

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程（海洋环境）

# 竣工环境保护验收调查报告

（公示稿）

委托单位：广西北部湾投资集团有限公司

调查单位：广西交通设计集团有限公司

完成时间：2025年11月



牛骨港大桥



牛骨港大桥周边区域环境情况



上高丰垌一桥



上高丰垌一桥周边区域环境情况



铁山港特大桥（小桩号方向）



铁山港特大桥（大桩号方向）



区域虾塘养殖



区域蚝排养殖



铁山港特大桥（小桩号方向）处红树林分布



铁山港特大桥（大桩号方向）处红树林分布 1



铁山港特大桥（大桩号方向）处红树林分布 2



排水沟



排水沟及沉淀—事故应急池



排水沟及沉砂—油水分离池



合浦管理处环境风险应急物资储备情况



星岛湖养护工区环境风险应急物资储备情况

# 目 录

<b>1 前言</b> .....	<b>1</b>
1.1 公路工程基本情况.....	1
1.2 公路工程主要建设过程.....	2
1.3 调查主要过程.....	2
1.4 环境保护措施执行情况.....	3
1.5 调查总结论.....	3
<b>2 总论</b> .....	<b>4</b>
2.1 编制依据.....	4
2.2 调查原则、目的与工作程序.....	7
2.3 调查方法.....	10
2.4 调查范围、因子和验收标准.....	10
2.5 海洋环境保护目标及变化情况.....	15
2.6 调查重点.....	17
<b>3 公路工程建设概况</b> .....	<b>18</b>
3.1 公路工程建设意义.....	18
3.2 公路工程地理位置、路线走向.....	18
3.3 项目环保手续及本次验收内容.....	18
3.4 建设性质、内容、规模与主要指标.....	19
3.5 公路建设过程回顾及参建单位.....	22
3.6 重大变动核查及影响分析.....	23
3.7 环境保护投资情况调查.....	26
<b>4 海洋环境影响报告书回顾</b> .....	<b>27</b>
4.1 海洋环境影响报告书主要结论.....	27
4.2 海洋环境影响报告书批复.....	31
<b>5 环境保护措施落实情况调查</b> .....	<b>32</b>
5.1 海洋环评批复意见执行情况.....	32
5.2 海洋环境影响报告书提出的环境保护措施执行情况.....	36
<b>6 生态环境影响调查</b> .....	<b>41</b>
6.1 区域自然环境概况.....	41

6.2	区域生态敏感区调查.....	48
6.3	施工期生态影响调查与分析.....	51
6.4	运营期生态影响调查与分析.....	62
6.5	生态影响调查对比分析.....	74
6.6	红树林异地恢复措施效果分析.....	77
6.7	渔业资源补偿增殖放流措施效果分析.....	84
6.8	生态保护措施有效性分析与补救措施建议.....	92
<b>7</b>	<b>海洋环境影响调查.....</b>	<b>93</b>
7.1	海洋功能区划调查.....	93
7.2	环境保护措施和设施调查.....	93
7.3	海洋环境质量监测.....	95
7.4	生态敏感区影响调查.....	107
7.5	环境风险防范设施及应急措施落实情况调查.....	108
7.6	海洋环境保护措施有效性分析及补救措施建议.....	110
<b>8</b>	<b>阶段性验收情况回顾.....</b>	<b>111</b>
<b>9</b>	<b>环境管理与监控情况调查.....</b>	<b>114</b>
9.1	环境管理情况调查.....	114
9.2	环境监测计划及落实情况调查.....	114
9.3	环境保护管理调查结论.....	115
<b>10</b>	<b>公众意见调查.....</b>	<b>116</b>
10.1	调查目的、对象及方法.....	116
10.2	调查结果统计.....	119
10.3	对沿线居民公众意见调查结果.....	121
10.4	对司乘人员公众意见调查结果.....	122
10.5	公众参与调查结论.....	123
<b>11</b>	<b>调查结论及建议.....</b>	<b>124</b>
11.1	调查结论.....	124
11.2	环境保护执行情况.....	125
11.3	运营期主要环境保护工作建议.....	128
11.4	项目竣工环境保护验收调查总结论.....	128

**附件:**

附件 1 委托书

附件 2 广西壮族自治区生态环境厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书的批复（桂环审〔2019〕83 号）

附件 3 广西壮族自治区生态环境厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段牛骨港一桥改扩建工程项目海洋环境影响报告书的批复（桂环审〔2019〕251 号）

附件 4 广西壮族自治区交通运输厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程两阶段施工图设计的批复（桂交行审〔2020〕170 号）

附件 5 广西壮族自治区海洋局关于兰州至海口高速广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目使用海域的批复（桂海函〔2019〕367 号）

附件 6 广西壮族自治区海洋局关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改建工程项目使用海域的批复（桂海函〔2020〕59 号）

附件 7 《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥变动海洋环境影响分析报告》核查意见

附件 8 《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》专家审查意见

附件 9 广西壮族自治区林业局办公室关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程—铁山港跨海特大桥选线对红树林区域生态影响评价报告审核意见的函

附件 10 《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程—铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》评审意见

附件 11 合浦县林业局关于《钦北改扩建指挥部关于恳请尽快办理兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程项目—铁山港跨海特大桥建设占用红树林采伐手续的函》的复函（合林函〔2022〕269 号）

附件 12 公众参与调查表

附件 13 项目突发环境事件应急预案备案表

附件 14 上一阶段竣工环境保护验收意见及验收组名单

附件 15 验收监测报告

附件 16 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程（海洋环境）竣工环境保护验收意见及验收组名单

**附图:**

附图 1 项目地理位置图

附图 2-1 牛骨港大桥平、纵面图

附图 2-2 铁山港特大桥平、纵面图

附图 2-3 上高丰垌一桥平、纵面图

附图 3 项目与广西海洋功能区划图（2011-2020 年）位置关系图

附图 4 项目与广西近岸海域环境功能区划调整方案（2023 年）位置关系图

附图 5 项目与生态敏感区位置关系图

附图 6 铁山港海湾红树林分布图

**附表:**

建设项目工程竣工环境保护“三同时”验收登记表

# 1 前言

## 1.1 公路工程基本情况

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程项目（以下简称“项目”）位于钦州市、北海市境内。根据《国家公路网规划（2013年-2030年）》，项目是国家高速公路网“7射、11纵、18横”主干线中兰州至海口（G75）高速公路和柳北高速（G7212）的重要组成部分。

原广西沿海高速公路钦州至山口段由原国家环保总局以《关于南宁经钦州至北海公路工程环境影响报告书审批意见复函》（环发〔1997〕818号）批复；原北海支线段由原自治区环境保护局以《关于国道主干线重庆至湛江公路钦州（磨刀水）至北海段北海联接支线公路环境影响报告书的批复》（桂环然字〔1998〕14号）批复。2003年，原自治区环境保护局受国家环保总局委托，以《关于钦州至北海高速公路项目竣工环境保护验收的意见》（桂环验字〔2003〕11号）同意项目通过竣工环保验收，正式投入运营。

本项目为改扩建项目，其中，主线长111.854km，由原双向4车道高速公路改扩建为8车道高速公路，设计速度采用120km/h；北海支线长27.600km，由原双向4车道高速公路改扩建为6车道高速公路，设计速度采用120km/h。由于在项目改扩建环评阶段，项目桥梁工程中的牛骨港一桥、铁山港特大桥、上高丰垌一桥涉及跨海建设，因此委托编制有《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》（桂环审〔2018〕189号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）共计3本环境影响评价报告并分别获得自治区生态环境厅批复。

项目于2019年12月26日开工建设，2022年12月15日竣工投入运营。2023年11月，项目在工程建设指挥部会议室召开竣工环保验收（阶段性）会议并顺利通过，并于2024年3月在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统完成备案。在该次阶段性验收工作中，验收调查内容针对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》及其批复（桂环审〔2018〕189号）进行，调查范围为除项目对海洋环境的影响调查外的所有建设内容和环境影响、环境保护/补偿措施落实情况调查。

本次验收报告根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）开展竣工环境保护验收工作，即验收工作内容为铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥等3座跨海桥梁对海洋环境的影响调查及相关环境保护/补偿措施的落实情况调查。

## 1.2 公路工程主要建设过程

建设阶段	审批单位	批复文号	批复时间
《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》批复	原广西壮族自治区环境保护厅	桂环审〔2018〕189号	2018.9.29
可行性研究报告批复	广西壮族自治区发展和改革委员会	桂发改交通〔2019〕302号	2019.3.28
《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》批复	广西壮族自治区生态环境厅	桂环审〔2019〕83号	2019.4.3
《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》批复	广西壮族自治区生态环境厅	桂环审〔2019〕251号	2019.7.16
两阶段初步设计批复	中华人民共和国交通运输部	交公路函〔2019〕742号	2019.10.10
两阶段施工图设计批复	广西壮族自治区交通运输厅	桂交行审〔2020〕170号	2020.9.5
开工	—	—	2019.12.26
试运营	—	—	2022.12.15~至今

## 1.3 调查主要过程

2022年5月，建设单位委托广西交通设计集团有限公司（以下简称调查单位）负责兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目竣工环境保护验收调查工作。接受委托后，调查单位立即成立项目组并赴项目现场开展调查，收集了项目工程及有关自然、生态环境等基础资料，对工程实际建设情况及变更、沿线环境保护目标、工程生态恢复、主要污染防治与生态保护措施落实情况及效果等内容进行了详细调查，对存在主要问题进行深入、系统、全面的梳理和分析；并在验收调查期间，多次组织技术人员前往项目现场开展全面调查工作，将存在的环境问题及解决方案反馈给建设单位。建设单位根据

反馈意见，及时组织设计单位补充、完善相关环保设计，并要求施工单位严格落实。

试运营期间，调查单位委托开展了竣工环保验收现场监测，同时对沿线群众、司乘人员等进行了公众意见调查。目前，建设单位已总体完成调查单位提出的整改方案，项目污染防治和生态恢复情况得到了明显改善。

在此基础上，根据国务院《建设项目环境保护管理条例》（2017年修正版）、《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号）等有关规定，调查单位编制完成《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目竣工环境保护验收调查报告（海洋环境）》。

在本次环保验收调查工作中，得到了项目建设单位、施工单位、设计单位、监理单位等有关单位的大力支持，在此表示深深的感谢。

#### 1.4 环境保护措施执行情况

本项目严格执行了建设项目环境影响评价制度，总体落实了环境保护“三同时”制度。按照项目海洋环境影响文件及批复要求，并结合工程实际环境影响，落实了油水分离池、事故应急池、桥面径流收集系统、加强型护栏等污染防治措施与增殖放流、红树林异地恢复等生态保护、恢复措施，措施效果满足海洋环境影响评价文件及批复要求。建设单位成立了环境管理机构，制订了相应的环境管理制度，施工期开展了环境监测，采取将环境监理纳入工程监理模式开展了施工期环境监理工作。运营期间，项目运营管理机构成立了突发环境事件应急救援领导小组，组织编制了突发环境事件应急预案并备案；设置环境风险应急物资库，配备环境应急物资，并安排有专职人员负责日常管理和维护。

总体来看，项目已严格落实了海洋环境影响报告书及批复中的主要环境保护/生态补偿措施。

#### 1.5 调查总结论

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目（海洋环境）环保审批手续齐全，在实施过程中按照海洋环境影响报告书及批复要求落实了建设单位有关的环境保护设施和措施，总体具备了建设项目竣工环境保护验收条件，环境保护设施验收合格。

## 2 总论

### 2.1 编制依据

#### 2.1.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日修订）；
- (3) 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年10月1日）；
- (4) 《中华人民共和国水法》（2016年7月2日）；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）；
- (6) 《中华人民共和国野生动物保护法》（2023年5月1日起施行）；
- (7) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（2017年10月7日修改）；
- (8) 《中华人民共和国陆生野生动物保护法实施条例》（2016年2月6日第二次修订）；
- (9) 《中华人民共和国水生野生动物保护法实施条例》（2013年12月7日第二次修订）；
- (10) 《中华人民共和国公路法》（2017年11月4日修订）；
- (11) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（修订），2024年1月1日起施行；
- (12) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日起施行；
- (13) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（修订），2018年3月19日起施行；
- (14) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（修订），2018年3月19日起施行；
- (15) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002年1月1日起施行）；
- (16) 《广西壮族自治区环境保护条例》（修订），2016.5.25。

#### 2.1.2 部门规章

- (1) 《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评〔2017〕4号，2017年11月20日）；
- (2) 《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号，2015年6月）；
- (3) 《国家重点保护野生动物名录》（2021年2月5日调整）；
- (4) 《国家重点保护野生植物名录》（2021年第15号）；

(5) 《国家突发环境事件应急预案》（国办函〔2014〕119号，2014年12月29日）；

(6) 《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第34号，2015年6月5日）；

(7) 《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》（环发〔2015〕4号，2015年1月8日）；

(8) 《关于印发建设项目竣工环境保护验收现场检查及审查要点的通知》（环境保护部，环办〔2015〕113号，2015年12月30日）；

(9) 《关于规范建设单位自主开展建设项目竣工环境保护验收的通知》（环境保护部，环发〔2017〕38号，2017年2月22日）。

### 2.1.3 地方性行政法规

(1) 《广西壮族自治区环境保护条例》（2016年9月1日）；

(2) 《广西壮族自治区野生动物保护条例》（2023年7月1日起施行）；

(3) 《广西壮族自治区水生野生动物保护管理规定》（2012年3月23日修正）；

(4) 《广西壮族自治区水功能区划（修订）》（2016年12月）；

(5) 《广西壮族自治区人民政府关于印发广西壮族自治区海洋主体功能区规划的通知》（桂政发〔2018〕23号）；

(6) 《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号）；

(7) 《自治区生态环境厅关于建设项目竣工环境保护验收有关事项的通知》（桂环函〔2019〕23号，2019年1月7日）；

(8) 《广西公路交通突发事件应急预案》（桂交安监发〔2021〕21号）；

(9) 《高等级公路环境风险防范措施及应急能力建设管理指南》（DB45/T2320-2021）；

(10) 《广西壮族自治区生态环境厅突发环境事件应急预案》（桂环发〔2024〕20号）；

(11) 《广西壮族自治区红树林资源保护条例》（2025年6月1日起施行）。

### 2.1.4 标准与规范

(1) 《公路建设项目环境影响评价规范》（JTGB03-2006）；

(2) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类》（HJ/T394-2007）；

(3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；

- (4) 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）
- (6) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- (7) 《公路环境保护设计规范》（JTGB04-2010）；
- (8) 《建设项目竣工环境保护验收技术规范 公路》（HJ552-2010）；
- (9) 《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024）。

### 2.1.5 主要工程技术文件、报告

- (1) 广西壮族自治区发展和改革委员会关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程可行性研究报告的批复（桂发改交通〔2019〕302号）；
- (2) 交通运输部关于兰州至海口国家高速公路广西钦州至北海段改扩建工程初步设计的批复（交公路函〔2019〕742号）；
- (3) 广西壮族自治区交通运输厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程两阶段施工图设计的批复（桂交行审〔2020〕170号）；
- (4) 广西壮族自治区环境保护厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表的批复（桂环审〔2018〕189号）；
- (5) 广西壮族自治区生态环境厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书的批复（桂环审〔2019〕83号）；
- (6) 广西壮族自治区生态环境厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段牛骨港一桥改扩建工程项目海洋环境影响报告书的批复（桂环审〔2019〕251号）；
- (7) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程竣工环境保护验收调查报告（阶段性）；
- (8) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程海洋环境跟踪监测报告（施工期、完工后）；
- (9) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港跨海特大桥对红树林影响评价报告；
- (10) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港跨海特大桥工程红树林生态恢复方案；
- (11) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港跨海特大桥红树林异地恢复中期工作总结报告；

(12) 铁山港跨海特大桥红树林异地恢复造林项目 2023、2024 年度红树林造林调查监测及抚育报告；

(13) 广西壮族自治区海洋局关于兰州至海口高速广西钦州至北海段(牛骨港一桥)改扩建工程项目使用海域的批复(桂海函〔2019〕367号)；

(14) 广西壮族自治区海洋局关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改建工程项目使用海域的批复(桂海函〔2020〕59号)；

(15) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥变动海洋环境影响分析报告；

(16) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案；

(17) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施工作总结报告；

(18) 兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告；

(19) 项目参建单位提供的其他资料。

## 2.2 调查原则、目的与工作程序

### 2.2.1 调查原则

根据《建设项目竣工环境保护验收技术规范 公路》(HJ552-2010)相关规定,确定本次调查原则如下:

- (1) 调查、监测方法符合国家有关规范的要求;
- (2) 充分利用已有资料,并与实地踏勘、现场调研、现状监测相结合;
- (3) 对设计期、施工期、试运营期进行全过程调查和分析;
- (4) 污染防治与生态保护并重;
- (5) 客观、公正、科学、实用。

### 2.2.2 调查目的

调查主要目的如下:

(1) 调查项目海洋环评及批复的主要环境保护设施和措施落实情况,重点调查施工期采取的生态保护措施和污染防治措施、运营期采取的生态补偿和恢复措施落实情况;

(2) 调查或监测项目已采取的环境保护设施和措施效果；

(3) 调查项目运营期实际存在主要环境问题，在分析现有环境保护措施有效性的基础上，根据实际需要提出必要的补救性或完善措施，减缓项目环境影响；

(4) 通过公众意见调查，了解工程在施工期和运营期实际发生的主要环境影响及采取的措施，重点调查运营期公众反映强烈的环境问题；

(5) 根据对本项目环境影响调查结果，客观、公正地从技术角度论证该项目是否符合环境保护竣工验收条件。

### 2.2.3 调查工作程序

验收调查工作程序可分为：准备、初步调查、编制实施方案、详细调查和编制调查报告五个阶段，具体工作程序见图 2.2-1。

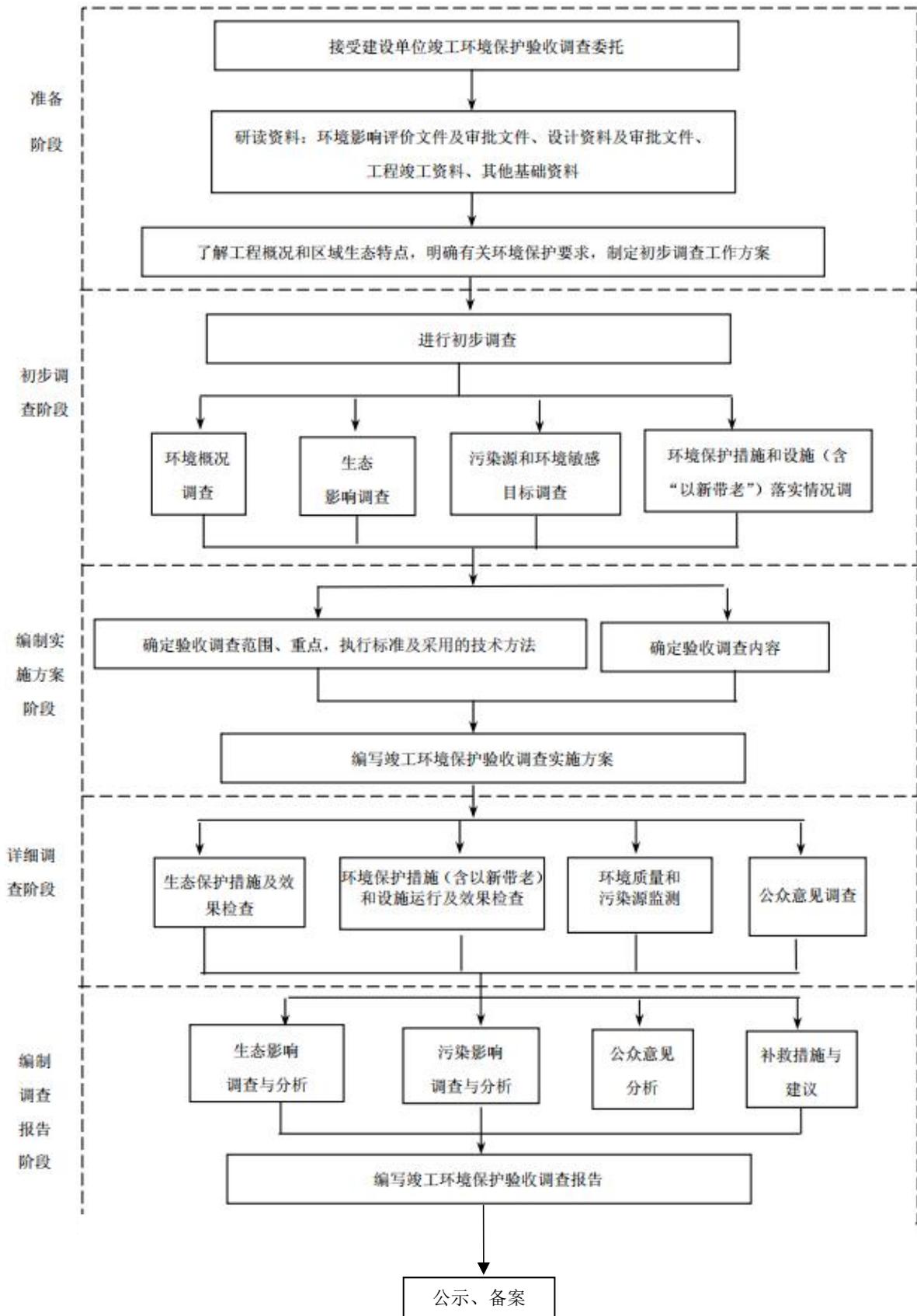


图 2.2-1 项目竣工环保验收调查工作程序

## 2.3 调查方法

采用资料调研、现场调查与现状监测相结合的方法，并充分利用先进的科技手段和方法，按照相关标准执行。在实际工作中，对不同的调查内容采用的技术手段和方法又有所侧重，具体如下：

(1) 设计期环境影响调查主要核查实际工程内容、设计方案变更情况和环境保护设施方案设计变更情况；

(2) 施工期环境影响调查主要依据项目海洋环境影响报告书及批复、工程设计、施工有关文件以及公众意见调查，了解确定工程施工期实际产生的环境影响；

(3) 试运营期环境影响调查以现场调查和现场监测为主，通过现场调查、监测和资料调研定量或定性分析工程实际产生的环境影响；

(4) 环境保护措施调查以核实有关文件为基础，结合现场调查结果，经对比分析，确定工程在施工、运营阶段落实有关环保措施的情况；

(5) 环境保护/恢复措施有效性分析采用现场监测和现场调查方式进行，分析已实施环境保护/恢复措施的效果，并对改进、补救措施提出可行性分析。

## 2.4 调查范围、因子和验收标准

### 2.4.1 调查时段、范围与调查因子

调查时段分为设计期、施工期和试运营期，重点为施工期和试运营期。调查范围原则上与项目海洋环境影响报告书评价范围一致，并根据工程变更及实际环境影响情况进行适当调整。

在上一阶段环保验收工作中，由于项目海洋生态环境措施未能完全落实，因此仅对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》（桂环审〔2018〕189号）进行验收，其余涉及海洋环境的内容纳入本次海洋环评验收工作中。本报告根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》及其批复（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》及其批复（桂环审〔2019〕251号）开展竣工环境保护验收工作，因此本次验收调查范围为项目建设的3座跨海桥梁（铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥）对海洋环境的影响范围。

(1) 根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》，牛骨港大桥海域海洋环境影响评价范围为108°47′58.01″

E~108° 57' 41.66" E、21° 32' 4.00" ~21° 53' 22.43" N 围成的海域。本次验收调查范围与环评阶段一致。

(2) 根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》，铁山港海域海洋环境影响评价范围为以用海工程为中心、半径 15km 的铁山港湾海域，东至 109° 43'5.39"E，西至 109° 26'19.9"E，南至 21° 25'17.10"N，北至 21° 45'10.47"N，评价范围约 360km<sup>2</sup>。本次验收调查范围与环评阶段一致。

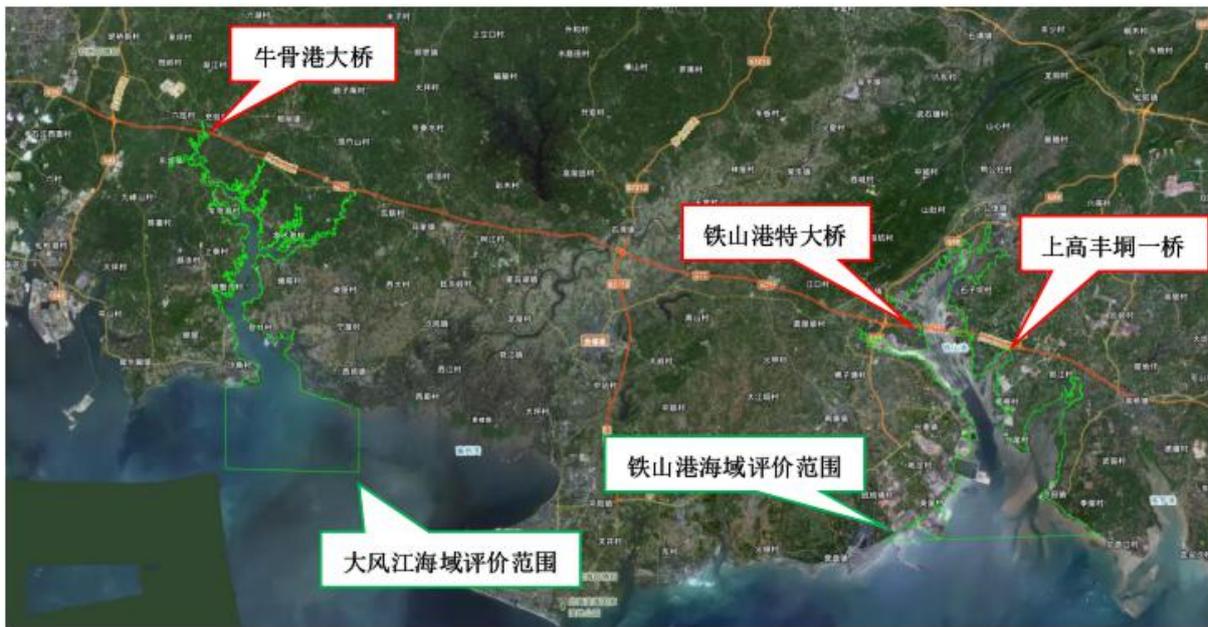


图 2.4-1 项目海洋环境影响调查范围

(3) 调查因子：海水水质及海洋沉积物、海洋生态、项目建设对海洋生态敏感区的影响情况。

## 2.4.2 海洋环境功能区划变化情况

### (1) 环评阶段

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》，牛骨港大桥位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》中的大风江保留区（代码 A8-8），按照第四类海水水质标准进行评价。

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》，铁山港特大桥、上高丰垌一桥位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》中的铁山港港口航运区（代码 A2-13），按照第四类海水水质标准进行评价。

## （2）验收阶段

项目验收阶段，铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥所在海域的海洋功能区划与环评阶段一致，未发生改变。

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号），牛骨港大桥位于海域边界，区域海域功能分区为大风江红树林生态区（GX044B II），水质保护目标为二类海水水质标准；铁山港特大桥占用海域功能分区为铁山港内湾渔业用海区（GX009BII）、英罗港北部交通用海区（GX013CIII），水质保护目标为二类、三类海水水质标准；上高丰垌一桥占用海域功能分区为榄子根红树林生态区（GX010BII），水质保护目标为二类海水水质标准。

### 2.4.3 验收执行标准

根据《竣工验收技术规范 公路》（HJ552—2010），原则上采用公路建设项目环境影响评价文件提出的经环境保护行政主管部门确认的环境保护标准进行验收，对已修订新颁布的环境保护标准应提出验收后按新标准进行达标考核的建议。

因此，本次验收以项目海洋环境影响评价文件提出的经环境保护行政主管部门确认的环境保护标准进行验收；对已修订新颁布的环境保护标准，要求项目运营阶段按新标准进行达标考核。

#### （1）环境质量标准

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》及《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号），项目验收阶段及后续运营阶段考核标准如下：

（1）验收阶段，铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥占用海域按照第四类海水水质标准进行评价。

（2）运营阶段，铁山港特大桥占用海域执行第二类、三类海水水质标准，上高丰垌一桥、牛骨港大桥占用海域执行第二类海水水质标准。

（3）项目跨海桥梁调查范围内的自然保护区执行第一类海水水质标准；其余区域按照《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号）执行第二、三、四类海水水质标准。

（4）海洋沉积物根据调查区域不同海域使用功能和环境保护目标，执行不劣于三

类标准；海洋生物采用《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。

表 2.4-2 海水水质标准（GB 3097-1997） 单位：mg/L

项目	第一类标准	第二类标准	第三类标准	第四类标准
pH值（无量纲）	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8-8.8	6.8-8.8
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
SS（人为增加的量）≤	10	10	100	150
无机氮≤	0.2	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
Cd≤	0.001	0.005	0.010	0.010
总铬≤	0.05	0.10	0.20	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	0.050
Ni≤	0.005	0.010	0.020	0.050
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
氰化物≤	0.005	0.005	0.10	0.20
挥发酚≤	0.005	0.005	0.010	0.050
硫化物≤	0.02	0.05	0.10	0.25
粪大肠菌群（个/L）≤	2000，供人生食的贝类增养殖水质≤140			/

表 2.4-3 海洋沉积物质量（GB 18668-2002） 单位：×10<sup>-6</sup>（有机碳除外）

序号	监测项目	第一类	第二类	第三类
1	石油类≤	500.0	1000.0	1500.0
2	硫化物≤	300.0	500.0	600.0
3	铅≤	60.0	130.0	250.0
4	锌≤	150.0	350.0	600.0
5	铜≤	35.0	100.0	200.0
6	镉≤	0.50	1.50	5.00
7	汞≤	0.20	0.50	1.00
8	铬≤	80.0	150.0	270.0
9	砷≤	20.0	65.0	93.0
10	有机碳（×10 <sup>-2</sup> ）≤	2.0	3.0	4.0
第一类适用于海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍惜与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区； 第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区； 第三类适用于海洋港口海域，特殊用途的海洋开发作业区。				

表 2.4-4 海洋生物质量 单位：鲜重， $10 \times 10^{-6}$

生物类别	铜	铅	锌	镉	总汞
甲壳类≤	100	2.0	150	2.0	0.2
鱼类≤	20	2.0	40	0.6	0.3
软体类≤	100	10	250	5.5	0.3
节肢类≤	100	10	250	5.5	0.3

(2) 排放标准

施工期生活污水经化粪池处理后用作农肥，生产废水处理后回用；船舶油污水、生活污水、垃圾排放标准执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）。

表 2.4-5 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中污水排放要求

污水类别	船舶类别/排放水域		排放控制要求
机器处所含油污水	400 总吨及以上船舶		自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ ，排在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
	400 总吨以下船舶		自 2018 年 7 月 1 日起，达标排放（油污水处理装置出水口处石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ ，排在船舶航行中进行）或收集并排入接收设施。
含货油残余物的油污水	150 总吨及以上油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施，或在船舶航行中排放，并同时满足下列条件：（1）油船距最近陆地 50 海里以上；（2）排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里；（3）排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/30000；（4）排油监控系统运转正常。
	150 总吨以下油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施。
船舶生活污水	400 总吨及以上船舶，400 总吨以下且经核定许可载运 15 人及以上的船舶	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，应采利用船载收集装置收集，排入接收设施或利用船载生活污水处理设施处理，根据船舶类别和安装生活污水处理装置的时间，处理达标排放。
		3 海里 $<$ 距最近陆地间距离 $\leq 12$ 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，同时满足下列条件：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；（2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
		距最近陆地间距离 $> 12$ 海里的海域	自 2018 年 7 月 1 日起，船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。
	在饮用水水源保护区内，不得排放生活污水，并按规定控制措施进行记录。		

表 2.4-6 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中船舶垃圾排放要求

垃圾类别	排放控制要求
塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾	收集并排入接收设施
食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。
货物残余物	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的货物残余物方可排放。
动物尸体	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。

货仓、甲板和外表面清洗水	其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放；其他操作废弃物应收集并排入接收设施。
对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾	应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求

## 2.5 海洋环境保护目标及变化情况

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》及其批复，海洋环境敏感区为大风江保留区、大风江红树林海洋保护区、那丽港口航运区及大风江口西岸保留区，生态保护重点目标是保留区为保障河道通畅、红树林保护区为保护红树林及其海洋自然生态系统、港口航运区为维护港口水深条件和航道通畅、大风江口西岸保留区为保护深水岸线及口门地形地貌稳定。

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》及其批复，本项目所在区域位于海洋功能区划的铁山港港口航运区，附近功能目标主要有沙滕至闸口农渔业区、根竹山至良港村农渔业区、白沙头至红坎农渔业区、山口国家级红树林生态自然保护区等，项目所在区域周边存在一定的红树林和养殖区分布。根据项目建设及营运过程中对海洋环境的实际影响，确定项目周边的农渔业区、养殖区、红树林为海洋环境保护目标

验收阶段，项目牛骨港大桥、铁山港特大桥、上高丰垌一桥的路线及用海范围未发生变化，但项目周边区域生态敏感区发生变化，具体如下：

### （1）重要湿地

根据 2020 年 10 月 09 日发布的《广西壮族自治区林业局关于公布第一批自治区重要湿地名录的通知》（桂林发〔2020〕20 号），广西合浦儒艮自治区重要湿地位于合浦县，总面积 35000hm<sup>2</sup>（与广西合浦儒艮国家级自然保护区范围重叠）；广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地位于合浦县，总面积 1430.76hm<sup>2</sup>。上述湿地位于项目铁山港特大桥、上高丰垌一桥调查范围内，但批复设立时间均晚于项目环评批复、开工建设时间。

### （2）广西茅尾海红树林自治区级自然保护区

广西茅尾海红树林自治区级自然保护区（大风江片）位于海洋功能区划的大风江红树林海洋保护区范围内。2020 年 02 月 26 日，广西壮族自治区人民政府发布了《关于同意广西茅尾海红树林自治区级自然保护区范围与功能区调整的批复》（桂政函〔2020〕14 号），重新核定了保护区范围。

综上所述，项目验收阶段环境保护目标详见表 2.5-1 和附图 3、5、6。

表 2.5-1 项目海洋环境保护目标一览表

序号	海域	涉及跨海桥梁	保护目标	与项目位置关系	保护级别	保护对象
<b>生态敏感区</b>						
1	大风江海域	牛骨港大桥	广西茅尾海红树林自治区级自然保护区（大风江片）	东南侧 8.2km	自治区级自然保护区	保护红树林及其海洋自然生态系统
2	铁山港海域	铁山港特大桥、上高丰垌一桥	广西山口国家级红树林生态自然保护区	上高丰垌一桥东南侧 6km	国家级自然保护区	海岸景观和红树林生态系统
3			广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地	邻近铁山港特大桥南、北侧分布	自治区级重要湿地	近海与海岸湿地
4			广西合浦儒艮国家级自然保护区	上高丰垌一桥南侧 18km	国家级自然保护区	①保护以儒艮和中华白海豚为主的珍稀海生动物及其栖息环境，维护生物多样性； ②保护儒艮的主要食料——茜草、龟蓬草等海生植物，保护海草床生态系统。
5			广西合浦儒艮自治区重要湿地	上高丰垌一桥南侧 18km	自治区级重要湿地	近海与海岸湿地、人工湿地
6			分散红树林	项目所在区域及附近	/	红树林生态系统
<b>海洋功能区</b>						
1	大风江海域	牛骨港大桥	大风江保留区（A8—8）	项目所在区	《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》中划定的功能区	保障河道通畅
2			大风江红树林海洋保护区（A6—6）	南侧 3.4km		保护红树林及其海洋自然生态系统
3			那丽港口航运区（A2—11）	东南侧 12km		维护港口水深条件和航道通畅
4			大风江口西岸保留区（A8—7）	东南侧 13.7km		保护深水岸线及口门地形地貌稳定
5	铁山港海域	铁山港特大桥、上高丰垌一桥	沙滕至闸口农渔业区（A1—11）	邻近铁山港特大桥北侧		海水水质
6			根竹山至良港村农渔业区（A1—12）	邻近铁山港特大桥北侧		海水水质
7			白沙头至红坎农渔业区（A1—10）	铁山港特大桥南侧 2.5km		海水水质
8			分散养殖区	项目所在区域及附近		/

## 2.6 调查重点

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》及批复文件和《建设项目竣工环境保护验收技术规范 公路》（HJ552-2010）等相关规定，结合初步调查结果，确定本次调查的重点为：

- （1）核查跨海桥梁工程实际建设工程内容及方案设计变更情况；
- （2）核查海洋环境敏感目标基本情况、变更情况、影响情况；
- （3）实际工程内容及方案设计变更造成的环境影响变化情况；
- （4）环境影响评价制度及其他环境保护规章制度执行情况；
- （5）环境影响评价文件及环境影响评价审批文件中提出的主要环境影响；
- （6）环境质量和主要污染因子达标情况；
- （7）环境保护设计文件、环境影响评价文件及环境影响评价审批文件中提出的环境保护措施落实情况及其效果、环境风险防范与应急措施落实情况及其有效性；
- （8）危险品运输事故的环境风险防范、应急措施落实情况及其有效性；
- （9）工程施工期和试运行期实际存在的及群众反映强烈的环境问题；
- （10）工程环境保护投资情况。

### 3 公路工程建设概况

#### 3.1 公路工程建设意义

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目（以下简称“项目”）位于钦州市、北海市境内。根据《国家公路网规划（2013年-2030年）》，项目是国家高速公路网“7射、11纵、18横”主干线中兰州至海口（G75）高速公路和柳北高速（G7212）的重要组成部分。

#### 3.2 公路工程地理位置、路线走向

项目（项目代码：2018-450000-48-01-017940）位于广西钦州市钦南区、北海市合浦县及银海区境内，由主线钦州至山口段和北海支线组成，总投资1318265.3578万元。

主线路线起于钦南区高桥村南北枢纽互通设计起点处（K2114+040.675），与广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程（茅尾海至南北枢纽互通段）终点相接，向东经止于山口镇桂海主线收费站（K2225+894.312），与兰海高速公路广东段顺接，路线长度111.854km。北海支线经北海市合浦县、银滩区，总体走向呈由北向南，线起点位于石湾互通钦北高速与柳北高速公路相交点沙朗村（LK311+000）处，向南止于北铁一级公路（LK338+600），路线长度27.6km。

#### 3.3 项目环保手续及本次验收内容

##### 3.3.1 项目环保手续

原广西沿海高速公路钦州至山口段由原国家环保总局以《关于南宁经钦州至北海公路工程环境影响报告书审批意见复函》（环发〔1997〕818号）批复；原北海支线段由原自治区环境保护局以《关于国道主干线重庆至湛江公路钦州（磨刀水）至北海段北海联接支线公路环境影响报告书的批复》（桂环然字〔1998〕14号）批复。2003年，原自治区环境保护局受国家环保总局委托，以《关于钦州至北海高速公路项目竣工环境保护验收的意见》（桂环验字〔2003〕11号）同意项目通过竣工环保验收，正式投入运营。

本项目为改扩建项目，由于项目桥梁工程中的牛骨港一桥、铁山港特大桥、上高丰垌一桥涉及跨海建设，因此在项目改扩建环评阶段，编制有《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》（桂环审〔2018〕189号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）共计3本环境影响评

价报告书并分别获得自治区生态环境厅批复。

项目于2019年12月26日开工建设，2022年12月15日竣工投入运营。2023年11月，项目在工程建设指挥部会议室召开竣工环保验收（阶段性）会议并顺利通过。在该次阶段性验收工作中，验收调查内容针对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》及其批复（桂环审〔2018〕189号）进行，调查范围为除项目对海洋环境的影响调查外的所有建设内容和环境影响、环境保护/补偿措施落实情况调查。

### 3.3.2 本次验收内容

在上一阶段环保验收工作中，由于项目海洋生态环境措施未能完全落实，因此仅对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》（桂环审〔2018〕189号）进行验收，其余涉及海洋环境的内容纳入本次海洋环评验收工作中。

本报告根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）开展竣工环境保护验收工作，即验收工作内容为铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥等3座跨海桥梁对海洋环境的影响调查及相关环境保护/补偿措施的落实情况调查（在实际建设过程中，牛骨港一桥更名为牛骨港大桥）。

## 3.4 建设性质、内容、规模与主要指标

### 3.4.1 建设性质、内容、规模

项目改扩建工程包含建设3座跨海桥梁，分别为铁山港特大桥、上高丰垌一桥和牛骨港大桥。其中，铁山港特大桥通航净空要求影响，采用左幅改造利用、右幅新建的拼宽方式；上高丰垌一桥和牛骨港大桥采用两侧拼宽的方式。线路由原双向4车道高速公路改扩建为8车道高速公路，设计速度采用120km/h，沥青混凝土路面。

表 3.4-1 项目跨海桥梁建设基本情况调查表

序号	中心桩号	桥梁名称	孔数及孔径 (孔×m)	桥长 (m)	结构类型	基础形式	跨越海洋情况	海中墩(组)
一、特大桥								
1	K2204+251.272	铁山港跨海特大桥（左幅改建老桥）	27×30+3×50+27×30+56×20	2897.50	上部：预应力混凝土T型梁、预应力混凝土箱型梁；下部：柱式台，单幅三柱式墩	扩基、桩基	铁山港港口航运区（A2-13）	113
		铁山港跨海特大桥（右幅新建桥梁）	13×40+27×30+3×50+27×30+27×40+20+22×40	4279.00	上部：预应力混凝土T型梁、预应力混凝土箱型梁；下部：柱式台，单幅三柱式墩			

序号	中心桩号	桥梁名称	孔数及孔径 (孔×m)	桥长 (m)	结构类型	基础形式	跨越海洋情况	海中墩(组)
二、大桥								
2	K2124+541.637	牛骨港大桥	6×20	127	上部: 预应力混凝土箱型梁; 下部: 柱式墩、框架式台	扩基、桩基	大风江保留区(A8-8)	1
三、中桥								
3	K2212+114.202	上高丰垌一桥	13.12+2×12+13.12	59.24	上部: 钢筋混凝土空心板梁; 下部: 柱式台, 双幅双柱式墩	扩基、桩基	铁山港港口航运区(A2-13)	1

### 3.4.2 主要技术经济指标变化情况

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段(牛骨港一桥)改扩建工程项目海洋环境影响报告书》和其他工程设计资料, 本项目主要主要技术经济指标变化情况见表 3.4-2。

表 3.4-2 本项目主要技术经济指标变化情况统计结果

	项目	单位	环评阶段	验收阶段	变化情况
投资	铁山港特大桥	万元	105980	61446.86	-44533.14
	上高丰垌一桥	万元	911	867.12	-43.88
	牛骨港大桥	万元	2800	1807.7	-992.3
公路等级	铁山港特大桥	/	高速公路	高速公路	无变化
	上高丰垌一桥	/	高速公路	高速公路	无变化
	牛骨港大桥	/	高速公路	高速公路	无变化
桥梁类型	铁山港特大桥	/	特大桥	特大桥	无变化
	上高丰垌一桥	/	中桥	中桥	无变化
	牛骨港大桥	/	大桥	大桥	无变化
路线长度	铁山港特大桥	m	3658.02	3588.25	-69.77
	上高丰垌一桥	m	57.04	59.24	+2.2
	牛骨港大桥	m	124.13	127	+2.87
车道数	铁山港特大桥	/	双向 8 车道	双向 8 车道	无变化
	上高丰垌一桥	/	双向 8 车道	双向 8 车道	无变化
	牛骨港大桥	/	双向 8 车道	双向 8 车道	无变化
设计时速	铁山港特大桥	km/h	120	120	无变化
	上高丰垌一桥	km/h	120	120	无变化
	牛骨港大桥	km/h	120	120	无变化

### 3.4.3 使用海域情况调查

在项目海洋环评阶段，项目跨海桥梁使用海域分别获得了广西壮族自治区海洋局出具的《关于兰州至海口高速广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目使用海域的批复》（桂海函〔2019〕367号，2019年10月21日）和《关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改建工程项目使用海域的批复》（桂海函〔2020〕59号，2020年2月13日）。根据批复文件，项目牛骨港大桥建设用海总面积 0.1900hm<sup>2</sup>，用海方式为跨海桥梁用海（透水构筑物用海），用海类型为交通运输用海，用海性质为公益性用海，用海期限 40 年；铁山港特大桥、上高丰垌一桥建设用海总面积 27.6611hm<sup>2</sup>（其中，铁山港特大桥用海 27.6260hm<sup>2</sup>，上高丰垌一桥用海 0.0351hm<sup>2</sup>），用海方式为透水构筑物用海—跨海桥梁，用海类型为交通运输用海—路桥用海，用海性质为公益性用海，用海期限 40 年。

在项目跨海桥梁建设过程中，建设单位委托南宁企航测绘公司、广西希尔伯特海洋环境科技公司共同开展海域使用动态监视监测，根据监测结果，项目跨海桥梁建设未出现超范围用海的情况，项目实际总用海面积与海洋环评阶段一致。

图 3.4-1 铁山港特大桥宗海界址图

图 3.4-2 牛骨港大桥宗海界址图

图 3.4-3 上高丰垌一桥宗海界址图

### 3.5 公路建设过程回顾及参建单位

#### 3.5.1 工程主要建设过程

本项目执行国家公路建设的基本程序，先后依法向相关部门报批工程可行性研究报告、环境影响报告书、施工图设计等文件，其主要建设过程见表 3.5-1。

表 3.5-1 项目基本建设过程

建设阶段	审批单位	批复文号	批复时间
《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》批复	原广西壮族自治区环境保护厅	桂环审（2018）189号	2018.9.29
可行性研究报告批复	广西壮族自治区发展和改革委员会	桂发改交通（2019）302号	2019.3.28
《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》批复	广西壮族自治区生态环境厅	桂环审（2019）83号	2019.4.3
《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》批复	广西壮族自治区生态环境厅	桂环审（2019）251号	2019.7.16
两阶段初步设计批复	中华人民共和国交通运输部	交公路函（2019）742号	2019.10.10
两阶段施工图设计批复	广西壮族自治区交通运输厅	桂交行审（2020）170号	2020.9.5
开工	—	—	2019.12.26
试运营	—	—	2022.12.15~至今

#### 3.5.2 工程参建单位

本工程主要参建单位见表 3.5-2。

表 3.5-2 本工程参建单位清单

序号	参建单位	单位名称
1	初步设计单位	贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司、广西交通设计集团有限公司
2	施工图设计单位	山西交科公路勘察设计院有限公司、广西交科集团有限公司
3	环评报告表单位	广西交科集团有限公司
4	海洋环评单位	中环华诚（厦门）环保科技有限公司、海南寰亚生态环境工程咨询有限公司
5	建设单位	广西北部湾投资集团有限公司
6	运营单位	广西新发展交通集团有限公司北海高速公路运营分公司、广西新发展交通集团有限公司钦州高速公路运营分公司
7	监理单位	广西桂中工程咨询有限公司、广西桂通工程咨询有限公司
8	施工单位	广西路建工程集团有限公司、广西路桥工程集团有限公司

9	施工期海洋环境监测单位	国家海洋局北海海洋环境监测中心站
10	施工期海域使用监测单位	南宁企航测绘公司、广西希尔伯特海洋环境科技公司
11	竣工环保验收单位	广西交通设计集团有限公司

### 3.6 重大变动核查及影响分析

依据环境保护部办公厅文件《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号）：“建设项目的性质、规模、地点、生产工艺和环境保护措施五个因素中的一项或一项以上发生重大变动，且可能导致环境影响显著变化（特别是不利环境影响加重）的，界定为重大变动。”

经比对“高速公路建设项目重大变动清单（试行）”与《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》及其批复（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》及其批复（桂环审〔2019〕251号），重要变动因素对照情况如下表 3.6-1 所示，本项目规模、地点、生产工艺、环保措施因素均未发生重大变动。

表 3.6-1 项目重大变动核查表（海洋环境）

类别	高速公路重大变动清单内容	环评指标	实际指标	变化情况	是否为重大变动
规模	1、车道数或设计车速增加。	双向 8 车道，设计车速 120km/h。	双向 8 车道，设计车速 120km/h。	无变化	否
	2、线路长度增加 30%及以上。	铁山港特大桥 3658.02m、上高丰垌一桥 57.04m、牛骨港大桥 124.13m。	铁山港特大桥 3588.25m、上高丰垌一桥 59.24m、牛骨港大桥 127m。	铁山港特大桥减少 69.77m，牛骨港大桥增加 2.87m，上高丰垌一桥增加 2.2m。线路长度增加均未达到 30%。	否
地点	3、线路横向位移超出 200 米的长度累计达到原线路长度的 30%及以上。	/	项目桥梁沿既有高速公路改扩建，线路无横向位移超出 200 米路段。	无变化	否
	4、工程线路、服务区等附属设施或特大桥、特长隧道等发生变化，导致评价范围内出现新的自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等生态敏感区，或导致出现新的城市规划区和建成区。	/	项目跨海桥梁建设方案未发生变化。验收阶段，海洋环境保护目标中新增的重要湿地批复设立时间晚于项目环评批复、开工建设时间；新增的自治区级自然保护区在环评中纳入大风江红树林海洋保护区范围内，本次仅根据最新核定范围单独计列。	未因工程变化导致调查范围内出现新的生态敏感区、城市规划区和建成区。	否
	5、项目变动导致新增声环境敏感点数量累计达到原敏感点数量的 30%及以上。	项目海洋环评报告中未单独计列声环境敏感点，根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程竣工环境保护验收调查报告》（阶段性），项目全线评价范围内声环境敏感点由环评阶段的 81 个增加至 83 个，新增 2 处居民点为环评未列入敏感点，非因路线变动新增敏感点。项目未因变动导致新增声环境敏感点数量累计达到原敏感点数量的 30%及以上。			
生产工艺	6、项目在自然保护区、风景名胜区内、饮用水水源保护区等生态敏感区内的线位走向和长度、服务区等主要工程内容，以及施工方案等发生变化。	跨海桥梁建设不涉及穿越生态敏感区。	跨海桥梁建设不涉及穿越生态敏感区。	无变化	否
环保措施	7、取消具有野生动物迁徙通道功能和水源涵养的桥梁，噪声污染防治措施	（1）项目涉海建设内容未专门设置具有野生动	（1）项目涉海建设内容未专门设置具有野生动物迁徙通道功能和水源涵养的桥梁；	无具有野生动物迁徙通道功能和	否

	<p>等主要环境保护措施弱化或降低。</p>	<p>物迁徙通道功能和水源涵养的桥梁；</p> <p>(2) 在牛骨港大桥两端设立沉淀池—事故应急池；在铁山港跨海特大桥、上高丰垌一桥两端设立沉砂池—油水分离池；</p> <p>(3) 开展了红树林异地恢复；</p> <p>(4) 通过增殖放流的方式进行海洋生态补偿。</p>	<p>(2) 项目在牛骨港大桥两段建设沉淀池—事故应急池，安装调节阀门和防护网，加盖应急池挡板和警示标志；在铁山港跨海特大桥、上高丰垌一桥两端建设沉砂池—油水分离池；跨海桥梁段均配套建设径流收集系统及加强型护栏。</p> <p>(3) 项目委托编制了《铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》，并委托广西钦州华森林业咨询有限公司实施，工期为 2022 年至 2026 年，且在此期间开展了跟踪监测。</p> <p>(4) 建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥变动海洋环境影响分析报告》并组织专家开展评审，提出“建设单位将根据本报告核算的生态补偿费用，照海洋环评及其批复要求，组织编制渔业资源补偿增殖放流实施方案，制定并落实好海洋生物损失的补偿措施”；委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》并于 2025 年 4 月 11 日在北海市海洋局的监督指导下开展增殖放流工作。</p> <p>(5) 根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告》，项目按时保质完成了既定计划的所有工作，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。</p>	<p>水源地涵养功能的桥梁。</p> <p>主要环境保护措施实施效果未弱化或降低。</p>	
--	------------------------	--	---	---	--

### 3.7 环境保护投资情况调查

2019年4月3日广西壮族自治区生态环境厅以桂环审〔2019〕83号文对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》进行了批复；2019年7月16日广西壮族自治区生态环境厅以桂环审〔2019〕251号文对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段牛骨港一桥改扩建工程项目海洋环境影响报告书》进行了批复；2024年7月16日，广西北部湾投资集团有限公司组织3位技术专家对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥变动海洋环境影响分析报告》进行核查并通过评审。

综上，项目环评阶段的环保措施投资金额按照上述专题报告进行分析、核定，即牛骨港大桥工程关于海洋环境的环保投资57.2万元，铁山港特大桥、上高丰垌一桥工程关于海洋环境的环保投资378.58万元，合计435.78万元，占环评阶段总投资109691万元的0.40%。在实际施工过程中，本项目建设3座跨海桥梁关于海洋环境的环境保护投资599.28万元，占实际总投资64121.68万元的0.93%。

表 3.7-1 工程环保投资一览表

序号	投资项目	环评阶段估算/万元			实际费用/万元	增减/万元
		牛骨港大桥	铁山港特大桥、 上高丰垌一桥	总计		
一、	<b>环境污染治理投资</b>	<b>52</b>	<b>180</b>	<b>232</b>	<b>395.5</b>	<b>+163.5</b>
1	施工期沉淀、隔油池	4	0	4	2	-2
2	生活污水和生活垃圾收集处理	4	50	54	2	-52
3	船舶含油废水、生活污水收集处理	0	80	80	10	-70
4	施工机械污染物接收设施	4	0	4	1.5	-2.5
5	防污溢油事故风险应急设备	20	50	70	60	-10
6	桥面径流收集处理系统、油水分离池、应急事故池	20	0	20	320	+300
二、	<b>生态补偿投资</b>	<b>5.2</b>	<b>198.58</b>	<b>203.78</b>	<b>203.78</b>	<b>0</b>
1	海洋生态补偿	5.2	198.58	203.78	203.78	0
三、	<b>合计</b>	<b>57.2</b>	<b>378.58</b>	<b>435.78</b>	<b>599.28</b>	<b>+163.5</b>

## 4 海洋环境影响报告书回顾

### 4.1 海洋环境影响报告书主要结论

《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）中主要结论摘录见表 4.1-1。

表 4.1-1 海洋环境影响报告书主要结论（牛骨港大桥）

时段	环境要素	主要结论
	工程概况	拟扩建兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程全线总里程 138.684km，设计速度为 120km/h，由钦州至山口主线段和北海支线段组成。钦州至山口段路线方案采用双向八车道高速公路标准，路基宽 42m，北海支线路线方案采用双向六车道高速公路标准，路基宽 33.5m。主线采用沿现有高速两侧拼宽的模式进行改扩建，北海支线采用将现有高速中分带 10m 缩减为 2m、向内拓宽的模式进行改扩建。其中改扩建牛骨港一桥（K2109+614.560）全桥长 124.13m，采用进行双侧拼宽建设，拟申请使用海域面积 0.1900hm <sup>2</sup> ，用海类型为交通运输用海，用海期限为 40 年。
现状评价	海水水质	<p>采样时间是落潮期的小潮期，pH 值除 1#、3#站位达标外，其余站位均超标，超标率为 83.33%，超标原因可能与浮游植物增值有关；COD 除 8#站位超标外，其余站位均达标；活性磷酸盐除 10#站位超标外，其余站位均达标；无机氮除 5#、6#达标外，其余站位均超标，超标率为 83.33%，超标原因可能与陆源污染物有关。其它站位各评价因子均符合所在功能区的海水水质标准要求。</p> <p>项目用海海域位于河口地带，根据钦州市生态环境局 2018 年钦州市入海河流入海监测断面水质监测结果，12 个月中，3 个月监测结果为 II 类水质，8 个月为 III 类水质，仅 1 个月为 IV 类水质，说明调查海域总体水质良好，个别时期可能由于陆源污染导致水质出现短时超标。</p>
	海洋沉积物	评价结果显示，调查区域海洋沉积物各监测站位的监测因子标准指数均小于 1，符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）所对应的标准要求。
	海洋生态	<p>(1) 叶绿素 a 和初级生产力：两次调查叶绿素 a 含量范围为（1.47~15.83）mg/m<sup>3</sup>，平均值为 4.55mg/m<sup>3</sup>。初级生产力范围为（69.0~760.0）mg·C/m<sup>2</sup>·d，平均值为 216.6mg·C/m<sup>2</sup>·d。</p> <p>(2) 浮游植物：两次调查浮游植物密度分布为（0.26~5.00）×10<sup>6</sup>个/L，平均为 1.29×10<sup>5</sup>个/L；硅藻密度分布为（0.06~0.64）×10<sup>5</sup>个/L，平均为 0.18×10<sup>5</sup>个/L；甲藻密度分布为未检出~0.36×10<sup>5</sup>个/L，平均为 0.07×10<sup>5</sup>个/L。</p> <p>(3) 浮游动物：浮游动物两次调查丰度变化范围为（1009~9170）ind./m<sup>3</sup>，平均丰度为 3449ind./m<sup>3</sup>，两次生物量范围为（122.60~523.24）mg/m<sup>3</sup>，平均生物量为 326.20mg/m<sup>3</sup>。</p> <p>(4) 底栖生物：两次调查底栖生物密度在（0~343.8）ind/m<sup>2</sup>之间，平均为 77.2ind/m<sup>2</sup>。生物量在（0~15.56）g/m<sup>2</sup>之间，平均为 5.51g/m<sup>2</sup>。</p> <p>(5) 潮间带生物：两次调查各站点潮间带生物栖息密度范围为（94.2~186.7）个/m<sup>2</sup>，平均生物密度为 145.4 个/m<sup>2</sup>，生物量范围为（75.93~153.41）g/m<sup>2</sup>，平均生物密度为 117.53g/m<sup>2</sup>。</p> <p>(6) 游泳生物：本次调查结果，Y1 重量相对资源密度总计 1397.97 kg/km<sup>2</sup>，尾数相对资源密度 11.57×10<sup>4</sup> ind/km<sup>2</sup>，Y2 重量相对资源密度总计 414.33 kg/km<sup>2</sup>，尾数相对资源密度 3.17×10<sup>4</sup> ind/km<sup>2</sup>。</p> <p>(7) 鱼卵仔鱼：在 2 个站采集到仔鱼，密度最高的是 3 号站，为 2.5ind/m<sup>3</sup>，所有站点平均仔鱼密度为 0.4ind/m<sup>3</sup>。</p>
	生物残毒	调查结果显示标准指数都小于 1，该海域的生物体样品的质量整体水平良

时段	环境要素	主要结论
		好，检测指标均未超出相应功能区海洋生物质量评价标准。
环境影响分析	水动力	项目用海区域位于钦州市钦南区的大风江上游入海口的牛骨港支流3公里处海域，距离大风江出海口31公里远，跨海桥梁均在原基础上进行扩建，28个桥墩建设占用海域面积约50m <sup>2</sup> ，桥梁新增加桥墩数及桥墩位置与原有桥梁一致，桥墩和桩基和原有的大小一样，项目新增加的桥墩和桩基对水位的壅高和降低有限，对流速的影响也很小，对过水断面的影响与原有桥梁的几乎一致，流速变化较小，对在原桥梁的基础上扩建对区域的水动力影响很小。
	水环境	<p>(1) 施工悬浮物扩散对海洋环境影响</p> <p>施工期对水环境的污染主要来自于施工产生的悬浮泥沙。在桥梁的施工过程中，悬浮泥沙主要产生于钢围堰建设、钻孔以及清渣等过程，在有钢护筒围堰防护的措施下，水下开挖、压桩和钻孔施工工序所产生的SS对下游影响较轻，一般在施工区下游200m左右可基本恢复到河流的本底水平。在不发生意外的情况下对周边水质环境影响很小。</p> <p>(2) 废水排放对海水环境影响分析与评价</p> <p>I、施工期</p> <p>桥梁施工过程中产生的其它污水污物主要包括施工机械冲洗产生的含油污水，预制构件的养护、桥墩的浇筑、机器冲洗等产生的废水；施工人员驻地产生的生活污水，施工机械含油污水必须经污水处理设备处理达标后才能排放；施工人员生活等可租用民房，生活污水依托现有排水体系，也可通过设置防渗旱厕，通过堆肥用于肥林、肥田的办法进行处置；预制件施工现场所有建筑材料和生产生活垃圾被雨水冲刷所产生的废水及冲洗施工设备的废水都经现场布设的沉砂池充分沉淀后上清液循环使用，污泥及时清运。本工程施工期间只要严格执行以上污染防治措施，施工期间产生的污染物入海量较小，对项目附近水质环境不会造成明显影响。</p> <p>II、运营期</p> <p>工程营运后沉落于路面上的机动车尾气排放物、车辆溢洒油类等物质将增加，经雨水径流冲刷后进入沿线水域，对水体水质将产生一定影响。非事故状态下，路面径流污水排放基本可接近国家规定的排放标准，不会对环境的污染影响，对海域水质环境的影响很小。</p>
	沉积物	项目用海对沉积物环境的影响主要为桥墩占海以及施工对沉积物环境的扰动等。桥墩构筑物永久占用的海域底土上的沉积物环境将被彻底破坏，且是不可恢复的；周边海域的沉积物环境也将因为施工而受到一定的影响，但随着施工结束将逐渐恢复。运营期主要是桥面雨污水对海水水质从而影响到海底沉积物环境，不发生事故时，工程建设对沉积物环境影响较小。
	海洋生态	本工程建设产生的悬浮物影响范围至施工区下游200m左右。工程施工将可能降低附近区域鱼类的密度，但不会直接导致鱼类的大量死亡。由于工程区域不属于鱼类的繁殖区，施工时间也较短，工程的建设对鱼类的繁殖活动和繁殖能力不会产生明显的影响。桥墩施工作业引起工程区附近海域底质类型的局部改变，对改变区域内的底栖生物种类组成及数量分布有一定影响，对桥梁投影面积下的湿地生态系统也有一定的影响。本项目工程造成潮间带生物永久损失量为0.006t，损失经济价值为0.01万元/年，所需经济补偿费用共5.2万元。
	环境风险	本项目存在施工期在极端天气条件下（如风暴潮、台风等），由于泄洪不畅，土石方可能会随着汇集的雨水冲刷入海，对海洋环境造成污染；运营期运输危险品行驶车辆的交通事故等风险，事故发生对生态环境影响巨大，需对事故风险严加防范杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染，建设单位应制定可操作性的事故应急预案。
	主要环境保护措施	本项目施工期污染物主要有施工作业污水、施工产生的悬浮泥沙以及扬尘、燃油废气、噪声和施工人员产生的生活污水，生活垃圾等，对海洋环境所造成的

时段	环境要素	主要结论
		<p>污染主要有桥墩工程所产生的悬浮物、施工作业污水以及生活污水、生活垃圾等，建设单位均采取了严格的控制污染物产生和排放的环保措施，有效控制了污染物的排放。运营期污染物主要有桥面径流雨污水。所造成的非污染环境的影响主要有桥墩工程对水动力条件、海洋生态环境的影响，以及潮流场的改变对冲淤环境的影响等。为保护项目所处海域的海洋环境，项目业主采取了合理、可行、有效的海洋生态保护污染防治措施。</p> <p>项目建设及运营将会对工程区域环境造成一定的不利影响，但只要认真落实各项环保措施，并加强环保管理，所产生的不利影响可以得到有效控制，达到相关环境保护目标及环境质量要求，因此，本项目对环境的影响是可接受的。</p>
	综合结论	<p>根据项目对各海洋要素影响的评价结果：项目按照其设计要求，落实报告书提出的环保措施，进行合理施工和营运科学管理，其对海洋环境的影响程度和对海洋生态环境造成的损失较小，其影响也是可以接受的。施工期和运营期产生的各类污染物对附近环境敏感区和重点保护目标产生的影响较小。</p> <p>项目建设是加快北部湾经济区开放发展的需要，是广西北部湾经济区沿海钦州、北海市域之间区域联系的交通纽带。项目建设有着良好的社会效益、经济效益，社会基础条件良好，项目用海符合《广西壮族自治区海洋功能区划》等相关规划的要求，符合国家产业政策和当地的发展规划，地理位置优越。在正常工况和切实实施工程环境监理的情况下，建设单位在施工过程中严格落实报告书中提出的各项环保措施，工程结束后在适当的时机进行海洋生物资源的生态补偿和风险防范，则工程建设所带来的环境负影响可降到最低程度，工程的环境影响可控制在能够接受的水平，项目建设存在环境风险的可能性不大，本项目建设从海洋环境保护角度考虑是可行的。</p>

《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）中主要结论摘录见表4.1-2。

表4.1-2 海洋环境影响报告书主要结论（铁山港特大桥、上高丰垌一桥）

时段	环境要素	主要结论
	工程概况	<p>兰州至海口国家高速公路钦州至北海段改扩建工程全线总里程138.684km，设计速度为120km/h，由钦州至山口主线段双向八车道、路基宽42m和北海支线段双向六车道、路基宽33.5m组成。主线采用沿现有高速两侧拼宽的模式进行改扩建，北海支线采用将现有高速中分带10m缩减为2m、向内拓宽的模式进行改扩建。</p> <p>主要扩建内容包括道路工程、排水工程、桥涵工程、交通工程、绿化工程、照明工程及相关配套设施建设。</p> <p>本项目估算总金额为1166222.52万元，建安费为884198.02万元，平均每公里造价8409.09万元。铁山港特大桥建安费105980万元，上高丰垌一桥建安费911万元，两座跨海桥梁合计106891万元。</p> <p>本项目申请用海总面积27.6611hm<sup>2</sup>，其中铁山港跨海特大桥申请用海面积27.6260hm<sup>2</sup>。上高丰垌一桥申请用海面积0.0351hm<sup>2</sup>。项目用海类型为“交通运输用海”（一级类）中的“路桥用海”（二级类）。项目用海方式为“构筑物用海”中的“跨海桥梁用海”。</p>
现状评价	海水水质	<p>2017年12月调查期间铁山港海域无机氮和无机磷的浓度、超标率高，水体出现富营养化污染的趋势；其余各监测指标基本满足功能区的要求。各测站中，S10和S13站位超标监测指标相对较多，应引起重视。总体而言，铁山港水环境质量尚好。2016年4月水质调查结果，合浦儒艮海洋保护区海域内有2个站</p>

时段	环境要素	主要结论
		位的水质评价因子超标。其中 8 号站 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮等评价标准指数均大于 1，18 号站位中的无机氮的标准指数大于 1。另外在铁山港保留区的 19 号站位出现石油类超标。
	海洋沉积物	2017 年 12 月调查期间铁山港各测站的表层沉积物质量总体较好，均满足相应功能的质量要求。2016 年 4 月的统计结果表明，评价因子有机碳、硫化物、铜、铅、锌、镉、汞、砷、石油类在调查海区的标准评价指数都小于 1，调查海区沉积物中各评价因子的含量均不高，沉积物质量符合相应海洋功能区划要求。
	海洋生态	<p>(1) 2017 年 12 月各测站的叶绿素 a 含量变化范围为 0.907mg/m<sup>3</sup>~10.1mg/m<sup>3</sup>，平均 4.40mg/m<sup>3</sup>。各测站的初级生产力变化范围为 27.7mg·C/m<sup>2</sup>·d~349mg·C/m<sup>2</sup>·d，平均 157mg·C/m<sup>2</sup>·d。2016 年 4 月份枯水期叶绿素 a 含量范围为 0.46 μg/L~4.81 μg/L，平均值为 1.89 μg/L。</p> <p>(2) 2017 年 12 月调查，铁山港海域的浮游植物优势种共有 9 种，铁山港海域浮游植物细胞密度的平均值为 15.5×10<sup>3</sup> 个/升。铁山港海域浮游植物丰富度指数平均值为 3.69，均匀度指数平均值为 0.79，多样性指数平均值为 3.59，浮游植物多样性指数分布特征为内湾低，湾口高。</p> <p>(3) 2017 年 12 月调查，铁山港浮游动物优势种共有 6 种，铁山港海域浮游动物丰度变化范围为 1.36~22.97 个/m<sup>3</sup>，海域平均值为 11.60 个/m<sup>3</sup>。铁山港浮游动物湿重生物量变化范围为 0.34~13.51mg/m<sup>3</sup>，均值为 6.55 mg/m<sup>3</sup>。铁山港浮游动物均匀度指数变化范围为 0.79~1.00，均值为 0.91。</p> <p>(4) 2017 年 12 月调查底栖生物共有 6 大类 36 种，其中环节动物 17 种（47.2%），软体动物 8 种（22.2%），节肢动物 5 种，棘皮动物 4 种，蠕虫动物和脊索动物各 1 种。底栖生物的栖息密度在 50ind/m<sup>2</sup>~320ind/m<sup>2</sup> 之间，平均为 105 ind/m<sup>2</sup>；底栖生物的生物量范围在 6.10g/m<sup>2</sup>~513.60g/m<sup>2</sup>，平均为 70.89g/m<sup>2</sup>。2016 年 4 月份调查发现的底栖生物共包括蠕虫动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物和脊索动物等 6 大类 62 种。各调查站位底栖生物生物量的变化范围在 1.0 g/m<sup>2</sup>~995.1g/m<sup>2</sup>，平均为 253.7g/m<sup>2</sup>，底栖生物密度在 30ind/m<sup>2</sup>~1550ind/m<sup>2</sup> 之间，平均为 310.83ind/m<sup>2</sup>。</p> <p>(5) 2017 年 12 月本次调查共捕获游泳动物 53 种，分别隶属于 11 目 31 科。游泳动物的平均重量渔获率为 2.38 kg/h，海域目前游泳动物的资源密度约为 103.95 kg/km<sup>2</sup>，其中鱼类约为 83.77 kg/km<sup>2</sup>，甲壳类约为 11.13 kg/km<sup>2</sup>，头足类约为 9.06 kg/km<sup>2</sup>。</p> <p>(6) 2017 年 12 月本次调查采集到的鱼卵共有 7 种，本次调查采集到的鱼卵密度变化范围在 0~86.39 粒/1000m<sup>3</sup> 之间，海域平均鱼卵密度为 14.85 粒/1000m<sup>3</sup>。本次调查 8 个站位仅有 2 个站位采集到仔、稚鱼。仔稚鱼的种类只有 2 种，分别为白姑鱼和丽叶鲈。本次调查采集到的仔、稚鱼密度变化范围为 0~1.47 尾/1000m<sup>3</sup>，海域平均密度为 0.81 尾/1000m<sup>3</sup>。</p> <p>(7) 2017 年 12 月调查潮间带生物共发现 9 大门类 36 科 49 种，其中以软体动物门的种类最多，调查区域内潮间带生物平均生物量为 335.32g/m<sup>2</sup>，平均栖息密度为 172.22ind./m<sup>2</sup>。</p>
	生物残毒	2017 年 12 月铁山港生物体质量调查结果显示，该海域的 13 种海洋生物、24 份生物体样品的质量整体水平较好，只有 1 种生物的铬超出海洋生物质量评价标准，超标率均为 4.2%，锌、汞、砷、镉、铜和铅未超出相应功能区海洋生物质量评价标准。2016 年 4 月调查结果显示生物体石油烃、总汞、镉、锌、铅、铜、砷的标准指数都小于 1，全部符合评价标准，没有出现超标现象。调查海域生物质量较好。
环境影	水动力	各个模拟计算点位的涨落潮流向几乎都呈同一方向，工程前后流向相差都较小，表明该项目工程实施对附近水域流场流向的影响很小。工程实施后，对附近海域流速的影响也极小，涨落潮时各个模拟计算点的流速变化都在 10% 以下，流

时段	环境要素	主要结论
响分析		速变化最大的约为 8.3%，离桥墩越远流速变化越小，在 500m 以外区域基本上没有变化。这是由于桥墩建设后，桥墩对水流产生一定的阻力，水流绕过桥墩时略微改变了原有的水流结构的缘故。
	水环境	根据悬浮物模拟分析，本工程在施工期间较高浓度的悬浮物扩散范围主要集中在铁山港跨海特大桥附近位置，在本项目施工结束后，工程区域附近海域的悬浮物浓度可恢复到原来的状态。
	海洋生态	本工程跨海桥梁桥墩建设过程中损失潮间带生物 0.38t，折合价值约 0.65 万元；桥梁投影损失底栖生物 44.89t，折合价值为 77.21 万元；施工期悬浮物扩散损失底栖生物 154.01t，折合价值 264.90 万元，损害鱼卵、仔鱼折合价值约 5.81 万元。施工时对海洋生物的伤害，项目业主要对施工期的跨海桥梁桥墩建设损失和悬浮物扩散污染损害海洋生物资源的损失赔偿补偿经费列入工程环境保护投资预算（共计 1083.76 万元），补偿经费全部用于生态修复。
	环境风险	本项目用海和工程施工期间产生环境风险事故的可能性较小，项目建成后存在环境风险事故的可能性也较小，项目建设引起海洋环境风险事故的可能性不大。
主要环境保护措施	本项目在施工期对海洋环境的主要影响是钻孔等产生的悬浮物、施工废水、扬尘以及海洋生物资源损失等。因此施工期间应采取先进工艺，废水在做好相应的隔油、沉淀等措施后由吸污车外运至污水处理厂处理，船舶含油废水和生活污水委托有资质单位处理；定期清扫施工场地的洒落物，并辅以必要的洒水抑尘等措施，减轻施工场地及道路的扬尘影响。对于海洋生物资源的损失则采取生态补偿的措施。在运营期做好路面保养工作，并辅以适当的绿化措施。在采取上述措施后，可以将本项目施工期及运营期的环境影响降到最低，采取上述环保措施也是合理的。	
综合结论	本项目建设具有较好的社会效益和间接经济效益，项目的建设符合广西海洋功能区划和北海市城市总体规划的要求，项目选址和申请用海面积合理，项目所在海域环境质量现状较好。项目施工期产生的污染物较少，运营期项目自身不产生污染，项目建设对海洋生态环境的影响较小。本项目的建设从社会效益和海洋环境角度考虑是完全可行的。	

## 4.2 海洋环境影响报告书批复

广西壮族自治区生态环境厅以文件《关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书的批复》（桂环审〔2019〕83 号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段牛骨港一桥改扩建工程项目海洋环境影响报告书的批复》（桂环审〔2019〕251 号）对本项目跨海桥梁进行批复，批复文件中对本项目主要海洋生态环境保护措施落实情况及运营期管理要求见“5.1 环评批复意见执行情况”章节有关内容。

## 5 环境保护措施落实情况调查

由于《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程竣工环境保护验收调查报告》（阶段性）已对本项目除对海洋环境的影响调查外的所有建设内容和环境影响、环境保护/补偿措施落实情况进行了验收，本次环境保护措施落实情况调查仅针对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）中3座跨海桥梁对海洋环境的影响调查及相关环境保护/补偿措施的落实情况进行调查。

经核查，建设单位、设计单位和施工单位基本落实了海洋报告书及批复中有关的污染防治与生态保护/补偿措施建设要求，实施效果总体较好。

### 5.1 海洋环评批复意见执行情况

参建单位对环评批复意见落实情况见表 5.1-1、5.1-2。

表 5.1-1 海洋环评批复意见落实情况一览表（牛骨港大桥）

序号	批复意见	执行情况
1	桥墩施工过程中要严格落实好《报告书》中的防止桥墩施工污染海域措施，同时科学合理安排施工工序和进度，桥墩工程水下施工应尽量避免海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期（每年的5~8月），尽量缩短水下作业时间，减小对近岸海域渔业资源的影响。	<b>落实</b> 施工过程中，桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺，钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩，隔绝内外海水层，接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注，施工结束后钢护筒不拆除；施工中配套设置防污屏；产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。项目跨海桥梁施工时间已尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期。
2	加强施工管理及设备检修，防止设备故障漏油。在施工场地内修建简易沟渠，将建筑废水引入隔油沉沙池进行处理后用于洒水降尘，施工废水处理回用，不得排入水体，以保护施工点附近海域水体环境。项目施工工地开挖排水沟，在各雨水出口处开挖雨水沉淀过滤池，同时对施工污水进行沉淀处理，并在排水口设置格栅，拦截大的块状物，沉淀后的施工污水进入清洗池，清洗进出场地的运输车辆带泥轮胎，施工污水循环使用不外排，沉淀池的污泥定期清理。施工期生活污水集中收集采用三级化粪池处理后用于周边旱地和林地灌溉，不排放入海。	<b>落实</b> 项目在施工阶段定期清理并做好施工设备的维护，施工废渣定期组织清运。项目在岸侧引桥、引道施工区及临河路段施工区周边设置临时排水沟和临时沉淀池，施工废水经沉淀后回用，不外排；雨水经沉淀后排放；施工人员生活污水经化粪池处理后农灌。沥青、油料、化学品等建材划定区域堆放，在雨季加盖防雨篷布。

序号	批复意见	执行情况
3	<p>建设单位应按照《中华人民共和国渔业法》等法律法规和《中国水生生物资源养护行动纲要》等有关规定处理好资源补偿、赔偿等问题，并落实好《报告书》中的生态补偿方案。为最大限度地减少项目建设对生态造成的损失，项目业主要与渔业主管部门协商办法，按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损失谁修复”的原则，通过损害补偿、生态修复以及放流等措施，尽快恢复工程周围海域海洋生物的种类及数量。</p>	<p><b>落实</b></p> <p>建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》并于2025年4月11日在北海市海洋局的监督指导下开展增殖放流工作。</p> <p>根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告》中的调查，增殖放流实施后，受季节变化影响，叶绿素a含量减少，浮游生物的优势类群变化不大，底栖动物的优势类群未发生明显变化；项目2025年度增殖放流共在北海市铁山港榄根作业区附近红树林区放流拟穴青蟹79.3242万只，共投入资金60.20万元，回捕群体实现产值共计49.36万元，投入产出比为1:0.82；按时保质完成了既定计划的所有工作，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。</p>
4	<p>运营期污染物主要是初期雨水、冲洗废水等，禁止直排入海，在桥面两侧每隔5-6m设置一个泄水孔，在桥面两侧泄水口处安装限流管，同时在大桥箱梁悬臂下方设置吊架固定纵向专用集污管道收集桥面径流雨水，集污管与桥面泄水孔通过三通相连，降雨时可确保桥面集水越过限流管通畅排水，桥面排水通过集污管汇集到两岸的沉淀池、隔油池沉淀后排入附近海域。</p>	<p><b>落实</b></p> <p>项目在牛骨港大桥旁，于K2124+500右侧路边、K2124+600桥下各建设1套沉淀池一事故应急池，合计2套；配套建设径流收集系统及加强型护栏，安装调节阀门和防护网，加盖应急池挡板和警示标志。</p>
5	<p>按照《企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）》要求，开展企业突发环境事件风险评估，确定风险等级，制订突发环境事件应急预案并报当地生态环境主管部门备案，定期组织应急演练；按照《突发环境事件应急管理办法》、《企业突发环境事件隐患排查和治理工作指南（试行）》相关要求，制定环境安全隐患排查治理制度，建立隐患排查治理档案，落实相关环境风险防控措施。完善杜绝项目运营期发生危险品交通运输事故货车倾翻事故，油类、危险化学品等泄露到水域的措施并落实。</p>	<p><b>落实</b></p> <p>建设单位已委托编制环境风险应急预案，并向北海市生态环境局（备案编号450501—2023—055—2）和钦州市生态环境局（备案编号450702—2023—046—2）备案；此外，项目在星岛湖养护工区及合浦管理处设置应急物资库，储备环境风险应急物资。</p>
6	<p>建设项目的初步设计应当编制环境保护篇章，落实防治环境污染和生态破坏的措施以及环境保护设施投资概算。将环境保护设施建设纳入施工合同，保证环境保护设施建设进度和资金落实。</p>	<p><b>落实</b></p> <p>建设项目的初步设计、施工图设计均编制环境保护篇章，落实防治环境污染和生态破坏的措施以及环境保护设施投资概算。建设单位将环境保护设施建设纳入施工合同，保证环境保护设施建设进度和资金落实。</p>
7	<p>项目建设期、运营期须按《报告书》所列的环境监测方案实施监测，并按国家有关要求公开监测信息，接受社会监督。监测结</p>	<p><b>基本落实</b></p> <p>项目从整体考虑，在施工阶段对环境影响较大的铁山港海域进行了施工期、完工后的海洋环</p>

序号	批复意见	执行情况
	果定期上报当地生态环境主管部门备案,发现问题及时解决。	境跟踪监测, 监控海水水质和海洋生态变化情况。后续将按照《报告书》中的运营期监测计划执行, 及时公开信息, 接收监督。

表 5.1-2 海洋环评批复意见落实情况一览表 (铁山港特大桥、上高丰垌一桥)

序号	批复意见	执行情况
1	项目施工期应控制悬浮物产生浓度的大小, 对悬浮物的扩散范围做严密监控, 当发现异常情况时应立即暂停施工, 减小悬浮物扩散进入农渔业区的浓度, 减轻对农渔业区水质和生态环境的影响。桥桩基础产生悬浮泥沙环节, 施工需避开海洋生物产卵的季节, 将生态影响降低到最小。	<p><b>落实</b></p> <p>施工过程中, 桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台 (栈桥) 施工工艺, 钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩, 隔绝内外海水层, 接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注, 施工结束后钢护筒不拆除; 施工中配套设置防污屏; 产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池, 沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。</p> <p>项目跨海桥梁施工时间已尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期。</p> <p>项目在施工阶段委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站对海洋环境进行了跟踪监测。</p>
2	严格控制施工期间生产、生活污水排放, 污水需经统一收集由吸污车外运处理; 施工船舶的含油废水应交由有资质单位集中收集处理。生活垃圾和施工建筑垃圾要分类处理, 生活垃圾由环卫部门统一清运, 建筑垃圾可进行回填或统一填埋处理。	<p><b>落实</b></p> <p>项目施工废水经沉淀后回用, 不外排; 雨水经沉淀后排放; 施工人员生活污水经化粪池处理后农灌。生活垃圾和施工建筑垃圾分类处理, 生活垃圾由环卫部门统一清运, 永久弃渣及时运至指定弃渣场。严格执行施工船舶污染物的排放措施。按海事管理部门规定将船上的生活污水、含油污水分类分质处理。</p>
3	建设单位应采用先进的施工工艺, 尽可能减少悬浮物的产生量, 同时对项目区域附近的红树林应加强保护, 禁止擅自砍伐红树林。	<p><b>落实</b></p> <p>施工过程中, 桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台 (栈桥) 施工工艺, 钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩, 隔绝内外海水层, 接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注, 施工结束后钢护筒不拆除; 施工中配套设置防污屏; 产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池, 沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。</p> <p>项目委托编制了《铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》, 并委托广西钦州华森林业咨询有限公司实施, 工期为 2022 年至 2026 年, 且在此期间开展了跟踪监测。</p>
4	项目建设单位要制定并落实好海洋生物损失的补偿措施, 做好桥墩建设过程中损失的潮间带生物、桥墩投影损失的底栖生物、施工期悬浮物扩散损失的底栖生物等的补偿工作。为最大限度地减少项目建设对生态造成的损失, 项目业主要按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损失谁修复”的原则, 把工程的生态补偿经费严格按照规定全部用于生态修复, 以恢复渔业资源为主, 做	<p><b>落实</b></p> <p>建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》并于 2025 年 4 月 11 日在北海市海洋局的监督指导下开展增殖放流工作。</p> <p>根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告》中的调查, 增殖放流实施后, 受季节变化影响, 叶绿素 a 含量减少, 浮游生物的</p>

序号	批复意见	执行情况
	好生态修复计划，主要包括增殖放流、人工鱼礁建设等，以及做好增殖放流的跟踪监测、效果评估和养护管理等。	优势类群变化不大，底栖动物的优势类群未发生明显变化；项目 2025 年度增殖放流共在北海市铁山港榄根作业区附近红树林区放流拟穴青蟹 79.3242 万只，共投入资金 60.20 万元，回捕群体实现产值共计 49.36 万元，投入产出比为 1:0.82；按时保质完成了既定计划的所有工作，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。
5	对于施工期影响航道上游船通航问题，业主应向海事部门申请办理相关手续，由海事部门发布占用航道施工海事公布，安民告示，施工段航道通行实行时间管制，桥梁施工期结束后恢复通航。	<p><b>落实</b></p> <p>建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥航道通航条件影响评价》报告，并获得自治区交通运输厅出具的审核意见（桂交航审〔2019〕12 号）；在实际施工阶段，施工单位申请并获得了北海海事局公布的《关于兰海高速北海铁山港跨海大桥改扩建工程施工作业的通告》（北海海航〔2020〕013 号）。</p>
6	<p>严格防范项目施工期及运营期可能遇到自然灾害（台风、风暴潮等）、溢油事故、围堰失事等安全事故次生环境突发事件。在施工过程中，遇恶劣天气和海况时，施工单位应停止施工作业并做好水土保持工作；制定溢油事故的污染控制措施及应急预案；做好围堰的防范措施，防止出现大量的悬浮泥沙溢出事故。</p> <p>项目建设单位要根据环境风险防范措施要求开展环境风险评估，完善道路运输危险化学品泄漏等公路环境风险防范及应急措施体系，建设路面和桥面径流水收集、处理系统，建设加强型护栏、警示标志及环境及物资储备库（点）；根据环境风险评估结果编制相应的突发环境事件应急预案并按规定备案，建立环境应急管理机构，制定完善相关管理制度并落实专职人员负责环境风险管理工作；定期开展环境风险防范措施巡查和维护，及时整治发现的隐患，建立隐患排查档案；定期开展突发环境事件应急演练，开展应急知识和技能培训，提高环境应急能力</p>	<p><b>落实</b></p> <p>项目在铁山港跨海特大桥两侧，K2201+040 右幅、K2201+090 左幅、K2202+400 右幅、K2205+750 右幅、K2205+820 右幅、K2206+400 右幅、K2207+800 左右幅各建设 1 套沉砂池—油水分离池，合计 8 套，配套建设径流收集系统及加强型护栏。</p> <p>项目在上高丰垌一桥两侧，K2211+630 左右幅、K2212+610 左右幅各建设 1 套沉砂池—油水分离池，合计 4 套，配套建设径流收集系统及加强型护栏。</p> <p>建设单位已委托编制环境风险应急预案，并向北海市生态环境局（备案编号 450501—2023—055—2）和钦州市生态环境局（备案编号 450702—2023—046—2）备案；此外，项目在星岛湖养护工区及合浦管理处设置应急物资库，储备环境风险应急物资。</p>
7	<p>项目开工前，应编制完成海洋环境影响跟踪监测实施方案，报当地生态环境行政主管部门、海洋环境执法部门备案。</p> <p>项目施工期和运营期应委托有资质的监测机构根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》的要求和项目特点开展海洋环境影响监测，并按国家有关要求公开监测信息，接受社会监督，监测结果定期上报当地生态环境行政主管部门、海洋环境执法部</p>	<p><b>落实</b></p> <p>项目在施工阶段、完工后分别委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站对铁山港海域海洋环境进行了跟踪监测，后续将按照《报告书》中的运营期监测计划执行，及时公开信息，接收监督。</p>

序号	批复意见	执行情况
	门备案，发现问题及时解决。	

## 5.2 海洋环境影响报告书提出的环境保护措施执行情况

本次验收调查对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）中3座跨海桥梁对海洋环境的影响调查及相关环境保护/补偿措施的落实情况进行了调查，详见表5.2-1~表5.2-2。

表 5.2-1 环境影响报告书海洋环境环保措施执行情况一览表（牛骨港大桥）

项目	环保措施	执行情况
污染环境保护对 策措施	桥墩施工时必须采用钢围堰后才能进行，在施工过程中，粘土库、制浆池、沉淀池和储浆池均要设在陆地，并在施工栈桥上设置泥浆和废水专用管道，采用压力泵运送泥浆和污水。	<b>落实</b> 施工过程中，桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺，钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩，隔绝内外海水层，接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注，施工结束后钢护筒不拆除；施工中配套设置防污屏；产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。
	在施工过程中配备并及时开动辅助泥浆泵，避免泥浆从护筒顶部溢出；将护筒内多余泥浆抽回泥浆池内循环使用。	
	使用反循环回转钻孔时，要注意使钻杆中抽取的泥浆量与沉淀、净化后流入护筒内的泥浆量平衡。	
	泥浆或沉淀淤泥要运到指定的低洼地堆放。	
	钻孔碎渣集中收集运到岸上作为路基填料。	<b>落实</b> 本项目工程弃渣、建筑垃圾尽可能回用，无法回用的部分运至弃渣场集中处理。
	在施工过程中需加强管理，文明施工，定期对设备进行维修保养，确保设备长期处于正常状态，发生故障后应及时予以修复。	<b>落实</b> 项目在施工阶段定期清理做好施工设备的维护。
	施工多余的施工泥浆和废水必须通过泥沙沉淀池充分沉淀后才能排放。	<b>落实</b> 项目在岸侧引桥、引道施工区及临河路段施工区周边设置临时排水沟和临时沉淀池。沥青、油料、化学品等建材划定区域堆放，在雨季加盖防雨篷布。
水污染措施	加强施工管理及设备检修，防止设备故障漏油。	<b>落实</b> 项目在施工阶段定期清理做好施工设备的维护。
	陆域施工作业含有少量泥浆水，清洗器械产生少量含油污水，在施工场地内修建简易沟渠，将建筑废水引入隔油沉沙池进行处理后用于洒水降尘，施工废水处理回用，不得排入水体，以保护施工点附近海域水体环境。	<b>落实</b> 桥梁施工过程中，产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。同时，施工场站远离地表水体/海洋

项目	环保措施	执行情况
	<p>项目施工工地应开挖排水沟，在各雨水出口处开挖雨水沉淀过滤池，同时对施工污水进行沉淀处理，并在排水口设置格栅，拦截大的块状物，沉淀后的施工污水进入清洗池，清洗进出场地的运输车辆带泥轮胎，施工污水循环使用不外排，沉淀池的污泥定期清理。</p> <p>施工期生活污水集中收集采用三级化粪池处理后用于周边旱地和林地灌溉，不排放入海。</p> <p>加强对项目周围海洋环境质量现状监测，委托有资质的海洋环境监测单位对施工期的环境影响进行跟踪监测，掌握施工活动与水体中悬浮物增量的规律，降低对海水水质产生的不利影响，及时向海洋主管部门提供监测结果和应对措施。</p>	<p>设置，施工生产废水经隔油沉淀处理后回用于制作水泥混凝土或场地洒水降尘；场地周边设置有临时排水沟和沉淀池，以收集和沉淀处理因降雨产生的径流水，沉淀池的污泥定期清掏，排水去向为自然沟渠，没有进入饮用水功能等敏感水体或海域。</p> <p><b>落实</b> 施工人员生活污水经化粪池处理后农灌，不外排。</p> <p><b>基本落实</b> 项目从整体考虑，在施工阶段对环境影响较大的铁山港海域进行了施工期、完工后的海洋环境跟踪监测，监控海水水质和海洋生态变化情况。</p>
运营期环境保护对策措施	<p>本工程运营期污染物主要是初期雨水、冲洗废水及桥面散落物，含尘量较小，禁止直排入海，在桥面两侧每隔 5-6m 设置一个泄水孔，在桥面两侧泄水口处安装限流管，同时在大桥箱梁悬臂下方设置吊架固定纵向专用集污管道收集桥面径流雨水，集污管与桥面泄水孔通过三通相连，降雨时可确保桥面集水越过限流管通畅排水，正常情况下桥面排水通过集污管汇集到两岸的沉淀池、隔油池沉淀后排入附近海域；在桥面发生意外事故时关闭泄雨水孔，摘除排水沟上的限流管，集水槽可接收毒害物质和清洗水，有效阻挡相对雨水量为少的泄漏物质，而清洗水直接排海，事故情况下桥面排水必须收集至沉淀后通过槽车外运处理，禁止直接排入海域。</p> <p>大桥建成通车后，运营方应配备专业队伍负责桥面的日常维护与管理，保持桥面清洁，及时清理桥面上累积的尘土、碎屑、油污，可大大减少桥面雨水的污染物含量；通行车辆可能散落垃圾等，桥面散落物定期由环卫工人进行清理，一般情况下不会进入海洋环境。此外，事故风险的产生环节体现在运输危险品车辆发生交通事故造成的危险化学品泄漏入海。建议在大桥两端设立事故应急池，制定相应的应急预案，避免或减轻事故发生带来的影响。</p>	<p><b>落实</b> 项目在牛骨港大桥旁，于 K212 4+500 右侧路边、K2124+600 桥下各建设 1 套沉淀池—事故应急池，合计 2 套；配套建设径流收集系统及加强型护栏，安装调节阀门和防护网，加盖应急池挡板和警示标志。</p> <p>运营期桥面维护由运营单位进行管理；建设单位已委托编制环境风险应急预案，并向北海市生态环境局（备案编号 450501—2023—05 5—2）和钦州市生态环境局（备案编号 450702—2023—046—2）备案；此外，项目在星岛湖养护工区及合浦管理处设置应急物资库，储备环境风险应急物资。</p>
海洋生态保护对	<p>科学合理安排施工工序和进度，桥墩工程等水下施工应尽量避免海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期（每年的 5~8 月），尽量缩短水下作业时间，减小对近岸海域渔业资源的影响；应避免在台风和暴雨季节（每年的 5~10 月）进行路基开挖及取土活动；对开挖面尽快采取措施以减少雨水冲刷；施工过程须严防水土流失，产生的土方石料应堆放整齐，及</p>	<p><b>落实</b> 项目跨海桥梁施工时间已尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期。</p> <p>项目在施工区周边设置临时排水沟和临时沉淀池，施工废水经沉淀后回用，不外排；雨水经沉淀后</p>

项目	环保措施	执行情况
策 措 施	时清运施工弃渣；堆放场地周围应设排雨沟，防止雨水冲刷流入水体，污染海洋环境。	排放。沥青、油料、化学品等建材划定区域堆放，在雨季加盖防雨篷布，在雨季加盖防雨篷布。
	施工开挖土方、外运装卸土方等工序，应尽量避开雨季；施工材料应加盖防雨材料，以免大风暴雨将其带入水体，污染海洋环境。若不可避免在雨季施工，应在土料的迅速压实同时建立挡土墙，防止对海洋生态环境产生影响。	
	合理堆放土石料，及时清运施工弃渣；禁止向海域、滩涂倾倒弃土、弃渣等施工废料。	<p><b>落实</b></p> <p>施工过程中，桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺，钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩，隔绝内外海水层，接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注，施工结束后钢护筒不拆除；施工中配套设置防污屏；产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。</p>
	在桥墩施工前做好围堰措施，以防止悬浮物的扩散对海洋生物的影响。	
运 营 期	根据《中华人民共和国渔业法》等相关法律法规和《中国水生生物资源养护行动纲要》等有关规定，按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损坏谁修复”的原则，建设单位应与渔业主管部门处理好资源补偿、赔偿问题。	<p><b>落实</b></p> <p>项目在施工过程中严格落实环评报告书及批复要求，委托广西交通设计集团有限公司环境监测中心开展了施工期环境监测，对施工队伍进行了环境保护宣传和教育。</p>
	建设单位对海洋生物资源的损害补偿和生态修复措施应按相关法律、法规要求，征得相应渔业行政主管部门的同意后方可实施。通过加强项目附近海洋资源保护，改善沿岸及附近水域生态环境，尽快恢复和补偿项目建设所造成的海洋生物资源损害。	<p><b>落实</b></p> <p>建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》并于2025年4月11日在北海市海洋局的监督指导下开展增殖放流工作。</p>
	为弥补本项目建设所造成的工程海域渔业资源损失，应通过对工程周围海域进行鱼虾蟹等经济水产物种幼苗的放流，以提高工程周围海域渔业资源量，以期对工程周围海域海洋生物的种类及数量进行恢复。	<p>根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告》中的调查，增殖放流实施后，受季节变化影响，叶绿素a含量减少，浮游生物的优势类群变化不大，底栖动物的优势类群未发生明显变化；项目2025年度增殖放流共在北海市铁山港榄根作业区附近红树林区放流拟穴青蟹79.3242万只，共投入资金60.20万元，回捕群体实现产值共计49.36万元，投入产出比为1:0.82；按时保质完成了既定计划的所有工作，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。</p>
	通过加强项目附近海域红树林等湿地资源的保护，改善沿岸及附近水域生态环境；通过合理发展海水贝类藻类的养殖，改善海洋环境碳循环，尽快恢复和补偿项目建设所造成的海洋生物资源损害。	

表 5.2-2 环境影响报告书海洋环境环保措施执行情况一览表（铁山港特大桥、上高丰垌一桥）

项目	环保措施	执行情况
环境保护措施	<p>提高防患意识，道路施工应避免夏季风暴雨雨季施工，尽量避免悬浮物的产生。控制土石方工程的施工周期，尽可能减少疏松土壤的裸露时间。构造物基坑开挖过程中，一定要对挖方进行妥善的临时堆置，避免渣土直接进入周边水体或被降雨径流冲入海域。</p>	<p><b>落实</b> 桥梁施工过程中，产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。同时，施工场站远离地表水体/海洋设置，施工生产废水经隔油沉淀处理后回用于制作水泥混凝土或场地洒水降尘；场地周边设置有临时排水沟和沉淀池，以收集和沉淀处理因降雨产生的径流水，沉淀池的污泥定期清掏，排水去向为自然沟渠，没有进入饮用水功能等敏感水体或海域。施工人员生活污水经化粪池处理后农灌，不外排。</p>
	<p>生活污水和机械设备清洗污水应分别收集送化粪池和隔油沉砂池处理后由吸污车外运处理，严格控制施工期间生产、生活污水没经处理随意排放。</p>	
	<p>施工船舶含油废水、船舶工作人员生活污水及生活垃圾等均交由有资质单位集中收集处理。</p>	<p><b>落实</b> 项目施工船舶含油废水、船舶工作人员生活污水及生活垃圾等均交由有资质单位集中收集处理。</p>
	<p>钻孔桩施工时要在工作平台上设置泥浆池，钻孔施工产生的泥浆要经过沉淀池沉淀后，泥浆循环回用于钻孔，禁止外排。</p>	<p><b>落实</b> 施工过程中，桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺，钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩，隔绝内外海水层，接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注，施工结束后钢护筒不拆除；施工中配套设置防污屏；产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。</p>
	<p>滩涂区用砂袋围堰的区域，围堰和拆除施工时必须要在低潮露滩时段施工，避免产生较多悬浮物污染海洋环境。</p>	<p>项目跨海桥梁施工无基础钢板桩围堰锤打、基坑开挖抽水以及钢板桩围堰的拆除施工的过程，且钻孔桩施工在钢护筒内操作，与海水隔绝，产生的悬浮泥沙扩散很少。</p>
	<p>钢板桩围堰、钢管桩垂打或拆除施工时要合理安排施工时间和施工进度，尽量减少施工作业对底质的搅动强度，尽量缩短施工工期。</p>	
	<p>施工期不可避免地会对海洋捕捞和滩涂养殖产生影响，为减少海捕和水产养殖损失，保障渔业生产安全，在水工作业前，除告知有关部门外，还应出具通告或告示，说明水工作业时间、地点、范围、作业方式等，并在施工区周围设立明显的标志。</p>	<p><b>落实</b> 建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥航道通航条件影响评价》报告，并获得自治区交通运输厅出具的审核意见（桂交航审〔2019〕12号）；在实际施工阶段，施工单位申请并获得了北海海事局公布的《关于兰海高速北海铁山港跨海大桥改扩建工程施工作业的通告》（北海海航〔2020〕013号）。</p>
	<p>本项目工程部分桥墩位于铁山港湾，要求合理安排施工进度，尽量安排在枯水季节，在一定程度上可以减小施工难度。</p>	<p><b>落实</b> 项目跨海桥梁桩基工程尽量安排在枯水季节；桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺，施工结束后钢护筒不拆除；在施工完成后及时进行施工现场清理。</p>
	<p>大桥施工时密切关注岸坡的稳定，近堤岸桥墩基础施工应严格控制采用震动较小的钻孔施工，禁止采用冲击、锤击等震动大的施工工艺，钻孔时应注意对岸坡的保护，防止坍塌。</p>	
	<p>施工完毕后须及时清除施工时遗留在施工现场的一切障碍物，确保通航安全，建成</p>	

项目	环保措施	执行情况
	通车后，适时对桥梁沉降进行跟踪观测，必要情况下开展工程调控，确保桥梁安全。	
生态保护措施	施工过程中须密切注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现桥梁施工建设引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响，则应立即采取措施，必要时可短暂停工。	<b>落实</b> 项目在施工阶段、完工后分别委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站对铁山港海域海洋环境进行了跟踪监测，监控海水水质和海洋生态变化情况。
	在施工前做好施工设备检查措施，以防止悬浮物的大量扩散对浮游生物的影响。	<b>落实</b> 项目在施工阶段定期清理做好施工设备的维护。
	项目工程建设对用海区域内的潮间带生物、底栖生物等造成一定程度的破坏，建议业主与相关主管部门协商有关生态补偿的办法。	<b>落实</b> 建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》并于2025年4月11日在北海市海洋局的监督指导下开展增殖放流工作。 根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告》中的调查，增殖放流实施后，受季节变化影响，叶绿素a含量减少，浮游生物的优势类群变化不大，底栖动物的优势类群未发生明显变化；项目2025年度增殖放流共在北海市铁山港榄根作业区附近红树林区放流拟穴青蟹79.3242万只，共投入资金60.20万元，回捕群体实现产值共计49.36万元，投入产出比为1:0.82；按时保质完成了既定计划的所有工作，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。
	根据项目的用海特征，建议业主单位安排一定的生态监测计划的经费，用于工程中和工程后一段时间内鱼类资源的监测评估工作。	
	按农业部发布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的要求，对占用渔业水域的生物资源损害进行补偿。补偿经费要全部用于项目造成的生物生态损害的修复补偿，包括增殖放流，人工鱼礁等。	
	建设桥墩时的水下施工期，如钢板桩围堰、基坑开挖和钻孔施工等容易产生悬浮物的施工环节应尽可能避开3月~5月份的当地主要海洋经济生物产卵繁殖期。	<b>落实</b> 项目跨海桥梁施工时间已尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期。
施工期间严格按照优化后的路线进行施工，未经林业部门批准不得擅自占用红树林，并教育工作人员注意保护周边的红树林资源。	<b>落实</b> 项目委托编制了《铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》，并委托广西钦州华森林业咨询有限公司实施，工期为2022年至2026年，且在此期间开展了跟踪监测。	

## 6 生态环境影响调查

### 6.1 区域自然环境概况

#### 6.1.1 地理位置

项目建设的3座跨海桥梁中，牛骨港大桥位于钦州市大风江海域，铁山港特大桥、上高丰垌一桥位于北海市铁山港海域。

钦州市位于广西壮族自治区南部沿海中段、北部湾北岸顶端，北纬 $21^{\circ}35'$ ~ $22^{\circ}28'$ 与东经 $100^{\circ}11'$ ~ $109^{\circ}9'$ 之间。东与北海市、玉林市相连，西与防城港市毗邻，北与南宁市接壤。市区距自治区首府南宁市约110公里，距北海约120公里，距防城港40公里。正好位于“南、北、钦、防”核心区的中央，扼住广西西南出海通道之交通联系的咽喉，起着东西联系、南北贯通的作用，是大西南最便捷的出海通道。

北海是广西壮族自治区地级市，地处广西壮族自治区南端，北部湾东北岸。位于东经 $108^{\circ}50'$ ~ $109^{\circ}47'$ ，北纬 $20^{\circ}26'$ ~ $21^{\circ}55'$ 之间。境内有钦北铁路、209、325国道经过，高速公路可直达南宁、玉林、湛江等地，把北海与桂林、重庆、成都、广州等重要城市连接起来，构筑了中国西南地区便捷的公路出海通道。

#### 6.1.2 地质构造

牛骨港大桥路段属于微丘区，地形高程和相对高差较小，地形起伏变化频繁，沟谷较浅。其表层大部分被第四系覆盖，其岩性主要为黄褐色含砂粘土（液限和塑性指数均较大），局部为粉土及砂砾石，厚度一般不大于3米，下伏砂岩、粉砂质泥岩、页岩，均属软质岩，呈强~中风化状，容许承载力300~500KPa。该段大约有7.8KM线路经过山间田地及沟谷低洼处，不良地质主要表现为软基，呈软塑~可塑状，一般1~3米，局部可达4~5米。

铁山港特大桥、上高丰垌一桥路段区域构造特征主要表现为华力西~印支期、燕山期和喜马拉雅等多期构造活动，形成了那丽复背斜，南蛇塘断裂和合浦构造盆地。总体上区域内北东向断裂构造发育，北西向断裂构造也有发育。自新生代以来没有发现强烈构造活动迹象，区域稳定性较好，但小断层和节理裂隙稍发育。

#### 6.1.3 气候气象

项目所经钦州市境，地处北回归线以南，属南亚热带季风气候，具有亚热带向热带过渡性质的海洋季风气候特点，高温多雨，干湿季节分明，夏长冬短，季风盛行；多年平均温度 $22\sim 23^{\circ}\text{C}$ ，夏季炎热高温，尤以6~9月最甚，平均最高温度 $28\sim 30^{\circ}\text{C}$ ；1~2月

较冷，多年平均最低温度 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ ；雨量充沛，年降雨量 $1324\sim 2000\text{mm}$ ，雨季颇长，雨季集中在 $5\sim 9$ 月，占全年降雨量的60%以上，降雨季节多暴雨，而暴雨多随台风侵扰。钦州市主导风向为北风，受台风和寒潮影响，大风较多，12月和次年1月多寒潮大风，夏秋两季多台风、西南大风和雷雨大风，在沿海地区有时还可出现龙卷风等风灾。

项目所经北海市境地处低纬度，属南亚热带海洋性气候，温暖潮湿；区域多年平均气温 $22.6^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温为 $36.1^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温为 $2.0^{\circ}\text{C}$ ；年平均降水量为 $1548\text{mm}$ ，多集中于 $6\sim 9$ 月，降雨量占全年的83%以上，年最大降水量 $1774.6\text{mm}$ ，年平均暴雨日数为 $8.2\text{d}$ ，年平均蒸发量为 $1869.6\text{mm}$ ；平均相对湿度81%，平均日照时数 $2088.7\text{h}$ 。县境常年盛行风向为北风，频率为22%，冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风，静风频率为5%；雾主要出现在冬末春初（ $1\sim 3$ 月），尤其以3月份雾日最多，多年平均雾日 $13.2\text{d}$ 。

## 6.1.4 海洋水文

### 6.1.4.1 钦州市

#### (1) 潮汐

##### ①潮型

北部湾地区是我国典型的全日潮海区，根据钦州湾龙门港潮汐资料分析： $(\text{HK}1+\text{H}01)/\text{HM}2=4.6$ ，钦州湾潮汐性质属非正规全日潮，湾内潮汐日不等现象明显，每月约有 $2/3$ 时间在一个太阴日内出现一次涨潮和一次落潮过程，约有 $1/3$ 时间在一个太阴日内出现二次高潮和二次低潮。

钦州湾潮汐现象的一个显著特点是，每月大潮过后约有 $2\sim 4$ 日时间为半日潮，其余多为全日潮。一年当中，全日潮的时间约为 $60\sim 70\%$ 。

##### ②潮位特征值

根据广西水文水资源局钦州分局龙门潮位站1966~2002年观测资料计算，钦州湾多年平均海平面为 $0.40\text{m}$ （黄海基面起算），其潮位特征值如下：

历年最高高潮位： $3.96\text{m}$ （1986年7月22日）

历年最低低潮位： $-2.57\text{m}$ （1968年12月22日）

历年涨潮最大潮差： $5.95\text{m}$ （1968年）

多年涨潮平均潮差： $2.46\text{m}$

历年落潮最大潮差： $5.69\text{m}$ （1987年）

多年落潮平均潮差： $2.46\text{m}$

多年平均涨潮历时： $10\text{h}29\text{min}$

多年平均落潮历时：7h47min

## (2) 潮流

钦州湾潮流性质属不规则全日潮流，潮流运动形式基本呈往复流形态。复杂的钦州湾地形对流速、流向影响十分显著。由于外湾呈喇叭形，从湾口至湾顶潮波能量逐渐积聚增大，因此潮流流速逐渐加快；落潮流速则呈辐射形式，自湾顶向南流速变小；其涨落潮流向依顺地形，大致呈南北往复流动；而且湾内潮波趋近于驻波状，最大或较大潮流速一般出现在中潮位前后。

本海区表层余流流速，在大潮期间比在中潮、小潮期间大，详见下表。

表 6.1-1 金鼓江海域余流流速统计表

余流流速 (cm/s)		小潮	中潮	大潮	备注
平均值	表层	8.1	6.6	17.2	/
	中层	7.1	5.3	9.4	中层和底层的余流流向变化则较为复杂，规律性不明显。
	底层	4.1	5.3	6.1	
最大值	表层	12.4	11.9	26.9	/
	中层	12.0	6.7	13.0	中层和底层的余流流向变化则较为复杂，规律性不明显。
	底层	5.3	7.1	9.4	
最小值	表层	4.7	1.8	7.4	/
	中层	/	/	/	中层和底层的余流流向变化则较为复杂，规律性不明显。
	底层	/	/	/	

## (3) 波浪

根据广西水文水资源局钦州分局在三娘湾设立的波浪站 (108° 46' E, 20° 36' N) 的观测资料，1991~2002年各浪向平均最大波高统计如下所示。

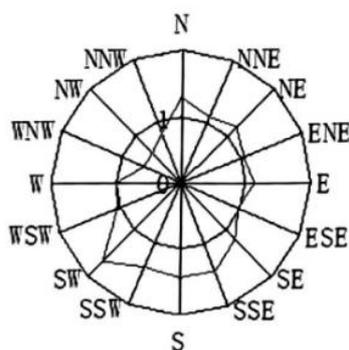


图 6.1-1 三娘湾波浪站 1991~2002 各浪向平均最大波高统计

本海区波浪以风浪为主，常浪向SSW向、频率占17.67%，其次NNE向、频率为17.2%；强浪向为SW及SSW向，次浪向为S向及N向；本海区实测最大波高为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发生频率为66.37%，波级小于1.0m

发生频率为96.21%，大于1.5m波高出现频率仅为1.1%。数据表明，除台风影响外，本海区平时的波浪不大。

#### 6.1.4.2 北海市

##### (1) 潮汐及水位

###### ①潮汐性质及潮型、水位特征值

铁山港潮流性质特征值在 1.63~3.70 之间，表明该湾大部分区域为不规则半日潮海区，口门附近为不规则全日潮流。比值由口门向里递减，如口门处为 3.70，港湾顶部仅 1.63。潮流主流向与深槽走向相一致，口门处涨潮流向 NNE，落潮流向为 SSW。铁山港主要日分潮椭圆长轴方向与水道走向一致，为 S-N 向，旋转率在 0.03-0.32 之间，为逆时针方向旋转。潮流的运动形式，属往复流性质。

铁山湾湾口往外至涠洲岛一带，潮流由往复流逐渐过渡为旋转流。不过长轴仍为 NE~SW 方向。转流方向由落转涨一般为顺时针方向，由涨转落一般为逆时针方向。湾内最大流速超过 1m/s，湾外流速一般都在 0.3~0.5m/s 以下。

根据实测资料，大潮期，涨潮最大测点流速为 0.88m/s，落潮最大测点流速为 0.84m/s。中潮期，涨潮最大流速为 0.58m/s，落潮最大测点流速为 0.62m/s。小潮期，涨潮最大测点流速为 0.66m/s，落潮最大测点流速为 0.82m/s。

根据实测潮位资料统计，其从理论深度基准面起算的潮位特征值如下：

历年最高潮位：6.31m

历年最低潮位：-0.09m

多年平均高潮位：4.28m

多年平均低潮位：1.80m

多年平均潮位：3.00m

多年平均潮差：2.45m

历年最大潮差：6.25m

日潮平均涨潮历时：8 小时 5 分

日潮平均落潮历时：6 小时 25 分

###### ②设计水位

设计高、低水位根据铁山港区实测潮位资料计算，成果如下：

设计高水位：5.41m（潮峰累积频率 10%）

设计低水位：1.13m（潮谷累积频率 90%）

当地理论最低潮面：0m

极端高水位：6.86m（重现期为50年一遇）

极端低水位：-0.46m（重现期为50年一遇）

### （2）波浪

本区受雷州半岛掩护，波浪强度不大，年平均波高为0.67m，常浪向为NNE和NE，频率分别为10.67%和10.39%。强浪向为SSW，年平均波高为1.23m，频率为8.90%。波高小于0.5m的风浪，频率为38.85%。波高大于1.5m的风浪，频率为4.6%。经台风大浪统计和频率分析表明，其方向主要发生在S、SSW和SW向，观测期间三方向的极值波高分别为4.6m、4.5m和4.6m。此外，根据北海湾口西侧50km的北海市南湾渔业基地测波站实测资料统计分析，常波向为NW，次常波向为SE，而涌浪以SSW向最多；平均大波波高 $H_{1/10}$ 为0.5m，平均波高为0.3m，平均周期为3.0S，最大波高为2.5m，相应波向为WSW，周期为3.8S，出现于1976年6月1日。

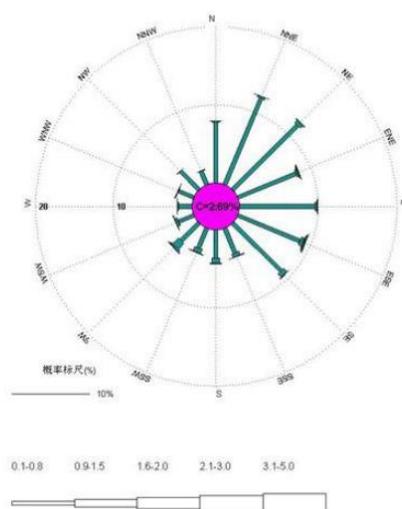


图 6.1-2 波浪玫瑰图（2011.1—2012.1）

### （3）海流

铁山湾口附近及湾内潮流基本为往复流，涨潮流向北，落潮流向南，属非正规全日潮。水文测验表明，大、中潮呈现全天一涨一落，涨潮历时长于落潮历时；大潮时涨潮流速变化相对较大，落潮流速变化较为平缓；中潮时涨潮流速变化平缓，落潮流速变化相对较大。小潮潮型属半日潮，全天两涨两落，潮流过程呈多峰型，流速变化相对较大，总体上涨落潮历时基本相当。在有较强偏北风作用时，湾口附近海域表层的落潮流历时长于涨潮流历时。湾内平均纳潮量1.9亿立方米，最大纳潮量3.76亿立方米，湾内涨落潮流速较大，最大流速超过1m/s。铁山湾外至涠洲岛一带逐渐过渡为旋转流，不过长轴

仍为 NE~SW 方向，由涨转落一般为逆时针方向，由落转涨一般为顺时针方向。湾外涨落潮流速小于湾内流速，一般情况下都在 0.3~0.5m/s 以下，最大流速超过 0.7m/s。

铁山湾内有东、西两条天然航槽。东槽的平均落潮流速大于西槽，而西槽的平均涨潮流速大于东槽，说明涨潮流西槽较强，而落潮流东槽较强，涨、落潮流是东、西槽得以维持的主要动力。

本区余流主要是风海流，余流量值较小，一般不超过 0.10m/s。湾顶附近水域余流方向指向 SSW，近湾口海区主要指向湾内，而湾外余流主要指向外海。

根据 2008~2010 年河海大学对铁山湾港区潮流数学模型研究的成果，铁山湾内港区按规划方案实施后，潮流归槽明显，湾内航道与水流平顺，潮流与航道夹角较小，但涨潮时外海进港航道与水流偏角仍较大，涨潮时湾口西南侧近岸有漫滩水。由于湾口束窄、潮波入湾路径有所变化，全湾及附近安铺湾流场有所调整，但其影响范围不超过 15km 海域。港池流速小、存在回流，开敞式港池流速较平稳。挖入式港池、石头埠航道、沙田航道、榄根北侧及沙尾等海域的涨潮流速减小较多；挖入式港池、石头埠附近、沙田航道和码头西南、充美附近等海域的落潮流速减小较多；近岸浅滩（营盘以东浅滩）及安铺湾、倒 F 码头东南、沙田、湾顶等海域的涨潮、落潮流速均有较大增长。海域落潮流速大于涨潮流速的特性不变。由于铁山湾内港池及航道的浚深使潮波变形，在一定程度上增大了湾内纳潮量，湾口以南约 30km 处、石头埠、榄根、雷田等处的纳潮量分别增加 0.7%、3.1%、4.3%、5%。

根据 2010 年河海大学对铁山湾海域整体潮流泥沙物理模型试验研究的成果，铁山湾内港区按规划方案实施后，由于铁山湾水深增大，水流阻力减小，中潮时高潮位略有升高、最大升高值为 18cm，最低潮位基本不变；铁山湾内纳潮量略有增加，石头埠、沙田的纳潮量分别增加 3.6%、6.3%；湾内涨潮时流速较小、落潮时流速较大，西侧深槽区流速较大、东侧浅滩区流速较小的分布规律没有改变。就不同测流断面位置而言，湾内石头埠测流断面除西侧近岸区受工程影响出现无流速、变化较大外，其它主流区没有出现大的变化；湾口沙田测流断面西侧近岸区受石头埠建港影响出现无流速、变化较大，由于口门西槽被封堵、东槽开挖浚深，位于断面西侧的流速增加较明显，断面东侧的沙田港区前沿流速基本没有变化；湾外营盘测流断面西侧边滩处于涨落潮回流区，滩面流速减小明显，位于深槽区的其它测点流速局部有所减小。

### 6.1.5 泥沙来源

#### (1) 钦州湾海域泥沙来源

钦州湾海域的泥沙来源主要为陆相径流来沙，其次为海相潮流来沙。

#### ①陆相径流来沙

钦州湾入海河流主要有钦江、茅岭江，其次还有金鼓江、鹿耳环江等小溪注入。根据钦江上游陆屋水文站的水文实测资料统计，钦江多年平均径流总量为 $11.53 \times 108 \text{m}^3$ ，多年平均悬移输沙总量为 $31.1 \times 10^4 \text{t}$ ；根据茅岭江黄屋屯水文站多年水文实测资料统计，茅岭江多年平均径流总量为 $16.2 \times 108 \text{m}^3$ ，多年平均悬移输沙总量为 $55.3 \times 10^4 \text{t/a}$ ，两江合计年平均径流总量为 $27.73 \times 108 \text{m}^3$ ，年均输沙总量为 $86.4 \times 10^4 \text{t}$ 。这些泥沙为钦州湾的充填及钦江、茅岭江河口区一茅尾海潮间浅滩的发育提供了主要物质来源。金鼓江上游有两条小溪性河流注入，每年入海的径流量及输沙量具有明显的季节性，其入海流量及沙量相对于钦江和茅岭江要小得多。

#### ②海相潮流来沙

钦州湾潮差大，潮流急，加上南向强浪作用，水深小于5m的海底泥沙被波浪扰动，在波浪扰动作用下，泥沙随潮流路径而入。在涨潮时，北部湾潮流自钦州湾口门外海区向湾内运动，自南部向北部汇集，这样涨潮流带入钦州湾内的粉砂、粘土、胶体和离子等细粒物质有一部分在湾内下降沉积或絮凝下沉，而另一部分又随落潮流带回外海。尽管湾内可以找到海相来沙的标志，但代表海相来沙的物质数量很少，这说明钦州湾海相来沙甚微。

### (2) 铁山湾海域泥沙来源

铁山湾没有较大的河流注入，周围有一些小河溪汇入。其中较大者为流入丹兜海的白沙河，流域面积 $644 \text{km}^2$ ，河长 $83 \text{km}$ ；此外还有公馆河、闸利河、白坭江，流域面积分别为 $10 \text{km}^2$ 、 $58 \text{km}^2$ 和 $75 \text{km}^2$ ，这些小河溪径流量小，每年为海湾输送约30万吨泥沙，输沙量较小。

由于铁山湾海区水深大、水流波浪动力均较弱，水下地形比较稳定，平均水体含沙量很小、仅为 $0.001 \sim 0.01 \text{kg/m}^3$ ，悬移质颗粒细（中值粒径 $0.003 \sim 0.018 \text{mm}$ ）、主要沉积于湾顶和丹兜港内区域。

根据天津大学的研究成果，铁山湾口门每年自西向东沿岸输沙 $5.27 \sim 8.59$ 万立方米，主要出现在营盘附近的潮间带及其以下的破波区，大部分于涨潮阶段进入西槽及东槽，小部分进入主槽。另外，波浪对海岸侵蚀也提供少量泥沙。总体而言，铁山港湾波浪沿岸输沙和陆域来沙均较小，含沙量很低。

## 6.1.6 区域污染源调查

项目跨海桥梁用海总面积 27.8511hm<sup>2</sup>，跨越海域分属大风江保留区和铁山港港口航运区。根据现场调查，牛骨港大桥、铁山港跨海特大桥、上高丰垌一桥周边区域均分布有大面积虾塘，同时存在人工种植作物（以水稻、蔬菜、水果为主），林地主要为桉树林，区域水体受养殖/种植污染影响；此外，铁山港跨海特大桥大范围跨越铁山港港口航运区，存在通行船舶污染物排放情况，在桥梁上下游两侧存在大范围蚝排养殖，存在养殖废水排放情况。总体而言，牛骨港大桥、上高丰垌一桥海域主要受农业污染源影响，铁山港跨海特大桥海域主要受交通、农业污染源影响。

## 6.2 区域生态敏感区调查

### 6.2.1 广西合浦儒艮国家级自然保护区

#### （1）建设概况

1986 年，广西壮族自治区人民政府以桂政办函[1986]122 号文和桂编[1986]192 号文批准成立自治区级合浦儒艮自然保护区；1992 年 10 月，国务院国函[1992]166 号文批准保护区为国家级自然保护区。

#### （2）位置和范围

广西合浦儒艮国家级自然保护区位于中国广西壮族自治区北海市合浦县东南部海域，东起合浦县山口镇英罗港，西至沙田镇海域，海岸线全长 43km。具体界线为北部湾地理坐标（109°38'30"，21°30'）、（109°46'30"，21°30'）、（109°34'30"，21°18'）、（109°44'，21°18'）四点连线内的海域。

#### （3）面积和功能区划

广西合浦儒艮国家级自然保护区总面积 35000 hm<sup>2</sup>，其中核心区面积 13200 hm<sup>2</sup>，缓冲带面积 11000 hm<sup>2</sup>，实验区面积 10800 hm<sup>2</sup>，是我国唯一的儒艮自然保护区。

#### （4）主要保护对象

- ①保护以儒艮和中华白海豚为主的珍稀海生动物及其栖息环境，维护生物多样性；
- ②保护儒艮的主要食料——茜草、龟蓬草等海生植物，保护海草床生态系统。

### 6.2.2 广西山口国家级红树林生态自然保护区

#### （1）建设概况

广西山口国家级红树林生态自然保护区由国务院 1990 年 9 月批准建立（国函〔1990〕83 号），为国家级海洋类型自然保护区，属海洋部门管理。1993 年 6 月国家海洋局发

布《关于山口红树林生态自然保护区建设方案的批复》（国海管发〔1993〕266号），同年成立广西山口国家级红树林生态自然保护区管理处，现为广西壮族自治区国土资源厅（海洋局）直属事业单位；1994年7月广西壮族自治区人民政府颁布《广西壮族自治区山口红树林生态自然保护区管理办法》（桂政发〔1994〕51号），并分别于1997年、2004年和2010年进行了修正；2011年广西海洋局委托广西红树林研究中心和广西山口红树林生态自然保护区管理处编制《广西山口国家级红树林生态自然保护区总体规划（2011年~2020年）》，2013年获国家海洋局批复（国海环字〔2013〕134号）。2020年7月6日，广西壮族自治区人民政府发布了《关于广西山口国家级红树林生态自然保护区勘界报告的批复》（桂政函〔2020〕59号），对广西山口国家级红树林生态自然保护区勘界成果进行了批复。

## （2）位置和范围

广西山口国家级红树林生态自然保护区总面积为8003公顷，主要由广西北海市合浦县沙田半岛的英罗港片区和丹兜海片区组成，涉及合浦县山口镇、白沙镇和沙田镇3个镇。自然保护区地理坐标范围为东经 $109^{\circ} 37' 22.10''$  ~  $109^{\circ} 47' 02.59''$ ，北纬 $21^{\circ} 28' 20.65''$  ~  $21^{\circ} 36' 59.08''$ 。其中，英罗港片区面积为2868.20公顷，丹兜海片区面积为5134.80公顷。

## （3）面积和功能区划

广西山口国家级红树林生态自然保护区勘界后，核心区面积为824.21公顷，缓冲区面积为3600.93公顷，实验区面积为3577.86公顷。

## （4）主要保护对象

主要保护对象是红树林自然生态系。其中最重要的保护对象为：①我国连片面积最大、最古老的港湾红海榄林，其次是木榄群林、连片的白骨壤林；②经济价值或科研价值较高的底栖动物自然种群，以及全球濒危鸟类黑脸琵鹭和其它珍稀鸟类及其栖息地。

### 6.2.3 广西合浦儒艮自治区重要湿地

根据《广西壮族自治区林业局关于公布第一批自治区重要湿地名录的通知》，广西合浦儒艮自治区重要湿地是第一批自治区重要湿地名录之一，该湿地位于合浦县，总面积 $35000\text{hm}^2$ ，湿地面积 $14413.08\text{hm}^2$ ，湿地类型（保护对象）为近海与海岸湿地、人工湿地，保护方式为自然保护区，由五个拐点连线北及北海市海岸线组成。

#### 6.2.4 广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地

根据《广西壮族自治区林业局关于公布第一批自治区重要湿地名录的通知》，广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地是第一批自治区重要湿地名录之一，该湿地位于合浦县，总面积 1430.76hm<sup>2</sup>，湿地面积 1430.76 hm<sup>2</sup>，湿地类型（保护对象）为近海与海岸湿地，由 19 个拐点连线北及北海市海岸线组成。

#### 6.2.5 广西茅尾海红树林自治区级自然保护区

广西茅尾海自治区级红树林自然保护区位于钦州市钦南区和钦州港区，地处北部湾茅尾海海域，总面积 2784 公顷，其中红树林面积 1892.7 公顷。2005 年经自治区人民政府批准建立，是以保护南亚热带滨海湿地生态系统及候鸟栖息地为核心的自然保护区。保护区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；现存有红树植物 11 科 16 种（即木榄、秋茄、红海榄、白骨壤、老鼠簕等），占全国红树种类的 43.2%，其中珍稀红树林植物有爵床科的老鼠簕，濒危树种有红树科的木榄和红海榄；各种动物 491 种（如鸟类黑鹳，海鸬鹚；兽类儒艮、江豚等），其中 33 种鸟是中澳、中日保护候鸟及其栖息环境协定的保护鸟类。

2020 年 02 月 26 日，广西壮族自治区人民政府发布了《关于同意广西茅尾海红树林自治区级自然保护区范围与功能区调整的批复》（桂政函〔2020〕14 号），重新核定了保护区范围，调整后，保护区范围涉及康熙岭片、坚心围片、七十二泾片和大风江片 4 个片区，地理坐标为东经 108° 28′ 35″ —108° 54′ 26″、北纬 21° 44′ 13″ —21° 53′ 49″。保护区总面积 5010.05 公顷，其中核心区面积 2153.2 公顷、缓冲区面积 1386.13 公顷、实验区面积 1470.72 公顷。本项目调查范围内的保护区为大风江片，不涉及其余片区的保护区范围。

#### 6.2.6 红树林资源

铁山港湾红树林资源丰富，港湾有红树林面积约 1860hm<sup>2</sup>，主要分布于白沙镇沿岸滩涂的榄子根、东海、良港、平田、独山、沙尾、闸口镇沿岸滩涂福禄、茅山江石塘、禾塘岭、公馆镇沿岸滩涂蛇地、盐田以及丹兜海岸滩涂。

钦州市红树林资源分布于钦州湾、三娘湾及大风江、七十二泾一百多个岛屿，形成了全国独一无二的岛群红树林生态系统，根据国家林业局中南调查规划设计院于 2000 年在钦州市进行的全国红树林资源调查，钦州市红树林面积为 3057.3hm<sup>2</sup>。钦州湾红树林资源主要分布于钦州湾内湾北部沿岸、七十二泾、金鼓江和鹿耳环江等沿岸。钦州沿

海共有真红树植物 8 种，分别是木榄（*Bruguiera gymnorhiza*）、秋茄（*Kandelia candel*）、老鼠勒（*Acanthus ilicifolius*）、榄李（*Lumnitzera racemosa*）、海漆（*Excoecaria agallocha*）、桐花树（*Kegiceras comiculatum*）、白骨壤（*Avicennia-marina*）、卤蕨（*Acrostichum aureum*）；半红树植物 4 种，分别是海芒果（*Cerbera manghas*）、黄槿（*Hibiscus tiliaceus*）、杨叶肖槿（*Thespesia populnea*）和水黄皮（*Pongamia pinnata*）。真红树植物分布于潮间带，半红树植物和红树林伴生植物通常分布于受海水影响的潮上带及陆地海岸。

## 6.3 施工期生态影响调查与分析

### 6.3.1 监测站位和监测内容

本次验收调查的施工期间海洋生态调查引用建设单位委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程海洋环境跟踪监测报告（施工期）》。跟踪监测报告在铁山港湾海域共布设 6 个监测站位，并设置潮间带生物调查断面 2 条，监测时段为 2022 年 6 月。

表 6.3-1 施工期海洋环境跟踪监测站位一览表

站位	坐标范围		监测项目			
	经度 (E)	纬度 (N)	水质	沉积物	生物生态	潮间带生物
1			√	√	√	
2			√	√	√	
3			√	√	√	
4			√	√	√	
5			√	√	√	
6			√	√	√	
C1						√
C2						√

表 6.3-2 施工期海洋环境跟踪监测内容一览表

序号	监测类别	监测项目	项数
1	海洋水文	水深	1
2	海水水质	活性磷酸盐、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、石油类、悬浮物、重金属（铜、铅、锌、镉、汞、砷）	12
3	沉积物	石油类、重金属（铜、铅、镉、总汞、砷）	6
4	海洋生物生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔稚鱼	5

表 6.3-3 施工期海洋环境跟踪监测分析方法一览表（海洋生物生态）

序号	项目	分析方法	分析仪器	引用标准
1	潮间带生物	显微镜法	显微镜	GB17378.7-2007
2	浮游植物	浓缩计数法	显微镜	GB17378.7-2007
3	浮游动物	显微镜法	显微镜	GB17378.7-2007
4	底栖生物	显微镜法	显微镜	GB17378.7-2007
5	鱼卵、仔稚鱼	显微镜法	显微镜	GB12763.6-2007

图 6.3-1 施工期海洋环境跟踪监测站位图

## 6.3.2 监测与采样要求

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378.7-2007）《海洋调查规范》（GB/T 12763.6-2007）中规定的要求执行。所有海洋生物生态样品采集后，均用 5%甲醛溶液固定保存，带回实验室鉴定分析。

（1）浮游植物（网样）：采用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至表进行垂直拖网，落网为 0.5m/s，起网为 0.5~0.8m/s。

（2）浮游动物（网样）：浅水Ⅰ型浮游生物网自底至表进行垂直拖网，落网为 0.5m/s，起网为 0.5~0.8m/s。

（3）底栖生物：定量样品一般采用 0.1m<sup>2</sup>的采泥器采样，每站 3 次（采泥面积不小于 0.2m<sup>2</sup>），再用底栖生物旋涡分选装置筛选生物样（上层用 2.0mm—5mm 网眼，中层用 1.0mm 网眼，下层用 0.5mm 网眼）。

（4）潮间带生物：用定量采样框（25cm×25cm×30cm）在每个站位取 4（滩面沉积物、类型较一致、生物分布较均匀）~8 个样方，面积共计为 0.25m<sup>2</sup>至 0.5m<sup>2</sup>样方。将样方提取的样品合并为一个样品，放入旋涡分选装置淘洗，用两层筛分选生物（筛孔目 1.0mm）。为获得低潮带的样品，调查必须在大潮期间进行。

（5）鱼卵、仔稚鱼：采用浅水Ⅰ型浮游动物网。垂直拖网每站自底层到表层垂直拖网 1 次（定量），水平拖网每站拖曳 10min（定性）。样品经 5%甲醛固定，带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

## 6.3.3 监测结果分析

### 6.3.3.1 浮游植物

#### （1）种类组成与分布

浮游植物样品共鉴定出 3 大类 19 属 27 种（含变种、变型），其中硅藻类最多，有

16 属 24 种，占浮游植物总数的 88.9%；其次是甲藻，有 2 属 2 种，占总种数的 7.4%；金藻门最少，出现 1 属 1 种，占总种数的 3.7%。

各监测站位出现的浮游植物种类数介于 4~14 种之间，各站位的种类数略有差异。各门类浮游植物的种类数在各调查站点的分布情况详见图 6.3-2。可以看出，各调查站点皆以硅藻种类占优势，其次是甲藻，金藻最少，只出现 1 种于 4 号站位。

图 6.3-2 各调查站位浮游植物种类组成

### (2) 数量组成与分布

监测海域各调查站位浮游植物的细胞丰度变化范围为  $5.36 \times 10^5 \sim 5.16 \times 10^6 \text{cells/m}^3$  之间，平均丰度为  $2.23 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。总体来看，5 和 6 号站的浮游植物丰度相对较高，平均丰度为  $4.58 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ ；2 号站的丰度相对较低，为  $5.36 \times 10^5 \text{cells/m}^3$ ；其余站位（1、3 和 4 号站）浮游植物的细胞丰度相差不大，居中间，平均丰度为  $1.24 \times 10^6 \text{cells/m}^3$ 。在本次监测中硅藻丰度明显高于甲藻和金藻，占浮游植物总平均丰度的 99.8%；甲藻次之，其丰度占浮游植物总平均丰度的 0.1%；金藻细胞丰度最低。

图 6.3-3 各调查站位浮游植物数量分布

### (3) 优势种及优势度

调查海区浮游植物的优势种有 5 种，它们是洛氏角毛藻（*Chaetoceroslorenzianus*）、中肋骨条藻（*Skeletonemacostatum*）、丹麦细柱藻（*Leptocylindrusdanicus*）、派格棍形藻（*Bacillariapaxillifera*）和笔尖形根管藻（*Rhizosoleniastyliformis*），其优势度分别为 0.147、0.140、0.123、0.063 和 0.030。可见，洛氏角毛藻和中肋骨条藻占有明显优势，其密度站浮游植物总密度的 25.3%和 24.0%。

### (4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

监测海域各调查站位浮游植物种类多样性指数介于 0.638~3.121 之间，平均值为 1.946；均匀度介于 0.286~0.820 之间，平均值为 0.610；丰富度指数介于 0.227~0.948 之间，平均值为 0.555。各调查站位的浮游植物种类多样性指数和均匀度整体上呈现较低水平。

表 6.3-4 浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
1				
2				
3				

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
4				
5				
6				
变化范围				
平均值				

### 6.3.3.2 浮游动物

#### (1) 种类组成与分布

本次调查浮游动物样品共鉴定出浮游动物 29 种和浮游幼虫 10 种。其中，腔肠动物最多，有 11 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 28.2%；其次为浮游幼虫，有 10 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 25.6%；再者为桡足类，有 9 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 23.1%；其余类群分别为毛颚动物、原生动物、栉水母、樱虾类、端足类和介形类，这些类群的种类数皆在 1~2 种之间。

各调查站位鉴定出的浮游动物种类数在 5~27 种之间，其中 4 和 6 号站浮游动物种类较多，2 号站的浮游动物种类最少，其余调查站位间的浮游动物种类数相差不大。

图 6.3-4 各调查站位浮游动物种类组成

图 6.3-5 各调查站位浮游动物种类分布

#### (2) 数量组成与分布

监测海域各调查站位浮游动物的丰度变化介于 19~436 ind/m<sup>3</sup> 之间，平均为 196ind/m<sup>3</sup>。其中 1 号站的浮游动物丰度最高，2 号站的丰度最低，其余 4 个站位的浮游动物丰度差异不大。

各调查站位浮游动物的生物量变化介于 35.2~1775.2mg/m<sup>3</sup> 之间，平均生物量为 338.7mg/m<sup>3</sup>。监测海域浮游动物最大生物量分布于 1 号站，其余 5 个站位的浮游动物生物量差别不大。其中 1 号站位的生物量分布较高的原因是由于该站位出现了较多的球形侧腕水母，其个体较大，导致生物量偏高。

图 6.3-6 各调查站位浮游动物丰度分布

图 6.3-7 各调查站位浮游动物生物量分布

### (3) 优势种及优势度

监测海域浮游动物的优势种类共 8 种（包含浮游幼虫），其中短尾类溞状幼虫（*Brachyura zoea larva*）优势度最高，为 0.229；其次为球形侧腕水母（*Pleurobrachioglobosa*）和强额拟哲水蚤（*Paracalanus crassirostris*），优势度为 0.112 和 0.088；再者为拟长腹剑水蚤（*Oithona similis*）和长尾类幼体（*Macrurularva*），优势度均为 0.042；其余优势种类群的优势度介于 0.024~0.034 之间。

表 6.3-5 浮游动物优势种及其优势度

序号	中文名	拉丁文名	优势度
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

### (4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

监测海域各调查站位浮游动物种类多样性指数介于 1.811~3.699 之间，平均值为 2.741；均匀度介于 0.768~1.349 之间，平均值为 0.970；丰富度指数介于 1.316~5.169 之间，平均值为 2.603。监测海域 1 和 2 号站的浮游动物种类多样性指数较低，其他调查站位的多样性指数基本处于较高水平；各调查站位间浮游动物的均匀度较高且相差不大；1、2 和 5 号站的浮游动物丰富度指数相对较低，其余 3 个站位间的丰富度指数相对较高且差别不大。

表 6.3-6 浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
变化范围				
平均值				

### 6.3.3.3 底栖生物

#### (1) 种类组成与分布

本次监测海域底栖生物样品共鉴定出 31 种，分属于 7 个门类，环节动物是该海域的主要底栖生物类群。其中环节动物最多，有 16 种，占全部种类的 51.6%；软体动物次之，有 6 种，占全部种类的 19.4%；再者为节肢动物和脊索动物，各有 3 种，分别占全部种类的 9.7%；纽形动物、棘皮动物和星虫动物最少，均只有 1 种，各占全部种类的 3.2%。

各调查站位中 1、2 号站位的底栖生物种类数相对较高，为 10~12 种之间；4 号站的底栖生物种类次之，为 8 种；3、5 和 6 号站的底栖生物种类数相对较少，为 3~4 种之间。

表 6.3-7 监测海域底栖生物种类组成及其分布

种类	1	2	3	4	5	6
环节动物						
软体动物						
节肢动物						
脊索动物						
纽形动物						
棘皮动物						
星虫动物						
合计						

图 6.3-8 各调查站位底栖生物种类组成

图 6.3-9 各调查站位底栖生物种类组成及其分布

#### (2) 栖息密度

本次监测海域各调查站位的底栖生物栖息密度介于 30~130ind/m<sup>2</sup> 之间，平均栖息密度为 98.3ind/m<sup>2</sup>。各站位间底栖生物栖息密度存在较大差异，其中 2 号站的栖息密度最高，5 和 6 号站的栖息密度最低。从平均栖息密度分布来看，环节动物的平均栖息密度最高，其次为软体动物和脊索动物，再者为节肢动物和纽形动物，棘皮动物和星虫动物的平均栖息密度最低，均只在 2 号站出现 1 种；底栖生物群落中从大到小的组成依次为：环节动物>软体动物>脊索动物>节肢动物>纽形动物>棘皮动物、星虫动物，环节动物对监测海域的栖息密度贡献最大，其平均栖息密度为 46.7ind/m<sup>2</sup>，占总平均栖息密度的 47.5%。

表 6.3-8 监测海域底栖生物栖息密度组成及其分布 (ind /m<sup>2</sup>)

站位	1	2	3	4	5	6	平均值
环节动物							
软体动物							
节肢动物							
脊索动物							
纽形动物							
棘皮动物							
星虫动物							
栖息密度合计							

图 6.3-10 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

(3) 生物量

各调查站位底栖生物的生物量在 17.90~118.00g/m<sup>2</sup> 之间，平均生物量为 65.15g/m<sup>2</sup>。监测海域软体动物的生物量贡献最大，其平均生物量为 26.8g/m<sup>2</sup>，占总平均生物量的 41.1%；环节动物、节肢动物和脊索动物的生物量居中间；其余 3 个门类的平均生物量介于 0.28~0.75g/m<sup>2</sup> 之间，平均生物量相对较低。

表 6.3-9 监测海域底栖生物的生物量及其分布 (g/m<sup>2</sup>)

站位	1	2	3	4	5	6	平均值
环节动物							
软体动物							
节肢动物							
脊索动物							
纽形动物							
棘皮动物							
星虫动物							
生物量合计							

图 6.3-11 各调查站位底栖生物生物量组成及其分布

(4) 优势种及其优势度

监测海域底栖生物优势种有 4 种，为青蛤 (*Cyclina sinensis*)、白氏文昌鱼 (*Branchiostomabelcheri*)、纽虫 (*Nemertea sp.*) 和岩虫 (*Marphysasanguinea*)，其优势度分别为 0.042、0.028、0.025 和 0.023。

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

监测海域底栖生物的种类多样性指数介于 1.585~3.499 之间，平均值为 2.428；均匀度介于 0.875~1.00 之间，平均值为 0.966；丰富度介于 0.588~2.057 之间，平均值为 1.212。各调查站位的多样性指数  $H'$  略有差异，整体处于中等水平；各站位间的均匀度差异较小；除 3、5 和 6 号站位的丰富度指数相对较低外，其余站位的丰富度指数相对较高。

表 6.3-10 底栖生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
变化范围				
平均值				

#### 6.3.3.4 潮间带生物

##### (1) 种类组成与分布

本次监测海域潮间带生物样品共鉴定出 15 种，分属于 6 个门类。软体动物是该海域的主要潮间带生物类群，有 6 种，占全部种类的 40.0%；其次为节肢动物有 5 种，占全部种类的 33.3%；再者为环节动物、蠕虫动物、棘皮动物和纽形动物最少，均只有 1 种，各占 6.7%。

表 6.3-11 各站位潮间带生物种类组成及其分布

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3
潮带	低潮带	中潮带	高潮带	低潮带	中潮带	高潮带
环节动物						
软体动物						
节肢动物						
蠕虫动物						
棘皮动物						
纽形动物						
种类合计						

图 6.3-12 监测海域潮间带生物种类组成

(2) 数量组成与分布

各调查站位潮间带生物栖息密度在 24~84ind/m<sup>2</sup> 之间，平均栖息密度为 44.7ind/m<sup>2</sup>，其中 C2 站位中潮带的栖息密度最高，C1 站位高潮带的栖息密度最低。

软体动物的平均栖息密度最高，为 30.0ind/m<sup>2</sup>；其次为节肢动物 9.3ind/m<sup>2</sup>；再者为纽形动物、环节动物和蠕虫动物，平均栖息密度介于 1.3~2.0ind/m<sup>2</sup>；棘皮动物栖息密度最低，为 0.7ind/m<sup>2</sup>。

表 6.3-12 监测海域潮间带生物栖息密度组成及其分布 (ind /m<sup>2</sup>)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	平均值
潮带	低潮带	中潮带	高潮带	低潮带	中潮带	高潮带	
环节动物							
软体动物							
节肢动物							
蠕虫动物							
棘皮动物							
纽形动物							
栖息密度合计							

图 6.3-13 监测海域潮间带生物栖息密度组成及分布

(3) 生物量

监测海域各调查站位潮间带生物的生物量在 38.88~112.4g/m<sup>2</sup> 之间，平均生物量为 64.45g/m<sup>2</sup>。软体动物对该海域生物量的贡献最大，其平均生物量为 42.21g/m<sup>2</sup>；其次为节肢动物 17.84g/m<sup>2</sup>；环节动物、蠕虫动物、棘皮动物和纽形动物的平均生物量介于 0.02~2.17g/m<sup>2</sup>。

表 6.3-13 各调查站位潮间带生物的生物量及其分布 (ind /m<sup>2</sup>)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	平均值
潮带	低潮带	中潮带	高潮带	低潮带	中潮带	高潮带	
环节动物							
软体动物							
节肢动物							
蠕虫动物							
棘皮动物							
纽形动物							
生物量合计							

图 6.3-14 监测海域潮间带生物生物量分布

(4) 优势种及其优势度

海域潮间带生物优势种有 3 种，为珠带拟蟹守螺（*Cerithideacingulata*）、凸镜蛤（*Dosiniagibba*）和文蛤（*Meretrix meretrix*），其优势度分别为 0.201、0.052 和 0.037。

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各站位潮间带生物种类多样性指数在 1.166~2.197 之间，平均值为 1.764；均匀度在 0.721~0.959 之间，平均值为 0.871；丰富度指数在 0.451~1.200 之间，平均值为 0.876。监测海域潮间带生物的种类较少，C1 站位高、中、低潮带的各项指数均相对较高，C2 站位中潮带和高潮带的丰富度相对较低；整体来看，调查海域潮间带生物的种类多样性指数、均匀度和丰富度均处于较低水平。

表 6.3-14 潮间带生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	潮带	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
C1-1	低潮带				
C1-2	中潮带				
C1-3	高潮带				
C2-1	低潮带				
C2-2	中潮带				
C2-3	高潮带				
变化范围					
平均值					

6.3.3.5 鱼卵、仔稚鱼

(1) 鱼卵数量及密度分布

①垂直拖网

本次定量调查共捕获鱼卵 170 粒（含目、科、属），其中 5 号站的小公鱼属（*Stolephorus* sp.）最多，有 58 粒；其次 6 号站的鳊科（*Leiognathidae*），有 24 粒。

本次定量调查鱼卵捕获数量范围为 15~73ind/net，平均为 42.50 ind/net。密度变化范围为 5.77~88.33ind/m<sup>3</sup>，平均为 33.40ind/m<sup>3</sup>，最高出现在 6 号站。

表 6.3-15 各站位垂直拖网的鱼卵密度分布

站位	3	4	5	6	平均值
数量 (ind)					
滤水量 (m <sup>3</sup> )					

密度 (ind/ m <sup>3</sup> )					
---------------------------	--	--	--	--	--

②水平拖网

本次定性调查共捕获鱼卵 294 粒 (含目、科、属)，各站位基本均以鲷科 (Leiognathidae) 居多，小公鱼属 (Stolephorus sp.) 次之。

鱼卵定性捕获数量范围为 22~123ind/net，平均为 73.55ind/net，最高出现在 4 号站。密度变化范围为 0.14~0.80ind/m<sup>3</sup>，平均为 0.48ind/m<sup>3</sup>。

表 6.3-16 各站位水平拖网的鱼卵密度分布

站位	3	4	5	6	平均值
数量 (ind)					
密度 (ind/ m <sup>3</sup> )					

(2) 仔稚鱼数量及密度分布

①垂直拖网

本次定量调查共捕获仔稚鱼 35 尾 (含目、科、属)，5 号站的白氏银汉鱼数量 (Allanetta bleekeri) 最多，有 25 尾。

仔稚鱼定量捕获数量范围为 1~27ind/net，平均为 8.75ind/net。密度变化范围为 0.31~11.25ind/m<sup>3</sup>，平均为 5.49ind/m<sup>3</sup>，其中 5 号站相对较高，4 号站相对较少。

表 6.3-17 各站位垂直拖网的仔稚鱼密度分布

站位	3	4	5	6	平均值
数量 (ind)					
滤水量 (m <sup>3</sup> )					
密度 (ind/ m <sup>3</sup> )					

②水平拖网

本次定性调查共捕获仔稚鱼 8 尾 (含目、科、属)，3 和 4 号站出现的白氏银汉鱼 (Allanetta bleekeri) 最多，5 和 6 号站均未捕获到仔稚鱼。

仔稚鱼定性捕获数量范围为 0~4ind/net，平均为 2.00ind/net。密度变化范围为 0~0.03ind/m<sup>3</sup>，平均平均为 0.02ind/m<sup>3</sup>。

表 6.3-18 各站位水平拖网的仔稚鱼密度分布

站位	3	4	5	6	平均值
数量 (ind)					
密度 (ind/ m <sup>3</sup> )					

## 6.4 运营期生态影响调查与分析

### 6.4.1 监测站位和监测内容

本次验收调查的运营期海洋生态调查引用建设单位委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程海洋环境跟踪监测报告（完工后）》。跟踪监测报告在铁山港湾海域共布设 6 个监测站位，并设置潮间带生物调查断面 2 条，监测时段为 2023 年 5 月。

表 6.4-1 施工期海洋环境跟踪监测站位一览表

站位	坐标范围		监测项目			
	经度 (E)	纬度 (N)	水质	沉积物	生物生态	潮间带生物
1			√	√	√	
2			√	√	√	
3			√	√	√	
4			√	√	√	
5			√	√	√	
6			√	√	√	
C1-1						√
C1-2						√
C1-3						√
C2-1						√
C2-2						√
C2-3						√

表 6.4-2 运营期海洋环境跟踪监测内容一览表

序号	监测类别	监测项目	项数
1	海洋水文	水深	1
2	海水水质	活性磷酸盐、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、石油类、悬浮物、重金属（铜、铅、锌、镉、汞、砷）	12
3	沉积物	石油类、重金属（铜、铅、镉、总汞、砷）	6
4	海洋生物生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵和仔、稚鱼	6

表 6.4-3 运营期海洋环境跟踪监测分析方法及仪器一览表（海洋生物生态）

序号	监测项目	分析方法	分析仪器
1	浮游植物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/5 浮游生物生态调查	ECLIPSE Ci 藻类计数仪
2	浮游动物	《海洋监测规范 第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/5 浮游生物生态调查	SZX7 体视显 显微镜

序号	监测项目	分析方法	分析仪器
3	底栖生物	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/6 大型底栖生物生态调查	Stemi2000c 生物显微镜
4	潮间带生物	《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》 GB17378.7-2007/7 潮间带生物生态调查	/YP2002 电子 天平
5	鱼卵和仔、 稚鱼	《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》 GB/T12763.6-2007/9 鱼类浮游生物调查	显微镜

图 6.4-1 运营期海洋环境跟踪监测站位图

## 6.4.2 监测与采样要求

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378.7-2007）《海洋调查规范》（GB/T 12763.6-2007）中规定的要求执行。所有海洋生物生态样品采集后，均用 5%甲醛溶液固定保存，带回实验室鉴定分析。

(1) 浮游植物：采用浅水III型浮游生物网由海底至海面进行垂直拖网一次采集。

(2) 浮游动物：采用浅水 I 型浮游生物网由海底至海面进行垂直拖网一次采集。

(3) 底栖生物：定量样品一般采用开口面积为 0.05m<sup>2</sup> 的抓斗式采泥器采集，每站采样 2 次，泥样淘洗后，拣出所有底栖生物装入样品瓶中。

(4) 潮间带生物：定量样品采用 25cm×25cm×30cm 的定量框采集，样品厚度为 30cm，每站采集 4 个样方合并为一个样品，泥样淘洗后拣出该潮带所有底栖生物装入样品瓶中。

(5) 鱼卵、仔稚鱼：采用浅水 I 型浮游动物网，垂直拖网每站自底层到表层垂直拖网 1 次（定量），水平拖网每站拖曳 10 min（定性）。

## 6.4.3 监测结果分析

### 6.4.3.1 浮游植物

#### (1) 种类组成与分布

浮游植物样品共鉴定出 3 大类 23 属 30 种（含变种、变型），其中，硅藻类较多，有 21 属 28 种，占浮游植物总数的 93.3%；甲藻门和蓝藻门次之，均只出现 1 种，各占总种数的 3.3%。

各调查站点出现的浮游植物的种类数介于 10~20 种之间，各站位间的种类数差异较小。其中，位于山口红树林生态自然保护区附近海域 5 号站的浮游植物种类数最多，为 20 种；其次，3 号站和 6 号站浮游植物种类数相对较多，分别有 17 和 18 种；1 号站和 4 号站浮游植物的种类数相对较少，各为 12 种；位于铁山港特大桥北部海域 2 号站

的种类数最少，为 10 种。各调查站点皆以硅藻类占优势。

图 6.4-2 各调查站位浮游植物种类组成

(2) 数量组成与分布

调查海域各站位浮游植物的细胞丰度介于  $5.02 \times 10^7 \sim 2.64 \times 10^8$  个/ $m^3$  之间，平均丰度为  $1.36 \times 10^8$  个/ $m^3$ 。不同站位浮游植物的细胞丰度存在一定差异，位于山口红树林生态自然保护区附近海域 5 号站的浮游植物细胞丰度最高，为  $2.64 \times 10^8$  个/ $m^3$ ；其次为 1 号站和 6 号站的浮游植物细胞丰度相对较高，分别为  $1.75 \times 10^8$  个/ $m^3$  和  $1.95 \times 10^8$  个/ $m^3$ ；4 号站的浮游植物细胞丰度居中间，为  $8.23 \times 10^7$  个/ $m^3$ ；位于铁山港特大桥两侧海域的 2 号站和 3 号站浮游植物细胞丰度相对较低，分别为  $5.08 \times 10^7$  个/ $m^3$  和  $5.02 \times 10^7$  个/ $m^3$ 。在本次监测中硅藻丰度最高，硅藻细胞平均丰度占浮游植物总平均丰度的 99.8%。

图 6.4-3 各调查站位浮游植物数量分布

(3) 优势种及优势度

调查海区浮游植物的优势种为 1 种，是中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)，优势度为 0.956。

(4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各站位浮游植物种类多样性指数介于 0.160~0.579 之间，平均值为 0.336；均匀度介于 0.047~0.142 之间，平均值为 0.085；丰富度指数介于 0.507~0.980 之间，平均值为 0.744。其中，位于铁山港特大桥北部海域 2 号站浮游植物的种类多样性指数和丰富度指数最低，位于铁山港特大桥南部海域 3 号站浮游植物的种类多样性指数和均匀度最高。总体上，调查海域浮游植物的种类多样性指数、均匀度和丰富度指数均处于较低水平。

表 6.4-4 浮游植物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
变化范围				

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
平均值				

### 6.4.3.2 浮游动物

#### (1) 种类组成与分布

本次调查浮游动物样品共鉴定出浮游动物 28 种和浮游幼虫 10 种，其中，腔肠动物最多，有 12 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 31.6%；其次为浮游幼虫，有 10 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 26.3%；再者为桡足类，有 8 种，占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 21.1%；其余类群分别为原生动物、栉水母、枝角类、毛颚动物、端足类、被囊动物、软体动物和介形类，这些类群的种类数均为 1 种，各占浮游动物总种数（含浮游幼虫）的 2.63%。

各调查站位鉴定出的浮游动物种类数在 12~28 种之间，不同调查站位间的种类数略有差异，其中 4 号站的浮游动物种类数最多，有 28 种；位于铁山港湾湾口海域的 6 号站次之，有 22 种；位于铁山港特大桥北部海域的 2 号站及位于山口红树林生态自然保护区附近海域的 5 号站种类数介于 17~19 种之间；位于铁山港湾顶部海域的 1 号站和位于铁山港特大桥南部海域的 3 号站种类数最少，均为 12 种。

图 6.4-4 各调查站位浮游动物种类组成

图 6.4-5 各调查站位浮游动物种类分布

#### (2) 数量组成与分布

调查海域各站间浮游动物的密度介于 116.8~894.0 个/m<sup>3</sup> 之间，平均为 319.0 个/m<sup>3</sup>。其中位于山口红树林生态自然保护区附近海域的 5 号站浮游动物密度最高，为 894.0 个/m<sup>3</sup>；其次为 6 号站及 1 号站，浮游动物密度分别为 303.5 个/m<sup>3</sup> 和 267.3 个/m<sup>3</sup>；再者为 2 号站及 4 号站，浮游动物密度分别为 190.9 个/m<sup>3</sup> 和 141.3 个/m<sup>3</sup>；3 号站的浮游动物密度最低，为 116.8 个/m<sup>3</sup>，分布于铁山港特大桥南部海域。

各调查站位浮游动物的生物量变化介于 90.1~536.0mg/m<sup>3</sup> 之间，平均生物量为 211.0mg/m<sup>3</sup>。各调查站位间浮游动物的生物量与密度分布的趋势变化基本一致，其中位于山口红树林生态自然保护区附近海域的 5 号站浮游动物生物量最高，为 536.0mg/m<sup>3</sup>；其次为 6 号站，生物量为 209.0mg/m<sup>3</sup>，分布于铁山港湾湾口海域；1、2 和 4 号站的生物量介于 113.5~172.2mg/m<sup>3</sup> 之间，平均生物量为 143.7mg/m<sup>3</sup>；位于铁山港特大桥南部海域 3

号站的生物量最低，为 90.1mg/m<sup>3</sup>。

图 6.4-6 各调查站位浮游动物密度分布

图 6.4-7 各调查站位浮游动物生物量分布

### (3) 优势种及优势度

调查海域浮游动物的优势种类共 9 种（包含浮游幼虫），其中短尾类溞状幼虫（*Brachyura zoea larva*）优势度最高，为 0.220；其次为球形侧腕水母（*Pleurobrachioglobosa*），优势度为 0.121；再者为异体住囊虫（*Oikopleura dioica*），优势度为 0.112；其他优势种类群的优势度介于 0.027~0.091 之间。短尾类溞状幼虫具有明显优势，其密度合计占浮游动物总密度的 22.0%。

表 6.4-5 浮游动物优势种及其优势度

序号	中文名	拉丁文名	优势度
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

### (4) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各站位浮游动物种类多样性指数介于 2.599~3.679 之间，平均值为 3.179；均匀度介于 0.697~0.818 之间，平均值为 0.769；丰富度指数介于 1.974~5.571 之间，平均值为 3.215。其中，位于铁山港湾顶部海域 1 号站浮游动物的多样性指数和丰富度指数皆最低；4 号站的多样性指数和丰富度指数皆最高；均匀度指数 3 号站最高，2 号站最低。整体上看，调查海域浮游动物的种类多样性指数、均匀度和丰富度指数皆处于较高水平。

表 6.4-6 浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
1				

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
2				
3				
4				
5				
6				
变化范围				
平均值				

#### 6.4.3.3 底栖生物

##### (1) 种类组成与分布

本次调查海域定量底栖生物共鉴定出种 25 种，分属于 7 个门类，环节动物是该海域最主要的底栖生物类群。其中环节动物最多，有 10 种，占全部种类的 40.0%；软体动物次之，有 9 种，占全部种类的 36.0%；再者为脊索动物，有 2 种，占全部种类的 8.0%；节肢动物、星虫动物、蠕虫动物和棘皮动物最少，各有 1 种，各占全部种类的 4.0%。

位于铁山港湾湾口海域 6 号站的底栖生物种类数最高，有 9 种；4 号站次之，底栖生物种类数有 8 种；再者为 2 号站和 3 号站，底栖生物种类数分别有 6 种和 5 种；分布于铁山港湾顶部海域的 1 号站和山口红树林生态自然保护区附近海域的 5 号站底栖生物种类数最低，各有 3 种。各站位出现的底栖生物类群中，环节动物在各种均有出现，软体动物除 5 号站外的各站均有出现，脊索动物仅在 2 号站出现，节肢动物在 3 个站位（3、5、6 号站）出现，星虫动物仅在 6 号站出现，蠕虫动物仅在 4 号站出现，棘皮动物亦在 3 个站位（2、3、6 号站）出现。

表 6.4-7 监测海域底栖生物种类组成及其分布

种类	1	2	3	4	5	6
环节动物						
软体动物						
脊索动物						
节肢动物						
星虫动物						
蠕虫动物						
棘皮动物						
种类合计						

图 6.4-8 各调查站位底栖生物种类组成

图 6.4-9 各调查站位底栖生物种类组成及其分布

## (2) 栖息密度

本次调查海域各站位的底栖生物栖息密度介于 40~250 个/m<sup>2</sup> 之间，平均栖息密度为 133 个/m<sup>2</sup>。各站位间底栖生物栖息密度存在一定差异。位于铁山港特大桥北部海域 2 号站的栖息密度最高，为 250 个/m<sup>2</sup>；有 3 个站位（3、4、6 号站）的底栖生物栖息密度介于 120~170 个/m<sup>2</sup> 之间，平均为 150 个/m<sup>2</sup>；位于山口红树林生态自然保护区附近海域 5 号站的栖息密度相对较低，为 60 个/m<sup>2</sup>；1 号站的底栖生物栖息密度最低，为 40 个/m<sup>2</sup>，分布于铁山港湾顶部海域。从平均栖息密度分布来看，底栖生物类群从大至小依次表现为：软体动物>环节动物>节肢动物>脊索动物>棘皮动物>蠕虫动物>星虫动物。可知，软体动物对调查海域的栖息密度贡献最大，其平均栖息密度为 55.0 个/m<sup>2</sup>，占总平均栖息密度的 41.3%。

表 6.4-8 监测海域底栖生物栖息密度组成及其分布 (ind /m<sup>2</sup>)

站位	1	2	3	4	5	6	平均值
环节动物							
软体动物							
脊索动物							
节肢动物							
星虫动物							
蠕虫动物							
棘皮动物							
栖息密度合计							

图 6.4-10 各调查站位底栖生物栖息密度组成及其分布

## (3) 生物量

各调查站位底栖生物的生物量在 12.4~119.0g/m<sup>2</sup> 之间，平均生物量为 67.6g/m<sup>2</sup>。不同调查站位间底栖生物的生物量存在较大差异，其中，位于铁山港特大桥北部海域 2 号站和位于山口红树林生态自然保护区附近海域 5 号站底栖生物的生物量相对较高，分别为 117.8g/m<sup>2</sup> 和 119.0g/m<sup>2</sup>；位于铁山港湾湾口海域的 6 号站次之，为 107.1g/m<sup>2</sup>；3 号站和 4 号站的生物量相对较低，分别为 19.8g/m<sup>2</sup> 和 29.4g/m<sup>2</sup>；位于铁山港湾顶部海域的 1 号站生物量最低，为 12.4g/m<sup>2</sup>。可见，节肢动物对调查海域的生物量贡献最大，其平均生物量为 24.1g/m<sup>2</sup>；软体动物和脊索动物次之，平均生物量分别为 19.9g/m<sup>2</sup> 和 14.4g/m<sup>2</sup>；再者为环节动物，其平均生物量为 5.5g/m<sup>2</sup>；星虫动物、蠕虫动物和棘皮动物的平均生物量相对校低，介于 0.8~1.6g/m<sup>2</sup> 之间。

表 6.4-9 监测海域底栖生物的生物量及其分布 (g/m<sup>2</sup>)

站位	1	2	3	4	5	6	平均值
环节动物							
软体动物							
脊索动物							
节肢动物							
星虫动物							
蠕虫动物							
棘皮动物							
生物量合计							

图 6.4-11 各调查站位底栖生物生物量组成及其分布

(4) 优势种及其优势度

调查海域底栖生物的优势种有 4 种，他们是齿腕拟盲蟹 (*Typhlocarcinops denticaerpes*)、短竹蛭 (*Solen dunkerianus*)、洼颚倍棘蛇尾 (*Amphiplus depressus*) 和彩虹明樱蛤 (*Moerella iridescens*)，其优势度分别为 0.088、0.079、0.025 和 0.021。齿腕拟盲蟹具有较高优势，其密度合计占底栖生物总密度的 17.5%。

(5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域底栖生物的种类多样性指数介于 1.252~2.940 之间，平均值为 2.006；均匀度介于 0.650~0.946 之间，平均值为 0.843；丰富度介于 0.489~1.558 之间，平均值为 0.951。其中，5 号站的底栖生物种类多样性指数和丰富度指数皆最低，分布于山口红树林生态自然保护区附近海域；6 号站的底栖生物种类多样性指数和丰富度指数皆最高，分布于铁山港湾湾口海域；均匀度指数为 2 号站最低，1 号站最高。总体而言，调查海域底栖生物的种类多样性指数处于中等水平。

表 6.4-10 底栖生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
变化范围				
平均值				

#### 6.4.3.4 潮间带生物

##### (1) 种类组成与分布

本次调查海域潮间带生物样品共鉴定出 26 种，分属于 5 个门类，节肢动物是该海域最主要的潮间带生物类群，有 14 种，占全部种类的 53.8%；其次为软体动物，有 8 种，占全部种类的 30.8%；再者为环节动物，有 2 种，占全部种类的 7.7%；刺胞动物和星虫动物各有 1 种，各占全部种类的 3.85%。

调查海域 C1 和 C2 断面中不同潮带的种类数有一定差异，其中，C1 断面中潮带的种类数为 8 种，高潮带和低潮带的种类数均有 4 种；C2 断面中潮带的种类数为 12 种，高潮带和低潮带的种类数各有 5 种。

表 6.4-11 各站位潮间带生物种类组成及其分布

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带
节肢动物						
软体动物						
环节动物						
刺胞动物						
星虫动物						
种类合计						

图 6.4-12 监测海域潮间带生物种类组成

图 6.4-13 各站位潮间带生物种类组成及其分布

##### (2) 数量组成与分布

各调查站位潮间带生物的栖息密度在 24~132 个/m<sup>2</sup> 之间，平均栖息密度为 86 个/m<sup>2</sup>。C1 断面的高潮带栖息密度较低，为 24 个/m<sup>2</sup>，中潮带和低潮带的栖息密度明显高于高潮带，分别为 96 个/m<sup>2</sup> 和 120 个/m<sup>2</sup>；C2 断面的高潮带栖息密度亦较低，为 32 个/m<sup>2</sup>，中潮带和低潮带的栖息密度亦显著高于高潮带，分别为 112 个/m<sup>2</sup> 和 132 个/m<sup>2</sup>。

节肢动物的平均栖息密度最高，为 49.3 个/m<sup>2</sup>；其次为软体动物和环节动物，平均栖息密度分别为 17.3 个/m<sup>2</sup> 和 13.3 个/m<sup>2</sup>；再者为星虫动物，平均栖息密度为 5.3 个/m<sup>2</sup>；刺胞动物的平均栖息密度最低，为 0.7 个/m<sup>2</sup>。

表 6.4-12 监测海域生物栖息密度组成及其分布 (ind /m<sup>2</sup>)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	平均值
----	------	------	------	------	------	------	-----

潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
节肢动物							
软体动物							
环节动物							
刺胞动物							
星虫动物							
栖息密度合计							

图 6.4-14 监测海域潮间带生物栖息密度组成及分布

(3) 生物量

调查海域各站位潮间带生物的生物量在 14.76~279.88g/m<sup>2</sup> 之间，平均生物量为 88.31g/m<sup>2</sup>。同一断面不同潮带的生物量存在显著差异，其中，C1 断面潮间带的生物量表现为中潮带>低潮带>高潮带；C2 断面潮间带的生物量表现为中潮带>高潮带>低潮带。从不同类群来看，节肢动物和软体动物对该海域潮间带生物生物量的贡献最大，其平均生物量分别为 42.59g/m<sup>2</sup> 和 41.47g/m<sup>2</sup>；环节动物、刺胞动物和星虫动物的平均生物量相对较低，介于 0.19~2.37g/m<sup>2</sup> 之间。

表 6.4-13 各调查站位潮间带生物的生物量及其分布 (ind /m<sup>2</sup>)

站位	C1-1	C1-2	C1-3	C2-1	C2-2	C2-3	平均值
潮带	高潮带	中潮带	低潮带	高潮带	中潮带	低潮带	
节肢动物							
软体动物							
环节动物							
刺胞动物							
星虫动物							
生物量合计							

图 6.4-15 监测海域潮间带生物生物量分布

(4) 优势种及其优势度

调查海域潮间带生物的优势种有 4 种，分别为短指和尚蟹 (*Mictyris brevidactylus*)、艾氏活额寄居蟹 (*Diogenes edwardsii*)、持真节虫 (*Euclymene annandalei*) 和弓形革囊星虫 (*Phascolosoma arcuatum*)，其优势度分别为 0.134、0.101、0.044 和 0.021。短指和尚蟹具有较高优势，其密度合计占潮间带生物总密度的 20.2%。

### (5) 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海域各站位潮间带生物种类多样性指数在 1.387~2.842 之间, 平均值为 2.137; 均匀度在 0.694~0.969 之间, 平均值为 0.847; 丰富度指数在 0.627~2.331 之间, 平均值为 1.235。其中, C1 断面低潮带的种类多样性指数、均匀度和丰富度指数皆最低; C2 断面中潮带的种类多样性指数和丰富度指数皆最高。整体上看, 调查海域潮间带生物的种类多样性指数处于中等水平。

表 6.4-14 潮间带生物种类多样性指数、均匀度和丰富度

站号	潮带	种类数 (种)	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )
C1-1	高潮带				
C1-2	中潮带				
C1-3	低潮带				
C2-1	高潮带				
C2-2	中潮带				
C2-3	低潮带				
变化范围					
平均值					

#### 6.4.3.5 鱼卵和仔、稚鱼

##### (1) 种类组成

###### ①垂直拖网

本次调查海域各站位共鉴定出鱼卵和仔、稚鱼 6 科 9 种; 鱼卵共鉴定出 3 科 6 种, 其中鉴定到科 2 种, 鉴定到属 3 种, 未定种 1 种; 仔、稚鱼共鉴定出 5 科 5 种, 其中鉴定到科 2 种, 鉴定到属 1 种, 鉴定到种 2 种。

###### ②水平拖网

本次调查海域各站位共鉴定出鱼卵和仔、稚鱼 10 科 14 种; 鱼卵共鉴定出 3 科 6 种, 其中鉴定到科 2 种, 鉴定到属 3 种, 未定种 1 种; 仔、稚鱼共鉴定出 8 科 9 种, 其中鉴定到科 3 种, 鉴定到属 2 种, 鉴定到种 4 种。

##### (2) 密度分布

###### ①垂直拖网

调查的 6 个站位, 有 2 个站位捕获到鱼卵, 密度范围为 (5.000~45.000) ind/m<sup>3</sup>, 平均密度为 8.333 ind/m<sup>3</sup>, 其中最高值出现在 6 号站位; 有 4 个站位捕获到仔、稚鱼, 密度范围为 (1.974~13.333) ind/m<sup>3</sup>, 平均密度为 3.511 ind/m<sup>3</sup>, 其中最高值出现在 1 号站位。

表 6.4-15 垂直拖网的鱼类生物密度

站位	发育阶段		合计 (ind/m <sup>3</sup> )
	鱼卵 (ind/m <sup>3</sup> )	仔、稚鱼 (ind/m <sup>3</sup> )	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
平均值			

②水平拖网

调查的 6 个站位，有 5 个站位捕获到鱼卵，密度范围为 (0.023~0.165) ind/m<sup>3</sup>，平均密度为 0.075 ind/m<sup>3</sup>，其中最高值出现在 6 号站位；有 6 个站位捕获到仔、稚鱼，密度范围为 (0.065~0.904) ind/m<sup>3</sup>，平均密度为 0.316 ind/m<sup>3</sup>，其中最高值出现在 2 号站位。

表 6.4-16 水平拖网的鱼类生物密度

站位	发育阶段		合计 (ind/m <sup>3</sup> )
	鱼卵 (ind/m <sup>3</sup> )	仔、稚鱼 (ind/m <sup>3</sup> )	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
平均值			

(3) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y = P_i \times f_i$ ， $f_i$  为第  $i$  种在各个站位出现的频率，本次调查将鱼卵和仔、稚鱼的优势度  $Y \geq 0.02$  的种类作为该海域的优势种类。

①垂直拖网

鱼卵优势种有 3 种，以鲷科最具优势，优势度为 0.075；其次是未定种，优势度为 0.067。仔、稚鱼优势种有 4 种，以多鳞鳢最具优势，优势度为 0.079；其次是小公鱼属，优势度均为 0.050。

表 6.4-17 垂直拖网鱼类生物优势种

中文名	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )	比例 (%)	出现频率 (%)	优势度 (Y)
-----	----------------------------	--------	----------	---------

	鱼卵	仔、稚鱼	鱼卵	仔、稚鱼	鱼卵	仔、稚鱼	鱼卵	仔、稚鱼
鳐科								
未定种								
鳀科								
多鳞鱈								
小公鱼属								
白氏银汉鱼								
鰕虎鱼科								

注：“—”表示鱼卵或仔、稚鱼非优势种。

## ②水平拖网

本次调查中，鱼卵优势种有 5 种，其中鳀科的优势度最高，为 0.209；其次是小公鱼属，优势度为 0.153；仔、稚鱼优势种有 3 种，其中眶棘双边鱼的优势度最高，为 0.389；其次是白氏银汉鱼，优势度为 0.271。

表 6.4-18 水平拖网鱼类生物优势种

中文名	平均密度 (ind/m <sup>3</sup> )		比例 (%)		出现频率 (%)		优势度 (Y)	
	鱼卵	仔、稚鱼	鱼卵	仔、稚鱼	鱼卵	仔、稚鱼	鱼卵	仔、稚鱼
鳀科								
小公鱼属								
鳐科								
棱鳀属								
未定种								
眶棘双边鱼								
白氏银汉鱼								
肩鳃鲷属								

注：“—”表示鱼卵或仔、稚鱼非优势种。

## 6.5 生态影响调查对比分析

经对比项目跨海大桥施工期及运营期海洋生态监测调查数据，项目跨海大桥的建设及运营对海域海洋生态环境的群落结构影响较小，具体如下：

### (1) 浮游植物

调查（完工后）浮游植物的总种数、细胞丰度和丰富度指数较前一次（施工期）调查结果相对较高；施工期的浮游植物种类多样性指数和均匀度指数略高于本次（完工后）调查结果，但 2 次调查的浮游植物种类多样性指数和均匀度指数均普遍处于较低水平；

2次调查的浮游植物优势类群均以硅藻为主，主要优势种皆有中肋骨条藻。

表 6.5-1 浮游植物调查结果统计比较

监测时段	总种数 (种)	细胞丰度 (个/m <sup>3</sup> )	多样性指 数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )	主要优势种
2022年6月 (施工期)						
2023年5月 (施工后)						

### (2) 浮游动物

本次调查(完工后)浮游动物的密度和种类多样性指数较前一次(施工期)调查结果相对较高;2次调查的浮游动物总种数相差不大,施工期的浮游动物生物量略高于本次(完工后)调查结果;2次调查的浮游动物均匀度指数和丰富度指数略有差异,但2次的均匀度指数和丰富度指数皆处于较高水平;2次调查的浮游动物优势类群均以腔肠动物、浮游幼虫和桡足类为主,主要优势种皆有短尾类溞状幼虫、球形侧腕水母、强额拟哲水蚤和刺尾纺锤水蚤。

表 6.5-2 浮游动物调查结果统计比较

监测时段	总种数 (种)	密度 (个/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )	多样性 指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J'$ )	丰富 度( $d$ )	主要优势种
2022年6月 (施工期)							
2023年5月 (施工后)							

### (3) 底栖生物

本次调查(完工后)底栖生物的栖息密度和生物量略高于前一次(施工期)调查结果;施工期的底栖生物总种数略高于本次(完工后)调查结果;2次调查的底栖生物种类多样性指数均处于中等水平,均匀度指数和丰富度指数变化不大;2次调查的底栖生物优势类群皆以环节动物和软体动物为主,但2次调查的优势种均有不同,主要受年际间及季节交替变化影响。

表 6.5-3 底栖生物调查结果统计比较

监测时段	总种数 (种)	栖息密度 (个/m <sup>2</sup> )	生物量 (g/m <sup>2</sup> )	多样性 指数	均匀度 ( $J'$ )	丰富度 ( $d$ )	主要优势种

				(H')			
2022年6月 (施工期)							
2023年5月 (施工后)							

#### (4) 潮间带生物

本次调查（完工后）潮间带生物的总种数、栖息密度、生物量均高于前一次（施工期）调查结果；本次（完工后）调查的潮间带生物多样性指数优于前一次（施工期）调查结果，均匀度指数和丰富度指数差异较小；2次调查的潮间带生物优势类群略有不同，但主要类群并未发生太大改变，2次调查亦呈现不同优势种，这与其栖息密度、生物量及季节交替变化有关。

表 6.5-4 潮间带生物调查结果统计比较

监测时段	总种数 (种)	栖息密度 (个/m <sup>2</sup> )	生物量 (g/m <sup>2</sup> )	多样性 指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	主要优势种
2022年6月 (施工期)							
2023年5月 (施工后)							

#### (5) 鱼卵和仔、稚鱼

本次调查（完工后）鱼卵和仔、稚鱼的种数优于前一次（施工期）调查结果，但2次调查的主要种类组成和仔、稚鱼的密度变化不大；本次鱼卵密度略低于前一次（施工期）调查结果，这与其生长的海水水温、盐度等环境因子影响有关。

表 6.5-5 鱼卵和仔、稚鱼调查结果统计比较

监测时段	总种数 (种)	种类组成	密度 (ind/m <sup>3</sup> )	
			鱼卵	仔、稚鱼
2022年6月 (施工期)				
2023年5月 (施工后)				

## 6.6 红树林异地恢复措施效果分析

项目建设 3 座跨海桥梁（铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥），其中铁山港特大桥涉及占用红树林地 0.3899hm<sup>2</sup>，损毁了红树植物共 2508 株（其中：幼龄植株 1683 株，成熟龄植株 825 株），树种均为白骨壤；上高丰垌一桥、牛骨港大桥均不涉及占用红树林。

### 6.6.1 铁山港特大桥占用红树林情况

以下内容引用自建设单位委托广西壮族自治区林业勘测设计院编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程—铁山港跨海特大桥对红树林影响评价报告》。

#### 6.6.1.1 占用红树林情况

##### （1）永久占用

永久用地占用了红树林面积 0.2041hm<sup>2</sup>，为右半幅桥梁占用。根据样方调查数据统计分析，推算出永久用地范围内红树植物株数为 378 株，均为成熟龄植株，无幼龄植株，树种均为白骨壤。

2021 年 7 月	2019 年 10 月

图 6.6-1 铁山港特大桥永久占用红树林区域（红色区域）

##### （2）临时占用

临时用地占用了红树林面积为 0.1858hm<sup>2</sup>，为左右两侧的施工栈桥占用。根据样方调查数据统计分析，推算出临时用地范围内红树植物株数为 712 株，其中幼龄植株 413 株，成熟龄植株 299 株，树种均为白骨壤。

2021 年 7 月	2019 年 10 月

图 6.6-2 铁山港特大桥临时占用红树林区域（黄色区域）

#### 6.6.1.2 占用自治区重要湿地情况

项目铁山港跨海特大桥涉及广西北海铁山港红树林自治区重要湿地，长约 684.00m，占用了广西北海铁山港红树林自治区重要湿地面积 2.83hm<sup>2</sup>，其中右半幅桥梁永久占用了 1.62hm<sup>2</sup>，左右两侧的施工栈桥临时占用了 1.21hm<sup>2</sup>。

右半幅的桥梁永久占用重要湿地的区域 (红线为重要湿地边界, 淡蓝线为桥梁)	施工栈桥占用重要湿地的区域 (红线为重要湿地边界, 淡蓝线为施工栈桥)

图 6.6-3 铁山港特大桥占用重要湿地情况

## 6.6.2 红树林异地恢复方案

建设单位委托广西壮族自治区林业勘测设计院编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程—铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》，于 2021 年 11 月 30 日在北海市组织召开了评审会议并通过，并以钦北改扩建函〔2021〕202 号文上报至北海市自然资源局。

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程—铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》及其评审意见：

(1) 项目实施单位：广西北部湾投资集团有限公司钦北高速公路改扩建工程建设指挥部。

(2) 项目主管部门：北海市自然资源局（北海市林业局）。

(3) 恢复方式：异地造林恢复。

(4) 项目实施地点：广西北海市合浦县白沙镇。

(5) 项目实施期限：项目实施期 5 年，2022~2026 年，包括施工期和管护期。

(6) 项目主要实施内容和规模：按 3 倍面积异地恢复红树林 1.20hm<sup>2</sup>，5 年保存株数不少于 2508 株。

(7) 实施目标：通过在北海市合浦县白沙镇充美村旦地屯西侧的滩涂开展红树林恢复，建设完善红树林的植物群落配置，改善生物栖息地环境，有效保护红树林资源。到实施末期，恢复红树林面积不低于占用红树林面积的 3 倍，即 1.20hm<sup>2</sup>，造林保存株数不少于铁山港跨海特大桥改扩建工程永久损毁红树植物数量（2508 株）以上，且恢复区的红树林与周边环境共同形成完整的红树林生态系统，充分发挥红树林的生态效益、经济效益和社会效益。

图 6.6-4 铁山港跨海特大桥改扩建工程红树林恢复区位置图

## 6.6.3 红树林异地恢复效果调查

### 6.6.3.1 异地恢复造林项目实施情况

项目建设单位于 2022 年委托广西钦州华森林业咨询有限公司开展实施红树林异地恢复造林项目，造林地点位于北海市合浦县白沙镇充美村海滩滩涂，采用红海揽、白骨壤造林，并连续 5 年（2022 年 4 月年至 2026 年 4 月）实施管护与幼林抚育。

根据广西钦州华森林业咨询有限公司编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港跨海特大桥红树林异地恢复造林项目一中期工作总结报告》（2022 年 4 月-2025 年 4 月），异地恢复造林项目实施情况如下：

#### ①定界

使用 RTK 进行恢复区域边界点放样，结合无人机进行航测后制作拟恢复区域正射影像，经过空间叠加后，得到红树林恢复区域位置范围。

#### ②恢复区围网

为防止人畜进入林地对钦州恢复区造林地进行围网保护，促使新造幼林能够正常生长成林。用尾径 5~10cm，长 4.2m 的杂树木桩，每隔 3m 插一根，将网眼为 5cm 的尼龙网挂到木桩上固定，网高 2m。

#### ③公示牌、警示牌

项目启动时在标准海堤边缘处安装 1 块项目公示牌，以便居民更好地了解本项目。为了更好地提醒周边劳作的居民勿进入恢复场地，分别在恢复场地 4 个角落个安装了一块警示牌，其规格为 60 cm×80cm。

公示牌	警示牌
-----	-----

图 6.6-5 异地造林项目标志牌

#### ④初植

红树林恢复的树种为红海揽、白骨壤。所用苗木全部为 2 年生或 2 年以上的袋苗，包括塑料盆、塑料袋和无纺布 3 种容器，苗木高 30-60cm。对红海揽、白骨壤 2 个树种各抽取 10 株进行特征测量，其平均值见下表。

为了保证种植密度，在种植前沿着西南方向拉直线，并在线上进行种植。

表 6.6-2 苗木特征表

序号	树种	株高 (cm)	地径 (mm)
1	白骨壤	68.8	12.2
2	红海揽	73.3	13.8

图 6.6-6 异地造林-植物种植模式图

④初植情况

自 2022 年 4 月开始整地（构建防护网和清理海洋垃圾）和造林，至 2025 年 4 月，实际共完成造林总面积 18.6 亩。

表 6.6-3 苗木特征表

序号	地块	面积/亩	造林密度/M	合格面积/亩	造林树种
1	地块1	9.45	1*1	9.45	白骨壤、红海榄
2	地块2	9.15	1*1	9.15	白骨壤、红海榄
合计		18.60		18.60	

⑤设施维护

为强化对林地的管理工作，聘请了林地周边的一名村民作为护林员，要责任是巡护恢复区红树林林地，对围网、宣传牌等适当维护，保证林地安全。

⑥补植

异地造林项目实施至今共进行了 5 次补植，分别在 2022 年 9 月、2023 年 9 月、2024 年 1 月、2024 年 6 月、2025 年 4 月。根据活苗率的调查结果，将补植苗木运至恢复场地并，补种剩余的苗木留在恢复区域备用。

1) 2022 年 9 月监测调查发现白骨壤树存活率 99.33%，红海榄树存活率为 98.70%，需要补苗 106 株。

2) 2023 年 9 月监测调查发现白骨壤树存活率为 84.6%，红海榄树存活率为 90.28%，共需要补苗 1621 株。2023 年 9 月底共安排有 1800 株苗木进场，其中已补植 1621 株，另有 171 株在恢复区内滩涂以备后续补苗之用。

3) 2024 年 1 月监测调查发现白骨壤树存活率为 99.75%，红海榄树存活率为 99.5%，共需要补苗 40 株。

4) 2024 年 6 月监测调查发现白骨壤树存活率为 99.56%，红海榄树存活率为 99.38%，共需要补苗 60 株。

5) 2025 年 4 月监测调查发现白骨壤树存活率 87.74%，红海榄树存活率为 89.70%，共需要补苗 1393 株。

表 6.6-4 红树林造林待补充苗木株数统计表

时间	树种	作业设计要求数量（株）	现存数量（株）	存活率（%）	待补苗数量（株）
2022.9	白骨壤				

	红海榄				
	合计				
2023.9	白骨壤				
	红海榄				
	合计				
2024.1	白骨壤				
	红海榄				
	合计				
2024.6	白骨壤				
	红海榄				
	合计				
2025.4	白骨壤				
	红海榄				
	合计				

#### ⑦有害生物防治

1) 浒苔防治：在浒苔较少时，为防止浒苔的大规模爆发，聘请人员每月进行浒苔清理一次；若浒苔呈爆发式增长，则组织人工对恢复区的苔藓进行全面清理。

2) 病虫害防治：调查共发现昆虫 2 种，分属于 2 科 2 属，分别为毛颚小卷蛾(*Lasiognatha cellifera*)、蛴盾蚧 (*Lepidosaphes ulmi*)，针对这两种病虫害，使用喷洒相关杀虫剂进行消杀的方式，起到保护红树林苗木的作用。

#### 6.6.3.2 红树林造林调查监测及抚育情况

项目建设单位委托有关单位开展实施了红树林造林调查监测及抚育情况调查，按年度出具了《铁山港跨海特大桥红树林异地恢复造林项目 2023 年度红树林造林调查监测及抚育报告》、《铁山港跨海特大桥红树林异地恢复造林项目 2024 年度红树林造林调查监测及抚育报告》。根据《红树林造林调查监测及抚育报告》，红树林异地恢复项目监测情况如下：

##### (1) 苗木生长质量

恢复区造林采用红海榄和白骨壤苗 1:2 造林，株行距为 1m×1m 的造林密度，种植 12000 株红树植物（即红海榄苗 4000 株和白骨壤种植 8000 株）。本次以红海榄自身的 4 株行距和白骨壤苗自身的 2 株行距来调查抽样，调查结果显示红海榄长势良好，叶片较多，色泽正常，树高均增长 3-7cm；白骨壤树长势较好，冠形完整、色泽正常，树高均增长 4-7cm。

## （2）红树林调查监测

调查监测设置 6m×6m 的样方 3 个, 调查结果显示红海榄和白骨壤存活率为 99.38% 及 99.56%。

红海榄存活率达 99.38%，成活数量超过目标数，且存活的红海榄长势良好，叶片较多。得益于苗种质量较好，苗木进场时的叶片多，以及浒苔及污损动物的及时清理。

白骨壤树保存率高达 99.56%，长势较好，受轻度虫害影响，但成活数量已超过目标数量，得益于病虫害的治理及浒苔及污损动物的及时清理。

## （3）围网消浪栅栏对红树林恢复区的海流影响调查

围网消浪栅栏建成后红树林恢复区涨潮时段的实测流速为 11.86cm/s，实测流向为南偏西 13°。在扣除本底差异后，该时段红树林恢复区的流速应为 13.1cm/s，流向为西偏北 23°。围网消浪栅栏建成后红树林恢复区退潮时段的实测流速为 8cm/s，实测流向为南偏西 37°。在扣除本底差异后，该时段红树林恢复区的流速应为 13.1cm/s，流向为西偏北 23°。

## （4）红树林区生态调查

调查发现，红树林恢复区的大型底栖动物共有 39 种，隶属于环节动物门、软体动物门、节肢动物门、脊索动物门等 4 门，共计 6 纲 13 目 39 科。其中，节肢动物门种类最多，有 17 种，占总种类数的 43.59%；其次为软体动物门 14 种，占总种类数的 35.90%；环节动物门位居第三，有 5 种，占总种类数的 12.82%；脊索动物门 3 种，占总种类数的 7.69%。调查区域的大型底栖动物类群中，优势种为腺带刺沙蚕（*Neanthes glandicincta*）、角眼切腹蟹（*Tmethypocoelis ceratophora*）、扁平拟闭口蟹（*Paracleistostoma depressum*）、皱纹绿螂（*Glaucome corrugata*）、珠带拟蟹守螺（*Cerithidea cingulata*）、中国绿螂（*Glaucome chinensis*）。

调查区域的大型底栖动物平均栖息密度为 319.2 个/m<sup>2</sup>，其中软体动物的平均栖息密度最高（126.5 个/m<sup>2</sup>），其次为甲壳动物（94.0 个/m<sup>2</sup>），多毛类位居第三（98.1 个/m<sup>2</sup>），其他生物的栖息密度最低（0.8 个/m<sup>2</sup>）。

调查区域的大型底栖动物平均生物量为 137.26g/m<sup>2</sup>，其中软体动物的平均生物量最高（113.17g/m<sup>2</sup>），其次为甲壳动物（40.11g/m<sup>2</sup>），多毛类位居第三（5.02g/m<sup>2</sup>），其他生物的栖息密度最低（0.02g/m<sup>2</sup>）。

## （5）病虫害调查

选择垂直或平行于岸线的样线 4-5 条，每条样线调查 10 棵样株，共统计 40-50 棵样

株。统计每株上毛颚小卷蛾的龄期和数量。

本次调查共发现昆虫 2 种，分属于 2 科 2 属，分别为毛颚小卷蛾（*Lasiognatha cellifera*）、蛎盾蚧（*Lepidosaphes* sp.）。蛎盾蚧只危害恢复区的白骨壤，有蚧叶率为 20.2%，调查发现白骨壤蛎盾蚧的危害沿向海方向减弱，恢复区的白骨壤感染率为 13%。受害严重时，苗木顶端树叶被其吃光。

调查期间发现，造林地风浪较大导致原有围网部分破损，恢复区内浒苔增加，容易导致红树林呼吸根烂根、叶片受苔藓影响被遮蔽，从而导致光合作用减弱，影响红树植物生长发育。已安排工人迅速将围网修复并加固，对浒苔及时清理并人工进行除虫。

#### （6）抚育管理调查

项目专门设立管理人员组成的机构来管理和监督造林工作，确保所有计划都得到充分的执行。明确各个职责和权限，确保管理工作有序进行。

补植苗木进场	
工人苗木补植	
浒苔清理及围网加固	
红树林生长情况	

图 6.6-7 异地造林项目抚育管理现场情况

### 6.6.4 项目建设对红树林影响调查

（1）根据项目区域的红树林历史演化和已有防城港市西湾大道和东湾大道等工程案例，在采取科学防护措施后，除项目占用区域外，并没有造成所在区域红树林面积减少和生态系统明显退化。因此，在采取严格监督、管理措施的前提下，项目建设对所在区域红树林的影响是可控的。

（2）对于项目建设占用的红树林（永久占用和临时占用），按占用面积的三倍实行异地恢复，实施 5 年管护，确保广西红树林保有量不因项目建设而降低。在采取科学施工、严格防护、有效监督、异地恢复、定期监测等保护和恢复措施的前提下，项目建设对红树林造成的影响在可接受范围内。

## 6.7 渔业资源补偿增殖放流措施效果分析

### 6.7.1 前期工作开展情况

#### (1) 《铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》

2018年9月，中环华诚（厦门）环保科技有限公司编制完成了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》（以下简称《铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》），提出采用增殖放流的方式进行补偿，按照相关主管部门要求按时完成增殖放流的品种、数量。建议在工程附近海域实施增殖放流，施工完成后的2年内完成。

2019年4月3日，广西壮族自治区环境保护厅以桂环审〔2019〕83号《广西壮族自治区生态环境厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书的批复》批复了《铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》，要求项目建设单位要制定并落实好海洋生物损失的补偿措施，做好桥墩建设过程中损失的潮间带生物、桥墩投影损失的底栖生物、施工期悬浮物扩散损失的底栖生物等的补偿工作。为最大限度地减少项目建设对生态造成的损失，项目业主要按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损失谁修复”的原则，把工程的生态补偿经费严格按照规定全部用于生态修复，以恢复渔业资源为主，做好生态修复计划，主要包括增殖放流、人工鱼礁建设等以及做好增殖放流的跟踪监测、效果评估和养护管理等。

#### (2) 《牛骨港一桥项目海洋环境影响报告书》

2019年5月，海南寰亚生态环境工程咨询有限公司编制完成了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（以下简称《牛骨港一桥项目海洋环境影响报告书》），提出本项目造成的渔业资源的经济损失金额应纳入大桥投资的环保投资，具体的补偿费用和补偿方案由项目建设单位跟当地渔业主管部门协商确定，专款用于增殖放流及与增殖放流相关的活动。根据当地的自然环境及当地适宜的放流品种，确定本项目附近适宜放流的海域的放流品种和数量，筛选适应当地生态环境和能较大批量苗种生产的品种。

2019年7月16日，广西壮族自治区环境保护厅以桂环审〔2019〕251号《广西壮族自治区生态环境厅关于兰州至海口高速公路广西钦州至北海段牛骨港一桥改扩建工程项目海洋环境影响报告书的批复》批复了《牛骨港一桥项目海洋环境影响报告书》，

要求建设单位应按照《中华人民共和国渔业法》等法律法规和《中国水生生物资源养护行动纲要》等有关规定处理好资源补偿、赔偿等问题，并落实好《报告书》中的生态补偿方案。为最大限度地减少项目建设对生态造成的损失，项目业主要与渔业主管部门协商办法，按照“谁开发谁保护、谁受益谁补偿、谁损失谁修复”的原则，通过损害补偿、生态修复以及放流等措施，尽快恢复工程周围海域海洋生物的种类及数量。

### （3）《铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目变动海洋环境影响分析报告》

2024年7月，广西桂秀工程咨询有限公司编制完成了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥变动海洋环境影响分析报告》（以下简称《变动影响分析报告》），提出“建设单位将根据本报告核算的生态补偿费用，照海洋环评及其批复要求，组织编制渔业资源补偿增殖放流实施方案，制定并落实好海洋生物损失的补偿措施”。

2024年7月16日，广西北部湾投资集团有限公司组织3位技术专家对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥变动海洋环境影响分析报告》进行核查并通过评审。根据核查意见，《变动影响分析报告》编制较规范，项目概况、变动工程基本情况、变动项目环境影响分析较清楚，海洋生态损失和生态补偿计算合理。分析结论明确、可信，项目变动不会导致不利环境影响加重。

## 6.7.2 增殖放流实施方案

建设单位委托广西交科集团有限公司编制完成了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》（以下简称《实施方案》），于2024年9月14日在北海市召开了技术审查会通过专家组审查。

根据《实施方案》，项目生态补偿费用最终采用《变动影响分析报告》和《牛骨港一桥项目海洋环境影响报告书》核算结果，即本项目生态补偿费用共计203.78万元。根据各专项报告及其批复的要求，采用增殖放流进行生态补偿，具体如下：

**实施主体单位：**由建设单位广西北部湾投资集团有限公司组织实施增殖放流。

**监督管理单位：**当地县级以上地方人民政府渔业行政主管部门进行技术指导和全过程监督管理。

**前期准备工作：**建设单位按计划落实补偿资金，委托有技术能力的单位对放流海域进行海洋生态环境本底调查，确定苗种供应单位和采购计划。

**放流苗种：**本项目生态补偿工作分2个年度实施，于2024~2025年完成。由建设单位组织对外采购拟穴青蟹70万只、黑鲷40万尾和花鲈42万尾。其中，2024年，建

设单位组织对外采购拟穴青蟹 70 万只；2025 年，建设单位组织对外采购黑鲷 40 万尾、花鲈 42 万尾。

**放流时间：**2024 年放流拟穴青蟹，2025 年放流黑鲷和花鲈。

**放流地点：**在榄根作业区周边海域红树林区的泥质浅水区放流拟穴青蟹，在沙田港海域放流黑鲷和花鲈。经渔业主管部门同意后，放流地点可根据现场实际情况进行适当调整。

**放流方式：**拟穴青蟹采用人工贴近水面方式进行放流，黑鲷和花鲈在岸边采用滑道进行放流。

**总结和验收：**增殖放流实施后，建设单位应及时组织开展增殖放流的总结和验收工作，并将相关材料存档备查。

表 6.7-1 增殖放流实施计划表（2 个年度）

物种名称	放流规格 (cm)	数量 (万尾/万只)	放流地点	适宜放流时间	推荐放流时间	放流方式
拟穴青蟹	头胸甲宽 ≥0.8	70	榄根作业区周边海域红树林区的泥质浅水区（北起白沙镇充美村（E109°34'35"、N21°38'20"），南至沙尾村（E109°37'22"、N21°33'48"）岸线及 E109°35'4"、N21°37'35"，E109°36'29"、N21°35'1"围成的海域。）	4月~10月	2024年	采用人工贴近水面方式进行放流
黑鲷	全长≥4.0	40	沙田港海域（E109°36'47"、N21°29'51"，E109°36'49"、N21°33'36"，E109°37'22"、N21°33'36"，E109°37'23"、N21°31'41"，E109°38'7"、N21°31'41"，E109°38'6"、N21°30'29"，E109°37'35"、N21°29'51"围成的海域。）	3月~8月	2025年	在岸边采用滑道进行放流
花鲈	全长≥5.0	42		10月~次年3月	2025年	

注：放流时间可根据市场苗种供应情况进行调整。

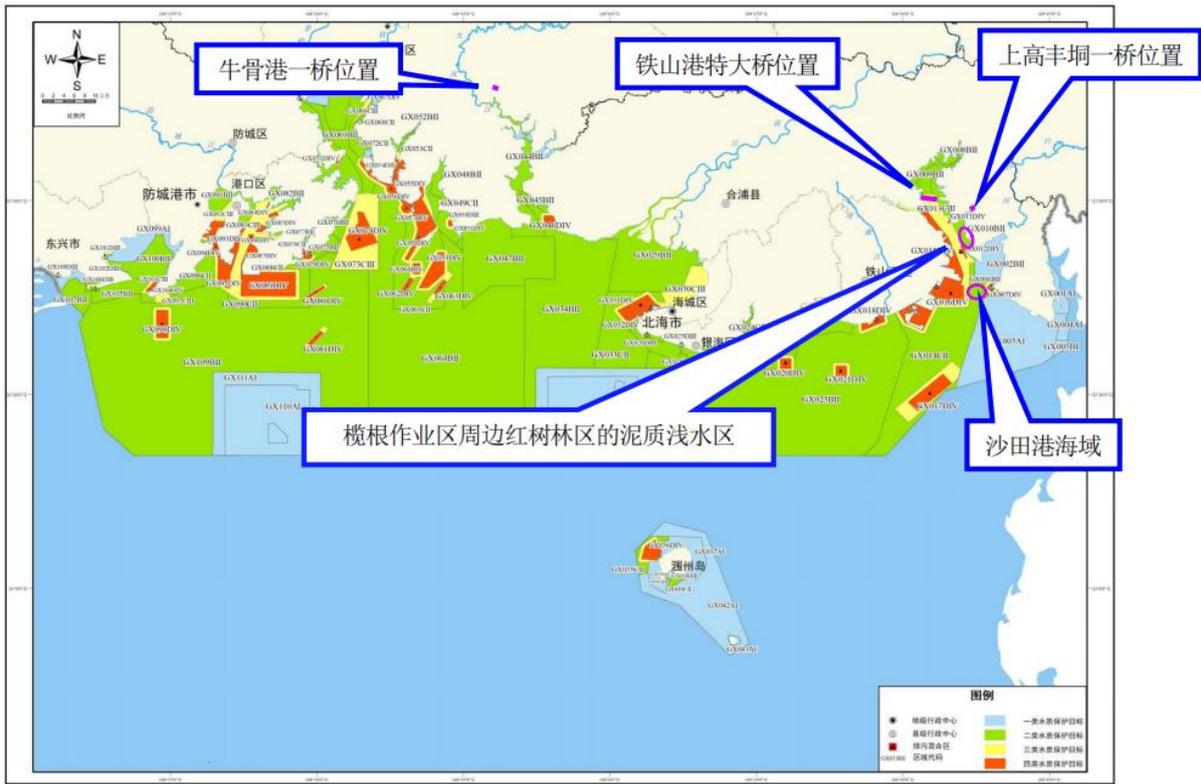


图 6.7-1 项目增殖放流地点地理位置示意图

### 6.7.3 增殖放流实施情况

2025 年 1 月，广西钦州至北海段改扩建项目由广西北部湾投资集团有限公司通过采购确定广西交科集团有限公司为实施单位。2025 年 3-4 月，广西交科集团有限公司通过公开询价确定北部湾海纳种业（广西）有限公司为本项目增殖放流苗种供应单位。

#### (1) 实施组织情况

2025 年 4 月 11 日，建设单位组织开展了第一次增殖放流工作，具体组织情况如下：

主办单位：广西北部湾投资集团有限公司钦北高速公路改扩建工程建设指挥部。

承办单位：广西交科集团有限公司。

苗种供应单位：北部湾海纳种业（广西）有限公司。

苗种检疫单位：北海市合浦县农业农村局。

物残留检测单位：中国检验认证集团有限公司。

监督指导单位：北海市海洋局、北海市海洋经济发展服务中心、北海市海洋与渔业综合执法支队、北海市铁山港区海洋与渔业综合执法大队、防城港市公证处。

放流地点：北海市铁山港榄根作业区附近红树林区。

#### (2) 苗种现场验收情况

在渔业主管部门的监督和指导下，验收人员对苗种的品种、规格、数量进行了现场

鉴定、测量、计数，经统计分析，放流品种、规格和数量均符合《实施方案》要求。

表 6.7-2 增殖放流苗种统计表（第一次）

物种名称	放流规格: 平均全长 (cm)		放流数量 (万尾)	
	实施方案要求	实际放流	实施方案要求	实际放流
拟穴青蟹	头胸甲宽≥0.8	平均头胸甲宽0.9	70	79.3242

图 6.7-2 苗种现场验收照

### (3) 现场放流工作情况

放流活动开始后，主办单位、承办单位、渔业主管部门和渔民代表等在榄根作业区周边海域红树林区，采用人工贴近水面方式进行放流，放流拟穴青蟹 1748 箱。本次放流鱼苗成活率较高，现场观测时，死亡的蟹苗数量少；现场放流工作基本满足相关规范要求，现场放流效果较好。

北海市海洋局、北海市海洋经济发展服务中心、北海市海洋与渔业综合执法支队、北海市铁山港区海洋与渔业综合执法大队、防城港市公证处等部门代表组成监督小组，对本次增殖放流进行了现场监督和指导。

增殖放流工作于 4 月 11 日当天结束，后期由北海市海洋与渔业执法支队进行监督和管理。


图 6.7-3 现场放流工作照

## 6.7.4 增殖放流效果评估

以下内容引用自建设单位委托广西交科集团有限公司编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施项目效果评估报告》。

### 6.7.4.1 本底调查和跟踪监测基本情况

根据项目渔业资源补偿增殖放流实施方案，在增殖放流海域附近布设水质及海洋生态调查站位 3 个，潮间带调查断面 1 条。其中，2025 年 4 月 9 日~10 日，对增殖放流海域海洋环境开展本底调查；2025 年 5 月 26~27 日、6 月 23~24 日、7 月 21~22 日，分别在增殖放流海域开展了跟踪监测及效果评估工作。

表 6.7-3 增殖放流效果评估监测站位/断面计监测内容一览表

站位/断面	经度	纬度	调查内容
1#			水质（水温、盐度、pH和溶解氧）、叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼卵仔鱼
2#			
3#			水质（水温、盐度、pH和溶解氧）、叶绿素a、鱼卵仔鱼
C1			潮间带生物

图 6.7-4 增殖放流海域海洋环境监测布点图

### 6.7.4.2 本底调查和跟踪监测调查结果

#### (1) 海水水质

根据监测结果，各监测时段、监测站位的监测因子均能满足《海水环境质量标准》（GB3097-1997）中的第二类标准，区域海水水质环境保持良好状态；从监测结果来看，各项指标变化不大，海水水质环境较为稳定。

表 6.7-4 增殖放流海域海水水质监测结果对比表

调查时间	站位	水温	盐度	pH		溶解氧	
		监测值 (°C)	监测值 (‰)	监测值 (无量纲)	标准指数	监测值 (mg/L)	标准指数
2025.4	1#						
	2#						
	3#						
	平均值						
2025.5	1#						
	2#						
	3#						
	平均值						
2025.6	1#						
	2#						
	3#						
	平均值						
2025.7	1#						
	2#						
	3#						
	平均值						

## (2) 海洋生态调查

对比增殖放流本底调查及 2025 年 5 月至 7 月跟踪监测调查结果，叶绿素 a 含量减少；浮游植物种类数增加，种类组成及优势类群变化不大，密度增加；浮游动物种类数增加，浮游动物种类数、种类组成及优势类群变化不大，密度有增有减，生物量减少；底栖动物种类数有增有减，优势类群变化不大，密度和生物量均增加；潮间带生物种类数减少，种类组成及优势类群变化不大，密度和生物量均增加。导致上述变化的原因可能跟季节因素有关。

对比 2025 年 5 月至 7 月跟踪监测结果，叶绿素 a 含量增加，第三次跟踪监测叶绿素 a 含量最高，第一次跟踪监测叶绿素 a 含量最低；浮游植物种类数增加，种类组成及优势类群变化不大，第二次跟踪监测浮游植物平均密度最高，第一次跟踪监测浮游植物平均密度最低；浮游动物种类数、种类组成及优势类群变化不大，密度减少，生物量有增有减；底栖生物种类数有增有减，种类组成及优势类群变化不大，密度和生物量均增加。导致上述变化的原因可能跟季节因素有关。

总体来看，增殖放流实施后，受季节变化影响，叶绿素 a 含量减少，浮游生物的优势类群变化不大，底栖生物的优势类群未发生明显变化。

表 6.7-5 增殖放流海域海洋生态调查结果对比表

调查项目	2025年4月本底调查	2025年5月跟踪调查	2025年6月跟踪调查	2025年7月跟踪调查	对比情况
叶绿素a					
浮游植物					
浮游动物					
底栖生物					
潮间带生物					
鱼卵仔鱼					

#### 6.7.4.3 增殖放流效果综合评价

根据往年调查结果可知，拟穴青蟹主要捕捞渔具为刺网，其次为定置网、笼捕、拖虾网，主要渔期为1月、2月、3月、10月。本项目2025年度增殖放流的拟穴青蟹共79.3242万只，费用60.20万元。在主要回捕期内（2025年5月~7月），北海市渔民回捕属以上批次增殖的群体数量为20722只，回捕群体的重量为5768.1kg，回捕群体的重量合5768.1kg，实现产值49.36万元，投入产出比为1:0.82。

总体上看，本项目2025年度增殖放流工作按时保质完成了既定计划，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。

### 6.8 生态保护措施有效性分析与补救措施建议

#### 6.8.1 主要生态环境保护措施及其效果

(1) 按3倍面积异地恢复红树林1.20hm<sup>2</sup>、5年保存株数不少于2508株的工作目标，较好的补偿了铁山港特大桥损毁的红树林植株；同时在红树林异地恢复过程中注重红树林植株的补植、养护、有害生物防治等工作，异地恢复的红树林苗木生长质量良好。

(2) 按照《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》组织开展增殖放流工作，同时在增殖放流后积极开展本底调查、跟踪监测及效果评估工作。总体而言，2025年度增殖放流工作按时保质完成了既定计划，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。

#### 6.8.2 建议

总体来看，本项目海洋生态保护与恢复方面不存在重大环境问题，满足竣工环保验收要求。但由于红树林异地恢复工作实施年限为连续5年（2022年4月年至2026年4月），增殖放流工作计划按照2个年度实施，因此上述工作还未正式结束。

综上，在海洋生态保护与恢复方面，建议建设单位在运营期按照增殖放流实施方案的要求落实后续增殖放流计划及效果评估工作；按照红树林异地恢复方案的要求持续跟进红树林造林调查监测及抚育管理，确保顺利验收、移交。

## 7 海洋环境影响调查

### 7.1 海洋功能区划调查

(1) 根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，牛骨港大桥位于大风江保留区（代码 A8-8）；铁山港特大桥、上高丰垌一桥位于铁山港港口航运区（代码 A2-13）。

(2) 根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号），牛骨港大桥位于海域边界，区域海域功能分区为大风江红树林生态区（GX044B II）；铁山港特大桥占用海域功能分区为铁山港内湾渔业用海区（GX009BII）、英罗港北部交通用海区（GX013CIII）；上高丰垌一桥占用海域功能分区为榄子根红树林生态区（GX010BII）。

### 7.2 环境保护措施和设施调查

#### 7.2.1 施工期环境保护措施概述

(1) 项目跨海桥梁施工时间已尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期。桥梁水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺，钻孔前在桩孔位置将钢护筒打入海底硬岩，隔绝内外海水层，接着在钢护筒内进行打桩成孔、吊放钢筋笼和混凝土灌注，施工结束后钢护筒不拆除。项目跨海桥梁施工实际无基础钢板桩围堰锤打、基坑开挖抽水以及钢板桩围堰的拆除施工的过程，且钻孔桩施工在钢护筒内操作，与海水隔绝，有效减少了悬浮泥沙扩散。

(2) 施工中配套设置防污屏；产生的废浆清运至岸侧施工营地内的废浆干化池，沉淀后的废渣运至弃渣场填埋。

(3) 项目在施工阶段定期清理并做好施工设备的维护，施工废渣定期组织清运。项目在岸侧引桥、引道施工区及临河路段施工区周边设置临时排水沟和临时沉淀池，施工废水经沉淀后回用，不外排；雨水经沉淀后排放；施工人员生活污水经化粪池处理后农灌。沥青、油料、化学品等建材划定区域堆放，在雨季加盖防雨篷布。

(4) 生活垃圾和施工建筑垃圾分类处理，生活垃圾由环卫部门统一清运，永久弃渣及时运至指定弃渣场。严格执行施工船舶污染物的排放措施。按海事管理部门规定将船上的生活污水、含油污水分类分质处理。

(5) 建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥航道通航条件影响评价》报告，并获得自治区交通运输厅出具的审核意见（桂

交航审〔2019〕12号）；在实际施工阶段，施工单位申请并获得了北海海事局公布的《关于兰海高速北海铁山港跨海大桥改扩建工程施工作业的通告》（北海海航〔2020〕013号），有效保障了通航安全。

（6）施工阶段委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站对海洋环境进行跟踪监测。

总体来看，项目施工期采取的海洋环境保护措施是有效的。

## 7.2.2 运营期环境保护措施概述

（1）项目委托编制了《铁山港跨海特大桥红树林异地恢复方案》，并委托广西钦州华森林业咨询有限公司实施，工期为2022年至2026年，且在此期间开展了跟踪监测。

（2）建设单位委托编制了《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目渔业资源补偿增殖放流实施方案》并于2025年4月11日在北海市海洋局的监督指导下开展增殖放流工作，并在增殖放流工作开展后及时落实效果评估工作。

（3）项目在牛骨港大桥旁，于K2124+500右侧路边、K2124+600桥下各建设1套沉淀池—事故应急池，合计2套；配套建设径流收集系统及加强型护栏，安装调节阀门和防护网，加盖应急池挡板和警示标志。

（4）项目在铁山港跨海特大桥两侧，K2201+040右幅、K2201+090左幅、K2202+400右幅、K2205+750右幅、K2205+820右幅、K2206+400右幅、K2207+800左右幅各建设1套沉砂池—油水分离池，合计8套，配套建设径流收集系统及加强型护栏。

（5）项目在上高丰垌一桥两侧，K2211+630左右幅、K2212+610左右幅各建设1套沉砂池—油水分离池，合计4套，配套建设径流收集系统及加强型护栏。

（6）建设单位已委托编制环境风险应急预案，并向北海市生态环境局（备案编号450501—2023—055—2）和钦州市生态环境局（备案编号450702—2023—046—2）备案；此外，项目在星岛湖养护工区及合浦管理处设置应急物资库，储备环境风险应急物资。

（7）在项目完工后委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站对海洋环境进行跟踪监测。

总体来看，项目运营期采取的海洋环境保护措施是有效的。

## 7.3 海洋环境质量监测

### 7.3.1 施工期海洋环境质量监测

#### 7.3.1.1 监测站位和监测内容

本次验收调查的施工期间海洋环境质量调查引用建设单位委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程海洋环境跟踪监测报告（施工期）》。

海洋环境质量监测站点与海洋生态调查一致，详见表 6.3-1 和图 6.3-1。监测时段为 2022 年 6 月，其中海水水质监测因子为活性磷酸盐、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、石油类、悬浮物、重金属（铜、铅、锌、镉、汞、砷）；海洋沉积物监测因子为石油类、重金属（铜、铅、镉、总汞、砷）。

#### 7.3.1.2 分析方法及仪器

##### （1）分析方法及仪器

监测与分析方法均按《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）、《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋监测技术规程》（HY/T147.1-2013）等有关规定执行。

表 7.3-1 海水水质各监测项目分析方法及仪器一览表

序号	项目	分析方法	分析仪器	引用标准
1	水深	钢丝绳测深法	钢丝绳	GB/T 12763.2-2007
2	硝酸盐-氮	流动分析法	荷兰Skalar San <sup>++</sup> 连续流动分析仪	HY/T 147.1-2013
3	亚硝酸盐-氮			
4	氨-氮	次溴酸盐氧化法	UV-8000S紫外可见分光光度计	GB 17378.4-2007
5	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法	UV-8000S紫外可见分光光度计	GB 17378.4-2007
6	悬浮物	重量法	SQP电子天平	GB 17378.4-2007
7	石油类	紫外分光光度法	UV-8000S紫外可见分光光度计	GB 17378.4-2007
8	镉	阳极溶出伏安法	797伏安极谱仪	GB 17378.4-2007
9	铜			
10	锌			
11	铅			
12	汞	原子荧光法	AFS-9530原子荧光光度计	GB 17378.4-2007
13	砷			

表 7.3-2 海洋沉积物各监测项目分析方法及仪器一览表

序号	项目	分析方法	分析仪器	引用标准
1	石油类	紫外分光光度法	UV-8000S紫外可见分光光度计	GB17378.5-2007

序号	项目	分析方法	分析仪器	引用标准
2	铜	火焰原子吸收分光光度法	A3AFG-12原子吸收分光光度计	GB17378.5-2007
3	铅	无火焰原子吸收分光光度法	A3AFG-12原子吸收分光光度计	GB17378.5-2007
4	镉			
5	总汞	原子荧光法	AFS-9530原子荧光光度计	GB17378.5-2007
6	砷			

### 7.3.1.3 评价方法

海水环境质量和海洋沉积物质量均采用单项标准指数法进行评价，其污染程度随实测浓度增加而增大，计算公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{io}}$$

式中：Pi 为 i 项污染因子的污染指数，即单因子污染指数；Ci 为 i 项污染因子的实测浓度；Cio 为 i 项污染因子的评价标准值。

当 i 项单因子评价指数小于或等于 1 时，表明该监测站水质质量、沉积物质量没有受到该要素污染；指数大于 1 时，表明受到污染，且该值越大，污染程度越重。

### 7.3.1.4 海水水质监测结果与评价

监测海域海水水质监测与评价结果见下表，评价结果表明，监测海域 9 项评价指标的单项标准指数均小于 1，符合第四类海水水质标准，满足所属海洋功能区的水质管控要求。

表 7.3-3 2022 年 6 月监测海域水质跟踪监测结果

监测站位	采样层次	水深	悬浮物	活性磷酸盐	亚硝酸盐-氮	硝酸盐-氮	氨-氮	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
	m	m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L						
1	0.5													
2*	0.5													
3	0.5													
4	0.5													
5	0.5													
6	0.5													
最小值														
最大值														
平均值														

注：1、带\*的监测站位表示该站水质采集原始双平行样，结果取其均值参加统计计算；  
 2、表中“<”表示该站位该检测项目低于检出限；  
 3、低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

表 7.3-4 2022 年 6 月监测海域水质各评价因子的标准指数 Pi

监测站位	采样层次 (m)	水质标准	单项标准指数 $P_i$											
			活性磷酸盐	无机氮	石油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷			
1	0.5	四类												
2	0.5	四类												
3	0.5	四类												
4	0.5	四类												
5	0.5	四类												
6	0.5	四类												
最小值														
最大值														
平均值														
超标率 (%)														

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

### 7.3.1.5 海洋沉积物监测结果与评价

监测海域海洋沉积物监测与评价结果见下表，评价结果表明，监测海域 6 项评价指标的单项标准指数均小于 1，符合第三类沉积物质量标准，满足所属海洋功能区划中沉积物质量管控要求。

表 7.3-5 表层沉积物中主要污染物含量状况（干重）

监测站位	采样层次	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷
		$\times 10^{-6}$					
1	S						
2*	S						
3	S						
4	S						
5	S						
6	S						
最小值							
最大值							
平均值							

注：1、带\*的监测站位表示该站沉积物采集原始双平行样，结果取均值参加统计计算；  
2、表中“<”表示该站位该检测项目低于检出限；  
3、低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

表 7.3-6 沉积物各评价因子的标准指数  $P_i$

监测站位	采样层次	沉积物标准	单项标准指数 $P_i$					
			石油类	铜	铅	镉	总汞	砷
1	S	三类						
2	S	三类						
3	S	三类						
4	S	三类						
5	S	三类						
6	S	三类						
最小值								
最大值								
平均值								
超标率 (%)								

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

## 7.3.2 运营期海洋环境质量监测

### 7.3.2.1 监测站位和监测内容

本次验收调查的施工期间海洋环境质量调查引用建设单位委托国家海洋局北海海洋环境监测中心站编制的《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程海洋环境跟踪监测报告（完工后）》。

海洋环境质量监测站点与海洋生态调查一致，详见表 6.4-1 和图 6.4-1。监测时段为 2023 年 5 月，其中海水水质监测因子为活性磷酸盐、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、氨氮、石油类、悬浮物、重金属（铜、铅、锌、镉、汞、砷）；海洋沉积物监测因子为石油类、重金属（铜、铅、镉、总汞、砷）。

### 7.3.2.2 分析方法及仪器

#### （1）分析方法及仪器

监测与分析方法均按《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）、《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋监测技术规程》（HY/T147.1-2013）等有关规定执行。

表 7.3-7 海水水质各监测项目分析及仪器一览表

序号	项目	分析方法（标准）	分析仪器	检出限
1	水深	《海洋调查规范第 2 部分海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007/4.8 水深测量	钢丝绳	/
2	亚硝酸盐	《海洋监测技术规程第 1 部分：海水》 HY/T147.1-2013/7 流动分析法	San++连续流动分析仪	0.35μg/L
3	硝酸盐	《海洋监测技术规程第 1 部分：海水》 HY/T147.1-2013/8 流动分析法	San++连续流动分析仪	0.60μg/L
4	氨	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/36.2 次溴酸盐氧化法	UV-8000S 紫外可见分光光度计	0.4μg/L
5	无机磷	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/39.1 磷钼蓝分光光度法	UV-8000S 紫外可见分光光度计	0.62μg/L
6	悬浮物	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/27 悬浮物—重量法	SQP 电子天平	2.0 mg/L
7	油类	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/13.2 紫外分光光度法	UV-8000S 紫外可见分光光度计	3.5μg/L
8	铜	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/6.2 阳极溶出伏安法	797 伏安极谱仪	0.6μg/L
9	铅	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/7.2 阳极溶出伏安法	797 伏安极谱仪	0.3μg/L
10	锌	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/9.2 阳极溶出伏安法	797 伏安极谱仪	1.2μg/L
11	镉	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/8.2 阳极溶出伏安法	797 伏安极谱仪	0.09μg/L
12	汞	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》 GB17378.4-2007/5.1 原子荧光法	AFS-9530 原子荧光光度计	0.007μg/L
13	砷	《海洋监测规范第 4 部分：海水分析》	AFS-9530 原子荧光光度计	0.50μg/L

		GB17378.4-2007/11.1 原子荧光法	计	
--	--	---------------------------	---	--

表 7.3-8 海洋沉积物各监测项目分析及仪器一览表

序号	项目	分析方法(标准)	分析仪器	检出限
1	铜	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/6.2 火焰原子吸收分光光度法	A3AFG-12原子吸收 分光光度计	2.0×10 <sup>-6</sup>
2	铅	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/7.1 无火焰原子吸收分光光度法	A3AFG-12原子吸收 分光光度计	1.0×10 <sup>-6</sup>
3	镉	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/8.1 无火焰原子吸收分光光度法	A3AFG-12原子吸收 分光光度计	0.04×10 <sup>-6</sup>
4	总汞	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/5.1 原子荧光法	AFS-9530原子荧光 光度计	0.002×10 <sup>-6</sup>
5	砷	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/11.1 原子荧光法	AFS-9530原子荧光 光度计	0.06×10 <sup>-6</sup>
6	油类	《海洋监测规范第 5 部分：沉积物分析》 GB17378.5-2007/13.2 紫外分光光度法	UV-8000S紫外可见 分光光度计	3.0×10 <sup>-6</sup>

### 7.3.2.3 评价方法

海水环境质量和海洋沉积物质量均采用单项标准指数法进行评价，其污染程度随实测浓度增加而增大，计算公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{io}}$$

式中：Pi 为 i 项污染因子的污染指数，即单因子污染指数；Ci 为 i 项污染因子的实测浓度；Cio 为 i 项污染因子的评价标准值。

当 i 项单因子评价指数小于或等于 1 时，表明该监测站水质质量、沉积物质量没有受到该要素污染；指数大于 1 时，表明受到污染，且该值越大，污染程度越重。

### 7.3.2.4 海水水质监测结果与评价

监测海域海水水质监测与评价结果见下表，评价结果表明，监测海域 9 项评价指标的单项标准指数均小于 1，符合第四类海水水质标准，满足所属海洋功能区的水质管控要求。

表 7.3-9 2023 年 5 月监测海域水质跟踪监测结果

监测 站位	采样 层次	水深	悬浮物	无机磷	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	无机氮	油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
	m	m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L						
1	0.5														
2	0.5														
3*	0.5														
4	0.5														
5	0.5														
6	0.5														
最小值															
最大值															
平均值															

注：1、带\*的监测站位表示该站水质采集原始双平行样，结果取其均值参加统计计算；  
 2、表中“<”表示该站位该检测项目低于检出限；  
 3、低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

表 7.3-10 2023 年 5 月监测海域水质各评价因子的标准指数  $P_i$

监测站位	采样层次 (m)	水质标准	单项标准指数 $P_i$								
			无机磷	无机氮	油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
1	0.5	四类									
2	0.5	四类									
3	0.5	四类									
4	0.5	四类									
5	0.5	四类									
6	0.5	四类									
最小值											
最大值											
平均值											
超标率 (%)											

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

### 7.3.2.5 海洋沉积物监测结果与评价

监测海域海洋沉积物监测与评价结果见下表，评价结果表明，监测海域 6 项评价指标的单项标准指数均小于 1，符合第三类沉积物质量标准，满足所属海洋功能区划中沉积物质量管控要求。

表 7.3-11 表层沉积物中主要污染物含量状况（干重）

监测站位	采样层次	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷
		$\times 10^{-6}$					
1	S						
2	S						
3*	S						
4	S						
5	S						
6	S						
最小值							
最大值							
平均值							

注：1、带\*的监测站位表示该站沉积物采集原始双平行样，结果取均值参加统计计算；  
2、表中“<”表示该站位该检测项目低于检出限；  
3、低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

表 7.3-12 沉积物各评价因子的标准指数  $P_i$

监测站位	采样层次	沉积物标准	单项标准指数 $P_i$					
			石油类	铜	铅	镉	总汞	砷
1	S	三类						
2	S	三类						
3	S	三类						
4	S	三类						
5	S	三类						
6	S	三类						
最小值								
最大值								
平均值								
超标率 (%)								

注：低于检出限的，若检出率占样品频数的1/2以上（包括1/2）或不足1/2时，未检出部分分别取检出限的1/2或1/4参加统计计算。

### 7.3.3 海洋环境监测对比分析对比

经对比项目 2022 年 6 月（施工期）与 2023 年 5 月（完工后）在铁山港海域的海洋环境质量监测数据，结合《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》中 2016 年 4 月（施工前）的调查结果，分析如下：

#### （1）海水水质

①悬浮物（SS）在完工后的监测结果略高于施工期，但 2 次监测的悬浮物含量均较低，且均低于施工前。

②无机磷、油类、砷在完工后的监测结果低于施工期的监测结果，但略高于施工前的监测值；无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、氨）、铅、锌在完工后的监测结果低于施工期、施工前的监测结果。

③铜的含量总体较低，在 2 次监测结果中均为含量未检出，均低于施工前。

④镉和汞在完工后的监测结果略高于施工期和施工前。

表 7.3-13 海水环境质量状况监测结果统计比较

监测时段	类别	悬浮物	无机磷	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	无机氮	油类	铜	铅	锌	镉	汞	砷
		单位：mg/L							单位：μg/L					
2016 年 4 月（施 工前）	最小值													
	最大值													
	平均值													
2022 年 6 月（施 工期）	最小值													
	最大值													
	平均值													
2023 年 5 月（施 工后）	最小值													
	最大值													
	平均值													

#### （2）海洋沉积物

①铜、砷在完工后监测结果低于施工期、施工前监测结果。

②石油类、铅、镉在完工后监测结果低于施工期监测结果，但略高于施工前。

③总汞在完工后监测结果比施工期、施工前监测结果略高。

表 7.3-14 海洋沉积物环境质量状况监测结果统计比较

监测时段	类别	油类	铜	铅	镉	总汞	砷
		×10 <sup>-6</sup>					

2016年4月 (施工前)	最小值						
	最大值						
	平均值						
2022年6月 (施工前)	最小值						
	最大值						
	平均值						
2023年5月 (施工后)	最小值						
	最大值						
	平均值						

### (3) 分析结果小结

综上所述，施工期和完工后监测指标的监测结果对比施工前监测结果存在一定波动（略高或略低），但总体而言处于合理范围内，且均符合海水水质标准及海洋沉积物质量标准。因此，项目跨海桥梁施工及运营对周边海域环境影响较小，区域海洋环境质量状况整体较好。

## 7.3.4 运营期海洋环境质量监测（补充监测）

### (1) 监测站点

为了解项目牛骨港大桥对海域的影响，本次验收调查委托广西利华检测评价有限公司在牛骨港大桥桥位处补充设置1个监测站点，详见下表。监测采样时间为2025年8月26日。

表 7.3-15 牛骨港大桥海洋环境监测站点

编号	监测点位	监测要素	监测项目	监测天数	监测频次 (次/天)
W1	牛骨港大桥 (桥位处)	海水水质	pH 值、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐和石油类等 7 项	1	1
		海洋沉积物	铜、铅、锌、镉、汞、砷、有机碳、石油类等 8 项	1	1

### (2) 分析方法及仪器

表 7.3-16 海洋环境各监测项目分析及仪器一览表

类别	项目	分析及来源	检出限	使用仪器	仪器编号
海水水质	pH 值	《海洋监测规范第 4 部分海水分析》 (GB 17378.4-2007) 26 pH pH 计法	0.01 无量纲	PHS-3CpH 计	LH-YQ-A-013
	悬浮物	《海洋监测规范第 4 部分海水分析》 (GB 17378.4-2007) 27 悬浮物重量法	0.4mg/L	FA2204B 电子天平	LH-YQ-A-008
	溶解氧	《海洋监测规范第 4 部分海水分析》 (GB 17378.4-2007) 31 溶解氧碘量法	0.2mg/L	50.00mL 酸式滴定管	D0050-01
	化学需	《海洋监测规范第 4 部分海水分析》	0.5mg/L	50.00mL	D0050-01

类别	项目	分析方法及来源	检出限	使用仪器	仪器编号	
	氧量	(GB 17378.4-2007)32 化学需氧量碱性高锰酸钾法		酸式滴定管		
	无机氮	氨	《海洋监测规范第4部分海水分析》(GB 17378.4-2007)36.1 氨靛酚蓝分光光度法	0.005mg/L	752 紫外可见分光光度计	LH-YQ-A-315
		硝酸盐氮	《海洋监测规范第4部分海水分析》(GB 17378.4-2007)38.1 硝酸盐镉柱还原法	0.005mg/L	752 紫外可见分光光度计	LH-YQ-A-315
		亚硝酸盐氮	《海洋监测规范第4部分海水分析》(GB 17378.4-2007)37 亚硝酸盐萘乙二胺分光光度法	0.001mg/L	752 紫外可见分光光度计	LH-YQ-A-315
	活性磷酸盐	《海洋监测规范第4部分海水分析》(GB 17378.4-2007)17.1 活性硅酸盐硅钼黄法	0.02mg/L	752 紫外可见分光光度计	LH-YQ-A-315	
	油类	《海洋监测规范第4部分海水分析》(GB 17378.4-2007)13.2 油类紫外分光光度法	0.01mg/L	752 紫外可见分光光度计	LH-YQ-A-315	
海洋沉积物	铜	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)6.1 无火焰原子吸收分光光度法	$0.5 \times 10^{-6}$	TAS-990 原子吸收分光光度计	LH-YQ-A-001	
	铅	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)7.1 铅无火焰原子吸收分光光度法	$1.0 \times 10^{-6}$	TAS-990 原子吸收分光光度计	LH-YQ-A-001	
	镉	《海洋监测规范第4部分:海水分析》(GB 17378.4-2007)8.1 镉无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$	TAS-990 原子吸收分光光度计	LH-YQ-A-001	
	汞	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)5.1 总汞原子荧光法	$0.002 \times 10^{-6}$	AFS-8230 原子荧光分光光度计	LH-YQ-A-004	
	砷	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)11.1 砷原子荧光法	$0.06 \times 10^{-6}$	AFS-8230 原子荧光分光光度计	LH-YQ-A-004	
	锌	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)9 锌火焰原子吸收分光光度法	$6.0 \times 10^{-6}$	TAS-990 原子吸收分光光度计	LH-YQ-A-001	
	有机碳	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)18.1 有机碳重铬酸钾氧化-还原容量法	0.20%	50.00mL 酸式滴定管	D0050-001	
	油类	《海洋监测规范第5部分:沉积物分析》(GB 17378.5-2007)13.2 油类紫外分光光度法	$3.0 \times 10^{-6}$	752 紫外可见分光光度计	LH-YQ-A-315	

### (3) 评价方法

采用标准指数法对牛骨港大桥海水水质和海洋沉积物环境质量现状进行评价。

### (4) 监测结果与评价

由下表 7.3-15 和 7.3-16 可以看出,项目牛骨港大桥处区域海水水质除无机氮外,其

余指标均能满足第四类海水水质标准；海洋沉积物各项监测指标均能满足第三类沉积物质量标准。

经对比环评阶段监测结果，本次海水水质监测的悬浮物、溶解氧、石油类指标低于环评阶段监测值，其余指标高于环评阶段监测值；海洋沉积物监测中，除铜、有机碳外，其余指标均小于环评阶段。经现场调查，牛骨港大桥上下游均存在虾塘养殖情况，受养殖废水影响较大；同时在项目海洋环评阶段布设的12个监测站位中，无机氮指标超标率为83%。因此可以看出牛骨港大桥所处大风江海域整体海水水质中均存在不同程度的无机氮超标现象，超标原因主要为陆域污染源影响。

表 7.3-17 海水水质现状评价结果 单位：mg/L (pH 值为无量纲)

编号	监测站点	评价指标	监测与评价				环评阶段监测结果 (取平均值, 2018年8月)	
			监测值	标准值	标准指数 Pi	是否达标		
W1	牛骨港大桥	pH 值						
		悬浮物						
		溶解氧						
		化学需氧量						
		无机氮	氨					
			硝酸盐氮					
			亚硝酸盐氮					
		活性磷酸盐						
		油类						

注：“ND”表示未检出，其检测结果小于该方法的检出限；以检出限的一半计算标准指数。

表 7.3-18 海洋沉积物现状评价结果 单位：10<sup>-6</sup> (有机碳为%)

编号	监测站点	评价指标	监测与评价				环评阶段监测结果 (取平均值, 2018年8月)
			监测值	标准值	标准指数 Pi	是否达标	
W1	牛骨港大桥	铜					
		铅					
		镉					
		汞					
		砷					
		锌					
		有机碳					
		油类					

注：“ND”表示未检出，其检测结果小于该方法的检出限；以检出限的一半计算标准指数。

## 7.4 生态敏感区影响调查

### 7.4.1 施工期对生态敏感区的影响调查

项目施工期对周边保护目标的影响主要为施工悬浮物扩散对周边保护目标的影响，同时，在项目建设的3座跨海桥梁中，规模最大、距离生态敏感区最近、对海洋环境影响最大的为铁山港特大桥，因此本次施工期对生态敏感区的影响调查以铁山港特大桥的影响情况作为代表性说明。

根据《铁山港特大桥、上高丰垌一桥项目海洋环境影响报告书》，在项目海洋环评阶段，于2017年12月在铁山港海域布设22个监测站位，SS监测平均值为3.81mg/L；于2016年4月在铁山港海域布设20个监测站位，SS监测平均值为23.4mg/L，可以看出，海域SS监测指标受季节、潮汐等因素波动影响较大。

根据建设单位于铁山港特大桥施工期间及完工后对海域SS的监测，2022年6月监测平均值为12.3mg/L，2023年5月监测平均值为17.4mg/L，可以看出SS指标在完工后的监测结果略高于施工期，但2次监测的悬浮物含量均较低，同时2次监测的悬浮物监测平均值均位于项目建设前的监测平均值波动范围内（即3.81mg/L~23.4mg/L）。此外，以相近月份的监测数据进行对比（4~6月），项目施工前的SS平均值均大于项目施工中、完工后的SS平均值。

距离铁山港特大桥最近的生态敏感区为广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地及桥位两旁的红树林，由前文监测数据可知，项目施工阶段SS指标能保持在较低水准，而红树林具有较强的净化水体的功能，可以促进水体中悬浮物的沉降，悬浮物产生浓度在可控的范围内，悬浮物扩散对周边红树林的影响总体来说是比较小的。

综上，可以看出项目建设过程对区域海洋环境及生态敏感区影响不大。

### 7.4.2 运营期对生态敏感区的影响调查

项目运营期对生态敏感区的影响主要是溢油事故的风险。经调查，项目从试运营期至今，未发生过溢油事故。本项目编制有突发环境事件应急预案，并储备有环境应急物资。项目运营期一旦发生事故，只要及时启动应急预案，采取相应的应急措施，对周围生态敏感区影响较小。

## 7.5 环境风险防范设施及应急措施落实情况调查

### 7.5.1 环境风险应急措施落实情况调查

#### 7.5.1.1 应急预案体系

项目建设单位已委托编制有《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程突发环境事件应急预案》，并向北海市生态环境局（备案编号 450501—2023—055—2）和钦州市生态环境局（备案编号 450702—2023—046—2）备案。项目按照应急预案要求，建立有应对突发环境污染事故的组织机构，建立应急工作队伍并具体落实到人，应急预案体系构建全面、规范。

#### 7.5.1.2 环境风险事故应急物资

项目在星岛湖养护工区、合浦管理处分别设置有环境风险应急物资库，配备环境应急物资，并安排有专职人员负责日常管理和维护。

表 7.5-1 项目环境风险应急物资库储备应急物资情况一览表

序号	环境应急物资	数量	型号/规格	位置
1	铁锹	10 把	消防铁锹，长度 90~100cm	星岛湖养护工区、合浦管理处
2	粗干砂	5000kg	消防灭火砂，袋装/桶装	
3	沙袋	50 个	20kg 装，15kg 装，8~10kg 装	
4	桥梁泄水孔塞	200 只	软材质孔塞，泄水孔内径 130mm	
5	锯木屑	1000kg	吸油锯木屑，袋装（100 斤或 50 斤装）	
6	围油栏	200m	固体浮子式 PVC 围油栏 WGV-1100 型	
7	吸油毡	1000kg	PP-1 型和 PP-2 型，规格 1m*1m	
8	生石灰	不进行现场储备，项目应急物资库旁近距离范围内存在星岛湖镇及合浦县，可在应急响应时间内采购。		



合浦管理处环境风险应急物资仓库及物资储备情况



星岛湖养护工区环境风险应急物资仓库及物资储备情况

## 7.5.2 环境风险防范措施落实情况调查

根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》及其批复（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》及其批复（桂环审〔2019〕251号），结合项目实际情况，项目环境风险防范措施落实情况如下。

表 7.5-2 跨海桥梁环境风险防范措施落实情况一览表

中心桩号	桥梁	实际建设情况
K2124+541.637	牛骨港大桥	在牛骨港大桥旁，于 K2124+500 右侧路边、K2124+600 桥下各建设 1 套沉淀池—事故应急池，合计 2 套；配套建设径流收集系统及加强型护栏，安装调节阀门和防护网，加盖应急池挡板和警示标志。
K2204+251.272	铁山港跨海特大桥	在铁山港跨海特大桥两侧，K2201+040 右幅、K2201+090 左幅、K2202+400 右幅、K2205+750 右幅、K2205+820 右幅、K2206+400 右幅、K2207+800 左右幅各建设 1 套沉砂池—油水分离池，合计 8 套，配套建设径流收集系统及加强型护栏。
K2212+114.202	上高丰垌一桥	在上高丰垌一桥两侧，K2211+630 左右幅、K2212+610 左右幅各建设 1 套沉砂池—油水分离池，合计 4 套，配套建设径流收集系统及加强型护栏。

## 7.6 海洋环境保护措施有效性分析及补救措施建议

### 7.6.1 海洋环境保护措施有效性评估

#### (1) 施工期

项目施工期跨海大桥建设采取尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期施工、水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺、配套设置防污屏、设置临时排水沟和临时沉淀池、生产废水经沉淀后回用、雨季径流沉淀后排放、生活污水经化粪池处理后农灌、施工废渣定期组织清运、委托跟踪监测等多种环境保护措施保护海洋环境。

#### (2) 运营期

项目编制了突发环境事件应急预案，建设了环境风险防范措施，设置应急物资库并配备环境应急专项物资。运营期将按相关要求定期开展演练。

总体来看，建设单位采取的各项海洋环境保护措施取得了预期效果。

### 7.6.2 建议

总体来看，本项目海洋环境影响方面不存在重大环境问题，满足竣工环保验收要求。在海洋环境保护方面，建议如下：

- (1) 运营期定期对环境风险防范设施进行检查和维护，确保环保设施有效。
- (2) 定期开展突发环境事件应急预案培训与现场演练，提高应急能力。

## 8 阶段性验收情况回顾

2023年11月，项目在工程建设指挥部会议室召开《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程竣工环境保护验收调查报告》（阶段性）评审会议并顺利通过，并于2024年3月在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统完成备案。

在该次阶段性验收工作中，验收调查内容针对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》及其批复（桂环审〔2018〕189号）进行，调查范围为除项目对海洋环境的影响调查外的所有建设内容和环境影响、环境保护/补偿措施落实情况调查。上一阶段验收情况概述如下：

### （1）环境保护设施落实情况

项目环境保护设施及运行管理情况基本符合环评和环评批复要求。严格执行环保“三同时”制度，落实环评及批复文件中提出的各项污染防治措施，环保设施纳入主体工程设计，遵循“同时设计、同时施工、同时投产使用”的原则。

#### ①生态环境

项目工程实施了绿化工程和临时占地区土地整治与植被恢复措施，沿线种植了绿化树木，促进了工程沿线区域生态环境和景观改善；项目临时场地基本进行复绿、复耕并交还权属人。项目生态保护与恢复方面不存在大的环境问题。

#### ②水环境

施工期采取了生产废水沉淀后排放、生活污水经化粪池处理后用于农灌、落实水土保持措施以及临时场地合理选址等水环境保护措施，工程施工对沿线河流水质影响较小。

本项目沿线附属设施（服务区、收费站等），均建有污水处理设施，经现场调查，各污水处理设施均有效运行。验收阶段，项目服务区污水经处理满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）水质标准（同时满足《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）和《农村生活污水处理设施水污染物排放标准》（DB45/2413-2021））要求后，优先回用部分，多余部分作为服务区周边的农林灌溉水源之一；收费站、管理中心等其他服务设施出水满足《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）水质标准要求后回用，不外排。

运营期，项目服务区污水经处理后按照《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）、《农田灌溉水质标准》（GB5084-2021）和《农村生活污水处理

设施水污染物排放标准》（DB45/2413-2021）中较严标准执行考核；收费站、管理中心等其他服务设施污水经处理后按照《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）执行考核。

项目已在沿线道路采取多项环境风险防范设施（如沉淀一事故应急池、路/桥面径流收集系统、警示标志、限速标志、应急告示牌及防撞护栏等）；并在星岛湖养护工区、合浦管理处分别设置有环境风险应急物资库，配备环境应急物资，并安排有专职人员负责日常管理和维护；项目环境风险应急预案已在北海市生态环境局和钦州市生态环境局备案，发生环境事件后由运营单位启动应急预案，按照应急预案流程完成对环境事件的处置，经过妥善处置后，环境事件对水源保护区水环境的影响不大。

### ③声环境

施工期通过合理安排施工时间、分散布置施工机械和设置移动声屏障或隔声挡板等措施，减缓施工噪声影响。

运营期间采用低噪路面（沥青路面）等措施从源头降低了交通噪声影响程度。根据实地勘察，公路两侧居民建筑已自行安装有铝合金玻璃窗，项目合计设置声屏障32493m。在现有车流量和降噪措施下，调查范围内敏感点声环境质量达标或满足使用功能需要，未弱化或降低噪声污染防治措施。

### ④环境空气

施工期定期对施工场地及施工路段进行洒水降尘、及时清扫，运输车辆采取挡板或封闭运输措施。

类比分析表明，公路运营对沿线区域环境空气质量影响较小；服务设施已安装有油烟机，餐饮油烟影响较小。

### ⑤固体废物

施工期生活垃圾集中收集后由环卫部门清运，弃土（渣）运至弃渣场处置。

运营期，公路服务区、收费站等沿线设施设置有垃圾收集装置，定期由当地环卫部门清运处置，路面区域由专职保洁员定期对沿线路面垃圾等废弃物进行清扫，服务设施产生的危险废物储存于危废暂存间，交由有资质的单位处置。

## （2）环境保护设施运行效果和工程建设对环境的影响

### ①生态环境

项目按照环评文件要求，采取了有效的生态保护措施，在施工和验收期间未对区域生态环境造成明显的不利影响。

## ②声环境

验收期间，项目沿线噪声敏感点均达到验收标准《声环境质量标准》（GB3096-2008）2类和4a类标准。试运营期，项目沿线无噪声敏感点超标情况。

## ③水环境

项目按照环评文件要求，采取了有效的水环境保护措施。试运营期间地表水存在的部分超标现象非本项目影响，废水监测结果达到相关标准要求。在施工和验收期间未对区域周边水环境造成明显的不利影响。

## ④环境空气

验收期间，监测点监测值均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，本工程排放污染物对沿线环境空气质量的影响小。

## ⑤固体废物

施工期和验收期间产生的固体废物均妥善处理。

### （3）环境管理检查

项目在建设和运营期间，已严格按照要求配备相应的环境管理专业人员，制定了相应的环境管理制度；编制的突发环境事件应急预案已按要求在所属市级生态环境部门备案。项目环境管理执行较好。

### （4）结论

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环保审批手续齐全，在实施过程中按照项目环境影响评价报告表及审批意见要求落实了建设单位有关的环境保护设施和措施，执行了环境影响评价制度和“三同时”制度。

## 9 环境管理与监控情况调查

### 9.1 环境管理情况调查

#### 9.1.1 施工期环境管理情况调查

施工期管理体系由建设单位、监理单位（环境监理纳入工程监理中）、施工单位组成的工程管理组（三级管理），同时要求设计单位做好积极配合，地方环保部门行使监督职能。广西桂中工程咨询有限公司与广西桂通工程咨询有限公司负责本项目工程监理工作，采取把环境监理纳入工程监理模式开展施工期环境监理工作，由监理单位的驻地监理负责监督工程质量等和环保措施的实施。

根据调查施工期环境管理落实如下内容：

（1）施工单位加强了自身的环境管理，各施工单位配备有兼职环保管理人员，行使施工现场环保监督和管理，以确保施工中按国家有关环保法规及工程设计采取的环保措施要求进行。

（2）监理单位已将施工合同中规定执行的各项环保措施作为监理工作的重要内容之一，并要求施工单位按照国家、地方有关环保法规、标准进行工程施工。

（3）建设单位施工期将环保工程质量、工期与相关施工单位资质、业绩作为重要的发包条件写入合同中，为环保工程“同时施工”奠定基础；及时掌握环保工程动态，定期检查和总结环保措施落实情况及资金使用情况。协调各施工单位关系，消除可能存在的环保项目遗漏点，确保环保工程进度的要求。

#### 9.1.2 运营期环境管理情况调查

本项目运营期环境管理工作由项目运营管理单位（广西新发展交通集团有限公司所属高速公路运营分公司）负责，负责项目运营期环保管理及监督工作，并将环保涉及的工作具体落实到人。

总体来看，本工程施工期和运营期设置有环境管理机构，并有人专职或兼职具体负责工程施工和运营环保工作，保证国家和自治区有关环保制度和环保措施要求的及时落实。

### 9.2 环境监测计划及落实情况调查

施工期，建设单位委托了国家海洋局北海海洋环境监测中心站落实施工期海洋环境和海洋生态计划，基本达到预期效果。

为了及时掌握运营期不同时间的实际环境影响，并依据监测结果采取针对性防护措

施，以切实保证环境质量达标。建议运营单位按照环评要求，建立环境定期监测制度，定期委托有资质单位开展环境跟踪监测。运营期环境监测采样要求以及分析方法均要符合国家现行标准或规范中相关要求，一旦发现监测值超标，要通过进一步调查分析或重新拟定针对性监测方案，查明超标原因，根据超标的原因和程度采取针对性的补救措施。

### 9.3 环境保护管理调查结论

总体来看，项目施工期和运营期制定了各项环境管理制度、建设了相应的环境管理机构，严格执行国家和自治区环境管理方面有关要求，取得了较好的效果。

## 10 公众意见调查

### 10.1 调查目的、对象及方法

#### 10.1.1 调查目的

通过对公众的调查，了解工程施工期和试运营期主要环境影响问题及采取措施效果，针对存在的问题提出补救或改进措施。

#### 10.1.2 调查对象

调查对象主要是公路两侧直接影响区内的居民和路段内司乘人员。

#### 10.1.3 调查方法和内容

本次验收调查采取问卷调查和走访相结合的方法进行。问卷调查主要针对受项目环境直接影响的居民和单位，具体调查对象根据现场调查和代表性验收监测结果，按照广泛性、代表性、有效性和针对性原则确定。

问卷调查的程序如下：首先，调查人员向调查者介绍本项目应采取的环保措施、调查目的及调查表如何填写，对不清楚的问题予以解释；然后，由被调查者填写调查表。

公众意见调查的主要内容如下：了解公众对公路建设的一般性意见和基本态度；工程施工期间是否发生环境污染事件或扰民事件，明确事件内容、时间、影响和解决情况；施工期的主要环境问题以及采取的有关环保措施；试运营的主要环境问题以及采取的有关环保措施；调查公众最关注的环境问题及希望采取的环境保护措施；调查公众对建设项目环境保护工作的总体评价。

2023年10月9日~11月9日，调查人员对沿线群众和司乘人员进行了公众意见抽样问卷调查。

**兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程竣工环境保护验收沿线居民意见调查表**

工程概况	本项目路线由主线钦州至山口段和北海支线组成，总体走向呈由西向东。路线主线起于钦南区高桥村南北枢纽互通设计起点处（K2114+040.675），与正在建设中的广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程（茅尾海至南北枢纽互通段）终点相接，向东止于山口镇桂海主线收费站（K2225+894.312），与兰海高速公路广东段顺接，路线长度 111.853637km。北海支线经北海市合浦县、银滩区，总体走向呈由北向南，路线起点位于石湾互通钦北高速与柳北高速公路相交点沙朗村（LK311+000）处，向南止于北铁一级公路（LK338+600），路线长度 27.6km。项目主线由原双向 4 车道高速公路改扩建为 8 车道高速公路，设计速度采用 120km/h；北海支线由原双向 4 车道高速公路改扩建为 6 车道高速公路，设计速度采用 120km/h。项目总投资 131.83 亿元。									
基本情况	姓名		性别		年龄		民族		文化程度	
	与本项目的关系				拆迁户（ ）	征地户（ ）	无直接关系（ ）			
	单位或地址			电话			职业			
基本态度	修建该公路是否有利本地区的经济发展				有利（ ）	不利（ ）	不知道（ ）			
施工期	施工期对您影响最大的方面是什么				噪声（ ）	灰尘（ ）	灌溉泄洪（ ）	其他（ ）		
	居民区附近 150m 内，是否设有料场或搅拌站				有（ ）	没有（ ）	没注意（ ）			
	夜间 22:00 至早晨 6:00 时段内，是否有使用高噪声机械施工现象				常有（ ）	偶尔有（ ）	没有（ ）			
	公路临时占地是否采取了复垦、恢复等措施				是（ ）	否（ ）				
	占压农业水利设施时，是否采取了临时应急措施				是（ ）	否（ ）				
	取土场、弃土场是否采取了利用、恢复措施				是（ ）	否（ ）				
试运营期	公路建成后对您影响较大的是				噪声（ ）	汽车尾气（ ）	灰尘（ ）	其他（ ）		
	公路建成后的通行是否满意				满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）			
	附近通道内是否有积水现象				经常有（ ）	偶尔有（ ）	没有（ ）			
	建议采取何种措施减轻影响				绿化（ ）	声屏障（ ）	限速（ ）	其他（ ）		
您对本公路工程环境保护工作的总体评价				满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）		无所谓（ ）		
其他意见和建议：										

注：请在您选择的答案后的括号内画“√”。

调查人：黄艺

调查日期： 年 月 日

图 10.1-1 公众意见调查表（样表 1）

**兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程竣工环境保护验收司乘人员意见调查表**

工程概况	本项目路线由主线钦州至山口段和北海支线组成，总体走向呈由西向东。路线主线起于钦南区高桥村南北枢纽互通设计起点处（K2114+040.675），与正在建设中的广西南宁经钦州至防城港段改扩建工程（茅尾海至南北枢纽互通段）终点相接，向东止于山口镇桂海主线收费站（K2225+894.312），与兰海高速公路广东段顺接，路线长度 111.853637km。北海支线经北海市合浦县、银滩区，总体走向呈由北向南，路线起点位于石湾互通钦北高速与柳北高速公路相交点沙朗村（LK311+000）处，向南止于北铁一级公路（LK338+600），路线长度 27.6km。项目主线由原双向 4 车道高速公路改扩建为 8 车道高速公路，设计速度采用 120km/h；北海支线由原双向 4 车道高速公路改扩建为 6 车道高速公路，设计速度采用 120km/h。项目总投资 131.83 亿元。									
基本情况	姓名		性别		年龄		民族		文化程度	
	单位或地址			电话			职业			
修建该公路是否有利于本地区的经济发展					有利于（ ）	不利（ ）	不知道（ ）			
对该公路试运营期间环保工作的意见					满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）	无所谓（ ）		
对沿线公路绿化情况的感受					满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）			
公路试运营过程中主要的环境问题					噪声（ ）	空气污染（ ）	水污染（ ）	出行不便（ ）		
公路汽车尾气排放					严重（ ）	一般（ ）	不严重（ ）			
公路运行车辆堵塞情况					严重（ ）	一般（ ）	不严重（ ）			
局部路段是否有限速标志					有（ ）	没有（ ）	没注意（ ）			
学校或居民区附近是否有禁鸣标志					有（ ）	没有（ ）	没注意（ ）			
建议采取何种措施减轻噪声影响					声屏障（ ）	绿化（ ）	搬迁（ ）			
对公路建成后的通行感觉情况					满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）			
运输危险品时，公路管理部门或其他部门是否对您有限制或要求					有（ ）	没有（ ）	不知道（ ）			
对公路工程基本设施满意度如何					满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）			
您对本公路工程环境保护工作的总体评价					满意（ ）	基本满意（ ）	不满意（ ）	无所谓（ ）		
其他意见和建议：										

注：请在您选择的答案后的括号内画“√”。

调查人：黄艺

调查日期： 年 月 日

图 10.1-2 公众意见调查表（样表 2）

## 10.2 调查结果统计

### 10.2.1 沿线公众问卷调查结果

本次共发放公路沿线居民调查表 27 份，回收有效调查表 27 份，回收率为 100%。调查对象主要是本工程路线两侧直接影响区内的居民。调查统计结果见表 10.2-1。

表 10.2-1 项目沿线受影响的公众意见调查统计结果

序号	问题	选择项	人数 (人)	比例 (%)
1	修建该公路是否有利本地区的经济发展	有利	27	100.00%
		不利	0	0.00%
		不知道	0	0.00%
2	施工期对您影响最大的方面是什么	噪声	4	14.81%
		灰尘	10	37.04%
		泄洪灌溉	0	0.00%
		其他	13	48.15%
3	居民区附近 150m 内，是否设有料场或搅拌站	有	2	7.41%
		没有	22	81.48%
		没注意	3	11.11%
4	夜间 22:00 至早晨 6:00 时段内，是否有使用高噪声机械施工现象	常有	1	3.70%
		偶尔有	5	18.52%
		没有	21	77.78%
5	公路临时占地是否采取了复垦、恢复等措施	是	27	100.00%
		否	0	0.00%
6	占压农业水利设施时，是否采取了临时应急措施	是	27	100.00%
		否	0	0.00%
7	取土场、弃土场是否采取了利用、恢复措施	是	27	100.00%
		否	0	0.00%
8	公路建成后对你影响较大的是	噪声	6	22.22%
		汽车尾气	2	7.41%
		灰尘	3	11.11%
		其他	16	59.26%
9	公路建成后的通行是否满意	满意	25	92.59%
		基本满意	2	7.41%
		不满意	0	0.00%
10	附近通道内是否有积水现象	经常有	1	3.70%
		偶尔有	2	7.41%
		没有	24	88.89%
11	建议采取何种措施减轻影响	绿化	5	18.52%
		声屏障	8	29.63%
		限速	5	18.52%
		其他	9	33.33%
12	您对本公路工程环境保护工作的总体评价	满意	22	81.48%
		基本满意	5	18.52%
		不满意	0	0.00%
		无所谓	0	0.00%

## 10.2.2 司乘人员问卷调查结果

本次调查共发放司乘人员调查表 19 份，回收有效调查表 19 份，回收率 100%，调查统计结果见表 10.2-2。

表 10.2-2 司乘人员意见调查统计结果

序号	问题	选择项	人数 (人)	比例 (%)
1	修建该公路是否有利于本地区的经济发展	有利于	18	94.74%
		不利	0	0.00%
		不知道	1	5.26%
2	对该公路试运营期间环保工作的意见	满意	11	57.90%
		基本满意	7	36.84%
		不满意	0	0.00%
		无所谓	1	5.26%
3	对沿线公路绿化情况的感受	满意	15	78.95%
		基本满意	4	21.05%
		不满意	0	0.00%
4	公路试运营过程中主要的环境问题	噪声	13	68.42%
		空气污染	5	26.32%
		水污染	0	0.00%
		出行不便	1	5.26%
5	公路汽车尾气排放	严重	1	5.26%
		一般	10	52.63%
		不严重	8	42.11%
6	公路运行车辆堵塞情况	严重	1	5.26%
		一般	7	36.84%
		不严重	11	57.90%
7	局部路段是否有限速标志	有	17	89.48%
		没有	1	5.26%
		没注意	1	5.26%
8	学校或附近居民区附近是否有禁鸣标志	有	12	63.16%
		没有	2	10.53%
		没注意	5	26.31%
9	建议采取何种措施减轻噪声影响	声屏障	15	78.95%
		绿化	4	21.05%
		搬迁	0	0.00%
10	对公路建成后的通行感觉情况	满意	14	73.68%
		基本满意	5	26.32%
		不满意	0	0.00%
11	运输危险品时，公路管理部门或其他部门是否对您有限制或要求	有	9	47.36%
		没有	5	26.32%
		不知道	5	26.32%
12	对公路工程基本设施满意度如何	满意	15	78.95%
		基本满意	4	21.05%

序号	问题	选择项	人数 (人)	比例 (%)
		不满意	0	0.00%
13	您对本公路工程环境保护工作的总体评价	满意	13	68.42%
		基本满意	5	26.32%
		不满意	0	0.00%
		无所谓	1	5.26%

### 10.3 对沿线居民公众意见调查结果

1) 修建该公路是否有利于本地区的经济发展：本次被调查的个人中，认为有利的人占 100%，认为不利的人占 0.00%，认为不知道的人占 0.00%。由此可见，项目建设有利于本地经济发展。

2) 施工期影响最大的方面：本次被调查的个人中，认为是噪声的人占 14.81%，认为灰尘的占 37.04%，认为灌溉泄洪的占 0.00%，认为其他的占 48.15%。由此可见，施工期对周边居民影响最大是其他原因和灰尘，其次是噪声。

3) 居民区 150 米以内是否曾设有料场或搅拌站：本次被调查的个人中，认为有的占 7.41%，认为没有的占 81.48%，没注意的占 11.11%。由此可见项目建设的场站对公路沿线居民影响较小。

4) 夜间 22:00 至 6:00 时段，是否有使用高噪声机械施工现象：本次被调查的个人中，认为常有的占 3.70%，认为偶尔有的占 18.52%，认为没有的占 77.78%。由此可见，施工期夜间施工较少发生，对周围居民产生不利影响较小。

5) 公路临时占地使用后是否采取了复耕、恢复植被的措施：本次被调查的个人中，认为有恢复措施的占 100.00%，认为没有恢复措施的占 0.00%。由此可见，公路施工建设临时用地基本得到恢复，未恢复或者恢复效果不好的临时占地已进行现场核实，并采取恢复绿化等措施。

6) 占压农业水利设施时，是否采取了临时应急措施：本次被调查的个人中，认为有临时应急措施的占 100.00%，认为没有恢复措施的占 0.00%。由此可见，公路施工占压农业水利设施均采取了临时应急措施。

7) 取土场、弃土场是否采取了利用、恢复措施：本次被调查的个人中，认为有恢复措施的占 100.00%，认为没有恢复措施的占 0.00%。由此可见，公路施工建设的弃渣场基本得到恢复，未恢复或者恢复效果不好的取弃土场已进行现场核实，并采取恢复绿化等措施。

8) 公路运营对影响较大的是：本次被调查的个人中，认为是噪声的占 22.22%，认

为是汽车尾气的占 7.41%，认为是灰尘的占 11.11%，认为是其他的占 59.26%。由此可见，公路运营期影响最大的是其他，其次是噪声。

9) 公路建成后的通行是否满意：本次被调查的个人中，满意的占 92.59%，基本满意的占 7.41%，不满意的占 0.00%。由此可见，公路建成后有利于周边居民通行。

10) 附近通道内是否有积水现象：本次被调查的个人中，认为常有的占 3.70%，认为偶尔有的占 7.41%，认为没有的占 88.89%。由此可见，公路通道仍有部分区域偶尔存在积水现象，公路运营单位通过日常检查进行疏通排水。

11) 建议采取何种措施减缓噪声影响：本次被调查的个人中，认为需要采取绿化的占 18.52%，认为需要采取声屏障的占 29.63%，认为需要采取减速的占 18.52%，认为需要采取其他措施的占 33.33%。

12) 你对本项目环境保护工作的总体评价：本次被调查的个人中，满意的占 81.48%，基本满意的占 18.52%，不满意的占 0.00%，无所谓占 0.00%。由此可见，公路建设环境保护工作总体较好。

## 10.4 对司乘人员公众意见调查结果

1) 修建该公路是否有利于本地区的经济发展：本次被调查的司乘中，认为有利的人占 94.74%，认为不利的人占 0.00%，认为不知道的人占 5.26%。由此可见，项目建设有利于本地经济发展。

2) 对该公路试运营期间环保工作的意见方面：本次被调查的司乘中，满意的占 57.90%，基本满意的占 36.84%，不满意的占 0.00%，无所谓占 5.26%。由此可见，公路建成后环保设施运行较好。

3) 对沿线公路绿化情况的感觉：本次被调查的司乘中，满意的占 78.95%，基本满意的占 21.05%，不满意的占 0.00%。由此可见，公路绿化较好。

4) 公路试运营过程中主要的环境问题：本次被调查的司乘中，认为是噪声的占 68.42%，认为是空气污染的占 26.32%，认为是水污染的占 0.00%，认为出行不便的占 5.26%。由此可见，运营期主要噪声影响较大。

5) 公路汽车尾气排放情况：本次被调查的司乘中，认为严重的占 5.26%，认为一般的占 52.63%，认为不严重的占 42.11%。由此可见，公路汽车尾气排放严重程度为一般。

6) 公路运行车辆堵塞情况：本次被调查的司乘中，认为严重的占 5.26%，认为一般的占 36.84%，认为不严重的占 57.90%。由此可见，公路车辆堵塞不严重。

7) 局部路段是否有限速标志：本次被调查的司乘中，认为有的占 89.48%，认为没有的占 5.26%，没注意的占 5.26%。

8) 学校或附近居民区附近是否有禁鸣标志：本次被调查的司乘中，认为有的占 63.16%，认为没有的占 10.53%，没注意的占 26.31%。

9) 建议采取何种措施减轻噪声影响：本次被调查的司乘中，认为需要采取声屏障的占 78.95%，认为需要采取绿化的占 21.05%，认为需要采取搬迁的占 0.00%。

10) 对公路建成后的通行感觉情况：本次被调查的司乘中，满意的占 73.68%，基本满意的占 26.32%，不满意的占 0.00%。

11) 运输危险品时，公路管理部门和其他部门是否对您有限制或要求：本次被调查的司乘中，认为有的占 47.36%，认为没有的占 26.32%，不知道的占 26.32%。

12) 对公路工程基本设施满意度如何：本次被调查的司乘中，满意的占 78.95%，基本满意的占 21.05%，不满意的占 0.00%。

13) 对本公路工程环境保护工作的总体评价：本次被调查的司乘中，满意的占 68.42%，基本满意的占 26.32%，不满意的占 0.00%，无所谓的占 5.26%。

## 10.5 公众参与调查结论

项目建设完善了区域高速公路网，极大改善当地交通状况，公众普遍赞同。项目不仅有利于当地经济发展，对促进地方经济有积极作用，并且还为民生产和活提供了便利快捷的运输通道，建设和试运营期中环境保护工作效果获得了当地群众的广泛认可。

总体上，公众对公路工程环境保护工作表示满意和基本满意。

## 11 调查结论及建议

### 11.1 调查结论

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目（以下简称“项目”）位于钦州市、北海市境内。根据《国家公路网规划（2013年-2030年）》，项目是国家高速公路网“7射、11纵、18横”主干线中兰州至海口（G75）高速公路和柳北高速（G7212）的重要组成部分。

项目为改扩建项目，其中，主线长111.854km，由原双向4车道高速公路改扩建为8车道高速公路，设计速度采用120km/h；北海支线长27.600km，由原双向4车道高速公路改扩建为6车道高速公路，设计速度采用120km/h。由于在项目改扩建环评阶段，项目桥梁工程中的牛骨港一桥、铁山港特大桥、上高丰垌一桥涉及跨海建设，因此委托编制有《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》（桂环审〔2018〕189号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）共计3本环境影响评价报告并分别获得自治区生态环境厅批复。

项目于2019年12月26日开工建设，2022年12月15日竣工投入运营。2023年11月，项目在工程建设指挥部会议室召开竣工环保验收（阶段性）会议并顺利通过，并于2024年3月在全国建设项目竣工环境保护验收信息系统完成备案。在该次阶段性验收工作中，验收调查内容针对《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目环境影响报告表》及其批复（桂环审〔2018〕189号）进行，调查范围为除项目对海洋环境的影响调查外的所有建设内容和环境影响、环境保护/补偿措施落实情况调查。

本次验收报告根据《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程铁山港特大桥、上高丰垌一桥海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕83号）、《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段（牛骨港一桥）改扩建工程项目海洋环境影响报告书》（桂环审〔2019〕251号）开展竣工环境保护验收工作，即验收工作内容为铁山港特大桥、上高丰垌一桥、牛骨港大桥等3座跨海桥梁对海洋环境的影响调查及相关环境保护/补偿措施的落实情况调查。

依据环境保护部办公厅文件《关于印发环评管理中部分行业建设项目重大变动清单的通知》（环办〔2015〕52号），本项目规模、地点、生产工艺、环保措施因素等均未

发生重大变动，本项目的变动全部纳入本次竣工环境保护验收管理。

## 11.2 环境保护执行情况

本项目严格执行了建设项目环境影响评价制度，总体落实了环境保护“三同时”制度。按照项目海洋环境影响文件及批复要求，并结合工程实际环境影响，落实了油水分离池、事故应急池、桥面径流收集系统、加强型护栏等污染防治措施与增殖放流、红树林异地恢复等生态保护、恢复措施，措施效果满足海洋环境影响评价文件及批复要求。建设单位成立了环境管理机构，制订了相应的环境管理制度，施工期开展了环境监测，采取将环境监理纳入工程监理模式开展了施工期环境监理工作。运营期间，项目运营单位成立了突发环境事件应急救援领导小组，组织编制了突发环境事件应急预案并备案；设置环境风险应急物资库，配备环境应急物资，并安排有专职人员负责日常管理和维护。

总体来看，项目已严格落实了海洋环境影响报告书及批复中的主要环境保护/生态补偿措施。

### 11.2.1 海洋生态环境影响调查结论

#### (1) 生态敏感区影响调查

项目调查范围内生态敏感区包括广西茅尾海红树林自治区级自然保护区（大风江片）、广西山口国家级红树林生态自然保护区、广西合浦铁山港东岸红树林自治区重要湿地、广西合浦儒艮国家级自然保护区、广西合浦儒艮自治区重要湿地、区域分散红树林和大风江保留区、大风江红树林海洋保护区、那丽港口航运区、大风江口西岸保留区、沙滕至闸口农渔业区、根竹山至良港村农渔业区、白沙头至红坎农渔业区等海洋功能区划以及区域分散养殖区。

根据项目跨海大桥施工期及运营期海洋生态监测调查数据，项目跨海大桥的建设及运营对海域海洋生态环境的群落结构影响较小。

#### (2) 红树林异地恢复措施调查

项目铁山港特大桥涉及占用红树林地 $0.3899\text{hm}^2$ ，损毁了红树植物共2508株，树种均为白骨壤；同时，项目占用了广西北海铁山港红树林自治区重要湿地面积 $2.83\text{hm}^2$ 。为确保广西红树林保有量不因项目建设而降低，项目在北海市合浦县白沙镇充美村旦地屯西侧的滩涂开展红树林异地造林恢复工程，采用红海榄、白骨壤造林，按3倍面积异地恢复红树林 $1.20\text{hm}^2$ ，连续5年（2022年4月年至2026年4月）实施管护与幼林抚育，计

划保存株数不少于2508株；同时在实施过程中委托相关单位开展红树林造林调查监测及抚育情况调查。

目前项目红树林异地造林恢复工程面积满足计划要求，红树林恢复区长势良好。

### （3）渔业资源补偿增殖放流措施调查

项目渔业资源补偿增殖放流工作计划分2个年度实施，由建设单位组织对外采购拟穴青蟹70万只、黑鲷40万尾和花鲈42万尾。其中，第1个年度建设单位组织对外采购拟穴青蟹70万只，在榄根作业区周边海域红树林区的泥质浅水区放流；第2个年度建设单位组织对外采购黑鲷40万尾、花鲈42万尾，在沙田港海域放流。

2025年4月11日，建设单位在北海市海洋局、北海市海洋经济发展服务中心、北海市海洋与渔业综合执法支队、北海市铁山港区海洋与渔业综合执法大队、防城港市公证处等部门代表的监督指导下，于海市铁山港榄根作业区附近红树林区组织开展了第一次增殖放流工作，采用人工贴近水面方式进行放流，放流拟穴青蟹1748箱（合计79.3242万尾）。现场放流工作基本满足相关规范要求，现场放流效果较好。

同时，建设单位委托广西交科集团有限公司于2025年4月~7月完成了增殖放流的本底调查、跟踪监测和效果评估工作，总体上看，本项目2025年度增殖放流工作按时保质完成了既定计划，较好的补偿了项目造成的海洋生物资源损失，增殖放流所带来的经济效益和社会效益较好，达到了本项目的预期目标。

## 11.2.2 海洋环境影响调查结论

### （1）海洋功能区划

根据《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020年）》，牛骨港大桥位于大风江保留区（代码 A8-8）；铁山港特大桥、上高丰垌一桥位于铁山港港口航运区（代码 A2-13）。

根据《广西壮族自治区近岸海域环境功能区划调整方案》（桂环发〔2023〕9号），牛骨港大桥位于海域边界，区域海域功能分区为大风江红树林生态区（GX044B II）；铁山港特大桥占用海域功能分区为铁山港内湾渔业用海区（GX009B II）、英罗港北部交通用海区（GX013C III）；上高丰垌一桥占用海域功能分区为榄子根红树林生态区（GX010B II）。

### （2）施工期环境影响调查

项目施工期跨海大桥建设采取尽量避开海洋生物的产卵期及鱼虾繁殖期施工、水中桩基采用水上搭设钻孔施工平台（栈桥）施工工艺、配套设置防污屏、设置临时排水沟和临时沉淀池、生产废水经沉淀后回用、雨季径流沉淀后排放、生活污水经化粪池处理

后农灌、施工废渣定期组织清运、委托跟踪监测等多种环境保护措施保护海洋环境。

项目施工期监测海域海水水质、海洋沉积物评价因子均能满足相关标准，满足所属海洋功能区的管控要求。

### （3）运营期环境影响调查

项目编制了突发环境事件应急预案，建设了环境风险防范措施，设置应急物资库并配备环境应急专项物资。运营期将按相关要求定期开展演练。

运营期，项目铁山港海域监测海水水质、海洋沉积物评价因子均能满足相关标准，满足所属海洋功能区的管控要求；牛骨港大桥处区域海水水质除无机氮外，其余指标均能满足第四类海水水质标准，海洋沉积物各项监测指标均能满足第三类沉积物质量标准，海水水质超标原因主要为陆域污染源影响。

### 11.2.3 环境风险防范设施及应急措施结论

项目建设单位已委托编制有《兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建工程突发环境事件应急预案》，并向北海市生态环境局（备案编号 450501—2023—055—2）和钦州市生态环境局（备案编号 450702—2023—046—2）备案；建设了环境风险防范措施，设置应急物资库并配备环境应急专项物资。总体来看，项目落实了海洋环评及其批复中有关环境风险防范及应急措施的要求。

### 11.2.4 环境管理结论

项目严格执行国家公路建设的基本程序，落实环境影响评价制度和环境保护“三同时”制度。项目在施工期和运营期设置有环境管理机构，安排有专职或兼职人员负责日常环境保护工作。采取把环境监理纳入工程监理模式开展施工期环境监理，同时委托开展了施工期、完工后的海洋环境监测。

### 11.2.5 公众意见调查结果结论

项目建设完善了区域高速公路网，极大改善当地交通状况，公众普遍赞同。项目不仅有利于当地经济发展，对促进地方经济有积极作用，并且还为民生产和生活提供了便利快捷的运输通道，建设和试运营期中环境保护工作效果获得了当地群众的广泛认可。

### 11.3 运营期主要环境保护工作建议

(1) 运营期按照增殖放流实施方案的要求落实后续增殖放流计划及效果评估工作；按照红树林异地恢复方案的要求持续跟进红树林造林调查监测及抚育管理，确保顺利验收、移交

(2) 定期对环境风险防范设施进行检查和维护，确保环保设施有效。

(3) 定期开展突发环境事件应急预案培训与现场演练，提高应急能力。

### 11.4 项目竣工环境保护验收调查总结论

兰州至海口高速公路广西钦州至北海段改扩建项目(海洋环境)环保审批手续齐全，在实施过程中按照项目海洋环境影响报告书及批复要求落实了建设单位有关的环境保护设施和措施，总体具备了建设项目竣工环境保护验收条件，环境保护设施验收合格。