

海口市美兰区养殖用海项目整体
海域使用论证报告书
(公示稿)

海南三友海洋科技有限公司

2023年4月

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4601082023000883		
论证报告所属项目名称	海口市美兰区养殖用海项目整体		
一、编制单位基本情况			
单位名称	海南三友海洋科技有限公司		
统一社会信用代码	9146010009051360X5		
法定代表人	黄文明		
联系人	陆定芳		
联系人手机	18789988095		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
陆虎	BH002685	论证项目负责人	
张晖	BH003190	1. 概述 2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况	
林蕊	BH000715	4. 项目用海资源环境影响分析 5. 海域开发利用协调分析 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 7. 项目用海合理性分析	
陆虎	BH002685	9. 结论与建议 8. 海域使用对策措施 10. 报告其他内容	
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p>承诺主体(公章):</p> <p>年 月 日</p>			

目 录

1 概述	1
1.1 论证工作来由	1
1.2 论证依据	3
1.3 论证工作等级和范围	8
1.4 论证重点	9
2 项目用海基本情况	11
2.1 用海项目建设内容	11
2.2 平面布置和主要结构、尺度	16
2.3 主要结构、尺度	20
2.4 陆域设施配套	29
2.5 网箱养殖生产主要流程	30
2.6 施工工艺	34
2.7 项目申请用海情况	41
2.8 项目用海必要性分析	42
3 项目所在海域概况	46
3.1 自然环境概况	46
3.2 自然资源概况	77
3.3 海洋环境概况	79
3.4 开发利用现状	91
4 项目用海资源环境影响分析	98
4.1 项目建设对水动力环境影响分析	98
4.2 项目建设对水质环境影响分析	129
4.3 地形地貌与冲淤环境影响分析	138
4.4 项目建设对沉积物环境影响分析	138
4.5 项目建设对生态环境影响分析	140
4.6 项目建设对资源环境影响分析	143
4.7 对“三场一通道”的影响分析	145
4.8 风险分析	149
5 海域开发利用协调分析	164
5.1 项目用海对海域开发活动的影响	164
5.2 利益相关者界定	164
5.3 相关利益协调分析	165
5.4 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析	168
6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	170
6.1 项目用海及周边海域海洋功能区划	170
6.2 项目用海对海洋功能区的影响分析	170
6.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析	175
6.4 项目用海与产业政策及相关规划符合性分析	176
7 项目用海合理性分析	188
7.1 项目选址合理性分析	188

7.2 平面布置和用海方式合理性分析	194
7.3 用海面积的合理性分析	199
7.4 用海期限合理性分析	201
8 海域使用对策措施	206
8.1 区划实施对策措施	206
8.2 开发协调对策措施	207
8.3 风险防范对策措施	208
8.4 监督管理对策措施	228
9 结论与建议	238
9.1 项目基本概况	238
9.2 项目用海必要性结论	238
9.3 项目用海资源环境影响分析结论	239
9.4 海域开发利用协调分析结论	240
9.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论	240
9.6 项目用海合理性分析结论	240
9.7 项目用海可行性结论	241
9.8 建议	241

1 概述

1.1 论证工作来由

我国海洋生物资源丰富，是世界第一的渔业、水产养殖业大国。自上世纪 90 年代，我国产值和出口量一直稳居世界第一，渔业经济是推动我国经济发展的主导性产业之一。但是，随着气候变暖与碳污染的加剧，我国海洋渔业正处于产业化快速发展与环境承载力不堪重负的拐点阶段，发展低碳化海洋渔业是中国渔业转型优化的必然选择，也是保护、保存和恢复生物多样性和生态系统，推动我国生态文明建设的重要举措。

海南省水产养殖业未来发展方向应顺应我国经济改革、转型升级的宏观形势，结合省政府关于促进水产养殖业绿色发展指导意见，积极深化渔业供给侧结构性改革，推动渔业转方式调结构，实现渔业经济年平均增长速度稳步增长的目标。着力发展生态环保型水产增养殖产业，重点发展热带水产苗种业，大力发展高效绿色的水产品加工业，积极发展繁荣的水产品流通业，鼓励发展差异化的休闲渔业。努力实现“两减、两提、两转”，即减少养殖面积、减少养殖尾水排放；提升水产品质量安全，提高渔民收入；从注重资源利用转到更加注重生态环境保护，从注重物质投入转到更加注重科技进步。

目前，海南的海水养殖产量大部分来自于池塘和工厂化的陆基养殖以及港湾网箱等近岸养殖，但这部分养殖由于缺乏规划，过分追求养殖产量，不注重养殖废水处理等原因，导致养殖区域环境污染，特别是在港湾地区，由于水流交换不畅，高密度的养殖已造成养殖区域的水体富营养化，加剧病害爆发，反而降低养殖成活率和养殖效益。

2017 年，中央第四环境保护督察组向海南反馈“海水养殖造成局部海域水质下降。全省海水养殖没有规划，缺乏监管，长期以来无序发展。2016 年，全省海水养殖面积达 17823 公顷，其中滩涂养殖 8402 公顷，约六成滩涂养殖位于瀉湖、河口等污染物不易扩散区域，位于陆域的海水养殖场开展环评的或有污染治理设施的均不足 1%，大量海水养殖场甚至占用自然保护区和沿海防护林”等问题。海南省政府积极制定、落实整改措施，加快推进近海养殖清退工作，高水平规划建设中心渔港，以渔民转产转业推动近海养殖清退工作，鼓励渔民“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”，发展工厂化养殖、深海网箱养殖和休闲渔业。深水网箱养殖作为新兴的现代渔业模式，与传统的近岸网箱养殖相比，具有环境污染小、养殖容量大、养殖环境接近自然状态、发病率低、养殖效益好等众多优点。海南是全国率先开展深水网箱养殖的省份。近年来随着技术水平的不断提高，深水网箱养殖在海南省得到快速发展，进入高速发展期，并日益显现产业高收益、产品高质量的发展优势，值得积极发展与推广。

为进一步落实环保督察整改措施，做好海南省水产养殖清退整改工作，促进退养渔民转产转业，缓解近岸海洋环境污染，推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级。2020年1月21日，海南省多部门联合印发《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》。《意见》指出“鼓励沿海市、县、自治县人民政府在省和沿海市、县、自治县总体规划确定用于渔业养殖的海域建立养殖产业园区，引导渔民集中转产转业、发展深水网箱养殖，在深水网箱等集中养殖区域，政府可预先组织海域使用论证和海洋环境影响评价，简化用海审批手续等，提高海域使用效率和效益”。

除环保压力外，近年来，与我国其他沿海地区一样，海南的渔业渔民也面临转产转业的强劲压力。为贯彻落实习近平总书记“4·13”重要讲话精神，保护近海生态环境，突破产业发展瓶颈，海南省渔业转型得越早，得益就越快越多。海南省委省政府提出“三个走”转型方向，即继续坚持往岸上走、往深海走、往休闲渔业走，推动渔业生产方式、生产关系和产品业态转型，实现生态效益与经济效益同步提升。2020年1月，“三走战略”被列入中共海南省委海南省人民政府《关于抓好“三农”领域重点工作确保如期实现全面小康的实施意见》正式文件。2020年12月，“三走战略”又被列入《中共海南省委关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》。至此，“三走战略”已成为海南渔业转型，渔民转产转业的行动纲领，亦是海南自贸港国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的重要内容。

为进一步落实环保督察整改措施，做好海南省水产养殖清退整改工作，促进退养渔民转产转业，缓解近岸海洋环境污染，推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级。2020年1月21日，海南省多部门联合印发《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》（见附件4）。《意见》指出“鼓励沿海市、县、自治县人民政府在省和沿海市、县、自治县总体规划确定用于渔业养殖的海域建立养殖产业园区，引导渔民集中转产转业、发展深水网箱养殖，在深水网箱等集中养殖区域，政府可预先组织海域使用论证和海洋环境影响评价，简化用海审批手续等，提高海域使用效率和效益”。

为积极落实省委省政府各项政策和措施，做好海口市渔民转产转业工作，发展壮大海口市深水网箱养殖产业，促进海口市渔业产业结构调整和社会经济发展，海口市美兰区农业农村局规划在海口市美兰区如意岛北侧海域打造深水网箱养殖集中养殖基地，并预先开展集中海域使用论证和海洋环境影响评价，从而能够简化和方便实际养殖户用海

审批手续，提高区域海域使用效率和效益。

为科学调整养殖品种结构和养殖模式，进一步完善和推进海口市美兰区水产养殖管理制度，合理开发和利用养殖水域滩涂资源，提高市场竞争力，保护环境生态安全，促进渔业持续健康绿色发展，本项目拟在海口市美兰区如意岛北侧海域的海南岛近海农渔业区内开展海口市美兰区养殖用海项目整体海域论证和海洋环评。

本项目规划海域整体呈矩形布置，总规划养殖区共设置投放C80及以下、C100及以上各类口径尺寸HDPE网箱206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘，养殖区之间设置船只公共通道，总规划用海面积805.2688公顷。由于项目区水深条件较好，可布置的网箱型号较多，本规划选择目前较为典型的网箱进行布置，设置的网箱仅用于参考，确权后可根据养殖户自身需求选择网箱类型。

本项目用海方式为开放式养殖，工程建设期及营运期不可避免将对工程附近海域的水动力、海水水质、沉积物及海洋生态环境等造成一定的影响。为了加强海域使用管理，促进海洋资源的合理开发和可持续利用，该项目的海域使用应进行全面的论证。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》、《海南省实施《中华人民共和国海域使用管理法》办法修正案》的规定和要求，为合理、科学地使用海域，保障项目用海得以顺利实施，并为海域使用审批提供重要依据，需要对海口市美兰区养殖用海项目整体开展海域使用论证工作。受海口市美兰区农业农村局的委托，海南三友海洋科技有限公司根据海域使用有关技术规范和要求，负责《海口市美兰区养殖用海项目整体海域使用论证报告书》的编制工作。论证单位在接受委托后进行了现场勘查，相关资料的收集，依据项目基础资料，按照有关论证规范编制项目的海域使用论证报告。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规和规范性文件

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

(2) 《中华人民共和国环境保护法》(第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议，自1989年12月26日起施行。中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订通过，自2015年1月1日起施行)；

(3) 《中华人民共和国海上交通安全法》(第六届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过；2021年4月29日，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议对《中华人民共和国海上交通安全法》做出修订，自2021年9月1日起施行)；

(4)《中华人民共和国海洋环境保护法》(第九届全国人民代表大会常务委员会第十三次会议,自2000年4月1日起施行。第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修订通过,自2017年11月5日起施行);

(5)《中华人民共和国渔业法》(第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议修改,自2014年3月1日起施行);

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

(7)《中华人民共和国海南自由贸易港法》(2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过,自公布之日起实施)

(8)《中华人民共和国渔港水域交通安全管理条例》,(1989年7月3日中华人民共和国国务院令 第38号发布 根据2011年1月8日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订 根据2017年10月7日国务院令 第687号《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订);

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

(10)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院令 第475号文,自2006年11月1日起施行。根据2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》,其中对《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》进行了修订);

(11)《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507号文,自2008年1月1日起施行。根据2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》,其中对《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》进行了修订);

(12)《建设项目环境保护管理条例》(国务院,1998年11月29日起施行。国务院令 682号文,《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》2017年6月21日国务院第177次常务会议通过,自2017年10月1日起施行);

(13)《防治船舶污染海洋环境管理条例》(国务院,2010年3月1日起施行。根据2017年3月1日《国务院关于修改和废止部分行政法规的决定》,进行修订);

(14)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(全国人民代表大会常务委员会,中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议修订通过,自2020年9月1日起施行);

(15)《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发[2007]165号,自2007年5月1日起施行)。

(16)《产业结构调整指导目录(2019年本)》(发改委令第29号,2019年);

(17)《海南省实施〈中华人民共和国海域使用管理法〉办法修正案二》(海南省人民代表大会常务委员会,2018年5月15日起施行);

(18)《海南省实施〈中华人民共和国渔业法〉办法》(海南省人民代表大会常务委员会,2015年7月31日海南省第五届人民代表大会常务委员会第十六次会议第二次修订);

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

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

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

(22)《海岸线保护与利用管理办法》,中央全面深化改革领导小组第二十九次会议,2017年11月1日;

(23)《海南省生态保护红线管理规定》,海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修正,2022年5月31日起施行;

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

(25)《海南省生态保护红线准入管理目录》,海南省人民政府办公厅,2022年6月29日

(26)《国家生态文明试验区(海南)实施方案》,中共中央办公厅、国务院办公厅,2019年5月。

(27)《海南省海洋主体功能区规划》,海南省人民政府,2018年3月;

(28)《海南省总体规划(空间类2015-2030)》(海南省人民政府,2017年9月);

(29)《海南岛渔港建设规划(2020-2025年)》(海南省农业农村厅,海南省海洋与渔业科学院,2020年10月);

(30)《海南省休闲渔业发展规划(2019-2025年)》(海南省发展和改革委员会,2019年9月);

(31)《海南省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）修编》（海南省农业农村厅，2022年2月）；

(32)《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030年）》（海口市人民政府，2020年8月）；

(33)《海口市“多规合一”总体规划（空间类 2015-2030）》（海口市“多规合一”工作领导小组办公室，2015年11月15日）；

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

(35)《中华人民共和国海南自由贸易港法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议通过，2021年6月10日起实施。

(36)《中共海南省委办公厅 海南省人民政府办公厅印发<关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见>的通知》，琼办发〔2021〕7号，中共海南省委办公厅、海南省人民政府办公厅，2021年2月10日；

(37)《中共海口市委办公室 海口市人民政府办公室关于印发<关于海口市“三线一单”生态环境分区管控的实施意见>的通知》，中共海口市委办公室、海口市人民政府办公室，2021年6月10日。

(38)《海南省海域使用权审批出让管理办法》，海南省人民政府，2022年11月16日。

1.2.2 标准和规范

(1)《海域使用论证技术导则》，国家海洋局，自2010年8月20日起施行；

(2)《海域使用分类》，HY/T123-2009，国家海洋局，自2009年5月1日起施行；

(3)《海籍调查规范》，HY/T124-2009，国家海洋局，自2009年5月1日起施行；

(4)《海域使用面积测量规范》，HY070-2003，国家海洋局，自2003年10月1日起施行；

(5)《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》；国家海洋局，2002.5；

(6)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T9110-2007，中华人民共和国农业部，2008年3月1日实施；

(7)《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》，海洋出版社；

(8)《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》，海洋出版社；

(9)《海滨观测规范》，GB/T 14914-2006，国家质量监督检验检疫总局和国家标准

化管理委员会，自 2006 年 8 月 1 日起施行；

(10)《海洋监测规范》，GB/T 17378-2007；国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会，自 2008 年 5 月 1 日起施行；

(11)《海洋调查规范》，GB/T 12763-2007；国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会，自 2008 年 2 月 1 日起施行；

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

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

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

(15)《水运工程模拟试验技术规程》，JTS/T231-2-2021，交通运输部，自 2021 年 5 月 18 日起施行；

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

(17)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110—2007，中华人民共和国农业部，自 2008 年 3 月 1 日起施行；

(18)《宗海图编绘技术规范》，HY/T251-2018，中华人民共和国自然资源部，2018 年 11 月 1 日实施。

(19)《海洋工程地形测量规范》，GB/T 17501-2017，国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会，自 2018 年 5 月 1 日起施行；

(20)《无公害食品 渔用药物使用准则》，NY5071-2002，中华人民共和国农业部，2002 年 9 月 1 日施行；

(21)《渔业污染事故经济损失计算方法》，GB/T 21678-2018，国家市场监督管理总局和国家标准化管理委员会，自 2019 年 1 月 1 日起施行；

(22)《渔业水质标准》，GB 11607-89，国家环境保护局，1990 年 3 月 1 日实施；

(23)《抗风浪深水网箱养殖技术规程》，DB46/T 131-2008，海南省质量技术监督局，2008 年 10 月 30 日实施；

(24)《卵形鲳鲹抗风浪深水网箱养殖技术规程》，DB46/T 195-2010，海南省质量技术监督局，2011 年 02 月 10 日实施。

1.2.3 项目基础资料

(1) 《海口市美兰区养殖用海项目整体 1:5000 水深测量项目》，海南晟图测绘有限公司，2023 年 2 月；

(2) 《海口市美兰区养殖用海潮流波浪数值模拟分析专题报告（送审稿）》，海南南海海岸工程与生态环境研究所，2022 年 12 月；

(3) 《海口市美兰区养殖用海项目整体海域使用总平面布置图》，大连海阳渔业工程规划设计研究有限公司，2023 年 2 月；

(4) 用海申请单位提供的其他工程相关资料。

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证等级

(1) 用海方式的界定

按照《海域使用分类》（HY/T 123-2009）中规定的分类方法、项目规划建设内容，本项目所在海域规划采用深水网箱进行养殖。因此，本项目的用海类型为渔业用海，用海方式为开放式养殖。

具体用海内容、用海类型及用海方式见表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 本项目的用海类型、用海内容和用海方式

用海类型		具体用海内容	用海方式	
一级类	二级类		一级类	二级类
渔业用海	开放式养殖用海	海口市美兰区养殖项目整体	开放式	开放式养殖

(2) 海域使用论证等级界定

本项目用海方式为开放式养殖，根据《海域使用论证技术导则》的要求，依据项目用海规模判断海域使用论证等级。

本项目规划养殖用海区总面积为 805.2040 公顷，占用岸线 0m。根据判定标准，本项目海域使用论证等级为二级，应编制海域使用论证报告书。论证等级标准判定如表 1.3-2 所示。

表 1.3-2 海域使用论证判定标准

本项目用海规模	海域使用论证等级判定标准				本项目论证等级
	用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级	
规划用海面积 805.2040 公顷, 占用岸线 0m.	开放式养殖	用海面积 ≥ 700 公顷	所有海域	二	二
		用海面积 < 700 公顷	所有海域	三	

1.3.2 论证范围

论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。

本项目为二级论证，为全面覆盖影响海域，以规划用海外缘线为起点外扩 8km，论证范围为 358.59 平方公里。论证范围见图 1.3-1。



图 1.3-1 论证范围图

1.4 论证重点

本项目为开放式养殖项目，项目用海对本海域的水动力条件、泥沙运动、岸滩演变影响较小。依据项目建设内容及项目性质，论证的重点界定为：

- (1) 规划用海面积合理性分析；

- (2) 海域开发利用协调分析；
- (3) 规划平面布置合理性分析；
- (4) 项目用海风险分析；
- (5) 资源环境影响分析。

2 项目用海基本情况

2.1 用海项目建设内容

(1) 项目名称：海口市美兰区养殖用海项目整体

(2) 项目性质：新建，渔业用海

(3) 规划主体：海口市美兰区农业农村局

(4) 地理位置：项目位于海南省海口市东营镇北侧海域，海南省近海农渔业区内。规划养殖区距岸最近距离约 6.93km，规划养殖区的地理坐标为：20°08'30.792"N，101°25'28.446"E。项目区域位置图见图 2.1-1 所示。用海区现状情况见照片 2.1-1 至照片 2.1-2。



图 2.1-1 项目区域位置图

(5) 建设内容和规模：本项目拟在海口市如意岛北侧海域的海南岛近海农业区内规划“海口市美兰区养殖用海项目”，项目为政府预先开展的深水网箱养殖集中用海规划及论证，便于简化用海审批手续，提高海域使用效率和效益。

本项目规划海域整体呈矩形布置，总规划养殖区共设置投放C80及以下、C100及以上各类口径尺寸HDPE网箱206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘，养殖区之间设置船只公共通道，总规划用海面积805.2040公顷（此面积是依据《宗海图编绘技术规范》计

算得到的宗海面积，与设计图给出的面积805.2688公顷有一定的偏差，两者面积不同属于投影中央经线不同造成的偏差，为统一表述，报告中面积全部采用宗海图投影方式计算）。

海口市美兰区养殖用海内根据水深和网箱类型共划分3个区，分别为A区、B区和C区，A区位于北侧，南北长600m，东西宽6069m，设置6个用海区块，规划用海面积364.1400公顷，用海区块之间留有55~145m宽通道水域，共布置12艘半潜式深海网箱平台，B区位于西南侧，南北长830m，东西宽3222m，设置3个用海区块，规划用海面积267.4675公顷，用海区块之间留有50m的通道水域，共布设110口C100及以上浮式圆形深水养殖网箱；C区位于东南侧，南北长830m，东西宽1993m，设置2个用海区块，规划用海面积173.6613公顷，共布设96口C80及以下浮式圆形深水养殖网箱。

本报告为预先论证，由于市场上现在养殖的网箱型号较多，本报告仅选用半潜式深海网箱平台、C100浮式圆形网箱、C80浮式圆形网箱作为论证的代表网箱型号，本报告以这三种网箱为代表网箱类型计算相关污染物扩散等要素，在养殖户取得海域使用权后可根据自身条件选用适合的网箱型号。

工程总工期计划约为14个月，但实际上本项目用海为整体规划用海，具体施工工期由将来实际的单个养殖单位根据其申请用海面积及养殖规模确定。

本项目估算总投资为48821万元，其中工程费用为36283万元，其他费用为9344万元，预留费用为3194万元。

表 2.1-1a 深水网箱主要技术指标表

序号	养殖区域	规划海域面积（公顷）	养殖水面与规划海域面积比值（%）	网箱规格	养殖规模	单位养殖水体容量（m ³ ）	总养殖水体容量（万m ³ ）	养殖数量（万尾）	年产量（吨）
1	A区	364.1108	0.67	半潜式智能化养殖网箱平台	12艘	12500	15.0	150.0	1275
2	B区	267.4452	3.27	C100及以上	110口	8000	88	1760	7480
3	C区	173.6480	3.52	C80及以下	96口	4500	43.2	864	3672
合计									12427

注：每 m³ 水体投放约 10 尾金鲳鱼（养殖户可根据情况自行调整），每尾出栏规格按 0.5kg，养殖存活率按 85%计算。养殖周期按 1 年计算，其中实际养殖期为 9 个月（2 造），3 个月为休养期。



照片 2.1-1a 项目区现状拍摄图

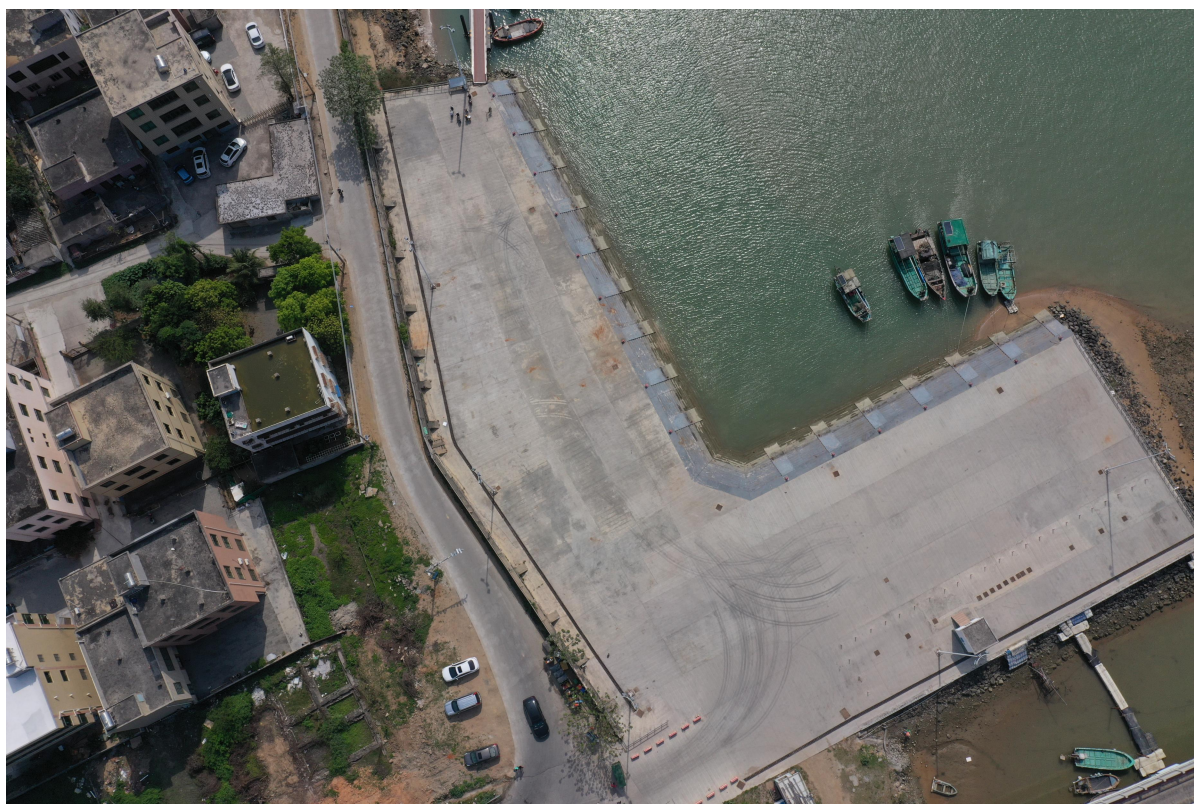


照片 2.1-1b 项目区现状拍摄图

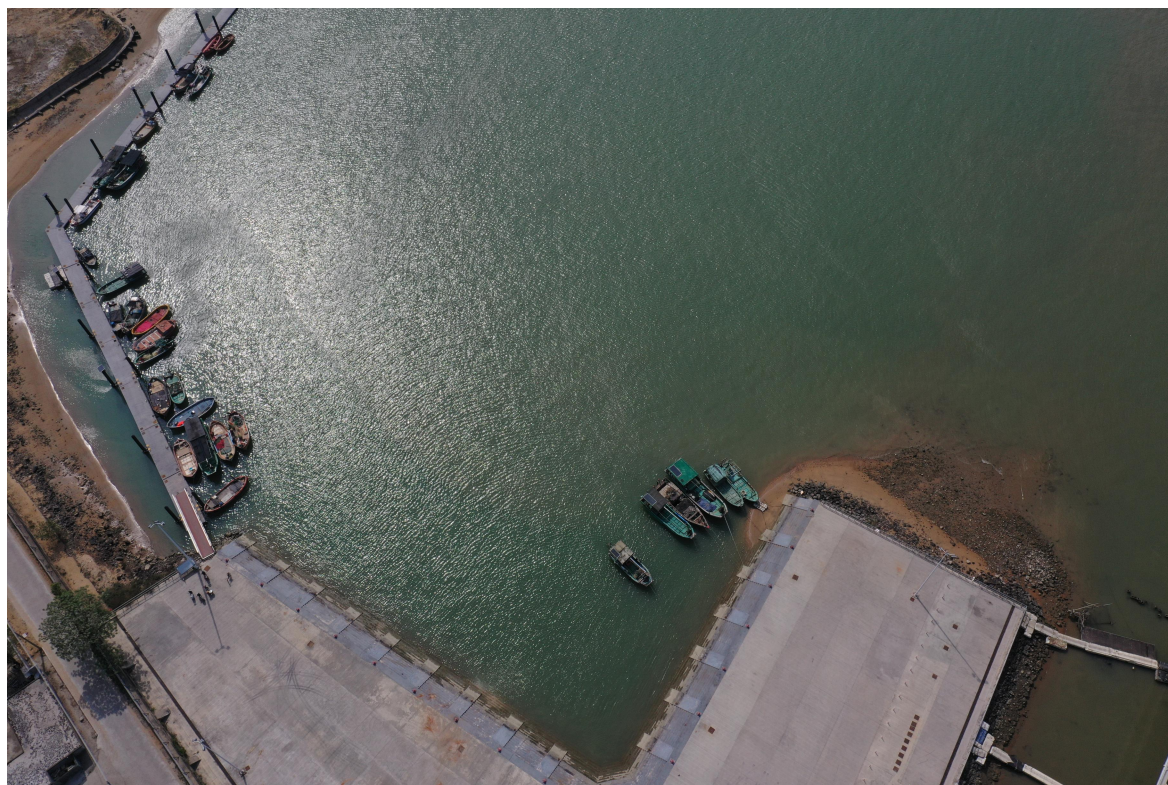
(拍照时间：2023 年 1 月 31 日，随水深测量船只拍摄，拍摄人：胡恒，单位：海南晟图测绘有限公司)



照片 2.1-2a 从陆域向如意岛方向无人机拍摄照片



照片 2.1-2b 海口沙上港陆域配套区现状照片



照片 2.1-2c 海口沙上港码头停泊区现状照片



照片 2.1-2d 铺前中心渔港施工区现状照片

(拍照时间：2023 年 2 月 21 日，拍摄人：肖爱风，拍摄单位：海南南海海岸工程与生态环境研究所)

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 平面布置

本项目拟在海口市美兰区南渡江入河口东北侧海域规划建设海口市美兰区深水网箱养殖项目。规划养殖总体思路为：在该片水域水深较深处发展以高密度聚乙烯(HDPE)浮式圆形网箱及新型半潜式网箱为主要形式的深水网箱养殖；开展以企业为主体、渔民合作社为辅的产业化经营，以定置式网箱养殖平台为主要生产方式，在海域养殖规划和生产许可前提下，确定养殖品种与生产方式及规模。针对海流特点，成片规划、成组布置 HDPE 深水养殖网箱设施，配套具有投喂、起捕、活鱼运输等功能的辅助作业船，配套生产辅助码头。构建标准化生产体系与数字化环境监测系统，控制养殖产量，使渔场成为海上集约化养殖产业的基本业态；在水深 20~30m 水域，发展以大型钢结构半潜式网箱为主要形式的深远海养殖生产平台，实施以企业为主体的商业化生产。重点发展具备饲料储存、自动投喂、管控作业、环境监测以及人员值守等生产作业功能的大型平台，实施规模化养殖与高效作业；配备专业化生产物资与活鱼产品运输船，配套陆基转运加工基地与远程集控中心。构建质量安全控制体系与作业规程，使养殖平台成为海上生态化养殖的主体生产体系。

细化分区：根据上述总体布局思路，考虑到项目用海可能对周边其他海洋功能区的影响，根据划定的深海网箱养殖用海区域，四周边线各退线 50m 形成缓冲带后，区域内根据水深条件采用分区划块模式，同时为了保持水道畅通，进一步降低养殖区总体密度和满足公共航道区需要，在区域中部设置东西向宽 200m 左右的主通道：

规划养殖区域整体走向为 E~W 向，项目东侧端头以北为“海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目用海”，东侧端头以南为 27.034 公顷“海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地用海”，本项目用海东西方向长 6069m，西侧宽 1430m，东侧为避让美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地用海，宽度局部缩减为 697m，整个用海区域设置 7 个用海区块（MLSW-A-01~06，MLSW-B-01~03,MLSW-C-01~02），依据宗海图，总规划用海面积 805.2040 公顷，海域水深范围 15~25m，单个用海区块面积在 42.0264 公顷至 73.7740 公顷之间。各用海区块之间留有 35~55m 的通道水域，水域中部长轴线方向留 200m 宽公共水道，保障网箱养殖作业船舶的通勤。计划投放 110 口 C100 及以上浮式圆形深水网箱和 96 口 C80 及以下浮式圆形深水网箱。（布置具体见图 2.2-1）

A 区主要分布于用海区北侧，主要布置半潜式智能化养殖网箱平台，设置 6 个用海区块（MLSW -A-01~06），各用海区块之间留有 55m 的通道水域，每个用海区块计划

投放 2 艘半潜式智能化养殖网箱平台，共布置 12 艘半潜式智能化养殖网箱平台。

B 区主要分布于西南侧，主要布置 C100 及以上浮式圆形深水网箱，采用单网箱锚定方式布设，每个网箱占用海域尺寸为 120m×120m，每个网箱采用 4 个主锚和 4 个副锚固定，共 8 个锚碇，主缆长度约为 60m。MLSW-B-01~02 中每一个用海区块布设 5 行 7 列,共 7×5×2=70 口 C100 及以上浮式圆形深水网箱，MLSW-B-03 用海区块布设 5 行 8 列,共 8×5=40 口 C100 及以上浮式圆形深水网箱，B 区总计投放 C100 及以上浮式圆形深水网箱 110 口。

C 区主要分布于东南侧，以 C80 及以下浮式圆形深水网箱为主，主要采用 4 个一组“网格状”锚泊系统方式布设，局部边角不规则区域采用单网箱锚定方式，每组网箱占用海域尺寸为 210m×210m，每组由对应象限的 12 个锚进行连接，形成网格状，每一锚绳的交汇点通过绳索垂直与水面的浮筒连接，每组网箱共设置 12 个浮筒，每个网箱框格尺寸为 46m×46m。MLSW-C-01~02 单个用海区块布设 3 行 4 列,共 3×4×4×2=96 口 C80 浮式圆形深水网箱；网箱间横向净距 103m，纵向净距为 98m，区内通道宽 10~15m，用海区块内布置具体见图 2.2-3。

“网格状”锚泊系统成本较高，网箱受力均具有相对的独立性，不易产生群体性破坏。而简单锚泊的设计大多数是网箱与网箱直接联系，各个网箱的受力将受到全体（整组）网箱相互影响，巨大的阻力集中在某一点导致某一网箱损坏时，其他网箱随即失去相互依靠何支撑而处于高危状态。另外，过于靠近的两口网箱也不利于水体交换，水流的作用也可能造成相邻网箱网衣之间缠绕而损坏。

2 个区共计投放 C80 及以下和 C100 及以上各类口径尺寸 HDPE 网箱 206 口，半潜式智能化养殖网箱平台 12 艘。

表 2.2-1 单只网箱锚泊系统材料清单（C100 网箱）

序号	材料名称	规格、材料	单位	数量	备注
1	水泥锚	10t, 4.2m ³ , 方台型	个	8	
2	锚绳	Φ42mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	800	100m, 8 根
3	水泥块	Φ400mm, 高 350mm	个	8	每个锚绳 1 个

表 2.2-2 单组 4 只网箱锚泊系统材料清单（C80 网箱）

序号	材料名称	规格、材料	单位	数量	备注
1	水泥锚	6t, 2.5m ³ , 方台型	个	12	
2	框架连接绳	Φ50mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	120	15m, 8 根
3	锚绳	Φ50mm, 高密度聚乙烯三股绳	m	960	80m, 12 根
4	水泥块	Φ300mm, 高 350mm	个	12	每个锚绳 1 个

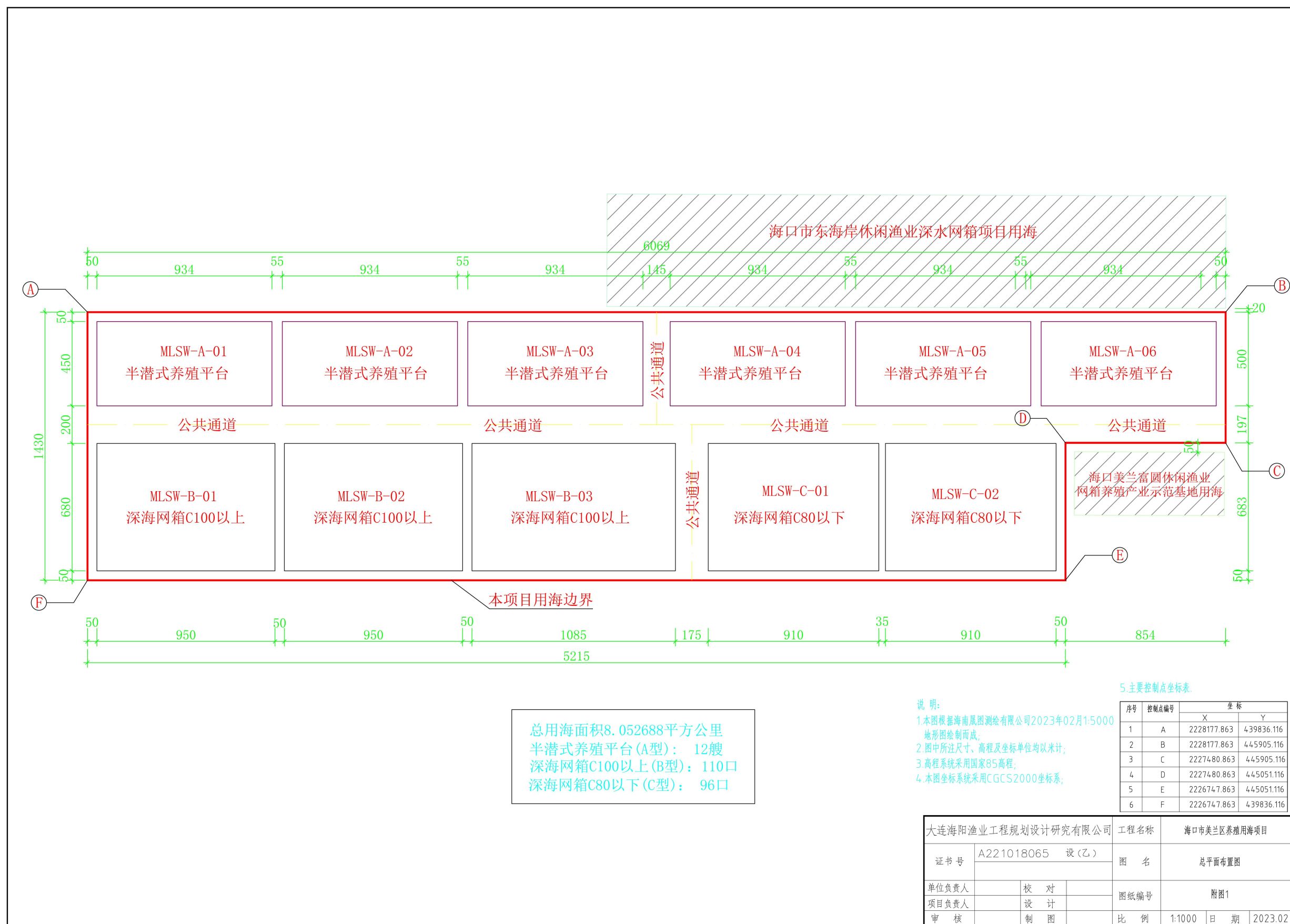


图 2.2-1 海口市美兰区养殖用海项目整体总平面布置图

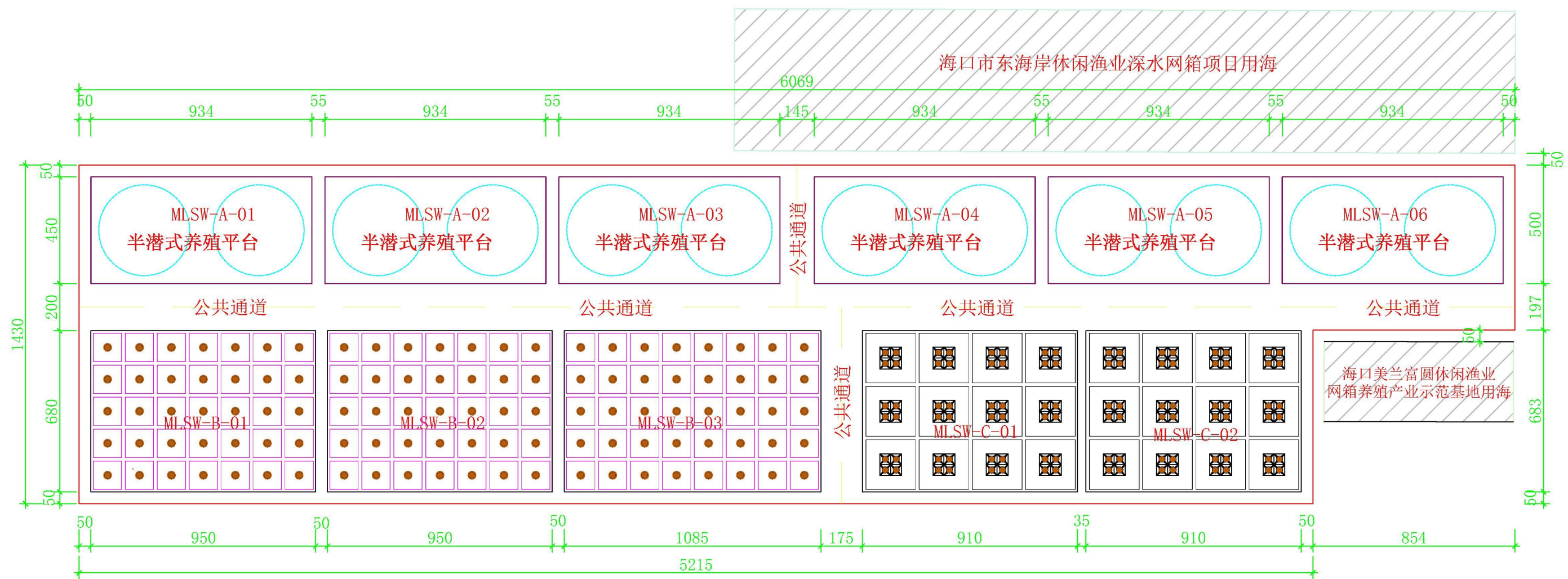


图 2.2-2 海口市美兰区养殖用海项目整体平面布置图

2.3 主要结构、尺度

2.3.1 可养数量及容量计算

根据海南省地方标准《卵行鲷抗风浪深水网箱养殖技术规程》(DB46/T195-2010)，网箱养殖面积不应超过可养殖海区面积的 15%，养殖水域可养网箱数量及容量计算如下表：

表 2.3-1 养殖水域可养网箱数量及容量计算表

序号	分区	水深	规划养殖水域面积 (公顷)	网箱可养殖水面面积 (m ²)	可养网箱数量 (艘/口)	实际网箱养殖水面面积 (m ²)	实际布置网箱数量 (艘/口)	实际投放占比 (%)
1	A 区	22~25m	364.1108	182070	90	24242	12	0.67
2	B 区	20~23m	267.4452	133734	168	87544	110/C100	3.27
3	C 区	15~23m	173.6480	86830.5	170	61157	96/C80	3.52

注：实际投放占比=实际网箱养殖水面面积/规划养殖水域面积×100%

由表 2.3-1 计算得知，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，满足设计要求，使得养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。

2.3.2 深水网箱选型

(1) HDPE 深水网箱

项目设计的深水网箱采用目前较为成熟、常见的 HDPE 浮式圆形网箱。网箱规格一般根据周长 40m、60m、80m、100m 和 120m 简称为 C40、C60、C80、C100 和 C120 型深水网箱。本项目根据水深情况布设有 C60、C80 和 C100 型三种不同类型的网箱。C60 型深水网箱采用 4 口一组和 2 口一组相结合，C80 型深水网箱采用 4 口一组，C100 型深水网箱采用单口一组。网箱系统一般由①网箱框架系统；②网衣系统；③固定系统；④配套系统，包括水下洗网设备、水下自动远程投饵设备、水下监视系统、收鱼、起网设备等。在台风季节，网箱顶部加盖网盖，使网箱形成封闭状态防止鱼群逃逸。深水网箱抗风能力为 12 级以上，能抗击 5m 以上的大浪冲击，能有效避免台风带来的危害。网箱结构及主要尺度见图 2.3-1、图 2.3-2 和表 2.3-2。

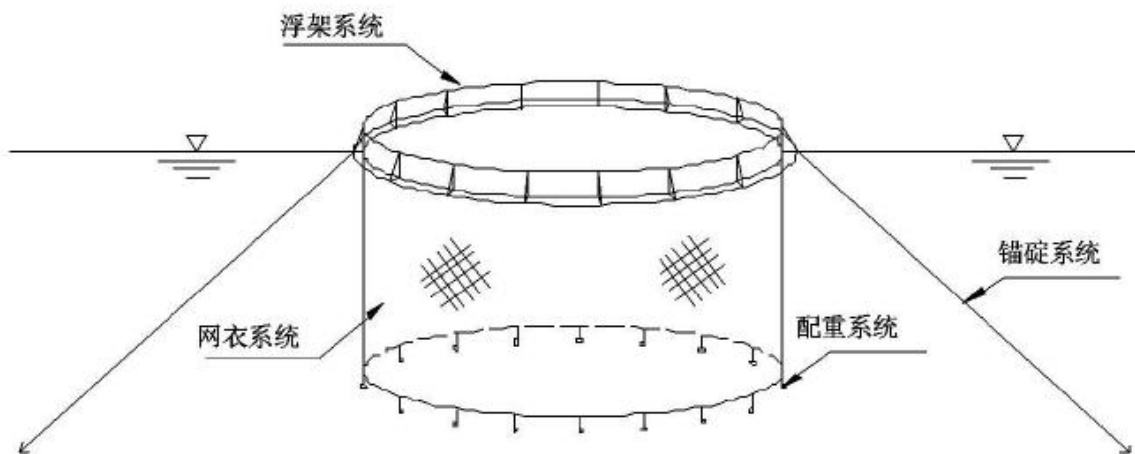


图 2.3-1 深水网箱结构示意图

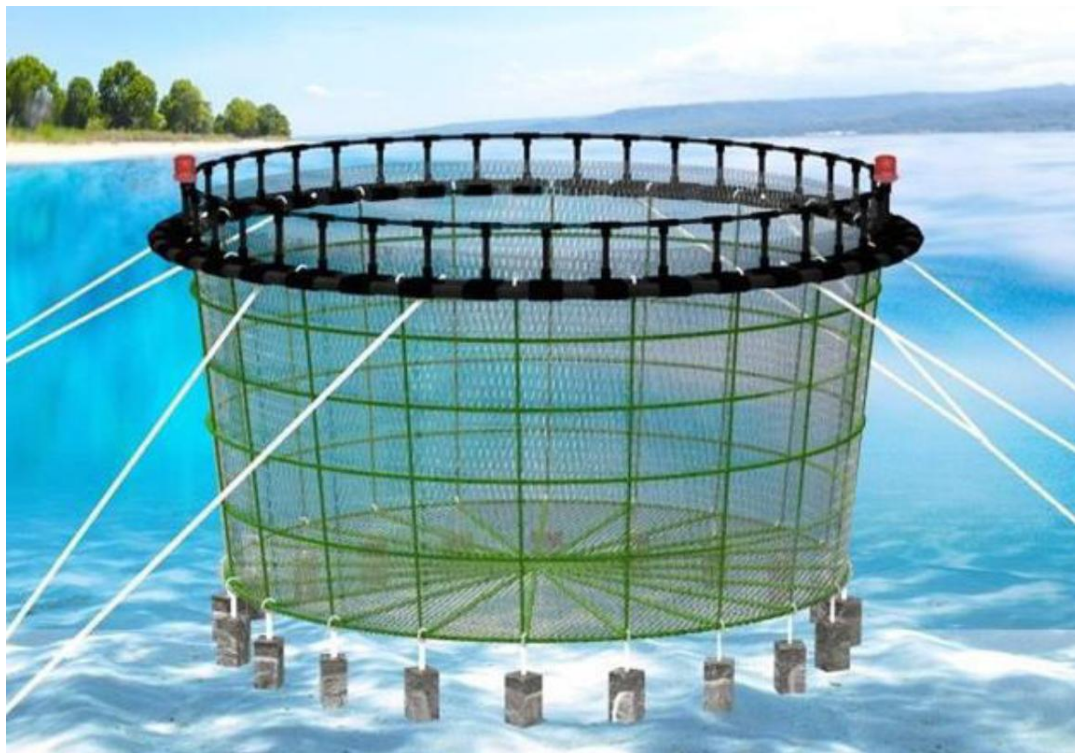


图 2.3-2 单口 HDPE 浮式圆形网箱立体示意图

表 2.3-2 网箱主要尺度及性能（HDPE 浮式圆形网箱）

网箱型号	HDPE C60/250	HDPE C80-100/315
网箱指标		
网箱浮管径 (mm)	315 及以上	400 及以上
网箱周长 (m)	60	80~100
网箱直径 (m)	19	25.5~32
双浮管中心距 (cm)	52/66	66

HDP 注塑工字架	是	是
支架标距 (m)	2~2.5	2~2.5
工字架立柱管径 (mm)	125	125
扶手管径 (mm)	110	110
网衣挂钩	选配	选配
浮管泡沫填充	可选, 内管	可选, 内管
加强链	可选, 两浮管间	可选, 两浮管间
HDPE 强度	80~100	80~100
浮管数量	2	2
踏步	标配, 可选配	标配, 可选配
抗风浪等级	5m	6~7m
正常使用年限	15 年以上	15 年以上
网衣深度	6~10m	6~15m
养殖包围水体 (m ³)	600~2000	4500~8000

① 框架系统：在海面上所见到的就是框架系统，即浮架系统。它是由三条圆形（下面两条较粗、上面一条较细）、内空、全封闭的聚乙烯塑料管，通过“L”形支柱连接而构成的框架，具体上可分为扶手管、主浮管、支柱及相关配件。扶手管为圆柱状环形空心管，周长与内主浮管相同，用于内挂网衣与生产操作安全防护；主浮管为圆柱状环形空心管，管径一般为 250~400mm，其大小可视网箱规模而定。环形圈数量为内外各 1 圈，周长根据不同网箱大小可分为 60m~120m 不等。支柱用于内外主浮管之间和内浮管与扶手管之间的连接。由于该框架全部采用高密度、耐冲击、耐腐蚀、抗磨损工程塑料制成，充分把材料的柔韧性和高强度有机结合起来，使得网架不仅可以随波逐流，还具有抗击台风巨浪的能力；对网架材料进行了抗紫外线老化、抗海水腐蚀的高科技工艺处理，使用寿命在 10 年以上。框架系统示意图见图 2.3-3。



图 2.3-3 框架系统示意图

②网衣系统：抗风浪深水网箱的网衣系统主要由主体网衣、死鱼收集器、网盖等部件组成，材质通常有聚乙烯（PE）和尼龙（PA）两种。为了减少对鱼类损伤和网的磨损，常将网衣编织成无节结形式。网衣使用的网目形状为矩形或菱形，其大小可在满足养殖鱼类规格的基础上选择。所有的网衣材料均加有对鱼无害的防污损涂层，可以提高 6 个月的防污损和防生物附着保护；网衣经过抗紫外线工艺处理，可以有效地防止网衣的老化；网衣附有死鱼搜集系统及防鸟、防逃网罩。

当养殖海域的海鸟较多时，可以使用网罩来防止海鸟捕食所养殖的鱼类。另外，当风浪较大时，应加上网罩，防止养殖鱼类随着海浪冲击而逃出网箱。

网衣采用规格 2cm×2cm 到 8cm×8cm 不等，网墙高出水面 0.8m，网墙顶层斜向内伸出 0.2m 防逃。示意图见图 2.3-4。

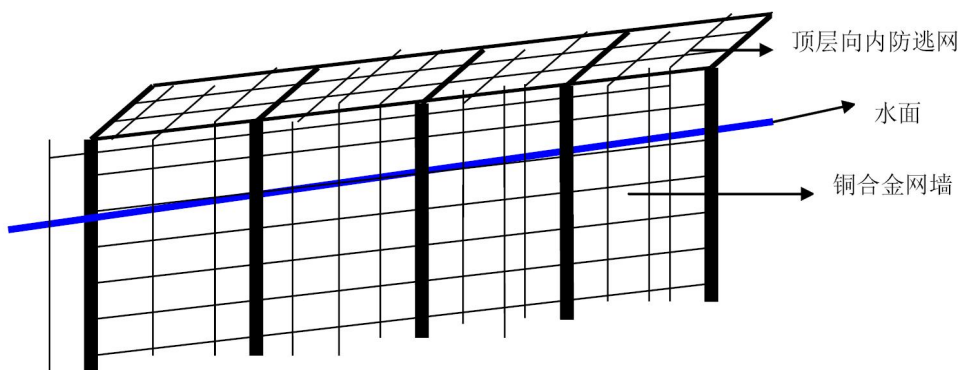


图 2.3-4 网衣系统示意图

③固定系统：根据不同海域条件，采用计算机模拟设计柔性固定系统，以确保网箱安全，在大规模养殖时还可以有效地防止网箱之间的相撞损坏。水下固定系统是为了保护网箱，防止风浪较大时的相撞损坏而专门设计的，可以使每个网箱都固定在各自的框架之内。网箱的固定一般采用方型的框架固定结构。此结构可以确定固定系统的各点受力平衡，能够保证最大程度上把网箱所受到的力均匀分配到各支点上，而不是集中在某一点受力，从而大大地减少了网箱损坏几率，这也为网箱的安全提供了重要保证。

目前国内深水网箱锚定系统主要有三种方式：铁锚，依靠动态锚抓力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力；水泥墩锚，依靠水泥墩的自重力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力；桩锚，依靠桩与海底底质的摩擦力来平衡锚绳垂直与水平方向的拉力。《关于深水网箱养殖灾后恢复生产的指导性意见》（琼海渔办[2011]198号）根据网箱总阻力对锚绳力的基本要求，分别推导出铁锚、水泥墩锚和桩锚三种固定系统12级台风时的安全规格参数表。

表 2.3-3 深水网箱不同锚固方式的安全要求

网箱类型	海况条件	铁锚	水泥墩锚	桩锚
单组（4口）网箱	12级台风，5m浪高，1m/s流速	锄头锚重量 800kg	体积 1.5m ³ ，重量 3.75 吨	桩长4.5m，桩直径 40cm，垂直楔入

抗风浪深水网箱的水下固定装置要根据养殖海区的海底构造，采用锚固定法或钢钎固定法，一般岩石底质需采用钢钎固定法，而泥沙底质采用锚固定法。根据本项目附近海域沉积物调查结果，项目用海区表层沉积物为淤泥。因此本项目选用水泥墩锚作为深水网箱固定系统。

根据本项目设计方案，C100型浮式圆形网箱采用单网箱锚定方式，每个网箱采用8个水泥墩（方台型）作为锚碇，每个水泥墩重10吨，体积为4.2m³，规格为1.05m（上顶）×2.1m（下底）×1.8m（高），110口网箱共需880个水泥墩；C80型浮式圆形网箱采用4个一组的“网格格式”锚泊系统，每组网箱采用12个水泥墩锚（方台型），每个水泥墩重6吨，体积为2.5m³，规格为0.9m（上顶）×1.8m（下底）×1.4m（高），96口C80网箱共需288个水泥墩。

本项目网箱锚定方式见图2.3-5~图2.3-7，水泥锚碇尺寸见图2.3-8~图2.3-10。

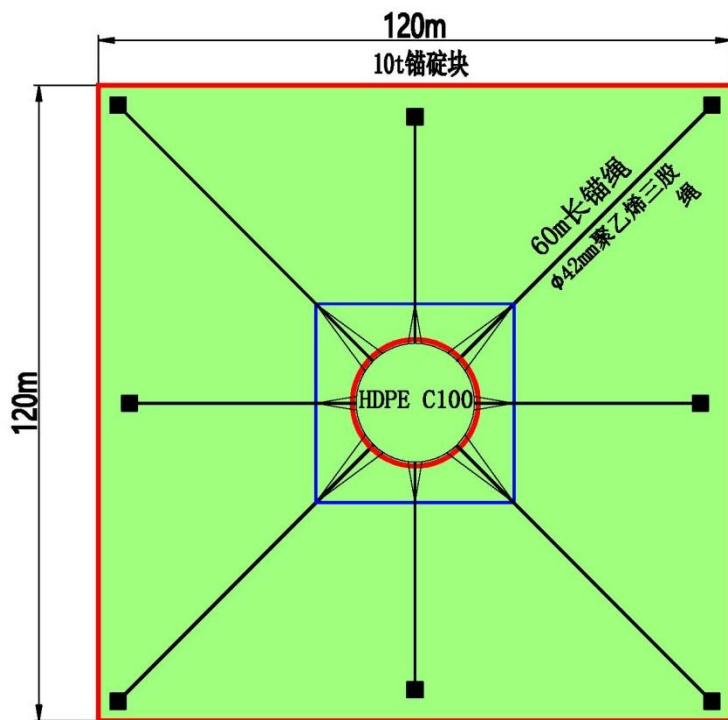


图 2.3-5 C100 型及以上网箱锚定方式示意图

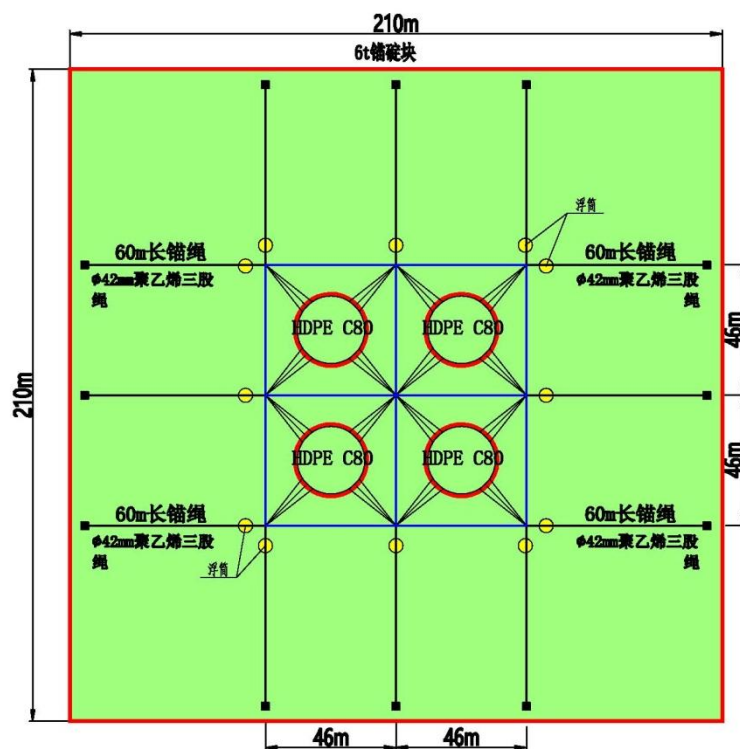
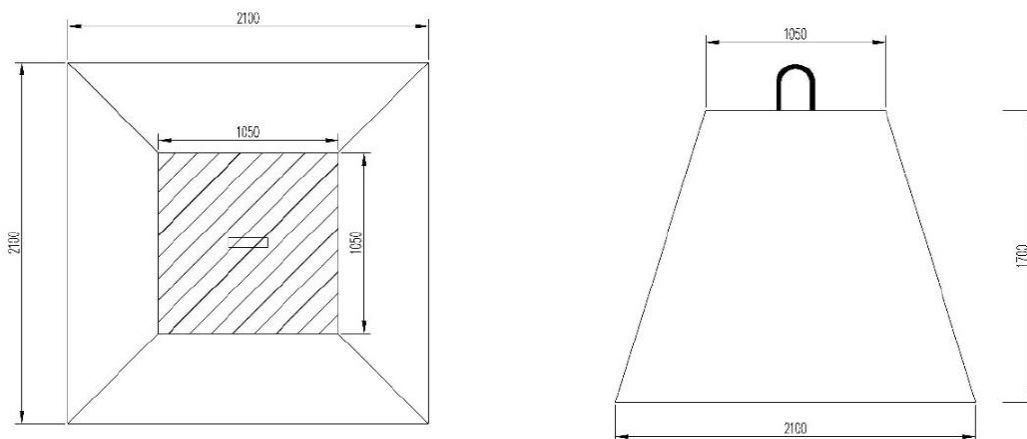
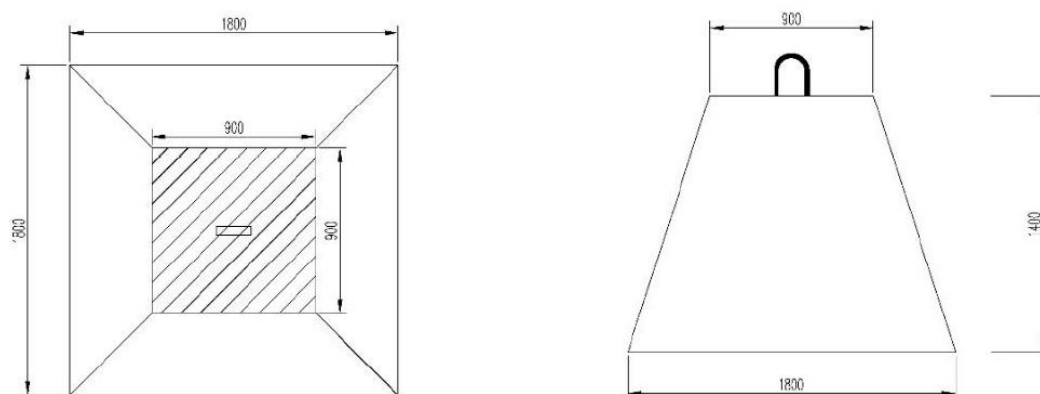


图 2.3-6 C80 型及以下网箱锚定方式示意图



10t水泥锚碇块大样图

图 2.3-8 10 吨水泥墩锚碇块示意图



6t水泥锚碇块大样图

图 2.3-9 6 吨水泥墩锚碇块示意图

④配套系统：为了保证深水网箱养殖系统的正常运转，需要提供养殖工作所需要的各种工作作为附件系统。附件系统分为日常劳动附件、管理附件、海上定位附件与养殖监测附件等。活鱼处理机运输箱、网耙、捕鱼网、浮绳、投饵瓢、捉鱼用的捞机、高压洗网机、内带水温计的取水器、测量溶解氧与水温的自动测量仪以及全自动投饵系统、水下监测系统、自动收鱼系统等器具设备。

(2) 大型钢结构半潜式网箱平台

近年来，在国家拓展深远海养殖相关政策支持下，国内相关机构发挥跨行业协作的精神，针对深远海养殖装备进行了不懈的努力，推动中国海上设施养殖技术进步。近年代表产品有：挪威在中国建造的“半潜式深海养殖平台”、大型钢结构全潜式深水网箱、

大型管桩围栏/围网,以及天津德赛机电设备有限公司与中国水科院南海研究所联合研发的半潜式智能化养殖渔场(德海1号)。德海1号智能化养殖平台,具有造价相对较低,养殖水体容量适中,智能化水平较高,养殖风险可控等特点。本项目A区拟布设12艘半潜式智能化养殖浴场(德海1号),主要技术参数见表2.3-4和图2.3-11。养殖企业(养殖户)也可根据自身需求,定制或采购其他型号的半潜式智能化养殖平台。

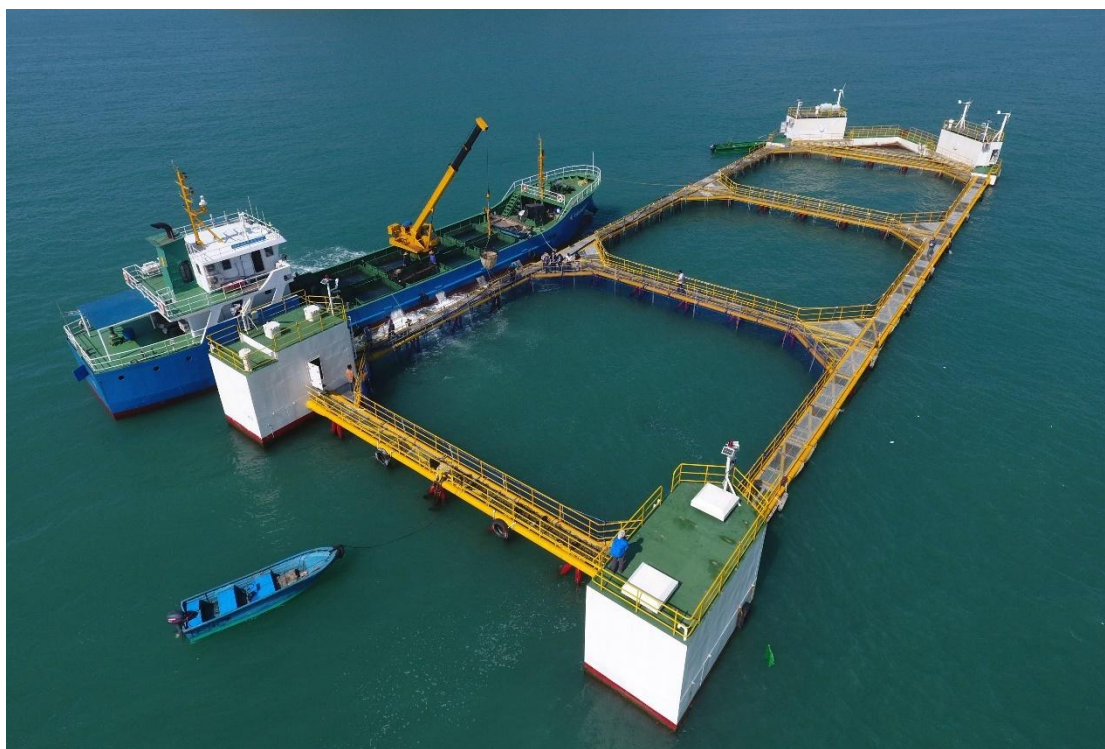


图 2.3-11 德海 1 号半潜式智能化养殖平台实体图

表 2.3-4 “德海 1 号”主要技术参数表

序号	内容	数量
1	养殖空间	12500m ³
2	型长	93.1m
3	型宽	30m
4	型深	6.5m
5	网深	6~12m
6	单位养殖密度	10kg (以金鲳鱼养殖为参照)
7	适用海域	20~100m 水深开放水域
8	抗风等级	17 级
9	使用年限	25 年

①网衣结构

网衣采用超高分子量聚乙烯纤维新材料制作,并经过防腐处理,规格为 PE400D/50 股×5.0cm,无结节,与常规化纤材料相比,具有强度高、重量轻、耐腐蚀、抗老化、使用安全等特点,经过多功能水性聚氨酯蓝色涂层工艺的网片,还具有减少微生物生长速

率，提高网衣耐磨性的优异性能，是目前国际大型养殖设备上优先采用的网具新材料。网衣固定在主体结构上，牢固可靠，即便是在强流作用下，也基本无养殖容积损失。

②锚泊系统

该养殖平台采用复合式单点锚泊系统，由阔鳍式德尔泰大抓力锚、锚链、拖力眼板、导缆孔组成，其中阔鳍式德尔泰大抓力锚重力为 10t，采用 AM3 锚链，链径为 52mm，锚链长为 82.5m，锚链破断负载为 2110kN，同时锚链末端处增加 1 个 5t 的球铁进行固定，项目锚链系统可以确保恶劣海况下，渔场不移位。项目锚链结构示意图详见图 2.2-17。

③配套系统

养殖配套系统主要包含能源系统、自动投饵系统、网衣清洗系统及监控系统等，配套设施主要设于艏艙箱体的上部甲板室内，其中艏部设有员工休息室、控制室、厨房餐厅、卫生间及蓄电池等舱室，艙部设有发电机室、投饵舱。具体设计如下：

A.网箱能源系统

网箱电气系统采用柴油发电和风光互补发电相结合的方式。柴油发电机与风光发电装置互为补充，为网箱的员工休息室、投饵、压载及监控等用电设施供电。柴油发电机及风光互补装置的供电切换是通过逆控一体机实现的，该系统设置为

优先使用风光发电装置。生活及监控等小功率设备，基本可以通过风光发电装置满足供电需求。柴油发电机主要在投喂和压载时使用。

B.自动投饵系统

网箱设有一套自动投饵系统。自动投饵系统是一套远程智能分配气力输送系统，它包括储料舱、上料系统、输送系统、喂料系统、控制系统、分配器和抛投机构。

C.网衣清洗系统

网箱设有一套便捷移动式的高压射流式水下洗网机。网衣清洁率最大为 93.7%（平均值 85.2%），最大射流压力 5.5MPa，转盘转速为 2229r/min，射流速度达 64.53m/s。整套洗网装备体积小，重量轻，操作简单方便，整个网衣清洗作业仅需 1~2 名工人就可实现。

网箱设有多台网衣起网装备。该网衣起网系统利用多个起网机同步匀速提升网衣，特有设计的偏心轮脱网机构能实现便捷的网衣脱离，将网衣平均提升网速率在 0.73m/min，为工人留有足够的时间为顺利起网完成辅助性工作。

D.监控系统

网箱设有一套监控系统，提供水面及水下视频监控，水质监测，海区风速等参数

的实时显示。采集数据经处理后，集中显示在监控画面上。显示装置安装于控制室，为渔场的安防及养殖维护提供了便利条件。另外，该系统还配置了远程查看功能，通过手机客户端可以实时查看渔场的状态。

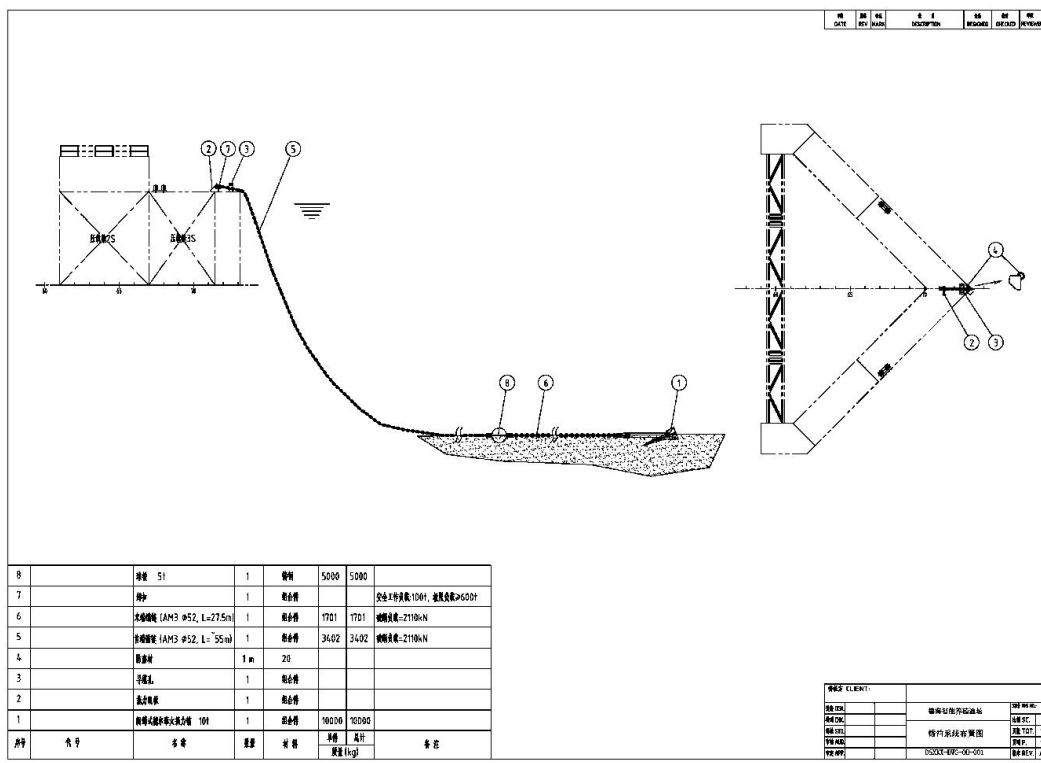


图 2.3-12 锚链结构图

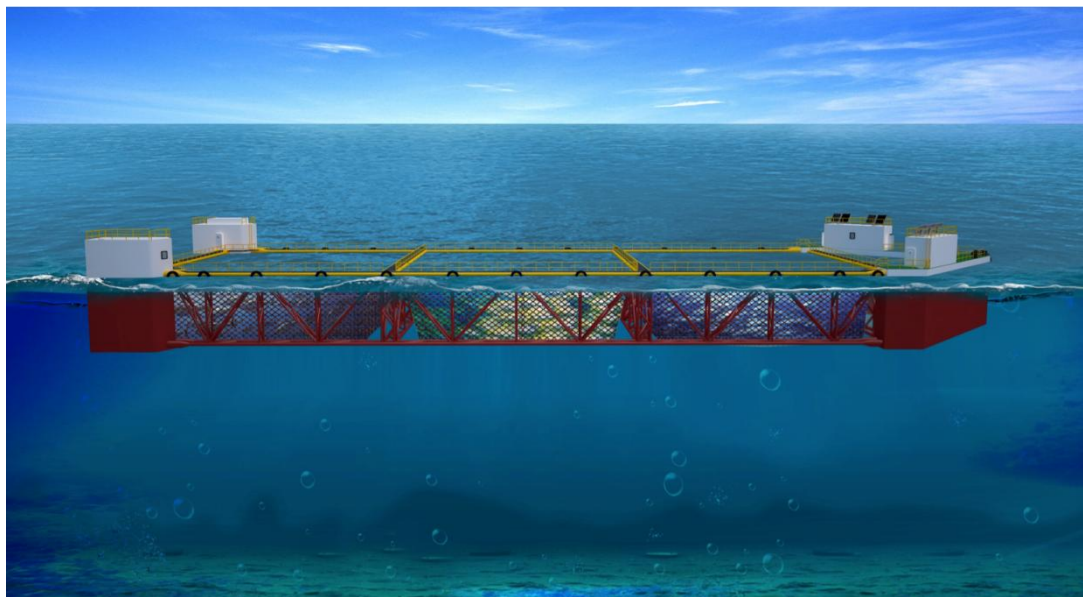


图 2.3-13 半潜式智能化养殖平台示意图

2.4 陆域设施配套

根据现场勘查及收集周边港口资料，目前，项目岸上可依托的补给基地为沙上港，

此外，铺前中心渔港建成后可以作为远期依托。项目施工期需要加大的场地作为网箱布放的堆场等，可暂时以沙上港作为配套施工码头。其中沙上港离项目用海区距离约 9.8km，铺前中心渔港距离项目用海区约 11.3km。

根据现场勘查，目前周边海域仅沙上港有布放深水网箱所需的场地，可暂时作为深水网箱布放的陆域基地，但使用该码头需管理部门统一协调，提前做好沟通，避免影响港口正常运营。此外，在铺前中心渔港建成后可使用其作为配套码头，但需提前征求铺前中心渔港管理部门的意见。

由于本项目规划了 800 多公顷的养殖水域，根据深海网箱的养殖生产特点，需要有网箱框架停放、网衣晾晒等工序的场地，因此需要一定的陆域配套码头保障。目前项目走遍的三个码头均不适宜，建议海口市政府部门应综合考虑网箱养殖的需求，尽早协调解决养殖所需的配套场地及码头事宜，便于应对大规模深海养殖活动的开展。

现阶段，申请用海的各养殖单位和个人根据具体情况选择依托现状港口及陆域配套场地作为养殖配套场所。

2.5 网箱养殖生产主要流程

2.5.1 养殖鱼种

目前海南及南海区深水网箱养殖的鱼种主要以鲷科为主，主要养殖品种为金鲷鱼等，该品种养殖技术及养殖饲料等齐全。未来随着育种及饵料技术的不断发展也可投放其他有成熟养殖技术的鱼类品种。

规格：鲷科鱼类放养规格为 100~150g/尾。

放养密度：根据鱼的种类、苗种及商品鱼出箱要求的规格、养殖条件及管理水平而定。一般放养密度为 3~10kg/m³，养到成鱼密度为 15kg/m³ 左右。

2.5.2 运输方法和密度

运输方法：采用塑料袋密封充氧、敞口容器充氧和活水仓等多种方法。

运输工具：可使用船只和汽车运输，海上运输宜选择风浪较小时进行，以活水船运输为好。长途运输有专人押运，经常检查运输工具和鱼种的活动情况，发现问题及时采取有效措施进行处理。鱼种运输要求快装、快运、快卸，谨慎操作。

运输密度：视运输距离与鱼种规格而定。运输距离在 8 小时距离内、鱼种规格在 100g/尾，活水船最大运输密度为 0.3×10⁴尾/m³；敞口容器汽车运输，具充气设备，最大运输密度 0.2×10⁴尾/m³。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输。

2.5.3 放养

选择潮流平缓时放养。鲳鲆科鱼类放养密度为 10~20 尾/m³。

放养时间：低温季节选择在晴好天气的午后，高温季节宜选择阴凉的早晚进行。鱼种运输抵达目的地以后，保留连续充气，按 NY 5071 的渔用药物使用准则对鱼体进行消毒处理。放养时，搬运工具应用柔软的网具。养殖期 9 个月，成活率按 85% 计。

2.5.4 投喂

根据海南省地方标准《卵行鲳鲆抗风浪深水网箱养殖技术规程》(DB46/T195-2010)，投喂应根据鱼体大小确定饲料粒径，鱼体重 18g~100 g，选用饲料粒径为 1.5 mm，鱼体重 100 g~300 g，用饲料粒径为 2 mm，鱼体重 300 g 以上，选用饲料粒径为 3 mm。放养即可喂食，日投喂 3~4 次，日投喂，量为鱼体总重的 2%~6%，根据水温、水质、天气、鱼的摄食情况灵活掌握。

根据海南省地方标准《卵行鲳鲆抗风浪深水网箱养殖技术规程》(DB46/T195-2010)，饲料选用卵形鲳鲆专用膨化颗粒饲料，其粗蛋白含量不低于 40%，赖氨酸含量不低于 20%，总磷不低于 1.5%，粗脂肪不低于 3.0%，钙不高于 4.6%，粒径为 1.5 mm、2 mm 和 3 mm，同时项目所用饲料应符合《无公害食品 渔用配合饲料安全限量》(NY 5072) 及《饲料卫生标准》(GB13078-2017) 的规定。

2.5.5 日常管理

定期检查鱼体生长情况，定期网箱清洗及更换时进行安全检查，做好网箱养殖管理日记。网箱养殖的日常管理要做到“五勤一细”，即勤观察、勤检查、勤检测、勤洗箱和勤防病，耐心细致投饵，以及防患大风、污染、人为等意外事故发生。要经常对养殖金鲳进行巡视，注意观察鱼群活动情况及水色、水质等情况。一般每天早、中、晚都应该测量水温、气温，每周应该测 1 次 pH 值，测 2 次透明度。每隔 15-20 天左右抽样测量体长和体重，以掌握其生长速度、规律等情况，便于确定饲料的投喂量，同时检查金鲳鱼体是否有病害发生。

2.5.6 换、洗网箱

在养殖过程中，随着鱼的生长需要更换网衣和清洗网箱附着物来保证网箱内的养殖环境。网箱置于海水中一段时间后，极易被一些生物所附着。不仅增加了网箱的重量，而且影响了网箱内水体的交换，故需定期更换和清洗。换网时，应首先将旧网衣解下拉向一边，然后把准备替换的网衣从旧网衣腾出的一边网箱依次栓好，再将两个网衣对接，并将鱼移入替换的网衣，最后拆除旧网衣。

根据网箱上附着生物量及鱼类养殖情况，一般 3~6 个月换一次网衣，换网时必须防止养殖鱼卷入网衣角内造成擦伤和死亡。更换下来的网衣采用高压水枪进行清洗。

2.5.7 深水网箱回收、维护工艺

深水网箱回收工艺与投放工艺基本相反，但稍有不同。

(1) 通过回收部分网衣，将养殖鱼类驱赶至深水网箱表面，然后通过渔船的吊机用大小适合的网将鱼转移至船上。示意图见图 2.5-1。



图 2.5-1 深水网箱收获养殖鱼类示意图

(2) 网箱、网衣和固定系统维护

①网箱系统维护

由于网箱的箱体部分主要是由 HDPE 材料所制成的，所以一般基本上是不需要任何维护的。网箱的箱体在海水中使用一段时间以后，在网箱的主管上生长附着一些生物，随着时间的积累，生物量会越来越多，造成整个网箱重量增加，这时就必须对网箱的主管进行清洗。

②网衣维护

因为所有的鱼均养殖在网衣内，所以网衣的维护工作就显得特别重要。主要包括网衣的更换与保存。换网主要有三道工序：挂新网、移鱼、拆旧网。换网工作需要选择海流较小时进行。另外，因为网衣中添加抗紫外线老化物质与防污损物质，当有一段时间不使用网衣时，需要保存好网衣，以免对网衣结构有损伤或使防污剂、防紫外线物质分解。保存之前必须把网衣清洗干净、晾干，然后折叠好，这是确保网衣不发霉、不腐烂的前提条件，在避光、避热、通风、干燥、防鼠、防虫条件下保存。

③固定系统的维护

水下固定系统主要组成是水泥墩、绳索、连接环扣等。固定系统维护主要是检查绳和连接环扣、水泥墩等连接部件是否松动，绳索的受损情况等。一般易出现的情况是与环连接的绳子磨断，连接绳子和环的卸扣脱落等。检查时间间隔为 6 个月。

④网箱运回岸边维护

解开从固定系统引出并缚在网箱上的绳索，提起网衣上的重物，提起网衣。用工作船舶将网箱拖至码头，进行维护处理。

2.5.8 安全生产

养殖过程中经常检查网箱的安全。在灾害性天气出现之前应采取在网箱上加盖网；检查和调整锚、桩索的拉力，加固网箱的拉绳和固定绳；检查框架、锚、桩的牢固性；尽量清除网箱框架上的暴露物；沉降网箱；养殖人员、船只迁移至避风港等措施。在强风暴过后应及时检查网箱有无损坏，发现问题及时修复。在网箱养殖区安装警视标志和灯具，防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害，及时清除垃圾和大型漂浮物。

2.5.9 鱼病防治

卵形鲳鲹的病害相对较少，其病害防治要坚持"以防为主，防治结合"的原则。放养时苗种要经过杀菌消毒，具体的，苗种投放前可以应该用淡水或每升 0.1 毫克高锰酸钾的溶液浸洗鱼体 10~15 分钟。此外，要坚持巡视，特别留意观察卵形鲳鲹鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化处理，切勿随意将其丢弃，使病害传播蔓延，造成更大的危害。

2.5.10 成鱼收获

当养殖成鱼出框时，将鱼群聚于网箱一角，即可收获。起捕前停饵 1~2 天。

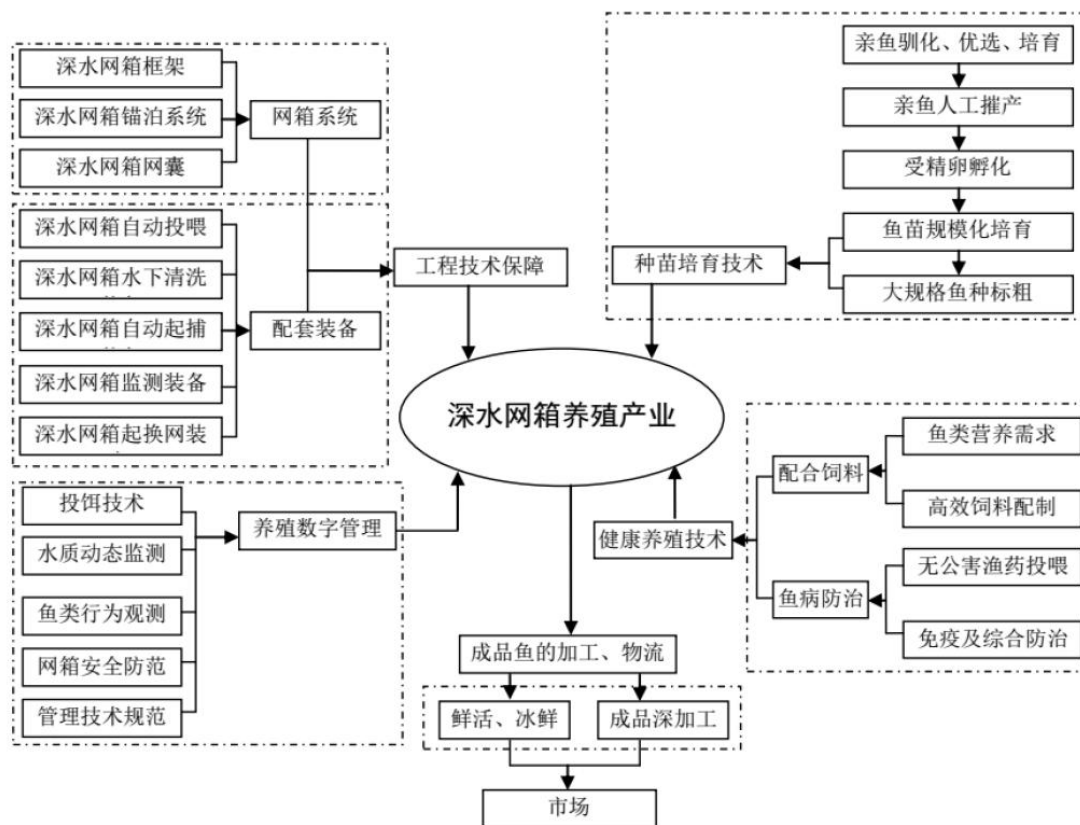


图 2.5-2 深水网箱养殖生产工艺说明

2.6 施工工艺

2.6.1 施工条件

2.6.1.1 水陆交通

本工程位于海口市美兰区如意岛北侧海域，项目所需的网箱设备可在当地市场采购，网箱框架先在附近码头安装好后，通过拖船拖拽或是驳船运输至项目区，项目区附近码头有沙上港可供施工期临时使用。

2.6.1.2 供水、供电

项目施工期水、电由施工船舶自备，拖船和驳船均配备发电机组，用水、用电可以得到保障。

2.6.1.3 通信

移动通讯设备在工程所在地均可正常使用。

2.6.1.4 建材来源

工程建设所需的网箱、网衣、固定锚块、锚绳、木桩、浮漂网绳等设备、材料均可在当地市场采购，网箱框架先在陆上安装好后，通过工作船拖运至项目区。

2.6.1.5 施工场地设置

工程建设所需的网箱、网衣、固定锚块、锚绳等在当地采购，网箱框架在陆上安装，拟采用项目区西南侧的沙上港作为出运码头，该码头距项目区约 9.8km，码头后方空地作为网箱的组装场地及水泥墩锚块的临时堆放场地，本项目水泥墩锚块直接购买成品，不进行现场预制，码头后方空地呈反“7”字型，长度约 90m，宽度为 70m，最大的网箱 C100 的直径为 31.8m，因此，临时施工场地能够满足要求。临时施工场地位置见图 2.6-1a。

运营期，饵料等根据需要当天运至码头，当天完成，当天返回，运输路线见图 2.6-1b。

施工人员依托后方的村庄进行生活、办公，产生的生活污水依托后方村庄的厕所处置。根据工程分析，水泥墩锚块的临时堆放场地和网箱的组装，主要产生的污染物为噪声和废气，临时施工场地拟采取的环保措施主要有：水泥墩锚块直接购买成品，不进行现场预制。物料装卸过程中将会产生粉尘外逸，项目施工场界应采取围挡、遮掩等措施，减少扬尘及噪声。施工设备选型要选择符合声环境标准的低噪声设备，个别高噪声源强设备采取消声隔声设施，减轻噪声污染，夜间禁止施工，施工完毕后，临时施工场地应恢复原样，加强绿化。



图 2.6-1a 临时施工场地布置图



图 2.6-1b 施工、运营期渔船路线图

2.6.2 项目主要施工工艺和方法

2.6.2.1 HDPE 浮式圆形网箱施工工艺

(1) 主要材料

表 2.6-1 80m 周长 HDPE 浮式网箱工程量表

序号	材料名称	规格	壁厚	单位	数量	备注
1	主浮管	HDPE100/Φ355、SDR13.6、纯黑	26.1mm	m	164.15	
2	扶手管	HDPE100/Φ125、SDR11、橙色	11.4mm	m	80	
3	三通竖管	HDPE100/Φ140、SDR11、纯黑	12.7mm	m	20.8	
4	圆头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	36	
5	平头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	4	
6	工字架	HDPEΦ355 中心距 66cm 注塑	20mm	个	40	

7	绑绳	夹套管支架	HDPEΦ355 (PE 注塑)	20mm	个	20	
	总成	套管	HDPEΦ400×15mm×400mm	15mm	个	20	加强型系绳 点套管总成
8	限位块		HDPE100/120mm×55mm×35mm		块	132	
9	销钉		HDPE100/Φ16mm 注塑		支	138	
10	踏板		PE660×475×450mm		个	16	
11	穿踏板管材		HDPEΦ50mm×9.2m		支	2	
12	泡沫		296m×800m 20kg/m ³		条	100	塞满第一条 主浮管
13	太阳能警示灯		Φ12 太阳能自动发光		盏	2	

表 2.6-2 100m 周长 HDPE 浮式网箱工程量表

序号	材料名称	规格	壁厚	单位	数量	备注
1	主浮管	HDPE100/Φ400、SDR13.6、纯黑	29.4mm	m	204.33	
2	扶手管	HDPE100/Φ125、SDR11、橙色	11.4mm	m	100	
3	三通竖管	HDPE100/Φ140、SDR11、纯黑	12.7mm	m	29	
4	圆头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	46	
5	平头三通	HDPEΦ125 注塑	13mm	个	4	
6	工字架	HDPEΦ400 中心距 69cm 注塑	22mm	个	50	
7	套管	HDPEΦ450、SDR21、50cm	21mm	个	24	
8	限位块	HDPE100/120mm×55mm×35mm		块	196	
9	销钉	HDPE100/Φ16mm 注塑		支	166	
10	踏板	PE660×475×450mm		个	16	
11	穿踏板管材	HDPEΦ50mm×9.2m		支	2	
12	泡沫	334m×800m 20kg/m ³		条	125	
13	太阳能警示灯	Φ12 太阳能自动发光		盏	2	

(2) 主要施工机械

主要采用的施工机械有：GPS 定位仪、工作船、运输平台、运输船、安装船。

表 2.6-3 项目主要施工机械表

序号	名称	数量	用途
1	锚碇块投放船	2	锚碇块施工
2	网箱安装船（带有吊臂）	3	
3	辅助小艇	3	
4	GPS 定位仪	2	网箱安装及固定点定位

（3）深水网箱主要施工流程

网箱采购→网箱陆域装配→锚碇系统投放→网箱投放→安装配套设施→竣工验收

注：本项目使用的水泥墩锚块直接购买成品，不现场预制。

（3）深水网箱主要施工方法

① 锚位固定

用绳子将沉子与浮子连接，连接绳的长度与投放处水深相近，在辅助小艇上通过差分式定位仪（DGPS）或全球卫星定位仪（GPS）找出预先计算好的坐标锚位，投下沉子。依次重复以上步骤，共投放 12 个沉子，依水面的浮子位置和预先计算好的 12 个锚点位置坐标进行校正，最后浮子在水面的位置即作为投锚时的参考投放位。

② 纵向锚泊投放

按照图 2.5-4 锚泊系统安装连接示意图，依据风向或流向，从风流合压差的上方，顺序投放与风流合压差流（风）向平行的三组锚及锚绳。

③ 横向锚泊投放

④ 锚位校正

系统中相同部位的绳子长度相同，但锚位所处的水深可能不一样，因此投锚后系统中锚绳的绷紧程度也可能不同，加上投放时的锚位误差值，均可通过预先系在锚尾部的绳索进行拖拽校正，直至观察到连接网格锚泊系统在水面上的浮子分布方正，以及系统中各绳子绷程度适中为止。至此即整个锚泊系统安装调试完毕，下一步是将网箱系于网格锚泊系统上。

⑤ 网箱绑系

每投放完一组网箱的 12 个锚后，即用安装船将网箱框架拖至固定系统的区域内，用锚绳将网箱框架固定，并收紧绳索。锚泊系统安装完毕后，适时挂网，网箱整体负荷允许 30d，重复检查固定系统各部件情况，适当做出姿态调整，依框架在水面的状态，通过锚绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

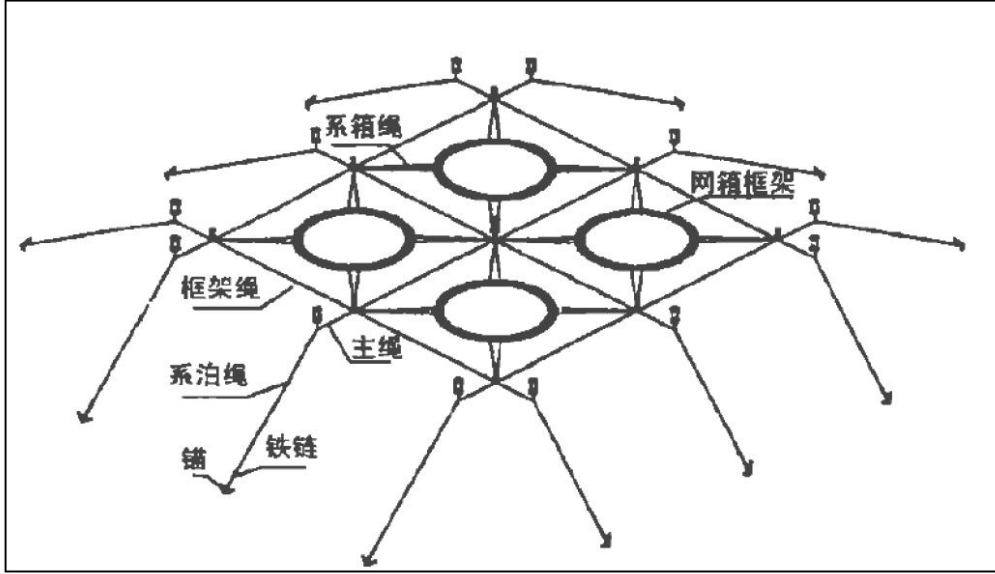


图 2.6-2 四个一组组网箱水下锚泊系统布局图

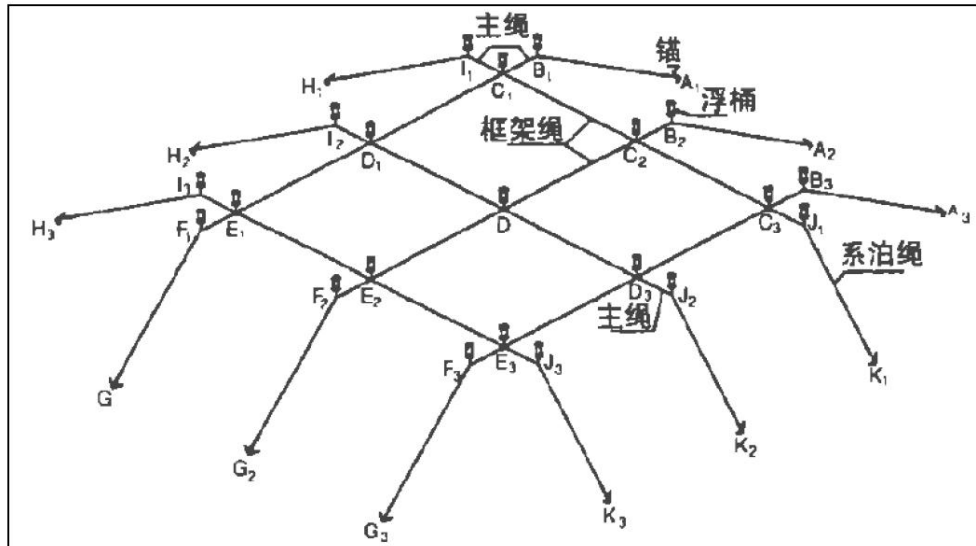


图 2.6-3 四个一组组网箱水下锚泊系统示意图

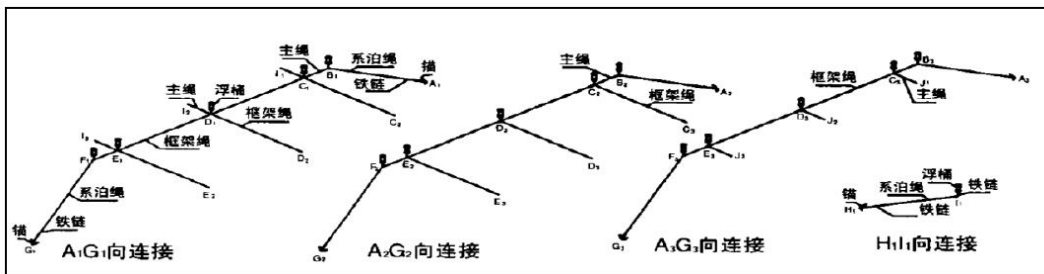


图 2.6-4 水下网格锚泊系统安装连接示意图

2.7.2.2 大型钢结构半潜式网箱平台施工工艺

(1) 主要施工机械

拟投入的机械设备具体见表 2.6-4。

表 2.6-4 拟投入的主要施工船机设备

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	用途
1	拖船	艘	2	5000 马力	网箱拖航
2	机动艇	艘	1	载重 400kg	应急、救援等
3	起重船	艘	1	全回转式, 100t	抛锚作业
4	GPS	台	1	定位仪	施工定位导航
5	浮标	个	4		边界定位、警示
6	潜水设备	套	2		投抛锚位前后校准

(2) 施工工艺

①网箱建造

网箱将在船厂内严格按照船舶及海工装备的建造标准进行施工建造、检验。

②网箱运输

网箱在船厂建造完成后，由专用拖船将其从船厂码头拖航至预定养殖海域。

③网箱海域抛锚作业

根据现场勘测数据，计算出锚位的经纬坐标，并由专用起重船进行抛锚作业。

2.7.2.3 项目深水网箱维护工艺说明

①网衣更换及清洗

1) 更换网衣

备用的空网箱与有鱼网箱靠近，两箱网衣接边后绕缝，加坠石使网衣连接处下沉 1m，一般按顺序更换，以便能够达到相邻网箱间的倒换，操作方便。将鱼驱赶到空箱中，换下的网衣拉至岸上清除附着物备用。

2) 网箱清洗

网箱水下附着生物，主要是藤壶、稚贻贝和一些繁殖较快的藻类，为保持网箱的滤水性，应做到经常清理，把更换下的网衣拉到岸上曝晒清除附着物。

②深水网箱回收、维护工艺

深水网箱回收工艺与投放工艺基本相反，但稍有不同。

1) 应将深水网箱内养殖的鱼类收获。可以通过回收部分网衣，将养殖鱼类驱赶至深水网箱表面。然后通过渔船的吊机用大小适合的网将鱼转移至船上。

2) 网箱、网衣和固定系统维护

a 网箱系统维护

由于网箱的箱体部分一般基本上是不需要任何维护的。网箱的箱体在海水中使用一段时间以后，在网箱的主管上生长附着一些生物，随着时间的积累，生物量会越来越多，造成整个网箱重量增加，这时就必须对网箱的主管进行清洗。

b 网衣系统维护

网衣的维护工作主要包括网衣的更换与保存。换网主要有三道工序：挂新网、移鱼、拆旧网。换网工作需要选择海流较小时进行。

c 锚泊系统的维护

锚泊系统采用水下网格组排方式固定，纵横方向各用多条 PE 尼龙绳索（直径 3~8cm）和铁锚固定。锚泊系统的维护主要是铁锚、PE 尼龙绳索、绳索孔等连接部件是否松动，PE 尼龙绳索等的受损情况等。

3) 网衣运回岸边维护

解开从固定系统引出并缚在网箱上的绳索，提起网衣上的重物，提起网衣。用多功能工程船将网箱拖至岸边进行维护。

2.7.3 施工进度

综合考虑本工程施工方案及工程量，将建设总工期拟定为 13 个月。但实际上本项目用海为规划整体养殖用海，具体施工工期由将来实际的单个养殖单位根据其养殖规模确定。

表 2.6-5 总施工进度表（单位：月）

序号	工程内容	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	施工准备	■													
2	设备采购及制作		■	■	■										
3	设备安装				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
4	竣工验收													■	■

2.7 项目申请用海情况

2.7.1 项目申请用海面积

根据规划设计方案，海口市美兰区养殖用海项目整体申请用海面积为 805.2040 公顷。整体论证后，可根据当地养殖户的需求划分用海并分别确权。

2.7.2 项目申请用海期限

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，养殖用海最高申请年限为十五年。因此，

为保障规划用海可长期、持续使用，申请用海年限为 15 年。

2.8 项目用海必要性分析

2.8.1 项目建设的必要性

(1) 项目建设有利于拓展养殖空间，推动海水养殖可持续发展。

海南省海域面积 200 万平方公里，约占中国海洋面积的 66.7%。目前，海南的海水养殖产量大部分来自池塘和工厂化等陆基养殖以及港湾网箱等近岸养殖，这些养殖方式一方面会加剧养殖对环境的污染，特别是港湾地区，由于水流交换不畅，高密度的养殖已造成养殖区域的水体富营养化，加剧病害爆发，降低养殖成活率和养殖效益；另一方面，随着海南自由贸易港的建设，海南沿海可用于发展海水养殖的陆地资源已越来越少。因此，要发展海水养殖业，必须寻求其他的发展空间。

海南作为旅游大省，在近岸规划的渔业养殖区域有限，0 至 15m 养殖海域已基本饱和，15 至 30m 养殖海域目前利用率极小，造成大量优质养殖海域资源的浪费。因此，大力发展深水网箱养殖技术，可使这部分国土资源得到有效开发利用，为渔业发展提供了新的生产和生活空间。

建设海口市美兰区养殖用海项目整体规划论证，是践行海南渔业养殖从湾内走向湾外，从浅海走向深海发展战略的重要行动。项目的实施将促进深远空间资源的开发，提升海南深远海空间利用水平，同时可以带动网箱养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，让深远海养殖得到推广，促进海洋渔业提质增效，推动海水养殖业可持续发展。

(2) 项目建设是利用优势资源发展海水养殖业，发展地区经济的需要。

海南水产品资源丰富，水域环境堪称全国一流，水产品品质优良，具有得天独厚的海水养殖基础条件。海南省水产品年产量逾百万吨，产值突破 100 亿元。近 5 年，全省农业增长 9.7 个百分点中，海洋渔业就贡献了 4.9 个百分点，成为海南省经济发展强有力的增长点。

项目所处的海口市如意岛北侧海域拥有适合深水网箱养殖的各种条件，适宜开展大型网箱深远海养殖活动。目前，海口市海洋养殖虽然发展了部分深水网箱养殖，但符合深海养殖条件的资源仍需进一步开发及挖掘。

海南是全国最早引进深水网箱养殖技术的省份，2019 年海南省共发展深水网箱养殖水体 631 万立方米，折算为 40m 周长的深水网箱是 10324 口。我省深水网箱养殖品种主要以金鲳鱼为主。以金鲳鱼为例，近年来养殖金鲳鱼价格和利润基本稳定，国内外需求量较大，养殖经济效益良好。因此，海口市发展深水网箱养殖的潜力巨大，经济效益显

著，能够带动地区经济发展。

为使海南海洋资源开发由粗放经营向集约化生产转变、达到促进海洋经济增长的目的，通过高新技术的引进对传统的海水养殖方式进行改革，使之发展成为新兴的产业是非常必要的。

(3) 项目建设是海口市渔业产业结构调整与升级的需要。

海洋捕捞，尤其是近岸海洋捕捞作为传统的海洋产业支柱，随着社会经济和生态环境保护以及资源减少，对产业经济发展的制约日逾严重，只有不断优化调整渔业产业结构，才能进一步地促进海口市经济发展。海洋捕捞呈现大型船舶向深海发展和近岸小型渔船退渔、退捕工作的不断开展，导致一部分原本捕捞的渔民不得不转产专业。

海水养殖业的发展，将促进渔业经济结构调整，提高产业素质，优化经济结构是提高经济增长质量与效益的根本途径。要以结构调整为主线，以提高产业竞争力为核心，形成以养殖业为先导、加工流通业为支撑、新兴渔业快速协调发展格局。

因此，依托海口市良好的自然资源条件，发展深水网箱养殖，能够提升海口市海洋渔业产业技术水平，拉长产业链条，实现渔民转产专业、渔业产业结构的优化调整和升级。

(4) 项目建设是促进当地渔民转产转业，促进社会和谐发展的需要。

针对中央第四环境保护督察组反馈的“海水养殖造成局部海域水质下降。全省海水养殖没有规划，缺乏监管，长期以来无序发展。2016年，全省海水养殖面积达17823公顷，其中滩涂养殖8402公顷，约六成滩涂养殖位于潟湖、河口等污染物不易扩散区域，位于陆域的海水养殖场开展环评的或有污染治理设施的均不足1%，大量海水养殖场甚至占用自然保护区和沿海防护林”问题，海南省政府积极制定、落实整改措施，加快推进近海养殖清退工作，高水平规划建设中心渔港，以渔民转产转业推动近海养殖清退工作，鼓励渔民“往岸上走、往深海走、往休闲渔业走”，发展工厂化养殖、深海网箱养殖和休闲渔业。坚持政策引导，制定推动渔民转产转业政策，建立渔业转型产业基金。坚持科学指导，引进先进海水养殖技术，提高养殖产量和质量。

2020年1月21日，海南省多部门联合印发《关于进一步做好全省水产养殖清退整改工作中渔民转产转业养殖用海审批和海域使用金征收工作的意见》，以进一步做好我省水产养殖清退整改工作，促进退养渔民转产转业，缓解近岸海洋环境污染，推动近海养殖向深远海网箱养殖转型升级。该《意见》还指出“鼓励沿海市、县、自治县人民政府在省和沿海市、县、自治县总体规划确定用于渔业养殖的海域建立养殖产业园区，引

导渔民集中转产转业、发展深水网箱养殖，在深水网箱等集中养殖区域，政府可预先组织海域使用论证和海洋环境影响评价，简化用海审批手续等，提高海域使用效率和效益”。

本项目正是在《意见》的指导下，在如意岛北侧的海南岛近海农渔业区内规划深水网箱集中养殖区域，推广应用优质深海养殖新技术、新模式，提高渔业经济效益，发展渔业经济。项目用海为政府预先申请的养殖整体用海，能够极大地简化后续养殖单位用海审批手续。项目规划用海区域约 805.2040 公顷，规划不同类型的深水网箱 206 口和 12 艘大型养殖平台，并预留了开展底播养殖区，能够大大的促进当地导渔民集中转产转业，增加社会就业机会，促进社会的和谐发展。

(5) 项目建设是海南省建设“蓝色粮仓”的需要。

随着经济发展和人们需求多样化，可持续开发“蓝色资源”成为了全球新趋势，世界各国纷纷采取措施、制订计划，确保海洋粮食供给和营养安全。“蓝色粮仓”是以可利用海洋生物资源为劳动对象，以蓝色海域和近海滩涂为主要作业场所，通过增养殖、捕捞和加工海洋生物资源，为人类持续提供初级及加工类海产品。

规模性是“蓝色粮仓”的最重要属性，广阔海域和适宜的海洋环境为“蓝色粮仓”进行规模建设提供了可能，“蓝色粮仓”利用优质海洋资源通过人工培育、营造生物生存和繁殖环境以及现代生物控制技术形成规模发展。规模发展更加注重资本密集型、技术密集型产业的产出能力，不仅有利于提高产出水平，而且有利于降低产品成本。海洋生物多样性，是人类生活的食物来源之一，海洋产品富含各种蛋白质、维生素和矿物质，高营养、低脂肪是人体健康的重要需求。随着海洋开发和科技进步，我国海洋产品总量日益提高，海水养殖和远洋渔业产量稳步增长；海洋产品增长速度和边际产量明显高于陆地，高产量、高品质的海产品为人们带来“食品红利”。目前，我国土地过度开发和生态污染加剧，陆地可利用空间逐渐减少，产出效率急剧下降，这严重制约了粮食生产总量、质量和空间。加快“蓝色粮仓”建设将有效保障粮食安全和拓展粮食生产空间。本项目在如意岛北侧的海南岛近海农业区内规划深水网箱集中养殖区域，推广应用优质深海养殖新技术、新模式，提高渔业经济效益，发展渔业经济，为海南省建设“蓝色粮仓”提供基础。

2.8.2 项目用海的必要性

近年来，与我国其他沿海地区一样，除滩涂养殖造成的环境污染外，海南的渔业渔民也面临转产转业的强劲压力。为贯彻落实习近平总书记“4·13”重要讲话精神，保护近海生态环境，突破产业发展瓶颈，海南省渔业转型得越早，得益就越快越多。海南省委

省政府提出“三个走”转型方向，即继续坚持往岸上走、往深海走、往休闲渔业走，推动渔业生产方式、生产关系和产品业态转型，实现生态效益与经济效益同步提升。

2020年1月，“三走战略”被列入中共海南省委海南省人民政府《关于抓好“三农”领域重点工作确保如期实现全面小康的实施意见》正式文件。2020年12月，“三走战略”又被列入《中共海南省委关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》。至此，“三走战略”已成为海南渔业转型，渔民转产转业的行动纲领，亦是海南自贸港国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的重要内容。

深水网箱养殖是“三走战略”中的往深海走的重要组成部分，可有效减轻对近岸海洋生态环境的污染，减少环境压力。深水网箱需要依托足够的水深条件、海域环境资源和尽可能少的海洋灾害风险，同时，为了避免养殖户零星申请适宜的海域和浪费海域资源，集中规划养殖海域有助于形成规模化的养殖生产模式，达到合理利用海洋资源和养殖生产效益最大化的目的。

项目位于海口市如意岛北侧的海南岛近海农业区内，其环境条件符合深水网箱养殖的要求，本项目利用海口近岸海域的环境和资源优势，进行金鲳鱼等鱼类的深水网箱养殖。深水网箱养殖基本上采取相对固定区域的用海方式，为避免养殖密度过高引起养殖区域环境变异，因此需要足够的海域面积在养殖过程中进行网箱位置移位调整和养殖环境维护措施，以保证网箱规模化生产的正常运行。

根据项目的方案布局，按照水深条件、养殖容量和环境保护的要求，在三个规划区内共计投放C80及以下、C100及以上各类口径尺寸HDPE网箱206口，12艘半潜式智能化养殖网箱平台。根据相关规范及规划养殖区域范围，整体规划养殖用海面积为805.2040公顷。

本项目将适宜开展深水网箱的海域进行规划并开展海域使用论证，通过对海域的使规划，可避免养殖户无序申请用海导致的环境污染和资源浪费，达到了集约、节约用海的目的。同时，海口市美兰区如意岛北侧海域潮流畅通，水质优良，温度适中，海面宽阔，水体交换条件好，有利于深水网箱养殖产业发展，有利于优化渔业生产力结构、促进当地渔民转产转业。

因此，为保障渔民转产专业，达到养殖向深海走的目标，项目占用海域是必要的。

综上所述，本项目建设 and 用海是必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气象概况

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

本报告气温、降水、风况、湿度、雾况等资料均采用海口市气象站 1990-2019 年的观测资料进行统计；热带气旋采用 1975~2019 年的统计资料进行分析。

3.1.1.1 气温

(1) 月变化

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间月气温变化如图 3.1-1，可知海口地区月气温变化呈单峰性，月平均气温为 24.6℃，月平均气温峰值出现在 6 月份，为 28.9℃，月平均气温最小值出现在 1 月份，为 18.1℃。

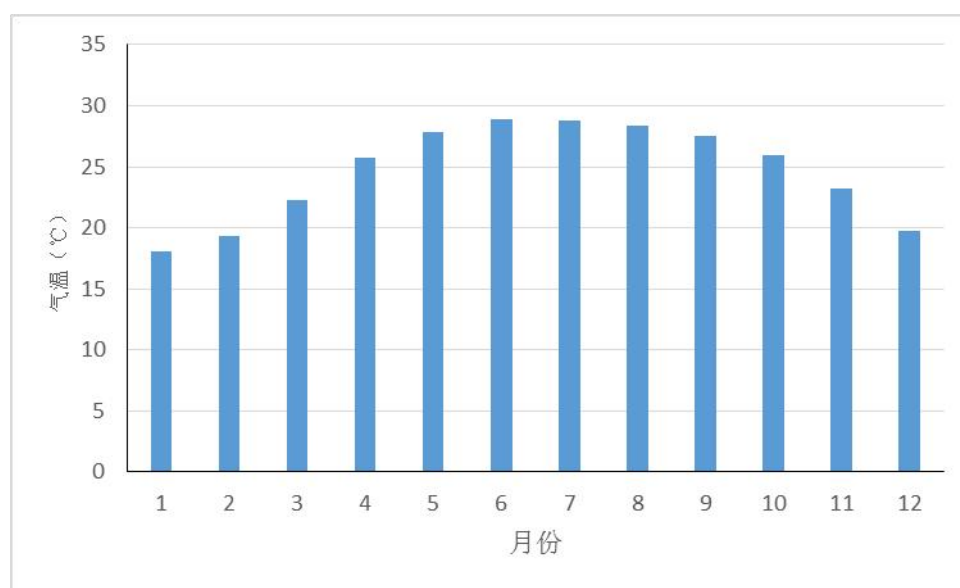


图3.1-1 1990-2019年海口气象站月平均气温

(2) 年变化

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间年气温变化如图 3.1-2，年平均气温为 24.6℃，年平均气温变化呈多峰性，其中有五个峰值比较明显，分别是 1999、2007 年年气温为 25.4℃；2003、2015 年年气温为 25.3℃；2019 年年气温为 25.9℃；最低气温出现在 2011 年，为 23.3℃。

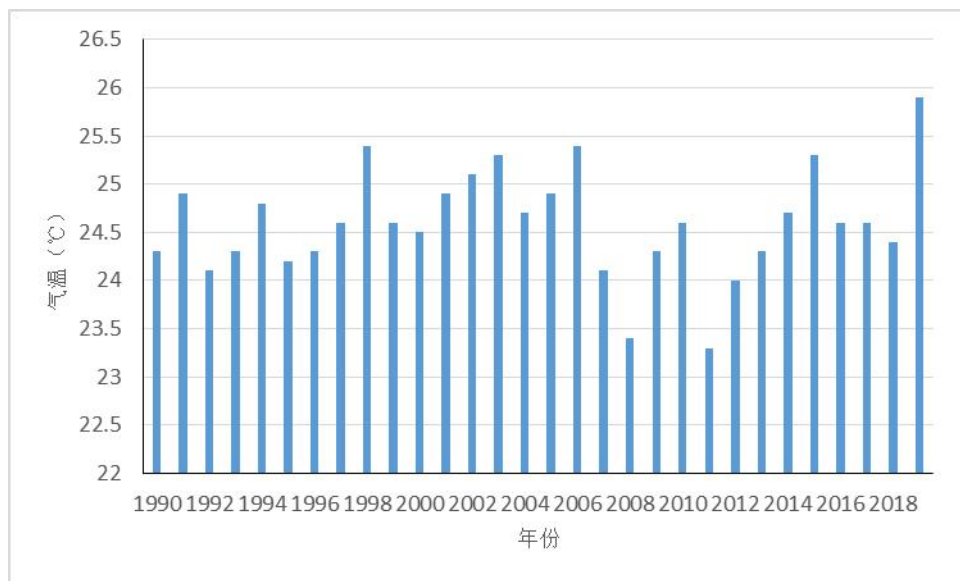


图3.1-2 1990-2019年海口气象站年平均气温

(3) 高温日数

高温主要从各月、年最高气温及高温日数这几个方面，对海口高温引起的干旱、中暑以及工农业生产造成的影响等高温灾害进行分析。为了研究各高温灾害风险的分布状况，选取海口气象站 1990-2019 年的气温数据，以 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 气温为指标，分析海口地区高温气候特征，为高温灾害的防御提供科技支撑和理论支持。

统计海口气象站 1990-2019 年的气温数据期间高温日数，如图 3.1-3，该地区全年高温主要出现在 2-9 月，其中高温日数月变化峰值出现在 6 月份，为 8.4 天；其次是 5 月份，为 7.2 天。由图 3.1-4 高温日数的年变化可知，该地区高温日数整体呈现多峰变化的趋势，较为明显的四个峰值分别出现 1998 年为 53 天；2006 年为 52 天；2015 年为 57 天；2019 年为 55 天；其中 2015 年为最高峰值。绝大多数年份的高温日数都大于 10 天以上，年平均高温日数低于 10 天仅有 3 个年份(2008 年、2009 年、2012 年)。

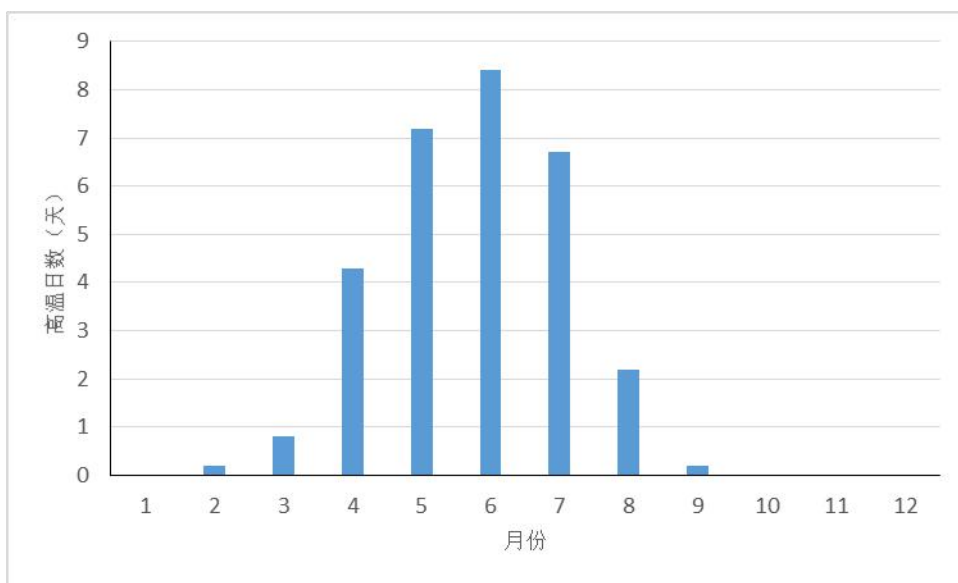


图3.1-3 1990-2019年海口历年月平均高温日数

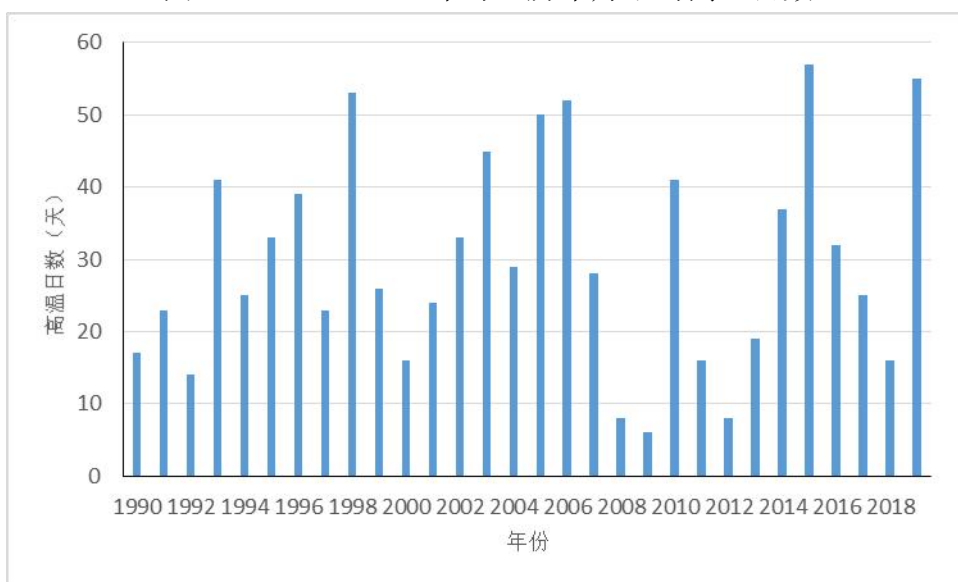


图3.1-4 1990-2019年海口历年高温日数

(4) 极端气温

统计海口气象站 1990-2019 年月极端气温和年极端气温(表 3.1-1、3.1-2)，月极端最高气温均大于 30℃，月极高最高气温为 39.6℃，出现在 7 月份；月极端最低气温为 5.6℃，出现在 1 月份。年极端最高气温均大于 35℃，年极端最高气温为 39.6℃，出现在 2001 年；年极端最低气温为 5.6℃，出现在 2016 年。

表3.1-1 1990-2019年海口气象站月极高、极低气温(单位℃)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
极最高气温	32.1	36.6	38.1	39.6	38.9	37.9	38.7	37.3	35.7	34.5	34.7	31.2
极低气温	5.6	7.0	10.0	14.5	18.6	21.9	21.7	22.3	19.7	15.5	11.4	7.4

表3.1-2 1990-2019年海口气象站年极低、极高气温(单位℃)

年份	极高气温	极低气温	年份	极高气温	极低气温	年份	极高气温	极低气温
1990	38.2	7.7	2000	36.3	10.5	2010	38.4	8.4
1991	37.7	7.4	2001	39.6	10.2	2011	35.9	7.7
1992	37.5	8.6	2002	37	9.1	2012	36.1	9.2
1993	38.4	7.5	2003	38.6	7.4	2013	37.3	8.9
1994	38.7	8.7	2004	37.2	9	2014	37	8.3
1995	36.8	9.2	2005	38.5	-	2015	38.7	11
1996	38	7.5	2006	38.2	10.4	2016	37.4	5.6
1997	36.4	11.1	2007	37.9	10.7	2017	37.9	11.1
1998	37.7	10.8	2008	36.4	7.7	2018	36.7	7
1999	38.1	7.4	2009	35.5	9	2019	38.9	11.4

3.1.1.2 降水

(1) 月变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年月降水量(见图 3.1-5)，月降水量差异性显著。月平均降水量为 150.0 毫米，月降水量最高为 8 月份，达到 289.1 毫米，最低为 1 月份，仅为 28.0 毫米。降水主要集中在 5-10 月，其中，6-10 月月降水量均大于 200 毫米。

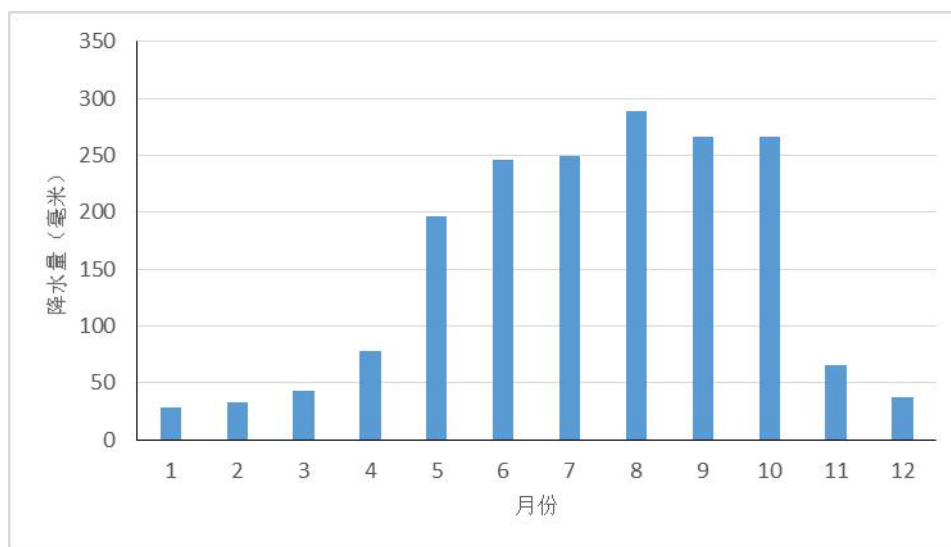


图3.1-5 1990-2019年海口气象站月降水量分布

(2) 季变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年 30 年季(春季: 3-5 月; 夏季: 6-8 月; 秋季: 9-11 月; 冬季: 12-2 月)降水量图 3.1-6 可知，海口地区主要降水出现在夏秋两季，占全年降水量的 77%，其中，季降水量以夏季为最高，总降水量达到 785.0 毫米，占年总降水量

的 44%；秋季降水为 598.5 毫米，占年总降水的 33%。春季降水为 318.3 毫米，占年总降水的 18%。冬季节降水最少，为 98.2 毫米，仅占全年总降水量的 5%，春、冬季降水大幅度减少。

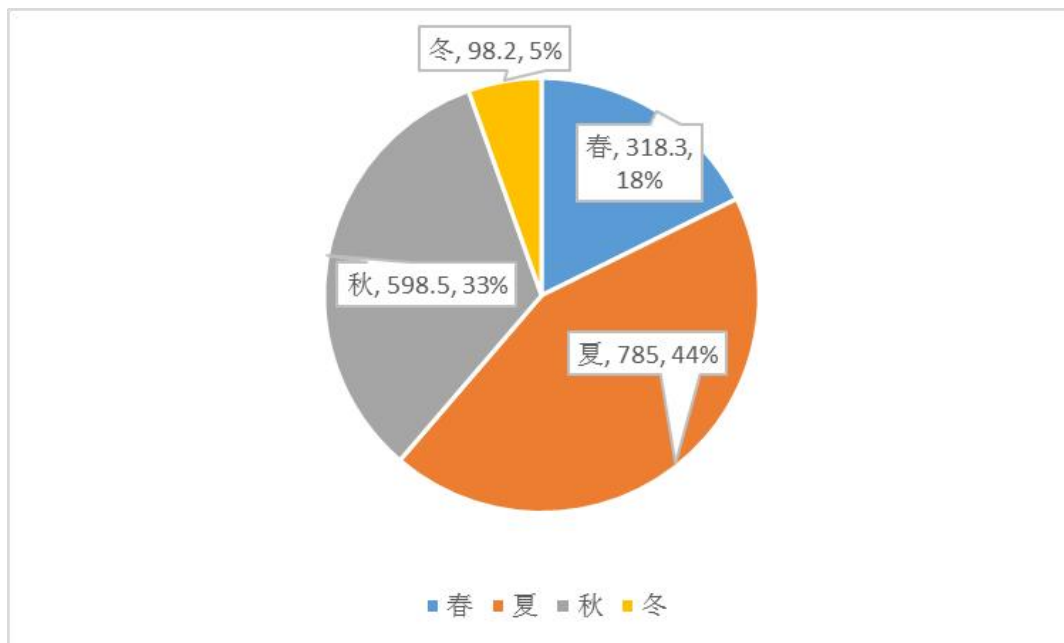


图3.1-6 1990-2019年海口气象站季降水量分布

(3) 年变化

统计分析海口气象站 1990-2019 年 30 年年降水量资料，得出如图 3.1-7 所示的年降水量时间分布，海口地区年平均降水量为 1781.2 毫米，最大年降水量为 2628.2 毫米(2009 年)，最小年降水量为 983.6 毫米(2004 年)，降水量年变化相对较大。

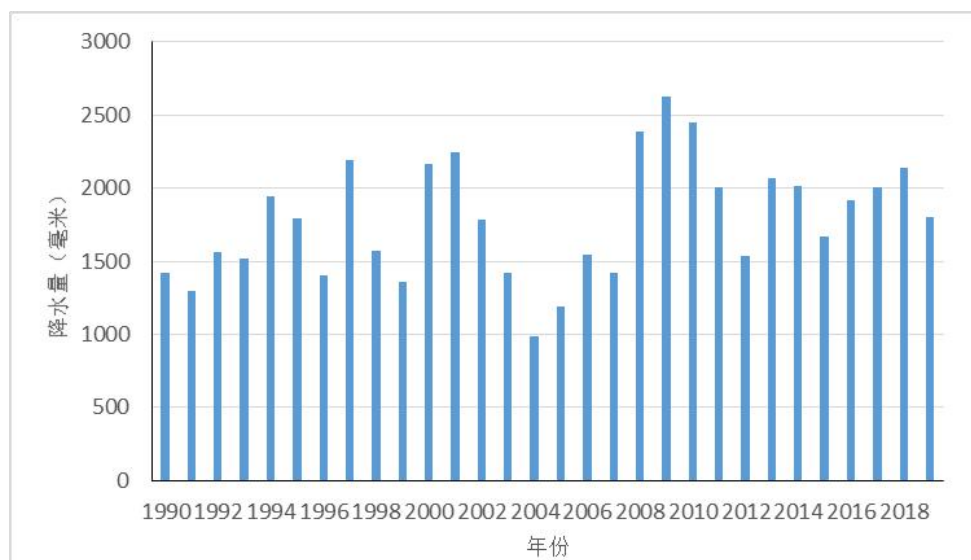


图3.1-7 1990-2019年海口气象站年降水量分布

(4) 暴雨

1) 暴雨分析

统计海口气象站 1952-2019 年历年降水日数和逐月降水日数资料，得出如图 3.1-8~图 3.1-11 所示的暴雨日数、特大暴雨日数分布，由图可知，历年暴雨日数、月暴雨日数差异性显著。68 年累计暴雨日数为 503 天，年平均暴雨日数约为 7.4 天，最高为 2009 年，达到 15 天，最低为 1969 年、1981 年，仅为 1 天。月平均暴雨日为 0.6 天；月暴雨日数最高为 10 月份，达到 1.6 天；最低为 2 月份，为 0 天；受台风和季节性天气影响，暴雨主要集中在 5-10 月。如图 5.1-10、5.1-11，该地区特大暴雨日数较少，为 1 天，主要集中在 7 月~11 月。

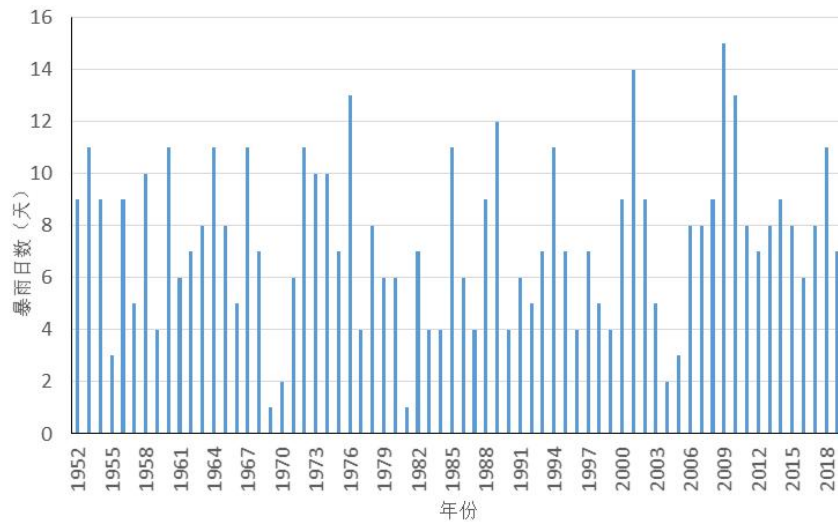


图3.1-8 1952-2019年海口历年暴雨日数分布

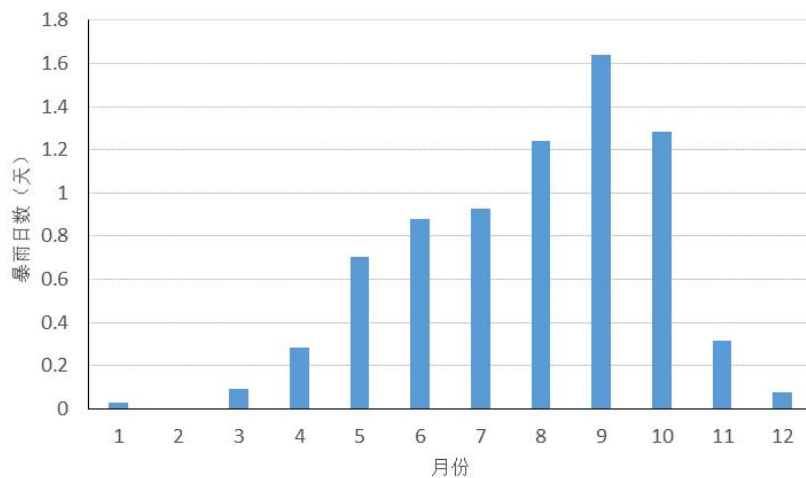


图3.1-9 1952-2019年海口各月暴雨日数分布

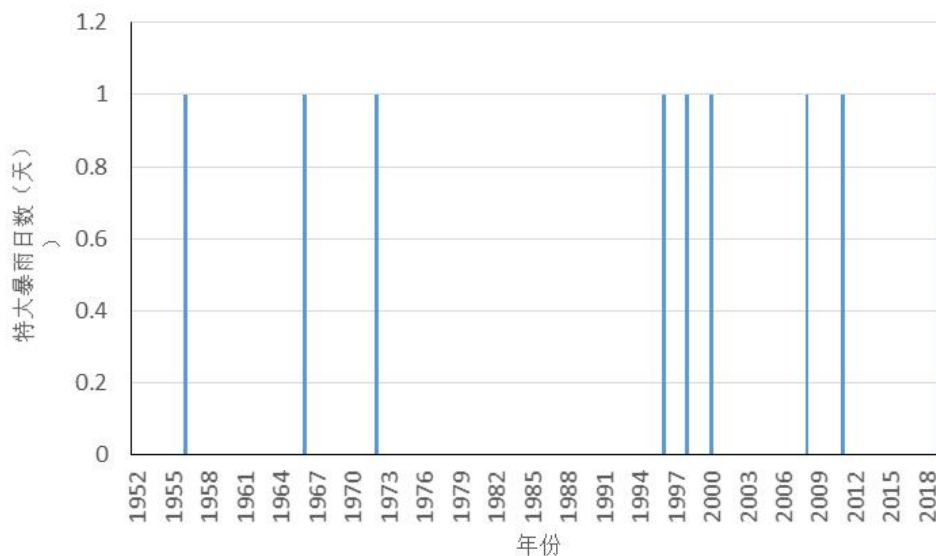


图3.1-10 1952-2019年海口历年特大暴雨日数分布

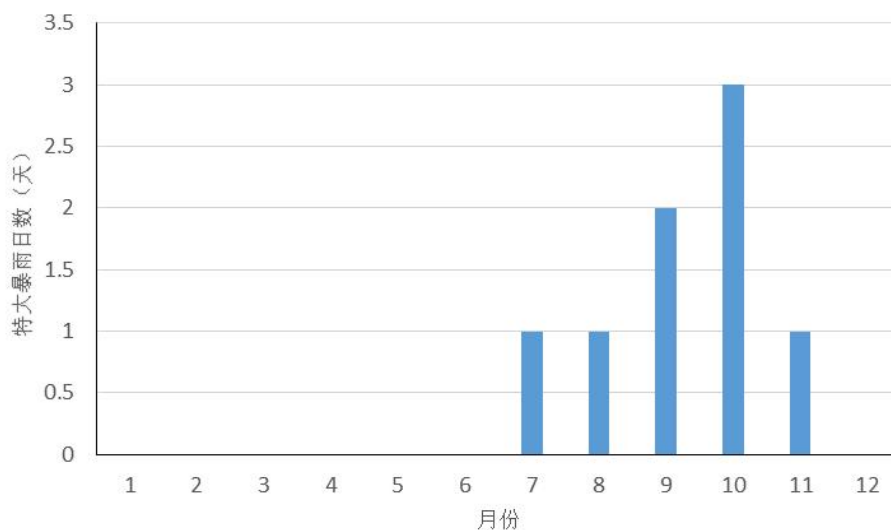


图3.1-11 1952-2019年海口各月特大暴雨日数分布

2) 最大降水

①年日最大降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料(见图 3.1-12)。可知，日最大降水量近 68 年来波动比较明显，最高值出现在 2011 年，为 331.2 毫米。

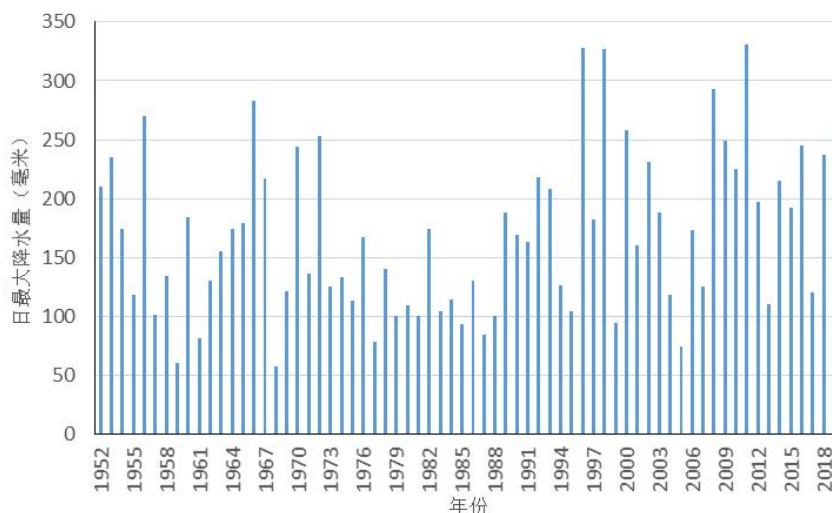


图3.1-12 1952-2019年海口气象站日最大降水量分布

②月最大日降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料(见图 3.1-13)。月最大日降水量最高值出现在 10 月份，为 331.2 毫米，最低值出现在 2 月份，为 41.5 毫米。日最大降水量表征了致洪性降水的强度特征，我们可以看到，从 4 月到 11 月，都有产生暴雨灾害的风险，其中 4、5 月份主要由于季节性天气转变产的强降水，6-11 月受台风天气影响。

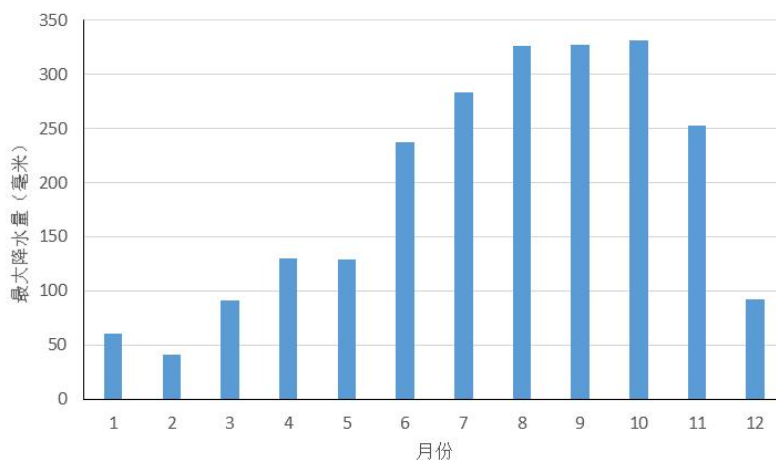


图3.1-13 1952-2019年海口气象站月最大日降水量分布

3) 最大连续降水量

①最大连续降水量

统计分析海口气象站 1952-2019 年年降水量资料(见图 3.1-14)。可知，除 1969 年、2005 年外，最大连续降水量均超过 100mm。近 68 年最大连续降水量出现在 1996 年，达到了 879.5 毫米，2010 年次之，为 815.1 毫米。

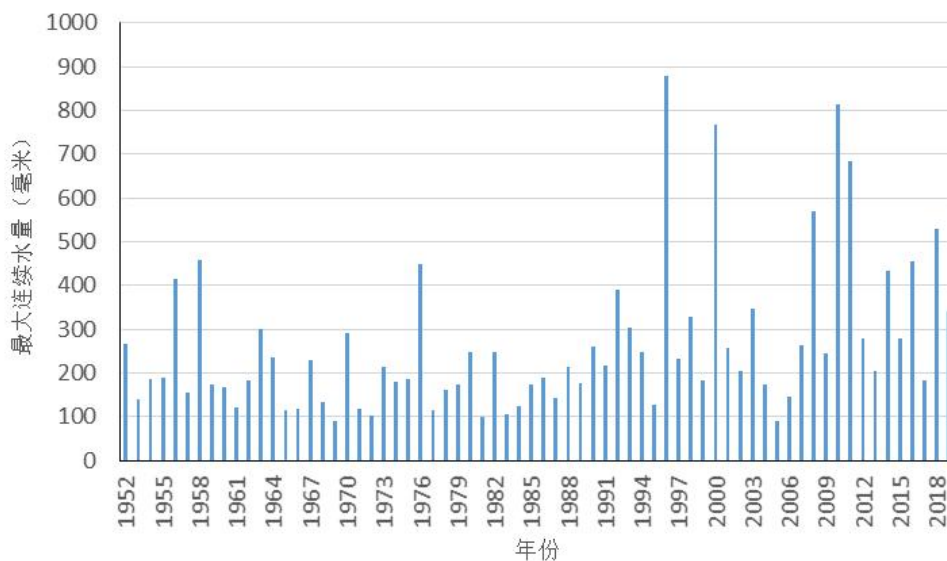


图3.1-14 1952-2019年海口市气象站年最大连续降水量分布

统计分析海口市气象站 1952-2019 年月最大连续降水量资料(见图 3.1-15)。月最大连续降水量最高值出现在 9 月份，为 879.5mm，最低值出现在 1 月份，为 60mm。

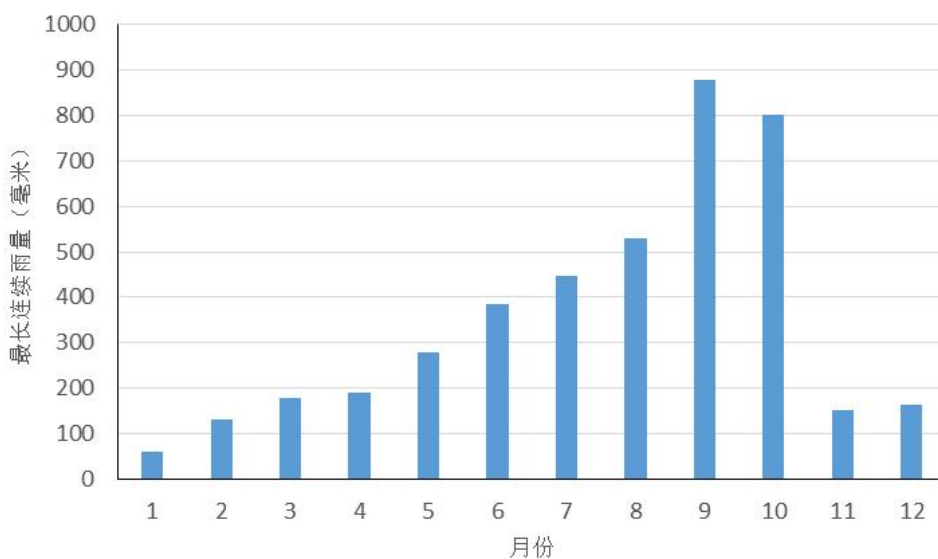


图3.1-15 1952-2019年海口市气象站月最大连续降水量分布

②最长连续降水日数

统计分析海口市气象站 1952-2019 年 68 年年降水量资料(见图 3.1-16)，可知海口全年降水日数呈季节性变化，春季偏少，夏、秋、冬季偏多。6 月为最长，达到 19 天，其次是 2 月、9 月为 16 天。

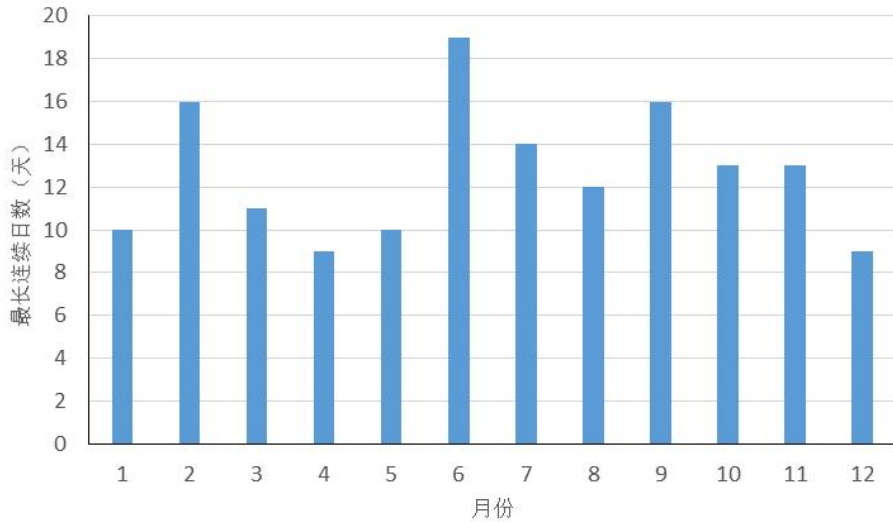


图3.1-16 1952-2019年海口气象站连续降水最大日数分布

③年暴雨日数变化趋势

统计海口气象站 1952-2019 年近 68 年的暴雨日数，如图 3.1-17 分析可知：暴雨日数开始呈现平滑稳定的趋势，其中最高值出现在 2009 年，暴雨日数为 21 天，最低值出现在 1969 年、1981 年，暴雨日数为 1 天，极值之间差距比较大。近 68 年的暴雨平均日数近 9.5 天，超过 9 天的年份个数为 32 个。逐年暴雨日数的波动周期性显著，表现为四个比较明显的高峰期，分别为 1963-1964，1971-1972，2000-2001，2008-2009，这四个高峰都是相对于暴雨日数平均值较高的年份。

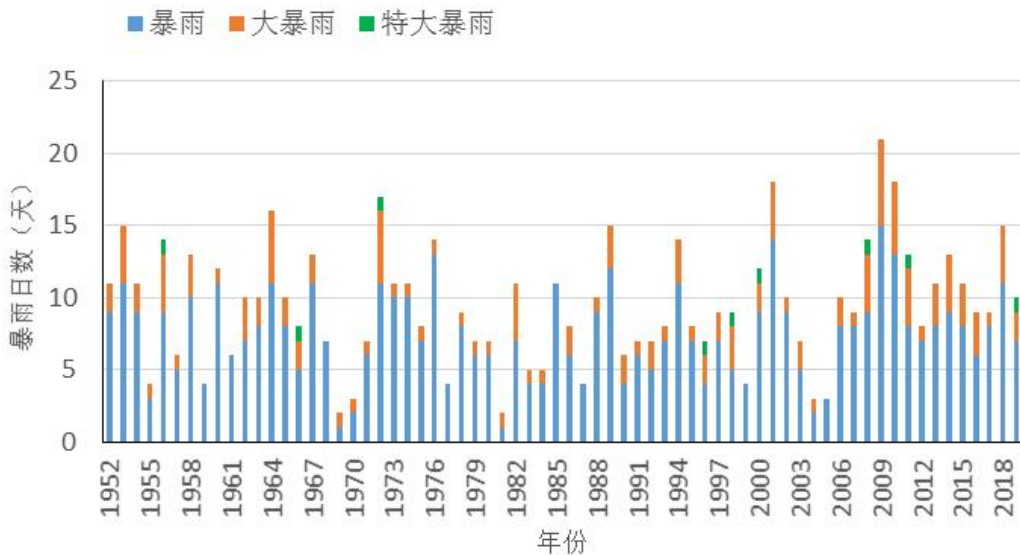


图3.1-17 1952-2019年暴雨日数年变化

3.1.1.3 风况

(1) 平均风速

统计海口气象站 1990-2019 年平均风速(见图 3.1-18), 结果显示, 30 年平均风速为 2.6m/s, 年平均风速最大值出现 2008 年, 为 4.2m/s。1990-2006 年平均风速为 2.0 m/s, 2007-2019 年平均风速为 3.4 m/s。2007-2019 年平均风速普遍高于 1990-2006 年, 由于海口气象站于 2007 年 1 月 1 日由海府路龙岐村搬迁至南海大道 286 号, 搬迁后, 由于地理环境变化, 郊区风速明显偏大。

累年各月平均风速在 2.2-3.0m/s 之间(见图 3.1-19), 月平均风速最大值出现在 3 月份, 为 3.0m/s, 8 月平均风速最小, 为 2.2m/s。

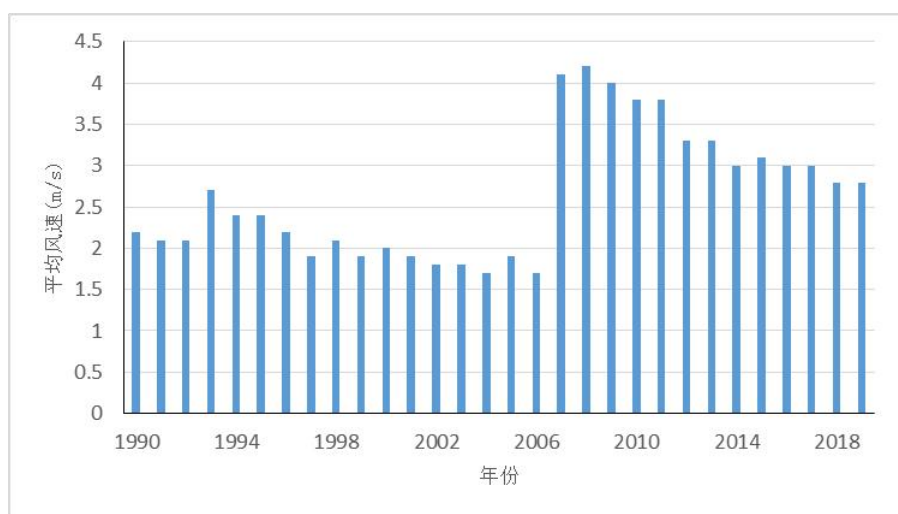


图3.1-18 1990-2019年海口气象站年平均风速

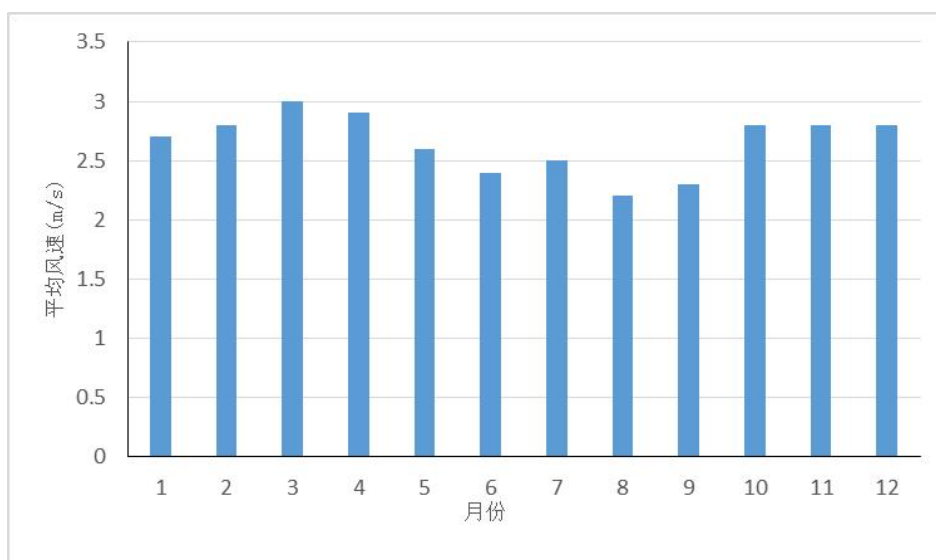


图3.1-19 1990-2019年海口气象站月平均风速

(2) 最大风速

统计海口气象站 1990-2019 年最大风速(图 3.1-20、图 3.1-21), 结果显示, 30 年平均最大风速 12.2m/s, 搬迁前年最大风速在 5.3-17.3 m/s 之间, 搬迁后, 风速明显偏大,

年最大风速在 10.3-27.5 m/s 之间，可见年最大风速变化波动幅度较大，最大风速出现在 2014 年，为 27.5m/s。

累年各月最大风速在 10.8-27.5m/s 之间，7-11 月最大风速均超过 15m/s，月最大风速最大值出现在 7 月份，为 27.5m/s，次大值出现在 10 月份，为 19.3m/s，1 月最小，为 10.8m/s。

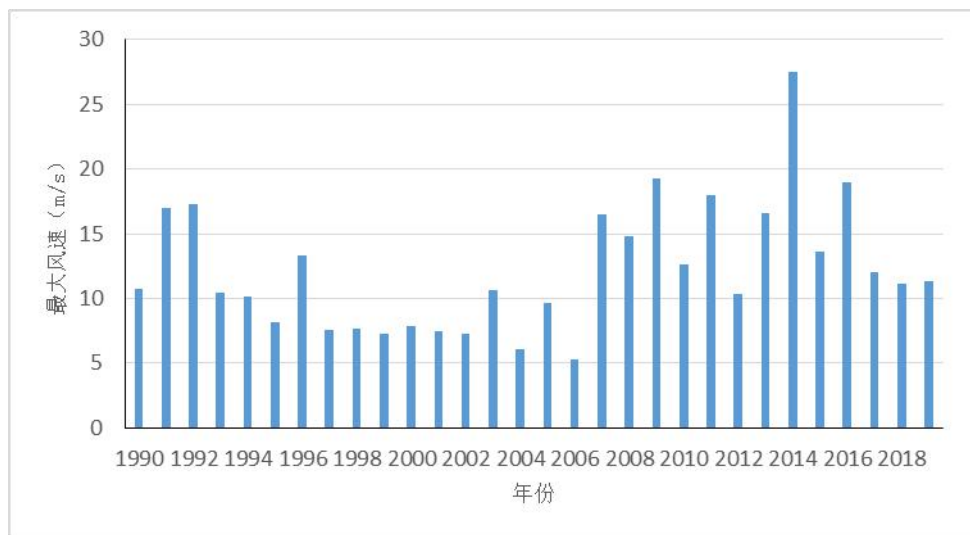


图3.1-20 1990-2019年海口气象站年最大风速

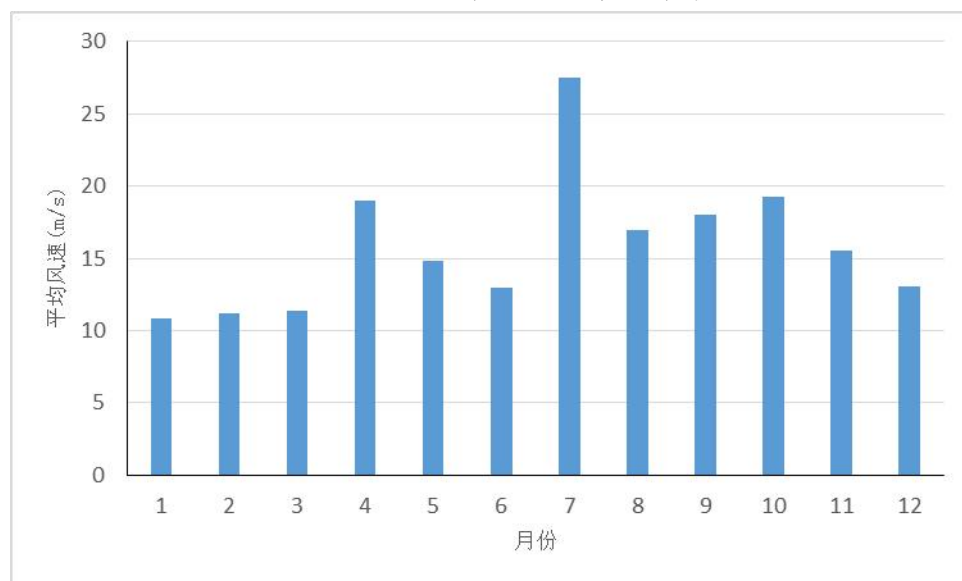


图3.1-21 1990-2019年海口气象站月最大风速

(3) 极大风速

表 3.1-3 为海口 1990-2019 年期间逐年极大风速。可见，极大风速的最大值为 45.6m/s，出现在 2014 年 7 月 18 日，风向为西南偏西向(WSW)；次大值为 37.0m/s，出现在 1991 年 8 月 16 日，对应风向为西北(NW)。年极大风速以 8 月出现频次最多。

表3.1-3 1990-2019年海口逐年极大风速

年份	极大风速(米/秒)	风向	时间(月日)	年份	极大风速(米/秒)	风向	时间(月日)
1990	24.7	NE	0828	2005	22.9	PSE	0926
1991	37	NW	0816	2006	14	NE	0924
1992	34	NE	0713	2007	32.2	NE	0924
1993	20.6	NNE	0808	2008	24.9	SSW	0530
1994	23.1	NE	0913	2009	26.1	NE	0929
1995	17.5	E	0828	2010	19	E	0716
1996	23.5	S	0920	2011	27.5	N	0929
1997	15.8	W	0822	2012	15.8	ENE	1027
1998	18.1	E	1004	2013	29	NE	0803
1999	13.1	E	1019	2014	45.6	WSW	0718
2000	17.9	SW	0731	2015	21.8	WNW	1004
2001	15.2	SW	0607	2016	31.3	W	0411
2002	15	NW	0819	2017	23.2	WSW	0421
2003	24.8	SSE	0825	2018	21.4	NE	0809
2004	15	SSW	0530	2019	21.2	WSW	0816

(4) 大风日数

统计海口 1990-2019 年大风资料(见图 3.1-22), 结果显示: 30 年有 137 天大风天气, 年平均大风日数为 4.6 天, 最多年 28 天(2007 年), 最少年 0 天。

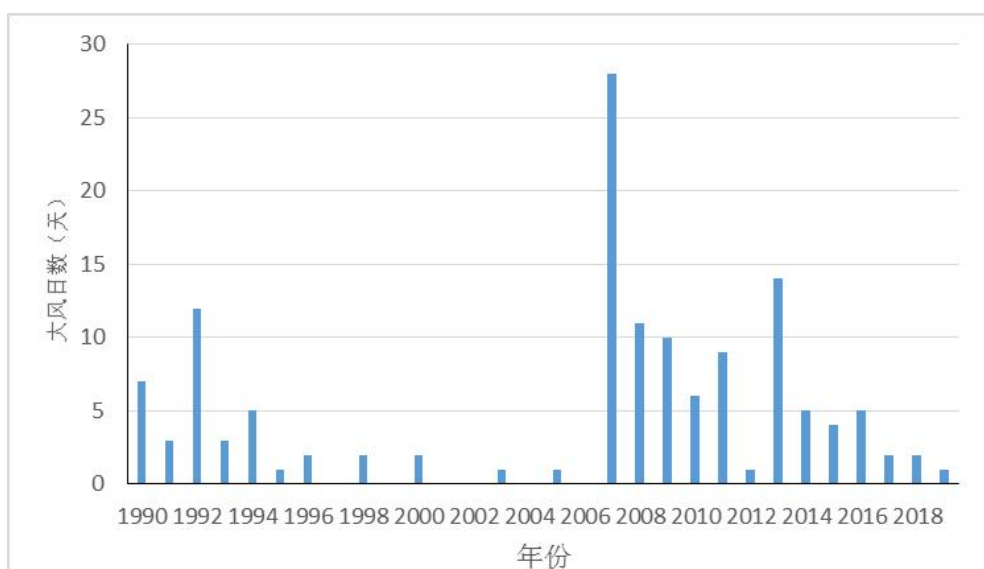


图3.1-22 1990-2019年海口气象站大风日数变化图

(5) 主导风向

根据海口逐日风向数据统计得到风向的季节及年变化(图 3.1-23)。从季节演变来看,

春、夏季的主导风向为东南偏南风(SSE)，出现频率分别为 17.7%、20.7%；秋、冬季的主导风向为东北偏东风(ENE)，频率分别为 18.2%、22.0%。可以看出，春夏季节海口主要由东南偏南风控制，秋冬季节主要由东北偏东风控制。

从年风向频率可以看出，海口年出现频率最高风向是东北偏东风(ENE)，频率为 13.4%，年频率次高风向是东南偏南风(SSE)，频率为 11.8%。

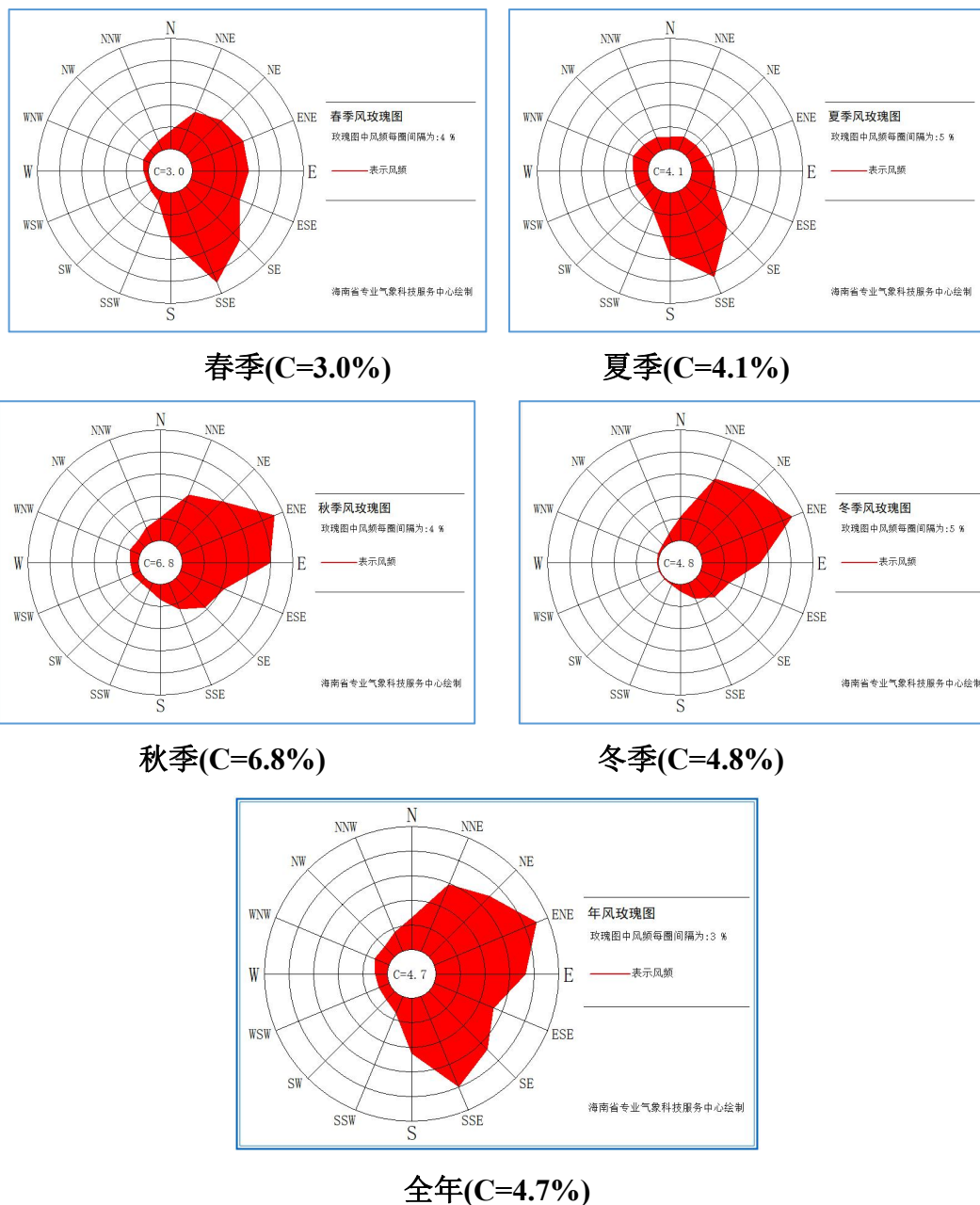


图3.1-23 1990-2019年海口气象站春、夏、秋、冬四季和全年风向玫瑰图

3.1.1.4 雾况

统计海口气象站 1951-2019 年(图 3.1-24)，结果显示，年平均雾日有 25.8 天，年雾日数最大值为 58 天，出现在 1968 年，次大值出现在 1965 年，为 53 天，最小值出现在

2003 年，为 5 天，总体来看，逐年雾日呈下降的趋势。

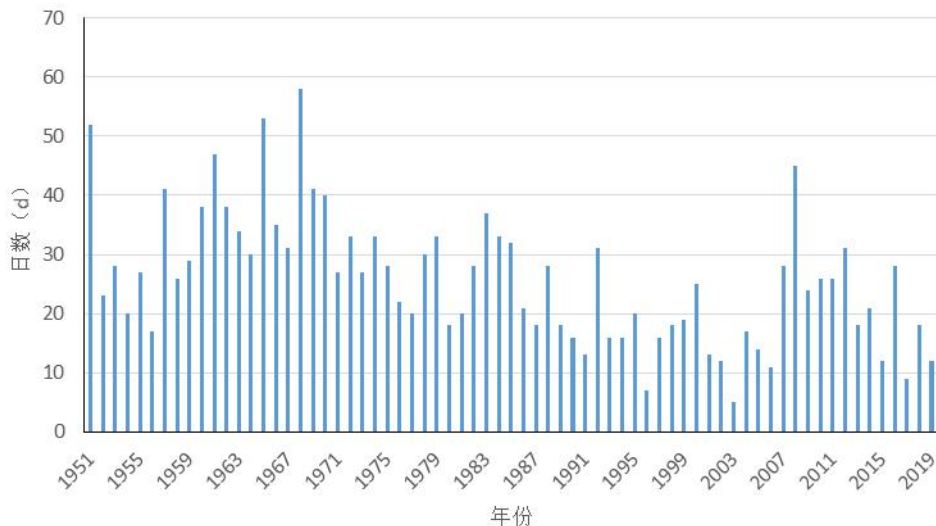


图3.1-24 1951-2019年海口逐年雾日数分布

统计海口气象站 1951-2019 年累年各月平均雾日数(图 3.1-25)，雾主要出现在 11 月份到翌年 4 月份，集中在冬季和春季，最大值日出现在 1 月份，为 5.56 天，夏季基本无雾，秋季为少雾。

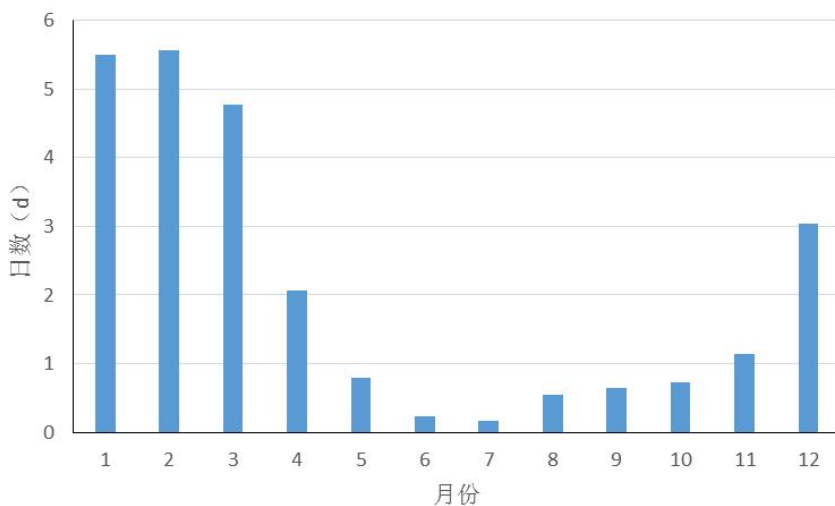


图3.1-25 1951-2019年海口逐月平均雾日数分布

3.1.1.5 相对湿度

由于常年受到来自海洋的气流影响，本区域的湿度相对较大，年平均相对湿度为 84%。因主要受海洋性气候影响，全年相对湿度没有明显的季节变化，各月平均相对湿度均在 80%以上，平均相对湿度的季节变化很小，年平均呈双峰型；1~3 月相对湿度较

高，2月份出现最高峰值，为88%其主要由于冬春季之交，冷暖气团常在沿海交锋，多云、雾、连绵细雨等天气现象，故造成相对湿度较高。第二峰值出现在9月，为85%，主要是由后汛期降雨这一天气现象所造成。11月份相对湿度最低，为80%，主要是受到北方干冷的高压脊控制，相对比较干燥。

3.1.1.6 热带气旋

本海区夏、秋季台风活动频繁，台风季节一般为6~10月份为盛行期。1980~2000年内共出现台风34次，平均每年约2~3次，最多5次，强热带风暴出现18次，热带风暴出现4次，见表3.1-4。风速≥6级的台风，最长影响可达4天，一般1~2天，但其强度大，破坏力强，最大风速可达50m/s以上，并常伴有风暴潮增水。

表3.1-4 海口气象站(1980-2000年)影响海口的台风实测资料

年月日	过程天数	等级	最大风速(m/s)	风向
1980.6.25~28	4	强热带风暴	18	SSE
7.16~19	4	热带风暴	5	NW WNW
7.19~23	5	台风	27	SSE
9.11~15	5	强热带风暴	22	SSE
1981.7.1~4	4	台风	11	ESE
1982.6.28~29	2	热带风暴	7	NNE
7.15~17	3	强热带风暴	7.3	SSW
5.5~7	3	强热带风暴	8.7	SSW
9.7~15	9	台风	18	WSW
10.14~17	4	台风	10	ENE
1983.7.12~14	3	强热带风暴	14.3	WNW
7.13~18	6	台风	25.7	SSE
10.23~26	4	强热带风暴	9.7	NNE
1984.7.7~9	3	强热带风暴	8	S
8.29~31	3	台风	4.3	W
9.5~6	2	台风	21	S
1985.9.21~21	1	强热带风暴	8	W
9.28~30	3	台风	8.3	ENE
10.19~21	3	台风	11.3	N NE
1986.8.9~11	3	热带风暴	7.7	SSW
8.19~20	2	台风	4.3	N NE
9.4~5	2	台风	17	S SE
1987.8.14~16	3	台风	9	SE
8.20~22	3	台风	11	S SE
1988.10.21~23	3	台风	8.7	SE ESE

年月日	过程天数	等级	最大风速(m/s)	风向
10.26~29	4	台风	12.3	NNE
1989.6.6~12	7	台风	12	ESE SE
7.8~11	4	强热带风暴	12.7	NNE
7.15~19	5	台风	6.7	SW
10.8~10	3	台风	7	ENE
9.30~10.3	4	台风	12	ENE
10.11~13	3	台风	11.3	ESE
1990.6.15~18	4	强热带风暴	9	W
7.28~31	4	台风	5.3	NNE
8.27~29	3	台风	12.3	ESE
11.15~17	3	台风	9.3	ESE
1991.7.11~13	3	台风	16	SSE
8.15~18	4	台风	14	SSW
1992.7.10~13	4	台风	17.7	—
7.22~24	3	台风	6.7	SE
1993.8.17~21	5	台风	6.7	S
1994.8.25~28	4	台风	10.3	S
6.4~9	6	强热带风暴	10.3	WSW
7.3~4	2	热带风暴	4.3	NNE
9.10~13	4	强热带风暴	10.3	N
1995.8.26~30	5	强热带风暴	11	E
9.30~10.3	4	台风	6.7	NNW
10.11~13	3	强热带风暴	7.7	ENE
11.5~7	3	台风	6.7	NNE
1996.7.21~23	3	强热带风暴	11	ESE
8.22	1	台风	12	ENE
9.19~20	2	台风	10	WNW S
1997.8.21~23	3	强热带风暴	7.5	W
9.27	1	强热带风暴	5.9	N
1998.9.13	1	热带低压	6.1	WNW
10.4	1	热带低压	7.8	E
1999.9.19~21	3	热带风暴	3.8	ESE
2000.7.15~18	4	热带低压	5.8	ENE
9.9	1	台风	10.4	ENE
10.13~15	3	热带低压	7.9	SE

根据中国气象局热带气旋资料中心资料,2001~2021年期间登陆或影响海南的热带气旋约有36个,具体见表3.1-5。

表3.1-5 中国气象局2001~2021年热带气旋资料中心登陆海南的台风资料统计表

年份	我国编号	中文名	海南登录地点	登录时强度等级
2001	0114	菲特	海口	热带低压(TD)
2002	0220	米克拉	三亚	热带风暴(TS)
2003	0308	天鹅	万宁	热带风暴(TS)
	0312	科罗旺	海南北部	台风(TY)
	0320	尼伯特	海南西部	台风(TY)
2004	—	—	—	—
2005	0508	天鹰	琼海	强热带风暴(STS)
	0518	达维	万宁	强台风(STY)
2006	—	—	—	—
2007	0703	桃芝	万宁	热带低压(TD)
	0714	范斯高	文昌	热带风暴(TS)
2008	0801	浣熊	文昌	强热带风暴(STS)
	0817	海高斯	文昌	热带风暴(TS)
2009	0905	苏迪罗	文昌	热带风暴(TS)
	0913	彩虹	文昌	热带风暴(TS)
	0916	芭玛	万宁	热带风暴(TS)
2010	1002	康森	三亚	台风(TY)
2011	1108	洛坦	文昌	强热带风暴(STS)
	1117	纳沙	文昌	台风(TY)
	1119	尼格	乐东	强热带风暴(STS)
2012	—	—	—	—
2013	1305	贝碧嘉	琼海	热带风暴(TS)
	1309	飞燕	文昌	强热带风暴(STS)
2014	1409	威马逊	文昌	超强台风(SuperTY)
	1415	海鸥	文昌	强台风(STY)
2015	1508	鲸鱼	万宁	强热带风暴(STS)
2016	1603	银河	万宁	强热带风暴(STS)
	1621	莎莉嘉	万宁	台风(TY)
2017	—	—	—	—
2018	1804	艾云尼	海口	热带风暴(TS)
	1809	山神	万宁	热带风暴(TS)
	1816	贝碧嘉	琼海	热带低压(TD)
2019	1904	木恩	万宁	热带风暴(TS)
	1907	韦帕	文昌	热带风暴(TS)
	1914	剑鱼	万宁	热带风暴(TS)
2020	2016	浪卡	琼海	强热带风暴(STS)
2021	2107	查帕卡	阳江	台风(TY)

年份	我国编号	中文名	海南登录地点	登录时强度等级
	2117	狮子山	琼海	热带风暴(TS)
	2118	圆规	琼海	台风(TY)
2022	2207	木兰	徐闻	热带风暴(TS)

热带气旋直径往往达 600km 以上，在海南岛东部、北部登陆或靠近海南岛东部、北部的热带气旋都对会严重影响海口，近年来影响海口最强的台风为 1409 号超强台风“威马逊”和 1415 号台风“海鸥”。

“威马逊”是继 1973 年台风玛琪后，41 年以来登陆华南的最强风暴，“威马逊”登陆时中心附近最大风力有 17 级(72m/s)中心最低气压 888 百帕。根据国家海洋局海口海洋环境监测中心站于台风期间(2014 年 7 月 17 日~19 日)海口秀英站潮流观测资料，17 日最高潮位为 139cm，最低潮位为-22cm (国家 85 高程)，最大波高为 1.6m，最大风速为 5.2m/s；18 日台风登陆时最高潮位为 249cm，最低潮位为 19cm，最大波高达 7.0m，最大风速为 33.4m/s；台风过后 19 日最高潮位为 163cm，最低潮位为 42cm，最大风速为 11.7m/s。“威马逊”造成海南省 18 市县 216 个乡镇 325.8 万人受灾，基础设施严重损毁，农作物大量受损，倒塌房屋 23163 间，直接经济损失 119.5 亿元，海南省 18 日平均降水 264mm，其中文昌、海口降雨量均超过 500mm，水库库容增加 3.18 亿 m³，241 个水库泄洪。

台风“海鸥”登陆时中心附近最大风力为 13 级(40m/s)，中心最低气压为 960 百帕。根据国家海洋局海口海洋环境监测中心站于台风期间(2014 年 9 月 15 日~17 日)海口秀英站潮流观测资料，15 日最高潮位为 158cm，最低潮位为 8cm (国家 85 高程)，最大波高为 1.0m，最大风速为 9.3m/s；16 日台风登陆时最高潮位为 354cm，最低潮位为-21cm，最大波高达 6.1m，最大风速为 20.8m/s；台风过后 17 日最高潮位为 213cm，最低潮位为 13cm，最大波高达 1.4m，最大风速为 5.2m/s。台风“海鸥”路径走向与超强台风“威马逊”接近，但受回南风及天文潮造成海水倒灌影响，海口、文昌等地形成灾情叠加效应，澄迈、临高、儋州、琼海一带灾情较“威马逊”期间更为严重，海南省有 17 个市县 219 个乡镇(街道、农场)受灾，受灾人口 286.5 万人，房屋受损倒塌 441 间，农作物受灾面积 215.1 万亩，直接经济损失 57.874 亿元。

3.1.1.7 风暴潮

风暴潮是由于强烈的大气扰动引起的海平面异常升降现象。当热带气旋靠近或在海南岛北部、东部沿海登陆时，基本上都会对海口造成严重影响，引发风暴潮过程，根据秀英海洋站 1953~2008 年(1972 至 1975 年为海口水位部资料)的风暴潮实测增水资料统

计，53年来，海口增水 $\geq 30\text{cm}$ 的次数有164次，平均每年1.8次，增水 $\geq 100\text{cm}$ 的次数有26次，平均约每两年有1次，增水 $\geq 150\text{cm}$ 的次数有11次，共有9年出现过，增水 $\geq 200\text{cm}$ 的次数有5次，共有4年出现过，详见表3.1-6。1953年~2008年，秀英(海口)站超警戒潮位的共有26次，平均每年0.5次，约每两年有一次。

表 3.1-6 引发秀英(海口)站产生 150cm 以上增水的热带气旋一览表

台风号	最大增水(cm)	时间	最高潮位(cm)	超警戒潮位(cm)
5526	156	1955-9-25	388	98.00
6311	176	1963-9-7	405	115.00
7109	151	1971-6-28	342	52.00
7210	178	1972-8-29	240	-50.00
7220	225	1972-11-8	256	-34.00
7311	252	1973-8-26	319	-16.00
7318	206	1973-10-19	304	14.00
7619	225	1976-9-28	295	5.00
8007	245	1980-7-22	401	111.00
9111	190	1991-8-16	362	72.00
0312	194	2003-8-25	263	-27.00

自2005年以来，海口于2014年出现两次特大风暴潮过程，分别由“威马逊”和“海鸥”引发。

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

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

“威马逊”与9月强台风“海鸥”对海口市东寨港红树林与海岸线造成了严重损害，大面积红树林树叶被吹落或树干被吹倒，保护区3000多亩的红树林受严重破坏损毁，林木和林相破碎不堪，红树林生态系统急剧退化，如河港区域一片海莲古树林，树高达15m，已有100多年的树龄，是迄今东寨港及海南生长状态最好，保存最完善的海莲林群落，因本次台风造成了毁灭性的危害；台风危及到红树林生态系统安全与生物多样性保护，并影响到大量候鸟的栖息生境与食物供给。受台风侵袭，红树林湿地面积减少，

群落结构简单化，生境破碎化加剧，对生态系统和生物多样性有较大的负面影响。

3.1.2 水文动力

3.1.2.1 潮汐特征

(1) 基面关系

根据秀英站多年潮位资料统计及计算结果，图 3.1-26 给出基面关系图。

以下潮位特征值以秀英基面起算。

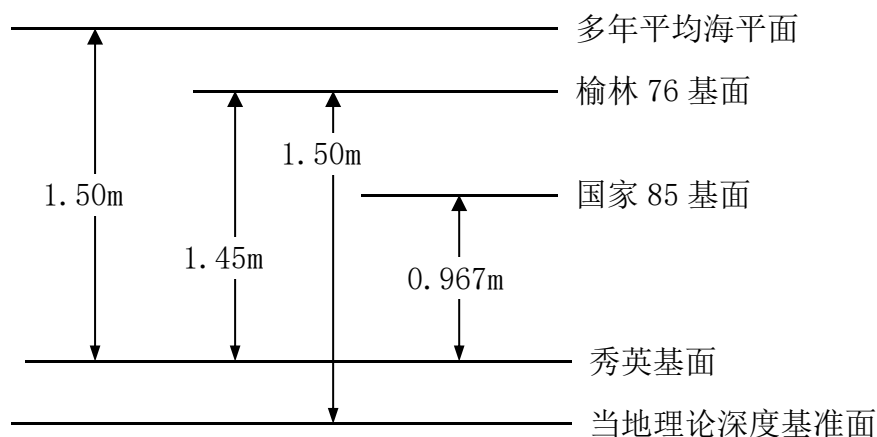


图 3.1-26 秀英站各基面关系图

(2) 潮位特征值

根据秀英站 1976~2001 年的验潮资料统计结果，该海区潮汐类型为不规则日潮型，多年平均潮差为 1.18m，最大潮差为 3.60m，以秀英潮高基面起算，潮位特征值如下：

最高潮位为 4.01m，出现在 1980 年 7 月 22 日 17 时 39 分，为 8007 热带气旋影响过程。

最低潮位为 -0.06m，出现在 1983 年 5 月 16 日 07 时 08 分。

平均高潮位：2.13m

平均海平面：1.57m(1976~2001)

平均低潮位：0.95m

对海口海甸港的 1994.4.22~1994.5.22 的一个月的数据统计(以秀英站为基面)得出潮位的特征值如下：

平均潮高：166cm

平均高潮高：217cm

平均低潮高：116cm

最高高潮高：262cm

最低低潮高：45cm

3.1.2.2 海流

(1) 调查站位

为了解项目附近海域水文特征，编制《海口市美兰区养殖用海项目海洋水文动力现状调查报告》成果说明项目附近海域水文特征。

本次调查在海口海甸岛附近海域共布设 2 个潮位站和 6 个潮流观测站，进行了 26 小时的潮位、潮流观测，观测时间为 2022 年 7 月 14 日~7 月 15 日（大潮）。

(2) 潮位特征

根据实测潮位数据，通过水准测量，将潮高基面统一转化到 1985 国家高程基准，摘取高、低潮位资料统计大潮期间各站潮汐特征值。分析本海区潮汐特征如下：

观测期间潮汐为半日潮型，观测期间潮汐有两次高潮和两次低潮，高、低潮潮高，观测时段 H3 站低潮时出现于 11 日 16:30 和 12 日 4:10，潮高分别为平均海平面以下 0.35m 和平均海平面上 1.06m，高潮时出现于 12 日 02:00 和 9:50，潮高分别为平均海平面上 1.22m 和 1.72m，最大涨潮潮差 1.57m，最大落潮潮差 1.24m；H5 站低潮时出现于 11 日 17:30 和 12 日 4:30，潮高分别为平均海平面以下 0.38m 和平均海平面上 0.70m，高潮时出现于 12 日 00:50 和 10:10，潮高分别为平均海平面上 1.12m 和 1.48m，最大涨潮潮差 1.50m，最大落潮潮差 1.31m；H7 站低潮时出现于 11 日 17:00 和 12 日 4:30，潮高分别为平均海平面以下 0.46m 和平均海平面上 0.59m，高潮时出现于 12 日 01:30 和 10:10，潮高分别为平均海平面上 1.14m 和 1.22m，最大涨潮潮差 1.60m，最大落潮潮差 1.29m；从图 3-1 可看出，潮汐的涨、落潮历时不相等，经过统计 H3 涨潮历时为 15 小时 10 分，落潮历时为 9 小时 50 分；H5 站涨潮历时为 13 小时 00 分，落潮历时为 12 小时 00 分；H7 站涨潮历时为 14 小时 10 分，落潮历时为 10 小时 50 分。

(3) 潮流特征

根据大潮期在观测海域进行潮流调查提供的结果，将实测资料整理成流速、流向报表，H3、H4 号站采取 H3 号站潮位整点观测资料，H5、H6 号站采取 H5 站潮位整点观测资料，H7、H8 号站采取 H7 站潮位整点观测资料，绘制出大潮期各站流速、流向分布图、大潮期各层潮流矢量图以及海流矢量时间序列图，并对涨落潮期各层流速特征值进行统计，分析观测期间工程海域潮流特征如下：

①观测海域不同站位潮流基本为往复流，H3、H4、H6、H8 流向为东北-西南方向，H5、H7 流向主要集中在东南-西北方向。

②从潮流流速平面分布上看，H3、H4、H6号站潮流流速明显大于H5、H7、H8号站的潮流流速；从流速垂线分布上看，各站表、中、底流速随潮型不同略有差异。

③涨潮最大流速为143.3cm/s，流向为ENE向，出现在H3号站0.8H层。落潮最大流速为147.3cm/s，流向为ENE向，出现在H4号站表层。各站表层流速介于9.3cm/s~147.3cm/s之间，0.2H层流速介于9.3cm/s~141.2cm/s之间，0.4H层流速介于5.8cm/s~143.1cm/s之间，0.6H层流速介于3.8cm/s~139.9cm/s之间，0.8H层流速介于6.3cm/s~139.9cm/s之间，底层流速介于5.5~142.0cm/s之间。

④从流速最大值来看，H3、H5、H6、H7、H8号站涨潮各层流速最大值大于落潮各层流速最大值，涨、落潮潮流流速最大值最大相差25.4cm/s，出现在H6号站表层；从各站潮流平均流速上看，H3、H4、H5、H6、H7、H8号站涨潮各层流速平均值均略强于落潮各层流速平均值，涨、落潮各层潮流流速平均值最大相差27.6cm/s，出现在H5号站底层。

(4) 余流

余流主要是由热盐效应、风和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。现根据调查资料，分析本次观测该海区的余流特征如下：

各站余流差异较大，季节因素和潮型对其影响较多。从垂线平均来看H3号站余流流向为ENE向，H4号站余流流向为SSE向，H5号站余流流向为NNW向，H6号站余流流向为SSW向，H7、H8号站余流流向为WSW向；垂线余流流速最大为15.2cm/s，出现在H5号站；最小为2.4cm/s，出现在H7号站。各站表层余流流速在5.7~16.9cm/s之间，0.2H层流速介于4.2~8.7cm/s之间，0.4H层流速为4.2~10.5cm/s，0.6H层流速介于2.4~16.0cm/s之间，0.8H层流速介于4.4~12.3cm/s之间，底层流速介于2.2~13.4cm/s之间。

(5) 悬沙

分析工程区含沙量有如下特征：

①观测站含沙量浓度最大出现在H5号站0.4H层，为48.9mg/L，最小值出现在H6号站0.2H，为14.1mg/L；

②观测期间工程区含沙量平均值介于21.4~34.8mg/L之间，最大值出现在H3号站0.6H层，最小值出现H1号站表层，H3号站含沙量平均值略大于其它站位。

3.1.2.3 波浪特征

根据白沙门站(110°20'E, 20°04'E, 1984年5月~1985年4月)和后海站(110°12'E,

20°04'E, 1977年5月~1979年4月)的波浪资料, 统计分析工程区域波浪特征(站位见图3.1-51)。

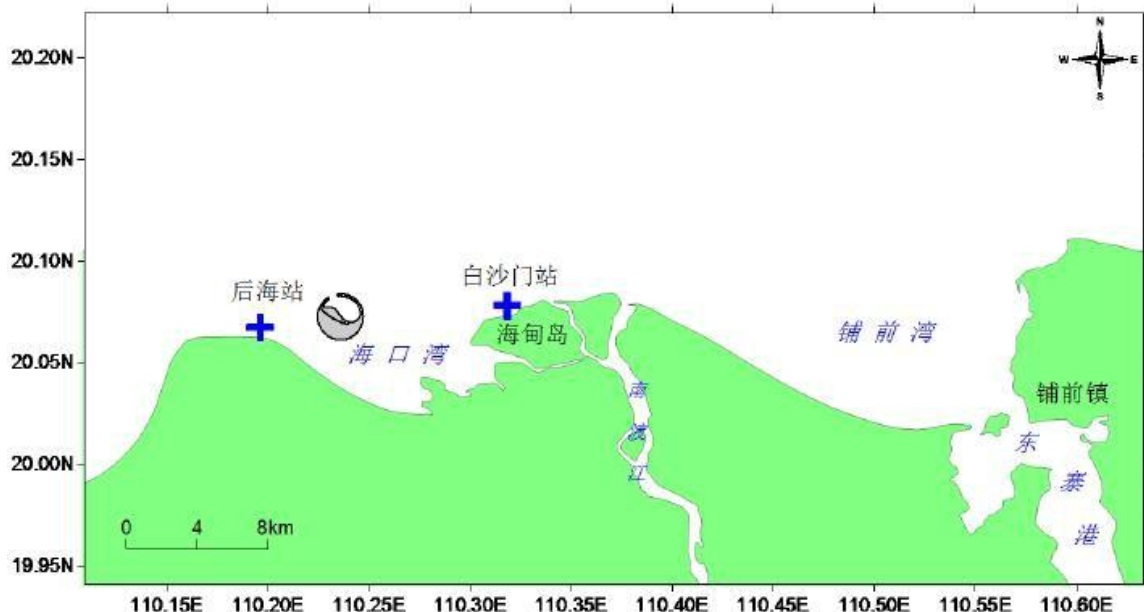


图3.1-51 白沙门、后海波浪观测站位置图

(1) 波型

工程海域全年以风浪为主, 风浪占 76%~85%, 涌浪占 14%~23%。风浪以冬季出现最多, 其他季节风浪略少, 各月风浪与涌浪频率统计结果见表 3.1-13。

表3.1-13 白沙门站和后海站各月风浪与涌浪频率统计结果

	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
白沙门站	风浪	92.1	93.4	82.0	81.3	74.0	81.7	81.3	81.6	79.9	82.9	96.0	92.9	84.4
	涌浪	7.9	6.6	18.0	18.3	26.0	18.3	18.7	18.4	20.1	17.1	4.0	7.1	15.6
后海站	风浪	87.6	89.6	79.3	83.3	81.8	86.8	93.9	81.0	82.5	86.1	87.6	90.5	85.8
	涌浪	12.4	10.4	20.7	16.7	18.2	13.4	6.1	19.0	17.5	13.9	12.4	9.5	14.2

(2) 波向

工程海域常浪向为 ENE, 频率为 30.1%, 次常浪向为 NE, 频率 22.9%。波浪出现最少的方向为 S~WSW。受季风风向影响, 工程海域常浪向随季风而变化, 东北季风期(11月至次年3月), 常浪向为 ENE, 次常浪向为 NE, 季风转换期(4~5月, 9~10月)常浪向、次常浪向与东北季风期一样, 分别为 ENE、NE, 但常浪向出现频率略低于冬季, 次常浪向出现频率略高于冬季; 西南季风期(6~8月)常浪向为 NE, 次常浪向为 NW, 为北部湾波浪和琼州海峡东口传入。表 3.1-14 是后海站各向波浪频率统计表。图 3.1-52~图 3.1-56 为后海站春、夏、秋、冬各季节及全年波向玫瑰图, 从图中可以看出, 除夏季

有较大频率 WN 向波浪外，其他季节主波向均为 NE-ENE，这是控制本区域海岸海滩地形演变的主要因素。

表3.1-14 后海站各向波浪频率统计表

季节	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
春	3.4	8.2	25.5	25.5	4.4	1.6	0.4	0.8	0.4	0.4	—	0.2	1.9	1.3	4.8	2.4	18.7
夏	6.5	7.3	16.3	8.0	1.8	1.1	1.8	2.1	0.8	0.4	0.7	1.2	7.9	5.6	12.2	5.4	23.1
秋	5.2	6.0	26.2	40.7	5.3	2.0	1.4	0.4	—	—	—	—	1.7	1.9	4.1	3.0	4.1
冬	4.1	5.7	23.7	46.6	2.1	0.4	1.4	0.5	0.4	—	—	—	0.5	1.1	0.7	1.9	11.1
全年	4.8	6.7	22.9	30.1	3.4	1.3	1.2	1.0	0.4	0.1	0.2	0.3	2.9	2.4	5.5	3.1	13.7

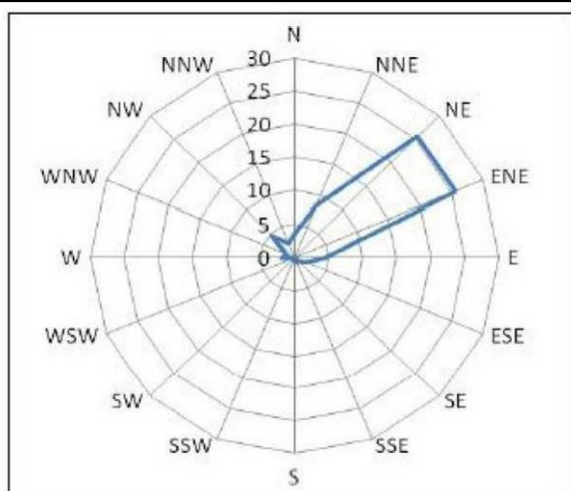


图 3.1-52 春季各向波浪频率玫瑰图

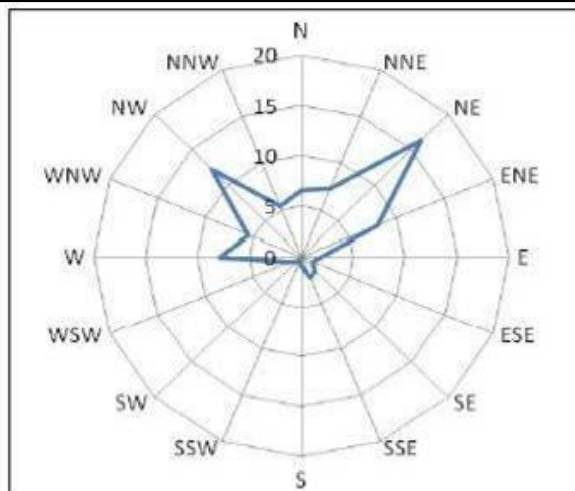


图 3.1-53 夏季各向波浪频率玫瑰图

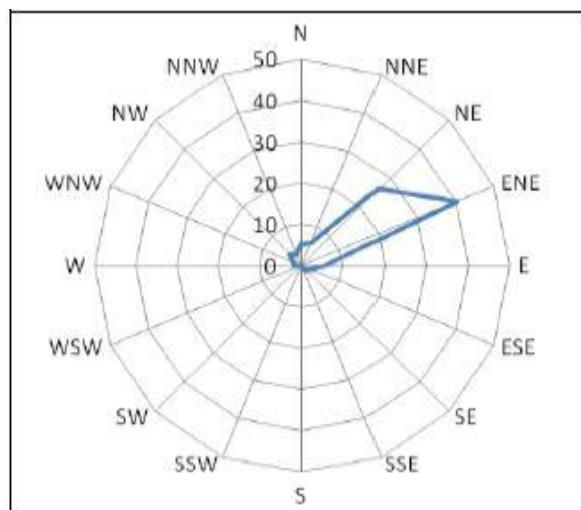


图 3.1-54 秋季各向波浪频率玫瑰图

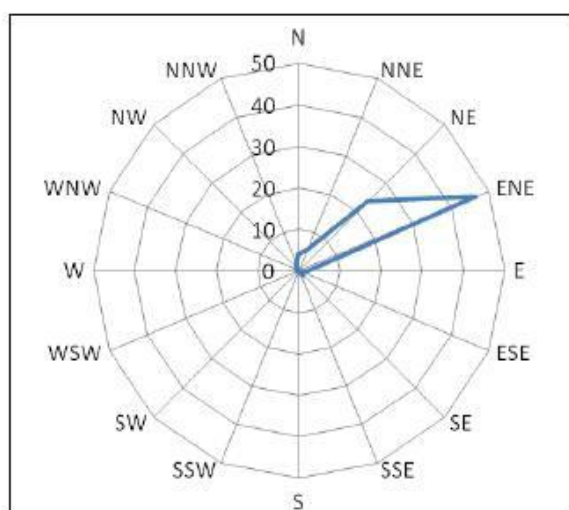


图 3.1-55 冬季各向波浪频率玫瑰图

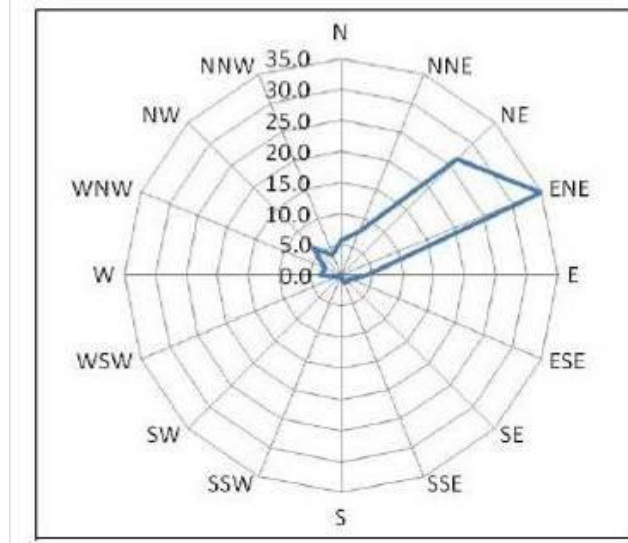


图 3.1-56 后海站全年各向波浪频率玫瑰图

(3) 各向波高与周期

从海湾轮廓上来看，S 向和 SE 向的风浪对海湾的影响是微弱的，而 N 向、NE 向和 NW 向风浪则成为岸滩塑造和沿岸漂沙运移的主要动力。表 3.1-15 为白沙门站和后海站各向波高与周期统计结果。

表3.1-15 白沙门站和后海站各向波高(m)与周期(s)统计表

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
白沙门站	$\overline{H}_{1/10}$	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.6	0.6	0.7	0.4	0.5	0.4
	\overline{T}	3.9	3.7	3.6	3.5	3.4	3.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3	3.2	3.6	3.6	3.5	3.8
	H_{MAX}	3.0	2.2	2.5	1.5	1.6	1.0	0.8	1.1	1.8	0.3	1.4	1.2	1.9	1.9	1.9	1.5
	T_{MAX}	6.5	4.7	5.4	4.1	4.2	4.0	4.0	3.8	4.6	3.6	4.5	4.0	4.7	4.7	5.1	4.8
后海站	$\overline{H}_{1/10}$	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5
	\overline{T}	3.4	3.6	3.5	3.4	3.2	3.3	2.8	2.7	3.1	2.8	3.0	3.0	3.1	2.9	3.6	3.6
	H_{MAX}	2.6	2.5	1.9	2.0	1.4	1.2	0.7	0.4	0.4	0.6	0.3	0.7	1.3	1.7	2.0	1.5
	T_{MAX}	4.5	4.8	4.3	4.8	4.5	4.0	3.0	2.9	3.1	2.6	3.0	3.6	3.5	4.4	6.1	3.9

(4) 各月波高与周期

表 3.1-16 和表 3.1-17 分别是白沙门和后海站各月波高与周期统计结果，由表可见，东北季风影响期间，月平均 $H_{1/10}$ 波高较其他季节为大，最大波高出现在 8 月至 10 月。

表3.1-16 白沙门站各月波高(m)与周期(s)统计表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
月平均 $H_{1/10}$	0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.7
月平均 T	4.0	3.8	3.7	3.5	3.3	3.3	2.7	3.0	3.4	3.5	3.7	3.8	3.5
月最大 $H_{1/10}$	1.7	1.8	1.8	1.7	1.2	1.7	1.2	1.7	2.0	3.0	1.7	1.7	3.0

月最大 $H_{1/100}$	2.0	2.1	2.2	1.8	1.3	1.9	1.3	1.8	2.4	3.5	1.9	2.0	3.5
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

表3.1-17 后海站各月波高(m)与周期(s)统计表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
月平均 $H_{1/10}$	0.6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.4	1.4	0.5	0.7	0.8	0.7	0.5
月平均 T	3.0	2.9	3.0	2.8	2.6	2.1	2.5	2.5	3.1	3.3	3.5	3.3	2.9
月最大 $H_{1/10}$	1.7	1.5	1.7	1.1	1.0	0.7	1.6	1.7	1.7	2.3	1.6	1.3	2.3

3.1.3 地质地貌及底质类型

3.1.3.1 区域地形地貌

海口湾所在区域，在地质构造上属于雷琼拗陷南部，地质历史时期形成的 NW 向、NE 向、S~N 向以及 E~W 向相互交错的断裂带，使海口湾所在的琼北地区分割成破碎的断块。第四纪时期，新构造运动使断块产生差异性升降和区域性地壳上升运动，造成阶地、港湾变化和三角洲向外扩展，奠定了本区现在的构造地质面貌。沿岸展布的玄武岩构成向海峡伸突的台地或岬角，在很大程度上控制了琼北岸线的基本轮廓。全新世海侵，使琼北海岸形成岬角、港湾相间的蜿蜒曲折岸线。

海口湾是一个向北敞开的半圆形海湾，东起白沙角，西至后海，与广东省雷州半岛隔海相望，海岸线长 20.5km，沿岸分布着 2~22m 高的沙坝，属于沙质海岸。湾内水深为 2~6m，5m 等深线大致位于湾口连线内外。南渡江位于海口湾东侧，受南渡江入湾支流泥沙的影响，海湾东部滩宽水浅，后海附近离岸 500m 处有一潮流冲刷槽，深 4~8m 宽 2km，其北为双滩浅滩，最浅处仅 2.8m（图 3.1-57）。

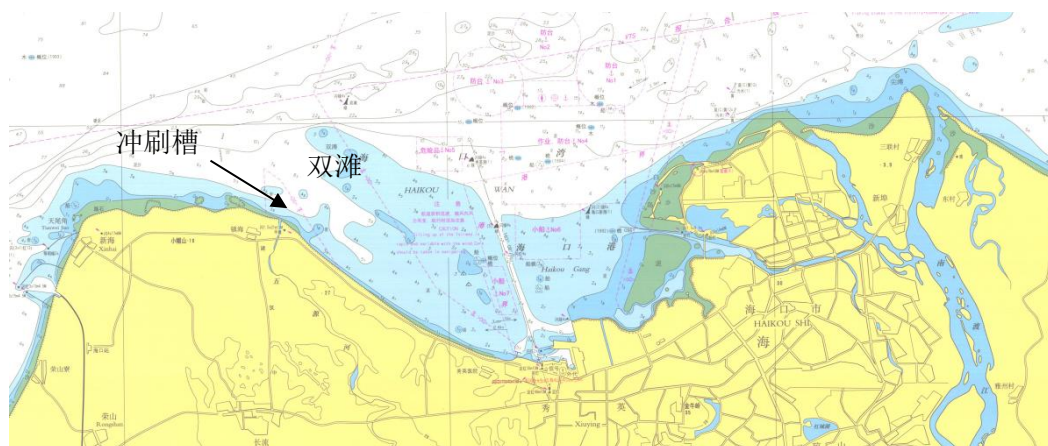


图 3.1-57 沿岸沙坝及其他地貌

海口湾地貌类型比较简单，主要有海蚀崖、沙坝沙嘴、潮滩、海滩、水下浅滩以及人工地貌。

海蚀崖，在海口湾沿岸比较常见，由于该湾面向常风向和强风向，海岸普遍受到风

浪侵蚀后退，在岸边发育沙坎，其高程约 2~3m；沙坝沙嘴，沙坝主要分布在海口湾西部沿岸的后海至秀英沿岸，沙嘴主要分布在海口湾东北部的白沙角；海滩，分布在海口湾西侧沿岸，呈细长条带状沿岸展布，宽度 100~200m；水下浅滩，分布在该湾 0m 等深线以下的广大海底，面积大，是本湾的主要地貌类型，以平缓的坡度向琼州海峡中部倾斜；人工地貌主要是秀英港的防沙防浪建筑。

海口市海甸岛为南渡江冲积平原与滨海堆积平原综合地貌，被南渡江分支横沟河（东侧）与海甸溪（南侧）切割成岛，地形总体平缓，地势南高北低，地表高程一般 10.50~3.00m。

3.1.3.2 项目用海区区域地貌

项目位于海口市海甸岛北侧，周边存在多种地貌特征，此外由于近些年人类的开发活动，人类活动对区域地貌也造成了明显的影响。海甸岛附近的地貌特征具体包含流水地貌、人工地貌、沙坡地貌合格海岸地貌等。

流水地貌的特点是地势平坦，水网密布，土壤以粉沙和游泥为主，地势低洼。主要分布在南渡江出海口处的新埠岛，面积约 485.25 公顷。南渡江三角洲平原，南渡江下游主要河道分叉处开始至海滨江口地段。海洋沉积物质和南渡江下游河口冲刷物受流水分选作用而形成南渡江三角洲平原，以粉砂河淤泥为主。它是海南岛最大的河口三角洲平原。地势低洼内涝。岛屿和沙洲为数不少，其中以海甸岛面积最大，其次为新埠岛，其他都很小。如三江镇东北部靠近海湾，属海河新老沉积小平原区。

风成地貌：固定性沙滩，沿海风沙常在海流的作用下，泥沙不断流运至沿岸，逐渐固定下来的沙滩地。沿海沙滩地是近代浅海沉积物，有一些大小不等的粗、中、细沙粒和贝壳残体组成。美兰区风成地貌主要分布在演丰镇塔市海岸一带。

人工地貌：浅海滩涂人为搬运入土量泥沙，形成人造陆地。美兰区的人造平原主要在海南大学校址周边及海甸岛东部开发区。海口市海甸岛开发房地产有限公司在 1990 年填海开发房地产用地 370 多亩，总面积约 300 公顷。

沙坡地貌：美兰区南渡江岸从灵山镇儒权村至海甸岛入海口岸带，全长约 30 公里。由于海南台风暴雨多发而造成河水涨流从江河上游河沙下流堆积，形成灵山镇的桃莲村、儒范村、黑山村一带的大量沙坡，沙层深度实地考察均约 4~6 米不等厚层积沙，面积 2000 多亩。随着房地产开发建设，建筑河沙用量不断加大，大量河沙被开采，在桃莲村一带的沙场开发取沙后土壤变成了约 60 多亩的泥地农田。2006 年 6 月，海南省、海口市和国土资源局部门联合实地考察，发现桃莲村沙场开发采沙后底层土壤种植

的水稻生长良好。

海岸地貌：美兰辖区海岸地貌类型主要有：（1）沙坝—泻湖海岸：主要分布在东部的东寨港，口门处有水下沙坝，港内为泻湖港湾。（2）沙质海岸：是美兰区最为发育的海岸类型，海口湾、铺前湾两大海湾海岸主要由沙质海岸构成。美兰区的沙质海岸主要为侵蚀海岸类型，沿岸有水下沙坝发育，南渡江各分叉河口沙坝发育尤为显著，形成河口沙坝、三角洲、沙嘴、深槽和沿岸沙堤，且泥沙交换和变化十分活跃，除了美丽沙为较稳定的沿岸沙堤之外，自琼州海峡监督站以东至南渡江口的海岸均处于不稳定状态。（3）红树林海岸：主要分布于东寨港泻湖内，红树林品种多样，海洋生物物种丰富，生态系统良好。

3.1.3.3 泥沙运动特征及冲淤状况

（1）底质特征

根据历史资料统计，海口湾海域底质沉积物类型主要有 3 种，中粗砂、细砂和粉砂质粘土。中粗砂主要分布在近岸水域或水下沙脊，如美丽沙岸边和海口湾中部、西部双滩、后海岸边等，物质组成以粗砂为主，粗砂含量在 43%~63%之间，中值粒径在 1.0 ϕ （0.5mm）左右；细砂主要分布于海口湾东部、西部和湾口处，细砂含量占 56%左右，中值粒径在 3.0 ϕ （0.125mm）左右；粉砂质粘土是海口湾最细的沉积物类型，主要分布于东部和中部，为南渡江河流悬移质泥沙输移扩散的主要沉积区，粘土含量在 48%~55%，中值粒径在 7 ϕ ~8 ϕ （0.004~0.008mm）之间。

根据 2011 年 3 月底质取样资料分析（3.1.5-3~5），海口湾海域底质沉积物类型主要以砂质粉砂和粉砂质砂为主，平均中值粒径在 0.01-0.2mm 左右，白沙门附近沉积粒径较粗，以粗砂为主，中值粒径在 0.7mm。总体而言，与上世纪 90 年代相比，沉积物粒径和类型变化不大，局部有所调整。

（2）泥沙来源

海口湾泥沙来源主要以南渡江下泄泥沙为主，其次有海岸侵蚀提供的沙源和琼州海峡深槽受冲刷提供的沙源。

A. 南渡江径流输沙：南渡江是海南岛第一大河，根据下游龙塘水文站统计多年平均径流总量为 59.74 亿 m^3 ，多年平均悬移质输沙量 31.37 万 t（1969~1982 年）。南渡江的径流输沙除了一部分在三角洲河道沉积外，其余部分注入琼州海峡，受风浪和潮流作用影响，入海后主要向西搬运，对海口湾的泥沙环境产生影响。海甸溪（河）为南渡江下游入海的支流，主要为涨潮流控制，只有在洪季有少量泥沙下泄。不过总体上，自

南渡江上游建了松涛水库和龙塘坝水库以后，再加上河道采砂，入海泥沙大量减少。

B. 海岸侵蚀泥沙：海口湾沿岸大部分为松散的沙质海岸，也有些是粘土质砂海岸，年代较久的湛江组和北海组沉积物结构亦较松散，易被波浪侵蚀，有的属于季节性暴风浪侵蚀，有的属于长期性的海岸后退侵蚀现象。侵蚀下来的泥沙在风浪作用运移到海口湾。

C. 琼州海峡深槽冲刷的泥沙：由于峡管效应，琼州海峡潮流速度大，最大流速可达 2.6m/s，而潮流的垂直梯度又较小，因此，大流速会对海峡底部泥沙产生一定的冲刷作用，被冲刷的部分泥沙堆积于海峡主槽与海湾的边缘，如双滩。其中细颗粒泥沙随水流向上层扩散，在风浪和潮流作用下随水流向海湾内扩散输移，成为海口湾的部分泥沙来源。

(3) 泥沙活动运移趋势

海口湾泥沙运移的动力为波浪和潮流。波浪对泥沙输移搬运以推移质形式为主；潮流以悬移质形式输移为主。在水深 3-7m 以浅水域，波浪作用显著，潮流在波浪影响较小或不及的范围内，成为泥沙运动的主要动力。海口湾的泥沙输移方向，以由东向西搬运运输移为主（图 3.1-58）。

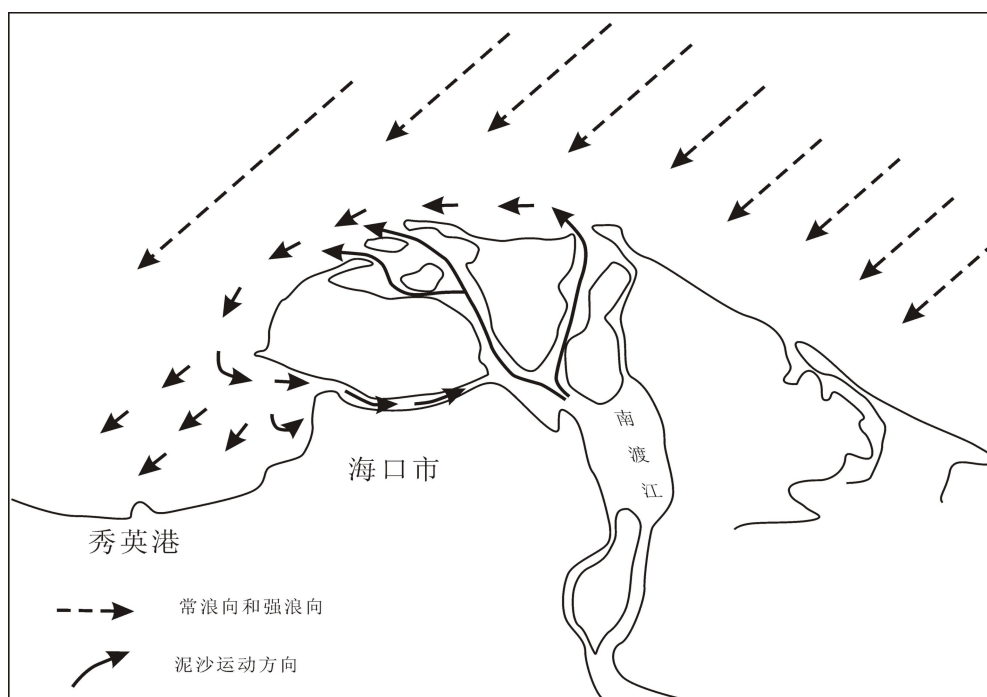


图 3.1-58 南渡江三角洲泥沙运动示意图

波浪作用：南渡江河口北临宽度 20~30km 的琼州海峡，波浪作用较强，其常浪向和强浪向以 NE 向波浪，波浪平均破碎水深 0.4~0.5m，最大破碎水深 1.2~1.7m。海口

湾属于“弓形”弧形海岸，其优势 NE 向波浪通过南渡江三角洲突出体的绕射和海滩的折射，波向线仍与海岸斜交，引起泥沙向西输移。总之，波浪作用引起的沿岸流几乎全年均向 W 或 SW 方向漂移。随着潮水的涨落，破波带泥沙的悬浮和推移都比较激烈，波浪年总输沙率为 6 万~7 万 m^3 。

潮流作用：南渡江径流挟带的泥沙进入河口区后，由于涨潮动力的消能和遇上盐水入侵，其中一部分悬沙或因自身重量而沉降，或因絮凝作用而落淤。口门是径流、潮流、波浪等动力交织带，上游径流或落潮流至此因流束分散，底部磨擦力增加，流速减弱，泥沙出现了明显的沉积分异，其中颗粒较粗的砂砾堆积在口门附近，较细颗粒的悬沙则进入琼州海峡。现代南渡江三角洲有 3 条分汊河道，即北干流、横沟河和海甸溪（河），北干流为主要排水排沙通道，排沙约占 6/7，横沟河排沙约占 1/7，而海甸溪是进水进沙的潮汐河道，只有在洪季时有一定的泥沙下泄。因此涨潮情况下，南渡江口外的悬沙可随涨潮流倒灌入海甸溪支流河道。

通过实测海口湾内站点全潮潮流输沙统计，每潮都有一定数量的悬沙在海湾中部浅滩和湾顶附近落淤，有部分悬沙在东南部浅滩区域做反时针方向的环形输移，即外侧悬沙循西向流向湾顶附近输移。

（4）悬移质特征

人类活动对南渡江径流输沙影响很大，1959 年在上游建成库容量 31 亿 m^3 的松涛水库，使年均径流量和年均输沙量由之前的 61.11 亿 m^3 和 68.05 万 t 减少到 51.16 m^3 和 52.10 万 t，分别减少了 16% 和 23%；1969 年在上游建成龙塘滚水坝后，使年均径流量和年均输沙量再减少到 47.16 m^3 和 32.37 万 t，径流量总共分别减少了 23% 和 52%（见表 3.1-18）。

表 3.1-18 南渡江 1956~1982 年流量与输沙量的变化

年份	平均流量 (m^3/s)	平均含沙量 (kg/m^3)	年径流量 (亿 m^3)	年输沙量 (万 t)	人类活动
1956~1959	193.8	0.109	61.11	68.05	
1960~1968	162.2	0.081	51.16	52.10	1961 年建成松涛水库
1969~1982	149.5	0.049	47.16	32.37	1969 年建成龙塘滚水坝

3.2 自然资源概况

3.2.1 港口资源

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

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

3.2.2 渔业资源

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

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

度的捕捞之下，海洋渔业资源也日渐枯竭。

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

3.2.3 旅游资源

海口市地处低纬度，属热带季风海洋性气候，日照时间长，天气暖和，长夏短冬，是我国难得的热带滨海旅游度假休闲和避寒胜地。海口旅游圈景点体系较为完备，主要旅游产品有温泉度假、滨海休闲、海上运动、主题公园、高尔夫运动、人文遗址、自然奇观等，经过长期不断的开发已形成了一定的规模效应。海口是“全国环境综合整治十佳城市”、“全国卫生城市”。海口空气污染指数平均值仅为 28，居全国大中城市之首。海口绿化覆盖率达 42%，地下水水质优良，近岸海域海水水质大多数达到国家一级标准。因此海口被“世界卫生组织”选定为中国第一个世界健康试点城市。

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

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

3.2.4 生态资源

海口市的海洋生态资源主要为红树林，红树林主要分布于泥质滩涂海湾和受潮汐影响的河口海岸，涨潮时树根被淹没，退潮时显露，被称为“海上森林”。红树林是热带、亚热带海湾、河口泥滩上特有的常绿灌木和小乔木群落。红树林生态系是世界上最富多

样性、生产力最高的海洋生态系之一。海口市红树林连片面积最大、分布最为密集的是东寨港红树林自然保护区，该保护区面积为 2601 hm²。除此之外，在河口、港湾等地均有小面积生长。与珊瑚礁一样，红树林也是天然防波护岸的屏障，而且具有较高的科研价值和观赏价值。红树林海滩，营养物质丰富，生态环境良好，是鱼、虾、蟹、蛇鳗和螺等海洋生物的栖息地，并为大量珍稀鸟类提供越冬和栖息觅食场所，构成高生产力的海洋生态系统。红树的茎、根和树皮，还可作为医药和轻工业原料。沿海潮间带红树林具有降解污染的作用，进一步促进了海岸带的生态平衡。同时，红树林以它独特的自然景观，形成了海上森林，风光秀丽，可供国内外游客参观游览。

东寨港红树林是世界上少有的自然保护区，据初步调查，东寨港红树林面积共 2000 公顷，有维管束植物 108 科 298 属 395 种，其中红树林植物 16 科、32 种，占世界红树林植物总数 82 种的 39%，占中国红树林总类的 92%。此外，还有半红树林植物 20 科 30 种。保护区内动物种类众多，现有哺乳类动物 8 种、鸟类 159 种、两栖爬行类 7 种、蝶类 6 科 27 种、鱼类 57 种、两栖动物 92 种。其中珍稀濒危鸟类 16 种。

3.3 海洋环境概况

3.3.1 水质环境概况

(1) 调查站位

引用《西南浅滩海砂开采试点海砂出让前期工作项目海洋环境现状春季调查报告》成果说明项目附近海域水质、沉积物和生态状况，本次调查在西南浅滩附近海域进行了水质、沉积物、生态环境现状调查。其中水质监测站位 29 个，海洋沉积物监测站位 18 个，海洋生态环境调查站位 18，渔业资源和生物体质量调查站位各 15 个，潮间带生物调查 3 条断面。

(2) 调查项目

水深、透明度、水温、盐度、溶解氧(DO)、pH 值、化学需氧量 (COD_{Mn})、无机氮(氨、亚硝酸盐、硝酸盐)、活性磷酸盐、石油类、悬浮物(SS)、重金属(砷(As)、汞(Hg)、铜(Cu)、铅(Pb)、锌(Zn)、镉(Cd))、总铬(Cr)共 20 项。

(3) 分析方法

样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)中的规定进行，具体分析方法见表 3.3-2。

表 3.3-2 水质要素分析方法

	监测项目	分析方法	检出限	检测标准(方法)名称
水质	水温	表层温度表法	--	《海洋监测规范 第4部分 海水分析》 (GB 17378.4 -2007)
	pH	pH 计法	0.02	
	盐度	盐度计法	2.000	
	透明度	透明度盘法	--	
	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L	
	溶解氧	碘量法	--	
	石油类	紫外分光光度法	3.5µg/L	
	悬浮物	重量法	--	
	氨氮	靛酚蓝分光光度法	--	
	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法	--	
	硝酸盐	镉柱还原法	--	
	活性磷酸盐	磷钼蓝比色法	--	
	汞	原子荧光法	0.007µg/L	
	砷	原子荧光法	0.5µg/L	
	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.2µg/L	
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.03µg/L	
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.01µg/L	
锌	火焰原子吸收分光光度法	3.1µg/L		
总铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.4µg/L		
沉积物	有机碳	重铬酸钾氧化-还原法	--	《海洋监测规范 第5部分 沉积物分析》 (GB 17378.5 -2007)
	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.3mg/kg	
	石油类	紫外分光光度法	3.0mg/kg	
	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.5mg/kg	
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	1.0mg/kg	
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.04mg/kg	
	锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0mg/kg	
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	2.0 mg/kg	
	总汞	原子荧光法	0.002mg/kg	
	砷	原子荧光法	0.06mg/kg	

(4) 评价标准与评价方法

1) 评价标准

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030) 海洋功能区划和海岛保护专篇要求, 各站位执行标准见表 3.3-3。本报告在评价时按照所有调查站位现状评价均按一类海水水质标准评价, 超标站位再根据其相应所在功能区的要求执行标准进行评价。

表 3.3-3 各调查站位水质评价标准

功能区	站位	执行海洋水质标准	执行海洋沉积物标准	生物体质量
海口市东海岸旅游休闲娱乐区	1	二类	一类	一类
海南岛近海农渔业区	2、8、12、16、21	一类	一类	一类
外罗水道矿产与能源区	9	二类	一类	一类
湛江-珠海近海农渔业区	3、4、13、17、22	一类	一类	一类
桂林洋保留区	5	维持现状	维持现状	维持现状
海南岛东北部保留区	6、7、10、11、15、19、20、23~26	维持现状	维持现状	维持现状
木兰湾旅游休闲娱乐区	18	一类	一类	一类
木兰湾保留区	14	维持现状	维持现状	维持现状
铺前港港口航运区	27、28	不劣于三类	二类	二类
东寨港红树林海洋保护区	29	一类	一类	一类

2) 评价方法

根据监测结果，利用《环境影响评价导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)所推荐的单项水质参数法进行评价。

① 单项水质参数 i 在第 j 点的标准指数

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

式中： $S_{i,j}$ —i 污染物在 j 点的污染指数；

$C_{i,j}$ —i 污染物在 j 点的实测浓度，mg/L；

$C_{s,i}$ —i 污染物的评价标准，mg/L。

② DO 的标准指数为：

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

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

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，对于河流， $DO_f=468/(31.6+T)$ ；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海口、近岸海域， $DO_f=(491-2.65S)/(33.5+T)$ ；

③ pH 的标准指数为：

$$S_{pH} = \frac{|pH - pH_{sm}|}{DS}$$

其中：
$$pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}, \quad DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$$

式中： SpH —评价因子的质量指数；

pH —测站评价因子的实测值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值；

水质参数的标准指数 >1 ，表明该水质参数超过了规定的水质标准。

(5) 水质监测结果及评价

调查结果表明：调查海区 pH 符合第一类海水水质标准。29 个海水水质调查站位中，位于东寨港内的 XN29 号站的活性磷酸盐超第一类海水水质标准、符合第二类海水水质标准，其余各站位各监测要素（无机氮、砷、汞、铜、铅、锌、镉、总铬），均符合第一类海水水质标准。

导致活性磷酸盐超标原因可能为，东寨港内养殖污染物的排放和地表径流汇入且东寨港内水动力较弱湾内水体与外海交换周期较长，所以导致东寨港内的 XN29 号站的海水活性磷酸盐超第一类海水水质标准、符合第二类海水水质标准。

3.3.2 沉积物环境概况

(1) 调查站位

引用《西南浅滩海砂开采试点海砂出让前期工作项目海洋环境现状春季调查报告》说明项目附近海域沉积物概况，共设海洋沉积物监测站位 18 个。

(2) 调查项目和分析方法

1) 调查项目

沉积物调查因子包括硫化物、石油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As 和 Cr。

2) 分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的规定进行。采用抓斗式采泥器采集表层沉积物样品。样品经自然风干、研磨和过筛(80 目)后，按照表 3.3-8 的方法进行分析。

表 3.3-8 沉积物项目分析方法

调查项目	分析方法	分析仪器	检出限/w	引用标准
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	25 mL 酸式滴定管	0.03×10^{-2}	《海洋监测规范 第 5 部分 沉积物分析》
硫化物	碘量法	25 mL 碱式滴定管	4.0×10^{-6}	

汞	原子荧光法	PF6-2 非色散原子荧光光度计	2.0×10^{-9}	(GB 17378.5 -2007)
砷	原子荧光法		0.06×10^{-6}	
锌	火焰原子吸收分光光度法	VARIAN 原子吸收分光光度计	6.0×10^{-6}	
铜	无火焰原子吸收分光光度法		0.5×10^{-6}	
铅			1.0×10^{-6}	
镉			0.04×10^{-6}	
铬	无火焰原子吸收分光光度法		2.0×10^{-6}	
石油类	紫外分光光度法	TU-1900 紫外可见分光光度计	2.0×10^{-6}	

(3) 评价标准和评价方法

1) 评价标准:

见表 3.3-3, 本项目在评价时执行一类沉积物评价标准, 对于超标站位再次评价其沉积物质量标准, 并给出是否符合功能区沉积物管制要求的结论。

2) 评价方法

评价采用单因子标准指数法进行, 公式如下:

$$I_i = C_i / S_i$$

式中: I_i — i 项评价因子的标准指数;

C_i — i 项评价因子的实测值;

S_i — i 项评价因子的评价标准值。

评价因子的标准指数 > 1 , 则表明该项沉积物质量已超过了规定的标准。

(4) 监测与评价结果

调查结果表明: 调查海区表层沉积物各监测要素(硫化物、有机碳、石油类、砷、汞、锌、铜、铅、铬和镉)均符合第一类海洋沉积物质量标准。

3.3.3 生态环境概况

3.3.3.1 调查站位

引用《西南浅滩海砂开采试点海砂出让前期工作项目海洋环境现状春季调查报告》成果说明项目附近海域生态环境质量状况, 共布设海洋生态环境调查站位 18, 渔业资源和生物体质量调查站位各 15 个, 潮间带生物调查 3 条断面。调查时间为 2020 年 03 月 17-20 日。

3.3.3.2 样品采集、处理

(1) 浮游植物

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行。利用浅水Ⅲ型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行种类鉴定及按个体计数法进行计数、统计和分析。

(2) 浮游动物

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行，利用浅水Ⅰ型浮游生物网采样，拖网方式为底——表垂直拖。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(3) 底栖生物

底栖生物的定量采样用张口面积为 0.066m^2 的采泥器进行，每个站采样 3 次。采集样品采用 75%无水乙醇固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(4) 潮间带生物

① 生物样品的采集方法

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

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

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

② 生物样品处理与保存

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

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

按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

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

(5) 鱼卵与仔稚鱼

采样方法是按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 中的有关鱼类浮游生物调查的规定进行，利用浅水I型浮游生物网采样，定性样品采用平行拖网采集，定量样品采用垂直拖网采集。采用 5%中性福尔马林溶液固定带回实验室，进行称重、种类鉴定、计数、统计和分析。

(6) 游泳生物

项目所在海区地形较为复杂，根据现场情况本次调查渔船使用单拖网渔船，为“琼临渔 00419”，网衣全长 20.0m，宽 24.0m，网具曳纲长度为 24.0m，囊网网目为 53mm。现场调查采样方法按《海洋监测规范》（GB17378.5-2007）、《海洋调查规范 海洋生物调查》（GB 12763.6-2007）进行。渔获样品分析先将较大和稀有种类的渔获物单独挑出，然后随机采集 20kg 渔获样品供进一步分析，渔获物不足 20kg 时，则全部取样。每个站位的渔获样品，均进行生物学测定。

优势渔获物分析通过 Pinkas 等应用的相对重要性指标（IRI）来确定：

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

N 为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；W 为某种类的质量占总渔获质量的百分比；F 为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。本报告以 IRI 大于 100 为优势种

资源密度(kg/km²)和现存资源量(t)根据扫海面积法估算，公式如下：

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

B=现存资源量 (t)，D=资源密度 (kg/km²)，A=每小时扫海面积 (km²/h)，S=调查监测水域面积 (km²)，Y=平均渔获率 (kg/h)，E=逃逸率 (这里取 0.5)

(7) 生物质量

① 样品采集

取的具有代表性的鱼类、甲壳类和软体类的本地经济种类、本地常见和优势种类作为生物质量样品分析。

② 样品制备

● 贝类样品的制备

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

塑料刀和镊子取出软组织，让水流尽。

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

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

各生物个体大小应相近，并在取出生物组织前分别测量其个体长度和总重量。

● 虾蟹类样品的制备

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

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

● 中小型鱼样制备

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

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

● 大型鱼样制备

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

3.3.3.3 评价方法

用反映生物群落特征指数，多样性指数(H')、均匀度(J)、优势度(D_2)对浮游植物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

(1) 优势度(Y):

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

(2) Shannon-Wiener 多样性指数:

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

(3) Pielou 均匀度指数:

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

式中： $P_i = n_i / N$ ； $H_{\max} = \log_2 S$ ，为最大多样性指数； n_i ：第 i 种的个体数量(ind·m⁻³)； N ：某站总生物数量(ind·m⁻³)； f_i ：某种生物的出现频率(%)； S ：出现生物总种数。

(4) 丰富度指数

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

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

(5) 单纯度指数

$$C = \text{SUM}(n_i / N)^2$$

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

3.3.3.4 调查结果

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

调查海区叶绿素 a 含量范围是 (0.56~3.47) mg/m³，平均值为 1.47mg/m³。调查海区初级生产力变化范围是 (16.83~669.84) mg·C/m²·d，平均值是 280.27mg·C/m²·d。

(2) 浮游植物

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 43 属 76 种（包括

变型及变种)。各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.93\sim 17.93) \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间, 平均细胞密度为 $7.97 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。

调查海域浮游植物优势种为: 海链藻(*Thalassiosira* sp.)、星脐圆筛藻(*Coscinodiscus asteromphalus*)、菱形海线藻(*Thalassionema nitzschioides*)、铁氏束毛藻(*Trichodesmium thiebautii*)、短角弯角藻(*Eucampia zodiacus*)、汉氏束毛藻(*Trichodesmium hildebrandtii*)、洛氏菱形藻(*Nitzschia lorenziana* var. *lorenziana*)、中华盒形藻(*Biddulphia sinensis*)、派格棍形藻(*Bacillaria paxillifera*)。

调查期间各站位的浮游植物丰富度指数(D)介于 0.86~1.79 之间, 平均值为 1.34; 单纯度(C)指数介于 0.08~0.45 之间, 平均值为 0.18; 多样性指数(H')介于 1.94~4.03 之间, 平均值为 3.29; 均匀度指数(J')介于 0.44~0.88 之间, 平均值为 0.74。

(3) 浮游动物

据本次调查所采集到的标本鉴定, 调查海域浮游动物共有 9 类 41 属 53 种, 不包括浮游幼体、鱼卵及仔鱼。其中, 桡足类最多, 有 22 属 30 种, 水螅水母类有 5 属 6 种, 浮游软体类有 4 属 6 种, 被囊类有 3 属 4 种, 端足类和毛颚类各有 2 属 2 种, 十足类、枝角类、介形类各有 1 属 1 种, 另有 13 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

调查期间该海域浮游动物优势种类主要有中华哲水蚤、锥形宽水蚤、马蹄蜃螺、针刺拟哲水蚤、鸟喙尖头蚤。

该水域浮游动物丰富度指数范围在 1.62~4.35 之间, 平均值为 2.72; 单纯度指数范围在 0.10~0.72 之间, 平均值为 0.28; 多样性指数范围在 1.15~4.04 之间, 平均值为 2.87; 均匀度指数范围在 0.28~0.89 之间, 平均值为 0.64。

(4) 大型底栖生物

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 11 门 107 科 166 种, 其中环节动物有 19 科 37 种, 节肢动物有 33 科 55 种, 腔肠动物有 1 科 2 种, 软体动物有 22 科 32 种, 棘皮动物有 7 科 8 种, 脊索动物有 8 科 12 种, 刺胞动物有 10 科 11 种, 苔藓动物有 4 科 6 种, 星虫动物、褐藻门、半索动物各有 1 科 1 种。

各站位大型底栖生物栖息密度的范围为 $(4.98\sim 164.18) \text{ind/m}^2$, 平均密度为 32.06ind/m^2 ; 生物量的范围为 $(0.02\sim 11.73) \text{g/m}^2$, 平均生物量为 2.40g/m^2 。大型底栖生物栖息密度主要以环节动物为主, 平均密度为 20.45ind/m^2 ; 其次为节肢动物, 最低为半索动物、刺胞动物、星虫动物。生物量以软体动物为主, 平均生物量为 1.45g/m^2 ; 其次为环节动物, 最低为星虫动物。

该海域大型底栖生物优势种类突出，优势种分别有梳鳃虫。XN08、XN11、XN18、XN25 号站位未采集到大型底栖生物，其余各站丰富度的范围为 0~2.36，平均值为 0.67；单纯度的范围为 0.07~1.00，平均值为 0.26；多样性指数的范围为 0~3.97，平均值为 1.53；均匀度的范围为 0~1.00，平均值为 0.66。

(5) 潮间带生物

3 个潮间带断面共采集了 10 个生物类别中的 54 科 80 种生物（包含定性样品）。其中，环节动物门有 11 科 12 种，节肢动物门有 13 科 24 种，软体动物门有 20 科 34 种，绿藻门、褐藻门、棘皮动物各有 2 科 2 种，星虫动物、扁形动物、刺胞动物、腔肠动物各有 1 科 1 种。

3 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 0.31ind/m²，平均生物量为 0.46g/m²；中潮区平均栖息密度为 78.80ind/m²，平均生物量为 65.53g/m²；低潮区平均栖息密度为 49.33ind/m²，平均生物量为 3.49g/m²。其中软体动物的生物量和栖息密度最大，分别为 15.26ind/m²、19.27g/m²。

海域的潮间带生物优势种类有特氏楯桑椹螺、叉毛矛毛虫、毛掌活额寄居蟹、网纹纹藤壶。

丰富度、单纯度、均匀度和多样性指数分析表明，C3 断面的生物种类最为丰富，种间分布更为均匀。

(6) 鱼卵仔鱼

在采集的 36 个样品中共鉴定出 10 个种类，隶属于 10 科，除此之外还有部分的鱼卵未能确定种类。其中鉴定到属的有 3 种，到种的有 2 种。从发育阶段来看，鱼卵出现种类有 7 种，仔鱼出现种类有 8 种。

水平拖网共采集鱼卵 3890 粒，仔稚鱼 16 尾。鱼卵数量以鲷科鱼卵占绝对优势，占总数的 27.02%；其次为蝠科鱼卵，占总数的 23.96%。仔鱼数量以小沙丁鱼属最多，占 31.25%，其次为眶棘双边鱼，占总数的 18.75%。本次调查鱼卵的优势种为鲷科鱼卵，仔稚鱼优势种为小沙丁鱼属。

本次垂直拖网调查未采集到仔稚鱼，采集到的鱼卵密度范围为(0~3.98)粒/m³，平均密度为 1.13 粒/m³，最大值出现在 XN11 号站位。

(7) 游泳动物

本次调查共渔获游泳动物 150 种，其中鱼类 114 种，头足类 7 种，甲壳类 29 种。游泳动物的平均渔获率为 20.18 kg/h 和 374ind/h。其中，鱼类为 18.75kg/h 和 317ind/h，

头足类的平均渔获率为 0.55 kg/h 和 14ind/h,甲壳类的平均渔获率为 0.87kg/h 和 43ind/h。根据扫海面积法估算,评价区及附近海域目前游泳动物的资源密度约为 453.91kg/km² 和 8424ind/km²,其中鱼类约为 421.94kg/km² 和 7131ind/km²,头足类 12.43kg/km² 和 324ind/km²,甲壳类约为 19.54kg/km² 和 970ind/km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 15 种。其中,短吻蝠的 IRI 最高,为 1589;其它优势种依次为黑棘鲷(1400)、颈斑蝠(831)、大鳞舌鲷(829)、中华海鲷(676)、汉氏棱鯷(422)、汤氏团扇鲷(398)、鹿斑蝠(385)、克氏副叶鲷(343)、花斑蛇鲷(334)、多鳞鱧(282)、黑口鱯(215)、皮氏叫姑鱼(191)、尖嘴鲷(145)、大头狗母鱼(105)。甲壳类优势渔获物共有 2 种,分别为须赤虾(267)、哈氏仿对虾(102)。头足类优势渔获物有 1 种,为中国枪乌贼(426)。其它种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数(H')均值为 1.13(0.20-1.77),均匀度指数(J')均值为 0.22(0.03-0.35),单纯度指数(C')均值为 0.16(0.06-0.35),丰富度指数(d')均值为 5.17(3.25-6.95)。渔获物个体密度多样性指数(H')均值为 0.91(0.22-1.37),均匀度指数(J')均值为 0.17(0.04-0.29),单纯度指数(C')均值为 0.15(0.07-0.55),丰富度指数(d')均值为 3.36(2.08-4.46)。

在本次调查的渔获物中,鱼类幼体约占 75.60%,主要鱼获物白腹小沙丁鱼、短吻蝠、红鳍赤鲷、灰鲷、尖嘴鲷、颈斑蝠、克氏副叶鲷、鹿斑蝠、日本绯鲤、细纹蝠、眼斑拟鲈均为幼鱼。

(8) 生物体质量

由于目前调查海域大型底栖生物的生物量较小,通过阿氏拖网调查获取的大型底栖生物的生物量已不能满足生物质量样品分析的要求,因此,本次生物质量样品的主要来自于游泳动物。通过渔业资源围网调查方式,在设定的大型底栖生物站位上获取的具有代表性的鱼类、甲壳类和软体类的本地经济种类、本地常见和优势种类。

在项目区附近海域布设了 15 个生物质量监测站位,调查项目附近海域的鱼类(黑口鱯、皮氏叫姑鱼、勒氏枝鳃石首鱼、前鳞骨鲷、黑棘鲷、长棘银鲈、金带细鲷、棕斑兔头鲷、二长棘犁齿鲷、游鳍叶鲷、汉氏棱鯷等)。

根据监测结果,采集到的 15 个站位 11 种鱼类,石油烃含量在 1.92~4.37($\times 10^{-6}$)之间,平均为 3.42($\times 10^{-6}$);铜含量在 0.2~0.6($\times 10^{-6}$)之间,平均为 0.4($\times 10^{-6}$);铅含量在 0.02~0.41($\times 10^{-6}$)之间,平均为 0.10($\times 10^{-6}$);砷含量在 0.71~4.96($\times 10^{-6}$)之间,平均为

2.83($\times 10^{-6}$)；总汞含量在 0.013~0.267($\times 10^{-6}$)之间，平均为 0.093($\times 10^{-6}$)；锌含量在 4.2~9.5($\times 10^{-6}$)之间，平均为 6.3($\times 10^{-6}$)；镉含量在 0.008~0.075($\times 10^{-6}$)之间，平均为 0.011($\times 10^{-6}$)；铬含量在 0.01~0.12($\times 10^{-6}$)之间，平均为 0.04($\times 10^{-6}$)。

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

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

(1) 社会环境概况

海口市位于北纬 19°31'32"~20°04'52"，东经 110°07'22"~110°42'32"。地处海南岛北部，东邻文昌市，南接定安县，西连澄迈县，北临琼州海峡与广东省隔海相望。东起大致坡镇老村，西至西秀镇拔南村，两端相距 60.6 千米；南起大坡镇五车上村，北至大海，两端相距 62.5 千米。总面积 3126.82 平方千米。其中，陆地面积 2296.82 平方千米，占 73.46%；海域面积 830 平方千米，占 26.54%。

2020 年，海口市常住人口 287.34 万人（第七次全国人口普查数，下同），比上年增长 10.02 万人，增长 3.6%。其中，秀英区 56.71 万人，龙华区 79.77 万人，琼山区 65.56 万人，美兰区 85.3 万人。年末户籍人口 195.05 万人。其中，城镇人口 130.5 万人，占 66.91%；乡村人口 64.55 万人，占 33.09%。

(2) 经济运行情况

根据海口市统计局发布的《2021 年海口市经济运行情况》分析 2021 年海口市的经济运行情况。

2021 年海口市生产总值 2057.06 亿元，按不变价格计算，同比增长 11.3%，两年平均增长 8.3%。分产业看，第一产业增加值 85.43 亿元，同比增长 4.7%，两年平均增长 4.2%；第二产业增加值 346.75 亿元，同比增长 8.0%，两年平均增长 4.2%；第三产业增加值 1624.88 亿元，同比增长 12.3%，两年平均增长 9.3%。

海口市经济运行基本呈现如下特点：

①农业生产延续平稳态势，主要农产品产量较快增长

2021 年，全市农林牧渔业增加值 85.43 亿元，同比增长 4.7%。全市蔬菜产量 50.26 万吨，同比下降 6.9%。水果产量 24.3 万吨，增长 0.2%。其中，菠萝、荔枝产量均实现两位数增长，分别增长 66.9%和 14.1%。主要热带经济作物中，槟榔产量增长 72.3%。

生猪生产较快恢复，出栏量增长 116.3%，生猪存栏、能繁殖母猪存栏比上年末分别增长 107.6%、80.2%。

②工业恢复性增长,企业效益稳步提升

2021 年，全市规模以上工业增加值同比增长 15.9%，两年平均增长 5.8%。食品制造业产值同比增长 19.4%，汽车制造业产值同比增长 111.7%。主要工业产品产量中，汽车、塑料制品、软饮料、啤酒和售电量分别增长 1067.2%、153.8%、35.3%、23.3%和 13.9%。2021 年 1-11 月份，全市规模以上工业企业利润总额 34.75 亿元，同比增长 0.5%。规模以上工业企业营业收入利润率为 9.23%，同比提高 2.89 个百分点。

③服务业仍是经济增长主动力，现代服务业增势良好

2021 年，全市服务业（第三产业）增加值同比增长 12.3%，高于整体经济 1 个百分点，对经济增长的贡献率为 86.3%。其中，批发和零售业增加值增长 27.9%，交通运输、仓储和邮政业增加值增长 13.4%，住宿餐饮业增加值增长 12.4%。1-11 月份，全市规模以上服务业企业营业收入同比增长 20.9%。其中，规模以上信息传输、软件和信息技术服务业营业收入增长 2.1%，利润总额增长 14.8%；房地产业（物业管理和房地产中介服务）营业收入增长 10.7%，利润总额增长 16.8%；科学研究和技术服务业营业收入增长 24.2%，利润总额增长 3.3%。2021 年，全市货物周转量 1552.91 亿吨公里，同比增长 3.7%，其中水运增长 3.8%。旅客周转量 386.76 亿人公里，增长 7.2%。邮政业务总量 13.90 亿元，增长 13.9%。

④固定资产投资结构优化向好，产业投资快速增长

2021 年，全市固定资产投资同比增长 8.4%，两年平均增长 9.1%，其中非房地产开发投资同比增长 12.0%，增速高于房地产开发投资 10 个百分点，占固定资产投资比重较上年提高 2.1 个百分点。全市产业投资同比增长 17.0%，高于全市投资增速 8.6 个百分点，拉动投资增长 10.7 个百分点。分产业看，第一产业投资同比下降 42.3%；第二产业投资下降 27.0%，其中制造业增长 18.1%；第三产业投资增长 14.6%，其中信息传输、软件和信息技术服务业增长 4.7%，租赁和商务服务业增长 139.3%，卫生、社会保障和社会福利业增长 171.9%，科学研究技术服务和地质勘查业增长 42.9%。

⑤市场销售较快增长，旅游业稳步复苏

2021 年，全市社会消费品零售总额 1056.98 亿元，同比增长 26.5%，两年平均增长 13.3%。按消费类型分，全市商品零售 947.90 亿元，同比增长 22.9%；餐饮收入 109.09 亿元，增长 68.8%。升级类商品销售较快增长，限额以上单位商品零售中，化妆品类增

长 33.6%；金银珠宝类增长 29.4%；通讯器材类增长 143.3%；汽车类增长 14.9%，其中新能源汽车增长 112.6%。

2021 年，全市接待游客总人数 2313.84 万人次，同比增长 39.8%，恢复至 2019 年的 82.0%。实现旅游总收入 344.63 亿元，同比增长 56.1%，恢复至 2019 年的 97.0%。

⑥居民消费价格稳定，居民收入稳步增长

2021 年，全市居民消费价格（CPI）同比上涨 0.5%。八大类商品及服务价格呈“四升四降”格局，其中交通通信、衣着、居住、生活用品及服务价格分别上涨 3.4%、1.5%、1.4%和 1.2%；食品烟酒、医疗保健、教育文化和娱乐、其他用品及服务价格分别下降 0.3%、1.2%、1.2%和 1.3%。

2021 年，全市常住居民人均可支配收入 38129 元，同比名义增长 8.9%；其中，城镇居民人均可支配收入 43605 元，名义增长 8.9%；农村居民人均可支配收入 19267 元，名义增长 10.7%。

3.4.2 海域开发利用现状

根据查询海南省海洋动管中心及收集历史资料，项目周边分布着一些已确权项目和正在申请中的用海项目，这些项目主要类型包括渔业用海、旅游娱乐用海、科研教学用海和交通运输用海等。项目周边用海现状分布见图 3.4-1 所示，周边用海情况见表 3.4-1 所示。

海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地：位于海口市海滨村北侧约 12km 处，如意岛北侧海域，权属人为海南富圆投资有限公司，用海方式为开放式养殖，用海面积为 27.0000 公顷，用海期限为 15 年。其宗海界址图见图 3.4-2 所示。

海口东海岸海洋牧场示范基地建设项目位于如意岛东侧海域，权属人为海口市水产技术推广站，用海方式为为透水构筑物 and 开放式养殖，其中开放式养殖 40.3856 公顷，透水构筑物 7.4759 公顷，用海期限 40 年。

海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目为正在申请中的海域，位于如意岛北侧海域，申请人为海口市休闲渔业开发有限公司，用海方式为透水构筑物和开放式养殖，其中养殖管理平台（透水构筑物）1.4400 公顷，深海网箱养殖区（开放式养殖）192.7980 公顷，申请用海期限 15 年。其申请用海的界址图见图 3.4-3 所示。

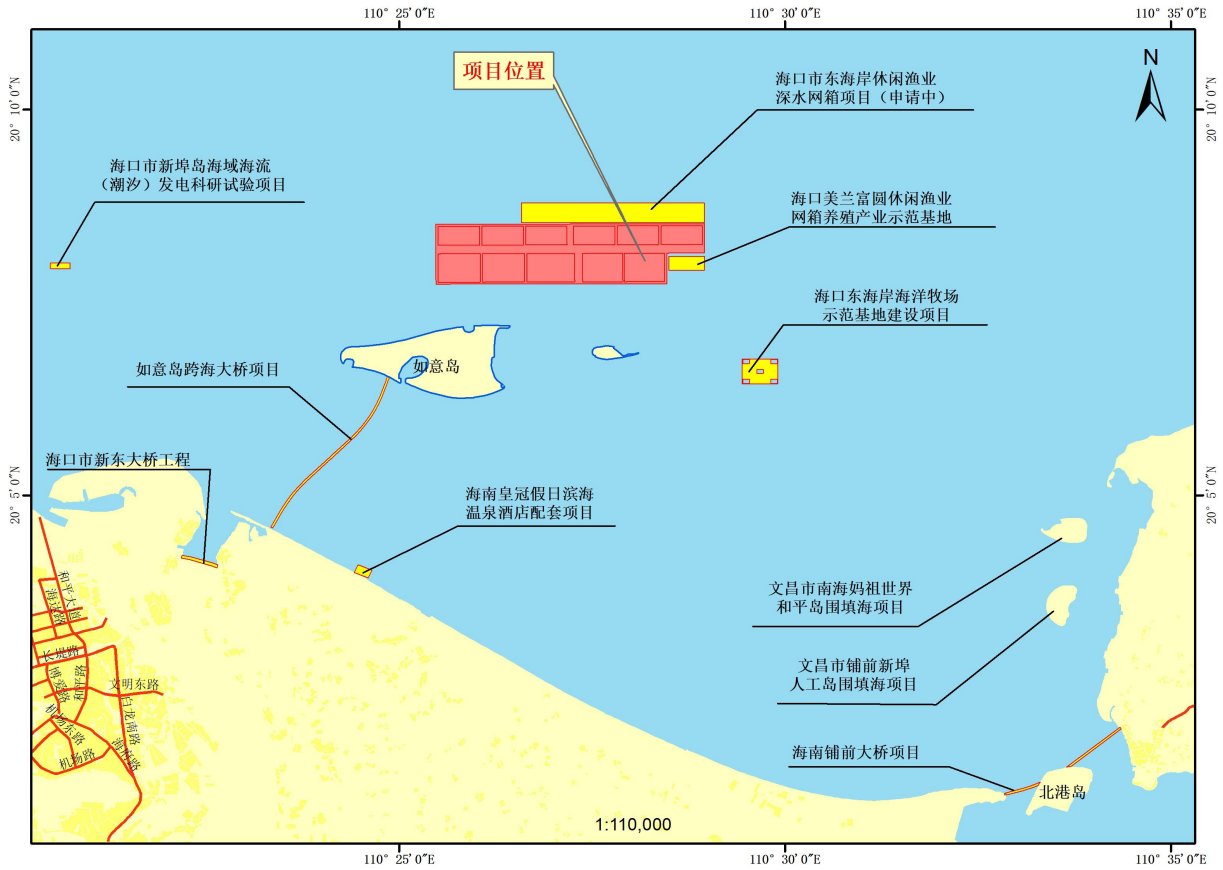


图 3.4-1 项目周边用海现状分布图

表 3.4-1 论证范围内用海项目一览表

序号	项目名称	项目业主	用海类型	用海方式及规模	用海期限	项目位置	与本项目距离
1	海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地	海南富圆投资有限公司	渔业用海	开放式养殖 27.0000 公顷	15 年	位于海口市如意岛东北侧海域	东侧约 47m
2	海口东海岸海洋牧场示范基地建设项目	海口市水产技术推广站	渔业用海	开放式养殖 40.3856 公顷, 透水构筑物 7.4759 公顷	40 年	位于海口市美兰区海滨村北侧约 9.8km	东南侧 2.49km
3	如意岛	----	旅游娱乐用海	规划填海面积 715.05 公顷	50 年	海口鲁能希尔顿酒店北侧约 5.0km 处	南侧 0.99km
4	如意岛跨海大桥项目	----	交通运输用海	跨海桥梁 21.5597 公顷	50 年	位于海口市外坪村北侧海域	西南侧 2.46km
5	海南皇冠假日滨海温泉酒店配套项目	海南皇冠假日滨海温泉酒店	旅游娱乐用海	游乐场 6.9330 公顷	25 年	海南皇冠假日滨海温泉酒店北侧近岸海域	西南侧约 8.33km
6	海口市新东大桥工程	海口市路桥建设投资有限公司	交通运输用海	跨海桥梁 5.92 公顷	40 年	本项目位于海口市东北部, 连接新埠岛和东营镇, 跨越南渡江。	南侧约 6.94km
7	海口市新埠岛海域海流(潮汐)发电科研试验项目	海南省金基海洋能源有限公司	科研教学用海	透水构筑物 1.6038 公顷	10 年	位于海口市海甸岛北侧约 5.0km 处	西侧 8.26km
8	文昌市南海妈祖世界和平岛围填海项目	海南鼎项旅游文化股份有限公司	旅游娱乐用海	建设填海造地 49.5148 公顷, 跨海桥梁 6.6604 公顷, 透水构筑物 1.6240 公顷	50 年	文昌市铺前镇新埠海北侧海域	东南侧 10.3km
9	文昌市铺前新埠人工岛围填海项目	海南亿创达科技投资有限公司	旅游娱乐用海	填海造地 45.9104 公顷	50 年	文昌市铺前镇新埠海区域	东南侧 11.4km
10	海南铺前大桥项目	海南省交通运输厅	交通运输用海	跨海桥梁 13.4046 公顷	40 年	海口市演丰镇与文昌市铺前镇之间海域。	东南侧 14.7km
11	海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目(申请中)	海口市休闲渔业开发有限公司	渔业用海	开放式养殖 192.7980 公顷; 透水构筑物 1.4400 公顷	申请 15 年	位于海口市如意岛东北侧海域	南侧约 21m



图 3.4-2 海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地宗海界址图

海口市东海岸深水网箱养殖项目宗海界址图

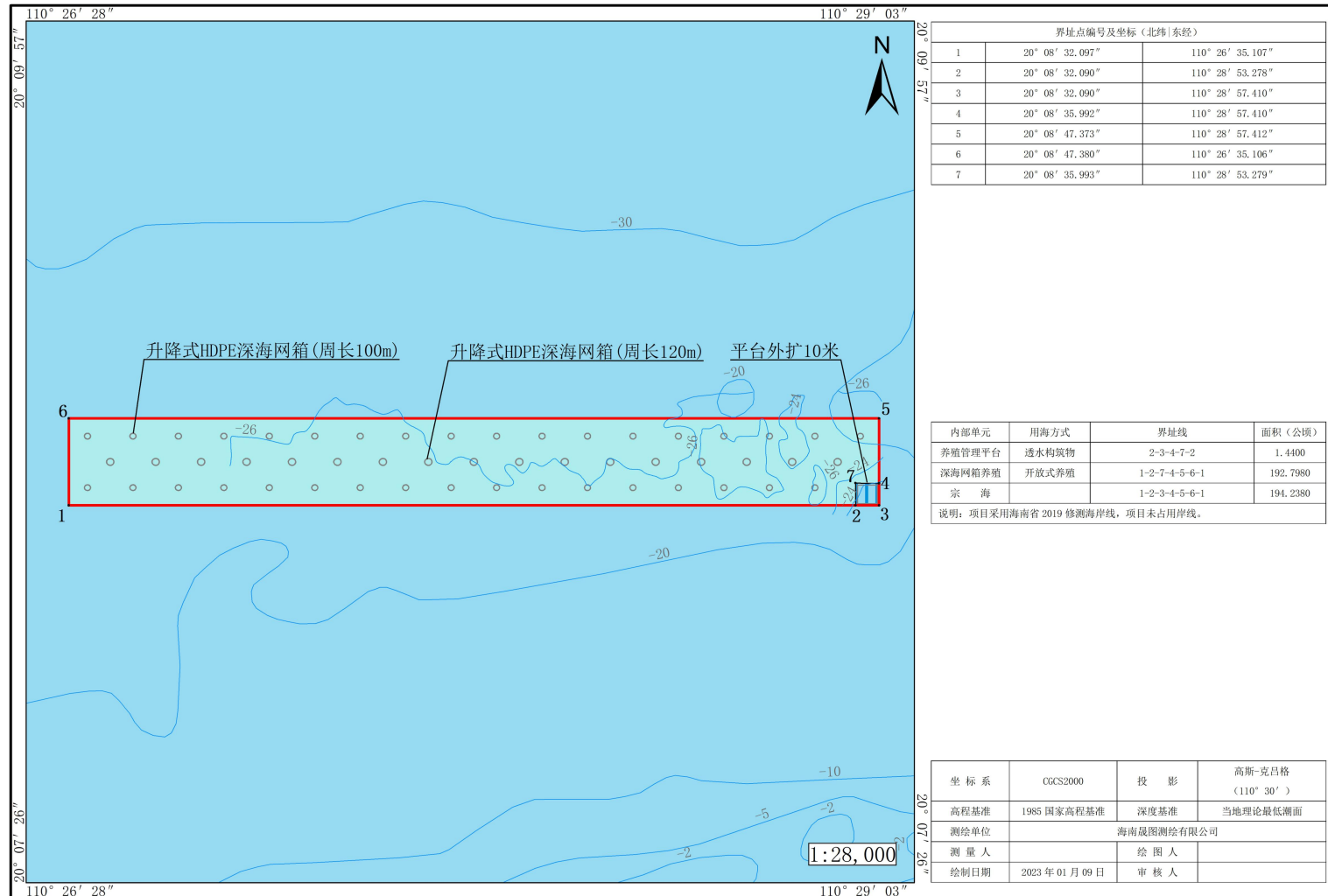


图 3.4-3 海口市东海岸深水网箱养殖用海项目宗海界址图

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目建设对水动力环境影响分析

4.1.1 工程区域波浪模拟

4.1.1.1 深水波要素

本报告关于深水波要素的结果引用自中山大学编制的《南海妈祖世界和平岛（一期）人工岛围填海项目—波浪整体数学模型研究》：

根据中国气象局发布的“CMA-STI 热带气旋最佳路径数据集”数据，本研究对影响海口市铺前湾水域（考虑进入以铺前湾水域为中心，300km 半径范围内）的热带气旋进行了统计，统计结果显示共有 95 个热带气旋对研究区域产生影响。

复合分布（Compound Distribution）的概念首先由 Feller 提出，Liu T.F.等推导了应用于极值波高的统计分析的复合极值分布（Compound Extreme Value Distribution），它考虑了每年台风频次的影响。研究表明，我国各海区台风及其诱发的极端海况，可用 Poisson-Gumbel 复合极值分布（PGCD）进行概率预测。我国现行规范推荐 P-III 型统计频率曲线是纯经验性曲线，它选取每年一个最大值进行曲线的拟合，浪费数据严重，特别在海洋波浪资料普遍观测年限不长的情况下，这为 P-III 型分布应用带来困难。P-G 复合极值法有效地克服了这一缺陷，对每年出现的各次台风均加以考虑，在重现期波高的推算，并与经验曲线的拟合较好。

报告中对 95 个台风进行计算，获取各次台风期间各个方向的极值波高与周期，采用 P-G 复合极值法，得到铺前湾深水（30m）处的多年一遇设计波浪参数。如下表 4.1-1：

表 4.1-1 外海 50m 水深处的波浪条件

重现期（年）	波向	NE	N	NW
50	有效波高	8.0	6.8	7.7
	周期	9.0	7.9	8.3
10	有效波高	6.2	5.1	5.6
	周期	7.6	6.4	7.1
2	有效波高	3.8	2.9	3.1
	周期	5.9	4.7	5.4

4.1.1.2 计算工况

在分析项目附近海域波浪场的时候，本报告计算分析了以下工况：

表 4.1-2 计算工况

波向	NE	N	NW
极端高水位	√	√	√
设计高水位	√	√	√

设计低水位	√	√	√
极端低水位	√	√	√

4.1.1.3 数值模拟

1、数学模型

MIKE21 SW 波浪模型由丹麦水力研究所（DHI）研发，模型自开发以来吸取了世界范围内大量实际工程的应用经验，在国际河口、海岸及海洋工程设计中得到了广泛应用和持续发展。

MIKE21 SW 模块考虑到的物理现象有：

- 1) 风生浪；
- 2) 波一波间的非线性作用；
- 3) 白帽引起的能量损耗；
- 4) 底摩阻引起的能量损耗；
- 5) 水深变化引发的波浪破碎产生的能量损耗；
- 6) 波浪反射、绕射及浅水变形；
- 7) 波浪与水流之间的相互作用；
- 8) 水深变化以及干湿区的影响。

MIKE21 SW 基于波作用守恒方程，采用波作用密度 $N(\sigma, \theta)$ 来描述波浪。模型的自变量为相对波频率 σ 和波向 θ 。波作用密度与波能谱密度 $E(\sigma, \theta)$ 的关系为：

$$N(\sigma, \theta) = E(\sigma, \theta) / \sigma$$

其中 σ 为相对频率， θ 为波向。

在笛卡尔坐标系下，MIKE21 SW 的控制方程，即波作用守恒方程可以表示为：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla(\bar{v}N) = \frac{S}{\sigma}$$

其中： \bar{v} —波群速度；

c_x 、 c_y —波作用在地理空间 (x, y) 中传播时的变化；

c_σ —由于水深和水流变化造成的相对频率的变化；

c_θ —由水深和水流引起的折射；

S —能量平衡方程中以谱密度表示的源函数。

式中传播速度均采用线性波理论计算：

$$c_x = \frac{dx}{dt} = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_x}{k^2} + U_x$$

$$c_y = \frac{dy}{dt} = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_y}{k^2} + U_y$$

$$c_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial \sigma}{\partial d} \left[\frac{\partial d}{\partial t} + \mathbf{U} \cdot \nabla d \right] - c_g k \cdot \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial s}$$

$$c_\theta = \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{k} \left[\frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial m} + k \cdot \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial m} \right]$$

其中：d—水深；

U—流速， $\mathbf{U}=(U_x, U_y)$ ；

$\mathbf{k}=(k_x, k_y)$ —波数；

s—沿 θ 方向空间坐标；

m—垂直于 s 的坐标。

在球坐标系下，

$$\hat{N} d\sigma d\theta d\varphi d\lambda = N d\sigma d\theta dx dy$$

$$\hat{N} = NR^2 \cos \varphi = \frac{ER^2 \cos \varphi}{\sigma}$$

其中 R 为地球半径， φ 为纬度， λ 为经度。

波作用守恒方程的形式为：

$$\frac{\partial \hat{N}}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial \varphi} C_\varphi \hat{N} + \frac{\partial}{\partial \lambda} C_\lambda \hat{N} + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\sigma \hat{N} + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta \hat{N} = \frac{\hat{S}}{\sigma}$$

其中：S—总的源函数。

MIKE 21 SW 模型中的源函数项描述了各种物理现象的源函数的叠加：

$$S = S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf}$$

其中： S_{in} —风输入的能量；

S_{nl} —波与波之间的非线性作用引起的能量损耗；

S_{ds} —由白帽引起的能量损耗；

S_{bot} —底摩阻引起的能量损耗；

S_{surf} —由于水深变化引起的波浪破碎产生的能量损耗。

2、模型计算网格及范围

本次波浪模型计算范围见图 4.1-1，西边界在 110°9'E，海口湾西侧湾口；东边界起

110°40.8'E 木兰头附近；整个计算域 E-W 向距离约 61km。南至东寨港 19°58'；整个计算区域 S-N 向距离约 26km。

本模型采用三角形网格剖分计算域，由远至项目附近逐层加密。三角形网格节点数为 5349 个，三角形个数为 9847 个；工程区域最小网格间距为 50m，网格剖分见图 4.1-1 和图 4.1-2（工程后局部放大）。

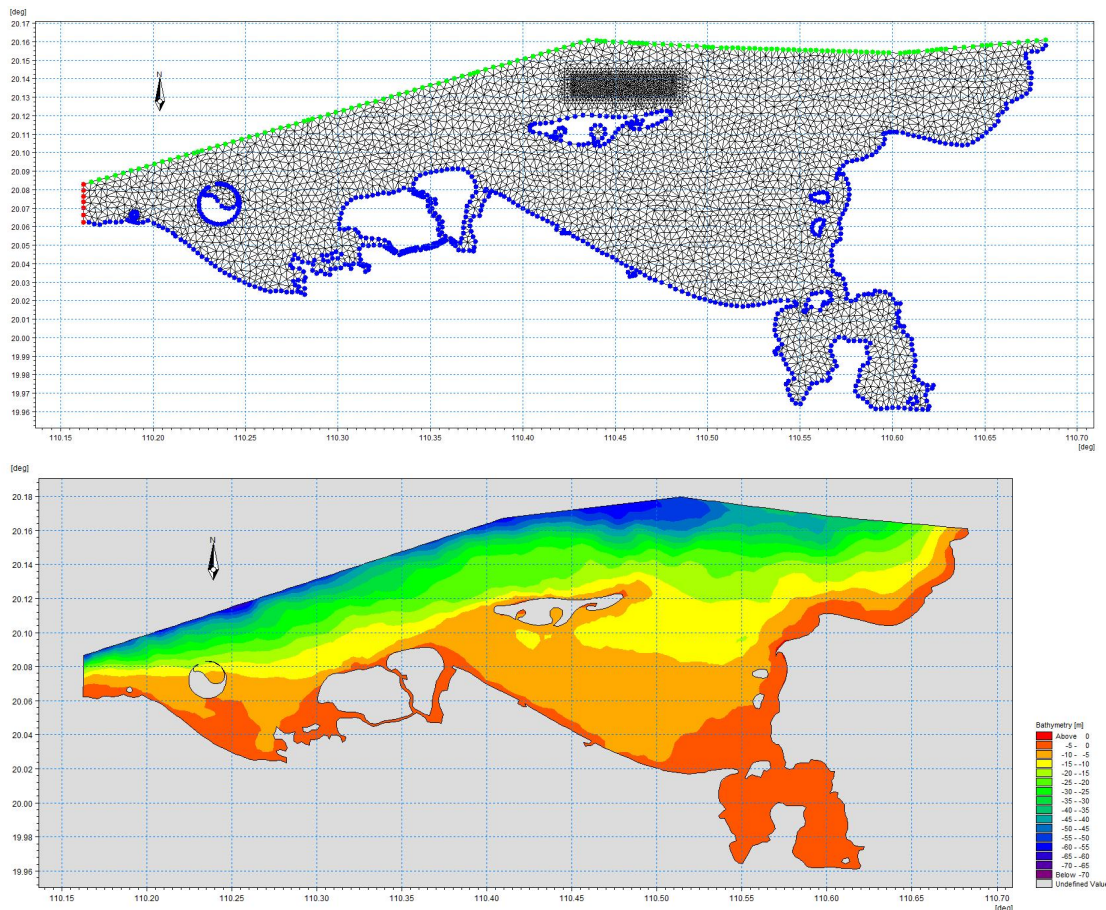


图 4.1-1 计算范围及网格图

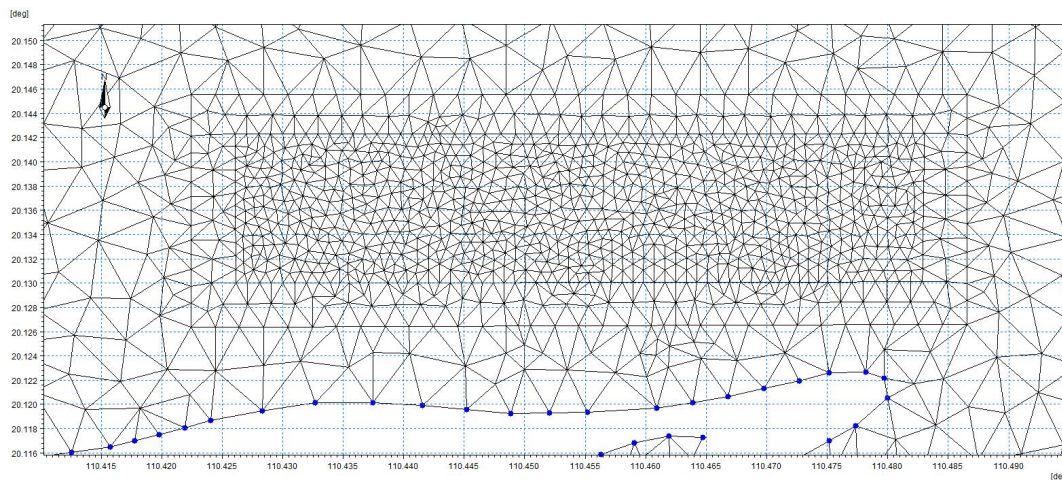


图 4.1-2 工程前计算范围及网格图（项目附近）

3、养殖区波要素

模拟结果如表 4.1-3~表 4.1-6 及图 4.1-3~4.1-39 所示。

根据模拟结果可知，50 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 7.64m、7.48m、7.08m、6.79m、6.08m、7.11m、7.16m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 7.52m、7.37m、6.80m、6.59m、5.70m、6.91m、6.95m。

10 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 5.98m、5.82m、5.68m、5.44m、5.10m、5.66m、5.69m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 5.93m、5.77m、5.57m、5.33m、4.86m、5.57m、5.61m。

2 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 3.73m、3.67m、3.59m、3.56m、3.38m、3.63m、3.65m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 3.71m、3.64m、3.56m、3.51m、3.31m、3.59m、3.61m。

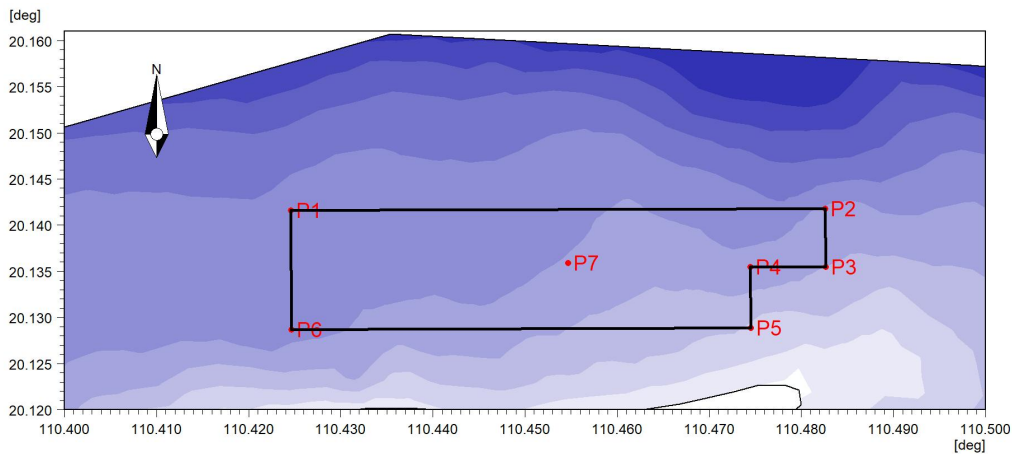


图 4.1-3 采样点位置图

表 4.1-3 极端高水位情况下，各采样点波要素

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
NE	50 年一遇	P1	10.66	9.21	8.92	7.64	5.03	9	114.49
		P2	10.33	8.97	8.7	7.48	4.97	9	111.12
		P3	9.68	8.42	8.21	7.08	4.74	9	105.96
		P4	9.42	8.16	7.91	6.79	4.49	9	109.39
		P5	8.45	7.31	7.09	6.08	4.01	9	106.53
		P6	9.92	8.57	8.3	7.11	4.68	9	112.41
		P7	9.9	8.58	8.33	7.16	4.75	9	110.34
	10 年一遇	P1	8.46	7.28	7.05	5.98	3.88	7.6	86.79
		P2	8.19	7.05	6.84	5.82	3.79	7.6	85.23
		P3	7.94	6.86	6.64	5.68	3.74	7.6	82.52
		P4	7.65	6.59	6.39	5.44	3.54	7.6	84.37
		P5	7.16	6.17	5.98	5.1	3.32	7.6	82.84
		P6	8	6.89	6.67	5.66	3.67	7.6	85.85
		P7	8.46	7.28	7.05	5.98	3.88	7.6	86.79

海口市美兰区养殖用海项目整体海域使用论证报告书

波向	波浪重现期	采样点	H1%	H4%	H5%	H13%	平均波高	周期	波长
	2年一遇	P7	8.01	6.9	6.69	5.69	3.7	7.6	84.85
		P1	5.43	4.6	4.45	3.73	2.37	5.9	54.14
		P2	5.3	4.51	4.36	3.67	2.34	5.9	53.95
		P3	5.16	4.4	4.26	3.59	2.3	5.9	53.45
		P4	5.14	4.38	4.23	3.56	2.28	5.9	53.81
		P5	4.87	4.15	4.01	3.38	2.16	5.9	53.52
		P6	5.25	4.46	4.32	3.63	2.32	5.9	54.03
		P7	5.26	4.48	4.33	3.65	2.33	5.9	53.89
N	50年一遇	P1	9.16	7.89	7.64	6.5	4.23	7.9	92.75
		P2	8.98	7.76	7.51	6.42	4.21	7.9	90.83
		P3	8.6	7.46	7.24	6.22	4.13	7.9	87.61
		P4	8.65	7.48	7.24	6.19	4.06	7.9	89.79
		P5	7.91	6.84	6.62	5.66	3.72	7.9	87.98
		P6	8.88	7.66	7.43	6.33	4.13	7.9	91.59
		P7	8.95	7.74	7.49	6.41	4.21	7.9	90.37
	10年一遇	P1	6.96	5.94	5.75	4.85	3.11	6.4	63.37
		P2	6.83	5.84	5.67	4.78	3.08	6.4	62.92
		P3	6.55	5.64	5.46	4.64	3.01	6.4	61.95
		P4	6.61	5.66	5.49	4.64	2.99	6.4	62.64
		P5	6.15	5.28	5.12	4.33	2.8	6.4	62.08
		P6	6.71	5.73	5.55	4.68	3.01	6.4	63.11
		P7	6.74	5.76	5.6	4.72	3.04	6.4	62.8
	2年一遇	P1	3.96	3.35	3.23	2.7	1.71	4.7	34.47
		P2	3.92	3.31	3.2	2.68	1.69	4.7	34.47
		P3	3.8	3.22	3.12	2.61	1.66	4.7	34.44
		P4	3.83	3.24	3.14	2.62	1.66	4.7	34.46
		P5	3.67	3.11	3.01	2.51	1.59	4.7	34.44
		P6	3.82	3.22	3.11	2.6	1.64	4.7	34.47
		P7	3.85	3.25	3.14	2.63	1.66	4.7	34.46
NW	50年一遇	P1	10.17	8.79	8.51	7.27	4.77	8.3	100.69
		P2	9.62	8.32	8.06	6.91	4.55	8.3	98.26
		P3	8.96	7.78	7.55	6.49	4.32	8.3	94.34
		P4	9.29	8.04	7.79	6.68	4.41	8.3	96.97
		P5	8.37	7.24	7.02	6.02	3.97	8.3	94.78
		P6	9.64	8.33	8.06	6.89	4.53	8.3	99.2
		P7	9.53	8.24	8	6.86	4.53	8.3	97.68
	10年一遇	P1	7.81	6.68	6.48	5.47	3.53	7.1	76.9
		P2	7.36	6.33	6.13	5.19	3.36	7.1	75.89
		P3	7.09	6.11	5.92	5.04	3.29	7.1	73.97
		P4	7.31	6.3	6.1	5.18	3.36	7.1	75.29
		P5	6.94	5.98	5.8	4.93	3.2	7.1	74.2
		P6	7.61	6.53	6.34	5.36	3.46	7.1	76.3
		P7	7.49	6.45	6.25	5.3	3.44	7.1	75.63
	2年一遇	P1	4.51	3.81	3.68	3.08	1.95	5.4	45.46
		P2	4.42	3.74	3.62	3.03	1.92	5.4	45.4
		P3	4.31	3.66	3.54	2.98	1.9	5.4	45.2
		P4	4.39	3.71	3.59	3.01	1.91	5.4	45.35
		P5	4.2	3.56	3.45	2.9	1.84	5.4	45.23

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
		P6	4.47	3.78	3.66	3.06	1.94	5.4	45.43
		P7	4.43	3.75	3.63	3.04	1.93	5.4	45.38

表 4.1-4 设计高水位情况下，各采样点波要素

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
NE	50年一遇	P1	10.43	9.03	8.76	7.52	4.97	9	112.69
		P2	10.13	8.8	8.56	7.37	4.93	9	108.87
		P3	9.23	8.06	7.85	6.8	4.58	9	103.04
		P4	9.1	7.9	7.67	6.59	4.38	9	106.92
		P5	7.89	6.83	6.64	5.7	3.77	9	103.69
		P6	9.59	8.3	8.05	6.91	4.57	9	110.33
		P7	9.58	8.32	8.08	6.95	4.63	9	107.99
	10年一遇	P1	8.36	7.2	6.98	5.93	3.85	7.6	85.98
		P2	8.09	6.98	6.77	5.77	3.77	7.6	84.1
		P3	7.72	6.69	6.49	5.57	3.69	7.6	80.84
		P4	7.48	6.45	6.25	5.33	3.48	7.6	83.05
		P5	6.81	5.88	5.7	4.86	3.18	7.6	81.22
		P6	7.85	6.76	6.55	5.57	3.62	7.6	84.84
		P7	7.86	6.79	6.58	5.61	3.67	7.6	83.63
	2年一遇	P1	5.38	4.57	4.42	3.71	2.37	5.9	54.05
		P2	5.24	4.46	4.32	3.64	2.33	5.9	53.76
		P3	5.09	4.35	4.22	3.56	2.28	5.9	53.06
		P4	5.05	4.3	4.16	3.51	2.25	5.9	53.57
		P5	4.75	4.06	3.93	3.31	2.12	5.9	53.15
		P6	5.19	4.41	4.27	3.59	2.29	5.9	53.89
		P7	5.19	4.43	4.28	3.61	2.31	5.9	53.68
N	50年一遇	P1	9.05	7.81	7.57	6.45	4.21	7.9	91.75
		P2	8.88	7.68	7.44	6.38	4.2	7.9	89.47
		P3	8.36	7.26	7.06	6.08	4.06	7.9	85.67
		P4	8.48	7.33	7.11	6.1	4.02	7.9	88.23
		P5	7.53	6.5	6.3	5.4	3.55	7.9	86.1
		P6	8.7	7.52	7.28	6.22	4.08	7.9	90.36
		P7	8.76	7.57	7.34	6.3	4.16	7.9	88.92
	10年一遇	P1	6.88	5.88	5.7	4.81	3.09	6.4	63.15
		P2	6.74	5.78	5.61	4.74	3.07	6.4	62.55
		P3	6.42	5.54	5.37	4.57	2.98	6.4	61.24
		P4	6.49	5.58	5.41	4.58	2.97	6.4	62.16
		P5	5.96	5.13	4.97	4.21	2.73	6.4	61.41
		P6	6.62	5.65	5.49	4.63	2.98	6.4	62.8
		P7	6.63	5.7	5.52	4.67	3.03	6.4	62.38
	2年一遇	P1	3.94	3.33	3.22	2.69	1.7	4.7	34.47
		P2	3.9	3.3	3.19	2.67	1.69	4.7	34.46
		P3	3.77	3.2	3.09	2.6	1.66	4.7	34.4
		P4	3.81	3.22	3.12	2.61	1.66	4.7	34.44
		P5	3.61	3.06	2.96	2.48	1.58	4.7	34.41
		P6	3.8	3.21	3.1	2.6	1.64	4.7	34.46
		P7	3.83	3.24	3.13	2.62	1.66	4.7	34.45
NW	50年一遇	P1	9.96	8.6	8.33	7.14	4.7	8.3	99.41

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
		P2	9.42	8.16	7.92	6.8	4.5	8.3	96.58
		P3	8.62	7.49	7.29	6.28	4.2	8.3	92.04
		P4	8.97	7.78	7.55	6.49	4.3	8.3	95.09
		P5	7.87	6.81	6.61	5.67	3.75	8.3	92.55
		P6	9.33	8.07	7.82	6.7	4.41	8.3	97.68
		P7	9.22	8	7.76	6.67	4.42	8.3	95.91
		10年一遇	P1	7.72	6.62	6.43	5.43	3.51	7.1
	P2		7.24	6.24	6.04	5.13	3.33	7.1	75.1
	P3		6.94	6	5.81	4.96	3.25	7.1	72.72
	P4		7.18	6.18	5.99	5.1	3.32	7.1	74.36
	P5		6.68	5.76	5.58	4.76	3.11	7.1	73.01
	P6		7.48	6.44	6.24	5.29	3.44	7.1	75.62
	P7		7.37	6.34	6.15	5.23	3.41	7.1	74.78
	2年一遇	P1	4.48	3.79	3.67	3.07	1.94	5.4	45.43
		P2	4.37	3.71	3.59	3.01	1.91	5.4	45.33
		P3	4.24	3.61	3.49	2.94	1.88	5.4	45.02
		P4	4.33	3.67	3.55	2.99	1.9	5.4	45.25
		P5	4.13	3.51	3.4	2.86	1.83	5.4	45.07
		P6	4.43	3.75	3.63	3.04	1.93	5.4	45.38
		P7	4.38	3.71	3.59	3.02	1.92	5.4	45.3

表 4.1-5 设计低水位情况下，各采样点波要素

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
NE	50年一遇	P1	10.07	8.74	8.49	7.29	4.85	9	110.12
		P2	9.77	8.52	8.31	7.17	4.82	9	105.66
		P3	8.58	7.51	7.32	6.36	4.31	9	98.88
		P4	8.64	7.51	7.3	6.29	4.2	9	103.39
		P5	7.09	6.15	5.97	5.13	3.4	9	99.63
		P6	9.12	7.91	7.68	6.6	4.39	9	107.36
		P7	9.07	7.88	7.67	6.61	4.42	9	104.64
	10年一遇	P1	8.2	7.08	6.86	5.85	3.82	7.6	84.74
		P2	7.94	6.85	6.64	5.69	3.74	7.6	82.35
		P3	7.37	6.41	6.22	5.36	3.58	7.6	78.3
		P4	7.2	6.22	6.02	5.15	3.38	7.6	81.05
		P5	6.27	5.42	5.25	4.48	2.94	7.6	78.77
		P6	7.61	6.57	6.37	5.43	3.55	7.6	83.29
		P7	7.62	6.58	6.38	5.46	3.59	7.6	81.78
	2年一遇	P1	5.31	4.52	4.38	3.68	2.36	5.9	53.87
		P2	5.15	4.4	4.26	3.59	2.3	5.9	53.42
		P3	4.98	4.28	4.15	3.51	2.27	5.9	52.32
		P4	4.9	4.19	4.06	3.42	2.19	5.9	53.11
		P5	4.57	3.9	3.79	3.19	2.05	5.9	52.47
		P6	5.08	4.33	4.19	3.53	2.26	5.9	53.61
		P7	5.1	4.36	4.22	3.56	2.28	5.9	53.29
N	50年一遇	P1	8.87	7.67	7.42	6.35	4.17	7.9	90.23
		P2	8.7	7.55	7.33	6.3	4.19	7.9	87.42
		P3	7.92	6.9	6.73	5.8	3.89	7.9	82.77
		P4	8.18	7.1	6.9	5.93	3.95	7.9	85.91

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长	
		P5	6.87	5.94	5.77	4.95	3.27	7.9	83.3	
		P6	8.41	7.27	7.04	6.03	3.97	7.9	88.52	
		P7	8.42	7.3	7.09	6.09	4.05	7.9	86.74	
	10年一遇	P1	6.77	5.79	5.62	4.75	3.07	6.4	62.76	
		P2	6.6	5.69	5.51	4.68	3.04	6.4	61.89	
		P3	6.23	5.39	5.22	4.46	2.93	6.4	60.04	
		P4	6.32	5.45	5.28	4.49	2.92	6.4	61.33	
		P5	5.63	4.85	4.7	4	2.6	6.4	60.27	
		P6	6.46	5.55	5.38	4.55	2.94	6.4	62.25	
		P7	6.47	5.57	5.4	4.59	2.98	6.4	61.65	
	2年一遇	P1	3.9	3.3	3.19	2.67	1.69	4.7	34.46	
		P2	3.87	3.27	3.17	2.66	1.69	4.7	34.43	
		P3	3.72	3.16	3.06	2.58	1.65	4.7	34.31	
		P4	3.77	3.19	3.09	2.59	1.65	4.7	34.41	
		P5	3.52	2.99	2.89	2.43	1.55	4.7	34.33	
		P6	3.77	3.19	3.09	2.59	1.64	4.7	34.45	
		P7	3.79	3.21	3.11	2.61	1.66	4.7	34.42	
	NW	50年一遇	P1	9.62	8.33	8.08	6.93	4.58	8.3	97.52
			P2	9.14	7.94	7.71	6.64	4.43	8.3	94.11
			P3	8.08	7.06	6.88	5.94	4	8.3	88.68
			P4	8.52	7.4	7.19	6.19	4.13	8.3	92.32
P5			7.12	6.18	6	5.15	3.42	8.3	89.29	
P6			8.88	7.69	7.47	6.41	4.25	8.3	95.43	
P7			8.77	7.62	7.4	6.37	4.25	8.3	93.31	
10年一遇		P1	7.57	6.52	6.32	5.37	3.49	7.1	75.55	
		P2	7.09	6.12	5.93	5.05	3.3	7.1	73.85	
		P3	6.7	5.79	5.62	4.82	3.18	7.1	70.75	
		P4	6.95	6.01	5.82	4.97	3.26	7.1	72.88	
		P5	6.23	5.38	5.21	4.45	2.92	7.1	71.12	
		P6	7.29	6.28	6.09	5.18	3.37	7.1	74.53	
		P7	7.18	6.21	6.01	5.13	3.36	7.1	73.42	
2年一遇		P1	4.44	3.76	3.64	3.05	1.94	5.4	45.37	
		P2	4.3	3.65	3.53	2.97	1.89	5.4	45.19	
		P3	4.14	3.54	3.42	2.89	1.85	5.4	44.65	
		P4	4.24	3.61	3.49	2.94	1.88	5.4	45.05	
		P5	4.04	3.45	3.33	2.81	1.8	5.4	44.73	
		P6	4.38	3.71	3.59	3.02	1.92	5.4	45.27	
		P7	4.33	3.68	3.56	2.99	1.91	5.4	45.13	

表 4.1-6 极端低水位情况下，各采样点波要素

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
NE	50年一遇	P1	9.94	8.63	8.37	7.2	4.79	9	109.16
		P2	9.64	8.41	8.2	7.09	4.77	9	104.48
		P3	8.35	7.31	7.12	6.19	4.2	9	97.35
		P4	8.45	7.35	7.16	6.17	4.13	9	102.09
		P5	6.82	5.91	5.74	4.93	3.27	9	98.13
		P6	8.94	7.76	7.53	6.48	4.31	9	106.27
		P7	8.87	7.71	7.51	6.48	4.34	9	103.41

海口市美兰区养殖用海项目整体海域使用论证报告书

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
	10年一遇	P1	8.14	7.03	6.82	5.81	3.8	7.6	84.25
		P2	7.86	6.8	6.59	5.65	3.73	7.6	81.68
		P3	7.22	6.28	6.11	5.26	3.52	7.6	77.32
		P4	7.09	6.13	5.93	5.08	3.35	7.6	80.28
		P5	6.06	5.24	5.07	4.34	2.85	7.6	77.82
		P6	7.52	6.5	6.29	5.37	3.52	7.6	82.69
		P7	7.52	6.5	6.3	5.4	3.56	7.6	81.06
	2年一遇	P1	5.29	4.51	4.36	3.67	2.35	5.9	53.79
		P2	5.12	4.37	4.23	3.57	2.29	5.9	53.26
		P3	4.94	4.25	4.12	3.49	2.26	5.9	52
		P4	4.85	4.15	4.02	3.39	2.17	5.9	52.91
		P5	4.49	3.84	3.73	3.14	2.02	5.9	52.17
		P6	5.04	4.3	4.16	3.51	2.25	5.9	53.49
		P7	5.06	4.32	4.19	3.54	2.27	5.9	53.11
N	50年一遇	P1	8.8	7.6	7.36	6.31	4.15	7.9	89.65
		P2	8.64	7.51	7.29	6.27	4.18	7.9	86.63
		P3	7.74	6.75	6.58	5.69	3.83	7.9	81.68
		P4	8.08	7.02	6.81	5.86	3.91	7.9	85.02
		P5	6.62	5.73	5.56	4.77	3.16	7.9	82.24
		P6	8.28	7.16	6.94	5.95	3.93	7.9	87.81
		P7	8.29	7.2	6.99	6.01	4	7.9	85.92
	10年一遇	P1	6.72	5.77	5.6	4.73	3.06	6.4	62.6
		P2	6.56	5.65	5.48	4.66	3.03	6.4	61.61
		P3	6.16	5.32	5.15	4.42	2.91	6.4	59.54
		P4	6.26	5.39	5.23	4.45	2.9	6.4	60.99
		P5	5.5	4.73	4.59	3.91	2.54	6.4	59.8
		P6	6.4	5.51	5.33	4.52	2.93	6.4	62.02
		P7	6.41	5.52	5.35	4.56	2.96	6.4	61.34
	2年一遇	P1	3.89	3.29	3.18	2.66	1.68	4.7	34.46
		P2	3.85	3.26	3.16	2.65	1.69	4.7	34.42
		P3	3.7	3.15	3.05	2.57	1.65	4.7	34.27
		P4	3.75	3.18	3.08	2.58	1.65	4.7	34.39
		P5	3.48	2.96	2.86	2.41	1.54	4.7	34.29
		P6	3.76	3.18	3.08	2.58	1.64	4.7	34.44
		P7	3.78	3.21	3.1	2.6	1.66	4.7	34.41
NW	50年一遇	P1	9.49	8.22	7.98	6.85	4.54	8.3	96.8
		P2	9.02	7.84	7.63	6.57	4.4	8.3	93.18
		P3	7.89	6.89	6.71	5.81	3.91	8.3	87.43
		P4	8.34	7.25	7.06	6.08	4.07	8.3	91.28
		P5	6.86	5.95	5.78	4.96	3.29	8.3	88.07
		P6	8.71	7.56	7.34	6.3	4.18	8.3	94.58
		P7	8.61	7.48	7.27	6.26	4.18	8.3	92.34
	10年一遇	P1	7.53	6.48	6.28	5.34	3.47	7.1	75.21
		P2	7.04	6.08	5.89	5.02	3.28	7.1	73.35
		P3	6.59	5.71	5.55	4.76	3.15	7.1	69.98
		P4	6.88	5.94	5.75	4.92	3.23	7.1	72.29
		P5	6.05	5.23	5.06	4.33	2.84	7.1	70.38
		P6	7.21	6.22	6.03	5.14	3.35	7.1	74.1

波向	波浪重现期	采样点	H _{1%}	H _{4%}	H _{5%}	H _{13%}	平均波高	周期	波长
	2年一遇	P7	7.11	6.14	5.95	5.09	3.34	7.1	72.89
		P1	4.42	3.75	3.63	3.05	1.94	5.4	45.34
		P2	4.27	3.63	3.51	2.95	1.89	5.4	45.12
		P3	4.11	3.51	3.4	2.87	1.84	5.4	44.48
		P4	4.21	3.59	3.47	2.92	1.87	5.4	44.95
		P5	4	3.42	3.31	2.79	1.79	5.4	44.57
		P6	4.35	3.7	3.58	3.01	1.92	5.4	45.22
		P7	4.3	3.66	3.54	2.98	1.91	5.4	45.05

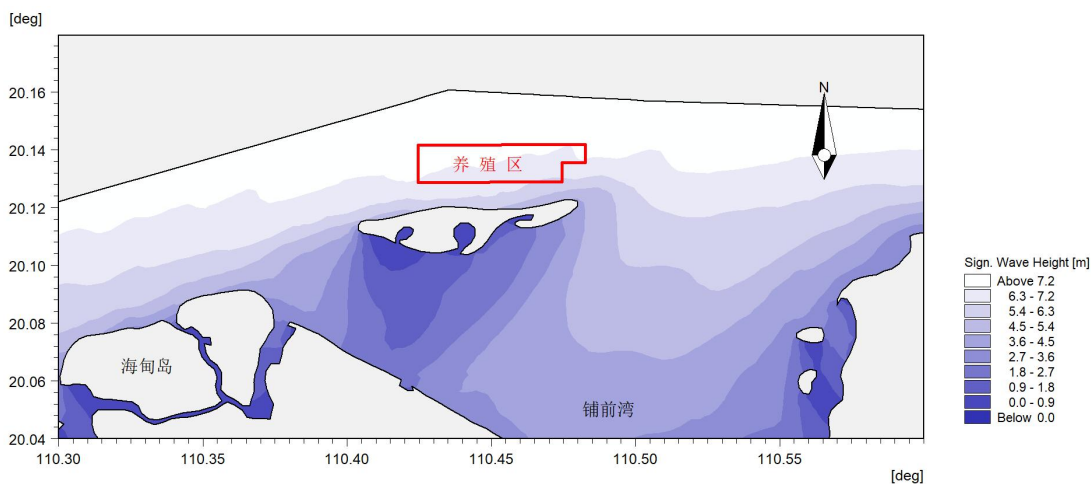


图 4.1-4 50 年一遇 NE 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

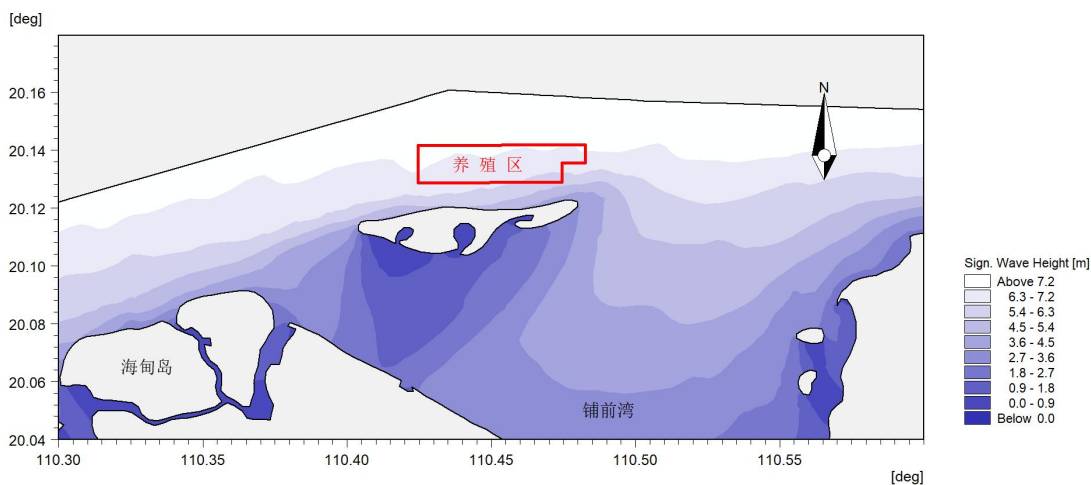


图 4.1-5 50 年一遇 NE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

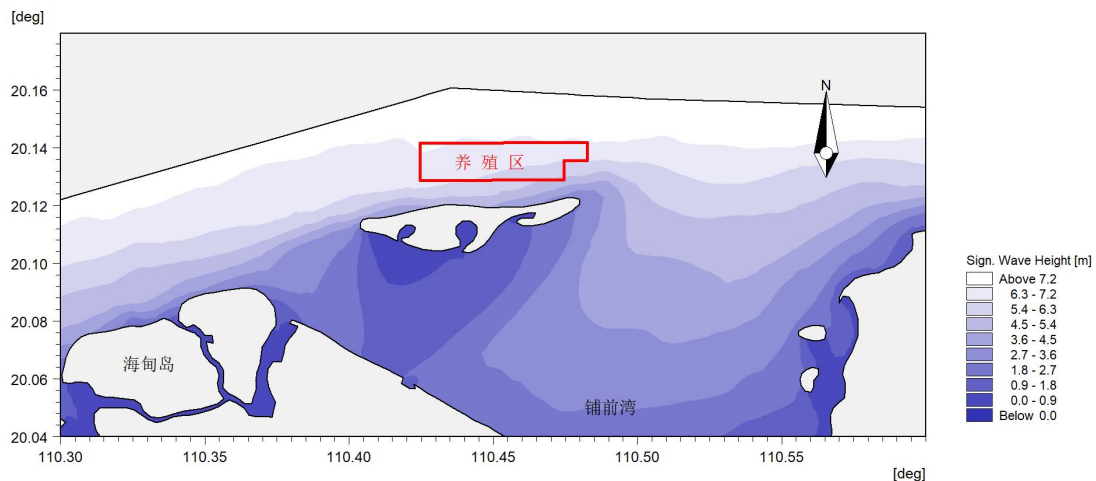


图 4.1-6 50 年一遇 NE 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

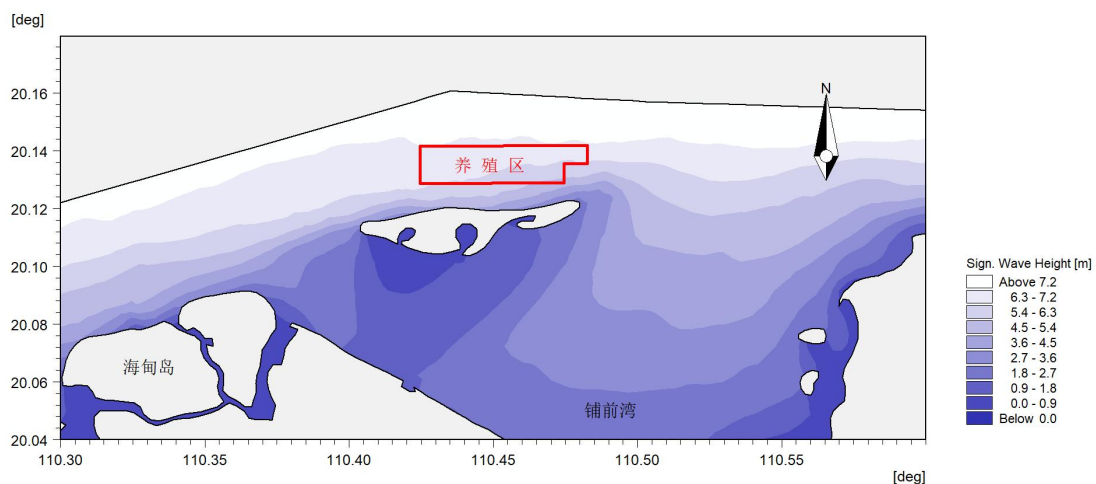


图 4.1-7 50 年一遇 NE 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

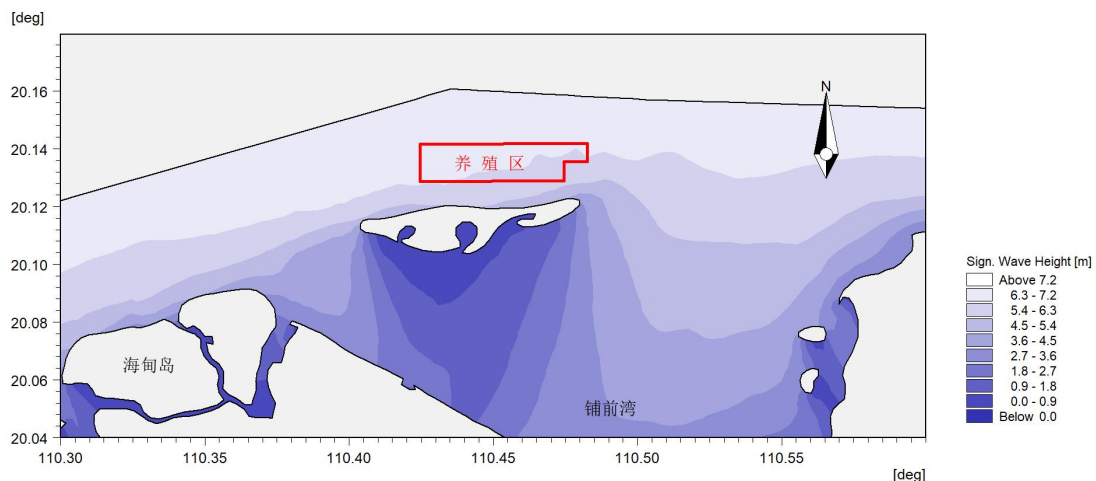


图 4.1-8 50 年一遇 N 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

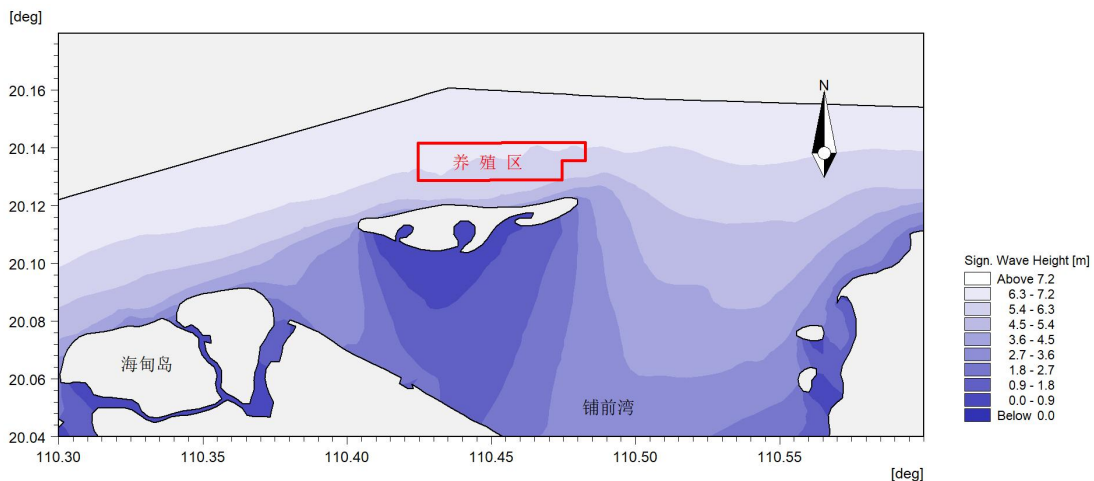


图 4.1-9 50 年一遇 N 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

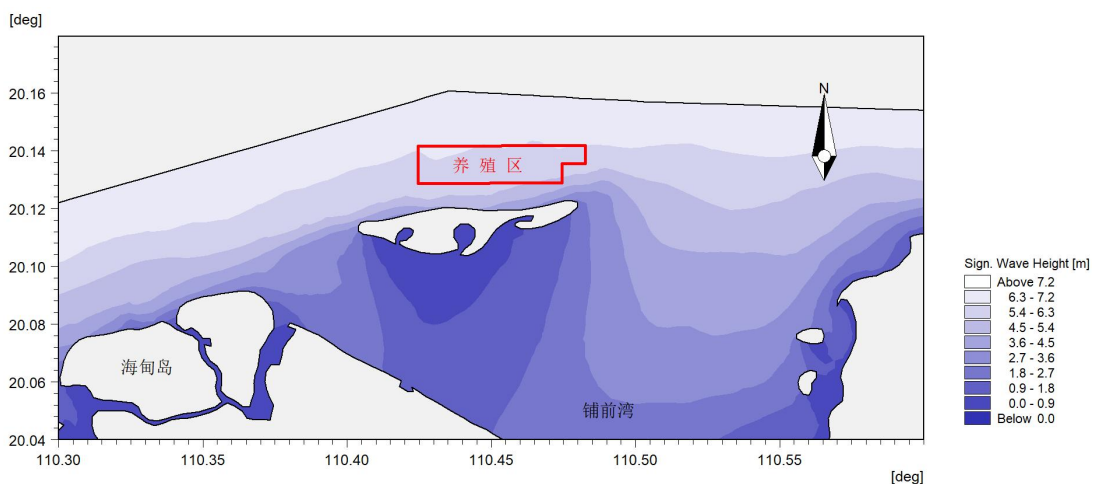


图 4.1-10 50 年一遇 N 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

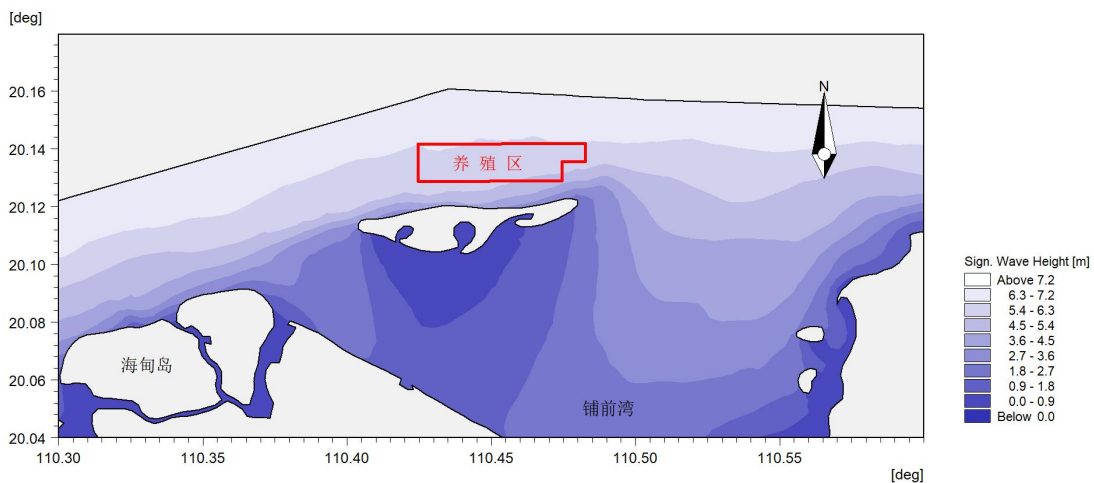


图 4.1-11 50 年一遇 N 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

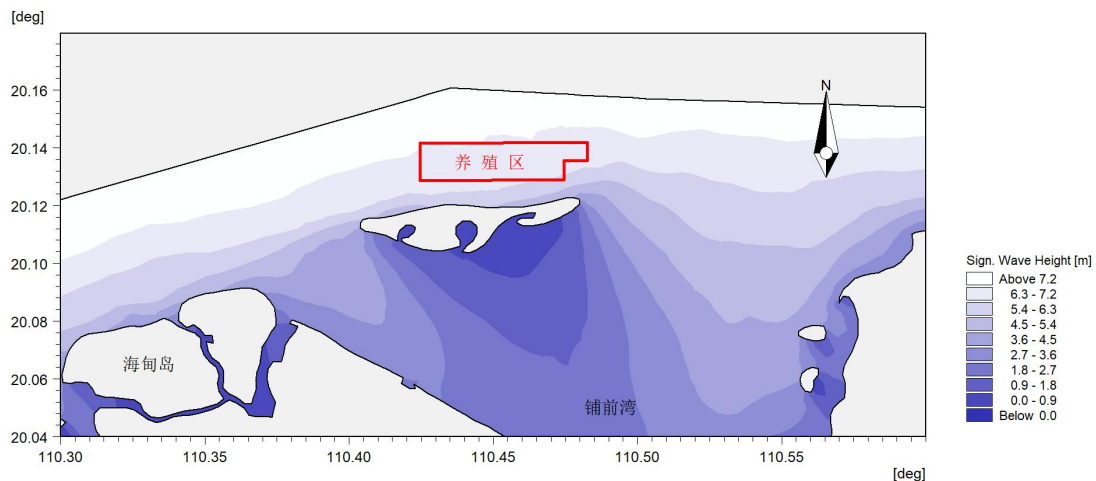


图 4.1-12 50 年一遇 NW 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

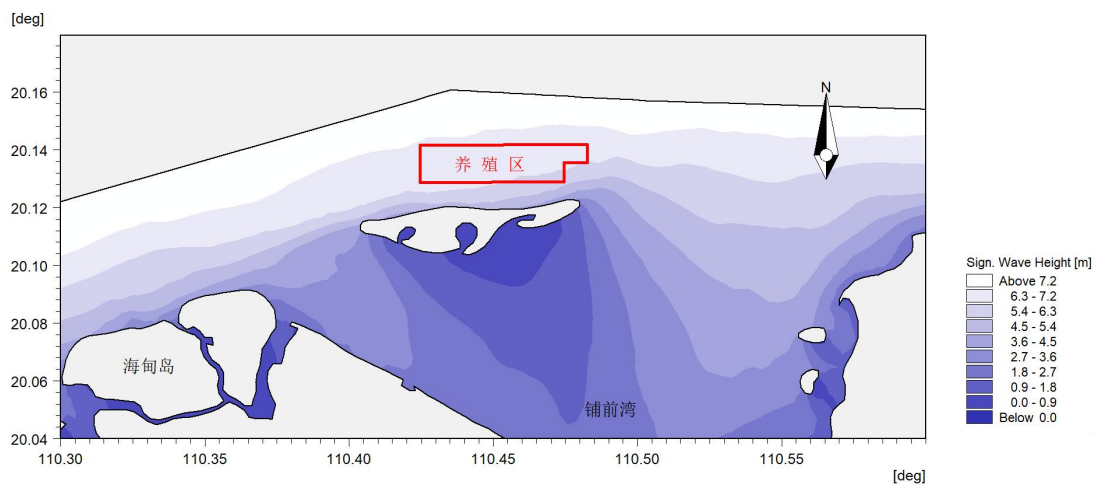


图 4.1-13 50 年一遇 NW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

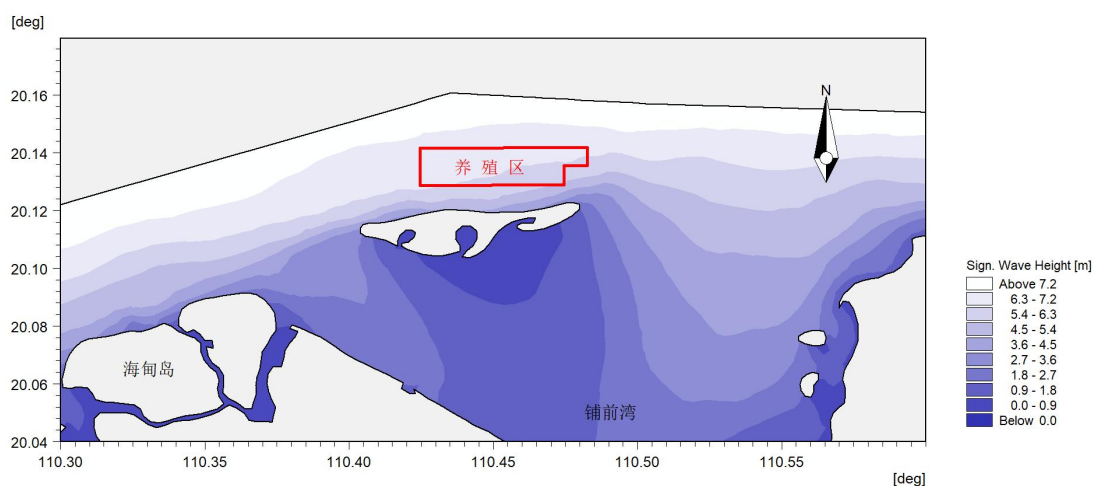


图 4.1-14 50 年一遇 NW 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

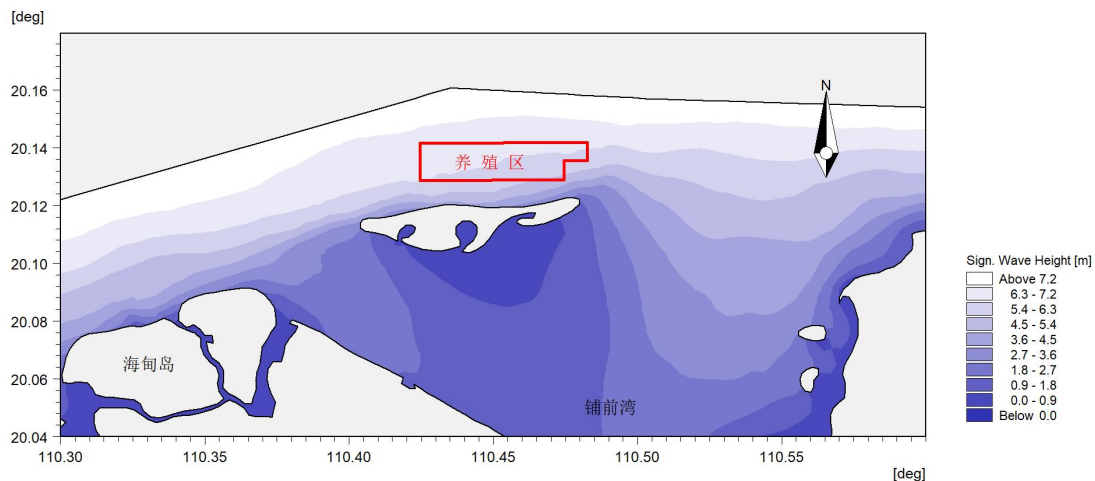


图 4.1-15 50 年一遇 NW 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

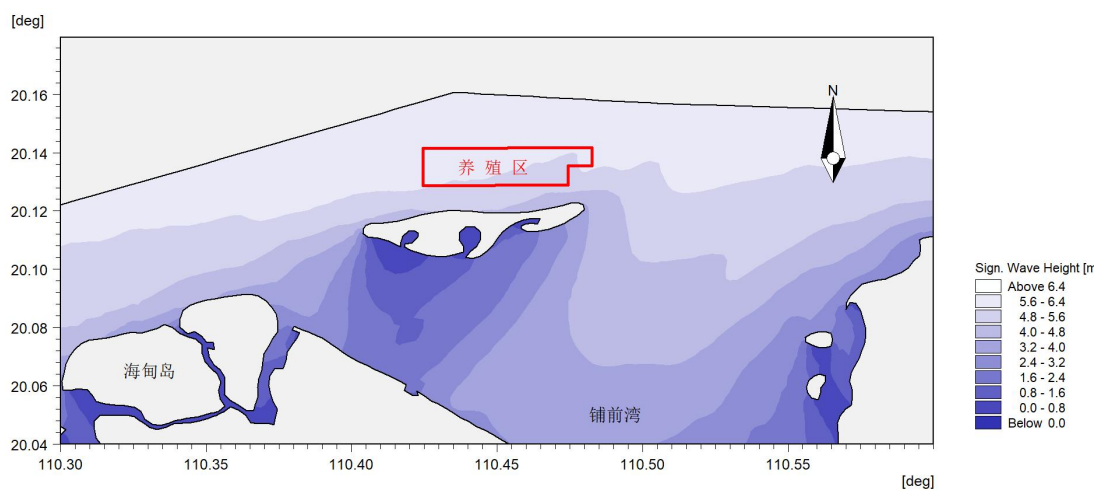


图 4.1-16 10 年一遇 NE 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

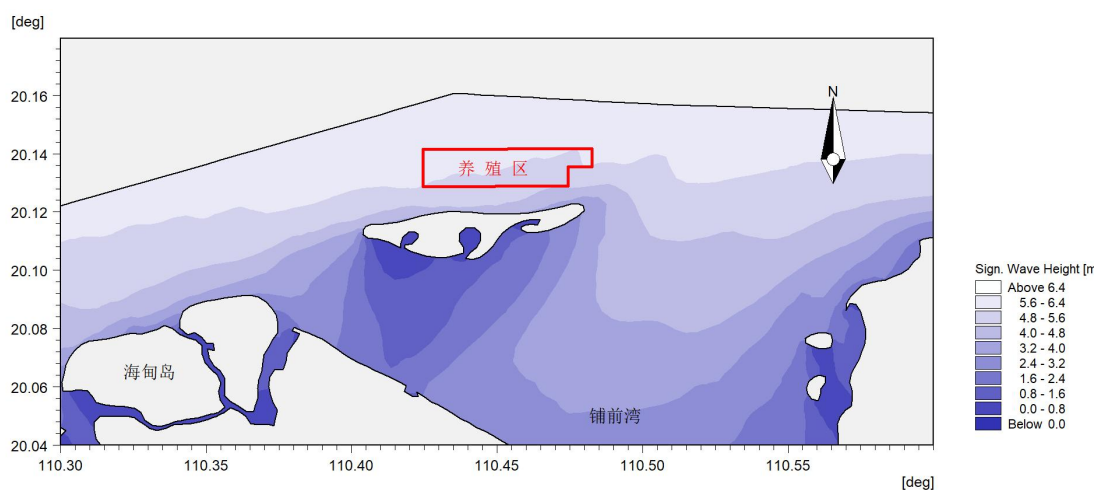


图 4.1-17 10 年一遇 NE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

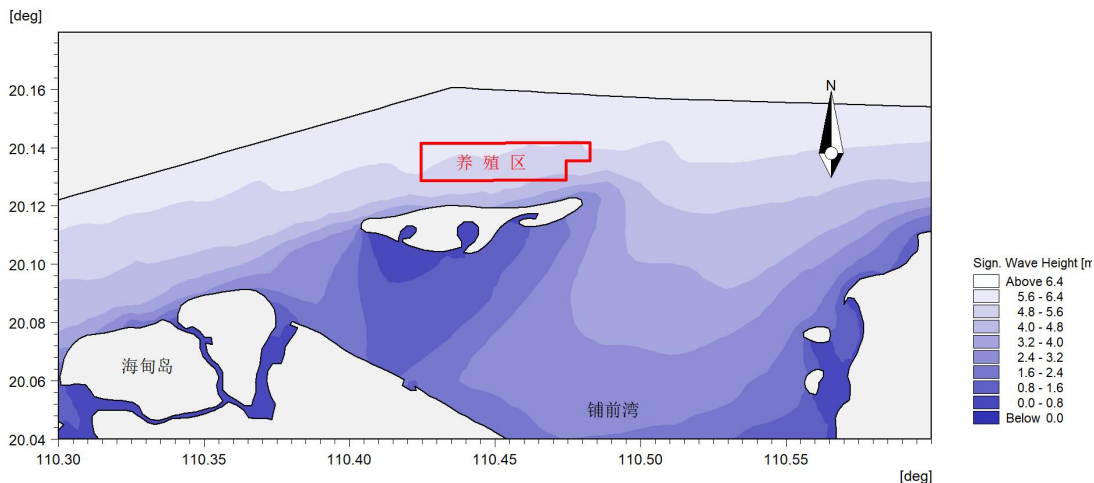


图 4.1-18 10 年一遇 NE 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

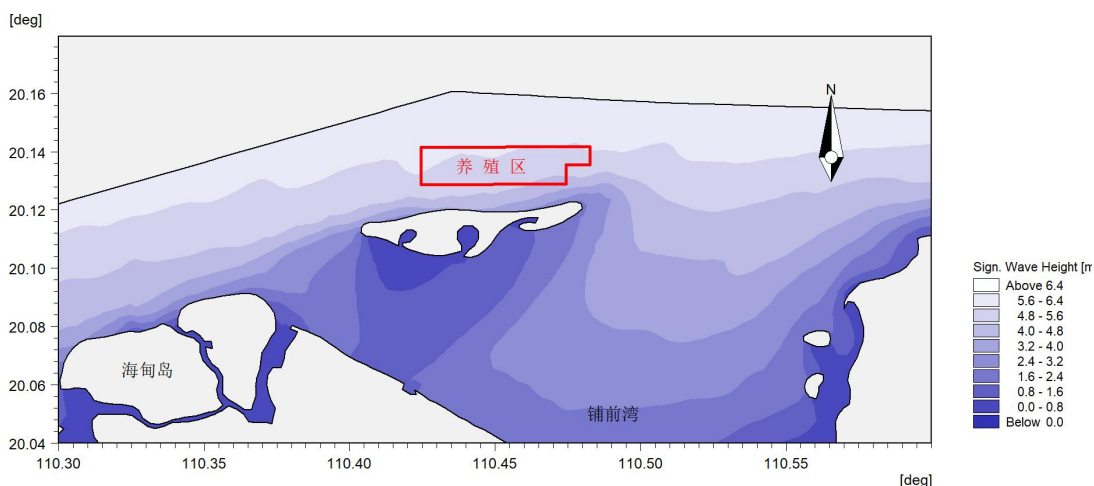


图 4.1-19 10 年一遇 NE 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

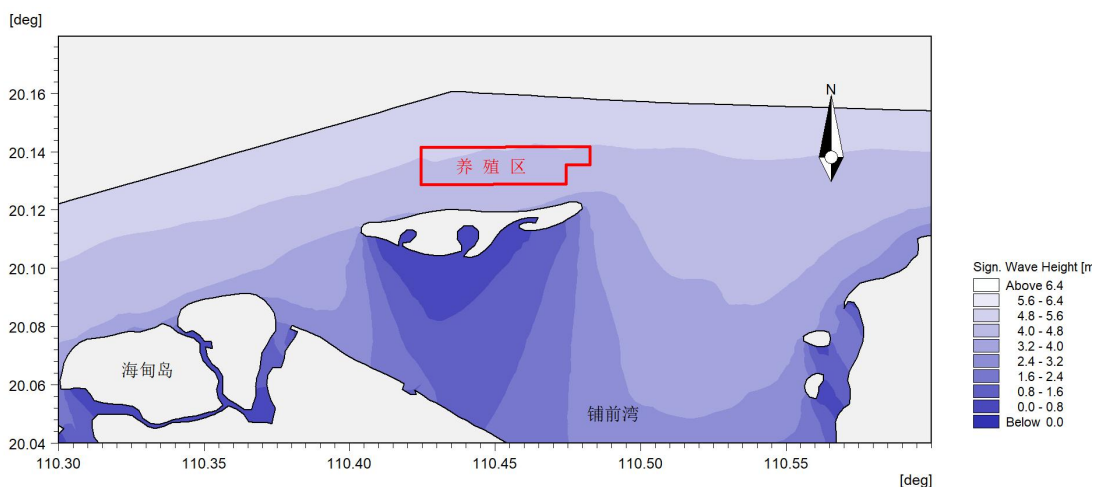


图 4.1-20 10 年一遇 N 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

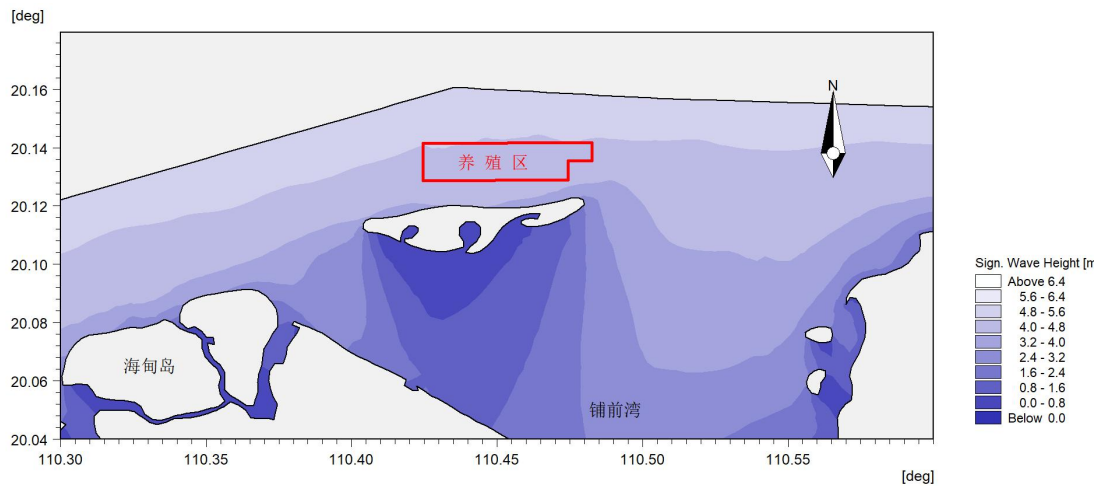


图 4.1-21 10 年一遇 N 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

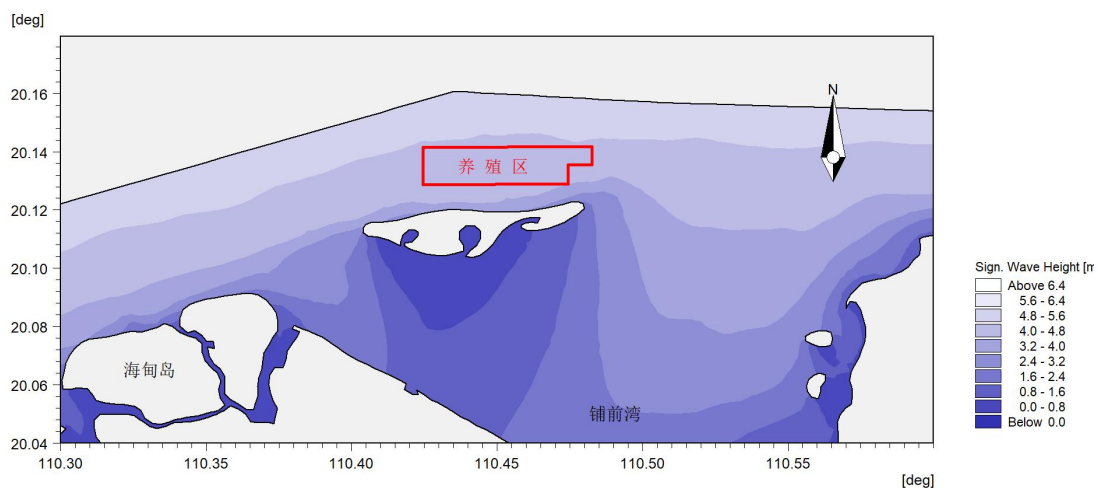


图 4.1-22 10 年一遇 N 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

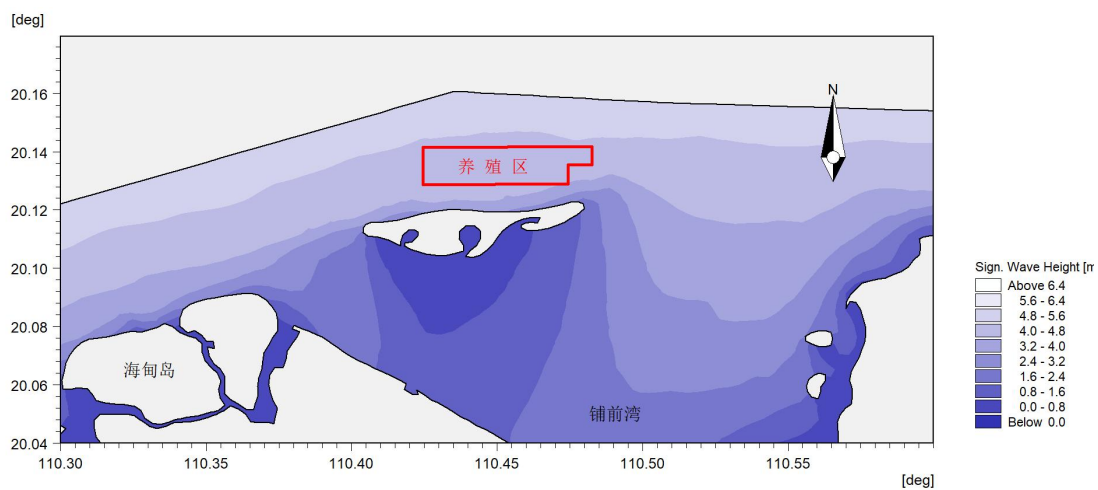


图 4.1-23 10 年一遇 N 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

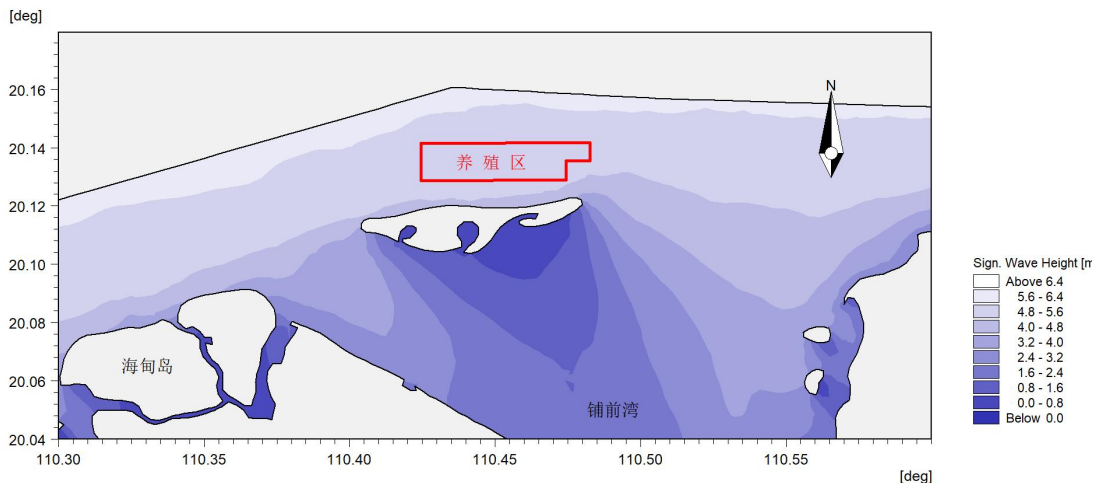


图 4.1-24 10 年一遇 NW 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

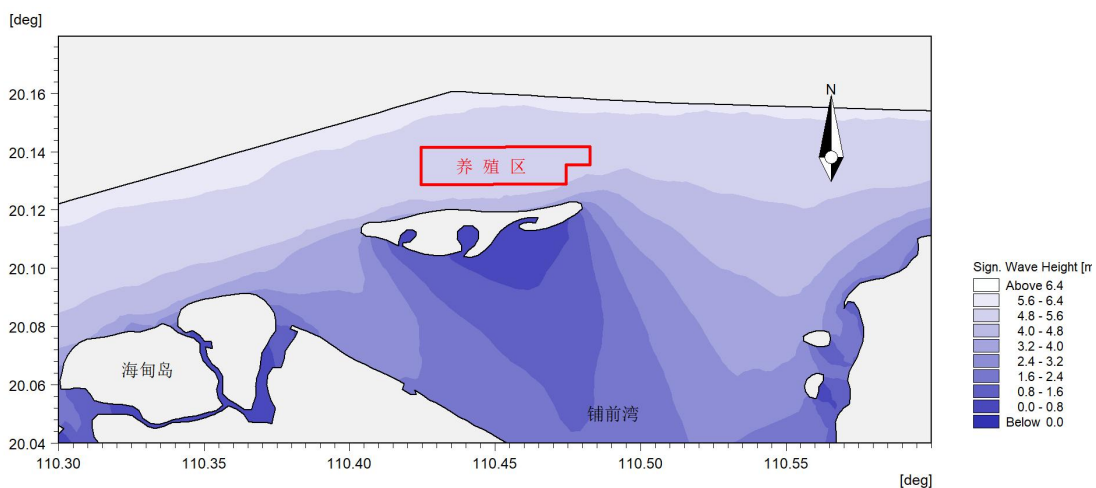


图 4.1-25 10 年一遇 NW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

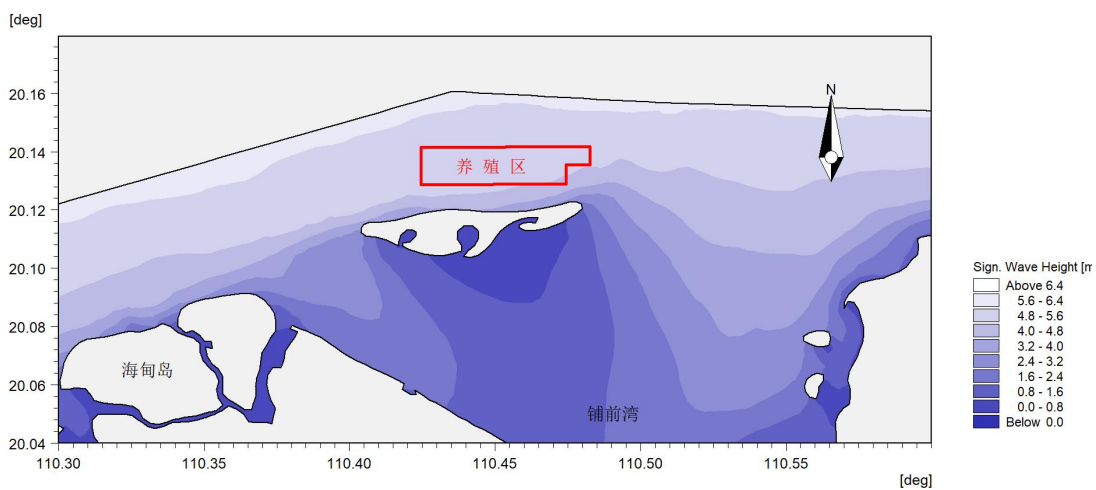


图 4.1-26 10 年一遇 NW 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

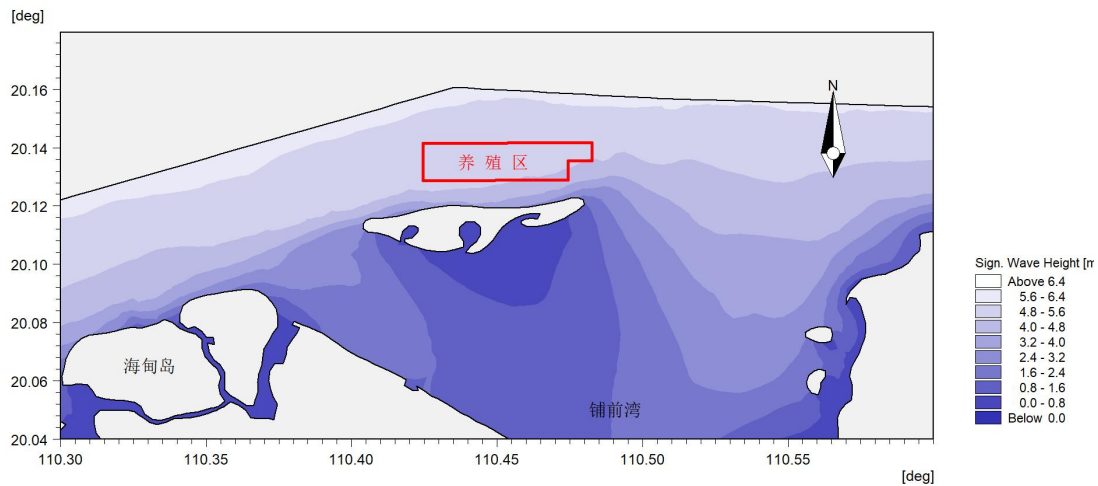


图 4.1-27 10 年一遇 NW 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

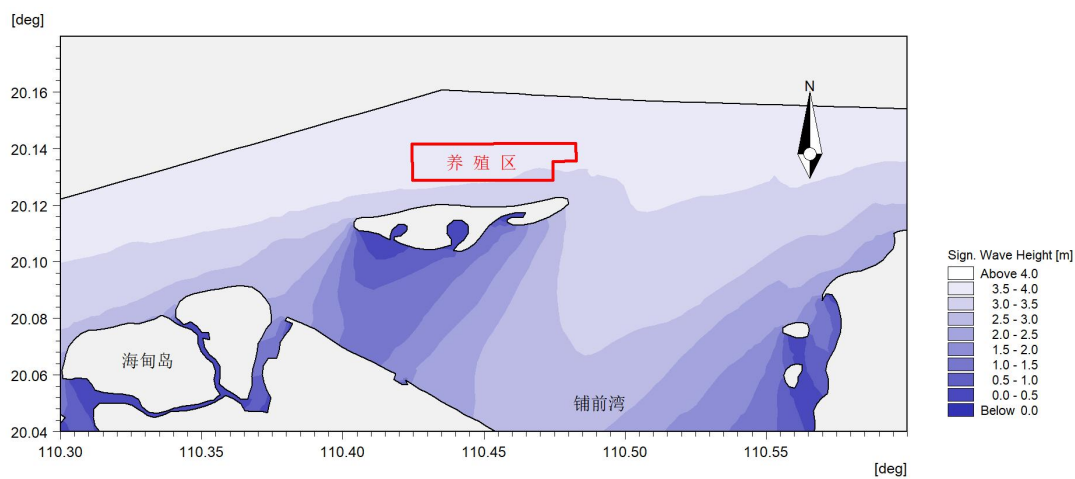


图 4.1-28 2 年一遇 NE 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

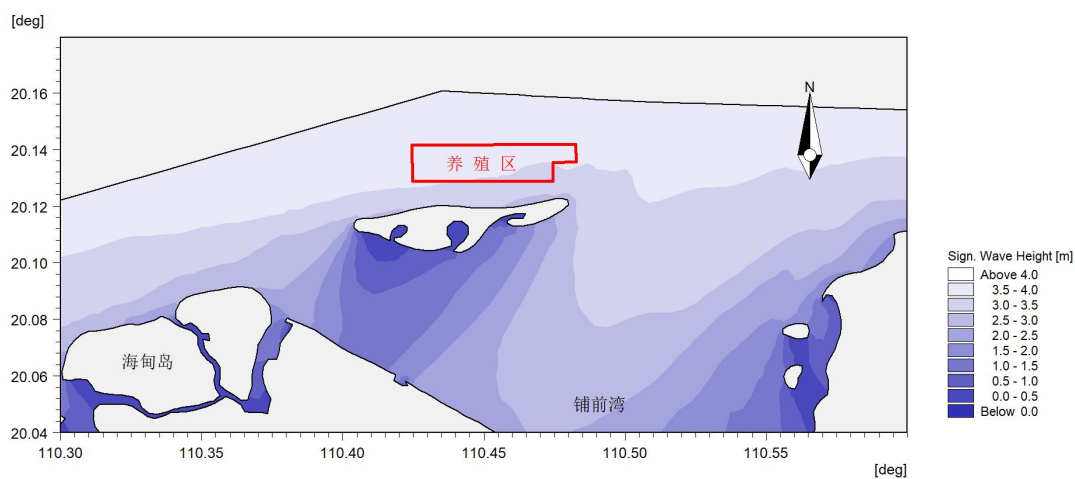


图 4.1-29 2 年一遇 NE 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

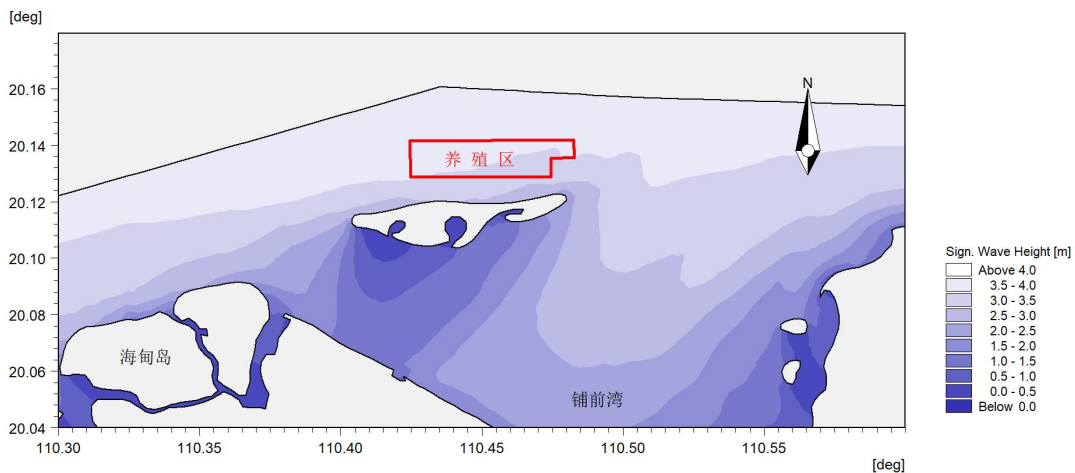


图 4.1-30 2 年一遇 NE 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

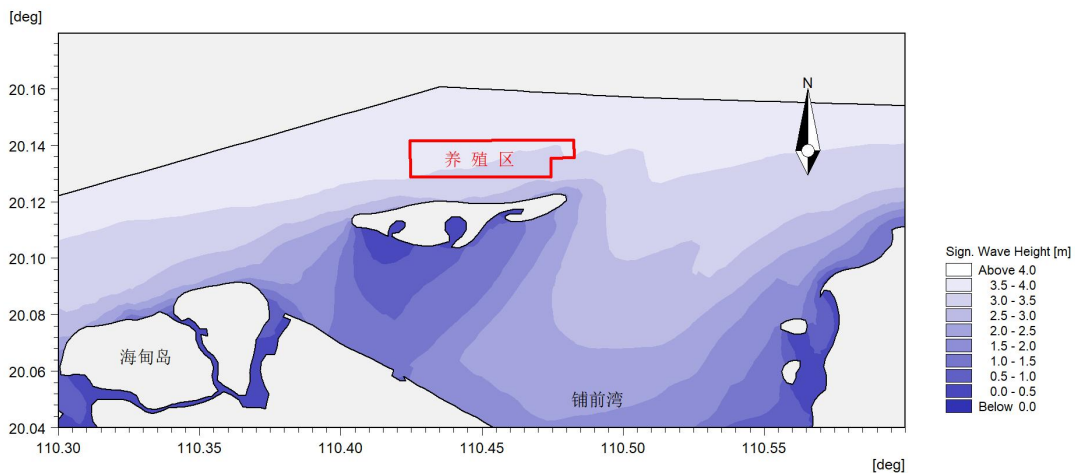


图 4.1-31 2 年一遇 NE 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

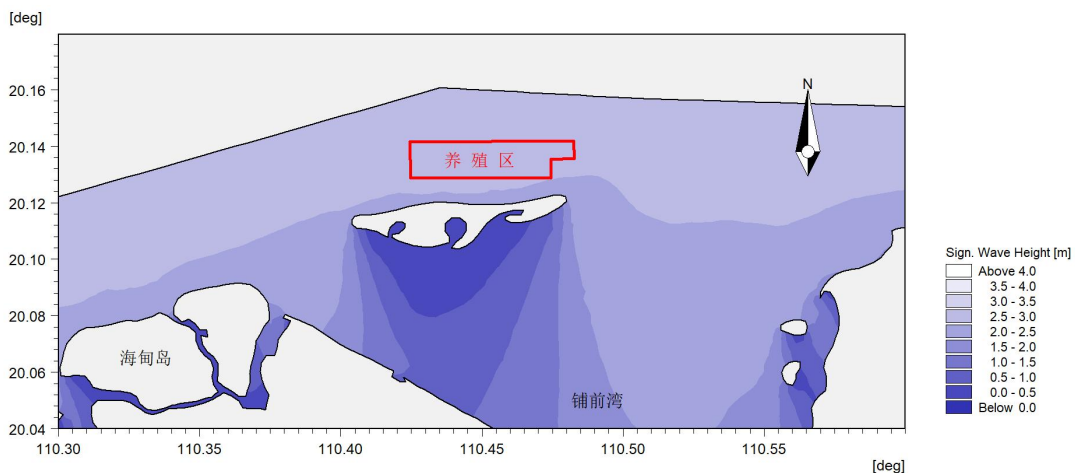


图 4.1-32 2 年一遇 N 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

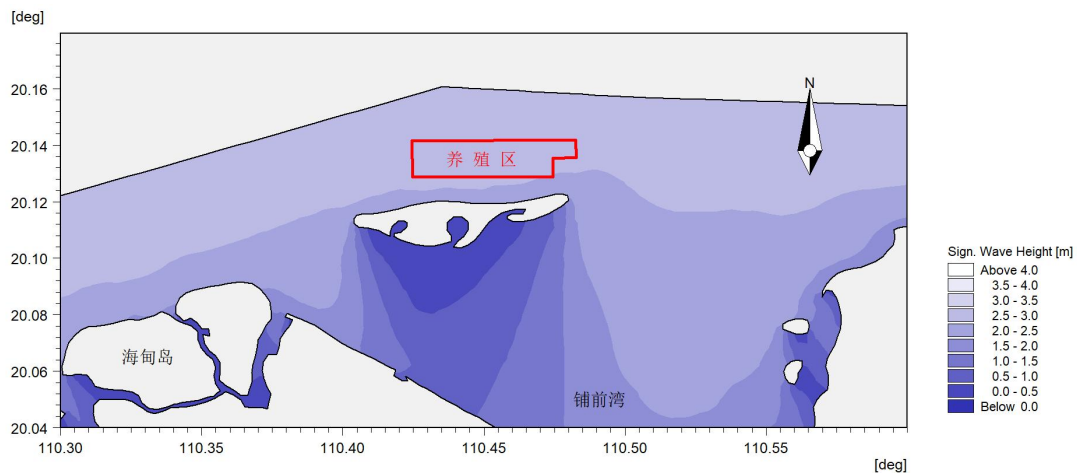


图 4.1-33 2 年一遇 N 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

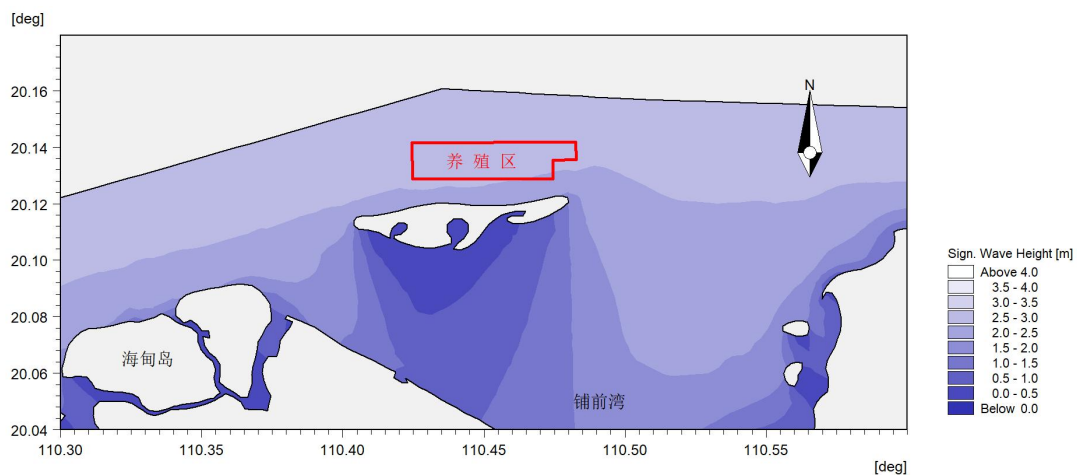


图 4.1-34 2 年一遇 N 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

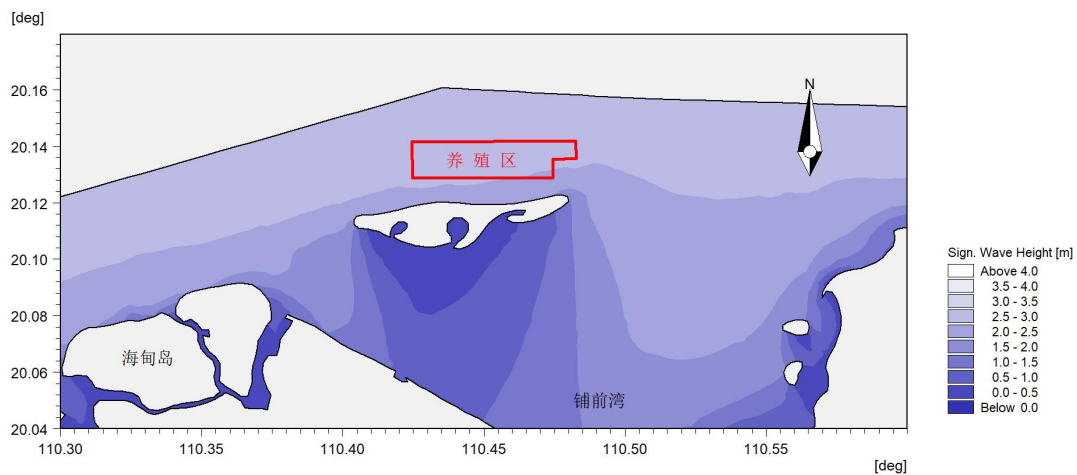


图 4.1-35 2 年一遇 N 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

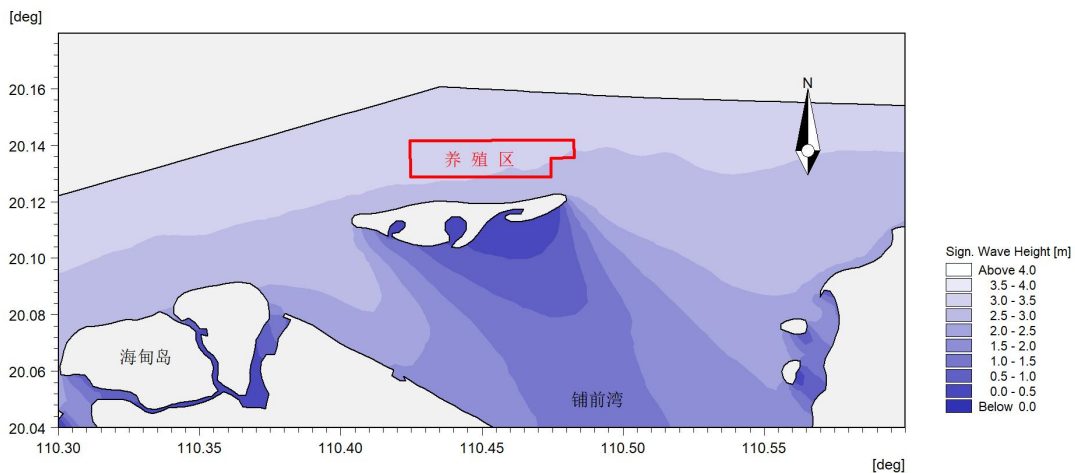


图 4.1-36 2 年一遇 NW 向浪，极端高水位情况下，有效波高分布图

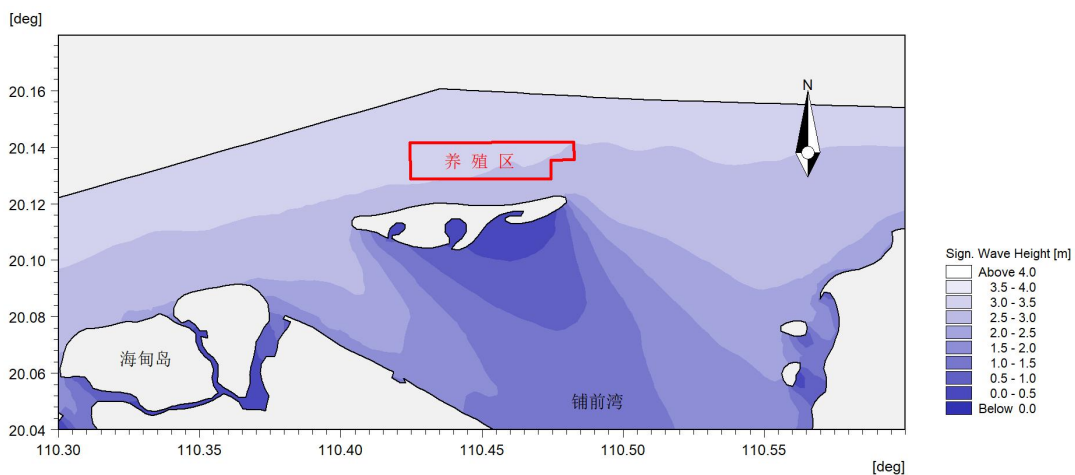


图 4.1-37 2 年一遇 NW 向浪，设计高水位情况下，有效波高分布图

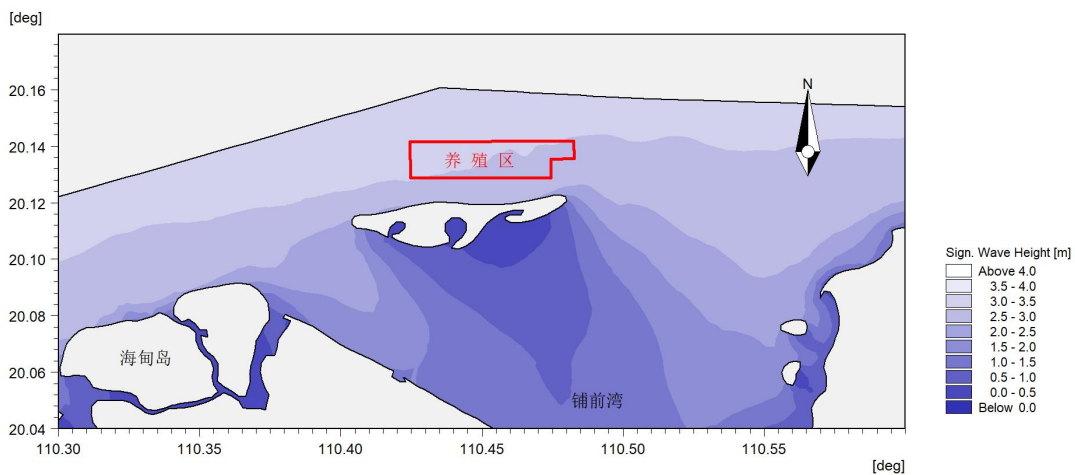


图 4.1-38 2 年一遇 NW 向浪，设计低水位情况下，有效波高分布图

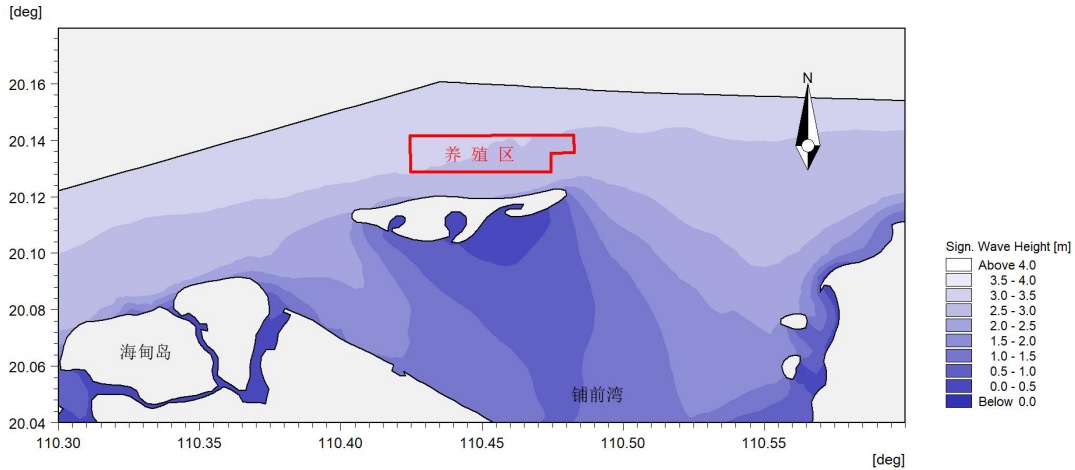


图 4.1-39 2 年一遇 NW 向浪，极端低水位情况下，有效波高分布图

4.1.2 工程前后潮流场的变化分析

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

4.1.2.1 控制方程

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

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0$$

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

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

式中： ζ ——从平均海平面算起的水面高度；

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

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

$g = 9.81\text{m/s}^2$ ——重力加速度；

u 、 v ——对应于 x 、 y 轴的流速分量；

t ——时间坐标；

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

R_b ——海底摩擦系数；

t_{sx}, t_{sy} ——风对自由水面的剪切力在X、Y方向的分量；

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

式中： f_s ——为风阻力系数；

r_a ——为空气密度；

u_w, v_w ——风速在 X、Y 方向的分量。

4.1.2.2 边界条件和初始条件

(1) 边界条件

在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即固边界条件和开边界条件。

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

所谓固边界条件即水陆交界条件。

计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有：

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

或

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

计算水域与陆地交界的固边界上有：

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

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

(2) 初始条件

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

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

(3) 活动边界处理

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

4.1.2.3 计算域的确定及网格剖分

从满足工程研究需要出发，选定计算域包括：西边界到至 $108^{\circ}46'E$ 经度线，东边界至 $111^{\circ}42'E$ 经度线，北至 $21^{\circ}36'N$ 纬度线，南至 $19^{\circ}28'N$ 纬度线。本模型采用三角形网格剖分计算域，三角形网格节点数为25934个，三角形个数为48511个，相邻网格节点最大间距为6500m，工程区域最小间距为50m，计算时间步长为60s，大范围模型网格剖分见图4.1-40，工程区域剖分网格见图4.1-41。

大范围计算区域水深由以下测图基面统一到平均海平面后确定：2005年1:60000琼州海峡西半部(图号15819)；2005年1:60000琼州海峡东半部(图号15799)；2005年1:20000海口湾(图号15831)；2005年1:150000琼州海峡(图号15770)；2005年1:120000大放鸡至碓洲岛(图号15710)；2005年1:25000铺前湾(图号15821)；2005年1:10000后水湾(图号00703)。项目附近海域水深见图4.1-42。

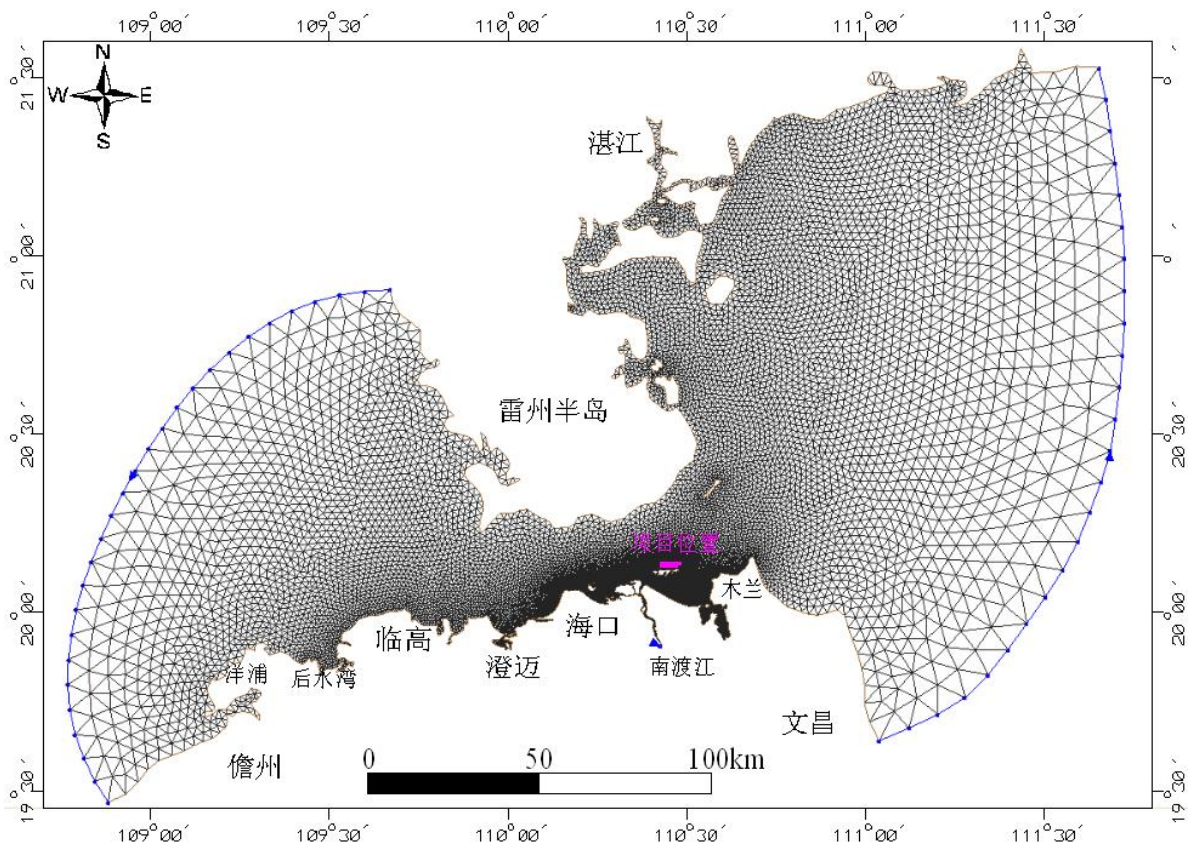


图 4.1-40 大范围模型计算网格

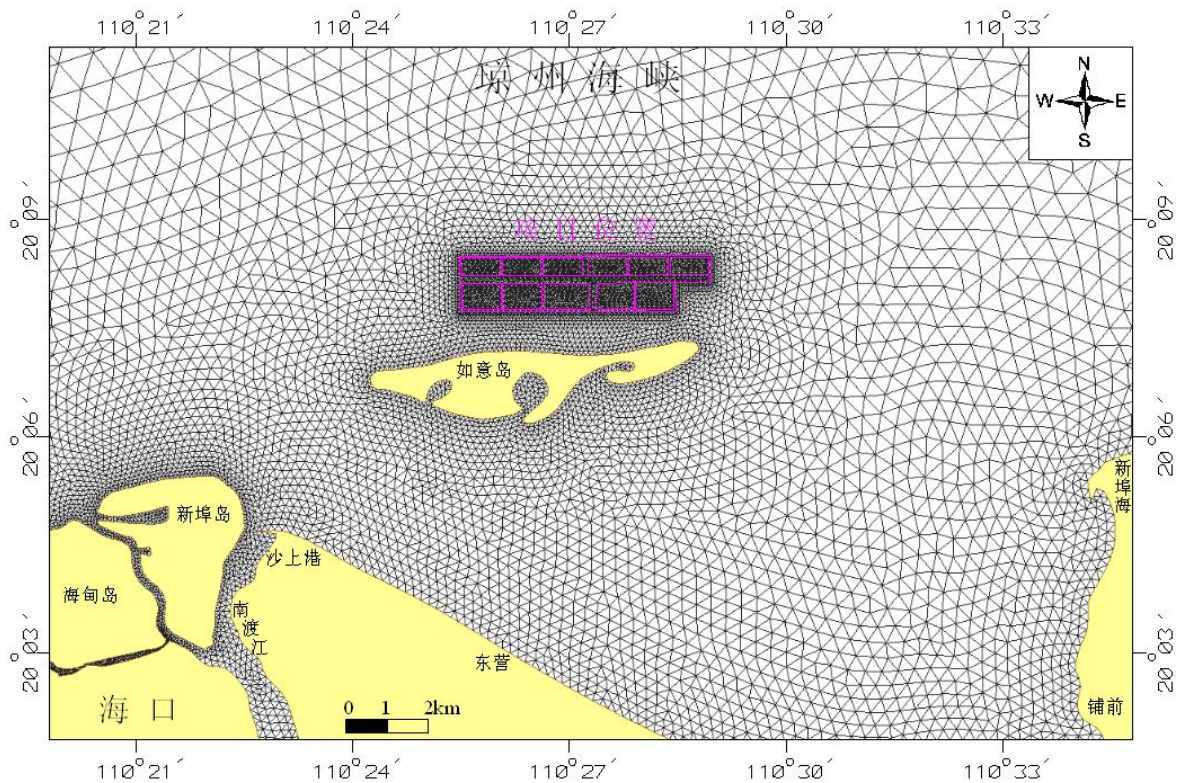


图 4.1-41 项目工程附近海域网格

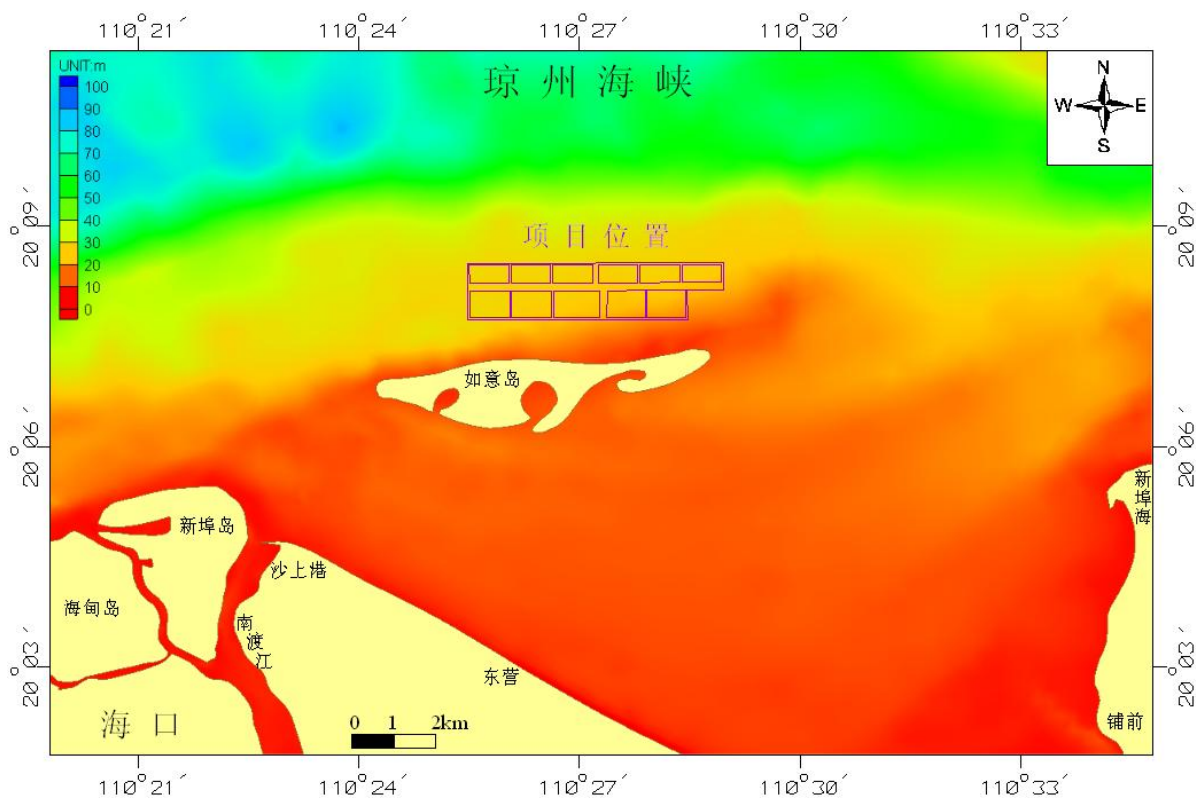


图 4.1-42 工程区域计算水深

4.1.2.4 模型的验证

模型的验证共有两部分实测资料，采用 2022 年 11 月 11 日 12:00~2022 年 11 月 12 日 13:00 在工程区域附近的 6 个站点（H3 站~H8 站）潮流观测资料，3 个站点（H3 站、H5 站和 H7 站）的潮位观测资料。由于实测流速为表、中、底三层，因此，比较时采用垂向平均流速、流向资料。

从验证结果可以看出，从验证结果可以看出，模型模拟的潮位与实测潮位基本吻合，潮位最大误差不超过 10cm，模拟的流速流向与实测值的趋势大体一致，流速、流向模拟以最大流速时拟合较好。模型对于工程水域具有很好的重现能力，能够真实的反映工程区域的水动力特征。

4.1.2.5 现状潮流场模拟结果

为反映工程区域海域潮流特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮情况下涨潮与落潮的特征时刻，见图 4.1-52~图 4.1-53，数值模拟结果显示：

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

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

(3) 在本项目工程附近海域,涨潮时,潮流主要是由东向西流动,涨急最大流速在 137cm/s 左右;落潮时,潮流主要是由西向东流动,落急最大流速在 175cm/s 左右。

(4) 在本项目工程用海区域,涨潮时,潮流主要是由东向西流动,涨急最大流速在 100cm/s 左右;落潮时,潮流主要是由西向东流动,落急最大流速在 125cm/s 左右。

4.1.2.6 工程后对潮流场的影响

虽然深水网箱是透水结构,但大规模的网箱建设依然会对该区域海流产生一定的阻挡作用,从而引起该区域流场的变化。为了更好的分析工程后流场的变化,同样输出一个潮周期内项目用海区域局部涨急时刻与落急时刻流场分布图,见图 4.1-54~图 4.1-55。网箱投放后潮流场模拟结果如下:在本项目工程用海区域,涨潮时,潮流主要是由东向西流动,涨急最大流速在 100cm/s 左右;落潮时,潮流主要是由西向东流动,落急最大流速在 123cm/s 左右。

为了对比网箱投放前后潮流场的变化,本报告给出涨急时刻和落急时刻前后流速变化大小等值线图,见图 4.1-56~图 4.1-57。通过分析可以发现,涨急时刻,项目工程南侧海域潮流流速增大,流速增大幅度最大为 1.7cm/s,项目工程用海区域及其西侧海域潮流流速减小,减大幅度最大为-4.9cm/s,流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程西侧最远处距离项目工程用海区域 5.1km;落急时刻,项目工程南侧海域潮流流速增大,流速增大幅度最大为 1.3cm/s,项目工程用海区域及其东西两侧海域潮流流速减小,其中项目工程东侧海域流速变化大于西侧海域流速变化,减大幅度最大为-5.7cm/s,流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程东侧和西侧最远处距离项目工程用海区域分别为 2.5km 和 0.1km。

总体来说,本项目工程的实施后,项目工程用海区域的潮流流速变化最大值为 5.7cm/s,流速变化大于 1cm/s 的范围最大为 5.1km。因此,由于本项目用海区域潮流流速较大,本项目工程的实施,对项目用海区域的潮流有一定的影响,但影响相对不大。

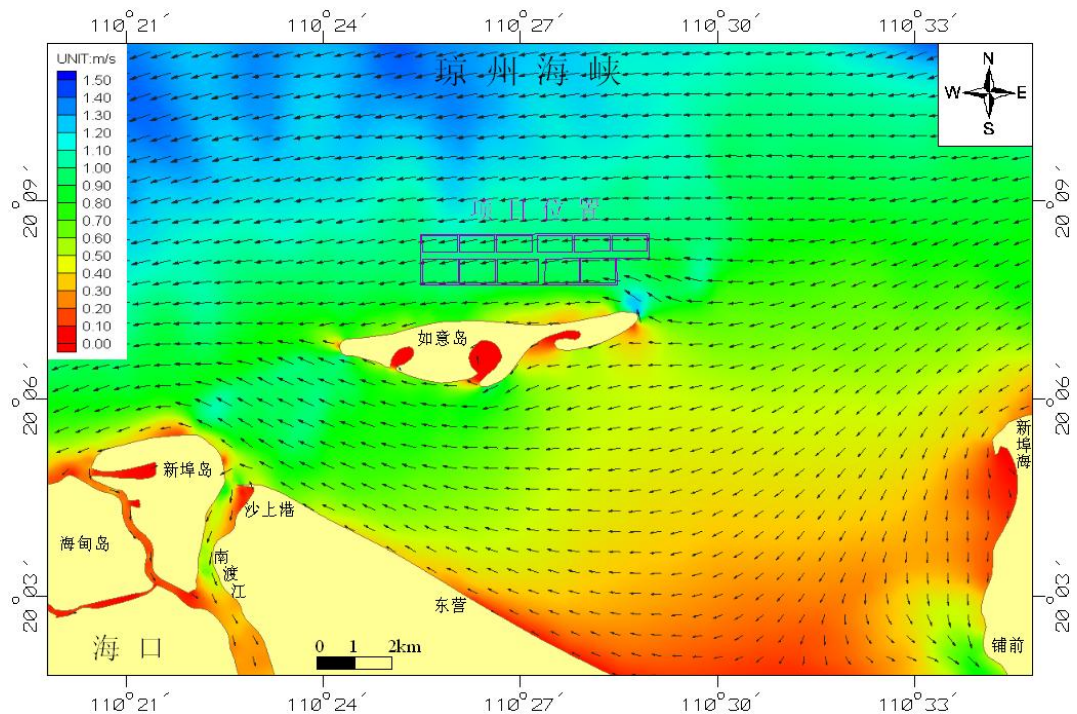


图 4.1-52 现状项目工程所在海域涨急流场

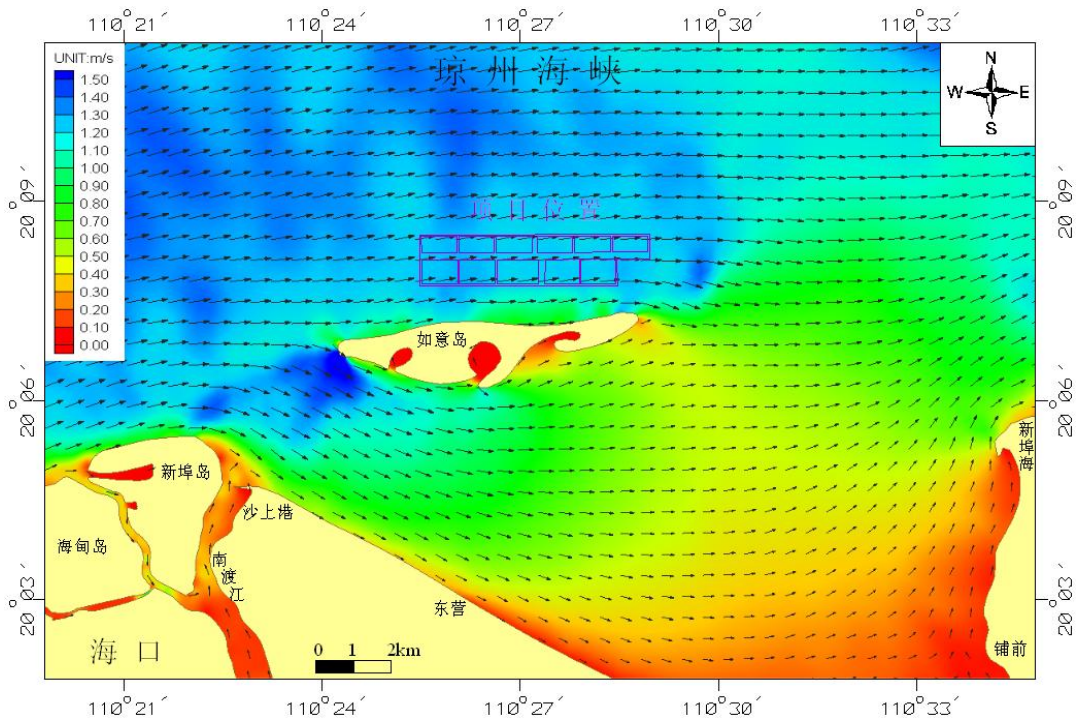


图 4.1-53 现状项目工程所在海域落急流场

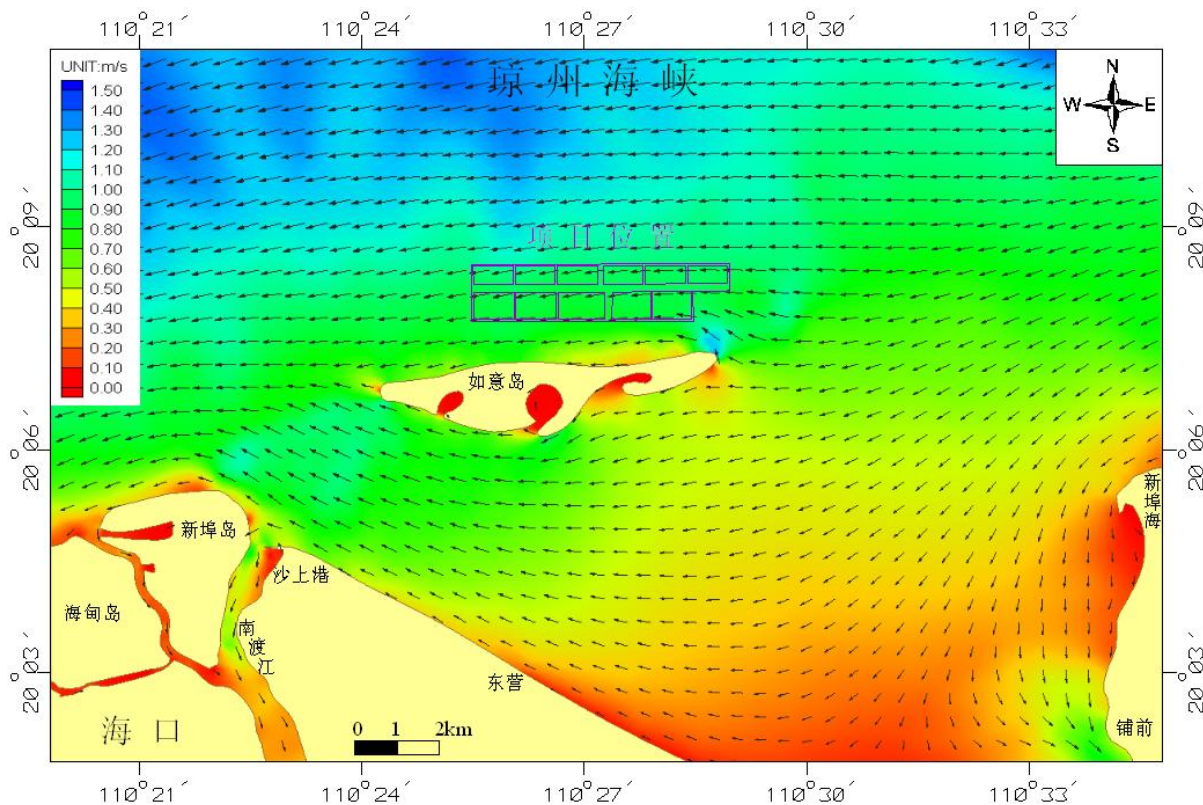


图 4.1-54 工程后项目工程所在海域涨急流场

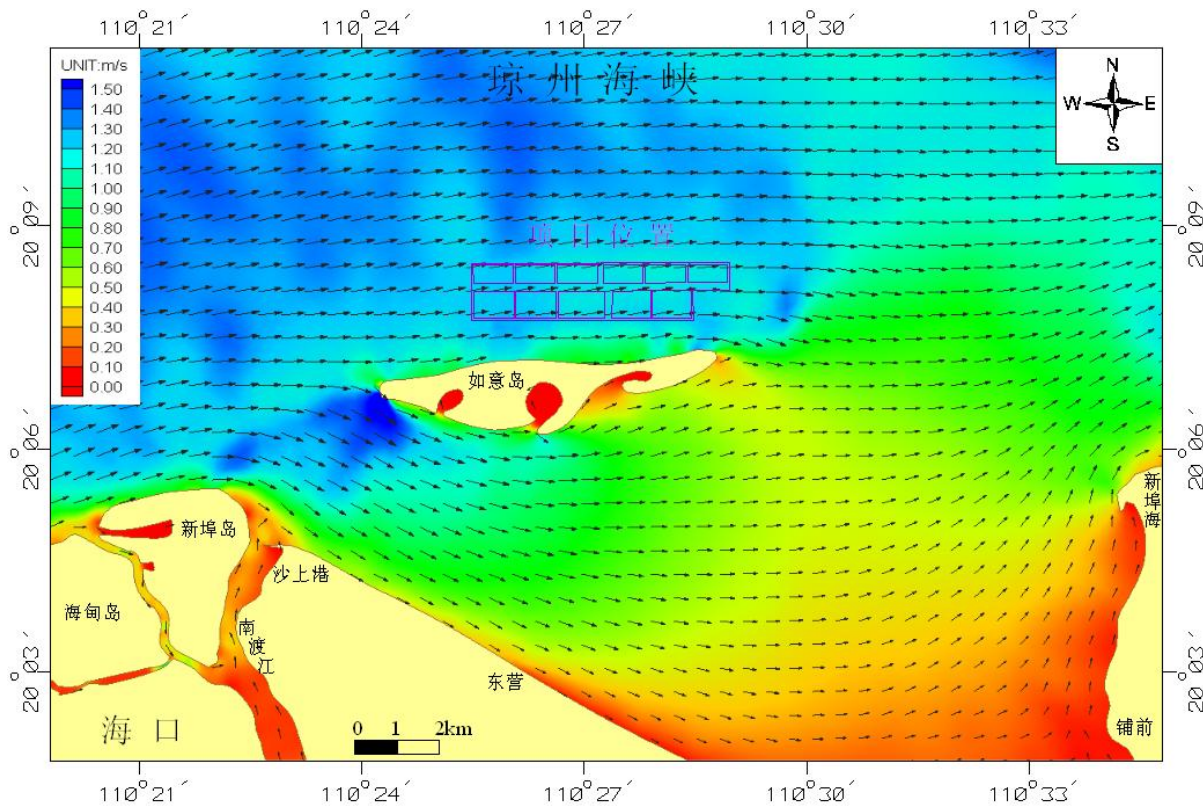


图 4.1-55 工程后项目工程所在海域落急流场

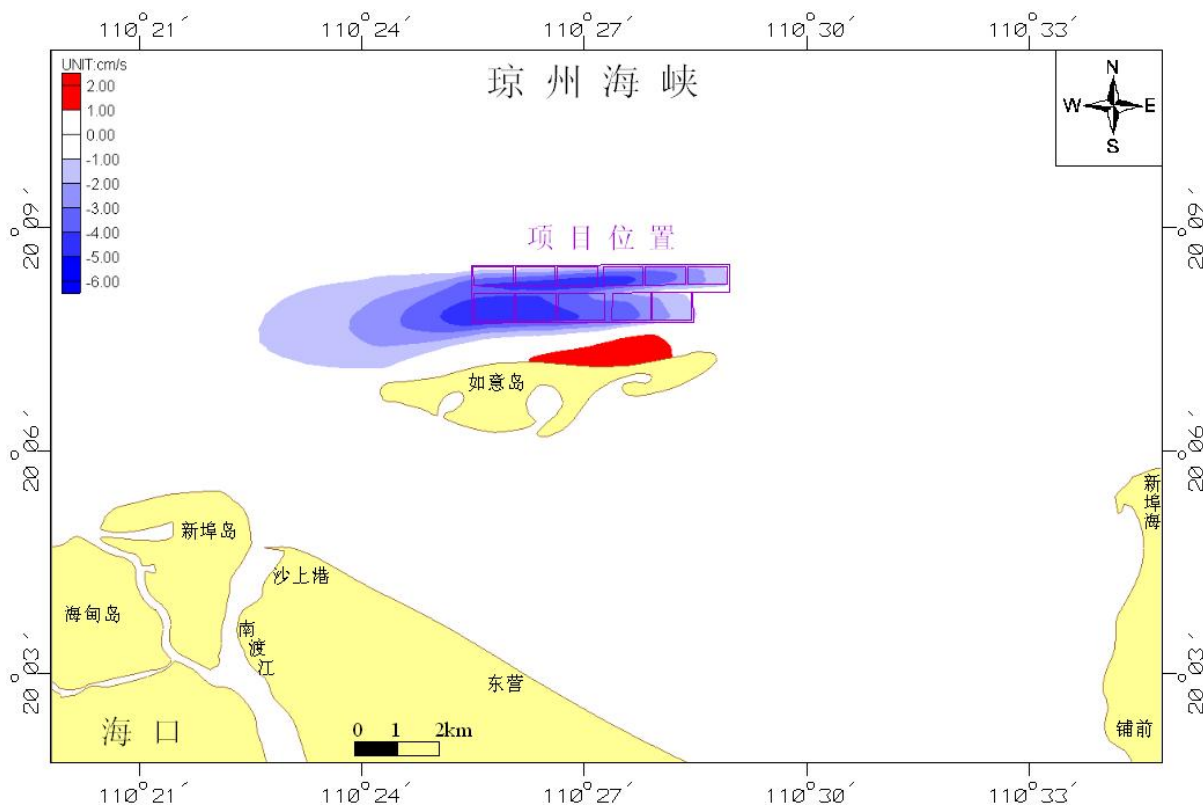


图 4.1-56 工程前后涨急时流速大小变化图

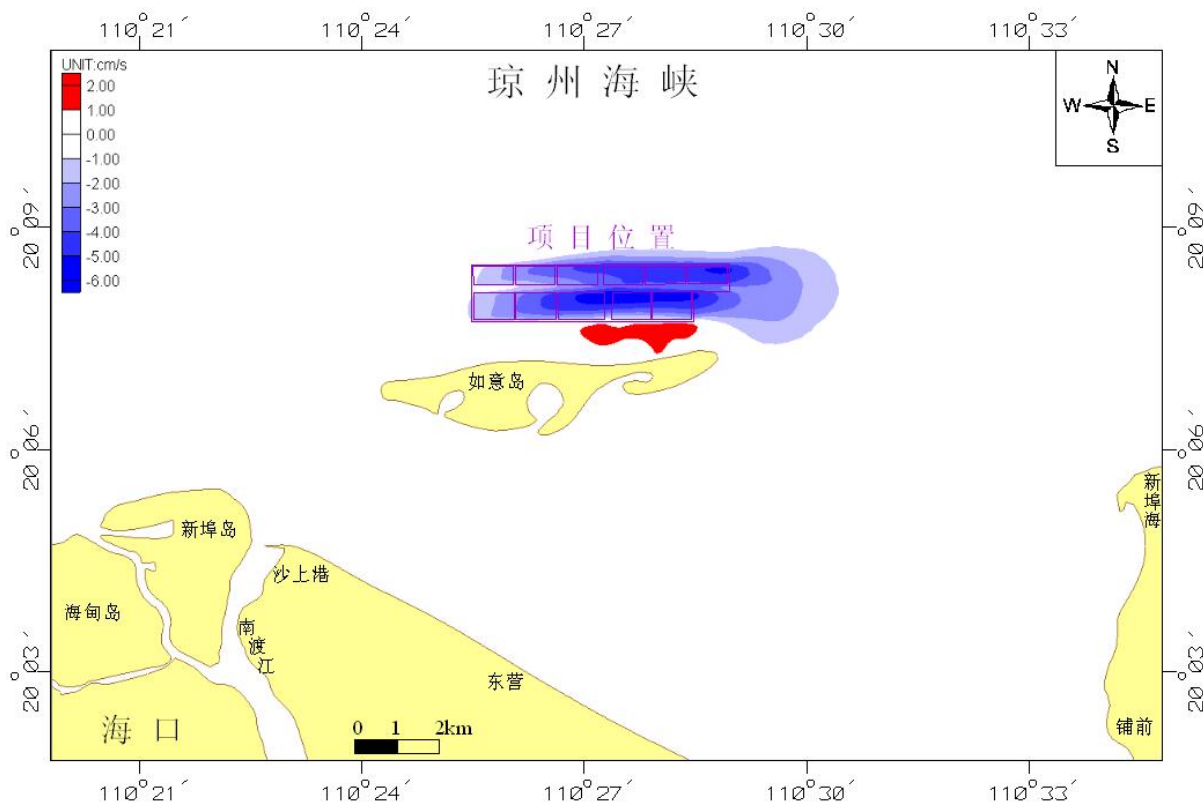


图 4.1-57 工程前后落急时流速大小变化图

4.2 项目建设对水质环境影响分析

4.2.1 施工期对水质影响

4.2.1.1 施工期悬浮泥沙扩散对水质环境的影响

1、悬浮物扩散数学模式

根据《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T 231-2021）及有关研究方法，建立工程海域二维潮流泥沙输运扩散模型。用差分方法对二维潮流泥沙输运扩散基本方程组(如下)进行离散，得到离散方程组，根据潮流模型计算出的水位、流速，从而得出在潮流动力作用下的水体含沙量分布。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

二维潮流泥沙输运扩散基本方程：

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

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

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

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

S 为铅直方向积分的水体含沙浓度； D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数； F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数， Q_0 为海底抛石产生的悬浮泥沙量； ρ_s 为悬砂密度(取石英密度为 2.65g/cm^3)； ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm^3)； γ 为海水分子运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$)； u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度； R 为沉降泥沙的再悬浮率 ($0 \leq R \leq 1$)； D_{50} 为泥沙的中值粒径。

泥沙源函数按下面方法确定：

底部切应力计算公式：

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

当 $\tau \leq \tau_d$ 时，水中泥沙处于落淤状态，则：

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

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

$$F_s = 0$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时，海底泥沙处于起动状态，则：

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

以上各式中：U 为平均流速；

ω 为泥沙沉降速度；

S 为水体含沙量；

α 为沉降几率；

τ_d 为临界淤积切应力；

τ_e 为临界冲刷切应力；

M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

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

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

关于临界淤积切应力 τ_d ，这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式：

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

其中 U_c 为临界海底泥沙起动速度。

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

式中： $k=0.32$ ； $d_* = 10$ ；

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

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

γ_0 为海底泥沙干容重；

γ'_0 泥沙颗粒的稳定干容重；

h 为水深;

ρ_s 为泥沙密度;

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

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

(1) 定解条件

① 初始条件

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

式中: $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值。

② 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有:

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

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

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有:

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

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

(2) 数值方法

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

前半步长:

$$As_1 S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs_1 S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs_1 S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds_1$$

后半步长:

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

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

2、悬浮泥沙源强度

据本项目工程的施工工艺,网箱水泥墩投放施工过程中会产生悬浮泥沙,从而对水环境产生影响。根据本报告 3.2.1 章节计算结果可知:水泥墩锚块投放施工产生的悬浮泥沙源强为 0.16kg/s。

本项目报告模型中悬浮泥沙扩散的计算时间为 15 天,即包含一个完整的大、中、小潮全潮汐过程。悬浮泥沙扩散的模拟选取 206 个点作为悬浮泥沙扩散的源强点,如图 4.2-1 所示。此外,由于仅考虑施工过程中产生的悬浮泥沙增量的影响,因此,潮流对底床作用产生的泥沙将不计算。

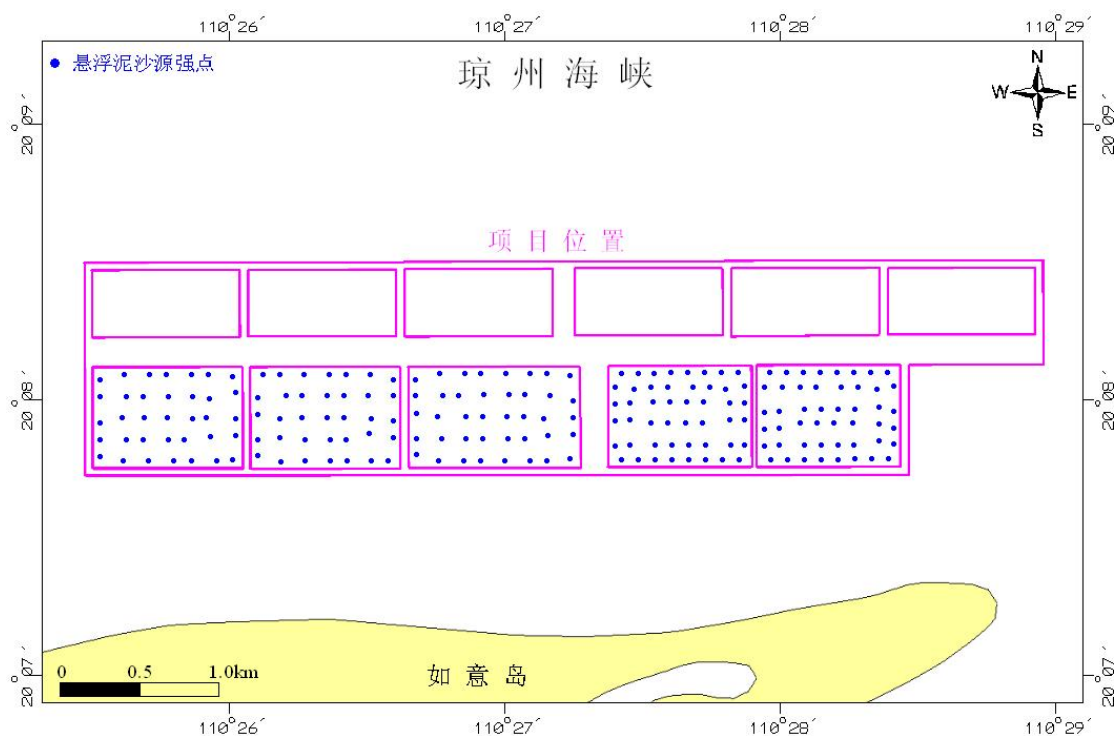


图 4.2-1 悬浮泥沙源强位置示意图

3、悬浮物分布的计算结果及分析

自悬浮物产生的初始时刻起,源点附近由于沉降、掺混过程所形成的悬浮物混浊云团,在海流作用下扩散迁移形成“污染区”。由于持续作业,云团核心浓度(中心含沙量)随着时间的推移而不断升高,云团面积不断扩大。在初始阶段,这一过程演变很快,但经过一定时间后,浓度随时间的变化变缓,至某一时间不再升高,即达到所谓“平衡态”。它表征了各种因素(源强、自净能力)对环境水质的影响程度。潮混合使核心浓度达到平

衡态的时间，决定于水域的地形特征和流场的强弱以及流态。通常，水域小，流场强，达到平衡态的时间就短。

图 4.2-2 为整个施工过程中悬浮泥沙增量分布最大包络线图。通过计算可知，悬浮泥沙产生后，项目用海区域没有超标水质。由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L，没有水质超标。

表 4.2-1 悬浮泥沙扩散不同浓度的面积 (km²)

	水泥墩锚块投放
>1mg/L	1.458931
>2mg/L	0.679162
>5mg/L	0.137299
>10mg/L	0.000000
>20mg/L	0.000000
>50mg/L	0.000000
>100mg/L	0.000000

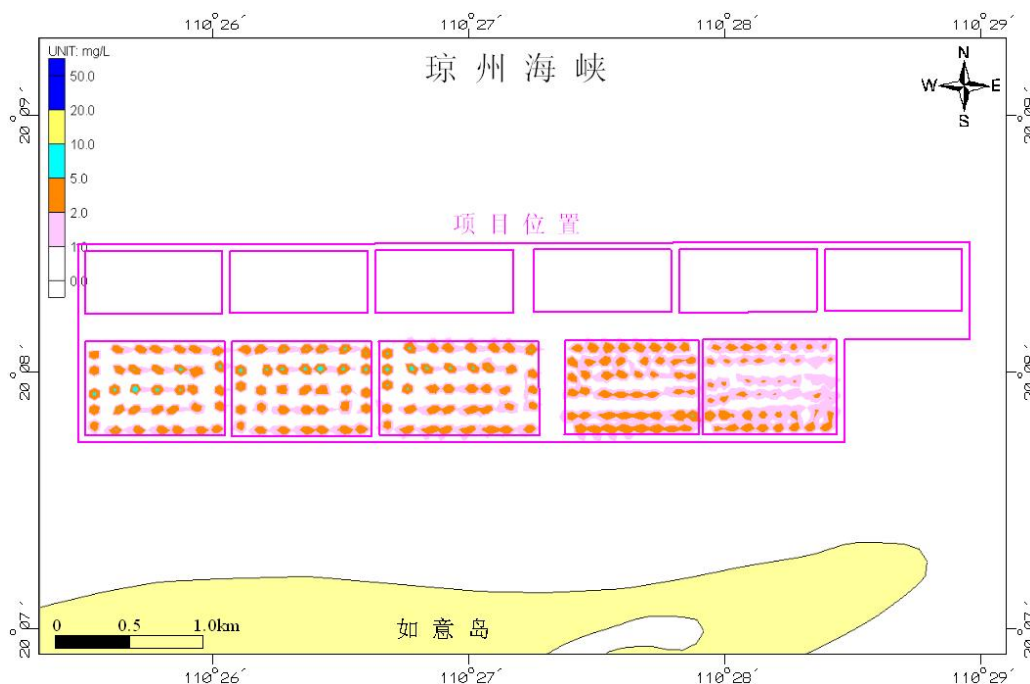


图 4.2-2 整个施工过程中悬浮泥沙增量分布最大包络线图

4.2.1.2 施工废水对水质环境的影响

施工期生活污水和含油废水均收集上岸，由船舶运营方联系有船舶污水接收资质的单位接收处理，严禁排海，对项目区海水水质环境影响很小。

4.2.2 运营期对水质影响

(1) 运营期污水对水质的影响分析

项目运营期污水主要来源于工作船生活污水和含油废水，船舶生活污水和含油废水经收集后，委托资质单位接收处理，严禁排放入海，对区域海洋环境影响较小。

(2) 运营期饵料及鱼类排泄物等对水质的影响分析

网箱养殖除利用自然海水进行养殖外，还依靠饲料喂养，根据养殖方案，项目喂养饲料主要成份为鱼粉、鱼油、豆粕、面粉、磷酸二氢钙、硫酸锌、硫酸亚铁、维生素 A、维生素 C、维生素 D₃、维生素 E、叶酸等。投料时均匀从水面投放，所投喂的饲料大部份为箱体内养殖的鱼类采食，少部份饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食，剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积。饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的成分被排泄到水体中，将使区域水体中的 COD、总氮、总磷等含量增加，本次评价对网箱养殖污染物的产生进行模拟预测分析，具体如下：

① 污染物扩散模型

污染物浓度变化采用沿深度平均的二维平流—扩散模型，模拟污染物的浓度场，污染物（COD、总氮、总磷、铜和锌）的迁移转化方程如下：

$$\frac{\partial P}{\partial t} + u \frac{\partial P}{\partial x} + v \frac{\partial P}{\partial y} = \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial x} \left(HD_x \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{1}{H} \frac{\partial}{\partial y} \left(HD_y \frac{\partial P}{\partial y} \right) + S - KP$$

其中，

P 为污染物沿垂向平均的浓度；

u, v 分别为水体垂向平均后的 x, y 方向的流速；

H 为水深；

D_x, D_y 分别为 x, y 方向的分散系数；

K 为污染物的降解率；

S 为污染源强度。

② 养殖排污发生点位置

本项目根据网箱的大小将每一个网箱养殖区概化为 1 个点源，206 个网箱概化为 206 个点源，12 个网箱养殖平台概化为 60 个点源，概化后的排污发生点位置见图 4.2-3。

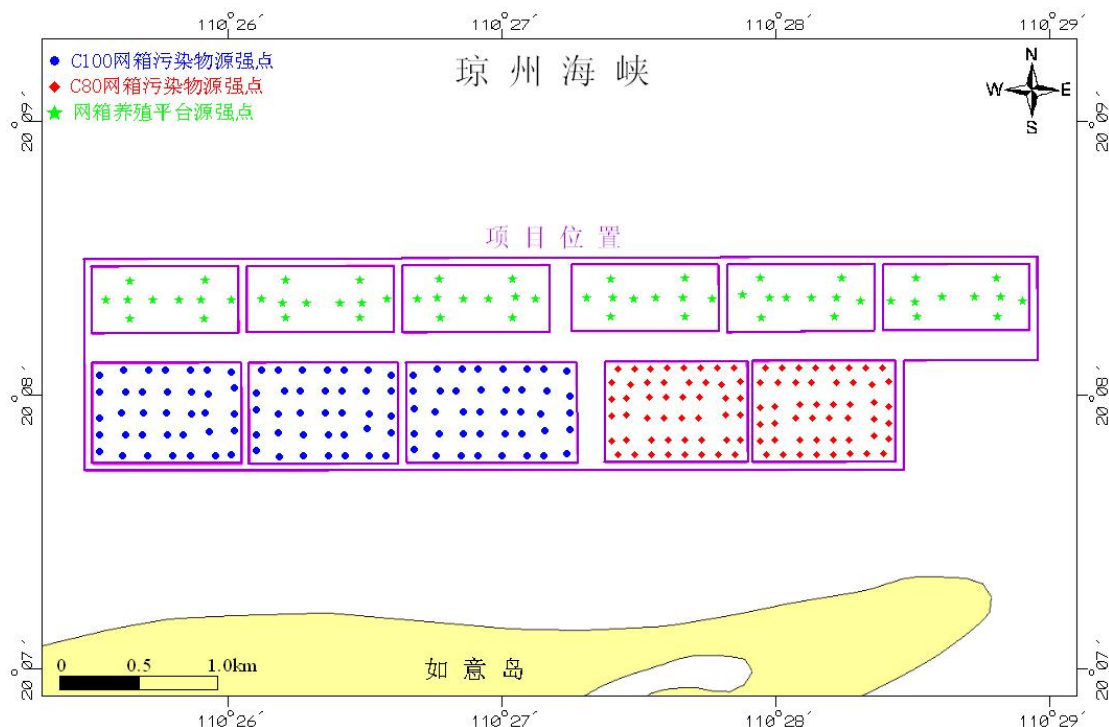


图 4.2-3 网箱养殖排污点位置示意图

③ 养殖排污源强

网箱养殖的污染源强根据《第一次全国污染源普查水产养殖业污染源产排污系数手册》中海水网箱养殖的产排污系数进行计算，各污染物产生总量为：COD 排污系数为 154.341g/kg，总氮排污系数为 76.472g/kg，总磷排污系数为 12.774g/kg。本项目共有 HDPE C100 圆形深水抗风浪网箱 110 个，以单个网箱作为污染物排放源，每个排放源污染物排放源强为：COD 0.5325g/s，总氮 0.2638g/s，总磷 0.0441g/s；HDPE C80 圆形深水抗风浪网箱 96 个，以单个网箱作为污染物排放源，每个排放源污染物排放源强为：COD 0.2995g/s，总氮 0.1484g/s，总磷 0.0248g/s；半潜式智能化养殖网箱平台 12 个，每个平台设置 5 个污染物排放源，每个排放源污染物排放源强为：COD 0.3714 g/s，总氮 0.1840 g/s，总磷 0.0307 g/s。各网箱养殖污染源强见表 4.2-2。

表 4.2-2 各网箱养殖污染源强一览表

污染物名称	总氮	总磷	COD
每口 C100 排放量 (g/s)	0.2638	0.0441	0.5325
每口 C80 排放量 (g/s)	0.1484	0.0248	0.2995
每艘半潜式智能化养殖网箱平台排放量 (g/s)	0.9201	0.1537	1.8570

④ 预测污染物浓度增量分布

本项目污染物 COD、总氮、总磷的全潮浓度增量包络线范围图见图 4.2-4~图 4.2-6。由模拟结果可知：本项目 COD 浓度增量最大值为 0.04915mg/L，总氮浓度增量最大值为

0.02435mg/L，总磷浓度增量最大值为 0.0041mg/L。

根据项目所在海域 2020 年春季监测结果可知，项目所在海域的 COD 的本底值为 0.500mg/L，总氮的本底值为 0.052mg/L，总磷的本底值为 0.0034mg/L。本项目所在海域功能区划属于海南岛近海农渔业区，执行一类海水水质标准，对应的标准值 COD 为 2mg/L，总氮为 0.2mg/L，总磷为 0.015mg/L。叠加本地值后的 COD 浓度最大值为 0.54915mg/L<2mg/L，总氮浓度最大值为 0.07635mg/L<0.2mg/L，总磷浓度增量最大值为 0.0075mg/L<0.015mg/L。即叠加本底值后仍符合一类海水水质标准。

因此，本项目运营期间，网箱养殖排污对海域水质环境的影响较小。

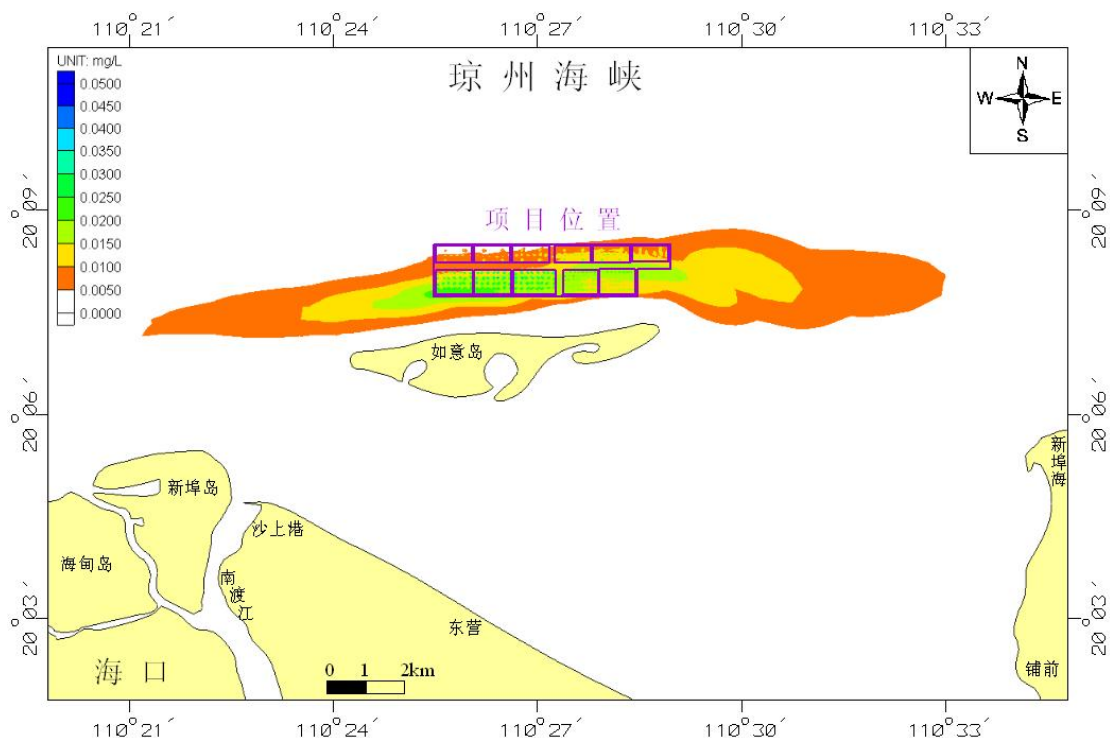


图 4.2-4 网箱养殖排污产生的 COD 浓度增量扩散范围

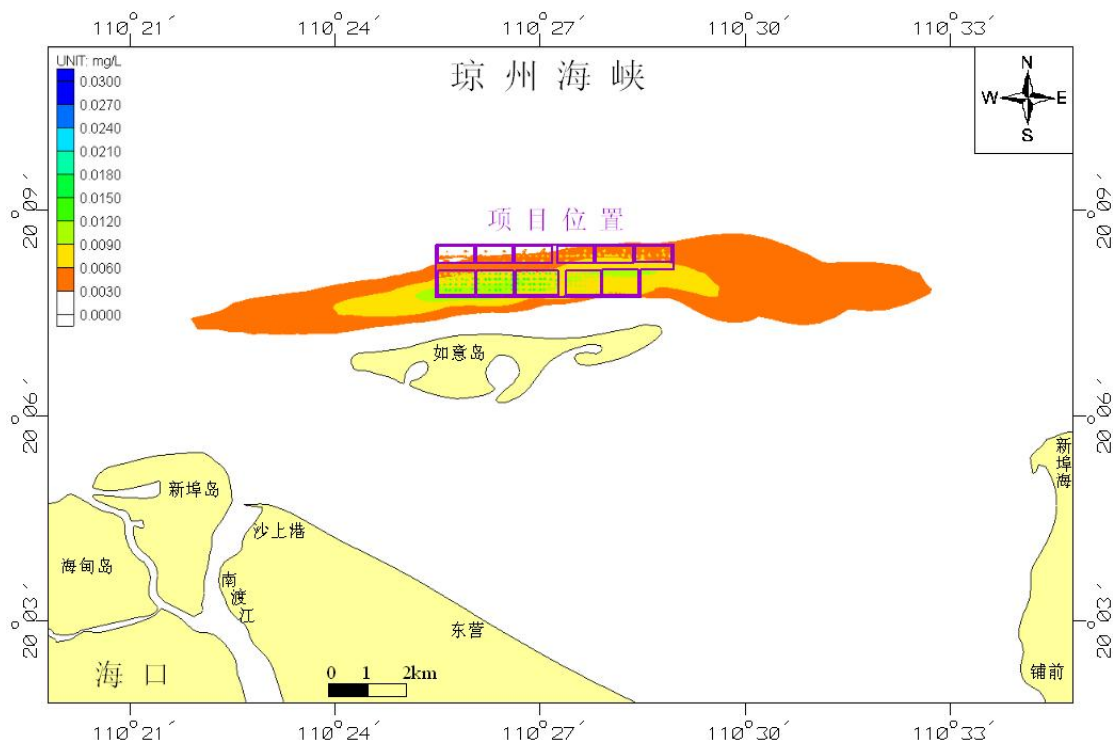


图 4.2-5 网箱养殖排污产生的总氮浓度增量扩散范围

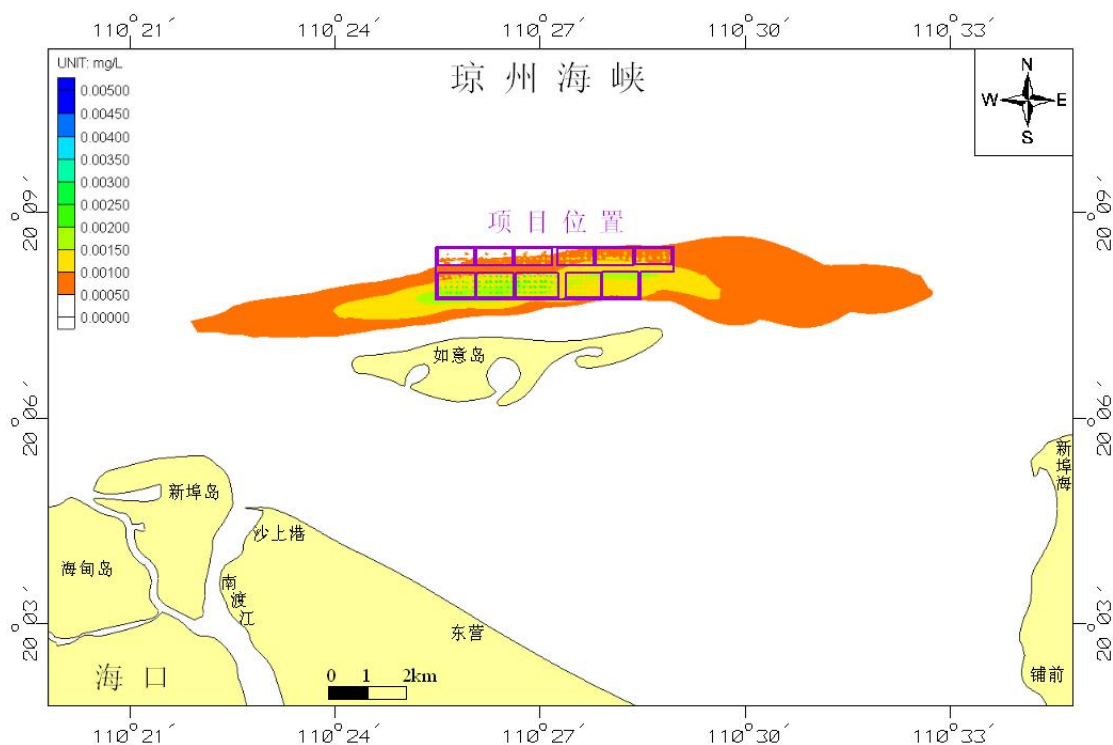


图 4.2-6 网箱养殖排污产生的总磷浓度增量扩散范围

为减轻项目实施对区域水体环境的影响，建议建设单位根据养殖区水质区情况及养殖容量，优化养殖环境、饵料营养组成及投喂方式，使水域保持良好环境，实现对养殖水体的可持续利用，以防养殖自身污染的发生，并定期对养殖区及周边海域进行水质、

沉积物、生态环境进行监测，一旦发生异常，立即采取相应的措施处置，避免对海洋环境造成影响。

4.3 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目为规划深水网箱养殖项目，规划海域总面积为805.2040顷，规划养殖海域整体呈矩形布置，总规划养殖区共设置投放C80及以下、C100及以上各类口径尺寸HDPE网箱206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘，养殖区之间设置船只公共通道。

深水网箱可从两个方面影响区域的地形地貌和冲淤环境，一是由于深水网箱布放造成海水流速减缓，造成泥沙沉积，二是深水网箱固定锚块的投放造成锚块区发生局部冲淤变化。

根据数模结果，网箱投放后，在本项目工程用海区域，涨潮时，潮流主要是由东向西流动，涨急最大流速在 100cm/s 左右；落潮时，潮流主要是由西向东流动，落急最大流速在 123cm/s 左右。涨急时刻，项目工程南侧海域潮流流速增大，流速增大幅度最大为 1.7cm/s，项目工程用海区域及其西侧海域潮流流速减小，减小幅度最大为-4.9cm/s，流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程西侧最远处距离项目工程用海区域 5.1km；落急时刻，项目工程南侧海域潮流流速增大，流速增大幅度最大为 1.3cm/s，项目工程用海区域及其东西两侧海域潮流流速减小，其中项目工程东侧海域流速变化大于西侧海域流速变化，减小幅度最大为-5.7cm/s，流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程东侧和西侧最远处距离项目工程用海区域分别为 2.5km 和 0.1km。因此，本项目工程的实施，对项目用海区域的潮流影响较小。

因此，深水网箱完全布放后，部分区域流速减小，造成了海水中的悬浮泥沙沉积，造成规划养殖区可能发生淤积，但由于潮流速度变化较小，水深较深，造成的悬浮泥沙沉积也相对较小。

深水网箱锚块面积相对较小，且位于海水底层，锚块对局部区域流速流向影响不大，由于海流往复作用，可能会在锚块处形成一定的冲刷和淤积，但由于锚块面积较小造成的冲刷和淤积相对较小。

项目采用开放式养殖的方式，深水网箱的建设会对网箱用海区的海流有一定的影响，但影响较小，不会对海区的冲淤环境造成大的影响。

4.4 项目建设对沉积物环境影响分析

(1) 施工入海泥沙对沉积物环境的影响分析

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流的输运作用影响。根据悬浮泥沙扩散

模拟计算结果，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L，没有水质超标。

施工产生的沉积物来源于本海域，不会对本海域沉积物的理化性质产生影响。此外，锚块投放对沉积物的影响时间是短暂的，一旦施工完毕，这种影响在较短的时间内也就结束。因此，工程施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

(2) 运营期对沉积物环境的影响分析

网箱养殖产生的残饵、粪便等有机物质在沉积物中的堆积促使底栖生物和分解有机物质的微生物群落的迅速增长，导致沉积层中的耗氧大大增加，网箱下部沉积物中其耗氧率比网箱外要高2~5倍。很多研究发现，养鱼网箱附近富含碳、氮、磷的沉积物中存在着缺氧、无氧状态区。网箱区域的沉积物微生物的活动加强，造成沉积物层的缺氧。而沉积层的无氧或缺氧又促进了微生物的脱氮和硫还原反应，沉积物中硫酸盐还原菌作用使沉积物发黑、发臭鸡蛋味，并具有毒性。有些养殖区沉积物中硫化物含量比自然海区中的含量要高10倍多，表层沉积物中硫化物含量高是渔场老化的主要表现。在网箱养殖区沉积物中的磷随着沉积物的积累而浓度逐渐升高，这可作为网箱养殖中沉积物积累的最好的指标，据调查，珠江口牛头岛深湾网箱养殖区的上覆水与底质中磷酸盐含量相差很大，两者相差两个数量级。瑞典的网箱养殖海区的调查也发现，每1000m²的网箱下面沉积物中平均净积累1300kg磷，相当于总输入磷的51%~57%，由于养殖活动造成水体富营养化而导致沉积物无氧状况，微生物的活动可加速无机盐从底质向上覆水的释放，加快了水体营养盐的循环速度，颗粒磷重新悬浮的比例还要高一些，尤其在污染严重的养殖区。

氮也会在沉积物中积累，但仅有总输入氮的12%~20%在底泥中积累；氮在沉积物中的污染也具有区域性，在离网箱200m处氮的沉积率仅为网箱下方的1/10；微生物的活动导致氨氮在沉积物中积累，而且是底质溶液中无机氮的主要存在形态。对间隙水的氨氮浓度分析表明，网箱下面大大高于其它区域。

沉积物还积聚约18%~23%的总输入的碳。在沉积物表层3cm内含有有机碳21%~30%，随着深度的增加略有增加。有研究发现，饲料中23%的碳沉积在底泥中。与氮、磷相似，碳的污染也存在着区域性，沉积物中的碳含量从3m处的9.35%减少到15m处的3.99%。此外，经微生物的活动，沉积物中微量元素如铁、锰等将进一步释放到水域。这些微量金属元素含量的增加是导致养殖海区形成赤潮的重要原因。

项目运营期，在投饵网箱养殖中，由于饵料不可能完全被养殖体摄食，相当一部分必然会由于重力的作用沉积于网箱底部；另外，养殖体排泄物，除了一部分溶于水中，另一部分被水流带走外，其余的也会在底泥里富积。沉积在底泥中丰富的有机物，在一定的环境条件下，又会重新释放出来，污染水质，成为养殖水环境污染的重要的内源。

另外，网箱养殖的残饵和鱼类的粪便将增加水体中悬浮物的量，这些污染物落淤在网箱水下及其周围海底，形成污染物堆积体，并不断释放出各种污染物（如氮、磷）。在底层海流的作用下，污染物不断向四周迁移扩散，污染范围不断扩大，形成以养殖网箱为中心的底层污染区。养殖过程应优化饵料营养组成及投喂方式，饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率，通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中氮的排泄。对于投喂来讲，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常重要的。购买能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。此外，定期对养殖渔场进行轮休，可促进当地渔场的修养及自我修复，促进区域生态环境改善。综上，通过采取以上措施后，可有效的减轻项目实施对区域沉积物的影响。

4.5 项目建设对生态环境影响分析

4.5.1 施工期对生态环境影响分析

本项目施工期间对海洋生物将产生直接和间接的影响，一是使用水泥墩锚定网箱，锚碇块会占用部分海域，直接损毁底栖生物资源；二是安放锚碇块时产生的悬浮泥沙对海洋生物及其生境造成的影响。

4.5.1.1 锚碇块投放工艺对海域生态的影响分析

根据设计，不同规格网箱锚碇块的规格、使用数量不同，经统计当项目用海区域规划的网箱全部养满的情况下，网箱锚碇块将直接占用海底面积约 0.4814 公顷，该区域内的底栖生物将被直接损毁。该影响是直接的、长期的。

网箱锚碇块投放海中后，形成新的生态环境，其周围流速变化，产生“冲淤”现象，即锚碇块根部流速较快区域的海底地质变粗，流速减弱处细沙堆积引起局部海底形态的改变，由于许多底栖生物的分布对泥沙粒径有选择性，所以底泥粒径的变化对底栖生物，特别是环节动物的分布产生了影响。

同时，锚碇块可作为一种基质，为附着生物的栖息、繁殖提供新的场所，附着生物在其表面着生，周围的底栖生物和浮游生物的种类、数量、分布发生变化，而这些动物

又成为鱼类的食物，为新的动物群落奠定了基础。

4.5.1.2 施工悬浮泥沙对海域生态的影响分析

网箱锚碇块投放过程中，会引起锚碇块附近的悬浮物增加。但是，由于每个锚碇块的投放需要定位后由绳子连接吊投，该过程比较缓慢，锚碇块主要与底质表层接触，位于海洋底层，海水动力较弱，故投放过程中对泥沙扰动较小，悬浮泥沙主要在底部扩散，因此产生的悬浮泥沙浓度小。

而且锚碇块是一个投放完毕再投放下一个，实际产生的悬浮泥沙量和扩散范围会远小于本报告书 4.2 节计算的最不利情况下悬浮泥沙产生量和扩散范围。相较于该海域悬浮泥沙的本底浓度，锚碇块投放产生的悬浮泥沙不会对周边海域生态环境造成明显影响。

4.5.2 运营期对生态环境影响分析

本项目运营期对海洋生态环境的影响主要是网箱养殖饵料投放所致。残饵和网箱内鱼类排泄物的漂移、沉降、分解、降解过程必然会引起水体和海底沉积物环境中有机物质和营养物质含量的升高，这对项目所在海域底栖生物、浮游生物及其生态群落与结构等皆会产生一定的影响。

4.5.2.1 对浮游生物影响分析

饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的蛋白成分被排泄到水体中，残饵中的蛋白也会被遗留在水体中，从而造成水体中氮含量的累积，而氮是生物所必需的元素，是海洋生态系统所必需的元素，也是海洋生态系或富营养生态系的限制性元素之一。水体中有丰富的无机氮，能促进浮游植物生长旺盛。

同时，饲料被鱼摄食后，不能完全被消化吸收的磷也被排泄到水体中，另外，残饵中的磷也会遗留到水体中，从而造成水体中磷含量的累积。在水生生态系统中，磷以颗粒态及溶解态两种方式存在。生物一般只利用溶解态的磷酸盐，但其在水体中的浓度很低。在网箱养殖中，磷的来源主要是饲料及粪便，高密度的鱼类养殖常造成环境中磷浓度的增加。其中颗粒态形式的大部分磷最终沉积到海底。磷在沉积物中可以被底栖生物利用或重新悬浮进入水体中而再被生物利用，但所占比例很少，剩下大部分的磷积累于海底。项目网箱养殖的排污量并不算大，但由于磷往往是浮游植物生长的限制因子，其对浮游植物的影响不容忽视。网箱养殖过程中产生的氮、磷、悬浮物、碳含量的增加，对水域生态系直接的影响就是导致水体中溶解氧含量的下降，能够间接影响并诱发赤潮的发生。

4.5.2.2 对底栖生物的影响

鱼饲料成分中粗蛋白、脂肪、纤维等碳的含量均较高，会造成水体中碳含量的累积。一般情况下，碳不是水生生物生长的限制性因素，水体中碳的负荷大小与水体的碳输入、输出过程有关，如沉积、再悬浮、生物扰动、细菌降解及摄食等。水体中碳增加的影响有正负两方面，初期将会促进底栖生物群落的发展，但长期的高碳负荷会引起高的细菌丰度，即养殖区水体中的大量有机物质的存在会造成生物分解的加剧，导致水体中溶解氧含量下降，不管养殖时间长短，养殖区水体中的溶解氧及化学需氧量都会受到一定程度的影响。当水体中的溶解氧达到临界浓度（ $<4\text{mg/l}$ ）以下时，就会抑制生物的生长。

养殖期间，随着残饵和鱼类排泄物在底质中的累积，会产生一定量的有机质沉积，从而会促使分解有机物质的微生物群落的增长。耗氧微生物的活动加强，会造成沉积物层缺氧，而沉积物层的无氧或缺氧又促进了微生物的脱氮和硫还原反应，使表层沉积物中硫化物含量趋于增高，对底栖生物的长期生存是一个较大的考验。网箱养殖会对网箱下面及附近海域的大型底栖生物群落结构产生影响。在网箱下方，几乎没有大型底栖生物。在网箱周围 30m 的范围内，耐有机污染种类占优势。随着距离的向外扩散，底栖生物的种类组成会逐渐恢复到正常水域的状况。

4.5.2.3 对野生鱼群的影响

网箱养殖对养殖区自然鱼群的影响存在着正反两个方面。由于有丰富的食物，网箱附近有大量的捕食性和非捕食性的鱼类存在，海区野生鱼类的种群结构及生物量也会发生相应的改变。首先是提高了鱼类的补充率，其次野生鱼类的生长速度与养殖鱼类相差不多，养殖场附近的鱼类的平均大小也比其它沿海区的鱼类要大。另外，大量的营养物质输入引起低营养级生物的生物量变化，改变了种群的生物多样性。

网箱养殖可能造成养殖区及邻近海域水体富营养化，致病微生物大量繁殖，加上网箱养殖的高密度放养，致使养殖鱼病大幅度增加，甚至可能感染野生种群，造成这些种类数量的减少。

养殖逃逸的鱼类会对其临近海洋生物产生影响，甚至可能造成基因污染。海水养殖逃逸的鱼类可能在疾病的传播、野生群体遗传组成的改变等产生副作用，可能会将地方流行病传给野生种群。养殖动物的活力不如野生种群的活力，逃逸后会对野生种群的数量变动、产卵场产生影响。

4.5.2.4 对渔业资源的影响

目前过度捕捞导致渔业资源日渐枯竭，一些优质鱼类几乎绝迹，代之而起的是一些

个体小、寿命短的劣质种类。这就表明，近海的海洋生态结构已经遭到严重的破坏。由于资源枯竭，渔船无法维持出海生产成本。在没有成鱼可捕的情况下，渔民把渔网加密，进入幼鱼保护区违规作业，以谋生计。因此，破坏近海生态环境的渔业行为还在不断加剧。在这种情况下，单靠渔政执法难以控制局面，必须实行重大的渔业结构调整措施，大幅度降低捕捞强度，朝着海洋牧场化方向发展，实现渔业资源的持续利用。

项目营运期通过网箱养殖等方式可实现渔业资源的自然增殖和人工增殖，在环境容量允许的前提下，可提升所在海域的渔业资源密度，改善渔业环境，实现渔业资源恢复和增殖，对所在海域的海洋生态环境有一定的正面效应。

4.6 项目建设对资源环境影响分析

4.6.1 占用海洋空间资源分析

根据项目规划设计方案及宗海图，本项目规划用海总面积 805.2040 公顷，即占用海洋空间资源 805.2040 公顷，为排他性占用。项目不占用岸线资源。

4.6.2 海洋生物资源损失估算

根据《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》)进行本项目底栖生物资源损失补偿计算。

4.6.2.1 底栖生物资源损失量计算

网箱锚碇块投放将占用该区域部分底栖生物生境，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)，此处仅考虑潮间带生物、底栖生物资源受损量； D_i 为评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾/ km^2 或个/ km^2 或千克(kg)/ km^2 ，此处为底栖生物的平均生物量； S_i 为第 i 种生物占用的渔业资源水域面积，单位为 km^2 ，此处为网箱锚碇块占用的海底总面积。

当项目区域全部设置网箱的情况下， 4.2m^3 的水泥墩共计 880 个， 2.5m^3 的水泥墩 288 个，水泥墩锚块将直接占用海底面积为 $2.1 \times 2.1 \times 880 + 1.8 \times 1.8 \times 288 \approx 4814\text{m}^2$ 。

本项目所在海域水深在 15-27m，采用 2020 年春季海域底栖生物的调查数据进行生物损失计算，底栖生物的平均生物量为 $2.40\text{g}/\text{m}^2$ 。

则网箱水泥墩锚块投放占用海域造成底栖生物资源损失量为：

$$4814\text{m}^2 \times 2.40\text{g}/\text{m}^2 \times 10^{-3} = 11.55\text{kg}。$$

4.6.3.2 悬沙造成的资源损失量计算

按照《规程》工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：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中： M_i 为第*i*种生物资源累计损害量； W_i 为第*i*种生物资源一次性平均损失量；

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；

S_j 为某一污染物第*j*类浓度增量区面积；

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。

根据水质影响预测结果，悬浮泥沙产生后，项目用海区域没有超标水质。由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于10mg/L，没有水质超标。因此，悬浮泥沙不会造成浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔鱼和游泳生物损失。

4.6.3.4 海洋生物资源经济损失

在项目区施工过程造成的各类海洋生物资源损失量中，由于浮游生物价值量较低，不计算其经济损失。

(1) 直接经济损失计算方法

由于悬沙不造成损失，本报告仅考虑底栖生物损失。根据《规程》的要求，考虑到海洋生物资源调查的内容，底栖生物资源的经济损失额的计算方法如下：

底栖生物经济损失计算公式为：

$$M = W \times E$$

式中： M 为经济损失额，元；

W 为生物资源损失总量，千克(kg)；

E 为生物资源的价格，元/kg，按市场平均价格计算(15元/kg)。

根据以上方法和参数计算各类海洋生物资源的直接经济损失。

底栖生物直接经济损失=11.55×15=173.25元

4.6.3.5 海洋生物资源补偿量

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

施工对底栖生物及其生境造成长期的不可逆影响，按照《规程》应按至少 20 年补偿，则对底栖生物的补偿为 $173.25 \times 20 \times 10^{-4} = 0.35$ 万元。

由于项目为深水网箱养殖整体论证，在整体论证后，可根据当地养殖户的需求划分用海并分别确权。因此海洋生物资源损失由规划单位或分割后由当地养殖户缴纳。建议将规划项目建设造成的海洋生物资源损失金额用于项目周边海域内开展增殖放流工作。

4.7 对“三场一通道”的影响分析

4.7.1 对鱼类“三场一通道”的影响

(1) 中上层鱼类产卵场

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》(第一批)，南海中上层鱼类产卵场示意图，项目附近的产卵场主要为：蓝圆鲹粤西外海区产卵场的位置位于约为东经 $110^{\circ}30' \sim 112^{\circ}40'$ ，北纬 $18^{\circ}15' \sim 20^{\circ}05'$ ，水深约为 70~180m，产卵期 4~6 月；北部湾产卵场：东经 $107^{\circ}15' \sim 109^{\circ}40'$ ，北纬 $20^{\circ} \sim 20^{\circ}30'$ ，为水深 40m 以内海域，产卵期 3~7 月。本工程距离该产卵场较远，最近距离约 51km。

鲐鱼粤西外海区产卵场的位置位于约东经 $110^{\circ}15' \sim 113^{\circ}50'$ ，北纬 $18^{\circ}15' \sim 19^{\circ}20'$ ，水深约为 90~200m，产卵期 1~6 月。本项目位于海口市如意岛北侧海域，不占用该产卵场，对该产卵场基本无影响。

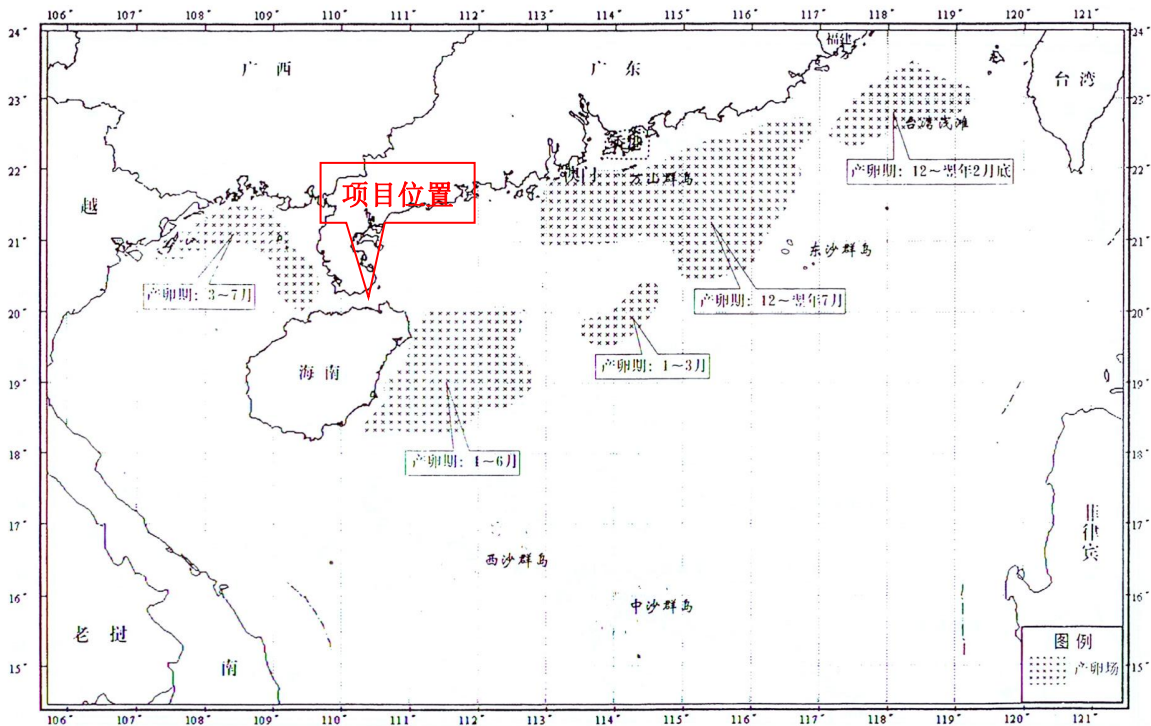


图 4.7-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

(2) 底层、近底层鱼类产卵场

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、②北部湾产卵场；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60米以浅海区，产卵期1~3月。红笛鲷产卵场有二处，均位于北部湾。绯鲤类产卵场包括：①珠江口近海产卵场、②海南岛以东近海产卵场、③珠江口一粤西外海产卵场、④北部湾产卵场。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177°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、②北部湾产卵场，共有二处、③北部湾产卵场。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177°。短尾鳍大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场、②北部湾产卵场，共有二处。长尾大眼鲷产卵场包括：①南海北部产卵场，②北部湾产卵场。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、②海南岛南部产卵场。本项目为底播养殖和深水网箱养殖项目，位于海口市如意岛北侧海域，不占用该产卵场，项目建设、运营对底层、近底层鱼类产卵场影响相对较小。

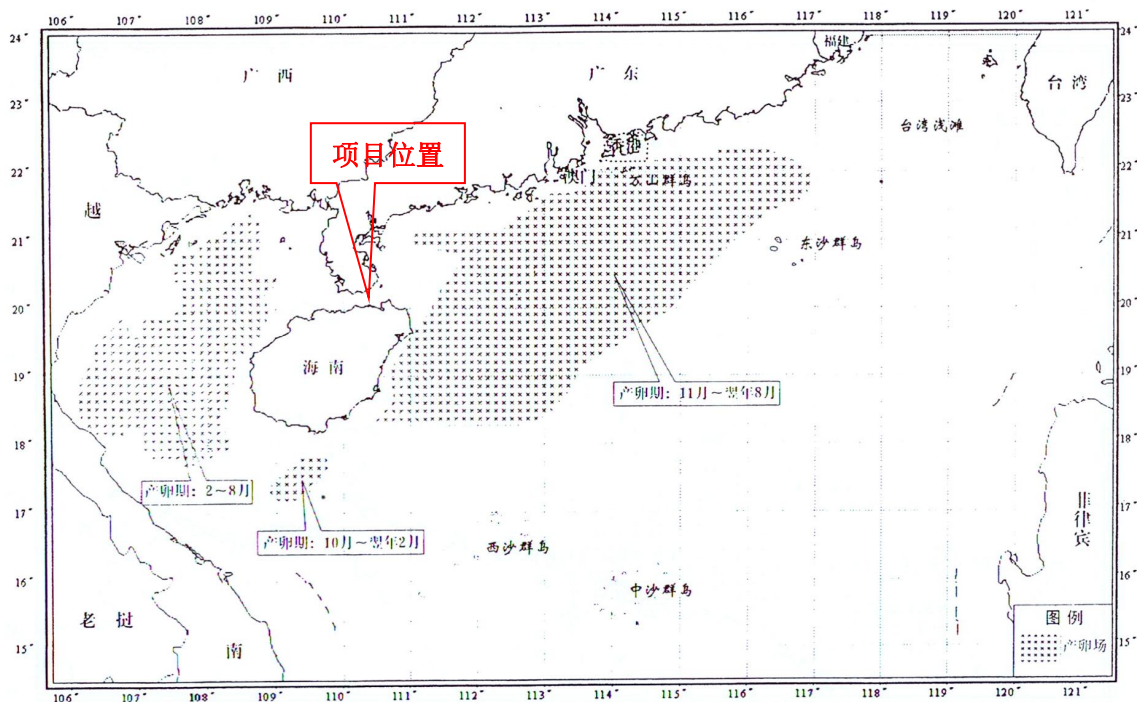


图 4.7-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

(3) 幼鱼幼虾保护区：南海区幼鱼、幼虾保护区共有4处，一为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20m水深以内的海域，保护期为每年的3月1日至5月31日；二为海南省东部沿岸文昌县木栏头浅滩东北至抱虎角40m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至6月15日；三为海南省万宁县大洲岛至陵水县赤岭湾50m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至5月31日；四为海南省临高县临高角至东方县八所港20m水深以内海域。保护期为每年的3月1日至6月15日。

(4) 南海北部幼鱼繁育场保护区：位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1~12 月。17 个基点的地理位置见表 4.7-1、图 4.7-3。项目所在海域为南海北部幼鱼繁育场保护区。

(5) 经济鱼类繁育场保护区

① 珠江口经济鱼类繁育场保护区

从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北；番禺的莲花山止东莞的新沙二点连线以南的水域。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。

② 崖门经济鱼类繁育场保护区

南面由台山县广海口的鸡罩山角起点至少鹅咀对开二湮处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角的连线。禁渔期：农历四月二十日至七月二十日。

项目区域未有经济鱼类繁育场保护区。

(6) 调查海区主要经济鱼类的产卵期

根据历年调查所掌握的资料，将调查水域主要经济鱼类的产卵期列于表 4.7-2。从表可知，各种鱼类的产卵期主要集中与 2 月~7 月份。

《中国海洋渔业水域图》(见图 4.7-1 和图 4.7-2)显示：项目周边南海中上层鱼类产卵场为蓝圆鲹粤西外海区产卵场和鲐鱼粤西外海区产卵场，这两个产卵场与本工程距离较远，项目建设对中上层鱼类产卵场基本无影响；底层、近底层鱼类产卵场分别为绯鲤类海南岛以东近海产卵场、深水金线鱼产卵场、位于海陵岛南部南海北部长尾大眼鲷产卵场、位于海南岛以东近海脂眼鲱产卵场，本项目为底播养殖和深水网箱养殖项目，位于海口市如意岛北侧海域，不占用该产卵场，项目建设、运营对底层、近底层鱼类产卵场基本无影响。

表 4.7-1 主要经济鱼类的产卵期

种 名	产卵期	种 名	产卵期
黄带绯鲤	3 月~5 月	平鲷	2 月~4 月
白姑鱼	5 月~8 月	鲐	2 月~7 月

黑鲷	3月~9月	斑点马鲛	1月~3月
银鲳	10月翌年3月	多齿蛇鲻	2月~10月
黄鳍鲷	10月翌年2月	刺鲳	1月~7月
丽叶鲷	5月~8月	斑鲷	1月~2月
鳓	4月~6月	蓝圆鲷	2月~5月
中国鲳	4月~7月	黄鲫	3月~7月
海鳗	3月~4月	皮氏叫姑鱼	3月~7月
带鱼	3月~11月	日本金线鱼	5月~7月
鰺	2月~6月	孔鰽虎鱼	5月~8月
黄吻棱鲉	3月, 7月~8月	六指马鲛	2月~5月
长棘银鲈	3月~5月		

4.7.2 对南海北部幼鱼繁育场保护区影响分析

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线、17 个几点连线以内水域(见图 4.7-3)，保护期为 1~12 月，17 个几点的地理位置见表 4.7-2。

表 4.7-2 幼鱼繁育区 17 个几点地理位置表

基点编号	东经	北纬	基点编号	东经	北纬
第一基点	117°40'	23°10'	第十基点	109°00'	18°00'
第二基点	117°25'	23°00'	第十一基点	108°30'	18°20'
第三基点	115°10'	22°05'	第十二基点	108°20'	18°45'
第四基点	114°50'	22°05'	第十三基点	108°20'	19°20'
第五基点	114°00'	21°30'	第十四基点	109°00'	20°00'
第六基点	111°20'	21°00'	第十五基点	108°50'	20°50'
第七基点	111°35'	20°00'	第十六基点	108°30'	21°10'
第八基点	110°40'	18°30'	第十七基点	108°30'	21°31'
第九基点	109°50'	17°50'			

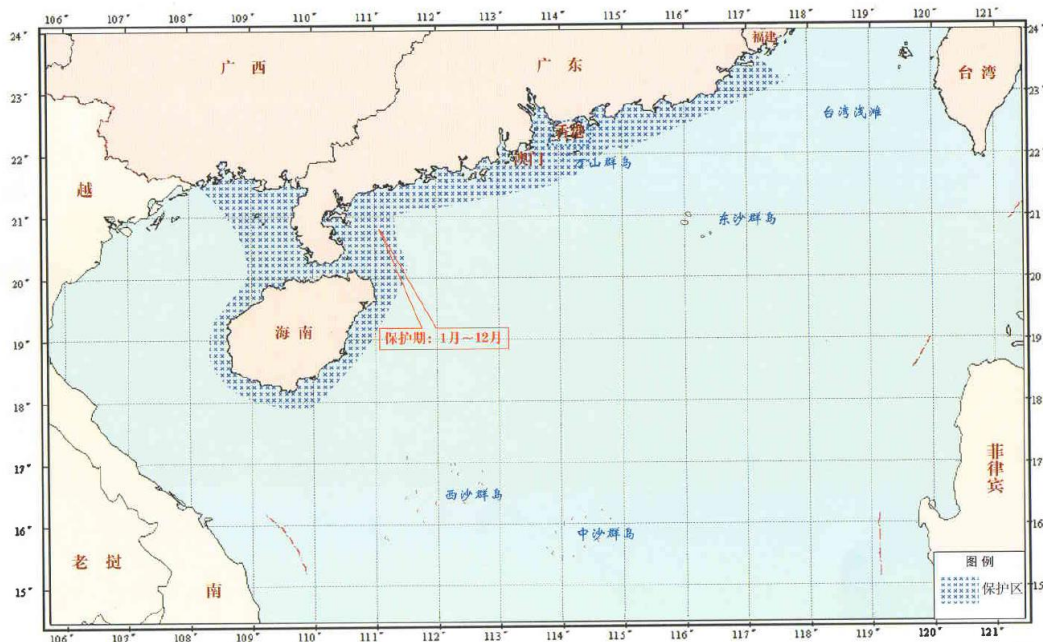


图 4.7-3 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图

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

从该区域的管理要求来讲，禁止在保护区内进行底拖网作业，主要针对渔业生产行为，而本项目为渔业养殖活动，不会对周边海域进行拖网，对鱼卵、幼鱼影响较小，因此基本符合管理要求。由于整个南海海区-40m 等深线以浅全部为本保护区范围，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。项目施工期产生的悬浮泥沙、运营期产生的污染等均会对幼鱼幼虾的成长造成影响，考虑到南海北部幼鱼繁育场保护区横跨整个广东、广西和海南沿海，本项目建设、运营占用海域面积及施工造成的悬浮物增量扩散面积相对于整个保护区面积较小，且项目运营期对鱼虾幼鱼成长基本没有影响，因此，项目建设对南海北部幼鱼繁育场保护区的影响很小。

4.8 风险分析

4.8.1 自然灾害风险分析

4.8.1.1 热带气旋

(1) 热带气旋

根据《台风年鉴》资料，以台风中心进入 $109.5^{\circ} \sim 111.5^{\circ}$ ， $19^{\circ} \sim 21^{\circ}$ 为影响标准，1975~2015 年期间，登陆或影响海口的热带气旋共有 81 个，年平均 2 个，年最多为 3 个热带气旋登陆或影响海口。此期间，典型热带气旋过程对海口最具影响的热带气旋有 10 个，热带气旋中心风速均在 35m/s 以上。通常在热带气旋影响本地区时会出现大风大浪、强降水过程和风暴潮。因此项目在设计阶段要充分考虑热带气旋、风暴潮的影响；在施工阶段应避开热带气旋季节，以免出现施工意外；同时本工程修复的防洪（潮）堤护脚应考虑海洋自然条件的特点，严格按有关规范进行设计、施工，确保各项建设工程的抗风、抗浪要求，避免因热带气旋引发的大浪再次造成护脚的破坏。

(2) 风暴潮

造成海南岛风暴潮的多是进入南海西行的西北太平洋热带气旋，或是南海生成的热带气旋移向海南岛所致。由于热带气旋路径及其影响强度的多变性，以及海南岛沿岸地形的多样性，形成海南岛北部增水最强，东部次之，南部再次之，西部最弱的地理分布特征。项目所在铺前湾海域位于海南岛东北部，易形成增水，可能造成栈道、平台及靠泊平台设施的损坏，进而引发环境损害事故。

热带气旋和台风带来的巨浪和风暴潮破坏力巨大，对项目工程的施工期和正常运营期都会带来一定的风险。为了防患于未然，工程施工期间，业主单位、施工单位应密切

注意天气预报，避免台风期间进行施工作业。同时在施工和运营期间，业主单位需制定和采取相应的防范、应急措施，以抵御热带气旋和台风，降低巨浪和风暴潮可能带来的危害。

4.8.1.2 其他强对流天气

项目运营期可能遭受的其他强对流天气主要有龙卷风、大风等，可能会对网箱造成破坏，导致养殖鱼流失，有可能危及运输船只和养殖作业人员的安全。据初步分析，夏季盛期的龙卷风以台风影响为主，其他季节以低压槽和冷空气活动影响为多。春季海南和雷州半岛在低压槽控制下已常见高温高湿天气，遇有干冷空气到来交汇，便可形成强对流天气，这便是4、5月龙卷风高发的天气背景。冬季冷空气强盛，但温度、湿度条件不具备，强对流天气少，龙卷风少。建议在养殖期间注意关注相关预报，做好龙卷风天气的防范措施，及时撤退工作人员。

4.8.2 船舶碰撞风险分析

本项目施工期网箱材料运输船舶海上施工作业将占用一定的海域空间，同时物料运输船等往返于沙上港至施工现场，加大了海域的通航密度，对该海域通航安全造成一定的干扰和影响，增大了船舶相互碰撞发生风险事故的几率。

项目建成投产后，饵料运输和投放及收获季节均有一定数量船只进出，尤其是大雾天气期间，有可能发生船只碰撞或者附近船只与项目养殖区相撞等事故，应做好防范及采取应急措施。尽量避免天气不好时出海作业，出海船只应遵循船只安全生产准则，将发生碰撞的概率降至最低，在作业过程中，建议每位工作人员都穿上救生衣，避免因意外落水对人员安全造成影响。同时重视对船员的管理和培训，尤其是提高船员安全生产的高度责任感和责任心，增强对潜在事故风险的认识，提高实际操作应变能力，避免人为因素，以减少风险事故的发生与危害。此外，网箱养殖区设置明显的夜航标志，引导过往船只避让，避免引发碰撞事故。

4.8.3 船舶通航风险分析

本项目拟规划养殖区位于海口市如意岛北侧海域，与岸线的最近距离约为6.93km。该海域附近有环岛航线。项目施工期具有发生船舶碰撞事故的几率，此外项目运营期船只可能会进入养殖区，与养殖网箱发生碰撞，造成意外事故。

海南岛环岛航路是把船舶在海南岛沿岸的常用航路汇集在一起的航路，贯串了沿岸各主要港口，有沿岸航线和大船航线两条，根据《中国航路指南》，海南环岛航线不包含琼州海峡内的航路，本报告采用海图中标绘的航道情况和和导助航综合服务系统统计

的船只情况进行说明。

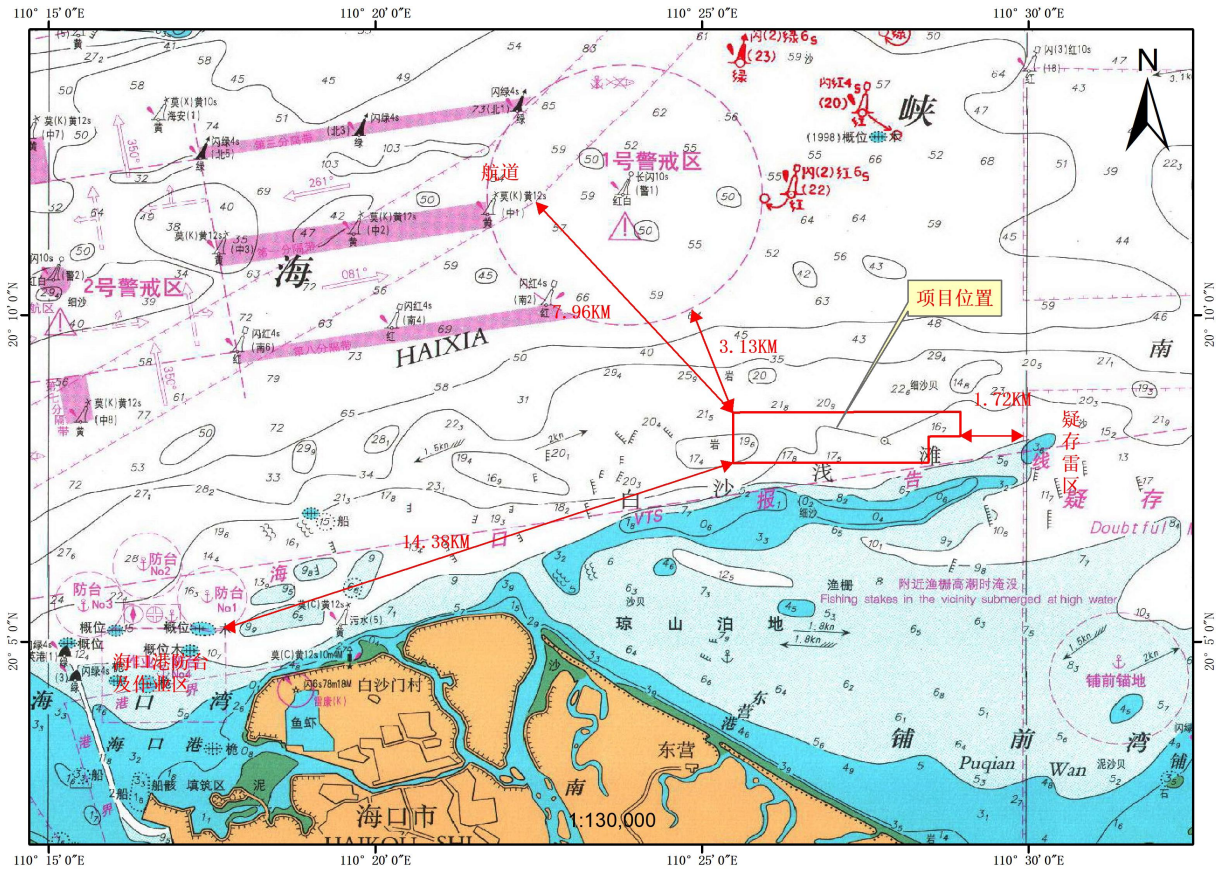


图 4.8-1 规划养殖区与周边港区、航道的位置关系图

根据中国人民解放军海军司令部航海保证部发布的琼州海峡海图（图号：15770），规划养殖区附近有海口港区、航道、警戒区和疑存雷区。根据位置关系图（图 4.8-1），项目距离海口港防台及作业区最近距离约为 14.38km，距离 1 号警戒区最近距离约 3.13km，距离最近的航道约 7.96km，距离疑存雷区最近距离约为 1.72km。项目施工、运营期船舶从沙上港往返于项目区内，处对海口港防台及作业区有影响外，对北侧航道、警戒区和疑存雷区影响较小。项目施工期投放网箱应加强管控，提高投放精度，避免进入疑是雷区、警戒区等区域，禁止航行图中随意抛投垃圾、锚块，避免发生意外事故。

此外，根据导助航综合服务系统（<https://ais.msa.gov.cn>）的统计资料，项目附近活动的船只有工作船、公务执法船、货运、客轮、油轮和渔船等，统计到的船只数量约 199 艘，项目及周边海域船只活动较为活跃（见图 4.8-2）。

因此，本项目位于海口市如意岛北侧海域，该海域有多种类型船只航行途经此地，项目施工期和运营期船只增加了项目区的通航密度，增加了区域的通航风险。项目运营期投放网箱后形成了新的海上碍航物，对传统船只通行路线造成影响。建议项目用海区确权后，在投放深水网箱后，在网箱养殖区四角布设警示浮标，同时在投放后发布公告，

建议船只避让深水网箱养殖区，禁止在深水网箱区开展渔船拖网作业。同时建议用海申请单位按照海事、渔业、航道等管理部门的要求，提前申请办理水上水下作业许可，同时按照相关规定委托相关单位开展通航安全保障方案编制，保障区域通航安全。

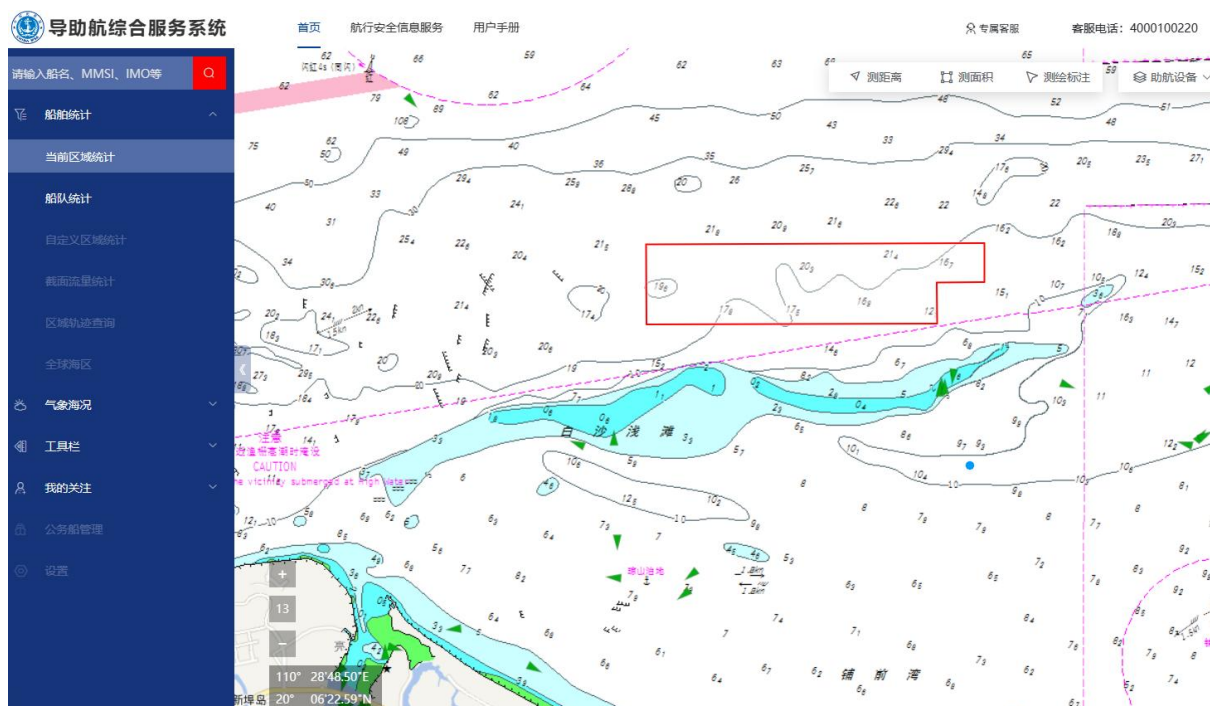


图 4.8-2a 项目附近海域船舶分布概况



图 4.8-2b 项目附近海域船舶统计

4.8.4 溢油风险分析

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁等突发性事故造成的污染；操作性污染是指加油作业以及船舶事故性排放机舱油污

水、洗舱水、废油等造成的污染。造成溢油事故，除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。

本项目建设施工期间，海上施工作业将占有一定的海域空间，物料运输船进出加大了该海区的通航密度，与进出该海区的船舶难免发生相互干扰，船舶碰撞几率增高，导致溢油事故发生，溢油发生后，油膜在海面上漂浮扩散，阻止海气交换，将对海洋水环境、生态环境和景观造成影响。一旦发生溢油事故将对海洋生态环境造成严重的破坏。

4.8.4.1 溢油对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，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。油膜覆盖下，影响海一气之间的交换，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。

4.8.4.2 溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水一气之间的交换，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，沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

4.8.4.3 溢油事故风险预测

(1) 源项分析

根据本项目的的设计，施工船舶最大吨位为 500 吨，施工船舶在施工过程中由于操作失误或者碰撞导致溢油事件发生，可能会导致船舶溢油污染事故。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）中表 C.9 驳船燃油舱中燃油数量关系，500 吨级对应的操作性船舶污染事故溢油量对约为 3 吨，因此，本报告中模型计算的溢油量定为 3 吨。

项目对施工船舶在输运或者施工作业时发生溢油事故进行模拟，溢油点位于养殖网箱中央区域，泄漏源强按 3 吨考虑，油品为柴油。假设柴油仓中 3 吨柴油在 1 小时内全部溢出，则溢油强度为 $Q=3000\text{kg}/1/3600\text{s}=0.83\text{kg/s}$ 。为方便预测计算，假设一个油粒子代表 3kg 的油料。也即由 1000 个油粒子代表 3 吨溢油量。由于溢油发生在不同地点时扩散范围差异较大，每个油粒子代表的溢油油膜面积和影响范围跟溢油点、溢油发生时

间（涨潮、落潮）、风速、流速、波浪等因素有关，所以，每个油粒子代表的溢油油膜面积是一个受多因素影响的、不断变化的值。溢油模拟的情况只是一个大概的范围，具体的油膜范围受多种环境影响因子控制。

不可溶泄漏物多为油状液体，密度比水轻，在空气的蒸发或挥发以及在水中溶解性都很小。因此，当石油类物质溢散到水层表面时，就会发生各种变化，产生各种现象，反映出溢油的特征。首先发生的变化是快速扩散，同时产生挥发现象，挥发速度的快慢决定于石油的性质、天气状况和地形位置。溢油在自然界还可发生各种反应，如氧化反映、乳化作用、溶解作用、微生物降解等。各种反映之间都是相互关联的，这些现象和反应会造成溢油性质的改变，或者影响到水面除油的方法。因此，不可溶泄漏物溢出到海面以后，存在以下几种运动形态：

扩展 由于油品比水轻，将漂浮于水面。在初期阶段由于受重力和表面张力的作用而在水面上向四周散开，范围越扩越大。这个过程称为油的扩展。

漂移 是指油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

分散 油品在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用使一部分油品以油滴形式进入水中形成分散油。一部分油滴重新上升到水面，也有部分油滴从海面逸出而挥发到大气中。

乳化 由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油品和水激烈混合，形成油包水乳化物和水包油乳化物。

吸附沉淀 部分油品粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

生物降解 海洋环境中的微生物对水中的油品有降解作用。

油品在海洋环境中的归宿问题是个复杂的问题，由于受到各种环境条件(温度、盐度、风、波浪、悬浮物、地理位置和本身的化学组成等)的影响，每一次事故溢出物的归宿也不尽相同。其主要的影响因素有乳化、吸附沉淀和生物降解等。

溢油在水体中的运动主要表现为两种过程：在平流作用下的整体位移和在剪流与湍流作用下的扩散。溢油自身的表面扩展过程持续时间很短，而持续时间较长的运动形式主要表现为平流输运和湍流扩散。平流和湍流两种运动模式同时存在，通常称为“平流—扩散”问题。以往多数的研究方法都是基于各种类型的平流扩散方程的数值求解，这类数值方法的困难在于数值扩散问题，即数值离散引进的一种与物理扩散无关的伪扩散效应，可能存在数值扩散完全掩盖物理扩散的现象，使所得到的数值结果完全失真，不能描述真实的物理过程。

本次模拟采用“油粒子”方法来模拟溢油在海洋环境中的形成，即把溢油分成许多离散的小油滴(或小斑块)来模拟溢油在水体中的输运扩散过程。采用“粒子—扩散”概念的方法可以真实地重现许多实际观测到的溢油扩散特征。例如潮流和风将油膜拉长，波浪导致油膜的破裂等特征。

“粒子扩散”的概念，是把浓度场模拟为由大量的粒子组成的“云团”，其个每一个粒子携带一定数据的示踪物质，采用拉格朗日法模拟油粒子在特定的流场条件下发生平移和位移的过程。再迭加油粒子在湍流场中的随机运动，即采用同时考虑到平流和湍流的扩散模式。

(2) 溢油粒子漂移模型

本报告采用溢油粒子漂移模型进行预测。

油粒子模式为：假设油膜由油粒子为代表，所有油粒子在海流和风作用下作拉格朗日运动，某一油粒子其运动遵循下列运动方程控制：

原坐标为(X0,Y0)油粒子在 Δt 时间后漂移到坐标(X,Y)则

$$X = X_0 + u_i \times \Delta t + R_x$$

$$Y = Y_0 + v_i \times \Delta t + R_y$$

$$u_i = u_{ci} + \alpha w_{xi}$$

$$v_i = v_{ci} + \alpha w_{yi}$$

u_{ci} 和 v_{ci} 分布是坐标(Xi, Yi)的海流东、北分量； w_{xi} 、 w_{yi} 为风速东、北分量， α 为风对油膜拖曳系数，采用 ECOMSI 公式，R 为随机扩散位移，同流速、流向、时间有关。

$$R_x = \beta u_{ci} \times (\alpha + 1/e^t)$$

$$R_y = \beta v_{ci} \times (\alpha + 1/e^t)$$

跟踪每一油粒子(X, Y)的位置，统计油粒子扫过的网格面积，可得油膜在各区域的面积。

(3) 风险组合

在本报告中分别对大潮期涨潮期和落潮期发生溢油泄漏事故的情况进行计算，并选取常风向下的平均风情况对溢油事件进行预测分析，本项目工程所处海域的常风向主要是夏季的 SSE 向风和冬季的 ENE 向风。所以本报告在溢油模拟中，考虑夏季常风向 SSE 向平均风和冬季常风向 ENE 向平均风情况的溢油扩散情况。组合情况如表 4.8-1。

表 4.8-1 预测风险组合

序号	溢油位置	溢油时刻	风向	风速(m/s)
常风向	养殖网箱中央区域	大潮涨急	SSE	夏季平均风速 3.4
		大潮落急	SSE	夏季平均风速 3.4
		大潮涨急	ENE	冬季平均风速 3.4
		大潮落急	ENE	冬季平均风速 3.4

(4) 预测结果

根据模型预测，4种风险组合条件下溢油事故发生后的油膜漂移轨迹及其扩散范围见图 4.8-3~图 4.8-6(溢油轨迹旁边数字表示发生溢油后到达所在位置的时间，小时)，各风况下的油膜的扫海面积、抵达敏感区时间、抵达敏感区时溢油残留量和影响岸线长度情况见表 4.8-2~表 4.8-3。

从计算结果可见，不同组合情况下油膜漂移轨迹有差异，油膜漂移主要取决于风况与潮流的共同作用。

从图 4.8-3 和图 4.8-4 以及表 4.8-2 中可以看出，在夏季平均风速(3.4m/s)SSE 风向下，涨潮和落潮时，油膜主要都是往北侧向徐闻方向漂移。溢油发生于涨潮时，油膜向西偏南漂移，大约 11 小时后油膜抵达新海港北侧海域，随后油膜向东偏北漂移，大概 20 小时后油膜向西偏南漂移，大概 35 小时后油膜向东偏北漂移，如此往复，大约 67 小时后油膜抵达徐闻南侧海岸沿岸，受影响的岸线长度为 2.2km，67 小时内向西北最远扩散距离为 45km。溢油发生于落潮时，油膜向东偏北漂移，大约 7 小时后油膜向西偏南漂移，大约 22 小时后油膜抵达南海明珠岛北侧海域，随后油膜向东偏北漂移，大约 31 小时后油膜向西偏南漂移，如此往复，大约 68 小时后油膜抵达徐闻南侧海岸沿岸，受影响的岸线长度为 3.9km，68 小时内向西北最远扩散距离为 36km，向东北最远扩散距离为 20km。

从图 4.8-5 和图 4.8-6 以及表 4.8-3 中可以看出，在冬季平均风速(3.4m/s)ENE 风向下，溢油发生于涨潮时，油膜向西偏南漂移，大约 10 小时后油膜抵达南海明珠岛西北侧海域，随后油膜向东漂移，大约 23 小时后油膜又向东偏北漂移，大约 18 小时后油膜又向西偏南漂移，大约 26 小时后油膜抵达南海明珠岛北侧沿岸，受影响的岸线长度为 1.9km；溢油发生于落潮时，油膜向东漂移，大约 6 小时后油膜向西偏南漂移，大约 16

小时后油膜又向西偏北漂移，大约 21 小时后油膜抵达海甸岛北侧海域，随后油膜向东偏北漂移，大约 23 小时后油膜又向东偏南漂移，大约 29 小时后油膜抵达东营东北侧海域，随后油膜向西偏北漂移，大约 36 小时后油膜抵达新埠岛北侧海域，随后油膜继续向西偏南漂移，大约 41 个小时后油膜到海甸岛西北侧海岸沿岸，受影响的岸线长度为 1.6km。

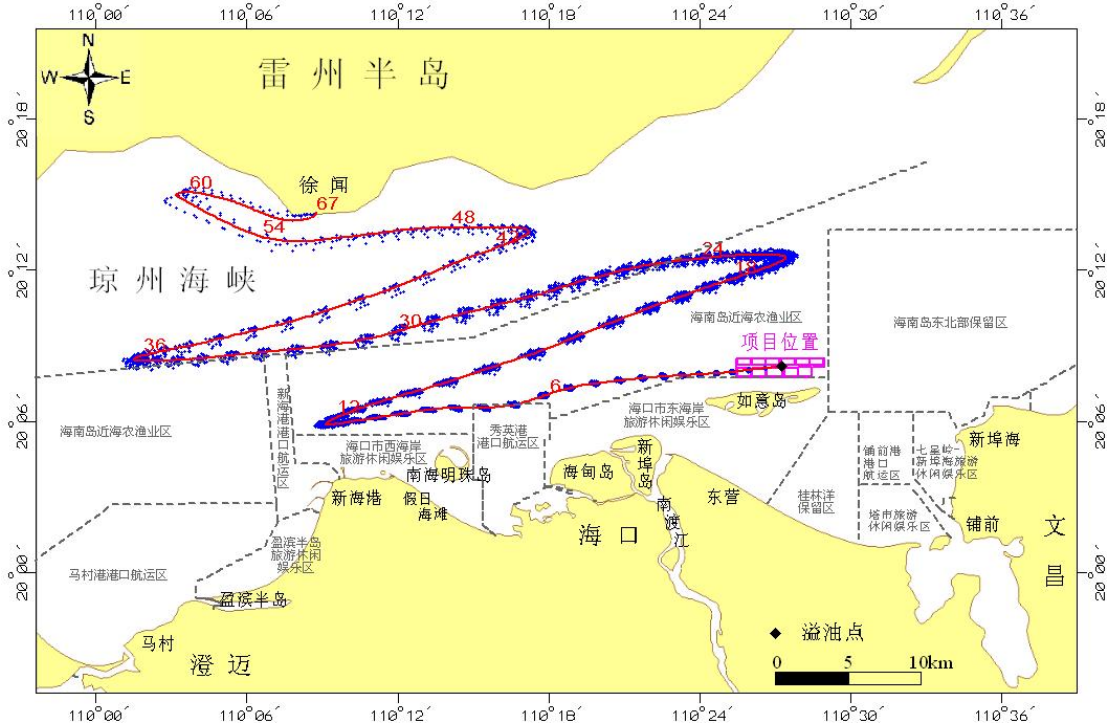


图 4.8-3 夏季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SSE, 平均风速 3.4m/s)

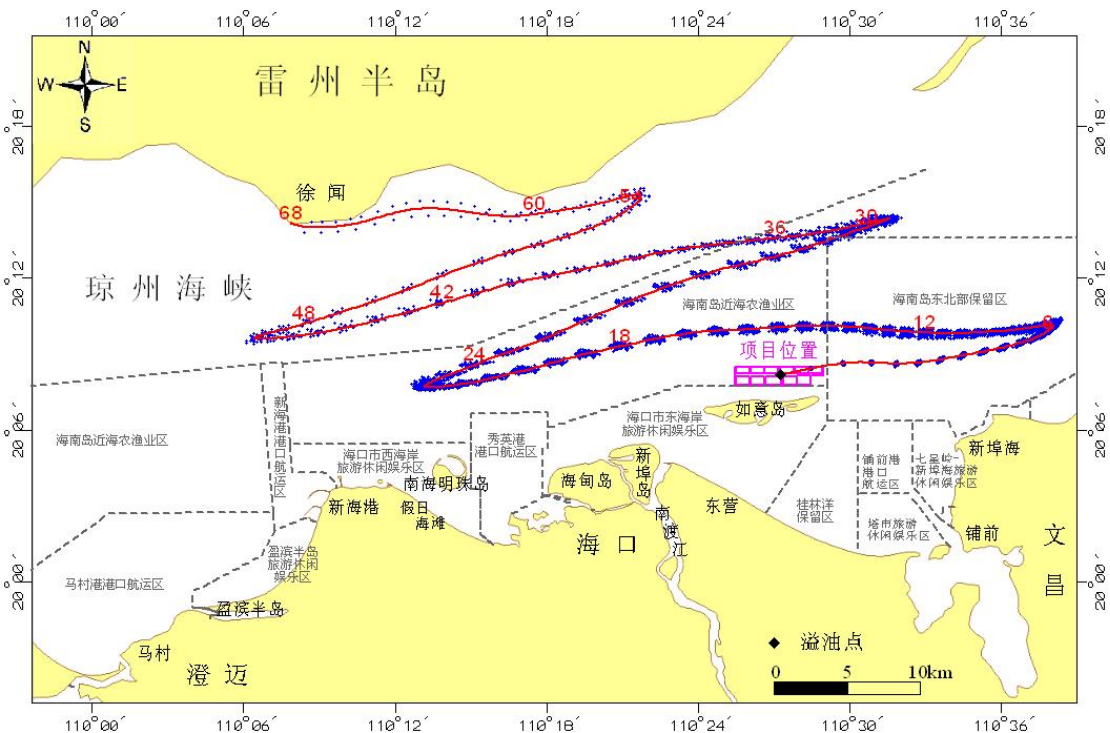


图 4.8-4 夏季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (SSE, 平均风速 3.4m/s)

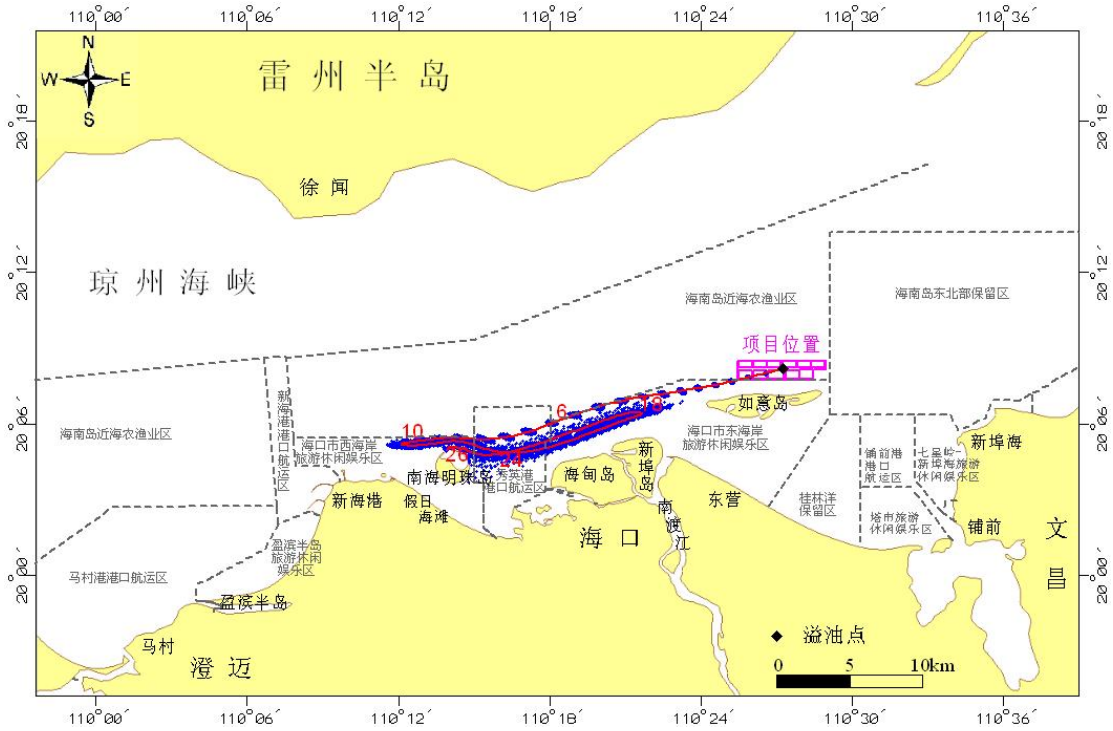


图 4.8-5 冬季平均风涨潮时溢油漂移路径及扩散范围 (ENE, 平均风速 3.4m/s)

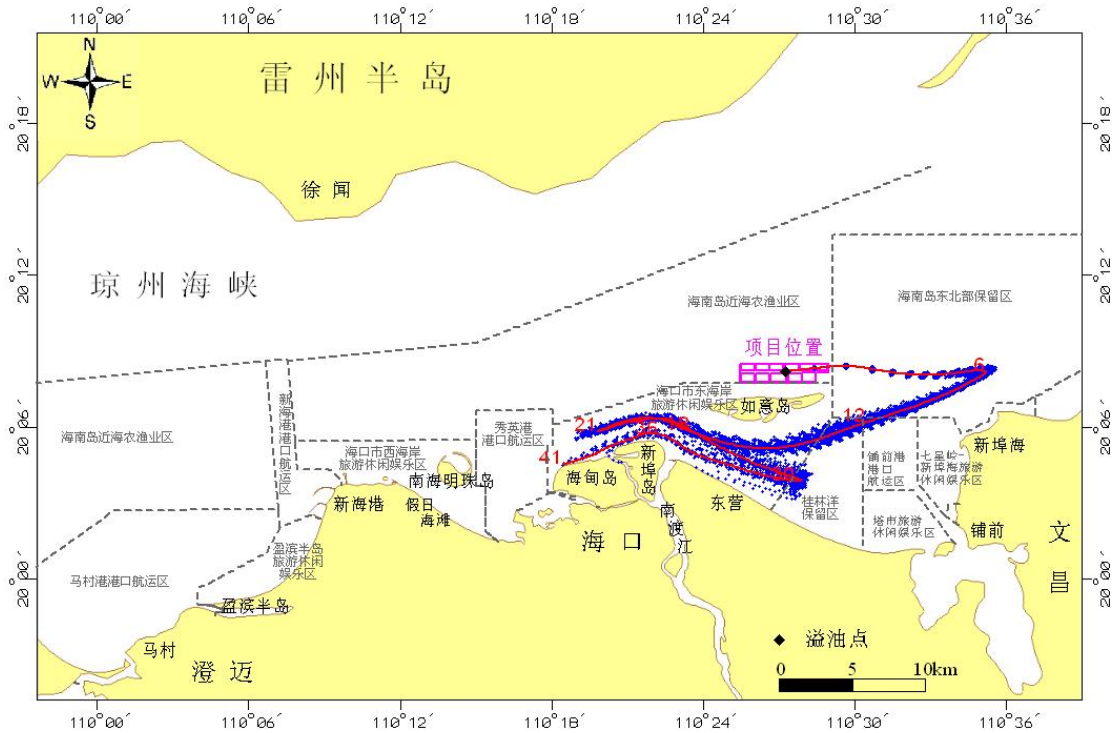


图 4.8-6 冬季平均风落潮时溢油漂移路径及扩散范围 (ENE, 平均风速 3.4m/s)

表 4.8-2 夏季常风向 SSE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

	涨急		落急	
抵达敏感目标时间及抵岸时间	徐闻南侧沿岸海岸 (67h)		徐闻南侧沿岸海岸 (68h)	
溢油残留量	0.270t (24h) 0.024t (48h) 0.003t (67h)		0.303t (24h) 0.027t (48h) 0.003t (68h)	
影响的岸线长度 (km)	2.2		3.9	
溢油后时间(h)	瞬时面积	扫海面积	瞬时面积	扫海面积
1	0.0325	0.0415	0.0308	0.1011
2	0.0529	0.1485	0.0570	0.6288
3	0.0870	0.2543	0.0988	0.6288
4	0.1142	0.3931	0.1670	0.6288
5	0.1348	0.5710	0.2474	0.6288
6	0.1866	1.1848	0.3263	1.3234
12	0.4838	5.3100	0.5569	6.2445
18	1.0568	15.2547	0.7765	14.0948
24	1.2659	22.4906	1.1335	23.0547
36	1.7701	61.5299	1.6576	46.6235
48	1.9545	91.7011	1.8424	76.1271
67	3.0177	154.4319	2.9123	131.4375
68	/	/	3.4607	135.6274

表 4.8-3 冬季常风向 ENE 向平均风下油膜漂移扩散影响及其扩散范围(km²)

	涨急		落急	
抵达敏感目标时间及抵岸时间	南海明珠岛北侧沿岸 (26h)		海甸岛西北侧沿岸海岸 (41h)	
溢油残留量	0.162t (26h)		0.039t (41h)	
影响的岸线长度 (km)	1.9		1.6	
溢油后时间(h)	瞬时面积	扫海面积	瞬时面积	扫海面积
1	0.0353	0.0489	0.0375	0.0800
2	0.0600	0.1422	0.0664	0.1265
3	0.0996	0.3678	0.1153	0.3722
4	0.1200	0.5608	0.1928	1.0565
5	0.1906	1.0311	0.3194	1.6990
6	0.2125	1.4158	0.4325	2.3027
12	0.7631	5.5028	0.9923	8.4809
18	3.9688	20.5567	2.2382	23.9915
24	4.1042	34.1095	3.9129	31.4222
26	2.7215	37.8120	2.9882	37.4719
41			8.8705	75.1364

(5) 风险分析

从溢油漂流轨迹和扫海面积可以看出,在夏季常风向 SSE 向平均风情况下,油膜主要都是对本项目工程北侧的琼州海峡外海环境产生影响;在冬季常风向 ENE 向平均风情况下,涨潮时溢油,油膜主要是对南海明珠岛北侧沿岸海域环境产生影响;落潮时溢油,油膜主要是对海甸岛和新埠岛北侧海岸海域环境。

因此，在发生溢油时，应当及时采取相应措施防止溢油扩散，最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。控制和减轻溢油事故所造成的损害程度的进一步扩散的最合理时间是在溢油发生后 2 小时内采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。

4.8.5 赤潮风险分析

赤潮是海洋中某些微小的浮游植物、原生动物或细菌在一定的环境条件下爆发性繁殖或聚集，引起一定范围一段时间内的水体变色现象，某些赤潮生物有时并不引起海水变色。近年来人类活动造成的水质污染和富营养化是造成赤潮频发的一个重要原因。赤潮的发生给海洋环境、海洋渔业和海水养殖业造成严重的危害和损失，也给人类健康和生命安全带来威胁。

赤潮的发生是一个复杂的理化过程，在赤潮发生的四个阶段均有不同的影响因素，总体来说影响因素包括物理因素、化学因素以及生物因素等(见表 4.8-4)。

表 4.8-4 赤潮在不同阶段的控制因素

赤潮阶段	控制因素		
	物理因素	化学因素	生物因素
起始阶段	底部湍流、上升流底层水体温度、水体垂直混合	营养盐、微量元素、赤潮生物生长促进剂	赤潮“种子”群落、动物摄食、物种间的竞争
发展阶段	水温、盐度、光照等	营养盐和微量元素	赤潮生物种群缺嗜食者和竞争者
维持阶段	水团稳定性(风、潮汐、辐合、辐散、温盐跃层、淡水注入)	营养盐或微量元素限制	过量吸收的营养盐和微量元素、溶胞作用、聚结作用、垂直迁移和扩散
消亡阶段	水体水平与垂直混合	营养盐耗尽、产生有毒物质	沉降作用、被摄食分解、孢束形成、物种间的竞争

赤潮的发生与海洋污染、过度的海产养殖、赤潮生物的异地传播等几个因素密切相关。在项目运营期饵料等的投喂以及鱼类养殖过程中产生的代谢废物和其他因素产生的污染物会污染水体，引发赤潮，严重影响水体环境。

赤潮发生时，引发赤潮的藻类将会紧紧贴在鱼鳃上，影响鱼的呼吸，致使鱼类窒息，缺氧死亡。另外，藻体及藻细胞死亡腐烂后会产生溶血毒素物质，对水环境破坏将持续一段时间。一旦发生赤潮，将会对网箱养殖的鱼类和附近活动的鱼类造成不可逆转的损失。因此，建议建设单位定期对该海域的水质进行监测，分析水质参数，避免赤潮灾害的发生。

海南岛周围有 14 个受岛上社会活动影响最为强烈的海湾，是赤潮易发区。其中北部和南部的海湾受城市活动影响较大，西北部的海湾受工业生产影响较大，而东部的海

湾受养殖产业影响较大。

赤潮发生区域几乎环绕海南岛，包括海口湾及近岸海域，文昌近岸海域（铜鼓岭海域、翁田镇近岸及高隆湾），博鳌近岸海域，陵水新村湾，三亚亚龙湾、大东海及红沙港，洋浦湾近岸海域，昌江海尾港—新港海域，澄迈马村近岸海域等。本项目规划的深水网箱养殖区位于海口湾及近岸海域，为赤潮曾经发生区域，应加强赤潮防控。

1990年我国沿海发生赤潮34起，造成大量鱼、虾、贝类死亡，经济损失约2亿元，其中海南当年4月底由于事先估计不足，在昌化江至临高后水湾附近海域出现的赤潮造成损失达2800万元。

1991年2月4日海南的洋浦、白马井及光村一带海域发生的赤潮历时20多天；同期，新盈港赤潮时，水体污染严重，溶解氧含量超常，海水中磷酸盐超过三类海水标准的2倍多。陵水在1993年新村湾发生赤潮中直接经济损失2800多万元，在1996年再次发生赤潮中经济损失达60万元。2000年后，海南岛近岸海域赤潮发生的频率增加，截至目前，报道赤潮20多起，带来直接经济损失1600多万元。

4.8.5 养殖活动造成的环境风险分析

网箱养殖除利用自然海水进行养殖外，还依靠饲料喂养，所投喂的饲料大部份为箱体内养殖的鱼类采食，少部份饲料在网外沉降过程中也会被网箱以外的鱼类采食，剩余的饲料将会在网箱附近海底沉积，影响海域水质、生态环境。

根据海洋环境现状调查，虽然项目所处海域的环境质量较好，但如果在养殖过程中不严格控制养殖密度和养殖方式，一旦发生水体恶化将对海域水产养殖造成严重的损害，直接影响养殖户的养殖收入，并对海域的生态环境造成严重的破坏。而本项目主要养殖方式为网箱养殖，计划投放各种型号网箱的数量约206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘，数量相对较多，因此所产生的残饵、养殖粪便量相对较大，而养殖鱼类的粪便分解又相对较少，加之如果养殖单位未严格执行环保措施，养殖时间长后，该海域水质不达标事故发生风险也相应加大。因此，建议养殖单位或个人选用优质饵料，控制养殖密度，合理投饵，科学喂养，避免过多残饵沉入海底长期积累进而影响海洋环境。

4.8.6 养殖病害风险分析

残饵沉积易使海区内各种病原体大量繁殖，一到高温季节，即导致鱼病蔓延。鱼类的病害防治要坚持“以防为主，防治结合”的原则。此外，要坚持巡视，特别留意观察鱼群的游动、摄食情况，一旦发现病、死鱼应及时隔离治疗或进行无害化处理，切勿随意将其丢弃在海中，使病害传播蔓延，造成更大的危害。以金鲳鱼为例，金鲳鱼网箱养殖

中常见的病害有以下几种：

(1) 小瓜虫病

症状：病鱼体表出现直径 0.5mm~1mm 的白色斑点，粘液增多，鳞片脱落，厌食，游动缓慢。小瓜虫在腮部寄生破坏腮小片，致鱼呼吸困难，直至死亡。流行水温为 18~25℃，流行季节为夏季和秋季。致病体是刺激隐核虫。

(2) 指环虫病

病鱼体表失去光泽，食欲不振，游动迟缓。有的鳍条溃烂，体表和鳃部粘液增多，局部鳞片脱落，一侧或两侧眼球突出、发炎、坏死或脱落，游泳失去平衡，打转，大多发生在春、秋两季。致病体是指环虫。

(3) 瓣体虫病

症状主要是病鱼常浮于水面，游泳迟钝，呼吸困难，头部皮肤、鳍及鳃上粘液分泌增多，表皮出现不规则的白斑点，严重时白斑会连成一大片；食欲不强，有时会狂游几下向网衣上擦身，死亡时鱼胸鳍向前僵直，几乎紧贴于鳃盖上，此病多生于高温季节，特别是 5~6 月份。

(4) 车轮虫病

病原：为纤毛虫类的车轮虫寄生于鱼体表、鳃、鳍等部位引起。

症状主要是鱼体变黑，不摄食，游动无力，浮于水表面。体表面粘液分泌过多，白浊。鳃上寄生虫数量多时，鳃组织坏死，病鱼呼吸困难。诊断时，刮取体表粘液或剪取部分鳃丝压片镜检，一个视野中车轮虫数量较多时即可确诊，流行高峰季节为 5~8 月，水温 20~ 28℃。

(5) 皮肤溃疡病

病原：主要是弧菌属的溶藻弧菌、副溶血弧菌、鳃弧菌和假单孢杆菌。症状主要特征是体表皮肤溃疡。感染初期，体色呈斑块状褪色，食欲不振，缓慢地浮游于水面，中度感染时，色鳍基部、躯干部等发红或出现斑点状出血；随着病情的发展，患处呈出血性溃痍。有的吻端或鳍膜烂掉，有的眼球突出；眼内有出血点，肛门发红扩张，有黄色黏液流出。解剖观察，胃内无食物，空肠并带有黄色黏液，肝、肾等明显充血、肿大。流行情况：该病在苗种培育和养成中均有发现，以冬季最为严重。

(6) 肠炎

全年都有发生，流行高峰期为 4~10 月，病鱼离群独游，鱼体发黑，食欲减退，甚至完全不摄食，肠壁局部充血，发炎，肠腔内没有食物。肠内黏膜脱落，出血，肠壁

弹性较差，肠内有大量淡黄色黏液，把病鱼头部拎起，黄色黏液从肛门流出，肛门红肿。有时腹部膨大，腹腔内积有淡黄色腹水。病源为肠型点状气单胞菌。

(7) 神经坏死病毒

症状：病鱼活力差，摄饵不良，身体瘦弱，体色发黑。病鱼游动异常，或随水无力流动，或腹部朝上，浮于水面作盘旋游动，或在水中狂奔、狂游，脑、眼、口部充血发红，眼球脱落，所有种类的病鱼最后浮上水面或狂奔而死。诺达病毒(神经坏死病毒)，该病毒以垂直传播为主，所以同一母鱼孵化出的苗有可能全部带毒。同时肠道伴有明显肠炎，为嗜水气单胞杆菌。产生原因：运输过程压迫式应激，导致鱼类产生不适，诱发体内存在的病毒；运输过程摩擦导致鱼苗外伤加速病毒传播与感染；而肠炎的产生，则与鱼苗身体机能下降后消化功能退步有关。

(8) 金鲳鱼疔疮

症状主要是金鲳鱼食料正常，体色完好，生长正常。在背部、尾鳍部、下腹部出现明显疔疮，疔疮红肿有脓汁，严重影响鱼外观，影响售价。

防治疾病要从苗种选择、消毒入手，分级饲养，调节放养密度，投喂优质海水鱼系列膨化饲料，加强养成期管理，注意网箱的清洗，保证网箱水流畅通等，同时对一些常见疾病要以预防为主，早发现，早用药，降低病害暴发的危害，提高防病意识，以获得较好的收益。

5 海域开发利用协调分析

5.1 项目用海对海域开发活动的影响

根据项目用海资源影响、施工工艺、运营期养殖产污等分析，规划项目建设施工造成悬浮物扩散对水质环境产生一定影响，主要集中在项目附近海域，另外规划项目运营期养殖活动产污(COD、无机氮和活性磷酸盐)对附近海域水质环境产生影响。

根据查询海南省海洋动管中心及收集历史资料，海口市美兰区养殖用海项目建设、运营对周边海域有影响的用海项目主要包括：海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目、海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地、海口市如意岛等。其余确权用海项目与本项目相距较远，悬浮泥沙和污染物扩散均不会影响这些项目的正常运营，对其余确权用海项目的正常运营基本无影响。

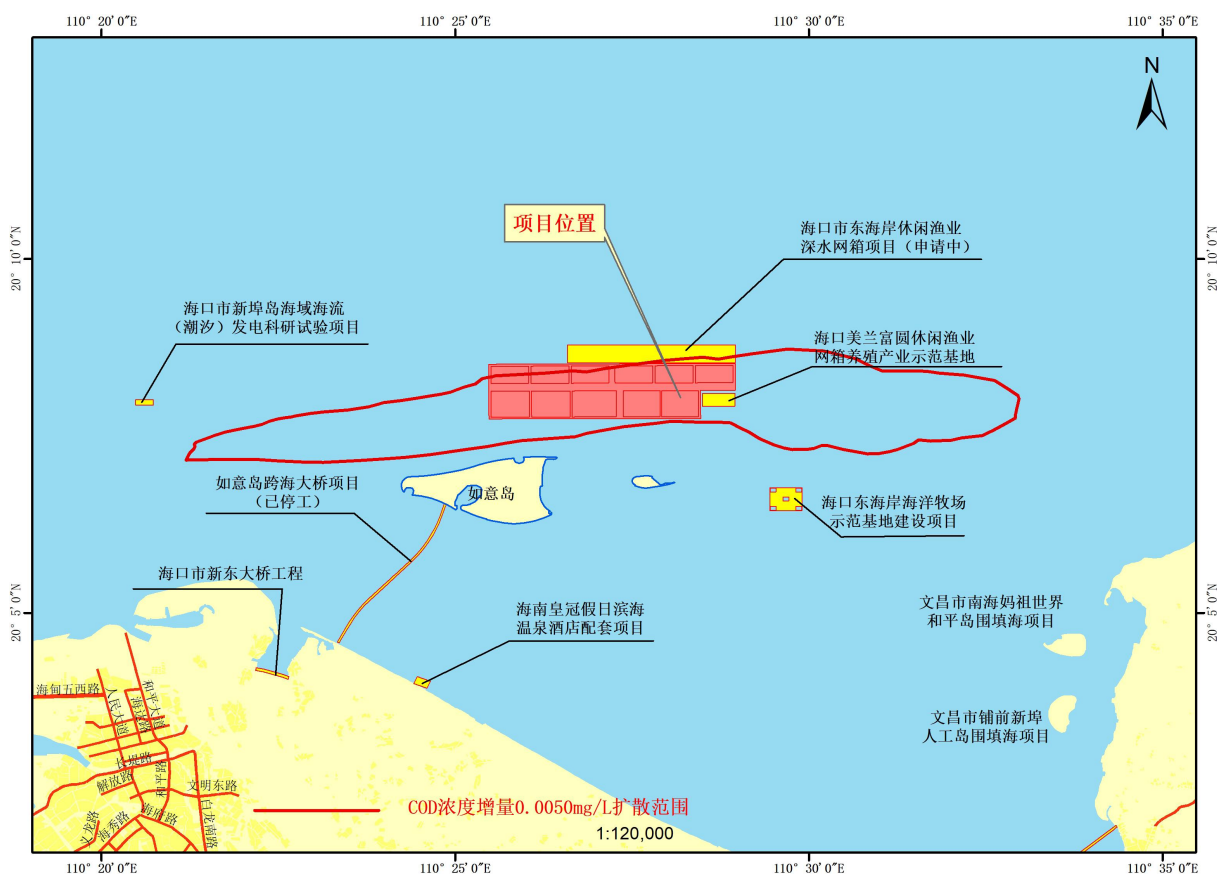


图 5.1-1 污染物扩散范围与周边用海叠置图

5.2 利益相关者界定

5.2.1 利益相关者界定

利益相关者是指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发者、利益者，即与论证项目存在利害关系的个人、企事业单位或其它组织或团体。

项目拟规划海域水深较深，约为 15~24m，海域内现状无养殖活动，无其他用海活

动。拟规划养殖海区为当地村民的传统捕捞场所，规划养殖将减少渔民捕捞的空间，但开展深水网箱整体论证、环评有利于当地村民开展深水网箱养殖活动，有利于当地渔民的转产转业，有利于有需求的当地村民减少审批流程，减少经济负担。因此，应将当地渔民列为利益相关者。

此外项目周边已存在海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目（申请中）、海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地两个养殖项目，其权属人（申请人）分别为海口市休闲渔业开发有限公司和海南富圆投资有限公司。用海申请单位应加强与其协调，共同保障用海秩序，维护养殖用海活动中权益，做好施工期、运营期船只活动安排，避免发生渔船碰撞事故。因此，应将海口市休闲渔业开发有限公司和海南富圆投资有限公司列为利益相关者。

项目在建设过程中需向海事部门申请办理水上水下施工许可，在施工及运营过程中渔船应加强安全管理，服从海事部门的管理，加强瞭望，提前避让周边船只，避免发生渔船碰撞事故等。同时项目位于如意岛北侧海域，周边船只较多，属于传统渔船及其他船只通航的场所，建议用海申请单位编制通航安全保障方案，根据相关规范设置警示标志，避免周边其他船只进入养殖区，造成经济和安全损失。因此，应将海事管理部门列为利益相关者。

项目拟使用沙上港作为施工、运营期的配套码头，因此，用海申请单位应提前与渔港管理部门做好沟通，保障施工期、运营期船只靠泊、航行安全。

因此，项目涉及的利益相关者为当地渔民、海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司、秀英港管理部门、渔港管理部门、海事管理部门等。

表 5.2-1 利益相关者界定表

利益相关者	协调原因	影响程度	是否列为利益相关者
当地渔民	挤压、占用捕捞空间，当地村民可根据规划海域申请海域开展深水网箱养殖，实施转产专业	有影响	是，列为利益相关者
海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司	用海相邻、保障各用海边界不互相冲突，做好沟通协调工作，保障施工、运营期船只安全，避免发生渔船碰撞事故	有影响	
渔港管理部门	建设、运营期需要渔港配合，	有影响	
海事管理部门	申请办理水上水下施工许可、保障通航安全	有影响	

5.3 相关利益协调分析

5.3.1 与当地渔民的协调分析

项目位于海口市美兰区如意岛北侧海域，为当地渔民的传统捕捞作业区，当地渔民

通过设置陷阱网、撒网、拖网等传统方式从海中获得鱼类，通过售卖捕获的鱼类，取得经济利益。根据现场勘查，项目区分布有零星养殖渔排。项目建设后，一方面规划项目区域将禁止捕捞，当地渔民的捕鱼区域受到压制，捕捞产量及收获可能会减少。另一方面项目施工过程中产生的泥沙以及运营过程中氮、磷等污染物的产生将影响当地的海洋环境质量，可能会造成当地鱼类资源产量的变化。

建议用海申请单位应该明确：村民们“靠海吃海”，捕捞是他们的经济来源之一，项目的建设，造成当地渔民的捕捞空间被压缩，或者去其他海域捕鱼，增加成本。会影响这些渔民的收入。

用海申请单位应加强规划养殖区的宣传，将深水网箱养殖的优劣向当地村民进行宣教，扶持当地村民开展正规深水网箱养殖，提升当地的养殖水平，促进当地村民（渔民）的经济收入。在确权养殖时，应妥善安排当地渔民捕捞网具的拆除工作，拆除过程中加强与其他相关部门联动，做好共同执法，保障深水网箱用海的合法权益。

表 5.3-1 与当地渔民的利益协调方案

利益相关者	影响内容	协调人	协调方案	协调结果要求
当地渔民	(1) 传统捕捞作业区受到压缩； (2) 规划养殖区内的网箱传统网箱、捕捞网具拆除； (3) 部分渔船开展深水网箱养殖。	规划用海单位	(1) 规划用海单位应加强对当地村民（渔民）的宣传，宣讲深水网箱养殖的优劣和意义，宣讲现有养殖及捕捞的政策，引导当地村民（渔民）通过正规手段申请占用海域开展养殖活动。 (2) 规划用海单位应优化考虑美兰区及附近村镇当地村民（渔民）的用海申请。 (3) 对于资金较少的渔民，建议其可考虑多家联合成立合作社开展深水网箱养殖，既可增加投入，也可分摊风险。 (4) 海洋管理部门应根据规划范围及当地渔民的用海需求确权海域，并保障深水网箱用海的合法权益，推进渔民转产专业。 (5) 随着深水网箱用海的开展，可引导当地村民（渔民）开展保鲜运输、水产品加工等活动，从而保障当地村民（渔民）的经济收入。	保障渔民可持续生产作业，保障经济收入。

5.3.2 与海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司的协调责任分析

项目周边已存在海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目（申请中）、海口美兰富圆休闲渔业网箱养殖产业示范基地两个养殖项目，其权属人（申请人）分别为海口市休闲渔

业开发有限公司和海南富圆投资有限公司。用海申请单位应加强与其协调，共同保障用海秩序，维护养殖用海活动中权益，做好施工期、运营期船只活动安排，避免发生渔船碰撞事故。

表 5.3-2 与海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司的利益协调方案

利益协调部门	影响内容	责任人	协调方案	协调结果要求
海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司	<p>(1) 相距较近，网箱布放时应避免占用其他确权海域内。</p> <p>(2) 施工、运营期船只数量增加，发生碰撞事故的几率增大。</p>	规划用海单位/申请用海单位协助	<p>(1) 用海申请单位应提前与海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司做好沟通，明确给各自的用海范围，预留避让空间，避免占用其他单位的用海；</p> <p>(2) 投放网箱时应做好定位，避免盲目投放造成偏差。</p> <p>(3) 用海申请单位应制定安全施工措施，在养殖户申请用海时发放，保障施工期、运营期施工安全，减少发生船只碰撞事故的几率。</p>	做好定位，避免无序投放造成相互占用，保障航行安全，减少碰撞事故的发生。

5.3.3 与渔港管理部门的协调责任分析

本项目拟使用沙上港作为施工、运营期的配套码头，运营期船只从这个港出发进入养殖区开展养殖活动。用海申请单位应加强与渔港管理部门的协调，确保渔港可作为陆域配套使用。

表 5.3-3 与渔港管理部门的协调方案

利益协调部门	影响内容	责任人	协调方案	协调结果要求
渔港管理部门	<p>(1) 作为陆域配港口，加强施工期渔船管理；</p> <p>(2) 加强施工、运营期管理，防止渔船碰撞深水网箱。</p>	规划用海单位，其他管理部门协助	<p>(1) 规划用海单位应加强与渔港管理部门的协调，保障沙上港可作为施工、运营期的配套码头使用，避免无配套码头以保障项目运营。</p> <p>(2) 项目建设内容不仅包含深水网箱，还包括 12 艘半潜式养殖平台，其对周边渔船及其他船只通航有一定影响，建议开展通航安全保障方案。</p> <p>(3) 规划养殖区内确权深水网箱养殖后，应在网箱区四角处设置警示灯，防止夜间航行船只碰撞深水网箱。</p> <p>(4) 用海申请单位应按照规划保证区域之间预留通道的通畅，充分考虑渔船通行需求，保障渔船通行安全、顺畅。</p> <p>(5) 为保证施工期通航安全，建议编</p>	保障渔船通航、通行安全，设置警示灯，防止渔船碰撞深水网箱。

			写施工期通航安全保障方案并向当地渔船发布，按照方案保障通航安全。	
--	--	--	----------------------------------	--

5.3.4 与海事管理部门的协调分析

本项目位于海口市美兰区如意岛北侧海域，用海面积较大，对附近渔船及其他船只的习惯航线可能有一点影响。因此，建议规划用海单位将本项目用海范围与当地海事部门沟通、协调，尽量在最新的海图上标注本项目用海范围。另外，应在本项目用海范围的外围设置醒目的标志标识，警示或提示往来船舶，防止发生船舶误入网箱养殖区内发生碰撞事故，造成经济损失。

根据《中华人民共和国水上水下施工作业通航安全管理规定》规定，本项目施工前需向海口海事局金牌海事处申请办理《水上水下施工许可证》，施工单位或养殖单位应根据相关管理规定，提供相应材料，填报《水上水下施工作业申请书》，依法依规办理水上水下施工许可证。

表 5.3-4 与海事管理部门的利益协调方案

利益协调部门	影响内容	责任人	协调方案	协调结果要求
海事管理部门	(1)申请办理水上水下施工许可； (2)加强渔船安全航行管理； (3)保障航道安全。	用海规划部门、具体申请用海的养殖户	(1) 项目施工前需向海事管理部门申请办理水上水下施工许可。 (2) 一旦养殖户确权并开始养殖，建议在养殖区四角处按照国家相关规定设置警示灯，防止渔船进入养殖区内。 (3) 一旦规划养殖区进展顺利，建议规划用海部门将规划用海范围与海口海事局金牌海事处沟通、协调，尽量在最新的海图上标注本项目用海范围，并发布航行通告，避免进入养殖区。 (4) 施工船只进入施工区时应遵守海事管理部门的各种管理要求，服从海事管理部门管理，航行时应加强瞭望，减少发生碰撞的可能性。 (5) 建议用海申请单位运营期加强渔船管理，保障周边海域的通航安全。	办理相关手续，设置警示标志，防止渔船碰撞养殖网箱。

5.4 项目用海对国防安全和国家海洋权益的影响分析

5.4.1 对国防安全和军事活动的影响分析

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

5.4.2 对国家海洋权益的影响分析

本项目虽然位于南海海域，但地处我国海南省近岸海域，远离领海基线附近海域；本项目用海区及临近海域也没有对国家海洋权益有特殊意义的海上构造物、标志物，本项目用海对国防安全和国家权益没有不利影响。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 项目用海及周边海域海洋功能区划

6.1.1 项目所在海域海洋功能区划

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇,项目位置所在海洋功能区为海南岛近海农渔业区(代码: B1-07)。

6.1.2 项目周边海域海洋功能区分布

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇,论证范围内及周边功能区主要有:海南岛东北部保留区(代码: B8-01)、海口市东海岸旅游休闲娱乐区(代码: A5-03)、东营港农渔业区(代码: A1-01)、桂林洋保留区(代码: A8-01)、铺前港港口航运区(代码: A2-04)、塔市旅游休闲娱乐区等(代码: A5-04)。项目周边功能分布情况见图 6.1-1 和表 6.1-1。

6.2 项目用海对海洋功能区的影响分析

6.2.1 项目对所在海洋功能区的利用情况

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇中海南岛近海农业区的规划情况,该海域的开发利用方向主要是捕捞用海,可兼顾开放式养殖用海和旅游娱乐用海。

规划项目用海类型为渔业用海,用海方式为开放式养殖,符合海南岛近海农业区的用途管制要求。项目所在的如意岛北侧海域的海流、水深、风浪、海底地质、水质、交通、基础设施及养殖现状等条件均适宜开展深水网箱养殖活动,项目建设、运营对海洋自然属性和海洋生态环境影响可控。

根据规划用海区水深条件,在水深较深的海域发展半潜式养殖平台,在水深相对较浅的海域重点发展以高密度聚乙烯(HDPE)浮式圆形网箱为主要形式的深远海养殖渔场,可依托沙上港作为陆域配套场所和设施,配备产品运输船只,形成高效能的集中集约开放式养殖生产模式。

6.2.2 项目用海对周边海域海洋功能的影响分析

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇,项目论证范围内周边海洋功能区如表 5.1-1 所示。项目用海对论证范围内的周边有影响的主要海洋功能区有:保留区、旅游休闲娱乐区、农渔业区、港口航运区等。

6.2.2.1 对保留区的影响

规划项目附近海域的保留区为海南岛东北部保留区和桂林洋保留区,规划养殖海域

与这些保留区之间的位置分别为东侧 0.29km，西南侧 2.82km。

根据项目数模结论，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L，没有水质超标。因此施工期悬浮泥沙对周边保留区无影响。

根据数模计算结果，项目运营期污染物增量叠加本底值后仍符合第一类水质标准，对保留区水质环境影响相对较小，基本不影响其功能的发挥。

根据溢油模型计算结果，一旦项目区发生溢油事故，油膜会扩散至海南岛东北部保留区和桂林洋保留区内，对保留区的生态环境和功能的正常发挥有影响。用海申请单位应加强对规划内开展养殖渔船的安全管理工作，减少发生渔船碰撞的几率，做好溢油事故应急预案，一旦发生溢油事故，立即启动预案，减少对周边功能区的影响。

因此，在做好渔船安全管理和溢油应急预案的基础上，规划养殖项目建设对保留区影响相对较小，基本不影响其正常功能的发挥。

6.2.2.2 对旅游休闲娱乐区的影响

规划项目附近海域的旅游休闲娱乐区为海口市东海岸旅游休闲娱乐区和塔市旅游休闲娱乐区，位于规划用海项目南侧 2m 和东南侧 8.54km 处。

根据项目数模结论，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L，没有水质超标。因此施工期悬浮泥沙对旅游休闲娱乐区无影响。

根据数模计算结果，项目运营期污染物增量叠加本底值后仍符合第一类水质标准，对旅游休闲娱乐区水质环境影响相对较小，基本不影响其功能的发挥。

根据溢油模型计算结果，一旦项目区发生溢油事故，油膜会扩散至海口市东海岸旅游休闲娱乐区内，但不会扩散至塔市旅游休闲娱乐区内。因此，一旦发生溢油事故，对海口市东海岸旅游休闲娱乐区的生态环境和功能的正常发挥有影响。用海申请单位应加强对规划内开展养殖渔船的安全管理工作，减少发生渔船碰撞的几率，做好溢油事故应急预案，一旦发生溢油事故，立即启动预案，减少对周边功能区的影响。

因此，在做好渔船安全管理和溢油应急预案的基础上，规划养殖项目建设对旅游休闲娱乐区影响较小，不影响其正常功能的发挥。

6.2.2.3 对农渔业区的影响

规划项目区附近海域的农渔业区为东营港农渔业区，位于规划养殖用海项目南侧 7.42km 处，与规划用海区相距较远。

根据数模计算结果，项目建设期产生的悬浮泥沙不会扩散至东营港农渔业区内，悬浮泥沙对东营港农渔业区基本无影响；项目运营期污染物增量叠加本底值后符合第一类水质标准，对农渔业区水质环境影响相对较小，基本不影响其渔业功能的发挥。

根据溢油模型计算结果，一旦项目区发生溢油事故，油膜不会扩散至东营港农渔业区内，对该农渔业区的生态环境和功能的正常发挥基本无影响。但用海申请单位应加强对规划内开展养殖渔船的安全管理工作，减少发生渔船碰撞的几率，做好溢油事故应急预案，一旦发生溢油事故，立即启动预案，减少对周边功能区的影响。

因此，在做好渔船安全管理和溢油应急预案的基础上，规划养殖项目建设对农渔业区影响相对较小，基本不影响其正常功能的发挥。

6.2.2.4 对港口航运区的影响分析

规划项目附近的港口航运区为铺前港港口航运区，位于项目东南侧约 4.18m 处，与规划用海区相距较远。

根据项目数模结论，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L，没有水质超标。因此施工期悬浮泥沙对港口航运区无影响。

根据数模计算结果，项目运营期污染物增量叠加本底值后仍符合第一类水质标准，对港口航运区水质环境影响相对较小，基本不影响其功能的发挥。

根据溢油模型计算结果，一旦项目区发生溢油事故，油膜不会扩散至铺前港港口航运区内，对港口航运区的生态环境和功能的正常发挥基本无影响。但用海申请单位应加强对规划内开展养殖渔船的安全管理工作，减少发生渔船碰撞的几率，做好溢油事故应急预案，一旦发生溢油事故，立即启动预案，减少对周边功能区的影响。

因此，在做好渔船安全管理和溢油应急预案的基础上，规划养殖项目建设对港口航运区影响相对较小，基本不影响其正常功能的发挥。

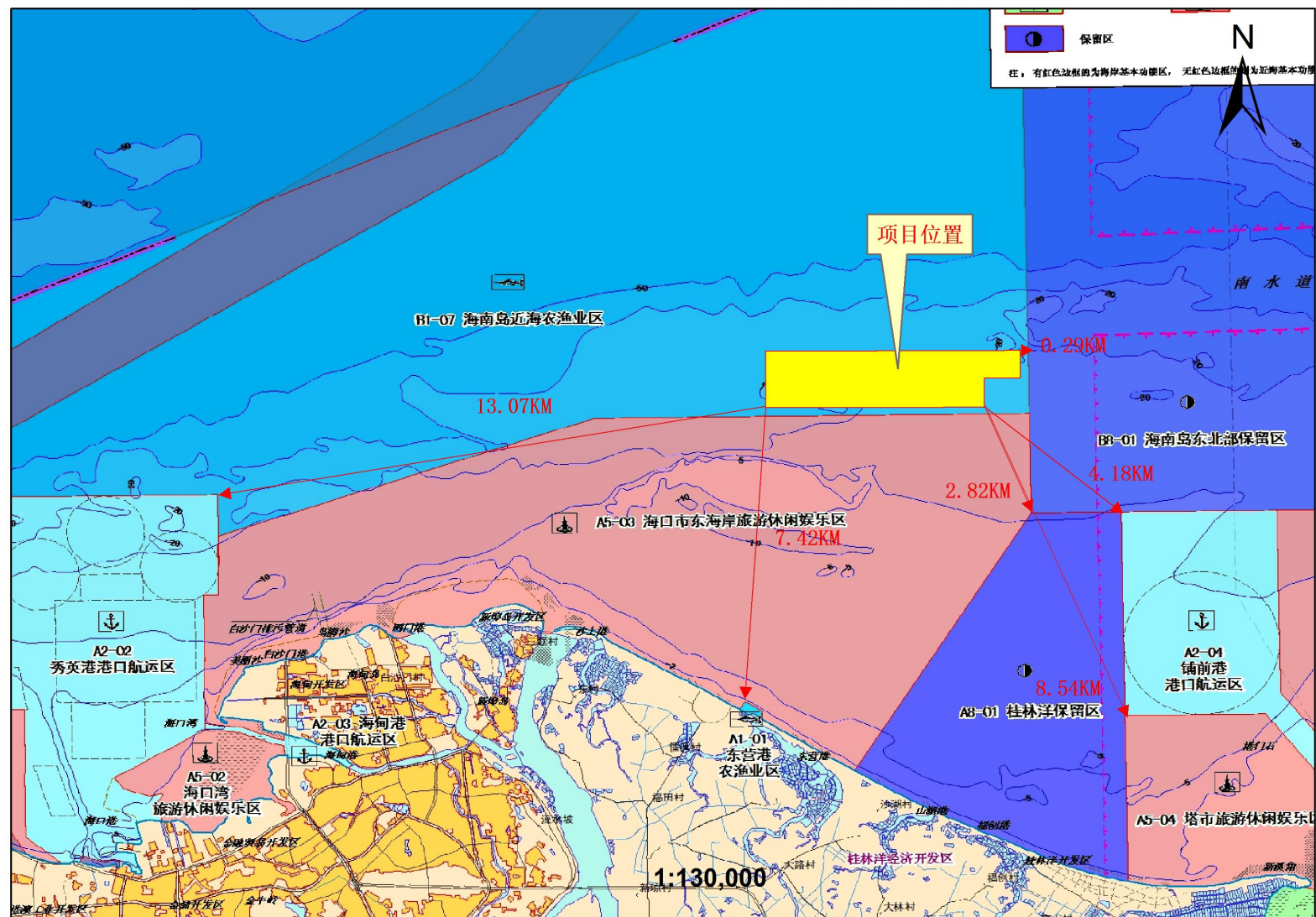


图 6.1-1 项目用海区域及周边功能区划叠置图

表 6.1-1 项目用海区域及周边海域功能区划表

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	与本项目区 相对位置 和最近距离	海域使用管理要求			管理要求	
						用途管制	用海方式	海域整治	重点保护目标	环境保护要求
B1-07	海南岛近海农渔业区	海南省	位于海南岛周边近海海域，领海外缘线以内。	农渔业区	占用	主导用海类型为捕捞用海，可兼顾开放式养殖用海和旅游娱乐用海；注意海底管线的保护，涉海工程建设需征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性。	本着保护性开发的原则，禁止渔业资源过度捕捞。	保护海域自然生态环境；保护渔业资源；保护海底管线。	执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
A5-03	海口市东海岸旅游休闲娱乐区	海口市	位于海口市美丽沙至后尾村。	旅游休闲娱乐区	南侧 2m	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设、浴场和水上运动用海，可兼顾渔业用海和城镇用海，适度规划建设渔业基础设施和城市生活设施，开展滨海休闲娱乐和休闲渔业活动。	允许适度改变海域自然属性，白沙浅滩海域及海甸岛、新埠岛外围海域允许适当围填海，用于旅游休闲度假，但不得破坏沿岸沙滩发育条件。	白沙门公园岸段沙滩由于近岸抽沙填海导致沙滩侵蚀后退，需要进行人工补沙以保证沙滩的长度和宽度；靠近东寨港一侧既受到侵蚀后退的危险，又受到养殖废水污染泥化的影响，近岸水体浑浊和沙滩泥化现象较严重，可实施人工丁坝潜堤工程以阻止沙滩侵蚀后退，保护后滨陆上建筑。	保护沙滩、沿岸地质地貌和水质。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
B8-01	海南岛东北部保留区	文昌市	位于海南岛东北部近海海域。	保留区	东侧 0.29km	无主导用海类型，为疑似雷区，维持现有用海现状，今后根据经济社会发展需要，经科学调查和论证明确其具体使用功能后可调整功能。	严格限制改变海域自然属性。		保护海域自然生态环境；保护近海渔业资源。	海水水质标准、海洋沉积物质量标准、海洋生物质量标准应维持现状，经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。
A1-01	东营港农渔业区	海口市	位于海口市江东开发区。	农渔业区	南侧 7.42km	主导用海类型为渔业基础设施用海，即东营渔港用海，合理规划渔业生产所必须的基础设施建设，保证渔船停靠、装卸作业和避风所需海域；渔港建设使用前可兼顾养殖用海，渔港建设完成后可兼顾旅游娱乐用海，开展休闲渔业活动。	应严格限制改变海域自然属性。	防止港池航道淤浅，维持渔船停泊航行的水深条件。	保护河口生态环境；保护河道。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
A8-01	桂林洋保留区	海口市	位于海口市桂林洋沿岸海域。	保留区	东南侧 2.82km	无主导用海类型，维持现有用海现状，今后根据经济社会发展需要，经科学论证明确其具体使用功能后可调整功能。	应严格限制改变海域自然属性，保护海岸形态、长度和地形地貌。	整治沿岸养殖废水排放，修复海岸带。	保护海岸形态和地形地貌。	水质标准、沉积物质量标准、海洋生物质量标准应维持现状，经论证改变功能类型后，根据开发类型确定其水质标准。
A5-04	塔市旅游休闲娱乐区	海口市	位于海口市塔市村至北港岛。	旅游休闲娱乐区	东南侧 2.82km	主导用海类型为旅游娱乐用海，用于旅游基础设施建设和水上娱乐用海，满足跨海桥梁建设用海需要，可兼顾渔业用海，适度规划建设渔业基础设施，开展休闲渔业活动；涉海工程建设需征求相关部门意见。	除旅游基础设施建设外，严格限制改变海域自然属性，注意砂质岸线资源及潟湖口门保护，保持现有自然岸线。	整治沿岸养殖废水排放，修复海岸带。	保护海滩及潟湖口门。	执行二类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。
A2-04	铺前港港口航运区	海口市-文昌市	位于东寨港口门东侧铺前镇。	港口航运区	东南侧 4.18km	主导用海类型为交通运输用海，可兼顾渔业基础设施和旅游娱乐设施建设用海。合理规划港口基础设施建设，保证船舶停靠、装卸作业、避风和调动、通航所需海域。满足跨海桥梁建设用海需要，协调好各专业码头的关系及通航航道与跨海桥梁的关系；涉海工程建设需征求相关部门意见。	允许适度改变海域自然属性。	疏浚航道。	保护港口、航道水深地形条件；保护水域宽度，防止淤积。	执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。

6.3 项目用海与海洋功能区划的符合性分析

根据《海南省总体规划(空间类2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目所在海域功能区为海南岛近海农渔业区。项目用海与其符合性主要从以下几方面分析：

(1) 海南岛近海农渔业区的用途管制要求是：“主导用海类型为捕捞用海，可兼顾开放式养殖用海和旅游娱乐用海；注意海底管线的保护，涉海工程建设需征求相关部门意见。”

本项目用海类型属于渔业用海中的开放式养殖用海，项目规划海域开展深水网箱养殖，项目建设符合海南岛近海农渔业区可兼顾开放式养殖的用途管制要求。

(2) 海南岛近海农渔业区的用海方式要求是：“严格限制改变海域自然属性。”

本项目为海口市美兰区养殖用海项目整体规划论证，项目用海方式为开放式养殖用海，不会改变海域自然属性。因此，项目建设符合海南岛近海农渔业区的用海方式要求。

(3)海南岛近海农渔业区海域整治的要求：“本着保护性开发的原则，禁止渔业资源过度捕捞。。”

本项目为养殖用海项目，不涉及捕捞，对渔业资源影响较小。因此，项目建设符合海南岛近海农渔业区海域整治的要求。

(4) 海南岛近海农渔业区的重点保护目标为：“保护海域自然生态环境；保护渔业资源；保护海底管线。”

本项目为海口市美兰区养殖用海项目整体规划论证，规划养殖区共设置投放C80及以下、C100及以上等各类口径尺寸HDPE网箱206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘。根据《卵行鲳抗风浪深水网箱养殖技术规程》(DB46/T195-2010)“深水网箱养殖区的养殖面积不应超过可养殖海区面积的15%”的标准，本项目用海规划设置的网箱养殖数量在可养网箱数之内，满足设计要求，使得养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。其规划规模、密度及结构是合理的。

项目为养殖用海项目，对渔业资源影响较小，项目运营期产生的残饵可满足周边鱼类有一定的摄食物，造成网箱周边的渔业资源有一定程度的增加。项目规划海域区无海底管线，项目建设、运营不会对海底电缆管道造成影响。

因此，项目建设符合海南岛近海农业区的重点保护目标的要求。

(5) 海南岛近海农渔业区的环境保护要求为：“执行一类海水水质标准，一类海洋沉积物质量标准，一类海洋生物质量标准。”

2023年3月的调查结果表明，调查海域各海水水质监测要素（pH、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、SS、油类、铜、铅、锌、镉、总铬、砷和汞）均符合第一类海水水质标准，均符合相应功能区的水质要求；调查海区表层沉积物各监测要素（硫化物、有机碳、石油类、砷、汞、锌、铜、铅、铬和镉）均符合第一类海洋沉积物质量标准；调查海域中的各生物体样品中的石油烃、重金属（总汞、铅、镉、铜、铬、砷和锌）均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。因此，项目用海符合海南岛近海农渔业区的环境保护区要求。

综上所述，项目用海符合海南岛近海农业区的海域基本功能定位，符合其海域使用管制要求、用海方式要求、海域整治要求和环境保护要求。项目用海符合《海南省总体规划(空间类2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇。

6.4 项目用海与产业政策及相关规划符合性分析

6.4.1 与《产业结构调整指导目录(2019年本)》的符合性

本项目为海口市美兰区养殖用海项目整体论证，项目建设符合相应的养殖容量标准，不会对海湾造严重的污染。项目用海属于《产业结构调整指导目录(2019年本)》“第一类鼓励类第一条农林业——44、淡水与海水健康养殖及产品深加工，淡水与海水渔业资源 增殖与保护，海洋牧场”中的海水健康养殖。

因此，项目用海符合《产业结构调整指导目录(2019年本)》。

6.4.2 与《海南自由贸易港鼓励类产业目录（2020年本）》的符合性

本项目为海口市美兰区养殖用海项目整体论证，项目位于水深在20m左右，距岸约最近处约6.93km的区域开展集中养殖，项目建设符合相应的养殖容量标准，不会对海湾造严重的污染。

项目用海属于《海南自由贸易港鼓励类产业目录(2020年本)》“二、海南自由贸易港新增鼓励类产业——（二）制造业——（4）深远海养殖、加工产业及装备示范应用”中的深远海养殖。

因此，项目用海符合《海南自由贸易港鼓励类产业目录(2020年本)》。

6.4.3 与《海南省海洋主体功能区规划》的符合性

《海南省海洋主体功能区规划》将海南省海域划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域，本项目位于重点开发区域，见图6.4-1。

重点开发区域是支撑全省海洋经济持续增长的区域。充分发挥海口市和三亚市作为

我省 21 世纪海上丝绸之路的重要战略支点作用，打造以海口、三亚为中心的现代服务业合作战略支点。我省海洋经济发展的增长极，是未来我省经济发展的重要载体。城镇建设用海、港口和临港产业用海、海洋工程和资源开发的重点建设区域。

其发展方向和开发原则为：**实施据点式集约开发**。在科学分析海洋资源环境承载力的基础上，实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群，科学稳妥推进特色海洋经济产业项目和园区建设。港口和临港产业用海应满足国家区域发展战略要求，合理布局，促进临港产业集聚发展。控制建设规模，防止低水平重复建设和产业结构趋同化。严格环境准入，禁止占用和影响周边海域旅游景区、自然保护区、河口行洪区和防洪保留区等。

围填海实施总量控制。实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，最大程度降低围填海对海域自然岸线、海域功能和海洋生态环境造成的损害。严格监管围填海开发活动。重点保障三亚门户机场建设需要。

加强海洋工程监管。统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；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。加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控。

大力推进滨海旅游发展。依托独特的海洋资源，充分利用沙滩和海岛资源，大力发展滨海度假、海岛休闲、海洋观光、邮轮游艇、海上运动等特色旅游项目，提升丰富海洋旅游产品，以海口和三亚为中心，重点推进海上丝绸之路旅游门户建设区建设。

注重海洋生态环境保护。注重该区域海洋自然保护区、滨海湿地、红树林、珊瑚礁等海洋生态系统的保护，维护海洋生物多样性，保持海洋生态系统的健康性，增强海洋生态系统调节能力。海洋工程建设等活动应注重对海洋生态环境的影响，尽量减少海洋开发利用活动对海洋生态环境造成的损失。

推进海洋防灾减灾能力建设。稳步推进各地区海洋防灾减灾工程建设，提升风暴潮和风暴海浪抵御能力。提高滨海城市堤防建设标准，对受损岸线进行修复工程建设，做好海洋防灾减灾工作。

重点开发海岛管制原则。保障国防用途、公共服务用岛，有序推进海岛旅游开发。保护海岛生态系统，维护海岛及周边海域生态平衡。加强对海岛地形地貌的保护，严格控制海岛建设用地规模，推进海岛生态环境保护和建设工程。国防用途海岛的管理和使

用单位应当依照国家有关法律、法规，保护国防用途海岛的自然资源和国防设施。

根据项目建设内容，本项目为深水网箱养殖项目，根据规划方案，对海口市美兰区养殖用海项目进行总体论证。项目拟建的深水网箱养殖区的网箱数量和养殖规模满足《卵行鲷抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）的要求，可保障实际网箱投放占比不大于3.52%，使得养殖水域保持相对可自净能力。可根据海洋的承载能力要求实现集约节约用海。项目为集中论证，避免了防止低水平重复建设和产业结构趋同化。项目距岸最近处约6.93km，对旅游景区、自然保护区、河口行洪区和防洪保留区等影响相对较小。

本项目不涉及围填海工程，不涉及港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，本项目建设、运营过程中对产生的固废和船只废水进行收集处理，不直接排放入海，减少对海洋环境的影响。项目施工过程中会产生一定的悬沙扩散，但随着深水网箱投放的完成，悬沙扩散会随之停止，不会持续扩散，对海洋环境影响相对较小。运营期养殖过程中会产生的一定的污染，根据项目污染扩散预测，本项目养殖污染物扩散叠加本底值后符合二类海水水质标准，可以满足所在功能区的水质要求，项目养殖对区域水体环境影响是可以接受的。运营期在养殖过程中各养殖单位合理规划养殖密度、优化饵料营养组成及投喂方式等，可减小项目实施对区域水体环境的影响。

项目周边无海洋自然保护区、滨海湿地、红树林、珊瑚礁等海洋生态系统，根据数模结果，悬浮泥沙和养殖污染物不会造成水质超标，对海洋生态环境影响较小。但建议加强对规划养殖海域的跟踪监测工作，一旦发生污染物超标等现象，应加强对深水网箱的审批和跟踪监管，保障海域水体质量。

项目不涉及堤防工程和岸线修复，对防灾减灾能力建设基本无影响；项目不涉及海岛使用，对海岛开发和管制基本无影响。

综上所述，项目用海符合《海南省海洋主体功能区规划》。

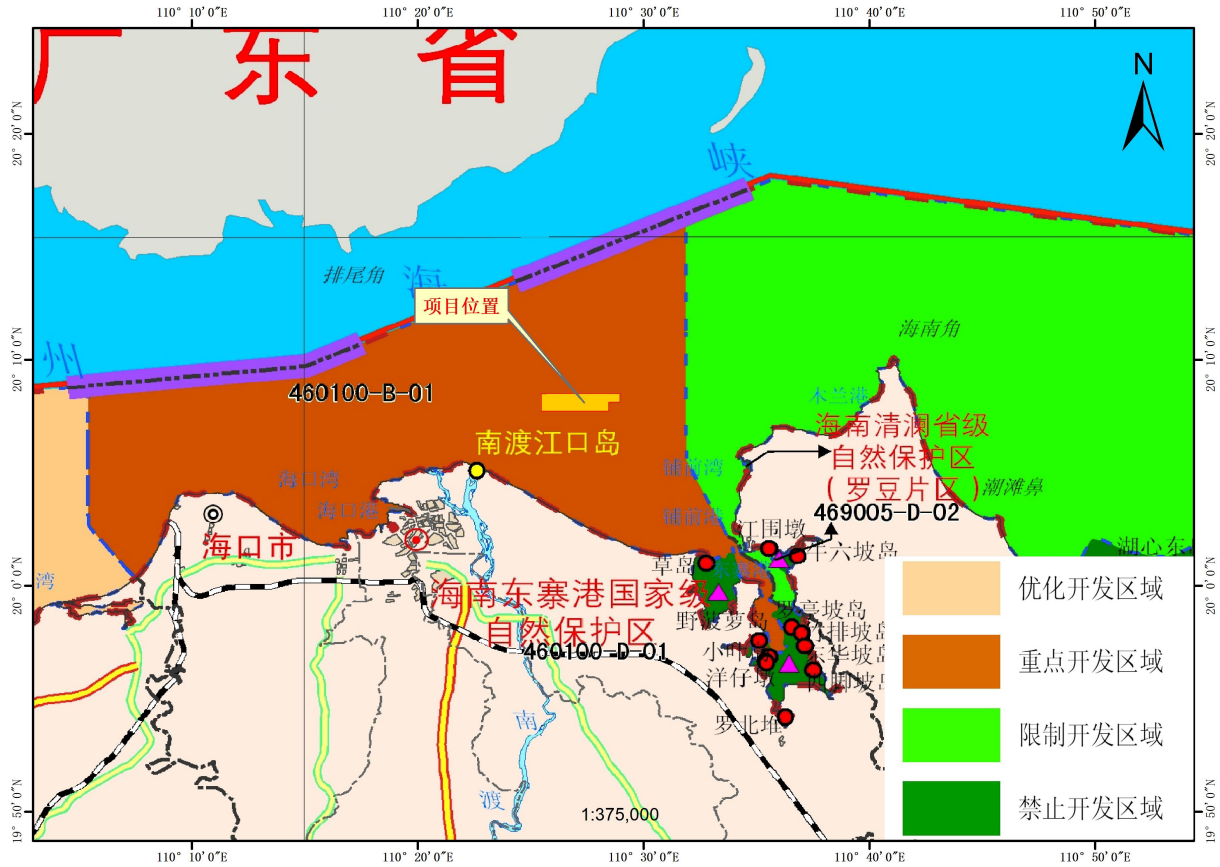


图 6.4-1 项目与海南省海洋主体功能区的位置关系图

6.4.4 与《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的符合性

根据项目用海与《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的叠置结果，本项目仅占用海域，不占用其他用地类型和红线范围（见图 6.4-2）。

本项目拟用海区域不占用红线范围，参考《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》的近岸海域空间管控原则分析项目占用海域的合理性。

近岸海域空间管控细则原则为：“严格限制围填海；禁止采挖海砂；不得新增入海陆源工业直排口；严格控制河流入海污染物排放；控制养殖规模，鼓励生态化养殖；对易遭受破坏的海洋生态红线区，实施可行的整治修复措施，恢复原有生态功能；实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。”

本项目占用的功能区为海南岛近海农渔业区，项目用海符合功能区管制要求。项目不涉及围填海，不涉及采挖海砂，不涉及陆源直排口；项目对河流入海基本无影响；项目用海方式为开放式养殖，基本不改变海域自然属性；本项目为海上深水网箱养殖项目，不会产生陆源污染物，但养殖会产生污染物，并随海流扩散。规划养殖区内的网箱养殖数量和养殖规模满足《卵形鲳鲹抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）要求，实际网箱投放占比不大于3.52%，使得养殖水域保持相对可自净能力，在严格控制

开发规模和强度，集约利用海洋资源。本项目规划养殖密度参考《卵行鲷抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）要求，保障海口市如意岛北侧海域的水体环境容量，可保障养殖海域稳定。本项目拟布放深水网箱，对当地鱼类的“三场一通道”基本无影响。

项目用海区不涉及海洋生态红线，海域没有出现破坏，基本无需开展整治修复。项目养殖期应加强对渔民的宣传、教育和管理，避免渔民在海上直接抛弃固体废弃物，应将固废主动收集后运至陆域处置，避免造成海洋垃圾污染海洋。

因此，在加强渔民运营期固废管理的前提下，项目用海符合《海口市总体规划（空间类2015-2030）》。

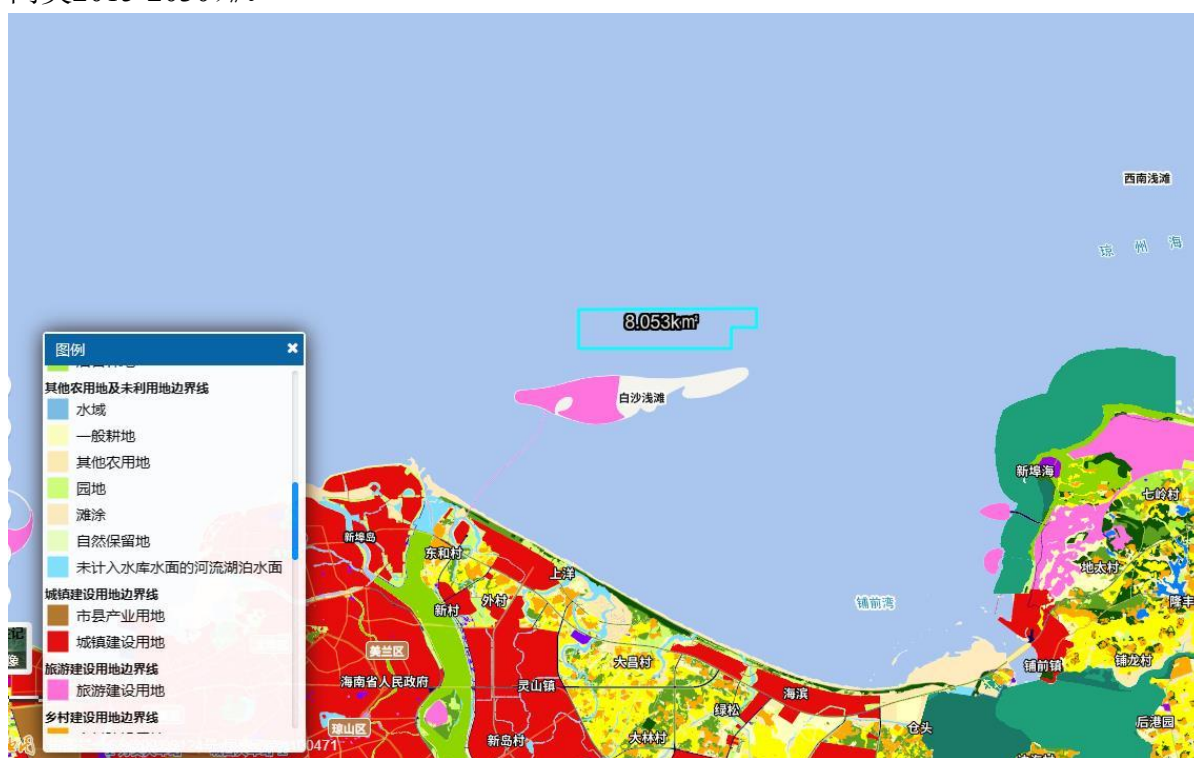


图6.4-2 项目用海与海口市总体规划（空间类2015-2030）叠置图

6.4.5 与生态保护红线的符合性

根据《海口市总体规划（空间类2015-2030年）》，本项目所在位置不占用陆域生态红线和近岸海域生态红线，见图6.4-2；项目距离附近的海南岛环岛台地、平原水涵养生态保护红线的距离约8.41km，其次距离新埠海海岸防护物理防护极重要区生态保护红线的距离约为8.87km。项目与周边的生态保护红线相距较远。

本项目通过建设海口市网箱养殖集中平台，是践行海南渔业养殖从湾内走向湾外，从浅海走向深海发展战略的重要行动，项目的实施将促进深远空间资源的开发，提升海南深远海空间利用水平，同时可以带动网箱养殖产业向规模化、专业化、产业化发展，

让深远海养殖得到推广，促进海洋渔业提质增效，推动海水养殖业可持续发展。本项目合理安排养殖平面布局，严格控制养殖规模，规划养殖区内的网箱养殖数量和养殖规模满足《卵形鲳鲹抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）要求，实际网箱投放占比不大于3.52%，使得养殖水域保持相对可自净能力，保护海洋水质、生态环境；根据2020年春季项目海区水质、沉积物、生物质量调查结果显示，各调查站位各项监测指标均满足海洋功能区化要求；项目施工期和运营期妥善处理生活污水、船舶含油废水、固体废物等污染物，养殖过程中要求各养殖单位合理规划养殖密度、优化饵料营养组成及投喂方式等，减小项目实施对区域水体环境的影响。通过养殖污染物扩散模拟计算结果，养殖污染物COD、总氮、总磷叠加背景值后仍满足一类海水水质要求。因此项目建设和运营对海域的影响是可接受的。

综上所述，本项目建设符合生态保护红线管控要求。

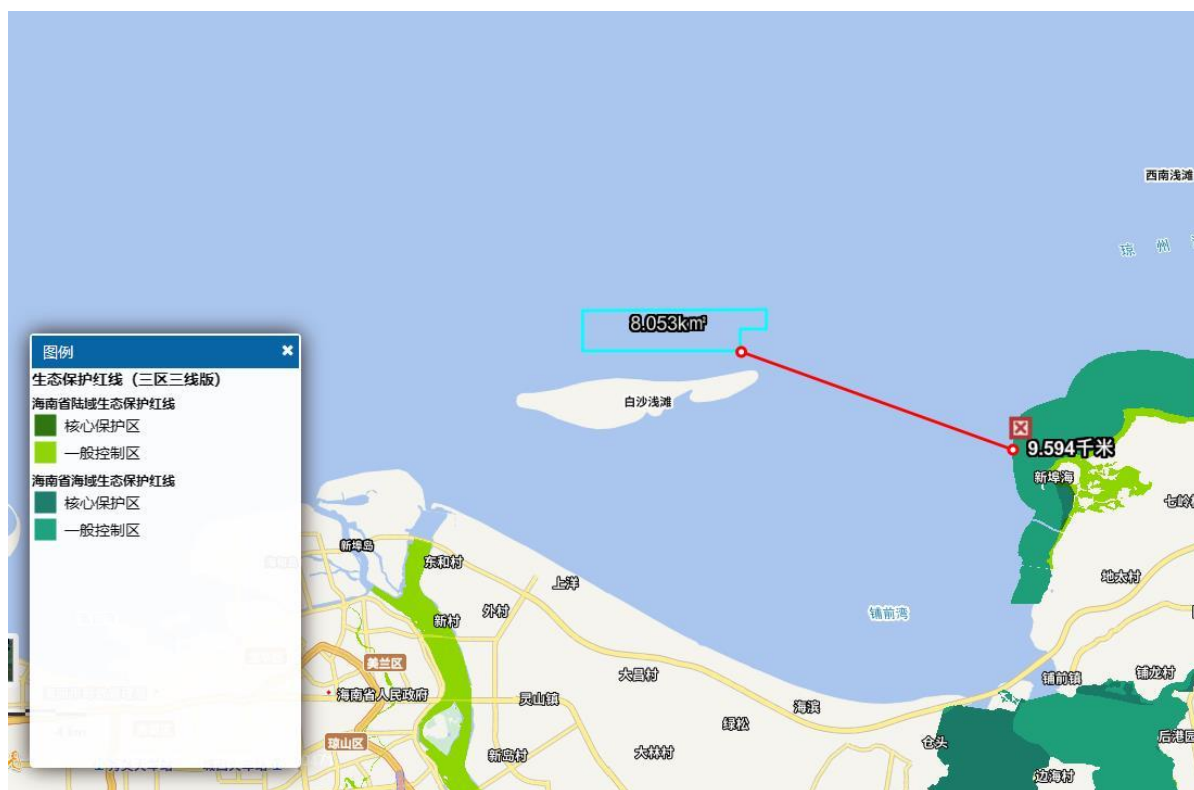


图6.4-3 项目用海与生态保护红线的叠置图

6.4.6 与《海口市国土空间规划海洋空间专题报告（2020-2035年）》的符合性

海口作为滨海省会城市，海产品需求量大，但海口市至今未建成现代化综合渔港，渔业基础设施简陋，生产手段和技术落后，严重制约了深水网箱养殖和远洋捕捞的发展，不利于海洋渔业结构的调整和转型升级。因此，项目建设有利于海洋渔业经济发展和渔

民转产专业。

根据《海口市国土空间规划海洋空间专题报告（2020-2035年）》，海洋发展区指允许集中开展开发利用活动的海域，以及允许适度开展开发利用活动的无居民海岛。其中渔业用海区为其二级类功能区，主要指以渔业基础设施建设、养殖和捕捞为主要功能导向的海域和无居民海岛。

根据《海口市国土空间规划海洋空间专题报告（2020-2035年）》，渔业用海区共划定9个渔业用海区，总面积14420.35hm²，占海口市近岸海域面积18.28%。渔业用海区主要用于渔业基础设施、开发利用渔业资源的用海活动，区内应合理控制渔业增养殖规模与密度，限制渔业捕捞生产方式和强度，支持集约化海水养殖和现代化海洋牧场发展，保障海洋食品清洁、健康生产。渔港和养殖设施等渔业基础设施，经合理规划和严格科学论证后可适度填海造地，建设活动不得损害红树林等海洋生态资源和海岛形态。渔业用海区内可兼容风景旅游用海、文体休闲娱乐用海等不明显改变海域自然属性的游憩用海，渔港设施区可兼顾渔船修造。加强渔政管理，严格执行捕捞许可制度和休渔制度，区内禁止进行有碍渔业生产的活动。

本项目利用海口市美兰区如意岛北侧海域开展养殖用海整体规划及论证，便于简化用海审批手续，提高海域使用效率和效益。网箱养殖规模符合海南省地方标准《卵形鲳鲹抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010），已合理规划养殖规模和密度。

因此，项目建设属于集约化海水养殖，项目用海符合《海口市国土空间规划海洋空间专题报告（2020-2035年）》。

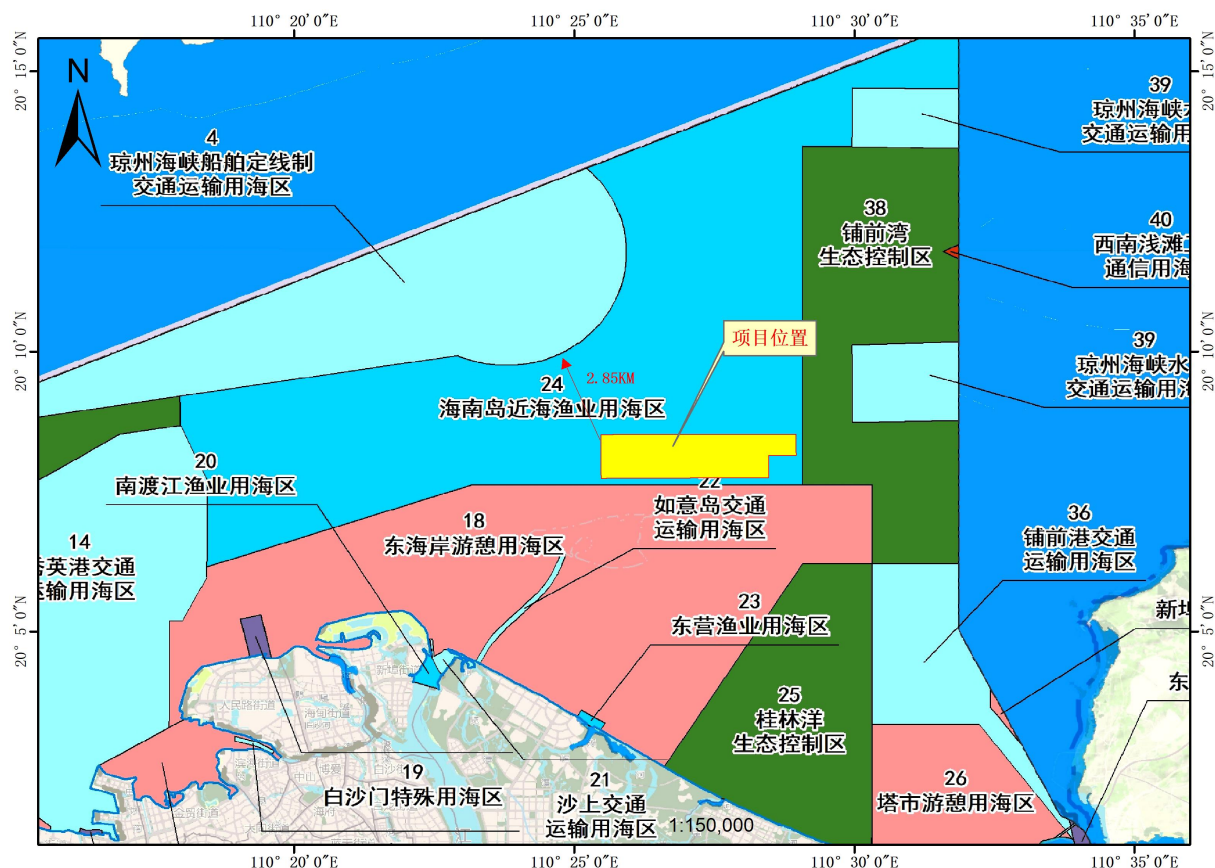


图6.4-4 项目用海区域海口市国土空间规划的叠置图

6.4.7 与《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030年）》的符合性

根据《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030年）》，共划定养殖水域滩涂一级类功能区3类，包括禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。本项目占用养殖区（见图6.4-4）。

海口市共划定养殖区面积16186.6公顷，占规划水域滩涂总面积的14.47%，其中包括海上养殖区4326.08公顷，陆域养殖区11860.52公顷。

根据《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030年）》，养殖区的管理要求为：“养殖区主要发展池塘养殖、海上养殖、其他养殖等。现有水产养殖场应合理规划养殖区水产养殖规模和密度，鼓励发展环境友好型生态养殖模式与技术，妥善处理水产养殖资源利用和保护的关系，实行养殖尾水达标排放和生活垃圾回收处理，执行《中华人民共和国国家标准渔业水质标准》（GB 11607-89）、《中华人民共和国国家标准海水水质标准》（GB 3097-1997）、《中华人民共和国国家标准地表水环境质量标准》（GB3838-2002）、《中华人民共和国农业行业标准无公害食品渔用药物使用准则》（NY 5071-2002）、《海南省陆域水产养殖建设项目环境保护管理规定（试行）》（琼环评字〔2018〕19号）等。

现有水产养殖区域应完善设施治理养殖尾水，以规模养殖场自治、连片养殖场集中治理为形式，落实相应的尾水处理要求，建立养殖尾水处理设施，应用物理和生物净化

处理新技术、新工艺，加快养殖水内循环处理系统建设，达到指标规定值方可排放。

水产养殖区域内规模化养殖项目必须严格执行环境影响评价制度，先评价、后建设。环保部门、综合执法部门对新建、扩建水产养殖项目的污染治理加强指导和监督管理。海上养殖区内养殖用海批复过程中应充分论证通航影响，对养殖区内船舶定线制、航路等应予以避让。

生态红线划定方案、国土空间规划、自然保护地等相关规划调整导致养殖区需要调整的，本规划也一并调整。”

本项目为海口市深水网箱养殖项目，通过本项目的整体论证，便于当地渔民或用海申请者依法申请海域开展深水网箱养殖活动。本项目规划时参考了《卵行鲳抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）“深水网箱养殖区的养殖面积不应超过可养殖海区面积的15%”的容量控制标准，使得养殖水域保持相对可自净能力，海域水质和沉积物环境可以满足海区水环境控制要求。

根据项目数模结论，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于10mg/L，没有水质超标。根据数模计算结果，项目运营期污染物增量叠加本底值后仍符合第一类水质标准，对海域水质环境影响相对较小，基本不影响其功能的发挥。

项目运营期管理部门应加强管理，加强对规划养殖区内养殖户的跟踪监管，预防因养殖活动造成规划海域出现严重污染，禁止养殖户使用非无公害药物、饲料等并造成海域生态环境的破坏。

本项目为海洋深水网箱项目，养殖产生的污染物随洋流扩散，不直接产生养殖尾水。建议管理部门加强规划用海区的环境跟踪监测，实施跟踪了解规划海域的环境指标。一旦在跟踪监测时发现污染物严重超标，建议停止审批新的养殖用海，并加强对已审批用海进行跟踪监管，减少因过量养殖、违规使用药物、使用不合格饲料等因素造成的污染。

本项目为深水网箱养殖整体论证，通过整体论证和整体环评后，可保障项目用海手续的完备。本项目规划过程中在养殖区内设立了渔船通道，可保障渔船安全行驶。本项目用海区内无特定的船舶定线制、航路等，通过预留渔船通道可保障渔船正常行驶。项目用海对渔船通航有一定影响，但不影响渔船正常行驶。养殖后对当地渔民的捕捞有一定影响，但开展深水网箱有利于渔民转产专业，形成规模养殖效益。

因此，项目符合《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030年）》。

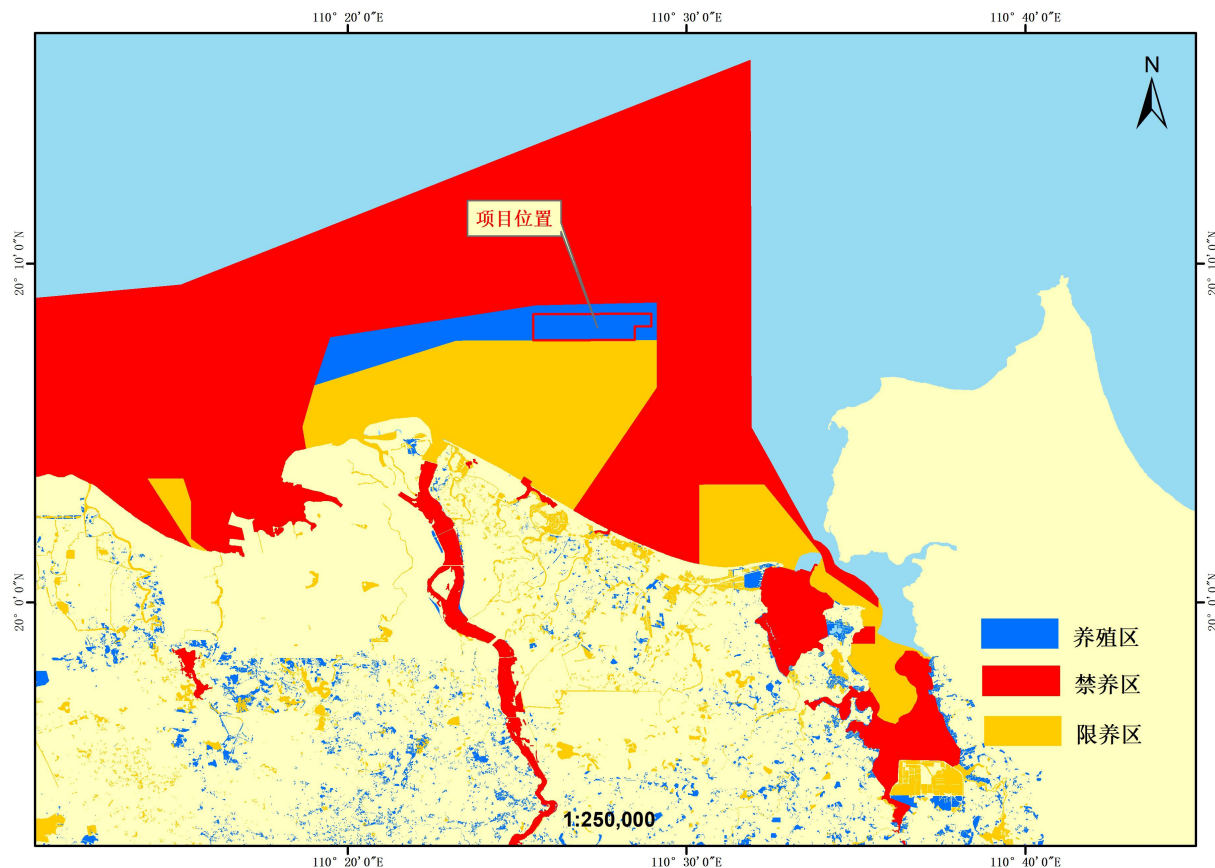


图 6.4-5 项目与海口市养殖水域滩涂规划叠加图

6.4.8 与海口市“三线一单”的符合性分析

根据《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150号）、《关于海南省“三线一单”生态环境分区管控的实施意见》分析本项目与其符合性。

（1）生态保护红线

根据《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》，本项目所在位置不占用陆域生态红线和海域生态保护红线，项目选址符合《海南省生态保护红线管理规定》的要求。

（2）环境质量底线

根据《海口市总体规划（空间类 2015—2030 年）》，近岸海域的环境底线要求如下：近岸海域水质优良（一、二类）率 2020 年不低于 95%，2030 年不低于 98%；滨海旅游区水质优良率 2020 年、2030 年均达到 100%。

临时施工场地生活污水收集外运处理，船舶生活污水和含油废水收集上岸交由资质单位接受处理，严禁排海，不会对水环境质量造成恶化，符合水环境质量底线。根据环境调查结果，2020 年春季的水质调查结果显示，除位于东寨港内的 XN29 号站的活性磷酸盐超第一类海水水质标准、符合第二类海水水质标准外，其余各站位各监测要素（无

机氮、砷、汞、铜、铅、锌、镉、总铬），均符合第一类海水水质标准。沉积物调查结果表明：调查海区表层沉积物各监测要素（硫化物、有机碳、石油类、砷、汞、锌、铜、铅、铬和镉）均符合第一类海洋沉积物质量标准。生物体质量调查结果表明：春季调查海域中的鱼类生物中的石油烃、重金属（总汞、铅、镉、铜、铬、砷和锌）均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

根据数模计算结果，由于项目工程用海区域水深较深，潮流流速较大，并且悬浮泥沙源强较小，悬浮泥沙稀释扩散较快，故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L，没有水质超标。因此施工期悬浮泥沙对周边保留区无影响。根据数模计算结果，项目运营期污染物增量叠加本底值后仍符合第一类水质标准，对保留区水质环境影响相对较小，基本不影响其功能的发挥。

因此，项目建设、运营对海水水质环境影响较小，符合《海口市总体规划（空间类 2015—2030 年）》的近岸海域的环境底线要求。

（3）资源利用上线

水资源：2030 年全市水资源利用量不超过 5.27 亿立方米；能源：符合省下达指标。项目施工期、运营期水资源主要为生活用水，能源主要为电能和船舶燃油，资源消耗量相对区域资源利用总量较小，项目建设符合资源利用上线要求。

（4）生态环境准入清单

从空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源利用效率等方面分析：

根据《产业结构调整指导目录》（2019 年本）和《海南自由贸易港鼓励类产业目录（2020 年本）》，本项目属于鼓励类，符合国家产业政策的要求。从空间布局约束来看，项目选址和建设规模符合《海南省总体规划(空间类 2015-2030 年)》、《海南省海洋主体功能区规划》、《海口市总体规划（空间类 2015-2030）》、《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030 年）》。

同时经查询“海南省三线一单成果发布系统”，该项目所在区域属于海口市近岸海域一般管控区 2（HY46010030002），查询结果报告详见附件 5。根据《海南省生态环境准入清单》（2021 年版），海南省海口市近岸海域一般管控区 2 管控要求详见表 6.4-1。

表 6.4-1 项目所在区域管控要求

环境管控单元编码	管控区分类	管控要求	符合性分析
HY46010030002	海口市近岸海	1.严格限制改变海域自然属性。	1.本项目养殖用海面积为 805.2040 公顷，网箱养殖属于开放至养殖用海，用海方式对海域自然属性没有影响。

<p>域一般管控区2</p>	<p>2.严格控制海水污染，近岸浅海养殖不得影响海岸景观。合理规划增养殖规模、密度和结构，防止渔业资源过度开发。</p>	<p>2.本项目属于深海网箱养殖，养殖网箱数量在可养网箱数之内，网箱占用水面面积总计 2.15%，满足设计规范要求，养殖水域能够保持相对可自净能力；项目施工期施工人员及运营期工作人员生活污水经收集后外运处理；运营期船舶生活污水和含油废水收集上岸较有资质单位接受处理，严禁排海；根据运营期养殖污染物扩散数值模拟计算结果，养殖污染物主要随海流呈东西向扩散，叠加海域本底值后人符合一类海水水质标准，对近岸海域功能区水质、生态环境影响也比较小。因此，项目建设符合海口市近岸海域一般管控区2的管控要求。</p>
----------------	--	--

根据表6.4-1，项目建设符合海口市近岸海域一般管控区2的管控要求，符合《海南省生态环境准入清单》（2021年版）的要求。

综上所述，本项目建设符合三线一单的要求。



图6.4-5 项目与“三线一单”管控单元叠置图

7 项目用海合理性分析

7.1 项目选址合理性分析

7.1.1 选址区位和社会条件能否满足项目建设和营运要求

7.1.1.1 选址区位和社会条件对养殖用海的影响分析

海南省深水网箱养殖业分布在临高、儋州、澄迈、昌江、三亚、陵水、海口和三沙 8 个地区，据海南省农业农村厅统计，海南省深水网箱主要分布在临高县，海口市网箱数量相对较少，可通过加强深水网箱的发展，提升海口市现代化渔业发展的能力（见图 7.1-1）。

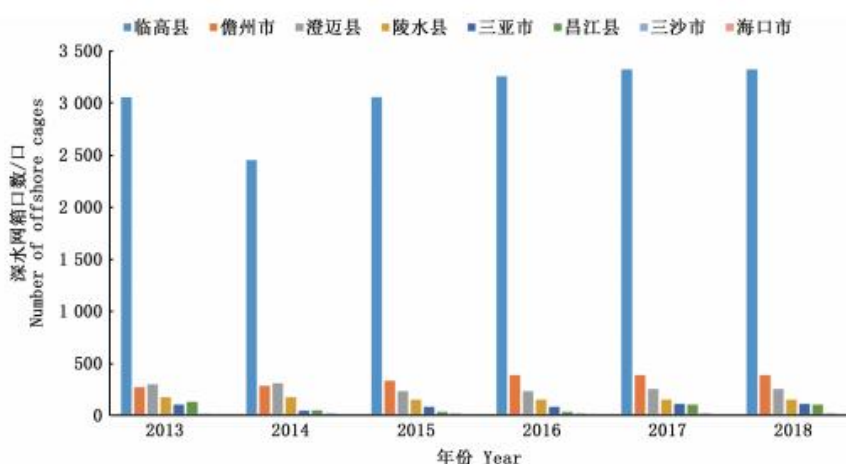


图 7.1-1 2013—2018 年海南省各市县深水网箱数量

根据农业农村部、生态环境部、自然资源部、国家发展和改革委员会等 10 部委《关于加快推进水产养殖业绿色发展的若干意见》（农渔发〔2019〕1 号）精神，激励和支持海南省深水网箱养殖产业的主体积极拓展养殖空间，大力发展深远海绿色养殖，建设深远海大型智能化养殖渔场。从近海走向远海，在水深 25~30 m 水域，以高密度聚乙烯重力式网箱为主，控制养殖产量，配备多功能辅助作业船，配套生产辅助码头，综合运用现代信息装备，构建标准化生产体系与数字化环境监测系统。

从区位上看，海口市如意岛北侧拟规划养殖区水深在-15.8m~-27.1m 之间，海域开阔，水流通畅，水质环境较好，可适宜布放深水网箱。项目选址于海口市如意岛北侧海域开展深水网箱，选址要求符合农渔发〔2019〕1 号文件的要求，符合《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030）》等相关规划的要求。选址区域周边有沙上港、铺前中心渔港等港口，有利于深水网箱养殖活动的建设和运营。

工程区域有设施完备的城市作为依托，路上交通和水上交通便利，水电、建材的供应充足。抗风浪深水网箱目前在市场上有多家企业生产，采购方便，在相关技术人员支

持下能够顺利安装。海南是中国最早进行抗风浪深水网箱建设的省份，有专业的深水网箱建设队伍。海口市从事网箱养殖意愿的渔民和企业较多，且具有一定的养殖经验。本地和外地从事养殖业的劳动力资源充足，能够满足项目的劳动力需求。各品种鱼类的饵料齐全，方便采购。

7.1.1.2 选址区位对海上交通的影响分析

根据规划方案，本项目拟规划养殖区位于海口市如意岛北侧海域，与岸线的最近距离约为 6.93km，基本不会对近岸小型渔船捕捞及通航造成大的影响。

海南岛环岛航路是把船舶在海南岛沿岸的常用航路汇集在一起的航路，贯串了沿岸各主要港口，有沿岸航线和大船航线两条。项目不在环岛航路范围内，对环岛航路的船只影响较小。但根据海事管理部门的统计，项目用海区周边海域仍有当地渔民及其他船只活动，项目施工前应向海事管理部门申请办理水上水下施工许可，并划定施工水域；项目运营期应在在养殖区四角处按照国家相关规定设置警示灯，防止渔船随意进入养殖区内。施工期和运营期船舶应服从海事管理部门指挥，安全航行，加强瞭望，将发生船只碰撞事故的几率将至最低。建议用海申请单位委托相关单位编制通航安全保障方案，充分论证养殖区内船舶定线制、航路及对周边船只的影响等。

因此，在服从海事管理部门管理的前提下，项目选址的区位条件不会对海上交通造成大的影响。

7.1.1.3 选址区位周边可用陆域配套设施适宜性分析

海口市及周边的文昌市目前有沙上港、铺前中心渔港等港口分布，但大部分渔港没有适宜深海网箱养殖过程中网箱框架停放、网衣晾晒等工序所需的场地或腹地，海口市仅沙上港等个别港口具有适宜开展网箱养殖所需的码头及场地，但场地仍较小。建议用海申请单位提前协调港口使用问题，就项目施工期所需的配套码头与沙上港达成相关协议后方可实施。

根据现场勘查及收集周边港口资料，项目规划在海口市如意岛北侧海域，规划海域附近岸上可依托的补给基地有沙上港等。其中沙上港离项目用海区最近距离约 9.8km，沙上港具有布放深水网箱所需的场地，具备布放深水网箱的条件，运营期可作为渔船巡护、喂食等工作码头使用。

此外，本次规划用海面积超过 800 公顷，所需配套的场地较大，建议海口市政府部门应综合考虑网箱养殖的需求，尽早协作解决养殖所需的配套场地及码头事宜，便于应对大规模深海养殖活动的开展。

因此，项目选址于此可使用沙上港作为陆域配套场地，后续建议海口市政府部门加强陆域配套建设以满足深水网箱养殖的需要。

综上，选址区位和社会条件能满足项目建设和营运要求。

7.1.2 选址区域自然环境和生态环境适宜性分析

7.1.2.1 选址区域环境要求

(1) 拟养海区需具备的海流条件

海流条件是影响深水网箱养殖的最大环境因素之一。流速对鱼类的生长有着极其重要的作用，畅通的水流不仅能给鱼带来新鲜的氧气，同时也带走了鱼的残饵和排泄物，因此，深水网箱拟养海区需要一定的流速，以利减少自身污染、改善水质、提高养殖种类的品质；但流速不能过大，以免损害养殖设施、减少有效养殖水体、损伤养殖种类、影响养殖生产。拟养海区最大流速的上限主要取决于养殖网箱的类型。对圆柱形网箱和浮绳式网箱而言，拟养海区最大流速一般不超过 0.8m/s。

(2) 拟养海区水深要求

海区水深也是影响深水网箱最大的环境因素之一。因为我国目前深水网箱养殖水域水深在 15m~200m，近些年来，由于海工装备与网箱养殖技术相结合，深水网箱有向超大型、深远海方向发展的趋势。最低潮位时网箱底部离海底的实际距离原则上不得小于 5m，这既可保证网箱箱体网衣在恶劣海况下不至于触底而损坏，又有利于网箱内残饵和排泄物顺利排出箱外，以减少网箱养殖对环境的影响。现阶段最理想的养殖水域水深为 15m~50m。

(3) 拟养海区风浪条件

根据实际采用的深水养殖设备决定。HDPE 浮式圆形网箱一般抗风浪能力相对较弱，近些年来通过采用加厚加强管材，增加缓冲构件和提高锚碇能力，使其抗风力能力得到一定提升，但作业水域抗风浪能力一般为 6~7m；大型钢结构半潜式网箱由于整体采用船工钢结构，抗风浪能力大大提高，其作业水域抗风浪能力达到 9m。

(4) 拟养海区海底条件

深水网箱拟养海区的海底宜地势平缓、坡度小，底质最好为沙质底质或泥质底质，便于网箱锚泊时锚、桩的固定及操作。底泥中淤泥的深度不能太厚，防止锚、桩的移动。综上，投放深水网箱的海底以平坦宽阔、沙质底质最为合适。

(5) 海水水质要求

拟养海区盐度应相对稳定、变化幅度应相对较小，盐度要求根据养殖鱼类而定，如

金鲳适宜盐度为 30~35。为减少各种因素对海水盐度的影响幅度，深水网箱拟养海区应与岸边保持一定的距离，尤其应注意避开附近江河入口。pH 值是海水酸碱度指标，海水过酸过碱都对养殖鱼类不利，拟养海区 pH 值范围以 7.5~8.5 为宜。表层和次表层海水溶解氧(DO)要求 5~8mg/L 为宜。养殖区海域 COD 含量需符合I类海水水质标准(不大于 2 mg/L)，局部海域 COD 含量需达到II类海水水质标准(不大于 3mg/L)。养殖区海域一旦存在 COD 含量超标现象，其水质将逐渐恶化，将严重影响网箱养殖效益。深水网箱拟养海区水质中重金属含量应控制在I类或II类海水水质标准规定的范围内，并且每项指标均未超过。

(6) 拟养海区需具备的其它条件

深水网箱拟养海区需具备的其它条件包括交通便捷、设施齐全、信息畅通，有冷库、有水电供应，便于苗种、饵料的贮运以及养殖鱼类的销售等；要根据水质、水流和水域面积等来确定网箱拟养海区合理的养殖容量，避免因网箱养殖规模过大、密度过于集中造成网箱内外水质污染。网箱拟养海区中各类浮游生物种类和数量要适中，浮游生物过多将导致网箱箱体网衣附着、养殖成本增加，浮游生物过少将减少养殖鱼类对天然饵料的摄食。此外，拟养海区附近无大的污染源，避开海洋倾废区、化工区、加工区、海洋和海岸重大工程作业区及有废物、污水入海的区域。

7.1.2.2 选址区域环境条件适宜性

(1) 海流

根据水文调查资料，观测海域不同站位潮流基本为往复流，涨潮最大流速为 143.3cm/s，流向为 ENE 向；落潮最大流速为 147.3cm/s，流向为 ENE 向。各站表层流速介于 9.3cm/s~147.3cm/s 之间，0.2H 层流速介于 9.3cm/s~141.2cm/s 之间，0.4H 层流速介于 5.8cm/s~143.1cm/s 之间，0.6H 层流速介于 3.8cm/s~139.9cm/s 之间，0.8H 层流速介于 6.3cm/s~139.9cm/s 之间，底层流速介于 5.5~142.0cm/s 之间。

根据数模计算结果，网箱投放后潮流场模拟结果如下：在本项目工程用海区域，涨潮时，潮流主要是由东向西流动，涨急最大流速在 100cm/s 左右；落潮时，潮流主要是由西向东流动，落急最大流速在 123cm/s 左右。

因此，根据水文调查结果，项目水流交换程度高，自净能力强，有利于污染物扩散。但项目海域海流相对较强，深水网箱应加强锚系系统的安全，保障网箱有效锚泊。

(2) 水深

据海南晟图测绘有限公司 2023 年 2 的水下地形测量结果(坐标系统采用大地 2000

坐标系，中央子午线 111°；高程基准为 1985 国家高程基准，等深距为 2.5 米)，规划用海区水深整体上呈现西北侧较深，东南侧较浅的趋势，规划用海区水深大部分集中在 -20m~-25m 之间，变化相对较小。但在规划用海区东南侧水深最小处为 -15.85m（85 高程，下同），在规划区最北侧水深最深处为 -27.1m，但其范围较小。因此，规划区天然水深条件较好，适宜开展养殖活动。

（3）波浪

根据模拟结果可知，50 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 7.64m、7.48m、7.08m、6.79m、6.08m、7.11m、7.16m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 7.52m、7.37m、6.80m、6.59m、5.70m、6.91m、6.95m。

10 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 5.98m、5.82m、5.68m、5.44m、5.10m、5.66m、5.69m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 5.93m、5.77m、5.57m、5.33m、4.86m、5.57m、5.61m。

2 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 3.73m、3.67m、3.59m、3.56m、3.38m、3.63m、3.65m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 3.71m、3.64m、3.56m、3.51m、3.31m、3.59m、3.61m。

因此，根据数模计算结果，本项目位于海口市如意岛北侧海域，受波浪影响相对较大，在布置时外侧采用抗风浪效果较好的半潜式养殖平台，可在极端天气发生时将网箱半潜至水下，减小波浪对网箱养殖的影响。向岸逐步设置较大的 C100 网箱和 C80 网箱，这些网箱的锚系结构较为稳定，抗风浪效果较好。在不超过设计防浪标准前提下，可保障网箱结构安全。

（4）底质条件

项目区水深约 -15~-24m，水深变化较小，底质为淤泥为主。本项目根据不同的需求规划不同规格的深水网箱投放区域，在海域外侧投放抗风浪能力强的半潜式养殖平台和 C100 型网箱，向岸各规划区域投放网箱规格根据水深条件减小至 C80 型网箱。因此，项目海区底质条件适宜开展本项目建设。

（5）水质、沉积物与生态条件

2023 年 3 月的调查结果表明，调查海域各海水水质监测要素（pH、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、SS、油类、铜、铅、锌、镉、总铬、砷和汞）均符合第一类海水水质标准，均符合相应功能区的水质要求；调查海区表层沉积物各监测要素（硫化物、

有机碳、石油类、砷、汞、锌、铜、铅、铬和镉)均符合第一类海洋沉积物质量标准;调查海域中的各生物体样品中的石油烃、重金属(总汞、铅、镉、铜、铬、砷和锌)均达到《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)和《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

因此,项目用海区水质、沉积物和生物质量环境较好,适宜开展深水网箱养殖活动。

(6) 陆域支持、配套

养殖区可以依托沙上港及铺前中心渔港等陆域配套场所和设备满足苗种运输、饵料运输与投放、网箱设施检查与维护、商品鱼的运输和营销等。项目用海区附近陆域道路通畅。目前渔港内无配套的冷库、加工区等配套设施,需将鱼获转运至后方陆域处理。因此,规划养殖区附近有渔港及码头可作为陆域配套渔港,交通较为便利,可作为渔业养殖的陆域支持和配套设施,但相关鱼获处理的配套设施需完善。

综上所述,拟选的海口如意岛北侧海域可满足用海选址要求的自然环境和生态环境要求,适宜开展深水网箱养殖活动。建议确权后的用海申请单位应加强对养殖全过程的管理,减少污染物排放,控制养殖密度,降低对生态环境的影响。

7.1.3 项目用海是否存在潜在的、重大的安全和环境风险

根据报告第 4.7 节分析,本项目用海风险主要有自然灾害风险、养殖环境污染等。用海单位一方面要制定完善的事故防范计划和应急预案;另一方面根据实际情况采取合理科学安全的施工方法和养殖方法,并设计使用相关的防护措施,保证项目用海的安全性。在养殖过程中应该与监测部门和科研院所保持联系,对区域水质情况进行动态监测,并根据监测结果合理控制具体用海审批和养殖规模。养殖户也应积极与养殖专家和科研院所联系,或者由管理部门定期组织专家就养殖中的各种风险和病害进行解答和指导,并建立科学的养殖方法和规范,避免因养殖过程中的问题而影响到当地的生态环境和养殖效益。

建议海洋主管部门采取分区域、轮休、分时段、逐步批准区域内养殖用海,合理控制实际养殖网箱数量及密度,以减轻对环境容量的压力,避免因养殖过程中产生的污染物引发赤潮。

7.1.4 项目用海与周边其他用海活动是否存在功能冲突

根据第 5 章分析,项目用海与周边其他用海没有权属冲突,但为了保证项目施工安全和正常运营,尽量减少对海洋环境产生不利影响,采取一定的环保、安全保障和管控措施,在做好与当地渔民、海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司、

渔港管理部门、海事管理部门协调和沟通的前提下，本项目建设与周边其他用海活动不存在功能冲突，具有较好的协调性。

7.2 平面布置和用海方式合理性分析

7.2.1 平面布置合理性分析

7.2.1.1 平面布置有效利用养殖水域，保护渔业生产安全

本项目规划养殖区域总面积为805.2040公顷，规划区内设置养殖区和公共水道。用海区域整体呈梯形布置，总规划养殖区共设置投放C80及以下和C100及以上各类口径尺寸HDPE网箱206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘，养殖区之间设置船只公共通道。

项目区域内根据水深条件采用分区划块模式，同时为了保持水道畅通，进一步降低养殖区总体密度和满足公共航道区需要，在区域中部设置一道南北向宽 145m 主通道和东西向 197m 宽的主通道，同时设置了 50~55m 宽的辅助通道，可以保障运营期用海安全，有利于保护规划区内养殖用海安全，减少渔船碰撞网箱事故发生的几率。

项目用海平面布置满足《抗风浪深水网箱养殖技术规程》等相关规范要求。项目用海不同规格的深水网箱采用不同的固定方式，C80 及以下网箱采用 4 口一组的固定方式，C100 及以上采用单网箱锚定方式布设。对于 C80 及以下的偏小型的网箱，“网格式”网箱组合方式极大地节约用海空间，科学的锚定方式既保证了网箱的安全稳定，在有效利用水域面积的同时又增大了网箱养殖的安全性。

本项目为深水网箱养殖项整体海域使用论证项目，通过分析区域水深和养殖容量，项目用海平面布置根据水深和水动力环境要求，科学、合理地划定了不同规格网箱的用海区块。管理部门在未来给具体养殖单位确权用海时，只需根据本项目已划定的养殖用海区块办理海域使用权证即可，从而简化用海审批流程，也避免了不同养殖单位杂乱无序的用海布置导致海域空间资源的浪费。

综上所述，项目平面布置在有利利用养殖资源的同时可保护渔业生产安全。

7.2.1.2 平面布置与周边用海及相关规划相协调

根据《海口市养殖水域滩涂规划（修编）（2020-2030年）》，海口市仅设置了一块海水养殖区，本项目位于养殖区内。根据周边用海及拟申请用海的情况，项目东侧有已批的海口美兰富园休闲渔业网箱养殖产业示范基地项目，拟规划区的南侧为申请中的海口市东海岸休闲渔业深水网箱项目，本项目规划养殖区在避让了以上两个项目后，在养殖区的东侧申请用海，并与周边已有养殖项目形成整体优势，减少在养殖区西侧申请用海对秀英港船只航行及海底电缆管道等造成的影响。

因此，项目平面布置与周边用海活动及相关规划是协调的。

7.2.1.3 平面布置方案充分利用当地水深条件，有利于各种类型网箱的布设

根据水深测量结果，规划用海区水深整体上呈现西北侧较深，东南侧较浅的趋势，规划用海区水深大部分集中在-20m~-25m之间，变化相对较小。但在规划用海区东南侧水深最小处为-15.85m（85高程，下同），在规划区最北侧水深最深处为-27.1m，但其范围较小。因此，规划区天然水深条件较好，适宜开展养殖活动。

根据网箱资料，普通网箱的网衣深度在6-15m左右。以网衣深度10m考虑，布设后网箱至海底仍有约5~15m左右的水域空间，可避免网衣拖底对海域底质和养殖鱼类的影响。

项目用海区水深在-20m左右，水深相对较深，适宜海南省现状养殖使用的C80、C100甚至C120和半潜式等多种型号的深水网箱养殖。本项目平面布置方案充分利用当地水深条件，分别规划布置了C80、C100和半潜式等不同型号的深水网箱，养殖户可根据自身已有网箱型号或资金情况选用不同类型的网箱开展养殖。

养殖户可根据自身资金情况，选择适当的型号开展网箱养殖，不同型号的网箱可根据本项目平面布置方案中所布设的A、B、C四个分区分别布设。但网箱数量应符合《卵形鲳鲹抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）等相关规范的要求。

因此，平面布置方案充分利用现状水深条件，可保障海南省现状养殖的型号充分利用，有利于养殖产业的发展。

7.2.1.4 平面布置可相对减少波浪对网箱的影响，有利于保障网箱安全

海南是我国受热带气旋影响较为频繁的省份之一，每年因热带气旋等极端天气造成的深水网箱养殖损失极大。例如，2014年“威马逊”造成海南经济损失超17亿元，损失的深水网箱约359口，对海南省海洋渔业造成了极大的损失。

热带气旋（台风）对深水网箱的影响主要是强风造成的大浪造成深水网箱损坏、脱锚等问题，进而导致网箱损坏或养殖鱼类脱逃，造成严重的经济损失。

根据波浪统计资料，工程海域常浪向为ENE，次常浪向为NE。受季风风向影响，东北季风期（11月至次年3月），常浪向为ENE，次常浪向为NE，季风转换期（4~5月，9~10月）常浪向、次常浪向与东北季风期一样，分别为ENE、NE，但常浪向出现频率略低于冬季，次常浪向出现频率略高于冬季；西南季风期（6~8月）常浪向为NE，次常浪向为NW，为北部湾波浪和琼州海峡东口传入。

根据数模计算结果，50年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大

值分别为 7.64m、7.48m、7.08m、6.79m、6.08m、7.11m、7.16m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 7.52m、7.37m、6.80m、6.59m、5.70m、6.91m、6.95m。

10 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 5.98m、5.82m、5.68m、5.44m、5.10m、5.66m、5.69m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 5.93m、5.77m、5.57m、5.33m、4.86m、5.57m、5.61m。

2 年一遇浪，极端高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 3.73m、3.67m、3.59m、3.56m、3.38m、3.63m、3.65m；设计高水位情况下，各采样点的有效波高的最大值分别为 3.71m、3.64m、3.56m、3.51m、3.31m、3.59m、3.61m。

根据本项目平面布置方案，海域外侧的 A 区为半潜式养殖平台，其抗风浪效果较好，且可在极端天气发生时将网箱半潜至水下，减小波浪对网箱养殖的影响。内侧 B 区和 C 区设置深水网箱，根据网箱不同，采用不同的锚系结构，在不超过设计防浪标准前提下，可保障网箱结构安全。其中布放 C80 及以下网箱的 C 区，采用 4 个一组的“网格式”锚泊系统方式布设，通过多个锚系可增加锚泊稳定性，减少波浪对网箱的影响，

因此，项目平面布置方案可减少波浪对网箱的影响，有利于保障正常的渔业生产。

7.2.1.5 平面布置能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

(1) 对水文动力环境的影响

项目采用开放式养殖的方式，网箱结构为海面上方为圆形网架，下方为养殖网衣，为透水结构，对水文动力环境和冲淤环境的影响较小。在平面设计上，为保持海域水流畅通，项目区域内根据水深条件采用分区划块模式，进一步降低养殖区总体密度和满足公共航道区需要，在区域中部设置一道南北向宽 145m 主通道和东西向 197m 宽的主通道，同时设置了 50~55m 宽的辅助通道，良好的距离能够最大程度地减少项目用海对水文动力环境和冲淤环境的影响。

根据数模计算结果，网箱投放后，在本项目工程用海区域，涨潮时，潮流主要是由东向西流动，涨急最大流速在 100cm/s 左右；落潮时，潮流主要是由西向东流动，落急最大流速在 123cm/s 左右。

对比网箱投放前后，涨急时刻，项目工程南侧海域潮流流速增大，流速增大幅度最大为 1.7cm/s，项目工程用海区域及其西侧海域潮流流速减小，减小幅度最大为-4.9cm/s，流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程西侧最远处距离项目工程用海区域 5.1km；落急时刻，项目工程南侧海域潮流流速增大，流速增大幅度最大为 1.3cm/s，项目工程用

海区域及其东西两侧海域潮流流速减小，其中项目工程东侧海域流速变化大于西侧海域流速变化，减小幅度最大为-5.7cm/s，流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程东侧和西侧最远处距离项目工程用海区域分别为 2.5km 和 0.1km。

总体来说，本项目工程的实施后，项目工程用海区域的潮流流速变化最大值为 5.7cm/s，流速变化大于 1cm/s 的范围最大为 5.1km。因此，由于本项目用海区域潮流流速较大，本项目工程的实施，对项目用海区域的潮流有一定的影响，但影响相对不大。

上述影响是在规划网箱全部养满情况作用下，在海洋行政管理部门实行分区逐步开放、审批管控下，其实际影响将比数模分析的小。

(2) 对冲淤环境的影响

项目建设对冲淤环境的影响来源于施工导致的增量悬浮泥沙的扩散。本项目施工期水环境悬浮泥沙来源是网箱安装施工过程中产生的悬浮泥沙。根据该项目的特点和所处的地理位置可知锚定块所占面积很小，且网箱安装施工产生的悬浮物，对该海域水质造成的影响很小。此外，该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。因此，平面布置对冲淤环境基本没有影响。

7.2.1.6 平面布置是否有利于生态和环境保护

项目在规划时参考依据《卵行鲳鲈抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010）规定的养殖容量标准，所有分区的养殖容量符合《卵行鲳鲈抗风浪深水网箱养殖技术规程》（DB46/T195-2010），网箱养殖数量和密度控制在海区的环境容量承载力范围内，养殖活动对生态和环境的影响可控。

项目规划的养殖区域中部设置一道南北向宽 145m 主通道和东西向 197m 宽的主通道，同时设置了 50~55m 宽的辅助通道，附属通道内不设置网箱及锚系，可有效保障水流的通畅，有利于养殖产生的污染物向外海扩散，保障养殖区及附近海域水质安全。根据数模结果及项目用海区本底值，采用本项目平面布置后，项目运营期污染物增量叠加本底值后符合第一类水质标准，对保留区水质环境影响相对较小，对海域水质环境影响可控。

因此，项目平面布置有利于海域生态和环境的保护。

综上所述，本项目的平面布置方案与周边其他用海及规划用海是适宜的，在本项目实施过程中，需采取有效措施，最大限度地减少污染物扩散，保护周边环境，落实与利益相关者协调方案，方能与周边其他用海活动相适应。

7.2.2 用海方式合理性分析

本项目的用海类型、用海内容及用海方式见表 7.2-1 所示。

表 7.2-1 项目用海类型及用海方式表

用海类型		用海方式		具体用海内容
一级类	二级类	一级类	二级类	
渔业用海	开放式养殖用海	开放式	开放式养殖	海口市美兰区养殖用海项目

7.2.2.1 用海方式是否有利于维护海域基本功能，符合功能区用海方式要求。

项目用海位于海南岛近海农渔业区，其主导用海类型为捕捞用海，兼顾开放式养殖用海。本项目为养殖整体用海项目，用海类型属于渔业用海中的开放式养殖用海，项目用海方式符合海南岛近海农渔业区管制要求，符合功能区用海方式要求，有助于维护海域基本功能。

7.2.2.2 用海方式能否最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

本项目采用开放式养殖的用海方式，网箱结构为海面上方为圆形网架，海面下方为养殖网衣，为透水结构，不会对潮流场有大的影响，但由于本项目用海规模较大，如果同时养满设计的 206 口网箱和 12 座智能养殖平台，网衣对流水的阻滞作用将产生叠加效应，项目用海将对周边海域水文动力环境和冲淤环境带来一定的变化影响，但从用海方式上来将，开放式养殖的用海方式已是最大程度地减少对周边海域水文动力和冲淤环境影响了。

7.2.2.3 用海方式是否有利于保持自然岸线和海域自然属性。

项目用海区离岸边最近距离约 7.93km，项目用海不占用自然岸线，用海方式为开放式用海，不改变海域自然属性，对周边海域水文动力环境影响较小。因此，项目用海方式有利于保持自然岸线和海域的自然属性。

7.2.2.4 用海方式是否有利于保护和保全区域海洋生态系统。

项目用海方式为开放式养殖，不会改变海域自然属性，属于对海洋生态环境影响较小的用海方法类型。网箱之间留有足够的间距以保持海流通畅，增大与外界的交流，减少对养殖海区的影响，用海方式满足所在海洋功能区的用海方式控制要求。但项目建设将造成部分底栖生物永久消失，该影响是不可逆的，应通过经济补偿的方式弥补对项目建设造成的海洋资源损失。

综上所述，项目采用开放式养殖的用海方式，是在满足项目需求的同时，尽最大可能的维护海域基本功能，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，保持最大

可能的自然岸线、海域自然属性和保护和保全区域海洋生态系统。因此，本项目的用海方式是合理的。

7.3 用海面积的合理性分析

7.3.1 用海面积合理性分析

7.3.1.1 项目用海面积是否满足项目用海需求

深水网箱养殖需要一定的空间以保证水体交换通畅，畅通的水流不仅能给养殖鱼类带来新鲜的氧气，同时也能带走鱼的残饵和排泄物，实现养殖水体自净，同时虽然网箱采用锚碇固定于海面上，但在波浪和潮流的作用下，其也需要一定的空间距离以免发生碰撞，同时深水网箱在养殖运营过程中，需要对箱体、网衣进行清洗、维护和更换，放苗和分鱼时移动网箱等施工工艺也需要一定的管理空间。

本项目设计 2 种不同规格的网箱和一种智能网箱平台，不同的网箱类型采取了不同的锚泊固定方式，对用海空间的需求和占用也稍有不同。

用海区域具体可分为 3 个区，其中 A 区位于规划养殖水域北部，东西长 6069m，南北宽 600m，设置 6 个用海区块，中部设置了宽 145m 的主通道，两侧的区域均设置了 55m 的次要通道，每个用海区块计划投放 2 艘半潜式智能化养殖网箱平台。

B 区位于 A 区块西南侧，南北长 830m，东西宽 3222m，设置 3 个用海区块，用海区块之间留有 50m 的通道水域，共布设 110 口 C100 及以上浮式圆形深水养殖网箱。

C 区位于 A 区块东南侧，南北长 830m，东西宽 1993m，设置 2 个用海区块，共布设 96 口 C80 及以下浮式圆形深水养殖网箱。整个养殖项目整体用海共规划布设 206 口深水网箱和 12 艘半潜式智能化养殖网箱平台。

根据《海南省自然资源和规划厅 海南省财政厅 海南省农业农村厅印发《关于支持海洋渔业高质量发展有关用海政策的若干意见》的通知》，《通知》提出：“鼓励发展深水养殖。海上网箱养殖按照项目整体占用海域面积确权，海域使用金按网箱实际占用海域面积（不含网箱间隔）计征。网箱间距根据网箱大小确定，一般最大不超过 200 米；大型桁架类深水网箱（1 万立方米养殖水体以上）间距不超过 800 米。在 15 米等深线向深海一侧本省管辖海域建设大型深水网箱、大型智能养殖渔场、养殖工船和海洋牧场，按照浅海相应养殖方式应缴纳的海域使用金的 50% 计征。”

因此，本项目根据《通知》的要求，以整体占用海域面积确权，根据海口市美兰区深水网箱养殖用海设计方案，项目最终确权用海面积为 805.2040 公顷。

因此，项目用海布置体现了节约用海、高效开发的原则，面积量算按照《海籍调查

规范》和《海域使用面积测量技术规范》的规定，能够满足规划养殖用海需求。

7.3.1.2 项目用海面积是否符合相关行业的设计标准和规范

本项目论证在内外业作业过程中，均执行了《海洋调查规范》(GB12763—2007)，根据深水网箱设计、建设等相关标准和规范，以技术和经济相统一的原则，确定了本项目的关键技术指标。设计中同时考虑国家通用规范、行业规范对本项目进行论证分析，确保结构安全、经济、适用并满足安全性、抗灾害性等要求。

根据《海籍调查规范》5.4.1.3 开放式养殖用海：（1）筏式和网箱养殖用海，单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m 连线为界，多宗相连的筏式和网箱养殖用海（相邻业主的台筏或网箱间距小于 60m）以相邻台筏、网箱之水域中线为界，其间存在共用航道的，按双方均分航道空间的原则，收缩各自的用海界线；（2）无人工设施的人工投苗或自然增殖的人工管养用海，以实际使用或主管部门批准的范围为界。

通过前述分析可知，项目用海平面布置是合理的。本项目 A 区、B 区、C 区（MLSW-A~MLSW-C）区块用海平面布置为了保障深水网箱安全和管理运营的需要，每个用海区块的边界均已在网箱实际用海范围的基础上外扩 20~30m。因此，本项目深水网箱区块的用海界址点界定和用海面积量算只需根据项目用海平面布置确定的范围即可满足《海籍调查规范》中要求的深水网箱用海界定要求。

本项目用海界址点测量和用海面积量算还符合《海域使用面积测量规范》、《宗海图编绘技术规范》、《中华人民共和国海域使用管理法》等相关行业的设计标准和规范。

7.3.1.3 项目规划用海减少海域使用面积的可能性

本项目为养殖整体用海，旨在通过前期整体用海设计规划和论证，将来有意申请开展深水网箱养殖的企业或个人，只需根据本项目用海内已划好的区域开展养殖活动即可，从而极大地简化用海申请手续，促进渔业转产转业。项目用海根据工程区域水深、波浪等资源环境和网箱养殖容量需求等进行科学、合理的设计，为了减少项目对周边海域影响、保持水道畅通、降低养殖密度和公共航道需要，项目规划的养殖区域中部设置一道南北向宽 145m 主通道和东西向 197m 宽的主通道，同时设置了 50~55m 宽的辅助通道。为保障养殖生产活动顺利开展，各通道的预留空间是必要的。

本项目规划海域中可申请用海面积为 805.2040 公顷，是保证该区域养殖效益和养殖用海安全的最少面积，规划用海面积不建议减少。

综上所述，项目用海面积可以满足使用需求，用海规划面积符合《海籍调查规范》、

《海域使用面积测量规范》、《宗海图编绘技术规范》、《中华人民共和国海域使用管理法》等相关行业的设计标准和规范，同时为做到集约、节约用海，保障养殖活动顺利开展，项目用海无法减少海域使用面积。项目用海是合理的。

7.3.2 宗海图的绘制

(1) 海岸线确定原则和方法依据我国近海海洋综合调查与评价专项中《海岸线修测技术规程》来确定，本项目宗海图使用的海岸线为海南省 2019 年海岸线修测成果。

(2) 本项目宗海位置图地图采用 1:200000 的数字底图(投影是高斯-克吕格投影，深度基准为当地理论最低潮面，坐标系为 CGCS2000)。宗海界址图底图采用项目总平面布置图，该总平面布置图为 CGCS2000 大地坐标系，本项目通过将 CGCS2000 大地坐标的 CAD 文件导入 ArcGIS 软件计算得到相应坐标。

(3) 本项目用海方式为开放式养殖。按照《海籍调查规范》5.4.1.3 节“筏式和网箱养殖用海，单宗用海以最外缘的筏脚（架）、桩脚（架）连线向四周扩展 20m~30m 连线为界，多宗相连的筏式和网箱养殖用海（相邻业主的台筏或网箱间距小于 60m）以相邻台筏、网箱之水域中线为界，其间存在共用航道的，按双方均分航道空间的原则，收缩各自的用海界线”来界定用海范围。

综上所述，本项目确定了养殖整体用海各用海单位的宗海范围。本项目最终确定的宗海界址点 50 个，各界址点形成的几个闭合区域为本项目的用海界址范围（详见界址图用海单元说明）。项目宗海位置图见图 7.3-1，项目宗海界址图见图 7.3-2。

报告给出了 11 个用海区块的位置、面积和详细界址点坐标，后续具体申请开展深水网箱养殖的用海单位可根据自身的能力和需要，申请单个或多个用海区块，只需按照本项目确定的平面布置和用海界址点绘制宗海图即可。

7.3.3 用海面积量算

根据《海域使用面积测量规范》采用坐标解析法进行计算，根据确定的界址点确定项目用海范围，借助于 ARCGIS10.2 软件直接求得用海面积。经量算，海口市美兰区养殖用海项目整体确权用海总面积为 805.2040 公顷，不同用海区块的面积为 42.0264 公顷~73.7740 公顷不等。审批部门可根据养殖户需求在规划养殖区内审批海域。

以上项目用海的界址范围的界定和面积量算符合《海籍调查规范》、《海域使用面积测量规范》和《宗海图编绘技术规范》的要求。

7.4 用海期限合理性分析

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定：“海域使用权最高期限，按照下

列用途确定： A.养殖用海十五年； B.拆船用海二十年； C.旅游、娱乐用海二十五年； D.盐业、矿业用海三十年； E.公益事业用海四十年； F.港口、修造船厂等建设工程用海五十年。”

本项目为渔业养殖用海，项目用海的用途与《海域使用管理法》第二十五条 A 类相同， 申请用海期限为 15 年。本项目为养殖整体用海申请，主要为简化将来实际养殖单位用海审批，将来海洋行政主管部门审批实际养殖单位用海时，可根据养殖项目的生产需要和本项目集中用海总体情况，确定其具体用海年限，比如可批复用海年限为 5 年，但不得超过本项目 15 年的用海期限。

当项目的海域使用权到期后，项目申请人仍需使用该海域，应依法申请继续使用，获批准后方可继续用海。因此，本项目申请用海期限为 15 年是合理的，但具体用海年限应以主管部门批准年限为准。

海口市美兰区养殖用海项目整体宗海位置图

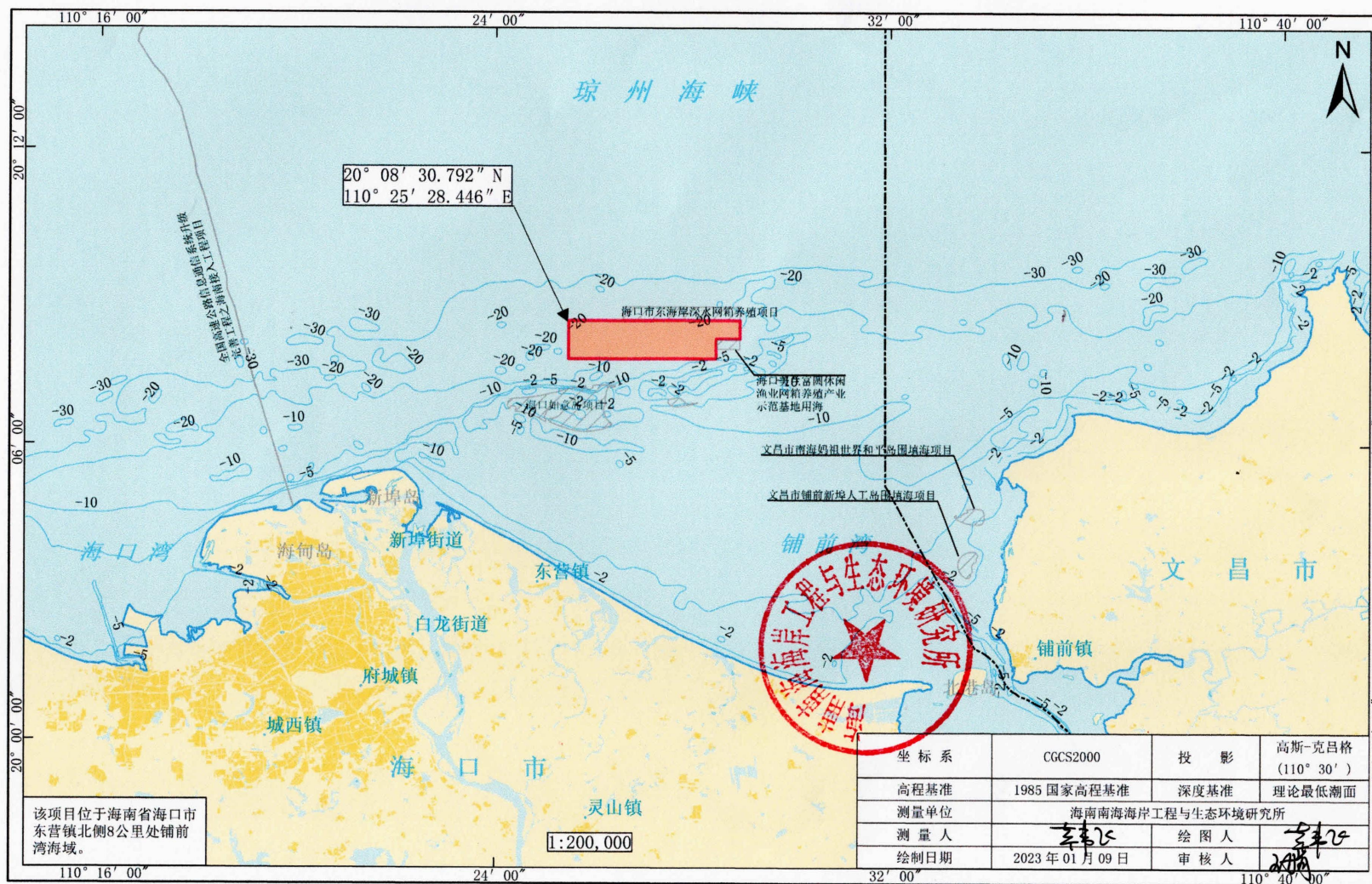


图 7.3-1 海口市美兰区养殖用海项目整体宗海位置图

海口市美兰区养殖用海项目整体宗海界址图

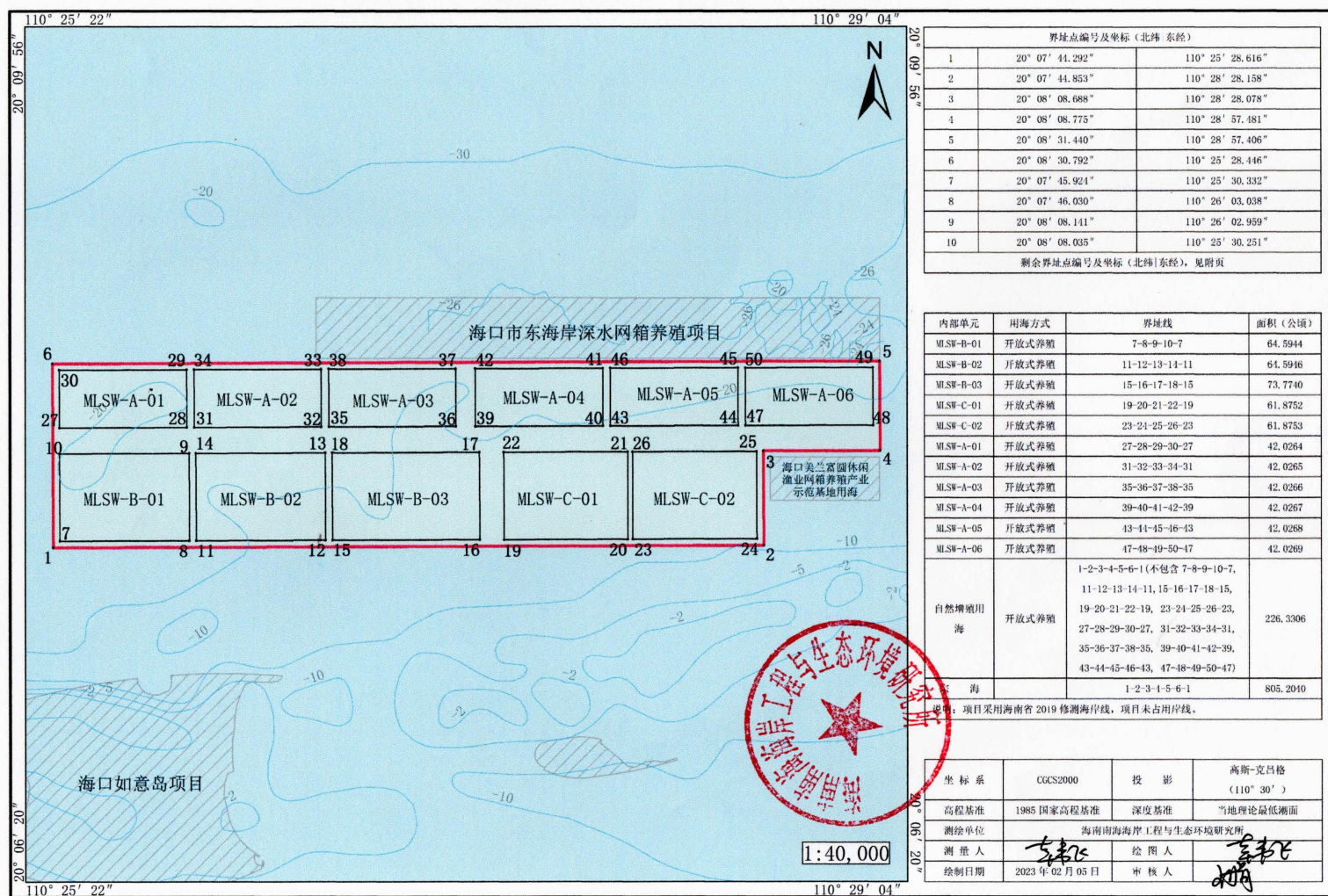


图 7.3-2 海口市美兰区养殖用海项目整体宗海界址图

附页 海口市美兰区养殖用海项目整体宗海界址点 (续)

界址点编号及坐标 (北纬 东经)					
11	20° 07' 46.035"	110° 26' 04.760"	31	20° 08' 14.649"	110° 26' 04.278"
12	20° 07' 46.139"	110° 26' 37.466"	32	20° 08' 14.751"	110° 26' 36.435"
13	20° 08' 08.251"	110° 26' 37.388"	33	20° 08' 29.384"	110° 26' 36.383"
14	20° 08' 08.147"	110° 26' 04.680"	34	20° 08' 29.282"	110° 26' 04.225"
15	20° 07' 46.145"	110° 26' 39.187"	35	20° 08' 14.757"	110° 26' 38.329"
16	20° 07' 46.261"	110° 27' 16.542"	36	20° 08' 14.858"	110° 27' 10.486"
17	20° 08' 08.373"	110° 27' 16.465"	37	20° 08' 29.491"	110° 27' 10.435"
18	20° 08' 08.256"	110° 26' 39.109"	38	20° 08' 29.390"	110° 26' 38.277"
19	20° 07' 46.280"	110° 27' 22.567"	39	20° 08' 14.873"	110° 27' 15.479"
20	20° 07' 46.376"	110° 27' 53.896"	40	20° 08' 14.972"	110° 27' 47.636"
21	20° 08' 08.487"	110° 27' 53.821"	41	20° 08' 29.605"	110° 27' 47.586"
22	20° 08' 08.392"	110° 27' 22.490"	42	20° 08' 29.506"	110° 27' 15.428"
23	20° 07' 46.379"	110° 27' 55.101"	43	20° 08' 14.978"	110° 27' 49.530"
24	20° 07' 46.474"	110° 28' 26.431"	44	20° 08' 15.075"	110° 28' 21.687"
25	20° 08' 08.585"	110° 28' 26.357"	45	20° 08' 29.708"	110° 28' 21.638"
26	20° 08' 08.491"	110° 27' 55.026"	46	20° 08' 29.611"	110° 27' 49.480"
27	20° 08' 14.539"	110° 25' 30.227"	47	20° 08' 15.081"	110° 28' 23.581"
28	20° 08' 14.643"	110° 26' 02.384"	48	20° 08' 15.176"	110° 28' 55.738"
29	20° 08' 29.275"	110° 26' 02.332"	49	20° 08' 29.809"	110° 28' 55.690"
30	20° 08' 29.171"	110° 25' 30.173"	50	20° 08' 29.713"	110° 28' 23.532"

测量单位	海南南海海岸工程与生态环境研究所		
测量人	李飞	绘图人	李飞
绘制日期	2023年02月05日	审核人	李飞

图 7.3-3 海口市美兰区养殖用海项目整体宗海界址点附页

8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

按照《中华人民共和国海域使用管理法》的规定，国家实行海洋功能区划。海洋功能区划是海域使用的基本依据，海域使用权人不能擅自改变经批准的海域位置、海域用途、面积和使用期限。海洋产业的发展必须符合海洋功能区划和海域开发利用与保护总体规划的要求，以保护海洋资源和海洋环境为前提，按照中央和省的有关法律、法规和政策开发利用海洋，对违反规定造成海洋污染和破坏生态环境的行为，应追究法律责任，海洋开发活动要实施综合管理，统筹规划，海洋资源的开发不得破坏海洋生态平衡。

根据海南省海洋功能区划对项目所在功能区的使用管理要求，本项目作为深水网箱开放式养殖用海，其用海符合海南岛近海农渔业区海域管控要求。项目用海区占用海南岛近海农渔业区，充分利用海口市如意岛北侧海域优良的水体资源，开展渔业养殖活动，促进了海南岛近海农渔业区海洋基本功能的发挥。项目选址区域的地理环境、交通运输、区位优势、人口资源等社会条件满足项目建设和营运的要求。但项目用海也要兼顾其他的产业，要充分了解项目附近海域的产业布局及政府部门的海域功能区划，在用海项目获得海洋行政主管部门批准后，要积极主动与地方海洋主管部门联系，共同管理好取得用海权的海域，使用海权益不被侵犯。

海洋功能区维护的对策：首先在项目用海实施前，制定各种防范措施，在项目用海过程中，避免采用可能严重损毁海洋功能的开发利用方式。其次，要求在项目用海过程中，根据功能区监测与评价结果，针对海洋功能损毁的成因及趋势，对海洋开发利用方式进行适当调整，修复并维护应有的海洋功能。第三，要求在项目用海过程中，如遇海洋功能遭受严重损毁，且无有效的修复办法等评价结论，应妥善终止项目用海。

因此，用海申请单位应保证项目用海与海洋功能区划的一致性。建设单位在海域使用中严格执行海洋功能区划的要求，不得从事与海洋功能区划不相符的开发活动。严格执行功能区管理要求，控制其对周边功能区的影响。

本项目为政府部门预先开展的养殖整体用海，对于规划区域内要开展深水网箱养殖的用海申请，管理部门可简化审批手续，提高海域使用效率，对于区域内要开展符合海南岛近海农渔业区海洋功能区划要求的其他类型的用海项目，应单独开展海域使用论证申请用海。

8.2 开发协调对策措施

根据本报告利益协调分析结论，项目涉及的利益相关者为当地渔民、海口市休闲渔业开发有限公司、海南富圆投资有限公司、渔港管理部门、海事管理部门等。建议采取如下协调措施：

(1) 施工期及营运期船舶作业过程中，做好标识，及时协调沟通，避免发生碰撞事故，禁止在保留区和农渔业区内任意抛锚停泊，同时，彼此协调，加强养殖水体质量监测。

(2) 拟在项目用海区内申请深水网箱养殖用海的，简化用海手续，根据本项目平面布置方案和用海区块绘制宗海图即可；项目用海区内拟开展其他类型用海的，应单独开展海域使用论证。

(3) 规划用海单位应加强对当地村民（渔民）的宣传工作，宣讲深水网箱养殖的优劣和意义，宣讲现有养殖及捕捞的政策，引导当地村民（渔民）通过正规手段申请占用海域开展养殖活动。

(4) 规划用海单位应优化考虑当地村民（渔民）的用海申请，保障深水网箱用海的合法权益。

(5) 规划用海单位应加强与渔港管理部门的协调，加强渔船航行安全管理，保障渔船通行安全。

(6) 用海单位积极加强区域的水质质量监视监测，定期委托第三方监测机构对用海区附近海域的水质进行监测。

(7) 项目用海施工前需向相关主管部门申请办理水上水下施工许可，施工单位或用海单位应根据相关管理规定，提供相应材料，填报《水上水下施工作业申请书》，依法依规办理水上水下施工许可。

(8) 施工船只进入施工区时应遵守海事管理部门的各种管理要求，服从海事管理部门管理，航行时应加强瞭望，减少发生碰撞的可能性。建议用海申请单位运营期加强渔船管理，保障周边海域的通航安全。

项目用海与周边其他用海没有权属冲突，在做好与当地渔民、海事部门等利益相关者的协调和沟通的前提下，本项目建设与周边其他用海活动不存在功能冲突，具有较好的协调性。

8.3 风险防范对策措施

项目用海风险主要为自然灾害和人为事故风险，应严格注意以下防范：

8.3.1 自然灾害风险防范措施

8.3.1.1 热带气旋防范措施

热带气旋是主要的气象灾害，根据《台风年鉴》资料，以台风中心进入 $109.5^{\circ} \sim 111.5^{\circ}$ ， $19^{\circ} \sim 21^{\circ}$ 为影响标准，1975~2015 年期间，登陆或影响海口的热带气旋共有 81 个，年平均 2 个，年最多为 3 个热带气旋登陆或影响海口。根据历史台风影响结果，“纳沙”、“威马逊”、“海鸥”等超强台风对项目养殖都带来严重的后果，项目业主单位应提高警惕，提前做好防范工作。建议采取如下措施：

(1) 目前我国深水网箱的技术条件可达抗风等级为 12~13 级，可有效减少一般的热带气旋对深水网箱的影响，建议用海申请单位在项目选择网箱时应咨询专家意见，选择抗风能力较好的网箱。

(2) 在热带气旋高发的 5~11 月份，用海申请单位应注意关注天气预报情况，根据预报结果判断台风移动方向及强度，也可关注中国台风网的台风信息及预报信息，提前做好判断，做好深水网箱转移或加盖固定的决定。

(3) 在热带气旋路径影响项目养殖海域时，用海申请单位应在热带气旋来临前应及时加盖网盖，防止养殖鱼类逃逸，做好网箱固定工作，并组织人员撤离。

(4) 一旦出现“威马逊”、“海鸥”这样的强台风影响项目养殖海域，用海申请单位应采取措、组织人员提前抢收或组织船只将网箱托运至风浪较小的避风港避风。

(5) 用海申请单位应制定台风应急预案，做好台风来临的准备及应对工作。应急预案应包括指挥中心、台风应急等级、应急措施、与其他部门的协调措施以及应急响应措施等。

(6) 建议用海申请单位跟海口市气象局等相关部门建立联动机制，在出现热带气旋时积极与相关单位联系，获取热带气旋及海洋潮汐的第一手资料，在相关部门的指导下开展网箱加固防台的工作。

(7) 建议用海申请单位积极联系相关技术单位，在养殖专家的指导下开展养殖工作，万一遭受台风灾害，在相关单位及专家指导下开展抗灾自救工作。

8.3.1.2 赤潮防范措施

在开展养殖活动的过程中，饵料等的投喂以及鱼类养殖过程中产生的代谢废物和其

他因素产生的污染物会污染水体，容易诱发赤潮，严重危害金鲳鱼养殖活动。据了解，海南西北部附近海域每年春季均有发生赤潮的可能性。海口海域赤潮品种主要是球形棕囊藻，其危害在于该藻球形群体外围具有一层柔软的胶质被且藻体含多糖，粘稠度大，当大量繁殖形成赤潮时，其粘液便紧紧贴在鱼鳃上，影响鱼的呼吸和摄食，致使鱼类窒息缺氧而死亡。

(1) 区域防范措施

① 制定陆地污染物排海总量标准，严格控制污染物入海量。

防治赤潮污染，最根本的是要从减少藻类繁殖所需的营养物质入手，加大对氮、磷污染的防治力度。如最大限度地减少生活污染源含磷污染物的排放，阻断或尽可能避免含磷污染物对近岸海域的污染。全面查清陆地排海污染源，严格控制污染物入海。项目施工与运营期产生的生活污水经收集后上岸处理，不排海。项目周边陆域均有居民区，建议当地政府及相关职能单位应全面查清陆地污染源排海物质的数量以及时空分布，采取总量控制和达标排放等措施，减轻海洋污染。建议该区域居民区所产生的生活污水统一在陆域处理，禁止排海，从而削减赤潮生成所需氮、磷源，减少赤潮的发生。

② 认真研究工程及附近海域的环境容量，合理规划养殖规模与养殖密度，管理部门需严格监督养殖单位的作业方式。

③ 一旦在项目养殖期间发生赤潮，养殖单位应在赤潮爆发初期将养殖鱼类捕捞，避免因赤潮爆发造成鱼类窒息死亡。并抽样对鱼类生物体质量进行检测，如发现生物体质量不符合食用标准，应将鱼类销毁，避免流向市场，造成食物毒素在人体内累积，影响人民群众生命安全。如生物体质量符合食用标准，查看鱼体是否符合市售标准，如不符合，则联系养殖塘暂放，待赤潮过后再次投放；如符合售卖标准，则向市场卖出，获取利润。

④ 项目海区的球形棕囊藻在腐烂后会有毒素，将持续一段时间影响赤潮爆发海域，这期间如果有渔获，则基本不能食用，应妥善销毁，避免流入市场。

⑤ 管理部门可在红牌港配备少量赤潮防治设备，如围栏、机械分离设备等。小范围的赤潮可采取以下治理的措施：**a.**通过机械设备把含赤潮海水吸到船上进行过滤，把赤潮生物分离；**b.**用围栏把赤潮发生区域隔离起来，避免扩散。

⑥ 建议当地有关政府部门及渔业、养殖等管理单位应向当地养殖户宣传、推广科学养殖方法，推行生态养殖，减少海水养殖业污染，并对周边渔民进行环保意识宣传，

禁止乱排乱掉行为，有效控制因海水养殖、渔船作业排放的各类污染物而导致赤潮生物增殖，减少赤潮发生。

(2) 项目用海防范措施

针对项目用海特性及赤潮特点，建议用海申请单位采取如下措施：

① 用海申请单位与当地监测部门合作，定期监测海水水质变化情况，一旦发现有赤潮发生的可能性立即采取措施，分析赤潮品种如为无毒赤潮，且小规模爆发，养殖户应想办法确培养殖鱼类的安全和正常生长。如出现大规模赤潮影响养殖区域和有毒赤潮时，可能会导致养殖的鱼类死亡。在这种情况下建议对养殖鱼类采取抢救性捕捞，并将鱼类样品送到有资质的单位检测，如无毒，可在市场销售。如有毒，采取有效措施将这批鱼类销毁，禁止流向市场。

② 在爆发球形棕囊藻赤潮时，建议用海申请单位在养殖海区外围布设围栏，将赤潮阻隔开来，并增设打氧机，保证养殖海域水体含氧量，避免鱼类窒息死亡。

③ 鱼苗放苗时间基本为4~5月份，放苗前应做好提前的水质、生态等要素的监测工作，避免在赤潮期间放苗。

④ 提高养殖技术，改进饵料成分及投饵技术，使其有利于养殖生物的摄食，减少残饵，减轻水质和底质的污染。

⑤ 建议在本项目海区海底种植一些有利于改善水质和底质生态环境的藻类品种，改善项目区海水水质，减小对环境容量压力。

⑥ 在养殖过程中，保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害，保持网箱为水流畅通良好的环境。生活污水、生活垃圾及时收集、清运，禁止排海。

8.3.2 人为事故防范措施

8.3.2.1 船舶碰撞及溢油事故防范措施

项目在施工和养殖运营期间，网箱施工、饵料的运输和投放以及收获季节皆有一定数量船只进出，尤其是大雾天气期间，有可能发生船只相撞的事故，应该做好防范和采取应急措施。

本项目附近水深较深，船只较少，同时项目用海平面布置时已经预留了较大区域的公共航道区，一般情况下不会发生碰撞事故造成的溢油事故。因此除一些不可抗拒的自然因素外，绝大部分是由于操作不当或违章作业等人为原因引起的。尽管溢油事故发生

概率不大，但一旦发生，油膜漂浮在海面上，阻止海气交换，对周围水环境会造成很大的影响。

因此，养殖单位在执行生产任务的时候要求工作人员严格遵守《海上交通安全法》，遵守各项法律法规，并对船只进行定期检查，排除安全隐患，制定相应的《水上生产安全责任书》，督促船只和其他工作人员执行到位。

尽量避免天气不好时出海作业。出海船只应遵循船只安全生产准则，将发生碰撞的概率降至最低。另外在作业过程中，建议每位工作人员都穿上救生衣，避免因意外落水对人员安全造成影响。

建议业主单位采取如下防范措施：

(1) 作业船舶必须根据附近港区船舶动态，合理安排作业水域，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

(2) 所有作业船舶须按照规定显示信号。

(3) 一旦发生事故，事故方应迅速采取可能做到的防范措施，如关闭阀门、堵漏、驳油等，防治溢油源继续溢出；根据溢油源的类型、数量、地点、原因，评价溢油事故的规模确定反应方案；调度应急防治队伍和应急防治船舶、设备、器材以及必要的后勤支援；可能发生火情时，立即通知有关方面启动消防应急预案；派遣船舶对溢油源周围实施警戒，并监视溢油在水上的扩散；根据溢油区域的气象、风向、水流、潮流等情况，控制溢油扩散方向；对溢油进行跟踪监测，以掌握环境受污染情况，获取认证资料，供领导决策及事故处理。

(4) 一旦发生溢油事故，建议采取如下应急措施：为防止工程作业过程可能出现的溢油风险事故，管理单位应设立事故应急机构，平时协助港航监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故。协助相关部门作好船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，避免船舶的碰撞。制订必要的事故应急程序，一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时与当地海事部分取得联系，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。配备必要的应急设备，溢出油品若是纯净的，则可设法回收。无法回收的，则送至污油处理池进行油水分离处置，可盛放在储油罐里，吸油废弃物应堆放在指定地点，集中由公司统一送处置单位进行焚烧或它法处置。

8.3.2.2 养殖污染风险防范措施

由于项目用海规划深水网箱规模较大，存在项目运营期养殖排污造成区域水质不达

标和影响保护区水质环境的风险，养殖单位和管理部门可采取以下措施减小项目养殖污染：

(1) 海洋管理部门在审批具体养殖用海时，应采取分区域、逐步开放等方法合理控制养殖规模，尽量避免用海区块同时养满的情况。

(2) 养殖单位应不断优化饵料营养组成及投喂方式，饲料中加入易消化的碳水化合物可提高蛋白质利用率。通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中氮的排泄。对于投喂来讲，应根据养殖鱼的实际体重合理、科学确定适宜的投饵量，在6~8月份日投饵量为鱼体重的20%以上，每天投喂两次，在其他时间可以根据情况适当降低投饵量，以减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失。应科学选用饵料，目前饵料可浮于海水表面，养殖单位在喂食时应加以观察，发现养殖鱼类不再吞饵时应停止放饵，并将网箱内的饵料清理。如采用冰鲜杂鱼作为饵料，应避免采取粗暴型直接倒入饵料的方式，投饵时尽量在低潮或高潮流速较小时，可采取水下托盘，使饵料缓慢入水，避免由于饵料下沉过快，鱼未来得及吃而产生残饵污染，同时托盘中未吃完的饵料也可回收，避免水体污染。

(3) 养殖单位应根据养殖品种科学规划养殖周期，建议每年实行1-3个月的休养期，以减少养殖污染物排放，有利于养殖区水体环境自净，减小对保护区内水质的影响。

(4) 建议在项目用海海底种植一些有利于改善水质和底质生态环境的藻类品种或进行贝类底播养殖，实行立体化养殖，改善项目区海水水质及沉积物环境，减小环境容量压力。

海洋管理部门应联合水质检测单位定期开展用海区和保护区水质环境监测工作，同时如养殖单位独立开展水质监测的，应积极主动将监测结果汇总至海洋管理部门，如发现水质指标已接近超标临界值，海洋管理部门应停止养殖用海的审批，待水质监测趋于正常后方可批准新增用海。

8.3.2.3 养殖病害风险防范措施

由于不科学的养殖方法和过密养殖，长期投喂冰鲜杂鱼做饵料、残饵、排泄物大量沉积、陆源污染、水质富营养化，水环境，底质日渐老化，病菌滋生，鱼病日见严重。常见鱼类养殖病害主要有：黑身、烂身、本尼登虫、细菌性肠炎、小瓜虫等。其中小瓜虫病号称金鲳鱼养殖的癌症，一旦爆发，结果不堪设想。

建议养殖单位采取如下措施防范养殖病害风险：

(1) 小瓜虫病的爆发有一定的条件，比如水温、小瓜虫的繁殖季节等，但假如网箱密度到了一定程度以后，小瓜虫的爆发会突破这些界限。即它在任何季节、任何气候、任何温度下都有可能爆发。因此建议业主单位降低养殖密度，改善养殖环境，科学选用饵料，科学投饵与管理，针对性用药，建立健康养殖模式，加强病害监测预报。从长远角度来说，建议业主单位与科研机构联合，培养抗逆品种，开展生物渔药、免疫疫苗等培养工作。

(2) 在网箱养殖的早期，选择好鱼苗后，在运输一个星期前，务必在培育池里进行一次寄生虫清理工作，可以考虑使用硫酸铜 1PP 处理，以清除鱼体表面附生的寄生虫，减少放养后寄生虫大量繁殖的危险。在决定运输前两天，对所选择好的鱼苗进行禁食，以减少运输过程产生的粪便或呕吐物，减少运输水质污染的机率。

(3) 建议管理部门对网箱养殖实行许可证制度，对养殖面积、养鱼密度、养殖场间距、养殖场与育苗场间距、投喂总量、海域连续使用年限、死鱼收集处理、养殖业者应具备的素质等方面进行规范和指导，并形成一些初步管理措施施行。

8.3.3 养殖饵料及赤潮防范措施

本项目养殖方式除利用自然海水进行养殖外，还依靠饲料喂养。市场上有多种养殖饲料，建议业主单位在选用饲料时听取专家意见，根据鱼类在不同阶段的营养需求，选用高效、适口的干饵料。在喂养时应注意科学喂养，根据养殖鱼数量定量喂养，避免因过度喂养造成浪费，且不能完全消化后沉积，造成环境污染。

长期养殖产生的水体富营养化可能会造成水体爆发赤潮风险，针对项目用海特性及赤潮特点，建议建设单位采取如下措施：

(1) 业主单位、个养殖单位或个体与当地监测部门合作，并定期监测，关注海水水质变化情况，一旦发现有赤潮发生的可能性立即采取措施，分析赤潮品种如为无毒赤潮，且小规模爆发，应想办法确保养殖鱼类的安全和正常生长。如出现大规模赤潮影响养殖区域和有毒赤潮时，可能会导致养殖的鱼类死亡。在这种情况下建议对养殖鱼类采取抢救性捕捞，并将鱼类样品送到有资质的单位检测，如无毒，可在市场销售。如有毒，采取有效措施将这批鱼类销毁，禁止流向市场。

(2) 加强监测，积极开展赤潮防治

加强对养殖区水质和赤潮生物的监测工作，及时有效地开展养殖区赤潮灾害预防、控制和治理。监测部门要深入开展养殖区赤潮灾害监测，及时发布赤潮信息，以多样的

信息专递方式，将赤潮监测信息发给养殖户，做好赤潮防范，减少损失。

(3) 采取措施，减少赤潮危害

当海域发生面积较小的赤潮时，将养殖网箱拖曳至赤潮区域以外，或把网箱下沉，待赤潮消退以后再移至原来位置。对不能移动的养殖网箱，为防止赤潮发生时养殖生物因缺氧死亡，可通过曝气的方式向养殖网箱内增氧。

(4) 产品检测，保障食品安全

对赤潮发生区养殖的水产品，产品上市以前必须进行安全检测，检测合格后方可上市销售，以确保食品安全。

(5) 如爆发赤潮对项目可能造成时，建议各养殖单位或个体在养殖海区外围布设围栏，将赤潮阻隔开来，并增设打氧机，保证养殖海域水体含氧量，避免鱼类窒息死亡。

(6) 鱼种放养时间基本为4月份，放苗前应做好提前的水质、生态等要素的监测工作，避免在赤潮期间放养。

(7) 提高养殖技术，改进饵料成分及投饵技术，使其有利于养殖生物的摄食，减少残饵，减轻水质和底质的污染。

(8) 在养殖过程中，保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害，保持网箱为水流畅通良好的环境。生活污水、生活垃圾及时收集、清运，禁止排海。

8.3.5 生态保护对策措施

养殖鱼类产生的排泄物及残饵在沉积后通过异氧细菌的氨化作用和代谢过程中转氨、脱氮作用，使水中积累了大量的亚硝酸盐等有害物质，导致海域生态环境恶化。投饵致使养殖海域沉积物中氮素增加是造成水体中亚酸氮累积的重要因素。同时养殖鱼类产生的大量排泄物中含有较多的氨氮，且长时间养殖后水体中DO下降，导致水体中硝化作用减弱而生成氨氮和亚硝酸氮。

硝化细菌在适宜的温度下可能很快生长，DO、pH高硝化反应快，污染物能尽快的分解。本项目海域水温在25℃左右，pH在7.6~8.16之间，DO在5.88~7.58之间，适宜硝化反应进行，NO₂还原为氮的气态氧化物的速率很快，在海水中较快分解。

建议养殖单位做到：

(1) 制定固定系统及深水网箱布放安装方案，明确布放水泥墩锚的具体方法。建议采取工程船直接将水泥墩锚垂直放入海底的方法，可有效避免布放水泥墩锚时的泥沙

扩散，也可调整水泥墩的布放位置及方向。

(2) 用海申请单位应咨询养殖专家，对养殖品种各个月份养殖的饵料需求量制定一个定量的标准，避免过多投放饵料造成残饵沉积。

(3) 养殖单位应科学选用饵料，目前饵料可浮于海水表面。项目业主在喂食时应加以观察，发现养殖鱼类不再吞饵时应停止放饵，并将网箱内的饵料清理，避免沉积污染环境。

(4) 养殖单位在使用防治病虫害的药物时应咨询专家建议，不可滥用，避免对水质造成污染，影响周边的海洋生态环境。

8.3.6 通航安全风险对策措施

项目位于海南岛近海农渔业区，其西南侧为秀英港区，且根据海事部门导助航综合服务系统统计，项目周边有油轮和渔船分布。项目区施工期及运营期航行的船舶密度增大，与其他进出该海域的船舶难免发生相互干扰，船舶碰撞几率增高；运营期由于网箱布放占用一定的海域空间，存在船舶碰撞养殖网箱的隐患。建议采取如下风险防范对策措施：

针对项目施工期和运营期对通航环境的影响，施工单位和业主单位应做到：

(1) 施工期：

1) 业主单位应加强对施工单位的施工作业和船舶航行的管理，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

2) 施工作业开工前按规定向海事管理部门申办妥水上水下施工作业手续，申请发布有关施工作业航行通告和航行警告。

3) 设置安全作业区：业主应向海事管理部门申请设定工程施工期间的安全作业区；施工作业船舶应在规定的作业区内有序施工，不得擅自在施工区域外锚泊、漂航。

4) 施工船舶交通组织：施工作业船舶不得占据规定施工范围以外的水域，以免影响其他过往船舶的航行；船舶作业时应特别注意附近过往船舶的动态以及施工船舶之间可能产生相互影响。

5) 设置安全作业区警示标志：在安全作业区界限上应设置明显的警示标志，附近船舶不得进入警示标志内的施工水域；当发现附近船舶接近警示标志或有可能进入施工区域，施工船舶应用有效的方法及时发出警告，并注意双方的避让。

6) 合理安排施工工序, 制定合理的施工方案, 配合相关管理部门协调好工程施工与渔民生产作业, 尽量减小工程施工对渔民渔业生产活动的影响。

7) 施工船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备, 做好船舶维护和管理工作的。

(2) 运营期:

1) 在养殖网箱区域设置警示标识, 并设置明显夜航标志, 引导过往船只避让, 避免引发碰撞事故;

2) 养殖工作船不得超过安全适航抗风等级开航, 避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

3) 养殖工作船应严格按照规定航线航行, 在航行中不得在主航道、锚地、交通管制区、禁航区、安全作业区以及海事主管机关公布的禁止停泊的水域内停泊。

4) 运营期船舶航行应服从海事管理部门的管理, 航行过程中加强瞭望, 减少与周边海域其他船只发生碰撞事故的几率。通过上述措施后, 项目用海对周边通航环境影响降至最低程度。

5) 运营期加强渔船、工作船的安全管理, 提高驾驶员安全意识和操作水平, 在风浪较大或预计海况突变时及时采取安全措施, 必要时停航, 选择适当方式避台。

6) 养殖船业主应当及时配备各项安全生产设备、设施, 制定码头调度和运行的规章制度, 建立生产组织机构, 合理确定岗位和人员, 落实到个人确保渔业生产过程中的安全生产。

7) 制定防灾、减灾应急措施, 一旦出现灾害能得到及时有效的处置, 减少灾害损失, 提高防灾能力。

(3) 针对渔船通航造成的安全风险, 建议采取如下缓解措施:

1) 为保障工程自身的安全, 最大程度地避免和减小船舶遇险所造成的人员伤亡、财产损失和社会影响, 不断提高预防预警、组织、协调、指挥能力和各类遇险的应急处理能力, 提高搜救效率, 切实做好遇险救助工作, 建议建设单位结合本工程的实际情况, 组织力量全面、认真地编制各种紧急情况下的应急预案, 并完善各类应急设备、设施, 切实做好遇险救助的各项准备工作。

2) 在进出港过程中, 船舶驾驶员应保持正规瞭望, 谨慎驾驶, 同时业主单位应做好船舶警戒及监管, 协调各船舶间相对位路, 控制船舶间安全距离, 保证航行安全。

3) 工程运营期, 船舶交通流量增加, 工程与船舶, 船舶与船舶之间产生相互影响,

船舶在航行过程中，应加强瞭望，提前与对方联系，保障安全。

4) 在本项目规划的养殖区周边处设置必要的航标或警示标志，警示过往船舶在门口附近的航道减慢航速或注意避让。

5) 本工程船舶进出渔港口门时，应注意自然条件对通航的影响，并需减慢航速，注意避让过往船舶。

6) 参与施工的各种船舶（包括配合施工作业交通船、运输船等）必须符合安全要求，同时还必须持有各种有效证书，按规定配齐各类合格船员。船机、通讯、消防、救生、防污等各类设备必须安全有效，并通过当地海事局的安全检查。

7) 渔船从通航航道驶入进港航道前，应密切注意周围船舶动态，主动提前与周围船舶联系，最好选择在无船通过时穿越通航航道，进入进港航道。

8) 业主单位与渔监、海事、气象等部门等建立有效的联系机制，及时从相关单位获取信息，并采取相应的防范对策；对有关安全问题应向主管机关及时通报，接受安全主管机关的监督管理。

8.3.7 船舶碰撞风险防范措施

(1) 尽量减轻碰撞损失

当两船即将发生碰撞时，操纵者必须沉着冷静，适当而果断地下令停船、倒船或抛锚，以尽力减少船舶运动速度，减轻碰撞力，并且妥善用舵，以减小碰撞角度，避免拦腰相撞。如果距离太近已经来不及背向他船转出，并且继续按此方向转动反而有可能加剧碰撞后果时，应该向他船转向，以减轻碰撞力和避免船尾与它船相撞。

(2) 应立即采取损害管制措施

有关人员检查船体，进行损害管制及抢救伤员和落水人员。若碰撞不严重，应就近选择锚地抛锚，迅速而详细地了解碰撞的全过程，做好善后处理事宜。

(3) 尽力援救受损的他船

如发现他船已遭损坏，应遵守有关规定，停留在附近尽力援救对方。只有确定对方仍可航行后，方可驶离。

(4) 严重相撞情况下的措施

如果船首插入他船船体或被它船插入，插入船不宜立即高速退离，否则可能扩大破口，使破损进一步恶化。因此在上述情况下，应在堵漏、加固并确信无危险情况后方可退出。万一损害严重，有沉没可能，如果在近岸地区应设法抢滩搁浅，并做好防沉的工

作。

8.3.8 溢油事故风险防范措施

(1) 施工前需向渔港管理部门申请水上水下施工许可，并向社会发布航行安全通告。施工船舶一般限定在批准的水域内进行作业，施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

(2) 施工单位应制定防范恶劣天气和海况措施，施工船舶作业应在适航的天气条件下进行。

(3) 妥善收集、安全处置船舶含油废水、生活污水等，严禁将污水直排入海，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(4) 成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。施工船舶在水域内定点作业、停泊等，均应根据施工作业场地选择合理的环保措施，加强对施工现场的科学管理，加强对施工人员的管理，制定严格的环保规章制度，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(5) 建议最终确权养殖单位应制定溢油应急预案，主要内容包括应急组织、应急设备、应急处理措施、应急监测、通讯联络和人员培训与演练。

(6) 船舶碰撞溢油事故，借助海事部门、周围码头及海南辖区还有一些专业清污公司配备的溢油应急物资和设备，另外施工船舶配备吸附材料、收油罐等防止船舶跑、冒、滴、漏等溢油。

(7) 对于船舶燃油供给作业，需加强加油船动态控制，要求供油船舶安装 AIS 系统。在进行船舶加油作业时，应有专人负责检查船舶系泊是否安全，燃油舱的泵、阀门、法兰等设备是否完好无损，输油管是否有破损等事故隐患，并做好检查记录。加油过程中，专人负责值守，发现泄漏及时采取相应的应急措施，防止泄漏事故的扩大，并在易发生滴漏处布置吸油毡等。

8.3.9 通航安全、溢油应急措施

8.3.9.1 区域溢油应急设备现状

(1) 海南省溢油应急物资

1) 海事局

海南省各海事局溢油应急物资统计情况见表 8.3-1。

2) 海南其他清污企业

除了海事部门、码头企业配备的溢油应急物资外，海南辖区还有一些专业清污公司，也配备了一定数量的溢油应急物资。这些公司包括海口海泽丰港航服务有限公司、三亚华利清污有限公司、三亚华利清污有限公司八所分公司、海口鑫海纳港航技术服务中心、文昌嘉杰环保技术服务有限公司等。这些公司配备了专业清污人员，并参加了专业培训，具备比较好的专业技能，能够比较熟练的操作各类溢油应急设备。

表 8.3-1 海南各海事局船舶溢油应急物资

所属单位	货物名称	规格型号	单位	数量
海口海事局	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	m	800
	转盘式收油机	ZSY20	台	1
	吸油拖栏	XTL-Y220	m	500
	溢油分散剂	浓缩型	t	2
	消油剂喷洒装置	PS80	套	1
三亚海事局	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	m	800
	转盘式收油机	ZSY20	台	1
	吸油拖栏	XTL-Y220	m	1300
	溢油分散剂	浓缩型	t	2
	消油剂喷洒装置	PS80	套	1
八所海事局	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	m	800
	转盘式收油机	ZSY20	台	1
	吸油拖栏	XTL-Y220	m	1000
	溢油分散剂	浓缩型	t	2
	消油剂喷洒装置	PS80	套	1
清澜海事局	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	m	800
	转盘式收油机	ZSY20	台	1
	吸油拖栏	XTL-Y220	m	1000
	溢油分散剂	浓缩型	t	2
	消油剂喷洒装置	PS80	套	1
洋浦海事局	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	米	800
	转盘式收油机	ZSY20	台	1
	吸油拖栏	XTL-Y220	米	500
	溢油分散剂	浓缩型	t	1
	溢油剂喷洒装置	PS80	套	1

(2) 海南油污应急反应联系单位及联系方式:

海南省海上搜救中心（总值班室）24 小时值班电话：12395、0898-68653899

海南海事局危防处：0898-68626028

海口海事局指挥中心（海口市海上搜救分中心）24 小时值班电话：0898-68662466、

0898-68626019、0898-68626112

海口海事局马村海事处：0898-67428167

三亚海事局指挥中心值班室：0898-88271914

清澜海事局值班室：0898-63328159

八所海事局值班室：0898-25522672/25525592

洋浦海事局值班室：0898-28823270/28822298

本项目依托海事部门、码头企业及海南辖区还有一些专业清污公司配备的溢油应急物资和设备，建设单位或施工单位在施工前应和项目区周边海域船舶污染物接收单位签订协议，委托专业清污公司负责溢油事故应急工作。项目位于海南省海口市如意岛海域，距离秀英港约 22.2km，因此本项目就近依托海口海事局及相关清污公司船舶溢油应急物资可行。针对施工过程中产生油污的跑、冒、滴、漏现象，施工船舶配备的应急设备、器材一览表见表 8.3-2，项目施工过程中业主单位和施工单位应确认，保障施工前施工船舶上按照表中所列设备、器材配备齐全。

表 8.3-2 本项目拟配备的溢油应急设备一览表

应急设备、器材	数量	应用对象
吸附材料(纤维型)	20kg/艘	船舶跑、冒、滴、漏等溢油
收油灌	30L/个/艘	船舶跑、冒、滴、漏等溢油
便携式灭火器	2 个/艘	灭火
防护面具、防护服等	3 套/艘	保护人员安全

8.3.9.2 溢油应急预案

本项目为政府整体规划，多家养殖户准入在同一规划区域进行养殖生产项目，建议规划用海单位应牵头组织各申请用海单位或个人编制溢油应急预案，明确溢油事故责任主体，严格落实应急预案执行方式。政府主管部门应做好监管工作，对应急预案进行审查和备案，一旦发生意外事故，应启动预案，防止意外事故对生态环境影响扩大化。

(1) 应急预案纲要

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制，制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表 8.5-4，供制订预案

参考。

建议建设单位编制的应急预案应与主管海事和环保部门的应急预案进行衔接，列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时，该公司有关人员应迅速将准确的事故信息上报至海事局和环保部门，并根据海事和环保部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

表 8.3-3 应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	作业区
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故 一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上级预案，接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理，恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	附件	应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式 预案编制与更新等

(2) 应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成；下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

1) 指挥领导小组的职责：

- ① 负责本单位“预案”的制订、修改；
- ② 组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③ 检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

2) 指挥部的职责:

- ① 发生事故时和事故处理完毕后, 分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号;
- ② 组织指挥救援队伍实施救援行动;
- ③ 向上级汇报和邻近单位通报事故情况, 必要时向有关部门单位发出救援请求;
- ④ 组织事故调查, 总结应急救援工作经验教训。

3) 应急救援队伍的职责:

- ① 各处室全体职工都负有事故应急救援的责任;
- ② 应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量, 其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散, 将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

(3) 应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内, 作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。此外, 施工期船舶溢油事故发生后可依托区域现有应急力量和设施实施救援。

(4) 建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害, 建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后, 能否迅速而有效地做出事故应急反应, 对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损失降低到最低限度, 制订和实施应急计划是唯一的选择。

1) 应急计划主要内容

- ① 明确组织指挥机构;
- ② 绘制该地区环境资源敏感图, 确定重点优先保护区域;
- ③ 加强溢出物污染跟踪监测, 建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统, 能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示;
- ④ 了解区域清污设备器材储备, 建立清污设备器材储备;
- ⑤ 加强清污人员训练;
- ⑥ 建立通畅有效的指挥通讯网络。

2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作:

- ① 建立健全的应急反应的组织指挥系统

② 应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③ 应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④ 应急通讯联络

为确保本工程船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤ 应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.3-4。

表 8.3-4 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH 值、COD 和 DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 8.3-1。

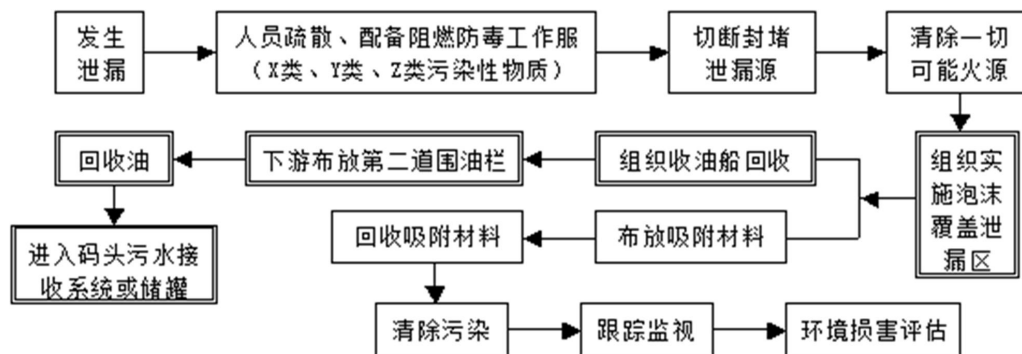


图 8.3-1 污染事故控制现场围控操作预案

4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

① 污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

② 应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③ 污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 8.3-2，事故应急反应工作流程见图 8.3-3。

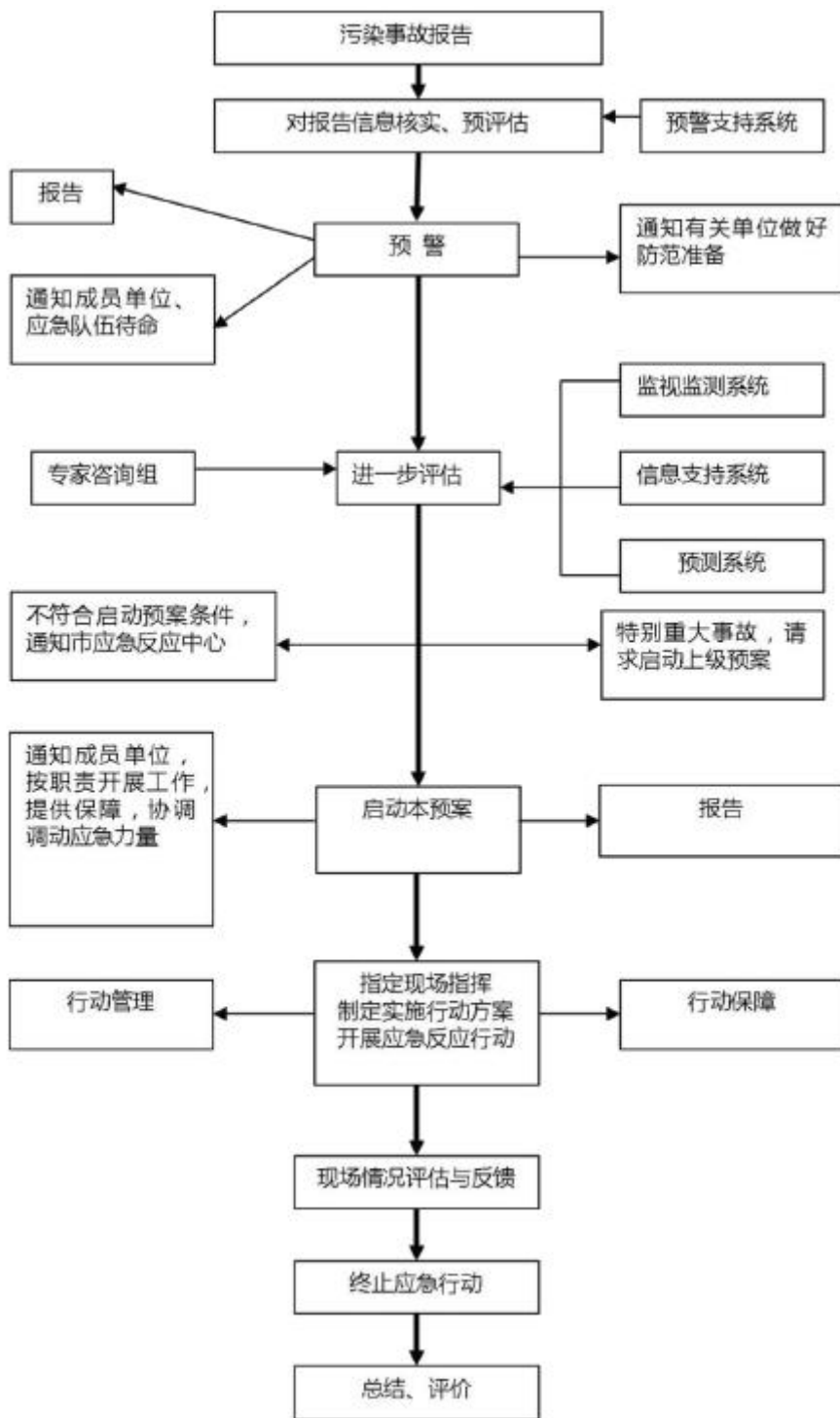


图 8.3-2 事故应急程序图

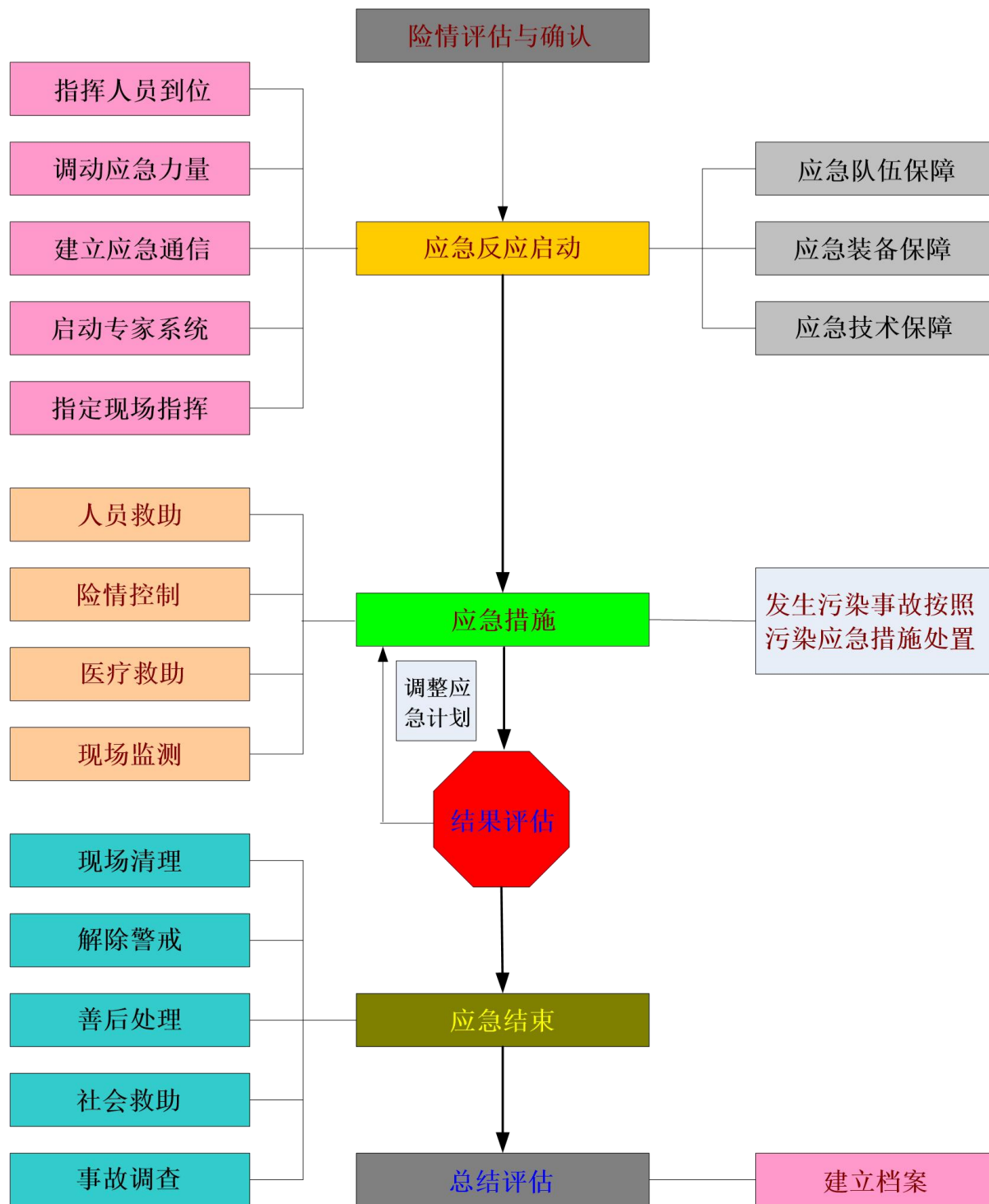


图 8.3-3 应急响应工作流程图

8.3.10 对赤潮的应急措施

赤潮灾害的预警与防灾减灾工作涉及海洋、渔业、环保、旅游、外事、卫生防疫和动植物检疫等各部门，根据上述赤潮分型分级标准，提出如下应急措施：

- 一级应急措施（红色预警色）

当对大众生命有强致害致死作用的有毒赤潮爆发时，启动一级应急措施：

①赤潮发生区域内的成立行政领导小组，协调各相关职能部门对赤潮毒素危害的监控和相关信息的及时准确发布；②成立一支由专业人员组成的赤潮监测队伍。对有毒赤潮进行跟踪监测和毒素的分析测定；③严格禁止赤潮海域的海产品捕捞和上市销售，做好养殖户的宣传教育工作，确定养殖区的关闭和重新开放时间；④对赤潮造成的鱼类死亡，要及时打捞、装船清运至陆域，采取相应措施，进行有效处置。严禁出售病死鱼。

- 二级应急措施（橙色预警色）

当对养殖鱼类有强致死作用的鱼毒赤潮爆发时，启动二级应急措施：①成立区域协调小组，对鱼毒赤潮可能的移动方向进行及时通报；②成立专业的赤潮监测队伍，进行赤潮的跟踪监测，并向养殖户传授相应的减少养殖损失的技术；③做好赤潮灾害损失的评估工作，以利灾后渔业生产的恢复；④建设单位要根据赤潮预报，采用有效防范措施，提前收网打捞，尽量减少养殖损失。

- 三级应急措施（黄色预警色）

当对近岸养殖生物有一定的致死致害作用的赤潮爆发时，启动三级应急措施：①政府组建专业的赤潮监测队伍进行赤潮的跟踪监测，及时通报赤潮生物种类的变化，注意赤潮水体中溶解氧的变化，②向养殖户传授相应的减轻赤潮危害技术；③建设单位要密切注意赤潮变化，收听、收看赤潮舆情预报。必要时提前收网打捞，减少养殖损失。

- 四级应急措施（绿色预警色）

当爆发赤潮的生物种类是对大众和养殖的水产品无毒无害时，启动四级应急措施：①政府组建专业的赤潮监测队伍进行赤潮的跟踪监测，及时通报赤潮生物种类的变化；②建设单位要密切注意赤潮变化，收听、收看赤潮舆情预报。

8.4 监督管理对策措施

海域使用监控与管理的主要目的是实现海域资源的合理开发利用，维护海域国家所有权和海域使用权人的合法权利，建立“有序、有度、有偿”的海域使用新秩序，实现海洋生态环境和海域资源的可持续利用。监控与管理的原则为：海域属于国家所有的原则，统一管理和部门分级管理相结合原则，鼓励开发利用发展经济的原则，海洋生态效益原则，可持续原则，综合效益原则。

8.4.1 监控目标

海域使用面积监控：海域使用范围和面积的监控是实现国有资源有偿、有度、有序使用的重要保障。加强海域使用范围和面积监控可以防止海域使用单位和个人采取少审批、多占海，非法占用海域资源；同时可以防止用海范围超出审批范围造成的海域资源不合理利用，造成海洋资源的浪费、环境的破坏以及引发用海矛盾等现象的发生。因此，进行项目用海的海域使用范围和面积监控是非常必要的。本项目为养殖整体用海，根据其用海性质及特点，海洋行政主管部门应在加强对海域使用范围、布局和面积进行审批和监控，确保项目具体用海单位严格按照确权的海域面积、范围进行有偿使用海域。其他类型的用海项目需单独开展海域使用论证方可使用。

海域使用用途监控：《海域使用管理法》第二十八条规定“海域使用权人不得擅自改变经批准的海域用途；确需改变的，应当在符合海洋功能区划的前提下，报原批准用海的人民政府批准。”海洋行政主管部门应当依法对海域使用的性质进行监督检查，发现违法者应当依据《海域使用管理法》第四十六条执行。海域使用权人不得擅自改变海域的用途，建议海洋行政主管部门采取定期、不定期，抽查与普查相结合的形式对具体用海范围和面积进行监控管理。重点监控工程施工方式和用海面积等是否符合用海申请，施工建设有无非法占用海域情况等，如发现有未经批准擅自改变海域用途或使用面积的违法行为，应当依据《海域使用管理法》的有关规定进行查处。

海域使用时间监控：《海域使用管理法》第二十九条规定“海域使用权期满，未申请续期或者申请续期未获批准的，海域使用权终止。”《海域使用管理法》第二十六条规定“海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。”本项目用海类型为开放式养殖用海，根据《海域使用管理法》第二十五条，海域使用权最高期限为 15 年。在批准的用海期限内使用该海域属于合法行为，超期限继续使用海域，属于非法用海行为。由于本项目为预先申请的集中用海，主要为简化将来实际养殖单位用海审批，将来海洋行政主管部门审批实际养殖单位用海时，可根据具体养殖项目的生产需要和本项目集中用海总体情况，确定其具体用海年限，但不得超过本项目所剩余用海期限。海洋行政主管部门应对批准后的具体用海时间期限进行有效监控，确定具体用海项目时间在批准的期限内，及时查处超期非法用海者，避免国家利益受到损害，以达到有效保护国家利益和其他用海者的合法权益。

8.4.2 海域使用管理、监控

海洋行政主管部门应定期对用海项目进行监控和管理，除核算用海面积、审批海域使用用途外，对海域使用资源的监控应主要以监测为主。本项目为开放式养殖项目，不改变海域的自然属性，项目建设对海洋环境影响影响可控。

8.4.2.1 规划用海审批管理措施与建议

本项目为海口市如意岛北侧海域的深水网箱养殖整体论证，在整体论证通过后，管理部门可依据整体论证报告对规划范围和养殖户（企业）的需求对其用海进行确权，减少了渔民使用海域开展养殖活动的行政成本和资金成本。但项目在用海审批前应加强审批与跟踪监管，保障用海权益；并加强与规划部门协调，减少对规划建设的新兴渔港的影响。

（1）建议严格按照规划养殖范围进行审批，平面布置图中预留的渔船通道严禁审批确权，确保渔船通行安全。

（2）规划养殖区内深水网箱养殖项目实施时，建议综合考虑用海单位（养殖户）的资金、建设规模等进行审批，对有能力的企业建议在规划区北侧开展大型深水网箱养殖，对于资金及养殖较差的企业和养殖户建议开展相对小型的深水网箱养殖和底播养殖。

（3）在审批时建议根据规划分区统筹管理，逐步审批用海，建议在确权海域时应预留部分海域用于养海和休海，轮换审批。

（4）审批用海后应加强对用海的监管，完善对投放的深水网箱定位监管，避免出现乱投、乱放的现象，避免出现占用其它单位确权海域的现象。此外还需加强对审批用海区网箱数量的管控，使其符合养殖的容量要求，确保养殖不会造成海水水质和生态环境严重的破坏。

8.4.3 生态用海管理措施

8.4.3.1 悬浮泥沙污染防治措施

本项目网箱水泥墩锚块投放作业过程中将产生悬浮泥沙，应采用先进的施工工艺和设备，选择海况好时间施工，以减小悬浮物的产生量和扩散范围；精确定位后再进行锚块投放，避免同一位置重复作业，减少悬浮泥沙产生数量。

8.4.3.2 水污染防治措施

（1）生活污水以有机类为主，水中污染物成分复杂，严禁直接排海。施工船舶上

设置污水收集罐，全部收集上岸处理，不排海。

(2) 严格管理施工船舶、施工机械和运营期作业船舶，严禁船舶带“病”作业，严禁油料泄漏或倾倒废油料，严禁船舶向水域排放未经处理的机舱水。施工船舶应设置船舶生活污水和含油污水收集器，施工船舶生活污水和含油废水经收集后，采用污水蠕动泵和便携式铝软管泵送至油污水接收装置，委托船舶污染物接收单位接收处理。半潜式养殖平台餐饮废水经收集后交由有资质的单位接收处理。各养殖单位应加强油污水处理过程的监管，前期应与有资质的含油废水处理单位签订协议，明确含油废水处理单位；施工期船舶上应设置有专门的含油废水收集器，需处置的含油废水转运时应签订接单单，并应由船舶业主及处置单位签字。各养殖单位应将含油废水处理过程中的各项目文件存档，以备环保部门检查。建议养殖单位在确定含油废水处理单位后，将所签订的处置协议送至环保部门（水科）备案，并接受水科的检查。

(3) 机械设备发生作业操作性或事故性的残油、洗涤油应及时盛接，再交由船舶污染物接收单位到岸上处理。

(4) 运营期业主单位要根据水域情况及养殖容量进行调查研究，合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，优化养殖环境，使水域保持良好环境。

(5) 运营期各申请用海单位或个体需采用防污网衣，勤洗网、换网，保持网箱养殖区水流畅通。

(6) 控制养殖密度，优化饵料营养组成，科学选择投喂方式，提高饵料利用率，尽量避免饵料过剩和流失，保障养殖区及邻近海域水体环境处于良好状况。

表 8.4-1 水污染环保设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	含油污水	船舶机舱含油污水	油水分离器	油水分离器 1 台/艘	交由船舶污染物接收单位处理	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，定期清理，或委托专业机构进行
	生活污水	船舶生活污水	船舶污水收集罐	污水收集罐 1 个/艘		施工船舶	
运营期	含油污水	船舶机舱含油污水	油污收集罐	油污收集罐 1 个/艘，0.5m ³	交由船舶污染物接收单位处理	运营工作船舶	建设单位可委托专业机构负责建设和管理
	生活污水	养殖人员生活污水	污水收集罐	污水收集罐 1 个/艘，0.5m ³	交由船舶污染物接收单位处理	运营工作船舶	

餐饮 废水	半潜式养殖平台 餐饮废水	污水收集 罐	污水收集罐 1 个/艘	收集后交由有 资质的单位接 收处理	运营期半 潜式养殖 平台	
----------	-----------------	-----------	----------------	-------------------------	--------------------	--

8.4.3.3 固体废物污染防治措施

(1) 船舶上设置固体废物收集箱，工作人员生活垃圾放入收集箱中，委托船舶污染物接收单位进行妥善处理。

(2) 宣传垃圾袋装化，减少一次性餐具和塑料袋的使用。

(3) 定期清理网箱养殖区养殖饵料残余及海底表层沉积物，可采用喷流曝气装置把溶氧丰富的表层水向水底喷射，通过向底层水供给氧气和翻动表层泥使有机污泥扩散、分解，减少底质中的有机物，减轻养殖区底质污染。由于喷射作用，延长了底泥中的有机物在海水中的悬浮时间，使悬浮有机物从网箱流出。

(4) 若发现网箱出现死鱼，及时捞出，收集上岸及时无害化处置。

表 8.4-2 固体废物污染环境设施和对策措施一览表

阶段	污染物	污染物排放	环保设备	规模及数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	运行机制
施工期	生活垃圾	船舶生活垃圾	垃圾桶	1 个/艘，共 5 个	委托船舶污染物接收单位进行妥善处理。	施工船舶	施工单位设兼职环境管理人员负责，定期清理，或委托专业机构进行
		陆域生活垃圾	垃圾桶	5 个	委托环卫部门清运。	施工场地	
	生产垃圾	施工船舶产生的残油、废油等危险废物	残油、废油收集罐	1 个/艘，共 5 个	统一交由有危险废物处理资质的单位将其安全处置。	施工船舶	
运营期	生活垃圾	船舶生活垃圾	垃圾桶	1 个/艘，共 28 个	委托船舶污染物接收单位进行妥善处理	船舶	建设单位可委托专业机构负责建设和管理
	养殖固废	死鱼	收集桶	每个养殖区配 4 个，共 40 个	收集上岸及时无害化处置	网箱养殖区	
	危险废物	船舶危险废物	残油、废油收集罐	船舶上配备	委托船舶污染物接收单位进行妥善处理。	工作船	

8.4.3.4 建设项目各阶段的生态保护对策措施

(1) 合理规划和布局。对网箱养殖环境中的营养负荷、耗氧进行量化的研究，最终确定水体的养殖容量，以便科学规划养殖水面，特别要合理确定网围、网箱面积、网箱密度等，加强养殖区附近海域的水环境监测，实现对养殖水体的可持续利用。

(2) 优化养殖环境。在养殖过程中，必须保持养殖水域的良好环境。如使用防污网衣，勤洗网、换网，以减少网衣附着生物的危害。保持网箱为水流畅通良好的环境。禁止各种生活垃圾直接排入养殖水域，及时收集、清运生活垃圾。

(3) 优化饵料营养组成及投喂方式。由于大多数水产养殖废物来自饲料，要降低由此而产生的废物应注意饲料营养成分和投喂方式。根据海南省地方标准《卵形鲳鲹抗风浪深水网箱养殖技术规程》(DB46/T195-2010)，饲料应选用卵形鲳鲹专用膨化颗粒饲料，其粗蛋白含量不低于 40%，赖氨酸含量不低于 20%，总磷不低于 1.5%，粗脂肪不低于 3.0%，钙不高于 4.6%，粒径为 1.5 mm、2 mm 和 3 mm，质量符合 NY 5072 的规定。对于投喂来讲，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，仔细地监控食物摄入是非常重要的。购买能在水中暂时不沉并保持一定时间悬浮状态的颗粒饵料，使投喂的饵料大部分都能被鱼吃掉，不致于浪费和沉到水底淤积。。

(4) 运营期各养殖用海单位或个体定期维修检查作业船只，防止可能出现的跑、冒、滴、漏对生态环境的破坏。

(5) 业主单位和养殖单位密切关注深水网箱养殖的行业最新动态，鼓励养殖单位或个人积极采纳新技术、新方法防治养殖自身污染和水体污染。

8.4.3.5 养殖污染防治措施

海水养殖对海洋环境的影响主要是导致水体各种理化因子的改变和底质环境污染的恶化。其原因主要是：放养密度不合理，养殖生物的排泄物、残饵长期积累超过环境的承受力；长期喂养过程将使得局部水域海水中氮、磷元素增加，透明度下降，水体富营养化加重。为减轻项目养殖对附近海域水质、沉积物等环境的影响，本报告提出如下防范措施：

(1) 科学配方、合理投饵

从优化饵料营养结构及投喂方式来看，由于大多数水产养殖废物来自饵料，要降低由此产生的废物应注意饲料营养成分和喂养方式。易消化的碳水化合物的加入将会提高蛋白质利用率，通过选择饲料所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中 N 的排泄。此外，选择合理投饵方式，跟踪、监控食物摄入，确定适宜的投饵量，减少残饵和散饵的数量，减少饲料损失，从而减少对海洋环境的影响。

对于提高投饵效果的措施，本报告建议：一是遇到风浪大、水流急、水质浑浊时，适当减少投饵量；二是水温剧降，阴天无风，溶解氧降低时，减少投饵量；三是养殖后

期，水温下降，鱼群常不浮出水面时，投饵量不宜过多；四是换网当天不投饵，次日投饵量也应适当减少；五是定量分次投饵，鱼不浮出水面集群摄食时，暂不投饵；六是成鱼起捕前一天，停止投饵。

（2）发展生态养殖、改善养殖环境

利用生物学技术是在生态系统各营养级上选择和培育有益和高效的生物种类，可作为饲料或调控水质。目前采用的技术有混养一些滤食性生物、增加光合细菌、培养大型海藻等。适当在养殖区海域放养部分滤食生物，如扇贝、牡蛎等，可滤食浮游生物，对浮游生物有下行效应的作用，使得养殖水体水质得到改善。投放光合细菌可分解沉积到表面底泥的残饵、生物粪便中的有机物，加速物质循环，改善养殖环境。此外，在养殖区海域养殖一些大型藻类可吸收水中溶解氧的无机盐，降低养殖水体的营养负荷。因此，选择合理的养殖方法，可降低养殖对周边海域环境的影响。

（3）改善饵料质量

由于网箱养殖产生的废物大多数来自饵料，所以要降低由此产生的废物，首先应改善饵料的质量和投饵技术。人工配合饲料的研制和开发已成为当今水产养殖的重要问题，改进投饵技术可减少饲料的浪费，如根据养殖品种，在生长过程中，按水温、溶氧、季节变化、鱼体重随时调整投饵率和投饵量，以及投饵次数和时间；另外，增加颗粒饵料的稳定性，投喂适口饵料等也可增加饵料的利用率；对饵料过筛可防止粉末饵料在水中流失造成污染。

（4）大力加强宣传教育

大力加强宣传教育，提高养殖户的环境保护意识，使之自觉降低网箱养鱼的固废和生活垃圾污染，主动配合渔业管理有关部门的要求控制网箱规模；强化环境管理和流域的综合治理，完善渔业管理工作，对违反水体保护规定的行为进行处罚，争取把末端治理转为源头防治，从根源上避免对水环境的不利影响，实现可持续发展。

建议渔业管理部门加强养殖技术宣传，建议安排海口市的农业技术人员开展驻村工作或定期养殖技术讲座等方式对养殖户进行技术培训，提高养殖户的养殖技术水平。

8.4.4 跟踪监测

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握项目周围海域的环境变化情况，为本项目的环境管理提供科学依据。根据项目特点，本项目环境跟踪监测环境监测包括施工期和营运期环境监测。根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术

规程》制订本项目的环境监测计划。

8.4.3.1 施工期海洋环境跟踪监测计划

(1) 水质环境监测

① 监测站位：共布设 11 个水质调查站位，其中规划养殖区周边布设 3 个调查站位，详细坐标见表 8.4-3 和图 8.4-1。

② 监测项目：pH、DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、总磷、总氮和粪大肠菌群。

③ 监测频率：施工期进行一次监测，施工结束后进行一次监测。

(2) 沉积物监测

① 监测站位：选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9、10、11 号站位，共 8 个调查站位。

② 监测项目：石油类、有机碳、硫化物、总磷、总氮。

③ 监测频率：施工期进行一次监测，施工结束后进行一次监测。

(3) 生态监测

① 监测站位：取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9、10、11 号站位，共 8 个调查站位。

② 监测项目：浮游动物、浮游植物、底栖生物、鱼卵仔鱼。

③ 监测频率：施工期进行一次监测，施工结束后进行一次监测。

(4) 完成单位

建设单位以有偿服务的方式，委托有资质的监测部门实施监测计划。

表 8.4-3 水质、沉积物和生态环境监测站位

站号	经度(E)	纬度(N)	调查内容
1	110.414650200	20.157262853	水质、沉积物、生态
2	110.413276909	20.133573583	水质
3	110.412933586	20.103876165	水质、沉积物、生态
4	110.452244042	20.158292822	水质
5	110.451557396	20.133401922	水质、沉积物、生态
6	110.455333947	20.107481054	水质、沉积物、生态
7	110.491897820	20.157777837	水质、沉积物、生态
8	110.491897820	20.133745245	水质
9	110.493957756	20.110914282	水质、沉积物、生态
10	110.431644677	20.133058599	水质、沉积物、生态
11	110.472328423	20.133401922	水质、沉积物、生态



图 8.4-1 项目跟踪监测调查站位及调查剖面布置图

8.4.3.2 运营期海洋环境跟踪监测计划

(1) 水质环境监测

① 监测站位：共布设 11 个水质调查站位，其中规划养殖区周边布设 3 个调查站位，详细坐标见表 8.4-3 和图 8.4-1。

② 监测项目：pH、DO、COD、SS、石油类、无机氮、活性磷酸盐、总磷、总氮和粪大肠菌群。

③ 监测频率：每年进行一次监测，如遇赤潮、污染事件等加密监测。可在 2 年后做一次后评估监测，分析项目建设对海洋环境的影响。

(2) 沉积物监测

① 站位站位：选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9、10、11 号站位，共 8 个调查站位。

② 监测项目：石油类、有机碳、硫化物、总磷、总氮。

③ 监测频率：与水质监测同步。

(3) 生态监测

① 监测站位：选取水质监测站位中的 1、3、5、6、7、9、10、11 号站位，共 8 个调查站位。

② 监测项目：浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼。

③ 监测频率：与水质监测同步。

(4) 执行单位和监督单位

通过实施运营期的环境监测计划，全面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它用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，制定必要的工程补救措施或环保措施。运营期监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地环境保护行政主管部门进行监督指导。监测单位应编制监测报告报送项目环境管理办公室及环境保护行政主管部门。

9 结论与建议

9.1 项目基本概况

本项目拟在海口市如意岛北侧海域的海南岛近海农业区内规划“海口市美兰区养殖用海项目”，项目为政府预先开展的深水网箱养殖集中用海规划及论证，便于简化用海审批手续，提高海域使用效率和效益。

本项目规划海域整体呈矩形布置，总规划养殖区共设置投放C80及以下、C100及以上各类口径尺寸HDPE网箱206口，半潜式智能化养殖网箱平台12艘，养殖区之间设置船只公共通道，总规划用海面积805.2688公顷。

海口市美兰区养殖用海内根据水深和网箱类型共划分3个区，分别为A区、B区和C区，A区位于北侧，南北长600m，东西宽6069m，设置6个用海区块，规划用海面积364.1400公顷，用海区块之间留有55~145m宽通道水域，共布置12艘半潜式深海网箱平台，B区位于西南侧，南北长830m，东西宽3222m，设置3个用海区块，规划用海面积267.4675公顷，用海区块之间留有50m的通道水域，共布设110口C100及以上浮式圆形深水养殖网箱；C区位于东南侧，南北长830m，东西宽1993m，设置2个用海区块，规划用海面积173.6613公顷，共布设96口C80及以下浮式圆形深水养殖网箱。

工程总工期计划约为14个月，但实际上本项目用海为整体规划用海，具体施工工期由将来实际的单个养殖单位根据其申请用海面积及养殖规模确定。

本项目估算总投资为48821万元，其中工程费用为36283万元，其他费用为9344万元，预留费用为3194万元。

根据规划设计方案，依据宗海图编绘要求，最终确定海口市美兰区养殖用海项目整体申请用海面积为805.2040公顷。整体论证后，可根据当地养殖户的需求划分用海并分别确权。为保障规划用海可长期、持续使用，规划申请用海年限为15年。

9.2 项目用海必要性结论

项目建设有利于拓展养殖空间，推动海水养殖可持续发展，项目建设是利用优势资源发展海水养殖业、发展地区经济的需要，是海口市渔业产业结构调整与升级的需要，是促进当地渔民转产转业、促进社会和谐发展的需要。

本项目将适宜开展深水网箱的海域进行规划并开展海域使用论证，通过对海域的使规划，可避免养殖户无序申请用海导致的环境污染和资源浪费，达到了集约、节约用海的目的。同时，海口市如意岛北侧海域潮流畅通，水质优良，温度适中，海面宽阔，水

体交换条件好,有利于深水网箱养殖产业发展,有利于优化渔业生产力结构、促进当地渔民转产转业。因此,为保障渔民转产专业,达到养殖向深海走的目标,项目占用海域是必要的。

综上所述,本项目建设和用海是必要的。

9.3 项目用海资源环境影响分析结论

(1) 对水动力环境影响分析结论

根据数模结果,在本项目工程用海区域,涨潮时,潮流主要是由东向西流动,涨急最大流速在 100cm/s 左右;落潮时,潮流主要是由西向东流动,落急最大流速在 123cm/s 左右。

对比网箱投放前后潮流场的变化发现,涨急时刻,项目工程南侧海域潮流流速增大,流速增大幅度最大为 1.7cm/s,项目工程用海区域及其西侧海域潮流流速减小,减小幅度最大为-4.9cm/s,流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程西侧最远处距离项目工程用海区域 5.1km;落急时刻,项目工程南侧海域潮流流速增大,流速增大幅度最大为 1.3cm/s,项目工程用海区域及其东西两侧海域潮流流速减小,其中项目工程东侧海域流速变化大于西侧海域流速变化,减小幅度最大为-5.7cm/s,流速变化幅度大于 1cm/s 的区域在本项目工程东侧和西侧最远处距离项目工程用海区域分别为 2.5km 和 0.1km。

总体来说,本项目工程的实施后,项目工程用海区域的潮流流速变化最大值为 5.7cm/s,流速变化大于 1cm/s 的范围最大为 5.1km。因此,由于本项目用海区域潮流流速较大,本项目工程的实施,对项目用海区域的潮流有一定的影响,但影响相对不大。

(2) 对水质环境影响分析结论

根据数模结果,由于项目工程用海区域水深较深,潮流流速较大,并且悬浮泥沙源强较小,悬浮泥沙稀释扩散较快,故而悬浮泥沙浓度低于 10mg/L,没有水质超标。

运营期,叠加本地值后的 COD 浓度最大值为 0.54915mg/L<2mg/L,总氮浓度最大值为 0.07635mg/L<0.2mg/L,总磷浓度增量最大值为 0.0075mg/L<0.015mg/L。即叠加本底值后仍符合一类海水水质标准。

因此,本项目运营期间,网箱养殖排污对海域水质环境的影响较小。

(3) 对沉积物环境影响分析结论

施工期产生的悬浮物、生活污水、含油污水以及固废不会对海洋沉积物造成明显影响。营运期内由于本项目计划投放网箱数量相对较多,在人工饵料、鱼类排泄物等综合

因素作用下，将会造成养殖区域内“海底上升”，对养殖区域内的沉积物环境造成一定影响。

(4) 对生态、资源环境影响分析结论

① 本项目申请用海总面积为 805.2040 公顷，即占用海洋空间资源 805.2040 公顷，为排他性占用。项目不占用岸线。

② 初步估算，本项目实施产生的生物经济补偿额为 0.35 万元。

③ 项目用海会给海南岛近海农渔业区及附近海域水质环境带来一定不利影响，运营期必须控制好养殖规模，提高养殖技术和管理水平，如使用新型配合饲料、改进投喂技术、控制化学药品使用、分区域逐步开放等；做好日常环境监控与管理；建立健全养殖渔场赤潮监测、预警及预报体系等。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据利益相关者分析结论，项目涉及的利益相关者为当地渔民、海口市休闲渔业开发管理有限公司、海南富圆投资有限公司、渔港管理部门、海事管理部门等。

本报告第五章针对上述利益相关者和协调部门提出了可行的协调措施。在做好利益协调、取得相应的协调意见的基础上，项目用海与周边用海是可协调的。

9.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析结论

根据《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇，项目位置所在海洋功能区为海南岛近海农业区。项目符合《海南省总体规划(空间类 2015-2030)》海洋功能区划和海岛保护专篇。

项目用海符合《产业结构调整指导目录(2019 年本)》《海南自由贸易港鼓励类产业目录(2020 年本)》《海南省海洋主体功能区规划》《海口市总体规划(空间类 2015-2030)》《海口市国土空间规划海洋空间专题报告(2020-2035 年)》《海口市养殖水域滩涂规划(修编)(2020-2030 年)》、海南省生态保护红线和海口市“三线一单”等相关规划。

9.6 项目用海合理性分析结论

(1) 项目选址合理性结论

本项目用海选址区位和社会条件能满足项目建设和运营的要求。用海选址的水流、水深、风浪、底质和水质等自然环境和生态环境满足深水网箱养殖和其他开放式养殖活动的要求。项目用海可采取有效措施避免潜在的，重大的安全和环境风险。项目用海选址与周边其他用海活动没有功能冲突，与周边其他用海活动可协调，项目用海不存在潜

在的、重大的安全风险。

(2) 项目平面布置与用海方式合理

为减少项目用海对周边海域的影响，维护水道畅通，降低养殖密度和公共航道需要，对用海进行合理划定，避免海域空间资源浪费，体现了集约、节约用海的原则；项目建设对周边海域水动力及冲淤环境的影响较小；“网格式”的集中布置方式有利于减少项目用海施工期悬浮泥沙影响和对底栖生物的影响，有利于生态和环境的保护。

项目用海方式为开放式养殖，用海方式不改变海域自然属性，是对环境影响最小的一种用海方式，有利于维护海域基本功能，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，不占用自然岸线，有利于保护和保全区域海洋生态系统。

因此，项目平面布置与用海方式是合理的。

(4) 项目用海面积合理

海口市美兰区养殖用海项目整体可确权用海总面积为 805.2040 公顷，不同用海区块的面积为 42.0264 公顷~73.7740 公顷不等。审批部门可根据养殖户需求在规划养殖区内审批海域。项目用海面积量算符合《海籍调查规范》和《海域使用面积测量规范》。项目用海方案是多次优化调整的结果，用海面积不能减少。项目用海面积合理。

(5) 项目用海期限合理

本项目申请用海期限为 15 年，与海域法管理规定相符合，海洋行政主管部门审批实际养殖单位用海时，可根据养殖项目的生产需要和本项目集中用海总体情况，确定其具体用海年限，但不得超过本项目 15 年的用海期限。

9.7 项目用海可行性结论

综上所述，项目用海对促进海口市渔业产业结构调整，带动当地渔民集中转产转业，提高海域资源利用率有着重要的意义，项目建设及用海是必要的。

项目用海符合海洋功能区划和相关规划，项目用海选址适宜，与相关利益者可以协调，在采取控制规模、科学投饵、适当的环保措施和立体养殖等措施后，对海域资源、环境的影响较小。在切实落实本报告提出的风险防范措施、利益协调措施及海域使用对策措施的前提下，项目用海是可行的。

9.8 建议

(1) 建议海洋主管部门在审批本项目具体养殖用海时，合理控制规模，分区逐步审批，以减小项目用海对海洋生态环境的影响；设置休海制度，间隔批复，保证海域

可修养生息。

(2) 建议相关部门加强用海区水质、沉积物环境和赤潮生物等跟踪监测，根据环境监测结果调整养殖规模。

(3) 半潜式养殖平台和养殖网箱对通航安全有一定影响，建议规划用海单位委托相关单位编制通航安全保障方案。

(4) 施工与运营期间对附近渔港的渔船做好宣传工作，保障规划的渔船通道安全，避免影响渔船正常进出港。

(5) 加强对饵料的管理，建议采用无公害饵料，采用科学投喂方式，减少残饵发生量。

(6) 加强与科研机构和技术单位的合作，聘请相关科研机构和技术专家指导网箱的设计及安装，提高设施技术含量。同时，积极开展相关技术培训，提高从业人员安全意识和技术水平。

(7) 建议海口市政府部门应综合考虑网箱养殖的需求，尽早协作解决养殖所需的配套场地及码头事宜，便于应对大规模深海养殖活动的开展。