源损害赔偿额

按《规程》，各类工程施工对水域系统造成不可逆影响的，其生物资源损害的补偿年限均按不低于 20 年计算，占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限低于 3 年的按照 3 年补偿。

结合本项目施工情况，桥墩、桩基施工对海洋生物资源造成的影响为不可逆影响，其生物资源损害的补偿年限均按 20 年计算，港池疏浚对海洋生物资源的损害为一次性，

其生物资源损害的补偿年限均按 3 年计算。

(1) 底栖生物

桥墩、桩基造成的底栖生物损害赔偿总额= $2.55 \times 10^3 \times 20 \times 10^{-4} \times 20 = 102$ 万元；海上疏浚造成的底栖生物损害赔偿总额= $27.76 \times 10^3 \times 20 \times 10^{-4} \times 3 = 166.56$ 万元；

(2) 游泳生物

施工悬浮物造成的游泳生物赔偿总额= $16.72 \times 3 = 50.16$ 万元；

(3) 鱼卵

施工悬浮物造成的鱼卵损害赔偿总额= $82.6 \times 3 = 247.8$ 万元；

(4) 仔稚鱼

施工悬浮物造成的仔稚鱼损害赔偿总额= $167 \times 3 = 501$ 万元。

根据以上计算结果，各类渔业资源损害赔偿总额如下：底栖生物 268.56 万元、游泳生物 50.16 万元、鱼卵 247.8 万元、仔稚鱼 501 万元，施工期海洋生物资源赔偿总额为 1067.52 万元。

8.2.2 环保投资

本项目环保投资包括海洋部分（跨海大桥）和陆域部分（跨海大桥西侧和东侧的路段），具体分析如下：

8.2.2.1 海域环保投资

本项目环保投资 1822.30 万元（含生态补偿费用），本项目的环保投资如表 11.3.2-1 所示。

表 8.2.2-1 海洋部分环保投资估算表

环保项目	措施内容	数量	金额（万元）	备注
水污染防治	泥浆沉砂池	8 个	40	/
	施工废水处理设施（隔油池、预沉池、沉沙池、沉淀池等）	8 套	64	/
	含油污水储存容器	8 个	40	/
	船舶含油污水处理	/	60	收集船舶污水和废水，委托有资质的专业环保公司回收处理，15 万元/年
	生活及办公平台化粪池	6 套化粪池	24	/
	施工平台生活污水处理	/	60	委托有资质的专业环保公司回收处理，15 万元/年

	桥面径流收集的沉淀池建设		2套	100	/
	应急	台风和风暴潮风险防范措施	\	10	/
		溢油、危险品泄漏风险防范措施及应急预案	\	30	/
		限流管和集水槽	\	40	/
固废	分类收集，资源化利用； 委托环卫处置			50	/
生态环境保护、恢复及建设	海洋生态补偿		\	1067.52	/
环境管理	施工期及运营期环境行动计划实施、人员培训等		竣工	30	施工期按1年计、运营期按20年计
环境监测费	施工期监测实施		4年	100	按25万/年
环境保护竣工验收	竣工验收报告		\	20	含环境监测、竣工验收报告编制
不可预见费 (按5%计)	解决工程环保验收后可能发生的环境问题			86.78	
总计	\		\	1822.30	\

8.2.2.2 陆域环保投资

本项目陆域环保投资预计约801.5万元，详见下表。

表 8.2.2-2 本项目环保投资一览表

环保项目	措施内容	数量	万元	备注
噪声防治	隔声窗	1.2万元/户	216	通风隔声窗
水污染防治	施工营地生产废水隔油沉淀池	4处	20	5万元/处
	施工营地生活污水处理设施	4处	40	10万元/处
	隧道施工废水沉淀池(4个洞口)	2座隧道(4个洞口)	40	沿线2座隧道施工废水处理,约10万/处
	黄茅海服务区水处理设施	1处	120	125t/d,二级处理
	管理中心生活污水(含养护工区、救援中心和集中居住区等)水处理设施	1处	10	隔油池、化粪池
	收费站移动厕所	3处	12	4万元/处
	临时施工占地复耕	--	--	计入总体工程投资

生态环境 保护、恢 复及建设	植被恢复措施	--	--	计入水土保持投资
施工环境 空气污染 防治	洒水车	--	--	由承包商自理
绿化美化	互通立交、中央分隔带等路 段	--	--	计入总体工程投资
环境管理	环境监理	--	201.5	见表 10.3.4-1
环境监测 费	施工期监测实施（除生态监 测）	4.5 年	27	按 6 万/年
	营运期监测计划实施（除生 态监测）	10 年	20	按 2 万/年
项目环境 保护竣工 验收	竣工验收报告	--	50	含环境监测、竣工验 收报告编制
总计			756.5	不含水土保持

8.2.2.3 本项目环保投资

因此本项目环保投资合计为 2623.8 万元，占总投资额(1349886.57 万元)的 0.14%，从项目投资比例来说是可行的。

8.2.3 环境经济损益分析

本工程的施工和运营可能会对沿线生态环境造成一定的干扰和破坏，但采取一定的环保措施后，这些破坏和干扰可以得以减缓。主要的生态保护措施包括设置的隔声窗和声屏障、水污染防治、洒水车、绿化等措施。

表 8.2.3-1 本项目环境影响损益定性分析

环保投资	环境效益	社会经济效益	综合效益
施工期环保 措施	<ul style="list-style-type: none"> ●防治噪声影响居民等 ●防治水体河流、水库受到污染 ●防治沿线环境空气受污染 ●现有道路、农田水利等设施的修复 	<ul style="list-style-type: none"> ●保护和改善沿线群众正常的生活、生产环境 ●保护耕地、林地等及居民正常的生产活动 ●保护居民人身安全 	<ul style="list-style-type: none"> ●使施工期对环境的影响降到可接受程度 ●使公路建设得到群众的支持 ●利用施工期改善一些现有设施，提高部分土地的利用价值
绿化和临时用 地整治	<ul style="list-style-type: none"> ●美化公路沿线区域景观 ●恢复沿线林地、耕地等 	<ul style="list-style-type: none"> ●改善沿线整体环境 	<ul style="list-style-type: none"> ●改善沿线区域的景观

	●防治沿线水土流失	●保护沿线耕地、林地等	●保护、改善沿线地区的生态环境
噪声防治工程	●减缓交通噪声对沿线村庄敏感点影响	●保护沿线居民的生活环境	
水环境质量、人群健康保护措施	●减缓沿线河流等地表水体影响 ●按照环评报告书要求，可有效地保护了河流等水体	●保护沿线河流和水库等地表水资源	●保护沿线居民的生产、生活环境水环境质量、人群健康
环境管理和监控	●掌握沿线区域环境质量状况及变化趋势 ●保护沿线地区环境	●长期维护沿线环境质量	●使环境和社会、经济协调发展

8.3 小结

综上所述，本项目的建设具有较好的社会、经济、环境综合效益，主要表现在城市景观、居住条件、本地经济发展以及旅游等方面产生正面效益，只要该项目在各个实施阶段过程中积极做好污染治理、环境保护和生态建设等工作，可以满足当地环境容量要求和环保管理需求，达到可持续发展目标。

9 环境可行性及规划相符性分析

9.1 项目建设和用海必要性

9.1.1 项目建设必要性

1. 本项目的建设是贯彻粤港澳大湾区合作精神，推进粤港澳大湾区基础设施建设，加强粤港澳大湾区内联系的需要

2017年3月6日，在十二届全国人大五次会议广东团全体会议上，全国人大代表、广东省发改委主任何宁卡发言时系统论述建设粤港澳大湾区，提出要推动内地和港澳的深化合作。

2017年7月1日，《深化粤港澳合作推进大湾区建设框架协议》在香港签署，合作的宗旨为：全面准确贯彻“一国两制”方针，完善创新合作机制，建立互利共赢合作关系，共同推进粤港澳大湾区建设。粤港澳大湾区主要组成部分包括珠三角广州、佛山、肇庆、深圳、东莞、惠州、珠海、中山、江门9个城市以及香港和澳门特别行政区。

《深化粤港澳合作推进大湾区建设框架协议》指出，合作的重点领域为：

① 推进基础设施互联互通。强化内地与港澳交通联系，构建高效便捷的现代综合交通运输体系。发挥香港作为国际航运中心优势，带动大湾区其他城市共建世界级港口群和空港群，优化高速公路、铁路、城市轨道交通网络布局，推动各种运输方式综合衔接、一体高效。强化城市内外交通建设，便捷城际交通，共同推进包括港珠澳大桥、广深港高铁、粤澳新通道等区域重点项目建设，打造便捷区域内交通圈。建设稳定安全的能源和水供应体系，进一步提升信息通信网络基础设施水平、扩大网络容量。

② 进一步提升市场一体化水平。落实内地与香港、澳门《关于建立更紧密经贸关系的安排》(CEPA)及其系列协议，促进要素便捷流动，提高通关便利化水平，促进人员、货物往来便利化，打造具有全球竞争力的营商环境。推动扩大内地与港澳企业相互投资。鼓励港澳人员赴粤投资及创业就业，为港澳居民发展提供更多机遇，并为港澳居民在内地生活提供更加便利条件。

③ 打造国际科技创新中心。统筹利用全球科技创新资源，完善创新合作体制机制，优化跨区域合作创新发展模式，构建国际化、开放型区域创新体系，不断提高科研成果转化水平和效率，加快形成以创新为主要引领和支撑的经济体系和发展模式。

④ 构建协同发展现代产业体系。充分发挥大湾区不同城市产业优势，推进产业协同发展，完善产业发展格局，加快向全球价值链高端迈进。培育战略性新兴产业集群，建设产业合作发展平台，构建高端引领、协同发展、特色突出、绿色低碳的开放型、创新型产业体系。

⑤ 共建宜居宜业宜游的优质生活圈。以改善民生为重点，提高社会管理和公共服务能力和水平，增加优质公共服务和生产生活产品供给，打造国际化教育高地，完善就业创业服务体系，加强人文交流、促进文化繁荣发展，推进区域旅游发展，支持澳门打造旅游教育培训基地，共建健康湾区，完善生态建设和环境保护合作机制，建设绿色低碳湾区。

⑥ 培育国际合作新优势。充分发挥港澳地区独特优势，深化与“一带一路”沿线国家在基础设施互联互通、经贸、金融、生态环保及人文交流领域的合作，携手打造推进“一带一路”建设的重要支撑区。支持粤港澳共同开展国际产能合作和联手“走出去”，进一步完善对外开放平台，更好发挥归侨侨眷纽带作用，推动大湾区在国家高水平参与国际合作中发挥示范带头作用。

⑦ 支持重大合作平台建设。推进深圳前海、广州南沙、珠海横琴等重大粤港澳合作平台开发建设，充分发挥其在进一步深化改革、扩大开放、促进合作中的试验示范和引领带动作用，并复制推广成功经验。推进港澳青年创业就业基地建设。支持港深创新及科技园、江门大广海湾经济区、中山粤澳全面合作示范区等合作平台建设。发挥合作平台示范作用，拓展港澳中小微企业发展空间。

推进粤港澳大湾区建设是习近平总书记亲自谋划、亲自部署、亲自推动的重大国家战略。2018年10月，习近平总书记在广东视察时，再次强调，要把粤港澳大湾区作为广东改革开放的大机遇、大文章，抓紧抓实办好。本项目的建设是贯彻落实习近平总书记“推进粤港澳大湾区建设”重要批示精神的有力举措，对于发挥港珠澳大桥功能，推进粤港澳大湾区基础设施互联互通将发挥重要的支撑作用。

2. 本项目的建设是实施“一核一带一区”区域发展战略布局的交通支撑

中国共产党广东省第十二届委员会第四次全体会议上，广东省委书记李希指出，广东要以构建“一核一带一区”区域发展格局为重点，加快推动区域协调发展。改变传统思维，转变固有思路，突破行政区划局限，全面实施以功能区为引领的区域发展新战略，形成由珠三角核心区、沿海经济带、北部生态发展区构成的发展新格局，立足各区域功能定位，差异化布局交通基础设施、产业园区和产业项目，因地制宜发展各具特色的城市，推进基本公共服务均等化，有力推动区域协调发展。

一核一带一区，即将区域发展格局明确为三大板块：推动珠三角核心区优化发展；把粤东、粤西打造成新增长极，与珠三角城市串珠成链形成沿海经济带；把粤北山区建设成为生态发展区，以生态优先和绿色发展为引领，在高水平保护中实现高质量发展。

本项目通过港珠澳大桥西拓形成沿海经济带的交通纽带，对于珠三角核心区串珠成链，强化基础设施建设和临港产业布局，建设沿海都市带、产业聚集带、海洋旅游带具有重要作用。

3. 本项目建设优化区域高速公路网络，改变过江通道单一的现状

从全省高速公路网络来看，在珠江口东西两岸北部的广州通过广昆高速(广佛肇高速)连接广西、辐射西南，中部的深圳通过深中通道-中江高速-江罗高速实现其辐射带动，唯独南部的珠海港珠澳大桥往西止于高栏港高速、与西部沿海高速公路连接不顺畅，南部地区沿海通道连接不畅，使港珠澳大桥功能不能完全发挥。

其次，国家高速公路网中的珠三角环线 G94 覆盖范围较小，集中于珠江三角洲核心区域，港珠澳大桥目前已通车，大桥西延的洪鹤大桥、鹤港高速等也已在建，黄茅海通道建设后具备条件适当扩大珠三角环线的覆盖范围（见下图），更有利于增强对粤港澳大湾区的交通基础设施覆盖。



图 9.1.1-1 项目战略位置示意图

同时，目前湛江、茂名、阳江等地与珠三角核心城市之间的连接通道较为单一，交通承载能力弱，抗风险功能不足，新增连接更为便捷的联系通道对于实现大湾区经济向粤西地区的辐射传导，打造粤西经济增长极具有重要作用。

4. 本项目的建设对于有效促进珠西装备制造业基地集聚，进一步强化横琴自贸区、高栏港与江门大广海湾经济区的联动发展具有积极意义

根据广东省人民政府《珠江西岸先进装备制造产业带布局和项目规划（2015-2020年）》，提出加快培育发展先进装备制造业，是珠江西岸各市提高产业核心竞争力的必然要求，是抢占未来经济和科技发展制高点的必然选择，对于加快产业转型升级，构建现代产业体系，实现由制造业大省向制造业强省转变具有重要战略意义。珠江西岸六市一区，包括珠海、佛山、中山、江门、阳江、肇庆市和顺德区，建设一批特色鲜明、具有国际竞争力的先进装备制造业基地。以点带面，辐射带动形成规模化、集约化、差异化沿江沿海先进装备制造产业带，推动珠江西岸形成以大型企业和优势产品为龙头、中小企业和配套产品为基础、产业链完整、产业集群发达的先进装备制造发展格局。

珠海市重点发展船舶与海洋工程装备，以深水钻井平台、海上油田浮式生产储卸油装置（FPSO）等海洋工程装备以及海上钻井采油平台配套设备。江门市重点发展轨道交通装备及其关键系统零部件，提高整车配套和生产能力，研究开发磁悬浮、真空管道等超高速轨道交通技术及相关装备。到 2017 年，形成 1000 辆轨道交通车辆年生产能力。

到 2020 年，建成世界一流的高端轨道交通装备修造产业基地。

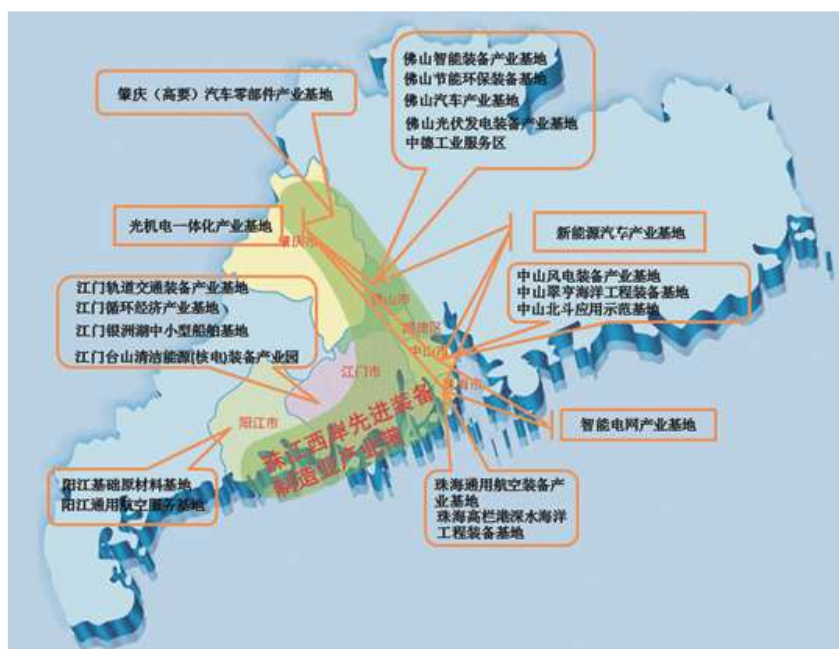


图 9.1.1-2 珠江西岸先进装备制造产业带示意图

2009 年 8 月 14 日，国务院正式批复了《横琴开发总体规划》，明确了横琴的战略方向，横琴成为“一国两制”下探索粤港澳合作新模式的示范区、深化改革开放和科技创新的先行区、促进珠江口西岸地区产业升级的新平台。横琴自贸区是唯一陆桥连接港澳两地的区域，处于“一国两制”的交汇点和“内外辐射”的结合部，横琴新区面积是澳门现有面积的 3 倍多，地理位置优势明显，横琴是“一国两制”下探索粤港澳合作新模式的示范区，以横琴为载体大力推进粤港澳融合发展，聚合珠三角的资源、产业、科技优势与港澳的人才、资金、管理优势，加强三地在经济、社会和环境等方面的合作，强珠澳合作，大力吸纳国外和港澳的优质发展资源，打造区域产业高地，通过高技术的转移、扩散和外溢效应，促进珠三角和内地传统产业的技术改造和优化升级，促进珠江口西岸地区产业升级发展的新平台。

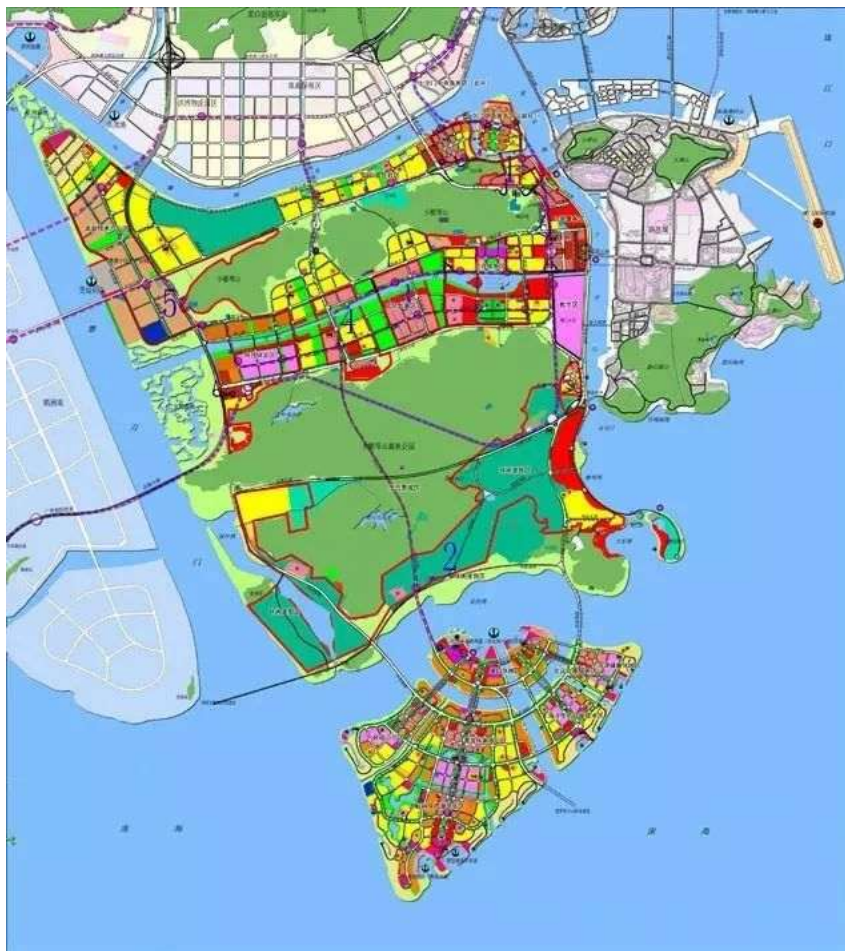


图 9.1.1-3 横琴新区规划示意图

高栏港经济区为国家级经济技术开发区，位于珠海市西南端，与澳门隔海相望，开发总面积 380 平方公里；高栏港区可利用自然岸线 70 多公里，可建设 1—25 万吨码头 100 多个，设计年货物吞吐量 2 亿吨，具备建设 30 万吨级以上原油码头条件；可实现江海联运。高栏港经济区主要规划为五大功能板块，包括高栏石化区 29 平方公里，码头仓储区 26 平方公里，装备制造区 40 平方公里，精细化工区 10 平方公里，生活配套区 30 平方公里。

2017 年，高栏港区实现地区生产总值 274.47 亿元，实现工业总产值 1000.8 亿元。全年完成装备制造业产值 140.51 亿元，增长 22.2%；高栏港突破 1 亿吨大关，实现货物吞吐量 1.2 亿吨，增长 33.3%，其中集装箱吞吐量 177 万标准箱，增长 49.5%，增速在全国 39 个沿海港口中排名第四，发展势头迅猛。



图 9.1.1-4 高栏港区规划图

江门大广海湾经济区位于江门市东南部，是珠江口西岸新一轮开发建设重点地区。总规划面积约 3240 平方公里，核心区主要位于银湖湾和广海湾，面积约 520 平方公里。大广海湾经济区 2012 年地区生产总值约 320 亿元，占全市的 17%，人均 GDP 约 4.17 万元，城镇化率约 46%，处于工业化与城市化加速发展的重要阶段，规划至 2030 年总人口 150 万人，GDP 为 5000 亿元。

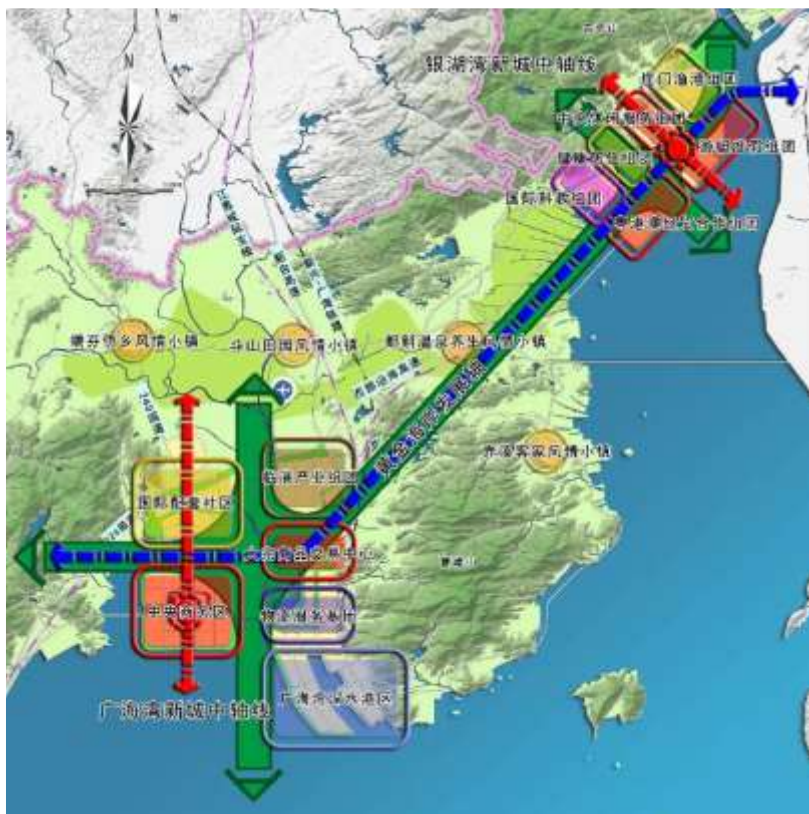


图 9.1.1-5 广海湾规划图

目前黄茅海两岸两大经济湾区连接交通十分不便，车辆绕行崖门大桥距离约 70 公里，随着项目所处地区经济社会的快速发展，经济规模飞速发展，随之而来交通量将呈现出井喷之势，未来崖门大桥较大可能成为交通瓶颈。黄茅海跨海通道建成后，两个经济湾区直连距离只有 39 公里，可节约里程 31 公里，可大大改善港口集疏运网络和综合交通运输体系，进一步发挥横琴西区在珠江西岸的辐射带动作用。

9.1.2 项目用海必要性

本项目用海类型属于交通运输用海中的路桥用海，用海方式有跨海桥梁和透水构筑物用海，建设内容包括跨海桥梁和施工便桥。项目的建设内容及性质决定了其用海的必要性。

1. 主桥和施工栈桥用海的必要性

本项目建设可连通珠海和江门两地，改变粤西沿海地区与湾区核心区域通道单一的现状，实现大湾区经济发展向粤西和沿海地区辐射，打造新的增长极，促进珠江西岸先进装备制造业集聚，强化珠海横琴自贸片区、高栏港和江门大广海湾经济区的联动发展。

因此，项目线路须跨越黄茅海连接东西两地。

从施工的难易度、经济性、安全性和对海洋环境影响等方面考虑，采用设置桥墩的方式架公路桥，跨海部分桥墩须坐落在海底岩土中，通过桥墩把桥梁的轴向荷载和横向荷载传递到深部土层，因此跨海桥梁的建设需要使用一定面积的海域。

为满足主桥建设需要，须在大桥北侧设置施工栈桥，栈桥的宽度和长度是根据相关规范和实际需要设定的，满足施工车辆、设备、人员施工需求。施工栈桥作为施工过程中的重要构筑物，其设置是必要的，其用海也是必要的。

2. 其他构筑物用海的必要性

其他构筑物主要包括主墩施工平台、出梁及材料码头、海上生活及办公平台、海上拌合平台及码头、提梁码头、测量平台等。

① 主墩施工平台

项目大桥主墩须借助施工平台完成施工建设，为满足主墩钻机、起重机、施工车辆等施工设备摆放，并留出通道和人员安全行走及操作空间，主墩施工平台需占用一定面积的海域。

② 出梁及材料码头

本项目工程量浩大，需大量砂石、钢材等原材料以及节段梁，原材料堆放以及节段梁预制场地将依托黄茅海大桥珠海侧 700 亩建设用地。由于每日原材料需求量巨大，而陆域运料车荷载小，依靠陆运难以保证用料需求，因此考虑通过 2500t 驳船从水路供应原材量。此外，由于施工场地与节段梁预制场地相距 3km，距离相对较远，且一片节段梁宽 16.5m，长 4m，十分沉重，通过陆域输运难以实现，而依托水域可采用 1000t 驳船可准确运往主桥施工区，保证施工需求。由于 700 亩建设用地沿岸海域水深较浅，为避免大范围疏浚，减小环境污染，损伤海洋生物，拟采用栈桥方式引至水深合适的海域建设出梁及材料码头。

基于上述，出梁及材料码头用海是必要的。

③ 海上生活及办公平台

项目桥梁海中线路总长约 14.08 km，施工难度大，战线长，考虑主航道通航安全问题，施工栈桥建设在跨航道位置断开，分为东栈桥、中栈桥和西栈桥不连续的 3 部分，导致海上施工区与陆域无法直接连通，施工工人不能直接坐车上岸休息。此外，为保证

施工进度，工人长期倒班作业已是普遍现象，良好的睡眠是保障工程进度和人员健康的基础，因此有必要在栈桥上搭建一定规模的生活及办公平台。

基于上述，海上生活及办公平台用海是必要的。

④ 海上拌合平台及码头

项目海中线路长，作业面多，混凝土需求量大。陆域设置拌合站不适合海上施工，而船上拌合混凝土质量不稳定，影响特大桥工程质量和进度。因此有必要在海上建设拌合平台，并设置材料码头，用于原材料的输运和混凝土的供给。

基于上述，海上拌合平台及码头用海是必要的。

⑤ 提梁码头

陆域节段梁通过水域运至提梁码头，再通过提梁门架上桥，运至施工场地。提梁码头作为节段梁输运的中转节点，是保证施工进度的重要一环，因此其用海也是必须的。

⑥ 测量平台

项目海中线路长，为保证桥梁线路精度，项目施工期间需对桥梁走向进行测量监控。海上测量平台的建设，可保证测量的精确性和稳定性，因此其用海也是必须的。

综上所述，本项目用海是必要的。

9.2 规划相符性分析

9.2.1 与路网规划的相符性分析

9.2.1.1 与《广东省综合交通运输体系发展“十三五”规划》的相符性分析

《广东省综合交通运输体系发展“十三五”规划》提出，“深入实施区域协调发展战略，实现珠三角地区优化发展和粤东西北地区振兴发展，必须强化珠三角交通一体化发展，抓紧补齐粤东西北交通短板，切实增强珠三角聚合力和辐射力，积极改善粤东西北区位条件。”“落实粤港澳服务贸易自由化协议，按照互利共赢原则，进一步加强交通运输合作，共同构建粤港澳大湾区高效顺畅的综合运输网络。完善粤港澳陆路交通通道，加快建设港珠澳大桥、粤澳新通道等项目，……。”

相符性：本项目建设后具备条件适当扩大珠三角环线的覆盖范围，更有利于增强对粤港澳大湾区的交通基础设施覆盖；本项目的建设是贯彻粤港澳大湾区合作精神，推进粤港澳大湾区基础设施建设，加强粤港澳大湾区内联系的需要，与《广东省综合交通运

输体系发展“十三五”规划》相符合。

9.2.1.2 与《珠海市综合交通运输体系发展“十三五”规划》相符性分析

根据《珠海市综合交通运输体系发展“十三五”规划》，珠海市十三五交通发展总体目标是“以‘创新、协调、绿色、开放、共享’为指导，坚持‘以人为本、公交优先、绿色交通’的理念，构建联系珠三角、辐射粤西、沟通港澳的珠江口西岸交通枢纽城市”。公路规划主要任务为“推动双桥对接，谋划两江口及深中通道对接，完善东西快速联系通道与东部城区南北快速交通走廊，初步建成‘五横九纵’的骨架公路网络，进一步完善城市路网建设和农村公路网建设。……”

相符性：本项目连接江门和珠江，更为便捷的联系通道对于实现粤港澳大湾区经济向粤西地区的辐射传导，促进珠三角和内地传统产业的技术改造和优化升级，促进珠江口西岸地区产业升级发展的新平台，项目建设符合《珠海市综合交通运输体系发展“十三五”规划》的要求。

9.2.1.3 与《台山市综合交通运输体系发展“十三五”规划》相符性分析

《台山市综合交通运输体系发展“十三五”规划》中明确指出“全面对接珠中经济圈交通基础设施，加强轨道交通、高快速路、区域主干路和联系支路的衔接。共享共建交通基础设施，配合江门市，与珠海市协商共同推进斗恩高速、珠台高速（跨黄茅海通道）的建设前期工作。……”“规划形成‘两纵四横’高速公路网络。‘两纵’为新台高速、广台高速开平至台山段（原高恩高速南延线），‘四横’为中开高速、斗门至恩平高速、西部高速、珠台高速（跨黄茅海通道）。……积极配合江门市做好斗门至恩平高速公路、珠台高速（跨黄茅海通道）的前期研究研究工作，对接港珠澳大桥，形成对接深港澳经济圈的快捷通道，有利推进广东省‘珠西战略’，辐射带动国家粤港澳的合作发展平台——广海湾经济区。”

相符性：本项目连接珠海高栏港经济区与江门大广海湾经济区，承接港珠澳大桥并将大湾区经济发展向粤西和沿海地区辐射，进一步强化珠海横琴自贸区、高栏港和江门大广海湾经济区的联动发展发挥积极的推动作用，珠海与江门两市的直接连接将为江门及阳江等粤西地区提供新的经济增长极，提高地区经济活力，项目正是《台山市综合交通运输体系发展“十三五”规划》的具体实施。

9.2.2 与城镇总体规划的相符性分析

9.2.2.1 与《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划建议》相符性分析

《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出，“促进交通基础设施建设提速升级，强化互联互通，加快完善粤东西北地区综合交通网络。**大力推进高速公路和铁路建设，基本实现与珠三角地区快速便捷的交通联系，建成较为完善的出省综合运输大通道，统筹推进粤东、粤西港口群建设，着力完善港口集疏运体系，优化民用运输机场布局，布点通用航空机场。**”“建设功能完善的综合交通网络。**加快建设以高快速铁路和高速公路为重点的快速运输网，基本建成以珠三角地区为核心，辐射粤东西北地区和周边省（区）的高快速铁路网和高速公路网，实现市市通高快速铁路。**”

相符性：本项目建设有利于完善粤东高速公路网络布局，增强珠三角核心区域对周边地区经济辐射的作用。因此本项目建设与《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》相符合。

9.2.2.2 与《珠海市国民经济和社会发展第十三个五年规划建议》相符性分析

根据《珠海市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，“十三五”期间，珠海市要抢抓港珠澳大桥机遇，统筹推进各类基础设施建设，**建成以港珠澳大桥为龙头的立体综合交通枢纽**。珠海西部地区“要按照组团式发展模式做好总体布局，坚持科学发展、从容建设，强化集约节约用地，严格控制建筑密度、容积率和人口规模，注重依托原有水系、山地及自然景观构建生态自然隔离带，彰显城田相映、容山融水的田园景观，保持珠海宜居、宜业城市特色。... **大力建设以高快速路为引领的公路运输体系，加快推进轨道交通及公共交通建设，将西部建设成为港珠澳大桥辐射大西南的主平台。**...”

相符性：本项目是港珠澳大桥西拓通道的重要组成部分，形成连通粤西地区的重要通道。项目与西部沿海高速共同构建江门市乃至粤西地区沿海经济带的主通道。项目建设对于充分发挥港珠澳大桥的功能，推进粤港澳大湾区基础设施互联互通将发挥重要的支撑作用，同时还可有效促进珠江西岸先进装备制造业集聚，进一步强化珠海横琴自贸区、高栏港和江门大广海湾经济区的联动发展发挥积极的推动作用。本项目建设《珠海市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》相符。

9.2.2.3 与《台山市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》相符性分析

《台山市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》中明确指出，“完善综合交

通运输体系。大力推进轨道交通、高快速路网建设。推广 BT、PPP 等模式，拓宽融资渠道，大力实施交通建设‘大会战’，完成深茂铁路台山段、中开高速、台开快速路及龙山支线暨国道 G240 公益至台城段新建工程，使台山高速公路总里程达 224 公里，着力将县乡道路延伸或改线与高速出口连接，实现镇镇 10 公里通高速；开工建设高恩高速南延线（开平至台山段）、国道 G240 西部沿海高速南北出口至广海湾段扩建、江门大道南延西线（G228）等工程。推进新兴—广海铁路、江恩城际支线和斗珠城际铁路、江门大道新会双水至台山水步大道、江门大道南沿西线、高恩高速（原鹤开高速）南延线工程（开平至台山段）、**黄茅海跨海通道等项目的前期工作或研究工作**，构建‘快进快出’的对外交通体系。”

相符性：本项目正是《台山市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的具体实施。

9.2.2.4 与《珠海市城市总体规划》（2001~2020）（2015 年修订）相符性分析

2015 年《珠海市城市总体规划》（2001~2020）（2015 年修订）获得国家批复，提出城市发展总目标为“按照生态文明新特区、科学发展示范市的定位和国际宜居城市标准，与港澳共建国际都会区，打造美丽中国城市样板”；综合交通目标和战略为“构建与泛珠三角西部、珠三角区域中心城市密切联系，**辐射中山、江门，沟通港澳**，高效便捷的珠江口西岸对外门户和区域交通枢纽。大力协调区域交通设施的规划建设实现多方式的对外交通衔接，提高海港、空港、公路、铁路和口岸的服务水平，**促进区域交通一体化**。……规划建设西部沿海高速公路、广珠西线高速公路、江珠高速公路、机场高速公路、高栏港高速公路、**港珠澳大桥连接线—西延线**、金海路、金琴高速公路等八条高速公路……远景根据实际情况，逐步修改**港珠澳大桥西延线**、金海路和金琴高速为城市快速路。……合理布局合理布局公路网，打造国家沿海交通走廊的重要交通枢纽；加强珠海与珠海三角洲其他地区及粤西方向的交通联系，形成珠江口西岸的交通枢纽，**香港、澳门与珠三角西岸乃至粤西的门户**”。

相符性：本项目是港珠澳大桥西拓通道的重要组成，是形成连通粤西地区的重要通道，符合《珠海市城市总体规划》（2001~2020）（2015 年修订）中综合交通规划。

9.2.2.5 与《江门市城市总体规划》（2011-2020）相符性分析

《江门市城市总体规划》（2011-2020）发展总目标中指出“打造区域交通枢纽：加快

港口、高速公路、轨道等重大交通设施和区域性交通枢纽建设，增强珠三角西部门户地位；全面与珠三角现代交通网络衔接，加快江门融入粤、港、澳经济圈。”在市区空间协调发展规划指出“……强化区域性交通基础设施建设，加强交通枢纽建设，密切江门市区与珠三角东部核心地区的经济联系。……打造珠江西岸交通枢纽城市，构筑畅达高效的现代化综合客货运交通体系，支持和引导城市及产业发展。对外实现泛珠三角 5 小时通达，珠三角 2 小时通达……”。

相符性：本项目通过港珠澳大桥西拓形成沿海经济带的交通纽带，对于珠三角核心区串珠成链，强化基础设施建设和临港产业布局，建设沿海都市带、产业聚集带、海洋旅游带巨有重要作用，符合《江门市城市总体规划》（2011-2020）。

9.2.3 与海洋功能区划的相符性分析

(1) 《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）

本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）中的“黄茅海保留区”和“都斛农渔业区”功能区范围内，其中“黄茅海保留区”海域使用管理要求为“1. 保障黄茅海航道用海，维护海上交通安全；2. 维护崖门、虎跳门海域的防洪纳潮功能；3. 通过严格论证，合理安排相关开发活动”，海洋环境保护管理要求为“1. 保护传统经济鱼类品种，保护黄茅海生态环境；2. 加强海洋环境监测，特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测；3. 加强排污口污染整治和达标排海；4. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状”；“都斛农渔业区”海域使用管理要求为“1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海；2. 适度保障工业的用海需求；3. 保护海岸自然形态，维护崖门海域防洪纳潮功能；4. 合理控制围海养殖规模和密度”，海洋环境保护管理要求为“1. 保护黄茅海海域生态环境；2. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准”。

根据工可报告，东东航道规划为 5 万吨级航道，控制性船型为 5 万吨级集装箱船，其船型尺度为：船长 293m、船宽 32.3m、型深 21.8m、满载吃水 13.0m，大桥的通航净宽=467m+3 倍桥墩宽度，通航净空为 62.3m；东航道规划为 3 万吨级航道，控制性船型为 3 万吨级集装箱船，其船型尺度为：船长 241m、船宽 32.3m、型深 19.0m、满载吃水 12.0m，大桥的通航净宽=431.4m+3 倍桥墩宽度，通航净空为 55.4m；西航道规划为 3000 吨级航道，控制性船型为 3000 吨级散货船，其船型尺度为：船长 96m、船宽 16.6m、型

深 7.8m、满载吃水 5.8m，大桥的通航净宽=206.3m+3 倍桥墩宽度，通航净空为 39m；预留渔船按 1000 吨级杂货船所需净宽预留，其船型尺度为：船长 85m、船宽 12.3m、型深 7.0m、满载吃水 4.3m，大桥单向的通航净宽=85.2m+3 倍桥墩宽度，双向的通航净宽=161.1m+3 倍桥墩宽度，通航净空为 24.5m，符合《广东省交通运输厅关于粤港澳大湾区跨江跨海通道项目前期工作推进会会议纪要》（[2018]94 号）的通航条件要求。因此，本项目建设不会影响航道畅通，对防洪纳潮影响小，项目建设符合海域使用管理要求中的第 1 条。本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，用海方式为跨海桥梁和透水构筑物，透水构筑物的结构形式对黄茅海附近崖门、虎跳门防洪纳潮功能影响小，项目建设符合海域使用管理要求中的第 2 条。

项目桩基施工占用底栖生物生境，桩基用海面积较小，对黄茅海生态环境破坏小，符合黄茅海保留区第 1 条和都斛农渔业区第 1 条的海洋环境保护要求；项目施工期不向海域排放施工废水和生活污水，施工过程中产生的悬浮泥沙影响范围主要局限在项目施工作业场地附近的水域，高浓度污染局限于施工点附近，一旦施工结束此污染便会消失。所以，项目施工期对项目所在海域的水质、沉积物和海洋生态环境影响较小。在跨海大桥路面两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海海域，由于桥面径流雨水中的污染物大多集中在初雨期，主要污染物为 SS，在采用沿途桥墩多点排放的情况下，呈线源排放，对海洋环境影响较小。另外，在排水泄水口处设计限流管，保障初期雨水和过量雨水的分流和通畅排水；当发生危险品泄漏时，可摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质；槽中污水应及时抽取，并交由有能力的处理单位处理。因此对于工程海域的水质影响不大。无论是施工期或是运营期，项目污染物均保证达标排放，体现了黄茅海保留区第 3、4 条和都斛农渔业区第 3 条的海洋环境保护要求；项目施工期和运营期进行环境跟踪监测，体现了黄茅海保留区第 2 条的海洋环境保护要求。

表 9.2.3-1 项目与省海洋功能区划的符合性分析

所在功能区	海域管理要求	项目与海域管理要求的符合性分析
黄茅海保留区	1. 保障黄茅海航道用海，维护海上交通安全；	本项目跨海大桥的通航净宽、净空均区跨江跨海通道项目前期工作推进会会议纪要》（[2018]94 号）的通航条件要求，不会影响航道畅通。本项目为跨海大桥，桥墩占用海底面积较小，桥面高度设计充分考虑所在海域通航需求，因此本项目建设保障黄茅海航道用海，对海上交

所在功能区	海域管理要求	项目与海域管理要求的符合性分析
		通安全影响较小。
	2. 维护崖门、虎跳门海域的防洪纳潮功能；	本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，用海方式为跨海桥梁、透水构筑物和港池用海，对黄茅海附近崖门、虎跳门防洪纳潮功能影响小。
	3. 通过严格论证，合理安排相关开发活动。	本报告将对项目用海进行严格论证。
都斛农渔业区	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海；	本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，用海方式为跨海桥梁、透水构筑物和港池用海；桥梁仅占用海面上空，不会渔业区主体功能造成不利影响；而桥墩占用海底面积较小，对该农渔业区影响也较小。故项目用海与都斛农渔业区的渔业用海兼容。
	2. 适度保障工业的用海需求；	本项目不涉及工业用海。
	3. 保护海岸自然形态，维护崖门海域防洪纳潮功能；	本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，用海方式为跨海桥梁、透水构筑物和港池用海，均对黄茅海附近崖门、虎跳门防洪纳潮功能影响小。
	4. 合理控制围海养殖规模和密度。	本项目不涉及围海养殖。
所在功能区	海洋环境保护管理要求	项目与海洋环境保护管理要求的符合性分析
黄茅海保留区	1. 保护传统经济鱼类品种，保护黄茅海生态环境；	项目桩基施工占用底栖生物生境，桩基用海面积较小，对黄茅海生态环境破坏小。
	2. 加强海洋环境监测，特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测；	通过实施施工期和运营期的环境监测计划，及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其他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。
	3. 加强排污口污染整治和达标排海；	项目施工期对项目所在海域的水质、沉积物和海洋生态环境影响较小。在跨海大桥路面两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海海域，由于桥面径流雨水中的污染物大多集中在初雨期，主要污染物为SS，在采用沿途桥墩多点排放的情况下，呈线源排放，对海洋环境影响较小。另外，在排水泄水口处设计限流管，保障初期雨水和过量雨水的分流和通畅排水；当发生危险品泄漏时，可摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质；槽中污水应及时抽取，并交由有能力的处理单位处理。因此对于工程海
	4. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状。	

所在功能区	海域管理要求	项目与海域管理要求的符合性分析
		域的水质影响不大。无论是施工期或是运营期，项目污染物均保证达标排放。
都斛农渔业区	1. 保护黄茅海海域生态环境；	项目桩基施工占用底栖生物生境，桩基用海面积较小，对黄茅海生态环境破坏小。
	2. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；	本项目不涉及围海养殖。
	3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	项目施工期对项目所在海域的水质、沉积物和海洋生态环境影响较小。在跨海大桥路面两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海海域，由于桥面径流雨水中的污染物大多集中在初雨期，主要污染物为SS，在采用沿途桥墩多点排放的情况下，呈线源排放，对海洋环境影响较小。另外，在排水泄水口处设计限流管，保障初期雨水和过量雨水的分流和通畅排水；当发生危险品泄漏时，可摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质；槽中污水应及时抽取，并交由有能力的处理单位处理。因此对于工程海域的水质影响不大。无论是施工期或是运营期，项目污染物均保证达标排放。
与省海洋功能区划是否符合		符合

综上所述，本项目用海符合《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》（2012年）中黄茅海保留区以及都斛农渔业区主体功能要求，符合两者海域使用管理和海洋环境保护要求。

（2）珠海市海洋功能区划

本项目利用的珠海市海洋功能区为黄茅海保留区，“黄茅海保留区”功能区类型为“保留区”，**海域使用管理要求**：“①用途管制：保障黄茅海航道用海需求。②用海方式控制：通过论证合理安排相关开发活动，近岸严格限制改变海域自然属性，可建设透水式码头等构筑物，其他区域禁止改变海域自然属性。③整治修复：a 清理侵占航道的养殖活动；b 加强对排污口污染的整治。”**海洋环境保护要求**：“①生态保护重点目标：保护传统经济鱼类品种，保护黄茅海生态环境。②环境保护：a 加强海洋环境监测，特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测；b 加强对陆源污染物入海排放及船舶排污的监测；c 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状。”**其他管理要求**：①维护崖门、虎跳门海域的防洪纳潮功能；②通过论证合理安排相关

开发活动；③ 维护海上交通安全。

本项目用海与黄茅海保留区的符合性分析详见表 9.2.3-2。

表 9.2.3-2 项目与珠海市海洋功能区划的符合性分析

黄茅海保留区海域使用管理要求	项目与海域使用管理要求的符合性分析
用途管制： 保障黄茅海航道用海需求。	项目跨海大桥的通航净宽、净空均区跨江跨海通道项目前期工作推进会会议纪要》([2018]94 号)的通航条件要求，不会影响航道畅通。
用海方式控制： 通过论证合理安排相关开发活动，近岸严格限制改变海域自然属性，可建设透水式码头等构筑物，其他区域禁止改变海域自然属性。	项目用海方式有跨海桥梁、透水构筑物、港池及其他开放式用海，基本不改变海域自然属性。
整治修复： 1. 清理侵占航道的养殖活动；2. 加强对排污口污染的整治。	项目建设及悬沙影响范围内存在海上非法养殖活动，未发现侵占航道养殖用海活动，目前珠海及江门市主管部门已出文清理非法养殖行为；项目建设不设置排污口。
黄茅海保留区 海洋环境保护管理要求	项目与海洋环境保护管理要求的符合性分析
生态保护重点目标： 保护传统经济鱼类品种，保护黄茅海生态环境。	项目桩基施工占用底栖生物生境，桩基用海面积较小，对黄茅海生态环境破坏小。项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，一旦施工结束将不会对传统经济鱼类品种产生影响，有利于保护黄茅海生态环境。
环境保护： 1. 加强海洋环境监测，特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测；2. 加强对陆源污染物入海排放及船舶排污的监测；3. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状。	通过实施施工期和运营期的环境监测计划，及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其他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。项目不向海域排放生产废水和生活污水，不会对海域水质、沉积物和生态环境造成影响。
黄茅海保留区其他管理要求	项目与其他管理要求的符合性分析
1. 维护崖门、虎跳门海域的防洪纳潮功能；2. 通过论证合理安排相关开发活动；3. 维护海上交通安全。	项目建设不会影响海域防洪纳潮功能，项目不向海域排放生产废水和生活污水，不会对海域水质、沉积物和生态环境造成影响。通过实施施工期和运营期的环境监测计划，及时掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其他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。
与市海洋功能区划是否符合	符合

(3) 江门市海洋功能区划

本项目利用的江门市海洋功能区为黄茅海保留区和都斛农渔业区，“黄茅海保留区”功能区类型为“保留区”，**海域使用管理要求**：“① 用途管制：保障黄茅海航道用海，适度安排渔业增养殖活动。② 用海方式控制：禁止改变海域自然属性。③ 整治修复：清理侵占航道的养殖活动。”**海洋环境保护要求**：“① 生态保护重点目标：保护传统经济鱼类品种，保护黄茅海生态环境。② 环境保护：a 加强海洋环境监测，特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测；b 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状。**其他管理要求**：①通过严格论证，合理安排相关开发活动；②维护崖门海域的防洪纳潮功能；③ 维护海上交通安全。都斛农渔业区功能区类型为“农渔业区”，**海域使用管理要求**：“① 用途管制：a 相适宜的海域使用类型为围海养殖用海和开放式养殖用海；b 适度保障工业的用海需求。② 用海方式控制：a 保护海岸自然形态；b 严格限制改变海域自然属性，填海造地不得影响黄茅海的防洪纳潮和黄茅海航道的通航。③ 整治修复：清理非法养殖行为。”**海洋环境保护要求**：“① 生态保护重点目标：保护黄茅海海域生态环境。② 环境保护：a 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；b 执行第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。**其他管理要求**：合理控制围海养殖规模和密度；维护崖门海域防洪纳潮功能。

本项目用海与黄茅海保留区的符合性分析详见表 9.2.3-3，与都斛农渔业区功能区的符合性分析详见表 9.2.3-4。

表 9.2.3-3 项目与江门市黄茅海保留区的符合性分析

黄茅海保留区海域使用管理要求	项目与海域使用管理要求的符合性分析
用途管制 ：保障黄茅海航道用海，适度安排渔业增养殖活动。	项目跨海大桥的通航净宽、净空均区跨江跨海通道项目前期工作推进会会议纪要》（[2018]94 号）的通航条件要求，不会影响航道畅通。项目建设占用黄茅海保留区面积有限，不会影响渔业增养殖活动。
用海方式控制 ：禁止改变海域自然属性。	项目用海方式有跨海桥梁、透水构筑物、港池及其他开放式用海，基本不改变海域自然属性。
整治修复 ：清理侵占航道的养殖用海。	项目建设及悬沙影响范围内存在海上非法养殖活动，未发现侵占航道养殖用海活动，目前珠海及江门两市主管部门已发文清理非法养殖行为。
黄茅海保留区	项目与海洋环境保护管理要求的符合性分析

海洋环境保护管理要求	
生态保护重点目标： 保护传统经济鱼类品种，保护黄茅海生态环境。	项目桩基施工占用底栖生物生境，桩基用海面积较小，对黄茅海生态环境破坏小。项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，一旦施工结束将不会对传统经济鱼类品种产生影响，有利于保护黄茅海生态环境。
环境保护： 1. 加强海洋环境监测，特别是加强对赤潮等海洋灾害和海洋生态环境污染事故的应急监测；2. 海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量维持现状。	通过实施施工期和运营期的环境监测计划，及时地掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其他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。项目不向海域排放生产废水和生活污水，不会对海域水质、沉积物和生态环境造成影响。
黄茅海保留区其他管理要求	项目与其他管理要求的符合性分析
1. 通过论证合理安排相关开发活动；2. 维护崖门、虎跳门海域的防洪纳潮功能；3. 维护海上交通安全。	项目建设不会影响海域防洪纳潮功能，项目不向海域排放生产废水和生活污水，不会对海域水质、沉积物和生态环境造成影响。通过实施施工期和运营期的环境监测计划，及时掌握工程运行中的环境状况，若发现对本工程或周围其他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。
与市海洋功能区划是否符合	符合

表 9.2.3-4 项目与江门市都斛农渔业区的符合性分析

都斛农渔业区海域使用管理要求	项目与海域使用管理要求的符合性分析
用途管制： 1. 相适宜的海域使用类型为围海养殖用海和开放式养殖用海；2. 适度保障工业的用海需求。	本项目用海类型为交通运输用海中的路桥用海，与功能区围海养殖用海和开放式养殖用海不冲突，两者可兼容；项目建设区域不涉及工业规划，可保障工业的用海需求。
用海方式控制： 1. 保护海岸自然形态；2. 严格限制改变海域自然属性，填海造地不得影响黄茅海的防洪纳潮和黄茅海航道的通航。	项目为跨海大桥，主桥及施工用海均跨域现有人工岸线，可保护海岸自然形态。项目用海方式有跨海桥梁、透水构筑物、港池及其他开放式用海，不涉及填海造地用海，基本不改变海域自然属性。
整治修复： 清理非法养殖行为。	项目建设及悬沙影响范围内存在海上非法养殖活动，目前珠海及江门两市主管部门已发文清理非法养殖行为。
黄茅海保留区 海洋环境保护管理要求	项目与海洋环境保护管理要求的符合性分析
生态保护重点目标： 保护黄茅海海域生态环境。	项目桩基施工占用底栖生物生境，桩基用海面积较小，对黄茅海生态环境破坏小。项目施工期悬浮泥沙扩散范围较小，一旦施工结束将不会对传统经济鱼类品种产生影响，

	有利于保护黄茅海生态环境。
环境保护: 1. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化, 防止外来物种入侵; 2. 执行第二类海水水质标准、第一类海洋沉积物质量和第一类海洋生物质量。	通过实施施工期和运营期的环境监测计划, 及时地掌握工程运行中的环境状况, 若发现对本工程或周围其他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。项目不向海域排放生产废水和生活污水, 不会对海域水质、沉积物和生态环境造成影响。
黄茅海保留区其他管理要求	项目与其他管理要求的符合性分析
合理控制围海养殖规模和密度; 维护崖门海域防洪纳潮功能。	项目建设不会影响海域防洪纳潮功能, 项目不向海域排放生产废水和生活污水, 不会对海域水质、沉积物和生态环境造成影响。通过实施施工期和运营期的环境监测计划, 及时掌握工程运行中的环境状况, 若发现对本工程或周围其他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。
与市海洋功能区划是否符合	符合

9.2.4 与海洋主体功能区划的相符性分析

(1) 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》明确指出“海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能, 将海洋空间划分为以下四类区域:

优化开发区域, 是指现有开发利用强度较高, 资源环境约束较强, 产业结构亟需调整和优化的海域。

重点开发区域, 是指在沿海经济社会发展中具有重要地位, 发展潜力较大, 资源环境承载能力较强, 可以进行高强度集中开发的海域。

限制开发区域, 是指以提供海洋水产品为主要功能的海域, 包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。

禁止开发区域, 是指对维护海洋生物多样性, 保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域, 包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。”

“重点开发区域。包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。”其中“海洋工程和资源开发区, 是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重

大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。”

相符性：本项目是港珠澳大桥向西的延伸线，作为东西向的跨海主通道；它是广东省珠三角区域通往粤西江门、阳江等地的一条东西向大通道；以道路网络衔接为重要任务和目标的跨海桥梁，加快了交通基础设施建设；其建设符合《全国海洋主体功能区规划》的定位和要求。

（2）与《广东省海洋主体功能区规划》（2017）的符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区规划》（2017），本工程所在广东省黄茅海沿海地区，连接了珠海市和江门市，属于优化开发区域。《规划》提出发展方向和布局中“推动滨海旅游公路建设。完善沿海地区交通基础设施网络，推动优化开发地区发展“交通+旅游”新业态，打造广东省具有特色的滨海旅游公路。优化开发区域中滨海旅游公路**跨越海域、海湾的，应尽量避免填海等改变海域自然属性的用海方式，确有需要的，采用跨海桥梁的形式，桥墩尽量建筑在陆地上。**滨海旅游公路经过海湾相邻或相连陆域的，应设计科学的离岸距离，避开砂质岸线，合理选择植被类型，布局观海平台、停车场、滨海服务区。”

相符性：本项目连接珠海高栏港经济区与江门大广海湾经济区，并可将港珠澳大桥延伸至粤西地区，建成后为珠江两岸经济一体化发展提供了有力的交通保障，是促进珠江西岸经济水平的进一步提升、完善珠三角地区综合交通运输体系的重大举措；本项目用海方式属构筑物用海中跨海桥梁，避免填海等改变海域自然属性的用海方式，工程建设符合《广东省海洋主体功能区规划》（2017）。

9.2.5 与海洋生态红线的相符性分析

根据 2.2.6.1 节分析，经对照《广东省海洋生态红线（2016-2020）年》，项目建设不占用划定的广东省海洋生态红线，本项目评价范围内红线区主要有黄茅海重要渔业海域限制类红线区（编号 127）。项目距黄茅岛自然岸线仅 0.2 km。项目建设不占用大陆保有自然岸线 and 海岛岸线，邻近的大陆自然岸线为赤溪角咀（编号 82）、赤溪大洲咀（编号 81）。根据 5.6.1 节项目对生态环境影响的分析，本项目建设不会导致生态红线范围的水环境质量改变。总的来说，本规划与广东省海洋生态红线管控要求基本相符。

9.2.6 与土地利用规划的相符性分析

本项目用地已列入《广东省发展改革委关于下达广东省 2019 年重点建设项目计划的通知》（粤发改投资〔2019〕98 号）重点建设项目清单，根据《广东省土地利用总体规划实施管理规定》（粤府办〔2013〕23 号），按列入土地利用总体规划重点建设项目清单处理，但涉及占用台山市境内永久基本农田 23.6505 公顷，台山市已按规定编制土地利用总体规划修改方案。

项目申请用地总规模 161.9849 公顷，江门市台山市境内总用地面积 143.6047 公顷，农用地 120.9781 公顷（耕地 57.4565 公顷，含可调整地类 27.5545 公顷，含永久基本农田 23.6505 公顷），建设用地 20.7642 公顷、未利用地 1.8624 公顷，项目不涉及围填海；珠海市高栏港经济区总用地面积 18.3802 公顷，农用地 17.8287 公顷（耕地 0 公顷，含永久基本农田 0 公顷），建设用地 0.5515 公顷，未利用地 0 公顷，项目不涉及围填海。

因此，本项目的建设符合土地利用规划的相关要求，下一步将按照相关程序办理占用土地利用总体规划修改方案等相关手续。

9.2.7 与其他环境保护规划的相符性分析

9.2.7.1 与《广东省环境保护规划纲要（2006—2020 年）》相符性分析

《广东省环境保护规划纲要（2006—2020 年）》的战略任务：“为实现绿色广东，要加快实施“三区控制、一线引导、五域推进”的总体战略。三区控制：以优化空间布局为突破口，分类指导、分区控制，将全省划分为严格控制区、有限开发区和集约利用区。一线引导：贯彻发展循环经济的战略主线，调整和优化产业结构，转变经济增长方式，降低资源能源消耗水平和污染物排放强度，促进产业生态化，建设资源节约型社会。五域推进：重点推进生态保护与建设、水污染综合整治、大气污染防治、固体废物处理处置以及核安全管理和辐射环境保护等五大领域的建设，全面改善区域环境质量”。

“根据生态环境敏感性、生态服务功能重要性和区域社会经济发展差异性，把全省陆域和沿海海域划分为 6 个生态区、23 个生态亚区和 51 个生态功能区。在此基础上，结合生态保护、资源合理开发利用和社会经济可持续发展的需要，全省陆域划分为陆域严格控制区、有限开发区和集约利用区。各地必须划定不小于规定面积的陆域和近岸海

域严格控制区。”

“陆域及近岸海域严格控制区内禁止所有与环境保护和生态建设无关的开发活动。陆域严格控制区内要开展天然林保护和生态公益林建设，有效保护原生生态系统、珍稀濒危动植物物种及其生境。”

根据《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》，本项目涉及陆域有限开发区，不涉及陆域严格控制区，因此，本项目与《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》相关内容相符。

9.2.7.2 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》中指出，基于广东省海岸带自然资源禀赋和承载能力、产业基础和发展潜力，以海岸线为轴，构建“一线管控、两域对接，三生协调、生态优先，多规融合、湾区发展”的海岸带保护与利用总体格局，逐步实现陆海统筹。统筹推进海域、海岸线和港口腹地陆域资源综合利用，推动港口优化功能布局和资源配臵，形成以珠三角港口群为主体、以粤东和粤西港口群为两翼，主次分明、分工合理的集群化港口发展格局，打造“21世纪海上丝绸之路”国家门户。科学规划，加快高等级公路与重要港区衔接，推进粤港澳大湾区交通一体化，滨海生态公路经过海洋优化开发区域和重点开发区域的，应尽量避免填海等改变海域自然属性的用海方式，确有需要的，采用跨海桥梁的形式，桥墩尽量建设在陆地上。

相符性：本工程作为交通基础设施网络建设项目，采用跨海桥梁的方式进行施工建设，将对海域的自然属性影响降至最小，且项目建成后对完善该区域公路网、加快“粤港澳交通枢纽”建设具有重大意义。因此，本项目建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的要求。

9.2.7.3 与《广东省海洋生态环境保护规划》（2017-2020年）相符性分析

根据《广东省海洋生态环境保护规划》（2017-2020年）中提到主要目标：到2020年，全省海洋生态安全格局不断优化，开发强度得到合理控制，海洋生态环境质量总体保持稳定，基本实现海洋经济与生态环境协调发展；海洋生态环境保护制度不断完善，海洋生态环境管理保障能力明显增强，海洋生态文明建设取得阶段性成效。……围填海总量控制、生态红线、区域限批、排污许可、环境督查等关键制度逐步实施。……海洋环境监测、海域动态监控和海岛监视等海洋监测网络趋于完善，……溢油、危化品泄露

等突发性环境事故应急响应能力全面提升。

相符性：本项目不涉及围填海、不占用生态红线区，施工期和运营期加强海洋环境监测，并制定相关溢油、危化品泄露等突发性环境事故应急预案，落实了《广东省海洋生态环境保护规划》（2017-2020年）的相关要求。

9.2.7.4 与《珠海生态市建设规划修编（2010-2020年）》相符性分析

根据《珠海生态市建设规划修编（2010-2020年）》，本项目不涉及珠海市基本生态控制线，因此，本项目与《珠海生态市建设规划修编（2010-2020年）》相符。

9.2.7.5 与《江门市环境保护规划（2006-2020年）》相符性分析

根据《江门市环境保护规划（2006-2020年）》，本项目主要涉及控制性保护利用区和引导性开发建设区，因此，本项目与《江门市环境保护规划（2006-2020年）》相符。

9.2.7.6 与饮用水源保护区相关规定的相符性分析

根据《广东省人民政府关于印发部分市乡镇集中式饮用水源保护区划分方案的通知》（粤府函[2015]17号），本项目沿线饮用水源保护区为猪鬃潭水库饮用水源保护区。根据本项目与水源保护区范围的叠图分析可知，本项目主线以隧道和路基形式穿越该饮用水源二级保护区，穿越长度 1.354m，其中路基段 543m，隧道段合计 811m；赤溪西互通匝道以路基形式穿越饮用水源二级保护区，长度为 185m。本项目狮山隧道路段与一级保护区陆域范围的距离最近，为 102m。本项目与库区取水口的直线距离约 2430m。

根据《广东省饮用水源水质保护条例》（2018年修正版），“在饮用水水源二级保护区内从事网箱养殖、旅游等活动的，应当按照规定采取措施，防止污染饮用水水体。”本项目不属于“从事网箱养殖、旅游等活动”，并采取了相关措施，避免路面雨水可能对猪鬃潭水库饮用水源保护区的影响，因此，本项目与水源保护区的相关规定是相符的。

9.2.7.7 与自然保护区相关规定的相符性分析

本项目从台山市赤溪曹峰山县级自然保护区北侧经过，道路中心线与保护区的实验区最近距离约为 227m；与保护区核心区最近距离约为 3995m，与保护区缓冲区最近距离约为 1480m。本项目未穿越和占用自然保护区的范围。

因此，本项目与《中华人民共和国自然保护区条例》是相符的。

9.2.7.8 与生态红线的相符性分析

经叠图分析，本项目不涉及拟批复的生态保护红线，项目中心线与生态保护区红线

最近距离约为 67m。

因此，本项目不涉及生态红线。

9.3 工程穿越猪鬃潭饮用水源保护区线路唯一性论证

1. 方案提出

设计布置了 K 线、D 线两条路线方案进行比较，其中 K 线部分进入二级水源保护区范围，D 线未进入保护区范围。结合本段落环境影响、互通设置、隧道布置、工程规模、拆迁等因素进行比较。

2. 方案描述

K 线自月湾村径直向西，穿越山丘，设狮山隧道至猪鬃潭水库北侧，设置赤溪西互通立交，再进入象山隧道；

D 线方案为避开二级水源保护区，向北绕行，局部穿越南村塘水库，再接回象山隧道与 K 线相接，不设置赤溪西互通立交。

3. 方案比较

① 环境影响

K 线局部进入二级水源保护区范围，其中隧道段 811 米，路基段 543 米、互通接线段 185 米；D 线未进入二级水源保护区范围，但进入南村塘水库面积较多，而根据《都斛镇土地利用规划及镇总体规划（2009-2030）》，南村塘水库规划为风景旅游用地区，D 线穿越书库范围过大，不利于地方旅游开发。

② 交通功能

K 线具备条件设置赤溪西互通，交通功能较好，由于本项目在台山侧陆域 14.4 公里内仅设置了赤溪东互通一处落地互通，难以满足周边乡镇及未来广海湾地区的出行需求，根据江门市交通局、台山市政府提出，省交通厅同意，设置赤溪西互通。

而 D 线方案由于两隧道口过近，仅有 600 米，根据《公路路线设计规范》（JTGD20-2017）及《公路立体交叉设计细则》（JTGD21-2014）规定，立交出口变速车道起点应距离隧道口 600 米以上，立交入口变速车道终点应距离隧道口 100 米以上，而 D 线隧道之间总长度才 600 米，完全无法设置互通立交。失去了高速公路服务地方的交通功能。

③ 拆迁

D 线需拆迁 500KV 鼓峰甲乙线 1 处铁塔，拆迁实施困难，代价较高。

④ 工程规模

K 线设置桥梁 1400/5(m/处)，隧道 2612.5/2(m/处，双洞平均)。

D 线设置桥梁 2262.5/6(m/处)，隧道 2585/2(m/处，双洞平均)。

K 线建安费低于 D 线约 1.1 亿元。

⑤ 结论

K 线方案路线顺直，技术指标高，工程规模小，总体环境影响较小，交通功能完备，作为推荐方案。

4. 解决措施

K 线虽局部进入二级水源区，但多数段落为隧道形式穿越，不影响地表汇水；

路线恰好跨越猪鬃潭水库和南村塘水库分水岭堤坝，只需将堤坝向南侧稍移动 60 米，并在 K 线路基段汇水区下游设置沉淀池，可避免路基路面排水进入水库汇水区中。

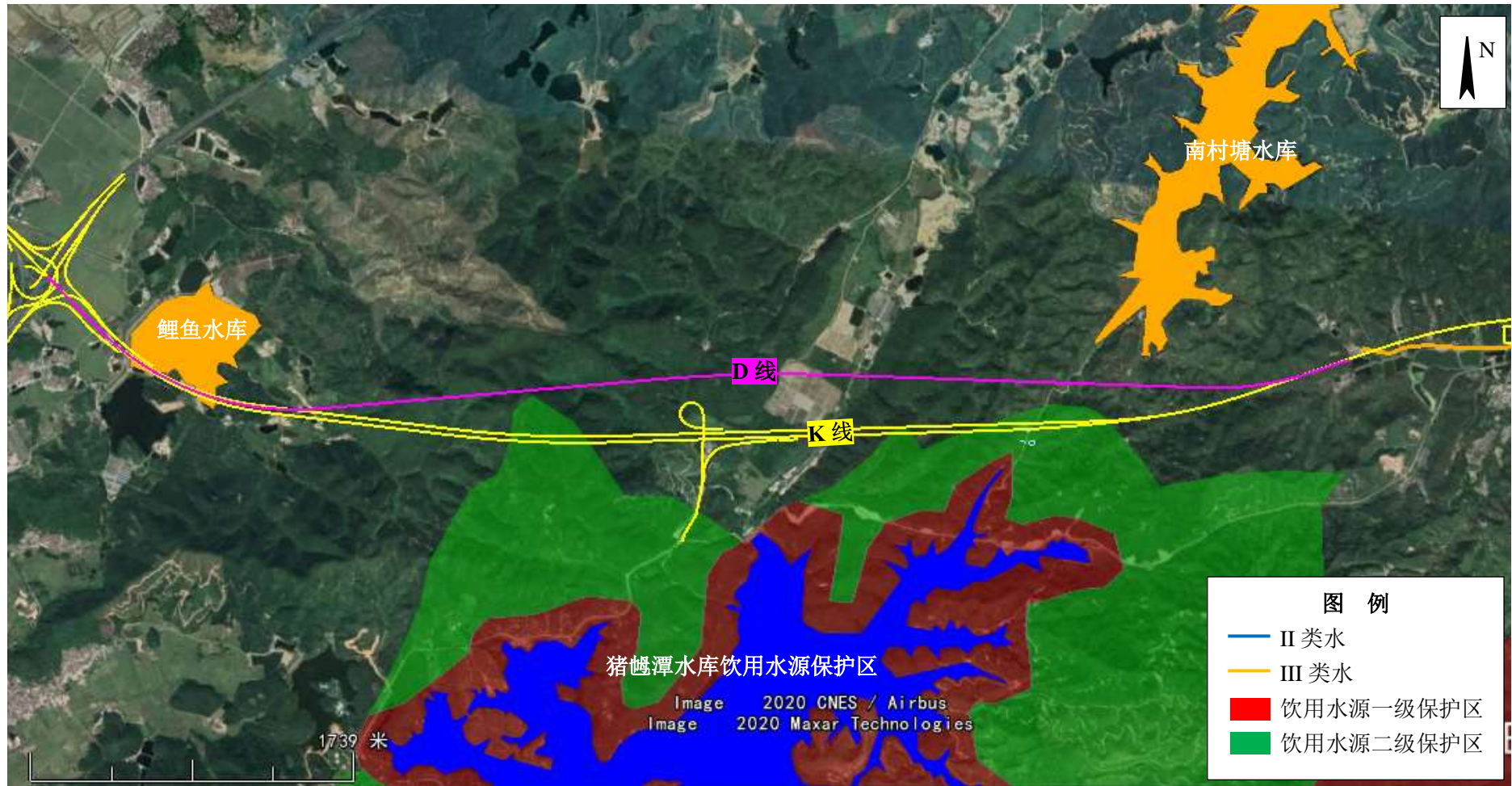


图 9.2.7-1 本项目穿越猪鬃潭水库饮用水源保护区比选线路示意图

9.4 工程穿越平沙新城生态公园线路方案比选情况介绍

1. 方案提出

设计布置了 K 线、GK 线两条路线方案进行比较，其中 K 线稍进入平沙湿地公园，GK 线未进入湿地公园。结合海中段航路分布、桥梁布置、防洪要求、安全风险等因素进行比较。

2. 方案描述

K 线方案：路线顺接鹤港高速后，设交点北偏，局部进入在建平沙湿地公园 65 米，与东东航道夹角 9.9° ，再北偏，跨越东、西航道，夹角分别为 20.04° ， 17.9° ，经黄茅岛北侧至福田村，路段总长 18.300km。海中段跨越航道主桥跨径分别为 $105+265+700+265+105\text{m}$ ， $100+280+2\times 720+280+100\text{m}$ 。

GK 线方案：接鹤港高速后，直接按原设计导线边延伸，不进入平沙湿地公园，跨越东东航道（夹角 0.9° ）、稍北偏，跨越东航道（夹角 12.34° ），北偏夹小半径圆曲线（1300m），再跨越西航道（夹角 6.25° ），经黄茅岛北侧至福田村，路段总长 18.581km。海中段主桥跨径分别为 $85+255+660+255+85\text{m}$ ， $96+250+670+250+100\text{m}$ 、 $140+270+140\text{m}$ 。

3. 方案比较

① 通航适应性影响

两路线方案距离上下游码头距离均满足通航要求。

K 线通航影响论证已通过航道主管部门的批复，方案稳定；

② 线形指标及适应性

K 线平纵指标均较高，可满足设计速度 120km/h 的指标要求，并优于 GK 线方案。

GK 线方案均为同向曲线，且在两侧曲线指标均较高的情况下，东、西航道桥之间转点曲线半径仅能满足 1300m（否则曲线进入主桥），海中段指标不协调，行车安全隐患大。

K 线可适应海中中央塔桥梁方案；GK 线如适应海中桥梁方案，需要调整鹤港高速终点段路线，改为分离式路线，影响在建的鹤港高速桥梁工程，需浪费部分桥梁桩基，社会影响坏，事实上不可实现。

③ 桥梁景观

K 线 2 座主桥主跨跨度基本相当，桥塔尺寸协调，两座斜拉桥五个索塔前后呼应，

韵律统一，景观效果最好；

GK 线需设置 3 座主桥，且跨度大小不一，景观元素重叠繁琐，再加上路线线形指标较低，总体景观效果最差。

④ 对湿地公园影响

K 线侵占湿地公园约 26.5 亩，GK 线未侵入湿地公园范围。经征求珠海高栏港经济区管理委员会意见，同意少量占用湿地公园。且该公园现状仍基本为鱼塘，未列入保护级别。

⑤ 风险因素

GK 线在东、西航道之间需设置一段引桥段，引桥本身防船撞能力较差，而东、西航道通行船舶均为大吨位船舶，如遇到不良天气或船员操纵不当，船舶与桥梁相撞的风险较高，海事部门不赞成；而 K 线方案跨越两航道跨径较大，桥塔距离航道较远，且主塔防撞能力强，风险较低，并设置防撞设施，运营期风险较低，得到海事部门赞同。

⑥ 结论

K 线方案路线顺直，技术指标高，桥梁规模协调，对航道、海事影响相对较小，船撞风险较低，桥梁景观较好，作为推荐方案。

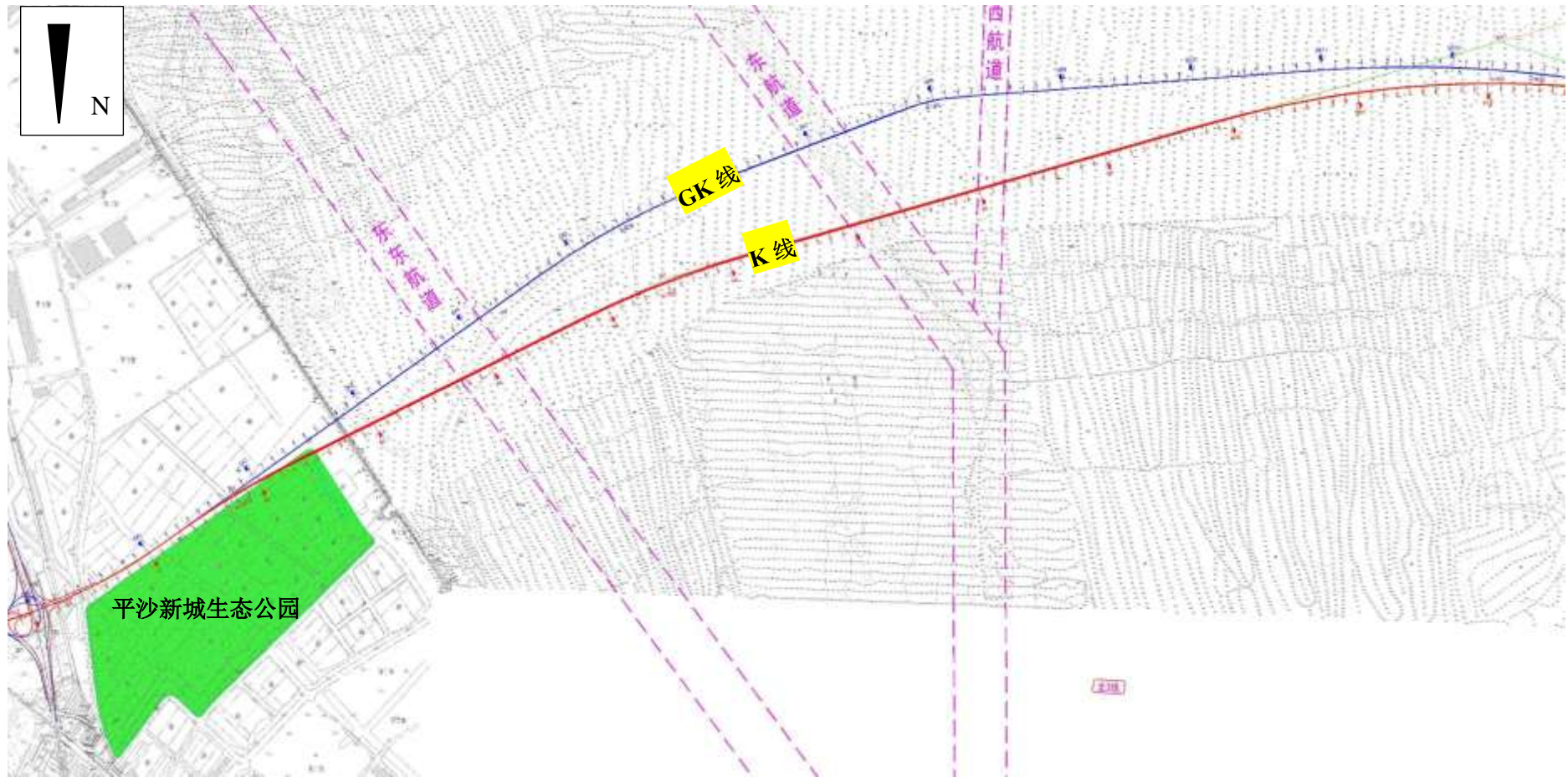


图 9.2.7-1 本项目穿越平沙新城生态公园比选线路示意图

9.5 工程生态用海方案分析

9.5.1 政策符合性分析

与规划顶层设计相符合是指从规划顶层设计的角度分析本工程与海洋功能区划、相关保护规划的符合性、域规划、行业规划和产业政策的符合性，增强对海洋开发利用活动的引导和约束。

根据 9.2.3 节分析，项目用海与《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）兼容，符合《广东省海洋生态红线》（报批稿）《全国海洋主体功能区规划》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省综合交通运输体系发展“十三五”规划》《珠海市城市总体规划》《江门市城市总体规划》《珠海市综合交通运输体系发展“十三五”规划》《珠海市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》《台山市综合交通运输体系发展“十三五”规划》《台山市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》。

根据《产业结构调整指导目录(2019 年本)》，本项目属于鼓励类“特大跨径桥梁修筑和养护维修技术应用”项目。因此，本项目的建设符合《产业结构调整指导目录（2011 年本）》（2013 年修订）相符。

根据《广东省主体功能区产业发展指导目录（2014 年本）》，“（二十四）公路及道路运输，9、特大跨径桥梁修筑和养护维修技术应用”建设属于鼓励类项目。可见，本项目工程建设符合《广东省主体功能区产业发展指导目录（2014 年本）》的产业政策要求。

因此，本项目的建设符合国家和广东省现行的相关政策。

9.5.2 生态用海方案

本项目位于黄茅海海域，外海传进来的波浪及潮流受沿程众多岛屿、河床地形及水深等因素影响，波浪及潮流不会太大，容易形成稳定的生态环境。优化项目平面、陆水统筹、因地制宜，可大大增加项目及其周边海域自然资源及生态赋值。

9.5.2.1 生态化平面设计

本项目跨海大桥线路方案根据项目全线线路与功能适应性、规划符合性、对环境的影响、经济性、风险等多方面综合比选得出。线路路网匹配性良好，通道直接对接鹤台高速与新台高速，与东西岸均衔接良好，对两侧规划影响较小，空间上布局更为合理。

由于黄茅海东西两侧海域跨度较大，若采用隧道形式建设，一方面对海洋生态环境破坏大，另一方面造价很高。此外，根据黄茅海海上航道布局，线路桥梁与各航道斜交角度不大，有利于通航安全，避免船撞风险。

本项目平面布置充分的体现了集约节约用海以及生态用海的原则，主要有以下几方面。

(1) 根据项目在路网中的地位和作用，考虑交通量预测结果、地形地质条件、道路通行能力及服务水平分析、与前后路网的衔接、技术指标适应性等各方面因素，依据《公路工程技术标准》(JTGB01-2014)，综合考虑各比选因素，推荐本项目采用双向六车道高速公路技术标准，设计速度 100 km/h，路基宽度 33.5 m，桥面宽度在此基础上设计。

(2) 项目主桥桥面宽度为 50.5 m，引桥桥面宽度为 35.5~48.12 m。主桥考虑独立塔柱建设标准需要，以及斜拉桥梁外含风嘴，因此其宽度较宽。引桥桥面宽度综合考虑了与陆地、主桥的衔接，其宽度具有一定的渐变性的。

(3) 主桥桥墩设计充分考虑了桥梁平面布设和结构标准要求，其中线路跨越崖门出海东东航道、东航道、西航道，通航净空分别为 548×64m (斜交约 10 度)、547×56m (斜交约 20 度)、263×40m (斜交约 18 度)。桥梁线位走向及通航孔净空满足通航要求。

(4) 项目施工临时设施的平面依托主桥线路建设，其设置主要服务于主桥建设需求。出梁及材料码头依托珠海侧 700 亩陆域用地，结合海域水深条件，采用栈桥方式引至合适水域建设是合理的；考虑项目线路长，多点施工、人员安全等因素，在东西两侧适当位置各建设 1 个生活及办公平台、拌合平台及码头、提梁码头是合理的；为保证大桥施工精度，在海上合适位置建设 5 个测量平台是合理的。

(5) 项目平面布置充分利用了现有的海洋资源，并结合当地的地形地貌特征，选用了合理的平面布置，体现了工程与海洋环境的统一协调。

9.5.2.2 绿色施工工艺

海上采用全栈桥施工方案，水上利用打桩船+浮吊+驳船浅滩采用履带吊+打桩锤+运输车，结合钓鱼法施工。主桥桩基施工施工搭设钻孔平台，回旋钻成孔，钢筋笼后场加工，龙门吊下放钢筋笼，浇筑成桩。主桥承台采用双壁钢围堰施工方案，围堰后场分块加工，抓斗清淤，水下封底，抽水后干施工承台。引桥桩基采用旋挖钻施工。引桥承台均为埋置型承台，采用拉森型钢板桩围堰施工。水中出梁及材料码头、拌合平台及码头、

生活平台、提梁码头、临时防撞设施、测量平台均采用采用打桩船进行码头钢管桩插打，浮吊进行桥面梁吊装。

主桥及临时施工设施施工工艺均是成熟的海上施工工艺，施工围堰、节段梁及桥墩预制均体现了生态环保的工艺方法。经水质模拟预测，对海洋环境影响不大，是较为绿色的施工工艺。

9.5.2.3 污水排放与控制

项目建设期所采用的桥梁施工工艺是目前比较先进的施工工艺，钻孔、运输材料符合项目的实际情况的要求，有利于在施工生产过程中减少污染物的排放。施工期本工程拟采取的废水污染防治措施技术可行，固废处置尽量做到无害化、资源化、减量化；施工单位施工期加强严格管理，文明施工，切实落实相应的环保治理措施，做到施工废水、固废经处理后回用或变废为宝，确保施工期各类废水、固废不对海域造成污染。使用先进工艺设备，施工前进行现场公示。施工期有限，其废（污）水、固废处理费用相对较低，从经济、技术上来看，本工程施工期各类废水、固废污染防治措施可行，对环境的影响较少，环境影响可接受。

9.5.2.4 长期监测与评估

建设单位应严格落实施工期和运营期的监测计划，按照相关规定严格执行竣工验收。跟踪监测内容详见环境监测计划章节，在此不再赘述。

9.5.3 海洋生态修复措施

《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发[2006]9号）明确提出：建立健全水生生物资源有偿使用制度，完善资源与生态补偿机制。按照谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损害谁修复的原则，开发利用者应依法交纳资源增殖保护费用，专项用于水生生物资源养护工作；对资源及生态造成损害的，应进行赔偿或补偿，并采取必要的修复措施。

目前，海洋工程的生态补偿通常有以下三种方式：（1）经济补偿；（2）资源补偿：对重要生物资源（鱼类、底栖动物和鱼卵仔鱼）的损失应进行增殖放流补充；（3）生境补偿：对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建。

本工程对海洋生态环境造成的影响和破坏主要发生在项目施工过程。桥墩及桩基将永久性占用海洋生物赖以生存的海域，港池疏浚会对底栖生物及其生境造成破坏，施工期悬浮泥沙短时间内会对一定范围内的海洋生物的栖息环境及其生长发育造成影响。

根据海洋生物资源损失的定量计算，跨海桥梁和透水构筑物用海方式将会对海洋生态系统会造成一定影响。经过计算，各类渔业资源直接损失如下：桥墩、桩基及海上疏浚造成底栖生物损失量 30.31 t；施工引起的悬浮物造成的游泳生物损失量为 8.36 t，鱼卵损失量为 4.13×10^7 粒，仔鱼损失量为 1.67×10^7 尾。本工程生态修复和补偿建议采取适当的生态恢复、补偿措施，具体的放流时间、数量和品种应当与当地海洋渔业部门协商后，在当地海洋渔业部门的指导下进行放流。

9.5.4 环境影响可接受性分析

本工程污染型环境影响主要来自施工期和运营期的废水、固废和噪声。

项目建设期所采用的桥梁施工工艺是目前比较先进的施工工艺，钻孔、运输设备符合项目的实际情况的要求，有利于在施工生产过程中减少污染物的排放。施工期本工程拟采取的废水污染防治措施技术可行，固废处置尽量做到无害化、资源化、减量化；施工单位施工期加强严格管理，文明施工，切实落实相应的环保治理措施，做到施工废水、固废经处理后回用或变废为宝，确保施工期各类废水、固废不对海域造成污染。使用先进工艺设备，施工前进行现场公示，尽量减轻打桩带来的噪声影响。施工期有限，其废（污）水、固废处理费用相对较低，从经济、技术上来看，本工程施工期各类废水、噪声、固废污染防治措施可行，对环境影响较少，环境影响可接受。

在跨海大桥路面两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海海域，由于桥面径流雨水中的污染物大多集中在初雨期，主要污染物为 SS，在采用沿途桥墩多点排放的情况下，呈线源排放，对海洋环境影响较小。另外，在排水泄水口处设计限流管，保障初期雨水和过量雨水的分流和通畅排水；当发生危险品泄漏时，可摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质；槽中污水应及时抽取，并交由有能力的处理单位处理。因此对于工程海域的水质影响不大。另外，为防止装载危险品车辆发生事故时危险品入海，建设单位在工程设计中拟采用封闭防撞栏，在排水泄水口处摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质等措施，以预防或控制危险品入海而引起的严重污染事故；从经济、技术上来看，本工程运营期废水污染防治措施可行，对环境影响较少，环境影响可接受。

综上所述，本工程无论从施工期或运营期分析，本工程对环境影响较少，环境影响可接受。

9.6 小结

本项目符合国家和广东省产业政策；项目选线与广东省、珠海市和台山市“综合交通运输发展十三五”规划是相符的，与广东省、珠海市和台山市的“国民经济和社会发展第十三个五年规划”的发展战略是相符的，与珠海市和江门市城市总体规划是相符的。本项目与海洋功能区划、海洋生态红线和土地利用规划也是相符的。本项目与《广东省环境保护规划纲要（2006—2020年）》、《珠海生态市建设规划修编（2010-2020年）》和《江门市环境保护规划（2006-2020年）》是相符的，均未穿越或占用严格控制区。本项目未占用生态保护红线和海洋生态红线。本项目与自然保护区等相关条例也是相符的。

本项目选线合理，推荐线经过线路唯一性论证，本项目无法绕避猪𪗇潭水库二级饮用水源保护区，需要在施工期和营运期做好环境保护措施，力争将公路建设对饮用水源保护区的影响降到最低。

本项目东接鹤港高速（港珠澳大桥西延线）、西接西部沿海高速及新台高速，项目对于贯彻粤港澳大湾区合作精神，加强粤港澳大湾区内联系；优化区域高速公路网络，改变过江通道单一的现状；有效促进珠西装备制造制造业基地集聚；进一步强化横琴自贸区、高栏港与大广海湾经济区的联动发展具有重要意义。

10 环境管理与监测计划

10.1 环境管理计划

10.1.1 环境管理机构

环境管理机构及人员的设置见表 10.1.1-1。

表 10.1.1-1 环境管理机构及人员设置

部门	人员设置	职责
黄茅海跨海通道管理中心	专职专业技术管理人员 2 名	负责全面环境管理
每个施工单位	环境管理人员 1~2 名	负责所承包工程范围内的施工环境管理工作

10.1.2 环境管理计划

本项目环境管理与监督计划见表 10.1.2-1~表 10.1.2-2。

表 10.1.2-1 施工期环境管理计划

序号	环境问题	拟采取的环境影响减缓措施	实施机构	负责机构
1	施工噪声	1、在居民集中点，强噪声的施工机械夜间(22:00~6:00)应停止施工作业； 2、禁止夜间进行打桩作业，搅拌机等机械应采用施工隔板等临时降噪措施； 3、在村人口较密集的村庄的施工管理，合理制定施工便道和环境管理计划，注意保养施工机械，使机械维持最低噪声水平。	承包商	项目公司
2	地表水污染	1、禁止沿江开辟施工便道，岸侧施工须设置围拦工程； 2、加强施工人员环保管理； 3、桥梁施工时使用掉落物拦网防护，同时严格按照有关规范规定，将钻渣运至指定的弃渣场存放并采取相关的防护措施，不允许随意丢弃钻渣。 4、各施工营地生活污水通过二级生化处理设施处理后的污水达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入周边河流或农灌渠。水泥混凝土搅拌站场地内设置有多级沉淀池，对搅拌车冲洗废水进行沉淀处理，沉淀后	承包商	项目公司

		<p>的废水回用，用于场地冲洗。将含油污水收集后定时清运，含油污泥委托有资质单位进行处理；</p> <p>6、生活垃圾应集中到垃圾桶，垃圾桶定期清空；</p> <p>7、隧道洞口设置沉淀池，增加隔油混凝等处理设施（必要时可采取气浮处理），上清液再利用（如用于施工场地的洒水降尘），也可临时存放在沉淀池中，供植被恢复绿化用水，隧道废水处理系统后增设蓄水池，废水处理进入蓄水池，供植被恢复绿化用水或洒水降尘使用，确保出水不排入临近水体。</p>		
3	大气污染	<p>1、水泥、砂、石灰等易撒落散装物料运输和临时存放，应采取防风遮盖措施，以减少扬尘；</p> <p>2、用于路面工程灰土尽量采用湿式罐装运输法运输或采取有效的遮挡防护措施，防止粉尘污染；</p> <p>3、施工单位配备两辆洒水车，对环境敏感点路段内的施工道路或临时道路经常进行洒水处理（主要在干旱无雨天气，每日洒水二次，上、下午各一次），减轻扬尘污染；</p> <p>4、沥青混凝土搅拌站设置在距离最近敏感点的主导下风向300米以上距离，并采用先进的沥青拌合装置和技术，并配备除尘设备、沥青烟净化和排放设施；</p> <p>5、临时堆场设置尽量远离敏感点，在主导下风向200米以上距离，并采取加盖毡布、设置围栏、定期洒水等措施抑尘。</p>	承包商	项目公司
4	建材运输环境问题	<p>1、建材的运输路线在施工前仔细选定，避免长途运输；避免影响现有的交通设施，减少尘土和噪声污染；</p> <p>2、与沿线村镇慎密协商，合理选择横穿现有道路的临时施工辅道；</p> <p>3、粉状建材的运输应加盖篷布等防止扬尘污染；</p>	承包商	项目公司
5	生态环境与水土保持	<p>1、保护耕地，做好表土堆场的保存与复垦工作，减少公路临时占地；</p> <p>3、保护植被，及时恢复破坏的地表；实施水土保持方案；保护水生物资源；</p> <p>4、临时弃渣场工程结束后应立即进行复垦或绿化；</p> <p>5、弃渣除实施水土保持方案外，其余按设计中的环保利用措施实施和及时绿化；</p>	承包商	项目公司
6	环境监测	<p>1、水、气、声监测技术规范按照环保主管部门颁布的监测标准、方法执行；</p> <p>2、根据水土保持方案，在部分路段进行水土流失监测；</p>	环境监测、水土保持监测单位	项目公司
7	环境监理	按照环保主管部门相关要求开展施工期环境监理。	环境监理单位	项目公司

表 10.1.2-2 营运期环境管理计划

序号	环境问题	拟采取的环境影响减缓措施	实施机构	负责机构
1	噪声与环境污染	<p>1、从长远考虑，建议地方政府参考环评报告预测结果确定公路建筑控制区，禁止修建建筑物，距离公路 200 米范围内不宜修建学校和医院等对环境要求较高的建筑及单位；</p> <p>2、通过加强公路交通管理，可有效控制交通噪声污染。限制性能差的车辆进入高速公路，经常维持公路路面的平整度；</p> <p>3、实施减噪措施；监督落实进展与情况。</p>	公路管理单位	项目公司
2	地表水污染	<p>1、避免路面径流直接排入农田；</p> <p>2、对于 3 处收费站，需视其周边环境确定生活污水排放去向，若有条件可依托当地市政设施，否则须设置移动厕所，废水收集后，定期委托环卫部门清运。。</p> <p>3、黄茅海服务区产生的生活污水经三级生活污水处理工艺处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010) 后回用于绿化和道路浇洒，禁止排入周边水体。若月湾河水质达标，可将污水经过处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入月湾河；</p> <p>4、管理中心(含养护工区、救援中心和集中居住区等)产生的生活污水需视当地情况确定，若当地建有市政污水管网，则可将生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段三级标准后就近排入污水管网，依托当地污水处理系统集中处理；若无市政管网，则经过处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准后，经由自建管道排入南水沥。</p>	公路管理单位	项目公司
3	危险品泄漏风险	<p>1、由项目公司牵头，沿线各市人民政府及当地公安、消防、环保部门组成应急领导小组，专门处理危险品泄漏风险事故；</p> <p>2、公安局将给运输危险品的车辆指定专门的行车路线和停车点；</p> <p>3、加强员工安全意识培训，定期进行应急预案的演练。</p>	公路管理单位公安、环保、消防等部门	项目公司
4	空气环境	<p>1、上路车辆的尾气管理与规范；</p> <p>2、沿线绿化带的管理与护理；</p> <p>3、加强路面养护。</p>	公路管理单位	项目公司
5	生态环境	主体工程植被恢复、临时占地的复垦。	公路管理单位	项目公司
6	环境监测	监测技术规范按照环保部颁布的监测标准、方法执行。	委托有资质单位	项目公司

7	开展环境影响后评价	根据《建设项目环境影响后评价管理办法（试行）》的要求，本项目正式投入生产或者运营后三至五年内应开展环境影响后评价。	委托有资质单位	项目公司
---	-----------	---	---------	------

10.2 环境监测计划

10.2.1 环境监测内容

环境监测计划的目的是评价各项减轻措施的有效性，对项目施工和运行过程中未曾预测到的环境问题及早作出反应，根据监测的数据制定政策，改进或补充环保措施，以使对环境的影响降低到最低程度。

10.2.1.1 海域监测要求

1. 施工期

为与评价中的现状调查具有可比性，监测范围与评价范围保持基本一致，但监测站位有所减少，主要选择在项目施工区域附近海域进行监测。在施工期共设7个监测站位，站位布设如图 10.2.1-1 所示。各站位坐标列于表 10.2.1-1。具体监测要求见表 10.2.1-2。

2. 营运期

本项目通车后对附近海洋环境影响很较小，只有发生事故泄露时才可能产生明显的水污染。建议在工程运营期间，要对自然资源和环境进行监测，及时采取措施，避免对资源和环境造成破坏。特别是发生危险品意外泄漏事故，应立即采取防治措施，并进行海洋环境事故应急影响跟踪监测。运营期（应急）环境监测站位见图 10.2.1-1。

为明确黄茅海跨海通道建设对水深地形条件的影响，建议项目建成一年后，开展一次项目桥墩附近水深地形测量，和工程前水深地形相比对，分析项目建设引起的泥沙冲淤情况。根据监测评估结果，决定后续是否继续进行项目附近水深地形测量。

表 10.2.1-1 环境监测站位经纬度

站位	东经	北纬	水质	沉积物	海洋生物
1	113°07'09.691"	22°01'02.981"	√	√	√
2	113°05'25.801"	22°00'26.114"	√	√	√
3	113°02'48.705"	21°59'50.330"	√	√	√
4	113°05'25.560"	22°01'26.002"	√	√	√

站位	东经	北纬	水质	沉积物	海洋生物
5	113°05'30.702"	21°59'07.748"	√	√	√
6	113°07'24.911"	21°59'23.808"	√	√	√
7	113°08'59.045"	21°59'51.022"	√	√	√



图 10.2.1-1 环境监测站位图

表 10.2.1-2 海域监测计划

监测区域	阶段		监测地点	监测项目	监测频次	实施机构	负责机构
黄茅海	施工期	水质	具体见表 10.2.1-1	PH、COD、SS、DIN、PO4 ³⁻ 和石油类	在项目施工结束前尽快选择大潮期进行一次调查,直到工程完工后一个月采集最后一次施工期间样品为止	受业主委托的有资质的监测单位	项目公司
		沉积物		Cu、Pb、Cd、石油类			
		海洋生物		叶绿素 a 及其初级生产力、浮游动物、浮游植物、底栖生物、游泳			

				生物、鱼卵仔鱼 等		
--	--	--	--	--------------	--	--

10.2.1.2 陆域监测要求

根据高速公路的污染特征，本项目施工期和营运期需进行环境监测。本工程监测计划包括生态环境、环境噪声、水体水质、环境空气和水土保持监测。

其中，噪声、水体水质、环境空气的常规监测要求定点和不定点、定时和不定时抽检相结合的方式。因此应根据施工时间，对不同监测点的监测时间进行适当调整。具体见表 10.2.1-3~表 10.2.1-5。

表 10.2.1-3 生态环境监测计划

监测区域	阶段		监测地点	监测项目	监测频次	实施机构	负责机构
公路沿线	施工期	陆生生态	边坡	植被情况	每年 5 月、12 月	受业主委托的有资质的监测单位	项目公司
	营运期	陆生生态	边坡	植被恢复情况	每年 5 月、12 月		

表 10.2.1-4 环境噪声监测计划

阶段	监测地点	监测项目	监测频次	监测历时	采样时间	实施机构	负责机构
施工期	中和村（北）、福田村	等效连续 A 声级 (Leq)	根据施工进度监测	2 日	昼夜各一次	受业主委托的有资质的监测单位	项目公司
营运期	中和村（北）、福田村		1 次/年	2 日			

表 10.2.1-5 地表水环境监测计划

阶段	监测地点	监测项目	监测频次	监测历时	采样时间	实施机构	负责机构
施工期	南村塘水库、鲤鱼水库、月湾河	SS、COD _{Cr} 、石油类	桥梁施工期间测，不定时	1 日	1 日 1 次	受业主委托的有资质的监测单位	项目公司
	猪岫潭水库	SS、COD _{Cr} 、BOD ₅ 、氨氮、石油类	1 次/季度	1 日	1 日 1 次		

营运期	猪鬃潭水库	SS、COD _{Cr} 、 BOD ₅ 、氨氮、石 油类	1次/年	3日	每日1 次		
-----	-------	--	------	----	----------	--	--

10.2.2 监测方法和监测机构

1.委托具有监测资格和技术力量的专业进行定期或不定期监测，编制监测报告，提供给项目公司，并接受江门市生态环境局、珠海市生态环境局及沿线区县环保局的监督。

2.监测按照国家环境监测方法进行。

10.2.3 监测方法和监测机构

环境监测数据对以后的环境管理有着重要的价值，通过这些数据可以看出以后的环境质量的变化是否与预期结果相符，为今后制订或修改环境管理措施提供科学依据，建立环境监测数据的档案管理和数据库管理，编写环境监测分析评价报告。具体要求如下：

1.报告内容：

原始数据（包括参数、测点、监测时间和监测的环境条件、监测单位）、统计数据、环境质量分析与评价、责任签字。

2.报告频率

每季度提交一份综合报告、每年提交一份总报告。

3.报告发送机构

监督机构，本项目为广东省环保厅及施工所在地环保局（沿线的江门市生态环境局、珠海市生态环境局及其下辖区县环保局）。

10.2.4 环境计划费用

按照以上的监测工作量，估算监测费用如下：

施工期（不含生态监测）：6万元/年×4.5年=25万元；

营运期（不含生态监测）：2万元/年×10年=20万元；

上述合计共45万元。

10.3 环境监理计划

根据交通部交环发(2004)314号文件的要求，按照《开展交通工程环境监理工作实施方案》。依据该方案，编制本项目施工期环境监理计划。

10.3.1 环境监理范围、阶段和期限

1.审查环保施工单位工程施工安装资质，核查项目环境保护工程及配套的污染治理设施设备，检查施工单位编制的分项工程施工方案中的环保措施是否可行。

2.该项目在用海过程中，应接受海洋主管部门的监控监视。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时进行纠正，对出现问题及时加以解决。

3.监理单位需帮助建设单位对项目中的环保设计把关并对环保设施的选购提供参考意见，同时，监理过程中监理人员对施工过程中出现的环境问题及时与业主和施工单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工中对环境的各种不利影响降到最低限度。

4.对施工现场、施工作业和施工区环境敏感点，进行巡视或旁站监理，检查环评文件中提出的项目环境保护对象和配套污染治理设施、环保措施的落实情况。包括如下内容：

(1) 大气污染防治措施的环境监理。检查和监测施工期大气污染防治达标排放情况，施工影响区域应达到规定的环境质量标准。

(2) 施工期生产和生活污水的环境监理。内容包括来源、排放量、水质标准、处理设施的建设过程和处理效果等，检查和监测是否达到了污水排放标准。

(3) 固体废物处理措施的环境监理。包括施工废渣、生活垃圾的产生与处理，监督固体废物处理的程序和达标情况，保证工程所在地现场清洁整齐，不污染环境。

(4) 噪声控制措施的环境监理。为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的污染源，应按环评文件要求进行防治。监督施工区域及其影响区域的噪声环境质量达到相应的标准，重点是靠近生活营地和居民区施工，必须避免噪声扰民。

(5) 野生动植物及生态保护措施的环境监理。避免夜间使用灯光照射，干扰野生动物交配、栖息，对施工范围周边发现的野生动物进行驱赶，如发现施工范围内有野生动物栖息地，应及时做好迁移栖息地等保护工作。

(6) 施工期危险化学品材料的管理的环境监理。监督危险化学品材料的放置场所、使用行为和处置方法措施是否符合环保要求，保证危险化学品材料的安全使用和处置。

10.3.2 环境监理方案

1.审查环保施工单位工程施工安装资质，核查项目环境保护工程及配套的污染治理设施设备，检查施工单位编制的分项工程施工方案中的环保措施是否可行。

2.对施工现场、施工作业和施工区环境敏感点，进行巡视或旁站监理，检查环评文件中提出的项目环境保护对象和配套污染治理设施、环保措施的落实情况。包括如下内容：

(1) 大气污染防治措施的环境监理。检查和监测施工期大气污染防治达标排放情况，施工影响区域应达到规定的环境质量标准。

(2) 施工期生产和生活污水的环境监理。内容包括来源、排放量、水质标准、处理设施的建设过程和处理效果等，检查和监测是否达到了污水排放标准。

(3) 固体废物处理措施的环境监理。包括施工废渣、生活垃圾的产生与处理，监督固体废物处理的程序和达标情况，保证工程所在地现场清洁整齐，不污染环境。

(4) 噪声控制措施的环境监理。为防止噪声危害，对产生强烈噪声或振动的污染源，应按环评文件要求进行防治。监督施工区域及其影响区域的噪声环境质量达到相应的标准，重点是靠近生活营地和居民区施工，必须避免噪声扰民。

(5) 野生动植物及生态保护措施的环境监理。避免夜间使用灯光照射，干扰野生动物交配、栖息，对施工范围周边发现的野生动物进行驱赶，如发现施工范围内有野生动物栖息地，应及时做好迁移栖息地等保护工作。禁止施工人员、施工场地和施工机械随意进入保护区，禁止在保护区内开展偷猎、偷渔、毒鱼等行为，禁止在江门市严格保护区内额外占地，滥砍滥伐。

(6) 施工期危险化学品材料的管理的环境监理。监督危险化学品材料的放置场所、使用行为和处置方法措施是否符合环保要求，保证危险化学品材料的安全使用和处置。

(7) 核查落实项目环境保护工程和配套污染治理设施、环保措施建设，落实环境保护行政主管部门关于项目环境保护工程和配套污染治理设施、环保措施的变更审批意见。

(8) 监督落实环评文件提出的生态环保措施，并对环评文件未提出的环保措施进行必要的补充。

(9) 施工监理单位应根据环评报告内容及有关部门批复意见，重点监督建设单位是否存在禁止或限制的工程内容和施工方式，对于处于负面清单上的施工行为应及时监

督整改。

3.工程建设中产生环境污染的工序和环节的环境监理。包括土石方建设过程；桥梁、管道、公路施工过程中的土地开挖过程；车辆运输过程；砂石料场开采、加工、储存及环保措施的落实情况；施工材料运输过程中的环保防护措施落实情况；施工便道修筑和使用情况；生态环境脆弱、敏感地带或敏感点施工；临时用地植被恢复及水保措施等。

4.根据施工环境影响情况，组织环境监测，依据监测结果，行使环境监理监督权。

5.向施工单位发出环境监理工作指示，并检查环境监理指令的执行情况。

6.编写环境监理月报、季报、年报和专项报告。

7.组织环境监理工地例会。由项目建设单位、环境监理单位、专家、施工单位、社会公众代表组成，对施工现场、施工作业的环境问题进行检查。工程建设过程中，应根据项目周围环境敏感点、水源保护区、人口密集的地区或项目施工影响的情况，每隔一定时间开展一次例会，就前一阶段项目施工环境影响进行评估，采取的措施和效果进行总结，找到新的解决方案与办法，并责成建设方、施工单位实施。

8.协助环境保护行政主管部门和建设单位、施工单位处理突发环保事件。

10.3.3 环境监理要点

工程监理中纳入环境监理职责，按工程质量和环境质量双重要求对项目进行全面质量管理。项目的环境监理要点见表 10.3.3-1。

表 10.3.3-1 施工期环境监理现场工作重点设置表

序号	监理地点	环境监理重点具体内容
1	施工生产生活区	(1)监督文明施工、环保施工的执行情况； (2) 设置二级生化处理设施，处理后的污水达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入周边农灌沟渠。 (3)是否远离居民区、水体、鱼塘和占用基本农田、植被覆盖好的林地； (4)施工便道是否经常进行洒水防尘等。
2	沿线受影响的居民	(1)监督施工工地场界是否远离的敏感点 200m 以外； (2)施工营地影响的村庄是否安装移动式隔声屏障； (3) 项目沿线的学校以及靠近道路两侧 100m 范围内的居民点限制强噪声机械施工的时间； (4) 合理制定施工便道和环境管理计划，并应在居民村一侧设置施工屏障；

		(5) 施工便道是否有经常洒水放尘。
3	其他共同监理事项	(1) 监督搅拌站设置位置的合理性，是否采用集中的厂拌方式；搅拌站距沿线敏感点距离不小于 300m，并设在当地主导风向的下风向一侧； (2) 对沿线施工便道、新铺设路面和进出堆场的道路是否进行不定期洒水； (3) 施工人员对沿线植被的保护，是否存在乱砍乱伐。

10.3.4 环境监理费用估算

监理经费包括生活设施费、办公设施费用、人员劳务服务、培训及交通费用等，根据广东地区公路监理部门的实际情况，本报告初步估算结果见下表。

表 10.3.4-1 施工期环境监理主要项经费估算

项目	经费(万元)	说明
监理人员生活设施	20	暂按 2 个监理点设置
监理人员办公设施	10	暂按 2 个监理点设置
监理人员劳务费用	77	3500 元/月×55 月×4 人
监理人员交通等杂项	67.5	暂按 15 万元/年
人员培训费用	27	一次/年现场进行
合计	201.5	

10.4 环保竣工验收建议

根据项目施工期环境监理的要求，每个施工标段应有至少 1 名施工监理人员负责施工期的环境监理工作，发现问题及时纠正，将环境影响问题得到尽快解决。

表 10.3.4-1 项目竣工环境保护“三同时”验收一览表

项目	环境因子	污染源	污染物	处理措施	效果
施工期	提供施工期监理报告				
营运期	水环境	黄茅海服务区生活污水	COD、石油类、SS	本项目生活污水经三级生活污水处理工艺处理后达标后回用于绿化和道路浇洒	达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010)后回用,禁止排入周边水体
				若月湾河水质达标,可将污水可将污水经过二级处理工艺处理达标后,排入月湾河	外排废水达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段一级标准
		管理中心生活污水(含养护工区、救援中心和集中居住区等)	COD、石油类、SS	产生的生活污水就近排入污水管网,依托平沙水质净化厂处理	外排废水达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001)第二时段三级标准
		收费站生活污水	COD、石油类、SS	视收费站的周边环境确定,若有条件可依托当地市政设施,否则须设置移动厕所,废水收集后,定期委托环卫部门清运。	不影响周边水环境质量。
		桥面径流	COD、石油类、SS	跨海大桥桥面径流收集的沉淀池建设	降低风险事故及初期雨水对黄茅海水环境和水生生态的影响
生态环境	海洋生态补偿	/	对海生物资源的损害进行补偿	尽量降低项目施工期对水生生态的影响	

	声环境	交通噪声	噪声	隔声窗：180 户 具体见表 7.2.3-1。	各敏感点符合《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中相应标准及《民用建筑隔声设计规范（GB50118-2010）》对室内噪声限值。
营运期	风险应急	风险事故	/	限流管和集水槽	降低风险事故对黄茅海海域水质、水生生态等的影响
			/	台风和风暴潮风险防范措施； 溢油、危险品泄漏风险防范措施及应急预案； 各应急物资/人员点应完善风险物资配备； 定期培训增强员工安全风险意识； 加强巡视，保证应急池等风险设备正常运行；定期演练应急预案	降低风险事故，提升员工风险防范意识， 增强风险应对能力。

11 结论

11.1 项目概况及工程分析结论

黄茅海跨海通道项目东接鹤港高速（港珠澳大桥西延线）、西接西部沿海高速及新台高速，已被列入《广东省发展改革委关于下达广东省 2019 年重点建设项目计划的通知》（粤发改投资〔2019〕98 号）中的重点建设前期预备项目计划。

黄茅海跨海通道项目起点在珠海市平沙社区与鹤港高速顺接，与高栏港高速互通，向西经过拟建湿地公园南侧，跨越崖门口黄茅海水域，依次跨越崖门出海航道东东航道、东航道、西航道，至台山赤溪镇福良村，终点于台山斗山镇与西部沿海高速相交，对接新台高速，路线全长 31.22km。

道路工程施工期，对环境的影响主要包括桥梁施工对海洋环境的影响、施工扬尘对环境空气的污染、施工机械噪声对声环境的影响、施工废水对地表水环境以及猪乸潭饮用水源保护区的影响以及对生态环境的影响等。上述环境影响随着施工期的结束，影响将得以消除。因此，只要加强施工期间的管理，本项目施工期对周围环境的影响不大。

营运期主要的环境影响为本项目交通噪声对敏感点的影响，通过预测，确定本项目对敏感点可能造成的不良影响的范围和程度，从而提出合理的污染防治措施。此外，针对本项目的路面径流以及各种设施生活污水对水环境特别是猪乸潭饮用水源保护区的影响、汽车尾气的影响、通车后对生态系统和景观的影响分析，以及相关的污染防治措施也是本项目的重点。

11.2 环境影响预测与评价结论

11.2.1 海洋环境

1. 对水文动力环境的影响分析与评价结论

预测结果表明，本项目实施后，除大桥桥墩周围局部海域因墩柱阻水形成绕流流态外，黄茅海的整体流场无明显变化。工程后仍保持原有的往复流流态。工程前后，黄茅海绝大部分海域流速变化小于 0.01 m/s。工程前后流速变化较明显的区域主要是高栏港大桥和黄茅海大桥主桥墩及过渡墩周围小范围海域，尤其是黄茅海大桥主桥墩附近，原

因除了黄茅海大桥主桥墩尺寸相对较大，阻水效应相对较明显外，也与该处水深较大、潮流较强有关。

总体而言，本项目黄茅海跨海通道工程大桥桥墩周围小范围的水动力环境会产生一定影响，工程实施后桥墩附近流速最大增大 0.27 m/s，最大减小 0.98 m/s，流速变化大于 0.01 m/s 的最大影响范围仅限于桥墩上游 730 m 和桥墩下游 1330 m 之间。

2. 对地形地貌与冲淤环境的影响分析与评价结论

计算结果显示，高栏港大桥、黄茅海大桥主桥墩墩两侧的年最大冲刷厚度分别可达 0.27 m 和 0.32 m。另外，受大桥桥墩阻水影响，拟建大桥桥墩上、下游局部区域流速有所减少，导致水流携沙能力降低，进而可能引起泥沙淤积。计算结果显示，高栏港大桥、黄茅海大桥主桥墩墩上、下游局部区域的年最大淤积厚度分别可达 0.31 m 和 0.45 m。本项目建设对黄茅海航道的冲淤影响不大，其中高栏港大桥附近的东东航道段年冲淤厚度小于 0.02 m，黄茅海大桥附近的的东西航道段局部年冲刷深度最大约 0.05 m，年淤积厚度最大约 0.04 m。另外，本项目建设导致黄茅岛北侧的浅滩出现轻微冲刷，年冲刷深度最大 0.03 m，平均值为 0.02 m。

另外需要说明的是，本项目对附近海域的冲淤影响在工程实施后的前几年相对较大，随着冲淤过程的深入，地形向适应工程后水动力环境方向调整，冲淤强度将逐年减小。

3. 对海水水质的影响分析与评价结论

施工期：大桥主桥墩施工、水域疏浚、临时施工钢管桩拔除引起的悬浮物主要在潮流输运下向南、北方向扩散，悬浮物浓度包络线大致呈南北向条状分布。计算结果显示，本项目施工期引起的悬浮物增量浓度大于 10 mg/L 的最大影响面积为 9.8340 km²，10mg/L 包络线向桥轴线上、下游扩展的最远距离分别为 655 m 和 685 m。

运营期：在跨海大桥路面两侧泄雨水孔布置，雨水直接沿排水管排到黄茅海海域，由于桥面径流雨水中的污染物大多集中在初雨期，主要污染物为 SS，在采用沿途桥墩多点排放的情况下，呈线源排放，对海洋环境影响较小。另外，为防止装载危险品车辆发生事故时危险品入海，建设单位在工程设计中拟采用封闭防撞栏，在排水泄水口处摘除限流管，打开桥墩下面设置的集水槽接收有毒有害物质等措施，以预防或控制危险品入海而引起的严重污染事故，以预防或控制危险品入海而引起的严重污染事故。

4. 沉积物环境影响评价分析与评价结论

施工期：项目实施后，桥墩桩基所在海域的沉积物环境将被彻底破坏，且这种破坏

是不可恢复的；水域疏浚区的沉积物特征将在施工期受到彻底破坏，但经相当长的一段时间可重新建立起新的特征；另外，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，对项目周边海域的沉积物环境质量不会产生明显变化，即沉积物质量状况仍将基本保持现有水平。

运营期：大桥运营后间歇排放的桥面雨污水携带少量污染物进入海域后，在潮流的作用下，随海水的流动而扩散、稀释，对海洋沉积物环境产生的影响很小。另外，桥面清扫物、人工岛上的生活垃圾、路面维修过程中产生的废弃路面材料等，严格禁止向海域随意抛弃，统一收集后送垃圾填埋场妥善处理。通过实施严格的环境管理措施，预计在运营期不会发生固体废物污染海洋沉积物环境问题。

11.2.2 地表水环境

1. 施工期

(1) 施工场地生产废水

主要来自于施工场地混凝土生产用水主要为砂、石料杂质清洗和混凝土制作，以及机械设备和运输车辆在维修养护时将产生冲洗污水。为防止施工场地作业废水任意排放对周边环境的影响，建议采取集中处理的方法，建议每座预制场与拌合站设置三级沉淀池 1 套，搅拌废水经过格栅和三级沉淀池处理后，回用于道路清洗和绿化。

(2) 桥梁施工废水：

① 跨河桥梁的桥墩基础、墩身，临时支撑等水下工程的施工对水质的影响。

本项目涉水桥梁水下部分施工均采用围堰法，在有钢护筒围堰防护的措施下，水下开挖、压桩和钻孔施工工序所产生的 SS 对下游影响较轻。只要施工中注意加强施工管理，不将施工泥渣随意弃入水体，则桥梁施工对水体水质的影响较小，而且这种影响将会随着施工期的结束而消失。

② 桥梁上部结构施工时建筑垃圾和粉尘掉入水体影响河流水质。

桥梁工程采用支架法施工。在桥面铺建过程中，不可避免会有桥面铺装垃圾和粉尘等掉入桥下水体，以及现浇过程水泥泄露至水体对水质产生一定影响，因此需要采取一定的防护措施，并对施工人员进行严格管理，最大限度减少对水体水质造成的影响。

③ 桥梁施工过程中机械设备漏油，机械维修过程中的残油渗漏进入水体造成一定的油污染。通过加强机械维护保养，禁止运行状况差的施工机械在此路段施工等措施，可以较好的控制机械油污造成水环境污染。

(3) 隧道施工废水

本项目设置隧道 2 座，隧道施工排水含有大量泥沙，建议在隧道两端的洞口处设置防渗沉淀池，对隧道施工的高浊度污水进行沉淀，处理后上清水优先回用于施工生产用水。

(4) 小结

综上所述，施工期可通过加强管理来减缓公路建设对地表水环境影响，尤其是桥梁建设点、施工生产生活区、施工场地和筑路材料运输的管理。在采取合理有效的各项措施后，项目施工对地表水环境的影响将被降低至最低程度，影响较小。

2. 营运期

(1) 路面径流

本项目各涉水桥梁经过的水体均为 III~IV 类水，由工程分析结果可看出，降雨初期到形成路面径流的 20 分钟，雨水中的悬浮物和油类物质的浓度比较高，20 分钟后，其浓度随降雨历时的延长下降较快；雨水中生化需氧量随降雨历时的延长下降速度较前两者慢，pH 值则相对较稳定；降雨历时 40 分钟后，路面基本被冲洗干净，经预处理后主要排放指标基本能达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准。

(2) 沿线设施生活污水

黄茅海服务区：产生的生活污水经三级生活污水处理工艺处理达到《城市污水再生利用绿地灌溉水质》(GB/T 25499-2010) 后回用于绿化和道路浇洒，禁止排入周边水体。考虑到本项目施工期 55 个月，周期较长，若项目建成月湾河水质可达标，可将污水经过二级处理工艺处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段一级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005) 中蔬菜标准的较严者后，排入月湾河。

管理中心、养护工区、救援中心和集中居住区：位于平沙水质净化厂的纳污范围，产生的生活污水处理达到广东省《水污染物排放限值》(DB44/26-2001) 第二时段三级标准后可就近排入污水管网。

收费站：项目设置 3 处收费站。视收费站的周边环境确定，若有条件可依托当地市政设施，否则须设置移动厕所，废水收集后，定期委托环卫部门清运。

采取以上措施后，营运期废水均能得到有效处理，总体而言，对周边水环境影响较小。

11.2.3 声环境

1. 施工期

施工场界的噪声：从表 5.3.5 计算可以看出，由于施工期施工机械较多，2 类声环境功能区中情景 1、情景 2 和情景 3 下，昼间的达标距离为 195 米，夜间为 620 米；如果施工营地旁边设置了混凝土和沥青搅拌站，昼间达标距离为 205 米，夜间为 650 米。

由于在夜间超标距离超出 300 米，因此，禁止夜间施工，若因工艺要求需夜间连续施工的须报当地环保局批准同意并告知附近居民。

本报告共对沿线 5 个敏感点进行了预测，预测结果显示除了月湾村由于距离远，噪声达标外，其余敏感点均出现了不同程度的超标，超标范围为 0.2dB(A)~7.1dB(A)，最大超标敏感点为中和村-南。

由于项目施工期间施工过程较为复杂和多变，因此，项目实际施工过程对敏感点的影响可能会有一定的差别，必要时对超标明显的敏感点采取移动声屏障措施，同时加强施工期的日常监测和管理。施工期的噪声的影响将随着施工作业结束而消失。

2. 营运期

根据分析，本项目所有敏感点（5 个）/预测点（12 个）均位于 2 类区。敏感点在营运初期（2025 年）、营运中期（2031 年）和营运远期（2039 年）的超达标情况具体如下：

其中昼间预测结果显示：营运近期 2 个预测点超标，超标范围为 0.1~3.2 dB(A)，中期 6 个预测点超标，超标为 0.4~4.7 dB(A)，营运远期 6 个预测点超标，超标范围为 2.1~6.0 dB(A)。

夜间间预测结果显示：营运近期 7 个预测点超标，超标范围为 0.9~7.2 dB(A)，中期 8 个预测点超标，超标为 1.1~8.7 dB(A)，营运远期 8 个预测点超标，超标范围为 2.4~10.1 dB(A)。

11.2.4 大气环境

总体来看，施工期废气主要为扬尘、沥青烟气，针对扬尘主要采取洒水措施，针对沥青烟气主要选择合适的天气，同时隧道施工采取降尘、通风措施，对大气环境影响较小。

营运期排放的 CO、NO₂ 对道路两侧的影响增幅不大，影响区域内 CO、NO₂ 大气环境浓度仍满足相应标准的要求。同时由于隧道口远离敏感点，隧道口大气污染物对敏感

点影响很小。

总体来说项目施工期和营运期在采取措施的情况下对大气环境的影响较小。

11.2.5 生态环境

1. 海洋生态环境影响评价分析与评价结论

施工期：桥墩、桩基及海上疏浚造成底栖生物损失量 30.31 t；施工引起的悬浮物造成的游泳生物损失量为 8.36 t，鱼卵损失量为 4.13×10^7 粒，仔鱼损失量为 1.67×10^7 尾。

运营期：本通道运营期对海洋生态的影响主要为桥面初期雨水、生活污水的影响和交通噪声的影响。径流污水经过滤处理后排入通道沿线海域，将引起排放口附近海域少量水体浑浊，对海洋浮游生物、底栖生物等产生影响较小，随着雨水和海水的扩散和稀释，这种影响会很快消失。另外，运营期机动车辆产生的噪音及通道沿线人为活动的增加，会在一定程度上影响鱼类和部分底栖动物的正常栖息环境，对其有驱赶作用，使通道附近鱼类和底栖动物数量明显少于其它地区。但由于通道区域相对于整个海区而言面积很小，所以对水生生物影响很小。

2. 对中华白海豚的影响分析结论

本项目钻孔、打桩、挖掘以及船舶噪声产生的噪声对白海豚有一定影响；桥墩占区域内、挖泥区的底栖生物完全遭到破坏，以及施工产生悬浮泥沙导致海水中的污染物含量增高，可能会间接地影响中华白海豚的饵料；另外，施工船舶密集增加了撞击白海豚的风险。本项目距离江门中华白海豚省级自然保护区在为 12.6 km，相距较远，但工程附近为中华白海豚的活动区域，工程施工期要加强瞭望，发现白海豚及时采取避让或者其它保护措施。

3. 崖门口经济鱼类繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区的影响分析结论

本项目位于幼鱼幼虾保护区和崖门口经济鱼类繁育场保护区内。项目桥墩桩基占用沿海滩涂及海域，将不可避免的减少重要经济鱼类生息繁衍场所。当大于 10 mg/L 包络线扩散至保护区内，将在一定程度上导致底栖生物受损，对经济鱼虾的繁殖、生长或洄游造成影响，但是对具有行动能力的底栖生物和游泳生物，当其栖息环境受到外在破坏时，能够主动逃窜回避从而免遭受损。项目施工过程中建设单位必须执行严格的环保措施，并严格按照环境监测计划委托有资质的监测单位及时监测施工对周边环境的影响。发现问题，并针对具体的问题采取有效加强环保的措施。

4. 对养殖塘的影响分析结论

本项目线位经过的桥墩将会占用部分养殖塘，直接占用部分将失去原有的养殖空间，减少养殖塘可用养殖面积。同时，养殖塘内桥墩施工过程中产生的高浓度悬浮泥沙及打桩冲击也会对养殖活动产生影响。同时，本工程范围内存在大量海上养殖活动，其中黄茅海海面以耗排养殖为主，为保证项目跨海大桥建设的顺利开展，目前珠海和江门市相关管理部门正依法清理其管辖海域内的无证海上养殖活动，在施工前将项目线位及 10 mg/L 悬沙达到区域内的海上非法养殖设施将被清理干净，本工程实施将对海上养殖场影响不大。

11.2.6 环境风险

项目施工期的风险事故主要是施工期泥浆、钻屑事故性排放对海域环境的影响；施工船舶发生碰撞或施工船舶与过往船只发生碰撞导致燃料油溢漏入海对海洋生态环境的影响。项目在运营过程中在道路上行驶的危险品运输车辆具有一定的潜在危险性。重大危险源主要为运输危险化学品的车辆由于事故造成化学品泄漏或爆炸对沿线水体及群众的生活安全和生命健康造成的威胁。根据预测，本项目发生危险品运输事故的概率是非常小的。但应加强防范，从源头杜绝事故的发生，也按相关规范要求完善应急处理设施，落实环境风险防范措施，并针对施工期和运营期专门制定相应的风险应急预案。总体而言，项目的环境风险处于可接受水平。

11.3 环境影响经济损益分析

本项目环保投资合计为 2619.8 万元，占总投资额（1349886.57 万元）的 0.2%，从项目投资比例来说是可行的。项目的建设具有较好的社会、经济、环境综合效益，主要表现在城市景观、居住条件、本地经济发展以及旅游等方面产生正面效益，只要该项目在各个实施阶段过程中积极做好污染治理、环境保护和生态建设等工作，可以满足当地环境容量要求和环保管理需求，达到可持续发展目标。

11.4 综合结论

黄茅海跨海通道项目的建设符合国家产业政策，符合广东省、珠海市和江门市的城市总体规划、交通规划及基础设施规划等。虽然项目在建设和营运过程中将会对沿线两侧一定范围内的生态环境、水环境、声环境、环境空气等产生一定的不利的影响，但只要在本项目设计、施工和营运阶段认真落实环境影响报告书中提出的各项环保措施，真正落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度，确保各项环保资金落实到位、特别是

降噪措施须有效实施，本工程建设所产生的负面影响可以得到有效控制。综上，从环境保护的角度，本项目建设是可行的。