高崎污水处理厂尾水排海管

环境影响报告书

（征求意见稿）

编制单位：自然资源部第三海洋研究所

2020 年 8 月

第一章 概 述

1.1 项目由来

近年来，随着厦门市改革开放的深入和经济的高速发展，厦门市城镇规模不断扩大，人口不断增加，城市化率不断提高，厦门市污水排放规模也在日益增加，厦门市污水厂已在超负荷运行。2018 年，厦门市在部署编制新一轮污水规划（《厦门市污水布局及处理系统规划》）中，提出按照“集中为主、分散为辅”的布局原则，结合污水处理设施现状布局、预留用地、规划发展等综合分析，逐步整合一些小型污水处理站，集中建设大型污水处理厂，提高污水处理效能，减轻对水体环境的影响。根据规划，目前厦门岛现状污水厂极限规模 80 万吨/天（筼筜厂 30 万吨/天，前埔厂 50 万吨/天），均集中在厦门岛南部，而北部位于收集系统最上游，转输距离长、提升设施多、保障度低，且北部的机场和港口区域将作为未来本岛的主要发展区域，因此，规划中考虑在本岛北部新建一座高崎污水处理厂（该厂前期又称为“高崎北污水再生处理厂”、“高崎再生水厂”，后统一调整命名为“高崎污水处理厂”，图 1.1-1），形成东部（前埔污水处理厂）、西部（筼筜污水处理厂）、北部（高崎污水处理厂）三个较为均衡的污水格局系统，收水面积分别为 56.6km^2，29.2km^2，38.1km^2（见图 1.1-2）。。

目前，厦门岛北部雨污水排放口截流工程相继投入运行，但原有按照雨污分流体系建设的污水系统已满负荷运行，包括鼻子沟泵站在内的下游污水提升泵站提升能力不足，污水管网转输能力不足，雨水排放口截流水量高峰期难以全部进入污水处理系统集中处理后排放，其中部分混流污水通过鼻子沟箱排入厦门同安湾海域。近年来厦门市重点陆源入海排污口及邻近海域生态环境监测报告表明，在高崎附近海域的机场埭辽排污口（鼻子沟流域）的排污状况综合评价为中度污染，主要超标污染物为生化需氧量、化学需氧量、悬浮物等。而高崎污水处理厂及其配套的污水收集管网和尾水排放管的建设，将有利于对该片区内的污水进行统一收集、集中处理、深水排放，减轻高崎附近海域环境压力，改善海域的生态环境。

为解决厦门岛北部污水处理能力不足以及尾水排放的问题，2019 年厦门市污水处理设

施高质量高标准建设指挥部提出要“抓紧推进高崎污水厂及配套管网、排放口建设，确保2020年底前建成投用”（附件一）；同时，厦门市发改委生态函[2019]471号文同意开展高崎污水处理厂尾水排海管前期工作（附件二）；在污水厂出水水质和尾水排放口选划上，厦门市生态环境局在复函中要求“尾水拟就近排至大离浦排污区，根据《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018），出水排入经厦门市环境保护主管部门审批或备案的离岸排放入海排污口，其出水执行C级排放限值”，“入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报设区的市级以上人民政府环境保护行政主管部门备案。”（附件三）。目前，高崎污水处理厂厂区的环评已取得厦门市生态环境局的批复（附件四），尾水排海管排污口设置论证报告已报厦门市生态环境局备案（附件五），高崎污水处理厂厂区及尾水排放口位置见图1.1-1。

在高崎污水处理厂尾水排海管的建设规模上，厦门市已经在污水规划、排污口选划以及工程可行性等方面进行了多次论证。根据《厦门市污水布局研究及处理系统规划》及规划环评，高崎污水处理厂远期规划规模为50万t/d，其近期（一期工程）建设及排放规模为20万t/d。目前，高崎污水处理厂一期工程已经开工建设。在排污口选划论证上，根据我所编制的《高崎污水处理厂尾水排海管排污口设置论证报告书》，在执行《厦门市水污染物排放标准》C级排放限值下，推荐的排放口（118°08′58.242″E,24°33′17.032″N）可容纳30万t/d的尾水排放。同时，选划报告也对高崎污水处理厂在该处尾水排放量达到远期排放规模50万t/d进行初步分析，提出：“远期，高崎厂污水处理规模达到50万t/d，则需根据远期海域环境状况进一步论证其排放规模的合理性，同时可采取提高中水回用率、提标改造等方式，确保尾水污染物排放总量满足海洋环境质量控制要求。”

根据《污水排海管道工程技术规范 GB/T 19570-2004》相关要求：“城镇污水排放量应根据城镇规划分别按近期和远期进行设计。近期污水排放量的计算时段为10年，远期污水排放量的计算时段最少为20年。在上述规划的基础上，确定污水排海工程的规模及排污管管径。工程建设可分期进行。排海管的污水排放能力应按远期污水量设计。”同时考虑到排海管道施工难度较大，分期实施对海洋环境造成的影响也大。因此，高崎污水处理厂尾水排海管工程拟按照远期设计规模（50万t/d）一次建设实施，由两根DN2200钢管组成，双管平行埋设，单管设计排放能力25万t/d，并配套建设高位井一座；近期高崎污水厂一期工程的尾水排放规模为20万t/d、变化系数为1.3，为了避免管道堵塞，工程建设后近期将

轮换运行，远期双管运行。排海管拟采用的钢管材质具有强度高，韧性好的特点，在采取阴极保护等防腐措施后，其使用寿命可达 50 年，可以满足远期排放的需求。

综合上述分析，本次评价内容为：高崎污水厂两根尾水排海管及高位井施工期的环境影响以及运营期 20 万 t/d 尾水排放的环境影响，远期 50 万 t/d 的尾水排放影响不在本次评价范围。

根据工可，该工程主要的建设内容包括：建设两根 DN2200 排海管道，双管平行埋设，单管长度约 414m，并配套建设一座高位井，尾水排海管近期接纳尾水排放量为 20 万 t/d。**依据《建设项目环境影响分类管理名录》，从管道建设来看，本工程属于"四十八、海洋工程，156、海底隧道、管道、电（光）缆工程"，管道总长不超过 1km，可编制"环境影响报告表"；但是从尾水排放量来看，本工程营运期尾水排放量为 20 万 t/d，属于"三十三、海洋工程，96、生活污水集中处理"，新建、扩建日处理 10 万吨及以上的项目，需要编制"环境影响报告书"；因此，本项目建设需编制"环境影响报告书"。**

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》、《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》等法律法规的有关规定，2020 年 4 月，厦门市市政建设开发限公司（代建单位）委托自然资源部第三海洋研究所开展高崎污水处理厂尾水排海管环境影响评价工作（附件六）。评价单位结合现场勘测、外业调查、数值模拟计算、搜集分析现有资料、排污口比选及相关专题论证的基础上，编制完成了《高崎污水处理厂尾水排海管环境影响（送审稿）》，上报主管部门审查。

图 1.1-1 项目所在地理位置图

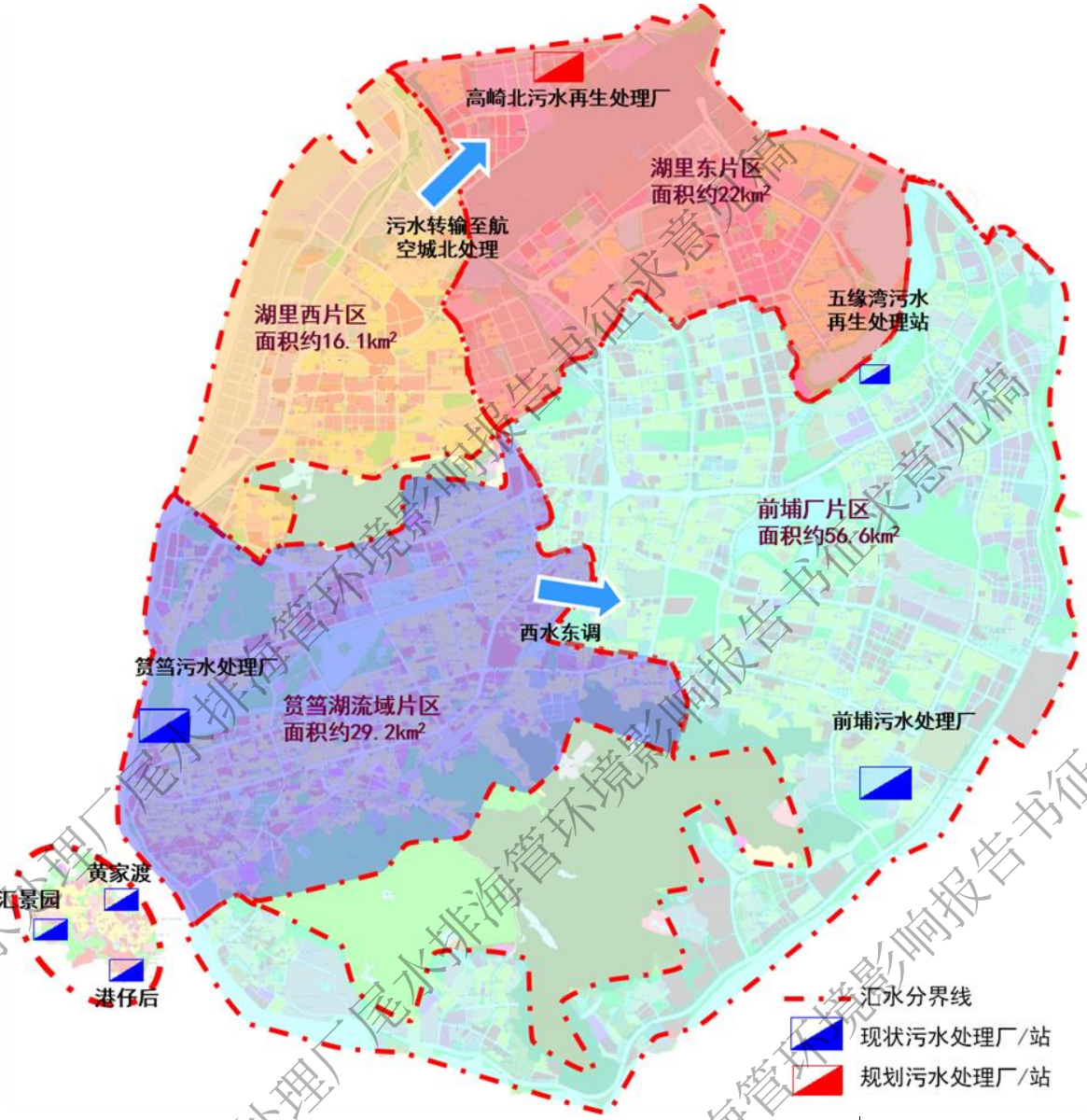


图 1.1-2 厦门岛排水分区及污水厂服务片区示意图

1.2 建设项目的特点

（1）高崎污水处理厂尾水排海管项目是高崎污水处理厂重要配套设施，项目拟建于厦门同安湾大离浦附近海域，其主要功能为将经高崎污水处理厂处理达标后的尾水引至已论证的尾水排放口（排放口中心坐标为**118°08′58.242″E,24°33′17.032″N**）进行离岸深水排放。

（2）高崎污水处理厂尾水排海管采用顶管+沉管施工相结合的施工工艺。

（3）项目周边海域敏感目标主要为厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）、

厦门海水试验站大离浦屿海上试验设施港池、浮筏、五缘湾海洋保护区海洋生态保护红线区等。

（4）本工程为高崎污水处理厂的污水排海配套工程。该厂污水处理工艺为“粗格栅进水泵房+中细格栅+曝气沉砂池+多模式 AAO 工艺+平流二沉池+高效沉淀+反硝化深床滤池+加氯接触池”。污泥处理拟采用重力浓缩+储泥池+离心脱水（污泥含水率<80%）工艺路线（预留低温干化土建）。臭气处理采用生物滤池+化学洗涤工艺。厂区出水水质标准为《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值。

1.3 工程的评价内容界定

本次评价内容为高崎污水处理厂尾水两根排海管管道及高位井施工期的影响及营运期（20 万 t/d）尾水排放的海洋环境影响，远期 50 万 t/d 尾水排放影响不在本次评价范围。

在本次评价工作开展的过程中，高崎污水处理厂排污口选划、排海管道路由比选工作、路由勘察均已完成，对中华白海豚、文昌鱼及栖息地影响专题正在编制送审，高崎污水处理厂厂区环评建设单位已于 2020 年 6 月 15 日取得批复（附件四），排污口选划报告已于 2020 年 6 月 23 日报厦门市生态环境局备案（附件五）。

1.4 关注的主要环境问题及环境影响

（1）尾水排海管道海域段开挖施工对海水水质、海洋生态的影响；

（2）尾水排海管道陆域段施工对大气环境、声环境、社会环境等造成的影响；

（3）营运期尾水排放对海水水质、沉积物环境、海洋生态的影响。

（4）项目建设对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区等敏感目标的影响。

1.5 评价的工作过程

根据《中华人民共和国环境保护法》、《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》及《厦门市环境保护条例》等法律法规的有关规定，2019 年 11 月自然资源部第三海洋研究所作为“高崎污水处理厂尾水排海管海洋环境论证”项目中标方承担了“高崎污水处理厂尾水排海管”环境影响评价及相关论证的编制工作（附件七）。

2019 年 11 月至 2020 年 4 月，评价单位结合高崎污水厂尾水排海管相关海洋环境论证的需要，随即组成项目组，派员前往工程所在地进行现场踏勘，搜集资料与调研，按有关技术规范要求，开展了项目总体实施方案的讨论及编写；并根据方案开展了评价海域海洋化学、海域生物生态、路由勘察、噪声监测等外业调查，同时结合海域自然环境属性及相关的政策法规、环境功能区划开展了尾水排放口的桌面比选、初步选筛、数值模拟，初步确定了尾水排放口的位置。在此基础上，结合本项目工程可行性报告，于 2020 年 4 月底开展了第一轮信息公示。

2020 年 5 月至 2020 年 8 月，结合完成了高崎污水处理厂尾水排放口的选划论证报告，同时针对工程情况和区域环境特征开展了数值模拟分析、影响预测评价等工作，在此基础上完成了《高崎污水处理厂尾水排海管环境影响报告书（送审稿）》，供建设单位上报审查。本评价技术路线见图 1.1-3。

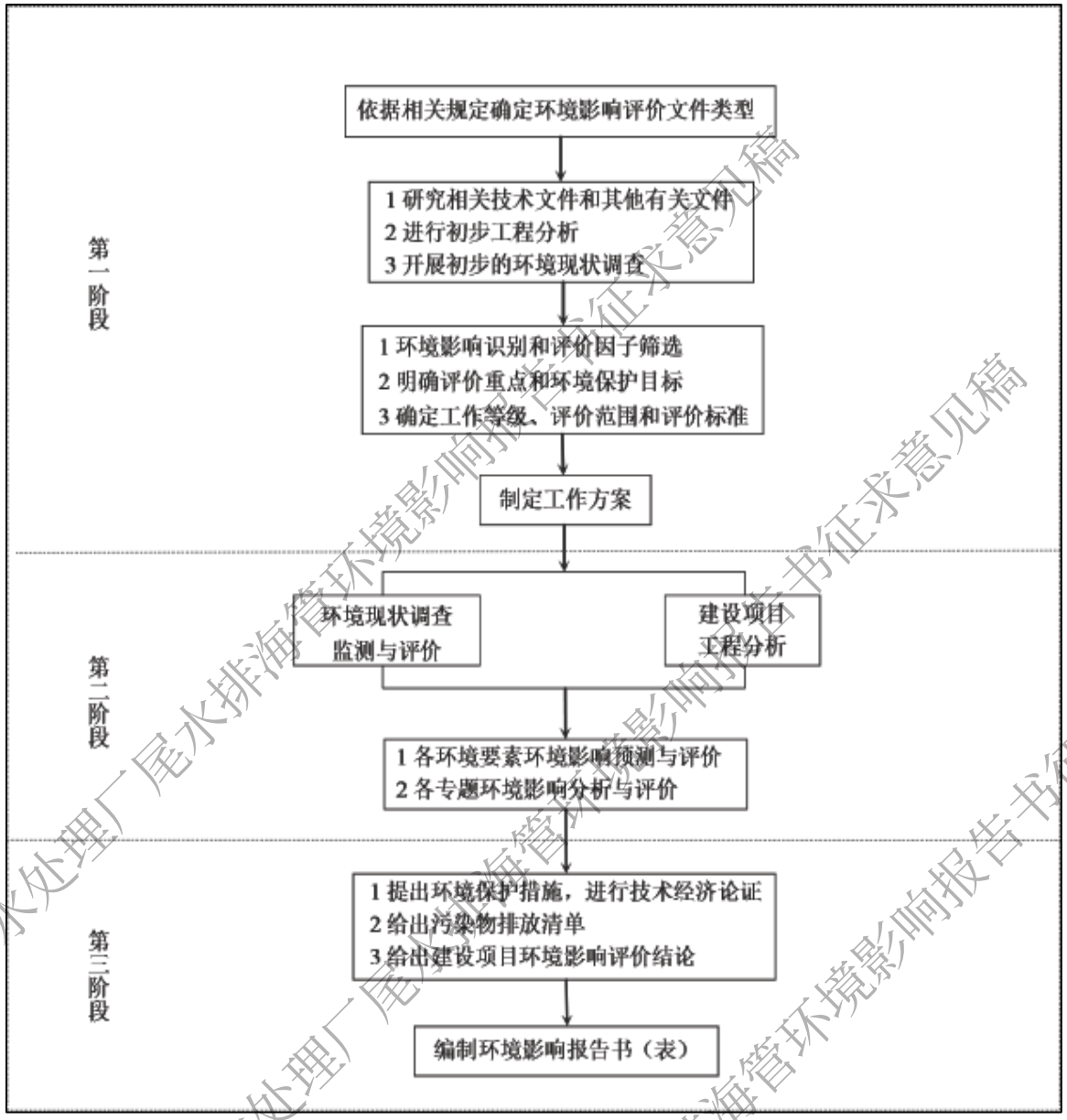


图 1.1-3 环境影响评价工作程序图

1.6 分析判定相关情况

1.6.1 产业政策符合性

本项目属于国家发展与改革委员会《产业结构调整指导目录》（2019 年本）中的鼓励类产业“城市基础设施”行业中“20 城市供水、排水、燃气塑料管道应用工程”。因此，拟建项目符合国家产业政策的要求。

1.6.2 与相关规划的符合性

本工程位于厦门岛大离浦附近海域，高崎污水厂出水水质执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值，尾水排放量为 20 万 t/d，与《厦门市污水布局研究及处理系统规划》及规划环评的相关要求是相符的。

《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020 年)》中，本工程位于“同安湾三类区（FJ103-C-Ⅱ）”，该功能区主导功能为旅游航运，辅助功能为纳污，本工程为海底管道工程，工程建成后，对该功能的旅游航运功能影响很小，因此拟建工程与该功能区的相关要求不冲突。

《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》中，本工程位于“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”，用途管制要求为“保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程用海、人工岛建设用海”。本项目排海管建设属于海底工程用海，污水达标排放虽会对排污口周边局部范围内（约 0.13km^2）的水质造成影响，但仅占旅游休闲娱乐区总面积的极小部分，且排污口位置处于较深水域，对近岸浴场、游乐场、旅游基础设施基本不会造成影响，工程的建设符合福建省海洋功能区划的相关要求。

本工程在厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）外侧，工程施工期的影响是短暂的，较小的。本项目的建设将有助于控制陆源污染物排放，不会损害自然保护区内的自然资源和生态功能。因此，本工程建设与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划是相符的。

1.6.3 与相关环保政策的符合性

《中华人民共和国环境保护法》中第三十四条规定：“国务院和沿海地方各级人民政府应当加强对海洋环境的保护。向海洋排放污染物、倾倒废弃物，进行海岸工程和海洋工程建设，应当符合法律法规规定和有关标准，防止和减少对海洋环境的污染损害。”本工程通过新建排海管将尾水排放到水动力条件较好的海域，符合该条例规定。

《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》（2017 年 3 月 1 日修订 ）中第十三条规定：“设置向海域排放废水设施的，应当合理利用海水自净能力，选择好排污口的位置。采用暗沟或者管道方式排放的，出水管口位置应当在低潮线以下。”本工程排放口出水管口位于深海，符合该条例规定。

《中华人民共和国海洋环境保护法》中第二十九条和第三十条要求“向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。”“入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报设区的市级以上人民政府环境保护行政主管部门备案。”

本排海管项目为高崎污水厂的排水工程，高崎污水厂的出水水质标准为《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值；高崎污水厂的尾水排放口论证已于 2020 年 6 月在厦门市生态环境局备案（附件五）；排放口水深条件和水动力条件好，有利于污水的稀释扩散。综合上述，本项目的建设符合海洋环保法的规定。

1.6.4 与“三线一单”符合性

本工程选址位于厦门岛北部大离浦附近海域，工程路由不在禁止类或限制类生态红线区内。施工期及营运期均不会影响到该红线区水质目标的达成，本工程的建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》的管理要求。

本工程满足《环境空气质量标准》二级标准的要求，工程区声环境质量能够满足 GB9660-88 二类区域标准，工程位于《福建省近岸海域环境功能区划》中的同安湾三类区，该功能区执行第二类海水水质标准，主导功能为旅游、航运，辅助功能为纳污。数模预测结果表明，本工程推荐排放口，尾水排放后需划定 **0.1885km²** 的混合区面积（在该区域内不执行水质标准）；本工程的建设有利于高崎污水处理厂尾水的离岸排放，有利于污染物的稀释扩散。从区域的角度来看，高崎污水处理厂及其配套工程尾水排海管的建设将有助于促进厦门岛东部区域污染物的削减，减轻对海域生态和环境质量的影响。

本工程管道敷设完成后，工程主体均位于水下；运营期，所划定的混合区范围为 **0.1885km²** 小于同安湾所允许混合区面积，项目满足资源利用上线要求。

根据 2016 年 6 月 6 日《厦门市人民政府办公厅转发市环保局关于进一步简政放权深化环评审批制度改革实施方案的通知》中《厦门市建设项目环保审批准入特别限制措施（负面清单）》可知本项目不属于“限制”和“禁止”引入的项目，且不属于生态保护要求中所列的“四个不批、三个严格”项目；项目不属于高污染、高能耗、高耗资产业，符合厦门市环境准入要求。本项目排放口位于同安湾大离浦附近海域，涉及新增入海排污口的项目，实行许可准入，建设项目环境影响报告书、报告表经技术评估、实质性审批批准后，建设

项目方可准入建设。高崎污水处理厂是主要处理厦门岛北部片区的生活污水，项目不属于高污染、高能耗、高耗资产业，符合厦门市环境准入要求。

综上分析，本工程的建设符合“三线一单”管控要求。

1.7 环境影响评价的主要结论

1.7.1 海域水文动力及地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目新建排海管是通过铺管船沉管法和漂浮沉管法，海域段平均埋深约 7m，基本没有改变海底地形地貌。营运期污水排放后，排水口出水速度最大约 2.19m/s，对排放口附近有限范围内的潮流场产生一定扰动，影响范围通常在混合区范围内，本项目水文动力影响区域约为排污口周边 100m 范围内，产生的影响也较小。因此，工程实施后对海洋水文动力及地形地貌与冲淤环境的影响较小。

1.7.2 水环境影响分析

（1）施工期

本项目排海管道沟槽开挖引起悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的包络面积约 1.21km^2，沿涨落潮方向最大长度约为 3.7km，垂直潮流方向最大宽度约为 550m。总体上，影响范围主要集中在大离浦岛南侧的狭长海域。施工引起的悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围未进入周边环境敏感目标，施工期悬浮泥沙对敏感目标影响较小。根据数模结果，施工期悬浮泥沙使得厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚-同安湾湾口）最高浓度增量约为 9.27mg/L<10mg/L，且施工引起的悬浮泥沙影响是短期的，随着施工结束，其影响也结束。

此外，沟槽回填主要回填块石和碎石，沟槽回填过程产生的入海泥沙相对于沟槽开挖作业而言要小得多，因此，沟槽回填对海域水质的影响较小。

建设单位应严格遵守相关要求，并与有资质的船舶含油污水和垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水和垃圾的接收处理。

（2）营运期

尾水规模为 20 万 t/d，正常排放情况下，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2；由于无机氮、活性磷酸盐水质现状均已超阈值，因此在数模预测时，无机氮、活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。计算结果表明，无机氮浓度

增量最大值出现在涨急时，约为 1.07mg/L；活性磷酸盐浓度增量最大值出现在涨急时，约为 0.022mg/L；虽然无机氮和活性磷酸盐的排放使得局部区域污染物有一定增量，但污水处理厂为区域减排工程，污水厂及排海管工程的建设总体上将削减污染物的排放。从区域上，本工程的建设将有利于改善厦门海域整体水质状况。COD_{Mn}扩散超标范围未进入周边环境敏感目标，营运期尾水排放对周边敏感目标影响较小。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中的关于混合区的定义以及数模预测结果，本评价确定的混合区为以排污口（24°34′26.511″N，118°7′13.096″E）为中心，长半轴为 400m，短半轴为 150m 的椭圆，面积约 0.1885km^2。该范围内水域的水质不执行任何水质标准。

1.7.3 固体废弃物环境影响分析

本项目实施过程所产生的主要固体废物为海域沟槽开挖产生的淤泥、施工人员生活垃圾、陆域段施工垃圾等。施工人员的生活垃圾由环卫部门统一清运处理，对环境基本不产生影响。本项目排海管沟槽挖泥约 19.55 万 m^3，拟运至东碇临时性海洋倾倒区抛填，在外抛处置前应向主管部门申请淤泥倾废许可，取得许可后，才能进行淤泥倾废。顶管施工的泥浆经过砂水分离器分离后，栅渣外运至岛外渣土站填埋处理，分离后清水循环利用，施工完成后泥浆池的水由罐车抽运至前埔污水处理厂处理；本项目高位井施工弃方 952m^3，应在施工前办理相关的渣土倾倒手续，由厦门市渣土办统一进行协调处置。

1.7.4 海洋沉积物环境影响分析

本项目对海域沉积物环境影响主要表现在：施工产生的悬浮泥沙在周边海域沉降引起局部海域表层沉积物环境的变化；施工期挖槽后管道覆盖对海域沉积物的扰动；营运期污水排放对沉积环境的影响。由于开挖引起的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物本身，一般情况下沟槽开挖对沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质的改变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总体沉降环境质量的变化。管道铺设后将在管道上面抛填块石、碎石等，导致管道上方局部海域沉积环境改变，但其影响是局部的，短暂的，随着管道铺设完成，海床的回淤，周边沉积环境将逐渐得到恢复。排污口周边的沉积物环境质量较好，但是随着污水的长时间连续大量排入，排放口附近海域的沉积物环境也有可能受到一定的累积影响。因此，本项目尾水在拟定排污区排放后，

建设单位应加强对排放口周边海域沉积物环境的跟踪监测，一旦发现异常，应及时上报有关部门，采取相应措施。

1.7.5 海洋生态环境影响分析

（1）施工悬浮泥沙对海洋生态影响分析

根据数模预测结果，施工期间悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的范围约 1.21km^2，沿开挖处线位向两侧扩散，对此范围内浮游生物的生长繁殖可能产生一定的干扰，将会导致生物量下降，由于浮泥沙最多在持续一个潮周期后基本落淤完毕，持续影响时间不长。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。

超过 10mg/L 的范围的悬浮泥沙沉降可能对部分底栖生物的繁殖和生长造成影响，但具有行动能力的底栖生物则可能主动逃窜回避从而免遭受损，随着施工结束后，底栖生物群落将逐渐恢复、重建。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙对底栖生物的影响较小。

本项目施工造成的入海悬浮泥沙增量超 10mg/L 的面积约 1.21km^2，影响范围和程度较小，在此水域范围内，部分鱼卵、仔鱼可能因高浓度的含沙量而死亡，成鱼虽可以回避，但部分幼体仍难逃厄运。而这种影响是暂时的，持续时间不长，随着每天停止作业而消失。因此，悬浮泥沙入海将对鱼类产生一定影响。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多数对悬浮泥沙有较强的抗性。因此，悬浮泥沙入海对虾蟹类的影响不大。

（2）施工产生的水下噪声对海洋生态的影响

本工程水下噪声主要来自施工船舶挖泥作业及航行。根据类比监测结果，本工程船舶挖泥作业及航行等产生的水下噪声将比海洋环境背景噪声高出约16~30 dB/1μPa，声压谱级较高的噪声频率集中在50~1000Hz之间。叠加背景值后，水下噪声最大值约150 dB /1μPa。施工造成水下声压高于AVRT的水域面积较小，主要局限于施工区域及其周边。施工水下噪声对鱼类的影响主要表现为噪声滋扰导致鱼类暂时游离施工水域，并不会造成大范围鱼类死亡等明显影响。

（3）营运期对海洋生态的影响

从区域环境角度，污水处理厂将大大减少区域污染物排放，具有环境正效益。对整个区域海洋生态环境具有改善作用。但仅从污水处理厂尾水排放角度，预测结果表明，正常排放时，叠加本底后海域的COD_{Mn}浓度超二类海水水质影响面积约0.13km^2。影响范围在可

接受范围内。但尾水长期排放将在排放口附近的积累及其污染生态效应却不可忽视。随着污水排放，排污口附近水域生态环境可能会缓慢出现恶化，生物多样性也可能逐步减少，底栖生物的种类组成上耐污种的数量将增加，鱼、虾、贝类生物体内污染物质的残留量也会逐渐增加，所以应加强营运期排污口附近海域的水质、沉积物及生物的环境跟踪监测与评估，同时防止污水事故性排放事件的发生。

（4）工程建设的海洋生物资源损失量

本工程的施工导致的海洋生物量的损失主要包括三个方面：一是管道沟槽开挖导致底栖生物死亡而引起生物量存量的减少；二是施工期间悬浮泥沙导致的海洋生物量损失；三是营运期污水排海引起的海洋生物量损失。管道沟槽开挖导致底栖生物损失量为4.12t；施工期间悬浮泥沙导致的海洋生物量损失为鱼卵3.70×10^6粒，仔稚鱼1.51×10^6尾，成体75.19kg；营运期污水排海引起的海洋生物量损失为1.04×10^7粒，仔稚鱼4.27×10^6尾，成体109.51kg。

（5）工程对敏感目标和周边海域开发活动的影响

施工引起的悬浮泥沙增量超10mg/L影响范围未进入周边环境敏感目标，施工期悬浮泥沙对敏感目标影响较小。根据数模结果，施工期悬浮泥沙使得厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚-同安湾湾口）最高浓度增量约为9.27mg/L<10mg/L，且施工引起的悬浮泥沙影响是短期的，随着施工结束，其影响也结束。

营运期污染物扩散超标范围未进入周边环境敏感目标，营运期尾水排放对周边敏感目标影响较小。营运期污染物扩散COD超标范围内的开发活动主要包括墩上至东安电台遥控电缆和高崎机场设置导航灯标/水上助航灯标，电缆和灯标对污染物排放不敏感；污水排放会对排放口附近局部区域内底床造成一定冲刷，其冲刷范围一般局限在排水口近区（即排水口周边100m范围内），墩上至东安电台遥控电缆和高崎机场设置导航灯标/水上助航灯标距排水口分别约150m、290m，且排水口周边采取了抛石等工程措施防止冲刷，因此营运期尾水排放对周边开发活动影响较小。

1.7.6 大气环境影响

施工期间对片区及其附近区域大气环境产生影响的主要是施工扬尘、施工机械废气、施工船舶的废气及汽车尾气污染等。施工扬尘、废气等影响范围主要集中在周边 100m，本工程陆域段管道路由从污水厂高位井接出，距人群集中点较远，在施工过程应注意减少土

石方运输车辆对沿途经过道路两侧区域的大气粉尘影响、管道铺设完成应尽快完成地面硬化、绿化等措施。施工期大气环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。

1.7.7 声环境影响分析

施工阶段包括陆域和海域管道埋设。噪声源主要来自船舶、施工机械、运输车辆等，根据预测，当在距施工场界 80m 以上进行昼间施工时，场界噪声基本可符合场界噪声限值，夜间施工场界噪声超标。施工单位应做好减噪降噪措施，将高噪音设备尽量安排在距离场界较远的地方运行，安排好施工时间，避免夜间作业。本排海管工程陆域段及临时施工场所 200m 范围内无声环境敏感目标，项目陆域段施工期对声环境影响较小。在距离挖泥船 200m 时，施工噪声即降至 60dB（A）以下。本项目海上施工区域距离声环境敏感目标较远，因此，船舶作业对声环境敏感目标的影响较小；并且施工期噪声影响是暂时的，随着施工的结束而结束。

1.7.8 对文昌鱼、中华白海豚及保护区影响分析结论

本工程位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（中华白海豚），距离中华白海豚保护区（同安湾口海域）的最近距离为 1.3km，与中华白海豚保护区（西海域）的最近距离约 5.0km，与文昌鱼外围保护地带最近距离约 9.8km，与文昌鱼保护区（黄厝）的最近距离约 11.0km。工程施工产生的悬浮泥沙、施工噪声、船舶往来及运营期尾水排放可能对中华白海豚及其保护区产生一定影响，对文昌鱼及其保护区基本没有影响。高崎污水厂的建设，有利于削减厦门岛北部污水直接或间接以面源方式入海，减轻同安湾海域的水污染物接纳压力，而本项目作为高崎污水厂的配套工程，其建设将处理达标的尾水引至大离浦屿深水排放口排放，充分利用该深水排水口的良好扩散条件，有利于尾水污染物的充分稀释、降解，避免或减轻尾水污染物的累积影响。在采取相应的环保工程措施、风险防范措施和生态补偿措施的情况下，本项目建设对中华白海豚、文昌鱼影响程度有限，在可接受的范围内。

1.7.9 环境风险评价

本工程建设可能造成的环境风险事故类型为：①排海管施工船舶碰撞导致的事故性溢油；②污水厂处理设施运行不正常造成的尾水事故排放；③排海管断裂造成的尾水事故排放。非正

常工况排放按照其中一条生产线（5 万 m^3/d）出现检修或停产，其他生产线（15 万 m^3/d）正常排放进行设定计算，施工期船舶溢油量设计为 30t。

计算结果表明，非正常工况排放条件下排放的 COD 全潮包络范围主要集中于排放口附近，浓度增量最大值出现在涨急时，约为 5.26mg/L；高平潮时，浓度增量最大约为 2.39g/L；落急时，浓度增量最大约为 2.77mg/L；低平潮时，浓度增量最大约为 3.85mg/L。非正常工况排放时，叠加本底后海域的 COD 浓度超二类海水水质影响面积约 0.43km^2，COD 浓度超一类海水水质影响面积约 3.57km^2。COD 污染物排放将会影响到同安湾口的厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚），COD 污染物非正常工况排放将会对周边海域环境造成一定的影响。

根据数模预测结果，东北风条件下高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 41.37km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，1h 将影响同安湾口的白海豚保护区，4.5h 将影响到厦门东部海洋保护区生态保护红线区，72 小时油膜未到达文昌鱼保护区外围保护地带和西海域。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 59.11km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，4.5h 内就将到达厦门西海域的白海豚保护区。西南风条件下高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 120.05km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，1h 将到达同安湾口白海豚保护区，4.5h 将影响厦门东部海洋保护区生态保护红线区，5.5h 小时油膜将到达文昌鱼保护区外围保护地带。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 94.42km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，2.5h 将到达同安湾西侧红线区，6h 将影响到西海域的白海豚保护区核心区，8.5 h 将影响到西海域的白海豚保护区核心区，对海洋环境和中华白海豚保护区造成较大的影响。因此，建设单位对此应引起足够的重视，根据本报告书及安全评价提出的要求，做好风险防范措施，制定风险应急计划，杜绝施工船舶溢油事故的发生。

1.7.10 评价总结论

高崎污水处理厂尾水排海管属于市政基础设施建设项目，是高崎污水处理厂尾水处置的配套设施。工程的建设符合国家产业政策要求和厦门市污水工程规划。工程的建设符合《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020 年)》、《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《福建省海洋生态红线划定成果》的相关要求，能够满足“三线一单”的要求。项目建

成对于改善厦门岛同安湾海域环境质量，改善区域市政基础设施条件方面具有积极意义。

本工程施工期对工程区附近海域水环境、生态环境及工程所在区域声环境、大气环境等的影响较小；运营期间，尾水通过排海管道排海将对排放口周边海域海洋环境造成一定影响。在严格采取本报告提出的各项污染防治对策措施、生态保护与补偿对策以及环境风险防范与应急措施的前提下，从环境保护角度考虑，本工程建设是可行的。

第二章　总　则

2.1 评价目的

本次环境影响评价的目的是在海域水质现状评价和污水排放口环境条件调查基础上，预测污水排海后，污染物排放对排放口海域海水水质及海域生态的影响；计算拟设排放口附近污/海水混合区范围，从工程、经济和环境综合分析，对高崎污水处理厂尾水排海管位置进行论证，并提出环保工程措施，从环境保护角度对工程建设的可行性做出明确结论，为工程建设的主管部门提供决策依据，为设计部门提供设计依据，为环境管理部门提供科学管理和决策依据。

2.2 编制依据

本报告将根据国家和地方有关环保法规、规划，以及有关技术规范、工程技术资料进行编制，编制依据如下：

2.2.1 国家有关法律和法规

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，2015 年 1 月；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2017 年 11 月；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》2018 年 12 月 29 日修订；

(4) 《建设项目环境保护管理条例》，2017 年 7 月 16 日修订；

(5) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018 年 1 月；

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

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

(8) 《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；

(9) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，2012 年 7 月；

(10)《中华人民共和国海域使用管理法》，2002 年 1 月；

(11)《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2018 年 3 月 19 日；

(12)《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》，2017 年 3

月 1 日修订；

(13)《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，国家发改委，2020 年 1 月 1 日施行；

(14)《环境影响评价公众参与办法》， 2019 年 1 月 1 日；

(15)《建设项目环境影响评价分类管理目录》，2018 年 4 月修订。

2.2.2 地方法规和功能区划

(1) 《福建省环境保护条例》，2012 年 3 月修订；

(2) 《福建省海洋环境保护条例》，2016 年 4 月修订；

(3) 《福建省海域使用管理条例》，2018 年 3 月；

(4) 《福建省近岸海域环境功能区划》（2011～2020 年），2011 年 6 月；

(5) 《福建省海洋环境保护规划》（2011-2012 年），2011 年 6 月；

(6) 《福建省海洋功能区划》（2011-2020 年），2012 年 10 月；

(7) 《福建省海洋生态保护红线划定成果》，2017 年 12 月 28 日；

(8) 《厦门市环境功能区划》（第四次修订），2018 年 10 月；

(9) 《厦门市海洋环境保护规划（2016-2020 年）》，厦门市人民政府，2017 年 7 月；

(10) 《厦门市海洋环境保护若干规定》，2018 年 11 月；

(11)《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理委员会、厦门市海洋与渔业局，2016 年 2 月；

(12)《厦门市突发环境事件应急预案》（2018 年修订版），2018 年 12 月；

(13)《厦门市中华白海豚保护规定》，厦门市人民政府，1997 年 12 月；

(14)《厦门市环境保护条例》，2018 年修订；

(15)《厦门市生态环境准入清单（2019 版）》，厦门市生态环境局，2019 年 11 月 11 日；

(16)《厦门市环境保护局关于印发厦门市城镇污水集中处理工程建设项目环境保护管理指导意见（试行）的通知》，厦环评[2018]54 号，2018 年 12 月 25 日。

2.2.3 环境影响评价技术导则

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则—总纲》，HJ2.1-2016；

(2) 《环境影响评价技术导则—大气环境》，HJ2.2-2018；

(3) 《环境影响评价技术导则—声环境》，HJ2.4-2009；

(4) 《环境影响评价技术导则—生态影响》，HJ19-2011；

(5) 《环境影响评价技术导则—地表水环境》，HJ2.3-2018；

(6) 《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ169-2018；

(7) 《海洋工程环境影响评价技术导则》，GB/T 19485-2014。

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

(9) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，2002 年 4 月；

(10)《海洋调查规范》（GB12763-2007）；

(11)《海洋监测规范》（GB17378-2007）。

2.2.4 工程规划及设计材料

(1) 《厦门市城市总体规划》（2010-2020）；

(2) 《厦门市市政、园林、林业“十三五”规划》，2015 年 12 月；

(3) 《厦门市污水布局研究及处理系统规划环境影响报告书》，自然资源部第三海洋研究所，2019 年 11 月。

(4) 《高崎污水处理厂尾水排海管工程可行性研究报告》，上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司，2020 年 5 月；

(5) 《高崎污水处理厂尾水排海管排污口设置论证报告书（备案稿）》，自然资源部第三海洋研究所，2020 年 6 月；

(6) 《高崎污水处理厂一期工程环境影响报告书》，厦门南方海洋科技有限公司，2020 年 6 月。

2.3 评价工作等级、范围

本节主要针对海洋环境、大气环境、声环境、地下水环境、风险评价等影响评价等级进行界定。

2.3.1 评价工作等级

（1）海洋环境影响评价等级

本工程位于厦门同安湾大离浦附近海域，工程将建设两根 DN2200 排海管道，双管平行埋设，单管长度约 414m，近期尾水排放规模为 20 万 t/d，依据《环境影响评价技术导则—地表水环境》以及参照《海洋工程环境影响评价技术导则》的评价等级划分原则，本项目的水文动力环境、水质、沉积物、生态和生物资源环境评价等级均为 1 级；地形地貌和

冲淤环境影响评价等级定为 3 级。综上，本项目的海洋环境影响评价等级定为 1 级。

表 2.3-1 海洋环境影响评价等级判据一览表

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	单项海洋环境影响评价等级			
			水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海洋排污管道工程；城市排污管道工程；污水海洋处置等工程	污水排放量大于 30000m³/d	**生态环境敏感区**	**1**	**1**	**1**	**1**

表 2.3-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

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；连片和单项海砂开采工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积$(50\sim30)\times10^4m^2$ 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；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积$(30\sim20)\times10^4m^2$ 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；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

（2） 大气环境影响评价等级

项目施工期的大气环境影响主要来自于运输过程产生的汽车扬尘、施工场地的扬尘和施工机械的尾气排放，其影响是短暂的。根据《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2-2018），本项目大气环境影响评价等级定为三级。由于本工程由于陆域段通过顶管方案施工，主体工程位于海底，且离陆域环境敏感目标较远，工程施工期大气污染物排放对人群影响小，所以大气环境影响从简评价，主要进行现状分析和提出有关的环保工程措施。

（3）声环境影响评价等级

本工程噪声环境影响主要是施工船舶、施工机械产生的噪声影响。根据《环境影响评价技术导则—声环境》（HJ2.4-2009），声环境影响评价工作定为三级。由于本工程主体工程位于海上，且离陆域环境敏感目标较远，而陆域段通过顶管方案施工，工程施工期噪声对人群影响小，所以声环境影响从简评价，主要进行现状评价和提出有关的环保工程措施。

（4）地下水环境影响评价等级

依据《环境影响评价技术导则-地下水环境》HJ610-2016，本工程属于“21 海底隧道、管道、电（光）缆工程”属于 IV 类建设项目不用开展地下水环境影响评价。

（5）环境风险评价：本工程临近厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区，属于环境敏感区。本项目建设过程中存在船舶事故溢油的环境风险，营运期存在尾水事故排放的风险，以及排海管破裂或断裂的环境风险。依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），保守考虑，本项目环境敏感程度（E）分级为环境高度敏感区 E1，风险潜势为III，因此，本工程环境风险评价定为二级评价。

2.3.2 评价范围

（1）水环境评价范围

根据环境要素评价等级和工程可能的影响范围，以及工程所在地的环境特征，本工程海域评价范围为东南至香山至翔安澳头连线，北至同安湾大桥，西至高集海堤以北连线的厦门湾海域，面积约 94km^2，数模计算范围适当扩大；详见图 2.3-1。

（2）大气环境评价范围

根据本工程的特点，本工程大气环境影响评价为三级，不设置大气环境影响评价范围。

（3）声环境评价范围

根据本工程的特点，本工程声环境的评价范围为管道路由及临时施工场地周边 200m 范围，详见图 2.3-2 和图 2.3-3。

（4）环境风险评价范围

根据环境风险等级和可能的影响范围，以及工程所在地的环境特征，本项目的环境风险评价范围在海域评价范围基础上适当扩大，环境风险计算范围为石码以东，围头以西，流会以北，包括整个厦门海域在内的区域，南北约 46km，东西约 76km，总面积约 1550km^2。详见图 2.3-4。

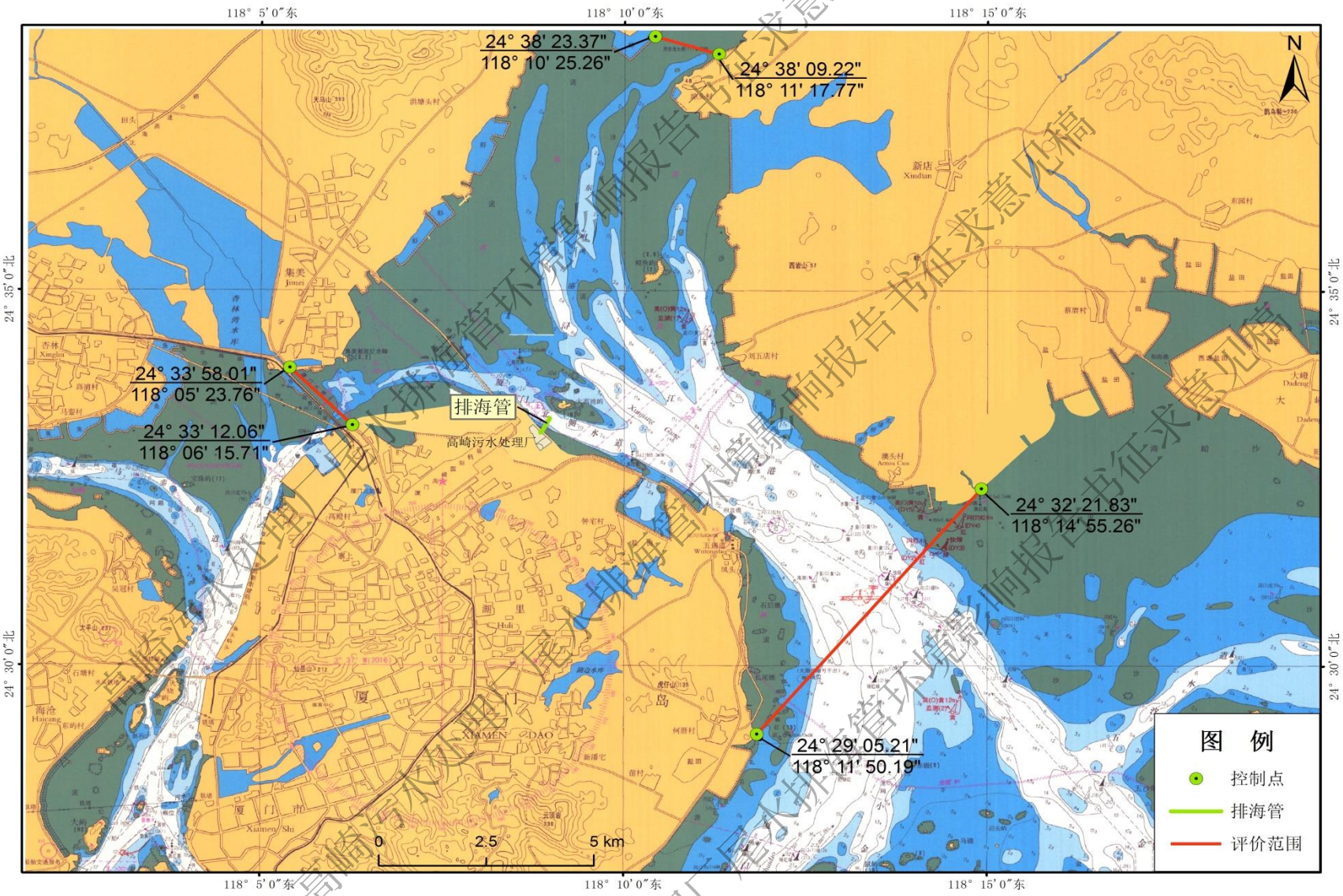


图 2.3-1 水环境评价范围图

图 2.3-2 管道路由区周边声环境评价范围

图 2.3-3 临时施工场地周边声环境评价范围

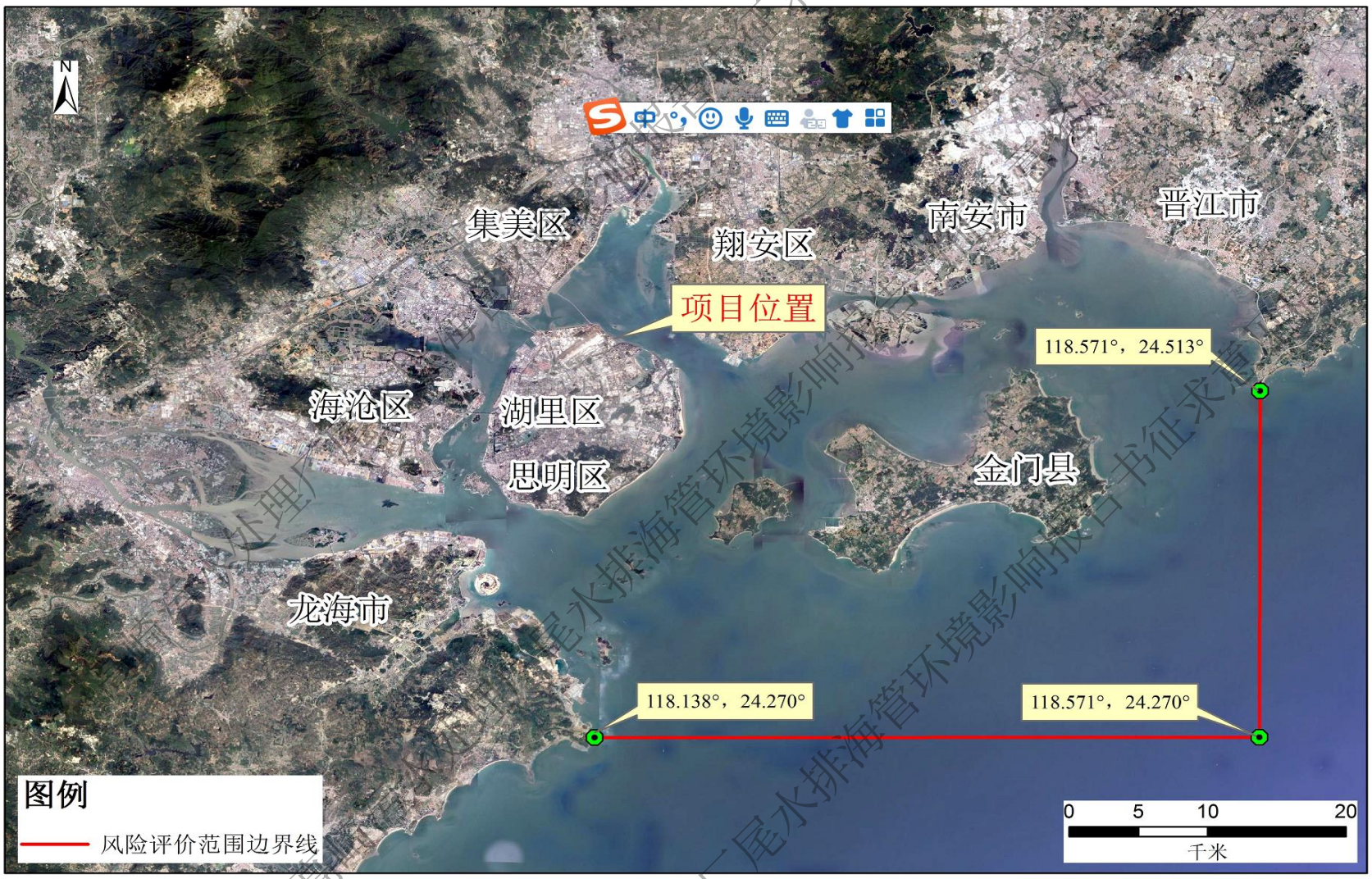


图 2.3-4 环境风险评价范围图

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

(1) 海域水环境质量标准

根据《福建省近岸海域环境功能区划（2011～2020）》，工程所在海域位于同安湾三类区（FJ103-C-II），其海水水质执行第二类海水水质标准；本次评价海域主要包含了同安湾三类区、同安湾口一类区、同安湾刘五店四类区和同安湾五通四类区；其中，同安湾三类区、同安湾刘五店四类区和同安湾五通四类区执行第二类海水水质标准，同安湾口一类区执行第一类海水水质标准，详见表 2.4-1 和表 2.4-2。

表 2.4-1 海水水质标准(GB3097-1997) (mg/l)

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
水温(℃)	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其它季节不超过 2℃		人为造成的温升夏季不超过当时当地 4℃	
pH (无量纲)	7.8～8.5 同时不超过该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		6.8～8.8 同时不超过该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
SPM	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
DO＞	6	5	4	3
COD_{Mn}≤	2	3	4	5
BOD_5≤	1	3	4	5
石油类≤	0.05		0.30	0.50
无机氮≤(以 N 计)	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐(以 P 计)≤	0.015	0.030		0.045
大肠菌群≤(个/L)	10000（供人生食的贝类增养殖水质≤700）			--
粪大肠菌群≤(个/L)	2000（供人生食的贝类增养殖水质≤140）			--
汞	0.00005	0.0002		0.0005
镉	0.001	0.005	0.010	
铅	0.001	0.005	0.010	0.050
总铬	0.05	0.10	0.20	0.50
砷	0.020	0.030	0.050	
铜	0.005	0.010	0.050	
锌	0.020	0.050	0.10	0.50
硫化物≤（以 S 计）	0.02	0.05	0.10	0.25
挥发性酚≤	0.005		0.010	0.050

表 2.4-2 评价海域近岸海域环境功能区划（福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020））

海域名称	标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积（平方公里）	近岸海域环境功能区		水质保护目标	
						主导功能	辅助功能	近期	远期
同安湾	FJ103-C-Ⅱ	同安湾三类区	刘五店和钟宅连线以北及高崎海堤以东同安湾海域。	24°35′36.96″N，118°9′28.8″E	80.67	旅游、航运	纳污	三	二
	FJ104-A-Ⅰ	同安湾口一类区	钟宅、五通、澳头、刘五店四点连线的同安湾口海域。	24°32′42.36″N，118°11′24.0″E	7.91	中华白海豚保护	航运	一	一
	FJ105-D-Ⅱ	同安湾刘五店四类区	翔安区新店镇刘五店村至欧厝村附近海域。	24°32′47.04″N，118°12′43.2″E	8.15	港口、一般工业用水	中华白海豚保护、纳污	三	二
	FJ106-D-Ⅱ	同安湾五通四类区	厦门岛东北部五通附近海域。	24°31′59.52″N，118°11′13.2″E	0.84	港口、一般工业用水	中华白海豚保护区、滨海旅游	三	二
	FJ107-C-Ⅱ	五缘湾三类区	五缘湾。	24°31′40.8″N，118°10′8.4″E	2.85	旅游	生态修复	三	二

(2) 海洋沉积物

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，评价海域的主要包括同安湾旅游环境保护利用区、同安湾湾口中华白海豚重点保护区、五缘湾旅游环境保护利用区、刘五店港口与工业开发监督区、厦门岛东部海域生态廊道保护利用区，沉积物质量执行 GB18668-2002《海洋沉积物质量》第一类标准，见表 2.4-3。

表2.4-3　海洋沉积物质量标准 (GB18668-2002)

监测项目	分　析　方　法	第一类
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	$\leq 2\times10^{-2}$
硫化物	亚甲基蓝分光光度法	$\leq 300\times10^{-6}$
石油类	荧光分光光度法	$\leq 500\times10^{-6}$
汞	原子荧光法	$\leq 0.2\times10^{-6}$
镉	无火焰原子吸收分光光度法	$\leq 0.5\times10^{-6}$
铅	无火焰原子吸收分光光度法	$\leq 60\times10^{-6}$
砷	原子荧光法	$\leq 20\times10^{-6}$
铜	无火焰原子吸收分光光度法	$\leq 35\times10^{-6}$
锌	火焰原子吸收分光光度法	$\leq 150\times10^{-6}$

(3) 海洋生物质量

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，评价海域的主要包括同安湾旅游环境保护利用区、同安湾湾口中华白海豚重点保护区、五缘湾旅游环境保护利用区、刘五店港口与工业开发监督区、厦门岛东部海域生态廊道保护利用区，评价范围内的海洋生物质量评价标准按 GB18421-2001《海洋生物质量标准》第一类标准执行见表 2.4-4。

表 2.4-4　海洋贝类生物质量评价标准值（鲜重）　单位：mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总 汞 ≤	0.05	0.10	0.30
2	镉 ≤	0.2	2.0	5.0
3	铅 ≤	0.1	2.0	6.0
4	铬≤	0.5	2.0	6.0
5	砷≤	1.0	5.0	8.0
6	铜 ≤	10	25	50（牡蛎 100）
7	锌 ≤	20	50	100（牡蛎 500）
8	石油烃 ≤	15	50	80

注：贝类以去壳后的鲜重计。

(4) 声环境质量标准

根据《厦门市环境功能区划》（第四次修订），本工程位于厦门市声环境质量机场区（图 2.4-1），工程区声环境质量执行 GB9660-88 二类区域标准。见表 2.4-5。

表 2.4-5 声环境质量标准　　LAeq:dB

适用区域	标准值
一类区域	≤70
二类区域	≤75

备注：一类区域：特殊住宅区、居住、文教区；二类区域：除一类区域以外的生活区；本标准适用的区域地带范围由当地人民政府划定。

(5) 环境空气质量标准

根据《厦门市环境功能区划》（第四次修订）的环境空气质量功能区划（如图 2.4-2），工程陆域段环境空气质量执行 GB3095-2012《环境空气质量标准》中的二级标准，环境空气质量标准限值见表 2.4-6。

表 2.4-6 环境空气质量标准

污染物名称	取值时间	浓度限值(mg/m³)	标准来源
SO_2	年 平 均	0.06	《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准
	24 小 时 平 均	0.15	
	1 小时平均	0.50	
NO_2	年 平 均	0.04	
	24 小 时 平 均	0.08	
	1 小时平均	0.20	
TSP	年 平 均	0.20	
	24 小 时 平 均	0.30	
PM_{10}	年 平 均	0.07	
	24 小 时 平 均	0.15	

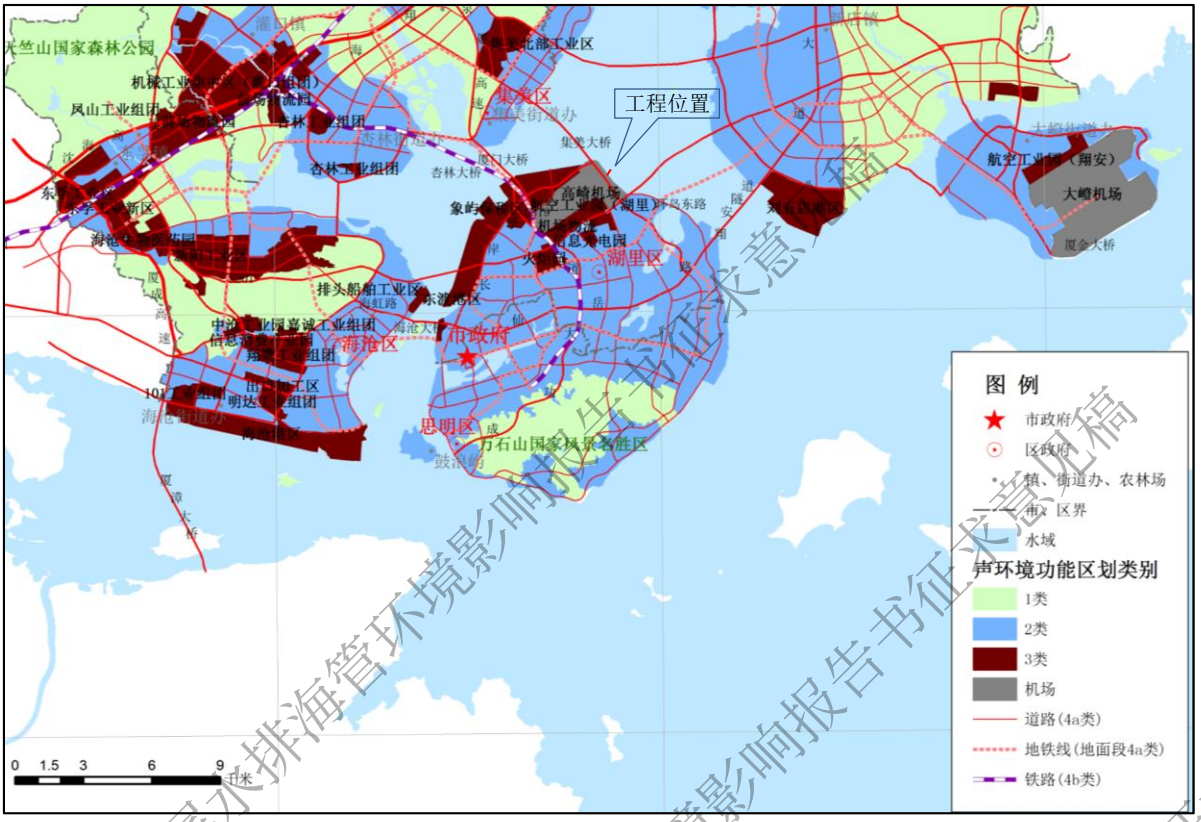


图 2.4-1 厦门市声环境功能区划图

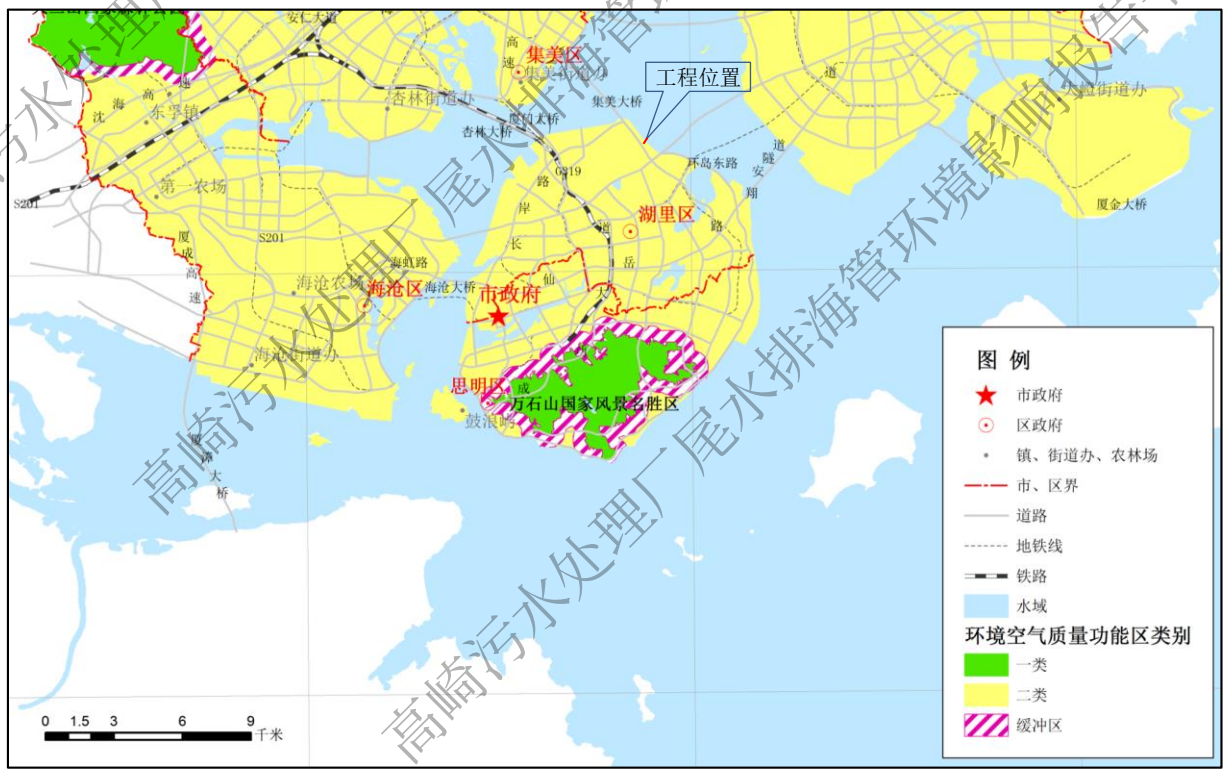


图 2.4-2 厦门市环境空气质量功能区划图

2.4.2 污染物排放标准

(1) 水污染物排放标准

根据厦门市生态环境局对高崎污水处理厂尾水排放标准的复函，高崎污水处理厂出水水质执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值（注：《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值与《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB18918-2002 中的一级 A 排放标准一致），详见表 2.4-7 和表 2.4-8。

表 2.4-7 厦门市公共污水处理系统水污染物排放限值

单位：mg/L（凡注明者除外）

序号	污染物项目	A 级	B 级	C 级	污染物排放监控位置
1	pH（无量纲）	6～9	6～9	6～9	单位废水总排放口
2	COD_{Cr}	30	40	50	单位废水总排放口
3	BOD_5	6	10	10	单位废水总排放口
4	SS	10	10	10	单位废水总排放口
5	总氮(以 N 计)	10	15	15	单位废水总排放口
6	氨氮(以 N 计)②	1.5	2	5(8)	单位废水总排放口
7	总磷(以 P 计)	0.3	0.4	0.5	单位废水总排放口
8	石油类	0.5	1.0	1.0	单位废水总排放口
9	动植物油	1	1	1	单位废水总排放口
10	阴离子表面活性剂	0.3	0.3	0.5	单位废水总排放口
11	色度(稀释倍数)	15	20	30	单位废水总排放口
12	粪大肠菌群数(个/L)	1000	1000	1000	单位废水总排放口

表 2.4-8 基本控制项目最高允许排放浓度（日均值）（单位：mg/l）

序号	项目	一级标准		二级标准	三级标准
		A 标准	B 标准		
1	pH	6～9			
2	COD_{Cr}	50	60	100	120①
3	BOD_5	10	20	30	60①
4	SS	10	20	30	50
5	总氮(以 N 计)	15	20	--	--
6	氨氮(以 N 计)②	5(8)	8(15)	25(30)	--
7	总磷(以 P 计)	0.5	1	3	5
8	石油类	1	3	5	15
9	动植物油	1	3	5	20

10	阴离子表面活性剂	0.5	1	2	5
11	色度(稀释倍数)	30	30	40	50
12	粪大肠菌群数(个/L)	10^3	10^4	10^4	--
①下列情况下按去除率指标执行：当进水 COD 大于 350mg/l 时，去除率应大于 60%；BOD 大于 160mg 时，去除率应大于 50%。 ②括号外数值为水温＞12℃时的控制指标，括号内数值为水温≤12℃时的控制指标。					

(2) 船舶污染物排放标准

施工船舶含油污水、船舶生活污水、船舶垃圾等船舶污染物排放执行 GB3552-2018《船舶水污染物排放控制标准》。另根据《船舶污染物铅封管理规定》：“**第五条** 禁止本管理规定适用的船舶向沿海海域排放油类污染物。船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施。**第六条** 除机舱通岸接头（接收出口）管系外，船舶的油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封”。

船舶污水排放执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552－2018)，标准值见表 2.4-9 和表 2.4-10；船舶垃圾排放要求详见表 2.4-11。

表 2.4-9 船舶含油污水排放控制要求（沿海）

污水分类	船舶类别		排放控制要求
机器处所油污水	400 总吨及以上船舶		**油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或者收集并排入接收设施。**
	400 总吨以下船舶	非渔业船舶	**油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或者收集并排入接收设施。**
		渔业船舶	（1）自 2018 年 7 月 1 日起至 2020 年 12 月 31 日止，执行油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)； （2）自 2021 年 1 月 1 日起，执行油污水处理装置出水口石油类≤15(mg/L)或收集并排入接收设施。
含货油残余物的油污水	150 总吨及以上油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施，或在船舶航行中排放，并同时满足下列条件： （1）油船距最近陆地 50 海里以上； （2）排入海中油污水含油量瞬间排放率不超过 30 升/海里； （3）排入海中油污水含油量不得超过货油总量的 1/30000； （4）排油监控系统运转正常
	150 总吨以下油船		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施。

表 2.4-10 船舶生活污水排放要求及标准（海域）

序号	排放区域	分类	主要污染物名称	标准限值
1	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域（应采用下列方式之一进行处理，不得直接排入环境水体：a、利用船载收集装置收集，排入接收设施，b、利用船载生活污水处理装置处理，达到排放要求后在航行中排放。）	2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处置装置的船舶	COD	≤50(mg/L)
			SS	≤150(mg/L)
			耐热大肠菌群数	≤2500(个/L)
		2012 年 1 月 1 日以后安装（含更换）生活污水处置装置的船舶	BOD_5	≤25(mg/L)
			SS	≤35(mg/L)
			耐热大肠菌群数	≤1000(个/L)
			COD	≤125(mg/L)
			pH	6~8.5
			总氯（总余氯）	<0.5(mg/L)
2	3 海里＜与最近陆地间距离≤12 海里的海域	需同时满足： （1）使用设备打碎固形物质和消毒后排放； （2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		
3	与最近陆地间距离＞12 海里的海域	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		

表 2.4-11 船舶垃圾排放控制要求（海域）

序号	分类	位置	排放要求
1	食品废弃物	距最近陆地≤3 海里	应收集并排入接收设施
		3 海里＜与最近陆地间距离≤12 海里	粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放
		与最近陆地间距离＞12 海里	可以排放
2	货物残留物	距最近陆地≤12 海里	应收集并排入接收设施
		与最近陆地间距离＞12 海里	不含危害海洋环境物质的货物残留物可排放
3	动物尸体	距最近陆地≤12 海里	应收集并排入接受设施
		与最近陆地间距离＞12 海里	可以排放
备注	任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。 任何海域，对于货舱、甲板和外表面清洗水，其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放，其他操作废弃物应收集并排入接收设施。 任何海域，对于不同类别船舶垃圾的混合垃圾的排放控制，应同时满足所含每一类船舶垃圾的排放控制要求。		

(3)噪声排放标准

项目施工场界噪声执行 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》中的规定，见表 2.4-12。

表 2.4-12　建筑施工场界环境噪声排放限值　单位：dB（A）

昼间	夜间
70	55

（4）大气污染物排放标准

施工期大气污染物主要以扬尘为主，颗粒物排放执行大气污染物《厦门市大气污染物排放控制标准》（DB35/323-2018，第三次修订）中单位周界无组织排放监控浓度限值（即0.5mg/m^3）。

2.5 环境保护目标

根据本工程特点和周围环境特征，本排海管工程陆域段及临时施工场所200m范围内无声环境敏感目标，也没有大气环境保护敏感目标，海域保护目标主要为中华白海豚保护区（同安湾口海域）厦门海水试验站大离浦屿海上试验设施港池、浮筏，五缘湾海洋保护区海洋生态保护红线区。

本项目周边主要环境敏感目标详见表2.5-1和图2.5-1。根据本污水厂工程特点和周围环境特征，特别关注排海管道周边200m范围内的环境敏感目标以及尾水排放口周边的环境敏感目标。本排海管工程陆域段及临时施工场所200m范围内无声环境敏感目标，详见图2.3-2及图2.3-3。

表 2.5-1　工程区周边主要环境敏感目标

序号		名称	与管线相对位置	影响时段	环境保护要求
海域段	1	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）	ES,约1.3km	施工期、营运期	第一类海水水质、第一类沉积物质量、第一类生物质量标准
	2	厦门海水试验站大离浦屿海上试验设施港池、浮筏	N，约620m	营运期	第二类海水水质、第一类沉积物质量、第一类生物质量标准
	3	五缘湾海洋保护区海洋生态保护红线区	ES，约2.4km	营运期	第二类海水水质、第一类沉积物质量、第一类生物质量标准

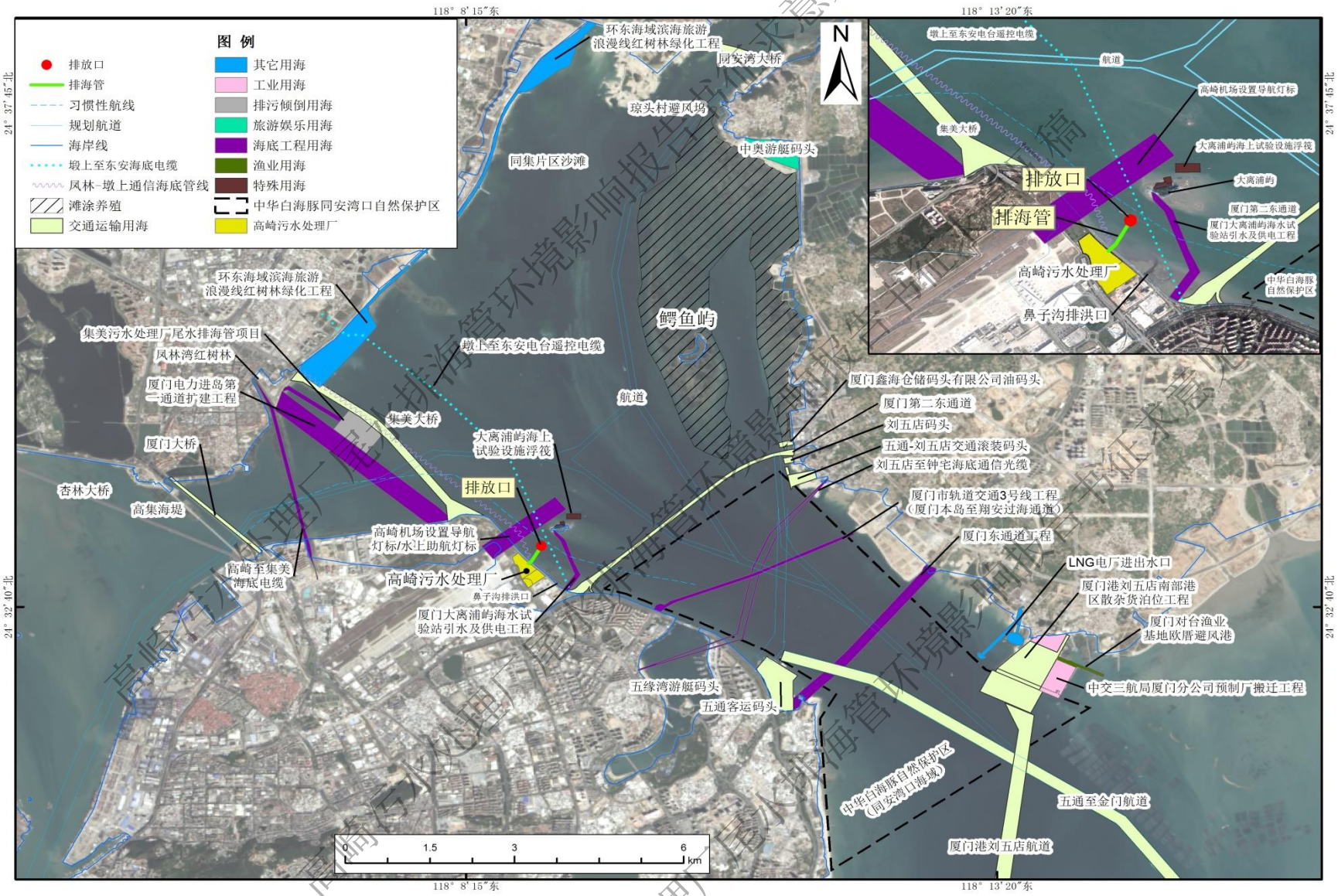


图 2.5-1 海域环境敏感目标分布图

2.6 环境影响因素识别和评价因子的筛选

表 2.6-1　不同阶段的环境影响因子识别分析表

		施工期			营运期	
		泥 沙入海	施工噪声	生活垃圾及生活污水	污水正常排放	污水事故排放
自然环境	海域环境	-2S		-1S	-2L	-3S
	声环境		-1S			
	环境空气			-1S		
社会经济影响	区域经济				+2L	-2S
	解决区域污水出路				+3L	

注：+正面影响，-负面影响；3、2、1 依次为影响较大、中等、较小；空格为无影响；
L 长期影响，S 短期影响：陆域建设包括陆域回填和附属设施建设。

2.7 评价重点

（1）评价海域环境质量现状调查与评价；

（2）尾水排海管线施工期的环境影响评价。

（3）尾水正常排放和非正常排放对排放口附近海域环境影响预测评价；

（4）项目建设对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区的影响评价。

（5）工程建设与相关规划的符合性分析。

2.8 评价因子

2.8.1 现状评价因子

(1) 水质现状评价因子：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、BOD_5、无机氮（氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮）、活性磷酸盐、悬浮物、挥发性酚、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总铬、锌、汞、砷；

(2) 沉积物质量现状评价因子：硫化物、有机碳、石油类、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷；

(3) 生物质量现状评价因子：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油烃；

(4) 环境空气现状分析因子：SO_2、NO_2、CO、$PM_{2.5}$、PM_{10}；

(5) 噪声现状评价因子：L_{Aeq}；

2.8.2 影响预测因子

（1）施工期：SPM（悬浮物）、L_{Aeq}。

（2）营运期：COD_{Mn}、无机氮、活性磷酸盐

第三章　工程概况和工程分析

3.1 工程概况

（1）项目名称：高崎污水处理厂尾水排海管

（2）建设单位：厦门水务排水管理有限公司

代建单位：厦门市市政建设开发有限公司

（3）项目性质：本项目属于新建工程，属城市基础设施建设工程、环保工程项目

（4）地理位置：位于厦门同安湾大离浦附近海域，排放口中心地理坐标为118°08′58.242″E，24°33′17.032″N；见图 3.1-1。

（5）建设内容与规模

高崎污水处理厂尾水排海管拟建设两根 DN2200 钢管，双管平行埋设，单管长度约 414m；其中，放流管约为 354m（陆域段约 40m+海域段约 314m），扩散段长度 60 米，设置 7 根上升管，间距 10 米，上升管管径 DN800，末端设 5 只扩散喷头，孔径 DN300；并配套建设一座高位井，尾水排海管近期接纳尾水排放量为 20 万 m^3/d，两根管轮换运行。

（6）工程总投资：工程总投资约 12416 万元。

（7）用海情况：

本项目拟申请 50 年期限用海面积为 25.8864hm^2，其中，海底电缆管道用海面积 0.8756hm^2，污水达标排放用海面积为 25.0108hm^2。拟申请 1 年期限施工用海总面积为 10.5680hm^2，其中沟槽开挖用海面积 0.5680hm^2，加工场地用海面积 10.0000hm^2，详见表 3.1-1。

本工程排海管占用厦门岛东北部厦门航空工业园区造地项目二期工程人工岸线 28.4m；沟槽开挖和加工场地施工期用海未占用岸线。本项目沟槽开挖和加工场地拟申请施工用海的宗海位置图见下图 3.1-2~3.1-6，坐标均采用 CGCS-2000 坐标系。

表 3.1-1 本项目涉及用海类型及用海面积

用海类型	用海方式	用途	用海面积（hm^2）	备注
海底工程用海（电缆管道用海）	海底电缆管道	排海管用海	0.8756	扣除与污水达标排放用海交叉部分 0.7344hm^2
排污倾倒用海（污水达标排放用海）	污水达标排放	污水混合区用海	25.0108	根据本项目数模单位（海洋三所）提供的正常工况排放下污水达标混合区并进行适当归整，并便于海域管理等进行综合确定
	取、排水口	排水口用海	3.3279	与污水达标排放用海交叉用海，完全纳入污水达标排放用海
申请施工用海	专用航道、锚地及其它开放式	沟槽开挖用海	0.5680	
		加工场地用海	10.0000	
合计			36.4544	包括施工用海

图 3.1-1　地理位置示意图

3.2 项目组成及相关工程

3.2.1 项目组成

本项目组成见下表 3.2-1。

表 3.2-1 项目组成及相关工程表

	基本组成	主要工程内容	备注
主体工程	A 管	①总长度约为 412.94 m；其中放流管长度约 353.94m，扩散管长度约为 60m； ②扩散段上设置 7 根 DN800 的上升管，上升管间距为 10m。 ③在每根上升管端部设置 5 只 DN300 喷口，喷口处流速为 2.19m/s，仰角 10°。 ④管径为 DN2200，埋设深度 7.0m；管材材质为钢管，排放能力为 25 万 t/d。	本次评价内容
	B 管	①总长度约为 414.64m；其中放流管长度约 354.64m，扩散管长度约为 60m； ②扩散段上设置 7 根 DN800 的上升管，上升管间距为 10m。 ③在每根上升管端部设置 5 只 DN300 喷口，喷口处流速为 2.19m/s，仰角 10°。④管径为 DN2200，埋设深度 7.0m；管材材质为钢管，排放能力为 25 万 t/d。	本次评价内容
	尾水排海	尾水排放量为 20 万 t/d，出水水质为（DB35/322-2018）C 级排放限值。尾水排放口位于厦门同安湾大离浦附近海域，排放口中心地理坐标为 118°08′58.242″E，24°33′17.032″N。	本次评价内容。其中，尾水排放口论证已备案（厦环备【2020】3 号）。
配套工程	高位井	高位井平面尺寸为 14.9m×13m，底板面埋深为 18.3m，现浇钢筋混凝土沉井结构，采用不排水下沉，水下封底。	本次评价内容
辅助工程	临时施工场地	本工程临时施工场地位于厦门同安区西柯镇丙洲岛南侧。	本次评价内容
依托工程	高崎污水处理厂（厂区）	总设计规模日处理污水量为 50 万 t。一期工程建设规模为 20 万 t/d，变化系数 1.30，采用“A/A/O+反硝化深床滤池+污泥脱水干化”工艺路线，建设形式采用集约化地上式布置，占地面积 8.36 公顷。	一期工程环评已获批复，（厦环审【2020】67 号）

3.2.2 高崎污水处理厂一期工程及尾水排放口选划概况

（1）高崎污水处理厂一期工程概况

高崎污水处理厂一期工程环评已于 2020 年 6 月 15 日取得厦门市生态环境局批复（附件四）；一期工程的具体概况如下：

高崎污水处理厂区位于高崎机场以南，现状环岛干道、鼻子沟及花屿东路围

合区（图 3.1-1）。高崎污水处理厂一期工程设计规模为 20 万 m^3/d，变化系数 1.30。

高崎污水处理厂厂区的污水处理工艺为“粗格栅进水泵房+中细格栅+曝气沉砂池+多模式 AAO 工艺+平流二沉池+高效沉淀+反硝化深床滤池+加氯接触池”。污泥处理拟采用重力浓缩+储泥池+离心脱水（污泥含水率<80%）工艺路线（预留低温干化土建）。臭气处理采用生物滤池+化学洗涤工艺。厂区出水水质标准为《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值。工艺流程如图 3.2-1 所示；其设计进出水水质见表 3.2-2。

高崎污水处理厂服务范围为：湖里东及湖里西片区，具体范围为本岛仙岳山—小东山—枋湖北二路—五缘湾以北片区，总服务面积约 37.8km^2，具体见图 3.2-2。其建设形式采用集约化地上式布置，用地面积为 8.36hm^2，并预留了远期 50 万 t/d 的用地，项目总平面布置方案见图 3.2-3。

表 3.2-2 高崎污水处理厂设计进、出水水质指标一览表

项目	BOD_5（mg/L）	COD_{Cr}（mg/L）	SS（mg/L）	TN（mg/L）	氨氮（mg/L）	TP（mg/L）	大肠杆菌（个/L）
进水水质	180	350	200	45	35	4.5	
出水水质	≤10	≤50	≤10	≤15	≤5.0	≤0.5	≤1000

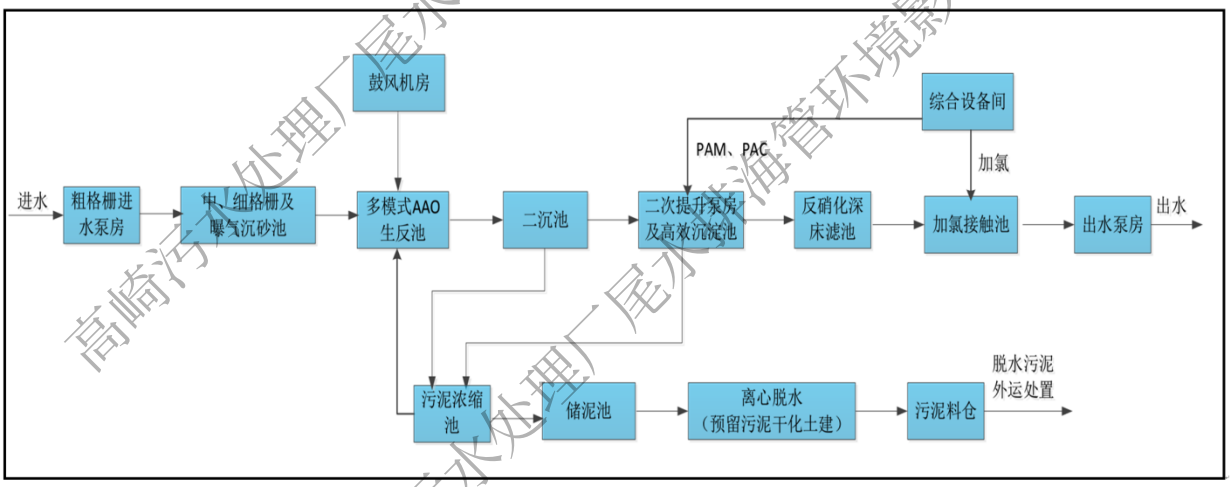


图 3.2-1 高崎污水处理厂工艺流程图

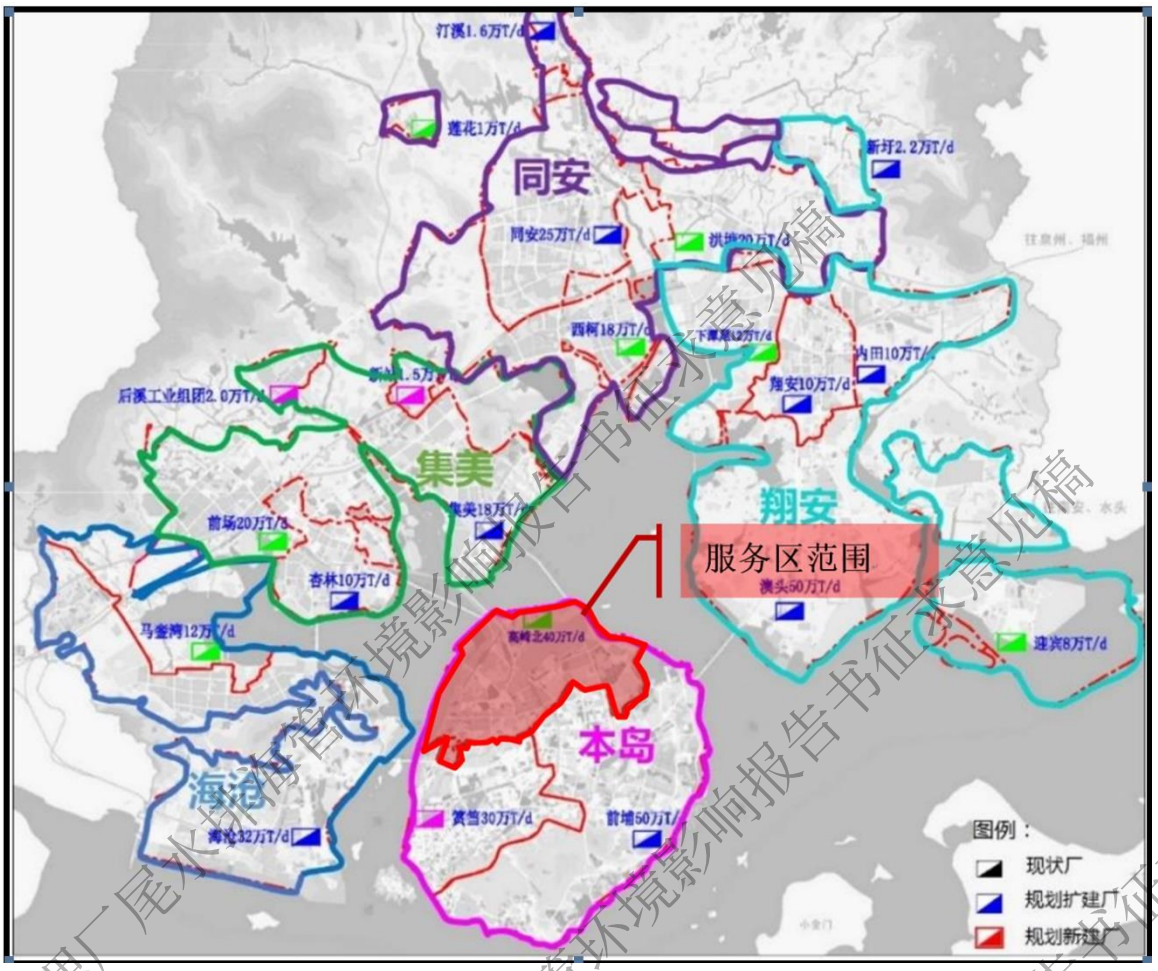


图 3.2-2 高崎污水处理厂服务区范围示意图

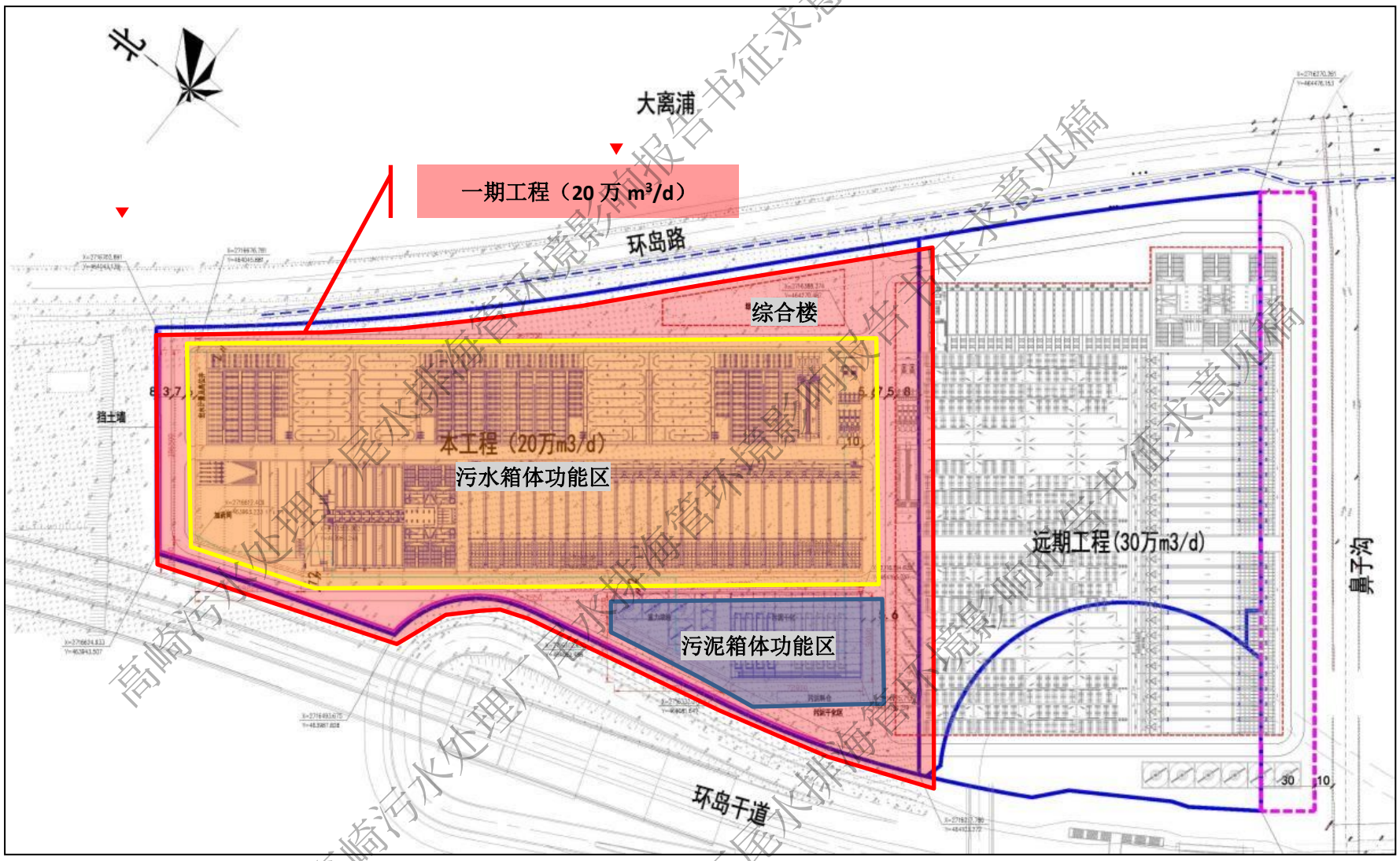


图 3.2-3 高崎污水处理厂一期工程（近期工程）厂区平面布置图

（2）高崎污水处理厂尾水排放口选划结论

2020 年 4 月，厦门市市政建设开发有限公司（代建单位）委托自然资源部第三海洋研究所开展高崎污水处理厂排放口的选址论证工作；2020 年 5 月 8 日，厦门水务排水管理有限公司（建设单位）组织召开了《高崎污水处理厂尾水排海管排污口设置论证报告》技术评审会，会上专家和厦门市相关部门代表对报告提出修改意见，并同意排放口的设置方案；**推荐比选方案二（118°08′58.242″E,24°33′17.032″N）作为高崎污水处理厂（30 万 t/d）的尾水排放口**；2020 年 6 月 23 日厦门市生态环境局出具了《关于高崎污水处理厂尾水排海管入海排污口设置备案复函》（附件五）。该排放口选划主要结论如下：

为解决高崎污水处理厂尾水排放位置的问题，自然资源部第三海洋研究所根据排放口选划的原则，结合同安湾海域的水深地形及海洋功能区划情况，经初步筛选后，选取比选方案一（118° 9'41.780"E,24° 33'33.980"N）和比选方案二（118° 08′ 58.242″ E,24° 33′ 17.032″ N）进行深度比选；比选方案一及比选方案二周边海域水深见图 3.2-3。

表 3.2-3 高崎污水处理厂比选排放口筛选（CGCS2000）

序号	名称	东经	北纬	水深（85 高程）	筛选结果
1	比选方案一	118°9' 41.780"	24°33' 33.980"	11.2m	进一步比选
2	比选方案二	118°08′58.242″	24°33′17.032″	11m	进一步比选

结合数值模拟结论，高崎污水处理厂尾水排放口比选的结论如下（见表 3.2-4 和表 3.2-5）：

①从与国家法律法规符合性来看，两个比选的排放口方案均符合法律法规要求（表 3.2-4）；

②从水深、水文动力、扩散条件、环境可行性以及与相关环境保护规划符合性来看，在尾水排放量为 30 万 t/d 且执行**《厦门市水污染物排放标准》**C 级排放限值下，方案一和方案二都能满足相应的环保要求，且尾水排放不影响同安湾口海洋保护区海洋生态保护红线区水质目标的达成，比选方案二位于厦门市海洋功能区划中的大离浦临时排污区

正常排放条件下（30 万 t/d、C 级排放限值）尾水排放在比选方案一引起的 COD_{Mn} 浓度增量，其超二类海水水质影响面积约 0.14km²，主要集中在排放口附近的浅海区域。正常排放条件下（30 万 t/d、C 级排放限值）尾水排放在比选方案二引起的 COD_{Mn} 浓度增量，其超二类海水水质影响面积约 0.21km²，主要集中在排放口附近的狭长区域。比选方案一和比选方案二在尾水排放量达到 30 万 t/d，出水水质达到厦门市 C 级排放限值时，其浓度大于 0.5mg/L 增量的 COD 包络线均不会影响到同安湾口海洋保护区海洋生态

保护红线区，不影响其水质目标达成，两个方案均能满足相应的环保要求；详见图 3.2-4；

表 3.2-4 排污口比选方案与相关法律法规的符合性分析

	《中华人民共和国海洋环境保护法》	防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例	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	《污水海洋处置工程污染控制标准》
排污口设置相关要求	“在海洋自然保护区、重要渔业水域、海滨风景名胜区和其他需要特别保护的区域，不得新建排污口”。“在有条件的地区，应当将排污口深海设置，实行离岸排放。”	污水离岸排放工程排污口的设置应当符合海洋功能区划和海洋环境保护规划，不得损害相邻海域的功能。”污水离岸排放不得超过国家或者地方规定的排放标准。在实行污染物排海总量控制的海域，不得超过污染物排海总量控制指标	设置向海域排放废水设施的，应当合理利用海水自净能力，选择好排放口位置，采取暗沟或管道方式排放，出水管口位置应当在低潮线以下。	扩散器必须铺设在全年任何时候水深至少达 7m 的水底，其起点离低潮线至少 200m。
比选方案一	满足	可满足离岸排放要求	可满足低潮线以下排放	满足
比选方案二	满足	可满足离岸排放要求	可满足低潮线以下排放	满足

③从工程可达性、工程经济性及工程施工难易度来看，方案一距离高崎污水处理厂直线距离约为 1.6km，比选方案二的距离约为 0.4km；比选方案二相较方案一工程造价低且运营期的维护成本相对较低，同时比选方案二的施工地形条件也优于方案一，施工风险相对较小，而且施工工期较短，比选方案二总体优于比选方案一。

综合以上环保、工程和经济因素（表 3.2-5），在执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值下，该选划报告推荐比选方案二（118°08′58.242″E,24°33′17.032″N）作为高崎污水处理厂（30 万 t/d）的尾水排放口。

远期，高崎污水处理厂污水处理规模达到 50 万 t/d 时，则需根据远期海域环境状况进一步论证其排放规模的合理性，同时可采取提高中水回用率、提标改造等方式，确保尾水污染物排放总量满足海洋环境质量控制要求。

表 3.2-5　排放口选划综合比选

选址方案	比选方案一	比选方案二
位置（CGCS2000）	118° 9' 41.780"E,24°33'33.980"N	118°08’58.242”E,24°33’17.032”N
与排放口设置国家规定符合性	离岸深水排放	离岸深水排放
与福建省海洋功能区划的符合性	位于同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区，与用途管制兼容	位于同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区，与用途管制兼容
与厦门市海洋功能区划的符合性	位于功能区划中大离浦临时排污区外约 1.3km，	符合，位于大离浦临时排污区
距离厂区	约 1.6km	约 0.4km
对航道影响	对航道影响较小	对航道的影响较小
周边利益相关者	路由需穿越墩上通信海底管线区”和“大离浦供电海底管线区”需与厦门市海事局、航道管理部门和中船重工协商	路由不经过对“墩上通信海底管线区”和“大离浦供电海底管线区”，施工期可能造成短暂影响，需与厦门市海事局、航道管理部门以及中船重工协商
海域环境质量	海域无机氮和活性磷酸盐超标，其他指标都满功相应功能区要求	海域无机氮和活性磷酸盐超标，其他指标都满功相应功能区要求
数模预测结果	可满足排放需求，超标面积为 0.14m^2	可满足排放需求，超标面积为 0.21m^2
水深（85 高程）	11.2m	11.0m
冲於环境	冲刷	弱冲刷
施工难易程度	存在较大的不确定因素，施工难度较大，施工工期长	海域段采用沉管施工工艺，施工难度较小，施工工期短
投资费用	约 1.8 亿	约 0.6 亿
运行维护成本	管道长度较长，沿程损失和局部水头损失一般。维护难度及成本较大	管道长度较短，沿程损失和局部水头损失都较低，节约运行成本。
选划结论	**不推荐**	**推荐排放口**

图 3.2-4 高崎污水处理厂正常排放 30 万 t/d 尾水时 COD 浓度增量影响范围图

3.3 拟建排海管道设计方案

3.3.1 排海管总平设计

高崎污水处理厂尾水排海管，由两根 DN2200 钢管组成，双管平行埋设，单管长度均约为 414m，其中放流管约为 354m（陆域段约为 40m+海域段约 314m），扩散器长度为 60m。排放管扩散段上设置 7 根 DN800 的上升管，上升管间距 10m；管道整体埋深约 7m，两根管道中心线相距约 6m（A 管桩号 AK0+0~ AK0+412.94，B 管桩号 BK0+0~ BK0+414.64）。本工程路由及总平面布置见表 3.1-1 以及图 3.3-1~图 3.3-5。

表 3.3-1 排海管坐标表（92 坐标）

	序号	X 坐标	Y 坐标	备注
AK	1	2716522.1460	464202.7013	顶管起点
	2	2716633.6375	464304.7831	顶管终点
	3	2716810.9886	464401.0078	1#上升管
	4	2716819.7782	464405.7768	2#上升管
	5	2716828.5678	464410.5457	3#上升管
	6	2716837.3574	464415.3146	4#上升管
	7	2716846.1470	464420.0836	5#上升管
	8	2716854.9366	464424.8525	6#上升管
	9	2716863.7262	464429.6215	7#上升管
BK	1	2716517.9592	464207.2740	顶管起点
	2	2716630.0119	464309.8697	顶管终点
	3	2716808.0319	464406.4574	1#上升管
	4	2716816.8215	464411.2263	2#上升管
	5	2716825.6111	464415.9952	3#上升管
	6	2716834.4007	464420.7642	4#上升管
	7	464425.5331	2716843.1903	5#上升管
	8	2716851.9799	464430.3021	6#上升管
	9	2716860.7695	464435.0710	7#上升管

3.3.2 陆域段

放流管陆域段为高崎污水处理厂高位井至花屿东路护岸，长度约为 40m，管径 DN2200，采用钢管，起点位于高崎污水处理厂排海高位井向东穿越现状厂区围墙，横穿花屿东路及花屿东路护岸。考虑到陆域管道垂直穿越现状花屿路，现状花屿路上设置有电力管廊 2600×2000，雨水管 d600、给水管 DN400、通信管 300×200、有线电视管道 DN100、电缆管沟 300×200 及 300×150。因此，陆域

段拟采用顶管穿越施工；顶管穿越 2.6m×2.2m 电力管廊、花屿东路和护岸，双管顶进至海域，水下开挖与沉管段连接。

3.3.3 海域段

海域段为花屿东路护岸外至排放点，由放流管海域段、扩散管、上升管及喷口四个部分组成。海域段管道在临时施工场地焊接完成后，拖运下水。采用挖槽船进行水下管道沟槽土方的开挖，管道在丙洲岛临时施工场地焊接完成后，运至工程区敷设完成后进行回填。

（1）放流管

根据前述内容，本工程选择两根 DN2200 的钢管，双管平行埋设。放流管及扩散管的埋深取决于该处海底的稳定和冲刷深度以及地质条件。本工程路由区的的浅层地质剖面情况见图 3.3-6。工程区主要以淤泥质土和残积砂质粘性土为主，管道埋设深度 7.0m。放流管海域段长度约 314m，扩散管长度约为 60m。管道埋深详见图 3.3-7 及图 3.3-8。

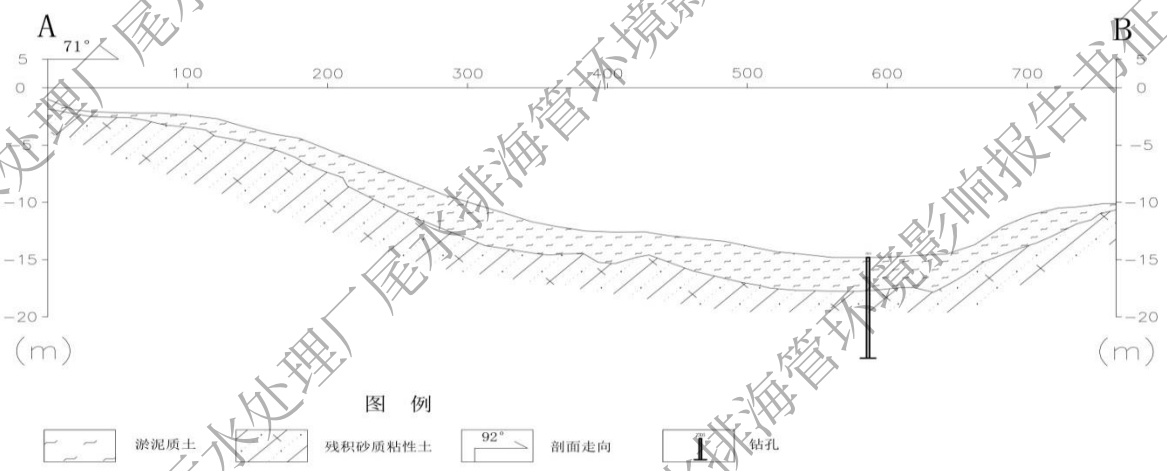


图 3.3-6 本工程排海管路由浅层地质剖面情况

（2）扩散管

扩散管越长，排放口近场稀释效果越好。但扩散管越长，工程造价也越高，同时也受到地形的制约，本工程的扩散器长度 60m（见图 3.3-3 及图 3.3-4）。

（3）上升管

上升管：排放管扩散段上设置 7 根 DN800 的上升管，上升管间距为 10m。尾水从排放管到上升管流速呈逐渐增大趋势，有利于沉积物的排出。上升管与排放管的面积比一般为 0.6～0.7；详见图 3.3-4。

（4）喷口：

在每根上升管端部设置 5 只 DN300 喷口。本工程喷口处流速为 2.19m/s，为保证运营期的航行安全和保护喷头，上升管露出海床部分采用柔性喷头。为了尽可能提高初始稀释效果，又不致使羽流过快地接触到海床或过早冒出水面，取仰角 10°；同时为防止喷口被海洋生物入侵和泥沙淤埋，在喷口处设置止回阀，止回阀的功能是根据流量和水头的大小自动控制阀门的开启面积以达到一定的流速。喷口处止回阀在本工程起如下作用：①既要防止泥沙淤入，又要在小流量时喷口出流流速较大；②不排污水时能自动关闭，以防止海洋生物入侵和泥沙淤入。

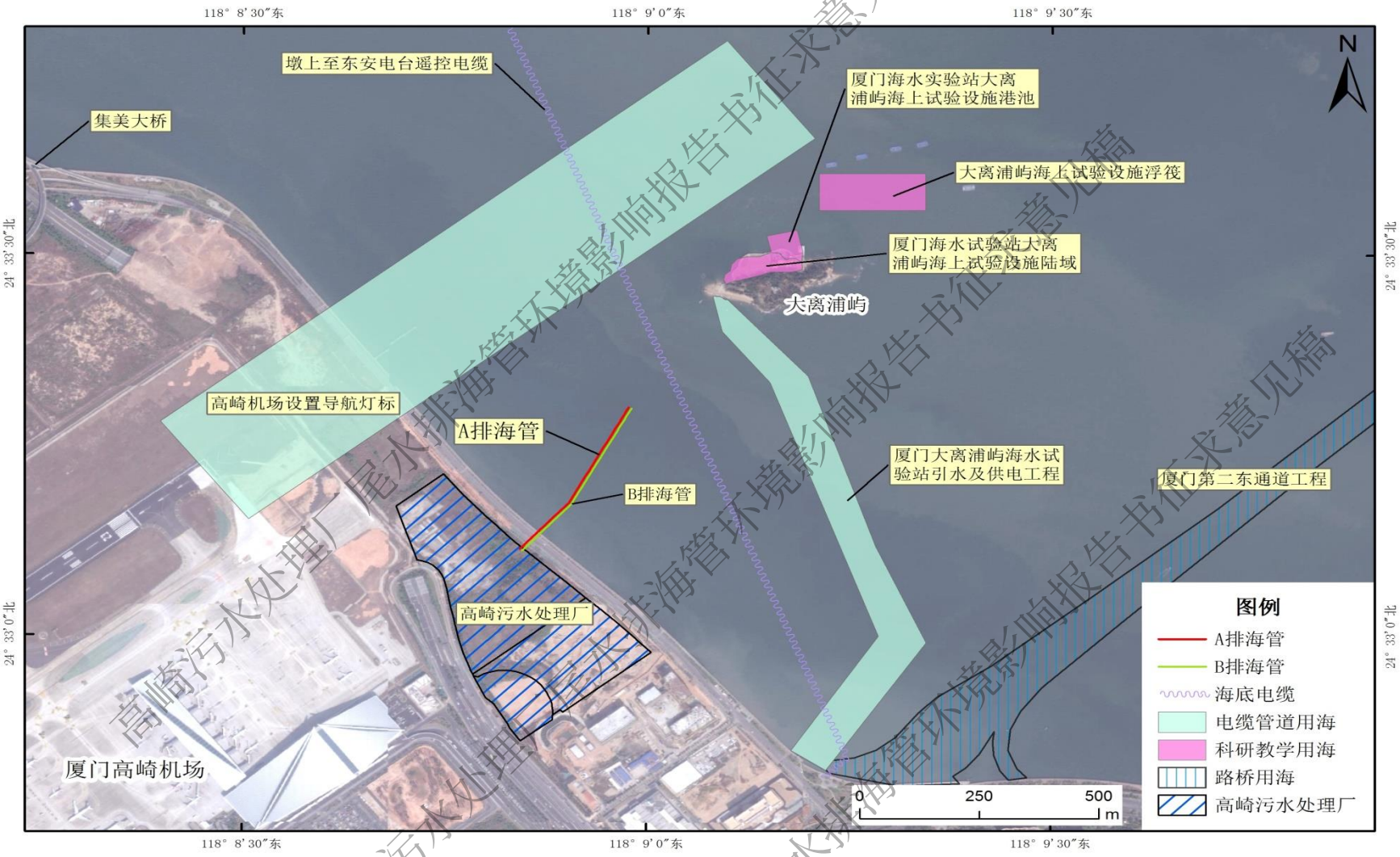


图 3.3-1 工程总平面布置图

3.3.4 高位井

污水入海总水头 Hc 可按下式计算：

$Hc=H_T+H_G+H_1+H_2+H_3+Hw+h$

式中：

Hc—高位井正常排放最高水位(m)

H_T—排放管沿程水头损失(m)

H_G—排放管局部水头损失(m)

H_1—喷口动能水头 $V^2/2g$（m）

H_2—扩散器外海水密度与扩散器内尾水密度形成压差

H_3—设计最高水位（本案中按照 100 年一遇高潮位计算）

H_W—波高

h—启泵雍高

远期设计总规模 50.0 万 m^3/d 时，单管排水量为 25 万 m^3/d，根据前述内容可知，排放管道的水头损失为 2.99m（含排放管水损及喷口动能）。海水平均密度按照 $1.02\times10^3kg/m^3$，扩散管海底高程-10.7m，百年一遇高潮位 4.5m，因此扩散器外海水密度与扩散器内尾水密度形成压差为 0.31m 水柱，波高按照 0.5m 计算；同时考虑到远期管道存在重力排放和压力排放切换的情况，因此考虑启泵雍高 0.44m。高位井最高控制水位 Hc＝2.99+0.31+0.5+0.44+5.4＝9.64m；详见图 3.3-9。

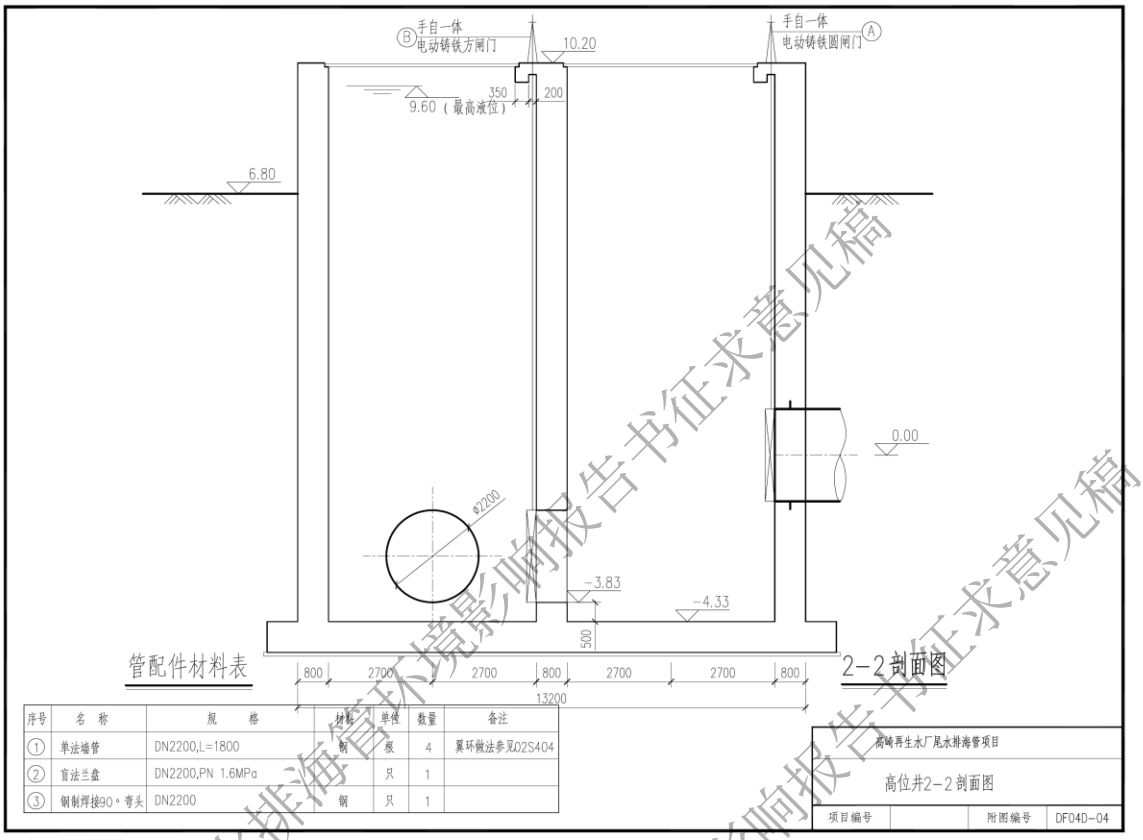


图 3.3-9 高位井结构图

3.3.5 临时施工场地

本工程临时施工场地位于厦门同安湾丙洲岛南侧（详见图 3.3-10）。陆域临时施工场地为 250m×25m，面积为 6250m²，主要作为分段管道制作焊接区，海域临时施工场地为 500m×200m，面积为 10000m²，，主要为利用起重机将该分段管道吊驳至水中的钢浮箱上进行整体管道的对接拼焊，形成 314m 左右的整体管道。

临时陆域现状为主要为平地，目前已完成土地收储，暂时处于闲置状态，且靠近航道，方便管道加工、浮运。海域临时施工场地无环境敏感目标，由于该场地目前尚未完成相关规划，待本工程完工后，拟按照现状场地情况进行恢复。详见图 3.3-11。

图 3.3-10a　临时场地布置图

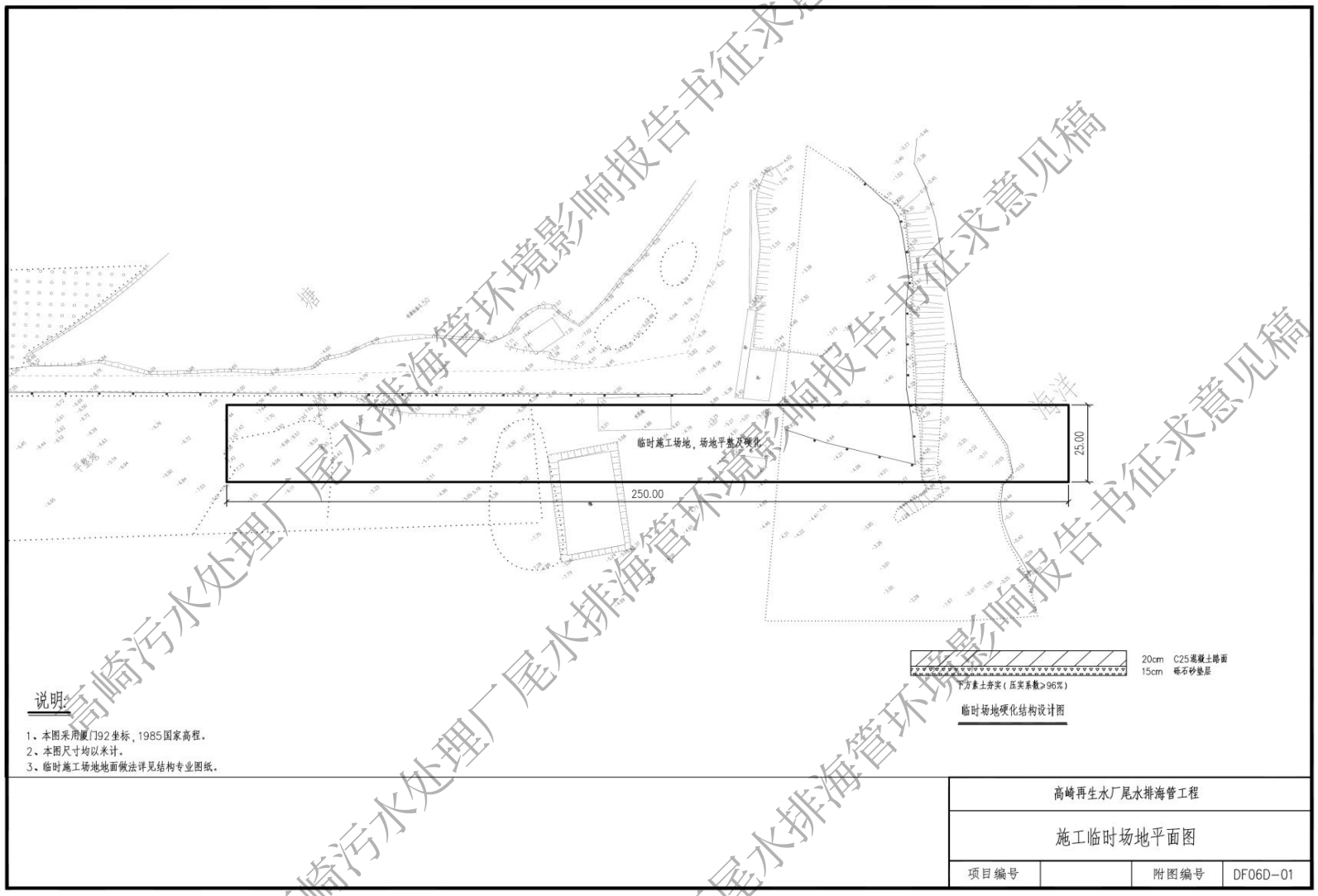


图 3.3-10b　临时施工场地平面图

图 3.3-11　临时施工场地平面图

3.4 施工方案

3.4.1 总体施工方案

根据工可，本工程主要土建及结构设计主要内容为高位井一座，及新建两根 DN2200

钢管尾水排海管。高崎排海管的高位井（沉井兼做顶管工作井），尾水排海管施工方式采用顶管+沉管施工结合。

排海管约有 150m（K0+0~K0+151）拟采用顶管施工方案从现状花屿东路抛石层下方通过，顶管深度考虑避让抛石层，管顶距离抛石层底板净距不小于 3m。顶管井与排水高位井合建，位于高崎污水处理厂红线范围内。顶管完成后，直接与海域段管道对接。考虑到穿越护岸后顶管深度较大，海陆对接开挖范围较广，因此考虑顶管穿越护岸后继续向前顶进 111m，保证开挖对接时护岸安全，见图 3.4-1 及图 3.3-7a 和 3.3-8a。

排海管（K151+0~K0+414）拟采用沉管施工方案。首先，在丙洲岛临时施工场地海岸边陆地上进行分段管道制作，利用起重机将该分段管道吊驳至水中的钢浮箱上进行整体管道的对接拼焊，形成 314m 左右的整体管道；其次采用多艘抓斗式挖泥船辅以开底泥驳船进行水下管道沟槽的土方开挖及运输和抛卸；最后利用浮箱减重助沉及平衡作用再辅以少量起重船舶进行管道的整体沉放安装，见图 3.4-2～图 3.4-4 及图 3.3-7b 和 3.3-8b。

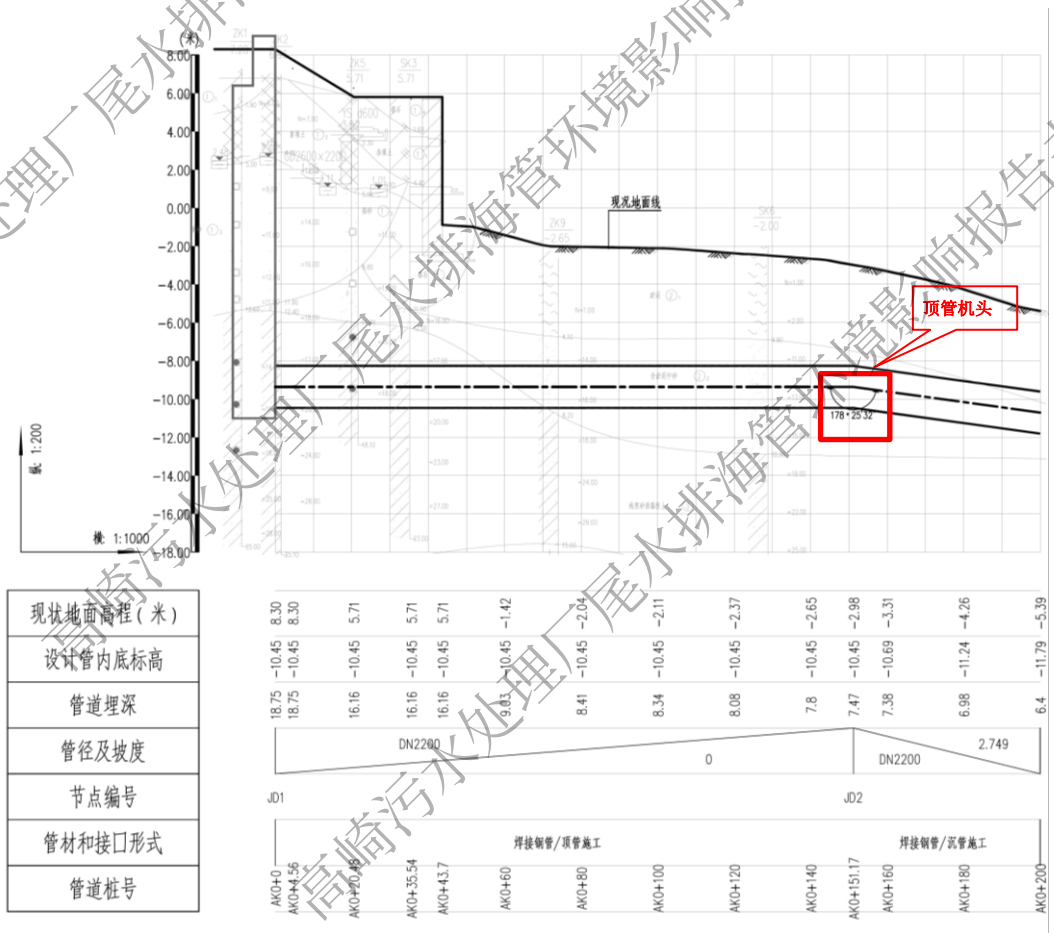


图 3.4-1 顶管方案剖面示意图

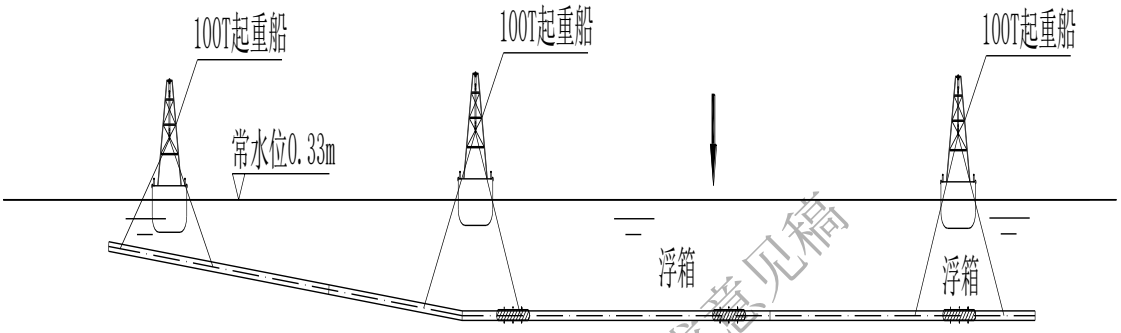


图 3.4-2　漂浮铺设方案示意图

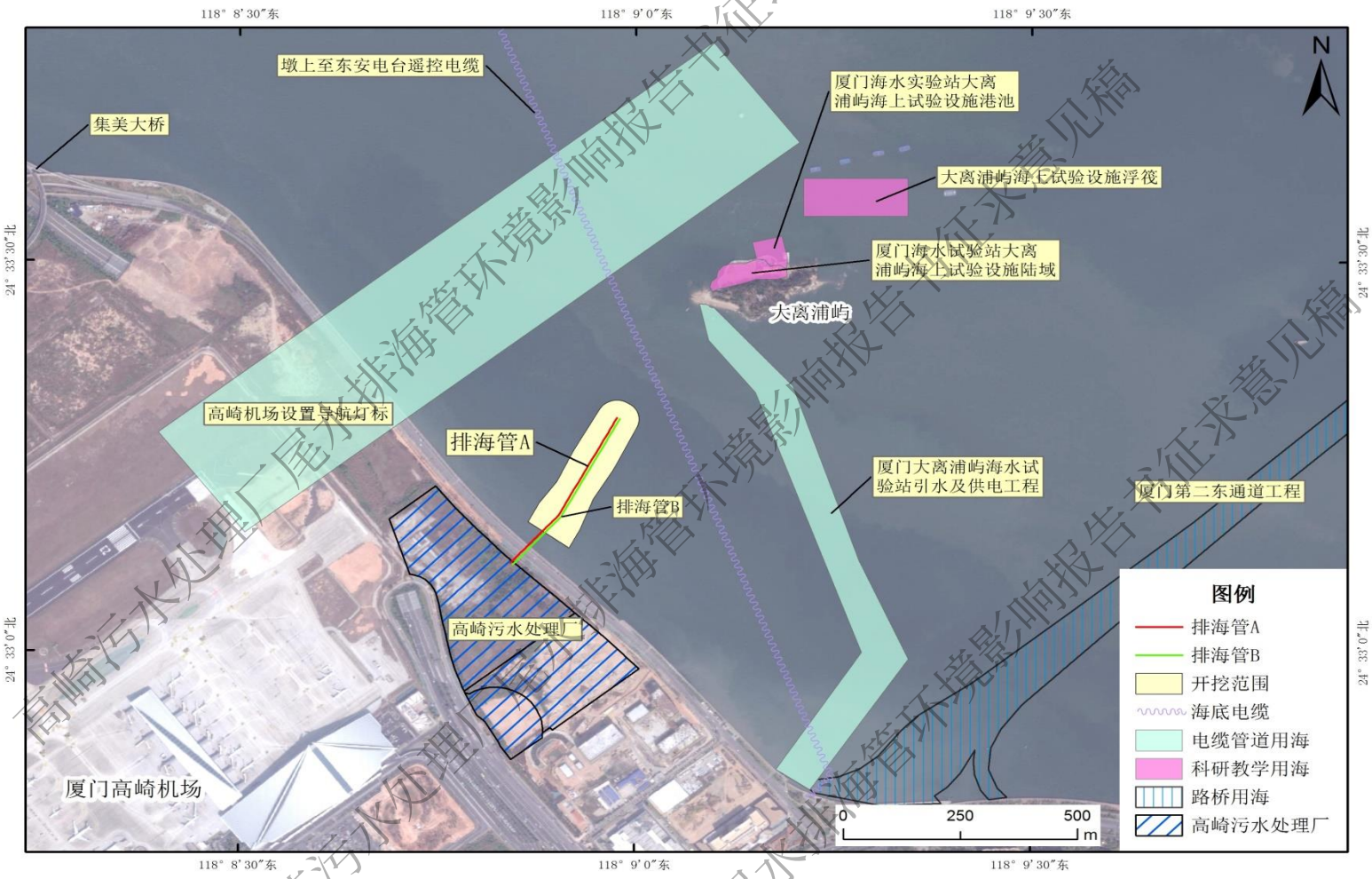


图 3.4-4　排海管海域段施工区域范围图

3.4.2 施工工艺

3.4.2.1 沉井施工工艺

沉井采用不排水下沉的方法进行施工，在沉井顶部放置一台 PC200 型履带抓铲机，布置沉井外径 2m 处。抓铲机每台自重 40t，吊装高度为 5m，为中级起重工作，抓铲机支撑采用预先制作的钢活动平台并实现移动抓土。

3.4.2.2 顶管施工工艺

顶管的顶进是用泥水平衡顶管机施工，开挖面的土体经刀盘切削后，进入泥水仓，高压水由进水泵通过旁通阀进入泥水仓内，并由旁通阀调节泥水压力，再由排泥泵及管路将泥水仓内的泥浆接力输送到设置于厂区内的地面泥浆池。出土速度可通过调节螺旋机的转速来控制。具体顶管施工工艺见图 3.4-5。顶管过程中产生泥浆约 1005m^3，含水率约为 75%，泥浆经过砂水分离器分离后，栅渣外运至岛外渣土站填埋处理，分离后清水循环利用。泥浆池为 8m^3，位置见图 3.4-6。

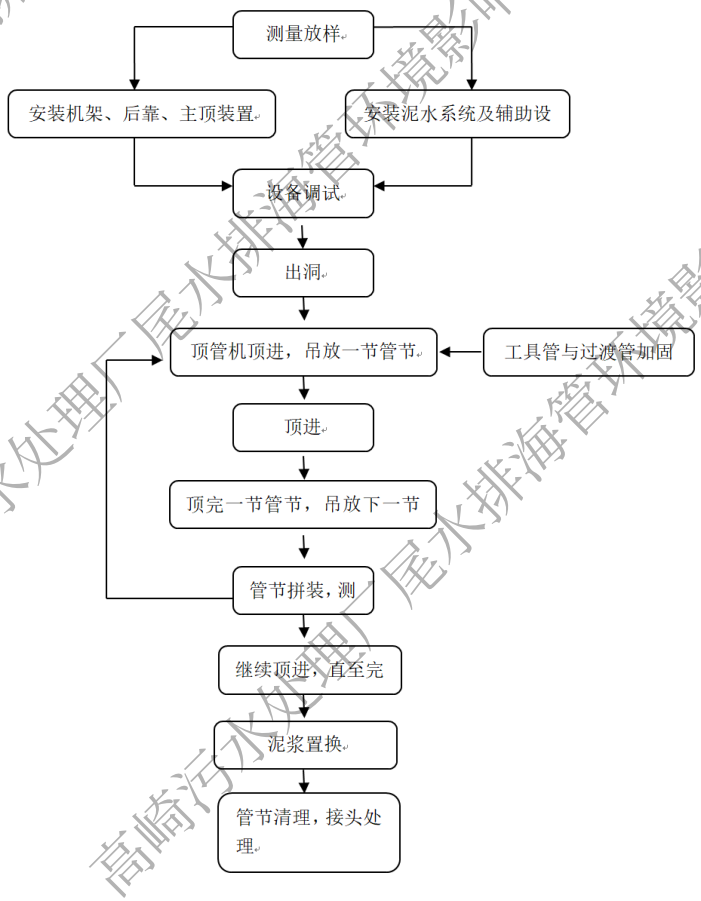


图 3.4-5 顶管施工工艺

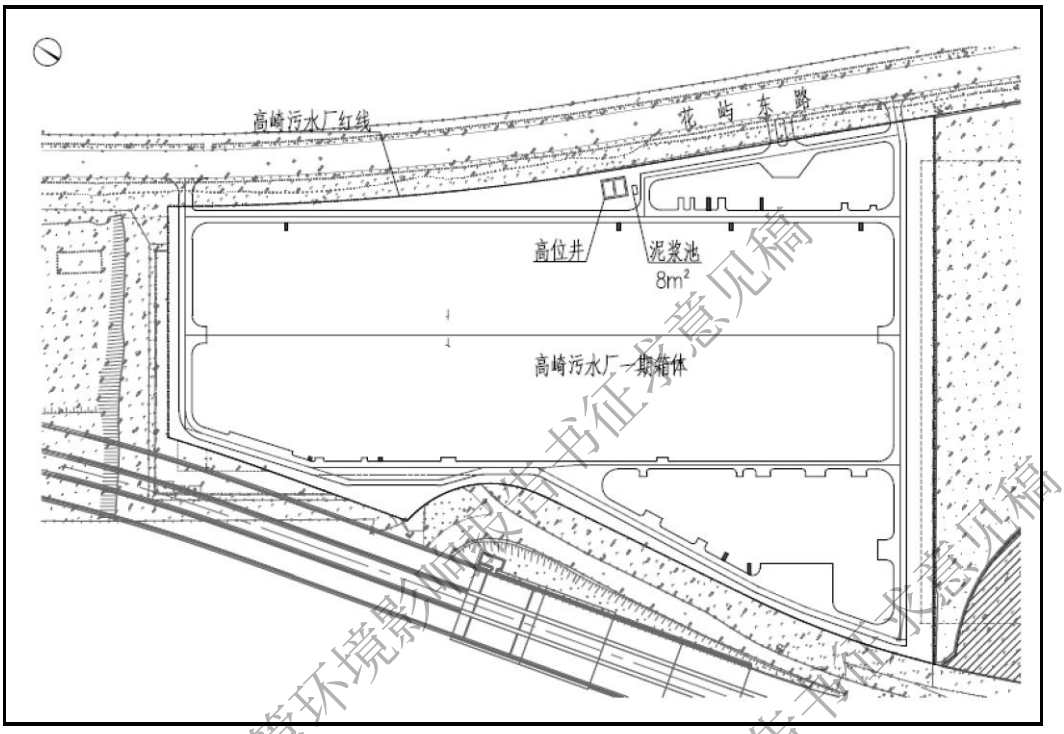


图 3.4-6 泥浆池位置图

3.4.3.3 沉管施工工艺

海上管道（桩号 AK0+151.17~AK0+412.94 桩号 BK0+151.93~ BK0+414.64）采用沟槽开挖+沉管施工工艺，施工工艺流程见图 3.4-7。

管道采用整体制作一次沉放（附带上升管）的施工工艺。沉放到位后沉管弯头与顶管（原排污管）采用水下抱箍连接（混凝土方包），水下回填沟槽并设防冲刷保护。管道采用在水中的钢浮箱上进行整体管道拼接制作、利用浮箱减重助沉及平衡作用再辅以少量起重船舶进行管道的整体沉放安装施工方案；具体方案如下。

①管道制作：管制作分二步，第一步为在临时施工场地厦门同安区丙洲岛南侧进行分段管道制作，即将运至施工现场的成品短管节（12m/节）拼接成 120m/段的长管道,，形成 3 段长管道；第二步是利用起重船将该 120m 长的分段管道吊驳至水中的钢浮箱上进行整体管道的对接拼焊。（此时管道应按设计的最终姿态旋转 90°后放平姿态进行拼接制作）。

本工程四段沉管（含顶管段）的整体管道对接拼焊制作及整体沉放均使用钢浮箱，其作用和功能主要是进行整体长管道的对口拼焊和整体管道的辅助沉放，浮箱结构详见图 3.4-8。

②采用多艘 8m^3 抓斗式抓斗挖泥船辅以开底泥驳船进行水下管道沟槽的土方开挖及运输和抛卸；本工程开挖范围见图 3.4-8。

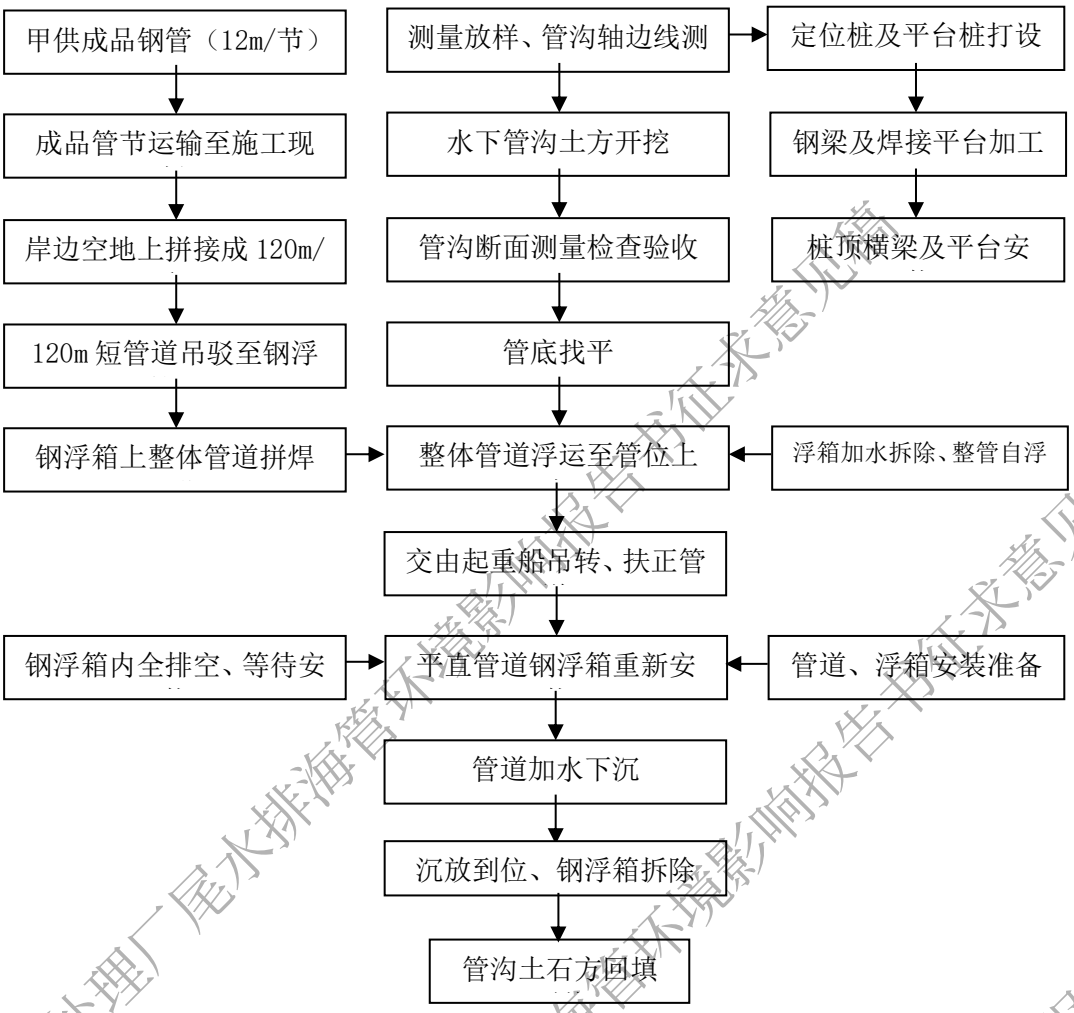


图 3.4-7 海域段沉管施工总体施工流程图

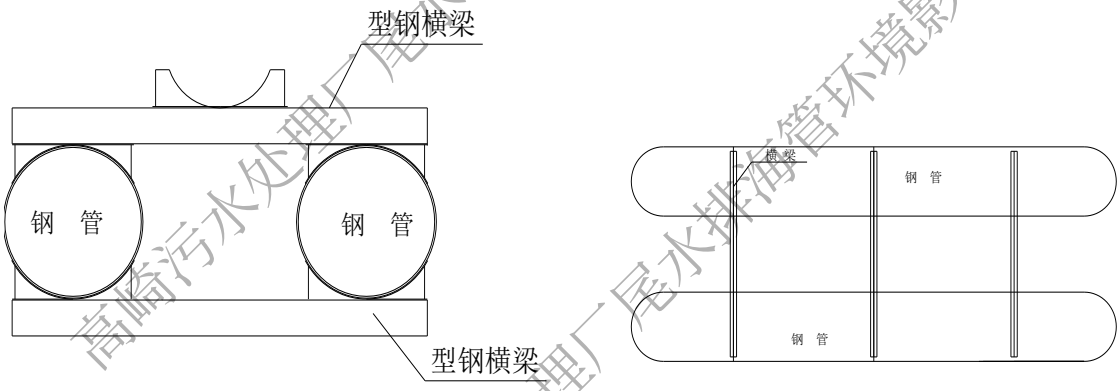


图 3.4-8 浮箱平剖示意图

③采用浮箱减重助沉及平衡作用再辅以少量起重船吊沉方法进行管道的整体沉放安装施工。

④管沟土石方回填：沉管放流管部分管道回填包括管侧填土、管顶模袋混凝土及模袋混凝土回填；沉管扩散管部分管道管沟回填依次采用粗砂、袋装碎石、模袋混凝土、块石等。

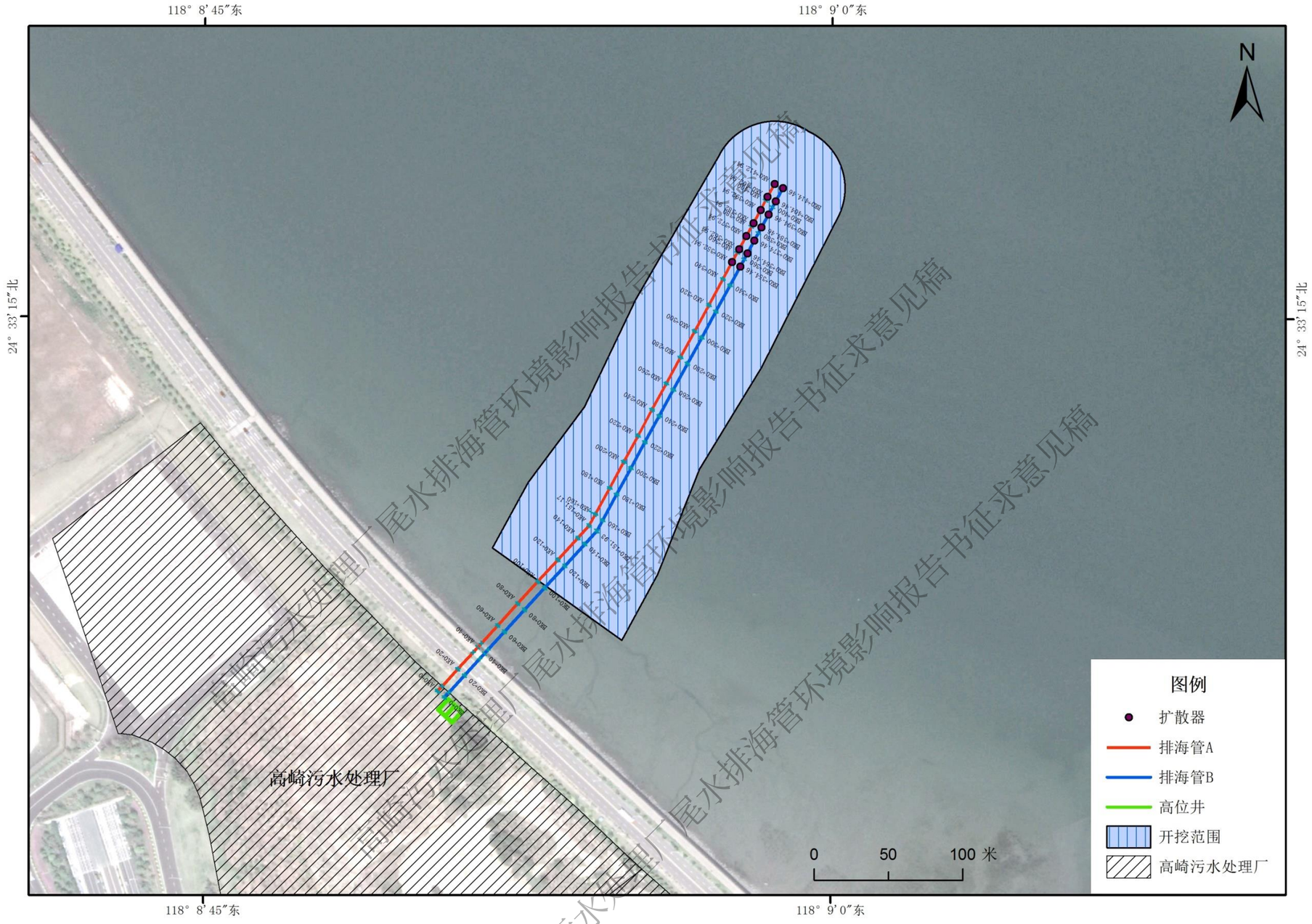


图 3.4-9 本工程沉管施工法-开挖范围局部放大图

3.4.3.4 水下防护施工工艺

（1）扩散段水下防护施工

扩散段在上升管安装后，需在管顶海床面浇筑砼抹带进行防护，采用水下铺设模袋砼方法。

模袋砼防护层厚度为 0.25m，管两侧各宽度约 15m。顶管扩散段顶部水下模袋砼采用潜水员水下铺设模袋，采用导管充灌模袋施工方案。混凝土采用陆基拌站供应的商品砼再由汽渡铲板船运输至现场水域后，由拔杆式工作船将砼通过料斗吊至导管顶部的料仓内进行水下模袋内的砼灌注。（沟槽开挖回填剖面详见图 3.3-5）

施工工艺流程为：模袋设计、加工→河床面测量、整平→潜水员水下分段分条铺设模袋→模袋混凝土灌注→质量检查验收→下一段施工……

（2）放流管水下防护施工

本工程放流管管道的管沟土石方回填主要包括管侧碎石回填、管顶 250cm 厚模袋混凝土、块石层以及最上层的原土回填等。

（一）回填施工方案：

①回填断面：按设计断面进行回填，不同的部位按不同的边坡和厚度回填不同的材料，回填断面详见图 3.3-5：

②材料供应与运输 管沟回填用碎石和块石均采用船舶装载然后运输至该沉管水域，然后由抓斗式挖泥船从货船内抓取或放入水下后抛填。

（二）管侧级配碎石抛填 待管道沉放到位后，即可进行管沟内管侧的碎石回填工作，抛填采用 2 艘抓斗挖泥船从装载碎石的货船中抓取碎石材料，然后放入水中，待基本接近管顶位置时，再打开抓斗卸料。碎石抛填时应随抛随测，防止抛卸过量或不足，过量处应进行平整和挖除。碎石抛填时应管道两侧对称均匀进行，以免对管道产生影响，使之产生变形或位移。

（三）管顶块石抛填 在管道上方设计有 1.5m 厚的块石保护层，该层块石抛填方法采用更加高效的网兜抛填法，但其运输船舶和抛填船舶不变，只是块石材料在装船前就已事先装好了网兜（即在陆地或岸边装船时就是用钢丝网兜装驳的）。块石抛填时由抓斗船卸掉抓斗后换装吊钩，吊起网兜和块石一同放入水。

3.4.4 施工船舶设备配备

本工程主要施工船舶配备详见表 3.4-1。

表 3.4-1 施工船舶配备一览表

序号	设备名称	型号　规格	船体尺寸	数量	备注
1	抓斗挖泥船	8m³	40m×16m 型深 2.20m	2 艘	水下开挖
2	泥驳	280m³	33.2m×7.3m 型深 2.50m	3 艘	水下开挖
3	起重船	350T	35.0m×12m 型深 2.80m	3 艘	管道沉管
4	安装船	15T	26.1m×9.0m 型深 2.00m	1 艘	辅助施工
5	平板驳船	500T	43.92m×11.0m 型深 2.20 米	1 艘	短驳驳运及短管弯头制作
6	拖轮	2000HP	24.5m*6.8m 型深 3.2m	2 艘	管道及船舶拖运
7	钢浮箱	ϕ2200		20 组	管道制作及沉放
8	交通艇			3 艘	水上交通

3.4.5 土石方平衡分析

本工程挖方主要包括：高位井施工产生的挖方量、管道陆域段顶管施工产生的挖方量和钻孔泥浆、管道海域段开挖产生的挖方量。其中：高位井施工产生的挖方量约为 952m³，处置方式为由施工单位外运至岛外弃土和建筑垃圾处置场；顶管施工产生的泥浆共约 1005m³，含水率约为 75%，泥浆经过砂水分离器分离后，栅渣外运至岛外渣土站填埋处理，分离后的清水循环利用；管道海域段开挖产生的挖方量为 195534m³，拟运至福建东碇临时海洋倾倒区抛填。本工程拟外抛的淤泥应按相关规定办理外抛手续后方可外抛处置。弃方量与挖方量一致。

填方主要包括：碎石找平 1509m³，管周填砂 46054m³，袋装碎石 1275m³，块石砌筑 6940m³，膜袋混凝土 9910m³。土、砂、石均采取外购。土石方平衡见表 3.4-2。

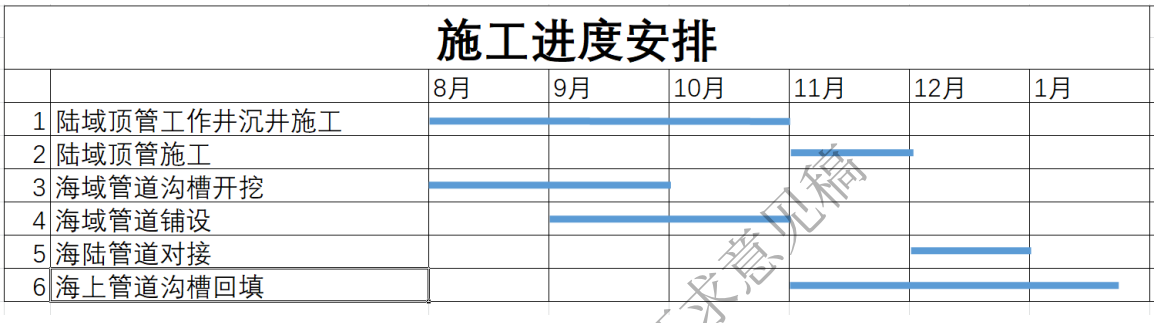
表 3.4-2 尾水排海管土石方平衡分析

挖方			填方					
高位井挖方 m³	顶管挖方 m³	水下挖方 m³	填砂 m³	袋装碎石 m³	块石砌筑 m³	膜袋混凝土 m³	水下混凝土 m³	碎石找平 m³
952	1005	195534	46054	1275	6940	9910	800	1509

3.4.5 施工进度计划

根据工可，本工程施工工期约为 180 天，详见表 3.4-3。

表 3.4-3　工程进度安排计划表



3.5 工程建设的污染源和影响源分析

3.5.1 施工期主要污染源分析

3.5.1.1 陆域段污染源分析

本工程陆域段施工期主要的环境影响有生活污水、噪声、扬尘、生活垃圾。

（1）水环境污染源

项目施工期产生的废污水主要为施工人员生活污水及建筑类施工废水。生活污水量以 100L/人•天计，类比同类工程的情况，初步估计该项目的施工人员在 60 人左右，故总生活污水产生量约为 6t/d。

（2）环境空气污染源

项目工程施工期间大气污染源主要为施工扬尘、施工设备尾气等。由于施工过程在不同施工阶段施工方式及施工工程量均不相同，因此，施工期各阶段的大气污染源差别也较大，具有不确定性。但总体而言，施工期大气污染源均表现为无组织排放形式。

①施工期场地内扬尘

施工期间，扬尘主要由以下因素产生：施工场地内地表的挖掘与重整、土方和建材的运输等；干燥有风的天气，运输车辆在施工场地内和裸露施工面表面行驶；运输车辆带到建设场地周围城市干线上的泥土被过往车辆反复扬起。

根据有关资料，施工工地运输土方时车辆两旁扬尘的浓度可达8～10mg/ m^3，类比这一结果，本项目施工工地道路两侧的扬尘浓度可达8mg/m^3。

②施工期道路扬尘

对于被带到周边运输沿途道路上的泥土所产生的扬尘量，与路面尘量、汽车车型、车速有关，一般难以估计，但又是一个必须重视的问题，本评价主要进行定性的评价。

③施工过程的其他废气

本项目施工过程用到的施工机械，主要有挖掘机、装载机等机械，它们以柴油为燃

料，都会产生一定量废气，包括 CO、THC、NOx 等，考虑其排放量不大，影响范围有限，故可以认为其对环境影响比较小，本评价着重提出相应的大气污染防治措施。

（3）噪声污染源

陆上施工噪声主要来源于土方开挖、施工材料运输等施工活动，主要施工设备噪声源强见表 3.5-1。

表 3.5-1　施工机械噪声源强单位：dB（A）

序号	施工设备	测点距施工设备距离（m）	Lmax
1	装载机	10	85
2	挖掘机	10	82
3	移动式吊车	10	85
4	空压机	10	90
5	施工船舶	10	68

（4）固废对环境的影响

陆域施工过程会产生少量建筑垃圾及生活垃圾，生活垃圾约 60kg/d，顶管施工的泥浆约 1005m^3，含水率约为 75%，泥浆经过砂水分离器分离后，栅渣外运至岛外渣土站填埋处理，分离后清水循环利用，施工完成后泥浆池的水由罐车抽运至前埔污水处理厂处理；高位井弃方约 952m^3 及其他建筑垃圾由施工单位外运至业主指定的弃土和建筑垃圾处置场。

3.5.1.2 海域段污染源分析

施工期主要工程行为包括抓斗船开挖、管道拖运及敷管施工、砂石回填等。

（1）入海悬浮泥沙影响分析

①管道开挖

根据工可设计，本工程管道开挖拟采用 8m^3 抓斗式挖泥船施工，水下挖泥悬浮泥砂发生量按港口建设项目环境影响评价规范中提出的公式进行估算。

$$Q=\frac{R}{R_o}\cdot T\cdot W_o$$

式中：Q－挖泥作业悬浮物发生量(t/h)；W_0－悬浮物发生系数(t/m^3)；R-发生系数；W_0 时的悬浮物粒径累计百分比(%)；R_O-现场流速悬浮物临界粒子累计百分比(%)；T－挖泥船挖泥效率(m^3/h)。

根据对三航六公司、广州航道局的调访，采用 8m^3 抓斗式挖泥船配 3 条泥驳时，疏

浚效率约 3000m^3/8h，悬浮泥沙入海主要发生在抓斗上下作业过程，抓斗式挖泥船主要用于含水量较低的泥质疏浚，估算 W_0 不大于 0.02，本评价从保守角度考虑，按 R：R_0=1：1 计算悬浮泥沙产生量，则当采用 8m^3 抓斗式挖泥船疏浚时，Q≤7.5t/h，相当于 2.08kg/s。

②管沟回填

管沟回填采用泥驳装运土石方进行抛填，沟槽回填过程会产生入海泥沙，但相对于挖泥作业而言要小得多，故本评价不再预测源强，着重提出减轻悬浮泥沙入海的环保措施与对策建议。

（2）施工期生活污水及船舶固废分析

①生活污水

施工期生活污水：施工人员按60人估算，生活污水量以100L/人•天计，计算生活污水产生量为6t/d。生活污水主要含CODcr、BOD_5、氨氮等，应防止污水漫流或直接流入海域。

②施工船只产生的污染源分析

船舶含油污水：施工船舶吨位在 100~3000t 之间，根据《港口工程环境保护设计规范》，每艘船舶舱底油污产生量在 0.14~0.27t/d，施工船舱底油污产生量共约 1.52t/d，含油量最大约为 2000mg/L。该污水应按规定到周边港区的船舶油污水接收船接收后，由有资质的单位统一处理。

表 3.5-2 船舶舱底油污水量

船舶载重吨(t)	施工船舶数量（艘）	舱底油污水(t/d·艘)	小计(t/d)
500	7	0.14	0.98
500-1000	2	0.14-0.27	0.54
合计	9		1.52

注：本工程使用的驳船为无动力船，在统计舱底油污水时不计入船舶数量。

船舶施工人员废弃物量按每人每天1kg/d计，则60个施工人员垃圾产生量为60kg/d。若随意丢入海中，将影响海域水环境质量和景观，因此，废弃物应采用分检和回收，不可回收物由市政统一处置。

（3）施工噪声污染源

施工期施工船舶等产生的噪声，将对工程区附近声环境造成一定的影响。类比厦门海沧港区泊位施工过程现场的监测资料，本工程施工阶段的主要噪声污染源及强度见表3.5-3。由于本工程主要位于海域内，距陆上敏感目标相对较远，因此海域段管道施工噪

声对周边声环境影响较小。

表 3.5-3 施工阶段主要噪声源及噪声强度 dB(A)

噪声源	监测距离	噪声级 dB(A)
挖泥船	10m	87

（4）施工大气影响

施工船舶、施工机械和运输车辆将排放一定的大气污染物，施工船舶产生的大气影响主要是所排放的 NOx、SOx、COx、CH 化合物等污染物气体。由于工程所处区域地势开阔，无敏感目标，所以施工过程的大气环境影响很小，且该影响是暂时的，将随施工结束而消失。本评价将提出施工船舶大气污染物排放的控制措施。

（5）施工固体废弃物影响

根据工可，本工程海域段沟槽开挖的挖方约 19.55 万 m^3 拟运至东碇临时海洋倾倒区抛填。本工程拟外抛的淤泥需按相关规定办理外抛手续后方可外抛处置。

3.5.2 营运期主要污染源分析

本工程营运期的环境影响主要为尾水排放对排放口周围海域水质、沉积物的影响，进而对海域生态环境产生的影响。

本工程出水水质执行执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值。本报告选取 COD、无机氮、活性磷酸盐为计算因子。按 20 万 t/d 计，则源强见表 3.5-3。

根据污水处理厂尾水水质及海水水质标准要求，计算因子选取为 COD_{Mn}、无机氮和活性磷酸盐。尾水中 COD 指标为 COD_{Cr}，根据通常的换算方法，计算时取 COD_{Cr}=2.5 COD_{Mn}；对于 N、P，尾水排放指标为总氮、总磷，而海水水质评价指标为无机氮和活性磷酸盐，根据《污染物在海洋中的迁移转化及其在海湾环境容量研究中的应用》，张珞平等测定了厦门污水处理厂、杏林污水处理厂、集美污水处理厂、同安污水处理厂尾水中无机氮和总氮，无机磷和总磷的比例关系。无机氮占总氮比例以集美污水厂最大为 60.9%，其他 3 个污水处理厂尾水无机氮占总氮比例在 16.2%~39.3%之间；活性磷酸盐占总磷比例以厦门污水处理厂最大为 85.2%，其他 3 个污水处理厂尾水活性磷酸盐占总磷比例在 64.5%~75.6%之间，从保守角度本报告无机氮占总氮比例、活性磷酸盐占总磷比例分别取 61%、85%，以此确定无机氮、活性磷酸盐浓度和源强。污染物排海量见表 3.5-4。

表 3.5-4 高崎污水处理厂各计算因子源强

源强	尾水排放量	排放浓度（mg/L）	正常排放源强（g/s）
COD_{Mn}	20 万 m^3/d	20	46.30
无机氮		9.15	21.18
活性磷酸盐		0.425	0.99

3.5.3 非污染海洋环境影响因素分析

（1）对局部海域水动力及海底冲淤变化的影响

本工程建设和运营期尾水的排放可能会造成工程区附近海域流场、流速发生一定的变化，从而引起周边海域水动力、冲淤环境发生变化，并可能会改变局部海域原有的冲淤平衡。

（2）海洋生态环境影响

① 施工过程中产生的悬浮泥沙对海洋生态环境的影响

施工产生的悬浮物会引起局部海域水体浑浊，将降低阳光的透射率，从而导致局部海域内的游泳生物迁移，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，也会对鱼类等造成一定的影响。

② 工程占用海域对底栖生物的影响

排海管道沟槽开挖施工过程对底栖生物的直接影响为施工范围内的底栖生物及其生境被彻底损伤破坏。施工结束后，工程区及附近海域的底栖生物群落会逐渐恢复、重建。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙对底栖生物造成一定的影响。

3.5.4 环境风险因素分析

施工期的环境事故风险源主要是施工船舶可能产生的船舶事故性溢油环境风险；运营期的环境事故风险源主要是污水厂非正常排放可能产生的环境风险以及排海管破裂或断裂可能产生的环境风险。

3.6 工程建设与相关规划、法律法规的符合性分析

3.6.1 与福建省近岸海域环境功能区划的符合性分析

根根据《福建省近岸海域环境功能区划(2011～2020 年)》，本工程位于“同安湾三

类区（FJ103-C-Ⅱ）”（图 3.6-1），该功能区远期执行第二类海水水质标准，主导功能为旅游、航运，辅助功能为纳污。

根据本项目海域环境质量现状调查结果，评价海域除个别站位海水水质无机氮和活性磷酸盐超标(福建海域无机氮和活性磷酸盐普遍超标)外，其他指标基本都能满足一、二类海水水质标准的要求。本项目排海管建设属于海底工程用海，尾水达标排放虽会对排放口周边局部范围内（约 18.85hm^2）的水质造成影响，但从长远看，项目建设有利于削减污染物排入厦门同安湾海域的总量。项目建设后，本工程排放口尾水排放除排放口附近海域混合区（面积 18.85hm^2 不执行海水水质标准）外，本工程不影响周边水质达到规定的环境质量标准，项目用海可以满足功能区环境保护的要求。因此，本工程尾水排放口的选取与福建省近岸海域环境功能区划中“辅助功能为纳污”的要求是相符的，本工程的建设符合《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020）》。

表 3.6-1　项目所在区域近岸海域环境功能区划

海域名称	标识号	功能区名称	范围	中心坐标	面积（平方公里）	近岸海域环境功能区		水质保护目标	
						主导功能	辅助功能	近期	远期
同安湾	FJ103-C-II	同安湾三类区	刘五店和钟宅连线以北及高崎海堤以东同安湾海域。	24°35′36.96″N，118°9′28.8″E	80.67	旅游、航运	纳污	三	二
	FJ104-A-I	同安湾口一类区	钟宅、五通、澳头、刘五店四点连线的同安湾口海域。	24°32′42.36″N，118°11′24.0″E	7.91	中华白海豚保护	航运	一	一
	FJ105-D-II	同安湾刘五店四类区	翔安区新店镇刘五店村至欧厝村附近海域。	24°32′47.04″N，118°12′43.2″E	8.15	港口、一般工业用水	中华白海豚保护、纳污	三	二
	FJ106-D-II	同安湾五通四类区	厦门岛东北部五通附近海域。	24°31′59.52″N，118°11′13.2″E	0.84	港口、一般工业用水	中华白海豚保护区、滨海旅游	三	二
	FJ107-C-II	五缘湾三类区	五缘湾。	24°31′40.8″N，118°10′8.4″E	2.85	旅游	生态修复	三	二

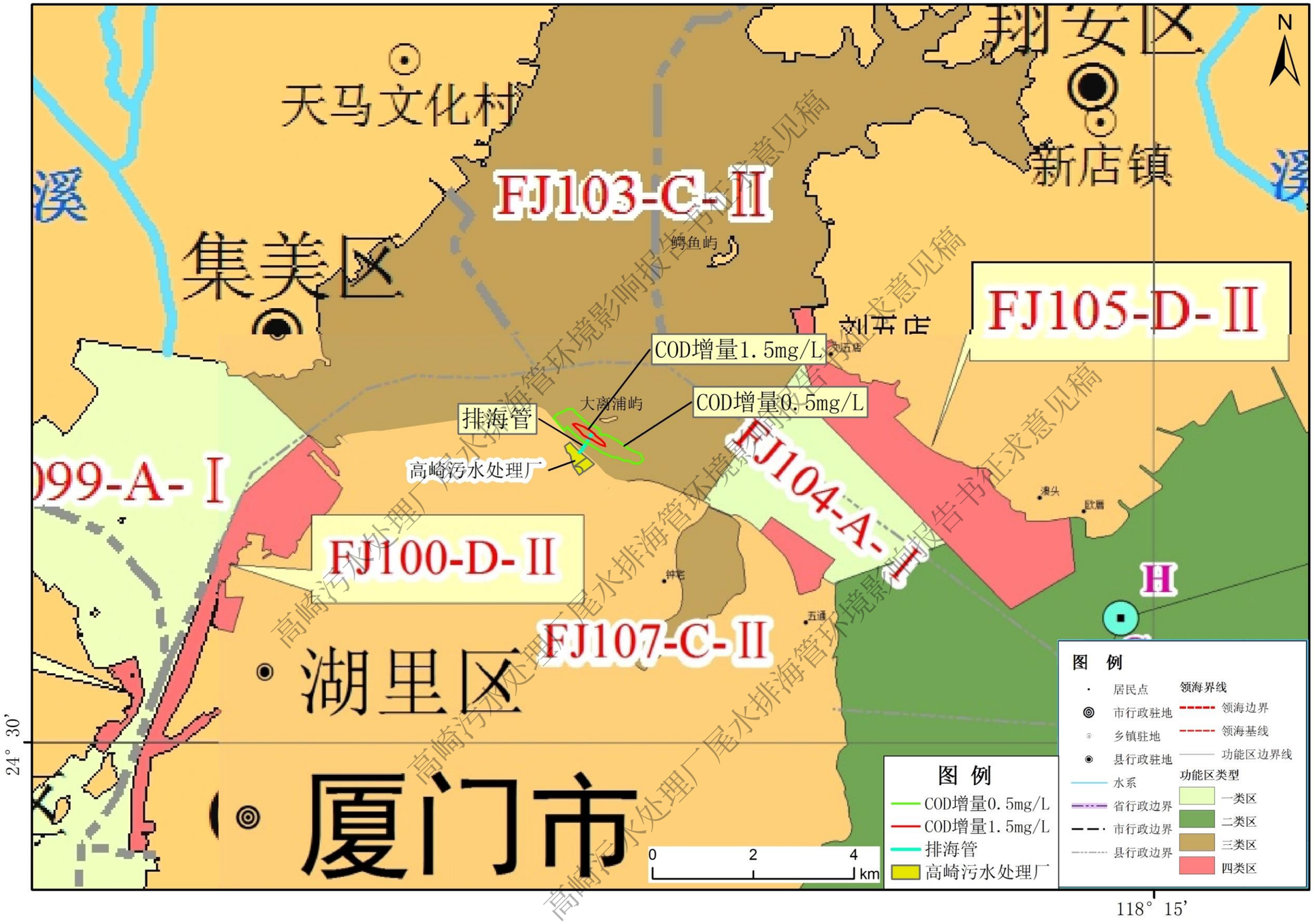


图 3.6-1 福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020 年)

3.6.2 与福建省海洋功能区划的符合性分析

根据《福建省海洋功能区划（2011～2020 年）》，本工程位于“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”内（图 3.6-2 和表 3.6-2），其用途管制为保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程用海、人工岛建设用海。用海方式为严格限制改变海域自然属性。海岸整治结合城市景观，部分岸段建设防潮堤、人工沙滩和人工种植红树林建设。海洋环境保护要求为保护海岛景观和地形地貌；执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善。

（1）对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的影响

1）与用途管制要求的符合性

《福建省海洋功能区划》（2011~2020 年）对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的用途管制要求为“保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程用海、人工岛建设用海”。

本项目尾水排海工程属于高崎污水处理厂的重要配套工程，用海类型为“海底工程用海”中的“电缆管道用海”，“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”用途管制兼容跨海桥梁、海底工程用海等用海，本项目排海管符合其用途管制要求；本项目排海管建设属于海底工程用海，尾水达标排放虽会对排放口周边局部范围内（约 18.85hm^2）的水质造成影响，但仅占旅游休闲娱乐区总面积的极小部分，处于较深水域，对附近的旅游基础设施（最近的旅游基础设施为五缘湾游艇码头，最近距离约为 3.2km）、游乐场（最近的游乐场为南侧的观音山游乐场，最近距离约为 9.0km）基本不会造成影响，与功能区的用途管制要求相兼容。厦门岛和大离浦屿之间海域现状为小型船舶习惯性航道，现状虽偶有小型船舶经过，但根据《厦门港总体规划（2035 年）》，此处海域没有规划航道且正在建设的厦门第二东通道在靠近西侧没有预留通航孔，以后该习惯性航道上的船舶将只能绕行，可预见未来船舶通航数量会大大减少，同时，本工程为了减轻对船舶通航的影响，排放口方案经过比选选择了尽可能避开习惯性航道中线的位置，在排放口边界端部附近海域拟设置相关警示标识，即可以预防小型船只在此处抛锚破坏扩散端，同时警示标志的设置也可作为漂亮景观，因此，本工程对同安湾海域旅游及游艇休闲娱乐功能影响很小。

根据本工程相关批复和工可，高崎污水处理厂出水水质执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值排放标准，出水水质粪大肠菌群数指标 10^3 个/L 小于附近海域二类水质要求的粪大肠菌群数指标 2×10^3 个/L，且类比排放口特征污染物的数

值模拟结果，尾水混合产生的大肠杆菌增量对周边海域的水质影响十分有限，由此可见，本工程尾水排放不会对同安湾旅游休闲娱乐区的亲水游憩活动的卫生学要求造成影响。

2）与用海方式控制要求的符合性

《福建省海洋功能区划》（2011~2020 年）对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的用海方式要求“严格限制改变海域自然属性”。

本项目新建段排海管海底管道，用海方式为“其他方式”中的“海底电缆管道”，施工采用顶管法和沉管法相结合的方式，需部分开挖海床，对海底地形有一定破坏，尾水排放管埋设在海床以下平均约 7.0m 处，但施工结束后海床将逐渐恢复原状，不会改变海域自然属性，营运期不会对海域自然属性产生影响，因此，本工程符合该功能区的用海方式控制要求。

3）与海岸整治要求的符合性

《福建省海洋功能区划》（2011~2020 年）对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的海岸整治要求“结合城市景观，部分岸段建设防潮堤、人工沙滩和人工种植红树林建设”。

本项目排海管施工期间需顶管穿过现状厦门航空工业园区造地项目二期工程护岸，但顶管深度位于护岸结构以下，基本不会对其造成影响。排放口位于低潮线下水深 10.9m 处，项目建设和运营对所在海域及周边的水深、潮流场、冲淤变化均基本没有影响，不会改变海域自然属性，距离本工程最近的人工沙滩（同集片区人工沙滩工程）和人工种植红树林（环东海域滨海旅游浪漫线红树林绿化工程）建设工程约有 5.2km 和 4.7km，不会对其建设和运营产生影响，因此，本项目符合该功能区的海岸整治要求。

4）与环境保护要求的符合性

《福建省海洋功能区划》（2011~2020 年）对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的环境保护要求为“保护海岛景观和地形地貌；执行不低于现状的海水水质标准，加强生态环境整治和改善”。

本项目排海管施工期间需开挖部分海床，但施工结束后会恢复现状，排放口位于低潮线下水深 10.9m 处，项目建设和运营对所在海域及周边的水深、潮流场、冲淤变化均基本没有影响，因此本项目建设对附近大离浦屿景观和地形地貌基本不会产生影响。

根据 3.4 节的分析，本项目排海管建设采用顶管法和沉管法，需开挖部分海床，对海洋环境质量的影响主要为施工导致的悬浮泥沙入海的影响，悬浮泥沙扩散会对海域水环境产生影响，由于工程规模较小且施工期较短，此影响随施工期结束而逐渐消失，对项目所在海域海洋环境影响较小，施工结束后可以维持海水水质现状，不会影响该功能区主导功能的发挥。因此，本项目施工期能够满足“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的海洋环境保护要求。

本项目排放口设置于扩散能力较好的潮流通道，尾水排放执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值排放标准，正常排放条件下，COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮等污染物的浓度增量和影响范围不大，COD_{Mn}、全潮包络范围主要集中于排放口附近，叠加本底后海域的 COD_{Mn}、浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，划定**的混合区范围是以排海管扩散段中间点为中心，长半轴为 400m，短半轴为 150m 的椭圆，面积约 0.1885km^2。**无机氮浓度增量最大值出现的涨急时约为 1.07mg/L，活性磷酸盐浓度增量最大值出现的涨急时约为 0.022mg/L。另外，本项目为高崎污水处理厂重要配套工程，对污水处理厂的建设起到至关重要的作用，拟通过尾水排海管将污水厂处理后的尾水离岸深水排放，将有利于污染物扩散稀释，污水处理厂的建设能有效减少片区内污水中的污染物未经处理直接进入同安湾海域的排放量，从而有利于改善工程区所在同安湾海域的生态环境质量。因此，项目运营期符合同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区的海洋环境保护要求，项目建设有利于海洋环境的保护。

综上，本项目虽然营运期对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”海洋功能区在混合区范围内的海域环境质量会有所下降，但对混合区以外的周边海域环境质量将得到改善，本项目用海满足“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的用途管制、用海方式和海洋环境保护等要求，不会对其功能发挥造成影响，项目用海总体上与“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的海洋功能区划实施的目标和环境保护的目的可兼容。

综合以上分析，本项目建设与“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区” 的用途管制、用海方式和海洋环境保护要求可兼容，不会对其海洋功能发挥造成影响；项目用海对周边其他海洋功能区影响较小或基本无影响。因此，本项目用海符合《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》。

表 3.6-2 评价海域附近主要海洋功能区登记表（《福建省海洋功能区划》（2011-2020））

海洋功能区	地区	地理范围	功能区类型	面积/岸线 hm^2/m	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区	厦门市	厦门市同安湾至马銮湾海域,东至118°12′16.2″ E、西至117°59′07.4″ E、南至24°30′52.8″ N、北至24°39′40.5″ N。	旅游休闲娱乐区	9863/56290	保障旅游基础设施、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程用海、人工岛建设用海。	严格限制改变海域自然属性。	结合城市景观， 部分岸段建设防潮堤、人工沙滩和人工种植红树林建设。	保护海岛景观和地形地貌；执行不低于现状的海水水质标准,加强生态环境整治和改善。
厦门湾特殊利用区	厦门市	同安湾海域、厦门西海域、厦门南部海域,东至118°11′52.3″ E、西至118°2′45.3″ E、南至24°24′20.2″ N、北至24°36′13.0″ N。	特殊利用区	0/1520	保障路桥用海，须进行专题论证确定其具体用海位置、范围，保障船舶通航安全，确保不影响毗邻海域功能区。	严格限制改变海域自然属性。	保护加固岸线。	海洋环境质量维持现状。
刘五店港口航运区	厦门市翔安区	翔安南部海域，东至118°14′18.4″ E、西至118°11′03.8″ E、南至24°31′15.4″ N、北至24°34′05.6″ N 。	港口航运区	852/7960	保障港口用海，兼容不损害港口功能的用海	填海控制前沿线以内允许适度改变海域自然属性，以外禁止改变海域自然属性；控制填海规模，优化码头岸线布局，尽量增加码头岸线长度	加强海岸景观建设	重点保护港区前沿的水深地形条件，优化港口布局，禁止含油污水排入海域，保护白海豚保护区的生态环境，执行不劣于第四类海水水质标准、不劣于第三类海洋沉积物质量标准、不劣于第三类海洋生物质量标准
厦门湾保留区	厦门市	围头湾海域,东至118°34′49.0″ E、西至117°48′32.7″ E、南至24°15′34.4″ N、北至24°38′42.3″ N 。	保留区	69001	保障渔业资源自然繁育空间	禁止改变海域自然属性		重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，执行不低于现状的海水水质标准,加强生态环境整治和改善

海洋功能区	地区	地理范围	功能区类型	面积/岸线 hm^2/m	用途管制	用海方式	海岸整治	海洋环境保护要求
厦门岛东部海域旅游休闲娱乐区	厦门市	厦门岛东部及南部海域,东至118°13′18.1″ E、西至118°5′06.6″E、南至24°24′27.4″ N、北至24°31′51.5″N 。	旅游休闲娱乐区	3636/21350	保障旅游基础设施、浴场、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程等用海，跨海桥梁用海须专题论证确定用海位置和范围，制定保护措施	严格限制改变海域自然属性，完善国家级海洋公园建设。	保护和改善海岸现有风貌，养护沙滩	保护海岛景观和地形地貌；执行不劣于第二类海水水质标准、不劣于第一类海洋沉积物质量标准、不劣于第一类海洋生物质量标准

3.6.3 与厦门市海洋功能区划的符合性分析

根据《厦门市海洋功能区划（2013～2020 年）》，本工程位于“大离浦临时排污区，距离“墩上通信海底管线区”和“大离浦供电海底管线区”分别约为 150m 和 300m（图 3.6-3）。

本项目排海管建设采用顶管法和沉管法，需开挖部分海床，对海洋环境质量的影响主要为施工导致的悬浮泥沙入海的影响，悬浮泥沙扩散会对海域水环境产生影响，由于工程规模较小且施工期较短，此影响随施工期结束而逐渐消失，对项目所在海域海洋环境影响较小，施工结束后可以维持海水水质现状，不会影响该功能区主导功能的发挥。因此，本项目施工期能够满足“马銮湾-同安湾旅游休闲娱乐区”的海洋环境保护要求。

本项目排放口设置于扩散能力较好的潮流通道，尾水排放执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值排放标准，正常排放条件下，COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮等污染物的浓度增量和影响范围很小，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，无机氮浓度增量最大值出现的涨急时约为 1.07mg/L，活性磷酸盐浓度增量最大值出现的涨急时约为 0.022mg/L。另外，本项目为高崎污水处理厂重要配套工程，对污水处理厂的建设起到至关重要的作用，拟通过尾水排海管将污水厂处理后的尾水离岸深水排放，将有利于污染物扩散稀释，污水处理厂的建设能有效减少片区内污水中的污染物未经处理直接进入同安湾海域的排放量，从而有利于改善工程区所在同安湾海域的生态环境质量。因此，项目运营期符合同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区的海洋环境保护要求，项目建设有利于海洋环境的保护。

综上，本项目虽然营运期对“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”海洋功能区在混合区范围内的海域环境质量会有所下降，但对混合区以外的周边海域环境质量将得到改善，本项目用海满足“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的用途管制、用海方式和海洋环境保护等要求，不会对其功能发挥造成影响，项目用海总体上与“同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区”的海洋功能区划实施的目标和环境保护的目的可兼容。

表 3.6-3 评价海域附近主要海洋功能区登记表（《厦门市海洋功能区划》（2013-2020））

海洋功能区	地理范围	功能区类型	面积/岸线 hm^2/m	用途管制	用海方式	海岸整治	环境保护要求
同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区	厦门市同安湾至马銮湾海域,东至118°12′16.2″E、西至117°59′07.4″E、南至24°31′26″N、北至24°39′40.5″N。	旅游休闲娱乐区	9863/56290	保障旅游码头等旅游基础设施、人造沙滩、水上运动、游乐场用海，兼容跨海桥梁、海底工程用海、旅游类人工岛建设、客运船防台锚地、工作船基地及公务码头、排污管道用海，但须专题论证确定用海位置和范围。加强马銮湾生态环境整治工程，如海堤开口、退垦还海等。宝珠屿周边海域可兼容休闲游艇用海。	严格限制改变海域自然属性。同安湾西侧沿线、西海域海沧吴冠岸线以及五缘湾西侧部分岸线保留为自然岸线。	结合城市景观，下潭尾、同安湾西侧、马銮湾、五缘湾等海域开展海域整治，进行破堤还海、防潮堤整修、人工沙滩、红树林种植及其他丰富海岸景观设施建设的岸线整治活动。	保护海岛景观和地形地貌；执行不低于现状的海水水质标准,加强生态环境整治和改善。
大离浦临时排污区	厦门同安湾海域,坐标118°8'58.3"E，24°33'17.6"N	排污区	根据海域使用权证或海籍调查结果确定。	保障污水达标排放混合区及排污管道用海，确保不影响毗邻海域功能区。适时调整至澳头排污区统一深水排放或者中水回用。	严格限制改变海域自然属性。		严格执行污水达标深水排放标准。
墩上通信海底管线区	厦门同安湾海域,中心位置118°8'17.1"E、24°34'9.7"N。	特殊利用区	根据海域使用权证或海籍调查结果确定。	保障通信管道用海，根据海域使用权证或海籍调查结果确定用海位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区。	严格限制改变海域自然属性。		海洋环境质量维持现状。
大离浦供电海底管线区	厦门同安湾大离浦屿海域,中心位置118°9'8.3"E、24°33'3.8"N。	特殊利用区	根据海域使用权证或海籍调查结果确定。	保障电缆管道用海，根据海域使用权证或海籍调查结果确定用海位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区。	严格限制改变海域自然属性。		海洋环境质量维持现状。
第二东通道区	厦门五缘湾北部海域,中心位置118°10'22.3"E、24°33'40.4"N。	特殊利用区	根据海域使用权证或海籍调查结果确定。	保障桥隧用海，须进行专题论证确定其具体用海位置、范围，保障船舶通航安全，确保不影响毗邻海域功能区。	严格限制改变海域自然属性。	保护加固岸线。	海洋环境质量维持现状。

海洋功能区	地理范围	功能区类型	面积/岸线 hm^2/m	用途管制	用海方式	海岸整治	环境保护要求
集美大桥通道区	厦门同安湾海域,中心位置118°5'41.8"E、24°33'31.5"N。	特殊利用区	根据海域使用权证或海籍调查结果确定。	保障地铁轨道交通、跨海道路、桥梁等路桥用海，根据海域使用权证或海籍调查结果确定用海位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区。	严格限制改变海域自然属性。	保护加固岸线。	海洋环境质量维持现状。
新村-墩上通信海底管线区	厦门五缘湾北部海域,中心位置118°10'24.7"E、24°33'27.8"N。	特殊利用区	根据海域使用权证或海籍调查结果确定	保障通信管道用海，根据海域使用权证或海籍调查结果确定用海位置、范围、面积，确保不影响毗邻海域功能区	严格限制改变海域自然属性。		海洋环境质量维持现状。
厦门湾保留区	厦门湾,东至118°34′49.0″ E、西至117°48′32.7″ E、南至24°15′34.4″ N、北至24°38′42.3″ N。	保留区	6635/69001	保障渔业资源自然繁育空间，大嶝工业与城镇用海区周边兼容交通运输用海、海底供水电缆等海底管道用海，远期预留海沧南港区用海空间。	禁止改变海域自然属性。	保护海岛景观和地形地貌；重点保护海洋生态环境和渔业苗种场、索饵场、洄游通道，执行不低于现状的海水水质标准,加强生态环境整治和改善	

3.6.4 与《福建省海洋环境保护规划》的符合性分析

根据《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》，本尾水排海工程所处海域规划为同安湾旅游环境保护利用区，见图 3.6-4，其海洋环境质量保护目标见表 3.6-4。环保管理要求为：控制周边陆源污染物排放，实施生态修复。本工程为高崎污水处理厂尾水排放的重要配套工程，项目的建设有利于厦门岛湖里区陆源污染物离岸（引至低潮下以下）排放，有利于污染物的稀释扩散；同时本项目的建设将有利于高崎污水处理厂的扩建，通过陆域截污管网的建设，增加污水处理量，将能够有效的削减湖里区内氮、磷等营养盐的入海量，有助于减少陆源面源污染物的排放，有利于同安湾的生态修复。因此，本项目的建设符合福建省海洋环境保护规划对该区的环境管理要求。

本项目排海管工程位于该保护利用区，工程施工采用沉管法，需沿管道延伸方向开挖海床，进行管道埋设，对海床生境造成一定程度的影响，但施工结束后会恢复现状；项目建设对海洋环境质量的影响主要为施工产生悬沙的影响，对该海域水

环境会造成一定影响，由于施工期较短，此影响随施工结束而逐渐消失；项目建成后，污水经过污水处理厂处理达标后排放，排放执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值标准标准，正常排放情况下，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，无机氮、活性磷酸盐现状已超阈值或达到阈值，其叠加扩散的浓度增量均很小。长远来看，本项目建设有利于厦门岛东北部同安湾海域生态环境的改善。因此，本项目用海符合《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》对该利用区提出的环保管理要求。项目建设过程中应当严格执行《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》确定的海洋环境管理要求、环境质量目标，严格控制施工过程中污染物的排放，预防施工船舶溢油事故发生，制定环境风险防范和应急计划，按照相关要求配备应急设备和材料。

综上所述，本项目为高崎污水处理厂尾水排放的重要配套工程，排放口设在“同安湾旅游环境保护利用区”的潮流通道处，项目的建设有利于厦门岛北部湖里片区陆源污染物离岸深海排放，有利于污染物的稀释扩散；同时本项目的建设将能减少城镇污染物直接排入海域，将能够有效的削减区内氮、磷等营养盐的入海量，有助于减少陆源面源污染物的排放，改善厦门同安湾海域的海洋自然生态环境。因此，本项目的建设基本符合上述海洋环境分级控制区的环境质量目标及管理要求，符合《福建省海洋环境保护规划（2011~2020）》。

表 3.6-4 项目所处海域福建省海洋环境分级控制区登记表（摘录）

代码	名称	面积（hm^2）	环境质量目标						环保管理要求
			海水水质		海洋沉积物		海洋生物质量		
			近期	远期	近期	远期	近期	远期	
2.2-13	同安湾旅游环境保护利用区	7541	二（无机氮、活性磷酸盐三类）	二	一	一	一	一	控制周边陆源污染物排放，实施生态修复。

。

3.6.5 与《福建省海洋生态保护红线划定成果》的符合性分析

根据《福建省海洋生态保护红线划定成果》，本排海管工程不在生态红线区内，距离同安湾口海洋保护区生态保护红线区（禁止类）约为 1.3km。施工时悬沙浓度增量大于 10mg/L 不会影响到该红线区；与其他海洋生态红线区均距离较远，不会对其他生态红线区造成影响，具体见下表 3.6-5 和图 3.6-5。

同安湾口海洋保护区生态保护红线区（禁止类）的保护目标为“国家一级重点

保护濒危野生动物中华白海豚物种及其生境”；管控措施为“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》等相关规定。”环境保护要求为“按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，禁止排放有害有毒的污水、油类、油性混合物、热污染物及其他污染物和废弃物，禁止新设污染物集中排放口，禁止倾废，改善海洋环境质量。”

本排海管工程距离同安湾口海洋保护区生态保护红线区（禁止类）最近点距离约 1.3km。施工采用沉管法，需沿管道延伸方向开挖海床进行管道埋设，不会直接对该保护区海床生境造成影响。施工产生的影响主要是施工期的水体悬浮泥沙扩散和施工船舶噪声。

根据数模分析可知，本项目施工期产生的 10mg/L 悬沙最大影响范围没有涉及到该红线区，只有较低浓度增量的悬沙进入，而且影响时间短且范围不大，随着施工期结束而消失，不影响该区水体水质目标的达成。由于中华白海豚用肺呼吸，对浑浊水体具有一定的适应性和趋避能力，而且中华白海豚靠回声定位系统觅食，回避敌害和与同伴沟通，因此施工产生的较低悬浮泥沙浓度增加将对中华白海豚的活动空间有短暂的影响，并将随施工结束而消失，但不会对中华白海豚的摄食、社交等活动产生明显的影响。施工悬浮泥沙将造成悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 范围内的鱼卵、仔鱼、游泳动物资源量减少，从而造成工程区局部海域中华白海豚的饵料资源量减少，但这种影响将随着施工结束而消失。由于施工影响具有临时性和可恢复性，对造成的影响进行补偿的基础上，本工程施工期影响对该红线区的环境影响不大。

本工程施工和船舶航行水下噪声对中华白海豚的影响主要表现为引起工程区附近中华白海豚的回避和迁移行为，并对其个体之间的交流产生一定滋扰影响，对中华白海豚的听觉影响较小，不会造成中华白海豚的听力损失。总体上，本工程施工产生的水下噪声对工程海域的中华白海豚影响很小。

由于本工程船舶进出港时受航道水深、航道宽度等自然条件的限制，以及从安全角度考虑，航速较小，并且根据《厦门市中华白海豚保护规定》，本工程位于厦门同安湾海域，船舶航速应低于 10 节，而中华白海豚的游泳速度可达 12 海里/小时，在受到惊吓或是感受到危险时，其逃避时的速度会更快，故中华白海豚有足够的时间作出反应，采取规避行为。且中华白海豚在厦门海域具有较大的活动范围，对船舶行驶具有一定的适应能力和躲避能力。因此，本工程船舶正常航行对中华白海豚

的影响不大。本工程施工船开始工作前，应密切注意观察船舶周围区域是否有白海豚出入，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开工，避免螺旋桨等对白海豚的直接伤害；其它施工船舶航行时应控制航速在 10 节以内并密切观察海面，对中华白海豚应注意避让。

由于本工程建成后，区域内原未经处理无序排放的污水将经生化处理达标后排放，整体上大大削减了陆源入海污染物负荷，对改善邻近海域生态环境质量有利。另从污水排放影响预测可知，其尾水排放后混合区范围相对较小，仅局限在有限范围内，本排海管排放口位于海洋生态红线保护区外，排放执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值标准标准，正常排放情况下，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，划定的混合区在该红线区外（见图 3.6-5）。因此，本工程运营期影响符合该红线区的环境保护要求。

长远来看，污水处理厂为区域减排工程，工程的建设总体上将有利于消减无机氮、活性磷酸盐的排放，本工程建设对改善海域生态环境是有利的，对中华白海豚生境也是有利的。

综上，本工程施工期对该红线区影响较小，从长远来看，本项目建设有利于和厦门同安湾海域生态环境的改善，进而有利于中华白海豚生物资源的恢复。因此，本工程建设满足该红线区的管控措施以及环境保护要求，符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》的管理要求。

表 3.6-5 本排海管工程与周边海洋生态保护红线区相对位置关系表

序号	海洋生态红线区	与本项目的相对位置和最短距离
1	同安湾口海洋保护区生态保护红线区	东南侧，约 1.3km
2	五缘湾海洋保护区生态保护红线区	东南侧，约 2.5km
3	同安湾西侧自然岸线及沙源保护海域生态保护红线区	西北侧，4.7km

3.6.6 与《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》的符合性分析

（1）对保护区功能的影响

本项目排海管工程位于厦门珍稀海洋物种海洋保护区（中华白海豚）北侧，距离同安湾口中华白海豚保护区核心区最近距离约 1.3km，见表 3.6-6 和图 3.6-6。本工程为海底管道工程，施工采用顶管和沉管法，需沿管道延伸方向开挖海床，进行

管道埋设，不会对保护区海床生境造成直接影响。施工产生的影响主要是施工期的水体悬浮泥沙扩散和施工船舶噪声。根据数模分析可知，本项目施工期产生的10mg/L 悬沙增量最大影响范围没有涉及到厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚-同安湾湾口），只有较低浓度增量的悬沙进入，而且影响时间短且范围不大，随着施工期结束而消失，不影响该区水体水质目标的达成，无论从影响程度和影响面积上都较小。工程施工产生的水下噪声、船舶作业及航行，对工程区及附近保护区的中华白海豚及其生境的影响很小。

本工程拟建排放口位于同安湾口中华白海豚保护区核心区外，排放执行《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值标准，正常排放情况下，叠加本底后海域的COD_{Mn}浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，划定的混合区在保护区外，对保护区的影响很小。长远来看，本工程作为高崎污水处理厂的配套设施，排放口设置在水动力条件较好的海域，使得污染物的排放远离同安湾口中华白海豚保护区，工程的建设将有助于减轻和削减厦门本岛东北部湖里片区氮、磷等营养盐的入海量，有助于控制陆源污染物排放，有利于改善保护区和厦门同安湾海域的生态环境。

由于污水厂建成后，区域内原未经处理无序排放的污水将经生化处理达标后排放，整体上大大削减了陆源入海污染物负荷，对改善邻近海域生态环境质量有利；而且本项目出水水质标准较高，尾水排放一定程度上会促进排放口周边浮游生物的生长，从而增加白海豚的饵料生物。同时根据有关资料，中华白海豚游泳速度快，对有异常水质也会本能地躲避游走，所以污水厂尾水排放对中华白海豚生境影响不大，从污染源削减角度来考虑，污水厂建设对改善海域生态环境是有利的，对中华白海豚生境也是有利的。

本工程排放口位于厦门岛和大离浦屿之间水深 10m 以上深水区，管道平均埋深约 7.0m，排放方式采用深水扩散器排放，扩散管长度为 60m，扩散段的上升管露出海床部分约 1m 高。尾水排放对排放口周边的水动力条件影响程度有限。因此排海管运营期间对中华白海豚活动影响很小，不会对中华白海豚的交流通道造成阻隔影响。

综上，在落实好施工期和营运期各项环境保护措施，严格执行施工船舶溢油事故风险防范措施的前提条件下，本项目建设对厦门珍稀海洋物种海洋保护区产生的影响较小，符合该保护区的管理要求，并且长远来看，有利于更好的保护区内的中华白海豚和其栖息环境。

表 6.2-3 本排海管工程与周边自然保护区相对位置关系表

序号	保护区	与本项目的相对位置和最短距离
1	厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）	东南侧，约 1.3km
2	厦门中华白海豚外围保护地带海洋保护区	位于外围保护地带

（2）与相关规定的符合性分析

1）与《厦门市中华白海豚保护规定》符合性分析

根据《厦门市中华白海豚保护规定》，厦门中华白海豚自然保护区实行非封闭性管理方式。本工程在厦门中华白海豚自然保护区的外围保护地带建设尾水排海管，符合该管理方式的要求。《厦门市中华白海豚保护规定》中规定："海上船舶除执行紧急任务或抢险救灾、救护等特殊情况外，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节"、"建设排污处理设施，污水排放应达到国家和本市水污染排放标准的要求"、"进行水下爆破、填海工程和将泥沙直接推入海里，施工单位必须报经市渔业行政管理部门审核"。项目建设的施工船舶不会超过 10 节；本项目建设尾水排海管道，其污水排放达《厦门市水污染物排放标准》C 级排放限值标准，满足国家和厦门市水污染排放标准的要求。因此，本工程建设与《厦门市中华白海豚保护规定》是符合的。

2）与《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》符合性分析

根据《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚、文昌鱼）实行非封闭式管理；外围保护地带仅对保护物种加以严格保护。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区适应性行政管理措施如下：

措施 1.1：严格执行国家、省、市有关保护区的各项法律、法规及制度。针对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区特点，坚决执行《厦门市海洋保护若干规定》，加大海洋执法力度，严厉打击违法倾废、违法经营水生野生动物制品、在厦门海域非法采砂、违法水下爆破的行为，定期组织开展海洋工程建设专项执法检查，确保监管到位。

措施 1.2：厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚、文昌鱼）实行非封闭式管理。严格执行《厦门市中华白海豚保护规定》，严禁任何危害中华白海豚和文昌鱼资源及其栖息环境的开发利用活动；外围保护地带对保护物种加以严格保

护，在外围保护地带进行的项目，不得损害自然保护区内的自然资源和生态功能。

措施 1.3：加强保护区法治建设。制定《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理办法》。

措施 1.4：加大资金投入，推进行政能力建设。加大保护区基础设施和管护设施建设，增加保护区的工作人员和人力资源，加强保护区执法队伍建设。

本工程排海管距离同安湾湾口中华白海豚保护区约 1.3km，排放口位于保护区外，施工期不会对该保护区造成影响，从长远来看，本项目的建设将能够有效的削减区域内 COD、氮、磷等的入海量，有助于控制陆源污染物排放，有利于更好的保护区内的中华白海豚及其栖息环境，不会损害自然保护区内自然资源和生态功能。因此，本工程建设与厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划是相符的。

3.6.7 与厦门市污水布局研究及处理系统规划环评的符合性分析

根据数模预测结果，本工程接纳的高崎污水处理厂 20 万 t/d 尾水且出水水质为（DB35322-2018）的 C 级排放限值时，其尾水的排放不会影响周边功能区划水质目标的达成。这与《厦门市污水布局研究及处理系统规划环境影响报告书》（2019 年）中对高崎污水处理厂尾水排放量以及排放标准的要求为“在现状海域环境条件下，执行一级 A 标准，大离浦排放口能容纳的最大污水排放量为 30 万 t/d，可以满足高崎污水处理厂近期 20 万 t/d 的尾水排放需求。”是相符的。

综合上述，本工程的建设可满足《厦门市污水布局研究及处理系统规划环境影响报告书》的相关要求。

3.6.8 与《厦门市城市总体规划（2011-2020）》的符合性分析

根据《厦门市城市总体规划(2011-2020)》，厦门市城市发展将构建“一岛一带双核多中心”的组团式海湾城市的空间布局，其中：“一岛”为厦门岛；“一带”为环湾城市带串联海沧、集美、同安、翔安；“双核”为厦门岛和厦门东部两个市级中心；“多中心”为思明、湖里、海沧、集美、同安、翔安等区级中心；组团之间由海域、山体和生态绿廊分隔，总体形成城市与自然环境相互融合的生态型结构模式。其土地利用规划图见图 3.6-7，高崎污水处理厂用地类型属于工业用地。

根据《厦门市城市总体规划（2011-2020）》的污水工程规划章节，排水体制采用雨污分流制，逐步改造现有合流制排水设施。完善高标准的城市雨污水收集、排

放、处理系统，建设污水处理回用工程。规划全市平均日污水量约为 163 万 m^3/d，并考虑截流污水量。全市共布置 27 个污水处理厂，总处理规模达到 209.4 万 m^3/d，城市污水处理率达到 100%。根据厦门市的发展趋势，逐步提高污水处理厂出水排放标准。

高崎污水处理厂的近期建设规模为 20 万 m^3/d，远期设计规模 50 万 m^3/d，将进一步提升厦门岛北部片区的污水处理能力，削减污染物的直接排放量，可减少污染物排放对厦门中华白海豚保护区的影响，有利于厦门同安湾海域的生态修复；其建设能满足《厦门市城市总体规划（2011-2020）》的要求。因此，本项目建设符合《厦门市城市总体规划（2011-2020）》。

3.6.9 与厦门港口规划的符合性分析

根据《厦门港总体规划（2035 年）》，本工程位于厦门同安湾大离浦附近海域（见图 3.6-8），距离同安湾航道约为 1600m。厦门岛和大离浦屿之间海域现状为小型船舶习惯性路线，虽偶有小型船舶通行，但根据《厦门港总体规划（2035 年）》，此处海域没有规划航道，且正在建设的厦门第二东通道在靠近西侧没有预留通航孔，以后该习惯性航道上的船舶将只能绕行，可预见未来船舶通航数量会大大减少，同时，未来随着北侧支航道 G3-G4-G5 航道运行，影响会变得更小。本工程为了减轻对船舶通航的影响，排放口方案经过比选选择了尽可能避开习惯性航道中线的位置，在排放口边界端部附近海域拟设置相关警示标识，既可以预防小型船只在此处抛锚破坏扩散端，同时警示标志的设置也可提醒附近通航的小型船舶注意通航安全，因此，本工程对该习惯性航道通航影响很小。

综上，本工程路由选址方案用海选址符合《厦门港总体规划（2035 年）》的要求。

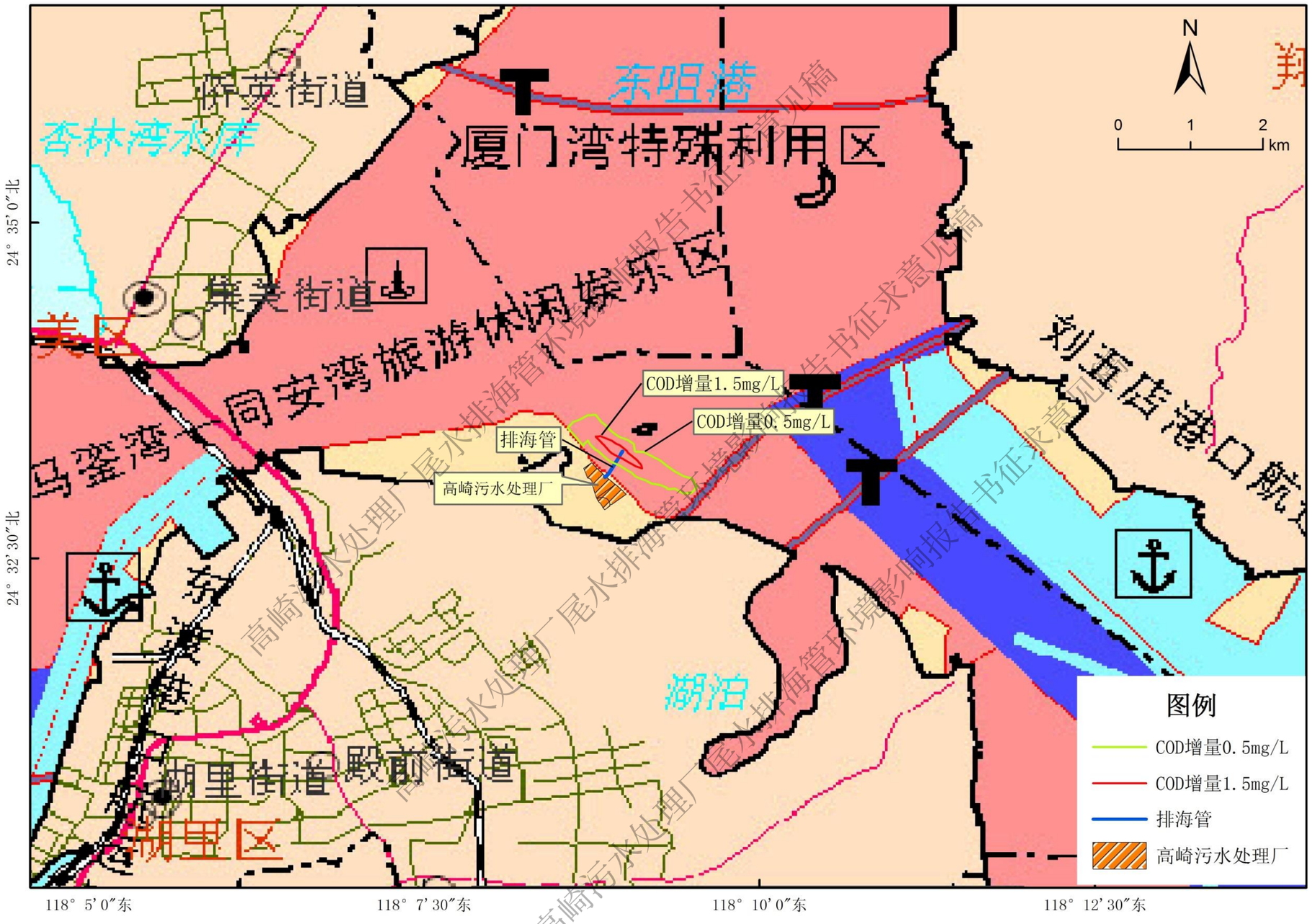


图 3.6-2 福建省海洋功能区划（2011-2020 年）

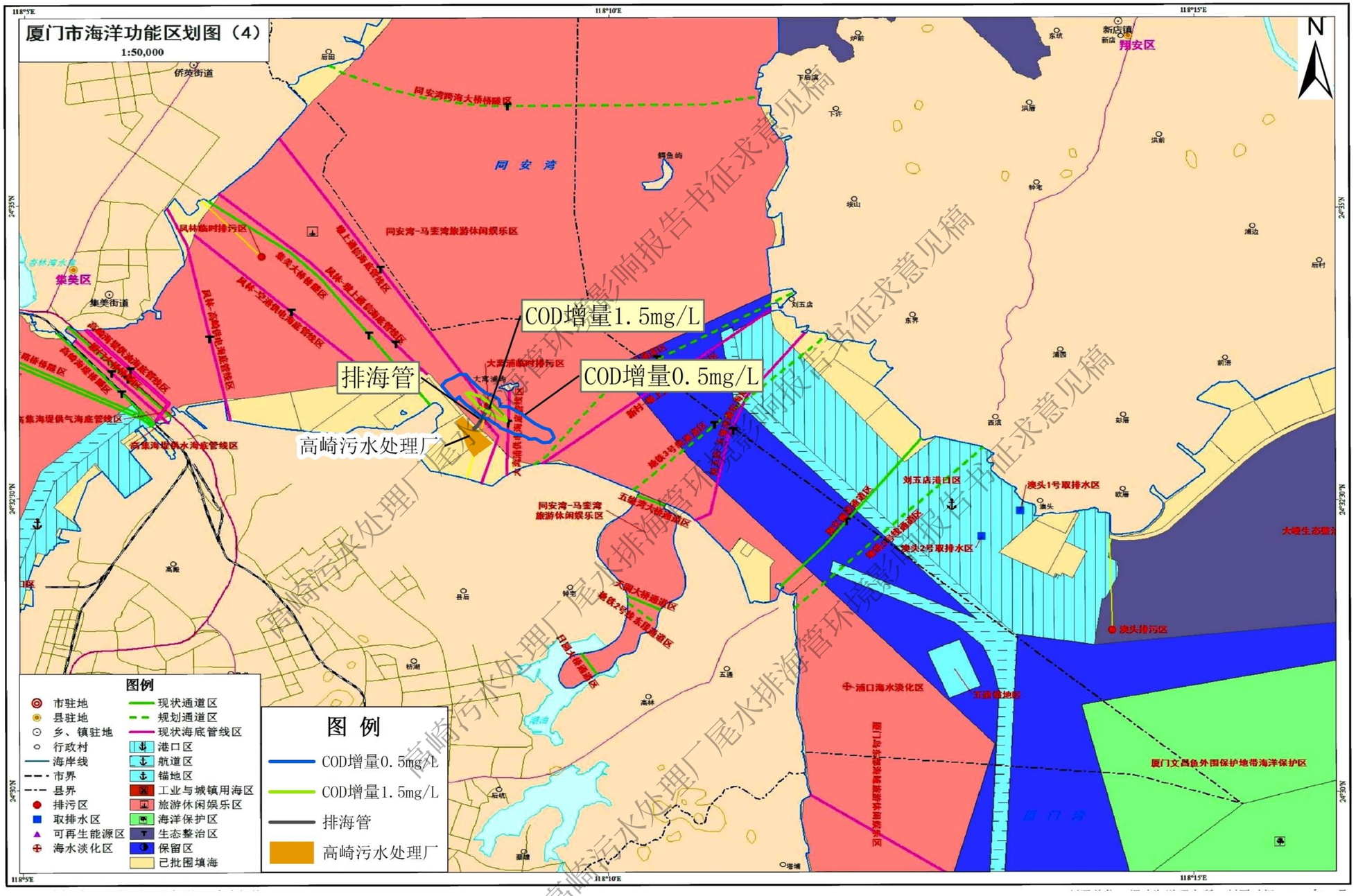


图 3.6-3 厦门市海洋功能区划（2013-2020 年）

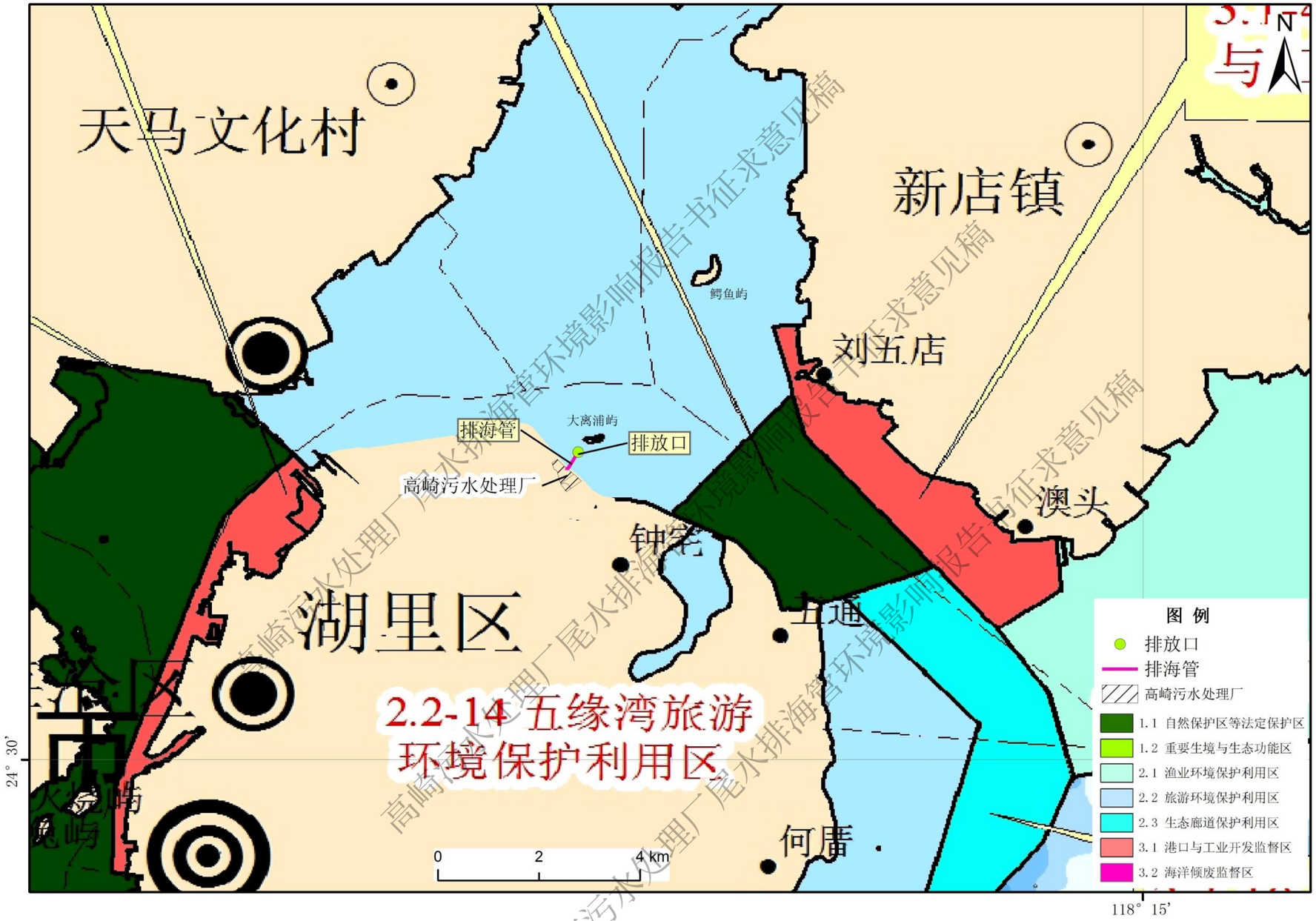


图 3.6-4 福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）

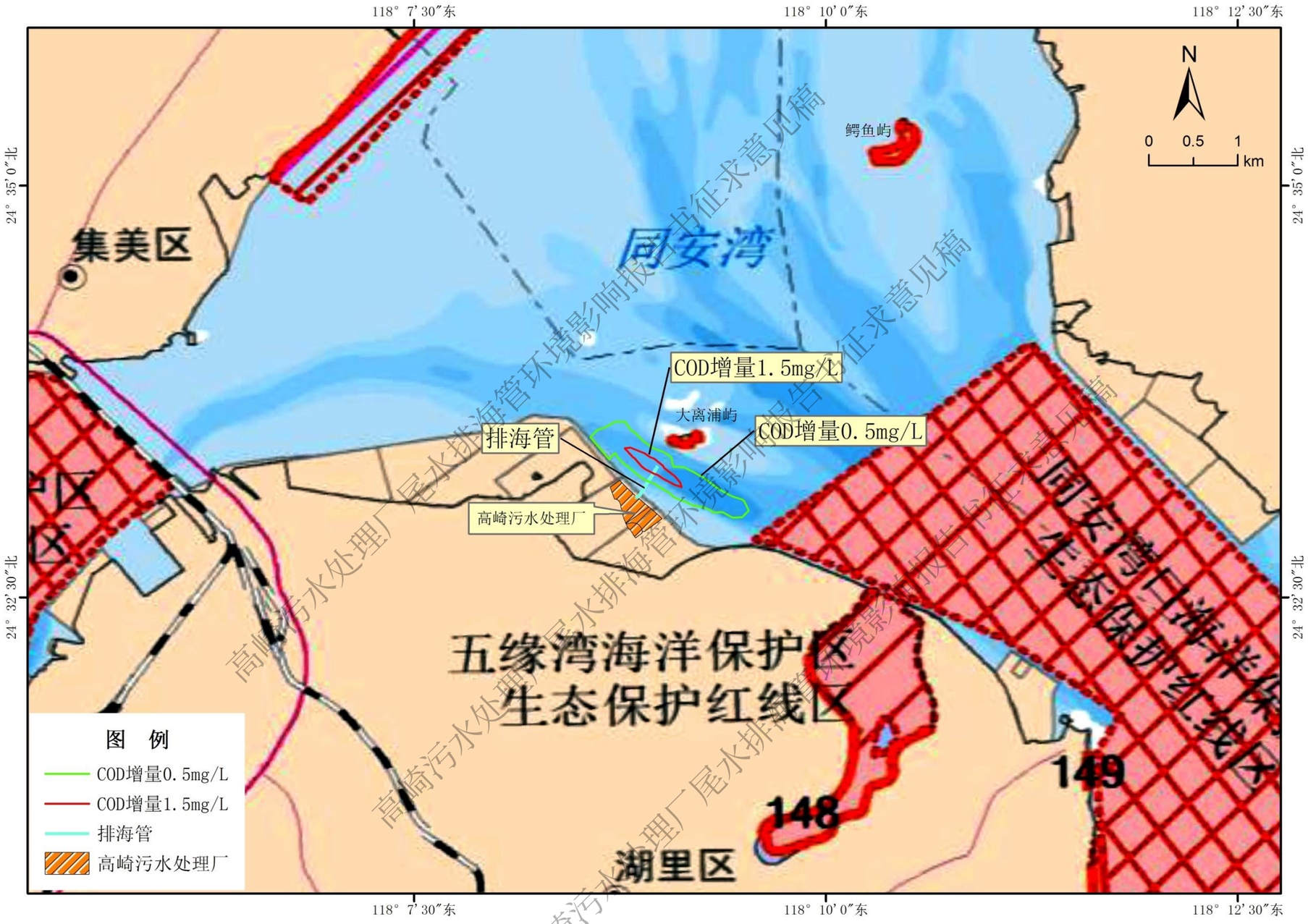


图 3.6-5 福建省海洋生态保护红线划定成果

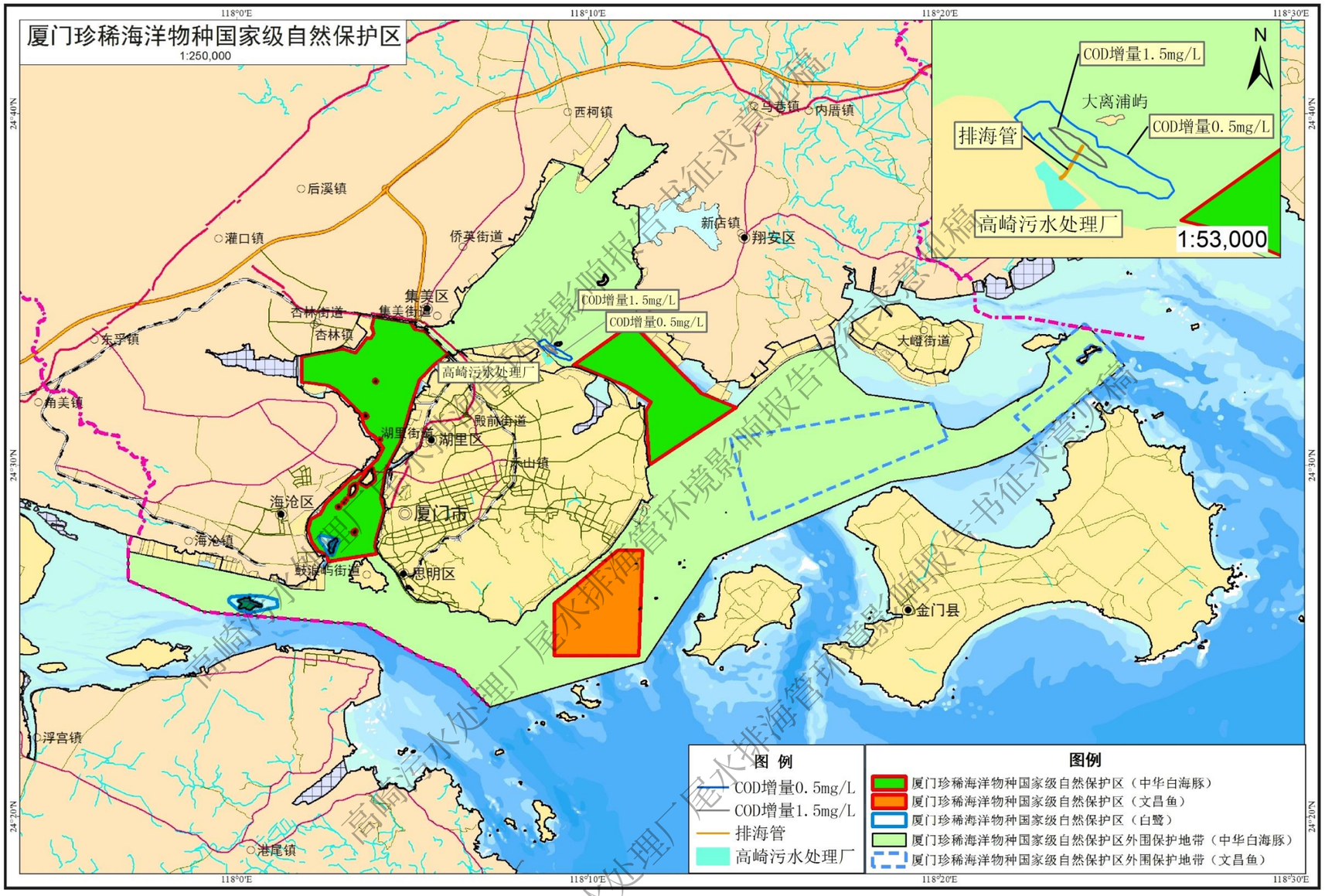


图 3.6-6 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划

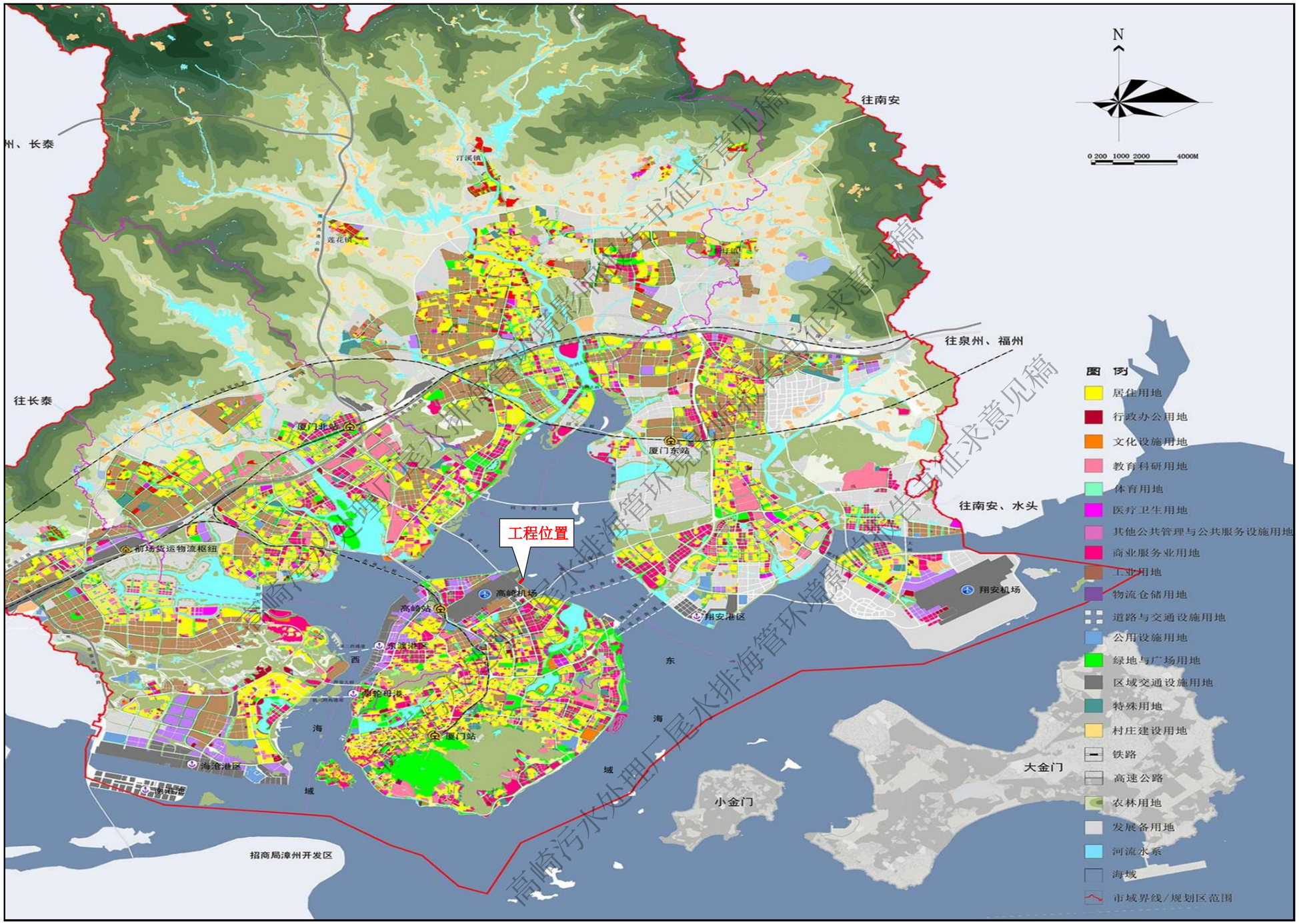


图 3.6-7 厦门市城市总体规划（2011—2020 年）用地规划图

3.6.10 工程建设与相关法律和政策的符合性

（1）工程建设与污水排海有关国家法规、政策的符合性

《中华人民共和国环境保护法》中第三十四条规定："国务院和沿海地方各级人民政府应当加强对海洋环境的保护。向海洋排放污染物、倾倒废弃物，进行海岸工程和海洋工程建设，应当符合法律法规规定和有关标准，防止和减少对海洋环境的污染损害。"本工程通过新建排海管将尾水排放到水动力条件更好的海域，符合该条例规定。

在《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》（2017 年 3 月 1 日修订）中第十三条规定："设置向海域排放废水设施的，应当合理利用海水自净能力，选择好排污口的位置。采用暗沟或者管道方式排放的，出水管口位置应当在低潮线以下。"本工程排放口出水管口位于深海，符合该条例规定。

在《中华人民共和国海洋环境保护法》中第二十九条和第三十条要求"向海域排放陆源污染物，必须严格执行国家或者地方规定的标准和有关规定。""入海排污口位置的选择，应当根据海洋功能区划、海水动力条件和有关规定，经科学论证后，报设区的市级以上人民政府环境保护行政主管部门备案。"本项目排海管的出水水质标准为《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值；项目位于福建省海洋功能区划中的"同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区"，因此，本项目的建设符合海洋环保法的规定。

（2）与国家产业结构及能源政策的符合性分析

本工程是为了解决厦门本岛北部片区的尾水排放问题，属于厦门市基础设施建设项目，属于国家发展与改革委员会《产业结构调整指导目录》（2019）中的鼓励类产业"城市基础设施"行业中"20 城市供水、排水、燃气塑料管道应用工程"。因此，本项目符合国家产业政策的要求。

3.6.11 小结

本工程的建设符合《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》和《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》的要求，符合国家产业政策要求和厦门市污水工程规划。工程的建设符合《福建省近岸海域环境功能区划（2011-2020 年）》、《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《福建省海洋环境保护规划（2011-2020 年）》、《福建省海洋生态保护红线划定成果》、《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》、《厦门市城市总体规划（2011-2020）》

等规划的相关要求。

3.7 工程建设与“三线一单”符合性分析

① 生态红线

本工程选址位于厦门岛北部大离浦附近海域，工程路由不在禁止类或限制类生态红线区内。施工期增量大于 10mg/L 悬沙不会影响到同安湾口海洋保护区生态保护红线区；营运期本工程接纳的高崎污水处理厂 20 万 t/d 尾水深水排放后不会影响到该红线区水质目标的达成，符合福建省海洋环境保护规划对该区的环境管理要求。因此，本工程的建设符合《福建省海洋生态保护红线划定成果》的管理要求。

② 环境质量底线

本工程选址区域为环境空气功能区二类区，执行二级标准。根据环境空气质量现状的监测数据，项目所在区域环境空气质量能够满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准要求，空气质量良好；同时本项目营运期后对大气环境影响基本无影响，能满足《环境空气质量标准》二级标准的要求。

本工程所在区域为机场声环境功能区，根据环境噪声现状监测结果，工程区声环境质量能够满足 GB9660-88 二类区域标准，本项目建成后噪声产生量小，能满足 GB9660-88 二类区域标准要求，本项目建设运营不会改变项目所在区域的声环境功能，因此项目建设声环境质量是符合要求的。

本工程位于《福建省近岸海域环境功能区划》中的同安湾三类区，该功能区执行第二类海水水质标准，主导功能为旅游、航运，辅助功能为纳污。经过数模预测，本工程推荐排放口，尾水排放后需划定 **0.1885km²** 的混合区面积（在该区域内不执行水质标准）；由于本工程仅是高崎污水处理厂的配套设施，工程本身不产生污染物，本工程的建设有利于高崎污水处理厂尾水的离岸排放，有利于污染物的稀释扩散。从区域的角度来看，高崎污水处理厂及其配套工程尾水排海管的建设将有助于促进厦门岛东北部区域污染物的削减，减轻对海域生态和环境质量的影响。

综上，本项目建设符合环境质量底线要求的。

③ 资源利用上线

本工程为高崎污水处理厂的重要配套工程，管道敷设完成后，工程主体均位于水下；根据本工程桌面路由比选分析，本工程选取了工程路由较短，且跟周边海域开发活动可协调的路由，工程施工临时占用湿地面积约为 0.625 公顷，施工完成后将逐渐恢复原状。

运营期，所划定的混合区范围为 **0.1885km²** 小于同安湾所允许混合区面积，项目资源利用满足要求。

④ 环境准入负面清单

根据 2016 年 6 月 6 日《厦门市人民政府办公厅转发市环保局关于进一步简政放权深化环评审批制度改革实施方案的通知》中《厦门市建设项目环保审批准入特别限制措施（负面清单）》可知本项目不属于“限制”和“禁止”引入的项目，且不属于生态保护要求中所列的“四个不批、三个严格”项目；项目不属于高污染、高能耗、高耗资产业，符合厦门市环境准入要求。本项目排放口位于同安湾大离浦附近海域，涉及新增入海排污口的项目，实行许可准入，建设项目环境影响报告书、报告表经技术评估、实质性审批批准后，建设项目方可准入建设。高崎污水处理厂是主要处理厦门岛北部片区的生活污水，项目不属于高污染、高能耗、高耗资产业，符合厦门市环境准入要求。

综上分析，本工程的建设符合“三线一单”管控要求。

第四章　自然及社会环境概况

4.1 地理位置

厦门市位于福建省东南沿海，九龙江入海口北岸。地理坐标在东经117°53′~118°25′、北纬24°25′~24°54′，北距泉州104km，距福州301km，西距漳州71km，东距台湾省高雄160海里。位于漳厦平原和泉州平原的中心，北面与泉州南安市、安溪县为邻，西南与漳州市长泰县、龙海市相接，濒临台湾海峡，与台湾本岛和澎湖列岛遥遥相对，具有战略位置，是海陆交通的枢纽。

高崎污水处理厂位于湖里区辖区，本项目位于厦门高崎大离浦附近海域。湖里区成立于1987年11月，地处厦门岛北部，八山横贯两水，三面海域环抱，与金门岛隔海相望，陆地面积73.77平方公里，海岸线长达30公里。湖里区拥有便捷的海、陆、空立体交通网络，海港空港，火车货运北站，五条陆路进出岛通道及正在建设的第二东、西通道，厦金航线都在湖里辖区，是重要的交通枢纽。

4.2 自然环境概况

4.2.1 气象条件

厦门市是我国海湾型城市之一，属南亚热带海洋性季风气候，冬无严寒，夏无酷暑。

（1）气温

根据厦门市气象局提供近30年气象资料，厦门地区多年平均气温20.7℃；极端最高气温39.2℃，出现在2007年7月20日，极端最低气温1.5℃，出现在1991年12月29日；近30年月平均气温变化统计结果见表4.2-1，月平均温度变化曲线见图4.2-1。

表4.2-1　厦门近30年月平均气温统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均气温(℃)	12.7	13.0	15.0	19.1	22.9	25.9	28.0	27.8	26.3	23.2	19.3	14.8	20.7

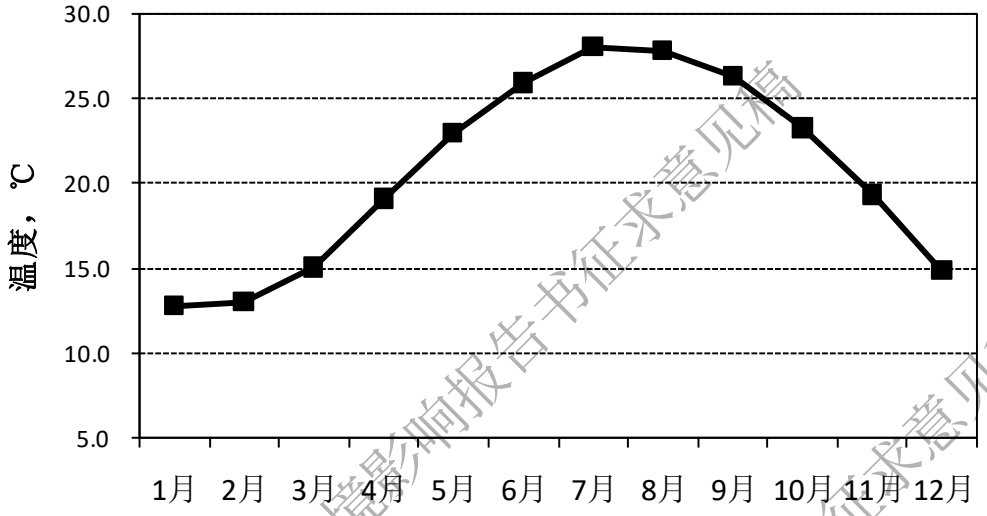


图 4.2-1　厦门近 30 年月平均气温变化曲线图

（2）降水

厦门地区多年平均降水量 1335.8mm，降水主要集中在春、夏季；年降雨极小值 315.7mm，出现于 2000 年；年降雨量极大值为 1998.6mm，出现在 1990 年。

（3）湿度

厦门地区多年平均相对湿度为 77%。10～12 月最低，3～8 月最高。

（4）日照

厦门地区多年平均日照总时数为 1877.5 小时，7 月份日照时数最多，2 月份最少。

（5）风向风速

厦门地区风向季节性变化明显，全年风频最大的风向为偏东风，夏季多为偏南风，秋冬季盛行偏北风。各季中静风频率为 5～10.7%。多年平均风速 3m/s，月平均风速在 2.6-3.5m/s 之间。秋、冬两季的平均风速稍大于春、夏。

4.2.2 水文

（1）潮汐

同安湾潮汐主要是外海潮波传入引起的规则半日潮，平均潮差为 3.95m，最大潮差为 6.02m，最小潮差为 1.99m。表层平均涨潮流历时 6h6min，落潮流历时 6h18min；底层平均涨落潮流历时都是 6h13min；湾口的涨潮落流历时差稍大于

湾内。

（2）潮流

同安湾的潮流类型为正规半日潮流，湾内没有较大的河流注入，因而潮流在整个流场中起主导作用，为受地形控制的稳定往复潮流。涨潮时潮流由湾口向西北流入湾内，在鳄鱼屿以南附近水域分成三股涨潮流：一股向西流向高集海堤；一股向北流向湾顶；一股沿 EN 流向琼头海岸。落潮时，则潮流从湾内上述三条路线往湾外退落，也在鳄鱼屿以南附近水域汇成一股落潮流往湾外退出。湾内潮流速不大，1997 年 12 月 19 日（中潮）实测得，湾口最大流速为 0.6m/s，其它各站流速约为 0.2～0.4 m/s。从以往历次实测海流结果看，测到的流速最大值为 0.86 m/s，东咀港内海流速较小。理论计算和实测表明，受地形影响，湾口—鳄鱼屿的深潮水域的流速值最大，且表层海流流速大于底层流速；流速最小值出现在湾顶和高集大桥附近水域。最大涨潮流速一般发生在低潮后 3～4h，最大落潮流速一般发生在高潮后 3h 左右。通常表层流速要大于底层流速。涨潮流历时小于落潮流历时，表、底层平均涨潮流历时 6h6min 和 6h18min；平均落潮潮流历时为 6h13min 和 6h12min。

（3）潮位

同安湾海域历年最高潮水位 4.76m（以厦门零点为潮位基准面，下同），最低潮位-3.08m，平均低潮位-1.31m，平均高潮位 2.65m。年平均海平面变化不大，但月平均海平面随季节变化显著，变幅达 0.3lm，多年月平均海平面最大值出现在 10 月份，最小值出现在 4 月份。海水表层年最高温度 31.6℃，年最低温度 10℃，平均温度 21.3℃，与气温相近。

（4）波浪

同安湾为半封闭袋状海湾。湾口位于同安湾东部、宽约 3.6km，湾外波浪受到大、小金门岛及大、小嶝岛的屏障而难以传入。湾内波浪主要为当地风场形成的小风区波浪。同安湾 NE 向波浪为最大频率波浪，年频率为 15%，其次 ENE 和 E 向波浪。从波浪强度而言，E 向波浪为强波浪，平均波高 0.19～0.33m、波周期 1.56～2.06s；最大波高 0.80～1.59m、最大波周期 3.19～4.51s；次强浪向为 NE 向波浪，平均波高 0.19～0.21 m、波周期 1.54～1.65s；最大波高 1.20～1.40m、最大波周期 3.91～4.23s。

4.2.3 地形地貌

4.2.3.1 区域地质构造

厦门本岛属基岩岛，地质结构是火成岩，岛上有变质岩与花岗岩两类岩石。岛西北部变质岩带横贯东西，高崎一带为花岗岩组成，岛东南部形成一条花岗岩丘陵带，厦门本岛上的堆积物没有第三纪红砂岩沉积，第四纪沉积分布较广，北部地区地质构造以断裂为主，区内断裂发育，新华厦长乐－诏安断裂带的主干断裂筼筜港—钟宅港断裂，东西向横切本区域南侧，并有下忠—田厝断裂，南北向与筼筜—钟宅断裂相交于钟宅盐场。厦门的海岸地貌可基本分为海蚀和海积地貌。海蚀地貌以何厝至高崎一带为典型，分为海蚀崖、海蚀台和海蚀柱三种，海积地貌按组成物质分为砾滩，沙滩和泥滩三类。工程地质方面，一般侵入花岗岩整体性强度高，抗压强度在 150~250MPa 之间，一般残积土、冲洪积土，风积沙(分布于东部海岸)，承载力约在 130~300kPa 左右，而海积软土(淤泥)则容许承载力只有 40kPa。水文地质方面，因本岛为火成岩及变质岩构成，仅在沿海局部的河谷冲积层海相堆积层及构造裂隙带等地段含有少量地下水，各含水层微弱。区内地下水水质一般对混凝土无侵蚀作用，仅局部地下水有侵蚀性。如江头镇东南穆厝、后坑，其中的冲积岩地下水具有分解性侵蚀，钟宅湾海积层具有弱结晶性侵蚀。境内地表水因受地形、气候影响，溪流多而短促，水量虽丰富，但季节变化明显，多属放射状水系，发源于境外丘陵山地，顺坡流动，在境内入海，流程不长。

4.2.3.2 地形地貌

厦门市由厦门本岛和陆地两部分组成，地势由西北向东南倾斜，北部、西北部为山区，中部为丘陵，沿海为平原。厦门本岛略呈菱形，东西宽约 12.5km，南北长约 13.7km，面积 129km^2，本岛海岸线长 49km。自从建立高集海堤后，厦门本岛与内陆相连，成为人工半岛。厦门本岛为我国东南闽浙低山丘陵的延伸部分，岛上以丘陵为主，台地和海蚀阶地广泛分布于山前丘间，其构造线基本为东北方向。若以筼筜港—钟宅港断裂带为界，可将厦门本岛分为东南和西北两部分。东南部地势较高，花岗岩丘陵高地连绵起伏二十多公里。山区周围和海滨地带夹有众多海滨小平原，如旧市区、曾厝垵、黄厝等地。西北部地势较低，低丘零星分布于台地、阶地之上，主要有仙岳山、仙洞山、狐尾山等，高程一般在 150m 以下，低级阶地分布较广。整个地势南高北低，台地高程一般小于 46m，东西方向，

中间(鹰厦铁路与福厦公路之间)高，两侧低；东部以龙头山至钟宅公路为分水岭，分别向南北二方向倾斜，南北坡又各有三条南北向分水和汇水线，呈鸡爪形，坡度一般在 10%以内，地面高程在 3~32m 之间，地形起伏较大。厦门港是个海峡性港口，海岸线蜿蜒屏障，港内四周群山环抱，提供良好的防风性能，海阔水深，终年不冻，水深多在 12m 以上，历史上就是我国东南沿海对外贸易的重要口岸。

4.2.3.3 地震

厦门地区位于华南地震区北部，东南沿海地震带中段，但历史上区内未发生过破坏性地震，遭受震害主要是区外强震的波及。

自公元 963 年以来，外围对厦门地区有较大影响的强震共有 7 次，详见下表。根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）有关条文规定，本项目海域位于抗震设防烈度 7 度区。

表 4.2-2　外围强震对厦门地区影响情况表

序号	年份	震中位置			震级	震中烈度	厦门地区影响烈度
		东经	北纬	参考地点			
1	1185	117.6	24.6	漳州	6.5	VIII	VI
2	1445	117.6	24.5	漳州	6.3	VIII	VI
3	1600	117.2	23.5	广州南澳	7	IX	VI
4	1604	119.1	24.6	泉州东南海外	7.5	>X	VII
5	1906	118.6	24.3	金门海外	6.3		VI
6	1918	117.3	23.6	广州南澳	7.3	X	VII
7	1994	118.7	22.6	台湾海峡	7.3		VI

4.3 社会经济概况

4.3.1 厦门市社会经济概况

根据《2019 年厦门市国民经济和社会发展统计公报》，全年地区生产总值（GDP）5995.04 亿元，按可比价格计算，比上年增长 7.9%。其中，第一产业增加值 26.49 亿元，增长 0.7%；第二产业增加值 2493.99 亿元，增长 9.7%；第三产业增加值 3474.56 亿元，增长 6.6%。三次产业结构为 0.4：41.6：58.0。

按常住人口计算的人均地区生产总值 142739 元，折合 20691 美元。全市万元地区生产总值耗电 472.02 千瓦时，比上年减少 90.63 千瓦时；万元地区生产总值耗水 7.30 吨，减少 1.52 吨。

4.3.2 湖里区社会经济概况

2019 年全年地区生产总值(GDP)1297.29 亿元，比上年增长 8.3%。其中规模以上工业增加值速度为 10.5%，实现社会消费品零售总额为 377.72 亿元，增长 13.9%；固定资产投资（不含农户）速度为 9.5%，公共财政预算收入 49.60 亿元，增长 4.5%。

4.4 海洋资源与开发利用现状

根据现场踏勘和收集到的相关资料可知，本项目周边海域开发利用现状主要包括交通运输、海洋保护区、滩涂渔业养殖、海底电缆工程等，本项目周边海域开发利用现状见表 4.4-1 和图 4.4-8，具体包括：

4.4.1 项目附近主要开发活动

（1）海底电缆、管道工程

在本项目紧邻已建的“部队电缆”、“厦门大离浦屿海水试验站引水及供电工程”、“墩上至东安电台遥控电缆”、北侧 0.17km 有“高崎机场设置导航灯标/水上助航灯标”，电缆工程具体位置图 4.4-9。

墩上至东安电台遥控电缆：位于高崎污水处理厂东侧海域距离约为150m，埋设方式为敷设，置于海底，建设单位为厦门海事局。

集美污水处理厂尾水排海工程：位于本项目西北侧3.35km，建设单位为厦门水务集团有限公司。集美污水处理厂尾水排放工程接纳集美处理厂经处理后达类地表水IV类标准要求并经杀菌消毒后的尾水，规模为18万 m^3 /d，管道埋深3.59m~4.85m，管道长约1.5km，海域段采用**预挖沟施工方法**。

水上助航灯标（高崎机场导航灯标）：距离本工程北侧约0.17km，建设单位为厦门航空港集团有限公司。如图4.4-1。

部队电缆：从集美大桥桥头（集美区）至高崎有一条部队电缆，紧邻本工程。

厦门大离浦屿海水试验站引水及供电工程：厦门大离浦屿海水试验站引水及供电工程位于厦门市同安湾南部海域，厦门岛环岛北路与大离浦屿之间，引水及供电海底管道路由区由五缘湾大桥北侧环岛路开始，穿过厦门岛北侧海域，在大离浦屿西南侧潮滩登陆。电缆路径总长度为2010m，其中海上部分长度为1260m；水管路径总长度为2015m，其中海上部分长度为1337m。厦门大离浦屿引水及供电工程距离本项目约300m，为大离浦屿海水试验站提供电力及用水，业主为中国船舶重工集团公司第七二五研究所厦门分部。

（2）厦门海水实验站大离浦屿海上试验设施港池、浮筏

厦门海水实验站大离浦屿海上试验站可承担海洋自然环境试验，如沿海大气暴晒、海面大气暴晒、平台海水飞溅、动态海水飞溅、潮差、海泥、海水全浸、海滨仓储；人工加速试验，如加速老化试验（紫外、氙灯）、盐雾、高低温交变、动态模拟、深海模拟加速等试验；涂料常规性能试验。港池和浮筏为厦门海水实验站大离浦屿海上试验站试验场所及试验设施。

图4.4-1　水上助航灯标（高崎机场导航灯标）

图 4.4-2　大离浦屿及海水实验站浮筏示意图

（3）鼻子沟流域排洪箱涵排海口（埭辽排放口）

鼻子沟源于仙洞山北侧，流经塘边、后埔、殿前街道、火炬工业园、航空工业园排入本岛东海域，全程汇水面积约 13.54 平方公里。鼻子沟流域排洪渠采用箱涵结构，机场埭辽排放口设有截流闸门，具有“晴天截流，雨天行洪”的功能，遇大雨或暴雨，会开闸泄洪直排入海。

图 4.4-3　鼻子沟排洪箱涵排海口（埭辽排放口）

（4）本项目临时施工场地

本项目临时施工场地位于厦门同安区西柯镇丙洲岛南侧。临时施工场地目前已完成土地收储，现状主要为砂石堆场，暂时处于闲置状态，靠近航道，方便管道加工、浮运，本项目将陆域临时加工场地设置于丙洲岛南部。

图 4.4-4　本项目临时施工场地现状图

4.4.2 交通运输

（1）港口

五通港区：已建 6 个码头，包括一个小型军用码头（部队水兵码头）、一个小型客货和渔船泊位、一个 3000 吨级潜水式多用途滚装码头、一个 3000 吨级对台贸易客运码头和两个 5000 吨级对台贸易货运码头。

五缘湾帆船港：位于五缘湾内湾核心地带，由湾内宽阔的水域、岸线、商业街 C 区建筑构成，是国内惟一的公共型游艇码头，常年举办众多帆船赛事及中国（厦门）国际游艇帆船展。

刘五店港区：位于厦门市东部的翔安区，南面隔海与金门岛相望，距离金门最近的地方仅 1800m。刘五店港区水路距大、小金门仅 12km 左右，其南部的大嶝岛距金门岛最近处仅 5km，具有得天独厚的区位优势。刘五店港区自然可利用深水岸线约 9km，岸线及后方陆域目前开发程度低，天然水深条件较好，港口发展空间大。按照已决策的总体布局方案，刘五店南部港区拟开发建设 5 个 10 万吨级集装箱泊位，岸线总长 2165m，建设 3 个 5 万吨级散杂货泊位，岸线总长 785m，港区规划通过能力为集装箱 325 万标箱、散杂货 180 万 t。南部港区工程主要包括后方陆域整治、澳头码头搬迁等工程，为后续泊位工程建设提供配套，工程已于 2008 年 9 月 6 日正式开工。根据厦门港总体规划，刘五店港区的功能定位是：成为厦门港可持续发展的主要依托，以集装箱运输、临港工业开发为主，并为对台经贸合作和“三通”服务。

厦门港刘五店南部港区：是厦门距离台湾最近的港区，地理位置对接翔安、同安区以及泉州等周边城市，水深好陆域面积广，可形成翔安区现代物流港口基地。建设刘五店南部港区是厦门市加快实施海峡西岸经济区发展战略的重大举措，对厦门港发展大型散货港区，加快石油、煤炭、矿石等大宗货物储运中转基地建设等具有重大意义。

（2）航道

刘五店航道：刘五店航道（厦门航段）从厦门港主航道C点南面L0点起，穿越大担岛与虎仔屿间水道，并沿厦门东侧水道向北，至翔安港区6#-8#泊位前沿L6点，总航程约27.6km。浏五店航道（厦门航段），设计底标高-14.96m（85国家高程，下同），设计宽度220m；浏五店航道延伸段（L5~L8航段）航道建设规模按3000吨级油船单向乘潮通航要求建设，航道建设尺度为：航道通航宽度95m，通航水深4.6m，航道设计底高程-7.96m

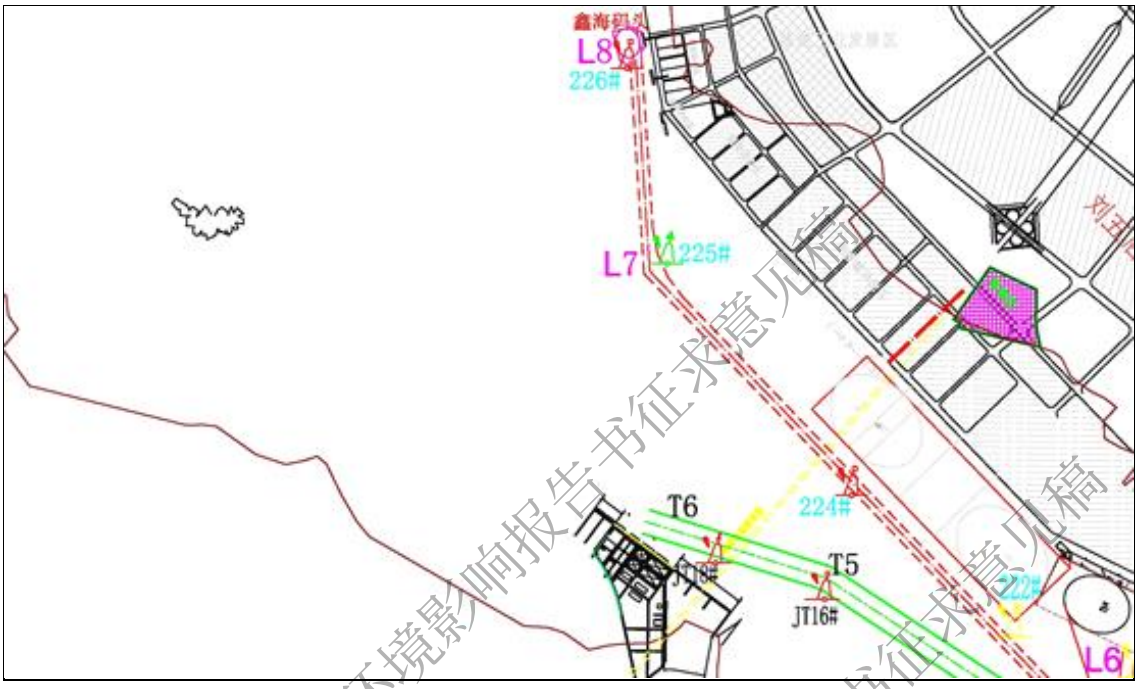


图4.4-5 刘五店航道延伸段布置图

厦金（五通-金门水头）航道：从五通码头开始沿半洋礁北侧水域在半洋礁东侧附近取向东南，穿过小金门岛北侧浅滩，沿金门水道深槽南下，至金门地区禁止水域界线与金门航段相衔接。厦门港五通至金门水头航程约9.6nmile，厦门航段约4.63nmile(8.6km)，航道设计底宽200m，航道设计底标高为-6.96m。金门航段约4.8nmile(8.8km)，全部在金门地区禁止水域界线以南，金门航段的具体走向为：从水头码头附近连接水域起，沿金门水道深槽向北，至后头屿东北侧附近与厦门航段衔接，航道有效宽度为400m，航道设计底标高-7.36m。

大离浦习惯性水路：始于五缘湾外侧海域，从厦门北侧水道通过，经过集美大桥，往厦门大桥方向，长约3km。

（4）桥梁、隧道

厦门第三东通道：位于本项目东侧约 0.75km，连接本岛和翔安区的通道。全长12.323km，其中跨海桥梁工程 4.50km，采用搭设栈桥、插打钢护筒进行钻孔灌注桩施工，承台采用承台采用钢板桩支护施工，主梁施工采用支架逐跨现浇法；海上段设双向八车道，计划于 2021 年底通车。目前正在栈桥施工阶段。如图 4.4-6。

图 4.4-6 正在施工的第二东通道栈施工栈桥

翔安隧道：位于本项目东南侧约4.80km，为连接厦门市本岛东部和翔安区的出入岛公路，又名“厦门东通道工程”。全长8.695km，其中海底隧道长6.05km，跨越水域宽约4200m，采用钻爆法施工，设双向六车道，于2010年4月通车，是中国大陆第一条海底隧道。

集美大桥：位于厦门岛北部海域，于2008年7月1日建成通车，主线全长10.057km，其中跨海大桥长3.82km，主线道路加上快速公交道共为双向8车道，桥宽36m，是目前厦门最宽的大桥。大桥主线设计时速为80km，快速公交道设计时速为60km。

同安湾大桥：是连接同安（西柯）与翔安（琼头）最重要的通道之一。全长2560米，宽32m，主桥为主跨100m的连续梁；西引桥长1820m，东引桥长320m，均为30~40m跨度的连续梁。按城市快速路标准设计，设计车速为每小时80公里，主车道为双向6车道，辅道为双向4车道。

厦门大桥：是厦门本岛第一条对外公路通道，于1991年建成通车，桥宽23m，四车道，设计车速100km/小时。

4.4.3 海洋保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区于 2000 年 4 月经国务院审定（国办发[2000]30 号），由原中华白海豚省级自然保护区（1997 年建立，《厦门市中华白海豚保护规定》1997 年由厦门市人民政府颁布实施）、白鹭省级自然保护区（1995 年建立，《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》1995 年由厦门市人大常委会公布施

行）、文昌鱼市级自然保护区（1991 年建立，《厦门市文昌鱼自然保护区管理办法》1992 年由厦门市人民政府颁布实施）联合组建而成。

根据《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划（2016-2025 年）》，厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位于厦门海域（地理坐标为 117°57′～118°26′E、24°23′～24°44′N）范围内（图 4.4-8）。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区及外围保护地带面积共 33088 公顷（330.88km^2），其中保护区面积 7588 公顷（75.88km^2），外围保护地带面积 25500 公顷（255km^2）。

本项目与中华白海豚自然保护区（同安湾口海域）直线距离约 1.3km。

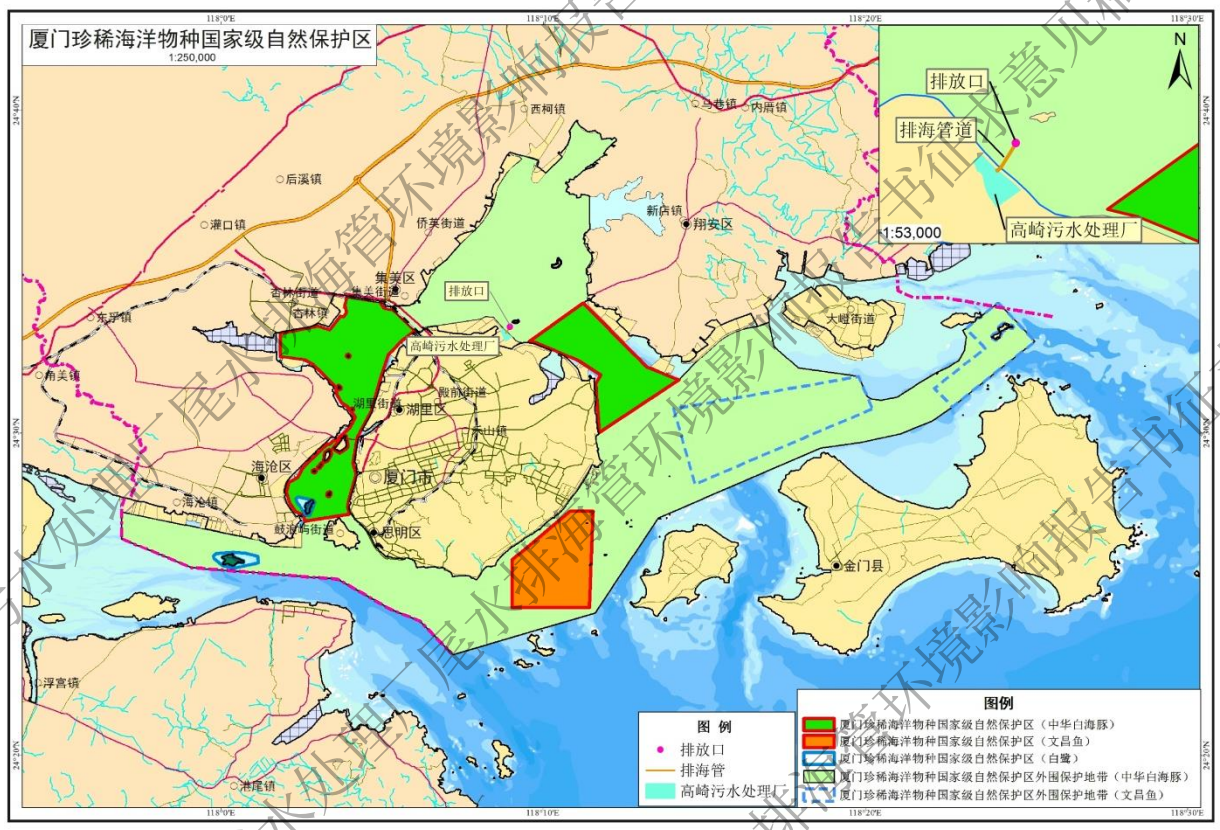


图 4.4-7 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区

（1）中华白海豚自然保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）范围界定为第一码头和嵩屿联线以北、高集海堤以南的 3500 公顷（35km^2）西港海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点联线的同安湾口 2000 公顷（20km^2）海域，总面积 5500 公顷（55km^2）。厦门市其他海域为中华白海豚外围保护地带，面积 25500 公顷（255k m^2）。

中华白海豚主食鱼类，虽在不同地区食性会有所变化，但都以浅滩底栖河口鱼类为主（Jefferson，2000；Barros et al.，2004）。中华白海豚饵料生物种类为鲱科、鳀科、鲻

科和石首鱼科。中华白海豚的繁殖、觅食、社群活动等均在相对固定的港湾内进行，但具有明显的季节移动。中华白海豚对生境具有选择性，喜欢在近岸水域，一般在离岸400m 以内的浅水域（水深一般小于 20m）内活动（Preen，2004；Liu 和 Hills，1997；Karczmarski，2000；Karczmarski 等，2000），近岸的暗礁区是中华白海豚的关键生境（Keith 等，2002；贾晓平等，2000）。但是其对水深要求的极限，Karczmarski 等（2000）认为是 25m，水深可能成为各亚种群之间基因交流的障碍。中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好（Jefferson，2000；Bowater 等，2003）。

（2）文昌鱼自然保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（文昌鱼）位于黄厝海域，面积 1871 公顷（18.71k m^2），距离高崎污水处理厂厂区直线距离约为 9km。

文昌鱼外围保护地带位于厦门与大金门岛之间的南线至十八线一带海域，面积 3206 公顷（32.06k m^2）和小嶝岛以南与大金门岛之间的海域，面积 1111 公顷（11.11km^2），总面积 4317 公顷（43.17km^2）；文昌鱼外围保护地带与中华白海豚外围保护地带重叠。

文昌鱼是一种半穴居滤食性的动物，喜在中细沙和少量泥质混合的底质中，活动能力较弱，平时很少游动，活动时可以保持 60mm/s 的速度。游动的持续期为 50 秒，然后沉于底层。大部分时间则将身体埋于泥沙中，露出前端进行滤食，其滤食对象主要以硅藻和原生动物为主。常见的种类有园筛藻、舟形藻、小环藻、菱形藻等。夜间较为活跃，从沙中游出，凭借其体侧肌节的交错收缩呈直立状做波动形运动，或将体一侧横卧在水底沙上，遇刺激即钻入沙中。生活的水温在 12～30℃之间，pH 值在 8.09～8.18 之间，盐度为 21～30（低于 15 时则会死亡）。

图 4.4-8 本项目周边海域开发利用现状图

第五章　环境质量现状调查与评价

5.1 海域水文水动力条件

5.1.1 观测站位、观测时间

为了解本项目周边海域水文动力环境现状，收集了海洋三所于 2015 年 6 月（夏季）、2016 年 1 月（冬季）在项目周边海域范围内进行全潮水文观测。临时潮位观测站位 3 个，同步水文测验站位 9 个，其中 1#站位于围头角西侧水道，2#、4#和 6#站位于金门北东水道，3#和 5#站位于大嶝航道，7#~9#站位于大嶝岛西至西南侧浅滩。同步水文观测站位见表 5.1-1 和图 5.1-1。临时潮位观测站位见图 5.1-2。水文观测时间见表 5.1-2。

表 5.1-1 海洋水文观测站位表

站号	北纬	东经
1#	24°33.860′ N	118°10.495′ E
2#	24°33.232′ N	118°11.487′ E
3#	24°32.940′ N	118°10.815′ E
4#	24°33.472′ N	118°10.029′ E
5#	24°31.856′ N	118°12.545′ E
6#	24°28.811′ N	118°12.933′ E
7#	24°33.821′ N	118°06.886′ E
8#	24°36.441′ N	118°09.496′ E
9#	24°34.262′ N	118°11.200′ E
T1 和平码头	24°27.233′N	118°04.265′E
T2 五通	24°32.075′N	118°11.242′E
T3 小嶝	24°33.132′N	118°22.298′E
WGS84 坐标系		

表 5.1-2 海洋水文观测时间表

季节	观测内容	时间
夏季	海洋水文观测	小潮：2015 年 6 月 10 日 10 时~6 月 11 日 12 时(农历廿四~廿五)。 中潮：2015 年 6 月 13 日 10 时~6 月 14 日 12 时(农历廿七~廿八)。 大潮：2015 年 6 月 16 日 10 时~6 月 17 日 12 时(农历初一~初二)。
	临时潮位观测	2015-6-7~2015-7-6
冬季	海洋水文观测	小潮：2016 年 1 月 5 日 10 时~1 月 6 日 12 时(农历廿六~廿七)。 中潮：2016 年 1 月 8 日 9 时~1 月 9 日 11 时(农历廿九~三十)。 大潮：2016 年 1 月 10 日 9 时~1 月 11 日 11 时(农历初一~初二)。
	临时潮位观测	2015-12-21~2016-01-20

5.1.2 潮汐

5.1.2.1潮汐类型

根据最主要的日分潮 K1、O1 两分潮的振幅之和对最主要的半日分潮 M2 分潮振幅之比值大小把潮汐划分成各种类型。

凡 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}<0.5$ 者，属于正规半日潮；

$0.5<\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}<2.0$ 者，属于不正规半日潮；

$2.0<\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}<4.0$ 者，属于不正规日潮；

$\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}>4.0$ 者，属于正规日潮。

由表 5.1-3 各潮位站潮汐性质特性统计可见，和平码头、五通及小嶝岛短期潮位站的潮型判别数值 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}$ 均小于 0.5，属于正规半日潮。

表 5.1 -3 潮位站潮汐特征值表

项目	夏季			冬季		
	T1 和平码头站	T2 五通站	T3 小嶝岛站	T1 和平码头站	T2 五通站	T3 小嶝岛站
潮型判别数 $\frac{H_{K1}+H_{O1}}{H_{M2}}$	0.3157	0.3073	0.3071	0.2961	0.2883	0.2864
主要半日分潮振幅比 $\frac{H_{S2}}{H_{M2}}$	0.2759	0.2775	0.2723	0.2706	0.2719	0.2709
主要全日分潮振幅比 $\frac{H_{O1}}{H_{K1}}$	0.9479	0.9611	0.9622	0.9388	0.9497	0.9640
主要浅海分潮与主要半日分潮振幅比 $\frac{H_{M4}}{H_{M2}}$	0.0506	0.0406	0.0275	0.0373	0.0318	0.0205
主要浅海分潮振幅和 $H_{M4}+H_{MS4}+H_{M6}$ (cm)	21.52	19.47	13.11	17.59	17.56	11.15
资料年限	2015-06-07~2015-07-06			2015-12-21~2016-01-20		

5.1.2.2潮汐特征

T1~T3 临时潮位站的潮位观测资料统计得到的潮汐特征值见表 5.1-4。

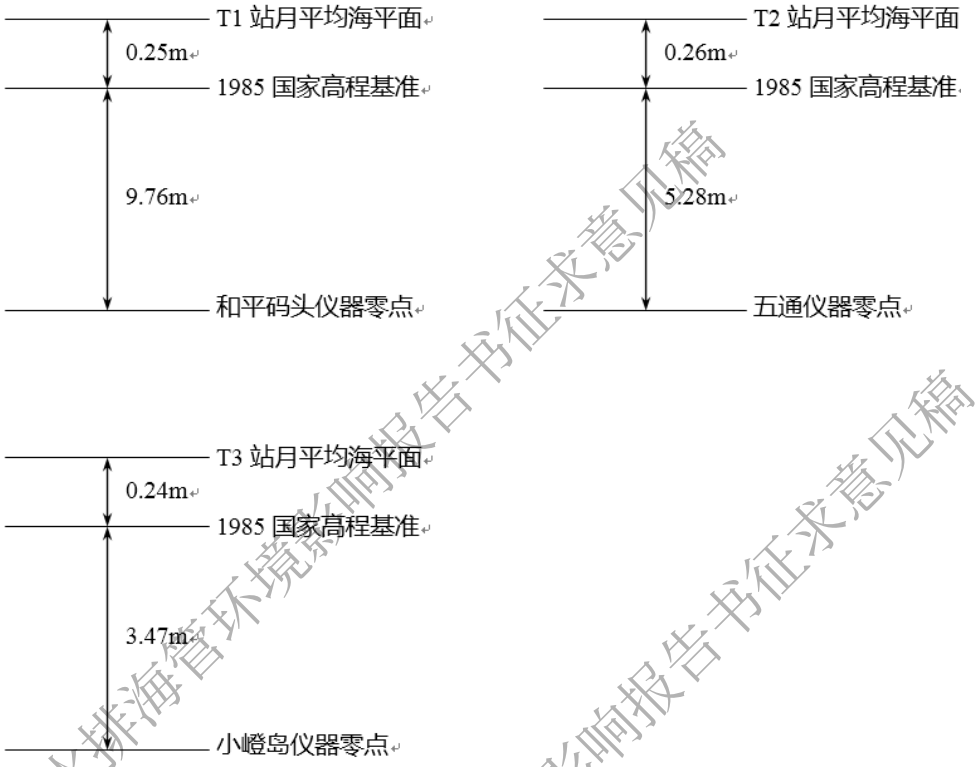
（1）夏季小嶝岛站、平码头站、五通站的平均潮位分别为 24cm、25cm 和 26cm；最高潮位分别为 338cm、350cm 和 354cm；最低潮位分别为-283cm、-273cm 和 -283cm。最大潮差分别为 599cm、607cm 和 621cm。和平码头站、五通站均为平均涨潮历时短于平均落潮历时，小嶝岛站的平均涨潮历时长于平均落潮历时。五通站的平均涨潮历时最短，为 6:02；小嶝岛站、和平码头站的平均涨潮历时分别为 6:13 和 6:11。五通站的平均落潮历时最长，为 6:22；小嶝岛站、和平码头站的平均落潮历时分别为 6:12 和 6:13。

（2）冬季小嶝岛站、和平码头站、五通站的平均潮位分别为 47cm、51cm 和 49cm；最高潮位分别为 355cm、363cm 和 371cm；最低潮位分别为-284cm、-268cm 和 -286cm。最大潮差分别为 602cm、600cm 和 626cm。3 个潮位站均为平均涨潮历时短于平均落潮历时。五通站的平均涨潮历时最短，为 5:57，小嶝岛站、和平码头站的平均涨潮历时分别为 6:08 和 6:03。五通站的平均落潮历时最长，为 6:27，小嶝岛站、和平码头站的平均落潮历时分别为 6:17 和 6:22。

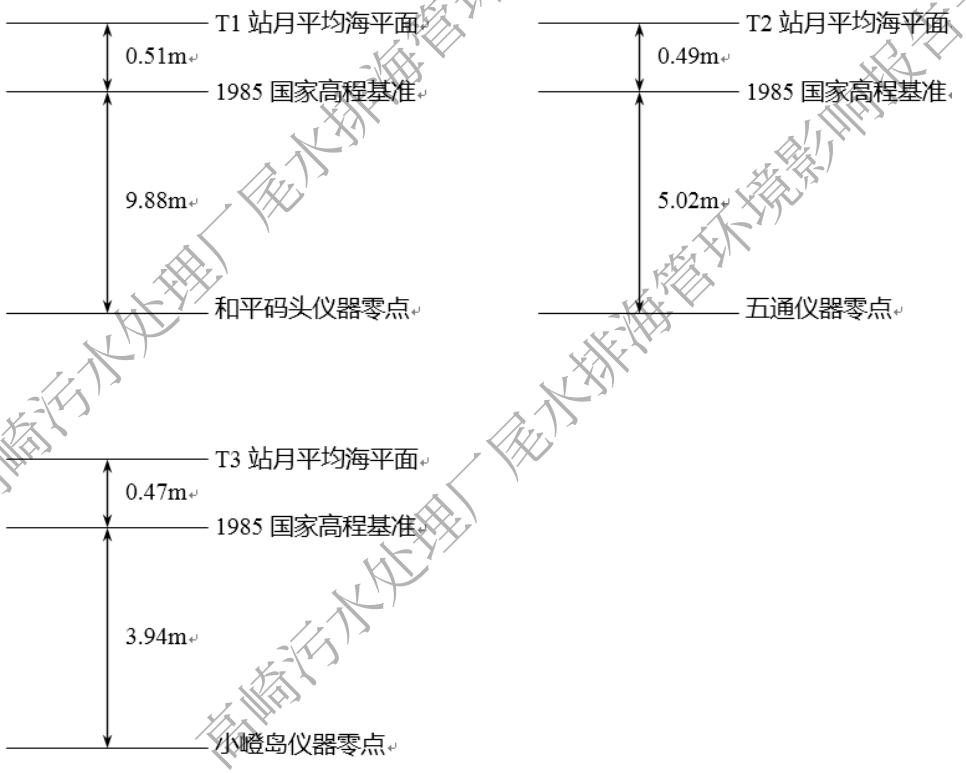
表 5.1-4　潮位站潮汐特征值表

项目	夏季			冬季		
	T1 和平码头站	T2 五通站	T3 小嶝岛站	小嶝 T1 站	厦门 T2 站	围头 T3 站
平均潮位(cm)	25	26	24	51	49	47
最高潮位(cm)	350	354	338	363	371	355
最低潮位(cm)	-273	-283	-283	-268	-286	-284
平均高潮位(cm)	250	254	246	272	277	270
平均低潮位(cm)	-176	-182	-184	-154	-168	-166
平均潮差(cm)	426	436	429	427	445	436
最大潮差(cm)	607	621	599	600	626	602
最小潮差(cm)	266	270	270	256	267	268
平均涨潮历时	6:11	6:02	6:13	6:03	5:57	6:08
平均落潮历时	6:13	6:22	6:12	6:22	6:27	6:17
资料年限	2015-06-07~2015-07-06			2015-12-21~2016-01-20		
潮位基面	1985 国家高程基准					

根据 3 个潮位站各季节一个月的潮位实测资料绘制的基面关系如图 5.1-3 所示。



a. 夏季各站基面关系图(2015-06-07~2015-07-06)



b. 冬季各站基面关系图 (2015-12-21~2016-01-20)

图 5.1-3　工程海域基面关系图

5.1.3 潮流

根据各站潮流大、中、小潮实测资料统计，工程海域潮流有如下特征。

5.1.3.1 潮流类型

按照《海港水文规范》，潮流按潮流形态数$(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$可分为规则半日潮流、不规则半日潮流和规则全日潮流、不规则全日潮流，其判别标准如下：

$(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}\leq 0.5$　　规则半日潮流

$0.5<(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}\leq 2.0$　　不规则半日潮流

$2.0<(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}\leq 4.0$　　不规则全日潮流

$4.0<(W_{o1}+W_{k1})/W_{M2}$ 规则全日潮流

表 5.1-5 分别给出各站各层的潮流性质参数值，各站的潮流形态数均在 0.5 以下，因而本海区为正规半日潮流区。

表 5.1-5 各站各层$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$值和 M_2 分潮流转转率 K 值

站号	(WO1+WK1)/W_{M2}						K					
	表	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底	表	0.2H	0.4H	0.6H	0.8H	底
1#	0.07	0.06	0.08	0.06	0.12	0.13	-0.03	-0.02	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04
2#	0.03	0.04	0.07	0.09	0.14	0.16	0.1	0.06	0.01	-0.02	-0.05	-0.05
3#	0.19	0.13	0.12	0.1	0.13	0.14	-0.01	0	0.02	0	0	-0.01
4#	0.15	0.1	0.04	0.05	0.1	0.16	-0.01	-0.01	0.03	0.03	0.04	0.02
5#	0.08	0.08	0.07	0.09	0.11	0.16	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.07
6#	0.06	0.04	0.04	0.06	0.08	0.1	-0.02	-0.05	-0.05	-0.02	0.01	0.01
7#	--	0.28	--	0.32	0.28	--	--	0.14	--	0.05	0.09	--
8#	0.12	0.09	0.12	0.18	0.18	0.19	-0.2	-0.12	-0.03	0.04	-0.01	-0.03
9#	0.1	0.09	0.11	0.15	0.12	0.13	0.1	0	-0.02	-0.04	-0.04	-0.08

5.1.3.2 潮流运动形式

本海区为正规半日潮流区，潮流运动形式可依主要分潮流 M2 的椭圆率|K|予以判定。|K|值越小，往复流形式显著；反之，旋转流特征强烈。并规定当 K 值为正时，潮流呈逆时针的旋转；K 为负时，潮流呈顺时针向旋转。各站 M2 分潮流的 K 值见表 4.1.3-1。由表可知：各站 K 值绝对值一般小于 0.1，说明各站主要受湾内水道束缚，表现为典型的往复流性质。

5.1.3.3 实测最大流速特征

大中小潮实测海流逐时分层流速最大值统计表见表 5.1-6~表 5.1-7，总体而言，调查期间，本海区的大潮流速＞中潮流速＞小潮流速。

（1）夏季

观测期间 9 个站位实测最大涨潮流速为 96cm/s（大潮、5#站），实测最大落潮流速为 98cm/s（大潮、5#站）。大潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大流速分别为 77cm/s、68cm/s 和 50cm/s，落潮流最大流速分别为 79cm/s、78cm/s 和 81cm/s。中潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大流速分别为 66cm/s、59cm/s 和 45cm/s，落潮流最大流速分别为 74cm/s、70cm/s 和 66cm/s。小潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大流速分别为 53cm/s、52cm/s 和 57cm/s，落潮流最大流速分别为 67cm/s、60cm/s 和 67cm/s。

（2）冬季

观测期间 9 个站位实测最大涨潮流速为 103cm/s（大潮、6#站），实测最大落潮流速为 99cm/s（大潮、5#站）。大潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大流速分别为 84cm/s、83cm/s 和 75cm/s，落潮流最大流速分别为 96cm/s、79cm/s 和 99cm/s。中潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大流速分别为 69cm/s、71cm/s 和 63cm/s，落潮流最大流速分别为 81cm/s、69cm/s 和 63cm/s。小潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大流速分别为 48cm/s、56cm/s 和 48cm/s，落潮流最大流速分别为 59cm/s、60cm/s 和 50cm/s。

表 5.1-6　夏季各站流速表

站位	大潮期间		中潮期间		小潮期间	
	涨潮最大	落潮最大	涨潮最大	落潮最大	涨潮最大	落潮最大
1	77	79	66	74	53	67
2	91	69	82	68	68	52
3	72	82	59	79	65	72
4	68	78	59	70	52	60
5	96	98	81	85	87	88
6	87	94	84	91	77	83
7	35	53	25	44	33	58
8	47	44	35	34	52	42
9	50	81	44	66	55	67

表 5.1-7 冬季各站流速表

站位	大潮期间		中潮期间		小潮期间	
	涨潮最大	落潮最大	涨潮最大	落潮最大	涨潮最大	落潮最大
1	84	96	69	81	48	59
2	95	72	79	55	57	48
3	73	90	59	74	49	57
4	83	77	71	69	56	60
5	96	99	87	92	67	65
6	103	84	87	72	71	57
7	30	45	28	57	16	47
8	53	38	43	32	36	28
9	75	99	63	63	46	48

5.1.3.4 垂线平均流速、流向

大、中、小潮期间各站的涨、落潮流垂线平均流向见图 5.1-4~5.1-9，各站垂线平均流速、流向的计算结果见表 5.1-8~表 5.1-9。

（1）夏季

大潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大垂线平均流速分别为 67cm/s、58cm/s 和 40cm/s，落潮流最大垂线平均流速分别为 61cm/s、64cm/s 和 66cm/s。中潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大垂线平均流速分别为 55cm/s、48cm/s 和 32cm/s，落潮流最大垂线平均流速分别为 53cm/s、58cm/s 和 54cm/s。小潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大垂线平均流速分别为 46cm/s、47cm/s 和 44cm/s，落潮流最大垂线平均流速分别为 49cm/s、46cm/s 和 57cm/s。

（2）冬季

大潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大垂线平均流速分别为 77cm/s、74cm/s 和 63cm/s，落潮流最大垂线平均流速分别为 76cm/s、70cm/s 和 75cm/s。中潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大垂线平均流速分别为 64cm/s、63cm/s 和 53cm/s，落潮流最大垂线平均流速分别为 70cm/s、60cm/s 和 55cm/s。小潮期间 1#、4#和 9#站涨潮流最大垂线平均流速分别为 42cm/s、47cm/s 和 44cm/s，落潮流最大垂线平均流速分别为 48cm/s、46cm/s 和 47cm/s。

表 5.1-8　夏季垂线平均流速流向表

项目＼站位		1#		2#		3#		4#		5#		6#		7#		8#		9#	
		流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)
大潮期间	涨潮平均	317	45	316	47	304	39	306	38	315	49	18	48	246	17	1	24	356	23
	落潮平均	149	38	139	34	131	42	135	41	143	46	193	46	62	22	184	21	174	32
	涨潮最大	320	67	321	87	302	64	310	58	310	91	16	71	249	25	7	41	355	40
	落潮最大	141	61	136	57	132	69	132	64	143	78	192	78	56	45	196	31	173	66
中潮期间	涨潮平均	314	40	314	43	306	36	306	30	314	43	20	41	250	13	7	19	357	23
	落潮平均	149	34	140	29	123	36	128	29	136	41	200	43	68	19	192	16	179	26
	涨潮最大	320	55	315	73	309	51	307	48	320	64	19	72	257	22	15	29	357	32
	落潮最大	144	53	133	52	123	65	127	58	140	62	209	78	75	40	199	27	182	54
小潮期间	涨潮平均	312	32	310	34	307	36	307	31	322	45	312	25	40	245	16	10	21	352
	落潮平均	145	34	135	26	130	35	134	31	143	36	145	204	39	66	26	187	15	177
	涨潮最大	307	46	311	55	307	52	311	47	326	78	307	21	62	246	25	8	38	349
	落潮最大	144	49	134	42	130	58	135	46	146	64	144	222	78	64	50	183	24	178

表 5.1-9　冬季垂线平均流速流向表

站位 项目		1#		2#		3#		4#		5#		6#		7#		8#		9#	
		流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)	流向(°)	流速(cm/s)
大潮期间	涨潮平均	320	51	320	52	305	43	310	41	321	56	23	56	266	18	4	27	358	35
	落潮平均	145	45	132	32	127	39	134	37	136	48	195	44	81	22	169	20	175	38
	涨潮最大	320	77	324	86	304	59	311	74	321	88	21	89	265	28	10	49	359	63
	落潮最大	147	76	136	59	127	78	137	70	134	78	193	77	86	42	170	32	173	75
中潮期间	涨潮平均	314	44	326	47	304	34	309	32	323	47	22	45	268	14	357	24	359	29
	落潮平均	152	38	133	25	124	41	135	35	135	41	197	41	80	22	178	14	168	31
	涨潮最大	320	64	326	66	301	54	313	63	325	73	24	77	259	23	3	39	360	53
	落潮最大	145	70	138	46	127	63	136	60	139	70	205	68	73	48	186	28	177	55
小潮期间	涨潮平均	308	29	323	29	306	25	313	27	319	37	25	36	262	8	12	16	359	23
	落潮平均	146	29	130	24	128	29	135	25	134	29	197	31	82	18	170	11	173	25
	涨潮最大	306	42	322	50	311	40	310	47	326	61	16	59	259	13	29	28	4	44
	落潮最大	145	48	131	44	129	47	131	46	133	52	199	50	84	36	172	19	171	47

4.1.3.5 余流

余流主要是指从实测海流中消除周期性流（如潮流）后的剩余部分，受诸多因素的影响。从表 5.1-10~表 5.1-11 和图 5.1-10~图 5.1-15 可以看出，在夏、冬两季的大、中、小期间，工程海域各站各层的余流流速较小。

（1）夏季

大潮期间，各站分层余流流速最大值为 15.2cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 14.3cm/s，出现在 2#站。中潮期间，各站分层余流流速最大值为 11.0cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 6.2cm/s，出现在 7#站。小潮期间，各站分层余流流速最大值为 14.1cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 10.2cm/s，出现 7#站。

（3）冬季

大潮期间，各站分层余流流速最大值为 16.5cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 15cm/s，出现在 2#站。中潮期间，各站分层余流流速最大值为 13.6cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 12.8cm/s，出现在 2#站。小潮期间，各站分层余流流速最大值为 14.7cm/s，各站垂线平均余流流速最大值为 9.6cm/s，出现 7#站。

表 5.1-10 夏季各站位垂线平均余流表

站位	大潮		中潮		小潮	
	V（cm/s）	D（°）	V（cm/s）	D（°）	V（cm/s）	D（°）
1	6.4	279	4.8	224	4.4	199
2	14.3	312	6.1	299	5.5	298
3	2.5	216	4.5	113	3.4	147
4	4.1	262	3.1	136	2.2	182
5	7.5	291	3.4	150	2.2	182
6	6.4	34	2.6	193	0.9	181
7	5	55	6.2	66	10.2	66
8	4.3	355	0.9	272	2.4	21
9	3.5	169	5.9	181	4.7	188

表 5.1-11 冬季各站位垂线平均余流表

站位	大潮		中潮		小潮	
	V（cm/s）	D（°）	V（cm/s）	D（°）	V（cm/s）	D（°）
1	5.5	300	7.6	269	5.8	190
2	15.0	328	12.8	339	4.9	357
3	0.7	257	2.3	128	3.3	133
4	3.3	287	2.7	273	1.8	151
5	6.8	338	5.4	350	1.4	42
6	11.7	37	6.8	36	2.6	89
7	4.3	74	7.7	73	9.6	82
8	7.0	22	4.5	356	3.2	54
9	1.3	110	3.4	45	3.5	157

5.1.4 泥沙

5.1.4.1 特征值统计

表 5.1-12~表 5.1-13 为观测期间各站最高、最低及平均含沙量值统计成果。

（1）夏季

①工程海域夏季含沙量最高值为 0.3895 kg/m^3，最低值为 0.0115kg/m^3；平均含沙量最高为 0.0596 kg/m^3、最低为 0.0306 kg/m^3；大、中、小潮平均含沙量（9 个站平均）分别为 0.0439kg/m^3、0.0421kg/m^3、0.0365kg/m^3，平均含沙量大潮>中潮>小潮，符合观测期间的海况特征。

②含沙量的垂向分布为从表层到底层递增。大潮期间实测含沙量最高值为 5#站底层的 0.3248kg/m^3，最低值为 9#站表层的 0.0115kg/m^3；中潮期间实测含沙量最高值为 7#站底层的 0.3895kg/m^3，最低值为 9#站表层的 0.0134kg/m^3；小潮期间实测含沙量最高值为 7#站底层的 0.3738kg/m^3，最低值为 6#站表层的 0.0188kg/m^3。

③夏季含沙量的水平分布总体上为同安湾湾口水道含沙量较低，湾内及浅滩含沙量较高。大、中、小潮观测表现的规律一致。

夏季大潮期间，以集美大桥附近的 7#站最高，平均含沙量为 0.0596kg/m^3；位于厦门东侧水道的 6#站、同安湾东咀的 8#站及五通外侧的 5#站含沙量也较高，平均含沙量在 0.0444~0.0490kg/m^3 之间；位于同安湾湾口水道的 1#、2#、3#、4#、9#站平均含沙量值最小，分别为 0.0404kg/m^3、0.0390kg/m^3、0.0418kg/m^3、0.0400kg/m^3、0.0356kg/m^3，含沙量平均值 7#>6#>8#>5#>3#>1#>4#>2#>9#。

夏季中潮期间，各站含沙量平均值 7#>5#>6#>8#>4#>3#>1#>2#>9#，含沙量平面分布规律与大潮相似，水道含沙量相对较低，浅滩及湾内含沙量相对较高，仍然以集美大桥附近的 7#站最高，平均含沙量为 0.0577kg/m^3；以同安湾湾口水道的 9#站平均含沙量值最小，为 0.0335kg/m^3。

夏季小潮期间，各站含沙量平均值 7#>5#>8#>6#>1#>9#>4#>2#>3#，以集美大桥附近的 7#站最高，为 0.0503kg/m^3；同安湾湾口水道的 3#站平均含沙量值最小，为 0.0306kg/m^3。

大、中、小潮时各站的含沙量平均值分别介于 0.0596 kg/m^3(7#)～0.0356kg/m^3(9#)、0.0577 kg/m^3(7#)～0.0335kg/m^3(9#)、0.0503 kg/m^3(7#)～0.0306kg/m^3(3#)。大、中、小潮平均含沙量最高值均出现在集美大桥附近的 7#站，最低值则均出现在同安湾湾口水道

的站位。

（2）冬季

①工程海域冬季含沙量最高值为 0.1306kg/m^3，最低值为 0.0037kg/m^3；平均含沙量最高为 0.0322 kg/m^3、最低为 0.0108 kg/m^3；大、中、小潮平均含沙量（9 个站平均）分别为 0.0232kg/m^3、0.0188kg/m^3、0.0173kg/m^3，平均含沙量大潮>中潮>小潮。

②含沙量的垂向分布为从表层到底层递增。大潮期间实测含沙量最高值为 5#站底层的 0.1306kg/m^3，最低值为 9#站表层的 0.0108kg/m^3；中潮期间实测含沙量最高值为 5#站底层的 0.1275kg/m^3，最低值为 9#站表层的 0.0064kg/m^3；小潮期间实测含沙量最高值为 8#站底层的 0.0977kg/m^3，最低值为 9#站表层的 0.0037kg/m^3。

③冬季含沙量的水平分布总体上为水道含沙量较低，同安湾湾口外含沙量较高。大、中、小潮观测表现的规律一致。

冬季大潮期间，以厦门东侧水道的 6#站最高，平均含沙量为 0.0272kg/m^3；位于五通外侧的 5#站、集美大桥附近的 7#站及同安湾湾口水道的 2#站含沙量也较高，平均含沙量在 0.0252~0.0268kg/m^3 之间；位于同安湾湾口水道的 1#、3#、4#、9#站平均含沙量值最小，分别为 0.0249kg/m^3、0.0228kg/m^3、0.0175kg/m^3、0.0146kg/m^3，含沙量平均值 6#>5#>7#>2#>1#>8#>3#>4#>9#。

冬季中潮期间，各站含沙量平均值 6#>5#>7#>8#>2#>1#>4#>3#>9#，含沙量平面分布规律与大潮相似，同安湾湾口外含沙量较高，同安湾湾口水道含沙量相对较低，浅滩及湾内含沙量居中，仍以厦门东侧水道的 6#站最高，平均含沙量为 0.0322kg/m^3；以同安湾湾口水道的 9#站平均含沙量值最小，为 0.0114kg/m^3。

冬季小潮期间，各站含沙量平均值 6#>5#>3#>4#>1#>7#>2#>8#>9#，以厦门东侧水道的 6#站最高，为 0.0273kg/m^3；同安湾湾口水道的 9#站平均含沙量值最小，为 0.0108kg/m^3。

大、中、小潮时各站的含沙量平均值分别介于 0.0272 kg/m^3(6#)～0.0146kg/m^3(9#)、0.0322 kg/m^3(6#)～0.0114kg/m^3(9#)、0.0273 kg/m^3(6#)～0.0108kg/m^3(9#)。大、中、小潮平均含沙量最高值均出现在厦门东侧水道的 6#站，最低值均出现在同安湾湾口水道的 9#站。

表 5.1-12 夏季观测期间各站最高、最低及平均含沙量值统计成果表

站号	含沙量(kg/m3)									
	夏季大潮			夏季中潮			夏季小潮			全潮平均值
	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	
1#	0.1067	0.0268	0.0404	0.0739	0.0288	0.0348	0.0572	0.0272	0.0329	0.0360
2#	0.1232	0.0250	0.0390	0.1070	0.0212	0.0337	0.0627	0.0229	0.0314	0.0347
3#	0.1224	0.0229	0.0418	0.1050	0.0217	0.0385	0.0675	0.0193	0.0306	0.0370
4#	0.1235	0.0265	0.0400	0.1737	0.0271	0.0422	0.1561	0.0225	0.0320	0.0381
5#	0.3248	0.0230	0.0444	0.1814	0.0283	0.0490	0.1943	0.0242	0.0439	0.0458
6#	0.2126	0.0212	0.0490	0.1126	0.0271	0.0453	0.1275	0.0188	0.0350	0.0431
7#	0.3218	0.0265	0.0596	0.3895	0.0243	0.0577	0.3738	0.0267	0.0503	0.0558
8#	0.0664	0.0343	0.0456	0.1138	0.0334	0.0440	0.0735	0.0330	0.0402	0.0433
9#	0.1127	0.0115	0.0356	0.1371	0.0134	0.0335	0.0641	0.0246	0.0323	0.0338
整体统计	0.3248	0.0115	0.0439	0.3895	0.0134	0.0421	0.3738	0.0188	0.0365	0.0408

表 5.1-13 冬季观测期间各站最高、最低及平均含沙量值统计成果表

站号	含沙量(kg/m3)									
	冬季大潮			冬季中潮			冬季小潮			全潮平均值
	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	最高值	最低值	平均值	
1#	0.0592	0.0175	0.0249	0.0349	0.0113	0.0142	0.0706	0.0121	0.0175	0.0188
2#	0.0657	0.0177	0.0252	0.0485	0.0109	0.0193	0.0601	0.0086	0.0144	0.0196
3#	0.0480	0.0159	0.0228	0.0421	0.0092	0.0130	0.1088	0.0113	0.0191	0.0183
4#	0.0551	0.0124	0.0175	0.0829	0.0066	0.0138	0.1376	0.0089	0.0180	0.0164
5#	0.1306	0.0129	0.0268	0.1275	0.0133	0.0247	0.0630	0.0151	0.0203	0.0239
6#	0.0977	0.0175	0.0272	0.0811	0.0226	0.0322	0.0717	0.0122	0.0273	0.0289
7#	0.0969	0.0146	0.0252	0.0555	0.0169	0.0210	0.0625	0.0088	0.0160	0.0207
8#	0.0648	0.0177	0.0243	0.0793	0.0156	0.0198	0.0977	0.0063	0.0133	0.0191
9#	0.0690	0.0108	0.0146	0.0341	0.0064	0.0114	0.0893	0.0037	0.0108	0.0123
整体统计	0.1306	0.0108	0.0232	0.1275	0.0064	0.0188	0.1376	0.0037	0.0174	0.0198

5.1.4.2 含沙量分布特征

根据各站周日实测含沙量及分层含沙量特征值，对工程海域悬浮泥沙含量的时空变化特征进行了分析。

（1）含沙量时间变化特征

周日变化：各站含沙量周日变化幅度不大，含沙量受涨落潮流影响，高值多出现在涨、落急时段和水深较浅的低平潮时段。高平潮时段含沙量值相对最低。

潮型变化：含沙量的半月周期变化主要反映在大、中、小潮的周期循环上，一般与潮流强度变化规律一致，但也受天气海况状况影响。夏季观测期间，9 个站的大、中、小潮含沙量平均值分别为 0.0439kg/m^3、0.0421kg/m^3 和 0.0365kg/m^3，含沙量平均值大潮>中潮>小潮；冬季观测期间，9 个站的大、中、小潮含沙量平均值分别为 0.0232kg/m^3、0.0188kg/m^3 和 0.0173kg/m^3，含沙量平均值大潮>中潮>小潮。

季节变化：观测期间，工程海域夏、冬季 9 个站全潮平均含沙量分别为 0.0408kg/m^3、0.0198kg/m^3，夏季大于冬季。

（2）空间分布特征

水平分布：

①夏季观测：含沙量的水平分布为同安湾湾口水道含沙量较低，湾内及浅滩含沙量较高。9 个站全潮含沙量平均值以集美大桥附近的 7#站最高，为 0.0558 kg/m^3，其次为同安湾湾外 5#、6#和同安湾东咀的 8#站，分别为 0.0458kg/m^3、0.0431kg/m^3 和 0.0433kg/m^3；同安湾湾口水道的 4#、3#、1#、2#和 9#站含沙量值最低，均小于 0.0400 kg/m^3，全潮平均含沙量值介于 0.0338kg/m^3～0.0381kg/m^3。

②冬季观测：含沙量水平分布规律总体为水道含沙量较低，同安湾湾口外含沙量较高。9 个站全潮平均含沙量值最高为 0.0289kg/m^3，出现在厦门东侧水道的 6#站，其次为五通外侧的 5#和集美大桥附近的 7#站，分别为 0.0239kg/m^3 和 0.0207kg/m^3；2#、8#、1#、3#、4#和 9#站含沙量值最小，均小于 0.0200 kg/m^3，全潮平均含沙量值介于 0.0123kg/m^3～0.0196kg/m^3。

垂向分布：大、中、小潮各站的含沙量垂向分布规律均为：近底层含沙量值最大，近表层最小，有自表层向底层递增的趋势。

5.1.4.3 垂线平均含沙量

（1）夏季观测：大潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值出现在厦门东侧水道的 6#站，为 0.0467kg/m^3；最小值出现在同安湾湾口水道的 9#站，为 0.0328kg/m^3。除 6#站涨

潮垂线平均含沙量小于落潮，其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量；中潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值出现在五通外侧的 5#站，为 0.0468kg/m^3；最小值出现在 9#站，为 0.0312kg/m^3。夏季中潮期间各站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量；小潮期间，除 6#站涨潮垂线平均含沙量小于落潮垂线平均含沙量，其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。全潮垂线平均含沙量最大值与夏季中潮一致出现在 5#站，为 0.0419kg/m^3；最小值出现在同安湾湾口水道的 3#站，为 0.0294kg/m^3。

（2）冬季观测：大潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值出现在厦门东侧水道的 6#站，为 0.0263kg/m^3；最小值出现在同安湾湾口水道的 9#站，为 0.0137kg/m^3。各站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量；中潮期间，全潮垂线平均含沙量最大值仍出现在 6#站，为 0.0315kg/m^3；最小值出现在 9#站，为 0.0104kg/m^3，中潮期间除 4#和 6#外，各站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量；小潮期间，除 6#站涨潮垂线平均含沙量小于落潮垂线平均含沙量，其他站均为涨潮垂线平均含沙量大于落潮垂线平均含沙量。全潮垂线平均含沙量最大值与大、中潮一致出现在 6#站，为 0.0267kg/m^3；最小值出现在 9#站，为 0.0099kg/m^3。

5.2 工程地质条件

5.2.1 区域地质背景

厦门湾是在断陷构造基础上，经冰后期海侵而形成的“潮汐汉道”港湾，湾内岛礁众多、港道纵横、岬湾相间、港内有湾、海岸十分曲折，类型多种多样，有开敞的港湾沙质海岸和陡峭的基岩海岸，又有较封闭的港湾淤泥质岸和河口三角洲平原岸，各湾区的地形地貌形态特征及组合各异。

厦门湾沿岸丘陵和台地出露的地层有侏罗系南园组的流纹岩、凝灰熔岩、凝灰岩，三迭系文宾山组的粉细砂岩、石英砂岩偶夹泥岩，燕山期花岗岩；沿海平原、潮滩和海底表层主要为第四系松散沉积层，上部为淤泥和淤泥质土，下部有砂含贝壳、中粗砂、砂砾层、杂色粘性土，下伏基岩。基岩有花岗岩、火山岩、砂岩、石英砂岩，埋深变化较大，风化程度、深浅不一，岩面起伏无规律。

本区大地构造位于 NE 向长乐—南澳断裂带和 EW 向南靖—厦门断裂带的交接部，断裂构造发育，主要有 NE 向的厦门岛东侧海岸断裂（F1）、钟宅—筼筜断裂（F2）和厦

门西港断裂（F8），NW 向的高崎—何厝断裂（F3）和厦鼓海峡断裂（F4）、近 EW 向九龙江口断裂（F5）和马銮—高崎—五通断裂（F6）等等，如图 5.2-1 所示。其中通过本次路由区的断裂主要为 NE 向的厦门西港断裂（F8），通过路由区北部；另近 EW 向的马銮—高崎—五通断裂（F6）从路由区南侧通过。厦门西港断裂（F8）呈北东沿厦门岛西缘展布，它是控制厦门西港海槽形成及厦门岛与大陆断块差异活动的断裂带。根据《福建省厦门岛工程地质报告（1：10000）》分析，厦门岛上的断裂在更新统以来未见有明显的活动迹象。本区地壳稳定性属基本稳定区闽东南亚区，历史最高震级 7 级，设防基本烈度划定为VII度。

5.2.2 海底地形与地貌特征

5.2.2.1 地形特征

本节资料引自《厦门同安湾地貌特征研究》（鲍晶晶，2013）。利用 2007～2009 年我国近海海底地形地貌调查研究项目勘测的 1∶5 000 比例尺(局部区域达 1∶3 000) 单波束同安湾水深资料绘制了同安湾等深线图、地形图，结合收集到的相关地质与底质资料绘制了地貌图，并对其地形地貌特征进行了详细的分析。

同安湾主体呈 NS 向分布，湾口为厦门岛阻挡呈 SE 向与开阔海域联接。 同安湾湾内水深浅于 15.0m，湾内地形整体较为平坦，局部分布着人工开挖、疏浚坑槽，地形起伏较大；湾口水道冲刷槽水深达到 15.0m 以深，槽底地形较为复杂，局部水深变化剧烈。根据海底地形的总趋势，可将同安湾地形以刘五店-大离亩屿连线为界分成 2 个部分：此界线北侧为湾内浅滩区，界线南侧为湾口深槽区。以下即从等深线分布以及地形变化来分析同安湾海底地形特征(图 5.2-2) 。

同安湾主体的水深介于-4.9 ～26.0m(理论最低潮位面) 之间，等深线除局部海域呈不规则闭合圈外，基本顺海岸线走向展布。从上述所分的 2 个不同的地形区来分析：①界线以北湾内浅滩区，主体水深为-4.9～15.0m，其东侧沿岸琼头至刘五店海域等深线呈近似平行沿 NS 向分布，湾内西部海域水深较浅，北部湾顶水道、西南部湾口(高集海堤北侧) 、中部及西北部海域水深较周边明显变深，水深变化相对较大，等深线呈多个不规则闭合圈；②界线以南湾口深槽区，水深相对较深，主体等深线具梭形闭合圈状呈 SE 向展布于湾口深槽，深槽槽底有基岩出露，等深线呈多个大小不一的闭合圈分布其间，水深变化较大。湾口深槽水道东北向岸侧的西滨海域水深突变达 14.0m，且等深线呈较规则的方形凸起。

同安湾地形整体呈西高东低(湾内向东南部湾口逐渐变深) 趋势，局部受人为作用

影响地形相对复杂。

湾内浅滩区位于同安湾刘五店-大离亩屿连线北侧，上接湾顶水道，下邻湾口深槽区，鳄鱼屿和大离亩屿等岛屿分布其间，其构成了同安湾的主体部分。 由于周边岛屿、陆地掩护，且西南部湾口近似封闭，同安湾内水动力相对较弱，湾内形成大面积浅滩地形，其间发育有径流和潮流作用形成的冲刷槽水道地形，再加之同安湾人类开发活动较多，浅滩上有多处疏浚、开挖的人工构筑地形。

5.2.2.2 地貌特征

同安湾为一陆地岛屿遮蔽而成的半封闭型海湾。近年来，随着人类开发活动深入(城乡建设和交通运输基础建设等) 的需要，同安湾海岸除个别岸段依旧保留台地和基岩海岸外，海岸多已被筑堤围海、养殖或修建护岸。同安湾岸线平直，湾港交错，其地貌类型主要为海岸地貌和海底地貌，其中海岸地貌主要为潮滩、海滩等；海底地貌类型较单一，主要为水下侵蚀-堆积岸坡。由于人类活动影响，在其潮滩和水下岸坡上还有多处人工地貌，如图 5.2-3 所示。

潮滩：同安湾潮滩面积较大，低潮时部分出露，潮滩滩面宽阔，常为潮沟冲刷槽所分割。同安湾潮滩水深在 0 m 以浅，主要可分为东西 2 个部分。其西部潮滩水深在－4.9～0 m 之间，由西南高集海堤向北至后田沿岸连成一体，西部潮滩整体呈舌状向东南部湾倾斜变深，滩面中间较不完整，有潮沟及明显的 SE 向人工开挖槽存在。其东部浅滩相对较为完整，水深在－3.5～0 m 之间，呈两端尖灭的“n”型分布于琼头、下后滨、刘五店沿岸及鳄鱼屿周边，面积约为 12.0km^2。在同安湾湾口水道两侧也有少量潮滩分布，宽度约 100.0～300.0m。其潮滩主要组成物质为砂-粉砂-粘土和粉砂质粘土。

海滩：同安湾内由于波浪动力较弱，海滩总体面积较小，仅零星分布于鳄鱼屿及大离亩屿周边、湾顶附近以及澳头、琼头海域。鳄鱼屿南侧及大离亩屿东侧海滩呈舌状向湾口方向延伸，澳头等海域海滩呈条带状沿岸分布。其主要组成物质为粗砂、中粗砂和砂，鳄鱼屿南北侧海滩的滩面上有礁石零星散落其上。

水下岸坡：水下岸坡是低潮线到陆架平原边缘的倾斜延伸，属陆地向海的水下延伸部分。水下岸坡是同安湾地貌的主体部分，面积约占同安湾海域总面积的一半。其整体呈掌指状分布在深槽和水道区域，连接湾顶水道和西南部涵洞水道，水深在 0 m 以深，沉积物类型主要是砂-粉砂-粘土和粘土质砂。水下岸坡紧接于潮滩和海滩外侧分布于水下，其上发育有冲刷槽和水下浅滩次一级地貌，局部水深变化较为剧烈，呈典型的滩槽地貌特征。

冲刷槽：其主要分布在水动力较强海域，是海底受水流冲刷而成的侵蚀地貌。同安湾海底冲刷槽主要由涨落潮流冲刷而成，由口门向 NW 向延伸呈指状向湾内伸展。以刘五店-五缘湾连线为界，可将冲刷槽分为湾口冲刷槽和湾内冲刷槽 2 个部分：界线东南侧湾口冲刷槽长约 3.6 km，最宽处约 1.2 km，槽底极不平坦，大量礁石出露槽底，礁石深槽相间，局部水深变化于 2.0～10.0 m 之间。界线西北侧由湾口水道分成 4 道湾内冲刷槽，鳄鱼屿东西两侧各 1 条及大离亩屿南北两侧各 1 条。鳄鱼屿东侧冲刷槽自刘五店至下后滨尖灭，长约 3.8 km；鳄鱼屿西侧冲刷槽绕鳄鱼屿北上至湾顶与河口水道相连，沉积物类型由细变粗。大离亩屿南侧冲刷槽逆时针沿厦门岛由 WNW 向转为 SSW 向与高集海堤涵洞相连，槽底较为平坦，偶见礁石出露；大离亩屿北侧冲刷槽，下接湾口冲刷槽，向上止于大离亩屿北侧礁石，水深在 8.0～20.0 m 之间，呈条带状 SSW 向分布。

水下浅滩：水下浅滩：同安湾水下浅滩分布于鳄鱼屿和大离亩屿中间，受大离亩屿北侧冲刷槽和鳄鱼屿南侧冲刷槽切割而成。其北部水下浅滩面积较大，但北部向湾顶大部已遭人工开挖破坏，整个水下浅滩仅剩鳄鱼屿西南部长约不足 3.0 km 的牛角状一部，水深在 0～2.5 m 之间，浅滩东南部受冲刷槽相夹尖灭；南部水下浅滩面积相对较小，全长不足 1.0km，呈梭子状 SSW 向分布。

人工地貌：同安湾受海洋工程影响形成的人工地貌大小十余处，其中有 4 处最为典型：① 湾顶南侧及鳄鱼屿西北侧海域的人工开挖地貌，面积约 11.0km^2，水深为 1.0～10.0 m，海底高低起伏，极不平坦；其上随处可见开挖的深坑以及开挖残留的地块体，此人工开挖工程还破坏了水下浅滩向湾顶延伸部分。②高集海堤北侧近似正方形的人工疏浚地貌，面积约 0.7 km^2，水深为 3.0～7.0 m，海底较为平坦，有少量疏浚残留地块分布于冲刷槽边。③ 高集海堤东北部潮滩上有多条 SE 走向的人工开挖槽及开挖坑，其水深比周边的潮滩深约 2.0～3.0m，呈条带状分布。④湾口北侧西滨海域岸坡上长方形的人工构筑地貌，长约 800.0 m，宽约 300.0 m，最大水深差为 14.0 m。

5.2.3 海底冲淤环境

本次分析引用自然资源部第三海洋研究所编制的《高崎污水处理厂尾水排海管路由桌面预选报告》中本项目周边海域海床冲於环境演变分析结论。

本次分析主要采用历史海图数据与近年实测数据进行对比。将调查区所在海域三个时期的历史海图资料(1986 年、2002 年、2011 年)进行计算机扫描，运用 ArcGIS 软件进行数字化处理，同时将自然资源部第三海洋研究所于 2009 年、2016 年在该海域实测的

水深数据进行叠加分析，得出不同时段的水深图及冲淤变化图。

（1）不同时段海图对比分析

①1986 年版与 2002 年版海图对比分析

1986 年版和 2002 年版海图主要是 1969 年、1998 年这两个时间测量的数据。对于 0m 等深线，靠近厦门岛的 0 m 等深线，向海方向推进和向岸后退的现象交替出现，向岸后退不明显，整体上向海推进，平均推进速率为 1.8 m/a；靠近翔安的 0m 等深线，表现为向岸后退，平均后退速率为 3.0 m/a；同安湾湾内的 0m 等深线，向海方向推进和向岸后退的现象交替出现，整体上向湾内后退，平均后退速率为 3.6 m/a。对于 2 m 等深线，靠近厦门岛的 2 m 等深线，向海方向推进和向岸后退的现象交替出现；靠近翔安的 2 m 等深线，表现为向岸后退，刘五店以北海域基本没有变化，平均后退速率为 2.1 m/a；同安湾湾内的 2m 等深线，表现为向湾内后退，平均后退速率为 5.0 m/a。对于 5 m 等深线，从同安湾湾口向湾内延伸十分明显。对于 10 m 深水槽，同样表现为从 1969 年至 1998 年间，从同安湾湾口向湾内延伸十分明显。5 m 等深线和 10 m 等深线的巨大变化和航道疏浚工程密切相关。

② 2002 年版与 2011 年版海图对比分析

2002 年版和 2011 年版海图主要是 1998 年与 2009 年两个时间测量的数据。对于 0 m 等深线，靠近厦门岛的 0 m 等深线，向海方向推进和向岸后退的现象交替出现，从高崎机场至五缘湾一段附近海域，表现为向海推进，平均推进速率为 3.5 m/a，五通码头附近海域表现为向岸后退，平均后退速率为 3.8 m/a；靠近翔安的 0 m 等深线，表现为向海推进，刘五店以北海域基本没有变化，平均推进速率为 1.2 m/a；同安湾湾内的 0 m 等深线，表现为向湾口推进，平均推进速率为 8.2 m/a；1998 年至 2009 年 0 m 等深线的变化与 1969 年至 1998 年的变化相反。对于 2 m 等深线，靠近厦门岛的 2 m 等深线，五缘湾周边海域表现为向海推进，平均推进速率为 3.9 m/a；靠近翔安的 2 m 等深线，表现为向海推进，刘五店以北海域基本没有变化，平均推进速率为 1.6 m/a；同安湾湾内的 2 m 等深线，表现为向湾口推进，平均推进速率为 6.0 m/a；对于 5 m 等深线，整体上向同安湾湾口延伸，延伸相对不明显。观察 10 m 等深线水槽的变化，航道有变窄的迹象。

根据以上分析可以看出，在 1969~1998 年和 1998~2009 年两个时间段，靠近厦门岛的 0 m 等深线，整体都表现为向海推进，平均推进速率为 1.8 m/a~3.8 m/a；靠近翔安的 0 m 等深线，先向岸后退（平均后退速率为 3.0 m/a）再向海推进（平均推进速率为 1.2 m/a）；同安湾湾内的 0 m 等深线，先向湾内后退（平均后退速率为 3.6 m/a）再向湾口推

进（平均推进速率为 8.2 m/a）。2m 等深线，靠近翔安的 2 m 等深线，先向岸后退（平均后退速率为 2.1 m/a）再向海推进（平均推进速率为 1.6 m/a）；同安湾湾内的 2 m 等深线，先向湾内后退（平均后退速率为 5.0 m/a）再向湾口推进（平均推进速率为 6.0 m/a）。对于 5 m 等深线和 10 m 深水槽，1969~1998 年间向湾内延伸十分明显，而 1998~2009 年间变化相对不明显。

（2）调查区冲淤变化分析

①2001 版海图和 2018 年实测数据对比分析，图 5.2-7。

将海图与实测数据在 ArcGIS 软件支持下进行叠加分析，从图中不难看出 1998-2018 这 20 年间，调查区附近海域的水深值变化较大。调查区内仅在大离浦屿、笠成礁和潮围礁附近的海滩及水下浅滩区域呈现了弱淤积状态，其他区域均为侵蚀状态，且在大离浦屿近岸一侧出现了较强的侵蚀状态。

②2009 年实测数据和 2018 年实测数据对比分析，图 5.2-8。如图所示在 2009 年至 2018 年区间，大离浦屿近岸侧海域整体变化不大。在大离浦屿的海滩附近仍然呈现出淤积状态，厦门岛近岸侧为弱侵蚀状态，大离浦屿与厦门岛之间的冲刷槽附近侵蚀较为强烈。

（3）调查区长期冲淤变化分析

结合分析调查区附近海域 1969 年-2018 年海底冲淤变化情况以及同安湾地貌图，初步得到以下几点认识:

①通过调查区所在海域海图对比的结果表明，在 1969~1998 年和 1998~2009 年两个时间段，靠近厦门岛的 0 m 等深线，整体都表现为向海推进，平均推进速率为 1.8 m/a~3.8 m/a；靠近翔安的 0 m 等深线，先向岸后退（平均后退速率为 3.0 m/a）再向海推进（平均推进速率为 1.2 m/a）；同安湾湾内的 0 m 等深线，先向湾内后退（平均后退速率为 3.6 m/a）再向湾口推进（平均推进速率为 8.2 m/a）。2m 等深线，靠近翔安的 2 m 等深线，先向岸后退（平均后退速率为 2.1 m/a）再向海推进（平均推进速率为 1.6 m/a）；同安湾湾内的 2 m 等深线，先向湾内后退（平均后退速率为 5.0 m/a）再向湾口推进（平均推进速率为 6.0 m/a）。对于 5 m 等深线和 10 m 深水槽，1969~1998 年间向湾内延伸十分明显，而 1998~2009 年间变化相对不明显。

②受人类活动影响，近年来同安湾海岸线发生了较大的变化，由于围垦和临海工程的建设使同安湾海岸线不断向海迁移，并由天然岸线逐步转变为平直的人工岸线，其中高崎至五缘湾段岸线向海迁移最为明显。

通过对比调查区附近海域实测水深可知，调查区近岸段和路由区南部以淤积为主，而靠近大离浦屿的路由调查区北部，主要以冲刷为主，并且表现出越靠近岛屿冲刷强度越大的趋势，拟建排污管道所在的近岸段主要属于淤积区，但排污口所在的海域属于弱冲刷区，比较适宜本项目尾水排放。

③根据 20 世纪近 30 年来的海图等深线变化、沉积物类型变化等，结合人类活动的时间序列变化，工程区所在海域由于两侧海堤的建造，潮间带及浅水海域将会处于缓慢淤积状态，并且在未来将继续表现出淤积趋势，但淤积速率会逐渐减弱；而在湾口水深区，由于该深水区为同安湾主要水道，高集海堤开口及同安湾综合整治使得同安湾的纳潮量有所增加，而两侧岸线不断向海推进使得水道过水断面宽度缩窄，因此水道中部的水动力强度将会在一定程度上增强，因而使得水道中部深水区的海底沉积物将会表现为持续的侵蚀，但随着水道深度的不断增加，侵蚀速率逐渐变小。

（4）大离浦附近海域冲淤变化情况

通过对比自然资源部第三海洋研究所 2016 年和 2020 年的调查结果，可以大致分析路由调查区内的冲淤变化情况（图 5.2-9）。近 4 年来，路由调查区整体处于冲淤平衡状态，部分海域由于海洋动力环境的差异导致冲淤状态略有差异。其中，近岸段以冲刷为主，特别是靠近鼻子沟排污口附近海域，推测为受到鼻子沟排海水流的影响；路由区中部以淤积为主，淤积强度小于 1m；而靠近大离浦屿的路由调查区北部，主要以冲刷为主，靠近岛屿的水道区冲刷强度较大，拟建排污管道所在的近岸段主要属于淤积区，但排污口所在的海域属于弱冲刷区，比较适宜本项目尾水排放。

5.3 海域环境质量现状调查与评价

5.3.1 海水水质现状调查与评价

5.3.1.1 调查站位与调查时间

自然资源部第三海洋研究所于 2019 年 10 月 20 日（秋季）在本项目附近同安湾海域设置 20 个水质站位；春季调查资料引用厦门南方海洋经济发展有限公司编制的《高

崎污水处理厂排海管工程项目海洋化学调查报告》，调查时间为 2020 年 3 月（春季），调查站位与秋季相同。调查点位坐标见表 5.3-1，点位分布见图 5.3 -1。

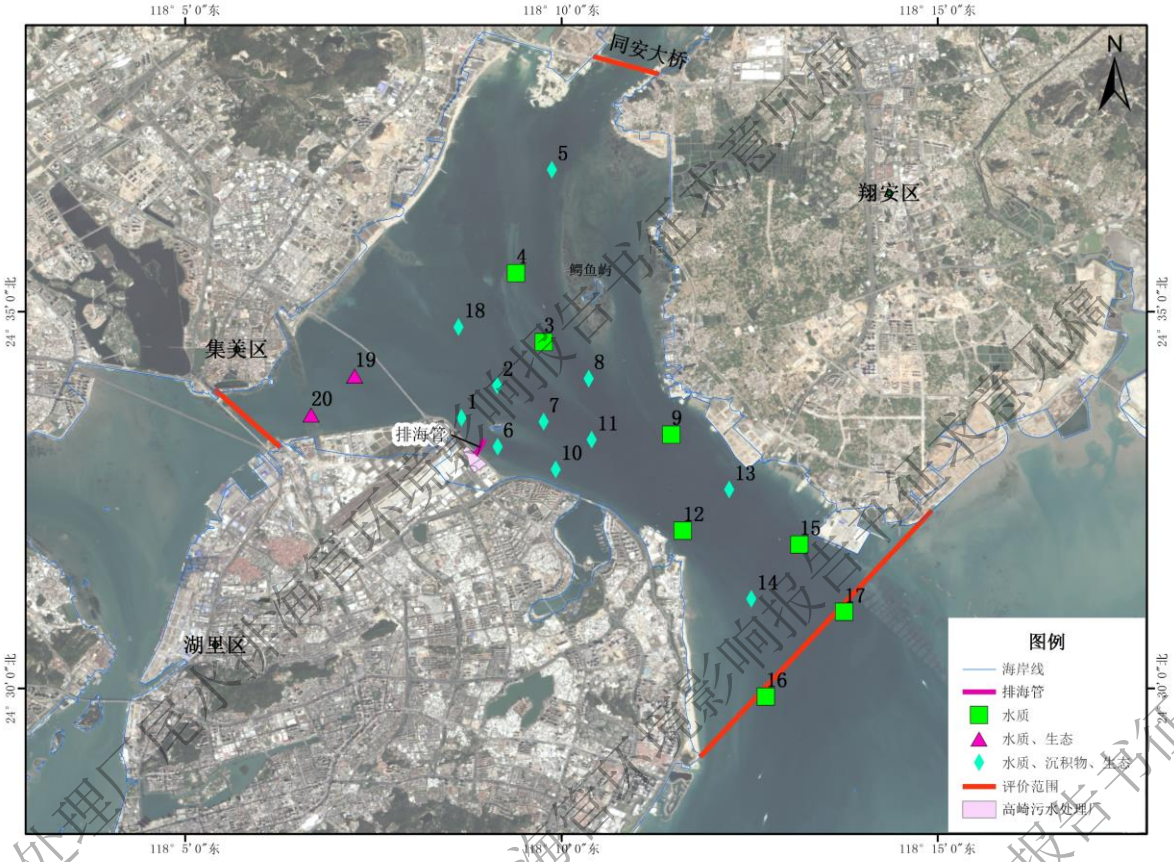


图 5.3-1 调查站位示意图

5.3.1.2 调查项目与方法

调查项目：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、BOD_5、无机氮（氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮）、活性磷酸盐、悬浮物、挥发性酚、硫化物、石油类、铜、铅、镉、总铬、锌、汞、砷，共计 21 个项目。

调查与分析方法：本项目调查取样与分析方法按 GB/T 12763-2007《海洋调查规范》、GB 17378-2007《海洋监测规范》、HY/T147-2013《海洋监测技术规程》等执行。

表 5.3-2（1） 海水水质各项分析方法一览表（秋季）

序号	项目	分析方法	方法依据	检出限
1	水温	温盐深仪（CTD）法	《海洋监测规范》GB 17378.4-2007	-
2	盐度	温盐深仪（CTD）法		-
3	pH	pH 计法		-
4	溶解氧	碘量滴定法		-
5	化学需氧量	碱性高锰酸钾法		-
6	悬浮物	重量法		-
7	亚硝酸盐	重氮一偶氮法		-
8	硝酸盐	锌镉还原法		-
9	铵盐	次溴酸钠氧化法		-
10	活性磷酸盐	抗坏血酸还原磷钼蓝法		-
11	挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法		-
12	硫化物	亚甲基蓝分光光度法		-
13	BOD_5	五日培养法		-
14	铜	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013	0.12μg/L
15	铅	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013	0.07μg/L
16	锌	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013	0.10μg/L
17	镉	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013	0.03μg/L
18	铬	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013	0.05μg/L
19	砷	电感耦合等离子体质谱法	HY/T147.1-2013	0.05μg/L
20	总汞	原子荧光法	GB 17378.4-2007	0.007μg/L
21	油类（海水）	荧光分光光度法	GB 17378.4-2007	1.0 μg/L

表 5.3-2（2） 海水水质各项分析方法一览表（春季）

序号	项目	分析方法	方法依据	检出限
1	水温	表层水温表法	《海洋监测规范》GB 17378.4-2007	-
2	盐度	盐度计法		-
3	pH	pH 计法		-
4	溶解氧	碘量法		-
5	化学需氧量	碱性高锰酸钾法		-
6	悬浮物	重量法		-
7	亚硝酸盐	萘乙二胺分光光度法		-
8	硝酸盐	锌-镉还原法		-
9	铵盐	次溴酸钠氧化法		-
10	活性磷酸盐	磷钼蓝分光光度法		-
11	挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法		1.1μg/L
12	硫化物	亚甲基蓝分光光度法		0.2μg/L
13	BOD_5	五日培养法		-
14	铜	无火焰原子吸收分光光度法		1.1μg/L
15	铅	无火焰原子吸收分光光度法		0.03μg/L
16	锌	火焰原子吸收分光光度法		3.1μg/L

序号	项目	分析方法	方法依据	检出限
17	镉	无火焰原子吸收分光光度法		0.01μg/L
18	铬	无火焰原子吸收分光光度法		0.4μg/L
19	砷	原子荧光法		0.5μg/L
20	总汞	原子荧光法		0.007μg/L
21	油类（海水）	紫外分光光度法		1.0 μg/L

5.3.1.3 调查与评价结果

（1）评价标准

依据《福建省近岸海域环境功能区划》，9、12 位于同安湾口一类区，执行一类海水水质标准；13、15 号站位位于同安湾刘五店四类区，执行二类海水水质标准；12、4、16、17 站点位于厦门东部海域二类区，其他站点位于同安湾三类区，执行二类海水水质标准。

各站位评价标准详见表 5.3-3。

表 5.3 -3　各站位评价标准一览表

站位号	执行的海水水质标准	站位号	执行的海水水质标准	站位号	执行的海水水质标准
1	二类	**8**	二类	**15**	二类
2	二类	**9**	一类	**16**	二类
3	二类	**10**	二类	**17**	二类
4	二类	**11**	二类	**18**	二类
5	二类	**12**	一类	**19**	二类
6	二类	**13**	二类	**20**	二类
7	二类	**14**	二类		

（2）评价方法

采用单因子标准指数法对水质现状进行评价，标准指数（Pi）大于 1 表示超过了规定的水质标准。各监测项目的污染指数计算公式如下：

·除 pH、DO 外的其它污染物的标准指数：

$$P_i = C_i / C_{si}$$

式中：P_i 为单因子污染指数；C_i 为实际监测值；C_{si} 为评价标准值。

- pH 的标准指数为：

pH 的污染指数计算公式为：

$$PI_{pH} = \frac{|pH - pH_{sm}|}{D_S}$$

其中 $pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2}$，$D_S = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2}$

式中：

PI_{pH}—pH 的污染指数；

pH—pH 的实测值；

pH_{su}—评价标准规定的上限值；

pH_{sd}—评价标准规定的下限值；

污染指数>1，表明该水质超过了规定的水质评价标准，已经不能满足使用功能的要求。

- DO 的标准指数为：

$$PI_{DO}=\frac{\left|DO_f-DO_i\right|}{DO_f-DO_s}\left(DO_i\geq DO_s\right)$$

$$P_i=10-9\times\frac{DO_i}{DO_s}\left(DO_i<DO_s\right)$$

$$DO_f=\frac{468}{31.6+T}$$

式中：$P_i I_{DO}$ 为 i 站点的 DO 的污染指数；DO_f 为饱和 DO 浓度；T 为水温（℃）；DO_i 为 i 点的 DO 浓度；DO_s 为 DO 的评价标准。

（3）调查及评价结果

同安湾海域水质监测结果见表 5.3-4~表 5.3-5，评价结果见表 5.3-6~表 5.3-9。

（4）调查小结

秋季（2019 年 10 月），超标因子主要为无机氮和活性磷酸盐，其他水质指标均达到一类海水水质标准；无机氮超标率为 83%，2.7%站位无机氮含量可以达到第一类海水水质标准要求，16.67%站位无机氮含量可达到第二类海水水质标准，52.78%站位无机氮含量可达到第三类海水水质标准，13.89%站位无机氮含量超过第四类海水水质标准；活性磷酸盐超标率为 83%，16.67%站位的活性磷酸盐含量可达到第二/三类海水水质标准，47%站位活性磷酸盐含量超过第四类海水水质标准。

春季（2020 年 3 月），9 号站位的 BOD_5 超出相应的水质标准，可达到第二类海水水质标准，超标率为 4.35%，其他站位的 BOD_5 均能符合相应海水水质标准（第二类海水水质标准）； 1~6、10、12 站位的无机氮含量超过相应海水水质标准（12 号站位无机氮达到第二类海水水质标准，3、4、10 号站位无机氮达到第三类海水水质标准，2、5、6 号站位无机氮达到第四类海水水质标准，1 号站位无机氮超过第四类海水水质标

准），超标率为 34.78%，其他站位的无机氮均能符合相应海水水质标准；所有站位的活性磷酸盐含量均超过相应海水水质标准，超标率为 100%，2.7%站位（仅 9 号站位）活性磷酸盐含量达到第二类海水水质标准，64%站位活性磷酸盐含量超出第四类海水水质标准。

本项目评价范围内同安湾海区主要污染因子为无机氮和活性磷酸盐，据历史资料可知，厦门湾海域的无机氮和活性磷酸盐普遍存在超标的现象，超标原因主要是九龙江及陆域溪流水入海等陆源污染的排放。

5.3.2 海洋沉积物质量现状调查与评价

5.3.2.1 调查站位与调查时间

自然资源部第三海洋研究所 2019 年 10 月 30 日对同安湾海域进行了沉积物现状调查，沉积物调查站位共 11 个站。调查点位坐标见表 5.3-1，点位分布见图 5.3-1。

5.3.2.2 调查项目与方法

调查项目：硫化物、有机碳、石油类、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷等 10 个要素。

调查与分析方法：调查取样与分析方法按 GB/T 12763-2007《海洋调查规范》和 GB 17378-2007《海洋监测规范》等执行。取底质表层 0～5cm 沉积物样品。

表 5.3-10 海洋沉积物各项分析方法一览表

序号	项目	分析方法	检测限
1	有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	-
2	硫化物	碘量法	4.0 mg/kg
3	石油类	荧光分光光度法	1.0 mg/kg
4	总汞	原子荧光法	0.002 mg/kg
5	镉	电感耦合等离子体质谱法	0.015 mg/kg
6	铅	电感耦合等离子体质谱法	0.070 mg/kg
7	砷	电感耦合等离子体质谱法	0.180 mg/kg
8	铜	电感耦合等离子体质谱法	0.008 mg/kg
9	锌	电感耦合等离子体质谱法	0.160 mg/kg
10	铬	电感耦合等离子体质谱法	0.070 mg/kg

5.3.2.3 调查与评价结果

（1）评价标准

所有站位评价均执行 GB18668-2002《海洋沉积物质量》中一类沉积物标准要求。

（2）评价方法

采用单因子标准指数法，Pi=Ci/Cs；式中 Ci 为第 i 项调查值，Cs 为标准值。

（3）调查及评价结果

评价海域沉积物各站位监测数据详见表 5.3-11。

根据本次调查分析，同安湾海域内所有沉积物样品有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。6 号站沉积物硫化物含量超过了第一类海洋沉积物质量标准，符合第二类海洋沉积物质量标准，其

它站位沉积物硫化物含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

2020 年 3 月 6 日，海洋三所对逮辽排污口（鼻子沟排洪口）处选取一个站位，进行了沉积物硫化物现状调查。调查结果，硫化物含量为 1400×10^{-6}，超过了第三类海洋沉积物质量标准。

综上所述，拟建排海管周边海域沉积物质量有受到一定的污染（主要是硫化物部分站位含量较高）。2019 年 10 月 16 日经现场勘查，拟建排海管南侧环岛路埭辽排放口有大量乳白状污水流出，并有刺激性气味。根据《高崎再生水厂尾水排海管排污口设置论证》中对埭辽排放口水质及拟建排海管的排放口附近沉积物趋势性分析，本次调查沉积物中硫化物监测结果超标应与鼻子沟流域排洪箱排海口的长期沿潮沟漫滩排放有关。建议有关部门应对鼻子沟流域排海口排污引起足够的重视，结合本次高崎污水处理厂的建设及污水管网的完善，对排入鼻子沟流域的各类污水和初期雨水进行拦截，纳入高崎污水处理厂处理达标排放，改善鼻子沟流域水环境状况，减轻或避免鼻子沟流域排污对周边海域环境的影响。

5.3.3 海洋生物质量现状调查与评价

5.3.3.1 调查站位与调查时间

自然资源部第三海洋研究所 2019 年 10 月 30 日对本项目周边同安湾海域采集生物样品，进行秋季生物质量状况监测；春季资料引用厦门南方海洋经济发展有限公司编制的《高崎污水处理厂排海管工程项目海洋化学调查报告》，调查时间为 2020 年 3 月。

5.3.3.2 调查项目及方法

调查项目：铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油烃共计 8 个要素。

调查及储运方法：样品采集及前处理方法参照《海洋监测规范》GB17378-2007 进行。生物样品的来源主要包括：生物测站的底栖拖网捕捞；沿岸海域定置网捕捞及垂钓以及滩涂样品采集等。采集足够数量的贝类样品，用现场海水冲洗干净后，放入干净的聚乙烯袋中，并封口贴上标签，冷冻保存。贝类样品制备：用塑料刀打开贝壳，用超纯水洗贝壳内的软组织，用镊子取出软组织，让水流尽，至少取 20 个以上个体的软组织，重量大于 100g，后烘干研磨供不同项目分析使用。分析方法见表 5.3-13。

表 5.3 -13（1） 分析方法及检测限（秋季）

序号	项目	分析方法	执行标准	检出限
1	铜	电感耦合等离子体质谱法	《海洋监测技术规程》HY/T147.3-2013	0.08×10^{-6}
2	铅	电感耦合等离子体质谱法		0.03×10^{-6}
3	镉	电感耦合等离子体质谱法		0.03×10^{-6}
4	锌	电感耦合等离子体质谱法		1.66×10^{-6}
5	铬	电感耦合等离子体质谱法		0.30×10^{-6}
6	砷	电感耦合等离子体质谱法		0.10×10^{-6}
7	汞	原子荧光法	《海洋监测规范》GB17378.6-2007	0.002×10^{-6}
8	石油烃	荧光分光光度法		0.2×10^{-6}

表 5.3 -13（2） 分析方法及检测限（春季）

序号	项目	分析方法	执行标准	检出限
1	铜	无火焰原子吸收分光光度法	《海洋监测规范》GB17378.6-2007	0.4×10^{-6}
2	铅	无火焰原子吸收分光光度法		0.04×10^{-6}
3	镉	无火焰原子吸收分光光度法		0.005×10^{-6}
4	锌	火焰原子吸收分光光度法		0.40×10^{-6}
5	铬	二苯碳酰二肼分光光度法		0.04×10^{-6}
6	汞	原子荧光法		0.002×10^{-6}
7	砷	原子荧光法		0.2×10^{-6}
8	石油烃	荧光分光光度法		0.2×10^{-6}

5.3.3.3 调查与评价结果

（1）评价标准及评价方法

《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的标准值仅适用于海洋贝类（双壳类），本次评价采用第一类海洋生物质量标准采用单项标准指数评价法。

（2）调查及评价结果

在调查海区采集生物样品，进行生物质量状况监测。

秋季（2019 年 10 月）航次采集到生物质量样品有：菲律宾蛤（贝类采样站位 2）、文蛤（贝类采样站位 3）、华贵扇贝（贝类采样站位 4）、牡蛎（贝类采样站位 1）；春季（2020 年 3 月）航次采集到生物质量样品有：海蛎（4）、文蛤（7）、花蛤（12）。

贝类采样站位见图 5.3-2，调查结果见表 5.3 -14，评价结果见表 5.3-15。

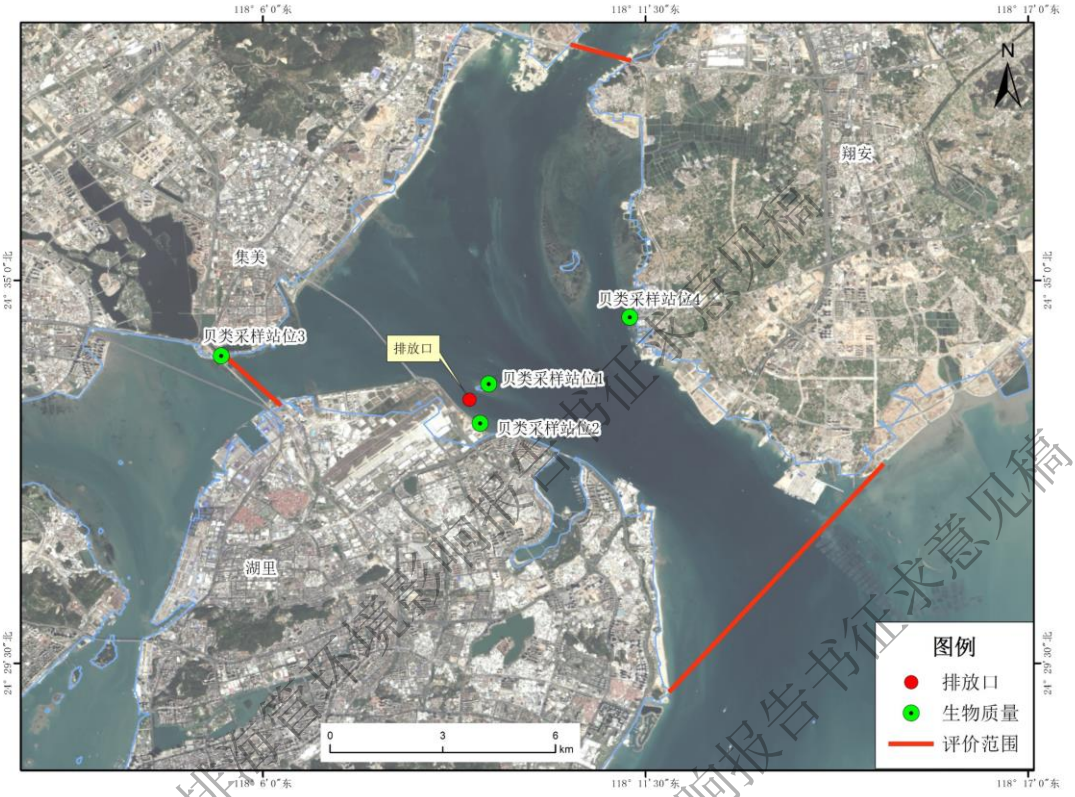


图 5.3-2　生物质量现状调查站位

秋季调查海区贝类中的铜、铬、汞符合第一类海洋生物质量标准；菲律宾蛤仔、文蛤、华贵扇贝、牡蛎中铅含量第二类海洋生物质量标准；菲律宾蛤仔、文蛤、华贵扇贝中锌含量符合第二类海洋生物质量标准，牡蛎中锌含量符合第三类海洋生物质量标准；菲律宾蛤仔、文蛤、华贵扇贝、牡蛎中铅含量第二类海洋生物质量标准；菲律宾蛤仔、文蛤、华贵扇贝中砷含量符合第二类海洋生物质量标准，牡蛎中砷含量符合第一类海洋生物质量标准；菲律宾蛤仔、文蛤、华贵扇贝石油烃含量符合第一类海洋生物质量标准，牡蛎中石油烃含量符合第二类海洋生物质量标准。

春季调查海区贝类中的海蛎、花蛤和文蛤中汞和砷含量均符合第一类海洋生物质量标准；花蛤、文蛤中铜含量符合第一类海洋生物质量标准，海蛎中铜含量超出第一类海洋生物质量标准，达到第二类海洋生物质量；海蛎、花蛤、文蛤中铅含量超出第一类海洋生物质量标准，达到第二类海洋生物质量；文蛤中锌含量符合第一类海洋生物质量标准，海蛎和花蛤锌含量超出第一类海洋生物质量标准，达到第二类海洋生物质量；文蛤中镉含量符合第一类海洋生物质量标准，海蛎和

花蛤镉含量超出第一类海洋生物质量标准，达到第二类海洋生物质量；海蛎、文蛤中总铬含量符合第一类海洋生物质量标准，花蛤中总铬含量超出第一类海洋生物质量标准，达到第二类海洋生物质量；文蛤中石油烃含量符合第一类海洋生物质量标准，海蛎和花蛤中石油烃含量超出第一类海洋生物质量标准，达到第二类海洋生物质量。

综上，秋季，调查海域的贝类生物生物体内的铜、铅、锌、镉、总铬、砷、石油烃存在超标现象，大部分样品达到第二类海洋生物质量标准（牡蛎中锌含量超过二类标准，但符合第三类海洋生物质量标准）。春季，调查海域的贝类生物生物体内的铜、铅、锌、镉、总铬、石油烃存在超标现象，但达到第二类海洋生物质量标准。

5.3.4 海洋生态环境现状调查与评价

5.3.4.1 调查时间、频次、范围与调查方法

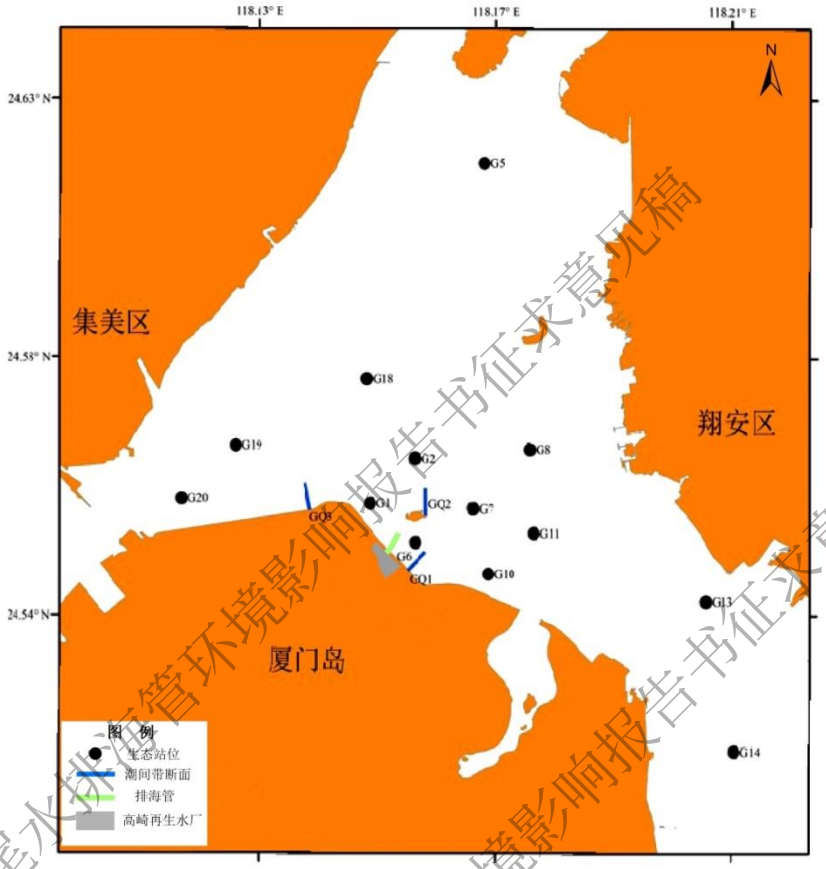
（1）调查时间、频次与范围

自然资源部第三海洋研究所 2019 年 10 月~11 月对本项目周边同安湾海域进行秋季海洋生态环境现状监测。海洋生态大面站调查由闽厦门渡 1220 号船执行，调查时间为 2019 年 10 月 30 日~10 月 31 日；游泳生物专项调查由闽龙渔 09885 号渔船执行，调查时间为 2019 年 11 月 7~8 日；潮间带底栖生物调查时间为 2019 年 10 月 24 日。

春季海洋生态环境现状调查资料引用厦门南方海洋经济发展有限公司编制的《厦门高崎污水处理厂一期工程海洋生态调查报告》。厦门南方海洋经济发展有限公司 2020 年 3 月对本项目周边同安湾海域进行春季海洋生态环境现状监测。海洋生态大面站调查由闽龙渔 08583 号船执行，调查时间为 2020 年 3 月 13 日~3 月 14 日；游泳生物专项调查由闽龙渔 09885 号渔船执行，调查时间为 2020 年 3 月 16~17 日；潮间带底栖生物调查时间为 2020 年 3 月 14 日。

调查范围、站点及各站点的经纬度见表 5.3-16~表 5.3-17。

调查内容：叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮下带大型底栖生物、潮间带底栖生物、鱼卵和仔稚鱼、游泳动物。



（2019 年 10 月）

图 5.3-3 海洋生物调查站位和潮间带生物调查断面分布图

（2）调查方法

①叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a：调查海域叶绿素 a 的测定采用萃取荧光法。采样和测定过程按照《海洋监测规范》（GB/T 12763.6-2007）进行。

初级生产力：本调查采用 ^{14}C 示踪法和叶绿素同化指数法相结合的两种方法

②浮游植物

浮游植物样品采集分为网采和水采。浮游植物网采样品采用方法系浅水 III 型网（网口直径 37cm，网长 140cm，筛绢孔径 0.077cm）从底至表垂直拖曳；水采浮游植物样品使用采水器取表底两层采水体积 0.5 L，水样用缓冲甲醛溶液固定带回实验室，鉴定计数前沉降 24 小时，除去上清液，浓集。室内分析随机抽取分样样品在正置显微镜下分析计数。结果以 cells/dm^3 表达。

结果包括浮游植物种类和密度，主要类群，数据分析采用种类多样性指数（*H′*）

（Shannon-Wiener）、均匀度（*J*）（Pielou）和种类丰富度（*d*）（Margalef）（均以 2 为底）：

$$H'=-\sum_{i=1}^{s} Pi\log_2 Pi；J= H'/\log_2 S；d=(S-1)/\log_2 N$$

式中 *N* 为样品中所有种类的总个体数目，*S* 为样品中的种类总数，*Pi* 为第 *i* 种的个体数与样品中的总个体数的比值(*ni/N*)。

③浮游动物

用浅水 I 型浮游生物网（网长 145cm，网口直径 50cm，筛绢孔宽 0.505mm），从底至表垂直拖取样品，所获浮游动物样品均于现场用样品体积量 5%的中性甲醛溶液固定。

用电子天平（感量0.001g）和真空泵（30dm³/min）等器具进行样品湿重生物量的测定，先将样品抽滤去除水份后称出样品的湿重，然后换算成 mg/m³。样品的鉴定与计数则是借助于浮游动物计数框、体视显微镜和普通光学显微镜等将全部样品进行种类鉴定并按种计个体数，然后换算成个体密度（ind/m³）。

浮游动物物种多样性指数（*H'*）、均匀度（*J'*）和优势度（*Y*）等参数分别采用以下计算公式： $H'=-\sum_{i=1}^{s} p_i \log_2 p_i$； $J'=\frac{H'}{\log_2 S}$ ； $Y=\frac{n_i}{N} fi$ ；

式中 *S* 为样品中的物种数，*Pi* 为第 *i* 种的个体数与每个种出现的个体数总和的比值，n_i 为第 *i* 种的个体数，*fi* 是第 *i* 种的测站出现率，*N* 为样品个体数的总和。

④潮下带大型底栖生物

使用 0.05m² 抓斗式采泥器，每站连续取样不少于 4 次（合计采样面积 0.2m²），，放入“MSB 型底栖生物漩涡分选器”中淘洗，并用网目为 0.5mm 的过筛器分选标本，生物样品置样品瓶中用固定液保存。标本处理以及室内分析和资料整理均按《海洋调查规范》的技术要求进行。

底栖生物拖网采样依据《海洋监测规范》，使用网口宽度为 1.0 m 的三角拖网，调查船航速保持在 2 kn 左右，航向稳定后投网，拖网时间为 15 分钟，样品采集后用 7%甲醛固定保存后带回实验室称重、分析。

研究过程中我们以物种优势度指数（*Y*）分析采获物种在群落中所占的优势程度，当 *Y*>0.020 时，该物种为群落中的优势种。群落生态特征指数分析采用种类丰富度（*d*）、种类多样性指数（*H'*）和均匀度（*J*）同浮游植物，种类优势度

（D）采用 Simpson 物种优势度：

$$D=\sum_{i=1}^{s}(P_i)^2$$

式中 *S* 为采泥样品中的种类总数，*Pi* 为第 *i* 种的个体数与样品中的总个体数的比值(*ni/N*)。物种丰富度计算方法为物种在各站位的平均分布密度，如某站没有出现该种，则不计入。采用 PRIMER6.0 软件进行上述指数的计算。

⑤潮间带底栖生物

潮间带底栖生物岩相定量取样按每站 25cm×25cm 的样方采集 2 次，软相定量取样按每站 25cm×25cm 的样方采集 4 次，并用网目孔径为 0.5mm 的过筛器淘洗分选样品。同时进行定性取样与观察。样品的取样、保存、分离、鉴定和分析按照国标《海洋调查规范》（GB/T12763.6—2007）。

⑥鱼卵、仔稚鱼

网速及时间：鱼卵仔稚鱼样品采集分别用浅水 I 型网和大型浮游生物网（内径 80cm，长 270cm，孔径 0.505mm）获取，其中浅水 I 型网的采集是由底至表垂直拖取，大型浮游生物网采集是网口系流量计在航速 1.5kn/时左右水平拖曳 10min 获取。样品固定和分析均按《海洋调查规范》的方法进行。

样品采集：把网升至适当高度，用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面，使黏附于网上的标本集中于网底管内；将网收入甲板，开启网底管阀门，把标本装入标本瓶，再关闭网底管阀门，用洗耳球吸水冲洗筛绢套，如此反复多次，直至残留标本全部收入标本瓶中，按样品体积 5％的量加入福尔马林溶液固定。

样品鉴定、计数：在显微镜下，鉴定样品中鱼卵、仔、稚鱼的种类组成和数量。

密度计算：根据网口面积、拖速、拖网持续时间和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量，单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼分布密度按下式计算：

$$V=\frac{N}{S\times L}$$

式中：V—鱼卵、仔稚鱼分布密度（粒/m³，尾数：尾/m³）；

N—每网鱼卵、仔稚鱼数量（粒或尾数）；

S—网口面积（m²）；

L—拖网距离（m）。

⑦游泳动物

调查网具：试捕调查网具为桁杆拖网，其网口长为 16 m，最大和最小网目为 120-15 mm。每个试捕站，以 3 kn 左右的拖速拖曳 30 分钟左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底，曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止，样品处理按照 GB 12763.6-2007 海洋调查规范进行。

样品采集：从每网渔获物中先将较大的不同种类单独挑出，然后随机取样采集约 20kg 渔获样品供进一步分析，不足 20kg 时，全部取样。

渔获物样品分析：调查内容包括样品渔获物种类及其百分组成、数量分布、渔获物优势种、主要和重要经济品种的生物学特征、渔获物中幼鱼百分比值、现存相对资源密度、生物多样性等相关内容。

数据分析：

a、相对重要性指数

优势种的优势度用 Pinkas 相对重要性指数(*IRI*)表示：

$IRI = (W\%+N\%)\times F\%$ ……(1)

其中：*W*%为该种类占总重量的百分比，*N*%为尾数占总尾数的百分比，*F*%为该种类出现的站数占调查总站数的百分比。

优势种划分标准[1]：$IRI\geq1000$，该鱼种为优势种；$1000>IRI\geq500$，该鱼种为常见种；$500>IRI\geq100$，该鱼种为一般种；$IRI<100$，该鱼种为少见种。

b、相对资源密度估算

拖网调查海域的资源密度（尾数和重量）按公式(2)计算：

$$D=\frac{C}{q\times A} \quad \text{……(2)}$$

式中：*D*—相对资源密度(重量：kg/km^2，尾数：ind./km^2)

C—每小时取样面积内的渔获量(kg)或尾数(ind.)

q—网具捕获率，*q* 取 0.5

A—为网具每小时扫海面积(km^2)。

c、游泳动物多样性分析

[1] 邓小艳，刘建国，郭朋军等. 小洋山临近海域主要游泳动物生态位及中间联结性. 海洋学报，2018，40（1）：96-105.

生物多样性各指数计算如下（均以 e 为底）：

Margalef 种类丰富度：$D=\frac{(S-1)}{\ln N}$ ……（3）

Shannon-Weiner 种类多样性指数：$H'=-\sum_{i=1}^{S}P_i\ln P_i$ ……（4）

Pielou 均匀度：$J'=\frac{H'}{\ln(S)}$ ……（5）

（3）～（5）式中 S 为种类数，N 为尾数，P_i 为第 i 种鱼渔获重量占总渔获重量的比例。由于不同种类及同种类个体差异较大，因此采用渔获重量来计算种类多样性指数，这种结果更接近种类间能量的分布。

5.3.4.2 调查结论

（1）叶绿素 a 和初级生产力

秋季，2019 年 10 月，调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 2.00 mg/m^3，变化范围介于 1.31～2.66 mg/m^3 之间，其中最高的是 G5 号站，最低的是靠近翔安区的 G13 号站；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.87 mg/m^3，略低于表层，变化范围介于 1.31～2.46 mg/m^3 之间，最高的是 G7 号站，最低的 G8 号站，叶绿素 *a* 平面分布如图 5.3-4。秋季调查海域初级生产力的平均值为 33.77 mgC/（m^2·h），变化范围在 19.08～69.75 mgC/（m^2·h）之间，变化幅度较大，最高的是 G11 号站，最低的为厦门岛与集美区之间海域的 G20 号站，初级生产力平面分布如图 5.3-5 所示。

春季，2020 年 4 月，工程附近海域表层叶绿素 a 的平均值为 0.54mg/m^3，变化范围介于 0.23～0.92mg/m^3 之间，最高的是 G19 号站，最低的是 G2 号站；底层叶绿素 a 平均值为 0.69mg/m^3，变化范围介于 0.23～1.32 mg/m^3 之间，最高的是 G6 号站，最低值出现在 G10 和 G13 号站，叶绿素 *a* 平面分布如图 5.3-6。初级生产力的平均值为 11.47 mgC/m^2·d，变化范围在 4.11～18.45 mgC/m^2·d 之间，最高的是 G6 号站，最低值为靠近翔安的 G13 号站，初级生产力平面分布如图 5.3-7 所示。

（2）浮游植物

秋季，2019 年 10 月，**水采浮游植物**，本次调查共记录浮游植物 3 门 36 属

73 种（类），其中硅藻 30 属 67 种（类），甲藻 5 属 5 种，蓝藻门 1 属 1 种。10 月该监测海域优势种主要有有翼圆筛藻（*Coscinodiscus bipartitus*）、条纹小环藻（*Cyclotella striata*）、旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）和玛氏骨条藻（*Skeletonema marinoi*）。调查海区浮游植物平均密度较低，表、底层分别为 55.07×10^3 cells/L 和 48.25×10^3 cells/L，表层浮游植物密度高于底层，表层水体中最高值在调查海区的 G2 号站，次高值在 G7 号站，最低值在 G20 号站。底层水体中最高值在调查海区的 G11 号站，次高值出现在 G18 号站，最低值出现在 G20 号站，水采浮游植物密度分布图详见图 5.3-8；调查海区浮游植物物种多，种间个体数量分配较均匀，群落结构较稳定。**网采浮游植物，**本次调查共记录浮游植物 3 门 27 属 57 种，优势种主要有旋链角毛藻(*Chaetoceros curvisetus*)、劳氏角毛藻(*Chaetoceros lorenzianus*)、奇异棍形藻(*Bacillaria paradoxa*)、玛氏骨条藻(*Skeletonema marinoi*)、窄隙角毛藻(*Chaetoceros affinis*)和铁氏束毛藻(*Trichodesmium thiebautii*)；调查海区浮游植物平均密度为 873.16×10^3 cells/m^3，最高值出现在 G07 号测站，密度达 1710.00×10^3 cells/ m^3，次高值出现在 G20 号测站，数值为 1251.67×10^3 cells/ m^3，最低值为 303.33×10^3 cells/ m^3，出现在 G19 号测站，网采浮游植物密度分布详见图 5.3-9。调查海区本月份各站位浮游植物物种多，种间个体数量分配均匀，群落结构较稳定。

春季，2020 年 4 月，**水采浮游植物**，本次调查共记录浮游植物 3 门 42 属 71 种（类），3 月该监测海域优势种主要有中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）、条纹小环藻（*Cyclotella striata*）、平片针杆藻（*Synedra tabulata*）、舟形藻 sp.（*Navicula* sp.）；调查海区浮游植物平均密度较低，表、底层分别为 8.25×10^3 cells/L 和 4.48×10^3 cells/L，表层浮游植物密度高于底层，表层水体中最高值在调查海区的 G6 号站，密度达到 18.88×10^3 cells/L，最低值在 G01 号站，为 2.5×10^3 cells/L；底层水体中最高值在调查海区的 G20 号站，密度达 10.00×10^3 cells/L，最低值为 2.53×10^3 cells/L，出现在 G18 号站，水采浮游植物密度分布详见 5.3-10；表层和底层浮游植物均匀度分别为 0.79 和 0.90，种间个体数量分配较均匀；表层和底层浮游植物的多样性指数分别为 2.74 和 3.42 群落结构较稳定。**网采浮游植物，**本次调查共记录浮游植物 2 门 26 属 56 种，优势种主要有中心圆筛藻（*Coscinodiscus centralis*）和并基角毛藻（*Chaetoceros decipiens*）；调查海区浮游

植物平均密度为 564.73×10^3 cells/m^3，最高值出现在 G08 号测站，密度达 1027.33×10^3 cells/ m^3，最低值为 167.50×10^3 cells/ m^3，出现在 G14 号测站，网采浮游植物密度分布详见 5.3-11；浮游植物均匀度范围为 0.66~0.92，多样性指数范围为 1.71-3.45。3 月份各站位网采浮游植物物种多，种间个体数量分配均匀，群落结构较稳定。

（3）浮游动物

秋季，2019 年 10 月，本次调查已记录到种的浮游动物共有 35 种，其中以桡足类（57.14%）占比例最大，水母类次之（占比 14.29%）、糠虾类和十足类并列第三（占比 8.57%），其余类别所占比例都显著较小，此外，还记录了 7 种阶段性浮游幼虫。在数量百分比中，物种数和个体密度均以桡足类为主；单一物种则以亨氏莹虾和太平洋纺锤水蚤占绝对优势；浮游动物总生物量（22.22～93.64 mg/m^3）和总个体密度（6.67～49.38 ind/m^3）的均值分别为 50.02 mg/m^3 和 27.04 ind/m^3，在平面分布上，二者分布相似，最高和最低值均分别出现于中部海域，平面分布详见图 5.3-12；浮游动物物种多样性指数（H'）（2.33～4.10）和均匀度（J'）（0.72～0.95）的均值分别为 3.21 和 0.85。物种多样性指数值的区间变化与各局部水域出现的物种数的多寡以及各物种间个体数量分配的均匀程度密切相关。

春季，2020 年 3 月，共鉴定浮游动物 21 种，其中以桡足类（47.62%）占比例最大，水母类次之（占比 28.57%），其余类别所占比例都显著较小，另记录浮游生物幼体 3 种，12 种阶段性浮游幼虫，在数量百分比中，物种数和个体密度均以桡足类为主，单一物种则以太平洋纺锤水蚤和捷氏歪水蚤占绝对优势；本调查浮游动物总生物量均值 124.97 mg/m^3，区间波动范围为 45.00～273.33 mg/m^3；总个体密度均值为 52.19 ind/m^3；物种多样性指数(H')平均值为 2.37，均匀度（J'）平均值为 0.73。

（4）潮下带大型底栖生物

秋季，2019 年 10 月，本航次调查所获样品经鉴定共有大型底栖生物 9 门 78 科 116 种，其中以环节动物最多（47 种），软体动物和节肢动物次之（25 种和 27 种），棘皮动物和其他动物物种数均较小，分别为 5 种和 12 种，该海域以环节动物、软体动物和节肢动物为主要贡献类群，占总种数 85.35%。大型底栖生物的平

均栖息密度为 213 ind/m^2，密度介于 32~584 ind/m^2，栖息密度超过平均总密度的站位共有 5 个，10 号站栖息密度最低，7 站生物栖息密度最高，各站位以环节动物和软体动物为主要贡献者。平均总生物量为 76.06 g/m^2，平均生物量以棘皮动物占主要优势。各站生物量介于 1.56~325.36 g/m^2 之间。大离浦屿附近海域的物种数、栖息密度和生物量高于其他站位。大型底栖生物 Shannon-wiener 物种多样性指数(H')的平均值介于 2.52~4.69 之间，多样性水平较高；Pielou 物种均匀度指（J'）值大部分站位介于 0.83~0.98，均匀度指数高；Margalef 种类丰度指数（d）值介于 1.63~7.06 之间；Simpson 优势度指数（D）指数大部分站位介于低于 0.06~0.16，优势度指数均较低。

春季，2020 年 3 月，经初步鉴定共有大型底栖生物 8 门 93 种；总平均栖息密度为 808.8 ind/m^2，栖息密度介于 65~2650 ind/m^2，其中，栖息密度超过平均总密度的站位共有 5 个，18 号站栖息密度最低，2 站生物栖息密度最高，各站位以节肢动物和软体动物为主要贡献者，大离浦屿附近海域的栖息密度高于其他站位；总平均生物量为 99.27 g/m^2，各站生物量分布差异比较大，介于 2.30~370.4 g/m^2 之间，生物量大于平均生物量的站位有 5 站，G18 号站平均生物量最低，G02 号站平均生物量最高；多样性指数（H'）平均值为 2.38，均匀度（J'）平均值为 0.64，丰富度（d）平均值为 2.09，群落优势度（D）平均值为 0.67。

（5）**潮间带底栖生物**

秋季，2019 年 10 月，调查共采获潮间带大型底栖生物 64 种，分属 6 门 50 科。其中环节动物 26 种，节肢动物 19 种，软体动物 15 种，其他动物（刺胞动物、纽形动物）共 4 种。大型底栖生物优势种有 1 种（凸壳肌蛤）。潮间带大型底栖生物平均栖息密度为 396 ind/m^2，不同生物类群中以软体动物平均栖息密度最高（365 ind/m^2），环节动物次之（17 ind/m^2），节肢动物平均栖息密度为 13 ind/m^2，其它生物平均栖息为 1 ind/m^2；平均生物量为 34.16 g/m^2；调查区域 3 条断面大型底栖生物平均生物量以 GQ3（91.11 g/m^2）＞GQ2（7.29 g/m^2）>GQ1（4.10 g/m^2），3 条断面大型底栖生物平均生物量垂直分布特征均以中潮区＞低潮区＞高潮区；生物丰度指数（d）均值为 5.46， Pielous 物种均匀度指数（J'）均值为 0.592，生物多样性指数（H'）均值为 2.84， Simpson 优势度（D）均值为 0.379。

春季，2020 年 3 月，鉴定的种类共有 61 种（定量生物 42 种，定性 26 种），

其中环节动物多毛类 26 种，软体动物 15 种，节肢动物甲壳类 13 种，海藻类 4 种，其他类 3 种；潮间带断面平均栖息密度为 115.3 个/m^2，其中多毛类占总密度的比例较大，调查区域 3 条断面中 GQ2 断面生物栖息密度较大，生物密度垂直分布大小依序为中潮区（152 个/m^2）>低潮区(79 个/m^2)；平均生物量 31.65g/m^2，其中软体动物占总生物量 92.1%的绝对优势，调查区域 3 条断面大型底栖生物平均生物量中，GQ3 断面生物量较大，平均生物量垂直分布特征为中潮区（47.75 克/m^2）>低潮区（15.55 克/m^2）；3 条断面丰度指数（*d*）平均为 2.21，均匀度指数（*J′*）平均为 0.92，多样性指数（*H′*）平均为 3.18；优势度（*D*）值平均为 0.40，总体来看监测区潮间带生物种类组成多样性高，中潮区的生物种类多样性明显高于低潮区。

（6）鱼卵和仔稚鱼

秋季，2019 年 10 月，本次调查共记录浮性鱼卵和仔稚鱼 15 种（含未定种），其中鳀属鱼卵及美肩鳃鳚仔稚鱼数量较高。数量上，鱼卵和仔稚鱼个体数平均分别为 3.4ind/100m^3 和 0.4ind/100m^3，鱼卵以鳀占较大优势，仔稚鱼以美肩鳃鳚占绝对优势。分布上，鱼卵（0.8~7.1 ind/100m^3）以调查区东南部水域(G13 号站)密度较高，中部(G7 号站)水域数量最低；仔稚鱼(0 ~0.9ind/100m^3)数量更低，全区个体数量均小于 1 ind/100m^3 或未见分布，鱼卵和仔稚鱼的分布情况详见图 5.3-16。由此说明，本海区有一些鱼类在此栖居和繁殖，但数量均低，这与调查期间正是鱼类繁殖低谷期相符。

春季，2020 年 3 月，共记录鱼卵和仔稚 11 种（含末定种），隶属 9 科 11 属，其中舌鳎鱼卵及斑鰶仔稚鱼数量较高；在数量上，鱼卵平均数量为 2.2 ind/m^3，以舌鳎占绝对优势；稚鱼平均数量为 0.9ind/m^3，以斑鰶占绝对优势。分布上，鱼卵（0~7.0 ind/m^3）全区数量高，调查区南部（G14 号站）水域数量较高，为 7.0 ind/m^3，调查海区中部东西两侧水域数量在 4.0~6.7 ind/m^3 之间，调查区北部及西北部（G5 及 G19 号站）水域数量在 1.7~2.5 ind/m^3 之间较低，调查区东南部及西部（G13 和 G20 号站等）水域未见鱼卵分布；仔稚鱼（0 ~9.2 ind/m^3）数量更低，仅调查区西北部（G18 号站）和北部（G5 号站）数量较多，G10 号站位仔稚鱼数量为 1.4 ind/m^3，其他站位则均未见仔稚鱼分布，鱼卵和仔稚鱼的分布情况详见图 5.3-16。

（7）游泳动物

秋季，2019 年 11 月，拖网调查鉴定游泳动物 97 种，优势种主要为鱼类，其中鱼类 53 种，占拖网总种数的 54.64%，虾类 14 种，占 14.43%，蟹类 17 种，占 17.53%，虾蛄类 5 种，占 5.15%，头足类 8 种，占 8.25%。渔业资源重量和尾数密度分别为 158.43 kg/ km^2 和 9483 ind./ km^2，在本次调查中，调查海域渔获物总重量密度与总尾数密度分布在各站位间差异较大，重量密度最大值出现在 G2#站，为 390.84 kg/ km^2，主要种类褐菖鲉，渔获率为 3.7 kg/ h，重量密度最小值出现在 G7#站，仅为 36.68 kg/ km^2；尾数密度最大值出现在 G8#站，为 18088 ind./ km^2，均是主要由于短吻鳐的大量出现所致，最小值出现在 G7#站，仅为 2474 ind./ km^2，重量密度和尾数密度分布情况详见图 5.3-18。渔获物总体幼体比例为 42.26%，其中鱼类、虾类、蟹类、虾蛄类和头足类的平均幼体比例分别为 41.36%、68.25%、23.17%、33.44%、54.26%；鱼类平均体重 20.52（0.8-1628.9）g，虾类 2.83（0.4-47.8）g，蟹类 22.13（0.3-300.7）g，虾蛄类 8.81（1.9-129.0）g，头足类 51.27（3.2-201.8）g。渔获物重量多样性指数（H'）均值为 2.34（1.88~2.75），丰富度指数（D）均值为 2.70（2.13~4.61），均匀度指数（J'）为 0.74（0.64~0.85）；尾数多样性指数（H'）均值为 2.29（1.29~3.06），丰富度指数（D）均值为 3.97（3.16~6.81），均匀度指数（J'）为 0.72（0.40~0.88）。秋季渔获重量和尾数分别为 267.2107kg、21325 ind.（已换算成单位时间渔获量），平均每网渔获量为 8.35 kg/h，666 ind/h。优势种主要有叫姑鱼、斑鰶、口虾蛄。

春季，2020 年 3 月，拖网调查鉴定游泳动物 58 种，其中鱼类 37 种，甲壳类 19 种，头足类 2 种，从种类数平面分布上来看，各站位间种类数差异较小，各站位出现种类数在 11-20 之间，G6#站最多，G8#站最少。本次调查海域中主要渔获鱼类存在大量幼体，石首鱼科鱼类幼体比例较高，其中幼体比例最高的为叫姑鱼，幼体比例高达 69.81%，其次为棘头梅童鱼，幼体比例为 66.67%，白姑鱼幼体比例为 55.26%。根据 IRI 指数可知，鱼类中海鲶具有最高值（756.55），为优势种，常见种有白姑鱼（300.77）、卵鳎（284.11）、赤魟（256.24）、叫姑鱼（209.70）、尖头黄鳍牙鮸（165.94）、截尾白姑鱼（147.35）、中华单角鲀（117.74）、大鳞舌鳎（116.07）、中华鬼鲉（116.06）；甲壳类中优势种为日本蟳（726.54），常见种

为刀额新对虾（116.96）。调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 533.93 kg/ km^2 和 16168 ind./ km^2，其中，鱼类为 415.93 kg/ km^2、10965 ind./ km^2，甲壳类为 115.66/ km^2、5109 ind./ km^2，头足类为 2.34 kg/ km^2、93 ind./ km^2；在本次调查中，调查海域渔获物总重量密度与总尾数密度分布在各站位间差异较大，重量密度最大值出现在 G8#站，为 877.97 kg/ km^2，主要种类海鲶，渔获率为 8.3 kg/ h，重量密度最小值出现在 G1#站，仅为 189.52 kg/ km^2；尾数密度最大值出现在 G6#站，为 27943 ind./ km^2，均是主要由于孔鰕虎鱼和卵鳎的大量出现所致，最小值出现在 G10#站，仅为 5872 ind./ km^2，重量密度和尾数密度分布详见图 5.3-19。春季多样性指数（H'）均值为 1.94，丰富度指数（D）均值为 0.62，均匀度指数（J'）为 0.72。

5.4 环境空气质量现状评价

根据《2019 年厦门市环境质量公报》，2019 年厦门市环境空气质量综合指数 2.98，较 2018 年改善 0.08。2019 年厦门市空气质量优的天数为 185 天，良的天数为 171 天，轻度污染的天数为 9 天（首要污染物为臭氧 7 天，细颗粒物 2 天）。空气质量优良率和优级率分别为 97.5%和 50.7%。

厦门市国控评价点位六项主要污染物年均浓度值分别为：二氧化硫（SO_2）6μg/m^3、二氧化氮（NO_2）23μg/m^3、可吸入颗粒物（PM_{10}）40μg/m^3、细颗粒物（$PM_{2.5}$）24μg/m^3、一氧化碳（CO）95 百分位浓度值 0.8mg/m^3，臭氧（O_3）90 百分位浓度值 136μg/m^3。按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）评价，SO_2、NO_2、CO、PM_{10} 年均浓度符合一级标准要求；$PM_{2.5}$、O_3 年均浓度符合二级标准要求。

5.5 声环境质量现状调查与评价

5.5.1 环境噪声现状监测

海洋三所于 2020 年 4 月 23 日对本项目进行声环境质量现状监测。在本工程周边布设 1 个监测站位，现状监测布点分别见图 5.5-1。

图 5.5-1　敏感目标声环境现状监测站位示意图

表 5.5-1　声环境质量现状监测站位及评价标准

站位	位置	声环境功能区类别	环境噪声标准/dB
1	项目区周边	厦门市声环境质量机场区二类区	75

5.5.2 环境噪声现状监测结果分析

声环境监测结果见表 5.5-2。

表 5.5-2　环境噪声现状监测结果　　单位：dB

编号	位置	现状监测值
		昼间 L_{Aeq}
1	项目区周边	68.8

声环境现场调查以及监测结果表明，项目区周边声环境监测值符合厦门市声环境质量机场区二类区标准。

第六章 环境影响预测与评价

6.1 海洋水文动力数学模型

6.1.1 水动力数学模型建立

6.1.1.1 基本方程

采用正交曲线坐标系下的平面二维潮流数学模型进行数值模拟研究。沿水深平均的平面二维潮流控制方程为：

深度平均的连续方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{1}{C_\xi C_\eta}\left[\frac{\partial}{\partial \xi}\left(DuC_\eta\right)+\frac{\partial}{\partial \eta}\left(DvC_\xi\right)\right]=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（6.1）$$

水平向的动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{u}{C_\xi}\frac{\partial u}{\partial \xi}+\frac{v}{C_\eta}\frac{\partial u}{\partial \eta}+\frac{uv}{C_\xi C_\eta}\frac{\partial C_\xi}{\partial \eta}-\frac{v^2}{C_\xi C_\eta}\frac{\partial C_\eta}{\partial \xi}=$$

$$fv-\frac{g}{C_\xi}\frac{\partial \zeta}{\partial \xi}+E_\xi\left(\frac{1}{C_\xi}\frac{\partial A}{\partial \xi}-\frac{1}{C_\eta}\frac{\partial B}{\partial \eta}\right)-\frac{gu}{C^2D}\sqrt{u^2+v^2} \quad \cdots\cdots\cdots（6.2）$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{u}{C_\xi}\frac{\partial v}{\partial \xi}+\frac{v}{C_\eta}\frac{\partial v}{\partial \eta}+\frac{uv}{C_\xi C_\eta}\frac{\partial C_\eta}{\partial \xi}-\frac{u^2}{C_\xi C_\eta}\frac{\partial C_\xi}{\partial \eta}=$$

$$-fu-\frac{g}{C_\eta}\frac{\partial \zeta}{\partial \eta}+E_\eta\left(\frac{1}{C_\xi}\frac{\partial B}{\partial \xi}+\frac{1}{C_\eta}\frac{\partial A}{\partial \eta}\right)-\frac{gv}{C^2D}\sqrt{u^2+v^2} \quad \cdots\cdots\cdots（6.3）$$

式中：

$$A=\frac{1}{C_\xi C_\eta}\left[\frac{\partial}{\partial \xi}\left(uC_\eta\right)+\frac{\partial}{\partial \eta}\left(vC_\xi\right)\right]$$

$$B=\frac{1}{C_\xi C_\eta}\left[\frac{\partial}{\partial \xi}\left(vC_\eta\right)-\frac{\partial}{\partial \eta}\left(uC_\xi\right)\right]$$

D 为总水深，$D=\zeta+h$，ζ 为水位，h 为水深；ξ、η 分别为正交贴体坐标的纵横向计算网格方向；u、v 分别为沿 ξ、η 方向的水流速度分量；C_ξ、C_η 为拉梅系数；$f=2\omega\sin\varphi$ 为科氏力系数（ω 为地球自转角速度）；E 为水平涡粘扩散

系数；C 为谢才系数，$C=\frac{1}{n}(h+\zeta)^{\frac{1}{6}}$，$n$ 为曼宁系数；g 为重力加速度。

6.1.1.2 定解条件及计算方法

（1）初始条件

$$\begin{cases} u(t,x,y)|_{t=0}=u_0(x,y) \\ v(t,x,y)|_{t=0}=v_0(x,y) \\ \zeta(t,x,y)|_{t=0}=\zeta_0(x,y) \end{cases}$$

其中：u_0、v_0、ζ_0 分别为初始流速、潮位，潮位、流速初始值通常取常数，t_0 为起始计算时间。

本次计算时，初始流速为 0（即冷启动），初始水位根据外海开边界潮位确定。

（2）边界条件

开边界 Γ_0 采用流速边界：$u|_{\Gamma_0}=u_a(t,x,y)$

$v|_{\Gamma_0}=v_a(t,x,y)$

或采用水位边界：$\zeta|_{\Gamma_0}=\zeta_a(t,x,y)$

式中：u_a、v_a、ζ_a 均为根据现场观测资料确定的已知量，分别用流速过程和潮位过程式控制。

本次计算时，外海开边界条件采用水位边界，由东中国海潮波模型系统提供潮位过程。

闭边界 Γ_c 采用不可入条件，即 $V_n=0$，法向流速为 0，n 为边界的外法向。

（3）计算方法

微分方程离散时，时间采用前差分格式，空间采用交错网格的中心差分格式。

二维数值计算采用 ADI 法，把时间步长分成两步进行，前半步隐式计算 ξ 方向的流速分量及潮位，显式计算 η 方向的流速分量；后半步隐式计算 η 方向的流速分量及潮位，显式计算 ξ 方向的流速分量。该方法理论成熟、计算效率高、稳定性好，在工程数值模拟计算中得到了广泛应用。

6.1.1.3 模型建立

（1）模型范围及地形处理

计算域为石码以东，围头以西，流会以北，包括整个厦门海域在内的区域(见图 6.1-1)。采用三角形网格，在工程区附近海域进行网格加密，模型的三角形网格单元为 6632 个，网格节点为 11707 个，最大网格边长约 1500m，排放口附近最小网格边长约 50m（见图 6.1-2）。

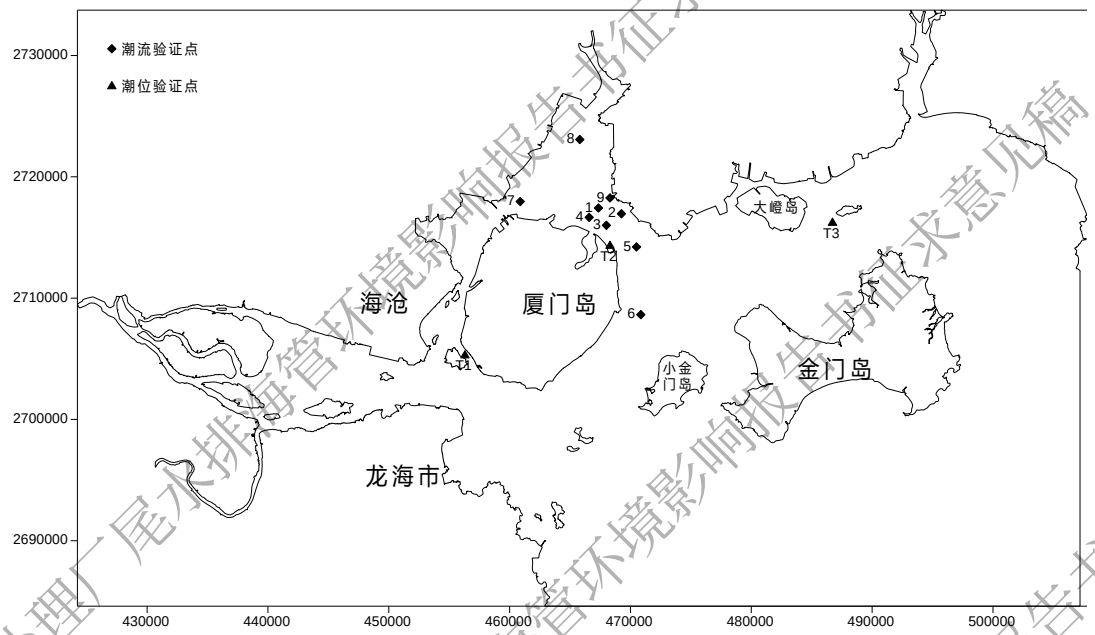


图 6.1-1 模型计算范围

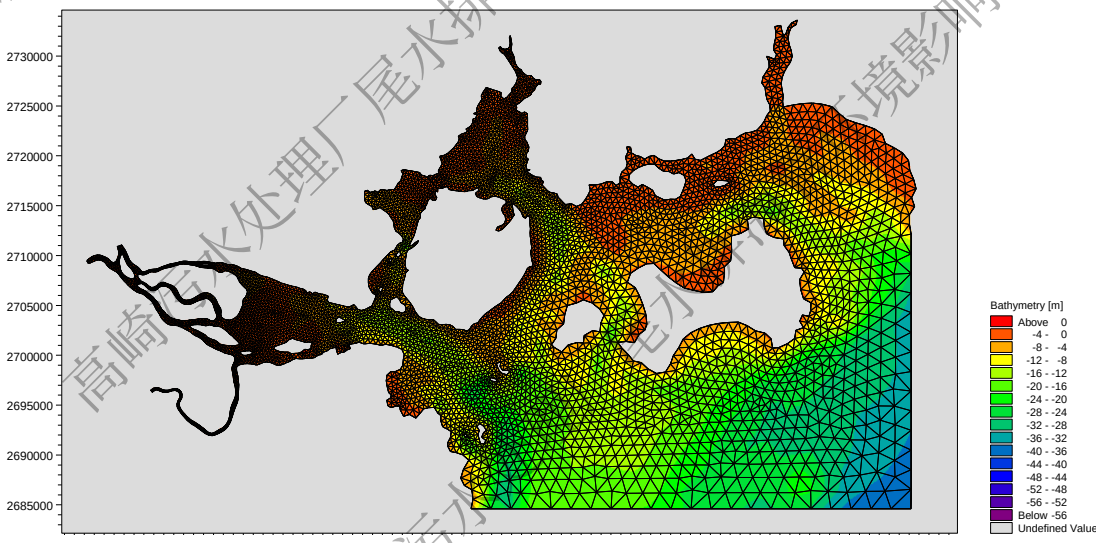


图 6.1-2 计算海域地形和计算网格图

模型计算所需的水深资料通过相关海图获得，海图主要包括海军航保部海图和近期工程区局部测图，同时结合近期厦门湾局部海域水深测图进行修正，模型计算基面统一至当地理论最低潮面。采用的地形资料主要有：

图名：深沪湾至东碇岛，图号：14240（2011 年，比尺 1：100 000）

图名：深沪湾至东碇岛，图号：14249（2010 年，比尺 1：60 000）

图名：厦门港及附近，图号：65131（2019 年，比尺 1：35 000）

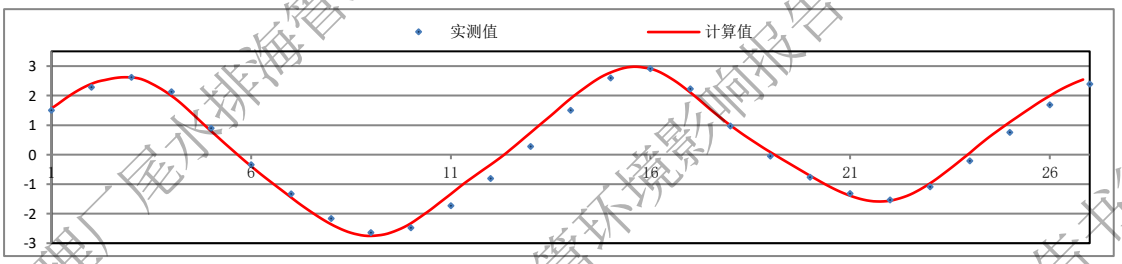
厦门西海域和同安湾采用 2018 年实测地形数据。

6.1.2 模型验证

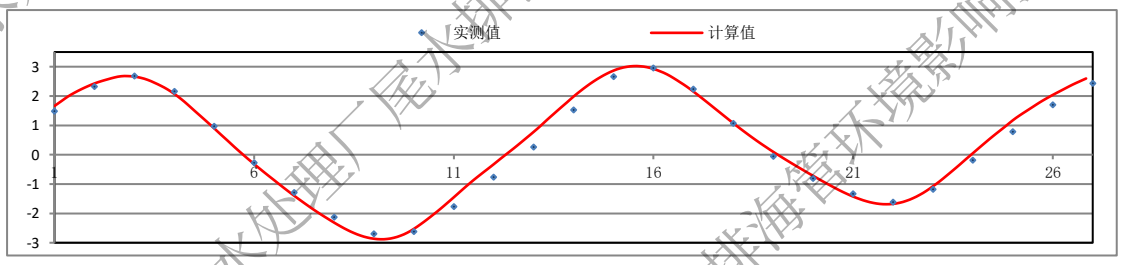
为检验潮流场数学模型的可靠性，采用 2015 年 6 月大潮实测水文资料对现状岸线及地形条件下的潮流场进行潮位、潮流的验证。

（1）潮位验证

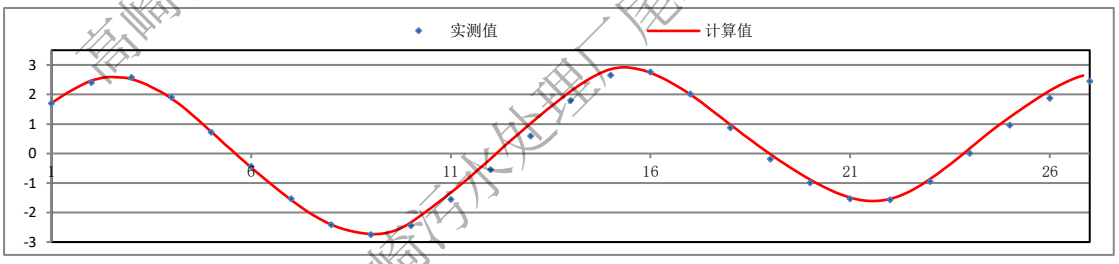
图 6.1-3 为实测大潮潮位与数学模型的计算潮位的对比。可以看出计算潮位与实测潮位吻合程度较好，相位基本一致。实测与计算的高低潮位差在 10cm 以内，基本满足潮流泥沙数值模拟研究规范的要求。



（*a*）鼓浪屿站 T1



（*b*）五通站 T2

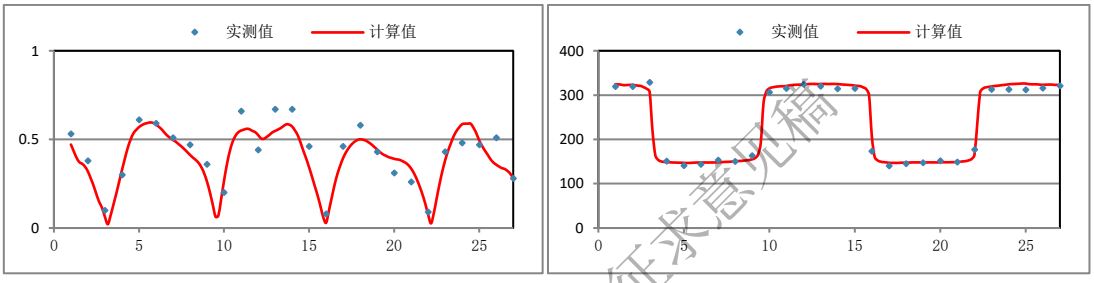


（*c*）大嶝站 T3

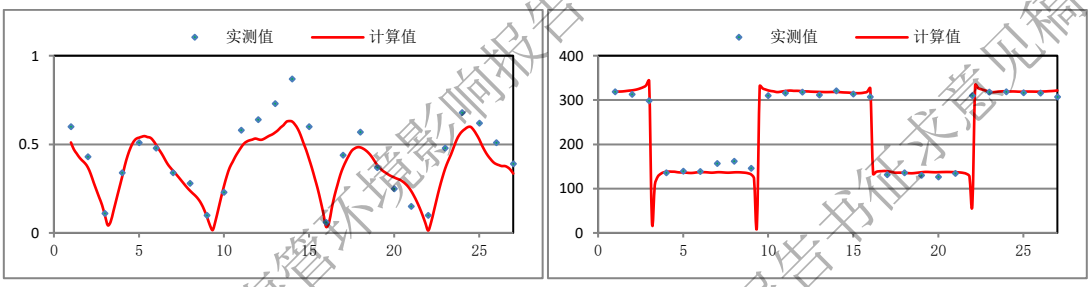
图 6.1-3　2015 年潮位验证图（大潮）

（2）潮流验证

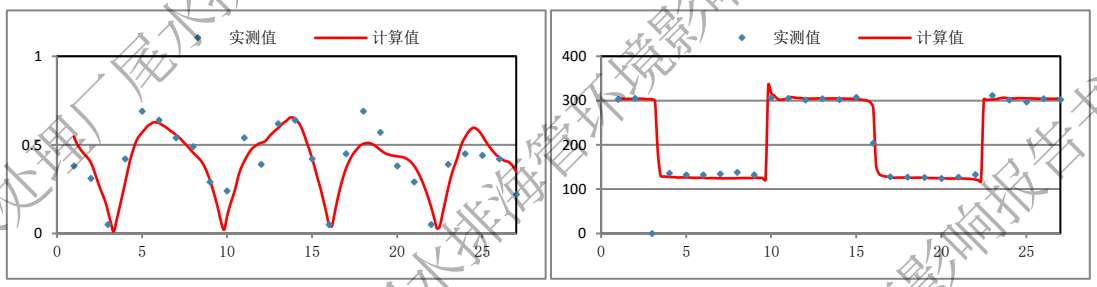
图 6.1-4 为 1#点~9#点的大潮的潮流流速流向验证图。从图中可以看出，各个站点模拟计算流向基本吻合于实测流向，各测点的流态呈现较明显的往复流。



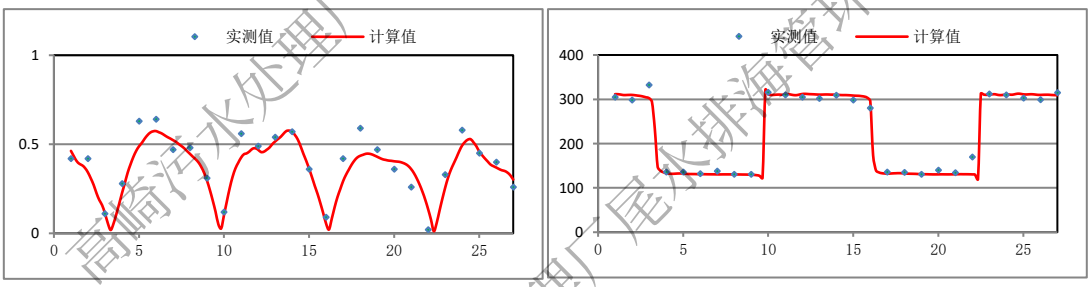
（*a*）1#站



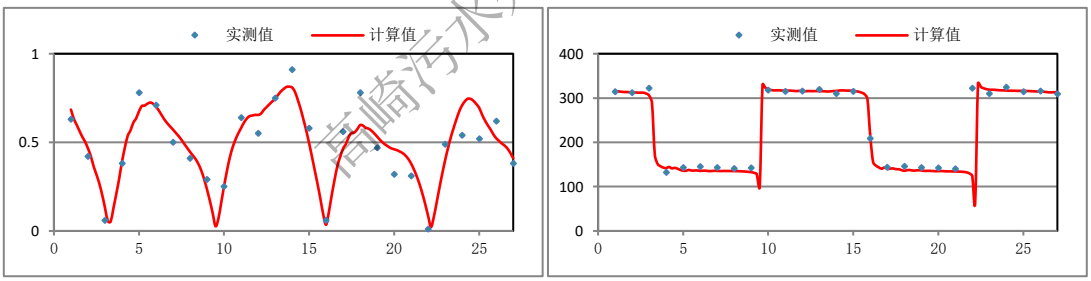
（*b*）2#站



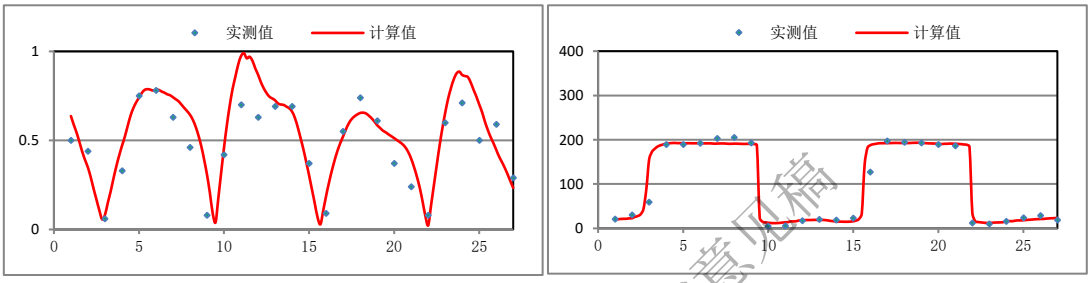
（*c*）3#站



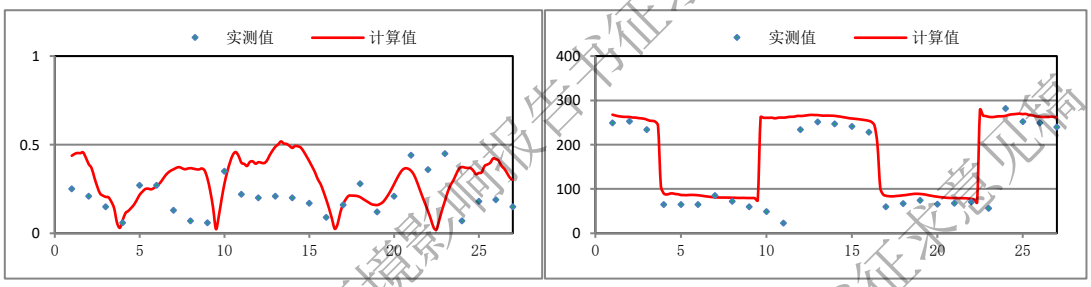
（*d*）4#站



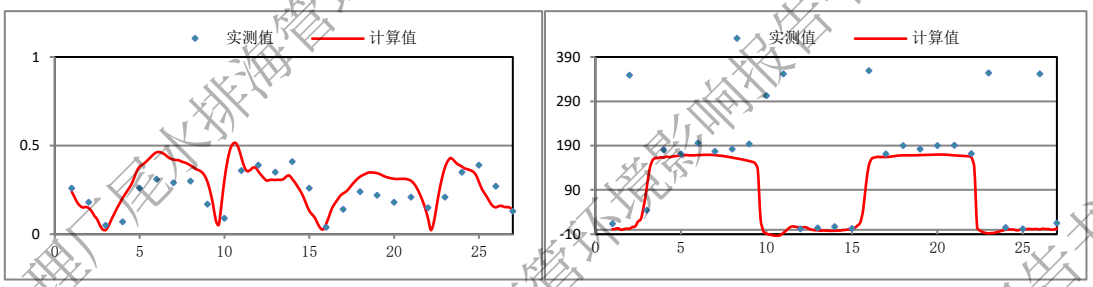
（e）5#站



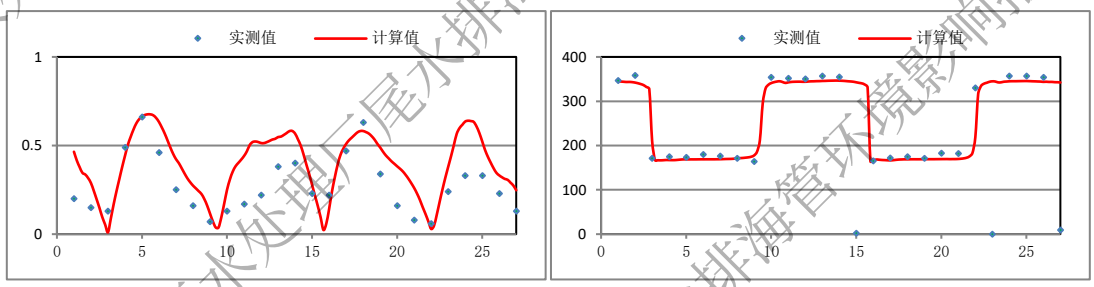
（*f*）6#站



（*g*）7#站



（*h*）8#站



（*i*）9#站

图 6.1-4　2015 年大潮实测垂线平均流速/流向与模拟计算流速/流向的比较

（3）潮流场

图 6.1-5 给出厦门海域涨急、高平潮，落急和低平潮时计算潮流场。由于厦门湾海域的潮汐主要由外海潮波控制，模拟结果表明，涨潮时，厦门湾东北部潮波自围头以南开边界传入后往西南传播，进入大嶝岛大片浅水区域；南部自流会东部边界传入后经厦门岛阻隔分为两支，一支与水面潮流汇合后由厦门岛以北进入同安湾，另一支进入厦门外港后又分为两支传入厦门西港和九龙江河口区。落

潮时潮流沿原路流出。

6.2 水文动力及冲淤环境影响分析

本污水排海管是通过挖沟放管，再复盖的方式掩埋在海底表层下约 7m 处，基本没有改变海底地形地貌。另外，营运期污水排放后，喷口出水速度约 2.19m/s，在排放口近区范围内将对潮流场产生一定的扰动。根据夏青主编的《污水海洋处置工程设计理论与方法》，从水动力学角度考虑的近区概念为：排放口附近，污水动力主要受出流动量及浮力作用影响的区域，即污水受排放特征影响处于主动输移的区域，空间尺度 10^1~10^2m。因此，本项目水文动力影响区域约为排污口周边 100m 范围内，工程实施后对海洋水文动力环境及海底冲淤变化的影响较小。

6.3 施工期水环境影响预测与评价

6.3.1 数学模型

（1）基本方程

泥沙在海水中的沉降、迁移、扩散过程，可由二维对流扩散方程表示：

$$\frac{\partial S}{\partial t}+\frac{1}{C_\xi}u\frac{\partial S}{\partial \xi}+\frac{1}{C_\eta}v\frac{\partial S}{\partial \eta}=$$
$$\frac{1}{D}\left\{\frac{1}{C_\eta}\frac{\partial}{\partial \xi}\left[K_{\xi\xi}\frac{D}{C_\eta}\frac{\partial S}{\partial \xi}+K_{\xi\eta}\frac{D}{C_\xi}\frac{\partial S}{\partial \eta}\right]+\frac{1}{C_\xi}\frac{\partial}{\partial \eta}\left[K_{\eta\eta}\frac{D}{C_\xi}\frac{\partial S}{\partial \eta}+K_{\xi\eta}\frac{D}{C_\eta}\frac{\partial S}{\partial \xi}\right]\right\}-\alpha\omega S+Q$$

式中 S 为含沙量；Q 为悬浮泥沙输入源强；α 为泥沙沉降概率；其他符号同前。

（2）初始条件

疏浚施工期不考虑本底值，均置为 0，仅考虑悬沙增量。

（3）边界条件

陆边界：

陆地边界条件采用通量为 0 的条件，即：$\frac{\partial s}{\partial n}=0$，其中 n 为陆地边界法线方向。

开边界：

在计算海域的开边界条件时，浓度计算按流入、流出的情况分别处理。在开

边界处满足：$\frac{\partial S}{\partial t}+V_n\frac{\partial S}{\partial n}=0$

（4）源强

施工期入海悬浮泥沙主要产生于排海管道沟槽开挖和沟槽回填，根据工可设计和工程分析，管沟回填依次采用粗砂、袋装碎石、模袋混凝土、块石，沟槽回填过程会产生入海泥沙，但相对于沟槽开挖作业而言悬浮泥沙影响要小得多，故本评价仅对沟槽开挖进行悬浮泥沙数模预测，不进行回填悬浮泥沙数模预测。本工程管道开挖拟采用 8m^3 抓斗式挖泥船施工，源强为 2.08kg/s。选取典型施工代表点（见图 6.3-1），计算整个施工过程悬浮泥沙扩散的影响范围。根据各点的影响范围综合考虑，计算得到施工期悬浮泥沙扩散的包络线图。

6.3.2 施工期悬沙迁移扩散

图 6.3-2 给出了整个施工过程悬浮泥沙总影响范围包络线；悬浮泥沙影响范围统计数据见表 6.3-1。由图表可以看出，工程建设对海水水质造成的影响范围约为 1.21km^2（浓度≥10mg/L），沿涨落潮方向最大长度约为 3.7km，垂直潮流方向最大宽度约为 550m。总体上，影响范围主要集中在大离浦岛西北、西南侧的狭长海域。

工程建设引起的悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围未影响到厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）同安湾口海域，保护区边界最高悬浮泥沙浓度增量约为 9.27mg/L，可以看出施工期悬浮泥沙对同安湾口的中华白海豚自然保护区影响较小。

表 6.3-1 排海管道产生的悬浮泥沙影响包络线

类别	≥10mg/L	≥20mg/L	≥50mg/L	≥100mg/L	≥150mg/L
面积（km^2）	1.21	0.48	0.18	0.07	0.03

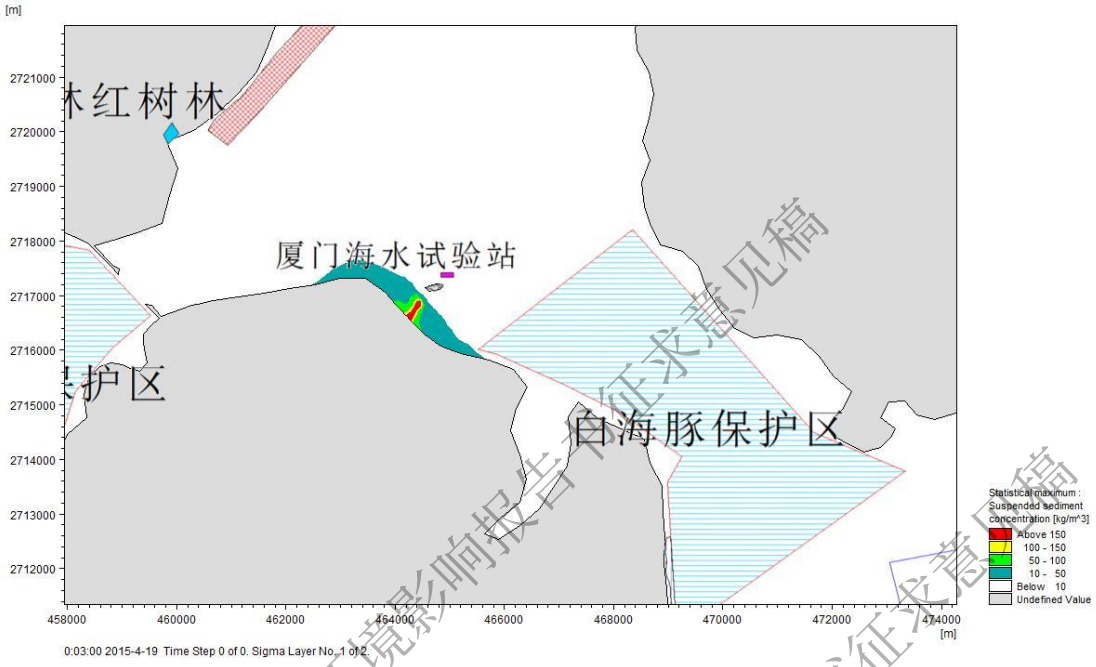


图 6.3-2　施工全过程的悬浮泥沙影响包络线

6.3.3 施工期生活污水和生产废水环境影响分析

项目施工期产生的废污水主要为施工人员生活污水及船舶含油污水。该项目陆域段施工人员在 60 人左右，生活污水量以 100L/人•天计，故陆域段施工人员生活污水产生量为 6t/d。海域段施工人员 60 人，生活污水量以 100L/人•天计，海域段施工人员生活污水产生量为 6t/d。产生的生活污水经处理达标后回用于施工场地喷洒及周边绿化。

施工船舶舱底油污水若直接排入海域，将对海域环境造成一定的影响。本项目施工船舶舱底油污产生量共约 1.52t/d，施工船舶应严格执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，船舶所产生的油类污染物须定期排放至岸上或水上移动接收设施进行处理。船舶除机舱通岸接头（接收出口）管系外，船舶的油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封。

施工单位应与厦门海事部门认可的海上污水接收和船舶垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底油污水、船舶生活污水的接收处理。在落实上述措施的情况下，施工船舶污水不会对海域环境造成直接的污染影响。

6.4 营运期污水排海的水环境影响预测分析

6.4.1 计算因子与源强

本工程排放尾水水质执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值，具体见表 6.4-1。本报告选取 COD、无机氮和活性磷酸盐为计算因子。考虑集美污水处理厂尾水排放的叠加影响，计算源强详见表 6.4-2。污染物排放在 2015 年连续的大、中、小潮潮流场下计算，计算时间为 30 天。

根据污水处理厂尾水排放水质及海水水质标准要求，计算因子选取为 COD_{Mn}、无机氮和活性磷酸盐。尾水中 COD 指标为 COD_{Cr}，根据通常的换算方法，计算时取 COD_{Cr}=2.5 COD_{Mn}；对于 N、P，污水厂尾水排放指标为总氮、总磷，而海水水质评价指标为无机氮和活性磷酸盐，根据《污染物在海洋中的迁移转化及其在海湾环境容量研究中的应用》，张珞平等测定了厦门污水处理厂、杏林污水处理厂、集美污水处理厂、同安污水处理厂尾水中无机氮和总氮，无机磷和总磷的比例关系。无机氮占总氮比例以集美污水厂最大为 60.9%，其他 3 个污水处理厂尾水无机氮占总氮比例在 16.2%~39.3%之间；活性磷酸盐占总磷比例以厦门污水处理厂最大为 85.2%，其他 3 个污水处理厂尾水活性磷酸盐占总磷比例在 64.5%~75.6%之间，从保守角度本报告无机氮占总氮比例、活性磷酸盐占总磷比例分别取 61%、85%，以此确定无机氮、活性磷酸盐浓度和源强。

需说明的是：由于本排放口与集美污水处理厂尾水排放口距离较近（3.35km），且环境现状监测期间，集美污水处理厂尾水排放规模约 9 万 m^3/d，排放规模尚未达到已批复的 18 万 m^3/d（执行类地表水Ⅳ类标准）。因此，在环境影响预测时按本尾水排放口（20 万 m^3/d）与集美污水处理厂尾水（18 万 m^3/d）同时排放进行预测。

表 6.4-1 高崎再生水厂进、出水水质(单位：mg/L)

项目	BOD_5（mg/L）	COD_{Cr}（mg/L）	SS（mg/L）	TN（mg/L）	氨氮（mg/L）	TP（mg/L）	大肠杆菌（个/L）
进水水质	180	350	200	45	35	4.5	
出水水质	**≤10**	**≤50**	**≤10**	**≤15**	**≤1.5**	**≤0.5**	**≤1000**

表 6.4-2　各计算因子源强

计算因子	尾水排放量	高崎污水厂		集美污水厂	
		排放浓度（mg/L）	正常排放源强（g/s）	排放浓度（mg/L）	正常排放源强（g/s）
COD_{Mn}	高崎 20 万 m^3/d 集美 18 万 m^3/d	20	46.30	12	25
无机氮		9.15	21.18	6.1	12.71
活性磷酸盐		0.425	0.99	0.255	0.531

6.4.2 排放口背景值及阈值

根据海洋三所 2015 年 5 月、2015 年 11 月和 2019 年 10 月在工程海域进行的海水水质调查结果，推荐排放口背景值参照 2015 年现状调查 6#、12#站位和 2019 年 6#站位，参照站位现状值见表 6.4-3。

表 6.4-3 推荐排放口方案对应现状监测值

对应站号	COD_{Mn}（mg/L）								
	2015 年								2019 年
	5 月大潮	5 月小潮	8 月大潮	8 月小潮	10 月大潮	11 月小潮	12 月大潮	1 月小潮	10 月
6#，12#/6#	0.78	0.45	1.18	0.65	0.53	0.98	0.76	1.52	1.00
	无机氮（mg/L）								
	2015 年								2019 年
	5 月大潮	5 月小潮	8 月大潮	8 月小潮	10 月大潮	11 月小潮	12 月大潮	1 月小潮	10 月
6#，12#/6#	0.54	0.34	0.42	1.11	0.57	0.96	0.87	1.59	0.527
	活性磷酸盐（mg/L）								
	5 月大潮	5 月小潮	8 月大潮	8 月小潮	10 月大潮	11 月小潮	12 月大潮	1 月小潮	2019 年 10 月
6#，12#/6#	0.04	0.02	0.025	0.085	0.05	0.08	0.061	0.073	0.050

结合现状监测值，从保守角度考虑，推荐排放口COD_{Mn}、无机氮和活性磷酸盐背景值分别取1.5mg/L、1.59mg/L和0.085mg/L。根据福建省海洋功能区划，排放口位于同安湾-马銮湾旅游休闲娱乐区，执行不低于现状水质标准(执行第二类海水水质标准)。结合《海水水质标准（GB3097-1997）》，推荐排放口COD_{Mn}、

无机氮和活性磷酸盐阈值分别取3mg/L、0.3 mg/L和0.03mg/L。从各排放口背景值和阈值来看，无机氮和活性磷酸盐水质现状均已超阈值，因此在数模预测时，无机氮和活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。COD_{Mn}也做增量预测，其增量超标限值为阈值与背景值之差，COD_{Mn}增量超标限值取1.5mg/L。

6.4.3 对流扩散模型

二维水深平均的对流扩散模型：

$$\frac{\partial[(d+\zeta)c]}{\partial t}+\frac{1}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}[\frac{\partial[(d+\zeta)u\sqrt{G_{\eta\eta}}c]}{\partial\xi}-\frac{\partial[(d+\zeta)v\sqrt{G_{\xi\xi}}c]}{\partial\eta}]=$$

$$\frac{d+\zeta}{\sqrt{G_{\xi\xi}}\sqrt{G_{\eta\eta}}}\{\frac{\partial}{\partial\xi}[D_h\frac{\sqrt{G_{\eta\eta}}}{\sqrt{G_{\xi\xi}}}\frac{\partial c}{\partial\xi}]+\frac{\partial}{\partial\eta}[D_h\frac{\sqrt{G_{\xi\xi}}}{\sqrt{G_{\eta\eta}}}\frac{\partial c}{\partial\eta}]\}+(d+\zeta)Q_m-S$$

其中：c 为污染物沿水深平均浓度；D_h 为水平扩散系数；Q_m 为源项，S 为降解项。

6.4.4 预测结果

图 6.4-1 为正常排放条件下的 COD_{Mn} 浓度增量分布，计算结果表明，排放口排放的 COD_{Mn} 全潮包络范围主要集中于排放口附近，浓度增量最大值出现在涨急时，约为 2.34mg/L；高平潮时，浓度增量最大约为 1.06mg/L；落急时，浓度增量最大约为 1.33mg/L；低平潮时，浓度增量最大约为 1.67mg/L。正常排放时，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，COD_{Mn} 浓度超一类海水水质影响面积约 0.67km^2。叠加集美污水厂后，排放口排放的 COD_{Mn} 全潮包络范围和集美污水处理厂排放的 COD_{Mn} 全潮包络范围，均集中于各自排放口附近。COD_{Mn} 污染物排放对各自排污口周围海域的影响均较小。

图 6.4-2 为正常排放条件下无机氮浓度增量分布，由于无机氮水质现状均已超阈值，因此在数模预测时，无机氮只做增量预测，不对超标范围进行评价。计算结果表明，浓度增量最大值出现在涨急时，约为 1.07mg/L；高平潮时，浓度增量最大约为 0.49mg/L；落急时，浓度增量最大约为 0.58mg/L；低平潮时，浓度增量最大约为 0.76mg/L。

图 6.4-3 为正常排放条件活性磷酸盐浓度增量分布，由于活性磷酸盐水质现状均已超阈值或达到阈值，因此在数模预测时，活性磷酸盐只做增量预测，不

对超标范围进行评价。计算结果表明，浓度增量最大值出现在涨急时，约为0.022mg/L；高平潮时，浓度增量最大约为0.011mg/L；落急时，浓度增量最大约为0.014mg/L；低平潮时，浓度增量最大约为0.018mg/L。

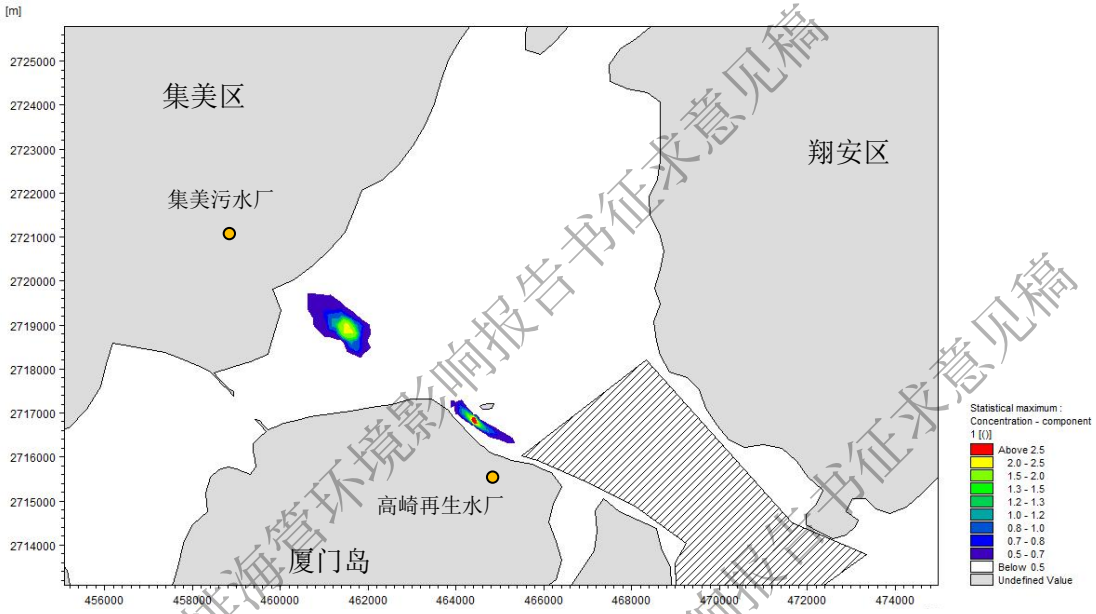


图 6.4-1　正常排放条件下 COD_{Mn} 浓度增量包络图（叠加集美厂）

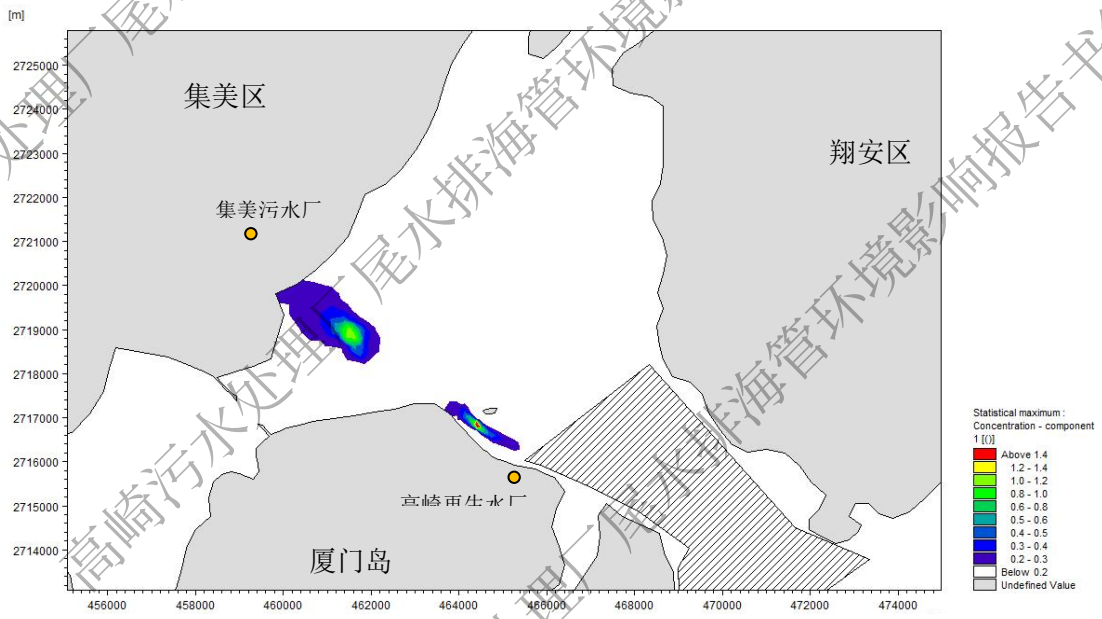


图 6.4-2　正常排放条件下 DIN 浓度增量包络图（叠加集美厂）

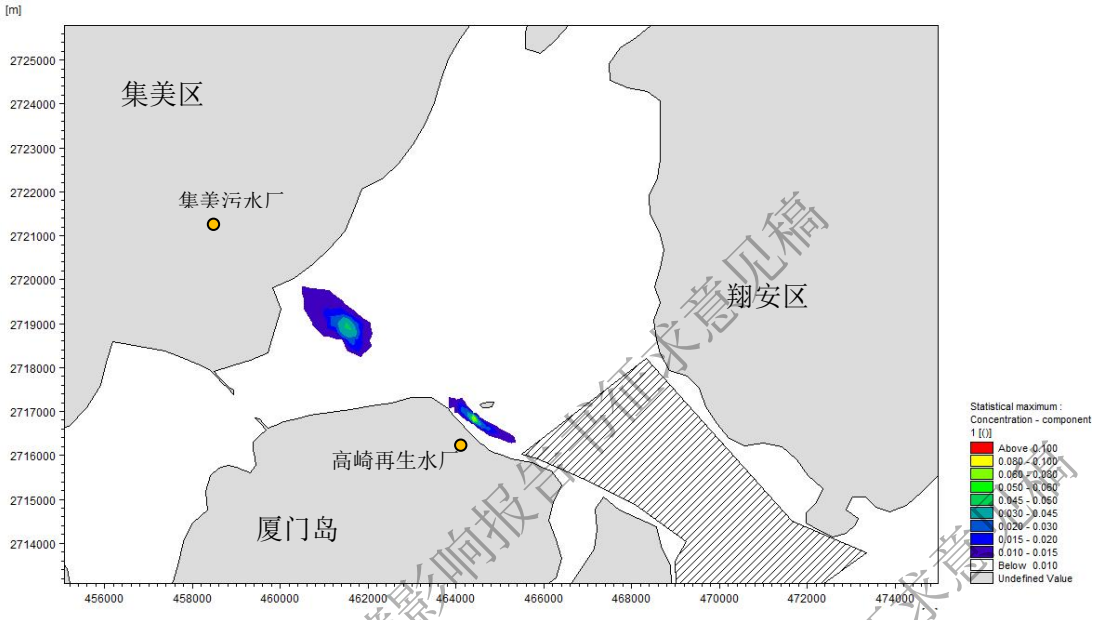


图 6.4-3　正常排放条件下 DIP 浓度增量包络图（叠加集美厂）

6.4.5 混合区范围确定

混合区范围的确定基于以下原则：

1.由于厦门海域无机氮、活性磷酸盐现状条件下普遍超标，而尾水排海管道工程作为污水处理厂的配套工程，总体上有利于消减区域的无机氮、活性磷酸盐排放源强，因此以COD_{Mn}的超标范围来确定混合区范围。

2.参照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）关于混合区的定义：向海洋排放的达标污染物稀释扩散后达到周围海域环境质量标准要求时所占用的海域面积。

3.根据《污水海洋处置工程污染控制标准》，若尾水排往<600km^2 的海湾，混合区面积必须小于按以下两种方法计算所得允许值(A_n)中的小者：

① A_n=2400(L+200) (m^2)

式中 L 为扩散器长度(m)

② A_n=(A_0/200)×10^6 (m^2)

式中 A_0 为计算至湾口位置的海湾面积(m^2)。

高崎再生水厂排水口位于同安湾内，同安湾面积约 96km^2，根据《污水海洋处置工程污染控制标准》混合区面积约 0.48km^2。

基于以上原则，本环评提出的混合区范围以排海管扩散段中间点（24°34′26.511″N，118°7′13.096″ E）为中心，长半轴为 400m，短半轴为 150m

的椭圆，面积约 0.1885km²，详见表 6.4-4 和图 6.4-4。该混合区范围内水域内的海水水质不执行任何水质标准。

表 6.4-4　混合区坐标点

标点	经度	纬度
O	118°08′58.242″	24°33′17.032″
A1	118°08′46.710″	24°33′24.632″
A2	118°09′09.774″	24°33′09.432″
B1	118°09′01.358″	24°33′20.988″
B2	118°08′55.126″	24°33′13.077″

6.5 海洋沉积环境影响分析

本项目对海域沉积物环境影响主要表现在以下几个方面：施工期挖槽对海域沉积物的扰动；施工产生的悬浮泥沙在周边海域沉降引起局部海域表层沉积物环境的变化；营运期污水排放对沉积环境的影响。

（1）施工期悬浮物扩散和沉降对环境的影响

施工期工程区沟槽开挖会扰动区域内的表层沉积物环境，形成悬浮泥沙，进入水体中，其中颗粒较大的悬浮泥沙会直接沉降在沟槽开挖区内，形成新的表层沉积物环境，颗粒较小的悬浮泥沙会随海流漂移扩散，并最终沉积在沟槽开挖区域周围的海底，将原有的表层沉积物覆盖，引起局部海域表层沉积物环境的变化。由于开挖引起的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物本身，一般情况下沟槽开挖对沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质的改变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总体沉降环境质量的变化。

调查资料表明，本工程所在海域沉积物环境质量良好，一般情况下，其化学溶出物有限。因此，施工期间泥沙入海可能使工程区附近局部区表层沉积物类型、粒度参数等物理特性发生一定变化，但对表层沉积物化学质量指标的影响很小，不会引起海域总体沉积环境质量的变化。

（2）管道覆盖回填料对沉积环境的影响

根据工可，管道铺设后将在管道上面抛填块石、碎石等，导致管道上方局部海域沉积环境改变，但其影响是局部的，短暂的，随着管道铺设完成，海床的回淤，周边沉积环境将逐渐得到恢复。

（3）营运期尾水排放对沉积环境的影响

目前排污口周边的沉积物环境质量较好，但是随着污水的长时间连续大量排入，该处海域的沉积物环境也有可能受到一定的累积影响。因此，本项目尾水在拟定排放口排放后，建设单位应加强对排放口周边海域沉积物环境的跟踪监测，一旦发现异常，应及时上报有关部门，采取相应措施。

6.6 海洋生态环境影响预测与评价

6.6.1 施工悬浮泥沙对海洋生态的影响

（1）对浮游生物的影响

施工导致水中悬浮物含量增多，增加海水的浑浊度，减弱水体的真光层厚度，从而降低海洋初级生产力，随之浮游植物生物量下降，进而影响以浮游植物为饵料的浮游动物，单位水体中的生物量也必然相应地减少。过量悬浮物质使浮游动物食物过滤系统和消化器官受到阻塞，悬浮物质含量达到 300mg/L 以上时影响特别明显；高浓度增量甚至会导致其死亡，对浮游动物生长率、摄食率、丰度、生产量及群落结构等造成影响。

根据数模预测结果，施工期间悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的范围约 1.21km^2，沿开挖处线位向两侧扩散，对此范围内浮游生物的生长繁殖可能产生一定的干扰，将会导致生物量下降，由于浮泥沙最多在持续一个潮周期后基本落淤完毕，持续影响时间不长。每天停止作业后，由于潮汐作用，会将外海的浮游动植物带入工程区及其附近海域，使工程区浮游动植物得以补充。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。

（2）对底栖生物的影响

底栖生物是水生生物生态系统中的一种重要生态类型，管道开挖过程对底栖生物的直接影响首先表现在管道开挖区范围内的底栖生物将被彻底地损伤破坏，此外，开挖所激起悬浮泥沙的二次沉淀也将掩埋挖泥区两侧的底栖生物，从而对

开挖区附近的底栖生物也产生一定的影响。

高崎尾水排放管开挖作业产生的悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的范围约 1.21km^2，影响范围和程度较小。超过 10mg/L 的范围的悬浮泥沙沉降可能对部分底栖生物的繁殖和生长造成影响，但具有行动能力的底栖生物则可能主动逃窜回避从而免遭受损，按悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 包络范围内的 10%的底栖生物受到致命伤害估算。施工结束后，底栖生物群落将逐渐恢复、重建。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙对底栖生物的影响较小。

（3）对游泳生物的影响

游泳生物主要包括鱼类、虾蟹类、头足类等，不同种类的游泳生物对悬浮物浓度的忍受限度不同，海水中悬浮物对虾蟹类的影响较小，但对鱼类会产生多方面的影响。

一般地，仔幼体对悬浮物浓度的忍受限度比成鱼低得多。悬浮颗粒将直接对仔幼体造成伤害，主要表现为影响胚胎、鱼卵和仔鱼发育、堵塞生物的鳃部而使其窒息死亡、造成水体严重缺氧而使生物死亡、有害物质的二次污染造成生物死亡等。水中大量存在的悬浮物微粒会随鱼类的呼吸进入其鳃部，损伤鳃组织，隔断气体交换，影响鱼类的存活和生长；细颗粒也会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，从而影响鱼类的繁殖。悬浮微粒过多时，也不利于天然饵料的繁殖生长。

有关实验表明，悬浮物质在 8000mg/L 的含量水平，鱼类最多只能忍耐一天；在 6000mg/L 含量水平，最多只能忍耐一周；若每天作短时间搅拌，使沉淀淤泥起悬，悬浮物质含量达到 2300mg/L，则鱼类仅能存活 3~4 周。通常认为悬浮物质含量在 200mg/L 以下及影响较短时，不会导致鱼类直接死亡，但过高的悬浮物质浓度即使未能引起鱼类死亡，其腮部也会严重受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。此外，悬浮物扩散场等会导致鱼类的回避反应，产生“驱散效应”。

根据数模预测结果，本项目施工造成的入海悬浮泥沙增量超 10mg/L 的面积约 1.21km^2，影响范围和程度较小，在此水域范围内，部分鱼卵、仔鱼可能因高浓度的含沙量而死亡，成鱼虽可以回避，但部分幼体仍难逃厄运。而这种影响是暂时的，持续时间不长，随着每天停止作业而消失。因此，悬浮泥沙入海将对鱼类产生一定影响。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多数对悬浮泥沙有较强的抗

性。因此，悬浮泥沙入海对虾蟹类的影响不大。

6.6.2 施工产生的水下噪声对海洋生物的影响

水下声环境敏感目标主要为水中的鱼类和海洋哺乳动物。鱼类及海洋哺乳动物经过长时期的演变，形成了一套水动态-声音感知系统，使得其感知不可识别的扰动和水下声音的格局以进行捕食、躲避掠食动物或躲开障碍物。鱼类水下感声器官为侧线、膘及内耳，研究表明声音压力的高低变化会使膘发生收缩或膨胀变化，超过一定压力便可使膘胀破，此外肝、肾等器官也可能受水下噪声影响而发生损伤。

在各种频率的噪声中，低频噪声尤其 10－200Hz 的噪声对鱼类影响最为明显。根据 Qinetiq 的研究，噪声传播距离随频率降低而减小，见表 6.6-1。根据许肖梅等人的研究，声波随距离的衰减曲线可以分成三部分：一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，其适用距离的上限可达 20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦。

表 6.6-1 水下噪声影响范围

噪声频率	水下噪声影响范围
>400 Hz	20000m
100-400 Hz	10000m
80 Hz	5000m
31-50 Hz	2000m
20-25Hz	1000m

不同鱼类在不同声压级条件下会产生不同的反应，类似于人类听力听阈和痛阈，不同鱼类也具有其特定的听觉阈值，包括：

□Absolute hearing threshold(AHT)：鱼类能感受的阈值；

□Awareness reaction threshold(AWRT)：鱼类出现生理反映（如心跳加快等）的阈值；

图 6.6-1 给出了几种鱼类的 AHT 值。试验和研究证明，当水域声压值大于 AWRT 时，鱼类会逃离该水域，而仅当鱼类长时间、连续性暴露在远高于 AWRT 声压条件下，噪声才会对鱼类身体器官造成影响，并出现鱼类昏迷和死亡的现象。

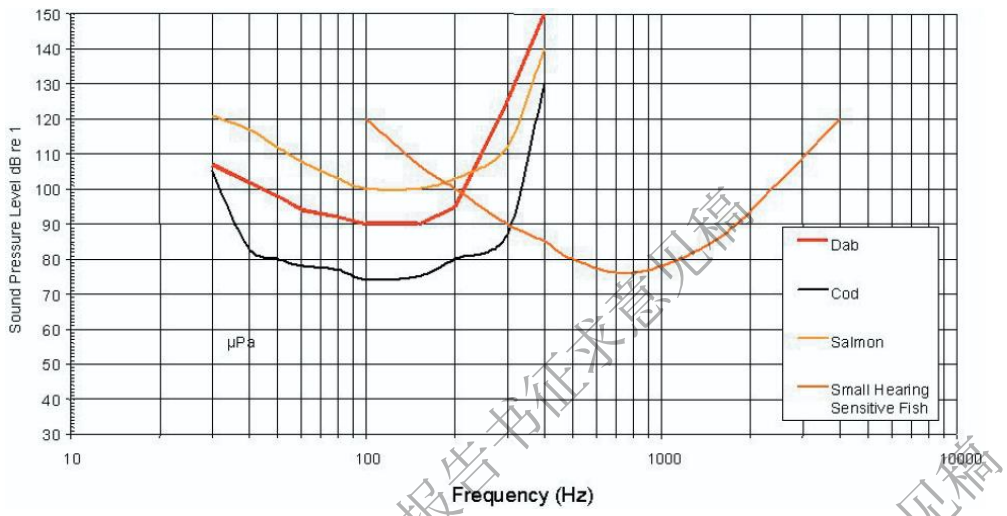


图 6.6-1 部分鱼类 AHT 值

由图 6.6-1 可见，工程施工产生的 100Hz 噪声对于鱼类的 AHT 值（鱼类能感受的阈值）一般在 80~100 dB/1μPa，而研究表明，AVRT 值（鱼类出现生理反映的阈值）一般远高于 AHT 值，对于不同鱼类一般在 150~180dBre1μPa。

类比厦门大学 2014 年 12 月在同安湾海域的监测结果，海洋环境背景噪声总体分布为低频段较高，高频低，随着频率的增加而衰减；在 2kHz 频点上的声压谱级平均值为 92dB/1μPa；在 6kHz 频点上的声压谱级平均值为 73dB/1μPa；10kHz 频点上的声压谱级平均值为 66dB/1μPa；且声压谱级随深度的变化不明显。当船舶经过时，在 300~400Hz 间的噪声声压谱级可达到 118dB/1μPa，但在高于 5kHz 的频率上，总体的噪声谱级都低于 88dB/1μPa。

本工程水下噪声主要来自施工船舶挖泥作业及航行。根据类比监测结果，本工程船舶挖泥作业及航行等产生的水下噪声将比海洋环境背景噪声高出约 16~30 dB/1μPa，声压谱级较高的噪声频率集中在 50~1000Hz 之间。叠加背景值后，水下噪声最大值约 150 dB /1μPa。施工造成水下声压高于 AVRT 的水域面积较小，主要局限于施工区域及其周边。施工水下噪声对鱼类的影响主要表现为噪声滋扰导致鱼类暂时游离施工水域，并不会造成大范围鱼类死亡等明显影响。

6.6.3 营运期对海洋生态环境的影响

从区域环境角度，污水处理厂将大大减少区域污染物排放，具有环境正效益，对整个区域海洋生态环境具有改善作用。但仅从污水处理厂尾水排放角度，预测结果表明，正常排放时，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响面积约 0.13km^2，影响范围在可接受范围内。但长期排放的污染物在排放口附近海

域的积累及其污染生态效应却不可忽视。随着污水排放，排污口附近水域生态环境可能会缓慢出现恶化，生物多样性也可能逐步减少，底栖生物的种类组成上耐污种的数量将增加，鱼、虾、贝类生物体内污染物质的残留量也会逐渐增加，所以应加强营运期排污口附近海域的水质、生物的环境监测与管理，同时防止发生污水事故排放。

6.6.4 工程建设的海洋生物资源损失量估算

本工程的施工导致的海洋生物量的损失主要包括三个方面：一是管道沟槽开挖导致底栖生物死亡而引起生物量存量的减少；二是施工期间悬浮泥沙导致的海洋生物量损失；三是营运期污水排海引起的海洋生物量损失。

1、工程建设导致的海洋生物量损失

对于第一方面主要是沟槽开挖导致的浅海海底及潮间带的底栖生物死亡。这部分生物量的减少可以根据在该海域调查所得的单位面积底栖生物平均生物量水平乘以占用面积加以粗略估算。

根据评价海域 2019 年 10 月和 2020 年 3 月现状调查数据得，工程区潮间带底栖生物量为 32.91g/m^2（春秋季平均），浅海底栖生物量为 87.67g/m^2 （春秋季平均）。本工程沟槽开挖占用潮间带面积约 0.51hm^2，浅海面积约 2.79hm^2，其生物量损失分别计算如下：

底栖生物量总损失=占有浅海面积×浅海平均生物量+占用潮间带面积×潮间带平均生物量=27900m^2×87.67g/m^2+5100m^2×32.91g/m^2≈4.12t。

2、悬浮泥沙导致的生物量损失

悬浮泥沙导致的生物量损失将依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的规定，通过生物资源密度，浓度增量区的面积，生物资源损失率进行计算。计算公式如下：

一次性生物损害量=生物资源密度×污染物增量区面积×生物资源损失率，

累积损害量=一次性损害量×浓度增量影响的持续周期数

本项目施工期海洋生物资源一次性平均受损最大量和持续性受损量见表 6.6-2。

表 6.6-2 海洋生物资源一次性平均受损量

	增量浓度	超标面积(km^2)	各类生物平均损失率(%)及生物资源密度		
			鱼卵	仔稚鱼	成体

生物损失率	10mg/L ~20mg/L	0.73	5%	5%	1%
	20mg/L ~50mg/L	0.3	18%	18%	6%
	50mg/L ~100mg/L	0.11	40%	40%	15%
	>100mg/L	0.07	50%	50%	20%
生物资源密度		——	1.10个/m^3	0.45个/m^3	346.18 kg/km^2
一次性受损量		——	9.24×10^5粒	3.78×10^5尾	18.80kg
持续性受损量			3.70×10^6粒	1.51×10^6尾	75.19kg

注明：Bi 为悬浮泥沙浓度超过二类《海水水质标准》的倍数，平均水深取 5m。生物资源密度根据评价海域 2019 年 10 月和 2020 年 3 月现状调查数据得，污染物浓度增量实际影响天数以沟槽开挖时间 60 天计，则持续周期数为 4。

3、污水排海导致的海洋生物量损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），本工程污水排海所造成生物量损失分析如下：

（1）评估方法

由于污水排海污染物扩散超标范围内对海洋生物资源的损害是持续性损害污染物，因此损失按照持续性损害进行评估。

海洋排污对海洋生物资源损害，按下式计算：

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

式中：

M_i——第 i 种类生物资源年损失量，单位为（尾）、个（个）、千克(kg)；

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，单位为尾平方米（尾/m^3）、个/立方米（个/m^3）、千克/立方米（kg/m^3）或千克/平方米（kg/m^2）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为公顷（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（%）；

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）。

（2）损失计算结果

①鱼卵、仔鱼损失

评价海域 2019 年 10 月和 2020 年 3 月现状调查的鱼卵数量均值为 1.10ind./m^3，仔稚鱼数量为 0.45ind./m^3，其损失率按 30%计，则造成的鱼卵、仔鱼损失分别约为 1.04×10^7ind.和 4.27×10^6ind.。

②游泳动物损失

评价海域2019年10月和2020年3月现状调查游泳动物的总重量相对资源密度为346.18kg/km^2；其损失率按10%计算，则排污造成海域游泳动物年损失量为109.51kg。

6.7 工程对敏感目标和周边海域开发活动的影响

6.7.1 对敏感目标的影响

本工程对敏感目标主要体现在施工期悬浮泥沙扩散和运营期污水排放等影响。图 6.7-1 为施工引起的悬浮泥沙影响范围与敏感目标叠图；图 6.7-2 为营运期 COD_{Mn}扩散范围与敏感目标叠图。

图 6.7-1 表明施工引起的悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围未进入周边环境敏感目标，施工期悬浮泥沙对敏感目标影响较小。根据数模结果，施工期悬浮泥沙使得厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）-同安湾湾口最高浓度增量约为 9.27mg/L<10mg/L，且施工引起的悬浮泥沙影响是短期的，随着施工结束，其影响也结束。

图 6.7-2 表明营运期污染物扩散超标范围未进入周边环境敏感目标，营运期尾水排放对周边敏感目标影响较小。

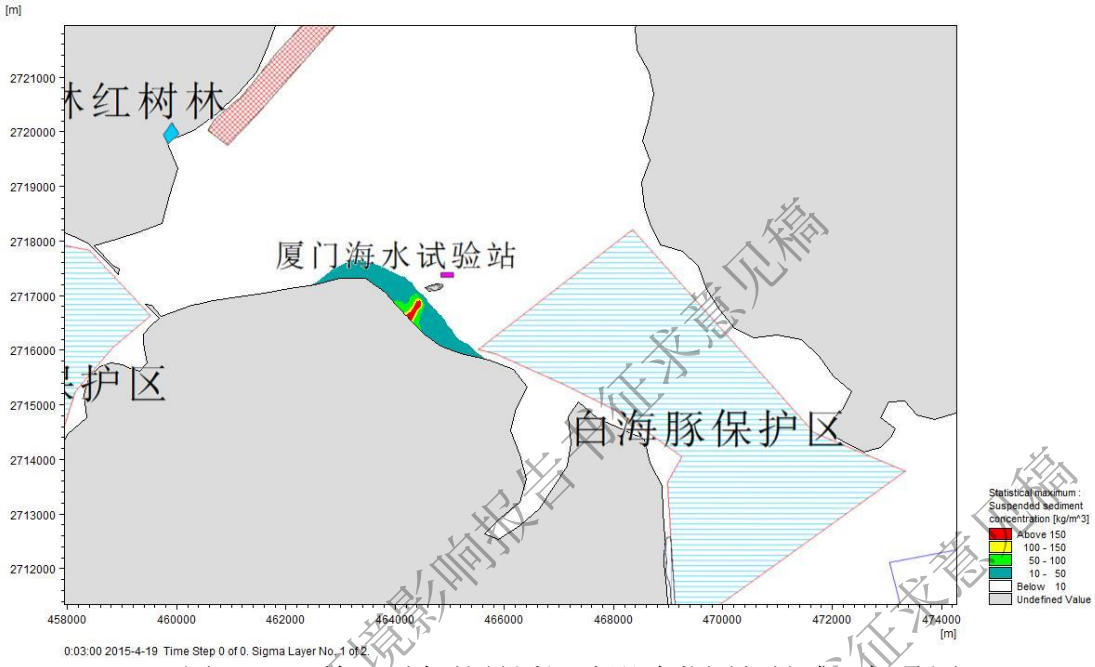


图 6.7-1　施工引起的悬浮泥沙影响范围与敏感目标叠图

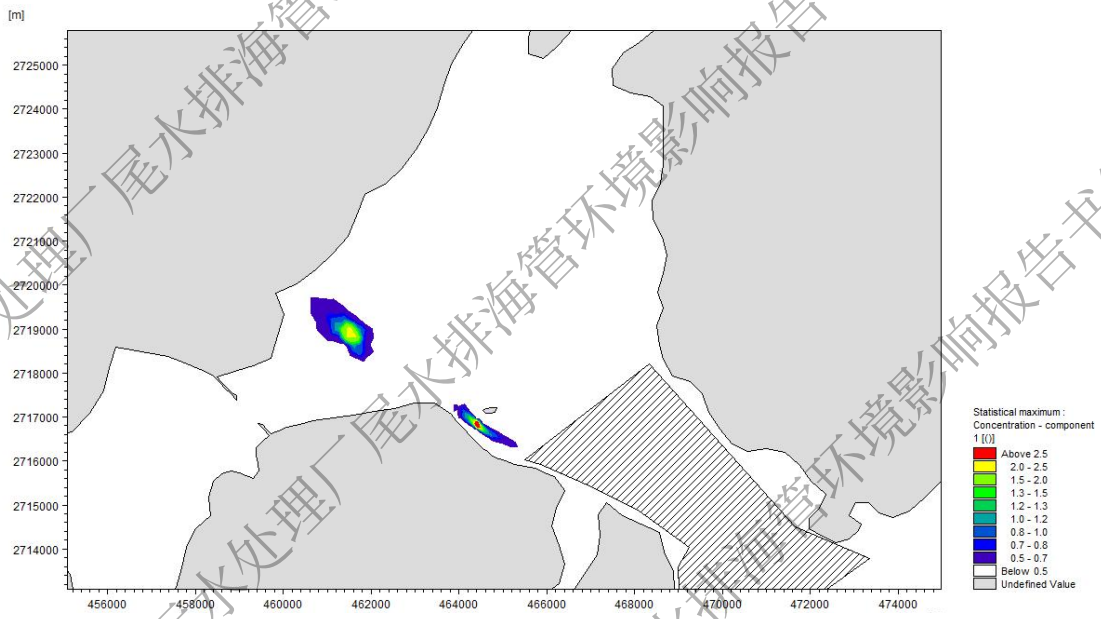


图 6.7-2　营运期 COD_{Mn} 扩散范围与敏感目标叠图

6.7.2 对周边海域开发活动的影响

根据本项目所在海域及周边海域开发利用现状、项目用海特点及其对海域资源环境影响预测，项目用海对海域开发活动的影响主要体现在项目实施占用工程区海域、施工期悬浮泥沙扩散、运营期正常排放、尾水排放累积效应等影响。本节主要分析项目建设对所在及周边海域海底电缆工程、大离浦屿海上试验站、周边航道及其他用海等开发利用活动的影响，本项目用海对所在海域开发活动的影响叠置分析图见图 6.7-3 和图 6.7-4。

6.7.2.1 对海底电缆管道工程的影响

在本排海管工程所在的厦门岛和大离浦屿之间海域分布有多条海底电缆管道工程，包括下海端附近的“疑似军事电缆”、东侧的“厦门大离浦屿海水试验站引水及供电工程””和“墩上至东安电台遥控电缆”和北侧的“高崎机场设置导航灯标/水上助航灯标”，附近西北侧海域还建有刚投产不久的集美污水处理厂尾水排海工程。其中距离本排海管工程最近的为“墩上至东安电台遥控电缆”，扩散段最近点距离其约为 145m，沟槽开挖边界最近点距离其约为 56m，本排海管工程距离其他海底电缆管道工程更远，均位于其 50m 的保护区外。下面针对施工期及营运期可能对海底电缆管道工程造成的影响等进行分析。

（1）本工程施工期可能对海底电缆管道工程造成的影响

本排海管工程沟槽开挖施工时边界最近点距离“墩上至东安电台遥控电缆” 约为 56m，位于其 50m 的保护区外，距离其他海底电缆管道工程更远，符合《海底电缆管道保护规定》。另外，本工程沟槽开挖的边坡坡比是根据所在海域海床地形和地质情况计算得来，正常开挖后不会对周边毗邻海床造成坍塌和位移，而且短暂开挖埋设管道后会回填恢复原状，因此基本不会对附近海底电缆管道工程的海床稳定和电缆管道结构安全造成影响。

本工程施工作业区距离“高崎机场设置导航灯桩/水上助航灯标”水上设施最近约 350m，施工作业区距离其较远，正常情况下，施工不会对其造成影响。但本工程施工拟采用施工船舶进行施工，在施工期间由于船舶故障、或船舶操纵定位偏差等原因，可能导致船舶失控，船舶偏离施工场地破坏其水上设施，发生船舶撞击其水上设施的事故。临近水上设施施工，施工船舶、施工机械等脱锚或者在台风期，受台风影响，有冲击“高崎机场设置导航灯桩/水上助航灯标”水上设施的风险。

经过本工程代建单位与相关部队调访核实和路由勘查专题外业扫海调查工作可知，在海图上标有电缆的位置基本没有可能存在还在正常使用的军事电缆，但一旦确实存在，本工程沟槽开挖施工将对其造成影响，因此建议施工单位边开挖边观察，避免对可能存在的电缆造成破坏，一旦发现有电缆，

应立即停止施工，并联系相关主管部门，制定下一步的处置方案。

本排海管工程沟槽开挖造成的悬浮泥沙会覆盖到附近的海底电缆管道工程，但由于海底电缆管道工程对悬浮泥沙不敏感，因此本工程施工造成的悬浮泥沙对海底电缆管道工程基本无影响。

（2）本工程营运期可能对海底电缆管道工程造成的影响

本排海管工程是通过挖沟放管，再覆盖的方式掩埋在海床下平均约 7m 处，施工完成后，海床恢复原状，基本没有改变海底地形地貌，故本工程施工完成后不改变所在海域岸线，管道所经水域水深也不改变，由此可以判断管道埋设工程完成后，管道所在海域潮流场不会发生变化，正常天气下的泥沙冲淤影响也不会产生。

根据工程所处潮滩的特点和本项目数模报告可知，营运期尾水排放后，在排放口附近有限范围内将对潮流场产生一定的扰动，但排放量不大，拟建工程的建设对附近水域的潮流场产生的影响较小。根据《高崎再生水厂尾水排海管工程海底管道路由勘察报告》，路由调查区整体处于冲淤平衡状态，部分海域由于海洋动力环境的差异导致冲淤状态略有差异。其中，近岸段以冲刷为主，路由区中部以淤积为主，而靠近大离浦屿的路由调查区北部，主要以冲刷为主。拟建排海管所在的近岸段主要属于淤积区，但排放口所在海域属于弱冲刷区，比较适宜本项目尾水排放。因此，根据本工程扩散器喷口流速要求在 2.19m/s（即影响在排水口周边 100m 范围内）和附近的海底地形、海底面状况、底质、工程地质条件等状况，本工程的建设对附近海床的泥沙冲淤变化的影响很小。

因此，本工程实施后对附近海底电缆管道工程周边海洋水文动力环境及海底冲淤变化的影响很小，营运期不会对附近海底电缆管道工程安全造成影响。

6.7.2.2 对大离浦屿海上试验设施的影响

厦门海水实验站大离浦屿海上试验站试验设施港池、浮筏位于本排海管工程东北侧海域，最近点直线距离约 480m，中间有大离浦屿隔开，由于距离较远，可判断本工程沟槽开挖施工时和运营期间尾水排放不会对其设施结构安全造成影响。

本工程施工产生的影响主要是施工期的水体悬浮泥沙扩散。根据本工程《数模报告》和图 6.7-3 施工期悬浮泥沙污染分析，排海管道沟槽开挖引起悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的包络面积约 1.21km^2，沿涨落潮方向最大长度约为 3.7km，垂直潮流方向最大宽度约为 550m，影响范围主要集中在大离浦屿西南侧的狭长海域。施工期悬浮泥沙增量超 10mg/L 的影响范围未影响到大离浦屿海上试验站试验设施港池、浮筏，影响范围距其最近点距离约 250m，且中间被大离浦屿隔开，不会影响该试验设施港池、浮筏所在海域水质目标的达成，因此，本工程施工期产生的水体悬浮泥沙扩散对大离浦屿海上试验站试验设施港池、浮筏基本无影响。

本工程营运期的的环境影响因素主要来自排放口的尾水排放。本工程拟建排放口设置于厦门岛和大离浦屿之间海域扩散能力较好的潮流通道深水区，尾水排放执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值排放标准，正常排放条件下，COD_{Mn}、活性磷酸盐、无机氮等污染物的浓度增量和影响范围不大，COD_{Mn} 全潮包络范围主要集中于排放口附近，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水水质影响范围面积约 0.13km^2，无机氮、活性磷酸盐现状已超阈值或达到阈值，其叠加扩散的浓度增量均很小，划定的混合区范围是以排海管扩散段中间点为中心，长半轴为 400m，短半轴为 150m 的椭圆，面积约 0.1885km^2，除了混合区内水质较差不执行水质标准外，不会改变混合区外本工程附近其他海域水体水质等级。

本工程营运期排放口尾水排放混合区范围未影响到大离浦屿海上试验站试验设施港池、浮筏，混合区范围边界距其最近点距离约 420m，且中间被大离浦屿隔开，不会影响该试验设施港池、浮筏所在海域水体水质等级目标的达成，因此，本工程营运期排放口的尾水排放对大离浦屿海上试验站试验设施港池、浮筏基本无影响。

6.7.2.3 对鼻子沟流域排洪箱涵排海口的影响

本排海管工程距离鼻子沟流域排洪箱涵排海口约 400m，距离较远，因此本工程施工期沟槽开挖不会对其结构安全造成影响。本排海管工程是通过挖沟放管，再覆盖的方式掩埋在海床下平均约 7m 处，施工完成后，海床恢复原状，基本没有改变海底地形地貌，故本工程施工完成后不改变所在海域岸

线，管道所经水域水深也不改变，由此可以判断管道埋设工程完成后，管道所在海域潮流场和附近海床的泥沙冲淤变化不会发生变化，因此，本工程实施后营运期不会对鼻子沟流域排洪箱涵排海口结构安全造成影响，也不会对排海口周边海床造成淤积影响排洪安全。

近年来，厦门岛北部雨污水排放口截流工程相继投入运行，但原有按照雨污分流体系建设的污水系统已满负荷运行，包括鼻子沟泵站在内的下游污水提升泵站提升能力不足，污水管网转输能力不足，雨水排放口截流水量高峰期难以全部进入污水处理系统集中处理后排放，其中部分混流污水通过鼻子沟排洪箱涵排海口排入同安湾海域，落潮时沿滩涂潮沟漫滩排放。根据近年来厦门市重点陆源入海排污口及邻近海域生态环境监测报告，可知在高崎附近海域的机场埭辽排污口（鼻子沟流域）的排污状况综合评价为中度污染，主要超标污染物为生化需氧量、化学需氧量、悬浮物等。而随着高崎污水处理厂及其配套的污水收集管网和尾水排放管的建成，对排入鼻子沟流域的各类污水和初期雨水进行拦截，纳入高崎污水处理厂处理达标排放，将有利于该片区内的污水进行统一收集、集中处理、深水排放，减轻或避免鼻子沟流域排洪箱涵排海口排污对高崎附近同安湾海域环境的影响，改善同安湾海域的生态环境。

6.7.2.4 对周边航道的影响

（1）对同安湾内规划航道的影响

本排海管工程距离同安湾内规划航道较远，最近距离约 1.3km，工程建设不会对航道布置、航道尺度及助航标志配布的造成影响，工程不会对航道整治工程的影响。工程建设过程和投入使用时都离同安湾内规划航道较远，工程建设对同安湾内规划航道的船舶通航造成的影响较小，但本工程施工期间，施工船舶将增加航道的船舶通行密度，与往来船舶存在相互干扰，增加航道上船舶碰撞的风险。本工程施工区附近几乎无人工助航标志，因此工程与附近通航安全设施的相互影响较小。

本排海管工程是通过挖沟放管，再覆盖的方式掩埋在海底表层下约 7m 处，施工完成后，海床恢复原状，基本没有改变海底地形地貌，故本工程施工完成后不改变所在海域岸线，管道所经水域水深也不改变，由此可以判断

管道埋设工程完成后，管道所在海域潮流场不会发生变化，正常天气下的泥沙冲淤影响也不会产生。营运期尾水排放后，在排放口附近有限范围内将对潮流场产生一定的扰动，但局限先混合区范围内，拟建工程的建设对附近水域的潮流场产生的影响较小。根据《高崎再生水厂尾水排海管工程海底管道路由勘察报告》，路由调查区整体处于冲淤平衡状态，部分海域由于海洋动力环境的差异导致冲淤状态略有差异。其中，近岸段以冲刷为主，路由区中部以淤积为主，而靠近大离浦屿的路由调查区北部，主要以冲刷为主。拟建排海管所在的近岸段主要属于淤积区，但排放口所在海域属于弱冲刷区，比较适宜本项目尾水排放。因此，根据本工程扩散器喷口流速要求在 2.19m/s（即影响在排水口周边 100m 范围内）和附近的海底地形、海底面状况、底质、工程地质条件等状况，本工程的建设对附近海床的泥沙冲淤变化的影响很小。

因此，本工程实施后对同安湾内规划航道周边海洋水文动力环境及海底冲淤变化的影响较小，不会对航道水深产生大的影响。

（2）对工程区习惯性航道的影响

厦门岛和大离浦屿之间海域现状为小型船舶习惯性航道，现状虽偶有小型船舶经过，根据《厦门港总体规划（2035 年）》和调访海事主管部门得知，此处海域没有规划航道且正在建设的厦门第二东通道在靠近西侧没有预留通航孔，以后该习惯性航道上的船舶将只能绕行，可预见未来船舶通航数量会大大减少，同时，未来随着北侧支航道 G3-G4-G5 航道运行，船舶通航数量会变得更少。本工程为了减轻对船舶通航的影响，排放口方案经过优化比选选择了尽可能避开习惯性航道中线的位置，因此，本工程对该习惯性航道通航影响很小。

由于本工程排放口所在海域的水深较大，排放口设有扩散器上升管露出海床部分采用柔性喷头，营运期内工程与过往船舶通航安全影响可控。但是为了保障本项目排放口的安全，建议应在本工程排放口周边海域设置排放口相关警示标识以及安全警示牌，提醒附近通航的小型船舶注意避让，预防小型船只在此处抛锚破坏扩散端。本排海管工程建设应报告海事相关部门，施工中应发布临时通告和预告，完工后应发布永久性航海通告对相关海图进行

改正，同时减少船舶在航道航行过程中应急抛锚带来的影响。

施工期间，施工船舶占用习惯性航道一定的通航水域，增加了施工船舶与附近航行的船舶的操纵难度、增大了发生船舶碰撞的风险。由于本工程附近水域有部分船舶并没有严格沿习惯性航道航行，施工船舶频繁进出施工水域，将对施工区域附近航行的船舶造成相互影响。本排海管工程建设应报告海事相关部门，施工过程中发布临时通告。施工船舶驾驶员应不间断保持瞭望及 VHF 守听，提醒过往船只，做到早大宽清，协调避让。

本排海管工程施工期间，船舶作业和运输等海上作业将增加习惯性航道的通航密度，对附近航道海上其他过往船只的正常通行造成一定影响，建议业主单位在施工前应根据《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（交通运输部令 2019 年第 2 号）规定，委托有资质单位开展本工程施工期通航安全保障方案编制的专项工作，制订相关通航安全保障措施。

（3）整体管道浮拖对航道的影响

整体管道（约 263m）浮拖时拖轮、拖缆再加管道自身尺度，使本次拖带尺度达到 360m，拖轮在管道两侧辅助拖带也占据一定的通航水域，因此拖带过程中同安湾规划航道需采取封航或单向通航措施。这样将大大影响船舶正常使用同安湾规划航道，船舶进出同安湾规划航道通航效率大大降低。

6.7.2.5 对附近桥梁、隧道的影响

本排海管工程距离最近的桥梁为正在建设的厦门第二东通道，最近点距离约 810m，距离较远，因此本工程施工期沟槽开挖不会对其结构安全造成影响。本排海管工程是通过挖沟放管，再覆盖的方式掩埋在海床下平均约 7m 处，施工完成后，海床恢复原状，基本没有改变海底地形地貌，故本工程施工完成后不改变所在海域岸线，管道所经水域水深也不改变，由此可以判断管道埋设工程完成后，管道所在海域潮流场和附近海床的泥沙冲淤变化不会发生变化，因此，本工程实施后营运期不会对厦门第二东通道桥墩附近海床的冲淤变化造成影响，从而不会对其桥墩结构安全造成影响。

由于本工程的施工期和厦门第二东通道的施工期重叠，且两个工程施工都采用船舶海上施工，因此，本工程与厦门第二东通道的相互影响主要表现在工程施工期。本工程施工作业区距离厦门第二东通道施工作业区较远，没

有互相进入各自施工区，施工时施工船舶锚链也不会进入各自施工区域，施工区之间距离可以满足各自施工安全需求，正常情况下，本工程施工不会对厦门第二东通道施工造成影响。但两个工程在施工期间由于船舶故障、或船舶操纵定位偏差等原因，可能导致船舶失控，船舶偏离施工场地从而造成互相破坏，发生船舶互相撞击甚至撞击大桥桥墩的事故。临近桥梁施工，施工船舶、施工机械等脱锚或者在台风期，受台风影响，船舶有互相冲击和撞击在建的厦门第二东通道的风险。两家施工单位施工前应互相建立良好的沟通协调机制，互相告知各自施工时间和范围。施工期间，考虑道本工程施工区域靠近第二东通道施工区域，因此考虑在两个工程施工区域交界处设置两座临时灯标，提请过往船舶注意避让施工区。应注意风流影响或是走锚而导致施工船舶漂移对各自工程造成的影响，只要采取措施得当，加强值班，本工程施工不会影响厦门第二东通道的正常施工。

本排海管工程附近还有厦门市轨道交通 3 号线过海通道工程、翔安隧道、集美大桥和同安湾大桥等，由于距离较远，本工程对其施工和营运均没有影响。

6.7.2.6 对下海端护岸的影响

本排海管工程下海端拟采用顶管施工方案从现状花屿东路抛石层下方通过，顶管深度考虑避让抛石层，管顶距离抛石层底板净距不小于 3m，见图 6.7-5。顶管井工作位与高崎污水厂红线范围内，与排水高位井合建。由于海上筑岛工程量巨大，工程造价极高，因此考虑不设顶管接收井，顶管完成后，机头废弃，直接与海域段管道对接。考虑到穿越护岸后顶管深度较大，海陆对接开挖范围较广，因此考虑顶管穿越护岸后继续向前顶进 112m，保证开挖对接时护岸安全。由此可见，本工程下海端顶管施工对护岸结构安全基本无影响，但应做好用海红线的衔接。

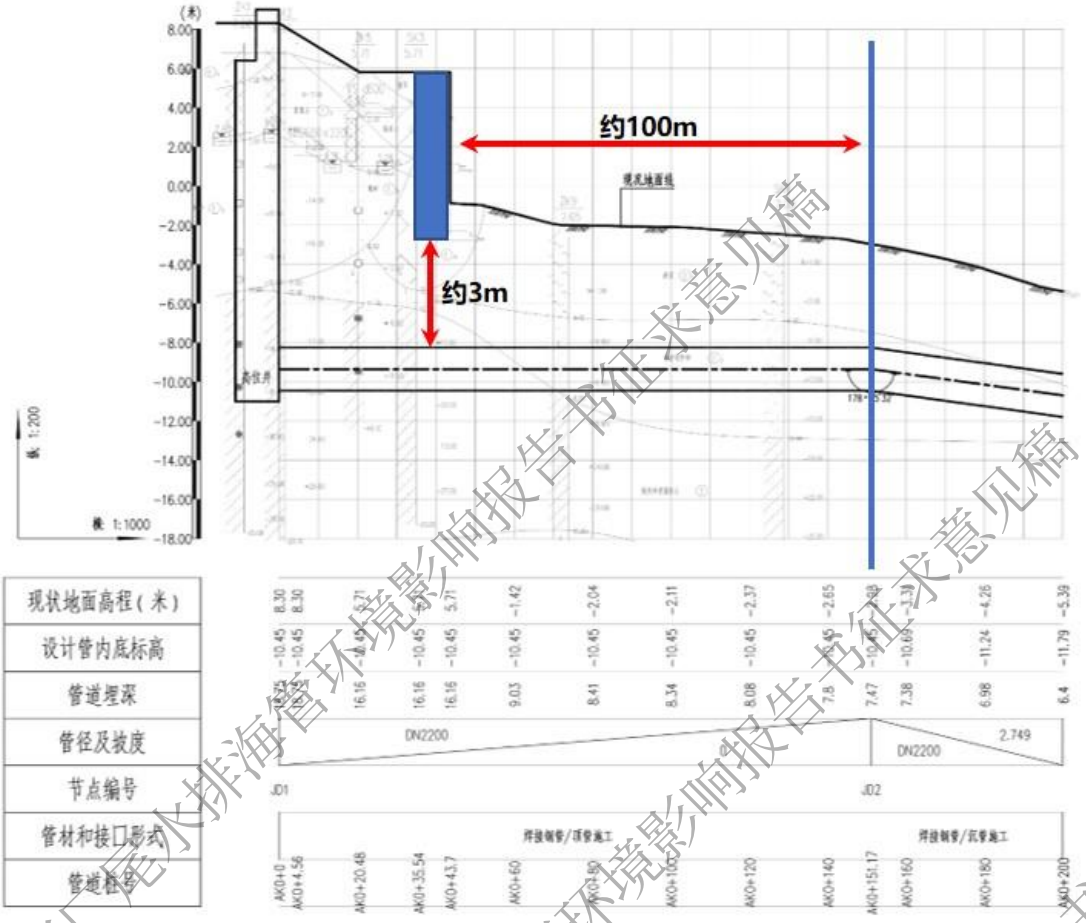


图 6.7-5 下海段护岸顶管方案剖面示意图

6.7.2.7 对周边其他开发利用项目的影响

本工程周边的其他用海项目还有五通至金门航道（厦门段）、刘五店码头、五缘湾游艇码头、厦门大桥、高崎至集美海底电缆、厦门电力进岛第一通道扩建工程、环东海域滨海旅游浪漫线红树林绿化工程、同集片区沙滩和厦门港刘五店南部港区散杂货泊位工程等，根据本项目相关章节和数模报告可知，均与本工程距离较远，本工程施工和运营对其均基本无影响。

6.8 大气环境影响分析

本项目为排海管道工程，海域段施工大气环境影响因素主要为施工船舶废气；陆域段施工方式为顶管施工，大气环境影响因素主要为施工机械废气和土方、建材运输产生的扬尘。根据有关资料，施工工地运输土方时车辆两旁扬尘的浓度可达 8～10mg/ m^3。施工船舶和施工机械以柴油为燃料，都会产生一定量废气，包

括 CO、THC、NOx 等，考虑其排放量不大，影响范围有限，故可以认为其对环境影响比较小。

施工扬尘、废气等影响范围主要集中在周边 100m，本工程管道路由从污水厂高位井接出，距人群集中点较远，在施工过程应注意减少土石方运输车辆对沿途经过道路两侧区域的大气粉尘影响、管道铺设完成应尽快完成地面硬化、绿化等措施。施工期大气环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。

6.9 声环境影响分析

本项目施工期噪声主要来自施工现场的各类机械设备作业噪声、车辆交通噪声以及海上施工船舶作业噪声，可能对工程区附近的声环境造成一定的影响，但其影响是暂时的，将随施工结束而消失。

（1）陆域施工的声环境影响分析

根据噪声源特点，采用 HJ2.4-2009《环境噪声评价技术导则-声环境》推荐的点声源衰减模式进行预测：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20\lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中：$L_A(r)$---距离某设备 r 处时设备的辐射声级 dB(A)；

$L_A(r_0)$---距离某设备 r_0 处测得的设备辐射声级 dB(A)；

r---预测点到声源的距离；

r_0---$L_A(r_0)$的监测距离；

△L---在 r_0 与 r 间，墙体、屏障及其它因素引起的声能衰减量，包括由于云、雾、温度梯度、风等引起的声能量衰减，地面效应引起的声能量衰减，以及空气吸收引起的衰减。

由于施工区场地比较开阔，施工机械及车辆在室外作业，故评价时不考虑墙体等障碍物引起的衰减、大气衰减等衰减作用，只考虑几何衰减。

类比预测施工机械噪声的距离衰减情况见表 6.9-1。

表 6.9-1　施工期机械设备和车辆噪声影响预测结果 单位：dB(A)

噪声源	监测距离 r_0	$L_A(r_0)$	预测结果					
			20m	30m	50m	80m	100m	150m
挖掘机	10m	85	79	75	71	67	65	61.5
混凝土输送车	5m	83	71	67	63	59	57	53.5
土石方运输车	5m	81	69	65	61	57	55	51.5
混凝土搅拌机	10m	78	72	68	64	60	58	54.5

振捣器	10m	81	75	71	67	63	61	57.5

依照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），施工场界 L_{Aeq} 昼间为 70dB，夜间为 55dB。从上表可见，当在距施工场界 80m 以上进行昼间施工时，场界噪声基本可符合场界噪声限值，夜间施工场界噪声超标。当施工点距离场界 80m 以内，施工场界噪声昼夜均超标。施工单位应做好减噪降噪措施，将高噪音设备尽量安排在距离场界较远的地方运行，安排好施工时间，避免夜间作业。

本工程位于厦门市声环境质量机场区，执行 GB9660-88 二类区域标准，即声环境质量标准 L_{Aeq} 为 75dB。本排海管工程陆域段及临时施工场所 200m 范围内无声环境敏感目标，由表 6.9-1 知，项目陆域段施工期对声环境影响较小。

（2）海域施工的声环境影响分析

施工船舶在海面上作业，故在进行噪声预测时，仅考虑距离衰减。

类比同类工程施工现场监测资料，距挖泥船 60m 的监测噪声级约为 68dB（A），采用点声源衰减模式预测噪声影响，计算结果见表 6.9-2。

表 6.9-2　施工期船舶噪声影响预测结果

监测距离 r_0	$L_A(r_0)$	预测结果								
		100m	200m	300m	400m	500m	800m	1000m	1500m	2000m
60m	68	65	58	54	52	50	46	44	40	40

从表 6.9-2 可以看出，在距离挖泥船 200m 时，施工噪声即降至 60dB（A）以下。本项目海上施工区域距离声环境敏感目标较远，因此，船舶作业对声环境敏感目标的影响较小。

6.10 固体废物环境影响分析

本项目实施过程所产生的主要固体废物为施工船舶垃圾、施工人员生活垃圾陆域施工段施工垃圾、海域沟槽开挖产生的淤泥等。

（1）海域沟槽开挖淤泥

本工程海域段清淤量约 19.55 万 m^3，淤泥进行外抛处置，淤泥运至东碇临时海洋倾倒区抛填，运距约 45km。在外抛处置前应向相关主管部门申请淤泥倾废许可，取得许可后，才能进行淤泥倾废。

（2）船舶垃圾

施工船舶垃圾主要为施工人员生活垃圾，生活垃圾产生量为 120kg/d，生活垃圾不得随意倒入海域，收集上岸后由有处理能的单位处理。

（3）陆域段施工垃圾

陆域段施工垃圾主要包括顶管泥浆、砂石、混凝土、土石方等，主要产生于顶管施工阶段。顶管施工的泥浆约 1005m^3，含水率约为 75%，泥浆经过砂水分离器分离后，栅渣外运至岛外渣土站填埋处理，分离后清水循环利用，施工完成后泥浆池的水由罐车抽运至前埔污水处理厂处理；对于未能利用的垃圾、渣土（高位井施工弃方为 952m^3，应在施工前办理相关的渣土倾倒手续，由厦门市渣土办统一进行协调处置。

（4）陆域生活垃圾

陆域施工生活垃圾产生量为60kg/d。施工营地租用当地居民住宅，施工人员生活垃圾经集中存放，由环卫部门清运，统一处理，不会造成环境污染和景观影响。

在采取上述措施情况下，施工期各类固体废物正常情况下不会对陆域及海域环境造成直接影响。

6.11 陆域段施工社会影响分析

陆域部分放流管长度约为40m，管径DN2200，采用钢管，起点位于高崎再生水厂排海高位井向东穿越现状厂区围墙，横穿花屿东路及花屿东路护岸。考虑到陆域管道垂直穿越现状花屿路，现状花屿路上设置有电力管廊2600×2000，雨水管d600、给水管DN400、通信管300×200、有线电视管道DN100、电缆管沟300×200及300×150。因此，陆域段拟采用顶管穿越施工，顶管穿越2.6m×2.2m电力管廊、花屿东路和护岸，双管顶进至海域。陆域段施工期间将对周边交通组织等造成一定影响。

第七章　工程建设对中华白海豚、文昌鱼及保护区影响分析

7.1 厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区概况

7.1.1 保护区的由来

1991 年 9 月 23 日，厦门市人民政府批准建立厦门文昌鱼自然保护区。1992 年 9 月 29 日颁布《厦门文昌鱼自然保护区管理办法》（厦府[1992]综 234 号），明确原厦门市海洋管理处为保护区主管机关。

1995 年 10 月 30 日，福建省政府批准成立厦门大屿岛白鹭自然保护区，同年 11 月厦门市人大常委会通过《厦门大屿岛白鹭自然保护区管理办法》，规定厦门市环境保护局负责白鹭保护区的综合管理工作。

1997 年 8 月 25 日，福建省人民政府下达文件（闽政 [1997] 文 217 号），批准成立厦门中华白海豚省级自然保护区；同年 10 月 18 日，厦门市人民政府令第 65 号发布《厦门市中华白海豚保护规定》；同年 10 月 29 日，设立保护区管理处，挂靠市渔政处。

2000 年 4 月，经国务院批准(国办发[2000]30 号)，原中华白海豚省级自然保护区、白鹭省级自然保护区、文昌鱼市级自然保护区合并升格为“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区”。

2015 年厦门市海洋与渔业局和厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理委员会委托福建海洋研究所编制《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》，该规划于 2016 年 2 月得到福建省人民政府批复（闽政文[2016]40 号）。《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总体规划》规划期为 2016～2025 年。其中，近期规划为 2016～2020 年，远期规划为 2021～2025 年。规划总体目标为保护好珍稀海洋生物资源及其生境，维持生态系统的稳定性和多样性，充分发挥自然保护区的多功能效益；通过保护，培育等手段，增加保护物种的种群数量；建立自然保护区统一管理机构“厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区管理局”，统一规划，统一监管，统一立法（执法）；将自然保护区建成集保护、科研、宣教为一体的设施完善、设备先进、管理高效、功能齐全、持续发展的国家级自然保护区。规划主要内容包括：管护基础设施建设规划，工作条件与巡护工作规划，人力资源及内部管理规划，宣传工作规划，科研与监测工作规划，生态修复规划，资源合理利用规划，保护区周边污染治理规划和自然保护区合作行动规划。同时该规划还提出

了重点项目建设规划和实施总体规划的保障措施。

7.1.2 保护区的地理位置、范围及功能划分

2016 年《厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区总规划（2016-2025 年）》对保护区的地理坐标和面积进行了界定：厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区位于厦门海域（地理坐标为 117º57′～118º26′E、24º23′～24º44′N）范围内，见图 3.6-5。厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区及外围保护地带面积共 330.88km^2，其中保护区面积 75.88km^2，外围保护地带面积 255km^2，与 2000 年 4 月国务院发布的保护区范围和面积一致，没有冲突。各区详细情况如下：

（1）中华白海豚保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区中华白海豚保护区范围为第一码头和嵩屿联线以北、高集海堤以南的 35km^2 海域和钟宅、刘五店、澳头、五通四点连线的同安湾口约 20km^2 海域，总面积 55km^2；厦门管辖的其他海域为中华白海豚保护区外围保护地带，面积 255km^2。厦门中华白海豚保护区未细分缓冲区和实验区，实行**非封闭性管理**。

（2）白鹭保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区白鹭保护区的范围为大屿岛、鸡屿岛全部陆域和滩涂；大屿岛位于厦门西海域，北纬 24°27′30″~24°27′57″、东经 118°02′32″~118°02′51″范围内；鸡屿岛位于九龙江口海域，北纬 24°25′50″~24°26′18″、东经 118°00′00″~118°02′48″范围内；保护区范围包括两岛最低潮位线以上的所有滩涂，总面积约 2.17 km^2，其中大屿岛面积 17.9hm^2（0.179km^2），滩涂面积 46.1hm^2（0.461km^2）；鸡屿岛面积 40.1hm^2（0.401km^2），滩涂面积 112.9hm^2（1.129km^2）。

（3）文昌鱼保护区

厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（文昌鱼）位于黄厝海域，面积 18.71km^2。外围保护地带位于厦门与大金门岛之间的南线至十八线一带海域，面积 32.06km^2 和小嶝岛以南与大金门岛之间的海域，面积 11.11km^2，总面积 43.17km^2。

7.2 本工程与自然保护区的位置关系

本工程位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（中华白海豚），距离中华白海豚保护区（同安湾口海域）的最近距离为 1.3km，与中华白海豚保护区（西海域）的最近距离约 5.0km，与文昌鱼外围保护地带最近距离约 9.8km，与文昌鱼保护

区（黄厝）的最近距离约 11.0km，与文昌鱼外围保护地带（小嶝岛以南与大金门岛之间的海域）的最近距离约 22.5km，距离白鹭保护区大屿 14.3km，鸡屿 18.7km。

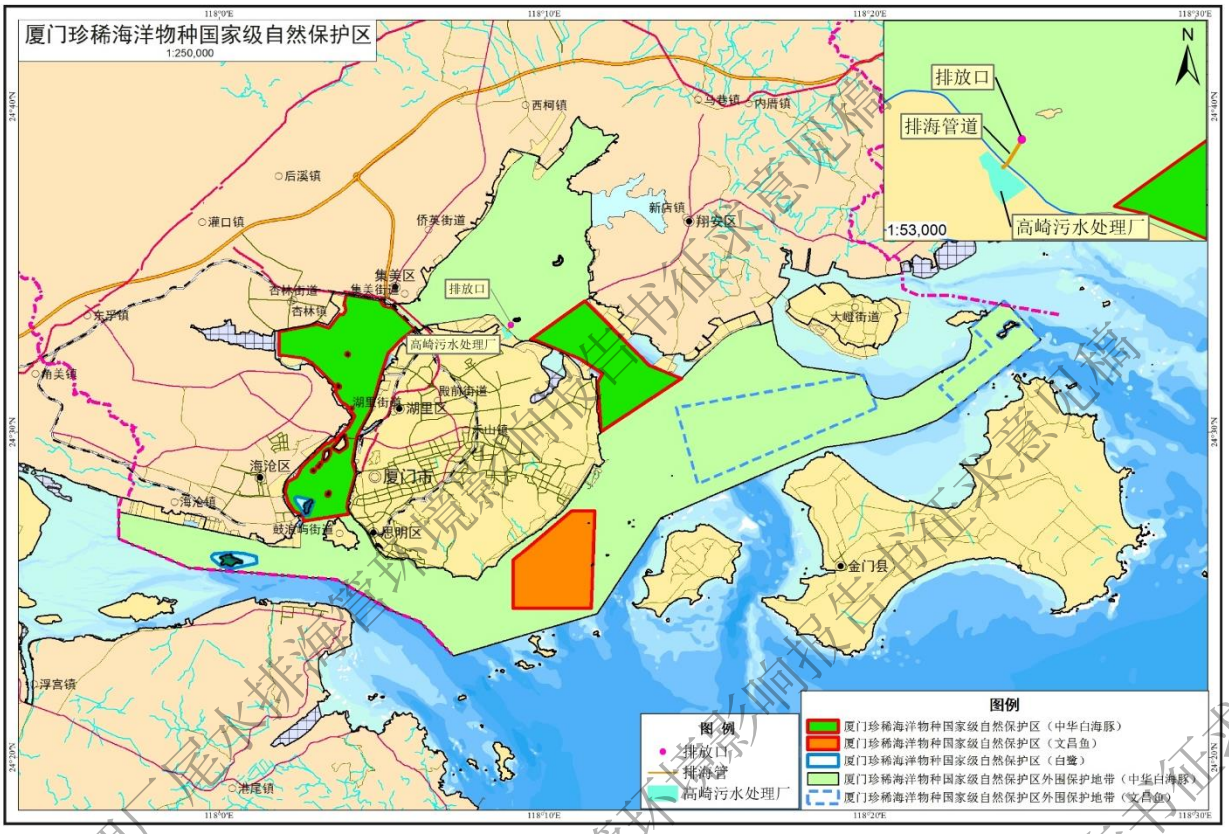


图 7.2-1 工程与自然保护区的位置关系

7.3 主要保护生物资源状况

7.3.1 厦门海域中华白海豚分布与数量调查

7.3.1.1 2010 年～2015 年厦门湾调查情况

(1) 调查区域及路线

2010 年 8 月至 2015 年 7 月，采用船基样线法（boat-based treansect line Method）和照相识别法（Photo-identification Method）对整个厦门湾的中华白海豚进行了调查。调查范围包括厦门全海域、漳州部分海域、部分泉州水域和金门部分海域，全面积约 760km²。调查路线如图 7.3-1 所示。

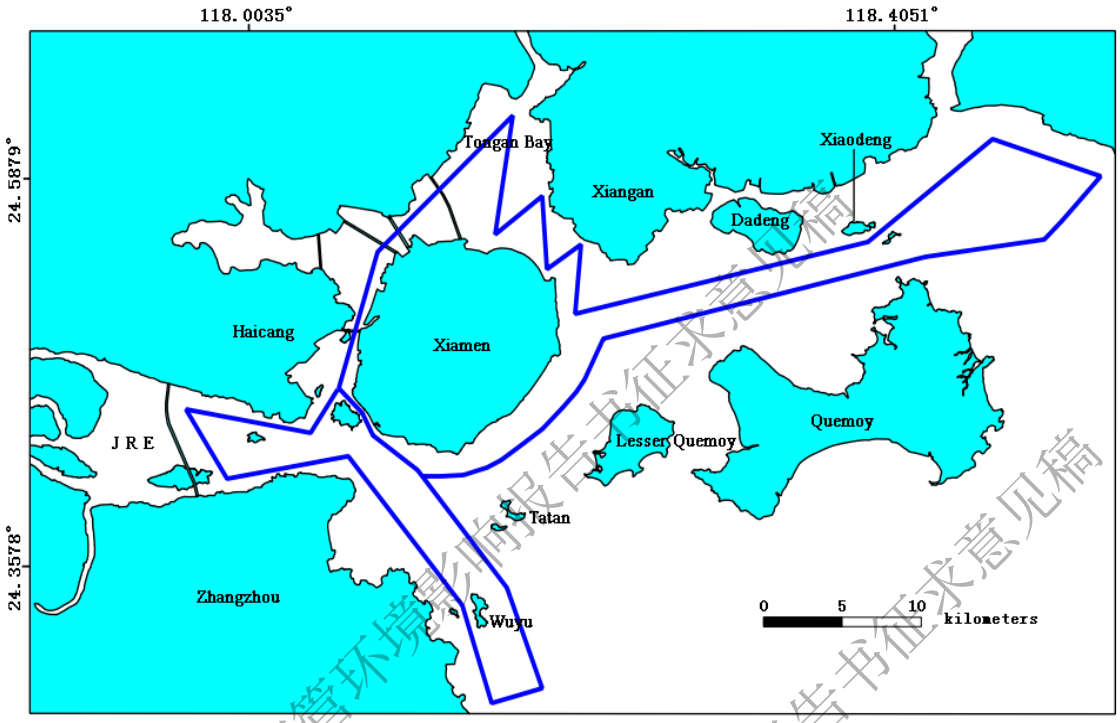


图7.3-1　2010－2014厦门湾中华白海豚调查路线图

(2) 厦门湾中华白海豚的分布

从图 7.3-2 可以发现，调查期间全厦门湾都有中华白海豚分布，最北至同安湾的鳄鱼屿以北，最南至浯屿，最西至鸡屿以西靠近厦漳大桥，最东在小嶝岛以东的围头湾都有白海豚的分布。通过将中华白海豚的发现位点与厦门中华白海豚保护区核心区位置进行对比可见，同等调查条件下，厦门中华白海豚保护区西港核心区范围内单位面积发现的中华白海豚次数最多，且在该水域集群也最多，常有较大群的中华白海豚出现，在总共 172 次的发现记录中就占 32 次（18.5%）。相比较黄宗国和刘文华（2000）及 Chen et al.（2007）的调查结果，同安湾水域发现白海豚的分布有所下降，相反，在漳州浯屿、围头湾及金门北侧水域的分布增多。同安湾水域发现白海豚的次数较少；相反在大嶝和小嶝水域发现的次数较多。在厦门中华白海豚保护区同安湾核心区内却仅有 16 次发现记录（9.3%）。这同时也表明，有绝大部分（124 次）的中华白海豚发现记录是位于核心区外的（77.2%）。在这 172 次发现中，绝大多数位于九龙江口外侧海域及同安湾口至金门北侧海域（通常称大小嶝海域），且小嶝岛以东的围头湾都有白海豚的分布（Wang et al., 2015）。

2010 年-2015 年调查期间，发现的中华白海豚分布特征与历史调查结果类似：全厦门湾中华白海豚的分布具有明显的季节性变动规律，在冬季和春季，中华白海豚偏向选择厦门西海域和同安湾及同安湾口等水域活动；而在夏季和秋季，中华白海豚则偏向选择外围的九龙江口、浯屿及大小嶝海域活动（图 7.3-3）。具有明显的季节性变动规律，在冬季和春季，中华白海豚偏向选择厦门西海域和同安湾及同安湾口等水域活动；而在夏季和秋季，中华白海豚则偏向选择外围的九龙江口、浯屿及大小嶝海域活动。

(3) 厦门湾中华白海豚社群结构特征

厦门湾中华白海豚东部社群和西部社群分别活动于厦门湾东部水域和西部水域。东部社群活动于大小嶝、围头湾、同安湾及厦金海峡等东部水域，其 95%的核心栖息地位于大、小嶝水域；西部社群主要活动于西港、九龙江口和浯屿等西部水域，其 95%的核心栖息地位于厦门西海域和九龙江口鸡屿岛南侧（图 7.3-4）。

(4) 厦门中华白海豚种群数量变动趋势

1994 年至 1999 年间，自然资源部第三海洋研究所黄宗国和刘文华先后在厦门及邻近的漳州水域设立 20 个中华白海豚监测站，对白海豚的分布情况进行了长期的监测，并利用 DISTANCE 软件估计厦门水域中华白海豚的种群数量约为 60 头。2004-2008 年间，南京师范大学采用单船结合多船调查了厦门水域白海豚的种群数量，通过截线抽样法进行统计分析，估测厦门白海豚的种群数量约为 86 头，较为合理的区间范围为 67-93 头（Chen et al., 2006），后又更正为 76 头（Chen et al., 2009）。2010 至 2015 年间的调查显示，厦门湾中华白海豚的种群数量 65 头左右（95%CI = 55-75 头），而且通过照相识别法，识别了其中的 58 头个体。根据本研究 2010 至 2014 年间每年的调查结果，结合九十年代和 2004 至 2008 年的调查结果，厦门中华白海豚种群大小变动不大，基本趋于稳定，种群数量在 60-70 头左右。

(5) 厦门湾中华白海豚重要栖息地及生态功能

野外截线抽样法调查期间发现白海豚后，采用“Continuous recording method”对白海豚的行为进行持续观察和记录，记录的行为主要是摄食行为（Foraging）、迁移行为（Travelling）、母仔豚（Mother-Calf Pair）和抚幼行为（Breeding），定义详见 Parra（2006）。根据不同长期累积的季节摄食行为、迁移行为、母仔豚和抚幼行为的发现 GPS 位点，对厦门湾中华白海豚不同栖息地的生态功能进行区划。在冬季和春季，中华白海豚更倾向

选择厦门西海域和同安湾口等内湾活动，西港和同安湾口是白海豚冬春季的重要摄食地；在夏季和秋季，中华白海豚更倾向选择外围的九龙江口、浯屿及大小嶝海域活动，这三个地方是白海豚夏秋季的重要摄食地；厦－金海峡是东、西部社群的唯一迁移通道（图 7.3-5）（Wang et al., 2016）。此外，还发刚出生的幼崽主要集中分布于东部的大嶝南侧海域和西部的九龙江口鸡屿南侧海域，这两个海域可能是中华白海豚潜在的繁育和抚幼场所（图 7.3-6）（Wang et al., 2016）。

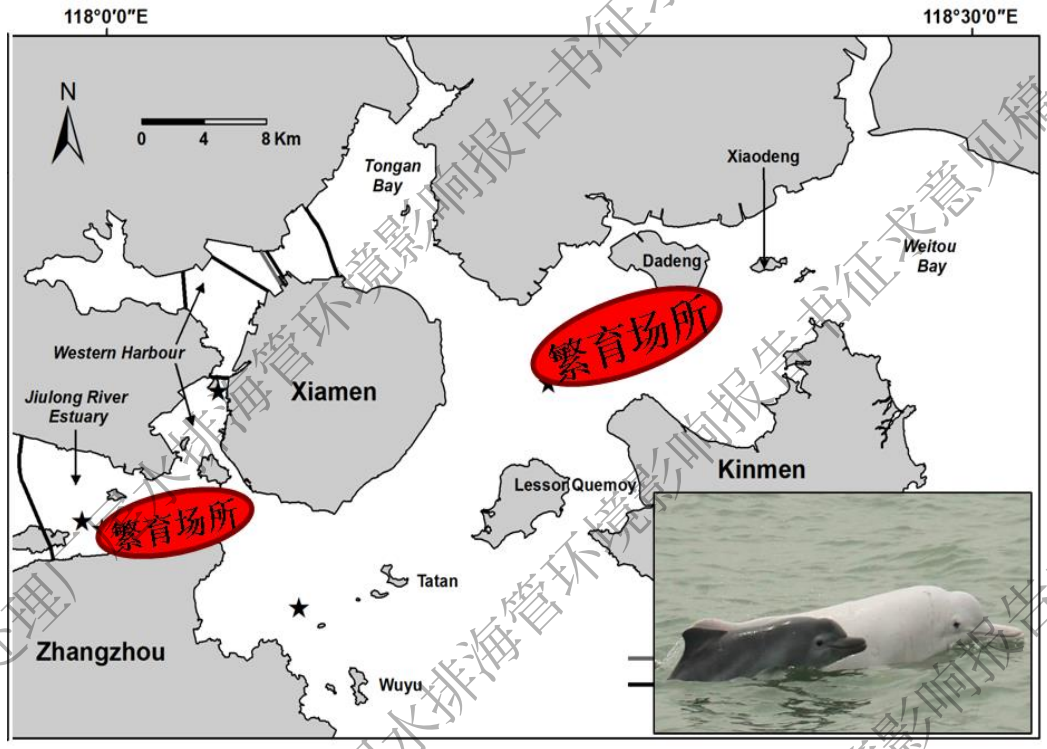


图 7.3-5 厦门湾中华白海豚栖息地生态功能区划

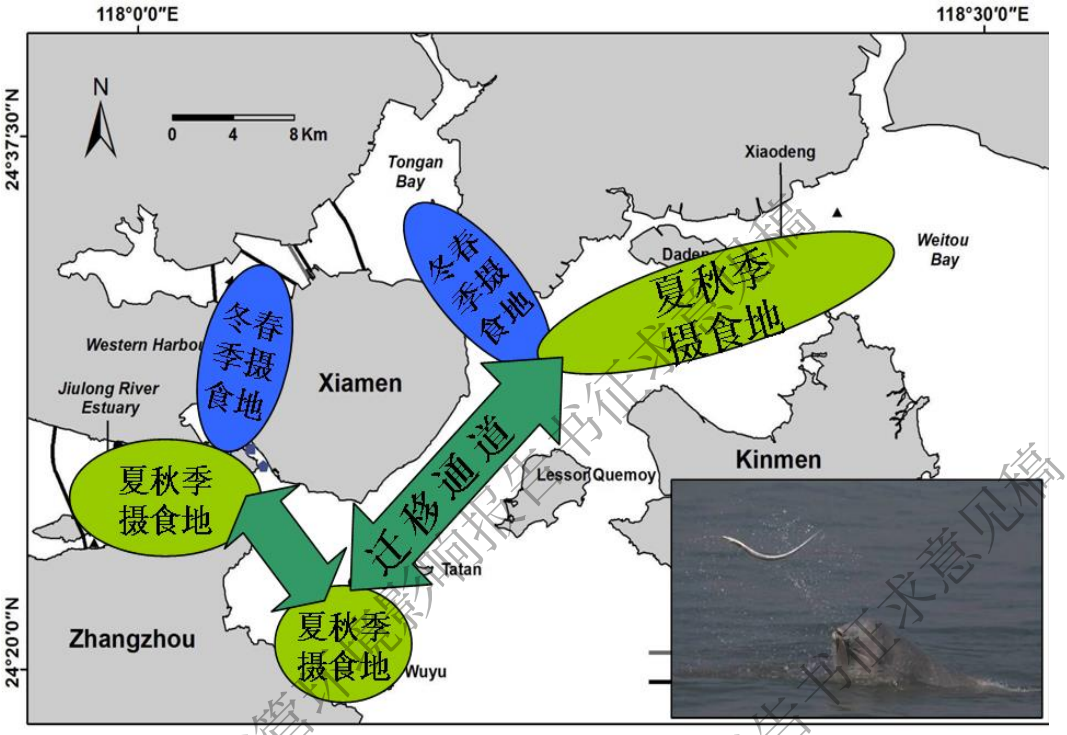


图 7.3-6 厦门湾中华白海豚潜在繁殖和抚幼场所

7.3.1.2 2017～2018 年厦门湾调查结果

南京师范大学于 2017 年 9 月至 2018 年 8 月共进行了 102 个航次的船只跟踪和拍照识别，范围遍及厦门泉州漳州水域及邻近的河口，考察累计航程 4428.06km，累计目击中华白海豚 114 群次、514 头次。本次考察累计照片识别个体 50 头。

（1）区域分布

通过将发现的位点与厦门中华白海豚核心区域进行对比可见，厦门西海域核心区发现白海豚的次数较多，而在同安湾核心区发现次数较少。虽然在厦门全海域都具有白海豚分布，但具有明显的区域性分布特点。在至目前 114 次发现记录中厦门西海域（海沧大桥至鼓浪屿南侧，区域一）占据了 28 群次（24.56%），海沧大桥至杏林大桥（区域二）共目击 20 群次（17.54%），漳州港至浯屿（区域三）共目击 5 群次（4.39%），鼓浪屿东侧至五通码头（区域四）共目击 3 群次（2.63%）刘五店至澳头（区域五）共目击 5 群次（4.39%），澳头至大嶝（区域六）发现 17 群次（14.91%）。鼓浪屿西侧至厦漳大桥（区域七）共目击 26 群次（22.81%），小嶝至围头湾（区域八）发现 10 群次（8.77%），如图 7.3-7 所示。

综上所述，厦漳泉水域都有白海豚分布，在厦门水域分布更为广泛，活动也较为频

繁，在漳州水域（浯屿及厦漳大桥附近水域）和泉州水域（小嶝岛以东水域）也有白海豚分布但较为分散。厦门西海域核心区是白海豚活动最为频繁的水域，通常为成群活动，偶尔也为单头活动。同安湾至小嶝岛以东沿线水域都有白海豚发现记录。

7.3.1.3 同安湾海域中华白海豚分布调查

(1) 调查方法与调查路线

调查方法采用样线法调查与照相识别法相结合的方法。

调查路线为图7.3-10所示的路线3，从五通码头出发，覆盖整个同安湾，至琼头后往厦金海峡，至二担后折回五通码头。

调查时间为2016年1月至2017年12月，共计21个航次。

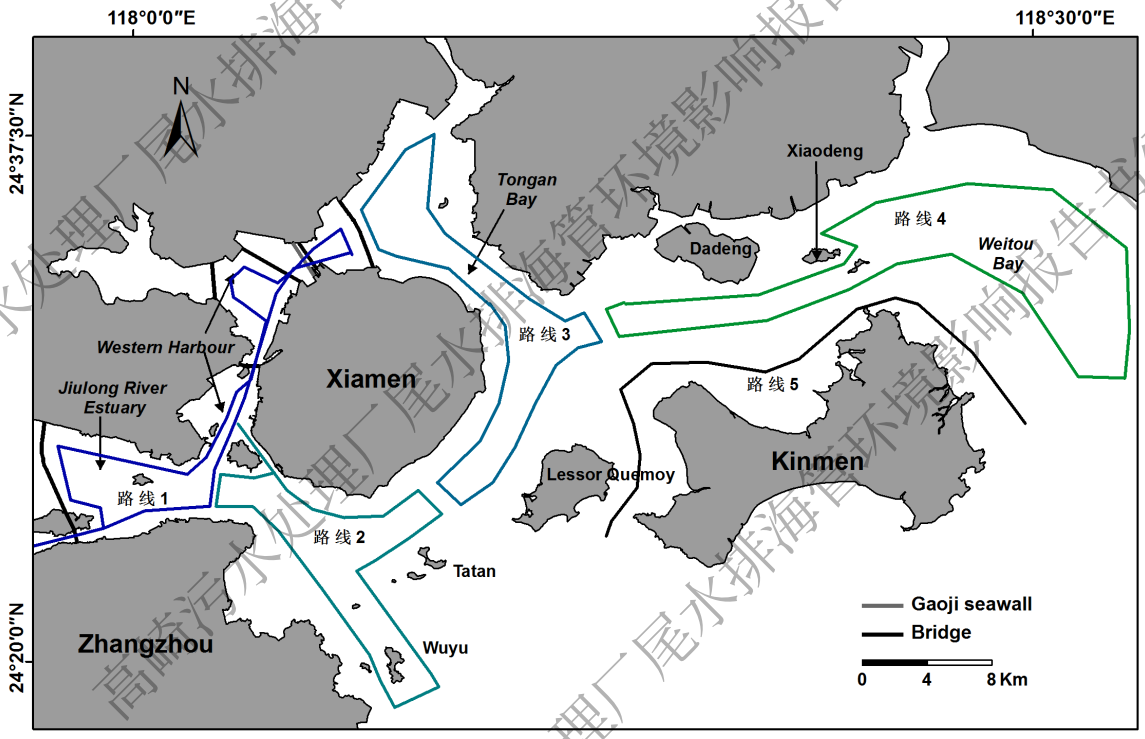


图7.3-10 厦门湾中华白海豚调查路线图（路线3为同安湾及邻近水域调查路线）

(2) 调查结果

2016 年在同安湾共进行 1、2、3、5、6、7、8、10、11 和 12 月共 10 个航次的样线法调查，每个航次调查均覆盖整个同安湾及邻近水域。10 个航次调查共进行样线 1072km，共发现海豚 9 群 38 头次，平均群体大小为 4.22 头/群，最大群为 9 头次，最小为 1 头

次，具体信息见表 2 和 3。2016 年全年 10 个航次的群体遇见率为 0.84 群/100km，个体遇见率为 4.22 头/100km。

2017 年在同安湾共进行 1、2、3、4、5、6、7、9、10、11 和 12 月共 11 个航次的样线法调查，每个航次调查均覆盖整个同安湾及邻近水域。11 个航次调查共进行样线 1210km，共发现海豚 12 群 49 头次，平均群体大小为 4.08 头/群，最大群为 10 头次，最小为 1 头次，具体信息见表 2 和 4。2017 年全年 11 个航次的群体遇见率为 0.99 群/100km，个体遇见率为 4.05 头/100km。

2016 和 2017 年同安湾及附近水域共计发现中华白海豚 21 群，如图 7.3-19 所示，整个同安湾都有分布，但主要分布于同安湾口至鳄鱼屿以南水域，共发现 16 群，占 76.2%(16/21)；鳄鱼屿以北的同安湾水域和集美大桥以东海域分布较少，仅发现 3 群，占 14.3%(3/21)。此外，在厦—金海峡发现 2 群，占 9.5%(2/21)。各群体大小详见图 7.3-11。

通过照相识别，2016 累积识别 26 头中华白海豚，与 2010-2014 年的个体识别数据库进行比对发现，这 26 头中华白海豚都是以前识别过的个体。2017 累积识别 30 头中华白海豚，与 2010-2014 年的个体识别数据库进行比对发现，这 30 头中华白海豚都是以前识别过的个体。将 2016 和 2017 综合比对，总共累积识别 32 头。

7.3.1.3 中华白海豚分布小结

（1）厦门中华白海豚种群变动趋势

1994 年至 1999 年间，国家海洋局第三海洋研究所黄宗国和刘文华先后在厦门及邻近的漳州水域设立 20 个中华白海豚监测站，对白海豚的分布情况进行了长期的监测，并利用 DISTANCE 软件估计厦门水域中华白海豚的种群数量约为 60 头。2004－2008 年间，南京师范大学采用单船结合多船调查了厦门水域白海豚的种群数量，通过截线抽样法进行统计分析，估测厦门白海豚的种群数量约为 86 头，较为合理的区间范围为 80 至 100 头（Chen et al., 2008），后又更正为 76 头（Chen et al., 2009）。根据厦门海域中华白海豚个体识别数据库，2010－2014 年间共识别出了 58 头具有显著识别特征的中华白海豚个体。2016、2017 年总共累积识别 32 头。结合九十年代和 2004 至 2008 年的调查结果，显示厦门中华白海豚种群大小变动不大，基本趋于稳定，种群数量在 60－70 头左右。

（2）厦门湾中华白海豚季节性分布规律

2010 年 8 月至 2015 年 7 月，海洋三所对厦门湾（包括全厦门海域及邻近的部分漳州和泉州水域）白海豚的季节性分布规律和不同季节的核心分布范围进行了研究，共进行 60 个航次的野外调查，发现白海豚 157 群，季节划分将 3-5 月划分为春季；6-8 月划分为夏季；9-11 月划分为秋季；12-2 月划分为冬季。研究发现，厦门湾中华白海豚的分布具有明显的季节性规律，在冬季和春季，主要分布于厦门西海域和同安湾口水域；在夏季和秋季，白海豚主要分布于九龙江口南侧、浯屿及大小嶝水域。

7.3.2 厦门海域文昌鱼分布与数量调查

7.3.2.1 厦门海域文昌鱼资源历史分布概况

厦门文昌鱼原产地在刘五店附近海域（卢振彬，1998）。上个世纪 60 年代之前，刘五店、欧厝、琼头等海域都有文昌鱼分布，而且资源也十分丰富，特别是刘五店鳄鱼屿海域。60~70 年代相继修建了汀溪、溪东水库，减少了淡水入海，也减少了入海的沙量。后来，海堤的建造、大面积的围垦，致使水动力条件变差，淤泥大量沉积，沙地面积减小，导致文昌鱼逐年急剧减产。进入 80 年代以来，城市建设的规模扩大，盖房建厂、填海造地、养殖围垦等，泥土大量入海，文昌鱼赖以生存的沙质环境进一步受到破坏，原来的文昌鱼渔场消失，资源遭毁灭性的破坏。1980-1981 年间曾在鳄鱼屿的东面和西南采集到文昌鱼，但数量已很少。

从上世纪 90 年代末起，文昌鱼主要发现于南线-十八线、前埔（黄厝）海区，同安渔民也将生产作业区转移到前埔（黄厝）海域（汪伟洋，1989）。

7.3.2.2 2007 年至 2018 年厦门文昌鱼资源调查与分析

以下内容摘自福建海洋研究所编制的《2007-2018 年厦门海洋珍稀物种自然保护区生态环境监测报告》。福建海洋研究所于 2007 年至 2018 年的 5 月、8 月和 10 月对厦门文昌鱼自然保护区和外围保护地带进行文昌鱼资源调查监测，在黄厝海域、南线至十八线海域、小嶝岛海域和鳄鱼屿海域均布设了文昌鱼调查站位，历年具体调查站位见图 7.3-12。

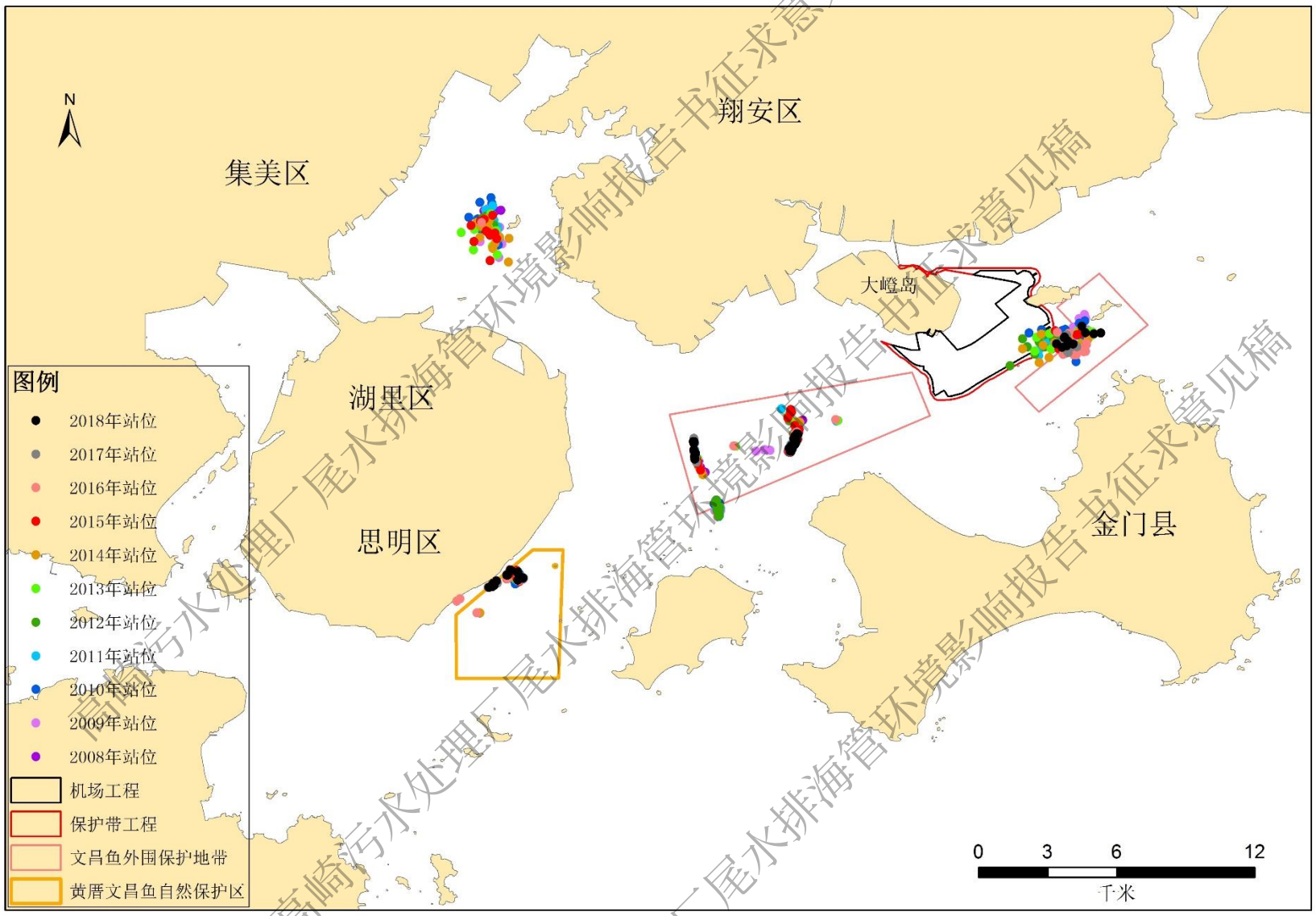


图 7.3-12　2007 年至 2018 年厦门文昌鱼自然保护区文昌鱼资源调查站位

调查结果如下：

①厦门文昌鱼保护区自然保护区

2007-2018 年以来厦门文昌鱼保护区的文昌鱼平均栖息密度和平均生物量一直处于波动状态，大致以四年为一周期，升高再逐年下降。平均栖息密度在 2008 年达到最高 113.35 尾/m^2 后逐年下降，至 2012 年又升高至 91.44 尾/m^2，再次逐年下降，至 2015 降至最低 18.83 尾/m^2，后波动上升，总体而言平均栖息密度是处于下降趋势的。平均生物量与平均栖息密度基本保持同步波动，同样在 2008 年达到最高 4.45g/m^2，2013 年升至次高 3.5g/m^2，2016 年达到最低 0.77g/m^2，总体而言平均生物量是处于下降趋势的。

2007 年-2018 年以来厦门文昌鱼保护区的文昌鱼平均体长变化不大，平均体长最大是 2007 年的 30.64mm，平均体长最小是 2016 年的 20.24mm，无明显变化趋势。

②黄厝保护区

2007-2018 年以来黄厝保护区的文昌鱼栖息密度处于波动状态，2008 年栖息密度达到最高 127.27 尾/m^2，这主要与 2007 年开展的增殖放流活动有关。2009-2013 年稳定于 70-85 尾/m^2 区间内，2014-2015 年明显下降至最低 22.00 尾/m^2，2018 年反弹后又逐年下降。生物量不同于栖息密度的波动状态，而明显处于下降趋势，在 2008 年达到最高 6.99g/m^2 之后便逐年下降，2013-2014 年略微升高后又继续下降，2015 年的生物量达到最低点 0.9g/m^2，2018 年接近最低点 0.91 g/m^2。

2007 年-2018 年以来黄厝保护区的文昌鱼平均体长变化不大，平均体长最小是 2016 年的 15.82mm，平均体长最大是 2014 年的 30.63mm，无明显变化趋势。

③南线至十八线外围保护地带

2007-2018 年以来南线至十八线外围保护地带的文昌鱼栖息密度处于明显波动状态，2008 年和 2012 年栖息密度达到最高 127.27 尾/m^2 和次高 96.63 尾/m^2，2013 年起开始逐年下降，至 2015 年达到最低 16.22 尾/m^2。生物量以 2012 年为界，之前波动上升至 2012 年达到最高 4.02g/$m^{2,}$，之后逐年下降至 2016 年达到最低点 0.77g/m^2，2017-2018 年有所上升。

2007-2018 年以来南线至十八线外围保护地带的文昌鱼平均体长变化不大，平均体长最小是 2016 年的 22.71mm，平均体长最大是 2018 年的 34.53mm，无明显变化趋势。

④小嶝岛外围保护地带

2007-2018 年每年的 5 月、8 月和 10 月均在小嶝岛海域设置 4 个文昌鱼调查站位进行调查，但均未采集到文昌鱼。

⑤鳄鱼屿海域

2007-2016 年每年的 5 月、8 月和 10 月均在小嶝岛海域设置 4 个文昌鱼调查站位，但均未采集到文昌鱼。

7.3.2.3 小结

整体来说，全厦门海域文昌鱼资源分布范围和资源密度较历史均有不同幅度的缩小和下降，刘五店-鳄鱼屿的渔场早已消失，从上世纪 90 年代末起，文昌鱼主要发现于南线-十八线、黄厝-前埔海区，但这两个海区文昌鱼密度与历史相比也有明显下降。2011 年起，小嶝岛—角屿外围保护地带、鳄鱼屿海域已多年未采到文昌鱼。

本工程位于大离浦屿西南侧，从厦门文昌鱼的历史和现状分布，以及海洋环境现状调查的结果来看，工程区域没有发现文昌鱼的分布。

7.4 工程建设对中华白海豚影响分析

7.4.1 施工悬浮泥沙对中华白海豚的影响分析

从生理结构上来看，中华白海豚是用肺呼吸的水生哺乳动物，这有别于用鳃呼吸的鱼类，它呼吸时头部露出水面直接呼吸空气，浑浊的水体对其呼吸影响不大；其视觉不发达，主要依靠位于头部的回声定位系统来探测周围环境和识别物体，进行摄食活动和个体间的沟通联系，因此推测水中泥沙悬浮物的增加对中华白海豚的摄食影响较小。

从生境选择上来看，中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好（Jefferson，2000；Bowater等，2003）。

从生态习性上来说，中华白海豚长期生活在河口海域，通常河口海域水体较浑浊，表明中华白海豚对浑浊水体具有一定的适应性。2007年03月19日在鸡屿水域发现9头白海豚时，正值退潮，鸡屿附近形成了面积比较大的浑浊区域，但仍见白海豚在其中自由活动、摄食。2007年11月13日、20日在目屿岛与海门岛之间，及鸡屿南侧浑浊的海域中发现10头中华白海豚，经监测海水中悬浮物分别为27mg/L和22mg/L。另外，经取样监测，当时周边非浑浊区域海水中悬浮泥沙含量11mg/L～16mg/L。可见，海水中的悬浮泥沙增量达11mg/L～16mg/L时，中华白海豚仍可以自由活动的。

工程建设对海水水质造成的影响范围约为1.21km^2（浓度≥10mg/L），沿涨落潮方向最大长度约为3.7km，垂直潮流方向最大宽度约为550m。总体上，影响范围主要集

中在大离浦岛西北、西南侧的狭长海域。工程建设引起的悬浮泥沙浓度增量10 mg/L的包络线未到达同安湾口中华白海豚保护区边界，在同安湾口中华白海豚保护区内的最高浓度增量约为9.27mg/L。由于中华白海豚用肺呼吸，对浑浊水体具有一定的适应性和趋避能力，而且中华白海豚靠回声定位系统觅食，回避敌害和与同伴沟通，因此施工产生的悬浮泥沙浓度增加虽对中华白海豚的活动空间有短暂的影响，但不会对中华白海豚的摄食、社交等活动产生明显的影响，并将随施工结束而消失。。

施工悬浮泥沙将造成悬浮泥沙浓度增量超过10mg/L范围内的鱼卵、仔鱼、游泳动物资源量有所减少，从而对工程区局部海域中华白海豚的饵料资源产生一定的影响，但这种影响将随着施工结束而消失。

图7.4-1　施工悬浮泥沙最大包络范围与保护区位置叠加图

7.4.2 水下噪声对中华白海豚的影响分析

7.4.2.1 声波在水下衰减规律

自然界各种声源的声波在水下的传播具有随距离逐步衰减的规律，引起声波在介质中传播衰减的原因，可归纳为以下几个方面：

1）扩散损失，由于声波波阵面在传播中不断扩展而引起的声强衰减（几何衰

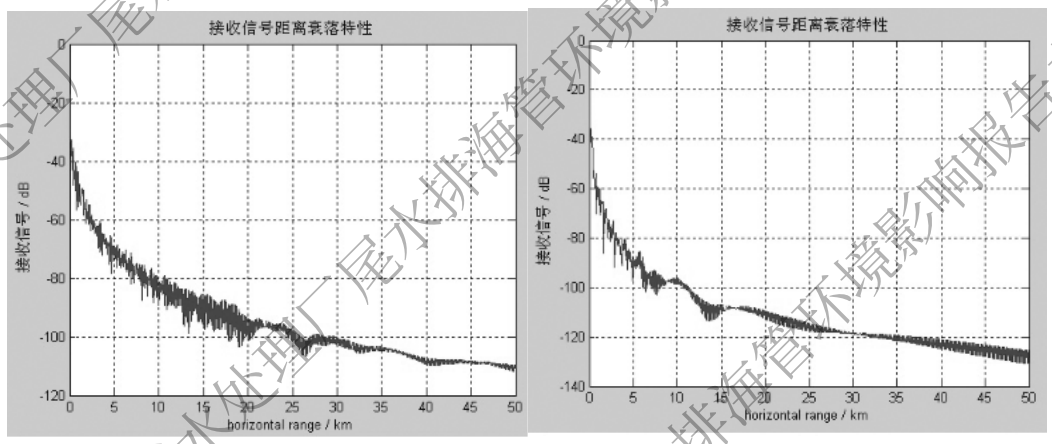
减）；

2）吸收损失，指在均匀介质中，由于介质粘滞，热传导以及其他驰豫过程引起的声强衰减；

3）散射损失，在海水介质中，存在泥沙、气泡、浮游生物等悬浮颗粒或物体，以及介质不均匀引起的声波散射和声强衰减；

4）边界损失，包括海水上下界面对声波的吸收和反射损失。

厦门市海洋与渔业局曾委托厦门大学许肖梅等人进行了相关研究。采用射线声学模型从计算机仿真得到的声信号随距离的变化关系（海深40m，声源处于水下3m，接收机处于水下5m），见图7.4-2。研究结果表明：声波随距离的衰减曲线可以分成三部分，一部分是近距离处的平坦衰减，比较符合平方反比衰减规律；第二部分是近距离处的起伏衰落，其适用距离的上限可达20km，这中间存在很大的衰落起伏，但这一部分的衰减也近似符合平方反比规律；第三部分则是处于较远距离，其衰减较为平坦，大致符合反比规律；更远处的衰落则更加平坦，在不同海况下，传播损失的差别很大。



海况为 1 级时的传播损失海况为 3 级时的传播损失

图 7.4-2 海况为 1、3 级时的传播损失（载频 5kHz）

7.4.2.2 水下噪声对中华白海豚的影响等级

水下噪声对中华白海豚的影响与伤害主要包括行为与听觉两个方面。在中华白海豚行为方面，水下强噪声会导致中华白海豚的声行为变化、捕食行为变化、以及回避和迁移行为等。在声行为方面，中华白海豚（海豚）可以通过增大声信号的幅值或持续时长，克服水下噪声对声信号的屏蔽效应【Weilgart, et al, 2007】。在海豚听觉方面，水下强噪声会造成海豚听觉系统的听阈变化(Threshold shift, TS)。根据噪声造成的听阈变化持续

时效的不同，可将其分为短暂性听阈改变(Temporary Threshold Shift , TTS)与永久性听阈改变(Permanent Threshold Shift , PTS)。TTS 类型的听阈变化可以在经过某段时间后完全恢复为零，即噪声对海豚听阈的影响完全消除，PTS 类型的听阈变化则是永久性的。

有关研究表明，长时间暴露于高水平水下噪声对鲸豚类动物可能造成的慢性威胁包括：遮蔽效应和听力损失、行为模式改变（如躲避）、紧张等。当海豚听觉系统所接收到水下噪声的有效声压级超过 180 dB/1μPa 时，海豚的听觉系统有可能会出现 TTS。美国国家海洋渔业局和 NOAA 噪声工程“声阈值导则”中制定的标准规定，鳍脚类和大多数鲸豚类海洋哺乳动物所接收到的空气枪噪声声压级应低于 190 dB/1μPa，须鲸和抹香鲸所接收到的空气枪噪声声压级应低于 180dB/1μPa【http://www.nwr.noaa.gov /Marine-Mannals/MM -sound-throshld.cfm】。参考这些资料可以对水下工程噪声的危险性进行分级。其中声源级高于 180 dB/1μPa 的水下噪声为危险级，可能会对海豚的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声和水下爆破噪声。声源级在 120~180 dB/1μPa 范围的水下噪声为警告级，可能会对海豚行为产生影响，主要有施工船舶噪声以及钻孔噪声和开挖噪声。声源级低于 120 dB/1μPa 的水下噪声强度基本接近海洋环境噪声，因此评定为安全级 9（见表 7.4-1）。目前我国尚未颁布中华白海豚的最大可承受声压标准。

表 7.4-1 水下噪声对海豚听觉影响分析单位：dB/1μPa

噪声声源级	噪声级别	噪声类型	噪声影响
> 180	危险级	打桩、爆破噪声	海豚听觉损伤、TTS
120 - 180	警告级	船舶、钻孔、开挖噪声	干扰海豚行为
< 120	安全级	海洋环境噪声	影响较小

7.4.2.3 施工水下噪声对中华白海豚影响分析

施工水下噪声对中华白海豚的影响采用类比分析的方法，工程主要施工行为是抓斗船挖泥开挖，因此主要类比开挖施工的水下噪声监测结果。

厦门大学许肖梅等人对漳州郭坑簋渡铁路桥附近的两台采砂船同时工作的水下噪声进行测量（测量点水深10m，水听器所处深度5m）结果为：在距离采砂船较近（5m）时，2.032kHz频点上所测的噪声谱级为109dB /1μPa，在距离为20m相同的频点上，所测到的谱级为102dB /1μPa，在30m处所测到的谱级为101dB /1μPa。因此，在离采砂船5m的近距，与在同样频点上无采砂船工作时的77.5dB /1μPa的水下环境背景声相比，噪声强度提高了约30dB /1μPa。

本工程水下噪声主要来自施工船舶挖泥作业及航行。类比漳州郭坑的开挖水下噪

声监测结果，施工造成水下声压在距离采砂船 5m 时，2.032kHz 频点上所测的噪声谱级为 109dB /1μPa，低于 120 dB /1μPa（非脉冲式噪声可对动物产生行为妨害的限值），而且随着传播距离的增大，声波能量在传播中随距离的增加成反平方规律衰减，主要局限于施工区域及其周边。由于总的噪声谱级并不是很高，远低于美国国家海洋渔业机构（NMFS）颁布的鲸类最大可承受声压标准 180dB/1μPa，本工程施工和船舶航行水下噪声对中华白海豚的影响主要表现为引起工程区附近中华白海豚的回避和迁移行为，并对其个体之间的交流产生一定滋扰影响，对中华白海豚的听觉影响较小，不会造成中华白海豚的听力损失。总体上，本工程施工产生的水下噪声对工程海域的中华白海豚影响较小。

7.4.3 施工船舶航行对中华白海豚的影响分析

施工期来往的船舶数量增多，导致中华白海豚因躲避不及而遭遇船舶的撞击或螺旋桨的伤害的风险有所提高。船舶在各种不同的通航速度时对中华白海豚的影响会有所不同。船舶由远及近靠近白海豚时，对中华白海豚的影响则由弱逐渐加强，如果船舶速度较快，中华白海豚则有可能没有足够的时间反应，被船体或是螺旋桨撞伤或是致死；如果船舶速度控制在较低的水平，让中华白海豚有足够的反应时间，其可采取适当的逃避行为以避开船舶。一般情况下，大中型船舶的通航速度相对较低，而且大多直线行驶，转弯缓慢，对中华白海豚的直接撞击的可能性较小；而交通艇等小型船舶由于速度较快，灵活性高，经常突然性的改变方向，对中华白海豚的潜在威胁较大。

由于本工程船舶进出港时受航道水深、航道宽度等自然条件的限制，以及从安全角度考虑，航速较小，并且根据《厦门市中华白海豚保护规定》，本工程位于同安湾海域，船舶航速应低于 10 节，而中华白海豚的游泳速度可达 12 海里/小时，在受到惊吓或是感受到危险时，其逃避时的速度会更快，故中华白海豚有足够的时间作出反应，采取规避行为。且中华白海豚在厦门海域具有较大的活动范围，对船舶行驶具有一定的适应能力和躲避能力。因此，本工程船舶正常航行对中华白海豚的影响不大。

本工程施工船开始工作前，应密切注意观察船舶周围区域是否有白海豚出入，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开工，避免螺旋桨等对白海豚的直接伤害；其它施工船舶航行时应控制航速在10节以内并密切观察海面，对中华白海豚应注意避让。

7.4.4 运营期对中华白海豚的影响分析

本污水厂拟选排放口离同安湾口中华白海豚保护区核心区最近距离约 1.3km，通过对近年来中华白海豚死亡原因调查与分析可知，除了年老生病自然死亡以及种群自身生理弱点之外，人为因素如炸鱼、电捕、流刺网等最易误伤海豚。由于本工程建成后，区域内原未经处理无序排放的污水将经生化处理达标后排放，整体上将大大削减陆源入海污染物负荷，对改善邻近海域生态环境质量有利。另从污水排放影响预测可知，按规划建设规模排放时，其尾水排放后污/海水混合区范围相对较小，尾水排放影响仅局限在有限范围内（长半轴为 400m，短半轴为 150m 的椭圆区域）（如图 7.4-2），对整个海区生态环境影响不大，并且尾水的排放水温与海水环境温度相近，尾水排放对中华白海豚及其饵料生物影响不大。据调查，同安湾是中华白海豚冬春季节摄食地。调查观测到中华白海豚的最近位置点位于排放口东侧海域 1.64km 处（见图 7.4-4），与排放口距离较远。根据上述分析，高崎污水厂尾水排放对中华白海豚生境影响不大。

图7.4-3　高崎排放口混合区范围与保护区

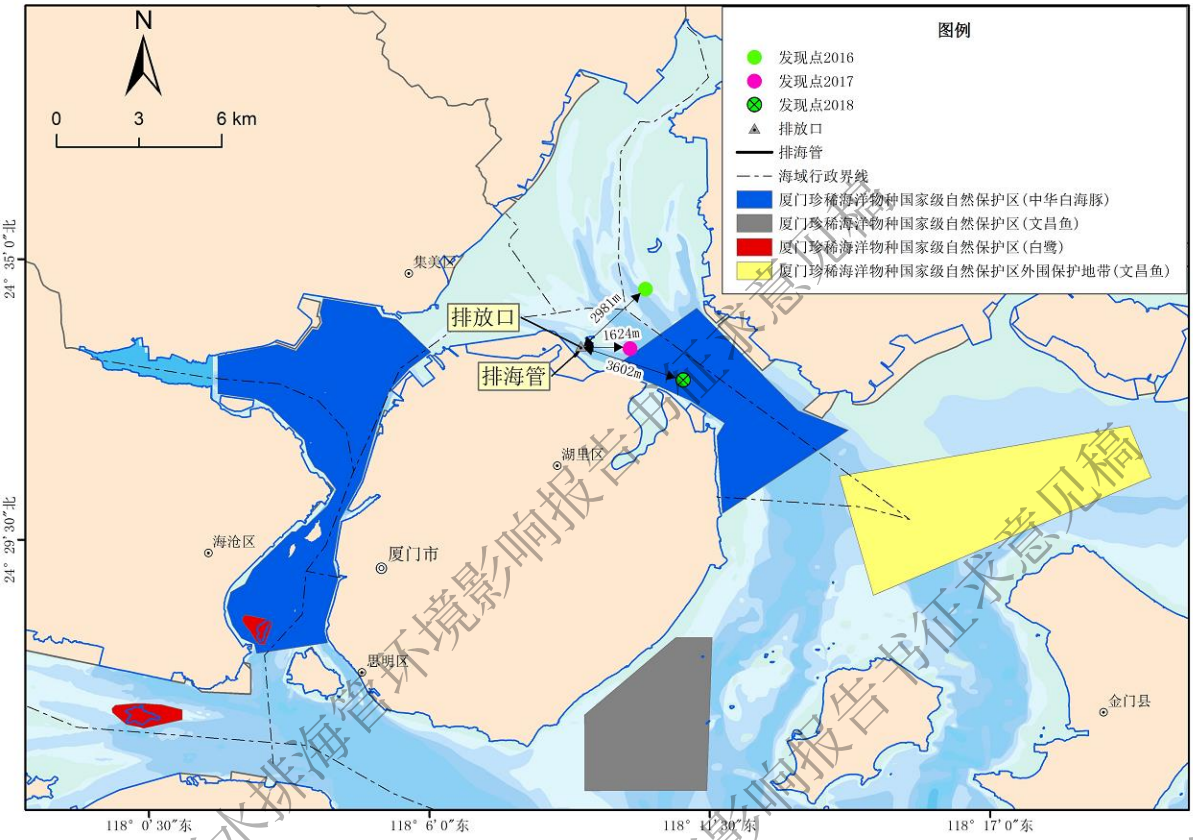


图 7.4-4　高崎污水厂尾水排放口与最近的白海豚发现点位置关系图

城市排水是城市基础设施的重要组成部分，直接影响到城市的各种功能发挥。本工程尾水排放管的建设将减少区域污水散排入海域，削减区域污染源，从长远来看，将进一步减轻对同安湾海域水质及海洋生态的影响，对中华白海豚及其栖息地是有利的。

7.4.5 小结

本工程位于中华白海豚外围保护地带，与同安湾口中华白海豚保护区最近距离1.3km，工程施工悬浮泥沙、施工噪声、船工船舶往来及运营期尾水排放可能对中华白海豚及其栖息环境产生一定影响，采取相应的环保工程措施、风险防范措施和生态补偿措施的情况下，可减轻其影响。从长远来看，高崎污水厂的建设，有利于削减厦门岛北部污水直接或间接以面源方式入海，减轻同安湾海域的水污染物接纳压力，而本项目作为高崎污水厂的配套工程，其建设将处理达标的尾水引至大离浦屿深水排放口排放，充分利用该深水排水口的良好扩散条件，有利于尾水污染物的充分稀释、降解，避免或减轻尾水污染物的累积影响，从而对维护和改善同安湾海域生态环境是有利的，对中华白海豚及其栖息地保护是有利的。

7.5 工程建设对文昌鱼影响分析

文昌鱼是一种半穴居滤食性的动物，喜沙性底埋生活的种类，对底质的要求非常严格。粒径适中的沙质环境是文昌鱼的基本生活条件之一，主要分布在中值粒径为 0.4～2.2mm 之间砂质中。破坏沙质环境，就破坏了文昌鱼的栖息地。文昌鱼大部分时间将身体埋于泥沙中，露出前端进行滤食，其滤食对象主要以硅藻和原生动物为主。常见的种类有园筛藻、舟形藻、小环藻、菱形藻等。生活的水温在 12～30℃之间，pH 值在 8.09～8.18 之间，盐度为 21～30（低于 15 时则会死亡）。

与文昌鱼外围保护地带最近距离约9.8km，与文昌鱼保护区（黄厝）的最近距离约11.0km，与文昌鱼外围保护地带（小嶝岛以南与大金门岛之间的海域）的最近距离约22.5km，距离较远。与本项目距离较近（与鳄鱼屿距离约4.1km）的同安湾刘五店鳄鱼屿海域，历史上曾是文昌鱼资源十分丰富的区域，但近年来未调查到文昌鱼分布。根据多年调查结果，本工程所在海域没有发现文昌鱼的分布。

本项目施工期对海域环境最主要的影响因素是施工悬浮泥沙。根据数模预测结果，清淤施工期间悬浮泥沙浓度高于10mg/L的总影响包络面积约1.21km^2，悬浮泥沙影响范围距离同安湾刘五店鳄鱼屿海域较远（距离约3.8km），对其基本没有影响。

本项目运营后，工程建设引起的冲淤变化范围主要在排放口附近周边100m范围内，尾水排放对海水水质和沉积物的影响范围主要局限在混合区范围（长轴400m、短轴150m）内，对同安湾刘五店鳄鱼屿海域基本没有影响。根据以上分析，本项目建设对文昌鱼及文昌鱼保护区基本没有影响。

7.6 减轻对中华白海豚、文昌鱼影响的生态保护措施

（1）选择具有良好资质和相关工程经验的施工队伍，提高施工人员对中华白海豚、文昌鱼的保护意识。将环境保护要求（含对中华白海豚、文昌鱼的保护要求）列入招标文件。施工单位应制定白海豚、文昌鱼应急救护预案，报保护区主管部门审核后实施。

（2）同时，大力宣传保护中华白海豚、文昌鱼的相关规定和奖惩机制，尤其是对海上作业人员；进行中华白海豚保护及救助方面、文昌鱼保护的宣传和培训，提高对中华白海豚、文昌鱼的关注度及责任感。

（3）应在施工地点半径 500m 范围内连续监测 5 分钟以上，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开始施工。

（4）开展施工监理，并观察对中华白海豚的影响，必要时立即采取措施（如利用船只对中华白海豚进行声学驱赶），甚至暂时停止施工。施工时，应密切注意观察施工船舶周围海域是否有中华白海豚出没，若有，应立即停止施工，注意避让，避免施工船舶机械对中华白海豚造成直接伤害等。一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配合保护区主管部门等采取应急救助措施。

（5）根据《厦门市中华白海豚保护规定》，在厦门中华白海豚自然保护区内活动时，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节。故施工船舶航速不得超过 10 节，航行时应注意观察周边海域的中华白海豚的活动情况。若发现有中华白海豚活动，则应注意避让，以免对中华白海豚造成伤害。

（6）在施工作业时，必须采用先进的工艺、严格的环保措施以减少悬浮泥沙的产生量，合理安排及缩短工期，最大限度地控制悬浮泥沙的扩散范围，缩短影响时间，进一步减轻对中华白海豚及其栖息环境的影响。

（7）禁止施工船舶含油污水和生活污水排海。施工船舶实施铅封管理。所有施工船舶含油污水和生活污水经收集后，通过有偿服务，委托专业、有资质的船舶污染物接收单位统一接收处理。施工人员生活污水应就近排入施工营地的生活污水处理、排放系统。

（8）施工船舶垃圾禁止投入海域。船舶垃圾收集后应通过有偿服务，委托专业、有资质的船舶垃圾回收服务公示落实接收处置。

（9）优先选用性能良好的低噪声施工设备，日常应注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。合理安排施工进度和时间，加强对施工船舶噪声的控制与管理。

（10）疏浚物外抛过程中，应当如实记录疏浚、清淤情况，向行政主管部门报告并接受其监督检查。严禁泥驳中途倾倒疏浚物，防止船运泥沙外溢现象。

（11）落实环境监测计划，环境监测计划中应包含中华白海豚活动观测计划，布设定点观测台，在水下施工作业期间定期观测。

（12）落实行保护区的生态补偿金额，实施生态补偿。

第八章　环境风险评价与分析

本章将对本项目进行风险识别、风险事故情形分析和风险预测与评价，提出环境风险管理对策。

8.1 环境风险识别

本项目施工期的环境事故风险主要施工船舶事故溢油环境风险；运营期的环境风险主要是尾水事故排放的环境风险，主要来自于以下几个方面：

（1）施工船舶事故性溢油的环境风险

排海管施工会用到挖泥船、拖船、驳船等施工船舶，施工过程中存在船舶碰撞导致的事故性溢油风险，溢油对海洋环境有很大危害。

（2）污水处理设施运行不正常造成尾水事故排放

①电力及机械故障导致污水事故性排放

污水厂一旦出现停电或机械故障，将造成污水处理设施不能正常运行，出现事故排放。若长时间停电，还可能导致活性污泥缺氧窒息死亡，导致工艺处理不正常。

②进水水质不达标导致尾水事故性排放

城市污水处理厂，服务范围广，有时局部污染性事故或个别企业进管水质不达标，可能会导致污水厂进水水质、水量不稳定，对污水厂污水处理工艺造成冲击，使处理效率下降，可能导致出水水质超标。

③污水厂检修导致出水水质不达标

当污水厂进行检修时，可能会导致污水系统某一构筑物运行异常，导致出水水质不达标。

④污泥膨胀导致出水水质不达标

根据国内外活性污泥系统调查结果，无论是普通活性污泥系统，还是生物脱氮除磷系统都会发生污泥膨胀，污泥膨胀是自活性污泥法问世以来在运行管理上一直困扰人们的难题之一。污泥膨胀一般是由丝状菌和真菌引起的，其中由丝状菌过量繁殖引起的污泥膨胀最为常见。目前已知的近 30 种丝状菌中，与污泥膨胀问题密切相关的有十几种。有的丝状菌引起的污泥膨胀发展迅速，2～4d 就可达到非常严重的结果，而且非常持久。当发生污泥膨胀时，会严重影响污水处理设施的处理效果，甚至完全失效，污水排放对排放水体将产生严重影响。

（3）排海管破裂或断裂造成尾水事故排放

海底管道的失效种类较多，图 8.1-1 列出了主要的失效形式。据国内外海底管道的失效统计，不同原因所导致的失效比例为：腐蚀占 35%，外力损伤占 30%，管道设计占 15%，操作失误占 12%，其他占 8%。其中内腐蚀与外力损伤导致的失效所占比例最大。

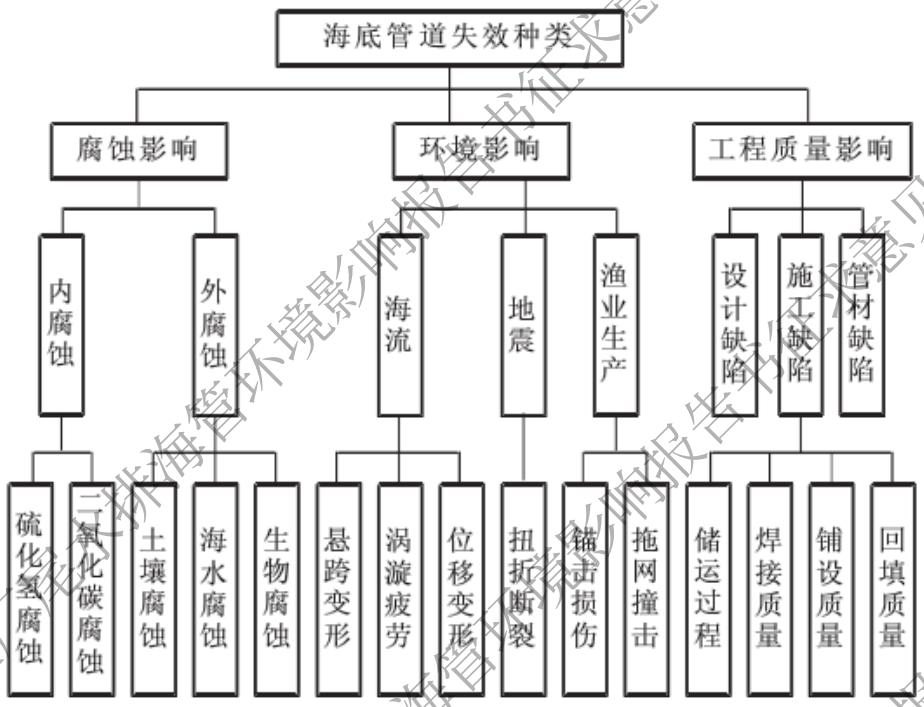


图 8.1-1 海底管道的失效形式

根据工程特点及工程所在场地特征，本工程潜在的管道事故诱因有：

①冲刷损坏：据工程设计方案与现状海域的关系，工程设计时需考虑地表水流、波浪对管道产生冲刷、侵蚀或掏蚀的影响，采取相应的地基加固和岸坡防护措施，以确保拟建工程的安全运营。排海管可能由于腐蚀或外力损伤等原因导致破裂或断裂，污水排海管一旦发生破裂或断裂，会影响周边的海洋环境。

②管道使用年限过久、管道腐蚀以及地质灾害（如地震或塌陷）等都可能引起管道破损或破裂。

8.2 风险事故情形设定

8.2.1 风险事故情形设定

风险事故情形分析是在风险识别的基础上，选择对环境影响较大并具有代表性的事故类型，设定风险事故情形。本评价选取事故类型为：

①排海管施工船舶碰撞导致的事故性溢油；排海管施工船舶碰撞导致的事故性溢油也属于物质泄漏风险，危险单元为施工期海上施工船舶，危险物质为油类物质，影响途径为船舶油类物质泄漏到海域对海洋环境造成危害。

②污水厂处理设施运行不正常造成的尾水事故排放；污水厂处理设施运行不正常造成的污水未经处理事故排放属于物质泄漏风险，危险单元为污水厂污水处理单元，危险物质为未经处理的污水，影响途径为未经处理的污水通过排海管排放到海域对海洋环境造成危害。

③排海管断裂造成的尾水事故排放。

8.2.2 源项分析

（1）施工船舶碰撞导致的事故性溢油源强

本项目施工船舶较大船舶包括 2000t 铺管船、2000t 定位安装船、2000t 平板驳，油舱分两个，一个 5t，一个 30t。本项目施工期船舶溢油风险溢油量取 30t。

（2）尾水事故排放源强

污水厂处理设施运行不正常造成的事故排放，按高崎污水处理厂其中的一条生产线（5 万 m^3/d）出现检修或停产，其他生产线（15 万 m^3/d）正常排放进行设定，尾水从推荐排放口排放，排放速率为 115.74g/s。事故排放源强见表 8.2-1。计算因子选取为 COD_{Mn}、无机氮和活性磷酸盐。同本报告第六章“6.4.1”节的分析，计算结果换算时取 COD_{Cr}=2.5 COD_{Mn}；无机氮占总氮比例、活性磷酸盐占总磷比例分别取 61%、85%。环境背景值见表 8.2-1。

表 8.2-1 事故排放情景设定

情景设定	预测因子	预测排放浓度（mg/L）	预测源强（g/s）
污水厂处理设施运行不正常：5 万 m^3/d（一条生产线）事故排放+15 万 m^3/d 正常排放	COD_{Mn}	50	115.74

（3）管道断裂的事故排放，假设断裂处位于管道延长线与大离浦中间水域的交叉处，尾水排放浓度为正常排放浓度。管道断裂的事故排放影响采用定性分析。

8.3 风险预测与评价

8.3.1 施工船舶事故性溢油影响预测

（1）溢油预测模型

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生不断变化。本模型采用的是国际上得到广泛应用的油粒子模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，油粒子模型是基于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。油粒子模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的云团。

1）扩展运动

溢油扩展是指溢油在重力、惯性力、粘性力和表面张力作用下在水平方向上的不断扩大。Fay(1971)考虑上述因素的作用，忽略油膜因挥发、降解引起的质量损失，提出了油膜扩展三阶段理论，成功用于解决溢油进入水体后随时间推移面积估算问题。

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

式中：A_{oil} 为油膜面积，$A_{oil} = \pi R_{oil}^2$；R_{oil} 为油膜直径；K_a 为系数；t 为时间；油膜体积为：

$$V_{oil} = R_{oil}^2 \pi h_s$$

2）漂移运动

油粒子漂移的作用力是水流和风拽力，油粒子总漂移速度由以下权重公式计算：

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

其中 U_w 为水面以上 10m 处的风速；U_s 为表面流速；c_w 为风漂移速度，一般在 0.02-0.04 之间。

3）紊动扩散

假定水平扩散各向同性，一个时间步长内 α 方向上可能扩散距离 Sa 可以表示为：

$$S_a = [R]_{-1}^{1}\sqrt{6D_a\Delta t_p}$$

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

4）蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。假定：在油膜内部扩散不受限制；油膜完全混合。

蒸发率可由下式表示：

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

其中 N 为蒸发率；ke 为物质输移速度；PSAT 为蒸汽压；R 为气体常数；T 为温度；M 为分子量；ρ 为油组分的密度；i 为各种油组分。kei 由下式估算：

$$k_{ei} = kA_{oil}^{0.045}Sc_i^{-2/3}U_w^{0.78}$$

其中 k 为蒸发系数；Sci 为组分 i 的蒸汽 Schmidts 数。

5）乳化

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

$$D = D_aD_b$$

其中 D_a 是进入到水体的分量；D_b 是进入到水体后没有返回的分量：

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

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

其中 μ_{oil} 为油的粘度；γ_{ow} 为油-水界面张力。

油滴返回油膜的速率为： $\frac{dV_{oil}}{dt} = D_a(1-D_b)$

油中含水率变化可由下式平衡方程表示：$\frac{dy_w}{dt} = R_1 - R_2$

R1 和 R2 分别为水的吸收速率和释放速率：

$$R_1 = K_1 \frac{(1+U_w)^2}{\mu_{oil}}(y_w^{\max} - y_w)$$

$$R_2 = K_2 \frac{1}{As \cdot Wax \cdot \mu_{oil}} y_w$$

其中 $y_w^{\max}$ 为最大含水率；y_w 为实际含水率；As 为油中沥青含量；Wax 为油中石蜡含量；K1,K2 分别为吸收系数，释放系数。

6）溶解

溶解率用下式表示：

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

其中 Cisat 为组分 i 的溶解度；X_{mol_i} 为组分 i 的摩尔分数；Mi 为组分 i 的摩尔重量；Ksi 为溶解传质系数，由下式估算：

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

其中

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

（2）计算参数设置

1）风险评价范围

环境风险计算范围为石码以东，围头以西，流会以北，包括整个厦门海域在内的区域，东西向长约 84km，南北向长约 50km。

2） 事故发生点选取

本项目溢油风险主要考虑施工期施工船舶溢油事故，溢油点选择在排海管道

与大离浦屿间水道交叉处，见图 8.3-1。

3）计算风况

厦门地区风向季节性变化明显，年风频最大的风向为东风，夏季多为东偏南风，秋冬季盛行东偏北风。各季中静风频率为 5～10.7%。根据《船舶污染物海洋环境风险评价技术规范》，船舶溢油风险泄露典型风向应为主导风和不利风向，风速为对应的平均风速。结合厦门地区风况、周边敏感目标及地形情况，本项目选取东北风（4.0m/s）、西南风（2.7m/s）作为计算风况。计算区域内主要敏感目标见图 8.3-1。

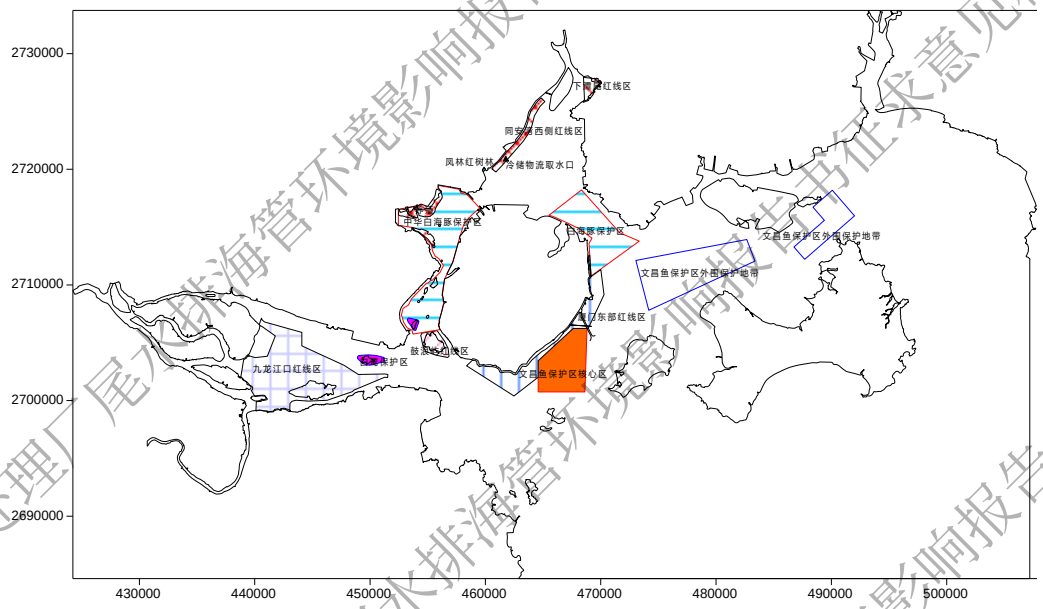


图 8.3-1b 计算区域内主要敏感目标

4）其它参数设置

其它参数设置见表 8.3-1。

表 8.3-1 溢油模型主要参数表

参数名称	取值
源强	30t
模拟时间	72h
开始溢油典型潮时	涨急、高平潮、落急、低平潮
风漂移系数 *cw*	0.02
油的最大含水率	0.85
吸收系数（*K1*）	$5*10^{-7}$
释出系数（*K2*）	$1.2*10^{-5}$
传质系数	$2.36*10^{-6}$
蒸发系数	0.029
油辐射率 *loil*	0.82

参数名称	取值
水辐射率 *lwater*	0.95
大气辐射率 *lair*	0.82
漫射系数（*Albedo*）*α*	0.1

注:以上模型参数取值采用相关文献推荐值

（3）计算结果分析

图 8.3-2~图 8.3-5 为各工况条件下发生溢油到达厦门海水实验区、同安湾口白海豚保护区、西海域白海豚保护区、文昌鱼保护区核心区、厦门东部海洋保护区生态保护红线区文昌鱼保护区外围保护地带等敏感目标时油膜浓度分布及 72h 后扫海范围图。

计算结果表明：东北风条件下高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 41.37km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，1h 将影响同安湾口的白海豚保护区，4.5h 将影响到厦门东部海洋保护区生态保护红线区，72 小时油膜未到达文昌鱼保护区外围保护地带和西海域。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 59.11km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，4.5h 内就将到达厦门西海域的白海豚保护区。油膜到达其他敏感目标的最快时间详见表 7.3-2。

西南风条件下高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 120.05km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，1h 将到达同安湾口白海豚保护区，4.5h 将影响厦门东部海洋保护区生态保护红线区，5.5h 小时油膜将到达文昌鱼保护区外围保护地带。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 94.42km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，2.5h 将到达同安湾西侧红线区，6h 将影响到西海域的白海豚保护区核心区，8.5 h 将影响到西海域的白海豚保护区核心区。油膜到达其他敏感目标的最快时间详见表 8.3-2。

表 8.3-2 不同风况下发生溢油事故到达敏感目标时间

风况	东北风		西南风	
潮时	高潮	低潮	高潮	低潮
厦门海水试验站	15min	15min	15min	15min
白海豚保护区（同安湾口）	1h	未到达	1h	8.5h
厦门东部红线区	4.5h	未到达	4.5h	未到达
白海豚保护区（西海域）	未到达	4.5h	未到达	6h

文昌鱼保护区外围保护地带	未到达	未到达	5.5h	未到达
同安湾西侧红线区	未到达	未到达	未到达	2.5h

8.3.2 非正常工况的环境风险分析

污水厂处理设施运行不正常造成的事故排放，按高崎污水处理厂其中的一条生产线（5 万 m^3/d）出现非正常工况，其他生产线（15 万 m^3/d）正常排放进行设定，尾水从推荐排放口排放，排放速率为 115.74g/s。计算因子选取为 COD_{Mn}、无机氮和活性磷酸盐。计算结果换算时取 COD_{Cr}=2.5 COD_{Mn}；无机氮占总氮比例、活性磷酸盐占总磷比例分别取 61%、85%。

图 8.3-6 为非正常工况排放 20 万吨污水时 COD 浓度增量包络分布，计算结果表明，非正常工况排放条件下排放的 COD 全潮包络范围主要集中于排放口附近，浓度增量最大值出现在涨急时，约为 5.26mg/L；高平潮时，浓度增量最大约为 2.39g/L；落急时，浓度增量最大约为 2.77mg/L；低平潮时，浓度增量最大约为 3.85mg/L。非正常工况排放时，叠加本底后海域的 COD 浓度超二类海水水质影响面积约 0.43km^2，COD 浓度超一类海水水质影响面积约 3.57km^2。COD 污染物排放将会影响到同安湾口的厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚），COD 污染物非正常工况排放将会对周边海域环境造成一定的影响。

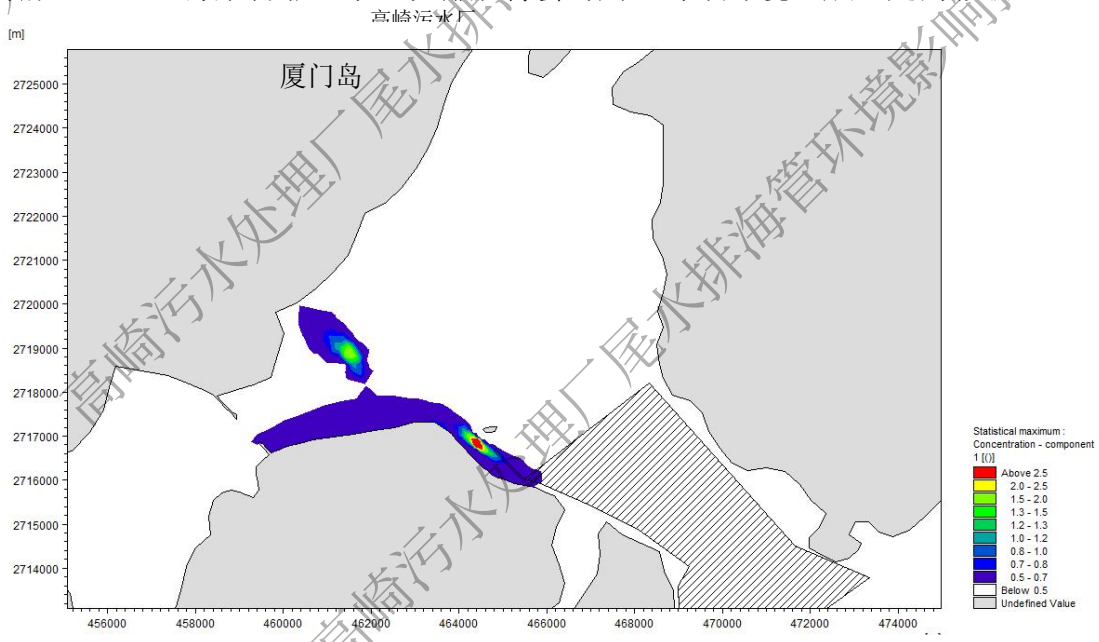


图 8.3-6 非正常排放 20 万吨 COD 浓度增量包络图（叠加集美厂）

8.3.3 排海管断裂的环境风险分析

如 8.1 节所述，锚害、管道使用年限过久、管道腐蚀以及地质灾害（如地震或塌陷）等都可能引起管道破损或破裂。但海底排水管道破裂或断裂事故发生的概率很低。例如，前埔污水处理厂运营近 20 年来，未发生过排海管破裂或断裂的事故。

污水排海管一旦发生破裂或断裂，瞬时有大量的污水涌出，会影响周边海域的水质、生态环境，对局部海域造成冲刷。为此，高崎污水处理厂及污水排海管道工程应按规范配置风险防范设施，并编制应急预案，做好风险防范工作。

8.4 环境风险防范措施

本项目的事故风险防范措施如下：

（1）为了避免或减少污水厂风险，要求污水厂在构筑物设计以及设备选用上留有余地，采用性能可靠优质产品，在工程经济允许前提下，留有备用设备，平时加以维护保养，在用设备发生事故时，及时补上。

（2）污水处理厂必须采用双回路供电，加强电站管理，保证供电设施及线路正常运行。

（3）建设有效的在线监测系统。将检测系统数据上传至中控系统，并定期对监测系统进行比对和校准，保证检测结果的准确性。保证出现超标时能第一时间做出反应。

（4）污水厂设计中应充分考虑由于各种因素造成水量、水质不稳定状态的应急措施，建立污水厂的事故应急体系和应急预案。

（5）加强对污水厂的运营管理工作，确保污水设施专人专项负责，加强员工培训，建立技术考核档案，不合格者不得上岗。

（6）建立有效的预警应急机制。为了有效防范废水的事故排放，应在第一时间发现废水的超标后，立刻发出警报，切断排污口阀门。

（7）设置应急池，一旦发生故障，项目产生的废水可暂时贮存于应急池中，确保未经处理的废水不外排。

（8）施工单位应落实本工程海底管道埋深深度，确保海底管道顶部埋深至设计要求深度；本工程扩散段竖管排放口低潮时虽离水面有一定距离，但仍存在被船锚抓损、拖网损坏等风险。本工程设计单位应进一步优化这一段路由的保护方案，确保管道安全。

（9）管道的焊接要严格执行有关的技术标准，保证焊接质量；管道材质应正确选用；排海管及其附属构筑物应采取相应的防腐措施；并定期进行维护和检修，发现问题及时处理，避免管道爆管、穿孔和破裂而发生污水泄漏。

（10）在海底管道两侧各 50m 的保护带范围建立警示标志，禁止船舶抛锚、钻探、挖砂等危害海底管道安全的海洋开发利用活动，同时在管道下海端的陆上适当位置设置醒目警示标志，主管机关要定期对保护区进行检查，对违反规定的行为进行查处。

（11）为避免海底管道掏空断裂风险，在施工过程中应避免在管道和海床之间形成空间，以防止海区内较为强劲的潮流和波浪作业造成局部冲刷现象；对于局部冲刷的保护则应在设计中预留必要的冲刷余量，必要时采取压护覆盖等措施。

（12）禁止在管道保护区范围内进行挖掘、采砂等作业。项目建成后应开展定期的巡查观测潮滩冲刷变化情况，在风暴潮等恶劣气象条件过后加以必要的检查，如发生局部冲刷要及时进行回填保护。

（13）加强对施工船舶作业人员的安全教育，船机、通讯、消防、救生、防污等各类设备必须安全有效。

（14）施工前应通过海事局发布施工航行通告，施工期间施工船舶须按国际信号规定显示信号，并注意与过往船只的相互避让，防止船舶碰撞；海事部门要加强对施工区域的监控和现场监管。

（15）船舶油污水和垃圾要集中回收并做好记录，严禁向海中排放和倾倒，并配备配齐污染器材。

（16）施工船舶一旦发生溢油污染水域事故，应及时报告主管部门（海洋局、环保局、海事局、海救中心、公安消防部门等）并实施溢油应急计划，同时要求业主、船方共同协作，及时用隔油栏、吸油材等进行控制、防护，除对溢油泄漏点采取围挡，吸油等措施外，可采用在环境保护目标周围敷设围油栏封闭保护目标周围海域以阻隔油膜，使之避开敏感目标，保证保护目标受影响的程度最小。

（17）施工前发布航行公告，制定风险事故应急计划，并与具有船舶污染清污单位签订事故处理合作协议。

（18）船舶必须接受海事和港口管理部门的协调、监督和管理，施工单位应配备必要的人员、海上安全保障设施，负责海上通信联系、船舶导航、引航、助航、航标指示、海事警报、气象海况预报等安全监督业务。

（19）施工作业期间所有施工船舶必须按照交通部信号管理规定显示信号，在施工水域外围设置专门的警戒船或者浮筒，提醒航行船舶注意避碰。

（20）施工期在施工附近区域增设 CCTV 监控点，并在施工船舶上安装 AIS 系统，以便厦门 VTS 中心实时监控，防止潜在的风险事故。

（21）施工船舶配备必要的通讯器材，一旦出现事故，确保第一时间与签订协议的清污单位以及厦门海域船舶污染应急指挥部联系上。

（22）施工船舶应配置一定的吸油材料，发生船舶溢油事故时，对漏油船舶立即查找泄漏污染源，关闭阀门，封堵甲板出水孔（缝），并投放吸附材料，收集泄漏油污，及时控制油污扩散。

（23）在施工作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系。在恶劣天气条件，台风季节，要及时了解气象情况，充分了解热带风暴及台风预报，落实施工船只避风及转移方案，以免船舶事故的发生。

（24）平时应定期对排海管沿线进行巡查，一旦发现工程地质问题引起的排海管破裂等问题，应及时报告并进行修复。

（25）拟建场地原始地貌为滩涂，场地地形较为平坦开阔，未发现不良地质作用，但拟建场地表层为填方平整而成，为填方地基，且存在饱和砂土液化层，局部分布有淤泥软土层，因此综合评价场地属对建筑抗震不利地段，应避开，当无法避开时应采取有效措施。由于场地处于抗震设防烈度 7 度强震区，工程设计需考虑强震时强烈地面活动可能会产生的宏观震害，并采取相应的抗震设防措施。本工程施工过程及营运期间有可能遭受地震影响。在海底管道工程的施工勘察设计阶段，应该综合考虑各方面的地震影响因素，作到合理的预防、科学设计；在施工阶段，可应用较为先进的抗震施工技术，以提高海底管道的抗震效果，尽量保证海底管道工程的抗震性能。采用有效提高海底管道的抗震效果的施工工艺和施工材料。海底管道施工过程中，应该随时对海底管道的情况进行检测，保证海底管道的安全和符合抗震的要求。

8.5 环境风险应急预案

高崎污水处理厂运营单位应建立风险组织管理体系，编制风险应急预案，风险应急预案强调组织机构的应急能力，重点是组织救援响应协调机构的建立及要求，应急管理、应急救援各级响应程序是否能快速、安全、有效启动，以及对风险影响的快速、有效控制措施。

本项目的应急预案主要应包括以下方面内容：

8.5.1 应急救援及响应组织机构

高崎污水处理厂应设立安全科，负责污水厂及各企业的日常安全生产环境管理，安全环保科的主要职责包括：负责应急事故处理预案的制定，落实事故处理岗位责任制，供岗位人员及救险人员应急学习；负责事故现场抢险指挥；负责与生态环境部门联系，进行应急监测；负责事故后果评价，并报告有关管理部门；协调与上下层次应急预案的衔接关系。

排污管道应急预案应与污水厂、污水收集系统应急预案做到对接、联动。

应急预案应包括识别事故风险、可能的影响后果分析、事故发展趋势分析、优先保护的敏感目标与资源等内容，并绘制详细的控制与保护范围图。

8.5.2 事故应急措施

根据《厦门市污水专项规划》，厦门岛拥有筼筜厂、前埔厂、高崎北厂三座大型污水处理厂相互之间将设置连通管道，届时可进行污水量之间的调配。高崎污水处理厂将来可以应急调度的污水去向为前埔厂。

根据发生事故性质，配备现场应急抢救设施。一旦发生事故，根据预案立即关闭相关阀门，最大限度地控制泄漏量。

事故发生后，现场人员根据应急处理程序，一面进行现场抢救，一面拨打联动报警电话，然后向上级报告，同时指挥现场抢险，上级部门根据事故情况通知相关部门采取措施。

8.5.3 水环境应急监测

若发生污水泄漏入海，则应进行海域环境应急监测。由专业队伍负责对事故现场进行侦察监测，对事故性质、参数与后果进行评估，为指挥部门提供决策依据。

8.5.4 溢油应急预案

施工单位应根据厦门港溢油应急计划要求编制施工船舶事故应急预案，报有关部门批准。一旦出现溢油事故，立即启动应急预案。

①应急预案内容包括：

A.总则，包括编制目的、编制依据、适用范围和工作原则等；

B.应急组织指挥体系与职责，包括领导机构、工作机构、地方机构或者现场指挥机构、环境应急专家组等；

C.预防与预警机制，包括应急准备措施、环境风险隐患排查和整治措施、预警分级指标、预警发布或者解除程序、预警相应措施等；

D.应急处置，包括应急预案启动条件、信息报告、先期处置、分级响应、指挥与协调、信息发布、应急终止等程序和措施；

E.后期处置，包括善后处置、调查与评估、恢复重建等；

F.应急保障，包括人力资源保障、财力保障、物资保障、医疗卫生保障、交通运输保障、治安维护、通信保障、科技支撑等；

G.监督管理，包括应急预案演练、宣教培训、责任与奖惩等；

H.本项目的概况、周边环境状况、环境敏感点等；

I.本项目的环境危险源情况分析，主要包括环境危险源的基本情况以及可能产生的危害后果及严重程度；

J.应急物资储备情况，针对单位危险源数量和性质应储备的应急物资品名和基本储量等；

K.附则，包括名词术语、预案解释、修订情况和实施日期等；

L.附件，包括相关单位和人员通讯录、标准化格式文本、工作流程图、应急物资储备清单等。

②组织指挥

为保证快速反应，应组成本项目溢油应急指挥部，接受厦门海域船舶污染应急指挥部的领导，负责组建本项目的应急队伍、培训与演习等。在发生溢油事故时，作为应急现场指挥部的成员。

③应急培训与队伍建设

建立溢油防范教育和培训制度。高崎污水厂排海管工程全体施工人员都应接受溢油应急培训，了解溢油行动计划的有关常识，掌握应急设备器材的使用方法。同时，要求每条施工船舶和采砂船舶必须配备兼职的应急队伍。按《防治船舶污染海洋环境管理条例》，施工单位对所用船舶及其人员应承担的防止船舶溢油责任和义务，并落实本条例规定的防治污染有关措施。人的不安全行为是事故因果链中引发事故的直接原因，规范船员操作行为能直接阻止事故的发生。

④应急通讯

本项目施工船舶应配备必要的移动电话、VHF 等海上安全保障设施，负责海上通信联系、助航、航标指示、海事警报、气象海况预报等安全监督业务。施工船舶应

备有通讯联络器材设备，当出现事故时，能顺畅地与厦门海事局及相关应急队伍联络上，并积极配合厦门海事局和生态环境部门、渔业部门、自然保护区主管部门做好相关应急工作。

⑤事故报告程序和报告内容

发生污染事故时应及时报告，应立即向厦门海域溢油应急指挥部报告，厦门海域溢油应急指挥部办公室实行 24 小时值班，具体联系包括以下：

值班电话：0592－6895117，6895123，110，12395

传真：0592－6895262

VHF：12、16 频道

事故报告内容包括：事故源名称（发生溢油事故的船舶、设施等）、时间和地点、事故类型或发生事故的原因、溢出油的部位、进一步溢油的可能性、发生事故处的气象与水文状况、溢油油膜漂移方向及受溢油污染威胁的区域、已采取和准备采取的溢油污染防治措施、报告人的姓名、单位、地址、日期和联系方式等。

此外，发生船舶溢油事故时，必要时需请求相邻单位（漳州海事局）予以控制污染等方面的协助。

⑥应急设备

目前厦门港已有较完善的海上溢油应急设施和施救队伍，建议拟建项目船舶事故应急处理可依托厦门港已有应急处理设施，与具有事故处理能力的单位签订事故处理合作协议。

⑦对主要环境敏感目标的溢油围控及清除

在船舶水域发生溢油事故后，除立即向指挥部报告外，还应立即通知中华白海豚自然保护区、文昌鱼自然保护区等环境敏感目标的管理部门，采取预防溢油污染措施。

若溢油事故发生，需在事故发生水域布设浮子式围油栏与吸油拖栏，阻止溢油向附近海域特别是环境敏感目标扩散，并予以回收。

⑧应急状态终止与恢复措施

事故现场得到控制，溢油污染无继发可能，溢油污染损害索赔取证记录已完成等，进入索赔准备后，经环境、消防、卫生等有关主管部门批准，确认终止时机。应急状态终止后，应根据上级有关部门的指示和实际情况，继续进行环境监测和评价工作，直至自然过程或其他补救措施无需继续进行为止。

⑨其他措施

船舶应实施值班、瞭望制度。尽管产生船舶事故的原因及不确定因素较复杂，但人为因素、尤其失去警惕是造成船舶事故的主要原因。因此，船舶加强值班、瞭望工作是减少船舶事故发生可能性的重要措施。

及时收听气象预报，如遇有台风，船只应自觉早进港、早防范，确保各种安全防范措施落实到位。停港避风的船只要做好防撞等安保措施。

第九章　环境保护对策措施与环境经济损益分析

9.1 施工期环境保护对策措施

9.1.1　水环境保护措施

（1）　管道开挖敷设应选择海况条件好的季节施工。施工船舶严格按照设定路由范围区进行施工，开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度，减少悬浮泥沙的产生。

（2）　挖泥采用导标法及实时动态 DGPS 自动定位系统配合，定位精度高，在施工过程中应勤打水，控制挖泥厚度，特别是边坡及斗位联接处，防止超挖，分段开挖部分应有足够的搭接长度，防止施工回淤。

（3）　在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物(包括船用油和开挖泥沙)的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。

（4）　疏浚物进行外抛处置，抛泥点在福建东碇临时性海洋倾倒区，运距约 45 公里。建设单位应认真执行倾废许可证规定，施工前应尽早向主管部门提出疏浚物倾倒的申请要求。严禁抛泥船只未到达指定区域便在中途倾倒，并防止船运疏浚物外溢现象发生，必要时可安排相应人员，配置必要的监测仪器（如 GNSS 船舶监控管理系统）进行监控，以免对海水水质、海洋生态系造成严重的影响。

（5）　挖泥船在倾倒区抛泥完毕后，应及时关闭舱门，并确定舱门关闭无误后方可返航，否则泥舱关闭不严，在航行沿途中由于泥浆的泄漏将会导致污染事故的发生。同时在疏浚物倾倒作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件，应提前做好防护准备并停止挖泥和倾倒作业。

（6）　建设单位应加强对施工过程的环境监控，施工承包合同中应包括有关环境保护条款，施工单位应严格实施。

（7）　泥驳装载过程不应装的过满，以防止溢出污染海域环境。

（8）　施工设备冲洗水可收集到积水池，拟采用沉淀－隔油处理方法简易处理后，去除其中大部分的悬浮泥沙和浮油后，回用于施工场地洒水，禁止排入附近水体环境。

（9）　施工营地生活污水进入市政管道和污水处理厂进行处理，禁止排入自然水系。

（10）加强施工人员环保意识，禁止将施工场地污废水乱排或就近排海。

9.1.2 船舶污染物处置措施

（1）应按照交通部海事局《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(交海发〔2007〕165 号)的要求，实行船舶污水的铅封管理。施工船舶必须设有专用容器，船舶产生的油类、油性混合物及其他污水、船舶垃圾及其他有毒有害物质收集后，由有资质的单位接收处理，严禁排放入海。加强舱底检查，防止舱底漏水。

（2）应加强施工船舶的管理，经常检查机械设备性能，严禁跑、冒、滴、漏严重的船只参加作业，防止发生机油溢漏事故。甲板上的机械设备出现漏、冒油时，立即停机处理，使用吸油棉及时吸取，并迅速堵塞泄水口，防止油水流入海中。在易发生泄漏的设备底部铺防漏油布，并在重点地方设置接油盘等，同时及时清理漏油。

（3）加强施工过程的环境管理，避免施工污水随意排放，污染海域环境。

9.1.3 大气环境保护措施

施工过程中应按《提升厦门市建筑施工安全文明标准化水平若干措施》《厦门市房屋建筑和市政基础设施工程工地扬尘污染防治实施方案》《厦门市工地扬尘污染防治工作方案》等要求，采取严格的大气污染防治措施。

（1）建设单位与施工单位、监理单位签订的施工承包合同、监理委托合同中应当明确在扬尘防治工作中建设单位与施工单位、监理单位各自的职责、监管内容及目标。施工单位应承担工地现场施工扬尘防治具体工作，结合工地项目特点，单独编制现场扬尘防治施工专项方案，明确具体防治措施，制定扬尘防治管理制度及经费使用计划，认真组织实施扬尘防治方案。

（2）施工现场应当严格按《厦门市建设工程施工现场围挡图集》设置封闭围挡，围挡高度不得低于 2.5m。

（3）物料堆场要完全密闭，禁止露天堆放，不能完全密闭的，要采用防尘网（布）全覆盖，并配备必要的喷淋设施。

（4）道路运输扬尘防治措施

①向有关行政主管部门申请运输路线，车辆应当按照批准的路线和时间进行粉质建筑材料的运输。

②对运输路线洒水，保持路面一定湿度。

③运输车辆应当采取密闭、覆盖方式进行运输，装车物料最高点不得高出车厢上沿。

④运输车辆的载重等应符合《城市道路管理条例》有关规定，防止超载，防止路面

破损引起运输过程颠簸遗撒。

⑤运输车辆在施工场地的出入口内侧设置洗车平台，设施应符合下列要求：洗车平台四周应设置防溢座或其它防治设施，防止洗车废水溢出工地；设置废水收集坑及沉砂池。车辆驶离工地前，应在洗车平台冲洗轮胎及车身，其表面不得附着污泥。

⑥运输车辆进入施工场地应低速行驶，或限速行驶，减少产尘量。

（5）采用商品沥青混凝土及预拌混凝土，不设置混凝土及沥青搅拌站。沥青成料运输应采取封闭运输方式。

（6）清运杂土必须使用封闭车，现场要有专人负责管理，渣土清运时，应当按照批准的路线和时间到指定的地点倾倒。

（7）施工过程中还应经常对机械设备进行维修保养，避免其非正常排放废气。

（8）建设单位与施工船舶应加强船舶管理，使各项性能参数和运行工况均处于最佳状态，使用低硫分的燃油，以减少 SO_2 等尾气的排放，确保船舶大气污染物排放符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案》各项要求，减少大气污染物排放。

9.1.4 声环境保护措施

（1）施工时应进行良好的施工管理，严格按 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》控制施工场界噪声排放。

（2）合理选择施工机械、施工方法，优先选用性能良好的低噪施工设备，日常注意对施工设备的维修保养，使各种施工机械保持良好的运行状态。

（3）合理安排施工工序，禁止高噪声设备夜间施工，通过车辆减速、禁鸣喇叭，必要时采取施工时段避让等措施降低施工噪声影响。

9.1.5 固体废物污染防治措施

（1）建设单位与施工单位须加强船舶安全与防污染管理，禁止违法排放生产、生活垃圾等船舶污染物，船舶污染物应由已向港口部门备案，具备资质的船舶污染物接收单位接收处理。

（2）施工疏浚物全部外抛至福建东碇临时性海洋倾倒区。顶管施工产生的含水弃方应在厂区先进行初步处理后，在运至前埔污水处理厂脱水处置。

（3）陆域生活垃圾设垃圾桶收集，由当地环卫部门统一清运处理。

（4）建筑垃圾尽可能回收再利用，对于小部分未能利用的建筑垃圾、渣土，应按照《厦门市建筑废土管理办法》规定，及时清运至合适地点实施回填或进行临时堆存。

9.1.6 海洋生态环境保护措施

（1）选择具有良好资质和相关工程经验的施工队伍，提高施工人员对中华白海豚的保护意识。将环境保护要求（含对中华白海豚的保护要求）列入招标文件。施工单位应制定中华白海豚保护措施（应急救护预案），报保护区管理部门审查确认。

（2）开展施工监理，并观察对中华白海豚的影响，必要时立即采取措施（如利用船只对中华白海豚进行声学驱赶），甚至暂时停止施工。施工时，应密切注意观察施工船舶周围海域是否有中华白海豚出没，若有，应立即停止施工，注意避让，避免施工船舶机械对中华白海豚造成直接伤害等。一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配合保护区主管部门等采取应急救助措施。尽可能避免在中华白海豚的主要活动季节进行海上施工作业，以减小对中华白海豚可能造成的影响和威胁。

（3）根据《厦门市中华白海豚保护规定》，在厦门中华白海豚自然保护区内活动时，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节。因此，施工船舶在工程区附近海域航速不得超过 10 节，航行时应注意观察周边海域的中华白海豚的活动情况。若发现有中华白海豚活动，则应注意避让，以免对中华白海豚造成伤害。

（4）大力宣传保护中华白海豚的相关规定和奖惩机制，尤其是对海上作业人员，包括渔民、工程作业人员以及船只驾驶员；进行中华白海豚保护及救助方面的宣传和培训，提高对中华白海豚的关注度及责任感。

（5）应在施工地点半径 500m 范围内连续观测 5 分钟以上，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开始施工。

（6）在施工作业时，必须采用先进的工艺、严格的环保措施以减少悬浮泥沙的产生量，合理安排及缩短工期，最大限度地控制悬浮泥沙的扩散范围，缩短影响时间，进一步减轻对中华白海豚及其栖息环境的影响。

（7）海洋工程对自然保护区内生物栖息环境造成的某些变化，在短期内是难以发现的。因此，管理部门应加强对建设项目施工期及营运期的监管，督促建设单位落实生态保护与恢复的治理方案。对自然保护区内及其周边海区进行长期生态环境监测，以及对保护区内生物资源的短期、长期变动情况进行监测。

（8）环境监测计划中应包括中华白海豚活动观测。实施监测、观测前，应委托有关科研单位编制详细的方案，报保护区主管部门审查确认。

9.1.7 临时施工场地恢复措施

（1）通过采取有效的水土保持措施使临时施工场地边坡稳定，岩石、表土不裸露，避免水土流失对工程本身及周边环境的影响。

（2）在工程结束后，根据临时施工场地施工前的状态及周边的生态环境现状，对临时施工场地的地面进行清理，进行植被恢复，尽量恢复原状并与周边生态环境相协调，并定期进行养护和监测，确保恢复良好。

9.2 营运期环境保护对策措施

（1）排污口及排水管网均应设立专门的工作岗位，专职管理，按班操作，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网正常发挥作用。

（2）尾水排放口处应设立明显的警示标志，标明管口位置及范围，防止小船撞击事故。

（3）加强尾水排放口在线监测、对排放口附近海域生态环境质量及赤潮的跟踪监测，制定海洋生态风险防范与应急预案。

（4）污水厂出水水量达不到排海管设计规模时，应关闭部分鸭嘴阀门，增加管道流速，防止管道堵塞。

（5）建设单位应根据不同需求（或将尾水处理达到相应标准后）进行中水回用，提高尾水的中水回用率，减少尾水排放量，从而进一步减轻尾水排放对海洋生态环境的影响。

（6）在项目运行过程中，应加强巡查，按计划定期对排海管道及扩散器进行检修，防止管道因被腐蚀、破损而发生泄漏事故。

9.3 环境风险防范与应急措施

9.3.1 溢油环境风险防范措施

（1）施工前发布航行公告，制定风险事故应急计划，并与具有船舶污染清污资质单位签订事故处理合作协议。

（2）船舶必须接受海事和港口管理部门的协调、监督和管理，施工单位应配备必要的人员、海上安全保障设施，负责海上通信联系、船舶导航、引航、助航、航标指示、海事警报、气象海况预报等安全监督业务。

（3）施工作业期间所有施工船舶必须按照交通部信号管理规定显示信号，在施工

水域外围设置专门的警戒船或者浮筒，提醒航行船舶注意避碰。

（4）施工期在施工附近区域增设 CCTV 监控点，并在施工船舶上安装 AIS 系统，以便厦门 VTS 中心实时监控，防止潜在的风险事故。

（5）施工船舶配备必要的通讯器材，一旦出现事故，确保第一时间与签订协议的清污单位以及厦门海域船舶污染应急指挥部联系上。

（6）施工船舶应配置一定的吸油材料，发生船舶溢油事故时，对漏油船舶立即查找泄漏污染源，关闭阀门，封堵甲板出水孔（缝），并投放吸附材料，收集泄漏油污，及时控制油污扩散。

（7）在施工作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系。在恶劣天气条件，台风季节，要及时了解气象情况，充分了解热带风暴及台风预报，落实施工船只避风及转移方案，以免船舶事故的发生。

9.3.2 污水非正常排放环境风险防范措施

污水非正常排放风险主要来自两方面：一是高崎污水厂的事故性排放；二是排海管的破裂事故。污水非正常排放风险防范措施具体如下：

（1）加强高崎污水厂的环境保护管理：在总进、出口处设置监测井，对进、出水水质进行监测，密切注意水质变化，保证接纳污水符合污水厂的接管水质标准，出水水质满足《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值；设置计量装置，以确定处理水量。

（2）在污水厂运行中应采取措施避免非正常排放，若污水厂需检修等情况，需将检修生产线相应污水引至其他生产线处理后达标排放，也可以通过应急调度去前埔污水厂进行处理。

（3）污水厂处理工艺设计参数以及处理设备、电源选择方面应留有余地，降低事故发生概率。

（4）对排海管应经常进行检查巡视，定期对排海管道及扩散器进行检修，防止管道因被腐蚀、破损而发生泄漏事故。

（5）建设单位应加强与生态环境部门的联系，发现问题及时向生态环境部门汇报，找出解决问题的办法，结合已有的环境风险应急预案，细化风险应急措施，平时可有针对性的开展模拟演练，出现突发事故时，及时启动应急预案。

9.4 海洋生物资源损害补偿措施

根据《厦门市海洋生态补偿管理办法》规定，凡在我市管辖海域内依法取得海域使用权，从事海洋开发利用活动导则海洋生态损害的单位和个人，应采用实施生态修复工程或者缴交海洋生态补偿金的方式对其造成的海洋生态损害进行补偿。海洋生态补偿实行“谁使用、谁补偿”的原则。

根据《厦门市海洋开发利用活动生态损害补偿标准（试行）》，用海项目的生态补偿金根据用海项目所在位置、各种用海方式的用海面积以及单位用海面积生态损害补偿标准计算。用海项目生态损害补偿金计算公式如下：

$$V=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}S_{ij}\times p_{ij}$$

其中：V 为某一用海项目应缴纳的生态损害补偿金；

i（=1,2,3……I）为用海项目所在生态区的代码；

j（=1,2,3……J）为用海项目用海方式代码；

S_{ij} 为用海项目在 i 生态区 j 用海方式的用海面积；

P_{ij} 为 i 生态区 j 用海方式单位用海面积海洋生态损害补偿标准。

本项目新建排海管位于《厦门市海洋开发利用活动生态损害补偿标准（试行）》内“附表 1.厦门海域生态分区表”同安湾（TB）中的其他（TB4）。

其中，新建排海管的“海底电缆管道”用海面积为 0.8756hm^2，“取、排水口”用海面积为 25.0108hm^2，“临时施工”用海面积为 10.5680hm^2。

“海底电缆管道”生态损害补偿金=0.8756hm^2×4.00 元/㎡=3.5024 万元

“取、排水口”生态损害补偿金=25.0108hm^2×1.00 元/㎡·年=25.0108 万元/年

“临时施工”生态损害补偿金=10.5680hm^2×0.75 元/㎡·年=7.9260 万元/年

根据《厦门市海洋开发利用活动生态损害补偿标准（试行）》，“海底电缆管道”用海方式的生态补偿标准为一次性缴交的补偿标准，“取、排水口”、“临时施工用海”用海方式的生态补偿标准按年度缴交的补偿标准。

本项目用海期限 50 年，施工用海期限 1 年。因此，生态损害补偿金总额=3.5024 万元+25.0108 万元/年×50 年+7.9260 万元/年×1 年=1261.9684 万元。

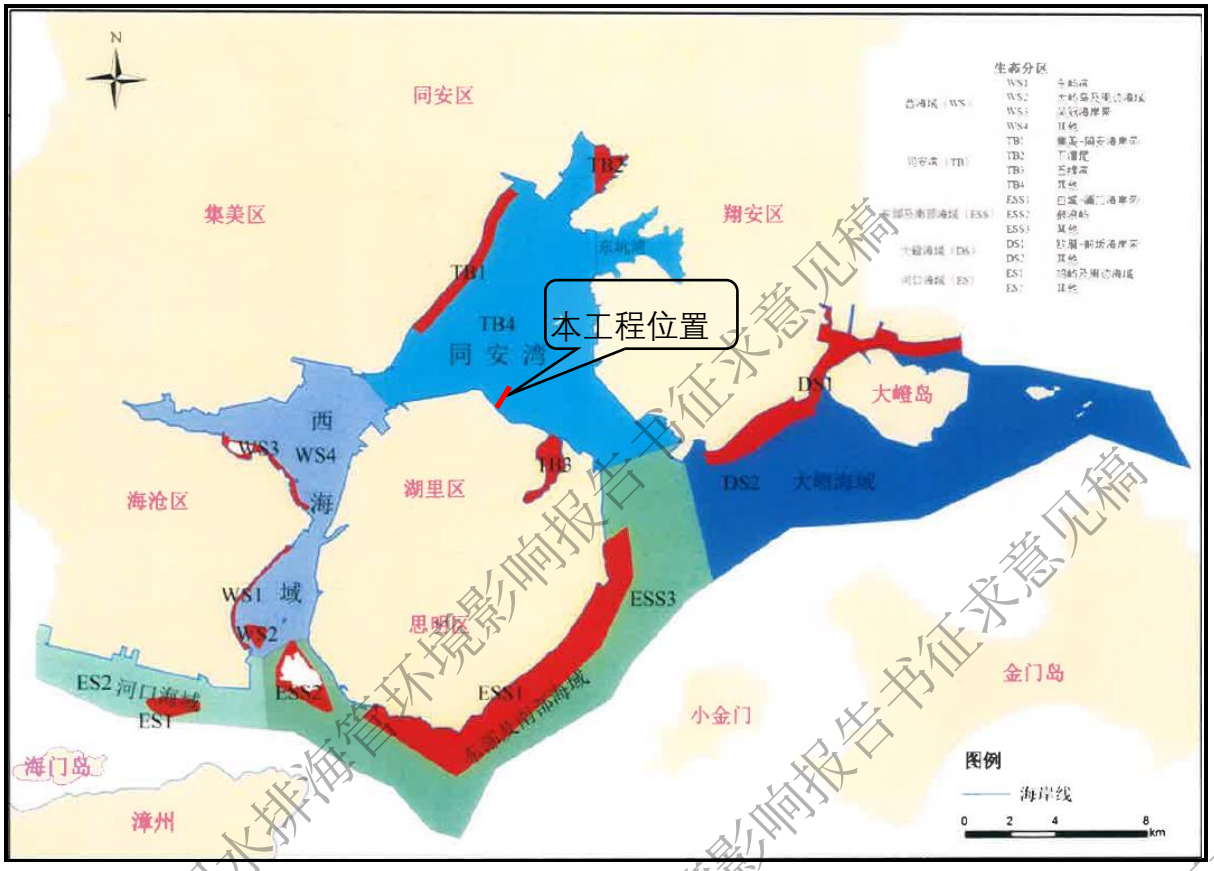


图 9.4-1　厦门海域生态分区图

表 9.4-1　单位用海面积海洋生态损害补偿标准

海域	生态区	填海造地	非透水构筑物	透水构筑物	跨海桥梁	海底电缆管道/隧道	港池/专用锚地/泊位	专用航道	浴场/游乐场	取、排水口	临时施工
		元/m²					元/m²年				
西海域（WS）	东屿湾海岸带（WS1）	400	130	55	40	7.25	1.75	1.50	1.00	2.00	1.50
	大屿岛及周边海域（WS2）	320	115	50	30	5.50	1.25	1.00	1.00	1.50	1.25
	吴冠海岸带(WS3)	360	120	50	30	6.00	1.50	1.25	1.00	1.75	1.50
	其他(WS4)	170	70	30	20	4.25	0.75	1.00	0.75	1.25	1.00
东部及南部海域（ESS）	白城-浦口海岸带(ESS1)	450	125	60	45	8.50	2.25	2.50	0.75	2.00	2.25
	鼓浪屿及周边海域(ESS2)	480	140	65	45	8.50	2.25	2.00	0.75	1.75	2.00
	其他(ESS3)	210	80	35	20	5.75	1.00	1.00	0.75	1.25	1.00
同安湾海域 TB）	集美-同安海岸带（TB1）	370	120	50	35	6.00	1.50	1.25	0.75	1.75	1.50
	下潭尾海岸带（TB2）	280	95	35	25	4.00	1.00	1.00	0.75	1.25	1.00
	五缘湾（TB3）	440	145	65	45	8.75	2.00	1.75	1.00	2.00	1.75
	其他（TB4）	150	60	25	15	4.00	0.50	0.75	0.75	1.00	0.75
河口海域（ES）	鸡屿及周边海域（ES1）	340	115	50	30	5.00	1.50	1.00	1.00	1.50	1.25
	其他（ES2）	160	70	30	15	4.00	0.50	1.00	0.75	1.25	1.00
大嶝海域（DS）	欧厝-前坂海岸带（DS1）	230	80	30	20	3.50	1.00	0.75	0.75	1.00	1.00
	其他（DS2）	110	50	20	10	3.00	0.25	0.50	0.50	1.00	0.50

按照《厦门市海洋生态补偿管理办法》的要求，建设单位采用缴交海洋补偿金的方式对其造成的海洋生态损害进行补偿，“海底电缆管道”一次性缴交的补偿为 3.5024 万元；“取、排水口”补偿 25.0108 万元/年、“临时施工”补偿 7.9260 万元/年，建设

单位可选择一次性缴交或逐年缴交海洋生态补偿金，逐年缴交的最后期限为当年 12 月 30 日前。

9.5 尾水达标排放可行性分析

9.5.1 工艺路线

高崎污水厂的出水执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值。高崎污水厂的进、出水主要指标及指标的处理效率见表 9.5-1。

表 9.5-1 高崎污水厂项目进、出水水质主要指标一览表

项目 名称	COD_{Cr} (mg/L)	BOD_5 (mg/L)	SS (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	粪大肠菌群数（个/l）
设计进水水质	350	180	200	35	45	4.5	
设计出水水质	≤50	≤10	≤10	≤5	≤15	≤0.5	$\leq 10^3$
处理程度（%）	85.7	94.4	95	85.7	66.7	88.9	

9.5.2 污水处理工艺可行性分析

高崎污水厂二级生物处理工艺 A^2O 工艺是一种典型的除磷脱氮工艺，其生物反应池由厌氧、缺氧和好氧三段组成。这是一种推流式的前置反硝化 BNR 工艺，其特点是厌氧、缺氧和好氧三段功能明确，界限分明，可根据进水条件和出水要求，人为地创造和控制三段的时空比例和运转条件，只要碳源充足（TKN/COD≦0.08 或 BOD/TKN≧4），便可根据需要达到比较高的脱氮率。

根据工可，高崎污水厂三级深度处理工艺采用混凝沉淀+反硝化深床滤池过滤处理；同时，对尾水采用次氯酸钠消毒。具体分析如下：

（1）深度处理工艺：

①混凝沉淀工艺——混凝沉淀

混凝沉淀工艺在城市污水深度处理中主要起以下作用：①进一步去除悬浮物、BOD_5 及 COD_{Cr}。②除磷。因污水中的磷酸盐大部为可溶性，一级处理去除量很少，一般的二级处理也只能去除 20～40% 左右，强化二级处理则可大幅度提高除磷率至 60%～75%。混凝沉淀能除磷 90～95%，是最有效的除磷方法。③还能去除污水中的乳化油和其他工业水污染物。

②过滤工艺——反硝化深床滤池过滤

过滤在深度处理中的作用是：①去除生物过程和化学澄清中未能沉降的颗粒和胶状物质；②增加以下指标的去除效率：悬浮固体、浊度、磷、BOD_5、COD_{Cr}、重金属、细

菌、病毒和其它物质；③由于去除了悬浮物和其它干扰物质，因而可增进消毒效率，并降低消毒剂用量。

为确保项目尾水 TN 的处理需求，本项目采取的过滤工艺为“反硝化深床滤池”，其工艺流程图见图 2.5-6，反硝化深床滤池为降流式填充床后缺氧脱氮滤池，由滤池本体、滤料、反冲洗系统、自控系统等组成。滤池由顶部进水，由渠道布水，采用 2～4mm 石英砂作为反硝化生物的挂膜介质，生物膜量较大，可达 20~50g/L。在保证碳源的条件下，出水 TN 浓度可小于 5mg/L。另外滤层深度较深，一般为 1.83~2.44m，该深度足以避免窜流或穿透现象，即使前段处理工艺发生污泥膨胀或异常情况也不会使滤床发生水力穿透。介质有极好的抗阻塞能力，在反冲洗周期区间，每平方米过滤面积能保证截留≥7.3kg 的固体悬浮物不阻塞。固体物负荷高的特性大大延长了滤池过滤周期，减少了反冲洗次数，并能轻松应对峰值流量或处理厂污泥膨胀等异常情况。由于固体物负荷高、床体深， 因此需要高强度的反冲洗。反硝化深床滤池采用气、水协同进行反冲洗。反冲洗污水一般返回到前段生物处理单元。由于滤床固体物高负荷的截留性能，反冲洗用水不超过处理厂水量的 3~4%。

9.5.3 可行性分析总结

由以上分析可知，高崎污水厂二级生物处理工艺 A^2O 工艺是一种典型的除磷脱氮工艺；三级深度处理工艺采用混凝沉淀+反硝化深床滤池过滤处理；同时，对尾水采用次氯酸钠消毒。高崎污水厂高效沉淀池 COD_{Cr}、BOD_5 和 SS 的去除率分别可达到 60%、60%和 85%，磷的去除率可高至 90%。反硝化深床滤池的情况下，可以去除 SS。经以上污水处理工艺后，高崎污水厂尾水处理达到《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值是可行的。

9.6 环境保护措施经济技术合理性

本项目环保投资约 1608.7 万元，具体费用估算详见表 9.6-1 至 9.6-3。主要包括船舶污水和船舶垃圾接收处理费用、环境跟踪监测费用、海洋生物资源补偿费用等，各项直接投资的环保设施均为适应工程建设与环境保护、海洋生态环境保护实际需要而提出来的，具有普遍适用性和可操作性。

（1）船舶污水和船舶垃圾接收处理投资估算

根据工程分析，本工程船舶含油污水产生量约 1.52t/d，施工期生活污水约 6t/d，施工船舶生活垃圾约 0.06t/d。工程实际施工期 6 个月，则产生的含油污水约 273.6t、生活

污水 1096t、船舶生活垃圾 10.96t，参照目前厦门市生活污水和生活垃圾处理标准，预计船舶污水和船舶垃圾接收处理费约为 3.88 万元，详见表 9.6-1。

（2）环境跟踪监测费用估算

本项目施工期和施工结束后重点监测施工和建设活动对海水水质和沉积物、海洋生物生态等方面的影响，本项目环境监测费用估算为 342.85 万元，详见表 9.6-2。

（3）环保总投资额估算

通过估算，本项目环保总投资额约需 1608.7 万元，主要用于施工船舶污水、生活污水和船舶垃圾接收处理费用、环境监测费用、海洋生态环境补偿费用等（详见表 9.6-3）。

表 9.6-1 船舶含油污水及船舶垃圾接收处理费估算一览表

序号	费用类别	投资估算（万元）	估算方法
1	船舶含油污水接收处理费	1.8	目前厦门地区接收的的含油污水可卖给回收公司，抵扣处理费。只计算接收费用。按每天接收一次，每次 100 元计，则 30×6×100 元=1.8 万元。
2	船舶生活污水接收处理费	1.92	根据厦门水务集团 2005-2007 年的污水处理加权平均保本费为 1.1055 元 / 吨，则 1096×1.1055 元=0.12 万元；另按每天收集一次，收集费 100 元计，则 30×6×100=1.8 万元；综上，船舶生活污水接收处理费合计 1.92 万元。
3	船舶生活垃圾接收处理费	0.16	根据厦门市 2006 年 4 月 1 日实施的厦门市生活垃圾处理费收费标准（征收标准约为垃圾运输、处理成本的 50%），海上作业、运输船舶等产生的生活垃圾：（1）管理单位自运到清洁楼和海上环卫码头（或环卫部门指定点）的每吨征收 60 元；（2）委托环卫专业单位等到管理单位岸上垃圾存放点收集的每吨征收 75 元。加上从施工船收集运输到指定地点的费用，每吨按 150 元估算：10.96×150=0.16 万元。
合计		3.88	

表 9.6-2 环境监测费用估算一览表

序号	监测类别	投资估算（万元）	估算方法
1	施工期海水水质监测	0.98	根据厦价服[2007]35 号《厦门市物价局关于海洋信息、咨询服务费收费标准的批复》水化学（标准层取样）每个站位收费基价为 1954 元，水深小于 50m 的沉积物化学取样每个站位收费基价为 2192 元，加收技术工作费 22%。另每次加租船费 2000 元。 本项目施工期水质监测站位 4 个，施工期间监测 1 次。累计 4 站次监测。水质监测费用为 1954 元/站×4 站次+2000 元×1 次=0.98 万元。
2	施工期海洋生物生态监测	3.27	根据国家海洋局于 2003 年 3 月发布的《海域使用论证收费标准（试行）》中海洋生物取样与实验室分析收费基价表，每站次的叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物等调查项目的取样分析收费基价分别为 900 元、900 元、2500 元、3000 元、4500 元、8000 元。

序号	监测类别	投资估算（万元）	估算方法
			本项目施工期海洋生物生态监测站位 3 个，施工期间监测 1 次。累计 3 站次监测。海洋生物生态监测费用为 3 站次×（900+2500+3000+4500）元=3.27 万元
3	营运期海水水质、沉积物、生物质量监测	93.60	根据厦价服[2007]35 号《厦门市物价局关于海洋信息、咨询服务费收费标准的批复》水化学（标准层取样）每个站位收费基价为 1954 元，水深小于 50m 的沉积物化学取样每个站位收费基价为 2192 元，加收技术工作费 22%。另每次加租船费 2000 元。 本项目营运期水质监测站位 7 个，监测周期为按照管道使用周期为 50 年，每年监测一次，累计 50 次×7 站=350 站次监测。水质监测费用为 1954 元/站×350 站次×（1+22%）+2000 元×50 次=93.48 万元。 沉积物监测站位 7 个，监测周期为按照管道使用周期为 50 年，每年监测一次，累计 50 次×7 站=350 站次监测。沉积物监测费用为 2192 元/站×350 站次×（1+22%）=93.60 万元。
4	营运期海洋生物生态监测	245	根据国家海洋局于 2003 年 3 月发布的《海域使用论证收费标准（试行）》中海洋生物取样与实验室分析收费基价表，每站次的叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳动物等调查项目的取样分析收费基价分别为 900 元、900 元、2500 元、3000 元、4500 元、8000 元。 本项目营运期海洋生物生态监测站位 7 个，监测周期为按照管道使用周期为 50 年，每年监测一次，累计 50 次×7 站=350 站次监测。海洋生物生态监测费用为 350 站次×（2500+4500）元=245 万元
小计		342.85	-

表 9.6-3　本项目环保投资一览表

环保投资项目	预计投资额（万元）	占环保投资比例（%）
船舶污水和船舶垃圾接收处理费用	3.88	0.24
环境监测费用	342.85	21.31
海洋生态环境补偿费用	1261.97	78.45
总　计	1608.7	100.00

9.7 环境影响经济损益分析

随着城市化进程的加快，城市污水处理对改善环境质量、更好地满足人民群众物质文化生活需要具有十分重要的意义。城市污水处理工程是一项市政工程，也是一项环保工程。以服务于社会为主要目的，污水厂的建设将进一步改善厦门市海域的水质状况，改善人民的生产生活环境，保护区域水资源，满足经济社会发展要求。

环境经济损益分析是建设项目环境影响评价的一个重要组成部分，它是综合评判建设项目的环保投资是否能够补偿或在某种程度上补偿了由此可能造成的环境损失的重要依据。环境经济损益分析不仅需要计算用于环境治理、控制污染所需的投资和费用，

还要同时核算可能的经济效益、社会效益。目前多采用定性与半定量的方法来讨论，以判断项目在环境效益、社会经济效益和控制环境污染等方面的得失。

9.7.1 社会经济效益

城市污水处理厂及尾水排海管是城市基础设施的重要组成部分，直接影响到城市的各种功能发挥。本工程的建设与厦门市人民的生活息息相关，可进一步改善厦门市的投资环境和旅游环境，对地区的经济和社会发展影响巨大。

随着厦门市改革开放的深入和经济的高速发展，厦门市城镇规模不断扩大，人口不断增加，城市化率不断提高，厦门市污水排放规模也在日益增加，厦门市污水厂已在超负荷运行。2018 年，厦门市在部署编制新一轮污水规划（《厦门市污水布局及处理系统规划》）中，提出按照“集中为主、分散为辅”的布局原则，结合污水处理设施现状布局、预留用地、规划发展等综合分析，逐步整合一些小型污水处理站，集中建设大型污水处理厂，提高污水处理效能，减轻对水体环境的影响。根据规划，目前厦门岛现状污水厂极限规模 80 万吨/天（筼筜厂 30 万吨/天，前埔厂 50 万吨/天），均集中在厦门岛南部，而北部位于收集系统最上游，转输距离长、提升设施多、保障度低，且北部的机场和港口区域将作为未来本岛的主要发展区域，因此，规划中考虑在本岛北部新建一座高崎污水厂，形成东部（前埔污水处理厂）、西部（筼筜污水处理厂）、北部（高崎污水处理厂）三个较为均衡的污水格局系统。本工程是高崎污水厂配套工程，对高崎污水厂尾水深海排放十分重要。

综上所述，本项目的社会经济效益显著。

9.7.2 环境损益

本工程的施工会导致的海洋生物的损失，其中管道沟槽开挖导致底栖生物损失量为 4.12t；施工期间悬浮泥沙导致的海洋生物量损失为鱼卵 8.60×10^6 粒，仔稚鱼 3.52×10^6 尾，成体 89.04kg；营运期污水排海引起的海洋生物量损失为 1.04×10^7 粒，仔稚鱼 4.27×10^6 尾，成体 109.51kg。

但是本项目施工期和营运期各项环保工程措施，包括直接投资的环保设施和属于管理范畴的工程措施，可以使清洁生产的整体预防战略在建设施工期全过程得到有效贯彻，从而确实有效保护生态环境，达到社会经济建设和环境资源保护的协调发展。同时通过施工期和营运期各项环保措施，减小污染因子产生的强度，并进行必要的污染治理，使工程区附近海域环境和陆域环境得到有效保护。本项目实施后，将高崎污水厂处理达标

的尾水排放到水深条件和水动力扩散条件均较好的推荐排海口排放，有利于污水中污染物的稀释扩散和降解，从而减轻对同安湾海域水环境和生态环境的影响，有利于维护同安湾的生态系统健康，对实现城市总体规划中的环境保护总目标起着重大作用。作为一项重要的城市基础设施，污水处理工程及尾水排海管的建设将有效地改善城市的环境条件，改善居民生活条件。

综上，本项目的建设对项目周边陆域环境和海域环境可带来正面效益。

第十章　环境管理与环境监测计划

为使本项目在运营后保证其经济效益、社会效益及环境效益三者统一，建设单位在建设本工程的同时，必须切实做好环境保护管理与监督，以及环境监测计划工作。

10.1 污染物排放清单及管理要求

10.1.1 工程组成及原辅材料

高崎污水厂尾水排海管为高崎污水厂配套出水管，近期尾水排放规模为 20 万 m^3/d，按照远期规模一次实施，近期轮换运行，远期双管运行。采用两根 DN2200 管道，双管平行埋设，单管长度约 414m，其中，放流管约为 354m（陆域段 40m+海域段 314m），扩散段长度 60 米，设置 7 根上升管，间距 10 米，上升管管径 DN800，末端设 5 只扩散喷头，孔径 DN300；并配套建设一座高位井。本项目总平面布置见图 3.2-1~图 3.2-3。

运营期，本排海管主要将高崎污水厂处理达标后的尾水（排放标准为《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值）引至厦门岛同安湾大离浦附近海域深水排放。

10.1.2 环保措施管理

污水厂运营期间排海管尾水排放污染物种类、排放浓度、总量指标、排污口信息、执行标准等见表 10.1-1。

10.1.3 公开信息内容

建设单位应定期向社会公开项目的污染物排放情况，主要为尾水的污染物排放情况。

表 10.1-1　污染物排放清单及管理要求

污染类型	主要污染物排放情况			环境保护措施	排放口信息及设计参数	环境标准 mg/L	环境监测要求
	污染物种类	排放浓度 mg/L	新建段排放量 t/a				
营运期尾水	废水量	/	1.095×10^8	采用深度处理工艺	1、排污口位置：（118°08′58.242″，24°33′17.032″），排放方式：连续 2、排放去向：大离浦附近海域 3、设计排放能力 20 万 m^3/d	/	厂内有安装在线监测仪器，在线监测出水水质 COD_{Cr}、SS、pH、TP、氨氮、TN，安装有自动流量计对水量进行计量
	COD_{Cr}	≤50	5475			50	
	SS	≤10	1095			10	
	BOD_5	≤10	1095			10	
	NH_3-N	≤5	547.5			5	
	TP	≤0.5	54.75			0.5	
	TN	≤15	1642.5			15	
生活污水	6t/d			统一收集处理			验收落实
噪声	项目施工场界噪声执行 GB12523-2011《建筑施工场界环境噪声排放标准》中的规定			隔声		昼间 70dB（A）夜间 55dB（A）	验收落实
大气扬尘	施工扬尘			洒水、喷淋装置			验收落实
固废	生活垃圾		60kg/d;	由环卫部门收集外运填埋			验收落实
	沟槽开挖挖方		19.55 万 m^3	运至东碇临时海洋倾倒区抛填			验收落实
风险防范	制定突发环境事件应急预案并定期演练。适时修订完善应急预案。						验收落实
环境监测	按环境监测计划落实						验收落实

10.2 环境管理计划

通过实施环境管理，制定并落实建设项目环境监测计划，对项目建设施工和营运全过程进行环境管理和环境监测，及时发现与项目建设有关的环境问题，对环保措施进行修正和改进，保证全过程环保工程措施的有效运行，可使项目的建设和环境、资源的保护相协调，保障经济和社会的可持续发展。

本项目施工期、营运期均可能对环境产生不利的影响，从项目建设特点以及海域生态的敏感性分析，必须采取环境保护管理措施，以预防或减轻其不利影响。因此，有必要建立相应的环境保护管理体系和监测计划，并接受有关主管部门的指导和监督，使本项目的环境管理措施得到有效实施。

(1) 建议污水厂建设单位统筹设立环境管理机构，其中，配备排海管管理人员，专职管理，按班操作，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网、泵站正常发挥作用。

(2) 高崎污水厂应根据有关环保法律法规、标准，制定入网污水管理办法。这方面的管理工作，厂方应主动取得当地生态环境部门的指导和帮助，从区域上加强监控，确保污水处理工艺的正常运转。

(3) 对污水厂的主要处理设备和污水厂尾水排放口等应当设置标识和警示标志。

10.3 环境监测计划

10.3.1 目的与原则

环境监测在环境监督管理中占有重要地位，通过制订并实施环境监测计划，可有效管理、监督各项环保措施的落实情况，及时发现存在问题，以便进一步改进环保工程措施，更好地贯彻执行有关环保法律法规和环保标准，确实保护好环境资源和环境质量，实现经济建设和环境保护协调发展。

根据有关相关环保法规、条例的要求，为了及时了解和掌握本工程建设对环境的影响，评价其影响范围和影响程度，建设单位需要制订环境监测计划，监测计划制订的原则是根据项目建设各个阶段的主要环境问题及可能造成较大影响的地段和影响指标而定的，重点是环境敏感地区。委托具有环境监测资质的相关单位，跟踪监测本工程对环境的影响，及时发现并解决本工程建设引起的环境问题。

10.3.2 环境监测机构

环境监测主要由项目建设单位委托有资质的环境监测部门按照制订的计划进行监测，为建设项目环境管理部门执行各项环境法规、标准、开展环境管理提供可靠的监测数据和资料。为保证监测计划的执行，建设单位应与监测单位签订有关环境监测合同。

10.3.3 环境监测计划

根据本项目的工程特征和主要环境影响问题，结合区域环境现状、敏感目标的具体情况，制定本项目的环境监测计划，包括环境监测的项目、频次、监测实施机构等具体内容。本项目施工期、运营期环境监测计划如下：

10.3.3.1 施工期环境监测计划

施工期应委托有资质的监测单位对施工环境进行监测，主要监测对象为海水水质和海洋生态环境等，施工期环境监测计划见表 10.3-1。

表 10.3-1　施工期环境监测计划

序号	监测对象	监测对象点位	监测项目	监测频次	监测负责单位	调查取样与分析方法
1	海水水质	在离施工点顺涨潮、落潮方向的100m、500m、1000m 海域各设置 1 个测站；并在挖泥影响区外设置 1 个对照站位。	SPM、COD、石油类	在挖泥施工过程中监测一次。	委托有资质的监测单位	按 GB/T 12763-2007《海洋调查规范》和 GB 17378-2007《海洋监测规范》等执行
2	海洋生物	在离施工点顺涨潮、落潮方向的100m、500m、1000m 海域各设置 1 个测站。	叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、潮下带底栖生物	在挖泥施工过程中监测一次。	委托有资质的监测单位	

10.3.3.2 营运期环境监测计划

营运期环境监测计划见表 10.3-2。

表 10.3-2　营运期环境监测计划

序号	类别	监测站点	监测项目	监测频次	监控负责单位	调查取样与分析方法
1	海域水质、	以排放口为圆心，在	海域水质：pH、化学需氧量、溶解氧、石油类、	每年一次	委托有资质单位	按 GB/T 12763-2007

	沉积物和生物质量	混合区边界均匀布设3-5个监测站位，混合区内、外分别布设1-2个监测站位。	硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、活性磷酸盐、硫化物、重金属（铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷）、粪大肠菌群、色度			《海洋调查规范》和GB 17378-2007《海洋监测规范》等执行
			沉积物：有机碳、硫化物、石油类、汞、铅、锌、铜、镉、铬和砷	每年一次	委托有资质单位	
			生物质量：铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油烃	每年一次	委托有资质单位	
2	海洋生态	以排放口为圆心，在混合区边界均匀布设3-5个监测站位，混合区内、外分别布设1-2个监测站位。	浮游植物、潮下带底栖生物	每年一次	委托有资质单位	
3	环境资料整理、归档		分类管理，及时报送。		厂环保机构	

项目事故预案中需包括应急监测程序，项目一旦发生事故，应立即启动应急监测程序，并跟踪监测污染物的迁移情况，直至事故影响根本消除。事故应急监测应与地方突发事件应急预案系统共同制定和实施。

10.4 施工期环境监理

10.4.1 环境监理工作目标

依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、法规、政策、技术标准，以及经批准的设计文件、投标文件和依法签定的监理、施工承包合同，按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效地服务于工程建设，实施全面的生态环境监理，使工程建设达到环境保护要求。

10.4.2 环境监理机构

工程的环境监理应作为整个工程监理工作的一部分，施工环境监理由工程建设单位委托具有工程监理资质并经环境保护业务培训的单位对设计文件中环境保护措施的实施情况进行工程环境监理。为了保证监理计划的执行，建设单位应在施工前与监理单位签订建设期的环境监理内容。

10.4.3 监理计划

本工程施工现场需配备专职的环境监理人员，根据环境影响报告书环保措施要求和施工设计文件，审查好施工单位制定的有关环境保护措施，并做好施工现场检查，发现问题应及时通知施工单位整改。监理计划如下：

（1）事前监测

施工开始前，认真检查施工计划中是否包含环境保护措施。

（2）检查内容

依据建设单位与承包商签订的工程承包合同中有关环保条款，根据施工日程安排，定期检查监督施工过程的环境保护措施的实施和效果。

（3）检查结果

及时总结，并将检查结果通报建设单位和施工单位，发现问题及时处理。

（4）突发事件处理

环境监理人员及时处理和解决临时发生的环境污染事件。

10.4.4 本工程施工环境监理主要内容

环境保护监理工作的内容主要为针对施工期环境保护措施，以及落实为项目生产营运配套的污染治理设施的“三同时”工作执行情况进行技术监督。根据本项目的工程性质及环保对策措施要求，本项目施工期环境保护措施内容与监理要点如下：

①施工期施工人员的生活污水及施工废水是否经收集处理；

②施工期大气污染主要为施工扬尘，本工程是否于工地运输出入口设有洗车台，对进出施工车辆进行冲洗，减少车辆扬尘；

③施工期的噪声影响，是否有合理安排施工时间，减少夜间施工，避免影响；

④施工期施工人员的生活垃圾和建筑垃圾，是否采取定点放置，及时清运等措施。施工期船舶上是否设置专门容器收集贮存生活垃圾。淤泥外抛是否办理相关的抛泥审批手续，有无主管部门签发普通倾倒许可证，淤泥是否在指定区域倾倒。

10.5 建设项目竣工环境保护验收

项目竣工后，建设单位应根据《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）的要求开展竣工环境保护自验收，对各项环保措施“三同时”的落实情况、

效果以及工程建设对环境的影响进行评估，为给工程竣工验收提供依据。建议本建设项目的环保验收主要内容如下：

表10.5-1　海洋环保竣工验收一览表

实施时段	环境影响要素	环境保护对策措施内容	竣工验收内容和要求
施工期	水质	实施船舶污水的铅封管理。施工船上的粪便污水应收集在船上的卫生设施中，由有资质的单位集中收集上岸处理排放。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整
	固体废物	施工船舶应配备的垃圾收集装置。并由厦门港有资质的海上垃圾处理船负责接收处理。 污泥处置去向检查。	验收接收合同、接收方资质证明，接收记录是否完整，淤泥处置去向是否合规。
	生态	建设单位按照《厦门市海洋生态补偿管理办法》对工程建设造成的生态损失进行生态补偿。 临时施工场地恢复原状。	检查是否落实措施
	环境管理和环境监理	建设单位与施工单位是否设置环境管理职能机构，并配备有专职人员；是否落实施工环境监理要求；建设单位与施工环境监理单位签订的相关合同文件；施工期环境监理的相关记录文件等。	
	环境监测	跟踪监测的落实情况。	
运营期	环境管理	（1）排污口及排污管网均应设立专门的工作岗位，专职管理，按班操作，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网正常发挥作用。 （2）尾水扩散器（含排放口）处应设立明显的警示标志，标明管口离岸距离，防止小船撞击事故。 （3）出水口应安装在线监测装置；出水水质执行《厦门市水污染物排放标准》（DB35/322-2018）C 级排放限值。	

第十一章 评价结论

11.1 工程概况

高崎污水处理厂尾水排海管位于厦门同安湾大离浦附近海域，是高崎污水处理厂重要配套设施，主要功能为将经高崎污水厂处理达标后的尾水引至高崎污水厂尾水排放口（排放口中心坐标为 **118°08′58.242″E,24°33′17.032″N**）进行离岸深水排放。该排海管由两根 DN2200 钢管组成，双管平行埋设，单管长度约 414m，其中，放流管约为 354m（陆域段约 40m+海域段约 314m），扩散段长度 60 米，设置 7 根上升管，间距 10 米，上升管管径 DN800，末端设 5 只扩散喷头，孔径 DN300；并配套建设一座高位井。尾水排海管近期接纳尾水排放量为 20 万 m^3/d。

工程总投资：工程总投资约 12416 万元。

11.2 工程建设的主要环境问题

（1）尾水排海管道海域段开挖施工对海水水质、海洋生态的影响；

（2）尾水排海管道陆域段施工对大气环境、声环境、社会环境等造成的影响；

（3）营运期尾水排放对海水水质、沉积物环境、海洋生态的影响。

（4）项目建设对厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区等敏感目标的影响。

11.3 环境质量现状调查与评价结论

11.3.1 评价海域水质现状

秋季（2019 年 10 月），超标因子主要为无机氮和活性磷酸盐，其他水质指标均达到一类海水水质标准，无机氮超标率为 83%，活性磷酸盐超标率为 83%。**春季（2020 年 3 月）**，超标因子为 BOD_5、无机氮和活性磷酸盐，超标率分别为 4.35%、34.78%和 100%，其他水质指标均能符合相应的海水水质标准。

11.3.2 评价海域沉积物质量现状

2019 年 10 月，调查海域内所有沉积物样品有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油类含量均符合第一类海洋沉积物质量标准。6 号站沉积物硫化物含量超过了第一类海洋沉积物质量标准，其它站位沉积物硫化物含量符合第一类海洋沉积物质量标准。

11.3.3 海洋生物质量现状

秋季（2019 年 10 月），调查海域的贝类生物生物体内的铜、铅、锌、镉、总铬、砷、石油烃存在超标现象，大部分样品达到第二类海洋生物质量标准（牡蛎中锌含量超过二类标准，但符合第三类海洋生物质量标准）。春季（2020 年 3 月），调查海域的贝类生物生物体内的铜、铅、锌、镉、总铬、石油烃存在超标现象，但达到第二类海洋生物质量标准。

11.3.4 海洋生态现状

（1）叶绿素 a 和初级生产力

秋季，2019 年 10 月，调查海域表层叶绿素 *a* 含量的平均值为 2.00 mg/m^3；底层叶绿素 *a* 含量的平均值为 1.87 mg/m^3，略低于表层；秋季调查海域初级生产力的平均值为 33.77 mgC/（m^2·h）。

春季，2020 年 4 月，工程附近海域表层叶绿素 a 的平均值为 0.54mg/m^3；底层叶绿素 a 平均值为 0.69mg/m^3。初级生产力的平均值为 11.47 mgC/m^2·d。

（2）浮游植物

秋季，2019 年 10 月，水采浮游植物，调查海区浮游植物平均密度较低，表、底层分别为 55.07×10^3 cells/L 和 48.25×10^3 cells/L，表层浮游植物密度高于底层。网采浮游植物，调查海区浮游植物平均密度为 873.16×103 cells/m^3。调查海区各站位浮游植物物种多，种间个体数量分配均匀，群落结构较稳定。

春季，2020 年 4 月，水采浮游植物，调查海区浮游植物平均密度较低，表、底层分别为 8.25×10^3 cells/L 和 4.48×10^3 cells/L。网采浮游植物，调查海区浮游植物平均密度为 564.73×10^3 cells/m^3；浮游植物均匀度范围为 0.66~0.92，多样性指数范围为 1.71-3.45。各站位网采浮游植物物种多，种间个体数量分配均匀，群落结构较稳定。

（3）浮游动物

秋季，2019 年 10 月，本次调查已记录到种的浮游动物共有 35 种，此外，还记录了 7 种阶段性浮游幼虫。在数量百分比中，物种数和个体密度均以桡足类为主；单一物种则以亨氏莹虾和太平洋纺锤水蚤占绝对优势；浮游动物总生物量和总个体密度的均值分别为 50.02 mg/m^3 和 27.04 ind/m^3，在平面分布上，二者分布相似，最高和最低值均分别出现于中部海域；浮游动物物种多样性指数(H')和均匀度（J'）的均值分别为 3.21 和 0.85。物种多样性指数值的区间变化与各局部水域出现的物种数的多寡以及各物种间个体数

量分配的均匀程度密切相关。

春季，2020 年 3 月，共鉴定浮游动物 21 种，另记录浮游生物幼体 3 种，12 种阶段性浮游幼虫，在数量百分比中，物种数和个体密度均以桡足类为主，单一物种则以太平洋纺锤水蚤和捷氏歪水蚤占绝对优势；本调查浮游动物总生物量均值 124.97 mg/m^3，区间波动范围为 45.00～273.33 mg/m^3；总个体密度均值为 52.19 ind/m^3；物种多样性指数(H')平均值为 2.37，均匀度（J'）平均值为 0.73。

（4）潮下带大型底栖生物：

秋季，2019 年 10 月，本航次调查所获样品经鉴定共有大型底栖生物 9 门 78 科 116 种。平均总密度为 213 ind/m^2，以环节动物最高，软体动物和节肢动物次之。各站栖息密度介于 32~584 ind/m^2，各站位以环节动物和软体动物为主要贡献者。平均总生物量为 76.06 g/m^2，平均生物量以棘皮动物占主要优势。各站生物量介于 1.56~325.36 g/m^{2}之间。大离浦屿附近海域的物种数、栖息密度和生物量高于其他站位。大型底栖生物物种多样性指数(H')的平均值介于 2.52~4.69 之间，多样性水平较高；Pielou 物种均匀度指（J'）值大部分站位介于 0.83~0.98，均匀度指数高；丰度指数（d）值介于 1.63~7.06 之间；优势度指数（D）指数大部分站位介于低于 0.06~0.16，优势度指数均较低。

春季，2020 年 3 月，经初步鉴定共有大型底栖生物 8 门 93 种；总平均栖息密度为 808.8 ind/m^2；总平均生物量为 99.27 g/m^2；多样性指数（H'）平均值为 2.38，均匀度（J'）平均值为 0.64，丰富度（d）平均值为 2.09，群落优势度（D）平均值为 0.67。

（5）**潮间带底栖生物**

秋季，2019 年 10 月，调查共采获潮间带大型底栖生物 64 种，分属 6 门 50 科。潮间带大型底栖生物平均栖息密度为 396 ind/m^2，平均生物量为 34.16 g/m^2，生物丰度指数（d）均值为 5.46， Pielous 物种均匀度指数（J'）均值为 0.592，生物多样性指数（H'）均值为 2.84， Simpson 优势度（D）均值为 0.379。

春季，2020 年 3 月，鉴定的种类共有 61 种（定量生物 42 种，定性 26 种）；潮间带断面平均栖息密度为 115.3 个/m^2，其中多毛类占总密度的比例较大；平均生物量 31.65g/m^2，其中软体动物占总生物量 92.1%的绝对优势；3 条断面丰度指数（d）平均为 2.21，均匀度指数（J'）平均为 0.92，多样性指数（H'）平均为 3.18；优势度（D）值平均为 0.40，总体来看监测区潮间带生物种类组成多样性高，中潮区的生物种类多样性明显高于低潮区。

（6）鱼卵和仔稚鱼

秋季，2019 年 10 月，本次调查共记录浮性鱼卵和仔稚鱼 15 种（含未定种），其中鳀属鱼卵及美肩鳃鳚仔稚鱼数量较高。数量上，鱼卵和仔稚鱼个体数平均分别为 3.4ind/100m^3 和 0.4ind/100m^3。分布上，鱼卵（0~7.1 ind/100m^3）以调查区东南部水域密度较高；仔稚鱼(0~0.9ind/100m^3)仅少量出现。由此说明，本海区有一些鱼类在此栖居和繁殖，但数量均低，这与调查期间正是鱼类繁殖低谷期相符。

春季，2020 年 3 月，共记录鱼卵和仔稚 11 种（含未定种），其中舌鳎鱼卵及斑鰶仔稚鱼数量较高；鱼卵的数量为 2.2 ind/m^3，以调查区东南部水域密度较高；稚鱼数量为 0.9ind/m^3，在调查区北部密度较高。

（7）游泳动物

秋季，2019 年 10 月，拖网调查鉴定游泳动物 97 种，优势种主要为鱼类；渔业资源重量和尾数密度分别为 158.43 kg/ km^2 和 9483 ind./ km^2；渔获物总体幼体比例为 42.26%；渔获物重量多样性指数（*H′*）均值为 2.34（1.88~2.75），丰富度指数（*D*）均值为 2.70（2.13~4.61），均匀度指数（*J′*）为 0.74（0.64~0.85）；尾数多样性指数（*H′*）均值为 2.29（1.29~3.06），丰富度指数（*D*）均值为 3.97（3.16~6.81），均匀度指数（*J′*）为 0.72（0.40~0.88）。秋季渔获重量和尾数分别为 267.2107kg、21325 ind.（已换算成单位时间渔获量），平均每网渔获量为 8.35 kg/h，666 ind/h。优势种主要有叫姑鱼、斑鰶、口虾蛄。

春季，2020 年 3 月，拖网调查鉴定游泳动物 58 种，其中鱼类 37 种，甲壳类 19 种，头足类 2 种；本次调查海域中主要渔获鱼类存在大量幼体，石首鱼科鱼类幼体比例较高；根据 IRI 指数可知，鱼类中海鲶具有最高值（756.55），为优势种；甲壳类中优势种为日本蟳（726.54）；调查海域渔业资源重量和尾数密度分别为 533.93 kg/ km^2 和 16168 ind./ km^2；春季多样性指数（*H′*）均值为 1.94，丰富度指数（*D*）均值为 0.62，均匀度指数（*J′*）为 0.72。

11.3.5 大气环境质量现状

根据《2019 年厦门市环境质量公报》，2019 年厦门市环境空气质量综合指数 2.98，较 2018 年改善 0.08。2019 年厦门市空气质量优的天数为 185 天，良的天数为 171 天，轻度污染的天数为 9 天（首要污染物为臭氧 7 天，细颗粒物 2 天）。空气质量优良率和优级率分别为 97.5%和 50.7%。

厦门市国控评价点位六项主要污染物年均浓度值分别为：二氧化硫（SO_2）6μg/m^3、二氧化氮（NO_2）23μg/m^3、可吸入颗粒物（PM_{10}）40μg/m^3、细颗粒物（$PM_{2.5}$）24μg/m^3、

一氧化碳（CO）95 百分位浓度值 0.8mg/m^3，臭氧（O_3）90 百分位浓度值 136μg/m^3。按照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）评价，SO_2、NO_2、CO、PM_{10} 年均浓度符合一级标准要求；$PM_{2.5}$、O_3 年均浓度符合二级标准要求。

11.3.6 声环境质量现状

海洋三所于 2020 年 4 月 23 日监测结果表明，项目区周边各敏感目标昼间噪声监测值均符合厦门市声环境质量机场区二类区标准。

11.4 环境影响预测与评价结论

11.4.1 水文动力及地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目新建排海管是通过铺管船沉管法和漂浮沉管法，海域段平均埋深约 7m，基本没有改变海底地形地貌。营运期污水排放后，排水口出水速度最大约 2.19m/s，对排放口附近有限范围内的潮流场产生一定扰动，本项目水文动力影响区域约为排污口周边 100m 范围内，产生的影响也较小。因此，工程实施后对海洋水文动力及地形地貌与冲淤环境的影响较小。

11.4.2 水环境影响分析

（1）施工期

本项目排海管道沟槽开挖引起悬浮泥沙增量超过 10mg/L 的包络面积约 1.21km^2，沿涨落潮方向最大长度约为 3.7km，垂直潮流方向最大宽度约为 550m。总体上，影响范围主要集中在大离浦岛南侧的狭长海域。施工引起的悬浮泥沙增量超 10mg/L 影响范围未进入周边环境敏感目标，施工期悬浮泥沙对敏感目标影响较小。根据数模结果，施工期悬浮泥沙使得厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚-同安湾湾口）最高浓度增量约为9.27mg/L<10mg/L，且施工引起的悬浮泥沙影响是短期的，随着施工结束，其影响也结束。

此外，沟槽回填主要回填块石和碎石，沟槽回填过程产生的入海泥沙相对于沟槽开挖作业而言要小得多，因此，沟槽回填对海域水质的影响较小。

建设单位应严格遵守相关要求，并与有资质的船舶含油污水和垃圾接收处理单位签订协议，通过有偿服务，落实施工船舶舱底含油污水、船舶生活污水和垃圾的接收处理。

（2）营运期

尾水规模为 20 万 t/d，正常排放情况下，叠加本底后海域的 COD_{Mn} 浓度超二类海水

水质影响面积约 0.13km^2；由于无机氮、活性磷酸盐水质现状均已超阈值，因此在数模预测时，无机氮、活性磷酸盐只做增量预测，不对超标范围进行评价。计算结果表明，无机氮浓度增量最大值出现在涨急时，约为 1.07mg/L；活性磷酸盐浓度增量最大值出现在涨急时，约为 0.022mg/L；虽然无机氮和活性磷酸盐的排放使得局部区域污染物有一定增量，但污水处理厂为区域减排工程，工程的建设总体上将消减污染物的排放。从区域上，本工程将改善厦门海域整体水质状况。COD_{Mn}扩散超标范围未进入周边环境敏感目标，营运期尾水排放对周边敏感目标影响较小。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中的关于混合区的定义以及数模预测结果，本评价确定的混合区为以排污口（24°34′26.511″N，118°7′13.096″E）为中心，长半轴为 400m，短半轴为 150m 的椭圆，面积约 0.1885km^2。该范围内水域的水质不执行任何水质标准。

11.4.3 固体废弃物环境影响分析

本项目实施过程所产生的主要固体废物为海域沟槽开挖产生的淤泥、施工人员生活垃圾、陆域段施工垃圾等。施工人员的生活垃圾由环卫部门统一清运处理，对环境基本不产生影响。本项目排海管沟槽挖泥约 19.55 万 m^3，拟运至东碇临时性海洋倾倒区抛填，在外抛处置前应向主管部门申请淤泥倾废许可，取得许可后，才能进行淤泥倾废。顶管施工的泥浆经过砂水分离器分离后，栅渣外运至岛外渣土站填埋处理，分离后清水循环利用，施工完成后泥浆池的水有罐车抽运至前埔污水处理厂处理；本项目高位井施工弃方 952m^3，应在施工前办理相关的渣土倾倒手续，由厦门市渣土办统一进行协调处置。

11.4.4 海洋沉积物环境影响分析

本项目对海域沉积物环境影响主要表现在：施工产生的悬浮泥沙在周边海域沉降引起局部海域表层沉积物环境的变化；施工期挖槽后管道覆盖对海域沉积物的扰动；营运期污水排放对沉积环境的影响。由于开挖引起的悬浮泥沙来源于附近海域表层沉积物本身，一般情况下沟槽开挖对沉积物的改变大多是物理性质的改变，对沉积物的化学性质的改变不大，对工程区既有的沉积物环境产生的影响甚微，不会引起海域总体沉降环境质量的变化。管道铺设后将在管道上面抛填块石、碎石等，导致管道上方局部海域沉积环境改变，但其影响是局部的，短暂的，随着管道铺设完成，海床的回淤，周边沉积环境将逐渐得到恢复。排污口周边的沉积物环境质量较好，但是随着污水的长时间连续大量排入，该处海域的沉积物环境也有可能受到一定的累积影响。因此，本项目尾水在拟

定排污区排放后，建设单位应加强对排放口周边海域沉积物环境的跟踪监测，一旦发现异常，应及时上报有关部门，采取相应措施。

11.4.5 海洋生态环境影响分析

（1）施工悬浮泥沙对海洋生态影响分析

根据数模预测结果，施工期间悬浮泥沙浓度增量超过 10mg/L 的范围约 1.21km^2，沿开挖处线位向两侧扩散，对此范围内浮游生物的生长繁殖可能产生一定的干扰，将会导致生物量下降，由于浮泥沙最多在持续一个潮周期后基本落淤完毕，持续影响时间不长。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙不会对浮游生物造成长期、显著的不利影响。

超过 10mg/L 的范围的悬浮泥沙沉降可能对部分底栖生物的繁殖和生长造成影响，但具有行动能力的底栖生物则可能主动逃窜回避从而免遭受损，随着施工结束后，底栖生物群落将逐渐恢复、重建。因此，本项目产生的入海悬浮泥沙对底栖生物的影响较小。

本项目施工造成的入海悬浮泥沙增量超 10mg/L 的面积约 1.21km^2，影响范围和程度较小，在此水域范围内，部分鱼卵、仔鱼可能因高浓度的含沙量而死亡，成鱼虽可以回避，但部分幼体仍难逃厄运。而这种影响是暂时的，持续时间不长，随着每天停止作业而消失。因此，悬浮泥沙入海将对鱼类产生一定影响。而虾蟹类因其本身的生活习性，大多数对悬浮泥沙有较强的抗性。因此，悬浮泥沙入海对虾蟹类的影响不大。

（2）施工产生的水下噪声对海洋生态的影响

本工程水下噪声主要来自施工船舶挖泥作业及航行。根据类比监测结果，本工程船舶挖泥作业及航行等产生的水下噪声将比海洋环境背景噪声高出约16~30 dB/1μPa，声压谱级较高的噪声频率集中在50~1000Hz之间。叠加背景值后，水下噪声最大值约150 dB/1μPa。施工造成水下声压高于AVRT的水域面积较小，主要局限于施工区域及其周边。施工水下噪声对鱼类的影响主要表现为噪声滋扰导致鱼类暂时游离施工水域，并不会造成大范围鱼类死亡等明显影响。

（3）营运期对海洋生态的影响

从区域环境角度，污水处理厂将大大减少区域污染物排放，具有环境正效益。对整个区域海洋生态环境具有改善作用。但仅从污水处理厂尾水排放角度，预测结果表明，正常排放时，叠加本底后海域的COD_{Mn}浓度超二类海水水质影响面积约0.13km^2。影响范围在可接受范围内。但长期排放的污染物在湾内的积累及其污染生态效应却不可忽视。随着污水排放，排污口附近水域生态环境可能会缓慢出现恶化，生物多样性也可能逐步

减少，底栖生物的种类组成上耐污种的数量将增加，鱼、虾、贝类生物体内污染物质的残留量也会逐渐增加，所以应加强营运期排污口附近海域的水质、生物的环境监测与管理，同时防止污水事故排放。

（4）工程建设的海洋生物资源损失量

本工程的施工导致的海洋生物量的损失主要包括三个方面：一是管道沟槽开挖导致底栖生物死亡而引起生物量存量的减少；二是施工期间悬浮泥沙导致的海洋生物量损失；三是营运期污水排海引起的海洋生物量损失。管道沟槽开挖导致底栖生物损失量为4.12t；施工期间悬浮泥沙导致的海洋生物量损失为鱼卵3.70×10^6粒，仔稚鱼1.51×10^6尾，成体75.19kg；营运期污水排海引起的海洋生物量损失为1.04×10^7粒，仔稚鱼4.27×10^6尾，成体109.51kg。

（5）工程对敏感目标和周边海域开发活动的影响

施工引起的悬浮泥沙增量超10mg/L影响范围未进入周边环境敏感目标，施工期悬浮泥沙对敏感目标影响较小。根据数模结果，施工期悬浮泥沙使得厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚）-同安湾湾口最高浓度增量约为9.27mg/L<10mg/L，且施工引起的悬浮泥沙影响是短期的，随着施工结束，其影响也结束。

营运期污染物扩散超标范围未进入周边环境敏感目标，营运期尾水排放对周边敏感目标影响较小。营运期污染物扩散超标范围内的开发活动主要包括墩上至东安电台遥控电缆和高崎机场设置导航灯标/水上助航灯标，电缆和灯标对污染物排放不敏感；污水排放会对局部区域内底床造成一定冲刷，其冲刷范围一般局限在排水口近区（即排水口周边100m范围内），墩上至东安电台遥控电缆和高崎机场设置导航灯标/水上助航灯标距排水口分别约150m、290m，且排水口周边采取了抛石等工程措施防止冲刷，因此营运期尾水排放对周边开发活动影响较小。

11.4.6 大气环境影响

施工期间对片区及其附近区域大气环境产生影响的主要是施工扬尘、施工机械废气、施工船舶的废气及汽车尾气污染等。施工扬尘、废气等影响范围主要集中在周边 100m，本工程陆域段管道路由从污水厂高位井接出，距人群集中点较远，在施工过程应注意减少土石方运输车辆对沿途经过道路两侧区域的大气粉尘影响、管道铺设完成应尽快完成地面硬化、绿化等措施。施工期大气环境的影响是暂时的，将随施工期结束而基本消失。

11.4.7 声环境影响分析

施工阶段包括陆域和海域管道埋设。噪声源主要来自船舶、施工机械、运输车辆等，根据预测，当在距施工场界 80m 以上进行昼间施工时，场界噪声基本可符合场界噪声限值，夜间施工场界噪声超标。施工单位应做好减噪降噪措施，将高噪音设备尽量安排在距离场界较远的地方运行，安排好施工时间，避免夜间作业。本排海管工程陆域段及临时施工场所 200m 范围内无声环境敏感目标，项目陆域段施工期对声环境影响较小。在距离挖泥船 200m 时，施工噪声即降至 60dB（A）以下。本项目海上施工区域距离声环境敏感目标较远，因此，船舶作业对声环境敏感目标的影响较小；并且施工期噪声影响是暂时的，随着施工的结束而结束。

11.5 对文昌鱼、中华白海豚及保护区影响分析结论

本工程位于厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区外围保护地带（中华白海豚），距离中华白海豚保护区（同安湾口海域）的最近距离为 1.3km，与中华白海豚保护区（西海域）的最近距离约 5.0km，与文昌鱼外围保护地带最近距离约 9.8km，与文昌鱼保护区（黄厝）的最近距离约 11.0km。工程施工产生的悬浮泥沙、施工噪声、船舶往来及运营期尾水排放可能对中华白海豚及其保护区产生一定影响，对文昌鱼及其保护区基本没有影响。高崎污水厂的建设，有利于削减厦门岛北部污水直接或间接以面源方式入海，减轻同安湾海域的水污染物接纳压力，而本项目作为高崎污水厂的配套工程，其建设将处理达标的尾水引至大离浦屿深水排放口排放，充分利用该深水排水口的良好扩散条件，有利于尾水污染物的充分稀释、降解，避免或减轻尾水污染物的累积影响。在采取相应的环保工程措施、风险防范措施和生态补偿措施的情况下，本项目建设对中华白海豚、文昌鱼影响程度有限，在可接受的范围内。

11.6 环境风险评价

本工程建设可能造成的环境风险事故类型为：①排海管施工船舶碰撞导致的事故性溢油；②污水厂处理设施运行不正常造成的尾水事故排放；③排海管断裂造成的尾水事故排放。非正常工况排放按照其中一条生产线（5 万 m^3/d）出现检修或停产，其他生产线（15 万 m^3/d）正常排放进行设定计算，施工期船舶溢油量设计为 30t。

计算结果表明，非正常工况排放条件下排放的 COD 全潮包络范围主要集中于排放口附近，浓度增量最大值出现在涨急时，约为 5.26mg/L；高平潮时，浓度增量最大约为 2.39g/L；落急时，浓度增量最大约为 2.77mg/L；低平潮时，浓度增量最大约为 3.85mg/L。

非正常工况排放时，叠加本底后海域的 COD 浓度超二类海水水质影响面积约 0.43km^2，COD 浓度超一类海水水质影响面积约 3.57km^2。COD 污染物排放将会影响到同安湾口的厦门珍稀海洋物种国家级自然保护区（中华白海豚），COD 污染物非正常工况排放将会对周边海域环境造成一定的影响。

根据数模预测结果，东北风条件下高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 41.37km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，1h 将影响同安湾口的白海豚保护区，4.5h 将影响到厦门东部海洋保护区生态保护红线区，72 小时油膜未到达文昌鱼保护区外围保护地带和西海域。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 59.11km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，4.5h 内就将到达厦门西海域的白海豚保护区。西南风条件下高平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 120.05km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，1h 将到达同安湾口白海豚保护区，4.5h 将影响厦门东部海洋保护区生态保护红线区，5.5h 小时油膜将到达文昌鱼保护区外围保护地带。低平潮时刻开始溢油 72 小时内扫海面积约 94.42km^2，油膜 15 分钟将影响到大离浦岛附近的厦门海水试验站，2.5h 将到达同安湾西侧红线区，6h 将影响到西海域的白海豚保护区核心区，8.5 h 将影响到西海域的白海豚保护区核心区，对海洋环境和中华白海豚保护区造成较大的影响。因此，建设单位对此应引起足够的重视，根据本报告书及安全评价提出的要求，做好风险防范措施，制定风险应急计划，杜绝施工船舶溢油事故的发生。

11.7 环境保护对策措施

11.7.1 确保污水厂正常运转和尾水达标排放的环保措施

（1）排污口及排水管网均应设立专门的工作岗位，专职管理，按班操作，并应有完善的岗位制度和详细的操作规程，应有检查考核责任制。确保排污口、排污管网正常发挥作用。

（2）尾水排放口处应设立明显的警示标志，标明管口离岸距离，防止小船撞击事故。

（3）对污水厂尾水排放管应经常进行检查巡视，预防管道破裂事故发生。

（4）加强尾水排放口在线监测、对排放口附近海域生态环境质量及赤潮的跟踪监测，制定海洋生态风险防范与应急预案。

（5）污水厂出水水量达不到排海管设计规模时，应关闭部分鸭嘴阀门，增加管道流速，防止管道堵塞。

（6）建设单位应根据不同需求（或将尾水处理达到相应标准后）进行中水回用，提高尾水的中水回用率，减少尾水排放量，从而进一步减轻尾水排放对海洋生态环境的影响。

（7）在项目运行过程中，应加强巡查，按计划定期对排海管道及扩散器进行检修，防止管道因被腐蚀、破损而发生泄漏事故。

11.7.2 减轻水环境影响的环保措施

（1） 管道开挖敷设应选择海况条件好的季节施工。施工船舶严格按照设定路由范围区进行施工，开挖范围严格控制在设计范围内，严格控制开挖宽度和深度，减少悬浮泥沙的产生。

（2） 挖泥采用导标法及实时动态 DGPS 自动定位系统配合，定位精度高，在施工过程中应勤打水，控制挖泥厚度，特别是边坡及斗位联接处，防止超挖，分段开挖部分应有足够的搭接长度，防止施工回淤。

（3） 在开工前应对所有的施工设备，尤其是泥舱的泥门进行严格检查，发现有可能泄漏污染物(包括船用油和开挖泥沙)的必须先修复后才能施工；在施工过程中应密切注意有无泄漏污染物的现象，如有发生立即采取措施。

（4） 疏浚物进行外抛处置，抛泥点在福建东碇临时性海洋倾倒区，运距约 45 公里。建设单位应认真执行倾废许可证规定，施工前应尽早向主管部门提出疏浚物倾倒的申请要求。严禁抛泥船只未到达指定区域便在中途倾倒，并防止船运疏浚物外溢现象发生，必要时可安排相应人员，配置必要的监测仪器（如 GNSS 船舶监控管理系统）进行监控，以免对海水水质、海洋生态系造成严重的影响。

（5） 挖泥船在倾倒区抛泥完毕后，应及时关闭舱门，并确定舱门关闭无误后方可返航，否则泥舱关闭不严，在航行沿途中由于泥浆的泄漏将会导致污染事故的发生。同时在疏浚物倾倒作业期间，应加强同当地气象预报部门的联系，在恶劣天气条件，应提前做好防护准备并停止挖泥和倾倒作业。

（6） 建设单位应加强对施工过程的环境监控，施工承包合同中应包括有关环境保护条款，施工单位应严格实施。

（7） 泥驳装载过程不应装的过满，以防止溢出污染海域环境。

11.7.3 海洋生态环境保护措施

（1）选择具有良好资质和相关工程经验的施工队伍，提高施工人员对中华白海豚的保护意识。将环境保护要求（含对中华白海豚的保护要求）列入招标文件。施工单位应制定中华白海豚保护措施（应急救护预案），报保护区管理部门审查确认。

（2）开展施工监理，并观察对中华白海豚的影响，必要时立即采取措施（如利用船只对中华白海豚进行声学驱赶），甚至暂时停止施工。施工时，应密切注意观察施工船舶周围海域是否有中华白海豚出没，若有，应立即停止施工，注意避让，避免施工船舶机械对中华白海豚造成直接伤害等。一旦发现中华白海豚的异常情况，应立即向主管部门报告，并积极配合保护区主管部门等采取应急救助措施。尽可能避免在中华白海豚的主要活动季节进行海上施工作业，以减小对中华白海豚可能造成的影响和威胁。

（3）根据《厦门市中华白海豚保护规定》，在厦门中华白海豚自然保护区内活动时，内港航速不得超过 8 节，同安湾海域航速不得超过 10 节。施工船舶在工程区附近海域航速不得超过 10 节，航行时应注意观察周边海域的中华白海豚的活动情况。若发现有中华白海豚活动，则应注意避让，以免对中华白海豚造成伤害。

（4）大力宣传保护中华白海豚的相关规定和奖惩机制，尤其是对海上作业人员，包括渔民、工程作业人员以及船只、快艇驾驶员；进行中华白海豚保护及救助方面的宣传和培训，提高对中华白海豚的关注度及责任感。

（5）应在施工地点半径 500m 范围内连续监测 5 分钟以上，确保施工范围内没有中华白海豚活动后方可开始施工。

（6）在施工作业时，必须采用先进的工艺、严格的环保措施以减少悬浮泥沙的产生量，并在施工区域与保护区之间设置防污帘，合理安排及缩短工期，最大限度地控制悬浮泥沙的扩散范围，缩短影响时间，进一步减轻对中华白海豚及其栖息环境的影响。

（7）海洋工程对自然保护区内生物栖息环境造成的某些变化，在短期内是难以发现的。因此，管理部门应加强对建设项目施工期及营运期的监管，督促建设单位落实生态保护与恢复的治理方案。对自然保护区内及其周边海区进行长期生态环境监测，以及对保护区内生物资源的短期、长期变动情况进行监测。

（8）环境监测计划中应包括中华白海豚活动观测。实施监测、观测前，应委托有关科研单位编制详细的方案，报保护区主管部门审查确认。

11.8 评价总结论

高崎污水处理厂尾水排海管属于市政基础设施建设项目。工程的建设符合《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》和《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》的要求，符合国家产业政策要求和厦门市污水布局研究及处理系统规划。工程的建设符合《福建省近岸海域环境功能区划(2011-2020 年)》、《福建省海洋功能区划（2011-2020 年）》的相关要求，能够满足“三线一单”的要求。项目建成对于改善厦门同安湾海域环境质量，改善区域市政基础设施条件方面具有积极意义。

拟建工程施工期对工程区附近海域水环境、生态环境及工程所在区域声环境、大气环境等的影响较小；运营期间，尾水通过排海管道排海将对排放口周边海域海洋环境造成一定影响。在严格采取本报告提出的各项污染防治对策措施、生态保护与补偿对策以及环境风险防范与应急措施的前提下，从环境保护角度考虑，本工程建设是可行的。

11.9 建议

建议有关部门结合高崎污水处理厂及其管网的建设，对进入鼻子沟的各类污水及初期雨水进行截流并纳入高崎再生水厂处理后达标排放，解决此处直排口的环境污染问题。