徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程

环境影响报告书

（公示稿）

建设单位：徐闻县交通运输局

评价单位：睿柯环境工程有限公司

二〇二二年十二月

目录

项目概述 1

1 总则 7

1.1 编制依据 7
1.2 环境影响要素和评价因子 12
1.3 评价技术方法与技术路线 14
1.4 环境敏感区与环境保护目标 35

2 工程概况 51

2.1 建设内容 51
2.2 平面布置和主要结构、尺度 55
2.3 预测交通量 110
2.4 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度 111
2.5 项目土石方平衡 124
2.6 项目申请用海、用地情况 132
2.7 项目用海必要性 136

3 工程分析 137

3.1 工程各阶段污染环节与环境影响分析 137
3.2 工程各阶段非污染环境影响分析 148
3.3 项目清洁生产分析 149

4 区域自然环境和社会环境概况 152

4.1 工程区域自然环境概况 152
4.2 海洋资源 177
4.3 海域使用开发利用现状 194

5 环境质量现状调查与评价 200

5.1 水文动力环境现状调查与评价 200
5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价 236
5.3 海水水质现状调查与评价 242
5.4 海洋沉积物质量现状调查与评价 254
5.5 海洋生物质量现状调查及评价 259
5.6 海洋生态环境现状调查与评价 263
5.7 红树林现状调查与评价 307
5.8 声环境现状调查与评价 310
5.9 大气环境现状调查与评价 315
5.10 鸟类资源现状调查与评价 316
5.11 生态环境现状调查与评价 324

6 环境影响预测与评价 325

6.1 海洋环境影响评价 325
6.2 大气环境影响预测与评价 362

6.3 声环境影响预测与评价 363
6.4 固废影响分析 379
6.5 生态环境影响分析 380
6.6 鸟类影响分析 382
7 环境风险分析与评价 385
7.1 环境风险评价等级 385
7.2 环境敏感目标 385
7.3 环境风险识别 386
7.4 风险事故影响分析 386
7.5 环境风险防范对策措施和应急预案 392
8 环境保护对策措施 399
8.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施 399
8.2 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表 407
8.3 环境保护措施的技术经济可行性 409
9 环境影响经济损益分析 411
9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算 411
9.2 环境保护的经济损益分析 411
9.3“三同时”验收一览表 413
10 工程环境可行性 416
10.1 功能区划的符合性 416
10.2 与相关规划相符性分析 424
10.3 与海洋生态红线的符合性 439
10.4 建设项目的产业政策符合性 449
10.5 工程选址合理性分析 450
10.6 总平面布置的合理性 457
10.7 环境影响可接受性分析 458
10.8 工程生态用海方案分析 460
11 环境管理与环境监测 465
11.1 环境管理 465
11.2 环境监理计划 467
11.3 环境监测计划 468
11.4 环境管理和监测计划的可行性与时效性分析 471
12 环境影响评价结论 472
12.1 工程概况 472
12.2 工程分析 472
12.3 环境质量现状调查与评价结论 473
12.4 污染影响预测分析与结论 476
12.5 非污染物环境影响分析结论 477
12.6 环境风险分析与评价结论 478
12.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论 478

12.8 区域规划和政策符合性结论 478
12.9 公众参与分析与评价结论 479
12.10 建设项目环境可行性结论 479

项目概述

1、项目由来

徐闻县地处中国大陆最南端、广东省西南部，位于东经 109°52′至 110°35′，北纬 20°13′至 20°43′之间。东滨南海，南临琼州海峡，与海南岛隔海相望；西濒北部湾，北与雷州市接壤。冬松岛位于徐闻县东北部，南与金佳岛、水头村委会隔港相望，西与公港岛毗邻，距离县城 64 公里，是一个四面环海的孤岛。冬松村委会下辖南头、东塘、后堀、边坑、上坑、下坑、葛斗、后园仔、北尾、尾龙十条自然村，其中东塘、上坑村属解放战争时期的革命老区村庄。全村委会总户数 1460 户，总人口 9000 多人，占和安镇总人口的五分之一。岛上村民主要以捕捞业、浅海采海、养殖业为主，一直以来，村民出行主要通过海岛南侧的冬松码头乘坐渡船进出海岛。

冬松岛具有得天独厚的优美地理环境，海产资源丰富，名稀海鲜众多，是宜家宜旅的好地方，近年曾被央视拍录为“中国最美乡村”，岛民勤奋，民风纯朴。但由于海沟相隔，交通不便，目前还得靠横水渡出入，严重制约着这里的经济社会发展，人员出入、物资交流受着制约，岛上群众生活存在很多问题。一是节假日期间冬松码头交通压力大，平均每日人流量达 3000 多人次，存在严重安全隐患。二是由于交通的不便，越来越难于安排老师入岛，师资供求日益匾乏，学校越办越差，教学质量无法提高，人才培养严重受阻。三是台风等恶劣天气群众防风不便，有群众分娩、生病就医等突发情况无法及时处理。因此群众对撤渡建桥的愿望非常强烈。另外，徐闻县委县政府为了发展海岛经济，筹备每年在冬松岛举行采海旅游文化节，也需要解决岛上交通问题。

为了解决冬松岛群众过海交通问题，徐闻县委、县政府高度重视，经过多方努力，争取到省交通厅立项，广东省交通运输厅给予大力支持，将冬松岛渡改桥项目列入 2021 年农村危桥集中改造工程（附件 12）。冬松岛渡改桥是省、市的重要民生工程，也是近万名冬松岛民盼望多年的生命之桥、安全之桥和发展之桥。本项目的建设不但能解决岛上 9000 多人的生产生活之便，与冬松岛有这一海沟相隔的锦和镇、新寮镇和和安镇的其余村庄共 10 万人，进出海岛，也便捷通达；不但能解决节假日期间冬松岛现有码头交通压力大，安全隐患严重问题，也能解

决由于交通不便导致老师入岛困难，教育发展受阻的问题；不但能解决由于台风等恶劣天气群众防风不便，应急就医等问题，也能解决人居环境整治中垃圾围村无法处理的问题；同时有助于采海旅游文化发展。冬松岛渡改桥项目建成后将打通冬松岛对外连接的通道，改善冬松岛的交通安全条件，加速沿海各种资源的开发利用，拉动当地的经济发展，助力乡村振兴战略，为冬松岛 9000 多名群众打开了一扇奔康致富的大门，成为徐闻县和安镇实现可持续发展新的经济增长点。同时，该项目的建设也将改善徐闻县交通运输总体格局，加快城乡一体化建设步伐，促进徐闻县国民经济发展、文化交流以及区域经济均衡协调发展起着十分重要作用。

徐闻县冬松岛渡改桥新建工程位于和安横水渡码头至冬松岛横水渡航线西侧，起点位于现有冬松岛码头，起点桩号 K0+000，路线根据现红树林保护区边线拟定的桥位，终点位于水头角，终点桩号 K1+382，跨海桥梁全长 1382m。此外，在桥梁终点需建设长约 1400m 的连接线（兼作施工便道）连接（本报告简称为“连接线工程”）和安镇陆域道路，连接线起点桩号 K1+382，终点桩号 K2+782。目前便道作为施工期临时便道，未来若真正作为引桥或者引路工程，将另外申报环评。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》和《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）等有关建设项目环境保护管理的规定，该项目属于“五十四、海洋工程—153、跨海桥梁工程”中的“非单跨、长度 0.1 公里及以上的公铁桥梁工程；涉及环境敏感区的”类别，需编制环境影响报告书。

受项目建设单位徐闻县交通运输局的委托（附件 1），睿柯环境工程有限公司承担本工程的环境影响评价工作。环评单位在接受委托后，立即组织相关技术人员认真研究了建设单位提供的工程资料，收集了工程区附近海域环境质量资料，在结合现场踏勘的基础上，根据国家有关建设项目环境影响评价和海洋工程环境影响评价工作的相关法规和技术规范，编制完成了《徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程环境影响报告书（送审稿）》，为本项目的实施及环境管理提供科学依据。

2、环境影响评价工作过程

本次评价工作严格按照相关技术导则与标准规定的程序开展，在接受委托后，首先项目组研究有关环境保护的法律法规、政策、标准、相关规划及其他技术文件等；第二，进行初步的工程分析，识别环境影响和评价因子，明确评价重点和敏感目标，确定评价工作等级、范围和标准，并制定工作方案；第三，进行详细的工程分析和环境现状调查、监测等；第四，进行各要素、各专题分析、预测与评价；第五，提出环保措施，并进行论证，给出污染物排放清单，得出评价结论；最后，编制完成《徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程环境影响报告书》，在上述工作期间，建设单位还按照相关要求开展公众参与工作。本次环境影响评价的主要工作程序见下图 1：

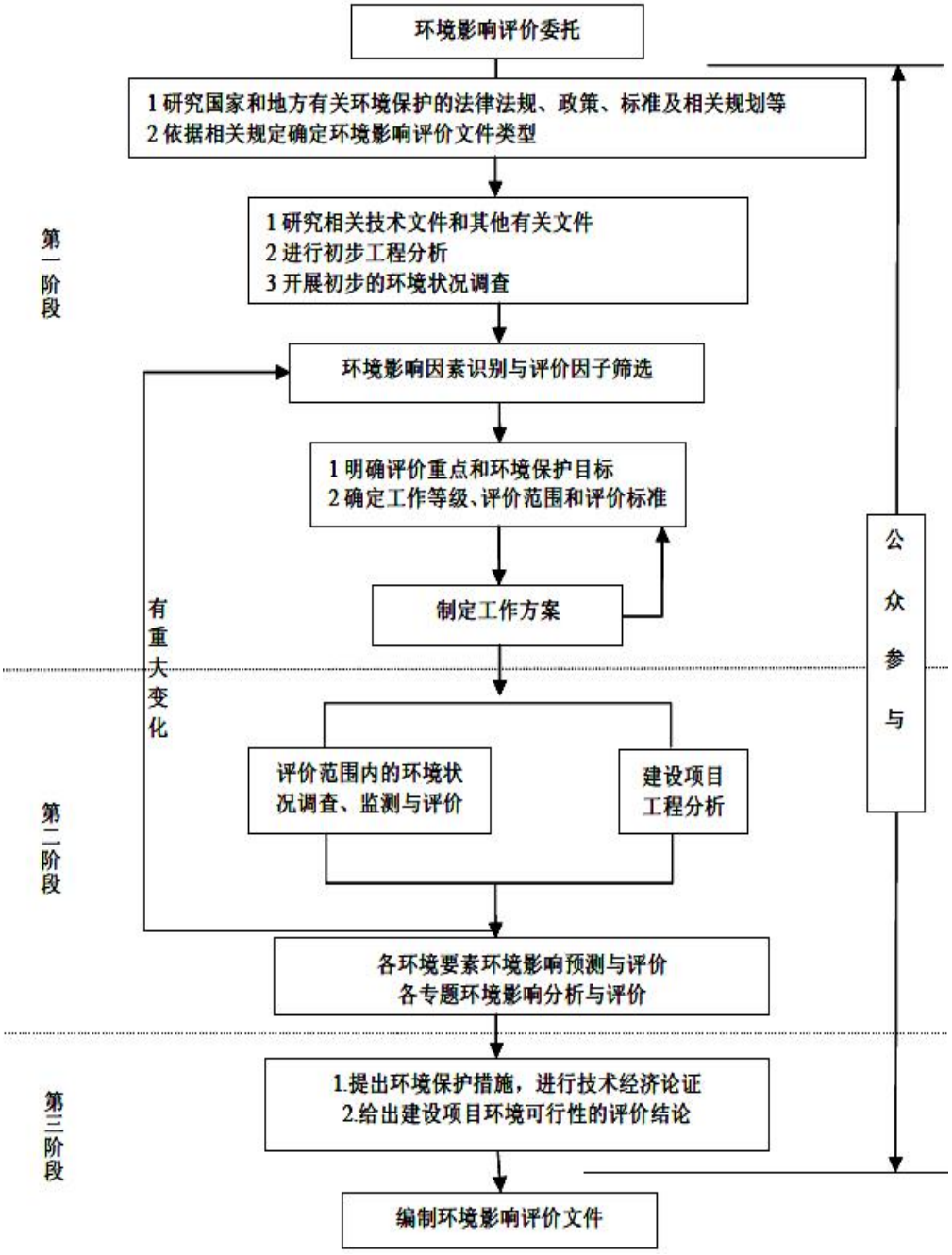


图1 项目环境影响评价工作程序

3、关注的主要环境问题及环境影响

根据工程的建设特点，本项目为跨海桥梁建设项目，桥面路段不设置收费站、服务区等设施，建成营运后项目本身无生活污水、生活垃圾等的产生与排放，运营期主要为桥梁交通噪声的影响。工程对环境的影响主要集中在施工期，表现在桥梁桥墩建设对附近海域水文动力及冲淤环境的影响、桥梁桩基占用底栖生物和潮间带生物的生存空间的影响以及桥梁桩基、钢便桥桩基施打及拔桩等施工过程

产生的悬浮物扩散对海水水质、海洋生态环境和渔业资源的影响等。

● 污染环节及环境影响

（1）废水

施工期，水污染主要来自桥梁桩基、钢便桥桩基施打及拔桩等过程中产生的悬浮物，同时还有施工人员生活污水和生产废水。其中，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平；施工生产废水集中收集沉淀处理回用于洒水降尘，不外排；陆上施工人员生活污水经临时流动型环保厕所收集，定期清理外运，不外排。

（2）废气

施工期产生的大气污染物主要来源于施工期材料运输、堆存等各种施工活动产生的粉尘、施工车辆产生的汽车尾气及施工机械产生的废气。本项目施工期间将定期进行洒水抑尘等措施，减少施工扬尘对周边敏感点的影响。随着施工作业的结束，周边大气环境会逐渐恢复原有的水平。运营期产生的废气主要为汽车尾气，项目产生的汽车尾气排放量非常小，且属分散、流动线源，预计机动车尾气对周边环境空气产生的影响较小。

（3）噪声

噪声污染主要为施工期间作业机械和车辆、打桩噪声，为了尽量减小本项目建设施工排放噪声对周围环境可能造成的影响，建设单位和施工单位将按照有关规定，采取切实可行的措施来防治噪声污染，如避免高噪声设备在作息时间（中午或夜间）作业，尽量选用低噪声机械设备或带隔声、消声设备，加强对施工设备的维修保养等。营运期噪声污染源主要为交通噪声，主要是机动车辆行驶中发动机发出的噪声和车辆行驶引起的气流湍动、地面摩擦等产生的噪声，项目桥梁位于海域，交通噪声对桥梁两端附近居民区影响较小。

（4）固体废物

施工期固体废物污染主要为建筑垃圾、生活垃圾等。

生活垃圾交由环卫部门清运处理，废弃建筑垃圾等收集运至指定弃土场。

（5）环境风险事故污染

本项目环境风险主要是溢油风险事故和运输危险化学品泄漏风险，将会对周围海域造成一定污染影响。

- **非污染环节及环境影响**

项目施工期主要的非产污环节包括工程建设对海洋生态、渔业资源造成的影响、对周边红树林的影响、对周边其他敏感目标的影响和对周边海域通航环境的影响等。工程建成后将在一定程度上导致海域水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的变化。

4、主要结论

徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程具有较好的社会效益和经济效益，虽然项目在施工期和运营期间会对周边的声环境、环境空气以及海域内的生态环境和水质、水动力环境等产生一定的影响，经采取有效的环保措施后，污染物排放浓度和排放量可得到有效控制，不会降低评价区域原有环境质量级别；调查的公众中没有反对项目建设。评价认为：项目建设符合国家产业政策和国家法律法规，选址符合海洋功能区划、海洋生态红线及湛江市相关规划的要求，工程选址不在湛江红树林自然保护区范围内，不涉及风景名胜区及饮用水源保护地等环境敏感区。在认真落实各项环保措施，真正落实环保措施与主体工程建设的“三同时”制度的前提下，本项目的建设和运营对外环境的影响很小，处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目环境风险可得到有效控制。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

1 总则

1.1 编制依据

1.1.1 国家法律法规和政策

本项目环境影响评价报告编制过程中，主要依据的国家法律法规和部门规章如下：

（1）《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起施行）；

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日起施行）；

（3）《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日第三次修改）；

（4）《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月 1 日起施行）；

（5）《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）；

（6）《中华人民共和国水污染防治法》（2018 年 1 月 1 日起施行）；

（7）《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修订）；

（8）《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；

（9）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日施行）；

（10）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订）；

（11）《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 7 月 1 日起修正）；

（12）《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日修正）；

（13）《中华人民共和国节约能源法》（2018 年 10 月 26 日第二次修订并施行）；

（14）《中华人民共和国港口法》（2017 年 11 月 4 日第二次修订）；

（15）《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第四次修正）；

（16）《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议修订）；

（17）《中华人民共和国航道法》（2016 年 7 月 2 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正）；

（18）《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）；

（19）《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2017 年 3 月 1 日第五次修订）；

（20）《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日第三次修订）；

（21）《全国生态环境保护纲要》（国发[2000]38 号）；

（22）《关于全面建立实施海洋生态红线制度的意见》（国家海洋局，2016 年 6 月）；

（23）《关于划定并严守生态保护红线的若干意见》（中共中央办公厅 国务院办公厅，2017 年 2 月 7 日）；

（24）《海岸线保护与利用管理办法》（国家海洋局，2017 年 3 月 31 日）；

（25）《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发[2013]86 号）；

（26）《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部令 2016 年第 83 号）；

（27）《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号）；

（28）《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第 29 号）；

（29）《建设项目环境影响评价分类管理目录》（2021 年版）；

（30）《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；

（31）《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发[2012]77 号）；

（32）《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号文）；

（33）《突发环境事件应急管理办法》（环境保护部令第 34 号）；

（34）《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）；

（35）《危险废物转移联单管理办法》（国家环境保护总局令第 5 号）；

（36）《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）；

（37）《关于印发〈大气污染防治行动计划〉的通知》（国发[2013]37 号）；

（38）《关于印发〈水污染防治行动计划〉的通知》（国发[2015]17 号）；

（39）《关于印发〈土壤污染防治行动计划〉的通知》（国发[2016]31 号）；

（40）国务院办公厅关于印发《控制污染物排放许可制实施方案》的通知（国办发〔2016〕81 号）；

（41）《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办 环评[2017]84 号）；

（42）《中华人民共和国水生动植物自然保护区管理办法》（农业部，2013 年 12 月 31 日农业部令 2013 年第 5 号修订）；

（43）《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环境保护部、农业部，环发[2013]86 号，2013 年 8 月 5 日）；

（44）《中华人民共和国自然保护区条例》（中华人民共和国国务院令第 687 号，2017 年 10 月 7 日修订）；

（45）《海洋自然保护区管理办法》（国家海洋局，1995 年 5 月 29 日）；

（46）《关于进一步加强涉及自然保护区开发建设活动监督管理的通知》（环发[2015]57 号，2015 年 5 月 6 日）；

（47）《在国家级自然保护区修筑设施审批管理暂行办法》（国家林业局令第 50 号，2018 年 3 月 5 日）。

1.1.2 地方性法规和政策

（1）《广东省环境保护条例》（2019 年 11 月 29 日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议《关于修改〈广东省水利工程管理条例〉等十六项地方性法规的决定》第二次修正）；

（2）《广东省大气污染防治条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会告第 20 号，2019 年 3 月 1 日起施行）；

（3）《广东省海域使用管理条例》（2007 年 3 月 1 日施行）；

（4）《广东省渔业管理条例》（2015 年 12 月 30 日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议第二次修正）；

（5）《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》（2015 年 12 月 30 日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十二次会议修正）；

（6）《广东省饮用水源水质保护条例》（2018 年 11 月 29 日广东省第十三

届人民代表大会常务委员会第七次会议修正）；

（7）《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》（2010 年 7 月 23 日）；

（8）《广东省固体废物污染环境防治条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议修订通过，2018 年 11 月 29 日）；

（9）《广东省水污染防治条例》（广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过，2021 年 1 月 1 日施行）；

（10）《广东省地表水功能区划》（粤府函[2011]14 号）；

（11）《广东省地表下水功能区划》（2009 年 8 月）；

（12）《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）；

（13）《广东省海洋功能区划（2011-2020）》（粤府[2013]9 号）；

（14）《广东省海洋生态红线》（粤府函[2017]275 号）；

（15）《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府[2020]71 号）；

（16）《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（广东省人民政府、国家海洋局，2017 年 10 月）；

（17）《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》（广东省人民政府，2017 年 10 月 27 日）；

（18）《广东省海洋主体功能区规划》（广东省海洋与渔业厅、广东省发展和改革委员会，2017 年 12 月）；

（19）《关于印发<广东省海洋工程建设项目环境保护监督管理办法（试行）>的通知》（粤海渔函[2017]1252 号，2017 年 11 月 9 日）；

（20）《关于发布广东省生态环境厅审批环境影响评价文件的建设项目名录（2019 年本）的通知》（粤环[2019]24 号）；

（21）《广东省节约能源条例》（2010 年 3 月 31 日修订）；

（22）《广东省打赢蓝天保卫战实施方案（2018-2020 年）》（粤府[2018]128 号）；

（23）《广东省制定打好污染防治攻坚战三年行动计划（2018-2020 年）》；

（24）《广东省环境保护厅关于印发南粤水更清行动计划（修订本）

（2017-2020 年）的通知》（粤环[2017]28 号）；

（25）《广东省人民政府关于印发广东省水污染防治行动计划实施方案的通知》（粤府[2015]131 号）；

（26）《广东省危险废物转移报告联单管理暂行规定》（1997 年 12 月 15 日，原广东省环境保护局）；

（27）《关于印发广东省主体功能区规划的通知》（粤府[2012]120 号）；

（28）《关于印发广东省主体功能区规划的配套环保政策的通知》（粤环[2014]7 号）；

（29）《转发环境保护部关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（粤环[2012]57 号）；

（30）《广东省突发环境事件应急预案》（粤府函[2017]280 号）；

（31）《广东省用水定额》（DB44/T1461-2014）；

（32）《印发关于国家级、省级海洋与水产自然保护区管理问题的意见的通知》（广东省海洋与渔业局，粤海渔[2003]37 号，2003 年 3 月 18 日）；

（33）《关于加强我省海洋与水产自然保护区建设管理有关事项的通知》（广东省海洋与渔业局，粤海渔[2003]242 号，2003 年 5 月 26 日）；

（34）《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》；

（35）《湛江市环境保护规划（2006-2020）》；

（36）《湛江市人民政府关于印发湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（湛府[2021]30 号）。

1.1.3 技术规范和标准

环境影响评价中应遵循的技术规范和标准主要有：

（1）《环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1-2016）；

（2）《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

（3）《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018）；

（4）《环境影响评价技术导则—地表水环境》（HJ2.3-2018）；

（5）《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ610-2016）；

（6）《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2021）；

（7）《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2011）；

（8）《环境影响评价技术导则—土壤环境》（HJ964-2018）；

（9）《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；

（10）《港口建设项目环境影响评价规范》（JTS105-1-2011）；

（11）《船舶污染海洋环境风险评价技术规范（试行）》；

（12）《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；

（13）《企业突发环境事件风险评估指南（试行）》（环办[2014]34 号）；

（14）《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；（15）《企业突发环境事件风险分级方法》（HJ941-2018）；（16）《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）；（17）《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002年 4 月）；

（18）《海洋监测规范》（GB17378-2007）；

（19）《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

（20）《船舶污染物排放标准》（GB3552-2018）；

（21）《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）；

（22）《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）。

1.1.4 项目相关技术资料

（1）建设单位委托书；

（2）《徐闻县冬松岛渡改桥新建工程工程可行性研究报告》，湛江市公路勘察设计院，2020 年 12 月；

（3）《徐闻县冬松岛渡改桥施工便道工程（K1+382～K2+797）一阶段施工图设计》，湛江市公路勘察设计院，2021 年 7 月；

（4）《广东省 2021 年农村公路桥梁安全保障整治工程第一标段勘察工程地质勘察报告》，广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司，2021 年 7 月；

（5）《冬松大桥施工图》，保利长大工程有限公司，2021 年 4 月。

1.2 环境影响要素和评价因子

1.2.1 环境影响要素识别

通过对本项目施工及营运期污染物排放状况的分析，本工程环境影响要素的识别判定见表 1.2-1。

表 1.2-1　环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	报告书中分析评价内容所在章节
施工期	海洋水文动力	潮流	施工改变海域水文动力条件	+++	6.1
	地形地貌与冲淤环境	地貌演变及冲淤环境变化	水动力改变引起地形地貌和冲淤环境变化	+	6.2
	海水水质、沉积物	悬浮物	PHC 桩施工、临时施工便桥钢管桩施工和拆除拔桩产生等的悬浮物	+++	6.3.1、6.4
		生活污水	来自施工人员	+	6.3.1.2、6.4
		运输车辆冲洗含油废水	来自运输车辆冲洗	+	6.3.1.2、6.4
		固体废物	来自施工人员生活垃圾、建筑垃圾等	+	3.1.1.3
	海洋生态	底栖生物	桩基占用底栖生境、破坏底栖生境	+++	6.5
		游泳生物	施工产生的悬浮物损害海洋生物生存环境	+++	6.5
		鱼卵仔鱼		+++	6.5
	大气环境	TSP、SO_2、NO_2	施工扬尘、机械废气	+	6.6.1
	声环境	L_{Aeq}	施工噪声	+	6.7.1
营运期	海洋水质、沉积物、生态	桥面初期雨水径流	来自雨水冲刷桥面	+	6.3.2
		桥面垃圾	过往车辆洒落	+	3.1.2.2
	大气环境	NO_X、CO	汽车尾气	+	6.6.2
	声环境	L_{Aeq}	交通噪声	++	6.7.2

注 1：+表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；

注 2：++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

注 3：+++环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

1.2.2 评价因子

本评价主要评价因子及预测因子见下表 1.2-2 所示。

表1.2-2 环境评价因子

类别	现状评价（调查）因子	主要环境评价或分析因子
环境空气	TSP、SO_2、NO_2、PM_{10}、$PM_{2.5}$、CO、O_3	SO_2、NO_x、TSP
海水环境	水温、pH 值、盐度、石油类、溶解氧、化学需氧量、氨氮、亚硝酸氮、硝酸氮、活性磷酸盐、悬浮物（SS）、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬	SS
海洋沉积物环境	有机碳、硫化物、石油类、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬	定量分析
海洋生态环境	叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、渔业资源、海洋生物体质量	生物量损失
声环境	L_{Aeq}	L_{Aeq}
固体废物	/	定性分析
环境风险	/	油膜
非污染环境	水文、泥沙	水文动力、地形地貌与冲淤

1.3 评价技术方法与技术路线

1.3.1 评价等级

1.3.1.1 地表水环境影响评价等级

本项目的地表水环境影响为复合影响型，因此应按类别分别确定评价等级并开展评价工作。

（1）水文要素影响

根据本项目宗海界址图，项目拟申请用海总面积为 5.8340 公顷，其中跨海桥梁用海面积为 4.1864 公顷，便道工程（即连接线工程）面积 1.6476 公顷，（根据《海籍调查规范》，跨海桥梁用海在及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，根据安全防护要求的程度，向两侧外扩不小于 10m 保护距离为界；非透水构筑物用海岸边以海岸线为界，水中以非透水构筑物及其防护设施的水下外缘线为界），工程垂直投影面积及外扩范围即为水工构筑物用海面积 5.8340 公顷，工程扰动水底面积也为 5.8340 公顷。

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）中表 2 水文要素影响型建设项目评价等级判定，本项目垂直投影面积及外扩范围 A_1=0.058341≦0.15；工程扰动水体面积 A_2=0.058341≦0.5。因此，本项目施工期水文要素影响评价等级为三级。

表 1.3-1 水文要素影响型建设项目评价等级判定

评价等级	受影响地表水域（入海河口、近岩海域）
	工程垂直投影面积及外扩范围 A_1/km^2；工程扰动水底面积 A_2/km^2。
一级	A_1≧0.5；或 A_2≧3
二级	0.5>A_1>0.15；或 3>A_2>0.5
三级	A_1≦0.15；或 A_2≦0.5
注 1：影响范围涉及饮用水源保护区、重点保护与珍稀水生生物的栖息地、重要水生生物的自然产卵场、自然保护区等保护目标，评价等级应不低于二级。 注 2：跨流域调水、引水式电站、可能受到河流感潮河段影响，评价等级不低于二级。 注 3：造成入海河口（湾口）宽度束窄（束窄尺度达到原宽度的 5%以上），评价等级应不低于二级。 注 4：对不透水的单方向建筑尺度较长的水工建筑物（如防波堤、导流堤等），其与潮流或水流主流向切线垂直方向投影长度不大于 2km 时，评价等级应不低于二级。 注 5：允许在一类海域建设的项目，评价等级为一级。 注 6：同时存在多个水文要素影响的建设项目，分别判定各水文要素影响评价等级，并取其中最高等级作为水文要素影响型建设项目评价等级。	

（2）水污染影响

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018）的规定，按照影响类型、排放方式、排放量、影响情况、受纳水体环境质量现状、水环境保护目标等综合确定。水污染影响型建设项目根据排放方式和废水排放量划分评价等级。本项目营运期间不产生水污染物，初期雨水经过沉淀、隔油后，回用于周边农田灌溉，无受纳水体，无地表水环境保护目标，因此，本项目运营期评价等级为三级 B。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），项目水文要素评价等级为一级，遵循就高不就低原则，项目水文要素评价等级为一级，水文要素纳入海洋评价范围之内，本次评价不再单独进行地表水环境影响评价。

1.3.1.2 海洋环境影响评价等级

本项目工程主体主要位于海岸线向海一侧，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），海洋工程环境影响评价等依据建设项目的工程

特点、工程规模和所在地区的环境特征划分。

本项目属于跨海桥梁工程，拟建设跨海大桥长约 1382m，连接线长约 1400m，项目位于海湾内，周边分布有红树林保护区，所在海域属于海洋生态环境敏感区。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中表 2 确定本项目海洋的水文动力环境、海洋水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态环境和生物资源影响评价等级。根据表 1.3-2 确定本项目水文动力环境、海洋水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态环境和生物资源环境单项评价等级分别为 1 级、1 级、1 级、1 级。

表 1.3-2 水文动力、水质、沉积物、海洋生态和生物资源影响评价工作等级

工程类型和工程内容	工程规模		工程所在海域特征和生态环境类型	水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海上和海底物资储藏设施、跨海桥梁工程；海上桥梁、海上机场与工厂、海上和海底物资储藏设施等工程；上述工程（水工构筑物）和设施的废弃、拆除等	所在规模	本项目					
	所有规模	1382m	生态环境敏感区	1	1	1	1
本项目				1	1	1	1

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中表 3 确定本项目海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级。本项目跨海桥梁和连接线均属于透水构筑物，会造成轻微冲淤环境变化，根据表 2.4-3 确定本项目海洋环评的地形地貌与冲淤环境的单项评价等级为 3 级。

表 1.3-3 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价工作等级

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程、围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片好单项海砂开采工程；其他类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然形状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 50×10^4~$30\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程、围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其他类型海洋工程中较严重改变海岸线、滩涂、海床自然形状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 30×10^4~$20\times10^4m^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程、围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其他类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然形状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

1.3.1.3 大气环境影响评价等级

本项目产生的废气主要为施工期间施工扬尘以及施工机械、运输车辆尾气，营运期为桥梁通行机动车排放的尾气。按《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018）中的规定，评价工作等级确定的方法为：结合项目工程分析结果，选择正常排放的主要污染物及排放参数，采用估算模式计算各污染物的最大影响程度和最远影响范围，然后按评价工作分级判据（见表 1.3-4）进行分级。其中污染物的最大地面质量浓度占标率 Pi（第 i 个污染物）的定义为：

$$Pi = \frac{Ci}{Coi} \bullet 100\%$$

式中：Pi—第 i 个污染物的最大地面浓度占标率，%；

Ci—采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度，μg/m^3；

Coi—第 i 个污染物的环境空气质量标准，μg/m^3。

表 1.3-4 大气评价等级判别表

评价工作等级	评价工作分级判据
一级评价	P_{max}≥10%
二级评价	1%≤P_{max}＜10%
三级评价	P_{max}＜1%

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018），大气环境影响评价等级需根据项目污染源初步调查结果，分别计算项目排放主要污染物的最大地面空气质量浓度占标率来确定。根据本项目的初步工程分析结果，本项目为跨海桥梁建设项目，不涉及服务区、车站等集中式排放源的建设，工程对环境空气的影响主要表现在施工期施工扬尘和运营期机动车排放尾气的影响。本项目施工期的施工扬尘及施工机械、运输施工材料车辆产生的污染物对大气的影响是暂时的，运营期交通量较小，因此本项目大气环境评价工作等级为三级。

1.3.1.4 声环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），“建设项目所处的声环境功能区为 GB 3096 规定的 1 类、2 类地区，或建设项目建设前后评价范围内敏感目标噪声级增高量达 3~5dB(A)[含 5dB(A)]，或受噪声影响人口数量增

加较多时，按二级评价”，本项目位于 1 类声功能区，项目敏感点水头村的噪声增加最大为 4.2dB(A)，小于 5dB(A)，因此确定为二级评价。

1.3.1.5 生态影响评价等级

本项目位于重要生态敏感区，项目跨海桥梁、连接线申请用海总用海面积 5.8340 公顷，小于 2km^2，跨海桥梁长度 1382m，连接线长度约 1400m，小于 50km。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2011）的分级标准，将陆域生态影响评价等级定为三级。

1.3.1.6 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）的规定，本项目为 IV 类项目，项目地下水环境影响评价工作等级划分情况见下表。

表 1.3-5 地下水环境影响评价行业分类表

环评类别 / 行业类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
20 跨海桥梁工程	全部	/	IV 类	
本项目类别	/	/	√	

由上表可知，根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016），IV 类建设项目无需开展地下水环境影响评价。

1.3.1.7 土壤环境影响评价等级

本项目为跨海桥梁工程，根据《环境影响评价技术导则—土壤环境（试行）》（HJ 964-2018），本项目属于 IV 类项目，无需开展土壤环境影响评价。

1.3.1.8 环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价等级根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，并按照表 1.3-6 确定评价工作等级。

表 1.3-6 环境风险评价工作等级划分表

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 [a]

环境风险潜势	IV、IV+	III	II	I
a 是相对详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

本项目为跨海桥梁建设项目，项目本身不属于高环境风险行业，不涉及高风险工艺，不涉及危险化学品，不构成重大危险源。跨海桥梁选址所在位置目前无规划航道和具体通航等级，但有小型渔船等通航，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），渡船和渔船燃料油的最大携带量约 100t，小于导则附录 B 中油类物质临界量 2500t，危险物质数量与临界量比值 Q=0.04＜1，本项目环境风险潜势为I级，仅进行环境风险简要分析。

1.3.1.9 小结

本项目环境影响评价等级汇总见下表。

表 1.3-7 环境影响评价等级汇总表

序号	环境影响要素	类型	环境影响评价等级
1	地表水环境	水文要素影响	三级
		水污染影响	三级 B
2	海洋环境	水文动力环境	1 级
		水质环境	1 级
		沉积物环境	1 级
		生态和生物资源环境	1 级
		地形地貌与冲淤环境影响	3 级
3	大气环境	/	三级
4	声环境	/	二级
5	生态环境（陆域）	/	三级
6	地下水环境	/	无需开展
7	土壤环境	/	无需开展
8	环境风险	/	简单分析

1.3.2 评价范围

（1）海洋环境影响评价范围

海洋环境评价内容包括水文动力环境、水质环境、沉积物环境和海洋生态环境评价等。本项目水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级均为 1 级，海底地形地貌与冲淤环境评价等级为 3 级。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），评价范围确定依据如下表：

表 1.3-8 海洋环境评价范围确定依据一览表

项目	等级	评价范围
水文动力环境	1	纵向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍，垂向距离一般不少于 5km
水质环境	1	覆盖建设项目的环境影响所及区域，与水文动力环境评价范围保持一致
沉积物环境	1	将建设项目可能影响海洋沉积物的区域包括在内，与海洋水质、海洋生态和生物资源的现状调查与评价范围一致
生态和生物资源环境	1	以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定范围，扩展距离不小于 8km-30km，本项目跨海桥梁主要影响因子为悬浮物，评价范围为以项目区用海外缘线分别向四周扩展 8km
地形地貌与冲淤环境	3	包括工程可能的影响范围，一般应不小于水文动力环境影响评价范围，并应满足地貌与冲淤环境特征要求，与水文动力环境评价范围保持一致

由以上依据，并结合本工程特点和建设规模，以及项目所在海域的环境现状，本项目海洋环境评价范围为：以工程用海外缘线向四周外扩约 10km 中的海域，包含项目周边海岛，具体范围在 20°33'37.467"～20°45'30.411"N，110°17'52.712"～110°29'17.573"E 内，覆盖海域面积约 268.56km^2。见图 1.3-1。

（2）大气环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）关于评价范围的规定，三级评价项目不需要设置大气环境影响评价范围。

（3）声环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），以项目边界向外 200m 为评价范围。本项目以项目桥梁工程和连接线工程区域为界向两侧外扩 200m 区域为评价范围。见图 1.4-2。

（4）环境风险评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），由于本项目涉及的环境风险主要为用海风险，因此，本项目环境风险影响评价范围应依据海水环境风险评价范围，即覆盖环境风险影响范围所及的水环境保护目标水域，与海洋环境影响评价范围一致。

1.3.3 评价重点

本项目为跨海桥梁建设项目，根据建设项目所在海域海洋功能特点及建设项目海洋环境影响特征，确定本次评价重点为：

（1）施工作业产生的悬浮泥沙对所在海域海水水质、海洋生态及渔业资源的影响；

（2）工程建设对周边环境敏感点和环境保护目标的影响；

（3）污染防护对策措施；

（4）海洋生态红线、生态环境保护规划等符合性分析。

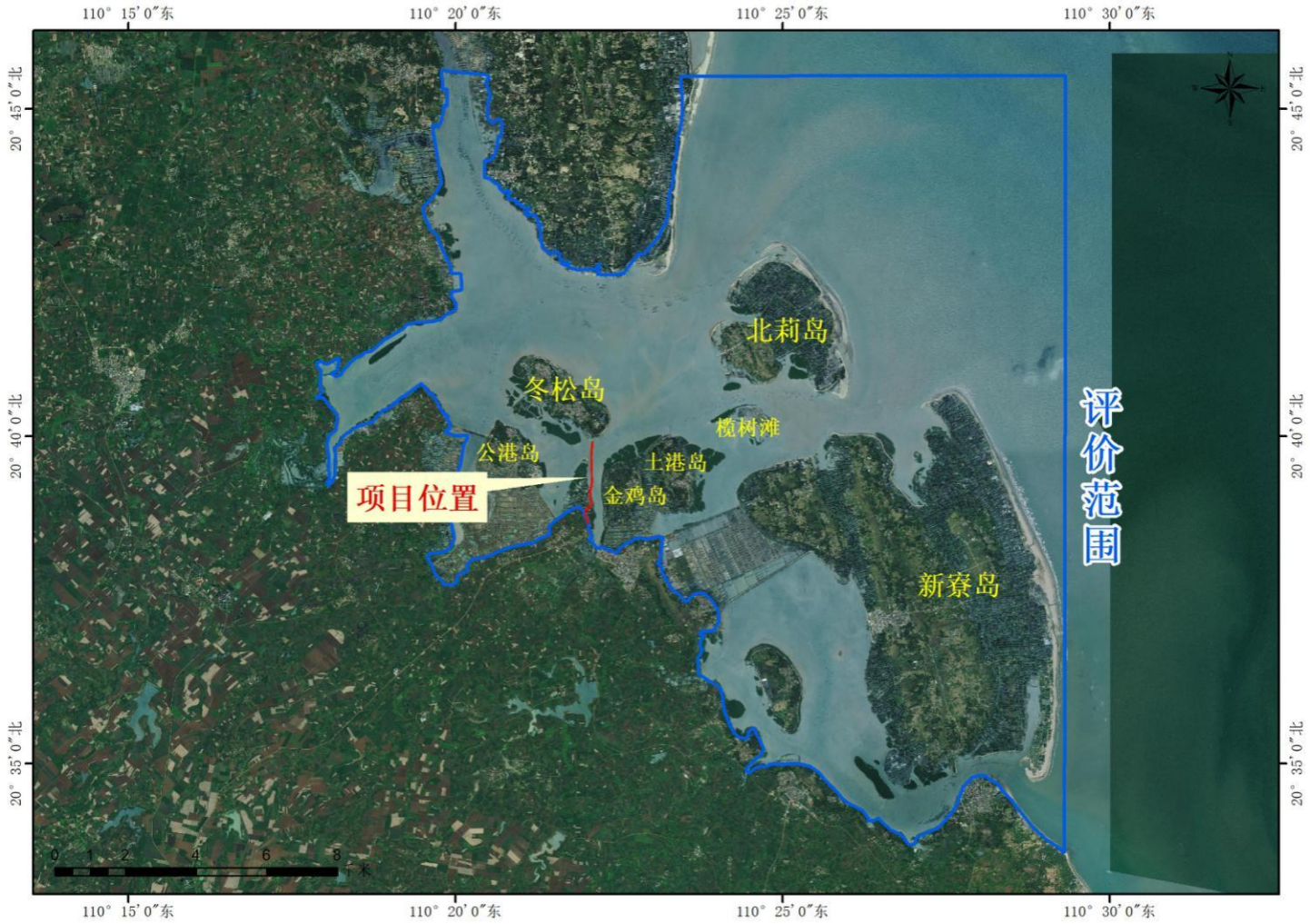


图1.3-1　项目海洋环境影响评价范围图

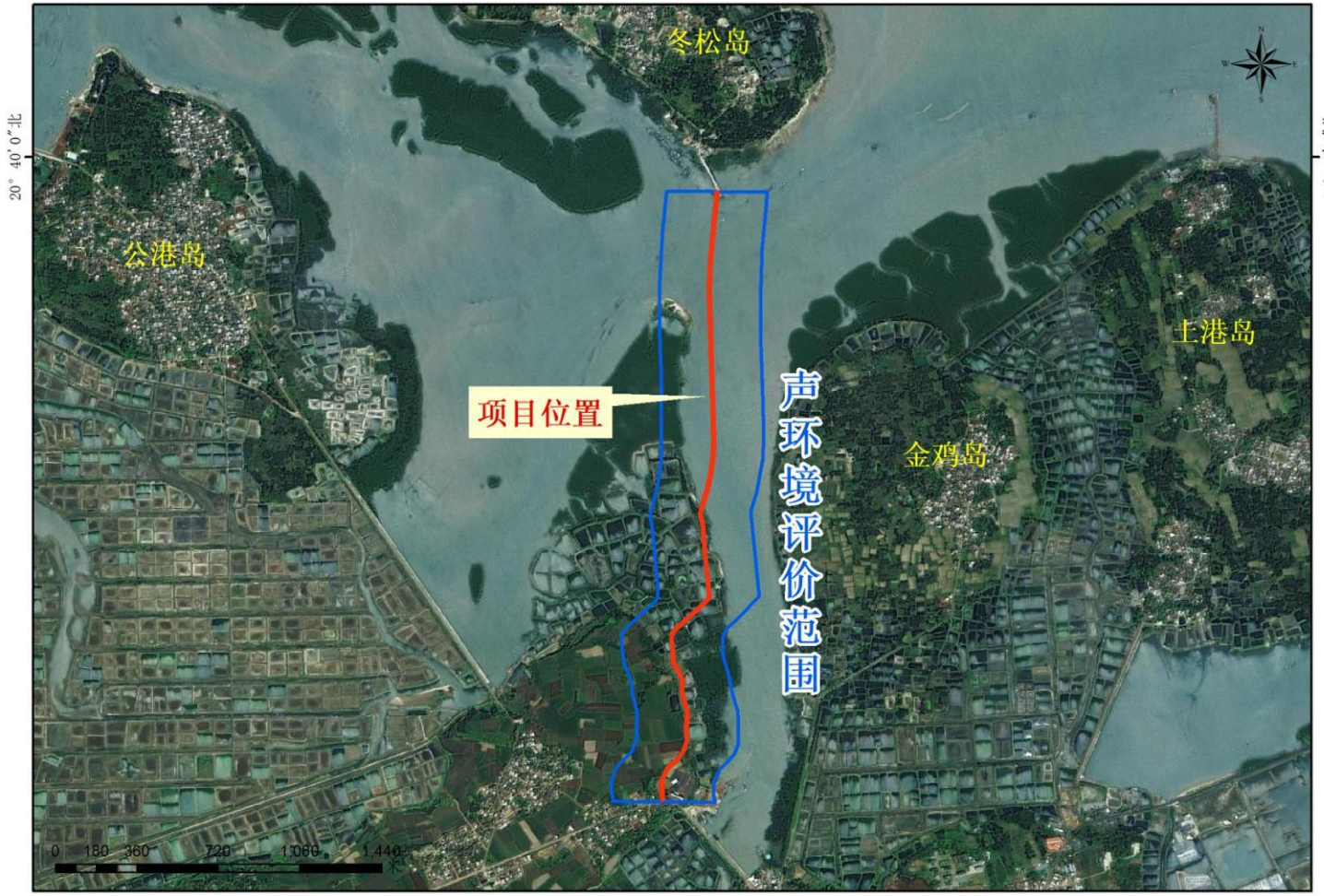


图1.3-2　项目声环境影响评价范围图

1.3.4 评价标准

1.3.4.1 环境功能区划

（1）海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域海洋功能区为北莉口海洋保护区，周边海域海洋功能区有：新寮岛工业与城镇用海区、后海岛北海洋保护区、雷州湾农渔业区等。

北莉口海洋保护区的海域使用管理要求：1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海；2. 保障三吉渔港、冬松渔港、和安渔港、外罗渔港用海需求；3. 保留湛江国家级红树林保护区北莉口片区、徐闻外罗湾鲎县级自然保护区非核心区内的滩涂养殖、围海养殖等渔业用海；4. 禁止炸岛等破坏性活动；5. 维护海湾防洪纳潮功能。海洋环境保护要求：1. 保护后海岛、冬松岛、金鸡岛、佳平岛、六极岛、新寮岛沿岛红树林；2. 保护鲎及其生境；3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。所在海洋功能区划图及其要求如图 1.3-3 所示。

（2）近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）、《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函[2007]551 号），本项目位于新寮二类区，主导功能是红树林、航道；渔港和渔业设施基地建设；养殖，功能区类别为二类，水质保护目标为第二类海水水质标准。所在功能区划见表 1.3-9 和图 1.3-4。

表 1.3-9 项目所在海域的近岸海域环境功能区

名称	地区	范围	位置	面积（km^2）	主导功能	水质目标
新寮二类区	徐闻	寿山岭至北塘	东经 110° 28'51.80"；北纬 20° 39'37.27"	129.6	红树林、航道；渔港和渔业设施基地建设；养殖	二类

（3）生态功能区划

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》（粤府[2020]71 号），项目涉海区域的环境管控单元为一般管控单元；项目涉陆区域的环境管控单元为一般管控单元。

一般管控单元执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

（4）环境空气功能区划

根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012 及修改单），环境空气功能区分为二类：一类区为自然保护区、风景名胜区和其他需要特殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混住区、文化区、工业区和农村地区，本项目海域不在湛江红树林国家级自然保护区，因此本项目大气环境所属区域为环境空气二类功能区。

（5）声环境功能区划

本项目位于和安镇和冬松岛之间海域，根据《声环境功能区划分技术规范》（GB/T15190-2014），其声功能区划参照“以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域”划定，属于 1 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准。

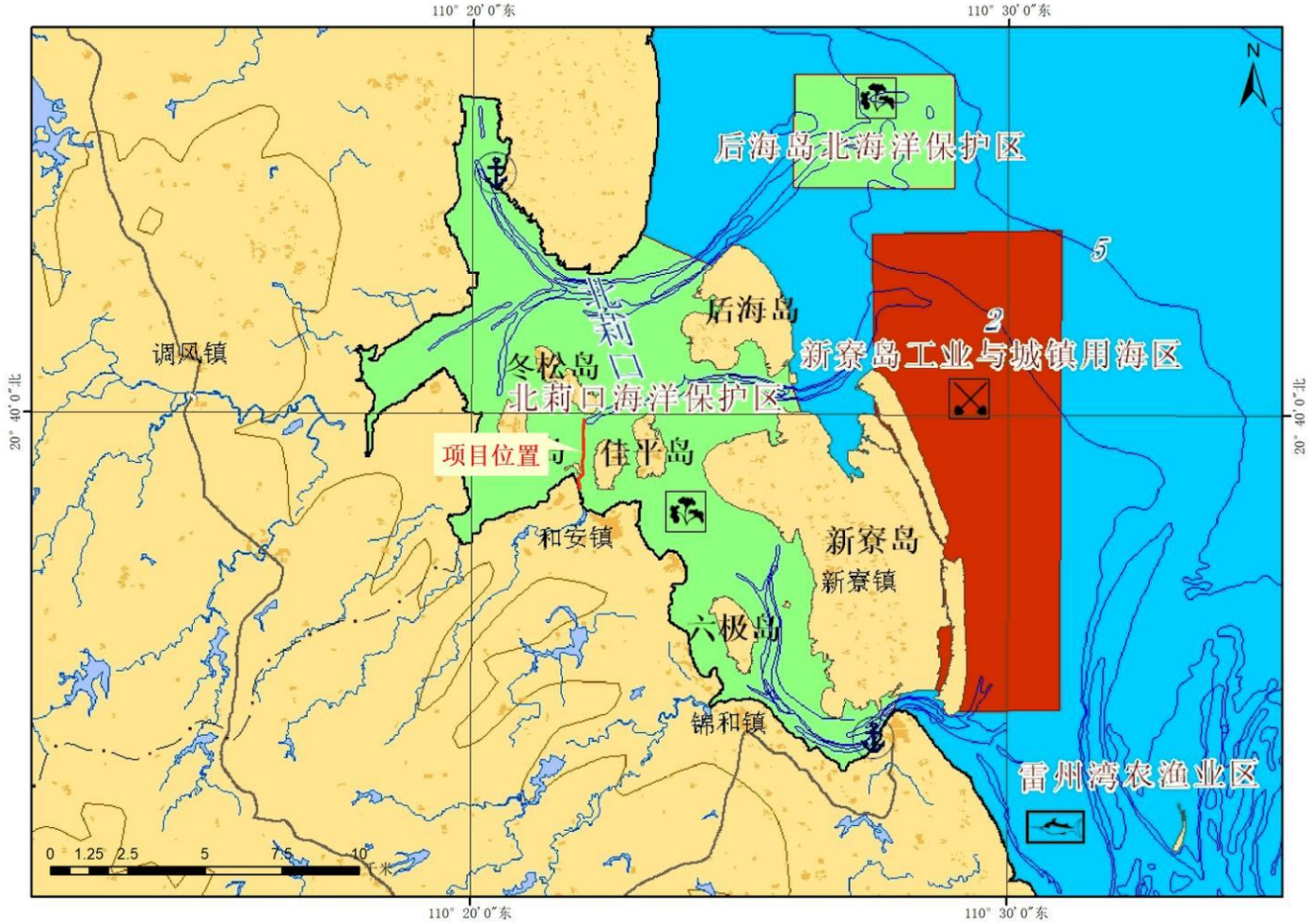
（6）小结

本项目所在地的环境功能区划详见下表 1.3-10。

表 1.3-10　项目所在区域环境功能区

序号	评价区域	功能区划分
1	近岸海域环境功能区	项目位于新寮二类区，执行第二类海水水质标准。
2	海洋功能区	项目位于北莉口海洋保护区，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准，海洋生物中的软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。
3	环境空气功能区	属于环境空气二类区。
4	声环境功能区	项目所在区域的声功能区划参照“以居民住宅、医疗卫生、文化教育、科研设计、行政办公为主要功能，需要保持安静的区域”划定，属于 1 类声环境功能区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准。
5	生态功能区划	一般管控单元
6	污水处理厂集水范围	否
7	饮用水源保护区	否
8	基本农田保护区	否

序号	评价区域	功能区划分
9	自然保护区和风景名胜区	否
10	水库库区	否
11	文物保护单位	否
12	是否属于生态敏感与脆弱区	是
13	是否属于海洋生态红线区	是，北莉口海洋保护区限制类红线区



注：引自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）

图 1.3-3　项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图（广东省）

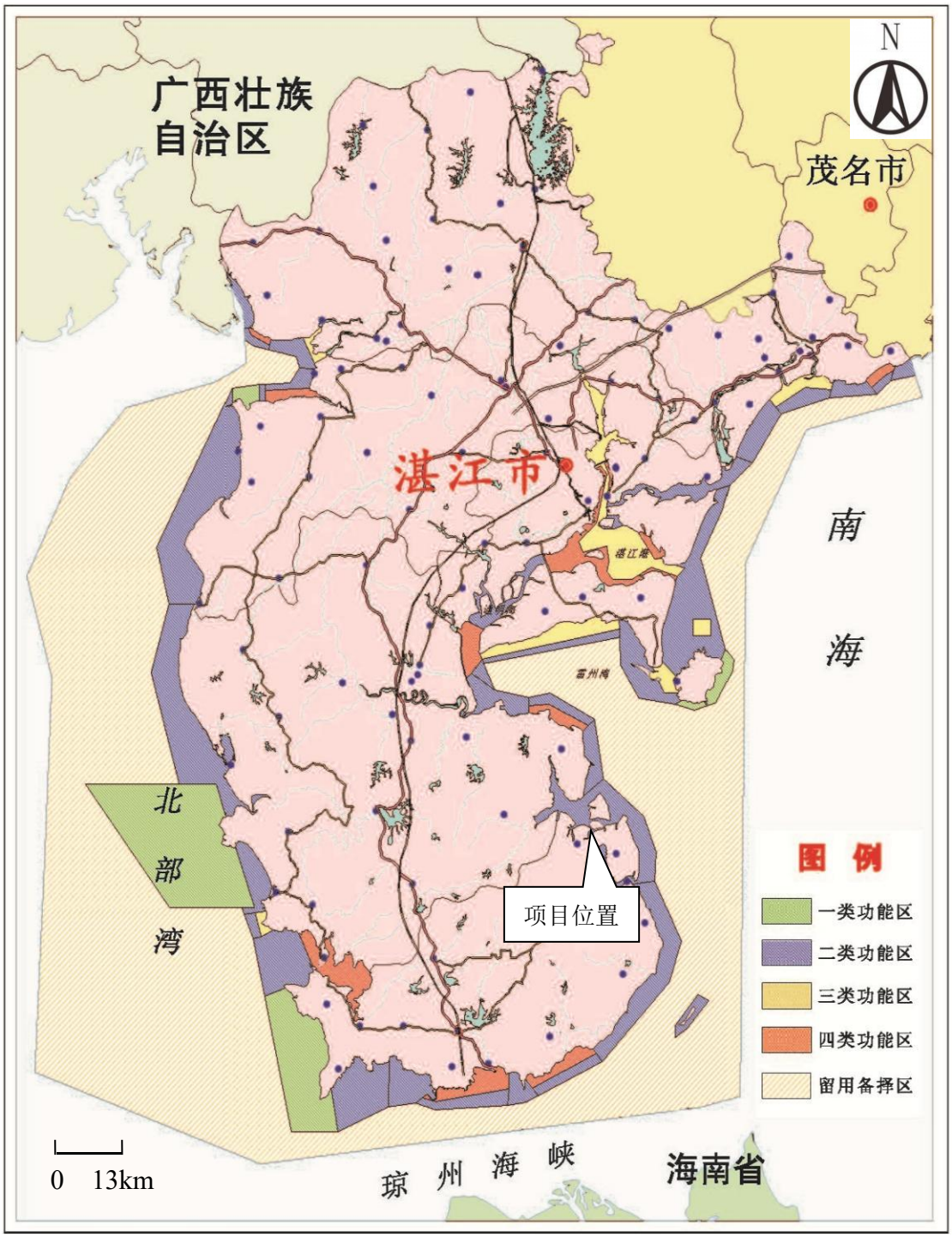


图 1.3-4（1） 项目所在海域的近岸海域环境功能区图（功能区）

图 1.3-4（2）　项目所在海域近岸海域功能区划图（水质）

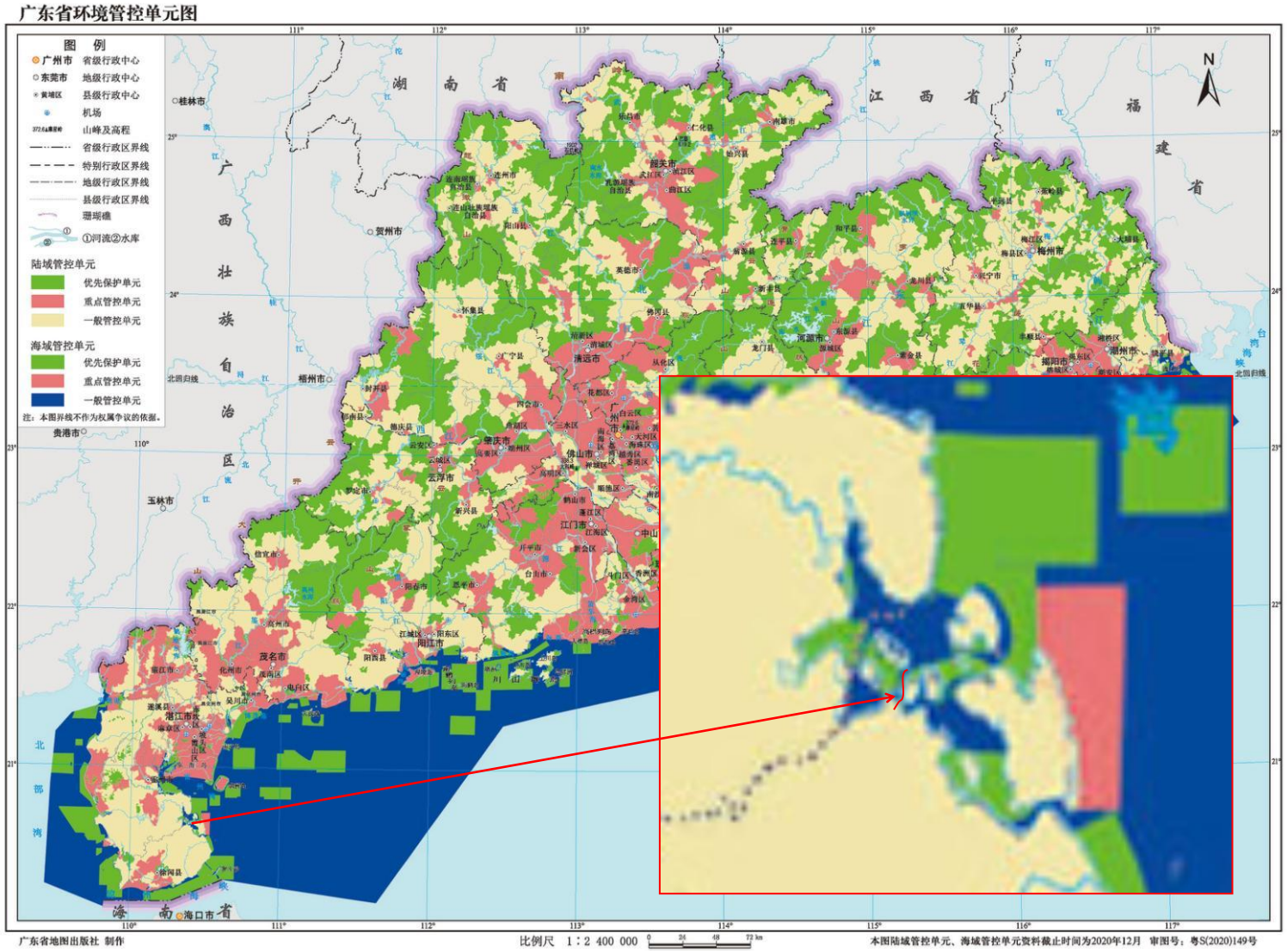


图 1.3-5　广东省环境管控单元图

1.3.4.2 环境质量标准

（1）海水水质标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域海洋功能区为北莉口海洋保护区，周边海域海洋功能区为新寮岛工业与城镇用海区、后海岛北海洋保护区、雷州湾农渔业区等。海水水质评价按照现状调查站位所处海洋功能区划和近岸海洋功能区划的管理要求，执行相应的标准（见 5.3 节海水环境质量现状调查与评价），《海水水质标准》（GB3097-1997）见表 1.3-11。

表 1.3-11 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH、粪大肠菌群除外）

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH（无量纲）	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO＞	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
BOD_5≤	1	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
汞≤	0.00005	0.0002		0.0005
镉≤	0.001	0.005	0.01	0.05
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬≤	0.05	0.1	0.2	0.5
铜≤	0.005	0.01	0.05	
锌≤	0.02	0.05	0.1	0.5
硫化物≤	0.02	0.05	0.1	0.25
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
粪大肠菌群≤（个/L）	2000 供人生食的贝类增养殖水质≤140			—
注：第一类：适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。第二类：适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。第三类：适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。第四类：适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。				

（2）海洋沉积物质量标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目评价范围内执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类标准。海洋沉积物质量标准详见下表。

表 1.3-12 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）

污染因子	石油类 ($\times10^{-6}$)	Pb ($\times10^{-6}$)	Zn ($\times10^{-6}$)	Cu ($\times10^{-6}$)	Cd ($\times10^{-6}$)	Hg ($\times10^{-6}$)	硫化物 ($\times10^{-6}$)	有机碳 ($\times10^{-2}$)
第一类标准≤	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	300.00	2.0
第二类标准≤	1000	130.0	350.0	100.0	1.50	0.50	500.00	3.0
第三类标准≤	1500	250.0	600.0	200.0	5.00	1.0	600.00	4.0

注：第一类　适用于海洋渔业海域，海洋自然保护区，珍稀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。

（3）海洋生物质量

根据《广东省海洋功能区划 （2011-2020 年）》，软体动物、甲壳动物、鱼类生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的标准；石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。贝类生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量标准》（GB18421-2001）中的第一类标准。海洋生物（贝类）和海洋生物体具体标准值见表 1.3-13 和表 1.3-14。

表 1.3-13 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：$\times10^{-6}$）

项目	第一类	第二类	第三类
总汞 ≤	0.05	0.10	0.30
镉 ≤	0.2	2.0	5.0
铅 ≤	0.1	2.0	6.0
铜 ≤	10	25	50（牡蛎 100）
锌 ≤	20	50	100（牡蛎 500）
砷 ≤	1.0	5.0	8.0
石油烃 ≤	15	50	80
注：以贝类去壳部分的鲜重计；适用于海洋渔业海域、海水养殖区、海洋自然保护区，与人类食用直接有关的工业用区。第二类，适用于一般工业用水区、滨海风景旅游区。第三类，适用于港口海域和海洋开发作业区			

表 1.3-14 海洋生物体评价标准（×10^{-6} 湿重）

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

（4）环境空气质量标准

本项目大气环境所属区域为环境空气二类功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准。具体标准值见下表。

表 1.3-15 环境空气质量标准

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		单位
			一级	**二级**	
1	二氧化硫（SO_2）	年平均	20	**60**	μg/m^3
		24 小时平均	50	**150**	
		1 小时平均	150	**500**	
2	二氧化氮（NO_2）	年平均	40	**40**	
		24 小时平均	80	**80**	
		1 小时平均	200	**200**	
3	一氧化碳（CO）	24 小时平均	4	**4**	mg/m^3
		1 小时平均	10	**10**	
4	臭氧（O_3）	日最大 8 小时平均	100	**160**	μg/m^3
		1 小时平均	160	**200**	
5	颗粒物（粒径小于等于 10μm）	年平均	40	**70**	
		24 小时平均	50	**150**	
6	颗粒物（粒径小于等于 2.5μm）	年平均	15	**35**	
		24 小时平均	35	**75**	
7	氮氧化物（NO_X）	年平均	50	**50**	
		24 小时平均	100	**100**	
		1 小时平均	250	**250**	

（5）声环境质量标准

本项目所在区域为城镇附近，周边有码头等，没有声功能区划，根据《声环境质量标准》（GB3096-2008）和《声环境功能区划分技术规范》（GB/他 5190-2014），建议执行 1 类标准（昼间 55dB(A)，夜间 45dB(A)）。

1.3.4.3 污染物排放标准

（1）水污染物排放标准

施工期陆上施工人员生活污水经临时流动型环保厕所收集，定期用吸粪车送至和安镇污水处理厂进行处理，生活污水满足和安镇污水处理厂的入水水质要求（见表 1.3-16）；施工期工地污水、生产废水等经隔油、沉淀后回用于洒水降尘，不外排。施工场地的初期雨水经过沉淀、隔油处理后，全部回用于施工场地洗车或洒水降尘，不外排。

表 1.3-16　废水污染物设计进水水质

项目	COD	BOD_5	SS	氨氮	总氮	总磷
浓度	250	150	200	30	-	4

（2）大气污染物排放标准

施工期产生的大气污染物主要来源于施工期材料运输、堆存等各种施工活动产生的粉尘、施工车辆产生的汽车尾气及施工机械产生的废气。施工期扬尘、机械废气执行广东省《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放标准。施工期柴油机械排气烟度应执行《非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法》（GB36886-2018）中的相应标准限值，详见下表。

表 1.3-17　大气污染物排放标准

项目	排放标准	标准值			
大气污染物	《大气污染物排放限值》（DB 44/27-2001）第二时段	污染源	污染物	最高允许排放浓度（mg/m^3）	无组织排放限值（mg/m^3）
		施工	颗粒物	——	1.0
		运输车辆及机动车	一氧化碳	——	8
			氮氧化物	——	0.12
	排放标准	类别	额定净功率（Pmax）（kW）	光吸收系数（m^{-1}）	林格曼黑度级数
	《非道路柴油移动机械排气烟度限值及测量方法》（GB36886-2018）	I类	Pmax＜19	3.00	1
			19≤Pmax＜37	2.00	
			37≤Pmax＜560	1.61	
		II类	Pmax＜19	2.00	1
			19≤Pmax＜37	1.00	1（不能有可见烟）
			Pmax≥37	0.80	

（3）噪声排放标准

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），详见下表。

表 1.3-18 噪声排放标准 单位：等效声级 Leq[dB(A)]

建设期	执行标准	排放限值	
施工期	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	昼间	70
		夜间	55

（4）固体废物排放标准

一般工业固体废物的贮存和管理执行《《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年修订）》、《广东省固体废物污染环境防治条例》（2019 年修订）中的相关规定。

1.4 环境敏感区与环境保护目标

根据现场踏勘及调研结果，本项目声环境评价范围内现状敏感目标为项目周边水头村。无规划声环境敏感目标，无陆域生态保护目标。

通过资料收集、现场踏勘等，结合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《中国海洋渔业水域图》（第一批）、《广东省海洋生态红线》等，确定本项目的海洋环境敏感区与环境保护目标主要包括幼鱼幼虾保护区、黄花鱼幼鱼保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、海洋保护区、海洋生态红线、海岛、自然保护区、红树林、养殖区、通航敏感区等。

（1）幼鱼幼虾保护区

根据《中国海洋渔业图》（部公告第 189 号，2002 年 2 月 8 日），广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域为幼鱼幼虾保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。保护期间禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。幼鱼幼虾保护区见图 1.4-1，项目与其位置关系见表 1.4-1。

（2）黄花鱼幼鱼保护区

根据《中国海洋渔业图》（部公告第 189 号，2002 年 2 月 8 日），湛江港口至硇洲岛周围 20m 水深以内的海域为黄花鱼幼鱼保护区，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。黄花鱼幼鱼保护区见图 1.4-1，项目与其位置关系见表 1.4-1。

（3）南海北部幼鱼繁育场保护区

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部公告（第1089号），2002.2）南海北部及北部湾沿岸40m等深线、17个基点连线以内水域为南海北部幼鱼繁育场保护区，保护期为1~12月即全年保护。南海北部幼鱼繁育场保护区见图1.4-2，项目与其位置关系见表1.4-1。

（4）北莉口海洋保护区

面积10934公顷，保护后海岛、冬松岛、金鸡岛、佳平岛、六极岛、新寮岛沿岛红树林；保护蚝及其生境；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。海洋功能区划图见图1.3-3，项目与其位置关系见表1.4-1。

（5）雷州湾农渔业区

面积116372公顷，保护龙虾、石斑鱼、栉江珧等重要渔业品种；严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。海洋功能区划图见图1.3-3，项目与其位置关系见表1.4-1。

（6）海洋生态红线区

根据《广东省海洋生态红线》划定的红线区，本项目所在为北莉口海洋保护区限制类红线区（编号为32），面积112.75km^2，生态保护目标为红树林、湿地生态系统、文昌鱼资源。项目周边分布有雷州东里栉江珧沙源保护海域限制类红线区（编号为33），面积89.86km^2，生态保护目标为砂质资源及海洋生态环境。海洋生态红线图见图1.4-3，项目与其位置关系见表1.4-1。

（7）海岛

根据《广东省海洋生态红线》，本项目不占用海岛，项目周边面积大于20000m^{2}的海岛主要包括新寮岛、北莉岛、冬松岛、土港岛、公港岛、金鸡岛、榄树滩，面积小于20000m^{2}的无居民海岛为水头岛。项目周边海岛分布图见图1.4-4，项目与其位置关系见表1.4-1。

①新寮岛

根据《广东省海洋生态红线》，新寮岛隶属于湛江市，属于面积大于20000m^{2}的有居民海岛。其地理位置为北纬20°37.4′，东经110°27.6′，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为34146.2m。

②冬松岛

根据《广东省海洋生态红线》，冬松岛隶属于湛江市，属于面积大于 20000m² 的有居民海岛。其地理位置为北纬 20°40.6′，东经 110°21.6′，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为 10432.7m。

③公港岛

根据《广东省海洋生态红线》，公港岛隶属于湛江市，属于面积大于 20000m² 的有居民海岛。其地理位置为北纬 20°39.7′，东经 110°20.8′，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为 5711.1m。

④金鸡岛

根据《广东省海洋生态红线》，金鸡岛隶属于湛江市，属于面积大于 20000m² 的有居民海岛。其地理位置为北纬 20°39.1′，东经 110°22.6′，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为 5497.2m。

⑤土港岛

根据《广东省海洋生态红线》，土港岛隶属于湛江市，属于面积大于 20000m² 的有居民海岛。其地理位置为北纬 20°39.5′，东经 110°23.3′，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为 6382.5m。

⑥北莉岛

根据《广东省海洋生态红线》，北莉岛隶属于湛江市，属于面积大于 20000m² 的有居民海岛。其地理位置为北纬 20°41.5′，东经 110°24.7′，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为 19851.3m。

⑦榄树滩

根据《广东省海洋生态红线》，榄树滩隶属于湛江市，属于面积大于 20000m² 的无居民海岛。其地理位置为北纬 20°40′14.2"，东经 110°24′32.9"，整岛均划定为保有自然岸线，保有自然岸线长度为 3419.9m。

⑧水头岛

根据《广东省海洋生态红线》，水头岛隶属于湛江市，属于面积小于 20000m² 的无居民海岛。其地理位置为北纬 20°38′59.5"，东经 110°21′59"，保有自然岸线长度为 226.7m。

（8）广东湛江红树林国家级自然保护区

广东湛江红树林国家级自然保护区建于 1997 年，保护区呈带状散式分布在广东省西南部的雷州半岛沿海滩涂上，跨湛江市的徐闻、雷州、遂溪、廉江四县

（市）及麻章、坡头、东海、霞山四区，面积 1.9 万公顷，是我国现存红树林面积最大的一个自然保护区。保护区主要保护对象为红树林及海水渔业资源生态系统。

湛江红树林保护区并不是一个单独的保护区域，由散布在广东省西南部雷州半岛 1556 km 海岸线上的 72 个保护小区组成，这些保护小区由红树林群落、滩涂以及相关的潮间带栖息地组成。保护区于 2002 年加入拉姆萨公约，成为国际重要湿地。

本项目周边为徐闻县和安—北莉片区红树林保护小区范围，项目附近保护小区主要如下（详见附件和图 1.4-5、图 1.4-6）：

①和安—公港+水头+金鸡（HA—G+S+J）保护小区。地理位置：金鸡堤至水头角；面积：57.7 公顷。其中红树林面积 37.4 公顷，其它宜林滩涂面积 20.3 公顷。

②和安—公港+冬松（HA—G+D）保护小区。地理位置：公港岛至冬松岛；面积 284.0 公顷。其中红树林面积 120.8 公顷，其它宜林滩涂面积 163.2 公顷。

③和安+新寮—金鸡+佳平+和安+新丰（HA+XL—J+J+H+X）保护小区。地理位置：新安北堤以北；面积：216.9 公顷。其中红树林面积 151.7 公顷，其它宜林滩涂面积 65.2 公顷。

（9）红树林

主要分布于项目周边的冬松岛西、南侧，金鸡岛北侧，土港岛东侧，北莉岛南侧等，主要品种为无瓣海桑（*S. apetala*）、秋茄（*K. candel* ）、白骨壤（*A.marina*）和桐花树（*A. corniculatum*）4 个种类。

（10）养殖区

项目周边分布有较多的养殖，包括池塘养殖、鱼排养殖、网箱养殖等。其中确权的养殖项目有：湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖用海、湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖（2区）、湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖（3区）、徐闻县和安镇北莉村民委员会杂贝养殖场、祝顶文徐闻县和安镇冬松东北海域网箱养殖、林华强深水网箱养殖。

表 1.4-1 海洋环境敏感目标一览表

类别	敏感区及敏感目标	位置关系	主要保护对象	环境保护目标
三场一通道	幼鱼幼虾保护区	项目所在	幼鱼和幼虾，保护期为每年的3月1日至5月31日	水质、生态环境
	黄花鱼幼鱼保护区	项目所在	黄花鱼幼鱼，保护期为每年的3月1日至5月31日	水质、生态环境
	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在	幼鱼和幼虾，保护期为1~12月即全年保护	水质、生态环境
海洋功能区	北莉口海洋保护区	项目所在	保护后海岛、冬松岛、金鸡岛、佳平岛、六极岛、新寮岛沿岛红树林；保护蚕及其生境	海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
	雷州湾农渔业区	东北侧6.1km	保护龙虾、石斑鱼、栉江珧等重要渔业品种	海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
海洋生态红线区	北莉口海洋保护区限制类红线区（编号为32）	项目所在	红树林、湿地生态系统、文昌鱼资源	执行一类海水水质标准，海洋沉积物标准和海洋生物标准
	雷州东里栉江珧沙源保护海域限制类红线区（编号为33）	东北侧6.1km	砂质资源及海洋生态环境	执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准
海岛	冬松岛	北侧紧邻	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	新寮岛	东侧4.2km	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	金鸡岛	东侧0.2km	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	土港岛	东侧1.6km	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	公港岛	西侧1.5km	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	北莉岛	东北侧3.9km	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	榄树滩	东北侧3.7km	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境
	水头岛	西侧130m	海岛岛体、自然岸线	水文、冲淤环境

类别	敏感区及敏感目标	位置关系	主要保护对象	环境保护目标
自然保护区	广东湛江红树林国家级自然保护区	西侧 17m	红树林及海水渔业资源生态系统	水质、生态环境
红树林	红树林	东侧 50m	红树林	水质、生态环境
养殖区	池塘养殖区	项目所在	养殖物种	水质、生态环境
	鱼排养殖区	西侧 0.3km	养殖物种	水质、生态环境
	湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖用海	东南侧 2.1km	对虾	水质、生态环境
	湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖（2 区）	东侧 2.8km	对虾	水质、生态环境
	湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖（3 区）	东侧 3.7km	对虾	水质、生态环境
	徐闻县和安镇北莉村民委员会杂贝养殖场	东北侧 2.4km	贝类	水质、生态环境
	祝顶文徐闻县和安镇冬松东北海域网箱养殖	北侧 4.1km	养殖物种	水质、生态环境
	林华强深水网箱养殖	东北侧 5.2km	养殖物种	水质、生态环境
通航敏感区	和北航道（调整后）	东侧 115m	航道	水深、通航环境

表1.4-2 声环境敏感目标一览表

敏感保护目标名称	桩号	线位	与边线/中心线的距离（m）	高差（m）	纵坡	4a 类评价范围内户数/人数	敏感点的类型	线路与敏感点之间的障碍物情况	现状和营运期的执行标准	平面图图
水头村	K2+782	连接线终点	41.7/46.7	0	1.785	2 户/8 人	居民区	有植被分布	1 类	

现场照片和纵断面图

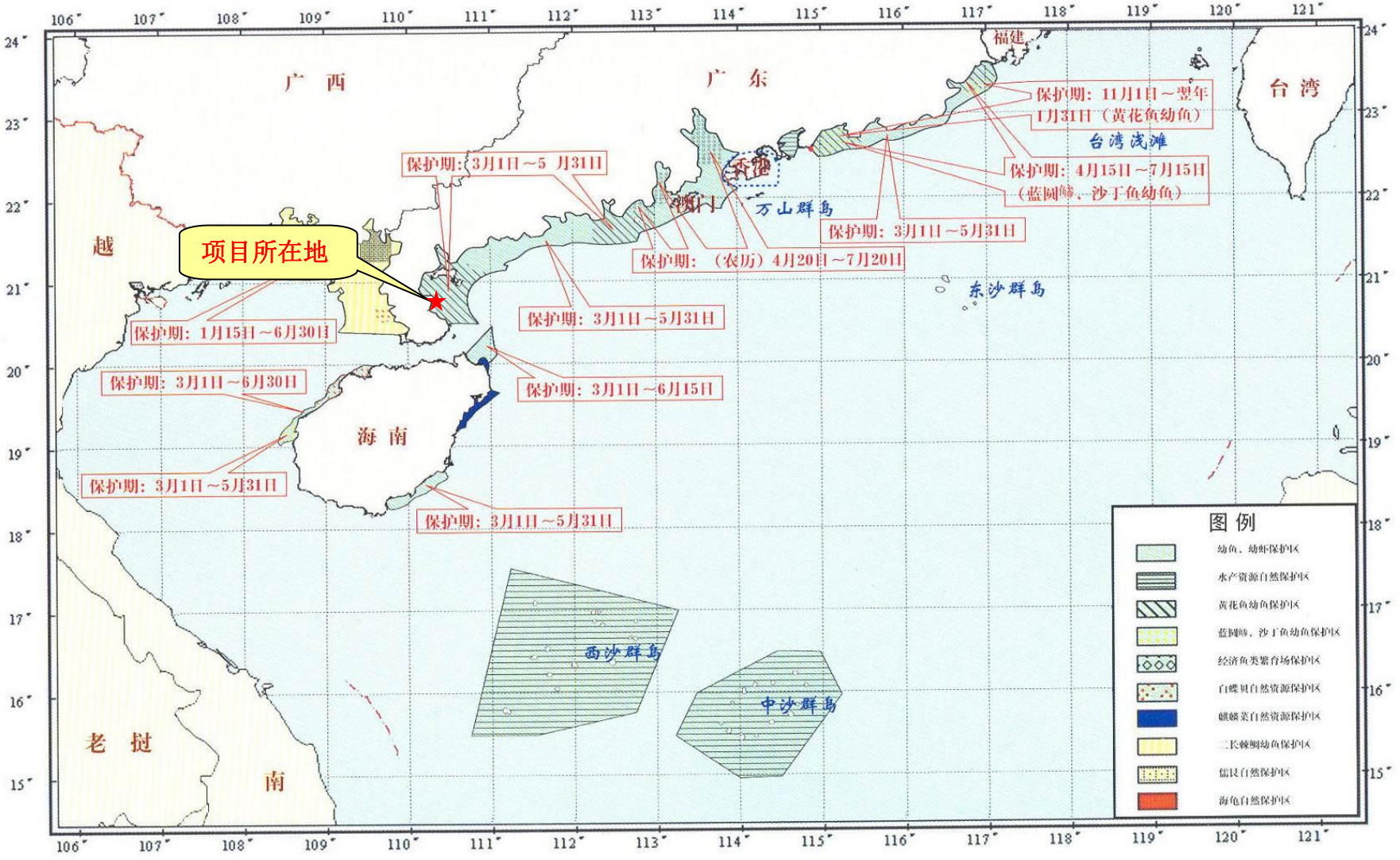


图 1.4-1 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

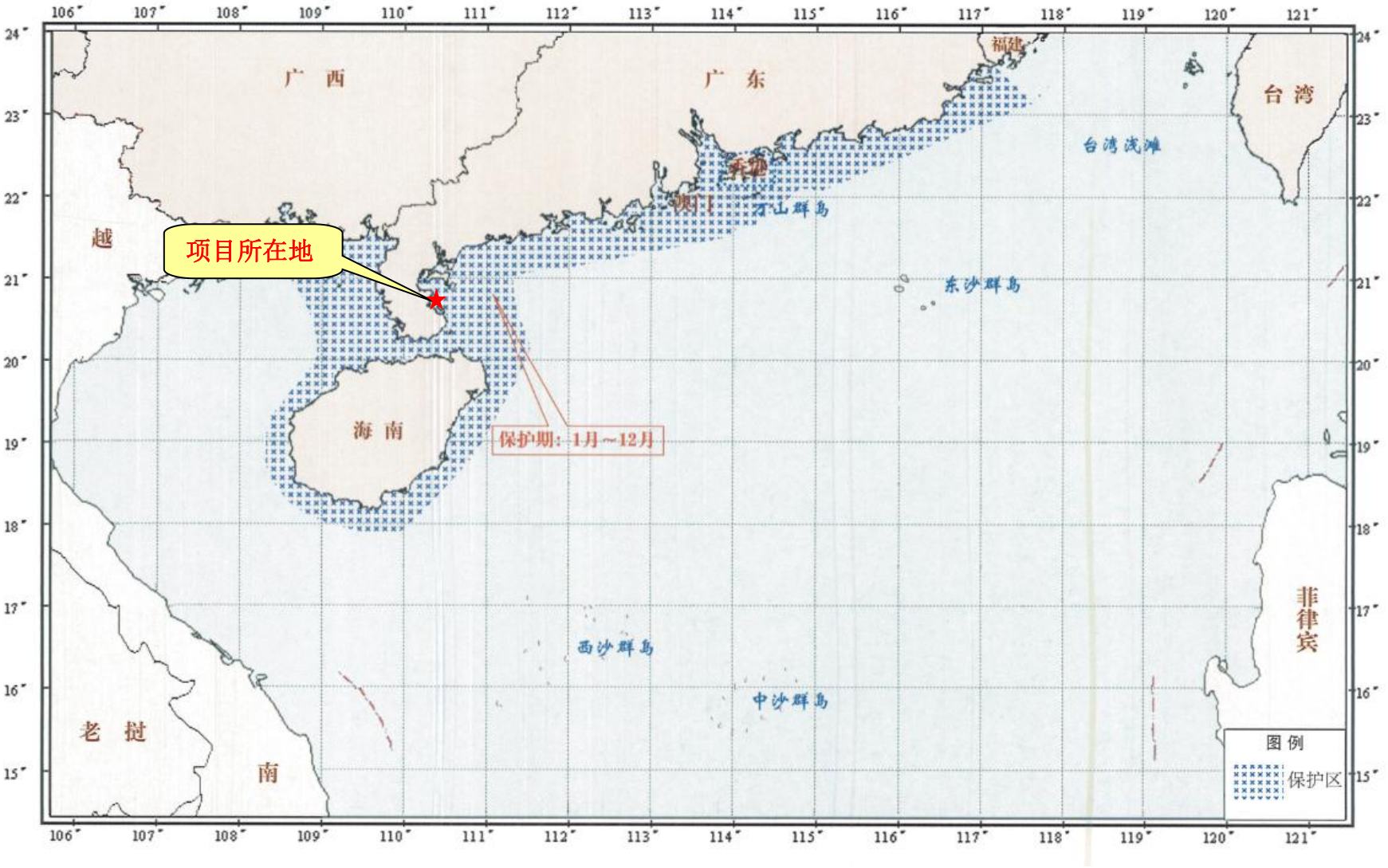


图 1.4-2 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

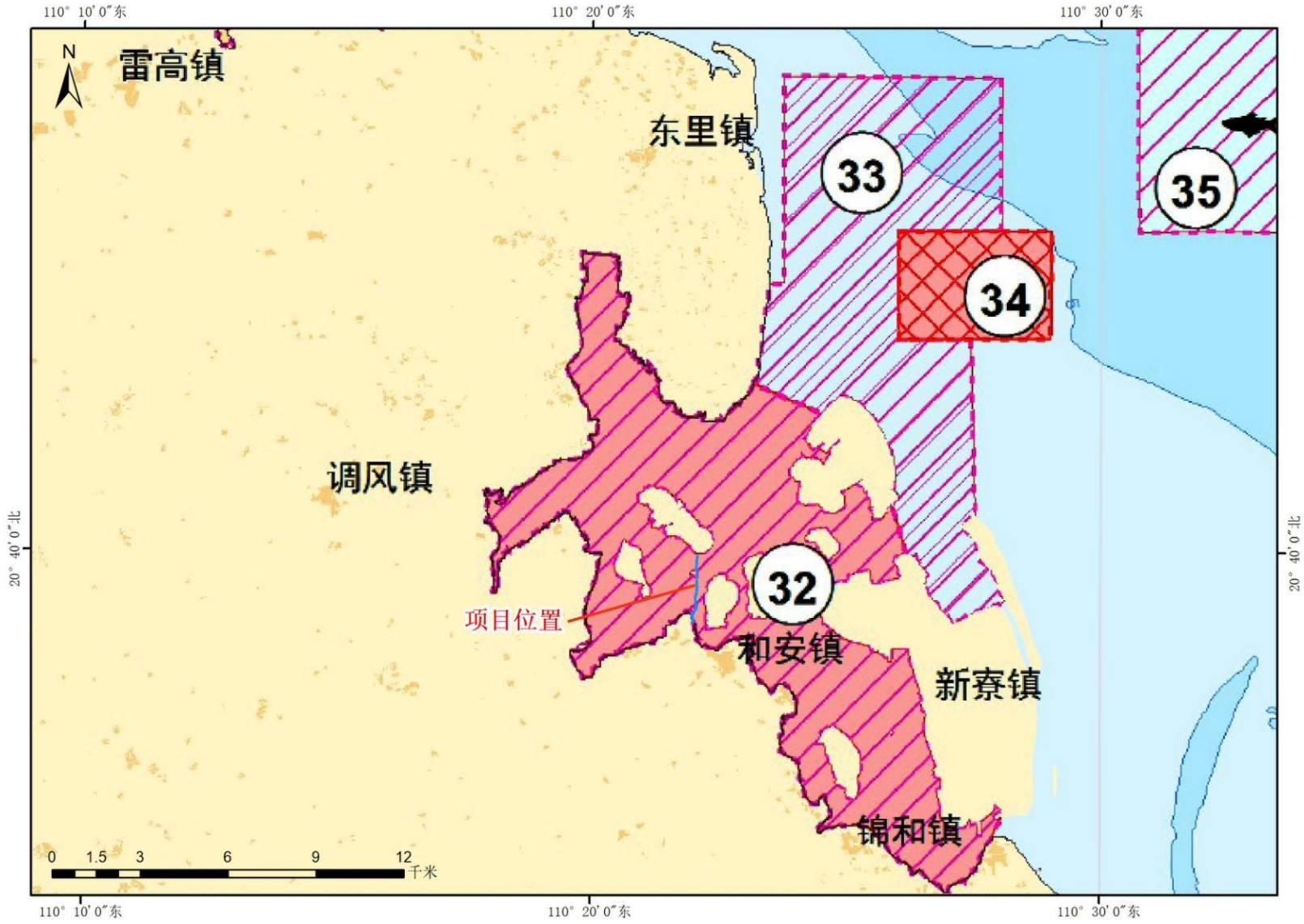


图 1.4-3　项目附近海洋生态红线区

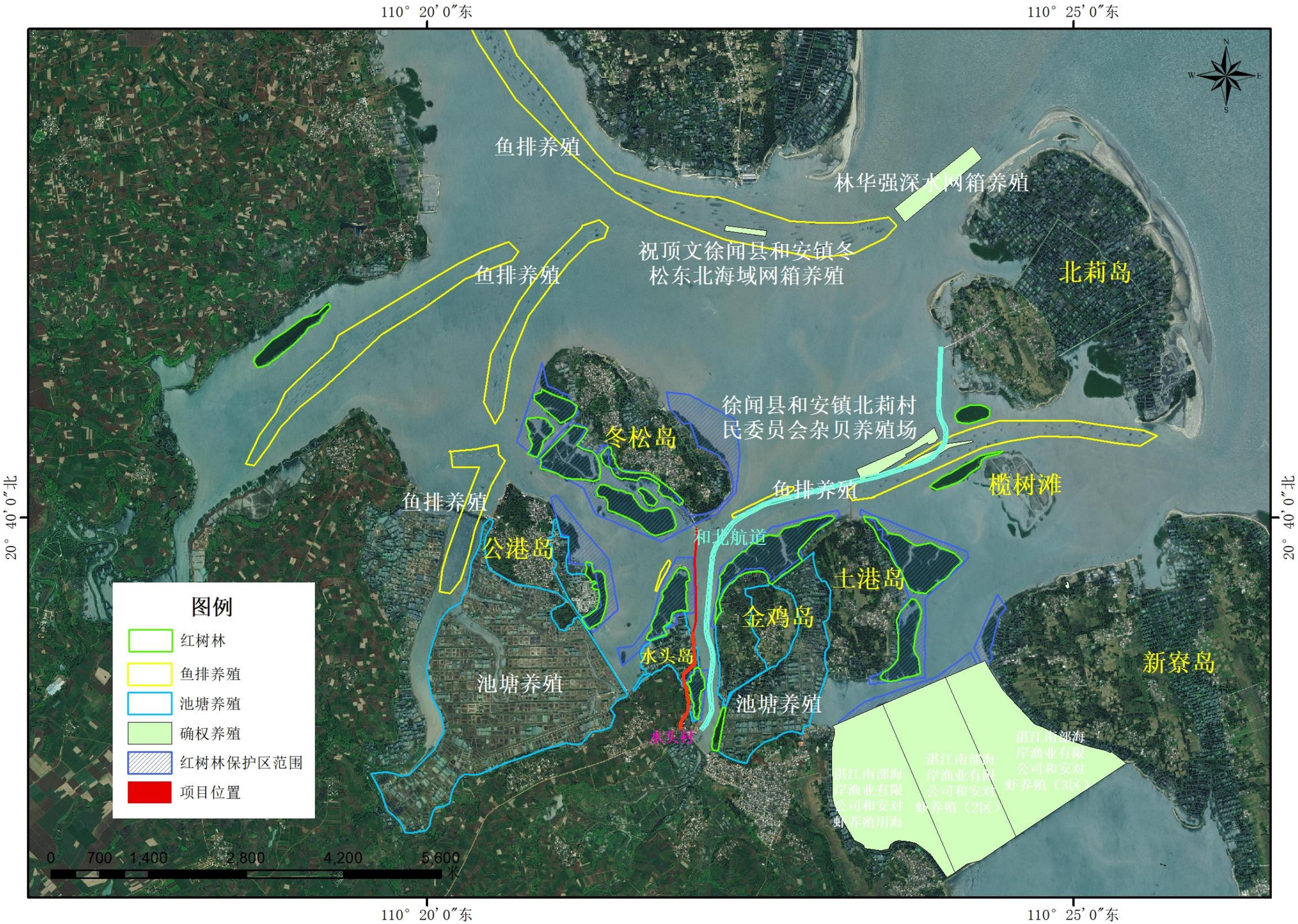


图 1.4-4　项目附近环境敏感目标分布图

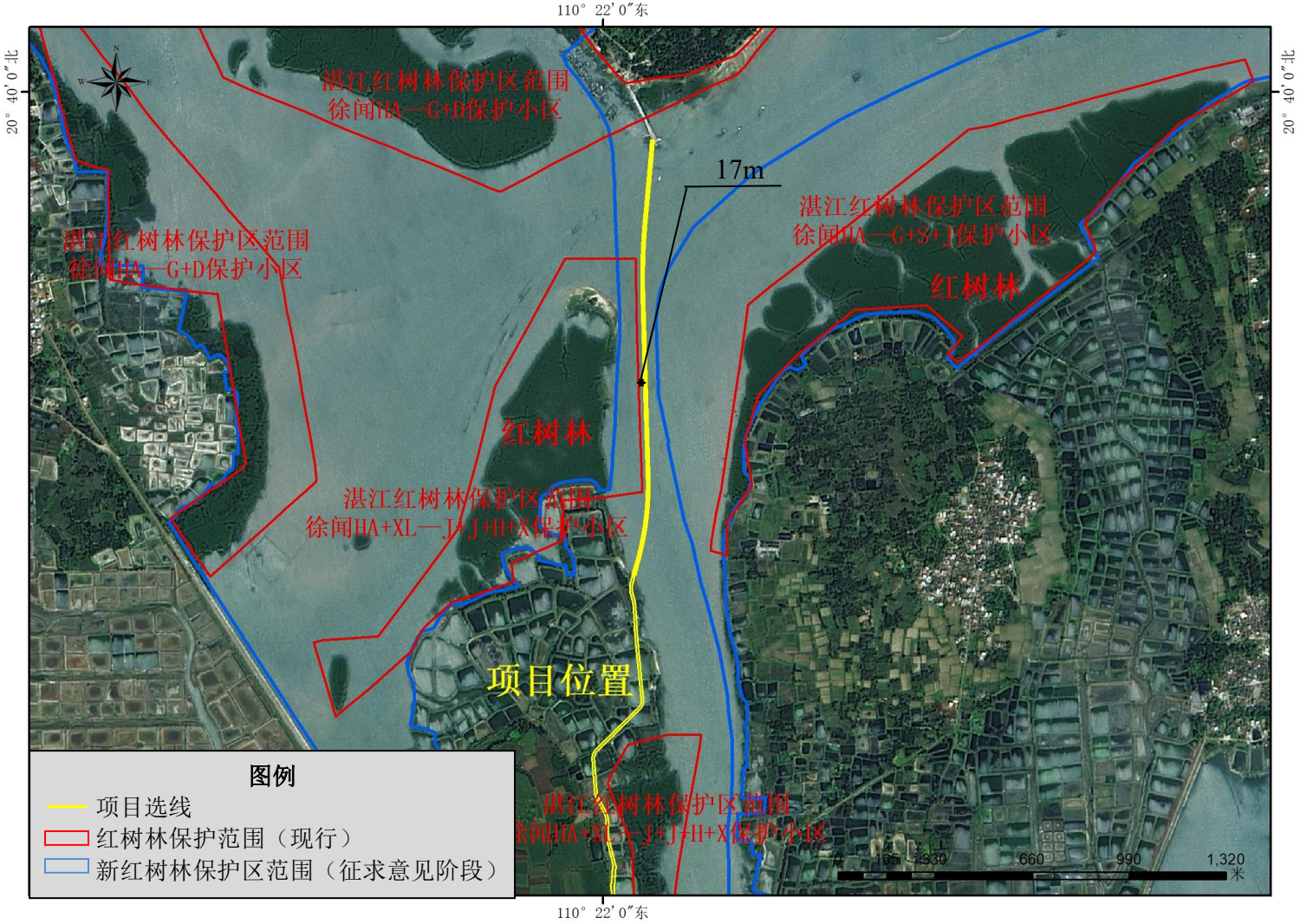


图 1.4-5 项目与湛江红树林国家级自然保护区关系图

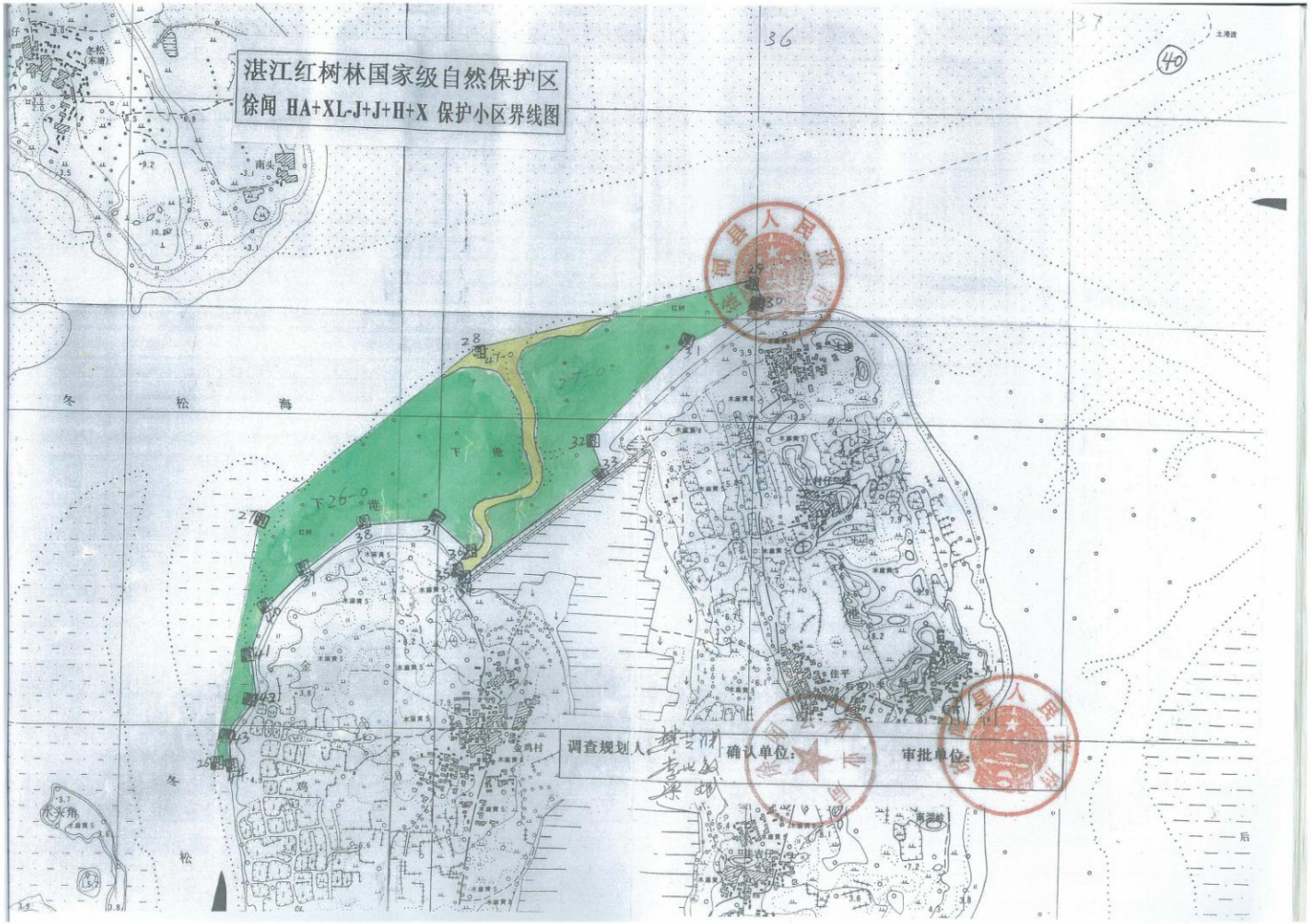


图 1.4-6a　项目附近红树林保护小区界限图（1）

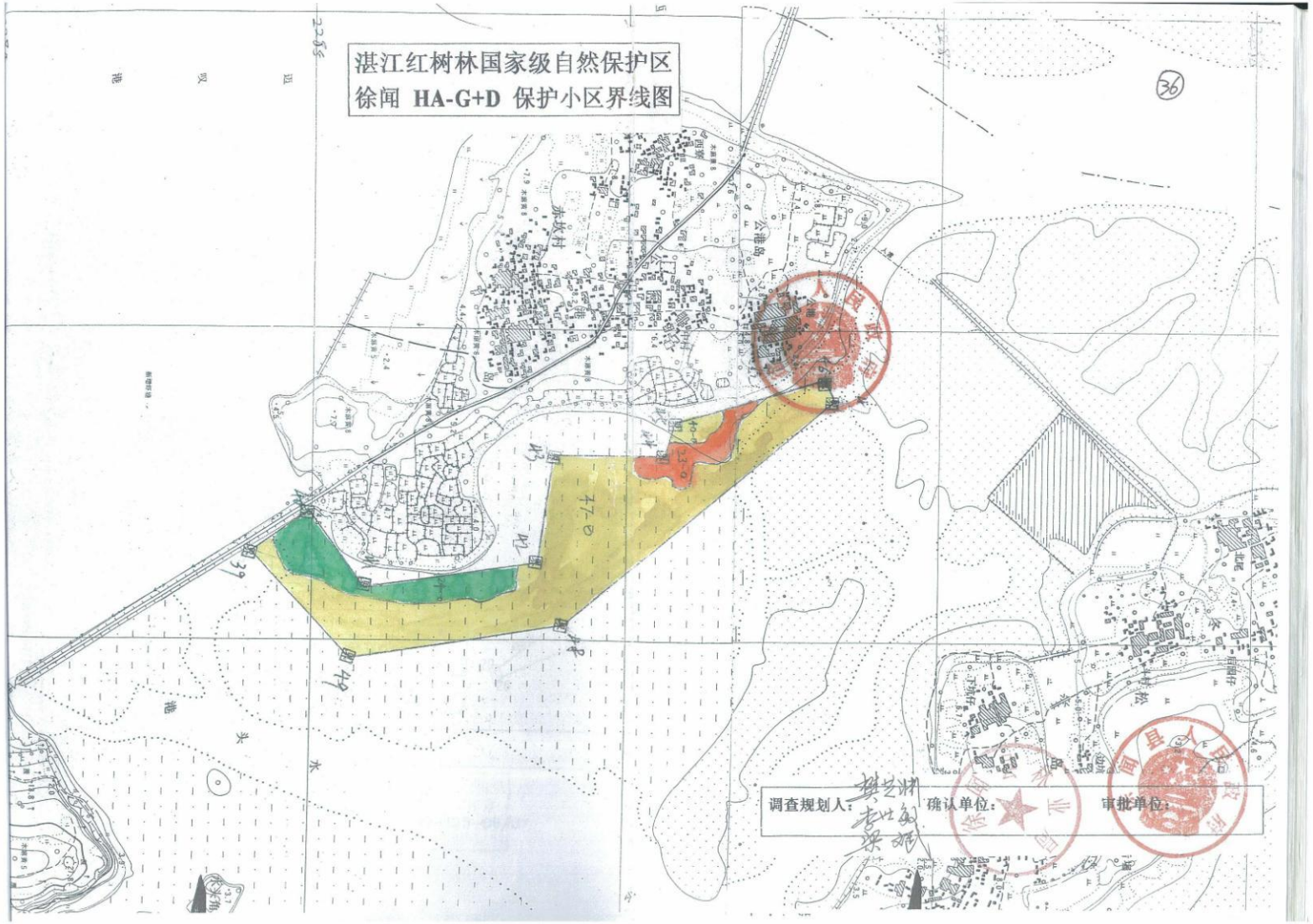


图 1.4-6b　项目附近红树林保护小区界限图（2）

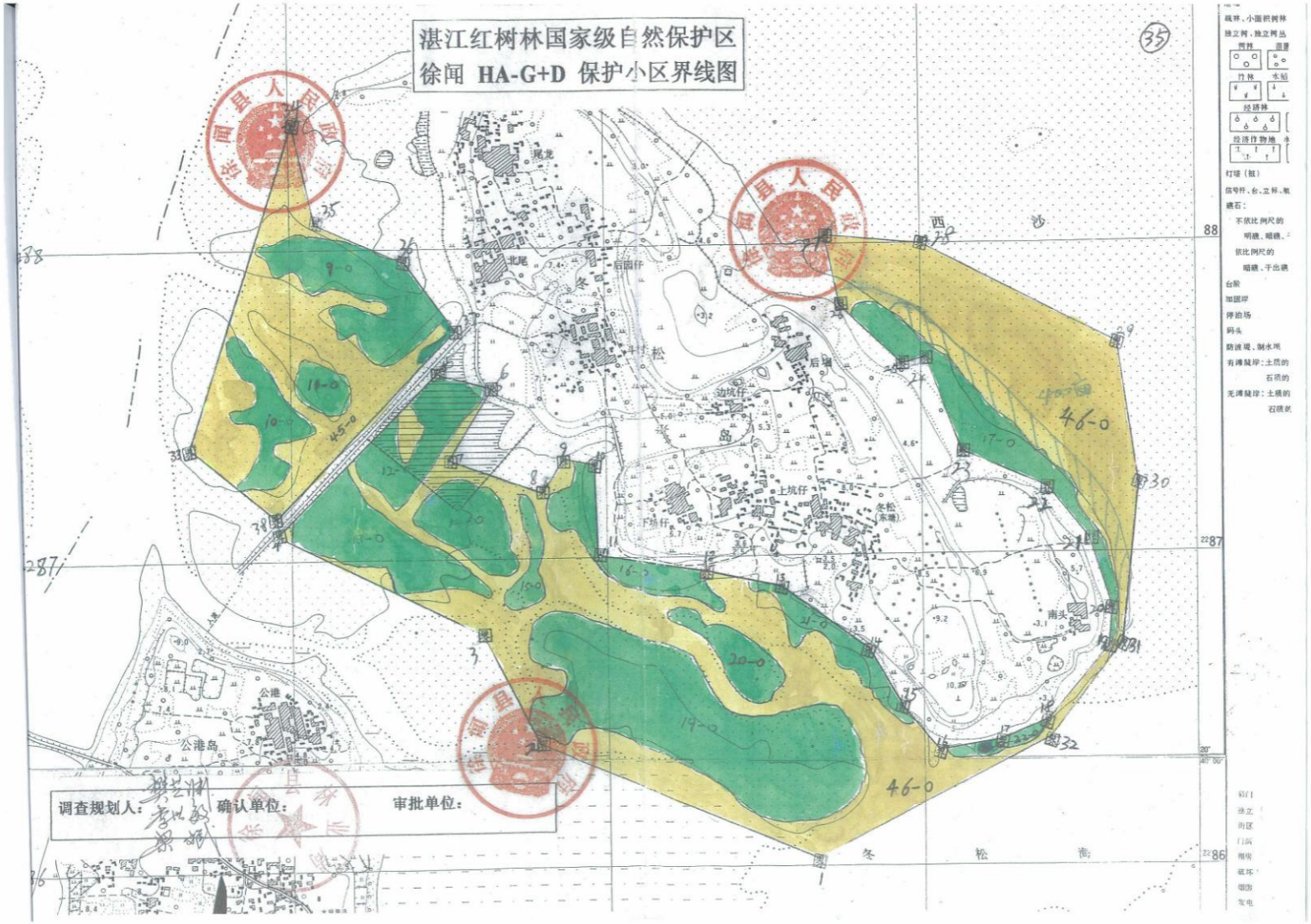


图 1.4-6c　项目附近红树林保护小区界限图（3）

图 1.4-6d　项目附近红树林保护小区界限图（4）

2 工程概况

2.1 建设内容

2.1.3 投资主体

徐闻县交通运输局。

2.1.1 建设项目名称

徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程。

2.1.2 建设项目性质

新建。

2.1.4 投资估算

项目总投资约 0.99 亿元。

2.1.5 地理位置

冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程建于广东省湛江市徐闻县和安镇，桥梁起点位于冬松港，终点位于冬松岛渡口，其地理位置见图 2.1.5-1。

图 2.1.5-1　冬松岛大桥地理位置图

2.1.6 建设内容及规模

本项目总长度为2782m，其中K0+000~K1+382为跨海桥梁工程，长约1382m，跨海桥梁段全部位于海上。K1+382~K2+782为连接线工程，长约1400m。其中起点桩号 K1+382，本项目路线起于和安镇水头角，在 K1+382处与冬松岛渡改桥项目相接，终点位于和安镇渔港村附近，与省道S547相交，终点桩号为K2+782。其中涉海段长1068m，桩号为K1+382~K2+450。

①跨海桥梁工程

徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程路线是根据现红树林保护区边线拟定的桥位，冬松岛跨海大桥桥梁起终点桩号：K0+000～K1+382，桥梁全长1382m，全宽10m。桥梁跨越冬松海，桥梁设计荷载标准：公路-I级，设计车速30km/h。全程不在红树林保护区范围内。桩基采用PHC预制管桩，直径为1.6m和0.8m等2种。

项目涉海桥梁的工程量及技术指标见表2.1.6-1所示。

表2.1.6-1　桥梁工程技术指标及工程量表

序号	项目	单位	数量	备案
一、基本指标				
1	公路等级	级	连接线工程：等外公路； 桥梁工程：三级公路	
2	设计速度	km/h	连接线工程：20km/h； 桥梁工程：30km/h	
3	交通量	轴次	7.24946×10^6	
4	路线内占地	亩	10.460	用海5.8340公顷
5	拆迁建筑物（砼及砖屋）	m^2	112.000	
6	拆迁电讯、电力线/电杆	m		
二、路线				
7	路线总长	m	2872.000	
8	路线增长系数	%		
9	平均每公里交点数	个	5.392	
10	平曲线最小半径	m	35.000	
11	平曲线长占路线总长	%		
12	直线最大长度	m	568.400	
13	最大纵坡	%	4.730	
14	最短纵长	m	98.00	

15	竖曲线占路线总长	m	33.816	
16	平均每公里纵坡变坡次数	次	5.000	
17	竖曲线最小半径	m	1500.00	
18	凸型	m/个		
19	凹型	m/个		
三、连接线工程				
20	路基宽度	m	7.500	
21	整体式路基长	m	1400.000	
22	25cm 厚泥结碎石面层	1000m^2	10.500	
23	路基土方（填方）	1000m^2	45846.400	
四、桥梁、涵洞				
24	桥梁汽车设计荷载等级		公路-Ⅱ级	
25	特大桥、大桥	m/座	1382/1	
26	中、小桥	m/座	0	
27	平均每公里桥长	m	496.76	
涵洞				
28	平均每公里涵洞道数	道	1	
五、路线交叉				
29	环岛平交	处	0	
30	平面交叉	处	1	
六、交通工程及沿线设施				
31	交通工程及沿线设施	km	2.782	
七、环境保护与景观设计				
32	绿化工程	km	0	
八、其他工程				
33	其他工程	km	0	
34	墩台	个	84	
35	PHC 桩	个	172	直径为 0.8m（166 个）和 1.6m（6 个）

技术参数如下：

1、公路等级：三级公路。

2、桥梁设计荷载标准：桥梁工程为公路-I级。

3、桥梁宽度：桥梁总宽度 10.0m，桥面横向布置为：0.5m（防撞护栏）+9.0m（桥面净宽）+ 0.5m（防撞护栏），路桥同宽。

4、桥梁设计基准期：100 年。

5、桥梁设计安全等级：一级。

6、通航标准：无。

7、抗震设计：地震基本烈度为VII度，设计基本地震动峰值加速度为 0.15g，本桥抗震设防类别为 C 类，按 7 级设防措施进行设计。

②连接线工程

连接桥梁和陆地端建设 1400m 的便道，建有路基，为非透水构筑物。连接线工程的起点桩号 K1+382，本项目路线起于和安镇水头角，在 K1+382 处与冬松岛渡改桥项目相接，终点位于和安镇渔港村附近，与省道 S547 相交，终点桩号为 K2+782，路线全长 1.400 公里，其中涉海段长 1068m。路宽 7.5m。桥梁跨越冬松海，连接线设计荷载标准：公路-II级，设计车速 20km/h。全程不在红树林保护区范围内。

技术参数如下：

1、公路等级：四级公路。

2、连接线设计荷载标准：连接线工程为公路-II级。

3、路基宽度：7.5m。

4、设计洪水频率：路基及小桥涵： 1/50。

5、抗震设计：地震动峰值加速度值：0.15g。

项目临时用地为施工营地、预制场和取土场，不设置混凝土搅拌站。项目临时施工营地、预制场、取土场等均为为本次评价内容。

2.2 平面布置和主要结构、尺度

2.2.1 总平面布置

一、桥梁工程

本桥平面分别位于圆曲线（起始桩号：K0+160，终止桩号：K0+276.511，半径：255m，右偏）、缓和曲线（起始桩号：K0+276.511，终止桩号:K0+321.511，参数 A:107.121，右偏）、直线（起始桩号：K0+321.511，终止桩号：K0+426.299）、圆曲线（起始桩号：K0+426.299，终止桩号：K0+685.414，半径：1100m，左偏）、直线（起始桩号：K0+685.414，终止桩号：K1+239.318）、缓和曲线（起始桩号：K1+239.318，终止桩号：K1+289.318，参数 A：112.916，右偏）、圆曲线（起始

桩号:K1+289.318，终止桩号：K1+351.172，半径：255m，右偏）、缓和曲线（起始桩号：K1+351.172，终止桩号：K1+401.172，参数 A：112.916，右偏）、直线（起始桩号：K1+401.172，终止桩号：K1+473.273）、缓和曲线（起始桩号：K1+473.273，终止桩号：K1+528.273，参数 A：87.75，左偏）和圆曲线（起始桩号：K1+528.273，终止桩号：K1+540.001，半径：140m，左偏）上，墩台径向布置。

项目无通航等级，仅供渔船通行，暂按 VI 级航道预留，净宽 25m，净高 6m。

项目总平面见图 2.2.1-1 和 2.2.1-2 所示，本项目选线均位于红树林保护区界限之外，没有占用保护区的范围。桥位平面布置图见图 2.2.1-3。

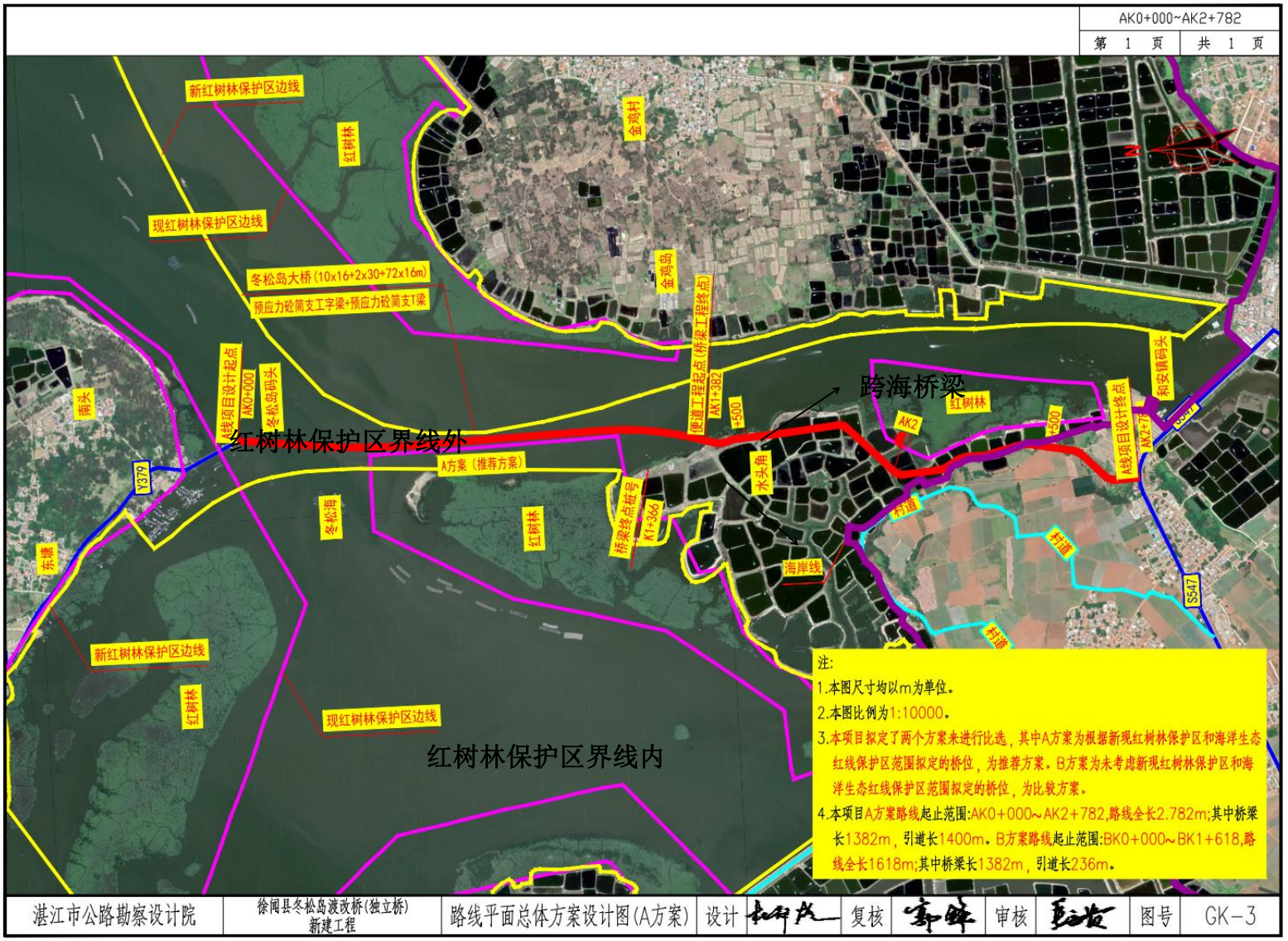


图 2.2.1-1　徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

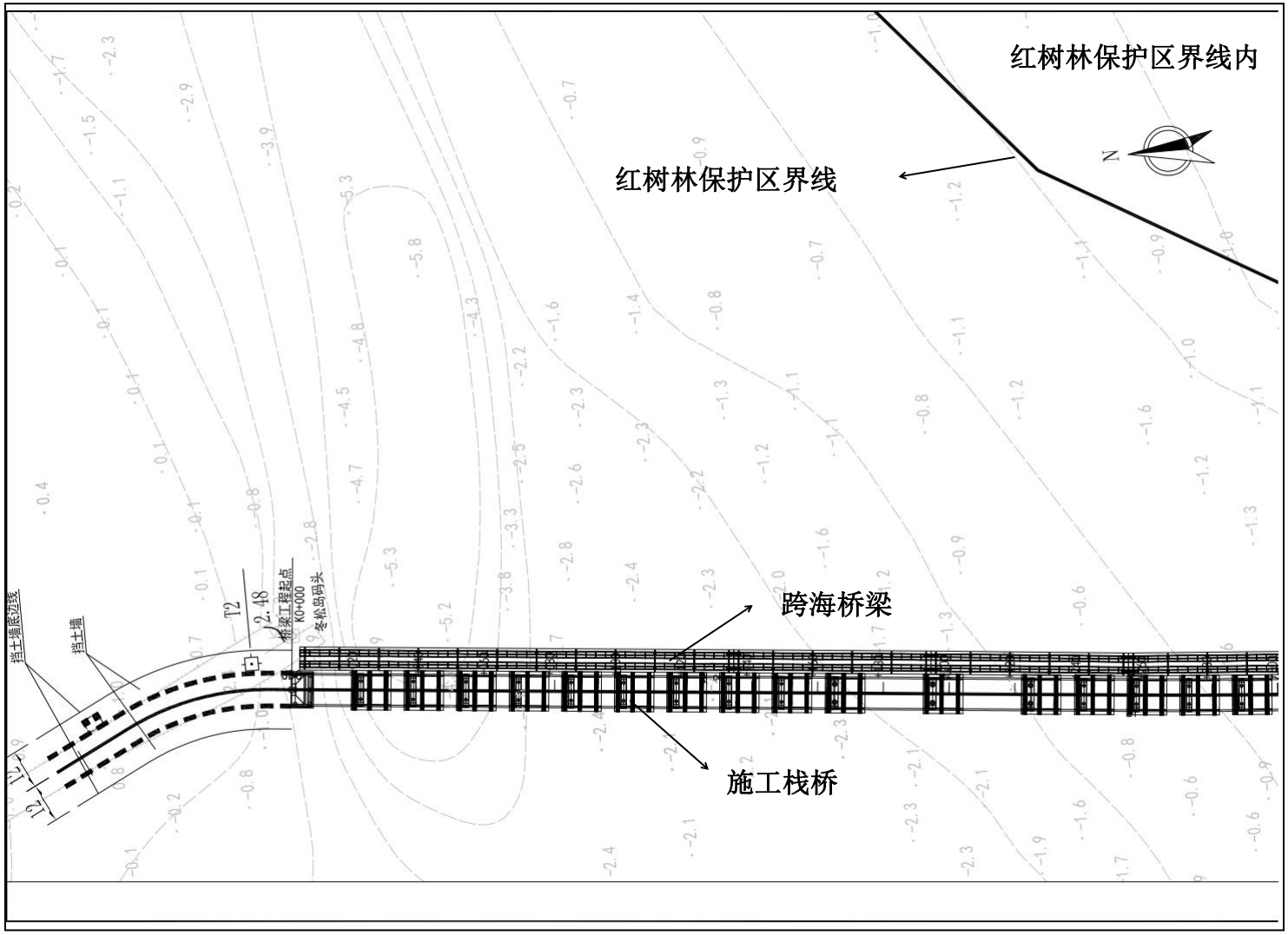


图 2.2.1-2（1） 徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

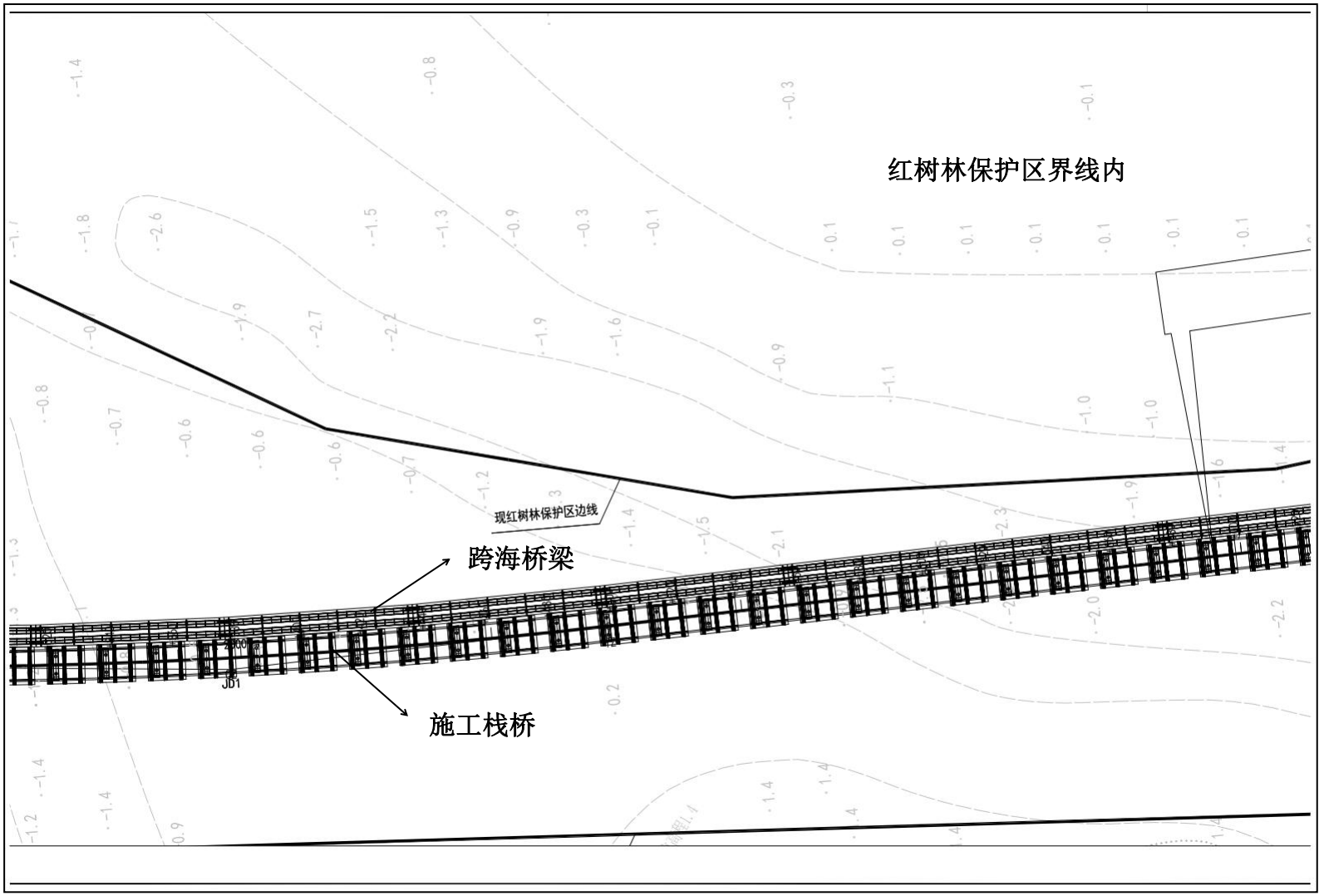


图 2.2.1-2（2） 徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

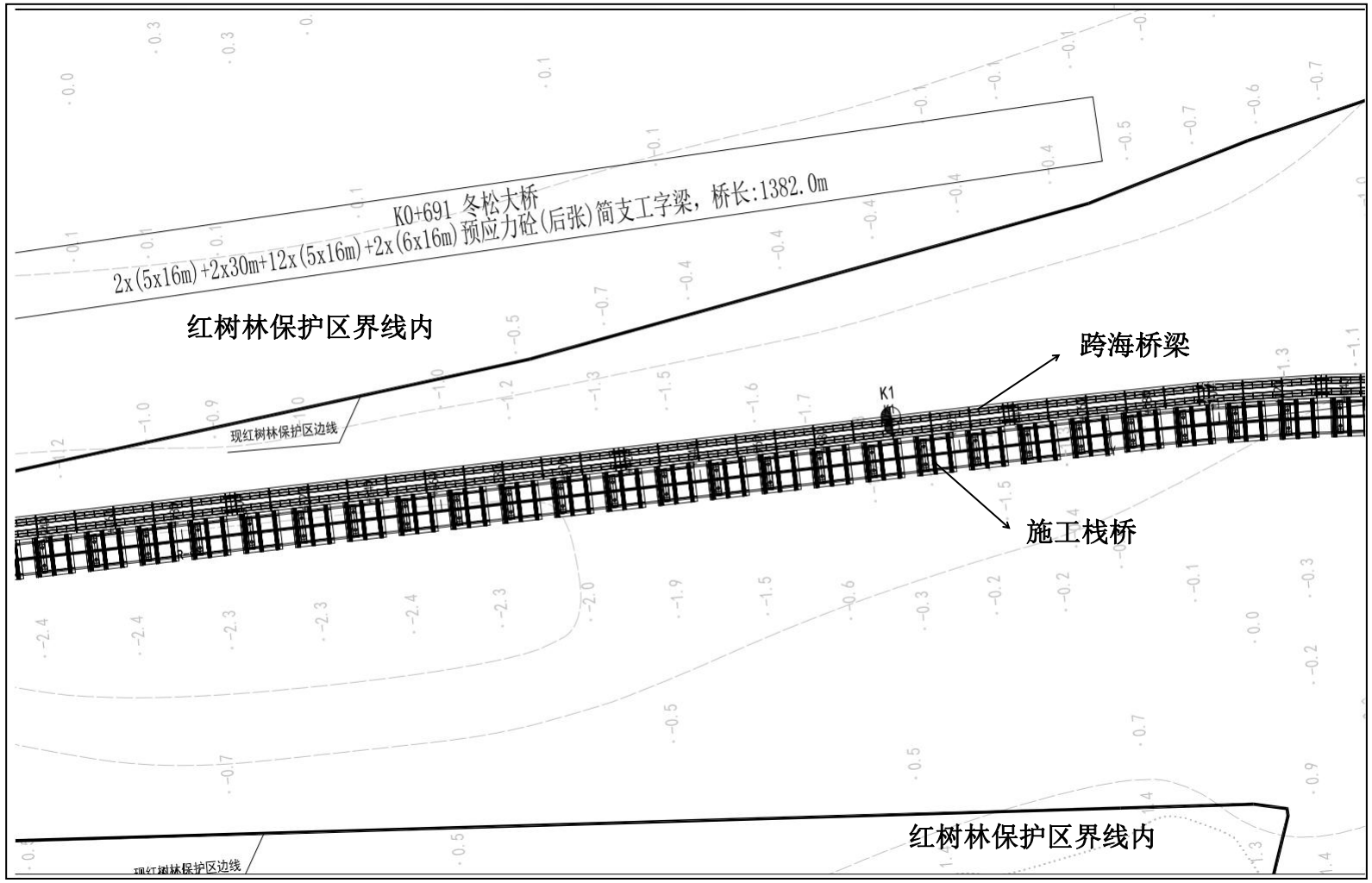


图 2.2.1-2（3） 徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

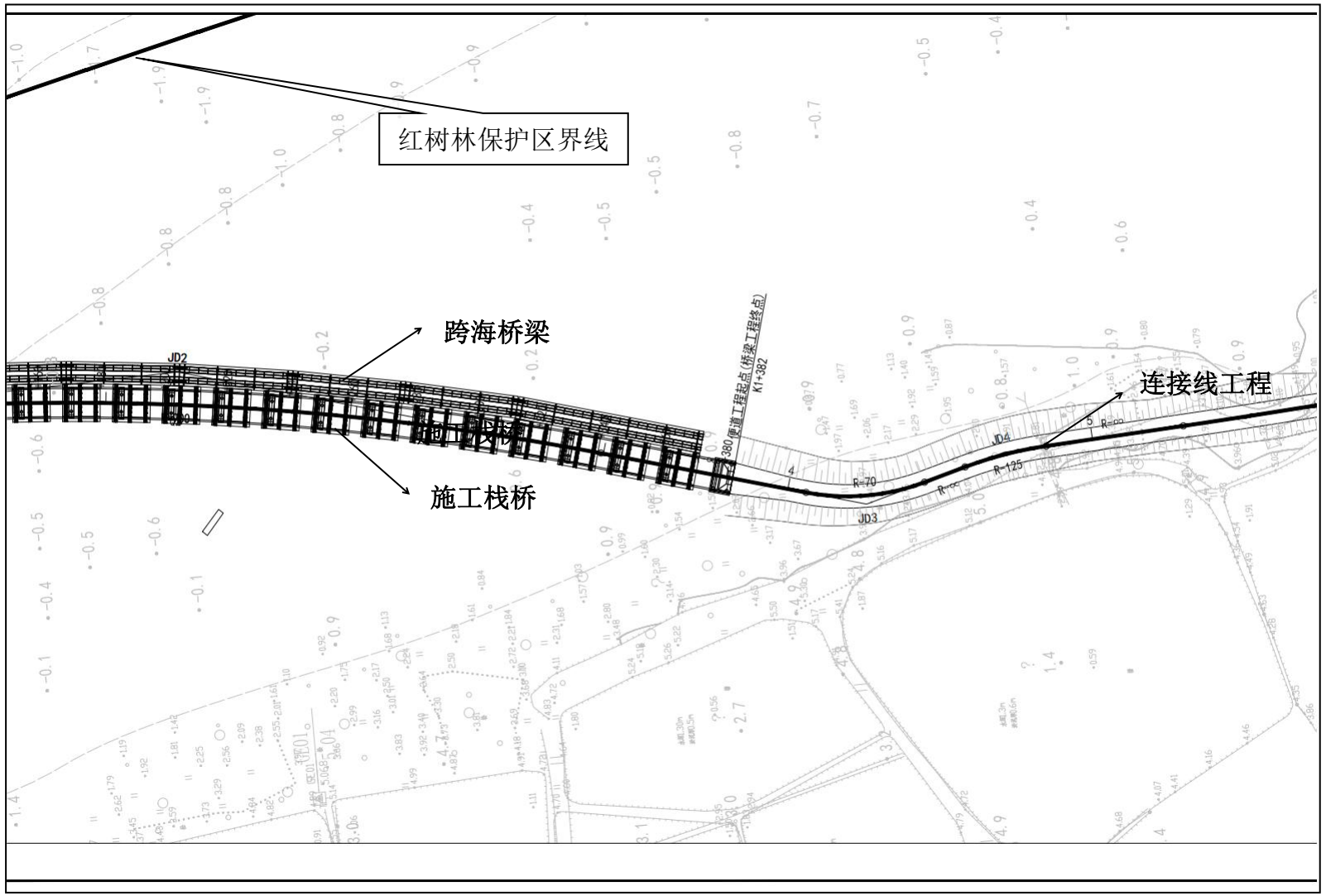


图 2.2.1-2（4） 徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

图 2.2.1-2（5）　徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

图 2.2.1-2（6） 徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

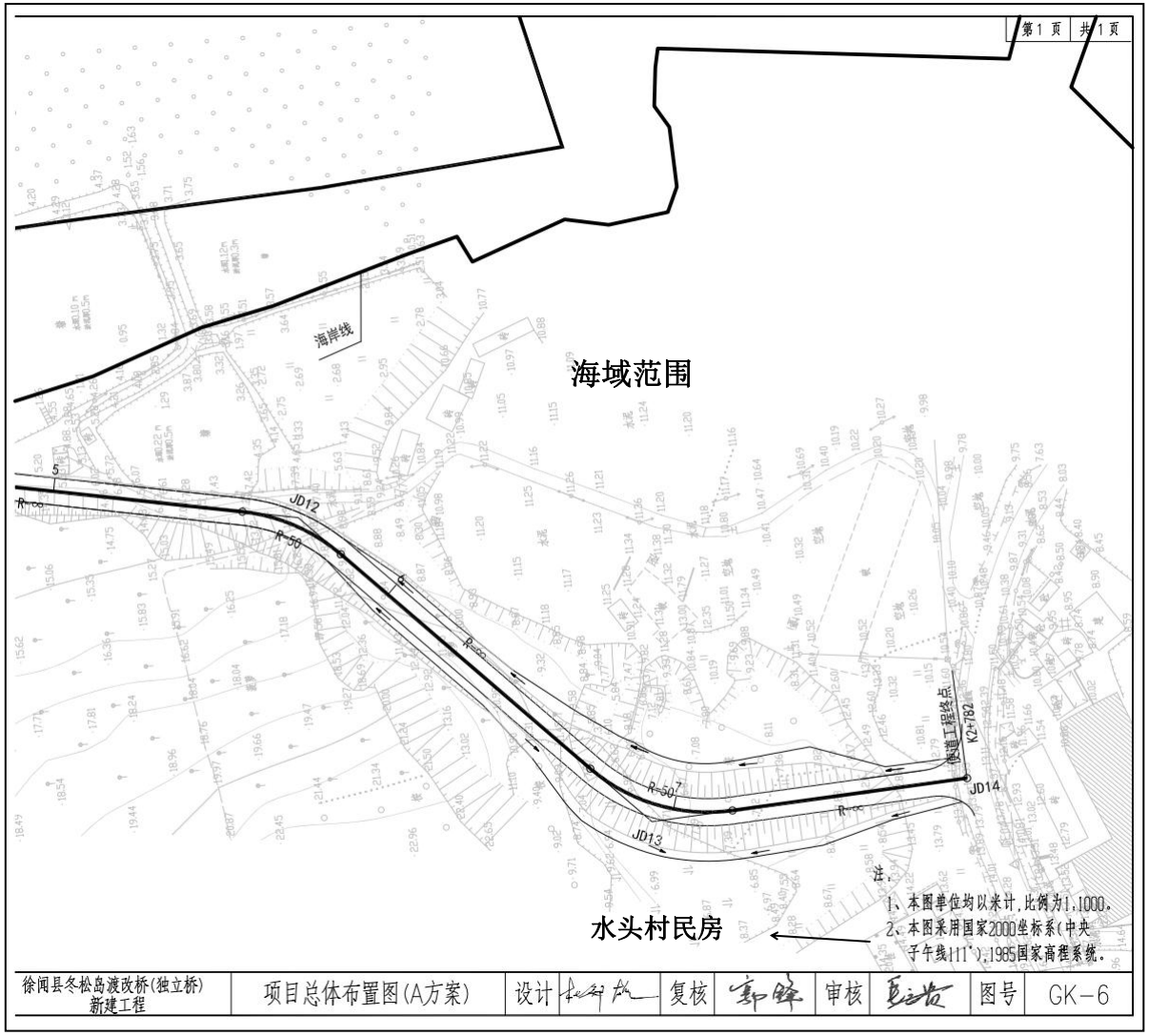


图 2.2.1-2（7） 徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程总平面布置图

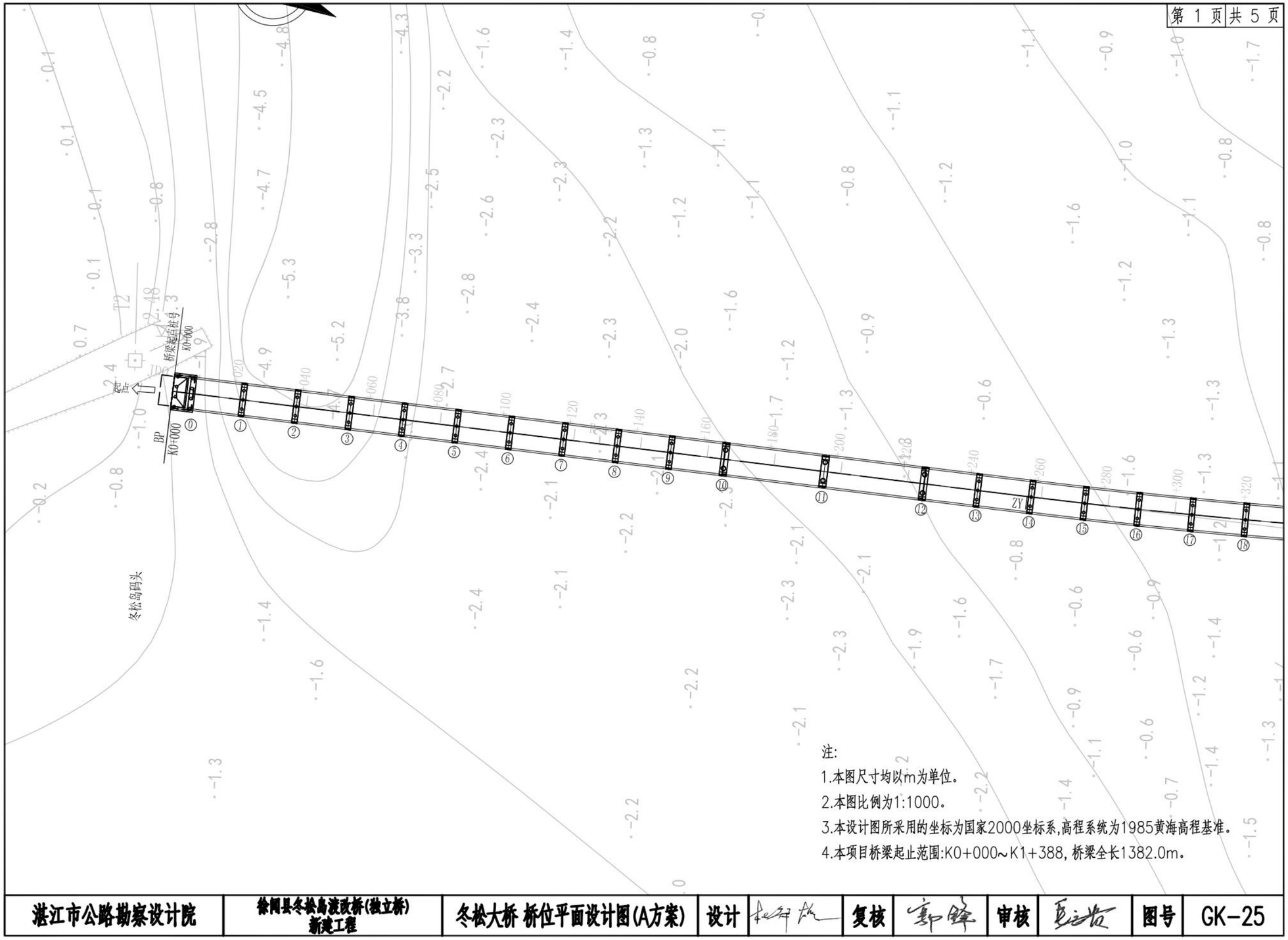


图 2.2.1-3（1）　桥位布置图

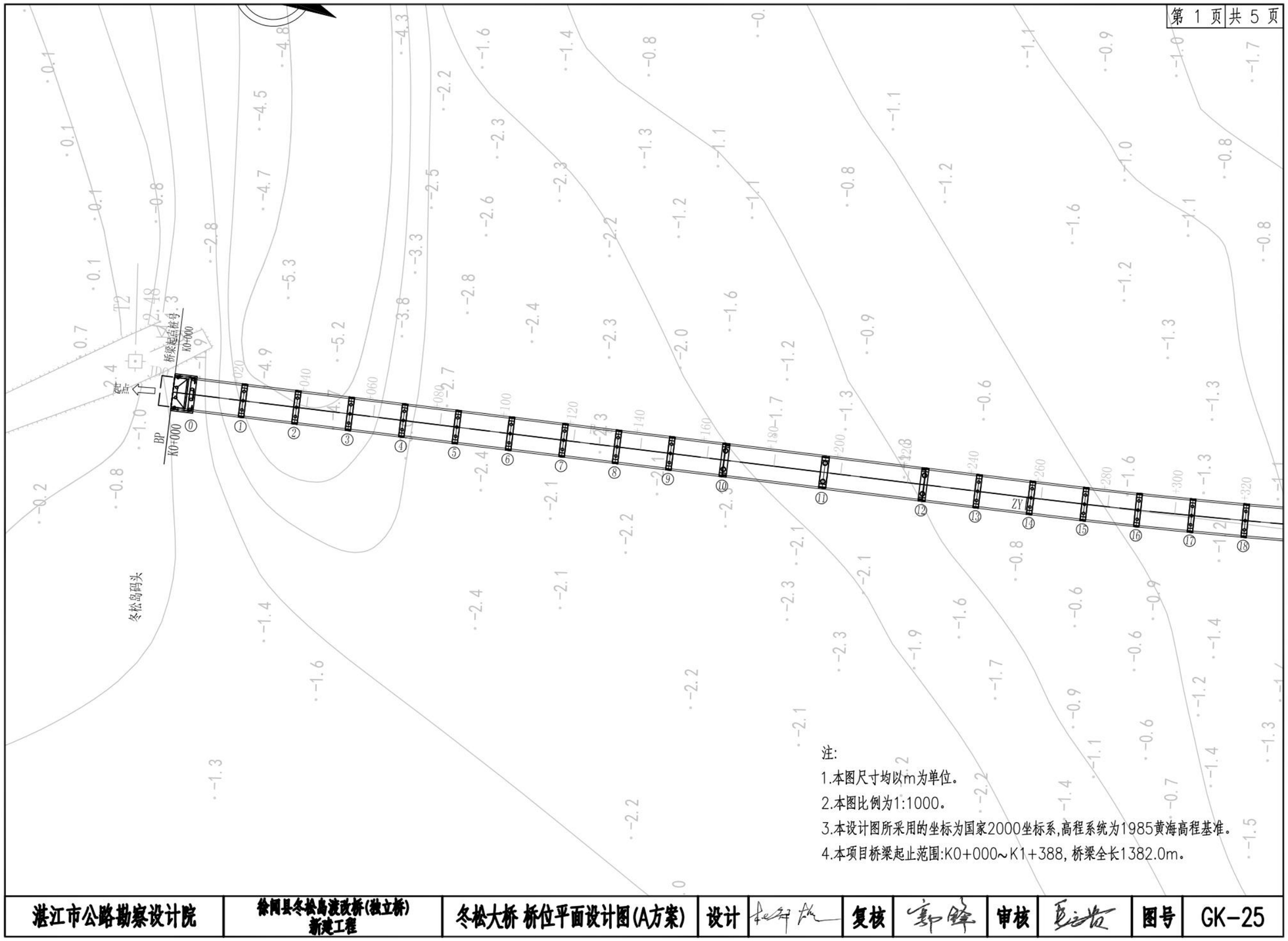


图 2.2.1-3（2） 桥位布置图

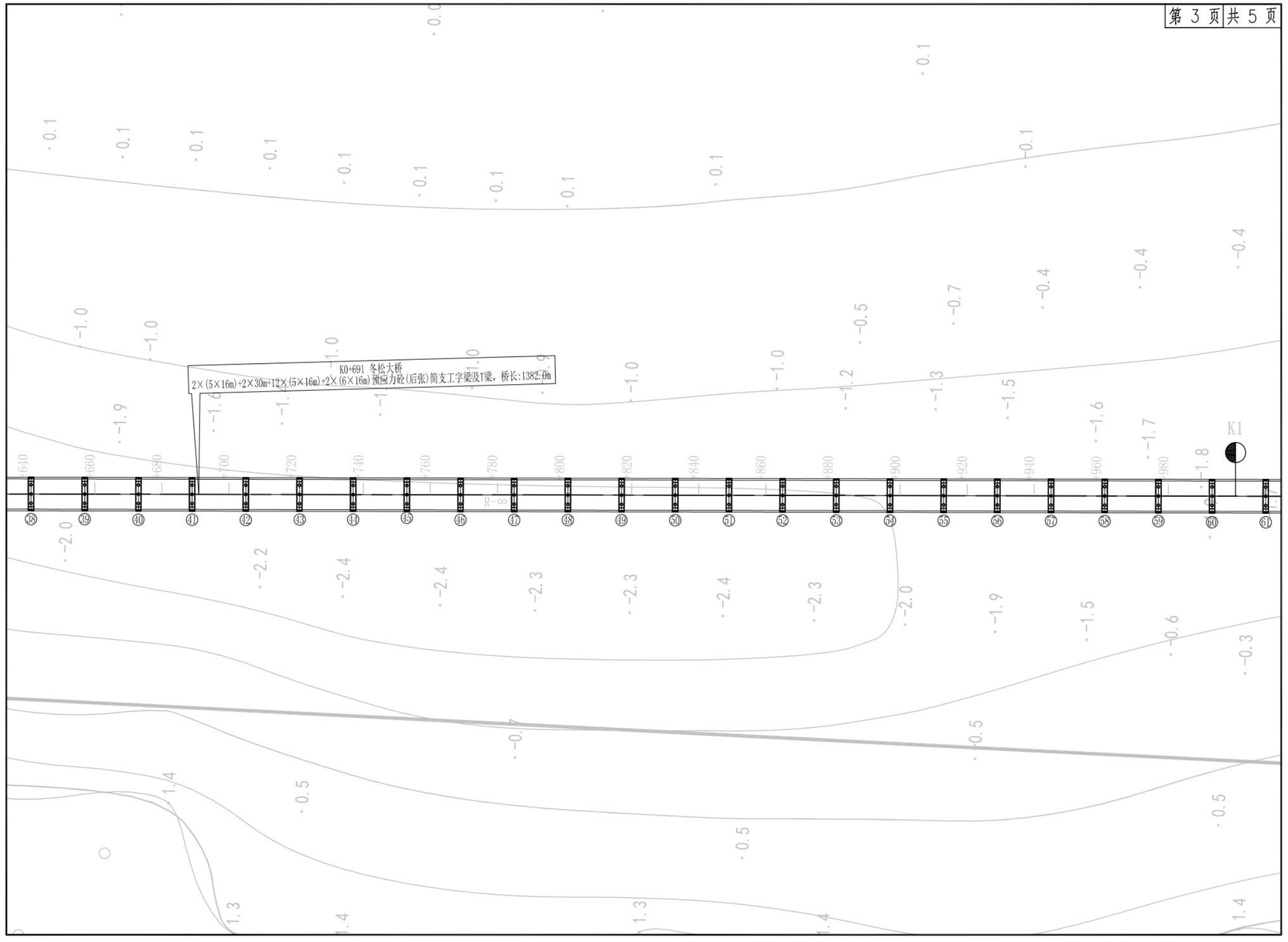


图 2.2.1-3（3） 桥位布置图

图 2.2.1-3（4） 桥位布置图

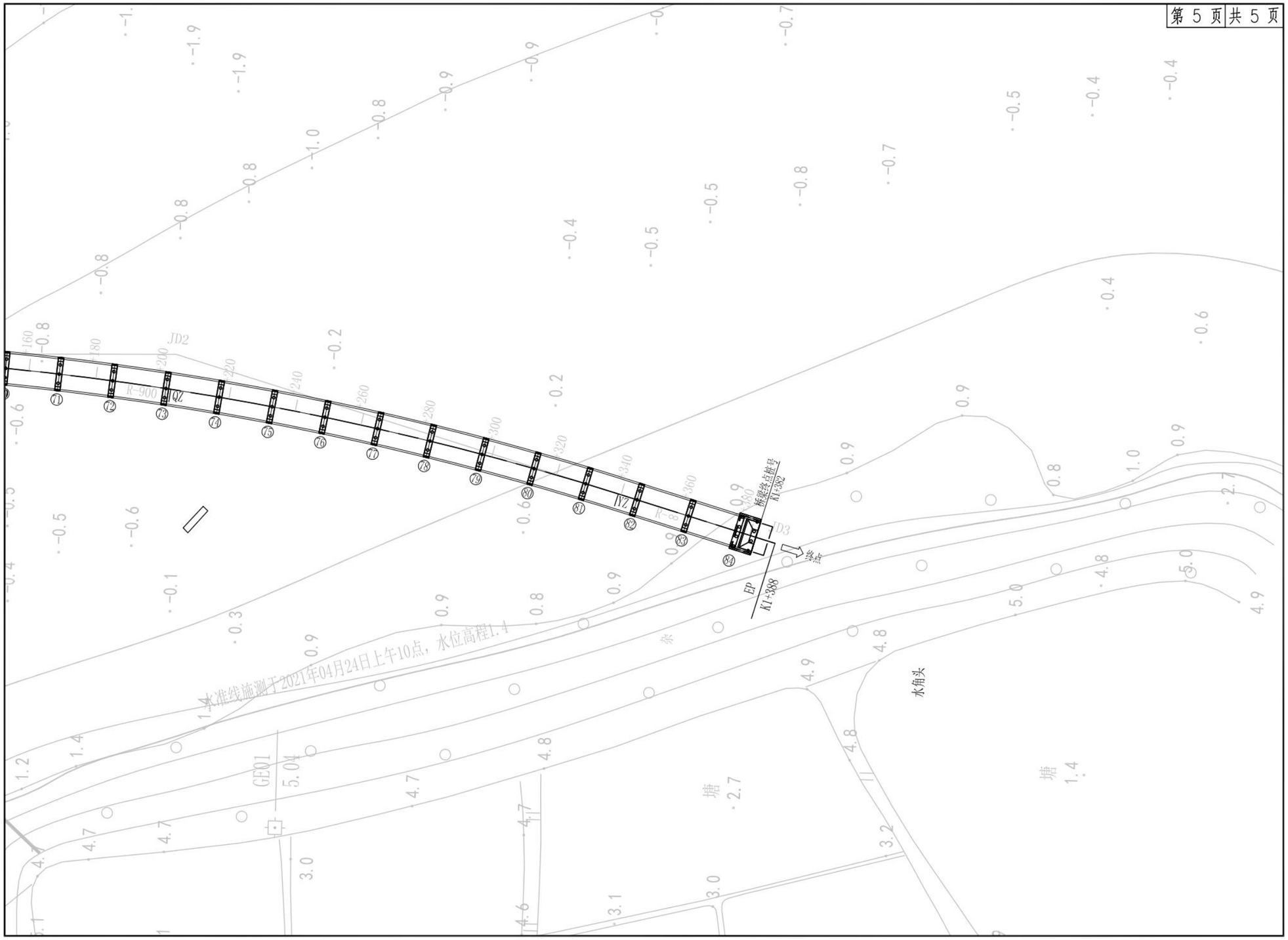


图 2.2.1-3（5） 桥位布置图

二、连接线工程

②连接线工程

起点桩号 K1+382，本项目路线起于和安镇水头角，在 K1+382 处与冬松岛渡改桥项目相接，终点位于和安镇渔港村附近，与省道 S547 相交，终点桩号为 K2+782，路线全长 1.400 公里，其中涉海段长 1068m。路线没有设置长短链。道路路基宽 10m。连接线即为便道，设计荷载标准：公路-Ⅱ级。设计车速为 20km/h，双向 2 车道。K1+485、K1+573 和 K1+980 等 3 处排水渠，上方设置有钢筋砼盖板箱涵。K2+400 道路左侧有和安镇水角村砖瓦房 1 座需拆除，拆除面积为 12m^2，为鱼塘管护用房。全程占用的用地类型为鱼塘、灌木林等未开发用地等。其中 K1+382~K2+373，均位于海域，现状主要为鱼塘和塘梗，K2+373~终点，主要为灌木林，面积约为 5788m^2，还有少量的鱼塘、池塘等用地 812m^2。

砍伐树木 96 株，为黄麻和灌木，没有砍伐红树林。连接线工程采用修建路基的方式进行建设，全程不涉及红树林自然保护区。连接线的工程量见表 2.2.1-1 所示。

表 2.2.1-1　连接线工程工程量表

序号	项目	单位	数量
1	路线内鱼塘、塘梗等	亩	67.49
2	清表换填	m^3	2326.5
3	路基土方（借方）	m^3	45846.4
4	25cm 厚泥结碎石面层	M^2	10500
5	涵洞	座	3
6	平面交叉	处	1

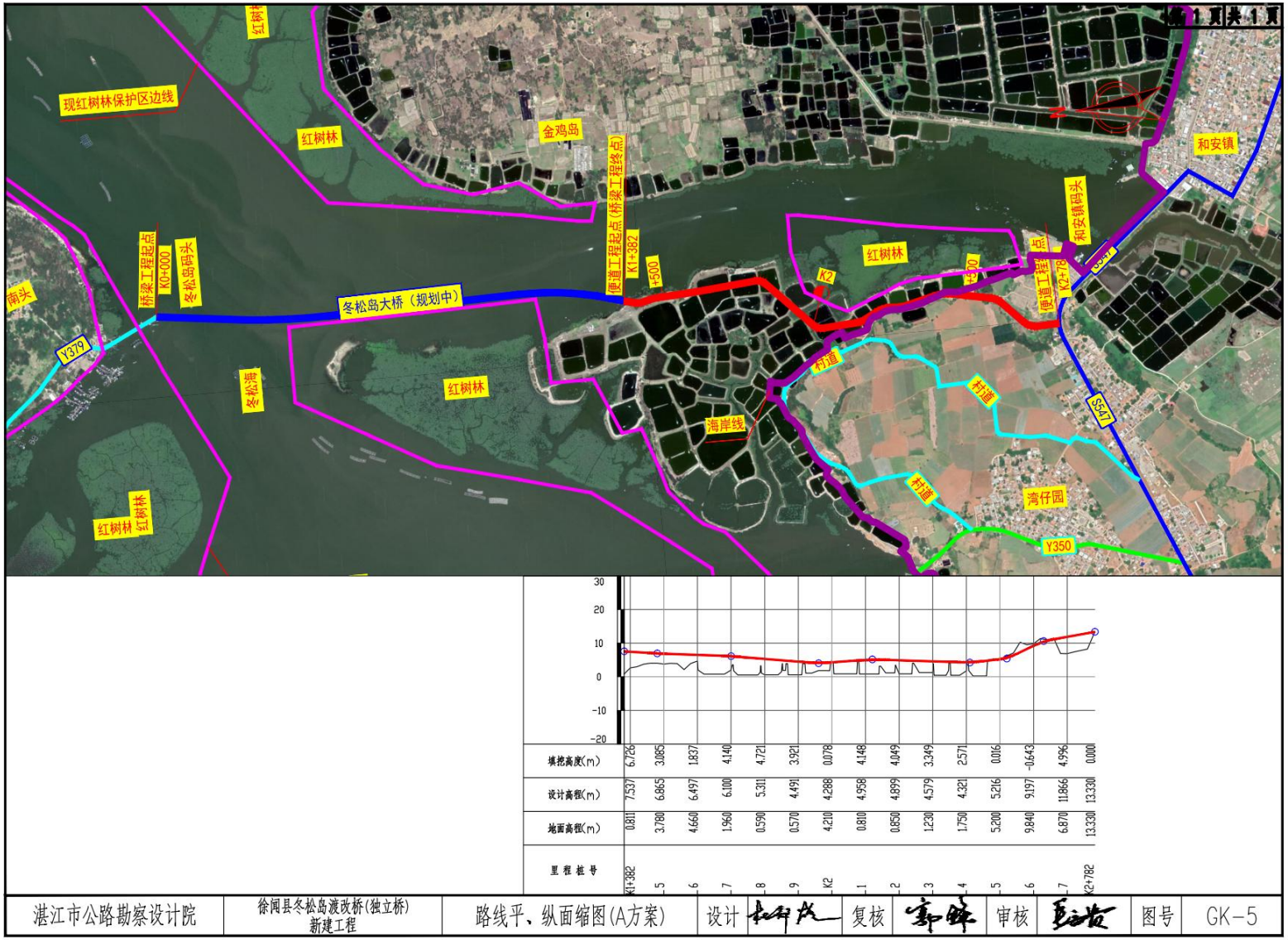
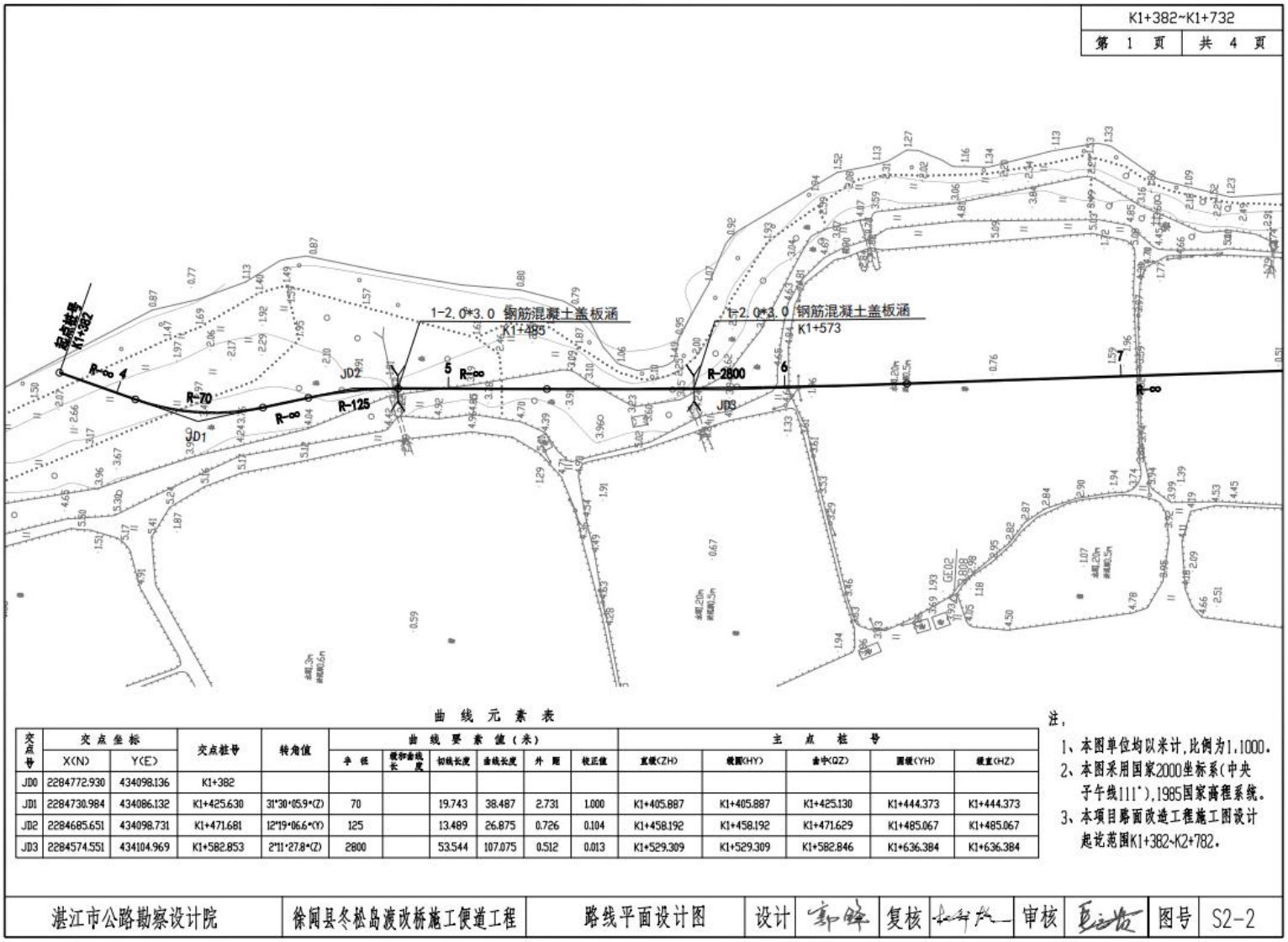


图 2.2.1-3　冬松岛渡改桥连接线工程平、纵断面图



交点号	交点坐标 X(N)	交点坐标 Y(E)	交点桩号	转角值	曲线要素值（米） 半径	缓和曲线长度	切线长度	曲线长度	外距	校正值	主点桩号 直缓(ZH)	缓圆(HY)	曲中(QZ)	圆缓(YH)	缓直(HZ)
JD0	2284772.930	434098.136	K1+382												
JD1	2284730.984	434086.132	K1+425.630	31°30'05.9"(Z)	70		19.743	38.487	2.731	1.000	K1+405.887	K1+405.887	K1+425.130	K1+444.373	K1+444.373
JD2	2284685.651	434098.731	K1+471.681	12°19'06.6"(Y)	125		13.489	26.875	0.726	0.104	K1+458.192	K1+458.192	K1+471.629	K1+485.067	K1+485.067
JD3	2284574.551	434104.969	K1+582.853	2°11'27.8"(Z)	2800		53.544	107.075	0.512	0.013	K1+529.309	K1+529.309	K1+582.846	K1+636.384	K1+636.384

图 2.2.1-4（1）　冬松岛渡改桥连接线路面平面设计图

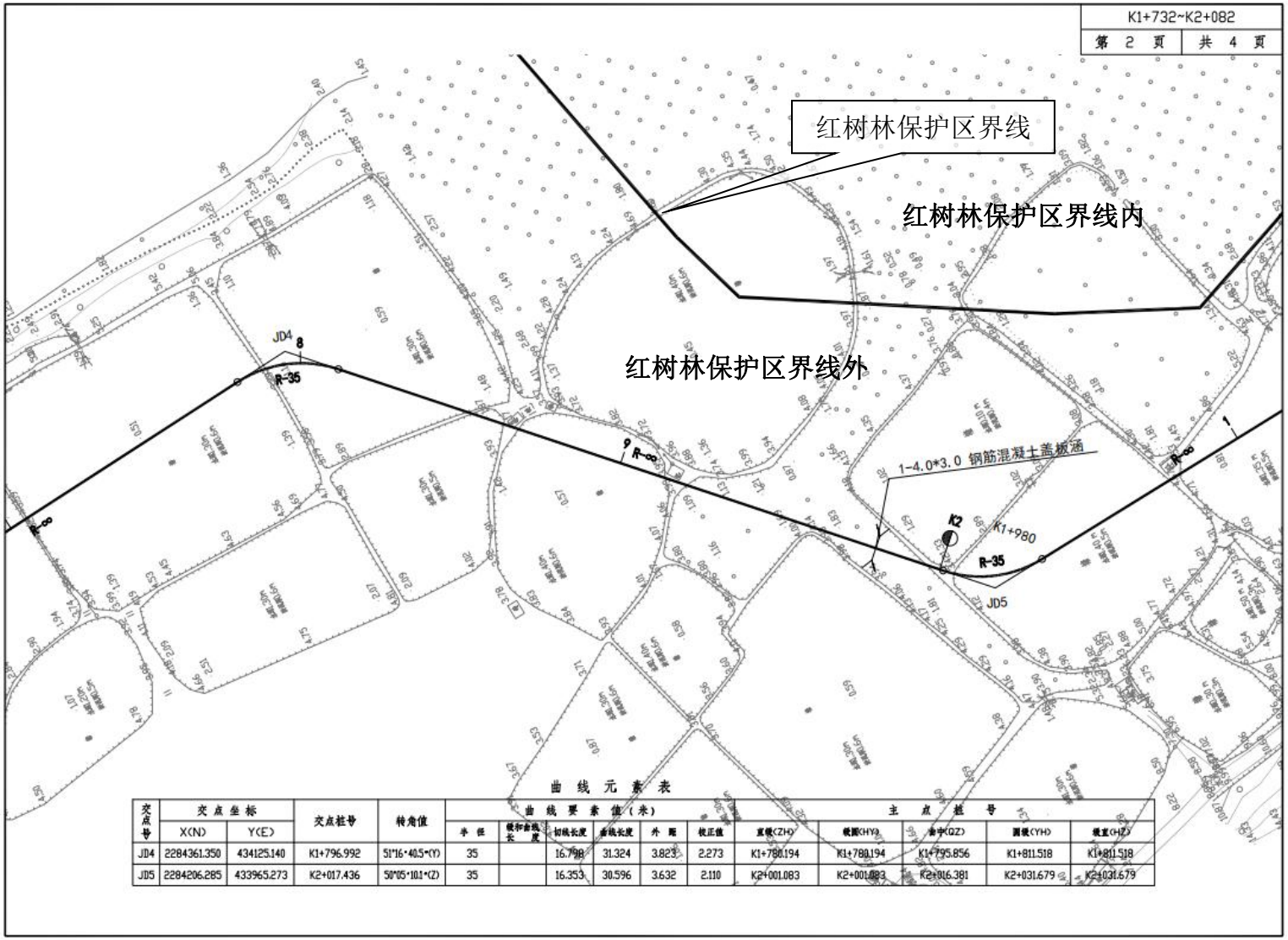
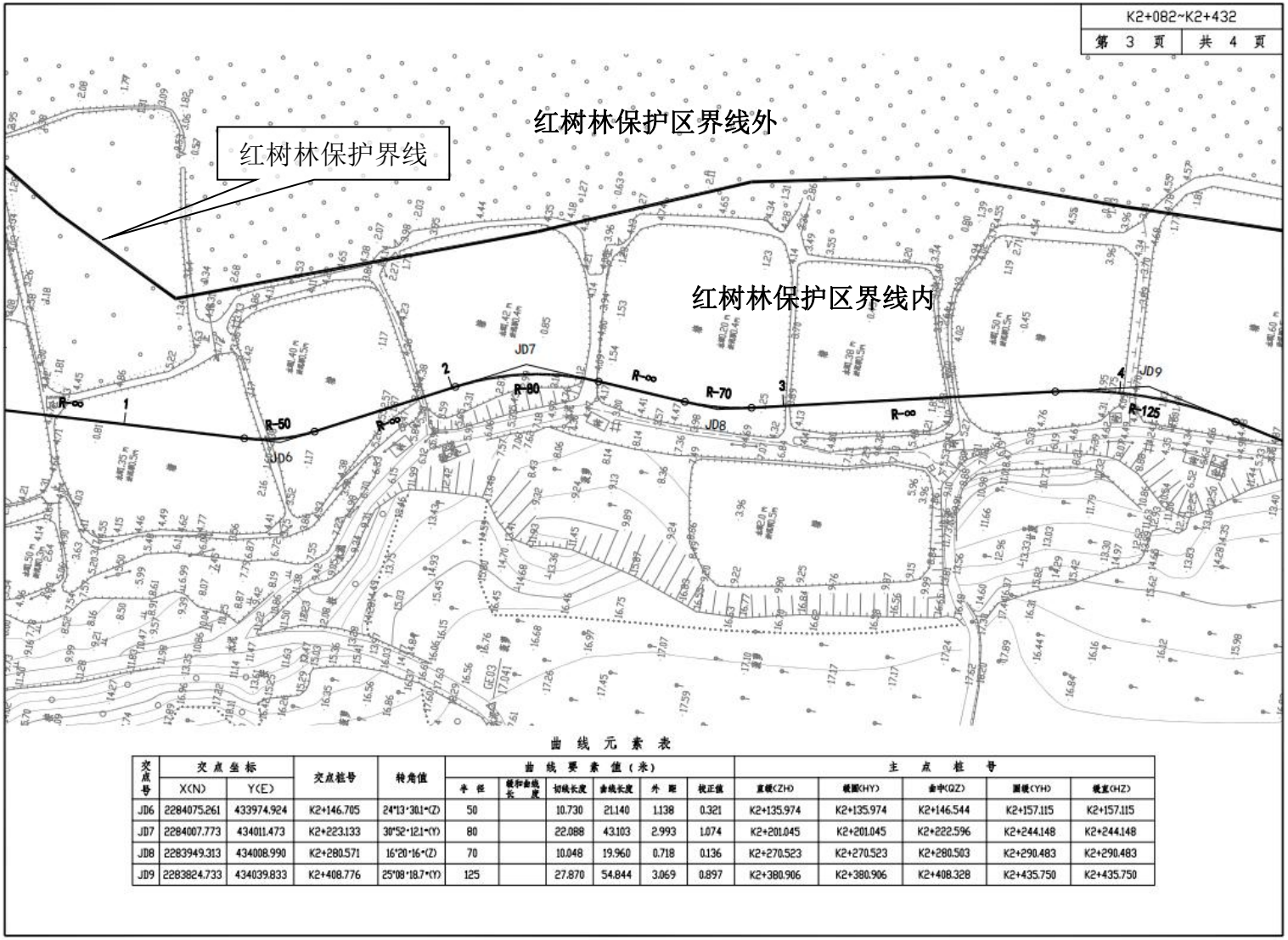


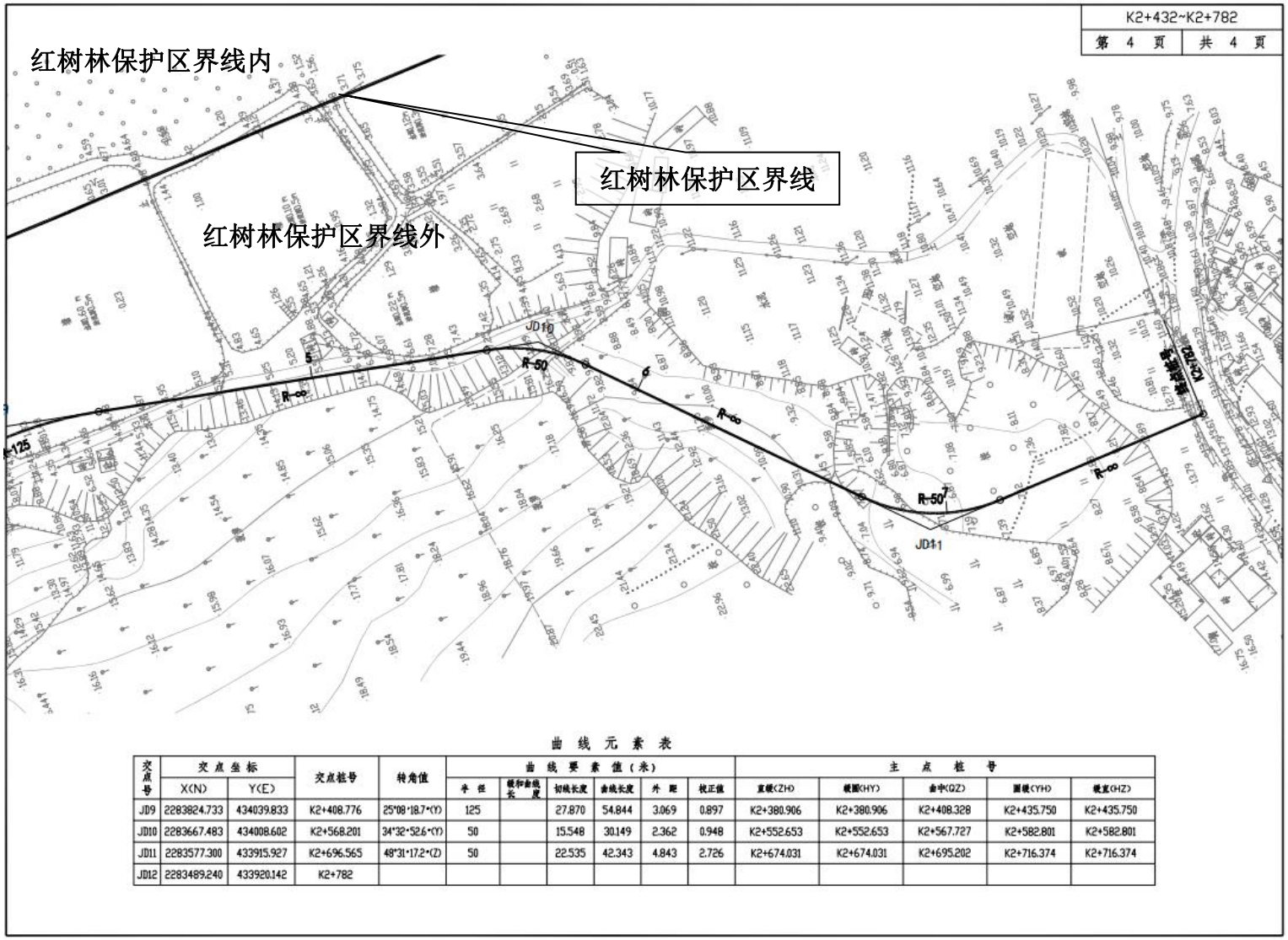
图 2.2.1-4（2） 冬松岛渡改桥连接线路面平面设计图



曲 线 元 素 表

交点号	交点坐标		交点桩号	转角值	曲线要素值（米）						主点桩号				
	X(N)	Y(E)			半径	缓和曲线长度	切线长度	曲线长度	外距	校正值	直缓(ZH)	缓圆(HY)	曲中(QZ)	圆缓(YH)	缓直(HZ)
JD6	2284075.261	433974.924	K2+146.705	24°13'30.1"(Z)	50		10.730	21.140	1.138	0.321	K2+135.974	K2+135.974	K2+146.544	K2+157.115	K2+157.115
JD7	2284007.773	434011.473	K2+223.133	30°52'12.1"(Y)	80		22.088	43.103	2.993	1.074	K2+201.045	K2+201.045	K2+222.596	K2+244.148	K2+244.148
JD8	2283949.313	434008.990	K2+280.571	16°20'16"(Z)	70		10.048	19.960	0.718	0.136	K2+270.523	K2+270.523	K2+280.503	K2+290.483	K2+290.483
JD9	2283824.733	434039.833	K2+408.776	25°08'18.7"(Y)	125		27.870	54.844	3.069	0.897	K2+380.906	K2+380.906	K2+408.328	K2+435.750	K2+435.750

图 2.2.1-4（3） 冬松岛渡改桥连接线路面平面设计图



曲 线 元 素 表

交点号	交点坐标		交点桩号	转角值	曲线要素值（米）						主点桩号				
	X(N)	Y(E)			半径	缓和曲线长度	切线长度	曲线长度	外距	校正值	直缓(ZH)	缓圆(HY)	曲中(QZ)	圆缓(YH)	缓直(HZ)
JD9	2283824.733	434039.833	K2+408.776	25°08'18.7"(Y)	125		27.870	54.844	3.069	0.897	K2+380.906	K2+380.906	K2+408.328	K2+435.750	K2+435.750
JD10	2283667.483	434008.602	K2+568.201	34°32'52.6"(Y)	50		15.548	30.149	2.362	0.948	K2+552.653	K2+552.653	K2+567.727	K2+582.801	K2+582.801
JD11	2283577.300	433915.927	K2+696.565	48°31'17.2"(Z)	50		22.535	42.343	4.843	2.726	K2+674.031	K2+674.031	K2+695.202	K2+716.374	K2+716.374
JD12	2283489.240	433920.142	K2+782												

图 2.2.1-4（4） 冬松岛渡改桥连接线路面平面设计图

2.2.2 主要水工构筑物结构及尺度

2.2.2.1 桥梁工程——主桥布置及结构

1、桥梁横断面：0.5（防撞墙）+9.0（桥面净宽）+0.5（防撞墙）=10m。上部结构：2×（5×16m）+2×30m+12×（5×16m）+2×（6×16m）（预应力砼（后张）简支工字梁），下部结构：桥墩为柱式墩，桥台为U台，基础均为PHC预制管桩基础；新桥中心桩号：K0+694.000。采用双向二车道标准

2、荷载等级：公路-I级；桥面净宽：1×净9m。

3、大桥上部结构为预应力砼（后张）简支工字梁和简支T梁。

下部结构桥台采用U台，桥台前墙背缘坡比为3：1，侧墙坡比为3；台帽底面以下台身采用C25片石混凝土，以上采用C40混凝土。挡块、垫石和台帽尺寸及材料数量详见图2.2.2.1-3。横坡以设计线向两侧，上坡为正，下坡为负；纵坡以桥梁桩号增加方向标高升高为正，降低为负。支座顶面高度为30mm，钢板中心外露15mm，支座垫石及外露钢板总高度为350mm。

桥墩采用柱式墩，基础采用PHC预制管桩基础。桩基采用先张法预应力混凝土管桩，型号为PHC-800（130）C、PRC-I800D110。桩身产品符合国标《先张法预应力混凝土管桩》（GB13476-2009），桥墩结构见图2.2.2.1-4。

桥梁由87组柱式墩支撑，1.6m的桩基共6根，0.8m的桩基有168根。涉水桥墩共计174根。

桥梁跨径为16m、29.96m和15.96m，具体见图2.2.1-4。桥型图见图2.2.2.1-2。其中通航孔为10号至12号桩的2个跨径29.96m的孔径。

4、路面结构为水泥混凝土。

5、桥梁与冬松岛通过800cm的搭板连接，设计高程为6.685m。桥梁与连接线工程通过800cm的搭板连接，设计高程为6.559m。

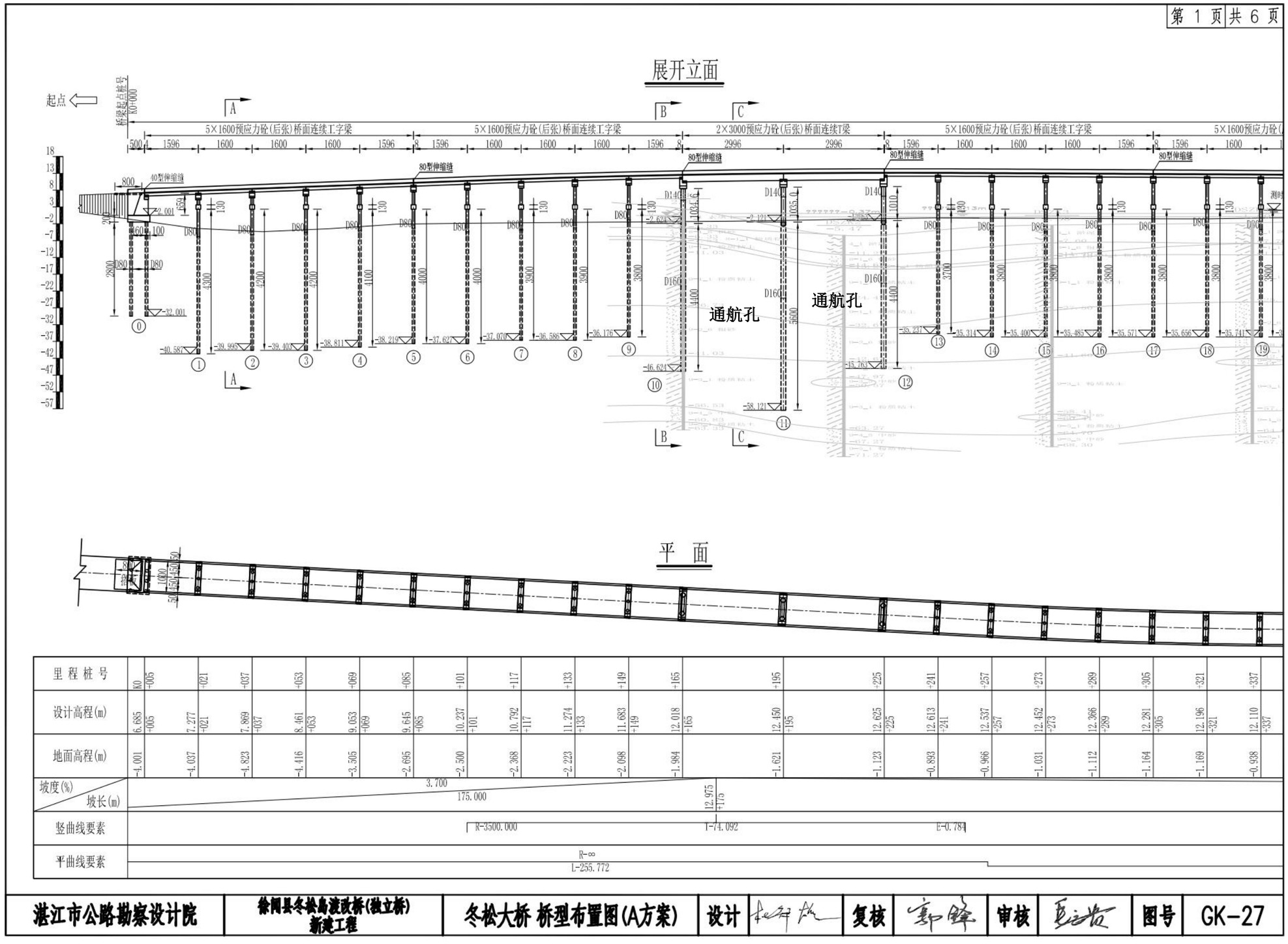
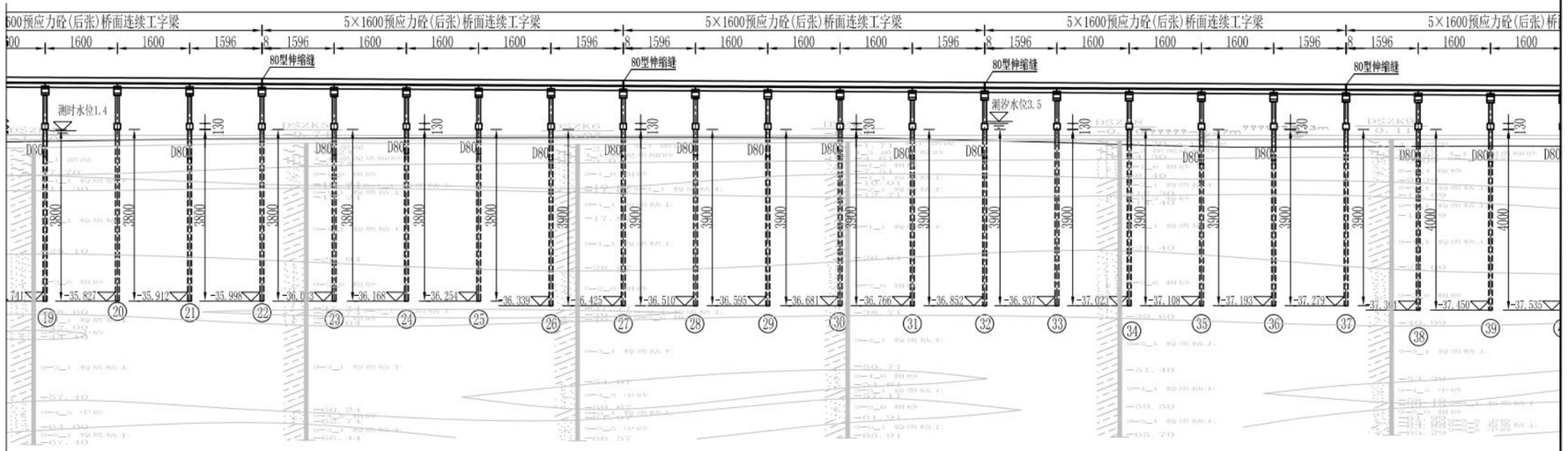
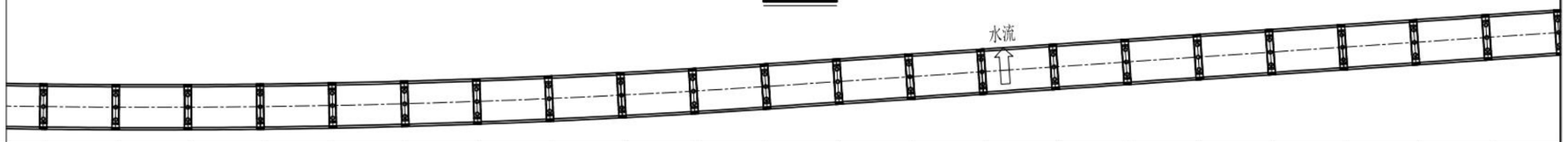


图 2.2.2.1-1（1）　冬松桥桥梁桥型布置图

展开立面



平 面



里程桩号	+337	+353	+369	+385	+401	+417	+433	+449	+465	+481	+497	+513	+529	+545	+561	+577	+593	+609	+625	+641	+657	+673
设计高程(m)	12.110	12.025	11.939	11.854	11.769	11.683	11.598	11.512	11.427	11.342	11.256	11.171	11.085	11.000	10.915	10.829	10.744	10.658	10.573	10.487	10.402	10.317
地面高程(m)	-0.938	-0.678	-0.466	-0.333	-0.260	-0.202	-0.141	-0.082	-0.043	-0.045	-0.086	-0.149	-0.378	-0.753	-1.181	-1.711	-2.077	-2.202	-2.149	-2.054	-1.996	-1.999
坡度(%) 坡长(m)																						
竖曲线要素																						
平曲线要素	R-2000 JD1(K0+376.693) α左-6° 55′ 11.4″																					

图 2.2.2.1-1（2） 冬松桥桥梁桥型布置图

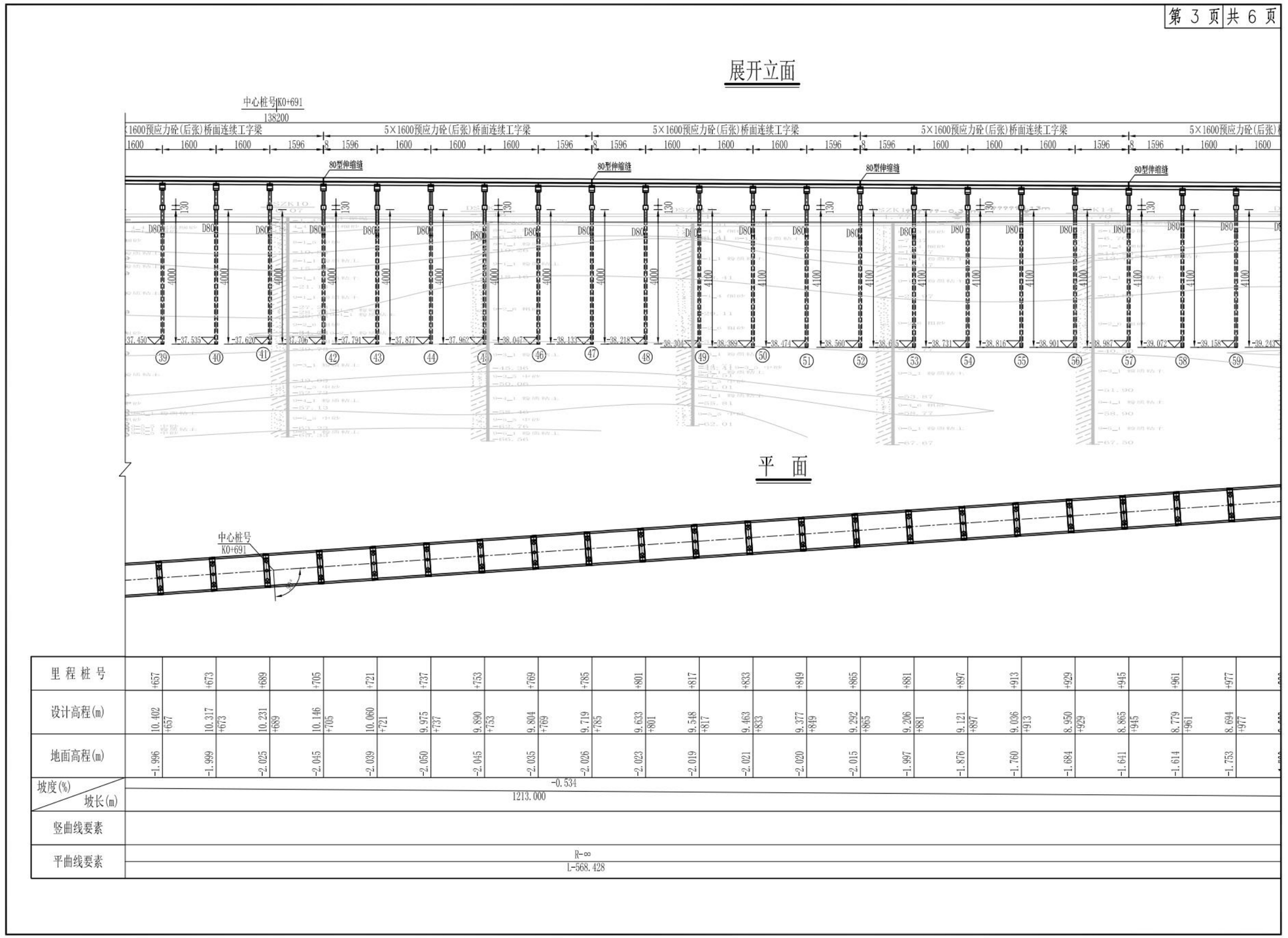
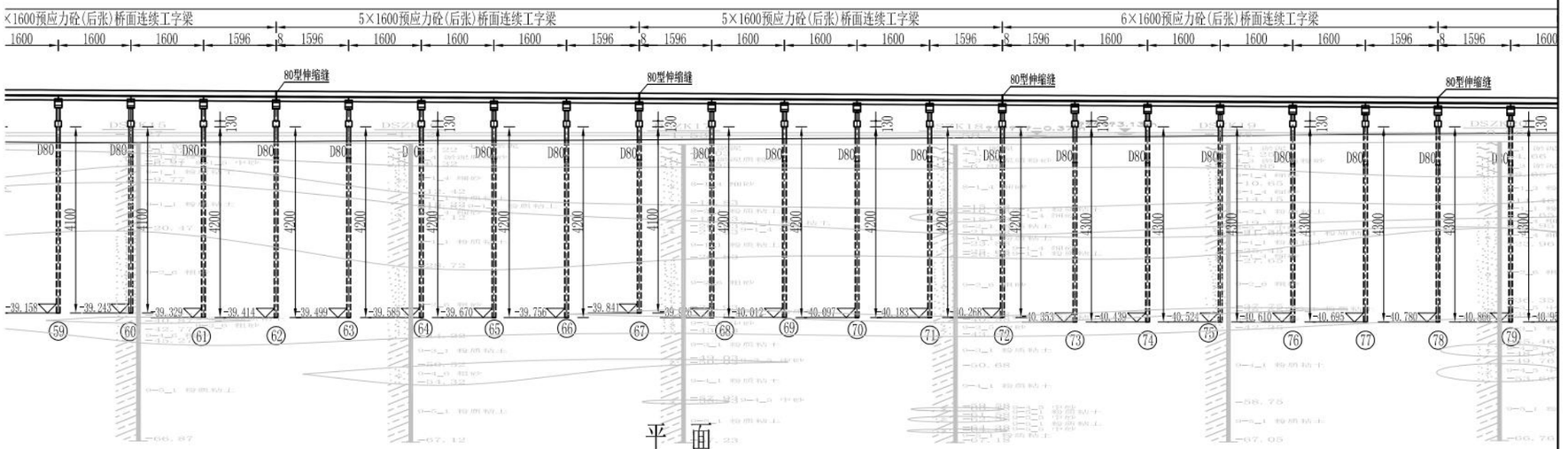


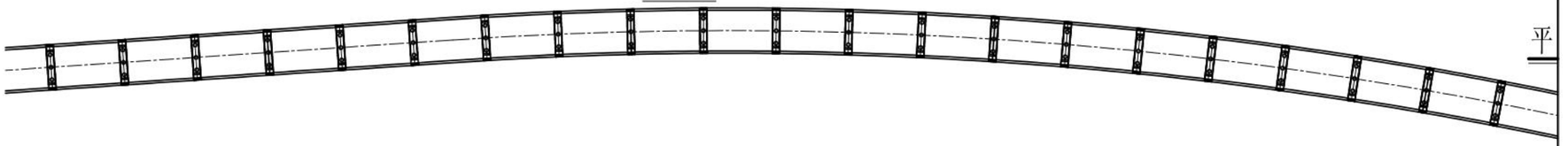
图 2.2.2.1-1（3）　　冬松桥桥梁桥型布置图

第 4 页 共 6 页

展开立面



平 面



里程桩号	+977		+993		+009		+025		+041		+057		+073		+089		+105		+121		+137		+153		+169		+185		+201		+217		+233		+249		+265		+281		+297	
设计高程(m)	8.694	+977	8.609	+993	8.523	+009	8.438	+025	8.352	+041	8.267	+057	8.181	+073	8.096	+089	8.011	+105	7.925	+121	7.840	+137	7.754	+153	7.669	+169	7.584	+185	7.498	+201	7.413	+217	7.327	+233	7.242	+249	7.157	+265	7.071	+281	6.986	+297
地面高程(m)	-1.753		-1.730		-1.649		-1.542		-1.417		-1.313		-1.307		-1.256		-1.155		-1.035		-0.934		-0.849		-0.787		-0.719		-0.601		-0.467		-0.317		-0.118		0.074		0.175		0.292	
坡度(%) / 坡长(m)																																									
竖曲线要素																																									
平曲线要素																													JD2(K1+203.514) α右=17° 24′ 21.3″ R=900									

图 2.2.2.1-1（4）　冬松桥桥梁桥型布置图

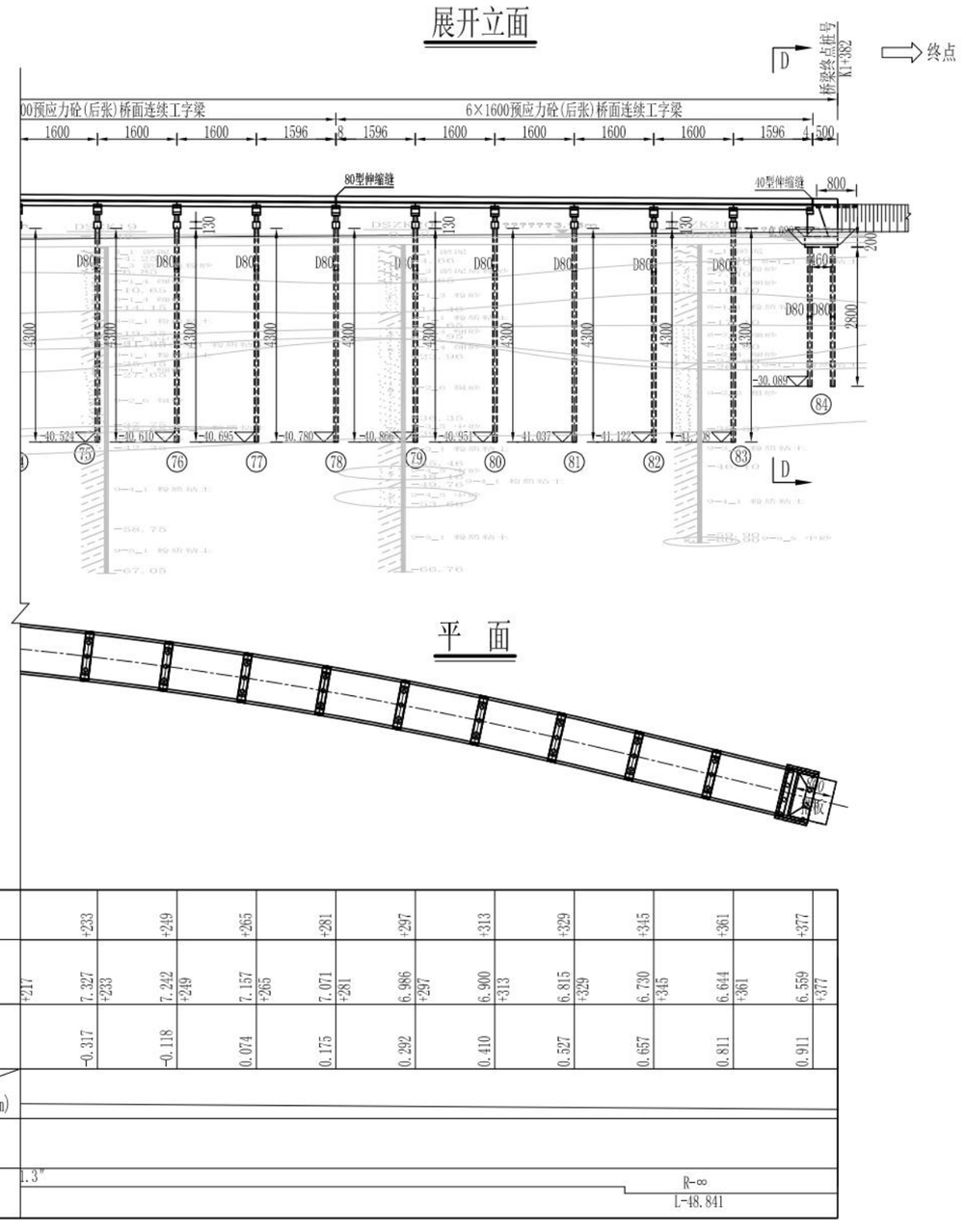
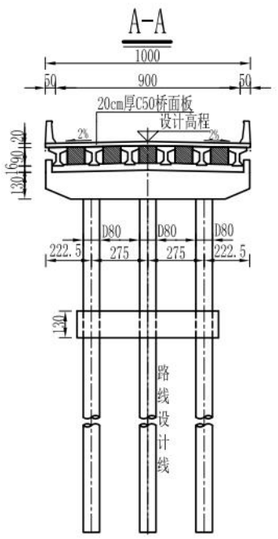
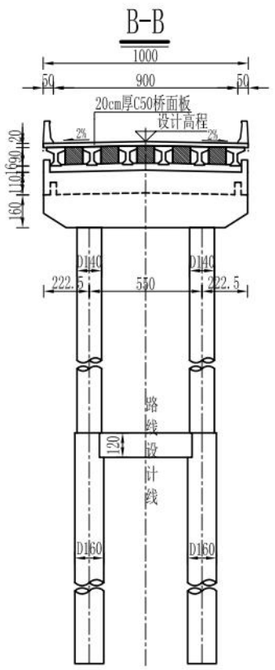
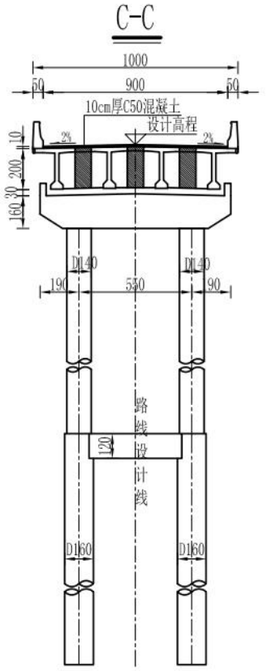
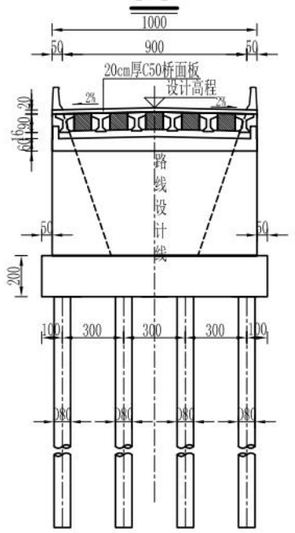


图 2.2.2.1-1（5） 冬松桥桥梁桥型布置图







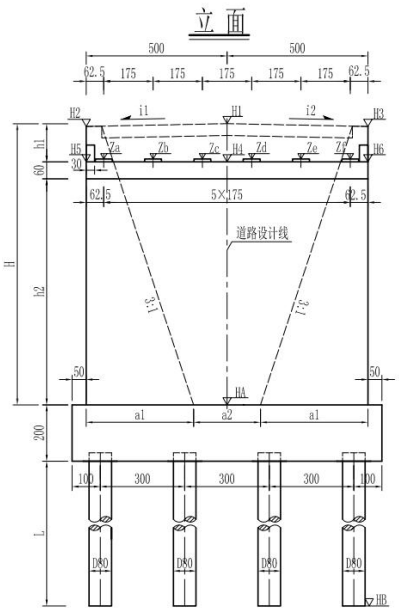


注

1. 本图尺寸除标高、里程桩号以米计外，其余均以厘米计。
2. 荷载等级:公路－II级；桥面宽度:0.5m(护栏)+1.0m(硬路肩兼作人行道)+7.0m(车行道)+1.0m(硬路肩兼作人行道)+0.5m(护栏)。
3. 全桥共17联:
   5×16+5×16+2×30+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+5×16+6×16+6×16；第三联上部结构采用预应力砼(后张)简支T梁，其余各联上部结构采用预应力砼(后张)简支工字梁，桥面连续；下部结构桥台采用U台、承台桩基础，10、11、12号桥墩采用桩柱式墩，其余桥墩与桥台采用PHC预制管桩基础。
4. 本桥平面分别位于直线(起始桩号:K0+000，终止桩号:K0+255.772)、圆曲线(起始桩号:K0+255.772，终止桩号:K0+497.321，半径:2000m，左偏)、直线(起始桩号:K0+497.321，终止桩号:K1+065.748)、圆曲线(起始桩号:K1+065.748，终止桩号:K1+339.159，半径:900m，右偏)和直线(起始桩号:K1+339.159，终止桩号:K1+382)上，桥面横坡为双向2%，墩台径向布置。
5. 业主反应现场无通航等级，仅供渔船通行。
6. 本图中平立面比例均为1：1000，横断面比例1：250。

图 2.2.2.1-2　　冬松桥桥梁桥型和断面图

第 1 页 共 1 页



0号桥台工程数量表

名称	材料	单位	数量
背墙	C40混凝土	m³	28.2
前墙	C25片石混凝土	m³	271.5
侧墙	C40混凝土	m³	6.3
	C25片石混凝土	m³	32.0
台背回填	碎石土填料	m³	177.9

84号桥台工程数量表

名称	材料	单位	数量
背墙	C40混凝土	m³	29.1
前墙	C25片石混凝土	m³	172.3
侧墙	C40混凝土	m³	6.4
	C25片石混凝土	m³	21.7
台背回填	碎石土填料	m³	149.8

桥台垫石标高表

台号	纵坡z	桥面左侧横坡i1	桥面右侧横坡i2	桩号	Za (m)	Zb (m)	Zc (m)	Zd (m)	Ze (m)	Zf (m)
0	3.70%	-2.00%	-2.00%	K0+005	5.447	5.482	5.617	5.617	5.482	5.447
84	-0.53%	-2.00%	-2.00%	K1+377	5.308	5.343	5.378	5.378	5.343	5.308

桥台参数表

台号	桩号	设计标高(m)	H1(m)	H2(m)	H3(m)	H4(m)	H5(m)	H6(m)	H7(m)	HA(m)	HB(m)	H(cm)	h1(cm)	h2(cm)	a1(cm)	a2(cm)	b1(cm)	b2(cm)	纵坡z	桩长L(cm)	预制管桩长(cm)	桩基类型
0	K0+005	6.685	6.685	6.585	6.585	5.250	5.150	5.150	6.500	-2.001	-32.001	868.6	143.5	665.1	344.9	310.2	518.1	141.9	3.70%	2800.0	2805.0	预制管桩
84	K1+377	6.559	6.559	6.459	6.459	5.111	5.011	5.011	6.532	-0.089	-30.089	664.8	144.8	460.0	277.0	446.1	451.4	208.6	-0.53%	2800.0	2805.0	预制管桩

注

1. 本图尺寸除标高及里程以米计外，余均以厘米为单位。
2. 图中桥台前墙背缘坡比为3：1，侧墙坡比为3：1。
3. 台帽底面以下台身采用C25片石混凝土，以上采用C40混凝土。
4. 挡块、垫石和台帽尺寸及材料数量另见详图。
5. 横坡以设计线向两侧，上坡为正，下坡为负;纵坡以桥梁桩号增加方向标高升高为正,降低为负。
6. 支座顶面必须水平设置，梁底纵坡以调平钢板予以调整，梁底调平钢板中心高度为30mm，钢板中心外露15mm，支座垫石及外露钢板总高度为350mm。
7. 本图适用于0号、84号桥台。

湛江市公路勘察设计院	徐闻县冬松岛渡改桥(独立桥)新建工程	冬松大桥 U型桥台一般构造图(正交)	设计	复核	审核	图号	GK-28

图 2.2.2.1-3　　冬松桥 U 型桥台一般构造图

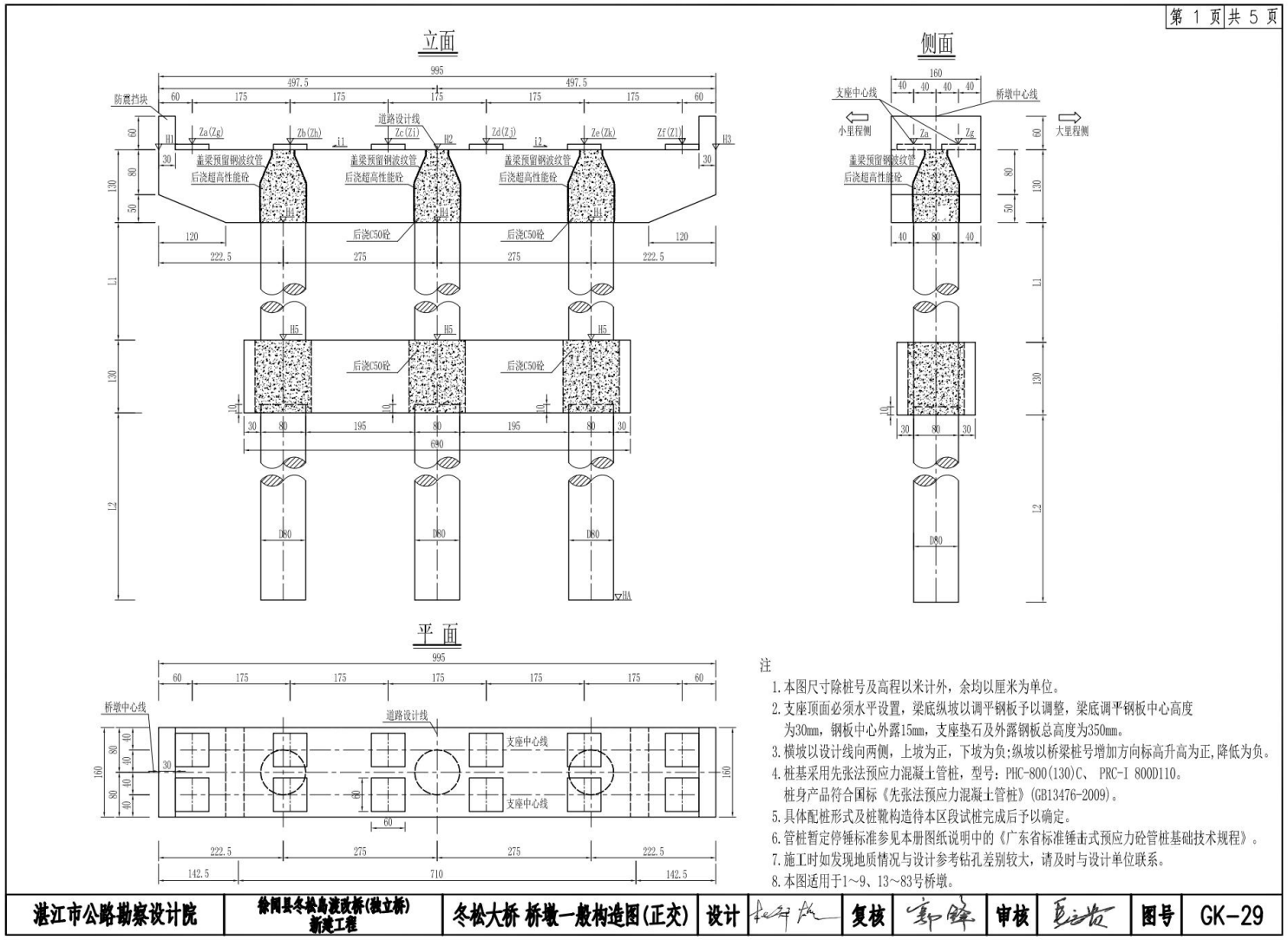
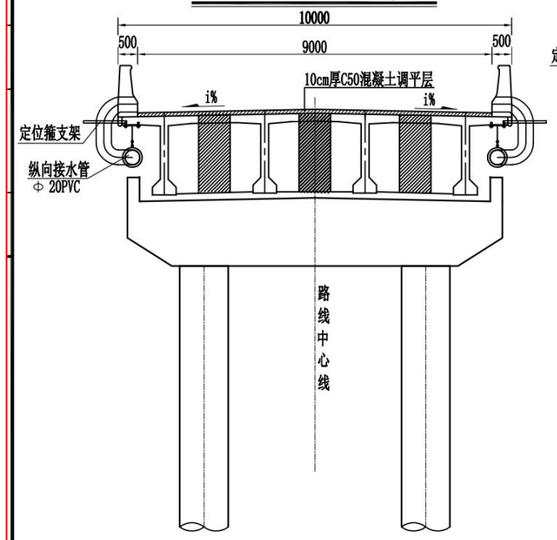
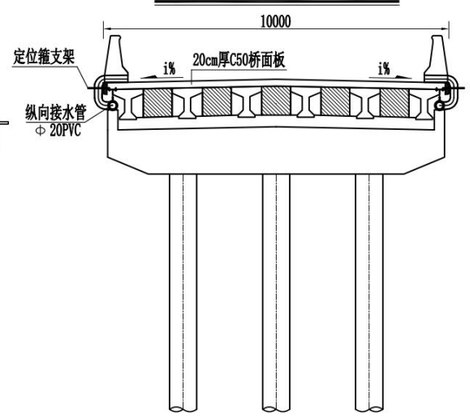


图 2.2.2.1-4　　冬松桥桥墩一般构造图

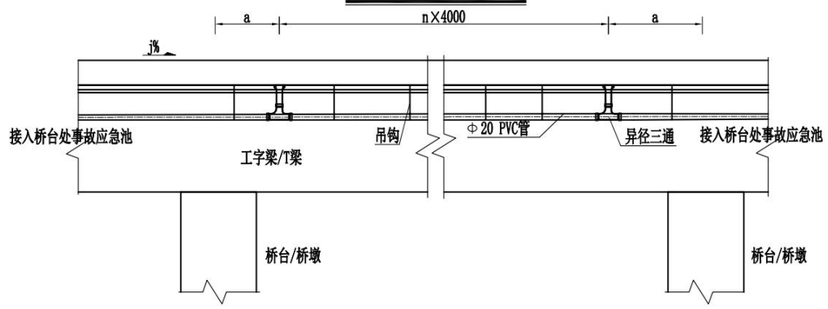
跨径30m断面立面示意



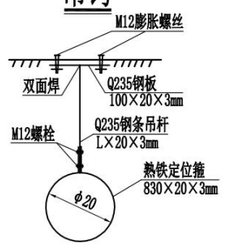
跨径16m断面立面示意



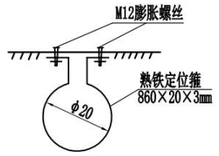
纵向管安装示意



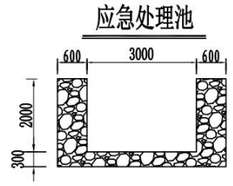
吊钩



熟铁定位箍



应急处理池



注

1. 本图尺寸除特殊注明外，均以毫米为单位。
2. 本桥面排水管材均采用PVC管。泄水管宜采用PVC材料(白色)，聚氯乙烯含量不应低于80%，其性能应符合GB/T 20221-2006和GB/T 5836.2-2006的要求。
3. 泄水管的布置原则有以下几点:
   a. 泄水管横桥向两侧设置。
   b. 一般路段顺桥向每隔4～5m布置一个，在超高路段建议加密至3m;
   c. 在凹型竖曲线的最低点及其前后3m处各布置一个。
4. 纵向排水管的排水采用与桥面纵坡相同的方向和坡度。泄水管的两通、三通可根据现场实际情况、在厂家指导下适当调整。
5. 管道在施工前，应对管道铺设的路线、标高及排水方向进行复核确定。铺设时不得出现无坡、倒坡现象。
6. 不同管径的管材选用对应的吊架(定位箍)。定位箍的材质为Q235(3mm)薄钢板，长度可根据现场情况适当调整，应采取防腐措施。
7. 定位箍和吊架采用M12膨胀螺栓固定，间距可按2m控制。螺栓位置可适当调整，打孔时严防碰到锚头及波纹管等预应力构件。螺栓应采取防腐措施。
8. 桥梁纵向排水管接入两岸桥台应急处理池。若桥上汽车发生漏油等紧急情况，及时安排除油车抽取两岸应急处理池里含油污的废水，避免流入冬松海污染海环境。除紧急情况外，应急处理池里收集的桥面雨水可以直接漫出流出海中。处理池的位置根据现场实际情况确定。
9. 预制梁板、施工防撞栏时注意预留泄水管孔。排水设施需待防撞栏浇筑完毕后才可安装。

泄水管纵向布置参数表

跨径(mm)	n	a(mm)
16000	4	0
30000	7	1000

一处泄水孔材料表

编号	名称	单位	数量
1	弯头	个	2
2	三通	个	1
3	Φ 20PVC管	m	1.2
4	定位箍支架	套	1

全桥泄水材料表

编号	名称	单位	数量
1	弯头	个	1576
2	三通	个	788
3	Φ 20PVC管	m	3568
4	定位箍支架	套	788
5	吊钩	套	1384

工程数量表

形 式	尺 寸 (cm)	M7.5浆砌片石 (m^3)	挖基土方 (m^3)
2个应急处理池	300x300x200	45.2	89.2

保利长大工程有限公司 中交公路规划设计院有限公司	广东省2021年农村公路桥梁安全保障整治工程建设总承包 WQGZ01标段（渡改桥）	冬松大桥 泄水管构造图	设计	张兴	复核	覃亿昊	审核	徐晖	图号	DS-47	日期	2021.11

图2.2.2.1-4　冬松桥泄水管构造图

二、桥梁附属设施

（1）桥墩防撞

考虑水上船舶防撞设施，高架桥墩下部行车道影响范围内均拟设置防撞措施，防撞设施均拟设置在桥下通航孔范围内，不超出桥梁范围。

（2）栏杆

桥梁行车道侧均采用墙式防撞护栏加 FPR 玻璃钢钢管形式；人行道侧采用景观护栏，同时保证人行安全、车辆避免翻入桥下，按照人行道高出行车道大于30cm 考虑。

（3）伸缩缝

伸缩缝设置原则考虑车辆运行的舒适性和安全性，一般设置距离以90m~160m 为宜。伸缩缝均采用防水型的优质模数伸缩缝，在伸缩缝两端采用纤维砼。

（4）桥面排水

按城市桥梁，原则上每墩设一组，通过在桥墩处设置的雨水口，由雨水管沿墩柱就近排入地面道路上的排水系统。采用外露布置，便于检修。

桥梁纵向雨水排水管接入两岸桥台应急处理池，若桥上汽车发生漏油等紧急情况，及时安排，除油车抽取两岸应急处理池里含油污的废水，避免流入冬松海域造成污染。日常的初期雨水经过沉淀、隔油后，回用于周边农田灌溉，不排入海里。

（5）防撞护栏

在跨海桥梁路面两侧建设具有可靠技术参数的防撞栏，防撞栏均在桥面范围内。

2.2.2.2 连接线工程——路基工程、路面工程和桥涵工程

1、路基横断面布置

本项目参照小交通量农村公路工程技术标准设计采用四级公路标准，设计速度为 20km/h，均为整体式路基。全线采用 7.5m 宽标准路基。路基结构为土、石方。

路基标准宽度 7.5m，采用双向二车道标准一次实施；路基各部分组成为：行车道宽 2×3.5m，路缘带宽 2×0.25m。

本项目起始桩号为 K1+382，终止桩号为 K2+782，长 1.400km。

2、超高方案

（1）设计标高

路基设计标高为路线中心线处的路面标高。

（2）超高方案

无。

3、路拱横坡

行车道采用 2%的路拱横坡。

4、路堤边坡设计

（1）填方路堤的边坡坡率见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1　填方路堤边坡坡率表

填方高度	边 坡 坡 率
0～8m	一般路基边坡：1:1.5；

（2）由于本工程属徐闻冬松岛渡改桥施工连接线工程，从节约用地的方面来考虑填方路基不设置的护坡道。

5、路堑边坡设计

挖方边坡设计采用卸载为主、加固为辅的原则，从节约用地的方面来考虑不设置的平台，使其达到自我稳定。本工程挖方路段较少，且高度都不大于 3m，属砂性土质边坡，因此全线的边坡坡率按 1:1.5 进行设计。

6、一般填方路堤处治

（1）基底处治：基底应清除耕植土、腐质土等表土。

（2）正常压实要求：要求基底压实度达到 90%，下路堤压实度达到 92%，上路堤压实度达到 94%，路床压实度达到 95%。

（3）其它压实要求：

1）填土高度小于 2.5m 的路基，当路床底面下填土厚度小于 0.8m 时，基底压实度应达到 95%；当路床底面下填土厚度小于 1.5m 时，基底压实度应达到 92%；当路床底面下填土厚度大于 1.5m 时，基底压实度应达到 92%。若达不到上述要求，应超挖回填，分层压实，或采取其它措施直到达到上述要求。

2）填土高度为 2.5m 的路基，仅需要正常压实。

7、软土路基设计

（1）软基分布特点

沿线软土主要以淤泥、淤泥质亚粘土为主，主要分布于水塘段。

（2）软基处理方式

软基处理方案如下：

水塘路段采用换填厚 0.5m～1m 砂垫层处理。

（3）主要材料

砂垫层：砂垫层采用洁净的中粗砂，渗透系数不小于 5×10-3cm/s，含泥量不应大于 5%，细度模数不小于 2.7。

8、新旧路基处理设计

在旧路基上加宽路基，需先按 1:0.5 的坡率开挖清除原路基包边土，随后分级开挖台阶，并每隔一级阶在拼接部位铺一层土工格栅。路基拼接采用双向拉伸土工格栅，拉紧后两端用 U 型钉固定，U 型钉采用φ6 钢筋制作。

9、路基压实标准

路基压实度采用重型压实标准，按分层压实原则实施。路基压实度、填料最小强度应符合表 2 的要求。路床填料最大粒径应小于 100mm，路堤填料最大粒径应小于 150mm。

表 2.2.2-2　填方路堤边坡坡率表

填挖类型		路床顶面以下深度(cm)	填料最小强度（CBR）（%）	压实度(%)
填方路基	上路床	0～30	5	≥94
	下路床	30～80	3	≥94
	上路堤	80～150	3	≥93
	下路堤	>150	2	≥90
零填及路堑路床		0～80	5	≥94

10、路基、路面排水系统及防护工程

（1）一般路基纵向边沟、排水沟、接水沟

1）挖方路段边沟用于排泄路面及路堑坡面雨水，根据实际情况本设计采用了梯形土质边沟。

2）路堤两侧的排水沟设置于坡脚处，排泄路基范围的地表水，与桥涵及排灌系统形成综合排水系统。排水沟特殊路段采用矩形，一般路段采用梯形，并根据排水流量的大小调整排水沟的宽度和深度。

12、桥梁及涵洞工程

本项目建有 1 座盖板涵，为钢筋砼盖板，整体式基础。涵洞的断面图见图 2.2.2.2-4。

表 2.2.2-3　盖板涵工程表

序号	中心桩号	交角	流水方向	新建涵洞							备注
				结构类型	孔数-孔径x孔高	涵底标高	改建涵长	洞口型式		用途	
		(度)			(孔-mxm)	(m)	(m)	入水口	出水口		
1	K1+980.000	30	右→左	钢筋砼盖板涵	1-4.0x3.0	0.500	21.928	八字墙	八字墙	排灌	现浇盖板、整体式基础(斜交正做)

13、拆迁工程

项目沿线现状主要为海域和鱼塘，一处砖瓦房需拆除，拆迁面积为 112m^2。拆除工程量见表 2.2.2-4。

表 2.2.2-5　拆除工程量表

序号	1	2	3	备注
名称	砖木结构房屋三类（m^2）	池塘涵道排水管（座）	池塘抽水井（口）	和安镇水头角村
数量	112	8	7	

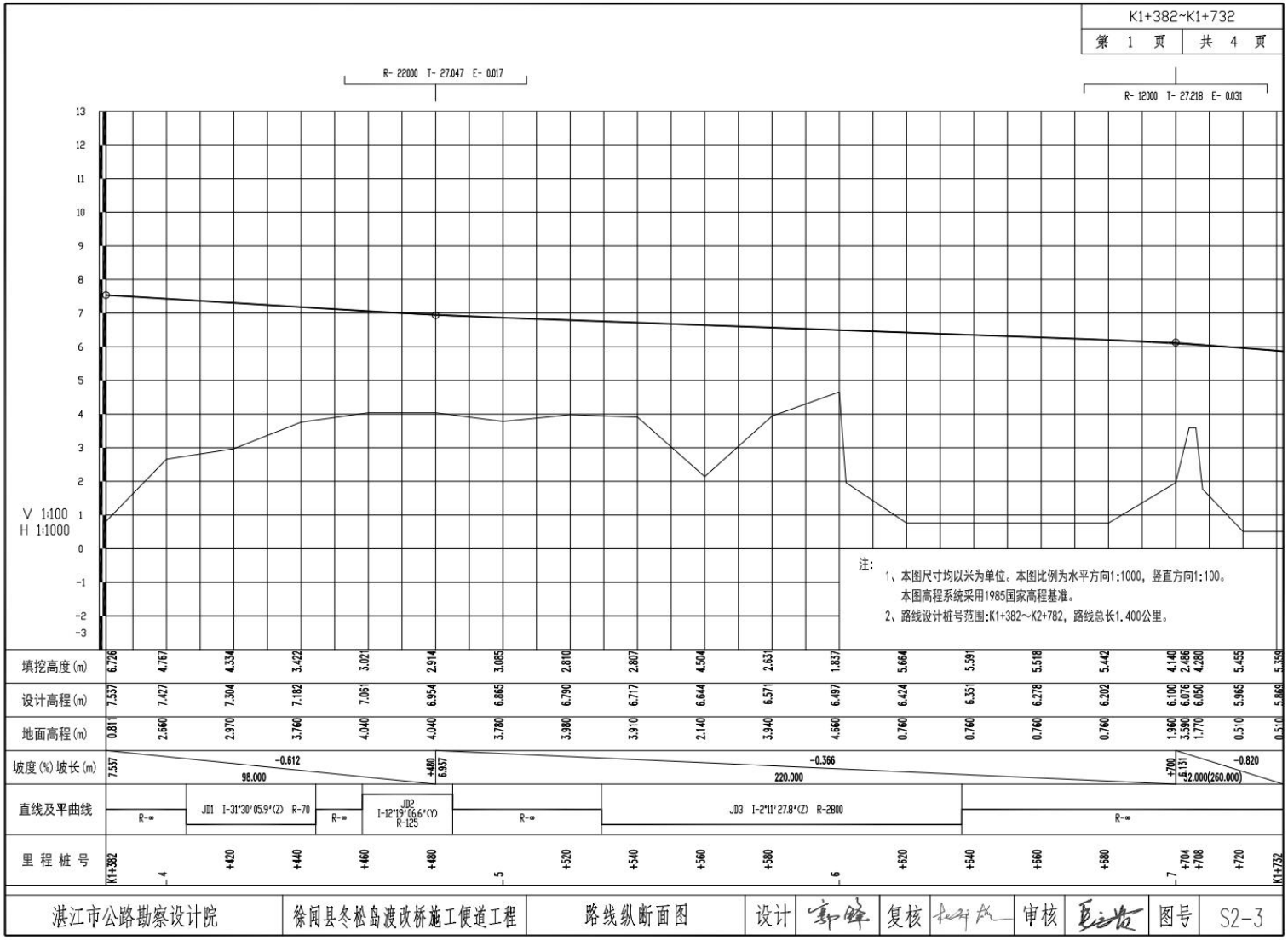


图 2.2.2.2-1（1） 冬松岛渡改桥连接线路基标准纵断面图（1）

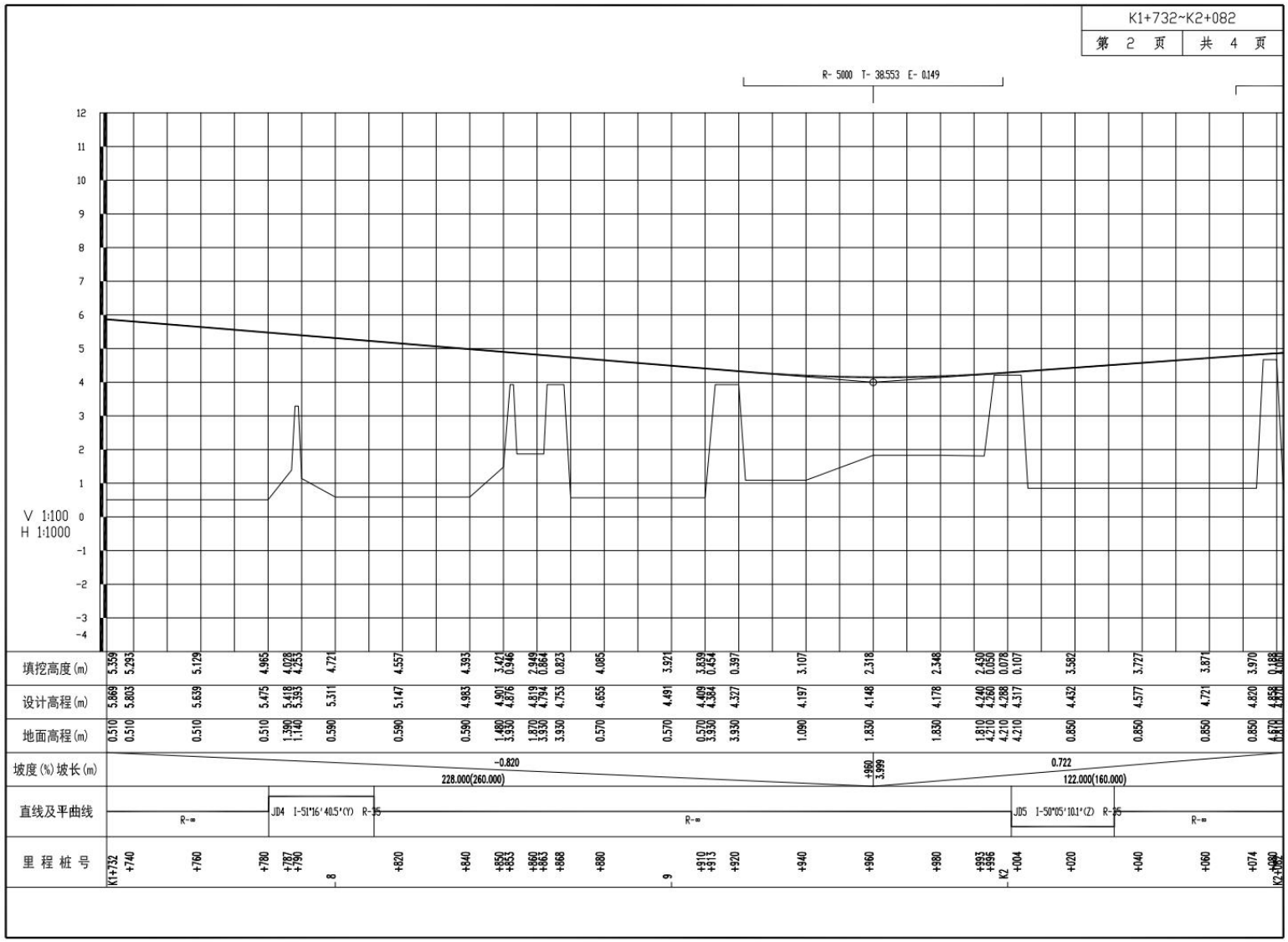


图 2.2.2.2-1（2） 冬松岛渡改桥连接线路基标准纵断面图（2）

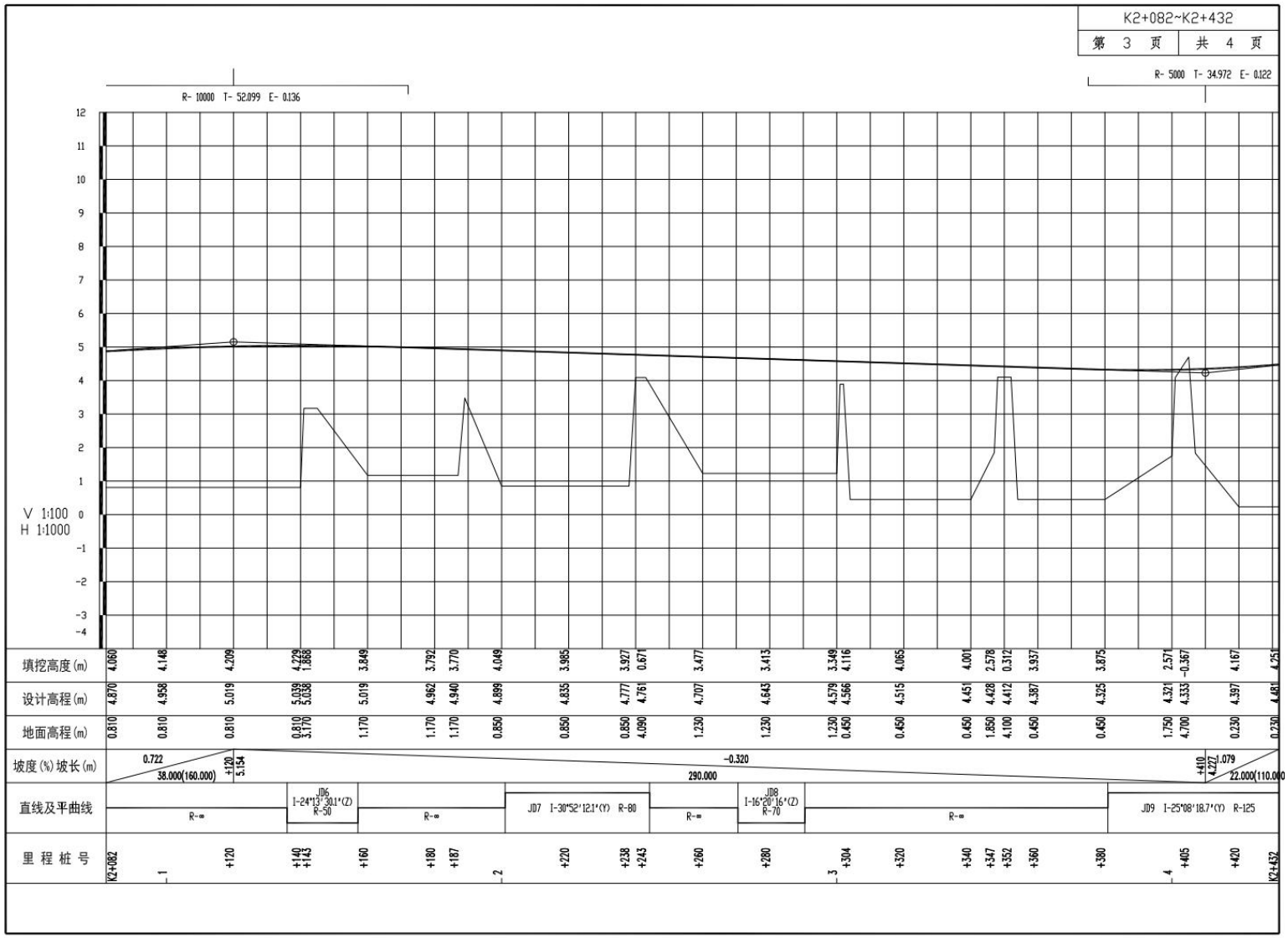


图 2.2.2.2-1（3） 冬松岛渡改桥连接线路基标准纵断面图（3）

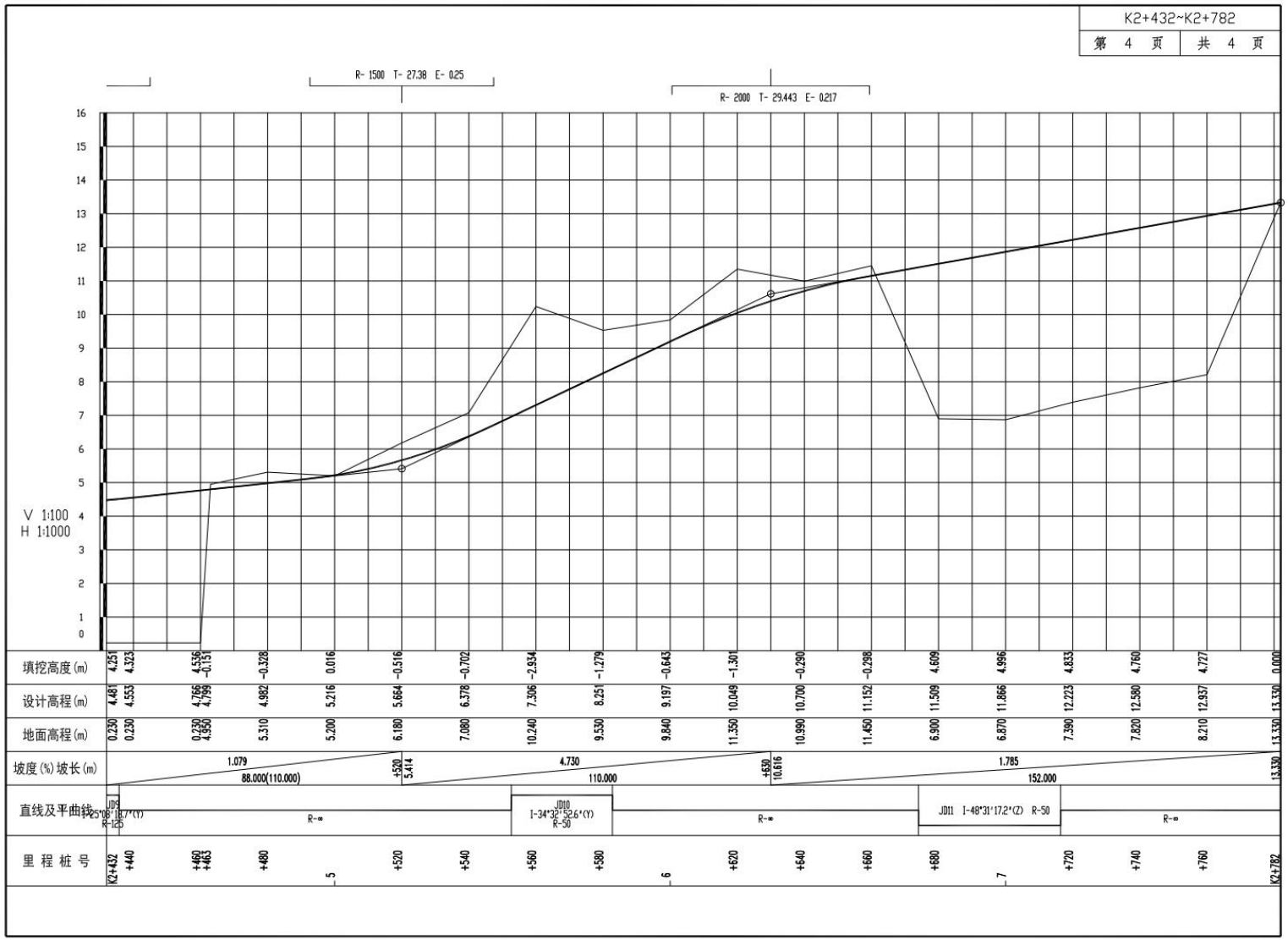
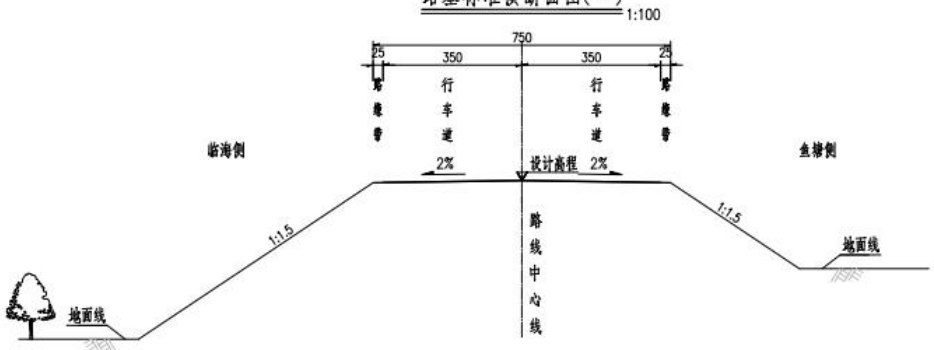


图 2.2.2.2-1（4） 冬松岛渡改桥连接线路基标准纵断面图（4）

第 1 页 共 2 页

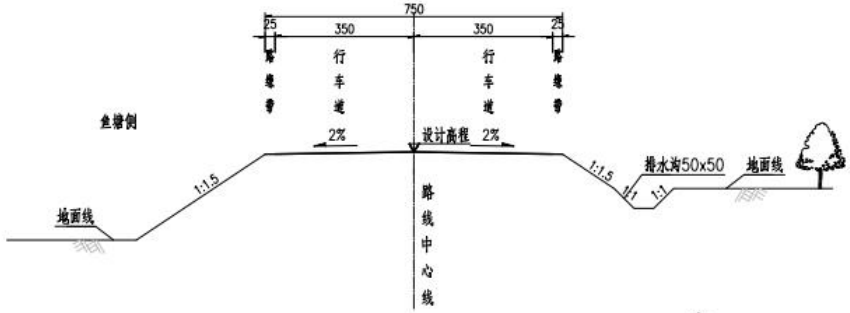
路基标准横断面图(一)

1:100



路基标准横断面图(二)

1:100



注:

1.本图尺寸均以cm为单位,比例如图所示。

2.本图适用于桥头施工便道工程。

湛江市公路勘察设计院	徐闻县冬松岛渡改桥施工便道工程	路基标准横断面图	设计		复核		审核		图号	S3-3

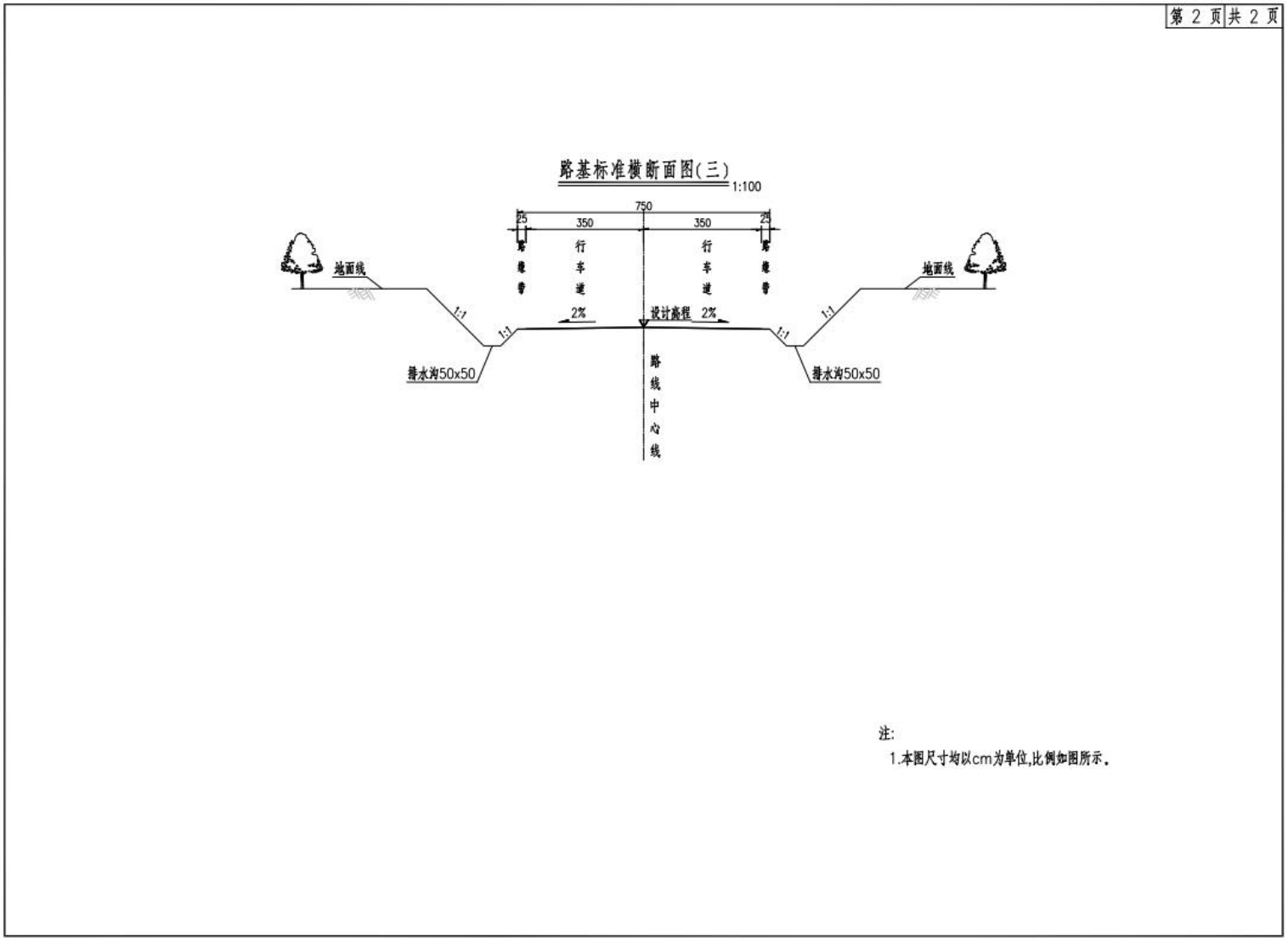


图 2.2.2.2-2　冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面图

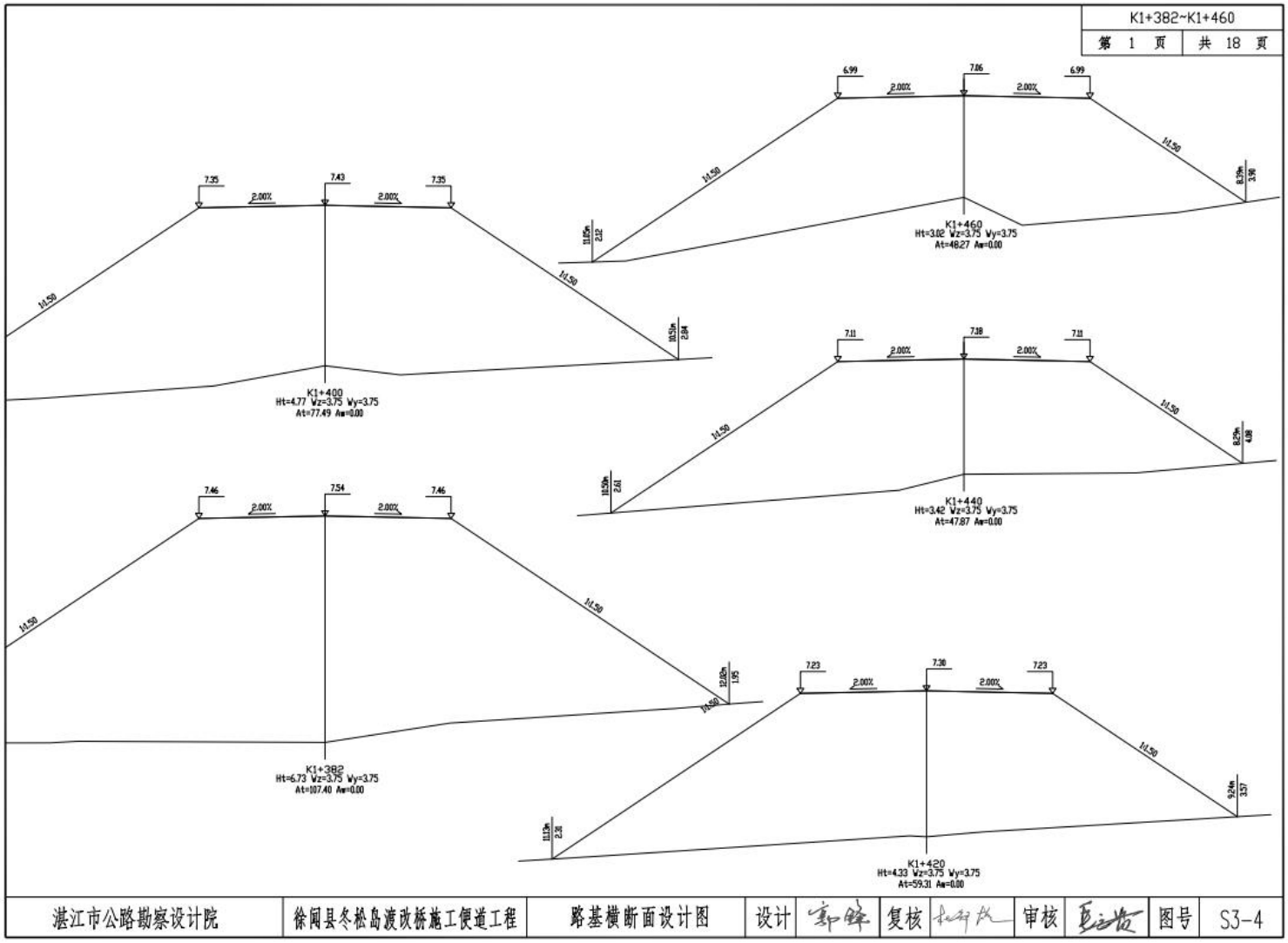


图 2.2.2.2-3（1） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

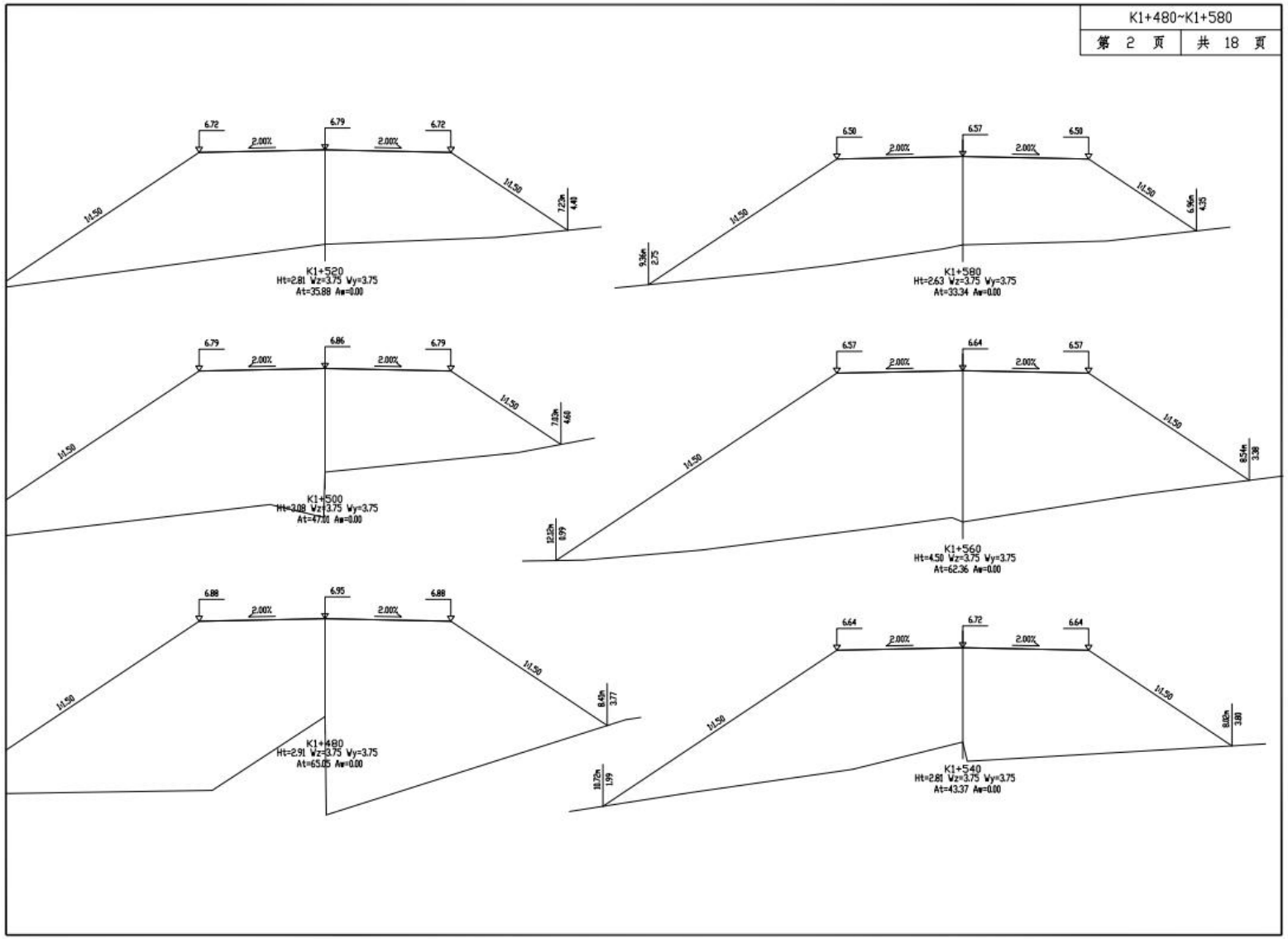


图 2.2.2.2-3（2） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

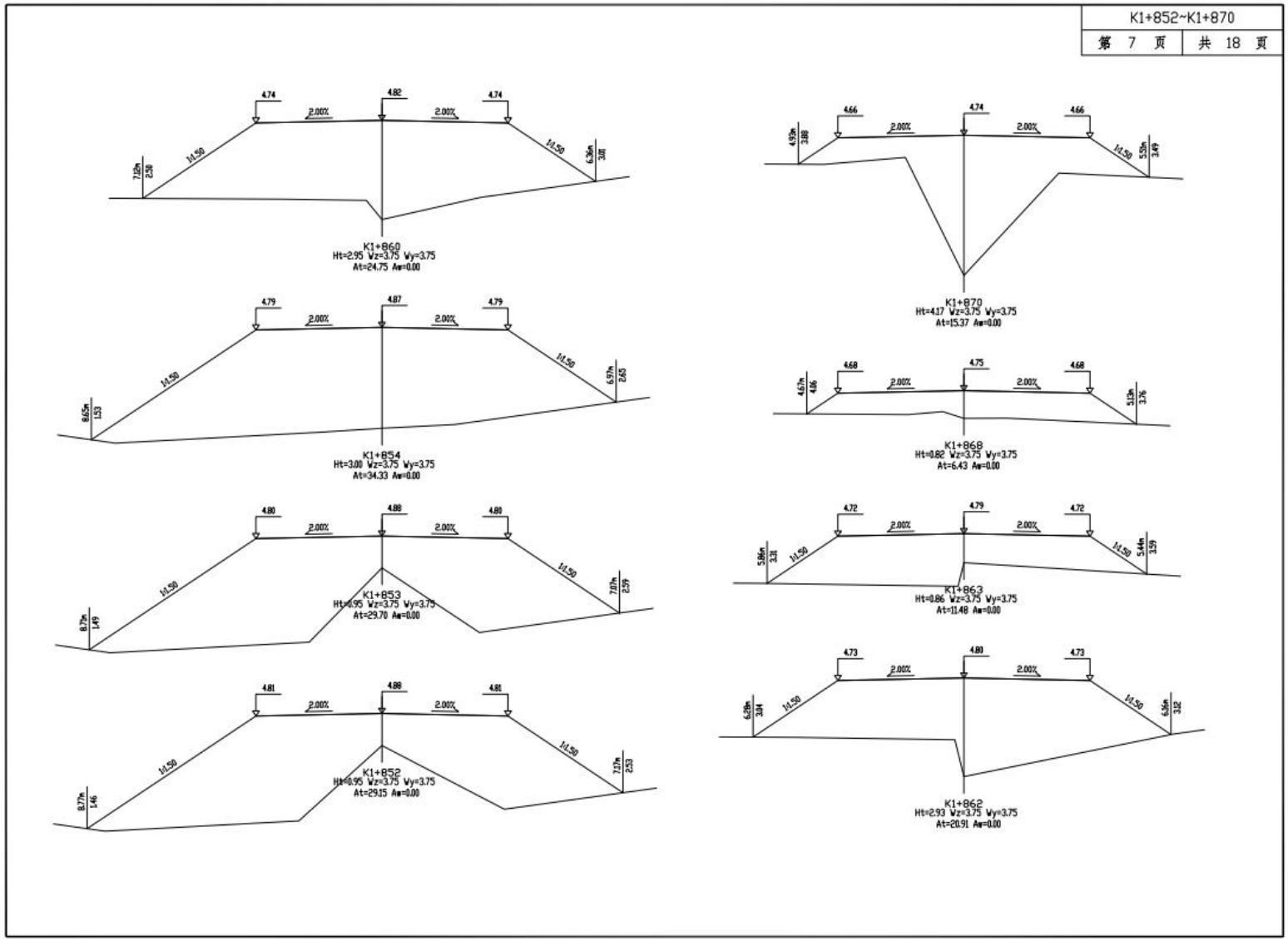


图 2.2.2.2-3（3） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

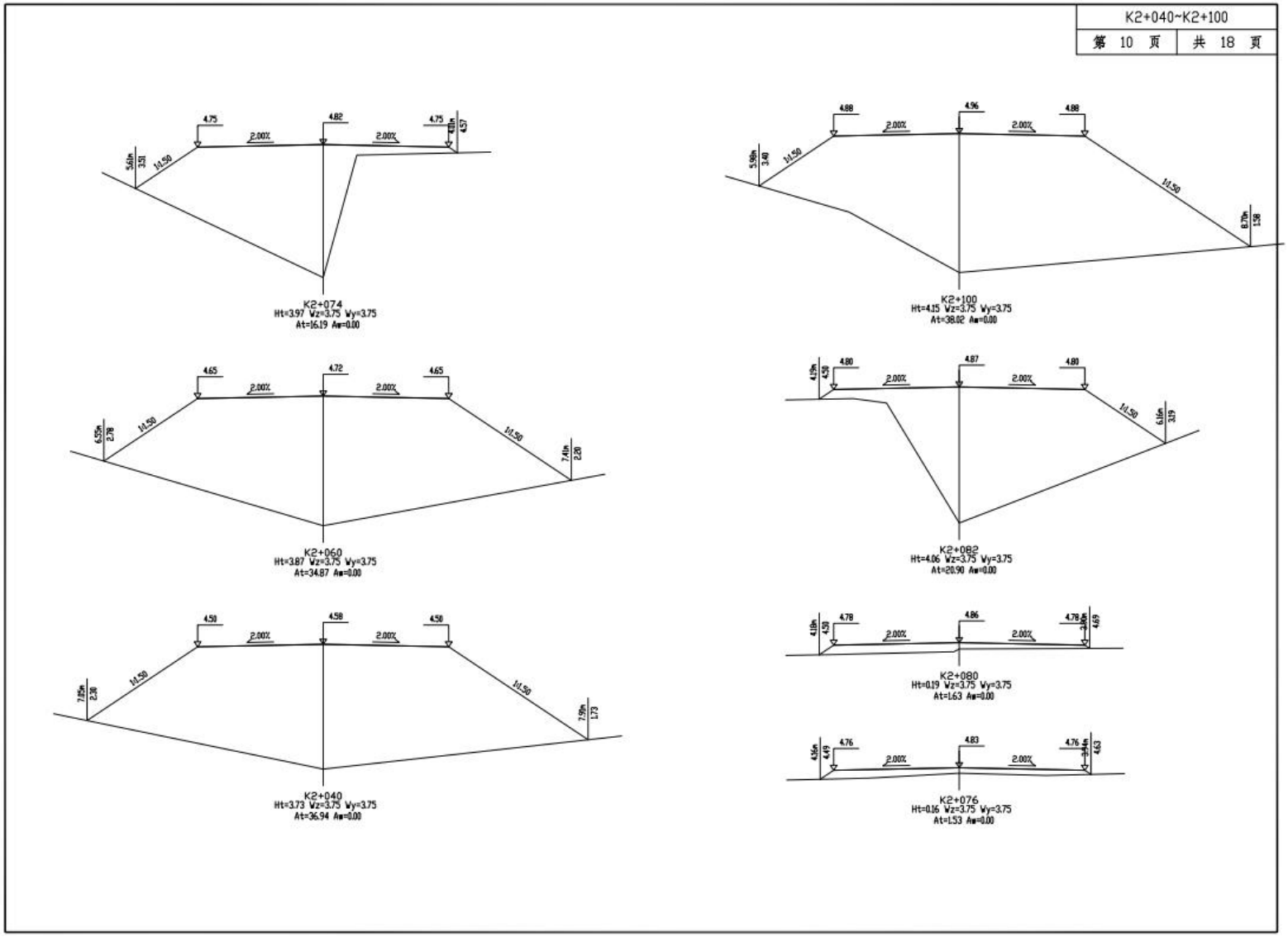


图 2.2.2.2-3（4） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

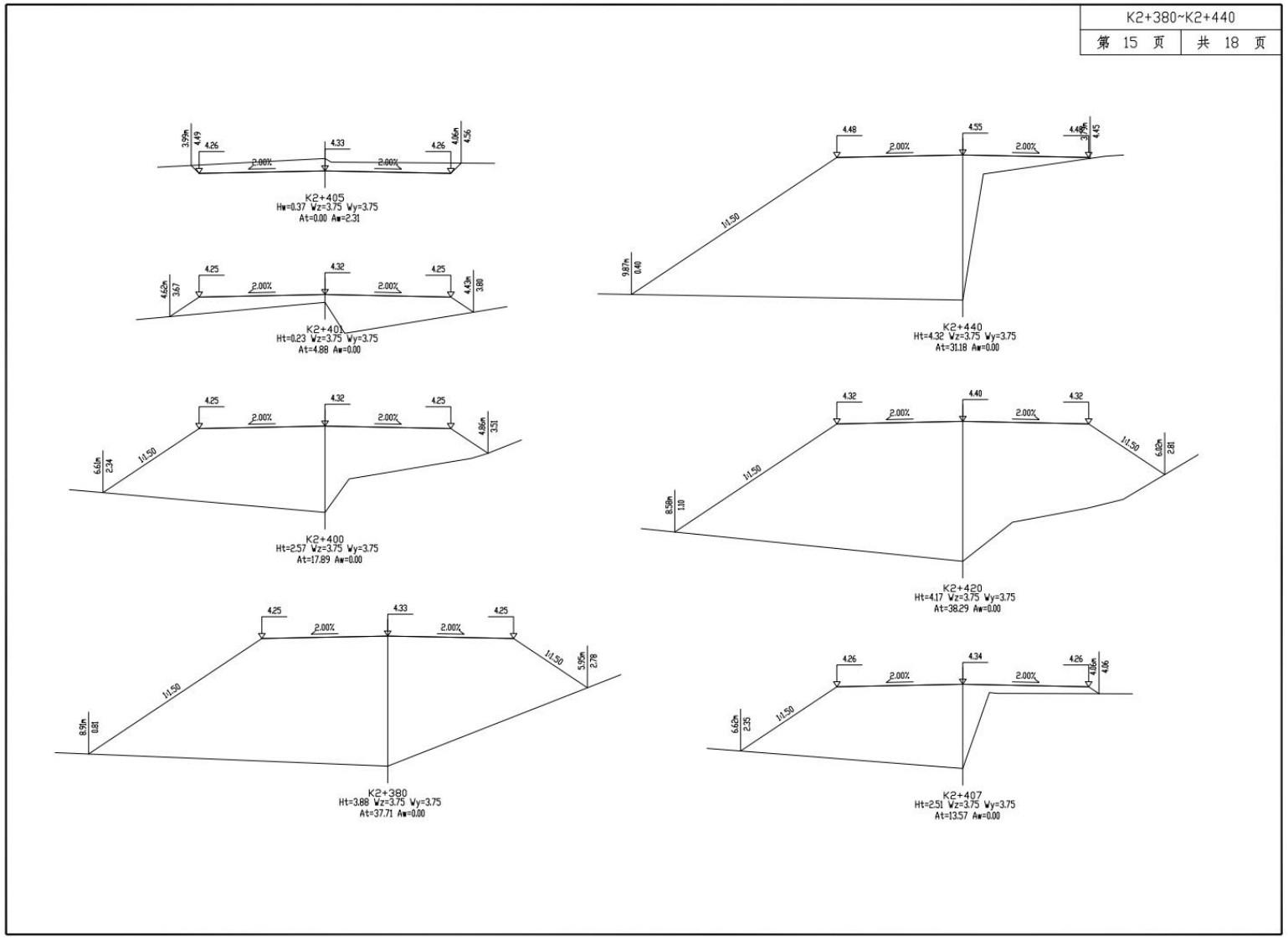


图 2.2.2.2-3（5） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

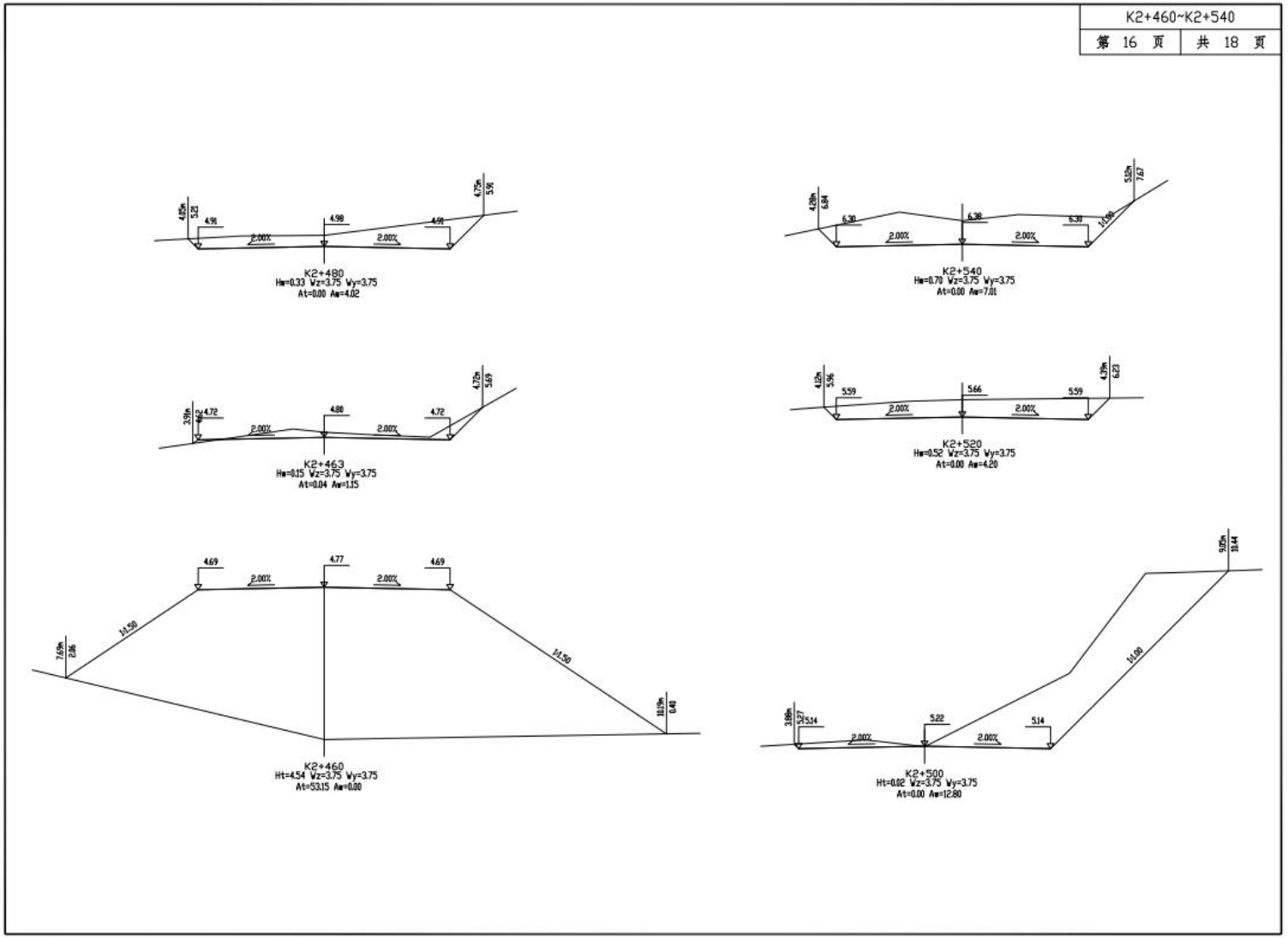


图 2.2.2.2-3（6） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

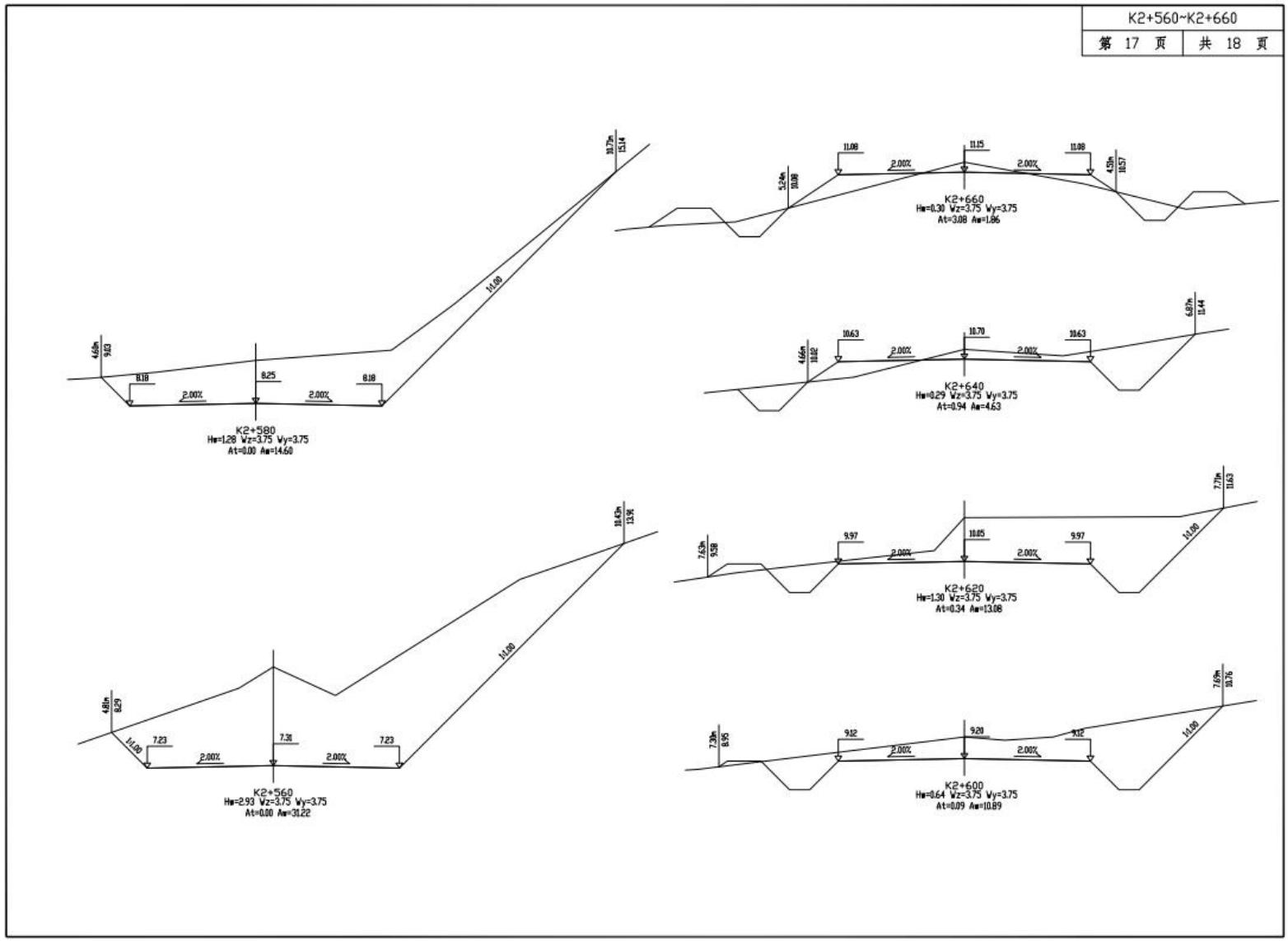


图 2.2.2.2-3（7） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

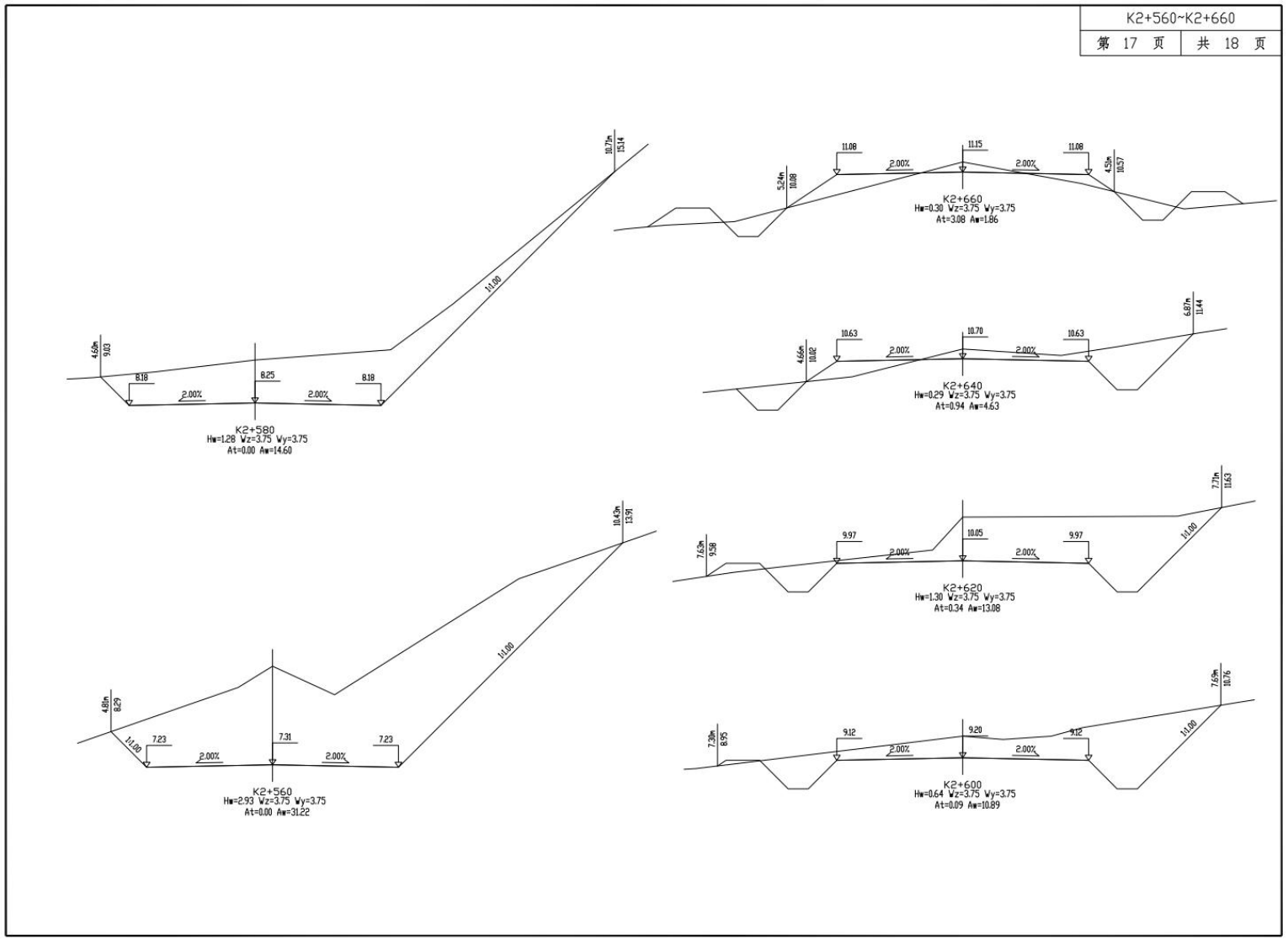


图 2.2.2.2-3（8） 冬松岛渡改桥连接线路基标准横断面设计图（典型断面）

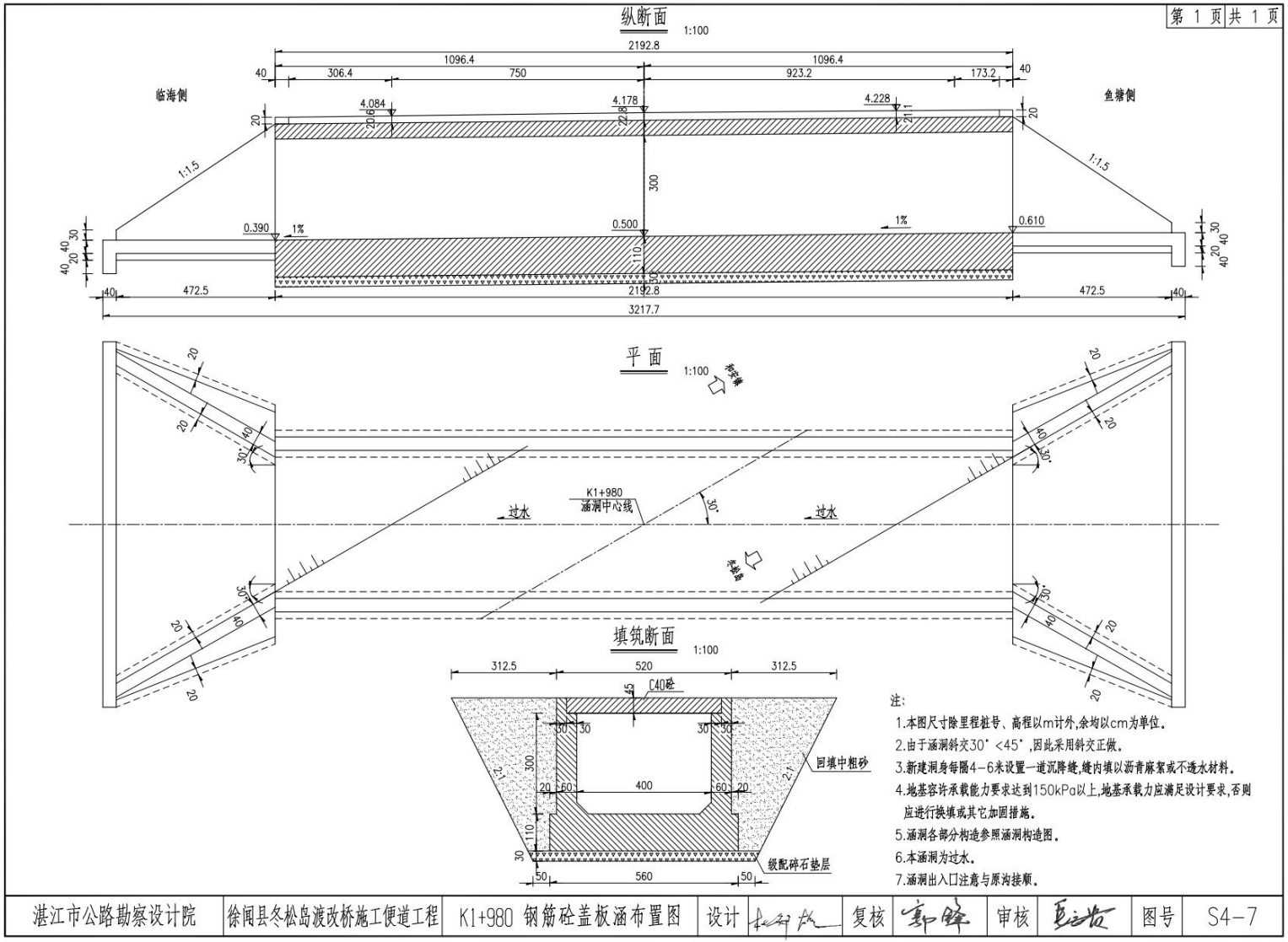


图 2.2.2.2-4　钢筋盖板涵布置图

2.2.2.3 大临工程——钢栈桥、施工平台

项目海上作业拟采用搭设钢栈桥和钢平台的施工工艺，栈桥采用 20cm 厚钢筋混凝土面板、 三拼贝雷组、45 工字钢、Φ82 钢管桩等构件形成，单跨跨径为 12m，每 8 跨为一联。栈桥宽为 6.0m，横向钢管桩中对中间距为 4.5m，钢管桩顶面采用 45 工字钢作为横向连接分配梁，顶面铺设贝雷片，贝雷片通过 28#槽钢固定在分配梁上，贝雷片共 2 组，每组各为三片贝雷，贝雷片之间的净距为 0.9m，片与片之间设置花窗剪力撑。贝雷上面设置 20cm 厚钢筋混凝土面板，面板两侧安装 1.2m 高护栏。

施工平台从底往上依次采用ø82 钢管桩+45 工钢+3 排单层贝雷+25 工字钢分配梁+28#槽钢+波形护栏。

1、栈桥概况

冬松岛大桥栈桥全长 1382m，栈桥跨径为 12m，共计 114 跨，桥面净宽 6m。栈桥基础采用φ820mm×8mm 钢管桩，钢管桩之间沿横桥向设置一道平联管，长度为 4.5m，平联管采用双拼 45 工字钢，钢管桩上架设双拼 45 工字钢作为垫梁，栈桥承重梁采用贝雷梁（3+3+3），贝雷上铺设混凝土面板。栈桥断面设计图 2.4.1.1-2，栈桥平台总平面见图 2.4.1.1-1 所示。

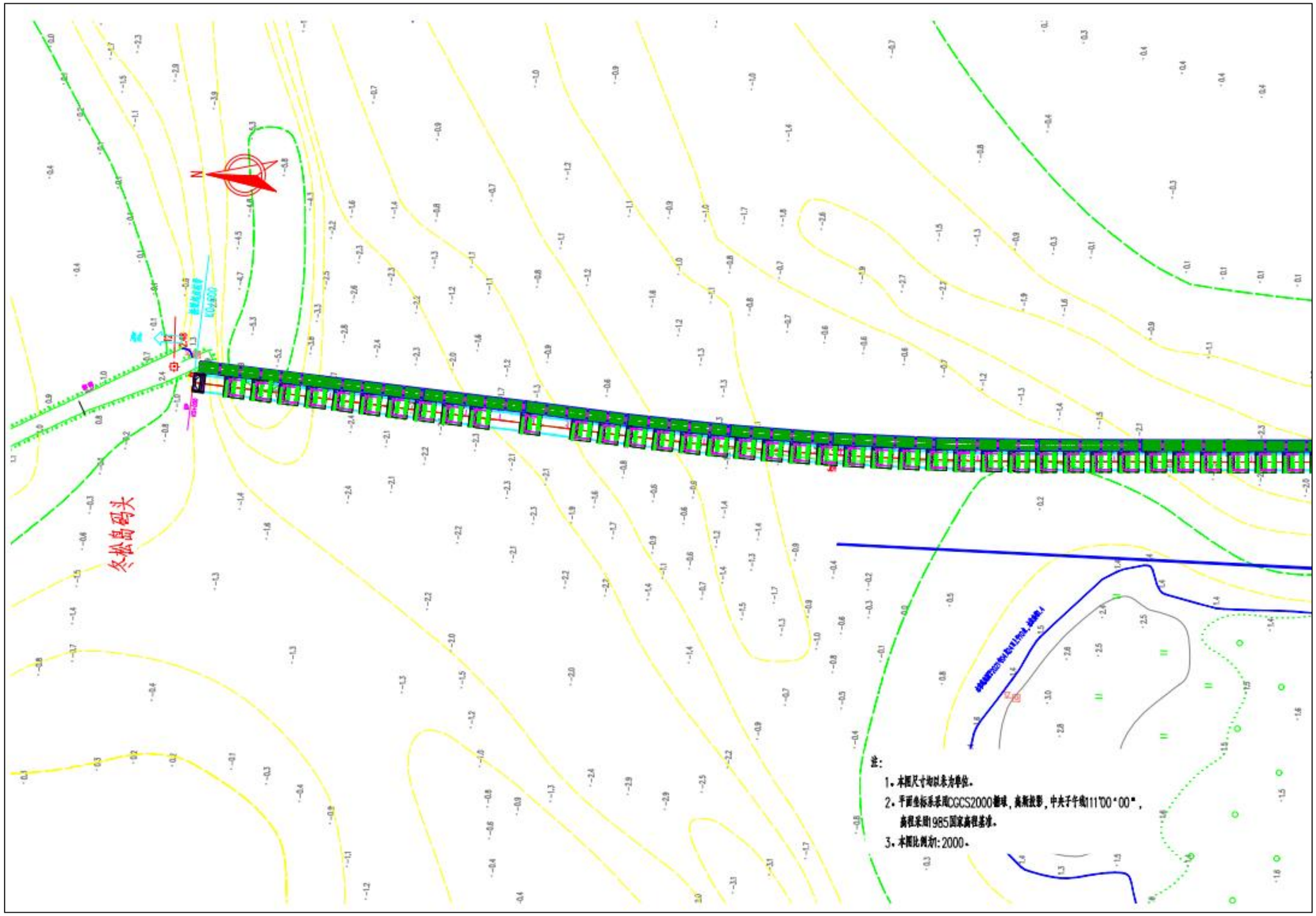


图 2.4.1.1-1（1）　冬松岛渡改桥施工栈桥平面布置图

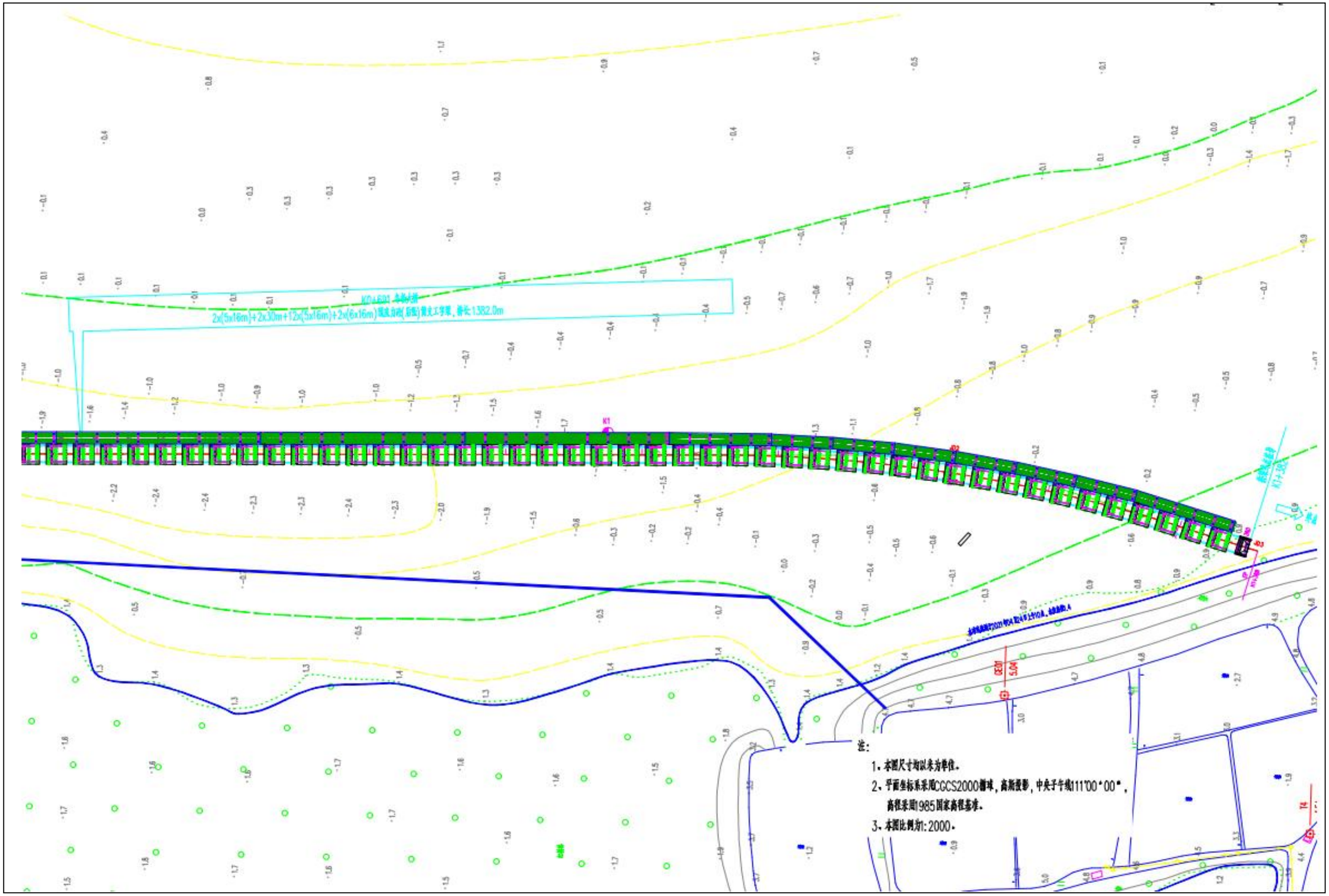


图 2.4.1.1-1（2）　冬松岛渡改桥施工栈桥平面布置图

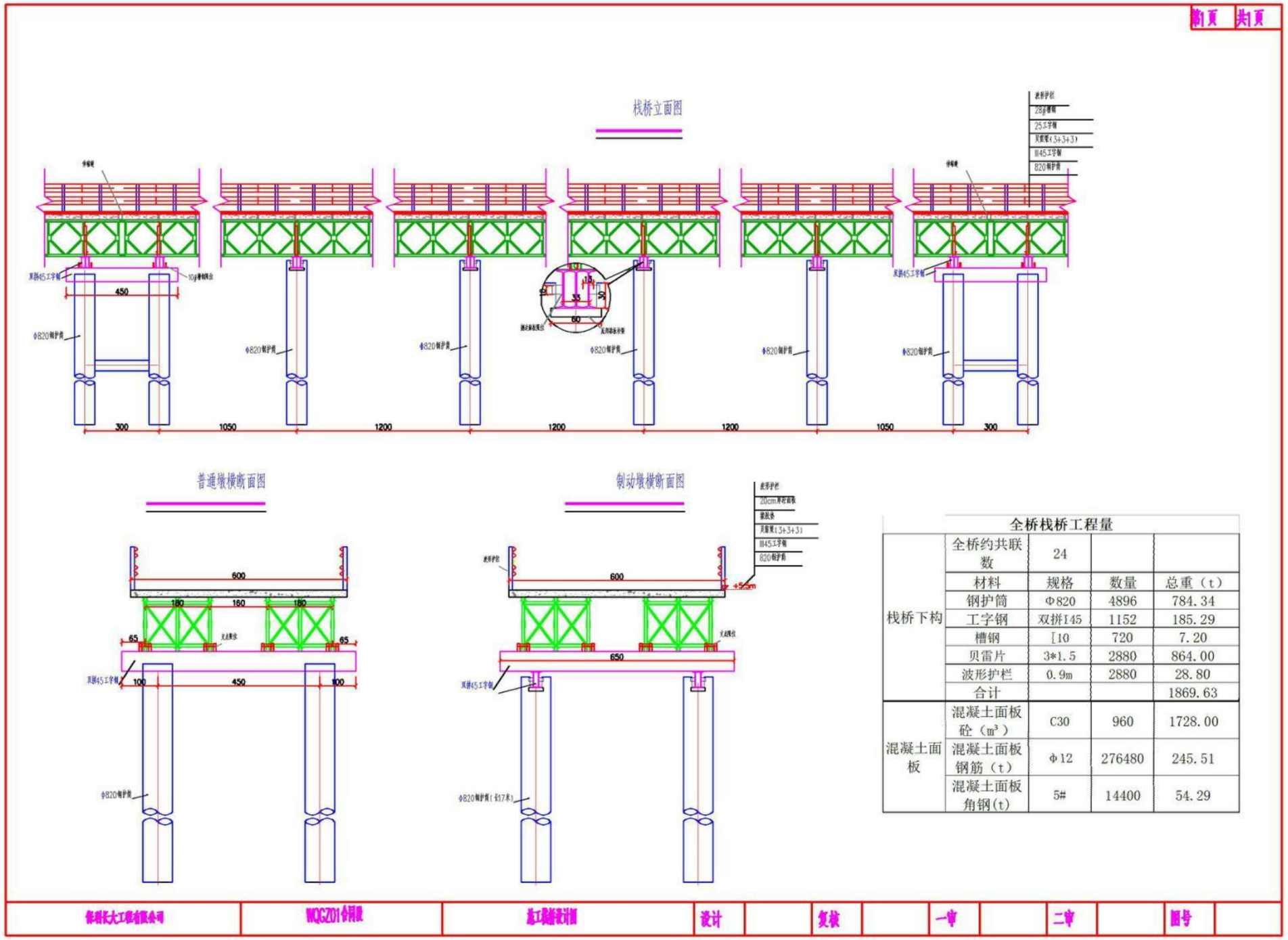


图 2.4.1.1-2　冬松岛渡改桥施工栈桥断面图

2、钢栈桥主栈桥结构设计

主栈桥南北走向，主栈桥全长 1382m，栈桥跨径为 12m，共计 114 跨，桥面宽度 6m。

1）基础及下部构造

本钢栈桥采用Φ820×8mm 护筒管桩基础支撑桩，钢栈桥基础每排设置 1 根双拼 45 工字钢，标准跨径 12m；在钢管桩顶下 0.5m 范围内设 45 工字钢平联及剪刀撑，以增加侧向刚度及整体稳定性。桩顶横梁采用双拼 45 工字钢，在平整场地上等间距布置 10cm×10cm 方木，将工字钢扁倒平放在方木上，对接切割好驳口后的工字钢，并施加点焊，使其对接牢固。补塞驳口钢板，钢板尺寸应与驳口吻合，厚度与工字钢腹板相同。对翼板，驳接钢板进行焊接，要求焊缝饱满，焊缝厚度不小于 1cm。

2）主梁

栈桥主梁采用“3+3+3”贝雷片（3m×1.5m），6m 宽钢栈桥横向布置 3 排单层+3 排单层+3 排单层共 3 组合计 9 片贝雷片作为主梁。贝雷梁与桩顶横梁之间通过焊接构成的限位器进行固定。

3）桥面

在面板预制场预制长厚度为 20cm 的混凝土面板，用于桥面铺装。

4）护栏

安全护栏采用波形护栏。

3、钢平台结构设计

栈桥桥面车行道宽 6m，打桩平台根据承台尺寸进行布置，其中打桩平台与支栈桥按 1.2m 的间距设置，考虑施工中吊重设备的吊装能力布设 1 座支栈桥，打桩平台尺寸根据承台大小布置，搭设面积约 36.64m^2。

1）钢作业平台钢管桩

钢作业平台钢管桩采用φ820×8mm 钢管桩，纵横向布置，栈桥每排设置 2 根钢管桩，桩间距 4.5m，每个打桩平台共布设 6 根钢管桩。

2）钢作业平台桩顶横梁

与主栈桥施工工艺相同。

3）主梁

打桩平台采用贝雷片作为主梁。贝雷梁与桩顶横梁之间通过焊接构成的限位

器进行固定。

4）分配梁

钢作业平台面分配梁采用 I25b，中心间距 400mm，遇 PHC 桩基施工位置断开。分配梁通过 U 型箍固定在钢平台主梁上。

5）平台面

钢平台面板采用 28#槽钢垂直栈桥向倒扣，槽钢边间距 25mm，平台面在 PHC 桩位置开边长为 D+30cm 的正方形孔洞（D 为直径）。

6）安全护栏

同施工钢栈桥。

2.3 预测交通量

根据《徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程可行性研究报告》，本次道路工程的交通量预测结果见表 2.3-1。

表 2.3-1　项目特征年份交通预测量（pcu/d）

项目	2023 年	2029 年	2037 年
徐闻县冬松岛渡改桥	1510	1969	2839

本项目车型分类方法按照《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）中有关车型及相应车辆折算系数的划分标准进行划分，折算系数的取值通常如表 2.3-2 所示。小型车的折算系数取 1，中型车取 1.5，大型车取 2.5。

表2.3-2　各类车辆pcu折算系数

车型	汽车代表车型	折算系数	额定荷载参数
小	小客车	1.0	座位≤19 座的客车和载质量≤2t 货车
中	中型车	1.5	座位>19 座的客车和 2t<载质量≤7t 货车
大	大型车	2.5	7t<载质量≤20t 货车
	汽车列车	4.0	载质量>20t 货车

高峰小时车流量约占全天车流量的 10%，昼间（16 小时）的车流量按占全天车流量的 90%计算，夜间（8 小时）的车流量按占全天车流量的 10%计算。本项目小、中、大型车辆的占比为：68.92%、23.12%、7.97%。

根据可研预测车流量换算，各路段特征年的高峰小时、昼间小时、夜间小时交通量见表 2.3-3。

表2.3-3　主要路段特征年预测车流量　　单位：辆/h

预测年	高峰小时				昼间小时				夜间小时			
	小型	中型	大型	总量	小型	中型	大型	总量	小型	中型	大型	总量
2023	84	28	10	122	47	16	5	68	11	4	1	16
2029	110	37	13	160	69	23	8	100	14	5	2	21
2037	158	53	18	229	99	33	11	143	20	7	2	29

2.4 工程施工方案、施工方法、工程量及计划进度

2.4.1 钢栈桥、施工平台的施工方案

2.4.1.1 钢栈桥、施工平台的设计

1、施工组织及施工安排

根据本工程施工总进度计划及现场施工场地条件，钢栈桥和钢平台拟按照由便道（即连接线工程）的起点开始向冬松岛方向，即由南向北方向往前推进，从连接线工程的南岸作为起点，往前推进搭设钢栈桥，采用履带吊逐跨施打钢管桩，然后拼装型钢、贝雷梁及上部承重结构，每跨施工顺序为：施打钢管桩、焊接桩顶工字钢承重梁、安装贝雷梁及加固、焊接横向分配梁、铺设面板及桥附属设施等。

2、施工工艺流程

钢栈桥及钢平台搭设工艺流程见图 2.4.1.2-1。

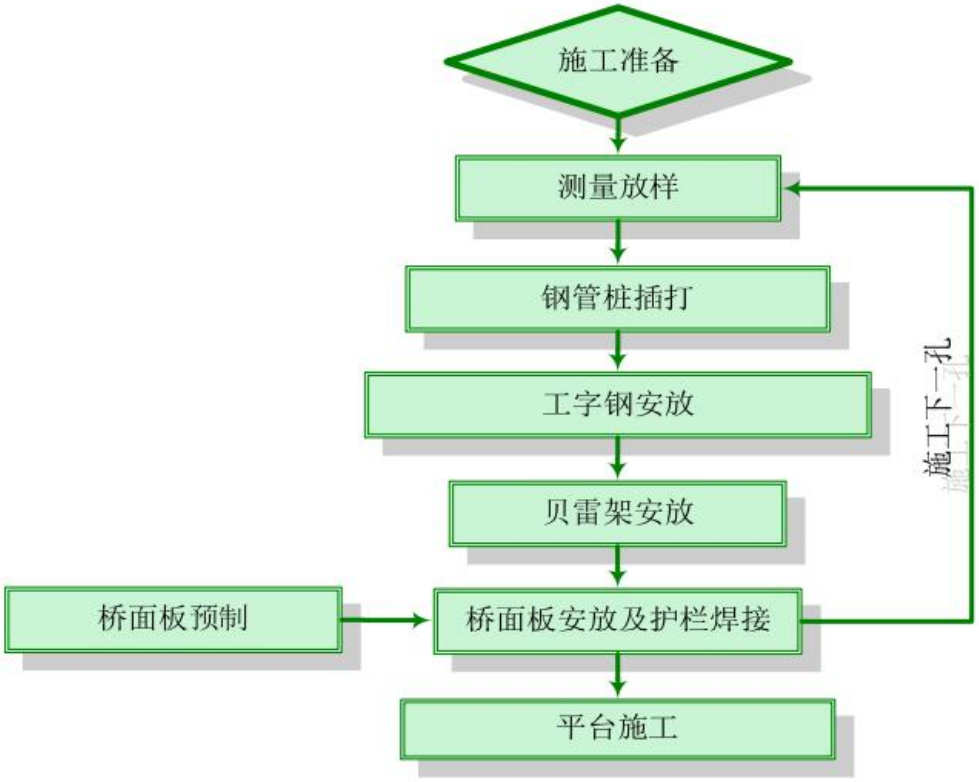


图 2.4.1.2-1　栈桥和钻孔平台施工工艺流程图

施工钢栈桥及钢平台均采用“钓鱼法”进行施工，施工钢栈桥钓鱼法施工步骤如图 2.4.1.2-2 所示。

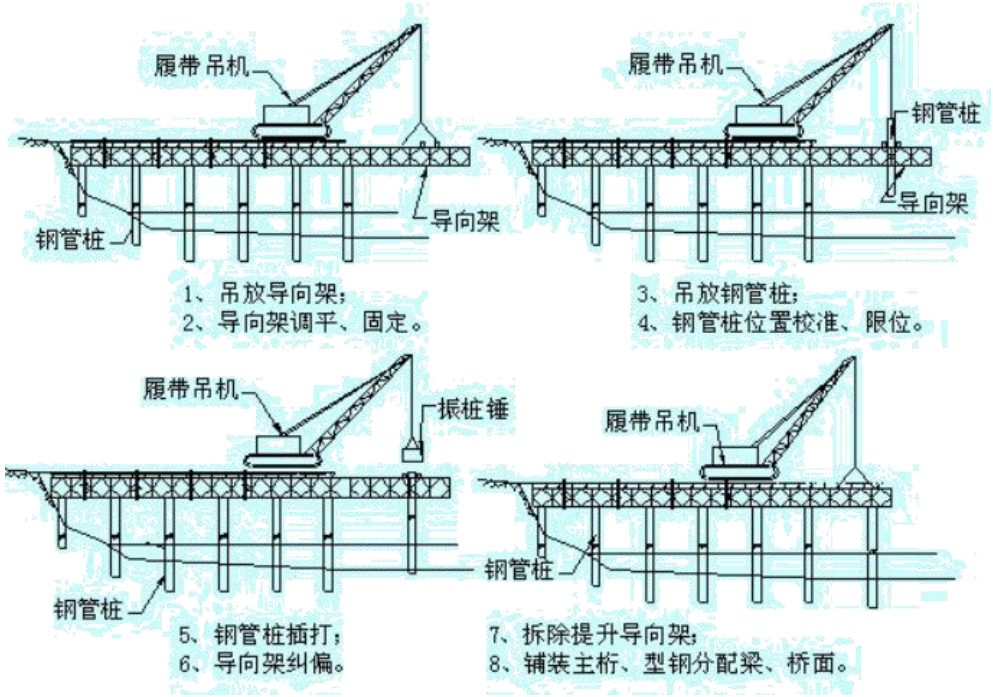


图 2.4.1.2-2　施工钢栈桥钓鱼法施工步骤

2、施工方法

（1）栈桥钢管桩施工

1）施工准备

在开始施工前，根据地质详细计算每排钢管计算长度后进行钢管的分节下料并编号，其下料长度应以钢管计算长度加上 50cm，以消除钢管倾斜、钢管顶振坏等外因的影响。同时需要考虑备料部分长度的钢管，以防出现沉桩过程中发现需要加长钢管的情形发生。

①钢管加工工艺

加工场地拟定在梁板预制场梁板存放区，加工场主要划分为原材堆放区、加工区和成品堆放区。钢管到场后，先将钢管转至原材料存放区，按规划场地摆放，严禁随意堆放，人员、设备就位，将原材钢管吊至加工区进行加工。

钢管吊装：短钢管采用钢丝绳接钢板钩起吊，长钢管采用捆吊法起吊（控制钢丝绳角度 45-60 度，防止钢丝绳承受过大水平分力），专人负责指挥，存放时应整齐，保证其稳固性。

表层清泥：利用铁铲人工清理钢管内外淤泥（或可采用空压机强吹，严禁用风割气体吹泥），要求管壁整洁，无明显泥块、杂物。

变形处理：钢管两端有变形部分的，对于Φ820mm 钢管圆度超过 15cm 的、

卷边部分的端头均应割除。

钢管拼接：拼接应在胎架上进行，最小接长长度为 2m，拼接方法为焊接：先开坡口，采用“V 型”焊缝环焊，再搭接钢板进行加强。拼接要求如下图 2.4.1.2-3

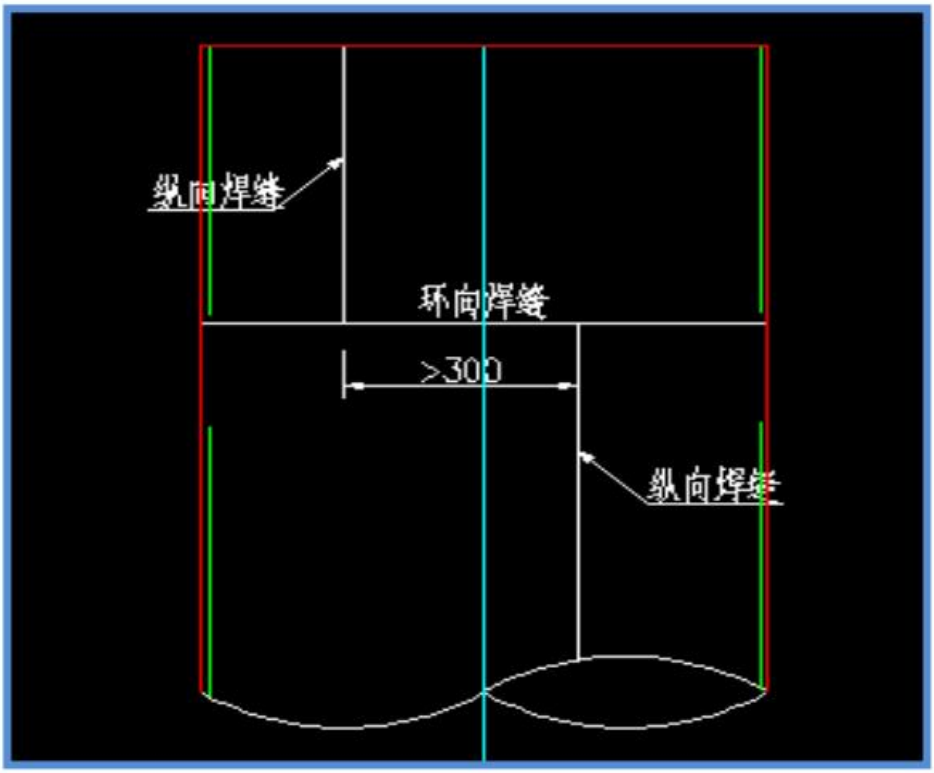


图 2.4.1.2-3 钢管结构图

采用搭接钢板，钢板沿钢管外圈等间距布置，均为四面焊接，焊缝连续，厚度不小于 1cm，且不得将母材焊穿。按施工需求材料长度进行分节，钢管分节要求切割后平面平整度以及倾斜均不超过 2mm。一次性振设到位的钢管，应在钢护筒桩顶 0.5m 段焊 1cm 钢板加劲，防止振打时护筒卷边。成品堆放： 成品应存放在指定区域，堆放整齐。

②导向架工艺：

A、贝雷拼装工艺

贝雷片进场后，堆放在已平整好的场地内，拼装前仔细检查各构件是否有伤损现象，有伤损的禁止使用。每 3-5m 间距设置 10cm×10cm 方木或 25 钢，贝雷片单节长 3m，高 1.5m，采用扁倒逐节拼接的方法，将贝雷片扁倒在垫梁上，一节的阳头插入另一节的阴头，插上接头插销及销针，扣紧扣件。利用履带吊吊起贝雷片，安装两端花窗，拧紧花窗螺丝，以防贝雷片侧翻，然后履带吊继续吊

起贝雷片就位，利用安装好的花窗定位，将其拼为贝雷架。安装上其余部位花窗，并拧紧螺丝，逐个检查贝雷架插销牢固情况。

B、工字钢接长工艺

处理需对接工字钢两对接平面，要求平面平整度、倾斜度不超过 2mm，对于双拼工字钢要求驳口错开至少 1m，扁倒工钢切割如下图所示驳口：

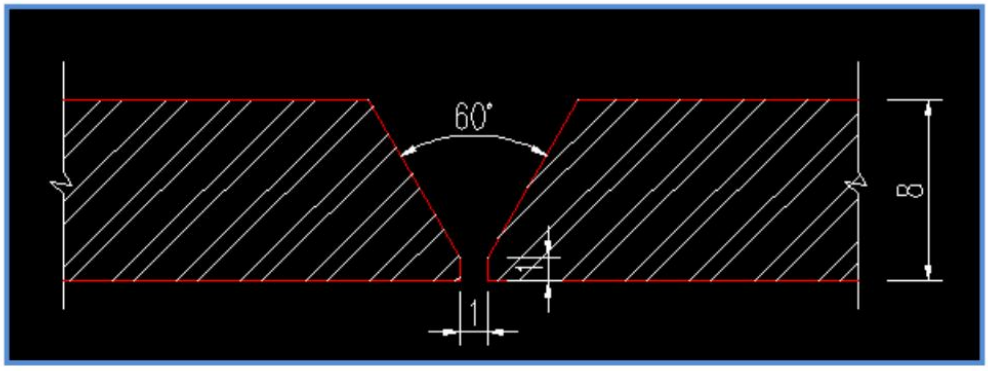


图 2.4.1.2-4 驳口切割图

在平整场地上等间距布置 10cm×10cm 方木，将工字钢扁倒平放在方木上，对接切割好驳口后的工字钢，并施加点焊，使其对接牢固。补塞驳口钢板，钢板尺寸应与驳口吻合，厚度与工字钢腹板相同。对翼板，驳接钢板进行焊接，要求焊缝饱满，焊缝厚度不小于 1cm。

2）施工测量

首先根据施工图纸计算出栈桥及平台各钢管桩的中心坐标及高程，然后利用全站仪进行放样。每完成一孔放出栈桥中心点，起到复测和安装下一孔桥面板时控制点的作用。

3）钢管桩的插打

振动锤选择：选择合适振动锤，对于第一跨管桩，由测量组按施工图纸计算出各钢管桩的坐标，根据计算结果于岸边的控制点上设监测站，在钢管桩吊起后利用交叉法确定施打位置，管桩插打进海床初步固定后复测钢管位置，若偏差过大则拔起重新测量插打，直至位置在允许偏差范围内后利用振动锤振设钢管桩到设计深度。

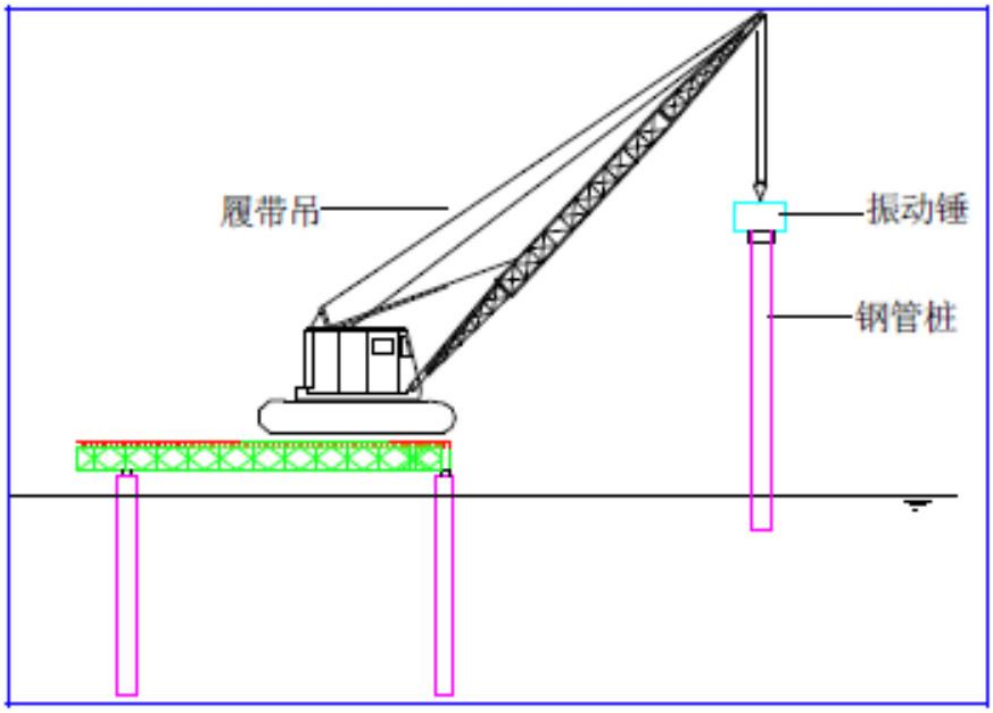


图 2.1.4.2-5 钢管桩吊打示意图

4）钢管桩抄平、开槽口

钢管桩施打到位后，根据测量组复测的钢管桩顶标高将多余的钢管桩割除，然后在钢管桩顶开宽 20cm、深 18cm 的槽口，并将割下的钢板焊在钢管桩槽口外侧及下方，保证开口平整，起加强作用。

5）焊接平联管、安放双拼 45 工字钢

平联管采用钢管为原料。预先按设计长度开料，钢管桩施打完毕，测量人员复测钢管桩标高后，在钢管桩上用钢板焊接托盘，将预先开料的平联管放置其上，然后施焊。将提前拼好的双拼 45 工字钢放置在钢管桩槽口内，并以钢板将双拼 45 工字钢与钢管桩之间连接牢固。

6）架设贝雷梁

贝雷片在岸上将花窗连接成组。拼接时整体吊运至现场进行安装，满足跨度要求后吊装到工字钢上。贝雷安装时受力插销要打紧并穿上保险销、花架螺栓要拧紧，防止栈桥、平台使用期间插销脱落等。

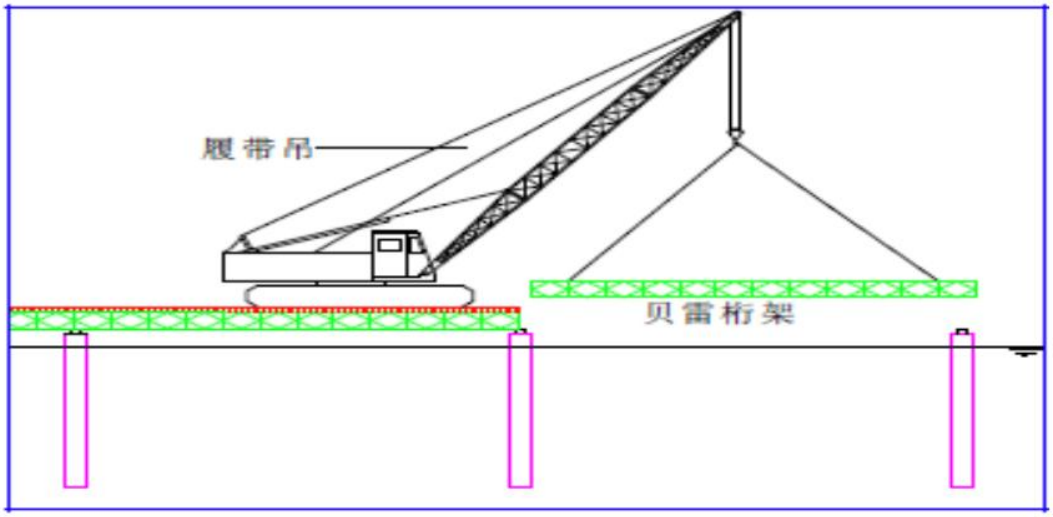


图 2.1.4.2-6 贝雷片吊装示意图

贝雷片每安装上 1 跨后，应立即将其固定。包括底部的 28#槽钢加工的抱箍和两组之间的剪刀撑，以形成整体稳定。

7） 桥面板及护栏安装

栈桥搭设过程中，在面板预制场预制混凝土面板，用于桥面铺装。预制过程中在混凝土面板底侧预埋钢板，两端预埋钢板。架设好贝雷后，从预制场转运已预制好的混凝土面板进行吊装铺设，采用焊接短槽钢与贝雷片进行固定，两端预留钢板焊接牛腿与护栏固定。栈桥两侧设置 1.2m 高的标准护栏，警示灯以及安全标识牌等附属设施并悬挂相关安全标示标牌。

8） 施工平台布置

平台采用钢结构平台，从底往上依次采用ø82 钢管桩+45 工钢+3 排单层贝雷+I25 工字钢分配梁+I12.6 工字钢+花纹板。

2.4.1.2 连接线工程——路基施工方案

本项目的路基基本位于围塘养殖的鱼塘内或是联通鱼塘的道路上。施工时先将鱼塘内的水通过抽水泵抽至其他鱼塘内用于养殖，然后在鱼塘围护的内围进行填土，不会对海域产生扰动或干扰。鱼塘有排水渠和 K1+980 处有涉水的路段，抽水后，排水渠没有水排放，为滩涂区域，箱涵处不进行填土，而是设置箱涵跨越，不需要进行围护，箱涵为现浇盖板，整体式基础。路基具体的施工和软基处理具体如下：

1、路基工程施工方案

首先利用挖方土方填筑路基，不足部分从设置的取土场集中取土，取土场取土后采取必要的防护和绿化措施，防止水土流失，保护生态环境。在施工时还要注意以下几点：

（1）地基必须先进行表土清除，对原地面夯实后方可进行路基填筑。清除的表土应收集集中堆放，用于边坡等植草绿化，或进行复耕之用。

（2）路基工程以机械施工为主，适当配合人力施工的施工方案。

（3）对于填挖交接段，为了防止竣工后产生不均匀沉降、造成路面破坏，应按规定采取必要的施工措施。

（4）鱼塘地段应按围堰、排水、清淤、回填的施工顺序进行，并充分压实，以确保路基不产生大的变形。鱼塘利用水泵将鱼塘水抽至其他鱼塘作为养殖用水，待抽干后，路基采用填土的方式进行施工，路基基本都在原有鱼塘的围堰内进行。

（5）涉及有海水跨越的地方，采用钢筋砼盖板涵铺盖，不在设施的地方进行填土。

（6）本项目土方量很大，做好弃、取土场的调查工作，科学细致地规划土石方组织调配。只要经试验合适，就尽量利用开挖方作填料，减少大量弃方对当地植被破坏，污染环境。保持原有自然景观。取土场在陆域区域。

（7）施工完毕后，应注意清理施工场地，恢复原有地貌景观。

（8）在路桥连接处，应对桥台基础加固，路堤回填加固，选用沉降系数小的回填材料。

（9）采用 GPS 定位，将桥梁与码头（或连接线）平纵接顺。

（10）桥梁建设期间，和安码头及冬松码头同步停用，北莉岛居民可通过调整后和北航道至土港码头上岸；冬松岛码头另设临时码头辅助岛民出岛。另设临时码头不在本次工程范围内，将另外申报环保手续。

2、软土路基处理施工方案

本工程软土路基主根是水田程水塘段埋 深浅、厚度小的路基。采用换填处治。

（1）对于非软基路段或软基路段的换 填区，基底、地面以上填土采用冲击式压路机每隔 3m 冲压 15 遍。要求台 后填土的压实度均须达到 94%以上。

3、纵横向填挖交界处理设计

（1）当地面横坡（或纵坡）陡于 1：5 时，需将原地面挖成宽度不小于 2m 的台阶，并设向内倾 4%的横坡，并用小型夯实机加以夯实。填筑应由最低一层台阶填起，然后逐台向上填筑，分层夯实，所有台阶填完之后，可按一般填土进行。

（2）对于半填半挖路基，挖方一侧应全部超挖，其上路床深度范围内的原地面土应予以挖除换填，并按上路床填方的要求施工。对于纵向填挖，应向挖方段超挖 10m 长（短边）、80～120cm 深，然后再回填合格土碾压，直至达到不小于 94%的压实度；对于横向填挖，挖方区路床超挖 80cm 深，然后再回填合格土碾压，直至达到不小于 95%的压实度。

2.4.1.3 钢栈桥及钢平台的拆除

当主体工程完成桩基础施工时，进行平台拆除工作；当主体工程进行到上部结构施工时，就可以着手进行栈桥拆除工作。栈桥拆除应从上至下逐段、逐根解除约束，逐个吊离，不得同时解除多个约束，以保证平台稳定。

1、拆除工艺流程

钢栈桥及钢平台的拆除工艺见图 2.4.1.4-1 所示。

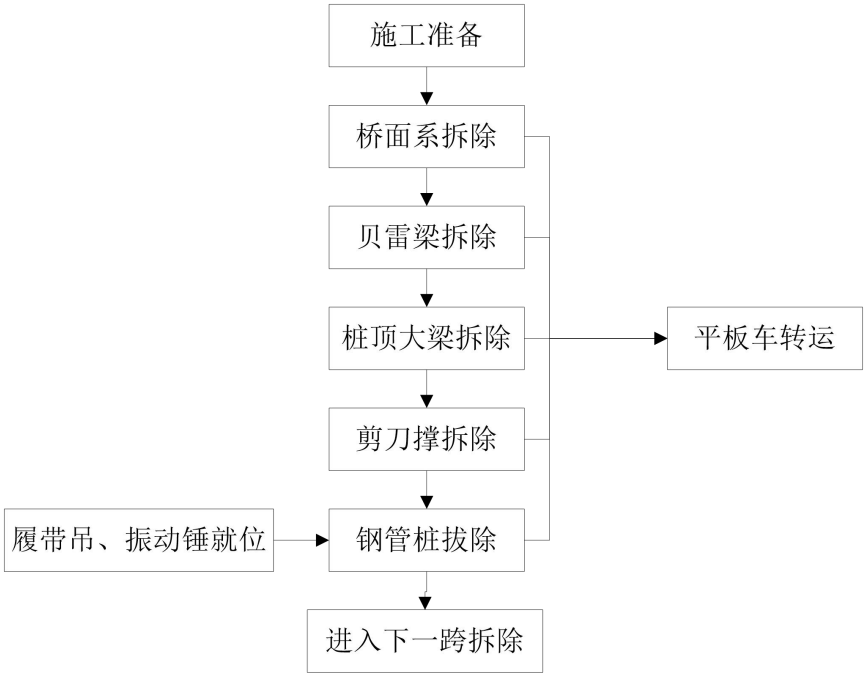


图 2.4.1.4-1　施工钢栈桥拆除顺序图

2、拆除施工工艺

拆除方向由一侧向另一侧逐跨拆除，栈桥拆除顺序由上至下进行，起重设备

用 75t 履带式起重机机，基础钢管桩拆除采用 DZ-60 振动锤。

（1）桥面系割除

栏杆通过人工割除后，吊装上平板车转运出场。桥面板间连接割除后，分块吊装上平板车转运出场。

（2）贝雷桁架梁拆卸

工字钢分布梁拆除后，进行贝雷桁架拆卸。纵向按跨径断开拆除，贝雷梁在后端栈桥分解成单片贝雷用平板车运回岸上。

（3）钢管桩拔除

单跨贝雷桁架拆除后，割除钢管桩顶面工字钢联系及横联。钢管桩拔除待振动锤液压钳夹紧钢管桩后，启动振动锤，钢管桩周边土质在振动力作用下开始液化，土质对钢管桩的摩阻力将大大减少，此时 75t 履带式起重机可缓慢将拔桩机及钢管桩往上提动，逐渐将整条钢管桩拔除，并利用平板车通过栈桥转运到岸上。若不能拔除，通航孔范围桩基的切割深度应在设计最低通航水位的基础上，符合规范要求。

2.4.2 主桥梁施工方案

桥梁上部结构采用预制场预制、现场安装施工，下部结构采用现浇或振动锤打入方式施工。整体施工顺序：桥台、桥墩→上部结构安装、浇筑桥面板→附属结构（上部结构梁体在下部结构施工时平行预制）。

2.4.2.1 桥面、桩基施工

桥面宽度：0.5m（护栏）+1.0m（硬路肩兼作人行道）+7.0m（车行道）+1.0m（硬路肩兼作人行道）+0.5m（护栏）=10.0m，桥梁全长 1382.0m，上部构造：2×（5×16m）预应力砼（后张）简支工字梁+2×30m 预应力砼（后张）简支 T 梁+12×（5×16m）预应力砼（后张）简支工字梁+2×（6×16m）预应力砼（后张）简支工字梁。桥面铺装面层采用 20cm 厚 C50 混凝土桥面板。

下部构造：桥墩采用桩柱一体墩，墩台采用 PHC 预制管桩基础；桥台为 U 台、承台桩基础。

项目采用 GPS 进行桩基定位，PHC 预制管桩采用静载管桩机直接把预制好的管桩进行施打。

2.4.2.2 桥台和支柱施工

（1）桥台顶面设置支座垫石，由于支座垫石与支座配套，施工支座垫石前应预先完成支座产品采购，将支座实际尺寸与设计文件对应核实，如有不符，应及时通知设计单位调整支座垫石平面尺寸和高度。

（2）桥台宜采用木模板，以保证外观质量平滑，无砂眼、边棱分明、线条圆顺。为使全桥颜色一致，宜选用同一厂家的水泥。

（3）支座限位挡块空隙宽度必须绝对保证其设计要求数值。

（4）浇筑桥台时，注意预埋垫石、挡块的钢筋，注意核对标高。

（5）支座安装时，需特别注意支座方向与设计图纸一致。

（6）U 台的台身采用的是素混凝土。

2.4.2.3 预制工字梁施工

（1）工字板梁抗弯承载力计算时，仅考虑梁底缘主筋参考受力，其钢筋规格数量根据计算结构确定，其余部分普通钢筋构造及规格基本一致。

（2）混凝土浇筑应连续浇筑、一次成形，每次浇筑总时间不宜超过 6h。混凝土拌合物入模前含气量应控制在 3.0-4.5%，模板及钢筋温度宜在 5-35°C。施工中应加强观察，防止漏浆， 欠振和漏振现象发生。要避免振动器碰撞预应力管道、预埋件、模板。

（3）后期在新老混凝土连接的结合面必须在预制梁场进行凿毛，预制梁结合面表层混凝土凿去 5-10mm，在浇筑后期混凝土时湿润表面并做浆，以保证新老混凝土的良好结合。

（4）所有混凝土浇筑后均需进行保湿养护。预制梁拆模时梁体混凝土芯部与表层、表层与环境温度差均不宜大于 15°C，气温急剧变化时不宜拆模。

（5）预制梁运输、起吊、就位过程中应注意采取有效措施确保梁的横向稳定，架梁后及时连接桥面板钢筋与端横梁钢筋。

（6）施工单位应根据架梁方案对梁进行施工荷载验算，验算通过后方可施工。

2.4.2.4 钢筋工艺

（1）钢筋接长时应避开钢筋应力较大处，并严格按规范接头错开布置。凡因施工需要而断开的钢筋再次连接时，必须进行焊接并满足规定的焊接长度和质

量。

（2）当普通构造钢筋与骨架钢筋相碰时，首先保证骨架钢筋位置准确，适当调整其它钢筋。

（3）钢筋连接方式，除图中注明采用焊接连接以外，其它钢筋宜采用焊接连接或机械连接，当钢筋直径不大于 36mm，且施工或构造条件困难时，可采用绑扎连接，搭接长度需满足规范要求。

（4）桥面板施工时应注意护栏钢筋的预埋。

（5）直径 12mm 及以上钢筋之间的连接采用单面焊连接，每端焊缝长度均不小于 10d（d 为钢筋直径）。

（6）纵向湿接缝搭接钢筋采用焊缝长度不小于 10d 的单面焊的环形钢筋，湿接缝宽度小于 500mm 时，与预制工字梁翼缘伸出钢筋每两根绑扎 1 根焊接 1 根，其他宽度的湿接缝均采用绑扎连接。桥面板现浇钢筋构造一联内纵向钢筋必须保持连续。

2.4.2.5 桥梁护栏施工

（1）桥梁护栏的施工应符合《公路交通安全设施施工技术规范》（JTG 3671-2021）的有关规定。

（2）桥梁护栏应在梁体支架拆除后施工。

（3）桥梁护栏施工时注意伸缩缝处缝宽按设计图纸设计的宽度设置，并预留伸缩缝槽口。在断缝或伸缩缝处，应填满橡胶或沥青胶泥等弹性、不透水的材料，不应有松散的砂浆。

（4）桥梁护栏应保证浇筑质量完好、尺寸准确、表面平整，浇筑前应查阅排水、交通等相关图纸，按要求预埋有关构件。

2.4.2.6 预制件施工

施工时应注意有关预埋件的埋置，如桥梁防撞护栏、伸缩缝、交通等设施的预埋件。

2.4.3 施工进度安排

根据项目所在地的气候条件，结合项目工程特点和施工条件，本着保证质量和提高投资效益的原则，施工工期为 2022 年 10 月至 2024 年 5 月，共计 18

个月。

表 2.4.3-1　施工进度表

冬松渡改桥施工计划		
工程部位	**计划开工日期**	**计划完工日期**
1 连接线工程	2022.10.30	2023.4.31
1.1 路基工程	2022.10.30	2022.3.30
1.2 路面工程	2022.3.1	2022.4.31
2 桥梁工程	2023.5.1	2024.4.31
2.1 栈桥、平台工程	2023.5.1	2023.8.31
2.2 桩基工程	2023.6.1	2024.3.1
2.3 系梁工程	2023.8.1	2024.3.10
2.4 立柱工程	2023.8.10	2024.3.20
2.5 盖梁工程	2023.8.20	2024.4.10
2.6 预制梁工程	2023.8.31	2024.5.20
2.7 桥面系工程	2023.9.10	2024.5.31

2.4.4 工程主要施工设备

本项目主要施工设备统计见表 2.4.4-1 所示。

表 2.4.4-1　主要施工机械设备表

项目	项次	船机设备名称	单位	计划数量	用途
预制场	1	变压器	个	1	传输电能
	2	发电机	台	1	备用
	3	龙门吊	台	4	预制梁吊装等
	1	汽车吊	台	2	吊装模板、钢筋
	2	平板车	台	3	转运模板、钢筋
	3	砼运输车	台	4	混凝土运输
	4	天泵或地泵	台	2	浇注砼
	5	防撞护栏吊架	套	2	防撞护栏模板安装
	6	桁架式振动梁	套	1	混凝土振捣
	7	平板振捣器	套	1	
主桥	8	插入式振捣器	个	若干	
	9	推土机	台	3	路基施工
	10	挖机	台	1	基坑开挖
	11	空压机	台	1	压缩空气提供
	12	龙门吊	台	1	预制件吊装
	13	发电机	台	1	备用
	14	履带吊	台	3	钢筋笼吊装、模板施工等
	15	静载管桩机	台	1	打桩

项目	项次	船机设备名称	单位	计划数量	用途
施工栈桥	16	运梁车	台	3	梁板运输
	1	挖掘机	台	2	开挖及平整场地
	2	压路机	台	1	栈桥连接线压实
	3	自卸车	台	4	连接线填筑土石转运
	4	履带吊	台	2	材料转运， 钢管桩打入
	5	平板车	台	2	材料运输
	6	发电机	台	2	备用
	7	振动锤	台	2	钢管转振锤

2.5 项目土石方平衡

本项目土方挖方 2418.4145 m^3，填方 47931.2855 m^3，本桩利用 357.6627 m^3，远运利用 1727.177 m^3，借方 45846.44 m^3，项目没有弃土方。项目土石方数量情况见表 2.5-1。

冬松渡改桥预制场施工营地均设置于项目连接线与县道 X695 连接处，即里程桩号 K2+782 左侧 100 米处。可用于预制场建设的面积为 13914.1 ㎡（20.9 亩），预制场实际占地面积暂定为 6656 ㎡（10 亩）；土地类别为建设用地。预制场临时用地土地类别为建设用地，项目完工后，本施工单位须对用地范围进行恢复土地原样，具体措施为：1、用地范围内仅允许建设施工期间的临时性建筑；2、项目完工后拆除用地范围内所有建筑；3、硬化地面采用冲击炮或挖掘机清除；4、生产废渣、生活垃圾及时清除转运；5、做好场地平整及排水措施，不留任何安全隐患；6、经相关部门验收后方可办理相关交接手续。

图 2.5-1 项目施工营地位置图

表 2.5-1　土石方平衡表

徐闻县冬松岛渡改桥施工便道工程　　第1页　共1页

起讫桩号	长度	挖方(m^3)							填方(m^3)			本桩利用		远运利用				借方				废方				备注
		总体积	土方			石方			总数量	土方	石方	土方	石方	土方	石方	平均运距(Km)		土方	平均运距	石方	平均运距	土方	石方	平均运距(Km)		
	(m)		松土	普通土	硬土	软石	次坚石	坚石	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	土方	石方	(m^3)	(Km)	(m^3)	(Km)	(m^3)	(m^3)	土方	石方	
K1+382－K2+000	618								29455.0	29455.0								29455.0								
K2+000－K2+782	782	2418.4		2418.4					18476.3	18476.3		357.7		1727.2				16391.5								
合　计		2418.4		2418.4					47931.3	47931.3		357.7		1727.2				45846.4								

编制：　　复核：　　图号：S3-11

本项目清表的土方量量为 2327m³，土壤全部回填作为绿化用土，回填量为 2327m³。排水沟建设挖淤泥 7168.7m³，全部挖基土方堆于排水沟外侧平台处，并摊铺平顺、植草防护。本项目道路连接线的路基挖方量为 2418.4m³，填方量为 47931.3m³，本项目自身利用 357.7m³，远运利用 1727.2m³，借方量为 45846.4m³，没有弃土方。

借方由新寮农场取土场取土，取土场地为果园性质，主要植被为菠萝和甘蔗。取土场范围图见图 2.5-3，取土场面积为 15299.5m²，取土标高为 31.7m，可取土量为 94507.5m³，本项目本次取土量为 45846.4m³，运距约为 7km。取土场取土前，清除表层腐殖土，集中堆放，作为后期植树绿化用土。取土采用挖掘机开挖。

取土流程如下：1、取土时先将表层 30cm 腐殖土剥离暂存，待取土结束后再将表土均铺在整后的取土坑内，以恢复原有种植条件；2、取土过程中，须保证周边水系及道路畅通，并注意油污收集，控制扬尘；3、取土场在使用时要保持大致平整，不留坑洼沟堑，边坡一般为 1：1.5。土方随拉随填，无须设置临时堆土场。

取土完成后，对坑壁和坑底均进行植草植树绿化。取土后恢复工程见图 2.5-6。取土场内设置排水沟，绿化树种选择当地耐旱树种。

图 2.5-2　取土场位置图

N
后宫
金鸡村
水头角
南湾村
东村
老鼠墩
起
北灶墩
和安中学
水头小学
和安镇政府
新村
下港
和安中心小学
西沙
下尾村
李至山
后湖小学
下尾仔
终
吴家
龟蚊村
北坡仔
笃头
0 800m
大文
新寮农场一队
下水岭
白水塘
图例
路径

图 2.5-3　运输路线图

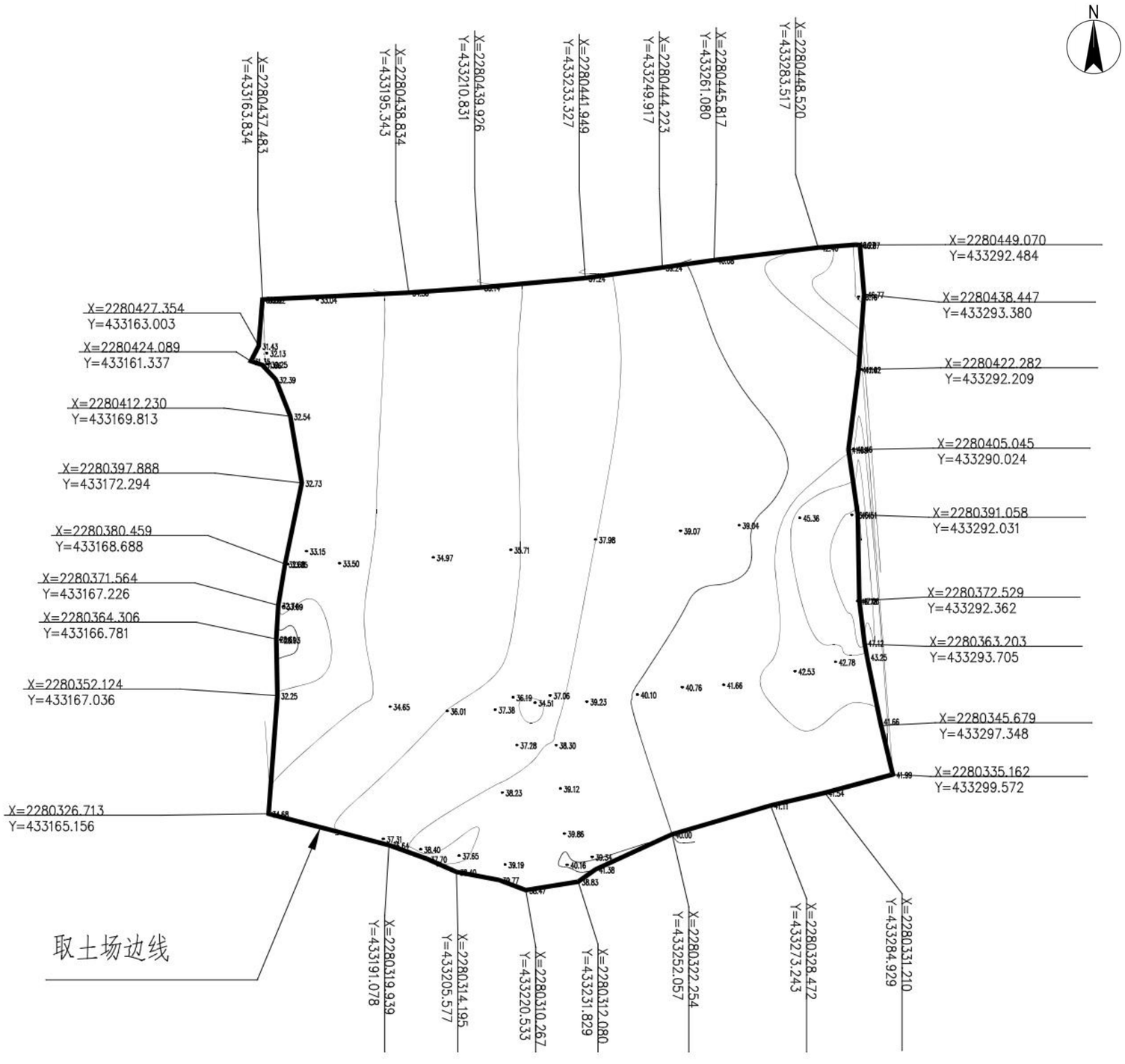


图 2.5-4　取土场的红线及地形图

图 2.5-5　取土场的用地性质图

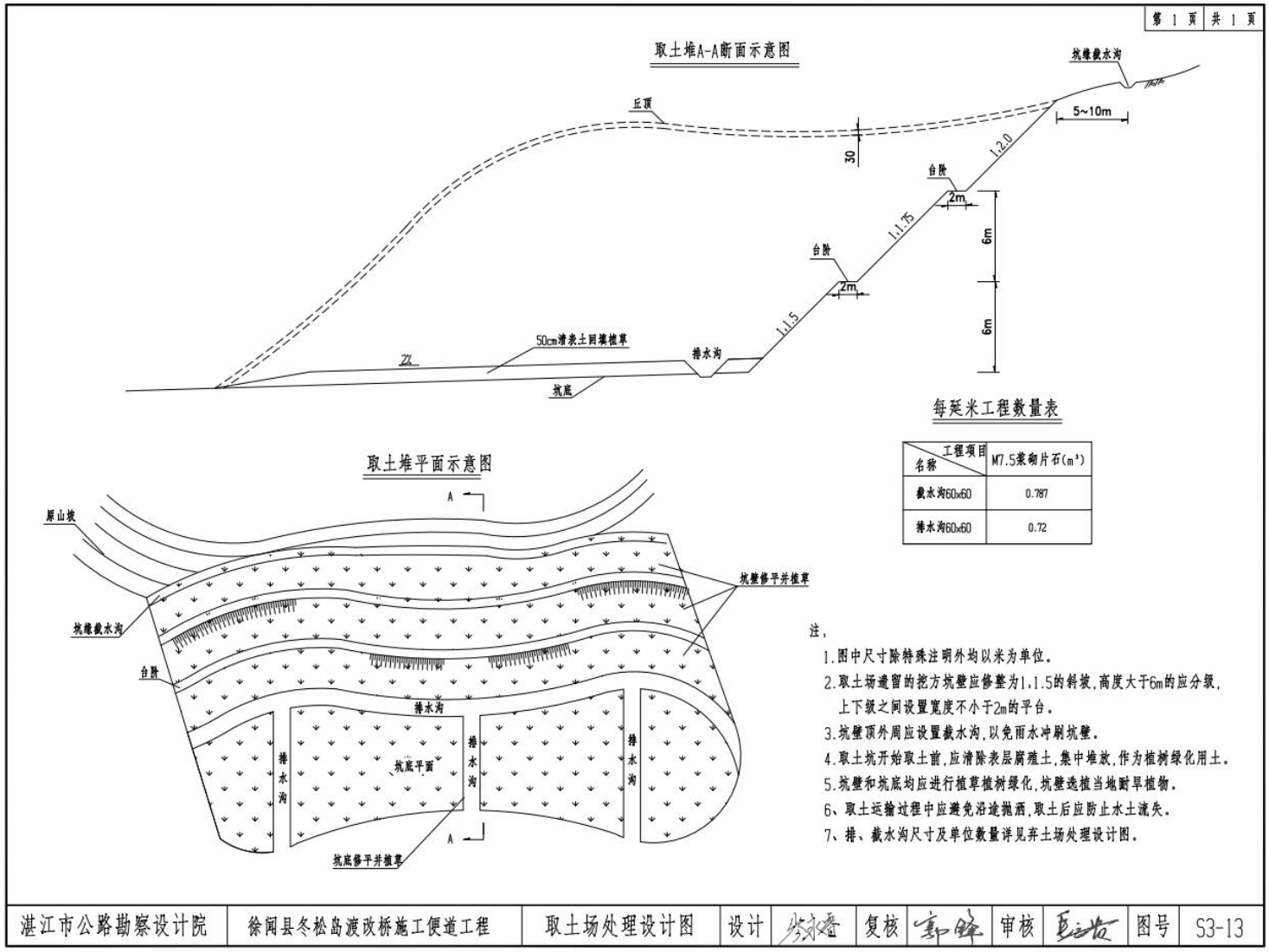


图 2.5-6　取土场的复绿工程图

2.6 项目申请用海、用地情况

2.6.1 项目申请用海情况

本项目涉海工程包括跨海桥梁、道路连接线，根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009）、《海域使用分类》（HY/T123-2009），本项目申请用海总面积为5.8340公顷。其中跨海桥梁申请用海面积为4.1864公顷，道路连接线申请用海面积为1.6476公顷。

桥梁的用海类型为交通运输用海（一级类）的路桥用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的跨海桥梁（二级方式）用海；道路连接线的用海类型为交通运输用海（一级类）的路桥用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的非透水构筑物（二级方式）用海。

项目跨海大桥北端连接现有的冬松岛码头，不占用海岛岸线，大桥南端连接新建的连接线（也称“便道”），连接线穿越现状养殖池塘与陆域相连接，连接线南端占用岸线长度为174.3m，占用岸线类型为人工岸线（养殖池塘围堤）。

申请用海宗海位置图见图2.6.1-1，宗海界址图见图2.6.1-2。

冬松桥大桥的设计使用年限为100年，根据《中华人民共和国海域使用管理法》，申请者按公益性用海的海域使用权最高期限，提出项目的申请用海期限为40年。

2.6.2 项目用地情况

本项目桥梁工程不占用陆域，用地均为海域。施工连接线大部分也未海域，仅有332m位于陆域区域，永久占地面积为4980m^2。其中1884.6m^2（即2.8269亩）的用地类型为园地——菠萝地，其他用地用地类型为荒草地和杂木林等。

项目临时占地为29213.6m^2，其中取土场面积为15299.5m^2，用地类型为园地；施工人员的施工营地和预制场占地约13914.1m^2，无须设置临时堆土场，施工营地的位置为砖厂，现状为建设用地。

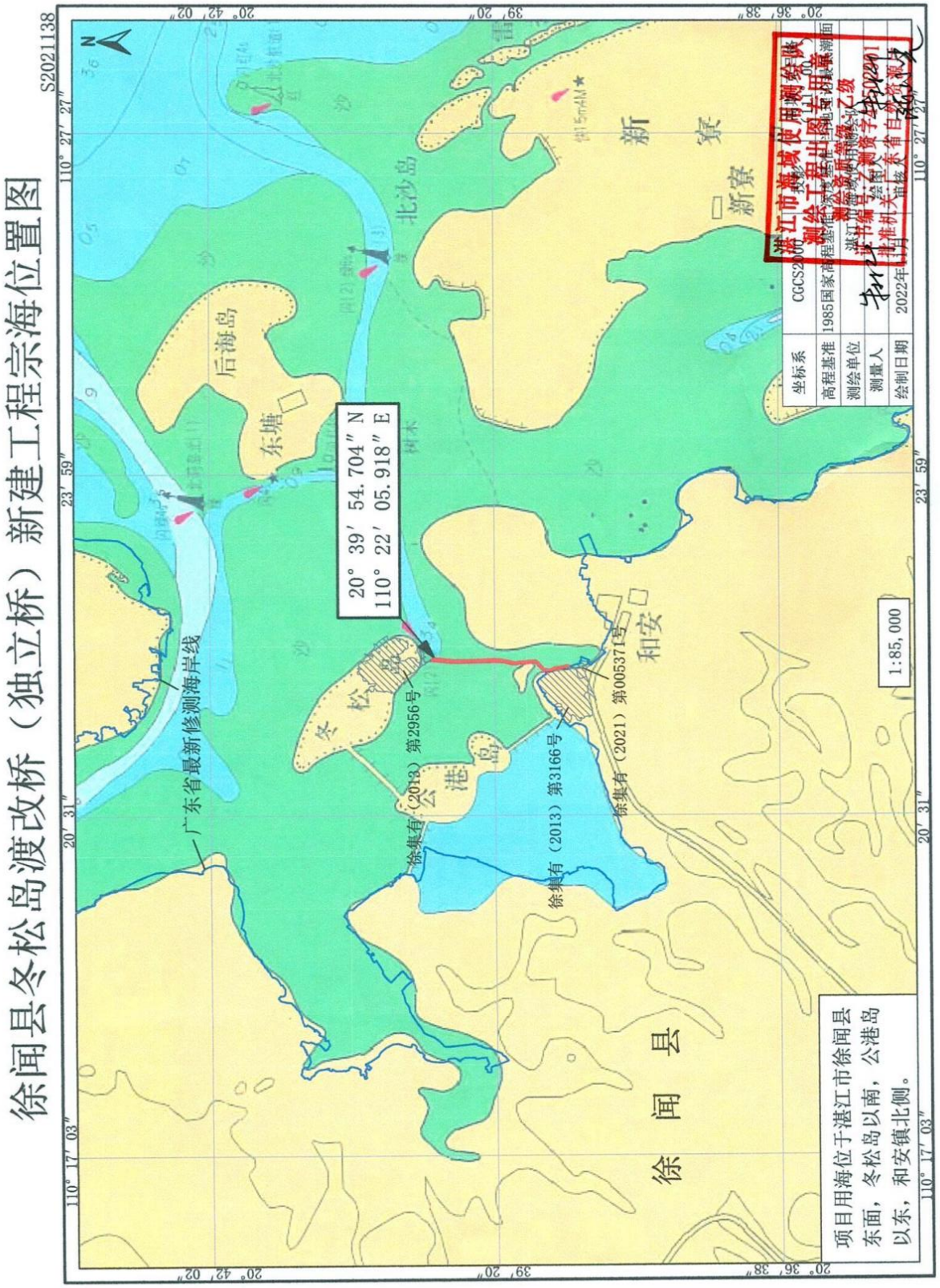
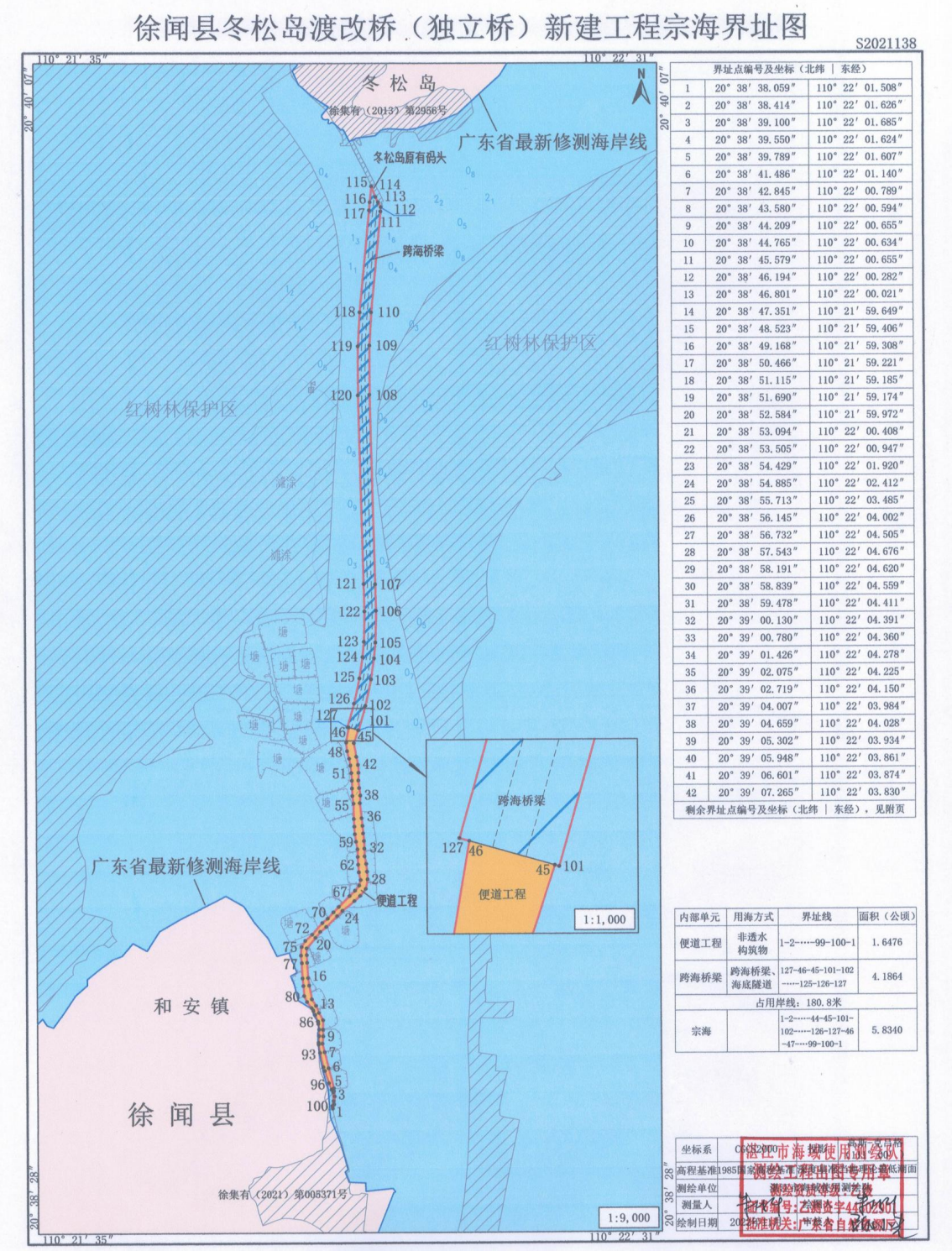


图 2.6.1-2　项目宗海位置图



界址点编号及坐标（北纬 | 东经）		
1	20° 38′ 38.059″	110° 22′ 01.508″
2	20° 38′ 38.414″	110° 22′ 01.626″
3	20° 38′ 39.100″	110° 22′ 01.685″
4	20° 38′ 39.550″	110° 22′ 01.624″
5	20° 38′ 39.789″	110° 22′ 01.607″
6	20° 38′ 41.486″	110° 22′ 01.140″
7	20° 38′ 42.845″	110° 22′ 00.789″
8	20° 38′ 43.580″	110° 22′ 00.594″
9	20° 38′ 44.209″	110° 22′ 00.655″
10	20° 38′ 44.765″	110° 22′ 00.634″
11	20° 38′ 45.579″	110° 22′ 00.655″
12	20° 38′ 46.194″	110° 22′ 00.282″
13	20° 38′ 46.801″	110° 22′ 00.021″
14	20° 38′ 47.351″	110° 21′ 59.649″
15	20° 38′ 48.523″	110° 21′ 59.406″
16	20° 38′ 49.168″	110° 21′ 59.308″
17	20° 38′ 50.466″	110° 21′ 59.221″
18	20° 38′ 51.115″	110° 21′ 59.185″
19	20° 38′ 51.690″	110° 21′ 59.174″
20	20° 38′ 52.584″	110° 21′ 59.972″
21	20° 38′ 53.094″	110° 22′ 00.408″
22	20° 38′ 53.505″	110° 22′ 00.947″
23	20° 38′ 54.429″	110° 22′ 01.920″
24	20° 38′ 54.885″	110° 22′ 02.412″
25	20° 38′ 55.713″	110° 22′ 03.485″
26	20° 38′ 56.145″	110° 22′ 04.002″
27	20° 38′ 56.732″	110° 22′ 04.505″
28	20° 38′ 57.543″	110° 22′ 04.676″
29	20° 38′ 58.191″	110° 22′ 04.620″
30	20° 38′ 58.839″	110° 22′ 04.559″
31	20° 38′ 59.478″	110° 22′ 04.411″
32	20° 39′ 00.130″	110° 22′ 04.391″
33	20° 39′ 00.780″	110° 22′ 04.360″
34	20° 39′ 01.426″	110° 22′ 04.278″
35	20° 39′ 02.075″	110° 22′ 04.225″
36	20° 39′ 02.719″	110° 22′ 04.150″
37	20° 39′ 04.007″	110° 22′ 03.984″
38	20° 39′ 04.659″	110° 22′ 04.028″
39	20° 39′ 05.302″	110° 22′ 03.934″
40	20° 39′ 05.948″	110° 22′ 03.861″
41	20° 39′ 06.601″	110° 22′ 03.874″
42	20° 39′ 07.265″	110° 22′ 03.830″
剩余界址点编号及坐标（北纬 | 东经），见附页		

内部单元	用海方式	界址线	面积（公顷）
便道工程	非透水构筑物	1-2……99-100-1	1.6476
跨海桥梁	跨海桥梁、海底隧道	127-46-45-101-102……125-126-127	4.1864
占用岸线：180.8米			
宗海		1-2……44-45-101-102……126-127-46-47……99-100-1	5.8340

坐标系	CGCS2000	投影	带带	宗海图
高程基准	1985国家高程基准	深度基准	当地理论最低潮面	
测绘单位	测绘资质证书编号			
测量人				
绘制日期	2021年11月			

湛江市海域使用测绘队
测绘工程出图专用章
证书编号：乙测资字44020301
监制机关：广东省自然资源厅

图 2.6.1-3　项目宗海界址图

表 2.6-1　项目宗海界址坐标

附页　徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程宗海界址点（续）					
界址点编号及坐标（北纬 | 东经）					
43	20° 39′ 07.959″	110° 22′ 03.680″	91	20° 38′ 43.655″	110° 22′ 00.246″
44	20° 39′ 09.113″	110° 22′ 03.465″	92	20° 38′ 43.505″	110° 22′ 00.247″
45	20° 39′ 10.218″	110° 22′ 03.844″	93	20° 38′ 42.788″	110° 22′ 00.368″
46	20° 39′ 10.445″	110° 22′ 02.990″	94	20° 38′ 41.590″	110° 22′ 00.660″
47	20° 39′ 09.162″	110° 22′ 02.763″	95	20° 38′ 41.255″	110° 22′ 00.804″
48	20° 39′ 08.437″	110° 22′ 02.849″	96	20° 38′ 40.225″	110° 22′ 01.168″
49	20° 39′ 07.796″	110° 22′ 03.032″	97	20° 38′ 39.671″	110° 22′ 01.402″
50	20° 39′ 07.200″	110° 22′ 03.146″	98	20° 38′ 39.444″	110° 22′ 01.549″
51	20° 39′ 06.565″	110° 22′ 03.238″	99	20° 38′ 38.702″	110° 22′ 01.571″
52	20° 39′ 05.915″	110° 22′ 03.273″	100	20° 38′ 38.296″	110° 22′ 01.463″
53	20° 39′ 05.264″	110° 22′ 03.287″	101	20° 39′ 10.206″	110° 22′ 03.888″
54	20° 39′ 04.612″	110° 22′ 03.316″	102	20° 39′ 12.280″	110° 22′ 04.498″
55	20° 39′ 03.965″	110° 22′ 03.422″	103	20° 39′ 14.529″	110° 22′ 05.009″
56	20° 39′ 02.658″	110° 22′ 03.448″	104	20° 39′ 16.317″	110° 22′ 05.280″
57	20° 39′ 02.007″	110° 22′ 03.492″	105	20° 39′ 17.662″	110° 22′ 05.407″
58	20° 39′ 01.358″	110° 22′ 03.536″	106	20° 39′ 20.356″	110° 22′ 05.466″
59	20° 39′ 00.714″	110° 22′ 03.642″	107	20° 39′ 22.632″	110° 22′ 05.396″
60	20° 39′ 00.073″	110° 22′ 03.775″	108	20° 39′ 38.753″	110° 22′ 04.900″
61	20° 38′ 59.421″	110° 22′ 03.798″	109	20° 39′ 42.959″	110° 22′ 04.903″
62	20° 38′ 58.771″	110° 22′ 03.829″	110	20° 39′ 45.737″	110° 22′ 05.064″
63	20° 38′ 58.123″	110° 22′ 03.892″	111	20° 39′ 54.345″	110° 22′ 05.898″
64	20° 38′ 57.484″	110° 22′ 04.046″	112	20° 39′ 54.704″	110° 22′ 05.918″
65	20° 38′ 57.010″	110° 22′ 03.920″	113	20° 39′ 55.124″	110° 22′ 05.674″
66	20° 38′ 56.586″	110° 22′ 03.544″	114	20° 39′ 55.565″	110° 22′ 05.447″
67	20° 38′ 56.126″	110° 22′ 03.056″	115	20° 39′ 56.468″	110° 22′ 05.064″
68	20° 38′ 55.210″	110° 22′ 02.075″	116	20° 39′ 55.114″	110° 22′ 04.932″
69	20° 38′ 54.747″	110° 22′ 01.590″	117	20° 39′ 54.434″	110° 22′ 04.866″
70	20° 38′ 54.215″	110° 22′ 01.080″	118	20° 39′ 45.751″	110° 22′ 04.026″
71	20° 38′ 53.843″	110° 22′ 00.596″	119	20° 39′ 42.880″	110° 22′ 03.863″
72	20° 38′ 52.858″	110° 21′ 59.687″	120	20° 39′ 38.699″	110° 22′ 03.865″
73	20° 38′ 52.329″	110° 21′ 59.053″	121	20° 39′ 22.643″	110° 22′ 04.359″
74	20° 38′ 52.258″	110° 21′ 59.018″	122	20° 39′ 20.305″	110° 22′ 04.431″
75	20° 38′ 51.802″	110° 21′ 58.720″	123	20° 39′ 17.734″	110° 22′ 04.374″
76	20° 38′ 51.078″	110° 21′ 58.669″	124	20° 39′ 16.419″	110° 22′ 04.250″
77	20° 38′ 50.431″	110° 21′ 58.740″	125	20° 39′ 14.608″	110° 22′ 03.972″
78	20° 38′ 49.131″	110° 21′ 58.803″	126	20° 39′ 12.471″	110° 22′ 03.481″
79	20° 38′ 48.484″	110° 21′ 58.884″	127	20° 39′ 10.471″	110° 22′ 02.891″
80	20° 38′ 47.625″	110° 21′ 58.960″			
81	20° 38′ 47.123″	110° 21′ 59.206″			
82	20° 38′ 46.599″	110° 21′ 59.628″			
83	20° 38′ 46.411″	110° 21′ 59.766″			
84	20° 38′ 46.346″	110° 21′ 59.784″			
85	20° 38′ 46.020″	110° 21′ 59.942″			
86	20° 38′ 45.459″	110° 22′ 00.177″			
87	20° 38′ 45.436″	110° 22′ 00.194″			
88	20° 38′ 45.254″	110° 22′ 00.212″			
89	20° 38′ 44.772″	110° 22′ 00.293″			
90	20° 38′ 44.222″	110° 22′ 00.280″			

测量单位	湛江市海域使用测绘队		
测量人		绘图	
绘制日期	2022年11月	审核人	

湛江市海域使用测绘队
测绘工程出图专用章
测绘资质等级：乙级
证书编号：乙测资字14502901
批准机关：广东省自然资源厅

2.7 项目用海必要性

2.7.1 项目建设必要性分析

一受益人口较多，不仅局限于海岛。不但能解决岛上 9000 多人的生产生活之便，与冬松岛有这一海沟相隔的锦和镇、新寮镇和和安镇的其余村庄共 10 万人，进出海岛，也便捷通达。不但能解决节假日期间冬松岛现有码头交通压力大，安全隐患特别严重，平均每日人流量达 3000 多人次，也能解决由于交通不便，越来越难以安排老师入岛，师资供求日益匮乏，学校越办越差，教学质量无法提高，人才培养严重受阻。不但能解决由于台风等恶劣天气群众防风不便，突发情况无法及时处理，也能解决人居环境整治中垃圾围村无法处理的问题。

二是开发建设的意义较大，助力乡村振兴。冬松岛下辖 10 条自然村，其中东塘、上坑村属革命老区村，岛民主要以捕捞、采海、海水养殖为主，有海滩涂 1933.30 公顷，发展海洋经济资源丰富。近年来，徐闻县政府每年“休渔节”期间，在冬松岛举办“采海节”，彰显魅力，发展旅游产业潜力较大。目前，岛民的网箱养殖区有 1300 多平方米，深水网箱养殖正在兴起，这对发展集体经济，带动百姓致富，推动乡村振兴意义重大。

三是冬松岛混合的交通工具，迫切需要“渡改桥”。岛上的交通工具是混合的，有三轮车、电动车，也有载货汽车（靠渡船接驳），出入海岛，只得靠渡船。特别是岛民有重病急症时，由于交通不便，无法及时送到镇卫生院或县医院及时治疗。

2.7.2 项目用海必要性分析

项目用海是由项目建设内容和项目所在位置的特殊性决定的，本项目冬松岛大桥工程为跨海桥梁项目，整体路线根据技术标准、路网布局、工程规模、控制性工程实施的难易程度等方面综合比较选定。项目路线需穿越冬松港和红树林保护区，在海域内的路线采用桥梁设计，因此，项目建设必然占用海域。

因此，本项目建设用海是必要的。

3 工程分析

3.1 工程各阶段污染环节与环境影响分析

1、施工期污染环节分析

本工程为跨海桥梁建设项目，根据本工程施工特点，本项目施工期间将产生施工噪声、扬尘、施工人员的生活污水、生活垃圾等，以及一定量的弃土方、建筑垃圾，可能对周边环境产生一定的影响。此外，道路建设过程中，对环境产生的主要影响包括破坏植被和景观影响等。其中，有些影响是永久性的，有些影响将随施工期的结束而结束，且可以通过一定的环保措施得以恢复。

本项目施工期间环境污染因素主要有：

（1）悬浮物：主要产生于桥梁桩基施工、施工便桥施打和拆除拔桩过程；

（2）施工废水，主要包括有施工队伍产生的生活污水、运输车辆冲洗含油废水；

（3）固体废物：建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾、废油渣等；

（4）扬尘及沥青烟：施工机械、车辆对地表的扰动，将引起扬尘量的增加，除了直接影响施工人员和道路沿线居民的生活外，也加大了建设项目临近区域的降尘量；沥青烟是道路建设中对环境造成影响的特殊因子，但仅发生在施工期，且本项目的沥青不作为铺设路面使用，而是在排水渠等位置进行防水、粘合等处理，用量很小，影响短暂。

（5）施工噪声：施工期噪声对沿线的居民区等敏感点的影响较大，但施工噪声影响是暂时的，随施工期结束而消失。

（6）生态：道路建设过程中的桥梁占用将引起地形地貌永久性的改变，施工期间有植被受到迁移和破坏，引起生物量的减少。项目施工结束后，可将被破坏的植被通过绿化工程进行补偿，可减轻对区域生物量的影响。

道路占地内将拆除道路红线内的建筑物、绿化带，占用农用地等，因此必须重视植被恢复，以免造成永久性的环境破坏。此外，临时堆场的零乱对景观也有一定的影响。

2、营运期污染环节分析

本项目建成营运后，对环境污染因素主要有：

（1）桥面初期雨水径流、桥面垃圾等。

（2）交通噪声：随着本项目的建设，交通噪声影响，尤其是对噪声敏感的住宅区等影响较为关注。

（2）汽车尾气：汽车尾气的主要污染物有 CO、NOx、THC 以及多环芳烃化合物等。

3.1.1 施工期污染物排放状况

3.1.1.1 悬浮泥沙排放状况

本项目连接线工程均在鱼塘间的道路、滩涂和抽干水的鱼塘内进行填土施工。因此，连接线工程施工不会产生悬浮物。本次主要考虑桥梁工程的PHC桩施工、临时施工钢栈桥、钻孔平台钢管桩的施打和拔除等产生的悬浮物。

1）桥梁 PHC 桩基、施工栈桥和施工平台的桩基施工

本项目桥梁根据项目施工方案，本项目海上主桥 K0+000~K1+382 的桩基采用 PHC 桩，直径为 1.6m、0.8m 共 2 种，本次源强计算取最大的直径 1.6m；主桥段施工栈桥及钻孔平台桩基采用直径为 0.82m 的钢管桩。

根据《惠东县新吉盐公路新建工程海洋环境影响报告（报批稿）》（批文号：惠市环建[2020]6 号），桩基施工时产生的泥沙量计算公式如下：

$$M = \frac{1}{4}\pi d^2 h\rho$$

$$Q = M\omega / T$$

其中 M：单桩垢工量。

d：桩基直径，本项目主桥 PHC 桩自身直径为 1.6m；施工栈桥及钻孔平台的钢管桩直径为 0.82m。

h：海底覆盖层厚度，本项目 PHC 桩平均约为 31m；施工栈桥、钻孔平台桩基平均约为 10m。

ρ：覆盖层泥沙浓度，根据项目地质勘察报告，取 $1.65\times10^3 kg/m^3$。

Q：悬浮物源强，kg/s。

ω：可悬浮泥沙的比例，取 5%；

T：每根桩施工时间，根据施工单位提供的经验数据，PHC 桩单桩施工约为 34 小时，钻孔平台单桩施工时间约为 5.5 小时。

则由前述公式计算可得，本项目桩基施工过程产生的悬浮物的源强见表3.1.1-1。

表 3.1.1-1　项目桩基施工过程悬浮泥沙产生源强估算结果统计一览表

工程名称	桩基直径（m）	覆盖层厚度（m）	悬浮物源强（kg/s）
PHC 预制管桩	1.6	31	0.032
施工栈桥及钻孔平台钢管桩	0.82	10	0.022

2）钢管桩拔除时产生的悬浮泥沙

本项目需拆除水上的临时施工栈桥、平台，钢管桩拔除过程中会扰动海底周边底泥，使部分悬浮泥沙再次悬浮，其源强可参照下式进行计算（计算公示参考《惠东县新吉盐公路新建工程海洋环境影响报告（报批稿）》）：

$$Q=\frac{\pi\cdot d\cdot h_0\cdot\varphi\cdot\rho}{t}$$

其中，Q——悬浮泥沙发生量，kg/s；

d——施工栈桥及钻孔平台钢管桩直 0.82m；

h_0——钢管桩泥下深度取 8m，钢板桩泥下深度 8m；

φ——钢管桩外壁附着泥层厚度，取 0.015m；

ρ——附着泥层容重，平均按 1650kg/m^3 估算；

t——拔桩时间，钢管桩单桩拔出时间约 1.3 小时。

经计算，单根施工便桥及钻孔平台钢管桩拔桩悬浮物产生源强 Q=0.109kg/s。

3.1.1.2 施工废水排放状况

本项目施工期无需使用施工船舶，施工过程产生的废水主要包括施工人员生活污水和运输车辆冲洗废水。

（1）生活污水

施工期，项目平均施工人员约为 50 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），施工人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85%计，则施工人员生活污水产生量约为 4.25m³/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，则项目施工期施工人员生活污水各特征污染物的产生情况见表 3.1-2 所示。项目施工人员生活污水拟经施工营地配套建设的临时流动型环保厕所进行收集，定期拉运至和安镇污水厂处理，不得直接排放入海，不会对

项目及其附近海域的水质产生影响。

表 3.1-2　项目施工人员生活污水产生情况统计一览表

污染物	COD_{Cr}	BOD_5	SS	氨氮	总磷
产生浓度（mg/L）	400	200	220	25	8
产生量（kg/d）	1.70	0.850	0.935	0.106	0.034

（2）施工生产废水

本项目施工期施工生产废水主要来自汽车机械设备冲洗含油废水以及水泥混凝土浇筑养护用水等。其中水泥混凝土浇筑养护用水大多被吸收或蒸发，故其废水排放污染可忽略不计。

项目建设高峰期共约 30 辆（台），每辆（台）运输车辆和机械设备每天平均冲洗废水量约为 0.2t，则平均每天（次）产生废水量约 6t。估计每次冲洗总耗时约为 2h，则运输车辆和机械设备冲洗废水最大流量相当于 3.0t/h。机械冲洗废水主要污染物是含有高浓度的泥沙和较高浓度的石油类物质。

本项目施工期高峰生产污水污染物产生量和排放量见表 3.1-3。

表 3.1-3 施工期高峰生产污水污染物产生量与排放量

序号	项目	污染物浓度(mg/L)		最大污染源强(g/s)	
		产生	排放	产生	排放
1	SS	3000	70	1.04	0.024
2	石油类	20	5	0.11	0.002
3	污水量	6.0t/d(次)　　3.0t/h			
排放情况		施工生产废水和含油污水经收集、隔油、沉淀处理后，应达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）表 4 中一级排放标准方可排放。建议施工废水经处理后循环用于车辆冲洗或用于施工场地抑尘洒水、混凝土路面养护用水，不外排。			

（3）施工场地初期雨水

本项目施工期施施工场地初期雨水主要污染物为悬浮泥沙、石油类。项目施工营地设置四周设置有沉砂池和隔油池，道路排水沟与工程主体同时建设，工程的初期雨水经过隔油、沉砂处理后全部回用于工地内车辆清洗和场地洒水抑尘等，全部不得外排。本项目施工营地面积为 6656 ㎡，暴雨强度为 479.7 L/s/ha，径流系数取 0.85，则初期雨水量为 162.8m^3。

3.1.1.3 固体废物

项目施工过程中会产生如下固体废物：

（1）生活垃圾

本项目施工人员合计约 50 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），施工人员生活垃圾产生量按 1.5kg/d·人计，则本项目施工期生活垃圾产生量为 75kg/d。施工人员生活垃圾拟经垃圾桶分类收集后，由环卫部门每日清运处理，不得排放入海。

（2）废油渣

本项目施工材料运输车辆冲洗将产生一定量的含油污水，含油污水隔油预处理过程将产生少量的油渣，应经收集后交有资质的单位处理。

（3）建筑垃圾

本项目在建筑的拆除过程中会产生一定量的建筑垃圾，筑路过程也会产生的废弃石料、混凝土以及破损的预制构件等，该部分建筑垃圾能够再生利用的在项目原地粉碎后再生利用，作为填方或者是筑路石料，不能使用的则拉运至行政主管部门指定的建筑垃圾处置场处理。项目在施工过程中产生的建筑垃圾，施工建筑垃圾产生系数为 20～50kg/m^2，本环评取 35kg/m^2。项目总面积为 22938m^2，施工建筑垃圾产生量约 445.8t。

3.1.1.4 噪声

本项目施工噪声污染源主要为桩基打桩时的噪声，根据相关类比资料，本项目桩基打桩时的噪声源强约为 102dB（A）。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》（HJ2034-2013）附录 A 中的资料和《建筑机械与设备噪声限值》（JG/T 5079.1-1996）的表 1，确定项目施工期各主要施工设备噪声级见表 3.1-3。施工噪声对周边环境会产生一定的影响，建设单位应采取必要的噪声防治措施将项目施工噪声影响控制在环境可接受范围内。

表 3.1-3　建筑施工机械的噪声级　　单位：dB（A）

名称	单台噪声dB（A））	测声距离（m）	数量（台）
装载机	90-95	5	2
挖掘机	82-90	5	1
推土机	83-88	5	3
发电机	95-102	5	2
压路机	80-90	5	1
运输车	82-90	5	4

静力压桩机	70-75	5	3
混凝土捣振器	80~88	5	若干

施工期噪声具有阶段性、临时性和不固定性，其主要影响表现为公路施工交通噪声对两侧居民的干扰，施工机械噪声对附近居民的影响。其中施工机械噪声影响主要在距离上述施工场所 200m 范围内及两侧 200m 范围内。部分路段交通噪声的影响已经存在，但会因道路建设带来的运输车辆增加而有所加重，考虑工程施工期运输车辆的不连续性，其造成的影响也是有限的。上述新增加的噪声影响均会随着施工过程的结束而消失。

3.1.1.5 废气

本工程路面采用混凝土和碎石，不采用沥青路面。主要为施工扬尘和施工机械废气。

（1）扬尘：建筑工地扬尘的影响范围为其下风向 150m 之内，被影响的地区 TSP 浓度值为 0.491mg/m^3，为上风向对照点的 1.5 倍。施工场地粉尘主要来源于路堤填筑、土石搬运、物料装卸等施工作业过程中产生的扬尘和逸散尘，其中扬尘以工程汽车行驶扬尘为主，占 60%以上。施工场地粉尘可使周围空气中 TSP 浓度明显升高的影响范围一般为 50~100m。一般情况下，在施工期间对场地洒水抑尘，每天洒水 4-5 次，扬尘减少 70%左右，可有效控制车辆扬尘，将 TSP 污染缩小到 20-50m。

（2）施工机械设备及运输车辆燃油排放的废气

燃油机械设备及运输车辆排放的废气中含有烟尘、NO_2、CO、THC（烃类）等污染物，排放量小，主要对作业点周围和运输路线两侧局部范围产生一定影响，由于施工机动车相对分散，加之地面开阔，其尾气排放对周围环境空气会不利影响较小。

3.1.1.6 施工期主要污染源强汇总

项目施工期主要的环境污染物的产生及排放情况见表 3.1-4。

表 3.1-4 项目施工期主要污染物排放情况

种类	污染源	发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
悬浮泥沙	PHC 桩	0.032kg/s	SS	间断自然排海
	施工栈桥及钻孔平台钢管桩	0.022kg/s	SS	间断自然排海

种类	污染源	发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
	施工便桥和钻孔平台钢管桩拆除拔桩	0.109kg/s	SS	间断自然排海
废水	生活污水	4.25t/d	COD_{Cr}: 1.70kg/d BOD_5: 0.850kg/d SS: 0.935kg/d 氨氮：0.106kg/d 总磷：0.034kg/d	经施工营地配套建设的临时流动型环保厕所进行收集处理，后由吸粪车拉运至集中污水处理设施进行后续处理
	运输车辆冲洗含油废水	少量	SS、石油类	经隔油、沉淀后回用，油渣交有资质的单位处理
废气	扬尘	少量	TSP	洒水抑尘
	机械废气	少量	烟尘、NO_2、CO、THC	安装颗粒捕集器
固废	生活垃圾	75kg/d	食物残渣、卫生清扫物、废旧包装、瓶、罐等	分类收集后，由城市环卫部门清运处理
	危险垃圾	少量	废油渣	收集交有资质的单位处理
	建筑垃圾	445.8t	建筑垃圾	运至行政主管部门指定的余泥渣土场处理
噪声	施工设备	70~102dB（A）	噪声	连接线工程设置施工围挡，选择低噪声设备，合理安排施工时间

3.1.2 营运期污染物排放状况

本项目为跨海桥梁建设项目，桥面路段不设置收费站等设施，建成营运后项目本身无生活污水、生活垃圾等的产生与排放，可能对环境产生影响的主要为交通噪声、汽车尾气、桥面初期雨水径流和桥面垃圾。

3.1.2.1 交通噪声

运营期噪声主要来自于路面行驶的机动车产生的交通噪声。交通噪声主要由发动机噪声、排气噪声、车体振动噪声、制动噪声、传动机械噪声等声源组成，其中发动机噪声是主要的噪声源，噪声源一般为非稳定态源。

（1）路面结构及车速

本项目桥梁工程路面为水泥混凝土，设计行车车速为 30km/h，连接线工程的路面为碎石，车速为 20km/h，本评价保守估算，全程按设计车速 30km/计算各类型机动车的噪声源强。

（2）交通噪声污染源分析

根据《环境影响评价技术原则与方法》（国家环境保护开发监督司 北京大学出版社，1992 年）中，小、中、大型车辆在参照点（7.5m 处）的平均辐射噪声级（dB）计算公式，计算各车型的源强。具体计算公式如下：

小型车：$Lo_{e,S}=25+27lgV_S$

中型车：$Lo_{e,M}=38+25lgV_M$

大型车：$Lo_{e,L}=45+24lgV_L$

式中，右下角 S、M、L 分别表示小、中、大车，Vi 取设计速度；

本项目各预测年各种车型的噪声昼间、夜间源强结果如表 3.1-5 所示。

表 3.1-5　各预测年各型车的交通噪声源强　　单位：dB（A）

车辆类型	噪声源强
小型车	64.9
中型车	74.9
大型车	80.5

3.1.2.2 汽车尾气

本项目建成营运后，形成以道路为载体的汽车尾气的流动空气污染源。汽车尾气污染物主要来自曲轴箱漏气、燃油系统挥发和排气管的排放，主要有 CO、NO_X、THC。CO 是燃料在发动机内不完全燃烧的产物，主要取决于空燃比和各种汽缸燃料分配的均匀性；NO_X 产生于过量空气中的氧气和氮气在高温高压下形成于汽缸内的产物；THC（碳氢化物）产生于汽缸壁面淬熄效应和不完全燃烧。

1）单车排放因子

汽车单车排放因子是源强模式中最重要也是最难准确估算的参数。根据国家有关国 VI 阶段机动车排放以及车用汽、柴油标准的颁布实施情况，力争在 2017 年 6 月底前，提前供应国 VI 标准车用燃油，力争提前对机动车注册登记及转入执行国VI排放标准。根据《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》（GB18352.6-2016），2020 年 1 月 1 日，所有销售和注册登记的轻型汽车应符合标准要求，其中I型应符合 6a 限值要求；自 2023 年 7 月 1 日起，所有销售和注册登记的轻型汽车应符合标准要求，其中I型应符合 6b 限值要求。

本项目拟于 2023 年 1 月建成通车，考虑到原有旧的车型还有一段时间的服役期，在近期内还难以完全实现达标排放的，因此，对于近期（2023 年）本评价按

各类型车满足国国V和国VI（6a）标准的各占50%进行计算，中期（2029年）各类型车均满足国VI（6a）标准进行计算，远期（2037年）则按各类型车满足国VI（6a）和国VI（6b）标准的各占50%进行计算。

国V、国VI标准中的单车排放因子见表3.1-6，本评价采取的单车排放因子见表3.1-7。

表3.1-6　国V、国VI排放标准中CO、NOx、THC的单车排放系数

标准	车型	主要污染物（mg/辆·m）		
		CO	THC	NOx
国V标准	小型车	1.00	0.10	0.060
	中型车	1.81	0.13	0.075
	大型车	2.27	0.16	0.082
国VI标准（6a）	小型车	0.70	0.10	0.060
	中型车	0.88	0.13	0.075
	大型车	1.00	0.16	0.082
国VI标准（6b）	小型车	0.50	0.05	0.035
	中型车	0.63	0.065	0.045
	大车	0.74	0.08	0.050

表3.1-7　本报告采用的单车污染物排放系数 单位：mg/（辆·m）

车型	污染物类型	2023年	2029年	2037年
小型车	CO	0.85	0.70	0.60
	THC	0.100	0.100	0.075
	NOx	0.060	0.060	0.048
中型车	CO	1.35	0.88	0.76
	THC	0.130	0.130	0.098
	NOx	0.075	0.075	0.060
大型车	CO	1.64	1.00	0.87
	THC	0.160	0.160	0.120
	NOx	0.082	0.082	0.066

2）NO_X与NO_2换算系数

根据《公路建设项目环境影响评价规范》（JTG B03-2006），道路建设项目环境空气影响预测评价的污染物为NO_2。NOx浓度转化为NO_2的浓度根据《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中NOx与NO_2的浓度限值关系，本评价取区域

空气内的 NO_2 浓度占 NOx 的 80%。

3）污染源强计算公式

车辆排放污染物线源，按连续污染线源计算，线源的中心线即路线中心线，气态污染物排放源源强按下式计算：

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

式中：Q_j—j 类气态污染物排放源强度，mg/(s·m)；

A_i—i 型车预测年的小时交通量，辆/h；

Eij—汽车专用公路运行工况下 i 型车 j 类排放物在预测年的单车排放因子（见表 3.1-5），mg/(m·辆)。

4）大气污染物源强预测结果

根据上述计算公式、单车排放因子和项目各特征预测年高峰小时的车流量，得到本项目各特征预测年高峰小时大气污染物源强预测结果见表 3.1-8。

表 3.1-8　项目各预测特征年高峰小时排放源强　　单位：　mg/m·s

特征年	CO	THC	NOx	NO_2
2023 年	0.343	0.039	0.023	0.018
2029 年	0.397	0.057	0.034	0.027
2037 年	0.465	0.059	0.037	0.030

3.1.2.3 桥面初期雨水径流

营运期，本项目建成通车后，桥面路段不设置收费站，无工作人员产生的生活污水，主要水污染源为桥面初期雨水径流，初期雨水径流一般是指降雨时前 5~20min 的雨水。桥面初期雨水是各大桥营运期产生的非经常性污水，主要是初期雨水冲刷桥面形成，桥面初期雨水中主要污染物为 pH、SS 和石油类，污染物的浓度与路面行驶机动车的车流量、机动车类型、降雨强度、降雨周期、道路性质及机动车燃料性质等多项因素有关。

西安公路学院曾用人工降雨方法在西安至三原公路上形成路面径流，在车流量和降雨量已知的情况下，降雨历时一小时，降雨强度为 81.6mm/h，在一小时内按不同时间段采集水样，路面初期雨水中污染物测定结果见表 3.1-9。

表 3.1-9　路面初期雨水中污染物浓度测定值一览表

雨水收集时间 污染物	5~20min	20~40min	40~60min
pH	7.0~7.8	7.0~7.8	7.0~7.8
SS(mg/L)	231.42~158.20	158.20~90.36	90.36~18.71
COD_{Cr}(mg/L)	87~60	60~22	22~4.0
石油类(mg/L)	22.30~19.74	19.74~3.12	3.12~0.21

由上表可知，降雨初期到形成路面径流的 20min 内，雨水中的悬浮物和油类物质浓度比较高；降雨历时 40min 后，路面基本被冲洗干净。拟建工程位于湛江市徐闻县，雨量充沛，年降雨次数远高于西安地区，总体来说，路面初期雨水中主要污染物 SS 和石油类含量相对较低。

有关初期雨水的计算目前没有统一的计算方法，但基于当地暴雨强度公式进行计算，能够体现不同地区、不同降雨强度及地面径流系数的差异。本评价按照湛江市暴雨强度公式进行估算，暴雨强度计算公式如下：

$$q = \frac{5563.438}{(t + 23.316)^{0.699}}$$

式中：　q——设计暴雨强度（升/秒·公顷）

t——降雨历时（分钟）；

p——设计重现期（年），道路设计重现期（p）取 5 年。

t 取 10min，则暴雨强度为 479.7 L/s/ha。

拟建工程为跨海桥梁工程，径流系数取 0.85，结合跨海桥梁桥面面积（1382×9=12438m^2），计算出 10min 桥面初期雨水总量约 304.3m^3。按年均暴雨次数 30 次计，则年初期雨水量为 9129m^3。污染物产生及排放量见表 3.1-10。

表 3.1-10　初期雨水污染物产生及排放量一览表

项目	初期雨水量	SS	COD_{Cr}	石油类
平均浓度（mg/L）	——	194.81	73.5	21.02
产生量（t/a）	9129m^3/a	1.78	0.67	0.19

项目营运期初期雨水径流拟经收集后，经过沉淀、隔油再用于周边农田灌溉，不排入海域，此外，项目应加强对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、油污和吸附物等。

3.1.2.4 固体废物

本项目为跨海桥梁建设项目，桥面路段不设置收费站等设施，建成营运后项

目本身无生活垃圾等的产生与排放，营运期产生的固体废物主要为过往车辆在本项目桥面行驶过程的散落物，项目应加强对桥面的日常打扫清洁，并由市环卫部门及时清运。

3.1.2.5 营运期污染源强汇总

项目施工期主要环境污染物的产生及排放情况见表 3.1-11。

表 3.1-11　项目施工期主要污染物排放情况

种类	污染源	发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
噪声	交通噪声	68.2~80.2dB（A）	等效A声级	沥青混凝土路面
废气	汽车尾气	0.343~0.465mg/m·s	CO	/
		0.039~0.059mg/m·s	THC	
		0.023~0.037mg/m·s	NO_X	
		0.018~0.030mg/m·s	NO_2	
废水	桥面初期雨水径流	9129m^3/a	COD_{Cr}: 0.67t/a SS: 1.78t/a 石油类：0.19 t/a	加强桥面打扫清洁、经过应急处理池沉淀
固废	桥面垃圾	一定量	过往车辆洒落物	加强桥面打扫清洁，清洁物分类收集后由城市环卫部门清运处理

3.2 工程各阶段非污染环境影响分析

3.2.1 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响

本项目桥梁桩基为透水构筑物，对该海区的水动力流场影响较小，因此，项目实施后基本不会对周边水动力环境产生较大影响。因此，由于水动力环境变化引起的地形地貌和冲淤环境影响也将较小。连接线工程位于原养殖鱼塘内和道路上，排水渠采用箱涵的型式过水，因此连接线工程是施工不会对水动力环境产生影响。

3.2.2 对海洋生态环境的影响

（1）工程将造成底栖生境破坏及底栖生物损失

本项目桩基、施工便桥桩基施打及拔出等施工将改变所在海域原有的海底底质环境，除少数游泳能力强的生物如底栖鱼类等，在施工期间由于受到施工干扰将逃离外，项目桩基占地范围内的大部分底栖生物种类将被掩埋、覆盖，绝大多数死亡，从而造成底栖生物损失。

（2）施工过程中悬浮物对海洋生态环境的影响

项目桥梁桩基、临时施工钢便桥等施工过程产生的悬浮物将引起局部海域水体浑浊，降低阳光的透射率，从而导致局部海域内海洋初级生产力下降，游泳生物迁移，浮游生物也将受到不同程度的影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。此外，海域水体混浊水质下降，也将对渔业资源造成一定的影响。

（3）施工产生的污染物对海洋生态的影响

施工期产生的运输车辆冲洗废水、生活污水以及固体废物等若向海域倾倒，将会对附近海洋生态环境产生一定影响。此外，施工噪声也将对鱼类等海洋生物产生一定的影响。因此，项目施工期间必须严格落实报告中提出的污染物防治措施，将项目施工过程产生的污染物对生态环境的影响降至最低。

（4）营运期对海洋生态的影响

项目营运期间产生的桥面初期雨水径流，如果不加以控制，污染物浓度较高的初期雨水径流直接排入项目所在海域中，将会降低项目及其周围海域海水水质，沉积到海底后影响底栖生境，进而影响到生态环境。同时，运营期交通噪声和振动也将对项目所在海域的海洋生态环境造成一定的影响。因此，项目必须严格落实报告中提出的水污染物防治等措施，将项目营运对生态环境影响降至最低。

3.2.3 项目建设对通航环境的影响

本项目施工过程不使用施工船舶，但项目所在水域进出船舶主要为项目周边村庄渔民的小型渔船，项目建成后，桥梁面高程可满足绝大部分进出小渔船的通航高度要求，经采取一定的协调措施后，不会对所在水域小型渔船的通航环境产生明显的不良影响。

3.2.4 项目建设对防洪纳潮的影响

本项目工程较小，项目设计满足防洪的要求。

3.3 项目清洁生产分析

根据清洁生产的原理，建设项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的产业链，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。

本项目为跨海桥梁建设项目，水工结构为常见的桩基施工形式，清洁生产主要体现在工程施工工艺、施工器械和建设材料的选择等方面。

3.3.1 施工期清洁生产分析

一、施工工艺

根据项目施工方案，桩基施工作业时选择枯水期、海况好的时间施工；根据悬浮物扩散情况，在施工区域周围的混水区设置防污帘以减小桩基施工等产生的悬浮泥沙的产生量和扩散范围。项目施工期间产生的各类污染源应得到有效控制，如运输车辆冲洗废水采用隔油池进行隔油后回收利用至陆域施工工程；施工期生活污水经临时流动型环保厕所收集后，由吸粪车拉运至集中处理厂处理，禁止对外直接排放；施工人员的生活垃圾经收集后由环卫部门进行清运处理。项目施工工艺符合清洁生产要求。

二、施工设备

本项目所用的施工设备主要有静载管桩机、履带吊、挖掘机、推土机、汽车吊、运输车等，无施工船舶，减少了船舶碰撞和溢油风险。为减少施工期机械设备对环境的影响，建议施工部门应采用先进的低噪声低污染机械设备，各种施工机械和设备选用清洁能源电力或柴油，在机械设备选型时，尽可能选用耗油量低的产品。同时，施工设备应加强保养和检修，保证在正常状态下使用；施工运输车辆冲洗污水经隔油、沉淀处理后回用作陆域工程洒水抑尘等环节。项目施工设备符合清洁生产要求。

三、建设材料分析

拟建项目施工原材料将采取就近购买的原则，采取以上方案可以大大节省运输过程的燃油消耗，同时减少燃料燃烧排放的大气污染物。施工设备及原材料等均采用陆上运输为主，为防止粉尘的产生，运输散装材料的货车将采取密闭运输，同时加强路面洒水防尘。采取上述措施可以从源头上控制污染物的产生和排放，符合清洁生产要求。

3.3.2 营运期清洁生产分析

本项目桥梁建设工程，营运期间，建设单位在设备选型上，尽可能选用节水器材和器具，以达到较好的节水效果；采用市电，在市电充分的情况下，不使用发电机；照明系统尽可能采取节能的灯具，提倡有新能源的绿色照明；同时对供

水管网、用水设施、设备和器具等加强维护和管理，采取防渗、防漏措施，降低渗漏率；在污染防治方面，本项目建成后桥面初期雨水径流污染物主要为悬浮物，应安排环卫人员加强对桥梁的打扫清洁，减少污染物的产生，同时初期雨水进入应急处理池中沉淀、隔油后回用于周边农田灌溉，不对外排放，符合清洁生产要求。

3.3.3 小结

在施工过程中，本项目将采用合适的施工方案，使用先进的工艺装备及合适的建筑材料，降低项目建设对周边环境的不利影响；同时，在施工作业中严格遵守技术规范，以环境保护意识贯穿于整个建设过程中，文明施工，爱护环境；营运期间采用节能设备和清洁能源，加强对桥梁的打扫清洁，同时初期雨水进入应急处理池中沉淀、隔油后再回用于周边农田灌溉，不对外排放，这些都是清洁生产原则在本项目建设过程中的体现。总体来看，本项目清洁生产水平较高，处于国内先进水平。

4 区域自然环境和社会环境概况

4.1 工程区域自然环境概况

4.1.1 气候特征

本项目位于湛江市徐闻县和安镇以北海域，地处北回归线以南的低纬地带，属亚热带海洋性季风气候，阳光充足，热量丰富，全年温暖，终年无霜、水热同季，降雨、气温和太阳辐射的高峰期大致相同，都出现在 5 月~10 月。受季风的影响，冬季盛行东北风，夏季盛行东南风，风速的季节性变化比较明显，风速特点是东部沿海地区风速较大，越往西部内陆区域风速越小。

引用项目附近的硇洲岛海洋站 1990 年 1 月~2019 年 12 月实测资料分析结果，代表项目区域的气候与气象特征。

4.1.1.1 气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 24.2℃，平均气温年变幅不大。最热的月份出现在 6~9 月份，多年月平均气温为 29.3℃以上；5 月次之，多年月平均气温为 27.6℃；最冷的月份出现在 1 月，多年月平均气温为 16.7℃；2 月次之，多年月平均气温为 18.1℃。平均最高气温出现在 6、7 月份为 29.3℃，平均最低气温出现在 1 月份为 16.7℃。历年最高气温为 37.5℃，出现在 2015 年 7 月 1 日；历年最低气温为 4.5℃，出现在 2016 年 1 月 25 日。

日最高气温≥35.0℃的天气主要出现在 5~9 月份，累年平均出现日数为 5.7 天。日最高气温≥30.0℃的天气主要出现在 2~11 月份，以 7 月份最多为 26.3 天，累年平均出现日数为 131.7 天。日最低气温≤10.0℃的天气主要出现在 11 月至翌年 3 月份，以 12 月至翌年 2 月最多，累年平均出现日数为 6.4 天；日最低气温≤5.0℃的天气出现过 0.1 天。

4.1.1.2 风况

硇洲海洋站地处季风区，累年平均风速 3.5m/s，年主导风向为东向和东北东向，出现频率均为 13.7%和 12.8%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行东北东向风，春季仍以东南东和偏东风居多，夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 18.9%。常年平均风速变化不大，其平均值在 3.1m/s~3.7m/s 之间。其中 8 月份的

平均风速最小，多年平均值为 3.1m/s。历年最大风速为 47.0m/s，风向偏西，出现在 2015 年 10 月 4 日。

硇洲海洋站强风向为西向，最大风速为 47.0m/s；次强风向为南南东向，其最大风速为 30.0m/s。常风向为东向，累年出现频率为 13.4％，其对应风向的平均风速为 3.1m/s，最大风速为 23.0m/s。常年最少风向是西南西、西北西、西北，其出现频率为 1.4％。其余各风向常年出现频率分布在 1.7％~12.5％之间。

硇洲海洋站大风（≥8 级）在一年四季除了 1~2、12 月份外均可出现大风，其中 5、12 月份最少，大风日数仅 1 天，8~9 月最多，大风日数达 5 天，大风日数年平均为 3.6 天。

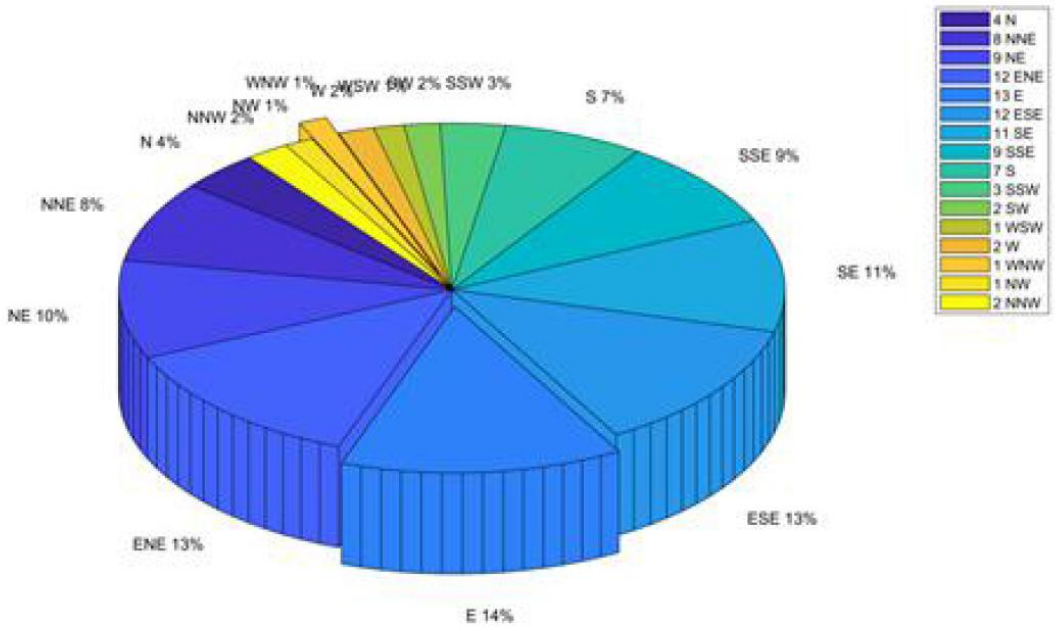


图 4.1-1　硇洲海洋站风向频率分布图

4.1.1.3 降水

硇洲海洋站年降水量充沛，累年平均降水量为 1312.9mm，年际变化较大，最多年降水量为 1822.8mm（2012 年），最少年降水量为 735.5mm（2004 年）。季节变化也非常明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水量均在 99.8mm 以上，受季风和热带气旋影响，6~9 月份降水最多，累年月平均降水量为 163.1mm 以上，整个雨季平均降水量共 995.8mm，占全年降水量的 76％。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 317.1mm，只占全年降水量的 24％。

硇洲海洋站日降水量不少于 0.1mm 的降水日数年平均 116.2 天。降水日数年

际变化和季节变化较大，年降水日数最多为155天（2016年），年降水日数最少为78天（1991年）；降水日数的季节变化与降水量的季节变化基本一致，雨季降水日数最多，5~9月的月平均降水日数都在11天以上，其中8月最多，月平均降水日数达13.9天，降水日数的月际变化与降水量变化基本一致；旱季的11月至翌年1月降水日数最少，月平均只有5~7天，夏季降水日数较多，冬季较少。

历年日最大降水量为320.9mm，出现在2015年10月4日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的5~9月份。

4.1.1.4 湿度

硇洲海洋站海域相对湿度较高，多年平均值为84％，1～9月平均相对湿度较大，多年月平均都在82％及以上，3～4月相对湿度最大，多年月平均为90％，10月至12月平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在79％及以下， 11～12月平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为78％，本站观测到极端最小相对湿度为16％，出现在2013年12月30日。

4.1.1.5 能见度

硇洲海洋站海域能见度较好，多年能见度平均值为22.4km，5~8月份平均能见度较大，多年月平均都在28km以上，7月份能见度最大，多年月平均为35.2km，1~3月份平均能见度较小，多年月平均在12.7km及以下，本站观测到极端最小能见度为0.1km，11月至翌年5月都有出现

4.1.1.6 海雾

硇洲海洋站海域雾日较多，多年雾日平均值为30天，各月平均雾日数，1~4月份平均雾日较多，多年月平均雾日都在4.4天以上，3月份雾日最多，多年月平均为10.0天，6~10月份平均雾日较少，多年月平均不到一天，其中6、8~10月份没有雾日。

4.1.2 区域地质

（1）区域地质概况

根据区域地质资料，距离本项目场址较近的断裂主要有吴川-四会断裂（F1）、琼州海峡深断裂带（F2）、湖仔断裂（F3）、海康港-龙门断裂（F4）与和家-前山断裂（F5）（详见图4.1-2）。

图 4.1-2　项目附近区域地质构造图（根据《广东省区域地质志》地质构造图）

对各深大断裂特征描述如下：

吴川-四会断裂（F1）：该断裂带自吴川向东北经阳春、云浮、四会、广宁，插入于英德犀牛一带，与仁化—英德断裂会合，斜贯广东的中、西、北部，在广东境内全长超过 800km，总体呈 20～40°方向延伸，影响宽度 15～20 km。断裂带由规模较大的韧性剪切带及一组北东走向的脆性断裂组成，在卫星影像上线性构造清晰，根据地貌和断层物质测年资料表明它为早－中更新世断裂。据广东省地

震局（2000）资料，该断裂带第四纪活动年代集中于距今 14～49 万年前，断裂性质以压剪性、蠕滑运动为特征。深断裂带在西南段的茂名、吴川、电白、阳江、阳春一带分为东、西两个断裂束，其中西支的延长线从场址的北侧通过，项目场地与该断裂的最近直线距离约 37km。

琼州海峡深断裂带（F2）：该断裂带的主体位于雷州半岛与海南岛之间的琼州海峡，呈东西方向展布的海槽将海南岛与广东大陆分开。断裂带的北界是遂溪大断裂，南界是王五－文教大断裂，中间还有一系列东西向展布的断裂，共同控制雷琼断陷盆地的基性－超基性火山喷溢和沉积。从渐新世开始，雷琼断陷的玄武岩具多期次多中心喷溢的特点，其中以更新世活动的规模最大。第三纪火山活动的中心，早期在雷南，晚期迁移至琼北。第四系活动规模稍次。该断裂带现今活动还很强烈，表现在：温泉沿断裂带分布，雷琼区钻探发现，地层中有大面积的层状中－高温承压水存在，地热温率每百米高达 8~10.5℃，水量丰富，水温在 40℃以上。1463～1834 年间，琼山、安定、澄迈、文昌一带发生过 37 次地震，破坏性地震 5 次，1605 年午夜发生 7.5 级地震，造成陆陷成海，最大下降幅度约 10m，属于垂直强性地震，每年地震释放总能量为 11712.22TJ。据 1970~1973 年水准测量表明，琼北地区仍在不断隆起之中，但隆起的幅度不一样，王五~文教大断裂以北上升 1.4mm/a，以南上升 13.2mm/a，垂直形变速率等值线呈东西向分布，由此看来，该带是新生代地壳活动最强烈地带，是震情区段值得注意的。该断裂从场址的南侧通过，项目场地与该断裂的最近直线距离约 52km。

湖仔断裂（F3）：该断裂走向 335°，延长近 40km，据第四系底板等高线的研究，它切断了湖仔短轴背斜，在湖仔附近，断裂南西盘与北东盘地层发生错动，南西盘明显下降，断距达 100m 左右，向南断距逐渐减小为 15m。有向南断距越来越小的趋势，推测该断裂经徐闻而延入琼州海峡。沿断裂有茅膏、加山岭等火山锥分布。结合深部重力等资料推测断面可能倾向南西，属于正断层。该断裂从场址西南侧通过，项目场地与该断裂的最近直线距离约 40km。

海康港-龙门断裂（F4）与和家-前山断裂（F5）：呈近东西走向，规模较小，主要表现为正断层。海康港-龙门断裂（F4）分为南北两段，倾向为 NW 和 SE，分别经流沙港和海康港进入北部湾中，地球物理标识和人工地震剖面成果均有反映；断裂在新生代早期拉张，晚期除南段继续拉张活动外，北段不甚活动。海康港-龙门断裂（F4）南段与和家-前山断裂（F5）分别从场址的北侧和南侧通过，项

目场地与海康港-龙门断裂的最近直线距离（陆域段）约 5km；项目场地与和家-前山断裂的最近直线距离（陆域段）约 30km。场址区域构造运动主要受东西、北东向两组断裂控制，西海岸上升较剧烈，海蚀阶地较发育，东海岸上升比较缓慢，砂堤、砂地和砂岛比较发育，近代地壳以垂直升降运动为主，地壳未见明显的构造痕迹出露，场地及其附近地质构造属较稳定区。

（2）地震及地震动参数

湛江市地处我国东南沿海地震带西段，历史上和现在有感地震和中强地震都较为活跃。1995 年元旦前后的 10 天时间内，距雷州半岛西岸仅 40 公里的北部湾近海连发 6.1 级和 6.2 级强震。这是该地震带近十多年来最强烈的一次双震。廉江、吴川、化州交界处，电白等地，历史上都发生过 5.0 级左右地震。在湛江市的周边，海南琼山 1605 年发生 7.5 级地震，广西灵山 1936 年发生 6.7 级地震，阳江市 1969 年发生 6.4 级地震。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）附录 A，徐闻县和安镇、外罗镇、新寮镇区域II类场地条件下 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度为 0.15g，对应的基本烈度为VII度。

图 4.1-3　项目附近地震动峰值加速度

（3）区域构造稳定性评价

拟建工程场区近区域现代构造活动一般，区域地壳基本稳定，项目场地与各断裂的距离符合《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）（2016 年版）的要求，近区域地震活动水平较弱，适宜项目建设。

4.1.3 工程地质

根据《广东省 2021 年农村公路桥梁安全保障整治工程第一标段勘察工程地质勘察报告》（广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司，2021 年 7 月），钻孔揭露的岩土层，桥位区覆盖层主要由人工填土、第四系淤泥、淤泥质砂、更新统粉质粘土及砂层组成，本次未见基岩发育，现分述如下：

1、素填土（Qml）：灰色，深灰色，压实，主要为玄武岩，块状，短节状，顶部有 20cm 的混凝土路面，为客运码头地基填石。零星分布，厚度为 5.80m。地层编号为 1_1。

2、淤泥（Q4m）：灰黑色，饱和，流塑，含有机质，易染手，局部固结呈软塑状。大部分布，厚度 0.20～8.10m，地层编号为 4_1。

3、淤泥质粉砂（Q4m）：深灰色，饱和，松散，含大量淤泥，级配一般，局部夹中砂。零星分布，厚度 2.50～5.20m，地层编号为 4_3。

4、淤泥质细砂（Q4m）：灰黑色，灰色，饱和，松散，级配一般，含大量淤泥。零星分布，厚度 1.20～6.40m，地层编号为 4_4。

5、粉质粘土（Q2b）：灰黄色，底部灰色，硬塑，粘性较差，含大量粉细砂。大部分布，厚度 0.50～12.70m，地层编号为 8-1_1。

6、粉砂（Q2b）：黄褐色，饱和，稍密，级配一般，含少量粘粒。零星分布，厚度 2.20～6.20m，地层编号为 8-1_3。

7、细砂（Q2b）：黄褐色，饱和，稍密，级配较差，含少量粘粒，局部夹粗砂。局部分布，厚度 3.00～11.70m，地层编号为 8-1_4。

8、中砂（Q2b）：黄褐色，棕褐色等，饱和，中密，级配较差，含少量粘粒。零星分布，厚度 0.60～6.10m，地层编号为 8-1_5。

9、粗砂（Q2b）：黄褐色，饱和，中密，级配较差，含少量粘粒。零星分布，厚度 2.90～5.80m，地层编号为 8-1_6。

10、粉质粘土（Q2b）：棕褐色，黄褐色，湿，硬塑，粘性较差，含粉砂。局部分布，厚度 2.70～7.50m，地层编号为 8-2_1。

11、细砂（Q2b）：棕褐色，饱和，密实，级配一般，含少量有机质，局部夹中粗砂。零星分布，厚度 2.30～4.30m，地层编号为 8-2_4。

12、中砂（Q2b）：灰棕色，棕褐色，饱和，中密，级配一般，含少量有机质。零星分布，厚度为 4.90m。地层编号为 8-2_5。

13、粉质粘土（Q1z）：灰色、棕褐色，湿，硬塑，粘性较差，土质不纯，含粉砂和少量有机物。大部分布，厚度 1.20～19.20m，地层编号为 9-1_1。

14、粉砂（Q1z）：灰色，密实，级配一般，含有大量粘粒和粉质粘土薄层。零星分布，厚度 1.50～2.10m，地层编号为 9-1_3。

15、细砂（Q1z）：灰色，饱和，密实，级配较差，含少量粘粒和贝壳。局部分布，厚度 1.30～10.70m，地层编号为 9-1_4。

16、粗砂（Q1z）：灰色，饱和，密实，级配较差，含少量粘粒和贝壳。零星分布，厚度为 4.70m。地层编号为 9-1_6。

17、粉质粘土（Q1z）：灰色，湿，坚硬，粘性较差，土质不纯，含粉砂。零星分布，厚度 1.00～5.00m，地层编号为 9-2_1。

18、粗砂（Q1z）：灰色，饱和，密实，级配一般，局部不均匀含有粉质粘土薄层，含少量贝壳。全场地分布，厚度 5.90～19.30m，地层编号为 9-2_6。

19、粉质粘土（Q1z）：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层，局部含有贝壳。大部分布，厚度 0.90～20.60m，地层编号为 9-3_1。

20、中砂（Q1z）：灰色，饱和，密实，级配一般，局部不均匀含有粉质粘土薄层，含少量贝壳，局部砂颗粒较粗，偏粗砂。局部分布，厚度 1.80～10.40m，地层编号为 9-3_5。

21、粗砂（Q1z）：灰色，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。零星分布，厚度为 1.90m。地层编号为 9-3_6。

22、粉质粘土（Q1z）：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层，局部含有贝壳。局部分布，厚度 1.60～16.40m，地层编号为 9-4_1。

23、中砂（Q1z）：浅灰黄色，饱和，密实，级配一般，局部不均匀含有粉质粘土薄层和粗砂薄层，含少量贝壳。局部分布，厚度 0.60～8.20m，地层编号为 9-4_5。

24、粗砂（Q1z）：灰色，饱和，密实，级配一般，局部不均匀含有粉质粘土薄层，含少量贝壳。零星分布，厚度 2.50～4.90m，地层编号为 9-4_6。

25、粉质粘土（Q1z）：灰色，湿，坚硬，粘性较差，土质不纯，其中 62.8~63.3m

夹薄层中砂。大部分布，厚度 2.10～21.60m，地层编号为 9-5_1。

26、中砂（Q1z）：浅灰黄色，饱和，密实，级配一般，不均匀含有粉质粘土薄层，含有少量贝壳。局部分布，厚度 1.00～6.20m，地层编号为 9-5_5。

拟建桥址场地及其附近无全新世活动断裂通过，本地区抗震设防烈度为 7 度，区域地壳基本稳定。场地属对桥梁抗震不利地段，桥址区未发现存在滑坡、崩塌、岩溶、地面塌陷、泥石流等不良地质作用，场地基本稳定。

桥址区地形较平坦，岩土种类较多，分布不均匀，第四系沉积层工程性质普遍较差。地表水径流排泄条件较好。综合分析，场地较适宜桥梁建设。

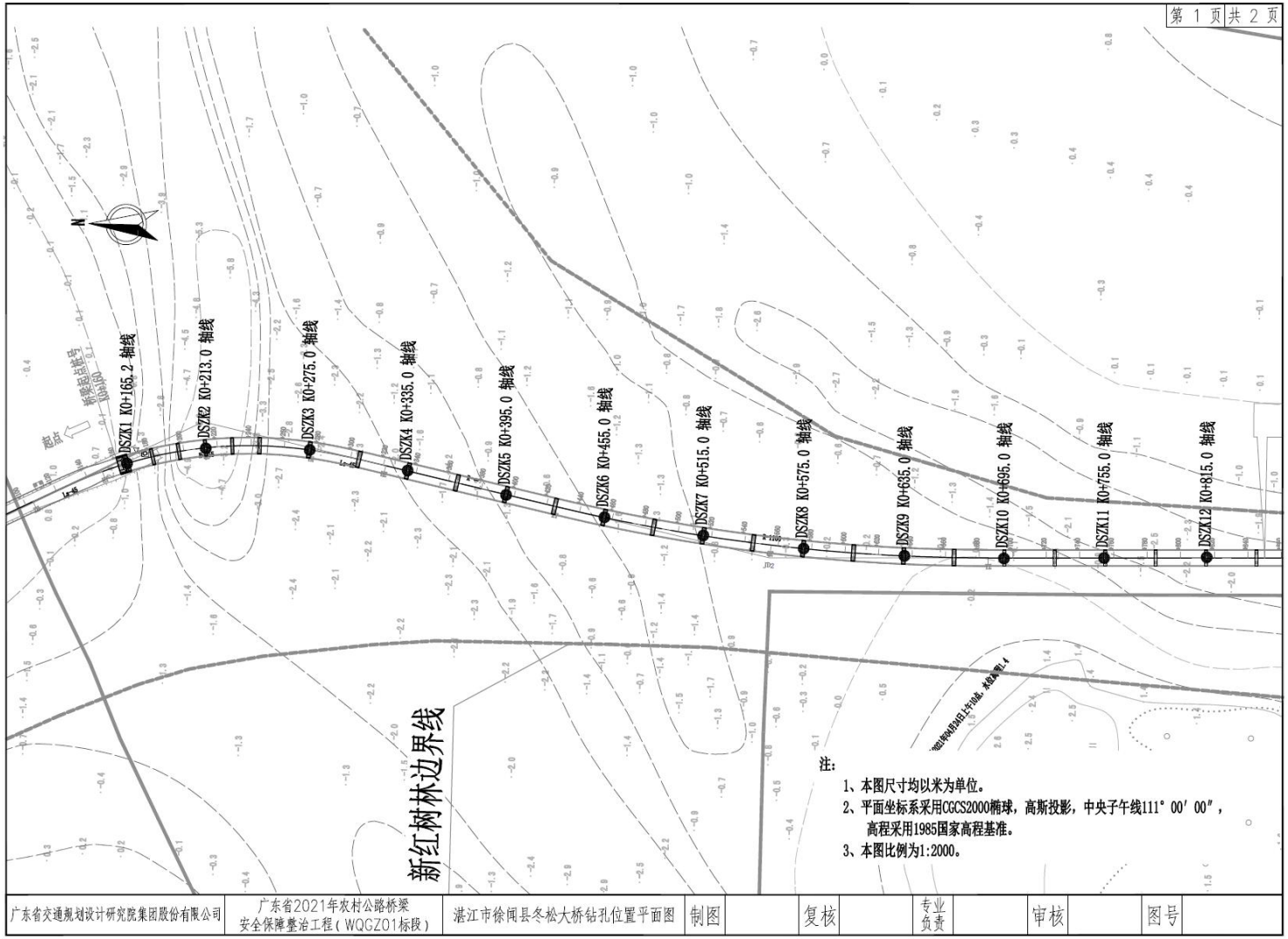


图 4.1-4a　工程钻孔平面布置图（1）

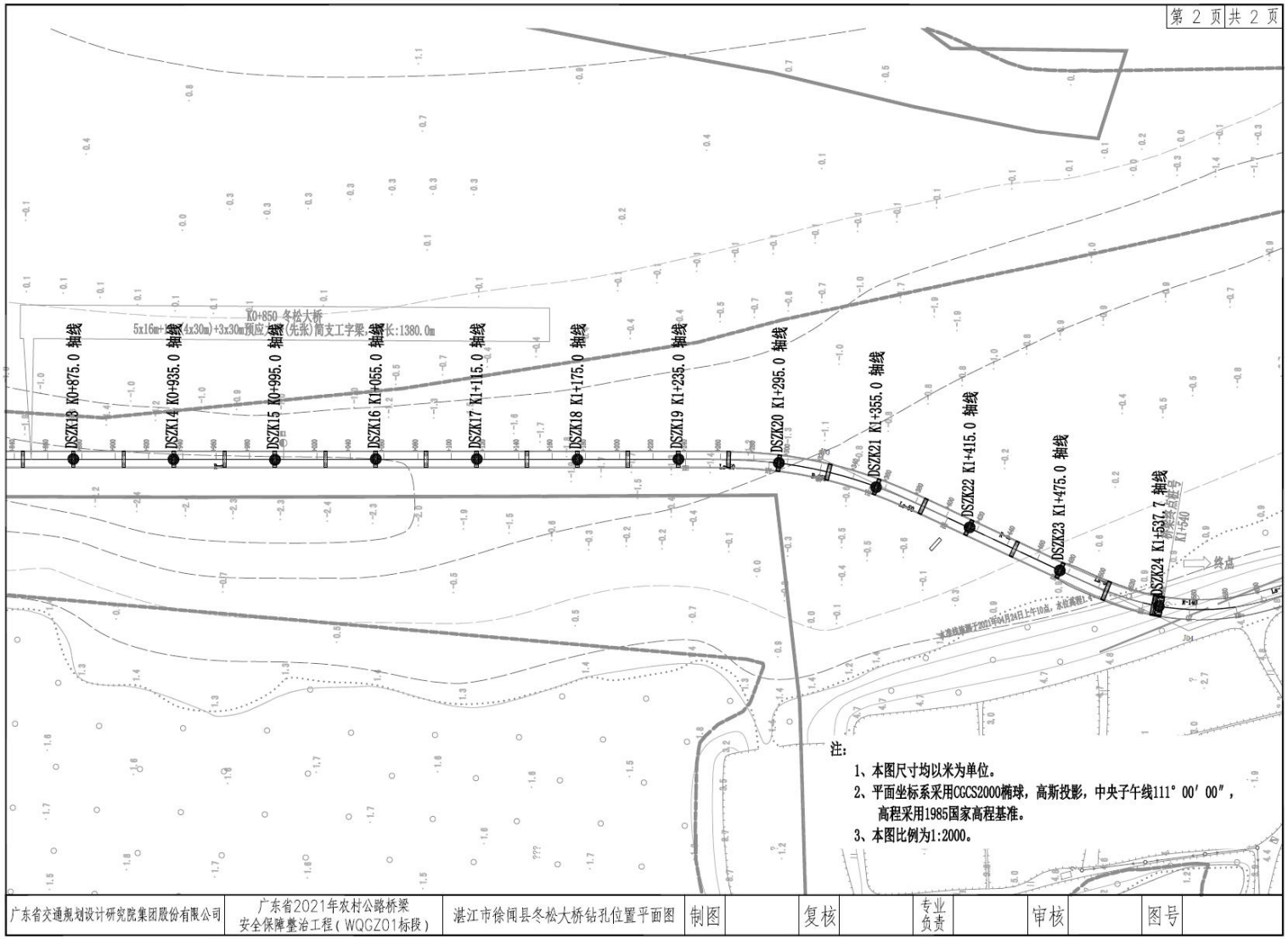


图 4.1-4b　工程钻孔平面布置图（2）

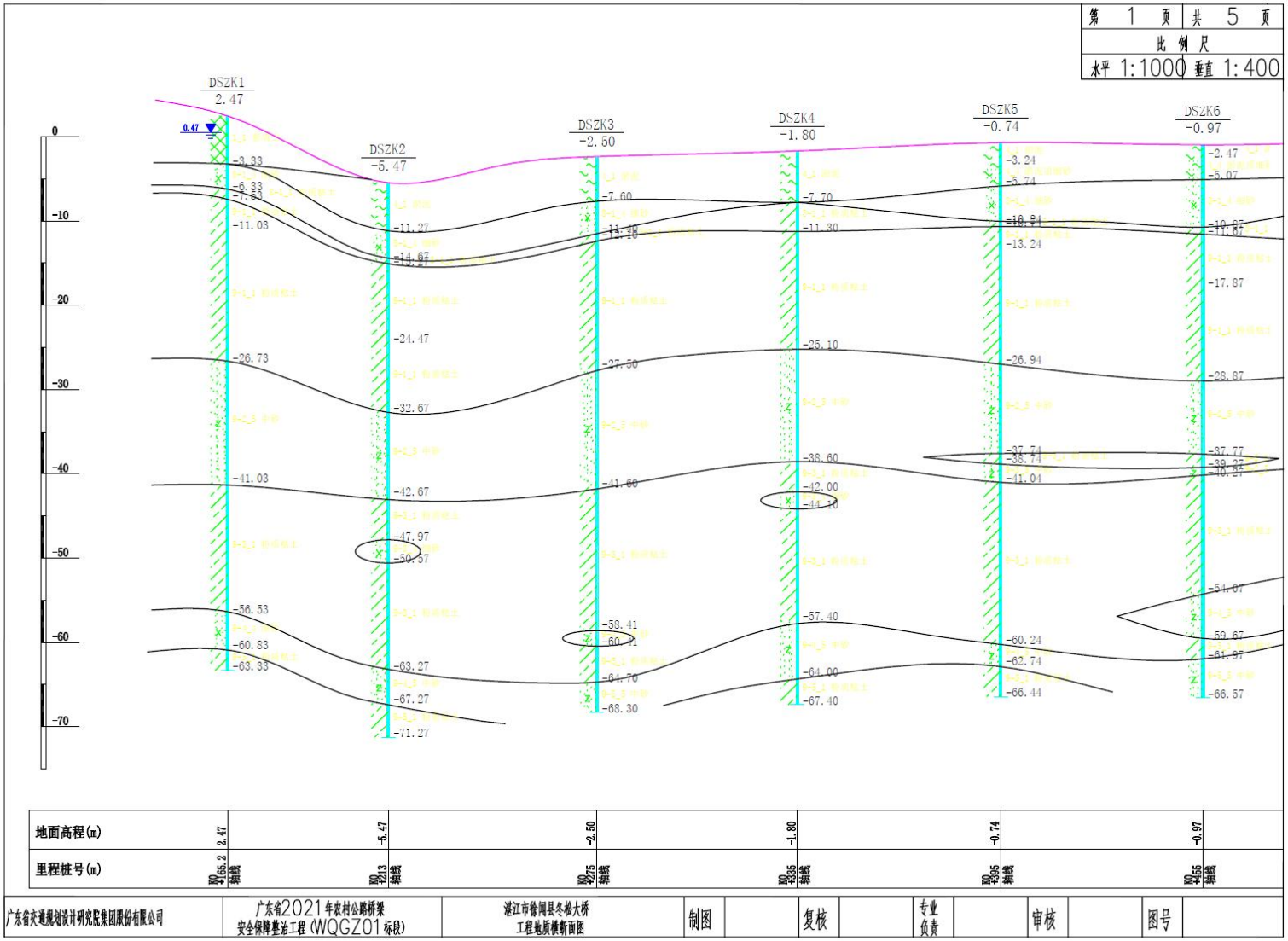


图 4.1-5a　工程地质断面图（1）

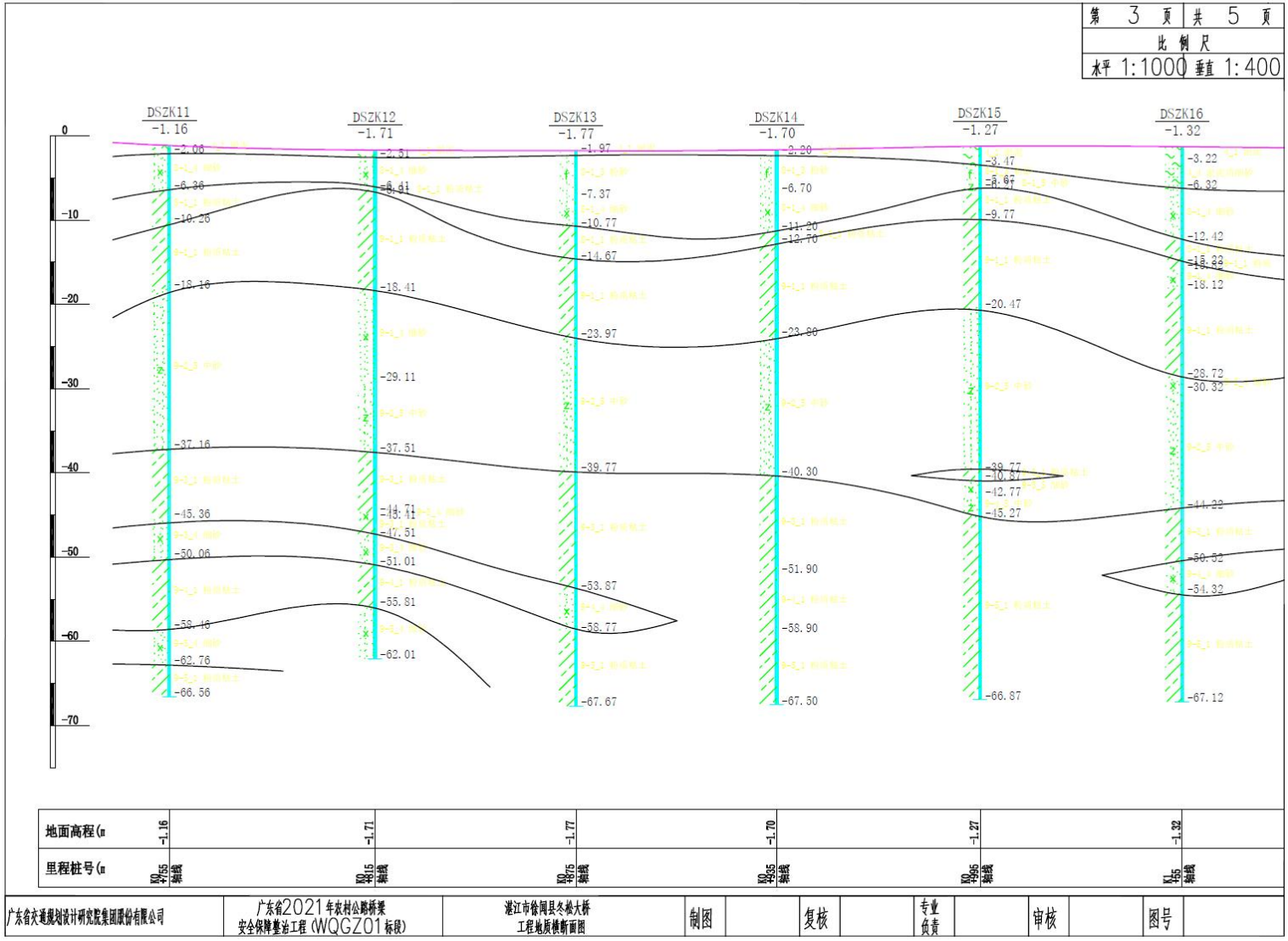


图 4.1-5b　工程地质断面图（2）

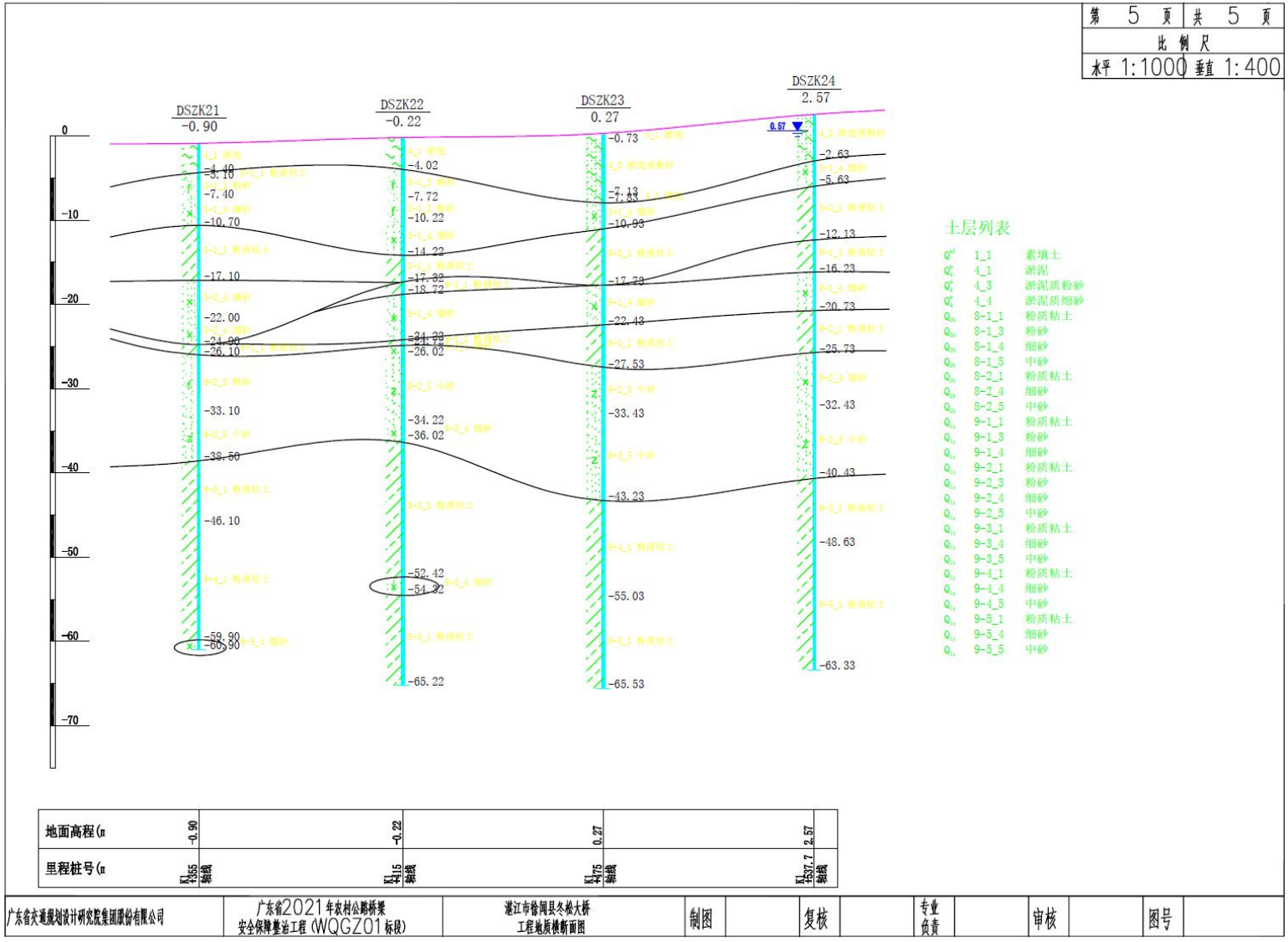


图 4.1-5c　工程地质断面图（3）

钻 孔 地 质 柱 状 图

线别：广东省2021年农村公路桥梁安全保障整治工程建设总承包（WQGZ01标段）　钻孔编号：DSZK3　初见水位：涨潮水深5.稳定水位：退潮水深1.8

工程名称：冬松大桥　孔口标高:-2.505 m　里程桩号:K0+275.0　与轴线关系：轴线

年代成因	地层编号	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	层底高程 (m)	柱状图例 1:400	地层描述	标贯 动探 深度 (m)	标贯 动探 击数/类型 击	取样 样号	取样 深度 (m)	备注
Q_4^m	4_1	5.10	5.10	-7.61		淤泥：灰黑色，饱和，流塑，含有机质，易染手。	3.55 3.85	1 N (SPT)			
Q_{2b}	8-1_4	8.90	3.80	-11.41		细砂：黄褐色，饱和，中密，级配较差，含少量粘粒。	6.55 6.85	21 N (SPT)			
	8-1_1	9.60	0.70	-12.11		粉质粘土：黄色，湿，可塑，粘性较差，含大量粉细砂。	11.65 11.95	32 N (SPT)			
	9-1_1	25.00	15.40	-27.51		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性较差，土质不纯，含粉砂。	17.15 17.45 21.95 22.25	38 N (SPT) 42 N (SPT)			
Q_{1z}	9-2_5	39.10	14.10	-41.61		中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。	27.45 27.75 32.45 32.75 37.45 37.75	37 N (SPT) 40 N (SPT) 41 N (SPT)			
	9-3_1	55.90	16.80	-58.41		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	40.05 40.35 45.15 45.45 50.25 50.55 55.45 55.75	54 N (SPT) 63 N (SPT) 73 N (SPT) 68 N (SPT)			
	9-4_5	57.90	2.00	-60.41		中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。					
	9-5_1	62.20	4.30	-64.71		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性较差，不均匀含有粉细砂薄层。	60.40 60.70	反弹 N (SPT)			
	9-5_5	65.80	3.60	-68.31		中砂：浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有贝壳。	63.15 63.45	72 N (SPT)			

拟编：杨成　　绘图：何泳珊

图 4.1-6a　工程钻孔地质剖面图（1）

钻 孔 地 质 柱 状 图

线别：广东省2021年农村公路桥梁安全保障整治工程建设总承包（WQGZ01标段）　钻孔编号：DSZK10　初见水位：涨潮水深1.8　稳定水位：退潮水深0

工程名称：冬松大桥　孔口标高:0.07 m　里程桩号:K0+695.0　与轴线关系：轴线

年代成因	地层编号	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	层底高程 (m)	柱状图例 1:400	地层描述	标贯动探 深度 (m)	标贯动探 击数/类型 击	取样 样号	取样 深度 (m)	备注
Q_4^{ml}	4_1	1.50	1.50	-1.43		淤泥：灰黑色，饱和，流塑，含有机质，易染手。	3.15 3.45	12 N (SPT)			
	4_4	4.80	3.30	-4.73		淤泥质细砂：灰黑色，灰色，饱和，稍密，级配一般，含大量淤泥。	5.95 6.25	27 N (SPT)			
Q_{2b}	8-1_4	10.90	6.10	-10.83	x x	细砂：黄褐色，饱和，中密，级配较差，含少量粘粒。	11.45 11.75	16 N (SPT)			
	8-1_1	15.80	4.90	-15.73		粉质粘土：黄色，可塑，粘性较差，含大量粉细砂。	14.15 14.45	12 N (SPT)			
Q_{1z}	9-1_1	21.20	5.40	-21.13		粉质粘土：灰色、棕褐色，湿，硬塑，粘性较差，土质不纯，含粉砂和少量有机物。	16.85 17.15	23 N (SPT)			
		27.30	6.10	-27.23		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	22.15 22.45	39 N (SPT)			
	9-1_3	28.80	1.50	-28.73	f f	粉砂：灰色，密实，级配一般，含有大量粘粒和粉质粘土薄层。	27.45 27.75	51 N (SPT)			
	9-1_1	30.00	1.20	-29.93							
	9-2_5	34.80	4.80	-34.73	z z	粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	32.45 32.75	43 N (SPT)			
	9-2_1	35.00	0.20	-34.93							
	9-2_5	39.80	4.80	-39.73	z z	中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。	37.55 37.85	48 N (SPT)			
	9-3_1	49.10	9.30	-49.03		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般。	42.35 42.65	58 N (SPT)			
						中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。	47.65 47.95	65 N (SPT)			
	9-4_5	52.80	3.70	-52.73	z z	粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	50.05 50.35	55 N (SPT)			
	9-4_1	57.20	4.40	-57.13		中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有贝壳。	54.65 54.95	70 N (SPT)			
	9-5_4	63.30	6.10	-63.23	x x	粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性较差，不均匀含有粉细砂薄层。	59.35 59.65 61.75 62.05	68 N (SPT) 67 N (SPT)			
	9-5_1	65.40	2.10	-65.33		细砂：灰色，饱和，密实，级配一般，含有粉质粘土薄层。					
						粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性较差，不均匀含有粉细砂薄层。					

拟编：杨成　　绘图：何泳珊

图 4.1-6b　工程钻孔地质剖面图（2）

钻 孔 地 质 柱 状 图

线别：广东省2021年农村公路桥梁安全保障整治工程建设总承包（WQGZ01标段）　钻孔编号：DSZK16　初见水位：涨潮水深3.稳定水位：退潮水深1.0

工程名称：冬松大桥　孔口标高:-1.321 m　里程桩号:K1+055.0　与轴线关系：轴线

年代成因	地层编号	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	层底高程 (m)	柱状图例 1:400	地层描述	标贯 动探 深度 (m)	标贯 动探 击数/类型 击	取样 样号	取样 深度 (m)	备注
Q_4^m	4_1	1.90	1.90	-3.22		淤泥：灰黑色，饱和，流塑，含有机质，易染手。	2.15	11 N(SPT)			
	4_4	5.00	3.10	-6.32		淤泥质细砂：灰黑色，灰色，饱和，稍密，级配一般，含大量淤泥。	2.45				
Q_{2b}	8-1_4	11.10	6.10	-12.42		细砂：黄褐色，饱和，中密，级配较差，含少量粘粒。	7.15 7.45	19 N(SPT)			
	8-1_1	13.90	2.80	-15.22		粉质粘土：黄褐色，湿，硬塑，粘性较差，含大量粉细砂。	13.45	21 N(SPT)			
	9-1_1	14.50	0.60	-15.82			13.75				
	9-1_4	16.80	2.30	-18.12		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性较差，土质不纯，含粉砂。	15.95 16.25	43 N(SPT)			
	9-1_1	27.40	10.60	-28.72		细砂：灰色，饱和，密实，级配较差，含少量粘粒和贝壳。 粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性较差，土质不纯，含粉砂。	22.75 23.05	52 N(SPT)			
	9-2_4	29.00	1.60	-30.32		细砂：灰色，饱和，密实，级配较差，含少量粘粒和贝壳。	29.15 29.45	34 N(SPT)			
Q_{1z}	9-2_5	42.90	13.90	-44.22		中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。	35.55 35.85	37 N(SPT)			
							42.15 42.45	40 N(SPT)			
	9-3_1	49.20	6.30	-50.52		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	44.55 44.85	反弹 N(SPT)			
	9-4_4	53.00	3.80	-54.32		细砂：灰色，饱和，密实，级配一般，局部不均匀含有粉质粘土薄层。	52.35 52.65	40 N(SPT)			
	9-5_1	65.80	12.80	-67.12		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	57.20 57.50	反弹 N(SPT)			

拟编：杨成　　绘图：何泳珊

图 4.1-6c　工程钻孔地质剖面图（3）

钻 孔 地 质 柱 状 图

线别：广东省2021年农村公路桥梁安全保障整治工程建设总承包（WQGZ01标段）　钻孔编号：DSZK22　初见水位：涨潮水深2.稳定水位：退潮水深0

工程名称：冬松大桥　孔口标高:-0.221 m　里程桩号:K1+415.0　与轴线关系：轴线

年代成因	地层编号	层底深度 (m)	分层厚度 (m)	层底高程 (m)	柱状图例 1:400	地层描述	标贯深度 (m)	动探 击数/类型 击	取样 样号	取样 深度 (m)	备注
Q_4^m	4_1	3.80	3.80	-4.02		淤泥：灰黑色，饱和，流塑，含有机质，易染手，局部固结呈软塑状。	3.15 3.45	4 N (SPT)			
Q_{2b}	8-1_3	7.50	3.70	-7.72	f	粉砂：黄褐色，饱和，松散，级配一般，含少量粘粒。	5.85 6.15	10 N (SPT)			
		10.00	2.50	-10.22	f	粉砂：黄褐色，饱和，稍密，级配一般，含少量粘粒。	8.45 8.75	13 N (SPT)			
	8-1_4	14.00	4.00	-14.22	x	细砂：黄褐色，饱和，中密，级配较差，含少量粘粒。	12.35 12.65	20 N (SPT)			
	8-1_1	17.10	3.10	-17.32		粉质粘土：灰黄色，底部灰色，可塑，粘性较差，含大量粉细砂。					
	9-1_1	18.50	1.40	-18.72							
	9-1_4	24.00	5.50	-24.22	x	粉质粘土：灰色，湿，可塑，粘性较差，土质不纯，含粉砂。	19.15 19.45	32 N (SPT)			
	9-1_1	24.50	0.50	-24.72	x	细砂：灰色，饱和，密实，级配较差，含少量粘粒和贝壳。	23.75 24.05	38 N (SPT)			
	9-1_4	25.80	1.30	-26.02							
	9-2_5	34.00	8.20	-34.22	z	粉质粘土：灰色，湿，硬塑，粘性较差，土质不纯，含粉砂。 细砂：灰色，饱和，密实，级配较差，含少量粘粒和贝壳。	28.85 29.15	43 N (SPT)			
	9-3_4	35.80	1.80	-36.02	x	中砂：麻灰色，浅灰黄色等，饱和，密实，级配一般，含有大量的贝壳。	37.75 38.05	54 N (SPT)			
Q_{1z}						细砂：灰色，饱和，密实，级配一般，含有少量的贝壳。					
	9-3_1	52.20	16.40	-52.42		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	44.30 44.60	反弹 N (SPT)			
	9-5_4	54.10	1.90	-54.32	x	细砂：灰色，饱和，密实，级配一般，局部不均匀含有粉质粘土薄层。	51.70 52.00	反弹 N (SPT)			
	9-5_1	65.00	10.90	-65.22		粉质粘土：灰色，湿，坚硬，粘性一般，土质不纯，不均匀含有粉砂薄层。	59.10 59.40	反弹 N (SPT)			

拟编：　杨成　　绘图：　何泳珊

图 4.1-6d　工程钻孔地质剖面图（4）

4.1.4 海洋水文

4.1.4.1 基面关系

项目所处海域潮汐现象主要是太平洋潮波经巴士海峡和巴林塘海峡进入南海后形成的。以湛江港潮位站和硇洲岛潮位站以往资料，以及外罗一期风电项目为期一年的临时潮位站资料，工程附近海域潮性系数在 0.88～1.04 之间，属于不正规半日潮，其特征是一太阴日有两次高潮和两次低潮，随着月球赤纬的增大，半日周期相邻两潮期的高潮或低潮高度不相等的现象逐渐显著，至月球到赤纬到北或南最大，日不等最大；随着月球赤纬的变小，日不等也变小。由于受地形的影响，外海潮波从湾口进入湾内后发生变形，高潮位逐渐增高，低潮位逐渐降低，潮差也逐渐增大。

本项目工程区周年潮位统一采用当地理论最低潮面，理论最低潮面在 1985 年国家高程基准下 1.488m，基面关系如图 4.1-7 所示。

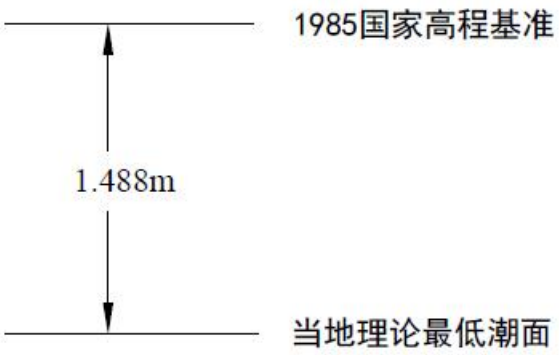


图 4.1-7　基面换算关系图

4.1.4.2 海水温度和盐度

硇洲海洋站多年水温和盐度观测结果分析见表 4.1-1 和表 4.1-2。

表 4.1-1　硇洲海洋站多年统计各月平均水温（℃）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均水温	17.5	17.4	19.4	24.1	27.2	28.7	29	29	28.8	26.5	23.3	19.6	24.1

表 4.1-2　硇洲海洋站多年统计各月平均盐度（‰）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均盐度	31.21	31.14	30.94	30.52	29.26	29.22	31.28	30.65	28.84	28.2	29.91	30.89	30.17

4.1.4.3 波浪

根据工程区外海—硇洲海洋站 1982～2007 年的波浪资料统计分析，该海域

波浪是以风浪为主，年出现频率约为 80%；涌浪出现频率较少，约为 20%。常浪向为ENE，频率为 21.01%，次常浪向为SE，频率为 18.18%，波向主要出现在NE～S 向，该范围内频率占到约 93%。硇洲岛海域的强浪向与常浪向基本相一致，均出现在NNE～SE方位内。H1/10＞3.0m 的方向是NNE～ESE 方位内。根据该站 1996～2007 年累年各向波高绘制波浪玫瑰图见图 4.1-8。

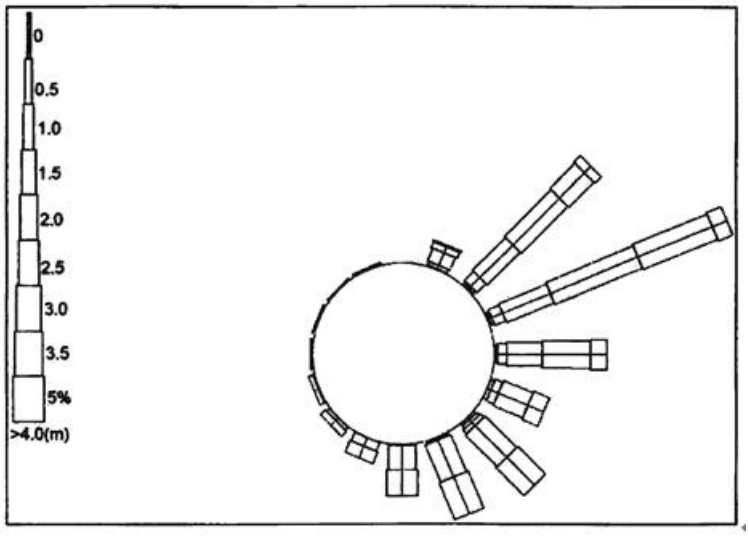


图 4.1-8　硇洲海洋站波浪玫瑰图

项目附近外罗I 期风电场的波浪周年观测时间为 2012 年 9 月 1 日～2013 年 8 月 31 日。施测海域主要受西南季风、东北季风、热带气旋三种天气系统所影响，波浪以风浪为主，年风浪频率达 90%。周年观测期间，周年平均Hs为 1.2m，周年平均H1/10 为 1.5m，周年平均周期 4.0s，周年最大Hs为 4.97m，周年最大H1/10 为 7.34m。

根据周年观测期间(2012 年 9 月 1 日～2013 年 8 月 31 日)获得的所有数据统计各月最大波高及其对应波向、对应波周期。各月最大波高在 3.79～9.65m 之间，说明各月均有大浪发生。2013 年 7 月、8 月台风影响期间，还伴有巨浪发生。

周年观测期间，测得的最大波高为 9.65m，对应平均周期为 6.0s，对应波向为 96°(E)，发生在 2013 年 8 月 2 日 21 时，此时天气过程正好为 201309 号强热带风暴“飞燕Jebi”影响期间，这正是受到它的影响所致。“飞燕Jebi”影响期间，硇洲岛海洋站测得最大风速 20.2m/s，风向 76°(ENE)。

根据周年观测期间(2012 年 9 月 1 日～2013 年 8 月 31 日)获得的 8760 组数据，进行全年的H1/10 波高分向分级频率统计和平均波周期分向分级频率统计，并绘制徐闻站全年的H1/10 波高频率玫瑰图，见图 4.1-9。综合徐闻站H1/10 波

高频率玫瑰图及徐闻站平均波周期玫瑰图统计表见表 4.1-3 和表 4.1-4。

表 4.1-3　徐闻站H1/10 波高分向统计表（2012.9~2013.8）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	0.08%	0.32%	1.55%	21.44%	43.22%	19.94%	10.13%	2.81%	0.18%
平均值	1.37	1.56	1.63	1.62	1.73	1.15	0.88	0.98	0.86
最大值	3.35	4.33	3.96	4.13	7.34	6.53	4.80	5.01	1.49
方向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	0.13%	0.03%	0.02%	0.02%	0.03%	0.02%	0.07%	—	
平均值	1.24	1.14	0.73	1.89	2.07	2.65	2.12	—	
最大值	1.75	1.70	0.73	2.11	2.24	2.72	4.25	—	

表 4.1-4　徐闻站平均波周期分向统计表（2012.9~2013.8）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
频率	0.08%	0.32%	1.55%	21.44%	43.22%	19.94%	10.13%	2.81%	0.18%
平均值	2.9	3.5	3.7	4.0	4.1	4.1	3.6	3.5	3.2
最大值	3.8	5.1	5.3	6.0	7.1	7.5	8.1	6.4	4.2
方向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	0.13%	0.03%	0.02%	0.02%	0.03%	0.02%	0.07%	—	
平均值	3.2	3.4	3.1	3.5	3.3	3.2	3.2	—	
最大值	3.5	3.7	3.2	3.5	3.4	3.2	4.5	—	

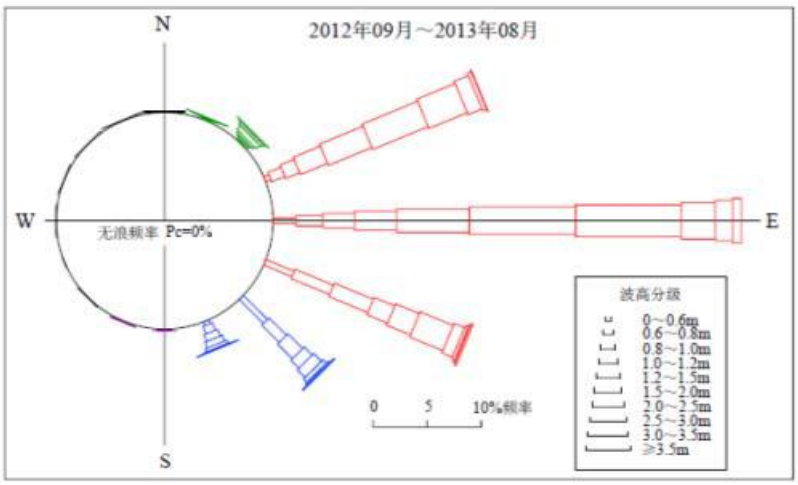


图 4.1-9　徐闻站H1/10 波高频率玫瑰图（2012.9~2013.8）

4.1.5 自然灾害

4.1.5.1 热带气旋

根据中国气象局编气象出版社出版的台风年鉴 1949~2012 年的资料统计，平均每年有 1.9 个热带气旋影响湛江地区；年最多为 5 个（1965、1973 和 1974 年）；

没有热带气旋影响的有 7 年。热带气旋 8 月出现最多，占 27%，其次是 9 月，占 24%，且特别严重危害湛江的台风多数也发生在 7~9 月份。每年的 5~11 月均有热带气旋影响湛江地区，1949~2012 年间，热带气旋达到超强台风的有 16 个，强台风 21 个，台风 35 个。

影响和侵袭湛江的热带气旋，大部分（约 63%）来自西北太平洋，经巴士海峡进入南海，一路西行登陆粤西至海南岛东北部，多数热带气旋强度大，影响范围广；少部分来自南海的热带气旋，形成快，移动路径曲折多变，因距离岸线较近，从生成到登陆时间短。例如 7619 号台风，1976 年 9 月 20 日登陆湛江，其路径曲折多变，经过 3 次登陆，影响时间长，风雨范围广强度大，造成灾情严重。

热带气旋常常带来大风、暴雨、大浪和风暴潮等灾害天气，对当地渔船、养殖业等造成严重损失。台风影响湛江地区最强的极大风速值为 57m/s （1996 年 9 月 9 日的“莎莉”台风）；台风影响湛江地区最强的降水达 300~400mm，过程降水日 4~5 天（9402 号台风）。1980 年 7 月 22 日的 8007 号台风登陆徐闻，湛江沿海发生最严重的风暴潮灾害，风暴潮增水达 5.94m，高居全国第一。2003 年 8 月 24 日 21 时~25 日 18 时的 0312 号台风“科罗旺”，8 级以上大风吹袭湛江地区长达 18 个小时，最大风速 38m/s，大风持续时间长，历史罕见，破坏力极大。

1980 年 7 月 22 日，8007 号台风“乔伊”在广东徐闻沿海登陆，登陆时中心气压 961 百帕，近中心最大风速达 38 米/秒(风力超过 12 级)，受其影响，广东中西部沿海及海南岛等地出现 9—11 级大风，局部风力 12 级以上，雷州半岛和海南岛普降了暴雨到大暴雨，降雨量一般达 100—300 毫米，昌江最大达 343 毫米。在台风正面袭击的湛江地区，90%的海堤被冲垮，碗口粗的大树被连根拔起。汹涌的潮水涌入湛江市，濒临大海的霞山商业区处于大水之中，水深 1-2 米，有的达 2 米多深，全市处于停电、停水、停交通的瘫痪状态。港区内，1 艘 2 万吨级外轮和 1 艘 5 万吨级油轮被巨大海潮推上海滩搁浅，一些载重量为 10 多吨的水泥船、运输船和渔船涌进市区。据湛江、海南等地的不完全统计，台风中共倒塌房屋 11 万多间，损坏房屋 47 万多间，沉毁大小船只 3100 多艘，冲垮山塘、涵闸、电站、堤围等 1000 多处，倒断橡胶树 850 万株、电杆 1300 多条，受灾农作物 370 多万亩，并有 291 人丧生，137 人失踪，640 多人受伤。

1996 年第 15 号热带气旋“莎莉”于 9 月 5 日 08 时在西太平洋 13° N、

135°E 处生成，生成后即朝西北方向快速移动，6 日 8 时形成热带风暴，7 日 14 时加强为台风，并于 8 日 8 时进入南海。分别于 9 月 9 日 11 时、14 时、19 时在广东吴川、广西北海、防城登陆。登陆时中心最大风力分别为 12 级、10 级、8 级，中心最低气压分别为 935 hPa、975 hPa、990 hPa，西北行。在广东吴川登陆时中心附近最大风力 12 级以上（风速高达 57m/s，风暴持续 4h），台风中心登陆的附近地方有旋转风 11~12 级。广东沿海、西南地区大部、广西东南地区大部最大风力 6~8 级、阵风 8~10 级。其中广东上川岛、湛江地区部分、海南局部、西沙岛、广西钦州地区最大风力 6 级、阵风 8 级。这次台风是建国以来在粤西登陆最强的台风，也是建国以来在粤西登陆造成台风灾害最大的一次。此次台风所造成的灾害之重，损失之大，影响范围之广是建国以来所罕见。据广东省三防办统计：此次台风造成广东省的江门、阳江、茂名、湛江、珠海、云浮 6 市受灾，全省直接经济损失 210.5 亿元，其中茂名、湛江、阳江三市灾情特别严重（湛江市损失 129.4 亿元、茂名市 72.9 亿元、阳江市 7.44 亿元）。广东省共有 7 个市、27 个县的 873 万人受灾，因灾死亡 330 人。

另据中国天气台风网统计，2013 至 2017 年 5 年间共有 7 个台风造成粤西海域或陆地 10 级以上风力，见表 3.1-18，其中影响最为严重的是 2014 年湛江沿海登陆的台风“威马逊”，造成 16 级大风；以及 2015 年湛江沿海登陆的台风“彩虹”，造成 15 级大风。

2014 年 7 月 18～19 日的“威尔逊”台风，是自 1973 年以来袭击华南的最强台风。7 月 18 日 15 时 30 分前后，“威尔逊”在海南省文昌市翁田镇沿海登陆，登陆风力达 17 级；19 时 30 分前后在广东省湛江市徐闻县龙塘镇沿海地区再次登陆；19 日 7 时 10 分前后在广西防城港市光坡镇沿海第三次登陆。受其影响，海南、广东、广西多地出现狂风暴雨天气，引发洪涝灾害。该超强台风共造成 26 人死亡、25 人失踪，三省受灾人数共计 814.7 万。

2015 年 10 月 4 日，今年第 22 号台风“彩虹”（强台风级）的中心已于下午在广东省湛江市坡头区沿海登陆。“彩虹”登陆时中心附近最大风力有 15 级（50 米/秒），中心最低气压为 940 百帕。“彩虹”是今年首个登陆粤西的台风，也是 1949 年以来十月登陆广东最强的台风，超过之前的 6423 号台风 Dot（40 米/秒）。据广东民政厅通报称，“彩虹”造成广东湛江等 9 市 42 个县不同程度受灾，累计受灾人口 353.4 万人，因灾遇难者升至 18 人，4 人失踪，紧急转移安置 17.04 万

人，农作物受灾面积 28.27 万公顷，倒塌房屋 3374 间，直接经济损失 232.4 亿元。

2018 年 6 月 6 日 6 时 25 分，台风“艾云尼”在广东湛江市徐闻县新寮镇沿海第 1 次登陆，登陆时中心附近最大风力 8 级。“百里嘉”于 2018 年 9 月 13 日 8 时 30 分前后在广东省湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 10 级（25m/s）。 “韦帕”于 2019 年 8 月 1 日 17 时 40 分许在广东省湛江市坡头区沿海再次登陆，登陆时中心附近最大风力仍有 9 级（23m/s）。

表 4.1-5　2013 至 2017 年 5 年间影响粤西海域的台风统计表

年份	名字	登陆点	登陆时间	风级
2017 年	1720 卡努	湛江市徐闻县	2017-10-16（03 时）	25m/s（10 级）
2016 年	1608 电母	湛江市徐闻县	2016-08-18（15 时）	20m/s（8 级）
2015 年	1522 彩虹	湛江市坡头区	2015-10-04（13 时）	50m/s（15 级）
2014 年	1415 海鸥	湛江市徐闻县	2014-09-16（13 时）	40 m/s（13 级）
2014 年	1409 威马逊	湛江市徐闻县	2014-07-18（20 时）	55m/s（16 级）
2013 年	1311 尤特	阳江市阳西县	2013-08-14（16 时）	42 m/s（14 级）
2013 年	1306 温比亚	湛江市东海岛	2013-07-02（05 时）	28 m/s（10 级）

4.1.5.2 风暴潮

风暴潮是热带风暴或台风与天文大潮重合而引起增水所致，雷州半岛东部沿海是我国台风暴潮灾害最严重的地区之一，据历史资料记载，1951～1992 年间登陆湛江市的热带风暴（指中心最大风力 8 级或以上）共有 32 次，引发风暴潮 4 次，近 60 年来就有 7 次严重台风暴潮灾害袭击。台风引起的风暴潮，最高潮水位出现在 1980 年 7 月 2 日，受 8007 号台风“乔伊”影响，徐闻外罗潮位 8.32 m，南渡河、湛江港潮位 8.2 m（创世界第三记录）。2010 年 3 号台风“灿都”、2012 年 13 号台风“启德”、 2014 年第 15 号台风“海鸥”均在湛江引发了风暴潮。

1980 年 7 月 22 日，8007 号台风“乔伊”在广东徐闻沿海登陆，8007 号台风造成南渡站 5.94 米增水，广东省西部沿海出现中国近百年间罕见的最严重的风暴潮。其最大增水值（5.94 米）居中国潮位资料记录之首，在世界上名列第三位。全省因灾死亡 296 人，失踪 137 人，造成经济损失约 5 亿元。

2010 年第 3 号台风“灿都”于 7 月 22 日 13 时 45 分在吴川市吴阳镇沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级，阵风 14 级，中心气压 970 百帕，最大风速 35 m/s，7 级风半径 150 km。受台风“灿都”影响，湛江市普降大暴雨，局部地区特大暴雨，全市平均降雨量 174.1 mm，最大降雨量是石角镇丰满站 398.5 mm。

粤西一带沿海出现了 30～200 cm 的风暴潮增水。由于正值天文高潮期，受台风影响，7 月 22 日上午 8 时左右湛江出现了略超警戒潮位的情况。

2012 年第 13 号台风“启德”于 8 月 17 日 12 时 30 分前后在广东省湛江市麻章区湖光镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 13 级（38 m/s），中心最低气压为 968 百帕。台风“启德”登陆湛江时，恰逢天文大潮期，湛江验潮站出现了 242 cm 的最大风暴增水，超警戒潮位 99 cm。8 月 17 日 0 时至 12 时，湛江站于 17 日 11 时 45 分出现 390 cm 实测最高潮位，超警戒 125 cm，重现期为超三十年一遇，过程最大增水 238 cm。

2014 年 9 月 16 日 0 时至 17 时，受台风“海鸥”的影响，深圳至雷州半岛东岸一带沿海出现 0.94～5.15 m 的风暴增水，珠江口至雷州半岛东部沿海部分潮位站出现超警戒 0.03～1.75 m 的高潮位。其中南渡站于 16 日 12 时 10 分出现 4.75 m 实测最高潮位，超警戒 1.75 m，重现期为超 30 年一遇，过程最大增水 5.15 m（历史实测排位第二）；湛江港 16 日 11 时 55 分出现 3.86 m 实测最高潮位，超警戒 1.21 m，重现期为 30 年一遇，过程最大增水 4.32 m（历史实测排位第二）。

湛江海域风暴潮发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大。工程水域的风暴增水年均约 3.9 次，风暴增水多出现于 4~12 月，8 月份和 9 月份是发生次数最多的月份。台风在湛江港及其西南方向登陆时，主要造成正的风暴增水；台风在湛江港东面登陆时，造成的正增水比较小，通常情况下，台风登陆后，湛江港出现负增水。

4.1.5.3 雷暴

湛江是一个雷暴多发的区域，全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在 4～9 月，湛江区域历年平均发生雷暴 83 天，最多 116 天（1952 年），最少也有 50 天（1991 年），夏季雷暴频繁，历年各月平均雷暴最多出现在 8 月，为 16 天，6 月次之，也有 15 天，4～5 月及 7 月和 9 月均有 7～14 天的雷暴发生，11 月至翌年 2 月发生雷暴的天数较少。

徐闻县是我国三大雷害区之一，平均全年雷暴日 96d，最多年 120d（1973 年）。近年来徐闻县雷击灾害时有发生，对供电设施（变压器）、家用电器（电脑、电视机）和人畜等造成危害。

4.1.5.4 海浪灾害

海浪，是海面由风引起的波动现象，主要包括风浪和涌浪。按照诱发海浪的大气扰动特征来分类，由热带气旋引起的海浪称为台风浪；由温带气旋引起的海浪称为气旋浪；由冷空气引起的海浪称为冷空气浪。巨浪可引起海上船舶倾覆、折断和触礁，摧毁海上平台，对海上运输和施工、渔业捕捞、海上军事活动等带来灾害，还可以摧毁沿海的堤岸、海塘、码头、海水养殖设施等各类海工建筑物，有时还会携带大量泥沙进入海港、航道，造成淤塞等灾害。

根据历年来广东省海洋灾害统计公报，2011年~2020年近10年发生在湛江市的海浪灾害共13次，年平均1.3次，主要为冷空气浪。其中发生在徐闻县的主要在徐闻东部渔场。

● 190401 冷空气浪

2019年4月1日05时47分，受冷空气影响，粤雷渔32116在北和镇徐黄村埠对开海域进行作业时遭遇瞬时大风，产生的大风浪造成船舶沉没，造成1人失踪，损毁船只1艘，直接经济损失31万元。

2019年4月1日08时，受冷空气影响，粤徐渔62067在徐闻东部393渔场进行作业时遭遇瞬时大风，产生的大风浪造成船舶沉没，船上人员事后被救起，损毁船只1艘，直接经济损失7万元。

● 160118 冷空气浪

2016 年 1 月 18 日 6 时，受冷空气影响，粤徐渔 31278 渔船出海航行至 393 渔场时，被大风浪打沉，造成直接经济损失 15 万元。

● 171007 冷空气浪

2017 年 10 月 7 日，受冷空气和热带低压共同影响，湛江海域出现大浪，粤徐渔 21032 船在徐闻县龙塘镇下海村前停泊时，受大风浪影响，船舶走锚受损后沉没，造成直接经济损失 4.32 万元。

4.2 海洋资源

4.2.1 港口、航道资源

（1）港口

湛江港位于广东省西部雷州半岛，处于粤、桂、琼三省（区）结合部，在亚

太经济圈中具有极其重要的战略地位，是一个得天独厚的天然深水良港。湛江市拥有大小港湾 107 处，港口资源优势最为突出是湛江湾、海安港和流沙湾，距离项目所在海域均较远，与港口设施的相互影响小。

根据《湛江港总体规划（2012 年）》，湛江港划分为调顺岛港区、霞海港区、霞山港区、宝满港区、东海岛港区、南三岛港区、坡头港区和廉江港区、遂溪港区、雷州港区、徐闻港区、吴川港区等十二个港区。其中徐闻港区规划港口建设主要集中在海安作业区、荔枝湾作业区、东山湾作业区和火车轮渡北港作业区，与本项目所在海域距离较远，在本项目所在及附近海区无港区规划，项目建设与港口规划无冲突。

除此之外，湛江市还有大小渔港 32 处，其中有硇洲渔港被确定为国家中心渔港，企水渔港为国家一级渔港，草潭渔港为省一级渔港。此外还有北潭、龙头沙、江洪、外罗、博茂、三吉、乌石等重要渔港。目前渔港都已经具有一定建设规模，是海洋捕捞的重要基地之一。

距离工程附近较近的渔港主要为外罗渔港，外罗渔港目前为国家二级渔港，它位于雷州半岛徐闻县的东部海岸，距县城 54 公里，水路北至硇洲岛 9 海里、湛江港 14 海里，南抵海口港 41 海里。外罗埠的西南方为陆地，整个外罗港埠似小半岛向北插入南中国海，港湾呈狭长的半圆弧形，东西纵长 8 公里，平均宽约 800 米，全部水域面积约 640 万 m^2，可供千艘渔船停泊，如遇强台风大船还可向西内驶约 2 公里外的锦囊避风。外罗渔港是目前徐闻县唯一的渔业政专区，拥有大中型渔船只 339 艘，近 5600 多吨位，10000 多马力。

（2）航道

湛江市拥有湛江港航道、海安港航道、粤海铁路北港航道、流沙港航道等深水航道，还包括外罗、安铺、乌石、营仔等通向渔港和内河的小型船舶通航航道。

根据《中国航路指南》（南海海区 A103）以及《湛江港航行指南》，本项目工程附近海域船舶习惯航路资源主要有外罗水道、北沙水道、三吉航道和外沙航道。

①外罗水道

外罗水道位于雷州半岛东部，属于一条岸缘水道，北连接硇洲水道进入湛江港，南通琼州海峡，水道全长约 20 海里，水深 4 至 30 米不等，水道最窄处位于外罗 9 号、10 灯浮之间，仅约 250 米。该水道是一近岸浅水航道，狭窄弯曲，

水深经常变化，目前限于 1500 吨以下、吃水小于 4 米的船舶通航，是湛江至海口的海上捷径。

②外沙航道

外沙航道属行沟，目前不作商船推荐航路使用，一般为当地渔船航行活动水域。

③和北航道

和北航道为和安镇至北莉岛之间横水渡的习惯性航道，航道从和安码头至北莉岛码头，航道全长约 7.8km，宽约 50m。

4.2.2 岸线资源

根据《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》，湛江市大陆岸线总长 1243.7km，岸线总长占广东省总岸线的 30.2%，居全省 14 个沿海城市岸线长度第一位，共有砂质岸线、粉砂淤泥质岸线、基岩岸线、生物岸线、人工岸线和河口岸线 6 种岸线类型。其岸线长度和岸线利用率见表 4.2-1。

表 4.2-1　湛江市海岸类型组成表（单位：km）

岸线类型	岸线长度	比例（%）	分布
砂质岸线	233.60	18.79	湛江市东部吴川县、雷州半岛东南部和西北部
粉砂淤泥质岸线	20.62	1.66	零散
基岩岸线	21.40	1.72	零散
生物岸线	160.73	12.93	雷州半岛东北部通明岛附近海域红树林生态系统区域
人工岸线	804.26	64.65	湛江湾内、雷州半岛东北部、南部和西部
河口岸线	3.09	0.25	湛江湾内
总计	1243.7	100	——

根据《湛江港总体规划（2012 年）》，本项目附近岸线属徐闻岸线。徐闻段大陆海岸线长 239.6km，占全市海岸线的 22.97%。海岸类型以台地溺谷海岸为主，间有沙质海岸。港口建设主要集中在海安作业区、荔枝湾作业区、东山湾作业区、火车轮渡北港作业区等，项目附近岸线目前无港口规划。

4.2.3 海岛资源

根据《广东省海海洋生态红线》及相关资料搜集，本项目所处的海域周边面积大于 20000m^2 的海岛主要有 10 个，新寮岛、北莉岛、冬松岛、土港岛、公港

岛、金鸡岛、榄树滩、六极岛、雷打沙和白母沙，面积小于 20000m^2 的海岛主要有 2 个，水头岛、长坡岛。其中有居民海岛 7 个，包括新寮岛、北莉岛、冬松岛、土港岛、公港岛、金鸡岛和六极岛，其他岛礁均为无居民海岛。

冬松岛位于湛江市徐闻县新寮岛西北 4.12km 处，距大陆最近点 0.86km。近椭圆形，西北—东南走向，由中细砂构成，东南高西北低。表层为沙质土，耕地多种花生、玉米和番薯，长有草丛、乔木和灌木沙泥岛。陆域面积 2.4661km^2。近岸滩涂广阔，产虾、蟹、贝、鳝和鲟鱼等。

新寮岛是广东湛江市徐闻县的第一大岛，湛江第四大岛，陆域面积 33.1759km^2。岛呈西北－东南走向，由中细砂层构成，东南稍高，西北略低。地表为沙土，多木麻黄树，林木覆盖率 40%。岛上无河流，饮用、灌溉靠井水，是雷州半岛东侧的一个堆积岛，沿岸多滩涂。是徐闻县唯一的海岛建制镇。

北莉岛位于徐闻县和安镇东北部，东濒南海，北与硇洲岛隔海遥望，南与新寮岛对峙，西与冬松岛相望，是湛江通往海口的咽喉之地。境内四面环海，地势平坦，纯属沙质土，陆域面积 8.9937km^2。

公港岛位于湛江市徐闻县新寮岛西北 5.77km 处，1971 年~1980 年筑堤，西北与海康县、东南与徐闻县陆地相连，使松树港形成 1.3 万亩滩涂养殖基地。沙泥岛。陆域面积 1.0971km^2。

土港岛呈椭圆形，南北走向，由中细砂构成，中间高四周低。沙泥岛。表层为白沙土。陆域面积 1.8043km^2，1958 年筑成 2 堤，西连金鸡岛、南接大陆。养虾为岛上居民的主要经济来源。

金鸡岛位于湛江市徐闻县新寮岛西北 2.76km 处，传说该岛上有金鸡，故名金鸡岛。沙泥岛，陆域面积 1.4566km^2，南北走向，由中细砂构成，地势平坦，表层为白沙土。1958 年筑成 2 堤，东连土港岛，南接大陆。

榄树滩位于湛江市徐闻县新寮岛北 0.82km 处，因滩上长满榄树，故名榄树滩。沙泥岛。陆域面积 0.6389km^2，岛中心已挖开成为鱼塘。岛上长有草丛和灌木。

水头岛位于水头村北部，故名水头岛。沙泥岛。陆域面积 3862m^2，建有一座房屋，主要提供养殖人员看护鱼塘；岛上养殖家禽。岛上长有草丛、乔木和灌木。

4.2.4 滨海旅游资源

湛江市作为中国大陆最南端的海港城市，历来以环境优美而著称，1959 年就获得了花园城市的称号。湛江市是全国光、热、水、绿最丰富的海岸带。有 104 个岛屿、暗沙。沿海防护林带长达 1300 公里，面积 32 万亩，享有“绿色长城”之称；拥有全国最大的红树林保护区。海岸线绵长曲折，水清浪静，大海与沙滩、岩石、林带构成美丽的南亚热带海滨风光，具有成为全国最优良的滨海旅游度假基地的发展潜质。

徐闻县海洋旅游资源丰富，特色明显，众多的海岛与美丽的海湾、沙滩、红树林、珊瑚礁形成别具风格的亚热带风光的海上旅游资源。2013 年，徐闻被确定为国家级海洋生态文明示范区。徐闻长达 400km 的海岸线上，分布着中国大陆最南端的灯楼角、千年丝路第一港（汉代海上丝绸之路始发港）、五彩缤纷珊瑚礁（珊瑚礁国际级自然保护区）、南珠的原乡大井湾等景观资源。在国家海洋局公布的首批可供开发的无人岛名录中，徐闻三墩岛、罗斗沙等五个岛屿名列其中。中国大陆最南端的灯楼角扼北部湾与琼州海峡进出口的咽喉；珊瑚礁国家级自然保护区，拥有我国大陆架浅海连片面积最大、种类最齐全、保存最完好的珊瑚礁群。大汉三墩旅游区，不仅拥有 2000 年前海上丝路始发港，而且拥有独树临风岛、海上鸟巢、牡蛎花滩等奇景。白茅海、赤坎海、白沙湾、青安湾、罗斗沙岛、六极岛、黑土角。

罗斗沙岛属沙洲岛，成形于清康熙年间，距今约有 400 年历史。罗斗沙介于徐闻县前山镇与海南省文昌市之间，位于前山镇东南海域，距离前山镇三石村有 9.4 km。长达 8 km，最宽达 1.5 km，最大面积达 4.9 km^2，是湛江最大的无人岛，也是国家海洋局公布的首批可开发利用的无人岛之一。灯塔是罗斗沙岛的标识，因岛上仅有一座灯塔，这座灯塔是广东省海事局于 1999 年建造的无人看守灯塔。岛上海沙细软，含乌色矿物，踏之有声。有成片的森麻黄林，海鸟栖息其间，鸣声悦耳。环境清幽，宛如仙洲。身居罗半，如乘海上仙舟，放眼回顾，寥廓海天，无边无涯，听潮动如鼓，风吟似弦，别有一番情趣。

4.2.5 海洋渔业资源

海洋渔业是湛江市传统海洋产业，包括海洋捕捞业、增养殖等。

（1）渔业资源

1）种类组成：湛江市地处北回归线以南，海域有机质含量较为丰富，海洋生物初级生产力较高，浮游生物种类数量多，为该海域的渔业资源及发展水产养殖提供了良好的基础。根据收集的历史调查资料，评价海域内共捕获鱼类 98 种，分隶于 11 目 50 科，占渔获总种数的 66.22%。鱼类种类组成以鲈形目的种类数最多，共 27 科 52 种，占鱼类总种数的 53.06%。水域既受沿岸低盐水的影响，亦与南海外海水的消长密切相关，水域环境条件复杂，饵料生物丰富，鱼类的种类组成具有自身的特点。从鱼类自身的结构来分，硬骨鱼类 96 种，占绝对优势（97.96%），软骨鱼类 2 种，相对较少（2.04%）。从鱼类组成的区系来看，属于印度洋、太平洋区系有 68 种，占 69.39%，属于太平洋区系有 24 种，占 24.49%，属于大西洋、印度洋、太平洋区系有 6 种，占 6.12%。从适温性来看，鱼类以暖水性的种类（91 种）占绝对优势（92.86%），暖温性的种类（7 种）相对较少（7.14%），没有出现冷水性种类。从鱼类适盐性分析，鱼类以海水性的种类（80 种）占优势(81.63%)，咸淡水性种类（18 种）相对较少(18.37%)，没有出现淡水性种类。从鱼类栖息水层看，以底层近底层的种类（93 种）占优势（94.90%），中上层的种类（5 种）相对较少（5.10%）。从鱼类分布来看，南海北部大陆架的种类（78 种）占 79.59%，河口、近岸的种类（18 种）占 18.37%，岩礁的种类（2 种）占 2.04%，没有出现分布在江河的种类。

2）主要经济鱼虾类产卵期：项目所在海域主要受沿岸的冲淡水和外海不同性质水团的相互影响，海况复杂，饵料生物丰富，是多种鱼类的索饵及产卵的主要场所之一。根据历年调查所掌握的资料，各种鱼类的产卵期延续较长，3～8 个月不等，主要产卵盛期集中在 3～8 月份。

（2）人工鱼礁

人工鱼礁建设是一项海洋生态环境的修复工程，是用人为的方式在沿海营造一定范围的人工生态体系，以达到保护幼鱼幼虾，提高海洋生产力的目的。国内外的实践证明，这是保护海洋生态环境最有效的途径之一。从 2002 年至 2011 年，湛江市已建成人工鱼礁面积达 3963.2hm^2，制作礁体 7564 个、投放礁体 7564 个。在广东省已建成的 33 座人工鱼礁中，湛江完成了 7 座。

目前，工程所在附近海域已建人工鱼礁区为硇洲南人工鱼礁区和硇洲东人工鱼礁区，距离项目最近为硇洲南人工鱼礁区，位于湛江市硇洲岛以南海域，湛江市目前建成的最大人工鱼礁区，礁区总面积 574.4 公顷，投放礁体 1964 个，共

有 7 种礁体型号。

（3）渔业养殖活动

徐闻县三面环海，海岸线长达 400 km，岛屿众多港湾，星罗棋布有 5 多个港口埠头，主要港口有海安、外罗、新地、苞西、丰隆湾等。渔场众多，东部有浅海渔场、二卡渔场、沙角渔场、浑沟口渔场、外卡头渔场，南部有四塘渔场、三墩渔场，西部有包西渔场、外沙渔场，还有北部湾、海南岛四周和西沙群岛等渔场，鱼类资源十分丰富，盛产黄花鱼、鲶鱼、鲳鱼、青鳞鱼、西刀鱼等经济鱼类。捕捞作业方式以刺网和拖网为主。

全县沿海滩涂宽阔平坦，可利用养殖面积 20 万亩，相当于耕地面积的 19%。潮间带面积 25 万亩，其中红树林面积 21.79 万亩，可养殖面积 9.98 万亩，10 米等深线可养面积 7.73 万亩，发展海水养殖业条件得天独厚，是广东省海洋大县之一。

（4）渔业捕捞活动

湛江市沿岸水域的海洋捕捞业主要的捕捞方式有拖、围、刺、钓及定置等五大类。投入湛江港水域捕捞作业的渔船，主要是湾内沿岸的当地渔船。湛江市共拥有海洋捕捞机动渔船 16105 艘，总吨位为 141542 吨，总功率为 368898 kW。海洋捕捞机动渔船大多数为小型机动渔船，主机功率在 45 kW 以下的海洋捕捞渔船占全部海洋捕捞机动渔船的 86%，主机功率在 45 kW 以上的海洋捕捞渔船仅占 14%，大部分的海洋捕捞机动渔船仅能在广东、广西、海南近岸海域作业。湛江市内的海湾为禁止底拖网作业区，仅有少量围、刺、钓和定置作业渔船在该海域活动。

湛江市及其邻近海域周年都可进行捕捞生产作业。水深 40 m 以浅水域禁止机船底拖网作业，拖虾作业船主要在硇洲虾场生产，包括雷州湾和湛江港，汛期为 7 月～翌年 1 月，主要捕捞对象有墨吉对虾、哈氏仿对虾、周氏新对虾等。围网作业主要捕捞种类有小沙丁鱼、蓝圆鲹、鲐鱼、枪乌贼、青鳞鱼等。刺钓作业汛期为 1～7 月，主要捕捞种类有大黄鱼、白姑鱼、海鳗、鲨鱼、海鲶等。近年来的资料显示：海洋捕捞总产量为 324043 吨，其中拖网产量 142623 吨，围网产量 4922 吨，流刺网产量 109131 吨，钓业产量 27948 吨，张网产量 7631 吨，其它作业 31788 吨。在渔获量中鱼类居首位，有 230109 吨，占总量的 71.01%，其次是虾类 26920 吨，占 8.31%，蟹类 16684 吨，占 5.15%，贝类 25730 吨，

占 7.94%， 头足类 8288 吨，占 2.56%，藻类 1170 吨，占 0.36%，其它 15142 吨，占 4.67%。湛江市的主要捕捞种类有远东拟沙丁鱼、带鱼、金线鱼、蓝圆鲹、鳙鱼、金枪鱼、马面鲀、鲷科鱼类、梭鱼、鲳鱼、大黄鱼、鳀鱼等，甲壳类以梭子蟹、对虾和毛虾类为主，头足类以乌贼占多。

4.2.6 矿产资源

湛江市矿产资源比较丰富，其中滨海稀有稀土砂矿、玻璃用砂、银矿、水晶、高岭土、硅藻土、泥炭土、玄武岩、矿泉水、地下热水、南海石油及天然气等资源储量较丰富，开发利用程度高，质量较好。发现的矿种，按工业用途分类叙述如下：

能源矿产：地下热水、煤、油页岩，地下热水，主要分布于雷州半岛，另北部廉江市石角镇有一温泉出露（水温 48~57℃）。湛江地热田是省内最大的地热田，经详查评价的范围达 4245km3，北到岭北—麻章，南到东海岛，可采水量达到 106 万立方米/日，水温 40.5~57℃，平均 42.76℃，可采热能 3.1 万千瓦，共有三个热储层，埋深 120~460m，600m 以下未作地质评价，远景还可扩大。有煤矿产地 8 处，主要分布在遂溪界炮、大塘一带，多为第三、第四系褐煤，储量规模均为小型，总资源量 3240 万吨，煤质差，煤层薄，开采价值不大，遂溪大塘煤矿储量为 1837 万吨，含油率 8.48%，可用以提炼石油。油页岩有矿产地 1 处，油页岩产于遂溪县大塘煤矿顶部，厚约 7.56m，分布面积约 2 km3，焦油率 4.2~7.2%。因该区产于第四系松散岩层复盖之下，水文地质和工程地质条件十分复杂，开采困难。

金属矿产：有铁矿、金矿、银矿及稀有稀土滨海砂矿等。铁矿主要分布在廉江、遂溪一带，有矿产地 24 处，规模均为小型，多为坡积或残积褐铁矿，一般含铁品位较低，工业利用价值不大。金银矿是优势矿产，有矿产地 10 处，其中银矿产地 1 处，金矿产地 9 处。钛铁矿、独居石、磷钇矿和锆英石主要以海滨冲积砂矿形式产出，分布在吴川市吴阳至雷州半岛东海岸一带，沿海岸带呈带状断续延伸 130 千米，储量丰富，总储量 572 万吨，规模可达到大型，有用矿物含量高，可选性能良好，开采技术条件简单，适于组建大型矿山开采。

非金属矿产：高岭土、玻璃用砂、泥炭、硅藻土、水泥用灰岩和海砂等。高岭土经地质评价的矿产地 14 处，资源总量达到 1.3 亿吨，远景储量可超过 2.5 亿

吨。如遂溪燕子窝、遂溪中间岭高岭土矿床、湛江市山岱高岭土及龙头、岭头高岭土矿床。玻璃用砂产地 2 处，储量接近 4623 万吨，其中雷州市企水玻璃用砂储量规模达大型，储量 3151 万吨，为滨海沉积石英砂矿，原矿二氧化硅含量一般在 96%以上，最高可达 98.6%，达到平板玻璃原料I级品标准。湛江市乾塘玻璃砂矿储量 1472 万吨，原矿质量较好。泥炭有矿产地 38 处，主要分布在遂溪、廉江及湛江市郊等地，总资源储量 8883 万吨，储量达大、中型规模的矿产地 15 处，如湛江市郊屋山—调塾泥炭、遂溪下录—协和泥炭储量均超过 1000 万吨，质量较好，腐植酸含量大于 11%，发热量 2100~6700 千焦年/千克，其用途广泛，可用作饮料添加剂、燃料和提取化学工业原料胡敏酸。硅藻土已评价的地质储量接近 7000 万吨，主要分布在雷州半岛一带，经地质评价的矿产地 4 处，其中雷州市九斗洋硅藻土和徐闻县田洋硅藻土储量规模达大型，矿层厚度 20~80 米，呈层状，单个矿床分布面积 0.2~3 平方千米，埋深 15~30 米，赋存在火山口第四系内陆湖相沉积层中，上部为近代冲洪积粘土和耕植土覆盖。水泥用灰岩矿产地 5 处，主要分布在廉江市石城至新民一带，总储量约 12000 万吨，矿石质量较好， 氧化钙含量在 48~52%之间，矿层厚度大，多数埋藏在当地侵蚀基准面以下，开采条件较差。海砂也是本区重要的矿产资源，但资源量不明。

水气矿产：矿泉水、地下水。有全省规模最大的矿泉水田，由东往西自吴川市的中山镇，经遂溪县城到廉江市安铺镇一线以南包括湛江市区及整个雷州半岛均属矿泉水田范围，面积达 6000 平方千米。雷州市地下水天然资源量 75.7 亿立方料/年；可开采资源量 49 亿立方料/年，超过全省地下水可采资源总量的 10%。

4.2.7 红树林资源

红树林是热带、亚热带海岸潮间带特有的胎生木本植物群落，突出特征是根系发达、能在海水中生长，红树林生态系统是世界上最富多样性、生产力最高的海洋生态系统之一。

湛江沿海泥质滩涂是中国红树林的主要分布区之一。据广东省林勘院调查，湛江市有红树林面积 7256.5 公顷，占全省红树林面积的 79.6%，占全国红树林面积的 32.9%，还有数千公顷的宜红树林地。早在 1990 年 1 月，广东省人民政府以粤办函[1990]13 号文批准成立湛江红树林省级自然保护区，主要保护对象

为沿海滩涂红树林及鸟类。1997 年 12 月 8 日，国务院国函[1997]109 号文批准建立广东湛江红树林国家级自然保护区。2002 年 1 月 1 日，湛江红树林湿地又被正式批准列入国际湿地名录。图 4.2-1 为工程海域广东湛江红树林国家级自然保护区功能区划图。

湛江红树林保护区自然资源十分丰富。有真红树和半红树植物 15 科 25 种，主要的伴生植物 14 科 21 种，是我国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在 0.8 以上。记录有鸟类达 194 种，是广东省重要鸟区之一，保护区既是留鸟的栖息、繁殖地，又是候鸟的加油站、停留地，是国际候鸟主要通道之一。此外，贝类有 3 纲 41 科 76 属 130 种，鱼类有 15 目 60 科 100 属 139 种。贝类以帘蛤科种类最多，达 20 种。鱼类以鲈形目居绝对优势，27 科 49 属 65 种。有重要经济价值的贝类 28 种、鱼类 32 种。

广东湛江红树林国家级自然保护区由 72 个保护小区组成，本项目周边海域为徐闻县和安—北莉片区红树林保护小区范围。

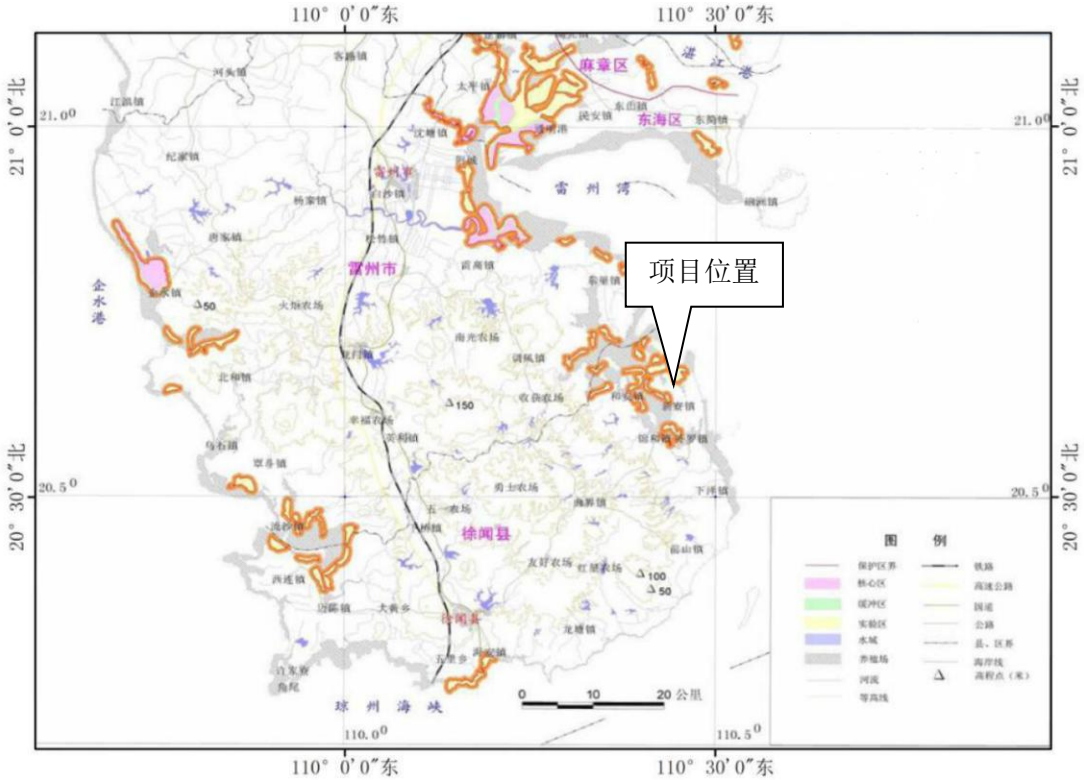


图 4.2-1 广东湛江红树林国家级自然保护区功能区划图

4.2.8 珍稀海洋生物资源

（1）中华白海豚

中华白海豚（Sousa chinensis）为沿岸河口定栖性小型齿鲸类，属海豚科，白海豚属，1988 年被国务院列为国家一级保护动物。2005 年南京师范大学周开亚团队在湛江东部雷州湾海域进行考察时发现了湛江的中华白海豚种群，湛江市政府于 2007 年建立了雷州湾中华白海豚市级自然保护区。湛江沿岸海域还生活着印太江豚 Neophocaena phocaenoides。

根据南京师范大学于 2014 年 7 月至 2015 年 6 月在新寮岛和外罗以东近岸海域所进行的为期 1 年的调查，共在新寮岛和外罗以东近岸海域发现中华白海豚 125 群次，目击中华白海豚 1065 头次，目击的中华白海豚群以 7-10 头居多。共识别 132 头中华白海豚。估算在雷州湾南部新寮岛、外罗附近海域的中华白海豚数量约 583 头。调查期间中华白海豚的分部区域见图 3.3-2 所示。

该次调查中华白海豚活动海域的水深为 1.2-15.6 m，70％的活动水域的水深在 8 m 以下，大于 8 m 的海域绝大部分位于外罗水道中，也就是说约 30％中华白海豚是在水道中发现的。

中华白海豚初始发现位置离海岸垂直距离为 0.3-5.9 km。调查海域中华白海豚的栖息地狭窄且近岸，离海岸垂直距离的最大值是 5.9 km。该次调查中华白海豚活动水域的水温为 17.3-29.7 ℃，盐度范围是 27.8-32.7 ‰，pH 范围是 7.98-8.32，透明度为 0.3-1.7m。

调查海域中华白海豚的栖息地狭窄且近岸，项目海域受周边海岛的掩护且水深较小，可见本项目所在海域不在中华白海豚的活动水域，与其距离较远。

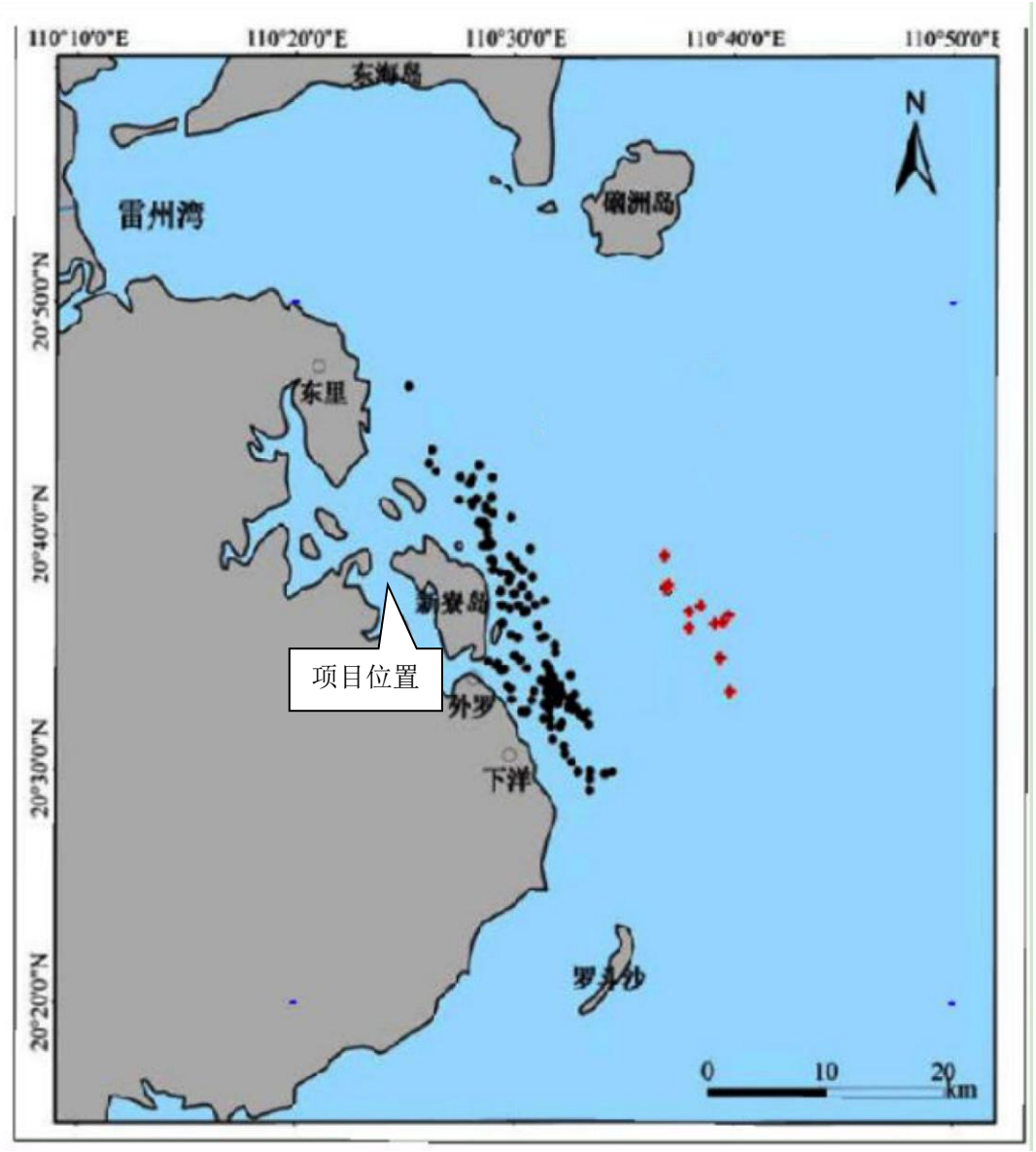


图 4.2-2 中华白海豚群（●）和印太江豚（十）在考察海域的分布图

广东海洋大学课题组于 2020 年 4 月至 5 月，组织考察小组六次出海调查，海豚发现位置多在近岸或是有小沙洲处，推测这些海域可能是中华白海豚比较喜欢的觅食及进行其他活动的场所。还发现湛江东部海域中华白海豚季节分布有一定差异。春季中华白海豚分布范围最广，夏季在雷州湾内分布范围要比其他季节分布范围大，在新寮岛附近海域有密集分布现象；秋季分布比较平均；冬季则在东海岛一侧分布密集。项目所在海域水深很小，不属于白海豚活动范围。

（2）印太江豚

江豚是国家二级重点保护野生动物。在硇洲岛东部、南部海域，罗斗沙西部海域直至琼州海峡均有印太江豚分布，以琼州海峡居多。

据南京师范大学于 2014 年 7 月至 2015 年 6 月在项目附近的调查，调查过程中共发现印太江豚 9 群次，目击印太江豚 32 头次，以 1 - 3 头的群居多，印太江豚分布在距离海岸较远的海域（见图 3.3-2）。在硇洲岛东部、南部海域，罗斗沙西部海域直至琼州海峡均有印太江豚分布，以琼州海峡居多。印太江豚活动海域的水深为 5.4 - 13.4 m，水温为 17.8 - 27.5 ℃，盐度范围是 28.9—31.8‰，pH 范围是 8.01-8.23，透明度为 1.5-4.2 m。印太江豚的发现位置离海岸垂直距离为 13.2-19.0km，表明印太江豚分布在离海岸较远的海域。

印太江豚的发现位置离海岸垂直距离为 13.2-19.0km，本项目海域位于近岸且水深较小，可见本项目不在印太江豚的活动水域，与其距离较远

（3）中国鲎

中国鲎（*Tachpleus tridentatus*），又名三刺鲎。属节肢动物门肢口纲剑尾目鲎科，为广东省重点保护动物，列入广东省重点保护水生野生动物名录（第一批）。中国鲎体呈瓢状，由头胸部、腹部和尾剑三部分组成，全体覆以硬甲，背面圆突，腹面凹陷，属暖水性近海名贵珍稀节肢动物。鲎起源于古生代的泥盆纪，早于恐龙和原始鱼类。有“活化石”之称，具有学术研究价值。鲎虽起源于远古年代，但发展十分缓慢，资源量甚少。福建省鲎产量居全国第一，平潭、厦门等沿海为主产区。鲎栖息于沙质海底，昼伏夜出，大部分时间营底栖潜居生活，通常小个体生活在岸边沙滩中，随着年龄的增长，个体大的逐渐移向浅海。鲎不作长距离洄游，每年 11 月随着水温下降由浅海游向较深水域越冬，翌年 4~5 月又从深水区游向浅海，繁衍后代，繁殖期 5~8 月。鲎为雌雄异体，雌体比雄体大，成年雌体重约 4kg，雄体重约 1.8kg。雌体背负雄体，成对栖息、爬行、游动，称为海中鸳鸯。受精卵经过 5~6 周孵化成为幼虫，初孵幼虫长 7~8cm，称为三叶幼虫，幼虫经第一次蜕皮后长成幼鲎，从幼鲎到达性成熟，约需 4~5 年，蜕皮 13~14 次。

（4）圆尾鲎

圆尾鲎（*Carcinoscorpius rotundicauda*），又名马蹄鲎。属节肢动物门肢口纲剑尾目鲎科，为广东省重点保护动物，列入广东省重点保护水生野生动物名录（第一批）。此种在鲎类中个体最小，雌性个体从头至尾镇静自若大约为 30.0cm，雄体长 28.0cm，体重平均在 0.5kg 左右。头胸甲呈圆弧形， 北面散布有微波的小刺。缘刺无明显的差别。腹甲后端北面正中有一小的隆起， 尾剑表面完全无小刺，后半部腹面两侧长有白毛，端面略呈圆形。国内分布于浙江、福建、广东、

广西和海南等沿海。

（5）文昌鱼

文昌鱼 *Branchiostoma belcheri* 隶属脊椎动物门头索动物亚门，属文昌鱼纲。文昌鱼早在五亿多年前就出现在地球上，至今仍保持着古代的特性及原始性状，是无脊椎动物向脊椎动物进化的过渡种类，被认为是脊椎动物的祖先，为研究鱼类的起源和无脊椎动物进化历史，提供了活的证据，素有“活化石”之称，是研究脊椎动物进化和系统发育的理想材料，在学术上有很高的研究价值，为国家 II 级保护动物。文昌鱼喜本息于水清、流缓、疏松的沙质海底（水深 8~15m、盐度 21~32），雌雄异体，生长缓慢 2~3 年性成熟，1 年内产卵 2 次，分别在 6~7 月和 12 月。第 4 年已没有性腺，并于 4 月后全部死亡。文昌鱼倒卧潜居于沙质海底，前端露出沙面进行滤食，以硅藻为食。我国主要分布于福建厦门刘五店，青岛、秦皇岛、汕头等地也有发现。非洲东部、斯里兰卡、印度、印度尼西亚、菲律宾和日本也有分布。

历史调查显示，湛江附近海域有大面积、高密度的文昌鱼分布。2004年7月，湛江市海洋与渔业环境监测站在东海岛海域，雷州湾东、中部进行海洋环境监测调查发现，湛江海区文昌鱼最大密度达到每平方米760尾。

冯波等（硇洲岛海域文昌鱼生长与繁殖特性，生态学杂志，2008，27(8)：1327—1331）2006年对硇洲岛海域的文昌鱼及其栖息环境进行了调查，结果表明：硇洲岛海域的文昌鱼主要集中分布以20°55.35′N，110°31.5′E 为中心，水深2-5m周边4.08km^{2}的狭小范围内的沙质海滩；其平均资源密度约为209ind•m^{-2}，最高达到1053ind•m^{-2}，平均生物量为40.8g•m^{-2}，最高达到424g•m^{-2}；体长组成具明显的季节变动；3-6月为该海域文昌鱼的繁殖期；秋冬季节是文昌鱼的主要补充季节；性腺成熟度和性别比例在不同季节和生长阶段具明显的差异，春季性成熟个体占的比重最大达51％，50％性成熟体长为54mm；在30～55mm 时，体长范围内雌雄个体的性比接近1，体长>55mm 雌性个体数量明显多于雄性；当体长达到60mm 后文昌鱼资源群体尾数减少系数为0.361cm^{-1}。

文昌鱼的个体很小，本次海洋生态调查结果显示未见文昌鱼。

4.2.9 自然保护区

根据《广东省自然保护区名录》和《湛江市自然保护区名录》可知，工程区

附近的海洋自然保护区有 3 个，分别是：广东湛江红树林国家级自然保护区、徐闻外罗湾蚝县级自然保护区、雷州湾中华白海豚市级自然保护区。广东湛江红树林国家级自然保护区最近距离为西侧 17m、徐闻外罗湾蚝县级自然保护区位于本项目东南侧 5.0km、雷州湾中华白海豚市级自然保护区位于本项目东北侧 10.0km。

（1）广东湛江红树林国家级自然保护区

广东湛江红树林国家级自然保护区建于 1997 年，保护区呈带状散式分布在广东省西南部的雷州半岛沿海滩涂上，跨湛江市的徐闻、雷州、遂溪、廉江四县（市）及麻章、坡头、东海、霞山四区，面积 1.9 万公顷，是我国现存红树林面积最大的一个自然保护区。保护区主要保护对象为红树林及海水渔业资源生态系统。

该保护区有红树林 15 科 25 种，7000 多公顷，鸟类 194 种，有贝类 3 纲 41 科 76 属 130 种，有鱼类 15 目 60 科 100 属 139 种，是中国大陆海岸红树林种类最多的地区。其中分布最广、数量最多的为白骨壤、桐花树、红海榄、秋茄和木榄，主要森林植被群落有白骨壤、桐花树、秋茄、红海榄纯林群落和白骨壤+桐花树、桐花树+秋茄、桐花树+红海榄等群落，林分郁闭度在 0.8。

图 4.2-3 湛江市红树林资源分布示意图

（2）徐闻外罗湾鍠县级自然保护区

徐闻鍠自然保护区 2001 年经徐闻县人民政府批准（徐府函[2001]99 号）设立，地处徐闻东部海域，位于徐闻县外罗海湾内，地理坐标为东经 110°23′45.155″~110°27′10.36，北纬 20°34′09.545″~ 20°37′04.577″。主要保护物种为鍠，保护区内品种有圆尾鍠和中国鍠，保护区总面积约 1903 公顷，其中核心区 1038 公顷，缓冲区 692 公顷，实验区 173 公顷。

保护区被四面海岸环抱，只有外罗港道通向大海。区内港湾多，中间是六极岛。那板河、风桥河流入保护区海域，该区域属于热带季风气候区。保护区港湾岛屿众多，海岸线长达 147.23km，浅海滩涂广阔平坦，土质基本是滨海冲积物

形成的沙土或沙粘混合土，海洋生态环境优越。

徐闻蚕保护区海域生物资源丰富，种类繁多，常见的经济鱼类有 70 多种，甲壳类 10 多种，贝类 20 多种，还有棘皮动物和星虫动物等。海区覆盖着大面积的红树林和海草，藻类丰富，浮游动植物种类多，带来大量有机物，营养盐丰富，形成生物繁殖区，适应自然蚕科生物的迅速生长和繁殖。

（3）雷州湾中华白海豚市级自然保护区

雷州湾的中华白海豚是在中国沿岸新发现的一个种群，其种群数量仅次于珠江口，集中度超过珠江口。因此，确定雷州湾是中国沿岸中华白海豚的一个十分重要的栖息地。2007 年 4 月，湛江市政府批准建立雷州湾中华白海豚市级自然保护区（湛府函[2007]169 号）。属于野生动物自然保护区。保护区地理坐标为：

(1)E110°26′、N20°46′；(2)E110°29′、N20°46′；

(3)E110°29′、N20°44′；(4)E110°26′、N20°44′。

总面积 2058 公顷，其中：核心区面积 686 公顷、占保护区总面积的 33.3%；缓冲区面积 1372 公顷、占保护区总面积的 66.6%。主要保护品种为中华白海豚、文昌鱼、中国蚕、大黄鱼和其它海洋哺乳动物及海洋生态环境。

（4）徐闻珊瑚礁自然保护区

徐闻珊瑚礁自然保护区位于广东省雷州半岛的西南部，地处湛江市徐闻县境内，分布在角尾、迈陈、西连的西部海区，北纬 20°10′36″-20°27′00″，东经 109°50′12″-109°56′24″之间。保护区总面积 14378.5 公顷。1999 年 8 月，徐闻县人民政府批准建立县级珊瑚礁自然保护区；2002 年 7 月，湛江市人民政府批准升格为市级珊瑚礁自然保护区；2003 年 6 月，广东省人民政府批准升格为省级珊瑚礁自然保护区；2007 年 4 月，国务院批准升格为国家级自然保护区。

徐闻珊瑚礁是我国大陆沿岸唯一发育和保存的现代珊瑚岸礁。珊瑚礁区渔业资源丰富，品种多，拥有丰富的经济生物资源。目前已发现腔肠动物门(Cnidaria)珊瑚虫纲(Anthozoa)共3目19科82种，其中，软珊瑚目7科27种；群体海葵目1科1属1种；石珊瑚目11科54种，这54种石珊瑚全部为国家II级重点保护动物，并列入世界CITES公约《濒危野生动植物种国际贸易公约》。

项目距离徐闻珊瑚礁自然保护区较远，最近距离约63km。

4.3 海域使用开发利用现状

根据搜集的历史资料、遥感影像资料和现场勘察资料成果，本项目周边的海洋开发利用活动较多，主要有养殖、渔港码头、红树林、广东湛江红树林国家级自然保护区等，其中以养殖为主。

项目所在海域开发利用现状见表 4.3-1 和图 4.3-1、图 4.3-2。

表 4.3-1　项目所在海域及附近开发利用现状分布表

序号	用海现状	与本项目的方位关系	与本项目的最近距离
1	池塘养殖区	项目所在	-
2	鱼排养殖区	西侧	340m
3	湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖用海	东南侧	2090m
4	湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖（2 区）	东侧	2790m
5	湛江南部海岸渔业有限公司和安对虾养殖（3 区）	东侧	3700m
6	徐闻县和安镇北莉村民委员会杂贝养殖场	东北侧	2410m
7	祝顶文徐闻县和安镇冬松东北海域网箱养殖	北侧	4120m
8	林华强深水网箱养殖	东北侧	5200m
9	和安码头	南侧	380m
10	冬松岛码头	北侧	紧邻
11	土港码头	东侧	2180m
12	西寮渔港码头	西侧	2810m
13	红树林	东侧	50m
14	广东湛江红树林国家级自然保护区	西侧	17m
15	徐集有（2013）第 2956 号	北侧	紧邻
16	航道	东侧	115m

（1）养殖

项目所在海域分布有大面积的池塘养殖、鱼排养殖和网箱养殖等。绝大部分为无证养殖，少部分属于确权养殖项目。本项目道路连接线需占用部分养殖池塘，均为未确权的养殖，连接线占用养殖池塘分布见图 4.3-4 和表 4.3-2。

表 4.3-2　项目道路连接线占用养殖池塘一览表

序号	池塘归属	占用面积	养殖类型
1	符国养	0.1792 亩	对虾虾塘
2	符国养	3.2601 亩	对虾虾塘
3	郑吾	2.4657 亩	对虾虾塘
4	谭广富	2.0782 亩	对虾虾塘
5	曹统	0.9965 亩	对虾虾塘
6	郑吾	1.4364 亩	对虾虾塘
7	江伟满	1.8555 亩	对虾虾塘
8	沈民天	4.4243 亩	对虾虾塘
9	吴腾	0.9388 亩	对虾虾塘
10	郑雄鹰	0.8271 亩	对虾虾塘
11	谭吴	0.8144 亩	对虾虾塘
12	李堪香	1.1403 亩	对虾虾塘

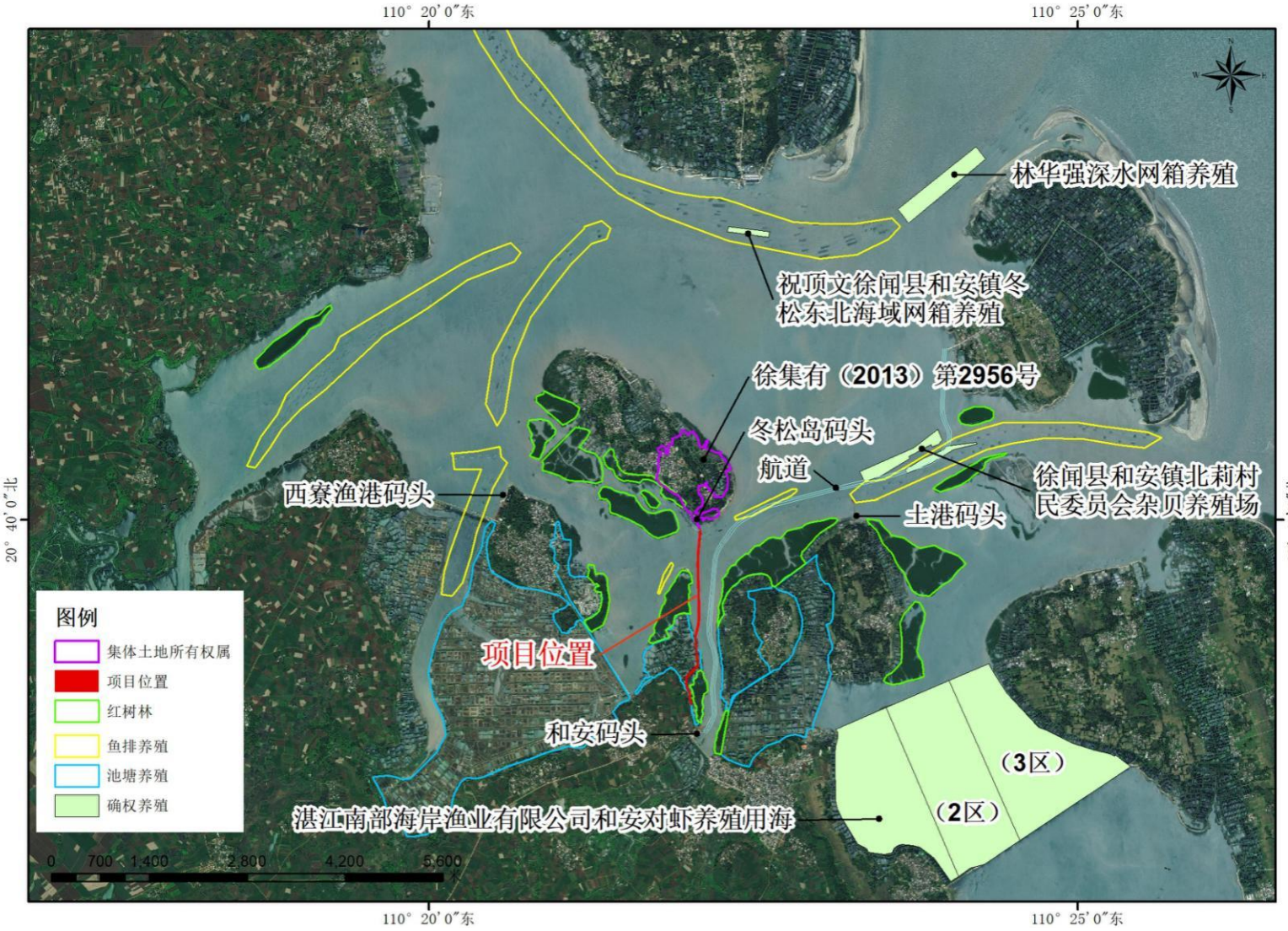


图 4.3-1 项目周边海域开发利用现状图

图 4.3-4　项目道路连接线占用养殖池塘分布图

（2）渔港、码头

项目周边渔港、码头主要有和安码头、冬松岛码头、土港码头、西寮渔港码头等，其中冬松岛码头位于冬松岛南端，为进出冬松岛的主要交通码头，土港码头位于土港岛北端，西寮渔港码头位于公港岛西侧。

图 4.3-5　冬松岛码头

（3）红树林

项目周边红树林主要分布于项目桥梁的东西两侧和南侧，分布区集中于冬松岛西、南侧，金鸡岛北侧，土港岛东侧，属于广东湛江红树林国家级自然保护区北莉口片区范围内。主要品种为海桑（*S. caseolaris*）、秋茄（*K. candel* ）、白骨壤（*A.marina*）和桐花树（*A. corniculatum*）4 个种类。

图4.3-6　项目周边红树林

5 环境质量现状调查与评价

5.1 水文动力环境现状调查与评价

5.1.1 调查概况

本次评价收集了中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司于2018年7 月~8 月和2019 年1 月~2 月在项目附近海域的夏季和冬季全潮水文观测结果进行分析，共布置了3 个潮位测点和6 个定点水文测点。同时2021年进行了补充监测。调查时间为2021年9月20日11时至21日12时，3个站位同步26小时观测。本项目水文调查范围大于评价范围，调查站位不少于3条断面，每条断面应布设2个站位，监测时间为5年有效期内，满足导则的要求。

表5.1-1　潮位观测临时验潮站坐标和观测时间

编号	东经	北纬	观测时间
T1	110°27.984'	20°34.834'	夏季：2018年7月12日～2018年8月12日 冬季：2019年1月6日～2019年2月5日
T2	110°21.786'	20°49.270'	
T3	110°30.816'	20°25.605'	

表5.1-2　全潮水文观测站坐标（2018年监测）

站点	东经	北纬	备注
C1	110°40.722'	20°42.601'	海流观测站
C2	110°34.242'	20°43.108'	海流观测站
C3	110°33.239'	20°35.894'	海流观测站
C4	110°42.376'	20°48.612'	海流观测站
C5	110°30.982'	20°48.568'	海流观测站
C6	110°27.958'	20°43.373'	海流观测站

表5.1-3　补充监测的水文调查站位表（2021年监测）

站位	东经 E	北纬 N	调查内容
H1	110°22′29.04132″E	20°42′0.92542″N	海流
H2	110°22′26.56940″E	20°40′0.41913″N	海流
H3	110°22′8.33896″E	20°39′23.03128″N	海流

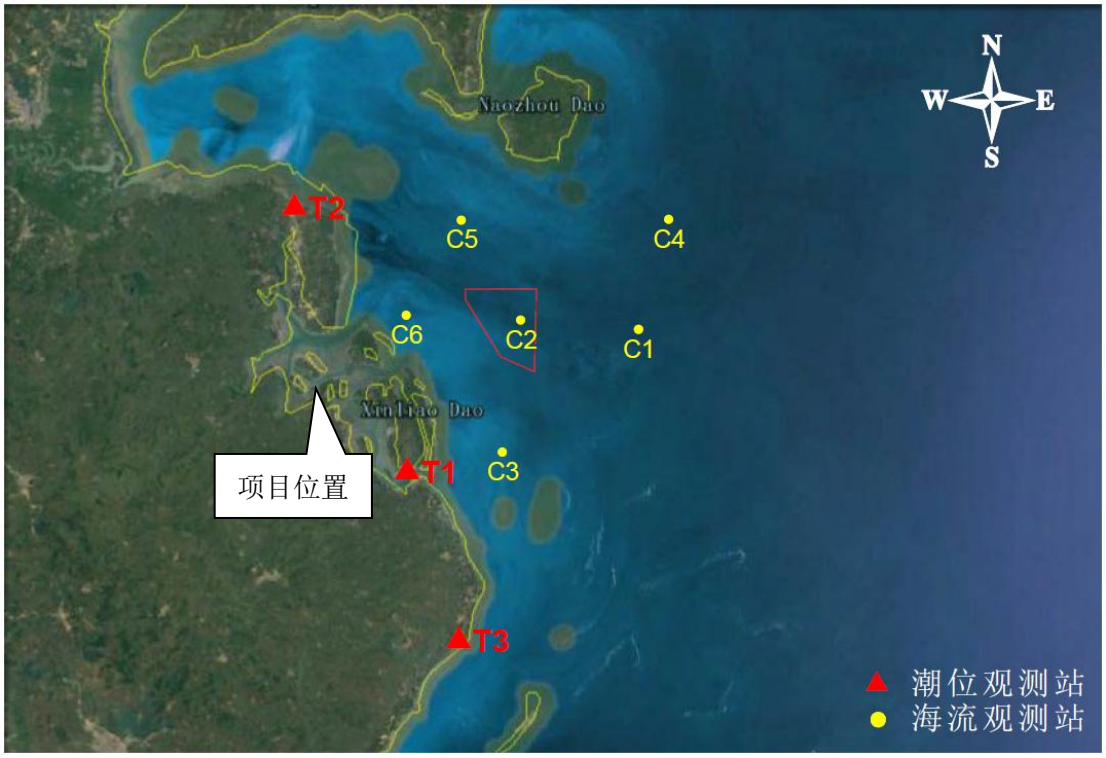


图 5.1-1　水文泥沙测验实际水文测站及验潮站示意图（2018 年监测）

图 5.1-2　水文调查站位示意图（2021 年监测）

5.1.2 2018 年夏季海洋水文动力环境现状调查与评价

5.1.2.1 潮位

夏季大、中、小潮实测潮位过程曲线见图 5.1-3。

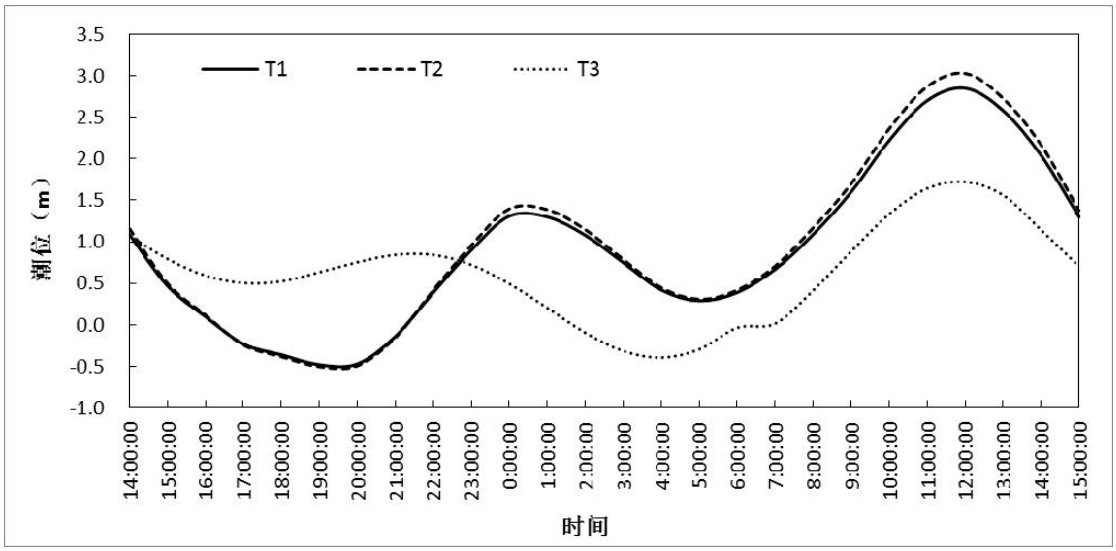


图 5.1-3a　各验潮站大潮潮位过程线

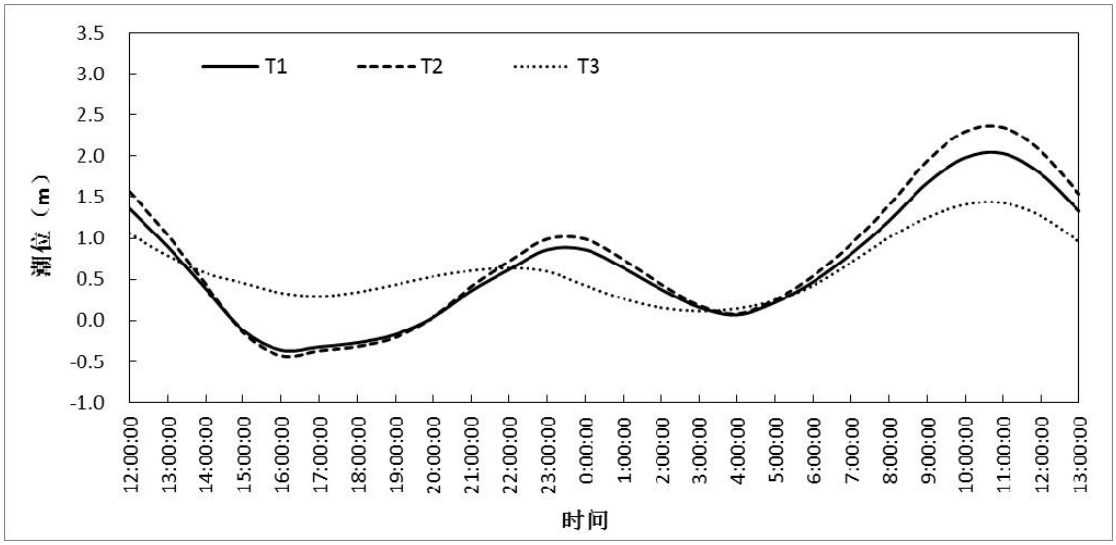


图 5.1-3b　各验潮站中潮潮位过程线

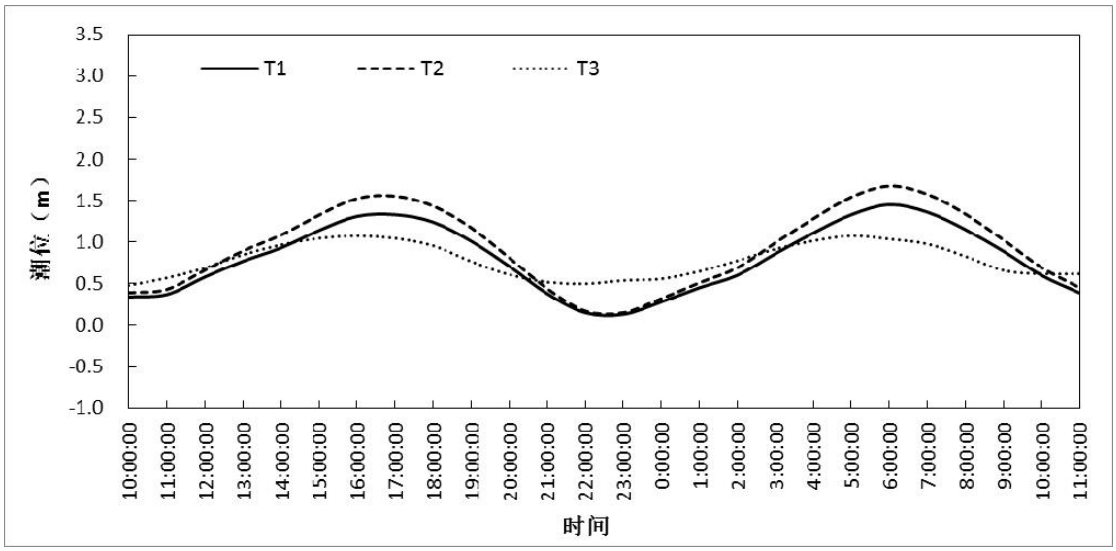


图 5.1-3c　各验潮站小潮潮位过程线

根据实测资料统计出各测站高、低潮位可知：观测期间，大、中、小潮平均高潮位 T1 站为 1.66 m，T2 站为 1.85 m，T3 站为 1.47 m。大、中、小潮平均低潮位 T1 站为-0.01 m，T2 站为-0.01 m，T3 站为 0.51 m。

观测海域三个验潮站，在水文测验期间，各潮位站涨、落潮平均历时分别为 6:33 和 5:48，涨潮历时大于落潮历时。三个站的平均涨潮历时均大于落潮历时。

水文测验期间，大、中、小潮平均潮差 T3 站最小，为 1.02 m；T1 站次之，为 1.61 m；T2 站最大，为 1.87 m。

三个验潮站平均高潮位 T2 最高，T1 次之，T3 最低；平均低潮位 T2 最底，T1 次之，T3 最高；平均潮差 T2 最大，T1 次之，T3 最小。T1 和 T2 平均涨潮历时短于落潮历时，T3 则相反，三站平均涨、落潮历时差分别为 8 min、1 min 和 1min。

本项目所在海域海湾面积约 66.4km^2，纳潮量为 11022.4 万 m^3，变化量为 0~11022.4 万 m^3，水交换量为 11088.8m^3。

5.1.2.2 潮流

根据各站涨、落潮潮段垂线平均流向计算结果（表 5.1-4，图 5.1-4～图 5.1-6），各测站涨潮流向为 193°~291°之间，落潮流向为 25°~140°之间。

表 5.1-4　观测海域涨、落潮垂线平均流向统计表 （° ）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	平均	大潮	中潮	小潮	平均
C1	272	241	258	257	120	124	137	127
C2	281	244	288	271	129	131	140	133
C3	193	194	215	201	37	39	25	34
C4	257	270	251	259	128	86	123	112
C5	281	285	291	286	109	109	110	109
C6	271	290	286	282	81	113	108	101
平均	259	254	265	259	101	100	107	103

对测验期内各个测站的垂线平均流速进行统计，按涨潮段、落潮段分别求矢量平均值得到各测站不同潮段垂线平均流速（见表 5.1-5）。

（1）水文测验期间，实测涨、落潮段垂线平均流速分别为 0.35 m/s 和 0.36 m/s。其中，大潮期间涨、落潮垂线平均流速分别为 0.51 m/s 和 0.52 m/s，涨潮流速小于落潮流速；中潮期间涨、落潮垂线平均流速均为 0.33 m/s；小潮期间涨潮垂线平均流速 0.20 m/s，小于落潮平均流速 0.25 m/s。

（2）涨潮段垂线平均流速最大值发生在大潮 C3 测站，为 0.70 m/s；最小值在小潮 C1 测站，为 0.16 m/s。落潮段垂线平均流速最大值发生在大潮 C3 测站，为 0.59 m/s；最小值在小潮 C6 测站，为 0.19 m/s。

表 5.1-5　各测站潮段平均流速统计表 （m/s）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	平均	大潮	中潮	小潮	平均
C1	0.46	0.33	0.16	0.32	0.51	0.31	0.23	0.35
C2	0.49	0.29	0.21	0.33	0.57	0.34	0.27	0.39
C3	0.70	0.44	0.20	0.45	0.59	0.32	0.28	0.40
C4	0.47	0.26	0.20	0.31	0.47	0.34	0.25	0.35
C5	0.59	0.37	0.23	0.40	0.53	0.37	0.25	0.38
C6	0.37	0.26	0.21	0.28	0.44	0.31	0.19	0.31
平均	0.51	0.33	0.20	0.35	0.52	0.33	0.25	0.36

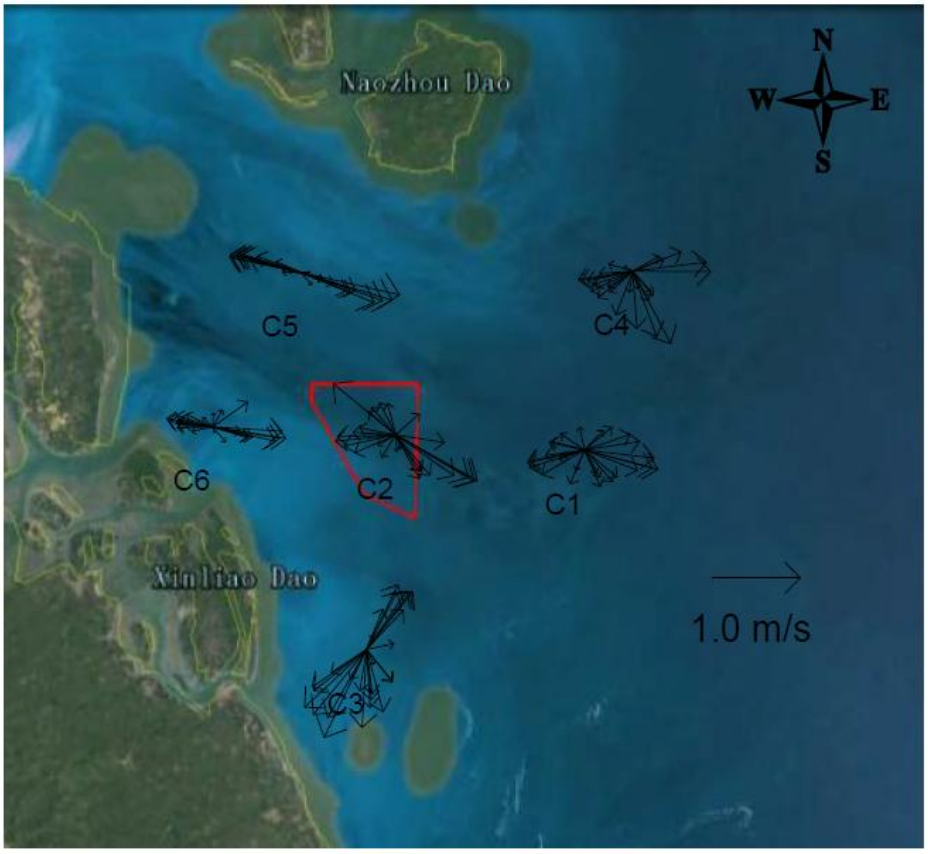


图 5.1-4　大潮垂线平均流速矢量图

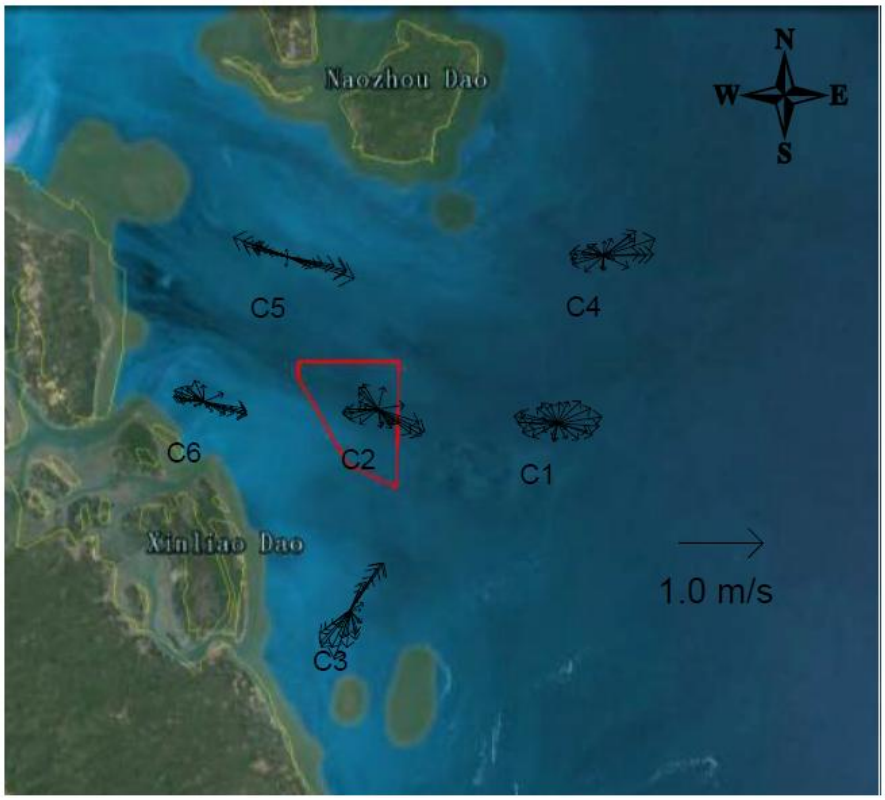


图 5.1-5　中潮垂线平均流速矢量图

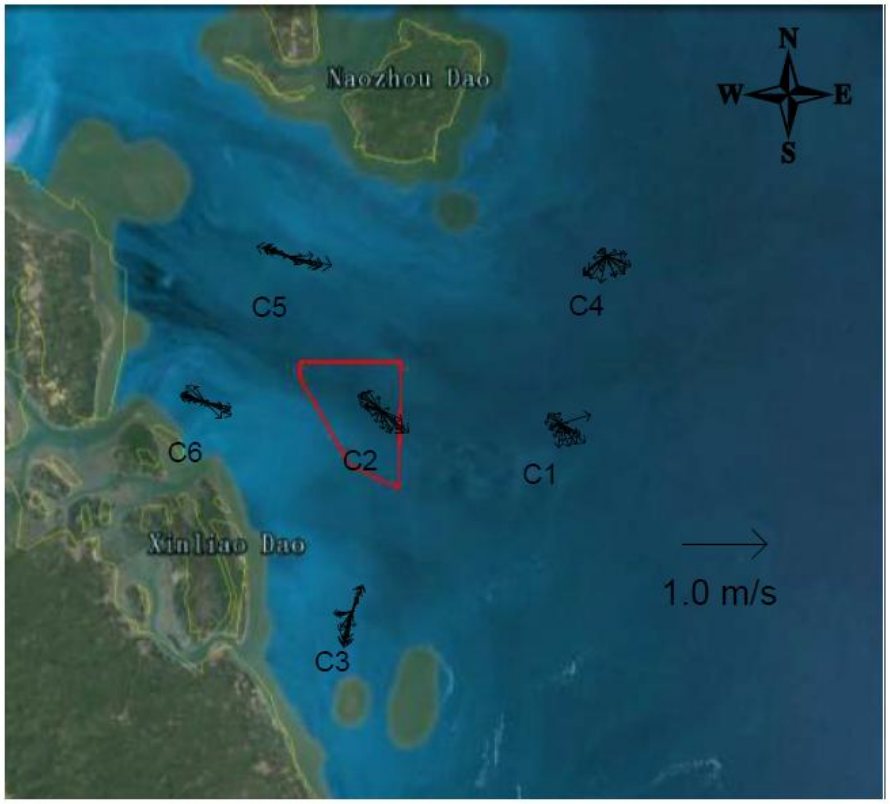


图 5.1-6　小潮垂线平均流速矢量图

对本期测验各测站的垂线平均最大流速进行统计，总体来看，水文测验期间，垂线平均最大流速涨潮段出现在大潮 C3 测站，为 1.10 m/s，流向为 206°；落潮段垂线平均最大流速出现在大潮 C5 测站，为 1.16 m/s，流向 103°。

水文测验期间，大潮实测最大流速为 1.32 m/s，流向为 106°，出现在 C5 测站落潮段的表层；中潮实测最大流速为 1.09 m/s，流向为 62°，出现在 C4 测站落潮段的表层；小潮实测最大流速为 0.73 m/s，流向为 81°，出现在 C1 测站涨潮段的 0.8H。

各站垂线平均的 F 值在 1.07~4.08 之间，平均为 2.39。C1、 C2 和 C4 测站潮流类型为不规则半日潮流，C3 为不规则全日潮流，C5 和 C6 站潮流类型以规则半日潮流为主

C1、C3 和 C4 以旋转流为主， C2、C5 和 C6 测站主要表现为往复潮流性质。

5.1.2.3 余流

（1）余流一般指实测海流扣除周期性潮流后所剩留部分，从计算结果来看，

季节因素和潮型对余流影响较大。垂线平均各潮次观测海域余流速度大潮平均为0.11 m/s，中潮平均为0.05 m/s，小潮平均为0.07 m/s。

（2）观测海区余流流速，大潮以C4 测站0.2H 为最大，为0.25 m/s；中潮以C4 测站0.2H 层最大，为0.12 m/s；小潮以C4 测站表层最大，为0.19 m/s。

根据各测站的实测数据计算三个潮次各测站六层的余流，并将各测站垂向平均余流及各层余流绘制成图5.1-7至图5.1-12。大、中、小潮期流速大小差别较大，其中，大潮期余流流速较大，中潮和小潮观测期间余流流速相对较小。

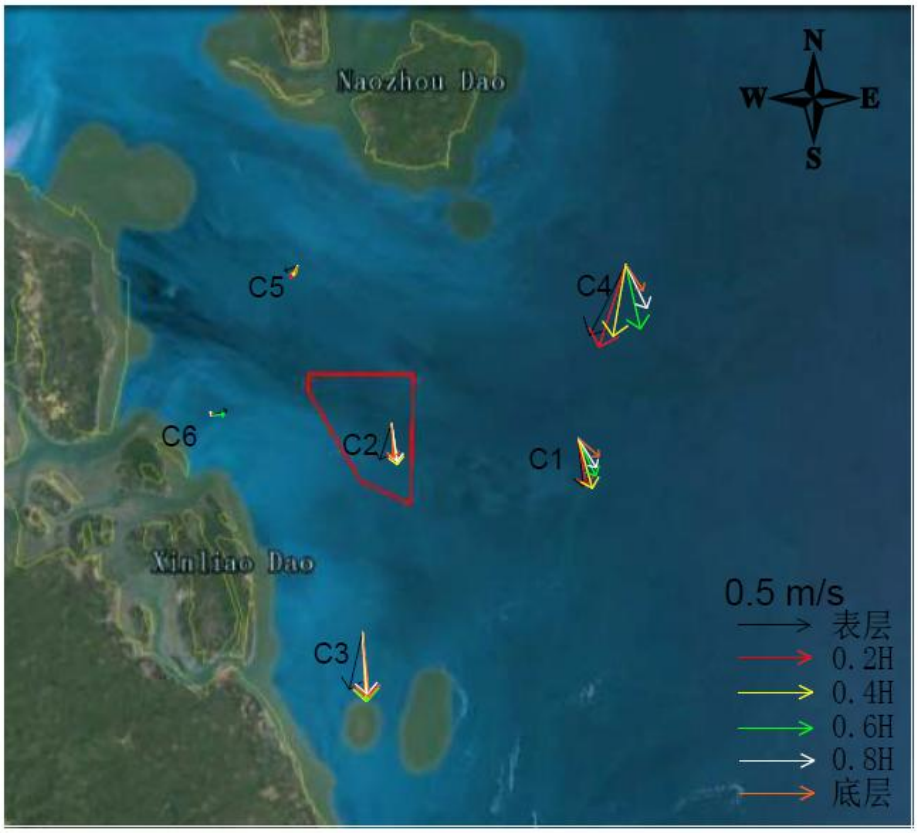


图5.1-7　大潮各层余流矢量图

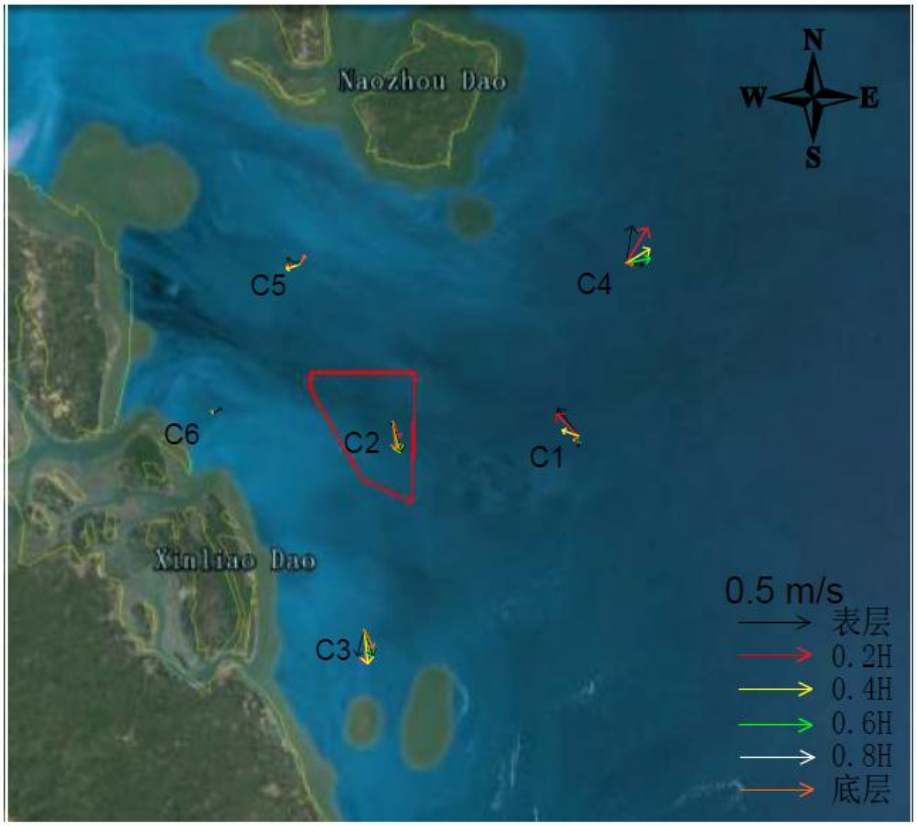


图 5.1-8　中潮各层余流矢量图

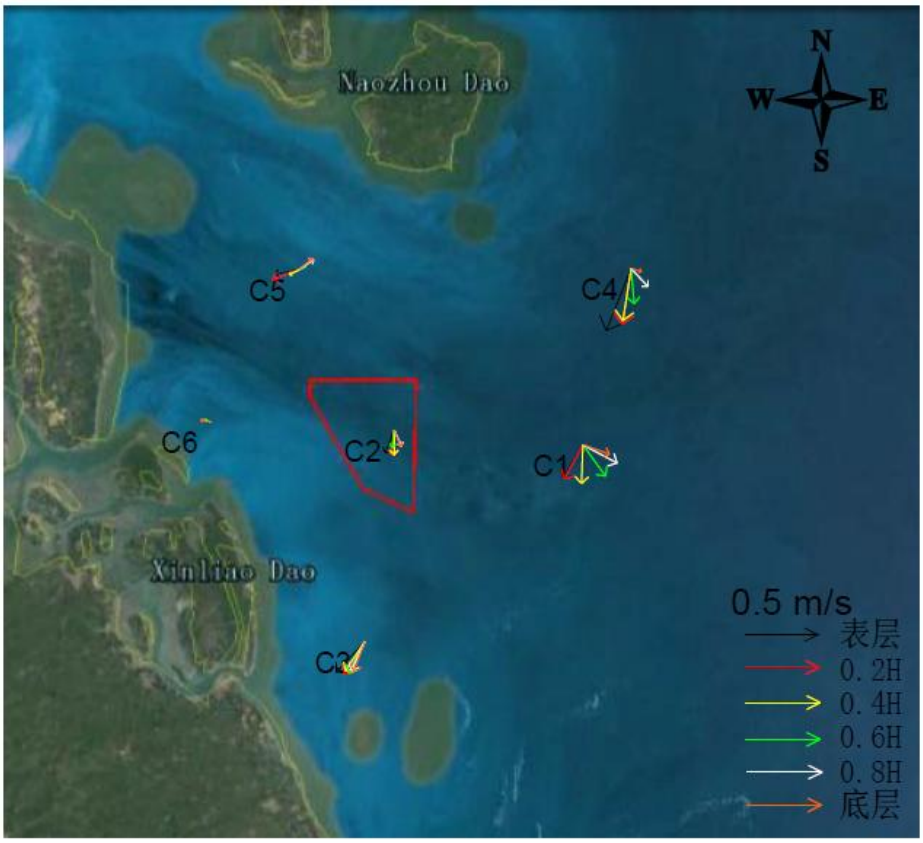


图 5.1-9　小潮各层余流矢量图

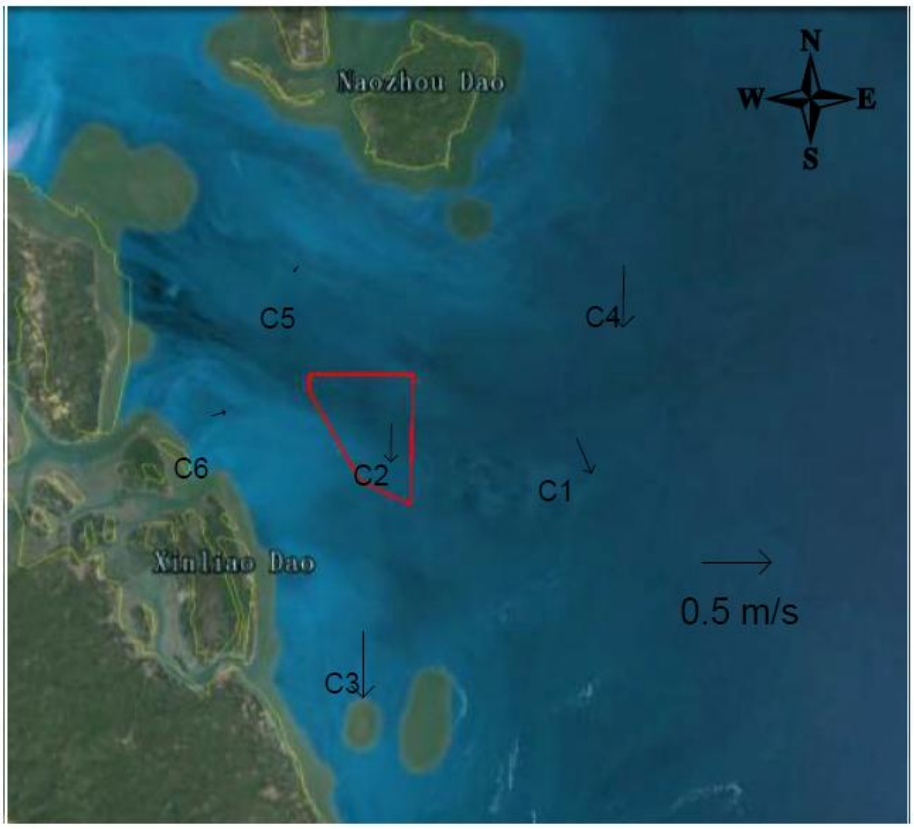


图 5.1-10　大潮垂线平均余流矢量图

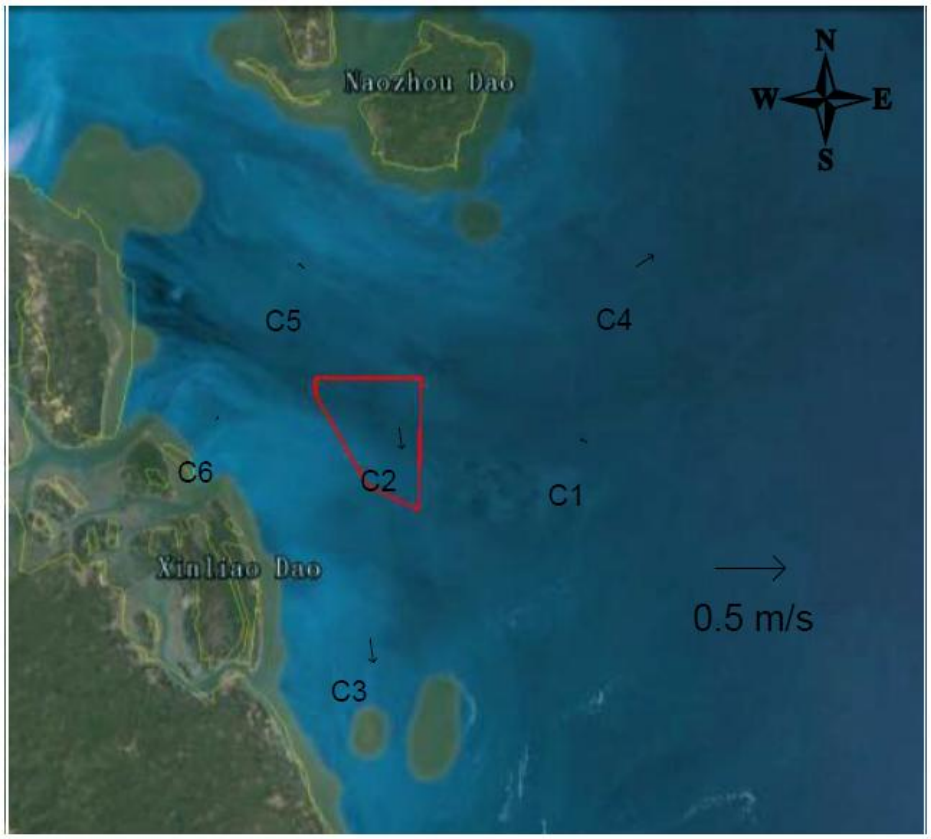


图 5.1-11　中潮垂线平均余流矢量图

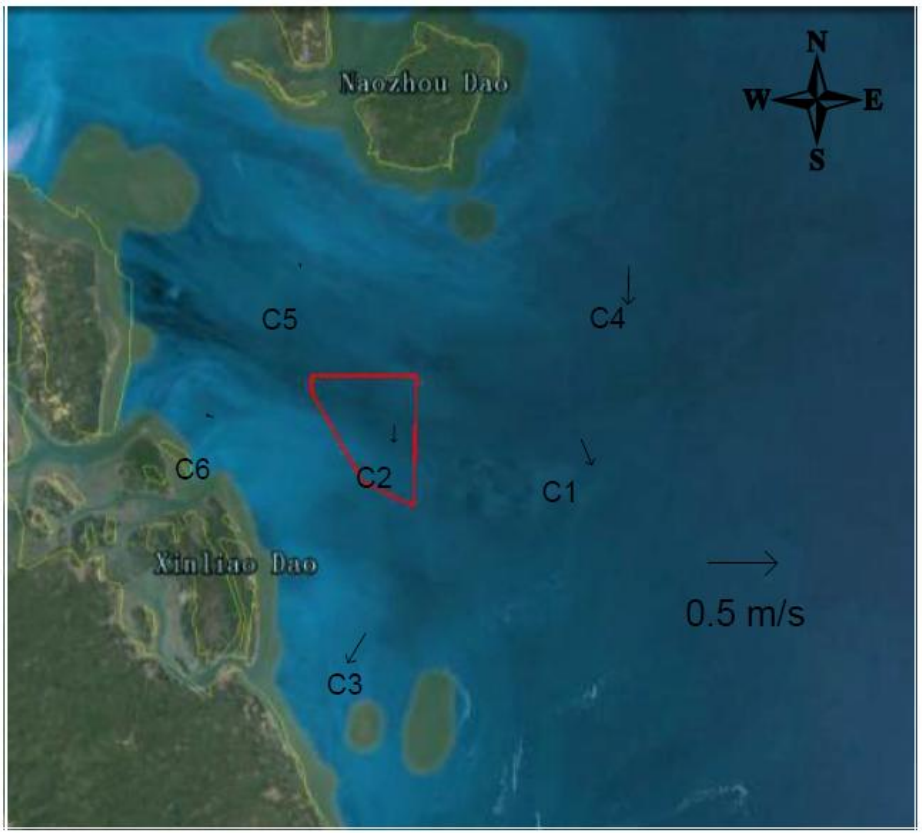


图 5.1-12　小潮垂线平均余流矢量图

5.1.2.4 悬浮泥沙

（1）潮段平均含沙量

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其算术平均值得到各测站潮段平均含沙量（见表 5.1-6）。

1）水文测验期间施测海域实测涨、落潮垂线平均含沙量均为 0.0249 kg/m^3。潮平均含沙量：大潮为 0.0290 kg/ m^3，中潮为 0.0251 kg/m^3，小潮为 0.0206 kg/m^3，大潮最大，中潮次之，小潮最小。

2）水文测验期间潮段垂线平均含沙量，大潮介于 0.0133~ 0.0601 kg/m^3 之间，最大值出现在 C3 涨潮段；中潮介于 0.0179 ~ 0.0406 kg/m^3 之间，最大值出现在 C3 落潮段；小潮介于 0.0084 ~ 0.0439 kg/m^3 之间，最大值出现在 C3 涨潮段。

3)水体含沙浓度平面分布来看，观测海域垂线平均含沙量小于 0.0249 kg/m^3，以 C3 和 C6 站含沙量较高，其余测站含沙量差异不大。

表 5.1-6　各测站涨、落潮段垂线平均含沙量统计表（kg/m³）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	平均	大潮	中潮	小潮	平均
C1	0.0133	0.0194	0.0094	0.0140	0.0143	0.0204	0.0084	0.0144
C2	0.0158	0.0201	0.0194	0.0184	0.0222	0.0179	0.0189	0.0196
C3	0.0601	0.0398	0.0439	0.0480	0.0441	0.0406	0.0317	0.0388
C4	0.0231	0.0215	0.0143	0.0196	0.0286	0.0210	0.0114	0.0203
C5	0.0172	0.0180	0.0134	0.0162	0.0178	0.0200	0.0120	0.0166
C6	0.0329	0.0332	0.0338	0.0333	0.0590	0.0297	0.0301	0.0396
平均	0.0271	0.0253	0.0224	0.0249	0.0310	0.0249	0.0188	0.0249

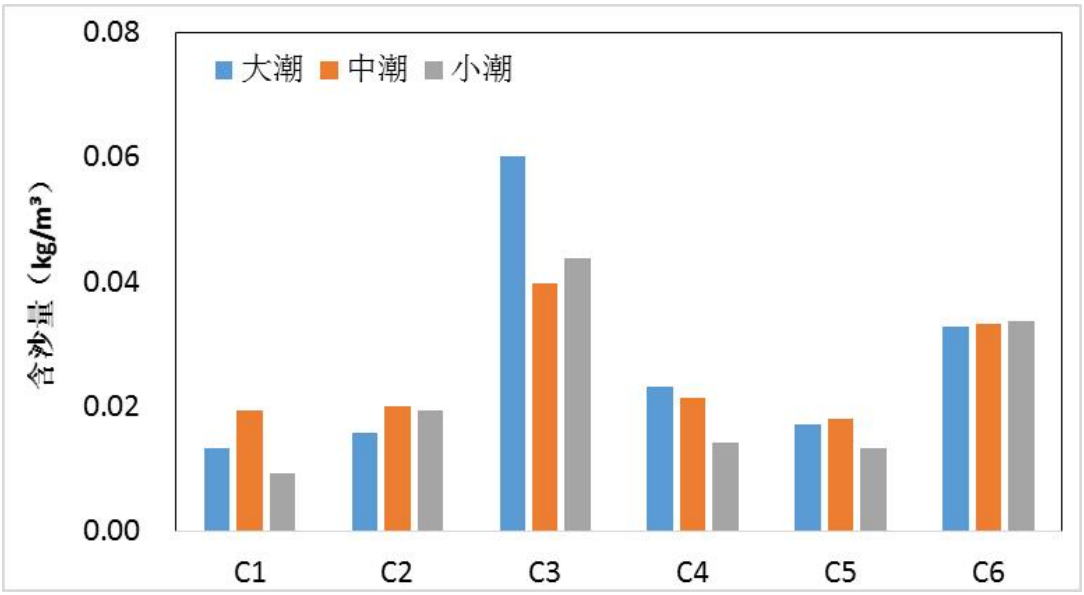


图 5.1-13　各测站涨潮段垂线平均含沙量柱状分布图

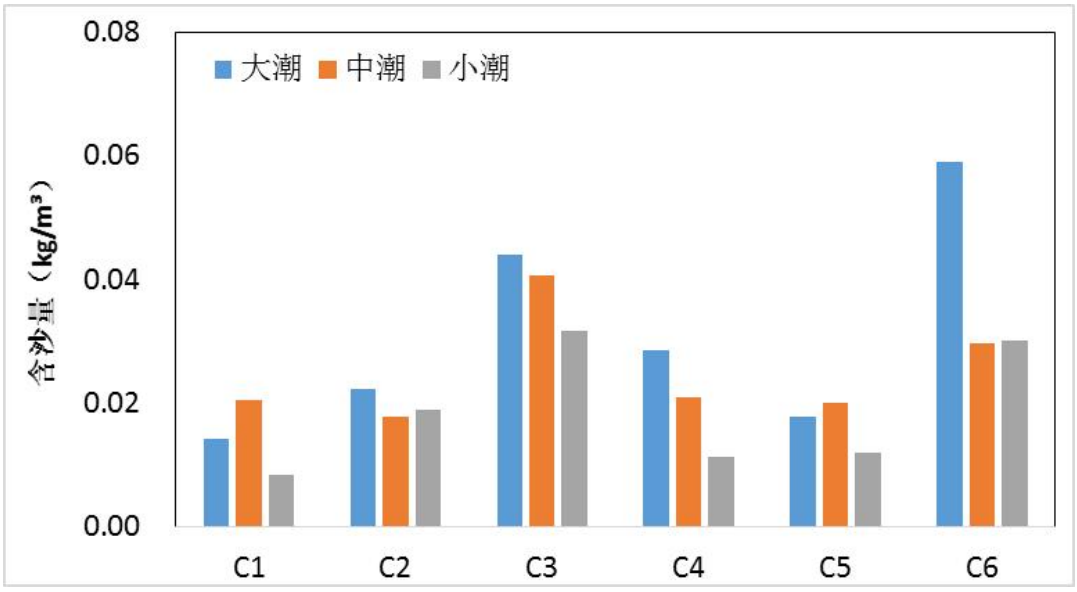


图 5.1-14　各测站落潮段垂线平均含沙量柱状分布图

（2）垂线平均最大含沙量

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大含沙量。

表 5.1-7 中显示，水文测验期间垂线平均最大含沙量，大潮为 0.1223 kg/m^3，出现在 C3 测站涨潮段；中潮为 0.0925 kg/m^3，出现在 C3 测站涨潮段；小潮为 0.1128 kg/m^3，出现在 C3 测站涨潮段。

表 5.1-7 各测站涨、落潮段垂线平均最大含沙量统计表（kg/m^3）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	最大	大潮	中潮	小潮	最大
C1	0.0156	0.0274	0.0112	0.0274	0.0169	0.0265	0.0096	0.0265
C2	0.0213	0.0278	0.0362	0.0362	0.0397	0.0213	0.0223	0.0397
C3	0.1223	0.0925	0.1128	0.1223	0.0975	0.0917	0.0747	0.0975
C4	0.0428	0.0389	0.0312	0.0428	0.0577	0.0376	0.0156	0.0577
C5	0.0195	0.0249	0.0157	0.0249	0.0223	0.0243	0.0167	0.0243
C6	0.0485	0.0584	0.0494	0.0584	0.0820	0.0433	0.0397	0.0820
最大值	0.1223	0.0925	0.1128	0.1223	0.0975	0.0917	0.0747	0.0975

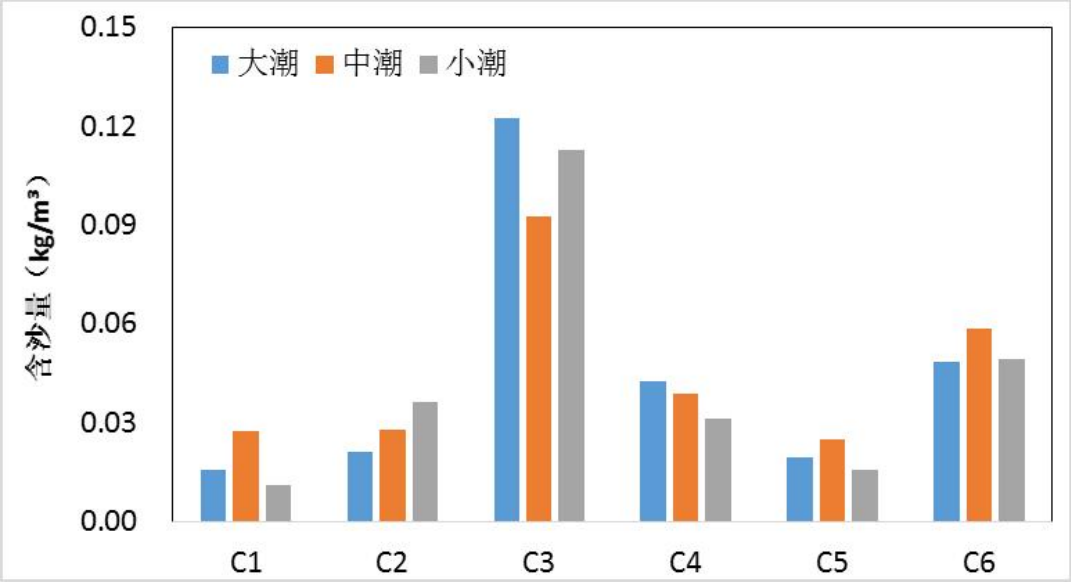


图 5.1-15 各测站涨潮段垂线平均最大含沙量柱状分布图

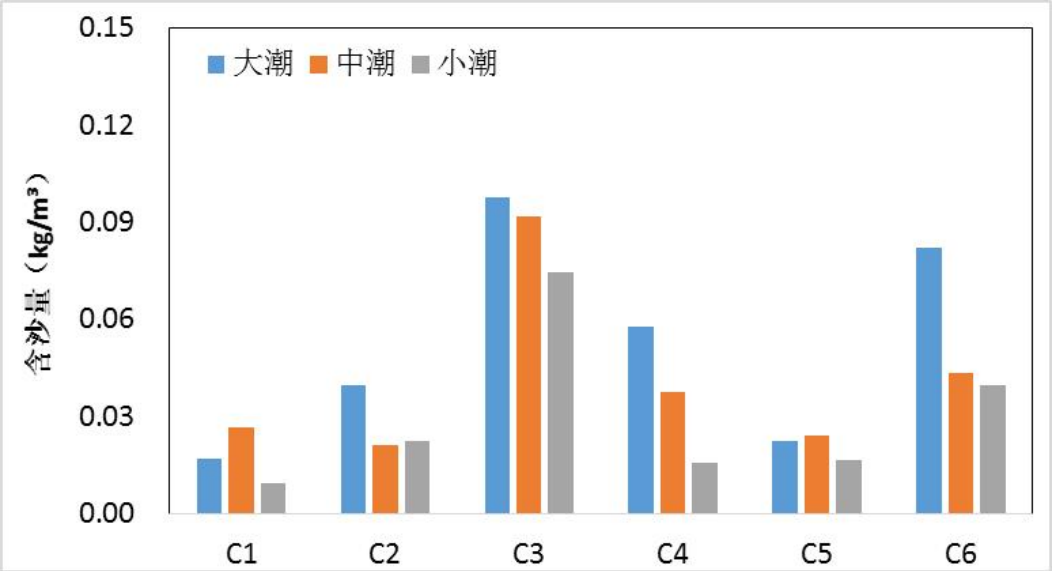


图 5.1-16　各测站落潮段垂线平均最大含沙量柱状分布图

（3）最大含沙量特征值

各测站涨、落潮最大含沙量特征值如表 5.1-8 所示。水文测验期间大潮实测最大含沙量为 0.1401 kg/m^3，出现在 7 月 14 日 14:00 的 C3 测站落潮段的表层，对应垂线平均流速为 0.72 m/s；中潮实测最大含沙量为 0.1430 kg/m^3，出现在 7 月 25 日 17:00 的 C3 测站落潮段的底层，对应垂线平均流速为 0.60 m/s；小潮实测最大含沙量为 0.2469kg/m^3，出现在 7 月 20 日 15:00 的 C3 测站涨潮段的底层，对应垂线平均流速为 0.17 m/s。

表 5.1-8　各测站分层最大含沙量统计表 （kg/m^3）

测站	涨　潮						落　潮					
	大　潮		中　潮		小　潮		大　潮		中　潮		小　潮	
	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层
C1	0.0203	表层	0.0340	底层	0.0113	0.6H	0.0169	表层	0.0324	表层	0.0172	表层
C2	0.0286	0.6H	0.0367	表层	0.0490	0.6H	0.0645	0.6H	0.0288	表层	0.0264	0.6H
C3	0.1382	表层	0.1169	底层	0.2469	底层	0.1401	表层	0.1430	底层	0.1602	表层
C4	0.0670	底层	0.0876	表层	0.0476	底层	0.0799	0.6H	0.0639	表层	0.0232	底层
C5	0.0241	底层	0.0341	底层	0.0195	表层	0.0330	表层	0.0369	底层	0.0183	表层
C6	0.0690	表层	0.0684	表层	0.0709	表层	0.1054	表层	0.0520	表层	0.0541	表层
最大	0.1382	表层	0.1169	底层	0.2469	底层	0.1401	表层	0.1430	底层	0.1602	表层

（4）悬沙粒径组成及粒度参数

1）大潮期间，测验海域悬沙主要为粘土质粉砂，其次是粉砂质砂。悬沙颗粒组成以粉砂为主，平均含量为 52.32 %；砂含量次之，为 24.56 %；粘土含量

最低，为 23.12 %。中值粒径在 3.60 Φ~7.33 Φ 之间变化，平均为 5.78 Φ；分选系数在 1.68~2.37 之间变化，平均为 2.10，分选程度为中等至较差。

2）中潮期间，测验海域悬沙同样以粘土质粉砂为主，其次是粉砂。悬沙颗粒组成以粉砂为主，平均含量为 68.73 %；粘土含量次之，为 19.90 %；砂含量最低，为 11.37 %。中值粒径在 5.44 Φ~6.58 Φ 之间变化，平均为 5.95 Φ；分选系数在 1.69~2.09 之间变化，平均为 1.91，分选程度中等。

3）小潮期间，测验海域悬沙以粘土质粉砂为主，其次是砂质粉砂，少量细粉砂。悬沙颗粒组成以粉砂为主，平均含量为 56.20 %；粘土含量次之，为 26.42 %；砂含量最低，为 17.38 %。中值粒径在 4.58 Φ~7.47 Φ 之间变化，平均为 6.27 Φ；分选系数在 1.84~2.42 之间变化，平均为 2.15，分选程度中等至较差。

4）整体而言，观测海域悬沙颗粒呈现出大潮期最粗，中潮次之，小潮最细的特点。分选程度上表现为中潮最好，大潮次之，小潮较差。

5.1.2.5 盐度

对观测海域全部 6 个测站进行分层海水盐度测定，测试结果表明：

（1）本期测验期间，施测海域各测站大、中、小潮期实测盐度以大潮为最大，中潮和小潮较为接近。大潮平均盐度为 31.94，中潮为 30.10，小潮为 30.26。

（2）水文测验期间，各测站最大海水盐度值为 33.37，最小海水盐度值为 24.12，变化量为 9.25。最高值出现在大潮 C3 站，最低值出现在小潮 C1 站。

（3）海水盐度平面分布，各站差异不大，其中以北侧的 C4 和 C5 测站的平均盐度较低。

（4）海水盐度垂直分布，大、中、小潮期变化趋势基本表现为随深度的增加，盐度逐渐升高。

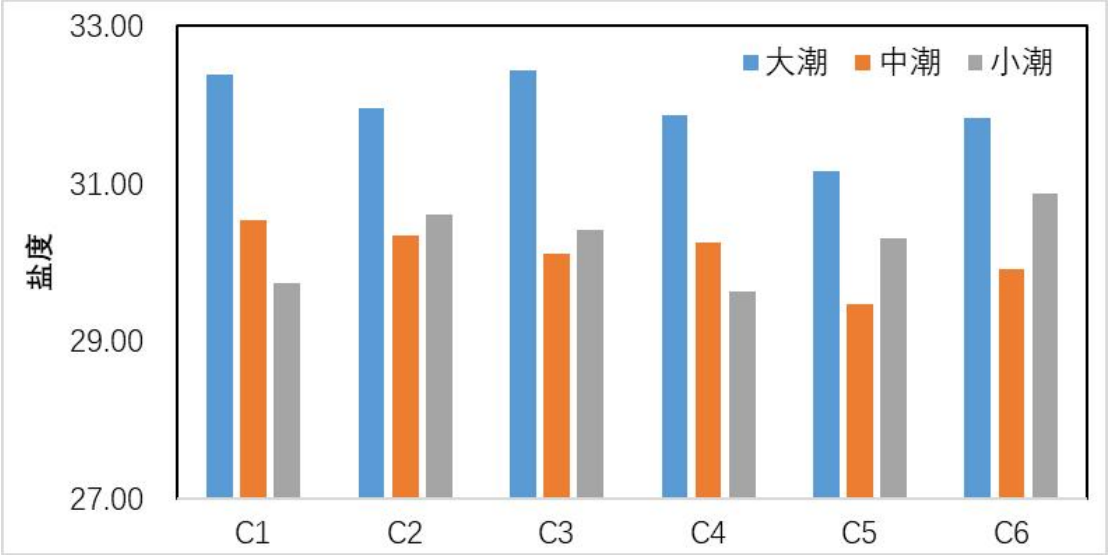


图5.1-17　各测站垂线平均盐度柱状分布图

5.1.2.6 温度

对观测海域全部 6 个测站进行分层海水温度测定，测试结果表明：

（1）本期测验期间，施测海域实测海水温度，各测站基本呈现出大潮温度最高，中潮、小潮温度较的特征。大潮平均温度为 30.08℃，中潮为 29.22℃，小潮为 29.04℃。

（2）水文测验期间，各测站海水温度最高值为 31.09℃，最低海水温度值为 28.45℃，变化量为 2.64℃。

（3）海水温度平面分布整体差异不大，仅北侧近岸的 C2、C5 和 C6 测站的平均温度相对较高。

（4）海水温度垂直分布，大、中、小潮期温度变化趋势基本表现为随深度的增加，温度逐渐降低。

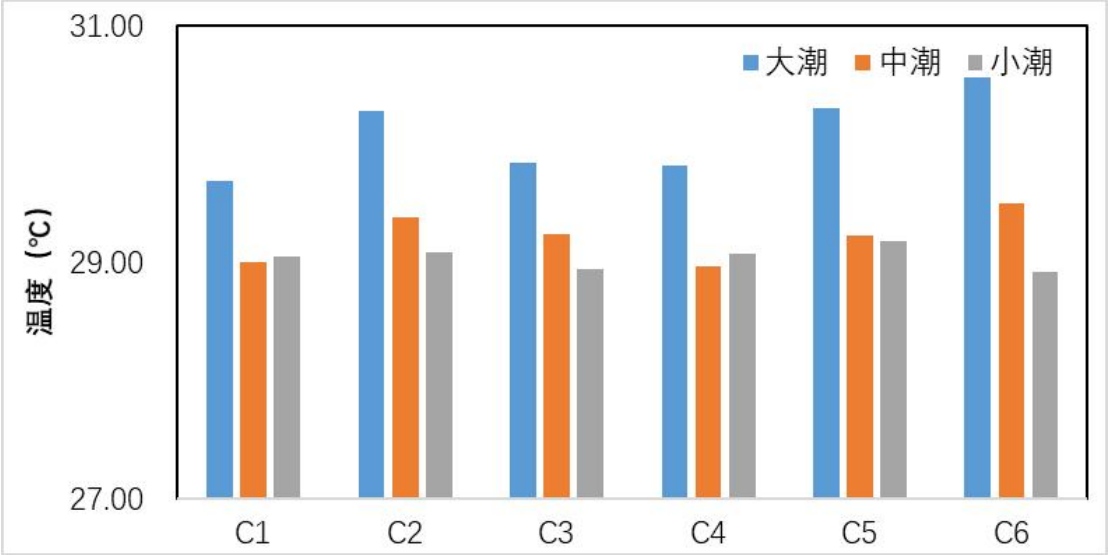


图5.1-18　各测站垂线平均温度柱状分布图

5.1.3 2019 年冬季海洋水文动力现状调查与评价

5.1.3.1 潮位

冬季大、中、小潮实测潮位过程曲线见图 5.1-19。

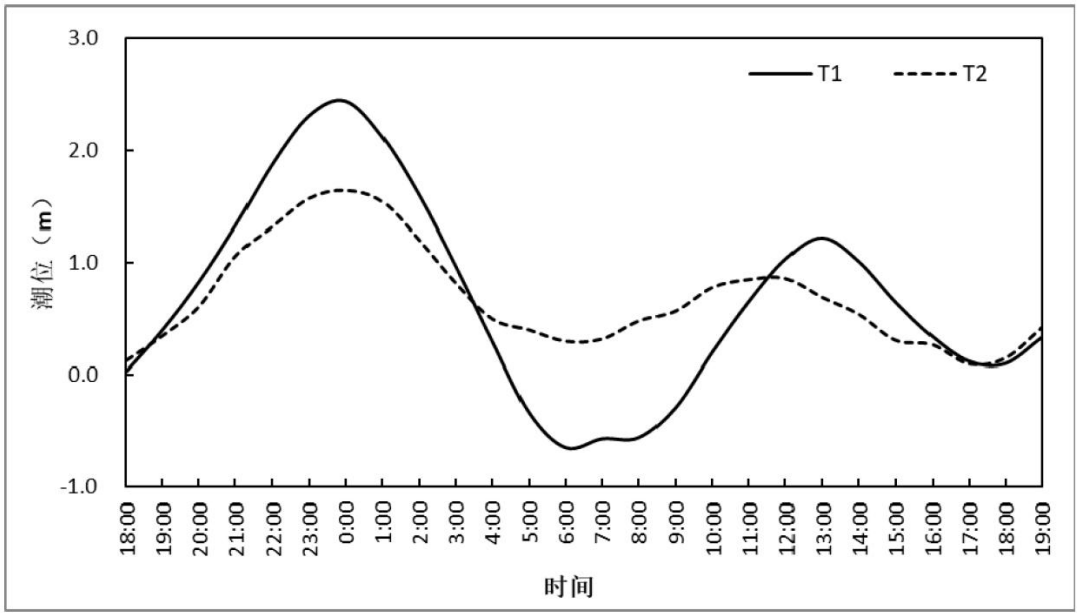


图 5.1-19a　各验潮站大潮潮位过程线

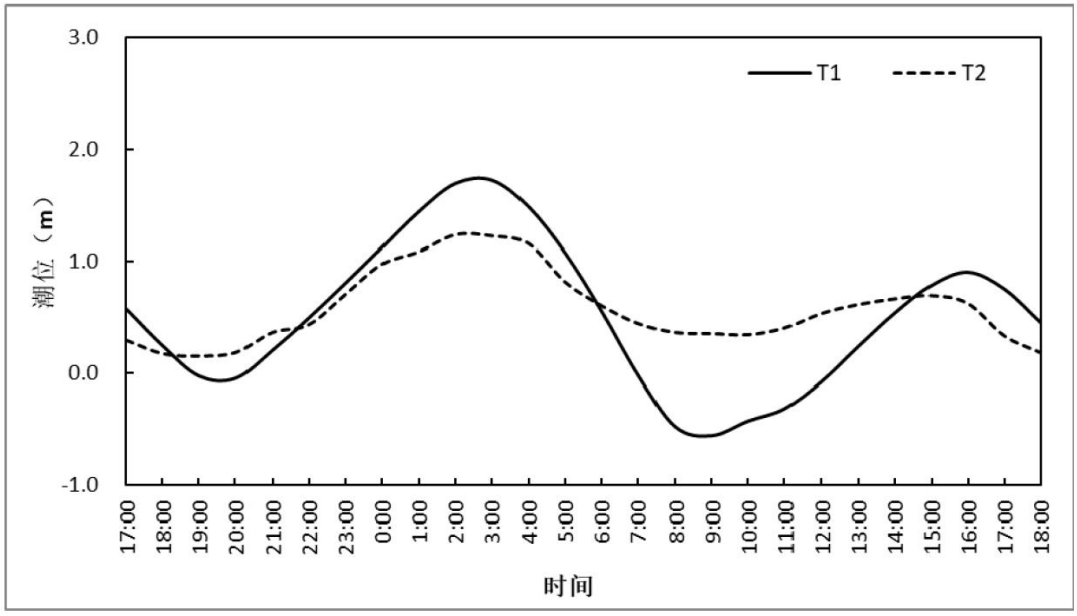


图 5.1-19b　各验潮站中潮潮位过程线

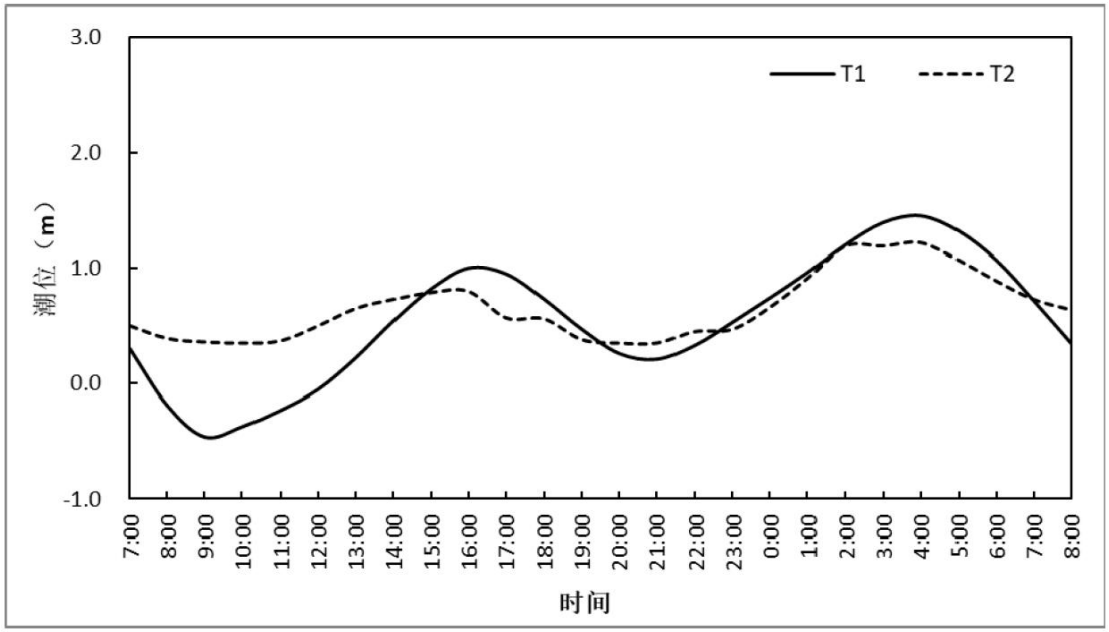


图 5.1-19c　各验潮站小潮潮位过程线

根据实测资料统计出各测站高、低潮位可知：观测期间，大、中、小潮平均高潮位 T1 站为 1.43 m，T2 站为 1.13 m。大、中、小潮平均低潮位 T1 站为-0.25 m，T2 站为 0.23 m。

观测海域两个验潮站，在水文测验期间涨、落潮平均历时分别为 6:37 和 5:39，涨潮历时大于落潮历时。两个站的平均涨潮历时均大于落潮历时。

水文测验期间，大、中、小潮平均潮差 T1 站为 1.68 m，T2 站为 0.88 m，

T1 站大于 T2 站。

根据观测海域两处临时验潮站的短期同步资料统计，实测结果表明：平均高潮位 T1 较 T 高，平均低潮位 T1 较 T2 低，平均潮差 T2 为 0.78m 较 T1 的 1.86m 小。T1 和 T2 平均涨潮历时均长于落潮历时，平均涨、落潮历时差分别为 59 min 和 13min。

5.1.3.2 潮流

根据各站涨、落潮潮段垂线平均流向计算结果（表 5.1-9，图 5.1-20～图 5.1-22），各测站涨潮流向为 184°~292°之间，落潮流向为 23°~210°之间。

表 5.1-9 观测海域涨、落潮垂线平均流向统计表 （°）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	平均	大潮	中潮	小潮	平均
C1	215	206	194	205	80	173	210	154
C2	272	280	249	267	141	131	131	134
C3	194	184	187	188	100	23	70	64
C4	263	273	266	267	128	115	110	118
C5	292	283	272	282	132	125	121	126
C6	288	283	277	283	84	113	110	102
平均	254	252	241	249	111	113	125	117

对测验期内各个测站的垂线平均流速进行统计，按涨潮段、落潮段分别求矢量平均值得到各测站不同潮段垂线平均流速（见表 5.1-10）。

（1）水文测验期间，实测涨、落潮段垂线平均流速分别为 0.28 m/s 和 0.30 m/s。大、中、小潮期间，平均涨潮流速均小于落潮流速。其中，大潮期间涨、落潮垂线平均流速分别为 0.35 m/s 和 0.37 m/s，中潮期间涨、落潮垂线平均流速分别为 0.25 m/s 和 0.30 m/s，小潮期间涨、落潮垂线平均流速分别为 0.22 m/s 和 0.25 m/s。

（2）涨潮段垂线平均流速最大值发生在大潮 C3 测站，为 0.42 m/s；最小值在小潮 C2 测站，为 0.19 m/s。落潮段垂线平均流速最大值发生在大潮 C6 测站，为 0.42 m/s；最小值在小潮 C6 测站，为 0.21 m/s。

表 5.1-10　各测站潮段平均流速统计表 （m/s）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	平均	大潮	中潮	小潮	平均
C1	0.32	0.26	0.22	0.27	0.38	0.31	0.28	0.32
C2	0.35	0.22	0.19	0.25	0.37	0.31	0.25	0.31
C3	0.42	0.31	0.28	0.34	0.37	0.28	0.28	0.31
C4	0.32	0.23	0.20	0.25	0.32	0.27	0.23	0.27
C5	0.37	0.30	0.26	0.31	0.34	0.33	0.26	0.31
C6	0.34	0.21	0.20	0.25	0.42	0.28	0.21	0.30
平均	0.35	0.25	0.22	0.28	0.37	0.30	0.25	0.30

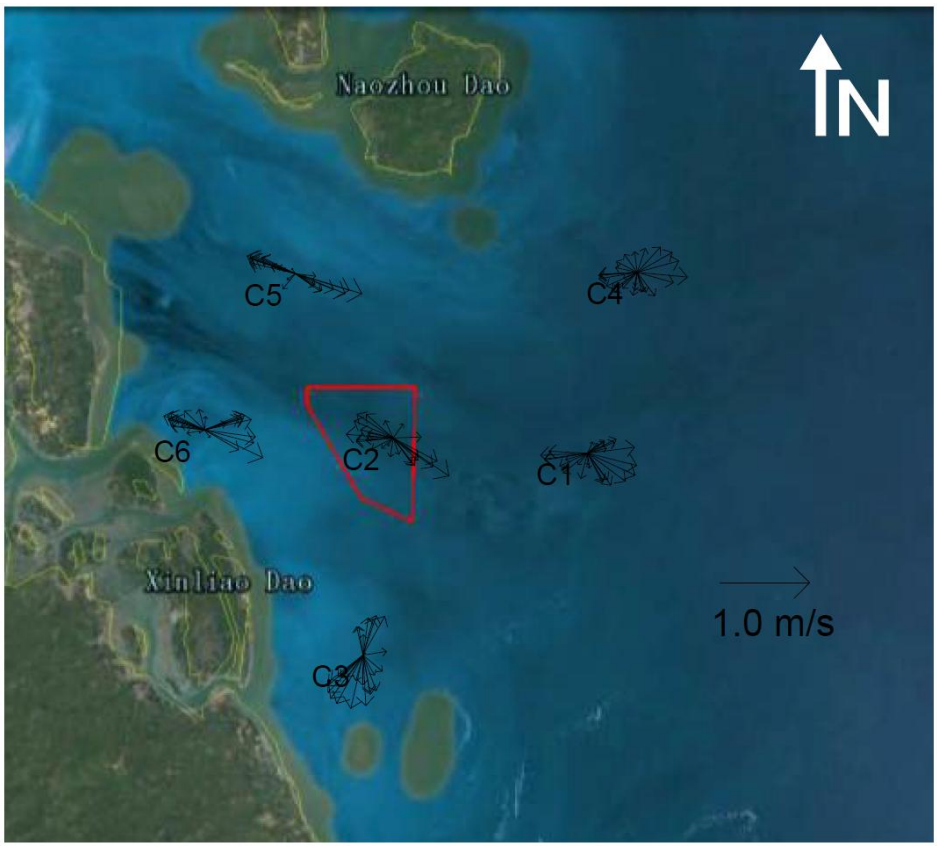


图 5.1-20　大潮垂线平均流速矢量图

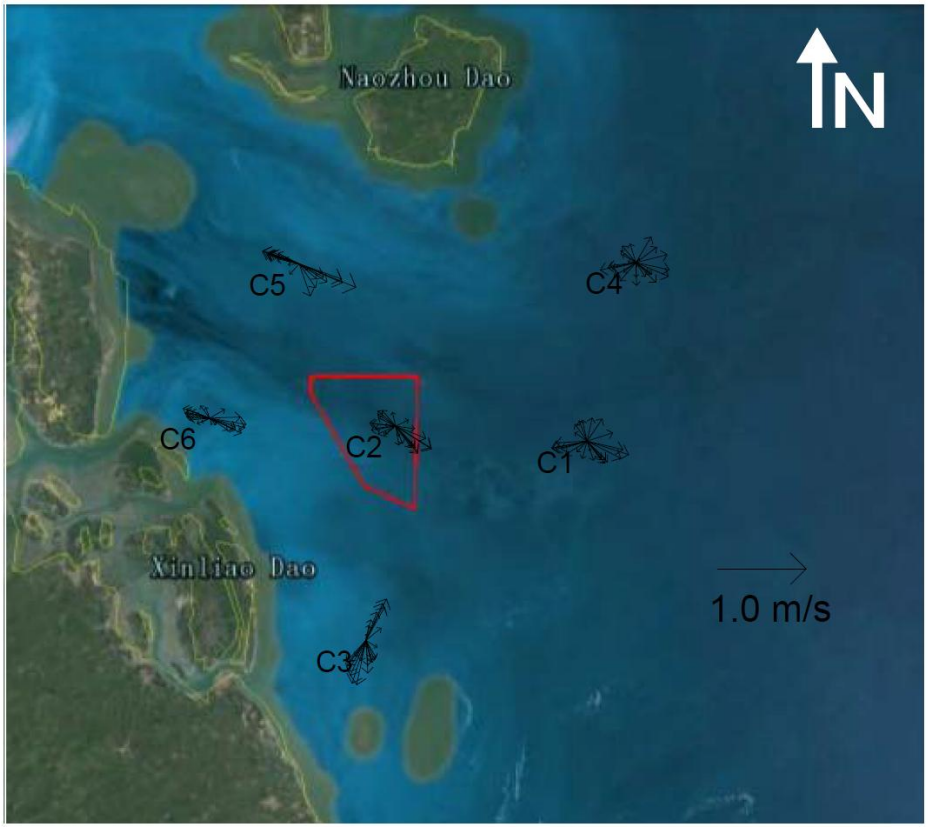


图 5.1-21　中潮垂线平均流速矢量图

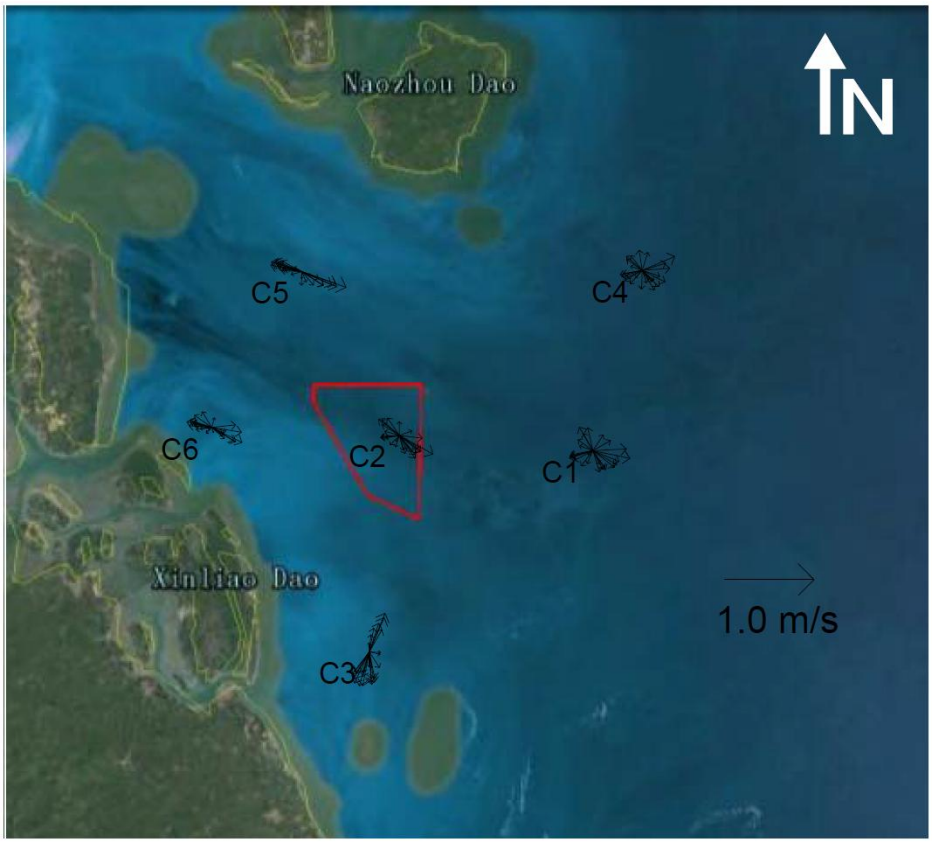


图 5.1-22　小潮垂线平均流速矢量图

对本期测验各测站的垂线平均最大流速进行统计，总体来看，水文测验期间，垂线平均最大流速涨潮段出现在大潮 C3 测站，为 0.61 m/s，流向为 209°；落潮段垂线平均最大流速出现在大潮 C5 测站，为 0.77 m/s，流向 107°。

水文测验期间，大潮实测最大流速为 0.83 m/s，流向为 113°，出现在 C5 测站落潮段的 0.2H；中潮实测最大流速为 0.79 m/s，流向为 118°，出现在 C5 测站落潮段的 0.2H；小潮实测最大流速为 0.71 m/s，流向为 129°，出现在 C5 测站落潮段的表层。

各站垂线平均的 F 值在 0.43~2.70 之间，平均为 1.12。C1、 C2 和 C4 测站潮流类型为不规则半日潮流，C3 为不规则全日潮流，C5 和 C6 站潮流类型以规则半日潮流为主。

C1、C3 和 C4 以旋转流为主， C2、C5 和 C6 测站主要表现为往复潮流性质。

5.1.3.3 余流

（1）余流一般指实测海流扣除周期性潮流后所剩留部分，从计算结果来看，季节因素和潮型对余流影响较大。垂线平均各潮次观测海域余流速度大潮平均为 0.09 m/s，中潮平均为 0.06 m/s，小潮平均为 0.05 m/s。

（2）观测海区余流流速，大潮以 C3 测站的中间层为最大，为 0.15 m/s；中潮以 C2 和 C3 测站的表层最大，为 0.12 m/s；小潮以 C3 测站 0.2H 最大，为 0.12 m/s。

根据各测站的实测数据计算三个潮次各测站六层的余流，并将各测站垂向平均余流及各层余流绘制成图 5.1-23 至图 5.1-28。大潮期余流流速较大，中潮和小潮观测期间余流流速相对较小。

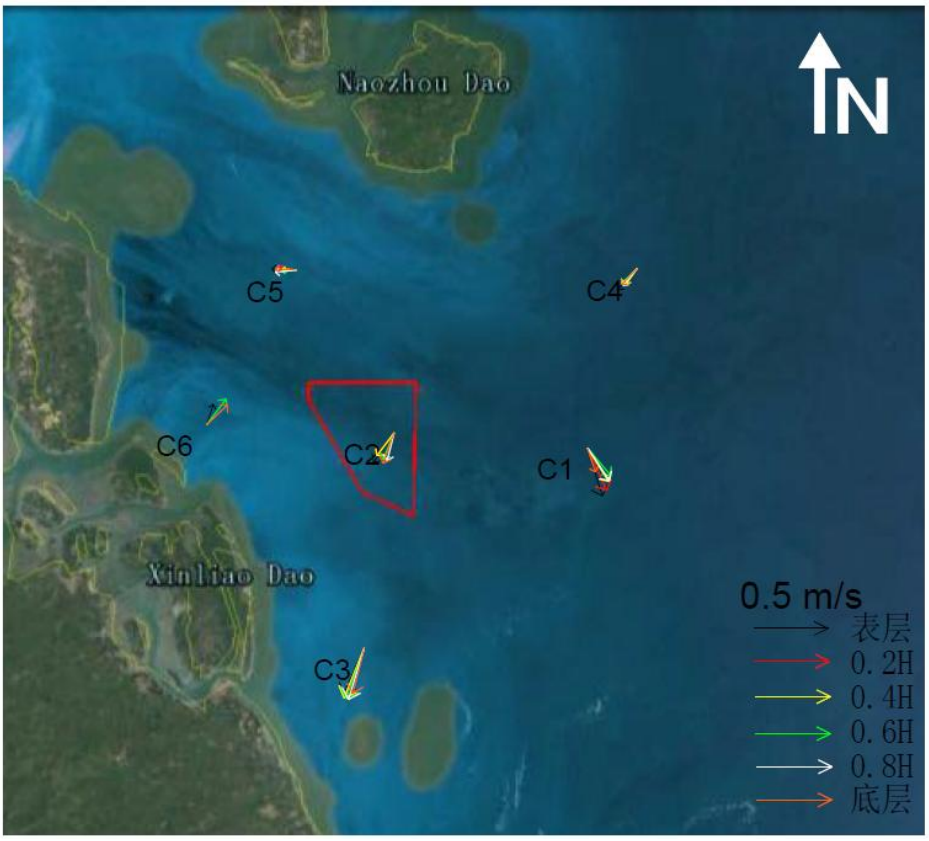


图 5.1-23　大潮各层余流矢量图

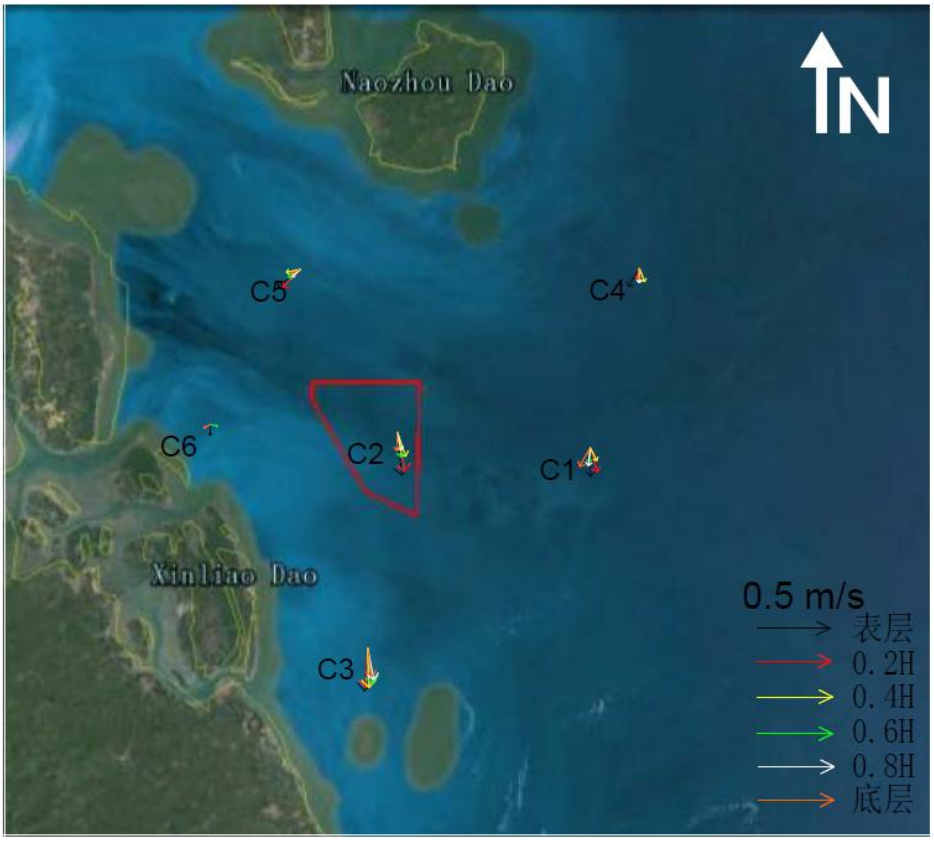


图 5.1-24　中潮各层余流矢量图

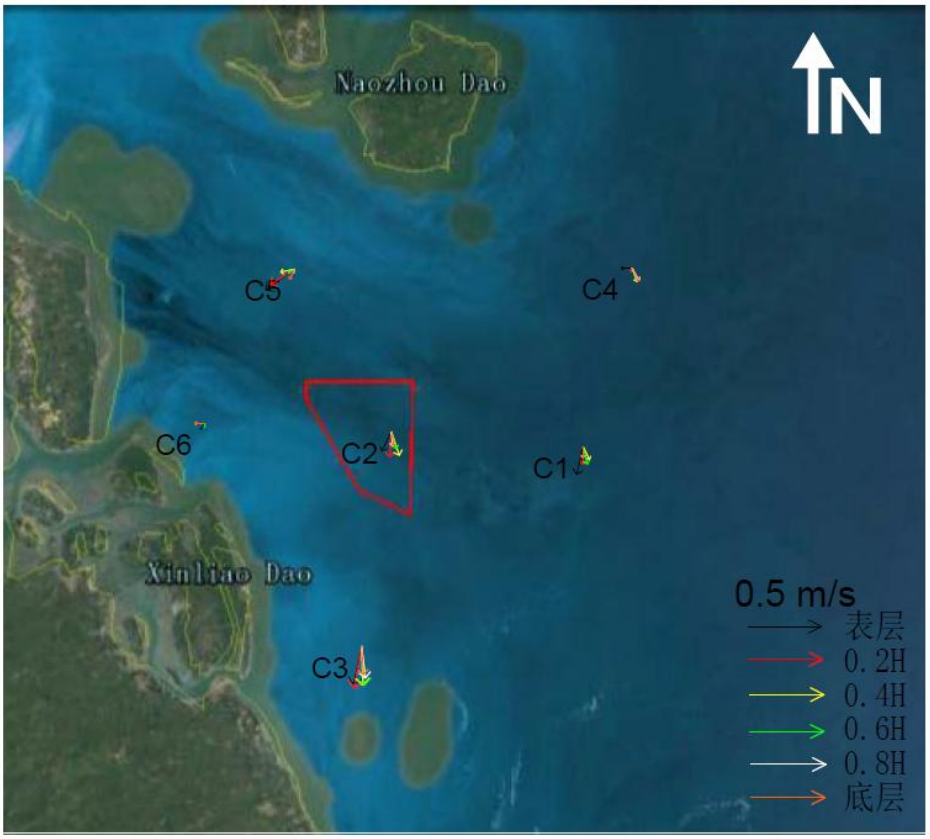


图 5.1-25　小潮各层余流矢量图

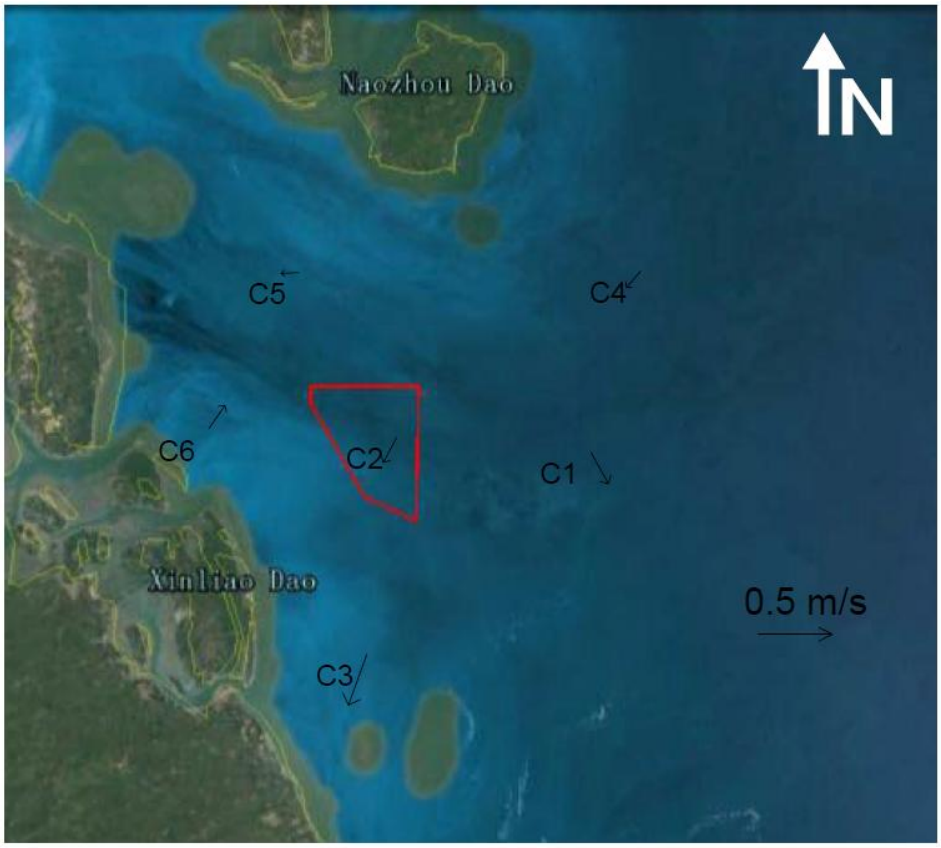


图 5.1-26　大潮垂线平均余流矢量图

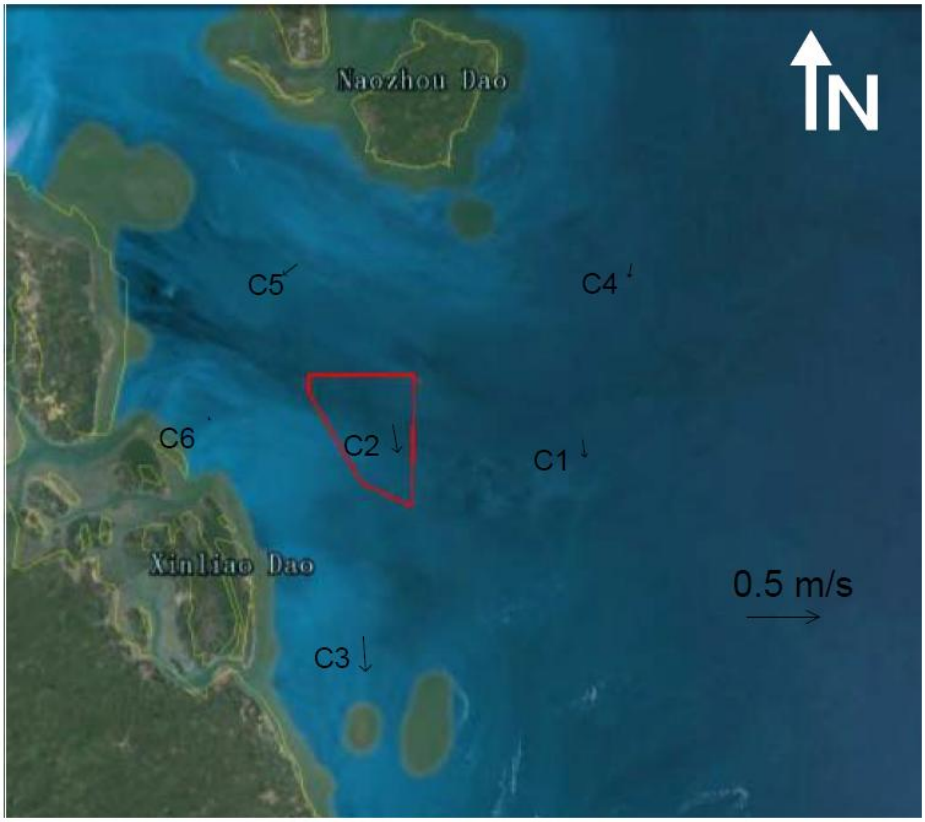


图 5.1-27　中潮垂线平均余流矢量图

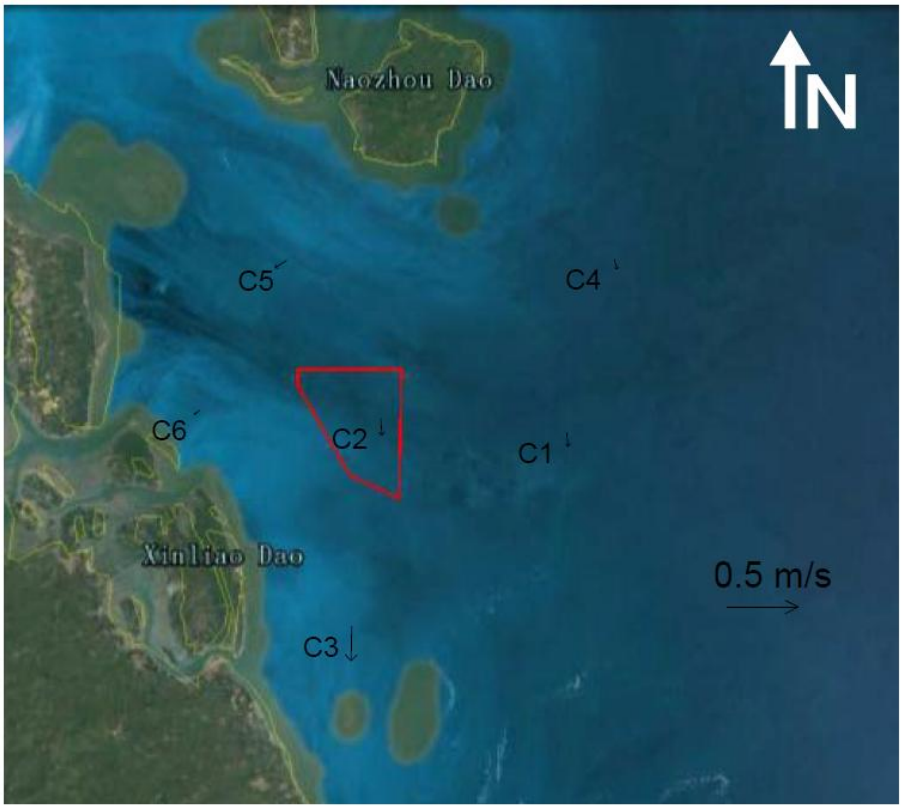


图 5.1-28　小潮垂线平均余流矢量图

5.1.3.4 悬浮泥沙

（1）潮段平均含沙量

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其算术平均值得到各测站潮段平均含沙量（见表 5.1-11）。

1）水文测验期间施测海域实测涨、落潮垂线平均含沙量分别为 0.0559 kg/m^3 和 0.0589 kg/m^3。潮平均含沙量：大潮为 0.0574 kg/ m^3，中潮为 0.0562 kg/m^3，小潮为 0.0586kg/m^3，小潮最大，大潮次之，中潮最小。

2）水文测验期间潮段垂线平均含沙量，大潮介于 0.0033~ 0.1101 kg/m^3 之间，最大值出现在 C6 落潮段；中潮介于 0.0306 ~ 0.1062 kg/m^3 之间，最大值出现在 C6 涨潮段；小潮介于 0.0306 ~ 0.0980 kg/m^3 之间，最大值出现在 C5 落潮段。

3)水体含沙浓度平面分布来看，观测海域垂线平均含沙量小于 0.0574 kg/m^3，以 C6 和 C3 站含沙量较高，其余测站含沙量差异不大。

表 5.1-11 各测站涨、落潮段垂线平均含沙量统计表（kg/m^3）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	平均	大潮	中潮	小潮	平均
C1	0.0405	0.0492	0.0412	0.0436	0.0531	0.0489	0.0537	0.0519
C2	0.0474	0.0407	0.0349	0.0410	0.0508	0.0393	0.0306	0.0402
C3	0.0910	0.0788	0.0689	0.0796	0.0330	0.0649	0.0786	0.0588
C4	0.0457	0.0306	0.0526	0.0430	0.0359	0.0368	0.0506	0.0411
C5	0.0366	0.0337	0.0425	0.0376	0.0422	0.0447	0.0980	0.0617
C6	0.1025	0.1062	0.0632	0.0906	0.1101	0.1002	0.0885	0.0996
平均	0.0606	0.0565	0.0505	0.0559	0.0542	0.0558	0.0666	0.0589

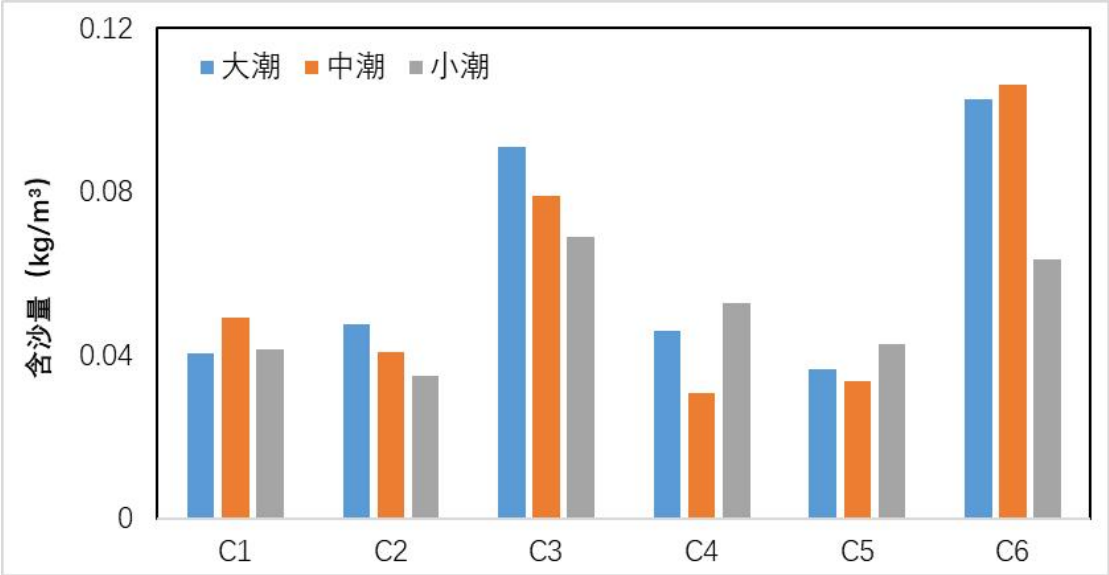


图 5.1-29　各测站涨潮段垂线平均含沙量柱状分布图

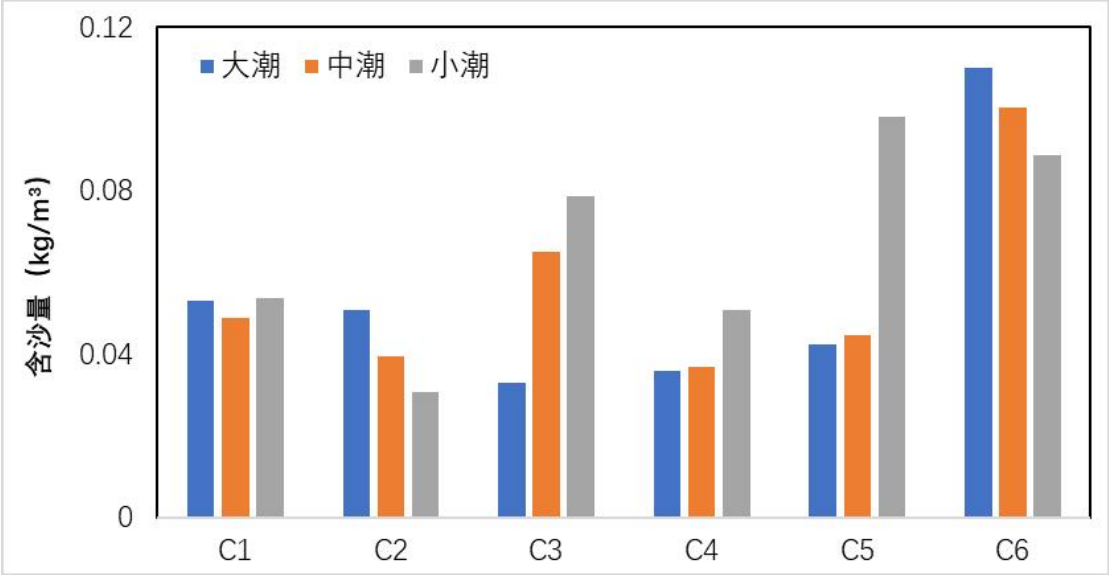


图 5.1-30　各测站落潮段垂线平均含沙量柱状分布图

（2）垂线平均最大含沙量

通过对本期测验各个测站的垂线平均含沙量进行统计，按涨潮段、落潮段分别求其最大值得到各测站涨、落潮段的垂线平均最大含沙量（见表 5.1-12）。

表中显示，水文测验期间垂线平均最大含沙量，大潮为 0.4263 kg/m^3，出现在 C3 测站涨潮段；中潮为 0.2403 kg/m^3，出现在 C6 测站涨潮段；小潮为 0.3277 kg/m^3，出现在 C5 测站落潮段。

表 5.1-12　各测站涨、落潮段垂线平均最大含沙量统计表（kg/m³）

站名	涨潮				落潮			
	大潮	中潮	小潮	最大	大潮	中潮	小潮	最大
C1	0.0638	0.0782	0.0622	0.0782	0.0705	0.0777	0.0845	0.0845
C2	0.0793	0.0583	0.0533	0.0793	0.0756	0.0635	0.0414	0.0756
C3	0.4263	0.1450	0.1141	0.4263	0.0541	0.1031	0.2010	0.2010
C4	0.0719	0.0473	0.0684	0.0719	0.0603	0.0705	0.0699	0.0705
C5	0.0778	0.0613	0.0681	0.0778	0.0794	0.0907	0.3277	0.3277
C6	0.3836	0.2403	0.0913	0.3836	0.3376	0.1824	0.1644	0.3376
最大值	0.4263	0.2403	0.1141	0.4263	0.3376	0.1824	0.3277	0.3376

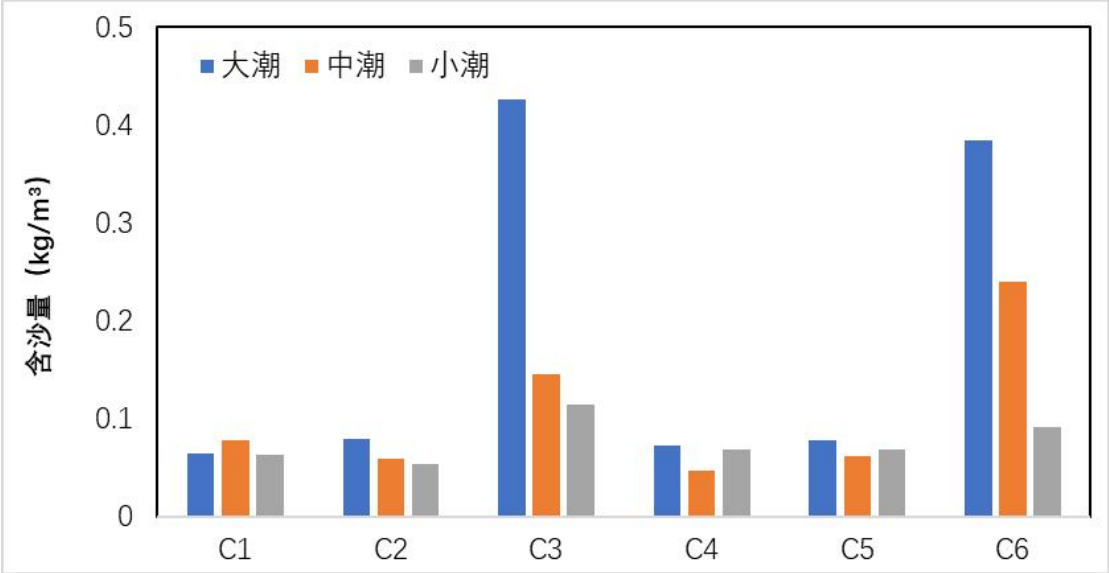


图 5.1-31　各测站涨潮段垂线平均最大含沙量柱状分布图

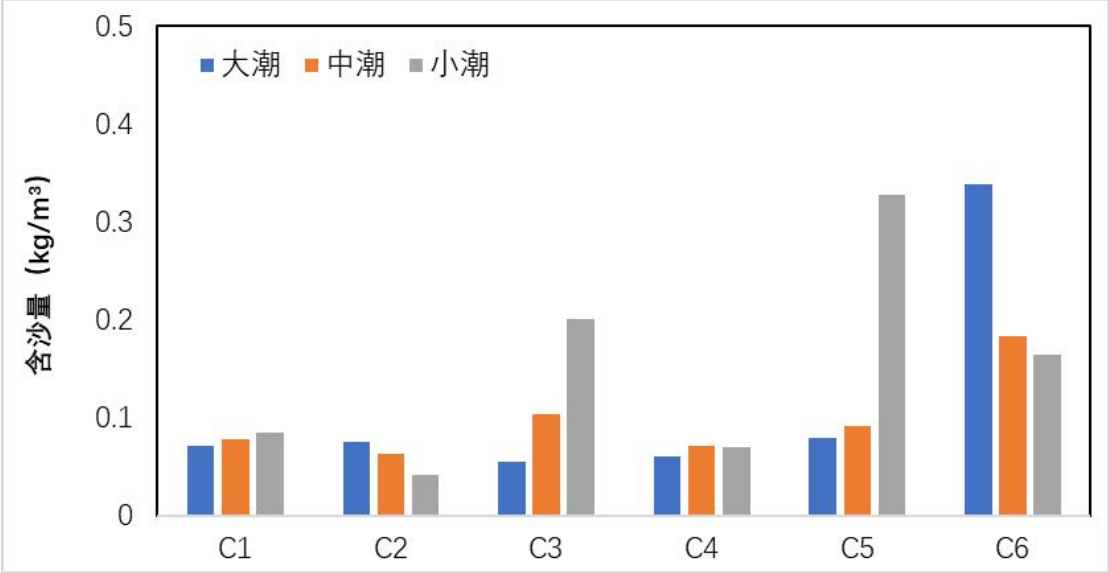


图 5.1-32　各测站落潮段垂线平均最大含沙量柱状分布图

（3）最大含沙量特征值

各测站涨、落潮最大含沙量特征值如表 5.1-13 所示。水文测验期间大潮实测最大含沙量为0.9044 kg/m^3，出现在1 月6 日20:00 的C6 测站涨潮段的底层，对应垂线平均流速为 0.51 m/s；中潮实测最大含沙量为 0.4470 kg/m^3，出现在 1 月 12 日 03:00 的 C6 测站涨潮段的 0.6H，对应垂线平均流速为 0.10 m/s；小潮实测最大含沙量为 0.6734kg/m^3，出现在 1 月 14 日 07:00 的 C5 测站涨潮段的 0.6H，对应垂线平均流速为 0.40 m/s。

表 5.1-13　各测站分层最大含沙量统计表 （kg/m^3）

测站	涨潮						落潮					
	大潮		中潮		小潮		大潮		中潮		小潮	
	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层	含沙量	测层
C1	0.0838	表层	0.1590	表层	0.0842	0.6H	0.1000	表层	0.1436	表层	0.1886	底层
C2	0.1050	表层	0.0648	底层	0.0614	底层	0.1104	0.6H	0.0792	0.6H	0.0480	0.6H
C3	0.9044	底层	0.2324	底层	0.2078	0.6H	0.0924	0.6H	0.2124	0.6H	0.4934	0.6H
C4	0.0896	表层	0.0692	表层	0.0840	表层	0.0714	底层	0.0972	底层	0.0960	0.6H
C5	0.1288	底层	0.0896	底层	0.0826	底层	0.1718	底层	0.1716	底层	0.6734	0.6H
C6	0.6472	底层	0.4470	0.6H	0.1120	表层	0.7888	底层	0.3202	0.6H	0.2796	表层
最大	0.9044	底层	0.4470	0.6H	0.2078	0.6H	0.7888	底层	0.3202	0.6H	0.6734	0.6H

5.1.3.5 盐度

对观测海域全部 6 个测站进行分层海水盐度测定，测试结果表明：

（1）本期测验期间，施测海域各测站大、中、小潮期实测盐度以小潮为最大，中潮次之，大潮最小。大潮平均盐度为 30.49，中潮为 31.05，小潮为 31.13。

（2）水文测验期间，各测站最大海水盐度值为 33.72，最小海水盐度值为 25.90，变化量为 7.82。最高值出现在中潮 C1 站，最低值出现在大潮 C1 站。

（3）海水盐度平面分布，以北侧的 C4 测站较高，近岸的 C6 测站较低，其余各站差异不大。

（4）海水盐度垂直分布，大、中、小潮期变化趋势基本表现为随深度的增加，盐度逐渐升高。

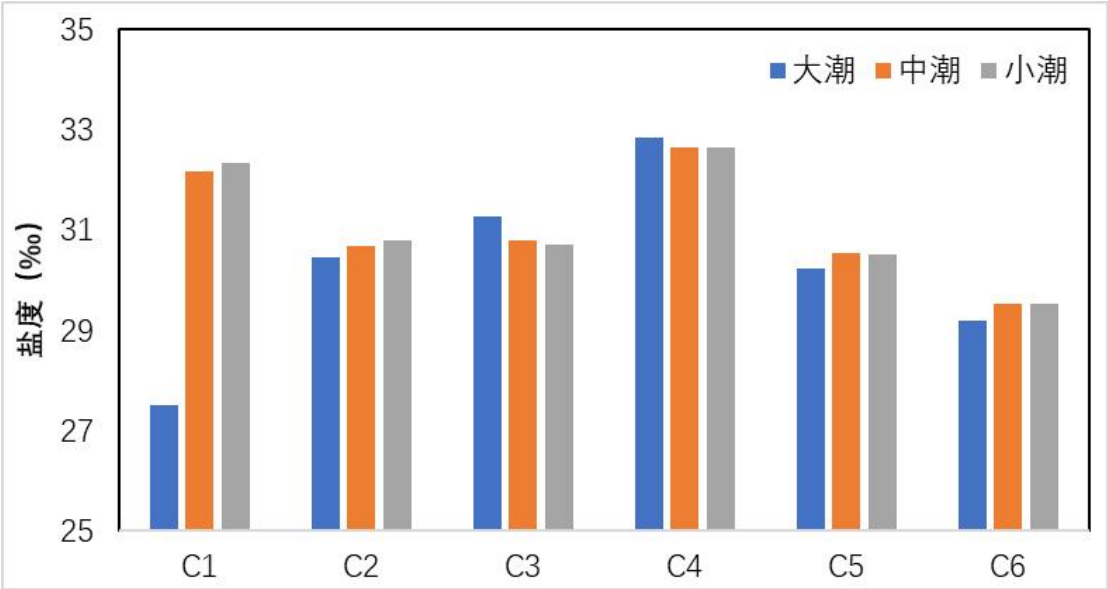


图5.1-33　各测站垂线平均盐度柱状分布图

5.1.3.6 温度

对观测海域全部 6 个测站进行分层海水温度测定，测试结果表明：

（1）本期测验期间，施测海域实测海水温度，各测站基本呈现出大潮温度最低、中潮略高、小潮最高的特征。大潮平均温度为 18.79℃，中潮为 19.29℃，小潮为 19.60℃。

（2）水文测验期间，各测站海水温度最高值为 20.34℃，最低海水温度值为 18.02℃，变化量为 2.32℃。

（3）海水温度平面分布方面，仅北侧近岸的 C5 测站的平均温度较低，其他测站温度差异不大。

（4）海水温度垂直分布，大、中、小潮期温度变化趋势基本表现为随深度的增加，温度逐渐降低或增加。

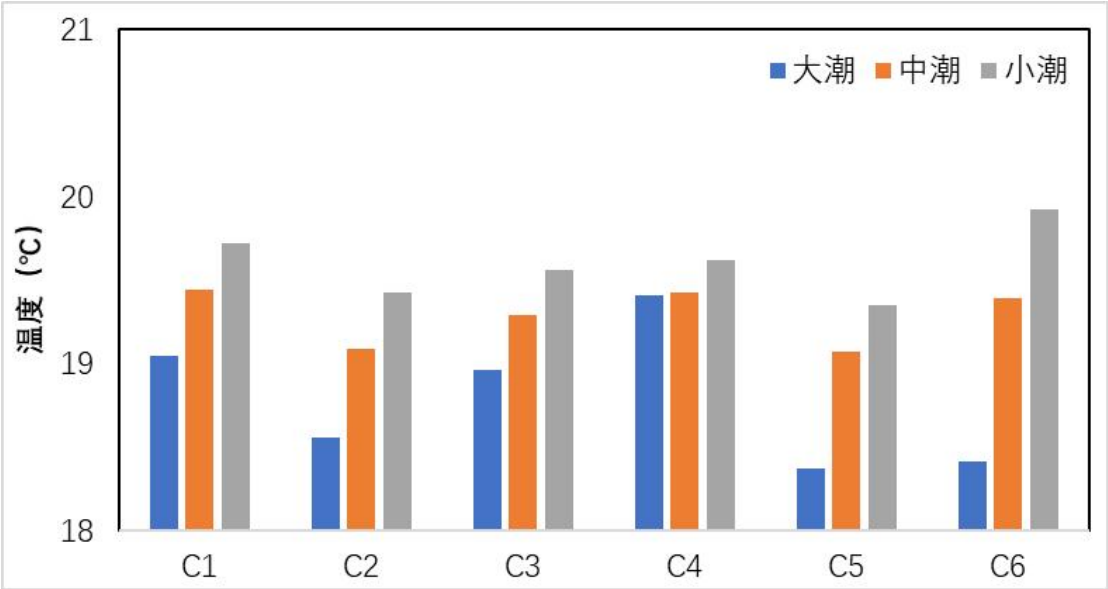


图 5.1-34　各测站垂线平均温度柱状分布图

5.1.4 2021 年海洋水文动力现状补充调查与评价

5.1.4.1 潮流

根据调查结果，将实测资料整理成流速、流向报表，并绘制出大潮期各站流速、流向分布图及潮流矢量图，并对涨落潮期流速特征值进行统计见表 5.1-14，分析观测期间工程海域潮流特征如下：

（1）调查站点潮流基本呈现往复流形态，流向受地形影响，基本与地形平行。

（2）调查站位 H1、H2 和 H3 站海流最大流速分别为 68.1cm/s、74.5cm/s 和 33.0cm/s。

（3）通过流速涨落潮平均值可以看出，落潮流速大于涨潮流速。

表 5.1-14　大潮期实测海流分层流速特征值统计表（流速：cm/s，流向：°）

层	参数值	潮段	H1		H2		H3	
			流速	流向	流速	流向	流速	流向
表层	最小值	涨潮	3.8	60.9	1.1	212.6	2.8	265.4
		落潮	5.5	322.8	1.8	196	3.7	206.3
表层	最大值	涨潮	67.4	264.4	74.5	245.1	33.0	170.5
		落潮	68.1	77.6	58.6	65.3	30.7	349.3
表层	平均值	涨潮	32.54	-	22.56	-	13.81	-
		落潮	35.93	-	26.69	-	16.41	-

图 5.1-35　大潮期各站表层流速矢量图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

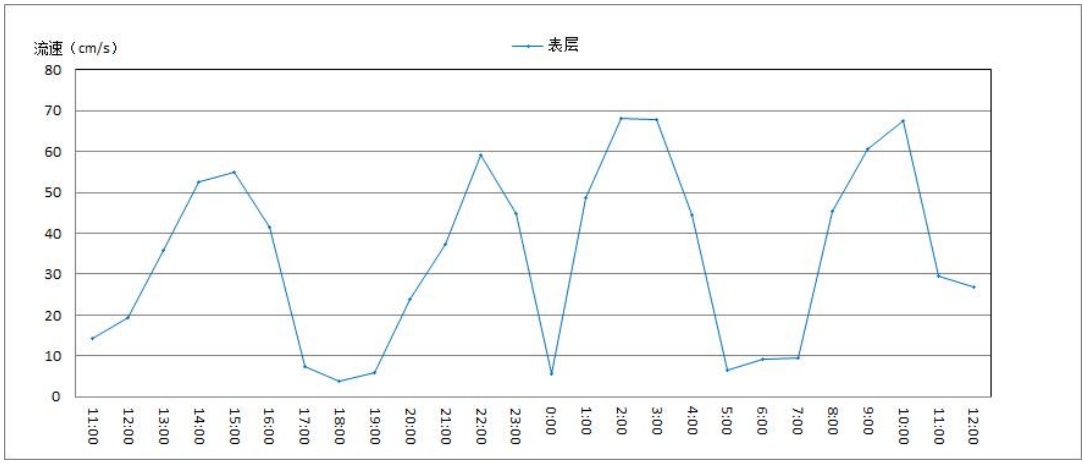


图 5.1-36a　H1 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

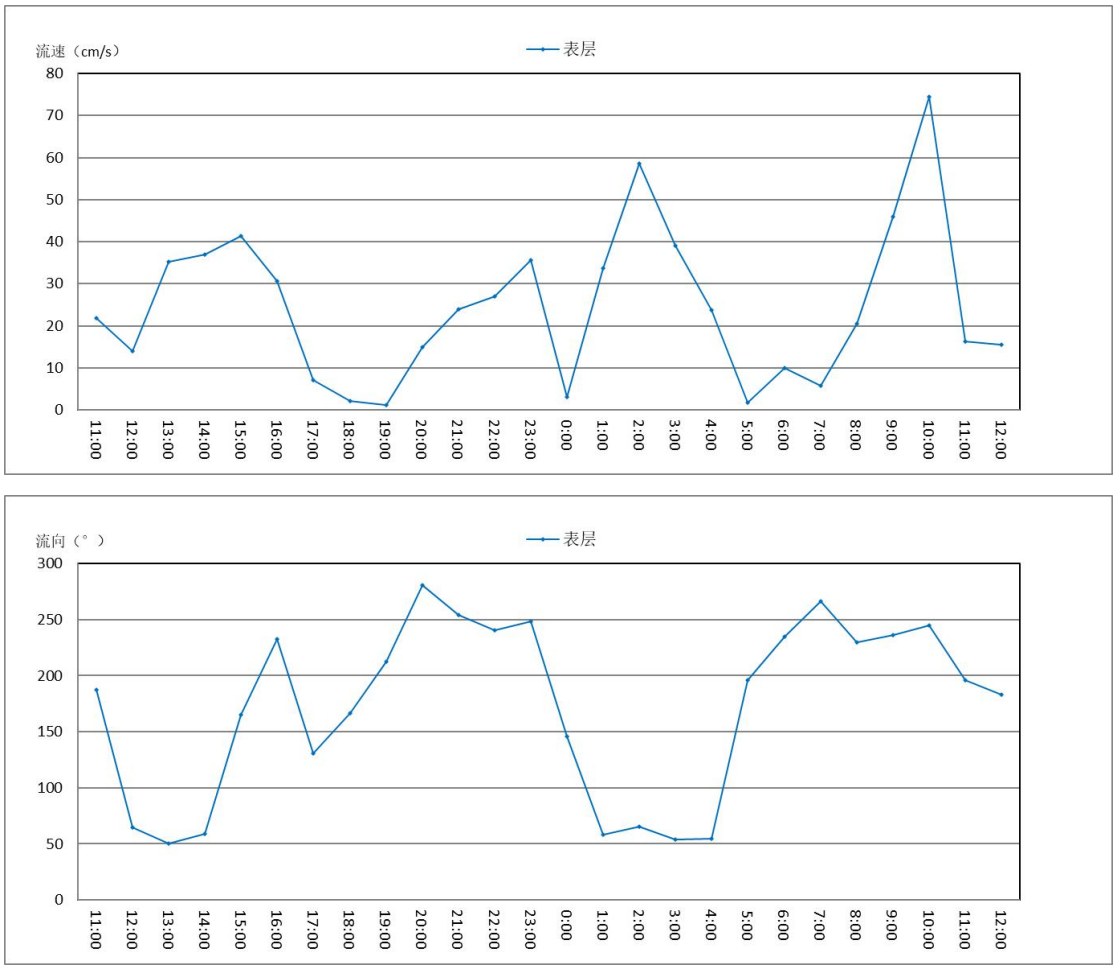
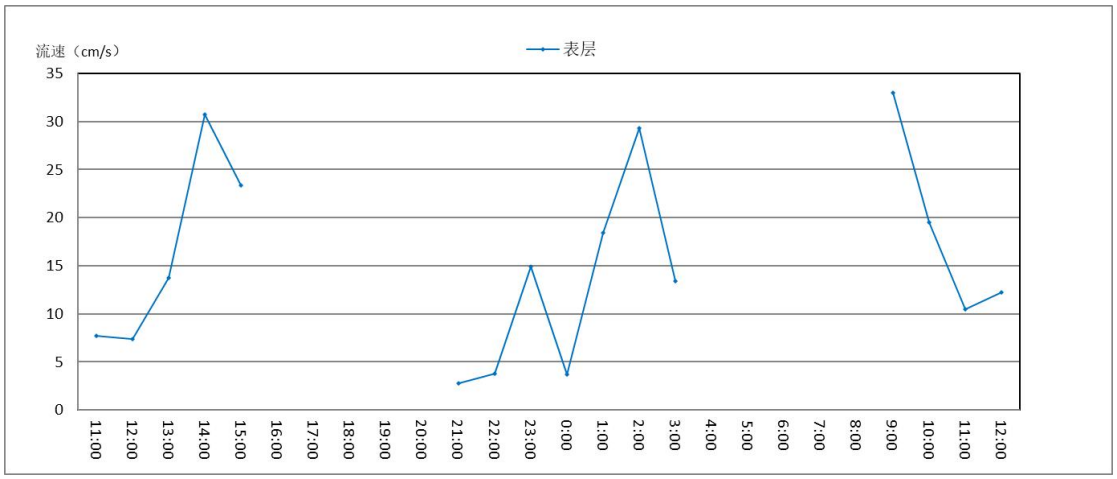


图 5.1-36b　H2 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 20 日～21 日）



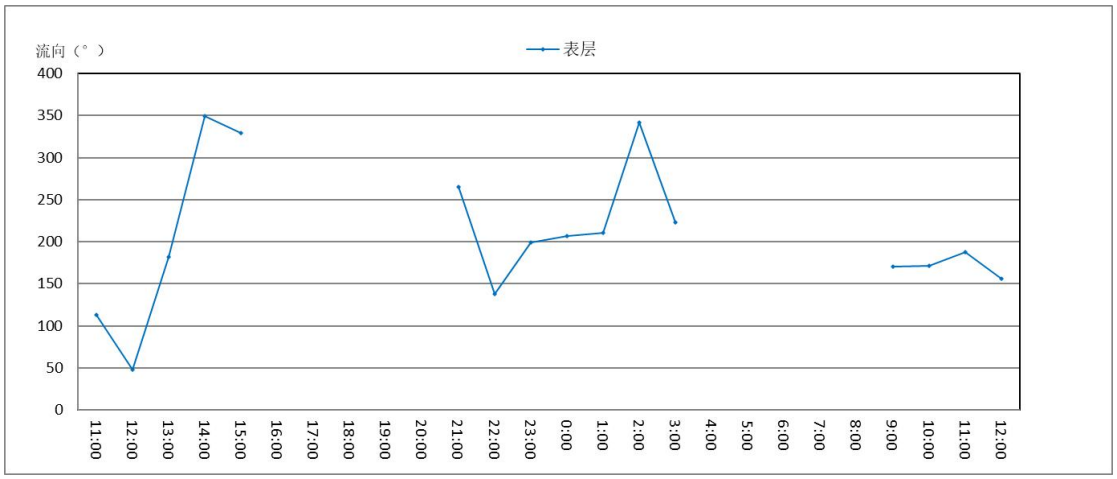


图 5.1-36c　H3 站流速、流向过程曲线图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

余流主要是由温盐效应、风应力和地形等因素引起的流动，它是从实测海流资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。图 5.1-37 给出了观测期间各站各层的余流矢量图。现根据本次观测的海流测量资料，分析调查海区的余流特征如下：

观测期间，调查海区余流较小（H3 站因为搁浅，数据间隔较小，并不能够分析余流），H1、H2 站余流分别为 2.1cm/s 和 3.6cm/s，余流的流向分别为 NE 向和 SW 向。

图 5.1-37　大潮期各站表层余流矢量图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

5.1.4.2 余流

余流主要是由温盐效应、风应力和地形等因素引起的流动，它是从实测海流

资料中剔除了周期性潮流的剩余部分。图 5.1-37 给出了观测期间各站各层的余流矢量图。现根据本次观测的海流测量资料，分析调查海区的余流特征如下：

观测期间，调查海区余流较小（H3 站因为搁浅，数据间隔较小，并不能够分析余流），H1、H2 站余流分别为 2.1cm/s 和 3.6cm/s，余流的流向分别为 NE 向和 SW 向。

5.1.4.3 悬浮泥沙

各站涨落潮期含沙量分布见表 5.1-15，各站含沙量分布见图 5.1-38 至图 5.1-40。分析工程区含沙量有如下特征：

（1）观测期间，悬沙平均值介于 14.2～44.7mg/L 之间；

（2）总体上底层悬浮泥沙含量较大；

（3）H1 站含沙量浓度最大值为 66.4mg/L，出现在涨潮期底层；H2 站含沙量浓度最大值为 349.4mg/L，出现在落潮期底层，H3 站含沙量浓度最大值为 112.0mg/L，出现在涨潮期底层。

（4）含沙量最大浓度值 349.4mg/L 可能是由于采样过程中对底部扰动而引起的。

表 5.1-15　涨落潮期含沙量最大值（单位：mg/L）

潮型	站号	涨、落潮期	最大含沙量	出现位置	平均含沙量
大潮	H1	涨潮	66.4	底层	20.2
		落潮	44.2	表层	14.2
	H2	涨潮	65.0	底层	16.3
		落潮	349.4	底层	36.7
	H3	涨潮	112.0	底层	44.7
		落潮	43.0	底层	19.9

图 5.1-38　H1 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

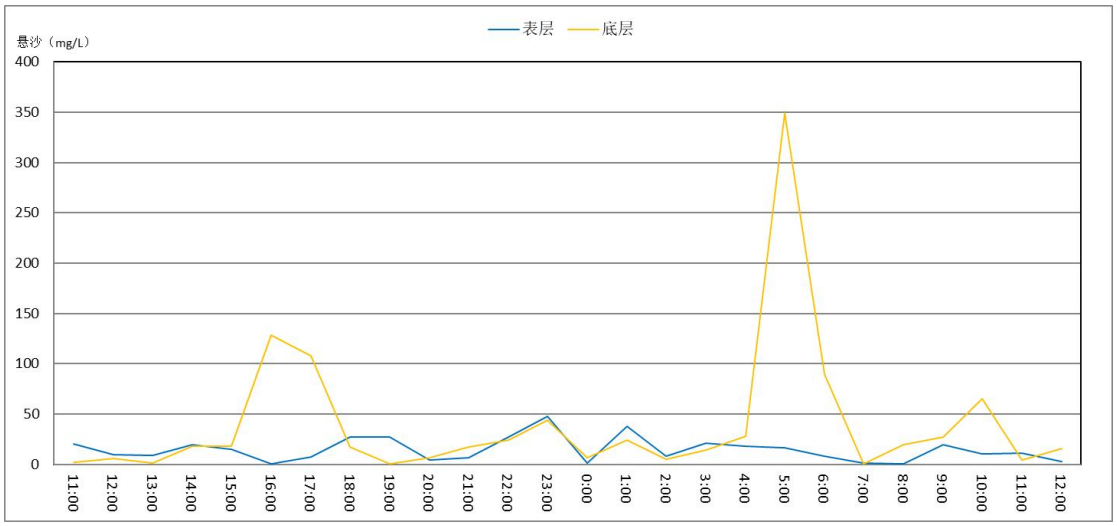


图 5.1-39　H2 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

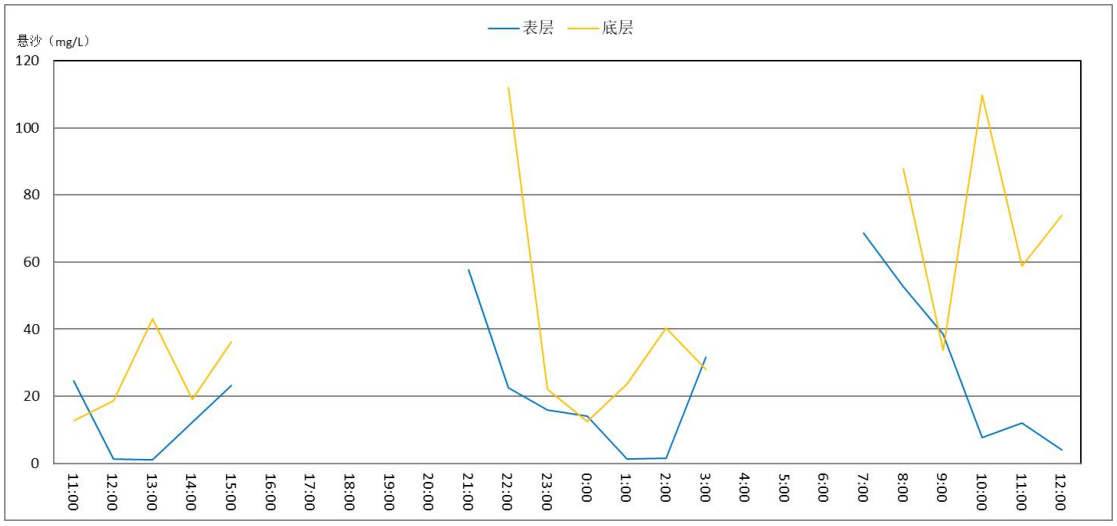


图 5.1-40　H3 站悬浮泥沙含量分布图（2021 年 9 月 20 日～21 日）

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

5.2.1 地形地貌

本项目所在海域位于琼州海峡东出口三角洲地区。琼州海峡东口三角洲由内、外两组浅滩和其间的浅槽组成，形态复杂，规模小，其总的延伸方向呈指状伸展，外组浅滩外缘已由北东东转为北东向。浅滩水深小，大部分浅滩顶部水深为 0.2～0.5m，罗斗沙已出露水面。内组浅滩基底为基岩，表层覆沙，浅槽底为砾砂、粗砂, 外组浅滩为中细砂、粉砂。沉积物机械分异规律和水流流速变化基本一致。

该三角洲除潮流刨蚀海峡底部和两岸物质外，还有沿岸流携带雷东浅滩的细砂至东口沉积，参与三角洲的建造。潮流是形成东口三角洲的重要因素，然而这一带的波浪和沿岸流对三角洲东缘浅滩的形成和发育极为有利，也是东口三角洲发育中不可忽视的因素。该三角洲除局部地段地貌形态随着季节性水动力因素的变化外，其总轮廓是比较稳定的。

项目区域水深约为 0~5m之间，绝大部分区域水深介于 1~2m之间，项目水深地形见图 5.2-1。

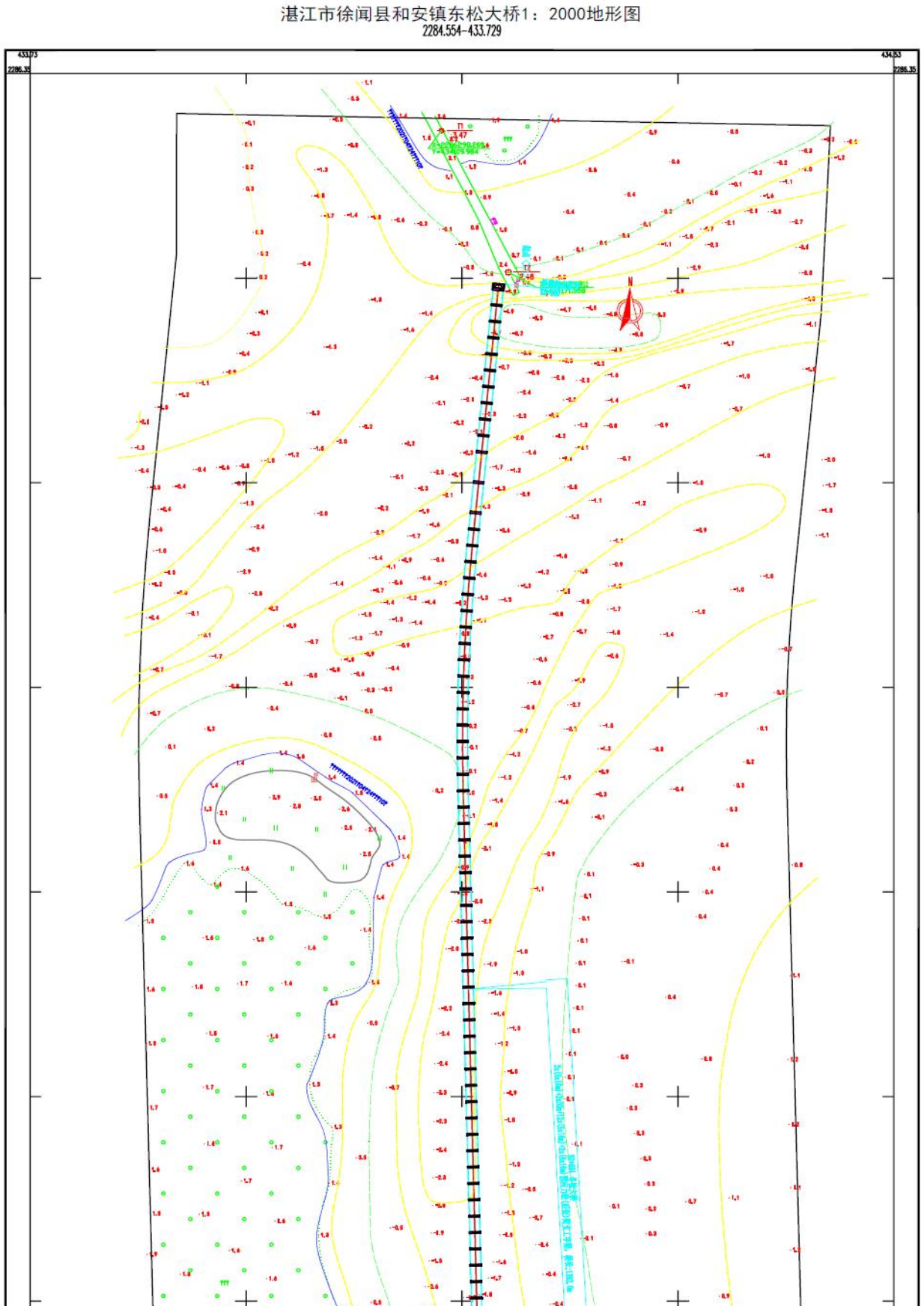
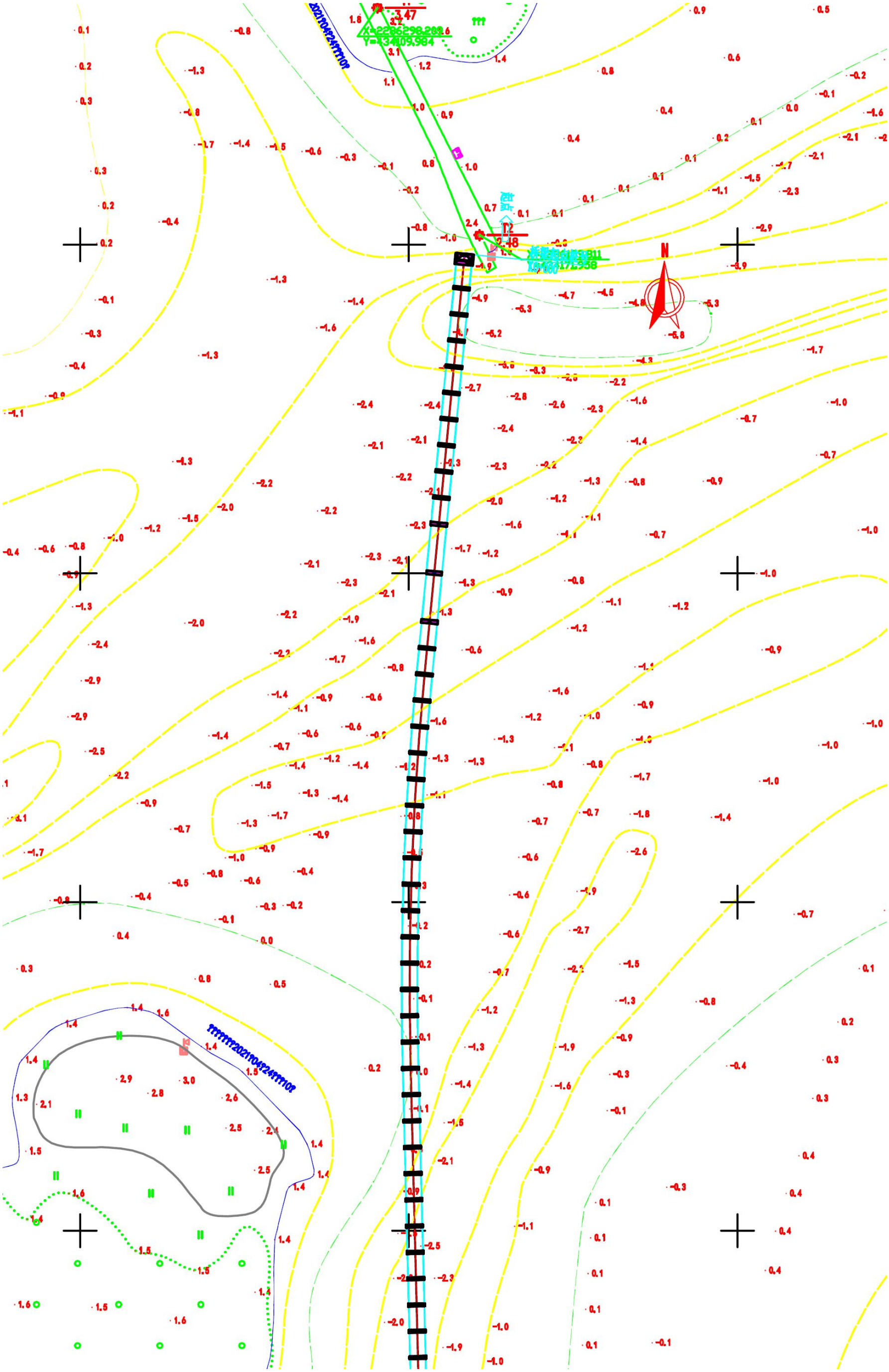


图 5.2-1（1）　项目附近水深地形图（整体）


N

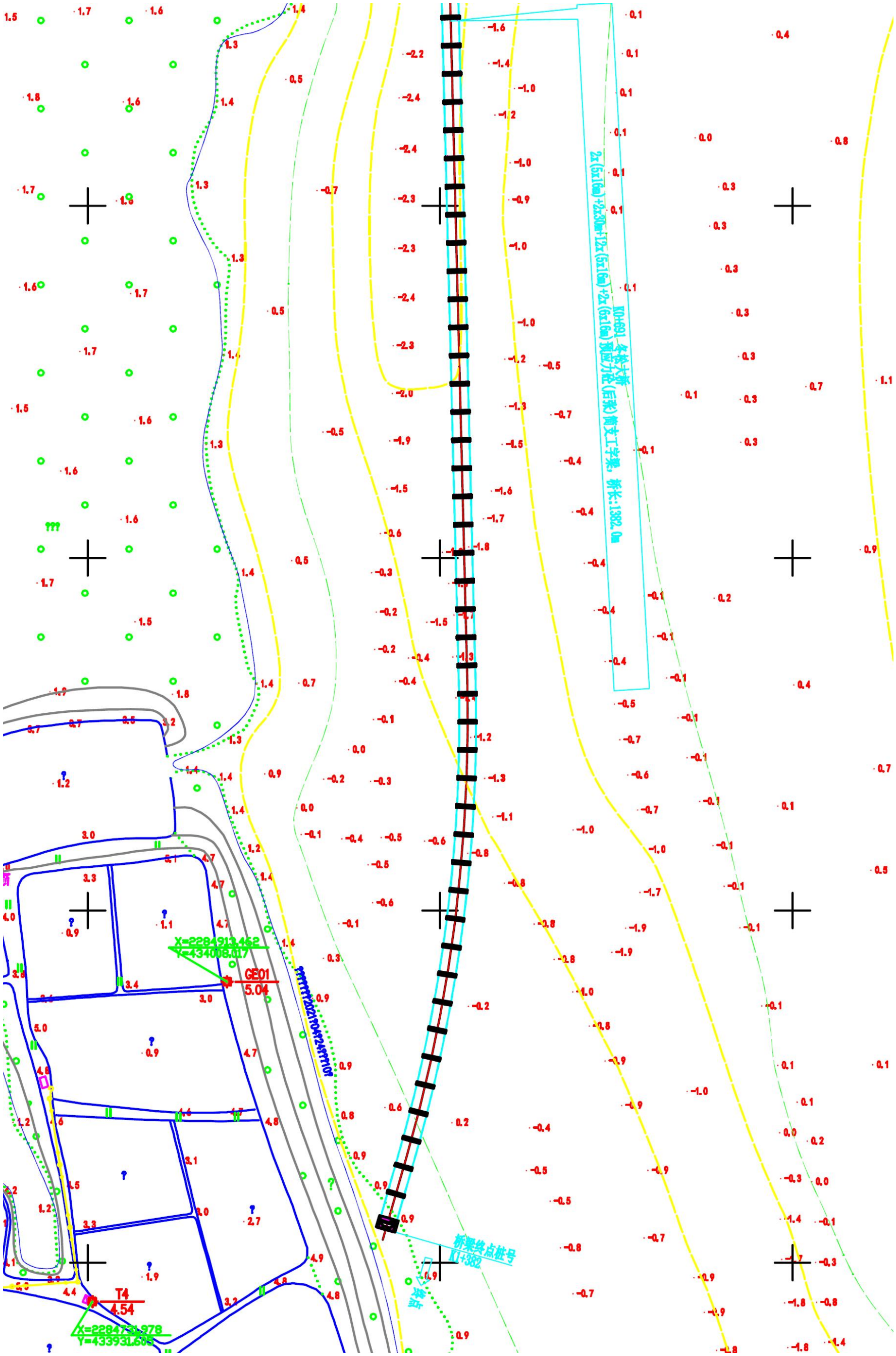


图 5.2-1（2）　项目附近水深地形图（局部）

5.2.2 冲淤环境

根据收集到的海图资料（博贺港至琼州海峡东口（1:150000），1962-1969； 琼州海峡（1:150000），2006），以及工程区最新局部水深测图（1:5000，2012）进行分析。

从 1962-1969～2006 年等深线和地形冲淤来看（图 5.2-2～图 5.2-5），在这四十多年内，项目所在海域等深线轮廓总体保持稳定，项目周边受北莉岛、新寮岛和东里镇大陆的掩护，海域整体上保持冲淤变化不大。从工程区地形冲淤来看，工程区内总体上仍然是淤积范围大于冲刷范围，呈轻微淤积趋势。

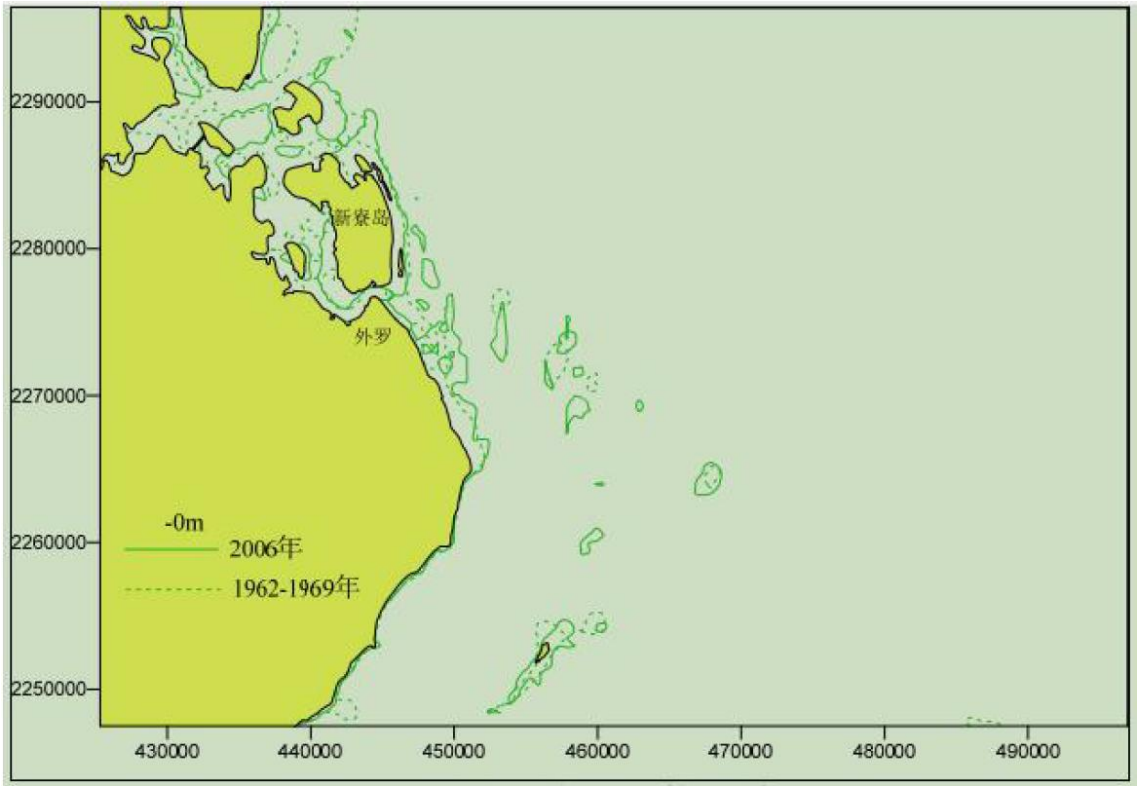


图 5.2-2　项目附近海域 0 m 等深线变化

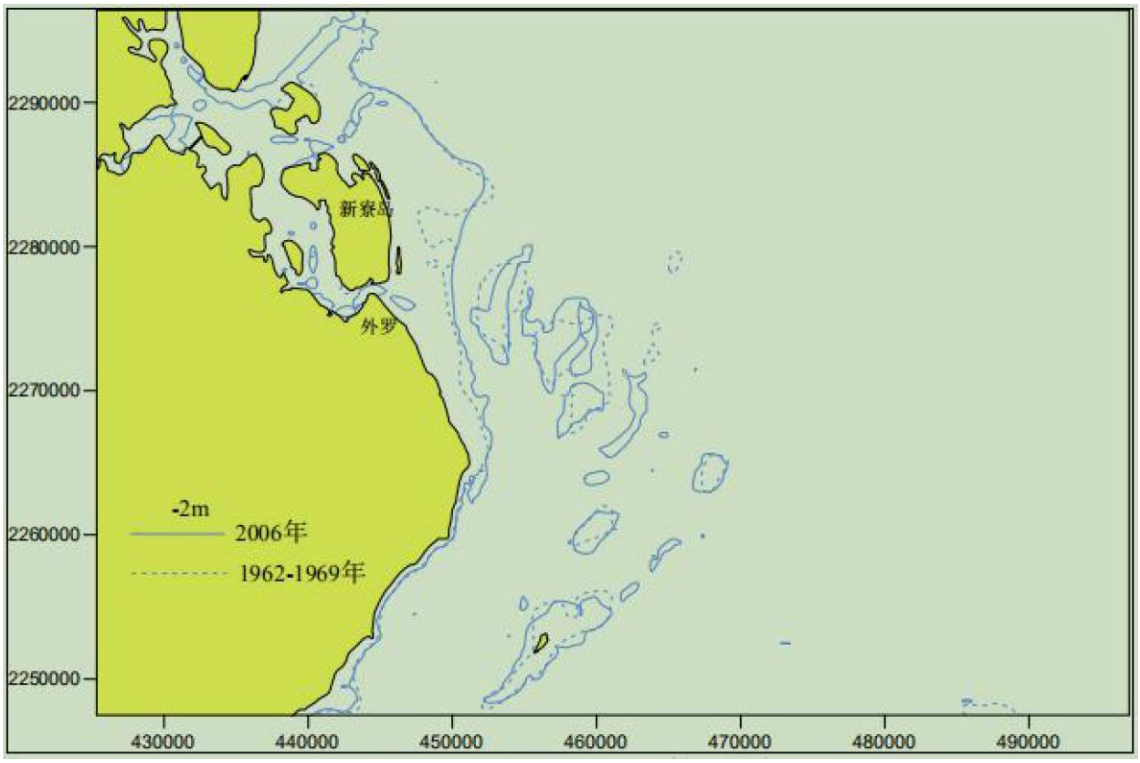


图 5.2-3　项目附近海域 2 m 等深线变化

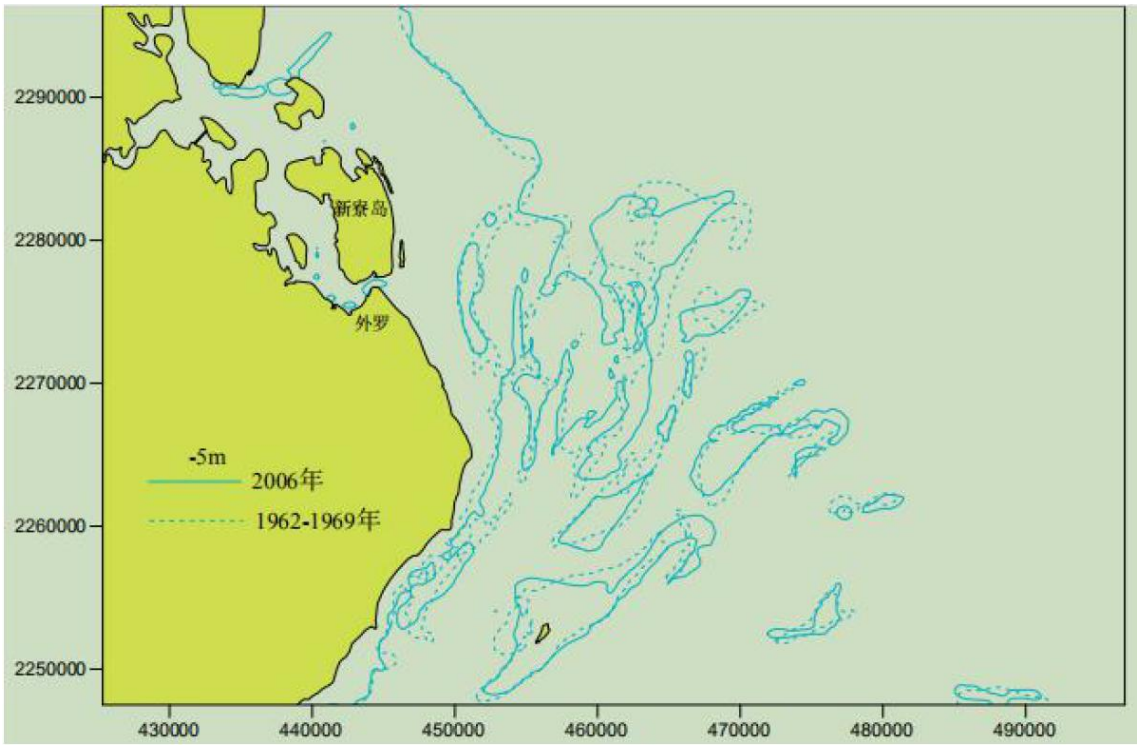


图 5.2-4　项目附近海域 5 m 等深线变化

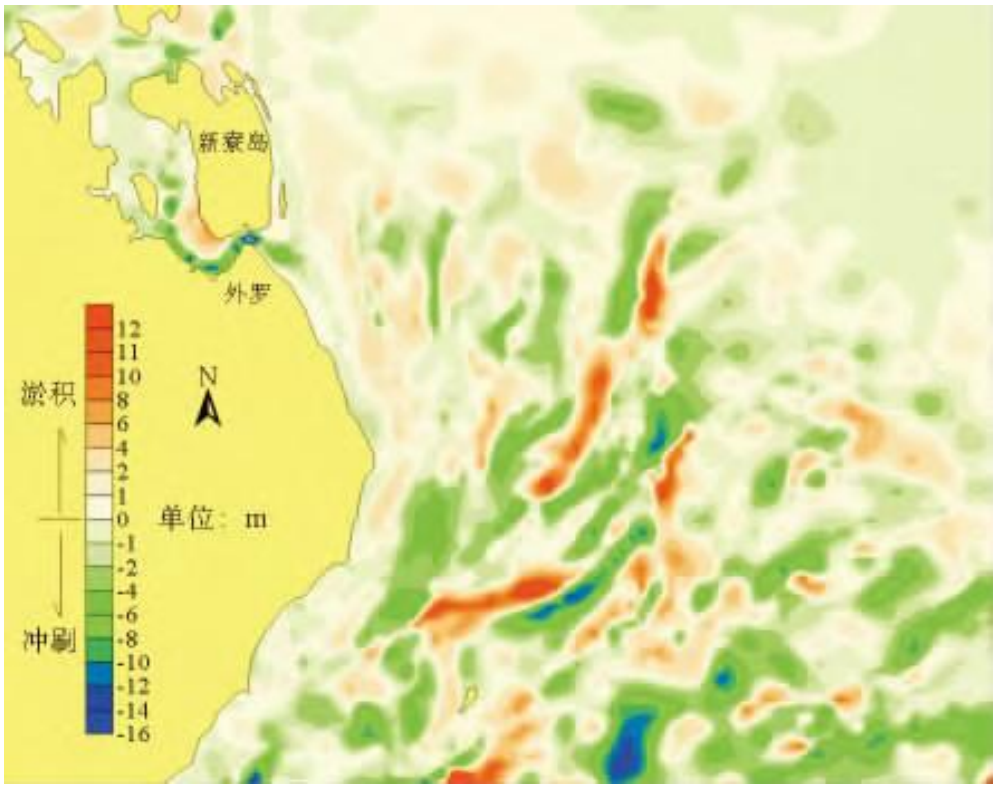


图 5.2-5　项目附近海域地形冲淤分布（1969~2006 年）

5.3 海水水质现状调查与评价

5.3.1 调查概况

广东天鉴检测技术服务股份有限公司在项目附近海域开展了春、秋季水质现状调查，秋季调查于 2020 年 09 月 28 日至 10 月 01 日进行，春季调查于 2021 年 04 月 09 日至 04 月 12 日进行。

（1）调查站位

秋季调查共布设水质站 20 个、海洋生物站 12 个（含叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物）、潮间带生物站 3 个。春季调查共布设水质站 20 个、沉积物调查站 10 个、海洋生物站 12 个（含叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物）、潮间带生物站 3 个。调查站位详见表 5.3-1 和图 5.3-1。本项目调查站位大部分均位于评价范围内，调查范围能够覆盖建设项目的环境影响所及区域，并能充分满足水质环境影响评价与预测的要求。本次水质调查站位为 20 个，且海洋生态站位为 12 个，沉积物站位为 10 个，分别满足沉积物调查站位为水质调查站位的 50%，海洋生态调查站位为水质调查站位

的 60%，符合导则的相关要求。

表 5.3-1　项目调查站位及调查内容表

站位	东经	北纬	调查内容
1#	110°18'37.96"	20°40'48.50"	水质
2#	110°20'10.00"	20°43'43.75"	水质
3#	110°20'25.44"	20°41'36.11"	水质、海洋生态
4#	110°20'56.46"	20°40'14.14"	水质、沉积物、海洋生态
5#	110°21'25.06"	20°39'07.82"	水质、沉积物、海洋生态
6#	110°22'43.93"	20°41'57.63"	水质、沉积物、海洋生态
7#	110°22'11.80"	20°39'48.89"	水质、沉积物、海洋生态
8#	110°22'11.92"	20°38'39.25"	水质、沉积物、海洋生态
9#	110°23'21.21"	20°40'32.87"	水质、沉积物、海洋生态
10#	110°24'03.80"	20°38'58.72"	水质
11#	110°24'19.32"	20°43'30.05"	水质、沉积物、海洋生态
12#	110°25'13.27"	20°40'19.25"	水质、沉积物、海洋生态
13#	110°26'26.96"	20°42'10.36"	水质、沉积物、海洋生态
14#	110°26'53.75"	20°39'49.01"	水质
15#	110°24'41.47"	20°46'47.14"	水质
16#	110°26'25.11"	20°44'32.74"	水质、沉积物、海洋生态
17#	110°28'58.17"	20°43'13.43"	水质
18#	110°28'14.93"	20°41'21.31"	水质、海洋生态
19#	110°30'41.94"	20°40'41.73"	水质
20#	110°29'01.60"	20°38'47.90"	水质
C1	110°22'13.32"	20°40'02.79"	潮间带生物
C2	110°22'03.44"	20°39'09.03"	潮间带生物
C3	110°21'05.09"	20°39'09.03"	潮间带生物

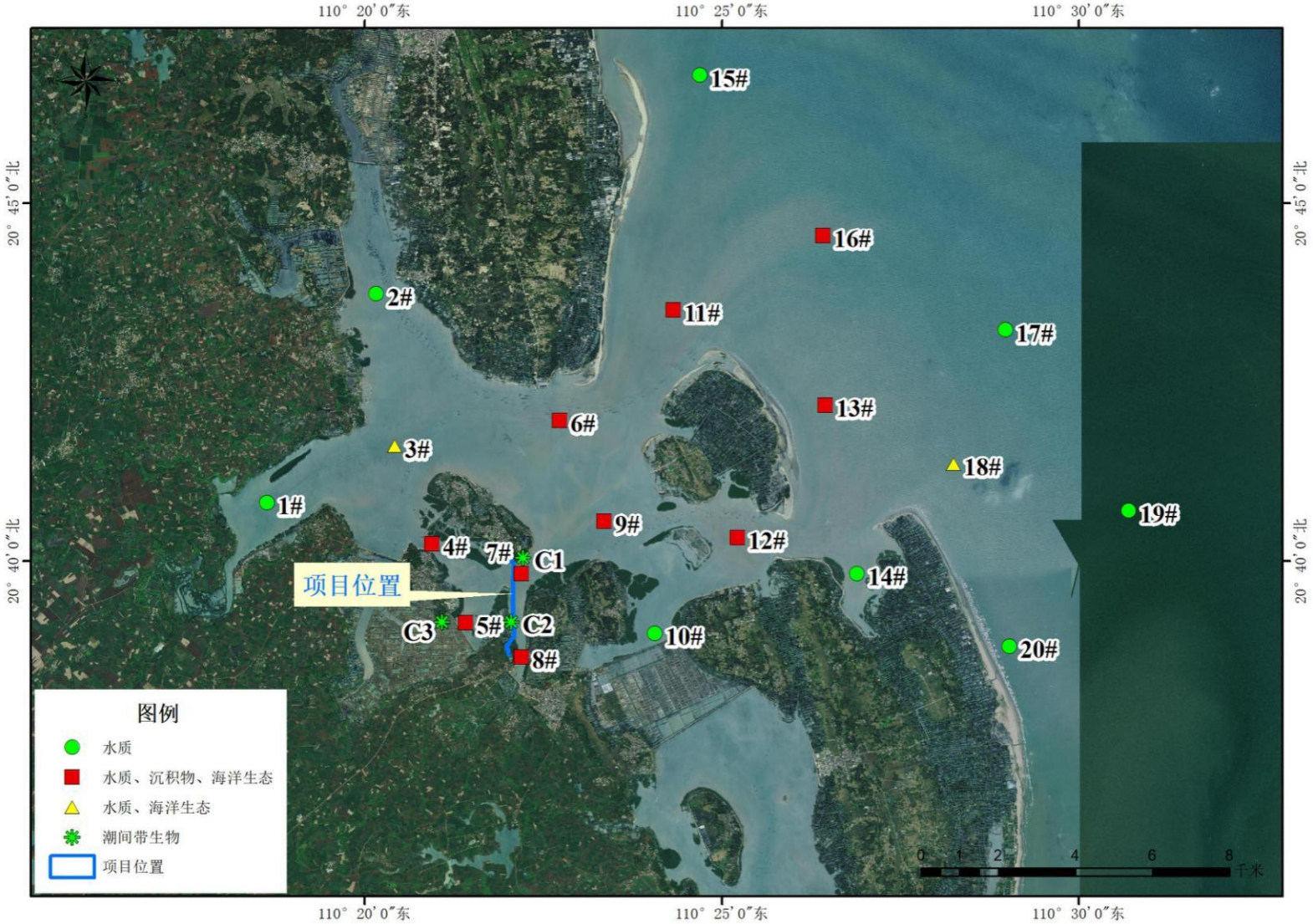


图 5.3-1　调查站位布置图

（2）监测内容

海水水质监测项目：水温、pH 值、盐度、石油类、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、氨氮（NH_3-N）、亚硝酸氮（NO_2-N）、硝酸氮（NO_3-N）、活性磷酸盐（PO^{4-}P）、悬浮物（SS）、汞（Hg）、铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、砷（As）、总铬（Cr）。

（3）检测方法及检出限

监测方法和使用仪器见表 5.3-2。

表 5.3-2　海水水质监测方法及检出限

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
pH	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007　pH 计法 26	精密pH计（PHS-3C）	——	无量纲
水温	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 表层水温表法 25.1	温盐深仪（304Plus）	——	℃
盐度	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 温盐深仪（CTD）法 29.2	温盐深仪（304Plus）	——	‰
溶解氧	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 碘量法 31	溶解氧测定仪（JPSJ-605）	——	mg/L
悬浮物	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 重量法 27	十万分之一天平（AUW120D）	——	mg/L
化学需氧量（COD）	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 碱性高锰酸钾法 32	具塞滴定管 (酸式滴定管)	——	mg/L
硝酸盐氮	海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查 GB/T 12763.4-2007 锌镉还原法 11	紫外分光光度计（Blue star）	0.004	mg/L
亚硝酸盐氮	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 萘乙二胺分光光度法 37	紫外分光光度计（Blue star）	0.005	mg/L
氨	海洋监测规范第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 靛酚蓝分光光度法 36.1	紫外分光光度计（Blue star）	0.02	mg/L
活性磷酸盐	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 磷钼蓝分光光度法 39.1	紫外分光光度计（Blue star）	0.003	mg/L

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
砷	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 原子荧光法 11.1	原子荧光光谱仪 （AFS-8220）	5×10^{-4}	mg/L
汞	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 原子荧光法 5.1	原子荧光光谱仪 （AFS-8220）	7×10^{-6}	mg/L
镉	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 8.3	火焰原子吸收分光光度计（TAS-990F）	3×10^{-4}	mg/L
铅	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 7.3	火焰原子吸收分光光度计（TAS-990F）	1.8×10^{-3}	mg/L
铜	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 6.3	火焰原子吸收分光光度计（TAS-990F）	1.1×10^{-3}	mg/L
锌	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	火焰原子吸收分光光度计（TAS-990F）	3.1×10^{-3}	mg/L
总铬	海洋监测规范 第 4 部分：海水分析 GB 17378.4-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.1	石墨炉原子吸收光谱仪（ICE3300）	4×10^{-4}	mg/L
油类	海洋监测规范 第 4 部 海水分析 GB 17378.4-2007 紫外分光光度法 13.2	紫外分光光度计 （Blue star）	3.5	μg/L

5.3.2 2020 年 9 月（秋季）海水水质现状监测与评价

5.3.2.1 调查结果

（1）调查结果

监测结果统计列于表 5.3-3。

表 5.3-3　海水水质调查结果（2020 年 9 月）

站号	pH 值	水温（℃）	盐度（‰）	溶解氧（mg/L）	悬浮物（mg/L）	化学需氧量（mg/L）	无机氮	活性磷酸盐（mg/L）	砷（μg/L）	汞（μg/L）	镉（μg/L）	铅（μg/L）	铜（μg/L）	锌（μg/L）	总铬（μg/L）	油类（mg/L）
1#	7.53	25.37	28.73	9.08	0.021	1.21	0.381	0.038	1.0	0.109	ND	ND	7.3	86.6	1.5	0.0198
2#	7.56	27.04	23.92	8.77	0.064	1.26	0.598	0.077	1.0	0.116	0.9	ND	12.1	86.8	1.3	0.0108
3#	7.73	26.13	24.22	9.46	0.055	1.13	0.352	0.025	1.0	0.222	0.3	2.4	13.7	86.3	0.4	0.0125
4#	7.92	26.01	24.03	8.88	0.103	1.18	0.350	0.013	2.3	0.127	0.4	ND	12.7	76.6	1.3	0.0104
5#	7.69	26.27	25.13	8.03	0.063	1.95	0.577	0.027	1.0	0.111	0.4	ND	9.1	93.2	1.2	0.0177
6#	7.98	25.72	28.43	9.89	0.073	1.36	0.495	0.023	1.5	0.036	ND	1.9	7.9	75.6	1.4	0.0123
7#	8.01	26.41	24.97	8.33	0.064	1.73	0.364	0.029	1.0	0.065	ND	ND	7.7	91.0	1.2	0.0165
8#	7.87	26.63	24.67	8.15	0.083	2.00	0.704	0.046	0.8	0.121	ND	ND	11.2	76.6	0.8	0.0198
9#	7.68	26.09	24.73	8.63	0.074	1.86	0.418	0.028	3.2	0.058	0.3	ND	11.5	87.5	0.9	0.0165
10#	7.86	24.87	24.72	8.07	0.085	1.35	0.259	0.027	0.5	0.037	ND	ND	11.4	86.5	1.2	0.0109
11#	7.93	24.78	28.72	10.5	0.067	1.01	0.270	0.011	1.2	0.100	ND	ND	17.3	80.7	1.2	0.0144
12#	8.01	25.12	25.74	9.63	0.082	1.33	0.266	0.023	1.0	0.098	ND	ND	15.5	80.3	0.8	0.0135
13#表层	7.99	24.93	27.49	9.36	0.06	0.787	0.479	0.018	1.3	0.287	ND	ND	15.7	81.8	0.8	0.0144
13#底层	8.09	24.90	27.51	8.35	0.077	0.738	0.387	0.014	1.0	0.205	ND	ND	16.3	81.1	1.3	/
14#	8.21	24.52	29.87	8.66	0.065	0.653	0.114	0.016	0.9	0.196	0.3	ND	15.9	78.3	0.9	0.0201
15#	8.07	24.72	28.67	10.3	0.073	0.700	0.140	0.022	0.6	0.146	ND	ND	15.3	79.8	1.3	0.0249
16#	7.98	26.72	19.82	6.31	0.043	1.54	0.121	0.013	2.4	0.160	0.5	ND	15.2	131	6.8	0.017
17#	7.54	25.81	24.31	6.13	0.058	1.52	0.296	0.013	1.3	0.093	0.3	ND	7.6	130	5.0	0.0223
18#	8.12	26.43	20.85	6.52	0.075	1.35	0.662	0.016	1.4	0.114	ND	ND	7.3	126	7.4	0.0248
19#	7.89	24.72	26.31	6.66	0.066	1.12	0.400	0.027	3.2	0.099	0.5	ND	14.4	107	4.2	0.0154
20#	7.9	26.03	24.57	6.81	0.078	1.56	0.233	0.023	1.0	0.100	ND	ND	11.0	76.4	17.1	0.0178
备注	“ND”表示未检出或低于方法检出限															

5.3.2.2 调查结果评价

（1）评价标准

根据本次调查的海域海洋功能区划及近岸海域环境功能区划，水质现状评价采用《海水水质标准》（GB3097-1997）中第一类和第二类海水水质标准。调查项目各站位所在海洋功能区及执行的评价标准见图 5.3-2 和表 5.3-4。

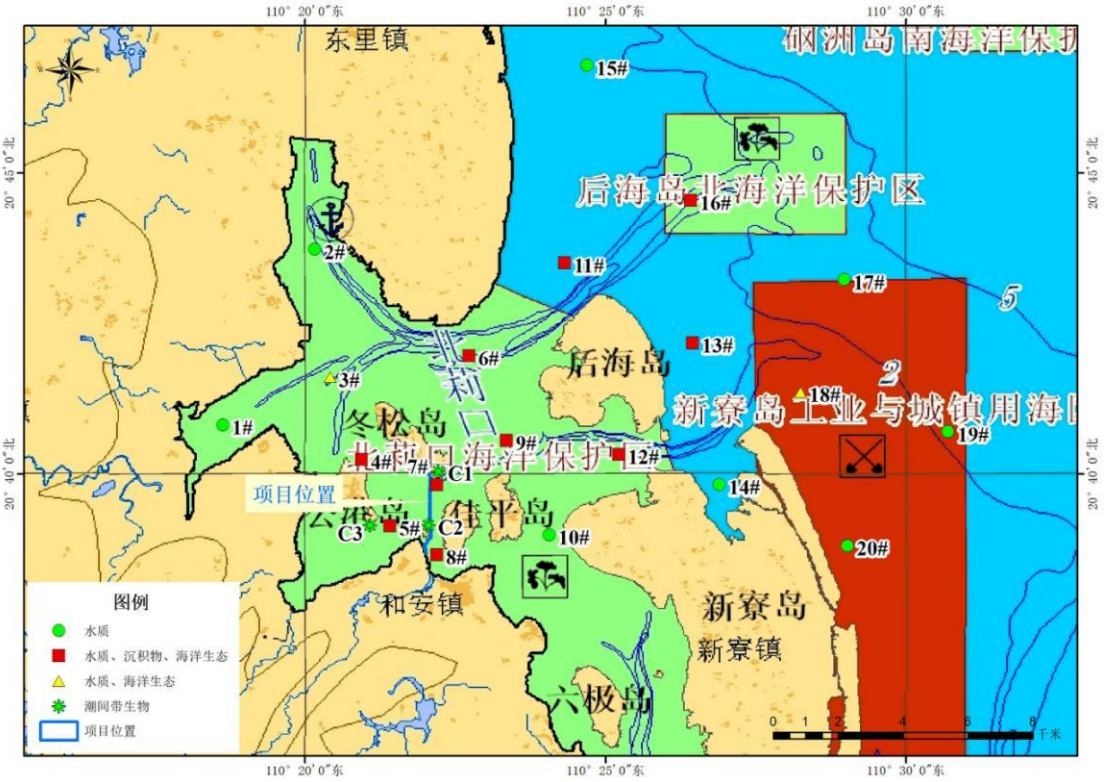


图 5.3-2　调查站位所在海洋功能区划

表 5.3-4　调查站位所在海洋功能区和评价标准

站位	功能区	评价标准
1#、2#、3#、4#、5#、6#、7#、8#、9#、10#、12#	北莉口海洋保护区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
11#、13#、14#、15#	雷州湾农渔业区	执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
16#	后海岛北海洋保护区	执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准
17#、18#、19#、20#	新寮岛工业与城镇用海区	基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准

（2）评价方法

采用《环境影响评价技术导则－地表水环境》（HJ 2.3-2018）中推荐的标准指数法进行评价。

单项水质参数 i 在 j 点的标准指数为：

$$P_{i,j}=C_{i,j}/C_{S,i}$$

pH 值的标准指数为：

$$S_{pH,j}=\frac{7.0-pHj}{7.0-pHsd} \quad pH_j \le 7.0$$

$$S_{pH,j}=\frac{pHj-7.0}{pHsu-7.0} \quad pH_j > 7.0$$

上述式中：$S_{pH,j}$：评价因子的质量指数；pH_j：评价因子的实测值；pHsu：pH 评价标准的上限值；pHsd：pH 评价标准的下限值。

溶解氧的标准指数为：

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j \qquad DO_j \leqslant DO_f$$

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

式中：DO_s：溶解氧的地表水质标准，mg/L；DO_j：第 j 点的溶解氧实测值，mg/L；DO_f：饱和溶解氧浓度，mg/L，对于入海河口、近岸海域，DOf=(491-2.65S)/(33.5+T)；S：实用盐度符号，量纲一；T：水温，℃。

若水质参数的标准指数＞1，则表明该项水质参数超过了规定的水质标准。

（3）评价结果

水质各评价因子的单项标准指数结果列于表 5.3-5。调查海域 pH、COD、Cr、Cd、As、Pb、石油类各测站测值均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类、二类标准；活性磷酸盐、溶解氧部分测值出现超第二类海水水质标准情况，样品总体超标率分别为 14.3%、28.6%，最大超标倍数分别为 1.57、0.60；汞部分测值出现超第一、二类海水水质标准情况，样品总体超标率为 19%，最大超标倍数出现在 16#站，超出一类海水水质标准倍数为 2.20，该站位超标样品符合第二类海水水质标准要求；无机氮、铜、锌超标情况对较严重，样品总体超标率分别为 61.9%、71.4%、100%，最大超标倍数分别为 1.35、2.04、5.55，铜和锌最大超标倍数均出现在 16#，该站位执行一类海水水质标准。

表 5.3-5　海水水质调查结果标准指数（2020 年 9 月）

站号	pH 值	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	砷	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	油类
1#	0.35	0.99	0.40	**1.27**	**1.27**	0.03	0.55	0.00	0.00	0.73	**1.73**	0.02	0.40
2#	0.37	0.83	0.42	**1.99**	**2.57**	0.03	0.58	0.18	0.00	**1.21**	**1.74**	0.01	0.22
3#	0.49	**1.07**	0.38	**1.17**	0.83	0.03	**1.11**	0.06	0.48	**1.37**	**1.73**	0.00	0.25
4#	0.61	0.78	0.39	**1.17**	0.43	0.08	0.64	0.08	0.00	**1.27**	**1.53**	0.01	0.21
5#	0.46	0.44	0.65	**1.92**	0.90	0.03	0.56	0.08	0.00	0.91	**1.86**	0.01	0.35
6#	0.65	**1.42**	0.45	**1.65**	0.77	0.05	0.18	0.00	0.38	0.79	**1.51**	0.01	0.25
7#	0.67	0.59	0.58	**1.21**	0.97	0.03	0.33	0.00	0.00	0.77	**1.82**	0.01	0.33
8#	0.58	0.52	0.67	**2.35**	**1.53**	0.03	0.61	0.00	0.00	**1.12**	**1.53**	0.01	0.40
9#	0.45	0.70	0.62	**1.39**	0.93	0.11	0.29	0.06	0.00	**1.15**	**1.75**	0.01	0.33
10#	0.57	0.34	0.45	0.86	0.90	0.02	0.19	0.00	0.00	**1.14**	**1.73**	0.01	0.22
11#	0.62	**1.60**	0.34	0.90	0.37	0.04	0.50	0.00	0.00	**1.73**	**1.61**	0.01	0.29
12#	0.67	**1.09**	0.44	0.89	0.77	0.03	0.49	0.00	0.00	**1.55**	**1.61**	0.01	0.27
13#表层	0.66	**1.02**	0.26	**1.60**	0.60	0.04	**1.44**	0.00	0.00	**1.57**	**1.64**	0.01	0.29
13#底层	0.73	0.55	0.25	**1.29**	0.47	0.03	**1.03**	0.00	0.00	**1.63**	**1.62**	0.01	/
14#	0.81	0.74	0.22	0.38	0.53	0.03	0.98	0.06	0.00	**1.59**	**1.57**	0.01	0.40
15#	0.71	**1.49**	0.23	0.47	0.73	0.02	0.73	0.00	0.00	**1.53**	**1.60**	0.01	0.50
16#	0.65	0.95	0.77	0.61	0.87	0.12	**3.20**	0.50	0.00	**3.04**	**6.55**	0.14	0.34
17#	0.36	0.82	0.51	0.99	0.43	0.04	0.47	0.06	0.00	0.76	**2.60**	0.05	0.45
18#	0.75	0.77	0.45	**2.21**	0.53	0.05	0.57	0.00	0.00	0.73	**2.52**	0.07	0.50
19#	0.59	0.75	0.37	**1.33**	0.90	0.11	0.50	0.10	0.00	**1.44**	**2.14**	0.04	0.31
20#	0.60	0.73	0.52	0.78	0.77	0.03	0.50	0.00	0.00	**1.10**	**1.53**	0.17	0.36

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计

5.3.3 2021 年 4 月（春季）海水水质现状监测与评价

5.3.3.1 调查结果

2021 年春季海水水质调查结果见表 5.3-6。

5.3.3.2 调查结果评价

1、评价标准

海水水质、海洋沉积物、海洋生物按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》中调查站位所在功能区的海洋环境评价标准执行。具体见 5.3.2.2 节相关内容。

2、评价方法

采用《环境影响评价技术导则－地表水环境》（HJ 2.3-2018）中推荐的标准指数法进行评价。具体见 5.3.2.2 节相关内容。

3、评价结果

评价结果见表 5.3-7。调查结果表明，2021 年春季调查海域 pH、COD、Cr、Cd、As、Pb、石油类各测站测值均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类、二类标准；活性磷酸盐、溶解氧部分测值出现超第一、二类海水水质标准情况，样品总体超标率分别为 33.3%、38.1%，最大超标倍数分别为 2.00、1.09；汞仅在 16#站测值出现超第一类海水水质标准情况，最大超标倍数为 2.90，该站位超标样品符合第二类海水水质标准要求；无机氮、铜、锌超标情况对较严重，样品总体超标率分别为 52.4%、76.2%、100%，最大超标倍数分别为 1.67、0.95、12.45，锌最大超标倍数出现在 16#，该站位执行一类海水水质标准。

本项目调查海域周边没有工业分布，海水水质出现超标的原因可能是受到周边养殖污染和周边渡船渔船污染影响。

表 5.3-6　海水水质调查结果（2021 年 4 月）

站号	pH 值	水温（℃）	盐度（‰）	溶解氧（mg/L）	悬浮物（mg/L）	化学需氧量（mg/L）	无机氮	活性磷酸盐（mg/L）	砷（μg/L）	汞（μg/L）	镉（μg/L）	铅（μg/L）	铜（μg/L）	锌（μg/L）	总铬（μg/L））	油类（mg/L）
1#	7.48	24.43	26.84	9.88	0.019	1.14	0.340	0.033	1.0	0.148	ND	ND	17.1	76.7	1.2	0.0202
2#	7.79	25.96	26.17	8.65	0.059	1.18	0.663	0.09	1.4	0.167	0.5	ND	15.9	80.5	1.7	0.0088
3#	7.92	25.1	29.46	10.2	0.045	1.09	0.360	0.02	0.8	0.077	ND	ND	15.3	75.3	0.6	0.0161
4#	8.2	23.16	29.26	9.16	0.147	1.06	0.341	0.005	1.3	0.106	ND	ND	16.0	82.3	1.3	0.0112
5#	7.96	25.52	27.18	7.13	0.045	1.81	0.504	0.033	2.7	0.139	ND	ND	14.5	84.4	1.1	0.0190
6#	8.09	25.12	29.66	10.2	0.061	0.536	0.443	0.02	1.2	0.101	ND	ND	15.7	74.8	1.5	0.0138
7#	7.9	25.74	25.82	8.5	0.054	1.55	0.185	0.033	0.9	0.152	ND	ND	15.9	82.6	0.9	0.0102
8#	7.6	26.17	26.96	7.75	0.038	2.13	0.751	0.057	0.6	0.076	ND	ND	15.8	84.8	0.9	0.0357
9#	7.94	24.94	28.27	8.53	0.064	2.06	0.450	0.026	3.2	0.053	ND	ND	17.0	91.9	0.7	0.0151
10#	8.12	24.94	23.55	8.27	0.047	1.06	0.203	0.021	0.8	0.118	ND	ND	16.5	86.2	1.0	0.0099
11#	8.18	24.93	30.74	11.2	0.077	0.6	0.182	0.007	1.0	0.074	ND	ND	19.5	76.5	0.9	0.0109
12#	8.13	25.05	29.26	9.36	0.079	1.02	0.187	0.017	0.9	0.049	ND	ND	17.3	86.2	1.0	0.0145
13#表层	8.11	24.87	30.57	9.16	0.075	0.6	0.566	0.013	0.8	0.080	ND	ND	18.0	77.3	0.9	0.0157
13#底层	8.19	24.9	30.79	7.95	0.083	0.616	0.288	0.007	0.7	0.080	0.3	ND	18.8	87.6	1.3	/
14#	8.06	25.36	31.64	8.14	0.053	0.536	0.034	0.006	0.7	0.132	ND	2.2	18.2	77.1	1.0	0.0231
15#	8.17	25.01	31.02	9.33	0.085	0.456	0.096	0.03	0.6	0.090	ND	ND	16.7	81.2	1.1	0.0326
16#	8.13	25.54	20.47	3.68	0.028	1.7	0.173	0.02	2.7	0.195	0.3	ND	2.30	269	20.0	0.0170
17#	7.74	25.59	26.35	5.31	0.067	1.36	0.204	0.011	0.9	0.170	0.3	ND	1.80	254	16.4	0.0265
18#	8.23	24.78	17.37	6.2	0.076	1.14	0.801	0.011	1.0	0.147	ND	ND	2.70	218	18.2	0.0208
19#	8.18	25.36	25.47	6.46	0.057	0.96	0.468	0.032	3.4	0.136	ND	ND	2.00	181	11.7	0.0174
20#	8.03	25.92	21.43	6.68	0.067	1.58	0.141	0.022	1.2	0.172	ND	ND	2.10	121	18.5	0.0223
备注	“ND”表示未检出或低于方法检出限															

表 5.3-7　海水水质调查结果标准指数（2021 年 4 月）

站号	pH 值	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	砷	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	油类
1#	0.32	**1.17**	0.38	**1.13**	**1.10**	0.03	0.74	0.00	0.00	**1.71**	**1.53**	0.01	0.40
2#	0.53	0.75	0.39	**2.21**	**3.00**	0.05	0.84	0.10	0.00	**1.59**	**1.61**	0.02	0.18
3#	0.61	**1.54**	0.36	**1.20**	0.67	0.03	0.39	0.00	0.00	**1.53**	**1.51**	0.01	0.32
4#	0.80	0.81	0.35	**1.14**	0.17	0.04	0.53	0.00	0.00	**1.60**	**1.65**	0.01	0.22
5#	0.64	0.01	0.60	**1.68**	**1.10**	0.09	0.70	0.00	0.00	**1.45**	**1.69**	0.01	0.38
6#	0.73	**1.56**	0.18	**1.48**	0.67	0.04	0.51	0.00	0.00	**1.57**	**1.50**	0.02	0.28
7#	0.60	0.64	0.52	0.62	**1.10**	0.03	0.76	0.00	0.00	**1.59**	**1.65**	0.01	0.20
8#	0.40	0.35	0.71	**2.50**	**1.90**	0.02	0.38	0.00	0.00	**1.58**	**1.70**	0.01	0.71
9#	0.63	0.67	0.69	**1.50**	0.87	0.11	0.27	0.00	0.00	**1.70**	**1.84**	0.01	0.30
10#	0.75	0.40	0.35	0.68	0.70	0.03	0.59	0.00	0.00	**1.65**	**1.72**	0.01	0.20
11#	0.79	**2.09**	0.20	0.61	0.23	0.03	0.37	0.00	0.00	**1.95**	**1.53**	0.01	0.22
12#	0.75	**1.11**	0.34	0.62	0.57	0.03	0.25	0.00	0.00	**1.73**	**1.72**	0.01	0.29
13#表层	0.74	**1.06**	0.20	**1.89**	0.43	0.03	0.40	0.00	0.00	**1.80**	**1.55**	0.01	0.31
13#底层	0.79	0.47	0.21	0.96	0.23	0.02	0.40	0.06	0.00	**1.88**	**1.75**	0.01	/
14#	0.71	0.64	0.18	0.11	0.20	0.02	0.66	0.00	0.44	**1.82**	**1.54**	0.01	0.46
15#	0.78	**1.18**	0.15	0.32	1.00	0.02	0.45	0.00	0.00	**1.67**	**1.62**	0.01	0.65
16#	0.75	**1.63**	0.85	0.87	**1.33**	0.14	**3.90**	0.30	0.00	0.46	**13.45**	0.40	0.34
17#	0.49	0.94	0.45	0.68	0.37	0.03	0.85	0.06	0.00	0.18	**5.08**	0.16	0.53
18#	0.82	0.81	0.38	**2.67**	0.37	0.03	0.74	0.00	0.00	0.27	**4.36**	0.18	0.42
19#	0.79	0.77	0.32	**1.56**	**1.07**	0.11	0.68	0.00	0.00	0.20	**3.62**	0.12	0.35
20#	0.69	0.75	0.53	0.47	0.73	0.04	0.86	0.00	0.00	0.21	**2.42**	0.19	0.45

注：样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计

5.4 海洋沉积物质量现状调查与评价

5.4.1 2021 年 4 月（春季）海洋沉积物质量现状调查时间及站位

广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2021 年 04 月 09 日至 04 月 12 日对项目周边海域沉积物质量进行了现状调查，共布设沉积物调查站 10 个，调查站位详见表 5.3-1 和图 5.3-1。

5.4.2 调查项目

有机碳、硫化物、石油类、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、Cr。

5.4.3 分析方法及检出限

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行，各监测指标的监测方法及检出限见表 5.4-1 所示。

表 5.4-1　沉积物监测方法及检出限

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
硫化物	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 亚甲基蓝分光光度法 17.1	紫外分光光度计（Blue Star）	0.3	10^{-6}
有机碳	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 重铬酸钾氧化-还原容量法 18.1	具塞滴定管 (酸式滴定管)	——	%
汞	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 原子荧光法 5.1	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.002	mg/kg
铜	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 火焰原子吸收分光光度法 6.2	火焰原子吸收分光光度计（TAS-990F）	2.0	mg/kg
镉	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1	石墨炉原子吸收光谱仪（ICE3300）	0.04	mg/kg
铅	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 火焰原子吸收分光光度法 7.2	火焰原子吸收分光光度计（TAS-990F）	3.0	mg/kg
锌	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析	火焰原子吸收分光光	6.0	mg/kg

检测项目	检测标准（方法）及编号（含年号）	分析仪器型号	检出限	计量单位
	GB 17378.5-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	度计（TAS-990F）		
铬	海洋监测规范　第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 无火焰原子吸收分光光度法 10.1	石墨炉原子吸收光谱仪（ICE3300）	2.0	mg/kg
砷	海洋监测规范　第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007　原子荧光法 11.1	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.06	mg/kg
油类	海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析 GB 17378.5-2007 紫外分光光度法 13.2	紫外分光光度计（Blue Star）	3.0	10^{-6}

5.4.4 评价标准及方法

1、评价方法

沉积物现状评价采用单项指数法进行，其指数计算方法如下：

$$Q_j = \frac{C_j}{C_o}$$

式中： Cj — 评价因子实测值

Co — 评价因子的评价标准值

Qj — j 站评价因子的质量分指数

Qj≤1 属清洁；

Qj>1 属污染；

2、评价标准

按照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》要求的沉积物质量标准进行评价。各调查站位所在海洋功能区划及需执行的标准见表 5.3-4 所示。

5.4.5 调查结果

本次调查开展了有机碳、硫化物、石油类、镉、铬、铜、铅、锌、汞、砷共 10 个项目污染物化学分析，分析结果列于表 5.4-2。

5.4.6 结果评价

沉积物质量评价结果见表 5.4-3。

铜：本次调查结果范围值为 2.5×10^{-6}~12.5×10^{-6}，各测站测值均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

铅：本次调查结果范围值为 4.71×10^{-6}~24.1×10^{-6}，各测站测值均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

锌：本次调查结果范围值为 7.5×10^{-6}~54.5×10^{-6}，各测站测值均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

镉：本次调查结果范围值为未检出~0.04×10^{-6}，各测站测值均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

砷：本次调查结果范围值为 0.66×10^{-6}~59.1×10^{-6}，7#、9#站位测值超过第一类海洋沉积物质量标准，最大超标倍数为 1.96；其它各测站测值均符合第一类沉积物质量标准限值要求。

汞：本次调查结果范围值为 0.028×10^{-6}~0.114×10^{-6}，各测站测值均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

铬：本次调查结果范围值为 12.5×10^{-6}~39.8×10^{-6}，各测站测值均符合一类海洋沉积物质量标准限值要求。

硫化物：本次调查结果范围值为未检出~46.5×10^{-6}，各测站测值均符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求。

石油类：本次调查结果范围值为 11.1×10^{-6}~87.8×10^{-6}，各测站测值均符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求。

有机碳：本次调查结果范围值为 0.961×10^{-2}~1.64×10^{-2}，各测站测值均符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求。

综上所述，春季调查表层沉积物中仅砷在 7#、9#两个站位超第一类海洋沉积物标准；其他各站位沉积物中汞、铜、铅、锌、镉、铬、硫化物、石油类、有机碳均符合一类海洋沉积物质量标准，总体上表层沉积物质量良好。

表 5.4-2　海洋环境沉积物质量调查结果

站号	总汞 ($\times10^{-6}$)	砷 ($\times10^{-6}$)	铜 ($\times10^{-6}$)	铅 ($\times10^{-6}$)	锌 ($\times10^{-6}$)	镉 ($\times10^{-6}$)	铬 ($\times10^{-6}$)	硫化物 ($\times10^{-6}$)	石油类 ($\times10^{-6}$)	有机碳 (%)
4#	0.029	0.66	2.7	14.4	7.5	ND	12.9	ND	11.1	1.03
5#	0.028	4.62	9.1	20.2	41.8	ND	25.9	46.5	87.8	1.29
6#	0.08	4.56	7.1	19	35.3	ND	20.7	1.1	34.3	0.961
7#	0.038	59.1	10.1	21.3	44	ND	25.5	7	20.6	1.64
8#	0.114	5.97	12.5	21.9	54.5	0.04	39.8	30.6	48.8	1.21
9#	0.042	29.4	6.9	24.1	42.1	ND	21	1.1	18.8	1.05
11#	0.046	3.46	2.5	4.71	19.5	ND	12.5	ND	14	1.1
12#	0.04	3.74	3.6	12.1	32.5	ND	17.1	ND	38.5	1.03
13#	0.097	3.27	3	13.3	24.4	ND	12.6	ND	15.7	1.08
16#	0.029	0.66	2.7	14.4	7.5	ND	12.9	ND	11.1	1.03
备注	“ND”表示未检出或低于方法检出限									

表 5.4-3　海洋环境沉积物结果评价指数表

站号	总汞	砷	铜	铅	锌	镉	铬	硫化物	石油类	有机碳
4#	0.15	0.03	0.08	0.24	0.05	0.00	0.16	0.00	0.02	0.52
5#	0.14	0.23	0.26	0.34	0.28	0.00	0.32	0.16	0.18	0.65
6#	0.40	0.23	0.20	0.32	0.24	0.00	0.26	0.00	0.07	0.48
7#	0.19	**2.96**	0.29	0.36	0.29	0.00	0.32	0.02	0.04	0.82
8#	0.57	0.30	0.36	0.37	0.36	0.08	0.50	0.10	0.10	0.61
9#	0.21	**1.47**	0.20	0.40	0.28	0.00	0.26	0.00	0.04	0.53
11#	0.23	0.17	0.07	0.08	0.13	0.00	0.16	0.00	0.03	0.55
12#	0.20	0.19	0.10	0.20	0.22	0.00	0.21	0.00	0.08	0.52
13#	0.49	0.16	0.09	0.22	0.16	0.00	0.16	0.00	0.03	0.54
16#	0.08	0.00	0.07	0.17	0.36	0.00	0.27	0.00	0.02	0.72
备注	1、加黑部分为超出该类的海洋环境评价标准要求； 2、样品检出率大于 1/2 时，未检出按检出限的 1/2 量值参与统计；样品检出率小于 1/2 时，未检出按检出限的 1/4 量值参与统计。									

5.5 海洋生物质量现状调查及评价

5.5.1 2020 年 9 月（秋季）海洋生物质量现状调查与评价

5.5.1.1 调查概况

广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2020 年 09 月 28 日至 10 月 01 日对项目周边海域海洋生物质量等进行了现场采样监测调查，本次海洋生物体质量调查种类选取鱼类、贝类和甲壳类三大种类，包含调查海域内的优势种类黄鳍棘鲷 *Acanthopagrus schlegelii*、多鳞鱚 *Sillago sihama* 和长鳍银鲈 *Sillago sihama*；贝类选用本海域的经济种类牡蛎 *Crassostrea sp.*；甲壳类选用优势种黑斑口虾姑 *Oratosquilla kempi* 和远洋梭子蟹 *Portunus pelagicus*。

5.5.1.2 调查项目及分析方法

海洋生物体质量现状调查分析项目包括汞、铜、铅、锌、镉、砷共 6 项目，分析方法见表 5.5-1。

表 5.5-1　生物体质量监测方法及检出限

序号	项目	分析方法	分析仪器	检测限
1	汞	GB 17378.6-2007 总汞 原子荧光法 5.1	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.002mg/kg
2	铜	GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 6.1	火焰原子吸收分光光度（AA240FS）	2.0mg/kg
3	铅	GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 7.1	石墨炉原子吸收光谱仪（ICE3300）	0.04mg/kg
4	砷	GB 17378.6-2007 原子荧光法 11.1	原子荧光光谱仪（AFS-8220）	0.2mg/kg
5	镉	GB 17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法 8.1	石墨炉原子吸收光谱仪（ICE3300）	0.005mg/kg
6	锌	GB 17378.6-2007 火焰原子吸收分光光度法 9.1	火焰原子吸收分光光度（AA240FS）	0.4mg/kg

5.5.1.3 调查结果

调查结果列于表 5.5-2。

表 5.5-2　生物体内各项指标的平均含量（单位：mg/kg）（2020 年秋季）

站点	样品编号	样品名称	类群	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
3#	1HS0315	多鳞鱚	鱼类	0.021	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.8
4#	1HS0415	大弹涂鱼	鱼类	0.054	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	11.2
5#	1HS0515	矛尾虾虎鱼	鱼类	0.086	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.2
6#	1HS0615	短吻鮻	鱼类	0.061	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.8
	1HS0617	牡蛎	贝类	0.034	<0.2	10.4	<0.04	<0.005	14.4
7#	1HS0715	鰕	鱼类	0.035	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.7
8#	1HS0815	多鳞鱚	鱼类	0.025	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.3
9#	1HS0915	黄鳍鲷	鱼类	0.061	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.5
	1HS0917	牡蛎	贝类	0.035	<0.2	10.5	<0.04	<0.005	14.7
11#	1HS1115	长鳍银鲈	鱼类	0.031	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	11.3
12#	1HS1215	斑鰶	鱼类	0.088	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.1
	1HS1216	黑斑口虾蛄	甲壳类	0.064	<0.2	6.3	<0.04	<0.005	10.4
13#	1HS1315	黄鳍鲷	鱼类	0.057	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.9
16#	1HS1616	远洋梭子蟹	甲壳类	0.064	<0.2	3.9	<0.04	<0.005	11.0
18#	1HS1815	褐蓝子鱼	鱼类	0.039	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.4

5.5.1.4 调查结果评价

生物体内污染物质评价方法与水质评价方法相同，采用单项分指数法。贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值；其它软体类、甲壳类和鱼类生物体内污染物质（总汞、铜、铅、锌、铬、砷等）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

评价结果见表 5.5-3。评价结果显示，调查海域中的贝类的铜出现轻微超标，汞、砷、锌、镉、铅含量均符合标准《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值；鱼类和甲壳类的全部重金属指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

表 5.5-3　生物体内污染物标准指数（2020 年秋季）

站点	样品编号	样品名称	类群	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
3#	1HS0315	多鳞鱚	鱼类	0.07	0.01	0.025	0.005	0.002	0.25
4#	1HS0415	大弹涂鱼	鱼类	0.18	0.01	0.025	0.005	0.002	0.28
5#	1HS0515	矛尾虾虎鱼	鱼类	0.29	0.01	0.025	0.005	0.002	0.23
6#	1HS0615	短吻鮻	鱼类	0.20	0.01	0.025	0.005	0.002	0.25
	1HS0617	牡蛎	贝类	0.68	0.05	0.52	0.1	0.006	0.72
7#	1HS0715	鰕	鱼类	0.12	0.01	0.025	0.005	0.002	0.24

8#	1HS0815	多鳞鱚	鱼类	0.08	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26
9#	1HS0915	黄鳍鲷	鱼类	0.20	0.01	0.025	0.005	0.002	0.24
	1HS0917	牡蛎	贝类	0.70	0.05	**1.05**	0.1	0.006	0.74
11#	1HS1115	长鳍银鲈	鱼类	0.10	0.01	0.025	0.005	0.002	0.28
12#	1HS1215	斑鰶	鱼类	0.29	0.01	0.025	0.005	0.002	0.25
	1HS1216	黑斑口虾蛄	甲壳类	0.32	0.006	0.06	0.005	0.001	0.07
13#	1HS1315	黄鳍鲷	鱼类	0.19	0.01	0.025	0.005	0.002	0.25
16#	1HS1616	远洋梭子蟹	甲壳类	0.32	0.006	0.04	0.005	0.001	0.07
18#	1HS1815	褐蓝子鱼	鱼类	0.13	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26

5.5.2 2021 年 4 月（春季）海洋生物质量现状调查与评价

5.5.2.1 调查概况

广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2021 年 04 月 09 日至 04 月 12 日对项目周边海域海洋生物质量等进行了现场采样监测调查，本次海洋生物体残毒调查种类选取鱼类、贝类和甲壳类三大种类，鱼类包含调查海域内的优势种类多鳞鱚 *Sillago sihama* 和长鳍银鲈 *Sillago sihama* 等；贝类选用本海域的经济种类牡蛎 Crassostrea sp.；甲壳类选用经济种远洋梭子蟹 *Portunus pelagicus*、黑斑口虾姑 *Oratosquilla kempi* 等。

海洋生物体质量现状调查分析项目包括汞、铜、铅、锌、镉、砷共 6 项目，分析方法见 5.5.1 章节。

5.5.2.2 调查结果与评价

1、调查结果

调查结果列于表 5.5-4。

表 5.5-4　生物体内各项指标的平均含量（单位：mg/kg）（2021 年春季）

站点	样品编号	样品名称	类群	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
3#	2HS0315	多鳞鱚	鱼类	0.054	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.1
4#	2HS0415	多鳞鱚	鱼类	0.068	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.5
5#	2HS0515	鲳	鱼类	0.056	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.5
6#	2HS0615	长棘银鲈	鱼类	0.070	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.2
	2HS0616	黑斑口虾蛄	甲壳类	0.021	<0.2	4.8	<0.04	0.008	9.7
	2HS0617	牡蛎	贝类	0.094	0.2	14.0	<0.04	0.005	15.4
7#	2HS0715	多鳞鱚	鱼类	0.019	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.3
	2HS0717	牡蛎	贝类	0.019	0.2	14.1	<0.04	<0.005	15.2

站点	样品编号	样品名称	类群	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
8#	2HS0815	矛尾虾虎鱼	鱼类	0.054	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.5
9#	2HS0915	长棘银鲈	鱼类	0.052	<0.2	<2.0	<0.04	0.007	11.0
	2HS0916	日本蟳	甲壳类	0.089	<0.2	<2.0	<0.04	0.014	10.3
	2HS0917	牡蛎	贝类	0.046	0.4	<2.0	<0.04	0.014	16.3
11#	2HS1115	黄鳍鲷	鱼类	0.027	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	11.3
12#	2HS1215	长棘银鲈	鱼类	0.043	<0.2	<2.0	<0.04	0.008	10.3
	2HS1216	三疣梭子蟹	甲壳类	0.017	<0.2	7.0	<0.04	0.011	10.2
13#	2HS1315	黑棘鲷	鱼类	0.060	<0.2	<2.0	<0.04	0.008	11.0
16#	2HS1615	黄鳍鲷	鱼类	0.054	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	10.5
	2HS1616	远洋梭子蟹	甲壳类	0.040	<0.2	4.2	<0.04	<0.005	12.5
18#	2HS1815	短体银鲈	鱼类	0.051	<0.2	<2.0	<0.04	<0.005	9.8
	2HS1816	凡纳滨对虾	甲壳类	0.020	<0.2	6.8	<0.04	<0.005	11.8

2、调查结果评价

生物体内污染物质评价方法与水质评价方法相同，采用单项分指数法。贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值；其它软体类、甲壳类和鱼类生物体内污染物质（总汞、铜、铅、锌、铬、砷等）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

评价结果见表 5.5-5。评价结果显示，调查海域中的贝类的汞、铜出现超标，汞最大超标倍数 0.88 倍，铜最大超标倍数 0.41 倍，砷、锌、镉、铅含量均符合标准《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值；鱼类和甲壳类的全部重金属指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

表 5.5-5　生物体内污染物标准指数（2021 年春季）

站点	样品编号	样品名称	类群	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
3#	2HS0315	多鳞鳢	鱼类	0.18	0.01	0.025	0.005	0.002	0.25
4#	2HS0415	多鳞鳢	鱼类	0.23	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26
5#	2HS0515	鰤	鱼类	0.19	0.01	0.025	0.005	0.002	0.24
6#	2HS0615	长棘银鲈	鱼类	0.23	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26
	2HS0616	黑斑口虾蛄	甲壳类	0.11	0.006	0.05	0.005	0.004	0.06

站点	样品编号	样品名称	类群	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn
	2HS0617	牡蛎	贝类	**1.88**	0.20	**1.40**	0.1	0.03	0.77
7#	2HS0715	多鳞鳢	鱼类	0.06	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26
	2HS0717	牡蛎	贝类	0.38	0.20	**1.41**	0.1	0.006	0.76
8#	2HS0815	矛尾虾虎鱼	鱼类	0.18	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26
9#	2HS0915	长棘银鲈	鱼类	0.17	0.01	0.025	0.005	0.01	0.28
	2HS0916	日本蟳	甲壳类	0.45	0.006	0.005	0.005	0.01	0.07
	2HS0917	牡蛎	贝类	0.92	0.40	0.05	0.1	0.07	0.82
11#	2HS1115	黄鳍鲷	鱼类	0.09	0.01	0.025	0.005	0.002	0.28
12#	2HS1215	长棘银鲈	鱼类	0.14	0.01	0.025	0.005	0.01	0.26
	2HS1216	三疣梭子蟹	甲壳类	0.09	0.006	0.07	0.005	0.01	0.07
13#	2HS1315	黑棘鲷	鱼类	0.20	0.01	0.025	0.005	0.01	0.28
16#	2HS1615	黄鳍鲷	鱼类	0.18	0.01	0.025	0.005	0.002	0.26
	2HS1616	远洋梭子蟹	甲壳类	0.20	0.006	0.04	0.005	0.001	0.08
18#	2HS1815	短体银鲈	鱼类	0.17	0.01	0.025	0.005	0.002	0.25
	2HS1816	凡纳滨对虾	甲壳类	0.10	0.006	0.07	0.005	0.001	0.08

5.6 海洋生态环境现状调查与评价

5.6.1 2020 年 9 月（秋季）海洋生态现状调查与评价

广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2020 年 09 月 28 日至 10 月 01 日在广东省湛江市徐闻县冬松岛渡改桥新建工程附近海域开展秋季海洋生态调查，本次调查布设海洋生态调查站位 12 个（包含叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物），潮间带生物调查断面 3 个，站位布设见表 5.3-1 和图 5.3-1。

（1）叶绿素 a

采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7-2007 中有关叶绿素 a 调查的规定进行：采集 1000mL 海水样品，现场用 $MgCO_3$ 悬浊液固定样品。使用紫外分光光度计测定叶绿素 a 的含量。

（2）浮游植物

采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行。利用采水器根据不同水深分层采样，采集好的样品按每升

加入鲁哥试剂 6-8mL 进行固定。

（3）浮游动物

采样方法是按《海洋监测规范》GB17378.7-2007 中的有关浮游生物调查的规定进行，利用浅水II型浮游生物网采样，网口面积为 0.08m^2，采集方式为底—表垂直拖网。加入 5%中性福尔马林溶液固定液。

（4）大型底栖生物

大型底栖生物的定量采样用张口面积为 0.1m^2 规格的采泥器进行，每个站采样 3 次。标本处理和分析均按《海洋监测规范》GB17378.7-2007 进行。加入 75%无水乙醇固定液。

（5）潮间带生物

1）生物样品的采集方法

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

B.滩涂定量采样用面积为 25cm×25cm 的定量框在高、中、低潮区分别设置 3 个取样站点，取样时先将定量框插入滩涂内，观察框内可见的生物和数量，再用铁铲清除挡板外侧的泥沙，拔去定量框，铲取框内样品，若发现底层仍有生物存在，应将采样器再往下压，直至采不到生物为止。将采集的框内样品置于漩涡分选装置或过筛器中淘洗。

2）生物样品处理与保存

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

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

C.按序加入 5%福尔马林固定液，余渣用四氯四碘荧光素染色剂固定液固定；

D.对受刺激易引起收缩或自切的种类（如腔肠动物、纽形动物），先用水合氯醛或乌来糖进行麻醉后再固定，某些多毛类（如沙蚕科、吻沙蚕科），先用淡水麻醉，挤出吻部，再用福尔马林固定。

（6）渔业资源调查

渔业资源调查租用渔船进行采集，渔船拖网实时平均船速为2.5kn（1kn=1.852km/h）。

a.鱼卵与仔稚鱼

采样方法是按《海洋调查规范》GB12763.6-2007中的有关鱼类浮游生物调查的规定进行，选用浅水I型浮游生物网采样，网口面积为0.2m^2，定性采样采用水平拖网方式，拖网时间为10min；定量采样采用由海底至海面垂直拖网。选用5%中性福尔马林溶液固定样品后，带回实验室在光学显微镜与体视显微镜下进行种类鉴定和定量分析。

b.游泳动物

采样调查按照《海洋调查规范一海洋生物调查》（GB12763.6-2007）、《海洋渔业资源调查规范》（SC/T 9404-2012）及《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》规范操作，采用底拖网在选定调查站位进行拖网作业，收集站点坐标、作业时间、记录全部渔获物总质量，并对渔获物样品进行种类鉴定和定量分析，记录各种类的名称、质量和尾数。根据网口宽度（作业时）、拖时和拖速等参数计算扫海面积，以各站次、各种类的渔获数据为基础，计算各站次、各种类的渔获组成、渔获率和渔业资源密度等相关参数。渔船所用渔网曳纲长度为6.0m，网口目30mm,网囊目20mm，拖网时间为1h（每小时扫海面积为0.0185km^2）。

（7）评价方法

a.用反映生物群落特征指数，多样性指数（H′）、均匀度（J）、优势度（Y）对浮游植物，浮游动物，大型底栖生物以及潮间带生物的群落结构特征进行分析。计算公式如下：

①优势度（Y）：

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

②Shannon-Wiener多样性指数（H′）：

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

③Pielou 均匀度（J）：

J=H'/ $\log_2$S

④Margalef 丰富度指数：

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

式中：

Pi：第 i 种的个体数量与样品总数量的比值；

ni：第 i 种的个体数量；

N：某站总生物数量；

fi：某种生物的出现频率；

S：出现生物总种数。

表 5.6-1 生物多样性指数评价指标

多样性指数 H′	H′≥3.0	2≤H′＜3.0	1≤H′＜2.0	H′＜1.0
均匀度指数 J	J≥0.8	0.5≤J＜0.8	0.3≤J＜0.5	J＜0.3
生境质量等级	优良	一般	差	极差

b.鱼卵与仔稚鱼密度的计算方法根据网口面积、拖网距离和鉴定的鱼卵与仔稚鱼数量；选用优势度（Y）对鱼卵与仔稚鱼的群落结构特征进行分析。计算公式为：

①资源密度（V）

$$V=N/(\mathrm{S}\times\mathrm{L})$$

式中：

V 为资源密度；

N 为物种数量；

S 为网口面积；

L 为拖网距离。

②优势度(Y)：

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

式中：

ni 为第 i 种的个体数量(ind./m^3)；

N 为某站总生物数量(ind/m^3)；

fi 为某种生物的出现频率(%)。

c.游泳动物密度采用底拖网扫海面积法估算；根据渔获物中个体大小悬殊的特点，渔获物优势种分析通过 Pinkas 等提出的相对重要性指标（IRI）来确定。计算公式为：

①扫海面积（S）

$$S=vlt$$

②资源密度（d）

$$d=\frac{yt}{S（1-E）}$$

式中：

d 为资源密度；

y 为拖网渔获率；

v 为平均拖速；

l 为扫海宽度，取浮纲网口宽度的 2/3；t 为拖网时间；E 为逃逸率（这里取 0.5）。

③相对重要性指标（IRI）

$$IRI=（N+W）\times F\times 10^4$$

式中：

N 为某种类的尾数占总渔获尾数的百分比；

W 为某种类的质量占总渔获质量的百分比；

F 为某种类在调查中被捕获的站位数与总调查站位数之比。

5.6.1.1 叶绿素 a 及初级生产力

调查海域叶绿素a含量范围介于 0.87~3.12mg/m^3，平均值为 2.01mg/m^3，各调查站点之间的叶绿素a的含量有一定的差异，其中 5#站点的叶绿素a含量最高，为 3.12 mg/m^3；6#站点叶绿素a含量最低，为 0.87 mg/m^3，详见图 5.6-1。

根据生物生态学参考标准：叶绿素a含量低于 5 mg/m^3 为贫营养，10~20 mg/m^3 之间为中营养，超过 30 mg/m^3 则为富营养。因此，从叶绿素a的含量状况来看，调查海区应属于贫营养区，表明该海域水体较为清瘦，短期内无水体富营养化的风险。

调查海域水体的初级生产力介于 76.08~328.98 mg·C/m^2·d，平均值为 184.99 mg·C/m^2·d，各站点之间的初级生产力有明显差异，其中 13#、16#和 18#站点初级生产力水平较高，8#、9#站点初级生产力水平最低，总体来说，该海域的初级生产力处于偏低水平。

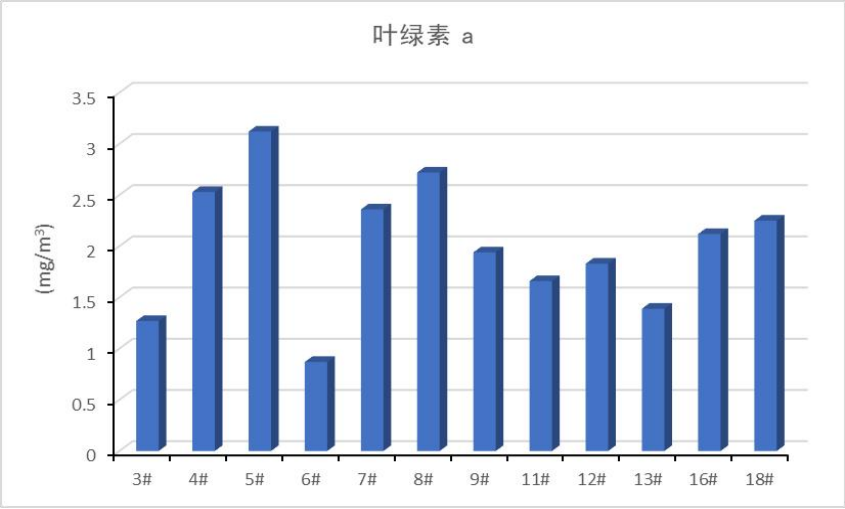


图 5.6-1 各站点海域的叶绿素a含量

表 5.6-2 叶绿素a和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a（mg/m^3）	初级生产力 (mg·C/(m^2·d))
3#	1.27	156.48
4#	2.53	155.02
5#	3.12	245.19
6#	0.87	152.97
7#	2.36	161.89
8#	2.72	76.08
9#	1.94	82.69

站位	叶绿素 a （mg/m^3）	初级生产力 ($mg·C/(m^2·d)$)
11#	1.66	194.58
12#	1.83	99.94
13#	1.39	288.83
16#	2.12	328.98
18#	2.25	277.22
范围	0.87～3.12	76.08～328.98
平均值	2.01	184.99

5.6.1.2 浮游植物

（1）种类组成

调查海域共检出浮游植物 5 门 58 种，详见附录I。其中硅藻门 47 种，占总种类的 81.03%；甲藻门 5 种，占总种类的 8.62%，金藻门 3 种，占总种类的 5.17%，其他门类种类数较少（表 5.6-3），可见冬松岛附近海域的浮游植物是以硅藻为主。

表 5.6-3 浮游植物属种数及所占比例

门 Phyla	属种 genus and species	百分比（%）percentage
硅藻门 Bacillariophyta	47	81.03%
甲藻门 Pyrrophyta	5	8.62%
金藻门 Chrysophyta	3	5.17%
绿藻门 Chlorophyta	2	3.45%
蓝藻门 Cyanophyta	1	1.72%

本次冬松岛各调查站点的浮游植物种类数差异不大（图 5.6-2），各站点浮游植物种类数介于 16-26 种之间，5#站点的种类数最多，为 26 种，3#站点的种类数最少，为 16 种；其他各站点浮游植物种类数相差不大。

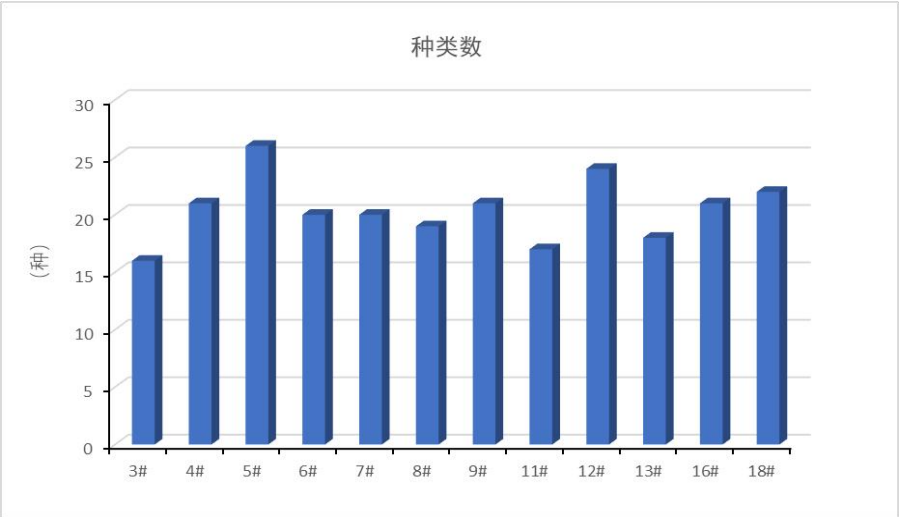


图 5.6-2 各站点浮游植物种类数

（2）数量分布

调查海域各站点的浮游植物密度范围为 25.09~133.11×10⁴cells/L，如图 5.6-3 所示，平均密度为 63.72×10⁴cells/L，调查海域某些站点浮游植物密度差异较为明显，其中 3#、6#站点浮游植物数量最少，分别为 25.71×10⁴cells/L 和 25.09×10⁴cells/L。而位于内湾的 5#站点浮游植物密度最高，为 133.11×10⁴cells/L。

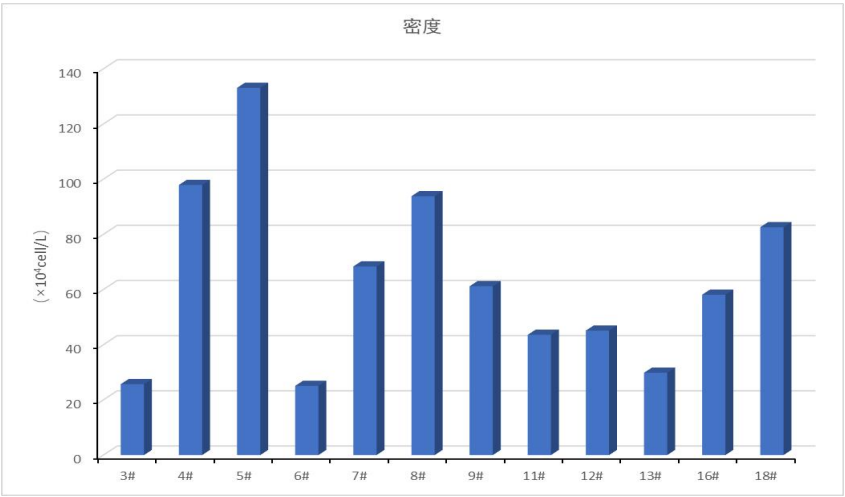


图 5.6-3 各站点浮游植物密度

表 5.6-4 浮游植物丰度（×10⁴cells/m³）及其百分比值（%）

站位	总丰度	硅藻		甲藻		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
3#	25.71	22.65	88.09	1.84	7.16	1.22	4.74
4#	97.93	78.03	79.69	8.42	8.60	11.48	11.72

站位	总丰度	硅藻		甲藻		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
5#	133.11	123.17	92.53	5.36	4.03	4.59	3.45
6#	25.09	22.03	87.80	1.22	4.86	1.84	7.33
7#	68.37	55.10	80.59	5.10	7.46	8.16	11.94
8#	93.84	91.8	97.83	0.00	0.00	2.04	2.17
9#	61.21	47.43	77.50	5.36	8.76	8.42	13.76
11#	43.61	37.49	85.98	2.3	5.27	3.83	8.78
12#	45.14	42.08	93.23	0.77	1.69	2.30	5.08
13#	29.85	25.25	84.63	0.77	2.56	3.83	12.84
16#	58.14	49.98	85.96	3.06	5.26	5.1	8.77
18#	82.62	78.03	94.44	0.00	0.00	4.59	5.56
平均	63.72	56.09	87.36	2.85	4.64	4.78	8.01
范围	25.09～133.11	22.03～123.17	77.50～97.83	0.00～8.42	0.00～8.76	1.22～11.48	2.17～13.76

（3）优势种类及其数量分布

优势种以优势度Y≥0.02的判定为该区域的优势种。根据区域优势种的定义，调查海域浮游植物优势种有 7 种，为长菱形藻*Nitzschia longissima*、洛氏角毛藻*Chaetoceros lorenzianus*、舟形藻*Navicula sp*、星脐圆筛藻*Cosinodiscus asterromphalus*、小环藻*Cyclotella sp.*、佛氏海毛藻*Thalassiothrix frauenfeldii*和偏肿桥弯藻*Cymbella ventricosa*，其中优势度最大的是长菱形藻*Nitzschia longissima*，为 0.089，硅藻在各站点占据绝对优势。各测站优势种属及占比例见表 5.6-5。

表 5.6-5　浮游植物优势种及所占比例

序号	种类	百分占比	出现频率	优势度
1	长菱形藻	9.67%	91.67%	0.089
2	小环藻	6.90%	100%	0.069
3	舟形藻	7.48%	83.33%	0.062
4	洛氏角毛藻	8.74%	58.33%	0.051
5	星脐圆筛藻	5.60%	91.67%	0.051
6	佛氏海毛藻	4.14%	75.00%	0.031
7	偏肿桥弯藻	3.84%	75.00%	0.029

（4）多样性水平

本次调查海域各站位浮游植物多样性指数（*H'*）变化范围 3.59~4.35，平均值为 3.92；均匀度（*J*）变化范围 0.80~0.95，平均值为 0.90；丰富度（*d*）变化范围 0.83~1.23，平均值为 1.01（表 5.6-6）。

调查海域浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度指数均处于中上等水平。参照评价标准，该海域在调查期间，浮游植物多样性指数为优良水平，其种类较丰富，种间分布较均匀，反映该调查海域浮游植物生态环境状况较为良好。

表 5.6-6 浮游植物多样性指数、均匀度（J）和丰富度（d）

站 位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰富度（d）
3#	3.59	0.90	0.83
4#	3.76	0.86	1.00
5#	3.77	0.80	1.23
6#	4.07	0.94	1.06
7#	3.80	0.88	0.98
8#	3.84	0.90	0.91
9#	4.09	0.93	1.04
11#	3.76	0.92	0.85
12#	4.35	0.95	1.22
13#	3.88	0.93	0.93
16#	4.08	0.93	1.04
18#	4.06	0.91	1.07
平均值	3.92	0.90	1.01

5.6.1.3 浮游动物

（1）种类组成

调查断面共检出浮游动物 46 种，详见附录II。主要为桡足类 17 种，原生动物 4 种，腔肠动物 10 种，浮游幼虫 5 种，其他种类较少，浮游动物以桡足类为主，如图 5.6-4 所示。

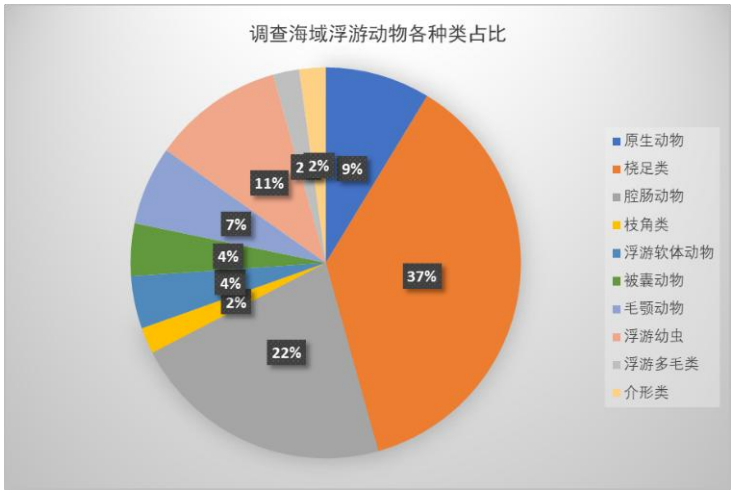


图 5.6-4 浮游动物种类组成占比

各监测站点浮游动物种类数在 11-20 种之间，各监测站点种类数分布较均匀，16#、18#站点种类数较多，均为 20 种，8#站点种类数最低，为 11 种，如图 5.6-5 所示。

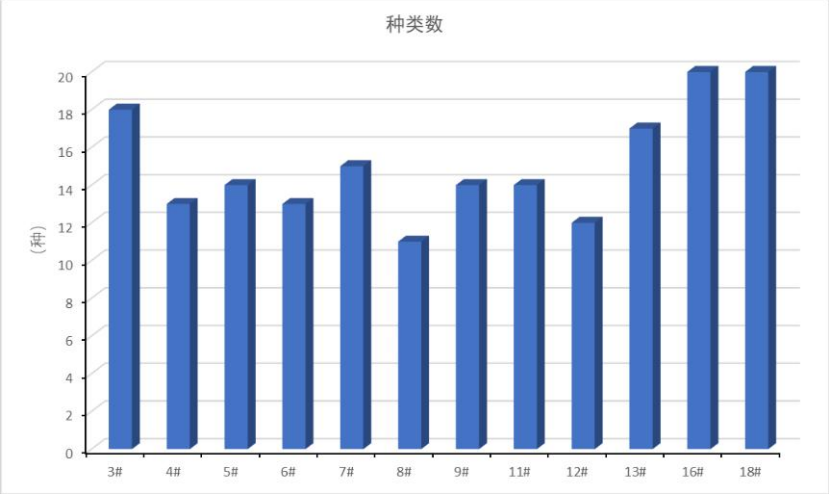


图 5.6-5 各站点浮游动物种类数

（2）数量分布

各监测站点的浮游动物密度为 6.52～21.52 ind./L，平均密度为 15.00 ind./L，如图 5.6-6 所示。8#站点的浮游动物密度明显低于其他站点，其浮游动物密度仅为 6.52 ind./L。位于入海口的 12#、13#、16#和 18#站点的浮游动物密度较高。

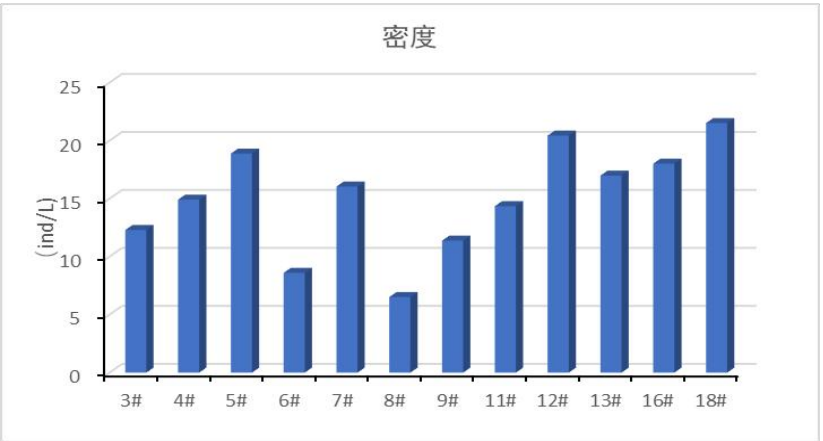


图 5.6-6 各站点浮游动物密度

各监测站点浮游动物生物量的变化范围为 0.03～0.23 mg/L，平均值为 0.09 mg/L，调查站点浮游动物生物量分布较不均匀，位于入海口附近的站点明显高于内湾的站点，如图 5.6-7 所示。其中 13#站点的浮游动物生物量最高，为 0.23 mg/L；9#站点的浮游动物生物量最低，为 0.03 mg/L。

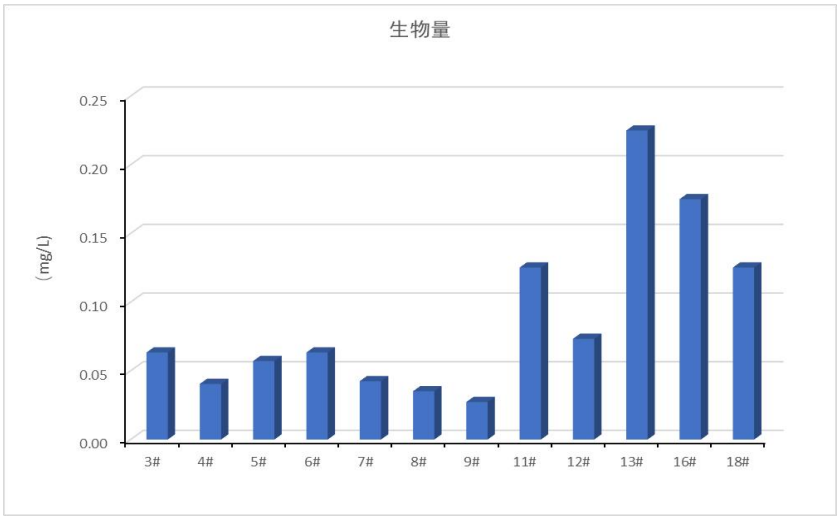


图 5.6-7 各站点浮游动物生物量

表 5.6-7 浮游动物生物量及密度

站位	生物量 （mg/m^3）	密度 （ind./m^3）
3#	0.06	12.30
4#	0.04	14.92
5#	0.06	18.89
6#	0.06	8.61
7#	0.04	16.05
8#	0.04	6.52
9#	0.03	11.38

站位	生物量 （mg/m³）	密度 （ind./m³）
11#	0.13	14.36
12#	0.07	20.44
13#	0.23	16.99
16#	0.18	18.02
18#	0.13	21.52
范围	0.03～0.23	6.52～21.52
平均值	0.09	15.00

（3）优势种类及其数量分布

本次调查海域浮游动物优势种有 6 种，为中华哲水蚤*Calanus sinicus*、针刺拟哲水蚤*Paracalanus aculeatus*、小拟哲水蚤*Paracalanus parvus*、大同长腹剑水蚤*Oithona similis*、根状拟铃虫*Tintinnopsis radix*和藤壶六肢幼虫*Cypris larva*，其中针刺拟哲水蚤*Paracalanus aculeatus*优势度最大，为 0.218。各站优势种属及所占比例见表 5.6-8。

表 5.6-8　浮游动物优势种及所占比例

序号	种类	百分占比	出现频率	优势度
1	中华哲水蚤	13.37%	100%	0.134
2	针刺拟哲水蚤	21.79%	100%	0.218
3	小拟哲水蚤	9.60%	83.33%	0.080
4	大同长腹剑水蚤	10.43%	91.67%	0.096
5	藤壶六肢幼虫	6.09%	83.33%	0.051
6	根状拟铃虫	4.37%	58.33%	0.025

（4）多样性水平

调查海域浮游动物多样性指数（H′）变化范围 3.02~3.86，均值为 3.24；均匀度（J）变化范围 0.73~0.94，均值为 0.84；丰富度（*d*）变化范围 1.07~1.57，均值为 1.26（表 5.6-9）。总体来看，调查海域浮游动物的种类多样性较为丰富，群落结构处于比较稳定的状态。

表 5.6-9　浮游动物多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（d）

站 位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰富度（d）
3#	3.02	0.73	1.39
4#	3.02	0.82	1.07
5#	3.03	0.8	1.16
6#	3.07	0.83	1.11
7#	3.32	0.85	1.20
8#	3.25	0.94	1.08
9#	3.3	0.85	1.42
11#	3.14	0.82	1.13
12#	3.32	0.93	1.17
13#	3.18	0.78	1.33
16#	3.41	0.79	1.48
18#	3.86	0.89	1.57
平均值	3.24	0.84	1.26

5.6.1.4 底栖生物

（1）种类组成

本次调查海域共检出底栖生物 4 门 25 种，详见附录III，软体动物种类数最多，有 15 种，占总种类数的 60.00%，环节动物次之，有 8 种，占总种类数的 32.00%，其他两类动物较少，各为 1 种，各类群的种类百分比组成见图 5.6-8。

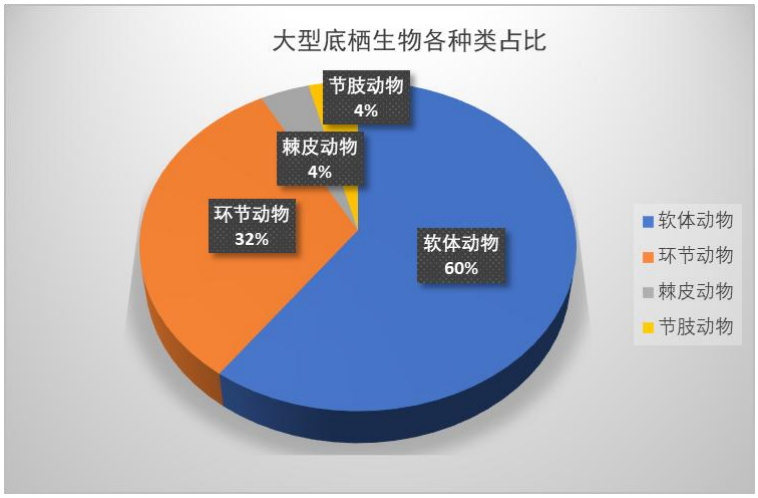


图 5.6-8 调查站点大型底栖生物种类占比

调查水域各个监测站点中，8#站点的种类数量低于其他站点，仅有 3 种，其他站点采集到的底栖生物种类差异不大，均为 5 种左右，其中 5#站点的大型底栖生物种类数最多，为 7 种，可能与其处于生态环境较好的红树林内湾地带有关，各站点底栖生物种类数见图 5.6-9。

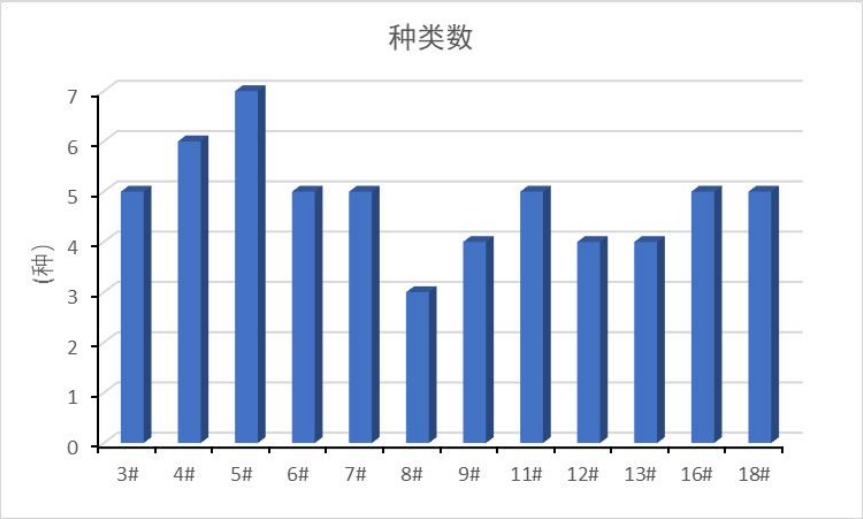


图 5.6-9 各站点大型底栖生物种类数

（2）栖息密度和生物量

底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 85.78 ind/m^2，以环节动物的平均栖息密度最高，为 50.00 ind/m^2，占总密度的 58.29%；软体动物次之，平均栖息密度为 34.00 ind/m^2，占总平均密度的 39.64%；节肢动物和其他类动物的平均栖息密度均为 0.89 ind/m^2，分别占 1.04%。总体来说，调查站点底栖生物的栖息密度分布有较大的差异，内湾站点要高于入海口处的站点（图 5.6-10），8#站点栖息密度最低，为 32.00 ind./m^2。

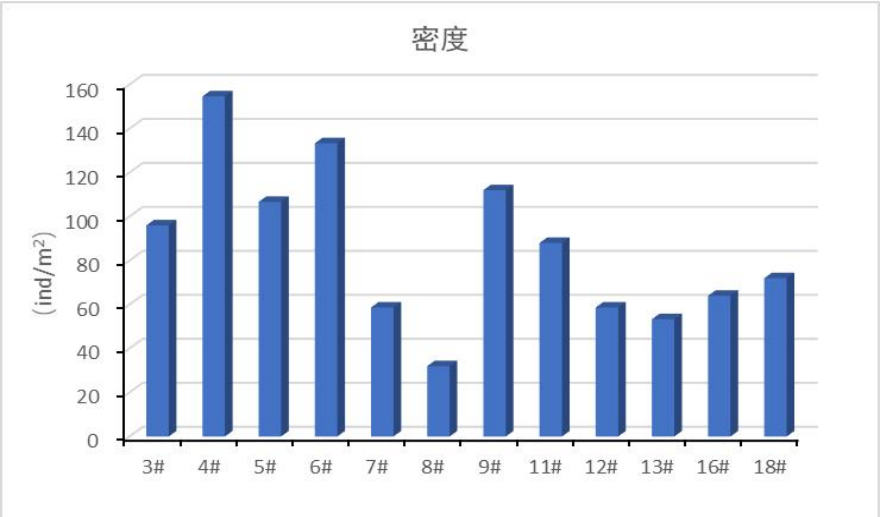


图 5.6-10 各站点大型底栖生物密度

表 5.6-10 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	软体动物	环节动物	节肢动物	其他动物
3#	栖息密度(ind/m²)	96.00	32.00	64.00	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	14.24	12.48	1.76	0.00	0.00
4#	栖息密度(ind/m²)	154.67	21.33	133.33	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	16.16	11.95	4.21	0.00	0.00
5#	栖息密度(ind/m²)	106.67	42.67	64.00	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	32.59	29.44	3.15	0.00	0.00
6#	栖息密度(ind/m²)	133.33	26.67	106.67	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	9.65	6.61	3.04	0.00	0.00
7#	栖息密度(ind/m²)	58.67	16.00	42.67	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	23.57	21.01	2.56	0.00	0.00
8#	栖息密度(ind/m²)	32.00	5.33	26.67	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	1.60	0.75	0.85	0.00	0.00
9#	栖息密度(ind./m²)	112.00	40.00	72.00	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	12.16	2.24	9.92	0.00	0.00
11#	栖息密度(ind/m²)	88.00	8.00	80.00	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	29.68	21.44	8.24	0.00	0.00
12#	栖息密度(ind/m²)	58.67	42.67	0.00	10.67	5.33
	生物量(g/m²)	17.39	4.00	0.00	11.89	1.49
13#	栖息密度(ind/m²)	53.33	53.33	0.00	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	17.87	17.87	0.00	0.00	0.00
16#	栖息密度(ind/m²)	64.00	64.00	0.00	0.00	0.00
	生物量(g/m²)	8.96	8.96	0.00	0.00	0.00
18#	栖息密度(ind/m²)	72.00	56.00	10.67	0.00	5.33
	生物量(g/m²)	13.39	11.57	1.33	0.00	0.48

平均	栖息密度(ind/m²)	85.78	34.00	50.00	0.89	0.89
	生物量(g/m²)	16.43	12.36	2.92	0.99	0.16

底栖生物的平均生物量为 16.43 g/m²，以软体动物居首位，为 12.36 g/m²，占总平均生物量的 75.19%；其次为环节动物，平均生物量为 2.92 g/m²，占总平均生物量的 17.77%；节肢动物平均生物量为 0.99 g/m²，占 6.03%；其他动物的平均生物量为 0.16 g/m²，占 1.00%。位于码头航道上的 8#站点处的底栖生物生物量最低，为 1.60g/m²，显著低于其他站点；生境较好的 5#站点底栖生物生物量最高。

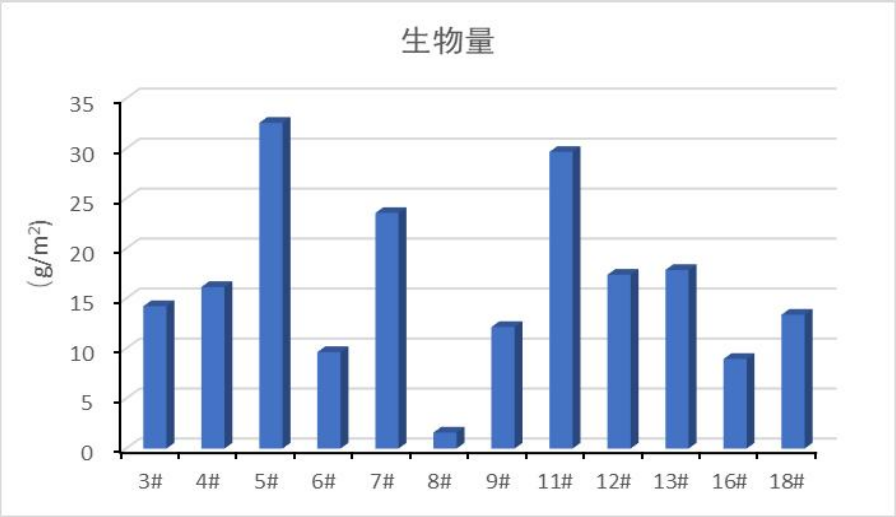


图 5.6-11 各站点底栖生物生物量

（3）优势种及其优势度

本次调查海域的大型底栖动物优势种有 3 种，为简毛拟节虫 *Praxillella gracilies*、寡鳃齿吻沙蚕 *Nephtys oligobranchia* 和粗帝汶蛤 *Timoclea scabra*，其优势度分别为 0.157、0.042 和 0.054。各测站优势种属及所占比例见表 5.6-11。

表 5.6-11 冬松岛调查海域大型底栖动物优势种及所占比例

序号	种类	百分占比	出现频率	优势度
1	简毛拟节虫	26.94%	58.33%	0.157
2	寡鳃齿吻沙蚕	12.69%	33.33%	0.042
3	粗帝汶蛤	10.88%	50.00%	0.054

（4）多样性指数

调查海域各站位大型底栖生物多样性指数（*H′*）变化范围 1.46~2.42，平均值为 1.90；均匀度（*J*）变化范围 0.70~1.03，平均值为 0.86；丰富度（*d*）变化范围 0.71~1.50，平均值为 1.10（表 5.6-12）。多样性指数在各调查站间除 8#站点外，其他站点的差异不大。总体来看，调查海域底栖生物的种类多样性指数、均匀度均处于中等水平，说明调查海域大型底栖生物群落种类多样性较好，生态环境受人为影响程度低。8#站点底栖生物多样性偏低可能与此站点位于码头附近，航道上来往的船只干扰了底栖生物的生活环境。

表 5.6-12 调查海域底栖多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（d）

站 位	多样性指数（H′）	均匀度（J）	丰富度（d）
3#	1.83	0.79	0.96
4#	2.11	0.82	1.03
5#	2.42	0.86	1.39
6#	1.80	0.70	1.08
7#	1.97	0.85	1.16
8#	1.46	0.92	1.00
9#	1.61	0.81	0.79
11#	2.04	0.88	1.16
12#	1.79	0.89	0.87
13#	1.69	0.84	0.71
16#	2.05	1.03	1.50
18#	2.05	0.88	1.50
平均值	1.90	0.86	1.10

5.6.1.5 潮间带生物

（1）种类组成

本次调查共鉴定出潮间带生物 6 门 34 种，详见附录IV。其中，软体动物种类数最多，有 20 种，占总种类数的 58.82%；甲壳动物次之，为 6 种，占总种类数的 17.65%；环节动物 5 种，占总种类数的 14.71%；其他种类较少，均为 1 种，

各类群的种类百分比组成详见图 5.6-12。

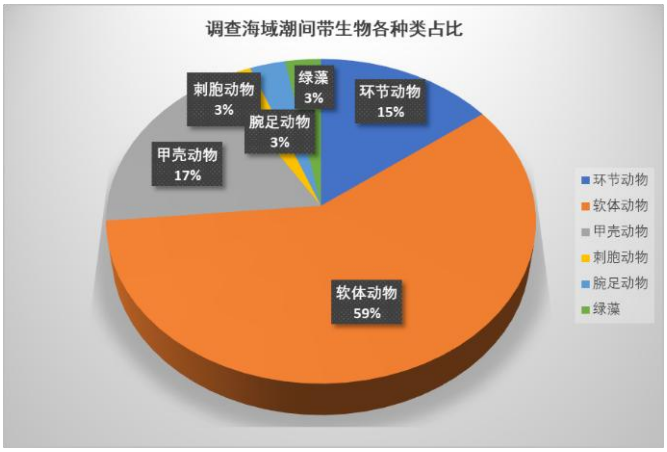


图 5.6-12 冬松岛海域潮间带生物组成

三个调查断面的水平分布上，C1 站点采集到的潮间带生物种类数最多，有 21 种；其次是 C2 站点，采集到 15 种潮间带生物；C3 站最少，为 12 种底栖生物。各测站底栖生物种类分布图详见图 5.6-13。

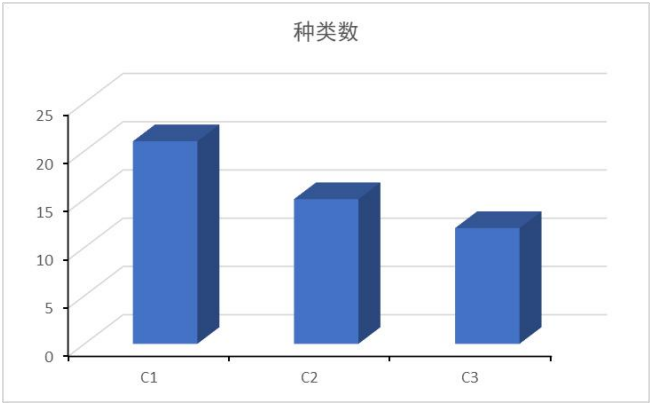


图 5.6-13 各调查站点潮间带生物种类数

调查断面的垂直分布上，潮间带生物种类数表现为：中潮带显著高于高、低潮，高潮带和低潮带的种类数差异不大。高潮带种类数范围为 4-6 种，中潮带种类数范围为 7-11 种，低潮带种类数范围为 5-6 种，其中潮间带生物种类数最多为 C1 中潮带，为 11 种，种类数最低的为 C3 高潮带，仅为 4 种（图 5.6-14）。

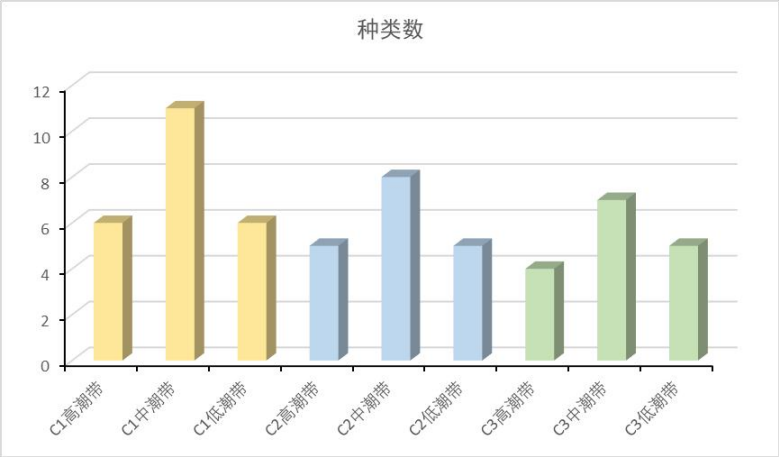


图 5.6-14 各调查站点潮间带生物种类数

（2）栖息密度和生物量

三个调查断面的水平分布上，各调查断面的潮间带生物密度相差不大，C1站点的潮间带生物种类最高，为 318.22 ind/m^2；其次是 C3 站点，潮间带生物密度为 273.78 ind/m^2；C2 站最少，为 241.78 ind/m^2。各调查断面的潮间带生物密度分布图详见图 5.6-15。

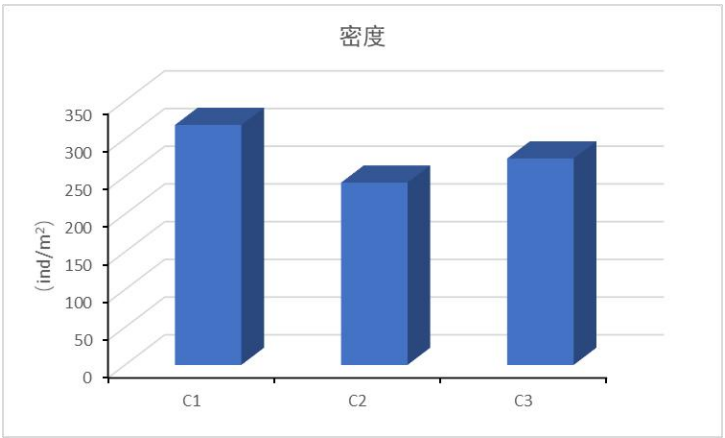


图 5.6-15 冬松岛各调查断面潮间带生物密度

三个调查断面的垂直分布上，调查断面 C2 和 C3 的潮间带生物栖息密度在垂直分布上相似（图 5.6-16），均是中潮带的栖息密度最高，调查断面 C1 的潮间带生物栖息密度在垂直分布上有所差异，为中潮间带的栖息密度最低，高、低潮带的密度较高。造成此种差异的原因可能是两者的生境不同所致，C2、C3 调查断面以泥质底质为主，C1 调查断面则是沙质底质为主。各潮间带中 C1 高潮带

的栖息密度最高，为 389.33 ind/m^2，C3 高潮带的栖息密度最低，为 128.00 ind/m^2。

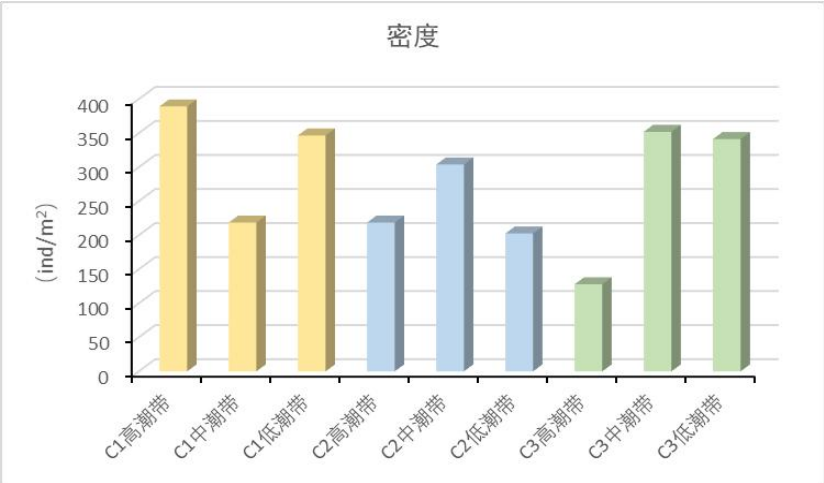


图 5.6-16 冬松岛各调查站点潮间带生物密度

表 5.6-13 潮间带生物量及栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	软体动物	甲壳动物	其他
C1	栖息密度（ind/m^2）	318.22	115.56	152.89	40.89	8.89
	生物量（g/m^2）	184.41	7.95	149.19	11.86	15.41
C2	栖息密度（ind/m^2）	241.78	64.00	172.44	5.33	0.00
	生物量（g/m^2）	276.82	4.91	256.23	15.68	0.00
C3	栖息密度（ind/m^2）	273.78	97.78	172.44	0.00	3.56
	生物量（g/m^2）	105.67	11.52	86.24	0.00	7.91

三个调查断面的水平分布上，各调查断面潮间带生物的生物量有一定的差异，C2 站点潮间带生物的生物量最高，有 276.82 g/m^2；其次是 C1 站点，其潮间带生物的生物量为 184.41 g/m^2；C3 站最少，为 105.67 g/m^2。各调查断面潮间带生物的生物量分布图详见图 5.6-17。

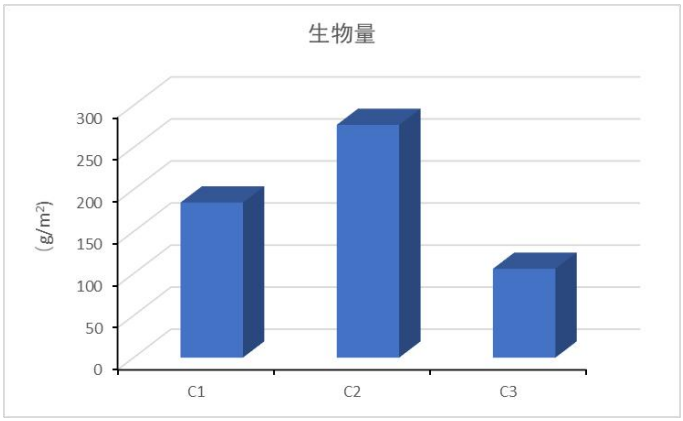


图 5.6-17 冬松岛各调查断面潮间带生物生物量

三个调查断面的垂直分布上，潮间带生物的生物量在各个站点中分布不均匀（图 5.6-18），其生物量均为高潮带>中潮带>低潮带。高潮带的潮间带生物生物量显著高于低潮带的生物量。各个调查站点潮间带生物的生物量变化范围为 38.13~403.25g/m^2，平均生物量为 188.98 g/m^2。生物量最高的站位为 C2 高潮带，生物量最低的站位为 C2 低潮带。

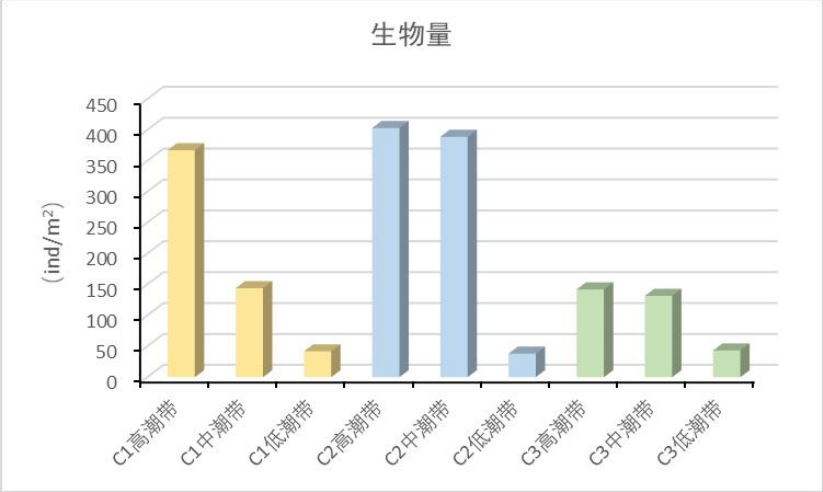


图 5.6-18 冬松岛各调查站点潮间带生物生物量

（3）优势种及其优势度

潮间带生物优势种的优势度计算方法与浮游生物相同，以优势度 Y≥0.02 的为优势种。经统计，调查海区潮间带生物的优势种有简毛拟节虫 *Praxillella gracilies*、曲强真节虫 *Euclymene lombricoides*、珠带拟蟹守螺 *Cerithidea cingulata*、强肋满月蛤 *Cardiolucina rugasa*、红树蛤 *Geloina coaxans* 和粗糙滨螺 *Littoraria scabra*，它们的优势度分别为 0.145、0.121、0.103、0.073、0.066 和 0.030。各调查断面优势种属及所占比例见表 5.6-14。

表 5.6-14 潮间带生物优势种及所占比例

序号	种类	百分占比	出现频率	优势度
1	简毛拟节虫	14.55%	100%	0.145
2	曲强真节虫	12.12%	100%	0.121
3	珠带拟蟹守螺	10.30%	100%	0.103
4	强肋满月蛤	10.91%	66.67%	0.073
5	红树蛤	9.89%	66.67%	0.066
6	粗糙滨螺	8.90%	33.33%	0.03

（4）多样性指数

根据各调查站点潮间带生物的栖息密度计算调查海域的潮间带生物群落的种类多样性指数*H′*、均匀度指数*J′*和丰富度*d*，其结果见表 5.6-15。潮间带生物群落的种类多样性指数的变化范围为 2.85~3.47，平均为 3.32；均匀度指数的变化范围为 0.79~0.86，平均为 0.81；丰富度指数的变化范围为 1.51~2.67，平均为 2.05。调查海区潮间带生物分布有一定差异，位于冬松岛上断面C1 在生物多样性和丰富度要优于其他两个断面。总体来看，调查海域潮间带生物的种类多样性处于中上等水平，生物数量比较丰富，群落结构较为稳定，表明该区的生态环境较为良好。

表 5.6-15 调查断面潮间带生物多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（d）

站 位	多样性指数（*H′*）	均匀度（*J*）	丰富度（*d*）
C1	3.47	0.79	2.67
C2	3.36	0.86	1.98
C3	2.85	0.79	1.51
平均值	3.23	0.81	2.05

5.6.1.6 鱼卵仔鱼

（1）种类组成

本次调查海域各站点共鉴定出鱼卵仔稚鱼 8 种；其中鱼卵共鉴定出 4 科 4 种，鱼卵均鉴定到属；仔稚鱼共鉴定出 5 科 5 种，其中鉴定到科的有 4 种，鉴定到属的有 1 种。鱼卵与仔稚鱼名录详见附录V。

（2）数量分布

调查海域各站点鱼卵密度范围为 0.08~0.28 ind./m^3，平均密度为 0.18 ind./m^3，各站点鱼卵密度具有一定的差异，5#，9#、12#和 13#站点鱼卵密度较大，均超过 0.25 ind./m^3，8#站点鱼卵密度最小，仅为 0.08 ind./m^3。本次调查海域各站点的仔稚鱼密度范围为 0.005~0.020 ind./m^3，平均密度为 0.014 ind./m^3。13#站点的仔稚鱼密度最大，为 0.020 ind./m^3。

表 5.6-16　水平拖网鱼卵与仔稚鱼密度

站位	发育阶段		合计（ind./m³）
	鱼卵（ind./m³）	仔稚鱼（ind./m³）	
3#	0.200	0.013	0.213
4#	0.222	0.011	0.234
5#	0.278	0.017	0.295
6#	0.167	0.011	0.178
7#	0.111	0.006	0.118
8#	0.080	0.005	0.085
9#	0.267	0.014	0.280
11#	0.111	0.018	0.129
12#	0.267	0.019	0.286
13#	0.267	0.020	0.287
16#	0.111	0.019	0.130
18#	0.111	0.013	0.124
平均值	0.200	0.013	0.213

（3）优势种

根据本次拖网调查采集的样品鉴定分析结果来看，鱼卵优势种有 4 种，其中鳢属*Sillago sp.*鱼卵优势度最高，为 0.325；小公鱼属*Stolephorus sp.*鱼卵优势度最低，为0.077。仔稚鱼优势种有4种，仔稚鱼优势度最高的为金钱鱼科*Nemipteridae*，优势度均为 0.150。鱼卵与仔稚鱼优势种详见表 5.6-17。

表 5.6-17　鱼卵、仔稚鱼优势种及所占比例

序号	种类	发育阶段	百分占比	出现频率	优势度
1	小公鱼属	鱼卵	15.38%	50.00%	0.077
2	鳢属	鱼卵	43.36%	75.00%	0.325
3	舌鳎	鱼卵	13.70%	41.67%	0.057
4	鮻	鱼卵	27.54%	58.33%	0.161
5	鳢属	仔稚鱼	22.04%	50.00%	0.110
6	金钱鱼科	仔稚鱼	29.94%	50.00%	0.150
7	龙头鱼科	仔稚鱼	22.93%	41.67%	0.096
8	灯笼鱼科	仔稚鱼	14.97%	25.00%	0.037

5.6.1.7 游泳生物

（1）种类组成

本次渔业资源调查共捕获游泳动物 3 大类 53 种（物种名录见附录V）；其中鱼类有 34 种，占总种数的 64.15%；甲壳类 17 种，占总种数的 32.08%；头足类 2 种，占总种数的 3.77%。各类群的种类百分比组成详见图 5.6-19。

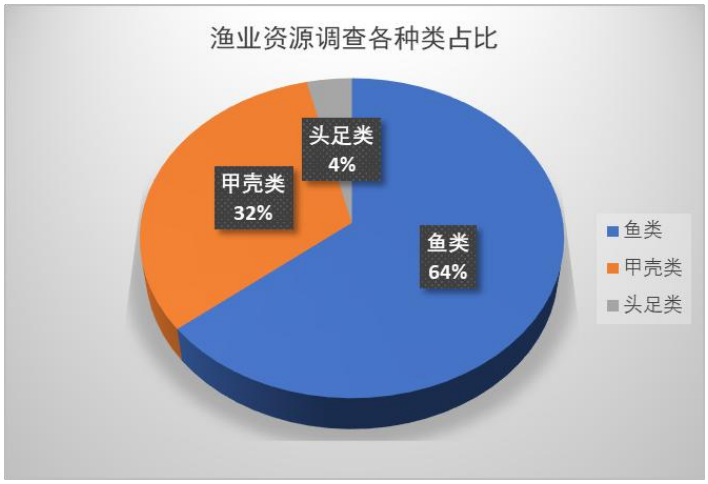


图 5.6-19 冬松岛渔业资源调查生物种类组成占比

（2）资源密度

本次海域调查的游泳动物平均个体密度和重量密度分别为 27522ind./km^2 和 374.039kg/km^2；其中游泳动物中的鱼类平均个体密度和平均重量密度分别为 17478ind./km^2 和 230.742kg/km^2；甲壳类平均个体密度和平均重量密度分别为 9855ind./km^2 和 135.698kg/km^2；头足类游泳动物平均个体密度和平均重量密度分别为 188ind./km^2 和 7.599kg/km^2。调查海域各个站点的游泳动物资源密度分布有所不同（表 5.6-18），各站点游泳动物个体密度范围为 7455~50216 ind./km^2，最大值出现在 11#站位，最小值出现在 8#站位；各站点游泳动物质量密度范围为 77.950~634.802kg/km^2，最高值出现在 18#站位，最低值出现在 8#站位。

表 5.6-18 各站位的个体密度（ind./km^2）和重量密度（kg/km^2）

调查站位	鱼类		甲壳类		头足类		总计	
	个体密度	重量密度	个体密度	重量密度	个体密度	重量密度	个体密度	重量密度
3#	11347	132.934	6563	77.545	185	6.385	18095	216.863
4#	8816	106.524	4980	60.358	0	0.000	13796	166.882
5#	13208	173.841	7556	101.407	213	7.822	20978	283.070
6#	15146	170.026	8560	99.182	244	9.227	23950	278.435

7#	7725	92.030	4474	53.684	0	0.000	12199	145.715
8#	4542	50.126	2913	27.824	0	0.000	7455	77.950
9#	14189	185.428	7953	108.166	227	8.943	22370	302.537
11#	31806	448.916	17899	263.530	511	21.367	50216	733.813
12#	22014	298.259	12427	176.983	0	0.000	34442	475.242
13#	26518	375.226	15113	225.134	426	18.124	42057	618.484
16#	26149	348.368	13919	206.314	0	0.000	40068	554.682
18#	28278	387.225	15907	228.252	454	19.325	44640	634.802
平均值	17478	230.742	9855	135.698	188	7.599	27522	**374.039**

（3）优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用Pinkas等提出的相对重要性指数IRI，来分析渔获物数量组成中其生态优势种的成分，依此确定优势种。以*IRI*值大于 500 的种类为优势种，*IRI*值在 100~500 的为主要种类，优势种和主要种类组成优势种群。本次调查的鱼类优势种有 5 种，分别为黄鳍棘鲷*Acanthopagrus schlegelii*、多鳞鱚*Sillago sihama*、长鳍银鲈*Sillago sihama*、远洋梭子蟹*Portunus pelagicus*和黑斑口虾姑*Oratosquilla kempi*，主要种类有矛尾虾虎鱼*Chaemrichthys stigmatias* 、 大 滩 涂 鱼 *Boleophthalmus pectinirostris* 和 短 吻 鳐 *Leiognathus brevirostris*。

表 5.6-19　鱼类的优势种类

种名	**N（%）**	**W（%）**	**F（%）**	***IRI***
黄鳍棘鲷	7.10%	33.97%	75.00%	3080.35
长鳍银鲈	5.33%	13.95%	58.33%	1124.68
多鳞鱚	6.51%	6.56%	66.67%	871.16
矛尾虾虎鱼	5.33%	6.14%	41.67%	477.83
大滩涂鱼	4.73%	5.55%	41.67%	428.44
短吻鳐	4.14%	4.62%	25.00%	219.10
远洋梭子蟹	5.33%	19.59%	66.67%	1660.75
黑斑口虾姑	4.14%	8.44%	41.67%	524.12

5.6.2 2021 年 4 月（春季）海洋生态现状调查与评价

广东天鉴检测技术服务股份有限公司于 2021 年 04 月 09 日至 04 月 12 日在广东省湛江市徐闻县冬松岛渡改桥新建工程附近海域开展春季海洋生态调查，本

次调查布设海洋生态调查站位 12 个（包含叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物），潮间带生物调查断面 3 个，站位布设见表 5.3-1 和图 5.3-1。

海洋生态各项目监测方法按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB/T 17378-2007）中相应的要求执行，详见 5.6.1 节。

5.6.2.1 叶绿素 a 及初级生产力

调查海域表层水体海水叶绿素a的含量介于 1.17~5.74 mg/m^3 之间，平均含量为 3.11 mg/m^3，各调查站点之间的叶绿素a的含量差异较大，其中 4#站点的叶绿素a含量最高，为 5.74 mg/m^3，16#站点最低，为 1.17 mg/m^3，详见图 5.6-20。

根据生物生态学参考标准：叶绿素a含量低于 5 mg/m^3 为贫营养，10~20 mg/m^3 之间为中营养，超过 30 mg/m^3 则为富营养。因此，从叶绿素a的含量状况来看，调查海区大部分属于贫营养区，表明该海域水体较为清瘦，短期内无水体富营养化的风险。

调查海域水体的初级生产力介于 121.40~427.88 mg·C/m^2·d，平均值为 259.92 mg·C/m^2·d，各站点之间的初级生产力有所不同，其中 11#站点初级生产力水平最高，为 427.88mg·C/m^2·d，总体来说，调查海域的初级生产力处于中等水平。

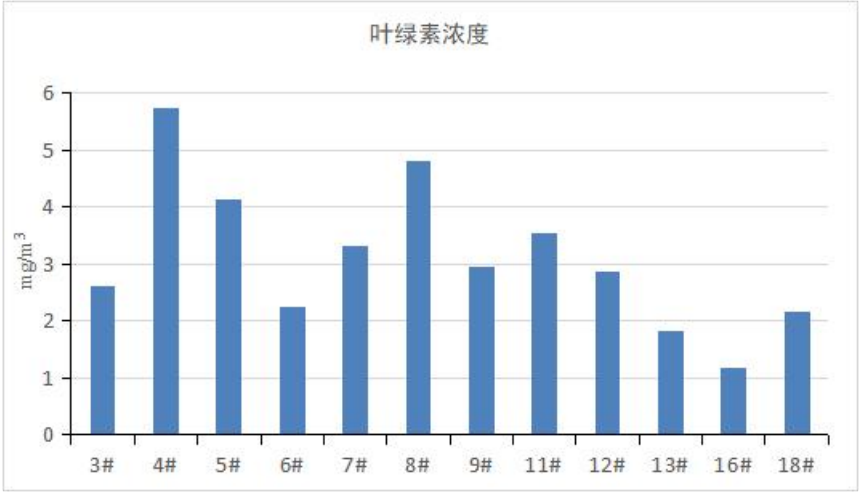


图 5.6-20 各站点海域的叶绿素 a 含量

表 5.6-20 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

站位	叶绿素 a（mg/m^3）	初级生产力(mg·C/(m^2·d))
3#	2.61	285.07
4#	5.74	282.89

5#	4.13	187.04
6#	2.25	350.65
7#	3.32	269.76
8#	4.82	147.67
9#	2.94	121.40
11#	3.53	427.88
12#	2.86	144.76
13#	1.83	391.23
16#	1.17	205.71
18#	2.15	304.99
范围	1.17~5.74	121.40~427.88
平均	3.11	259.92

5.6.2.2 浮游植物

（1）种类组成

调查海域共检出浮游植物 5 门 72 种，详见附录I。其中硅藻门 58 种，占总种类的 80.56%，绿藻门 5 种，占总种类数的 6.94%，其他门类种类数较少（表 5.6-21），可见冬松岛附近海域的浮游植物是以硅藻为主。

表 5.6-21　浮游植物属种数及所占比例

门 Phyla	种数 Species	百分比（%） Percentage
硅藻门 Bacillariophyta	58	80.56
金藻门 Chrysophyta	3	4.17
甲藻门 Pyrrophyta	4	5.56
绿藻门 Chlorophyta	5	6.94
蓝藻门 Cyanophyta	2	2.78

本次冬松岛各调查站点的浮游植物种类数差异不大（图 5.6-21），各站点浮游植物种类数介于 19-29 种之间，8#站点的种类数最多，为 29 种，16#站点的种类数最少，为 19 种；其他各站点浮游植物种类数相差不大。

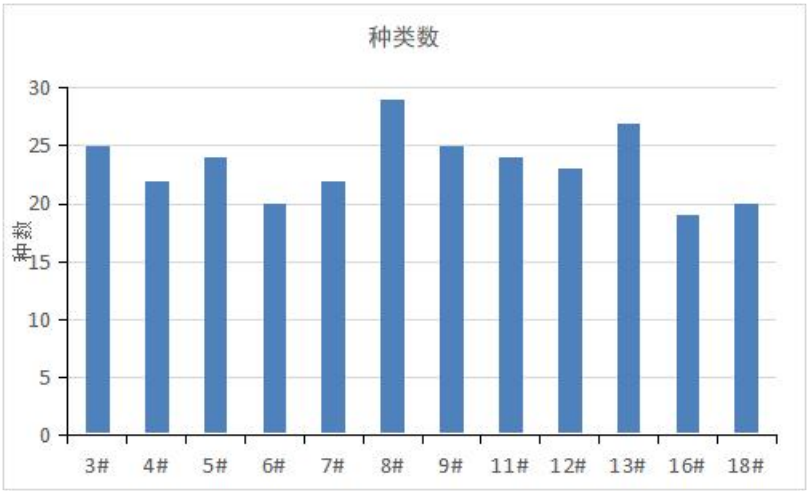


图 5.6-21 各站点浮游植物种类数

（2）数量分布

调查海域的浮游植物密度范围为 28.76~193.8×10⁴cells/L，平均密度为 80.24×10⁴cells/L（图 5.6-22），调查海域某些站点浮游植物密度差异较为明显，其中 3#、6#站点浮游植物数量最少，分别为 28.76×10⁴cells/L和 28.77×10⁴cells/L。而 4#站点浮游植物密度最高，为 193.8×10⁴cells/L。

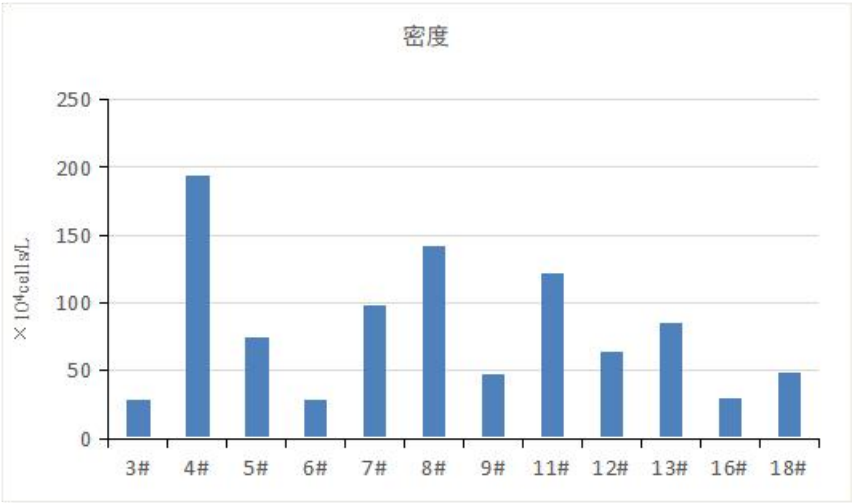


图 5.6-22 各站点浮游植物密度

表 5.6-22 浮游植物丰度（×10⁴cells/m³）及其百分比值（%）

站位	总丰度	硅藻		甲藻		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
3#	28.76	25.70	89.36	1.22	4.26	1.84	6.38
4#	193.80	189.72	97.89	0.00	0.00	4.08	2.11
5#	74.49	57.14	76.71	5.10	6.85	12.24	16.44
6#	28.77	25.10	87.23	1.84	6.38	1.84	6.38

7#	98.69	78.80	79.84	8.42	8.53	11.48	11.63
8#	141.53	132.35	93.51	4.59	3.24	4.59	3.24
9#	47.43	44.37	93.55	0.77	1.61	2.30	4.84
11#	122.40	97.92	80.00	1.53	1.25	22.95	18.75
12#	64.26	50.49	78.57	5.36	8.33	8.42	13.10
13#	84.66	69.36	81.93	3.06	3.61	12.24	14.46
16#	29.84	23.72	79.49	0.77	2.56	5.36	17.95
18#	48.20	41.31	85.71	2.30	4.76	4.59	9.52
平均	80.24	69.66	85.32	2.91	4.28	7.66	10.40
范围	28.76~193.80	23.72~189.72	76.71~97.89	0.00~8.42	0.00~8.53	1.84~22.95	2.11~18.75

（3）优势种类及其数量分布

以优势度Y≥0.02 的判定为该区域的优势种，调查海域浮游植物主要优势种有 9 种，为长菱形藻*Nitzschia longissima*、小环藻*Cyclotella sp.*、舟形藻*Navicula sp.* 菱形藻*Nitzschia sp.*、偏肿桥弯藻*Cymbella ventricosa*、星脐圆筛藻*Cosinodiscus asterromphalus*、洛氏角毛藻*Chaetoceros lorenzianus*、长海毛*Thalassiothrix longissima*和球等鞭金藻*Isochrysis galbana*，其中优势度最大的是长菱形藻*Nitzschia longissima*，为 0.0704，硅藻在各站点占据绝对优势（表 5.6-23）。

表 5.6-23 浮游植物优势种及所占比例

排名	种类	所占比例（%）	出现频率（%）	优势度
1	长菱形藻	7.68	91.67	0.0704
2	小环藻	6.77	100	0.0677
3	舟形藻	6.26	91.67	0.0573
4	菱形藻	5.56	75	0.0417
5	偏肿桥弯藻	4.88	75	0.0366
6	星脐圆筛藻	3.92	91.67	0.0359
7	洛氏角毛藻	5.99	58.33	0.0349
8	长海毛藻	4.56	75	0.0342
9	球等鞭金藻	4.10	83.33	0.0342

（4）多样性水平

调查海域各站位浮游植物多样性指数（*H'*）变化范围 3.8~4.42，平均值 4.09；均匀度（*J*）变化范围 0.82~0.95，平均值为 0.90；丰富度（*d*）变化范围 0.99~1.32，平均值为 1.15（表 5.6-24）。

本次调查，浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度指数均处于中上等水平。参照评价标准，该海域在调查期间，浮游植物种类较丰富，种间分布较均匀，反映该调查海域浮游植物生态环境状况较为良好。

表 5.6-24 浮游植物多样性指数、均匀度（J）和丰富度（d）

采样点	多样性指数 *H*	均匀度指数 *J*	丰富度指数 *d*
3#	4.39	0.95	1.32
4#	3.92	0.88	1.01
5#	4.01	0.87	1.18
6#	3.81	0.88	1.05
7#	3.8	0.85	1.05
8#	3.97	0.82	1.37
9#	4.42	0.95	1.27
11#	4.16	0.91	1.14
12#	4.21	0.93	1.14
13#	4.38	0.92	1.32
16#	3.95	0.93	0.99
18#	4.02	0.93	1.01
均值	4.09	0.90	1.15

5.6.2.3 浮游动物

（1）种类组成

调查断面共检出浮游动物 62 种，详见附录II。主要为桡足类 17 种，腔肠动物 13 种，原生动物 8 种，浮游幼虫 7 种，其他种类较少，浮游动物以桡足类为主（图 5.6-23）。

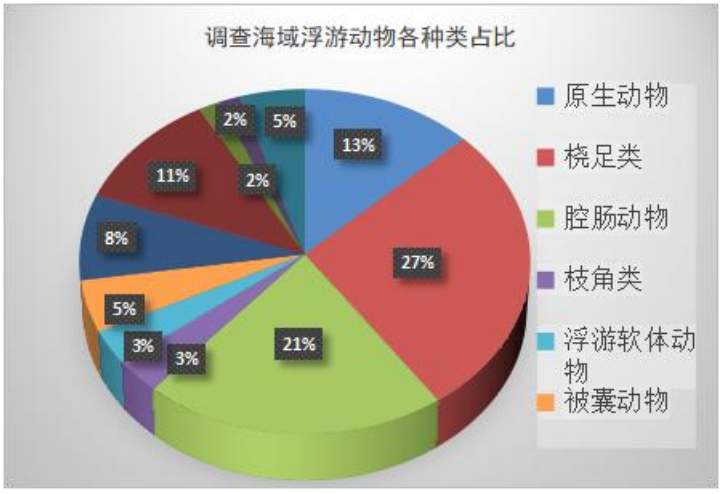


图 5.6-23 浮游动物种类组成占比

各监测站点浮游动物种类数在 10-29 种之间，各监测站点种类数分布不太均匀，6#、13#站点种类数较多，分别为 24 种和 29 种，9#站点种类数最低，仅 10 种，如图 5.6-24 所示。

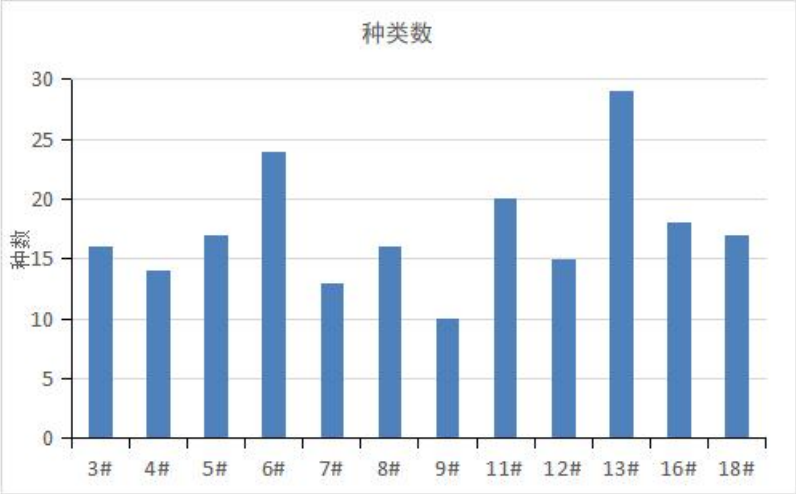


图 5.6-24 各站点浮游动物种类数

（2）数量分布

各监测站点的浮游动物密度为 6.84～30.37 ind./L，平均密度为 17.42 ind./L，如图 5.6-25 所示。3#、4#站点的浮游动物密度明显低于其他站点，其浮游动物密度仅为 9.18 ind./L 和 6.84 ind./L。

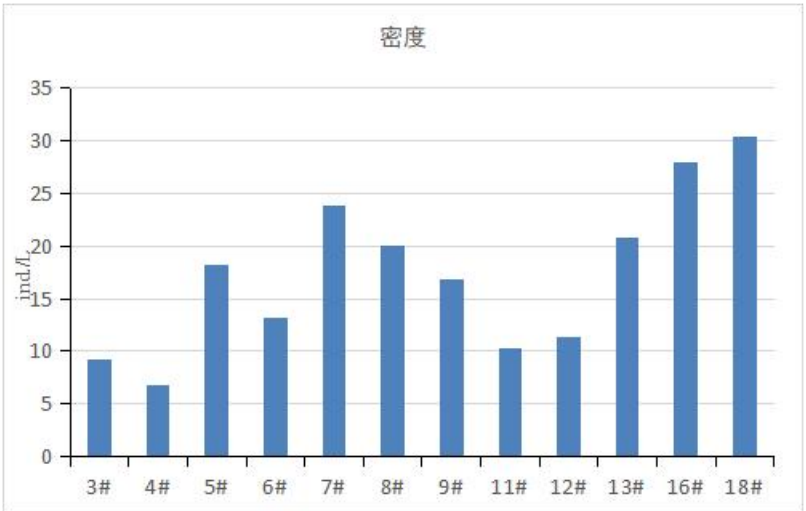


图 5.6-25 各站点浮游动物密度

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 0.0129mg/m^3～0.3308mg/m^3，平均生物量为 0.0864mg/m^3。

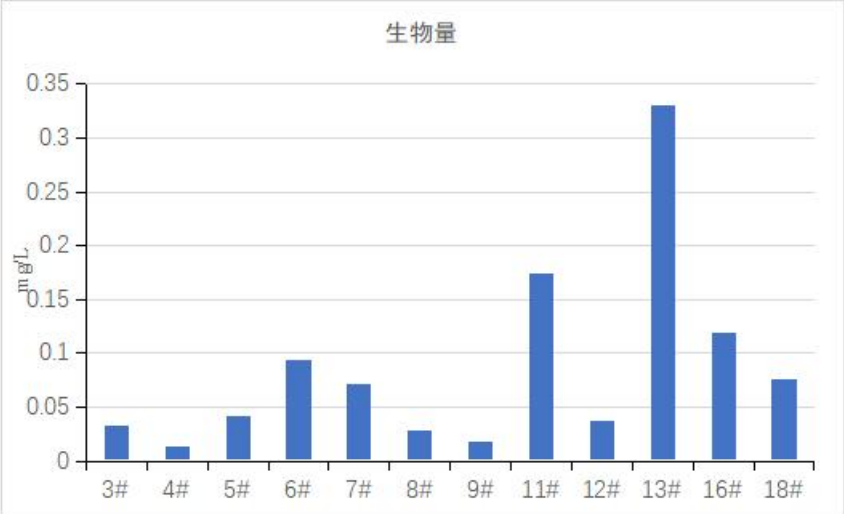


图 5.6-26 各站点浮游动物生物量

表 5.6-25 浮游动物生物量及密度

站位	生物量（mg/m^3）	密度（$ind./m^3$）
3#	0.0333	9.18
4#	0.0129	6.84
5#	0.0422	18.22
6#	0.0935	13.13
7#	0.0721	23.87
8#	0.0281	20.05
9#	0.018	16.87
11#	0.1748	10.3
12#	0.0367	11.38
13#	0.3308	20.89
16#	0.1192	27.98
18#	0.0757	30.37
平均	0.0864	17.42
范围	0.0129~0.3308	6.84~30.37

（3）优势种类及其数量分布

本次调查海域主要的浮游动物优势种有 6 种，为针刺拟哲水蚤*Paracalanus aculeatus*、中华哲水蚤*Calanus sinicus*、大同长腹剑水蚤*Oithona similis*、小拟哲水蚤*Paracalanus parvus*、藤壶六肢幼虫*Cypris larva*和小哲水藻*Nannocalanus minor*，其中针刺拟哲水蚤*Paracalanus aculeatus*百分占比最大，为 25.11%。各站优势种属及所占比例见表 5.6-26。

表 5.6-26　浮游动物优势种及所占比例

排名	总种类数	所占比例（%）	出现频率（%）	优势度
1	针刺拟哲水蚤	25.11	100	0.2511
2	中华哲水蚤	14.92	100	0.1492
3	大同长腹剑水蚤	8.85	91.67	0.0811
4	小拟哲水蚤	8.81	83.33	0.0734
5	藤壶六肢幼虫	5.71	83.33	0.0476
6	小哲水蚤	4.06	83.33	0.0338

（4）多样性水平

调查海域各站位浮游动物多样性指数（H′）变化范围 2.66~3.88，平均值为 3.28；均匀度（J）变化范围 0.67~0.92，平均值为 0.81；丰富度（*d*）变化范围 0.98~2.15，平均值为 1.43（表 5.6-27）。多样性指数在各调查站间的差异不大。总体来看，调查海域浮游动物的种类多样性指数、均匀度均处于中上等水平，群落结构处于比较稳定的状态，生物多样性较高。

表 5.6-27　浮游动物多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（d）

采样点	多样性指数 *H*	均匀度指数 *J*	丰富度指数 *d*
3#	3.27	0.82	1.38
4#	3.48	0.91	1.39
5#	3.61	0.88	1.35
6#	3.18	0.69	1.86
7#	2.66	0.72	1.01
8#	3.21	0.80	1.32
9#	3.05	0.92	0.98
11#	3.88	0.90	1.65
12#	3.34	0.85	1.42
13#	3.87	0.80	2.15
16#	2.79	0.67	1.34
18#	2.96	0.72	1.27
均值	3.28	0.81	1.43

5.6.2.4 底栖生物

（1）种类组成

本次调查海域共检出底栖生物 4 门 29 种，详见附录III，软体动物种类数最

多，有 17 种，占总种类数的 62.07%，环节动物次之，有 9 种，占总种类数的 31.03%，其他两类动物较少，各为 1 种，各类群的种类百分比组成见图 5.6-27。

图 5.6-27 调查站点大型底栖生物种类占比

调查海域各个监测站点中，各个站点采集到的底栖生物种类差异不大，均为 3-6 种，各站点底栖生物种类数见图 5.6-28。

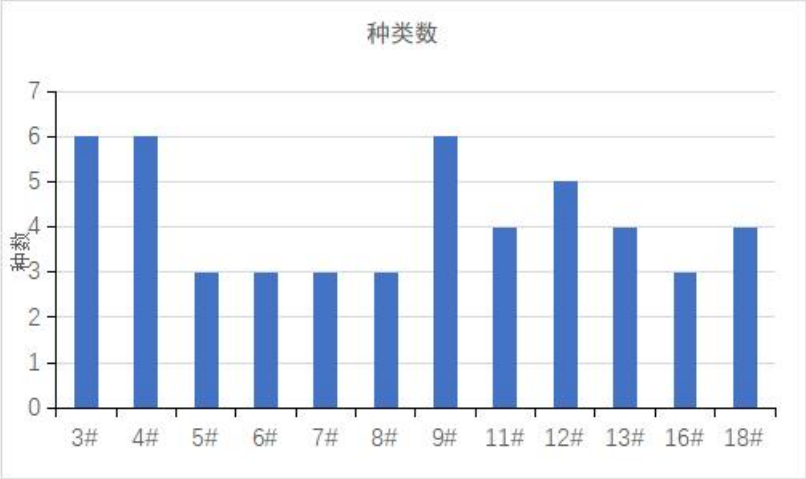


图 5.6-28 各站点大型底栖生物种类数

（2）栖息密度和生物量

本次调查海域的底栖生物栖息密度范围为 21.33-224 ind./m^2，平均栖息密度为 92.22 ind./m^2，调查站点底栖生物的栖息密度分布有较大的差异。总体来说，内湾站点要高于入海口处的站点，（图 5.6-29），8#、13#和 18#站点栖息密度最低，为 21.33 ind./m^2。

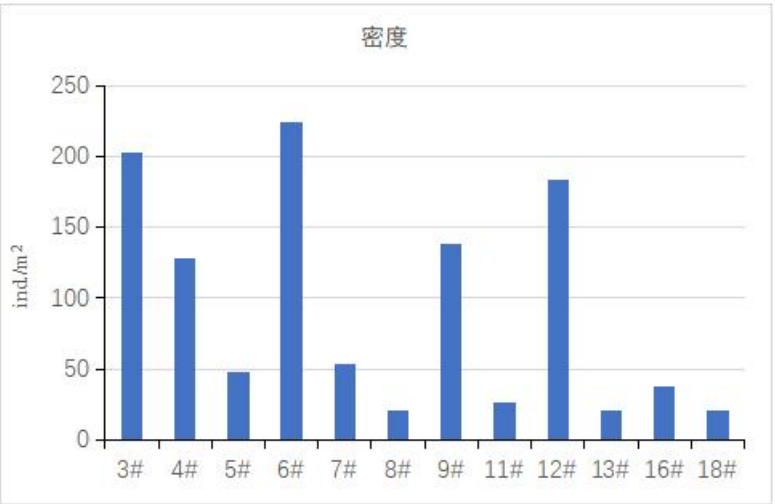


图 5.6-29 各站点大型底栖生物密度

表 5.6-28 底栖生物各类群的生物量和栖息密度

站位	项目	合计	软体动物	环节动物	节肢动物	其他动物
3#	栖息密度(ind/m²)	202.67	26.67	176.00	0.00	0.0
	生物量(g/m²)	15.09	10.03	5.07	0.00	0.0
4#	栖息密度(ind/m²)	128	112	16.00	0.00	0.0
	生物量(g/m²)	52.75	52.32	0.43	0.00	0.0
5#	栖息密度(ind/m²)	48	0.00	48.00	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	1.71	0.00	1.71	0.0	0.00
6#	栖息密度(ind/m²)	224	16.00	208.00	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	11.76	1.28	10.48	0.0	0.00
7#	栖息密度(ind/m²)	53.33	26.67	26.67	0.00	0.0
	生物量(g/m²)	3.04	1.28	1.76	0.00	0.0
8#	栖息密度(ind/m²)	21.33	10.67	10.67	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	1.33	0.91	0.43	0.0	0.00
9#	栖息密度(ind/m²)	138.67	32.00	106.67	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	10.13	6.93	3.20	0.0	0.00
11#	栖息密度(ind/m²)	26.67	10.67	0.00	10.7	5.33
	生物量(g/m²)	1.49	0.38	0.00	0.7	0.43
12#	栖息密度(ind/m²)	184	8.00	176.00	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	47.2	38.40	8.80	0.0	0.00
13#	栖息密度(ind/m²)	21.33	21.33	0.00	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	2.99	2.99	0.00	0.0	0.00
16#	栖息密度(ind/m²)	37.33	37.33	0.00	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	1.17	1.17	0.00	0.0	0.00
18#	栖息密度(ind/m²)	21.33	16.00	5.33	0.0	0.00
	生物量(g/m²)	1.71	1.07	0.64	0.0	0.00

平均	栖息密度(ind/m²)	92.22	26.45	64.45	0.89	0.44
	生物量(g/m²)	12.53	9.73	2.71	0.06	0.04

冬松岛各站点的大型底栖生物生物量差异较大，其生物量变化范围为1.17-52.75 g/m²，如图 5.6-30 所示，平均生物量为 12.53 g/m²，16#站点处的底栖生物生物量最低，为 1.17 g/m²；4#站点采集到了密度较高的珠带拟蟹守螺 *Cerithidea cingulata* ，致使 4#站点底栖生物的生物量最高，达到了 52.75 g/m²。

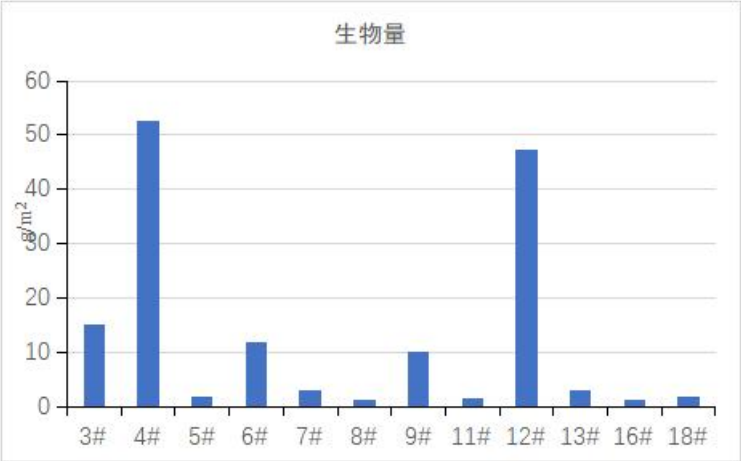


图 5.6-30 各站点底栖生物生物量

（3）优势种及其优势度

本次调查海域的大型底栖动物优势种有 3 种，为简毛拟节虫 *Praxillella gracilies*、寡鳃齿吻沙蚕 *Nephtys oligobranchia* 和珠带拟蟹守螺 *Cerithidea cingulata*，其优势度分别为 0.084、0.037 和 0.029。各测站优势种属及所占比例见表 5.6-29。

表 5.6-29 冬松岛调查海域大型底栖动物优势种及所占比例

排名	底栖总种类	所占比例（%）	出现频率（%）	优势度
1	简毛拟节虫	20.24	41.67	0.0843
2	寡鳃齿吻沙蚕	14.70	25	0.0367
3	珠带拟蟹守螺	11.57	25	0.0289

（4）群落结构指数

调查海域各站位大型底栖生物多样性指数（*H'*）变化范围 0.59~2.02，平均

值为 1.61；均匀度（*J*）变化范围 0.37~1.00，平均值为 0.82；丰富度（*d*）变化范围 0.42~1.50，平均值为 0.97（表 5.6-30）。多样性指数在各调查站间除 6#站点外，其他站点的差异不大。总体来看，调查海域底栖生物的种类多样性指数处于一般水平，均匀度均处于良好水平，说明调查海域大型底栖生物群落结构较好，生态环境受人为影响有限。

表 5.6-30 调查海域底栖多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（d）

采样点	多样性指数 *H*	均匀度指数 *J*	丰富度指数 *d*
3#	2.02	0.78	0.95
4#	1.37	0.53	1.09
5#	1.44	0.91	0.63
6#	0.59	0.37	0.42
7#	1.49	0.94	0.6
8#	1.5	0.95	1
9#	1.9	0.74	1.06
11#	1.92	0.96	1.29
12#	1.59	0.69	0.88
13#	2	1	1.5
16#	1.45	0.91	0.71
18#	2	1	1.5
均值	1.61	0.82	0.97

5.6.2.5 潮间带生物

（1）种类组成

本次调查共鉴定出潮间带生物 5 门 34 种，详见附录IV。其中，软体动物种类数最多，有 21 种，占总种类数的 63.64%；环节动物次之，为 7 种，占总种类数的 21.21%；甲壳动物 4 种，占总种类数的 12.12%；其他种类较少，均为 1 种，各类群的种类百分比组成详见图 5.6-31。

图 5.6-31 冬松岛海域潮间带生物组成

三个调查断面的水平分布上，C1 站点采集到的潮间带生物种类数最多，有 21 种；C2 和 C3 站点均为 14 种（图 5.6-32）。

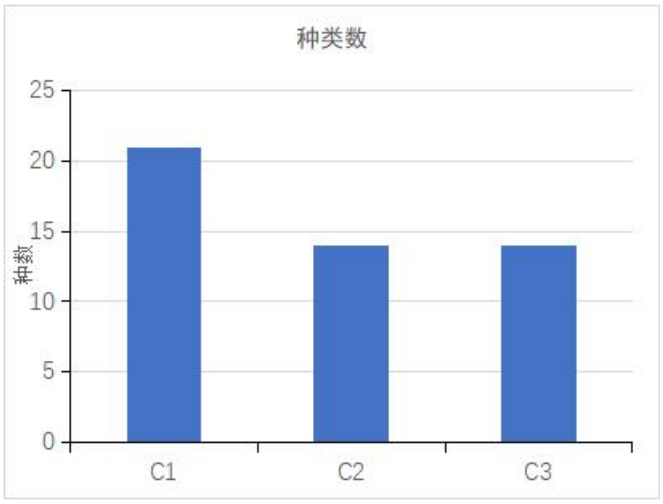


图 5.6-32 各调查站点潮间带生物种类数

调查断面的垂直分布上，潮间带生物种类数表现为：中潮带显著高于高潮带和低潮带，高潮带和低潮带的种类数差异不大。高潮带种类数范围为 3-6 种，中潮带种类数范围为 9-12 种，低潮带种类数范围为 4-6 种，其中潮间带生物种类数最多为 C1 中潮带，为 12 种，种类数最低的为 C3 高潮带，仅为 3 种。

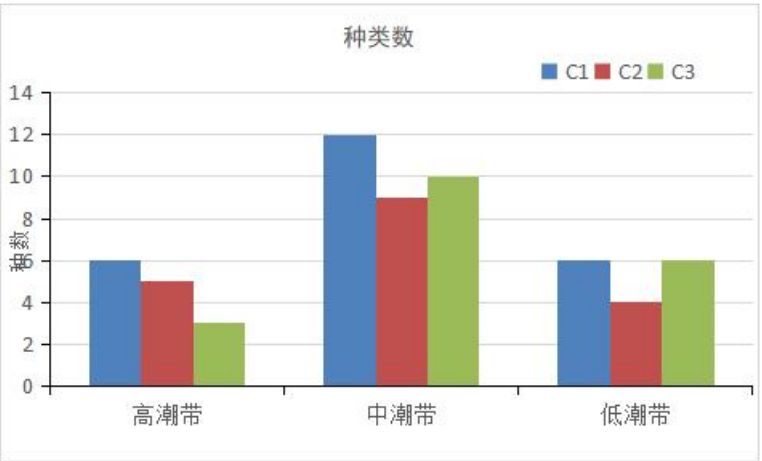


图 5.6-33 各调查站点潮间带生物种类数

（2）栖息密度和生物量

调查海域各个站点的潮间带生物栖息密度差别不大，变化范围为 90.67~138.07 ind/m^2，平均栖息密度为 113.58 ind/m^2 ，栖息密度最高的站位为 C1 站点，为 138.07 ind/m^2；栖息密度最低的站位为 C2 站点，为 90.67 ind/m^2，C3 站点的栖息密度为 112.00 ind/m^2。

潮间带生物的生物量在调查海域的三个站点中分布不均匀，C1 站点显著高于其他两个站点，整个调查站点潮间带生物的生物量变化范围为 46.83~205.27g/m^2，平均生物量为 116.19 g/m^2。三个站点的生物量分别为 205.27 g/m^2、96.46 g/m^2 和 46.83 g/m^2。

表 5.6-31 潮间带生物量及栖息密度的水平分布

断面名称	项目	合计	环节动物	软体动物	节肢动物
C1	栖息密度（ind/m^2）	138.07	57.48	62.22	18.37
	生物量（g/m^2）	205.27	10.48	182.56	12.23
C2	栖息密度（ind/m^2）	90.67	16.59	72.30	1.78
	生物量（g/m^2）	96.46	0.88	89.04	6.54
C3	栖息密度（ind/m^2）	112.00	34.37	75.85	1.78
	生物量（g/m^2）	46.83	3.70	42.90	0.23

在潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C1 断面>C3 断面>C2 断面，平均生物量为 C1 断面>C2 断面>C3 断面。

在垂直分布上，潮间带生物的生物量表现为高潮区>中潮区>低潮区，栖息密度的垂直分布表现为低潮区>中潮区>高潮区。

（3）优势种及其优势度

潮间带生物以优势度 Y≥0.02 的为优势种。整体来看，调查海区潮间带生物的优势种有珠带拟蟹守螺 *Cerithidea cingulata*、简毛拟节虫 *Praxillella gracilies*、曲强真节虫 *Euclymene lombricoides*、红树蛤 *Geloina coaxans*、强肋满月蛤 *Cardiolucina rugasa* 和中阿曼吉虫 *Armandia intermedia*。它们的优势度分别为 0.078、0.060、0.034、0.033、0.026 和 0.020（表 5.6-32）。环节动物和软体动物占绝对优势地位。

表 5.6-32　潮间带生物优势种及所占比例

排名	种名	所占比例（%）	出现频率（%）	优势度
1	珠带拟蟹守螺	11.76	66.67	0.078
2	简毛拟节虫	10.90	55.56	0.060
3	曲强真节虫	10.38	33.33	0.034
4	红树蛤	10.03	33.33	0.033
5	强肋满月蛤	7.96	33.33	0.026
6	中阿曼吉虫	6.06	33.33	0.020

（4）多样性指数

根据各调查站点潮间带生物的栖息密度计算调查海域的潮间带生物群落的种类多样性指数*H'*、均匀度指数*J*和丰富度*d*，结果见表 5.6-33。潮间带生物群落的种类多样性指数的变化范围为 3.12~3.59，平均为 3.33；均匀度指数的变化范围为 0.82~0.86，平均为 0.83，丰富度变化范围在 1.72~2.54，平均为 2.02；总体来看，调查海区潮间带生物分布差异不大，群落的种类多样性处于中上等水平。

表 5.6-33 调查海域潮间带生物多样性指数（H′）、均匀度（J）和丰富度（d）

调查站点	多样性指数 *H*	均匀度指数 *J*	丰富度 *d*
C1	3.59	0.82	2.54
C2	3.28	0.86	1.79
C3	3.12	0.82	1.72
均值	3.33	0.83	2.02

5.6.2.6 鱼卵仔鱼

（1）种类组成

本次调查海域各站点共鉴定出鱼卵仔稚鱼 10 种；其中鱼卵共鉴定出 6 科 6 种，其中鉴定到科的有 3 种，鉴定到属的有 3 种；仔稚鱼共鉴定出 6 科 6 种，其中鉴定到属的有 1 种，鉴定到科的有 5 种。鱼卵与仔稚鱼名录详见附录V。

（2）数量分布

本次调查海域各站点的鱼卵密度范围为 0.16~1.20 ind./m^3，平均密度为 0.63 ind./m^3，各站点鱼卵密度具有一定的差异，11#，13#站点鱼卵密度较大，分别为 1.17 ind./m^3 和 1.20 ind./m^3，位于码头水道上的 8#站点鱼卵密度最小，仅为 0.16 ind./m^3。本次调查海域所有站点中有 10 个站点捕获到仔稚鱼，调查站点的仔稚鱼密度范围为 0~0.389 ind./m^3，平均密度为 0.107 ind./m^3。4#、16#站点没有捕捞到仔稚鱼，6#站点的仔稚鱼密度最大，为 0.389 ind./m^3。

表 5.6-34 水平拖网鱼卵与仔稚鱼密度

站位	发育阶段		合计（ind./m^3）
	鱼卵（ind./m^3）	仔稚鱼（ind./m^3）	
3#	0.467	0.067	0.533
4#	0.722	0.000	0.722
5#	0.944	0.056	1.000
6#	0.556	0.389	0.944
7#	0.444	0.056	0.500
8#	0.160	0.040	0.200
9#	0.600	0.200	0.800
11#	1.167	0.111	1.278
12#	0.733	0.133	0.867
13#	1.200	0.200	1.400
16#	0.333	0.000	0.333
18#	0.259	0.037	0.296
平均值	0.632	0.107	0.739

（3）优势种

根据本次拖网调查采集的样品鉴定分析结果来看，鱼卵优势种有 5 种，其中

鳚属*Sillago sp.*鱼卵优势度最高，为 0.406，鲬科*Lepidotrigla sp*鱼卵次之，优势度为 0.234。仔稚鱼优势种有 4 种，仔稚鱼优势度最高的为鰕虎鱼科*Gobiidae sp.*，优势度均为 0.151。鱼卵与仔稚鱼优势种详见表 5.6-35。

表 5.6-35　鱼卵、仔稚鱼优势种及所占比例

序号	种类	发育阶段	百分占比（%）	出现频率（%）	优势度
1	小沙丁鱼属	鱼卵	10.69	58.33	0.062
2	鳚属	鱼卵	44.30	91.67	0.406
3	鲬科	鱼卵	25.52	91.67	0.234
4	鲹科	鱼卵	9.62	66.67	0.064
5	鲷科	鱼卵	8.40	58.33	0.049
6	虾虎鱼科	仔稚鱼	36.23	41.66	0.151
7	鲔	仔稚鱼	13.80	25	0.035
8	鲛	仔稚鱼	19.84	25	0.050
9	鲷科	仔稚鱼	15.47	33.33	0.052

5.6.2.7 游泳生物

（1）种类组成

本次渔业资源调查共捕获游泳动物 3 大类 50 种（物种名录见附录V）；其中鱼类有 32 种，占总种数的 64%；甲壳类 17 种，占总种数的 34%；头足类 1 种，占总种数的 2%（图 5.6-34）。

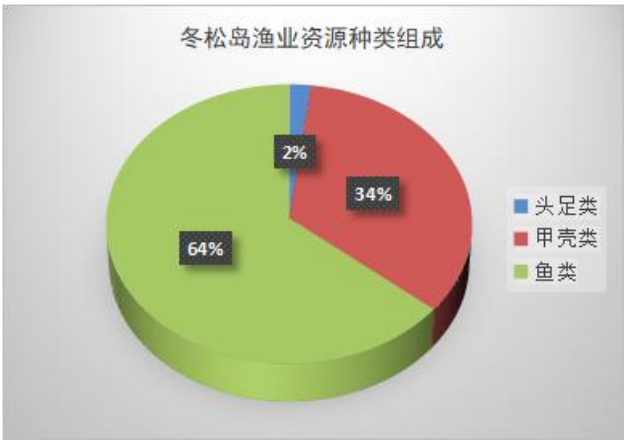


图 5.6-34 冬松岛渔业资源调查生物种类组成占比

调查海域内各站点发现的种类数差异不大，其中，12#站点采集到的种类数最多，共 17 种，7#站点和 9#站点种类数最少，共 10 种。4#、5#、8#、11#和 12#

站点均未采集到头足类。

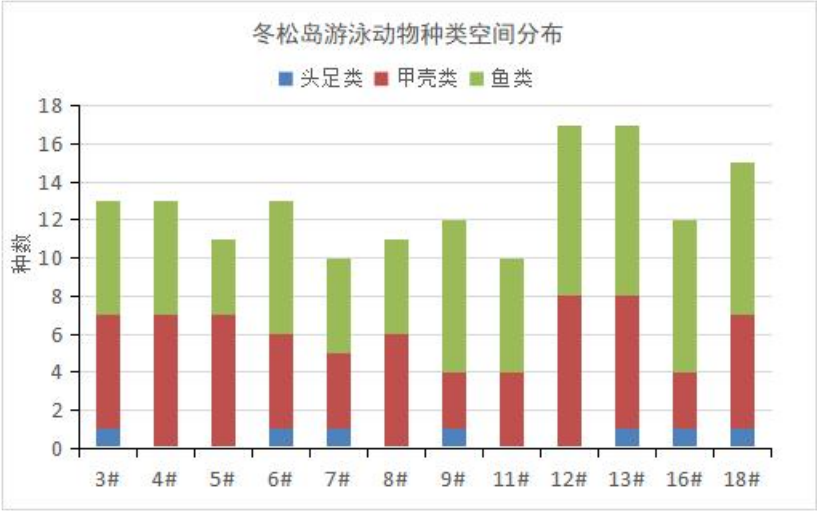


图 5.6-35 各站点渔业资源调查生物种类数

（2）资源密度

本次调查游泳动物平均个体密度和重量密度分别为 18863 ind./km^2 和 273.922 kg/km^2。其中甲壳类平均个体密度和重量密度均值分别为 16270 ind./km^2 和 199.463 kg/km^2，头足类分别为 464 ind./km^2 和 18.558 kg/km^2，鱼类分别为 20925 ind./km^2 和 162.925 kg/km^2。

表 5.6-36 各站位的个体密度（ind./km^2）和重量密度（kg/km^2）

调查站位	甲壳类		头足类		鱼类		总计	
	个体密度	重量密度	个体密度	重量密度	个体密度	重量密度	个体密度	重量密度
3#	7026	84.632	234	9.582	8806	125.21	12590	228.974
4#	5182	68.005	0	0	6706	104.272	11072	174.421
5#	6608	75.134	0	0	8151	116.592	13656	213.533
6#	8099	108.855	267	10.74	10540	159.422	18995	276.891
7#	7646	95.914	252	10.138	9745	161.525	17542	254.667
8#	3329	61.253	0	0	4198	65.171	7131	110.583
9#	10115	107.885	312	12.58	12983	186.38	26815	338.251
11#	10150	125.822	307	12.423	12776	200.768	23012	335.654
12#	8698	107.980	0	0	10969	172.582	20631	287.343
13#	5607	80.956	204	8.239	7207	132.092	13198	188.509
16#	9922	121.697	300	12.108	12358	182.251	22238	325.101
18#	16270	199.463	464	18.558	20925	348.835	39476	553.137
平均值	8221	103.133	195	7.864	10447	162.925	18863	273.922

（3）优势种

将相对重要性指数大于 500 的物种定位优势种，在 100-500 之间的定为常见种。本次调查优势种有黄鳍棘鲷 *Acanthopagrus latus*、多鳞鳢 *Sillago sihama*、远洋梭子蟹 *Portunus pelagicus* 和长毛明对虾 *Fenneropenaeus penicillatus* 共 4 种。常见种有 12 种，分别为大滩涂鱼 *Boleophthalmus pectinirostris*、鲻 *Mugil cephalus*、长鳍银鲈 *Gerres filamentosus*、凡纳滨对虾 *Litopenaeus vannamei*、鲜明鼓虾 *Alpheus distinguendus*、锐齿蟳 *Charybdis acuta*、黑斑口虾姑 *Oratosquilla kempi*、长足长方蟹 *Metaplax longipes*、无刺小口虾姑 *Oratosquillina inornata*、矛尾虾虎鱼 *Chaemrichthys stigmatias* 和沼虾 *Macrobrachium sp.*。

表 5.6-37 调查海域游泳动物优势度排名

排名	种类	出现频率（%）	数量占比（%）	重量占比（%）	IRI
1	黄鳍棘鲷	91.67	7.30	13.29	1201.28
2	多鳞鳢	58.33	8.76	3.80	1150.94
3	远洋梭子蟹	50.00	4.38	7.34	585.79
4	长毛明对虾	66.67	7.30	1.02	554.90
5	大滩涂鱼	50.00	6.57	3.08	482.63
6	鲻	33.33	3.65	6.94	352.87
7	长鳍银鲈	41.67	3.65	4.46	337.79
8	凡纳滨对虾	41.67	3.65	1.32	207.06
9	鲜明鼓虾	41.67	3.65	0.88	188.57
10	锐齿蟳	25.00	2.19	5.06	181.30
11	黑斑口虾姑	33.33	2.92	2.48	180.09
12	长足长方蟹	33.33	2.92	1.67	153.05
13	无刺小口虾姑	33.33	2.92	1.29	140.16
14	矛尾虾虎鱼	33.33	2.92	0.92	127.87
15	沼虾	16.67	2.92	0.74	122.12

5.7 红树林现状调查与评价

收集了中国水产科学研究院南海水产研究所于2014年9月对工程附近海域红树林生态现状进行的现场调查资料进行分析。调查共布设3个断面，见图5.7-1，调查结果显示：

图 5.7-1 红树林调查断面布置图

T1 断面红树林群落结构较为丰富，主要的群落组成为无瓣海桑（*Sonneratia apetala*）、秋茄（*Kandelia candel*）、白骨壤（*Avicennia marina*）和桐花树（*Aegiceras corniculatum*）等 4 个种类。在整个林区，零星分布几株木榄（*Bruguiera gymnoihiza*）和红海榄（*Rhizophora stylosa*）等红树林树种。

T1 断面的高潮区主要是无瓣海桑（*S. apetala*）、秋茄（*K. candel* ）、白骨壤（ *A.marina*）和桐花树（*A. corniculatum*）4 个种类，偶有其他种类分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度较高，达 25.1 株/10m^2。其中，大树密度为 3.7 株/10m^2，小树密度为 3.1 株/10m^2，幼树密度为 2.9 株/10m^2，幼苗密度为 15.4 株/10m^2。T1 断面的中潮区主要是秋茄（*K. candel* ）和白骨壤（ *A. marina*）2 个种类，几乎无其他种类分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长较为稀疏，分布密度为 3.1 株/10m^2。其中，大树密度为 2.1 株/10m^2，小树密度为 1.0 株/10m^2。T1 断面的低潮区主要是秋茄（*K. candel* ）和白骨壤（ *A. marina*）2 个种类，且有少量桐花树（*A. corniculatum*）的幼苗分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度十分高，达 50.5 株/10m^2。但是，主要是幼苗数量大，大树密度仅为 1.5 株/10m^2，小树密度为 0.9 株/10m^2，幼树密度为 1.1

株/10m^2，幼苗密度为 47.0 株/10m^2。

T2 调查断面红树林群落结构丰富度一般，主要的群落组成为秋茄（*K. candel*）、白骨壤（*A. marina*）和桐花树（*A. corniculatum*）3 个种类。在整个林区，零星分布有少数几株木榄（*B. gymnoihiza*）和红海榄（*R.stylosa*）等红树林树种。

T2 断面的高潮区主要是白骨壤（ *A. marina*）1 个优势种类，偶有秋茄（*K.candel* ）和桐花树（*A. corniculatum*）分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度一般，为 14.5 株/10m^2。其中，大树密度为 1.3 株/10m^2，小树密度为 3.6 株/10m^2，幼树密度为 4.1 株/10m^2，幼苗密度为 5.5 株/10m^2。T2 断面的中潮区与高潮区类似，主要是白骨壤（ *A. marina*）1 个优势种类，偶有秋茄（*K. candel* ）和桐花树（*A. corniculatum*）分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度较为稀疏，为 10.1 株/10m^2。其中，大树密度为 3.4 株/10m^2，小树密度为 3.1 株/10m^2，幼树密度为 0.8 株/10m^2，幼苗密度为 2.8 株/10m^2。T2 断面的低潮区为光滩，无红树植物分布。

T3 调查断面红树林群落结构较为丰富，主要的群落组成为秋茄（*Kandelia candel*）、白骨壤（*Avicennia marina*）和桐花树（*Aegiceras corniculatum*）3 个种类。在整个林区，零星分布有少数木榄（*Bruguiera gymnoihiza*）等红树植物。

T3 断面的高潮区主要是白骨壤（ *A. marina*）和秋茄（*K. candel* ）2 个种类，偶有其他种类分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度较高，达 32.6 株/10m^2。其中，大树密度为 2.8 株/10m^2，小树密度为 5.9 株/10m^2，幼树密度为 7.8 株/10m^2，幼苗密度为 16.1 株/10m^2。T3 断面的中潮区只有白骨壤（ *A. marina*）1 个种类，几乎无其他种类分布。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度一般，为 11.4 株/10m^2。其中，大树密度为 2.2 株/10m^2，小树密度为 1.0 株/10m^2，幼树密度为 1.4 株/10m^2，幼苗密度为 4.1 株/10m^2。T3 断面的低潮区主要是白骨壤（ *A. marina*）和秋茄（*K. candel* ）2 个种类。该区红树植物（各龄树及幼苗）整体生长密度不高，为 19.3 株/10m^2。大树密度为 3.1 株/10m^2，小树密度为 9.6 株/10m^2，幼树密度为 2.1 株/10m^2，幼苗密度为 4.5 株/10m^2。

根据现场踏勘，项目周边海域红树林现状情况如下：红树群落的分布呈不连

续的特点，通常位于海湾及入海河口附近，同时在沿海养殖池塘的进排水沟、池塘岸基、废弃池塘内，均见片断的红树群落出现。红树群落多为灌木林或小乔木林，乡土红树林树种一般高 3m 以内，最高达 6m，尤其是东海岸近海口的海湾受风浪影响较大，加上盐度较高，导致以白骨壤为代表的乡土红树高度偏小，一般没有分层现象（或分层不明显），树冠的宽度大于高度，覆盖度最高达到 60%。项目附近红树林主要分布在桥梁的东西两侧，位于养殖池塘岸基外侧（图 5.7-1）。其中项目附近和安镇金鸡村西北部海岸、公港岛东边海岸以无瓣海桑-秋茄+白骨壤群丛为主，和安镇金鸡村西北部海岸以白骨壤+秋茄群丛为主。

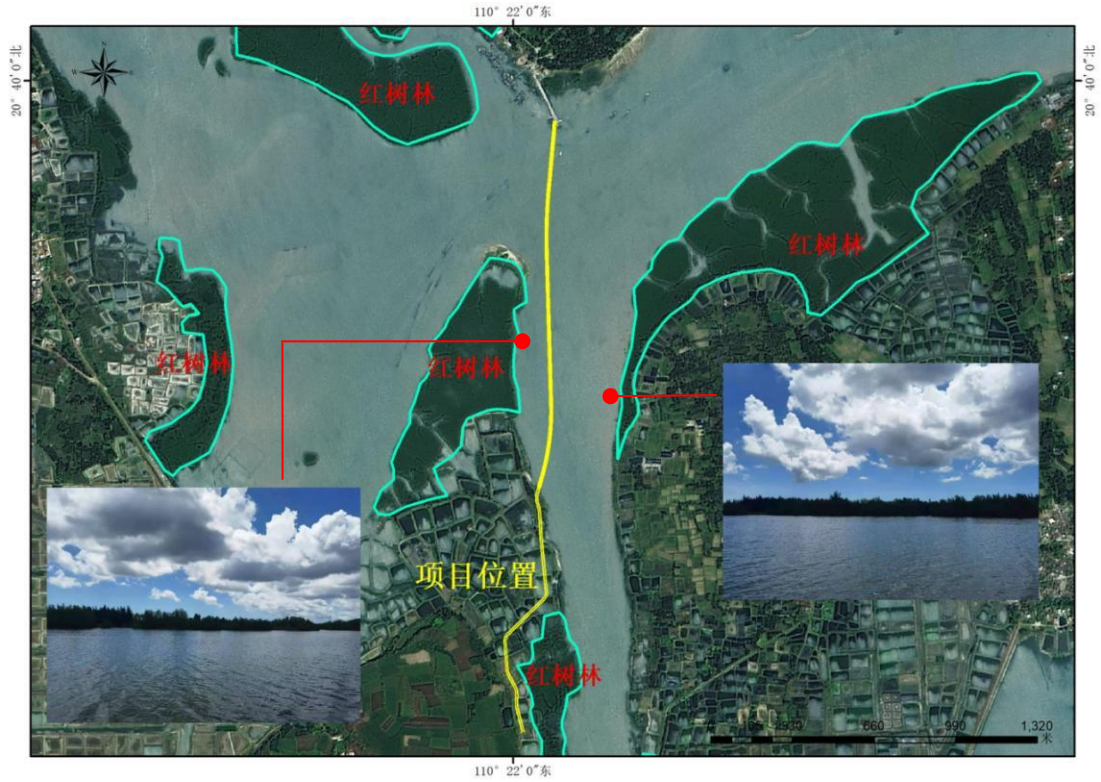


图 5.7-1　项目附近红树林分布

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》，“10.3.4 1级和2级评价项目一般应在春、秋两季分别进行调查；有特殊物种及特殊要求时可适当调整调查频次和时间”，红树林可按照特殊物种及特殊要求适当调整调查频次。”“10.3.3 当调查与评价海域位于红树林等生态敏感区及其附近海域时，应针对生态敏感目标的空间分布，选择有代表性的、可反映其生态特征的调查内容（要素），获取较完整的调查数据。”

红树林的生长类似陆生指标，不存在季节上物种发生变化的情况。参照生态

导则陆生指标的调查，仅要求进行样方调查，不进行分季节调查。

本项目选择《徐闻县红树林现状调查及宜林地分析报告》，调查时间为2021年4月，调查范围位于项目附近，因此选择该报告进行分析是有效的。

根据《徐闻县红树林现状调查及宜林地分析报告》（雷州远兴林业开发有限公司，2021年7月），徐闻县的红树林，经受自然与人工的破坏，导致成熟的老林不多，一般都是高3m内的幼年林。红树林的先锋树种是白骨壤与桐花树，主要的优势群丛和种类是红海榄、秋茄树。

根据距离项目最近的样方结果，详见图5.7-2。

和安镇2号点样方内为白骨壤、无瓣海桑、海漆和桐花树丛群，白骨壤平均高度为0.6m，最高可达3.3m，地径为6.1cm；无瓣海桑平均高度为2.1m，最高可达6.3m，地径为16cm；海漆平均高度为0.5m，地径3.5cm；桐花树平均高度为1.1m，地径4.6cm。该样方内树种大部分属于幼苗期。

图 5.7-2　项目周边红树林调查站位分布图

和安镇4号点为白骨壤、桐花树、秋茄和苦郎等红树植物群丛，白骨壤一般高度为1.3m；桐花树一般高度为0.9m；秋茄一般高度为1.2m；苦郎一般高度为0.9m。样方内还长有少许无瓣海桑和海漆。

和安镇5号位点为白骨壤、无瓣海桑、红海榄、秋茄和桐花树幼苗群丛，白骨壤平均高度为0.5m；桐花树平均高度为1.2m；红海榄平均高度为0.9m，且红海榄属于人工种植树苗；样方内还分布有秋茄和无瓣海桑两个树种。

和安镇6号位点分布有白骨壤、无瓣海桑、苦郎和桐花树，白骨壤数量居首，占总面积95%，白骨壤平均高度为0.4m，最高可达1.8m，地径为6.3cm；无瓣海桑平均高度为1.1m，最高可达6.2m，地径为19cm；苦郎平均高度为0.7m，最高可达1.5m；桐花树平均高度为0.5m；海水盐度约为 28‰，地质为软泥。

和安镇7号点样方内为白骨壤、苦郎、无瓣海桑和黄槿群丛，白骨壤平均高度为0.6m，最高可达1.9m，地径为6.2cm；苦郎平均高度为0.6m；无瓣海桑平均高度为2.5m，最高可达6.8m，地径为16.1cm；黄槿最高可达3m。

和安镇8号点样方内为白骨壤、苦郎和黄槿等群丛，白骨壤占优，白骨壤平均高度为0.5m，最高可达2.4m，地径为4.2cm；苦郎平均高度为0.6m，最高可达1.3m，地径为0.9cm。周边长有黄槿、无瓣海桑和阔苞菊。

和安镇9号样方点分布较多树种，白骨壤数量领先，白骨壤平均高度为0.6m。桐花树平均高度为1.1m。海漆平均高度为1.2m。样方点内还分布有无瓣海桑、黄槿和阔苞菊树种。

5.8 声环境现状调查与评价

5.8.1 调查概况

广东天鉴检测技术服务股份有限公司于2021年04月11日至13日在项目附近开展了声环境质量现状调查。噪声监测设置了2个监测点位，监测点位详见表5.8-1。2021年8月18日~2021年8月19日，委托广东正东检测技术服务有限公司在敏感点水头村附近进行昼间和夜间的噪声检测。

表5.8-1　声环境监测点位及检测内容

监测点位	桩号或坐标	名称	检测内容
1#	K0+000	起点附近	噪声
2#	K1+382	终点附近	噪声
水头村	E:110.36501° N:20.64093°	民房前、院子里	噪声

噪声检测按《声环境质量标准》（GB 3096-2008）中规定进行，监测时使用经计量部门检定、并在有效使用期内的声级计，声级计在测试前后用标准发生源进行校准，测量前后仪器灵敏度不大于0.5dB。

噪声质量评价等效连续A声级L_{Aeq}。

噪声质量评价标准采用《声环境质量标准》（GB 3096-2008）1类标准。

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）要求，监测布点在厂界和声环境保护目标。本项目声环境保护目标为水头村，且建筑物为一层，监测点布置在最近1户民房前，1楼处，符合导则要求。

5.8.2 调查结果

噪声监测结果见表5.8-2。监测结果表明：

昼间环境噪声：1#（K0+000）、2#（K1+382）和水头村等3个站位的昼间环境噪声均符合1类标准要求。

夜间环境噪声：1#（K0+000）、2#（K1+382）站位的夜间环境噪声部分超过1类标准要求，可能受到海边自然环境噪声和县道695交通噪声的影响，但均符合2类标准要求；水头村敏感点站位的夜间环境噪声均符合1类标准要求。

表 5.8-2　环境噪声质量调查结果

站位	测量时间		检测结果				测量日期
	昼间	夜间	昼间噪声监测结果（dB）	标准	夜间噪声监测结果（dB）	标准	
1#（K0+000）	08:32-08:52	22:12-22:32	50.8	55	43.8	45	2021.04.11-12
	17:13-17:33	次日 01:02-01:22	51.4	55	41.8	45	
	08:03-08:23	22:02-22:22	51.9	55	45.4	45	2021.04.12-13
	17:50-18:10	次日 02:00-02:20	49.5	55	45.3	45	
2#（K1+382）	09:12-09:32	22:58-23:18	52.6	55	45.3	45	2021.04.11-12
	17:55-18:15	次日 02:01-02:21	53.7	55	44.3	45	
	08:43-09:03	22:47-23:07	53.9	55	47.0	45	2021.04.12-13
	18:42-19:03	次日 02:50-03:10	51.5	55	46.4	45	
水头村	/	/	54	55	44	45	2021.08.18
	/	/	53	55	43	45	2021.08.19

注：

（1）测量日期：2021-04-11 至 2021-04-12；天气状况：晴；风速：2.8m/s（昼间）；风速：3.1m/s（夜间）；

（2）测量日期：2021-04-12至2021-04-13；天气状况：晴；风速：3.0m/s（昼间）；风速：3.2m/s（夜间）。

5.9 大气环境现状调查与评价

评价范围内无国家或地方环境空气质量监测网的固定监测点，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）“6.2.1.3 评价范围内没有环境空气质量监测网数据或公开发布的环境空气质量现状数据的，可选择符合HJ664 规定，并且与评价范围地理位置邻近，地形、气象条件相近的环境空气质量城市点或区域点监测数据。”因此本评价将采用湛江市环境空气质量城市点数据，用作评价本项目基本污染物环境空气质量现状数据来源，本报告引用《湛江市生态环境质量年报简报（2020 年）》的数据或结论对项目是否为达标区进行判断。

根据《湛江市生态环境质量年报简报（2020 年）》，2020 年，湛江市空气质量为优的天数有 247 天，良的天数 107 天，轻度污染天数 12 天，优良率 96.7%。

二氧化硫、二氧化氮年浓度值分别为 8μg/m^3、13μg/m^3，PM_{10} 年浓度值为 35μg/m^3，一氧化碳（24 小时平均）全年第 95 百分位数浓度值为 0.8 mg/m^3，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中一级标准限值；$PM_{2.5}$ 年浓度值为 21μg/m^3，臭氧（日最大 8 小时平均）全年第 90 百分位数为 133ug/m^3，均低于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。降尘季均浓度值为 2.5 吨/平方千米·月，低于广东省 8 吨/平方千米·月的标准限值。

与上年相比，城市空气质量保持稳定的基础上有所改善，级别水平不变。通过空气污染指数分析显示，全年影响城市空气质量的首要污染物是臭氧，其次为$PM_{2.5}$。2020年湛江市环境质量状况见表5.9-1。

表 5.9-1 区域环境空气质量现状评价表

序号	污染物	年评价指标	单位	现状浓度	标准值	占标率/%/	达标情况
1	二氧化硫（SO_2）	年平均质量浓度	μg/m^3	8	60	13.33	达标
2	二氧化氮（NO_2）	年平均质量浓度	μg/m^3	13	40	32.5	达标
3	可吸入颗粒物（PM_{10}）	年平均质量浓度	μg/m^3	35	70	50	达标
4	细颗粒物（$PM_{2.5}$）	年平均质量浓度	μg/m^3	21	35	60	达标

5	一氧化碳（CO）	24 小时平均的第 95 百分位数	mg/m^3	0.8	4	20	达标
6	臭氧（O_3）	日最大 8 小时滑动平均浓度的第 90 百分位数	μg/m^3	133	160	83.13	达标

根据环境质量状况公报公布的数据来看，湛江市SO_2（二氧化硫）、NO_2（二氧化氮）、PM_{10}（可吸入颗粒物）、$PM_{2.5}$（细颗粒物）、CO、O_3符合《环境空气质量标准》二级标准，因此，判定项目所在区域为达标区。

5.10 鸟类资源现状调查与评价

本报告鸟类资源现状调查与评价引用《广东粤电湛江外罗海上风电项目二期海洋环境影响报告书（报批稿）》（上海勘测设计研究院有限公司，2019年2月）和《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境影响报告书（报批稿）》（中国科学院南海海洋研究所，2020年5月）中的相关资料进行分析。

5.10.1 调查概况

（1）调查时间和范围

①广东粤电湛江外罗海上风电项目二期

2014年2月-5月，中山大学在外罗镇及附近区域开展了四次调查，其中3月因天气原因，只进行了海上调查。具体的调查时间为：2014年2月26日-3月1日，3月11日-12日，4月8日-12日，5月19日-22日，反映了本地区冬季（候鸟越冬期），春、夏季（本地留鸟繁殖期）的鸟类分布、数量和行为状况。

2014年11月-2016年12月，中山大学在外罗镇及北部区域开展了水鸟调查工作，先后于2014年11月13-15日，2015年2月25-28日，2016年12月22-25日，开展了三次补充调查，一定程度上反映了本地区秋冬季的候鸟状况。

2018年5月及8月，广东省生物资源应用研究所在风电场场址及周边海域进行了春季和夏季补充调查。

调查范围包括风电场最近的陆地海岸线（主要包括和安镇、锦和镇、新寮镇、外罗镇、下洋镇和前山镇等近海地区）近3年鸟类现状调查资料。每季度调

查一次上述区域内的鸟类物种及其栖息地生态环境现状。

②湛江徐闻海上风电场项目

委托广东森霖造绿有限公司于2018年8月、10月、12月和2019年3月共开展4次鸟类现状调查调查。

调查采用样线法和样点法结合进行，另在海岸海滨范围选取1个样点和5条样线调查作为补充。使用双筒望远镜（Bushnell 8*42）和单筒望远镜（Swarovski 20*60）观察，并利用佳能长焦相机（Canon）拍摄取证鉴定，记录观察到的物种相关信息，如物种名称、数量、行为、生境等。本项目位于外罗港附近，引用调查资料的调查路径距离本项目最近约12.7km，调查路径包括了本项目所在镇域，因此调查结果能够代表本项目所在区域的鸟类分布情况。

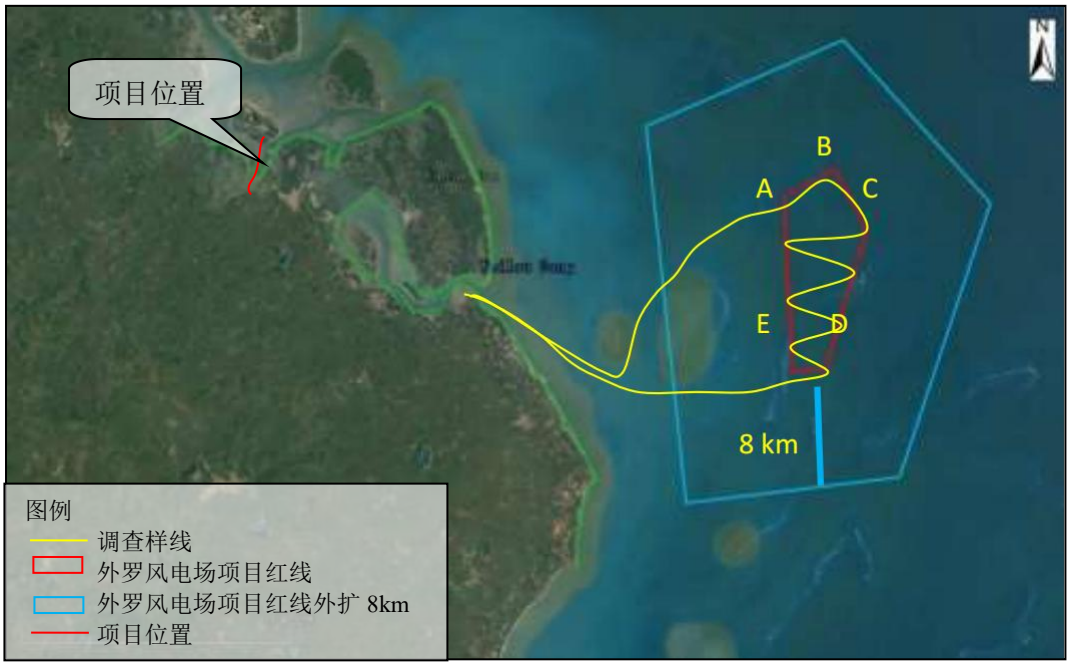


图 5.10-1　调查范围图

（2）调查内容

主要包括调查区域环境概况、鸟类种类组成、数量、居留型及食性；主要迁徙鸟类的种类、数量、迁徙行为、飞行模式等；鸟类优势类群及其生境选择；国家级重点保护鸟类的种类与数量。鸟类的鉴定参照《中国鸟类野外手册》，鸟类分类系统见郑光美（2005）《中国鸟类分类与分布名录》。

5.10.2 鸟类种类、数量

（1）鸟类种类特征

①广东粤电湛江外罗海上风电项目二期

2014-2017 年本区域共调查鸟类 14 目 34 科 101 种。结合 2018 年度春季和夏季调查以及广东省生物资源应用研究所在该区域近三年的调查数据增加岩鹭（*Egrettasacra*）、黑翅长脚鹬（*Himantopus himantopus*）、青脚滨鹬（*Calidris temminckii*）、长趾滨鹬（*Calidris subminuta*）、鸥嘴噪鸥（*Gelochelidon nilotica*）、黑枕燕鸥（*Sterna sumatrana*）、褐翅燕鸥（*Sterna anaethetus*）、栗喉蜂虎（*Meropsphilippinus*）、金腰燕（*Cecropis daurica*）、黄腹山鹪莺（*Prinia flaviventris*）、麻雀（*Passer montanus*）等 11 种。则该地区共计调查到的鸟类为 14 目 37 科 112 种。优势类群包括鸻形目 CHARADRIIFORMES（44 种）和雀形目 PASSERIFORMES（36 种）。由于调查区域主要为海上和沿岸湿地区域，湿地水鸟是该区域鸟类种群的重要组成部分。湿地水鸟是指在生态上依赖于湿地，即某一生活史阶段依赖于湿地，且在形态和行为上对湿地形成适应特征的鸟类。根据 Howes 等（1988）对水鸟的定义，广义的水鸟包括鹳. 科 (Podicipedidae)、鹭科 (Ardeidae)、鸭科 (Anatidae)、秧鸡科 (Rallidae)、反嘴鹬科 (Recurvirostridae)、鸻科 (Charadriidae)、鹬科 (Scolopacidae)、燕鸻科 (Glareolidae)、鸥科 (Laridae)、燕鸥科 (Sternidae)、翠鸟科 (Alcedinidae)等鸟类，其他统称为陆生鸟类。按上述定义，本次调查的鸟类中，水鸟有 61 种，其他 51 种为陆生鸟类种，主要为各种生境广泛分布的广布种以及多数在湿地活动的湿地依赖种类。按主要居留型划分，留鸟共有 39 种，迁徙鸟共 73 种，其中冬候鸟 46 种，迁徙过境鸟 9 种，夏候鸟 18 种，说明本区域是多种迁徙候鸟的越冬地和中途停歇地。

其中本报告用于统计分析数量的依据为 2018 年春季和夏季调查，两季节调查的物种数为 10 目 25 科 55 种。优势类群包括鸻形目（22 种）和雀形目（17 种）。其中水鸟有 32 种，其他 23 种为陆生鸟类种，主要为各种生境广泛分布的广布种以及多数在湿地活动的湿地依赖种类。按主要居留型划分，留鸟共有 26

种，迁徙鸟共 29 种，其中冬候鸟 13 种，迁徙过境鸟 6 种，夏候鸟 10 种。

对于地区总名录，仅 6 种没有被列入到任何保护名录中，即有 106 种属于珍稀濒危保护物种。本次调查记录到其中的 65 种，占总保护物种数的 61.3%。总名录中，属于广东省重点保护陆生野生动物的有 24 种；国家重点保护陆生动物中的二级保护动物的有 7 种，包括岩鹭、黑翅鸢（*Elanus caeruleus*）、普通鵟（*Buteobuteo*）、游隼（*Falco peregrinus*）、褐翅鸦鹃（*Centropus sinensis*）、小鸦鹃（*Centropusbengalensis*）和领角鸮（*Otus lettia*）；国家保护的有益或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物（下简称“三有”动物）99 种；列入国家保护动物红色名录的有 7 种，包括近危（NT）级别 5 种和易危（VU）级别 2 种；列入 IUCN 红皮书的有 6 种，包括濒危（EN）级别 1 种、近危（NT）级别 4 种和易危（VU）级别 1 种；列入 CITES（濒危野生动植物种国际贸易公约）附录名录的有 4 种，其中 I 级 1 种，II 级 3 种；《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境的协定》名录（以下简称中日候鸟保护协定）和《中国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境的协定》名录（以下简称中澳候鸟保护协定）是中国分别和日本、澳大利亚签订的有关候鸟保护的协定，目的是尽力减少对两国间候鸟所到之主要地区的伤害。本地区中，属于中日候鸟保护协定的有 53 种，中澳候鸟保护协定种类有 36 种。以上保护物种除属于国家重点保护陆生动物名录中的物种为猛禽和杜鹃科鸟，其余收录于各名录中的均为水鸟，且以迁徙性物种占绝大部分，说明该地区位于东亚-澳大利西亚迁徙通道上。

②湛江徐闻海上风电场项目

共调查到鸟类8目26科55种，特殊的地理位置和环境，调查区域内非雀形目31种，占56.36%，鸻形目种类较多有19种，而雀形目24种，占43.64%。

在调查到的55种鸟类中，国家二级保护鸟类有红隼（Falco tinnunculus）；被列入既是国家二级保护鸟类也是中国鸟类濒危红皮书鸟类的有2种为黑翅鸢（Elanus caeruleus）和褐翅鸦鹃（Centropus sinensis）；广东省保护鸟类10种，如白鹭、大白鹭、池鹭、牛背鹭、灰翅浮鸥和白翅浮鸥等，“3有”保护鸟类42种，如麻雀、家燕、矶鹬、环颈鸻、大山雀和暗绿绣眼鸟等。

（2）鸟类数量概况

数量方面，2018 年春季和夏季共记录鸟类 2655 只次。其中，以环颈鸻（*Charadrius alexandrinus*）数量最多，共观察到 680 次，占总调查数量的 41.4%，其次为铁嘴沙鸻（*Charadrius leschenaultia*），调查到 259 只次，占 15.8%，以上两种为本次调查记录到的优势种。常见种有蒙古沙鸻（*Charadrius mongolus*）、白鹭（*Egretta garzetta*）等 15 种，共占总调查数量的 40.8%，和优势种合并则两者共 13 个物种占调查总数量的 98.0%，说明调查区域鸟类个别物种优势度明显，从现场调查发现优势种栖息聚集程度较高，主要集中在沿岸沙滩一带。

《国际重要湿地公约（Ramsar）》对重要湿地的评价标准中有这样一条：“如果一块湿地定期栖息有一个水禽物种或亚种某一种群 1%的个体，就应被认为具有国际重要意义”。生态专家认为，水鸟栖息具有混群性，占全球种群数量 1%以上的水鸟物种，往往可以作为同类水鸟的代表物种，反映整个水鸟的丰富程度，从而反映栖息地的生态环境质量。因此，国际上通常将鸟类的丰富程度作为衡量一个地区生态环境质量优劣的重要标志。本项目所调查鸟类物种的全球种群数量1%数量估计来自于湿地国际的水鸟种群数量估计（Wetlands International 2016）。经对比分析，项目用地和周边区域的单次鸟类调查数量没有超过占全球种群数量1%以上的物种，说明该地区没有数量集中的鸟类迁徙地、繁殖地、越冬地分布。

5.10.3 鸟类分布现状

（1）广东粤电湛江外罗海上风电项目二期

①海域鸟类现状

调查主要通过乘船沿样线观察，期间仅发现极少量燕鸥科鸟类飞行。将调查范围扩展至沿岸浅海海域，则在海域中共发现鸟类2目2科10种，共575只次，绝大多数为燕鸥科鸟类，占99.3%，其中多数个体在海上沙洲附近发现。

鸥科和燕鸥科鸟类是在海面活动较多的种类，燕鸥科多在春夏季出现，喜集群在海面低空飞行觅食，也会跟随渔船尾部啄食被海浪翻滚至水面的鱼类，鸥科则主要在冬季记录到，两者均会利用海上沙洲作为停歇地。岩鹭数量较少，多在沿岸周边低空开展飞行活动，并不飞出外海，白鹭和大白鹭等则广泛见于各种海岸、农田，偶见有在近岸海面飞行。

岩鹭是主要的保护物种，属于国家二级保护动物。其余物种均为省级保护动物。大凤头燕鸥还属于中国物种红色名录。中日协定收录物种有6种，中澳协定收录物种有7种。

②沿岸鸟类现状

沿岸潮间带记录物种4目9科24种，数量为1642只次；农田和防风林带等陆域则记录物种10目22科33种，数量438只次。潮间带种类以环颈鸻和铁嘴沙鸻为优势种，农田林地则以家燕和暗绿绣眼鸟为优势种。沿岸滩涂是本区域鸟类主要觅食地和栖息地。居留型方面，农田林地生境的留鸟种类最多，有23种，迁徙候鸟有10种，潮间带则比较平均，留鸟有8种，迁徙候鸟有16种，除迁徙越冬候鸟，本次调查还发现在沙滩生境有繁殖水鸟，主要为环颈鸻（华南亚种）和白额燕鸥。

（2）湛江徐闻海上风电场项目

①新寮岛海滨

新寮岛设置2条样线，生境较为简单，主要是鱼塘、沙滩和灌丛，数量较多的鸟类有家燕、环颈鸻、红嘴鸥、白鹭和棕背伯劳，也有发现国家二级保护鸟类褐翅鸦鹃在岸边灌丛中栖息。鸻鹬分布于海边沙滩，如三趾滨鹬、矶鹬等。

②外罗海滨

外罗海滨由3条样线和1个样点组成，其生境与新寮岛相似，水鸟物种在秋季到春季较多，此处干扰较少，一些沙滩和泥滩更适合迁徙的鸟类活动，分布的较多鸟类有环颈鸻、家燕、三趾滨鹬、黑腹滨鹬、白鹭、白喉红臀鹎和棕背伯劳等，其中还发现二级保护鸟类猛禽红隼。

③海上样线

海上样线基本为海域，海上鸟类多为鹭类和鸥类，它们在海上聚小群在海上飞行，均往海岸方向飞行。由于此海域北、西和南面由广东省和海南省环绕，因此可能存在在广东省和海南省之间来往飞行的鸟类；而秋季到次年春季海上风速较大，海上鸟类数量较少，后续需长期观察海上鸟类的飞行动态。

④新寮岛陆上补充样线

由于新寮岛内陆海湾附近有更加吸引鸟类栖息的生境，因此我们从秋季开始对新寮岛进行了补充样线的调查，调查结果发现更多候鸟栖息于新寮镇内的鱼

塘和海湾滩涂上，春季最高纪录到近800只环颈鸻和500只青脚鹬等候鸟，村落农田还能发现聚群的白鹭。因此，预测当水位低潮时，候鸟更多栖息在此范围的开阔滩涂地觅食和栖息。

5.10.4 鸟类迁徙路线

鸟类在全球的迁徙路线可分为8个主要迁飞区（Bamford et al, 2008），我国东南沿海位于其中最大的“东亚-澳大利西亚迁飞通道”上（如下图5.10-1），是多种候鸟迁徙的中途停歇驿站和越冬地，其中沿海滩涂是迁徙水鸟主要集中栖息的区域。

鸟类的迁徙路线，虽然在大尺度上可能体现出空间上的近似关系。但是具体的迁飞路径，停歇地点有很大的种间变异，甚至种内的不同种群之间均有变异。研究鸟类迁徙，需要对鸟类进行环志标记或者卫星追踪调查。目前研究表明，大部分迁徙性水鸟的连续飞行距离较长，经常进行上千公里甚至数千公里的连续飞行（马志军, 2013）。大部分对迁徙路线的研究采用直线将营巢地——中途停歇地——越冬地之间联结起来，形成理论上的迁徙路线，然而受地面构造、景观类型、植被、食物及天气等各种条件影响，实际路线有所偏差。如雁鸭类大都集中于内陆水域，沿湖泊、河流迁徙，鸻鹬类则多沿海岸绕行（张孚允和杨若莉, 1997）。结合实际观察，迁徙鸟类在徐闻外罗及周边近岸海域的经停点主要是沿岸滩涂湿地以及离岸沙洲，迁徙路线主要沿海岸迁徙（见下图5.10-2）。

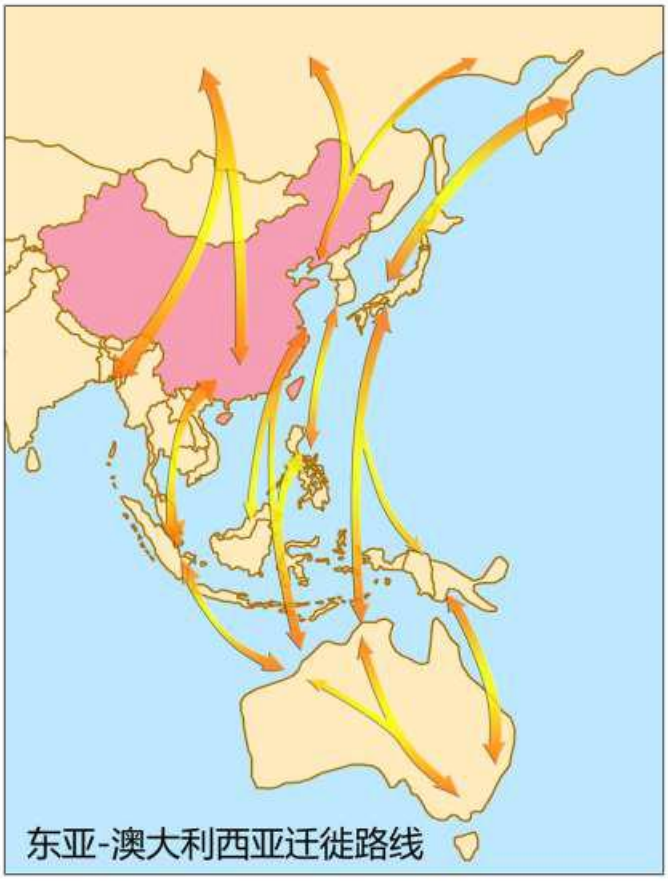


图5.10-1　东亚-澳大利西亚候鸟迁徙路线示意图

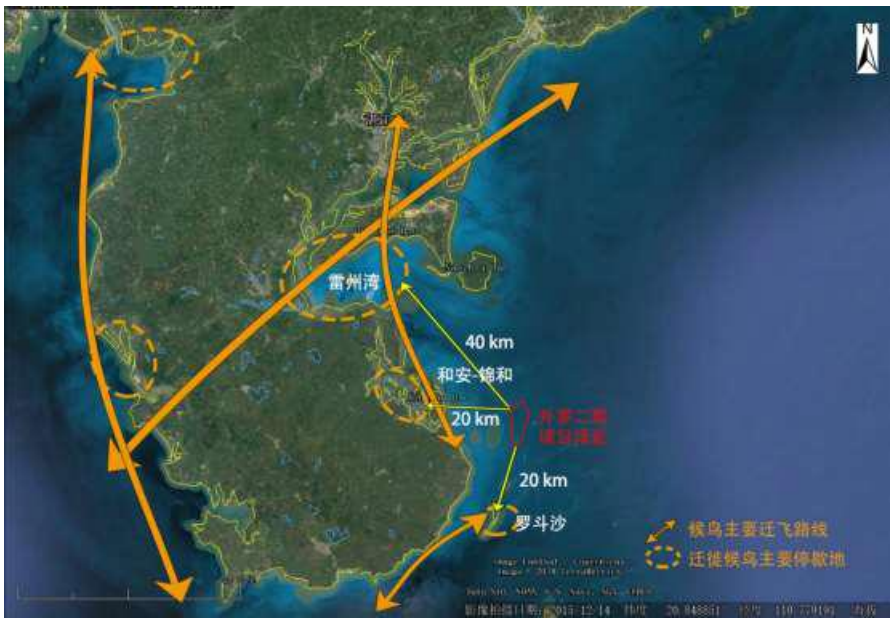


图5.10-2　项目周边主要候鸟迁徙路线示意图

据研究资料显示，候鸟迁徙季节的迁飞高度一般超过300m：普通鸟类迁徙过程中飞翔高度在400 m以下，鹤类在300-500m，鹳、雁等最高可达900m（卞兴

忠和蒋志学, 2010）。本区主要沿海岸迁徙飞行种类为鸻鹬类、鹭类、小型雁鸭类、鸥类，基本没有大型的鹳鹤类，飞行高度一般为300 m-400m 之间。

5.11 生态环境现状调查与评价

项目桥梁所在区域均为海上，周边有红树林保护区，关于红树林保护区的介绍见第四章。

项目沿线主要的生态类型有菠萝地、桉树林地、灌木林地和虾塘。K2+500~K2+600的西侧是菠萝地，项目占用菠萝地约2.8269亩，东侧为砖厂。K2+600至终点的西侧为桉树林和灌木林，其中项目占用桉树林0.5085亩，灌木林0.3800亩。东侧为砖厂，预制场是废弃砖厂，没有植被覆盖。项目评价范围内没有生态敏感目标。取土场地的生态现状具体见6.5.1.1章节，临时取土场位于新寮农场，为园地，主要植被为菠萝和甘蔗。

项目范围附近没有保护物种和濒危动植物，主要的鼠类、蜥蜴、蚂蚁、蝴蝶等常见物种。

6 环境影响预测与评价

6.1 海洋环境影响评价

6.1.1 水动力环境影响分析

6.1.1.1 潮流模型

本工程位于雷州半岛东部冬松岛附近泻湖内，水深较浅，采用美国 EFDC 二维垂向平均潮流模式进行预测计算：

（1）计算域设置

工程所在海区范围小，要准确反映工程实施对海洋动力环境的影响，需要取较小的计算网格，但开边界条件难以给定。因此，潮流数值计算采用变网格技术，在大区域内采用粗网格，在工程区域附近局部加密网格计算。本模型大区域模拟范围为 19.9N~21.46N，109.84E ~110.95E，粗网格网格分辨率为 0.15′（258.7m×277.9m），加密小区计算网格分辨率为 0.12′（25.85 m×27.8m），模型可取 CLF 限制条件的时间步长 5 倍，计算时间步长为 9s，模拟计算粗、细区域设置如图 6.1.1-1 所示。二维水动力方程采用 ADI 方法求解。

潮流控制方程如下：

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

$$\frac{\partial uH}{\partial t}+\frac{\partial uuH}{\partial x}+\frac{\partial uvH}{\partial y}-fvH+gH\frac{\partial \zeta}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial}[A_xH\frac{\partial u}{\partial x}]+\frac{\partial}{\partial}[A_yH\frac{\partial u}{\partial y}]-g\frac{u(u^2+v^2)^{1/2}}{C^2}+\frac{\tau_x}{\rho}$$

$$\frac{\partial vH}{\partial t}+\frac{\partial uvH}{\partial x}+\frac{\partial vvH}{\partial y}+fuH+gH\frac{\partial \zeta}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial}[A_xH\frac{\partial v}{\partial x}]+\frac{\partial}{\partial}[A_yH\frac{\partial v}{\partial y}]-g\frac{v(u^2+v^2)^{1/2}}{C^2}+\frac{\tau_y}{\rho}$$

式中，ς 为平均海平面起算的海面高度，h 为海图水深； H=ς +h,为总水深；u,v 为深度平均流速东、北分量；f 为柯氏参量；A_x,A_Y 为水平方向的紊动粘滞系数，采用经验公式计算：

$$A_x=5.93\sqrt{g}\,|u|\,H/c$$

$$A_y=5.93\sqrt{g}\,|v|\,H/c$$

c 为谢才系数，$c=\left|H^{1/6}\right|/n$，n 糙度系数。

τ_x,τ_y 为海表风应力 $\vec{\tau}$ 在 x,y 轴方向的分量，$\vec{\tau}$ 表达式为：

$$\vec{\tau}=\rho C_D|\vec{W}|\vec{W}$$

其中，$\vec{W}$ 为风速（m/s），ρ 为空气密度，C_D 为风拖曳系数，采用 ECOM 公式：

$$10^3 C_D = \begin{cases} 1.2 & |\vec{W}| \le 11 \ (\text{m/s}) \\ 0.49 + 0.065|\vec{W}| & 11 < |\vec{W}| \le 25 \ (\text{m/s}) \\ 2.1 & |\vec{W}| > 25 \ (\text{m/s}) \end{cases}$$

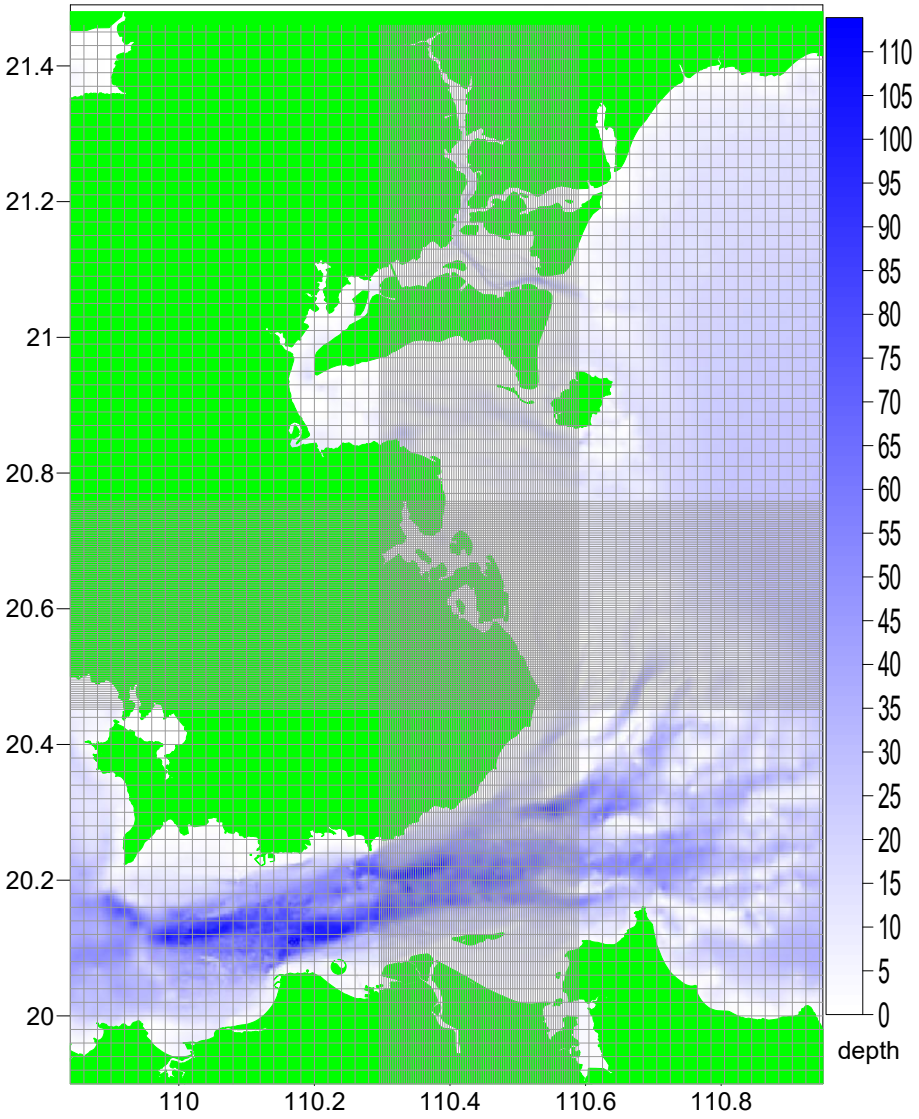


图 6.1.1-1　模拟计算粗、细网格及水深分布（每 10 个网格绘一个单元）

（2）定解条件

●边界条件

计算域与其它水域相通的开边界 Γ_1 上有：

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

或

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

计算水域与陆地交界的固边界上有：

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

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

●初始条件

$$\left.\begin{aligned} \zeta(x,y,t)\big|_{t=t_0} &= \zeta_0(x,y,t_0) \\ u(x,y,t)\big|_{t=t_0} &= u_0(x,y,t_0) \\ v(x,y,t)\big|_{t=t_0} &= v_0(x,y,t_0) \end{aligned}\right\} \qquad (6\text{-}7)$$

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

边界条件：

在固边界上，潮流在固边界上的法向分量恒为零，$\vec{V}(x,y,t)=0$。

开边界条件：在开边界上，采用模型嵌套方式，以获取模拟小区在潮流、季风影响下的潮位边界条件。大区 POM 模式为变网格，区域为 15.75ºN ～22.25ºN，105.55ºE～113.25ºE，网格步长为 0.3′，见图 6.1.1-2，计算结果为小区域海流模拟提供季风影响下的潮位边界条件，大区模式外海开边界采用 8 个分潮调和常数计算潮位边界。大区开边界条件采用调和常数计算边界水位，小区采用大区计算水位作为边界条件，岸线为海岸线。

$$\eta = \eta_0 + \sum_{i=1}^{8} A_i f_i \cos(w_i t + (V_0 + u_0) - \phi_i)$$

式中，η_0 为平均潮位，A 为分潮振幅，ω 为分潮角速率，f 为交点因子，t 是区时，(V_0+u_0) 是平衡潮展开分潮的区时初相角，ϕ 为区时迟角。

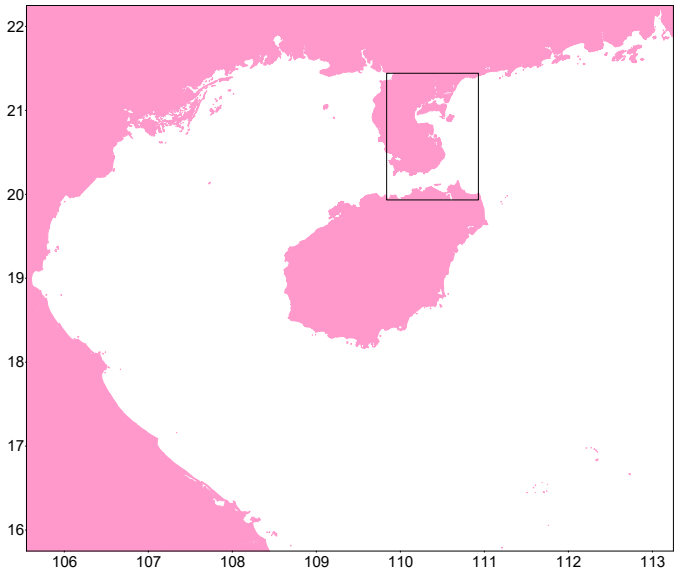


图 6.1.1-2 大区模拟区域

（3）岸界水深和风况

采用 2019 年 1 月潮流观测时段作代表时段，模拟时间长度 15 天、包含大小潮过程（2019 年 1 月 6 日～1 月 20 日），模拟期间的风况采用 NCEP 再分析资料，该时段以东北为主，风速 5.4～8.8m/s。水深数据来自于航保部海图（88301 外罗门水道附近，15731 湛江港，15770 琼州海峡）。

6.1.1.2 潮流场模拟预测结果验证与分析

模拟采用 2019 年 1 月 6 日～20 日 T1、T2 临时潮位站资料、2019 年 1 月 6 日 18:00 时~ 7 日 19:00 时（大潮）6 个测流站（C1~C6）的实测海流数据以对模型参数进行率定和结果验证，站位布置见图 6.1.1-4。数值模拟计算过文件截图如下：

2019010703桥区落急对比	2021/7/29 16:35	SRF 文件	525 KB
2019010703桥区落急流速对比	2021/7/29 16:51	SRF 文件	238 KB
2019010703泻湖落急	2021/7/29 10:59	SRF 文件	255 KB
2019010710桥区涨急对比	2021/7/29 16:33	SRF 文件	525 KB
2019010710桥区涨急流速对比	2021/7/29 16:53	SRF 文件	242 KB
2019010710泻湖涨急	2021/7/29 10:57	SRF 文件	255 KB
D24小时选取区域流场作图	2021/7/25 21:22	FOR 文件	4 KB
DUVout	2021/7/28 10:00	WinRAR 压缩文件	61,642 KB
prdata	2021/7/29 17:01	文本文档	1 KB
UVconspot	2021/7/29 9:54	文本文档	178 KB
X18小时选取区域流场作图	2021/7/25 21:22	FOR 文件	4 KB
X24小时选取区域流场作图	2021/7/29 16:30	FOR 文件	4 KB
XUVout	2021/7/28 10:00	WinRAR 压缩文件	44,553 KB
XUVout后	2021/7/29 9:54	WinRAR 压缩文件	44,552 KB
YX流量统计后	2021/7/29 9:53	文本文档	19 KB
标尺	2021/7/29 16:32	BLN 文件	1 KB
潮流对比点	2021/7/29 16:56	DAT 文件	1 KB
大区边界	2021/7/25 21:22	BLN 文件	214 KB
冬松岛泻湖	2021/7/29 10:52	BLN 文件	83 KB
读取指定点流速	2021/7/29 17:07	FOR 文件	2 KB
对比区	2021/7/29 16:26	BLN 文件	8 KB
雷州东海峡东015水深	2021/7/25 21:22	文本文档	882 KB
流速对比点	2021/7/29 16:58	SRF 文件	243 KB
纳潮面积统计	2021/7/25 21:22	FOR 文件	2 KB
外罗0025F水深	2021/7/29 10:39	文本文档	1,511 KB
选取时间区域流速18小时对比图	2021/7/29 16:39	FOR 文件	3 KB
逐时输出点流速流向	2021/7/29 17:05	文本文档	66 KB
逐时输出点流速流向后	2021/7/29 17:09	文本文档	66 KB

图 6.1.1-3　海洋水文、水质预测过程文件截图

模拟潮位与实测潮位拟合度较好，见图 6.1.1-5，误差出现在 T2 站高潮、低潮之中，T1 站潮位绝对平均误差为 0.11m，相对误差 8.2%，T2 站绝对平均误差为 0.16m，相对误差 13.3%。6 个潮流站对比过程线见图 6.1.1-6，由潮流验证结果可以看出，模拟流速与实测值变化趋势基本一致，流向与实测值吻合较好，模拟结果可以反映计算海区的潮流运动过程。

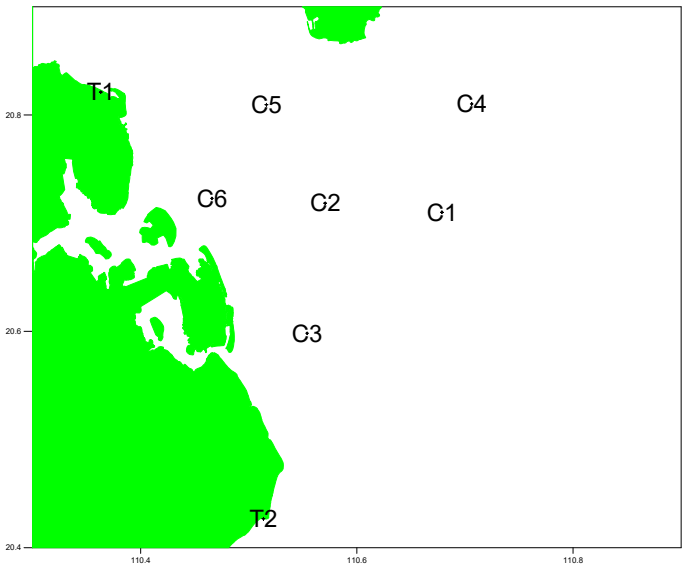


图 6.1.1-4　潮流、潮位验证点位布置图

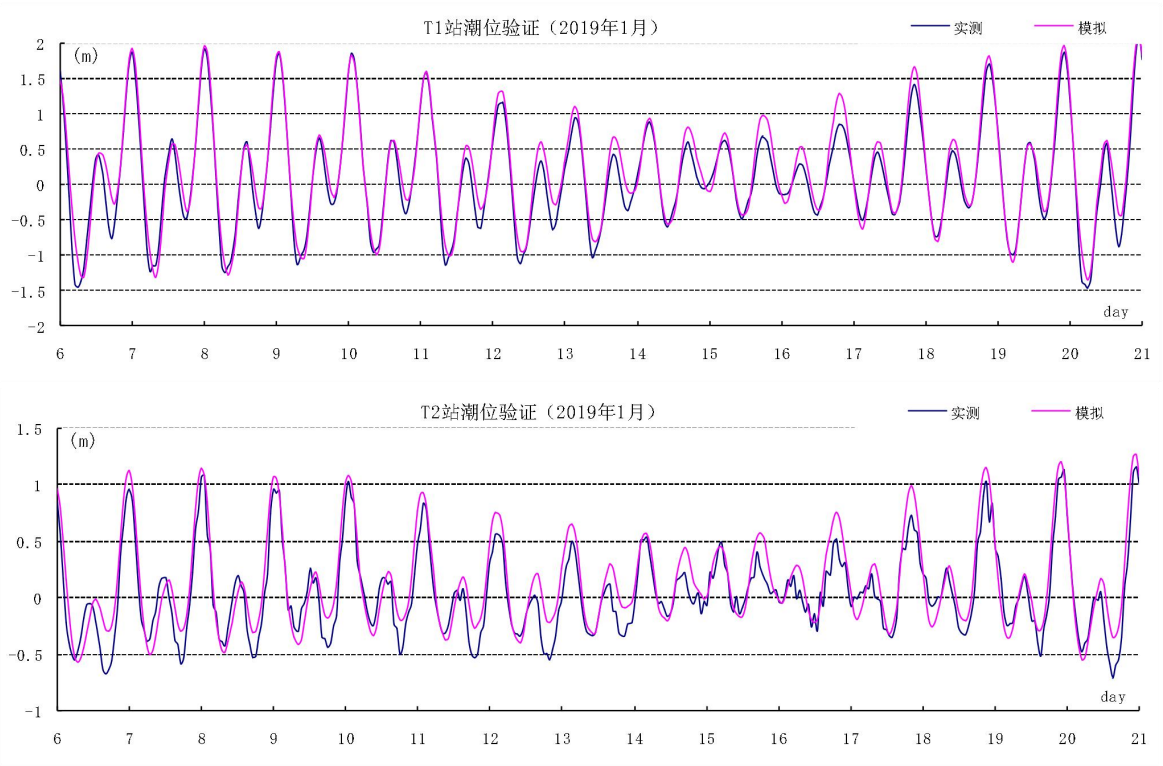
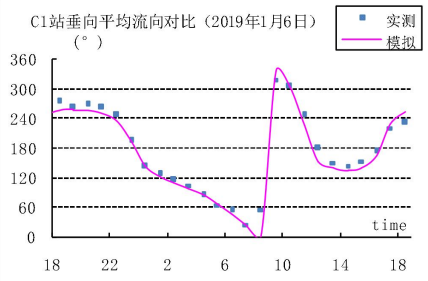
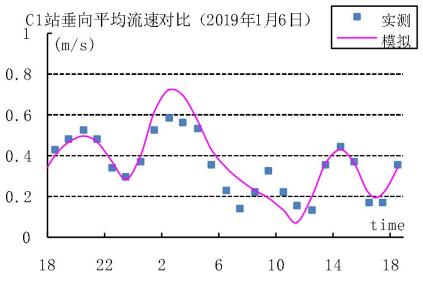
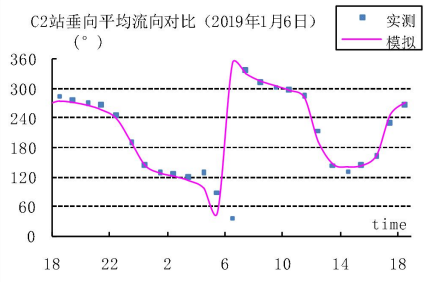
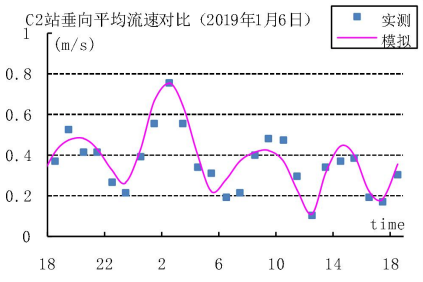


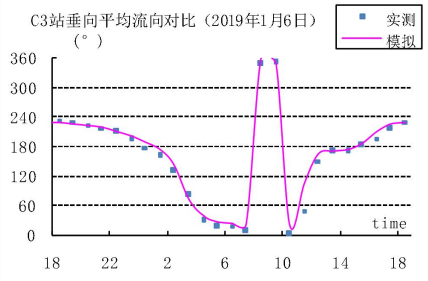
图 6.1.1-5　T1、T2 临时潮位站实测值与计算值对比

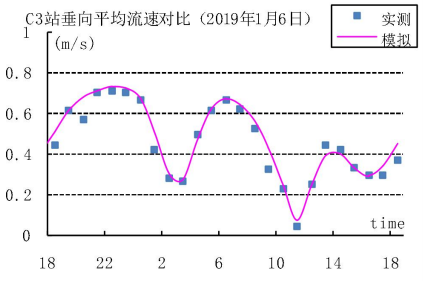

C1站垂向平均流向对比（2019年1月6日）
（°）
实测
模拟
360
300
240
180
120
60
0
time
18 22 2 6 10 14 18

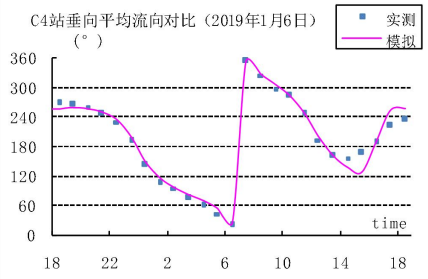

C1站垂向平均流速对比（2019年1月6日）
(m/s)
实测
模拟
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
time
18 22 2 6 10 14 18

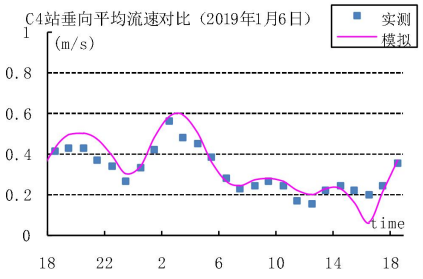

C2站垂向平均流向对比（2019年1月6日）
（°）
实测
模拟
360
300
240
180
120
60
0
time
18 22 2 6 10 14 18

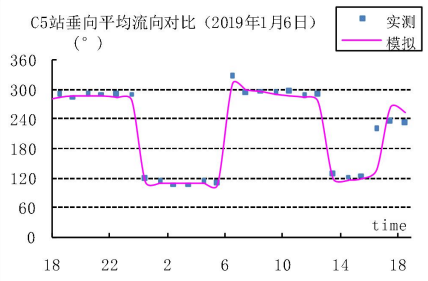

C2站垂向平均流速对比（2019年1月6日）
(m/s)
实测
模拟
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
time
18 22 2 6 10 14 18

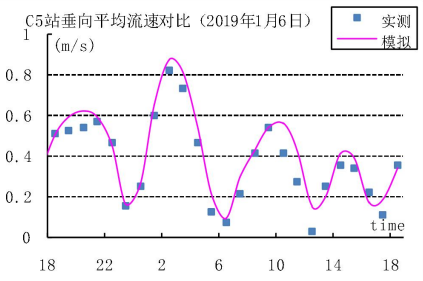

C3站垂向平均流向对比（2019年1月6日）
（°）
实测
模拟
360
300
240
180
120
60
0
time
18 22 2 6 10 14 18


C3站垂向平均流速对比（2019年1月6日）
(m/s)
实测
模拟
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
time
18 22 2 6 10 14 18


C4站垂向平均流向对比（2019年1月6日）
（°）
实测
模拟
360
300
240
180
120
60
0
time
18 22 2 6 10 14 18


C4站垂向平均流速对比（2019年1月6日）
(m/s)
实测
模拟
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
time
18 22 2 6 10 14 18


C5站垂向平均流向对比（2019年1月6日）
（°）
实测
模拟
360
300
240
180
120
60
0
time
18 22 2 6 10 14 18


C5站垂向平均流速对比（2019年1月6日）
(m/s)
实测
模拟
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
time
18 22 2 6 10 14 18

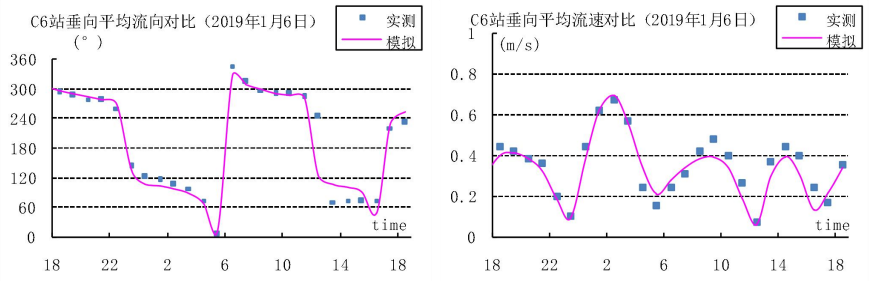


图 6.1.1-6　C1~C6 潮流站实测值与计算值对比

2019 年 1 月雷州半岛海域北向、南向流场见图 6.1.1-7 和图 6.1.1-8。模拟计算结果显示，潮流为往复流运动，潮流运动具有前进波特征，与琼州海峡潮流特征类似，潮流涨潮有北向流、也有南向流，潮流落潮有南、北向流。最大流速发生在高高潮、低低潮时刻。模拟区域上，潮流从粤西经琼州海峡东进入北部湾，在琼州海峡内形成强流，到琼州海峡西进入北部湾，此过程也可以反转。从流速分布来看，琼州海峡为流速高值区，东、西潮流最大流速都在 1.50m/s 以上。其次为雷州湾中部。

图 6.1.1-9 和图 6.1.1-10 是冬松岛所在泻湖大潮涨急、落急流场，泻湖潮流相位与外海存在一定差异，近似于驻波形式，涨急潮流发生在涨潮半潮位前 2 小时，落急潮流发生在落潮半潮位前 1 小时。泻湖大潮涨急流态为从两口门进入泻湖，大潮落急流态为从两口门流出泻湖，最大流速发生在两个口门处，其次为深槽流速较大，浅滩流速较小；拟建的冬松海域涨急潮流偏 W~WSW 方向，落急流向偏 E~ENE 方向，流速约 0.3 m/s 左右，落潮流速与涨潮流速相当。

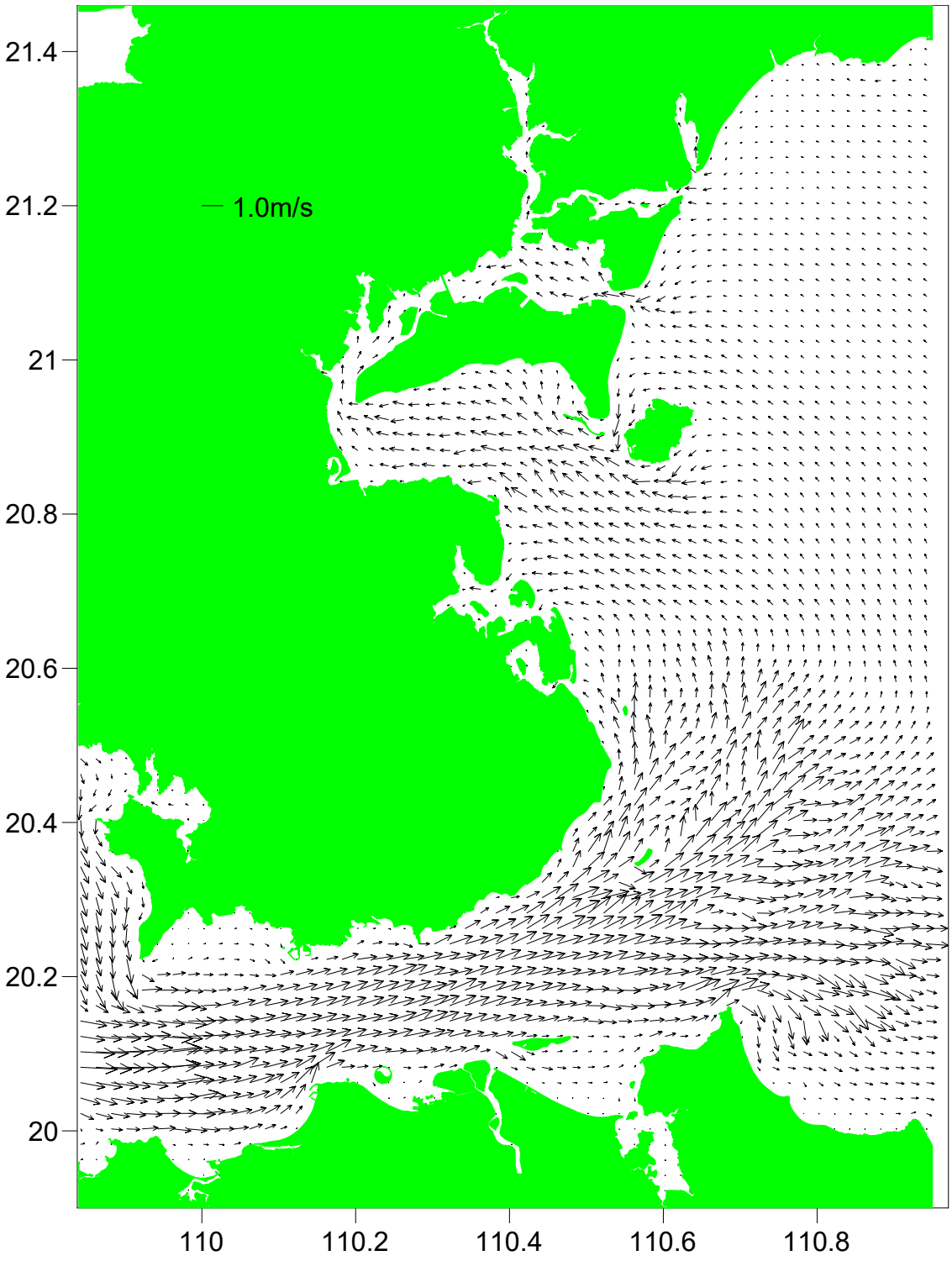


图 6.1.1-7　模拟区域海域潮流场（外罗北向流）

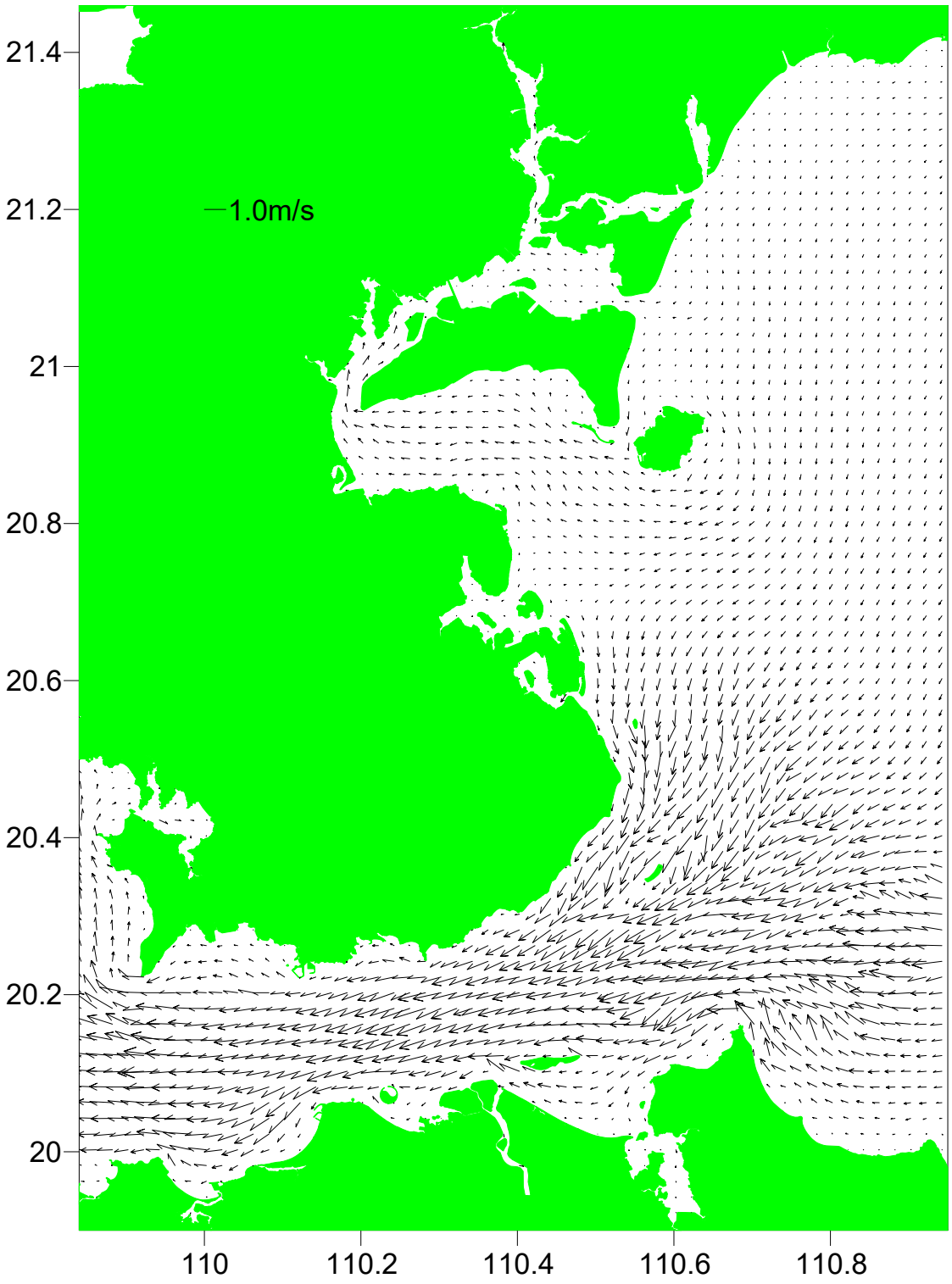


图 6.1.1-8　模拟区域海域潮流场（外罗南向流）

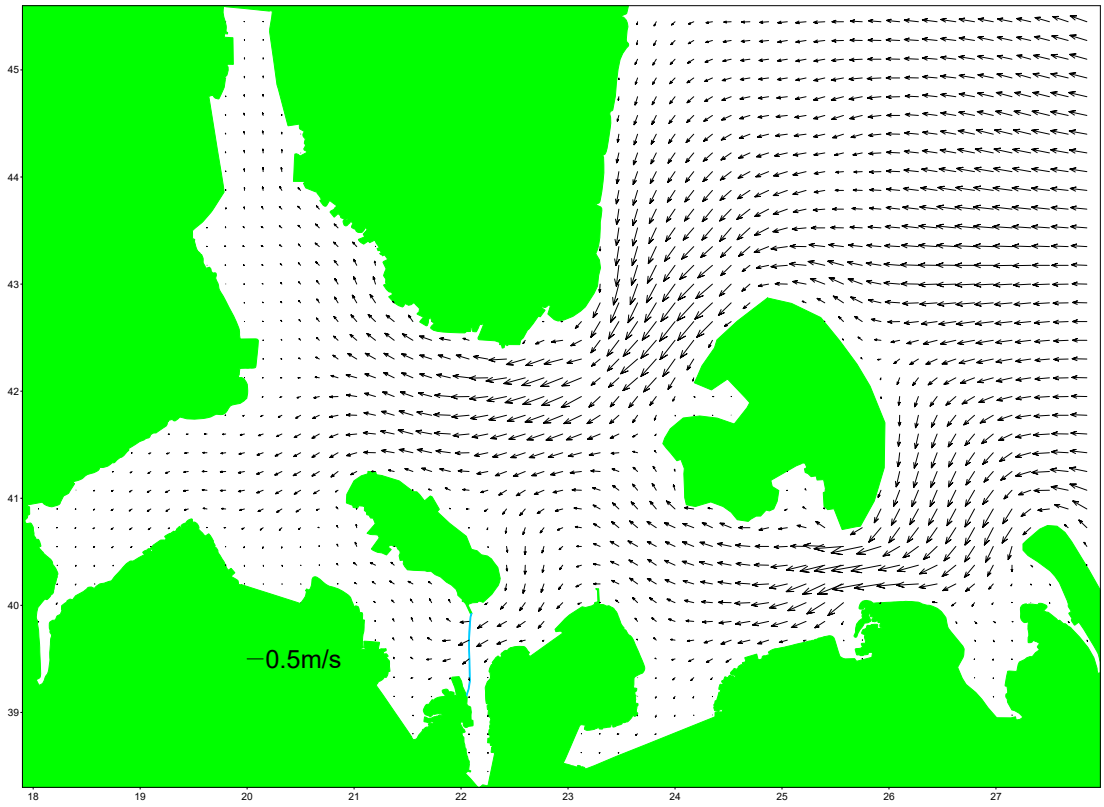


图 6.1.1-9　冬松岛所在泻湖涨急流场

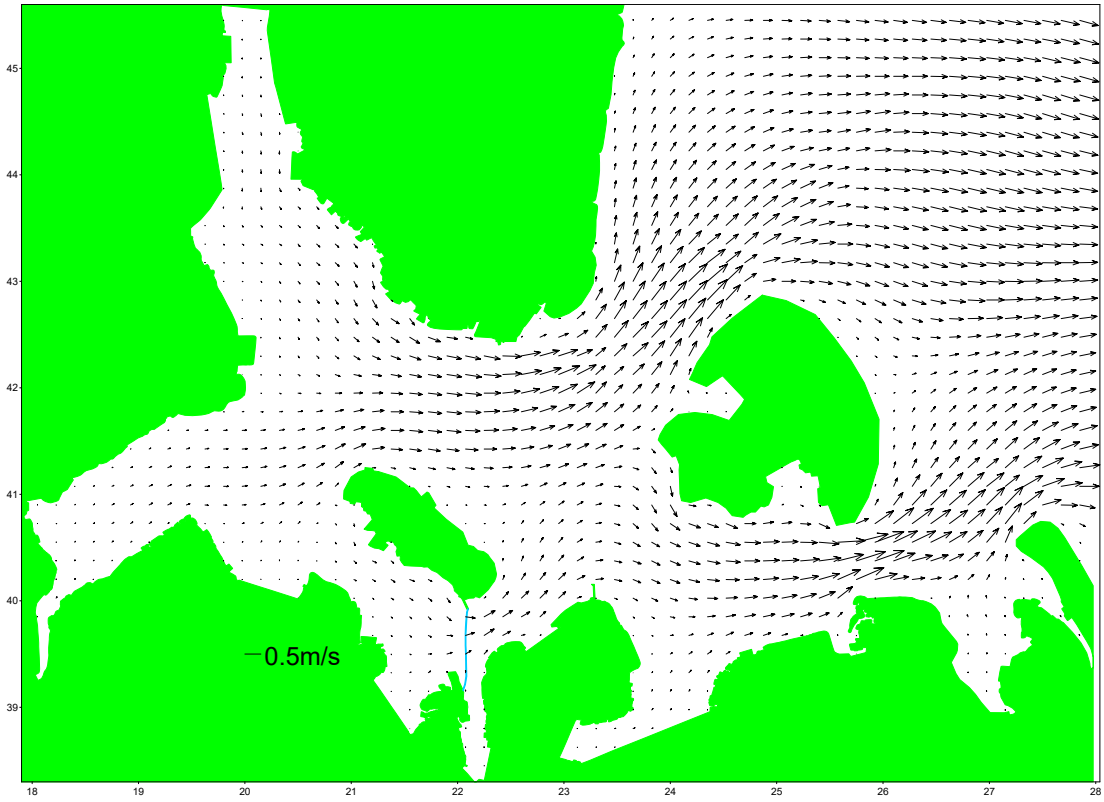


图 6.1.1-10　冬松岛所在泻湖落急流场

6.1.1.3 工程对潮流场的影响分析

拟建大桥长 1382m，宽 10m，下部结构为柱式墩，桥台为 U 桥台；大桥由 84 组柱式墩支撑，1.6m 的桩基共 6 根，0.8m 的桩基有 166 根。

桥墩对水流影响主要表现为两方面。一是墩柱减少过水截面，阻挡水流；二是桩柱的存在导致水流流经桩群时产生绕流阻力。采用小区域二维模型计算的工程前后流态，由于桥墩的尺寸小于计算网格的尺度，网格无法反映出桥墩的存在，为此，参阅了文献《桩群阻力影响下的潮流数值模拟研究》（唐士芳，2001 年）对桩基的处理方法：

在桩基所在区以下式进行水深修正：

$$\Delta H = \left[1 - \alpha * \frac{\pi}{4}\left(\frac{d}{B}\right)^2\right] H$$

式中：ΔH 为桩基所在区的折减水深；d 为桩径；B 为桩距；H 为天然水深；α为水深折减系数，是 d/B 的函数，其值在 1.3～4.0 之间。本报告中取中值 2.5。

大桥大潮涨急、落急前、后流速和流向对比结果见图 6.1.1-12 和图 6.1.1-15，同时输出大桥两侧 10 个代表点的流速和流向来描述工程前、后水流动力的变化，流速和流向代表点分布见图 6.1.1-11。由表 6.1.1-1 和图对比结果显示，大桥工程完成后，大桥轴线上流速了略有增大，外围流速略有减小，最大变化在 3%左右，流向基本不变。

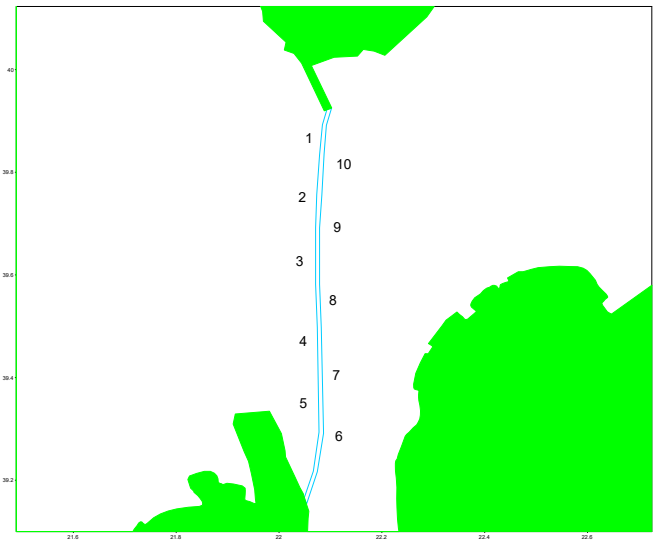


图 6.1.1-11 流速和流向代表点分布

表 6.1.1-1　代表点大潮流速和流向对比（流速：m/s，流向：°）

位置	涨急流速			涨急流向		落急流速			落急流向	
	工程前	工程后	变化	工程前	工程后	工程前	工程后	变化	工程前	工程后
1	0.24	0.24	0	270	270	0.28	0.28	0	107	107
2	0.35	0.35	0	252	252	0.28	0.29	0.01	84	84
3	0.34	0.35	0.01	242	243	0.26	0.27	0.01	69	70
4	0.20	0.20	0	229	229	0.15	0.15	0	53	53
5	0.08	0.08	0	187	187	0.06	0.06	0	18	18
6	0.09	0.09	0	162	162	0.08	0.08	0	346	346
7	0.13	0.13	0	209	207	0.12	0.12	0	31	31
8	0.31	0.31	0	234	234	0.25	0.25	0	58	58
9	0.38	0.39	0.01	242	243	0.31	0.31	0	69	69
10	0.40	0.40	0	248	248	0.36	0.36	0	77	77

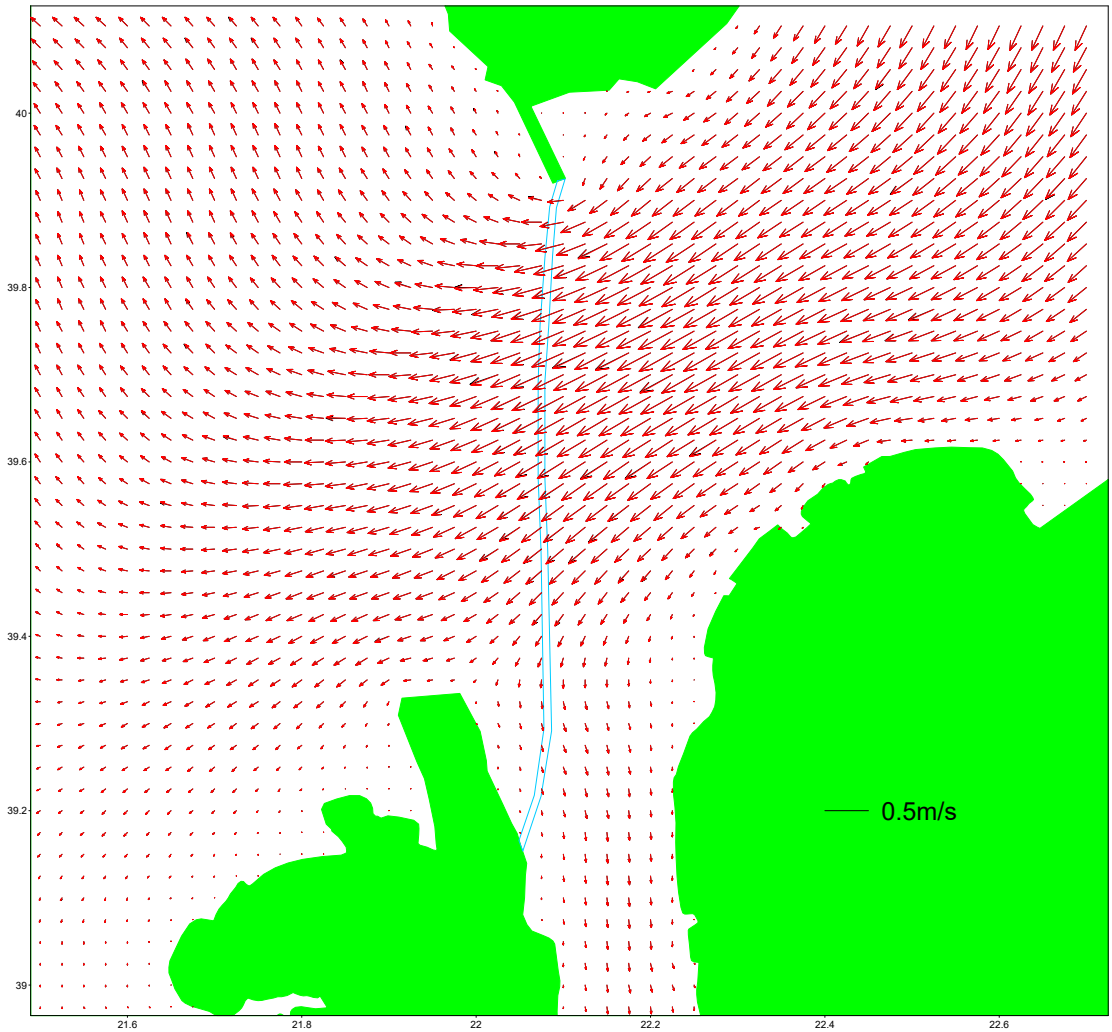


图 6.1.1-12 工程前后涨急流场对比（黑：工程前，红：工程后）

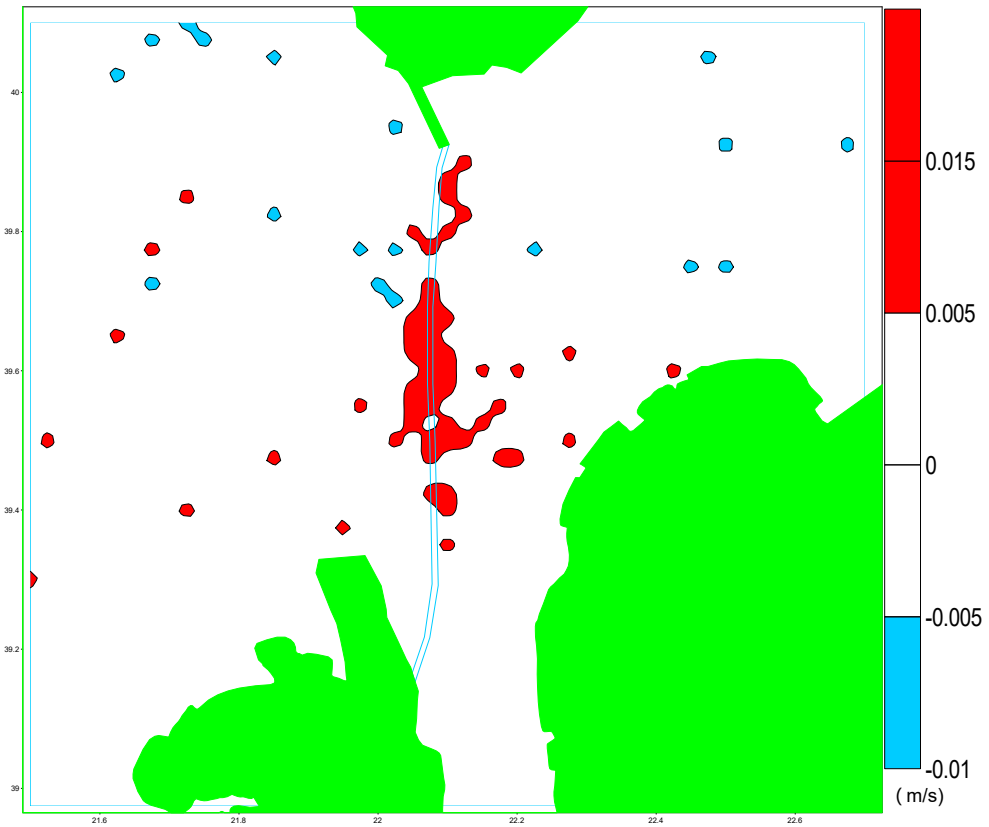


图 6.1.1-13 工程前后涨急流速变化

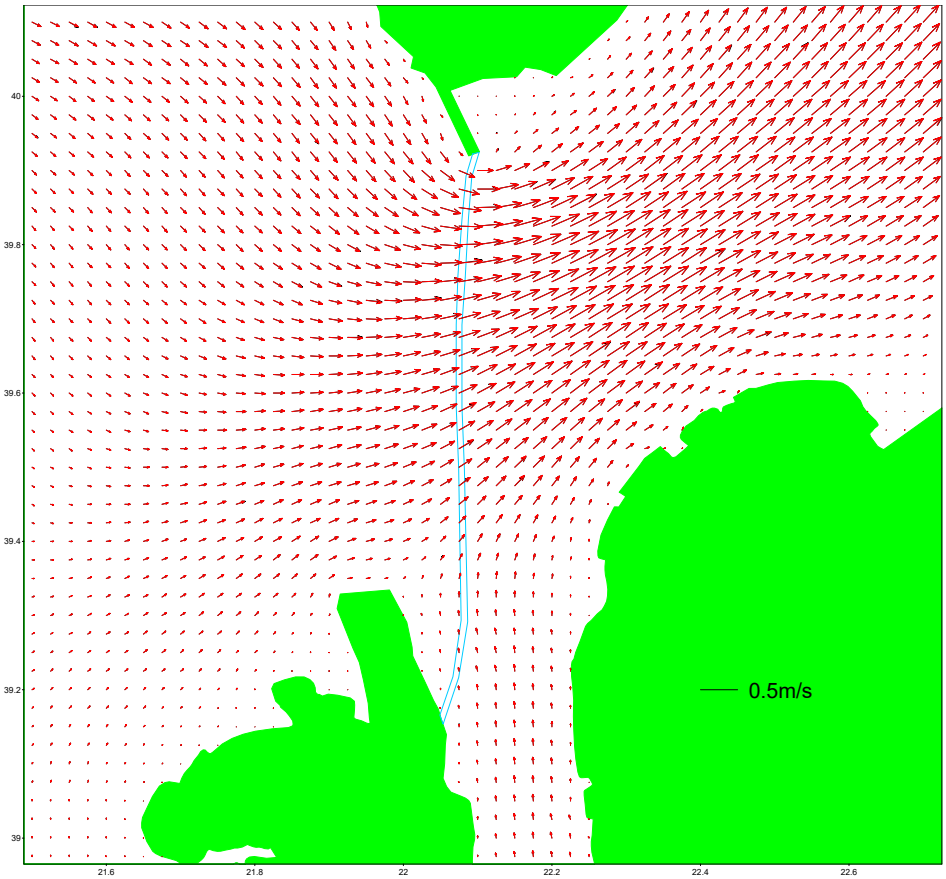


图 6.1.1-14 工程前后落急流场对比（黑：工程前，红：工程后）

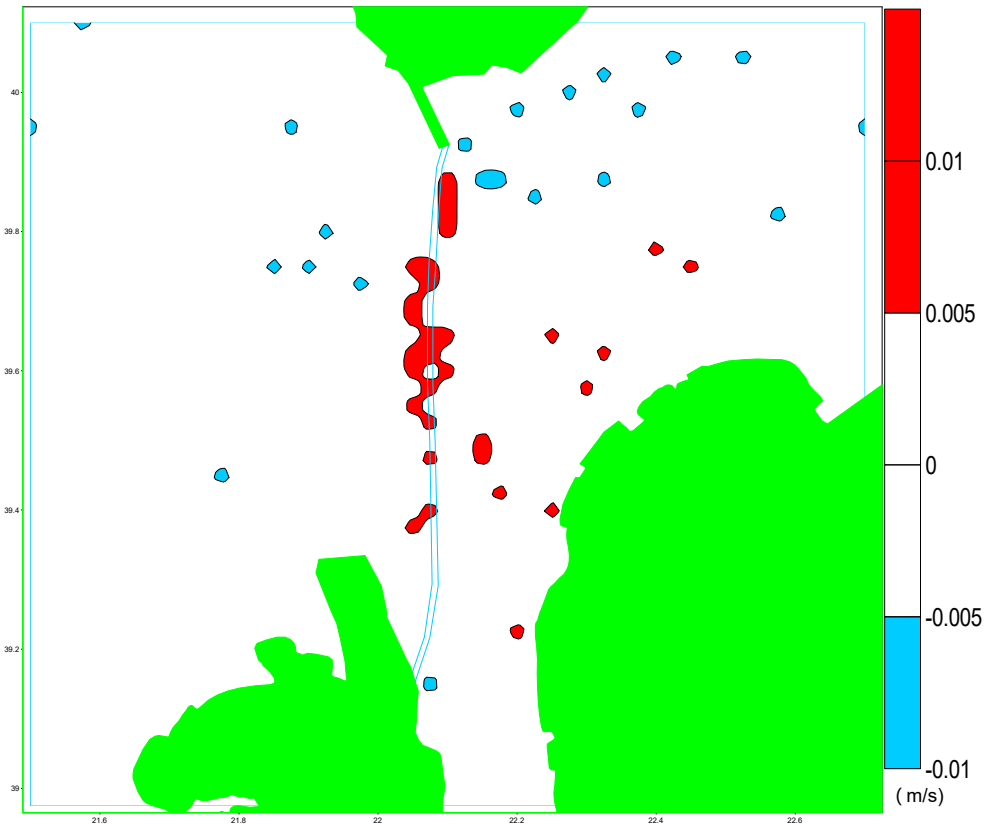


图 6.1.1-15 工程前后落急流速变化

6.1.1.4 纳潮量及对防洪的影响分析

大桥建设桩基占用水域面积，84组桩基共占用水域面积为129m^2，相比于冬松岛附近泻湖面积，占用不到0.1%，因此基本不对纳潮产生影响；大桥本身为透水结构，不对防洪产生影响。

6.1.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

由上节可知，大桥工程完成后，水动力环境基本不发生变化，因此不会引起大范围的泥沙运动方式，冲淤仅限于桥墩附近 10~30m 左右，见图 6.2-2。

类比湛江石门铁路特大桥的专题研究成果，桥墩附近海床冲淤演变趋势表现在以下几个方面：

（1）大桥工程建成后由于桥墩的束水作用，通航孔内的流速略有增大，由于桥墩的阻水作用，墩头附近的水流流速减小，但是变化幅度不大，桥梁建设对桥区海床形态影响不大；

（2）由于桥墩阻碍水流，形成绕桥墩两侧靠近海底流向下游的马蹄形涡旋，导致桥墩局部冲刷；

（3）桥墩上下游局部范围内，流速大幅度减小，挟沙能力大幅度降低，将引起海床淤积（桥墩局部冲刷除外）；

（4）桥墩之间、桥墩与堤岸之间流速增加，挟沙能力增大，将引起海床冲刷。

图 6.1.2-1 类似的桥桩工程附近海区冲淤图

6.1.3 水质环境影响预测分析

一、道路连接线影响分析

本项目道路连接线主要位于养殖鱼塘内，施工时通过水泵将鱼塘内的水排至其他鱼塘内作为养殖用水，然后在鱼塘围护的内围进行填土，不会对海域产生扰动或干扰，因此不会产生悬浮泥沙的影响。道路经过鱼塘排水渠和 K1+980 处有涉水的路段，道路施工前须抽干鱼塘的水后，鱼塘排水渠没有水排放，K1+980 处和排洪渠所在区域均为滩涂区域，箱涵处不进行填土，因此也不会产生悬浮泥沙。综上所述，项目道路连接线施工不会产生悬浮泥沙的影响。

二、桥梁工程影响分析

大桥建设过程对水质环境影响主要在三个环节，施工栈桥及平台搭建，PHC 桩施工，施工平台拆除。施工期间，悬浮物会影响该泻湖浮游生物、鱼类等水生生物的活动和繁殖，给渔业资源造成一定程度的损失。本节采用二维泥沙模型预测施工期间所产生的悬沙对海水水质环境的影响。

6.1.3.1 施工期悬浮泥沙对水质的影响预测

（1）悬浮泥沙影响预测模型

$$\frac{\partial HS}{\partial t}+\frac{\partial uHS}{\partial x}+\frac{\partial vHS}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(HA_h\frac{\partial S}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(HA_h\frac{\partial S}{\partial y})+F_S$$

H 为总水深，u、v 分别为 x、y 方向上的流速，S 为水体悬沙，Fs 为源汇函数，A_h 为水平扩散系数，采用欧拉公式：

$$A_{hx}=5.93\sqrt{g}H|u|/C_S \qquad A_{hy}=5.93\sqrt{g}H|v|/C_S$$

泥沙源汇函数按下面方法确定：$F_S=S_C+Q_d$

S_C 为输入源强，Q_d 为悬沙与海床交换通量；

底部切应力计算公式：$\tau=\rho f_b UU$

当$\tau\le\tau_d$时,水中泥沙处于落淤状态,则：$Q_d=\alpha\omega_s S(1-\frac{\tau}{\tau_d})$；

当$\tau_d<\tau<\tau_e$时,海底处于不冲不淤状态,则：$Q_d=0$；

当$\tau\ge\tau_e$时,海底泥沙处于起动状态,则：$Q_d=-M(\frac{\tau}{\tau_e}-1)$。

以上各式中：ω为泥沙沉降速度，S 为水体含沙量，α为沉降几率，τ_d为临界淤积切应力，τ_e为临界冲刷切应力，M 为冲刷系数。

悬浮泥沙沉降速度采用张瑞谨(1998)提出的泥沙沉降速度的通用公式：

$$\omega_s=\sqrt{(13.95\frac{v}{d_s})^2+1.09\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}gd_s}-13.95\frac{v}{d_s}$$

其中：γ、γ_s分别为水、泥沙的容重，d_s为悬浮泥沙的中值粒径，v为黏滞系数。取 *d*=0.03mm 为代表粒径，相应粒径的泥沙沉速为 0.051cm/s。

关于临界淤积切应力τ_d，这里采用窦国仁(1999)提出的计算公式：

$\tau_d=\rho f_b V_d V_d$

临界淤积流速，其中 k=0.26：

$$V_d = k\ (\ln 11\frac{h}{\Delta})(\frac{d^{'}}{d_*})^{1/3}\sqrt{3.6\frac{r_s - r}{r}gd}\ ,$$

Ve 为泥沙悬扬临界流速，其中 k=0.41：

$$V_e = k\ (\ln 11\frac{h}{\Delta})(\frac{d^{'}}{d_*})^{1/3}\sqrt{3.6\frac{r_s - r}{r}gd + (\frac{r_o}{r_*})^{5/2}\frac{\varepsilon\ + g\delta h(\delta/d)^{1/2}}{d}}$$

上两公式中其他各参数取值为：g=981cm/s^2，当泥沙粒径 d<0.05cm，床面糙率 $\Delta = 0.1cm$，d'=0.05cm，d_*=1.0cm，泥沙粘结系数ε＝1.75cm^3/s^2，薄膜水厚度参数δ＝2.31×10^{-5} cm，h 水深(cm)，r_o床面泥沙干容重(g/cm^3)，r_*床面泥沙稳定干容重(g/cm^3)，泥沙容重r_s=2.65 g/cm^3，海水容重r =1.025 g/cm^3。

仅考虑悬浮泥沙增量，计算后 *Vd* 取值 0.13m/s，泥沙从海床悬扬临界流速取较大值，*Ve*＝1.5m/s，即床面泥沙不考虑悬扬。

岸界固定边界条件：$\frac{\partial C}{\partial \vec{n}} = 0$　　$\vec{n}$ 为岸界法线方向

开边界的边界条件：

入流时　$C|_\Gamma = C_0$　　Γ为水边界,C$_0$ 为边界上悬沙浓度

出流时　$\frac{\partial C}{\partial t} + U_n\frac{\partial C}{\partial \vec{n}} = 0$　　Un 为边界法向流速

网格与方程求解同小区水动力方程，采用 ADI 迎风格式求解方程。

（2）源强分析

本项目桥梁根据项目施工方案，本项目海上主桥 K0+000~K1+382 的桩基采用 PHC 预制管桩，桩基的直径 1.6m 和 0.80m 共 2 种，本次源强计算主桥段取最大的直径 1.6m；施工栈桥及钻孔平台桩基采用直径为 0.82m 的钢管桩。

根据施工步骤，影响水质环境有三个：（1）施工栈桥及平台搭建，施工 50 天，单个钢管打入悬沙源强为 0.022 kg/s;（2）PHC 桩施工 365 天，单个 PHC 桩源强 0.032 kg/s；（3）施工平台拆除施工 10 天，单个钢管拔取源强为 0.109kg/s。

施工步骤一从两岸往海中推进，取 84 个代表点施工位置，每个点源强发生 0.36 天，模拟源强为 1×0.022 kg/s；施工步骤二模拟按不利工况考虑，84 组 PHC 桩分 3 组，每

组同时施工 5 天，模拟源强为 28×0.032 kg/s；施工步骤三从海中往两岸推进，取 84 个代表点施工位置，每个点源强发生 0.12 天，模拟源强为 1×0.109 kg/s；源强位置示意图 6.1.3-1。

图 6.1.3-1　84 个代表点位置示意图

（3）施工期水环境影响分析

模拟三工况施工所产生的悬沙输运和扩散，输出每小时的浓度场，分别统计工程施工过程中悬沙增量大于 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L 和 150mg/L 的包络线面积（即在 15 天模拟期间内各网格点构成的最高浓度值），统计结果见表 6.1.3-1，悬沙增量包络线浓度场见图 6.1.3-2 至图 6.1.3-4。

表 6.1.3-1　三工况施工期间悬浮物增量包络线面积（km^2）

工况	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	>150mg/L
施工栈桥搭建	0.052	0.016	-	-	-
PHC 桩施工	0.226	0.083	0.014	-	-
施工平台拆除	0.056	0.026	-	-	-
三工况叠加	0.226	0.083	0.014	-	-

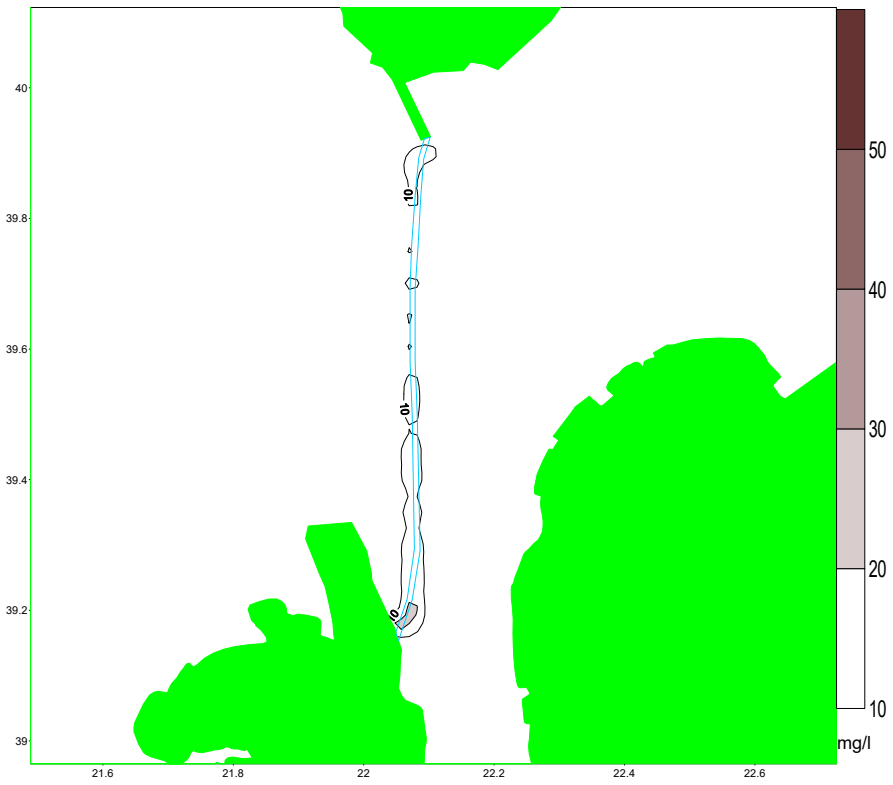


图 6.1.3-2　工况一施工期悬浮物增量包络线

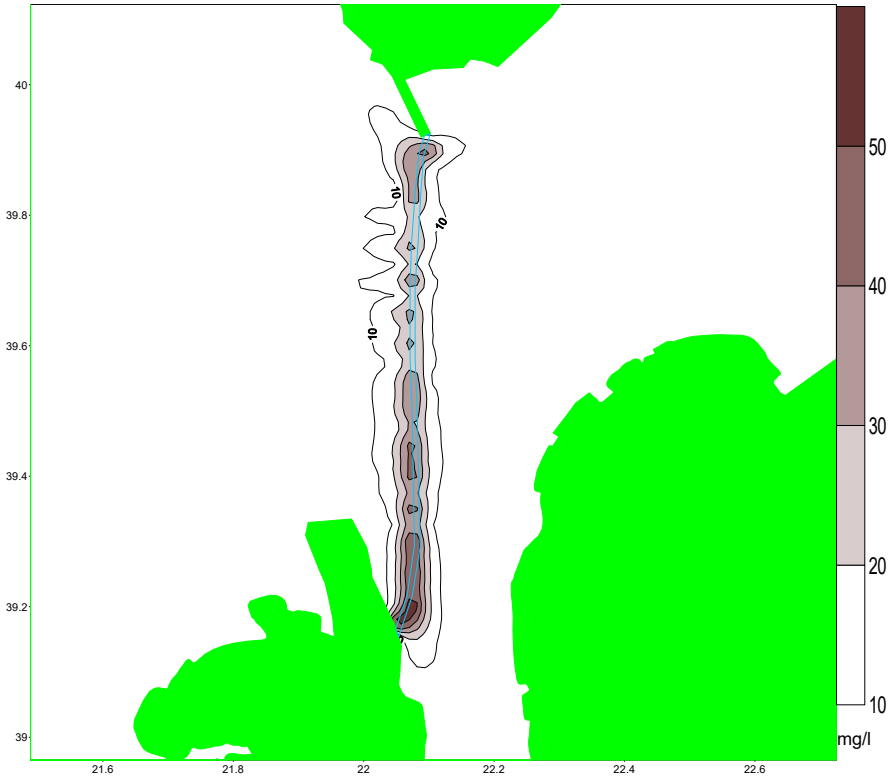


图 6.1.3-3 工况二施工期悬浮物增量包络线

图 6.1.3-4　工况三施工期悬浮物增量包络线

根据上述模拟结果，PHC 桩施工（工况二）施工周期最长，施工作业产生的悬沙包络面积最大，悬沙浓度大于 10mg/L 的整体包络线面积为 0.226km^2。由悬浮物最大浓度包络线可知，施工作业造成的悬浮泥沙随潮流扩散，悬浮物扩散核心区仅限于作业区附近。由于施工面积不大，影响范围有限，所产生的影响是暂时和局部的，加之悬浮泥沙具有一定的沉降性能，随着施工作业的结束，悬浮泥沙将慢慢沉降，工程海区的水质会逐渐恢复原有的水平。

2、施工期其他废水影响分析

（1）施工人员生活污水影响分析

施工期，项目平均施工人员约为 50 人，参照《港口工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2007），施工人员生活用水量按 100L/人·d，污水发生量按 85％计，则施工人员生活污水产生量约为 4.25m^3/d。项目施工人员生活污水拟经施工营地配套建设的临时流动型环保厕所进行收集处理，不得直接排放入海，不会对项目及其附近海域的水质产生影响。

（2）运输车辆和施工设备冲洗含油污水

本项目运输车辆和施工设备冲洗过程会产生少量的含油冲洗废水，拟经隔油处理后回用于陆域施工工程洒水抑尘等环节，油渣等经收集后交有资质的单位处理，不得直接

排入项目及其附近海域，则不会对项目及其附近海域产生明显的影响。

综合分析，本项目施工过程中产生的各类废水均不排放入海，基本不会对项目所在海域产生影响。

（3）施工场地初期雨水

本项目施工期施施工场地初期雨水主要污染物为悬浮泥沙。项目施工营地设置四周设置有沉砂池，道路排水沟与工程主体同时建设，工程的初期雨水经过沉砂、隔油池处理后，用于施工场地的车辆清洗和场地洒水抑尘等，不得对外排放。

3、环境敏感点影响分析

（1）养殖场

本项目建设需占用部分养殖池塘，根据调查，项目占用的养殖池塘业主为符国养、郑吾、谭广富等人，池塘养殖品种主要为对虾养殖，因此，在项目施工前，建设单位已经对占用的鱼塘进行补偿，与各鱼塘业主签订了补偿协议（见附件 11）。项目建设前对占用的池塘利用水泵将鱼塘的水抽至其他鱼塘作为养殖用水，然后进行清塘不再养殖。对于项目周边没有占用的、其他的养殖池塘由于有塘梗的围挡，因此项目施工不会影响到周边的养殖池。

根据“图 6.1.3-6 周边敏感点与悬浮泥沙叠加图”可知，项目距离周边其他已确权的养殖场或鱼排养殖均较远，项目施工期悬浮泥沙不会扩散至项目附近的鱼排养殖区，对周边鱼排养殖的影响很小。且本工程施工产生的悬浮泥沙对周围海域海水水质的影响是暂时性的，一旦项目产生悬浮泥沙的施工环节结束，周围海域的水质环境也可逐渐改善。因此，项目施工引起的悬浮物对附近的养殖区不会产生长期的不良影响。

（2）对红树林保护区的影响

本项目不占用周边红树林和红树林保护区，因此，本项目不对红树林造成直接的占用。由数模结果叠加图（图 6.1.3-5）可见，本项目施工期，悬浮泥沙会扩散到西侧的红树林保护区，大于 10mg/L 的悬浮物包络线扩散至西侧生长的红树林附近，将使小范围内的红树林水体中的悬浮泥沙的浓度超过 10mg/L，影响面积为 0.062km^2（见表 6.1.3-2），悬浮物对红树植物的影响主要是可能影响红树植物根系（呼吸根）的呼吸作用，红树植物生长在潮间带，在退潮时红树植物根系将裸露在空气中，不会受到悬浮物的直接影响；涨潮时红树植物根系淹没在水里，水体悬浮物浓度增加会对其产生一定的影响。但红树植物能够适应较为浑浊的水体，对水体中悬浮物浓度上升并不敏感，因此项目施工过程产生的悬浮泥沙不会对红树林产生明显的不良影响，尽量选择在退潮时施工。悬浮泥沙

影响将随着项目施工的结束而逐渐消除，不会对该片红树林产生长远的不良影响。此外，根据地形地貌与冲淤环境影响分析结果，本项目对地形地貌与冲淤环境的影响较小，不会明显影响红树林的地形地貌和冲淤环境。

表 6.1.3-2　悬浮物影响红树林保护区范围（km^2）

工况	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	>150mg/L
三工况叠加	0.062	0.018	0.0048	-	-

（3）对红树林保护区的影响

本项目对北莉口海洋保护区限制类红线区和北莉口海洋保护区的影响分析具体见第 10 章。

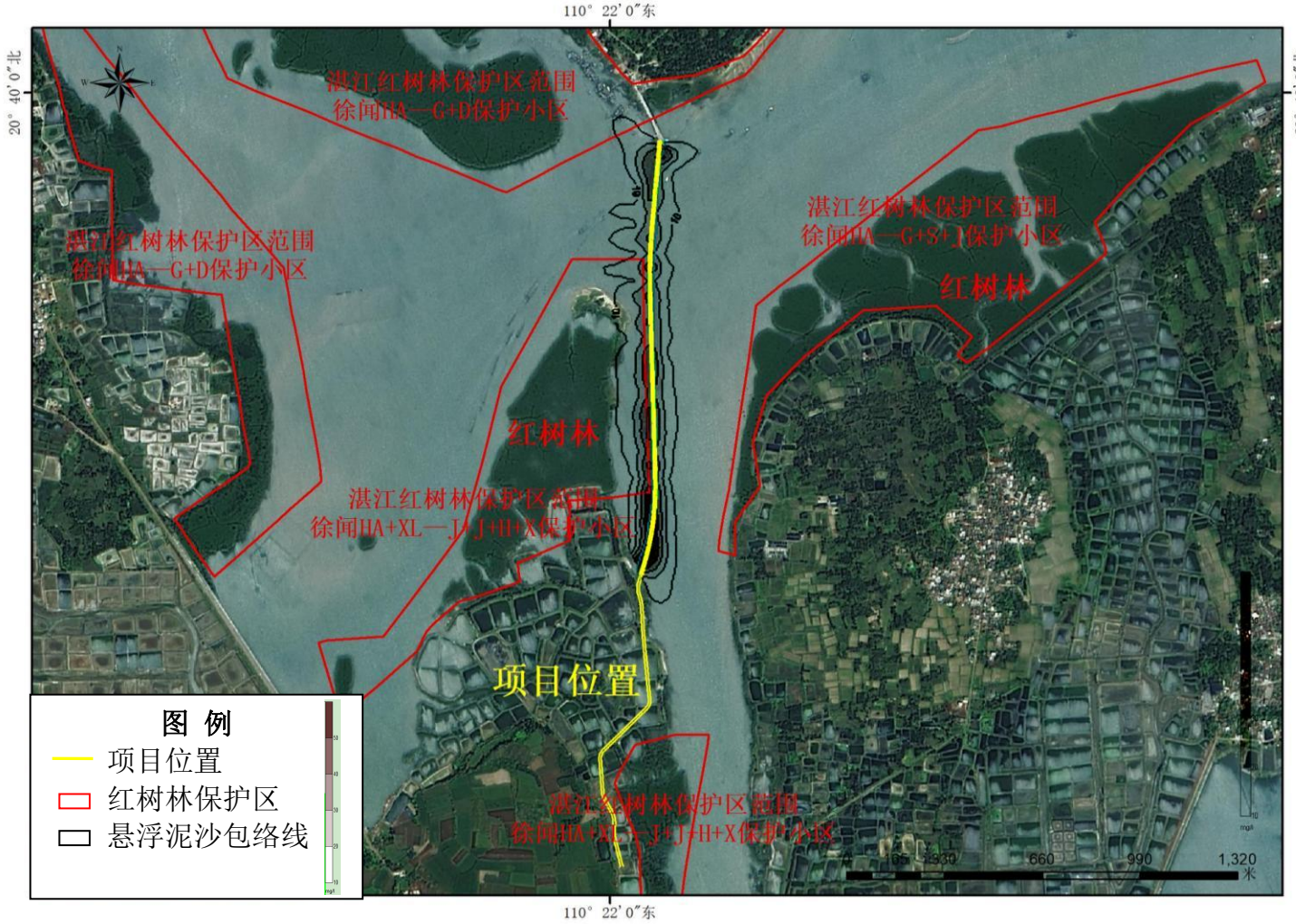


图6.1.3-5　悬浮泥沙与红树林保护区叠加图

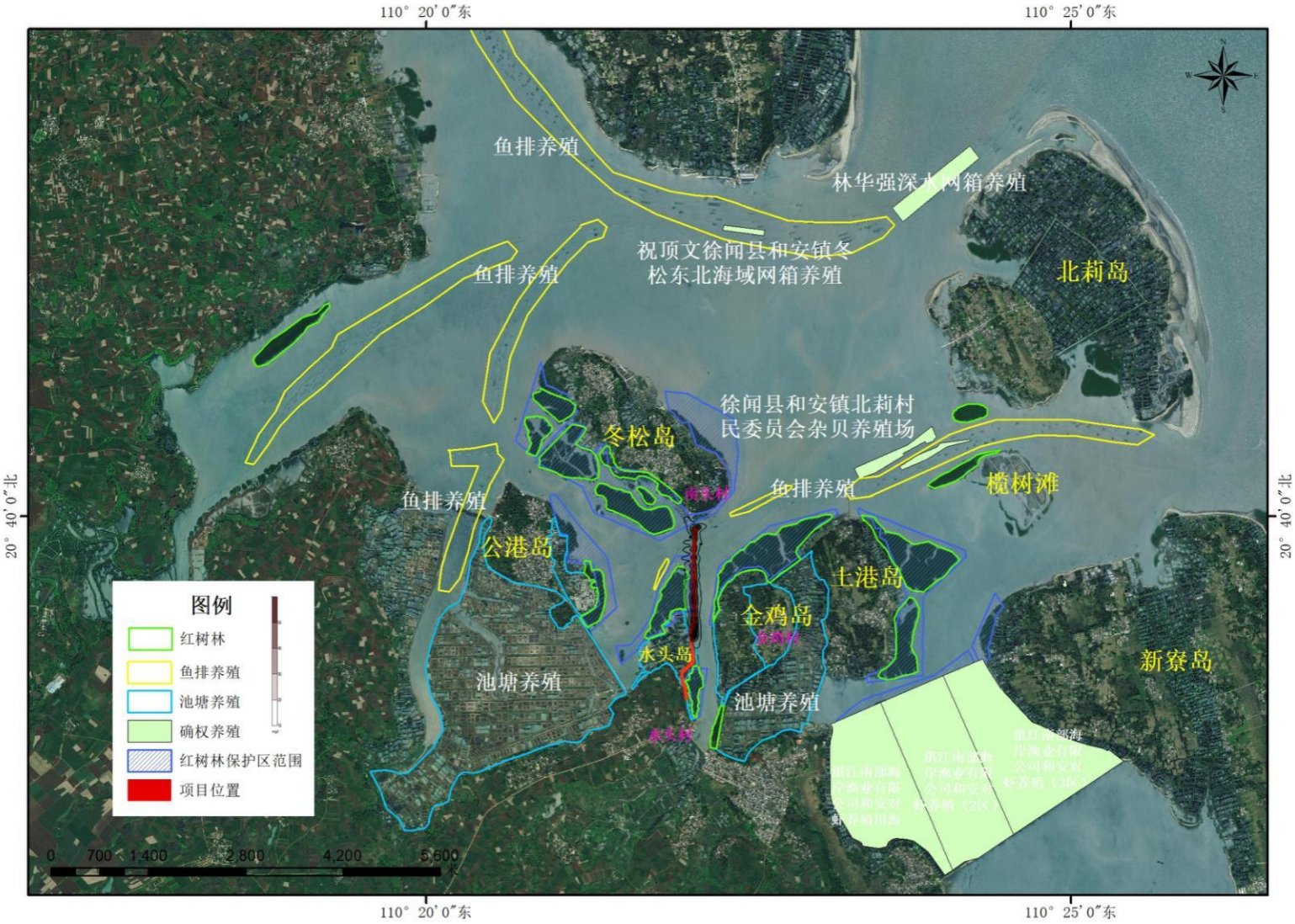


图6.1.3-6　周边敏感点与悬浮泥沙叠加图

6.1.3.2 营运期水质影响分析

营运期，本项目桥面路段不设置收费站，无工作人员产生的生活污水，主要水污染源为桥面初期雨水径流，一般是指降雨时前 5～20min 的雨水。桥面初期雨水是各大桥营运期产生的非经常性污水，主要是初期雨水冲刷桥面形成，桥面初期雨水中主要污染物为 pH、SS 和石油类，污染物的浓度与路面行驶机动车的车流量、机动车类型、降雨强度、降雨周期、道路性质及机动车燃料性质等多项因素有关。

西安公路学院曾用人工降雨方法在西安至三原公路上形成路面径流，在车流量和降雨量已知的情况下，降雨历时一小时，降雨强度为 81.6mm/h，在一小时内 按不同时间段采集水样，路面初期雨水中污染物测定结果见表 6.1.3-2。

表 6.1.3-2　路面初期雨水中污染物浓度测定值一览表

雨水收集时间 污染物	5~20min	20~40min	40~60min
pH	7.0~7.8	7.0~7.8	7.0~7.8
SS(mg/L)	231.42~158.20	158.20~90.36	90.36~18.71
COD_{Cr}(mg/L)	87~60	60~22	22~4.0
石油类(mg/L)	22.30~19.74	19.74~3.12	3.12~0.21

拟建工程为跨海桥梁加工程，径流系数取 0.85，根据本项目跨海桥梁桥面总面积 12438m^2，计算出 10min 桥面初期雨水总量约 304.3m^3。按年均暴雨次数 30 次计，则年初期雨水量为 9129m^3。

项目应加强对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、油污和吸附物等，同时初期雨水进入应急处理池中隔油、沉淀，再回用于周边农田灌溉，不得排放入海，从而将其可能对项目所在海域产生的环境影响降至最低。

6.1.4 沉积物环境影响分析

（1）施工期对海洋沉积物的环境影响评价

本工程主桥桩基施工和施工栈桥、钻孔平台桩基施打及拔除等海上施工过程将会使所在海域海床底土发生改变，使项目所在海域及其附近海域的沉积物环境受到影响，其中项目桥梁主桥桩基占用海域的沉积物环境将被彻底破坏，且是不可恢复的，而施工区附近沉积物环境将在施工结束后的一段时间内得以恢复。项目拼宽桥梁主桥桩基施工和施工栈桥、钻孔平台桩基施打及拔除等施工过程所产生的悬浮泥沙在水流和重力的作用下，将在施工地附近扩散、沉降，造成泥沙沉积在施工地附近的底基上，改变海底沉积物的理化性质。根据水质预测结果，本工程海上施工过程将造成一定的悬浮泥沙影响，

施工引起的悬浮泥沙扩散导致超第一、二类海水水质的海域面积为0.02km²。可见，本项目海上施工过程造成的悬浮泥沙经扩散和沉降后，将在工程位置一定范围内迁移，将对项目周围海域沉积物环境造成一定的影响。但影响范围较小，主要集中在桥梁附近，且这种影响是暂时的，会随着时间逐渐消失。此外，本项目施工期间产生的污水和固体废弃物均能得到有效处理，均不直接排入海域环境中。综合分析，本项目施工期对项目及附近海域的沉积物环境产生的影响较小。

（2）运营期对海洋沉积物的环境影响评价

本项目运营期产生的环境污染源主要为桥面初期雨水径流和路面垃圾。项目运营期应安排环卫人员加强对道路的打扫清洁，则可大大减小桥面初期雨水径流中污染物的数量，同时可避免路面垃圾和初期雨水径流直接排放入海。项目初期雨水径流拟收集后进入应急事故池中，经过沉淀、隔油后，再回用于周边农田灌溉，不排入海域，从而避免对项目所在海域及附近海域的海洋沉积物质量产生影响。通过采取上述措施后，本项目运营期不会对项目及其附近海域的沉积物环境产生明显的影响。

6.1.5 生态环境影响预测与评价

6.1.6 海洋生态环境的影响分析

6.1.6.1 施工期海洋生态环境的影响分析

一、对底栖生物的影响分析

本项目桩基施工和施工栈桥、平台钢管桩施打及拔桩等产生的悬浮泥沙在施工区附近海域扩散，造成水体悬浮物浓度增加，使得海水透明度降低，导致底栖生物正常的生理过程受到影响，但这种影响是短暂的，施工结束后受悬沙影响的底栖生物可以逐渐恢复到正常水平。

工程建设对底栖生物最主要的影响是桥梁桩基占地等施工行为毁坏了底栖生物的栖息地，使底栖生物栖息环境被破坏，导致施工区周边一定范围内底栖生物的死亡，其中主桥桩基占用的海域面积属于不可恢复的破坏，而施工栈桥、钻孔平台桩基占用海域和桩基周围海域的底栖生物栖息环境改变属于暂时性的，施工期结束后一段时期将逐渐恢复。根据本项目设计方案，本项目的桥梁段拟在海上新增建设直径为1.6m的桩基为6根，0.8m的桩基为166根；施工钢栈桥和钻孔平台拟在海上建设φ820*8mm钢管桩，其中施工钢栈桥的桩基共268根，钻孔平台的桩基共166根，合计434根，则本项目主

桥桩基需占用海域面积约为：

$3.14\times(1.6/2)^2\times6+3.14\times(0.8/2)^2\times166=95.46m^2$

施工栈桥、钻孔平台桩基需占用海域面积约为：

$3.14\times(0.82/2)^2\times268+3.14\times(0.82/2)^2\times166=229.1m^2$。

根据项目所在春季和秋季调查中，2 季海域底栖生物平均量约为 $14.48g/m^2$，按项目桩基实际占用海域面积进行计算，则可计算得本项目桥梁新增桩基占用海域造成的底栖生物损失量约为 $95.46m^2\times14.48g/m^2=1.382kg$，钢栈桥和钻孔平台钢管桩占用海域造成的底栖生物损失量约为 $229.1m^2\times14.48g/m^2=3.317kg$，共计损失底栖生物量 4.699kg，不会对所在海域的底栖生物造成明显的不良影响。

二、对浮游生物的影响分析

施工期间对浮游植物的影响主要是拼宽段主桥桩基施工和施工栈桥、平台钢管桩施打及拔桩引起局部海域悬浮物增加，降低生物栖息环境质量。从水生生态角度来看，施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体内浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的印制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

由于本项目海上桩基施工工程量小，悬浮泥沙影响浓度和范围也均较小，影响浓度主要集中在 20mg/L 浓度范围内，且海上施工时间短，不会对浮游生物产生明显的不良影响，

三、对渔业资源的影响分析

本节所述渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔稚鱼。施工过程中，悬浮物对部分游泳生物的影响较为显著。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

根据水质预测结果，项目施工过程中引起的悬沙增量超过 10mg/L 的包络线面积为 0.226km^2，影响主要在施工区域附近海域。施工过程，游泳生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但施工期内会造成渔业资源一定量的损失。

按照《规程》，施工产生的悬浮物在扩散范围内对海洋生物产生持续性损害，按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

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

式中：

M_i——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

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

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

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

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

n——某一污染物浓度增量分区总数。

1）污染物浓度增量影响的持续周期数（T）和污染水深（m）

根据项目施工进度计划，本项目施工时间约 18 个月，则污染物浓度增量影响的持续周期数为 36（15 天为 1 个周期）。

根据项目所在海域实测水深地形数据，悬沙扩散范围内的海域平均水深以 1.5m 计算。

2）资源密度（D_{ij}）

渔业资源密度取调查海域的平均资源密度，见表 6.1.6-1 所示。

表 6.1.6-1　渔业资源密度一览表

类别	春季平均生物量	秋季平均生物量	2 季平均生物量	单位
游泳生物	374.039	273.922	323.981	kg/km^2
鱼卵	200	632	416	粒/1000m^3
仔幼鱼	13	107	60	尾/1000m^3

3）浓度增量区面积 S_j 及生物资源损失率（K_{ij}）

保守起见，浓度增量面积取包络线面积。根据数值模拟结果，项目海上施工造成悬浮泥沙的阶段为 PHC 桩施工，该施工阶段大于 10mg/L、小于 20mg/L 等值线所围面积为 0.143km^2，大于 20mg/L、小于 50mg/L 等值线所围面积为 0.069km^2，大于 50mg/L、小于 100mg/L 等值线所围面积为 0.014km^2，大于 100mg/L 的等值线面积为 0km^2，具体见表 6.1.5-2 所示。

按《规程》中的“污染物对各类生物损失率”范围值的中值确定本工程增量区的各类生物损失率，见表 6.1.6-2 所示。

表 6.1.6-2　本工程悬浮物对各类生物损失率

分区	各污染区内悬浮物浓度增量范围（mg/L）	各污染区的面积（km^2）	污染物 *i* 的超标倍数（B_i）	各类生物损失率（%）	
				鱼卵和仔稚鱼	成体
I区	10~20	（0.226-0.083）=0.143	B_i≤1 倍	5	0.5
II区	20~50	（0.083-0.014）=0.069	1＜B_i≤4 倍	17.5	5
III区	50~100	（0.014-0）=0.014	4＜B_i≤9 倍	40	15
IV区	>100	0	B_i≥9 倍	50	20

4）资源损失量计算结果

本项目工程占用的为浅海区域，根据前述计算公式和参数（统计见表 6.1.6-3）计算得本项目造成的渔业资源损失量如下：鱼卵 4.34×10^5 粒、仔稚鱼 5.58×10^5 尾、游泳动物 20.3kg。

表 6.1.6-3　悬浮泥沙影响损失估算表

浓度（mg/L）	种类	资源密度		影响面积 S（km^2）	持续周期数（T）	水深（m）（d）	损失率 K（%）	损失量计算公式	损失量	
		密度值 D	单位						损失量值	单位
10~20	鱼卵	323.981	粒/1000m^3	0.143	36	1.5	5	D×S×d×K×T	1.25×10^5	粒
	仔稚鱼	416	尾/1000m^3	0.143	36	1.5	5	D×S×d×K×T	1.61×10^5	尾
	游泳动物	60	kg/km^2	0.143	36	1.5	0.5	D×S×K×T	2.32	kg
20~50	鱼卵	323.981	粒/1000m^3	0.069	36	1.5	17.5	D×S×d×K×T	2.11×10^5	粒
	仔稚鱼	416	尾/1000m^3	0.069	36	1.5	17.5	D×S×d×K×T	2.71×10^5	尾
	游泳动物	60	kg/km^2	0.069	36	1.5	5	D×S×K×T	11.18	kg
50~100	鱼卵	323.981	粒/1000m^3	0.014	36	1.5	40	D×S×d×K×T	9.80×10^4	粒
	仔稚鱼	416	尾/1000m^3	0.014	36	1.5	40	D×S×d×K×T	1.26×10^5	尾
	游泳动物	60	kg/km^2	0.014	36	1.5	15	D×S×K×T	6.80	kg
＞100	鱼卵	323.981	粒/1000m^3	0	36	1.5	50	D×S×d×K×T	0	粒
	仔稚鱼	416	尾/1000m^3	0	36	1.5	50	D×S×d×K×T	0	尾
	游泳动物	60	kg/km^2	0	36	1.5	20	D×S×K×T	0	kg
合计	鱼卵 4.34×10^5 粒、仔稚鱼 5.58×10^5 尾、游泳动物 20.3kg。									

通过以上分析，本工程施工期总生物损失量如下：底栖生物损失量约为0.563kg，损失鱼卵 4.34×10^5 粒、仔稚鱼 5.58×10^5 尾、游泳动物 20.3kg。

底栖生物按成体生物处理，商品价格按照经济贝类市场价格计算（15 元/kg）。

游泳生物按成体生物处理，价格按海鱼的平均价格计算（20 元/kg）。

鱼卵仔鱼折算成商品鱼苗进行计算，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，则本项目施工期鱼卵仔鱼损失量折算成商品鱼苗约为 208 尾，商品鱼苗价格取市场价为 1 元/尾。

按照《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。本项目桩基占用海域破坏底质造成的底栖生物和潮间带生物损失属于不可逆影响，生物资源损害的补偿年限应不低于 20 年，按 20 年进行赔偿；施工时产生的悬浮泥沙对渔业资源的持续性生物资源损害实际影响年限低于 3 年，按 3 年进行补偿。由此计算，本工程造成的生态损失总赔偿总额为 9.9348 万元。

表 6.1.6-4　海洋生物资源损失汇总表

生物资源		直接损失量		单价	直接经济损失额（元）	补偿年限	经济补偿额（万元）
桩基破坏底质	底栖生物	4.699kg		15 元/kg	70.485	20	0.1410
悬沙破坏渔业资源	游泳生物	20.3kg		20 元/kg	406	3	0.1218
	鱼卵（粒）	4.34×10^5	折商品鱼苗 32240 尾	1 元/尾	32240		9.6720
	仔鱼（尾）	5.58×10^5					
合计							9.9348

四、施工噪声对海洋生态环境的影响分析

本项目施工期打桩时产生的施工噪声将对所在海域的生态环境产生一定的影响，研究表明，强噪声对鱼类的影响程度有：（1）改变鱼的行为模式，包括：摄食、 捕获，规避和离开某个区域；遮蔽效应和听力损失；行为模式改变；紧张等。（2） 损害物种的耳朵听觉细胞等影响。虽然项目施工时间有限，施工打桩作业中产生的水下噪声具有不连续，持续时间有限，无多声源叠加等特点，但打桩施工噪声源强较大，打桩时产生的噪声还是将对临近的海洋生物资源造成一定的影响。因此，建议项目取在打桩机外安装隔声外壳，加强施工人员管理等措施，将项目施工噪声可能对海洋生态环境的影响降至最低。

6.1.6.2 营运期对海洋生态环境的影响分析

项目营运期间产生的桥面初期雨水路面径流和桥面洒落物等，如果不加以收集处理，排入海域环境中，将会降低项目周围海水水质，进而影响到生态环境；因此，本项目应安排人员加强对项目桥面的打扫清洁，减少初期雨水携带的污染物数量，同时项目严格按照设计方案建设雨水管道，初期雨水收集进入应急处理池中沉淀、隔油后，全部回用于周边农田灌溉，避免桥面初期雨水径流和垃圾入海从而对海洋生态环境产生影响。此外，项目桥梁拼宽建成通车后，过往车辆将较现状有所增加，交通噪声影响也将有所增加，在桥面处产生的交通噪声通过桥墩传递至海中，将改变所在海域的声环境，从而对敏感性海洋生物的生理状况和活动规律产生影响，有可能引起附近海域海洋生态系统的改变；车辆通过桥梁时产生的振动。通过桥墩向海洋传递，也将对海洋生态环境产生一定的影响。

6.1.6.3 对“三场一通道”的影响分析

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内，项目施工过程产生的悬浮泥沙不会扩散至南海中上层鱼类产卵场和底层、近底层鱼类产卵场内，不会对其产生影响。

但项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区范围内，南海北部幼鱼繁育场保护区的保护期为 1-12 月，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业；经济鱼类繁育场保护区的保护期为农历 4 月 20 日~7 月 20 日，幼鱼、幼虾保护区的保护期为 3 月 1 日~5 月 31 日。

本项目施工产生的悬浮泥沙将引起涉海拼宽段所在海域及周边海域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，对南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区中的幼鱼、幼虾等生存环境造成一定的影响。但本项目主要涉海施工工程为涉海拼宽段主桥桩基施工和施工栈桥、平台钢管桩施打及拔桩，不涉及底拖网作业，项目涉海工程量非常小，施工工期较短，悬浮泥沙影响范围和程度也均较小，随着本项目工程建设的结束，施工点附近海域水质和生态环境会逐渐恢复，对南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区的影响也将消失。因此，本项目不会对

南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区产生长远的不良影响，但项目应采取控制施工范围、在保证符合工程施工质量要求的前提下加快施工进度、加强施工期的跟踪监测等措施，以将项目对南海北部幼鱼繁育场保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区的影响降至最低。

6.1.7 通航环境影响分析

本次评价项目的建设对通航环境的影响，援引《徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程航道通航条件影响评价报告（报批稿）》相关内容进行分析。

一、设计水位

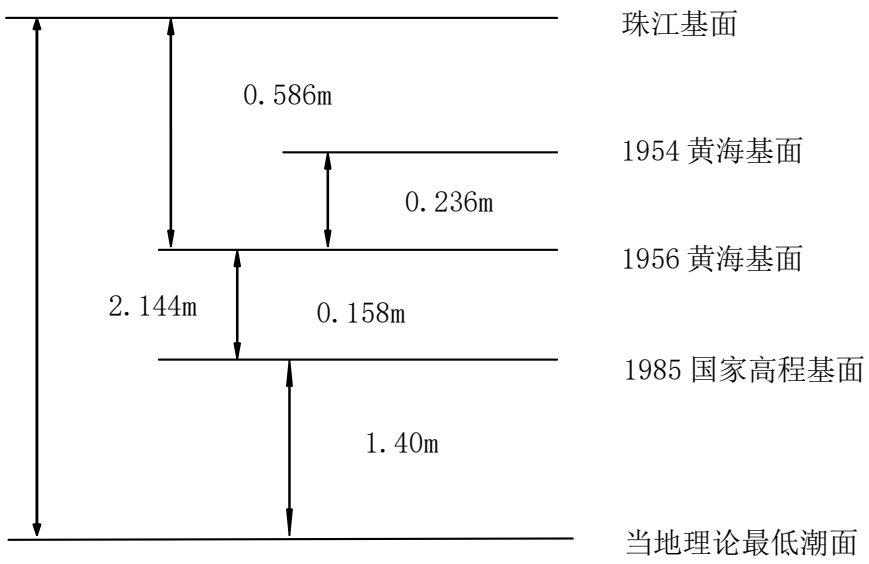


图 6.1.7-1 基面转换关系

和北航道所在海湾湾口处于雷州湾口，潮汐特性类似于硇洲北站，而和北航道所在海湾较小，整体潮汐特征应较为一致。故拟采用硇洲北站水文成果。

根据《海轮航道通航标准》（JTS 180-3-2018），工程区域设计水位如下：

设计通航最高水位（当地历史最高潮位）：4.20m（当地历史最高潮位）

设计最低通航水位（当地理论最低潮面）：-1.40m

二、通航船型

1、工程区域现状船型

项目周边海域，目前通航的主要船型情况见下表。

表 6.1.7-1 现状主要船型参数

船舶	主尺度（m）				备注
	船长	船宽	满载吃水	空载水线以上高度	
现状通航渔船	12	4.8	1.6	3.5	

三、工程通航尺寸及技术要求

（1）通航净高

1）正交通航净宽

本桥梁通航孔布置为双孔单向通航，故通航净宽按单线通航考虑，正交情况下通航净宽计算见下表。

表 6.1.7-1 现状主要船型参数

航道	主尺度（m）			参数		A	C	W（单线）	$B_{桥}$
	船型	长	宽	n	γ（°）				
冬松渔港进港航道	现状渔船	12	4.8	1.69	7	10.35	2.4	15.38	23.08

2）紊流加宽值

本工程海域弗汝德数 Fr 考虑取0.1，根据上述B条进行估算，取桥墩两边2×0.9D=1.8D=1.8×1.6=2.88m紊流宽度。故考虑桥墩两侧漩涡总宽度取3.0m。

3）斜交加宽

本工程桥梁建设与渔港进港习惯航路基本无斜交，故无斜交加宽值。

4）桥梁推荐方案通航净宽尺度满足规范要求情况

桥区航道底标高为-1.4-1.9=-3.3m，而通航孔三处桥墩承台顶标高为-3.5m，安全富余-3.3-（-3.5）=0.2m<0.5m，通航净宽需考虑桥墩承台。

拟建桥梁通航跨度 30m，承台宽4.2m，桥墩宽1.6m，紊流宽度3.0m，4.2/2-1.6/2=1.3m＜3.0/2=1.5m，紊流宽度大于承台超出桥墩部分，通航净宽可不考虑桥墩承台。

此外，由于桥梁方案稳定性设计，通航孔外侧2个桥墩（#10、#12）存在0.2m向内偏心。则：通航孔净宽=通航孔跨径-墩宽-偏心距-紊流宽度。则B=30-1.6-0.2-3.0=25.2m>23.08m。净宽满足规范要求。

（2）净高要求

根据《海轮航道通航标准》（JTS180-3-2018），桥梁通航净空高度系指代

表船型的船舶或船队安全通过桥孔的最小高度，起算面为设计最高通航水位。

通航净空高度数值为代表船型空载水线以上至最高固定点高度与富裕高度之和。根据《海轮航道通航标准》（JTS180-3-2018），在通航海轮的内河水域或有掩护的海域，富裕高度取2m。本工程属于有掩护的海域，本桥梁通航净高论证时富裕高度取2m。根据《海轮航道通航标准》、《广东省沿海航道通航标准》及收集的其他船型资料，本工程设计代表船型空载水线以上高度如下表所示。

表6.1.7-2　设计代表船型空载水线以上高度表　　单位：m

船型	船舶空载水线以上高度（m）
现状渔船	3.5

因此，冬松岛渔港习惯航路通航净高要求最小为 3.5+2=5.5m。

桥梁设计通航净高为 5.6m，满足冬松岛渔港进港航道通航净高要求。

（3）布置方案评价

大桥设置双孔单向通航，通航孔跨度为 2×30m。通航孔设置满足冬松岛渔港现状渔船进出港需求，通航孔范围内水深能够满足渔船乘潮通航。

①通航孔与习惯航路的关系

大桥设置 2 个通航孔，通航孔跨度 30m，按双孔单向通航设计。通航孔距现状渔船习惯航路有一定距离，但经现场实际调研咨询，通航孔位置可满足渔船出行需要。

②桥墩布置与适航水域的关系

根据实测地形图可知，通航孔范围内水深一般，但能够满足渔船乘潮通航需求，桥区航道按照双孔单向设置，可供渔船通航使用。

综上，拟建桥梁工程采用双孔单向通航方式布置桥墩，通航孔设置基本满足渔船航行要求。

四、工程对航道条件的影响评价

工程建设对所在海域水流条件、海床演变以及航道整治工程影响较小，对和北航道布置有较大影响，拟通过调整航道起点位置予以解决，对渔港习惯航路布置有一定影响，但仍可满足渔船通航需要。

6.2 大气环境影响预测与评价

6.2.1 施工期大气环境影响分析与评价

施工扬尘：施工扬尘的产生随着施工阶段的不同而不同，其造成的污染影响是局部和短期的，施工结束后就会消失。施工扬尘扩散到附近空气中，会增加空气中总悬浮颗粒物（TSP）的含量。

施工扬尘浓度随距离衰减很快，建筑工地施工扬尘对大气的影响范围主要在工地围墙外 200m 以内，其污染影响程度随距离变化而不同，在扬尘点下风向 0~50m 为重污染带，50~100m 为较重污染带，100~200m 为轻污染带，200m 以外对大气影响甚微。根据现场勘察，项目道路红线外有 200m 范围没有环境敏感点。因此，若不采取一定的扬尘控制措施，本项目产生的施工扬尘将对其产生一定的影响。

为最大限度的减小项目施工扬尘（包括桥梁施工、连接线施工现场及取土场）对周边环境的影响，建议建设单位在施工场地内设置简易洗车装置、在施工边界设置围挡、严格监督进行洒水、运输车辆加盖，同时对裸露地表进行及时硬化等措施，将施工扬尘的影响降至最低。

施工机械及运输车辆尾气：施工机械和施工期运输车辆的动力燃料多为柴油，施工机械废气主要污染物为氮氧化物、二氧化硫、一氧化碳、碳氢化合物等，该类大气污染物属于分散的点源排放，排放量由使用车辆、机械和设备的性能、数量以及作业率决定。总体来说由于其产生量少，排放点分散，其排放时间有限，因此不会对周围环境造成显著影响。但施工单位在施工过程中还是应该尽量使用符合国家现行有关标准规定的、低污染排放的车辆和设备，为燃柴油设备需安装主动再生式柴油颗粒捕集器，并注意日常设备的检修和维护，保证设备在正常工况条件下运转，以将项目施工机械及运输车辆尾气可能产生的影响降至最低。

沥青烟：沥青是一种复杂的化学混合物，其成分随原油的来源及制造过程的不同有较大差别。沥青中含有 50 多种有机化合物，这些化合物或多或少都有毒性，其中有部分物质有致癌性。

本项目将直接利用商品沥青砼，不在现场设立专门的沥青混凝土制备设施，则沥青废气影响将大为降低，主要的影响受体为现场工作人员，本项目沥青铺设应选择在良好的大气扩散条件进行，以将本项目可能产生的沥青烟影响降至最

低。

6.2.1 运营期大气环境影响分析与评价

1、大气环境影响分析

（1）评价等级

本项目属于桥梁工程，道路等级为城市主干道，不涉及服务区、车站等集中式排放源的建设，运营期产生的废气主要为汽车尾气，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），本项目不涉及服务区、车站等集中式排放源的公路建设，不进行评价等级计算划分，评价等级确定为三级，不进行进一步预测与评价。

（2）影响分析

根据工程分析可知，本项目运营期以道路高峰车流量计算的 NO_2 排放源强为 0.018~0.030mg/(s·m)，CO 排放源强为 0.343~0.465mg/(s·m)，本项目产生的汽车尾气排放量非常小，且属分散、流动线源，预计机动车尾气对周边环境空气产生的影响较小。且随着汽车燃油技术的不断发展以及国家对汽车尾气排放的监管的越来越严格，汽车尾气中污染物排放量将能得到有效控制，不会对本项目所在地大气环境质量产生明显的影响。

6.3 声环境影响预测与评价

6.3.1 施工期声环境影响分析与评价

（1）施工噪声源分析

施工期的噪声主要来自于不同工程作业时的施工机械噪声和工程运输车辆交通噪声，一般具有噪声源强高、规律性差等特性，如不加以控制，往往会对周边环境产生较大的影响。

施工期在不同的施工阶段所使用的施工机械不同，根据对同类道路施工期类比调查分析，在施工期所使用的机械设备主要有：挖掘机、推土机、压路机、水泥土搅拌桩机、CFG 打桩机等，不同施工阶段所使用的施工机械设备详见表 6.3-1，不同施机械的噪声强度详见第三章表 3.1-3。

表 6.3-1　不同施工阶段所使用的主要机械设备一览表

施工阶段	同时施工机械名称及数量
桩基施工阶段	挖掘机、推土机、装载机、冲击钻机、混凝土捣振器各 1 台
路面施工阶段	压路机、运输车各 1 台
预制场	备用发电机 1 台

（2）施工期环境噪声影响预测与评价

1）预测模式

对于施工期间的噪声源的预测，通常将其视为点源进行预测计算。根据点声源衰减模式，可以估算出离声源不同距离处的噪声值。预测模式如下：

$$L_{pi} = L_0 - 20\ \lg(\frac{r}{r_0})$$

式中：Lpi—离声源距离 r 处的声压级 dB(A)；

r—离声源的距离（m）；

r0—参考点距离（m）；

L0—离声源距离 r0 处的声压级 dB(A)。

多个噪声源叠加后的总声压级，按下式计算

$$L_t = 10\ \lg(\sum_{i=1}^{n} 10^{\ 0.1 L_{PI}})$$

式中：Lt—某点总的声压级 dB(A)；

n—声源总数；

LPi—第 i 个声源对某点产生的声压级 dB(A)。

2）噪声预测结果与评价

为预测项目施工噪声的最不利影响，本评价假设各施工阶段，所有施工设备在同一水平面上同时运行，施工水平面距道路红线的边界为 5m，根据预测模式、项目各施工阶段施工设备组合及各施工设备的噪声源强数据，得到在不考虑建筑物遮挡、不采取任何噪声防治措施情况下，项目施工期施工噪声在施工场界的噪声贡献值预测结果见表 6.3-2。

表 6.3-2　施工机械噪声在项目施工场界的噪声贡献值预测结果

预测点	项目	路基施工阶段	路面施工阶段	标准限值
施工场界处	贡献值	92.2	91.1	昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）
水头村		86.6	85.5	昼间 55dB（A），夜间 45dB（A）

由预测结果可知，在不考虑建筑物遮挡因素、主要施工机械同时运行且未采取任何降噪措施的情况下，各施工阶段噪声影响比较大。若将项目的红线范围认为是施工的场界，因项目为线状结构，长而窄，因此项目道路红线边界噪声值均超过了《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的标准要求。

项目与敏感点水头村之间有木麻黄等绿化植被隔离，若不采取措施的情况下，项目施工对敏感点影响较大（噪声在 85.5~86.6dB（A）），建议施工时采取移动式隔声屏障进行阻隔，夜间和午间禁止施工。施工设备分散分布，在敏感点附近施工时尽量缩短施工时间等措施，以减少对敏感点的影响。

预制场主要是预制面板的制作，主要施工工序为浇灌水泥，主要的设备为混凝土搅拌车运输噪声和停电应急时使用的备用发电机噪声。预制场距离敏感点最近距离为 62m，备用发电机位于户外时，在没有任何阻挡情况下，到达敏感点处噪声为 76.6dB（A），敏感点与预制场之间有树林隔离，建议设备尽量设置远离民房的位置，即预制场的东北处，且放置于室内，尽量减少其运行时对周边居民的影响。

因此，施工单位在施工过程中，要采取加强施工作业管理、选用低噪声设备等措施，禁止午间和夜间施工，将项目施工噪声对外环境的影响降至环境可接受范围内。

6.3.2 运营期声环境影响分析与评价

项目营运期噪声污染源主要为交通噪声，主要是机动车辆行驶中发动机发出的噪声和车辆行驶引起的气流湍动、地面摩擦等产生的噪声。

（1）预测模式

本评价根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）中公路（道路）交通运输预测模式对项目交通噪声进行预测，模式如下。本次采用石家庄环安科技有限公司 NoiseSystem 噪声环境影响评价系统进行预测，预测截图如图 6.7-1。

①第 i 类车等效声级的预测模式

$$L_{eq}(h)_i=(\overline{L_{OE}})_i+10\lg(\frac{N_i}{V_iT})+\Delta L_{距离}+10\lg(\frac{\psi_1+\psi_2}{\pi})+\Delta L-16$$

式中：

$L_{eq}(h)_{i_i}$——第 i 类车的小时等效声级，dB(A)；

（$\overline{L_{0E}}$）$_i$ ——第 i 类车速度为 Vi，km/h；水平距离为 7.5m 处的能量平均 A 声级，dB（A）；

N_i——昼间、夜间通过某个预测点的第 i 类车平均小时车流量，辆/h；

$\Delta L_{距离}$ —距离衰减量，dB(A)，小时车流量大于等于300 辆/小时：$\Delta L_{距离}=10\lg$（7.5/ r），小时车流量小于 300 辆/小时：$\Delta L_{距离}=15\lg$（7.5/ r）；

r——从车道中心线到预测点的距离，m；适用于 r＞7.5m 预测点的噪声预测；

V_i——第 i 类车的平均车速，km/h；

T——计算等效声级的时间，1h；

Ψ_1、Ψ_2——预测点到有限长路段两端的张角，弧度，如下图所示：

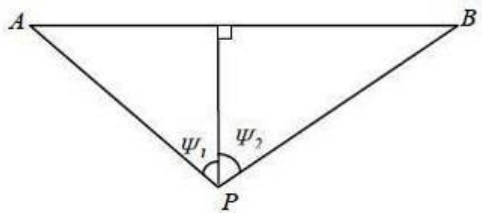


图 6.3-1　有限路段的修正函数，A-B 为路段，P 为预测点

ΔL ——由其他因素引起的修正量，dB（A），可按下式计算：

$$\Delta L = \Delta L_1 - \Delta L_2 + \Delta L_3$$

$$\Delta L_1 = \Delta L_{坡度} + \Delta L_{路面}$$

$$\Delta L_2 = A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

式中：

ΔL_1 ——线路因素引起的修正量，dB(A)；

$\Delta L_{纵坡}$ ——公路纵坡修正值，dB(A)；

$\Delta L_{路面}$ ——公路路面材料引起的修正量，dB(A)；

ΔL_2 ——声波传播途径中引起的衰减量，dB(A)；

ΔL_3 ——由反射等引起的修正量，dB(A)。

②总车流等效声级为：

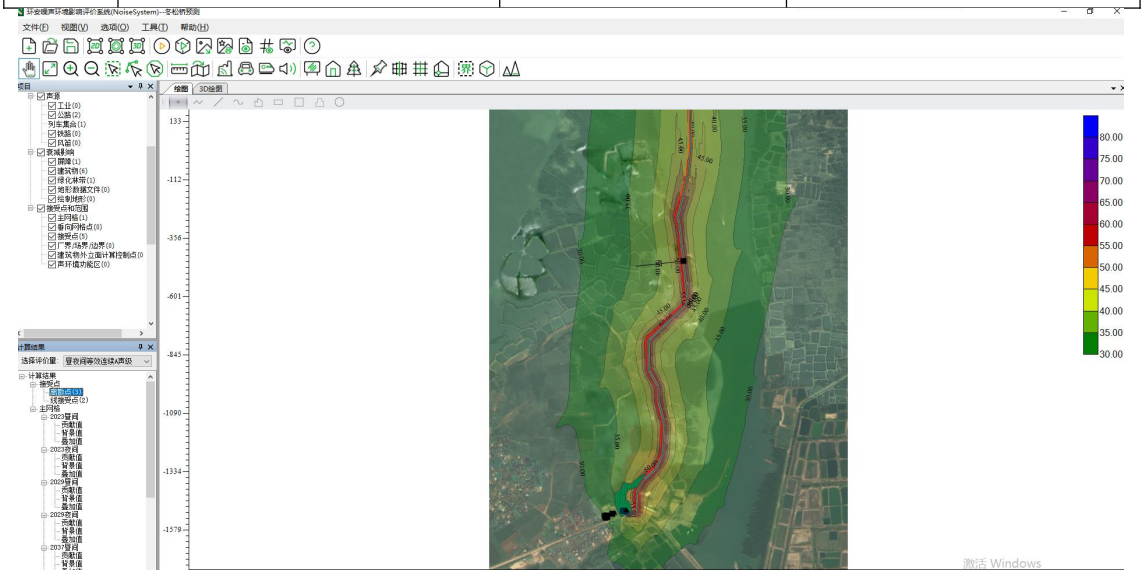
$$Leq(T) = 10\lg(10^{0.1Leq(h)大} + 10^{0.1Leq(h)中} + 10^{0.1Leq(h)小})$$

③预测参数选取

本项目噪声预测过程涉及的参数统计见表6.3-3所示。

表 6.3-3　预测参数一览表

序号	参数	取值	取值依据
1	车速	30km/h	设计车速较小，全程按30km/h 设计车速计算
2	各类型车 7.5 米处的能量平均 A 声级	小型车 64.9dB（A）	参照《环境影响评价技术原则与方法》（国家环境保护开发监督司 北京大学出版社，1992 年）中的计算公式
		中型车 74.9B（A）	
		大型车 80.5dB（A）	
3	车流量	见表 2.4-2	
4	预测点到有限长路段两端的张角，弧度（Ψ_1、Ψ_2）	0~1	按有限长道路考虑
5	$\Delta L_{坡度}$	0	路面较平坦，不考虑
6	$\Delta L_{路面}$	+3	水泥混凝土路面，车速30km/h
7	A_{atm}	0	为保险预测，不考虑
8	A_{gr}	0	为保险预测，不考虑地面吸收效应
9	A_{bar}	0	预测点无前排建筑等遮挡
10	A_{misc}	0	为保险预测，不考虑



公路(2)

序号	编辑	名称	坐标	路面类型	距路面高度(m)	车道个数	各车道中心偏离中心线距离(m)	路面宽度(m)	路面参数	车流量参数		车流量(辆/h)				车速(km/h)			7.5米处平均A声级		
										时段	设计车速(km/h)	小型车	中型车	大型车	总流量	小型车	中型车	大型车	小型车	中型车	大型车
1	编辑	便道	(-221.89,-1510.97,0,0,0) (-225.59,-1423.97,0,0,0) (-194.46,-1367.25,0,0,0) (-143.26,-1321.84,0,0,0) (-114.33,-1259.64,0,0,0) (-108.96,-1150.02,0,0,0) (-110.83,-1129.65,0,0,0) (-134.89,-1038.95,0,0,0) (-134.89,-979.72,0,0,0) (-173.76,-909.38,0,0,0) (-175.61,-781.66,0,0,0) (-21.96,-635.43,0,0,0) (-12.72,-611.36,0,0,0) (-46.5,-294.58,0,0,0) (-54.36,-270,0,0,0)	水泥混凝土	0.6	2	-1.75,1.75	10	路段数量14	2023昼间	30	47	16	5	68	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2023夜间	30	11	4	1	16	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2029昼间	30	69	23	8	100	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2029夜间	30	14	5	2	21	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2037昼间	30	99	33	11	143	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2037夜间	30	20	7	2	29	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2023高峰	30	84	28	10	122	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2029高峰	30	110	37	13	160	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2037高峰	30	158	53	18	229	30	30	30	66.2	72.2	82.7
2	编辑	公路	(-54.36,-270,0,0,0) (-31.36,-180.87,0,2.5,2.5) (-9.49,-89.42,0,5,5) (2.44,21.91,0,7.5,7.5) (0.45,137.21,0,10,10) (-1.54,244.56,0,10,10) (-15.45,703.77,0,8,8) (-9.49,852.87,0,7.5,7.5) (-1.54,944.32,0,5,5) (10.39,1055.64,0,2.5,2.5) (18.34,1141.12,0,0,0)	水泥混凝土	0.6	2	-1.75,1.75	10	路段数量10	2023昼间	30	47	16	5	68	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2023夜间	30	11	4	1	16	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2029昼间	30	69	23	8	100	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2029夜间	30	14	5	2	21	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2037昼间	30	99	33	11	143	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2037夜间	30	20	7	2	29	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2023高峰	30	84	28	10	122	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2029高峰	30	110	37	13	160	30	30	30	66.2	72.2	82.7
										2037高峰	30	158	53	18	229	30	30	30	66.2	72.2	82.7

图 6.3-2　噪声预测截图

（2）预测结果与评价

①项目两侧交通噪声分布预测结果及评价

根据预测模式以及实际情况确定的有关参数，对项目运营期 2023 年、2029 年和 2037 年道路两侧交通噪声分布进行预测，预测过程将项目路基视为平路基，不考虑建筑物阻挡、绿化带吸声衰减等衰减因素的情况下，项目建成运营后，两侧空旷条件下，交通噪声随距离衰减情况见表 6.3-4。

表 6.3-4　项目建设完成后项目两侧交通噪声分布情况预测结果　dB（A）

路段	时段	2023 年			2029 年			2037 年		
	距离中心线（m）	高峰	昼间	夜间	高峰	昼间	夜间	高峰	昼间	夜间
道路连接线	10	62.5	59.7	53.0	63.6	61.6	55.3	65.1	63.0	55.8
	20	55.9	53.1	46.4	57.1	55.0	48.8	58.6	56.4	49.2
	30	51.9	49.1	42.4	53.1	51.0	44.8	54.6	52.4	45.2
	40	49.6	46.7	40.0	50.7	48.6	42.4	52.2	50.1	42.9
	50	47.9	45.1	38.4	49.1	47.0	40.8	50.5	48.4	41.2
	60	46.8	43.9	37.3	47.9	45.9	39.6	49.4	47.3	40.1
	70	46.0	43.2	36.5	47.2	45.1	38.8	48.6	46.5	39.3
	80	45.1	42.3	35.6	46.3	44.2	38.0	47.7	45.6	38.4
	90	44.1	41.3	34.6	45.3	43.2	37.0	46.7	44.6	37.4
	100	43.3	40.5	33.8	44.5	42.4	36.2	46.0	43.9	36.6
	110	42.7	39.8	33.1	43.8	41.7	35.5	45.3	43.2	36.0
	120	42.1	39.2	32.5	43.2	41.1	34.9	44.7	42.6	35.4
	130	41.6	38.7	32.0	42.7	40.6	34.4	44.2	42.1	34.9
	140	41.2	38.4	31.7	42.4	40.3	34.0	43.8	41.7	34.5
	150	40.9	38.0	31.3	42.0	39.9	33.7	43.5	41.4	34.2
	160	40.4	37.6	30.9	41.6	39.5	33.3	43.1	40.9	33.7
	170	39.8	37.0	30.3	41.0	38.9	32.7	42.5	40.4	33.1
	180	39.4	36.5	29.8	40.5	38.4	32.2	42.0	39.9	32.7

路段	时段	2023 年			2029 年			2037 年		
	距离中心线（m）	高峰	昼间	夜间	高峰	昼间	夜间	高峰	昼间	夜间
	190	39.0	36.1	29.4	40.1	38.0	31.8	41.6	39.5	32.3
	200	38.6	35.8	29.1	39.8	37.7	31.4	41.2	39.1	31.9
桥梁中部	10	55.3	52.5	45.8	56.5	54.4	48.1	57.9	55.8	48.6
	20	46.5	43.6	36.9	47.6	45.5	39.3	49.1	47.0	39.8
	30	44.6	41.7	35.0	45.7	43.6	37.4	47.2	45.1	37.9
	40	45.3	42.5	35.8	46.5	44.4	38.1	47.9	45.8	38.6
	50	44.6	41.7	35.0	45.7	43.6	37.4	47.2	45.1	37.8
	60	43.4	40.5	33.8	44.5	42.4	36.2	46.0	43.9	36.7
	70	47.4	44.6	37.9	48.6	46.5	40.3	50.0	47.9	40.7
	80	45.8	42.9	36.2	46.9	44.8	38.6	48.4	46.3	39.1
	90	44.6	41.8	35.1	45.8	43.7	37.4	47.2	45.1	37.9
	100	43.5	40.6	33.9	44.6	42.5	36.3	46.1	44.0	36.8
	110	44.0	41.1	34.4	45.1	43.0	36.8	46.6	44.5	37.3
	120	43.2	40.4	33.7	44.4	42.3	36.1	45.8	43.7	36.5
	130	42.5	39.7	33.0	43.7	41.6	35.3	45.1	43.0	35.8
	140	41.7	38.9	32.2	42.9	40.8	34.6	44.4	42.3	35.0
	150	41.1	38.2	31.5	42.2	40.1	33.9	43.7	41.6	34.4
	160	40.4	37.6	30.9	41.6	39.5	33.3	43.1	41.0	33.7
	170	40.1	37.2	30.5	41.2	39.2	32.9	42.7	40.6	33.4
	180	39.6	36.7	30.0	40.7	38.6	32.4	42.2	40.1	32.8
	190	39.1	36.2	29.5	40.2	38.1	31.9	41.7	39.6	32.3
	200	38.7	35.9	29.2	39.9	37.8	31.5	41.3	39.2	32.0

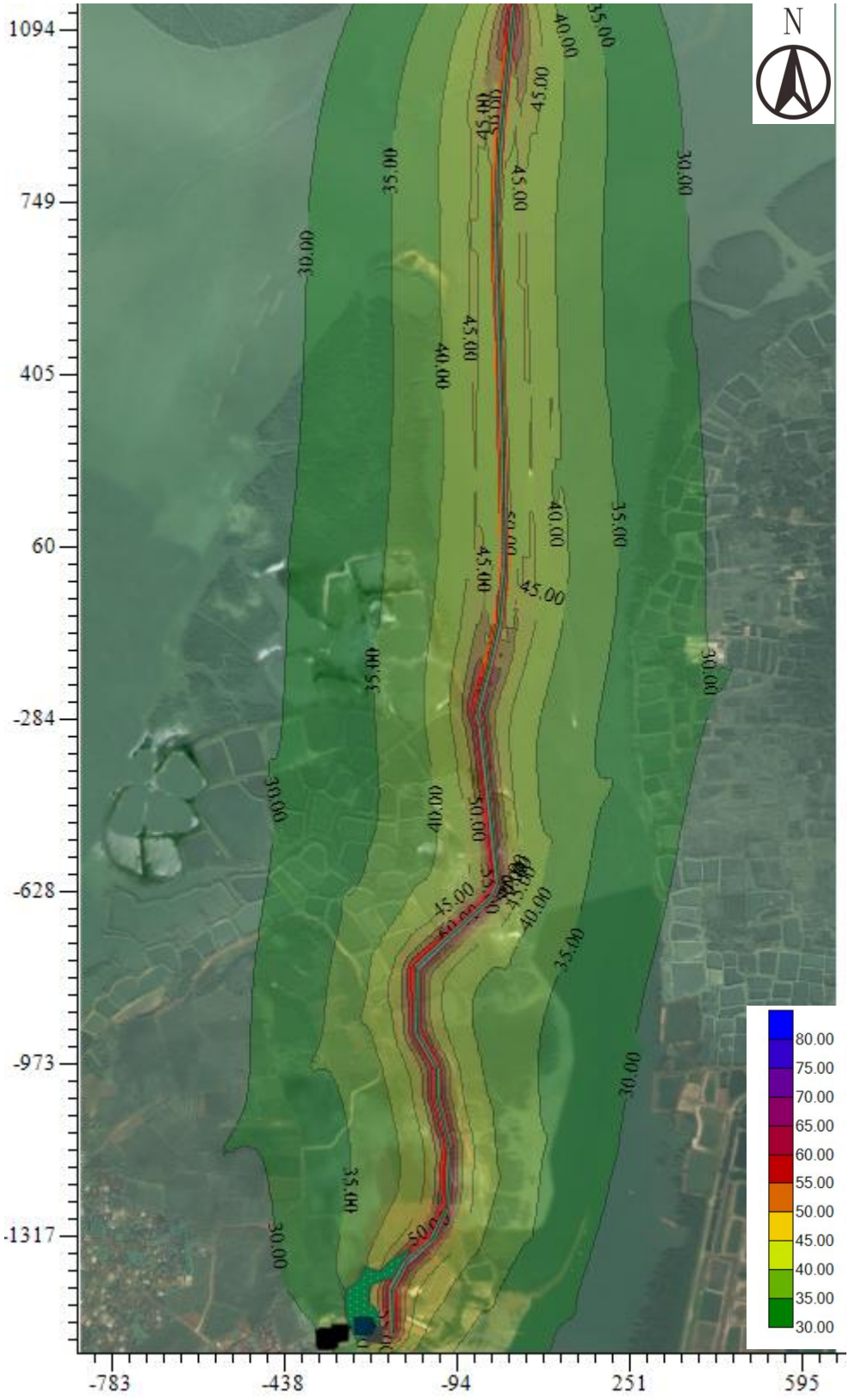


图6.3-3　2023年昼间项目两侧交通噪声等值线分布图　dB（A）

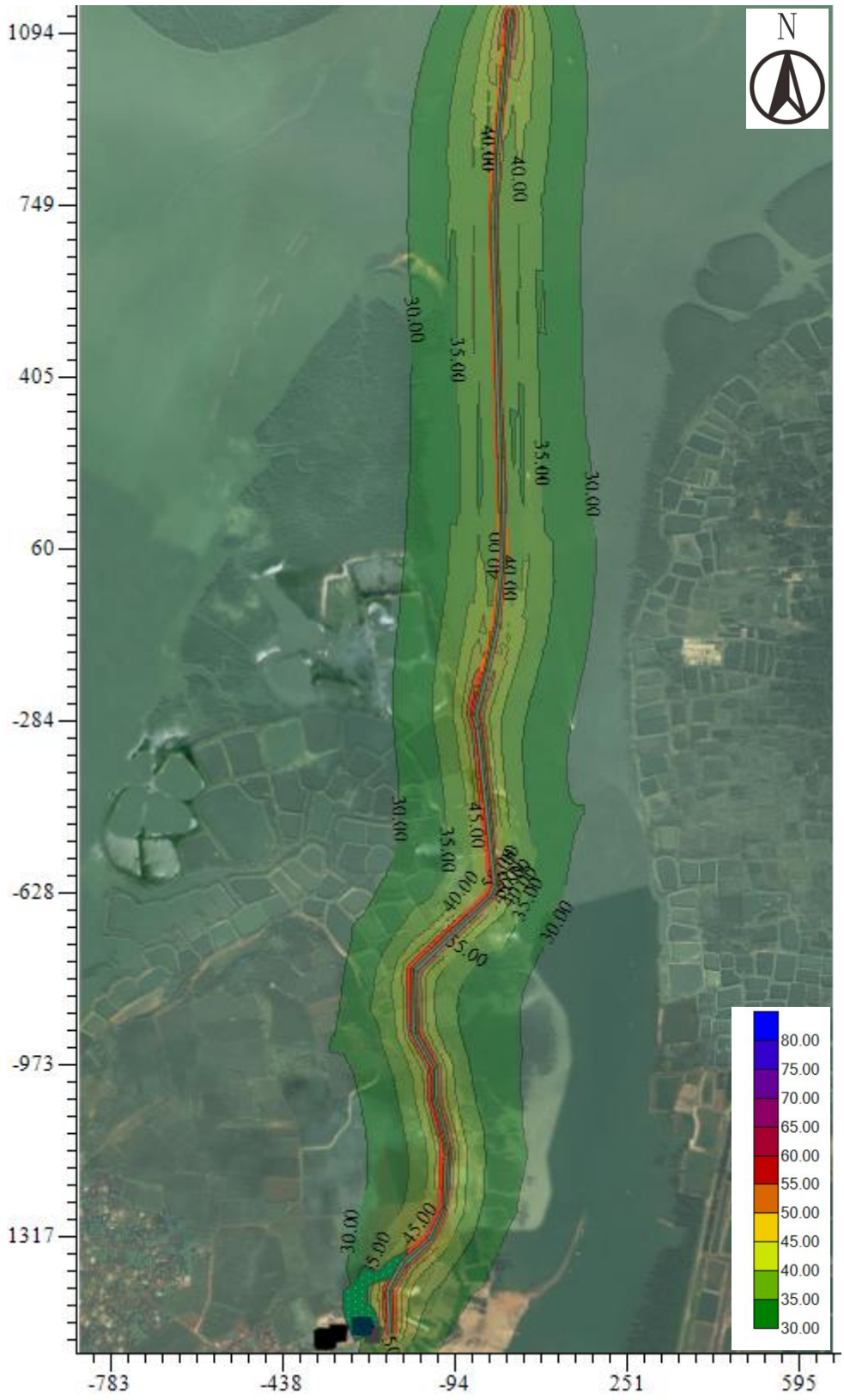


图6.3-4　2023年夜间项目两侧交通噪声等值线分布图　dB（A）

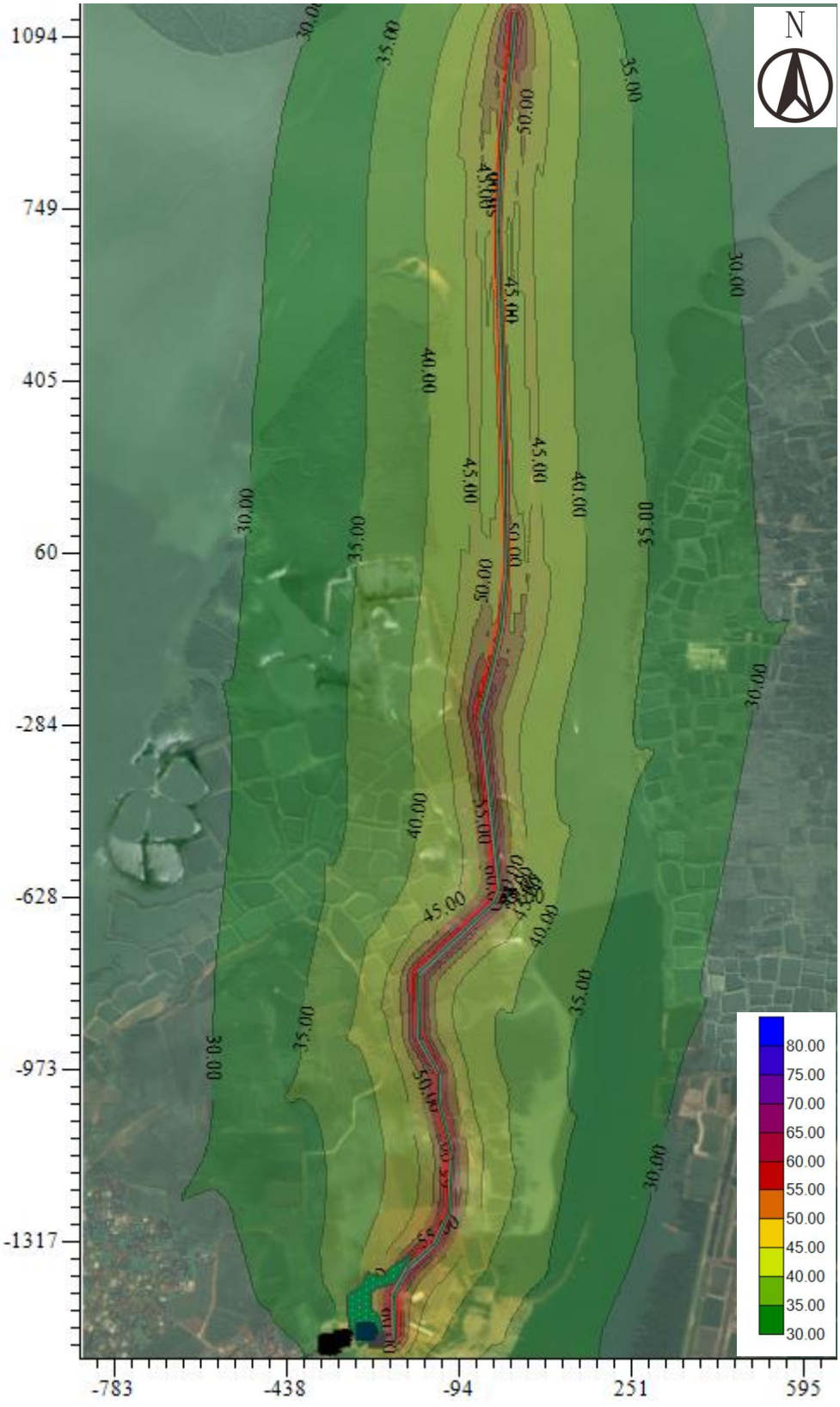


图6.3-5　2029年昼间项目两侧交通噪声等值线分布图　dB（A）

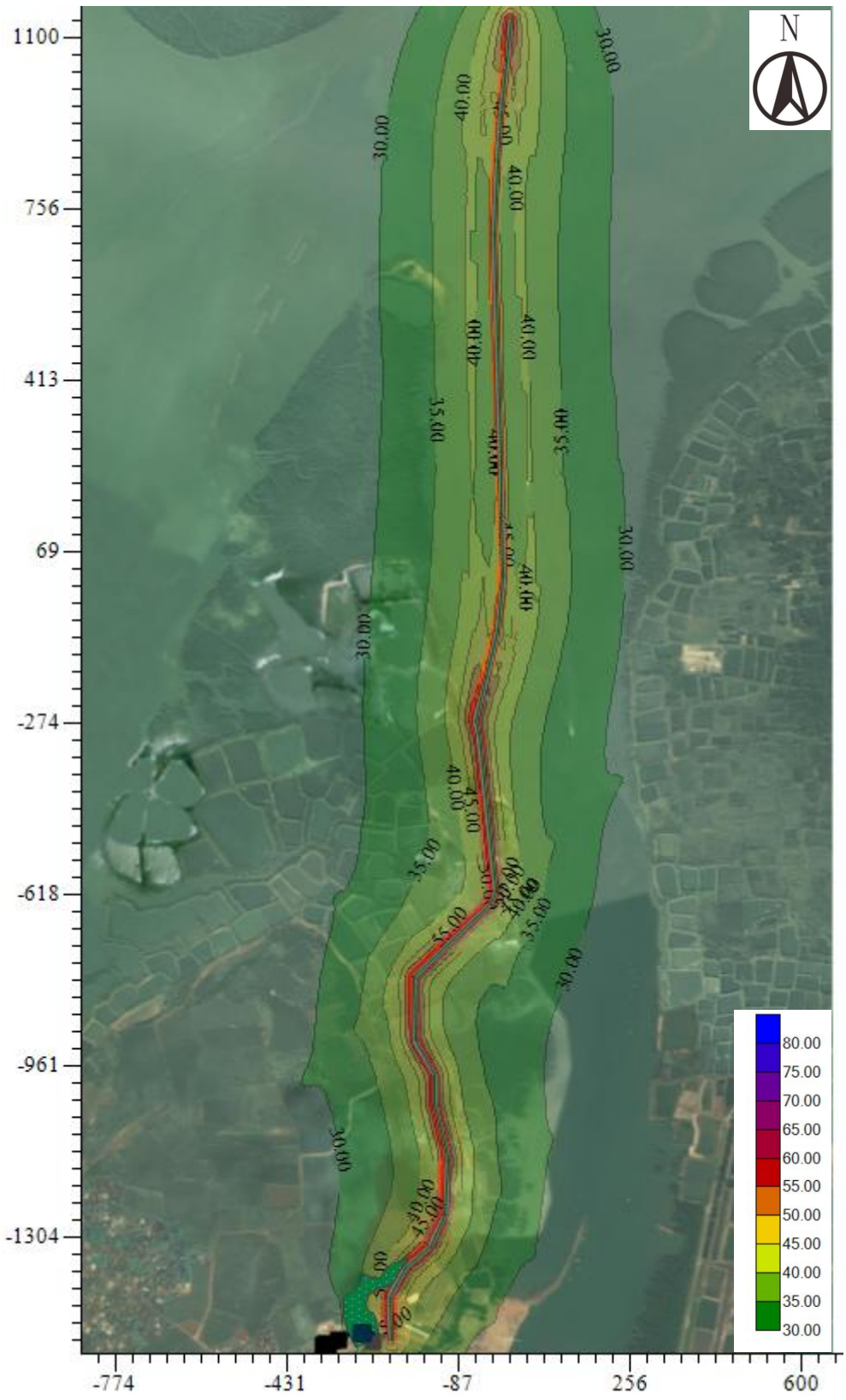


图6.3-6　2029年夜间项目两侧交通噪声等值线分布图　dB（A）

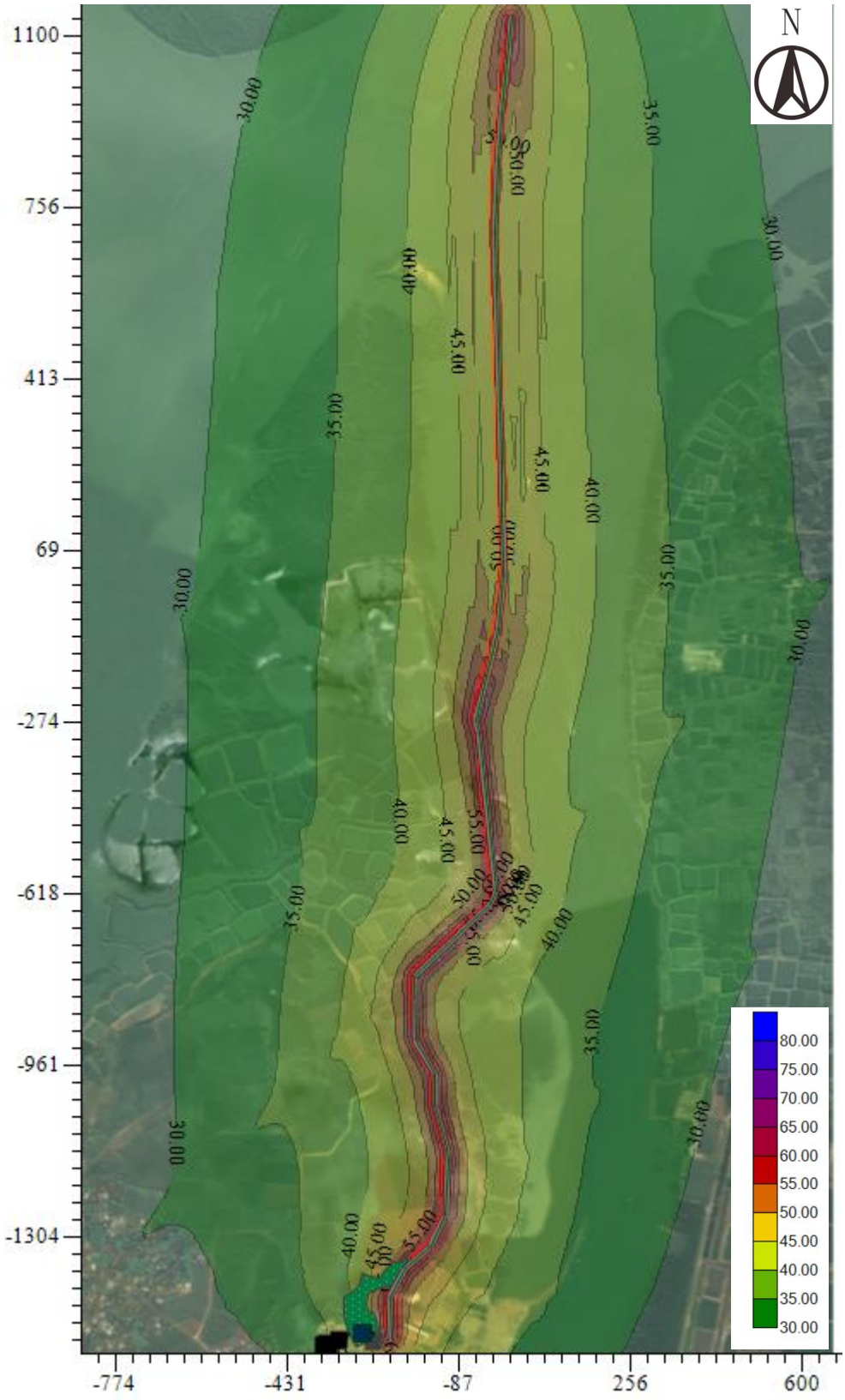


图 6.3-7　2037 年昼间项目两侧交通噪声等值线分布图　dB（A）

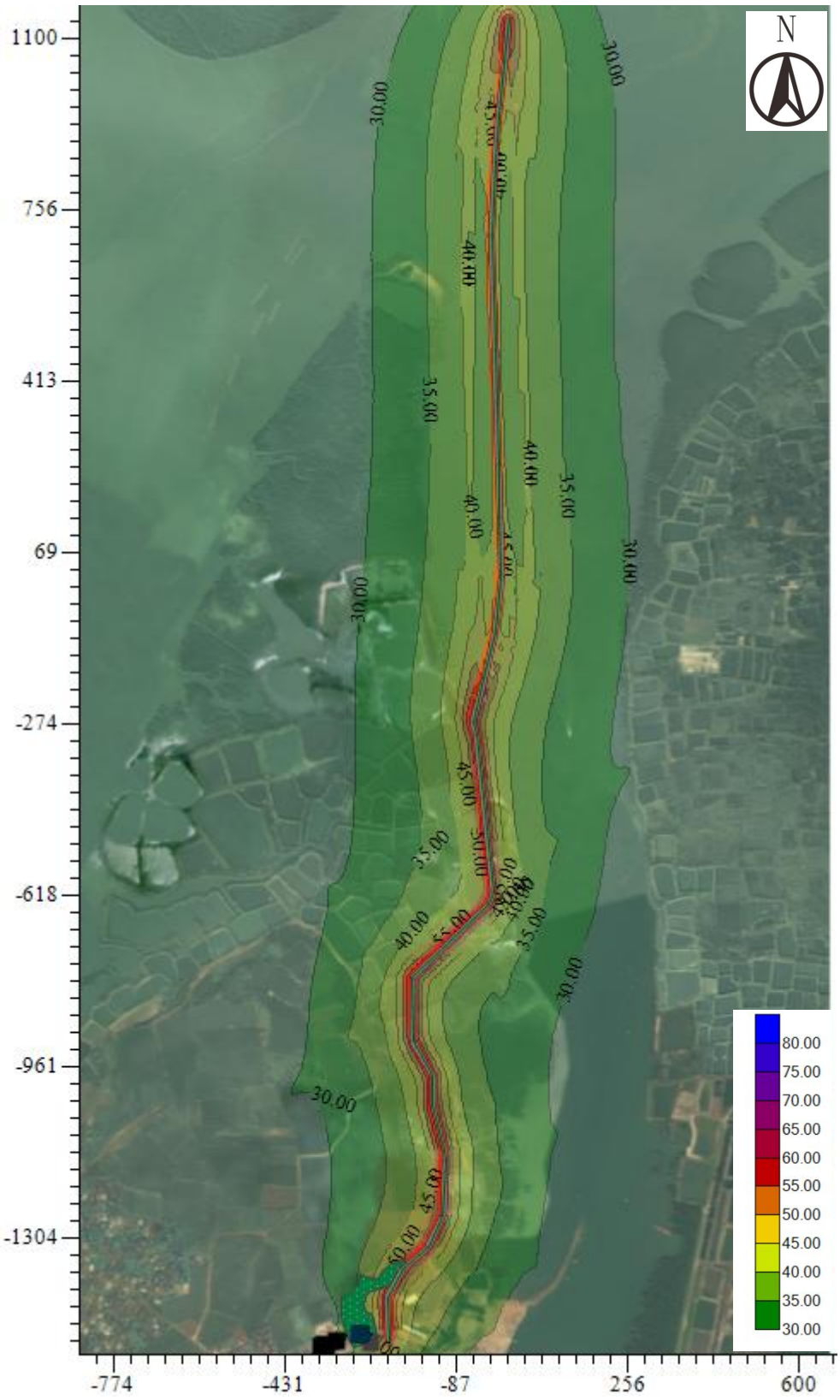


图6.3-8　2037年夜间项目两侧交通噪声等值线分布图　dB（A）

由以上预测结果可知，连接线工程远期大约 23m 左右昼间噪声能够达到

1 类标准要求，夜间噪声 31m 处能够达到 1 类标准要求。

桥梁中心处离海平面高度最高，因此距离桥梁近的位置受桥梁主体的遮挡，噪声值呈现逐步增加后逐步降低，再次逐步增高，大约在距离桥梁中心线处达到噪声的最大值，而后再逐渐降低，起伏变化的规律。桥梁中心两侧的交通噪声能够满足昼间 1 类标准要求，桥梁两侧位于海面上，没有噪声敏感点，周边也没有对噪声敏感的海洋生物，因此本项目对环境的影响是可接受的。

本项目于道路连接线的终点处有 1 个敏感点水头村的噪声预测结果见表 6.7-5。受影响范围约为 3000m^2，涉及第一排 1 户人家，1 栋 1 层的民房，居住人数为 4 人。在没有采取任何隔声、降噪措施的情况下，第一排民房近期、中期、远期的昼间、夜间均能够满足声环境 1 类标准要求。

第二排民房近、中、远期的昼间和夜间噪声值均能满足 1 类标准要求。

由于第一排民房外围均建有约 1.8m 高的实体围墙，且有约 15m 的桉树等乔木林隔离，其中实体围墙的隔声损失量约为 7 分贝。由预测结果可见，经过围墙的隔声后，近期、中期、远期到达第一排民房和第二排民房处的昼间、夜间噪声均能满足声环境 1 类标准要求。

表6.3-5　沿线敏感点环境噪声预测结果表　　单位：dB(A)

名称	与道路中心距离 m	执行标准	位置	层数	现状值		时段	贡献值		预测值		达标情况		超标值		增加值		影响范围	影响人口
					昼间	夜间		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
水头村	47.6	1类（昼间55dB(A)，夜间45dB(A)）	西侧第一排A1	1层	53.5	43.5	近期	42.9	36.4	54	44	达标	达标	/	/	0.5	0.5	临路第一排建筑夜间受影响	1户，5人
	95		西侧第二排A1	1层	53.5	43.5		36.3	29.8	54	44	达标	达标	/	/	0.5	0.5		/
	47.6		西侧第一排A1	1层	53.5	43.5	中期	44.7	38.3	54	45	达标	达标	/	/	0.5	1.5	临路第一排建筑	1户，5人
	95		西侧第二排A1	1层	53.5	43.5		38.1	31.7	54	44	达标	达标	/	/	0.5	0.5		/
	47.6		西侧第一排A1	1层	53.5	43.5	远期	46.2	39.1	54	45	达标	达标	/	0.2	0.5	1.5	临路第一排建筑	1户，5人
	95		西侧第二排A1	1层	53.5	43.5		39.5	32.5	54	44	达标	达标	/	/	0.5	0.5		/

备注：①现状昼间和夜间值为现状监测值的平均值。

表6.3-6　声环境影响评价自查表

工作内容		自查项目					
评价等级与范围	评价等级	一级□		二级☑		三级□	
	评价范围	200m☑		大于 200m□		小于 200 m□	
评价因子	评价因子	等效连续 A 声级☑		最大 A 声级□		计权等效连续感觉噪声级□	
评价标准	评价标准	国家标准☑		地方标准□		国外标准□	
现状评价	环境功能区	0 类区□	1 类区☑	2 类区□	3 类区□	4a 类区□	4b 类区□
	评价年度	初期☑		近期□	中期□	远期□	
	现状调查方法	现场实测法☑		现场实测加模型计算法□		收集资料□	
	现状评价	达标百分比		100			
噪声源调查	噪声源调查方法	现场实测☑		已有资料□		研究成果□	
声环境影响预测与评价	预测模型	导则推荐模型☑		其他□			
	预测范围	200m☑		大于 200m□		小于 200 m□	
	预测因子	等效连续 A 声级☑		最大 A 声级□		计权等效连续感觉噪声级□	
	厂界噪声贡献值	达标□		不达标□			
	声环境保护目标处噪声值	达标□		不达标□			
环境监测计划	排放监测	厂界监测□	固定位置监测□	自动监测□	手动监测☑	无监测□	
	声环境保护目标处噪声监测	监测因子：（　等效联系 A 声级　）		监测点位数（　　）		无监测☑	
评价结论	环境影响	可行☑		不可行□			
注：“□”为勾选项，可 √；“（　）”为内容填写项。							

6.4 固废影响分析

6.4.1 施工期固废影响分析

根据项目工程分析，项目施工期间固废主要来源于生活垃圾、施工过程（包括桥梁施工）中产生的拆迁建筑垃圾。其中钢筋、木材等部分建筑垃圾可直接外卖回收利用，其余如废混凝土、废砖石等可用作本项目路基填方。

（1）施工期生活垃圾对周围环境的影响

根据工程分析，本项目施工高峰期生活垃圾产生量为0.075t/d。施工固体废物若随意堆放，或者倒置周边海域附近，或倾倒入水体，将对周边海域造成污染，并影响生态景观。因此，项目应及时收集清运施工固体废物和施工垃圾，禁止将固体废物倾倒入海域内。

（2）施工场地建筑垃圾对周围环境的影响

道路施工场地的建筑垃圾主要是指剩余的筑路材料，包括石料、砂、石灰、水泥、钢材、木料、预制构件等。上述筑路材料均是按施工进度有计划购置的，但公路工程施工量较大，难免有少量的筑路材料余下来，放置在工棚里或露天堆放、杂乱无序，从宏观上与周围环境很不协调，造成视觉污染。建筑垃圾将经过收集后，统一拉运至指定的填埋场进行处置。

（3）废油渣对周围环境的影响

本项目施工材料运输车辆冲洗将产生一定量的含油污水，含油污水隔油预处理过程将产生少量的油渣，应经收集后交有资质的单位处理。

为降低和消除上述固体废物对环境的影响，首先是按计划和施工的操作规程，严格控制，尽量减少余下的物料。一旦有余下的材料，应将其有序地存放好，妥善保管，可供周边地区修补乡村道路或建筑使用，这样减少固废产生量，进而减轻固废对环境的影响，无法利用的建筑垃圾则拉运至指定的填埋场进行妥善处置。

6.4.2 营运期固废影响分析

项目建成通车后通行更为快捷和便利，随着车辆的增多，沿线的交通垃圾量也相应增加了，如乘客随意丢弃纸屑、瓜果皮、塑料包装袋、饮料瓶、废纸巾、废餐盒、食物残渣等，增加了公路养护的负担，也破坏了路域景观的协调与观赏。

因此，营运期固废的处置措施主要是针对公路的养护管理业务：

（1）要求按时巡视道路，定时清扫道路；

（2）对事故现场的及时清理，维持公路的正常使用功能；

以上养护管理业务产生的固体废物有限，妥善处置后对环境影响很小。

6.5 生态环境影响分析

6.5.1 施工期生态影响评价

项目建设对生态环境影响主要是发生在施工期，施工期对项目区域的生态环境的影响破坏主要途径是主体工程占地和分割土地，改变土地利用性质，沿线主要为荒草地，不占用农田和基本农田；由于项目建设施工对沿线鱼塘、林地、草地等植被生境的破坏，路基取土、路堑开挖，破坏评价区的地形、地貌等。

6.5.1.1 工程占地影响分析

本项目总占地面积 14300m^2，其中永久征地 4980m^2，临时占地 9320m^2；工程征占地情况详见表 2.5-1。

①永久占地影响分析

项目永久征地 4980m^2，占地类型为荒草地。随着本工程的建成营运，这些被永久占用的土地将改变原有功能而一并成为交通设施建设用地。工程进行路基填挖破坏了原有的地形地貌，使地表裸露，沿线的植被遭到破坏，从而使沿线地区的荒草地的生物量减少，生物损失量较小。根据现场调查结果，永久占地范围内的植物物种主要为灌木和草本植物。从植物种类分析可知，受项目建设影响的多为本地区常见植物种类，没有生态敏感种类。

②施工期临时占地

项目临时性占地包括临时取土场、施工营地等。施工营地位于和安镇水头角村，即终点附近的砖厂，为建设用地，因此不会导致树木、草皮等砍伐、破坏等导致的生物量减少。

临时取土场位于新寮农场，为园地，主要植被为菠萝和甘蔗，开辟为临时用地的区域，施工结束后通过土地平整、复耕、绿化等措施，可予以恢复土地功能，这种影响不会改变土地的利用价值，属于临时性、可恢复的影响。因此临时占地对沿线区域土地利用的不利影响较小。

综上所述，拟建项目工程永久占用的荒草地，植被覆盖率低，植被较少，主要为草皮和灌木，繁殖容易，生长较快。因此，本工程建设不会对沿线植物种类多样性造成很大影响。施工结束后，沿线的绿化建设及植被的恢复，可逐渐弥补植物物种多样性的损失。

6.5.1.2 对沿线植被及植物资源的影响分析

（1）工程建设引起生物损失量

施工期，对地面进行开挖或填筑，对评价范围内的草皮、灌木铲除、掩埋及践踏等一系列工程建设行为及主体工程对土地占用会使沿线的植被遭到破坏，而这种变化若是路基占地，则是是永久的无法恢复的。拟建公路对沿线植被的影响采用生物量指标进行评价。

工程区总征占地面积为 4980m^2。根据评价区植被调查数据，采用生态学中生长相对法、类比法，得到项目区域各个群丛的生物量，灌草丛的生物量为 23.6t/hm^2，则生物损失量为 11.75t。

工程占地将对这些地方的植被产生永久性的不可恢复破坏，植被失去生存环境，破坏不可逆，但工程涉及植物均为常见、广布植被或人工植被，在项目区周边地区尚有大量分布，工程破坏不会造成区域物种灭绝或植被类型丧失，对区域总体的植物资源物种多样性和群落多样性影响不大。随着工程结束，通过对道路两边进行一定的绿化建设，适当地恢复植被覆盖度；对于临时堆场等通过水土保持措施的植被恢复，生物量会随之得以恢复。

6.5.1.3 对沿线动物的影响

拟建项目在施工期对野生动物的影响主要表现为施工人员的施工活动、生活活动对动物栖息地生境的干扰和破坏；施工机械噪声对动物的干扰；施工中对两栖类动物生境的破坏等。拟建工程施工期一部分鸟类和爬行动物会通过迁徙和飞翔来避免项目施工所造成的影响，导致道路沿线周围环境的动物数量有所减少，但是距离公路施工区较远的区域中被施工影响驱赶的动物会相对集中而重新分布，因此项目区道路施工对动物种类多样性和种群数量不会产生大的影响，更不会导致动物多样性降低。不过，施工期应加强对施工人员的教育宣传，严禁施工期应加强对施工人员的教育宣传，严禁施工人员有不利于保护各种野生动物的活动。

6.5.2 营运期生态影响分析

6.5.2.1 对植被资源的影响分析

项目建成后，通过绿化以及临时场地的复绿等工程，陆域范围的植被得以恢复，临时取土场场地内为菠萝地，取土后将及时复绿，生物量将得到一定量的补偿。项目主要损失为永久占地导致的生物量损失。

6.5.2.2 对野生动物资源的影响分析

拟建项目对沿途的两栖、爬行动物原有的生境和生活活动有一定的分离和阻隔作用。本项目沿线两栖爬行类动物主要栖息于农田、溪流及附近的草丛。在施工工程中，公路两侧上述生境将受到破坏，迫使项目占地区及工程影响区两栖爬行类动物迁往它处，但对整个区域种类数量都不会构成大的影响。工程结束后，项目周边两栖爬行类动物数量将得到恢复。

道路上行驶的车辆排放的废气、噪声、振动及路面径流污染物等对动物的生存环境造成污染，降低了动物的生存环境，迫使动物寻找其他的活动和栖息场所；营运期交通噪声和夜间车辆行驶时灯光对动物的栖息和繁殖有一定的不利影响，影响动物的交配和产卵，总之道路建设将产生较多的干扰因子如噪声污染、视觉污染、污染物的排放等，其中噪声污染影响显著，动物选择生境和建立巢区时通常会回避和远离道路。

6.5.2.3 对水生生物的影响分析

营运期间，汽车尾气及路面材料产生的污染物随天然降雨形成的路面径流而进入海域，项目两侧设置有如排水沟，设置格栅，因此路面径流通过排水沟，水中的悬浮物、泥沙等经过格栅过滤，并进行了人工清理，其浓度对海域的影响较小，不会改变目前海域的水质现状，因此对水生生物的影响很小。

6.6 鸟类影响分析

6.6.1 施工期对鸟类影响预测

项目施工期间，施工机械活动一方面会对鸟类造成干扰，使鸟类远离施工区域，减少鸟类活动范围，另一方面会影响海洋和底栖生物分布，从而影响鸟类的食物分布；施工产生的噪声会对在施工区及邻近区域觅食的鸟产生影响，使该区

域鸟类的数量减少、多样性降低；晚上施工的照明系统会干扰夜间迁徙的鸟类，吸引鸟类与工程设施相撞。

根据前面章节鸟类调查资料结果，该区域共调查到鸟类为14目37科112种。本次调查的鸟类中，水鸟有61种，其他51 种为陆生鸟类种，主要为各种生境广泛分布的广布种以及多数在湿地活动的湿地依赖种类。按主要居留型划分，留鸟共有39种，迁徙鸟共73种，其中冬候鸟46种，迁徙过境鸟9种，夏候鸟18种，说明本区域是多种迁徙候鸟的越冬地和中途停歇地。湿地鸟类以水种生物为食，主要以鱼、虾、蛙、蝗虫、蝼蛄等水生和陆生昆虫及昆虫幼虫。鸟类繁殖期常发生在春季。无论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感。因此为减轻对鸟类的影响，要求采取以下措施：

（1）合理安排施工期，减少在区域鸟类繁殖、迁徙时期的作业内容，施工尽量避开候鸟栖息越冬和鸟类迁徙时间，减缓对鸟类的影响。

（2）无论是昼行和夜行鸟类，其对强光均较为敏感。故需要合理安排施工时序，避免在夜间进行施工。

（3）施工机械设备选用低噪声设备，做好减震降噪、采用隔声措施等，尽量降低施工噪声对鸟类的影响。

（4）做好施工人员教育，禁止毁坏鸟巢，禁止捕鸟、杀鸟。

通过采取相关保护措施后，项目施工对周边鸟类的影响较小，且施工期的影响是暂时的，有关工程建设对鸟类的干扰和因环境污染带来的生境质量下降在施工结束后，其影响可以消除。

6.6.2 营运期对鸟类影响预测

项目营运期间对鸟类的影响主要为交通噪声、灯光以及鸟类碰撞桥梁等。这些因素对鸟类及其栖息地会产生一定的不利影响，对在沿线栖息活动、飞行的鸟类等可能会产生碰撞伤害等。

道路桥梁车辆在行驶过程中产生的噪声、汽车鸣笛等将对项目周边的声环境产生影响，但鸟类对交通噪声有一定的适应性，其噪声对鸟类的不利影响主要包括鸟类原有栖息地环境变化而被迫放弃、鸟类种群结构和数量变化、鸟类鸣声干扰等。在噪声环境条件下，大多数鸟类会选择回避，减少活动范围。本项目桥梁

为三级公路、连接线为等外公路设计，车流量很小，同时通过桥梁时采取限速、禁止鸣笛等措施，进一步减少交通噪声，对周边鸟类的影响较小。

灯光对鸟类的影响主要为对鸟类栖息的影响，道路桥梁运行时的灯光可能对鸟类的栖息环境及其他生理和行为产生负面影响。道路上的照明设施不仅会吸引迁徙的鸟类，增大其被捕食或撞击致死的可能性，而且会改变其迁徙路线，消耗其储存的能量。本项目道路桥梁不设置路灯照明设施，通过在路面边界的反光材料替代，桥梁夜间行车量很小，夜间车辆灯光是间断和短暂的，不会产生持续的影响，对鸟类栖息和活动的影响不大。

鸟类与桥梁相撞的风险在很大程度上取决于鸟类的飞行高度，鸟类在直接的长距离迁徙飞行过程中飞行高度通常较高，绝大部分鸟类的飞行高度在 150 m 以上，其中大型鸻鹬类在 150～400 m 之间，鹭类在 150～600 m 之间，鸭类在 150～500 m 之间，雁类（包括天鹅）在 350～12000 m 之间。但候鸟在迁徙中途停歇和觅食时，以及遇到不良气象条件时飞行高度一般都低于 100 m。本项目桥梁高度最高约 15m，远低于鸟类的飞行高度，因此，在一般情况下，项目发生鸟类碰撞事故的概率很小。

7 环境风险分析与评价

7.1 环境风险评价等级

1、风险调查

本项目为桥梁建设项目，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录中附录 B 及《重大危险源辨识》（GB18218-2018），本项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺和物品。

2、风险潜势判断

本项目为桥梁建设项目，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），本项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺和物品，不构成重大风险源，环境风险潜势为I级。风险潜势划分见表7.1-1所示。

表 7.1-1　建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极高危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	Ⅳ$^+$	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ
环境中度敏感区（E2）	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
环境低度敏感区（E3）	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
注：Ⅳ$^+$为极高环境风险。				

3、风险评价等级

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险潜势为I级，环境风险评价工作等级为“简要分析”。

表7.1-2　评价工作等级划分

环境风险潜势	Ⅳ、Ⅳ$^+$	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
评价工作等级	一	二	三	简单分析[a]
[a] 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。见附录 A。				

7.2 环境敏感目标

本项目环境敏感目标见表主要为养殖场、海洋生态红线区、岸线、红树林等，见表1.4-1。

7.3 环境风险识别

项目用海的风险主要包括自然灾害对项目可能产生的风险和项目本身对自然环境可能潜在的风险。

其中自然灾害主要包括热带气旋、台风暴潮、暴雨、灾害性波浪等，均可能对工程产生一定的危害。

本项目为跨海桥梁改造工程，主桥用海方式为跨海桥梁用海，桥梁建设及运营期间基本不会产生、使用有毒有害及可燃、易燃的危险品物质，项目不存在重大危险源。项目施工期无需使用施工船舶，但运营期，项目周边存在有来往的渔船，因此运营期存在船舶溢油环境风险；项目主要是连接岛上居民和陆地居民的生活，不运输危险化学品，营运期的环境风险主要为道车辆发生交通事故时可能导致油品泄漏污染桥下水体。

7.4 风险事故影响分析

7.4.1 自然灾害风险分析

7.4.1.1 热带气旋风险分析

本项目由于需搭设施工栈桥、钻孔平台，故在施工期的风暴潮风险主要为遭遇热带气旋等极端天气时，风暴潮导致栈桥、钻孔平台损坏后，物料流失入海，一方面影响海水水质，另一方面也可能受潮水影响向滩涂运移，造成局部淤积。但总体来说，由台风等极端天气造成物料外泄的概率较低。运营期本项目的风暴潮风险主要为热带气旋带来的风险，主要为风暴潮时工程自身的风险。

7.4.1.2 地质灾害风险分析

根据区域地质资料，项目场地无断裂带经过，场地稳定，场地稳定性较好。本项目的抗震设防烈度为VII度，桥梁设计基本地震加速度为 0.10g，连接线的地震加速度为 0.15g。因此，本项目在地质灾害方面的环境风险概率较小，工程设施总体仅需按照国家的相关抗震规范进行设计施工，建立必要的地震灾害应急机制，则可避免地质灾害引起的环境风险影响。

7.4.3 交通事故溢油风险分析

本项目建成营运后将是冬松岛对外联系的主要通道，大量的环境风险事故统计表明，道路和桥梁的环境污染事故主要来源于交通事故。岛上没有工业，也没有加油站，因此一般没有运输危险品、油品的运输车辆。主要的影响为发生交通事故时，车辆油罐泄露产生少量的汽油泄露。但由概率理论，这种小概率时间的发生是随机的，若不采取措施，一旦发生将对环境造成严重的影响。

一般来说，车辆交通事故最大的危害是车辆在桥梁上出现翻车，或油箱破损导致油品泄露进入海里，从而污染海洋水质，恶化海洋生态环境。但这种事故的可能性非常小，因为大桥两边的护栏可阻挡车辆掉入海中，且本项目主要通行小车或中型客车，油罐含油量很小。若一旦发生事故，且造成油箱破损时，项目应尽快对污水进行截留，并将含油污水通过水泵抽取，存放密封好，交有资质的危险废物处理单位进行妥善处置。

7.4.4 溢油风险分析

7.4.4.1 风险识别

海洋环境事故风险是指由于人为或自然因素引起的、对海域资源环境或海域使用项目造成一定损害、破坏乃至毁灭性事件的发生概率及其损害程度。根据拟建项目性质，结合项目所在海域自然环境特点考虑，本项目为建桥工程，发生风险事故的可能性主要是营运期船舶事故造成的溢油风险事故。

根据工程特点分析，本项目营运期引起溢油事故发生的主要因素如下：

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

7.4.4.2 源项分析

溢油位置：本项目风险事故主要为营运期船舶碰撞溢油风险，本项目将在最可能发生事故的地点为大桥东侧水域，选其作为风险预测位置。

溢油量：本项目附近的水深不大，通航主要是渔船或施工期小型运输船，事故风险不利条件是船舶碰撞沉没导致的溢油，燃料油泄漏总量估算为 10t 。

7.4.4.3 碰撞溢油风险分析

溢油在海面上的变化是极其复杂的，其中主要有动力学和非动力学过程。动力学过程初期为扩展过程：主要受惯性力、重力、粘性力和表面张力控制，形成一定面积的油膜，其后油膜在波浪、海流和风的作用下作漂移和扩散运动，油膜破碎分成多块，其过程要持续数天。非动力学过程指油膜发生质变的过程，主要包括蒸发、溶解、乳化、沉降和生物降解等过程。

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

油膜非动力学过程及其复杂，发生的时间尺度为 1 天到数周。

一、溢油风险事故影响预测条件

（1）预测模型

$$x = x_0 + \int_{t_0}^{t} u dt \qquad y = y_0 + \int_{t_0}^{t} v dt$$

$$u = u_c + \kappa u_w + u_r \qquad v = v_c + \kappa v_w + v_r$$

原坐标为(x_0， y_0)油膜经时间$\Delta t = t - t_0$后，漂移到坐标(x， y)。u 和 v 分别是油膜运动的东、北分量，它由流速u_c、风速u_w、油膜随机运动速度u_r组成，k 为风对油膜拖曳系数，本模型取值 0.023。通过跟踪各油膜坐标(x， y)的各位置，确定运移范围，统计其数量和质量，可得各坐标网格的油膜面积。通过上式计算，可以确定任意油质点在任一时刻的位置，同时也可以反映出这些油质点的群体状况，由此来描述溢油漂移扩散的过程。

（2）计算参数

预测风况：根据湛江气象站多年风的资料统计结果，冬季常风向为 ENE，平均风速 3.7m/s；夏季常风向为 SSE，平均风速 3.6m/s。因此分别选取 ENE 风况大潮涨潮、落潮，SSE 风况大潮涨潮、落潮四组合条件，预测溢油发生后 36 小时油膜漂移扩散情况。

二、常风条件溢油事故预测结果及分析

根据以上预测条件，预测燃油的扩展漂移扩散见图 7.4.4-1～图 7.4.4-4，各预测条件组合下溢油事故发生后油膜扫海范围分析见表 7.4.4-1。

表 7.4.4-1　大潮燃料油一次泄漏 10t 四组合情况下油膜扫海面积（km^2）

溢油后时间（h）	ENE 风向、风速 3.7m/s、涨潮	ENE 风向、风速 3.7m/s、落潮	SSE 风向、风速 3.6m/s、涨潮	SSE 风向、风速 3.6m/s、落潮
2	0.045	0.06	0.069	0.072
6	0.109	0.236	0.142	0.451
10	0.109	0.243	0.142	1.072
18	0.109	0.243	0.143	2.232
24	0.109	0.243	0.143	2.55
30	0.109	0.243	0.143	2.583
36	0.109	0.243	0.143	2.589
残余油量(t)	0.26	0.24	0.27	0.07
登岸地点	泻湖西岸	冬松岛南部	冬松岛西部	东里南岸
登岸时间	6 小时	5 小时	6 小时	24 小时

从各溢油组合预测结果看，施工船或营运期船舶在大桥附近发生溢油事故时，影响的最为不利是 SSE 风向与落潮过程组合，油膜会影响到东里南岸。

由叠加图 7.4-1~图 7.4-4 可见，ENE 风向产生溢油事故时，涨潮时溢油将扩散至西侧的红树林保护区内，落潮时会影响到东侧的红树林保护区。SSE 风向产生溢油时，涨潮时会扩散至西侧的红树林保护区内，落潮时由于没有阻挡，扩散范围较大，影响区域较大。

由于溢油事故中无论是溢油点、溢油量还是溢油时间均有很大的随机性和不确定性，一旦发生泄漏事故时可能会对溢油点附近的浅海养殖区及周边区域的岸线利用产生不利影响，因此一旦发生泄漏事故需以最短时间启动溢油应急预案，责任人应及时通知当地的应急反应机构，同时采取如使用围油栏、吸油材料、撇油器等必要措施保护重要目标，限制油污的扩散，尽量减小该海区遭受溢油污染损害的程度。

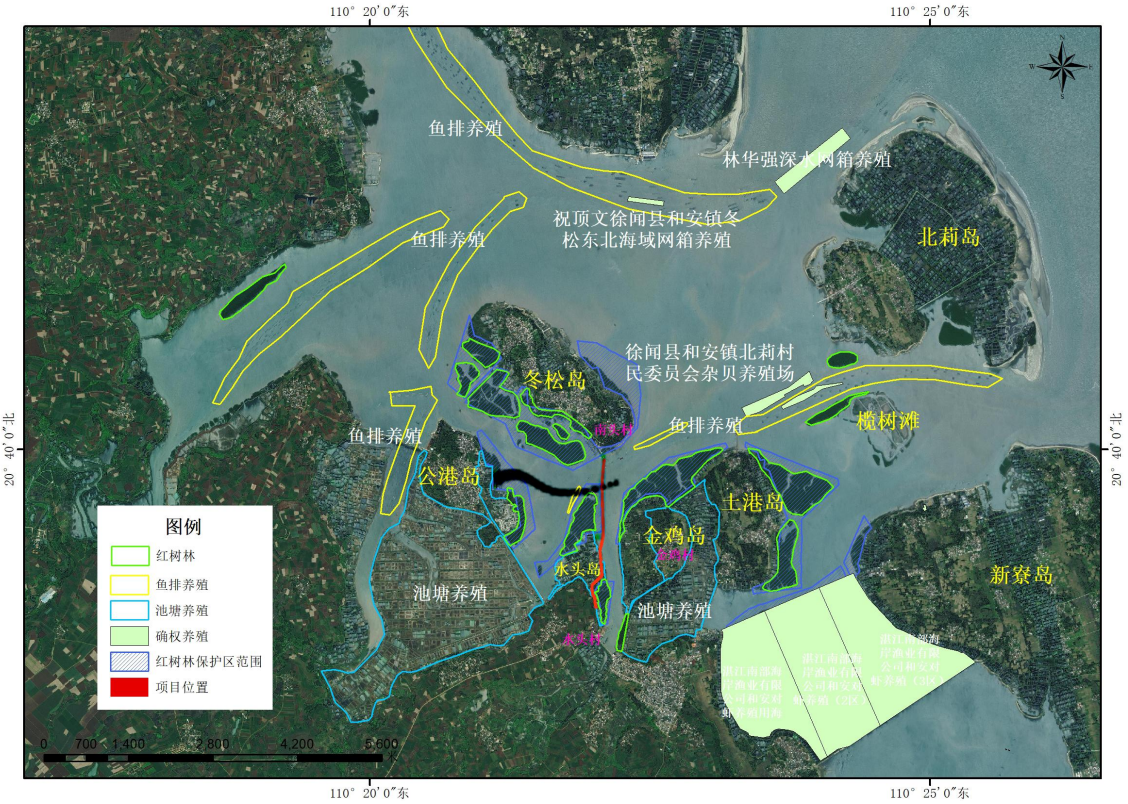


图 7.4-1　ENE 风向涨潮时刻溢油与周边敏感点叠加图

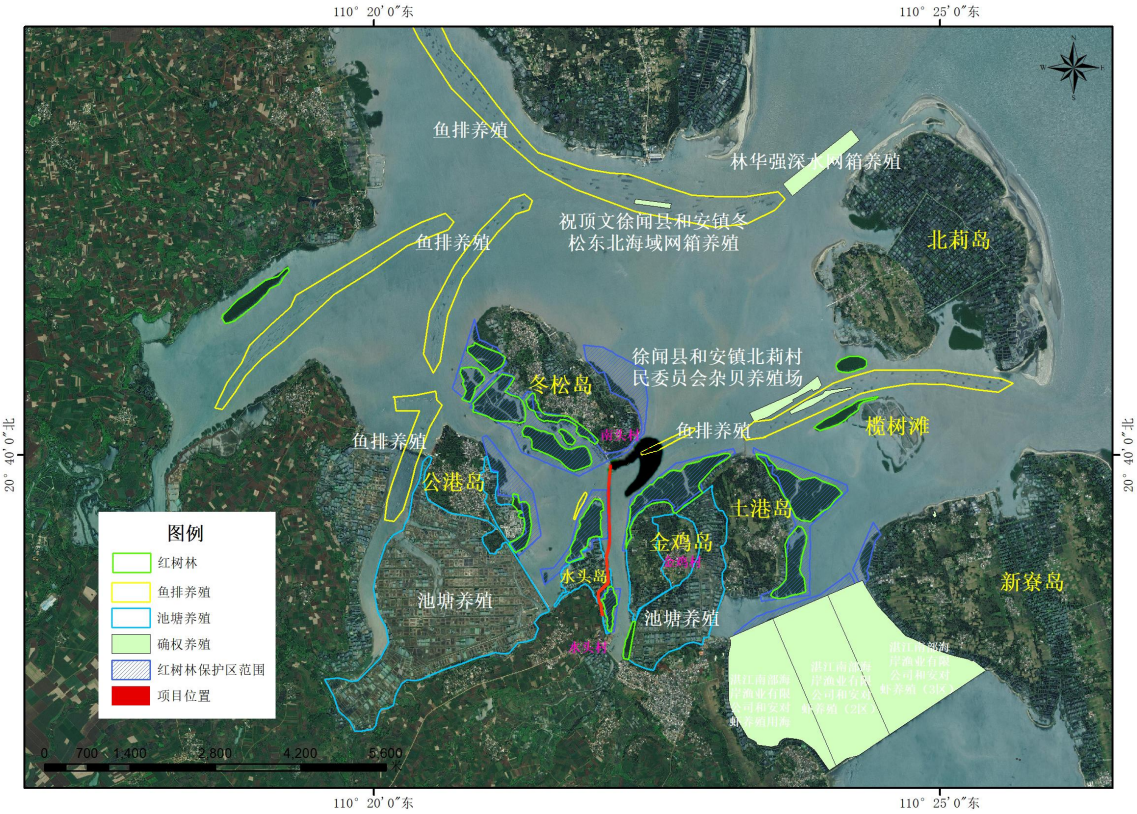


图 7.4-2　ENE 风向落潮时刻泄漏燃油与周边敏感点叠加图

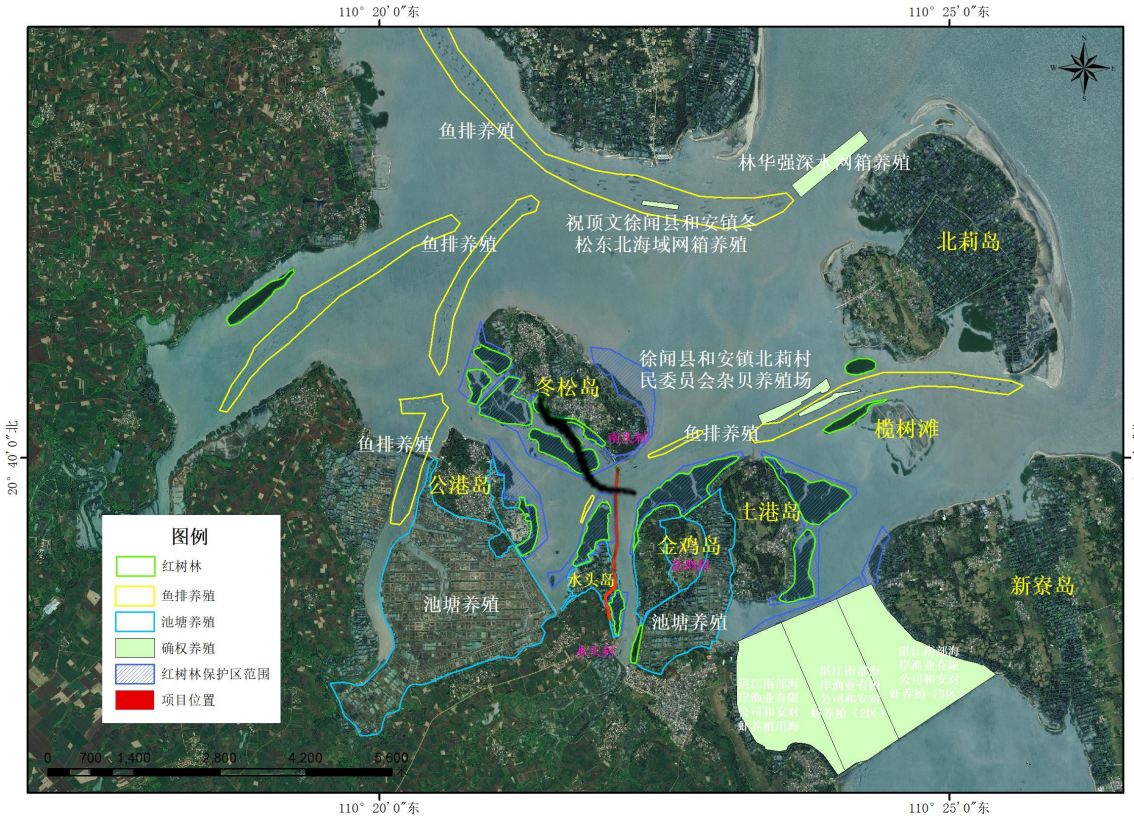


图 7.4-3　SSE 风向涨潮时刻泄漏燃油与周边敏感点叠加图

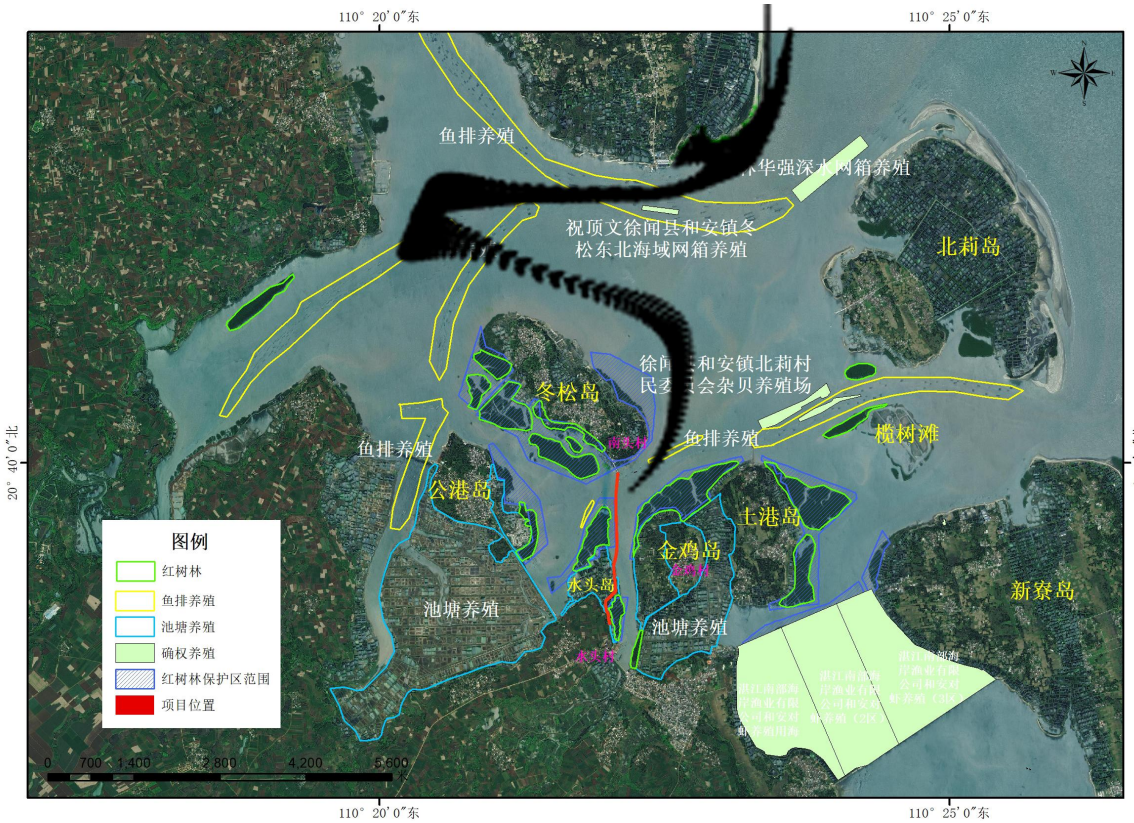


图 7.4-4　SSE 风向落潮时刻泄漏燃油与周边敏感点叠加图

7.4.5 项目用海风险对周边开发活动的影响分析

本项目为跨海桥梁建设项目，附近开发利用项目有渡口、养殖场和红树林等。一旦发生风险事故，在事故应急处理过程中，主要会对养殖场、红树林产生影响。

（1）对养殖场的影响

本项目附近有为围塘养殖场，若本项目发生环境风险事故，导致油品等泄露进入项目所在海域，则将对项目所在海域的水质、海洋沉积物和海洋生态环境造成一定的影响，将对养殖场的取水水质和海洋生态环境等造成一定的影响。溢油污染海洋水环境给海洋生态环境带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成捕捞渔获量的直接减产，其次表现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，将导致市场价格下降。另外，泄露事故发生的时间和位置不同，渔业损失相当悬殊。如果污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。

溢油事故如未得到及时处理，对渔业资源的中、长期影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在水域环境中可持续数年至十几年。

（2）对红树林的影响

红树林赖以生存的是其潮滩底质，潮滩底质是红树林生长的根基。一旦发生溢油泄露事故，油品在风浪和潮汐等因素作用下，向岸滩漂移，涨落潮过程中可能有一定量的石油类物质进入滩涂，对红树林的生长是不利的，且存在长期、慢性的影响。

7.5 环境风险防范对策措施和应急预案

7.5.1 自然风险防范措施和应急对策

（1）根据工程特点，编制台风等自然灾害防御措施，并贯彻执行。

（2）施工期间尽量避开台风季节，在台风季节施工应做好各项抗台预案和安全措施，以减轻灾害带来的损失。

（3）工程指挥部统一调派防抗热带气旋的值班拖轮，布置避风措施和制定抢险方案等。

（4）热带气旋来临前，项目建设期间应停止施工作业。

（5）热带气旋过后，应加强对附近海底冲淤状况监测，及时掌握工程海域稳定状况，把项目的用海风险和对环境影响降低到最小程度。

（6）严格按照施工工艺过程进行施工，保证工程质量；加强施工质量管理和施工监测，实行信息化施工，发现风险及时采取修复措施。

7.5.2 交通事故溢油风险防范措施

本项目大桥营运期间主要风险为运输车辆发生交通事故，且油箱漏油风险。尽管桥上交通运输过程中事故且漏油的概率很低，但是一旦发生事故泄漏，将会对海洋造成污染。因此需要加强管理，并采取工程措施防止油品倾漏流入桥下。为避免交通事故，且油箱破损造成环境风险，须采取必要的防范措施，具体要求如下：

（1）桥面雨水均采用桥面径流收集系统。桥梁两段修建应急处理池，用于临时收集路面和桥面风险事故的泄漏物和消防、清洗污水。事故情况下，收集到的泄漏或污染废水暂时存放于两端桥台的应急处理池，并对雨水管网及时采用沙袋等进行截污处理，并通过水泵将含油污水抽取处理干净，并密封存放好，交有资质的危险废物处理单位妥善处理。

（2）在跨海桥梁两侧建设具有可靠技术参数的防撞栏。

（3）在桥梁两侧设置警示标志，提醒司机谨慎驾驶。并安装事故报警电话，以便于管理部门在第一时间里了解事故，并及时与所在地区公安、消防和环保部门取得联系，以便采取应急措施，防治污染事态扩大。

7.5.3 突发风险事故应急预案

7.5.3.1 自然灾害应急预案

为确保工程安全，降低灾害损失，项目施工期间应制定相应的海洋自然灾害事故防范应急预案。

（1）组织机构

①成立应急抢险防护领导小组，组长：建设单位相关负责人；成员：各施工

队负责人。

②主要职责：领导小组负责预案的检查、指导及协调工作和预案的现场落实工作。

（2）具体措施

①建立对施工区域范围内的观测点，由专人负责。每个施工场地由施工场地领队负责该项工作，随时掌握天气及潮水变化情况并进行统计记录。现场与施工总部保持联络，及时了解相关动态，遇紧急情况时，在接到台风暴潮等自然灾害通知后两小时内，迅速组织现场施工队伍撤离。

②强化对进入该区域施工的施工队及负责人的安全防护意识的培训教育工作，做到平日施工有序，临风暴潮时服从命令，听从指挥，平稳撤离。

③分工明确，责任到人。

I、各施工队伍，各施工队伍各工段、各班组、各工种都要形成人员预案网络，都要有专人负责，在接到撤离通知后整个网络要上下左右形成协调联动，做到撤离时不漏一人。

II、材料、设备有专人管理，责任落实到具体管理人员。每个设备、材料管理人员都要有应急管理措施。对管理的材料、设备必须心中有数，对哪些材料需进行风雨加固、哪些设备不能进屋、不能开走，需重点设防加固，都必须了如指掌，以便应急处理。

III、物资准备必须充足：准备足够的木桩、钢管、雨帐篷以便在人员撤离时对水泥堆放点、设备集聚地进行加固、掩盖，以便确保材料、设备不受损失。

IV、确保通讯畅通：为预防手机受水侵后的不良作用，应配备足额的对讲机，以保证突发风暴潮时的通讯联络。

V、建立特殊联系信号：在夜间突发风暴潮时，建立防水照明联络信号系统，以方便自家本身及与外界的救生联络。

VI、以人为本，确保人身安全。备有足够的、完好的救生衣、救生圈。以在特殊的、来不及逃生的情况下使用。

（3）以防风暴潮预案指导平时工作

①施工人员驻地选址时要选择在地势较高、背风暴潮面建设。要特别注意修建房舍的加固措施。

②主要材料如水泥等，应放在高地上，且应高出高地地面30cm，并平时就

要做好防雨。

③大型主要设备要注意加固、防雨。在风暴潮袭来时带不走和不能进屋的设备特别加固好。

④道路要通畅：对预防风暴潮撤离的路线要特别明显，主要指挥者要牢记清楚，在撤离干道上绝不准乱堆乱放材料、设备、以免影响顺利撤离，对撤离的道路必须严加巡查，随时保持道路畅通。

（4）风暴潮后的处理

①风暴潮造成的损失由领导小组及时专人赴现场落实。

②风暴潮过后现场领导小组要及时组织施工人员返回工地并及恢复施工。

7.5.3.2 油品泄露事故应急预案

（一）应急程序

本项目管理处应建立与地方政府及有关部门的事故通报联动机制和事故处理中的配合机制，应急预案制定后要与上述有关部门和单位进行接触，把本项目的预案纳入各级政府的应急援助体系之中。

（二）应急成员单位及职责

1、成员单位

湛江市徐闻县交通局、市海事局、项目公路巡警中队、路政大队、湛江市生态环境局以及沿线各区级生态环境局，市县气象局、消防中队、安全生产监督局、指定医院医疗救护组等。

2、成员单位职责

（1）项目公路巡警中队及路政大队、市海事局：承接事故报告，负责向湛江市徐闻县交通局报告事故信息；负责事故现场区域周边道路的交通管制工作，禁止无关车辆进入危险区域，保障救援道路的畅通。负责制定人员疏散和事故现场警戒预案。组织事故可能危及区域内的人员、车辆疏散撤离，对人员撤离区域进行治安管理，参与事故调查处理。

（2）各区镇消防支队：负责事故现场扑灭火灾，控制易燃、易爆、有毒物质泄漏和有关设备容器的冷却。事故得到控制后负责洗消工作；组织伤员的搜救。

（3）各市、县、区生态环境局：负责污染事故监测与环境危害控制。负责事故现场及测定环境危害的成分和程度；对可能存在较长时间环境影响的区域发出警告，提出控制措施并进行监测；事故得到控制后指导现场遗留危险物质对环

境产生污染的消除。负责调查油品泄露污染事故和生态破坏事件。

（4）市、县、区气象局：负责为事故现场提供风向、风速、温度、气压、湿度、雨量等气象资料。

（5）交警大队：协助高速公路巡警中队及路政大队协调事故现场区域周边道路的交通管制工作。

（6）指定医院医疗救护组：负责现场受伤、中毒人员的救治、运送工作。

（7）建立网络信息表，公布相关单位电话，并及时更新，以便事故发生时迅速联系，开展应急处理及救援。

（8）市海事局：若油料泄露至海域，市海事部门接到通知应立即采取的措施，采用油类/的吸附剂等控制危险品的扩散范围，回收油类。遇到酸碱或有毒的化学物质，应尽快采用中和制剂中和化学物质的影响。

（三）应急救援程序

1、发生交通事故，司机、主要负责人或目击者应当立即拨打报警电话 110、122、119、120 或事故应急救援指挥部救援电话。报告事故发生的时间、地点和简要情况，并随时报告事故的后续情况；

2、接警单位接到事故报告后，立即按照事故应急救援预案，做好指挥、领导工作。并立即报告当地负责安全监督管理综合工作的部门和公安、环境保护、质检等部门，负责安全监督管理综合工作的部门和生态环境、公安、卫生等有关部门，按照当地应急救援预案要求组织实施救援，不得拖延、推诿。应当立即采取必要措施，减少事故损失，防止事故蔓延、扩大。

3、当管理处确定事故不能很快得到有效控制应立即向上级主管报告，请求上级应急救援指挥部给予支援。指挥部各成员单位接到通知后立即赶赴事故场，开展救援工作。

4、现场救援专业组的建立及职责现场救援指挥根据事故实际情况，成立下列救援专业组：

（1）危险源控制组：负责在紧急状态下的现场抢险作业，及时控制危险源，并根据油品的性质立即组织专用的防护用品及专用工具等。该组由消防支队组成，人员由消防队伍、企业义务消防抢险队伍和专家组成。

（2）伤员抢救组：负责在现场附近的安全区域内设立临时医疗救护点，对受伤人员进行紧急救治并护送重伤人员至医院进一步治疗。

（3）灭火救援组：负责现场灭火、现场伤员的搜救、设备容器的冷却、抢救伤员及事故后对被污染区域的洗消工作。

（4）安全疏散组：负责对现场及周围人员进行防护指导、人员疏散及周围物资转移等工作。

（5）安全警戒组：负责布置安全警戒，禁止无关人员和车辆进入危险区域，在人员疏散区域进行治安巡逻。

（6）物资供应组：负责组织抢险物资的供应，组织车辆运送抢险物资。

（7）环境监测组：负责对大气、水体、土壤等进行环境即时监测，确定危险物质的成分及浓度，确定污染区域范围，对事故造成的环境影响进行评估，制定环境修复方案并组织实施。由环境监测机构组成。

（8）专家咨询组：负责对事故应急救援提出应急救援方案和安全措施，为现场指挥救援工作提供技术咨询。

（四）事故现场的清除与净化

针对事故对海域等造成的现实危害和可能危害，迅速采取封闭、隔离、清洗、吸附等措施，对事故外溢的有毒有害物质和可能对和环境继续造成危害的物质，应及时组织人员予以清除，做好现场清洁，消除危害后果。

（五）事故应急设施、设备及药剂

（1）主要应急设施：监控中心设于管理中心，一旦紧急情况定级，监控中心就作为应急指挥中心。配有人员全天值班，具有报警装置及报警专用电话。

（2）常用应急物资储备：常用应急物资储备于收费站、管理中心内。

（3）主要应急设备：各种紧急情况下需要的设备需要预先准备好。通常这类设备既可在正常操作时使用，也可用于应急时使用。设备主要分为：人员防护设备、消防设备、牵引设备、电力照明设备、撇油设备等。监控中心必须保存所有设备的名细表和它们所在的位置。配备吸附剂、应急沙袋等应急物资；配备照明、安全标志、车辆防护器材及常用维修工具等救援物资；配备碎石、砂石、水泥、木材、编织袋、融雪剂等公路抢通物资；应储备一定数量的机械，如挖掘机、装载机等。

（4）主要应急药剂：主要为油类的吸附剂等。配备吸附剂、应急沙袋等应急物资。

（5）建设单位制定明确可行的储备方案，定期检查物资设备质量和稳定性，

对储备物资实行封闭式管理，专库存储，专人负责。应建立完善的各项应急物资管理规章制度，制定采购、储存、更新、调拨、回收各个工作环节的程序和规范，加强物资储备过程中的监管，防止储备物资设备被盗用、挪用、流失和失效，对各类物资及时予以补充和更新。

8 环境保护对策措施

8.1 建设项目各阶段的污染环境保护对策措施

8.1.1 施工期污染防治措施

8.1.1.1 施工期海域环境污染防治措施

（1）合理制定施工计划。尽量将桩基施工等安排在退潮期进行施工；将临时施工便桥钢管桩施工及拆除等工程安排在水流较平静时间段进行施工，既可以减小施工难度，又能减小施工过程中悬浮物的产生，从而减小对项目及其附近海域的影响。同时，在保证施工质量的前提下，应尽量缩短工期，减少工程产生的悬浮物对水质的影响。

（2）建议在施工过程中采用 GPS 与常规定位技术相结合的方法，准确定位每根桩基，确保海上打桩又快又准，避免重复操作，避免因失误导致反复施工对海床形态的过多改变。

（3）提高防患意识，在恶劣天气条件下，如风暴潮、台风及暴雨时，应提前做好安全防护工作，实施必要的加固强化手段，以保证有足够的强度抵御风浪等的影响，避免发生砂土外溢的泄漏污染事故。

（4）涉海的桥梁工程的桩基施工过程，以及涉水的箱涵工程应尽量安排在枯水期施工。

（5）严格按照批准的用海范围、用海方式进行施工，尽量减少超范围的施工，可以最大限度减少对潮流场等水动力条件的改变程度，同时降低对地形地貌和冲淤环境的影响。

（6）加强对项目区冲淤情况的动态监测，以便及时采取补救措施。

（7）合理安排施工工期，在合理时段内尽快施工。施工之前，将项目施工方案和施工时间等告知附近村庄渔民。施工过程按相关规范要求设置警示标志，加强与附近船舶的联系，防止过往船舶与项目施工临时栈桥等发生碰撞，以保障施工顺利进行和过往船舶安全。作业期间，严格值班制度，加强瞭望，及时与过往渔民联系。

8.1.1.2 施工期废水污染防治措施

一、含油污水

（1）施工期间必须指定机械维修场地，不在项目场地内进行维修。运输车辆冲洗含油污水应经隔油预处理后，回用于项目施工场地洒水抑尘等环节，油渣交有资质的单位处理。

二、生活污水

（1）施工人员生活污水拟经临时环保型流动厕所进行收集预处理，后由吸粪车拉运至集中污水处理设施处理，不得直接排放。

三、初期雨水

本项目施工营地产生的初期雨水经过收集后，沉淀、隔油后，再回用于施工场地洒水抑尘和车辆清洗等，不对外排放。

四、设计及施工措施

（1）合理规划施工场地的临时供、排水设施，采取有效措施消除跑、冒、滴、漏现象。

（2）施工作业需按规程操作，加强施工期的环境监督、监理和监测，禁止随意扩大施工作业面，禁止污水直接排海。

8.1.1.3 施工期固体废物处理措施

（1）施工期间产生的建筑、生活垃圾在分检回收可利用部分后，不得随意堆放和抛弃，应定点堆放收集、及时清运。禁止向周边林地、耕地等随意倾倒垃圾。禁止向周边海域、河道倾倒、排放各种生活污水和垃圾，禁止在沿海范围内堆放生活垃圾和建筑垃圾。

（2）施工过程中产生的建筑垃圾应设专门的堆放场所妥善放置，及时清运，并采取防护措施。同时应注意拆迁垃圾中可利用的材料要回收利用。

（3）施工区设置杂物停滞区、垃圾箱和卫生责任区，经常清理各类施工垃圾，并确定责任人和定期清除的周期。

（4）施工人员生活垃圾经分类收集后，每天由环卫部门清运处理。

（5）含油废水隔油预处理过程产生的废油渣，应经收集后交有资质的单位处理。

（6）加强对施工单位的监督管理，禁止将施工垃圾直接倾倒入海。

（7）填方的运输应有遮盖或密闭措施，减少砂石土途中的泄漏，尽量避免产生不必要的固废。

（8）建筑垃圾要及时清运、加以利用，防止其因长期堆放而产生扬尘

（8）施工单位应加强施工管理和环保教育，施工人员的生活垃圾应定点集中堆放，尽量分类回收利用，垃圾收集集中后回收至陆地处理，禁止海抛。

8.1.1.4 施工噪声污染防治措施

（1）尽可能选择低噪声的打桩机等施工设备，加强对打桩机的检修，尽量避免非正常运行噪声。

（2）合理安排施工作业时间：为保证居民夜间休息，在规定时间内（午间12：00~14：30，夜间22：00~次日6：00）全路段禁止施工；若因特殊需要必须连续施工作业的，必须向县级以上人民政府或其有关主管部门申请得到批准，并且必须公告附近居民；

（3）合理安排施工运输车辆的走行路线和走行时间：施工运输车辆，尤其是大型运输车辆，应按照有关部门的规定，确定合理运输路线和时间，避让沿线的学校、医院及居民密集区。

（4）加强施工作业管理，运输车辆尽可能安排在白天工作，运输车辆尽量采用较低声级的喇叭，并在经过水头角村等村落或学校时，应禁止车辆鸣笛。

（5）加强员工环境保护意识教育，做到文明施工，杜绝因人为因素导致噪声对海洋生态环境产生影响。

（6）加强环境管理，接受环保部门环境监督：为了有效地控制施工噪声对声环境的影响，除落实有关的控制措施外，还必须加强环境管理。

（7）桩基施工前，要先预警、发出较低噪声，防止对水生生物造成惊扰。

8.1.1.5 施工大气污染控制措施

项目施工期对区域环境空气的影响主要是扬尘（特别是土石方运输产生的道路扬尘），项目施工扬尘对周围环境将产生一定不良影响，要求建设单位和施工单位采取有效的措施控制废气污染。

（1）设置施工标志牌：施工期间，施工单位应根据《建设工程施工现场管理规定》设置施工标志牌。

（2）施工场内施工扬尘防治措施

①路填方施工过程中，定期采取晒水抑尘措施；施工场地应进行硬化、定期洒水防治粉尘。

②加强回填土方堆放场的管理，采取土方表面压实、定期喷水、覆盖等措施。

③施工场地现场四周应设置施工护围，出口处应设置冲洗设施；施工土方和水泥、石灰等易产生扬尘污染的料堆应严密遮盖或在库房内存放；工地应设立临时密闭式垃圾堆，堆放不能及时清运的垃圾、渣土。

④使用商品混凝土，现场不设置拌合站，避免作业起尘。

⑤临时石方转运场，应采取防尘布覆盖定期晒水等措施防止风蚀起尘。

（3）运输扬尘防治措施

①运送土石方和建筑原料的车辆应实行遮盖，装载的物料、渣土高度不得超过车辆槽帮上沿，避免在运输过程中发生遗撒或泄漏。

②针对运输道路采用洒水和清扫等措施，抑止施工道路扬尘的产生，建议每天洒水 3～5 次。

③建设单位应责成施工单位在土石方沿线标明张布通告和投诉电话，建设单位在接到报案后应及时与当地环保部门取得联系，并加强与周边民众的沟通，以便及时处理各种环境纠纷。

④加强环境管理，接受环保部门环境监督：为了有效地控制土石方运输对沿线居民区的影响，除落实有关的控制措施外，还必须加强环境管理。

（4）堆场扬尘防治措施

①工地内露天堆置砂石，则应采取覆盖防尘布、覆盖防尘网等措施必要时进行喷淋，防止风蚀起尘。

②对于散装粉状建筑材料利用仓库、封闭堆场、储藏罐等形式，避免作业起尘和风蚀起尘。

③现场采用商品混凝土，避免现场搅拌混凝土产生的废气与粉尘，并减少建筑材料堆存量及扬尘的产生。

（5）对施工进场道路进行硬化处理，确保现场场地和道路平坦通畅，以减少施工现场道路运输车辆因颠簸而洒漏物料。未能做到硬化的部分施工场地要定期压实地面和洒水、清扫，减少扬尘污染。

（6）制定严格的洒水降尘制度（定时、定点、定人），施工队配备洒水车，并配备专人清扫场地和施工道路。

（7）施工垃圾应及时清运、适量洒水，以减少扬尘。

8.1.1.6 绿化和景观措施

项目地基必须先进行表土清除，对原地面夯实后方可进行路基填筑。清除的表土应收集集中堆放，用于边坡等植草绿化，或进行复耕之用。绿化应选用本土灌木，绿化植被尽量多样化，营造富有色彩变化，层次分明的景观效果。

8.1.1.7 施工期海洋生态保护对策措施

本工程在施工过程中会对海洋生物栖息地造成彻底的破坏，施工产生的污染物也会损害海域水体生境，具体生态保护对策如下：

（1）该工程建设过程中对海洋生物栖息地造成影响的作业主要是桥梁桩基施工工（3）施工期产生的生活污水、含油废水以及固体废物若向海域倾倒，都将对附近海洋生态环境产生一定影响，因此应按照有关环境保护措施中提出的具体要求加以实程。施工作业会对海洋生物栖息地造成破坏，但应当尽可能防止超出施工范围，以及防止不可恢复的破坏和影响。

（2）施工应尽可能选择在海流平静的潮期，避免对敏感目标造成影响；项目桩基为 2023 年 6 月 1 日~2024 年 3 月 1 日，避开工程避开在幼鱼、幼虾保护区的保护期 3 月 1 日~5 月 31 日进行水下施工等作业，若无法避免，应在桩基施工四周采用防污帘进行围护，避免悬浮物对鱼虾的产卵行为产生干扰。同时，应对整个施工进行合理规划，尽量缩短工期，以减轻施工可能带来的水生生态环境影响。

施，确保施工期和营运期产生的废水、废渣均不排放入海。

（4）对施工作业施工工艺进行优化。通过选择低噪音机械或加装消音装置降低施工噪音，选择最佳施工方案，以减少施工作业对水质和鱼类的影响。

（5）施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，组织施工人员学习《中华人民共和国海洋环境保护法》等有关法律法规，增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识；建议施工单位制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。

（6）施工期间和工程建成后，应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。

8.1.2 营运期污染防治措施

8.1.2.1 海域环境污染防治措施

项目应根据相关规范要求设计项目桥梁面高程，同时桥梁上做好标识，对渔船进行安全警示，加强进出项目区渔船的通航安全管理工作。

8.1.2.2 大气环境污染防治措施

（1）加强道路管理及路面养护，保持道路良好运营状态，减少塞车现象。

（2）加强运输散装物资如煤、水泥、砂石材料及简易包装的化肥、农药等车辆的管理，运送上述物品需加盖蓬布。

（3）执行环境空气监测计划，根据监测结果确定采取补充的环保措施。

8.1.2.3 声环境污染防治措施

根据断面交通噪声预测结果，建议道路陆域（K2+450～K2+782 段）的两侧，在土地利用规划中噪声防护控制距离，详见表 8.1-1。

表 8.1-1　运营中期道路两侧建筑规划参考依据

路段	1 类区	
	规划范围	建筑要求
K2+450～K2+782 段	道路中心线外 61m（道路边界线 57.5m）	1 类控制距离以内的区域第一排不宜规划学校、医院、疗养院等特殊敏感建筑。

本项目 1 类控制距离以内的第一排区域不宜规划学校、医院、疗养院等特殊敏感建筑。由于土地资源紧缺，从提高土地利用率角度出发，结合乡镇居民住宅建筑习惯（临路建设），规划控制距离可能较难实施，故如确需建设上述敏感建筑物时，应自行采取降噪措施。

项目水头村附近的民房，外围有约15m的乔木绿化带隔离，且建有实体围墙，因此居民房处的噪声能够满足1类噪声标准要求，本工程建设不须针对水头村敏感点采取噪声防治措施。

建议运营期，项目加强道路的养护，连接线的道路车速控制在20km/h，降低交通噪声的影响。

8.1.2.4 废水污染防治措施

一、初期雨水措施

（1）本工程应在项目区内建设雨、污分流管道对项目沿线的雨、污水进行收集、汇流。初期雨水进入应急处理池后，经过沉淀、隔油等处理，全部回用于

周边农田灌溉，不排入如海域。

（2）加强桥面的打扫清洁，及时清除过往车辆抛洒在桥面的污染物，减缓桥面径流冲刷污染物的数量，避免桥面垃圾直接进入项目所在及其附近海域。

二、交通事故溢油措施

（1）加强运营期交通管理，制定运营期对该路段交通运输的特殊管理规定制度，设置交通警示牌，有毒有害的化学品车辆通过时需减速慢行。

（2）桥面雨水均采用桥面径流收集系统，可用于临时收集路面和桥面风险事故的泄漏物和消防、清洗污水。初期雨水进入应急处理池内沉淀处理。桥梁两端各设置 1 个事故应急池。正常情况下，初期雨水收集后经过隔油、沉淀后，再回用于周边农田灌溉等，不得排放入海域。

（3）事故情况下，收集到的泄漏或污染废水暂时存放于桥面应急处理池，并对雨水管网及时采用沙袋或者阀门等进行截污处理，并通过水泵将应急池内含油污水抽取处理干净，并密封存放好，交有资质的危险废物处理单位妥善处理。

表 8.1-2 本项目桥面径流收集系统设置要求

敏感目标	桥涵名称	径流收集长度（m）	收集面积（m^2）	桥面径流量（m^3）	事故废液量（m^3）	消防用水量（m^3）	总容积（m^3）	径流收集系统设置措施	径流排放去向
红树林保护区	冬松桥	1382	6910	304.3	50	90	444.3	按纵坡方向，桥梁下方两侧设置总容积不低于444.3m^3的应急收集池，单个为223m^3，在桥梁两侧护栏外底部设置PVC管道，单向长度1382m	正常情况下，收集后排放至海域；事故状态下事故废水在收集池截留，必须由有资质的单位统一处理

（4）在桥梁附近设置应急电话，一旦有装载有毒化学品的车辆违规通行发生泄漏、着火、爆炸等恶性交通事故，便于有关负责单位与个人及时报警。

8.1.2.5 固体废物污染防治措施

（1）经环卫部门负责定期清除、收集、外运，保证日产日清、路面清洁；

（2）强化公路沿线的固体废弃物污染治理的监督工作，向司乘人员和行人加强宣传教育工作。

8.1.2.6 海洋生态保护对策措施

（1）本项目占用海域及施工过程会对所在海域的底栖生物和渔业资源等造成一定的损失。根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）的有关规定，应对项目附近海域的生物资源恢复做出经济补偿。具体的补偿措施和方案与当地的相关部门协商确定。建设单位应积极配合主管部门采取可行的生态补偿措施，对本工程造成的海洋生态损失进行合理补偿。生态补偿对于恢复由工程建设带来的生态环境和资源破坏、实现渔业可持续发展、促进人与自然和谐发展和维护生物多样性方面具有重大意义。

（2）红树林保护措施

本项目桥梁在沿岸两侧和连接线工程的东侧分布有红树林。桥梁工程的水工构筑物为透水构筑物，项目桩基无需直接占用红树林，不会对红树林造成直接的破坏。连接线工程是在鱼塘塘梗的围护下进行填方施工，不会产生悬浮泥沙。项目与两侧分布的红树距离较近，为保护两侧分布的红树林，施工期应对施工人员进行宣传教育，主要内容包括：禁止人为破坏红树林活动，对项目附近红树林实行绝对保护；施工作业应避免破坏红树林湿地的水力联系；不得将施工垃圾及其他废弃物倾倒入红树林区内，各类污染物禁止排入红树林林地；使用机械及设备施工时不得破坏红树林，不得超范围占用红树林种植区；加强施工期的监督和管理，加强对红树林保护的宣传和教育，提高施工人员的环保意识；合理制定施工计划，尽量缩短工期，桥梁桩基施工严格按照施工工艺进行作业，施工尽量选择在枯水季节，减少工程施工悬浮物扩散对周边红树林的影响。在采取上述措施的条件下，本工程施工对附近红树林的影响比较小。

（3）生态补偿方案

本项目造成的生态资源损失主要包括底栖生物和渔业资源的损失，造成的生态损失总赔偿额约为 9.9348 万元，纳入本项目的环保投资。项目施工期造成的生态损失赔偿费需由本项目建设单位承担并向主管部门缴纳，由主管部门集中进

行增殖放流等修复措施，改善水域生态环境，实现渔业可持续发展，促进人与自然的和谐发展，维护水生生物多样性，具体生态修复工作由相关部门统筹安排和实施。

8.2 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

8.2.1 施工期环保设施和对策措施一览表

根据工程施工方案，施工期影响环境的污染物主要是施工人员产生的生活污水和垃圾、悬浮泥沙、含油污水等。提出污染防治对策措施见表 8.2-1。

表 8.2-1　施工期环境保护设施和对策措施一览表

类别			治理措施	预期治理效果
施工期	水环境保护对策	桥梁桩基施工、施工便桥钢管桩施打及拔桩	合理规划施工工期、缩短施工时间、采用 GPS 与常规定位技术相结合的施工方法、桩基施工作业等尽量安排在退潮期进行，临时施工便桥和平台的钢管桩施工及拆除等工程安排在水流较平静时间段进行施工等	控制悬浮泥沙的扩散范围
		含油污水	设置隔油池对运输车辆冲洗产生的含油污水进行预处理，预处理后回用于项目施工场地洒水抑尘等环节，油渣收集后交有资质的单位处理	确保污水得到有效处理处置，不直接向海域排放
		生活污水	工人员生活污水拟经临时环保型流动厕所进行收集，后由吸粪车拉运至集中污水处理设施处理	
	固体废物防治对策	生活垃圾	集中定点分类收集，后由环卫部门清运处理	确保得到有效处理处置，不向海域排放
		废油渣	经收集后交有资质的单位处理	
	噪声污染防治措施		选用低噪声打桩机、在打桩机四周安装隔声外壳，加强施工管理等	确保施工噪声不会对海洋生态环境产生明显不良影响
	施工扬尘污染防治措施		洒水抑尘、建筑材料遮盖、使用商品混凝土等	降低施工扬尘影响

8.2.2 营运期环保设施和对策措施一览表

本项目营运期对海域环境可能产生污染影响的主要为桥面初期雨水径流、桥面垃圾和桥面交通噪声等，营运期污染防治对策措施见表 8.2-2。

表 8.2-2　营运期环境保护设施和对策措施一览表

类别			治理措施	预期治理效果
营运期	水环境保护对策	桥面初期雨水径流	按设计建设雨水收集管道，加强桥面的打扫清洁；初期雨水进入应急处理池中沉淀、隔油处理后回用于周边农田灌溉	初期雨水径流不排放入海，减小桥面初期雨水径流的影响
	固体废物防治对策	过往车辆洒落物形成的桥面垃圾	加强桥面的打扫清洁	确保得到有效处理处置，不向海域排放
	噪声污染防治措施	桥面交通噪声	桥梁使用降噪路面，保持路面平坦；控制行车车速等	降低交通噪声影响

8.2.3 生态保护对策措施一览表

项目建设对海洋生态造成的影响主要体现在桥梁桩基、占地造成的底栖生境及之上的底栖生物的损失，悬浮物排放造成的渔业资源生存空间质量下降及渔业资源损失，对项目所在的海域海洋生态环境造成事实上的负面影响，生态保护对策措施见表 8.2-3。

表 8.2-3　海洋生态保护对策措施一览表

生态影响因子	对策措施	管理者	责任单位
底栖生境及底栖生物	尽可能防止超出范围施工，以防止不可恢复的破坏和影响。	建设单位	施工单位
	施工尽量避开底栖生物的快速生长期	建设单位	施工单位
	积极配合主管部门采取可行的生态补偿措施，对本工程造成的底栖生物和潮间带生物损失进行合理补偿	建设单位	——
渔业资源及渔业生存空间	施工应尽可能选择在海流平静的潮期，尽量避开鱼类的产卵期和鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节；控制施工进度，合理安排施工计划，尽量缩短工期，以减少对渔业资源的影响	建设单位	施工单位
	施工期间产生的悬浮泥沙、运输车辆冲洗废水、生活污水以及固体废物严格按照表 10.4-1 中所列的环境保护措施加以实施，认真落实，严格管理	建设单位	施工单位
	施工单位在施工前期充分做好生态环境保护的宣传教育工作，强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识，制定有关海洋生态环境保护奖惩制度，落实岗位责任制。	建设单位	施工单位
	施工结束后，积极配合主管部门进行生态补偿	建设单位	——
其他	施工期间和工程建成后，应对项目附近的生态环境进行跟踪监测，掌握生态环境的发展变化趋势，以便及时采取调控措施。	建设单位	施工单位
	针对项目周边有零散的红树，建议加强红树林的保护管理，禁止砍伐红树	建设单位	施工单位

8.3 环境保护措施的技术经济可行性

本报告所提出采取的海洋生态环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。其中本项目施工期的生活污水产生量较小，每天约为 4.25m³/d。生活污水拉运到和安镇污水处理厂处理，运距较短，为 900m 左右，不足 1km（运输路线见图 8.3-1）。拉运采用吸粪车密闭罐体拉运，运输过程不经过城镇中心，约每周运输 1 次，运输次数少，不会产生扰民的问题，因此定期拉运是可行的。

施工场地的生产废水主要含 SS 和石油类，经过隔油、沉淀后，能够满足回用的要求，可回用于场地的洒水、洗车等环节，也是施工场地常见的废水处理方式。综上，项目采取的生态环境保护措施的从技术上来说是可行的。

项目项目场地内洗车、洒水抑尘等均需要用水，对水质要求不高。由于施工期初期雨水产生量较小，因此经过隔油、 沉淀等处理后，再回用于施工场地洒水抑尘和车辆清洗，是可行的。

图 8.3-1　施工期生活污水运输路线图

虽然本工程的施工建设和营运会给项目所在海域环境带来一定负面的影响，并由此带来一定的经济损失，但是，与本工程带来社会效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失是可以接受的。同时，在项目施工建设和将来运营生产中，建设单位也将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，实现清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些环保措施是该类工程建设应用比较成熟的技术措施。因此，项目所采取的污染防治方法与环境保护措施在技术、经济上是合理的、可行的。

9 环境影响经济损益分析

9.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本工程总投资估算为0.99亿元，通过估算，环保投资约106.9348万元，约占工程总投资的1.08%，详见表9.1-1。环保投资比例合理，从经济角度论证，该环境保护措施投资对业主来讲是可接受的。

表 9.1-1　环保投资估算表

序号	环保措施		单位	数量	单价（万元）	总价（万元）
第I部分　环境监测						60.0
1	环境跟踪监测				60.0	60.0
第II部分　污染防治措施						37.0
1	施工期	施工期设临时环保型流动厕	个	2	3	10.0
2		生活污水经过临时流动型环保厕所收集后，由吸粪车拉运至集中污水处理设施处理	项	1	——	3.0
3		施工期设置隔油池对运输车辆含油污水进行预处理后回用	个	2	5	10.0
4		生活垃圾桶	项	1	——	1.0
5		安装隔声围挡等噪声污染防治措施	项	1	——	5.0
6		洒水抑尘、建筑材料遮盖、使用商品混凝土等	项	1	——	5.0
7	营运期	安排环卫人员加强项目区内桥面的打扫清洁	项	1	——	3.0
		建设雨水收集管道	项	1	——	——
第III部分　生态环境保护措施						9.9348
1	施工期	施工期生态补偿	项	1	——	9.9348
I～III部分合计						106.9348

注：雨污管道建设已纳入主体工程投资，本次不再计投资额。

9.2 环境保护的经济损益分析

9.2.1 环境经济损益分析方法

（1）项目施工期造成的海洋生物的损失

施工期对水生生态的影响主要为底质的扰动造成悬浮物浓度增加对水生生

态的影响。施工期水中桥梁桩基施工、施工便桥钢管桩施打和拔桩施工等都会造成水体底质的扰动和水体中悬浮物的增加。悬浮物的增加将降低局部水体的透明度，可能会影响浮游生物的生长，使浮游生物数量减少。

在工程建设中，由于桥梁桩基的施工、占地等将改变生物的原有栖息环境，桩基占地范围内少量活动能力强的底栖种类逃往别处，大部分底栖种类将被掩埋、覆盖，除少数能够存活外，绝大多数将死亡。另外，施工产生的悬浮泥沙也造成海洋生物一定的损失。据估算，本项目施工将造成底栖生物损失量约为4.699kg、游泳生物损失量约为20.3kg、鱼卵损失量约为4.34×10^5粒、仔鱼损失量为5.58×10^5尾。

施工期造成的水体中悬浮物大量增加可以阻塞鱼类的鳃组织，同时由于食物链的作用，施工期浮游生物和底栖生物的变化，也必然会带来鱼类资源的变动，但鱼类是对环境适应力较强的游泳动物，本能地游离受污染区域，到清水区觅食，且项目施工周期较短，悬浮物大于10mg/L的范围为0.226km^2，因此施工期部分水域底质的扰动和悬浮物浓度增加对渔业资源造成一定的影响，因此项目应对渔业资源损失进行生态补偿。

（2）项目施工对附近海域生态环境的影响

项目施工期间，施工人员生活污水经过临时流动型环保厕所收集处理后，由吸粪车运至集中处理厂进行后续处理；施工生活垃圾按规定应集中收集在固定的地点，然后交由环卫部门处理，不排海；运输车辆冲洗废水拟经隔油预处理后回用于工程洒水抑尘等环节，对海域水生态环境及底质环境不会产生影响，也不会对生物带来危害。

（3）营运期对环境影响

营运期，项目不设收费站等配套设施，无生活污水和生活垃圾等的产生与排放，营运期可能产生的环境影响主要来自于降雨时雨水冲刷桥面形成的初期雨水径流和过往车辆洒落在项目桥面形成的桥面垃圾，日常应加强对项目桥面的打扫清洁；同时初期雨水进入到应急处理池中沉淀、隔油后再回用于周边农灌溉，不排入海域，因此不会对项目周边环境质量产生明显的不良影响。

9.2.2 环境直接、间接经济收益分析

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效

益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的削减而产生的环境效益。对本建设工程来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将成倍增大，资源的损失和环境污染损失也同样以倍数增加；在采取环境保护措施后，可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设工程污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

9.2.3 经济、社会效益分析

本项目的建设具有良好的经济、社会效益，具体体现在：本项目属于跨海桥梁，项目的建设后，改善项目所在区域路网结构，提高道路网络服务水水平，改善项目所在区域投资环境，促进当地经济发展有着重大意义。项目建成后，将连通冬松岛与徐闻县陆域，改善岛上居民交通状况，为岛上居民的交通提供便利，同时也主力乡村振兴，推动乡村致富。因此本项目的建设将产生明显的经济、社会效益。

9.2.4 环境影响损益分析综合评价

综上所述，徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程是完善项目所在区域路网结构，提高道路网络服务水平，改善项目所在区域投资环境，促进当地经济发展的重要工程，该工程的建设虽会产生一定的环境影响，从而造成一定的环境损失，但经采取措施后，所造成的环境损失在可接受范围内，且项目的建设将产生良好的经济效益、社会效益。

9.3“三同时”验收一览表

本工程环保措施“三同时”验收一览表见表9.3-1。

表 9.3-1 环保措施“三同时”验收一览表

项目名称			徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程		
类别		污染源	治理措施	拟达到的要求	完成时间
施工期	水环境保护措施	施工工地污水、生产废水	经隔油、沉淀池处理后回用于项目施工场地洒水抑尘等环节，不外排	——	与主体工程同时设计、同时施工、同
		施工工地	经过隔油池、沉淀池隔		

项目名称			徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程		
类别		污染源	治理措施	拟达到的要求	完成时间
		初期雨水	油、沉淀处理后，回用于施工场地洒水抑尘和车辆清洗等		时投入生产和使用
		陆域施工人员生活污水	施工现场设置环保型流动厕所，拟用吸粪车定期清运至集中污水处理设施处理	——	
		桩基施工悬浮泥沙	缩短施工时间、采用GPS 与常规定位技术相结合的施工方法、尽量安排在退潮期进行施工	——	
	大气环境保护措施	施工车辆燃油排放的尾气	加强管理，采用符合标准的低含硫燃料	《广东省大气污染物排放标准》（DB4427-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值	
		施工扬尘	施工现场设置护围；出口处设置车辆冲洗装置，洒水抑尘、建筑材料遮盖、使用商品混凝土等		
	声环境保护措施	施工机械噪声	选用低噪声打桩机、选用低噪声或带有隔音消音的机械设备、合理安排施工时间，加强运输车辆的管理等	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	
	固废处置措施	施工生活垃圾	分类收集与暂存，交环卫部门处理	——	
		危险固废	收集后交有资质的单位处理	——	
		建筑垃圾	运至行政主管部门指定的余泥渣土场处理	——	
	生态环境保护措施	——	施工期尽量避开鱼类的产卵期和保护期；本项目造成的海洋生态损失总赔偿额为 9.9348 万元，积极配合主管部门采取增殖放流等可行的生态补偿措施；开展生态环境跟踪监测	通过生态补偿，对海洋生物资源的损害进行补偿，减缓对海洋生态破坏	

项目名称			徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程		
类别		污染源	治理措施	拟达到的要求	完成时间
	风险防范措施	船舶溢油风险等	配备溢油应急设备，配备必要的导助航等，建立健全管理机制，制定施工水域污染事故应急预案	项目风险防范措施；风险事故应急预案，确保事故发生时影响降到最低	
	环境管理	——	环保人员负责环境管理，落实环境监测计划	施工期环境监测、监理报告	
营运期	水环境保护措施	桥面初期雨水	经收集进入雨水管道中，加强桥面的打扫清洁；初期雨水可进入急处理池中隔油、沉淀处理后，回用于周边农田灌溉	——	与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用
	大气环境保护措施	汽车尾气	加强道路管理及路面养护，保持交通通畅	——	
	声环境保护措施	交通噪声	使用降噪路面，保持路面平坦	《声环境质量标准》（GB3096-2008）	
	固废处置措施	桥面垃圾	加强桥面的打扫清洁	——	
	风险防范措施	船舶溢油风险等	桥梁设置防撞护栏、防撞墩、相关的导助航设施和警示标志，加强进出项目区渔船的通航安全管理工作	项目风险防范措施；风险事故应急预案，确保事故发生时影响降到最低	

10 工程环境可行性

10.1 功能区划的符合性

10.1.1 与海洋功能区划的符合性

1、项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目跨海大桥所在的海洋功能区为北莉口海洋保护区。周边海域海洋功能区有：新寮岛工业与城镇用海区、后海岛北海洋保护区、雷州湾农渔业区。各功能区的分布详见图 10.1-1 及表 10.1-1，海洋功能区登记表见表 10.1-2。

表 10.1-1　项目周围海域海洋功能区分布状况（广东省）

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	北莉口海洋保护区	项目所在	海洋保护区
2	新寮岛工业与城镇用海区	东侧约 9.5km	工业与城镇用海区
3	后海岛北海洋保护区	东北侧约 10.0km	海洋保护区
4	雷州湾农渔业区	东北侧约 6.1km	农渔业区

2、项目用海对海洋功能区的影响分析

项目所在海洋功能区为北莉口海洋保护区，本项目用海方式为跨海桥梁用海，没有完全改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海；在项目施工过程中，会产生悬浮物对周围海水水质产生一定影响，预测结果表明，施工悬浮物扩散范围主要集中在项目所在的北莉口海洋保护区，通过采取积极有效的水污染防治措施降低悬浮物、加强环境监督管理，工程施工期不会对周围生态环境造成较大的明显的不利影响，可降低对海洋保护区的影响，且能够满足环境保护要求。因此，项目的建设不会对周边海洋功能区产生大的负面影响。

本项目与周边新寮岛工业与城镇用海区、后海岛北海洋保护区、雷州湾农渔业区的距离较远，在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生大的影响。项目建设需高度重视海洋生态安全、防洪纳潮问题，防止风险事故发生，以保护相邻功能区的安全。各海洋功能区必须按照《广东省海洋功能区划

（2011-2020 年）》等有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

3、与海洋功能区划的符合性分析

由图 10.1-1 可知，本项目位于北莉口海洋保护区，根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所在的北莉口海洋保护区的海域使用管理要求：1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海；2. 保障三吉渔港、冬松渔港、和安渔港、外罗渔港用海需求；3. 保留湛江国家级红树林保护区北莉口片区、徐闻外罗湾蚝县级自然保护区非核心区内的滩涂养殖、围海养殖等渔业用海；4. 禁止炸岛等破坏性活动；5. 维护海湾防洪纳潮功能。海洋环境保护要求：1. 保护后海岛、冬松岛、金鸡岛、佳平岛、六极岛、新寮岛沿岛红树林；2. 保护蚝及其生境；3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

对项目与海洋功能区划符合性分析如下：

海域使用管理符合性分析：本项目为冬松岛渡改桥新建工程，项目用海类型为交通运输用海的路桥用海，项目作为道路桥梁基础设施，连接冬松岛和徐闻县大陆，项目建设主要有助于解决冬松岛居民出行安全便捷、应急就医等问题，完善海岛基础设施，促进海岛及周边区域社会经济的发展，与特殊用海的海域使用管理要求不冲突。本项目的建设通过严格的相关论证，项目用海面积较小，选址选线合理，不会影响周边渔港等用海需求，符合所在海域的用途管制要求。项目桥梁不在湛江国家级红树林保护区北莉口片区、徐闻外罗湾蚝县级自然保护区的核心区内，项目建设不会影响周边滩涂养殖、围海养殖等渔业用海。项目用海方式为跨海桥梁，不涉及围填海，不涉及炸岛等活动，不会完全或者显著改变海域的自然属性，符合所在海域的用海方式控制要求。工程施工和运营对周边水文动力和冲淤环境的影响较小，不会影响整个海湾的防洪纳潮、航道通畅等问题，符合项目所在的北莉口海洋保护区的海域使用管理要求。

海洋环境保护符合性分析：项目所在海域的生态保护重点目标为红树林、蚝及其生境。本项目桥梁周边分布有红树林，项目不会直接占用和破坏红树林，作为透水式跨海桥梁用海工程，项目建设对区域水动力和冲淤环境影响很小，不会对周边的海岛生态环境造成大的影响，桥梁桩基施工期产生的悬浮泥沙可能会影响到附近红树林的栖息地，根据水质环境预测结果，项目桥梁桩基施工作业引起

海水中悬浮物的人为增量不超过 100mg/L（第三类海水水质标准），悬浮物的影响范围在大桥桥墩施工点附近有限区域内。悬浮物对红树植物的影响主要是可能影响红树植物根系（呼吸根）的呼吸作用，红树植物能够适应较为浑浊的水体，且施工期悬浮物影响是暂时的，随施工的结束而结束，总体上不会对周边红树林造成大的影响。项目距离湾内蚝及其生境较远，不会对其造成影响。项目施工期主要为桥墩桩基施工产生的悬浮物对周围水质和沉积物造成短暂影响，营运期间无生产废水，桥面初期雨水经过隔油、沉淀后回用于周边农田灌溉，通过加强环境管理，同时在施工期间开展海洋环境的跟踪监测，项目施工期和营运期周围海域水质和沉积物均能满足海洋环境执行相应标准的管理要求。因此，项目用海满足海洋环境保护要求。

综述：项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程与各功能区的符合性分析见表 10.1-3 所示，因此，项目用海符合海洋功能区划。

注：引自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）

图 10.1-1　项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图（广东省）

表 10.1-2　项目周边海洋功能区登记表（广东省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷）岸段长度（米）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
19	A6-5	北莉口海洋保护区	湛江市	东至:110°28′02″ 西至:110°17′50″ 南至:20°33′45″ 北至:20°45′35″	海洋保护区	10934 75348	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 保障三吉渔港、冬松渔港、和安渔港、外罗渔港用海需求； 3. 保留湛江国家级红树林保护区北莉口片区、徐闻外罗湾蚝县级自然保护区非核心区内的滩涂养殖、围海养殖等渔业用海； 4. 禁止炸岛等破坏性活动； 5. 维护海湾防洪纳潮功能。	1. 保护后海岛、冬松岛、金鸡岛、佳平岛、六极岛、新寮岛沿岛红树林； 2. 保护蚝及其生境； 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
18	A1-4	雷州湾农渔业区	湛江市	东至:110°39′09″ 西至:110°07′39″ 南至:20°15′15″ 北至:21°00′59″	农渔业区	116372 148452	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 保障南渡河口避风塘、通明渔港、博赊渔港、赤坎仔渔港、人工鱼礁等用海需求； 3. 适当保障港口航运用海需求； 4. 保护南渡河、通明港河口海岸、生物海岸； 5. 严禁在南渡河河口海域围填海，维护海湾防洪纳潮功能； 6. 禁止炸岛等破坏性活动； 7. 合理控制养殖规模和密度。	1. 保护东海岛海草床生态系统； 2. 保护龙虾、石斑鱼、栉江珧等重要渔业品种； 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化，防止外来物种入侵； 4. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围（东经、北纬）	功能区类型	面积（公顷)岸段长度（米）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
								海洋生物质量一类标准。
171	B3-3	新寮岛工业与城镇用海区	湛江市	东至:110°30′59″ 西至:110°27′27″ 南至:20°34′48″ 北至:20°43′15″	工业与城镇用海区	7104	1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海； 2. 在基本功能未利用前，保留养殖等渔业用海； 3. 围填海须严格论证，优化围填海平面布局，留出北莉口出海通道，节约集约利用海域资源； 4. 工程建设期间采取有效措施降低对北莉口、雷州湾海洋保护区及周边功能区的影响； 5. 加强对围填海的动态监测和监管。	1. 基本功能未利用前，执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准； 2. 工程建设期间及建设完成后，执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
170	B6-7	后海岛北海洋保护区	湛江市	东至:110°28′59″ 西至:110°25′59″ 南至:20°43′59″ 北至:20°46′00″	海洋保护区	1928	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1. 严格保护中华白海豚及其生境； 2. 加强保护区海洋生态环境监测； 3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

注：引自《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）

表 10.1-3　项目与广东省海洋功能区划的符合性分析表

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
北莉口海洋保护区	海域使用管理要求	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海； 2. 保障三吉渔港、冬松渔港、和安渔港、外罗渔港用海需求； 3. 保留湛江国家级红树林保护区北莉口片区、徐闻外罗湾蚝县级自然保护区非核心区内的滩涂养殖、围海养殖等渔业用海； 4. 禁止炸岛等破坏性活动； 5. 维护海湾防洪纳潮功能。	1.本项目属于道路桥梁基础设施工程，有助于解决冬松岛居民出行安全便捷、应急就医等问题，完善海岛基础设施，促进海岛及周边区域社会经济的发展，与特殊用海的海域使用管理要求不冲突。 2.、3.项目用海面积较小，不会影响周边渔港、滩涂养殖、围海养殖等的用海需求。 4.项目用海方式为跨海桥梁，不涉及围填海，不涉及炸岛等活动。 5.项目对水文动力和冲淤环境影响较小，可维持防洪纳潮和航道通畅。	符合
	海洋环境保护要求	1. 保护后海岛、冬松岛、金鸡岛、佳平岛、六极岛、新寮岛沿岛红树林； 2. 保护蚝及其生境； 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	1.项目作为透水式桥梁用海工程，项目建设对区域水动力和冲淤环境影响很小，不会对周边的海岛生态环境造成大的影响，桥梁桩基施工期产生的悬浮泥沙可能会影响到附近红树林的栖息地，但影响范围有限，且随着施工结束而消失，总体上对红树林的影响较小。 2.项目距离湾内蚝及其生境较远，不会对其造成影响。 3.本项目施工悬浮物扩散影响范围较小，对海水水质和沉积物环境造成短暂的影响，营运期无废水排放，在项目施工期间开展对周边海域的定期跟踪监测，可维持功能区环境标准。	

10.1.2 与近岸海洋功能区划的符合性分析

为了保护和改善广东省海洋生态环境，防止海洋环境污染，保证沿海地区经济发展战略的实施和社会、经济、环境协调发展及海洋资源的永续利用，广东省1999 年制订了《广东省近岸海域环境功能区划》，该功能区划主要适用于广东省管辖的近岸海域。

根据《关于对湛江市近岸海域环境功能区划意见的函》（粤环函〔2007〕551号），为保障湛江市经济与环境的协调可持续发展，进一步优化环境功能布局，合理保护海域生态环境，促进重点项目的建设，湛江市政府组织编制了《湛江市近岸海域环境功能区划》，对该市近岸海域环境功能区做了优化调整，将原划定的 42 个近岸海域环境功能区调整划分为 56 个（其中有 2 个区基本未调整、10个区撤消、1 个区功能改变、21 个区功能合并、8 个区功能细划）。

根据湛江市近岸海域环境功能区划表和图 1.3-4，本项目所在海域属于新寮二类区，该功能区的主导功能为红树林、航道；渔港和渔业设施基地建设；养殖；功能区类别为二类，水质保护目标为第二类海水水质标准。本项目建设的生活污水及施工废水均不排入海洋，仅施工期有短暂的施工悬浮物入海污染，运营期间没有污染物排放，不会对该海域水质、沉积物环境产生不良影响；与该功能区的保护目标是相符的。

综上所述，本项目施工悬浮物扩散范围小，对周围的近岸海域环境功能区影响不大，符合项目所在地近岸海域功能区划的要求。

10.2 与相关规划相符性分析

10.2.1 与《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》的符合性

《广东省海岛保护规划》提出海岛分类保护，对于有居民海岛生态保护的对象主要包括保护海岛沙滩、植被、淡水、珍稀动植物及其栖息地、特殊用途区域，优化开发利用方式，改善海岛人居环境。鼓励海岛淡水储存、海水淡化和岛外淡水引入工程设施的建设；实施防灾减灾工程，抵御台风、风暴潮和地质灾害等自然灾害侵袭；优先采用风能、太阳能、海洋能等可再生能源和雨水集蓄、海水淡化、污水再生利用等技术。兼顾经济建设和海岛居民生产、生活，引导海岛居民配合特殊用途区域的保护和管理工作。

本项目所在海岛分区为新寮岛区，新寮岛区海岛保护的主要方向是红树林生态保护、水产资源保护，适度发展农林渔业、可再生能源利用、生态旅游。优先发展海岛生态产业。推进海岛滨海防护林带和农用林网建设，发展生态林、经济林、用材林，以红树林作为海岛生态屏障；推广节水型农业的种植品种、耕作技术，提高种植的经济效益。合理控制近海养殖规模，推广生态养殖技术，发展虾、贝类等水产资源增养殖。继续扶持海岛发展清洁能源，促进新寮岛风力发电、海水淡化等海洋新兴产业的发展，开展潮汐能、潮流能开发利用技术应用示范，建设粤西沿海大型可再生能源基地。结合海岛农林渔业和可再生能源开发，以休闲渔业、观光农业、风电旅游为主题，扶持发展海岛生态旅游。

在偏远海岛开发利用上，扶持偏远海岛发展旅游业、渔业等特色产业，改善基础设施，推进社会事业建设，提高政府公共服务能力。定期更新和发布广东省偏远海岛名录；探索偏远海岛开发利用方式，重点扶持 4 类偏远海岛开发利用示范性工程：偏远海岛交通基础设施建设、偏远海岛补给中转基地及海上救助站建设、偏远海岛特色产业发展建设、偏远海岛社会事业建设。

本项目所在冬松岛属于有居民海岛，位于海岛保护规划的新寮岛区，且被列入为广东省偏远海岛名录，项目属于陆岛桥梁的交通基础设施工程，有助于改善海岛交通条件，同时推进海岛生态旅游发展，符合海岛保护规划中对于偏远海岛

的开发利用和扶持方向，符合项目所在新寮岛区的发展要求。本项目不属于围填海项目建设，作为透水式跨海桥梁用海工程，项目建设对区域水动力和冲淤环境影响很小，不会对周边的海岛生态环境造成大的影响，项目不占用和破坏周边红树林，符合项目所在的海岛保护方向和要求。

10.2.2 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的符合性

2017 年 10 月 27 日发布的《广东省人民政府 国家海洋局关于印发<广东省海岸带综合保护与利用总体规划>的通知》（粤府[2017]120 号）中，为了严格海岸线管控和构建海岸带基础空间布局，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海域“三线”分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为海洋生态空间、海洋生物资源利用空间和建设用海空间。

严格保护岸线针对自然形态保持完好、生态功能与资源价值显著的自然岸线以及军事设施利用的海岸线划定，主要包括优质沙滩、典型地质地貌景观、重要滨海湿地、红树林、珊瑚礁等所在岸段，有关要求管理是确保生态功能不降低、长度不减少、性质不改变。禁止在严格保护岸线范围内开展任何损害海岸地形地貌和生态环境的活动。限制开发岸线是针对自然形态保持基本完整、生态功能与资源价值较好、开发利用程度较低的海岸线划定。限制开发岸线要以保护和修复生态环境为主，为未来发展预留空间，控制开发强度，不再安排围填海等改变海域自然属性的用海项目，在不损害生态系统功能的前提下，因地制宜，适度发展旅游、休闲渔业等产业；根据实际情况，对已经批准的填海项目要按照国家要求开展海岸线自然化、绿植化、生态化建设。优化利用岸线针对人工化程度较高、海岸防护与开发利用条件较好的海岸线划定。优化利用岸线为沿海地区集聚、产业升级和产城融合提供空间，要统筹规划、集中布局确需占用海岸线的建设项目，推动海域资源利用方式向绿色化、生态化转变。本项目跨海桥梁南端连接连接线所在岸线为限制开发岸线（见图 12.2-1），本项目为改善周边海岛居民交通条件服务，跨海桥梁采用架空铺设的方式，不属于围填海项目，连接线工程采用路基的方式充分利用养殖池塘围堤形成的人工岸线进行建设，有利于海域资源的生态化利用，有利于适度发展生态旅游，符合岸线的管控要求。

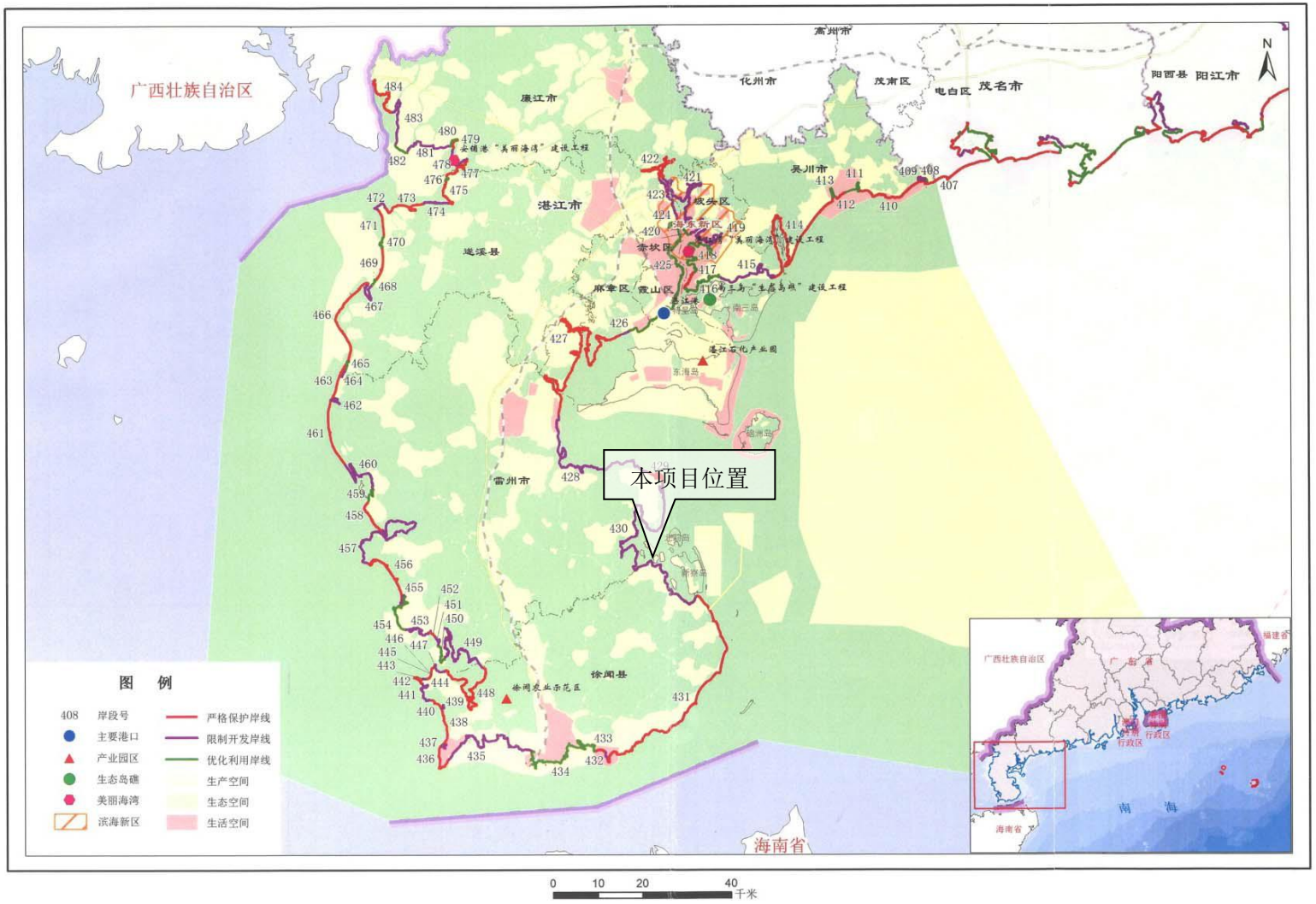


图 10.2-1 本项目与海岸带规划关系图

海洋生态空间是指对维护海洋生态系统平衡，保障海洋生态安全，构建灾害防御屏障具有关键作用，在重要海洋生态功能区、海洋生态环境敏感区及脆弱区等海域，优先划定以承担生态服务和生态系统维护、灾害防御为主体功能的海洋空间。海洋生物资源利用空间指海洋环境质量较好，海洋生产力较高，可用于海洋水产品、海洋生物医药原料等供给的海域，主要以保障渔业和海洋生物医药产业发展为主体功能的海洋空间。建设用海空间是指海洋发展潜力较大，可用于港口和临港产业发展、重点基础设施建设、能源和矿产资源开发利用、拓展滨海城市发展的海域。

本项目位于海洋生态空间（见图 10.2-1），构建滨海生态防护带与养护区，发挥生态空间在防灾减灾和生态安全中的基础作用。实施污染物总量控制制度，严格控制人为因素对自然生态的干扰，严禁大规模的工业化城镇化开发活动。严守生态红线，实施四个“不减少”，即自然岸线不得减少，自然湿地不得减少，沙滩不得减少，公益林不得减少。本项目跨海桥梁为透水构筑物，项目建设对水动力环境、地形地貌、水质环境产生的影响很小，可以满足四个“不减少”要求，不会与海洋生态空间的管控要求相冲突。

综上，本项目的建设满足海域“三线”和海域“三区”的管控要求，符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》。

10.2.3 与《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》的符合性

2017 年 11 月，广东省海洋与渔业厅公布实施《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》，规划提出，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的十八大、十九大精神，围绕统筹推进“五位一体”总体布局和协调推进“四个全面”战略布局，贯彻国家生态安全观，牢固树立和贯彻落实创新、协调、绿色、开放、共享发展理念，以十九大提出的“加大生态系统保护力度，实施重要生态系统保护和修复重大工程，优化生态安全屏障体系，构建生态廊道和生物多样性保护网络，提升生态系统质量和稳定性”为总要求，以“四个坚持、三个支撑、两个走在前列”为统领，以省第十二次党代会提出的“建设海洋经

济强省，打造沿海经济带，拓展蓝色经济空间”为总体目标，以海洋生态环境保护和资源节约利用为主线，以改善和提高海洋生态环境质量为核心，以综合治理和管控能力建设为重点，坚持海陆统筹，实施以海定陆污染防治，加强海洋生态保护和修复，严密防控生态环境风险，创新和完善环境保护管理机制，提升环境保护基础保障能力，着力推进海洋环境保护体系和治理能力现代化，统筹海洋经济持续发展与海洋资源科学利用，不断提高海洋环境管理系统化、科学化、法治化、精细化、信息化水平，为率先全面建成小康社会和建设美丽广东奠定坚实的海洋环境基础。

规划提出，进一步加强围填海管理。贯彻落实《围填海管控办法》，严格落实围填海管控制度。启动海域资源基础调查，实行围填海总量约束性管理。开展海洋功能区划实施情况评估，科学布局围填海，禁止限制类、淘汰类项目和产能严重过剩行业新增产能项目用海，限制高耗能、高污染、高排放产业项目用海，制定建设项目用海控制标准。严格控制沿岸平推、截湾取直、连岛工程等方式的围填海，鼓励采用离岸离岛、透水构建物、浮式平台等用海方式，保护海岸地形地貌的原始性和多样性。

本项目中冬松岛渡改桥新建工程在涉海段采用跨海桥梁的形式进行布置，不进行围填海，属于对海洋生态环境影响很小的透水构筑物，有利于海岸地形地貌环境的保护，符合《广东省海洋生态环境保护规划》的要求。

10.2.4 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的符合性

广东省人民政府在 2017 年 10 月印发的《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》明确提出“加快建设沿海交通运输主通道，打造沿海快速综合交通运输网络，推进建设一体高效的综合交通枢纽，构建绿色便捷的沿海综合交通运输体系。”

规划鼓励沿海各市重点镇、专业镇、中心镇、生态乡镇、历史文化名镇等建制镇，以打造美丽特色小城镇为导向，优化提升特色产业，着力完善城镇功能，彰显海洋风情文化，积极创新体制机制，切实改善生态环境，打造新型城镇化的

有效载体。大城市周边、临近海岸线的小城镇，要加强与城市发展的统筹规划与功能配套，科学利用岸线资源，逐步发展为滨海卫星城。具有海洋产业资源、海洋区位优势的小城镇，要通过规划引导、市场运作，培育成为休闲旅游、商贸物流、智能制造、海洋民俗文化传承的专业特色镇。远离中心城市的滨海小城镇，要完善基础设施和公共服务，发展成为服务周边乡村渔业渔民、带动海洋资源开发利用的综合性小城镇。

规划提出积极促进海岛分类保护利用，推进和完善绿色环保、低碳节能、集约节约的生态海岛开发利用模式。加强南澳岛、海陵岛、东海岛、淇澳岛等有居民海岛基础设施建设，提升海岛城镇发展水平和产业发展能力。

本项目位于徐闻县和安镇，项目所在冬松岛属于有居民海岛，周边生态环境良好，居民以渔业为主，项目桥梁的建设有利于改善海岛对外交通条件，有利于完善城镇和有居民海岛的基础设施建设和公共服务能力，带动海岛及城镇特色产业的建设发展，因此，项目建设与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》是相符合的

10.2.5 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性

《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》提出了沿海经济带—东西两翼地区，打造生态环境与经济社会协调发展区，着力优化产业布局。并且提出在生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在陆域区域属于一般管控单元，海域区域属于一般管控单元，均不属于优先保护单元，项目周边海域邻近优先保护单元（见图 10.2-2）。

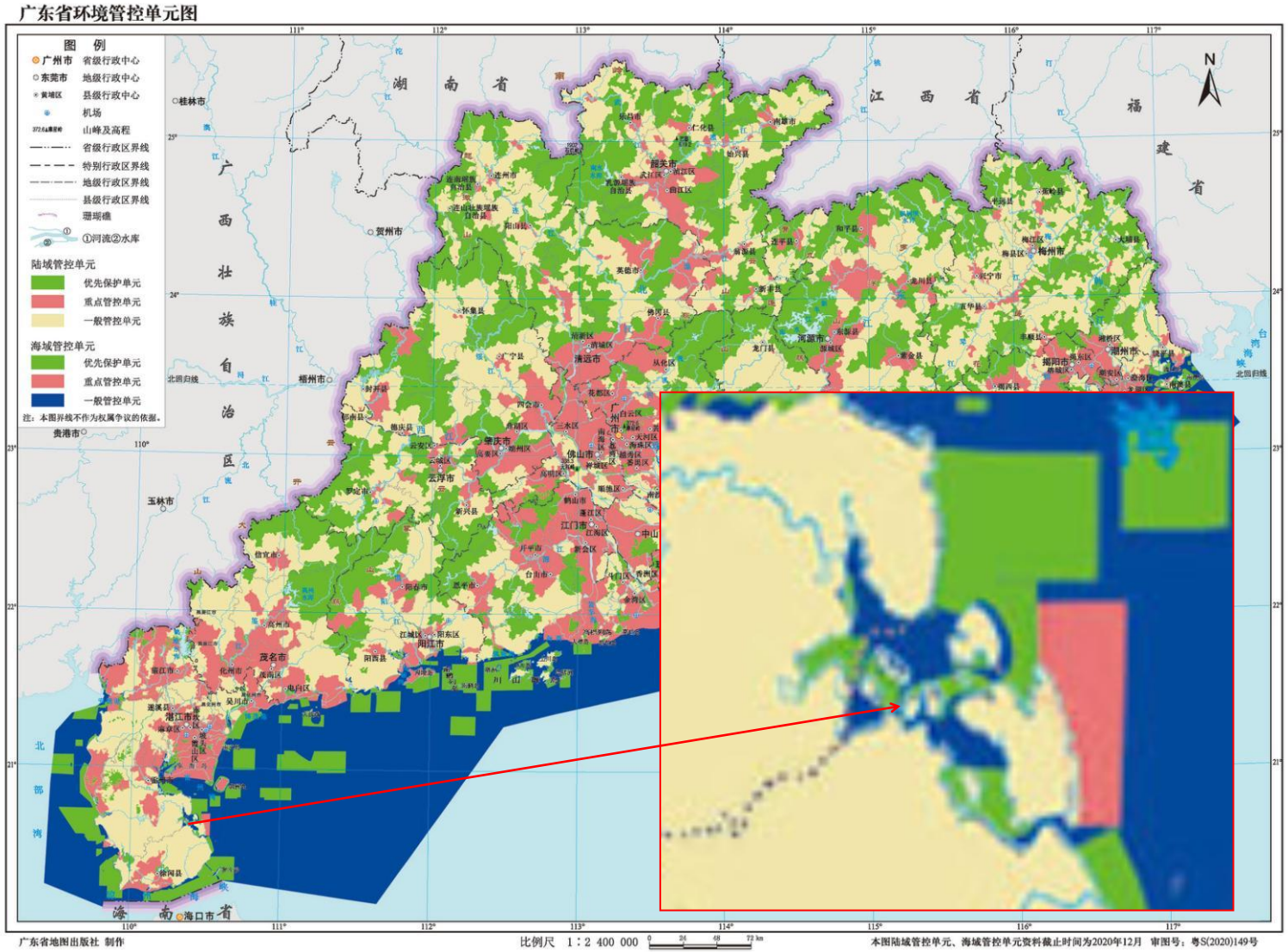


图 10.2-2　广东省环境管控单元图

一般管控单元的管控要求为：执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

本项目属于基础设施建设的跨海桥梁工程，为周边农村居民的交通出行和村镇发展服务，项目位于非自然保护地核心保护区，项目不属于开发性、生产性建设活动，跨海桥梁建设期产生的生活污水、生产废水均集中收集处理，不直接外排，不会对海域水质环境造成影响，运营期间桥梁本身不产生污染物，不会对环境造成影响。因此本项目建设不会对该区域主导的生态功能产生影响，符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

10.2.6 与《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》的符合性

2017 年 6 月，国务院办公厅正式批准湛江市城市总体规划，根据《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》，湛江市总体发展目标为：以科学发展观为统领，以世界先进城市为标杆，以包括空港、深水良港等在内的全市综合运输体系为支撑，以海洋经济产业、绿色钢铁石化产业为龙头，以现代服务业发展为重点，以循环经济和生态建设为纽带，以海湾海岛景观塑造为特色，建成全国重要的沿海开放城市，现代化的新兴港口工业城市，适宜人居、创业、旅游的生态型海湾城市，更具集聚力、辐射力、引领力的粤西地区中心城市，代表广东参与环北部湾和东盟合作竞争的区域性中心城市。

城市发展战略以安全、舒适、愉悦的空间塑造，实现魅力引领发展。加强城市安全，建立生态安全格局，健全综合防灾体系，构建多通道快速交通体系；提升城市舒适宜居水平，重构公共服务设施体系，打造城市绿色开敞空间，倡导低碳与慢行交通出行；营造令人愉悦的城市空间，塑造活力涌动的公共岸线，彰显海湾城市风貌，复兴历史街区，体验多元文化。

本项目跨海桥梁作为交通公共基础设施，对于当地城镇发展具有重要意义，是构建多通道快速交通体系、建设宜居生态型海湾城市的重要体现，项目建设符合湛江市城市总体规划。

10.2.7 与《湛江港总体规划》的符合性

湛江港发展定位为：以腹地大宗能源物资及工业原料、集装箱和琼州海峡客

货运输为主，积极拓展油气资源开发和邮轮客运服务，加快物流、贸易、航运服务等要素聚集，调整结构、优化布局，逐步发展成特色鲜明、设施先进、功能完善、高效便捷、绿色智慧、港城协调的现代化、综合性的全国一流强港。

规划湛江港将划分为调顺岛、霞海、霞山、宝满、坡头、南三岛、东海岛、吴川、雷州、徐闻、遂溪、廉江等十二个港区。其中，宝满、东海岛、徐闻和雷州港区乌石作业区为四个重点发展港区（作业区）。

根据《湛江港总体规划（2012年）》，本项目所在徐闻段大陆岸线长 239.6km，港口建设主要集中在海安作业区、荔枝湾作业区、东山湾作业区、火车轮渡北港作业区等。项目附近岸线目前无港区规划。项目距离周边规划港区、锚地区等较远，工程建设对其产生的影响很小。因此，本项目建设与《湛江港总体规划》不相冲突。

图 10.2-3 湛江港港口岸线利用规划图

10.2.8 与《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性

《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》提出，到2025 年，建立较为完善的“三线一单”生态环境分区管控体系，全市生态环境质量持续改善，能源资源利用效率稳步提高，生态环境治理体系和治理能力现代化加快推进，生产生活方式绿色转型成效显著。

环境管控单元分为优先保护、重点管控和一般管控单元三类。——区域布局管控要求。优先保护生态空间，生态保护红线、一般生态空间严格按照国家、省有关要求进行管理。一般生态空间内人工商品林，允许依法进行抚育采伐、择伐和树种更新等经营活动。筑牢廉江北部丘陵山地和雷州半岛中部林地生态屏障，加快推进以鉴江、鹤地水库-九洲江、南渡河、遂溪河等为骨干的绿色生态水网体系建设，严格保护红树林、珊瑚礁、海草床和中华白海豚、鲎类等各级各类自然保护地，严格保护重要水生生物产卵场、孵育场，大力保护生物多样性。全面推进森林、湿地、海洋、农田及城乡等生态系统的保护与修复，提升生态系统稳定性和生态服务功能。——能源资源利用要求。严格落实自然岸线保有率管控目标，除国家重大项目外，全面禁止围填海。——污染物排放管控要求。统筹陆海污染治理，加强湛江港、雷州湾、博茂港湾等重点海湾陆源污染控制和环境综合整治。新建、改建、扩建的入海排污口纳入备案管理。严格控制近海养殖密度，科学划定高位池禁养区，开展高位池养殖排查和分类整治，推动养殖尾水达标排放或资源化利用。

根据《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在陆域区域属于徐闻县东部一般管控单元（编码ZH44082530013），海域区域属于北莉口海洋保护区一般管控单元（编码HY44080030009），均不属于优先保护单元，项目周边海域邻近优先保护单元（见图10.2-4）。

根据项目所在一般管控单位的管控要求（见表10.2-1和表10.2-2），本项目跨海桥梁建设属于公共交通基础设施工程，项目建设符合所在海域的海洋功能区划要求，项目施工悬浮物扩散范围主要集中在项目所在的北莉口海洋保护区，通过采取积极有效的水污染防治措施降低悬浮物、加强环境监督管理，工程施工期

不会对周围生态环境造成较大的明显的不利影响，施工污水固废等均进行收集处理，运营期间桥梁本身不产生污染物，不会对生态环境造成影响，符合区域布局管控要求。项目不占用基本农田，不占用自然岸线，不影响周边天然沙滩资源，符合能源资源利用要求。本项目施工生活污水、生活垃圾等均收集处理，不排放入海，符合污染物排放管控要求。本项目跨海桥梁不涉及海洋动植物的引进，桥梁施工和运营期间做好相应的风险防范措施和应急预案，符合环境风险防控的要求。

综上，本项目建设符合《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》。

湛江市环境管控单元图

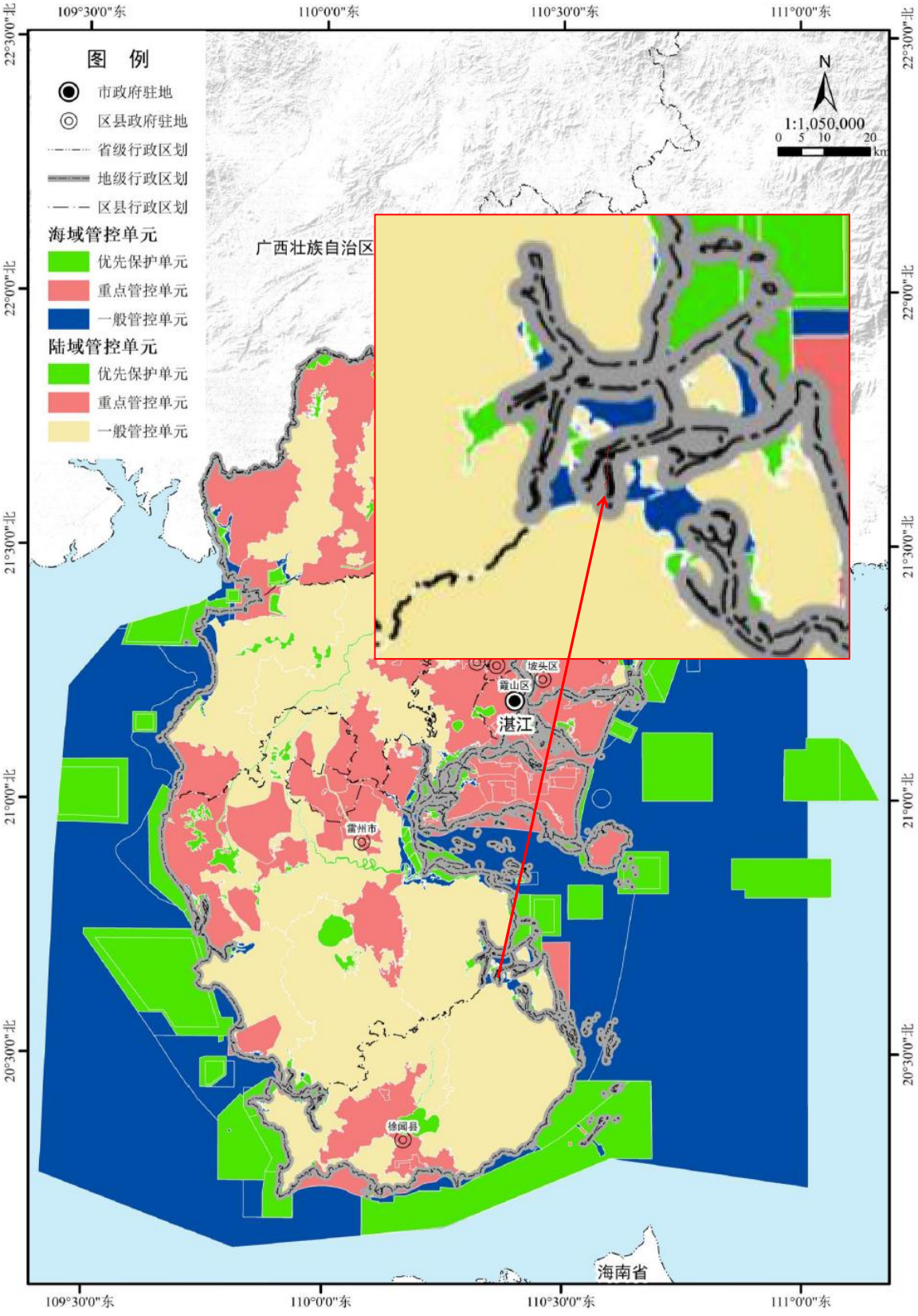


图10.2-4　湛江市环境管控单元图

表 10.2-1　项目所在陆域管控单元要求

序号 9-徐闻县东部一般管控单元

环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划			管控单元分类	要素细类
		省	市	县（市）		
ZH44082530013	徐闻县东部一般管控单元	广东省	湛江市	徐闻县	一般管控单元	大气环境一般管控区、水环境一般管控区、土地资源优先保护区
管控维度	管控要求					
区域布局管控	1-1.【产业/鼓励引导类】单元内适度发展风电等新能源产业，鼓励发挥资源优势集约发展生态农业，推进农副食品加工行业绿色转型。 1-2.【产业/限制类】从严控制“两高一资”产业在沿海地区布局。 1-3.【生态/禁止类】生态保护红线内，自然保护地的核心保护区原则上禁止人为活动，其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 1-4.【生态/限制类】一般生态空间内，可开展生态保护红线内允许的活动；在不影响主导生态功能的前提下，还可开展国家和省规定不纳入环评管理的项目建设，以及生态旅游、畜禽养殖、基础设施建设、村庄建设等人为活动。 1-5.【生态/禁止类】湛江徐闻板桥地方级湿地自然公园应当依据《湿地保护管理规定》《广东省湿地公园管理暂行办法》等法律法规规定和相关规划实施强制性保护，湿地公园内禁止开矿、采石、修坟以及生产性放牧等，禁止从事房地产、度假村、高尔夫球场等任何不符合主体功能定位的建设项目和开发活动。 1-6.【水/禁止类】划定的畜禽养殖禁养区、水产养殖禁养区和高位池养殖禁养区内，禁止任何单位和个人建立养殖场和养殖小区。					
能源资源利用	2-1.【能源/综合类】规模化开发海上风电，因地制宜发展陆上风电，合理布局光伏发电。 2-2.【水资源/综合类】严格实施水资源消耗总量和强度“双控”，大力推广应用高效节水灌溉、农艺节水、林业节水等综合节水技术，提高灌溉用水效率。 2-3.【土地资源/禁止类】严禁占用永久基本农田挖塘造湖、植树造林、建绿色通道、堆放固体废弃物及其他毁坏永久基本农田种植条件和破坏永久基本农田的行为。					
污染物排放管控	3-1.【水/综合类】加快补齐镇级生活污水收集和处理设施短板，因地制宜建设农村生活污水处理设施。 3-2.【水/限制类】城镇污水处理设施出水执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918）一级 A 标准及广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26）的较严值。 3-3.【水/禁止类】禁止将不符合农用标准和环境保护标准的固体废物、废水施入农田或者排入沟渠，防止有毒有害物质污染地下水。 3-4.【水/综合类】开展高位池养殖排查和分类整治，推动养殖尾水达标排放或资源化利用。 3-5.【水/综合类】实施种植业“肥药双控”，加强畜禽养殖废弃物资源化利用，加快规模化畜禽养殖场粪便污水贮存、处理与利用配套设施建设。					
环境风险防控	4-1.【风险/综合类】企业事业单位和其他生产经营者要落实环境安全主体责任，定期排查环境安全隐患，开展环境风险评估，健全风险防控措施，按规定加强突发环境事件应急预案管理。 4-2.【海洋/综合类】装卸油类的港口、码头、装卸站和船舶必须编制溢油污染应急计划、并配备相应的溢油污染应急设备和器材。					

表 10.2-2　项目所在海域管控单元要求

（三）一般管控单元准入清单

环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划		管控单元分类	区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
		省	市					
HY44080030001	英罗港海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元	1-1.开发利用海洋资源，应当根据海洋功能区划合理布局，不得造成海洋生态环境破坏。	2-1.保护自然岸线、亲水岸线和天然沙滩资源。	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。 3-2.污水和生活垃圾必须科学处置、达标排放，禁止直接排入海域。	4-1.引进海洋动植物物种，应当进行科学论证，避免对海洋生态系统造成破坏。
HY44080030002	赤豆寮岛旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030003	流沙湾口海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030004	徐闻西部海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030005	罗斗沙旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030006	流沙港农渔业区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030007	三墩港旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030008	白沙湾-青安湾旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030009	北莉口海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030010	通明海海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030011	雷州湾农渔业区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030012	英罗港-海康港农渔业区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030013	东海岛特殊利用区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030014	吉兆旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030015	鉴江口保留区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030016	南三岛旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030017	角头沙东北部海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030018	乌石旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030019	东海岛旅游休闲娱乐区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030020	安铺港保留区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030021	鉴江口特殊利用区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030022	乌石-西连农渔业区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030023	企水-乌石海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030024	角头沙西海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030025	博茂港南海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030026	博茂港西南海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030027	东里海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030028	南渡河口海洋保护区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030029	湛江-珠海近海农渔业区	广东省	湛江市	一般管控单元				
HY44080030030	南三-博贺农渔业区	广东省	湛江市	一般管控单元				

10.2.9 与《徐闻县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的相符性分析

《徐闻县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出加强基础设施建设，改善发展和生活环境。打造水路、公路、铁路一体的立体交通网络，构建安全、畅通、便捷、绿色、高效的交通环境，顺应广东、海南高速公路规划实施。完成县乡道路升级改造，优化路况，改善行路环境，提高等级服务和通行能力，建成县域内公路交通骨干网，打造县城至乡镇及乡镇之间的快速通道，积极建成县域内所有乡镇至辖区内主要村的硬底化交通网络，改善群众出行环境，提升城市交通品位，突破目前存在的交通运输瓶颈。和安北莉渡口-冬松渡口、锦和东门下渡口、六极渡口、外罗渡口，新寮渡口道路连接线改造；新增锦和东门下-六极二车位钢质车渡船；和安至北莉、冬松航道疏浚加深航道以及渡口守则牌、渡口公告牌等相关配套设施，解决岛上群众的大宗建筑物资运输困难问题。

本工程的建设是对徐闻县交通基础设施的完善，有助于改善群众出行环境，解决岛上居民交通运输瓶颈，项目的建设与《徐闻县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》是相符合的。

10.2.10 与《徐闻县交通总体规划（2011 年-2035 年）》的相符性分析

徐闻境内公路网密布，公路交通十分发达，是极为重要的国家公路运输枢纽城市。境内的 S376 线、S289 线、S547 线、徐闻进港大道的相继建成，沈海高速公路跨境而过。

湛江市交通规划体系基于普通干线公路的功能和规划着眼点，提出了“以湛江市区、县城辐射周边重点镇，重点镇辐射周边一般镇，镇镇连通，有效衔接产业园区、有效衔接旅游景点景区”的普通干线公路网络。

从整体路网结构上看，本项目是纳入《徐闻县交通总体规划（2011 年-2035 年）》的乡道 Y379 线的重要组成部分，本项目路线起点位于冬松岛码头，接乡道 Y379 线，终点与省道 S547 线相交处，乡道 Y379 线和省道 S547 线路面状

况较为良好，是徐闻县乡道公路网规划的重要组成部分，担当着本地与北部湾和海南自贸区之间经济文化交流和全面协调发展主干线的重要角色。本项目建成后将进一步完善区域公路网络的功能。

10.2.11 与《徐闻县土地利用总体规划（2010-2020 年）》的相符性分析

根据《徐闻县土地利用总体规划（2010-2020 年）》，为统筹城乡区域土地利用，结合土地用途和土地利用功能特点，根据徐闻县经济发展定位和用地布局，土地利用现状、国民经济社会发展需要和分区规划原则，划定土地利用功能区，包括基本农田保护区、一般农地区、城镇村建设用地区、风景旅游用地区、生态环境安全控制区和林业用地区。此外，按照保护资源与环境优先，有利于节约集约用地的要求，全县划分为允许建设区、有条件建设区、限制建设区和禁止建设区。

本项目陆域连接线占地主要为水产养殖池塘、园地，属于一般农地区，项目为农村道路服务，符合一般农地区的管制规则，同时占地已按相关政策要求进行补偿。本项目并未占用禁止建设区。

综上，本项目选址总体符合《徐闻县土地利用总体规划（2010-2020 年）》。

综上所述，本项目的建设符合《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020 年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》《湛江港总体规划（2012 年）》《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》和《徐闻县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《徐闻县交通总体规划（2011 年-2035 年）》、徐闻县土地利用总体规划（2010-2020 年）的相关要求。

10.3 与海洋生态红线的符合性

（1）项目所在海域海洋生态红线区

根据《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月），本项目位于北莉口海洋保护区限制类红线区范围内，本项目周边海域的海洋生态红线还有雷州东里栫江珧沙源保护海域限制类红线区、雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区。项目不在大陆自然岸线保有范围内，项目周边海域的大陆自然岸线保有为外罗港-白沙尾砂质岸线、东寮村修复岸线。项目周边冬松岛、公港岛、金鸡岛、土港岛岸线整岛均划定为保有自然岸线。详见图 10.3-1 至图 10.3-3 和表 10.3-1 至表 10.3-3，广东省海洋生态红线登记表见表 10.3-4 至表 10.3-6。

表 10.3-1 项目周边海洋生态红线分布（广东省）

序号	红线区	类型	相对工程的方位	与项目最短距离
32	北莉口海洋保护区限制类红线区	限制类红线区	项目所在	-
33	雷州东里栫江珧沙源保护海域限制类红线区	限制类红线区	东北部	6.1km
34	雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区	禁止类红线区	东北部	10.0km

表 10.3-2 项目周边大陆海岸线自然岸线保有分布（广东省）

序号	大陆自然岸线保有	类型	相对工程的方位	与项目最短距离
22	外罗港-白沙尾	砂质岸线	东南部	12.1km
23	东寮村	修复岸线	北部	14.4km

表 10.3-3 项目周边海岛自然岸线保有分布（广东省）

序号	海岛自然岸线保有	类型	相对工程的方位	与项目最短距离
300	冬松岛	海岛自然岸线	北部	紧邻
299	公港岛	海岛自然岸线	西部	1.5km
298	金鸡岛	海岛自然岸线	东部	0.2km
296	土港岛	海岛自然岸线	东部	1.6km

表 10.3-4 项目周边海洋生态红线登记表（摘自《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月））

序号	行政区	代码	管控类别	类型	名称	地理位置	面积（km^2）	生态保护目标	管控措施
32	徐闻、雷州	44-Xa06	限制类	海洋自然保护区	北莉口海洋保护区限制类红线区	110°17′50.56″-110°28′3.04″E;20°33′45.19″-20°45′35.64″N	112.75	红树林、湿地生态系统、文昌鱼资源	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止围填海、毁林挖塘及其他可能红树林资源的各类开发活动，保护现有红树林资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统的修复，保护文昌鱼资源。加强海漂垃圾整治，禁止新设排污口，禁止排放其他有毒有害物质。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准，海洋沉积物标准和海洋生物标准。
33	雷州	44-Xi02	限制类	沙源保护海域	雷州东里栫江珧沙源保护海域限制类红线区	110°23′9.12″-110°28′6.39″E;20°38′43.82″-20°48′52.52″N	89.86	砂质资源及海洋生态环境	管控措施：禁止围填海、采挖海砂。禁止新增入海工业排污口，入海排污口达标率100%。控制养殖规模，倡导生态化养殖。严格限制改变海域自然属性。保护砂质资源。禁止任何形式的捕捞活动，恢复海洋生态系统的完整性，定时定点进行监测。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。
34	雷州	44-Ja08	禁止类	海洋自然保护区	雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区	110°25′59.98″-110°28′59.98″E;20°43′59.98″-20°46′0.01″N	19.28	中华白海豚生境	管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止开展任何形式的开发建设生产活动，在本区从事科学研究活动应向保护区管理机构提出申请。保护中华白海豚的种质资源和正常生活。禁止设置排污口、禁止排放油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。 环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。

表 10.3-5 项目周边海域大陆自然岸线保有登记表

（摘自《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月））

序号	行政区	主体岸线代码	主体岸线类型	名称	地理位置	岸线长度	保护目标	管控措施	备注
22	湛江	44-o014	砂质岸线	外罗港-白沙尾	位于琼州海峡北，起点坐标：110°27′59.400"E，20°34′49.289"N；终点坐标：110°20′41.251"E，20°17′05.971"N。	48935	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，向海一侧3.5海里内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。	含砂质岸线44118米，粉砂淤泥质岸线3227米，基岩岸线1410米，河口岸线180米。
23	湛江	44-s004	修复岸线	东寮村	位于雷州湾，起点坐标：110°21′11.567"E，20°49′36.815"N；终点坐标：110°23′12.073"E，20°48′06.818"N。	9785	自然岸线及潮滩	维持岸线自然属性，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。	含修复岸线4992米，河口岸线4793米。

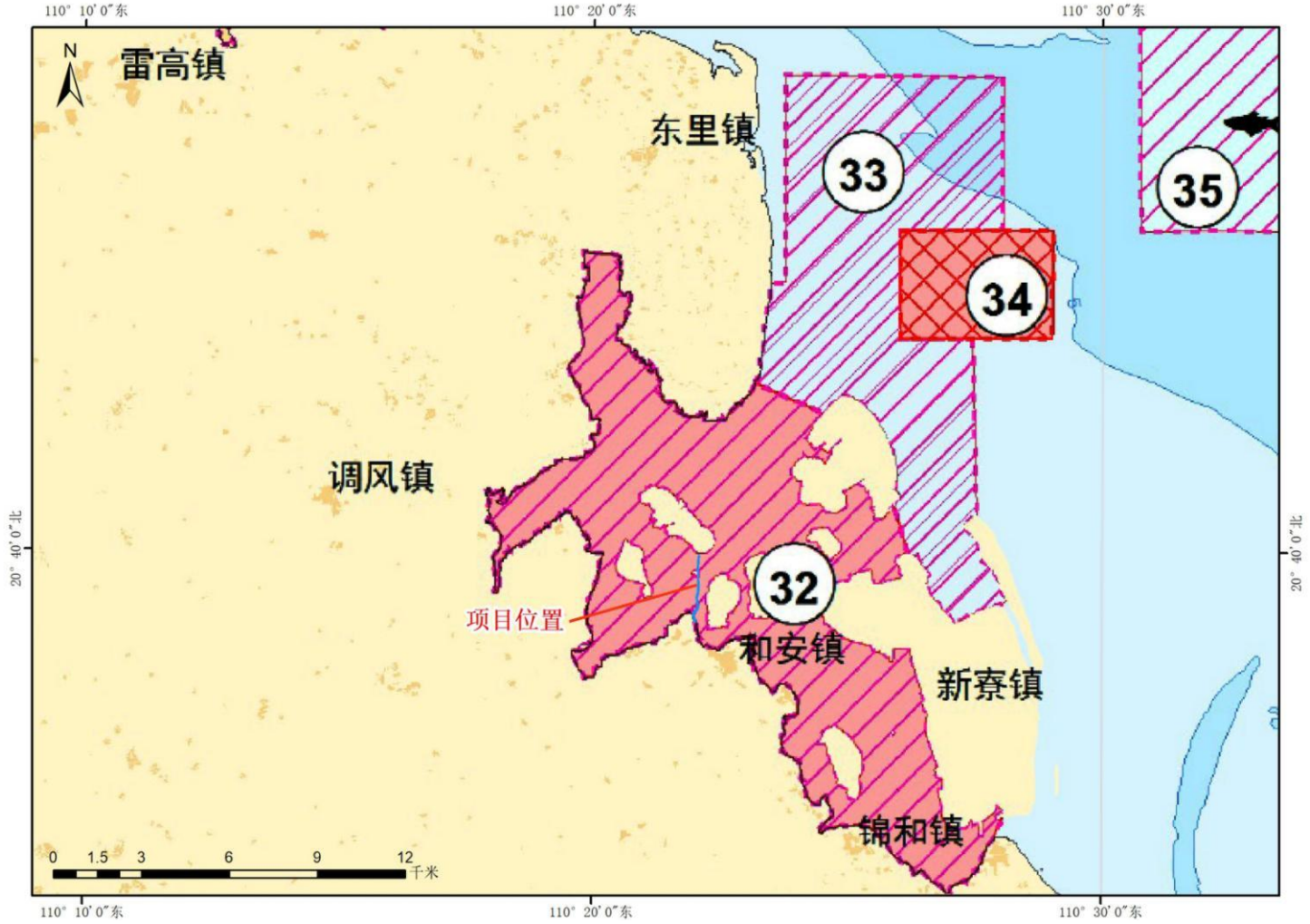


图 10.3-1 海洋生态红线划定范围图

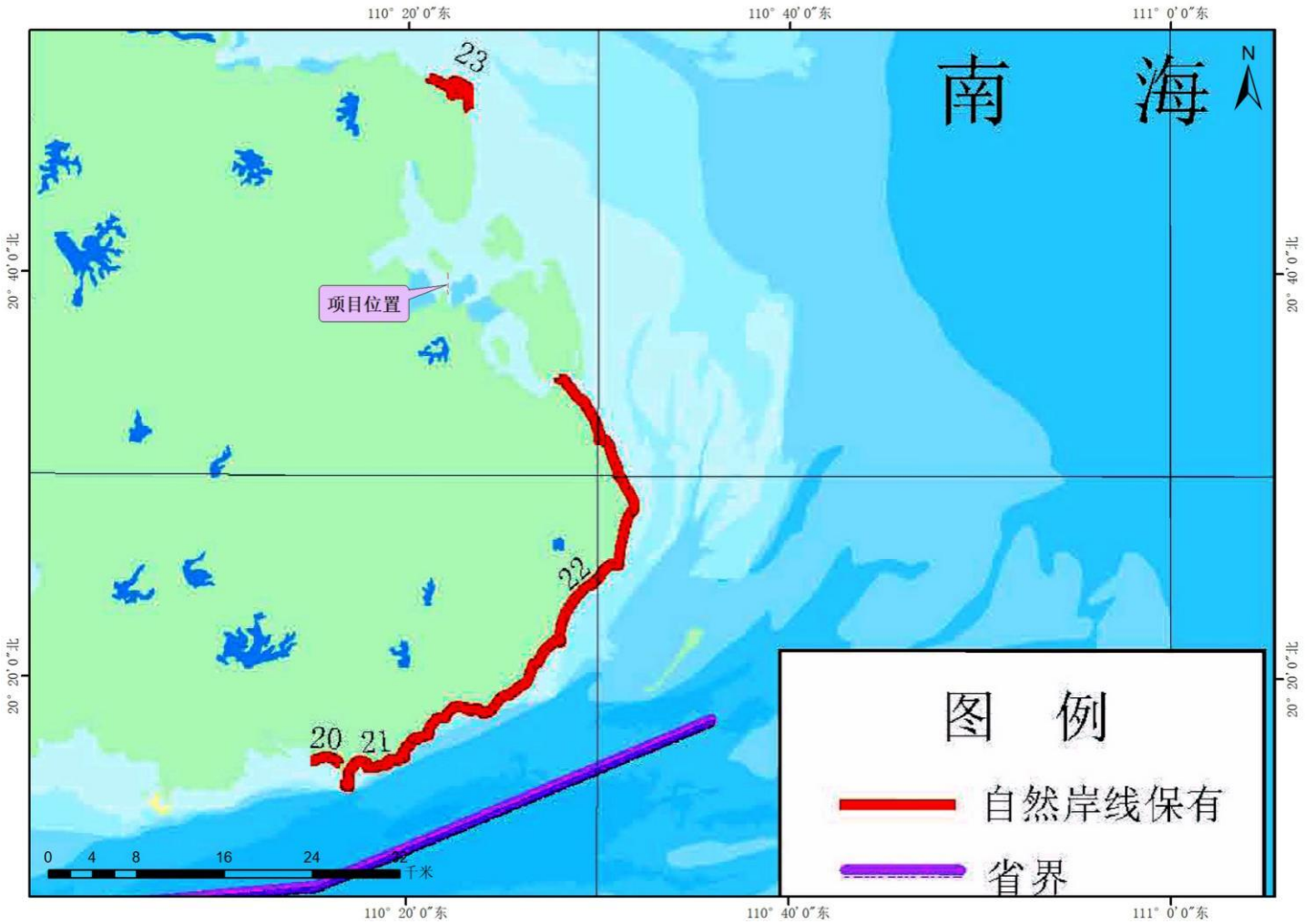


图 10.3-2 大陆海岸线自然岸线保有示意图

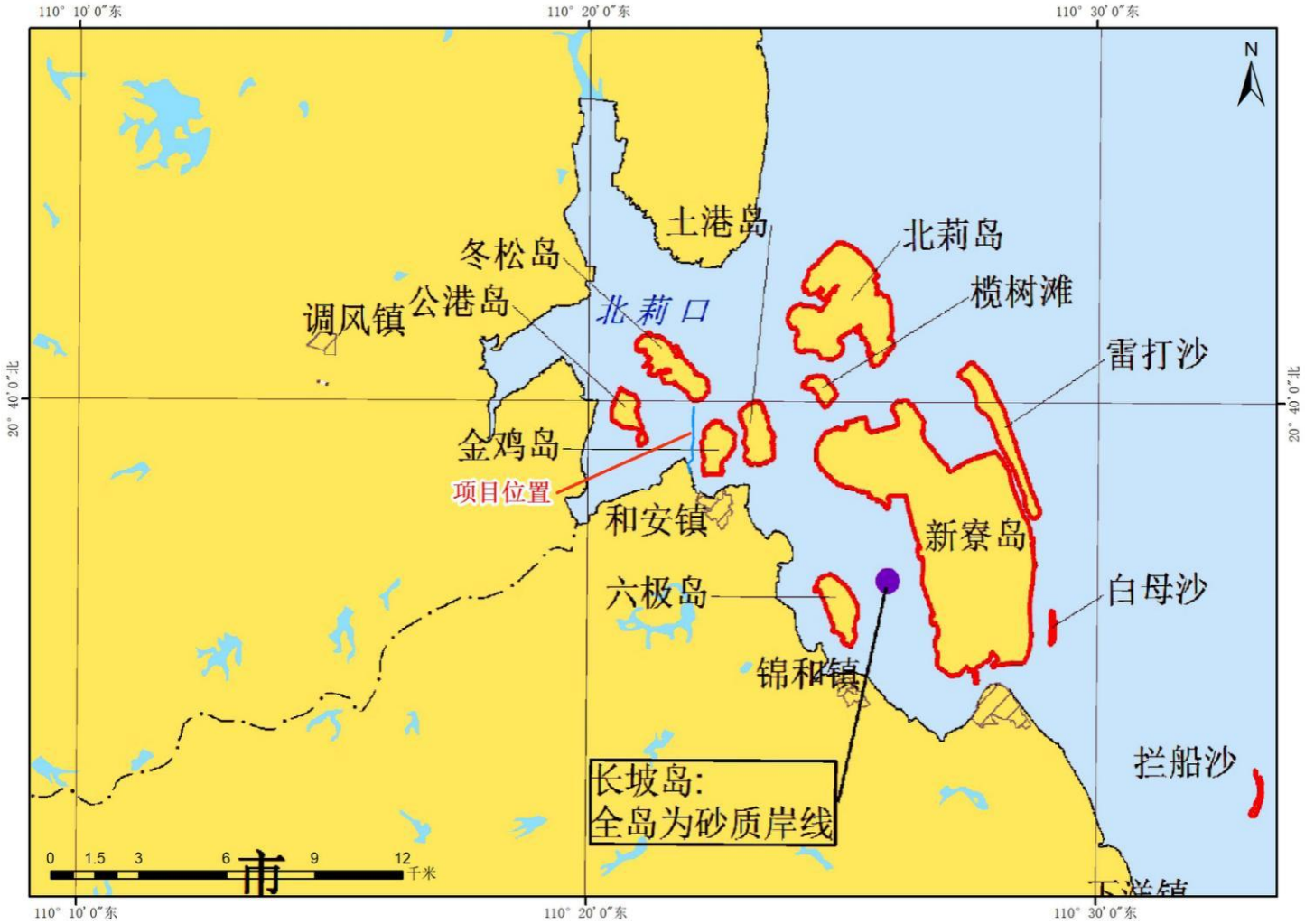


图 10.3-3 海岛岸线保有情况图

表 10.3-6 项目周边海岛自然岸线保有登记表

（摘自《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月））

序号	行政区	海岛名称	保有自然岸线位置	自然岸线长度（米）
300	湛江市	冬松岛	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬20°40.6′，东经110°21.6′。	10432.7
299	湛江市	公港岛	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬20°39.7′，东经110°20.8′。	5711.1
298	湛江市	金鸡岛	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬20°39.1′，东经110°22.6′。	5497.2
296	湛江市	土港岛	整岛均划定为保有自然岸线，海岛位置为北纬20°39.5′，东经110°23.3′。	6382.5

（2）项目用海对海洋生态红线的影响分析

1）对海洋生态红线的影响

本项目所在海域海洋生态红线区：

北莉口海洋保护区限制类红线区，管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止围填海、毁林挖塘及其他可能红树林资源的各类开发活动，保护现有红树林资源及其生态系统，加强对受损红树林生态系统的修复，保护文昌鱼资源。加强海漂垃圾整治，禁止新设排污口，禁止排放其他有毒有害物质。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止直接向海域排放污染物，改善海洋环境质量。执行一类海水水质标准，海洋沉积物标准和海洋生物标准。

本项目位于北莉口海洋保护区限制类红线区，项目作为新建的跨海桥梁，属于市政交通基础设施的民生工程，项目桥梁不在湛江红树林国家级自然保护区范围内，符合保护区的相关法律法规和管理规定。项目建设不涉及毁林挖塘、围填海等，不设置排污口，不排放垃圾，不会对海域生态系统造成损害，跨海桥梁属于透水性构筑物，项目建设对区域水动力和冲淤环境影响很小，项目不会直接占用和破坏红树林，桥梁桩基施工期产生的悬浮泥沙可能会影响到附近红树林的栖息地，但影响范围在有限区域内，且施工期悬浮物影响是暂时的，随施工的结束而结束，总体上对周边红树林生态系统影响较小。项目周边无文昌鱼分布，也不会对文昌鱼资源造成影响。项目施工和运营期间不设排污口，不排放有毒有害污染物和倾废，施工悬浮物扩散影响范围较小，项目施工期初期雨水经过隔油、沉

淀后回用于工地洒水抑尘和车辆清洗等；营运期无生产废水，初期雨水经过隔油、沉淀后，回用于周边农田灌溉，不对外排放，因此项目建设可维持现状环境质量，可满足该限制类红线区的管控措施和环境保护要求。

本项目周边海域海洋生态红线区：

①雷州东里栅江珧沙源保护海域限制类红线区，管控措施：禁止围填海、采挖海砂。禁止新增入海工业排污口，入海排污口达标率100%。控制养殖规模，倡导生态化养殖。严格限制改变海域自然属性。保护砂质资源。禁止任何形式的捕捞活动，恢复海洋生态系统的完整性，定时定点进行监测。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。

②雷州湾中华白海豚市级自然保护区禁止类红线区，管控措施：执行《中华人民共和国自然保护区条例》、《海洋自然保护区管理办法》等相关法律法规和保护区管理规定。禁止开展任何形式的开发建设生产活动，在本区从事科学研究活动应向保护区管理机构提出申请。保护中华白海豚的种质资源和正常生活。禁止设置排污口、禁止排放油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，改善海洋环境质量。环境保护要求：按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，执行一类海水水质标准、海洋沉积物标准和海洋生物标准。

本项目与周边红线区的距离见表10.3-1，本项目在施工期间悬沙浓度大于10mg/L的整体包络线面积为0.226km^2，影响范围很小，项目距离周边生态红线区较远，基本上不会影响到周边红线区，且这种影响是暂时的，随施工的结束而消失。项目施工期的工地污水和初期雨水均全部回用，不对外排放，施工人员的生活污水拉运到和安镇污水处理厂处理；运营期桥梁无污水排放，桥面初期雨水经过隔油、沉淀后全部回用于周边农田灌溉，因此运营期对周边生态红线区的影响较小。

2）对大陆自然岸线保有的影响

本项目不在大陆自然岸线保有范围之内，项目周边海域大陆自然岸线为外罗港-白沙尾砂质岸线、东寮村修复岸线。

外罗港-白沙尾砂质岸线，管控要求：维持岸线自然属性，向海一侧3.5海里

内禁止采挖海砂、围填海、倾废等可能诱发沙滩蚀退的开发活动，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。

东寮村修复岸线，管控要求：维持岸线自然属性，保持自然岸线形态，保护岸线原有生态功能，加强对受损自然岸线的整治与修复。维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，保障河口行洪安全和航道通行。允许开展航道疏浚工程，禁止新增围填海、采挖海砂及其他可能破坏河口生态系统功能的开发活动，保障海洋生物洄游通道。

本项目为跨海桥梁建设工程，大桥北端连接冬松岛码头，南端通过新建连接线穿越现状养殖池塘连接陆域，项目建设不占用自然岸线，可以保持岸线自然属性、形态和生态功能，项目为透水式桥梁，建设及营运过程不会对水文动力、冲淤环境产生明显的影响，与周边大陆自然岸线的距离较远，对周边大陆自然岸线的影响很小，可以满足对项目周边的大陆自然岸线的管控要求。

3）对海岛自然岸线保有的影响

本项目不在海岛自然岸线保有范围之类，周边的海岛自然岸线包括冬松岛、公港岛、金鸡岛、土港岛岸线整岛均划定为保有自然岸线。《广东省海洋生态红线》（2017 年 9 月）对海岛自然岸线的管控措施：

①以国家规定的红线指标为标准，维持岸线自然属性导向，限制实施可能改变海岛自然岸线（滩）生态功能的开发建设活动，严禁占用岸线进行围填海，禁止非法侵占岸线和采挖海砂；

②对于有居民海岛，原则上不得占用原有自然岸线，确需使用的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则，选择已利用岸段开展整治修复工程，保障同样长度的已利用岸线恢复成自然状态；

③对于无居民海岛，已划定的保有自然岸线原则不得占用，如确实因国防安全或国家和省重大项目建设需求的，应对开发利用可行性进行科学论证，维持拟

使用岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则；

④根据生态红线控制指标要求，项目用岛不得破坏现有自然砂质岸线，对于因国防安全或重大项目建设需占用海岛自然砂质岸线的，应维持拟使用砂质岸线的自然状态，或采取“占多少恢复多少”的原则。

本项目不在海岛自然岸线红线区范围之内，本项目桥梁北侧连接冬松岛码头与冬松岛自然岸线相邻，项目连接冬松岛自然岸线为现有冬松岛码头所占用，项目与周边其他海岛自然岸线具有一定的距离，项目作为透水性的跨海桥梁，施工和运营期间对周边水文动力和冲淤环境的影响很小，施工悬浮泥沙影响范围有限，营运期没有污染物排放，因此不会对周边海岛自然岸线保有产生大的影响，符合海岛自然岸线的管控要求。

10.4 建设项目的产业政策符合性

根据《产业结构调整指导目录 （2019 年本 ）》，本工程为新建陆岛跨海桥梁建设，属于《产业结构调整指导目录 （2019 年本 ）》中的“城市公共交通建设”类，为鼓励类产业，不属于限制类和淘汰类。因此，本工程的建设与《产业结构调整指导目录 （2019 年本）》相符。

根据《市场准入负面清单（2020 年版）》，本项目不属于负面清单中所列的禁止建设的项目。

综上，本项目建设符合国家产业政策要求。

10.5 工程选址合理性分析

10.5.1 选址社会条件适宜性分析

（1）区位条件适宜性分析

徐闻县隶属广东省湛江市，位于中国大陆最南端，南临琼州海峡，与海南岛隔海相望，东滨南海，西濒北部湾，北与雷州市接壤。东、西、南三面环海，县境东起前山镇的罗斗沙，西至西连镇的响栏角，北起下桥镇的山寮村，南至龙塘镇的排尾角，东北起和安镇的北莉岛，西南至角尾乡的灯楼角。境内岛屿众多，港湾星罗棋布，拥有天然港湾 60 多个，主要岛屿有新寮岛、六极岛、北莉岛、冬松岛、罗斗沙等，主要港口有海安港、粤海铁路北港码头、海安新港、外罗、新地、苞西、丰隆、博赊、赤坎、大井、水尾、石马、三塘等。自古以来为兵家驻防和商旅之要地，是汉代海上丝绸之路的始发港，区位条件优越。

本项目冬松岛渡改桥跨海桥梁位于和安镇，和安镇地处徐闻县县境东北部，东与新寮镇由新安堵海工程的两条大堤相连接，南与锦和镇、曲界镇接壤，西与雷州市调风镇毗邻，北与雷州市东里镇隔海对峙。该镇交通发达，现已成为本县东片的锦和、新寮等镇的交通枢纽。

本项目徐闻县冬松岛渡改桥是徐闻地区重要的区域支线公路之一，是徐闻县和安镇冬松岛下辖南头、东塘、后堀、边坑、上坑、下坑、葛斗、后园仔、北尾、尾龙十条自然村通往和安镇的主要通道，交通流量较大，对加强徐闻地区县域乡镇的经济、文化联系起到纽带作用。

综上分析，项目的选址区位条件适宜。

（2）社会环境条件适宜性分析

冬松岛作为徐闻县三个不通陆路的海岛之一，该岛位于和安镇冬松村委会，属于有居民海岛，岛上下辖南头、东塘、后堀、边坑、上坑、下坑、葛斗、后园仔、北尾、尾龙十条自然村，其中东塘、上坑村属解放战争时期的革命老区村庄。全村委会总户数 1460 户，总人口 9000 多人，占和安镇总人口的五分之一。该岛地势平坦，沙质土壤，无耕地，无农业之耕，村民主要以捕捞业、浅海采海、养殖业为主，一直来，村民主要依靠乘坐渡船进出海岛。由于交通不便，群众出行、物资流通严重受阻，发展非常缓慢，给岛群众生活带来很多社会问题。一是节假

日期间冬松码头交通压力大，平均每日人流量达3000多人次，存在严重安全隐患。二是由于交通的不便，越来越难于安排老师入岛，师资供求曰益匾乏，学校越办越差，教学质量无法提高，人才培养严重受阻。三是台风等恶劣天气群众防风不便，有群众分娩、生病就医等突发情况无法及时处理。因此群众对撤渡建桥的愿望非常强烈。另外，徐闻县委县政府为了发展海岛经济，筹备每年在冬松岛举行采海旅游文化节，也需要解决岛上交通问题。

因此，建设冬松岛渡改桥工程是岛民也是县政府、镇政府的迫切愿望。项目建设将改善徐闻县交通运输总体格局，加快城市建设发展的需要。本项目的建成，将有助于加速沿线各种资源的开发利用，成为徐闻县和安镇新的可持续发展的经济增长点，对促进徐闻县国民经济发展、文化交流等起着十分重要作用，增强城市的经济交往和物流发展，对区域经济均衡协调发展至关重要，经济发展，交通先行，因此，本项目的实施是经济、社会发展的需要。桥位的选址经过湛江市交通运输局、广东湛江红树林国家级自然保护区管理局、徐闻县交通运输局、徐闻县和安镇人民政府等相关部门的严格论证，符合区域及当地社会发展条件。

另一方面，本项目跨海桥梁的水工结构为常用结构，施工工艺成熟。本地区砂石料等建筑材料丰富，项目建设所需的建材可就近解决。工程建设的水、电、通讯、燃油等供应均有保障，完全可满足本工程施工的需求。

由上分析可知，本项目建设的社会环境条件具有较好的适宜性。

（3）与功能区划和相关规划符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年），项目所在海域的海洋功能区为北莉口海洋保护区。项目用海符合海域使用管理要求和海洋环境保护要求，对周边海洋功能区影响不大，本项目用海与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）相符合。

同时，本项目选址建设符合广东省海洋生态保护红线的要求，符合《广东省海岛保护规划（2011-2020年）》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省海洋生态环境保护规划（2017-2020年）》《湛江市城市总体规划（2011-2020年）》《湛江港总体规划（2012年）》和《徐闻县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的相关要求。

综合上述，工程所处区位和社会条件优越，可以满足工程建设和营运要求，项目建设是当地社会经济发展的需要。

10.5.2 自然资源适宜性

（1）气候条件适宜性分析

本项目所在海域地处北回归线以南的低纬地带，属亚热带海洋性季风气候，阳光充足，热量丰富，全年温暖，降水量充沛，每年的 4～9 月份为雨季，累年平均降水量为 1312.9mm，受季风和热带气旋影响，6~9 月份降水最多，累年月平均降水量为 163.1mm 以上，整个雨季平均降水量共 995.8mm，占全年降水量的 76%；多年年平均气温为 24.2℃，平均气温年变幅不大；多年雾日平均值为 30 天。根据当地的自然条件，有影响的主导风向为东向和东北东向风，本水域气象气候条件较好，可作业天数高，除了台风较大雨天气，一般天气均可进行水上作业。

但该地区受太平洋和南海热带气旋影响或直接侵袭频繁，影响该区的台风较多，因此在施工过程中要做好防台工作。同时，应避免或减小热带气旋、风暴潮等自然灾害的影响。虽然大风、雾日、暴雨、热带气旋等灾害性天气会对本项目跨海桥梁的施工过程产生较大影响。但灾害性天气一般持续时间较短，只需采取相应的保护措施或避开灾害性天气进行施工，则可将影响降至最低。

（2）工程地质条件适宜性分析

工程区域抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g。现场钻探揭露结果表明，桥位区覆盖层主要由人工填土、第四系淤泥、淤泥质砂、更新统粉质粘土及砂层组成，本次未见基岩发育。钻探揭露深度范围内，本场地未发现明显的断裂构造，根据区域地质构造特征、地震活动性规律及钻探揭露情况，场地内未见大型活动性断层通过，场地稳定性较好，适宜于本工程建设。

（3）水文动力条件适宜性分析

本海区含沙量很小，对本工程而言，项目海域与外海之间有新寮岛、北莉岛等周边岛屿的掩护，故波浪沿岸输沙和潮流输沙影响较少。雷州半岛和周边海岛屏蔽了外海向湾内传播的 SE 向波浪，工程区域主要受到来自外海 N~E 向的波浪影响，潮流向主要沿北莉口汊道进出作往复运动，工程所在海域为近岸浅海区域和养殖池塘内，水深很小，水文动力环境很弱，因此，工程实施后基本不会对周

围海域水动力环境产生大的影响，从整体上来看，项目桥梁布置与沿岸岸线地形走向一致，工程属于透水构筑物，工程处于湾内，波浪小，施工和营运期间对工程建设的影响不大，适合工程建设。

10.5.3 生态环境适宜性

项目所在海域地处雷州半岛东北部北莉口海域地区，生态系统较为稳定。由于本项目不涉及围填海，工程不改变海洋自然属性，对海洋生态环境破坏不大。施工期桥桩施工时会一定程度影响周围海洋生态环境，主要包括桩基施工直接破坏底栖生物生境，掩埋底栖生物栖息地，同时由于打桩施工致使局部水域水质下降，对海洋生物造成一定的损害。大桥建成后对海洋生态环境基本没有影响。

本工程造成底栖生物和游泳生物、鱼卵仔鱼的损失，建议工程建设单位配合渔业主管部门通过适宜本海域的方式进行生态资源补偿。因此，建设期在采取保护措施并进行生态补偿的前提下，工程建设对周边海域的影响较小，项目的选址与区域海洋生态环境是适宜的。项目周边有红树林分布，项目选址不在湛江红树林国家级自然保护区范围内，通过加强施工管理和环保措施，不会占用和破坏红树林。

根据风险分析，项目发生溢油事故和危险品泄漏的事故概率很小，一旦发生环境风险事故，将威胁到该水域的水质、沉积物环境质量和渔业资源，对风险事故必须严加防范杜绝发生。

10.5.4 与周边海域开发活动的适宜性

项目所在海域附近的开发活动主要有养殖区、港口码头、红树林等。项目跨海桥梁桩基施工产生的悬浮泥沙扩散范围有限，对周边海域水质和养殖区等造成的影响较小，项目新建连接线工程会占用部分养殖池塘，桥梁桩基施工可能会影响周边红树林，因此，本项目的利益相关者主要为养殖池塘的养殖户和红树林的主管部门。对于连接线工程占用的养殖池塘，建设单位已与鱼塘养殖户完成了征用手续，不存在用海冲突问题。项目不在红树林自然保护区范围内，施工悬浮物影响范围有限，项目建设已征求保护区管理局的意见，通过严格控制施工范围，加强环保措施等减少对周边红树林的影响，项目用海与红树林保护区相协调。

总的来看，本项目与周边海域开发活动和利益相关者不存在严重的冲突，具

有良好的可协调性。

10.5.5 项目选址选线方案比选

本项目为徐闻县冬松岛渡改桥新建工程，桥址的选择主要是结合徐闻县及和安镇公路网规划以及冬松岛的位置和周边湛江红树林保护区的要求，及附近的水文地质条件进行选定。

在路线选线过程中进行全面分析、研究，按照先整体后局部，由面到带的选线原则，并经过实地踏勘，充分征求地方意见后，对路线的可能走向进行了详细的筛选。

经过筛选后，本项目拟定了两个方案来进行比选，其中 A 线方案为根据现红树林保护区范围拟定的桥位，为推荐方案。B 线方案为未考虑现红树林保护区拟定的桥位，为比较方案。

本项目 A 线方案路线起止范围：AK0+000～AK2+782，路线全长 2.782m；其中桥梁长 1382m，连接线长 1400m。B 线方案路线起止范围：BK0+000～BK1+618，路线全长 1618m；其中桥梁长 1382m，连接线长 236m。

（1）A 线方案

该方案路线起点 AK0+000 位于冬松岛码头，以桥梁形式跨越冬松海，途经冬松海、水头角，终点与 S547 线相交处，终点桩号 AK2+872，A 线全长 2872m，路线起讫桩号为 AK0+000.000～AK2+872。路线主要控制点有：冬松岛码头（起点）、S547 线等。详见图 10.5-1。

（2）B 线方案

该方案位于 A 线方案西侧，路线起点 BK0+000 位于冬松岛尾龙村，以桥梁形式跨越冬松海，途经冬松海、公港村，终点与公港村村道相交处，终点桩号 BK1+618，B 线全长 1618m，路线起讫桩号为 BK0+000～BK1+618。路线主要控制点有：冬松岛尾龙村（起点）、公港村村道等。详见图 10.5-2。

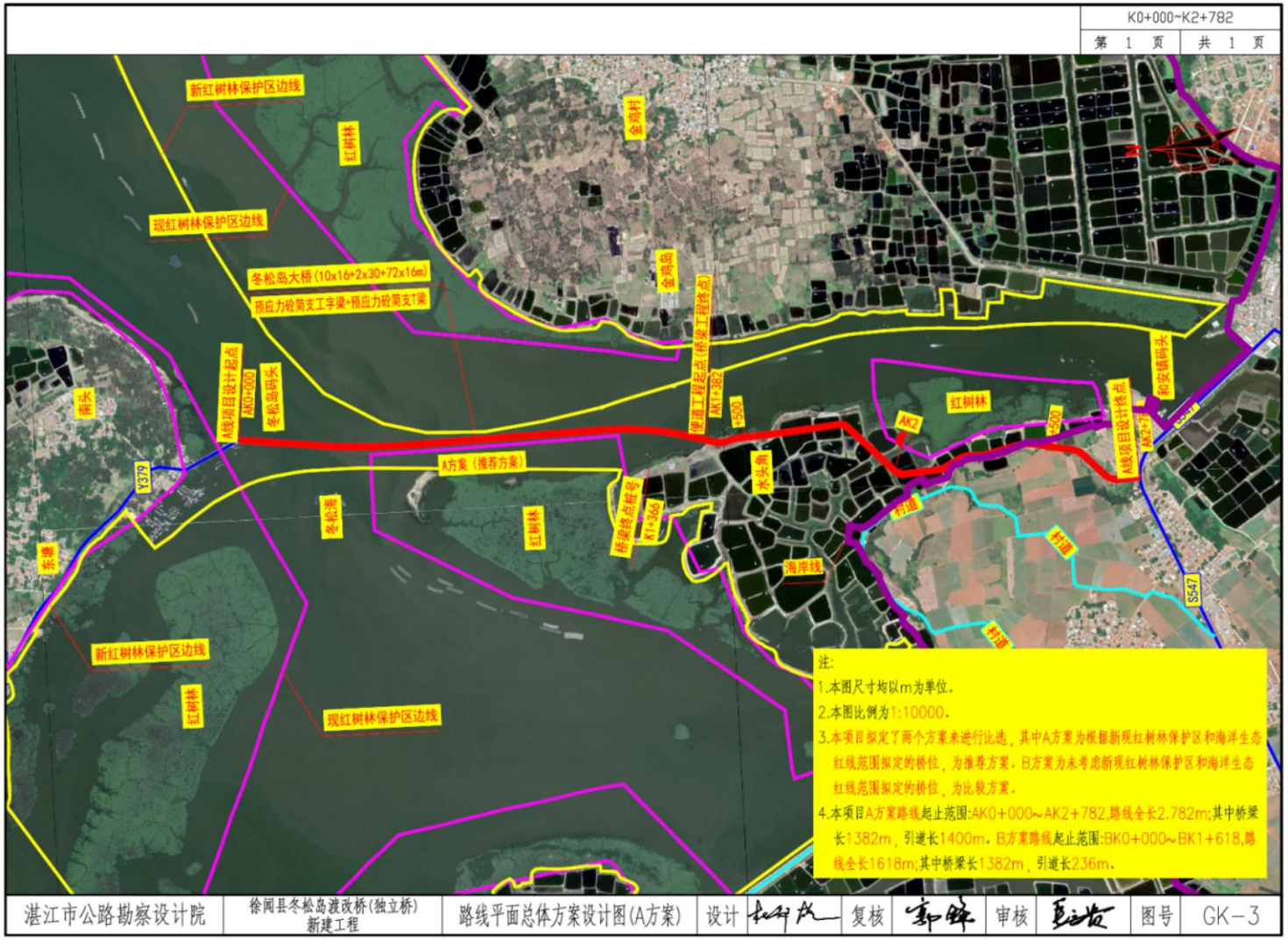


图 10.5-1　项目 A 线方案布置图

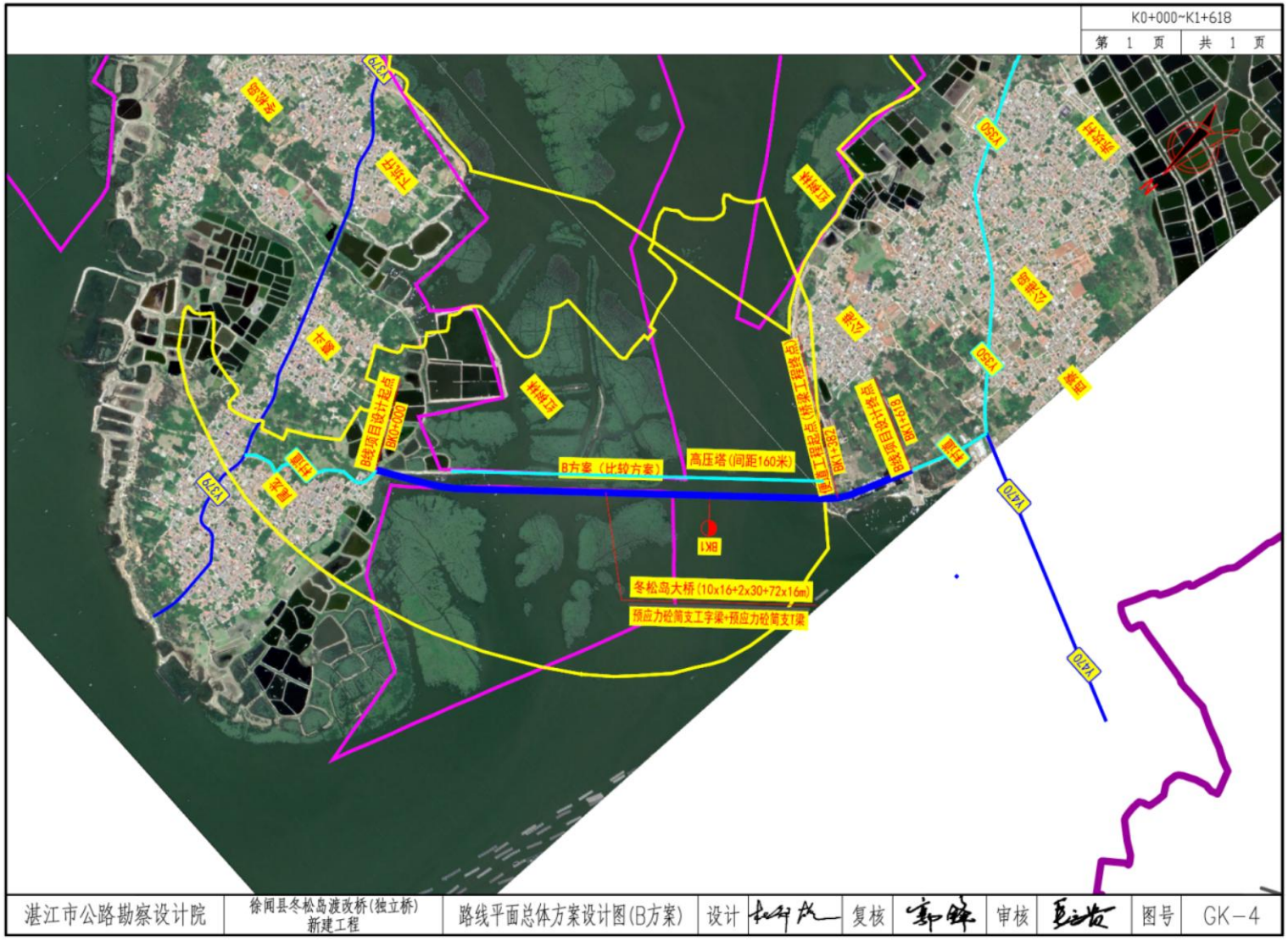


图 10.5-2　项目 B 线方案布置图

（3）选址选线方案比选

对两个选线方案进行比选见表 10.5-1。

表 10.5-1　选线方案比较一览表

比选方案	优点	缺点
A 线方案	① 为根据现红树林保护区范围拟定的桥位，并且取得了红树林管理单位同意的复函，因此，不会占用现红树林保护区。 ② 不会经过其它村庄，方便当地群众出行。	① 线路较长，造价相对较高。 ②路线平面线形指标较 B 线低，平顺性较差。
B 线方案	① 线路较短，造价相对较低。 ② 路线平面线形指标较 A 线高，平顺性较好。	① 占用了现红树林保护区。 ② 会经过其它村庄，不方便当地群众出行。

综上所述，从符合红树林保护区，减少对红树林的影响角度出发，本路段推荐采用 A 线方案。在本项目工程可行性研究阶段，湛江市交通运输局、广东湛江红树林国家级自然保护区管理局、徐闻县交通运输局、徐闻县和安镇人民政府及湛江市公路勘察设计院等单位对桥位选址进行了论证确定，项目桥梁选址于冬松岛与和安镇之间的冬松海海域，起到连接南北的作用，选址选线是合理的。

10.6 总平面布置的合理性

本项目总平面布置充分考虑到工程区域洋流、潮汐、波浪、地质条件等因素对跨海桥梁的长期影响，根据现场实测地形资料、海岛和陆域之间的位置距离等，本项目透水桥梁平面布置大致呈南北走向，桥梁采用双向两车道，三级公路大桥的技术设计标准，桥面宽 10.0m。大桥北侧连接现有的冬松岛码头，不占用海岛岸线，大桥南侧连接新建的连接线，连接线采用路基的方式，连接线路面宽约 7.5m，连接线往南延伸穿越养殖池塘与陆域相接，两侧均可与岛上、陆上公路实现就近接驳，同时平面布置避开了周边村落居民区，与周边居民区保持一定的距离，减少了征地拆迁以及对周边村落的影响。冬松岛大桥解决了区域交通问题，促进了冬松村及周边和安镇社会经济的发展。整个平面布置符合《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）等规范要求，能够体现出集约、节约用海的原则。

本项目跨海大桥所用海域位置位于北莉口湾内冬松海海域附近，不会对周围用海活动造成影响。项目平面布置方案与周边海水养殖区、红树林等保持有一定的距离，新建连接线位于养殖池塘范围内，项目建设单位目前已完成了对连接线工程占用的池塘征用手续，桥梁周边分布有红树林，项目不在红树林保护区范围内，不对周边红树林造成占用和破坏，建设单位已承诺严格控制施工范围，加强施工环保措施，减缓对红树林的影响，项目与周边开发活动具有较好的协调性。

10.7 环境影响可接受性分析

10.7.1 水动力环境影响可接受性

本项目为跨海桥梁建设项目，项目建成后，虽会对项目所在海域（特别是项目桥墩位置附近的海域）的水动力环境产生一定的影响，但由于本项目拟设桩基数量较少，且项目水工构筑物为透水构筑物，项目海域受周边海岛掩护水文动力较弱，本项目产生的水动力环境影响较小。数值模拟结果表明，大桥工程完成后，大桥轴线上流速了略有增大，外围流速略有减小，最大变化在3%左右，流向基本不变。

10.7.2 地形地貌和冲淤环境影响可接受性

本项目建成后，由于桥梁孔径压缩水流和墩台阻挡水流将引起一定的冲刷，从而对项目所在海域的地形地貌和冲淤环境产生一定的影响，但由于本项目桥墩数量不多，对海域过水断面的减小有限，不会引起整个海区潮量的重新分配，不会引起海域流态和泥沙运移势态的改变，也就不会在整体上对桥梁所在海域和附近海床产生明显的冲淤影响，对项目所在海域的海底地貌和冲淤影响较小。

10.7.3 水质环境影响可接受性

项目施工期，根据水质数值模拟预测结果，项目施工期产生的悬浮泥沙源强较小，施工引起悬浮泥沙扩散导致的超第一、二类海水水质的海域面积为0.226km^2，影响范围主要集中在项目施工区域附近；项目施工期产生的其他污废水均不直接排放入海。

运营期，经加强桥面打扫清洁后，不会对项目所在海域的水质产生明显的不

良影响。

因此从水质环境影响而言，本项目的建设是可接受的。

10.7.4 生态环境影响可接受性

项目桩基等施工将造成栖息于此的底栖生物生物量的损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。施工产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。施工期将造成的生物损失为：底栖生物 4.699kg、鱼卵 4.34×10^5 粒、仔稚鱼 5.58×10^5 尾、游泳动物 20.3kg。项目应采取一定的生态措施，对项目施工期造成的生物损失补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

运营期本项目经加强项目桥面打扫清洁后，基本不会对项目所在海域的水质和海洋生态环境造成影响，因此营运期间对海洋生态环境影响较小。

综合分析，本项目对所在海域的海洋生态环境的影响。

10.7.5 大气环境影响可接受性

项目施工期产生的大气污染物主要来源于施工期材料运输、堆存等各种施工活动产生的扬尘、施工车辆产生的汽车尾气及施工机械产生的废气。本项目施工期间将定期进行洒水抑尘等措施，减少施工扬尘对周边敏感点的影响。随着施工作业的结束，周边大气环境会逐渐恢复原有的水平。

项目属于桥梁工程，不涉及服务区、车站等集中式排放源的建设，运营期产生的废气主要为汽车尾气，项目产生的汽车尾气排放量非常小，且属分散、流动线源，机动车尾气对周边环境空气产生的影响较小。

10.7.6 声环境影响可接受性

项目施工期噪声主要为各种施工机械和施工作业噪声。施工单位在施工过程中，通过采取加强施工作业管理、选用低噪声设备等措施，禁止午间和夜间施工，将项目施工噪声对外环境的影响可降至环境可接受范围内。

营运期噪声污染源主要为交通噪声，主要是机动车辆行驶中发动机发出的噪声和车辆行驶引起的气流湍动、地面摩擦等产生的噪声，项目跨海桥梁位

于海域，评价范围内无敏感目标，营运期交通噪声影响较小。

10.7.7 环境风险影响可接受性

本项目在施工期可能存在自然灾害引起的环境事故风险，营运期为溢油事故、桥面运输化学品车辆发生碰撞引发化学品泄漏入海的风险。

根据风险分析，本项目发生溢油事故、化学品泄漏风险事故的概率很小，一旦发生溢油或化学品泄漏入海的事故，将威胁到该水域的养殖活动及渔业资源和渔业生产，因此必须严加防范，避免造成经济损失和环境污染。

10.7.8 影响可接受性综合分析

本工程为跨海桥梁建设项目，施工及营运过程会对水动力环境、冲淤环境、水质环境、环境风险、生态环境等产生一定的影响，项目应采取相应的污染防治和非污染防护措施，同时采取交纳生态补偿金的方式对项目对海洋生态环境的影响进行一定的修复补救。因此，在严格采取相应的污染防治和非污染防护措施、生态补偿措施后，项目对海洋环境的影响可接受。

10.8 工程生态用海方案分析

10.8.1 产业准入与区域管控要求

（1）产业准入符合性

本工程为新建陆岛跨海桥梁建设，属于《产业结构调整指导目录 2019 年本（2013 年修订）》中的“城市公共交通建设”类，为鼓励类产业。

根据《市场准入负面清单（2020 年版）》，本项目不属于负面清单中所列的禁止建设的项目。

据此，本项目的建设符合国家及地方产业政策要求，且项目的建设能够完善所在区域交通条件，促进周边城镇经济的发展，符合产业准入要求。

（2）区域管控要求符合性

本项目为跨海桥梁，不涉及围填海，根据本报告书 6.1 章节，项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的北莉口海洋保护区。

项目建设不影响上述各功能区的主导功能，满足周边功能区的海域使用管理

和环境保护要求，项目用海对周边功能区的影响很小，因此，项目用海符合所在海域海洋功能区划的海域使用管理和海洋环境保护要求。

10.8.2 岸线利用与保护

本项目跨海桥梁南侧新建连接线需占用部分法定公布海岸线，根据桥梁、连接线的布置和走向，连接线南端占用岸线长度为 175.6m，占用岸线为人工岸线（养殖池塘围堤），新建连接线工程位于养殖池塘范围内，依托池塘围堤形成的人工岸线采用路基方式进行建设。

本项目占用岸线为人工岸线，施工期间建设单位需注意对海岸线的保护，优化施工方案，使用合适的施工机械，明确施工范围，施工机械不得越过施工范围施工；加强施工人员的培训，禁止遗弃施工废物和生活废物等在岸线处。同时，根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，建立海岸线占补制度，大陆自然岸线保有率低于或等于国家下达我省管控目标的地级以上市，建设占用海岸线的，按照占用大陆自然岸线 1:1.5、占用大陆人工岸线 1:0.8 的比例整治修复大陆海岸线；大陆自然岸线保有率高于国家下达我省管控目标的地级以上市，按照占用大陆自然岸线 1:1 的比例整治修复海岸线，占用大陆人工岸线按照经依法批准的生态修复方案、生态保护修复措施及实施计划开展实施海岸线生态修复工程。本项目所在湛江市大陆自然岸线保有率大于 35%，高于国家下达我省管控目标，项目占用人工岸线 175.6m，按照岸线占补要求，由自然资源主管部门按照经依法批准的生态修复方案、生态保护修复措施及实施计划开展实施海岸线生态修复工程。

10.8.3 污染排放与控制

本工程施工期产生的生活污水和生产废水均进行有效的收集处理，不直接排放海域，此外，本工程为跨海桥梁，运营期间无生产废水，桥面初期雨水经过收集后进入应急事故池，通过隔油、沉淀等处理后，全部回用于周边农田灌溉，不对外排放，因此本项目对海洋水质、沉积物和生态环境的影响很小。综上所述，本工程施工期及运行期对废水、固废等污染物采取了收集处理，严格进行污染物排放与控制，工程建设符合生态用海的要求。

本工程对水域生态环境的影响主要是项目桥梁桩基施工及施工平台栈桥桩基拆除拔桩过程中产生的悬浮物浓度增加对水生生态造成的影响。施工应当尽可能防止超出施工范围，以及防止不可恢复的破坏和影响。本项目提出生态保护对策及生态建设方案如下：

（1）施工期生态保护措施

为减轻工程施工建设对海域海洋生态环境的影响，在落实“10.3.1 施工期海洋生态保护对策措施”的前提下，建议：

① 应按照有关环境保护措施中提出的具体要求加以实施，认真落实，严格管理，同时优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短水下作业时间。

② 桩基等产生悬浮泥沙的施工工程应避免恶劣天气，保障施工安全。施工尽可能选择在退潮的时候，尽量降低对所在海域的生态环境造成影响；同时尽量减少在底栖生物、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节进行高强度作业。

③ 施工过程须密切注意施工区及其周边水域的水质变化。如发现因施工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。

④ 对施工海域设置明显警示标志，告知施工周期，明示禁止进行捕捞活动的范围、时间。

（2）运行期生态保护措施

为保护海洋生态环境，应切实落实“10.3.2 营运期海洋生态保护对策措施”。

（3）生态建设预期效益分析

本项目对建设区域的扰动相对较小，通过施工期、运营期采取的生态保护措施，项目生态建设完成后，预期 2-3 年内可能达到建设前的海洋生态本底值。

10.8.4 生态补偿与修复

（1）生态补偿方案

根据工程建设方案，工程桥梁桩基将永久占用一定面积的底栖生境，且工程

施工过程中，产生的悬浮物影响也会减弱浮游植物光合作用能力，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少，以及造成渔业资源的损失。

为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，建设单位应根据农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）的有关规定，对项目附近水域的生物资源恢复作出经济补偿。实施生态补偿政策，对因开发利用海洋资源而损害海域生态功能和生态价值的单位和个人征收生态补偿费。加大财政转移支付力度，补偿重要海域生态功能区域因保护海洋生态环境而导致的财政减收部分。由 6.5.1 节可知，本工程施工造成海洋生物损失为：底栖生物 4.699kg、鱼卵 4.34×10^5 粒、仔稚鱼 5.58×10^5 尾、游泳动物 20.3kg。

（2）生态修复方案

对受到破坏的海洋生境（渔场、繁殖地、育幼场和索饵场）进行恢复与重建，通过增殖放流等生态修复措施，促进海洋生态系统的恢复。结合工程周边海域状况，本工程拟实施以增殖放流为主的生态修复措施。

人工增殖放流是在对野生鱼、虾、蟹、贝类等进行人工繁殖、养殖或捕捞天然苗种在人工条件下培育后，释放到渔业资源出现衰退的天然水域中，使其自然种群得以恢复，再进行合理捕捞的渔业方式。人工增殖放流可以补充经济水产生物幼体和饵料基础，提高规划区周围海域渔业资源的数量和底栖生物量，修复和改善工程周围海域渔业生物种群结构。

农业部渔业局组织有关专家经过调研和广泛征求意见，对于加强渔业资源增殖放流工作达成了共识，发出《关于加强渔业资源增殖放流的通知》，以提高各地对渔业资源增殖的认识。

放流前后的现场管理主要由渔政管理部门承担。一是时间的选择，放流工作将安排在定置张网禁渔和伏季休渔期间。二是放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，保护区内禁止的作业除了国家规定禁止的作业类型及伏季休渔禁止的拖网、帆张网等作业之外，禁止在 10 米等深线以外的定置作业，同时禁止在沿岸、滩涂、潮间带等 10 米等深线以内的定置作业、迷魂阵、插网、流网、笼捕作业等小型作业；三是在渔区广为宣传，便于放流品种的回捕、保护、

管理等工作的顺利开展。放流后的现场管理由渔政渔港监督管理部门组织有关渔政力量加强放流区域的管理，并落实监督、检查措施。

从已有的渔业资源的人工增殖放流的成功经验来看，在本工程海域附近有选择地实施人工增殖的生态恢复措施在技术上还是资金投入上均是可行的。具体放流时间及放流品种应按照当地渔政与水产部门的增殖放流计划予以确定。

10.8.5 跟踪监测能力建设

为了解工程建设对工程海域海洋水质、沉积物和海洋生态环境的影响，监测施工过程中悬浮物影响程度和范围，为施工期和今后长期环境监管提供依据，本工程拟对工程施工期进行跟踪监测，并根据跟踪监测的结果进一步采取相应的保护措施。跟踪监测的内容主要包括水环境质量、海洋生态环境监测、渔业资源调查、冲淤观测等内容，具体可见 13.3 章节。

在工程建设期间，建设单位应委托有相应资质的监测单位，按照本报告相关要求，开展上述跟踪监测工作，并编制跟踪监测报告。

11 环境管理与环境监测

11.1 环境管理

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》的精神，企、事业单位在生产和经营中防止污染、保护环境应是其重要的职责之一。环境管理是控制污染、保护环境的重要措施，应根据《建设项目环境保护设计规定》等法规的要求，确定环保管理机构，制定管理程序。

11.1.1 环境管理目的

联合国环境规划署（UNEP）对环境管理的概念是：全人类的一切基本需要应得到满足；要发展以满足需要但不能超过生物圈的耐度的外部极限；协调上述两方面的方法即环境管理。为了通过环境保护措施的实施，把本工程的建设给环境带来的不利影响减至最小，使工程建设的经济效益和环境效益协调发展，必须强化环境管理。使本工程的建设符合国家经济建设和环境建设同步规划、同步发展和同步实施的方针，使环保措施得以切实实施。

11.1.2 环境管理的内容和要求

11.1.2.1 施工期的环境管理

（1）环境管理机构的建立

建设精简而高效的环境管理机构是做好环境管理各项工作的保证。施工期环境管理机构应由建设单位牵头，会同设计单位、施工单位共同指派对环境管理工作比较熟悉的工作人员组成，一般 2-3 人为宜（可以有兼职人员）。

（2）环境管理机构及管理人员的职责

①在建设单位与施工单位签订的工程承包合同中，应包括有关环境保护的条款，建立明确的环境保护责任制，如施工队伍临时生活设施产生的污水、生活垃圾的管理；含油污水的管理；施工时产生的各种固体废弃物的处置等；施工期间建设单位可在当地环保部门的指导和授权下对上述问题进行严格管理。

②因地制宜利用各种形式向广大施工人员宣传国家的有关环保法规、条例，增强广大施工人员的环境保护意识，使大家都能自觉参与各项环保活动，认真执

行各项环保法规。

③根据施工期存在的主要环境问题，制定《施工期环境保护管理条例细则》，并在施工场地张贴公告，使施工负责人和施工人员都能知道。环境管理人员应经常到施工现场检查，发现问题要及时纠正。对那些违犯管理条例细则的人员要进行宣传教育，对严重违犯者，除进行严肃的批评外，还可实现必要的经济处罚。

④各施工地点应有环保管理人员在施工现场跟踪监控管理，检查环保措施的实施情况。例如检查是否偷排含油污水；施工期产生的弃渣等是否得到合理处置等。对存在问题一旦发现，就应立即采取必要措施加以纠正，同时对责任人进行批评教育，并按制定的《施工期环境保护管理条例细则》进行相应的处罚。

⑤环境管理人员要与施工质量监理工程师密切配合，对建设项目各项环保设施的施工质量和进度要跟踪检查，确保符合主管部门对项目进行“三同时” 验收的各项目要求。

⑥建设项目投入运营前，应全面检查施工现场的环境恢复情况。施工单位应及时撤出占用场地、道路，拆除临时设施，进行生态的恢复和重建工作。

11.1.2.2 营运期的环境管理

（1）环境管理机构的建立

运营期环境管理机构应由建设单位指派有环境保护经验人员组成，一般以 3 人为宜（可以有兼职人员）。

（2）环境管理机构及其环境管理人员的职责

①依据国家和主管部门颁发的污染物排放标准及有关规定和要求，制定本工程运营期的环境管理条例细则、污染控制的检查监督制度，明确工程管理部门中环境管理机构的设置、组成和任务。明确每个环境管理人员的工作职责； 落实职工环境教育和培训；确定环境监测点位、项目、频次。给出环境管理的建议、环境监测制度的建议。

②在试运行阶段要对本工程各项环保设施进行检查，发现问题应及时对有关的环保设施进行维修、整改和完善，使之正常运行。并要为主管部门“三同时”验收，做好深入细致的准备工作，确保“三同时”验收工作全面达标。

③处理日常各种与环保有关事宜，逐步完善各项环保管理制度，注重积累本工程项目的有关资料和监测、排污治理等各种基础资料。

④做好环境教育和宣传工作，提高各级管理人员和工作人员的环境保护意识。

11.2 环境监理计划

本项目在用海过程中，应接受海洋主管部门的监控监视。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时进行纠正，对出现问题及时加以解决。

环境监理是工程监理的重要组成部分，工程指挥部需委托有资质的环境监理单位进行环境监理工作。环境监理单位应按照合同条款，独立、公正的开展工作。环境监理实行环境监理工程师负责制，监理人员应具备环境方面的专业知识。业主和承包商就环保方面的联系必须通过环境监理工程师，以保证命令依据的唯一性。根据本项目对环境产生破坏的范围和程度，制定本项目的环境监理计划。

监理单位需帮助建设单位对项目中的环保设计把关并对环保设施的选购提供参考意见，同时，监理过程中监理人员对施工过程中出现的环境问题及时与业主和施工单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工中对环境的各种不利影响降到最低限度。监理的具体内容包括：

（1）现场环境监理

环境监理人员对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于 1 次；对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季不少于 1 次；对建设项目现场监理每月不少于 1 次。

环境监理人员在进行现场检查时，需填写现场监理单，对异常情况要制作《询问调查笔录》，必要时需采样取证并按规定采取相应处理措施。对违法行为，属现场处罚范围的，填写《现场处理决定通知书》，执行现场处罚。

（2）监督工程建设

受委托的监理公司应派人员进驻施工现场，监督工程的施工进度、施工质量和是否按国家主管部门批准的用海区域用海，核查用海范围及面积；了解并掌握是否按施工合同约定的工程量进行施工等。

（3）调查、处理环境污染事故和环境污染纠纷

环境监理机构发现环境污染事故或接到举报后，将根据污染事故报告制度及时向环保行政主管部门、海洋行政主管部门报告，实地调查和记录环境污染或事故现场状况，进行取证，并采取应急措施控制污染，必要时通报周围单位或疏散群众。

环境监理人员应参与污染事故的处理。

环境监理机构要对当事人参加的协调会，提出调解处理意见，制作会议纪要。

另外，监理人员需对施工人员进行生物多样性保护的宣传教育；协调工程施工中因环境问题产生的纠纷；参加每周的工程例会，根据现场监理的情况及时编报环境监理周报、月报。

11.3 环境监测计划

根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》要求，为了及时了解和掌握建设项目在其施工期和营运期对海洋水质、沉积物和生物的影响，以便对可能产生明显环境影响的关键环节事先进行制度性监测，使可能造成环境影响的因素得以及时发现，需要对建设项目施工对海洋环境产生的影响进行跟踪监测。

结合项目施工的特点、周围的环境敏感保护目标和施工前海洋环境现状调查情况，施工单位应当进行施工期水质、沉积物和海洋生态环境等进行监测。后期建设及运营期，建设单位应继续进行项目周边海域环境的动态监视监测。施工期和营运期环境监测计划如下。

11.3.1 施工期环境监测

施工期主要包括以下监测内容：水质、沉积物、海洋生态环境动态监测。掌握工程建设对海洋水质、沉积物质量以及海洋生态环境的影响。

1、水质环境动态监测

（1）监测范围和站位布设

监测站位布设：施工期环境监测主要选择在施工区域附近海域设置 6 个监测点进行监测，监测站位见图 11.3-1 和表 11.3-1。

表 11.3-1　水质、沉积物、生态监测站位

站号	东经	北纬	监测内容
Z1	110°21′59.776"	20°39′52.373"	水质、沉积物、生态
Z2	110°22′10.538"	20°39′37.154"	水质、沉积物、生态
Z3	110°22′2.385"	20°39′22.913"	水质、沉积物、生态
Z4	110°22′ 8.69"	20°39′5.193"	水质、沉积物、生态
Z5	110°22′ 37.063"	20°39′59.33"	水质
Z6	110°21′ 35.643"	20°39′29.87"	水质

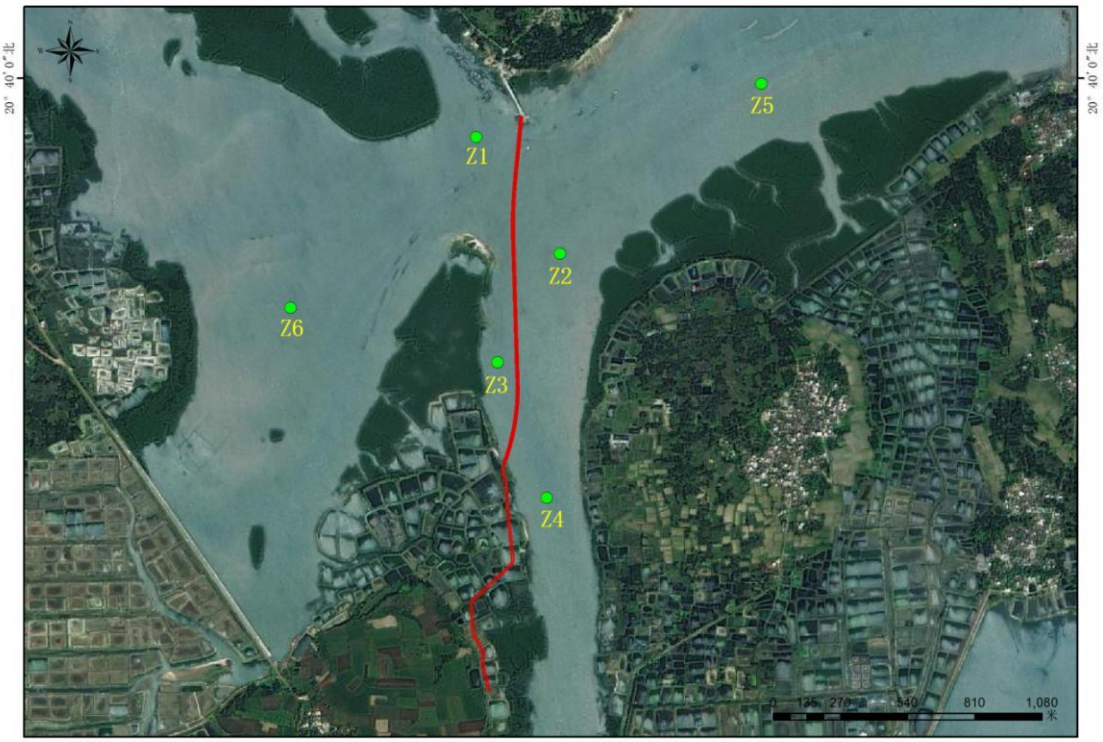


图 11.3-1 项目跟踪监测站位布设图

（2）监测项目

pH、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、SS、石油类、汞、铜、铅、锌、镉。

（3）监测频次

施工期：施工期内每个潮汐年的春、秋季各进行一次监测。

竣工后：进行一次后评估监测。

2、沉积物环境动态监测

（1）站位布设

在水质监测站位中选取，原则上沉积环境监测站位数量不少于水质监测站位

的 50%，设置 4 个监测站位。监测站位见图 11.3-1 和表 11.3-1。

（2）监测内容

石油类、有机碳、Cu、Pb、Zn、Cd、Hg。

（3）监测频次

施工期：施工期每年监测一次。

竣工后：进行一次后评估监测。

3、海洋生态环境动态监测

（1）站位布设

在水质监测站位中选取，原则上海洋生态环境监测站位数量不少于水质监测站位的 60%，设置 4 个监测站位。监测站位见图 11.3-1 和表 11.3-1。

（2）监测内容

海洋生态监测内容：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔稚鱼、潮间带生物和生物体质量。

（3）监测频次

施工期：施工期内春、秋季各进行一次的监测。

竣工后：进行一次后评估监测。

4、分析方法、评价标准和评价方法

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法均与本次进行全面监测和评价时相同。

5、数据分析与质量保证

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足下列标准的要求：

——GB 173782～2007 海洋监测规范

——GB 127637 ~2007 海洋调查规范

11.3.2 营运期环境监测

冬松岛跨海大桥建成运营后，对附近海洋环境基本上不会产生影响，只有溢油事故和桥上运送危险品车辆发生事故时才有可能产生明显的水污染。因此，大

桥建成后环境监测纳入到湛江市地方常规监测方案中，不再单独进行海洋环境跟踪监测，但应对项目附近地形地貌与冲淤环境进行跟踪监测，每年一次，以后根据监测评估结果对监测频次进行调整。此外，一旦发生溢油和危险品意外溢出事故，应立即采取防治措施，并进行海洋环境跟踪监测。

11.4 环境管理和监测计划的可行性与时效性分析

完备的环境保护管理机构设置、完善的环境管理制度是落实各项环保措施的基本保证。施工期的海洋水质监测，可以及时地反映工程施工引起的海洋环境质量变化，有效地指导施工期的环境保护管理。施工期间水质、沉积物、海洋生态监测，可以反映工程施工引起的海洋沉积物和海洋生态环境质量变化。营运期地形地貌冲淤环境监测，可以基本反映工程区域海洋地形环境的变化趋势。

同时，本项目不具备自主监测能力，项目建设单位应委托有资质单位进行施工期和营运期的水质、沉积物、海洋生态等方面监测，从监测站位布设、监测项目设置、监测时段和监测频率分析，本工程区域水环境质量、沉积物、海洋生态环境监测计划是可行的，且具有很强的实效性。

12 环境影响评价结论

12.1 工程概况

徐闻县冬松岛渡改桥（独立桥）新建工程属于跨海桥梁、建于广东省湛江市徐闻县和安镇，桥梁起点位于冬松港，终点位于冬松岛渡口，为双向 2 车道。其中连接线工程路线全长 1.400 公里，其中涉海段长 1068m，路宽 7.5m，设计车速 20km/h。桥梁工程全长 1382m，全宽 10m。桥梁跨越冬松海，设计车速 30km/h。桥梁桩基采用 PHC 桩。项目申请用海总面积为 5.9032 公顷。总投资估算为 0.99 亿元。

12.2 工程分析

1、污染环节与环境影响分析

根据工程分析，本工程施工对周围海域产生影响的主要环节是桩基施工、钢便桥桩基施打和拆除拔桩过程产生的悬浮物，其中钻孔灌注桩施工过程产生的悬浮泥沙源强约为 0.032kg/s，施工便桥和钻孔平台钢管桩施打产生的悬浮泥沙源强约为 0.022kg/s，施工栈桥及钻孔平台钢管桩拔桩悬浮物产生源强为 0.109kg/s。此外，还有生活污水 4.25m^3/d、一定量的运输车辆冲洗废水，施工人员生活垃圾 75kg/d、废油渣少量、施工噪声、施工扬尘少量。

项目建成营运后，对环境的污染影响因素主要为桥面初期雨水径流和桥面垃圾，其中桥面初期雨水径流产生量约为 9129m^3/a。

2、非污染环节与环境影响分析

（1）对海洋水动力环境、冲淤环境的影响

本项目连接线位于养殖塘内侧，受塘梗围挡，不会影响到周边海域的水动力。连接线的过水处设置透水箱涵，桥梁桩基为透水构筑物，施工和营运对该海区的水动力流场影响较小，因此，项目实施后基本不会对周边水动力环境产生较大影响。因此，由于水动力环境变化引起的地形地貌和冲淤环境影响也将较小。

（2）对海洋生态环境的影响

1）工程将造成底栖生境破坏及底栖生物损失

本项目桩基等施工将改变所在海域原有的海底底质环境，除少数游泳能力强的生物

如底栖鱼类等，在施工期间由于受到施工干扰将逃离外，项目桩基占地范围内的大部分底栖生物种类将被掩埋、覆盖，绝大多数死亡，从而造成底栖生物损失。

2）施工过程中悬浮物对海洋生态环境的影响

项目水上施工过程产生的悬浮物将引起局部海域水体浑浊，降低阳光的透射率，从而导致局部海域内海洋初级生产力下降，游泳生物迁移，浮游生物也将受到影响，尤其是对滤食性浮游动物和进行光合作用的浮游植物的影响较大。此外，海域水体混浊水质下降，也将对渔业资源造成影响，但项目规模较小，设置于海里的桩基较少，因此影响较小。

3）施工产生的污染物对海洋生态的影响

施工期产生的运输车辆冲洗废水、生活污水以及固体废物等若向海域倾倒，将会对附近海洋生态环境产生一定影响。因此，项目施工期间必须严格落实报告中提出的污染物防治措施，将项目施工过程产生的污染物对生态环境的影响降至最低。

4）营运期对海洋生态的影响

项目营运期间产生的桥面初期雨水径流，如果不加以控制，污染物浓度较高的初期雨水径流直接排入项目所在海域中，将会降低项目及其周围海域海水水质，沉积到海底后影响底栖生境，进而影响到生态环境。同时，运营期交通噪声和振动也将对项目所在海域的海洋生态环境造成一定的影响。因此，必须严格落实报告中提出的水污染物防治等措施，将项目营运对生态环境影响降至最低。

12.3 环境质量现状调查与评价结论

12.3.1 海水水质水质环境

（1）2020 年 9 月秋季水质调查结果

2020 年 9 月秋季水质调查结果显示，调查海域 pH、COD、Cr、Cd、As、Pb、石油类各测站测值均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类、二类标准；汞、无机氮、铜、锌、活性磷酸盐、溶解氧部分测值出现超第二类海水水质标准情况。

（2）2021 年 4 月春季水质调查结果

2021 年春季调查海域 pH、COD、Cr、Cd、As、Pb、石油类各测站测值均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类、二类标准；汞、无机氮、铜、锌、活性磷酸盐、溶解氧部分测值出现超第一、二类海水水质标准情况。

12.3.2 海洋沉积物环境

2021年春季调查表层沉积物中仅砷在7#、9#两个站位超第一类海洋沉积物标准；其他各站位沉积物中汞、铜、铅、锌、镉、铬、硫化物、石油类、有机碳均符合一类海洋沉积物质量标准，总体上表层沉积物质量良好。

12.3.3 海洋生物质量环境

（1）2020 年 9 月秋季调查结果

2020 年 9 月春季调查结果显示，调查海域中的贝类的铜出现轻微超标，汞、砷、锌、镉、铅含量均符合标准《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值；鱼类和甲壳类的全部重金属指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

（2）2021 年 4 月春季调查结果

2021 年 4 月该海域中的贝类的汞、铜出现超标，汞最大超标倍数 0.88 倍，铜最大超标倍数 0.41 倍，砷、锌、镉、铅含量均符合标准《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值；鱼类和甲壳类的全部重金属指标均符合《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

12.3.4 海洋生态环境

12.3.4.1 2020 年 9 月秋季调查结果

1）叶绿素 a

调查海域 1 的叶绿素 a 平均含量为 2.01mg/m³，变化范围在 0.87～3.12mg/m³。

2）初级生产力

调查海区表层水体初级生产力范围在 76.08～328.98mg C/m²•d 之间，平均值为 184.99mg C/m²•d。

3）浮游植物

调查区域的浮游植物共计有 5 门 58 种。调查海域的浮游植物密度较高，平均为 63.72×10^4 cells/L，分布范围在 25.09~133.11×10^4cells/L 之间，该海域在调查期间，浮游植物多样性指数为优良水平，其种类较丰富，种间分布较均匀，反映该调查海域浮游植物生态环境状况较为良好。优势种有 7 种。

4）**浮游动物**

经鉴定本次调查的浮游动物共有 46 种。优势种类有中华哲水蚤、针刺拟哲水蚤、小拟哲水蚤、大同长腹剑水蚤、根状拟铃虫和藤壶六肢幼虫。

5）底栖生物

调查海域底栖生物共鉴定出 4 门 25 种，底栖生物在调查海域里的密度平均为 86.89ind./m²，生物量变化范围为 1.60-32.59g/m²，平均 16.22g/m²。该海域大型底栖生物优势种为简毛拟节虫、寡鳃齿吻沙蚕和粗帝汶蛤。

6）潮间带生物

调查断面采集到的潮间带生物共鉴定出 6 门 34 种，生物量平均 188.98g/m²。优势种为简毛拟节虫、曲强真节虫、珠带拟蟹守螺、强肋满月蛤、红树蛤和粗糙滨螺。

7）**鱼卵仔鱼**

鱼卵密度范围为 0.08~0.28 ind./m^3，平均密度为 0.18 ind./m^3；仔稚鱼的密度范围为（0.005~0.020 ind./m^3，平均密度为 0.014 ind./m^3，仔稚鱼优势种为金钱鱼科。

7）游泳生物

本次调查捕获的鱼类 34 种，甲壳类 17 种，头足类 2 种。优势种为黄鳍棘鲷、多鳞鳢、长鳍银鲈、远洋梭子蟹和黑斑口虾姑，主要种类有矛尾虾虎鱼、大滩涂鱼和短吻鳐。游泳动物平均个体密度和重量密度分别为 27522ind./km^2 和 374.039kg/km^2。

12.3.4.2 2021 年 4 月春季调查结果

1）叶绿素 a

该海域调查站位的叶绿素 a 平均含量为 3.11mg/m^3，变化范围在 1.17~5.74 mg/m^3 之间。

2）初级生产力

根据水体透明度和表层叶绿素 a 含量估算得到的海区表层水体初级生产力范围在 121.40~427.88 mgC/m^2•d 之间，平均值为 259.92mgC/m^2•d。

3）浮游植物

本次生态调查在调查海域共鉴定出浮游植物 5 门 72 种，调查海域内的浮游植物平均密度为 80.24×10^4cells/m^3。

4）浮游动物

经鉴定，本次调查海域内发现浮游动物有 62 种，调查海域浮游动物平均密度为 17.42ind./L，平均生物量为 0.09mg/L。

5）底栖生物

本次定量调查共记录大型底栖动物 29 种，底栖生物平均栖息密度为 92.22ind./m^2，本次调查海域内大型底栖生物平均生物量为 12.53g/m^2，各站位间底栖生物生物量分布不均匀。

6）潮间带生物

定性调查断面采集到的潮间带生物经鉴定共有 34 种，潮间带生物生物量平均为 359.60g/m^2，栖息密度平均为 342.52ind./m^2。

7）鱼卵与仔幼鱼

调查海域鱼卵密度范围为 0.16~1.20 ind./m^3，平均密度为 0.63 ind./m^3，仔稚鱼密度范围为 0~0.389 ind./m^3，平均密度为 0.107 ind./m^3。

8）游泳生物

本次调查共捕获游泳动物经鉴定为 50 种，其中：鱼类 32 种，甲壳类 17 种，头足类 1 种。本次调查各站位的游泳生物平均个体密度和重量密度分别为 18863 ind./km^2 和 273.922 kg/km^2。

12.4 污染影响预测分析与结论

（1）水环境影响

在主桥 PHC 桩、临时施工便桥和钻孔平台钢管桩等涉水施工作业中，由于桩基的搅动作用，使得泥沙悬浮，造成水体混浊水质下降，主要污染物为 SS。数模计算结果显示，项目施工作业产生的悬浮泥沙将给周边水域带来一定的污染，影响范围主要集中在项目附近海域，影响范围和程度较小。此外，施工队伍产生的生活污水拟经临时流动型环保厕所收集后，由吸粪车拉运至集中处理厂进行处理。运输车辆冲洗含油废水经隔油预处理后，回用于施工工程洒水抑尘等环节，均不排入项目及其附近海域，不会对项目所在海域及附近海域的水质产生明显的影响。

项目营运期可能对环境产生影响的主要是桥面初期雨水径流，主要污染物为悬浮物和石油类。此外，过往车辆洒落在项目区桥面的杂物也会形成一定的桥面垃圾，营运期项目应严格按照设计方案建设雨水收集管道对初期雨水进行收集，并排入事故应急池内，经过沉淀、隔油后，全部回用于周边农田灌溉，不排入海域。同时还应安排人员加强对桥梁的打扫清洁。

（2）沉积物环境影响

本项目对沉积物环境影响主要在施工期。涉水工程施工产生的悬浮泥沙在水流和重力的作用下，在施工地附近扩散和沉淀。由于工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，因此经扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生明显变化，沉积物质量状况仍将保持现有水平。此外，项目施工期产生的各类废水和固体废物均拟采取相应的措施进行处理处置，不得排放入海，不会对项目所在海域的海洋沉积物环境产生明显的不良影响。营运期经加强桥面的打扫清洁后，也不会对项目所在海域的海洋沉积物环境产生明显的不良影响。

12.5 非污染物环境影响分析结论

（1）水动力环境影响分析

本项目为跨海桥梁建设项目，项目建成后，虽会对项目所在海域（特别是项目桥墩位置附近的海域）的水动力环境产生一定的影响，但由于本项目拟设桩基数量较少，且项目水工构筑物为透水构筑物，本项目产生的水动力环境影响较小。

（2）地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目建成后，由于桥梁孔径压缩水流和墩台阻挡水流将引起一定的冲刷，从而对项目所在海域的地形地貌和冲淤环境产生一定的影响，但由于本项目桥墩数量不多，对海域过水断面的减小有限，不会引起整个海区潮量的重新分配，不会引起整个水道流态和泥沙运移势态的改变，也就不会在整体上对栈道所在海域和附近海床产生明显的冲淤影响，对项目所在海域的海底地貌和冲淤影响较小。

（3）海洋生态环境影响分析

项目桩基等施工、占地将造成栖息于此的底栖生物生物量的损失，部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类也将因为躲避不及而被损伤或掩埋。施工产生的悬浮物对浮游生物、游泳生物和鱼卵仔鱼也将产生一定的影响。施工期将造成的生物损失为：底栖生物损失量约为 4.699kg、游泳生物损失量约为 20.3kg、鱼卵损失量约为 4.34×10^5 粒、仔鱼损失量为 5.58×10^5 尾。项目应采取一定的措施，对项目施工期造成的生物损失补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

运营期本项目加强项目桥面打扫清洁后，严格按设计方案建设雨水收集管道，初期雨水经管道收集于事故应急池内，经过沉淀、隔油等处理后，全部回用于周边农田灌溉，

不对外排放。基本不会对项目所在海域的水质和海洋生态环境造成影响，因此营运期间对海洋生态环境影响较小。

综合分析，本项目对所在海域的海洋生态环境的影响较小。

12.6 环境风险分析与评价结论

项目用海的风险主要包括自然灾害对项目可能产生的风险、营运期桥上运输危险品的车辆事故造成危险化学品泄漏入海，以及渔船碰撞溢油对海域生态环境的影响。本项目通过采取成立应急组织机构、完善事故风险应急措施和预案等方式防范风险事故的发生。

12.7 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

本项目的施工建设会给项目所在海域环境带来一定负面的影响，并由此还会带来一定的经济损失，但是，与本项目带来的社会经济效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失在可接受范围内。同时，在项目施工建设和将来运营生产中，建设单位也将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，实现清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度。这些污染防治办法与环境保护措施在经济上是合理的、可行的。

另外，本项目建设中注意环境保护，并且营运期建有环保设施，从源头抓起，尽量将工程对环境带来的影响降到最低程度。相对于本项目带来的经济效益，其环境经济损失是可以接受的。

12.8 区域规划和政策符合性结论

本项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012 年）《广东省海岛保护规划（2011-2020 年）》《广东省海洋生态红线（2016-2020）年》《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《湛江市城市总体规划（2011-2020 年）》《湛江港总体规划》《徐闻县国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《湛江市“三线一单”生态环境分区管控方案》等规划的要求。

12.9 公众参与分析与评价结论

本项目在环境影响评价过程中，按《环境影响评价公众参与办法》要求开展了环境影响评价公众参与，借助网络、报纸以及现场张贴公告等方式公开项目环境影响相关信息，并征求公众意见和建议。2021 年 11 月 9 日本项目进行过了网上的第一次公示，2021 年 11 月 25 日进行了征求意见稿的公示，同时于 2021 年 11 月 25 日和 26 日于《新快报》上进行了 2 次报纸公示，11 月 26 日在冬松村村委进行了现场公示。公示期间，未收到公众相关意见和建议。

12.10 建设项目环境可行性结论

本项目具有较好的社会和经济效益，项目的建设符合广东省海洋功能区划和相关规划的要求。项目按照其设计要求，进行合理施工和科学营运管理，其对环境的影响程度和对生态环境造成的损失比较小，其影响也是可以接受的。项目建设存在环境风险的可能性不大。

综合本项目的工程分析、环境现状调查及环境影响预测与评价、清洁生产和总量控制、环境影响经济损益分析、污染防治措施以及环境事故风险等诸方面的分析评价，本评价认为：本项目的选址和建设符合国家和地方有关规定及相关规划和功能区划的要求，在采取和实施了本环评报告提出的相应环保措施和建议后，该项目的选址与建设在环境保护方面是可行的。