

专题编号	专题研究2-9
版次	0
密级	

平陆运河

海域使用论证报告书

(公示稿)

 黄河勘测规划设计研究院有限公司

辰源海洋科技(广东)有限公司

2022年5月



平陆运河

海域使用论证报告书

郑重声明


黄河勘测规划设计研究院有限公司拥有本报告的知识产权。其他单位和个人未经许可，不得翻印、传播或他用，否则我公司保留追究其法律责任的权利。



黄河勘测规划设计研究院有限公司

Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd.

论证报告编制信用信息表

论证报告编号		4507022022000442	
论证报告所属项目名称		平陆运河	
一、编制单位基本情况			
单位名称		辰源海洋科技（广东）有限公司	
统一社会信用代码		91440101MA5CX5RN0W	
法定代表人		曹玲珑	
联系人		张平	
联系人手机		13760840556	
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
蒋啸	BH000702	论证项目负责人	蒋啸
蒋啸	BH000702	1. 概述 2. 项目用海基本情况 3. 项目所在海域概况 8. 海域使用对策措施	蒋啸
林伟龙	BH001226	4. 项目用海资源环境影响分析 6. 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析 9. 结论与建议	林伟龙
张平	BH002144	5. 海域开发利用协调分析 7. 项目用海合理性分析 10. 报告其他内容	张平
<p>本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。</p> <p style="text-align: center;">承诺主体(公章)</p> <div style="text-align: center;">  <p>2022年5月5日</p> </div>			



编号: 50612019163214

统一社会信用代码

91440101MA5CXS8N2W

营业执照



名称: 广东陆运平陆运有限公司
 类型: 有限责任公司(自然人投资或控股)
 法定代表人: 曹建斌
 经营范围: 专业技术服务(依法须经批准的项目,经相关部门批准后方可开展经营活动); 公示平台查询, 网址: <http://credit.gd.gov.cn/>; 依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动。)

注册资本: 壹仟万元 (人民币)
 成立日期: 2019年08月15日
 营业期限: 2019年08月15日至长期
 住所: 广州市海珠区新港西路135号大院中大科技园A座自编号808, 809室 (仅限办公)

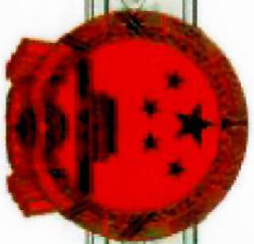


登记机关

2020年09月18日

国家市场监督管理总局监制

国家企业信用信息公示系统网址: <http://www.gsxt.gov.cn/>



乙级测绘资质证书 (副本)

专业类别: 乙级: 工程测量、海洋测绘、界线与不动产测绘。***

单位名称: 康源海洋科技(广东)有限公司

注册地址: 广东省广州市海珠区港西路135号大院中大蒲园区628栋中大

法定代表人: 曹玲瓏

证书编号: 乙测资字44510696

有效期至: 2027年1月17日

发证机关 (印章)

2022年1月18日



No.021651

中华人民共和国自然资源部监制

项目名称：平陆运河

建设单位：广西壮族自治区交通运输厅

委托单位：黄河勘测规划设计研究院有限公司

论证单位：辰源海洋科技（广东）有限公司

目 录

1	概述	1
1.1	项目由来	1
1.2	编制依据	2
1.3	论证工作等级和范围	5
1.4	论证重点	6
2	项目用海基本情况	8
2.1	项目建设内容	8
2.2	项目用海方案	9
2.3	项目施工工艺及进度	18
2.4	土石方平衡	20
2.5	项目申请用海情况	21
2.6	项目用海必要性	22
3	项目所在海域概况	27
3.1	自然环境概况	27
3.2	海洋环境概况	52
3.3	自然资源概况	106
3.4	开发利用现状	111
4	项目用海资源环境影响分析	128
4.1	项目用海环境影响分析	128
4.2	项目用海生态环境影响分析	140
4.3	项目用海资源环境影响分析	146
4.4	防洪影响分析	149
4.5	项目用海风险分析	150
5	海域开发利用协调分析	169
5.1	项目用海对海域开发活动的影响	169
5.2	利益相关者界定	173
5.3	利益相关者协调分析	174
5.4	项目用海对国防安全和海洋权益影响	179
6	项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析	180
6.1	《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》符合性分析	180
6.2	《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》符合性分析	187
6.3	《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》符合性分析	189
6.4	与相关规划符合性分析	196
7	项目用海合理性分析	206
7.1	用海选址合理性分析	206
7.2	用海方式和平面布置合理性分析	213
7.3	用海面积合理性分析	215
7.4	用海期限合理性分析	223
8	海域使用对策措施	224
8.1	区划实施对策措施	224
8.2	开发协调对策措施	225
8.3	风险防范对策措施	225

8.4	监督管理对策措施	230
9	生态用海分析	232
9.1	产业准入符合性分析	232
9.2	污染物排放与控制	232
9.3	生态保护与修复	234
9.4	跟踪监测及评估	239
10	结论与建议	245
10.1	结论	245
10.2	建议	248

1 概述

1.1 项目由来

平陆运河直接沟通西江和钦江水系，规划全长约 140km，起点位于南宁市下游横县西津水库沙坪河口，经平塘村沿河南下，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经陆屋镇入钦江南下进入北部湾钦州港出海，是一条通江达海的水运通道。

近年来，平陆运河开发的条件逐步成熟，面临重大机遇。十九大报告提出建设交通强国，国家致力于建设现代化高质量综合立体交通网络，内河水运高质量发展有较大空间，西江中上游航道整治已形成一定基础，为平陆运河融入西江内河航运体系创造了条件；国家新一轮对外开放有序推进，构建陆海联动、东西互济的全方位对外开放新格局，平陆运河是西部陆海新通道建设的重要载体，是西部地区全方位对外开放的重要通道；随着西部大开发、区域协调发展、乡村振兴等国家战略的实施，包括广西在内的广大西部地区经济社会发展连续多年保持较高增速，货运需求快速释放，未来较长一段时期内，西部地区经济社会仍有较大发展空间，适水物资运输需求将进一步释放，对广西新出海口建设需求愈发迫切；国家赋予广西“三大定位”新使命，广西大力发展向海经济、融入粤港澳大湾区，平陆运河建设也关乎广西发展的长远大计，是广西实现发展目标不可或缺的重要支撑。

国家、自治区级多个规划都将推进平陆运河开发建设列为重点内容，2013 年国务院（国函〔2013〕37 号）批复的《珠江流域综合规划（2012-2030 年）》明确了平陆运河相关内容；2017 年 12 月广西壮族自治区人民政府办公厅印发的《西部大开发“十三五”规划广西实施方案》（桂政办发〔2017〕179 号）明确要求研究推进平陆运河建设；2019 年 8 月国家发展改革委印发的《西部陆海新通道总体规划》提出推进沟通广西西江至北部湾港的平陆运河研究论证；交通运输部 2020 年 5 月印发的《内河航运发展纲要》（交规划发〔2020〕54 号）中也明确：“打通南北向跨流域水运大通道，建设新大运河，统筹推进长江、珠江、淮河等主要水系间的京杭运河黄河以北段复航工程以及平陆运河等运河沟通工程，形成京杭运河、江淮干线、浙赣粤通道、汉湘桂通道纵向走廊”。2020 年 6 月交通运输部等联合印发的《关于珠江水运助力粤港澳大湾区建设的实施意见》中明

确提出：“推进湘桂运河、赣粤运河研究论证，开工建设平陆运河，形成干支衔接、区域成网、江海贯通、连接港澳、沟通水系的高等级航道网络”。

多年来，广西壮族自治区党委和政府非常关注平陆运河规划研究工作，多次组织科研单位对平陆运河开展系列基础性研究，积累了一定的工作基础。2019年，广西壮族自治区交通运输厅组织开展平陆运河重大专项技术研究工作，具体内容包括平陆运河航运规划、总体线路及梯级布置方案研究、水资源综合利用研究、入海口航道及江海联运港区通航关键技术研究、通航技术标准与通航船型研究等1个规划+5个专题研究工作，各项研究成果已于2020年12月初通过自治区交通运输厅组织的验收。

根据广西壮族自治区党委和政府的工作部署，由广西壮族自治区交通运输厅牵头推进平陆运河项目立项相关工作。根据《中华人民共和国海域使用管理法》等法律法规要求，本项目应进行海域使用论证。

受广西壮族自治区交通运输厅委托，黄河勘测规划设计研究院有限公司和辰源海洋科技（广东）有限公司承接了平陆运河涉海段的海域使用论证工作。论证工作将按照相关法律法规，并根据《海域使用论证技术导则（2010年）》，在结合本项目工程可行性研究报告、查清项目所在海域及毗邻区域自然环境、资源及产业布局等背景资料的基础上，分析用海的适宜性、合理性及利益相关者协调分析，预测项目用海对海域资源、环境与海洋功能区的影响程度等，根据这些工作成果编制了《平陆运河海域使用论证报告书》。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

(1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，主席令第61号，2002年1月施行；

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

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

(4) 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021年9月施

行；

(5)《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修订；

(6)《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，2017年3月1日第二次修订；

(7)《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院，国务院令第167号，2017年10月修订；

(8)《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》，国务院办公厅，国办发〔2002〕36号，2002.7.6；

(9)《海域使用权管理规定》，国家海洋局，国海发〔2006〕27号，2007年1月1日；

(10)《全国海洋功能区划（2011-2020年）》，国家海洋局，2012年4月；

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

(12)《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，交通运输部令2019年第2号，2019.05.01；

(13)《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，自然资源部，2020年12月

(14)《广西海洋生态红线划定方案》，广西壮族自治区人民政府，桂政函〔2017〕233号，2017年12月6日。

(15)《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，国务院2012年10月10日批复（国函〔2012〕166号），批复之日施行；

(16)《广西壮族自治区海洋环境保护条例》，2013年11月28日由广西壮族自治区第十二届人民代表大会常务委员会第七次会议通过，自2014年2月1日起施行；

(17)《广西壮族自治区海域使用管理条例》，自治区十二届人大常委会第二十次会议表决，2016年3月1日起正式施行；

(18)《广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016-2025）》，广西壮族自治区海洋和渔业厅、广西壮族自治区环境保护厅，2017年8月；

(19)《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，桂政发〔2018〕23号，2018年4月；

(20)《广西壮族自治区海洋生态补偿管理办法》，自治区十三届人民政府第40次常务会议审议通过，2019年10月9日施行；

(21)《广西壮族自治区湿地保护条例》

(22)《广西壮族自治区红树林资源保护条例》

(23)《广西红树林资源保护规划（2020~2030年）》

(24)《钦州市城市总体规划》

1.2.2 技术标准和规范

(1)《海域使用论证技术导则》（国海发〔2010〕22号，2010）；

(2)《海域使用分类》，国家海洋局，HY/T123-2009，2009.5.1；

(3)《海港水文规范》，交通运输部，JTS145-2-2013，2013.4.1；

(4)《海港总体设计规范》，交通运输部，JTS165-2013，2014.1.1；

(5)《全球定位系统（GPS）测量规范》，国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会，GB/T18314-2009，2009.6.1；

(6)《中国海图图式》，国家质量技术监督局，GB12319-1998，1999.5.1；

(7)《海洋工程地形测量规范》，国家质量技术监督局，GB/T17501-2017，2018.5.1；

(8)《宗海图编绘技术规范》，中华人民共和国自然资源部，HY/T251-2018，2018.11.01；

(9)《海籍调查规范》，国家海洋局，HY/T124-2009，2009.5.1；

(10)《海洋调查规范》，国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会，GB/T12763-2007，2008.2.1；

(11)《海洋监测规范》，国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会，GB17378-2007，2008.5.1；

(12)《疏浚与吹填工程设计规范》，交通部，JTS181-5-2012；

(13)《海水水质标准》，GB3097-1997，1998.7.1；

(14)《海洋沉积物质量》，GB18668-2002，2002.10.1；

(15)《海洋生物质量》，GB18421-2001，2002.3.1；

(16)《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，农业部，SC/T9110-2007，2008.3.1；

(17)《中国地震动参数区划图》，GB 18306—2001；

(18)《环境影响评价技术导则——生态影响》，HJ 19-2011；

(19)《建设项目环境影响技术评估导则》，HJ 616-2011；

1.3 论证工作等级和范围

1.3.1 论证等级

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》《海域使用分类》，本项目海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的航道用海和锚地用海（二级类），用海方式为开放式用海中的专用航道、锚地及其他开放式用海。

本项目航道从 G75 兰海高速钦江大桥至终点处涉及海域，用海规模长度约为 22km，确定论证等级为一级。

本项目锚地一与锚地二不属于危险品锚地，确定论证等级为三级。

依据《海域使用论证技术导则》中对海域使用论证等级“就高不就低”的规定（具体判定依据见表 1.3-1），确定本项目论证工作等级定为一**级**。

表 1.3.1-1 论证等级识别情况

一级用海方式	二级用海方式		用海规模	所在海域特征	论证等级
开放式用海	航道		长度 \geq 10km	所有海域	一
			长度 $<$ 10km	所有海域	二
	锚地	危险品锚地	所有规模	所有海域	二
		其他锚地	所有规模	所有海域	三

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》的要求，论证范围要求覆盖项目用海可能影响到的全部区域，线型用海工程项目用海的论证范围划定，一级论证每侧向外扩展 5km，二级论证 3km。本项目为一级论证，按照导则要求，每侧向外扩展 5km。论证范围图如下图 1.3.2-1：

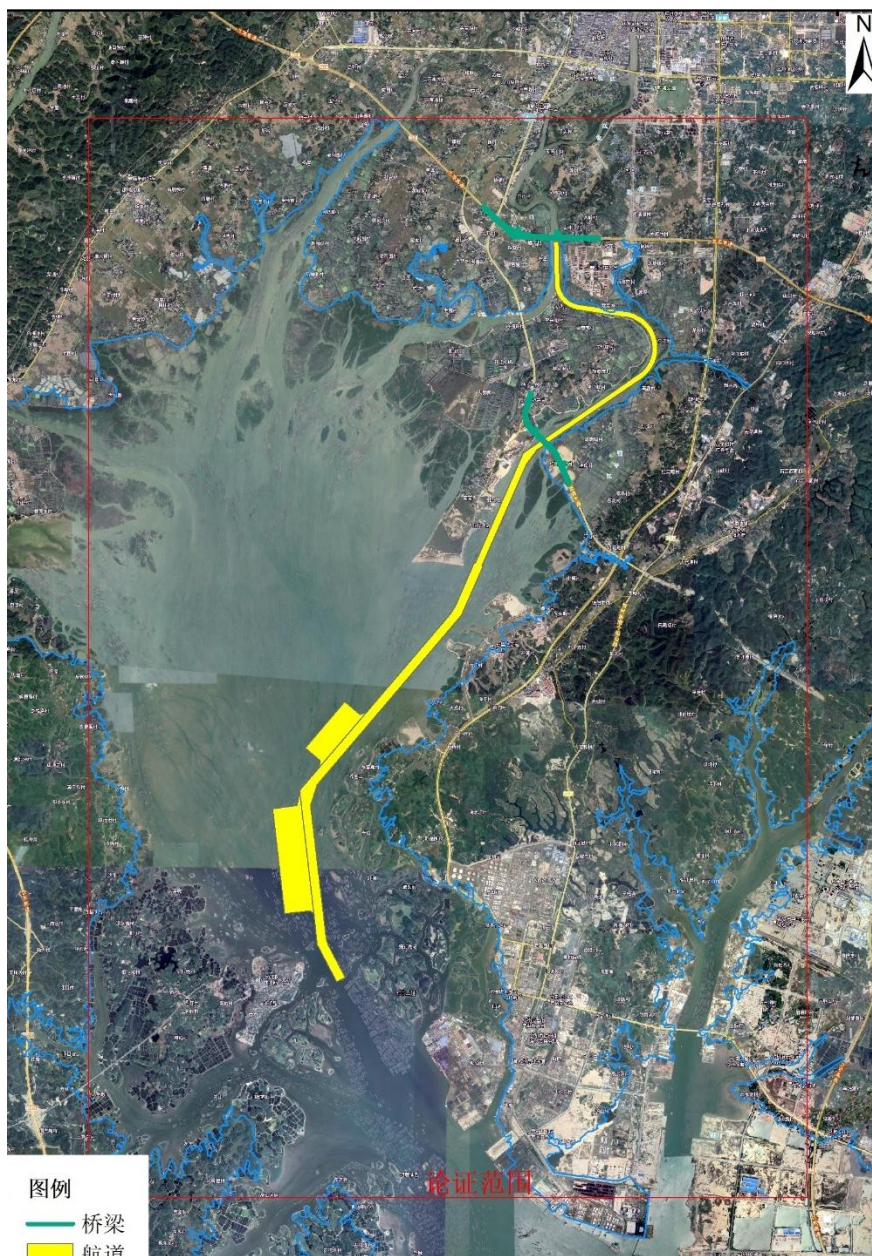


图 1.3.2-1 论证范围示意图

1.4 论证重点

本项目为平陆运河工程,海域段航道位于钦州茅尾海区域,属于生态敏感区,本项目海域使用类型为交通运输用海(一级类)中的航道用海和锚地用海(二级类),用海方式为开放式用海中的专用航道、锚地及其他开放式用海。根据《海域使用论证技术导则》的要求,根据项目用海类型及方式,工程所在区域的环境特征及海域开发利用现状,确定本用海论证工作的重点内容如下:

- 1、选址(线)合理性;
- 2、资源环境影响;

3、用海风险；

4、海域开发利用协调分析。

表 1.4-1 海域使用论证重点参照表（节选）

用海类型		论证重点						
		用海必要性	选址(线)合理性	用海方式和布置合理性	用海面积合理性	海域开发利用协调分析	资源环境影响	用海风险
交通运输用海	港口用海（一），如集装箱、煤炭、矿石、散杂货码头及引桥、平台、港池、堤坝、堆场等		▲	▲	▲		▲	
	港口用海（二），如液体化工、原油、成品油、天然气（含 LNG、LPG）、其它危险品码头及引桥、平台、港池、堤坝、堆场等		▲	▲	▲		▲	▲
	航道、锚地用海，如主航道、支航道，锚地、避风锚地等（含灯桩、立标及浮式航标灯等海上航行标志所使用的海域）		▲			▲		
	路桥用海，如跨海桥梁（含顺岸路桥），栈桥等		▲					▲
	海上机场及其附属工程用海	▲	▲	▲	▲		▲	

2 项目用海基本情况

2.1 项目建设内容

(1) 项目名称：平陆运河

(2) 建设单位：广西壮族自治区交通运输厅

(3) 项目类型：新建

(4) 项目位置：平陆运河始于西江干流西津库区南宁横州市平塘江口，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经钦州市灵山县陆屋镇沿钦江干流南下进入北部湾钦州港海域。

(5) 工程总投资：696 亿元

(6) 建设内容：

平陆运河航道里程约 140km，总体线路划分成 5 个区段，分别为沙坪河段、分水岭段（含旧州江）、钦江干流段、钦江城区段和入海口近海段航道，航道线路总长度约 140km。其中涉海段长度为 22km。涉海段包括部分钦江城区段（G75 兰海高速钦江大桥至沙井钦江大桥）和整个入海口近海段线路。航道通航技术等级规划为内河 I 级 3000 吨级，兼顾通航 5000 吨级内河船舶，并预留远期发展建设条件。项目从上游至下游建设马道、企石、青年三个梯级枢纽。运河沿线共设置 8 处锚地，其中茅尾海 1#锚地、茅尾海 2#锚地位于海域。配套建设导助航设施、公用工程、桥梁工程、道路工程、服务区、锚地、支持保障系统和智慧运河等配套工程。航道年通过能力为 7410 万吨/年。

表 2.1-1 项目主要经济技术指标

名称	单位	指标	备注
航道技术等级	级别	内河 I 级 3000 吨级，兼顾通航 5000 吨级	
航道里程长度	km	135	
航道尺度	m	5.4（设计水深）×85×360	青年枢纽以上
		4.9（设计水深）×105×360	钦江城区段
		5.0（设计水深）×140×360	入海口近海段
通航净高	m	18	
设计船型	吨级	3000 吨级内河船舶（90m×15.8m×3.6m）	近期船型

名称	单位	指标	备注
		5000 吨级内河船舶（90m×15.8m×5.2m）	远期船型
年通过能力	万吨/年	7410/8940	近期/远期
通航建筑物	座	3	双线船闸
施工总工期	月	60	
估算总投资	亿元	696	



图 2.1-1 平陆运河地理位置及线路走向示意图

2.2 项目用海方案

2.2.1 航道线路方案

平陆运河涉海段包括部分钦江城区段（G75 兰海高速钦江大桥至沙井钦江大桥）和整个入海口近海段线路。航道通航技术等级规划为内河 I 级 3000 吨级，兼顾通航 5000 吨级内河船舶。钦江城区段（G75 兰海高速钦江大桥至沙井钦江大桥）航道宽度为 105m，设计水深为 4.9m，设计底高程为-6.52m；入海口近海段航道宽度为 140m，设计水深为 5.0m，设计底高程为-6.62m。并预留远期发展建设条件。本报告主要关注平陆运河涉海段。

(1) 现状条件

钦江青年枢纽以下河段属感潮河段，潮差可达 3m，河面宽 100m~200m，河道弯曲且汊流多，两岸地势平坦，河岸高度一般为 1m~2m，现状两岸绝大部分为低矮防洪堤，大洪水时经常受淹。

茅尾海位于钦州市南边、钦州湾的北部海域，属于钦州湾的内海，是以钦江、茅岭江为主要入湾径流的共同河口海滨区，位于钦州湾海域顶部，东西走向最宽处约 15km，南北走向最宽处约 17km，茅尾海东至坚心围，南至青菜头，西至茅岭江口，北至大榄江渡口，海岸线长约 120km，面积约 134km²。南北纵深约 18km，东西最宽处为 12.6km。水深 0.1m~5m，水的最深处可达 29m。在河口处，建有沙井港，有两个 500 吨级泊位，使用沙井航道，导助航设施简陋，沙井港至钦州港之间的航道进程有 18km，船舶通航等级为 500 吨级，目前乘潮可以通航 1000 吨级船舶，一般载重 50~100t 机动船均需乘潮才可进入钦州市区。

(2) 线路方案

1) 钦江城区段线路方案

钦江城区段线路基本沿钦江干流走向，起点位于青年枢纽下游，终点为沙井钦江大桥，线路长度 21.6km。本段河道属于钦江下游感潮河段，河宽 100~200m，河道弯曲且汊流多，并穿越钦州城区，两岸建筑物密集，沿线桥梁通航净空均不满足要求。钦江城区段航道充分利用原有河道以减小对钦江沿岸城区的影响，对原有河道采取拓宽、裁弯取直、疏浚等工程措施使其满足航道通航标准。

2) 入海口近海段线路方案

入海口近海段线路基本沿《钦州港总体规划（2035 年）》中规划的沙井航道线路，起于沙井钦江大桥，止于钦州港东航道起点，线路长度 14.4km。从沙井入海穿越茅尾海，经潮汐通道进入钦州港，末端与钦州港东航道起点相接。

2.2.2 船型及营运组织

依据规划研究阶段的结论，散货船、集装箱船将成为平陆运河的主力运输船型，平陆运河通航船型以 1000 吨级~5000 吨级为主，随着运输需求的不断增加，通航条件的不断改善，船舶将进一步向大型化发展。1000 吨级~3000 吨级船舶的主尺度主要考虑与《内河过闸运输船舶标准船型主尺度系列第 3 部分：西江航运干线》（GB38030.3-2019）相应船型相协调。5000 吨级船舶主尺度在充分考虑平

陆运河航道与西江干线现状及未来航道建设相协调的基础上,参考西江航运干线现状主力船型及国内优秀船型的尺度分布确定。依据内河运输船舶标准船型指标体系(交通运输部公告2012年第13号),并采用层次分析法最终得出经济性、环保性、适航性最优的船型主尺度系列,具体尺度如表2.2.2-1。

表 2.2.2-1 平陆运河规划船型主尺度系列

船型	吨级(t)	总长(m)	总宽(m)	满载吃水(m)
散货船	1000	45.0~50.0	10.8~11.0	2.6~3.0
	2000	68.0~74.0	13.8~14.0	2.8~3.5
	3000	74.0~80.0	15.5~15.8	3.4~3.8
		86.0~90.0	15.5~15.8	3.2~3.5
	5000	86.0~90.0	15.5~15.8	4.8~5.2
集装箱船	70TEU	54.0~60.0	10.8~11.0	2.4~3.0
	160TEU	68.0~74.0	13.8~14.0	3.0~3.4
	200TEU	68.0~74.0	15.5~15.8	4.2~4.8
	250TEU	86.0~90.0	15.5~15.8	4.6~4.8

平陆运河及与其直接连通的西江航运干线(南宁至梧州)和黔柳江规划 I 级航道共同组成连接钦州港域的干线航道,与其相连的左江、右江、红水河、都柳江、桂江等为支线航道。结合运输费用比较,对于散货运输,干线航道采用大型船舶直达运输是最经济的;左江、右江流域 1000 吨级船舶直达运输与在南宁港中转 5000 吨级船舶经济性相差不大,若左江、右江航道通航等级提升至 2000 吨级,则直达运输更为经济;红水河、都柳江流域支线航道产生的货物在来宾、柳州港中转更经济,但若支线航道通航等级提升至 2000 吨级,则直达与中转经济性相当;湘桂运河流域的货源,在桂江江口梧州港中转相对采用 1000 吨级船舶直达都更经济,随着这些支线航道通航等级的提升,2000 吨级船舶直达相对中转的经济性将逐渐体现。对于集装箱运输,综合考虑货源组织,将形成以南宁港、贵港港等为枢纽,其他港口为喂给的运输组织方式。

2.2.3 航道尺度

(1) 航道通航宽度

根据《航道工程设计规范》(JTS181-2016),近海航道双线航道通航宽度计算公式如下:

$$W=2A+b+2c$$

$$A=n(L\sin\gamma+B)$$

式中：

W—航道通航宽度 (m)；

A—航迹带宽度 (m)；

b—船舶间富裕宽度 (m)，取设计船宽 B；

c—船舶与航道底边线间的富裕宽度 (m)，取设计船宽 B；

n—船舶漂移倍数 (m)；

L—设计船长 (m)；

B—设计船宽 (m)；

γ —风、流压偏角 ($^{\circ}$)。

根据《青年枢纽以下航道通航条件模拟研究报告》专题研究结论，20年一遇洪水+大潮工况下，本段航道横向流速大部分在 0.1m/s 左右，局部位置达到 0.15m/s~0.2m/s，最大横流流速为 0.33m/s。船闸日常运行工况下，航道横向流速大部分在 0.1m/s 以内，局部位置达到 0.15m/s 左右，最大横流流速为 0.25m/s，按照规范中沿海航道横向流速与船舶航行漂角的对应关系，风、流压偏角取 7° ，漂移倍数取 1.69。

根据以上原则，近海航道的航道最小宽度计算如下：

表 2.2.3-1 航道通航宽度计算表（入海口近海段）单位：m

设计船型	船长	船宽	n×航迹带宽度	富裕宽度之和 3B	航道通航宽度
3000t	90	15.8	45.24	47.4	137.88
5000t	90	15.8	45.24	47.4	137.88

（2）航道水深

航道通航水深及设计水深按下式计算：

$$D_0=T+Z_0+Z_1+Z_2+Z_3$$

$$D=D_0+Z_4$$

式中：

D₀—航道通航水深 (m)；

T—设计船型满载吃水 (m);

Z₀—船舶航行下沉量 (m);

Z₁—航行时龙骨下最小富裕深度 (m);

Z₂—波浪富裕深度 (m);

Z₃—船舶装载纵倾富裕深度 (m);

D—航道设计水深 (m);

Z₄—备淤深度 (m)，根据入海口航道水流泥沙数值模拟研究成果，入海口近海段平均淤积强度为 0.08m/a，下游以冲刷为主，可暂不考虑备淤深度。

表 2.2.3-2 航道水深计算表 (入海口近海段) 单位: m

设计船型	满载吃水	航行下沉量	龙骨下最小富裕深度	波浪富裕深度	船舶装载纵倾富裕深度	航道水深
3000t	3.6	0.31	0.5	0.4	0.15	4.96
5000t	5.2	0.32	0.6	0.4	0.15	6.67

同时，规范中指出，当自然资料不足时，航道设计水深的估算公式如下：

$$D=kT$$

式中：D—航道设计水深 (m);

T—设计船型满载吃水 (m);

k—系数，有掩护水域取 1.1~1.2，开敞水域取 1.2~1.3。

本段航道属于开敞水域，按此标准计算得到的 5000 吨级航道设计水深范围为 6.24m~6.76m，3000 吨级航道设计水深范围为 4.32m~4.68m。综合两种计算方法，5000 吨级航道水深不宜低于 6.7m，3000 吨级航道水深不宜低于 5.0m。

(3) 最小弯曲半径

航道转弯段弯曲半径 R 根据转向角 ϕ 和设计船长 L 确定，复杂情况宜通过船舶操纵模拟试验确定。

当 $\phi \leq 10^\circ$ 时，可不考虑转弯段圆弧过渡，航道内外边线可直接相交；

当 $10^\circ < \phi \leq 30^\circ$ 时， $R = (3 \sim 5) L$ ；

当 $30^\circ < \phi \leq 60^\circ$ 时， $R = (5 \sim 10) L$ ；

当 $\phi > 60^\circ$ 时， $R > 10L$ ，由船舶操纵模拟试验确定。

根据线路选择方案，入海口近海段航道共有 4 处转角，从上游至下游转弯角

度分别为 32°、17°、47°、21°，弯曲半径分别不小于 450m、360m、720m、360m。

表 2.2.3-3 航道最小弯曲半径计算表（入海口近海段）单位：m

设计船型	船长	最小弯曲半径
3000t	90	360m~720m
5000t	90	360m~720m

根据上述计算结果，最终确定的航道尺度如下表所示。

表 2.2.3-4 平陆运河工程航道尺度表

航段	航道起讫点	里程 (km)	航道 等级	航道尺度 (m)		
				水深	底宽	最小弯曲半径
钦江城区段	青年枢纽-沙井	21.6	I 级	4.9	105	360
入海口近海 段	沙井-钦州港	14.4	3000 吨级	5.0	140	360

备注：3000 吨级航道尺度的确定以升级到 5000 吨级时不新增用地和破坏已建成的护岸为原则，即预留了 5000 吨级航道所需的底宽。

2.2.4 航道设计底高程

本工程按内河 I 级 3000 吨级航道标准设计，通航保证率 98%。

(1) 设计最高通航水位

平陆运河梯级开发的各梯级间水位相互衔接，与西津库区的梯级也相互衔接，各航段的设计水位需结合各枢纽的设计参数而定。马道枢纽至沙坪河段航道采用二十年一遇洪水位与正常蓄水位外包值；马道枢纽至青年枢纽段采用旧州江和钦江二十年一遇洪水与正常蓄水位外包值；青年枢纽以下为感潮河段，考虑潮汐与内河洪水的叠加影响，下游设计最高通航水位为下游 20 年一遇洪水与外海龙门站历年最高潮位平均值组合及下游多年平均洪峰流量与外海龙门站 20 年一遇设计潮位组合，两者取外包。根据枢纽运行后情况，沿程最高通航水位见下表 2.2.4-1。

青年枢纽至沙井段最低通航水位-1.62m，航道底高程取-6.52m；沙井至钦州港东航道起点段最低通航水位-1.62m，航道底高程取-6.62m。

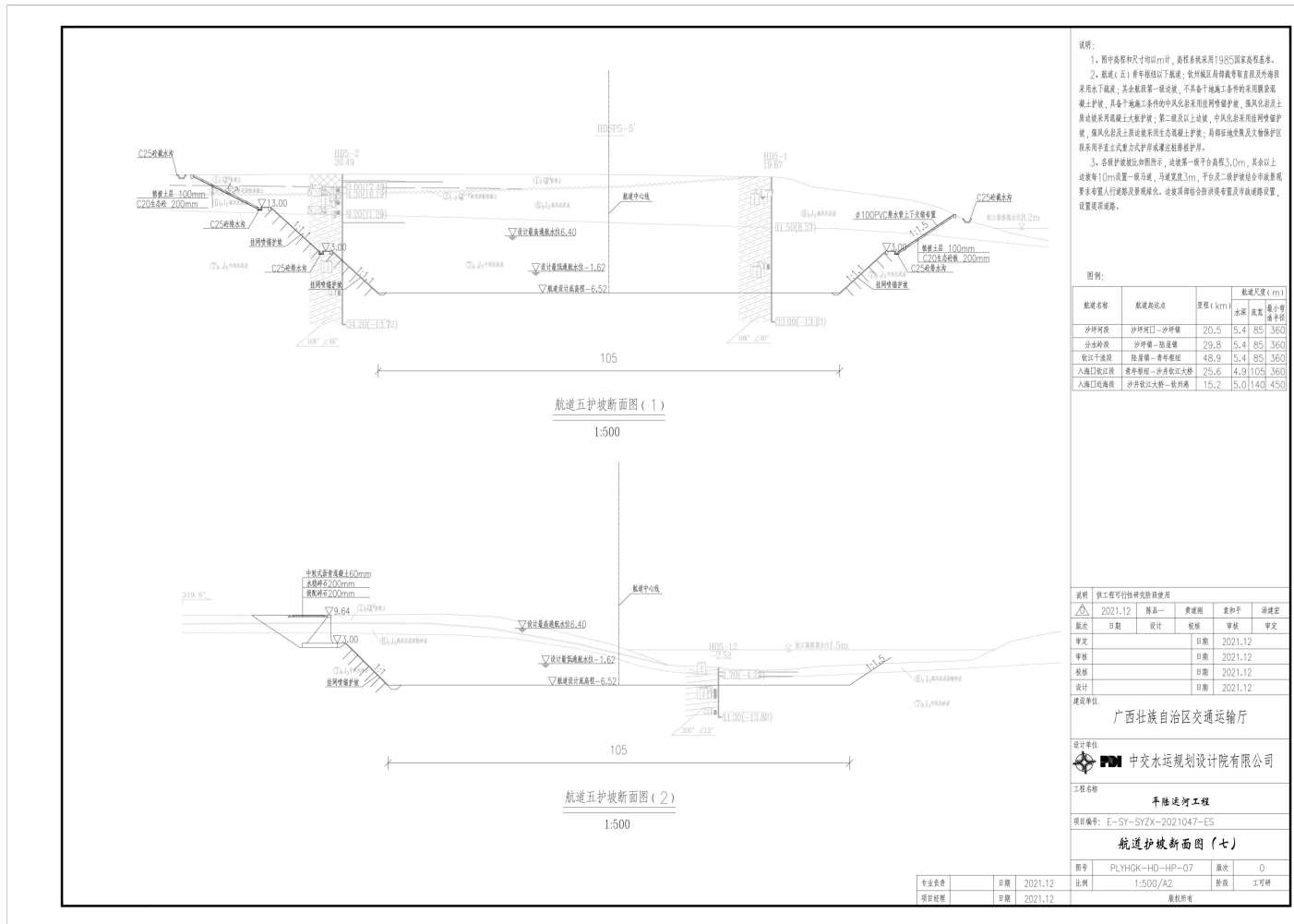
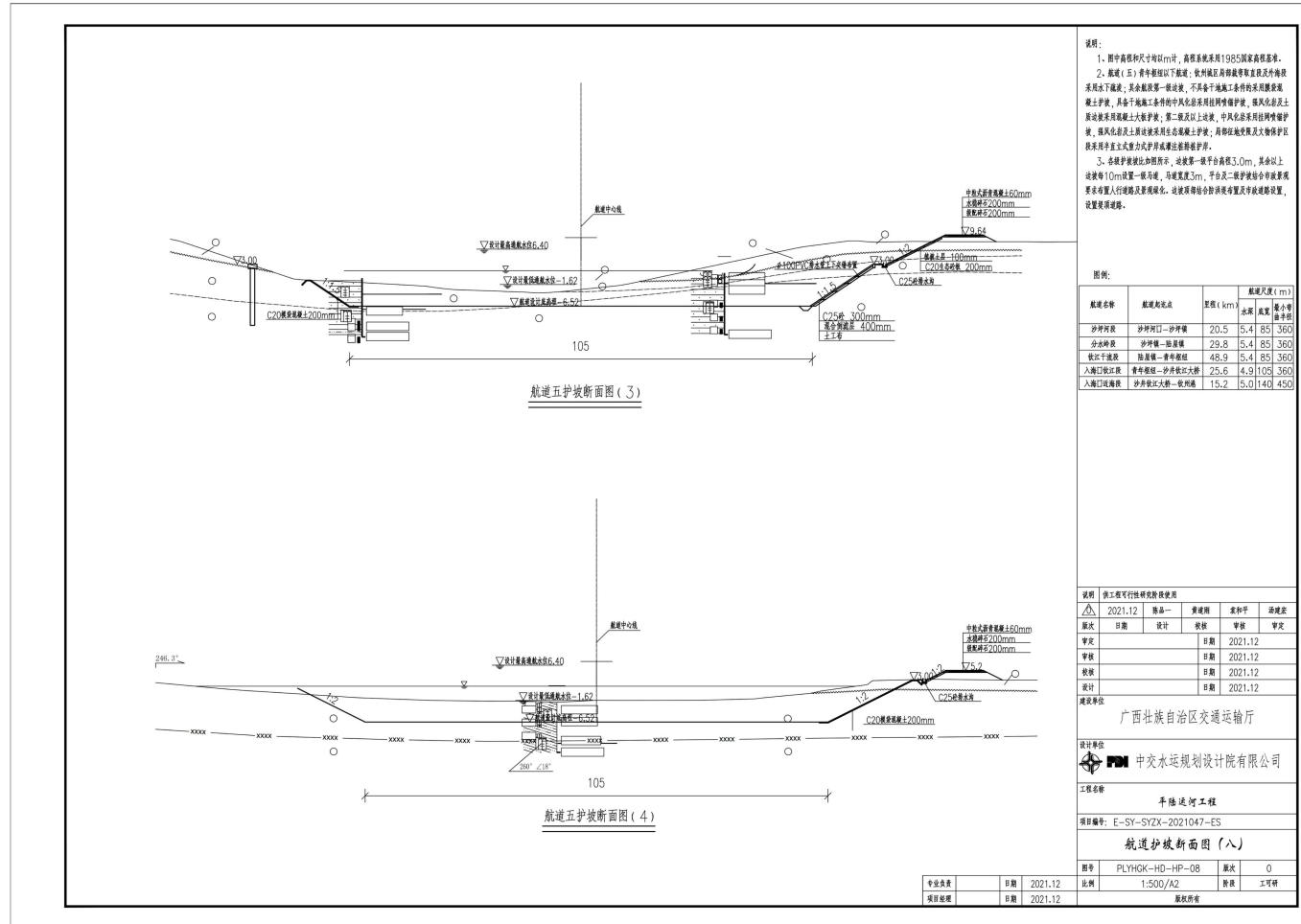


图 2.2.4-1 钦江城区段航道护坡断面 (1 与 2)



说明:

- 图中高程和尺寸均以m计,高程系采用1955国家高程系统。
- 顺堤(岸)线每隔50m以下设墩,墩间距应随岸线弯曲程度及冲刷程度适当增减;非会船段等一般设墩,而在会船施工条件特殊时增设墩。
- 顺土护坡,其会船施工条件的河段应设桩脚护坡,顺土护坡土质应选天然硬土土质护坡,第二顺段以上设墩,中间应设桩脚护坡。
- 顺土护坡土质应选天然硬土土质护坡,其顺土护坡及大物碍航区应采用直立式重力式护坡或垂直式护坡。
- 本段护坡按图(八)所示,设墩第一级平台高3.0m,其余以上设墩每10m设一级平台,每墩宽3m,平台及二级护坡按图(八)所示设置,设置见详图。

图例:

顺堤名称	顺堤长度	顺堤长度(m)			
		公里	米	厘米	毫米
砂冲河段	砂冲河口—砂冲嘴	20.5	5.4	85	360
会船河段	砂冲嘴—船屋嘴	29.8	5.4	85	360
会船河段	船屋嘴—青年墩	48.9	5.4	85	360
入海口段	青年墩—砂冲墩	25.6	4.9	105	360
入海口段	砂冲墩—铁刺嘴	15.2	5.0	140	450

说明 供工程可行性研究阶段使用

日期	设计	校核	审核	审定
2021.12	2021.12	2021.12	2021.12	2021.12

设计单位 广西壮族自治区交通运输厅

设计单位 中交水运规划设计院有限公司

工程名称 平陆运河工程

项目编号: E-SY-SYX-2021047-ES

航道护坡断面图(八)

专业负责	日期	2021.12	图号	PLYHOK-HD-HP-08	图次	0
项目负责	日期	2021.12	比例	1:500/A2	图次	工可研

图 2.2.4-2 钦江城区段航道护坡断面(3与4)

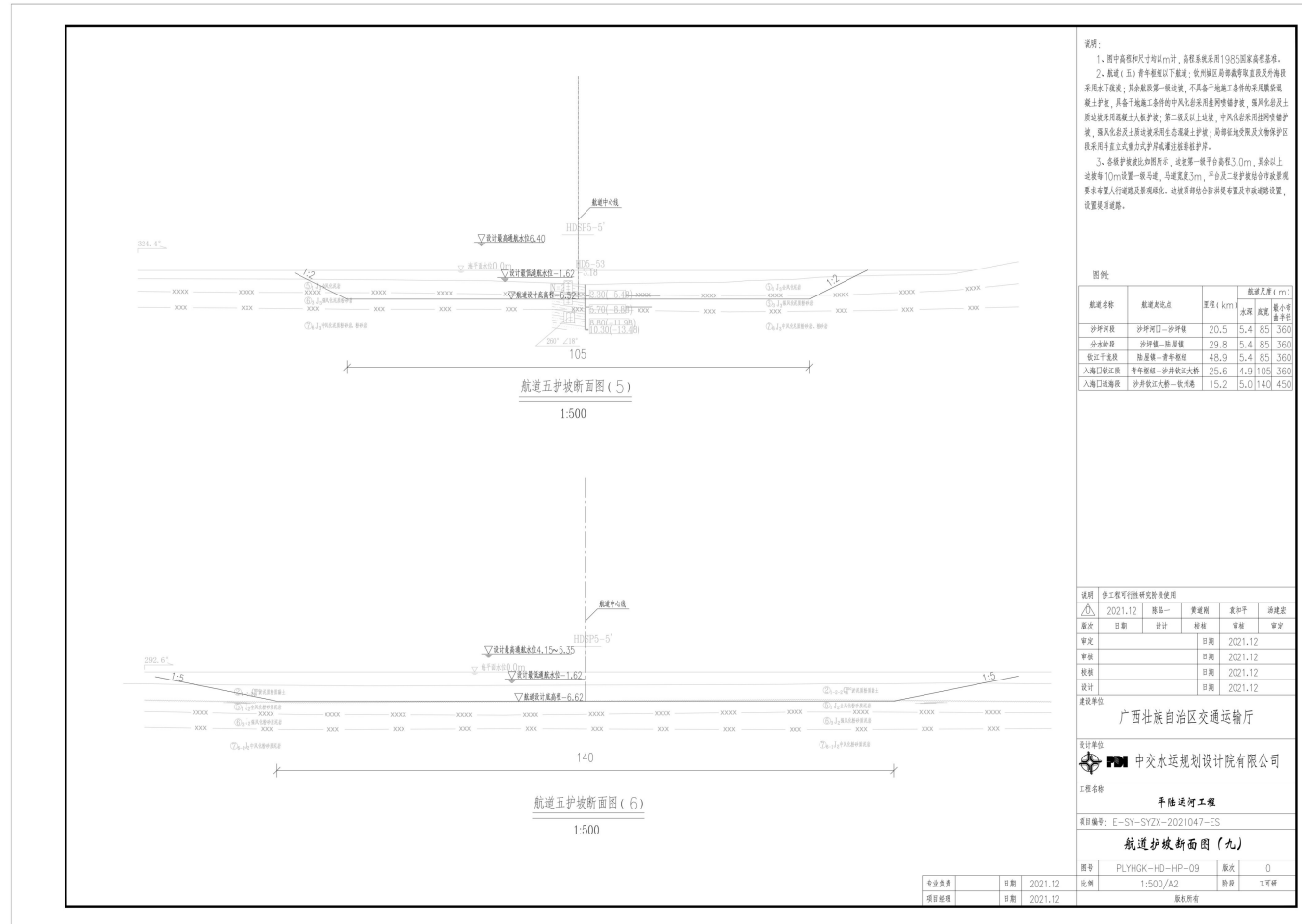


图 2.2.4-3 钦江城区段航道护坡断面(5)与入海口近海段航道护坡断面

2.3 项目施工工艺及进度

平陆运河工程航道开挖水下土方开挖主要采用挖泥船疏浚开挖的方式，礁石采用重型绞吸式挖泥船配合水下液压破碎锤开挖的施工方式。

2.3.1 疏浚工程

1、挖槽设计与工程量

根据拟定的航道尺度，钦江城区段的航道底宽 105m，入海口近海段的航道底宽 140m，航道设计底高程需满足在设计最低通航水位情况下船舶的正常通行。在设计低水位水情况下，航道底高程为各梯级最低通航水位减去所需的航道水深。

表 2.3.1-1 海域航道疏浚工程量

区段	疏浚范围（里程桩号）	疏浚量（万方）
钦江城区段	K99+000.0~K120+600.0	1757.6
入海口近海段	K120+600.0~终点	487.4

2、挖泥器具选择

（1）钦江城区段（K99+000~K120+600.0）

水下土方采用链斗式挖泥船（铭牌 750m³/h）水下开挖，500t 泥驳运至临时码头，再由 2m³ 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场；水下石方采用重型绞吸式挖泥船配合水下液压破碎锤开挖，8m³ 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至临时码头，再由 2m³ 挖掘机转运至 25t 自卸汽车陆路运输至堆料场。

（2）入海口近海段（K120+600.0~终点）

本段航道沿线为钦江滨海滩涂地貌，水域宽度超过 200m，水下地面高程为 -1.1m~-19.7m，海域内多有养殖活动，该段落覆盖层主要分布海陆交汇层淤泥质粉质黏土、砂砾，全~强~中风化粉砂质泥岩、泥质粉砂岩、砂岩。土方开挖厚度平均 7.0m，石方平均开挖厚度 3.0m。

该段航道线水面宽广，设计航道底高程-6.62m，水下施工条件较好，采用水下疏浚施工。水下土方采用 8m³ 抓斗式挖泥船水下开挖，500t 泥驳运至抛泥场；水下石方采用重型绞吸式挖泥船配合水下液压破碎锤开挖，8m³ 封闭式抓斗式挖泥船水下清渣，500t 泥驳运至抛泥场。

3、抛泥区

钦江城区段(K99+200~K124+800)弃土场沿运河就近选择,主要利用沿线谷底、山坳、冲沟弃渣,或沿线低洼地,利用渣料抬高地形。该段共布置12个弃土场,共存渣2079.4万m³。至弃土场陆运平均距离26km,水上平均运距20km。

入海口近海段(K124+800.0~终点)抛泥区位于外海区,共弃渣978.7万m³。该段至抛泥区水运距离75km。

略

图 2.3.1-1 平陆运河海域段开挖范围示意图

2.3.2 施工船舶

本项目海域航道施工船舶详见下表 2.3.2-1。

表 2.3.2-1 施工船舶一览表

序号	名称	型号或规格	单位	数量
1	链斗式挖泥船	750m ³ /h	艘	4
2	抓斗式挖泥船	斗容 8m ³	艘	7
3	锚艇	175KW	艘	6
4	锚艇	200KW	艘	5
5	自航泥驳	1000m ³	艘	16
6	拖轮	220KW	艘	7
7	机动艇	88KW	艘	9
8	双拼扫描船	2×20t	艘	7
9	定位船	80t	艘	7

2.3.3 施工工期

根据施工总体进度安排,本工程从施工准备到工程竣工共需6年。施工总进度安排分施工准备期、主体工程施工期及工程完建期三个阶段进行。

(1) 施工准备期进度计划

本工程施工准备期计划从第一年1月初开始至第一年12月底,共12个月的时间,占直线工期3个月。期间主要进行场内外施工道路的修整、施工生产及生活用水、供风、供电系统的修建、施工工厂设施的修建、辅助生产设施的修建、

混凝土生产系统的修建、临时生活设施的修建。

(2) 主体工程施工期进度计划

主体工程施工期从第一年4月底开始到第6年9月底为止，共5年6个月的时间，其间主要完成所有航道工程及4个航运梯级工程。船闸及航道具备通航条件。

涉海段中入海口近海段(K120+000.0~终点)安排的施工工期为18个月，即第三年1月-第四年6月。钦江城区段(K99+200.0~K120+000.0)在入海口近海段疏浚完成后开始，安排的施工工期为36个月。其中涉海部分(K112+882.0~K120+000.0)施工期约20个月。土石方开挖强度65万m³/月。本项目涉海段施工总用时38个月。

(3) 工程完建期

工程完建期从第六年10月开始至第六年12月底共3个月的时间，期间主要通水验收并工程竣工。

2.4 土石方平衡

工程共开挖土石方3.36亿m³(自然方)，回填土石方364.40万m³(实方)，涉海段无需回填土方，总弃渣约4.09亿m³(松方)。依据环保、水保要求和不占或少占耕地、尽量结合沿线产业规划等原则，在运河沿线初步规划195个弃土场，弃渣主要用于：矿坑、原河道回填造地；沿线低洼地、谷底、冲沟、山坳回填等土地综合整治；与沿海造地项目结合；钦州港临时性海洋倾倒区。

钦江城区段(K99+200.0~K120+000.0)土石方开挖2340万m³，入海口近海段(K120+000.0~终点)土石方开挖1199万m³，均用于防城港大小冬瓜港区造地、出海口沿海低洼地抬高造地和运河沿线低洼地、谷底、冲沟、山坳等回填。详细弃土处置情况见表2.4-1。

表 2.4-1 项目弃土处理情况表

序号	堆料场	占地面	堆料场	施工期堆存	备注
		积	容量	量	
		(万 m ²)	(万 m ³)	(万 m ³)	
186	156#堆 料场	26.07	160	160	钦州恒伟铝材加工项目
187	157#堆 料场	32	150	150	广大汽车配件加工基地项目
188	158#堆 料场	5.8	40	40	大榄坪综合物流加工区劳动与就业 服务中心项目
189	159#堆 料场	33.33	150	150	桐昆项目配套纳泥区工程
190	160#堆 料场	16.65	110	110	胜宝旺钦州项目海域吹填工程
191	161#堆 料场	15.2	70	70	钦州港三墩作业区 2700 亩修复工程
192	162#堆 料场	73.76	150	150	钦州港东航道扩建工程（一期）吹 填区平整工程一标段围堰工程（钦 州港三墩华南、太平洋、振兴物流 仓储项目）
193	海上倾 倒区 A	2100	2000	583.11	
194	海上倾 倒区 B	980		460.1	
195	自贸区 码头回 填	236.91	2000	400	
合计				2273.21	

2.5 项目申请用海情况

2.5.1 用海面积

本项目海域使用类型为交通运输用海(一级类)中的航道用海和锚地用海(二级类),航道工程用海方式为开放式用海中的专用航道、锚地及其他开放式用海。

项目航道工程申请用海总面积 594.5719 公顷,其中航道 1 用海面积为 3.1861 公顷,航道 2 用海面积为 265.6809 公顷,航道 3 用海面积为 91.1106 公顷,锚地 1 用海面积为 74.4191 公顷,锚地 2 用海面积为 160.1752 公顷。项目用海共占用岸线 2083.4m,其中 498.9m 为大陆人工岸线,剩余的 1584.5m 为沙井岛海岛自然岸线。

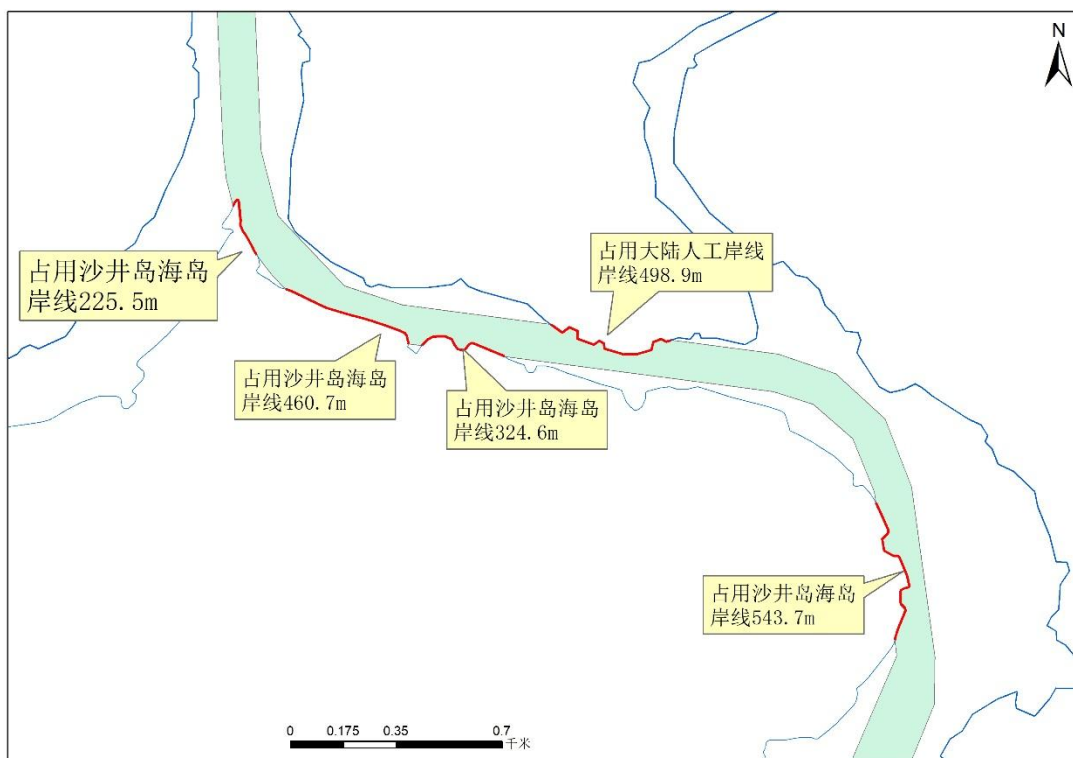


图 2.5.1-1 项目占用岸线示意图

2.5.2 用海期限

根据《中华人民共和国海域使用管理法》,结合本项目设计方案,项目海域运河航道工程总体施工期安排为 38 个月,本项目位于北部湾茅尾海区域,受台风、风暴潮等自然灾害较为频繁,综合考虑自然灾害及其他不确定因素后,本项目确定申请运河航道施工用海期限为 48 个月。

2.6 项目用海必要性

2.6.1 建设必要性

(1) 平陆运河建设是服务国家重大战略、深入推动西部陆海新通道高质量建设的需要

平陆运河能够直接连通西江航运干线，并通过黔江、红水河、右江等多条支流进一步向上游连通贵州、云南等广大西部地区，构建西部地区直接通过内河水运经由北部湾港通江达海的新通道。平陆运河建设有利于充分发挥内河水运运能大、成本低、节能环保的比较优势，有效优化西部陆海新通道交通方式和货运结构，从根本上提升西部陆海新通道货运能力，放大西部陆海新通道的影响力和经济社会效益，切实发挥西部陆海新通道价值，高质量构筑经济、高效、便捷、绿色、安全的西部陆海新通道。

特别是在当前国家对外贸易发展格局逐步发生改变的大形势下，平陆运河建设更具有战略价值。习近平总书记在第十七届中国-东盟博览会、中国-东盟商务与投资峰会上提出建设更为紧密的中国-东盟命运共同体，提升战略互信，深入对接发展规划，依托陆海新通道建设，加强铁路、公路、港口、机场、电力、通信等基础设施互联互通合作；提升经贸合作，加快地区经济全面复苏，畅通贸易、促进投资，相互开放市场，推动产业链、供应链、价值链深度融合，我国同东盟合作空间将更为广阔。平陆运河建设能够形成我国与东盟贸易往来的便捷水运通道，提升我国与东盟的互联互通水平，对于高质量共建“一带一路”，构建陆海内外联动、东西双向互济的全方位开放格局具有重大意义。

(2) 平陆运河建设是引领西部地区经济高质量发展、深度融入“双循环”新发展格局的需要

随着区域协调发展战略深入推进，西部大开发依然面临艰巨繁重任务。平陆运河广泛辐射西部欠发达地区，直接惠及4个少数民族自治州、63个革命老区区县，经济发展基础仍较为薄弱，但自然资源较为丰富、环境容量较大，大部分城市仍处于工业化、城镇化建设推进期，重化工业占有很高比重，大宗物资运输规模大且仍有较大增长空间。

内河水运与经济社会发展具有很强的相关性。平陆运河建设能够直接打通西部地区水运出海新通道，珠江水系中上游通过平陆运河运输至钦州港出海至东盟地区，较由广州出海可缩短内河和海运总航程约750km，大大降低社会物流成本，优化物流运输体系，与既有运输通道互为补充，为西部欠发达地区经济社会发展

所需的原材料和产成品运输提供更经济、多元的运输方式，对带动西部地区经济产业发展、助力国家西部大开发形成新格局具有重要价值。根据测算，平陆运河建设为腹地带来的运输费用节约 2035 年、2050 年将分别达到 23.9 亿元、33.4 亿元。平陆运河与西江水系组成的江海联运大通道将广泛辐射西部广泛地区，对于巩固脱贫攻坚成果，促进乡村振兴具有重要价值，有利于促进沿海、沿江率先发展的集聚优势进一步向内陆纵深推进，引领西部大开发形成新格局，有力支撑国内大循环，深度融入国内国际双循环。

(3) 平陆运河建设是优化西部地区交通运输结构、增强交通运输系统韧性、加快建设交通强国的需要

西部地区具有发展内河水运的难得优势条件，西江干流和众多支线直接流经广西大部分内陆城市以及贵州南部、云南东部，同时通过湘桂运河的建设，还可进一步辐射至湖南南部、连通长江水系。目前西江中上游的货物通过珠三角港口出海，航程较远，也给西江中下游航道带来了通行压力，长洲枢纽三、四线船闸刚投产 5 年，设计通过能力已经饱和，面临越来越大的通行压力。

平陆运河建设能够直接沟通西江航运干线和北部湾海港，开辟西江水运新干线，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，完善区域高等级航道网，增强水运通道抗风险能力，推动内河水运高质量发展；有利于完善北部湾港集疏运体系，优化区域交通运输结构，推进运输结构调整；有利于统筹铁路、公路、水运等基础设施规划建设，完善多层次网络布局，构建现代化高质量综合立体交通网络，加快交通强国建设步伐，服务社会主义现代化建设。另外，平陆运河建设也是国家建设南北内河水运大通道的重要组成部分，对完善国家高等级内河航道网、增强交通运输系统韧性具有重要作用。

(4) 平陆运河建设是助力实现“碳达峰、碳中和”发展目标，推动交通绿色发展、实现水资源综合利用的需要

内河航运具有运能大、成本低、节能、环保等比较优势，是大宗货物中长距离运输的主要通道。平陆运河建设能够引导西部地区大宗货物运输更多地向水路转移，可节省大量能源消耗，减少环境污染和对生态的破坏，有利于生态优先、绿色发展战略的实施，满足人民群众对美好生活环境日益增长的需求，响应“碳达峰、碳中和”的世界承诺。不考虑新能源使用的情况下，估计 2035 年、2050

年平陆运河相对于现状运输方式能够带来的燃油消耗节约分别为 7.5 万 t 标煤、14.4 万 t 标煤，相应减少碳排放分别约 53.3 万 t、101.9 万 t。

平陆运河建设还能够与调水工程相结合，改善环北部湾地区生产生活用水条件，实现航运、供水、灌溉、防洪、改善水生态环境等多重效益的统一，充分提高水资源利用效率。平陆运河的贯通有利于增加生态补水，提高河流的自净能力，为流域水环境治理创造基础条件，有助于构筑具备水土保持、水源涵养、生态净化等多种功能为一体的河流、植被生态体系，进而起到改善河湖生态功能、美化环境、调节气候、提升公众亲水环境的作用，建成造福人民的美丽幸福河湖。

(5) 平陆运河建设是贯彻落实中央赋予广西“三大定位”新使命、助力新时代中国特色社会主义壮美广西建设的需要

广西背靠大西南，毗邻粤港澳，面向东南亚，是我国唯一与东盟既有陆地接壤又有海上通道的省区，自然而然地成为我国面向东盟开放的前沿窗口、西南地区最便捷的出海口。中央赋予广西“三大定位”新使命以来，广西致力于构建“南向、北联、东融、西合”的全方位开放发展格局，以自身为支点撬动西部地区的开放发展。

目前，广西海铁联运受能力和成本等因素限制，发展规模仍然有限，且内河水运尚不能直接出海，影响了广西在服务于广大西部地区对外开放中作用的发挥。滨江傍海的天然优势为广西构建通江达海的内河水运大通道创造了难得条件，平陆运河建设有利于广西独特区位优势转化为开放发展优势，能够有效提升广西在对外开放通道的能力和水平，切实发挥广西在面向东盟的国际大通道、西部地区开放和“一带一路”中的战略支点作用，实现中央赋予的“三大定位”目标和使命。平陆运河建设也有利于破解广西“沿海不入海、向海海不来”的困局，历史性开辟向海通道，推动南北钦防一体化、向海经济发展和强首府战略实施，助力新时代中国特色社会主义壮美广西建设。

(6) 北部湾国际门户港在支撑西部地区开发开放中的枢纽作用日益突出，集疏运结构仍有进一步优化的空间

随着国家全方位开放战略的实施，西南方向逐步成为我国对外开放新通道，据统计，2020 年广西内陆地市、云南、贵州、湖南经北部湾港和湛江港出海货运量约 1.4 亿 t。近年北部湾港货物吞吐量增长迅猛，尤其是西部陆海新通道建

设上升为国家战略以来，2020年北部湾港货物吞吐量逆势高速增长，达到2.96亿t，同比增速达到15.6%，增速位居全国沿海港口前列，西部陆海新通道国家战略实施将带动北部湾港在西部全方位开放中的地位进一步提升。北部湾港与珠江水系高等级航道网络相近但不相通，目前钦州和防城港两港域大量货物需要经由铁路、公路集疏至广西内陆和云南、贵州等广大西部地区，其中大量地区又位于内河高等级航道沿线，具备和北部湾港实现更近距离水运连通的条件，北部湾港集疏运结构仍有进一步优化的空间，北部湾国际门户港的打造也需要更经济多元的集疏运体系支撑。

2.6.2 用海必要性

从前述的分析可知，目前平陆运河航道通航能力较弱，而本项目作为平陆运河工程，将平陆运河按I级内河航道标准进行建设，竣工后该运河通航能力将提升至3000吨级，有利于北部湾区域、西南区域及泛珠江三角洲区域经济合作和促进区域经济可持续发展故，本项目建设是十分必要的。而本项目运河将在茅尾海开辟出海口，海域航道处于海中，本项目工程的建设将必然需要占用海域。

平陆运河建设能够直接沟通珠江水系和北部湾港，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，完善区域高等级航道网络，推动内河水运高质量发展；有利于优化区域交通运输结构，降低社会综合物流成本，推进运输结构调整；有利于统筹铁路、公路、水运等基础设施规划建设，完善多层次网络布局，构建现代化高质量综合立体交通网络，加快交通强国建设步伐，服务社会主义现代化建设。另外，平陆运河建设也是国家建设南北内河水运大通道的重要组成部分，对完善国家高等级内河航道网具有重要作用。

本项目航道建设按照西南区域的航道、港口的现状及发展规划要求，将完善西南地区高等级航道网建设，改善周边港口的航运联系，推进广西现代化进程。其用海面积及用海范围的确定，满足相关规范、技术导则及规划的要求，同时兼顾海洋生态、建设资金等因素，有效地控制了区域用海的开发时序和强度。

综上，平陆运河工程必然要利用北部湾茅尾海海域的海洋空间资源建设航道，工程用海的必要性是由工程的特点和工程建设的特殊要求决定的，本项目用海是十分必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 自然环境概况

3.1.1 气候特征

本项目所在的钦州市地处北回归线以南，属亚热带气候区。该区域气候，主要受季风环流的影响；其次还受北部十万大山地形屏障的作用。由于季风环流作用和特定的海陆位置及青藏高原的影响，本地的季节变化明显。

冬季，受北方干冷的大陆气团控制，干燥且寒冷的气流盛行，形成东北季风，常带来降温、寒潮、冷阴雨和霜冰冻和偏北大风等天气。夏季，受暖湿的海洋气团控制，高温高湿的偏南气流盛行，形成西南或东南季风，常出现阵风、雷电、暴雨、台风等天气。春、秋季，为季风转换的过渡季节。春季，北方干冷的大陆气团减弱而北退，海洋气团增强北伸，使调查区域雨水渐增，气温回升。秋季，海洋气团开始减弱而南缩，北方冷气团又增强南伸，使气温下降，雨水减少。此外，干湿分明、冬暖夏凉明显。冬半年（10月—翌年3月），温度低而湿度小，雨水稀少，相对湿度有时可低于5~10%，此即为干季。夏半年（4月~9月），温度高湿度大，雨水较多，相对湿度有时高达93—98%，甚至可达100%，此即为湿季。根据钦州市气象局2000~2017年资料统计，简述项目所在区域的气候概况。

（1）气温

钦州湾气温季节变化明显，尤其春秋转换季节的气温变化较其它时期更为显著。多年平均气温22.9℃，年平均最高气温23.9℃，年平均最低气温22.2℃。3月和4月月平均气温回升约4℃；10月和11月，月平均气温下降约3.8℃。历年月平均气温最低出现在1月，其值为9.5℃；最高出现在7月，其值为30.1℃。

（2）降雨

钦州湾的降雨情况与钦州市有所不同。钦州湾的降雨量多集中在4-10月份，约占全年降雨量的90%，其中6-8月为降雨高峰期，这三个月的降雨量约占全年降雨量的57%。此时段主要受热带气旋环流影响，雨量大且集中。历年平均降雨天数为153天，平均每月12.8天。钦州湾历年平均降水量2245.4mm，最大降雨

量为 2917.1mm (2001 年), 最小降雨量为 1634.8mm (2010 年)。月最大降雨量为 970.0mm (2004 年 7 月), 月最小降雨量为 0.0mm (2005 年 10 月)。

(3) 风况

钦州湾常年盛行风以 N 为主, S 风次之。风向随季节变化明显, 9 月至次年 4 月多偏北风, 以 11 月、12 月最多; 5 月至 7 月多偏南风, 以 6 月、7 月最多。常风向为 N, 频率为 22%, 强风向为 S, 频率为 13%。最大风速为 38m/s (出现在 2014 年“威马逊”台风期间)。

夏秋两季 (6 月至 11 月) 受台风影响, 年平均 2.4 次, 最多年份为 4 次。台风一般由南海进入北部湾, 因受到海南岛和雷州半岛的阻挡, 风力一般减弱至 5-6 级, 平均每年大于 8 级的大风日数为 12 天。

(4) 雾况

雾主要出现在冬春季节, 累年年均雾日为 13.4 天, 历年最多雾日达 30 天, 最少为 6 天。

(5) 湿度

多年平均相对湿度为 81%, 最小相对湿度为 7%, 2 月至 9 月相对湿度较高, 均在 81% 以上, 10 月至次年 1 月相对湿度较低, 在 74%-76% 之间。

(6) 雷暴

钦州市是雷暴多发地区, 多年平均雷暴日 103 天, 最多出现 131 天, 最少出现 76 天, 雷暴一般于夏季最多, 最早出现在 1 月初, 最晚出现在 11 月下旬。

3.1.2 水文

(1) 潮位

潮位特征值采用国家海洋局钦州海洋监测站 2010-2019 年实测潮位统计如下 (起算潮位为钦州站水尺零点):

历年最高潮位	6.39m (2013 年)
历年最低潮位	0.50m (2010 年)
平均潮位值	3.27m
平均高潮位	4.54m
平均低潮位	2.11m

最大潮差值	5.42m
平均潮差值	2.43m

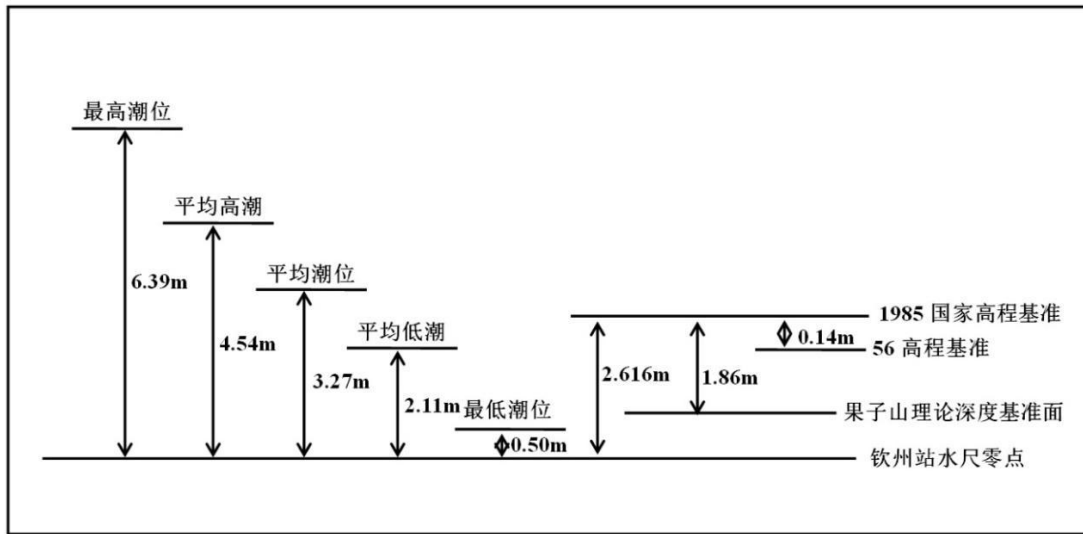


图 3.1.2-1 钦州港潮位特征值与其它基面的高程关系

(2) 潮流

钦州湾潮流运动形式基本呈往复流形态。

复杂的钦州湾地形对湾内流速、流向影响显著。由于外湾呈喇叭形，涨潮时从湾口到湾顶潮流速逐渐加快；落潮时落潮流则呈辐射形式，流速自湾顶向湾口逐渐变小；其涨落潮流向依顺地形，大致呈南北往复流动；最大或较大潮流速一般出现在中潮位前后。

参考《华谊钦州化工新材料一体化基地围填海历史遗留问题海域使用权招拍挂项目海域使用论证报告书（报批稿）》，据钦州湾水文调查资料分析表明：湾内落潮流速大于涨潮流速，落潮平均历时小于涨潮平均历时；在内外湾之间的潮汐通道内，大、中潮垂线平均最大流速，涨潮流为 0.9~1.0m/s，落潮流 1.0~1.1m/s；外湾以西水道流速最大、东水道次之，大中潮期垂线平均最大流速，东水道落潮流 0.8~1.5m/s、涨潮流 0.5~0.8m/s；中水道落潮流 0.7~0.8m/s，涨潮流 0.5~0.6m/s；西水道落潮流 0.8~0.9m/s，涨潮流 0.7~0.8m/s。

(3) 波浪

北部湾海域北面为大陆，东南受雷州半岛和海南掩护，西面为中南半岛，海域掩护条件较好，波能动力相对较弱。钦州湾处于北部湾中部，湾口东部设有三娘湾海洋站进行波浪观测。

根据钦州市三娘湾波浪站多年测得波高资料统计结果：钦州湾波浪以风浪为主，常浪向为 SSW 向、频率占 17.67%，其次是 NNE 向、频率为 17.2%；强浪向为 SSW 向，次强浪向为 S 向和 NE 向；实测最大波高为 3.4m，波向为 ESE 向；实测最大周期为 6.8s。据统计本区波级小于 0.5m 的发生频率为 66.37%，波高小于 1.0m 发生频率为 96.21%，大于 1.5m 波高出现频率仅为 1.1%。

除了大于 1.5m 的浪级频率，白龙尾与三娘湾相差较大（前者为 1.1%，后者为 2.97%）外，小于 1.5m 的浪级频率两者接近，即三娘湾为 98.9%，白龙尾为 96.99%。三娘湾各向平均波高与白龙尾相近。平均波高最大的波向两站均为 SSW，平均波高三娘湾为 0.8m，白龙尾为 0.9m。三娘湾的强浪向与白龙尾相近，前者为 SSW 向，S 向次之，后者为 SE 向，SSE 向次之。唯独常浪向差异较大，三娘湾为 SSW，频率达 17.67%，而白龙尾常浪向为 NNE，频率为 23.9%。

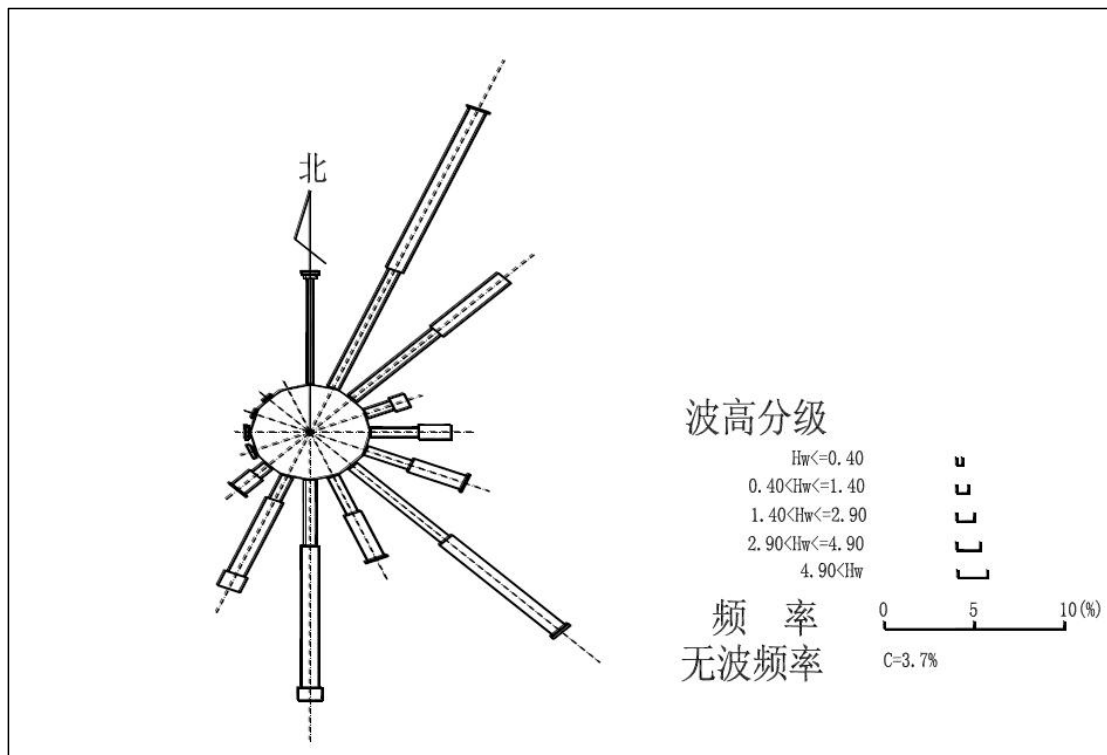


图 3.1.2-2 白龙尾波浪玫瑰图

3.1.3 地形地貌

(1) 水深、地形

钦州湾为一典型的溺谷型海湾，湾内沿岸为低山丘陵环绕，湾口向南。以青菜头为界，北水域称内湾，南水域称外湾。

内湾亚公山以北为茅尾海，其水面开阔，茅尾海南北和东西向宽各约 13km；纳潮量达 2.1 亿 m^3 ~4.5 亿 m^3 ；茅尾海的东北和西北部分别有钦江和茅岭江等注入。从亚公山至青菜头之间潮汐主通道岸线长约 8km，水域宽达 1km~2km，水深为 5m~20m。在主通道东侧岛屿遍布，植被良好，周围基本上无泥沙浅滩；西侧岛屿数量略少于东侧，港汊甚多，内有许多小海湾，湾内有大片浅滩发育。

外湾自青菜头向南呈喇叭形展开，湾口至青菜头南北相距约 13.2km。湾内有多条潮流脊，其中规模较大的为老人沙，长 7.5km、宽约 0.7km，呈北北西~南南东走向，低潮时部分可露出水面，与相邻深槽水深相差可达 6m~7m。湾内落潮流槽主要有东、中、西 3 条。

东水道走向大致与湾内涨潮流方向一致，其自然水深达 5m~24m，在靠近青菜头附近三深槽水深较大，最深达 24m。其中水深 10m 槽长约 3km；5m 深槽延伸至三墩附近、槽宽 300m~1000m；东水道拦门沙段水深在 4m 左右，其宽度为 2km~3km。在东水道与陆岸之间浅海滩地发育，0m 以上浅海滩地宽度达 4km~5km，其间还有金鼓江、鹿耳环两条规模相对较大的纳潮沟深入内陆，金鼓江伸入内陆达 10km。

中水道宽且浅，且涨落潮流分散，深槽难以发育壮大；中水道自然水深为 5m~8m，5m 槽长约 10km、槽宽 300m~600m，拦门沙段水深在 3m 左右、宽度约 2.5km。

西水道基本呈南北走向，拦门沙段呈西南走向，西水道因落潮流较强，因此槽宽水深。西水道自然水深为 5m~15m，5m 深槽除拦门沙浅段外全线贯通，其中在青菜头至大红排航段以及伞顶沙东侧均存在 10m 以上深槽，10m 深槽总长达 6.6km；西水道拦门沙段水深在 4m 左右，其宽度在 1.0km~1.5km。西水道主槽离陆岸距离在青菜头附近为 1.2km、至散顶沙附近达 8km。

(2) 水下动力地貌

钦州湾是冰后期海平面上升，海水淹没钦江和茅岭江古河谷而形成的典型的巨型溺谷湾。该湾深入内陆，岸线蜿蜒曲折，海底地形起伏不平，在沿岸河流水动力和海洋水动力的共同作用下，形成了各种各样的水下动力地貌。项目所在地附近的海底地貌类型主要有潮间浅滩、潮下带、潮流沙脊、落潮三角洲、水下岩滩、潮流冲刷深槽、深水航道等。其中工程附近的几种地貌类型介绍如下：

①潮间浅滩

主要分布于项目所在地附近金鼓江支航道两侧浅滩，面积 16km²。金鼓江支航道东侧的金鼓沙是钦州湾沿岸潮滩发育较好的浅滩，该浅滩宽 2km~3km，最长达 5.5km。在项目西岸的大山老和红沙漓沿岸有局部分布。潮间浅滩沉积物中，粗细分布受波浪作用控制，波浪向岸传播能量渐减，物质自低潮浅滩向岸逐渐变细、泥质含量逐渐增多，分选性逐渐变差。

②潮下带（水下岸坡）

主要分布于金鼓江浅滩东南侧和钦州湾两侧三块石附近海域。该潮下带属于近岸陆坡向海延伸部分，水深一般为 0.2m~1.2m，金鼓江浅滩东南侧的水下岸坡较宽，达 3km 以上，而三块石水下岸坡宽只有 0.5m~1.0m。潮下带的物质组成以细砂为主，含少许淤泥。

③水下岩滩

水下岩滩主要分布于亚公山东南侧的将军石，果子山附近深槽西侧的小鸦石、乱石和青菜头附近的小鬼石、老鸦石等。这些水下岩滩一般称之水下礁石（暗礁），有部分在低潮时出露（如将军石）。涨潮时才淹没，其特点是对航船是有很大大威胁性，因为它们都处于航道附近。

④潮流冲刷深槽

潮流冲刷深槽属于整个潮流冲刷深槽的中间部分。钦州湾的潮流深槽相当发育，自钦州湾口门自北延伸到东茅墩西侧全长达 27km，宽 0.8km~1.5km，一般水深 5m~10m，最大水深达 18.6m。贯通外湾的主槽在湾中部（湾颈）外端呈指状分叉成三道，潮流深槽北部沉积物由砂砾物质组成，南部东侧深槽沉积物有泥质砂和中细砂组成，两侧深槽由粗砂或细中砂组成。

⑤潮流砂脊（体）

潮流砂脊（体）发育于钦州湾外湾一带海区，规模较大的潮流砂脊（体）为老人沙，长 7.5km，宽 0.7km，沙体走向 NNW，低潮时露出水面，与相邻深槽相差 7m 左右。老人沙两侧还有两个小型砂脊（体），组成一个“小”字型，两个小砂脊（体）在大潮低潮时部分露出水面。这些砂脊（体）与深槽期间排列，呈辐射状分布。沉积物组成主要为细砂，含量 83%，中砂含量 15%左右。

⑥深水航道

钦州湾的外湾自青菜头以南海域呈喇叭状展开。在潮流的作用下，形成东、中、西三条水道。其中，西水道基本呈南北走向，槽宽水深，自然水深 10m 以上；5m 槽全线贯通，宽度 1500m~2000m，10m 槽处北端大豪石至大坪石之间水深较小处，可直达钦州湾的口门处。水道南面的拦门沙水深约 5m。目前，该水道已经开发成钦州港西航道并投入使用，设计水深 16.66m，全长 24.4km，可进出载货 10 万 t 左右的船舶。

东水道呈南南东走向，位于最大潮流脊老人沙东侧，与潮汐通道走向大致相同。其自然水深为 5m~10m。在靠近青菜头附近区域，水道的相对水深较大，最深处大于 16m，其中，10m 槽长约 5km，5m 槽与口门区的 5m 深水域相同，槽宽 700m~1500m；东水道拦门沙段水深约 5m。该水道正在施工，由以前的 3 万吨级航道向两边拓宽为 10 万 t 级进港航道。全长 33.3km，设计底宽度 160m（三墩段航道设计底宽为 190m），底标高-13m，设计水深 16.66m，乘潮水位 3.34m，乘潮保证率为 90%。

⑦落潮三角洲（水下拦门浅滩）

发育于钦州湾口门至湾口海域，口门处与深槽、砂脊相间排列，水深在 0.5m~1.2m 之间；湾口处与潮流砂脊、潮流流向成垂直关系，与南向波浪基本平行，水深在 2m~5m 之间，其形成原因是由于潮流和南向波浪共同作用的结果。浅滩面较为平坦，微向海（南）倾斜，坡度为 0.05%~0.12%，沉积物主要为细砂组成，与潮流砂脊物质组成相近。

（3）运河区域地形地貌

本区地貌特征为中低山脉与宽谷丘陵相间分布。中低山脉由北西向南东山脉展布依次为十万大山山脉、六万大山—大容山山脉和云开山山脉，山脉走向呈北东向。山脉之间为狭长的低丘谷地，形成三山两谷的地貌形态。地貌带展布方向与地质构造走向基本一致。

区域内地貌发育及展布特征明显的受到地质构造的控制，地貌特点表现为：以十万大山、六万大山、云开大山等断块隆起和钦州盆地、合浦盆地等断陷盆地相间排列的中生代断块构造控制了区域地貌形态及其展布特征。区域构造走向，决定了区域地貌分区类型的基本分布特点：自西北部的十万大山山脉向南东在地貌带分布上依次为侵蚀中—低山、低山—丘陵、滨海低丘等。

侵蚀中—低山以十万大山山脉为主体，位于区域西南部，其主峰脊高程 1400m 左右，最高峰薯良岭高程 1462m。一般峰顶高程 900m~1200m。

低山—丘陵主要分布运河线路走廊，由高程 100m~500m 低山和数十米的丘陵组成。

滨海低丘分布在低山—丘陵地貌带与海岸之间，地貌特点为低矮、浑圆的圆丘，海拔高度在 15m~50m 之间。

地貌上，本工程近区域范围涵盖了低山—丘陵，滨海低丘两个地貌区带。总体地貌特点为低山—丘陵、宽谷和滨海低丘地貌组合。

3.1.4 工程地质

3.1.4.1 地层岩性

运河线路走廊分布地层由新到老分述如下：

(1) 第四系全新统人工堆积层 (Q_4^{ml})：素填土①，黄褐色，稍密状，主要由粉土混碎石组成，碎石含量约 15%，成分为砂岩，粒径 1~4cm。仅钻孔 HD08 揭露厚度 2.50m。

(2) 第四系全新统河漫滩及一级阶地冲洪积层 (Q_4^{al+pl})，河床及出海浅滩分布有新近淤积、冲积的淤泥②及砂层③，一级阶地冲洪积层具有上细下粗“二元结构”，分述如下：

1) 淤泥②：灰黑色，流塑状，含有机质，有腐味。分布于钦江入海地段河床中，钻孔 HD13 揭露厚度 1.10m；

2) 砾砂③：褐灰、黄褐色，松散状，成分以石英为主，为新近河床冲洪积层，分布于河床，标准贯入试验实没锤击数 4~10 击，平均 7.8 击，青年闸梯级及下游河中钻孔揭露厚度 0.45m~6.45m。

3) 黏土④：黄褐色、黄白色，硬塑状，标准贯入试验实测锤击数 7~18 击，平均 12.5 击，分布于 K50+200~K79+600 之间一级阶地上部，厚度 4.0m~7.0m。

4) 粉质黏土⑤1：褐黄色，硬塑状。郁江流域标准贯入试验实测锤击数 9~13 击，平均 11.2 击，层厚 7.0m~9.8m；钦江流域标准贯入试验实测锤击数 8~19 击，平均 14.1 击，层厚 3.0m~4.8m。

5) 粉质黏土混角砾、碎石⑤1-1：黄褐色，硬塑状，混 10%~25%角砾、碎

石，成分为粉砂岩、硅质岩，粒径一般为4~35mm，棱角~次棱角状。标准贯入试验实测击数9.0击~15.0击，平均值12.5击。分布于马道头梯级，厚度6.0~8.5m。

6) 粉质黏土⑤₂：褐黄色，可塑状。标准贯入试验实测锤击数6~8击，平均7.0击，分布于桩号K36+600~K78+800部分地段，层厚0.80m~4.60m。

7) 粉质黏土⑤₃：褐黄色，软塑状。标准贯入试验实测锤击数3~4击，平均3.2击，仅钻孔HD07揭露，层厚6.80m。

8) 粉土⑥：褐黄色，稍湿，中密状，土质较均匀。标准贯入试验实测击数7.0击~10.0击，平均值7.9击，分布于大田坪梯级，层厚7.0m~7.9m。

9) 粉细砂⑦：灰黄、灰白色，饱和，松散状，成分以石英为主。标准贯入试验实测锤击数3~4击，平均3.7击，仅钻孔HD07揭露，层厚2.45m。

10) 中粗砂⑧：灰白色，灰黄色，稍湿~饱和，松散~稍密状，成分以石英为主。标准贯入试验实测锤击数5~12击，平均9.0击，分布于企石垌梯级~岭头村梯级间局部阶地底部，厚度2.05m~4.90m。

11) 卵砾石层⑨：深灰、褐灰色，稍密状，卵砾石成分为粉砂岩、细砂岩、硅质岩，卵石约占30%~55%，粒径20mm~80mm，次棱角~次圆状；砾石约占20%~40%，粒径3~20mm，棱角~次棱角状；中粗砂含量约占10%~15%，成分为石英；粉黏粒含量约15%~30%。马道头梯级3个钻孔及航道HD05钻孔揭露，厚度0.40~1.90m。

(3) 残坡积层 (Q^{el+dl}):

1) 粉质黏土⑩：黄褐色，硬塑状，混少量碎石、角砾，标准贯入试验实测击数16~18击，平均值17.0击。分布于碎屑岩丘坡地表，厚度1.5m~4.0m。

2) 砂质粉质黏土⑪：为花岗岩风化残坡积，黄褐、黑褐与灰白色混杂，花斑状结构，硬塑状；混角砾、砂，成分为石英，其中砾石含量5%~20%，粒径2mm~5mm，棱角状；砂粒含量10%~30%，以中粗砂为主。标准贯入试验实测锤击数14~27击，平均21.4击，分布于桩号K33+600~K40+900基岩为花岗岩地段，层厚7.0m~15.5m。

(4) 下第三系始新统~上第三系邕宁群 (E2-Ny)：上部灰绿、浅绿色薄-中厚层状泥岩、灰色薄层状泥质粉砂岩、灰白色细中粒砂岩，局部夹含油泥岩；

中部泥岩夹薄层油页岩及菱铁矿；下部炭质泥岩夹褐煤、菱铁矿、砂砾岩，分布于运河规划线路桩号 K65+300~K75+700 段，厚度>15~1650m。

(5) 白垩系上统上组上段 (K_{22b}): 上部紫红色中-厚层泥岩、粉砂质泥岩，下部为浅灰紫色厚层细砂岩，分布于运河规划线路桩号 K47+200~K50+600 段、K56+500~K59+700 段、K60+500~K65+300 段、K75+200~K94+100 段，厚度 628m。

(6) 白垩系上统上组下段 (K_{22a}): 紫红色中-厚层状砾岩、砾状砂岩及含砾钙质粉砂岩，分布于运河规划线路桩号 K46+700~K47+200 段、K55+900~K56+500 段、K61+400~K62+300 段左岸，厚度 118m。

(7) 白垩系下统新隆组第五段大坡组 (K_{1d}): 浅白色、紫红色含砾岩屑质异粒砂岩夹砾状异粒砂岩、泥质粉砂岩，分布于运河规划线路桩号 K0+000~K2+500 段、K14+600~K18+200 段，厚度>758m。

(8) 白垩系下统新隆组第五段 (K_{1x5}): 暗紫红色细砂质粉砂岩、钙质粉砂岩夹细粒长石质岩屑质砂岩、含砾异粒砂岩，分布运河规划线路桩号 K12+300~K14+600 段，厚度 930~1078m。

(9) 白垩系下统新隆组第四段 (K_{1x4}): 紫红色中-厚层状钙质粉砂岩、粉砂岩夹长石质细砂岩、泥岩，分布于运河规划线路桩号 K2+500~K12+300 段，厚度 687~805m。

(10) 侏罗系上统 (J₃): 长石质砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩，分布于久隆镇 (运河规划线桩号 K87+400~K90+500 段左岸)、钦州市附近 (运河规划线桩号 K96+500~K113+200 段)，厚度>100m。

(11) 侏罗系中统 (J₂): 细砂岩、泥岩夹泥质粉砂岩，分布于久隆镇 (运河规划线桩号 K87+400~K90+500 段左岸)、青年船闸附近 (运河规划线桩号 K95+900~K96+500 段)、运河规划线桩号 K113+200~K131+000 段，厚度 337m。

(12) 侏罗系下统 (J₁): 上部钙质泥岩、粉砂质泥岩；下部细砂岩、砾状砂岩、泥质粉砂岩、砾岩，局部夹灰岩和菱铁矿，分布于陆屋镇 (运河规划线桩号 K50+500 段左侧)、久隆镇 (运河规划线桩号 K87+400~K90+500 段左岸)、青年船闸 (运河规划线桩号 K95+600~K95+900 段左岸) 附近，厚度 300~331m。

(13) 三叠系下统 (T₁): 灰岩、白云岩，泥质粉砂岩、粉砂质页岩、泥灰岩、钙质页岩。上部夹酸性熔岩，分布于运河规划线路桩号 K18+900~K22+400

左岸、k22+400~K26+100 段，厚度>467~>789m。

(14) 二叠系上统第三第四组 (P2c+d): 细粒岩屑质砂岩夹粉砂岩、砾岩, 局部地段上部夹酸性熔岩, 厚度 629-1951m; 第四组为泥质粉砂岩、粉砂质泥岩, 中下部局部含煤层, 其中太平地区夹砾岩、细砂岩, 厚度 253~>1640m; 分布于沙坪镇附近 (运河规划线路桩号 K18+200-K18+900 段)、运河规划线路桩号 K18+200~K22+400 段左岸、运河规划线路桩号 K26+100~K27+700 段。

(15) 泥盆系中统罗富组 (D2L): 黑灰色泥页岩夹薄层状泥灰岩、含炭质粉砂质泥岩、白云岩、灰岩、硅质岩夹含锰灰岩, 分布于陆屋镇附近 (运河规划线路桩号 K50+600~K55+300 段右侧、K55+300~K55+900 段), 厚度 147m。

(16) 泥盆系下统钦州组 (D1qn): 黑色、黑色薄层状泥岩, 浅灰色薄层状粉砂质泥岩, 浅灰、灰色、棕黄色薄~厚层粉砂岩、泥质粉砂岩, 浅灰色、灰色薄层状泥质硅质岩、硅质岩, 分布于运河规划线路桩号 K27+700~K30+100 段、K30+300~K33+700 段左右两侧, 厚度 515~825m。

(17) 泥盆系下统四排组 (D1s): 岩性为灰、深灰、灰黑色薄~中层状灰岩夹白云岩、白云质灰岩夹泥质灰岩、生物屑灰岩, 顶部为泥灰岩夹砂岩、泥岩。分布于陆屋镇附近 (运河规划线路桩号 K50+600~K55+300 段), 厚度>745m。

(18) 泥盆系下统郁江组 (D1y): 为黄褐、灰黄、灰绿色中薄层状泥质粉砂岩、泥岩夹少量中薄层状细砂岩, 局部见夹薄层钙质泥岩、泥灰岩。运河规划线路桩号 K51+500~K55+300 段左岸及 K59+700~K60+500 段, 厚度>350m。

(19) 志留系上统防城群 (S3fn): 上部为棕黄色中厚层粉砂质泥岩、泥岩夹细粒石英砂岩; 下部为灰色中薄层细粒石英砂岩、粉砂岩; 旧州地区为角岩夹少量硅质岩、硅质泥岩, 分布于运河规划线路桩号 K41+200~K42+600 段, 厚度>467~>1556m。

(20) 志留系中统文头山群 (S2wn): 细粒岩屑质砂岩夹粉砂岩、页岩, 局部炭质页岩, 常形成铁矿层或含铁砂层, 分布于运河规划线路桩号 K42+600~K44+700 段, 厚度>670m。

(21) 志留系下统连滩群第五组 (S1lne): 细粒岩屑质砂岩夹泥质粉砂岩、粉砂质页岩、页岩, 上部见沉积型铁矿层或铁砂岩、含铁页岩, 分布于陆屋镇附近 (运河规划线路桩号 K44+700~K46+700 段)、钦州港附近 (运河规划线路备

用线 9800~20300 段), 厚度 1837m。

(22) 志留系下统连滩群第四组 (S11nd): 灰黄色中厚层状粉砂岩、细粒 (中细粒) 岩屑质砂岩夹泥质粉砂岩、页岩、粉砂质页岩, 分布于青年船闸 (运河规划线路桩号 K91+800~K94+100 段左侧、K94+100~K95+600 段) 附近, 厚度 1348m。

(23) 志留系下统连滩群第三组 (S11nc): 灰色中厚层状岩屑砂岩、细粒岩屑质砂岩夹泥质粉砂岩、少量页岩, 分布于运河规划线桩号 K75+700~K88+000 段、K131+000~K132+200 段, 钦州港附近的运河规划比选路线 5400~6400 段, 厚度约 1150m。

(24) 志留系下统连滩群第二组 (S11nb): 灰、浅灰黄色中厚层细砂岩、细粒岩屑石英砂岩、粉砂岩夹薄层粉砂质泥岩。宏观岩性以砂岩为主, 局部由薄层泥岩夹薄层细砂岩、粉砂岩组成的泥质岩段厚 10-30m。分布于运河规划线路桩号 K62+300~K79+500 段左岸、K132+200~K136+620.55 段、运河规划线路备用线 6400~9800 段, 总厚度约 2997m。

(25) 印支期第二次 ($\gamma 51b$): 黑云母二长花岗岩, 分布于运河规划线路桩号 K33+700~K41+200 段。

3.1.4.2 不良地质作用

1、滑坡、崩塌

运河线路沿线未发现较大规模滑坡及崩塌。钦江水边局部较陡的岸坡发生坍塌, 但规模小, 方量小于 $10m^3$, 主要原因为河水涨落及凹岸侵蚀。

根据广西壮族自治区自然资源厅等六部门发布的《广西壮族自治区 2020 年度地质灾害防治方案的通知》, 所列的重点预防地质灾害隐患点中, 有一处——钦北区大垌镇大垌居委会沙帽岭距运河线路较近, 该处灾种为崩塌, 处在茅岭江流域范围, 距钦江约 7km, 对运河线路无影响。

2、泥石流

运河沿线两岸为丘陵地形, 植被总体较好, 未发现较大规模的滑坡和崩塌, 各支流及冲沟口洪积层不发育, 未发现泥石流发育迹象。

3、岩溶

线路桩号 K50+600~K55+300 分布泥盆系下统四排组 (D1s) 和益兰组 (D2L)

地层，地层岩性有灰岩、白云岩及泥灰岩等可溶岩。其中四排组（D1s）分布有厚度为 300m~380m 中厚~厚层状灰岩、白云岩；其余为灰岩与泥灰岩、泥岩及砂岩互层，不利于岩溶发育。这两个岩组分布区地表未见岩溶漏斗或塌陷。厚度 300m~380m 中厚~厚层状灰岩、白云岩沿钦江河出露不多，地表岩溶形态以溶沟、溶槽为主，未见流水的岩溶管道，陆屋以南 2.5km 采石场大坑处于这套较纯的灰岩、白云岩中。该采石场大坑底高程为-20.4m，深 45m~51m，东面坑壁高程约 6m~10m 间上发育一个 8m×5m×4m 的无充填溶洞，局部坑壁上有岩溶裂隙线状渗水点。采石场大坑西面约 15m~20m 的废弃采石坑中水位高程约为 21m，北西面约 160m 钦江河水位为 18.5m，高于采石场坑底 38.9m~41.4m，采石坑中未见较大的岩溶管道渗漏，仅局部为裂隙渗漏，表明岩溶发育程度弱。总体而言，线路桩号 K50+600~K55+300 分布的灰岩、白云岩岩溶发育程度弱。

4、采空区

陆屋镇以南、设计桩号 K51+100~K51+300 钦江左岸分布有石场露天采石坑，未发现运河走廊带有地下开采活动，无地下采空区。

3.1.5 海洋灾害

钦州湾主要灾害有：热带气旋、风暴潮、暴雨、局地强对流灾害性天气和地震等。

（1）热带气旋

热带气旋是夏半年袭击北部湾海洋，对广西沿海地区危害最大的一种海洋灾害。根据 1951~2020 年台风资料统计可知，1951~2020 年间，影响广西的热带气旋共 341 个，其中进入广西及其近海的热带气旋共 154 个，平均每年约 2.2 个，最多年份为 6 个（1994、1995、2018 年）。影响广西的热带气旋主要集中在 7~9 月，占总数的 74.12%，其次是 6 月和 10 月，各占 12.41%和 7.99%。

2016 年 10 月 18~19 日，受 1621 号强台风“莎莉嘉”的影响，我区受灾人口 22.98 万人，紧急转移安置人口 0.97 万人、倒塌房屋 8 间，水产养殖受灾面积 0.08 千公顷，损毁海堤 22.7km，损坏护岸 36 处，损坏水闸 59 座，损坏塘坝 7 座，损坏灌溉设施 121 处，直接经济损失 2.37 亿元。

2017 年，受 1720 号“卡努”台风影响，广西沿海出现 1 次风暴潮灾害过程，给全区水产养殖造成直接经济损失 0.02 亿元，无人员伤亡。出现波高≥3.0m 大浪

的天数共 63 天，其中：冷空气引起的大浪 31 天，西南大风引起的大浪 21 天，热带气旋引起的大浪 11 天，共发生了 5 次一场大潮过程，其中又 1 次过程超过经济超微，但未造成灾害。

2018 年最强台风“山竹”横跨广西，风涝灾害严重：台风“山竹”于 2018 年 9 月 16 日 23 时以台风级别（33 米/秒）从玉林市北流南部进入广西，横跨广西内陆。台风“山竹”是 2018 年登陆我国最强的台风，广西 55 个县（区、市）出现大风，最大风力达 13 级，为 1963 年来出现大风范围最大的台风过程。全区共 13 市 55 个县（区、市）出现风涝灾害，贵港、玉林、南宁、梧州等市的农作物受灾严重，玉林、钦州、贵港等市部分供电线路和设备受损停电，区内航空、铁路、公路、海河航运均受到不同程度影响。

2019 年第 7 号台风“韦帕”生成后在海南文昌、广东湛江和广西防城港三次登陆，在北部湾广西近海及陆地停留长达 25 小时。受其影响，8 月 1—4 日桂南大部地区出现暴雨到大暴雨，局部特大暴雨；过程累计雨量超过 300 毫米共有 9 个县（市）的 35 个乡镇；200~300 毫米的有 14 个县（市）的 46 个乡镇。南宁、梧州、北海、防城港、钦州、河池、崇左市等 7 市 20 县（市）受灾。

2020 年，受台风“浪卡”和冷空气共同影响，广西南部大部分地区出现暴雨、局部大暴雨。沿海地区及北部湾海面有 8~11 级大风。据广西气象观测站资料统计，10 月 13 日 08 时-16 日 08 时，累计雨量超过 300 毫米的有防城港市上思县和防城区的 4 个站，最大为上思县叫安镇 400.2 毫米；200~300 毫米有防城港、南宁、来宾、百色、崇左等 5 市 6 县（市、区）的 19 个站，100~200 毫米有 10 市 42 县（市、区）的 256 个站，50~100 毫米有 14 市 78 县（市、区）的 991 个站；9 市 15 县（市、区）的 41 个气象观测站出现 8~11 级的大风，最大为北海市斜阳岛气象观测站 29.6 米/秒（11 级）。另据广西国家级地面气象观测站雨量资料统计，13-15 日，广西共出现暴雨 23 站日，大暴雨 1 站日；大风 13 站日。

2021 年，7 号台风“查帕卡”于 7 月 21 日 17 时前后从玉林市陆川县进入广西后穿过浦北、横州、南宁城区、上思、防城区，历经 39 小时后，于 23 日 08 时南落进入北部湾海面。受“查帕卡”影响，防城港、北海、钦州、南宁、崇左、玉林、贵港、梧州、来宾、百色、柳州、河池市有大雨到暴雨，局部大暴雨到特大暴雨；部分地区出现 8 级以上大风。据统计，7 月 20 日 20 时-23 日 11 时，超过

300 毫米有北海市海城区涠洲岛（348.6 毫米）、防城港市上思县叫安乡（337 毫米），200-300 毫米有 3 市 4 县（区）的 11 个乡镇，100-200 毫米有 7 市 27 县（区）的 112 个乡镇，50-100 毫米有 12 市 67 县（区）的 268 个乡镇。最大 24 小时雨量为防城港市上思县叫安乡 306.1 毫米。柳州、河池、防城港、北海、钦州、玉林、贵港、崇左等市出现 8 级以上大风，最大为东兴市东兴镇 24.5 米/秒（10 级）。

（2）风暴潮

广西沿海是受台风风暴潮影响较为频繁的地区之一，台风风暴潮灾害常有发生。据不完全统计，1965 年~2012 年的 48 年中，影响广西沿海一般强度以上的风暴增水过程共有 117 次，并造成一定的风暴潮灾害损失。灾害较为严重的台风风暴潮有 6508 号、8217 号、8609 号及 1409 号台风风暴潮。如 8609 号台风风暴潮，台风风暴潮期间为天文潮大潮期，最大增水与天文潮高潮相叠，导致广西沿岸出现高水位（比历史最高水位高 0.4m），受这场台风风暴潮的袭击，广西沿海 1000km 多的海堤 80%被高潮巨浪冲垮，造成广西沿海损失约 3.9 亿元。2014 年 7 月，受 1409 号台风“威马逊”外围风力的影响，广西沿海各验潮站出现 84cm~286cm 的风暴增水。

（3）暴雨

钦州湾沿岸地形低平，雨量丰富，是广西沿岸暴雨最多的地区之一。以钦州市为例，累年平均雨量 $\geq 50\text{mm}$ 的暴雨日数为 9.7d；累年平均雨量 $\geq 80\text{mm}$ 的暴雨天数为 4.2d； $\geq 100\text{mm}$ 的暴雨日数为 2.5d。暴雨一年四季均可出现，以夏季 6 月~8 月最多，暴雨天数占全年的 73%，其中以 7 月居多，占全年暴雨量的 28%。在钦江、茅岭江流域平均每年出现洪涝 0.9 次，平均维持时间为 26h。

（4）局地强对流灾害性天气

主要有雷暴、雹线、龙卷风及冰雹等。此类天气一般影响时间短、范围小，但发生突然、来势凶猛、强度大，因而常常造成严重灾害。

（5）地震

钦州市地处东南沿海地震带西段，全市国土面积中约有 40%处于地震加速度 0.10g—0.15g（相当于地震基本烈度 VII 度至 VII 度强），60%处于地震加速度 0.05g（相当于地震基本烈度 6 度），具有发生中强破坏性地震的长期背景。据统计，

钦州市境内曾发生 5 级以上地震 3 次，其中最大地震是 1936 年灵山 6.8 级地震，造成 92 人死亡、200 余人受伤、5800 多间房屋倒塌。此外，20 世纪 70 年代以来，在钦州市发生多次破坏性和强有感地震，都在当地造成了一定的经济损失和不同程度的社会影响。还有 1994 年、1995 年相继发生在北部湾的 6.1 级、6.2 级地震，也对钦州市沿海地区造成了强烈的社会影响。

(6) 海雾

海雾多发于春季（11 月~4 月），海雾生成从早晨 4 时~5 时为多，持续时间一般为 3h~4h，最长可持续 1d。多年平均雾日 20.2d。历年最多雾日 32d（1985 年）。

(7) 冬半年偏北强风

每年 10 月至次年 3 月，常出现 6 级以上偏北强风，风速 $\geq 11\text{m/s}$ 。深秋季节的偏北强风主要由热带气旋（台风）与冷空气的共同影响而形成，冬、春季节则是冷空气影响。一般来说，冬季受西路冷空气影响而带来的偏北强风来势凶猛，强度大，持续时间长，严重影响海上作业和海岸工程。

(8) 局地强对流灾害性天气

主要有雷暴、雹线、龙卷风及冰雹等。此类天气一般影响时间短、范围小，但发生突然、来势凶猛、强度大，因而常常造成严重灾害。

3.1.6 海洋水文

本报告采用天津水运工程勘察设计院有限公司于 2021 年 8 月 5 日-25 日大、小潮期间针对本项项目做的海洋水文现状调查。

3.1.6.1 调查概况

在工程区近岸海域布置 V1~V6 共 6 条水文垂线。同时在海域布置 H1、H2 潮位测站（可采用当地固定潮位站），开展同步潮位观测。

表 3.1.6-1 水文测验站位置

站位	测站	经度	纬度
V1	潮流站		
V2	潮流站		
V3	潮流站		

V4	潮流站		
V5	潮流站		
V6	潮流站		
H1	潮位站		
H2	潮位站		



图 3.1.6-1 水文测验站位示意图

3.1.6.2 潮位

(1) 大、小潮观测期间潮位特征

从实测潮位过程线图来看，在小潮期间，施测海域的潮汐日不等现象较为明显。本次全潮测验期间，H1、H2 验潮站实测最大潮差大潮为 382cm、小潮为 169cm，两站实测平均潮差大潮为 359cm、小潮为 132cm。

略

图 3.1.6-2 大潮期间各验潮站潮位过程线图

略

图 3.1.6-3 小潮期间各验潮站潮位过程线图

施测海域高、低潮位统计表见表 3.1.6-2。根据实测资料统计得知，观测海域大、小潮期间，两站高低潮发生时刻差别较大，湾颈处的 H2 测站高低潮发生时

刻早于内湾处的 H1 测站。

表 3.1.6-2 大、小潮期间施测海域 各 测站高、低潮位统计表
略

统计观测期间大、小潮涨落潮历时和潮差统计结果见表 3.1.6-3。

1) 实测涨、落潮平均历时：大潮涨、落潮平均历时分别为 14 小时 16 分和 10 小时 12 分，涨潮历时大于落潮历时；小潮涨、落潮平均历时分别为 5 小时 30 分和 7 小时 00 分，涨潮历时小于落潮历时。大、小潮涨、落潮平均历时差分别为 4 小时 03 分和 1 小时 30 分，涨落潮历时差差异明显。

2) 实测涨、落潮平均潮差：H1 站大潮为 345cm、小潮为 126cm，H2 站大潮为 373cm、小潮为 139cm。大潮涨、落潮平均潮差分别为 368cm 和 350cm，小潮分别为 115cm 和 150cm。H1、H2 站平均潮差分别为 235cm、256cm。

表 3.1.6-3 大、小潮观测期间施测海域涨、落潮历时和潮差统计表
略

(2) 实测短期潮位特征值

根据施测海域两处临时验潮站本期观测数据统计，各站实测潮位特征值见下表 3.1.6-4。

表 3.1.6-4 各验潮站潮位特征值（单位：cm）

略

两站实测高潮位和潮差，湾颈处的 H2 站均大于内湾处的 H1 站。H1、H2 站平均涨潮历时均大于落潮历时，平均涨、落潮历时差约为 2 小时 11 分钟。

略

图 3.1.6-4 各验潮站潮位过程线图

(3) 短期潮汐调和分析

通过对本次测验验潮站 H1、H2 站 2021 年 08 月 09 日 00:00~2021 年 08 月 24 日 00:00 的潮位数据，采用最小二乘法进行潮汐调和分析，求出 11 个分潮的调和常数。调和常数表见下表。

表 3.1.6-5 各测站调和常数表

分 潮		H1		H2	
		H(cm)	g(°)	H(cm)	g(°)
1	Q ₁	16.1	41	18.0	19
2	O ₁	84.1	66	93.9	43
3	P ₁	26.5	125	29.2	99
4	K ₁	80.2	129	88.4	103
5	N ₂	5.7	192	7.6	158
6	M ₂	29.8	219	39.6	185
7	S ₂	12.4	336	12.1	290
8	k ₂	3.4	340	3.3	294
9	M ₄	2.1	81	1.8	72
10	MS ₄	4.0	127	3.3	52
11	M ₆	0.9	312	1.1	324

潮汐性质按下式计算标准判别：

$$F = \frac{H_{O_1} + H_{K_1}}{H_{M_2}}$$

当 $F \leq 0.5$ 时为正规半日潮

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时为不正规半日混合潮

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时为不正规全日混合潮

当 $4.0 < F$ 时为正规全日潮

式中的 H_{O_1} 、 H_{K_1} 、 H_{M_2} 分别为主太阴日分潮、太阴太阳赤纬日分潮、主太阴半日分潮的平均振幅（cm）。

计算得出 H₁、H₂ 站的 F 值分别为 5.51、4.61，从数值上看，可以表明施测海域的潮汐属于正规全日潮性质。

3.1.6.3 海流

(1) 实测海流特征值分析

将各个测站的垂线平均流速以落潮为正、涨潮为负绘制潮位及垂线平均流速流向过程线图（见图 3.1.6-5 至图 3.1.6-8），以各个测站的垂线平均流速、流向为依据绘制海流矢量图（见图 3.1.6-9 至图 3.1.6-12）。

略

图 3.1.6-5 大潮期间 V1-V3 测站潮位及流速流向过程线

略

图 3.1.6-6 大潮期间 V4-V6 测站潮位及流速流向过程线

略

图 3.1.6-7 小潮期间 V1-V3 测站潮位及流速流向过程线

略

图 3.1.6-8 小潮期间 V4-V6 测站潮位及流速流向过程线

略

图 3.1.6-9 大潮期间 V1-V3 测站含沙量过程线

略

图 3.1.6-10 大潮期间 V4-V6 测站含沙量过程线

略

图 3.1.6-11 小潮期间 V1-V3 测站含沙量过程线

略

图 3.1.6-12 小潮期间 V4-V6 测站含沙量过程线

1) 潮段平均流向

根据各站涨、落潮平均流速、流向计算结果（表 3.1.6-6），本次测验施测海域垂线平均流速矢量图见图 3.1.6-13 至图 3.1.6-14。

表 3.1.6-6 实测海域大、小潮涨、落潮平均流向统计表（°）

略

结合统计结果以及各测站垂线平均流速矢量图可以看出，除内湾湾顶河口处

的 V1 测站小潮期间涨、落潮平均流向均为 SW 外，各测站基本呈明显的往复流性质，与潮流调和分析结果一致。内湾南部的 V2 测站涨、落潮平均流向为 N~S，湾颈附近的 V3、V4 测站涨、落潮平均流向为 NW~SSE，外湾西侧的 V5 测站涨、落潮平均流向为 NNW~S，外湾东侧的 V6 测站涨、落潮平均流向为 NW~SSE。

略

图 3.1.6-13 大潮垂线平均潮流矢量图

略

图 3.1.6-14 小潮垂线平均潮流矢量图

2) 潮段平均流速

通过对本期测验各测站的垂线平均流速进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其矢量平均值得到各测站潮段平均流速（见表 3.1.6-7），统计得出：

施测海域内湾湾顶河口处的 V1 测站实测涨、落潮平均流速分别为 0.24m/s 和 0.52m/s。施测海域内湾南部的 V2 测站实测涨、落潮平均流速分别为 0.43m/s 和 0.59m/s；其中，大、小潮平均流速分别为 0.69m/s 和 0.33m/s。施测海域湾颈附近的 V3、V4 测站实测涨、落潮平均流速分别为 0.26m/s 和 0.52m/s；其中，大潮涨、落潮段平均流速分别为 0.29m/s 和 0.22m/s，小潮涨、落潮段平均流速分别为 0.61m/s 和 0.44m/s。施测海域外湾处的 V5、V6 测站实测涨、落潮平均流速分别为 0.22m/s 和 0.35m/s；其中，大潮涨、落潮段平均流速分别为 0.23m/s 和 0.20m/s，小潮涨、落潮段平均流速分别为 0.43m/s 和 0.28m/s。各测站落潮段平均流速均大于涨潮段平均流速。

表 3.1.6-7 各测站潮段平均流速统计表（m/s）

略

3) 实测最大流速

各测站涨、落潮段的垂线平均最大流速如表 3.1.6-8 所示。

①垂线平均最大流速：各测站垂线平均最大流速，大潮为 1.04m/s，流向 15° 和 165°，分别出现在 V2 测站的涨、落潮段；小潮为 0.98m/s，流向 149°，出现在 V3 测站的落潮段。

②测点最大流速：各层实测最大流速，大潮出现在 V2 测站的表层，为 1.39m/s，流向为 173°；小潮出现在 V3 测站的 0.2H 层，为 1.28m/s，流向为 145°。

③实测最大流速随潮流的变化：由上述数据按潮流比较可知，各测站均呈现

大潮流速大，小潮流速小的规律。

表 3.1.6-8 实测海域涨、落潮垂线平均最大流速、流向统计表
略

表 3.1.6-9 各测站涨、落潮段测点最大流速特征值统计表

略

4) 潮段平均流速垂向分布

通过对本次测验各个测站的各层实测的流速资料进行统计,按涨潮段、落潮段分别统计平均值得到各测站的涨、落潮段平均流速垂向分布(如表 3.1.6-10)。

统计结果表明:本海域垂向上流速涨潮时基本呈从表层到底层先增大后减小的分布趋势,落潮时基本呈从表层到底层逐渐减小的分布趋势。

表 3.1.6-10 各测站涨、落潮段平均流速垂向分布统计表 (m/s)

略

(2) 潮流准调和分析

潮流调和分析的目的是根据海流周日观测资料,分离潮流和非潮流,同时算得潮流调和常数,进而计算其潮流特征值,并判断海区的潮流性质。

1) 潮流椭圆要素

对本次测验的 6 个测站的大、小潮实测潮流资料,采用准调和分析方法分别计算出 O_1 、 K_1 、 M_2 、 S_2 、 M_4 、 MS_4 6 个主要分潮流调和常数,再根据调和常数,计算出各测站主要分潮流的潮流椭圆要素。

各主要分潮流以 O_1 全日分潮流为主,其次是 K_1 全日分潮流、 M_2 半日分潮流、 S_2 半日分潮流, M_4 四分之一日分潮流和 MS_4 复合分潮流较小。 O_1 全日分潮流最大流速(长半轴)的最大值为 62.8cm/s (V2 测站表层), K_1 全日分潮流最大流速(长半轴)的最大值为 59.2cm/s (V2 测站表层), M_2 半日分潮流最大流速(长半轴)的最大值为 50.7cm/s (V3 测站 0.4H 层), S_2 半日分潮流最大流速(长半轴)的最大值为 30.4cm/s (V3 测站表层)。

表 3.1.6-11 各测站垂线平均主要分潮流椭圆要素表

略

表 3.1.6-12 各测站各层主要分潮流椭圆要素表
略

2) 潮流类型

海区的潮流类型按以下方式判别：

$$F = \frac{W_{O_1} + W_{K_1}}{W_{M_2}}$$

式中的 W_{O_1} 、 W_{K_2} 、 M_{W_2} 分别为主太阴日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度 (cm/s)。

当 $F \leq 0.5$ 时， 为规则半日潮流

当 $0.5 < F \leq 2.0$ 时， 为不规则半日潮流

当 $2.0 < F \leq 4.0$ 时， 为不规则全日潮流

当 $4.0 < F$ 时， 为规则全日潮流

表 3.1.6-13 各测站潮流示性系数 F 特征值表

略

计算结果表明，除 V1、V3 测站外，各测站垂线平均的 F 值在 2.04~2.35 之间。表明施测海域各测站潮流类型基本为不规则全日潮流性质。

(3) 潮流的可能最大流速

对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值：

$$\begin{aligned} \vec{V}_{\max} &= 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4} \\ \vec{V}_{\max} &= \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1} \end{aligned}$$

式中的 \vec{V}_{\max} 潮流的可能最大流速单位为：cm/s， \vec{W}_{M_2} 、 \vec{W}_{S_2} 、 \vec{W}_{K_1} 、 \vec{W}_{O_1} 、 \vec{W}_{M_4} 、 \vec{W}_{MS_4} 分别为主太阴半日分潮流、主太阳半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流、主太阴日分潮流、太阴四分之一日分潮流和太阴太阳四分之一日分潮流的椭圆长半轴矢量。

潮流的可能最大流速以 V2 测站的表层为最大，达 230cm/s。受海底摩擦的影响，各测站潮流的可能最大流速基本由表到底逐渐减小。各测站各层潮流的可能最大流速介于 59cm/s~230cm/s 之间。

表 3.1.6-14 各测站潮流可能最大流速表

略

(4) 潮流的运动形式

潮流的运动形式由潮流的椭圆旋转率 K 值来描述, K 值为潮流椭圆的短轴和长轴之比。当 K 大于 0.25 时, 潮流表现为旋转流特征; 当 K 小于 0.25 时, 潮流表现为往复流特征。根据前述的分析, 施测海域潮流类型基本属于不规则全日潮流性质, 且全日分潮流中, O_1 分潮最具有代表性, 因此我们根据 O_1 分潮流的椭圆旋转率 K 值来分析施测海域潮流的运动形式。

表 3.1.6-15 各测站 O_1 分潮的 K 值

略

根据上表所列的 O_1 分潮的 K 值可以看出: 各测站的 K 值的绝对值均小于 0.25, 则实测海域运动形式基本呈现往复流特征, 与实测结果相一致。

(5) 余流

余流是指海流中除天文引潮力作用所引起的潮流以外的海流。在近海海区, 一般情况下余流相对于潮流的量级较小, 但在某些特定海域, 余流影响不能被忽略。它主要受制于水文气象、地形等因素, 因而不同天气条件、不同时间段的余流分布特征有所差异。

余流的变化主要受风场以及地形的支配。从计算结果来看:

垂线平均余流, 最大值出现在小潮期间 V1 测站, 达 0.46cm/s, 方向为 216°。各层余流, 最大值出现在小潮期间 V1 测站 0.6H 层, 达 0.46cm/s, 方向为 214°。

表 3.1.6-16 各测站余流计算结果一览表

略

略

图 3.1.6-15 大潮各测站垂线平均余流矢量图

略

图 3.1.6-16 小潮各测站垂线平均余流矢量图

3.2 海洋环境概况

本章节采用广西壮族自治区海洋地质调查院于 2021 年春季和广西柳环环保有限公司、广西壮族自治区海洋地质调查院于 2021 年秋季在项目海域进行

的海洋生态环境现状调查。

3.2.1 海水水质现状调查与评价

3.2.1.1 调查概况

(1) 2021 年春季

调查按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》等的有关标准要求，在调查海域布设 20 个海上站点，其中海水水质 20 个站位，沉积物站位 10 个，生物生态站位 12 个，另有潮间带生物断面 3 条。调查站位图及调查站位表见图 3.2.1.1-1 和表 3.2.1.1-1。

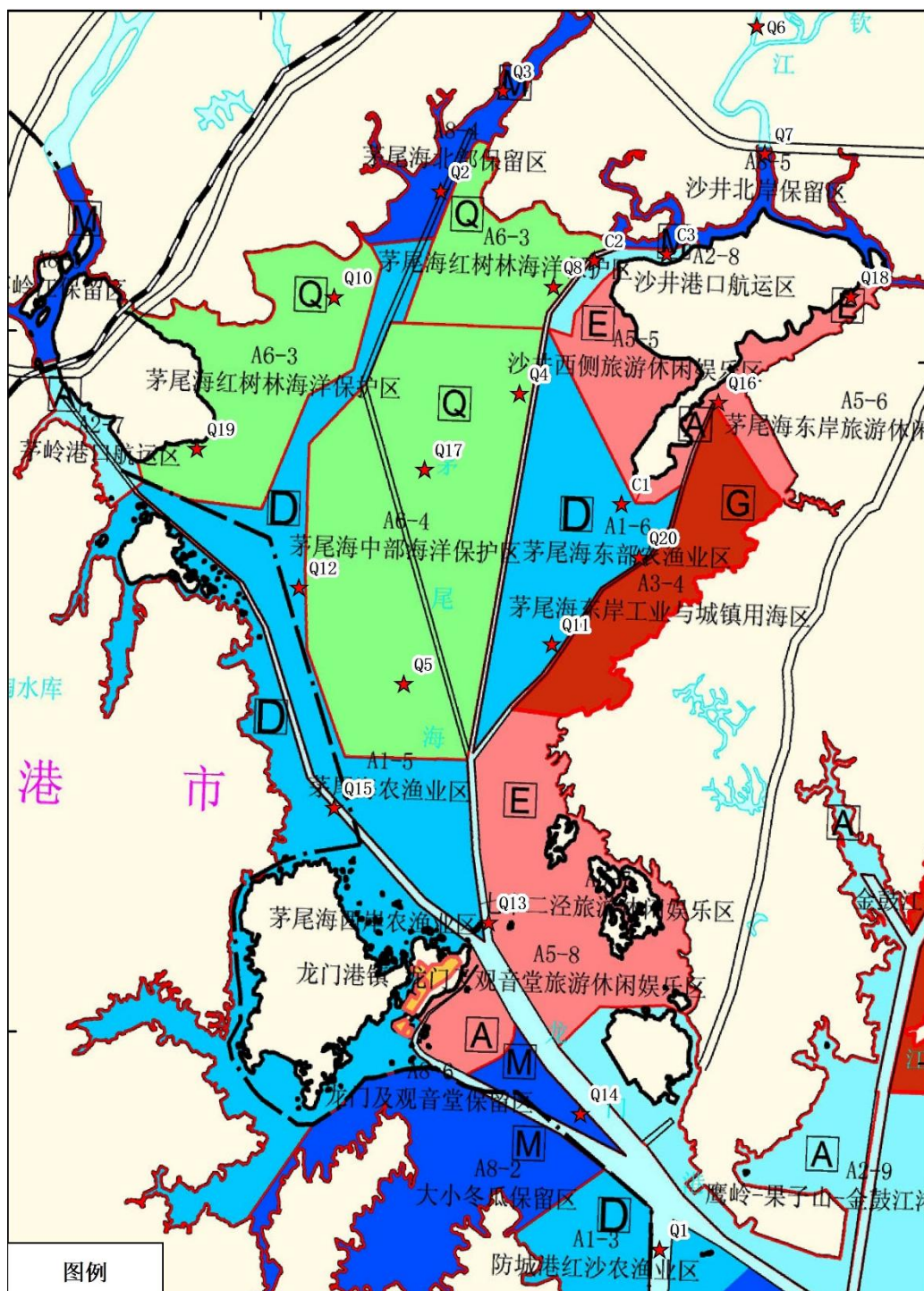


图 3.2.1.1-1 调查站位图

表 3.2.1.1-1 调查站位表

站号	经度 E	纬度 N	海水水质	海洋沉积物	海洋生态	潮间带生物
Q1			√	√	√	
Q2			√			
Q3			√			
Q4			√			
Q5			√			

站号	经度 E	纬度 N	海水水质	海洋沉积物	海洋生态	潮间带生物
Q6			√			
Q7			√			
Q8			√			
Q9			√	√	√	
Q10			√	√	√	
Q11			√	√	√	
Q12			√	√	√	
Q13			√	√	√	
Q14			√			
Q15			√	√	√	
Q16			√	√	√	
Q17			√	√	√	
Q18			√		√	
Q19			√		√	
Q20			√	√	√	
C1						√
C2						√
C3						√

(2) 2021 年秋季

本项目所用现状调查共布设 23 个海上站点，其中沉积物站位 12 个，生物生态站位 14 个，生物质量选取鱼类、甲壳类、贝类等进行分析，另有潮间带生物断面 6 条。调查站位图及调查站位表见图 3.2.1.1-2 和表 3.2.1.1-2。

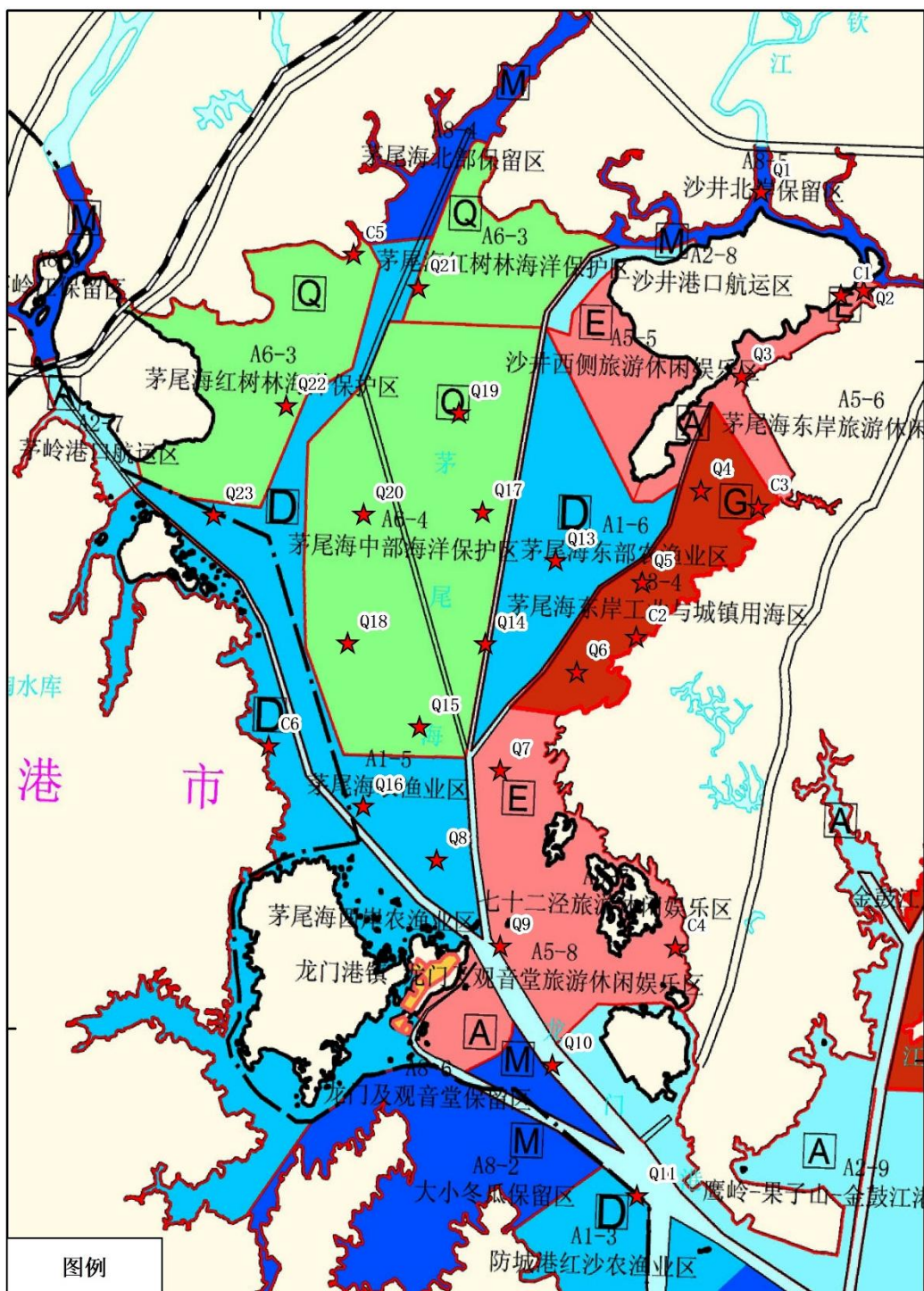


图 3.2.1.1-2 调查站位图

表 3.2.1.1-2 调查站位表

站号	经度E	纬度N	海水水质	海洋沉积物	海洋生态	潮间带生物
Q1			√			
Q2			√			
Q3			√	√	√	

Q4			√	√	√	
Q5			√	√	√	
Q6			√	√	√	
Q7			√			
Q8			√	√	√	
Q9			√	√	√	
Q10			√	√	√	
Q11			√	√	√	
Q12			√		√	
Q13			√	√	√	
Q14			√		√	
Q15			√	√	√	
Q16			√	√	√	
Q17			√	√	√	
Q18			√			
Q19			√			
Q20			√			
Q21			√			
Q22			√			
Q23			√			
C1						√
C2						√
C3						√
C4						√
C5						√
C6						√

3.2.1.2 水质监测项目

水质监测项目分别为盐度、溶解氧、pH、悬浮物、化学需氧量、铵盐、亚硝酸盐、硝酸盐、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、锌、汞、砷、铬、氰化物、硫化物、挥发酚。

3.2.1.3 监测方法

除石油类只取表层水样外，其余项目的采集均按以下要求进行：当水深小于10米时，只采集表层；当水深大于10米小于25米时，采集表层和底层二层样；

当水深大于 25 米小于 50 米时，采三层样。石油类取表层样品。各项监测因子的采集与分析均按照《海洋调查规范》与《海洋监测规范》进行，见表 3.2.1.3-1。

其中盐度、溶解氧、pH 现场测定，测定仪器为哈希 HQ30d。悬浮物、挥发性酚、COD_{Mn} 等需尽快测定的指标由广西壮族自治区海洋地质调查院和青岛国茂环境检测有限公司建立的现场实验室测定；粪大肠菌群等需尽快测定的指标由广西壮族自治区地质矿产测试研究中心测定、其余样品当日经加固定剂后于冷藏箱内由物流 2 日内抵达青岛国茂环境检测有限公司实验室进行测定。

按照《海洋调查规范》与《海洋监测规范》进行见表 3.2.1.3-2。

表 3.2.1.3-1 海水样品预处理和保存方法

项目	预处理	贮存容器	采样量	保存时间
盐度	现场测定	-	-	-
pH 值	现场测定	-	-	-
DO	氯化锰和碱性碘化钾溶液固定 或电化学探头现场测定	G	100mL	24h 内分析
COD _{Mn}	冷藏，加硫酸至 pH<2	G	300mL	24h 内分析
NO ₃ -N	过滤	P	50mL	冷冻
NO ₂ -N	过滤	P	50mL	冷冻
NH ₄ ⁺ N	过滤	P	50mL	冷冻
PO ₄ ³⁻ P	过滤	P	50mL	冷冻
挥发性酚	加磷酸至 pH<4，加 1g CuSO ₄	G	500mL	24h
石油类	现场实验室萃取	G	500mL	10d
铜、铅、锌、镉	过滤后，酸化保存	P	500mL	90d
总汞	不过滤，硫酸酸化	G	100mL	13d
砷	过滤	G 或 P	100mL	90d
总铬	过滤	G 或 P	100mL	20d
悬浮物	不过滤	P	1000mL	24h 内分析
硫化物	每升水样加 2ml50g/L 醋酸 锌和 2ml40g/LNaOH	G	1000mL	7d
氰化物	加 NaOH 至 pH>2	G	500mL	24h 内分析
有机氯农药	冷藏，加硫酸至 pH<2	G	500mL	7d 内分析

表 3.2.1.3-2 水质调查项目分析方法

分析项目	分析方法	检出限	规范性引用文件
水温	表层水温表法	0.01℃	GB/T12763.2-2007

悬浮物	重量法	0.1mg/L	GB17378.4—2007
CODMn	碱性高锰酸钾法	0.15mg/L	GB17378.4—2007
石油类	紫外分光光度法	3.5μg/L	GB17378.4—2007
NO ₃ --N	铈镉还原法	0.05μmol/L	GB17378.4—2007
NO ₂ --N	萘乙二胺分光光度法	0.02μmol/L	GB17378.4—2007
NH ₄ +--N	次溴酸盐氧化法	0.03μmol/L	GB17378.4—2007
PO ₄ 3--P	磷钼蓝分光光度法	0.02μmol/L	GB17378.4—2007
砷	原子荧光法	0.5μg/L	GB17378.4—2007
汞	原子荧光法	0.007μg/L	GB17378.4—2007
铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L	GB17378.4—2007
铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L	GB17378.4—2007
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L	GB17378.4—2007
锌	火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L	GB17378.4—2007
总铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L	GB17378.4—2007
氰化物	异烟酸吡啶啉酮分光光度法	0.004mg/L	GB17378.4—2007
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.02mg/L	GB17378.4—2007
挥发酚	4-氨基安替比林分光光度法	0.001mg/L	GB17378.4—2007

3.2.1.4 监测结果

2021年春季海水水质监测结果见表 3.2.1.4-1，2021年秋季海水水质监测结果见表 3.2.1.4-2。

表 3.2.1.4-1 2021 年春季水质监测结果表

站位	层位	pH	盐度	悬浮物	溶解氧	COD	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	石油类	氰化物	硫化物	挥发性酚	铜	铅	镉	锌	汞	砷	总铬
		/	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
Q01	表	7.96	18.8	5.8	8.13	0.82	0.023	0.123	0.073	0.0163	0.04	<2.1	<1.7	<4.8	1.26	0.83	0.07	7.2	0.031	0.38	0.051
Q02	表	7.14	1.87	22.3	6.13	2.14	0.335	1.034	0.552	0.0262	0.11	<2.1	2.2	7.9	3.02	3.81	0.26	17.5	0.065	0.95	0.196
Q03	表	7.00	1.26	26.8	5.74	2.88	0.386	1.421	0.926	0.0286	0.11	16.7	4.2	18.2	3.13	3.92	0.28	19.1	0.073	1.06	0.213
Q04	表	7.22	2.50	21.4	6.36	1.94	0.294	0.974	0.421	0.0204	0.12	<2.1	<1.7	<4.8	2.86	3.74	0.17	18.2	0.057	0.83	0.192
Q05	表	7.54	4.53	6.2	7.26	1.38	0.251	0.885	0.506	0.0185	0.08	<2.1	<1.7	<4.8	2.03	2.38	0.15	10.3	0.047	0.67	0.098
Q06	表	7.32	0.11	61.9	4.33	3.2	0.017	0.107	0.066	0.0215	0.05	<2.1	<1.7	<4.8	3.35	4.03	0.28	22.3	0.094	1.23	0.262
Q07	表	7.13	0.11	53.3	4.82	3.02	0.017	0.091	0.058	0.0204	0.07	<2.1	<1.7	<4.8	3.21	3.89	0.26	19.2	0.099	1.08	0.223
Q08	表	7.33	2.60	14.9	6.03	2.12	0.316	1.253	0.689	0.0241	0.11	<2.1	<1.7	<4.8	3.02	3.93	0.19	19.5	0.068	0.96	0.213
Q09	表	7.86	19.8	4.7	8.22	0.72	0.023	0.124	0.079	0.0146	0.02	<2.1	<1.7	<4.8	1.12	0.42	0.05	6.9	0.023	0.33	0.033
Q10	表	7.32	3.83	33.2	6.53	1.88	0.312	1.325	0.726	0.0242	0.11	<2.1	<1.7	<4.8	2.88	3.65	0.21	16.1	0.057	0.92	0.202
Q11	表	7.74	7.34	15.4	6.78	1.46	0.262	0.903	0.496	0.0133	0.09	<2.1	<1.7	<4.8	2.23	2.69	0.19	11.6	0.068	0.77	0.136
Q12	表	7.48	4.61	17.6	7.03	2.08	0.277	1.046	0.573	0.0231	0.08	<2.1	<1.7	<4.8	2.19	3.11	0.17	12.9	0.055	0.81	0.136
Q13	表	7.80	16.2	7.2	7.96	0.96	0.023	0.144	0.091	0.0291	0.07	<2.1	<1.7	<4.8	1.56	1.23	0.11	8.3	0.039	0.55	0.089
Q13	底	7.90	17.4	5.1	7.85	0.88	0.009	0.058	0.038	0.0226	/	<2.1	<1.7	<4.8	1.44	1.18	0.09	8.6	0.034	0.52	0.085
Q14	表	7.86	17.4	5.5	8.04	0.88	0.021	0.113	0.062	0.0196	0.04	<2.1	<1.7	<4.8	1.33	0.68	0.09	7.7	0.042	0.42	0.074
Q15	表	7.71	6.00	15.7	7.51	1.12	0.243	0.796	0.412	0.0258	0.07	<2.1	<1.7	<4.8	1.86	1.96	0.15	9.8	0.060	0.61	0.102
Q16	表	7.71	2.82	12.5	5.21	2.14	0.108	0.472	0.271	0.0155	0.11	<2.1	<1.7	<4.8	2.89	3.22	0.26	14.8	0.065	0.88	0.189
Q17	表	7.91	5.69	26.3	6.64	1.52	0.304	1.116	0.609	0.0204	0.12	<2.1	<1.7	<4.8	2.17	3.29	0.15	13.8	0.034	0.89	0.168
Q18	表	7.54	1.06	15.3	5.03	2.48	0.013	0.096	0.068	0.0193	0.13	<2.1	<1.7	<4.8	3.02	4.14	0.31	18.7	0.075	0.92	0.234
Q19	表	7.50	2.82	23.4	6.88	1.46	0.283	0.853	0.521	0.0253	0.08	<2.1	<1.7	<4.8	2.56	3.26	0.22	14.7	0.065	0.95	0.147
Q20	表	7.58	1.87	18.7	6.19	1.92	0.372	1.279	0.737	0.0152	0.11	<2.1	2.2	<4.8	2.38	3.01	0.22	13.4	0.060	0.82	0.158

表 3.2.1.4-2 2021 年秋季水质监测结果表

站位	层位	pH	盐度	悬浮物	溶解氧	COD	亚硝酸盐	硝酸盐	铵盐	活性磷酸盐	石油类	氰化物	硫化物	挥发性酚	铜	铅	镉	锌	汞	砷	总铬
		/	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
Q1	表	7.32	0.4	0.4	8.02	4.26	0.1740	0.462	0.095	0.0315	0.01	<0.5	<1.7	<1.1	3.17	2.33	0.38	6.8	0.041	1.12	0.235
Q2	表	7.66	3.8	3.2	8.13	2.42	0.0245	0.567	0.013	0.0516	0.01	<0.5	<1.7	<1.1	3.04	2.08	0.32	8.2	0.048	1.08	0.211
Q3	表	7.82	8.8	5.0	8.30	2.00	0.0256	0.511	0.009	0.0534	0.03	<0.5	<1.7	<1.1	2.88	1.84	0.29	12.3	0.033	0.87	0.252
Q4	表	7.88	10.5	0.6	8.63	2.20	0.0161	0.802	0.068	0.0578	0.09	<0.5	<1.7	<1.1	3.05	2.04	0.31	15.6	0.052	1.16	0.211
Q5	表	7.92	12.7	1.6	8.34	2.50	0.0263	0.107	0.037	0.0525	0.07	<0.5	<1.7	<1.1	2.62	1.88	0.26	17.4	0.048	0.87	0.154
Q6	表	7.98	23.3	3.2	8.42	1.53	0.0048	0.079	0.117	0.0353	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	2.33	1.62	0.22	14.2	0.033	0.82	0.162
Q7	表	8.06	24.1	4.6	8.25	1.32	0.0263	0.075	0.042	0.0452	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	2.14	1.32	0.21	13.2	0.036	0.77	0.138
Q8	表	8.23	25.0	2.2	8.13	1.18	0.0020	0.218	0.033	0.0324	0.01	<0.5	<1.7	<1.1	1.84	1.26	0.16	15.8	0.031	0.68	0.174
Q9	表	8.28	23.4	4.6	8.25	1.41	0.0078	0.098	0.030	0.0397	0.03	<0.5	<1.7	<1.1	1.63	1.03	0.21	16.7	0.028	0.52	0.152
Q9	底	8.33	23.6	1.2	8.33	0.14	0.0011	0.055	0.049	0.0216	/	<0.5	<1.7	<1.1	1.52	0.98	0.17	16.2	0.026	0.55	0.133
Q10	表	8.32	26.5	4.8	7.88	1.27	0.0004	0.136	0.039	0.0202	0.05	<0.5	<1.7	<1.1	1.32	0.92	0.15	14.3	0.022	0.49	0.148
Q11	表	8.35	27.6	3.8	8.29	1.35	0.0095	0.120	0.049	0.0327	0.12	<0.5	<1.7	<1.1	1.28	0.87	0.13	13.2	0.026	0.49	0.172
Q12	表	8.38	28.5	3.8	8.13	1.39	0.0304	0.075	0.011	0.0266	0.07	<0.5	<1.7	<1.1	1.37	0.92	0.16	15.6	0.022	0.49	0.182
Q13	表	8.02	18.9	3.2	8.43	1.41	0.0019	0.267	0.024	0.0374	0.04	<0.5	<1.7	<1.1	2.08	1.52	0.22	16.1	0.036	0.68	0.196
Q14	表	8.12	24.6	6.8	8.27	0.86	0.0204	0.077	0.013	0.0382	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	1.92	1.33	0.21	15.2	0.032	0.64	0.202
Q15	表	8.28	26.0	5.6	8.24	0.30	0.0117	0.113	0.036	0.0499	0.01	<0.5	<1.7	<1.1	2.04	1.26	0.22	18.3	0.036	0.68	0.152
Q16	表	8.22	24.8	5.2	8.24	0.55	0.0244	0.104	0.024	0.0310	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	2.12	1.52	0.26	16.9	0.036	0.72	0.162
Q17	表	8.18	17.4	1.6	8.50	1.12	0.0324	0.373	0.002	0.0470	0.04	<0.5	<1.7	<1.1	2.06	1.38	0.23	17.3	0.036	0.68	0.147
Q18	表	8.24	23.5	1.4	8.21	1.22	0.0305	0.112	0.007	0.0397	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	1.87	1.42	0.19	14.2	0.032	0.62	0.156
Q19	表	8.05	14.1	2.4	8.43	1.66	0.0170	0.415	0.006	0.0519	0.03	<0.5	<1.7	<1.1	1.94	1.33	0.21	13.2	0.032	0.66	0.138
Q20	表	8.03	15.2	5.2	8.60	1.98	0.0213	0.325	0.013	0.0505	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	1.82	1.26	0.23	12.9	0.032	0.69	0.168
Q21	表	7.81	8.3	0.2	8.55	3.35	0.0260	0.470	0.010	0.0493	0.01	<0.5	<1.7	<1.1	2.36	1.68	0.24	9.1	0.041	0.79	0.196
Q22	表	7.85	8.5	0.6	8.05	2.70	0.0012	0.445	0.023	0.0315	0.01	<0.5	<1.7	<1.1	2.42	1.74	0.26	8.8	0.041	0.82	0.203
Q23	表	8.08	16.1	1.0	8.35	1.43	0.0215	0.261	0.056	0.0490	0.02	<0.5	<1.7	<1.1	1.87	1.42	0.19	11.4	0.032	0.66	0.188

3.2.1.5 水质现状评价

(1) 评价因子

评价因子为 pH 值、溶解氧 (DO)、化学需氧量 (COD)、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属 (Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、As、Hg)、氰化物、硫化物、挥发性酚。

(2) 评价标准

根据《广西壮族自治区海洋功能区划 (2011-2020 年)》，按照站位所处的海洋功能区划不同来分别设定评价标准，2021 年春季站位与海洋功能区划关系表见表 3.2.1.5-1。2021 年秋季站位与海洋功能区划关系表见表 3.2.1.5-2。

表 3.2.1.5-1 2021 年春季调查站位与海洋功能区划关系表

站位	海洋功能区划	评价标准
Q1、Q9	防城港红沙农渔业区	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q2、Q3	茅尾海北部保留区	基本保持所在海域环境质量现状水平。
Q4、Q5、Q17	茅尾海中部海洋保护区	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q6	内河	/
Q7	沙井北岸保留区	海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行二类标准。
Q8、Q10、Q19	茅尾海红树林海洋保护区	海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q11、Q20	茅尾海东部农渔业区	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q13	七十二泾旅游休闲区	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q14	龙门及观音堂保留区	海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。
Q12、Q15	茅尾海农渔业区	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q16、Q18	茅尾海东岸旅游休闲区	海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

表 3.2.1.5-2 2021 年秋季调查站位与海洋功能区划关系表

站位	海洋功能区划	评价标准
Q2、Q3	茅尾海东岸旅游休闲区	海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q11	防城港红沙农渔业区	海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q14、Q15、Q17、Q18、Q19、Q20	茅尾海中部海洋保护区	海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q1	沙井北岸保留区	海水水质执行不劣于三类标准,海洋沉积物和海洋生物执行二类标准。
Q21、Q22	茅尾海红树林海洋保护区	海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q13	茅尾海东部农渔业区	海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q7、Q9	七十二泾旅游休闲区	海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q10	龙门及观音堂保留区	海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。
Q8、Q16、Q23	茅尾海农渔业区	海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
Q4、Q5、Q6	茅尾海东岸工业与城镇用海区	海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。

(3) 评价结果

1) 2021 年春季

从评价结果可知,按水质标准评价的站位中,无机氮超标站位共有 11 个,最大超标倍数为 7.96,站位为 Q20;石油类超标站位共有 10 个,最大超标倍数为 2.60,站位为 Q18。

逐级评价的四个站位中,Q14 达到二类水质标准,Q6 达到三类水质标准,Q2、Q3 低于四类水质标准,主要超标要素为无机氮。

2) 2021 年秋季

从评价结果可知，按水质标准评价的站位中，无机氮超标站位共有 8 个，最大超标倍数为 2.02，站位为 Q2；生化需氧量超标站位共有 2 个，最大超标倍数为 1.12，站位为 Q21；活性磷酸盐超标站位共有 18 个，最大超标倍数为 1.78，站位为 Q3。

逐级评价的四个站位中，Q10 达到二类水质标准，Q6 达到四类水质标准，Q4、Q5 低于四类水质标准，主要超标要素为活性磷酸盐。

表 3.2.1.5-2 2021 年春季水质分类评价结果

监测站 位	pH	溶解 氧	无机 氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总 铬	挥发性酚	硫化物	水质要 求
Q8	0.18	0.53	5.65	0.53	0.80	0.37	0.20	0.02	0.39	0.06	0.02	0.34	0.00	0.24	0.01	一类
Q10	0.18	0.42	5.91	0.47	0.81	0.37	0.16	0.02	0.37	0.06	0.02	0.29	0.00	0.24	0.01	
Q19	0.28	0.33	4.14	0.37	0.84	0.27	0.15	0.02	0.33	0.05	0.02	0.33	0.00	0.24	0.01	
Q1	0.64	0.06	0.73	0.27	0.54	0.80	0.14	0.01	0.17	0.13	0.01	0.16	0.00	0.48	0.02	二类
Q4	0.15	0.59	5.63	0.65	0.68	2.40	0.36	0.03	0.75	0.29	0.03	0.29	0.00	0.48	0.02	
Q5	0.36	0.32	5.47	0.46	0.62	1.60	0.21	0.03	0.48	0.20	0.02	0.24	0.00	0.48	0.02	
Q9	0.57	0.03	0.75	0.24	0.49	0.40	0.14	0.01	0.08	0.11	0.01	0.12	0.00	0.48	0.02	
Q11	0.49	0.47	5.54	0.49	0.44	1.80	0.23	0.04	0.54	0.22	0.03	0.34	0.00	0.48	0.02	
Q12	0.32	0.39	6.32	0.69	0.77	1.60	0.26	0.03	0.62	0.22	0.03	0.28	0.00	0.48	0.02	
Q13	0.53	0.11	0.86	0.32	0.97	1.40	0.17	0.02	0.25	0.16	0.02	0.20	0.00	0.48	0.02	
Q15	0.47	0.25	4.84	0.37	0.86	1.40	0.20	0.03	0.39	0.19	0.02	0.30	0.00	0.48	0.02	
Q16	0.47	0.94	2.84	0.71	0.52	2.20	0.30	0.05	0.64	0.29	0.03	0.33	0.00	0.48	0.02	
Q17	0.61	0.51	6.76	0.51	0.68	2.40	0.28	0.03	0.66	0.22	0.03	0.17	0.00	0.48	0.02	
Q18	0.36	0.99	0.59	0.83	0.64	2.60	0.37	0.06	0.83	0.30	0.03	0.38	0.00	0.48	0.02	
Q20	0.39	0.64	7.96	0.64	0.51	2.20	0.27	0.04	0.60	0.24	0.03	0.30	0.00	0.48	0.04	
Q7	0.07	0.81	0.42	0.76	0.68	0.23	0.19	0.03	0.39	0.06	0.02	0.50	0.00	0.24	0.01	三类

表 3.2.1.5-3 2021 年春季水质逐级评价结果（一类）

监测站 位	pH	溶解 氧	无机 氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总 铬	挥发性酚	硫化物
Q2	0.09	0.94	9.61	1.07	1.75	2.20	0.88	0.26	3.81	0.60	0.05	1.30	0.00	1.58	0.11
Q3	0.00	1.11	13.67	1.44	1.91	2.20	0.96	0.28	3.92	0.63	0.05	1.46	0.00	3.64	0.21
Q6	0.21	1.72	0.95	1.60	1.43	1.00	1.12	0.28	4.03	0.67	0.06	1.88	0.01	0.48	0.04
Q14	0.57	0.12	0.98	0.44	1.31	0.80	0.39	0.09	0.68	0.27	0.02	0.84	0.00	0.48	0.04

表 3.2.1.5-4 2021 年春季水质逐级评价结果（二类）

监测站 位	pH	溶解 氧	无机 氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总 铬	挥发性酚	硫化物
Q2	0.09	0.66	6.40	0.71	0.87	2.20	0.35	0.05	0.76	0.30	0.03	0.33	0.00	1.58	0.04
Q3	0.00	0.78	9.11	0.96	0.95	2.20	0.38	0.06	0.78	0.31	0.04	0.37	0.00	3.64	0.08
Q6	0.21	1.20	0.63	1.07	0.72	1.00	0.45	0.06	0.81	0.34	0.04	0.47	0.00	0.48	0.02
Q14	0.57	0.09	0.65	0.29	0.65	0.80	0.15	0.02	0.14	0.13	0.01	0.21	0.00	0.48	0.02

表 3.2.1.5-5 2021 年春季水质逐级评价结果（三类）

监测站 位	pH	溶解 氧	无机 氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总 铬	挥发性酚	硫化物
Q2	0.08	0.51	4.80	0.54	0.87	0.37	0.18	0.03	0.38	0.06	0.02	0.33	0.00	0.79	0.02
Q3	0.00	0.60	6.83	0.72	0.95	0.37	0.19	0.03	0.39	0.06	0.02	0.37	0.00	1.82	0.04
Q6	0.18	0.92	0.48	0.80	0.72	0.17	0.22	0.03	0.40	0.07	0.02	0.47	0.00	0.24	0.01

表 3.2.1.5-6 2021 年春季水质逐级评价结果（四类）

监测站 位	pH	溶解 氧	无机 氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总 铬	挥发性酚	硫化物
Q2	0.08	0.41	4.80	0.43	0.58	0.22	0.04	0.03	0.08	0.06	0.02	0.13	0.00	0.16	0.01
Q3	0.00	0.49	6.83	0.58	0.64	0.22	0.04	0.03	0.08	0.06	0.02	0.15	0.00	0.36	0.02
Q6	0.18	0.75	0.48	0.64	0.48	0.10	0.04	0.03	0.08	0.07	0.02	0.19	0.00	0.05	0.00

表 3.2.1.5-2 2021 年秋季水质分类评价结果

监测站 位	pH	溶解 氧	无机 氮	生化需氧 量	活性磷酸 盐	石油 类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总铬	挥发性 酚	硫化 物	水质要 求
Q21	0.54	0.17	2.53	1.68	3.29	0.20	0.46	0.24	1.68	0.47	0.04	0.82	0.00	0.11	0.04	一类
Q22	0.57	0.00	2.35	1.35	2.10	0.20	0.44	0.26	1.74	0.48	0.04	0.82	0.00	0.11	0.04	
Q2	0.44	0.06	2.02	0.81	1.72	0.20	0.16	0.06	0.42	0.30	0.04	0.24	0.00	0.11	0.02	二类
Q3	0.55	0.01	1.82	0.67	1.78	0.60	0.25	0.06	0.37	0.29	0.03	0.17	0.00	0.11	0.02	
Q7	0.71	0.02	0.48	0.44	1.51	0.40	0.26	0.04	0.26	0.21	0.03	0.18	0.00	0.11	0.02	
Q8	0.82	0.06	0.84	0.39	1.08	0.20	0.32	0.03	0.25	0.18	0.02	0.16	0.00	0.11	0.02	
Q9	0.85	0.02	0.45	0.47	1.32	0.60	0.33	0.04	0.21	0.16	0.02	0.14	0.00	0.11	0.02	
Q9	0.89	0.00	0.35	0.05	0.72	/	0.32	0.03	0.20	0.15	0.02	0.13	0.00	0.11	0.02	
Q11	0.90	0.01	0.60	0.45	1.09	2.40	0.26	0.03	0.17	0.13	0.02	0.13	0.00	0.11	0.02	
Q12	0.92	0.06	0.39	0.46	0.89	1.40	0.31	0.03	0.18	0.14	0.02	0.11	0.00	0.11	0.02	
Q13	0.68	0.03	0.98	0.47	1.25	0.80	0.32	0.04	0.30	0.21	0.02	0.18	0.00	0.11	0.02	
Q14	0.75	0.02	0.37	0.29	1.27	0.40	0.30	0.04	0.27	0.19	0.02	0.16	0.00	0.11	0.02	
Q15	0.85	0.03	0.54	0.10	1.66	0.20	0.37	0.04	0.25	0.20	0.02	0.18	0.00	0.11	0.02	
Q16	0.81	0.03	0.51	0.18	1.03	0.40	0.34	0.05	0.30	0.21	0.02	0.18	0.00	0.11	0.02	
Q17	0.79	0.05	1.36	0.37	1.57	0.80	0.35	0.05	0.28	0.21	0.02	0.18	0.00	0.11	0.02	
Q18	0.83	0.04	0.50	0.41	1.32	0.40	0.28	0.04	0.28	0.19	0.02	0.16	0.00	0.11	0.02	
Q19	0.70	0.03	1.46	0.55	1.73	0.60	0.26	0.04	0.27	0.19	0.02	0.16	0.00	0.11	0.02	
Q20	0.69	0.08	1.20	0.66	1.68	0.40	0.26	0.05	0.25	0.18	0.02	0.16	0.00	0.11	0.02	
Q23	0.60	0.11	0.85	0.36	1.63	0.07	0.11	0.02	0.14	0.04	0.01	0.16	0.00	0.06	0.01	
Q1	0.18	0.07	1.83	1.07	1.05	0.03	0.07	0.04	0.23	0.06	0.02	0.21	0.00	0.06	0.01	三类

表 3.2.1.5-3 2021 年秋季水质逐级评价结果（一类）

监测站位	pH	溶解氧	无机氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总铬	挥发性酚	硫化物
Q4	0.59	0.13	4.43	1.10	3.85	1.80	0.78	0.31	2.04	0.61	0.06	1.04	0.00	0.11	0.04
Q5	0.61	0.01	0.85	1.25	3.50	1.40	0.87	0.26	1.88	0.52	0.04	0.96	0.00	0.11	0.04
Q6	0.65	0.04	1.00	0.77	2.35	0.40	0.71	0.22	1.62	0.47	0.04	0.66	0.00	0.11	0.04
Q10	0.88	0.19	0.88	0.64	1.35	1.00	0.72	0.15	0.92	0.26	0.02	0.44	0.00	0.11	0.04

表 3.2.1.5-4 2021 年秋季水质逐级评价结果（二类）

监测站位	pH	溶解氧	无机氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总铬	挥发性酚	硫化物
Q4	0.59	0.09	2.95	0.73	1.93	1.80	0.31	0.06	0.41	0.31	0.04	0.26	0.00	0.11	0.02
Q5	0.61	0.00	0.57	0.83	1.75	1.40	0.35	0.05	0.38	0.26	0.03	0.24	0.00	0.11	0.02
Q6	0.65	0.03	0.67	0.51	1.18	0.40	0.28	0.04	0.32	0.23	0.03	0.17	0.00	0.11	0.02
Q10	0.88	0.13	0.58	0.42	0.67	1.00	0.29	0.03	0.18	0.13	0.02	0.11	0.00	0.11	0.02

表 3.2.1.5-5 2021 年秋季水质逐级评价结果（三类）

监测站位	pH	溶解氧	无机氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总铬	挥发性酚	硫化物
Q4	0.49	0.07	2.22	0.55	1.93	0.30	0.16	0.03	0.20	0.06	0.02	0.26	0.00	0.06	0.01
Q5	0.51	0.00	0.43	0.63	1.75	0.23	0.17	0.03	0.19	0.05	0.02	0.24	0.00	0.06	0.01
Q6	0.54	0.02	0.50	0.38	1.18	0.07	0.14	0.02	0.16	0.05	0.02	0.17	0.00	0.06	0.01

表 3.2.1.5-6 2021 年秋季水质逐级评价结果（四类）

监测站位	pH	溶解氧	无机氮	生化需氧量	活性磷酸盐	石油类	锌	镉	铅	铜	砷	汞	总铬	挥发性酚	硫化物
Q4	0.49	0.06	2.22	0.44	1.28	0.18	0.03	0.03	0.04	0.06	0.02	0.10	0.00	0.01	0.00
Q5	0.51	0.00	0.43	0.50	1.17	0.14	0.03	0.03	0.04	0.05	0.02	0.10	0.00	0.01	0.00
Q6	0.54	0.02	0.50	0.31	0.78	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.02	0.07	0.00	0.01	0.00

3.2.2 海洋沉积物现状调查与评价

3.2.2.1 调查概况

具体调查站位见 3.2.1.1 小节。

3.2.2.2 监测项目

沉积物监测项目为有机碳、石油类、硫化物、重金属（As、Hg、Cu、Pb、Cd、Zn、Cr）。

3.2.2.3 监测方法

采样调查以抓斗式采泥器采集表层沉积物，将湿样放入聚乙烯袋中扎紧袋口。在 80~100℃下烘干，在玛瑙研钵中研磨至全部通过 160 目尼龙筛网，以四分法分取样品待测。各项监测因子的采集与分析均按照《海洋调查规范》与《海洋监测规范》进行。

3.2.2.4 监测结果

2021 年春季海洋沉积物监测结果分别见表 3.2.2.4-1。2021 年秋季海洋沉积物监测结果分别见表 3.2.2.4-2。

表 3.2.2.4-1 监测海域沉积物监测结果表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	汞	砷	总铬
	%	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g
Q01	0.18	22.3	18.3	5.2	3.8	0.08	19.8	0.026	3.17	7.6
Q09	0.23	37.6	20.3	9.7	6.2	0.11	23.7	0.023	3.82	12.3
Q10	0.62	42.1	22.6	15.8	14.1	0.22	26.9	0.042	7.69	15.6
Q11	0.25	31.2	19.3	6.2	8.3	0.14	18.2	0.038	4.46	8.4
Q12	0.33	45.8	26.4	16.7	12.5	0.25	36.7	0.103	9.46	11.8
Q13	0.21	32.5	14.6	4.4	5.5	0.16	20.3	0.038	5.87	5.7
Q15	0.19	33.6	16.8	8.6	6.3	0.14	18.6	0.029	5.13	6.1
Q16	0.26	36.8	30.2	9.5	10.7	0.19	25.3	0.033	7.35	9.3
Q17	0.19	28.9	20.8	4.8	7.8	0.13	17.7	0.031	6.54	6.8
Q20	0.23	30.4	24.3	6.1	11.5	0.19	23.8	0.087	8.09	10.5

表 3.2.2.4-1 监测海域沉积物监测结果表

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	汞	砷	总铬
	%	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g
Q3	0.26	33.4	21.3	11.5	8.4	0.18	14.3	0.018	2.52	8.8
Q4	0.54	52.3	45.6	18.2	10.2	0.32	33.2	0.052	6.33	10.3
Q5	0.48	38.6	26.2	14.3	9.6	0.26	20.4	0.044	5.41	14.5
Q6	0.36	31.4	22.4	12.6	7.7	0.22	18.6	0.039	5.26	12.4
Q8	0.34	28.3	21.7	10.7	8.9	0.24	16.7	0.032	4.88	10.7
Q9	0.38	22.4	20.5	12.3	7.1	0.18	15.2	0.026	4.74	8.6
Q10	0.32	26.3	15.3	9.2	6.8	0.21	18.7	0.022	3.82	7.7
Q11	0.41	30.6	33.2	10.3	10.4	0.26	20.1	0.032	4.68	9.2
Q13	0.26	34.2	26.8	8.8	9.3	0.24	22.4	0.028	3.64	10.6
Q15	0.32	30.7	23.5	12.5	8.4	0.18	21.5	0.032	4.28	11.4
Q16	0.34	27.4	24.7	15.4	9.6	0.23	19.2	0.039	3.35	12.5
Q17	0.28	32.5	26.1	13.1	10.2	0.26	18.3	0.032	3.62	11.9

3.2.2.5 海洋沉积物现状评价

(1) 评价因子

评价因子为重金属（As、Hg、Cu、Pb、Cd、Zn、Cr）、硫化物、石油类、有机碳。

(2) 评价标准

采用国家海洋沉积物标准进行评定。

表 3.2.2.5-1 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）节录

项目	第一类	第二类	第三类
铅（ 10^{-6} ）≤	60	130	250
铜（ 10^{-6} ）≤	35	100	200
汞（ 10^{-6} ）≤	0.2	0.5	1
砷（ 10^{-6} ）≤	20	65	93
锌（ 10^{-6} ）≤	150	350	600
镉（ 10^{-6} ）≤	0.5	1.5	5
总铬（ 10^{-6} ）≤	80	150	270
石油类（ 10^{-6} ）≤	500	1000	1500
硫化物（ 10^{-6} ）≤	300	500	600

有机碳 (%) ≤	2	3	4
-----------	---	---	---

(3) 评价结果

监测海域沉积物中重金属（铜、铅、镉、锌、铬、汞、砷）、有机碳、石油类、硫化物均满足第一类海洋沉积物标准。

表 3.2.2.5-2 春季海洋沉积物评价结果

站位	按一类评价									
	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	汞	砷	总铬
Q01	0.09	0.07	0.04	0.15	0.06	0.16	0.13	0.13	0.16	0.1
Q09	0.12	0.13	0.04	0.28	0.1	0.22	0.16	0.12	0.19	0.15
Q10	0.31	0.14	0.05	0.45	0.24	0.44	0.18	0.21	0.38	0.2
Q11	0.13	0.1	0.04	0.18	0.14	0.28	0.12	0.19	0.22	0.11
Q12	0.17	0.15	0.05	0.48	0.21	0.5	0.24	0.52	0.47	0.15
Q13	0.11	0.11	0.03	0.13	0.09	0.32	0.14	0.19	0.29	0.07
Q15	0.1	0.11	0.03	0.25	0.11	0.28	0.12	0.15	0.26	0.08
Q16	0.13	0.12	0.06	0.27	0.18	0.38	0.17	0.17	0.37	0.12
Q17	0.1	0.1	0.04	0.14	0.13	0.26	0.12	0.16	0.33	0.09
Q20	0.12	0.1	0.05	0.17	0.19	0.38	0.16	0.44	0.4	0.13

表 3.2.2.5-3 秋季海洋沉积物评价结果

站位	按一类评价									
	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	锌	汞	砷	总铬
Q3	0.13	0.11	0.04	0.33	0.14	0.36	0.10	0.09	0.13	0.11
Q4	0.27	0.17	0.09	0.52	0.17	0.64	0.22	0.26	0.32	0.13
Q5	0.24	0.13	0.05	0.41	0.16	0.52	0.14	0.22	0.27	0.18
Q6	0.18	0.10	0.04	0.36	0.13	0.44	0.12	0.20	0.26	0.16
Q8	0.17	0.09	0.04	0.31	0.15	0.48	0.11	0.16	0.24	0.13
Q9	0.19	0.07	0.04	0.35	0.12	0.36	0.10	0.13	0.24	0.11
Q10	0.16	0.09	0.03	0.26	0.11	0.42	0.12	0.11	0.19	0.10
Q11	0.21	0.10	0.07	0.29	0.17	0.52	0.13	0.16	0.23	0.12
Q13	0.13	0.11	0.05	0.25	0.16	0.48	0.15	0.14	0.18	0.13
Q15	0.16	0.10	0.05	0.36	0.14	0.36	0.14	0.16	0.21	0.14
Q16	0.17	0.09	0.05	0.44	0.16	0.46	0.13	0.20	0.17	0.16
Q17	0.14	0.11	0.05	0.37	0.17	0.52	0.12	0.16	0.18	0.15

3.2.3 海洋生物质量环境现状调查

3.2.3.1 调查概况

由于生物质量对采样重量有具体要求，因此生物体质量调查可根据现场调查的实际采样情况具体确定，可在游泳动物、底栖生物、潮间带生物调查站位中选择至少 3 类生物。

3.2.3.2 调查项目

生物体质量评价采用海域游泳动物、底栖生物和潮间带生物的采集的鱼类、甲壳类、软体类生物监测的数据，按照《海洋生物质量》(GB18421-2001)和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准进行评价。检测项目主要为重金属铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、总汞 (Hg)、砷 (As)、铬 (Cr)、锌 (Zn)、石油烃。

3.2.3.3 调查结果

海洋生物体春季调查结果见表 3.2.3.3-1，海洋生物体秋季调查结果见表 3.2.3.3-2。

表 3.2.3.3-1 春季海洋生物体调查结果

站号	生物类别	生物种类	检测项目 (鲜重, mg/kg)							
			铜	铅	镉	总铬	锌	砷	汞	石油类
Q1	鱼类	黄鳍棘鲷	0.460	0.124	0.063	0.328	13.28	0.101	0.0301	18.02
Q9	鱼类	星点东方鲀	0.102	0.052	0.087	0.296	18.04	0.123	0.0367	13.14
Q9	鱼类	短吻鲷	0.618	0.759	0.168	0.429	14.06	0.718	0.0947	11.51
Q19	鱼类	少鳞鳢	0.616	0.352	0.255	0.331	30.87	0.182	0.0241	19.36
Q12	鱼类	少鳞鳢	0.437	0.581	0.126	0.262	18.69	0.438	0.0623	16.95
Q16	鱼类	少鳞鳢	0.462	0.226	0.203	0.307	26.78	0.16	0.0197	15.12
Q18	鱼类	花鲈	0.225	0.136	0.104	0.166	17.05	0.118	0.0304	16.87
Q18	鱼类	黄鳍棘鲷	0.389	0.396	0.158	0.182	23.41	0.16	0.0346	18.35
Q18	软体类	四角蛤蜊	0.889	0.297	0.503	0.308	33.26	0.832	0.1089	10.23
Q11	软体类	甲虫螺	1.064	0.308	0.552	0.411	21.65	0.932	0.0201	9.38
Q20	双壳类	长牡蛎	1.283	0.435	0.298	0.532	89.39	1.110	0.0661	35.51
Q20	甲壳类	伍氏拟厚蟹	0.296	0.163	0.031	0.618	17.23	0.596	0.0179	23.29

表 3.2.3.3-2 秋季海洋生物体调查结果

站号	生物类别	生物种类	检测项目										
			(鲜重, mg/kg)							(鲜重, µg/kg)			
			铜	铅	镉	总铬	锌	砷	汞	石油类	六六六	滴滴涕	麻痹性贝毒
Q4	鱼类	斑鲈	0.332	0.182	0.052	0.446	15.8	0.132	0.027	12.34	64.3	74.3	未检出
Q8	鱼类	斑鲈	0.262	0.163	0.068	0.423	20.4	0.145	0.038	15.68	55.4	65.6	未检出
Q11	鱼类	斑鲈	0.485	0.174	0.074	0.438	18.4	0.152	0.032	11.54	87.4	68.4	未检出
Q13	鱼类	斑鲈	0.362	0.185	0.066	0.431	16.7	0.166	0.029	9.63	60.5	71.5	未检出
Q14	鱼类	斑鲈	0.417	0.162	0.083	0.452	17.7	0.147	0.034	10.52	66.7	77.6	未检出
Q17	鱼类	斑鲈	0.552	0.155	0.055	0.485	16.3	0.158	0.031	11.38	71.8	58.9	未检出
Q5	鱼类	花鲈	0.587	0.196	0.077	0.421	19.5	0.135	0.038	15.41	108.5	87.4	未检出
Q10	鱼类	花鲈	0.682	0.203	0.082	0.436	21.4	0.188	0.042	16.64	114.2	82.3	未检出
Q12	鱼类	花鲈	0.823	0.186	0.091	0.417	22.3	0.192	0.036	14.38	125.4	76.8	未检出
Q13	鱼类	花鲈	0.994	0.214	0.075	0.456	25.4	0.203	0.035	12.51	96.8	79.2	未检出
Q16	鱼类	花鲈	0.874	0.192	0.085	0.408	21.5	0.185	0.044	16.76	106.5	85.4	未检出
Q4	甲壳类	黑斑口虾蛄	1.832	0.432	1.034	0.608	33.2	0.774	0.056	20.31	66.8	42.1	未检出
Q9	甲壳类	黑斑口虾蛄	1.542	0.502	0.982	0.584	30.5	0.721	0.062	18.54	66.5	45.2	未检出
Q16	甲壳类	黑斑口虾蛄	1.664	0.487	1.142	0.546	28.7	0.684	0.051	21.92	71.4	48.4	未检出

3.2.3.4 评价结果

(1) 评价因子

本项目海洋生物质量的评价因子为铜、铅、镉、总铬、锌、砷、汞、石油类。

(2) 评价方法

海洋生物质量的评价方法采用单因子污染指数法。

单因子污染指数法的计算公式如下：

$$P_i = C_i/S_i$$

式中： P_i ——污染物 i 的污染指数；

C_i ——污染物 i 的实测值；

S_i ——污染物 i 的质量标准值。

(3) 评价标准

由于目前国家仅颁布了贝类生物评价国家标准，而其它生物种类的国家级评价标准欠缺，只能借鉴其它标准。贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值，见表 3.2.3.4-1。生物体内污染物质（铬）含量评价标准也采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值，甲壳类、鱼类体、除双壳类外的软体类内污染物质含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，见表 3.2.3.4-2。

表 3.2.3.4-1 海洋贝类生物质量标准值（鲜重） mg/kg

项目	第一类	第二类	第三类
总汞 ≤	0.05	0.10	0.30
镉 ≤	0.2	2.0	5.0
铅 ≤	0.1	2.0	6.0
砷 ≤	1.0	5.0	8.0
铜 ≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌 ≤	20	50	100（牡蛎 500）
石油烃 ≤	15	50	80

表 3.2.3.4-2 海洋生物质量评价标准 mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	锌	镉	石油类	标准来源
鱼类	0.30	20	2.0	40	0.6	20	全国海岸和海涂资源综合调查简明规程
甲壳类	0.20	100	2.0	150	2.0	20	
软体类	0.30	100	10	250	5.5	20	

(4) 评价结果

1) 2021 年春季

春季海洋生物质量评价结果见表 3.2.3.4-3。

生物体调查结果表明：鱼类、软体类（不含双壳类）均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；甲壳类除总铬外均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；双壳类（长牡蛎）铜、铅符合《海洋生物质量》第一类标准，镉、铬、汞、石油类、砷符合第二类标准，锌符合第三类标准。

2) 2021 年秋季

秋季海洋生物质量评价结果见表 3.2.3.4-4。

生物体调查结果表明：鱼类、甲壳类中铜、铅、镉、总汞、砷、锌均符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

表 3.2.3.4-3 春季海洋生物质量评价结果

站号	生物类别	评价标准	生物种类	检测值/标准值								
				铜	铅	镉	总铬	锌	砷	汞	石油类	
Q1	鱼类	全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程	黄鳍棘鲷	0.02	0.06	0.11	0.66	0.33	0.10	0.10	0.90	
Q9	鱼类		星点东方鲀	0.01	0.03	0.15	0.59	0.45	0.12	0.12	0.66	
Q9	鱼类		短吻蝠	0.03	0.38	0.28	0.86	0.35	0.72	0.32	0.58	
Q19	鱼类		少鳞鱚	0.03	0.18	0.43	0.66	0.77	0.18	0.08	0.97	
Q12	鱼类		少鳞鱚	0.02	0.29	0.21	0.52	0.47	0.44	0.21	0.85	
Q16	鱼类		少鳞鱚	0.02	0.11	0.34	0.61	0.67	0.16	0.07	0.76	
Q18	鱼类		花鲈	0.01	0.07	0.17	0.33	0.43	0.12	0.10	0.84	
Q18	鱼类		黄鳍棘鲷	0.02	0.20	0.26	0.36	0.59	0.16	0.12	0.92	
Q18	软体类		四角蛤蜊	0.01	0.03	0.09	0.62	0.13	0.83	0.36	0.51	
Q11	软体类		甲虫螺	0.01	0.03	0.10	0.82	0.09	0.93	0.07	0.47	
Q20	甲壳类		伍氏拟厚蟹	0.00	0.08	0.02	1.24	0.11	0.60	0.09	1.16	
Q20	双壳类		海洋生物质量一类	长牡蛎	0.13	0.22	1.49	1.06	4.47	1.11	1.32	2.37
Q20	双壳类		海洋生物质量二类	长牡蛎	/	/	0.15	0.27	1.79	0.22	0.66	0.71
Q20	双壳类	海洋生物质量	长牡蛎	/	/	/	/	0.18	/	/	/	

站号	生物类别	评价标准	生物种类	检测值/标准值							
				铜	铅	镉	总铬	锌	砷	汞	石油类
		三类									

表 3.2.3.4-4 秋季海洋生物质量评价结果

站号	生物类别	生物种类	(鲜重, mg/kg)							
			铜	铅	镉	总铬	锌	砷	汞	石油类
Q4	鱼类	斑鲈	0.02	0.09	0.09	0.22	0.4	0.13	0.09	0.25
Q8	鱼类	斑鲈	0.01	0.08	0.11	0.21	0.51	0.15	0.13	0.31
Q11	鱼类	斑鲈	0.02	0.09	0.12	0.22	0.46	0.15	0.11	0.23
Q13	鱼类	斑鲈	0.02	0.09	0.11	0.22	0.42	0.17	0.1	0.19
Q14	鱼类	斑鲈	0.02	0.08	0.14	0.23	0.44	0.15	0.11	0.21
Q17	鱼类	斑鲈	0.03	0.08	0.09	0.24	0.41	0.16	0.1	0.23
Q5	鱼类	花鲈	0.03	0.1	0.13	0.21	0.49	0.14	0.13	0.31
Q10	鱼类	花鲈	0.03	0.1	0.14	0.22	0.54	0.19	0.14	0.33
Q12	鱼类	花鲈	0.04	0.09	0.15	0.21	0.56	0.19	0.12	0.29
Q13	鱼类	花鲈	0.05	0.11	0.13	0.23	0.64	0.2	0.12	0.25
Q16	鱼类	花鲈	0.04	0.1	0.14	0.2	0.54	0.19	0.15	0.34
Q4	甲壳类	黑斑口虾蛄	0.02	0.22	0.52	0.3	0.22	0.77	0.28	0.41
Q9	甲壳类	黑斑口虾蛄	0.02	0.25	0.49	0.29	0.2	0.72	0.31	0.37
Q16	甲壳类	黑斑口虾蛄	0.02	0.24	0.57	0.27	0.19	0.68	0.26	0.44

3.2.4 海洋生态环境现状调查

3.2.4.1 调查概况

调查站位见 3.2.1 小节。

3.2.4.2 调查项目

本次海洋生态环境现状调查项目包括叶绿素、

3.2.4.3 调查方法

叶绿素 *a*: 用普通塑料桶在各测站采表层水 1L, 经 0.45 μm 微孔滤膜抽滤, 用 90%丙酮萃取其叶绿素, 离心后, 根据叶绿素 *a*、*b*、*c* 的丙酮萃取液在红光波段各有一吸收峰, 用分光光度计测定其吸光值, 根据 Jefferoy-Humphreg 方程式, 计算海水中叶绿素 *a* 的浓度。

浮游植物: 以浅水III型浮游生物网(网口直径为 37cm, 网全长 1.5m, 筛绢孔径 0.076mm)自海底至表层垂直拖网, 样品经 5%福尔马林溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行, 最后浮游植物出现的个体数换算成个/ m^3 作为调查水域的现存量指标。

浮游动物: 以浅水II型浮游生物网自海底至表层垂直拖网, 样品用 5%福尔马林溶液固定保存, 采样结束后在实验室内进行镜检分析, 室内分析鉴定按《海洋调查规范》中规定的方法进行, 最后浮游动物出现的个体数换算成个/ m^3 , 浮游动物生物量换算成 mg/m^3 作为调查水域的现存量指标。

底栖生物(定量样品): 以抓斗式表面采泥器采集海底泥样, 将生物样品经 1mm 套筛淘洗后, 挑拣全部生物个体作为 1 个定量样品, 以 75%酒精液固定保存, 采样结束后在实验室内进行镜检分析。

潮间带生物: 滩涂底质为泥滩, 取样用定量框, 每站 4~8 个, 观察表面生物及数量, 视底质分层情况确定分层取样。可采用 25cm \times 25cm 的定量框。先计数易碎生物, 优势种的覆盖面积, 将框内所有生物刮净。生物栖息密度很低时, 可采用大面积计数。每站定量取样时, 采定性样品、分装。

游泳动物: 采用长 120m, 宽 0.5m 的流刺网, 放网时间 20min。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 通过潮流平均流速、有效作业时间和迎流网口面积等计算资源密度。

3.2.4.4 评价方法

依据《海洋监测规范 第 7 部分 近海污染生态调查和生物监测》(GB 17378.7-2007) 附录 B“污染生态调查资料常用评述方法”中方法, 进行如下参数统计。

(1) 多样性指数

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

式中： H' ——种类多样性指数；

n ——样品中的种类总数；

P_i ——第 i 种的个体数 (n_i) 与总个体数 (N) 的比值 ($\frac{n_i}{N}$ 或 $\frac{w_i}{W}$)。

(2) 均匀度

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

式中： J ——表示均匀度；

H' ——种类多样性指数值；

H_{\max} ——为 $\log_2 S$ ，表示多样性指数的最大值， S 为样品中总种类数。

(3) 优势度

$$D = \frac{N_1 + N_2}{NT}$$

式中： D ——优势度；

N_1 ——样品中第一优势种的个体数；

N_2 ——样品中第二优势种的个体数；

NT ——样品中的总个体数。

(4) 丰度

$$d = \frac{S-1}{\log_2 N}$$

式中： d ——表示丰度；

S ——样品中的种类总数；

N ——样品中的生物个体数。

3.2.4.5 调查结果及评价

1、2021 年春季

(1) 叶绿素

根据 Jeffrey-Humphreg 方程式, 计算海水中叶绿素 *a* 的浓度, 测定结果见表 3.2.4.5-1。叶绿素 *a* 含量在 $0.92\text{mg/m}^3 \sim 3.83\text{mg/m}^3$ 之间, 叶绿素 *a* 平均值为 1.91mg/m^3 , 监测海域内叶绿素含量不高。

表 3.2.4.5-1 各站位叶绿素浓度

站位	叶绿素 <i>a</i>
	mg/m^3
Q01	1.58
Q09	1.26
Q10	2.11
Q11	1.95
Q12	1.35
Q13	1.14
Q15	0.92
Q16	3.22
Q17	1.47
Q18	3.83
Q19	1.62
Q20	2.48

(2) 浮游植物

1) 种类组成

本次调查获得浮游植物 54 种, 其中硅藻门 47 种, 占浮游植物种类组成的 87%; 甲藻门 4 种, 占浮游植物种类组成的 7.4%; 蓝藻门 2 种, 占浮游植物种类组成的 3.7%; 绿藻门 1 种, 占浮游植物种类组成的 1.9%。硅藻在种类数上占有绝对优势, 是西平陆运河钦州河口浮游植物的主要类群。

2) 密度分布

调查海域浮游植物数量变动于 $(0.70 \sim 26.06) \times 10^4$ 个/ m^3 , 最高值为 Q17 站位, 最低值为 Q12 站位。平均为 10.17×10^4 个/ m^3 。

表 3.2.4.5-2 浮游植物的种数和数量

站位	种数	数量 (个/ m^3)
Q1	25	120600
Q9	19	62980

Q10	19	379800
Q11	24	108216.7
Q12	6	7040
Q13	29	52560
Q15	20	65425.5
Q16	7	48578.9
Q17	26	260640
Q18	9	37894.7
Q19	12	53818.2
Q20	7	23771.4
平均值	11.12	101777.1

3) 群落特征

浮游植物的香农-韦弗 (Shannon) 生物多样性指数的变化范围为 1.16~3.65, 平均 2.48; 丰度指数为 0.41~1.79, 平均为 0.97; 均匀度为 0.37~0.84, 平均为 0.63; 优势度为 0.37~0.84, 平均为 0.65。

根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2008) 中提供的生物多样性指数评价标准, 浮游植物分布较均匀, 总体生物多样性一般, 但入海口处站位生物多样性优良。

表 3.2.4.5-3 浮游植物群落特征参数统计表

站位	种数	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
Q1	25	3.65	0.79	1.42	0.47
Q9	19	3.57	0.84	1.13	0.37
Q10	19	1.64	0.39	0.97	0.82
Q11	24	3.23	0.7	1.38	0.47
Q12	6	1.86	0.72	0.39	0.82
Q13	29	3.13	0.64	1.79	0.57
Q15	20	3.51	0.81	1.19	0.39
Q16	7	1.16	0.41	0.39	0.87
Q17	26	2.78	0.59	1.39	0.64
Q18	9	2	0.63	0.53	0.8
Q19	12	1.31	0.37	0.7	0.84
Q20	7	1.9	0.68	0.41	0.75

平均值	11.12	2.48	0.63	0.97	0.65
-----	-------	------	------	------	------

(3) 浮游动物

1) 种类组成

本次调查共计获得浮游动物 24 种，其中桡足类 11 种，占 45.8%，水浮游幼虫 8 种，占 33.3%；轮虫动物、原生动物、软体动物各 1 种，占 4.2%；刺胞动物 2 种，占 8.3%。本次调查所获浮游动物种类中，桡足类为调查海域浮游动物的优势种类，广泛分布于调查海域。

表 3.2.4.5-4 调查海域浮游动物多样性指数、均匀度、丰度

站位	生物量 (g/m ³)	个体密度 (个/m ³)	种类数	多样性 指数	均匀度	丰度指数	优势度
Q1	20.88	20880	6	1.70	0.66	0.35	0.78
Q9	10.15	10152	9	2.62	0.83	0.60	0.56
Q10	9.68	9675	10	1.80	0.54	0.68	0.77
Q11	6.31	6306.7	12	2.61	0.73	0.87	0.62
Q12	2.21	2208	9	2.64	0.83	0.72	0.61
Q13	4.99	4992	10	2.28	0.69	0.73	0.70
Q15	7.13	7127.7	8	1.68	0.56	0.55	0.79
Q16	4.38	4378.9	10	2.73	0.82	0.74	0.59
Q17	14.22	14220	14	2.33	0.61	0.94	0.67
Q18	3.79	3789.5	11	2.56	0.74	0.84	0.62
Q19	1.57	1570.9	7	2.71	0.97	0.57	0.39
Q20	2.23	2228.6	6	2.06	0.80	0.45	0.73
平均值	7.30	7294.1	9.3	2.31	0.73	0.67	0.65

(4) 底栖生物

(1) 底栖生物的种类组成和密度

本次共调查共采集到 28 种底栖动物，其中多毛类 10 种，占 35.7%；甲壳类 7 种，占 25%；双壳类 4 种，占 14.3%；腹足类 5 种，占 17.6%；纽形动物和脊索动物各 1 种，占 3.6%。

(2) 底栖生物生物量

调查海区底栖生物密度变化范围在 $66.7\text{ind/m}^2\sim 1450\text{ind/m}^2$ ，总平均密度为 398.6ind/m^2 。生物量变化范围在 $0.8\text{g/m}^2\sim 6.28\text{g/m}^2$ ，总平均生物量为 134.6g/m^2 。

表 3.2.4.5-5 调查海域底栖生物密度及生物量

站位	密度 (ind/m^2)	生物量 (g/m^2)
Q1	750.00	6.17
Q9	1000.00	37.33
Q10	183.35	143.50
Q11	83.33	2.67
Q12	66.67	1.17
Q13	66.67	0.83
Q15	66.67	1.17
Q16	1450.01	602.99
Q17	283.34	16.00
Q18	66.68	173.82
Q19	66.68	2.41
Q20	700.02	627.64
平均值	398.6	134.6

(3) 底栖生物的群落特征

从各参数值分析统计结果来看，调查海域底栖生物的生物多样性指数的变化范围为 $1.50\sim 3.06$ ，均值为 1.92 ，均匀度变化范围为 $0.58\sim 1.00$ ，均值为 0.87 ，优势度变化范围为 $0.46\sim 0.85$ ，均值为 0.67 ，丰度变化范围为 $0.49\sim 1.05$ ，均值为 0.54 。根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ 442-2008)中提供的生物多样性指数评价标准，该调查海域底栖生物分布较均匀，生物多样整体差。

表 3.2.4.5-6 调查海域底栖生物群落特征参数统计表

站位	种数	多样性指数	均匀度	丰富度	优势度
Q1	6	1.72	0.66	0.52	0.78
Q9	6	1.49	0.58	0.50	0.85
Q10	6	2.30	0.89	0.67	0.64
Q11	3	1.52	0.96	0.31	0.80
Q12	3	1.50	0.95	0.33	0.75
Q13	3	1.50	0.95	0.33	0.75
Q15	3	1.50	0.95	0.33	0.75

Q16	12	3.06	0.85	1.05	0.46
Q17	5	2.12	0.91	0.49	0.59
Q18	4	2.00	1.00	0.50	0.50
Q19	4	2.00	1.00	0.50	0.50
Q20	10	2.34	0.70	0.95	0.67
平均值	5.4	1.92	0.87	0.54	0.67

(5) 潮间带生物

(1) 种类组成与分布

本次定量调查 4 个潮间带站位，分为高、中、低三个潮带。其中红树林站位为 C3 西侧红树林外围滩涂。采集到 14 种潮间带底栖生物，其中多毛类 2 种，占 14.3%；甲壳类 5 种，占 35.7%；腹足类 4 种，占 28.6%；双壳类、环节类、刺胞动物各 1 种，在 7.1%。

定性调查 3 个潮间带站位，为潮中带。采集到 20 种潮间带底栖生物，其中甲壳类 4 种，占 25%；腹足类 12 种，占 60%；双壳类 2 种，占 10%；多毛类、脊索动物各 1 种，占 5%。

(2) 潮间带生物量

调查海区潮间带生物量变化范围在 $0.44\text{g}/\text{m}^2\sim 67.76\text{g}/\text{m}^2$ ，总平均生物量为 $19.78\text{g}/\text{m}^2$ 。调查海区潮间带生物密度变化范围在 $4\text{ind}/\text{m}^2\sim 204\text{ind}/\text{m}^2$ ，总平均密度为 $61.33\text{ind}/\text{m}^2$ 。

表 3.2.4.5-7 调查海域潮间带底栖生物密度及组成

站位	种数	数量 (个/ m^2)	生物量 (g/m^2)
C1 高	2	28	7.2
C1 中	1	4	0.56
C1 低	2	12	3.6
C2 高	5	80	18.32
C2 中	3	152	14.24
C2 低	4	40	4.4
C3 高	7	108	67.76
C3 中	4	204	60.44

站位	种数	数量 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)
C3 低	4	32	47.2
红树林高	4	40	10.8
红树林中	2	12	0.44
红树林低	3	24	2.44
平均值	3.42	61.33	19.78

(3) 潮间带生物的群落特征

从调查海区潮间带生物样品各参数值分析统计结果来看,调查海域底栖生物的生物多样性指数的变化范围为 0.00~2.65,均值为 1.40;均匀度变化范围为 0.86~0.96,均值为 0.86;丰度指数变化范围为 0.00~0.89,均值为 0.43;变优势度化范围为 0.41~1.00,均值为 0.79。

根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2008)中提供的生物多样性指数评价标准,该调查海域潮间带生物分布较均匀,生物多样整体较差。

表 3.2.4.5-8 调查海域潮间带生物群落特征参数统计表

站位	种数	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
C1 高	2	0.86	0.86	0.21	1.00
C1 中	1	0.00	/	0.00	1.00
C1 低	2	0.92	0.92	0.28	1.00
C2 高	5	2.23	0.96	0.63	0.55
C2 中	3	0.35	0.22	0.28	0.97
C2 低	4	1.85	0.92	0.56	0.70
C3 高	7	2.65	0.95	0.89	0.41
C3 中	4	1.75	0.88	0.39	0.71
C3 低	4	1.91	0.95	0.60	0.63
红树林高	4	1.85	0.92	0.56	0.70
红树林中	2	0.92	0.92	0.28	1.00
红树林低	3	1.46	0.92	0.44	0.83
平均值	3.42	1.40	0.86	0.43	0.79

(6) 游泳动物

(1) 种类组成与分布

本次调查采用长 120m，宽 0.5m 的流刺网，放网时间 20min。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）通过潮流平均流速、有效作业时间和迎流网口面积等计算资源密度。根据《广西钦州茅尾海游泳动物种群结构调查与分析》（黄梓荣等，2015，南方水产科学）计算游泳动物资源密度，其中潮流平均流速为 2.16km/h，捕捞效率取值 0.5，作业时间为 0.33h，迎流网口面积为 0.00006km²。

$$V=C/(v \times t \times a \times q)$$

式中 V 为资源密度[质量密度 (kg/km³), 尾数密度 (尾/km³)]; C 为渔获量[质量 (kg), 尾数 (尾)]; v 为潮水平均流速 (km/h); t 为有效作业时间 (h); q 为捕捞效率, 取值为 0.3~0.7, 在此取值 0.5。

本次调查共出现游泳动物种类 16 种, 鱼类 13 种, 占总种类数的 51.25%, 软体动物 2 种, 占总种类数的 12.5%, 棘皮动物 1 种, 占总种类数的 6.25%。按重量计, 本次调查鱼类占 86.6%, 软体动物占 9.9%, 棘皮动物占 3.5%。

(2) 现存量

调查海域的游泳动物重量变化范围为 1601.84kg/km³~10333.27kg/km³, 平均重量为 4986.85kg/km³; 尾数变化范围为 92592ind/km³~648144ind/km³, 平均尾数为 304782ind/km³。

表 3.2.4.5-9 调查海域游泳动物数量分布

站位	尾数 (尾/km ³)	重量 (kg/km ³)
Q1	324072	5712.92
Q9	462960	5967.55
Q10	185184	3597.2
Q11	92592	2277.76
Q12	648144	10333.27
Q13	231480	1601.84
Q15	231480	6874.95
Q16	370368	7694.39
Q17	231480	2736.09
Q18	509256	5995.34
Q19	185184	4138.86

Q20	185184	2912.02
平均值	304782	4986.85

(3) 游泳动物群落特征

调查海域游泳动物的生物多样性指数变化范围为 0.81~2.41，平均值为 1.76；均匀度变化范围为 0.70~1.00，平均值为 0.91。优势度的变化范围为 0.50~1.00，平均值为 0.70。丰度的变化范围为 0.06~0.26，平均值为 0.17。

根据《近岸海域环境检测技术规范》(HJ 442-2008)中提供的生物多样性指数评价标准，该海域的游泳动物种类分布均匀，生物多样性差。

表 3.2.4.5-10 调查海域游泳动物群落多样性指数

站位	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
Q1	2.13	0.92	0.22	0.57
Q9	1.96	0.84	0.21	0.70
Q10	1.50	0.95	0.11	0.75
Q11	1.00	1.00	0.06	1.00
Q12	1.63	0.70	0.21	0.79
Q13	1.92	0.96	0.17	0.60
Q15	1.92	0.96	0.17	0.60
Q16	2.41	0.93	0.27	0.50
Q17	1.37	0.86	0.11	0.80
Q18	2.41	0.93	0.26	0.55
Q19	0.81	0.81	0.06	1.00
Q20	2.00	1.00	0.17	0.50
平均值	1.76	0.91	0.17	0.70

本次调查的优势渔获物鱼类共有 9 种。其中，少鳞鱧和短吻蝠的 IRI 最高，为 2395 和 2201；其它优势种依次为细鳞鲷（1077）、黄鳍棘鲷（684）、星点东方鲀（737）、黄吻棱鲷（201）、矛尾鰕鲂鱼（157）、弓斑东方鲀（155）、鲮鱼（121）。其它种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组。

表 3.2.4.5-11 调查海域渔获物优势种

种类	种	N, %	W, %	F, %	IRI
鱼类	细鳞鲷	7.25	18.59	41.67	1077
	鲮鱼	2.90	4.37	16.67	121
	花鲈	4.35	4.10	8.33	70
	弓斑东方鲀	4.35	1.83	25.00	155
	乌塘鳢	1.45	3.00	8.33	37
	黄鳍棘鲷	8.70	11.81	33.33	684
	长丝虾虎鱼	4.35	0.72	16.67	85
	星点东方鲀	8.70	8.99	41.67	737
	少鳞鳢	24.64	32.83	41.67	2395
	绯鲷	2.90	0.58	16.67	58
	短吻鲷	21.74	7.60	75.00	2201
	黄吻棱鲷	4.35	3.68	25.00	201
矛尾鰕鳃鱼	4.35	1.92	25.00	157	

(7) 鱼卵和仔稚鱼

本次调查未采集到鱼卵和仔稚鱼。根据北海渔业检测中心 2021 年在茅尾海内调查,也未采集到鱼卵和仔稚鱼。茅尾海不属于产卵场,索饵场,越冬场,洄游通道(三场一通道),其地理位置及鱼卵仔鱼数量达不到通道要求。本次调查范围主要是茅尾海内海,其鱼卵仔稚鱼数量较少。根据《国道 G228 丹东至东兴广西滨海公路龙门大桥工程环境影响报告书(公示稿)》(广西交投集团有限公司,2020 年 6 月),2017 年 6 月份只采集到 1 种鱼类鱼卵和 3 种鱼类仔鱼,9 月份只采集到 3 种鱼卵,未采集到仔鱼。

2、2021 年秋季

(1) 叶绿素

叶绿素 *a* 含量 $\leq 2.00\text{mg}/\text{m}^3$, 叶绿素 *a* 平均值小于 $2.00\text{mg}/\text{m}^3$, 监测海域内叶绿素含量不高。细菌总数含量变化较大,浓度变化范围为 $48\text{CFU}/\text{mL}\sim 4200\text{CFU}/\text{mL}$, 平均 $1047.8\text{CFU}/\text{mL}$ 。

(2) 浮游植物

1) 种类组成及分布

本次调查获得浮游植物 44 种,其中硅藻门 40 种,占浮游植物种类组成的

90.01%；甲藻门 2 种，占浮游植物种类组成的 4.55%；蓝藻门 2 种，占浮游植物种类组成的 4.55%。硅藻在种类数上占有绝对优势，是茅尾海浮游植物的主要类群。

2) 密度分布

调查海域浮游植物数量变动于 $(51.50\sim 281.90)\times 10^4$ 个/ m^3 ，最高值为 Q6 站位，最低值为 Q9 站位。平均为 174.47×10^4 个/ m^3 。

3) 群落特征

浮游植物的香农-韦弗 (Shannon) 生物多样性指数的变化范围为 1.15~3.17，平均 2.42；丰度指数为 0.28~1.12，平均为 0.72；均匀度为 0.41~0.76，平均为 0.62；优势度为 0.04~0.73，平均为 0.56。

表3.2.4.5-12 浮游植物群落特征参数统计表

站位	种数	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
Q3	8	2.06	0.69	0.33	0.29
Q4	7	1.15	0.41	0.28	0.04
Q5	15	2.58	0.66	0.68	0.54
Q6	19	2.40	0.56	0.84	0.68
Q8	13	2.37	0.64	0.62	0.73
Q9	20	2.52	0.58	1.00	0.68
Q10	20	3.17	0.73	0.93	0.48
Q11	21	2.59	0.59	0.93	0.62
Q12	25	2.59	0.56	1.12	0.61
Q13	12	2.38	0.66	0.54	0.69
Q14	18	2.54	0.61	0.82	0.63
Q15	12	2.72	0.76	0.55	0.52
Q16	16	2.74	0.69	0.75	0.64
Q17	15	2.13	0.54	0.68	0.67
平均值	15.79	2.42	0.62	0.72	0.56

(3) 浮游动物

1) 种类组成与分布

本次调查共计获得浮游动物 53 种，其中桡足类 27 种，占 50.94%，水浮游幼虫 9 种，占 16.98%；端足类、腹足类、介形类、纽形动物、线虫动物各 1 种，占 1.89%；刺胞动物、甲壳类、尾索动物各 2 种，占 3.77%；毛颚动物、原生动物各 3 种，占 5.66%。本次调查所获浮游动物种类中，桡足类为调查海域浮游动物的优势种类，广泛分布于调查海域。

2) 密度分布

调查海域的浮游动物密度平均值为 4429.6 个/m³，变动范围在(1344.0~9851.4) 个/m³；生物量平均值为 4.04g/m³，变动范围在 (0.89~10.43) g/m³。

3) 群落特征

香农-韦弗(Shannon)生物多样性指数的变化范围为 2.65~3.79，平均为 3.28；丰度指数为 1.14~2.84，平均为 1.86；均匀度为 0.59~0.83，平均为 0.73；优势度为 0.30~0.62，平均为 0.42。根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2008)中提供的生物多样性指数评价标准，该调查海域浮游动物分布较均匀，生物多样性优良。

表3.2.4.5-13 浮游动物群落特征参数统计表

站位	生物量	个体密度	种类数	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
	(g/m ³)	(个/m ³)					
Q3	10.43	4815.00	21	3.66	0.83	1.63	0.30
Q4	3.08	1456.00	13	2.77	0.75	1.14	0.37
Q5	4.26	5425.00	22	3.21	0.72	1.69	0.44
Q6	3.58	6892.00	26	3.25	0.69	1.96	0.46
Q8	4.58	2380.00	22	3.41	0.76	1.87	0.39
Q9	2.21	3394.20	25	3.24	0.70	2.05	0.54
Q10	2.13	9851.40	33	3.57	0.71	2.41	0.38
Q11	1.83	4139.80	30	3.33	0.68	2.41	0.49
Q12	0.89	5082.90	36	3.79	0.73	2.84	0.33
Q13	7.73	4800.00	23	3.54	0.78	1.80	0.43
Q14	2.79	2278.60	17	3.14	0.77	1.43	0.39

Q15	3.08	1344.00	19	3.29	0.77	1.73	0.39
Q16	2.20	2474.10	22	2.65	0.59	1.86	0.62
Q17	7.79	7680.00	16	3.10	0.78	1.16	0.39
平均值	4.04	4429.50	23	3.28	0.73	1.86	0.42

(4) 底栖生物

1) 种类组成和密度

本次共调查共采集到 20 种底栖动物，其中多毛类 9 种，占 45%；甲壳类 5 种，占 25%；双壳类 3 种，占 15%；腹足类、棘皮类、纽形动物各 1 种，各占 5%。

2) 密度分布

调查海区底栖生物密度变化范围在 83.34ind/m²~250.0ind/m²，总平均密度为 129.77ind/m²。生物量变化范围在 5.67g/m²~886.67g/m²，总平均生物量为 95.75g/m²。

表3.2.4.5-14 调查海域底栖生物密度及生物量 (ind./m²)

站位	密度 (ind/m ²)	生物量 (g/m ²)
Q3	150.00	886.67
Q4	100.01	74.50
Q5	100.01	15.49
Q6	83.34	12.33
Q8	116.68	16.99
Q9	133.34	5.67
Q10	116.67	14.50
Q11	116.67	62.00
Q12	149.99	9.83
Q13	83.35	14.82
Q14	133.34	92.17
Q15	150.01	14.01
Q16	250.00	109.84
Q17	133.34	11.65
平均值	129.77	95.75

3) 群落特征

调查海域底栖生物的生物多样性指数的变化范围为 1.88~2.87，均值为 2.27，均匀度变化范围为 0.81~1.00，均值为 0.95，优势度变化范围为 0.00~0.67，均值为 0.22，丰度变化范围为 0.47~0.88，均值为 0.61。根据《近岸海域环境监测技术规范》(HJ442-2008) 中提供的生物多样性指数评价标准，该调查海域底栖生物分布较均匀，生物多样整体一般。

表3.2.4.5-15 底栖生物群落特征参数统计表

站位	种数	多样性指数	均匀度	丰富度	优势度
Q3	5	2.20	0.95	0.55	0.44
Q4	5	2.25	0.97	0.60	0.00
Q5	5	2.25	0.97	0.60	0.00
Q6	4	1.92	0.96	0.47	0.00
Q8	6	2.52	0.98	0.73	0.43
Q9	5	2.16	0.93	0.57	0.37
Q10	5	2.24	0.96	0.58	0.00
Q11	5	2.24	0.96	0.58	0.14
Q12	5	2.28	0.98	0.55	0.22
Q13	5	2.32	1.00	0.63	0.00
Q14	5	2.16	0.93	0.57	0.62
Q15	5	1.88	0.81	0.55	0.67
Q16	8	2.87	0.96	0.88	0.20
Q17	6	2.50	0.97	0.71	0.00
平均值	5	2.27	0.95	0.61	0.22

(5) 潮间带生物

1) 种类组成和密度

本次定量调查 6 个潮间带站位，分为高、中、低三个潮带。其中红树林调查断面拟布设 4 个调查站位，分别为红树林生态系统、盐沼芦苇、光滩和潮沟。采集到 13 种潮间带底栖生物，其中多毛类 3 种，占 23.08%；甲壳类 6 种，占 46.15%；

腹足类 4 种，占 30.77%。

2) 密度分布

调查海区潮间带生物量变化范围在 $1.52\text{g/m}^2\sim 105.12\text{g/m}^2$ ，总平均生物量为 34.97g/m^2 。调查海区潮间带生物密度变化范围在 $12\text{ind/m}^2\sim 156\text{ind/m}^2$ ，总平均密度为 52ind/m^2 。

表3.2.4.5-16 调查海域潮间带底栖生物密度及组成 (ind./m^2)

站位	种数	数量 (个/m^2)	生物量 (g/m^2)
C1-低	3	28.00	10.56
C1-高	4	156.00	104.84
C1-中	4	76.00	33.68
C2-低	3	12.00	15.40
C2-高	3	56.00	26.60
C2-中	4	36.00	13.60
C3-低	3	12.00	14.24
C3-高	3	100.00	44.64
C3-中	4	56.00	25.92
C4低	2	12.00	1.52
C4-高	3	12.00	4.52
C4-中	3	20.00	52.24
C5低	4	36.00	14.04
C5-高	3	132.00	78.92
C5-中	3	48.00	18.12
C6低	4	24.00	7.24
C6-高	4	76.00	37.32
C6-中	4	44.00	25.12
H1	3	28.00	20.00
H2	4	84.00	105.12
H3	4	60.00	80.04
H4	4	36.00	35.68

平均值	3	52.00	34.97
-----	---	-------	-------

3) 群落特征

调查海域底栖生物的生物多样性指数的变化范围为 0.52~1.92，均值为 1.27；均匀度变化范围为 0.33~1.00，均值为 0.72；丰度指数变化范围为 0.28~0.65，均值为 0.47；优势度变化范围为 0.00~0.92，均值为 0.58。

根据《近岸海域环境监测技术规范》（HJ442-2008）中提供的生物多样性指数评价标准，该调查海域潮间带生物分布较均匀，生物多样整体较差。

表3.2.4.5-17 调查海域潮间带生物群落特征参数统计表

站位	种数	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
C1-低	3	1.15	0.72	0.42	0.71
C1-高	4	1.06	0.53	0.41	0.79
C1-中	4	1.06	0.53	0.48	0.79
C2-低	3	1.58	1.00	0.56	0.00
C2-高	3	0.73	0.46	0.34	0.86
C2-中	4	1.45	0.72	0.58	0.78
C3-低	3	1.58	1.00	0.56	0.33
C3-高	3	0.79	0.50	0.30	0.92
C3-中	4	1.48	0.74	0.52	0.64
C4低	2	0.92	0.92	0.28	0.33
C4-高	3	1.58	1.00	0.56	0.33
C4-中	3	1.37	0.86	0.46	0.60
C5低	4	1.45	0.72	0.58	0.67
C5-高	3	0.52	0.33	0.28	0.91
C5-中	3	0.82	0.52	0.36	0.83
C6低	4	1.92	0.96	0.65	0.33
C6-高	4	1.06	0.53	0.48	0.84
C6-中	4	1.69	0.84	0.55	0.55
H1	3	1.45	0.91	0.42	0.57
H2	4	1.22	0.61	0.47	0.19
H3	4	1.55	0.78	0.51	0.20

H4	4	1.45	0.72	0.58	0.67
平均值	3	1.27	0.72	0.47	0.58

(6) 游泳动物

1) 种类组成与分布

本次调查采用长 120m，宽 0.5m 的流刺网，放网时间 20min。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 通过潮流平均流速、有效作业时间和迎流网口面积等计算资源密度。根据《广西钦州茅尾海游泳动物种群结构调查与分析》(黄梓荣等, 2015, 南方水产科学) 计算游泳动物资源密度, 其中潮流平均流速为 2.16km/h, 捕捞效率取值 0.5, 作业时间为 0.33h, 迎流网口面积为 0.00006km²。

$$V=C/(v \times t \times a \times q)$$

式中 V 为资源密度[质量密度 (kg/km³), 尾数密度 (尾/km³)]; C 为渔获量[质量 (kg), 尾数 (尾)]; v 为潮水平均流速 (km/h); t 为有效作业时间 (h); q 为捕捞效率, 取值为 0.3~0.7, 在此取值 0.5。

本次调查共出现游泳动物种类 14 种、鱼类 10 种, 占总种类数的 71.43%, 甲壳类 4 种, 占总种类数的 28.57%。按重量计, 本次调查鱼类占 88.86%, 甲壳类占 11.14%。

2) 密度分布

调查海域的游泳动物重量变化范围为 3313kg/km³~13677kg/km³, 平均重量为 7733.07kg/km³; 尾数变化范围为 123456ind/km³~401232ind/km³, 平均尾数为 255731ind/km³。

表3.2.4.5-18 调查海域游泳动物数量分布

站位	尾数 (尾/km ³)	重量 (kg/km ³)
Q10	246912	9187.00
Q11	246912	5546.00
Q12	277776	10676.00
Q13	401232	12081.00
Q14	246913	4522.00
Q15	246912	9995.00

Q16	339504	10582.00
Q17	277776	13677.00
Q3	123456	4166.00
Q4	308640	7689.00
Q5	246912	5376.00
Q6	154320	3313.00
Q8	216049	3788.00
Q9	246913	7665.00
平均值	255731	7733.07

3) 群落特征

调查海域的游泳动物各群落特征参数分析统计结果见表 7-15。调查海域游泳动物的生物多样性指数变化范围为 1.04~2.03，平均值为 1.68；均匀度变化范围为 0.92~1.00，平均值为 0.96。优势度的变化范围为 0.00~0.38，平均值为 0.19。丰度的变化范围为 0.17~0.55，平均值为 0.39。

根据《近岸海域环境检测技术规范》(HJ442-2008)中提供的生物多样性指数评价标准，该海域的游泳动物种类分布均匀，生物多样性差。

表3.2.4.5-19 调查海域游泳动物群落多样性指数

站位	多样性指数	均匀度	丰度指数	优势度
Q10	1.73	0.97	0.40	0.13
Q11	1.73	0.97	0.40	0.25
Q12	1.74	0.97	0.40	0.22
Q13	2.03	0.98	0.54	0.00
Q14	1.67	0.93	0.40	0.25
Q15	1.91	0.98	0.48	0.38
Q16	2.02	0.97	0.55	0.27
Q17	1.74	0.97	0.40	0.33
Q3	1.04	0.95	0.17	0.25
Q4	1.75	0.98	0.40	0.20
Q5	1.73	0.97	0.40	0.13
Q6	1.61	1.00	0.33	0.00
Q8	1.28	0.92	0.24	0.14

Q9	1.49	0.93	0.32	0.12
平均值	1.68	0.96	0.39	0.19

(7) 鱼卵仔鱼

本次调查未采集到鱼卵和仔鱼。根据北海渔业检测中心 2021 年在茅尾海内调查，也未采集到鱼卵和仔稚鱼。咨询北海市渔业站邹建伟教授，茅尾海不属于产卵场，索饵场，越冬场，洄游通道（三场一通道），其地理位置及鱼卵仔鱼数量达不到通道要求。本次调查范围主要是茅尾海内海，其鱼卵仔稚鱼数量较少。“根据《国道 G228 丹东至东兴广西滨海公路龙门大桥工程环境影响报告书（公示稿）》（广西交科集团有限公司，2020 年 6 月），2017 年 6 月份只采集到 1 种鱼类鱼卵和 3 种鱼类仔鱼，9 月份只采集到 3 种鱼卵，未采集到仔鱼。

广西海洋监测预报中心于 2010 年 8 月以及水科院南海水产所于 2011 年 6 月 27~29 日在茅尾海工程区附近海域的调查显示，在 2010 年 8 月的钦州湾海域水平拖网样品中，共鉴定出 11 个种类，捕获的鱼卵和仔稚鱼数量均较少。

一方面资料中获取的鱼卵和仔稚鱼多集中于夏季，春秋季节相对较少；另一方面，茅尾海内废弃蚝桩较多不利于鱼类集中大规模产卵，且近年来茅尾污染物较多生物生存环境较差。

3.2.5 红树林调查

本节内容引自黄河勘测规划设计研究院有限公司与广西壮族自治区林业勘测设计院于 2022 年 4 月编制的《平陆运河对红树林影响评价报告》。

3.2.5.1 调查范围

调查对象：红树林评价以平陆运河所在区域的红树林作为调查对象。

调查区：以整个茅尾海海湾作为平陆运河对红树林影响的调查区。调查区内分布的红树林面积为 2441.19hm²。

工程区：平陆运河工程施工的区域，包括永久占地区域和临时占地区域。以在钦江分布最北端的红树林（基于国土三调数据）为界，把南侧的平陆运河红线范围作为本次评价涉及红树林的工程区。

重点调查区：平陆运河施工过程中产生的悬浮物扩散最远距离为 3200m（悬浮

物浓度增量 10mg/l 距离施工点的最远距离)；根据《建设项目环境影响报告书》，正常天气情况下施工期产生的扬尘影响范围在 50m 左右。参照《环境影响评价技术导则——生态影响》(HJ 19-2011) 对评价范围的确定方法(依据评价项目对生态因子的影响方式、影响程度和生态因子之间的互相影响和相互依存关系确定)，将平陆运河红线范围及周边距离在 3.2 千米内的红树林湿地区域作为本报告的重点调查区，面积 8800.57hm²。重点调查区内红树林分布面积为 809.58hm²。

3.2.5.2 调查内容

调查的内容：主要调查植物种类、植被类型、红树林生长环境概况、红树林生态系统以及其他湿地生态系统等。

3.2.5.3 调查方法

对于植物种类、植被类型、红树林生态系统及其他湿地生态系统，主要通过现场调查了解其现状，尤其对红树林资源现状进行详细的调查；红树林生长环境(如水环境、基底和大气环境等)以参考广西红树林研究中心编制的《海域使用报告》以及相关的文献材料为主，现场踏查为辅。

(1) 植被调查方法

植被是一个地区所有植物群落的总和，是生物多样性的主要载体之一。植被类型的多样性在很大程度上也能反映生态系统的多样性。

红树林植被调查以样方调查为主，对主要植被类型采用记数样方调查，沿途遇到的植被类型则采用记名样方调查。对于记数样方，成龄林的样方规格设置为 10m×10m，记录样方内红树植物的种类、株数(丛数)、平均树高、平均地径、生长状况等；而幼龄林的样方规格设置为 5m×5m，记录样方内红树植物的种类、株数(丛数)、平均树高、生长状况等。本次调查设置了 18 个记数样方。

对于红树林的地理分布，采用地面调查与遥感影像结合的方法。将最新的卫星遥感影像处理后制成工作手图；在地面调查中，对遥感判读结果进行验证、纠正；根据调查结果制作红树林分布图。

(2) 红树林生态系统调查方法

重点调查区的红树林生态系统主要采用“3S”技术，并结合无人机航拍和实地考察进行调查。采用 ArcGIS 软件进行判读，按照生态系统的类型进行斑块区

划，制作工作手图开展现地调查，通过无人机航拍和现场调查勾绘结果对判读数据进行修正。

3.2.5.4 调查结果

1、植物

(1) 种类组成

根据现场调查，共记录到维管植物 37 科 60 属 64 种，其中蕨类植物 2 科 2 属 2 种，分别占科、属、种总数的 3.45%、1.96%、1.85%；被子植物 35 科 58 属 62 种，分别占科、属、种总数的 93.10%、96.08%、96.30%。

表 3.2.5.4-1 重点调查区维管植物分类群统计

类群	科		属		种	
	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)	数量	比例 (%)
蕨类植物	2	5.41	2	3.33	2	3.13
被子植物	35	94.59	58	96.67	62	96.88
合计	37	100	60	100	64	100

(2) 真红树和半红树植物

1) 植物种类

重点调查区分布的真红树植物有 6 种，即秋茄树 (*Kandeliaobovata*)、海漆 (*Excoecariaagallocha*)、桐花树 (*Aegicerascorniculatum*)、老鼠簕 (*Acanthusilicifolius*)、白骨壤 (*Avicenniamarina*)、无瓣海桑 (*Sonneratiaapetala*)，其中无瓣海桑为外来植物。

重点调查区分布的半红树植物有 3 种，即黄槿 (*Hibiscustiliaceus*)、苦郎树 (*Clerodendruminerme*)、阔苞菊 (*Plucheaindica*)。

2) 生态习性

白骨壤红树林先锋树种之一，指状呼吸根发达，耐盐能力强，为泌盐植物，适宜生长于贫瘠的沙质或泥沙质潮滩，指状呼吸根容易受到淤泥覆盖而引起死亡。枝干呈银灰绿色，主要分布于低潮带，适应性广。为重点调查区的绝对优势种，

种群数量大，分布较广。

秋茄树常绿灌木或小乔木，能在低潮滩涂上扎根生长，涨潮时多被淹渍，生长的土壤要有一定厚度的泥质层，土壤盐度 5.6‰~26.0‰，是最耐寒的红树植物，属演替中后期树种，在重点调查区零星分布于高潮位的滩涂。

海漆半常绿或落叶乔木，表面根发达，常分散生长于高潮带以上的红树林内缘和不受潮汐影响的地带，在重点调查区零星分布高潮位滩涂。

桐花树常绿灌木或小乔木，树冠平整，常丛生，高 1~3m，多生长于红树林外缘，属泌盐红树植物种类，对盐度适应能力较强，叶表面有盐腺，干燥后有白色的盐晶体，在重点调查区零星分布高潮位的滩涂。

老鼠簕直立灌木，多生长于红树林内缘、潮沟两侧或者沙地上。无瓣海桑外来引入树种，具笋状呼吸根，常生长于中低潮带滩涂，

对土壤适应性强，耐水淹和低温，生长快速极快，在重点调查区散生于乡土红树林中，明显高于林上。

黄槿常绿灌木或乔木，花黄色，叶革质，叶背被灰白色星状绒毛。适生生境多样，在海岸沙地、泥沙地及淤泥质滩涂都能生长，常生于红树林林缘、沿海岸的平地上，在重点调查区零星分布于海堤一带。

苦郎树直立灌木，高 1~2m，喜生于海岸沙滩和潮汐能至的区域，是我国南方沿海防沙造林主要树种之一，在重点调查区主要分布于海堤一带。

海杧果乔木，高 4~8m，生长于海边或近海边湿润的地方，全株有毒，果实剧毒，毒性较强。但海杧果花多、美丽而芳香，叶深绿色，树冠美观，可作庭园、公园、道路绿化和海岸防潮树种，在重点调查区主要分布于岸边的海堤。

阔苞菊灌木，生于海滨沙地或近潮水的空旷地。

(3) 植物的分布

重点调查区植物主要为红树植物以及红树林周边一带非红树植物。在低潮位，分布的红树植物有白骨壤、桐花树，高潮位散生有桐花树、秋茄树、海漆以及半红树植物如黄槿、苦郎树、阔苞菊，岸边一带生长有卤蕨、厚藤 (*Ipomoea pes-caprae*)、南方碱蓬 (*Suaeda australis*)、海刀豆 (*Canavalia rosea*)、马甲子 (*Paliurus ramosissimus*)、积雪草 (*Centella asiatica*)、鳢肠 (*Eclipta prostrata*)、

露兜树 (*Pandanustectorius*)、锈鳞飘拂草 (*Fimbristylis sieboldii*)、狗牙根 (*Cynodondactylon*) 等。

(4) 外来入侵植物

根据《中国外来入侵物种名单 (第一至第四批)》(生态环境部)和《中国外来入侵植物志》(2020年,重点调查区维管植物中外来入侵植物有3种,即空心莲子草 (*Alternanthera philoxeroides*)、光荚含羞草 (*Mimosabimucronata*)、假臭草 (*Praxelis clematidea*)、白花鬼针草 (*Bidens alba*)。此外,引种的红树植物无瓣海桑也表现出了入侵性。

2、植被

(1) 植被分类

参考《广西壮族自治区第二次湿地资源调查实施细则》《广西湿地植被分类系统》,可将重点调查区的植被划分为2个植被型组、3个植被型、10个群系,见表4-2。重点调查区植被以真红树植物型为主,局部可见片状草丛盐沼型分布,半红树植物型仅呈小片分布,多分布于河口两岸海陆交接带。

表 3.2.5.4-2 重点调查区植被分类系统

一、红树林湿地植被型组
(一) 真红树植物型
1. 桐花树 (<i>Aegiceras corniculatum</i>) 群系
(1) 桐花树+无瓣海桑 (<i>Sonneratia apetala</i>) 群丛
(2) 桐花树+秋茄树 (<i>Kandelia obovata</i>) 群丛
(3) 桐花树+白骨壤 (<i>Avicennia marina</i>) 群丛
2. 秋茄树 (<i>Kandelia obovata</i>) 群系
3. 白骨壤 (<i>Avicennia marina</i>) 群系
4. 海漆 (<i>Excoecaria agallocha</i>) 群系
5. 无瓣海桑 (<i>Sonneratia apetala</i>) 群系
6. 老鼠簕 (<i>Acanthus ilicifolius</i>) 群系
(二) 半红树植物型
7. 苦郎树 (<i>Clerodendrum inerme</i>) 群系
二、盐沼植被型组
(三) 草丛盐沼型

8. 芦苇 (<i>Phragmites australis</i>) 群系
9. 短叶茳芩 (<i>Cyperus malaccensis</i> subsp. <i>Monophyllus</i>) 群系
10. 南方碱蓬 (<i>Suaeda australis</i>) 群系

(2) 主要植被类型概述

1) 桐花树群系

常绿单层灌木群落，外貌黄绿色，林冠平整，群落单层结构，高度 1.2~1.5m，最高可达 2m 以上，多呈丛生状，基部直径可达 15~30cm，覆盖度 80%~100%，分布于中滩到内滩，属于演替的前中期阶段。桐花树叶的氮、钠含量较其它建群种低，最适生长的土壤盐度为 5~10，盐度过高或过低均生长不好。天然下种更新能力强，近岸或林中空地常见桐花树胚轴被滞留而萌发形成的幼苗群，部分地段形成桐花树+无瓣海桑、桐花树+秋茄树、桐花树+白骨壤等群丛。

2) 苦郎树群系

该群系通常分布于高潮位以上的海滩或海堤，呈小团状分布或沿海堤成狭带状分布。群落高 1.0~1.5m，苦郎树成丛生长，枝条藤状蔓延，能伸出数米远。除苦郎树外，常见有黄槿、阔苞菊、马甲子等伴生，藤本植物有厚藤、弯枝黄檀等，草本植物在低湿处常见锈鳞飘拂草和短叶茳芩 (*Cyperus malaccensis* subsp. *monophyllus*) 等，在岸堤上则有粽叶芦 (*Thysanolaena latifolia*)、鳢肠 (*Eclipta prostrata*)、狗牙根等。

3) 短叶茳芩群系

短叶茳芩(咸水草)群落在保护区坚心围片区分布范围广，周边社区居民多利用这种植物进行编织。堤岸周边及高墩的短叶茳芩(咸水草)生长非常茂密，高可达 2m 以上，覆盖度一般高达 90%以上。在短叶茳芩(咸水草)群落中，大多混有桐花树等红树植物。

3、红树林资源现状

根据国土三调数据，广西有红树林总面积 9423.59hm²，分布于北海市、钦州市和防城港市。其中：钦州市有红树林面积 3192.37hm²，仅分布于钦南区，占 33.88%；北海市有红树林面积 4214.9hm²，占 44.72%；防城港市有红树林面积 2016.32hm²，占 21.40%。

茅尾海位于钦州湾北部海域，东至坚心围，南至青菜头，西至茅岭江口，北至大榄江渡口，有茅岭江、钦江、大榄江 3 条径流汇入，是一个半封闭式内海该港湾，根据国土三调数据统计，该海湾有红树林 2441.19hm²，占广西红树林总面积（9423.59hm²）的 25.91%。详见图 3.2.5.4-1。

根据本次评价调查，重点调查区共分布有红树林 809.58hm²。红树植物主要种类为桐花树、白骨壤、秋茄树、无瓣海桑等。以桐花树为优势的群落分布于整个重点调查区，在钦江入海口区域由于海水盐度较低，适宜秋茄和无瓣海桑等生长，常形成桐花树、秋茄和无瓣海桑混生的群落，而七十二泾一带由于盐度较高，适宜高盐环境的白骨壤常和桐花树、秋茄树形成混生的群落，甚至局部还形成单优群落。详见图 3.2.5.4-2。

根据实地调查，在红树湾公园往钦江上游两侧的红树林遭受本土植物鱼藤的覆盖围剿，造成红树植物死亡，对红树林造成了巨大的威胁具体，在此区域还受外来植物无瓣海桑的威胁，常在本土红树林群落中零散分布着高大的无瓣海桑植物，局部形成以其为优势的群落，由于其为乔木型，冠幅大、呼吸根多，对本土红树林造成了一定的威胁。本次调查发现，在大新围南侧观鹭楼一带的红树林叶片有淤泥附着现象，潮沟两侧的红树尤为明显。在茶蓝嘴岛一带的红树林受船蛆危害较为严重，较多红树植物茎干已被蛀空。在此区域西侧（即靠近航道一侧）由于长年累月受船行波的影响，海漆及桐花树成熟龄植株的根部已裸露（，生长受到了较大的威胁。此外，重点调查区周边分布有众多村屯以及养殖塘，生活污水和养殖污水、虾塘养殖所用饵料和药品等污染红树林生境，残留的泡沫、空药瓶等废弃物散落于红树林中及海岸带，局部还形成黑臭水体，影响着红树林的生理功能。

总体而言，重点调查区的红树种类较多、群落类型较多样、分布面积大，区域内红树林资源是较为丰富的，然而，受鱼藤、无瓣海桑、害虫等的威胁人为活动的影响较为严重。

略

图 3.2.5.4-1 茅尾海红树林分布图

略

图 3.2.5.4-2 重点调查区红树林分布图

略

图 3.2.5.4-3 项目占用红树林区域图



正摄影像中鲜绿色的斑块为鱼藤覆盖的区域



被鱼藤覆盖的红树林



红树林下鱼藤的茎



桐花树林中零散分布的无瓣海桑



石江墩以北的无瓣海桑群落



大新围南侧观鹭楼一带的受淤泥附着叶片的红树林



被蛀空的桐花树茎干

根部已经裸露的桐花树植株

图 3.2.5.4-4 项目周边海域红树林现状

3.3 自然资源概况

3.3.1 海岸线资源

钦州湾由内湾（茅尾海）、湾颈和外湾（狭义上的钦州湾）三部分组成，中间狭窄、岛屿众多，两端开阔，呈哑铃状。该湾口门宽 29km，纵深 39km，海岸线长达 336km，总面积 380km²。主要包括如下海岸类型：

（1）基岩岬角海岸

此类海岸线长为 175.38km（占 52.20%），主要分布于外湾和内湾之间的狭窄海区，即湾颈区，其地形极为破碎，山地低丘直接临海，海岸线曲折，港汊众多，海中岛屿错落，属典型的山丘溺谷海岸。

（2）沙质海岸

该类海岸线长为 32.2km（占 9.58%），主要分布于钦州湾口的东西两侧，是

在海平面趋于稳定后经外动力特别是波浪分选沿岸泥沙形成的。目前，这些沙质海岸相对稳定或微受侵蚀。

(3) 泥质海岸

主要是指三角洲平原海岸线。此类海岸线长 49.62km（占 14.76%）。钦州湾泥质海岸主要分布于内湾（茅尾海）湾顶，属于钦江—茅岭江复合三角洲平原海岸线，其特点是汉道河床密布，海岸线切割破碎，浅滩潮坪宽阔，岸线向海淤进，海岸线大部分被人工堤保护。

(4) 生物海岸

生物海岸是指红树林海岸，是热带亚、热带一种特殊的生物海岸类型。红树林在钦州湾主要分布于茅尾海北部、西北部和金鼓江沿岸，在湾中部龙门群岛呈间断分布，整个钦州湾红树林岸线长约 100km。

(5) 人工海岸

由于钦州湾海岸线曲折多弯，且岸线的开发利用快速发展，人工改造海岸线长达 78.8km（23.46%），大体上可划分四类。

港口建设海岸线（包括商港、军港、渔港等）——如勒沟港、鹰岭港、犀牛脚港、龙门港、茅岭港、沙井港等属于石砌码头，总长约 10km。由于钦州湾优越的建港条件，因此，港口岸线在近期内将有较快发展。

拦海筑路海岸线——为了发展沿海乡镇海陆交通、政府先后修建钦州至龙门公路（龙门岛拦海大坝）、犀牛脚至大灶公路（大灶江拦海大坝）、钦州至沙井（沙井跨海大坝）、广西滨海公路（金鼓江跨海大桥和大榄坪拦海大坝）。这 4 条拦坝路大大改善当地群众交通环境，提高了沿海居民的经济效益。

人工改造海岸线——50 年代至 70 年代中期，我国沿海掀起向海要地、围海造田活动。近 10 年来，随着海水养殖业的兴起，遍及沿海各地的围垦热再度拦沟、围海开辟虾池。特别是金鼓江沿岸、湾颈海区的小湾岛屿之间的狭长浅滩，凹岸甚至潮沟几乎都已开辟为虾池，并砌石保护成为坚固海岸线。

人工稳定的沙、泥质海岸线——在湾口的东西两岸为连岛沙坝，原为沙质活动海岸线，大部分被围垦为盐田或开辟养虾池而将岸线向海扩展并砌石保护成为稳定海岸线。在湾顶沿岸原为淤泥质海岸，近年来，也因开辟虾池多被人工砌石保护，各汉道沿岸已被国家为保护沿海居民生命及财产安全而建设标准海堤。

3.3.2 港口资源

钦州港天然深水岸线长达 63km，内湾深槽天然水深一般-15~-22m，最深处达-28.5m，避风、回淤小、港池宽、潮差大，是我国非常宝贵的天然深水良港。规划 10 个作业区，可建 1~30 万吨级深水泊位 200 个，其中 10~20 万吨级大型深水泊位 30 多个，25~30 万吨级若干个；整个港口远期年吞吐能力可达亿吨以上。

钦州港已建成投产的码头有：中国石油广西石化公司，10 万吨原油接卸泊位 5000 吨和 3000 吨成品油泊位各 2 个；钦州港一期万吨级泊位 2 个；二期 5 万吨级通用泊位 2 个；东油沥青 5 万吨级油气泊位 1 个；天盛 5 万吨级油气泊位 1 个；中石化 3 万吨级油气泊位 1 个；广明万吨级油气泊位 1 个；华润红水河 5 万吨级泊位 1 个；国星 5000 吨级液化气泊位 1 个和中山港务等一批中小型码头。全港已形成年吞吐能力超过 800 万吨。建成投入使用仓库 12.5 万平方米，堆场 50 万平方米，各种储罐容量 31.7 万立方米，其中植物油储罐 6.1 万立方米，散装沥青储罐 3 万立方米，成品油储罐 21.4 万立方米，液化气储罐 1.2 万立方米，食糖储备仓 8.8 万平方米。

钦州港在建码头有：钦州市港口集团公司 30 万吨级石油减载平台（2 个泊位）、大榄坪 3#~10#泊位、大榄坪 12#、13#泊位、大榄坪北#1 泊位（滚装）、大榄坪北 2#~6#泊位、钦州港三期工程（2 个泊位）、勒沟 5000 吨级泊位新增泊位 21 个、新增年通过能力 6555 万吨（其中集装箱 210 万 TEU）和 100 万辆。至 2013 年末，在钦州港域的泊位总数达 28 个，实际年通过能力达 8305 万吨（其中集装箱 285 万 TEU）和 100 万辆。天盛 10 万吨级煤码头泊位 1 个，大榄坪 3#~8#6 个 7 万吨级多用途泊位、12#~13#2 个 10 万吨级油船泊位。

钦州港投入使用的西航道为万吨级航道，设计水深-10.03 米，全长 24.4 公里，可进出载货 2 万吨级左右的船舶。钦州港东航道（扩建 10 万吨级双向航道）现分两期进行扩建，在原 10 万吨级航道的基础上向西拓宽浚深，按 10 万吨级集装箱和 10 万吨级油船双向通航建设。一期扩建工程航道起点为原东航道中船项目西侧，从南往北依次为三墩航道 2、大榄坪航道 1，大榄坪航道 2，航道的终点为大榄坪 1#泊位调头地，航道长 10.6km，航道宽度 360~390m，航道有效底标高-13.3m，已于 2019 年 6 月完工。二期工程现已开工建设，建成后钦州港东航道全长将 25.796km，能满足 20 万吨级大型集装箱船进出北部湾港条件。

3.3.3 旅游资源

钦州湾为溺谷湾海湾，岛屿众多，岸线曲折迂回，长达 336km，自然风光殊异，海湾与岬角相间分布，其间常见细软洁净的沙滩，海中错落有致地点缀着大大小小的岛屿、岩礁，景观富有层次感，滨海旅游资源丰富，其中，七十二泾、麻蓝岛、大环半岛沙滩旅游资源较为突出。

(1) 龙门七十二泾风景旅游区

在钦州湾 36km²的海面上，分布着大小不一、形态各异的小岛 100 多个，而岛与岛之间被 72 条弯弯曲曲的水道环绕，这些水道被称为“泾”。七十二泾，泾泾相通，岛岛相望，泾如玉带，岛如明珠，故又称“龙泾环珠”。从高空俯览，星罗棋布的小岛宛如一颗颗碧绿璀璨的玛瑙散布在一个蔚蓝的大玉盘中。“七十二泾通四海，南国蓬莱秀中华”，1998 年，经钦州市八大景评委员会评定为钦州市八大景观之一。

(2) 麻兰岛

麻兰岛是钦州湾上一个海岛，岛上植物保护完好，绿树成荫，绿地覆盖率 80%。麻兰岛四面环海，海滩沙质黄金，是不可多得的天然海滨浴场，礁石林立，千姿百态。岛上目前已建成综合商店、小食街、冲淡水房、公厕、小别墅群、餐厅等设施，是人们度假、观光、旅游的理想胜地。

(3) 三娘湾沙滩

三娘湾沙滩长达 3km，平坦宽阔，沙质金黄，防风林带完好，沙滩上的花岗岩经球形风化形成了一个大小不等，类似海南三亚海滨的球状、椭球状石蛋，造型优美，典型的有三娘石、石狗、猪婆石等。

3.3.4 矿产资源

钦州市沿岸及其海域的矿产资源主要包括：犀牛脚三娘湾大型钛铁矿，面积 107.5km²，钛铁储量约 600×10⁴t，以及伴生的锆英石、金红石、独居石等近 100 万 t；犀牛脚乌雷和龙港（炮台）的黑云母花岗岩大型矿床，面积 20.75km²，总储量约 2400 万 m³；其余还有犀牛脚吉子根、乌雷的褐铁矿、龙门西村的赤铁矿、大番坡鸡窝的金沙矿、大番坡石口江和犀牛脚西坑的黄铁矿等。

3.3.5 渔业资源

据资料记载，钦州湾经济价值较高的鱼类有 60 多种，虾蟹类 30 多种，贝类 110 种，历来是沿岸群众耕海牧渔的重要场所，许多海产珍品，尤其是四大名产（近江牡蛎、青蟹、对虾和石斑鱼）早已驰名中外，作为近江牡蛎、青蟹、鲈鱼等重要海水养殖品种的天然产地，每年均向区内外养殖场提供了大量的天然种苗，是中国南方最大的天然大蚝采苗和养殖加工基地，享有“中国大蚝之乡”的美誉。同时，钦州湾还出产鲈鱼、真鲷、黄鳍鲷、黑鲷、二长棘鲷、鱿鱼等。

3.3.6 红树林资源

钦州市沿海有大小岛屿 337 个，这些岛屿较为集中连片地分布在茅尾海出海口的亚公山至鹰岭一带，各岛屿岸边广泛生长着珍贵的红树林。钦州是广西红树林重要分布区。钦州市现有红树林 3078 ha，主要分布于茅尾海、七十二泾、大风江，其中：茅尾海红树林面积 1887 ha，七十二泾红树林面积 484 ha，大风江红树林面积 707 ha。主要由桐花树、白骨壤、秋茄、木榄、红海榄、海漆等树种组成，一般为 2 米高的灌丛，个别单株高达 8 米。钦州红树林物种丰富，优势树种是白骨壤、秋茄和桐花树。

钦州市政府高度重视红树林资源保护，加强红树林保护修复科学技术研究，在茅尾海区域建设有广西茅尾海自治区级红树林自然保护区，总面积 5010 ha，其中红树林面积 2539.12 ha，于 2005 年经自治区人民政府批准建立，是一个以保护红树林湿地生态系统为主，全面保护红树林生境、红树林湿地景观、湿地水禽等自然资源和自然环境，集保护、科研、教育、生态旅游和可持续利用等多功能于一体的综合性自然保护区。广西茅尾海自治区级红树林自然保护区有红树植物 13 科 17 种，其中真红树植物 8 科 10 种（其中乡土真红树植物 7 科 9 种），半红树植物有 6 科 7 种。主要的红树林植被类型有秋茄群系、桐花树群系、白骨壤群系、海漆群系、黄槿群系、老鼠簕群系等。林伴生植物共有 3 科 4 种，主要有马鞭草科的苦朗树、苦槛蓝，草海桐科的海南草海桐，旋花科的二叶红薯。保护区共有珍稀濒危树种 3 种，其中珍稀红树植物 1 种，即爵床科的老鼠簕；濒危树种 2 种，分别为红树科的木榄和红海榄。保护区内拥有独特的岩生红树林和七十二泾的“龙泾还珠”岛群红树林景观，是全国最大、最典型的岛群红树林区，是全国连片面积最大的红树林宜林地，是红树林引种、栽培试验和发展红树林的理想地。

3.4 开发利用现状

3.4.1 社会经济概况

钦州市现辖四区两县（钦南区、钦北区、钦州经济开发区、三娘湾旅游管理区和灵山县、浦北县）。钦州市全市陆地总面积 1.08 万 km²，海岸线 562.64km。

根据钦州市统计局 2021 年发布的《2020 年钦州市国民经济和社会发展统计公报》，2020 年，钦州市全面贯彻“建设壮美广西。共圆复兴梦想”的总目标总要求，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，深入落实“三大定位”新使命和“五个扎实”新要求，抢抓西部陆海新通道、自贸试验区建设等新机遇，释放发展活力，经济社会稳步发展，城市建设实现了新跨越。

全年全市生产总值（GDP）1387.96 亿元，按可比价计算，比上年增长 2.6%。其中，第一产业增加值 282.82 亿元，增长 4.3%；第二产业增加值 390.13 亿元，下降 12.3%；第三产业增加值 715.01 亿元，增长 12.7%。第一、二、三产业增加值占地区生产总值的比重分别为 20.4%、28.1%和 51.5%。

年末全市户籍总人口 417.88 万人，比上年末增加 0.22 万人。全市常住人口 330.22 万人，其中城镇人口 138.75 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）为 42.02%；乡村人口 191.48 万人，占常住人口比重为 57.98%。2020 年，全市城镇新增就业人数 1.6 万人，比上年下降 0.41 万人。城镇失业人员再就业 3780 人，就业困难再就业 2904 人。农村劳动力转移就业新增人数 2.7 万人。年末城镇登记失业率 2.16%，比上年末下降了 0.45 个百分点。

全年全市全部工业增加值比上年下降 12.8%。规模以上工业增加值下降 14.3%。在规模以上工业中，分经济类型看，国有控股企业增加值下降 20.5%；股份制企业下降 16.2%，外商及港澳台商投资企业增长 2.9%；非公有工业企业下降 8.6%。分门类看，采矿业下降 37.0%，制造业下降 15.4%，电力热力燃气及水生产和供应业增长 8.6%

全年全市规模以上工业中，农副食品加工业增加值比上年增加 10.7%，木材加工和木竹藤棕草制品业增长 1.8%，石油煤炭及其他燃料加工业下降 28.8%，非金属矿物制品业增长 3.3%，黑色金属冶炼及压延加工业下降 47.4%，专用设备制造业下降 67.0%，汽车制造业增长 32.7%，电气机械及器材制造业下降 27.8%，

计算机、通信和其他电子设备制造业下降 37.1%，电力、热力生产和供应业增长 9.4%。

全年全市货物进出口总额 217.65 亿元，比上年增长 6.5%。其中，出口 81.67 亿元，增长 2.0%；进口 135.98 亿元，增长 9.4%。进出口逆差（进口大于出口）54.31 亿元，比上年增加 10.18 亿元。对东盟国家进出口总额 52.97 亿元，比上年下降 7.6%。其中，出口 16.51 亿元，同比下降 35.3%；进口 36.47 亿元，同比增长 14.5%。

3.4.2 水运现状

平陆运河属从无到有的新通道建设，现状无水运量，建成后主要是承担西江水系中上游与北部湾港的沟通，发挥通江达海的作用，因此，主要从西江内河、北部湾海港和其他路径出海三部分现状水运量情况对能够反应平陆运河潜在水运需求的情况进行分析。

1、西江航运干线水运量现状

（1）珠江水系水运总量

珠江是我国第二大通航河流，由西江、北江、东江干支流及珠江三角洲诸河组成，流经广东、广西、贵州、云南四省（区）。由于贵州、云南境内支流尚未开发、以区间通航为主，珠江水系水运功能目前主要集中在广东、广西两省（区）。

2019 年珠江水系货运量首次突破 10 亿吨大关，仅次于长江，位居世界第二，货物周转量约 1900 亿吨公里。近年来，随着航道基础设施建设不断完善和交通运输结构调整深入推进，珠江水运优势日益突出，珠江水系货运量持续较快增长，2011~2019 年年均增速达到 10.5%，高于同期全国内河水运平均增长水平 1.6 个百分点。

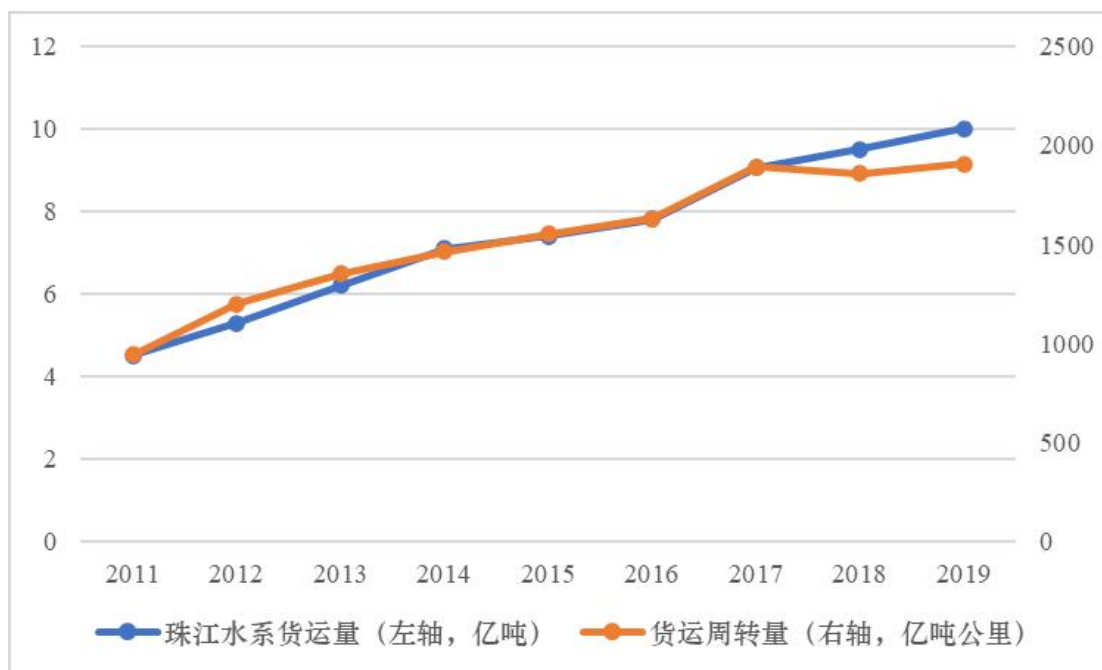


图 3.4.2-1 近年珠江水系货运量发展趋势

(2) 广西内河水运量

围绕西江航运，广西正在推动“一干七支”内河高等级航道网络建设。2019年广西完成内河货运量 2.5 亿吨、内河货运周转量 909 亿吨公里，占广西全社会货运量、社会货运周转量的比重分别为 12.2%、16.9%。近年随着境内西江干支流航道和枢纽开发建设逐步推进，特别是 2013 年西江干线南宁民生码头以下全线提升达到 II 级航道标准以来，广西内河货运量迅猛增长，2013~2019 年年均增速达到 8.6%，高于同期全国年均增速 5.4 个百分点。

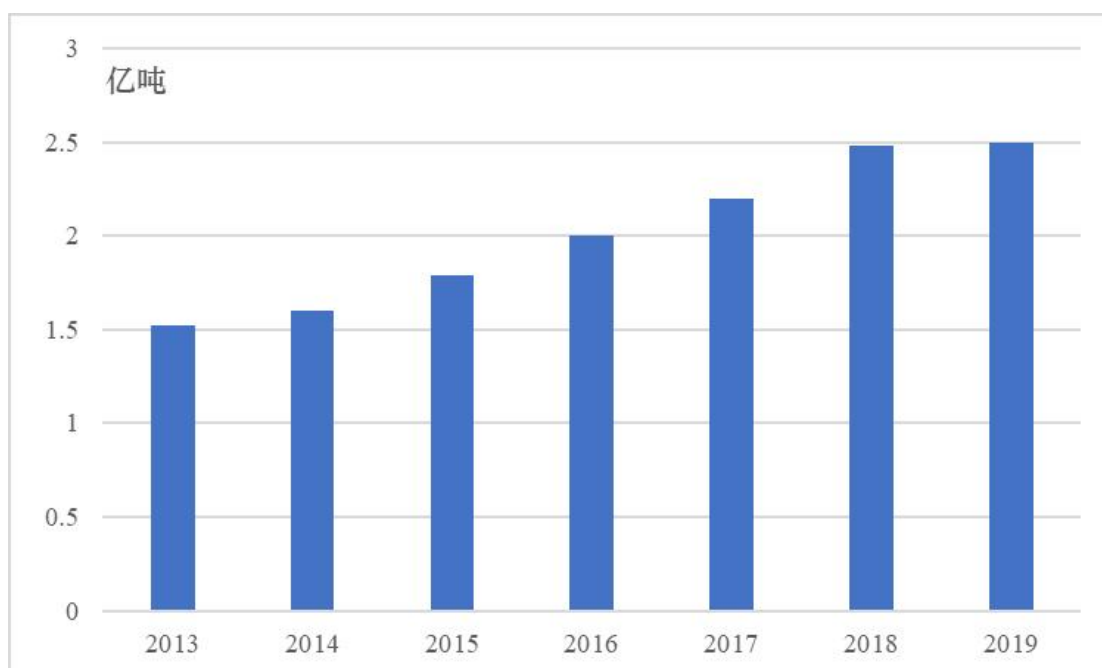


图 3.4.2-2 近年广西内河货运量发展趋势

(3) 广西经西江航运干线对外水运交流量

广西各船闸区位、2019 年货物通过量见下图，可以看出，长洲船闸紧邻广西、广东交界处，可以全面反映广西通过内河水运与区外交流情况。



图 3.4.2-3 2019 年广西主要船闸货物通过量

近年来长洲船闸过闸货运量发展情况见下图 3.4.2-4。2019 年长洲船闸货物通过量达到 14535 万吨，同比增长 10.3%，货运规模位居全国前列。随着四线船闸的全部建成，近年长洲船闸过闸货运量增长迅猛，2015~2019 年年均增速高达 22.9%。

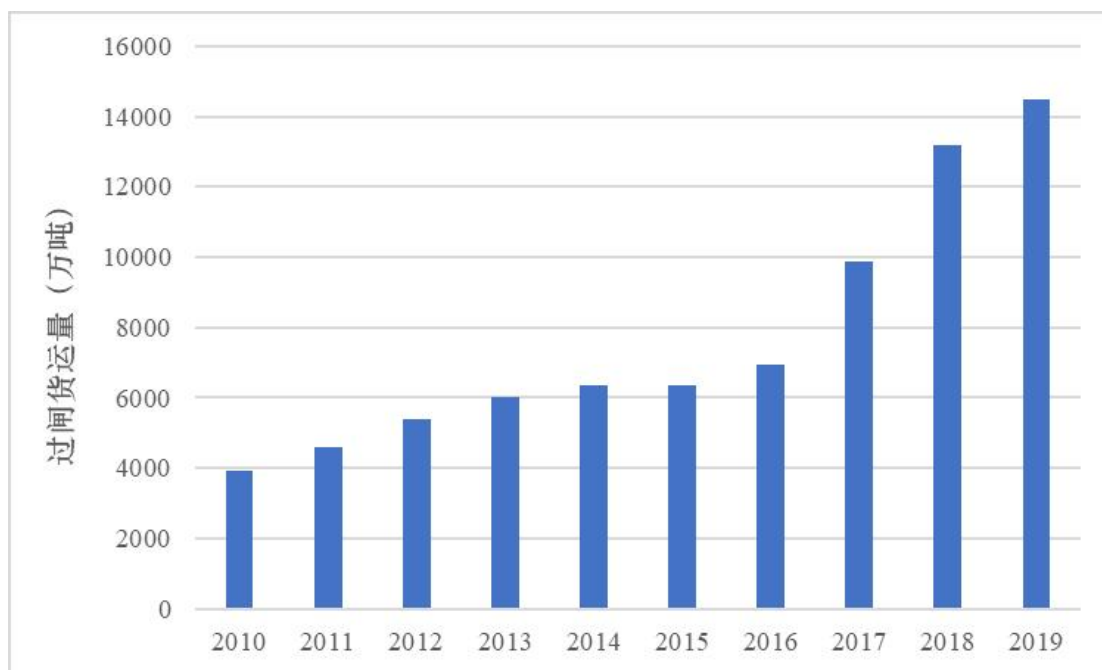


图 3.4.2-4 近年长洲船闸过闸货运量发展趋势

长洲船闸主要过闸货种为矿建材料、水泥、煤炭、集装箱、粮食、钢材、铁矿石等，分别占过闸货运总量的 41.2%、10.1%、16.4%、6.1%、4.0%、3.9%、1.3%。其中矿建材料、水泥、钢材基本为下行，由广西运至珠三角，特别是矿建材料、水泥基本均用于珠三角本地基础设施建设，钢材部分需经由珠三角港口中转；煤炭、粮食、铁矿石运输基本均为上行，主要自北方或外贸进口调入经珠三角港口中转运至广西西江沿线；集装箱运输上下行较为均衡，主要为广西沿江地区与珠三角之间的交流或经由珠三角港口中转。据分析，2019 年广西内陆地区经西江航运由珠三角港口中转出海的货运量合计约 4000 万吨，其中 70%以上来自贵港桂平及上游西江沿线。

2、北部湾港水运量现状

近年随着国家全方位对外开放战略深入推进，北部湾港区区位优势显现，腹地经济发展后发优势明显，带动北部湾港发展较为迅猛。目前，北部湾港已与世界 100 多个国家和地区的 200 多个港口通航，成为我国与东盟海上互联互通、开发合作的前沿，已开通集装箱内外贸航线 52 条。2019 年北部湾港完成货物吞吐量 2.56 亿吨，其中防城港域 1.01 亿吨、钦州港域 1.19 亿吨、北海港域 0.35 亿吨；集装箱吞吐量完成 382 万 TEU，其中防城港域 42 万 TEU、钦州港域 302 万 TEU、北海港域 38 万 TEU。2010-2019 年北部湾港货物吞吐量年均增速 9.1%，集装箱吞吐量年均增速 22.7%，分别高于全国同期水平 3.5 个百分点、16.2 个百分点。

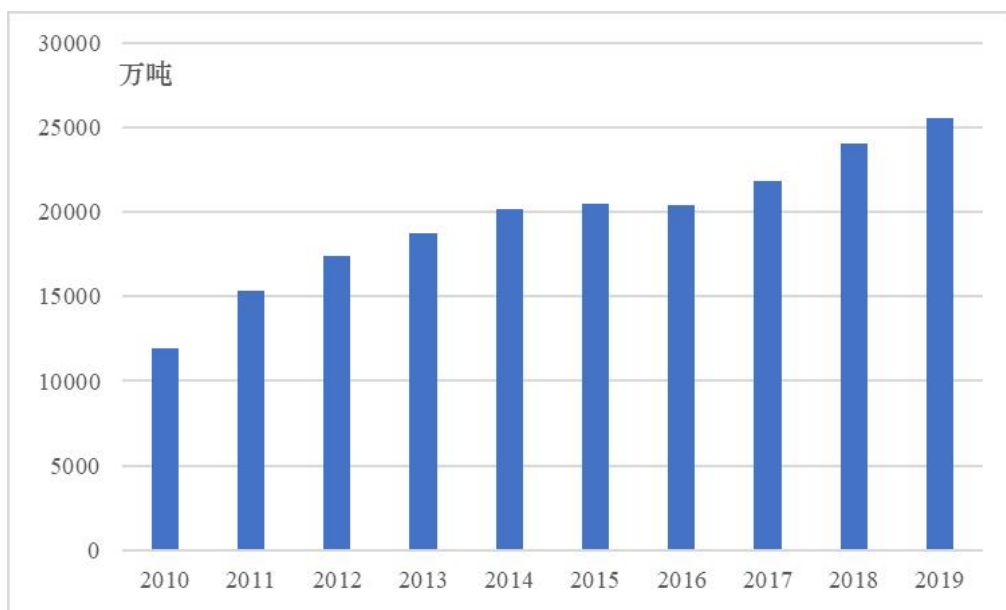


图 3.4.2-5 近年北部湾港货物吞吐量发展趋势

北部湾港陆向腹地主要包括北部湾临港地区、广西内地市以及云南、贵州、四川、重庆、湖南等内陆省市，其中服务北部湾临港地区货运量约占 40%，服务广西内地市约占 25%，服务云贵地区约占 13%，服务四川、重庆、湖南约占 5%，其余为水水中转货类，主要是贸易矿及煤炭，中转至广东省及长三角地区。据分析，2019 年北部湾港服务广西内地市货运量约 6400 万吨，主要货类包括煤炭、金属矿石、集装箱、非金属矿石、钢铁、有色金属等，结合集疏运方式分析，其中约 2000 万吨通过铁路集散，其余 4400 万吨主要通过公路集散；服务云贵湘货运量约 3800 万吨，主要货类为金属矿石、非金属矿石、化肥等，主要通过铁路集散。

3、其他路径出海水运量现状

此外，湛江港也是西江中上游沿线广大地区的重要出海通道，2019 年广西内地市主要是贵港、柳州两市经由湛江港运输货运量约 1500 万吨，主要货种为金属矿石、钢铁；云南、贵州经由湛江港运输货运量约 1000 万吨，主要来自昆明、六盘水、息烽等地市，主要货种为金属矿石、非金属矿石、化肥等。

3.4.3 开发利用现状

项目周围开发利用现状主要为港池、填海造地、围海养殖、生态修复、锚地、跨海桥梁等。其中围海养殖主要集中在龙门港镇附近，港池、填海造地用海集中在项目东南侧的钦州港附近。生态修复项目分布在沙井和茅尾海东岸线。

(1) 沙井钦江大桥

沙井钦江大桥位于钦州市沙井大道至钦州港公路 K9+431~K9+969 路段处，全长约 540m，在钦江入海口附近跨越钦江，桥梁与河道基本正交。该大桥采用 $2\times 30+80+130+80+2\times 30\text{m}$ 跨径结构，分左右幅桥，两幅桥结构相同。主桥采用 $80+130+80\text{m}$ 预应力砼变截面连续箱梁结构，边跨采用 30m 先简支后连续 T 梁结构。桥台采用埋置式肋式桥台，桩基承台基础；主桥桥墩采用钢筋砼实体桥墩，桩基承台基础；边跨桥墩采用桩柱式桥墩。



图 3.4.3-1 沙井钦江大桥现状图

(2) 广西滨海公路龙门大桥工程

广西龙门大桥起点位于钦州市钦南区龙门港镇水厂附近，跨越茅尾海，终点接钦州港区金鼓大道，并设城市立交与进港大道、龙泾大道相连接。

大桥全长 7756 米，其中主桥为单跨双铰悬索桥，一跨过海，采用门式混凝土索塔，塔高 173 米，主跨 1160 米，钢箱梁桥面宽 35 米；引桥为预应力混凝土连续箱梁桥，桥长 6596 米，桥宽 32 米。项目投资估算为 61.5 亿元，建设工期 5 年。



图 3.4.3-2 广西滨海公路龙门大桥工程现状图

(3) 钦州港钧达散杂货码头项目

项目码头岸线总长 846 米，主要包括 7 万吨级码头泊位 1 个，码头长度 295 米；1 万吨级码头泊位 4 个，码头长度为 551 米。项目建成后，对提升钦州港口吞吐能力，构建面向中国-东盟合作的商贸物流基地均具有重要意义。



图 3.4.3-3 钦州港钩达散杂货码头项目现状图

(4) 钦州市茅尾海沙井岛沙滩修复工程

项目建设规模为新增干滩沙滩面积 11.5 公顷，新形成砂质海岸线长度 1208 米，海滩干滩平均宽度 88 米。建设内容包括：海滩后滨护岸工程，护岸长度 1208 米，顶高程 4 米，顶宽 3 米，向海侧和向陆侧斜面坡度均为 1:1，防护岬角工程，西岬角面积 3407 平方米，顶高 4.2 米，东岬角面积为 2006 平方米，顶高为 4.2 米；人工海滩补沙工程，弧型海滩最宽处 116 米，西端最窄 60 米，海滩干滩面积 115102 平方米。

(5) 广西钦州燃煤电厂工程

钦州燃煤电厂工程是广西“十五”计划建设的重点项目，规划容量为 4×600MW 机组，一期工程建设 2×600MW 超临界燃煤火电机组，是广西第一个开工建设的 600MW 超临界火电机组项目，工程计划总投资 52 亿元。工程计划总工期为 28 个月，2007 年 8 月第一台机组投产发电，2007 年 12 月第二台机组投产。一期工程建成投产后，每年可以为广西提供 60 亿千瓦时的电能，将极大地满足广西用电负荷增长的需要。

(6) 海水养殖

近十年来，钦州市渔业生产确定了建设“水上钦州”的战略和“以养为主，养殖、捕捞加工并举”的发展方针，经过十多年的努力，已初步形成沿海海水养殖带。主要养殖大蚝、对虾、鲈鱼、美国红鱼、石斑鱼、青蟹、文蛤等品种。目前，钦州已利用海滩、水库、河流水域面积 8000hm² 进行开发养鱼、养蚝，其中网箱养鱼 12000 箱，年创水产养殖总收入达 16 亿元。

近年来，钦州市充分利用海洋资源，大力发展浮筏吊养等海水生态养殖，通过实施大蚝特色产业提升工程，扶持养殖龙头企业等措施，全市已形成以龙门七十二泾海域为中心的连片万亩大蚝养殖基地 5 个。

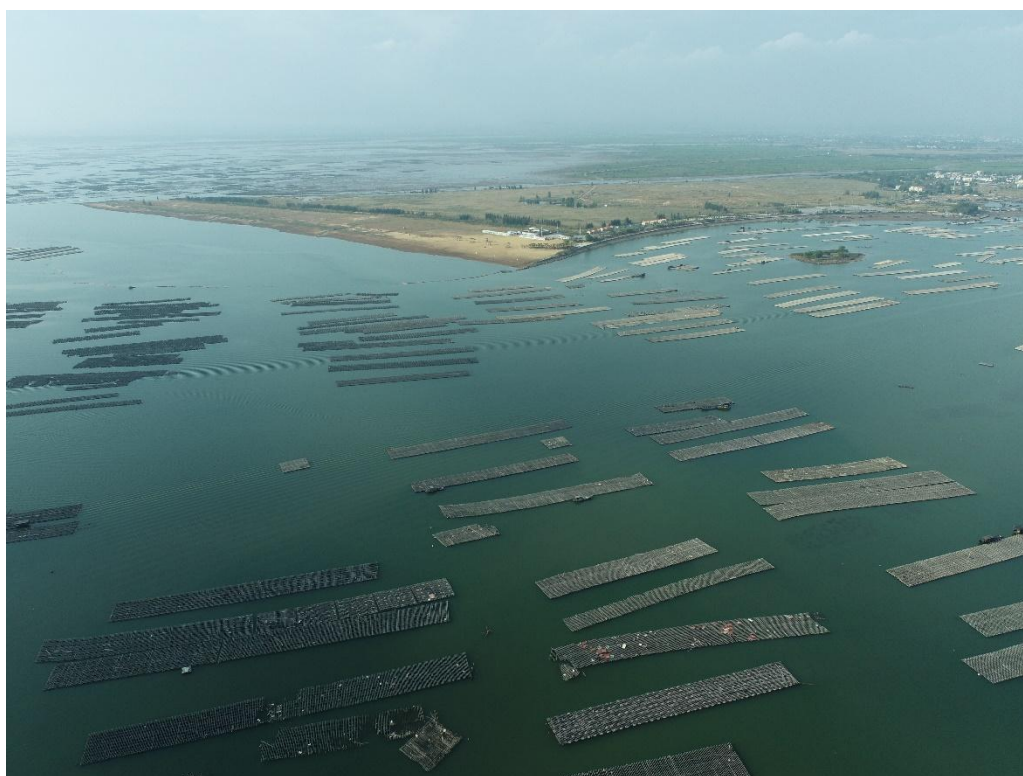


图 3.4.3-4 海水养殖现状图

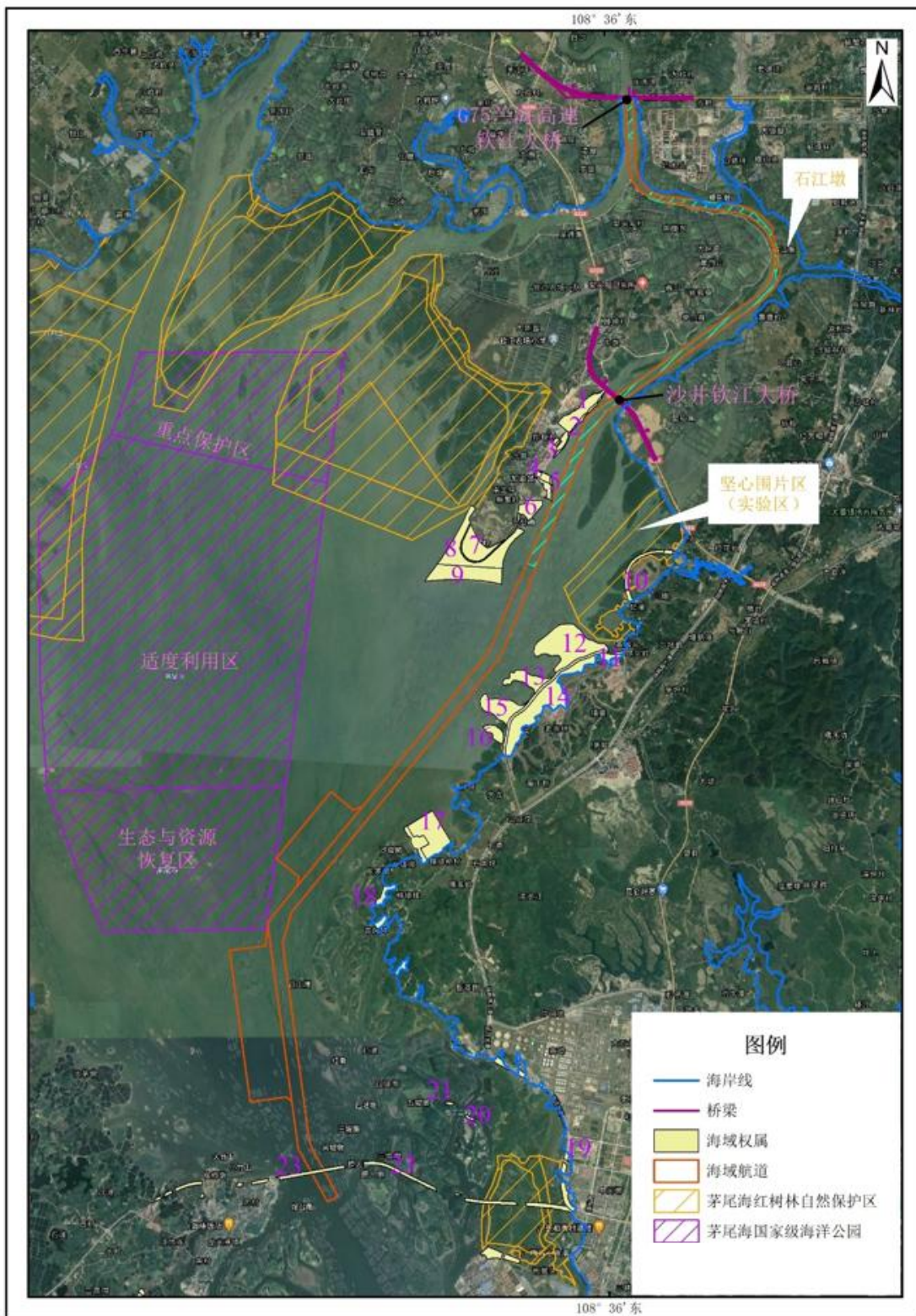


图 3.4.2-5 开发利用现状图（海域权属信息见表 3.4.4-1）

3.4.4 项目附近用海权属现状

项目位于钦州市钦南区茅尾海，论证等级为一级，论证范围为项目每侧扩展 5km，项目附近用海权属现状见下图 3.4.3-1 和表 3.4.3-1。



图 3.4.3-1 项目用海权属现状图

表 3.4.3-1 项目用海权属现状

序号	用海项目	开始日期	结束日期	用海面积 公顷	业主单位	用海方式	用海类型
1	钦州市北部湾钻石海岸国际海鲜城项目				**公司	城镇建设填海造地用海	建设填海造地
2	钦州市沙井岛东岸岸线整治工程				**公司	海岸防护工程用海	非透水构筑物, 建设填海造地
3	钦州市钦南区生龙船务有限公司船厂码头工程项目				**公司	港口用海	港池、蓄水等, 建设填海造地
4	钦州市茅尾海国家级海洋公园监测监控管理基地				**局	其它用海	港池、蓄水等, 建设填海造地
5	广西海洋维权执法综合基地项目				**总队	港口用海	港池、蓄水等, 建设填海造地
6	钦州市海洋环境监测研究基地				**中心	科研教学用海	建设填海造地
7	钦州市海尚沙商业广场项目				**中心	城镇建设填海造地用海	建设填海造地
8	钦州市滨海新城沙滩广场项目				**中心	城镇建设填海造地用海	建设填海造地
9	钦州市茅尾海沙井岛沙滩修复工程				**中心	浴场用海	浴场
10	滨海大道（杨帆大道—北部湾大道）工程				**公司	路桥用海	建设填海造地, 跨海桥梁、海底隧道等
11	钦州市茅尾海红树湾大道暨绿化景观工程项				**中心	路桥用海	建设填海造地

	目						
12	茅尾海东岸辣椒槌片区 C 区海域使用权招 拍 卖 挂 牌 出 让 项 目				**公司	城镇建设填海造 地 用 海	建设填海造地
13	茅尾海体育运动中心项目				**中心	城镇建设填海造 地 用 海	建设填海造地
14	茅尾海红林湾休闲居住区项目				**中心	城镇建设填海造 地 用 海	建设填海造地
15	茅尾海东岸辣椒槌片区 B 区海域使用权招 拍 卖 挂 牌 出 让 项 目				**公司	城镇建设填海造 地 用 海	建设填海造地
16	茅尾海东岸辣椒槌片区 A 区海域使用权招 拍 卖 挂 牌 出 让 项 目				**公司	城镇建设填海造 地 用 海	建设填海造地
17	广西北部湾（国际）游艇俱乐部				**公司	旅游基础设施用 海	港池、蓄水等，建设填 海造地
18	围海养殖				**养殖场	围海养殖用海	围海养殖
19	钦州港龙径大道（还珠西大街至逸仙路）项目				**公司	路桥用海	建设填海造地
20	中国海监第九支队钦州港避风锚地项目				**支队	锚地用海	专用航道、锚地及其它 开放式
21	中国海监钦州市支队钦州港避风锚地				**支队	锚地用海	专用航道、锚地及其它 开放式
22	广西滨海公路龙门大桥西引道工程				**公司	路桥用海	跨海桥梁、海底隧道等
23	广西滨海公路龙门大桥工程				**公司	路桥用海	建设填海造地，跨海桥 梁、海底隧道等

平陆运河海域使用论证报告书

24	黄永光围塘养殖				黄**	围海养殖用海	围海养殖
25	围塘养殖				王**	围海养殖用海	围海养殖
26	李树忠-围塘养殖				李**	围海养殖用海	围海养殖
27	黄远晃-围塘养殖				黄**	围海养殖用海	围海养殖
28	严寿裕围塘养殖				严**	围海养殖用海	围海养殖
29	陆平富-围塘养殖				陆**	围海养殖用海	围海养殖
30	梁成万-围塘养殖				梁**	围海养殖用海	围海养殖
31	梁春荣围塘养殖				梁**	围海养殖用海	围海养殖
32	黄天福-围塘养殖				黄**	围海养殖用海	围海养殖
33	围塘养殖				陈**	围海养殖用海	围海养殖
34	钦州市龙门岛陆岛运输码头工程项目				**局	港口用海	港池、蓄水等，建设填海造地
35	汇海粮油加工项目				**公司	其它工业用海	建设填海造地
36	钦州港七十二经旅廊工程				**公司	旅游基础设施用海	透水构筑物
37	钦州海事局港区综合执法中心码头工程项目				**局	港口用海	港池、蓄水等，建设填海造地
38	钦州海关海上缉私基地				**海关	港口用海	港池、蓄水等，建设填海造地
39	钦州港钧达散杂货码头项目				**公司	港口用海	港池、蓄水等，建设填海造地
40	广西钦州港三期工程 1#泊位项目				**公司	港口用海	建设填海造地

41	钦州港金谷港区勒沟作业区 13#、14#泊位工程 项目				**公司	港口用海	港池、蓄水等，建设填 海造地
42	新天德钦州港勒沟作业区散杂货码头项目				**公司	港口用海	港池、蓄水等，建设填 海造地
43	钦州市 2000 吨级散杂货钰龙码头				**公司	港口用海	建设填海造地
44	钦州港正新散杂货码头项目				**公司	港口用海	港池、蓄水等，建设填 海造地
45	钦州港渔业基地码头扩建项目				**公司	渔业基础设施用 海	港池、蓄水等，建设填 海造地

略

图 3.4.4-2 广西滨江公路龙门大桥工程界址点（航道整治①）

略

图 3.4.4-3 广西滨江公路龙门大桥工程界址点（航道整治②）

略

图 3.4.4-4 沙井钦江大桥界址点

4 项目用海资源环境影响分析

4.1 项目用海环境影响分析

4.1.1 水动力环境影响分析

4.1.1.1 水动力数学模型

模型基于平面不可压缩雷诺(Reynolds)平均纳维埃-斯托克斯(Navier-Stokes)浅水方程建立,对水平动量方程和连续方程在 $h = \eta + d$ 范围内进行积分后可得到下列深度平均浅水方程:

连续方程:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0$$

动量方程:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) - fv + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y}$$

式中:

ζ ——为自静止海面向上起算的海面波动(潮位);

h ——静水深(海底到静止海面的距离);

H ——总水深, $H = h + \zeta$;

x 和 y 为原点置于未扰动静止海面的直角坐标系坐标;

u 和 v 分别为沿 x 、 y 方向的垂向平均流速分量;

$f = 2\omega \sin \phi$ 为柯氏参数,其中 ω 是地转角速度, ϕ 是地理纬度;

g 为重力加速度;

C_z ——谢才系数, $C_z = n * H^{\frac{1}{6}}$, n 为曼宁系数;

ε_x 、 ε_y —— x 、 y 方向水平涡动粘滞系数。

上述方程构成了求解潮流场的基本控制方程。为了求解这样一个初边值问题,

必须给定适当的边界条件和初始条件。

初始条件和边界条件

(1) 初始条件

在海域潮流计算中，初始流场很难确定，一般采用所谓的“冷启动”，即认为初始条件与计算的最终结果无关。因此，计算初始条件为：

$$U(x, y, t_0) = U_0(x, y)$$

$$V(x, y) = V_0(x, y)$$

$$\eta(x, y, t_0) = \eta_0(x, y)$$

其中， U_0 、 V_0 、 η_0 分别为初始流速和潮位。在本研究中，初始流速和潮位均取为0。

(2) 边界条件

在本研究采用的数值模式中，需给定两种边界条件，即闭边界条件和开边界条件。

①开边界条件：

所谓开边界条件，即水域边界条件，可以给定水位或流速。对于本次数值模拟方案，给定开边界的潮位。

②闭边界条件：

所谓闭边界条件，即水陆交界条件。在该边界上，水质点的法向流速为0，即：

$$V_n = 0$$

对于潮滩，水陆交界的位置随着潮位的涨落而变化，本模型中考虑了动边界内网格节点的干湿变化。

有了上述定解条件，在控制方程的求解过程中使用有限体积方法进行离散，时间积分采用显式欧拉格式。

(3) 开边界条件输入

本次数值计算模型边界采用潮位控制，计算时给定每条边界上不同节点处的潮位值，节点处的潮位值通过中国海洋大学开发的 ChinaTide 潮汐预报软件取得。

潮汐预报软件 ChinaTide 可以在给定计算点的经纬度及时间区间的情况下通

过潮汐模型即可得到潮位过程。

此模型可以考虑 Q₁、P₁、O₁、K₁、N₂、M₂、S₂、K₂、Sa 等 9 个主要分潮，其中 Sa 分潮为天文气象分潮。通过插值计算和数值计算，可以获得计算域内所有网格点上的 9 个分潮的调和常数。利用这些调和常数，通过内插，可按下式进行海域内任意点的潮汐预报。

$$\eta = \sum_{i=1}^n f_i h_i \cos(\sigma_i t + v_{0i} + u_i - g_i), \quad n = 9$$

其中， η 为潮位， h_i 、 g_i 为第 i 个分潮的调和常数， σ_i 为分潮的角速度， t 为时间； f_i 为分潮的交点因子， v_{0i} 为分潮的天文初位相， u_i 为分潮的交点订正角。

(4) 计算时间步长和底部糙率

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，最小时间步长 0.1s。底床糙率通过曼宁系数进行控制。

(5) 水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky(1963)公式计算水平涡粘系数，表达式如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中： c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ，(i, j=1, 2)

计算得到。

4.1.1.2 工况确定与模型设置

1、计算工况

根据工程实施过程，分别针对工程前后附近海域潮流场的变化进行研究，将潮流数模工况分为以下二种：

工程前：即平陆运河航道工程实施前，模型计算的大范围水深见图 4.1.1-1。

工程后：即陆运河航道工程实施后，此时航道疏浚已完成，从对比结果可知：茅尾海湾口至湾底水深逐渐变浅，湾口大部分区域的水深已达到通航要求，本工程主要的疏浚量位于湾中及湾底区域，局部挖深在 5m 以上。

4.1.1.3 计算域设置

本项目的航道所处位置见图 4.1.1-7,所建立的大范围海域数学模型计算域范围图 4.1.1-8 所示。模拟采用非结构三角网格,由 70350 个节点和 135109 个三角单元组成,最小空间步长为 5m。为了能清楚了解本工程附近海域的潮流状况,且与工程实施后的网格尺度保持一致,将本工程附近海域进行局部加密,工程实施前计算区域大范围及工程局部网格示意图 4.1.1-9。

略

图 4.1.1-7 拟疏通航道区域位置图

略

图 4.1.1-8 工程前潮流模型整体网格示意

略

图 4.1.1-9 工程前后潮流模型附近网格示意

4.1.1.4 模型验证

模型验证分为潮位验证及流速、流向验证两部分。工程海域潮流测量数据为 2021 年 8 月 10 日和 21 日钦州茅尾海附近海域进行了大潮全潮水文观测,测点布置如图 4.1.1-10 所示。其中 H1、H2 为潮位监测站,V1~V6 为流速、流向监测站。

略

图 4.1.1-10 潮位、海流观测站位示意图

1、潮位验证

图 4.1.1-11 给出了 2021 年 8 月期间茅尾海潮位站潮位实测与计算值的比较情况。

从计算对比结果可以看出:工程海域的潮汐属于不规则全日潮。一日潮位过程包括一个涨潮、落潮过程。潮位计算值和实测值在量值、位相上吻合良好。本次验证高低潮时间的潮位相位偏差都在 0.5h 以内,高、低潮位值偏差亦基本在 10cm 以内,满足《水运工程模拟试验技术规范》(JTS/T 231-2021)要求。说明数学模型模拟的茅尾海及附近海域潮波运动与天然潮波运动基本相似,数学模型采用的边界控制条件是合适的,地形概化正确,能够反映本海域内潮波传递和潮

波变形。

略

图 4.1.1-11 茅尾海 H1、H2 验潮站潮位验证结果

2、流速和流向验证

各验证点计算流速和实测资料基本吻合，数值模型很好地刻画了该海域的涨落潮特征，整体流速、流向趋势及量级与实测值基本一致。该海域的大小潮期间的流速在 0.2~1.0m/s 左右，靠近茅尾海湾口潮流通道的 V2、V3 和 V4 站位流速较大，其余站位流速略小，模拟值与实测值的涨、落潮段平均流速偏差符合《水运工程模拟试验技术规范》（JTS/T 231-2021）要求，计算结果与实测憩流时间和最大流速出现的时间偏差小于 0.5h，计算流速、流向过程线的形态与实测值情况基本一致。

4.1.1.5 潮流场模拟结果

1、工程实施前潮流模拟结果

根据潮流计算结果可知：

本航道工程自茅尾海湾口延伸至茅尾海湾底的钦江入海口，茅尾海为一喇叭形状的近似封闭的海湾，通过龙门港潮流通道与海外钦州湾相连，湾口附近水深较深，湾底多为浅滩。涨潮时，外海潮波由钦州湾进入茅尾海，受湾口束窄影响，龙门港潮流通道内的流速显著增大；进入茅尾海后，水面逐渐变宽，流速逐渐降低，近岸浅滩附近流速相对较小；落潮时，茅尾海湾底浅滩水体逐渐汇向湾口通道，流速由湾底至湾口逐渐增大，整体茅尾海涨落潮流场呈往复流特征，湾口附近最大流速达 1.0m/s 左右。

拟建航道位于茅尾海东侧，自湾口延伸至钦江入海口，涨潮时水体自湾口进入茅尾海后，受海湾形状影响，潮流逐渐发散；而落潮时水体由湾底流向湾口，潮流逐渐汇聚。同时受湾内岛屿边界影响，茅尾海东侧近岸流场基本顺岸方向流动，与拟建运河航道的走向基本一致，拟建航道区域的流速主要受水深影响呈南部大、北侧小分布，流速大小在 0.1~1.0m/s 之间，局部受岛屿束窄水面影响，流速略有增大。

2、工程实施后潮流场模拟结果

根据潮流计算及对比结果可知：

本工程主要疏浚茅尾海湾口至钦江入海口附近的航道水深，且主要的水深变化位于茅尾海湾中及湾底，对湾口及外海钦州湾的整体流场基本没有。工程后涨潮时水体自湾口进入茅尾海，潮流逐渐发散；落潮时水体由湾底流向湾口，潮流逐渐汇聚；茅尾海东侧拟开挖航道区域的流场基本顺岸方向流动，与航道的走向基本一致，航道的浚深对附近海域的流向影响较小。由于浚深影响，茅尾海内纳潮量略有增大，尤其对沙井岛与近岸之间的潮流通道的，进而导致局部流速略有增大，湾底钦江入海口附近流速增大明显，而茅尾海湾口流速变化相对较小。

针对航道开挖区域，涨急时自湾口至湾中的 1#~26# 站位，受湾内纳潮量增大影响，流速略有增大，增大在 0.05m/s 以内；而 27#~41# 站位，由于其位于潮流通道的内，工程后水深变大，除 34# 站位外，其余站位流速略有减小，减小值在 0.1m/s 以内。落急时的流速变化值小于涨潮时段，由于浚深导致湾底纳潮量增大，此时 21#~39# 的大部分站位流速以增大为主，其余大数站位流速略有减小，增大值在 0.05m/s 左右，而减小值在 0.03m/s 左右。本工程的实施对茅尾海湾内的流速影响主要位于浚深区域附近，对茅尾海整体的潮流影响有限。

4.1.1.6 结论

根据上述数值结果可知：

茅尾海为一喇叭形状的近似封闭的海湾，湾口附近水深较深，湾底多为浅滩。涨潮时，外海潮波由钦州湾进入茅尾海，受湾口束窄影响，龙门港潮流通道的流速显著增大；进入茅尾海后，水面逐渐变宽，流速逐渐降低，近岸浅滩附近流速相对较小；落潮时，茅尾海湾底浅滩水体逐渐汇向湾口通道，流速由湾底至湾口逐渐增大，整体茅尾海涨落潮流场呈往复流特征，湾口附近最大流速达 1.0m/s 左右。

拟建航道位于茅尾海东侧，自湾口延伸至钦江入海口，涨潮时水体自湾口进入茅尾海后，潮流逐渐辐散；而落潮时水体由湾底流向湾口，潮流逐渐辐聚。茅尾海东侧近岸流场基本顺岸方向流动，与拟建运河航道的走向基本一致，拟建航道区域的流速呈南部大、北侧小分布，流速大小在 0.1~1.0m/s 之间，局部流速略有增大。

本工程主要疏浚茅尾海湾口至钦江入海口附近的航道水深，主要的水深变化位于茅尾海湾中及湾底，对湾口及外海钦州湾的整体影响较小。由于浚深影响，

茅尾海内纳潮量略有增大，尤其对沙井岛与近岸之间的潮流通道，进而导致局部流速略有增大，湾底钦江入海口附近流速增大明显，而茅尾海湾口流速变化相对较小。

针对航道开挖区域，涨急时，自湾口至湾中受湾内纳潮量增大影响，流速略有增大，增大在 0.05m/s 以内；而湾底位于狭窄通道内，工程后水深变大，流速略有减小，减小值在 0.1m/s 以内。落急时，流速变化值小于涨潮时段，由于浚深导致湾底纳潮量增大，此时湾底狭窄通道内流速主要以增大为主，其余站位流速略有减小，增大值在 0.05m/s 左右，而减小值在 0.03m/s 左右。本工程的实施对茅尾海湾内的流速影响主要位于浚深区域附近，对茅尾海整体的潮流影响有限。

4.1.2 海水水质环境影响分析

4.1.2.1 项目施工期对海水水质环境影响分析

根据工程的实际情况，在工程施工期间，主要环境影响因子是施工过程中产生的悬浮泥沙。悬浮泥沙在海洋水文动力条件的作用下扩散、输运和沉降，形成浓度场，对海域环境产生影响。通过预测求得悬浮泥沙扩散的浓度场后，即可依据海水水质标准，评价其对周围环境的影响程度。

1、水质预测模型

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（平面二维非恒定的对流—扩散模型），可进行水质预测计算。在施工过程中，较粗泥沙很快沉降海底，较细泥沙颗粒（ $d < 0.03\text{mm}$ ）较长时间悬浮于水体中并随海流输移扩散，形成悬浮泥沙场。计算中，只考虑工程的增加的悬沙输运，而不考虑背景浓度。

（1）二维水质对流扩散控制方程：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

式中：DX、DY 为 x、y 方向的扩散系数；c 为污染物浓度；F 为衰减系数，模型中取 $F=0$ ；s 为污染物源强， $s=Q_s \cdot C_s$ ，式中 Q_s 为排放量， C_s 为浓度。

（2）边界条件

岸边界条件：浓度通量为零；

开边界条件:

入流: $C|_{\Gamma} = P_0$, 式中 Γ 为水边界, P_0 为边界浓度, 模型仅计算增量影响, 取 $P_0=0$ 。

出流: $\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial n^w} = 0$, 式中 U_n 边界法向流速, n 为法向。

(3) 初始条件

$$C(x, y)|_{t=0} = 0。$$

2、源强计算

(1) 航道疏浚源强

①抓斗船 (8m³)

航道疏浚悬浮泥沙的发生量按《水运工程建设项目环境影响评价指南 JTS-T 105-2021》中提出的公式进行估算:

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0$$

式中: Q 为疏浚作业悬浮物发生量 t/h;

W_0 悬浮物发生系数 (t/m³);

R 现场流速悬浮物临界粒子累计百分比 (%);

R_0 发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比 (%);

T 挖泥船效率 (m³/h)。

根据本项目工可报告, 本项目航道疏浚时将采用 8m³ 抓斗式挖泥船。

根据经验, 8m³ 抓斗挖泥船挖掘能力约为 250m³/h, 悬浮物发生系数取 38.0 × 10⁻³t/m³, 从保守角度考虑, 取 $R: R_0=1.11$ 计算悬浮泥沙产生量, 从而确定 8m³ 抓斗式挖泥船开挖悬浮物源强为 2.93kg/s, 为连续源强。

②链斗式挖泥船

航道疏浚悬浮泥沙的发生量按《水运工程建设项目环境影响评价指南 JTS-T 105-2021》中提出的公式进行估算:

$$Q = \frac{R}{R_0} \cdot T \cdot W_0$$

式中: Q 为疏浚作业悬浮物发生量 t/h;

W_0 悬浮物发生系数 (t/m^3);

R 现场流速悬浮物临界粒子累计百分比 (%);

R_0 发生系数 W_0 时的悬浮物粒径累计百分比 (%);

T 挖泥船效率 (m^3/h)。

根据本项目工可报告，本项目航道疏浚时还将采用链斗式挖泥船。

根据工可报告，链斗式挖泥船挖掘能力约为 $750m^3/h$ ，悬浮物发生系数取 $38.0 \times 10^{-3}t/m^3$ ，从保守角度考虑，取 R: $R_0=1.11$ 计算悬浮泥沙产生量，从而确定链斗式挖泥船开挖悬浮物源强为 $8.79kg/s$ ，为连续源强。

3、悬沙影响预测结果

从上述结果可知：抓斗挖泥船挖泥船的部分作业区域位于茅尾海湾口，该区域流速较大，其悬沙扩散较快， $10mg/l$ 的影响范围相对较大；而链斗式挖泥船的作用区域主要位于湾中及湾底，该区域的流速较小，悬浮泥沙扩散相对较慢，其 $150mg/l$ 的影响面积最大。

从汇总后的结果可知：整个施工过程中悬浮物浓度超过 $10mg/l$ 的面积为 $15.03km^2$ ，具体包括：悬浮物浓度增量超过 $10mg/l$ 小于 $20mg/l$ 的面积为 $3.61km^2$ ，超过 $20mg/l$ 小于 $50mg/l$ 的面积为 $3.40km^2$ ，超过 $50mg/l$ 小于 $100mg/l$ 的面积为 $1.81km^2$ ，超过 $100mg/l$ 小于 $150mg/l$ 的面积为 $0.74km^2$ ，超过 $150mg/l$ 的面积为 $5.47km^2$ ，悬浮物浓度增量 $10mg/l$ 距离施工点的最远距离为 $3.2km$ 。

表 4.1.2-1 抓斗挖泥船施工产生的悬浮泥沙增量各浓度的影响范围(km^2)

10~20mg/L	20~50mg/L	50~100mg/L	100~150mg/L	>150mg/L	10mg/L 的最远距离 (km)
3.35	3.02	1.37	0.59	1.86	3.2

表 4.1.2-2 链斗式挖泥船施工产生的悬浮泥沙增量各浓度的影响范围(km^2)

10~20mg/L	20~50mg/L	50~100mg/L	100~150mg/L	>150mg/L	10mg/L 的最远距离 (km)
0.50	0.81	0.54	0.30	3.80	1.5

表 4.1.2-3 各个工况叠加后产生的悬浮泥沙增量各浓度的影响范围(km^2)

10~20mg/L	20~50mg/L	50~100mg/L	100~150mg/L	>150mg/L	10mg/L 的最远距离 (km)
3.61	3.40	1.81	0.74	5.47	3.2

4.1.2.2 项目营运期对海水水质环境影响分析

本项目运河航道建设属于非污染工程，运营期间航道本身不会产生污染物。但在航道营运期，管理部门应加强监管，航行船舶污废水不得向海域排放，对该海域海水水质环境影响不大。由于本运河航道运营期会进行维护性疏浚，运营期维护性疏浚施工工艺与施工期相同，因此，营运期对海水水质环境的影响与施工期类似。即施工过程悬浮泥沙对海水水质的影响时间是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内（12 个小时以内）也就结束。

项目运营后，通航能力提高，通航船只数量增加、密度增大，将加大噪声污染，对水生生物，尤其是鱼类产生潜在的危害，导致鱼卵存活率下降，甚至影响鱼类繁殖发育，使其生长速度降低。此外，船只运行产生的噪音和波浪造成鱼类的主动回避，干扰鱼类正常生活习性，主航道鱼类将离开栖息地。

4.1.3 地形地貌与冲淤变化影响分析

工程所在区域主要泥沙来源主要包括径流输沙和湾内床面掀沙。茅尾海北端有钦江和茅岭江汇入，其中以钦江影响作用较大，多年资料统计，钦江年径流量为 19.6 亿 m^3 ，年输沙量 46.5 万 t，平均含沙量为 $0.198kg/m^3$ ；茅岭江年径流量 14.8 亿 m^3 ，年输沙量 55.3 万 t，平均含沙量为 $0.191 kg/m^3$ 。两江入汇茅尾海后，由于茅尾海海面放宽，泥沙主要沉积于茅尾海水域，较细部分泥沙向海区扩散，但亦多沉积在龙门以北。

由于含沙量低，海相泥沙在潮流和波浪传播下，随潮流会有一些输入，但沙量甚微。另外，由于茅尾海内存在大量浅滩，航道两侧有大面积的浅滩泥沙也会成为工程后直接泥沙来源。

图 4.1.3-1 为茅尾海与钦州湾最大潮流流速与海底底质分布情况。在水流较弱的茅尾海北部，海底主要为从钦江和茅岭江来源的细颗粒粘土；而在其南部强流区，海底则为砂质。在水流湍急的湾颈中，海底多为砂砾。外湾深水航道及其间的潮流沙脊除，流速较强，底质亦为砂质。而外湾东西两侧弱流区，则广泛分

布着粘土。在浅海北部湾顶，流速较缓，底质中细颗粒成分增加。因此，本项目区域的地形变化有悬沙引起的也有底沙运动引起的。

略

图 4.1.3-1 茅尾海与钦州湾最大潮流流速与海底底质分布特征

本项目位于广西钦州茅尾海和钦州湾口海域，水流相对平缓，而且由于项目主要位于内湾，外海波浪影响有限，其地形地貌和冲淤环境主要受潮汐影响，且河流水沙对其影响很小（大洪水期除外）。在正常气象条件下，底沙运动较弱，海水中悬沙含量较低，自然因素造成的淤积状况也不显著。本项目实施改变了局部水流条件，从而亦会引起海床变化。

4.1.3.1 计算公式

根据窦国仁的潮汐水流悬沙运动微分方程，并结合挟沙力公式 $S^* = k \frac{u^2}{gH}$ ，

可推导出工程后的床面冲淤公式：

$$\frac{\partial HS}{\partial t} + \frac{\partial qS}{\partial l} + \alpha w(S - S^*) = 0$$

式中， S 为含沙量， q 为单宽流量， H 为水深， w 为悬沙沉降速度， S^* 为水流挟沙能力， α 为泥沙沉降机率。

对上式在一个潮周期 T 积分，并经差分变换后，可得到一个潮周期 T 时段内的海床淤积强度：

$$\Delta Z = \frac{(\Delta q_2 S_2 - \Delta q_1 S_1) T}{\Delta l \gamma_c} = \frac{\alpha w}{\gamma_c} [(S_2 - S_1) + (S_1^* - S_2^*)] T$$

假若工程前后，上下游来沙量不发生变化， $S_2 = S_1$ ，则有：

$$\Delta Z = \frac{\alpha w T S_1^*}{\gamma_c} \left(1 - \frac{S_2^*}{S_1^*}\right)$$

则一年中淤积强度为

$$p = n \Delta Z = \frac{n \alpha w T S_1^*}{\gamma_c} \left(1 - \frac{S_2^*}{S_1^*}\right)$$

式中， T 为潮周期（s）， S_1^* 、 S_2^* 为工程前后的挟沙能力（ kg/m^3 ）， S_1^* 取工程前海域平均含量沙量。 n 为一年中的潮周期数， γ_c 为泥沙干容重，主要与泥

沙粒径有关, $\gamma_c = 1750d_{50}^{0.183}$, d_{50} 为泥沙中值粒径 (mm)。 α 为泥沙沉降机率取 0~1 不等, 但冲刷计算还应与海床的地质条件相关, 因此该方法计算的仅为工程引起的一般冲刷值, 不包含局部冲刷量。

挟沙能力 S^* 是指在一定的海床物质组成条件下, 一定的水流所能挟带的泥沙量, 本报告选用 $S^* = k \frac{u^2}{gH}$, 代入上式后:

$$p = n\Delta Z = \frac{n\alpha wTS_1^*}{\gamma_c} \left(1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \frac{H_1}{H_2}\right)$$

对上式进行求解:

$$p = 0.5 \left\{ (H_1 + \beta\Delta t) - \sqrt{(\beta\Delta t - H_1)^2 + 4\beta\Delta t K^2 H_1} \right\}$$

$$\text{式中, } \beta = \frac{\alpha w S_1^*}{\gamma_c}, K = \frac{v_2}{v_1}。$$

当 $\Delta t \rightarrow \infty$ 时, 最终淤积厚度为: $h_1 - h_2 = (1 - K^2)h_1$ 。

其中模型中的相关计算参数, 如中值粒径、悬沙浓度等均按照实测资料确定。

4.1.3.2 计算结果

基于上述公式及泥沙参数计算航道疏浚后工程附近的首年冲淤趋势的变化, 结果见图 4.1.3-2, 从计算结果可知:

本工程的实施后, 一方面受由于茅尾海纳潮量增大导致局部流速略有变大, 另一方面由于水深变大导致局部流速减小, 上述流速变化导致工程附近发生侵蚀及淤积过程。工程前后茅尾海湾口附近的流速变化相对较小, 而湾底及航道区域的流速变化较大, 模拟结果显示, 项目实施后冲淤变化主要集中于航道开挖区域及其两侧, 由于航道需要开挖的水深不同, 其沿程冲淤环境变化有明显差异, 总体上航道开挖区主要以淤积为主, 局部挖深较大的区域, 淤积厚度在 0.5m/a 左右, 其他区域基本在 0.1~0.30m/a, 平均淤积强度为 0.18m/a 左右; 而航道两侧区域海域则有冲有淤, 整体以冲刷为主, 最大冲刷强度 0.10m/a, 平均冲刷强度为 0.04m/a。

略

图 4.1.3-2 项目实施后附近海域的年冲淤变化图

4.1.4 海洋沉积物环境影响分析

4.1.4.1 施工期对海洋沉积物环境影响分析

本项目为平陆运河工程，其中海域段航道位于茅尾海东侧海域，海域段工程为航道疏浚等工程。项目主要是航道施工过程中产生悬浮泥沙的扩散和沉降。施工期间船舶污废水不排海，产生的污废水交由有能力单位处理回收。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。根据前面数模章节悬浮泥扩散范围分析，本工程施工期引起的悬浮泥沙扩散范围大部分位于航道两侧，悬浮泥沙增量 $\geq 10\text{mg/L}$ 的扩散范围为 15.03km^2 ，最远扩散距离为南方向 3.2km ，由悬浮物最大浓度包络线可知，悬浮物扩散核心区仅限于航道施工区附近。由于施工产生的悬浮物扩散对沉积物的影响是短暂的，待本航道施工完毕，这种影响将不再持续。因此，本海域沉积物的环境质量不会发生明显的变化。

4.1.4.2 营运期对海洋沉积物环境影响分析

本航道运营期，航行船舶污废水不得向海域排放，对该海域沉积物环境影响不大。由于本航道运营期会进行维护性疏浚，营运期维护性疏浚施工工艺与施工期相同，因此，营运期对沉积物环境的影响与施工期类似。即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明显变化，仍将基本保持现有水平。

4.2 项目用海生态环境影响分析

4.2.1 悬浮泥沙对海洋生态环境的影响

(1) 悬浮泥沙对浮游生物的影响

悬浮泥沙对浮游生物的影响主要为施工过程中产生的悬浮泥沙将导致水体

的混浊度增大，透明度降低，不利于浮游植物的繁殖生长。此外还表现在对浮游动物的生长率、摄食率的影响等。长江口航道疏浚悬浮泥沙对水生生物毒性效应的试验结果表明：当悬浮泥沙浓度达到 9mg/L 时，将影响浮游动物的存活率和浮游植物光合作用。嵊泗洋山深水港环评工作中，东海水产所曾做过疏浚泥沙对海洋生态系统的影响实验，实验结果表明虽然疏浚泥沙对海洋生态系统无显著影响，但却会引起浮游动植物生物量有所下降。东海水产所对长江口疏浚泥沙所做的不同暴露时间动态悬沙对微绿球藻(*N. oculata*)和牟氏角毛藻 (*CMuellen*)的生长影响试验结果，进行统计回归分析，结果表明海水中的悬沙浓度的增加对浮游植物的生长有明显的抑制作用。施工期间对浮游动物的相对损失率1~3月约5%，在4月份浮游动物旺发期可达20%以上，其它月份大约在8-13%之间，各月平均损失率为12%。同时会降低水体的透明度，影响浮游植物的光合作用继而导致初级生产力下降，大量的悬浮物出现在局部水域可能会堵塞仔幼鱼的鳃部造成窒息死亡，在自然环境中，悬沙量的增加会影响以浮游植物为食的浮游动物的丰度，间接影响蚤状幼体和大眼幼体的摄食率，最终影响其正常发育。

本项目施工期间产生的悬浮泥沙使周围海水中悬浮物浓度增大，透明度降低，引起浮游植物的光合作用的减少，同样会对浮游植物会产生一定的影响和破坏作用。但由于悬浮沙排放的时间相对较短，随着施工作业结束，停止悬浮沙的排放，其影响将会逐渐减轻。

(2) 对游泳生物的影响

悬浮物含量增高，对游泳生物的分布也有一定影响。游泳生物是海洋生物中的一大类群，海洋鱼类是其典型代表，它们往往具有发达的运动器官和很强的运动能力，从而具有回避污染的效应。室内生态实验表明，悬浮物含量为 300mg/L 水平，而且每天做短时间的搅拌，鱼类仅能存活 3~4 周，悬浮物含量在 200mg/L 以下水平的短期影响，鱼类不会直接致死。工程不会产生的悬浮物含量高浓度区，不会造成成体鱼类死亡，且鱼、虾、蟹等游泳能力较强的海洋生物将主动逃避，游泳生物的回避效应使得该海域的生物量有所下降，从而影响使该区域内的生物群落的种类组成和数量分布。至于经济鱼类等，由于移动性较强，更不至于造成明显影响。随着施工的开始，游泳生物的种类和数量会逐渐得到恢复。因此，施工期间产生的悬浮物不会对游泳生物造成较大的影响。

(3) 对底栖生物的影响

由于项目疏浚等过程导致悬浮物含量增高,从而影响到底栖生物的生存环境。当悬浮物覆盖厚度超过 2cm 时,还会对底栖生物造成致命性损害。悬浮物的沉积,可能引起贝类动物的外套腔和水管受到堵塞而致死。悬浮物的沉积主要影响项目区附近海域的底栖群落,施工结束后一段时间内,受影响的底栖生物群落会逐渐被新的群落所替代。

航道疏浚将改变项目区域内海洋生物原有的栖息环境,尤其对底栖生物的影响是最大的。本项目占用海域内的底质环境完全破坏。除少量活动能力较强的底栖种类能够逃往他处存活外,大部分底栖生物被掩埋、覆盖而死亡。

4.2.2 对红树林的影响

4.2.2.1 影响因子识别

(1) 直接影响

根据第三次全国国土调查主要数据成果,并结合正摄影像和现地调查结果进行统计,项目永久占用红树林面积为 13.8698hm²(根据国土三调数据统计的占用面积为 13.0907hm²,根据正摄影像和现地调查统计的占用面积为 0.7791hm²),共 32 个斑块,最大斑块面积为 5.6121hm²,最小斑块面积为 0.0002hm²。

略

图 4.2.2.1-1 项目占用红树林区域示意图

由于工程所占用的红树林斑块多,根据不同的群落布设了多个样方,以设置于沙井钦江大桥至犁头咀(即有红树林被项目占用区域)的 13 个样方进行测算,样方内红树植物龄期均为近熟龄至成熟龄。根据样方调查结果,样方统计的红树植物总株数为 2117 株,样方面积共 1150m²,测算出红树植物密度为 18409 株/公顷,根据项目占用红树林的面积,计算出平陆运河红线范围内红树植物株数为 255325 株。按树种统计,桐花树 248330 株,秋茄树 5789 株,无瓣海桑 362 株,老鼠簕 844 丛。

表 4.2.2.1-1 用于测算的 13 个样方的红树种类组成及数量统计

样方编号	群落类型	面积 (m ²)	总株数 (株)	桐花树 (株)	秋茄 (株)	无瓣海桑 (株)	老鼠簕 (株)

样方 1	桐花树	100	20	18	2		
样方 2	桐花树	100	385	383	2		
样方 3	桐花树+芦苇+鱼藤	100	11	11			
样方 4	桐花树+秋茄	100	93	81	8		4
样方 5	桐花树	100	164	160	4		
样方 6	桐花树	100	447	447			
样方 7	苦郎树	25					
样方 8	桐花树	100	91	88	3		
样方 9	苦郎树+鱼藤	25	14	12	1		1
样方 10	桐花树	100	119	119			
样方 11	桐花树	100	298	292	3	3	
样方 12	桐花树+秋茄	100	158	134	22		2
样方 13	桐花树	100	317	314	3		
合计		1150	2117	2059	48	3	7

(2) 间接影响

船舶航行波在运营期将给红树林带来极大的影响，特别是紧挨航道的红树林斑块，淤泥在船行波不断的冲刷下将流失，红树林根部裸露后进而倒伏或死亡。滩涂的面积也将不断减小，导致红树林的分布范围也不断缩小。该项目涉水施工时间较长，施工量较大，产生的悬浮物将对红树林的生理功能造成较大的损害，冲淤变化也将对紧挨航道的红树林造成较大的影响。

项目建设改变海底地形地貌，从而导致项目附近海域水动力、冲淤环境变化。此外，本项目位于茅尾海内，对茅尾海纳潮量产生一定影响从而可能对周边红树林产生一定影响。项目涉水施工时间较长，施工量较大，产生的悬浮物将对红树林的生理功能造成较大的损害。项目建设航道建成后，船舶往来产生的船舶航行波将冲刷紧邻航道两侧的淤泥，造成红树林根部裸露进而倒伏或死亡。

4.2.2.2 影响评价

(1) 直接影响

1) 施工期

平陆运河将永久占用了 13.8698hm² 的红树林地，将造成钦州市及广西红树林保有量分别下降 0.43%、0.15%。项目不会导致红树植物种类发生明显波动，但将导致红树植物的种群数量发一定变化。航道两侧区域发生崩塌的可能性大，可能导致广西红树林分布面积继续减少。

红树林被占用区域的红树植物种类有桐花树、秋茄树、老鼠簕、无瓣海桑（归化植物）、苦郎树（半红树）等，项目建设不会造成红树植物种类发生显著变化，但有可能由于微环境的变化（水动力、盐度等导致的变化）以及航运等人类活动的增多，可能会导致新的种类分布至此。

项目虽然不会导致植物种类发生明显波动，但将导致这些红树植物的种群数量发一定变化，经调查统计，项目永久用地范围内红树植物株数为 255325 株，桐花树将减少 248330 株，秋茄树减少 5789 株，无瓣海桑减少 362 株，老鼠簕减少 844 丛。其中尤以桐花树的种群数量下降较为明显。

此外，由于河道基底较软，在施工过程中如果施工不当或者运营期受各种因素的叠加影响，极可能导致航道两侧区域发生崩塌，如果崩塌区域分布有红树林，将导致广西的红树林分布面积继续减少，生态损害进一步加大。

2) 运营期

船舶航行波带来的影响主要体现在运营期，平陆运河设计的航道深度在 6.6m 左右，当船舶航行时，其周围及其尾波的压力场中将产生散波和横波。航行波将对重点调查区内的红树林造成影响，淤泥在船行波不断的冲刷下将流失，红树林根部裸露后进而倒伏或死亡。滩涂的面积也将不断减小，导致红树林的分布范围也不断缩小。距离航道越近的红树林，受到的影响就越大，甚至损毁或死亡；距离越远，则收到的影响越小。

根据实地调查，在沙井钦江大桥以北的区域以及红树湾公园的红树林斑块距离在 500m 以内，且多数在 200m 以内，船行波对这些区域的红树林的影响将是极大的，在防护措施做得不到位的情况下，可能会最终导致部分甚至绝大部分红树林的死亡。

关于航行波的影响，目前在重点调查区内的茶蓝嘴岛可以窥得一斑，该岛距常规的航道约 600m 左右，由于航行波长期的影响，该岛靠近航道一侧的红树林影响严重，西侧地势明显低于东侧约 20cm 左右，该区域的桐花树以及海漆成熟

龄植株根部已明显裸露，生长状况较差。

略

图 4.2.2.1-2 茶蓝嘴岛位置示意图

(2) 间接影响

1) 悬浮物扩散对红树林的影响

悬浮物扩散对红树林的影响主要体现在施工过程中。在施工期，悬浮泥沙主要产生于航道水下土方石方开挖等过程。在运营期，航道运营后维护性疏浚也将产生悬浮泥沙。施工主要利用抓斗挖泥船和链斗式挖泥船开展作业。

抓斗挖泥船的部分作业区域位于茅尾海湾口，该区域流速较大，其悬沙扩散较快， 10mg/l 的影响范围相对较大；而链斗式挖泥船的作用区域主要位于湾中及湾底，该区域的流速较小，悬浮泥沙扩散相对较慢，其 150mg/l 的影响面积最大。对施工悬浮物扩散预测结果为：整个施工过程中悬浮物浓度超过 10mg/l 的面积为 15.03km^2 ，(超过 10mg/l 小于 20mg/l 的面积为 3.61km^2 ，超过 20mg/l 小于 50mg/l 的面积为 3.40km^2 ，超过 50mg/l 小于 100mg/l 的面积为 1.81km^2 ，超过 100mg/l 小于 150mg/l 的面积为 0.74km^2 ，超过 150mg/l 的面积为 5.47km^2)，悬浮物浓度增量 10mg/l 距离施工点的最远距离为 3.2km 。

根据 10mg/L 悬浮物包络线范围，粗略测算出该范围内红树林面积约为 100hm^2 。因此，施工产生悬浮物溢流可能影响到红树林的面积约为 100hm^2 。

综合考虑，该项目涉水施工时间较长，施工量较大，悬浮物扩散后粘附于植物叶片、茎枝导致光合作用受阻，对红树林造成一定影响；在保持正常潮汐水文条件下，这些泥沙会被冲刷掉，对红树林不会产生永久伤害。但如果施工时悬浮物得不到有效控制，可能导致红树植物生长不良甚至死亡。因此，悬浮物对周边红树林的影响总体来说是比较大的。施工完成后，工程建设产生的悬浮物对红树林的影响将逐渐减弱，工程区附近海域的悬浮物浓度可恢复到原来的状态，对红树林的影响会随着施工结束逐渐消失。

2) 冲淤变化对红树林的影响

平陆运河位于内湾，外海波浪影响有限，其地形地貌和冲淤环境主要受潮汐影响，且河流水沙对其影响很小（大洪水期除外）。在正常气象条件下，底沙运动较弱，海水中悬沙含量较低，自然因素造成的淤积状况也不显著。本项

目实施改变了局部水流条件，从而亦会引起海床变化。根据窦国仁的潮汐水流悬沙运动微分方程计算航道疏浚后工程附近的首年冲淤趋势的变化，模拟结果显示，项目实施后冲淤变化主要集中于航道开挖区域及其两侧，由于航道需要开挖的水深不同，其沿程冲淤环境变化有明显差异，总体上航道开挖区主要以淤积为主，局部挖深较大的区域，淤积厚度在 0.5m/a 左右，其他区域基本在 0.1~0.30m/a，平均淤积强度为 0.18m/a 左右；而航道两侧区域海域则有冲有淤，整体以冲刷为主，最大冲刷强度 0.10m/a，平均冲刷强度为 0.04m/a。根据以上结果，航道两侧的红树林受泥沙冲淤持续的影响，总体上存在较大的影响。

4.3 项目用海资源环境影响分析

4.3.1 对岸线及海洋空间资源影响分析

本项目为航道建设，海域段航道长度约为 22km。本项目实施将占用沙井岛海岛自然岸线与附近的大陆自然岸线。需要开展岸线占补修复工作。

本项目对海域空间资源的其他开发活动不完全具有排他性。但由于施工船舶在施工期间占用了部分海域空间资源，使周围海域空间资源更加紧张，一定程度上限制了附近海洋空间开发活动也受到了限制。

4.3.2 对港航资源影响分析

本项目建设为航道建设工程，工程施工期间，会有一些数量的疏浚施工船和其他施工船只进行施工作业。施工船舶不仅增加航道的通航密度，而且增大了来往进出航道周边各码头船舶航行、避让的难度。航道营运期间，本项目海域段航道的通航密度也会增大，这些都可能增加工程海域段航道附近海域交通事故的发生几率。由于施工船基本集中在主航道施工，因此对小型船舶的通航影响不大。

本工程本身作为航道整治工程，虽然在施工期间对周边港口和航道的过往船只产生一定的影响，但项目的建设有利于钦州港沿岸港口、航道资源的充分利用。在航道所辐射的各码头通过能力既定的情况下，航道的疏通对大型船的适应性加强，可通航的大型船增加，不但不会增加港口水域的交通量，反而使交通量降低了。此外，由于本项目运河航道因航道尺度有限，加之航道缺乏系统维护，目前本项目运河航道通行能力有限，工程建设后，该项目运河航道的通航能力将大幅提升，内河 3000 吨级货箱船将可航行至广西内河网航道，工程建设将极大地提

升平陆运河航道的通航能力,促使广西内河网通航环境形成健康、均衡发展格局。

4.3.3 对生态及渔业资源影响

本项目为运河航道改造工程,项目建设造成的生态及渔业资源影响主要在于航道施工悬沙扩散,航道疏浚扰动底栖生物生境等造成的渔业资源损失。

4.3.3.1 底栖生物资源损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007),本工程涉及的航道整治工程对海域底栖生物造成损失按以下公式计算:

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中:

W_i —第*i*种生物资源受损量,单位为尾或个或千克(kg),在这里指底栖生物和潮间带生物资源受损量。

D_i —评估区域内第*i*种生物资源密度,单位为尾(个)每平方千米[尾(个)/ km^2]、尾(个)每立方千米[尾(个)/ km^3]或千克每平方千米(kg/km^2)。在此为底栖生物量。

S_i —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积,单位为平方千米(km^2)或立方千米(km^3)。本报告指海域航道疏浚面积。

本项目海域航道疏浚总面积约为 6510459m^2 ,2021年春季在本项目海域调查的底栖生物资源总平均密度为 $134.6\text{g}/\text{m}^2$,2021年秋季在本项目海域调查的底栖生物资源总平均密度为 $95.75\text{g}/\text{m}^2$ 。年平均底栖生物资源总平均密度为 $115.18\text{g}/\text{m}^2$ 。

本项目海域段航道整治工程对底栖生物损失量(一次性)为:

$$W_{\text{底栖}} = D \times S = 6510459\text{m}^2 \times 115.18\text{g}/\text{m}^2 \approx 749.8\text{t}。$$

4.3.3.2 渔业资源损失

参照2008年3月1日颁布实施的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)(以下简称《规程》)中的“污染物扩散范围内持续性损害受损量估算”办法,本项目航道工程造成渔业资源损失根据以下公式计算:

$$M_i = W_i \times T$$

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

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

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

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

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

- S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米 (km^2)；

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

- n ——某一污染物浓度增量分区总数。

渔业资源密度 (D_{ij}): 2021 年春季游泳生物平均资源密度为 $4986.85\text{kg}/\text{km}^3$ ，2021 年秋季游泳生物平均尾数 $7733.07\text{kg}/\text{km}^3$ ，年游泳生物平均资源密度为 $6359.96\text{kg}/\text{km}^3$ 。春、秋季鱼卵仔稚鱼调查均未采集。

污染物浓度增量区面积和分区总数: 根据水质影响预测结果，各分区面积见下表 4.3.3-1。

表 4.3.3-1 悬浮物浓度增量区面积 (km^2)

浓度 (mg/L)	≥ 10	≥ 20	≥ 50	≥ 100
7.727	17.392	11.892	8.623	7.727

持续周期和计算水深: 航道整治工程疏浚工期约为 38 个月，海域段航道施工悬沙产生时间约为 38 个月，则污染物浓度增量影响的持续周期数为 76（15 天为一个周期）。悬浮泥沙扩散范围的海域平均水深约为 5m 进行计算。

生物资源损失率: 参照《规程》中的“污染物对各类生物损失率”，分区间确定本工程增量区的各类生物损失率（详见表 4.3.3-2）。

表 4.3.3-2 各类生物损失率

分区	污染区面积 (km^2)	浓度增量 范围 (mg/L)	超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)	
				鱼卵和仔稚鱼	成体

I区	5.500	10~20	$B_i \leq 1$ 倍	5	0.5
II区	3.269	20~50	$1 < B_i \leq 4$ 倍	17.5	5
III区	0.869	50~100	$4 < B_i \leq 9$ 倍	40	15
IV区	7.727	>100	$B_i \geq 9$ 倍	75	60

游泳生物： $6359.96 \times 5.5 \times 0.5\% \times 76 +$

$6359.96 \times 3.269 \times 5\% \times 76 +$

$6359.96 \times 0.869 \times 15\% \times 76 +$

$6359.96 \times 7.727 \times 60\% \times 76$

$= 2.40t$

鱼卵：未采集，暂不计算

仔鱼：未采集，暂不计算

综上，本项目航道工程引起的底栖生物直接损失量约为 749.8t，项目施工期悬浮泥沙扩散引起仔鱼损失未采集暂不计算，鱼卵未采集暂不计算，游泳生物损失 2.40t。

4.3.3.3 海域生物资源损失总量

本项目建设造成的生物资源损失总量见表 4.3.3-3。其补偿方式和方法等补偿事宜，由建设单位与相关行政主管部门协商。

表 4.3.3-3 生物资源损失计算

影响因素	影响对象	影响面积	生物量	损失量
航道疏浚	底栖生物	m^2	g/m^2	749.8t
施工期悬浮物扩散 影响 ($>10mg/L$)	鱼卵	见表 4.3.3-2	粒/ m^3	暂不计算
	仔稚鱼		尾/ m^3	暂不计算
	游泳生物		kg/km^2	2.40t

4.4 防洪影响分析

本项目建设属于航道建设工程，项目工程建设完成后，平陆运河航道通航能力经过建设改造成为内河 3000-5000 吨级航道。显然，项目建设完工后，对项目周边海域的防洪纳潮能力有一定提升，因此，本项目对茅尾海海域的防洪纳潮能力将产生正面、有利的影响。

4.5 项目用海风险分析

4.5.1 风险分析

项目用海环境风险一般来自两个方面：一是工程自身引发的突发事件对海洋资源、环境造成的危害，二是周边环境有可能对工程构成的风险性影响，是由外力作用造成的。

本项目为航道工程，海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的航道用海和锚地用海（二级类），工程建设及运营期间自身不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。施工期和运营期的环境风险主要为自然灾害风险和船舶溢油事故风险。

（1）自然灾害

项目所在区域是北部湾受热带气旋袭击较严重海区之一，在热带气旋活动过程中往往伴随着狂风、暴雨、巨浪和风暴潮，会对航道的运营直接造成不利影响。

（2）船舶溢油事故

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、起火、船体破损、断裂等突发性事故造成的污染；操作性污染是指船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油、垃圾等造成的污染。由于客观原因加上人为因素，都有可能造成溢油事故的发生，因而必须加强防范措施，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，以减少溢油风险事故的发生与危害。

4.5.2 海洋自然灾害风险分析

自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋、风暴潮、暴雨和地震等自然灾害所产生。

本工程区域是受热带气旋影响较为频繁的地区之一，由热带气旋引起的台风暴雨灾害、暴雨常有发生。热带气旋的破坏力主要由强风、暴雨和风暴潮三个因素引起。

1、热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带

气旋的生成源主要有两个：

(1) 西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 $7^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ ， $135^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 之间的洋面上；

(2) 南海中部，即 $13^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$ ， $111^{\circ}\sim 117^{\circ}\text{E}$ 之间的海面上。

热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆北部湾附近地区的热带气旋对该项目运河航道均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产的安全。

根据 1951~2020 年台风资料统计可知，1951~2020 年间，影响广西的热带气旋共 341 个，其中进入广西及其近海的热带气旋共 154 个，平均每年约 2.2 个，最多年份为 6 个（1994、1995、2018 年）。影响广西的热带气旋主要集中在 7~9 月，占总数的 74.12%，其次是 6 月和 10 月，各占 12.41%和 7.99%。

2016 年 10 月 18~19 日，受 1621 号强台风“莎莉嘉”的影响，我区受灾人口 22.98 万人，紧急转移安置人口 0.97 万人、倒塌房屋 8 间，水产养殖受灾面积 0.08 千公顷，损毁海堤 22.7km，损坏护岸 36 处，损坏水闸 59 座，损坏塘坝 7 座，损坏灌溉设施 121 处，直接经济损失 2.37 亿元。

2017 年，受 1720 号“卡努”台风影响，广西沿海出现 1 次风暴潮灾害过程，给全区水产养殖造成直接经济损失 0.02 亿元，无人员伤亡。出现波高 $\geq 3.0\text{m}$ 大浪的天数共 63 天，其中：冷空气引起的大浪 31 天，西南大风引起的大浪 21 天，热带气旋引起的大浪 11 天，共发生了 5 次一场大潮过程，其中又 1 次过程超过经济超微，但未造成灾害。

2018 年最强台风“山竹”横跨广西，风涝灾害严重：台风“山竹”于 2018 年 9 月 16 日 23 时以台风级别（33 米/秒）从玉林市北流南部进入广西，横跨广西内陆。台风“山竹”是 2018 年登陆我国最强的台风，广西 55 个县（区、市）出现大风，最大风力达 13 级，为 1963 年来出现大风范围最大的台风过程。全区共 13 市 55 个县（区、市）出现风涝灾害，贵港、玉林、南宁、梧州等市的农作物受灾严重，玉林、钦州、贵港等市部分供电线路和设备受损停电，区内航空、铁路、公路、海河航运均受到不同程度影响。

2019 年第 7 号台风“韦帕”生成后在海南文昌、广东湛江和广西防城港三次登陆，在北部湾广西近海及陆地停留长达 25 小时。受其影响，8 月 1—4 日桂南

大部地区出现暴雨到大暴雨，局部特大暴雨；过程累计雨量超过 300 毫米共有 9 个县（市）的 35 个乡镇；200~300 毫米的有 14 个县（市）的 46 个乡镇。南宁、梧州、北海、防城港、钦州、河池、崇左市等 7 市 20 县（市）受灾。

2020 年，受台风“浪卡”和冷空气共同影响，广西南部大部分地区出现暴雨、局部大暴雨。沿海地区及北部湾海面有 8~11 级大风。据广西气象观测站资料统计，10 月 13 日 08 时-16 日 08 时，累计雨量超过 300 毫米的有防城港市上思县和防城区的 4 个站，最大为上思县叫安镇 400.2 毫米；200~300 毫米有防城港、南宁、来宾、百色、崇左等 5 市 6 县（市、区）的 19 个站，100~200 毫米有 10 市 42 县（市、区）的 256 个站，50~100 毫米有 14 市 78 县（市、区）的 991 个站；9 市 15 县（市、区）的 41 个气象观测站出现 8~11 级的大风，最大为北海市斜阳岛气象观测站 29.6 米/秒（11 级）。另据广西国家级地面气象观测站雨量资料统计，13-15 日，广西共出现暴雨 23 站日，大暴雨 1 站日；大风 13 站日。

2021 年，7 号台风“查帕卡”于 7 月 21 日 17 时前后从玉林市陆川县进入广西后穿过浦北、横州、南宁城区、上思、防城区，历经 39 小时后，于 23 日 08 时南落进入北部湾海面。受“查帕卡”影响，防城港、北海、钦州、南宁、崇左、玉林、贵港、梧州、来宾、百色、柳州、河池市有大雨到暴雨，局部大暴雨到特大暴雨；部分地区出现 8 级以上大风。据统计，7 月 20 日 20 时-23 日 11 时，超过 300 毫米有北海市海城区涠洲岛（348.6 毫米）、防城港市上思县叫安乡（337 毫米），200-300 毫米有 3 市 4 县（区）的 11 个乡镇，100-200 毫米有 7 市 27 县（区）的 112 个乡镇，50-100 毫米有 12 市 67 县（区）的 268 个乡镇。最大 24 小时雨量为防城港市上思县叫安乡 306.1 毫米。柳州、河池、防城港、北海、钦州、玉林、贵港、崇左等市出现 8 级以上大风，最大为东兴市东兴镇 24.5 米/秒（10 级）。

可见，热带气旋（台风）对本工程项目而言属最主要的外部风险之一。

2、风暴潮

风暴潮是由强烈的大气扰动所引起的海面异常升高现象，其伴随着天文潮、短周期的海浪而来，常常使潮位暴涨，甚至令海水漫溢，酿成大灾，也称之为风暴增水。风暴潮灾害具有明显的季节性，主要出现在农历 6、7、8 月。台风风暴潮

灾害与天文潮有密切关系，灾害大多在天文大潮期间发生。台风、低压及强烈的向岸风作用于海面，使海水大量堆积，特别是当风暴潮与高潮段遇合时，水位往往暴涨，有可能超过当地警戒线，引发暴潮灾害。

由于地理位置的原因，本项目易受到热带气旋的吹袭，所以要时常做好防风抗风的准备。因此，项目进行航道施工时，如遇恶劣天气及海况，施工单位应停止施工，则不会对施工人员设施产生较大的风险，亦不会发生船舶碰撞溢油事故。

据不完全统计，1949年~2003年的55年中，造成广西沿海受灾较为严重的台风共30多次，且多数台风均不同程度地诱发台风暴潮，并造成一定的灾害损失。灾害较为严重的台风暴潮有6508号、8217号及8609号三场台风暴潮。如8609号台风暴潮，台风暴响期间为天文潮大潮期，最大增水与天文潮高潮相叠，导致广西沿岸出现高水位（比历史最高水位高0.4m），受这场台风暴潮的袭击，广西沿海1000km多的海堤80%被高潮巨浪冲垮，造成广西沿海损失约3.9亿元。

4.5.3 溢油事故风险分析

根据工程特点分析，本项目施工期引起溢油事故发生的主要因素如下：

①航道施工船舶在工程位置作业或者行进时，由于管理疏忽、操作违反规程或失误等原因引起石油类跑、冒、滴、漏事故，这类溢油事故对环境的影响相对较小，但也会对水域造成油污染；

②由于船舶本身出现设施损废，在行进中受海上风浪影响，或者发生船舶碰撞，有可能使油类溢出造成污染；

③航道营运期船舶活动提高了该海域海上交通安全事故的发生概率，船只在航行及进出该水域时可能发生船舶碰撞油舱破损，从而引发溢油事故。

建设期，施工船舶作业过程中，施工船舶水上作业可能会影响到工程水域船舶的通航，船只相互干扰、碰撞的几率增加，存在一定的交通安全隐患，可能发生船舶碰撞事故，引发溢油事故。

（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。

(2) 溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水—气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害，沉积到底质的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。

(一) 溢油风险事故统计分析

随着钦州市港口经济以及航运事业发展，进出钦州港的船舶数量日益增加，船舶大型化趋势明显，船舶事故风险增加，由此导致的溢油风险随之增加。

根据有关统计资料，钦州港从 2011 年到 2018 年共发生事故 63 件，其中碰撞事故 22 件，搁浅事故 13 件，触损事故 10 件，自沉 10 件，风灾事故 1 件，火灾事故 3 件，交通事故统计情况如表 4.5.3-1 所示。发生事故的船种有大中型散货船、杂货船、中小型集装箱船、渔船、运输船等，其中以中小型散货船、渔船为主。船舶交通事故多发生在锚地、航道附近，3 成以上为船舶碰撞。

表 4.5.3-1 钦州港辖区事故种类统计表

年份	碰撞	触损	搁浅	自沉	火灾	风灾	触礁	其他
2011	6		1	1				
2012	1	1	2					
2013	1	2	2	1				2
2014	4	3	4					
2015	1	1	2	2	1			
2016	3	2	2	1	2			
2017	6	1		5				
2018		2	2					2
合计	22	12	15	11	3		0	

4.5.3.1 溢油模型建立

(1) 溢油模型基本原理

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本报告采用在国际上得到广泛应用的 MIKE21 Spill Analysis 油粒子模型对溢油事故影响进行预测与分析，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，油粒子模型是基于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。油粒子模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的云团。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化，再通过热量平衡计算模拟出油膜温度的变化，最后根据油膜的组分变化和温度变化计算出油膜物理化学性质的变化。

(2) 输移过程

油粒子的输移包括了扩展、漂移、扩散等过程，这些过程是油粒子位置发生变化的主要原因，而油粒子的组分在这些过程中不发生变化。

1) 扩展运动

采用修正的 Fay 重力-粘力公式计算油膜的扩展：

$$\left(\frac{dA_{oil}}{dt}\right) = K_a \cdot A_{oil}^{1/3} \cdot \left(\frac{V_{oil}}{A_{oil}}\right)^{3/4}$$

式中 K_a ：系数[S⁻¹]；t 为时间；

A_{oil} ：油膜的面积，其值大小为 $A_{oil} = \pi R_{oil}^2$ ； R_{oil}^2 为油膜的直径；

油膜的体积为： $V_{oil} = \pi \cdot R_{oil}^2 \cdot h_s$ ， h_s 为油膜厚度，其初始值取值为 $h_s = 10cm$ 。

2) 漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算：

$$U_{tot} = c_w(z) \cdot U_w + U_s$$

其中 U_w 为水面以上 10m 处的风速； U_s 为水体的表面流速； C_w 为风的漂移系数，一般取在 0.03~0.04 之间。

风场数据从气象部门获得，而流场从二维水动力模型计算结果获得。但是一般二维水动力模型计算出的是垂向平均值，必须据此估算流速的垂向分布。假定其符合以下分布：

$$V(z) = \frac{U_f}{k} \cdot \ln\left(\frac{h-z}{k_n/30}\right)$$

式中： Z 为水面一下深度； $V(z)$ 为对数流速关系； k 为冯卡门常数，取值为 0.42； k_n 为 Nikuradse 阻力系数； U_f 为摩阻系数，定义为：

$$U_f = \left(\frac{V_{mean} \cdot k}{\ln\left(\frac{h}{k_n/30} - 1\right)} \right),$$

其中， V_{mean} 为平均流速； $Z = h - \frac{k_n}{30}$ ，当水深大于此位置时模型假定对流速度为 0。当 $z=0$ 时，即可求出表面流速 U_s ： $U_s = V(0)$

3) 紊动系数

假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 α 方向上的可能扩散距离 S_α 可表示为：

$$S_\alpha = [R]_{-1}^1 \cdot \sqrt{6 \cdot D_\alpha \cdot \Delta t_p}$$

其中， $[R]_{-1}^1$ 为 -1 到 1 之间的随机数， D_α 为 α 方向上的扩散系数。

(3) 风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组成发生改变，但油粒子水平位置没有变化。

1) 蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定：

在油膜内部扩散不受限制（气温高于 0°C 以及油膜厚度低于 5~10cm 时基本如此）；油膜完全混合；油组分在大气中的分压与蒸气压相比可忽略不计。蒸发

率可由下式表示：

$$N_i^e = k_{ei} \cdot P_i^{SAT} / RT \cdot \frac{M_i}{\rho_i} \cdot X \cdot [m^3/m^2s]$$

其中，N 为蒸发率；Ke 为物质输移系数；PSAT 为蒸汽压；R 为气体常数；T 为温度，M 为分子质量；ρ 为油组分的密度；i 为各种油组分。 k_{ei} 可有下式子估算：

$$k_{ei} = k \cdot A_{oil}^{0.045} \cdot Sc_i^{-2/3} \cdot U_w^{0.78}$$

其中，K 为蒸发系数； Sc_i 为组分 i 的蒸汽 Schmidt 数。

2) 乳化

形成水包油乳化物过程

油向水体中的运动机理包括溶解、扩散、沉淀等。扩散是溢油发生后最初几星期内最重要的过程。扩散是一种机械过程，水流的紊动能将油膜撕裂成油滴，形成水包油的乳化。这些乳化物可以被表面活性剂稳定，防止油滴返回到油膜。在恶劣天气状况下最主要的扩散作用力是波浪破碎，而在平静的天气状况下最主要的扩散作用力是油膜的伸展压缩运动。从油膜扩散到水体中的油分损失量计算：

$$D = D_a \cdot D_b$$

式中， D_a 为进入到水体中的分量； D_b 是进入到后没有返回的分量。

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600}$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_{oil} \cdot h_s \cdot \gamma_{ow}}$$

其中， μ_{oil} 为油的粘度； γ_{ow} 为油-水界面的张力。

油滴返回油膜的速率为：

$$\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a \cdot (1 - D_b)$$

形成油包水乳化物过程

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：

$$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$$

R_1 和 R_2 分别为水的吸收速率和释出速率，可有下式得出：

$$R_1 = k_1 \cdot \frac{(1+U_w)^2}{\mu_{oil}} \cdot (y_w^{\max} - y_w)$$

$$R_2 = k_2 \cdot \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} \cdot y_w$$

其中， y_w^{\max} 为最大含水率； y_w 为实际含水率； As 为油中沥青的含量（重量比）； Wax 为油中石蜡的含量（重量比）； $K1$ 和 $K2$ 分别为吸收系数和释出系数。

3) 溶解

溶解率采用下式表示：

$$\frac{dV_{ds_i}}{dt} = Ks_i C_i^{sat} X_{moli} \frac{M_i}{\rho_i} A_{oil}$$

其中， C_i^{sat} 为组分 i 的溶解度； X_{moli} 为组分 i 的的摩尔分数； M_i 为组分 i 的的摩尔重量； Ks_i 为溶解传质系数，由下式子估算：

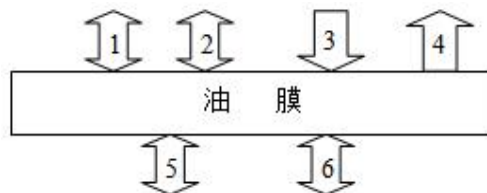
$$Ks_i = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$$

其中：

$$e_i = \begin{cases} 1.4 & \text{烷烃} \\ 2.2 & \text{芳香} \\ 1.8 & \text{精制} \end{cases}$$

(4) 热量迁移

蒸气压与粘度受温度影响，而且观察发现通常油膜的温度要高于周围的大气和水体。下图为油膜的热平衡示意图：



1=大气与油膜之间的传热过程；2=大气与油膜之间热辐射过程；3=太阳辐射；4=蒸发热损失；5=油膜与水体之间的热量迁移；6=油膜与水体之间散发和接受的热辐射。

1) 油膜与大气之间的热量迁移

油膜与大气之间的热量迁移可表达为：

$$H_T^{oil-air} = A_{oil} \cdot K_H^{oil-air} \cdot (T_{oil} - T_{air})$$

$$K_H^{oil-air} = K_m \cdot \rho_a \cdot C_{pa} \cdot \left(\frac{S_c}{P_r} \right)_{air}^{0.67}$$

其中， T_{oil} 为油膜厚度； T_{air} 为大气温度； ρ_a 为大气密度； C_{pa} 为大气的热容量； P_r 为大气点 Prandtl 数；

$$P_r = \frac{C_{pa} \cdot \rho_a}{0.0241(0.18055 + 0.003T_{air})}$$

当蒸发可忽略的时， $K_H^{oil-air}$ 可以简单用下式表示：

$$K_H^{oil-air} = 5.7 + 3.8U_w$$

2) 太阳辐射

油膜接受的太阳辐射取决于许多因素，其中最重要的为溢油位置、日期、时刻、云层厚度以及大气中的水、尘埃、臭氧含量。一天中的太阳辐射变化可假定为正弦曲线：

$$H(t) = \begin{cases} K_t \cdot H_0^{\max} \cdot \sin\left(\pi \frac{t - t^{sunrise}}{t^{sunset} - t^{sunrise}}\right) & t^{sunrise} < t < t^{sunset} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

其中， $t^{sunrise}$ 为日出时刻（午夜后秒数）； t^{sunset} 为日落时刻（午夜后秒数）； T_d 为日长，即：

$$t^{sunset} = t^{sunrise} + T_d$$

T_d 可由下式计算：

$$T_d = \alpha \cdot \cos(\tan \phi \cdot \tan \zeta)$$

其中， ϕ 为纬度； ζ 为太阳倾斜角度（太阳在正午时与赤道平面的角度）

$$\zeta \cong 23.45 \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right)$$

$$H_0^{\max} = \frac{12 \cdot K_t}{t^{sunset} - t^{sunrise}} \cdot I_{sc} \cdot \left(1 + 0.33 \cos\left(\frac{360n}{365}\right)\right) \cdot (\cos(\phi) \cdot \cos(\zeta) \cdot \sin(\omega_s) + \omega_s \cdot \sin(\phi) \cdot \sin(\zeta))$$

其中, I_{sc} 为太阳常数 (1.353W/m^2); n 为一年中日数。 ω_s 为日出的小时角度, 正午时为 0, 每小时等于 15 (上午为正); K_t 为系数, 晴天时 $K_t=0.75$, 随着云层厚度增加而减少。很大一部分的太阳辐射到达地面时已被反射, 因此静热量输入为:

$(1-\alpha) \cdot H(t)$, 其中, α 为漫射系数。

3) 蒸发热损失

蒸发将引起油膜热量损失:

$$H^{vapor} = \sum_i N_i \cdot \Delta H_{vi} \cdot [W / m^2]$$

其中, ΔH_{vi} 为组分 i 的汽化热。油膜总的动态热平衡综合考虑了上述各种因素:

$$\begin{aligned} \frac{dT_{oil}}{dt} = & \frac{1}{\zeta \cdot C_p \cdot h} [(1-a) \cdot H + (I_{air} \cdot T_{air}^4 + I_{water} \cdot T_{water}^4 - 2I_{oil} \cdot T_{oil}^4)] \\ & + h_{ow} \cdot (T_{water} - T_{oil}) + h_{oa} \cdot (T_{air} - T_{oil}) - \sum N_i \cdot \Delta H_{vi} \\ & + \left(\frac{dV_{water}}{dt} \cdot \xi_w \cdot C_{pw} + \frac{dV_{oil}}{dt} \cdot \xi_{oil} \cdot C_{poil} \right) \cdot (T_{water} - T_{oil}) \cdot A_{oil} \end{aligned}$$

4) 油膜与水体之间的热量迁移

油膜与大气之间的热量迁移可表达为:

$$\begin{aligned} H_T^{oil-air} &= A_{oil} \cdot K_H^{oil-air} \cdot (T_{water} - T_{oil}) \\ K_H^{oil-air} &= 0.332 + \gamma_w \cdot C_{pw} \cdot Re^{-0.5} \cdot P\gamma_w^{-2/3} \end{aligned}$$

其中, C_{pw} 为水的热容量, $P\gamma_w$ 为水的 Prandtl 数。

$$P\gamma_w = C_{pw} \cdot \nu_w \cdot \rho_w \cdot \left(\frac{1}{0.330 + 0.000848(T_w - 273.15)} \right)$$

Re 为特征雷诺数:

$$Re = \frac{v_{rel} \sqrt{\frac{4A_{oil}}{\pi}}}{\eta_w}$$

其中, ν_{rel} 为油膜的运动粘滞系数。

5) 反射和接受辐射

油膜将损失和接受长波辐射。净接受量有 Stefan-Boltzman 公式计算：

$$H_{total}^{rad} = \sigma \cdot (l_{air} \cdot T_{air}^4 + l_{water} \cdot T_{air}^4 - 2l_{oil} \cdot T_{oil}^4)$$

其中， σ 为 Stefan-Boltzman 常数； l_{air} 、 l_{water} 、 l_{oil} 分别为大气、水和油的辐射率。

(5) 输移、风化、热量迁移过程中包含的计算细节

1) 油粒子组分变化计算

油往往是多种碳氢化合物组成的混合物，其中各化学物的性质各不相同，油的总体性质取决于各组分性质和含量。溢油过程中油粒子组分是不断变化的，一方面由于溶解、蒸发等过程对各组分具有选择性，如轻组分更容易蒸发和溶解；另一方面乳化过程中油膜的含水率发生变化。模拟采用多组分法模拟油粒子各组分的变化过程。多组分法是将油粒子假设为多种碳氢化合物组成的混合物，对各个单独组分蒸发、溶解等过程进行分别计算，最后求出总的油粒子组分随时间变化过程。不管怎样，油的组分变化范围过大，要精确地区分各个组分几乎不太可能，这里将油组分划成 8 个性质相近的区间。

2) 油膜浓度计算

油粒子模型只追踪水体表面的粒子，油浓度和油膜厚度均以厚度表示。在每个时间步长统计网格中的油粒子数，根据粒子的体积和网格面积计算油膜厚度。

3) 油膜物理化学性质计算

① 粘度

由于蒸发和乳化，风化过程中油的粘度将增加。而且粘度受温度的影响很大。

粘度计算分三个步骤：

应用 Kendall—Monroe 公式计算在参考温度 T_{ref} 时的不含水油膜粘度：

$$V_{T_{ref}}^{oil} = \left(\sum_{i=1}^8 X_i \cdot v_i^{1/3} \right)$$

其中 X_i 为组分 i 的摩尔分数。

计算实际温度时的油膜粘度

$$\log[\log(v_T^{oil} + 0.7)] = \log[\log(v_{T_{ref}}^{oil} + 0.7)] - B \log \frac{T}{T_{ref}}$$

其中 T 为温度 (K); ν_T^{oil} 为温度 T 时油膜的运动粘度; B=3.98

计算实际温度和含水率时的油膜粘度

$$\eta^{oil} = \eta^{oil} \cdot \exp \frac{2.5y_w}{1-0.654y_w}$$

蒸发同样可增加粘度:

$$\eta^{oil} = \eta^{oil} \cdot \exp(C_4 \cdot F_e)$$

其中 C4 为油膜含水率; Fe 为蒸发掉的油分数。

② 表面张力

油膜的表面张力可简单表达为:

$$T = \sum_{i=1}^8 X_i \cdot T_i$$

③ 热容量

大气、油、水的热容量在以下公式中给出:

$$C_{pa} = 998.73 + 0.133T_{air} - \frac{119.3 \cdot 10^5}{T_{air}^2}$$

$$C_{po} = 1684.74 + \frac{3.3912(T_{oil} - 273.15)}{\sqrt{\rho_{oil} 10^{-3}}}$$

$$C_{pw} = (4.3684 - 0.00061T_w)10^3$$

式中所有温度的单位为绝对温度。

④ 倾点

对于不含水的油膜, 倾点的修正公式为:

$$P_{p,oil} = P_{p0} + K_{p1} \cdot F_e$$

乳化后倾点提高:

$$P_{p,oil-water} = P_{p,oil} + |P_{p,oil}| \cdot K_{p2} \cdot y$$

研究表明这个方法可以对油蒸发给出合理的评估。

4.5.3.2 源强及溢油点

根据《船舶污染海洋环境风险评价技术规范》(试行), 本项目采用最可能发生的操作性船舶污染事故的溢油量来进行溢油模拟, 溢油量为船舶在装卸作业过

程中所装货油数量的 1%。项目施工区域施工期航行船舶最大为 1000 吨级船，故本项目最可能发生的操作性船舶污染事故的溢油量为 10 吨，油品为燃料油。

溢油点：茅尾海出海口处较为狭窄，船只往来密切，容易发生事故，故而设定茅尾海出海口处为溢油点。



图 4.5.3-1 溢油点位置示意图

由于溢油时间、地点、数量及相应的风、流等众多不确定因素的影响，因此难以将所有情况均一一模拟清楚。为分析溢油的最大可能影响区域，将溢油点选择在疏浚区域的边缘。考虑到溢油事故发生后，可能会对近岸生产经营活动、保护区等产生不利影响，根据附近海域的水文、气象特征，选取区域内有代表性主导风向以及涨、落潮构成的风险组合作为预测条件，模型预测时间为 72 小时。

预测工况：包括静风条件下涨落时泄漏情况、冬季常风 N 向风下涨落时泄漏情况、夏季常风 S 向风下涨落时泄漏情况、不利风 SSE 向风下涨落时泄漏情况。溢油工况设置见表 4.5.3-2。

表 4.5.3-2 溢油工况模拟表

序号	溢油量	溢油点	溢油时刻	风向	风速 (m/s)
1	10t 燃料油	茅尾海出 海口处	涨潮	静风情况	
2			落潮		
3			涨潮	冬季常风向 N	10.0
4			落潮		
5			涨潮	夏季常风向 S	5.1
6			落潮		
7			涨潮	不利风向	6.3
8			落潮	SSE	

4.5.3.3 溢油模型参数设定

根据相关文献推荐值，模型中相关参数取值见表 4.5.3-3。

表 4.5.3-3 部分模型参数设置

参数	系数取值
风漂移系数 C_w	0.035
最大含水率 y_w^{\max}	0.85
吸收系数 K_1	5×10^{-7}
释出系数 K_2	1.2×10^{-5}
传质系数 K_{Si}	2.36×10^{-6}
蒸发系数 k	0.029
油辐射率 l_{oil}	0.82
水辐射率 l_{water}	0.95
大气辐射率 l_{air}	0.82
漫射系数 α	0.1

模型中水平（横向和纵向）扩散系数 DL 和 DT 的取值非常重要，反映了油粒子在水体中的扩散强度和随机紊动强度，对模拟结果影响较大，而且不同的应用场合下取值范围很大。模型采用的是油粒子模型，其中的扩散系数概念与常规的对流扩散模型有所不同，体现在：1）油粒子只在水体表面运动；2）粒子不按水动力模型中设定的网格运移，而是按实际运移路径准确计算，扩散系数取值与模型网格布置方式和时间步长关系不大。

4.5.3.4 溢油模拟结果

数值计算模拟溢油在泄露后 72 小时内的扫海面积，统计溢油厚度超过 0.1mm 的影响区域。在溢油为 10t 的情况下，根据计算结果分别对各种风况下的溢油情况进行说明。

(1) 静风条件下涨潮时泄漏结果

图 4.5.3-2 给出了静风条件涨潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在涨潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾内迁移，并在涨潮流的作用下逐渐向湾底浅滩靠近，后随落潮流向湾外钦州湾迁移，受茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流影响，溢油漂流带呈南北狭长分布；溢油泄漏后对茅尾海的整体影响更大，由于溢油点靠近湾口的岛群，部分溢油泄漏后在岛体登陆。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 6.12km²，最远迁移距离约 13.37km，最远影响位置靠近茅尾海湾底。

略

图 4.5.3-2 静风条件下涨潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

(2) 静风条件下落潮时泄漏结果

图 4.5.3-3 给出了静风条件落潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在落潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾外迁移，并在落潮流的作用下在钦州湾内扩散，后随涨潮流流向茅尾海湾内，由于茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流影响，溢油漂流带呈南北狭长分布；溢油泄漏后对钦州湾的整体影响更大，由于溢油点靠近湾口的岛群，部分溢油泄漏后在岛体登陆。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 7.25km²，最远迁移距离约 20.37km，最远影响位置在钦州湾外海，由于钦州湾内涨落潮流速整体大于茅尾海，落潮时泄漏的影响范围及距离均大于涨潮时。

略

图 4.5.3-3 静风条件下落潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

(3) 冬季常风向 N 下涨潮时泄漏

图 4.5.3-4 给出了冬季常风向 N 下涨潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在涨潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾内迁移，并在涨潮流的作用下逐渐向湾底浅滩靠近，后随落潮流向湾外钦州湾迁移；在茅尾海及钦州

湾潮流通道内往复流的作用下，溢油漂流带呈南北分布，同时受 N 向风作用，溢油逐渐向湾口西侧岛屿及陆域迁移并登陆，溢油漂流带的东西向分布变宽，溢油泄漏后对茅尾海的整体影响更大。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 8.28km²，最远迁移距离约 12.93km，最远影响位置靠近茅尾海湾底，溢油影响面积略大于静风条件，对茅尾海的最远影响距离小于静风工况。

略

图 4.5.3-4 冬季常风向 N 下涨潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

(4) 冬季常风向 N 下落潮时泄漏

图 4.5.3-5 给出了冬季常风向 N 下落潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在落潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾外迁移，并在落潮流的作用下在钦州湾内扩散，受冬季常风向 N 的影响，溢油难以进入茅尾海湾中，主要影响湾口及湾外，部分溢油在湾口西侧陆域登陆；且在茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流左右下，溢油漂流带呈南北分布，N 向风的作用下导致溢油漂流带向西偏移，且东西向分布变宽，溢油泄漏后对钦州湾的整体影响更大。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 8.02km²，最远迁移距离约 21.93km，最远影响位置在钦州湾外海，受 N 向风影响溢油最远影响距离大于静风条件工况。

略

图 4.5.3-5 冬季常风向 N 下落潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

(5) 夏季常风向 S 下涨潮时泄漏

图 4.5.3-6 给出了夏季常风向 S 下涨潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在涨潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾内迁移，并在涨潮流的作用下逐渐向湾底浅滩靠近，后随落潮流向湾外迁移；在茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流的作用下，溢油漂流带呈南北分布，同时受 S 向风作用，溢油逐渐向湾底浅滩，溢油漂流带的东西向分布变宽，部分溢油在沙井岛附近登陆，溢油泄漏后对茅尾海的整体影响更大。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 7.07km²，最远迁移距离约 15.97km，溢油影响面积及对茅尾海的最远影响距离均大于静风条件。

略

图 4.5.3-6 夏季常风向 S 下涨潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

6) 夏季常风向 S 下落潮时泄漏

图 4.5.3-7 给出了夏季常风向 S 下落潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在落潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾外迁移，并在落潮流的作用下在钦州湾内扩散，受夏季常风向 S 的影响，溢油漂流带逐渐向东岸迁移并登陆，主要影响湾口及湾外，部分溢油在湾口东侧码头登陆；且在茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流左右下，溢油漂流带呈南北分布，S 向风的作用下导致溢油漂流带向东偏移，溢油泄漏后对钦州湾的整体影响更大。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 8.42 km²，最远迁移距离约 20.83 km，最远影响位置在钦州湾外海。

略

图 4.5.3-7 夏季常风向 S 下落潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

(7) 不利风向 SSE 下涨潮时泄漏

图 4.5.3-8 给出了不利风向 SSE 潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在涨潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾内迁移，并在涨潮流的作用下逐渐向湾底浅滩靠近，后随落潮流向湾外迁移；在茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流的作用下，溢油漂流带呈南北分布，同时受 SSE 作用，溢油逐渐向湾底浅滩，溢油漂流带的东西向分布变宽，部分溢油在湾口岛群附近登陆，溢油泄漏后对茅尾海的整体影响更大。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 8.49km²，最远迁移距离约 16.97km，溢油影响面积及对茅尾海的最远影响距离均大于静风条件。

略

图 4.5.3-8 不利风向 SSE 下涨潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

(8) 不利风向 SSE 下落潮时泄漏

图 4.5.3-9 给出了不利风向 SSE 下落潮时溢油泄漏后 72h 内油膜的扫海面积。从计算结果可知：在落潮流的作用下，油膜首先向茅尾海湾外迁移，并在落潮流的作用下在钦州湾内扩散，受不利风向 SSE 下的影响，溢油漂流带逐渐向东岸迁移并登陆，主要影响湾口及湾外，部分溢油在湾口东侧码头登陆；且在茅尾海及钦州湾潮流通道内往复流左右下，溢油漂流带呈南北分布，SSE 向风的作用下导致溢油漂流带向东偏移，溢油泄漏后对钦州湾的整体影响更大。溢油后 72h 内油膜扫海面积约 7.96 km²，最远迁移距离约 20.80 km，最远影响位置在钦州湾

外海。

略

图 4.5.3-9 不利风向 SSE 下落潮时泄漏溢油 72h 的扫海面积

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

5.1.1 项目用海对海域环境影响

根据本报告第3.4章节对所在海域开发利用现状的分析和第四章的资源环境影响分析结果，本项目用海对海洋环境的影响主要为以下两个方面：

(1) 航道工程占用红树林生境，项目施工破坏沉积物环境，造成底栖生物等渔业资源损失，产生的悬沙对项目周边红树林产生不利影响。

(2) 项目施工期和运营期进行航道维护性疏浚，产生悬浮泥沙，将对该区域海洋水质和生态环境造成影响：初级生产力下降，破坏了鱼类等生物的生活环境，周边海域内的海洋生物种类和数量的暂时性减少。

5.1.2 项目用海对海域开发活动影响

结合工程建设内容及周边海域开发利用现状分析，本工程建设期和建成后的运营期，将可能对平陆运河海域航道两侧的通航环境和桥梁等开发利用活动带来一定程度的影响，下面就此进行分析。

5.1.2.1 施工期对周边海域开发活动影响分析

(1) 对广西滨海公路龙门大桥工程影响分析

本项目航道疏浚工程从龙门大桥下方穿过，对龙门大桥影响较小。

(2) 对茅尾海国家海洋公园影响分析

本项目不占用茅尾海国家海洋公园，对其影响主要在于施工期。本项目距离茅尾海国家海洋公园生态与资源恢复区最近距离约12m，距离适度利用区最近距离约650m。项目航道开挖过程中，将产生悬沙，对茅尾海国家海洋公园造成一定影响。

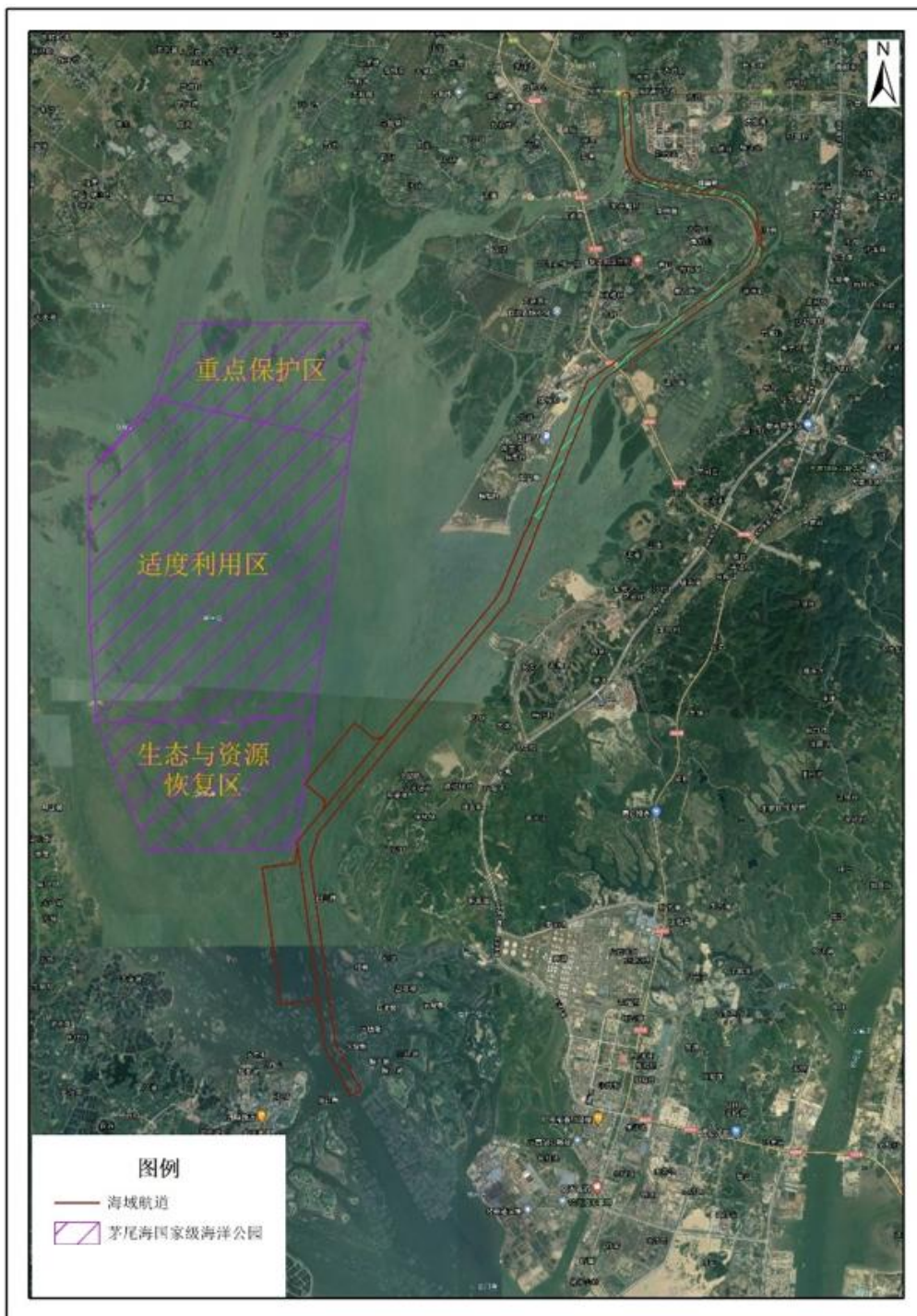


图 5.1.2-1 海域航道与茅尾海国家海洋公园位置示意图

(3) 对广西茅尾海自治区级红树林自然保护区影响分析

本项目不占用广西茅尾海自治区级红树林自然保护区，航道工程距离最近的保护区为坚心围片区（实验区），最近距离约为 535m；对其他片区的最近距离均在 2km 以上。本项目对广西茅尾海自治区级红树林自然保护区影响主要在于施工期，航道施工产生的悬沙随海流扩散，但由于距离较远，本项目对广西茅尾海

红树林保护区影响较小。

(4) 对沙井钦江大桥影响分析

由于原沙井钦江大桥不能满足平陆运河的通航要求，需要对其拆除改建。改建后的沙井钦江大桥公路等级不降低，车道由双向 6 车道扩建为双向 8 车道，桥下净空按 I 级航道预留，净高 $\geq 18\text{m}$ ，净宽 $\geq 240\text{m}$ 。

(5) 对 G75 兰海高速钦江大桥影响分析

由于原 G75 兰海高速钦江大桥不能满足平陆运河的通航要求，需要对其拆除改建。改建后的 G75 兰海高速钦江大桥公路等级不降低，桥下净空按 I 级航道预留，净高 $\geq 18\text{m}$ ，净宽 $\geq 140\text{m}$ 。

(6) 对周边养殖活动影响分析

项目海域航道两侧存在较多养殖活动，项目施工过程中会产生悬沙，若不加以保护措施，施工产生悬沙对养殖活动会造成较大影响。

(7) 对沙井岛等海岛影响分析

本项目海域航道将占用沙井岛部分海岛面积，应根据相关规定，做好岸线占补工作。

(8) 对海域航道两侧码头及港池影响分析

项目海域航道两侧码头及港池较少，影响较大的有广西海洋维权执法综合基地项目、钦州市茅尾海国家级海洋公园监测监控管理基地和钦州市沙井岛东岸岸线整治工程。上述三个项目距离海域航道疏浚区较近，最近距离分别为 15m、120m 和 43m。

值得说明的是，广西海洋维权执法综合基地项目、钦州市茅尾海国家级海洋公园监测监控管理基地前端均为港池，其后方构筑物距离航道疏浚区最近距离分别为 52m 和 153m；钦州市沙井岛东岸岸线整治工程内容为建设海堤。项目海域航道疏浚施工过程中，对上述三个项目影响较大，项目建设单位应积极与上述单位协调，施工期做好防护措施。

(9) 对项目所在海域红树林生境的影响分析

平陆运河将永久占用了 13.8698 hm^2 的红树林地，将造成钦州市及广西红树林保有量分别下降 0.43%、0.15%。项目不会导致红树植物种类发生明显波动，但将导致红树植物的种群数量发一定变化。航道两侧区域发生崩塌的可能性大，

可能导致广西红树林分布面积继续减少。

施工产生悬浮物溢流可能影响到红树林的面积约为 100hm^2 。项目涉水施工时间较长，施工量较大，悬浮物扩散后粘附于植物叶片、茎枝导致光合作用受阻，对红树林造成一定影响；在保持正常潮汐水文条件下，这些泥沙会被冲刷掉，对红树林不会产生永久伤害。但如果施工时悬浮物得不到有效控制，可能导致红树植物生长不良甚至死亡。

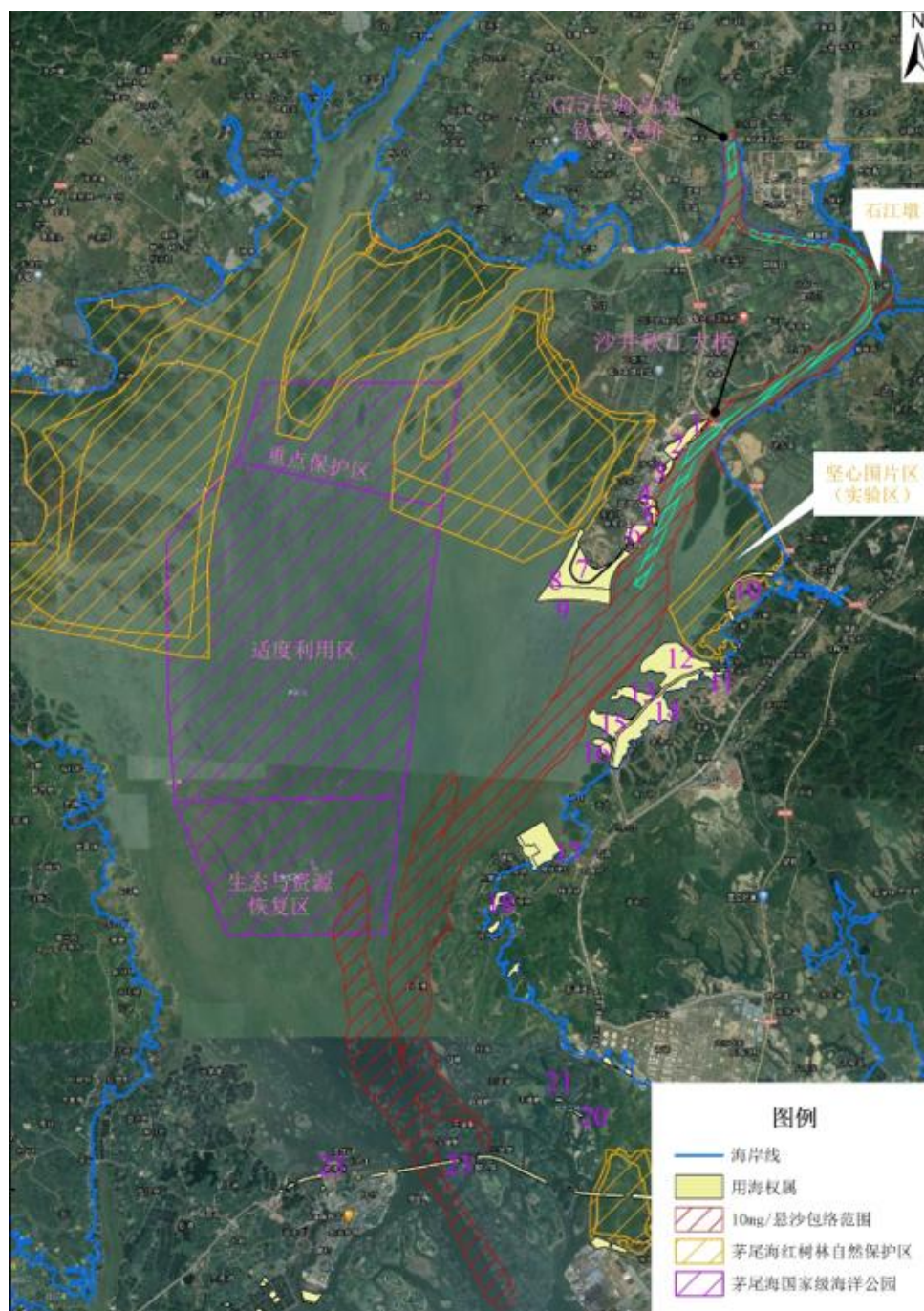


图 5.1.2-2 10mg/L 悬沙包络范围与周边开发利用现状叠加图

5.1.2.2 运营期对周边海域开发活动影响分析

本项目航道工程完工并投入运营后，平陆运河航道通航能力提升，并且完善了助导航设施，将对平陆运河航道的通航环境有明显改善，对在该航道上航行的各类船舶（特别是往北部湾往西南方向船舶）的通航安全提供有力的保障。故从总体上来说，本项目运营期将对周边码头、航运用海区船舶的通航安全带来了好处。

但是，由于平陆运河航道实施后，该航道可通航船舶的吨位明显上升，将会对这些码头在该航道航行的船舶的安全造成一定的影响，为双方船舶的安全带来隐患。因此，当本航道周边码头、航运用海区的船舶在进出港口码头时，驾驶人员应特别小心，加强观察，应注意主动避让在平陆运河航道航行的船舶（特别是避让相对不够灵活的大型船舶），避免发生船舶碰撞事故。

5.2 利益相关者界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人，界定的利益相关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

通过对本工程周围用海现状的调查，分析项目用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，确定本项目利益相关者，主要是**公司、**公司、**公司、**总队、**局、**公司、海域航道周边养殖户和**局；还应与水利部门、海事管理部门协调。

表 5.2-1 利益相关者界定表

序号	海域开发活动	相对位置、 距离	涉及的用海者 或协调责任人	影响因素	是否为利益 相关者
1	G75 兰海高速钦 江大桥	项目所在	**公司	施工和营运安全	是
2	沙井钦江大桥	项目所在	**公司	施工和营运安全	是
3	广西海洋维权执 法综合基地项目	项目西侧 15m	**总队	施工和营运安全	是
4	钦州市茅尾海国 家级海洋公园监	项目临近 120m	**公司	施工和营运安全	否

序号	海域开发活动	相对位置、 距离	涉及的用海者 或协调责任人	影响因素	是否为利益 相关者
	测监控管理基地				
5	钦州市沙井岛东 岸岸线整治工程	项目西北 43m	**公司	施工和营运安全	是
6	茅尾海国家级海 洋公园	项目西北 12m	**局	生态保护	是
7	养殖活动	项目附近	养殖户	施工和营运安全	是
8	广西滨海公路龙 门大桥工程	项目所在	**公司	施工和营运安全	是
9	广西茅尾海自治 区级红树林自然 保护区	项目东侧 535m	**局	生态保护	是
10	红树林生境	项目所在	**局	施工破坏和悬沙 影响	是

5.3 利益相关者协调分析

5.3.1 与**公司协调分析

由于原 G75 兰海高速钦江大桥不能满足平陆运河的通航要求，需要对其拆除改建。改建后的 G75 兰海高速钦江大桥公路等级不降低，桥下净空按 I 级航道预留，净高 $\geq 18\text{m}$ ，净宽 $\geq 140\text{m}$ 。

该桥梁改建完成后，其道路等级不降低，不影响兰海高速正常的交通营运。改建过程中，将在原桥梁两侧适当位置设置临时改路，在原桥梁两侧设置双向 2 车道的临时钢便桥，然后封闭原道路交通直至该段道路改建工程竣工通车。

由于原 G75 兰海高速钦江大桥不涉及海域使用，改建后桥梁超出广西壮族自治区 2008 年公布海岸线，需要对改建后的桥梁办理用海手续。项目改建后，建议由平陆运河的建设单位，即广西壮族自治区交通运输厅承担起新 G75 兰海高速钦江大桥的管护工作，并对改建后的桥梁办理用海手续。

本项目建设单位应与原 G75 兰海高速钦江大桥管护单位密切沟通，取得对

方的同意意见后方可进行工程建设。在项目施工前，建设单位应提前在公众平台发布桥梁改建相关信息，并设置明显的施工标识，提醒往来车辆注意，施工过程中应做好防护措施，合理安排施工。在做好相关防护措施并合理施工的前提下，本项目建设与 G75 兰海高速钦江大桥的管理单位可协调。

5.3.2 与**公司协调分析

由于原沙井钦江大桥不能满足平陆运河的通航要求，需要对其拆除改建。改建后的沙井钦江大桥公路等级不降低，车道由双向 6 车道扩建为双向 8 车道，桥下净空按 I 级航道预留，净高 $\geq 18\text{m}$ ，净宽 $\geq 240\text{m}$ 。

该桥梁改建完成后，其道路等级不降低，不影响沙井钦江大桥正常的交通营运。改建过程中，将在原桥梁两侧适当位置设置临时改路，在原桥梁两侧设置双向 2 车道的临时钢便桥，然后封闭原道路交通直至该段道路改建工程竣工通车。

原沙井钦江大桥于 2011 年办理了用海手续，原桥梁宽 39m，改建后主桥梁宽度 42m，根据海籍调查规范，改建后的桥梁将超出原桥梁申请用海范围。建议**公司注销原桥梁用海手续，由平陆运河的建设单位，即广西壮族自治区交通运输厅承担起新沙井钦江大桥的管护工作，并对改建后的桥梁办理用海手续。

本项目建设单位应与原沙井钦江大桥管护单位密切沟通，取得对方的同意意见后方可进行工程建设。在项目施工前，建设单位应提前在公众平台发布桥梁改建相关信息，并设置明显的施工标识，提醒往来车辆注意，施工过程中应做好防护措施，合理安排施工。在做好相关防护措施并合理施工的前提下，本项目建设与沙井钦江大桥的管理单位可协调。

5.3.3 与**总队协调分析

本项目海域航道疏浚区域与广西海洋维权执法综合基地项目港池最近距离为 15m，与广西海洋维权执法综合基地构筑物最近距离为 53m。

本项目对广西海洋维权执法综合基地项目主要影响在于海域航道疏浚施工期间，施工时应充分考虑对广西海洋维权执法综合基地项目的影响，应合理放置安排施工工期，确保不对其基地的安全及通航造成影响。可能的情况下尽可能在大潮的高潮期安排施工。

本项目建设单位应与广西海洋维权执法综合基地项目建设单位密切沟通，取

得对方的同意意见后方可进行工程建设。在项目施工前，建设单位应提前将施工相关信息告知对方，提醒对方注意，并设置明显的施工标识，合理安排施工，施工过程中应做好防护措施。在做好相关防护措施并合理施工的前提下，本项目建设与广西海洋维权执法综合基地项目的管理单位可协调。

5.3.4 与**公司协调分析

本项目海域航道疏浚区域与钦州市沙井岛东岸岸线整治工程最近距离为43m，钦州市沙井岛东岸岸线整治工程内容为海堤，其用海方式为非透水构筑物。

本项目对钦州市沙井岛东岸岸线整治工程主要影响在于海域航道疏浚施工期间，由于该区域水深较浅，约为4m，疏浚时应充分考虑对钦州市沙井岛东岸岸线整治工程的影响，可能的情况下尽可能在大潮的高潮期安排施工，减小周边环境的影响。

本项目建设单位应与钦州市沙井岛东岸岸线整治工程建设单位密切沟通，取得对方的同意意见后方可进行工程建设。在项目施工前，建设单位应提前将施工相关信息告知对方，提醒对方注意，并设置明显的施工标识，合理安排施工，施工过程中应做好防护措施。在做好相关防护措施并合理施工的前提下，本项目建设与钦州市沙井岛东岸岸线整治工程的管理单位可协调。

5.3.5 与海域航道周边养殖户的协调

本项目海域航道两侧存在一些养殖活动，由于海域航道疏浚会产生悬浮泥沙，对海洋水质环境造成一定的污染，对离航道两侧施工边界约300m范围内养殖区的鱼类或贝类等生物将会造成一定的损害。所以，本项目建设单位应做好这些养殖户的迁移和补偿工作。

由于养殖户在航道疏浚施工期迁移到离航道相对较远的位置继续养殖，所以，在本工程完工后，如果养殖户不自行回迁到原址的话，则本项目运营期对上述养殖户的水质环境和养殖环境不会产生较大的影响。

综上所述，在本项目业主单位于施工前做好航道附近养殖户迁移、补偿工作以及本工程完工后养殖户不自行回迁到原址的前提下，本项目建设单位与上述养殖户之间不存在严重的利益冲突，双方的利益关系是可以协调的。

5.3.6 与**局协调分析

与**局协调内容为茅尾海国家海洋公园、广西茅尾海自治区级红树林自然保护区。本项目不占用茅尾海国家级海洋公园与广西茅尾海自治区级红树林自然保护区，对其影响主要在于施工期。本项目距离茅尾海国家海洋公园生态资源恢复区最近距离约 12m，距离适度利用区最近距离约 650m。项目海域航道距离广西茅尾海自治区级红树林自然保护区最近的保护区为坚心围片区（实验区），最近距离约为 535m，对该保护区其他片区的最近距离均在 2km 以上。项目航道开挖过程中，将产生悬沙，对茅尾海国家海洋公园造成影响，项目疏浚区距离茅尾海国家级海洋公园最近距离约 350km，疏浚施工对其影响很小。

本项目建设单位应与茅尾海国家级海洋公园、广西茅尾海自治区级红树林自然保护区的管理单位密切沟通，取得对方的同意意见后方可进行工程建设。在项目施工前，建设单位应提前将施工相关信息告知对方，提醒对方注意，并设置明显的施工标识，合理安排施工，施工过程中应做好防护措施。在做好相关防护措施并合理施工的前提下，本项目建设与茅尾海国家级海洋公园、广西茅尾海自治区级红树林自然保护区管理单位可协调。

5.3.7 与**公司协调分析

本项目海域航道从广西滨海公路龙门大桥工程下方穿越。本项目施工期，若船舶操作不当，有可能发生碰撞风险，影响桥梁安全。本项目龙门大桥周边进行疏浚施工时，应提前将本项目疏浚施工情况告知**公司，并设置明显的施工标识，合理安排施工，在做好施工防护，施工时注意避让周边航行船舶等条件下，可有效保障龙门大桥的安全。故从整体上来说，本航道建设项目与**公司具有可协调性。

5.3.8 与水利部门协调分析

为保障行洪安全及建设环境需要，本项目航道建设期间，项目建设单位应与水利部门进行充分沟通。在施工前，用海单位应该与水利部门完成相关的协调工作。如遇防洪安全存在隐患，应及时报告当地水利部门并采取相应的对策措施。

5.3.9 与海事部门协调分析

本项目建设期间的施工作业船可能使该海域海上交通密度增大，在一定程度上影响通航安全。针对施工期间的通航安全问题，项目建设单位应加强施工附近

水域的船舶航行管理；在施工前发布航行通告，具体应包括施工作业时间、进度、作业机具、作业方法方式区域等，应设置临时助航标志、警戒区等，关注施工船舶与在附近水域通航船舶的相互影响等。项目建设单位应与海事主管部门沟通协调，同时与其建立有效联系机制，采取措施尽量减少对船舶正常通航和作业的影响。

表 5.3.2-1 与管理部门协调内容一览表

需协调管理部门	协调内容	责任要求
海事部门	海上施工作业；项目运营船舶通行。	为保证海上交通的正常秩序，在项目施工前，要对作业船只的活动时间及活动范围进行控制和规范，施工时应设置相应的施工警示标志，同时上报海事部门，使本项目在施工和作业过程中尽量不对该区域通行的船只造成干扰和影响。
水利部门	河口行洪安全。	与管理部门协调，满足其管理要求。减少项目建设对防洪排涝的影响。

5.3.10 与**局协调分析

平陆运河将永久占用了 13.8698hm² 的红树林地，将造成钦州市及广西红树林保有量分别下降 0.43%、0.15%。项目不会导致红树植物种类发生明显波动，但将导致红树植物的种群数量发一定变化。航道两侧区域发生崩塌的可能性大，可能导致广西红树林分布面积继续减少。

施工产生悬浮物溢流可能影响到红树林的面积约为 100hm²。项目涉水施工时间较长，施工量较大，悬浮物扩散后粘附于植物叶片、茎枝导致光合作用受阻，对红树林造成一定影响；在保持正常潮汐水文条件下，这些泥沙会被冲刷掉，对红树林不会产生永久伤害。但如果施工时悬浮物得不到有效控制，可能导致红树植物生长不良甚至死亡。

本项目建设单位应与**局密切沟通，取得对方的同意意见后方可进行工程建设。在项目施工前，建设单位应提前将施工相关信息告知对方，提醒对方注意，并设置明显的施工标识，合理安排施工，施工过程中应做好悬沙扩散防护措施，减少对红树林的影响。由于受本项目直接影响和间接影响的红树林面积较大，应

采取红树林异地修复措施进行补偿。在做好相关防护措施并合理施工、且红树林异地修复措施取得**局同意的前提下，本项目建设与**局可协调。

5.4 项目用海对国防安全和海洋权益影响

根据调查，项目所使用海域及附近海域无国防设施。本航道工程建设、运营不会对国防产生不利影响。

项目所使用海域及附近海域无领海基点，其工程建设、运营不会对领海基点产生不利影响。

6 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性分析

6.1 《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》符合性分析

海洋功能区划制度是《中华人民共和国海域使用管理法》和《中华人民共和国海洋环境保护法》规定的一项基本制度，具有法律效力，是海域使用管理、海洋环境保护和海洋资源管理工作的基础依据。《中华人民共和国海域使用管理法》第一章第四条规定：“国家实行海洋功能区划制度。海域使用必须符合海洋功能区划。国家严格管理填海、围海等改变海域自然属性的用海活动。”

6.1.1 项目所在的海洋功能区划

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在的海洋功能区划有沙井北岸保留区、茅尾海东岸旅游休闲娱乐区、茅尾海东部农渔业区、茅尾海东岸工业与城镇用海区、茅尾海农渔业区、七十二泾旅游休闲娱乐区。周边的海洋功能区划有茅尾海红树林海洋保护区、沙井港口航运区、沙井西侧旅游休闲娱乐区、茅尾海中部海洋保护区、茅尾海西岸农渔业区、九门特殊利用区、龙门及观音堂旅游休闲娱乐区。上述功能区位置见图 6.1.1-1，与本项目的关系见表 6.1.1-1。海洋功能区登记表见表 6.1.1-2。

表 6.1.1-1 项目所在区域和周围海洋功能区分布

编号	海洋功能区	与本项目相对位置	与本项目最近距离
1	沙井北岸保留区	项目所在	项目所在
2	茅尾海东岸旅游休闲娱乐区	项目所在	项目所在
3	茅尾海东岸工业与城镇用海区	项目所在	项目所在
4	七十二泾旅游休闲娱乐区	项目所在	项目所在
5	茅尾海农渔业区	项目所在	项目所在
6	茅尾海东部农渔业区	项目所在	项目所在
7	沙井西侧旅游休闲娱乐区	W	0.7km
8	茅尾海红树林海洋保护区	W	4.0km
9	茅尾海中部海洋保护区	W	12m

平陆运河海域使用论证报告书

10	茅尾海西岸农渔业区	W	0.45km
11	九门特殊利用区	W	0.6km
12	龙门及观音堂旅游休闲娱乐区	W	0.45km
13	沙井港口航运区	W	1.5km

略

图 6.1.1-1 平陆运河海域航道与周边海洋功能区划位置图（节选）

表 6.1.1-2 海洋功能区划登记表（节选《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》）

功能区名称	面积 (公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
		海域使用管理	海洋环境保护
沙井北岸保留区	322 29701	1. 兼容排洪泄洪功能； 2. 禁止围填海；不得影响防洪、泄洪安全；	1. 保障河道畅通； 2. 海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行二类标准。
沙井港口航运区	132	1. 优先保障港口航运用海，主要服务于当地生产生活以及旅游客运等；兼顾旅游娱乐功能； 2. 允许适度改变海域自然属性；严禁建设港口基础设施以外的其他永久性设施。	1. 维护港口水深条件和航道通畅；应减少对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌形态的影响，防止海岸侵蚀； 2. 禁止向港口水域倾倒泥土、砂石以及超过规定标准的有毒、有害物质；海水水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于三类标准。
沙井西侧旅游休闲娱乐区	586	1. 海岸基本功能为旅游娱乐用海； 2. 合理控制旅游开发强度，完善旅游基础设施建设；限制大规模围填海及其他破坏海岸地形、岸滩形态的活动； 3. 进行海域清淤与海岸环境修复。	1. 保护重要自然景观； 2. 严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
茅尾海东岸旅游休闲娱乐区	456 12229	海岸基本功能为旅游娱乐用海；合理控制旅游开发强度，完善旅游基础设施建设；限制大规模围填海及其他破坏海岸地形、岸滩形态的活动；进行海域清淤与海岸环境修复。	保护重要自然景观。 2. 严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
茅尾海东岸工业与城镇用海区	1024 10694	保障钦州市滨海新城用海需要。 2. 允许适度改变海域自然属性；优化围填海平面设计，禁止采取截湾取直方式形成人工岸线；注意建设区的排涝防洪设计。 3. 进行海域清淤与海岸生态建设与整治。	1. 保障茅尾海水动力和地形地貌基本稳定。 2. 严格城市废水的达标排放，海域开发前基本保持所在海域环境质量现状水平。
七十二泾旅游休闲娱乐区	1846 14631	利用海岛优势，建成集自然景观和人文景观于一体的滨海型旅游区。 允许适度改变海域自然属性；合理控制旅游开发强度，完善旅游基础设施建设；严格控制填海连岛。 3. 加强海岛和海岸整治修复。	1. 保护海岛旅游景观；保持重要自然景观和人文景观的完整性和原生性。 2. 严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
茅尾海红树林海洋保护区	2308 13829	1. 海岸基本功能为海洋保护区用海；兼顾生态观光旅游用海。2. 禁止填海造地。在充分论证基础上，可开展清淤、疏浚活动；禁止其他与保护目的无关的开发利用活动；不得影响防洪、泄洪安全。3. 修复和改善红树林生态系统。	1. 保护红树林及其海洋自然生态系统，提高红树林生态系统的生物多样性；保护自然景观。2. 严格执行《自然保护区管理条例》和《海洋类自然保护区管理办法》，海水水质、海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

茅尾海中部海洋保护区	3480	严格限制改变海域自然属性;在充分论证的基础上可与茅尾海综合整治相关衔接,进行相关清淤活动;禁止围填海。	保护南部近江牡蛎种质资源。 海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
茅尾海东部农渔业区	1386	1. 海岸基本功能为渔业用海,兼顾旅游娱乐功能。 2. 禁止改变海域自然属性;按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度;引进生态养殖技术,逐步开发休闲渔业;不得影响防洪、泄洪安全。3. 采取清淤、疏浚方式清理影响纳潮量的养殖活动,推进茅尾海海域综合整治。	1. 维护航道和渔业生态环境稳定。 2. 严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置;海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
茅尾海农渔业区	1852	1. 海岸基本功能为渔业用海,保护牡蛎资源;兼顾旅游娱乐功能;海域使用应与相关部门协调。2. 禁止改变海域自然属性;按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度;引进生态养殖技术,逐步开发休闲渔业;在充分论证的基础上可以采砂;不得影响防洪、泄洪安全。 3. 采取清淤、采砂方式清理影响纳潮量的不科学的养殖方式等,推进茅尾海海域的综合整治。	1. 保护海岸景观和湿地景观;维持茅尾海水动力和航道通畅。2. 严格实行污水达标排放;海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
茅尾海西岸农渔业区	2484 66777	1. 海岸基本功能为渔业用海;兼顾旅游娱乐功能;禁止新的围填海;海域使用应与相关部门协调。 2. 严格限制改变海域自然属性;严格执行相关海洋生物资源养护规定,按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度;引进生态养殖技术,逐步开发休闲渔业;不得设置渔排、鱼栅、人工鱼礁等人工养殖设施。 3. 加强茅尾海海域的综合整治。	1. 保护渔业生境;保护海岸景观和湿地景观。 2. 严格实行污水达标排放;海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。
九门特殊利用区		1. 维持现状,保护区域设施和效能。 2. 允许适度改变海域自然属性。	1. 应减小对海洋水动力环境的影响,防止海岸侵蚀。 2. 禁止向港口水域倾倒泥土、砂石,基本保持所在海域环境质量现状水平。
龙门及观音堂旅游休闲娱乐区	315	1. 海岸基本功能为旅游娱乐用海,完善旅游基础设施建设。重点发展海滨度假、休闲游憩等项目。 2. 海域开发活动不得影响防洪、泄洪安全。	1. 保障龙门水道水动力环境基本稳定。 2. 严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置;海水水质执行不劣于二类标准,海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。

6.1.2 项目与所在海洋功能区符合性分析

《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020年)》于2012年经国务院批复,是本项目使用海域的主要论证依据。根据《广西壮族自治区海洋功能区划

(2011-2020年)》，本项目所在的海洋功能区划有沙井北岸保留区、茅尾海东岸旅游休闲娱乐区、茅尾海东部农渔业区、茅尾海东岸工业与城镇用海区、茅尾海农渔业区、七十二泾旅游休闲娱乐区。

(1) 与“沙井北岸保留区”符合性分析

表 6.1.1-3 项目与“沙井北岸保留区”符合性分析表

海洋功能区划	沙井北岸保留区	符合性分析
代码	A8-5	
功能区类型	保留区	
用途管制	兼容排洪泄洪功能	建设航道，符合用途管制要求
用海方式控制	禁止围填海；不得影响防洪、泄洪安全。	航道为开放式用海，桥梁结构属于透水构筑物，符合要求
生态保护重点目标	保障河道畅通。	工程实施有助于维护航道稳定，减少淤积，符合要求
环境保护要求	海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行二类标准。	符合要求

(2) 与“茅尾海东岸旅游休闲娱乐区”符合性分析

表 6.1.1-4 项目与“茅尾海东岸旅游休闲娱乐区”符合性分析表

海洋功能区划	茅尾海东岸旅游休闲娱乐区	符合性分析
代码	A5-6	
功能区类型	旅游休闲娱乐区	
用途管制	海岸基本功能为旅游娱乐用海	建设航道，不影响旅游娱乐用海，符合用途管制要求
用海方式控制	合理控制旅游开发强度，完善旅游基础设施建设；限制大规模围填海及其他破坏海岸地形、岸滩形态的活动。	航道属于开放式用海，符合要求
生态保护重点目标	保护重要自然景观	航道属于开放式用海，符合要求
环境保护要求	严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	符合要求

(3) 与“茅尾海东部农渔业区”符合性分析

表 6.1.1-5 项目与“茅尾海东部农渔业区”符合性分析表

海洋功能区划	茅尾海东部农渔业区	符合性分析
代码	A1-6	
功能区类型	农渔业区	
用途管制	海岸基本功能为渔业用海，兼顾旅游娱乐功能。	建设航道，与渔业用海兼容，可兼顾旅游娱乐功能，符合用途管制要求
用海方式控制	禁止改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度；引进生态养殖技术，逐步开发休闲渔业；不得影响防洪、泄洪安全。	航道属于开放式用海，符合要求
生态保护重点目标	维护航道和渔业生态环境稳定	建设航道，符合要求
环境保护要求	严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	符合要求

(4) 与“茅尾海东岸工业与城镇用海区”符合性分析

表 6.1.1-6 项目与“茅尾海东岸工业与城镇用海区”符合性分析表

海洋功能区划	茅尾海东岸工业与城镇用海区	符合性分析
代码	A3-4	
功能区类型	工业与城镇用海区	
用途管制	保障钦州市滨海新城用海需要。	建设航道，与钦州市滨海新城用海需要不冲突，符合用途管制要求
用海方式控制	允许适度改变海域自然属性；优化围填海平面设计，禁止采取截湾取直方式形成人工岸线；注意建设区的排涝防洪设计。	航道属于开放式用海，符合要求
生态保护重点目标	保障茅尾海水动力和地形地貌基本稳定	航道属于开放式用海，符合要求
环境保护要求	严格城市废水的达标排放，海域开发	符合要求

	前基本保持所在海域环境质量现状水平。	
--	--------------------	--

(5) 与“茅尾海农渔业区”符合性分析

表 6.1.1-7 项目与“茅尾海农渔业区”符合性分析表

海洋功能区划	茅尾海农渔业区	符合性分析
代码	A1-5	
功能区类型	农渔业区	
用途管制	海岸基本功能为渔业用海，保护牡蛎资源；兼顾旅游娱乐功能；海域使用应与相关部门协调。	航道属于开放式用海，符合要求
用海方式控制	禁止改变海域自然属性；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度；引进生态养殖技术，逐步开发休闲渔业；在充分论证的基础上可以采砂；不得影响防洪、泄洪安全。	航道属于开放式用海，符合要求
生态保护重点目标	保护海岸景观和湿地景观；维持茅尾海水动力和航道通畅	
环境保护要求	严格实行污水达标排放；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准	符合要求

(6) 与“七十二泾旅游休闲娱乐区”符合性分析

表 6.1.1-8 项目与“七十二泾旅游休闲娱乐区”符合性分析表

海洋功能区划	七十二泾旅游休闲娱乐区	符合性分析
代码	A5-7	
功能区类型	旅游休闲娱乐区	
用途管制	利用海岛优势，建成集自然景观和人文景观于一体的滨海型旅游区。	建设航道，符合用途管制要求
用海方式控制	允许适度改变海域自然属性；合理控制旅游开发强度，完善旅游基础设施建设；严格控制填海连岛。	开放式用海，符合要求
生态保护重点目标	保护海岛旅游景观；保持重要自然景	航道属于开放式用海，符合

	观和人文景观的完整性和原生性	要求
环境保护要求	严格实行污水达标排放和生活垃圾科学处置；海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准	符合要求

本工程用海区在沙井北岸保留区、茅尾海东岸旅游休闲娱乐区、茅尾海东部农渔业区、茅尾海东岸工业与城镇用海区、茅尾海农渔业区、七十二泾旅游休闲娱乐区范围内，本项目在施工期做好相关防护措施及生态保护修复工作，并积极协调自然资源等主管部门的前提下，项目用海符合所在功能区的用途管制、用海方式控制和海洋环境保护要求，对所在功能区和周边功能区影响较小，因此，项目建设符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》。

6.1.3 项目对周边海洋功能区划影响分析

总体而言，本工程施工期间，严格监督疏浚和施工过程，严禁运输过程洒冒滴漏，落实各项水污染管控措施；运营期船舶污水执行铅封管理，不会向海排放，不会对海洋环境造成影响。航道疏浚工程会对周边海域水质产生暂时的悬浮物污染影响，项目施工结束后，在落实环保措施的前提下项目用海可以满足海洋环境保护要求。

本项目海域段航道建设用海施工期间会对所在海域海洋生态平衡造成一定的影响，并可能导致局部海水质量降低。因此，建设单位必须加强生态环境保护工作，维护海洋生态环境。同时还要切实加强安全防卫工作，防止风险事故发生，做好建设过程中和建成后航道维护期废水和固体废物的收集和处理，不直接排海，以保护相邻功能区的安全和环境。规划用海必须按照《广西壮族自治区海洋功能区划（2011—2020年）》的有关要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行，避免或减少对毗邻海洋功能区的影响。

6.2 《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》符合性分析

海洋是我区战略资源的重要基地。提高海洋资源开发能力，发展海洋经济，保护海洋生态环境，维护国家海洋权益，对于我区实施海洋强国战略，建设海洋强区，大力发展向海经济，推进生态文明建设，更好完成党中央赋予广西“三大

定位”新使命具有十分重要的意义。2018年4月，广西壮族自治区人民政府印发了《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》。

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，广西海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域、禁止开发区域。

优化开发区域包括防城港市防城区、钦州市钦南区、北海市海城区的管理海域，面积2824.2平方千米。该区域作为全区海洋经济活动主要承载区域，是沿海地区工业化与城镇化发展区域，主要进行用海存量消减，调整产业结构和用海结构。该区域的发展方向与开发原则是：优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；提高产业准入门槛，推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，积极开发利用海水资源、海洋可再生能源；严格控制陆源污染物排放，加强重要河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能，增强海洋碳汇功能；原则上限制开发利用区域内无居民海岛，国家战略需要、允许开发利用无居民海岛的开发利用，须按照相关法律规定进行，集约、节约、生态化利用，切实做好海岛资源的保护。

钦州市钦南区管理海域（面积1307平方千米）：发挥滨海风光、海洋生态优势，大力发展海洋生态旅游、滨海休闲度假、海上运动休闲等特色旅游，重视发展渔业观光旅游等休闲渔业，延伸海洋渔业产业链，建设绿色海洋经济综合发展示范区、滨海型生态宜居城市和国际旅游区；坚持集约节约用海原则，适度满足城市交通和海防设施、服务业设施、城市景观等用海需求，开展钦州市滨海新城建设，拓展滨海城市发展空间；做好海洋防灾减灾工作，提高滨海城市堤防建设标准；优化海水养殖布局，维护航行安全；科学论证在三娘湾海洋保护区、茅尾海中部海洋保护区及周边区域的开发利用活动，严格落实保护区管理要求；按照养殖容量控制养殖规模和养殖密度，发展健康、生态养殖方式，加强对蓝圆鲀和二长棘鲷产卵场的保护。

本工程建设航道，主要为沟通北部湾与西南通道，也可为钦州港周边的码头作业区服务。工程建设符合广西壮族自治区海洋主体功能区规划的要求。

6.3 《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》符合性分析

6.3.1 项目所在的海洋生态红线

根据《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》，本项目位于茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj07）、七十二泾重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj05），且占用《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中沙井岛东侧的海岛自然岸线。附近的红线有广西钦州茅尾海红树林保护区禁止类红线、广西茅尾海红树林保护区限制类红线、广西钦州茅尾海保护区限制类红线、龙门及观音堂重要滨海旅游区限制类红线、沙井西侧重要滨海旅游区限制类红线。

表 6.2.1-1 项目周边海洋生态红线一览表

序号	项目所在海洋生态红线	与项目位置
1	茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj07）	项目所在
2	七十二泾重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj05）	项目所在
3	广西钦州茅尾海红树林保护区禁止类红线（代号：45-Jb03）	W
4	广西茅尾海红树林保护区限制类红线（代号：45-Xb02）	E
5	广西钦州茅尾海保护区限制类红线（代号：45-Xb03）	W
6	龙门及观音堂重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj04）	W
7	沙井西侧重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj06）	W

略

图 6.2.1-1 项目海域所在海洋生态红线

表 6.2.1-2 项目所在及周边海域生态红线区一览表

名称	所在行政区域		管控类别	类型	生态保护目标	管控措施
	市级	县级				
广西钦州茅尾海红树林保护区限制类红线区	钦州	钦南区	限制类	海洋自然保护区	红树林及其生境、中国鲎、海马、珍稀鸟类等	基本管控要求：1、禁止围填海。2、禁止采挖海砂。3、不得新增入海陆源工业直排口。4、严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、对已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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 管控措施：按照《海洋特别保护区管理办法》（2010 年 8 月 31 日）进行管理。禁止实施与保护无关的工程建设活动，保护和修复红树林及其生境、海洋景观。环境保护要求：维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性。本海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
广西钦州茅尾海保护区限制类红线区	钦州	钦南区	海洋特别保护区	限制类红线	牡蛎种质资源及其生境、红树林、海洋景观	管控要求：在海洋自然保护区的核心区和缓冲区，禁止开展任何形式的开发建设活动。 管控措施：按照《海洋特别保护区管理办法》（2010 年 8 月 31 日）进行管理。禁止实施各种与保护无关的建设工程和经营性用海活动。环境保护要求：维持、恢复、改善海湾生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
沙井西侧重要滨海旅游区限制类红线区	钦州	钦南区	海洋特别保护区	限制类红线	红树林生态系统，海洋景观，岸滩、岛屿生	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、不得新增入海陆源工业直排口。4、严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、对已遭受破坏的海洋生

线			区		态、渔业和自然资源	态红线区，实施可行的整治修复措施，恢复原有生态功能。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 管控措施：保护红树林及其生物多样性，维护海洋景观，保持岸滩的自然稳定，加强对重要河口的整治和生态修复，改善海岛生态环境。允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。环境保护要求：维持、恢复、改善海岛多样性，保护海岛自然景观。加强水质监测，杜绝不达标的陆域生活污水排海。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
七十二泾重要滨海旅游区限制类红线区	钦州	钦南区	海洋特别保护区	限制类红线	红树林生态系统，海洋景观，岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、不得新增入海陆源工业直排口。4、严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、对已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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 管控措施：保护红树林及其生物多样性，维护海洋景观，保持岸滩的自然稳定，加强对重要河口的整治和生态修复，改善海岛生态环境。允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。环境保护要求：维持、恢复、改善海岛多样性，保护海岛自然景观。加强水质监测，杜绝不达标的陆域生活污水排海。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线区	钦州	钦南区	海洋特别保护区	限制类红线	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源	基本管控要求：1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、不得新增入海陆源工业直排口。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。6、对已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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 管控措施：保护红树林及其生物多样性，维护海洋景观，保持岸滩的自然稳定，加强对重要河口的

						<p>整治和生态修复,改善海岛生态环境。允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。环境保护要求:维持、恢复、改善海岛生物多样性,保护海岛自然景观。加强水质监测,杜绝不达标的陆域生活污水排海。海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。</p>
龙门及观音堂重要滨海旅游区限制类红线区	钦州	钦南区	海洋特别保护区	限制类红线	岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源	<p>基本管控要求:1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。2、禁止采挖海砂。3、不得新增入海陆源工业直排口。4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达100%。5、控制养殖规模,鼓励生态化养殖。6、对已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。7、实行海洋垃圾巡查清理制度,有效清理海洋垃圾。</p> <p>管控措施:保护红树林及其生物多样性,维护海洋景观,保持岸滩的自然稳定,加强对重要河口的整治和生态修复,改善海岛生态环境。允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。环境保护要求:维持、恢复、改善海岛生物多样性,保护海岛自然景观。加强水质监测,杜绝不达标的陆域生活污水排海。海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。</p>
广西钦州茅尾海保护区禁止类红线区	钦州	钦南区	海洋特别保护区	禁止类红线	牡蛎种质资源及其生境、红树林、海洋景观	<p>管控要求:在海洋特别保护区重点保护区,禁止开展任何形式的开发建设活动。</p> <p>管控措施:按照《海洋特别保护区管理办法》(2010年8月31日)进行管理。禁止实施各种与保护无关的建设工程和经营性用海活动。环境保护要求:维持、恢复、改善海湾生态环境和生物多样性,保护自然景观。海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。</p>

6.3.2 与所在海洋生态红线符合性

表 6.2.2-1 项目与“茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线区”符合性分析

海洋生态红线	茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线区	符合性分析
代码	45-Xj07	
红线区类型	限制类红线区	
生态保护目标	红树林生态系统，海洋景观，岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源	本项目建设内容为航道工程。航道工程内容为疏浚。项目疏浚未明显改变海域的自然属性，项目距离红树林及海岛距离较远，基本不会对海域生态系统及自然地地貌造成显著影响。
基本管控要求	<ol style="list-style-type: none"> 1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。 2、禁止采挖海砂。 3、不得新增入海陆源工业直排口。 4、海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。 5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。 6、对已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。 7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾 	本项目建设内容为航道工程，项目不进行围填海、不采挖海砂、不新增排污口，项目疏浚未明显改变海域的自然属性，项目距离红树林及海岛距离较远，基本不会对海域生态系统及自然地地貌造成显著影响。
管控措施	<p>保护红树林及其生物多样性，维护海洋景观，保持岸滩的自然稳定，加强对重要河口的整治和生态修复，改善海岛生态环境。</p> <p>允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。</p>	本项目建设内容为航道工程，项目不进行围填海、不采挖海砂、不新增排污口，项目疏浚未明显改变海域的自然属性，项目距离红树林及海岛距离较远，基本不会对海域生态系统及自然地地貌造成显著影响。
环境保护要求	<p>维持、恢复、改善海岛生物多样性，保护海岛自然景观。加强水质监测，杜绝不达标的陆域生活污水排海。</p> <p>海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。</p>	项目已开展红树林专题，建议本项目建设单位主动与自然资源等主管部门沟通，按相关法律法规要求办理手续并开展必要的生态修复工作。

表 6.2.2-2 项目与“七十二泾重要滨海旅游区限制类红线区”符合性分析

海洋生态红线	七十二泾重要滨海旅游区限制类红线区	符合性分析
代码	45-Xj05	
红线区类型	限制类红线区	
生态保护目标	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源	<p>本项目建设内容为航道工程。航道工程在该红线区进行疏浚施工，航线占用部分沙井岛，需要进行岸线占补。该区域存在较多红树林，项目业主已开展了红树林专题，本报告不再细述。</p> <p>项目航道在该区域占用沙井岛海盜自然岸线，占用岸线属于《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中的海岛自然岸线，建议本项目建设单位主动与自然资源等主管部门沟通，按相关法律法规要求办理手续并开展必要的生态修复工作。</p>
基本管控要求	<ol style="list-style-type: none"> 1、禁止改变自然属性、破坏生态功能、影响自然景观的围填海。 2、禁止采挖海砂。 3、不得新增入海陆源工业直排口。 4、严格控制河流入海污染物排放，海洋生态红线区陆源入海直排口污染物排放达标率达 100%。 5、控制养殖规模，鼓励生态化养殖。 6、对已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。 7、实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾。 	<p>本项目建设内容为航道工程。</p> <p>项目不进行围填海、不采挖海砂、不新增排污口，项目已开展红树林专题，建议本项目建设单位主动与自然资源等主管部门沟通，按相关法律法规要求办理手续并开展必要的生态修复工作。</p>
管控措施	<p>保护红树林及其生物多样性，维护海洋景观，保持岸滩的自然稳定，加强对重要河口的整治和生态修复，改善海岛生态环境。</p> <p>允许适度开展生态旅游及必要的旅游观光港口设施建设。</p>	<p>项目已开展红树林专题，建议本项目建设单位主动与自然资源等主管部门沟通，按相关法律法规要求办理手续并开展必要的生态修复工作。</p>
环境保护要求	<p>维持、恢复、改善海岛生物多样性，保护海岛自然景观。加强水质监测，杜绝不达标的陆域生活污水排海。</p> <p>海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。</p>	<p>项目对本红线区的影响主要来自于施工期悬浮泥沙的排放，根据环境影响分析的结果，在采取相关的环保措施后，本项目施工产生的污染物对其影响不大，施工结束后其影响将自行消失。</p>

综上，本工程占用《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中的茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj07）、七十二泾重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj05），且占用《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中沙井岛东侧的海岛自然岸线。

本项目航道选线方案基本沿用现有水道的轴线，未明显改变海域的自然属性，对海域生态系统影响主要在于施工悬浮泥沙扩散影响。在做好红树林及海洋生态保护修复工作，并取得自然资源等主管部门同意项目占用海岛岸线的前提下，项目建设与《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中的本项目位于茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj07）、七十二泾重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj05）的管控要求不冲突，可满足其环境保护要求。

本项目属于航道建设工程，海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的航道用海和锚地用海（二级类），属于公用基础设施建设，为了保障海上交通用海的安全和满足西南内河航运的需求，本工程旨在现有航道的基础上进行疏浚，工程不进行围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动。施工期间，建设单位应采取有效措施降低对保护区的影响，并加强对疏浚倾废进行动态监测和监管，妥善处理疏浚工程抛泥。在切实做好施工环保措施、做好红树林及海洋生态保护修复工作，并取得自然资源等主管部门同意项目占用海岛岸线的情况下，本项目建设可满足该海洋生态红线区及河口岸线的管控措施及海洋环境保护要求。

6.3.3 对周边海洋生态红线影响分析

本项目属于航道建设工程，海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的航道用海和锚地用海（二级类），属于公用基础设施建设，为了保障海上交通用海的安全和满足我国西南区域内河航运的需求，本工程旨在现有水道的基础上进行疏浚，工程不进行围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动。施工期间，建设单位应采取有效措施降低对周边环境的影响，并加强对疏浚倾废进行动态监测和监管，妥善处理疏浚工程抛泥。

本项目海域段航道建设用海施工期间会对所在海域海洋生态平衡造成一定的影响，并可能导致局部海水质量降低。因此，建设单位必须加强生态环境保护工作，维护海洋生态环境。同时还要切实加强安全防卫工作，防止风险事故发生，

做好建设过程中和建成后航道维护期废水和固体废物的收集和处理，不直接排海，以保护相邻功能区的安全和环境。规划用海必须按照《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》的有关要求，加强管理，维护海洋生态环境，避免或减少对毗邻海洋生态红线区的影响。

6.4 与相关规划符合性分析

6.4.1 与《全国内河航道与港口布局规划》、《内河航运发展纲要》符合性分析

西江航运干线是《全国内河航道与港口布局规划》确定的“两横一纵两网十八线”高等级航道中的两横之一，在全国内河高等级航道中占有举足轻重的地位，平陆运河将西江航运干线及其支线航道与北部湾港区联通，是西部陆海新通道的重要组成部分，是广西乃至广大西部地区内河出海的捷径，在流域经济发展中将发挥重要的作用，平陆运河航道是西江航运干线的扩展延伸和重要支撑。

交通运输部 2020 年 5 月发布的《内河航运发展纲要》明确提出：打通南北向跨流域水运大通道，建设新大运河，统筹推进长江、珠江、淮河等主要水系间的京杭运河黄河以北段复航工程以及平陆运河等运河沟通工程，形成京杭运河、江淮干线、浙赣粤通道、汉湘桂通道纵向走廊。建设适应长三角一体化和粤港澳大湾区发展的长三角、珠三角国家高等级航道网，对接沿海主要港口，完善内部联络，构筑水网地区河海联运通道。

因此，平陆运河建设与《全国内河航道与港口布局规划》、《内河航运发展纲要》等规划和纲要是协调的。

6.4.2 与《广西水资源综合规划（2010~2030 年）》符合性分析

《广西水资源综合规划（2010~2030 年）》提出推进河流水生态系统保护与修复，保障重要控制断面生态用水，维护河流水生态系统健康；《广西北部湾经济区水资源综合开发利用规划报告》提出北部湾经济区重点区域新建大风江水库调水工程、郁江调水工程（引郁入钦）等水利工程，进一步提高水源工程供水能力。总体上看，水资源相关规划提出的水资源利用有利于保障河道水量，同时有利于水运结合水资源利用进行开发，对水运发展是较为有利的。《环北部湾水资

源配置工程总体方案》（水利部珠江水利委员会，2020年11月）提出南盘江调水工程自南盘江干流八渡水电站库区取水，自流引水至右江支流乐里河，利用百色水库调蓄，分别向平陆运河、北海市、玉林市补水，考虑平陆运河航运 $40\text{m}^3/\text{s}$ 的需求，工程设计调水流量为 $100\text{m}^3/\text{s}$ 。下一步结合交通部门相关规划及前期工作开展的实际情况，对工程补水方案做进一步深入研究。

平陆运河的建设会一定程度地改变河流的水文情势及年内运行分配，由于水资源对区域经济发展有着重要的支撑作用，但水资源的供给能力不是无限的，区域水资源的承载能力制约区域经济增长速度、结构和方式，合理开发和利用区域水资源，是区域经济社会实现可持续发展的前提。

平陆运河的建设可以提升北部湾经济区的水资源保障能力，随着城区建设规模的不断扩大、港区和工业园区的扩建或新建，即使在不断提高水资源利用率的情况下，未来水资源供需矛盾仍将不断加剧，平陆运河的建设使得区际间调水成为可能，有助于保障北部湾经济区不断增长的生产生活用水需求。

6.4.3 与《钦州市城市总体规划修改（2012-2030年）》符合性分析

《钦州市城市总体规划修改（2012-2030年）》以党的“十七大”精神为指导，结合钦州实际，深入贯彻落实科学发展观，实现钦州社会、经济又好又快发展，将钦州建设成为具有岭南风格、滨海风光、东南亚风情的现代化港口工业城市。

根据该规划，钦州市中期目标（2025年）为：基本形成主城区、滨海新城、港区一体化互动发展的新格局。钦州成为面向中国—东盟的区域性国际航运中心的重要组成部分，区域性生产服务中心，综合发展的开放城市。钦州市发展策略包括：区域协调、产业发展、空间发展、**港口发展**、城市特色发展、生态环境保护，社会发展策略等几大方向。

其中港口发展具体为：以保税港区的设立为契机，立足国家战略层面谋划钦州港的发展；与相邻城市港口协作，共同建设服务大西南、辐射东盟的区域性国际航运中心、大宗散货中转基地和集装箱运输枢纽、现代化综合性港口。

港口规划为：服务西南、辐射东盟的区域性国际航运中心，大西南和北部湾沿海集装箱运输枢纽港，内外贸结合、商工贸并举多功能、现代化综合性港口。

规划中还提出：划分为3个大港区、3个小港区和若干个小港口，主要港区分别为西港区、中港区和东港区，小港区分别为茅岭港区、沙井港区和那丽港区，小港口分别为东场、沙坪等港口。

本项目为平陆运河工程，工程海域航道位于西港区，同时串联大西南内陆航运与北部湾港口航运，项目建设后能够更好地为周边的港口、工业服务，因此，本项目与《钦州市城市总体规划修改》（2012-2030年）相符。

略

图 6.4.3-1 钦州市城市总体规划修改图

6.4.4 与《钦州港总体规划（2035年）》符合性分析

广西壮族自治区人民政府于2020年9月以“桂政函〔2020〕92号”批复了《钦州港总体规划（2035年）》，原则同意《钦州港总体规划（2035年）》。

钦州港规划范围为西起与防城港交界的龙门、东至与北海交界的大风江的港口陆域和海域。

规划对钦州港的性质定位为：是国际枢纽海港，是西部陆海新通道国际门户的重要枢纽，是推动中国（广西）自由贸易试验区建设和广西北部湾经济区发展的重要支撑。

对钦州港功能要求为：钦州港将逐步发展成为具备多式联运、装卸仓储、临港工业、现代物流、保税、航运服务、旅游客运、滚装等功能的现代化港口，满足港口腹地经济及临港产业对以集装箱、油品等大宗型货物为主的货物运输需求，以及对休闲旅游客运的需求。

根据该规划，临近本项目海域航道的港口岸线有：1、平山岸线，位于钦州市滨海新城北部湾大学校区西面的钦江左岸，规划港口岸线130m，为物资陆岛运输和客运服务。2、沙井岸线，位于沙井镇南侧，规划港口岸线1177m，布置客运泊位和港口支持系统。

本项目为平陆运河工程，项目海域航道不占用港口岸线，项目建设有利于钦州港内部港区的联通，同时也为广西内河航运提供更加便捷的出海口，对钦州市建设国际枢纽海港、西部陆海新通道国际门户重要枢纽港具有重要意义，是推动中国（广西）自由贸易试验区建设和广西北部湾经济区发展的重要支撑。综上，本项目与《钦州港总体规划（2035年）》定位相一致。

略

图 6.4.4-1 钦州港部分岸线规划示意图

6.4.5 与《广西海洋经济发展“十四五”规划》符合性分析

2021 年 7 月，经广西壮族自治区人民政府同意，《广西海洋经济发展“十四五”规划》正式出台。

根据《广西海洋经济发展“十四五”规划》，广西将围绕建设海洋强区的战略目标，按照“陆海统筹、生态优先、集聚发展、区域协同”的要求，科学开发利用海洋资源，优化海洋空间布局，加快推进海洋产业集聚发展，努力构建“一轴两带三核多园区”的海洋发展新格局。

南宁至北钦防海洋经济成长轴。以海洋经济为纽带，以西部陆海新通道为牵引，链接强首府战略和北钦防一体化战略，培育建设南宁至北钦防海洋经济成长轴。深入推进北钦防一体化建设，将北海、钦州、防城港 3 市打造成为区域优势互补、产业错位发展的海洋经济集聚区。完善北钦防至南宁的陆海空立体交通网络体系，打造物流、商流、资金流、信息流“四流合一”的贸易大通道。

现代化沿海经济带。以北海—钦州—防城港—玉林的临海（临港）产业园区为支撑，培育海洋经济全产业链发展，形成现代化沿海经济带。重点打造化工、新材料、电子信息、装备制造、能源、医学制药、林浆纸等临海（临港）产业集群；升级发展海洋渔业；做大做强滨海旅游业；培育海洋高端装备制造、海洋药物和生物制品、海洋新能源等战略性海洋战略性新兴产业；大力发展涉海金融、海洋信息服务、港航物流贸易等现代海洋服务业。

钦州湾核心片区以建设西部陆海新通道战略枢纽和国家重要的绿色临港产业示范基地为目标，重点发展化工、海洋交通运输、海洋装备制造、海洋新能源、国际贸易等产业，打造特色产业突出、临港经济发达、港产城共荣的钦州湾核心片区。

本项目作为平陆运河工程，广西正大力实施强首府战略，平陆运河建设直接沟通南宁港与北部湾国际门户港，将拉近南宁与东盟乃至世界的距离，对于南宁市加强面向东盟开放合作、融入“一带一路”前沿具有重大意义，是广西实施强首府战略的重要支撑。同时，平陆运河建设将引领沿河经济带、生态文旅带开发，有利于促进南宁与北钦防地区协调发展，推动南宁都市圈、北部湾经济区做优做

强，引领全区高质量发展，本项目是贯彻落实《广西海洋经济发展“十四五”规划》的需要。

6.4.6 与《交通强国建设纲要》符合性分析

2019年9月，中共中央、国务院印发了《交通强国建设纲要》，要求到2035年，我国基本建成交通强国。在基础设施上要建设现代化高质量综合立体交通网络。以国家发展规划为依据，发挥国土空间规划的指导和约束作用，统筹铁路、公路、水运、民航、管道、邮政等基础设施规划建设，以多中心、网络化为主形态，完善多层次网络布局，优化存量资源配置，扩大优质增量供给，实现立体互联，增强系统弹性。强化西部地区补短板，推进东北地区提质改造，推动中部地区大通道大枢纽建设，加速东部地区优化升级，形成区域交通协调发展新格局；优化运输结构，加快推进港口集疏运铁路、物流园区及大型工矿企业铁路专用线等“公转铁”重点项目建设，推进大宗货物及中长距离货物运输向铁路和水运有序转移。

随后交通运输部于2019年10月启动了交通强国建设试点工作，广西是第一批13个试点之一。作为首批交通强国建设试点省区，广西将大力推进交通基础设施、推进现代综合交通网建设，并于2020年4月印发了《广西贯彻落实〈交通强国建设纲要〉实施方案》。《实施方案》整体内容上概括为“一个总目标、三个实施阶段、九项重点任务”。

一个总目标：明确了建成人民满意、保障有力、国内先进的交通强区的总体目标。“人民满意”是交通强区建设的根本宗旨，强调坚持以人民为中心的发展思想，建设人民满意交通。“保障有力”是交通强区建设的基本定位，就是服务国家和自治区重大战略实施、现代化经济体系构建、支撑社会主义现代化强区建设；“国内先进”体现了交通强区建设的整体水平，广西交通运输综合发展水平全面提升，在交通运输供给能力、创新能力、治理能力、可持续发展能力、国际竞争力等方面达到国内先进水平。

三个实施阶段：到2020年底，交通强国建设广西试点工作加快推进，完成与全国同步全面建成小康社会交通建设任务和广西综合交通运输发展“十三五”规划重点任务，为交通强区建设奠定基础。到2035年底，基本建成交通强区。现代化综合交通体系基本形成，城乡区域交通协调发展达到新高度，有力支撑广

西现代化经济体系建设。基本形成“3213 出行交通圈”和“123 快货物流圈”。智能、平安、绿色、共享、开放交通发展水平达到国内先进水平，基本实现交通治理体系和治理能力现代化。到本世纪中叶，全面建成交通强区。交通运输综合实力达到国内先进水平，人民群众享有美好交通服务，有效支撑和引领广西经济社会发展迈入现代化。

九项重点任务：一是构建布局完善、立体互联的基础设施体系；二是打造先进适用、特色鲜明的交通装备体系；三是打造便捷舒适、经济高效的运输服务体系；四是打造创新驱动、科技引领的智能交通体系；五是打造完善可靠、反应快速的交通安全体系；六是打造节约集约、低碳环保的绿色交通体系；七是打造互联互通、深度融合的开放合作体系；八是打造精良专业、担当实干的交通人才队伍；九是打造科学规范、高效现代的交通治理体系。

2021年2月，中共中央、国务院印发的《国家综合立体交通网规划纲要》，明确将北部湾港与上海港、深圳港、广州港等10个港口一并列为国际枢纽海港，广西向圆梦国际大港又迈进了一步。10月，《广西壮族自治区推进交通强国建设试点实施方案（2021—2025年）》正式印发，提出到2025年，基本建成贯通南北、海陆双向开放的西部陆海新通道，北部湾国际门户枢纽港地位基本确立，开放有序、现代高效的国际运输体系初步建成，国际运输便利化水平有效提升。要打造多层次国际枢纽，通过建设北部湾国际门户枢纽港、南宁区域性国际综合交通枢纽、全国性及区域性综合交通枢纽城市、面向东盟的边境口岸枢纽以及“联内接外”的集疏运体系等，形成综合交通枢纽发展新格局。

2019年8月《西部陆海新通道总体规划》将北部湾港定位为国际门户港，今年2月《国家综合立体交通网规划纲要》将北部湾港定位为国际枢纽海港，建设北部湾国际门户港已列入国家“十四五”规划纲要。钦州港是我国沿海主要港口，也是我国与东盟国家海上贸易的重要口岸，本项目的建设有利于加快港航基础设施发展，显著提升港口综合服务水平，完善国际物流体系，提高全球航运资源配置能力，对建设广西北部湾国际门户港具有重要意义。同时，平陆运河建设能够直接沟通西江航运干线和北部湾港，有利于进一步优化珠江水系高等级航道体系，完善国家高等级航道网，推动内河水运高质量发展；有利于优化区域交通运输结构，降低社会综合物流成本，推进运输结构调整；有利于统筹铁路、公路、水运等基础设施规划建设，完善多层次网络布局，构建现代化高质量综合立体交通网

络，助力加快交通强国建设。综上，本项目与《交通强国建设纲要》高度契合。

6.4.7 与《西部陆海新通道总体规划》《“十四五”推进西部陆海新通道高质量建设实施方案》符合性分析

2019年8月2日，国家发展改革委关于印发《西部陆海新通道总体规划》的通知（发改基础〔2019〕1333号）正式发布，《规划》提出，要发挥毗邻东南亚的区位优势，统筹国际国内两个市场两种资源，协同衔接长江经济带，以全方位开放引领西部内陆、沿海、沿江、沿边高质量开发开放。

西部陆海新通道位于我国西部地区腹地，北接丝绸之路经济带，南连21世纪海上丝绸之路，协同衔接长江经济带，在区域协调发展格局中具有重要战略地位。要认真贯彻落实国务院的批复精神，把《规划》实施作为深化陆海双向开放、推进西部大开发形成新格局的重要举措，加快通道和物流设施建设，提升运输能力和物流发展质量效率，深化国际经济贸易合作，促进交通、物流、商贸、产业深度融合，为推动西部地区高质量发展、建设现代化经济体系提供有力支撑。

西部陆海新通道主要战略定位如下：

——推进西部大开发形成新格局的战略通道。发挥毗邻东南亚的区位优势，统筹国际国内两个市场两种资源，协同衔接长江经济带，以全方位开放引领西部内陆、沿海、沿江、沿边高质量开发开放。

——连接“一带”和“一路”的陆海联动通道。纵贯我国西南地区，有机衔接丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路，加强中国—中南半岛、孟中印缅、新亚欧大陆桥、中国—中亚—西亚等国际经济走廊的联系互动，使西部陆海新通道成为促进陆海内外联动、东西双向互济的桥梁和纽带。

——支撑西部地区参与国际经济合作的陆海贸易通道。支持和促进中新（重庆）战略性互联互通示范项目合作，带动东盟及相关国家和地区协商共建发展通道，共享通道资源，提升互利互惠水平，探索开拓第三方市场合作模式，深化国际经贸关系，使西部陆海新通道成为构建开放型经济体系的重要支撑。

——促进交通物流经济深度融合的综合运输通道。发挥交通支撑引领作用，以“全链条、大平台、新业态”为指引，打造通道化、枢纽化物流网络，大力发展多式联运，汇聚物流、商流、信息流、资金流等，创新“物流+贸易+产业”运

行模式，使西部陆海新通道成为交通、物流与经济深度融合的重要平台。

《规划》提出，要加强港口分工协作，完善广西北部湾港功能。提升北部湾港在全国沿海港口布局中的地位，打造西部陆海新通道国际门户。钦州港重点发展集装箱运输，防城港重点发展大宗散货和冷链集装箱运输，北海港重点发展国际邮轮、商贸和清洁型物资运输。

根据国家发改委《“十四五”推进西部陆海新通道高质量建设实施方案》（发改基础〔2021〕1197号），要加快广西北部湾港国际门户港建设：对标国际一流港口，优化港区资源整合与功能布局，提升码头、航道设施能力及智能化水平，建设智慧港口。大力发展高端航运服务，延伸上下游产业链供应链，打造现代国际门户港，推动与洋浦港、湛江港联动发展...**研究建设平陆运河**，建设百色等枢纽通航设施。

本项目为平陆运河工程，平陆运河建设是构筑高效、畅通、绿色的西部陆海新通道主骨架的客观要求，能够有效优化西部陆海新通道交通方式和货运结构，从根本上提升西部陆海新通道货运能力，放大西部陆海新通道的影响和经济社会效益。同时，建设平陆运河、在西南地区开辟新的出海口，提升我国与东盟之间的互联互通水平，服务更为紧密的中国-东盟命运共同体建设，巩固和扩大“一带一路”建设成果，也是完善国家对外贸易格局、服务国家全方位高水平对外开放的迫切需要。项目契合《“十四五”推进西部陆海新通道高质量建设实施方案》对港口航运的要求，亦是《西部陆海新通道总体规划》要求将广西北部湾港建设成为通道两端物流枢纽布局的重要一环。项目的建设将有效提高广西内河航运的出海能力，为西部大开发战略的实施、促进东、中、西部地区协调发展奠定坚实的基础。综上，本项目符合《西部陆海新通道总体规划》《“十四五”推进西部陆海新通道高质量建设实施方案》。

6.4.8 与《广西壮族自治区湿地保护条例》符合性分析

《广西壮族自治区湿地保护条例》于2014年11月28日广西壮族自治区第十二届人民代表大会常务委员会第十三次会议通过。该条例旨在加强湿地保护和管理，维护湿地生态功能和生物多样性，促进湿地资源可持续利用。

根据《条例》：“列入国家和自治区重要湿地名录的湿地，任何单位和个人不得擅自占用或者改变湿地用途。因基础设施建设等确需占用或者改变湿地用途的，

县级以上人民政府有关主管部门在依法审查办理用地手续时，应当征得同级人民政府林业主管部门和该湿地主管部门的同意。

在列入一般湿地名录的湿地进行矿产资源勘查、开发或者进行交通、水利、电力、天然气、通讯等重点工程建设，应当不占用或者少占用湿地。确需占用湿地的，县级以上人民政府有关主管部门在依法审查办理建设项目用地手续时，应当征求同级人民政府林业主管部门和该湿地主管部门的意见。”

本项目建设不占用列入湿地名录的湿地，项目建设与《广西壮族自治区湿地保护条例》相符合。

6.4.9 与《广西壮族自治区红树林资源保护条例》符合性分析

《广西壮族自治区红树林资源保护条例》第二十八条规定：“工程建设项目应当避让红树林地。国家或者自治区重点工程项目确实无法避让，需要占用或者征收红树林地的，应当进行环境影响评价，依法办理用地、用海、用林审批手续。”

本项目为国家重点工程，根据 7.1.5 小节用海选址分析结论，项目建设无法避让红树林。项目已开展相应的环境影响评价和红树林影响专题，后续将开展红树林异地修复工作。项目施工采用先进、合理的施工设备和工艺，布设防污帘，严格按照操作规程科学安排作业程序，尽量缩短施工周期，最大限度地减轻项目施工对区域红树林生态系统的影响。

因此项目建设与《广西壮族自治区红树林资源保护条例》相符合。

6.4.10 与《广西红树林资源保护规划（2020~2030年）》的符合性分析

《广西红树林资源保护规划（2020~2030年）》由广西壮族自治区第十三届人民代表大会常务委员会第五次会议于 2018 年 9 月 30 日通过，自 2018 年 12 月 1 日起施行。该规划的目的为加强对红树林资源的保护和管理，保护生物多样性，抵御风暴潮等海洋自然灾害，促进沿海生态环境改善。

《规划》提出：“第二十七条 禁止移植、砍伐红树林。因科研、医药、更新抚育、工程建设等特殊原因确需移植、砍伐红树林自然保护区外的红树林的，应当按照审批权限经县级以上人民政府林业主管部门批准。经批准移植、砍伐的，

应当按照指定的种类、数量、时间、地点进行，并接受县级以上人民政府林业主管部门的监督检查。

经批准移植的，移植后五年内的养护，由移植申请单位负责，并承担移植和养护费用；经批准砍伐的，应当依法缴纳森林植被恢复费或者补种不少于砍伐面积和株数的红树林树木。

第二十八条 工程建设项目应当避让红树林地。国家或者自治区重点工程建设项目确实无法避让，需要占用或者征收红树林地的，应当进行环境影响评价，依法办理用地、用海、用林审批手续。涉及红树林自然保护区调整的，应当依照国家和自治区自然保护区管理的有关规定办理。

用地单位应当根据工程建设项目占用或者征收红树林地对生态环境的影响，采取必要的海岸防护和绿化措施；经批准占用或者征收红树林地上的树木可以移植的，应当按照本条例第二十七条规定进行移植。”

本项目为西部陆海新通道中平陆运河的建设工程，属于国家重大工程，根据第7章用海选址比选分析，本项目建设不得不得占用红树林生境，且为了满足船舶通航要求，已无减少占用红树林生境面积的可能性。为了减少对红树林的影响，本项目施工期将采取相关的防护措施减少对项目附近红树林的影响，由于项目占用的红树林根系庞大移植存活率低，本项目采用异地修复的方式进行红树林生境恢复，修复数量为占用红树林数量的三倍，可以满足《规划》要求。

本项目建设与《广西红树林资源保护规划（2020~2030年）》相符合。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 区位和经济条件适宜性

1、区位条件优越

广西壮族自治区是我国实施西部大开发战略 12 个省区之一，也是我国少有的既沿海又沿边的省区，具有沿海、沿江、沿边的区位优势。随着中央赋予广西“三大定位”新使命和西部陆海新通道建设，北部湾经济区、珠江-西江经济带、左右江革命老区、桂林国际旅游胜地实现国家战略全覆盖，广西在国家战略中的地位作用不断提升。

钦州地处华南经济圈、西南经济圈与东盟经济圈的结合部，面向东盟，背靠西南，是中西部地区最便捷的出海通道，北部湾的铁路网中心枢纽和广西沿海交通主枢纽，作为西南地区走向东盟国际出海大通道的最前沿，占据着面向东盟开放的枢纽和桥梁地位，是“一带一路”海陆衔接的重要节点城市，为钦州构建全方位的区域合作新格局创造了良好条件。

近年来，钦州市在自治区党委、政府的正确领导下，全面贯彻落实科学发展观，大力实施“以港兴工，三化互动”发展战略，加快建大港、兴产业、造新城步伐，全市经济社会保持良好发展势头。

钦州地处环北部湾经济圈核心地带及其沿岸港口群的中心位置，是广西的南大门和大西南的出海大通道，是中国沿海城市最靠近东盟的大港口，也是中国—东盟自由贸易区的海上连接点；加上钦州港本身腹地广阔，港口设施完善，土地资源和淡水资源丰富，投资环境良好，同时还享受国家西部大开发等一系列优惠政策。所有这些，不仅造就了钦州的战略区位优势，而且使钦州这个新兴的工业城市蕴藏着巨大的发展潜力和无限的发展商机。

钦州依靠其独特的区位优势，成为了中国对接东盟的区域性国际航运中心、物流中心和临海核心工业区，同时它也是中国南方重要的炼油中心和能源基地。

钦州港口是我国建设面向东盟国际互联互通的重要枢纽，“十三五”时期钦州建设面向东盟海上国际大通道的核心枢纽将迎来重大机遇。近年来，钦州基本建

成 30 万吨级航道及码头，新增港口吞吐能力 5800 万吨；新增或加密越南、香港、上海等内外贸班轮航线 20 多条；建成运营多条高速铁路和高速公路，拥有高效便捷的交通运输体系，海陆联运通道进一步优化，这为海上东盟与陆上东盟相连，海上丝路与陆上丝路相连提供了有力支持。

钦州拥有多个开放平台，优惠政策集聚，除享有西部大开发、中国-东盟自贸区和广西北部湾经济区等优惠政策外，钦州保税港区是全国第六个保税港区，西南沿海唯一的保税港区。钦州整车进口口岸是全国第五个整车进口口岸，中马钦州产业园区是全国第三个中外两国政府合作共建园区。众多的国家级开放开发平台、优惠的先行先试政策，为钦州开展面向东盟的合作交流，打造北部湾开放合作高地的核心引擎创造了条件。

本项目为平陆运河工程，本工程直接沟通西江和钦江水系，可在西南地区开辟新的出海口。该工程的建设，对提升我国与东盟之间的互联互通水平，服务更为紧密的中国-东盟命运共同体建设，巩固和扩大“一带一路”建设成果，完善国家对外贸易格局、服务国家全方位高水平对外开放具有重要意义。入“一带一路”前沿具有重大意义，是广西实施强首府战略的重要支撑。同时，平陆运河建设将引领沿河经济带、生态文旅带开发，有利于促进南宁与北钦防地区协调发展，推动南宁都市圈、北部湾经济区做优做强，引领全区高质量发展。

综合来看，项目所在区位优势，适宜本项目建设。

（2）经济条件适宜性

2019 年广西常住人口 4960 万人，实现 GDP21237 亿元，同比增长 6%，三次产业结构为 16：33.3：50.7，完成外贸进出口额 681 亿美元，增长 14.4%，增幅较全国高 11 个百分点。西部大开发以来，广西全力打造“14+10”现代产业体系，重点发展食品、汽车、石化、电力、有色金属、冶金、机械、建材、造纸与木材加工、电子信息、医药制造、纺织服装与皮革、生物、修造船及海洋工程装备 14 个千亿元产业，大力发展新材料、新能源、节能环保、海洋经济、生物医药、新一代信息技术、新能源汽车、生物农业、先进装备制造、养生健康 10 个战略性新兴产业，加快推进工业跨越发展，工业总量逐步扩大，对广西经济发展的作用日益增强。

2020 年，面对国内外错综复杂的经济环境、艰巨繁重的改革发展挑战，钦

州市人民在市委、市政府的正确领导下，保持定力、对冲压力，顽强拼搏、接续奋斗，走过了极不平凡的发展历程，全年全市生产总值 1387.96 亿元，按可比价计算，比上年增长 2.6%。年末全市户籍总人口 417.88 万人，比上年末增加 0.22 万人。全市常住人口 330.22 万人，其中城镇人口 138.75 万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）为 42.02%；乡村人口 191.48 万人，占常住人口比重为 57.98%。

对外经济中，全年全市货物进出口总额 217.65 亿元，比上年增长 6.5%。其中，出口 81.67 亿元，增长 2.0%；进口 135.98 亿元，增长 9.4%。进出口逆差（进口大于出口）54.31 亿元，比上年增加 10.18 亿元。对东盟国家进出口总额 52.97 亿元，比上年下降 7.6%。其中，出口 16.51 亿元，同比下降 35.3%；进口 36.47 亿元，同比增长 14.5%。全年全市实施内资项目本年到位资金 692 亿元，增长 9.8，实际利用外资 27041 万美元，增长 104.8%。

平陆运河建设能够直接打通西部地区内河水运出海新通道，西江航运干线中上游通过平陆运河运输至钦州港出海，较由广州出海可缩短 560 公里，可大大降低营运成本，优化物流运输体系，与既有运输通道互为补充，对带动西部地区经济社会发展、助力国家西部大开发形成新格局具有重要价值，根据测算，平陆运河建设为腹地带来的运输费用节约 2035 年、2050 年将分别达到 37.0 亿元、50.8 亿元。平陆运河与西江水系组成的江海联运大通道将广泛辐射西部地区，对于巩固脱贫攻坚成果，促进乡村振兴具有重要价值，有利于优化西部地区国土空间布局，促进沿海、沿江率先发展的集聚优势进一步向内陆纵深推进，对推动区域协调发展具有重大意义。

综合来看，项目选址和所在区域社会经济条件相适宜，并且项目的实施对该区域工业产业和经济发展具有重大和深远影响。

7.1.2 自然资源和生态环境适宜性

7.1.2.1 气象条件适宜性

项目所在的钦州市钦南港区位于广西北部湾沿海中部岸段，处在北部湾的顶部、钦州湾的中部，三面环陆，一面向海，具有良好的天然深水水域和广阔的陆域；因属于亚热带海洋性季风气候区，气候温和，雨水充沛，雾日天数较少，可

作业天数高，非常适宜港口及临港工业的建设，总体来讲，该区域虽然存在一些极端气候，但极端气候持续时间较短，而且可以通过采取措施和禁止在极端气候条件下施工或通行而降低极端气候的影响。

因此，该区域的气候条件较适宜本项目建设。

7.1.2.2 地质条件适宜性

运河沿线无滑坡、泥石流等宏观不良地质作用；线路沿线灰岩、白云岩呈带状分布，分布范围小，岩溶发育程度弱，含、透水性弱，其它地层为沉积碎屑岩、花岗岩及冲积黏性土，属相对隔水岩层，含、透水性弱，地下水对工程建设影响较小；陆屋至青年梯级紧邻并相交于防城～灵山断裂带，建设场地属抗震不利地段；平陆运河工程建设适宜性分级为较适宜。

7.1.2.3 水动力条件适宜性

据钦州湾水文调查资料分析表明：湾内落潮流速大于涨潮流速，落潮平均历时小于涨潮平均历时；在内外湾之间的潮汐通道内，大、中潮垂线平均最大流速，涨潮流为 0.9~1.0m/s，落潮流 1.0~1.1m/s；外湾以西水道流速最大、东水道次之，大中潮期垂线平均最大流速，东水道落潮流 0.8~1.5m/s、涨潮流 0.5~0.8m/s；中水道落潮流 0.7~0.8m/s，涨潮流 0.5~0.6m/s；西水道落潮流 0.8~0.9m/s，涨潮流 0.7~0.8m/s。整体上适宜本工程建设。

7.1.2.4 区域生态环境适宜性

本项目航道整治施工将不可避免的对区域生态系统造成一定的不利影响。本工程生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要限定在疏浚范围之内，将直接破坏底栖生物生境，改变底栖生物栖息地；间接影响则是由于疏浚致使施工的局部水域悬浮物增加，对区域海洋生物造成毒害。通过前面章节的分析，航道施工将损害底栖生物 876.3t，游泳生物 1.88t，仔鱼 7.97×10^8 尾。随着工程结束，工程范围内生境将重新恢复。建议工程建设单位做好生态补偿工作，可由地方渔业主管部门采取贝类底播增殖和鱼类增殖放流等方式进行生态资源补偿。本航道工程在采取一定补偿措施以及环保措施的前提下，可减轻对生态环境的影响。

项目另外委托了红树林专题，同时建议项目建设单位积极与自然资源等主管

部门协商，取得对方同意占用沙井岛海岛自然岸线意见。

7.1.3 与周边海域开发活动适宜性

本项目施工船舶的过往等可能对所在海域的通航环境带来一定的干扰，由建设单位统一调度管理，进行良好的沟通与协商，保证工程施工的正常实施。

由于施工船舶进出工程所在区域，由于施工船舶的增加，一定程度上给所在区域来往船舶正常通行造成影响，建设单位应切实落施相关安全保障措施和海事主管部门的相关要求，在船舶过往航道处的周边设置警示标志，提醒过往船舶提前避让，避免发生事故。

由于项目海域航道周边存在较多海洋环境敏感目标，项目施工期间，施工船舶尽量避免进入周边环境保护区，施工产生的污水不向海域内排放，施工期间须严格落实悬浮沙污染防治措施，切实落实施工期监测计划，严格监督疏浚和施工过程，严禁运输过程洒冒滴漏，落实各项水污染管控措施；施工期间安排专船对悬沙扩散范围及方向进行巡视监控，一旦发现悬沙可能扩散影响到邻近红树林区时，及时停止施工，避免悬沙对邻近敏感区的影响。同时项目另外委托了红树林专题，建议项目建设单位积极与利益相关者协调，取得对方同意意见方可建设，加强与自然资源等主管部门协商，取得对方同意占用沙井岛海岛自然岸线意见。

7.1.4 与相关规划适宜性

本项目位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》中的沙井北岸保留区、茅尾海东岸旅游休闲娱乐区、茅尾海东部农渔业区、茅尾海东岸工业与城镇用海区、茅尾海农渔业区、七十二泾旅游休闲娱乐区；位于《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj07）、七十二泾重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj05），且占用《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中沙井岛东侧的海岛自然岸线。本航道施工期在制定合理施工计划，并落实相关环保措施，在做好红树林及海洋生态保护修复工作，并取得自然资源等主管部门同意项目占用海岛岸线的前提下，符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》和《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》。根据第六章的分析，本项目符合《广西壮族自治区海洋主体功能区划》。另外，本项目还与《钦州港总体规划》、《钦州市城市总体规划》、《全国

内河航道与港口布局规划》与《内河航运发展纲要》等规划符合。

7.1.5 用海选址比选

1、现状条件

平陆运河入海口航道为平陆运河最下游航道，航道范围为平陆运河最下游梯级（青年枢纽）至钦州港东西航道交汇处。

钦江青年枢纽以下河段属感潮河段，潮差可达 3m，河面宽 100m~200m，河道弯曲且汊流多，两岸地势平坦，河岸高度一般为 1m~2m，现状两岸绝大部分朋低矮防洪堤，大洪水时经常受淹。

茅尾海位于钦州市南边、钦州湾的北部海域，属于钦州湾的内海，是以钦江、茅岭江为主要入湾径流的共同河口海滨区，位于钦州湾海域顶部，东西走向最宽处约 15km，南北走向最宽处约 17km，茅尾海东至坚心围，南至青菜头，西至茅岭江口，北至大榄江渡口，海岸线长约 120km，面积约 134km²。南北纵深约 18km，东西最宽处为 12.6km。水深 0.1m~5m，水的最深处可达 29m。在河口处，建有沙井港，有两个 500 吨级泊位，使用沙井航道，导助航设施简陋，沙井港至钦州港之间的航道进程有 18km，船舶通航等级为 500 吨级，目前乘潮可以通航 1000 吨级船舶，一般载重 50~100t 机动船均需乘潮才可进入钦州市区。

2、方案布设

平陆运河入海口航道航段分为钦江段和近海段两部分，航道终点需要汇入钦州已有航道。钦江从梨头嘴分瓦泾江（右汉口）排榜江（左汉口）汇入茅尾海，根据入海口条件和钦州港总体规划，近海段航道线路有 3 个线路方案进行比选。

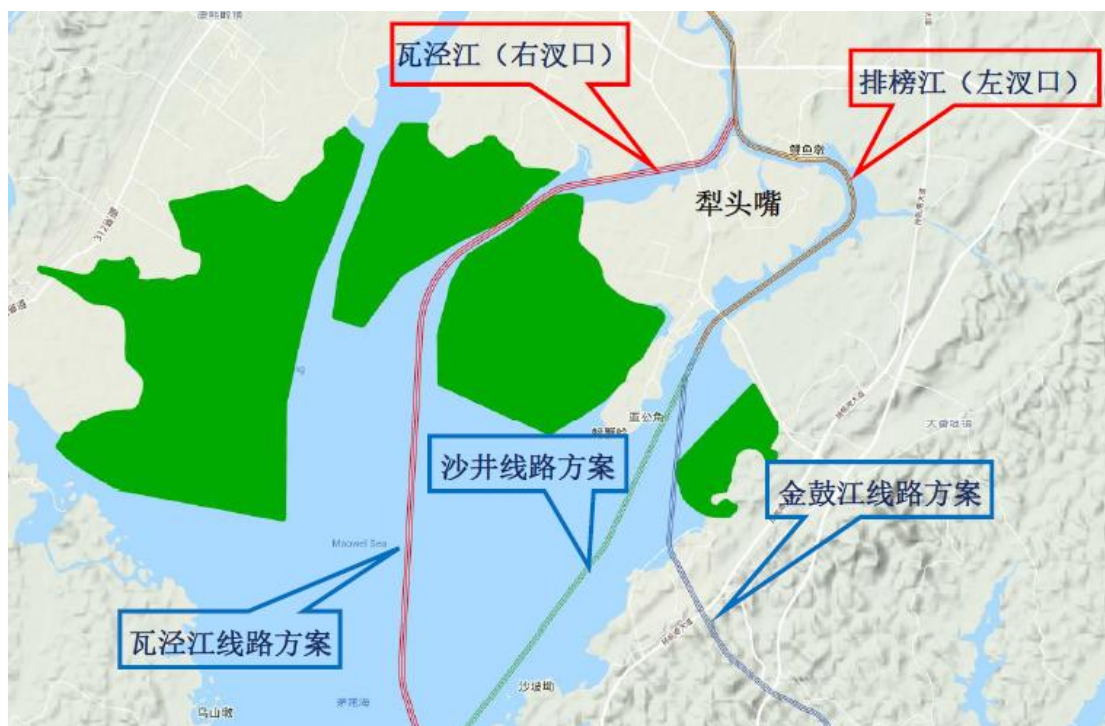


图 7.1.5-1 入海口航道总体线路方案

瓦泾江线路方案从犁头嘴右汉口沿瓦泾江河道入茅尾海，穿越犁头嘴钦江大桥、红树林自然保护区和穿过茅尾海国家海洋公园后，与钦州港 10 万吨级航道相接。

沙井线路方案从犁头嘴沿排榜江河道、经鲤鱼墩弯道后穿越沙井钦江大桥后进入茅尾海，经潮汐通道深槽穿过茅尾海后，与钦州港 10 万吨级航道相接。

金鼓江线路方案从犁头嘴沿排榜江河道、经鲤鱼墩弯道后穿越沙井钦江大桥后，从茅尾海向东穿越龙海路、扬帆大道、钦州进港一级公路和黎钦铁路，沿地势较低处进入钦州港金鼓江航道后，与钦州港 10 万吨级航道相接。

3、选址比选

对近海段航道线路 3 个方案进行比选分析，瓦泾江线路方案占用部分红树林、茅尾海国家海洋公园，航道浚深过程中，会对红树林保护区产生直接影响，导致红树林海域悬浮泥沙增多，影响红树林根系呼吸，从而影响其生长；运河往来船舶噪声会对红树林中栖息的鸟类和茅尾海国家海洋公园中牡蛎种质产生影响，对其觅食、休憩、繁殖和抚育造成干扰，一旦发生溢油事故，红树林保护区将会受到破坏。金鼓江线路方案沿线有滨海公园及别墅、公路、铁路等交通线路，且大部分为山体，该线路方案会对钦州港腹地的陆域交通产生严重影响，且金鼓江西岸规划了液体化工码头，结合金鼓江航道条件和平陆运河的货运量，该方案在运

行过程中存在安全隐患。沙井线路方案结合港口总体规划、岸滩演变规律和波浪水流泥沙数学模型试验结果，充分利用天然水深和深槽，基本沿钦州港总体规划中的规划沙井航道线路，沙井线路方案相对前两个方案而言，制约因素相对较小，三个方案比选如下：

表 7.1.5-1 方案比选

航段		入海口航道近海段	
线路方案	瓦泾江航道线路	金鼓江航道线路	沙井航道线路
疏浚土石方	中	大	小
征地拆迁	小	大	小
施工条件	水下疏浚	开挖越岭山体，土石方体量较大，弃土不便。	水下疏浚
对沿线影响	占用部分红树林、茅尾海国家海洋公园，穿过大片红树林，疏浚对周边影响大。	对钦州港陆岛交通产生严重影响。新建和改建 6 座桥梁，改建多条电力线路和输油管线。	与规划沙井航道线路基本一致，需穿越生蚝养殖区，对沿线影响相对较小。
维护难度、强度	大	小	中
环境影响	不推荐	不推荐	推荐
投资匡算	中	大	小

根据平陆运河前期研究结论，考虑征地拆迁、土方开挖、施工条件、工程投资等因素，结合环评意见，本阶段平陆运河入海口航道近海段推荐采用沙井航道线路方案。

7.2 用海方式和平面布置合理性分析

7.2.1 用海方式合理性

本项目航道工程用海方式包括开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级方式）。根据《海域使用论证技术导则》，本节重点从以下方面分析用海方式的合理性。

（1）可以维护海域基本功能

平陆运河建设能够直接沟通珠江水系和北部湾港，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，完善区域高等级航道网络，推动内河水运高质量发展；有利于优化区域交通运输结构，降低社会综合物流成本，推进运

输结构调整；有利于统筹铁路、公路、水运等基础设施规划建设，完善多层次网络布局，构建现代化高质量综合立体交通网络，加快交通强国建设步伐，服务社会主义现代化建设。另外，平陆运河建设也是国家建设南北内河水运大通道的重要组成部分，对完善国家高等级内河航道网具有重要作用。

项目工程根据水资源综合利用的原则和河床演变规律，进行全河段总体规划，局部滩险整治服从全局。本项目航道工程用海方式包括开放式（一级方式）中的专用航道、锚地及其他开放式用海（二级方式）。航道用海属于开放式用海，项目航道占用部分沙井岛，在依法办理用岛手续和做好相关生态修复工作的基础上，本项目的用海方式可以维护海域基本功能。

（2）一定程度可保全海域海洋生态系统

本工程航道施工将不可避免的对区域生态系统造成一定的不利影响。本工程生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要限定在疏浚拓宽的范围之内，将直接破坏底栖生物生境，改变底栖生物栖息地，同时占用部分海岛；间接影响则是航道施工致使局部水域悬浮物增加，从而破坏海洋生物生境条件。通过前面第四章的分析，航道整治工程将损害项目海域的底栖生物损失 749.8t，施工悬沙共造成游泳生物损失 2.40t。随着工程结束，工程范围内生境将逐渐重新恢复。建议工程建设单位采取贝类底播增殖和鱼类增殖放流等方式进行生态资源补偿，同时尽快落实红树林专题和用岛手续，做好海岛岸线占补平衡方案等工作。工程在采取一定补偿措施以及环保措施的前提下，可减轻对生态环境的影响。

7.2.2 平面布置合理性

综合考虑与西江航运干线的协调性，货运量发展需求和各货源地流量、流向、运输组织方式，以及西江航运干线航道条件、通航建筑物及桥梁特点等因素，平陆运河航道通航技术等级规划为内河 I 级，兼顾通航 5000 吨级内河船舶，并预留远期发展建设条件。

平陆运河为 I 级航道，兼顾通航 5000 吨级内河船舶。2035、2050 年运河货运量将分别达到 1.08 亿吨、1.30 亿吨，2050 年高方案为 1.8 亿吨。考虑船闸远期改造难度，为满足货运量发展需求，平陆运河各枢纽需同步建设双线 5000 吨级船闸。航道工程具备分期实施方案的可能，因此对航道一次建成与分期实施进行论证比较。

从运输经济性、船闸通过能力与货运量发展的匹配度、施工条件、工程近远期投资等方面进行对比分析,航道按 5000 吨级标准一次性建成运输经济性较优,通航建筑物和航道的通航效率最高,可适应船舶大型化的发展趋势,但工程一次性投资较大。考虑近期 5000 吨级船舶占比较少,起步 3000 吨级方案可以较大程度上减低工程建设的先期投入,且通过能力满足 2035 年货运量需求,因此本阶段推荐航道按起步 3000 吨级标准建设的分期实施方案,远期需随着货运量及船舶大型化发展情况适时提等升级。

平陆运河青年枢纽为下游最后一个梯级,青年枢纽向下至钦州港为入海口航道,属于海河交界区。根据该区域内水流动力条件、风浪、地质条件和河床边界条件,本段航道以潮汐作用为主,并具有河流水文特性。因此,入海口航道的航道尺度按照《航道工程设计规范》中沿海及潮汐河口航道标准计算。但青年枢纽以下至沙井约 26km 航道穿过整个钦州市区,河面宽度 80-200m,航道条件较好,此段虽属于入海口航道,但与下游近海段航道相比,其河道形态与通航条件相对较好,因此该段航道仍按内河限制性航道标准控制。

本工程海域航道平面布置考虑目前水道及茅尾海周边的现状,采取最合适的方案建设,可与周边其他用海活动相适应,同时能最大程度减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。因此,项目总平面设计符合《海港总平面设计规范》要求,项目平面布置是合理的,目前也是唯一的。

7.3 用海面积合理性分析

7.3.1 项目用海面积与相关设计标准和规范符合性

本工程项目是在原水道的基础上进行建设改造,是根据《航道工程设计规范》《内河通航标准》(GB50139-2014)和《疏浚与吹填工程设计规范》(JTS181-5-2012)等规范或技术标准进行本航道的设计,也就是说,航道用海面积是设计单位在考虑了上述设计规范内河 I 级航道的平面布置和尺度的技术要求而确定的,故本项目的用海面积与航道的平面布置以及项目的用海需求是协调一致的。

项目航道工程申请用海总面积 594.5719 公顷,其中航道 1 用海面积为 3.1861 公顷,航道 2 用海面积为 265.6809 公顷,航道 3 用海面积为 91.1106 公顷,锚地 1 用海面积为 74.4191 公顷,锚地 2 用海面积为 160.1752 公顷。

7.3.2 用海面积减小的可能性分析

本项目航道为开放形式的用海，满足平陆运河联通大西南区域的需要，项目是按照《海籍调查规范》要求进行量算，用海面积合理，基本没有减少海域使用面积的可能。

7.3.3 宗海图绘制

本项目位置信息根据业主提供的平面布置图转换为高斯投影 3 度带、 $108^{\circ}00'E$ 为中央子午线的 CGCS2000 平面坐标，同时得到 CGCS2000 下大地坐标。宗海图以转换后的 CGCS2000 坐标系总平布置为底图；高程为 1985 国家高程系；投影方式为：高斯投影；中央经线： $108^{\circ}E$ 。项目组根据总平面布置的实际位置转换为 $108.5^{\circ}E$ 中央经线，并计算各单元的面积。

7.3.3.1 界址点的确定

根据海籍调查规范，航道工程宗海范围含灯桩，航标等标志所使用的海域，以实际设计或使用的范围为界；本项目占用岸线的部分以岸线为界；本项目用海范围与沙井钦江大桥、广西滨江公路龙门大桥等有重叠，需进行避让。本项目钦江城区段宽度为 105m，用海范围按航道边线外扩 10m 界定；项目入海口近海段宽度为 140m，用海范围按航道边线外扩 25m 界定。

略

图 7.3.3-12 钦江城区段用海范围界定示意图

略

图 7.3.3-2 入海口近海段用海范围界定示意图

7.3.3.2 宗海图绘制方法

1) 宗海位置图的绘制

宗海位置图的底图采用 2013 年国家测绘地理信息局提供的天地图，比例尺为 1:100000，图式采用《宗海图编制技术规范》(HY/T 251-2018)，CGCS2000 大地坐标系，深度-米-理论最低潮位面，高程-米-1985 年国家高程基准。

根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009) 及《宗海图编制技术规范》(HY/T 251-2018) 确定宗海范围，在 CGCS2000，高斯投影 3 度带， 108.5° 中央经线下，

将项目信息叠加至底图，并补充《海籍调查规范》中要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

2) 宗海平面布置图的绘制

宗海平面布置图的底图采用数字线划底图，海陆分界线为广西壮族自治区 2008 海岸线，图式采用《宗海图编制技术规范》(HY/T 251-2018)，CGCS2000 大地坐标系，深度-米-理论最低潮位面，高程-米-1985 年国家高程基准。在 CGCS2000，高斯投影 3 度带，108.5°中央经线下，叠加项目信息至底图，并补充《海籍调查规范》中要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

3) 宗海界址图的绘制

宗海界址图的底图采用数字线划底图，海陆分界线为广西壮族自治区 2008 海岸线，图式采用《宗海图编制技术规范》(HY/T 251-2018)，CGCS2000 大地坐标系，深度-米-理论最低潮位面，高程-米-1985 年国家高程基准。在 CGCS2000，高斯投影 3 度带，108.5°中央经线下，叠加项目信息至底图，并补充《海籍调查规范》中要求的其他海籍要素，形成宗海界址图。

本项目宗海位置图见图 7.3.3-1，宗海平面布置图见图 7.3.3-2，宗海界址图见图 7.3.3-3-图 7.3.3-5。

平陆运河宗海位置图

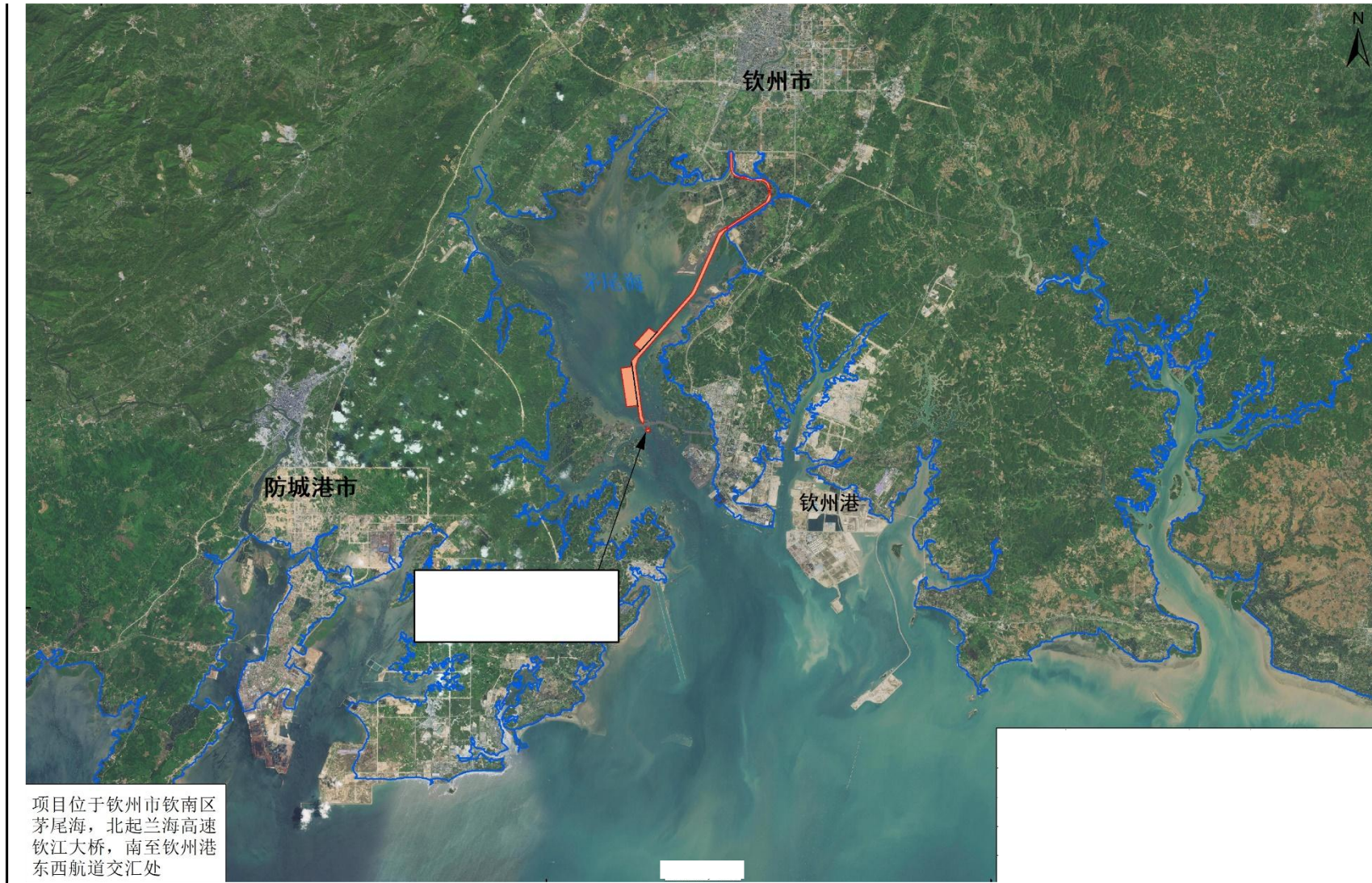


图 7.3.4-1 平陆运河宗海位置图

平陆运河宗海平面布置图



图 7.3.4-2 平陆运河宗海平面布置图

平陆运河(航道1)宗海界址图

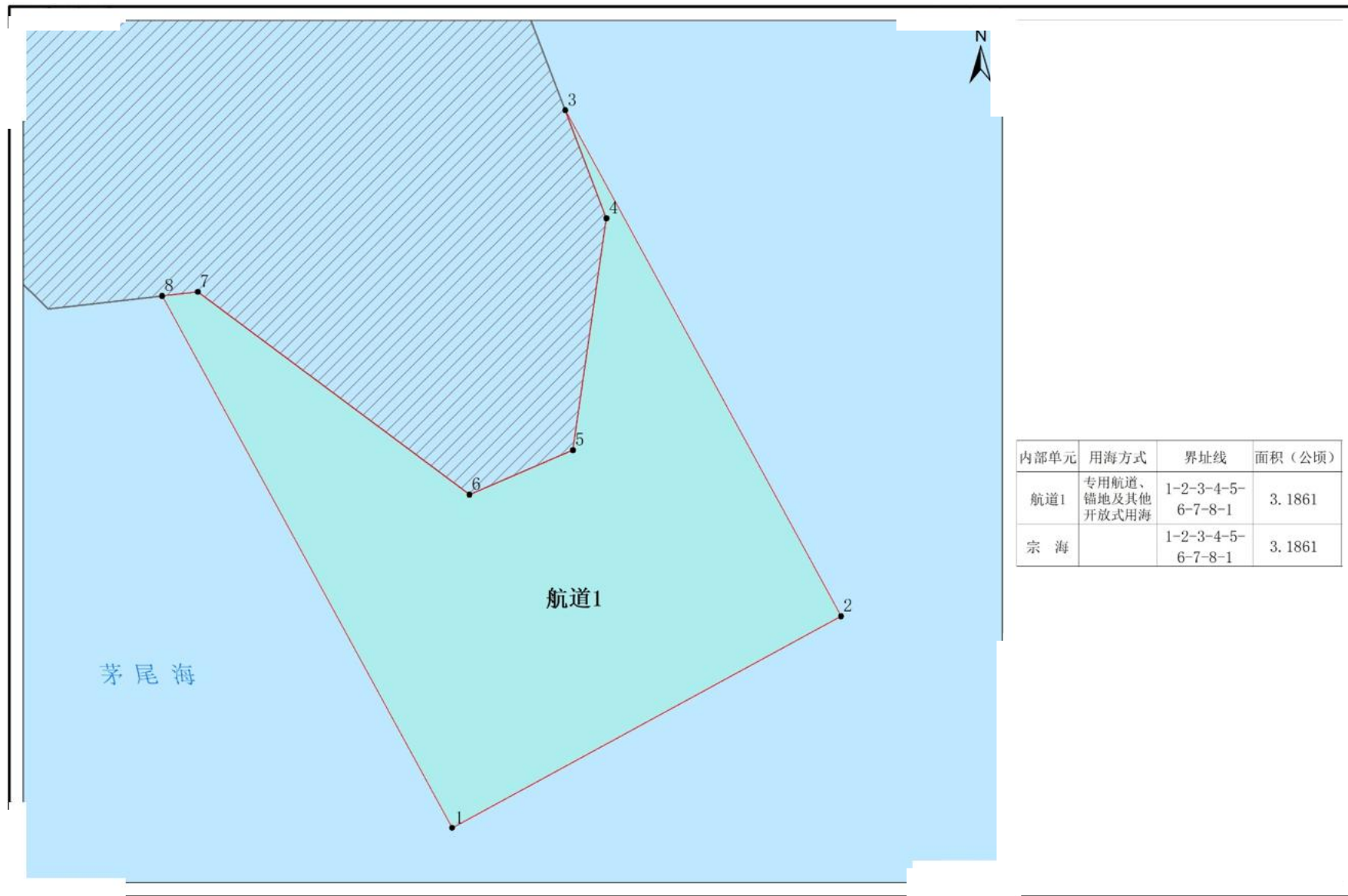


图 7.3.4-3 平陆运河(航道1)宗海界址图

平陆运河(航道2、锚地1、锚地2)宗海界址图

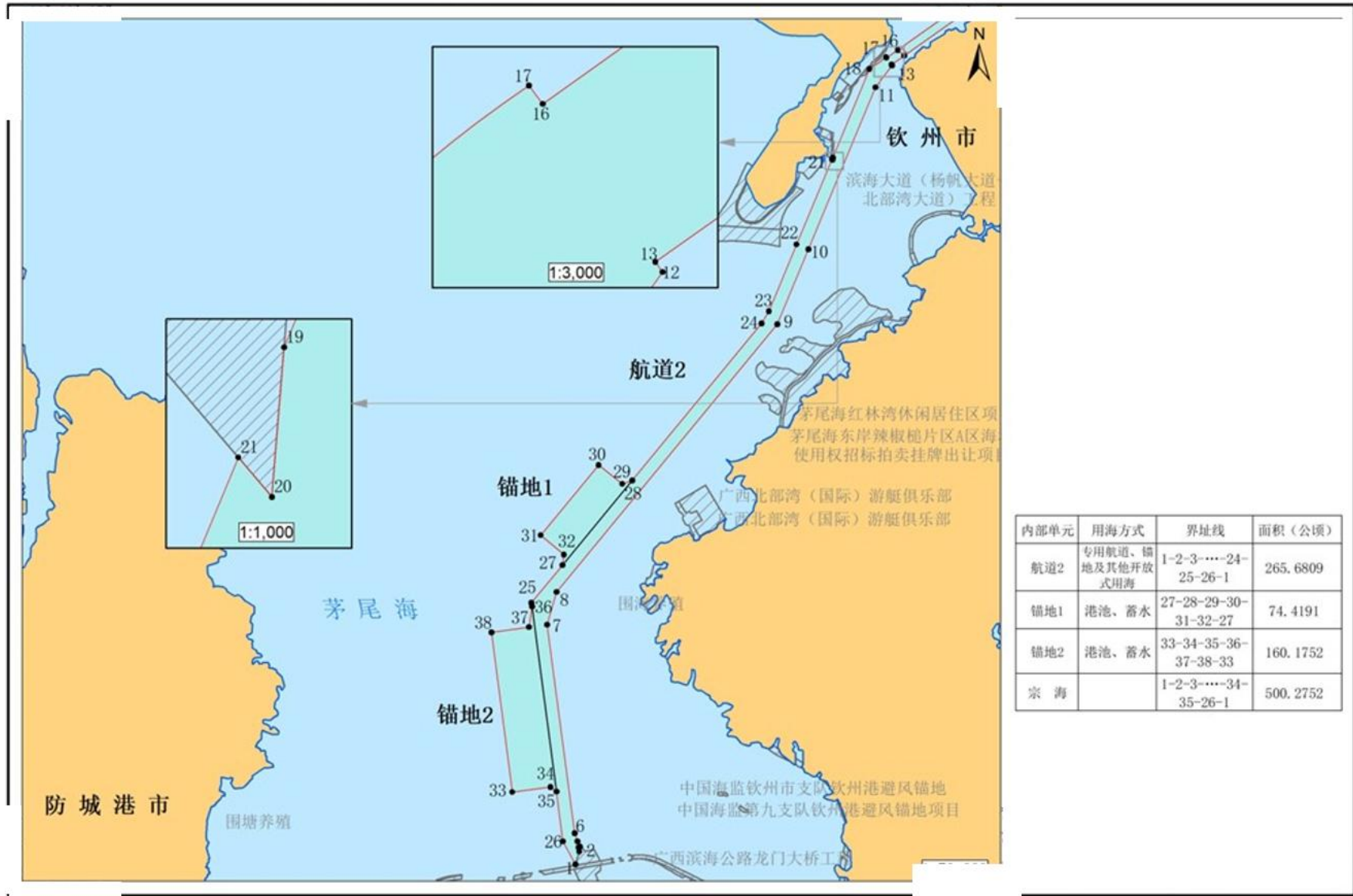


图 7.3.4-4 平陆运河(航道2)宗海界址图

平陆运河(航道3)宗海界址图

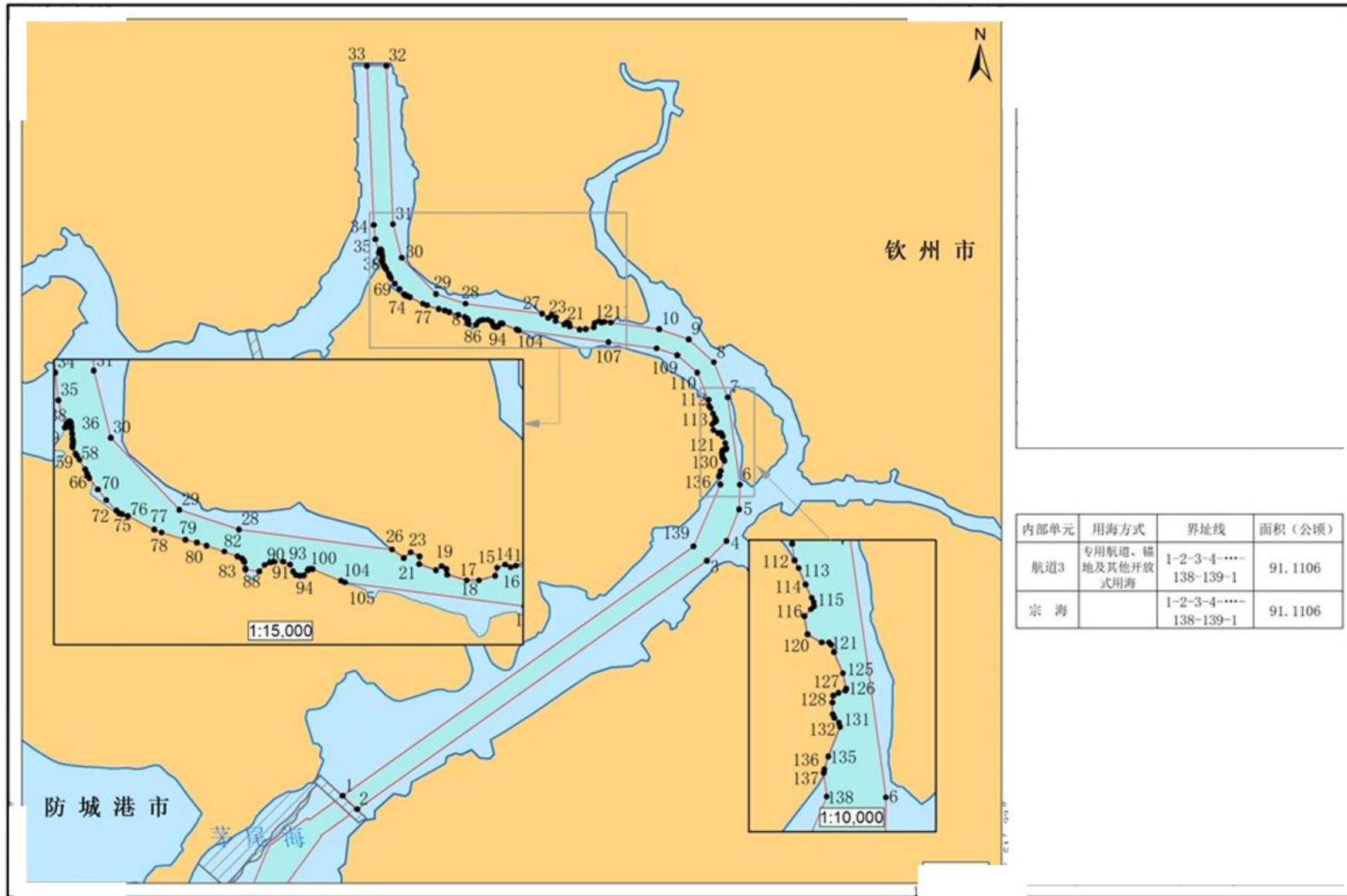


图 7.3.4-5 平陆运河(航道3)宗海界址图

7.4 用海期限合理性分析

用海期限分析考虑的因素主要有工程设计使用寿命、业主的用海要求、海域使用权最高期限等，而用海期限的最终确定还应通过项目用海与海洋政策、利益相关者和海域资源环境状况等因素的关系分析后确定。根据《中华人民共和国海域使用管理法》第二十五条规定，海域使用权最高期限，按照下列用途确定：

- （一）养殖用海十五年；
- （二）拆船用海二十年；
- （三）旅游、娱乐用海二十五年；
- （四）盐业、矿业用海三十年；
- （五）公益事业用海四十年；
- （六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》，结合本项目设计方案，项目海域运河航道总体施工期安排为 38 个月，本项目位于北部湾茅尾海区域，受台风、风暴潮等自然灾害较为频繁，综合考虑自然灾害及其他不确定因素后，本项目确定申请运河航道施工用海期限为 48 个月。

8 海域使用对策措施

8.1 区划实施对策措施

依照《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制度，海域使用必须符合海洋功能区划。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功能为前提，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，矿产资源的开发不得破坏海洋生态平衡。

建设单位在航道工程建设和海域使用过程中应严格执行《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，不得从事与海洋功能区划不相符的开发活动。工程施工期应做好施工组织设计。建设用海工程必须按照《海域使用管理法》、《海洋环境保护法》和海洋功能区划及其修编报批稿的要求，制定严格的各项管理制度和管理对策，执行海洋使用可行性论证制度、环境影响评价制度和环境监测制度，做好环境保护和安全维护工作，保证工程对海洋环境的影响最小，对海上交通运输的影响最小，对周围海洋功能区的影响最小。同时，也要采取相应的措施，防止其它功能区对工程所在区域功能区的损害，施工期和营运期应严格控制污染物的排放，防止海域环境进一步恶化。

根据第六章项目用海与海洋功能区划符合性分析，本项目位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020）》中的“沙井北岸保留区（A8-5）”、“茅尾海东岸旅游娱乐区（A5-6）”、“茅尾海东岸工业与城镇用海区（A3-4）”、“茅尾海东部农渔业区（A1-6）”、“茅尾海农渔业区（A1-5）”、“七十二泾旅游休闲娱乐区（A5-7）”。

在项目的海域使用中，应符合以下区划实施对策：

（1）应做好生态补偿措施；

（2）对该项目在用海过程中，接受海洋主管部门的监测监管。当发现有超出海域使用范围，改变海域使用性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时纠正，对出现问题及时加以解决。

(3) 工程必须坚持把海洋功能区划作为项目海域使用的管理依据，坚持把海洋功能区划作为合理开发利用海洋资源和海洋生态环境保护的科学依据，按照《中华人民共和国海域使用管理法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》和海洋功能区划的要求，制定严格的各项管理制度和管理对策，做好环境保护和安全维护工作，保证工程对海洋环境的影响最小、对海洋交通的影响最小，对周围海洋功能区的影响最小。

8.2 开发协调对策措施

(1) 建议建设单位积极制订切实可行、具操作性的措施，最大限度的减轻工程施工对利益相关者的影响，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。

(2) 建议建设单位在工程施工期必须随时加强与利益相关者的联系沟通，对用海过程中发生的问题及时协商，解决双方存在和新产生的分歧，避免用海矛盾的产生。

(3) 项目建设单位应认真落实生态环境、自然资源和渔业等行政主管部门提出的项目建设各项管理要求，尽量减轻对周边其它项目的影响。

(4) 工程所在海域属钦州市管辖，建议建设单位做好与广西壮族自治区、钦州市有关管理部门的协调工作，通过协商处理好各种相关的利益矛盾，并按行政主管部门要求完成用海申报工作。

8.3 风险防范对策措施

8.3.1 防范措施

本项目航道整治工程施工、疏浚物海洋倾倒等均会对海洋生态环境造成直接和间接的影响。为减少影响，建议施工时采用以下环保措施。

(1) 合理安排施工进度，注意保护周边海域生态环境，不采用绞吸式挖泥船，采用抓斗船进行航道疏浚，以减少对疏浚区水域的影响。

(2) 疏浚土严格按照相关法律法规要求进行处理，避免对海洋生态环境造成二次污染。

(3) 海域航道施工期做好防护及环保措施，尽量减小对茅尾海国家公园、茅尾海红树林保护区的不利影响。

(4) 严格控制施工范围，尽可能减少悬浮物扩散的影响范围。

8.3.2 溢油事故防范措施

本航道工程施工过程中，工程区附近水域往来的船只将会增加。若人为操作不当或配合不好或发生机械事故时，容易发生船只碰撞。如果导致船只出现跑、冒、滴、漏现象便会污染水域环境。本工程运营过程中，为保障航道正常使用，会进行航道维护性疏浚，同时，航道建设拓宽后，航道通航能力提升，使得该水域的船舶通航密度增加，船舶发生碰撞的事故隐患有所增加，发生溢油事故的可能性也会增大。

因此，针对溢油事故造成的环境污染威胁，建设采取以下必要的措施：

(1) 加强作业人员的业务培训，树立良好的风险安全意识，减小因人为因素导致的溢油事故的可能性几率；根据国家有关法规和条例的要求，船舶应配备《船上油污应急计划》，在人员和器材配备上做到有备无患；

(2) 施工船舶应将施工时间、地点、占据的区域、作业特点、施工进度、碍航特性等实际情况报至海事主管机关，根据海事主管机关的审批有序组织施工。施工作业船舶应在规定的作业保护区内有序施工，不得擅自在施工区域外锚泊、漂航；

(3) 设置施工作业保护区以及施工作业区警示标志，假设施工船舶在夜间施工时，应加强对施工灯光的管理，避免炫耀的灯光影响周围船舶的正常瞭望；

(4) 施工方应按照工程设计、施工方案、施工特点、船舶性能等要素精心设计施工计划，按计划进行施工；

(5) 在按计划施工时，施工负责人应合理组织各方，按既定的施工程序有序施工，避免施工各方产生相互影响，保障施工船舶的安全；

(6) 施工方应制定施工作业安全措施，张贴、宣传并落实；

(7) 施工作业的各部门应接收海事主管机关的安全监督，落实主管机关的安全建议和措施；

(8) 为最大限度地减少施工过程中水上交通事故所造成的人员伤亡、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置能力，提高搜救效率，切实做好遇险救助工作，建议制定人员落水应急处置措施、船舶油污应急处置措施、防台应急措施等详细的应急预案。

8.3.3 海难性事故的防范措施

(1) 应要求船公司加强航海人员培训教育，提高操作技能和安全意识

建设单位作为港口行政管理部门应要求船公司组织经常性的海上安全意识教育和海上安全技能训练，做好船舶的定期检查和养护工作，确保各种设备安全有效、性能良好。普及安全知识提高船员素质，加强船员对安全生产知识的了解和对安全技术的熟练掌握。科学合理安排作息时间，避免船员疲劳造成反应迟缓、注意力不集中等现象，减少人为海难因素。

(2) 应督促进出港船舶加强港内航行与靠离泊风险控制

服从钦州市海事局的管理，遵守相关制度。由于北部湾茅尾海水域敏感，建设单位应进一步加强航行组织，要求所有进出茅尾海的船舶需严格执行《北部湾广西水域船舶航行指南》及相关法律法规航行。

8.3.4 船舶交通事故的防范措施

本项目位于北部湾区域，运河末端临近钦州港，附近水域船舶交通流量大，通航环境比较复杂。航道建设工程完成以后，通航船舶吨位提升，船舶交通流量进一步加大，船撞船事故概率增加，造成船舶燃料油和船舶载运货品泄漏污染事故风险的增加，一旦发生污染事故，会造成严重的海洋环境污染损害。因此采取有效的措施预防船舶交通事故的发生意义重大。

船舶交通事故预防措施包括：

(1) 本航道工程营运时，通航能力提升，增加了该海域来往船只的密度。因此，海事等监管部门应加强对过往船舶的监管；船舶航行在交叉水域或海鸥大桥等单向通航区域时，若遇对面有船舶驶来，应提前采取避让的措施。

(2) 船舶在航道航行时，应加强值班和观察，操作人员应严格按照操作规程进行操作。

(3) 船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要措施，同时向海上交通管理部门报告。

(4) 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

同时，建设单位应落实本报告中提出的其他安全保障措施。

8.3.5 海洋灾害风险防范措施

为确保工程安全，降低灾害损失，项目施工期间应制定相应的海洋自然灾害

事故防范措施。

(1) 使用经有关部门批准的专用防台锚地。

(2) 根据工程特点，编制《防台应急措施》，并贯彻执行。

(3) 施工期间应尽量选择避开台风季节，在台风季节施工应做好各项防台抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

(4) 工程指挥部统一调派防抗热带气旋的值班拖轮，布置避风措施和制定抢险方案等。

(5) 热带气旋来临前，项目建设期间应停止施工作业，运营期也应及时停止维护性疏浚等施工作业。

(6) 热带气旋过后，应加强对附近海底冲淤状况监测，及时掌握工程海域稳定状况，把项目的用海风险和对环境影响降低到最小程度。

8.3.6 应急预案

8.3.6.1 钦州市突发环境事件总体应急预案

钦州市人民政府于2021年5月印发了《钦州市突发事件总体应急预案（修订）》。该预案的主要内容如下：

(1) 组织体系

①市组织指挥机构

市人民政府统一领导本行政区域突发事件应对工作，贯彻落实党中央、国务院和自治区党委、自治区人民政府关于应急管理工作的决策部署，分析研判较大以上突发事件全局性风险，统筹协调全市应急管理工作重大事项，制定本行政区域应急管理政策措施，研究解决应急体系规划、风险防控、应急准备、考核等重大问题，组织较大以上突发事件应对工作。根据工作需要，成立工作领导小组，市人民政府领导按照工作分工，负责指挥相关类别突发事件的应对工作。工作领导小组下设办公室，办公室设在承担相关类别突发事件处置的牵头部门，负责领导小组日常工作。市人民政府秘书长、副秘书长协助市人民政府主要领导、分管领导处理有关工作。

②专家组

各级应急管理领导机构、专项应急指挥机构、工作机构平时应建立突发事件防范应对专家库，事发后根据需要抽调有关专家组成专家组，为突发事件应急处

置和救援、调查评估等工作提供技术支持。各级应急部门会同有关部门和单位建立本级应急管理专家委员会，研究应急管理重大问题，提出全局性、前瞻性政策措施建议。

③地方应急指挥机构

各区（县级市）人民政府相应建立健全本地突发环境事件应急指挥机构。

（2）预防和预警

①确定预警级别

对可以预警的自然灾害、事故灾难或公共卫生事件，有关部门收集到突发事件可能发生的征兆信息后，组织进行分析评估，研判突发事件发生的可能性、强度和影响范围以及可能发生的次生衍生突发事件类别，确定预警级别。

②预警信息发布

分析评估结果确认突发事件即将发生或者发生的可能性增大时，市、县区人民政府（管委）及有关部门根据分析评估结果，按有关规定立即发布预警信息，及时向上一级政府或相应部门报告（自贸区钦州港片区管委向市人民政府报告），必要时可以越级上报，并向辖区驻军和可能受到危害的毗邻或相关地区的人民政府（管委）通报。根据事态发展，适时调整预警级别并重新报告、通报和发布有关突发事件预测信息和分析评估结果。

预警信息的发布、调整和解除可以通过广播、电视、报刊、通信、官方微博、微信公众号、警报器、宣传车、大喇叭或者组织人员逐户通知等方式进行，对老、幼、病、残、孕等特殊人群以及学校等特殊场所和警报盲区应当采取有针对性的通知方式。

（3）现场指挥

在指挥权方面，规定上级人民政府（管委）设立现场指挥机构的，下级人民政府（管委）先期成立的指挥机构纳入统一领导，现场各方应急力量要接受统一指挥。

（4）应急响应分级

市级应急响应一般由高到低分为四级：一级、二级、三级、四级。原则上，一级响应由市人民政府主要领导或其授权的领导组织指挥协调，组织指挥辖区内应急力量参与应对，当自治区人民政府启动响应时，按自治区应急指挥部要求参与应对；二级响应由事发类别对应的市人民政府分管领导组织指导协调，当自治

区人民政府启动响应时，按自治区应急指挥部要求进行应对；三级响应由事发类别对应的市人民政府分管领导或其授权的负责同志组织指挥协调；四级响应由事发类别对应的牵头部门主要负责同志组织指挥协调。启动一级响应由市委、市人民政府决定，启动二级响应由事发类别对应的市人民政府分管领导决定，启动三级响应由事发类别对应的市人民政府分管领导或其授权的负责同志决定，启动四级响应由事发类别对应的牵头部门主要负责同志决定。对涉及面广、敏感复杂或处置不当后果严重的一般突发事件，根据应对工作需要，可启动市级相应级别应急响应。

8.3.6.2 本项目应急预案

本项目涉及钦州市茅尾海域，项目风险应急预案应纳入钦州市及北部湾突发公共事件应急预案体系，同时要考虑相互的有机联系。突发环境事件应急预案体系中，航道管理部门应针对项目制定相应应急预案与地方政府部门配合。

在严格遵照设计阶段提出的风险防范措施后，营运期本航道管理部门根据国家有关规定，制定事故应急计划，并按计划中的步骤执行。

成立风险事故应急领导小组，结合区域现有应急体系，编制应急计划，包括应急机构建立、设施建设、人员配置和培训、事故防范和应急管理制度等应急预案。

8.4 监督管理对策措施

8.4.1 海域使用综合管理对策措施

航道用海属于非经营性的交通基础设施用海，航道工程不需要进行用海申请设置海域使用权。由于航道建设工程施工工期超过三个月，并具有一定的排他性。为加强对海洋开发活动的管理，航道建设工程在不进行海域确权的情况下，需对工程施工期间海域使用方案的可行性进行科学评估。通过开展海域使用论证工作，建立航道疏浚工程用海备案制度，掌握航道疏浚工程用海的范围及面积、施工进度及期限，加强海域使用综合管理，这对促进海域资源的合理利用，完善海域使用管理制度具有一定意义。同时，建设单位要严格按照审定后的工程施工建设方案进行施工，加强施工管理，科学选择和安排施工工艺，严格按照施工工艺和施工计划，合理安排施工时间，按照环境保护标准和污染控制要求，降低环境影响。

8.4.2 海域使用资源环境监督管理对策措施

《中华人民共和国海域使用管理法》第二十四条要求，海域使用权人发现所使用海域的自然资源和自然条件发生重大变化时（主要是风险事故），应当及时报告海洋行政主管部门，并做好应急响应。

为更好的指导工程施工，保证工程进度，保障工程质量，建议尽快明确施工单位。落实施工设备选型，建立施工队伍，开展环保施工、安全施工等的前期教育。

建议工程建设单位在行政主管部门的协调下对当地海洋生物资源的损失进行适当的补偿，加快工程建设后该海域生态环境的恢复。

为了及时了解和掌握本用海建设项目所在区域的海域环境质量发展变化情况以及主要污染源的污染排放状况，建设单位必须定期委托有资质的环境监测部门不仅要对施工期和营运期的施工质量、环境影响减缓措施的落实情况进行监控，同时也要对本项目所在区域的环境质量及各污染源主要污染物的排放源进行监测，特别是工程建设过程中产生的生产废水、生活污水和固体废物，应当按照《船舶污染物排放标准》中的要求，收集集中处理后回收利用或者达标排放。

9 生态用海分析

规划用海、集约用海、生态用海、科技用海和依法用海这“五个用海”是合理开发利用海洋资源，有效保护海洋环境，大力推进海洋生态文明建设，更好地服务于国家经济社会发展大局，全力推动海洋经济社会可持续发展的用海方针和科学方法。全面贯彻落实“五个用海”的总体要求，把海洋生态文明理念落实到每个用海工程项目之中。

生态用海就是按照整体、协调、优化和循环的思路，进行海域资源的合理开发与可持续利用，维持海洋生态平衡。本项目为航道工程，是服务国家重大战略、深入推动西部陆海新通道高质量建设的需要。为了最大程度减少项目工程对海洋资源和海洋生态系统的影响，最大范围地对建设区域的生态功能的受损生境进行修复，本工程严格执行污染物排放与控制，同时做好生态保护与修复工作，最大程度开展生态用海建设。

9.1 产业准入符合性分析

平陆运河工程属于广西壮族自治区基础设施建设项目，符合国家和地方相关的产业政策和航道网建设规划，工程开发建设对促进广西壮族自治区社会经济的进一步稳定、快速的发展，具有重要现实意义和积极的推进作用，本项目航道建设按照大西南区域的航道、港口的现状及发展规划要求，将完善西南地区高等级航道网建设，改善周边港口的航运联系，推进广西现代化进程。其用海面积及用海范围的确定，满足相关规范、技术导则及规划的要求，同时兼顾海洋生态、建设资金等因素，有效地控制了区域用海的开发时序和强度。项目建设与《西部陆海新通道总体规划》《交通强国建设纲要》《钦州港总体规划》《钦州市城市总体规划》《全国内河航道与港口布局规划》与《内河航运发展纲要》等规划符合。

9.2 污染物排放与控制

本项目为航道工程，海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的航道和锚地用海（二级类），工程建设及运营期间自身不会产生有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。通过进行严格的环境管理和系统的环保知识培训，采用合理的施工方案设计和施工设备选型，设立必要的环境保护措施来

控制和减少施工对该海域环境的影响。本项目为航道工程,将进行航道工程施工,在航道整治施工时将会产生一定量的悬浮泥沙,根据悬沙数模结果,施工悬沙对周边海洋环境的影响范围不大,且影响会随着施工的结束而消失。施工期的含油污废水及其它施工垃圾,将统一收集后,交由有能力处理的单位进行处置。项目为航道建设,运营期除维护性疏浚对海洋环境产生影响外,项目本身不产生污染物,建议海事等相关部门加强对过往船只监管,禁止在海域内排放废弃物与污染物。

9.2.1 悬浮泥沙污染防治措施

通过前面章节分析,海域段产生的悬浮泥沙对环境影响较大的环节是航道疏浚,因此重点对这该环节进行污染防治。

(1) 航道疏浚时采用抓斗式挖泥船进行作业,操作过程应规范合理,以尽量减少开挖作业对底质的扰动强度和范围,有效控制悬浮泥沙产生的污染。

(2) 抓斗挖泥船应精确定位后再开始挖掘,选用 GPS 全球定位系统,精确确定需开挖航道的位置,从根本上减少对环境产生影响的悬浮物的数量。

(3) 疏浚时间尽量选择中、小潮、海况好的时间施工,必要的情况下在施工区周围混水区设置防污帘,以减小悬浮物的扩散范围。

(4) 施工单位应对施工船舶经常检查并进行维修保养,严防船只“带病”作业。

(5) 在台风、暴雨等恶劣天气下,应提前做好防护工作。

9.2.2 噪声污染防治措施

项目施工期环境噪声主要为疏浚施工船舶产生的噪声,防治措施包括:

(1) 施工机械选择低噪设备或有降噪设计的设备,日常应注意对施工设备的维修保养,使各种施工机械保持良好的运行状态。

(2) 对达不到标准而又必须选用的设备,采取隔震、减噪措施并在操作时间等方面做出相应的保护性规定。

(3) 改善施工船舶主机进排气结构、底座震动并采取相应的隔音减噪措施;施工船舶的进出操作和行驶速度严格按照有关规定进行。

(4) 合理安排施工进度和时间,尽量避免夜间(22:00~6:00)施工,以减

少对周围环境的影响。

项目营运期环境噪声主要为维护性疏浚船舶产生的噪声，防治措施包括：

(1) 对所有设备加强日常管理和维修，确保设备处于良好的运转状态，杜绝因设备不正常运转而产生的高噪声现象；

(2) 船舶进入港区禁止鸣笛，并安排专人通过通信设施或其他设施方法引导，确保船舶航行安全。

9.3 生态保护与修复

本工程疏浚将不可避免的对区域生态系统造成一定的不利影响。本工程生态影响包括直接影响和间接影响两个方面。直接影响主要限定在疏浚范围之内，将直接破坏底栖生物生境，改变底栖生物栖息地；间接影响则是由于疏浚致使施工的局部水域悬浮物增加，对区域海洋生物造成毒害。通过前面章节的分析，本项目航道工程导致底栖生物直接损失量约为 749.8t，项目施工期悬浮泥沙扩散引起游泳生物损失 2.40t。随着工程结束，工程范围内生境将重新恢复。建议工程建设单位缴纳生态补偿费用，由地方渔业主管部门采取鱼类增殖放流等方式进行生态资源补偿。工程在采取一定补偿措施以及环保措施的前提下，可减轻对生态环境的影响。

9.3.1 生态保护

本项目拟采用的生态保护对策措施主要包括：

- (1) 航道疏浚施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好施工进度；开工前应对施工设备进行严格的检查；从减缓对渔业资源影响的角度出发，施工开始前，可先驱赶疏浚施工范围的鱼类，让潜在的水生动物有时间逃离回避。
- (2) 同时妥善处理施工队伍生活污水。生活垃圾以及施工船舶人员生活污水、含油污水、生活垃圾，不得排放入海。施工中的疏浚土应送至指定纳泥区，不得随意抛弃到海域。施工时间尽量选择低潮时段，避免在雨季、台风或天文大潮等不利气象条件下进行，有热带气旋影响应提前做好防范措施；在天文大潮期以及夏季风暴潮期应暂停施工作业，避免发生围堰崩塌导致泥浆外溢扩散污染事故，并尽量缩短施工期。

- (3) 对施工机械严格检查，防止油料避免跑、冒、滴、漏进入水体污染水环境。运营期，运管部门应做好对船舶的监管，避免漏油溢油等事故发生对海洋环境造成污染。
- (4) 严格控制夜间施工和夜间运输的主要噪声源，选用低噪声的施工机械，减少噪声对红树林生态系统中野生动物的惊扰。
- (5) 严禁超范围施工。施工必须严格按照批复许可的范围进行，严禁超范围作业。在施工范围周围设置隔离网，确保施工人员不越界施工。
- (6) 根据周边红树林斑块与航道的距离，结合水动力、基底性质以及地形地貌等，采取针对性保护措施对红树林进行保护。对经过平陆运河涉及红树林段的船舶进行限速，根据潮汐情况，调整航运时间，尽量消减船舶船行波对红树林的影响。
- (7) 施工期保持施工区域海水流通，避免施工器械及建设设施阻塞海水从而造成海水不能到达周边红树林生长区域，避免周边红树林因生长条件改变而死亡。
- (8) 加强施工区域周边红树林的监测，跟踪监测项目建设期周边地形变化和红树林生长情况，一旦发现红树林出现衰退或者死亡事件，及时报告主管部门，调查原因并立即采取措施，及时控制局面，避免受损红树林扩大。

9.3.2 生态补偿

9.3.2.1 增殖放流

本工程拟采取增殖放流措施，以促进生态环境的恢复，对受损的海洋生物资源、水产资源进行补偿。生态补偿按照等量补偿原则确定，生态补偿可作为放流的费用。根据《水生生物增殖放流管理规定》（农业部令 第 20 号），可由地方渔业主管部门采取贝类底播增殖和鱼类增殖放流等方式进行生态资源补偿。

根据历年钦州市渔业资源增殖放流品种，以及渔业资源现场调查结果，放流品种可考虑黑鲷、紫红笛鲷、斑节对虾等。施工期补偿进行一次放流。

(1) 增殖放流区域

增殖放流地点暂定为沙井岛西侧海域，增殖放流区域选择依据如下：该海域

区域水深相对较浅，能够较好地满足贝类及鱼苗的附着及生长；沙井岛西侧海域距离航道较远，周边水质良好，水域畅通，温度、盐度等水质因子适宜；沙井岛西侧海域周边无捕捞区，可满足苗种栖息及生长需求。

（2）增殖放流鱼种检验检疫、公示和公证

①放流前，由技术小组负责对本次放流的鱼种进行检验检疫工作，保证鱼种是无病害的体质健壮鱼种，鱼种种质符合放流要求。



图 9.3.2.1-1 苗种抽样

②对中标单位提供的放流鱼种品种、鱼种数量、鱼种规格和鱼种价格，在当地农业信息网进行公示，接受社会各界的监督。

③由当地公证处对放流鱼种进行现场公证，保障每次放流鱼种的真实性，确保放流效果。同时通过适当形式向社会公示放流区域、时间、品种、规格和数量，并鼓励社会各界和群众参加，接受社会的监督。具备条件的，由相关公正机构或技术指导单位出具公证书。

（3）投放规格和数量

增殖放流的鱼苗数量与规格符合验收要求，且游动活泼，活动力强，种质纯正，体质健康无病害。从利于种苗成活的角度考虑，鱼类种苗规格建议 5cm 以上，虾类 2.5cm 以上，贝类 3cm 以上。具体实施的放流品种、规格、数量等将根据市场种苗实际供应情况、价格、数量等进行合理调整。采用数量计数法，同时随机抽取鱼苗，测量并计算得到平均体长，确保鱼苗的成活率在 80%左右。



图 9.3.2.1-2 增殖放流苗种的测量

(4) 苗种投放时间

为保证苗种成活率，增殖放流工作需避开捕捞期、且在利于种苗觅食、生活的时间段开展。根据广西壮族自治区历年休渔期设定及海洋部门通知，广西壮族自治区休渔期一般规定在每年的 5 月-8 月可有效开展增殖放流工作，结合广西壮族自治区禁渔期实施计划，暂定增殖放流时间为每年 5 月-8 月。同时夏季拟放流区域水温适宜、饵料丰富、潮流平缓利于种苗捕食、栖息。

(5) 投放方式

鱼苗置于薄膜袋内充氧加水。投放苗种时应选择适宜的天气条件下。苗种投放过程中，根据要求测量并记录投苗区水深、表层水温、盐度等参数，根据当地当日气象预报情况记录天气、风向和风力，填写增殖放流记录表。

表 9.2.2-4 海洋生物资源修复工程实施计划表

序号	品种	规格	计划放流量	苗种来源
1	紫红笛鲷	≥5.0cm	80 万尾	根据技术指导单位建议及实际采购情况，确定具备相应资质的苗种单位并采购相应种苗
2	斑节对虾	≥2.5cm	2000 万尾	
3	黑鲷	≥5.0cm	40 万尾	
4	螺贝类	≥3cm	1000 万粒	

注：放流品种、规格、数量将根据当年市场种苗供应情况进行合理调整。

9.3.2.2 红树林异地修复

红树林异地修复工作应根据《海岸带生态减灾修复技术导则 第 2 部分：红

树林》结合项目其余实际情况开展。

(1) 恢复方式

由于红树林生长在潮间带滩涂,地下部生物量往往占全植株总生物量的 60% 左右,根系极为发达;同时生长环境为软质底相,起树移植只带走极少部分的主根和细根,未经前处理的移植成活率基本为零。大苗移植的假植处理耗时长,代价高昂,而且生长环境必须良好,一般可以人为干预水体盐度、波浪等条件。

由于平陆运河破坏的红树林为河口型近熟或成熟群落,主要种类为桐花树、秋茄树、老鼠簕等,根系交错,移植的成功率非常低,故采用异地新造林的方式作为生态补偿。

对于永久用地范围内损坏的红树林,考虑到种植成活率不高,人工种植红树林生态效益低于天然林,根据相关研究,恢复至损毁状态红树林至少要按三倍面积恢复才可能达到目的。因此,建议平陆运河应按毁坏面积的三倍进行种植。选用树种必须为乡土植物,以 2 年生苗为主,并进行为期 5 年的管护。红树林物种及搭配方式应根据恢复地的气候条件、底质类型、滩涂高程、盐度和水动力条件等确定,以气候条件和滩涂高程为主要选种依据。

(2) 恢复作业

恢复前先进行整地,包括硬底相挖定植坎、动物庇护穴、浅坝缓流和围网保护造林地。硬底相潮滩上按 1m×2m 的株行距进行种植,采用木榄和秋茄树 2 年生袋苗,树种配比为 1:1。对于泥滩,按 1m×1m 的株行距进行种植,采用 2 年生袋苗。

(3) 抚育管护

恢复后要加强对红树林的管护,聘请护林人员,进行日常巡护,对围网、浅坝适当护理,对发现不能应对的问题如病害、虫害受灾情况等要及时上报,最大程度地降低风险。及时组织人员清理退潮后悬挂在幼苗上的杂物,发现斜歪、倒状的要扶正。对于附着在植株上的藤壶,辅以化学或其它方法清除,以保证幼苗的正常生长。制止渔民在恢复区进行养殖、捕捞等活动,尽量减少和避免对红树林幼树的损害。

9.3.2.3 生态化海堤

硬质海堤建设改变了自然海岸线，割据了滨海湿地，破坏了原有的沿海生态环境和生物多样性，减弱了滨海湿地与堤内水体的交换，中断了陆海过渡带的生态廊道和生态缓冲带。

运河沿线一般护岸均采用斜坡式护岸，斜坡式护岸正常蓄水位以下采用挂网喷锚护坡、膜袋混凝土护坡和现浇混凝土板护坡的型式，正常蓄水位以上采用生态混凝土护坡、钢筋混凝土框格+植草护坡的型式。斜坡式护岸原则上每10m设置一级马道，马道宽度3m，高边坡段护坡每3级护坡设置一级7m宽马道用作施工通道，每级马道设置排水沟，坡顶设置截水沟，用于边坡坡面排水；半直立护岸主要用于钦州城区等征地拆迁受限段，采用斜坡式+排桩+生态混凝土护坡、斜坡式+重力式护岸的型式。

本项目建设生态化海堤共4.11km，其中平山岛海堤复建2.15km，犁头嘴海堤复建1.26km，大岭围海堤复建0.7km。海堤断面图如下。

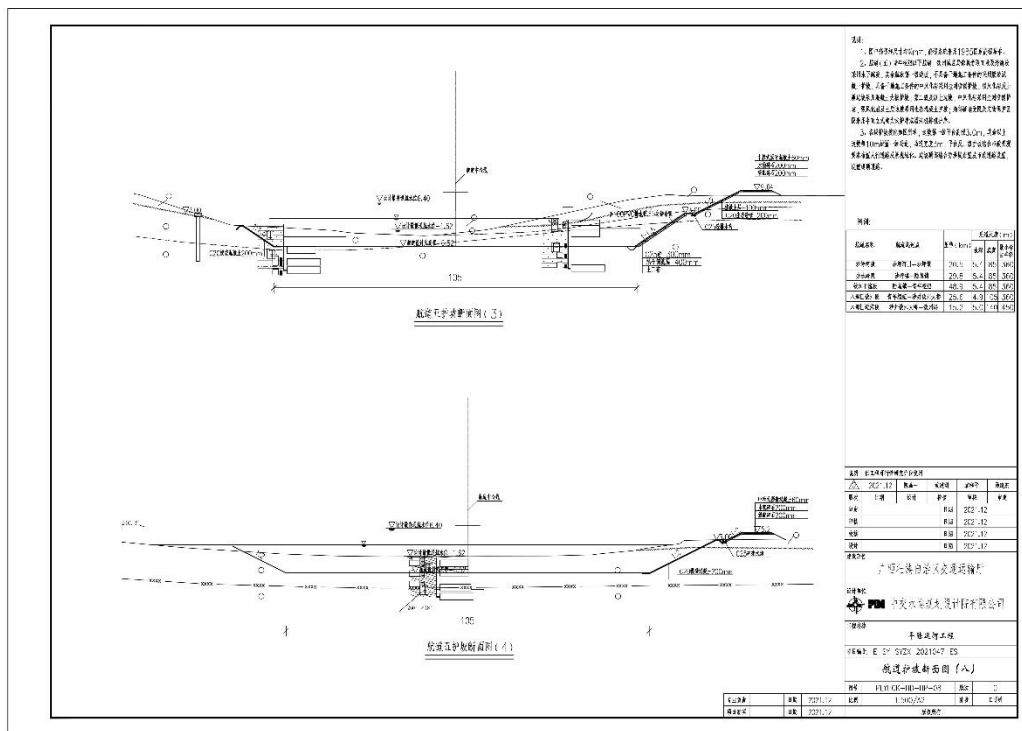


图 9.3.2.3-1 斜坡式护岸结构断面示意图

9.4 跟踪监测及评估

9.4.1 常规跟踪监测

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期和运营期对海洋水质、沉积物和生态产生的影响，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目的施工期和运营期对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

由于本航道工程施工工期约 4 年，工程施工期间对周边的海域开发活动会产生一定的影响，因此，建议将航道建设工程纳入海域使用动态监测管理，由当地海洋主管部门对工程施工期间用海进行动态监测与跟踪管理。对航道建设施工进行监控，监控建设工程是否按规定的作业方式和施工进度施工；对航道建设工程区附近海域资源环境进行定期跟踪监测，检查和督促建设单位按规定要求和环保标准施工，确保不因工程施工造成海洋生态环境的破坏等；对施工船舶水上施工活动范围进行管理，不扩大施工活动范围，以免影响其他用海。

为及时了解和掌握建设项目施工和运营期间所在海域的海洋环境质量发展变化情况，建设单位需开展环境跟踪监测，以实时掌握工程对环境的影响动态。环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，通过监测可以掌握工程的污染排放情况和周围地区环境质量的变化情况，验证环保设施的实际治理效果环境监控的目的为动态掌握施工过程中茅尾海水水质、沉积物的变化情况，并将监测结果及时反馈给工程决策部门和施工单位，为港区环境管理提供科学依据。本报告书提出的环境监测计划如下：

（一）水环境

（1）监测站位

为与评价中的现状调查具有可比性，监测范围与评价范围保持基本一致，在工程附近布设监测站位，主要选择在航道建设工程周边海域进行监测，监测过程中可视情况进行个数和位置的调整，具体见下图 9.4-1。

表 9.4-1 跟踪监测站位表

站位	经度	纬度	监测内容
1			水质、生态、沉积物
2			水质、生态、沉积物

3			水质、生态、沉积物
4			水质、生态、沉积物
5			水质、生态、沉积物
6			水质、生态、沉积物
7			水质、生态、沉积物
8			水质、生态、沉积物
9			水质、生态、沉积物

略

图 9.4-1 监测站位分布

(2) 监测项目及执行标准

监测因子为：pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属（As、Hg、Cu、Pb、Zn、Cd），采样和分析方法采用《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）。

(3) 监测频率

海域航道工程施工开始前采样监测 1 次，施工开始后每个月监测 1 次，直至施工结束。施工完成进行一次监测。

(4) 监测和监督单位

委托有资质的环保监测部门具体执行，由当地海洋环境保护行政主管部门进行监督指导。

(二) 沉积物环境

(1) 监测站位

同水质监测的站位；

(2) 监测项目

总汞、铜、铅、镉、锌、砷、石油类、硫化物、有机碳。

(3) 监测频率

同水质监测频率。

(三) 生态环境

(1) 监测站位

同水质监测的站位；

(2) 监测项目及执行标准

监测项目为叶绿素 a、浮游动物、浮游植物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物，采样和分析方法采用《海洋监测规范》(GB17378-2007)。

(3) 监测频率

海域航道工程施工开始前采样监测 1 次；海域航道工程施工开始后每季度采样监测 1 次，直到本项目海域航道整治工程完工后 1 个月内采集施工期间最后一次样品为止。

(四) 海底冲淤动态监测

(1) 监测内容：剖面地形重复测量，根据重复监测资料分析本项目建设前后冲淤变化趋势；剖面水下地貌侧扫，分析本项目建设前后地貌演化特征；沿剖面采集表层样，分析本项目建设前后剖面上底质变化趋势；订购并解译每年春季和秋季工程区附近卫星遥感影像各一幅，对比分析工程区岸段整体的岸线变化情况。

(2) 监测范围：从项目用海最外侧至淤积可能影响的区域。

(3) 剖面布设：垂直岸线方向设置三条海底冲淤动态监测剖面。

(4) 监测频率：施工期进行一次，施工结束后进行一次。

9.4.2 红树林跟踪监测

(1) 生态监测

为及时掌握和了解项目建设与运营对红树林的影响，以便采取完善和补救措施，确保将项目建设和运营对红树林的影响降至最低，在施工期（4 年）以及运营期初期（2 年内），在平陆运河周边红树林区域，开展项目区红树林的生态监测工作，每年监测一次。

为了跟踪红树林异地修复效果，在红树林异地修复区域开展跟踪监测。

跟踪监测方案根据《红树林生态监测技术规程》(HY / T081-2005) 和《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分：红树林》，结合项目区域实

际情况开展。

1) 监测内容

①红树林生长环境。监测施工过程中红树林生长环境的变化，监测对象为水环境、土壤环境、大气环境，重点是悬浮泥沙、排水条件及淤泥冲积，指标为滩涂高程、沉积速率、沉积物粒度、氧化还原电位、pH、盐度、铝元素、有机碳、硫化物、总磷、总氮、重金属、油类。

②红树生态系统。红树林面积动态，红树植物存活率，红树植物组成、盖度、密度、株高、地径、冠幅、幼苗密度、幼树密度。

③红树林生物多样性。监测对象为大型藻类、底栖动物、鱼类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类。监测重点是鸟类种类和数量的变化状况、主要栖息区域、重点保护鸟类分布和种群数量等，底栖生物的变化状况，滩涂表面以上 0.5m 范围内红树植物枝干和根系附着的大型藻类的种类、生物量。

④威胁因素。监测虫害、入侵物种和人为干扰。红树林虫害监测虫害种类、虫口密度、寄主、生物学特征、受害面积等，入侵物种的种类和受害面积，污损生物的种类和受害面积，人为干扰的方式和程度。

⑤异地恢复红树林监测。监测苗木的成活率、植物生长指标、光合特性、郁闭度、林分高度、完整度、种群比例、面积的动态，以及生长环境、生物多样性、威胁因素调查。

2) 监测方法

①建立监测点，进行生物多样性、生态环境和关键物种的监测。

②布设固定样地（样带）进行定期、定点监测，以反映项目区自然资源和种群的总体时空分布、变化趋势和营运期车辆和人为活动的影响。

③追踪监测。对野生动物的关键物种或种群可采用追踪监测的方法，配备必要的遥控、监控系统进行动态监测，了解其动态。

④综合利用卫星遥感、无人机影像和实地踏查等方法进行监测。

(2) 经费估算

重点调查区监测所需费用为 200~300 万元/年，监测期为 5 年；异地恢复区监测费用为 100~150 万元/年，监测期为 5 年。建议为每年一次，监测经费和监

测频次因各监测因子而异，出现突发情况的需增加监测经费和监测频次。

10 结论与建议

10.1 结论

10.1.1 项目用海基本情况

平陆运河始于西江干流西津库区南宁横州市平塘江口，跨沙坪河与钦江支流旧州江分水岭，经钦州市灵山县陆屋镇沿钦江干流南下进入北部湾钦州港海域，总体线路划分成 5 个区段，分别为沙坪河段、分水岭段（含旧州江）、钦江干流段、钦江城区段和入海口近海段航道。

平陆运河涉海段包括部分钦江城区段（G75 兰海高速钦江大桥至沙井钦江大桥）和整个入海口近海段线路。航道通航技术等级规划为内河 I 级 3000 吨级，兼顾通航 5000 吨级内河船舶。钦江城区段（G75 兰海高速钦江大桥至沙井钦江大桥）航道宽度为 105m，设计水深为 4.9m，设计底高程为-6.52m；入海口近海段航道宽度为 140m，设计水深为 5.0m，设计底高程为-6.62m。并预留远期发展建设条件。本报告主要关注平陆运河涉海段。

本项目海域使用类型为交通运输用海（一级类）中的航道用海和锚地用海（二级类），航道工程用海方式为开放式用海中的专用航道、锚地及其他开放式用海，项目航道工程申请用海总面积 594.5719 公顷，包括航道建设施工用海的所有海域疏浚区域，其中航道 1 用海面积为 3.1861 公顷，航道 2 用海面积为 265.6809 公顷，航道 3 用海面积为 91.1106 公顷，锚地 1 用海面积为 74.4191 公顷，锚地 2 用海面积为 160.1752 公顷。项目用海共占用岸线 2083.4m，其中 498.9m 为大陆人工岸线，剩余的 1584.5m 为沙井岛海岛自然岸线。项目申请用海期限 48 个月。

10.1.2 项目用海必要性结论

从多方面论证结果表明，本项目工程建设是必要的，本运河航道为沟通沿海港口和内河港口，将在茅尾海布设一段海域航道，其建设必然会占用海域。

平陆运河建设能够直接沟通珠江水系和北部湾港，优化珠江水系出海格局，缓解西江航运干线通过能力紧张的局面，完善区域高等级航道网络，推动内河水运高质量发展；有利于优化区域交通运输结构，降低社会综合物流成本，推进运

输结构调整；有利于统筹铁路、公路、水运等基础设施规划建设，完善多层次网络布局，构建现代化高质量综合立体交通网络，加快交通强国建设步伐，服务社会主义现代化建设。另外，平陆运河建设也是国家建设南北内河水运大通道的重要组成部分，对完善国家高等级内河航道网具有重要作用。

本项目航道建设按照大西南区域的航道、港口的现状及发展规划要求，将完善西南地区高等级航道网建设，改善周边港口的航运联系，推进广西现代化进程。其用海面积及用海范围的确定，满足相关规范、技术导则及规划的要求，同时兼顾海洋生态、建设资金等因素，有效地控制了区域用海的开发时序和强度。

综上，平陆运河工程必然要利用北部湾茅尾海海域的海洋空间资源建设航道，工程用海的必要性是由工程的特点和工程建设的特殊要求决定的，本项目用海是十分必要的。

10.1.3 项目用海资源环境影响结论

本项目为平陆运河工程，涉海内容为航道工程。项目用海对资源环境有一定的影响，项目建设改变了局部海域的自然属性，项目建设过程中会导致底栖生物等生态损失。另外，项目施工对海水水质、海洋沉积物及其他海洋生物也会产生一定程度的影响。本项目航道工程引起的底栖生物直接损失量约为 749.8t，项目施工期悬浮泥沙扩散引起游泳生物损失 2.40t。本项目对海域空间资源的其他开发活动不完全具有排他性。但由于施工船舶在施工期间占用了部分海域空间资源，使周围海域空间资源更加紧张，一定程度上限制了附近海洋空间开发活动也受到了限制。本项目施工期浮游生物群落会受到影响，施工结束后将逐渐恢复。营运期正常情况下，航道本身不产生污染物，在航道航行船只禁止排放污染物入海，管理部门加强航道监管的情况下，本项目营运期对海洋生态环境基本没有影响。

本项目悬浮物扩散沉降明显影响范围一般只局限于工程附近海域，因此施工过程中悬浮物扩散、迁移、沉降后，不会对周围的沉积物质量造成明显影响。

本项目为航道建设工程，工程施工期间，会有一定数量的施工船只进行施工作业。施工船舶不仅增加航道的通航密度，而且增大了来往进出航道周边各码头船舶航行、避让的难度。航道营运期间，本项目海域段航道的通航密度也会增大，这些都可能增加工程海域段航道附近海域交通事故的发生几率。工程建设后，平陆运河航道的通航能力将大幅提升，内河 3000 吨级货箱船将可航行至西南内河

网航道，工程建设将极大地提升平陆运河水道航道的通航能力，促使西南内河网通航环境形成健康、均衡发展格局。

10.1.4 海域开发利用协调结论

通过对本项目周围用海现状的调查，本项目利益相关者主要有：**公司、**公司、**公司、**总队、**局、**公司、海域航道周边养殖户和**局；还应与水利部门、海事管理部门协调。

建设单位在工程施工前必须积极与上述利益相关者进行沟通协调，达成一致协调意见或方案，并合理安排施工，尽量减少对海洋生态环境的影响。

10.1.5 项目用海与海洋功能区划及相关规划符合性结论

本项目位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》中的沙井北岸保留区、茅尾海东岸旅游休闲娱乐区、茅尾海东部农渔业区、茅尾海东岸工业与城镇用海区、茅尾海农渔业区、七十二泾旅游休闲娱乐区；位于《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中茅尾海东岸重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj07）、七十二泾重要滨海旅游区限制类红线（代号：45-Xj05），且占用《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》中沙井岛东侧的海岛自然岸线。本航道施工期在制定合理施工计划，并落实相关环保措施，在做好红树林及海洋生态保护修复工作，并取得自然资源等主管部门同意项目占用海岛岸线的前提下，符合《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》和《广西壮族自治区海洋生态红线划定方案》。

本项目符合国家战略规划、《广西壮族自治区海洋主体功能区划》《钦州港总体规划》、《钦州市城市总体规划》《全国内河航道与港口布局规划》《内河航运发展纲要》《广西壮族自治区湿地保护条例》、《广西壮族自治区红树林资源保护条例》《广西红树林资源保护规划（2020~2030年）》等规划。

10.1.6 项目用海合理性结论

本项目所在海域的自然条件适宜航道工程建设，项目的选址合理，项目用海方式合理，项目用海平面布置在做好红树林及海洋生态保护修复工作，并取得自然资源等主管部门同意项目占用海岛岸线的前提下是可行的。航道工程申请用海总面积 594.5719 公顷，项目是按照《海籍调查规范》要求进行量算，用海面积

合理。本项目航道属于公共基础设施用海，按照施工期申请用海，其申请用海期限合理。

10.1.7 项目用海可行性结论

根据本报告书前面各章节的分析和论证结果可知，本项目用海是必要的；在做好相关生态修复工作的基础上，用海对周边资源环境的影响是可以接受的；与利益相关者存在协调途径，项目选址合理，用海方式和面积适宜；项目建成后具有良好的社会效益，能够较好地发挥该海域的自然环境和社会优势；在项目建设单位切实执行国家有关法律法规，切实落实本报告书提出的海域使用管理对策措施，切实落实用海风险应急对策措施和应急预案，切实落实用岛手续、做好红树林及海洋生态保护修复工作，并取得自然资源等主管部门同意项目占用海岛岸线的前提下，从海域使用角度考虑，本项目用海可行。

10.2 建议

- (1) 建议尽快与利益相关者进行协调，取得利益相关者的同意，以便项目顺利推进。
- (2) 航道拓宽后，建设单位应与海事部门尽快沟通，调整该运河航道通航管理规定，降低大型船舶通航限制。