

项目编号：7363hd

南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）

环境影响报告书

（全本公示）

建设单位（盖章）：广州南沙交通投资集团有限公司

编制单位（盖章）：中国科学院南海海洋研究所

二〇二五年二月

目录

1 概述	1
1.1 项目建设背景	1
1.2 项目建设的必要性	5
1.3 环境影响评价的工作过程	8
1.4 主要环境问题及环境影响	9
1.5 分析判断情况概述	9
1.6 环境影响报告书主要结论	56
2 总则	61
2.1 评价内容及评价重点	61
2.2 评价依据	61
2.3 环境功能区划	70
2.4 环境影响因素识别和评价因子筛选	84
2.5 评价标准	85
2.6 评价工作等级	92
2.7 评价范围	96
2.8 环境保护目标	99
3 工程概况与工程分析	128
3.1 项目概况	128
3.2 工程分析	228
4 项目所在区域概况	244
4.1 自然环境概况	244
4.2 环境现状调查与评价	278
5 环境影响分析与评价	448
5.1 海洋水文动力环境影响分析与评价	448
5.2 冲淤环境影响分析与评价	466
5.3 海洋水质环境影响分析与评价	468
5.4 海洋沉积物环境影响分析与评价	482
5.5 海洋生态和生物资源环境影响分析与评价	483
5.6 大气环境影响分析与评价	498
5.7 声环境影响分析与评价	501
5.8 固体废物影响分析与评价	509
5.9 陆域生态环境影响分析与评价	509
6 环境风险分析与评价	515
6.1 环境风险识别	515
6.2 源项分析	515
6.3 溢油风险预测	518
6.4 施工期环境风险防范对策措施	540
6.5 应急预案	541
6.6 小结	549

7 环境保护措施及可行性分析	550
7.1 设计阶段环境保护措施	550
7.2 施工期环境保护措施	550
7.3 营运期环境保护措施	556
7.4 海洋生态补偿与修复措施	557
8 环境经济损益分析	563
8.1 环保投资估算	563
8.2 环境保护的经济损益分析	564
8.3 小结	566
9 环境管理与环境监测	567
9.1 环境管理	567
9.2 环境监测计划	568
9.3 污染物排放总量控制	573
9.4 环保设施“三同时”竣工验收内容	573
10 环境影响评价结论	575
10.1 项目概况	575
10.2 环境质量现状评价结论	575
10.3 环境影响分析结论	578
10.4 环境风险分析与评价	581
10.5 污染防治措施	582
10.6 总量控制分析	584
10.7 环境影响经济损益分析	584
10.8 综合结论	584

1 概述

1.1 项目建设背景

1.1.1 南沙区的战略定位

南沙 2005 年正式列入广州行政区，2012 年和 2014 年先后获批成为国家新区和自贸试验区。2017 年 5 月，省第十二次党代会要求南沙“建设成承载门户枢纽功能的广州城市副中心”。2019 年 2 月，《粤港澳大湾区发展规划纲要》正式发布，赋予了广州南沙建设粤港澳全面合作示范区的历史使命，要求携手港澳建设高水平对外开放门户、创新发展示范区、金融服务重要平台和优质生活圈。

南沙在国家、省、市发展大局中的战略地位不断提升，形成了“三区一中心”（国家新区、自贸试验区、粤港澳全面合作示范区和承载门户枢纽功能的广州城市副中心）的发展新格局。2022 年 6 月 14 日，国务院印发《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》，明确了南沙深化粤港澳全面合作的目标和任务，要求南沙建设成“立足湾区、协同港澳、面向世界的重大战略性平台，在粤港澳大湾区建设中更好发挥引领带动作用”。南部片区是广州最南端海陆空门户，肩负为粤港澳全面合作进一步推进创新示范的新使命。

1.1.2 建设背景与目的

广州市南沙区将在万顷沙南部片区建设面积约 70 万 m^2 的全民文化体育综合体，建设南部片区“对外交流”的平台。通过打造满足重大文体赛事需求，集文化、旅游、体育、会议和国防教育等功能为一体的大型城市综合体，以大型城市综合体的建设带动湾区发展，实现南沙从湾区几何中心走向湾区功能中心，加快落实《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》的良好局面。同时，南沙全民文化体育综合体的建设也是为了满足当地居民对文化、体育和娱乐设施的需求，提供一个综合性的场所，促进社区居民的文化生活和身心健康。生态堤建设作为其配套设施之一，与综合体的目标相辅相成。

首先，生态堤能够为全民文化体育综合体提供防洪保护。南沙地区位于沿海地带，防洪是一个重要的考虑因素。通过生态堤建设，可以提高综合体的防洪（潮）能力。其次，生态堤的建设与全民文化体育综合体的环境美化和提升景观质量目标一致。在南沙

全民文化体育综合体的周边区域建设生态堤，可以以绿色植被来美化堤岸和沿海景观，为综合体营造一个宜人的环境，让人们在参与各种文化体育活动的同时，也能享受自然景观的美好。此外，借助生态堤的建设，可以保护和恢复当地的湿地生态系统和海洋生态资源。这与全民文化体育综合体在推动可持续发展和生态保护方面的目标是一致的。通过将生态堤建设与综合体项目结合起来，可以充分发挥生态堤的环保和生态修复功能，实现综合体与自然环境的良性互动。

1.1.3 南沙全民文化体育综合体及配套设施建设工作安排

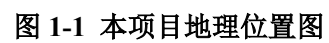
根据《南沙全民文化体育综合体及配套设施建设第一批工作任务》建设需求，南沙全民文化体育综合体核心片生态堤项目位列其中。项目将结合临海岸线生态堤建设，在保障南沙大型综合体防洪（潮）安全的同时，通过恢复和改善湿地生态系统，提升海岸线的生态功能，有助于保护南沙地区的生态环境，增加海岸带生物多样性，提升自然景观的美观度。同时，生态堤建设将兼顾体育竞赛训练的需要，并充分发挥其它服务社会的功能，从而建设成为集生态、安全、文化、体育休闲及满足部分赛事功能需要的复合型生态廊道。

根据《关于推进南沙大型城市综合体片区堤防达标建设的会议纪要》穗南综指会纪〔2023〕14 号，2025 年 3 月底前将完成南沙大型综合体 10km² 外围防洪（潮）达标建设工作，重点先行开展场馆区周边侧的堤防建设达标工作。

本次拟建的南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）（以下简称“本项目”）位于南沙区万顷沙镇万顷沙 21 涌以南。本项目按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，生态堤长约 4.528km，总用地面积为 42.59 万 m²，分两期共 5 阶段开展建设，主要建设内容：堤防软基处理、堤身填筑、堤岸结构和景观工程；改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸，新建二十一涌东闸桥梁 2 座，新建沙滩潮汐通道进、出口建筑物及拦砂堰。本项目建设总工期 19 个月，总投资为 132101.79 万元。根据广州市南沙区水务局“关于南沙全民文化体育综合体生态堤应急抢险工作会的会议纪要”（穗南区水会纪〔2024〕63 号），本项目属于应急抢险救灾工程。由于本项目属于南沙全民文化体育综合体的配套设施，生态堤建设工程进度紧迫，建设单位根据《广州市应急抢险救灾工程管理办法》先行开工建设并同时推进完善相关手续，目前建设单位正在开展陆域地基建设工作。

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》《中华人

民共和国环境影响评价法》等文件的规定，本项目应当在开工建设前进行环境影响评价。根据《广东省豁免环境影响评价手续办理的建设项目名录（2020 年版）》，水闸、泵站属于“二十六、水利—47、河湖整治—水闸、泵站建设”，属于环评豁免手续办理的情形；此外，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目属于“五十四、海洋工程”“围填海工程及海上堤坝工程”和“海洋生态修复工程”，因海上堤坝工程长度（4.528km）大于 0.5km，工程量大于 10 万立方米及以上的清淤、滩涂垫高等工程，需要编制环境影响报告书。为此，广州南沙交通投资集团有限公司（以下简称“建设单位”）委托中国科学院南海海洋研究所（以下简称“评价单位”）托承担本项目的环评项目组的编制工作。评价单位接受委托后，立即成立了环评项目组，在现场踏勘和研读有关资料、文件的基础上，按照有关法律法规、环境保护标准环境影响评价技术规范，编制完成了《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）环境影响报告书》。



1.2 项目建设的必要性

1.2.1 落实国家总体安全观与为国家战略粤港澳大湾区建设提供水安全保障的需要

2014年4月习近平总书记在主持中央国家安全委员会第一次会议时提出，坚持总体国家安全观，以人民安全为宗旨，以政治安全为根本，以经济安全为基础，以军事、文化、社会安全为保障，以促进国际安全为依托，走出一条中国特色国家安全道路。防洪（潮）排涝安全是人民生命财产安全的重要保障，更是国家总体安全观的重要组成部分。

2017年“粤港澳大湾区”正式写入中央政府工作报告，这标志着建设世界级湾区正式上升为国家战略。南沙既是粤港澳大湾区的几何中心，又是内地与港澳深度合作的重大合作平台、高水平科技创新载体和平台，对防洪（潮）排涝保障提出更高要求。

本工程通过达标加固堤防。重建水闸和新建泵站，完善万顷沙围防洪（潮）排涝体系，保障区域水安全，是落实国家总体安全观与为国家战略粤港澳大湾区建设提供水安全保障的需要。

南沙区地处珠江三角洲下游河网地区，上受流域洪水威胁，内受暴雨侵扰，下受外海潮位及台风袭击，洪、潮灾害频繁且危害大。近年来极端天气发生的频率和强度进一步增加，给南沙区防洪（潮）排涝带来极大的挑战。一方面，极端降雨天气频发，中雨、量级降雨事件减少，暴雨、特大暴雨事件增多，小范围、高强度的局部降雨时有发生，城市内涝风险加剧。另一方面，台风暴潮天气频发，台风暴潮造成的潮位上升，易造成海水倒灌、危及外江堤防安全等。

根据《广州市南沙区万顷沙围水利设施（水闸工程）安全评估报告》（2021年2月），万顷沙围部分水闸建设年代久远，混凝土结构老化严重，存在安全隐患，设计标准较低，防洪（潮）能力不足。同时，围内地势较低，容易产生内涝，排涝能力不足。设计潮位上升，城市新功能定位要求，防洪标准越来越高。

本项目通过达标加固堤防、重建万顷沙围四类水闸，并新建泵站，提升万顷沙围防洪（潮）排涝能力，进一步完善万顷沙围的防洪（潮）排涝体系，是应对极端天气频发，保障区域防洪（潮）安全的重要举措。

1.2.2 落实广州高水平建设生态城市，构建生态文明建设的重要举措

南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程是广州市落实高水平建设生态城市、构建

生态文明建设的重要举措之一。

在广州市的发展中，南沙地区扮演着重要的角色，被定义为一个重点的发展区域。然而，随着城市化进程的加快南沙地区的滨海湿地正面临着严重的退化和破坏，这对整个生态系统和生态平衡造成了严重的威胁。由于城市化进程以及工业和农业发展，导致了湿地的损失和生态系统的破坏等问题尤为突出，主要表现在湿地面积减少、湿地生物多样性丧失、湿地生境破碎化等方面。首先，湿地生境破碎化是南沙滨海湿地退化和破坏的表现之一。湿地被人为的人工开发和基础设施建设所分割和破坏，导致湿地生境的破碎和孤立化。这使得湿地之间的动物迁徙和植物传粉失去了连通性，进一步加剧了生物多样性丧失和生态系统功能的退化。其次，湿地生物多样性丧失是南沙滨海湿地面临的另一个严峻问题。湿地是众多物种的栖息地和重要的补给地，但由于人类活动的干扰，许多湿地植被和动物种群的数量和多样性正在快速减少。湿地生物多样性的丧失对于生态系统的可持续发展和稳定性具有重大影响，破坏了食物链和生态平衡。因此，保护和恢复南沙地区的生态环境，对于整个城市的生态平衡和可持续发展至关重要。

本项目建设参照高标准碧道建设标准，通过堤库与生态岸线整治相关结合，工程措施与非工程措施相结合的水安全治理策略，对红树林、海岸河床、候鸟栖息环境修复等水生态进行修复，着力优化自然海岸线，高标准保护好生态环境，高品质塑造现代化滨水区城市景观，是落实广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和《广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》高水平建设生态城市，构建生态文明体系的重要举措。

本项目对保护滨海生态系统、维持生态平衡、恢复生态功能等方面具有重要作用。

1.2.3 南沙全民文化体育综合体的重要配套设工程之一，有利于满足居民多元化体育健身需求

建设南沙全民文化体育综合体是落实习近平总书记对南沙发展重要指示的具体举措，是落实《南沙方案》的需要。为贯彻落实《南沙方案》的功能定位，南沙拟围绕文化、旅游、体育等重大赛事活动和大事件建设全面文化体育综合体。

文化方面承办国际重要论坛等对外交流活动，生动彰显岭南文化、海洋文化，打造成为粤港澳文化集聚区；体育方面承办国内外重大体育赛事，带动全民广泛开展健身活动，推动网球、高尔夫等赛事以及帆船、划艇、板等水上运动形成湾区品牌，打造成为全国体育赛事中心；旅游方面结合湿地公园和海岸线资源，突出南沙滨海和田园特色，

依托南中珠城际、港深西部快轨、深中通道等区域性交通，打造成为国际知名旅游休闲胜地。国防教育方面，落实国家海洋战略，打造集展示、收藏、研究、教育于一身的综合型海洋博物馆，作为展示南海历史、文化、资源、政治的大湾区国防教育和海洋意识教育基地。

为此，南沙区政府专门要求编制了《南沙全民文化体育综合体必要性和可行性论证报告》（以下简称《论证报告》），并于2023年5月15日组织召开了综合体项目必要性和可行性论证专家咨询会，会议一致认为规划建设南沙全民文化体育综合体是必要的，是贯彻落实《南沙方案》和《粤港澳大湾区发展规划纲要》赋予南沙重要使命任务的需要，是纵深推进湾区一体化发展、完善新核心区功能、打造优质生活圈的需要。2023年7月21日，《南沙全民文化体育综合体必要性和可行性论证报告》经由南沙区委、南沙区政府向广州市委、市政府进行了专门汇报。

1.2.4 提升城市景观生态环境，建设绿美南沙，打造高质量城市发展标杆的有效途径手段

本项目建设能大幅提升南沙南部片区对外交流平台的周边环境，提升场地景观的精致度，凸显绿美南沙的特色。通过全面提升城市综合服务功能，构筑生态、活力、开放、共享、韧性城市基底，建设引领未来的现代化滨海新城，打造与高质量发展要求相适应的城市空间品质。项目建设能推动南沙新区的生态家居环境建设，为湾区生态建设和环境保护起到示范作用。通过生态廊道建设，加大水土流失综合防治力度，加强珠江口红树林等自然生态系统保护力度，共建区域生态屏障。促进自然景观与历史人文相结合，构建青山、碧水、田园、湿地、港湾等特色生态相融合的岭南水乡格局。有效疏通水系网络，连通湖、涌、河、海，构建集防洪纳潮、生物保护、景观提升与用地开发等为一体的多功能水系格局。

1.2.5 打造南沙新城对外展示窗口，推动高质量发展的重要举措

南沙全民文化体育综合体将作为未来承接重大体育赛事和展示综合国力及地区发展水平的平台，对展现国家体育水平、全民素质、树立国家形象、推动粤港澳全面合作有积极作用。通过体育场馆建设、交通建设、人文景观建设、环境治理，挖掘城市建设的自身潜能，提升城市的政治、经济、文化和体育实力。同时将借助粤港澳全面合作的外部机遇与力量，打造粤港澳文化体育交流交往的重要平台。南沙全民文化体育综合体的重要配套工程及配套生态堤工程将成为南沙南部片区的重要门户景观和对外展示窗

口。

当前，南沙高质量发展态势不断凸显，创新发展动能厚积成势，开放门户功能持续提升，港澳合作深度推进，项目建设有助于推动现代化滨海新城展现新貌，建设富有活力和国际竞争力的一流湾区城市。

现有堤防防洪（潮）排涝标准不足，堤防形象未能符合城市定位：现状堤防已满足防洪（潮）为单一功能，堤身强度低，险情不断，对堤防形象、景观考虑不足，外观简陋，优质滨水空间未得到利用，不符合南沙南部地区“湾区之心，世界舞台”城市的定位。现有堤防建设工程以安全为主，生态性不足。现状堤防以硬质结构为主，工程化痕迹明显，岸线的自然属性、水陆连接处生境遭受了较大的改变，破坏了岸边带的水生态系统。

综上所述，本项目的建设是必要的。

1.3 环境影响评价的工作过程

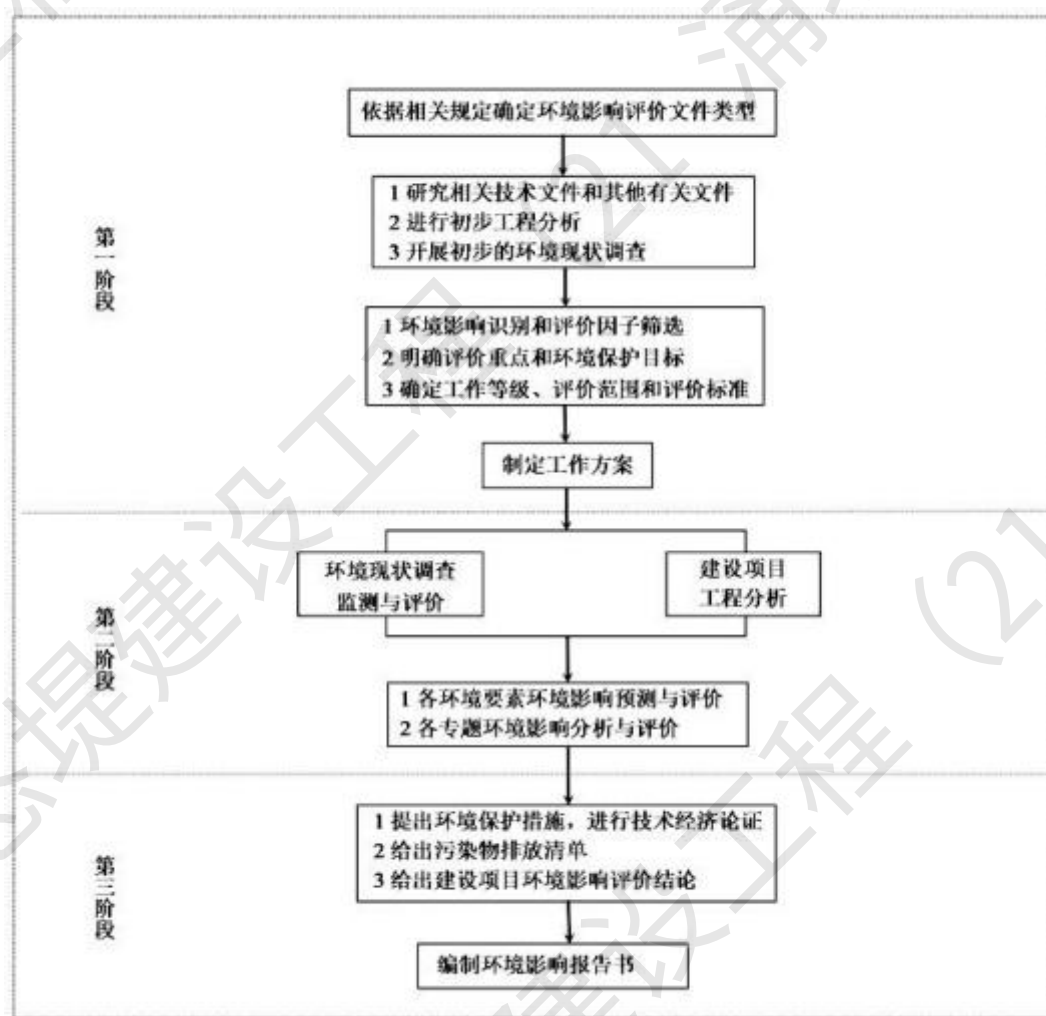


图 1-2 建设项目环境影响评价工作程序图

1.4 主要环境问题及环境影响

根据工程特点，在工程分析的基础上，预测本项目建设过程和建成后对评价范围内的海洋环境、生态环境、大气环境和声环境等的影响程度和范围以及采取的污染防治措施。

本项目环境影响评价工作将结合工程特点、项目所在区域环境特点，重点论述以下几个方面的内容：

- （1）本项目施工期和运营期主要污染源产排情况，是否达标排放；
- （2）本项目施工期产生的扬尘，运行期道路行驶车辆排放的 NO_2 、 CO 等对环境空气的影响，是否满足环境功能区的要求；
- （3）本项目施工期对海洋环境和海洋生态生物资源的影响，是否满足环境功能区的要求；项目建设和运行对陆地生态环境的影响分析；
- （4）本项目施工期、运行期噪声对周围声环境的影响；
- （5）针对施工期和运营期环境影响，提出切实可行的环境保护对策措施、环境风险防范措施和应急措施。
- （6）本项目环境影响是否可接受。

1.5 分析判断情况概述

本项目位于南沙区万顷沙镇万顷沙 21 涌以南，本项目涉及防洪提升工程和生态环境修复和资源利用等，属于产业结构调整指导目录（2024 年本）中的鼓励类项目。本项目所在位置不在生态保护红线范围内，本项目符合《广州市国土空间总体规划（2021—2035 年）》；本项目位于三线一单的南沙区万顷沙镇南部重点管控单元（环境管控单元编码：ZH44011520004）、南沙区一般管控区（生态空间分区编码：YS4401153110001）、伶仃洋广州市龙穴街道-万顷沙镇控制单元（水环境管控分区编码：YS4401152230001）、广州市南沙区大气环境高排放重点管控区 11（大气环境管控分区编码：YS4401152310001）、南沙区高污染燃料禁燃区（自然资源管控分区编码：YS4401152540001）和万顷沙海洋保护区-劣四类海域（HY44010020003），本项目建设与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符。本项目建设符合广州市环境功能区划，符合广东省、广州市“十四五”生态环保规划的相关要求。

1.5.1 产业政策符合性分析

1.5.1.1 产业结构调整指导目录（2024 年本）符合性分析

本项目主要建设内容：堤防软基处理、堤身填筑、堤岸结构和景观工程；改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸，新建二十一涌东闸桥梁 2 座，新建沙滩潮汐通道进、出口建筑物及拦砂堰等，根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，“二、水利 3. 水防洪提升工程：江河湖海堤防建设及河道治理工程”、“四十二、环境保护与资源节约综合利用 2. 生态环境修复和资源利用：矿山生态环境恢复工程，海洋环境保护及科学开发，**海洋生态修复**”均是鼓励类。因此，本项目属于鼓励类项目。

1.5.1.2 《市场准入负面清单（2022 年版）》符合性分析

根据《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规〔2022〕397 号），本项目不属于该负面清单中“禁止准入类项目”。因此，本项目与《市场准入负面清单（2022 年版）》相符。

1.5.2 国土空间规划符合性分析

1.5.2.1 与《广东省国土空间规划（2021-2035）》的符合性分析

广东省人民政府以粤府〔2023〕105 号发布《广东省国土空间规划（2021-2035）》。根据《广东省国土空间规划（2021-2035）》“第九章 健全绿色安全的基础设施支撑体系”，“第三节 保障水利基础设施网络建设”：“完善水利基础设施网络布局。聚焦防洪排涝、供水保障等重点领域，构建完善以水库、闸坝等工程为节点，以供水工程（引调水）、堤防建设等工程为线，以蓄滞洪区、灌区建设等工程为面的区域水利基础设施网络，优化区域水资源配置体系，增强水安全保障能力。到 2035 年，全省主要江河堤防达标率达到 85%”。

“加快防洪（潮）提升工程建设。优化防洪工程布局，以流域为单元构建江河安澜的防洪安全网，加强东江、西江、北江、韩江、鉴江等大江大河及三角洲综合治理，推动干流和重要支流堤防达标建设，加快北江干流治理、韩江高陂水利枢纽、西江干流治理、潯江蓄滞洪区、珠江三角洲及河口整治等工程建设。鼓励生态海堤建设，实施大湾区堤防巩固提升工程，打造东西两翼沿海防潮屏障。实施中小河流治理、病险水库（水闸）除险加固、堤防（含海堤）达标加固、大中型水闸除险加固、山洪灾害防治、农村重点易涝区治理等民生水利工程建设，补齐防洪（潮）减灾薄弱环节短板。加强临时蓄滞洪区建设与管理，提升超标准洪水防御能力”。

海洋灾害防治工程中“推进海堤达标建设和生态化改造”属于专栏 9-4：广东省防灾减灾重点工程之一。

通过将项目位置与《广东省国土空间规划（2021-2035）》的附图叠加分析，项目用海范围不涉及海洋生态保护红线，距离海洋生态保护红线约 2.2m~35m，海堤部分在海洋生态保护空间（图 1.5.2-1）。

根据《广东省国土空间规划（2021-2035）》：“在海洋生态空间内划设海洋生态保护红线，加强海洋生态保护区和生态控制区的保护。在海洋开发利用空间内统筹安排渔业、工矿通信、交通运输、游憩、特殊用海区和海洋预留区，按分区明确空间准入、利用方式、生态保护等方面的管控要求”。

根据海岸带专项规划里表达，海洋生态保护空间允许轻度的开发利用活动。

本项目的工程任务以满足防洪（潮）、排涝为主，兼顾建设骨干路网纵向主干路，打造城市高品质滨水景观带；属于合理利用自然生态空间，属于轻度的开发利用活动。

经分析，本项目施工期产生的悬浮物对海洋生态环境的影响随着工程结束而消失。施工废水和船舶污水等均不排放入海，因此本项目对水质与沉积物环境的影响很小。

根据广东省政府 2022 年批复海岸线，本项目用海范围占用省政府 2022 年发布的人工岸线 4400 米（包含了土地证的）。本项目是在现有海堤基础上升级提标，未新占海岸线，工程实施后不会对周边自然岸线造成影响。

综上所述，本项目建设与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》相符合。



图 1.5.2-1 海洋空间布局示意图

1.5.2.2 《广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》（草案）相符性分析

根据《广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，要求加强河湖水系保育：“以水定城、量水而行”，协调水城关系。加强水系保护与管控，优化北蓄、中疏、南排的水网分洪滞洪体系，实现调蓄平衡、备蓄缓冲、功能复合，至 2035 年全市水面率达到 10.2%。

根据《广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目所在区域属于城镇空间，不属于生态红线区和基本农田，见图 1.5.2-2。

根据图 1.5.2-3 海洋功能分区图，东侧和西侧海堤向海一侧为交通运输用海区，南侧海堤向海一侧为渔业用海区。

本项目与《广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》“加强水系保护与管控，优化北蓄、中疏、南排的水网分洪滞洪体系”要求相符。

本项目位于《广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》中的海洋开发利用空间，不涉及海洋生态保护空间和海洋生态保护红线。施工期的影响随着工程结束而消失。

根据广东省政府 2022 年批复海岸线，本项目用海范围占用省政府 2022 年发布的人工岸线 4400 米（包含了土地证的）。根据《广东省自然资源厅关于印发海岸线占补实施办法（试行）的通知》，海堤加固维修不实行海岸线占补；根据用海项目占用岸线核算原则：“海岸带整治及生态修复、防护林种植等不改变岸线类型属性的整治修复工程”不需进行岸线占补。因此，本项目不需进行岸线占补。

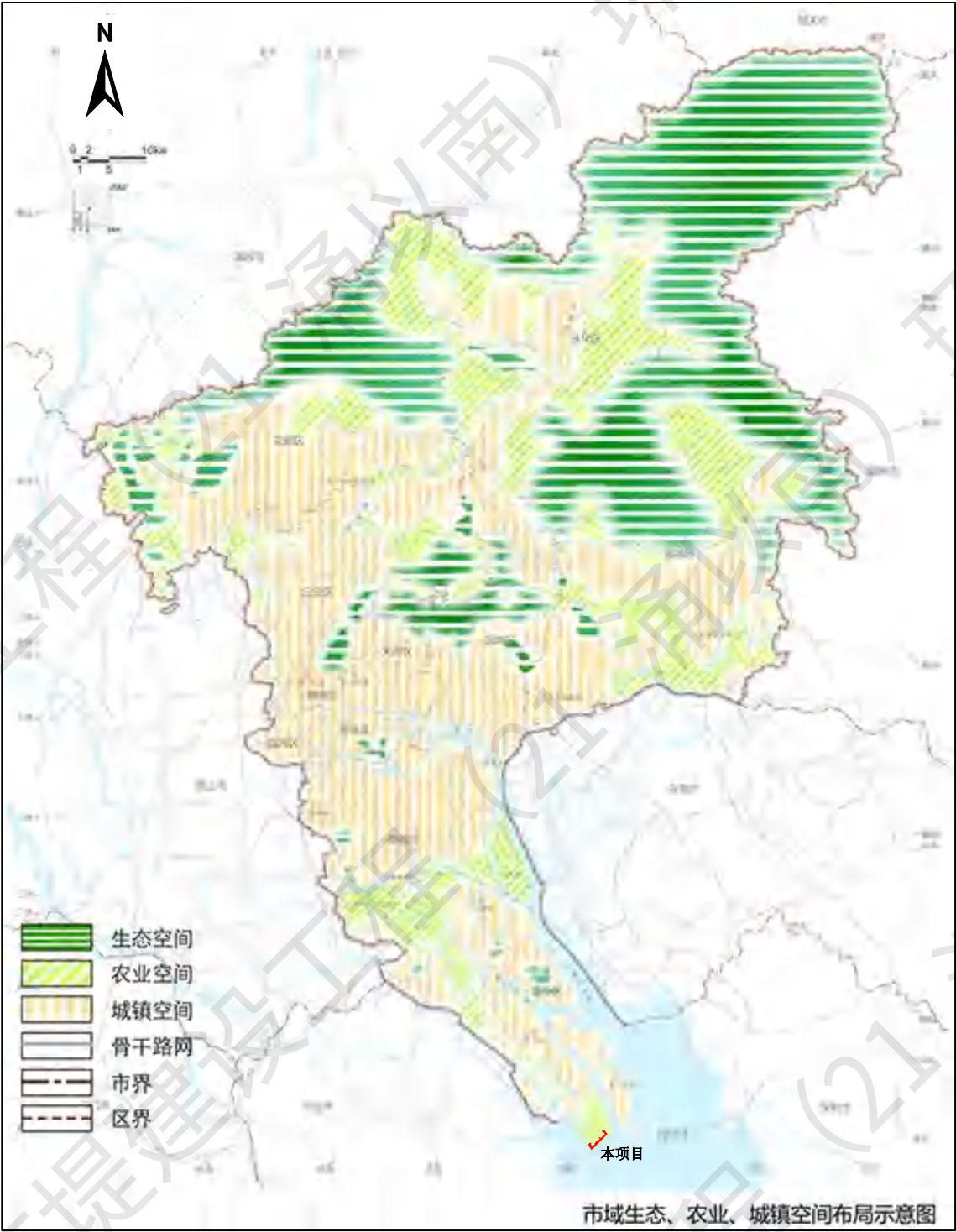


图 1.5.2-2a 广州市域生态、农业、城镇空间布局示意图

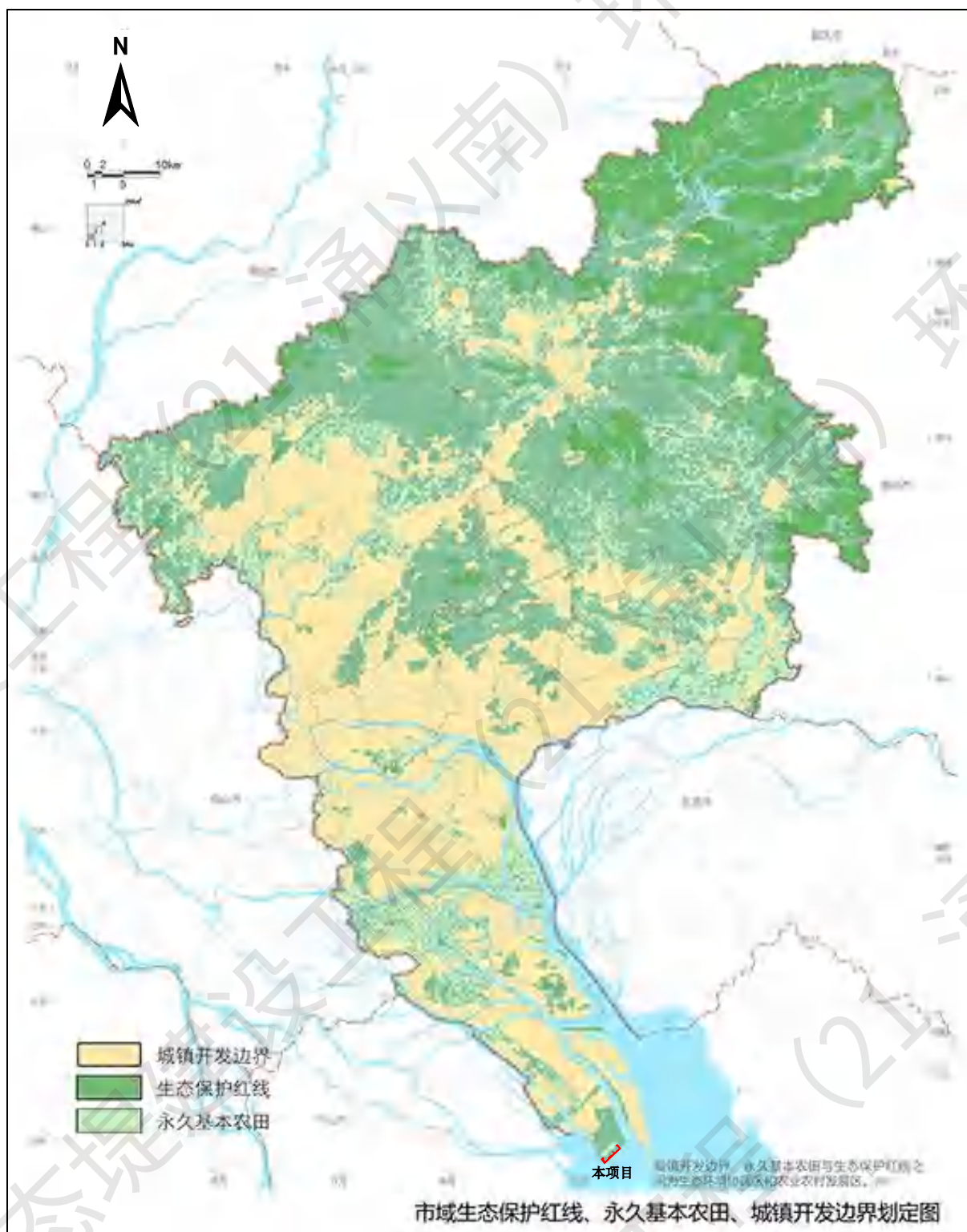


图 1.5.2-2b 市域生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界划定图

广州市国土空间总体规划（2021-2035年）

海洋功能分区图



图 1.5.2-3 广州市国土空间总体规划（2021-2035 年）海洋功能分区图

1.5.2.3 《广州南沙新区国土空间总体规划（2021-2035 年）》相符性分析

2023 年 6 月，广州市规划和自然资源局南沙区分局就《广州南沙新区国土空间总

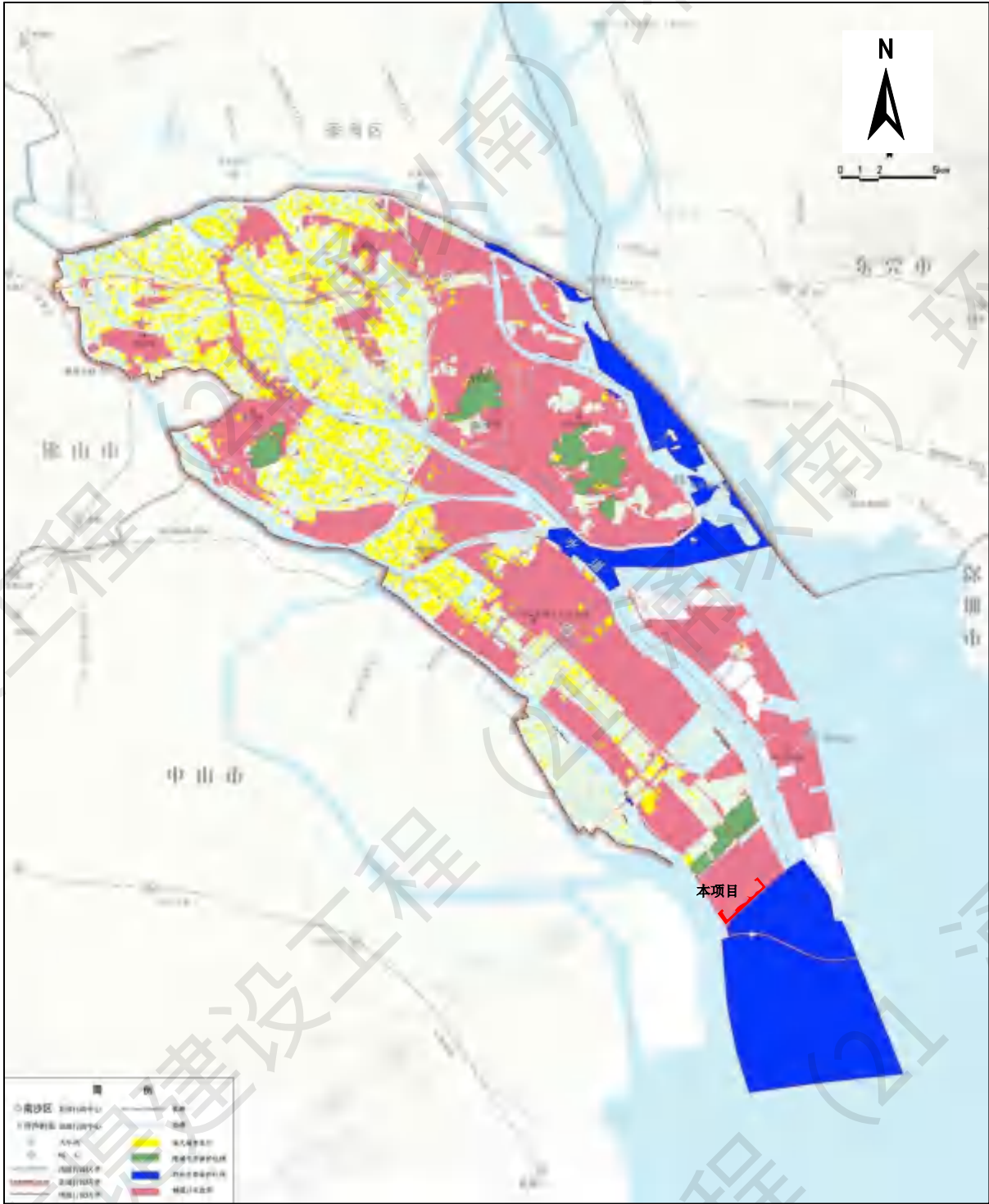
体规划（2021-2035 年）》草案（以下简称“《南沙国土空间规划》草案”）进行公示，公示时间为：2023 年 6 月 25 日至 7 月 24 日。

《南沙国土空间规划》草案具有前瞻性的描绘了南沙区面向 2035 年的城市发展蓝图，提出南沙的战略定位为围绕粤港澳全面合作示范区建设，做实湾区交通中心、做强湾区功能中心、做优湾区服务中心，建设大湾区高质量发展中心地带，将南沙打造为“立足湾区、协同港澳、面向世界”的重大战略性平台。

《南沙国土空间规划》草案按照国家要求，落实市级国土空间总体规划统筹划定的永久基本农田、生态保护红线、城镇开发边界三条控制线，作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线。明确以国土空间开发适宜性评价为基础、资源承载力为约束，严格划定三区三线，统筹安排生态、农业、城镇空间，构建科学合理、高质量的美丽国土空间格局。发挥新区位于湾区中心的区位优势，强化与区域网络的衔接，以轴带组织基础设施和城镇功能布局，突出中心节点和门户枢纽的辐射带动作用，构建“一轴三带、一芯四区”的组团式城镇空间格局。

《南沙国土空间规划》草案确定：在南沙区十九涌以南区域定位调整为城镇（目前为农田和鱼塘），将十九涌以南区域定位为湾区文体服务中心，布局现代服务业。

本项目以南沙全民文化体育综合体为保护对象，及时地解决了南沙全民文化体育综合体由鱼塘变更为城镇后的防灾减灾要求，项目建设符合《南沙国土空间规划》草案要求。



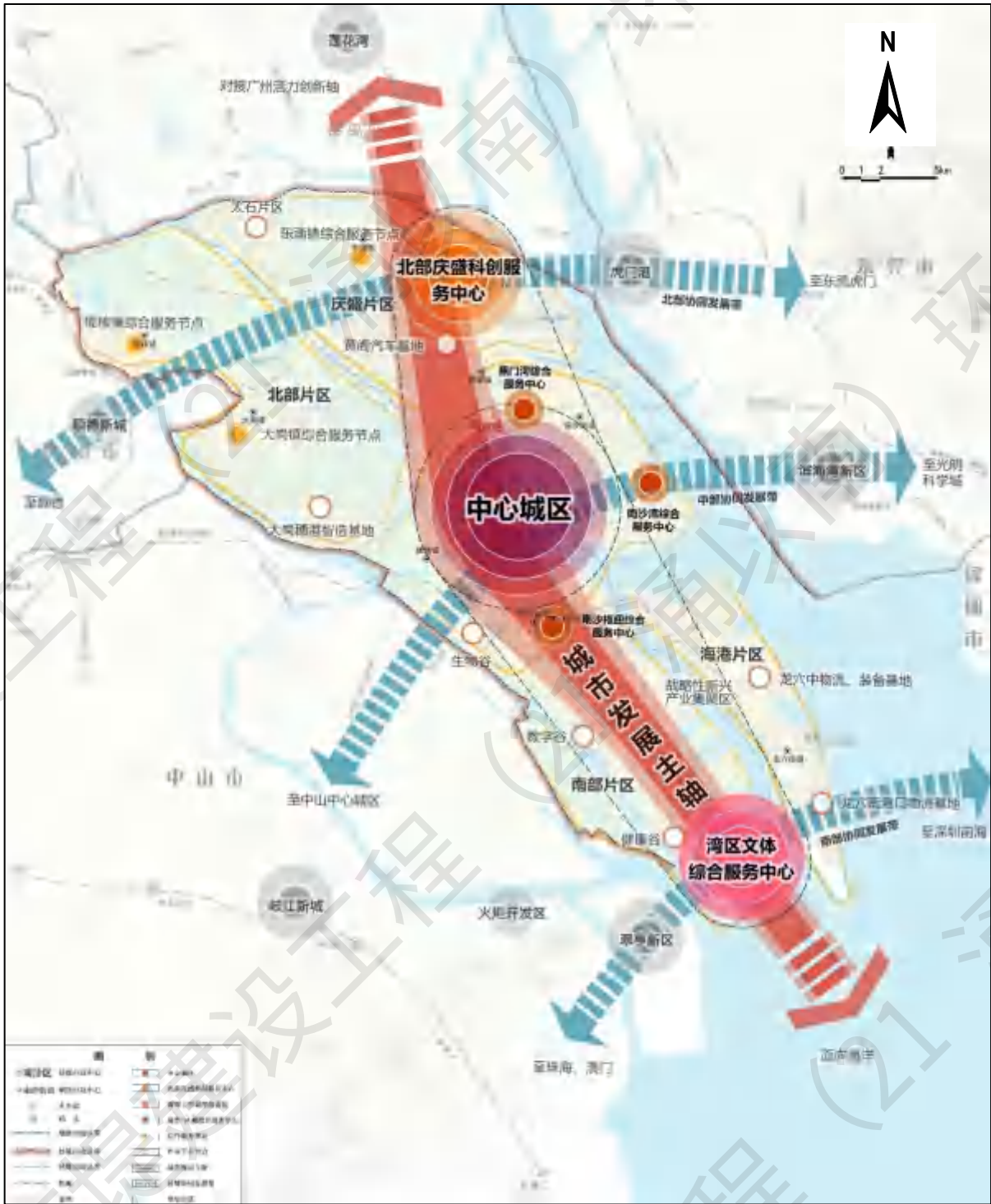




图 1.5.2-6 南沙新区城镇空间格局、产业空间分布图

1.5.3 “三线一单”符合性分析

1.5.3.1 与《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》符合性分析

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），按照“一核一带一区”区域发展格局，坚持底线思维和系统思维，以改善生态环境质量为核心，与区域社会经济发展进行统筹衔接，建立覆盖全域的生态环境分区管控体系，为生态环境管理提供支撑，加快提升生态环境治理体系和治理能力现代化水平，协同推进经济高质量发展与生态环境高水平保护，为建设美丽广东奠定坚实的生态环境基础。

全省共划定海域环境管控单元 471 个，分为优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元，实施分类管控。其中优先保护单元 279 个，为海洋生态保护红线；重点管控单元 125 个，主要为用于拓展工业与城镇发展空间、开发利用港口航运资源、矿产能源资源的海域和现状劣四类海水海域；一般管控单元 67 个，为优先保护单元、重点管控单元以外的海域。

优先保护单元。以维护生态系统功能为主，禁止或限制大规模、高强度的工业和城镇建设，严守生态环境底线，确保生态功能不降低。包括生态优先保护区、水环境优先保护区和大气环境优先保护区。

重点管控单元。以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。包括省级以上工业园区重点管控单元、水环境质量超标类重点管控单元和大气环境受体敏感类重点管控单元。

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

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目所在区域属于“一核一带一区”中“珠三角核心区”，区域管控要求相符性分析见表 1.5.3-1；**本项目位于重点管控单元，该管控单元目标为：以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。**

本项目所在区域拟建设成为现代服务业集聚区，本项目为南沙全民文化体育综合体

的配套设施，本身基本不产生污染物，通过海堤生态化建设，将提升区域生态环境。

本项目施工期设环保型厕所，定期委托有处理能力的单位抽运处理；施工期船舶污水由施工单位或建设单位自行委托有处理能力的单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放；陆域施工生产废水沉淀后回收用于洒水除尘；本项目废水不排入近岸海域，不会对近岸海域造成污染；生活垃圾及船舶垃圾严格收集后委托有处理能力的单位接收处理，杜绝随意丢弃垃圾入海。本项目在施工和营运过程中加强生态环境保护工作，维护海洋生态环境，在施工过程中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散，则本项目施工对其所在海域的海水水质、海洋沉积物质量以及海洋生物质量影响不大。

综上所述，本项目建设与《广东省人民政府关于广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号）相符。

表 1.5.3-1 “珠三角核心区”区域管控要求相符性分析

序号		“一核一带一区”区域管控要求	本项目	结论
1	区域布局管控要求	筑牢珠三角绿色生态屏障，加强区域生态绿核、珠江流域水生态系统、入海河口等生态保护，大力保护生物多样性。积极推动深圳前海、广州南沙、珠海横琴等区域重大战略平台发展；引导电子信息、汽车制造、先进材料等战略性新兴产业绿色转型升级发展，已有石化工业控制规模，实现绿色化、智能化、集约化发展；加快发展半导体与集成电路、高端装备制造、前沿新材料、区块链与量子信息等战略性新兴产业。禁止新建、扩建燃煤燃油火电机组和企业自备电站，推进现有服役期满及落后老旧的燃煤火电机组有序退出；原则上不再新建燃煤锅炉，逐步淘汰生物质锅炉、集中供热管网覆盖区域内的分散供热锅炉，逐步推动高污染燃料禁燃区全覆盖；禁止新建、扩建水泥、平板玻璃、化学制浆、生皮制革以及国家规划外的钢铁、原油加工等项目。推广应用低挥发性有机物原辅材料，严格限制新建生产和使用高挥发性有机物原辅材料的项目，鼓励建设挥发性有机物共性工厂。除金、银等贵金属，地热、矿泉水，以及建筑用石矿可适度开发外，限制其他矿种开采。	本项目通过海堤生态化建设，可加强河口的生态建设。其他内容不涉及。	相符
2	能源资源利用要求	科学实施能源消费总量和强度“双控”，新建高能耗项目单位产品（产值）能耗达到国际国内先进水平，实现煤炭消费总量负增长。率先探索建立二氧化碳总量管理制度，加快实现碳排放达峰。依法依规科学合理优化调整储油库、加油站布局，加快充电桩、加气站、加氢站以及综合性能源补给站建设，积极推动机动车和非道路移动机械电动化（或实现清洁燃料替代）。大力推进绿色港口和公用码头建设，提升岸电使用率；有序推动船舶、港作机械等“油改气”、“油改电”，降低港口柴油使用比例。鼓励天然气企业对城市燃气公司和大工业用户直供，降低供气成本。推进工业节水减排，重点在高耗水行业开展节水改造，提高工业	本项目不涉及相关内容	相符

序号	“一核一带一区”区域管控要求		本项目	结论
		用水效率。加强江河湖库水量调度，保障生态流量。盘活存量建设用地，控制新增建设用地规模。		
3	污染物排放管控要求	在可核查、可监管的基础上，新建项目原则上实施氮氧化物等量替代，挥发性有机物两倍削减量替代。以臭氧生成潜势较大的行业企业为重点，推进挥发性有机物源头替代，全面加强无组织排放控制，深入实施精细化治理。现有每小时 35 蒸吨及以上的燃煤锅炉加快实施超低排放治理，每小时 35 蒸吨以下的燃煤锅炉加快完成清洁能源改造。实行水污染物排放的行业标杆管理，严格执行茅洲河、淡水河、石马河、汾江河等重点流域水污染物排放标准。重点水污染物未达到环境质量改善目标的区域内，新建、改建、扩建项目实施减量替代。电镀专业园区、电镀企业严格执行广东省电镀水污染物排放限值。探索设立区域性城镇污水处理厂污染物排放标准，推动城镇生活污水处理设施提质增效。率先消除城中村、老旧城区和城乡结合部生活污水收集处理设施空白区。大力推进固体废物源头减量化、资源化利用和无害化处置，稳步推进“无废城市”试点建设。加强珠江口、大亚湾、广海湾、镇海湾等重点河口海湾陆源污染控制。	本项目施工期水污染物不外排，营运期生活污水经处理后最终排入市政管网。其他内容本项目不涉及。	相符
4	环境风险防控要求	逐步构建城市多水源联网供水格局，建立完善突发环境事件应急管理体系。加强惠州大亚湾石化区、广州石化、珠海高栏港、珠西新材料集聚区等石化、化工重点园区环境风险防控，建立完善污染源在线监控系统，开展有毒有害气体监测，落实环境风险应急预案。提升危险废物监管能力，利用信息化手段，推进全过程跟踪管理；健全危险废物收集体系，推进危险废物利用处置能力结构优化。	对于施工期船舶风险事故和营运期车辆的风险事故，本项目建议制订突发环境风险应急预案。	相符

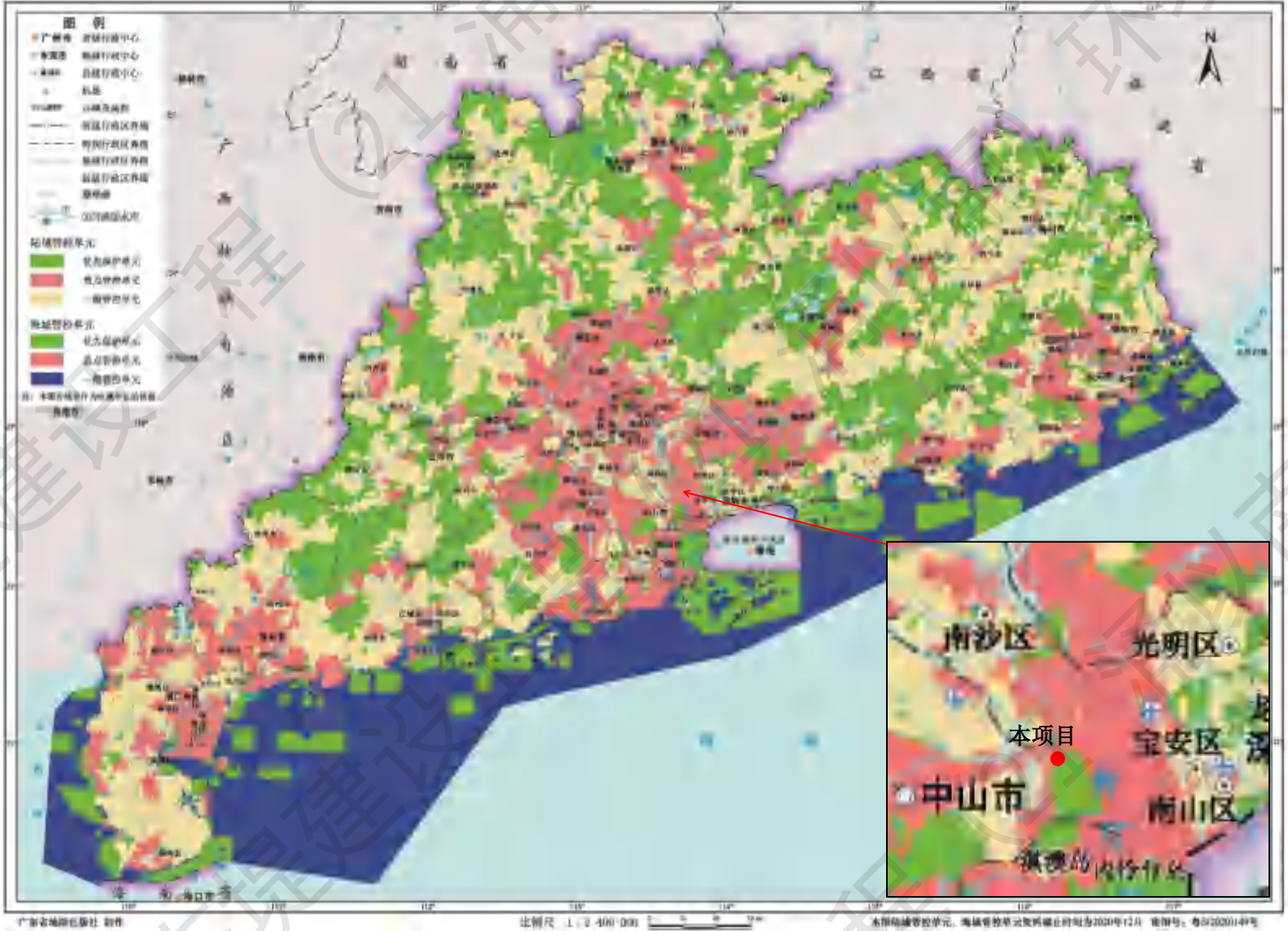


图 1.5.3-1 本项目在广东省环境管控单元中位置示意图

1.5.3.2 与《广州市人民政府关于印发广州市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》符合性分析

根据《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（穗府规〔2021〕4号），本项目所在地陆域位于南沙区万顷沙镇南部重点管控单元（环境管控单元编码：ZH44011520004），见图 1.5.3-2；近岸海域重点管控单元属于万顷沙海洋保护区-劣四类海域（HY44010020003）；邻近海洋环境管控单元包括万顷沙重要滩涂及浅海水域（HY44000010017）、伶仃洋保留区-劣四类海域（HY44000020002）、龙穴岛港口航运区-劣四类海域（HY44010020004）、广州中山交界重要渔业资源产卵场优先保护单元（HY44200010001），见图 1.5.3-3。

本项目与相关管控区位置关系见表 1.5.3-2。

本项目与《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》相符性分析见表 1.5.3-3~表 1.5.3-5。

表 1.5.3-2 本项目与相关环境管理单元位置关系

序号	类型	环境管理单元名称	相对位置与距离
1	陆域	南沙区万顷沙镇南部重点管控单元	项目所在地，0
2	海域	万顷沙海洋保护区-劣四类海域	项目所在海域，0
3		万顷沙重要滩涂及浅海水域	S，2.2m
4		伶仃洋保留区-劣四类海域	W，0；E，1.3m
5		龙穴岛港口航运区-劣四类海域	E，2.7km
6		广州中山交界重要渔业资源产卵场优先保护单元	S，0.7km

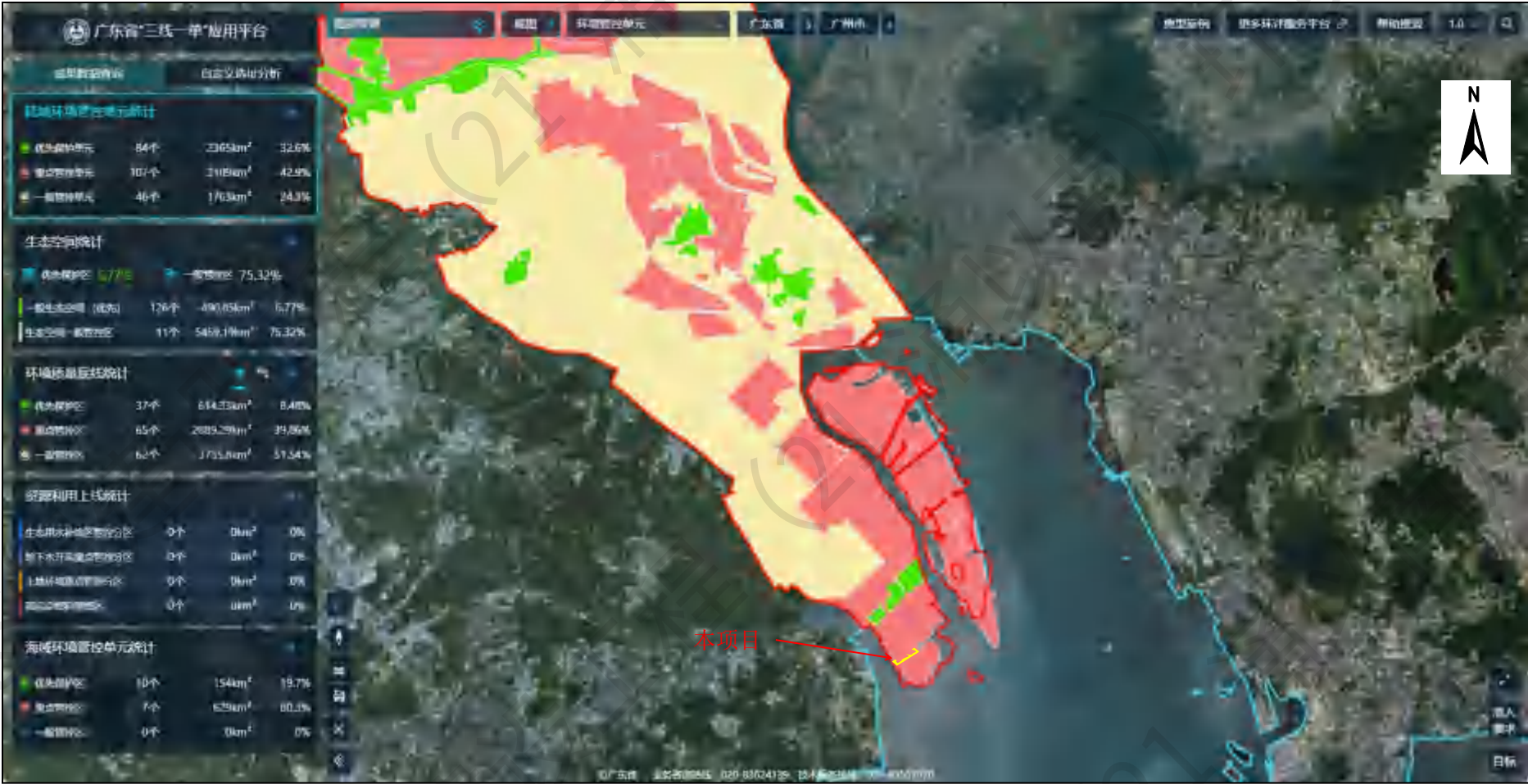


图 1.5.3-2 本项目在广州市“三线一单”中的位置示意图



图 1.5.3-3 本项目在海域环境管控分区中位置示意图

表 1.5.3-4 与南沙区万顷沙镇南部重点管控单元（ZH44011520004）相符性一览表

管控要求	具体要求	本项目情况	相符性
区域布局管控	1-1.【产业/鼓励引导类】鼓励发展生物、新一代信息技术和海洋等相关产业。 1-2.【产业/限制类】现有不符合产业规划、主导产业、效益低、能耗高、产业附加值较低的产业和落后生产能力逐步退出或关停。 1-3.【水/禁止类】禁止在城镇居民区、文化教育科学研究区等人口集中区域建设畜禽养殖场、养殖小区。 1-4.【大气/限制类】大气环境布局敏感重点管控区内，应严格限制新建使用高挥发性有机物原辅材料项目，大力推进低 VOCs 含量原辅材料替代，全面加强无组织排放控制，实施 VOCs 重点企业分级管控。 1-5.【土壤/限制类】强化区内有色金属冶炼、电池生产、皮革、电镀、化工等重金属污染防治的重点防控行业的环境准入管理。	1-1.本项目为涉海洋的生态堤建设，属于鼓励类。 1-2、1-3、1-4、1-5 本项目不涉及。	相符
能源资源利用	2-1.【水资源/综合类】落实最严格水资源管理制度，执行用水总量、用水效率控制红线。发展低压管道输水灌溉和微灌等先进的灌溉技术提升农业用水效	本项目陆域施工生产废水沉淀后回收用于洒水除尘，营运期道路边绿化带采用“下沉式”设计，边绿化带地面下沉 25cm，算子顶面高出边绿	相符

管控要求	具体要求	本项目情况	相符性
	率。推广先进节水工艺、节水技术和节水设备，推进节水技术改造。	化带地面 20cm。人行道雨水一部分水量入渗，另一部分水量通过人行道缘石开口径流至消能池，经过滤后流入边绿化带。车行道雨水通过道路横坡流入开孔路缘石后进入消能沉淀池，经过滤后流入边绿化带溢流式雨水口，收集下沉式绿化带中的溢流雨水量，排入市政雨水管道。 本项目建设前未采取径流控制措施的雨水径流量为 2307.50(L/s)，建设后前的雨水径流量 1455.60(L/s)，项目建设后未采取雨水径流控制措施时的雨水径流量小于建设前。下沉式绿地污染物 SS 去除率为 80%。	
污染物排放管控	3-1.【水/限制类】水环境工业污染重点管控区内，新建、改建、扩建项目重点水污染物实施区域减量替代。 3-2.【水/综合类】完善新垦污水处理系统污水管网建设，加强污水处理设施和管线维护检修，提高城镇生活污水集中收集处理率，城镇新区和旧村旧城改造建设均实行雨污分流。 3-3.【水/综合类】水环境农业污染重点管控区内畜禽养殖场、养殖小区应当依法对畜禽养殖废弃物实施综合利用和无害化处理，养殖专业户、畜禽散养户应当采取有效措施防止畜禽粪便、污水渗漏、溢流、散落。推进养殖尾水资源化利用和达标排放。实施化肥农药使用量零增长行动，推广测土配方施肥技术，鼓励使用果菜茶有机肥替代化肥，开展农作物病虫害绿色防控和统防统治。	本项目不涉及。	相符
环境风险防控	4-1.【风险/综合类】建立环境监测预警制度，重点施行污染天气预警预报以及监测有毒有害气体。	本项目在建设和营运过程中加强生态环境保护工作，维护环境质量。	相符

表 1.5.3-4 与万顷沙海洋保护区-劣四类海域（HY44010020003）相符性一览表

管控要求	具体要求	本项目情况	相符性
区域布局管控	1-1.禁止在沿海陆域内新建不具备有效治理措施的化学制浆造纸、化工、印染、制革、电镀、酿造、炼油、岸边冲滩拆船以及其他严重污染海洋环境的工业生产项目。	本项目生态堤建设项目，不属于 1-1 中说提及的严重污染海洋环境的工业生产项目；本项目废水不排入近岸海域，不会对近岸海域造成污染，生活垃圾及船舶垃圾严格收集后委托有处理能力的单位接收处理，杜绝随意丢弃垃圾入海。	相符
能源资源利用	2-1.禁止在海洋保护区、侵蚀岸段、防护林带毗邻海域开采海砂等固体矿产	本项目不涉及。	相符

管控要求	具体要求	本项目情况	相符性
	资源，防止海砂开采破坏重要水产种质资源产卵场、索饵场和越冬场。		
污染物排放管控	3-1.向海域排放陆源污染物的单位，应严格执行国家和地方相关规定要求。	本项目不涉及。	相符
环境风险防控	4-1.沿海港口、码头、装卸站、船舶修造厂配套废油等危险废物规范化贮存设施，实现船舶危险废物规范化处置。 4-2.完善陆域环境风险源和海上溢油及危险化学品泄漏对近岸海域影响的应急方案，完善风险防控措施，定期开展应急演练。	4-1、本项目不涉及。 4-2、针对海上溢油分析，制定相关风险防范措施和应急预案，并配备相应的应急物资。	相符

表 1.5.3-5 与伶仃洋保留区-劣四类海域（HY44000020002）相符性一览表

管控要求	具体要求	本项目情况	相符性
区域布局管控	1-1.严格限制开展显著改变海域自然属性的用海活动，确需开发利用的应通过科学规划和严格论证，开发利用活动不得影响毗邻海域用海功能，不得影响防洪纳潮功能。	本项目不填海，主要是在现有海堤的基础上抛石加固，对该管控区几乎不产生的影响，尽量维持河口区域自然属性，保持河口基本形态稳定，不会影响该海域的防洪纳潮功能。	相符
能源资源利用	2-1.在功能明确以前，现有的合理海洋开发利用活动予以保留，开展海洋环境治理，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。	本项目在施工和营运过程中加强生态环境保护工作，在施工中采取有效的水污染防治措施，减少悬浮泥沙的扩散，且施工期的影响是暂时的，随着施工结束而消失，因此项目建设对其所在海域的海水水质、海洋沉积物质量以及海洋生物质量影响不大。	相符
污染物排放管控	3-1.向海域排放陆源污染物的单位，应严格执行国家和地方相关规定要求。	本项目废水不排入近岸海域，不会对近岸海域造成污染，生活垃圾及船舶垃圾严格收集后委托有处理能力的单位接收处理，杜绝随意丢弃垃圾入海。	相符
环境风险防控	4-1.沿海港口、码头、装卸站、船舶修造厂配套废油等危险废物规范化贮存设施，实现船舶危险废物规范化处置。 4-2.完善陆域环境风险源和海上溢油及危险化学品泄漏对近岸海域影响的应急方案，完善风险防控措施，定期开展应急演练。	4-1.本项目不涉及。 4-2.针对海上溢油分析，制定相关风险防范措施和应急预案，并配备相应的应急物资。	相符

（1）生态保护红线

本项目占地不涉及自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、基本农田及其它需要特殊保护的敏感区域，不涉及生态保护红线，满足生态保护红线管控要求。

根据《广东省自然保护地规划（2021-2035年）》（广东省自然资源厅 广东省林业局，2021年11月）“广东省自然保护地类型现状图”，本项目部分用地位于森林公园；在“广东省自然保护地类型规划图（2025年）”中，本项目用地范围内已不属于森林公

园。《广州市自然保护地规划（2023-2035 年）》在 2023 年 5 月 10 日至 6 月 10 日开展公示，本项目用地范围内不属于森林公园。



图 1.5.3-4 广东省自然保护地类型现状图



图 1.5.3-5 广东省自然保护地类型规划图（2025 年）

(2) 环境质量底线

1) 根据广州市生态环境局发布的《2023 年广州市生态环境质量报告书》，2023

年广州市二氧化硫、二氧化氮的年均值、一氧化碳日均浓度第 95 百分数、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）的年均值符合国家二级标准浓度限值，臭氧 8 小时第 90 百分位数超标，区域环境质量不达标。本项目本身不产生大气污染物，根据分析，施工和营运期对大气环境的影响很小。

2）本项目施工期主要产生粉尘、沥青烟气、车辆尾气、噪声、施工废水、建筑垃圾、废土石方等污染物，随着施工期的结束，施工期对环境的影响即消失。营运期主要污染物为交通噪声、路面雨水径流、行人垃圾等污染物，采取加强交通管理、沿线设置垃圾桶、雨污水管网等设施后，各污染物的排放将会得到控制，不会改变区域环境功能区，不会突破区域环境质量底线。

3）本项目通过合理布局，采取降噪路面，采取隔声、减振等综合降噪措施，满足区域声环境功能区划要求。

4）本项目产生的各类固废均能够得到妥善处理。

（3）资源利用上限

本项目营运期仅绿化喷淋工程需用水，设计水源采用新建市政给水管道，设计水源进口设计压力为 0.28MPa；绿化浇灌面积：2868m²，植物的日用水定额：1L/(m²/d)；日浇灌次数：1 次；浇灌时间：15min/次，绿化日浇灌用水量：3000L。绿化喷灌给水采用喷灌系统和浇灌系统结合的方式。道路照明用电由市政供电系统提供。

营运期无其他资源利用。

（4）环境准入清单

根据前面分析，本项目《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类，不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》所列范围。根据《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目陆域位于南沙区万顷沙镇南部重点管控单元（环境管控单元编码：ZH44011520004），近岸海域重点管控单元属于万顷沙海洋保护区-劣四类海域（HY44010020003）。对照以上管控单元管控要求，本项目建设符合相关管控单元准入要求。

综上所述，本项目建设与《广州市“三线一单”生态环境分区管控方案》（穗府规〔2021〕4 号）相符。

1.5.3.3 与《广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）》符合性分析

根据《广州市人民政府关于印发广州市生态环境分区管控方案（2024 年修订）的

通知》（穗府规〔2024〕4号）、《广州市环境管控单元准入清单（2024年修订）》，本项目位于重点管控单元（南沙区万顷沙镇南部重点管控单元、万顷沙海洋保护区-劣四类海域），管控要求与2021年版相同。本项目与《广州市人民政府关于印发广州市生态环境分区管控方案（2024年修订）的通知》相符。

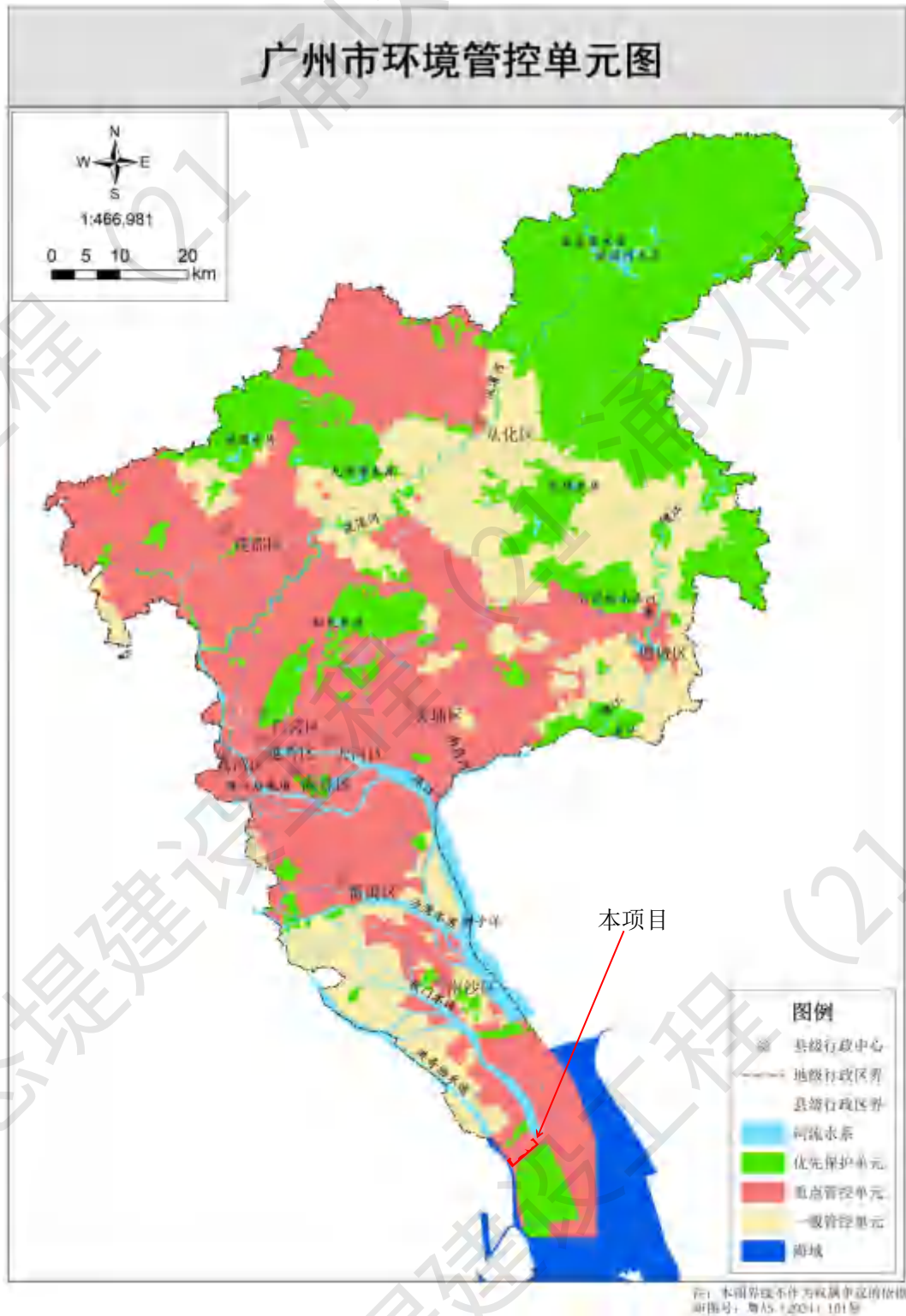


图 1.5.3-6 广州市环境管控单元图

1.5.4 相关规划符合性判定

1.5.4.1 与生态环境保护规划相符性分析

（1）与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2022〕7号）提出坚持“三个治污”，持续改善近岸海域环境质量，强化海上污染协同治理。深化船舶水污染治理：严格落实《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》，完善船舶水污染物收集处理设施，提高港口接收转运能力，补足市政污水管网与码头连接线。推进海洋垃圾治理：加强入海河流、沿海城镇、水产养殖区、港口、滨海旅游区等重点区域的海洋垃圾防控、收集和处置，加强与市政垃圾处置体系的有效衔接，加大对重点河口海湾的巡查监测和监管力度。

本项目施工期定期委托有处理能力的单位处理环保厕所；施工期船舶污水由施工单位委托有处理能力的单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放；陆域施工生产废水沉淀后回收用于洒水除尘，运营期道路径流雨水排放，不会对近岸海域造成污染。生活垃圾及船舶垃圾严格收集后委托有处理能力的单位接收处理。

本项目施工期设置监测站位，加强项目用海的环境监测，及时地掌握工程运行中的环境状况。

因此，本项目建设符合《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的要求。

（2）与《广东省生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

本项目与《广东省生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2021〕10号）相符性分析见表 1.5.4-1。

表 1.5.4-1 本项目与《广东省生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

序号	相关条例	相符性分析	结论
1	严格保护重要自然生态空间。……生态保护红线内的自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；其他区域严格禁止开发性、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。	本项目不占用生态红线，距离最近万顷沙重要滩涂及浅海水域生态保护红线 2.3m。见图 1.5.4-1。	符合
2	营造宁静和谐生活环境。……以产城融合区域为重点，强化建筑施工、交通、工业和社会生活噪声控制。严格噪声污染监管执法，在特定区域和时段严格实施禁鸣、限行、限速等措施。将隔声降噪技术融合到绿色建筑设计领域，推广使用低噪声路面材料。	本项目对机动车道设计采用低噪声沥青路面材料。	符合

综上所述，本项目建设符合《广东省生态环境保护“十四五”规划》相关要求。



图 1.5.4-1 本项目与所在海域海洋生态红线的位置关系示意图

（3）与《广州市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

本项目与《广州市人民政府办公厅关于印发广州市生态环境保护“十四五”规划的通知》（穗府办〔2022〕16号）相符性分析见表 1.5.4-2。

表 1.5.4-2 与《广州市生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

序号	条例	相符性分析	结论
1	推进其他面源防控：持续做好扬尘治理工作。保持工地扬尘污染控制高压态势，运用视频实时监控、无人机飞行巡查、扬尘在线监测自动预警等先进技术，加强日常巡查检查，形成监管合力，加大通报、约谈、处罚、曝光力度，持续推动施工工地严格落实“六个 100%”要求。推进规模以上施工工地视频监控和扬尘在线监测设备建设。强化道路洒水保洁，实现渣土运输车辆全封闭运输，工业企业堆场实施规范化封闭管理。 持续推进餐饮油烟高效治理。继续推广餐饮企业使用清洁能源。倡导、鼓励各餐饮企业采用第三方治理模式，开展废气净化设备升级改造。加强对餐饮企业巡查执法。推进餐饮油烟在线监控，完善餐饮场所油烟监测信息平台。推进广州市高效稳定餐饮油烟净化系统系列标准发布实施。推广越秀区餐饮场所准入管理机制工作经验。	本项目施工期将按要求做好施工扬尘的抑尘措施。	相符
2	加强水生态保护与修复：推进滨海湿地区生态保育。保护和合理开发利用滨海河道岸线，修复和提升南沙湿地、蕉门湿地滨海海岸带，保护与修复滨海红树林湿地等自然空间，建设亲水平台和近自然生态水岸景观，构建潮滩听浪、绿树缀白鸥的美好画面。	本项目的实施，可提高防潮排涝功能，打造城市高品质滨水景观带。与规划要求“保护和合理开发利用滨海河道岸线、建设亲水平台和近自然生态水岸景观”相符。	相符
3	维护生态安全格局：严守生态保护红线。坚持底线思维，	本项目不占用生态保护红	相符

序号	条例	相符性分析	结论
	建立健全生态保护红线管理制度。生态保护红线实行严格管控。明确属地管理责任，加强监督管理，做好日常巡护和执法监督。确立生态保护红线优先地位，发挥生态保护红线对于国土空间开发的底线作用。强化自然生态空间用途管制，合理划定城镇开发边界。到 2025 年，生活、生产与生态空间格局进一步优化，全面构建区域生态环境空间管控体系。 健全自然保护地体系。建立以自然保护区为基础，各类自然公园为补充的广州市自然保护地体系。推进自然保护区和自然公园整合优化，提升自然保护地生态服务功能。开展自然保护地勘界立标工作。构建自然保护地分类分级管理体系。完善自然保护地管理法规体系、制度体系。到 2025 年，初步建成具有广州特色的自然保护地体系，提升自然生态空间承载力。	线，对生态保护红线区基本不产生影响。 根据自然保护区和自然公园整合优化公示材料，本项目用地范围将不再是森林公园。 根据国土空间规划等相关规划，项目用地为城镇建设用地。	

综上所述，本项目建设符合《广州市生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

（4）与《广州市南沙区生态环境保护“十四五”规划》相符性分析

根据《广州市南沙区人民政府办公室关于印发广州市南沙区生态环境保护“十四五”规划的通知》，相关条款摘录如下：

强化落实扬尘管控。落实扬尘治理工作，推进扬尘污染精细化管控。强化施工工地扬尘污染监管，利用视频监控、无人机、走航车等手段，对区内施工工地开展巡查。推行绿色文明施工，推动规模以上施工工地安装人工智能识别视频监控和扬尘在线监测设备，提升施工工地扬尘治理水平，落实施工工地“六个 100%”。落实渣土运输车全封闭运输，推动工业企业堆场实施规范化封闭管理。加强道路洒水保洁抑尘，推进城市绿化喷淋设施建设，加强主要城市道路的喷淋降尘力度。

推动水生态工程建设。加强河道生态修复，推动中心城区河涌生态整治。推进海岸河床和滩涂湿地修复、滨海湿地生态提升、南沙湿地修复和提升等工程建设，深入推动湿地公园建设，完善周边相关配套设施。加强生物多样性保护与修复，开展湿地垃圾清理、水浮莲治理、雨污分流建设，保护湿地生态环境。

推动滨海湿地、海岸带保护与修复。推进海岛生态保护和修复工程、龙穴岛生态修复工程、滨海碧道、生态化海堤等公众亲海景观与设施建设，提升滨海生态空间品质。推进滨海湿地植被修复和微生物群落修复，保护和优化海洋生物生境。加强红树林生态系统保护，逐步恢复红树林生态系统的结构和功能。加强自然岸线管控，确保自然岸线长度不减少、功能不降低。

本项目施工过程中将采取措施降低施工扬尘的影响；本项目通过生态化海堤公众亲海景观与设施建设，可提升滨海生态空间品质。

综上所述，本项目建设符合《广州市南沙区生态环境保护“十四五”规划》相关要求。

（5）与《广东省大气污染防治条例》相符性分析

《广东省大气污染防治条例》规定：

第四十四条 在本省使用的非道路移动机械不得超过标准排放大气污染物，不得排放黑烟等可视污染物。

第四十五条 非道路移动机械所有人或者使用人应当按照规范对在用非道路移动机械进行维护检修。对超过标准排放大气污染物的，应当维修、加装或者更换符合要求的污染控制装置，使其达到规定的排放标准。

第四十六条 非道路移动机械所有人或者使用人在进场施工时，应当建立非道路移动机械使用台账。

第五十一条 建设单位应当履行下列职责：

（一）将扬尘污染防治费用列入工程造价，实行单列支付。在招标文件中要求投标人制定施工现场扬尘污染防治措施。在施工承包合同中明确施工单位的扬尘污染防治责任；

（二）将扬尘污染防治内容纳入工程监理合同；

（三）监督施工单位按照合同落实扬尘污染防治措施，监督监理单位按照合同落实扬尘污染防治监理责任。

第五十二条 施工单位应当制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，建立扬尘污染防治工作台账，落实扬尘污染防治措施。扬尘污染防治费用应当专款专用，不得挪用。

本项目施工期使用的非道路移动机械不超过标准排放大气污染物，不排放黑烟等可视污染物；由专人每日负责对非道路移动机械进行检查，发现故障或需要检修时运送至专业维修场进行维修，直至达到规定的排放标准；施工单位在施工过程建立非道路移动机械使用台账。

本项目建设单位将扬尘污染防治费列入工程造价，在施工承包合同中明确施工单位的扬尘污染防治责任，并监督施工单位落实扬尘污染防治措施、监督监理单位落实扬尘污染防治监理责任。施工单位制定具体的施工扬尘污染防治实施方案，建立扬尘污染防治工作台账，落实扬尘污染防治措施，扬尘污染防治费用应当专款专用，不挪用。

综上所述，本项目建设符合《广东省大气污染防治条例》相关要求。

（6）与《广东省环境保护条例》相符性分析

本项目与《广东省环境保护条例》(2022年11月30日修正)相符性分析见表1.5.4-3。

表 1.5.4-3 与《广东省环境保护条例》相符性分析

序号	相关条例	相符性分析	结论
1	第四十五条县级以上人民政府应当根据本行政区域生态环境状况，在重点生态功能区、生态敏感区和脆弱区等区域划定生态保护红线。生态保护红线、生态控制线应当相互衔接。 在生态保护红线区域内，实施严格的保护措施，禁止建设污染环境、破坏生态的项目。	本项目不占用生态红线，距离生态保护红线 2.3m。见图 1.5.4-1。	相符
2	第四十七条在依法设立的各级自然保护区、风景名胜区、森林公园、地质公园、重要水源地、湿地公园、重点湿地以及世界文化自然遗产等特殊保护区域，应当依据法律法规规定和相关规划实施强制性保护，不得从事不符合主体功能区定位的各类开发活动，严格控制人为因素破坏自然生态和文化自然遗产原真性、完整性，在进行旅游资源开发时应当同步建设完善污水、垃圾等收集清运设施，保护环境质量。 …… 森林公园除必要的保护设施和附属设施外，禁止从事与资源保护无关的任何生产建设活动；禁止随意占用、征用、征收和转让林地；禁止种植掠夺水土资源、破坏土壤结构的劣质树种。	本项目用地范围内主要为海堤，无保护植物和动物，根据自然保护区和自然公园整合优化公示材料，本项目用地范围将不再是森林公园。	相符
3	第五十三条各级人民政府应当加强生物多样性保护，保护珍稀、濒危野生动植物，禁止从事非法猎捕、毒杀、采伐、采集、加工、收购、出售野生动植物等活动。	本项目为水闸泵站、海堤生态化项目，不涉及前述活动，在施工期和营运期均采取相应措施降低对野生动植物的影响。	相符

综上所述，本项目建设符合《广东省环境保护条例》相关要求。

(7) 与《广州市生态环境保护条例》相符性分析

本项目与《广州市生态环境保护条例》（2022年6月5日起施行）相符性分析见表 1.5.4-4。

表 1.5.4-4 与《广州市生态环境保护条例》相符性分析

序号	相关条例	相符性分析	结论
1	第十七条 市、区人民政府应当采取措施，加强对具有重要生态服务功能和生态价值的生态系统的保护。城市开发建设应当保护天然植被、地表水系、滩涂湿地以及野生动植物等自然生态系统及资源，确保原有生态功能和价值不降低。 市、区人民政府应当组织有关部门实施生物多样性保护重大工程，构建生态廊道和生物多样性保护网络，开展生物遗传资源的保护和利用。 市、区人民政府应当保护珍稀、濒危野生动植物，对稀有、濒危、珍贵生物资源及其栖息地、原生地实行重点保护，组织有关部门对引进物种进行跟踪观察，对可能入侵的有害物种及时采取安全控制措施。	本项目不占用生态红线，距离生态保护红线 2.3m。工程用地范围内无珍稀、濒危野生动植物。	相符

序号	相关条例	相符性分析	结论
2	第三十六条 进行建筑施工作业的，施工单位应当在施工现场显著位置设置公告栏，向周围居民公告项目名称、施工单位名称、施工场所、施工内容和期限、施工污染防治措施、投诉渠道、监督电话等信息。建筑施工作业应当符合国家建筑施工场界噪声排放标准、作业时间等要求。因特殊情况确须延长作业时间的，应当依法取得住房和城乡建设、生态环境、水务、交通运输或者地方人民政府指定的部门出具的关于延长作业及其期限的证明文件，并向附近居民公告。	本项目施工作业要求进行。	相符

综上所述，本项目建设符合《广州市生态环境保护条例》相关要求。

（8）与《“十四五”噪声污染防治行动计划》相符性分析

本项目与《“十四五”噪声污染防治行动计划》（环大气〔2023〕1号）相符性分析见表 1.5.4-5。

表 1.5.4-5 与《“十四五”噪声污染防治行动计划》相符性分析

序号	相关条例	相符性分析	结论
1	10. 推广先进技术。鼓励低噪声工艺和设备的研究开发和推广应用，适时更新产业结构调整指导目录和噪声与振动污染防治领域国家先进污染防治技术目录，推动相关行业绿色高质量发展。	本工程提出应在施工期使用列入《低噪声施工设备指导名录（第一批）》（四部门公告 2023 年第 12 号）或同类效果的低噪声施工设备。	相符

综上所述，本项目建设符合《“十四五”噪声污染防治行动计划》相关要求。

（9）与《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》相符性分析

根据《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》（穗府〔2024〕9 号），本项目与其相符性分析见表 1.5.4-6。

表 1.5.4-6 与《广州市城市环境总体规划（2022-2035 年）》相符性分析

序号	相关条例	相符性分析	结论
1	第 12 条 南部滨海生态保育调节区调控 该区域地处珠江口河海交汇区，地势平坦，水网密集，河口湿地、滩涂比例高，生物多样性丰富，受咸潮、潮汐作用影响，滨海区域生态系统敏感脆弱。南沙新区是广州市“三核”之一、粤港澳大湾区国际航运、金融和科技创新功能承载区。主导环境服务功能是维护珠江口滨海湿地水网生态平衡，培育高品质生态宜居环境。总体战略为高效科学、绿色可持续发展。 实施保育生态、重点开发策略，承接中心城区人口和产业疏散，打造生态宜居环境，高品质建设南沙新区。突出粤港澳全面合作示范区高端定位，大力发展人工智能、智能网联新能源汽车、生物医药、总部经济、特色金融、航运物流、国际贸易等产业，推动电力、热力等工业产业升级。对标国际先进，高标准规划、高水平推进南沙新区保护开发，打造一流生态宜居环境。 发挥滨海资源优势，维护高品质滨海生态旅游岸线，开展河口水域湿地生态恢复，严格管控海鸥岛、南沙湿地，保障河口海岸交汇区生态安全，实施近岸海域氮超标治理，建设美丽	本项目位于南部滨海生态保育调节区，通过本项目的建设，海堤防洪潮能力达到 200 年一遇，为区域的发展提供保障，并同时开展生态海堤建设，可“维护高品质滨海生态旅游岸线，开展河口水域湿地生态恢复”	符合

序号	相关条例	相符性分析	结论
	海湾。严格保护存量耕地资源，将农田景观作为重要的自然生态景观和环境文化景观予以保护，发展高效生态农业。		
2	第14条 完善生态保护红线管理制度（1）生态保护红线内实施强制性严格保护。生态保护红线内自然保护区核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护区核心保护区外，严格禁止开发性、生产性建设活动，严格执行国家和省生态保护红线管控政策要求，遵从国家、省相关监督管理规定。	本项目不在生态保护红线区和自然保护区内	符合
3	第16条 生态环境空间管控 （2）落实管控区管制要求。管控区内生态保护红线以外区域实施有条件开发，严格控制新建各类工业企业或扩大现有工业开发的规模和面积，避免集中连片城镇开发建设，控制围垦、采收、堤岸工程、景点建设等对河流、湖库、岛屿滨岸自然湿地的破坏，加强地质遗迹保护。区内建设大规模废水排放项目、排放含有毒有害物质的废水项目严格开展环境影响评价，工业废水未经许可不得向该区域排放。 （3）加强管控区内污染治理和生态修复。管控区内生态保护红线以外区域新建项目的新增污染物按相关规定实施削减替代，逐步减少污染物排放。提高污染排放标准，区内现有村庄实施污水处理与垃圾无害化处理。推进生态公益林建设，改善林分结构，严格控制林木采伐和采矿等行为。开展自然岸线生态修复，提升岸线及滨水绿地的自然生态效益，提高水域生态系统稳定性。开展城镇间隔离绿带、农村林地、农田林网等建设，细化完善生态绿道体系，增强生态系统功能。	根据图 1.5.4-2，本项目不在生态环境空间管控区内	符合
4	第17条 大气环境空间管控 （3）大气污染物重点控排区，包括广州市工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区，以及大气环境重点排污单位。重点控排区根据产业区块主导产业，以及园区、排污单位产业性质和污染排放特征实施重点监管与减排。大气污染物重点控排区与工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区、大气环境重点排污单位等保持动态衔接。 （4）大气污染物增量严控区，包括空气传输上风向，以及大气污染物易聚集的区域。增量严控区内控制钢铁、建材、焦化、有色、石化、化工等项目的大气污染物排放量；落实涉挥发性有机物项目全过程治理，推进低挥发性有机物含量原辅材料替代，全面加强挥发性有机物无组织排放控制。	根据图 1.5.4-3，本项目不在大气环境空间管控区内	符合
5	第18条 水环境空间管控 （2）饮用水水源保护管控区，为经正式批复的饮用水水源一级、二级及准保护区。饮用水水源保护管控区范围随饮用水水源保护区调整动态更新，管理要求遵照其管理规定。 （3）重要水源涵养管控区，主要包括流溪河、玉溪水、牛栏河、莲麻河、增江、派潭河等上游河段两侧，以及联安水库、百花林水库、白洞水库等主要承担水源涵养功能的区域。加强水源涵养林建设，禁止破坏水源林、护岸林和与水源涵养相关植被等损害水源涵养能力的活动，强化生态系统修复。新建排放废水项目严格落实环境影响评价要求，现有工业废水排放须达到国家规定的标准；达不到标准的工业企业，须限期治理或搬迁。 （4）涉水生物多样性保护管控区，主要包括流溪河光倒刺鲃国家级水产种质资源保护区、增江光倒刺鲃大刺鲃国家级水产种质资源保护区，花都湖和海珠湿地等湿地公园，鸭洞河、达溪水等河流，牛路水库、黄龙带水库等水库，通天蜡烛、良口等森林自然公园，以及南部沿海滩涂、红树林等区域。切实保护涉水野生生物及其栖息环境，严格限制新设排污口，加强温排水总量控制，关闭直接影响珍稀水生生物保护的排污口，严格控制网箱养殖活动。温泉地热资源丰富的地区要进行合理	根据图 1.5.4-4，本项目不在水环境空间管控区内	符合

序号	相关条例	相符性分析	结论
	开发。对可能存在水环境污染的文化旅游开发项目，按要求开展环境影响评价，加强事中事后监管。 （5）水污染治理及风险防范重点区，包括劣Ⅴ类的河涌汇水区、工业产业区块一级控制线和省级及以上工业园区。水污染治理及风险防范重点区与工业产业区块一级控制线、省级及以上工业园区等保持动态衔接。 劣Ⅴ类的河涌汇水区加强城乡水环境协同治理，强化入河排污口排查整治，巩固城乡黑臭水体治理成效，推进河涌、流域水生态保护和修复。城区稳步推进雨污分流，全面提升污水收集水平。 工业产业区块一级控制线和省级及以上工业园区严格落实生态环境分区管控及环境影响评价要求，严格主要水污染物排污总量控制。全面推进污水处理设施建设和污水管网排查整治，确保工业企业废水稳定达标排放。调整优化不同行业废水分类处理，加强第一类污染物、持久性有机污染物等水污染物污染控制，强化环境风险防范。		
6	第 26 条 大气移动源和面源精细化治理 （3）加强施工及道路扬尘污染治理。推行绿色文明施工管理模式，严格治理施工扬尘。建设单位应将防治扬尘污染的费用列入工程造价，明确施工单位防治扬尘污染的责任。推进规模以上施工工地视频监控和扬尘在线监测设备建设。运用视频监控实时监测、无人机飞行巡查、扬尘在线监测自动预警等先进技术，加强日常巡查检查，形成监管合力，加大大约、处罚、曝光力度。落实公路养护单位责任，强化道路洒水保洁，实现渣土运输车辆全封闭运输，有效减少路面积尘。	施工期间，本项目将按要求采取扬尘污染治理措施	符合
7	第 32 条 近岸海域生态环境保护 （1）持续改善海洋环境质量。坚持陆海统筹，推进“近岸水体—入海排污口—排污管线—污染源”陆海污染全链条治理。深化入海排污口“查测溯治”，推进入海河流综合整治，强化虎门水道、蕉门水道、洪奇沥水道等入海河流总氮浓度控制，削减陆源总氮排放量。深化港口船舶污染联治，加强含油污水、垃圾等污染物接收、转运、处置联合监管。加强岸滩和海漂垃圾治理，完善海漂垃圾联合执法监管机制。 （2）推进海洋生态系统保护修复。严守海洋生态保护红线，加大海岸带、海岛等海洋生态空间保护力度，促进海域空间和海岸线集约利用。加强自然岸线管控，落实岸线占补平衡制度，严格保护大陆和海岛自然岸线。强化海岸带保护修复，开展砂质岸滩和亲水岸线整治与修复，开展滨海碧道公众亲海景观与设施建设，提升滨海生态空间品质。加强沿海滩涂、红树林、盐沼等滨海湿地生态系统保护，保护海洋生物及栖息地。	本项目施工期不排放废水，运营期废水排入市政污水管网。本项目不占用海洋生态保护红线，施工期的影响是暂时的，可恢复的。本项目占用人工岸线，由于本项目属于海堤工程，不需进行岸线占补。本项目通过生态海堤建设，提升滨海生态空间品质。	符合
8	第 45 条 生态保护补偿机制 深化生态保护补偿工作，推进森林、湿地等重点领域生态保护补偿或生态效益补偿。落实流域水环境生态保护补偿政策。根据社会经济发展和生态环境保护形势，构建补偿增长机制；探索建立资金补偿之外的其他绿色利益分享和合作机制。	本项目实施对海洋生态资源造成的影响，拟通过增殖放流等方式进行补偿。	符合

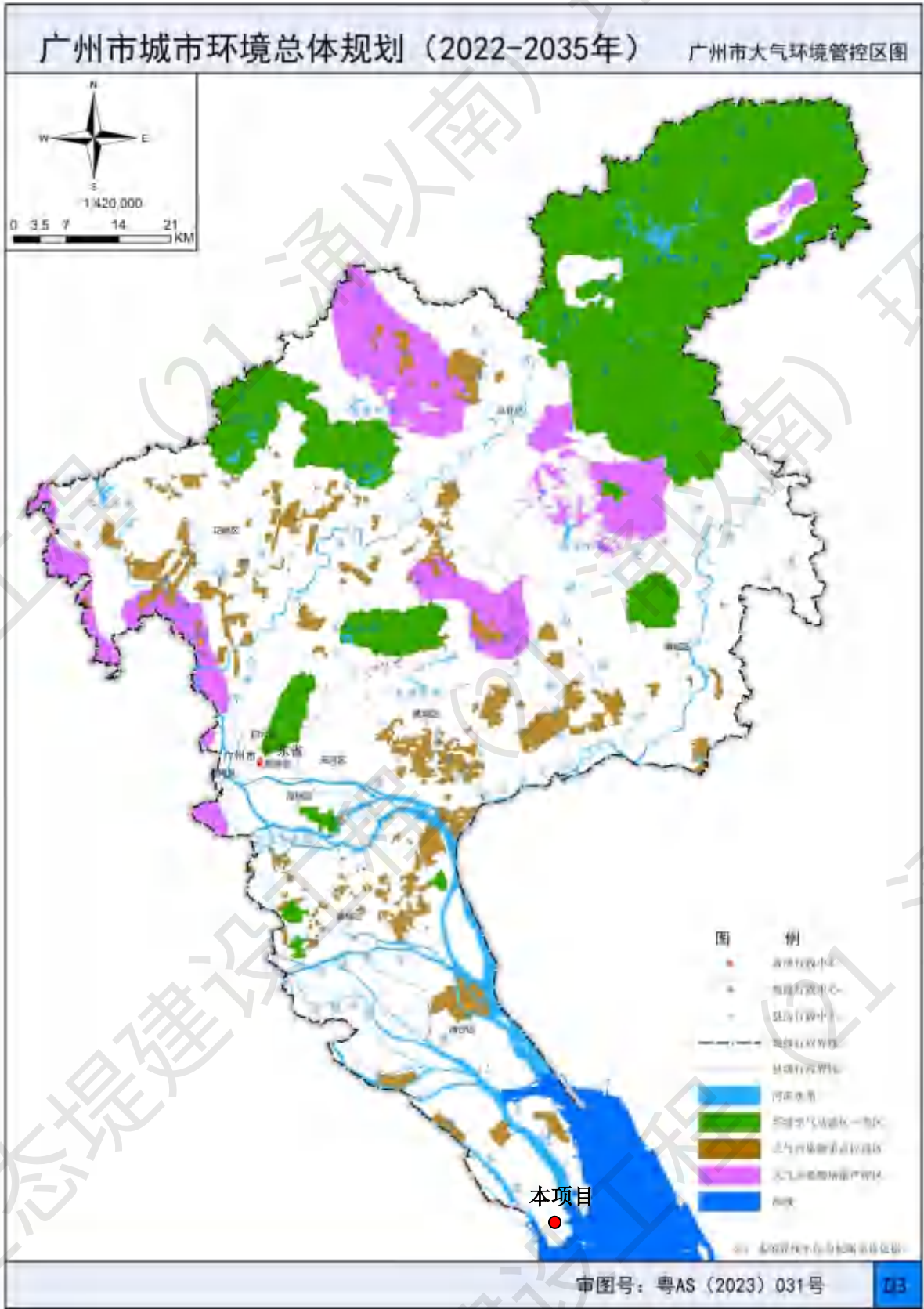


图 1.5.4-3 广州市大气环境管控区图

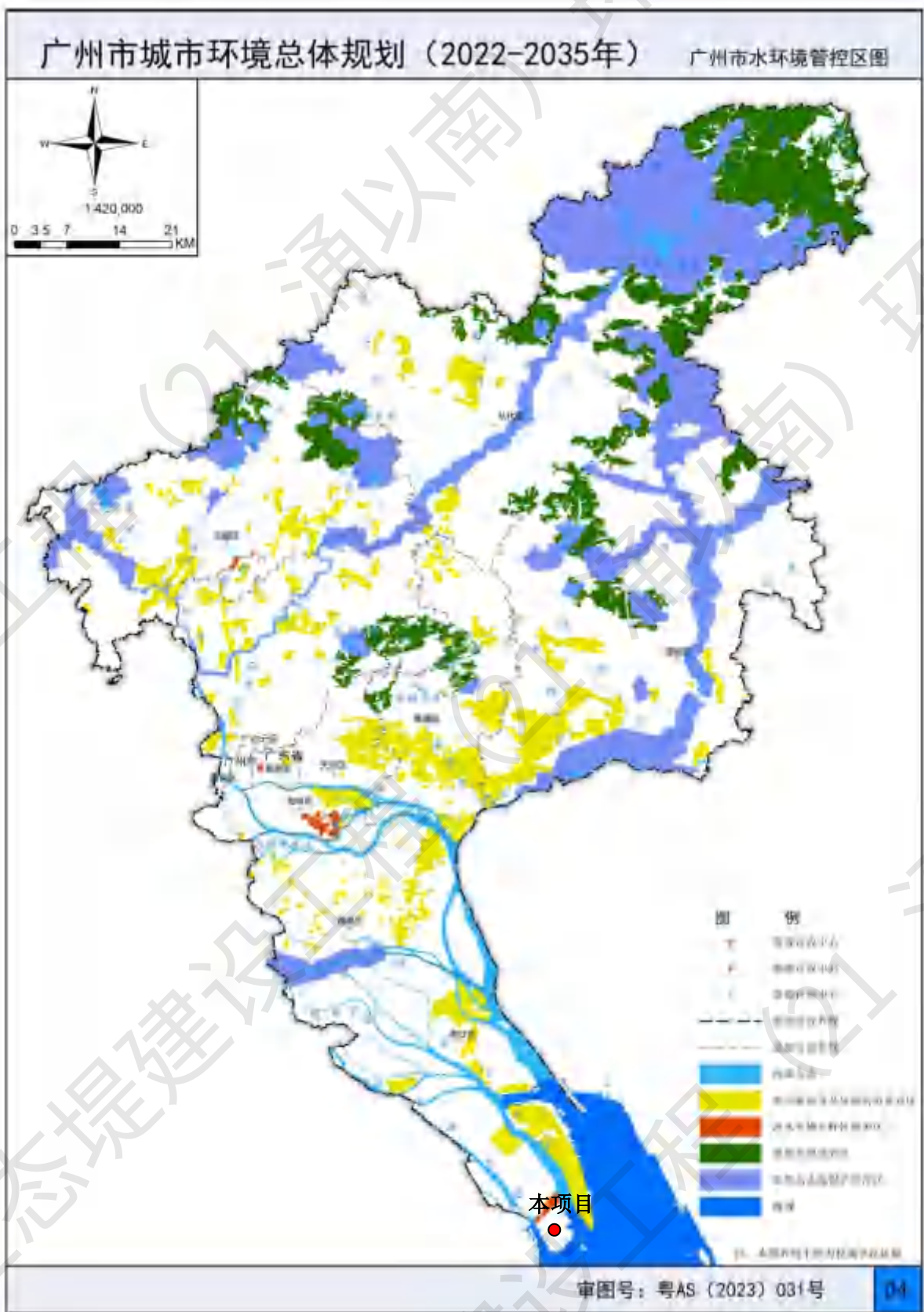


图 1.5.4-4 广州市水环境空间管控区图

1.5.4.2 与生态红线相关规划的符合性分析

（1）《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》

根据《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）。本项目与规划相符性分析见表 1.5.4-7。

表 1.5.4-7 本项目与规划相符性分析表

序号	条例	相符性分析	结论
1	一、加强人为活动管控 （一）规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，在符合法律法规的前提下，仅允许以下对生态功能不造成破坏的有限人为活动。 6、必须且无法避让、符合县级以上国土空间规划的线性基础设施、通讯和防洪、供水设施建设和船舶航行、航道疏浚清淤等活动；已有的合法水利、交通运输等设施运行维护改造。 	本项目不占用生态红线，距离最近生态保护红线 2.3m。见图 1.5.4-1。	相符
2	（二）加强有限人为活动管理。上述生态保护红线管控范围内有限人为活动，涉及新增建设用地、用海用岛审批的，在报批农用地转用、土地征收、海域使用权、无居民海岛开发利用时，附省级人民政府出具符合生态保护红线内允许有限人为活动的认定意见；不涉及新增建设用地、用海用岛审批的，按有关规定进行管理，无明确规定的由省级人民政府制定具体监管办法。上述活动涉及自然保护地的，应征求林业和草原主管部门或自然保护地管理机构意见。	本项目不占用生态红线。	相符

（2）与“三区三线”的符合性

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海报批的函》（自然资办函〔2022〕2207号），本项目与广东省“三区三线”中生态保护红线海域部分的划定成果位置关系见图 1.5.4-5。

根据广东省“三区三线”中生态保护红线，评价范围内的生态保护红线主要包括广州市南沙区红树林、中山市红树林、珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线、万顷沙重要滩涂及浅海水域、广州中山交界重要渔业资源产卵场、广东中山翠亨国家湿地公园、珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区、狮子洋-虎门-蕉门水道重要河口。

本项目不占用海洋生态保护红线。

本项目施工期间生活、生产污水妥善处置，不排入海域；本项目涉海工程产生悬沙，根据水质数模预测结果，本项目 10mg/L 悬浮泥沙包络线范围涉及“三区三线”中生态保护红线——万顷沙重要滩涂及浅海水域和和广州中山交界重要渔业资源产卵场。由于施工产生的悬沙的影响是暂时的，将随着工程的结束而消失，可见施工产生的悬沙对水质的影响属于短期环境效应。因此，本项目建设对海洋生态保护红线的影响是可以接受的。

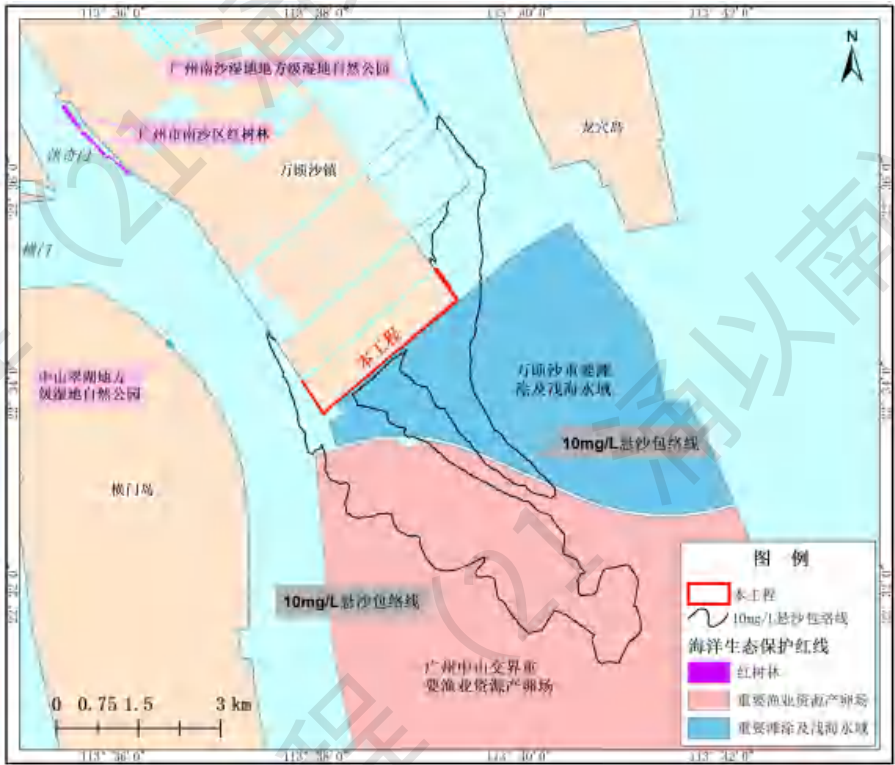


图 1.5.4-5 本项目与“三区三线”生态保护红线叠置示意图

1.5.4.3 与湿地保护相关法规的符合性分析

(1) 《中华人民共和国湿地保护法》

本项目与《中华人民共和国湿地保护法》相关要求的符合性分析见表 1.5.4-8。

表 1.5.4-8 与《中华人民共和国湿地保护法》相符性分析

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
1	第二条 国家对湿地实行分级管理及名录制度。 第十九条 国家严格控制占用湿地。 禁止占用国家重要湿地，国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目等除外。 建设项目选址、选线应当避让湿地，无法避让的应当尽量减少占用，并采取必要措施减轻对湿地生态功能的不利影响。 建设项目规划选址、选线审批或者核准时，涉及国家重要湿地的，应当征求国务院林业草原主管部门的意见；涉及省级重要湿地或者一般湿地的，应当按照管理权限，征求县级以上地方人民政府授权的部门的意见。	本项目不占用重要湿地。 本项目仅生态堤加固时堤脚抛石占用少量湿地。 海堤选线无法避让，是在现有海堤基础上提标加固。 本项目将按相关要求办理手续。	相符

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
2	第二十八条 禁止下列破坏湿地及其生态功能的行为： （一）开（围）垦、排干自然湿地，永久性截断自然湿地水源； （二）擅自填埋自然湿地，擅自采砂、采矿、取土； （三）排放不符合水污染物排放标准的工业废水、生活污水及其他污染湿地的废水、污水，倾倒、堆放、丢弃、遗撒固体废物； （四）过度放牧或者滥采野生植物，过度捕捞或者灭绝式捕捞，过度施肥、投药、投放饵料等污染湿地的种植养殖行为； （五）其他破坏湿地及其生态功能的行为。	本项目无相关行为。	符合
3	第三十四条 红树林湿地所在地县级以上地方人民政府应当组织编制红树林湿地保护专项规划，采取有效措施保护红树林湿地。 红树林湿地应当列入重要湿地名录；符合国家重要湿地标准的，应当优先列入国家重要湿地名录。 禁止占用红树林湿地。经省级以上人民政府有关部门评估，确因国家重大项目、防灾减灾等需要占用的，应当依照有关法律、法规规定办理，并做好保护和修复工作。相关建设项目改变红树林所在河口水文情势、对红树林生长产生较大影响的，应当采取有效措施减轻不利影响。 禁止在红树林湿地挖塘，禁止采伐、采挖、移植红树林或者过度采摘红树林种子，禁止投放、种植危害红树林生长的物种。因科研、医药或者红树林湿地保护等需要采伐、采挖、移植、采摘的，应当依照有关法律法规办理。	本项目不占用红树林，距离较近的红树林位于湿地公园内。	符合

（2）与《广东省湿地保护条例》符合性分析

根据《广东省湿地保护条例》（2022 年 11 月 30 日修正），本项目与其相符性分析见表 1.5.4-9。

表 1.5.4-9 与《广东省湿地保护条例》相符性分析

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
1	第二十六条 禁止在湿地范围内从事下列活动： （一）围垦、开垦、填埋自然湿地； （二）排干自然湿地或者永久性截断自然湿地水源； （三）擅自挖塘、挖砂、采砂、采矿、取土、取水、烧荒； （四）直接排放未经处理或者排放不达标的污水，倾倒、储存、堆放有毒有害物质、废弃物、垃圾，投放可能危害水体、水生以及湿生生物的化学物品； （五）破坏鱼类等水生生物洄游通道，采用电鱼、炸鱼、毒鱼、绝户网等灭绝性方式捕捞鱼类以及其他水生生物； （六）破坏野生动植物的繁殖区、栖息地、原生地和迁徙通道，滥采滥捕野生动植物； （七）引进、放生外来物种； （八）过度放牧、捕捞； （九）采伐林木，采集国家或者省重点保护的野生植物； （十）猎捕保护的野生动物，在以水鸟为保护对象的自然	本项目不涉及该条款所列的禁止活动。	相符

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
	保护地及其他重要栖息地捡拾掏取鸟蛋； (十一) 其他破坏湿地及其生态功能的活动。		
2	第二十七条 建设项目应当不占用或者少占用湿地。确需占用或者临时占用的，应当依法办理相关手续。……禁止占用省级重要湿地，确因国家重大项目、防灾减灾项目、重要水利及保护设施项目、湿地保护项目或者省重点建设项目需要占用或者临时占用的，应当征求省人民政府林业主管部门的意见。	本项目仅生态堤加固时堤脚抛石占用少量湿地。本项目将按相关要求办理手续	相符
3	第三十三条 禁止在红树林湿地挖塘，禁止移植、采挖、采伐红树林或者过度采摘红树林种子，禁止投放、种植危害红树林生长的物种。因科研、医药或者红树林湿地保护等需要移植、采挖、采伐、采摘的，应当经地级以上市人民政府林业主管部门同意。经批准移植、采挖、采伐、采摘的，应当在指定的种类、数量、时间、地点内进行，并接受县级以上人民政府林业主管部门的监督检查。 除国家重大项目和防灾减灾等外，禁止占用红树林湿地；确需占用或者临时占用的，应当开展不可避免性论证，依法办理审批手续。	本项目不占用红树林，距离较近的红树林位于湿地公园内。	相符

(3) 《广州市湿地保护规定》

根据《广州市湿地保护规定》（2017年10月25日广州市第十五届人民代表大会常务委员会第九次会议通过 2017年11月30日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第三十七次会议批准），本项目与其相符性分析见表 1.5.4-10。

表 1.5.4-10 与《广州市湿地保护规定》相符性分析

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
1	第二十九条在湿地保护范围内禁止从事下列活动： (一)破坏鱼类等水生生物洄游通道，采用电鱼、炸鱼、毒鱼等灭绝性方式捕捞鱼类以及其他水生生物； (二)破坏野生动植物的重要繁殖区、栖息地和原生地； (三)排放污水或者有毒有害物质，投放可能危害水体、水生以及野生生物的化学物品或者倾倒固体废弃物； (四)毁坏湿地保护、监测设施； (五)其他破坏湿地资源的行为。	本项目不涉及该条款所列的禁止活动。	相符
2	第三十条任何单位和个人不得在湿地保护范围内非法从事以下活动： (一)围垦、开垦、填埋湿地； (二)挖塘、采砂、取土、烧荒； (三)排放湿地水资源，或者修建阻水、排水设施； (四)采集重点保护的野生植物； (五)采伐树木； (六)捕猎保护的野生动物或者捡拾鸟蛋； (七)引进、放生外来生物物种。	本项目不涉及该条款所列的禁止活动。	相符
3	第三十八条 重要湿地内新建、改建、扩建的建筑物、构筑物，应当符合湿地保护规划以及城市设计的要求，其选址、布局、高度、体量、造型、风格和色调等，应当与湿地自然景观、生态环境和人文历史风貌相协调。	本项目不在重要湿地范围内。	相符

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
4	第三十九条 禁止非法占用重要湿地或者改变其用途。因国家和省重点建设项目确需占用国际重要湿地、国家重要湿地、省级重要湿地或者改变其用途的，按照国家和省有关规定执行。因国家、省重点建设项目和国防、水利、能源、交通等涉及公共利益的建设项目确需占用市级重要湿地或者改变其用途的，应当依法办理相应手续。	本项目不在重要湿地范围内。	相符

根据《广州市湿地保护规划（2023-2035年）》（征求意见稿），广州市现状共有省级以上重要湿地3处，湿地公园25个，湿地保护小区32个。到2025年，新增1处国家重要湿地，2处省重要湿地。到2035年，申报2处国家重要湿地。鼓励培育重要湿地后备资源。到2025年，认定、发布第一批市级重要湿地名录，培育7个重要湿地后备资源。到2035年，发布一般湿地名录，明确湿地的名称、类型、面积、保护等级、保护范围、涉及斑块情况、主管部门和管理机构等内容。2023年3月3日，广州市林业和园林局发布《关于拟认定广州市重要湿地名录（第一批）的公示》，将白云湖湿地、海鸥岛红树林湿地、赤坎湿地、正果湖心岛湿地和南沙坦头天然红树林湿地等5处湿地认定为广州市重要湿地名录（第一批）。本项目不在上述省级以上重要湿地、湿地公园、湿地保护小区、广州市重要湿地名录（第一批）中，距离本项目最近的湿地为广州南沙湿地公园，距离约2.1km。

综上，本项目不占用已发布的湿地名录中的湿地，与《中华人民共和国湿地保护法》、《广东省湿地保护条例》、《广州市湿地保护规定》、《广州市湿地保护规划（2023-2035年）》（征求意见稿）相关要求不冲突。

1.5.4.4 与森林公园相关条例的符合性分析

本项目部分用地位于广州南沙滨海红树林区级森林公园（区级）内。根据现场踏勘，这部分区域内无森林资源，不存在红树林。根据《关于广州市自然保护地整合优化总体情况的公示》（公示时间从2023年3月21日起到3月25日止），广州南沙滨海红树林区级森林公园将取消（见广州市整合优化后自然保护地分布图）。

（1）广东省森林公园管理条例

根据《广东省森林公园管理条例》（2020年9月29日修正），本项目与其相符性分析见表1.5.4-11。

表 1.5.4-11 与《广东省森林公园管理条例》相符性分析

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
1	第十七条 森林公园内不得建设破坏森林资源和景	本项目用地范围内无森林资	相符

序号	相关条例	本项目相符性分析	结论
	观、妨碍游览、污染环境的工程设施，不得设立各类开发区；森林公园生态保护区和游览区内不得建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与森林风景资源保护无关的其他建筑物。已经建设的，应当按照森林公园总体规划逐步迁出。 规划区内建设项目的选址和设计方案，应当经林业主管部门审查同意后，按照国家基本建设程序报自然资源和住房城乡建设部门审批。建设工程设施，需要将林地转为非林业建设用地的，应当依法办理建设用地审批手续。建设项目竣工后，由自然资源和住房城乡建设部门会同林业主管部门验收合格，方可投入使用。	源和游览设施，不涉及建设破坏景观和污染环境的工程设施，不建设开发区、不涉及宾馆、招待所、培训中心、疗养院等建筑物。 建设单位已就本项目资源当地主管部门，当地保护区与自然公园正在整合，在公示期间，本项目所在区域在自然保护地整合完成后将不再为森林公园范围内。	
2	第二十六条 森林公园内禁止下列破坏森林资源的行为： （一）猎捕和其他妨碍野生动物生息繁衍的活动； （二）砍伐、损毁古树名木、珍贵树木和其他国家重点保护植物； （三）毁林开垦和毁林采石、采砂、采土以及其他毁林、破坏景观的行为； （四）排放超标的废水、废气和生活污水以及乱倒垃圾和其他污染物； （五）新建、改建坟墓； （六）法律、法规禁止的其他行为。	本项目范围内不涉及破坏森林资源的行为。	相符
3	第二十八条 建设单位、施工单位在森林公园内进行工程项目建设以及搭建临时设施的，应当对周围景物、景点、水体、地形地貌、林草植被采取有效保护措施，并在竣工后及时清理现场，恢复原状。	本项目将按要求对临时用地周围景物、景点、水体、地形地貌、林草植被采取有效保护措施，并在竣工后及时清理现场，恢复原状。	相符

（2）广州市森林公园管理条例

根据《广州市森林公园管理条例》：

第十四条 森林公园建设项目的定点和设计，应当符合总体规划的要求，必须报经林业行政主管部门审核同意后，按建设项目报批程序报有关行政主管部门审批。

森林公园内不得建设破坏森林资源和景观、妨碍游览、污染环境的工程设施，不得设立各类开发区；森林公园生态保护区和游览区内不得建设宾馆、招待所、培训中心、疗养院以及与森林风景资源保护无关的其他建筑物。已经建设的，应当按照森林公园总体规划逐步迁出。

第十七条 因国家建设需要占用、征用森林公园内林地的，用地单位应当提出申请，征得林业行政主管部门审核同意后，依法办理用地审批手续。

本项目无第十四条、第十七条相关建设内容，因此本项目与《广州市森林公园管理条例》相符。



图 1.5.4.6 森林公园与本项目位置示意图

1.5.5 其他

1.5.5.1 与《广东省近岸海域环境功能区划》符合性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办（1999）68号），本项目所在海

域属于狮子洋、伶仃洋咸淡水综合功能区，狮子洋、伶仃洋咸淡水综合功能区主要功能为养殖、渔业鱼类繁殖、航运、港口，水质目标为《海水水质标准》中三类标准。

本项目建设对该综合功能区的影响仅为施工期产生的悬浮泥沙，在施工过程中采取有效的水污染防治措施，悬浮泥沙影响范围和影响程度有限，本项目建设对其所在海域的海水水质、海洋沉积物质量以及海洋生物质量影响不大；且本项目施工期产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响是短暂的，施工结束后其影响将自行消失。因此，本项目的建设与该功能区的主要功能不冲突。符合《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号）的要求。

1.5.5.2 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（2023年修编）符合性分析

《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（2023年修编）提出：

“4.1 生态环境保护 系统推进陆海一体化保护和修复工程 基于“两山一链，五江多廊”生态网络，以围合陆海一体化单元的近岸山体、滨海平原、滨海湿地、海岸线、岛屿等为对象，推进海岸线整治修复、海堤生态化、魅力沙滩打造、滨海湿地恢复、海岛修复及和美海岛建设、美丽海湾建设等生态修复工程”

“4.3 空间品质提升 打造四类特色亲海岸线 促进人海和谐的生态涵养型亲海岸线；构建亲海空间服务体系 建设海韵风情的滨海通道 完善人海和谐的亲海设施 打造连城达海的悦海游径”

“4.4 防灾减灾体系建设 构建海岸带纵向防护体系 海岸防护工程建设——校核海岸防护工程的防洪排涝等级，推进灾害防护设施达标加固加强沿海海堤隐患治理，实施海堤生态化改造”

本项目对现有防洪排涝等级进行提升，按200年一遇防洪潮标准对综合体片区21涌以南堤防进行生态堤建设，符合“生态环境保护和防灾减灾体系建设”的要求；根据施工方案，本项目拟在生态堤上建设亲水步道和景观工程，构建亲海空间服务体系，促进人海和谐的生态涵养型亲海岸线，符合“空间品质提升”的要求。

综上所述，本项目的建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》（2023年修编）的相关要求。

1.5.5.3 与《广州市国土空间生态修复规划》（2021-2035年）符合性分析

根据《广州市国土空间生态修复规划（2021-2035年）》（穗规划资源字〔2023〕

33号）：

“第二十六节 保障生态安全，提升城市韧性”：优先保护城市生态防灾空间。以生态空间为载体，主动提升应对城市不确定风险的能力，切实保障城市安全。全域系统推进海绵城市建设。

南沙区重点推进珠江河口生态系统及生物多样性保护修复工程、红树林营造工程、明珠湾生态海堤建设示范工程；保护黄山鲁等山体及滨海湿地；推进南沙凤凰湖、南沙竹湖、南沙新东湾湖等水源涵养工程建设及鳧洲水道生物多样性保护修复工程。

本项目通过生态海堤的建设，提升了防灾减灾能力，并以生态海堤的建设方案，修复了河口生态系统，由此可见，本项目建设符合《广州市国土空间生态修复规划》相关要求。

1.5.5.4 与《广东省野生动物保护管理条例》符合性分析

根据《广东省野生动物保护管理条例》（2020年3月31日修订）“第十九条禁止猎捕、杀害本条例第二条第二款规定保护的野生动物，以及法律法规和国家、省规定禁止猎捕的其他野生动物”。“第二十二条禁止使用毒药、爆炸物、电击、电子诱捕装置以及猎套、猎夹、气枪、地枪、排铳、粘网、地弓、吊杠、钢丝套等工具猎捕野生动物”。本项目不涉及前述活动。

1.5.5.5 与《广东省河道管理条例》（2020年1月1日起施行）符合性分析

根据第三十二条在河道管理范围内建设跨河、穿河、穿堤、临河的桥梁、码头、道路、渡口、管道、缆线、取水、排水、公共休闲、景观等工程设施，应当符合防洪标准以及有关技术要求，不得影响河势稳定、危害堤防安全。其工程建设方案应当按照河道管理权限，报县级以上人民政府水行政主管部门审查同意；未经审查同意，不得开工建设。

本项目桥梁工程、水闸工程等，均符合防洪标准以及有关技术要求，本项目建设宜是为了满足防洪要求，工程建设方案以上报区人民政府水行政主管部门审查。

1.5.5.6 与《广州市人民政府关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的通告》符合性分析

根据《广州市人民政府关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的通告》（穗府规〔2020〕9号）：“一、本通告所指“非道路移动机械”为工程机械、场（厂）内机械、港口作业机械、林业园林机械等机械，包括但不限于挖掘机、推土机、装载机、压路机、

摊铺机、平地机、起重机械、桩工机械、开槽机械、混凝土搅拌机、叉车等。二、本通告所指“高排放非道路移动机械”是装配有燃油发动机，且发动机在出厂设计时达不到国Ⅲ排放标准，或排放黑烟等可视污染物的非道路移动机械。三、在下列范围内 24 小时禁止高排放非道路移动机械使用：越秀海珠、荔湾、天河、白云、黄埔、花都、番禺区全部行政区域，南沙、从化增城区城市建成区。七、本通告自印发之日起施行，有效期 5 年。《广州市人民政府关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的通告》同时废止。”

本项目施工机械主要有载重车、压路机、起重机、柴油动力机械等燃油机械，发动机在出厂设计时均达到国Ⅴ排放标准，且不排放黑烟等可视污染物，因此本项目与《广州市人民政府关于划定禁止使用高排放非道路移动机械区域的通告》是相符的。

1.5.5.7 与《关于限制使用锤击桩等有关事项的通知》符合性分析

根据《关于限制使用锤击桩等有关事项的通知》（穗南建交〔2016〕1383 号）：

一、在下列区域范围内的建设工程禁止使用蒸汽桩机、锤击桩机：

（一）南沙街、黄阁镇；

（二）毗邻已投入使用的学校、医院等文教科研卫生区；住宅园区、行政办公大楼等人员密集区；风景名胜区、自然白虎区及其他需要特殊保护的区域。

二、在上述禁止范围内，受地质、地形等条件限制但确需要使用蒸汽桩机、锤击桩机的，建设单位开展环境影响评价工作时必须按《环境影响评价技术导则》要求，根据工程特点和使用的主要设备，开展建设阶段环境影响预测和评价，并报区生态环境保护行政主管部门批准”。

三、根据《广州市建设工程文明施工管理规定》第十三条规定，对于经批准确需采用蒸汽机、锤击桩机的，施工单位应当按照环境噪声污染防治有关规定防止施工噪声污染噪声排放不得超过国家和地方噪声排放标准。施工单位应当按照建筑施工场地噪声测量方法对施工现场产生的噪声值进行监测，并保存相关监测记录。

四、本通知自 2017 年 1 月 1 日起施行，新开工项目应严格执行本通知的有关要求。

根据施工组织方案，本项砼预应力方桩、护壁桩采用锤击桩机方式。本项目位于万顷沙镇，周边无人员密集区和需要特殊保护的区域，施工采取必要的噪声防治措施，避免施工噪声污染噪声排放不得超过国家和地方噪声排放标准，并开展施工期环境监测，监测和记录施工期噪声。因此符合《关于限制使用锤击桩等有关事项的通知》中的相关规定。

1.5.5.8 与《粤港澳大湾区发展规划纲要》符合性分析

2019年，中共中央、国务院印发了《粤港澳大湾区发展规划纲要》（以下简称《纲要》）。

《纲要》提出打造广州南沙粤港澳全面合作示范区，携手港澳建设高水平对外开放门户。充分发挥国家级新区和自贸试验区优势，加强与港澳全面合作，加快建设大湾区国际航运、金融和科技创新功能的承载区，成为高水平对外开放门户。合理统筹解决广州南沙新增建设用地规模，调整优化城市布局 and 空间结构，强化与周边地区在城市规划、综合交通、公共服务设施等方面的一体化衔接，构建“半小时交通圈”。支持广州南沙与港澳合作建设中国企业走出去综合服务基地和国际交流平台，建设我国南方重要的对外开放窗口。

《纲要》提出共建创新发展示范区，打造优质生活圈，高标准推进广州南沙城市规划建设，强化生态核心竞争力，彰显岭南文化、水乡文化和海洋文化特色，建设国际化城市。积极探索有利于人才发展的政策和机制，加快创建国际化人才特区。提升服务水平，为区内居民提供更加便利的条件。

《纲要》提出完善水利防灾减灾体系，具体措施包括：加强海堤达标加固、珠江干支流河道崩岸治理等重点工程建设，着力完善防汛防风综合防灾减灾体系。加强珠江河口综合治理与保护，推进珠江三角洲河湖系统治理。强化城市内部排水系统和蓄水能力建设，建设和完善澳门、珠海、中山等防洪（潮）排涝体系，有效解决城市内涝问题。

本项目属于水利防灾减灾工程，本项目的建设符合《粤港澳大湾区发展规划纲要》要求。

1.5.5.9 与《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》符合性分析

根据《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（2021年1月26日省十三届人大四次会议审议批准）第四节 建立现代化水安全保障体系“.....实施堤防巩固提升工程，完善、提升大湾区水安全标准体系，全面提高防洪潮能力，力争达到世界先进水平。.....建设生态海堤，提升沿海地区抵御台风、风暴潮灾害能力。加强重点涝区排涝能力建设，强化流域防洪抗旱监测预警预报及调度，科学规划和建设临时蓄滞洪区，提升超标准洪水应对能力”。

“十四五”时期广东省水利重点建设工程包括：1.大湾区堤防巩固提升工程：巩固提

升大湾区内堤防约 2000 公里。4.生态海堤工程：推进 1800 公里生态海堤达标建设。

本项目为生态海堤，本项目的建设符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》要求。

1.5.5.10 与《广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析

根据《广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（穗府〔2021〕7 号）一、畅通城市交通网络“实施市政道路网络结构性提升工程。完善市政骨架路网，推动中心城区与外围城区及周边城市互联互通”、三、建立现代化水安全保障体系“完善防洪排涝体系。以巩固和完善海堤江堤、区域排涝、城镇排水三道防线为重点，加快推进防洪排涝工程建设。按照粤港澳大湾区水安全保障要求，建设生态海堤，巩固提升南部江海堤防；聚焦超标洪水、水库失事、山洪灾害“三大风险”，加快推进重点地区中小河流治理和病险水库除险加固。完善城市排水防涝设施建设，理顺内涝防治工作机制。提升预报预警和应急处置能力，完善城市防洪排涝安全综合保障体系”。

本项目从安全韧性、生态自然、亲水开放、多质观感、城水共生五个方面，以复合功能、自然功法打造综合体生态堤岸。因此，本项目的建设符合《广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》要求。

1.5.5.11 与《粤港澳大湾区水安全保障规划》符合性分析

2020 年 12 月 17 日，水利部联合粤港澳大湾区建设领导小组办公室印发《粤港澳大湾区水安全保障规划》。规划提出加快海堤达标加固与生态海堤建设，根据当前防潮形势与建设宜居宜业宜游优质生活圈的要求，着力推广海堤及护岸工程的生态技术应用，正确处理好防潮功能与生态保护、滨水景观等关系，加快推进华南沿海千里生态海堤工程建设。

规划提出广州市防洪标准达到防御北江 300 年一遇和防御西、北江 1915 年型洪水，城市中心区防洪标准达到 200 年一遇，防潮标准达到 200 一遇。涝水承泄区治涝标准不低于 20 年一遇最大 24h 设计暴雨 1d 排干且不至灾。远期，广州市防洪标准达到 200 一遇以上；涝水承泄区治涝标准不低于 50 年一遇最大 24h 设计暴雨 1d 排干且不至灾。

按规划要求，本项目按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设。因此，本项目的建设符合《粤港澳大湾区水安全保障规划》要求。

1.5.5.12 与《广州市水务发展“十四五”规划》符合性分析

根据《广州市水务发展“十四五”规划》，《规划》提出完善千涌通百川、三江护安澜的洪涝安全网以海绵城市理念统领防洪排涝能力全面提升，立足整体防御，不断强化流域-区域-片区三级洪涝防御体系，统筹“蓝绿灰管”，完善基础设施，强化源头管控，加强竖向设计，刚性管控河湖生态空间，综合提升城市水安全韧性，打造系统化全域推进海绵城市建设示范城市。

《规划》提出：在珠江河口区筑牢沿海防洪防潮安全屏障，以联围为单元启动番禺区、南沙区防洪（潮）系统提升工程，推进番顺联围、万顷沙围等 21 个联围约 290 公里堤防建设，完成省下达的 55.6 公里生态海堤达标加固任务，防洪（潮）能力达到 50~200 年一遇。本项目按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，生态堤长约 4.528km。因此，本项目的建设符合《广州市水务发展“十四五”规划》要求。

1.5.5.13 与《广州市南沙区水务发展“十四五”规划》符合性分析

根据《广州市南沙区水务发展“十四五”规划》（穗南府办函〔2022〕91 号），《规划》提出建设科学安全、韧性发展的城市防洪（潮）体系。按照“统筹谋划，内外兼顾，分期实施”的原则，坚持把补齐防洪（潮）短板放在首位，洪潮同治，系统施策，推进堤防达标提升和挡潮闸建设，开展隐患排查及维修加固，全面提升城市防洪（潮）能力，持续打造科学安全、富有韧性的城市水安全格局。《规划》提出系统实施构建韧性防洪（潮）体系。结合省水利厅开展的大湾区堤防巩固提升工程，依照规划防洪（潮）标准、复核洪潮水面线和现状设施评估成果，以联围为单位推进防洪（潮）安全系统提升工程建设，先行实施四六村围、大坳围、三民岛等存在薄弱环节、风险隐患较大堤段，补齐短板。在明珠湾、南沙湾等重点片区打造生态堤，构建多功能复合城市滨海岸线，统筹堤防与企业岸线建设，保障岸线整体贯通，督促权属企业实施岸线提升改造。

根据“表 3.4-1 南沙区水务发展“十四五”规划指标体系”，防洪潮建设指标，整体防洪（潮）能力 2025 年规划值为 50~200 年一遇。

本项目按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，符合广州市南沙区水务发展“十四五”规划》要求的“在明珠湾、南沙湾等重点片区打造生态堤，构建多功能复合城市滨海岸线”、“整体防洪（潮）能力 2025 年规划值为 50~200 年一遇”的要求。

1.5.5.14 与《广东省海岸带及海洋空间规划》（2021-2035 年）

《广东省海岸带及海洋空间规划》（2021-2035 年）提出：

“第五章 生态环境保护 第二节 推进陆海一体化单元整体修复 以综合能力提升为目标推进海岸线整治修复工程。坚持海岸线自然恢复和人工整治修复相结合，加强受损大陆自然岸线生态修复、人工岸线改造、海岸功能提升，推进海岸生态修复、形态修复与养护、环境整治、滨海景观构建、海岸防护能力建设等工程。以基于自然的解决方案实施海堤生态化工程。以提升海岸防护能力、修复海岸生态、美化海岸景观、打造亲水空间为目标，推进海堤生态化建设。以增强植物消浪、抗御台风风暴潮以及海平面上升为重点，灵活运用恢复原貌、软化岸基等多种方式，兼顾景观、湿地、生态多样性和休闲娱乐、旅游文化等多种功能，实施生态化修复，建设生态海堤。积极推进珠江口、韩江河口、练江河口等海堤生态化建设……”

“第七章 亲海空间品质提升 第一节 塑造粤海魅力空间 以亲海岸线为载体，加强特色服务和差异管控，全面提升亲海空间品质。发挥亲海岸线作为人类接触海洋、亲近海洋核心空间载体的作用，差异化打造生态涵养、海洋文韵、城镇活力、旅游休闲等四类特色化亲海岸线，形成一批具有国际品质和南粤特色的亲海活动承载地。建设滨海通道，打造悦海游径，完善亲海设施，支撑建设可达、可赏、可游的亲海空间产品，实现亲海空间以人为本、高品质建设的目标。第二节 打造特色亲海岸线 塑造城镇活力型亲海岸线，刻画蓝色海岸风情带。发掘优质滨海生活空间，依托沿海城镇核心片区、滨海新城新区等空间载体，建设广州南沙新区、深圳大鹏新区、东莞滨海湾新区等 35 处城镇活力型亲海岸线。以彰显海洋城市魅力为导向建设连续开放的城市滨海岸线，串联全天候、多功能、高活力的公共空间，推动沿海城镇居民日常生活与滨海休闲娱乐的有机融合，打造城镇滨海走廊、城市海岸客厅、特色化滨海社区等重要城市滨海休憩空间。”

“第八章 防灾减灾建设 第二节 提升自然灾害风险防范能力 构建覆盖陆域、海岸线、潮间带的立体防护体系。校核海岸防护工程的防洪排涝等级，推进灾害防护设施达标加固，加强沿海海堤隐患治理，实施海堤生态化改造，协同发挥生态系统防潮御浪、固堤护岸等减灾功能……”

“第九章 区域发展 （四）环珠江口湾区 推进珠江口岸线综合治理和受损岸线生态化修复。开展深圳湾、广州南沙—中山翠亨新区—珠海淇澳等湿地保护和修复，保护万山群岛海域珊瑚礁生态系统，加强荷包岛、大杧岛等海岛天然植被保护，实施三角

岛、三门岛、牛头岛、二洲岛等海岛受损岛体和岸线修复。开展因台风等自然灾害或人为破坏损毁的沿海防护林修复，推动开展海堤达标加固工程和岸滩防护工程，在翠亨新区、中珠联围等岸段实施海堤生态化建设。”

本项目对现有防洪排涝等级进行提升，按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，符合“生态环境保护、防灾减灾建设、区域发展”的要求；根据施工方案，本项目拟在生态堤上建设亲水步道和景观工程，构建亲海空间服务体系，促进人海和谐的生态涵养型亲海岸线，符合“亲海空间品质提升”的要求。

综上所述，本项目的建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划》（2021-2035 年）的相关要求。

1.6 环境影响报告书主要结论

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类。本项目的建设符合国家产业政策和环保政策，符合广东省主体功能区规划等要求，符合海洋环境保护规划、环境保护规划和生态功能区划要求，在落实环境影响报告书提出的各项污染防治措施的前提下，本项目的环境影响可以接受。

2 总则

2.1 评价内容及评价重点

2.1.1 评价内容

在对本项目进行工程分析的基础上，结合项目所在地的环境特征，明确本项目存在的主要环境问题；通过环境现状调查和影响预测，分析评价本项目施工期、运营期的环境影响程度和范围；对本项目的环保措施进行技术、经济分析评价，论证其达标排放可行性，提出减缓影响的对策措施；通过风险识别分析本项目潜在的环境风险影响，提出针对性的风险防范措施和应急预案；根据国家有关法规、政策以及区域发展规划、环境规划等，分析评价项目产业政策的符合性，以及选址的规划符合性。根据上述分析评价结果，从产业政策、规划选址、平面布局、达标排放、环境影响、环境风险等方面综合论证项目建设的环境可行性。

2.1.2 评价重点

结合本项目工程特点和环境特点，本次评价重点关注施工作业对地表水体、大气环境、近岸海域水环境、海域水动力条件及冲淤环境、海洋生态环境等影响，环境风险主要关注施工船舶溢油对海洋环境影响，同时提出减轻环境影响的对策措施与建议，并论证环保措施的可行性。

2.2 评价依据

2.2.1 法律法规

2.2.1.1 国家法规与规范性文件

1. 《中华人民共和国环境保护法》，2014年4月修订，2015年1月1日起施行；
2. 《中华人民共和国海洋环境保护法》，2023年10月修订；
3. 《环境影响评价法》，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过修正；
4. 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日修正施行；
5. 《中华人民共和国渔业法》，十二届人大常委会第六次会议第四次修正，2013年12月；
6. 《中华人民共和国海域使用管理法》，2002年；

7.《中华人民共和国海岛保护法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2009年；

8.《中华人民共和国野生动物保护法》，全国人大常委会，2023年5月1日第二次修订施行；

9.《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修正；

10.《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2021年12月24日通过，自2022年6月5日起施行；

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

12.《中华人民共和国土壤污染防治法》，2019年1月1日起施行；

13.《中华人民共和国湿地保护法》，2022年6月1日起施行；

14.《中华人民共和国水土保持法》，2011年3月1日起施行；

15.《中华人民共和国节约能源法》，2018年10月26日修订；

16.《中华人民共和国水法》，2016年7月2日修正；

17.《中华人民共和国港口法》，2018年12月29日修正；

18.《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021年9月1日起修订施行；

19.《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号，2017年修订；

20.《中华人民共和国陆源污染物损害海洋环境管理条例》，国务院令第61号，1990年；

21.《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院令第698号令，2018年3月19日修订；

22.《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院令第698号令，2018年3月19日修订；

23.《产业结构调整指导目录（2024年本）》；

24.《市场准入负面清单（2020年版）》（发改体改规〔2020〕1880号）；

25.《国家危险废物名录（2025年版）》（生态环境部、国家发展和改革委员会、公安部、交通运输部、国家卫生健康委员会令第36号公布），自2025年1月1日起施行

行；

26.《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（部令 第 16 号），自 2021 年 1 月 1 日起施行；

27.《关于以改善环境质量为核心加强环境影响评价管理的通知》（环环评〔2016〕150 号），环境保护部，2016 年 10 月 26 日；

28.《中华人民共和国自然保护区条例》，2017 年 10 月 7 日；

29.《海洋自然保护区管理办法》（国海发〔1995〕251 号），国家海洋局，1995 年 5 月 29 日；

30.《关于健全生态保护补偿机制的意见》（国办发〔2016〕31 号），国务院办公厅，2016 年 4 月 28 日；

31.《生态保护补偿条例》，中华人民共和国国务院令 第 779 号，2024 年 4 月 6 日；

32.《关于印发〈全国生态功能区划（修编版）〉的公告》，环境保护部公告 2015 年第 61 号，2015 年 11 月 13 日；

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

34.《中国水生生物资源养护行动纲要》（国发〔2006〕9 号），国务院，2006 年；

35.《水产资源繁殖保护条例》，国务院，1979 年 2 月 10 日；

36.《近岸海域环境功能管理办法》，国家环保总局第 8 号令，2010 年修订；

37.《中国海洋渔业水域图（第一批）》，农业部公告第 189 号，2002 年 2 月；

38.《关于发布〈船舶水污染防治技术政策〉的公告》（环境保护部公告 2018 年第 8 号），环境保护部，2018 年 1 月 11 日；

39.《经 1978 年议定书修订的 1973 年国际防止船舶造成污染公约》；

40.《交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅关于建立完善船舶水污染物转移处置联合监管制度的指导意见》（交办海〔2019〕15 号），交通运输部办公厅 生态环境部办公厅 住房和城乡建设部办公厅，2019 年 1 月 31 日；

41.《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》，2019 年 11 月第六次修订；

42.《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2018 年 3 月第六次修订；

43.《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》，交通运输部，2017年5月第4次修订；

44.《关于加强水上污染应急工作的指导意见》，交通运输部2010年7月30日颁布；

45.《关于加强规划环境影响评价与建设项目环境影响评价联动工作的意见》，环发〔2015〕178号，环境保护部，2015年12月30日；

46.《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》，交环发〔2004〕314号，2004年6月；

47.《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号），环境保护部，2012年7月3日；

48.《关于切实加强风险防范，严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98号），环境保护部，2012年8月7日；

49.《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》（厅字〔2019〕48号），中共中央办公厅 国务院办公厅，2019年11月；

50.《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207号），自然资源部办公厅，2022年10月14日；

51.《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号），自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局，2022年8月16日；

52.《关于印发<生态保护红线生态环境监督办法（试行）>的通知》（国环规生态〔2022〕2号），生态环境部，2022年12月27日；

53.《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1号），农业农村部办公厅，2022年1月19日。

2.2.1.2 广东省法规与规范性文件

1.《广东省环境保护条例》，2022年11月30日修正施行；

2.《广东省大气污染防治条例》，2022年11月30日修正施行；

3.《广东省水污染防治条例》，2020年11月27日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过，2021年1月1日起施行；

4. 《广东省固体废物环境污染防治条例》，2022年11月30日修正施行；
5. 《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正，2018年11月29日；
6. 《广东省实施<中华人民共和国环境噪声污染防治法>办法》，2018年11月29日修订；
7. 《广东省生态环境厅关于印发广东省土壤与地下水污染防治“十四五”规划的通知》（粤环〔2022〕8号），广东省生态环境厅，2022年4月27日；
8. 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》（粤环〔2022〕7号），广东省生态环境厅，2022年4月27日；
9. 《广东省生态环境厅关于印发〈广东省生态环境保护“十四五”规划〉的通知》（粤环〔2021〕10号）；
10. 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），广东省人民政府，2020年12月29日；
11. 《广东省海域使用管理规定（修正）》，广东省人民政府第35号令，2021年9月29日修正；
12. 《广东省主体功能区规划》（粤府〔2012〕120号），广东省人民政府，2012年9月14日；
13. 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办〔1999〕68号），广东省人民政府，1999年7月27日；
14. 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（粤府〔2020〕71号），广东省人民政府，2020年12月29日；
15. 《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区规划的批复》（粤府函〔2017〕359号），广东省人民政府，2017年12月8日；
16. 《广东省人民政府关于印发广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）的通知》（粤府〔2017〕119号），广东省人民政府，2017年10月27日；
17. 《广东省人民政府 国家海洋局关于印发广东省海岸带综合保护与利用总体规划的通知》（粤府〔2017〕120号），广东省人民政府、国家海洋局，2017年10月27日；
18. 《关于推进广东省海岸带保护与利用综合示范区建设的指导意见》（粤自然资发

（2019）37号），广东省自然资源厅，2019年6月20日；

19.《广东省人民政府办公厅关于印发加强我省海岸带保护和科学利用工作方案的通知》（粤办函〔2015〕533号），广东省人民政府办公厅，2015年；

20.《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》（粤府办〔2017〕62号），广东省人民政府办公厅，2017年10月15日；

21.《广东省湿地保护条例》，2022年11月30日修订；

22.《广东省渔业管理条例》，广东省十一届人大常委会第35次会议修订，2012年7月26日；

23.《广东省政府关于加强水污染防治工作的通知》（粤府〔1993〕74号），广东省人民政府，1999年11月26日；

24.《广东省河口滩涂管理条例》，广东省第十一届人民代表大会常务委员会第三十一次会议修正，2012年1月9日；

25.《广东海洋经济综合试验区发展规划》（国函〔2011〕81号），国务院，2011年7月；

26.《广东省森林公园管理条例》，2020年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第二十五次会议《关于修改〈广东省林地保护管理条例〉等十六项地方性法规的决定》第二次修正；

27.《广东省林地保护管理条例》，2019年1月16日第三次修正；

28.《广东省林业厅关于印发〈广东省湿地公园管理暂行办法〉的通知》，2017年6月9日；

29.《广东省基本农田保护区管理条例》，2014年11月26日修订；

30.《广东省森林和陆生野生动物类型自然保护区管理办法》，省政府令第233号，2017年5月1日起施行；

31.《广东省人民政府关于印发广东省国土空间规划（2021—2035年）的通知》（粤府〔2023〕105号），广东省人民政府，2023年12月26日；

32.《广东省建设工程施工扬尘污染防治管理办法（试行）》（粤办函〔2017〕708号）；

33.《广东省深化治理港口船舶水污染物工作方案》（粤交港〔2021〕547号），广东省生态环境厅、广东省住房和城乡建设厅、广东海事局，2021年9月13日；

34.《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》（粤自然资发〔2023〕11号），2023年11月28日；

35.广东省自然资源厅关于印发《广东省海岸及海洋空间规划(2021-2035年)》的通知（粤自然资发〔2025〕1号），2025年1月。

2.2.1.3 广州市法规与规范性文件

- 1.《广州市生态环境保护条例》，2022年6月5日起施行；
- 2.《广州市人民政府关于印发广州市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（穗府规〔2021〕4号）；
- 3.《广州市森林公园管理条例》，2018年9月修正；
- 4.《关于加强政策性外水排放管理的实施意见(试行)》（穗治水办〔2019〕3号）；
- 5.《广州市建筑废弃物管理条例》，2012年6月1日施行；
- 6.《广州市历史文化名城保护条例》，2016年5月1日起施行；
- 7.《广州市文物保护规定》，2013年5月1日起施行；
- 8.《广州市绿化条例》，2019年11月修正；
- 9.《广州市排水条例》，广东省人民代表大会常务委员会，2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议通过；
- 10.《广州市饮用水水源污染防治规定》，2018年9月29日第二次修改。
- 11.《广州市人民政府关于印发广州市环境空气功能区区划(修订)的通知》（穗府〔2013〕17号）；
- 12.《广州市环境保护区局关于印发广州市声环境功能区区划的通知》（穗环〔2018〕151号）；
- 13.《广州市南沙区人民政府办公室关于印发广州市南沙区生态环境保护“十四五”规划的通知》；
- 14.《广州市南沙区水务发展“十四五”规划》；
- 15.《广州市人民政府关于划定广州市高污染燃料禁燃区的通告》（穗府规〔2024〕2号），广州市人民政府，2024年4月9日；
- 16.《广州市生态环境局关于明确广州市建设项目环境影响评价文件审批分工的通知》（穗环〔2022〕87号），广州市生态环境局，2022年8月1日；
- 17.《广州市生态环境局关于印发广州市生物多样性保护行动报告（2024年）的通

知》（穗环〔2024〕62号），广州市生态环境局，2024年5月18日；

18.《广州市人民政府关于印发广州市生态环境分区管控方案（2024年修订）的通知》（穗府规〔2024〕4号），广州市人民政府办公厅秘书处 2024年11月12日印发；

19.《广州市生态环境局关于印发广州市环境管控单元准入清单（2024年修订）的通知》（穗环〔2024〕139号），广州市生态环境局，2024年11月29日；

20.广州市人民政府关于印发广州市国土空间总体规划（2021—2035年）的通知》（穗府〔2024〕10号），广州市人民政府，2024年10月18日；

21.《广州市人民政府办公厅关于印发广州市自然保护地规划（2023—2035年）的通知》（穗府办〔2024〕19号），广州市人民政府办公厅，2024年10月20日；

22.《广州市水生生物增殖放流技术指引（试行）》（穗农函〔2024〕78号），广州市农业农村局，2024年3月11日。

2.2.2 技术标准和规范

- 1.《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 海洋生态环境》，HJ1409—2025；
- 3.《环境影响评价技术导则 地表水环境》，HJ2.3—2018；
- 4.《环境影响评价技术导则 生态影响》，HJ19—2022；
- 5.《环境影响评价技术导则 大气环境》，HJ2.2—2018；
- 6.《环境影响评价技术导则 声环境》，HJ2.4—2021；
- 7.《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，SC/T 9110—2007，农业部第951号文；
- 8.《环境影响评价技术导则 地下水环境》，HJ 610—2016；
- 9.《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》，HJ 964—2018；
- 10.《船舶污染海域环境风险评价技术规范》，海船舶〔2011〕588号；
- 11.《建设项目环境风险评价技术导则》，HJ 169-2018；
- 12.《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告2017年第43号），2017年8月29日；
- 13.《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002—4）；
- 14.《广州市建设项目环境影响报告书（表）编制指引（试行）》；
- 15.《广州市生态环境局办公室关于印发广州市建设项目环境影响报告书（表）审批

全流程服务指南的通知》，穗环办〔2024〕33号；

- 16.《海洋监测规范》，GB 17378—2007；
- 17.《海洋调查规范》，GB/T 12763—2007；
- 18.《海水水质标准》，GB 3097—1997；
- 19.《海洋生物质量》，GB 18421—2001；
- 20.《海洋沉积物质量》，GB 18668—2002；
- 21.《船舶污染物排放标准》，GB 3552—2018。
- 22.《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）及其修改单；
- 23.《全国海岸和滩涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；
- 24.《声环境质量标准》，GB 3096—2008；
- 25.《地下水质量标准》，GB/T 14848—2017；
- 26.《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》，GB 36600—2018；
- 27.广东省地方标准《水污染物排放限值》，DB 44/26—2001；
- 28.广东省地方标准《大气污染物排放限值》，DB 44/27—2001；
- 29.《工业企业厂界环境噪声排放标准》，GB 12348—2008；
- 30.《船舶水污染物排放控制标准》，GB 3552—2018。

2.2.3 其他依据

- 1.《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）可行性研究报告（报批稿）》，广东省水利电力勘测设计研究院有限公司 广州市城市规划勘测设计研究院，2023年9月；
- 2.《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）堤岸结构工程初步设计报告》；
- 3.《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）景观工程初步设计报告》；
- 4.《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）桥梁工程初步设计报告》；
- 5.《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）水闸泵站部分初步设计报告》；

6.建设单位提供其他工程资料。

2.3 环境功能区划

2.3.1 环境空气功能区划

根据《广州市人民政府关于印发广州市环境空气功能区区划（修订）的通知》（穗府〔2013〕17号），本项目所在区域为二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单的二级标准。广州市环境空气质量功能区划见图 2.3.1-1。

2.3.2 声环境功能区划

根据《广州市环境保护局关于印发广州市声环境功能区区划的通知》（穗环〔2018〕151号）南沙区声环境功能区区划图，现有堤顶路及其车道线外扩 45m 区域声环境属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4 类功能区，本项目其他所在区域为 1 类区。

考虑到本项目建成后，已无堤顶市政道路，仅为生态堤（景观工程、含防汛通道兼场馆应急疏散通道、亲水步道等）。因此，本项目建成后，按照项目所在区域主要声环境功能区划，定义为 1 类声环境功能区。

2.3.3 水环境功能区划

2.3.3.1 近岸海域环境功能区划

根据《印发<广东省近岸海域环境功能区划>的通知》（粤府办〔1999〕68号），本项目所在近岸海域为鳧洲经龙穴至新垦 22 涌的近岸海域范围，划定为狮子洋、伶仃洋咸淡水综合功能区，主要功能为养殖、渔业、鱼类繁殖、航运、港口，水质目标划定为三类，近岸海域环境功能区划见图 2.3.3-1。

表 2.3.3-1 近岸海域环境功能区划

标识号	行政区	功能区名称	范围	平均宽度 km	长度 km	主要功能	水质目标	备注
701	广州市	横档岛风景旅游功能区	上、下横档岛	/	0.5	风景、旅游	二	有渔业、围垦、航运、港口、旅游等多功能，且岸线变化大、河海界线不定，当地可在确保
702	广州市	狮子洋、伶仃洋咸淡水综合功能区	鳧洲经龙穴至新垦 22 涌	/	25.2	养殖、渔业、鱼类繁殖、航运、港口	三	
703	广州	龙穴岛风景功	龙穴岛	/	0.8	旅游、自然	二	

标识号	行政区	功能区名称	范围	平均宽度 km	长度 km	主要功能	水质目标	备注
	市	能区	及其周围海域			保护		总体目标基础上，制定更具体的功能区水质目标。
801	中山市	中山近岸浅海渔场功能区	横门至翠亨	3	26	海水养殖、浴场、渔场	二	/

2.3.3.2 海洋功能区划

1.广东省海洋功能区划

本项目占用《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》中的万顷沙海洋保护区和伶仃洋保留区。

本项目周边海域海洋功能区划主要有伶仃洋保留区、横门岛港口航运区、南朗工业与城镇用海区和龙穴岛港口航运区等。

各功能区分布情况详见表 2.3.3-2 及图 2.3.3-2，功能区划登记表详见表 2.3.3-3。

表 2.3.3-2 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布情况表

序号	功能区名称	所属功能区	与本项目方位关系及最短距离
1	万顷沙海洋保护区	海洋保护区	部分占用
2	伶仃洋保留区	保留区	部分占用
3	横门岛港口航运区	港口航运区	西侧，1.0km
4	南朗工业与城镇用海区	工业与城镇用海区	西南侧，3.67km
5	龙穴岛港口航运区	港口航运区	东侧，2.6km

注：本表内容引自《广东省海洋功能区划（2011—2020年）》。

2.广州市海洋功能区划

本项目占用《广州市海洋功能区划（2013—2020年）》中的万顷沙海洋特别保护区和伶仃洋保留区。

本项目周边海域海洋功能区划主要有和龙穴岛港口区。

各功能区分布情况详见表 2.3.3-4，功能区划登记表详见表 2.3.3-5。

表 2.3.3-4 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布情况表

序号	功能区名称	所属功能区	与本项目方位关系及最短距离
1	A6-10-1 万顷沙海洋特别保护区	海洋保护区	部分占用
2	A8-10 伶仃洋保留区	保留区	部分占用
3	B2-5-1 龙穴岛港口区	港口区	东侧，2.6km

表 2.3.3-3 项目所在及周边海域海洋功能区划登记表（《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》摘录）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积（公顷）岸段长度（米）	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
81	A6-10	万顷沙海洋保护区	广州市	东至:113°40'57" 西至:113°38'03" 南至:22°33'38" 北至:22°36'02"	海洋保护区	1030 5915	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.保障红树林科普和旅游用海需求; 3.不得建设污染环境、破坏资源和景观的生产设施。	1.保护十八涌以南天然红树林,加强外来物种入侵的防治; 2.加强洪奇沥水道的整治,加强海洋生态环境整治修复; 3.加强保护区海洋生态环境监测; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
80	A8-10	伶仃洋保留区	珠海市、中山市、广州市、东莞市、深圳市	东至:113°52'01" 西至:113°26'53" 南至:22°22'39" 北至:22°47'36"	保留区	63421 104960	1.维护海域防洪纳潮功能; 2.保障珠江口中华白海豚国家级自然保护区管理配套设施建设用海需求; 3.适当保障工业与城镇用海需求; 4.通过严格论证,合理安排相关开发活动。	1.保护伶仃洋生态环境; 2.加强对陆源污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控; 3.海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量标准维持现状。
79	A12-14	横门岛港口航运区	中山市	东至:113°37'41" 西至:113°32'52" 南至:22°30'04" 北至:22°36'04"	港口航运区	1467 18383	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.保障横门渔港用海需求; 3.维护海上交通安全,维持横门水道潮汐通道畅通; 4.加强用海动态监测和监管。	1.加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 2.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。
78	A3-17	南蓂工业与城镇用海区	中山市	东至:113°37'50" 西至:113°33'59" 南至:22°25'25" 北至:22°32'14"	工业与城镇用海区	2846 25369	1.相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2.保障翠亨海上温泉旅游用海需求; 3.西片区已成陆,严禁在两侧水道围填海; 4.围填海须严格论证,优化围填海平面布局; 5.工程建设期间采取有效措施降低对淇澳岛红树林保护区的影响; 6.加强对围填海的动态监测和监管。	1.保护南蓂周边海域生态环境; 2.执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。
221	B2-5	龙穴岛港口航运区	广州市	东至:113°43'01" 西至:113°34'28" 南至:22°33'41" 北至:22°44'06"	港口航运区	5315	1.相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2.适当保障造船基地等工业用海需求; 3.维持航道畅通,维护海上交通安全; 4.围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 5.改善水动力条件和泥沙冲淤环境; 6.加强用海动态监测和监管。	1.加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 2.加强海洋环境监测; 3.执行海水水质四类标准、海洋沉积物质量三类标准和海洋生物质量三类标准。
207	B6-24	淇澳岛海洋保护区	珠海市	东至:113°39'44" 西至:113°34'39" 南至:22°23'21" 北至:22°28'53"	海洋保护区	3147	1.相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2.维持中山航道畅通; 3.适当保障渔业用海需求; 4.严格安装国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理; 5.保障防灾减灾体系建设用海需求; 6.优先保障军事用海需求。	1.保护淇澳岛天然红树林,加强加强外来物种入侵的防治; 2.加强海洋生态环境整治修复; 3.加强保护区海洋生态环境监测; 4.执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

表 2.3.3-5a 项目所在海域海洋功能区划登记表（《广州市海洋功能区划（2013—2020 年）》摘录）

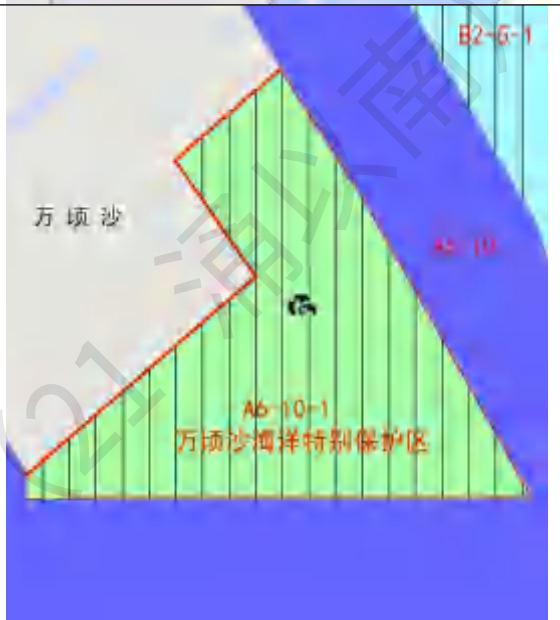
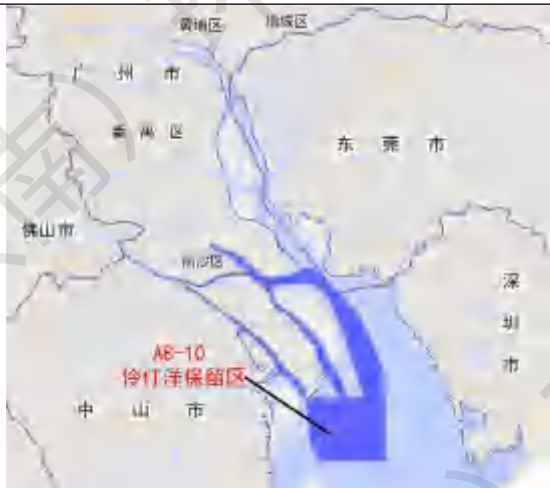
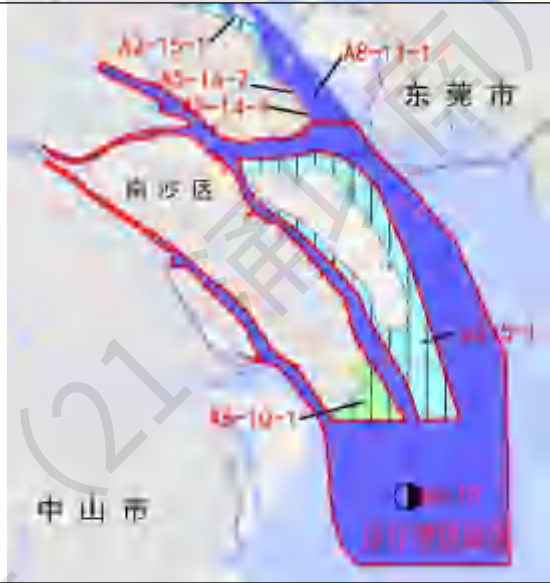
功能区名称		万顷沙海洋特别保护区			功能区位置图	
功能区类型		海洋特别保护区	功能区代码	A6-10-1		
所属一级类功能区名称		万顷沙海洋保护区	一级类功能区代码	A6-10		
地理范围		东至:113°40'57" 西至:113°38'03" 南至:22°33'38" 北至:22°36'02"				
面积（公顷）		1030	岸线长度（米）	5915		
开发利用现状		海域总体未开发，后方陆域多为围塘养殖，河口海域自然生态系统保持完好。				
海域管理要求	用途管制	相适宜的海域使用类型为特殊用海；保障红树林种植及旅游、桥梁、隧道、管道等用海需求。			功能区范围图	
	用海方式控制	禁止开展填海造地等完全或显著改变海域自然属性的用海方式；不得建设污染环境、破坏资源和景观的生产设施。				
	整治修复	可通过开展红树林种植等措施进一步改善邻近海域海洋生态环境质量。				
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	保护二十一涌以南的天然红树林。				
	环境保护	加强红树林外来物种入侵的防治；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质第二类标准、海洋沉积物质量第一类标准和海洋生物质量第一类标准。				
其它管理要求						

表 2.3.3-5a 项目所在海域海洋功能区划登记表（《广州市海洋功能区划（2013—2020 年）》摘录）

功能区名称		伶仃洋保留区			功能区位置图	
功能区类型		保留区	功能区代码	A8-10		
所属一级类功能区名称		伶仃洋保留区	一级类功能区代码	A8-10		
地理范围		东至:113°44'57" 西至:113°26'57" 南至:22°28'01" 北至:22°47'36"				
面积（公顷）		25179	岸线长度（米）	115230		
开发利用现状		海域总体未开发，鳧洲水道、蕉门水道、下横沥水道、洪奇沥水道等水道沿岸零散分布有小型码头，各水道均建有跨海桥梁。			功能区范围图	
海域管理要求	用途管制	适当保障鳧洲及其近岸海域的旅游娱乐用海需求； 适当保障渔港的渔业基础设施建设用海需求； 通过严格论证，合理安排交通运输用海等相关开发活动。				
	用海方式控制	严格限制填海造地等完全或显著改变海域自然属性的用海方式。				
	整治修复	整治蕉门水道、鳧洲水道、龙穴南水道、洪奇沥水道等海域海岸生态环境，实施水道清淤、海域空间整理，整治修复岸线长度不少于 5 公里。				
海洋环境保护要求	生态保护重点目标	保护伶仃洋生态环境； 保护沿岸红树林及其生境。				
	环境保护	加强对陆源污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控； 开展海洋环境治理，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。				
其它管理要求		维护航道和锚地海域功能，保障海上交通安全； 维护河口海域防洪纳潮功能。				

2.3.3.3 地表水环境功能区划

本项目周边地表水体主要有十九涌、二十涌、二十一涌、洪奇沥水道、蕉门水道。

根据《关于印发<广东省地表水环境功能区划>的通知》（粤环〔2011〕14 号），洪奇沥水道和蕉门水道水体功能均为工农渔水体，水质保护目标为Ⅲ类水体，位于珠江干流河网工农业用水区。十九涌、二十涌、二十一涌属于洪奇沥水道支流，尚未划定功能区，根据《关于印发<广东省地表水环境功能区划>的通知》（粤环〔2011〕14 号）规定，“各水体未列出的上游及支流的水体环境质量控制目标以保证主流的环境质量控制目标为最低要求，原则上与汇入干流的功能目标要求不能相差超过一个级别”，十九涌、二十涌、二十一涌均为洪奇沥水道（Ⅲ）支流，应执行Ⅳ类水质标准；已批复的《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙-兴中段）环境影响报告书》（批复文号：粤环审〔2023〕70 号），十九涌、二十涌执行Ⅳ类水质标准。地表水功能区划图见图 2.3.3-3。

表 2.3.3-6 地表水环境功能区划

序号	功能现状	水系	河流	起点	终点	长度(km)	水质现状	水质目标	行政区
20222	工农渔景	珠三角河网	狮子洋	广州大沙尾	广州鳧洲	17	Ⅳ	Ⅲ	广州市东莞市
20230	景渔工农	珠三角河网	伶仃洋	广州鳧洲	广州新垦22涌	21.5	Ⅳ	Ⅲ	广州市
20292	饮	珠三角河网	蕉门水道	番禺大塱口	番禺下北斗	1	Ⅲ	Ⅱ	广州市
20293	工农渔	珠三角河网	蕉门水道	番禺下北斗	番禺龙穴围尾	44.4	Ⅲ	Ⅲ	广州市
36700	工农渔	北江	洪奇沥	顺德板沙尾	番禺沥口	43		Ⅲ	佛山中山广州

2.3.4 生态功能区

根据《广州市城市环境保护总体规划（2014-2030 年）》（穗府〔2017〕5 号）、《广州市生态环境保护“十四五”规划》（穗府办〔2022〕16 号），本项目位于南部生态调节区中的“珠江口南沙生态调节区”。见图 2.3.4-1。

南部生态调节区重点管控珠江口重要湿地、岸线资源以及水生生物、鸟类的栖息地、觅食场和迁徙通道等，保护山体、河口滩涂、海域、湿地、农田等特有自然景观，维护

河海生态平衡。主导生态功能是维护珠江口生态平衡，维护人居环境健康安全。

2.3.5 区域环境功能属性汇总

本项目所在区域环境功能属性见表 2.3.5-1~2.3.5-2。

表 2.3.5-1a 项目环境功能属性表

序号	项目	功能属性及执行标准
1	环境空气	大气二类功能区，执行《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及其修改单中的二级标准
2	声环境	1 类区、4a 类区
3	生态功能区	南部生态调节区中的“珠江口南沙生态调节区”
4	地表水	二十一涌执行 IV 类水质标准
5	近岸海域环境功能区划	项目所在近岸海域为凫洲经龙穴至新垦 22 涌的近岸海域范围，划定为狮子洋、伶仃洋咸淡水综合功能区，主要功能为养殖、渔业、鱼类繁殖、航运、港口，水质目标划定为三类
6	海洋功能区	本项目占用《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》中的万顷沙海洋保护区和伶仃洋保留区。 本项目占用《广州市海洋功能区划（2013—2020 年）》中的万顷沙海洋特别保护区和伶仃洋保留区。

表 2.3.5-2 项目环境功能属性表

序号	项目	功能属性及执行标准
1	是否在“生态保护红线”内	否
2	是否在“饮用水源保护区”内	否
3	是否在“自然保护区”内	否
4	是否在“森林公园”内	是；广州南沙滨海红树林区级森林公园(整合优化后项目区将取消)
5	是否在“风景名胜区”内	否
6	是否在“湿地公园”内	否
7	是否涉及文物保护单位	否
8	是否在“基本农田保护区”内	否
9	是否在污水处理厂集水范围	是，在规划的十九涌南污水处理站纳污范围内
10	广东省“三线一单”生态环境分区管控	重点管控单元



图 2.3.1-1 广州市环境空气质量功能区划

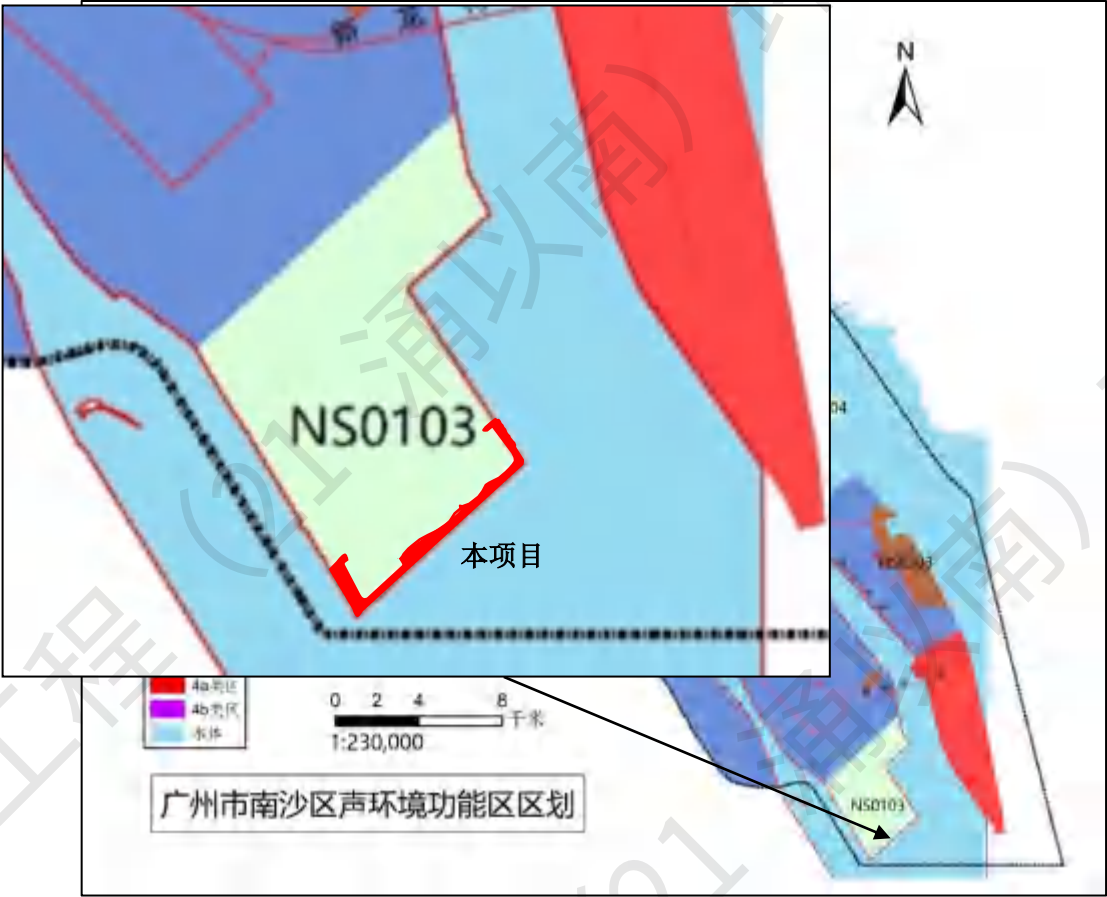


图 2.3.2-1 (a) 现状声环境功能区划示意图

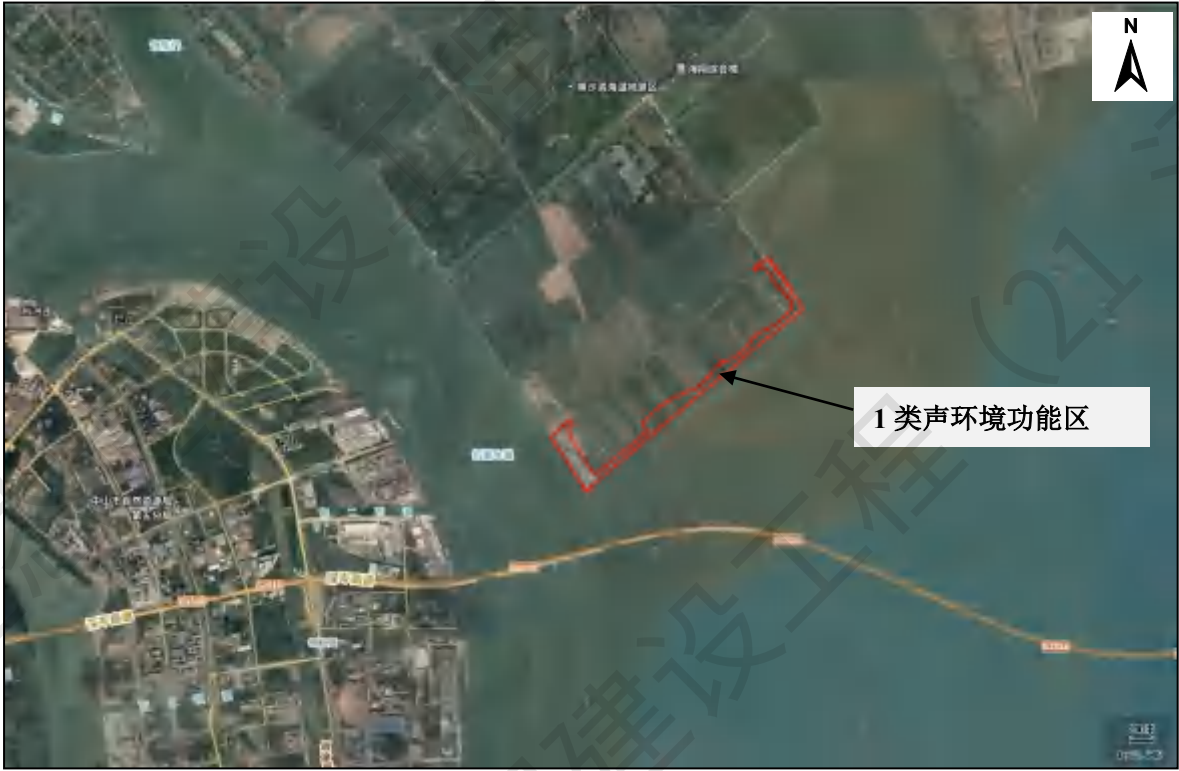


图 2.3.2-1 (b) 本项目建成后声环境功能区划示意图

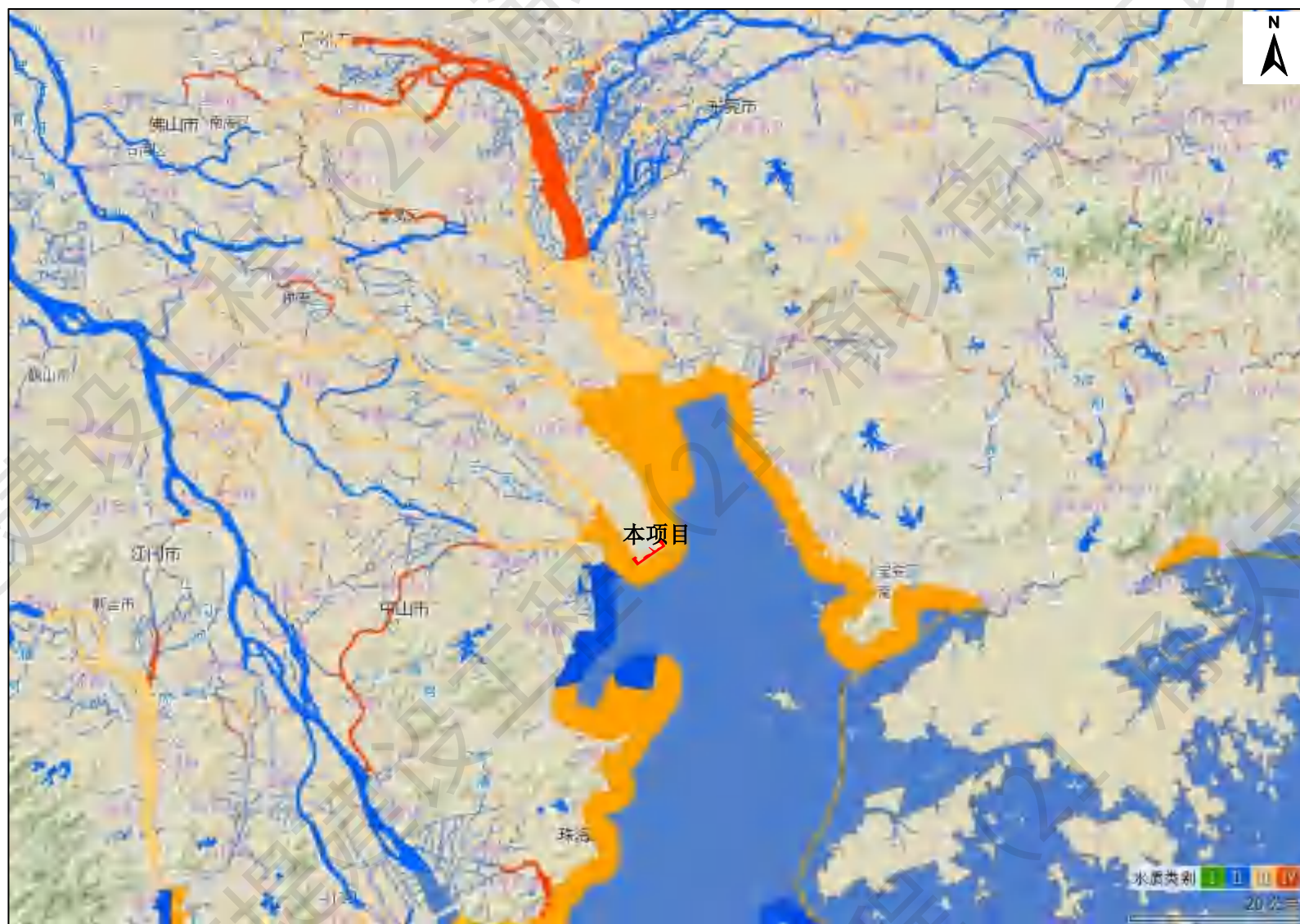


图 2.3.3-1 近岸海域功能区划示意图

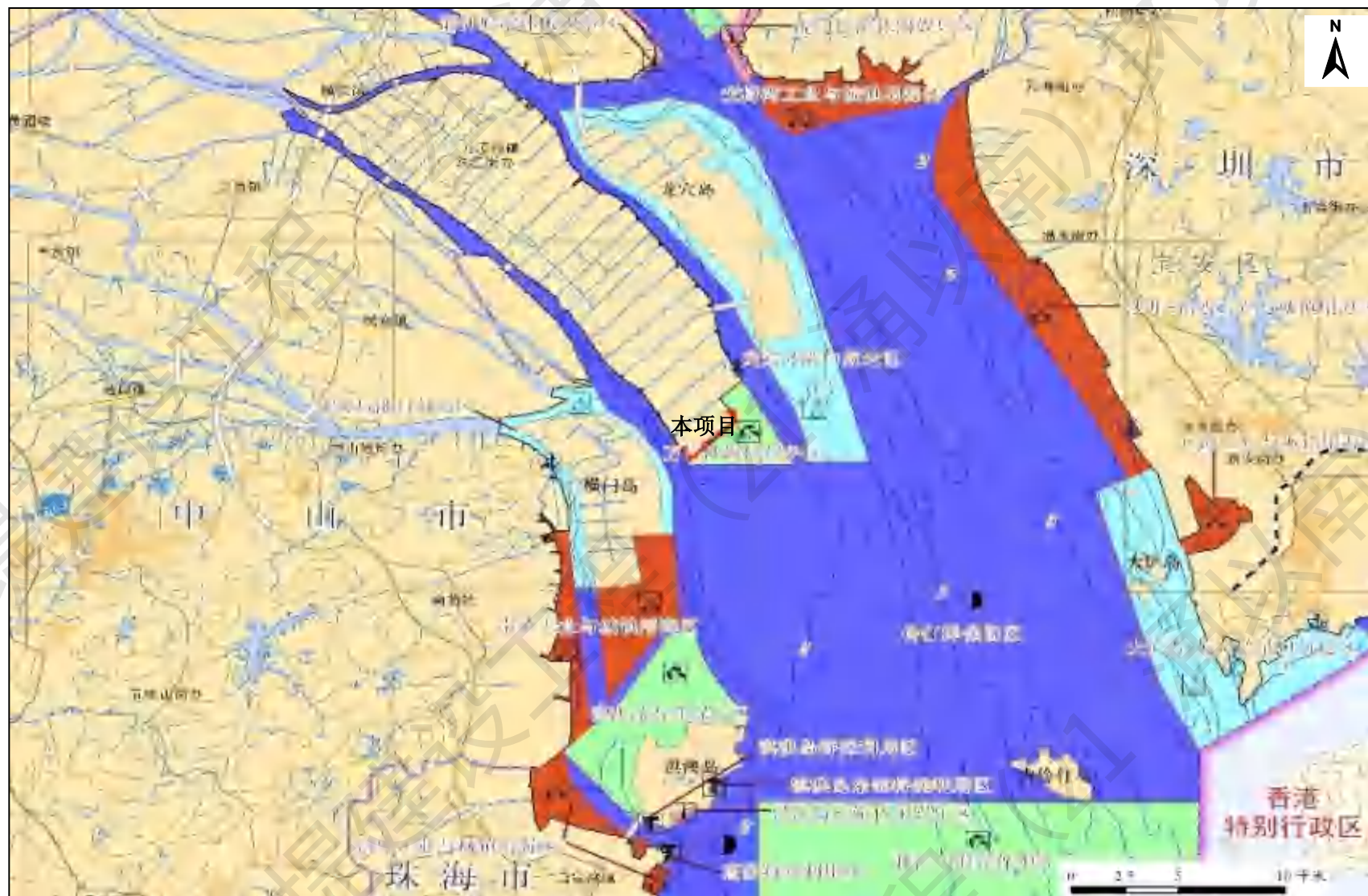


图 2.3.3-2 《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》示意图



图 2.3.3-3a 地表水环境功能区划示意图

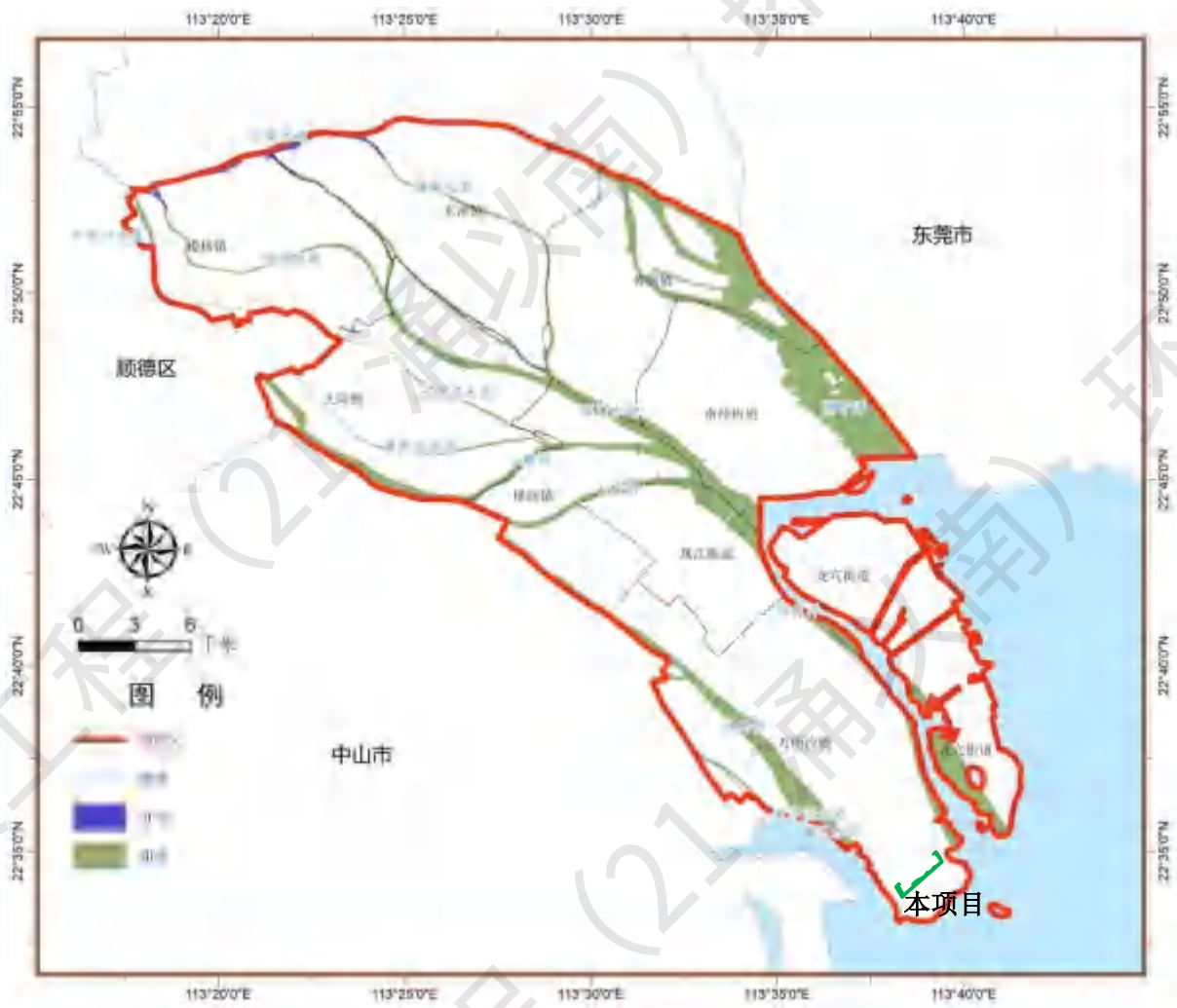


图 2.3.3-3b 地表水环境功能区划示意图

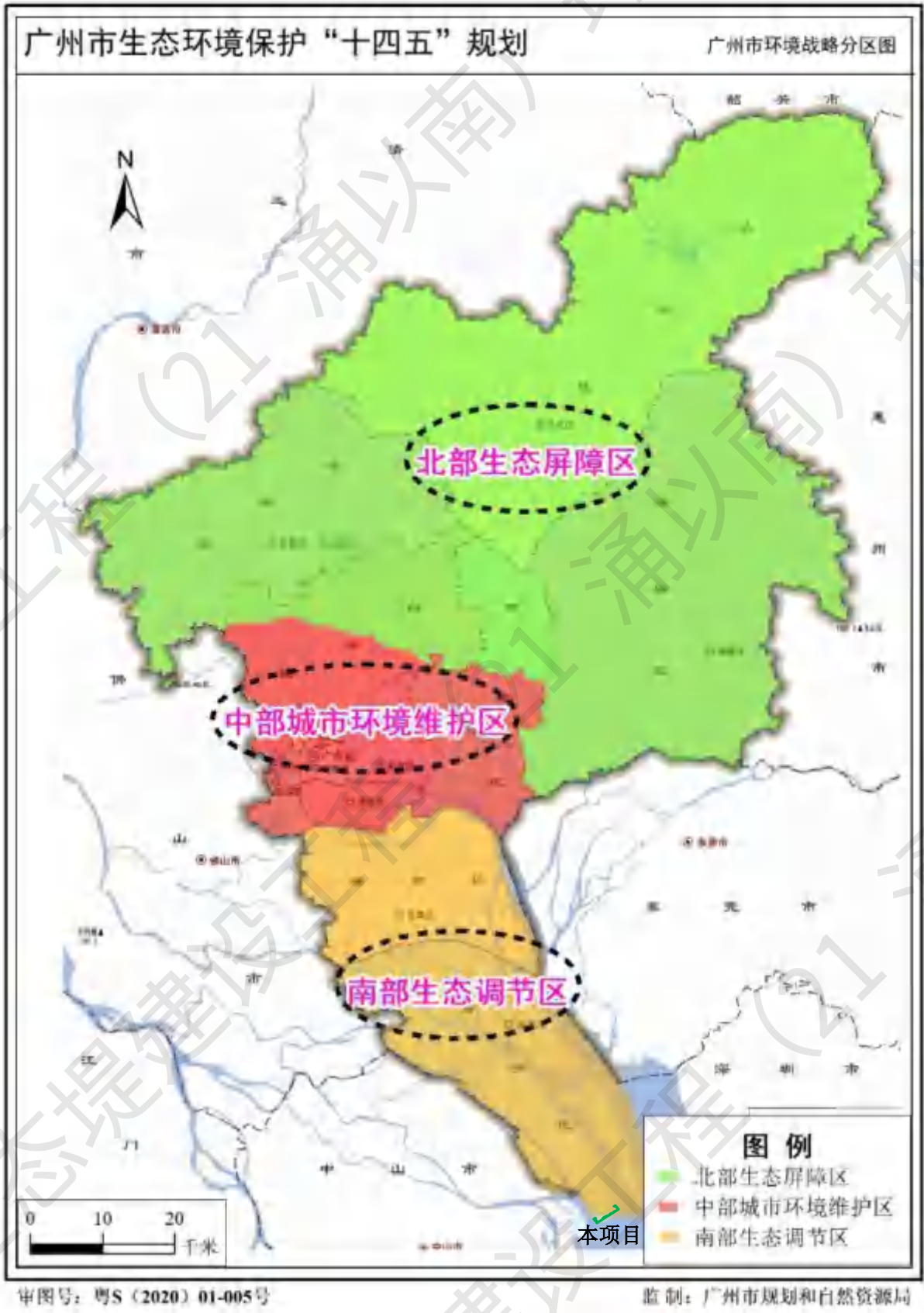


图 2.3.4-1 广州市生态环境功能区划图

2.4 环境影响因素识别和评价因子筛选

2.4.1 主要环境影响要素识别

根据本项目的排污特征和环境要求，环境影响因素作如下筛选。

表 2.4-1 环境影响要素识别表

评价时段	环境影响要素	产生影响内容及其表征	影响程度与分析评价深度
施工期	大气	施工扬尘、沥青烟气、施工燃油机械排放的废气及运输车辆汽车尾气	+
	地表水	施工作业桥梁和水闸占用河道、施工废水、暴雨径流	+
	声	施工机械、设备、车辆、船舶产生的噪声	+
	固体废物	建筑废物、施工人员生活垃圾、施工船舶含油废物	+
	海洋生态和生物资源	开挖、打桩、抛石、基坑排水、吹填等产生悬浮泥沙	+++
	海洋水文动力	水工构筑物建设	++
	地形地貌与冲淤	水工构筑物建设	++
	海水水质	开挖、打桩、抛石、基坑排水、吹填等产生悬浮物	+++
	沉积物	开挖、打桩、抛石、基坑排水、吹填等产生悬浮物	+
	陆地生态	场地平整、挖掘及工程占地、植被破坏	+
	环境风险	船舶溢油事故	+++
运营期	大气	/	/
	声	水闸泵站运行	+
	固体废物	/	/
	海洋生态和生物资源	水工构筑物建设	/
	海洋水文动力	水工构筑物建设	++
	地形地貌与冲淤	水工构筑物建设	++
	水质	路面径流	+
	沉积物	/	/

注 1: +表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为轻小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；
 注 2: ++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；
 注 3: +++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

2.4.2 评价因子筛选

根据本项目污染物排放特征以及所在区域的环境特征，确定本项目主要评价因子见下表。

表 2.4-2 评价因子一览表

环境要素		现状评价因子	影响评价因子	备注
海洋环境	海水水质	pH、盐度、溶解氧、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、活性磷酸盐、硫化物、悬浮物、生化需氧量、化学需氧量、汞、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、石油类	SS、石油类	/
	沉积物	有机碳、硫化物、石油类、Cd、Pb、Cu、Zn、Hg、As	/	/
	生物体	Cu、Pb、Zn、Cd、Hg、As、石油烃	/	定性分析
	生物资源和生态环境	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔鱼、渔业资源	海洋生态损失量	/
	水动力环境	潮汐、潮流、余流、泥沙等	水动力环境潮流场变化	/
	地形地貌与冲淤	冲淤、骤淤情况	冲淤环境侵蚀与淤积	/
	环境风险	施工船舶碰撞溢油风险	油膜	/
陆域环境	环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃ 、TSP	TSP	/
	地表水	透明度、水温、pH 值、悬浮物、DO、COD ^{Mn} 、BOD ⁵ 、总磷、氨氮、石油类、挥发性酚、阴离子表面活性剂	水质和水资源	
	声环境	等效连续 A 声级 (Leq)	等效连续 A 声级 (Leq)	/
	固体废物	/	生活垃圾、一般固废、危废	/
	生态环境	水土流失、生物量、生态系统结构、功能	/	定性分析

2.5 评价标准

2.5.1 环境质量标准

2.5.1.1 环境空气质量标准

根据《广州市人民政府关于印发广州市环境空气功能区区划(修订)的通知》（穗府〔2013〕17 号），本项目所在区域为二类区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单的二级标准。标准详见表 2.5.1-1。

表 2.5.1-1 环境空气质量标准

项目	平均时间	浓度限值	单位
		二级	
二氧化硫 (SO ₂)	年平均	60	μg/m ³
	24 小时平均	150	
	1 小时平均	500	
二氧化氮 (NO ₂)	年平均	40	
	24 小时平均	80	
	1 小时平均	200	
氮氧化物 (NO _x)	小时均值	250	

项目	平均时间	浓度限值	单位
		二级	
PM ₁₀	日均值	100	
	年均值	50	
	年平均	70	
	24 小时平均	150	
PM _{2.5}	年平均	35	
	24 小时平均	75	
O ₃	日最大 8 小时平均	160	
TSP	年平均	200	
	24 小时平均	300	
CO	24 小时平均	4000	

2.5.1.2 声环境质量标准

本项目现状堤顶路及其车道线外扩 45m 区域声环境属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4 类，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 4a 类标准。

本项目建成后，按照 1 类声环境功能区划，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准。

表 2.5.1-2 声环境质量标准 单位：dB(A)

类别	昼间	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

2.5.1.3 水环境质量标准

结合章节 2.3.3 相关区划，本项目所在海域海水水质优先执行广东省近岸海域环境功能区划中规定的海水水质标准，超出广东省近岸海域环境功能区划范围的，参照《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》执行。

1.水质

生态堤项目所在海域执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第三类，周边海域水质执行第二类~第四类标准，具体见表 2.5.1-3。

洪奇沥水道水质执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）III类标准，十九涌、二十涌、二十一涌水质执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）IV类标准。具体见表 2.5.1-4。

表 2.5.1-3 海水水质标准限值 单位：单位为 mg/L，除 pH 外

项目	《海水水质标准》			
	第一类标准	第二类标准	第三类标准	第四类标准
pH	7.8~8.5	7.8~8.5	6.8-8.8	6.8-8.8
DO>	6	5	4	3
COD _{Mn} ≤	2	3	4	5
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
无机氮（以N计）≤	0.20	0.30	0.40	0.50
非离子氨（以N计）≤	0.02	0.02	0.02	0.02
活性磷酸盐（以P计）≤	0.015	0.030	0.030	0.045
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
铜≤	0.005	0.010	0.050	0.050
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
锌≤	0.020	0.050	0.10	0.50
镉≤	0.001	0.005	0.010	0.010
砷≤	0.020	0.030	0.050	0.050
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005

表 2.5.1-4 地表水水质标准

执行标准		pH	氨氮	COD	BOD ₅	SS	石油类	水体名称
标准名称	标准等级	--	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)	II类	6~9	≤0.5	≤15	≤3	≤80	<0.05	
	III类	6~9	≤1.0	≤20	≤4	≤80	≤0.05	洪奇沥水道、蕉门水道
	IV类	6~9	≤1.5	≤30	≤6	≤80	<0.5	二十涌

2. 沉积物

本项目位于万顷沙海洋保护区（万顷沙海洋特别保护区），沉积物质量参考执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类标准，位于伶仃洋保留区准维持现状，周边海域执行第一类~三类标准。具体见表 2.5.1-5。

表 2.5.1-5 海洋沉积物质量标准

标准值	Cu	Pb	Zn	Cd	As	Hg	Cr	石油类	有机碳	硫化物
单位	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	×10 ⁻⁶	%	×10 ⁻⁶
一类标准	35	60	150	0.5	20	0.2	80	500	2.0	300
二类标准	100	130	350	1.5	65	0.5	150	1000	3.0	500
三类标准	200.0	250.0	600.0	5.00	93	1.00	270	1500	4.0	600

注：第一类适用于海洋渔业水域，海洋自然保护区，珍惜与濒危生物自然保护区，海水养殖区，海水浴场，人体直接接触沉积物的海上运动或娱乐区，与人类食用直接有关的工业用水区。

第二类适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。

第三类适用于海洋港口水域，特殊用途的海洋开发作业区。

3.生物体质量

贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准根据以上相关规划采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的标准值（第一类~三类标准）；其它类（软体动物（非双壳贝类）、甲壳类和鱼类）生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 中表 C.1 中规定的生物质量参考值（鲜重）。具体见表 2.5.1-6。

表 2.5.1-6 海洋生物质量标准 单位：mg/kg

标准名称	生物类别	铜	铅	锌	镉	总汞	砷	石油烃
贝类	一类标准	10	0.1	20	0.2	0.05	1.0	15
	二类标准	25	2.0	50	2.0	0.1	5.0	50
	三类标准	50（牡蛎 100）	6.0	100（牡蛎 200）	5.0	0.3	8.0	80
甲壳类		100	2.0	150	2.0	0.2	1	20
鱼类		20	2.0	40	0.6	0.3	1	20
软体动物（非双壳贝类）		100	10	250	5.5	0.3	1	20

2.5.2 污染物排放标准

2.5.2.1 大气污染物排放标准

本项目施工期主要大气污染物有施工扬尘、沥青混合料拌合以及摊铺过程产生的沥青烟、施工燃油机械排放的废气、运输车辆汽车尾气和船舶燃油废气。施工期施工扬尘、沥青烟气和船舶燃油废气执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）中的无组织排放监控浓度限值标准（第二时段）；施工机械和车辆大气污染物排放限值执行《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国Ⅲ、Ⅳ阶段）》（GB 20891-2014）。

此外，船舶燃油废气二氧化硫、颗粒物、氮氧化物应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》硫氧化物和颗粒物排放控制要求与氮氧化物排放控制要求。

（1）硫氧化物和颗粒物排放控制要求

①2019 年 1 月 1 日起，海船进入排放控制区，应使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油，大型内河船和江海直达船舶应使用符合新修订的船用燃料油国家标准要求的燃油；其他内河船应使用符合国家标准的柴油。2020 年 1 月 1 日起，海船进入内河控制

区，应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油。

②2020 年 3 月 1 日起，未使用硫氧化物和颗粒物污染控制装置等替代措施的船舶进入排放控制区只能装载和使用按照本方案规定应当使用的船用燃油。

③2022 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区海南水域，应使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油。

④适时评估船舶使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油的可行性，确定是否要求自 2025 年 1 月 1 日起，海船进入沿海控制区使用硫含量不大于 0.1% m/m 的船用燃油。

（2）氮氧化物排放控制要求。

①2000 年 1 月 1 日及以后建造（以铺设龙骨日期为准，下同）或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第一阶段氮氧化物排放限值要求。

②2011 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的国际航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

③2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单台船用柴油发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求。

④2022 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的、进入沿海控制区海南水域和内河控制区的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于 30 升的船用柴油发动机应满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

⑤适时评估船舶执行《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求的可行性，确定是否要求 2025 年 1 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的中国籍国内航行船舶，所使用的单缸排量大于或等于 30 升的船用柴油发动机满足《国际防止船舶造成污染公约》第三阶段氮氧化物排放限值要求。

表 2.5.2-1 广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）（摘录）

污染物	无组织排放监控浓度（ mg/m^3 ）
SO ₂	0.40
NO _x	0.12
颗粒物	1.0
沥青烟	生产设备不得有明显无组织排放存在

表 2.5.2-2 非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值（GB20891-2014）（摘录）

阶段	额定净功率(P _{max}) (kW)	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	HC+NO _x (g/kWh)	PM ₁₀ (g/kWh)
第三阶段	P _{max} >560	3.5	——	——	6.4	0.20
	130≤P _{max} ≤560	3.5	——	——	4.0	0.20
	75≤P _{max} <130	5.0	——	——	4.0	0.30
	37≤P _{max} <75	5.0	——	——	4.7	0.40
	P _{max} <37	5.5	——	——	7.5	0.60
第四阶段	P _{max} >560	3.5	0.40	3.5	——	0.10
	130≤P _{max} ≤560	3.5	0.19	2.0	——	0.025
	75≤P _{max} <130	5.0	0.19	3.3	——	0.025
	56≤P _{max} <75	5.0	0.19	3.3	——	0.025
	37≤P _{max} <56	5.0	——	——	4.7	0.025
	P _{max} <37	5.5	——	——	7.5	0.60

根据建设内容，本项目建成后，已无堤顶市政道路，仅为生态堤（景观工程、含防汛通道兼场馆应急疏散通道、亲水步道等），防汛通道兼场馆应急疏散通道非市政道路，正常情况下，车辆行驶频次较少。因此，本项目运营期无大气污染物产生。

2.5.2.2 噪声排放标准

施工期间执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）。营运期水闸泵站执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准。具体标准值详见表 2.5.2-3~2.5.2-4。

表 2.5.2-3 施工期建筑施工场界环境噪声排放标准 单位：dB(A)

施工阶段	昼间	夜间
噪声限值	70	55

表 2.5.2-4 营运期企业厂界噪声排放标准 单位：dB(A)

声功能区类别	昼间	夜间
1类	55	45

2.5.2.3 水污染物排放标准

本项目施工营地配有环保厕所，办公生活产生的生活污水经环保厕所收集，定期委托有处理能力的单位抽运。

施工机械和车辆冲洗含油废水为本工程主要废水来源，设计水质按照 SS1000mg/L，石油类 50mg/L，采用隔油+沉淀工艺进行处理，出水标准达到《城市污水再生利用-城市杂用水水质》（GBT18920-2020）车辆冲洗用水标准，回用于车辆冲洗。

基坑废水经过沉砂处理后再行排放。基坑排水所在地表水体二十一涌参照执行IV类水质标准，根据《广东省水污染物排放限值标准》（DB44/26-2001）第二时段二级标准，本项目基坑排水悬浮物控制标准为 100mg/L。

施工期作业船舶的船舶污水交由具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处理。船舶生活垃圾需集中收集，上岸后交由垃圾处理站处理。

表 2.5.2-5 城市杂用水水质基本控制项目及限值

序号	项 目	冲厕、车辆冲洗	城市绿化、道路清扫、消防、建筑施工
1	pH	6.0~9.0	6.0~9.0
2	色度，铂钴色度单位 ≤	15	30
3	嗅	无不快感	无不快感
4	浊度/NTU ≤	5	10
5	五日生化需氧量(BOD)/mg/L ≤	10	10
6	氨氮/mg/L ≤	5	8
7	阴离子表面活性剂/mg/L ≤	0.5	0.5
8	铁/mg/L ≤	0.3	
9	锰/mg/L ≤	0.1	
10	溶解性总固体/mg/L ≤	1000(2000)a	1.000(2.000)a
11	溶解氧/mg/L ≥	2.0	2.0
12	总氯 ≥	1.0(出厂)，0.2(管网末端)	1.0(出厂),0.2b(管网末端)

注：括号内指标值为沿海及本地水源中溶解性固体含量较高的区域的指标。

a.用于城市绿化时,不应超过 2.5mg/L。b.大肠埃希氏菌不应检出。

表 2.5.2-6 船舶污染物排放标准

内容	项目	标准限值	备注
船舶含油污水	机器处所油污水	≤15mg/L	机器处所油污水
	含货油残余物的油污水	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 总吨及以上油船
		自 2018 年 7 月 1 日起，收集并排入接收设施。	150 总吨及以下油船
船舶生活污水	BOD ₅	≤50mg/L	在 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向环境水体排放生活污水
	SS	≤150mg/L	
	耐热大肠菌群	≤2500 个/L	
	BOD ₅	≤25mg/L	在 2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，向环境水体排放生活污水
	SS	≤35mg/L	
	耐热大肠菌群	≤1000 个/L	
	COD _{Cr}	≤125mg/L	
	pH	6~8.5	

内容	项目	标准限值	备注
	总氯	<0.5mg/L	
船舶垃圾排放	塑料、废弃食用油、生活废弃物等	禁止投入水域	收集并排入接收设施
	食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放	/
	对于货物残留物	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域，不含危害海洋环境物质的方可排放	/
	动物尸体	在距最近陆地 12 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 12 海里以外的海域方可排放	/
	货舱、甲板和外表面积清洗水	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	/

运营期污水主要为路面雨水径流和生活污水

路面雨水径流，水质简单，主要为低浓度的 COD_{Cr}、SS。其中 15m 宽堤顶路：桩号 DK0+000~DK0+800 段：沿道路敷设 DN500~DN800 雨水管，沿路两侧设置雨水口，收集道路范围内地表径流雨水，自南向北排入二十一涌。桩号 DK0+800~DK1+640 段：沿道路敷设 DN500~DN800 雨水管，沿路两侧设置雨水口，收集道路范围内地表径流雨水，自东向西汇入纵三路预留 DN1200 雨水管，最终排入二十一涌。

生活污水主要来自驿站卫生间和水闸管理房。生活污水经三级化粪池预处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理，再进入市政管网。

2.5.2.4 固废染物排放标准

船舶垃圾排放执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）和《关于发布〈船舶水污染防治技术政策〉的公告》要求；船舶生活垃圾集中收集上岸后与陆域生活垃圾按《广东省城乡生活垃圾管理条例（2020 修订）》要求分类贮存和处理，委托环卫部门定期清运。

2.6 评价工作等级

2.6.1 大气环境评价等级

本项目为 21 涌以南堤防进行生态堤建设，运营期无大气污染物产生。因此，本项目无需进行大气评价等级判定，参照评价等级“三级”开展工作。

2.6.2 声环境评价等级

根据广州市生态环境局发布的《广州市环境保护局关于印发广州市声环境功能区划的通知》（穗环〔2018〕151 号），本项目所在区域属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 1 类声环境功能区，不考虑各类降噪工程措施情况下，建成后评价范围内声环境保

护目标噪声级增量达 5dB(A)以上（不含 5dB(A)）。根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021），声环境影响评价等级按一级。

2.6.3 水环境影响评价等级

2.6.3.1 地表水环境

根据《环境影响评价技术导则-地表水环境》（HJ2.3-2018），评价等级判定见表 2.5.3-1。评价等级为三级。

表 2.6.3-1 评价工作等级判定

评价等级	受影响地表水域		
	工程垂直投影面积及外扩范围 A1/km ² ；工程扰动水底面积 A2/km ² ；过水断面宽度占用比例或占用水域面积比例 R/%	工程垂直投影面积及外扩范围 A1/km ² ；工程扰动水底面积 A2/km ²	
	河流	湖库	入海河口、近岸海域
一级	A1≥0.3；或 A2≥1.5；或 R≥10	A1≥0.3；或 A2≥1.5；或 R≥20	A1≥0.5；或 A2≥3
二级	0.3>A1>0.05；或 1.5>A2>0.2；或 10>R>5	0.3>A1>0.05；或 1.5>A2>0.2；或 20>R>5	0.5>A1>0.15；或 3>A2>0.5
三级	A1≤0.05；或 A2≤0.2；或 R≤5	A1≤0.05；或 A2≤0.2；或 R≤5	A1≤0.15；或 A2≤0.5

2.6.3.2 海洋生态环境

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），本项目位于珠江口，属于敏感海域；本项目生态堤长约 4.528km，属于非透水构筑物，查表可知：本项目海洋生态环境影响评价等级为 1 级。具体见表 2.6.3-2。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）“b）涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”。本项目与海洋生态红线区相距较近，施工悬沙对生态红线区产生影响，因此本项目海洋生态环境评价等级定为 1 级。

表 2.6.3-2 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

评价等级		1	2	3
影响类型				
水下开挖/回填量 Q（10 ⁴ m ³ ）b		Q≥500	100≤Q<500	Q<100
用海面积 S（hm ² ）	围海	S≥100	S<100	/
	填海	S≥50	S<50	/
	其他用海 e	S≥200	100≤S<200	S<100
线性水工构筑物轴线长度 L（km）	透水	L≥5	1≤L<5	L<1
	非透水	L≥2	0.5≤L<2	L<0.5

b：海底隧道按水下开挖（回填）量划分评价等级，采用盾构、钻爆方式施工的海底隧道，评价等级降低一级（最低为 3 级）。

e：其他用海主要指海上风电、海上太阳能发电、海水养殖、锚地等开放式用海建设项目；不投加饵料的海水养殖项目，评价等级为 3 级。

2.6.4 环境风险评价等级

本项目为 21 涌以南堤防进行生态堤建设，包括堤岸结构、景观、水闸泵站、桥梁等工程。本项目堤顶道路和桥梁主要作为防汛通道兼场馆应急疏散通道、非机动车道和人行道，非市政道路，不存在涉及有毒有害和易燃易爆危险物质运输风险，因此本项目运营期不存在环境风险。本项目主要环境风险为施工船舶发生碰撞等事故，导致船舶燃料油泄漏，对海洋环境产生影响，属于海洋生态环境风险范畴。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）要求，采用《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）判定方法确定海洋生态环境风险的评价等级，具体说下。

2.6.4.1 P 的分级确定

本项目施工船舶燃油舱单舱燃油量按 31t，燃料油临界量 100t，则 $Q < 1$ ；查阅 HJ 169-2018 表 C.1，本项目行业属于“其他”， $M=5$ ，以 M_4 表示。则本项目 P 为 P_4 （见 HJ 169-2018 表 C.2）。

2.6.4.2 E 的分级确定

本项目拟定溢油点分别位于万顷沙海洋保护区（万顷沙海洋特别保护区）和伶仃洋保留区，海水水质分别执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类标准和第三类标准。查阅 HJ 1409-2025 表 G.2 可知，本项目敏感性取 E2（危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区）。

2.6.4.3 建设项目环境风险潜势判断

根据 HJ169-2018 相关规定，建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+ 级。具体划分依据见下表。

表 2.6.4-1 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极度危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV+	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I

注：IV+为极高环境风险

综上所述可知，本项目海洋生态环境风险潜势为 II，海洋环境风险评价等级为三级。

2.6.5 生态环境评价等级

本项目占用广州南沙滨海红树林区级森林公园（区级），根据《关于广州市自然保护地整合优化总体情况的公示》（公示时间从2023年3月21日起到3月25日止），项目所在的广州南沙滨海红树林区级森林公园将取消。广州市自然保护地整合优化尚未发布，项目所在地暂按广州南沙滨海红树林区级森林公园处理。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）：

“a）涉及自然公园时，评价等级为二级”；

“b）涉及生态保护红线时，评价等级不低于二级”。

森林公园属于自然公园之一，因此，本项目陆地生态环境影响评价等级定为二级。

本项目海域评价等级判定参照 GB/T19485-2014，评价等级为1级。

2.6.6 地下水环境评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录A，本项目地下水环境影响评价项目类别为IV类，IV类建设项目不开展地下水环境影响评价。

表 2.6.6-1 本项目地下水环境影响评价项目类别识别表（摘录）

环评类别	报告书	报告表	地下水环境影响评价项目类别	
			报告书	报告表
A 水利				
4、防洪治涝工程	新建大中型	其他	III类	IV类
B 农、林、牧、渔、海洋				
18、围填海工程及海上堤坝工程	围填海工程；长度 0.5km 及以上的海上堤坝工程；涉及环境敏感区的	其他	IV类	IV类
T 城市交通设施				
139、城市桥梁、隧道	1km 及以上的独立隧道或独立桥梁；立交桥	其他（人行天桥和人行地道除外）	IV类	IV类

2.6.7 土壤环境评价等级

本项目为按200年一遇防洪潮标准对综合体片区21涌以南堤防进行生态堤建设，主要由堤岸结构工程、景观工程、水闸泵站、桥梁等几部分组成。其中堤岸结构工程属于有防洪治涝功能的海上堤坝工程。

结合《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）表A.1土壤环境影响评价项目类别和《广东省豁免环境影响评价手续办理的建设项目名录（2020年版）》，堤岸结构工程、景观工程属于表A.1中的“其他行业”，属于IV类；水闸泵站属于“二十六、水利—47、河湖整治—水闸、泵站建设”，属于环评豁免手续办理的情形；

桥梁和堤顶道路（防汛通道兼场馆应急疏散通道，非市政道路）属于 A.1 中的“交通运输仓储邮政业”中的“其他”。

综上所述，本项目土壤环境影响评价项目类别为IV类，可不开展土壤环境影响评价。

2.7 评价范围

2.7.1 大气环境影响评价范围

本项目参照大气评价等级三级开展评价，根据《环境影响评价技术导则大气环境》（HJ2.2-2018），三级评价项目不需要设置评价范围。

2.7.2 地表水环境影响评价范围

本项目地表水评价范围为二十一涌东闸至二十一涌西闸间地表水域（即二十一涌）。

2.7.3 声环境影响评价范围

本项目声环境影响评价范围为红线外扩 200 米以内范围。

2.7.4 海洋生态环境评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）评价范围划定原则：

评价范围以建设项目平面布置外缘线向外的扩展距离确定，1 级、2 级和 3 级评价项目在潮流主流向的扩展距离应不小于 15km~30km、5km~15km、1km~5km，垂直于潮流主流向的扩展距离以不小于主流向扩展距离的 1/2 为宜。对于涉及生态敏感区或水动力条件较好的项目，评价范围应根据海域环境特征、污染因子扩散距离等情况，适当扩展。

考虑周边分布有保护区，综合考虑确定海洋生态环境评价范围为本项目所在海域垂直方向约 30km，平行方向约 22km，确定评价范围为：A（113.5149°,22.6857°），B（113.5815°,22.7198°），C（113.6267°,22.7269°），D（113.71056°,22.7429°），E（113.8039°,22.4945°），F（113.6232°,22.4447°），G（113.5467°,22.5779°）包围的海域，约 413.7km² 的海域范围，见图 2.7.4-1。海洋环境风险评价范围与海洋生态环境评价范围一致。

2.7.5 生态环境评价范围

本项目生态环境影响分为陆域生态环境和水生生态环境，水生生态环境评价范围与海洋生态环境评价范围一致，见图 2.7.4-1。

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022），参考线性工程穿越生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 1km，穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧外延 300m 作为参考评价范围，详见图 2.7.5-1

2.7.6 环境风险评价范围

海洋环境风险评价范围与海洋环境评级范围一致。

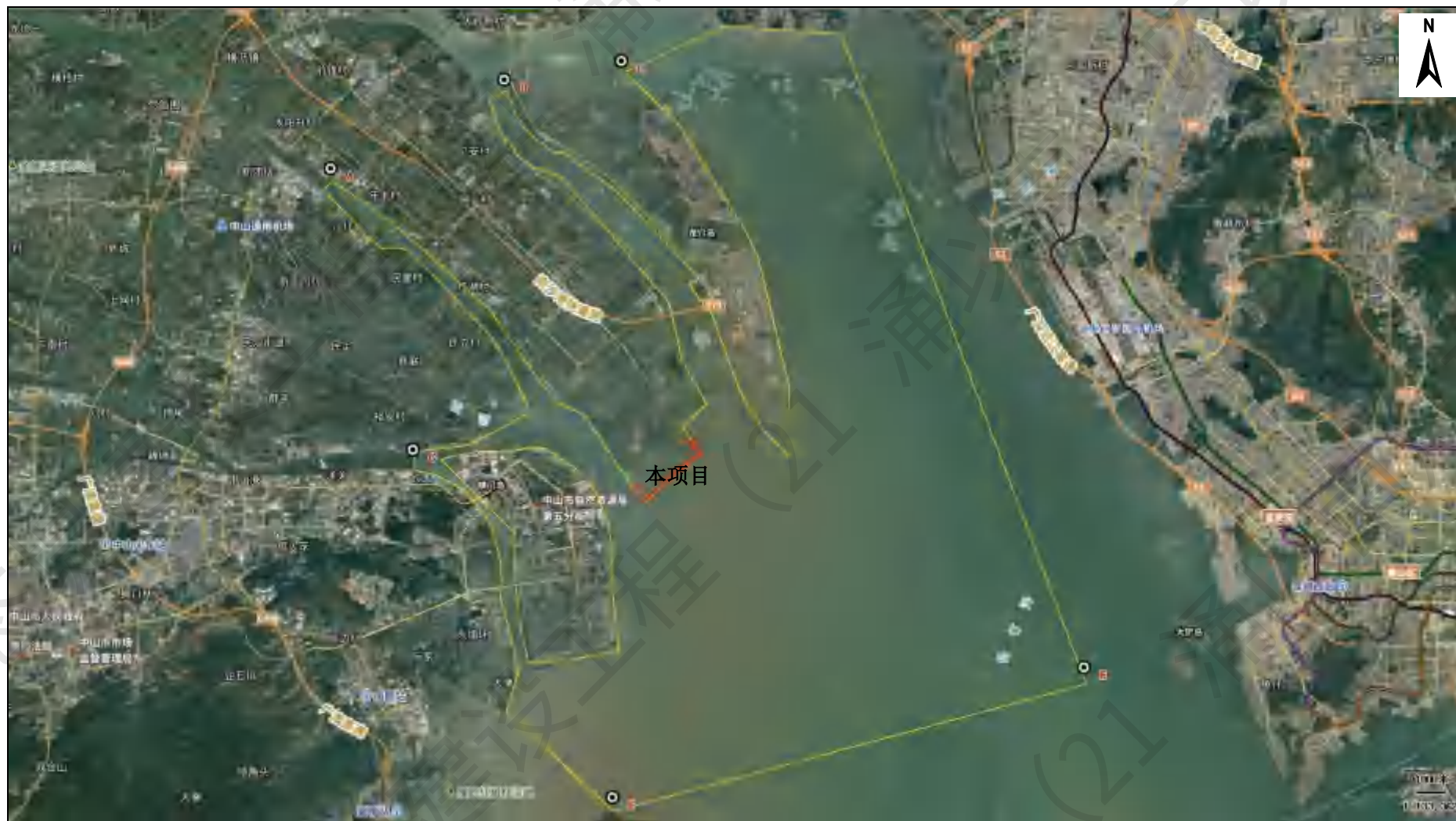


图 2.7.4-1 海洋环境评价范围示意图



图 2.7.5-1 陆地生态环境评价范围示意图

2.8 环境保护目标

2.8.1 环境空气保护目标

环境空气保护目标是保护该区域环境空气质量符合《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二类标准，确保本项目的建设不会对周围大气环境质量造成明显影响。

目前，本项目环境空气影响范围内无敏感目标。

根据广州市规划城市编制研究中心《南沙规划编制经费子项：南沙南部地区城市设计》（终期成果）可知，本项目东北侧 42m 处有一规划环境保护目标——中国（南沙）南海博物馆，详见图 2.8-1。

2.8.2 声环境保护目标

本项目施工期施工营地厂界评价范围内（厂界外 200m）不涉及声环境保护目标。

根据现场探勘，本项目声环境影响评价范围内现状无声环境保护目标。结合广州市规划城市编制研究中心《南沙规划编制经费子项：南沙南部地区城市设计》（终期成果）可知，本项目东北侧 42m 处有一规划声环境保护目标——中国（南沙）南海博物馆。



图 2.8.2-1 本项目与中国（南沙）南海博物馆（红框内）位置关系

表 2.8.2-1 规划声环境保护目标调查表

声环境保护 目标名称	空间相对位置 /m			距离厂界 最近距离 /m	方位	声环境功能区划分		属性
	X	Y	Z			1 类	4a 类	
中国（南沙） 南海博物馆	-116	-2	7.5	42	东北	背向道路 一侧	面向道路 一侧	属于规划建设 的文体设施，尚未建 成。规划高度 40m

2.8.3 地表水环境保护目标

地表水环境保护目标见表 2.8.3-1。

表 2.8.3-1 地表水环境保护目标一览表

类别	受纳水体		
地表水	受纳水体名称	水域环境功能	与项目边界方位/距离(m)
	二十一涌	地表水 IV 类	本项目水闸和桥梁跨越/0

2.8.4 生态环境保护目标

2.8.4.1 广州南沙滨海红树林森林公园

广州南沙滨海红树林森林公园前身为《广东省自然保护区名录》中新垦鸟类自然保护区，于 2000 年由广州市林业局以穗林函（2000）149 号文更名为“番禺区滨海红树林森林公园”，后经广州市行政区划调整更名为“广州南沙滨海红树林区级森林公园”。目前，广州南沙滨海红树林森林公园南侧（与南沙湿地公园生态保护红线不相交区域）中

新港大道东侧为水域，西侧原以养殖为主，后续该区域将规划为建设用地，拟建大型城市综合体。广州南沙滨海红树林森林公园拟优化整合调整为广州南沙滨海红树林湿地公园。南沙湿地公园生态保护红线现状为南沙湿地，位于广州最南端，地处珠江口出海口西岸的南沙区万顷沙镇十八与十九涌之间，总面积约 10000 亩，是广州市面积最大的滨海湿地，是候鸟东亚泛太平洋迁徙路线的重要驿站和食物补给地，是珠三角湿地生态系统的重要组成部分。目前南沙湿地公园以灵新公路为界分为两期，公路东侧为湿地一期，面积约 3400 亩，为核心生态保护区，是候鸟的生活栖息区域；公路西侧为湿地二期，面积约 6000 亩，以建设水上体验、科普教育为主。广东南沙十八涌湿地候鸟重要栖息地位于南沙湿地一期，为南沙湿地公园中生态保护核心区，是候鸟的生活栖息区域，以保护候鸟、开展生态系统科研和科普教育为主。目前广东南沙十八涌湿地候鸟重要栖息地（南沙湿地一期）拟列入陆生野生动物重要栖息地名录。

广州南沙滨海红树林区级森林公园、南沙湿地公园生态保护红线、广东南沙十八涌湿地候鸟重要栖息地位置见图 1.5.4-6。由图可见，本项目部分区域位于广州南沙滨海红树林区级森林公园（现状）内。

根据 2023 年 3 月 21 日广州市林业和园林局《关于广州市自然保护地整合优化总体情况的公示》（http://lyylj.gz.gov.cn/gkmlpt/content/8/8876/post_8876277.html#1023）和《广州市自然保护地规划（2023-2035 年）（征求意见稿）》，整合后，本项目所在区域不再属于森林公园，也不在湿地公园范围内。具体见图 2.8.4-1。

根据广州市规划和自然资源局南沙区分局发布的《森林公园经营范围调整公示》（http://www.gzns.gov.cn/zwgk/tzgg/content/post_9637518.html），广州南沙滨海红树林区级森林公园经营范围已不包括本项目所在区域。具体见图 2.8.4-2。

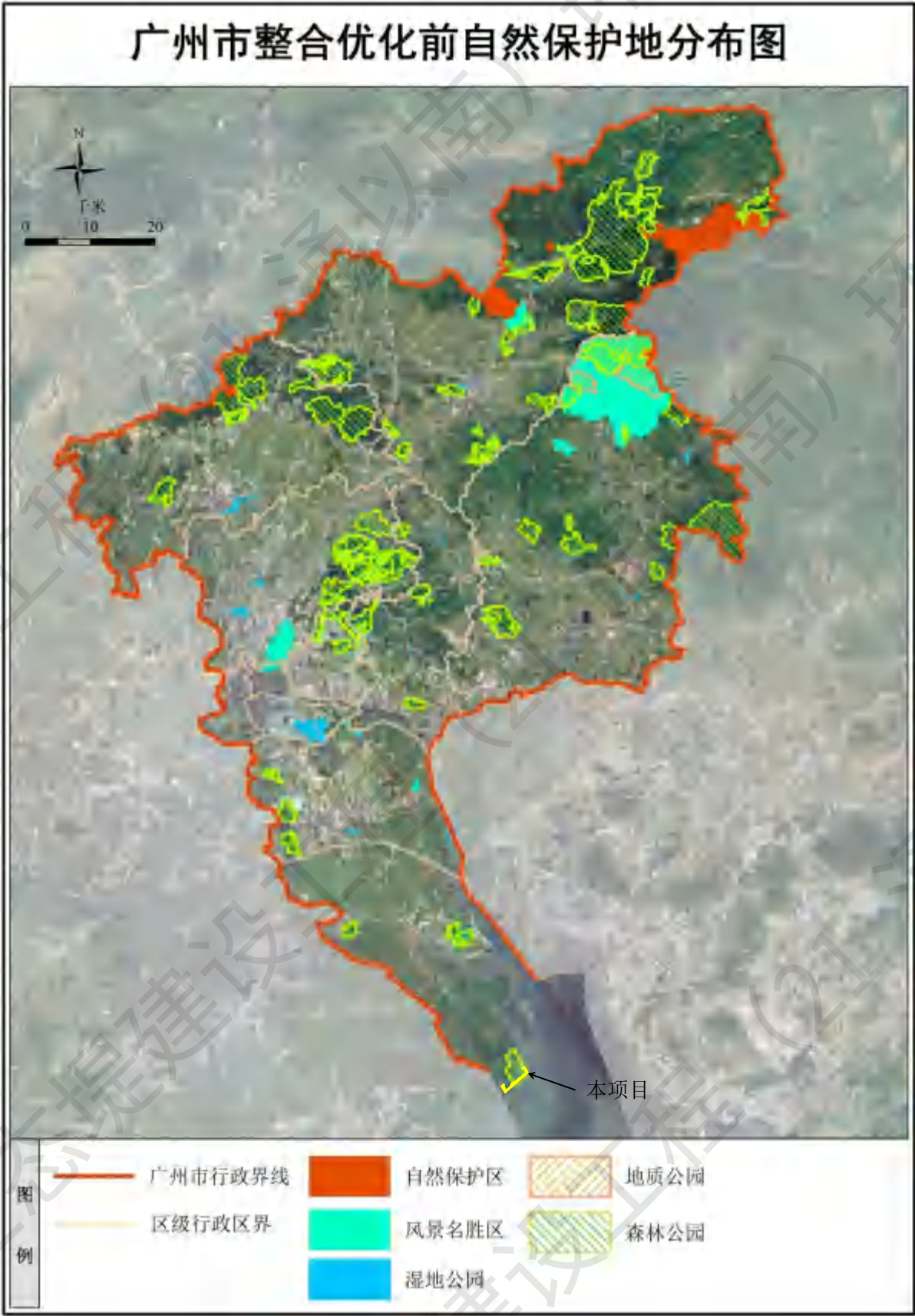


图 2.8.4-1a 广州市整合优化前自然保护地分布图

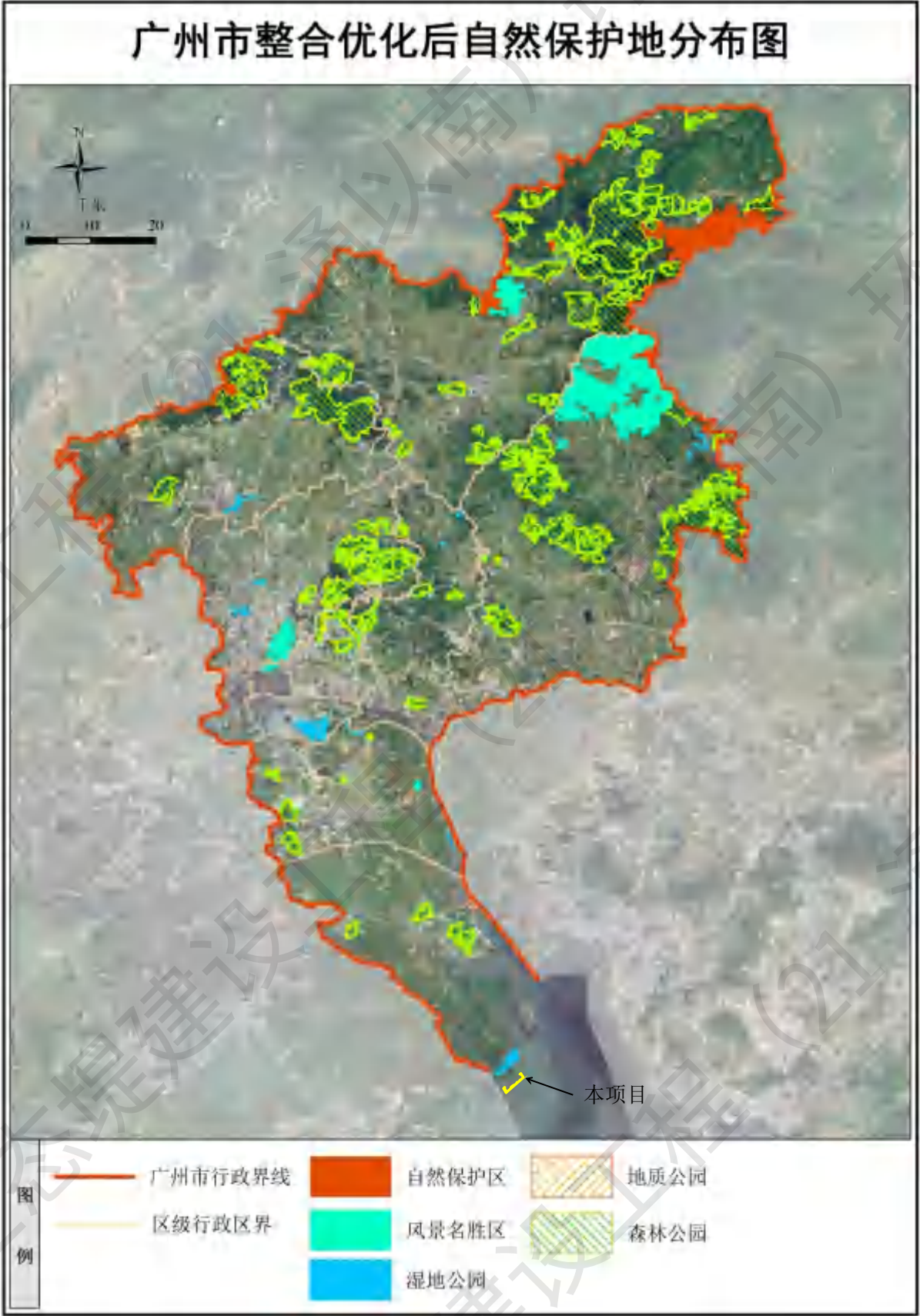


图 2.8.4-2a 广州市整合优化后自然保护地分布图

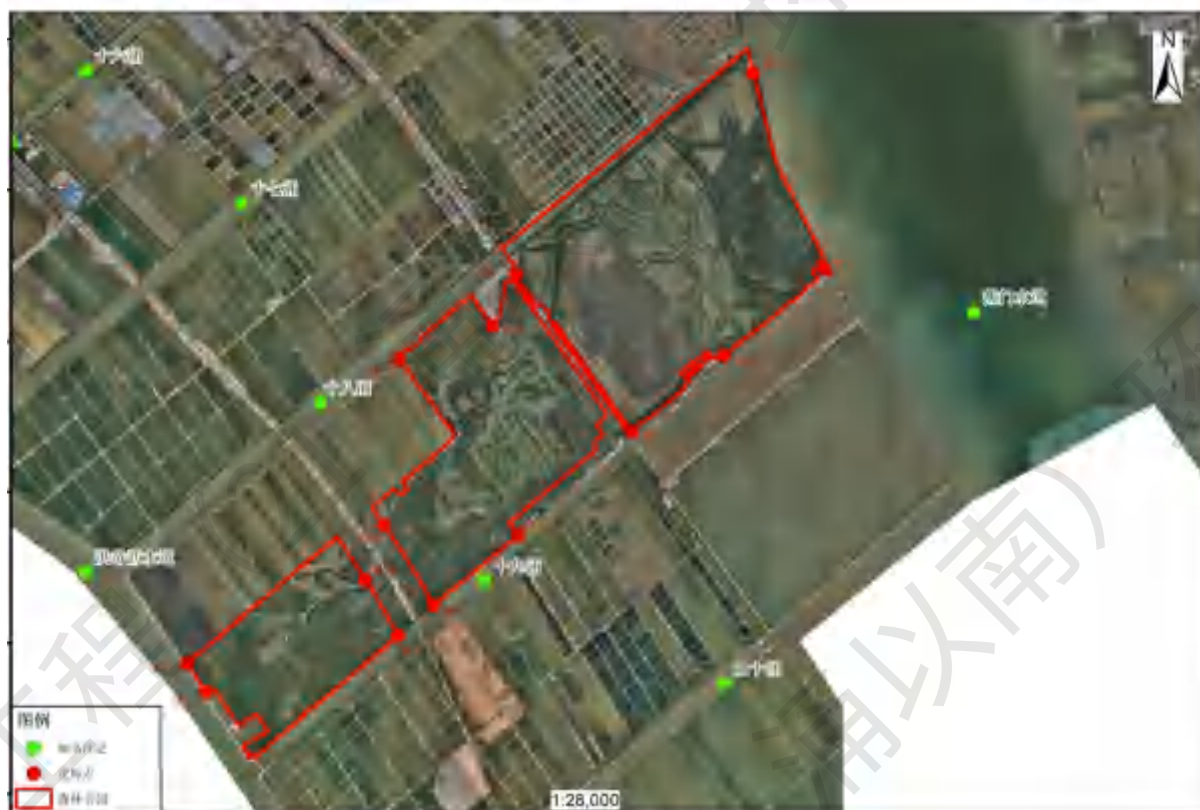


图 2.8.4-2b 广州南沙滨海红树林区级森林公园经营范围调整公示图

2.8.4.2 国家重点保护鸟类及省级重点保护鸟类

本报告 4.2.10.3 章节，引自国家林业和草原局林草调查规划院编制的《南沙全民文化体育综合体项目对南沙湿地及鸟类影响评估报告》（2023.09）。

近三年在项目周边区域于 2020 年 2 月至 2023 年 1 月进行鸟类实地调查。在重点评估区（范围详见图 4.1.6-2）共记录鸟类 91 种。将范围扩展至一般评估区，结合收集资料并将时间扩展至近五年，则共在该区域记录鸟类 182 种，隶属 15 目 48 科。优势类群为雀形目 *PASSERIFORMES*，共有 70 种，其次为鸻形目 *CHARADRIIFORMES*，有 50 种，鹈形目 *PELECANIFORMES* 和雁形目 *ANSERIFORMES* 也较多，分别有 15 和 13 种。按主要生态类型分为水鸟（游禽和涉禽）和陆鸟（陆禽、鸣禽、攀禽和猛禽），则水鸟有 85 种，陆鸟有 97 种。居留型方面，留鸟共有 51 种，复合居留型（既有留鸟种群也有候鸟种群的类型）有 16 种，迁徙候鸟共 115 种，其中冬候鸟最多，有 83 种，迁徙过境鸟有 17 种，夏候鸟有 15 种。在珍稀濒危保护物种方面，属于广东省重点保护陆生动物的有 34 种；列入国家重点保护陆生动物中的一级保护物种有黑嘴鸥 *Chroicocephalus saundersi*、黑脸琵鹭 *Platalea minor*、卷羽鹈鹕 *Pelecanus crispus*、东方白鹳 *Ciconia boyciana* 等 4 种；列入二级保护动物的有褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、白

琵鹭 *Platalea leucorodia*、大滨鹬 *Calidris tenuirostris*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus* 等 22 种；列入国家保护动物红色名录濒危（EN）级别的有 3 种，包括东方白鹳、黑脸琵鹭和卷羽鹈鹕，列入易危（VU）级别的有大滨鹬、红腹滨鹬 *Calidris canutus*、黑嘴鸥等 3 种，列入近危（NT）级别的有 15 种；列入 IUCN 红皮书濒危（EN）级别的物种有 4 种，包括大滨鹬、红腹滨鹬、东方白鹳和黑脸琵鹭，列入易危（VU）级别的有黑嘴鸥和卷羽鹈鹕等 2 种，列入近危（NT）级别的有 7 种；列入 CITES（濒危野生动植物种国际贸易公约）附录的物种有 13 种，其中游隼和东方白鹳为附录 I 物种，白琵鹭、鸮 *Pandion haliaetus*、黑翅鸢、画眉 *Garrulax canorus* 等 12 种为附录 II 物种。多数调查记录位于南沙湿地景区内，其余主要分布在南沙十九涌滩涂、15-19 涌的养殖塘、龙穴岛外侧滩涂和养殖塘等。总体上南沙湿地景区，特别湿地一期内的浅水塘是越冬水鸟的主要聚集区域，随潮汐涨退多种鸻鹬类会到周边浅滩觅食，部分种类也在浅水塘内觅食，如雁鸭类和鹭类等。

项目所在区域水深较深及人为活动干扰影响，项目所在的 4 个调查区域并非鸟类主要栖息区域，4 个调查区域共发现鸟类 43 种，鸟类以游禽、鹭鸟为主，涉及国家重点保护鸟类 7 种，均为国家二级保护鸟类，分别为褐翅鸦鹃、鸮、黑翅鸢、白腹鹳、黑鸢、白胸翡翠、红隼，均为途径飞越鸟类，除取食外基本不停留。涉及省级重点保护鸟类 16 种，分别为凤头鹳鹬、黑水鸡、红嘴鸥、鸥嘴噪鸥、红嘴巨燕鸥、灰翅浮鸥、白翅浮鸥、夜鹭、绿鹭、池鹭、牛背鹭、苍鹭、草鹭、大白鹭、白鹭、斑鱼狗，以鸥、鹭类物种为主，对人为干扰敏感性较低。涉及中国生物多样性红色名录近危物种 3 种，分别为鸮、黑翅鸢、白腹鹳，均为活动能力较强的鸟类，在 1 号、3 号调查区域出现，最多发现数量 1 只，以上物种不以此类型生境为栖息地，主要为停留取食个体。涉及“CITES（濒危野生动植物种国际贸易公约）附录物种 1 种，为灰尾漂鹬，在 2 号调查区域出现，最大发现数量为 2 只，为迁徙过境鸟。整体而言区域内鸟类种类濒危程度不高，多为常见物种，偶有较少数量的途径飞越物种具有一定的保护价值。

因此，鉴于项目周边区域可能分布黑嘴鸥、黑脸琵鹭、卷羽鹈鹕、东方白鹳等国家重点保护鸟类及省级重点保护鸟类，识别为本项目环境保护目标。

2.8.5 海洋生态环境保护目标

本项目邻近的环境敏感目标主要为海洋生态红线区、自然保护区、滨海湿地、渔业水域等，具体见表 2.8.5-1、图 2.8.5-1。

表 2.8.5-1 评价海域主要环境敏感目标概况

类别	敏感区	方位及距离		敏感时间	保护目标/保护对象
		相对项目方位	边界最近距离 (km)		
重要渔业水域	幼鱼幼虾保护区	占用	0	每年 3 月 1 日至 5 月 31 日	蓝圆鲹、沙丁鱼幼鱼和黄花鱼等幼鱼及其生境
	珠江口经济鱼类繁育场保护区	占用	0	每年农历 4 月 20 日至 7 月 20 日	保护珠江口经济鱼虾等的繁殖及其生境
	南海北部幼鱼繁育场保护区	占用	0	全年	幼鱼繁育及其生境
自然保护区	珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区	南	8.8	全年	红树林湿地、猕猴、鸟类及海岛生态环境
滨海湿地	南沙水鸟世界生态园	北	3.6	全年	保护南沙水鸟生境、水质
	广州南沙湿地地方级湿地自然公园（即南沙湿地公园，包含海域生态保护红线）	北	2.9	全年	保护湿地生态环境、水质
	广东中山翠亨国家湿地自然公园	西南	5.4	全年	保护湿地生态环境、水质
	中山翠湖地方级湿地自然公园	西	2.2	全年	保护湿地生态环境、水质
红树林生态系统	广州市南沙区红树林	北/西北	4.6	全年	保护红树林生境
	中山市红树林	西/西南	5.0	全年	保护红树林生境
	广州南沙湿地地方级湿地自然公园红树林	北	2.9	全年	保护红树林生境
海域生态保护红线	珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线	西/西南/北	2.2	全年	生态
	万顷沙重要滩涂及浅海水域	南	2.2m	全年	水质、生态
	广州中山交界重要渔业资源产卵场	南	0.7	全年	水质、生态、渔业资源生境
	珠海淇澳-担杆岛地方级自然保护区	南	8.8	全年	红树林湿地、猕猴、鸟类及海岛生态环境
	广州南沙湿地地方级湿地自然公园	北	2.9	全年	保护湿地生态环境、水质
	广东中山翠亨国家湿地自然公园	西南	5.4	全年	保护湿地生态环境、水质
	狮子洋-虎门-蕉门水道重要河口	北	16.9	全年	生态、水质
	广州市南沙区红树林	北/西北	4.6	全年	保护红树林生境
	中山市红树林	西/西南	5.0	全年	保护红树林生境

南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）环境影响报告书

类别	敏感区		方位及距离		敏感时间	保护目标/保护对象
			相对项目方位	边界最近距离 (km)		
国控站位	GDN01003		东北	2.7	全年	水质
	GDN02003		东南	8.3	全年	水质
	GDN20001		西南	8.9	全年	水质
	GDN02018		东南	15.3	全年	水质
	GDN02001		东北	9.8	全年	水质
珍稀生物	黄唇鱼		周边	/	全年	保护黄唇鱼及其生境
	中华白海豚		周边	/	全年	保护中华白海豚及其生境
	黑嘴鸥、黑脸琵鹭、卷羽鹈鹕、东方白鹳等国家重点保护鸟类及省级重点保护鸟类		周边	/	全年	保护重点保护鸟类及其生境
无居民海岛	农林牧渔业用岛	屎船沙	西北	13.8	全年	保护海岛自然岸线和生态系统
	交通运输用岛	二茅岛	西南	7.2	全年	保护海岛自然岸线和生态系统
	特殊用岛	沙堆岛	北	14.6	全年	保护海岛自然岸线和生态系统
		舢舨洲	北	14.4	全年	保护海岛自然岸线和生态系统
	生态保护红线内海岛	中山石排	西南	7.5	全年	保护海岛自然岸线和生态系统

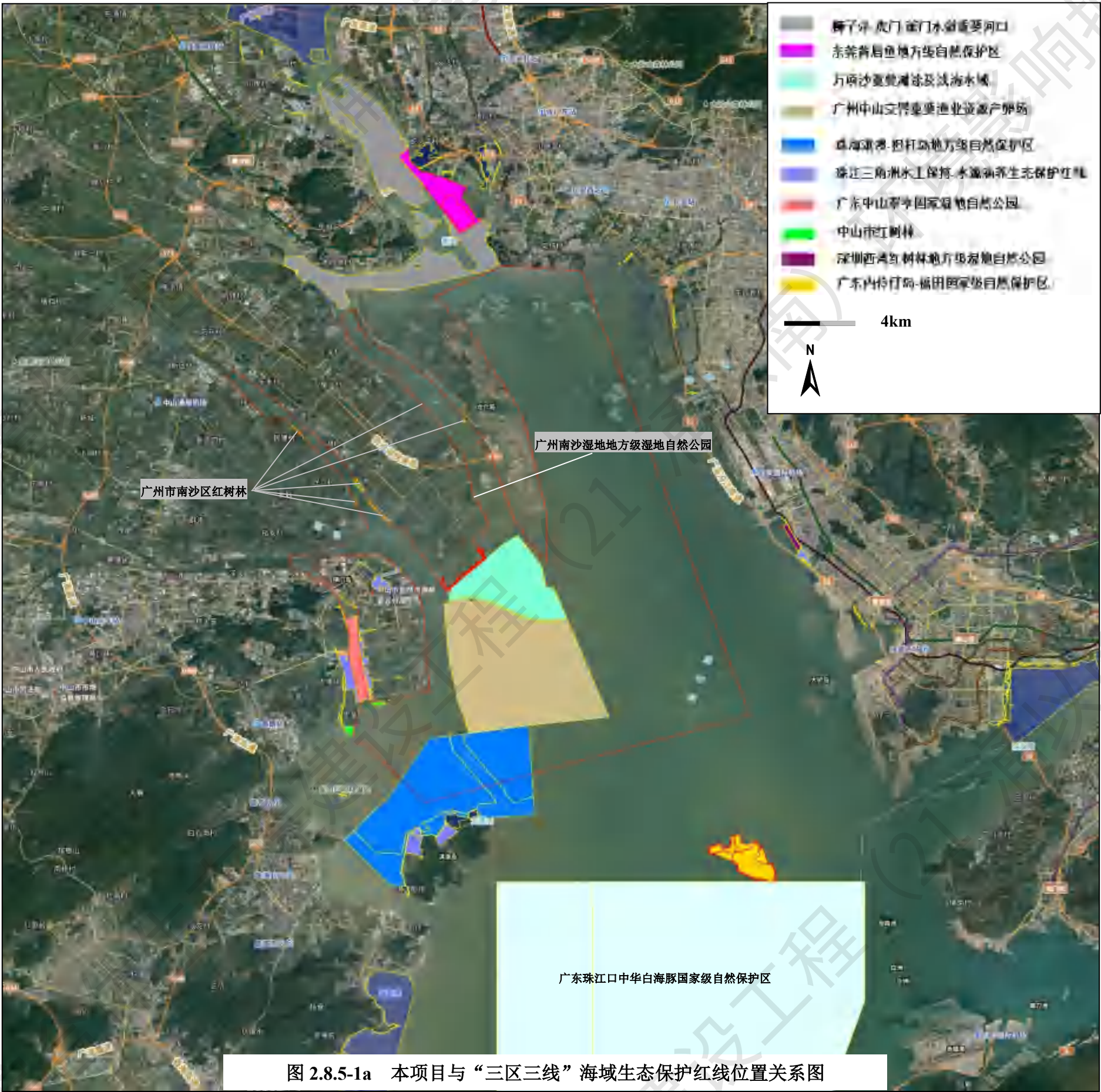




图 2.8.5-1b 本项目与部分海洋敏感点、国控站位及周边红树林位置关系示意图



图 2.8.5-1b 本项目与部分环境保护目标、国控站位及周边红树林位置关系示意图



图 2.8.5-1c 项目周边海岛示意图

2.8.5.1 海洋自然保护区

珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区，其前身为 1989 年 11 月经广东省人民政府批准建立的珠海担杆岛猕猴省级自然保护区。2004 年 11 月广东省人民政府批准同意将珠海担杆岛猕猴省级自然保护区和珠海淇澳岛红树林市级自然保护区合并，建立“珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区”。珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区，是我国为数不多的集森林、野生动植物和湿地生态系统于一体的综合类型的自然保护区，总面积为 7373.77 公顷；主要保护对象为红树林湿地、猕猴、鸟类及海岛生态环境，是研究湿地生态系统、候鸟以及猕猴原生地和发展史的重要基地。

红树林保护区位于淇澳岛西北部，位于东经 113°36′~113°39′，北纬 22°23′~22°27′，保护区面积 5103.77 公顷，红树林面积 533.3 公顷，呈半月形展示。保护区拥有维管植物 695 种，野生动物 347 种，其中真红树植物有 15 种，半红树植物 9 种。担杆岛猕猴保护区位于珠江口南部的伶仃洋与南中国海交界处，东经 114°07′~114°19′，北纬 21°58′~22°04′，总面积 2270 公顷，岛上动植物资源丰富，有维管植物 438 种，野生动物 85 种。其中珍稀动植物 12 种，有国家三级保护植物 3 种，一级保护动物 1 种，二级保护动物 9 种。猕猴数量从 1982 年的不足 300 只，如今发展到已有 1300 多只。

珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区位于本项目的南侧，与项目的最小距离约 9.6km，见图 2.8.5-1a。

2.8.5.2 “三区三线”海洋生态红线

2022 年 10 月广东省启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海的依据。广东省自然资源厅于 2022 年 11 月 14 日在互动交流中答复指出：根据自然资源部办公厅 2022 年 10 月 14 日印发的《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），我省“三区三线”划定数据成果通过质量检查，可以作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）明确了生态保护红线的管理要求，对生态保护红线实行准入式管理。以登记表形式对不同生态保护红线区域提出不同管控要求。在开展相关建设项目用地用海组卷报批时，以“三区三线”划定成果中的生态保护红线为底图，严格贯彻落实《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）。

根据广东省“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线，评价范围内的生态保护红线主要包括珠江三角洲水土保持-水源涵养生态保护红线、万顷沙重要滩涂及浅海水域、广州中山交界重要渔业资源产卵场、广东中山翠亨国家湿地自然公园、珠海淇澳-担杆岛省级自然保护区、狮子洋-虎门-蕉门水道重要河口、东莞黄唇鱼地方级自然保护区等。各生态保护红线详见图 2.8.5-1a。

2.8.5.3 滨海湿地

（1）南沙水鸟世界生态园

南沙水鸟世界生态园位于广州市南沙区万顷沙镇十七涌与十八涌之间，是广州市南沙区旅游协会会员单位。占地面积 25 万平方米，有 48 种国家一、二级保护动物，水鸟繁育、科普、观赏和游览于一体的新型生态主题公园。当中包括雨林岛、花树岛、棕榈岛、迷宫岛、金银岛、千鹤洲六个小岛景区。

目前，南沙水鸟世界生态园已开发成旅游观光景点，本项目距离南沙水鸟世界生态园约 3.6km，见图 2.8.5-1b。

（2）广州南沙湿地地方级湿地自然公园

广州南沙湿地公园位于广州最南端，地处珠江出海口西岸的南沙区万顷镇十八与十九涌之间，总面积约 10000 亩，是广州市最大的湿地，是候鸟迁徙的重要停息地之一。

由于位于珠江四大口门交汇处，处于咸淡水混合状态，因而湿地主要选种适应咸淡水环境的红树和能有效净化海水的芦苇，其中红树就有桐花、秋茄、无瓣海桑、木榄、拉关木等 18 个品种。同时，为了增加湿地植物的观赏性，湿地还选种了一些颜色上有对比性的树种，例如红色树叶的红乌桕、黄色树叶的千层金、黄色花瓣的美国槐、黄槿等。由于南沙湿地在开发建设和日常维护中比较注重红树林建设和优化水质，特别是在一期湿地范围内划出三分之一的区域将其设置为浅滩专供候鸟觅食，因而吸引了数以十万的候鸟来湿地栖息过冬。

据华南濒危动物研究所的统计，来南沙湿地过冬的候鸟数量占广州市候鸟总数的 50%以上，其中还包括许多珍贵的鸟类品种，例如：国家Ⅰ级保护鸟类东方白鹳、国家Ⅱ级保护鸟类黑脸琵鹭、白琵鹭、普通鸕、黑冠鸕、燕鸕、白尾鸕、小鸕和褐翅鸕，还有 16 种省级重点保护鸟类等，到目前为止，在南沙湿地监测发现的鸟类超过 141 种。

目前，广州南沙湿地公园已开发成旅游观光景点，位于本项目北侧约 2.9km，见图 2.8.5-1b 和图 2.8.5-2。



图 2.8.5-2 广州南沙湿地地方级湿地自然公园平面布置示意图

(3) 广东中山翠亨国家湿地自然公园

中山翠亨国家湿地公园位于翠亨新区起步区珠江口横门口水道的咸淡水交汇处，规划面积 625.6 公顷，长 5.4 公里，其中陆地面积 243.9 公顷，湿地面积 395.44 公顷，湿地率 63.21%。公园为近海与海岸湿地、人工湿地两大湿地类，包含河口水域、红树林、淤泥质海滩、潮间盐水沼泽、水田五个湿地型。湿地公园功能分区分为管理服务区、宣教展示区、恢复重建区、湿地保育区和合理利用区。

湿地公园内植物主要有秋茄、无瓣海桑、美丽异木棉、乌墨、海芋、鬼针草、八角、马缨丹、葛、盒果藤和黄槿等。公园内红树林以无瓣海桑为优势群落，呈带状分布于水道两侧；内湖区中只有秋茄、桐花树、木榄、苦郎树、老鼠簕、卤蕨等真红树品种，搭配杨叶肖槿、银叶树、海漆、海芒果、水黄皮、黄槿等半红树品种。

湿地公园内动物资源丰富，是中山的“小鸟天堂”，目前统计有鸟类 113 种，其中国家二级重点保护野生动物 10 种，包括黑鸢、红隼、小鸦鹃、褐翅鸦鹃等，优势种主要为白鹭、苍鹭和白头鹇等，此外还分布有弹涂鱼、八哥等。

广东中山翠亨国家湿地自然公园位于本项目的西南侧，与项目的最小距离约 5.4km，见图 2.8.5-1b 和图 2.8.5-3。

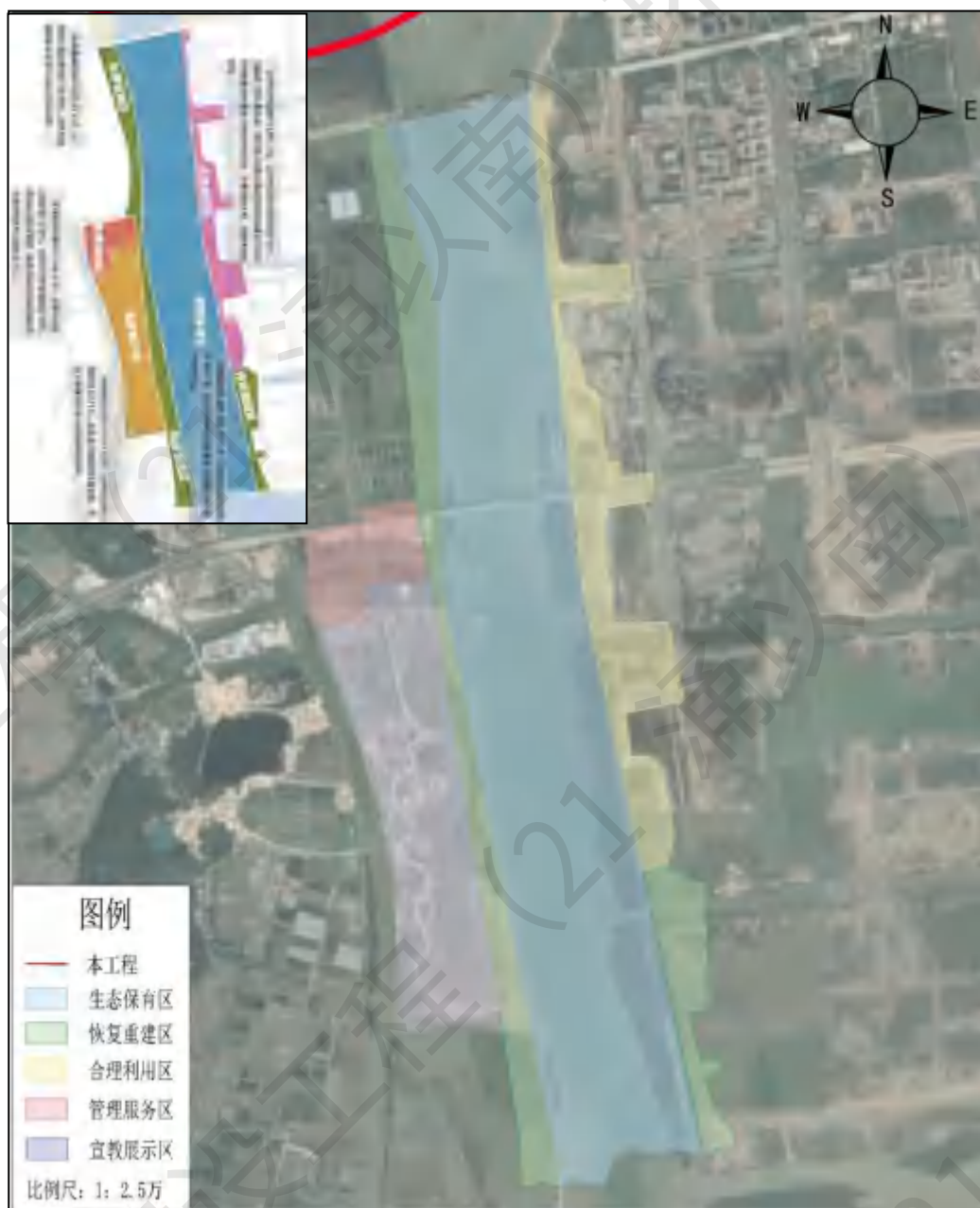


图 2.8.5-3 广东中山翠亨国家湿地自然公园平面布置示意图

(4) 中山翠湖地方级湿地自然公园

中山翠湖地方级湿地自然公园位于本项目的西侧，与项目的最小距离约 2.2km，见图 2.8.5-1b 和图 2.8.5-4。

中山翠湖市级湿地公园地处广东省中山市南朗镇翠亨新区的马鞍岛内，于 2017 年经中山市人民政府批准建设（中府办函〔2017〕292 号）。

翠湖市级湿地公园规划用地总面积为 125.62 公顷，其中“翠湖”湖面面积约 53.33 公顷，水深达 85 米。翠湖公园有 3 个月牙形浅水区，水深约 0.3 米，种植各类挺水植物。茅龙水道东侧的绿地中央有一条带状水塘，深约 2 米，平行于水道分布。

翠湖公园依托茅龙涌丰富水系和生态基地，因地制宜进行湿地保育、科普教育等活动。目前，区域现状主要为湿地和草地，植物以灌草类和挺水植物为主。

中山翠亨新区翠湖湿地公园规划分为恢复重建区、湿地保育区、管理服务区、科普展示区和合理利用区。

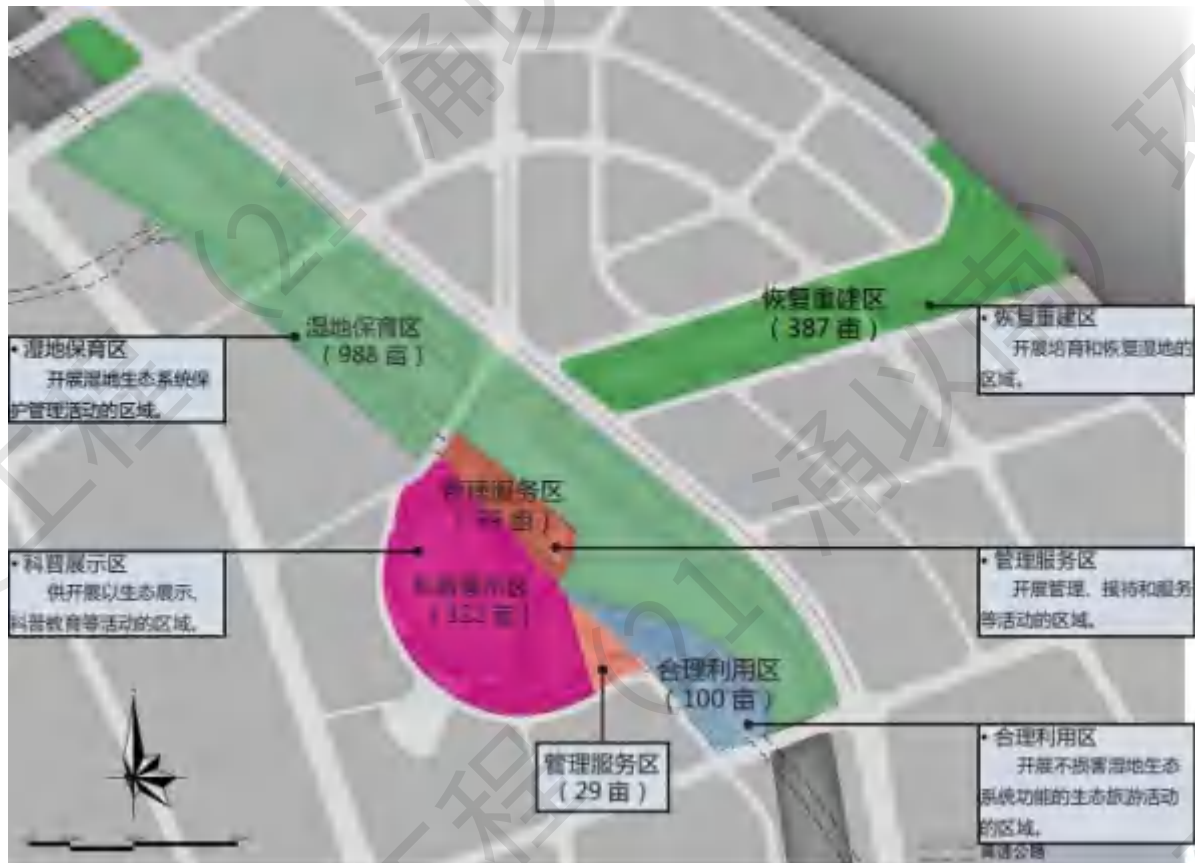


图2.8.5-4 中山翠湖地方级湿地自然公园平面布置示意图

翠湖湿地公园位于中山市翠亨新区，规划用地总面积125.6公顷。分为三个区域进行建设，分别为A区-中心湖公园游览区、B区-生态湿地科普区和C区-休闲滨海景观区。湿地公园功能分区分为湿地保护区、恢复重建区、管理服务区、科普展示区和合理利用区。

湿地公园内动植物资源丰富，植物主要包括：再力花、芦苇、轮叶狐尾藻、白花鬼针草、茭草、凤凰木、秋枫、小叶榄仁、落羽杉、红继木、假连翘、龙船花、软枝黄蝉、黄花风铃木、木棉、九里香等。动物主要包括：两栖类1目3科7种，爬行动物1目5科12种，鱼类7目23科26种，鸟类多种，其中虎纹蛙、沼水蛙、滑鼠蛇、银环蛇、舟山眼镜蛇、褐赤鸦鹃均为重点保护动物。

2.8.5.4 重要的渔业水域

根据中华人民共和国农业部第 189 号公告（2002 年 2 月 8 日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》，本项目所在水域位于幼鱼幼虾保护区、珠江口经济鱼类繁育场保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区。

（1）幼鱼幼虾保护区

南海区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处，其中之一为广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深以内的海域。每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日，禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。水质、生态环境保护期为每年的 3 月 1 日~5 月 31 日。

本项目位于幼鱼幼虾保护区内，见图 2.8.5-5。

（2）珠江口经济鱼类繁育场保护区

根据中华人民共和国农业部第 189 号公告（2002 年 2 月 8 日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》，项目所在水域为经济鱼类繁育场保护区，范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，番禺市的莲花山至东莞市的新沙二点连线以南的水域。保护期为 4 月 20 日~7 月 20 日，保护要求为：保护期间禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

经济鱼类繁育场保护区：共有二处。一为珠江口经济鱼类繁育场保护区，范围从珠海市金星门水道的铜鼓角起，经内伶仃岛东角咀至深圳市妈湾下角止三点连线以北，番禺市的莲花山至东莞市的新沙二点连线以南的水域，保护期为每年的农历 4 月 20 日~7 月 20 日；二为崖门口经济鱼类繁育场保护区，南面由台山市广海口的鸡罩山角为起点至少鹅咀对开二海里处，再经大襟西南角及小芒直到南水西南角的连线为界，北面由独崖至二虎的连线以内的海域范围为保护区，保护期也为每年的农历 4 月 20 日~7 月 20 日。

本项目位于珠江口经济鱼类繁育场保护区内，见图 2.8.5-5。

（3）南海北部幼鱼繁育场保护区

根据中华人民共和国农业部第 189 号公告（2002 年 2 月 8 日）《中国海洋渔业水域图（第一批）》中的《南海区渔业水域图（第一批）说明》，南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线、17 个基点连线以内水域为南海北部幼鱼繁育场保护区，保护期为 1~12

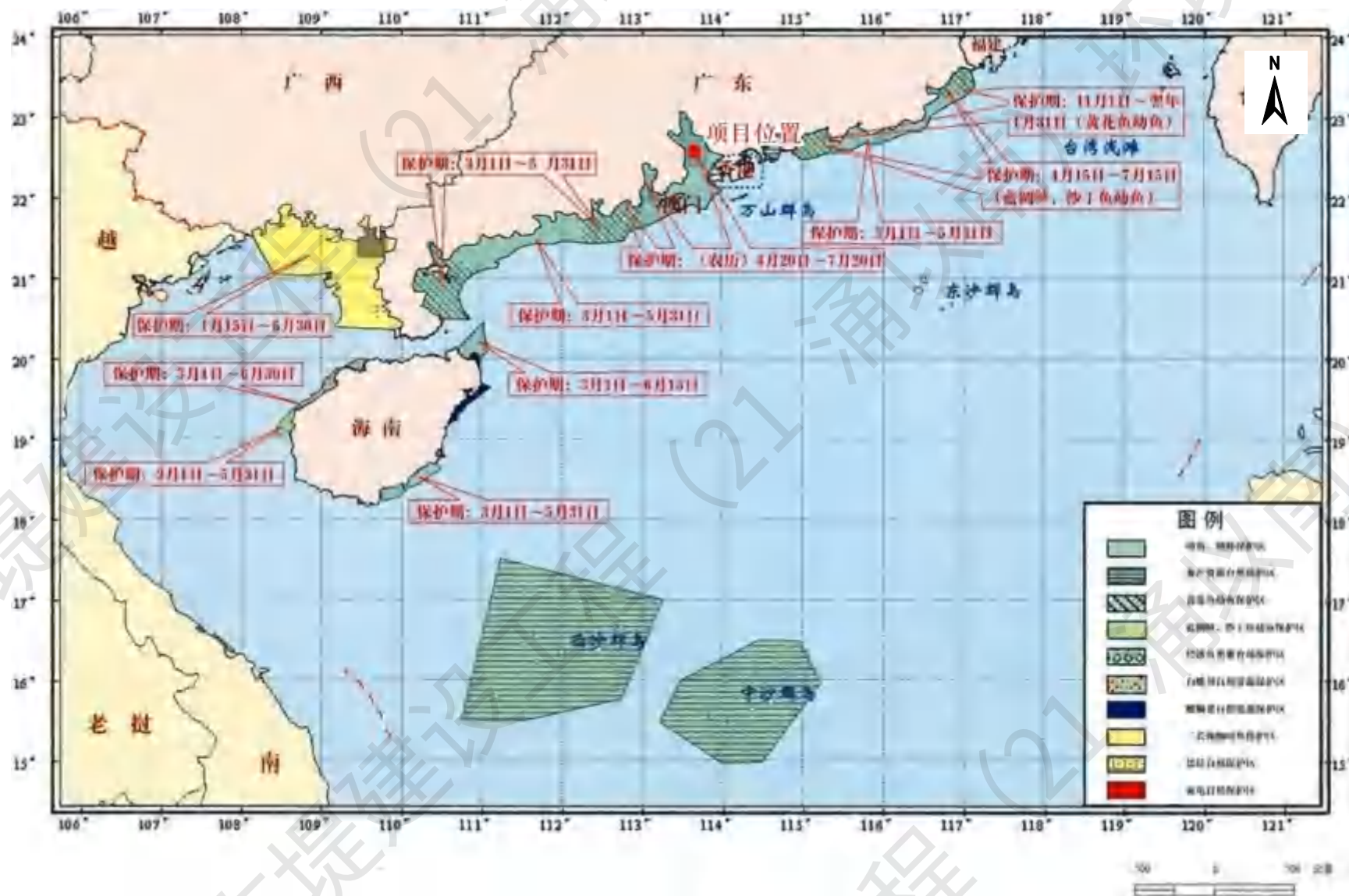
月即全年保护，本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区，见图 2.8.5-6。

表 2.8.5-1 南海北部幼鱼繁育场保护区基点地理位置表

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

（4）三场一通道

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），珠江口中上层鱼类产卵场主要为：鲇鱼产卵场位于东经 113°15′~116°20′，北纬 21°~22°25′，水深 30m~80m，产卵期 1~3 月；蓝圆鲈产卵场位于东经 112°50′~114°30′，北纬 21°~22°，水深 60m 以内，产卵期 12~3 月。珠江口底层、近底层鱼类产卵场主要为：绯鲤类产卵场位于东经 112°55′~115°40′，北纬 21°30′~22°15′，水深 20~87m，产卵期 3~6 月。具体见图 2.8.5-7。



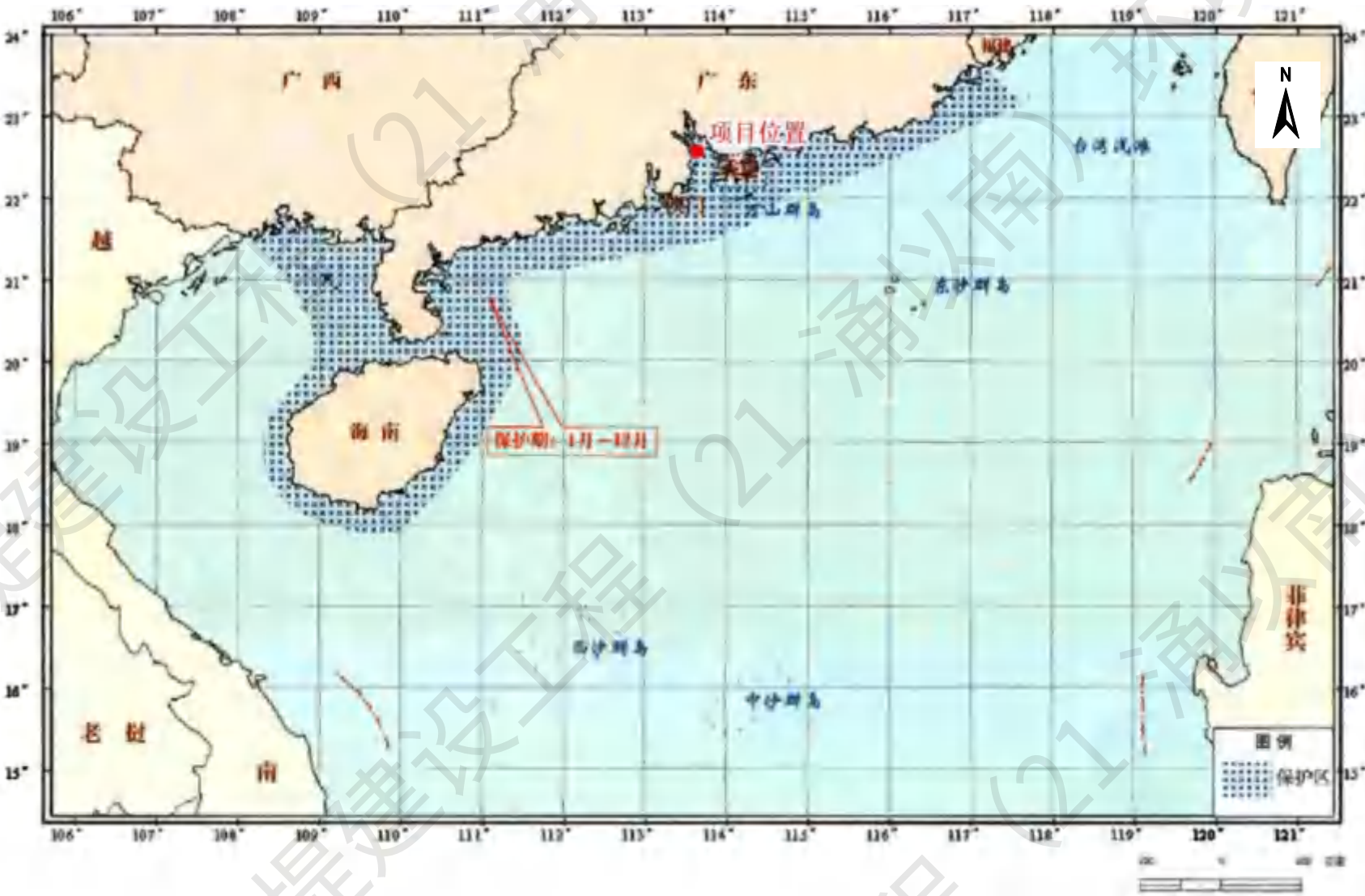


图 2.8.5-6 南海北部幼鱼繁育场保护区示意图（摘自南海区渔业水域图（第一批）说明）

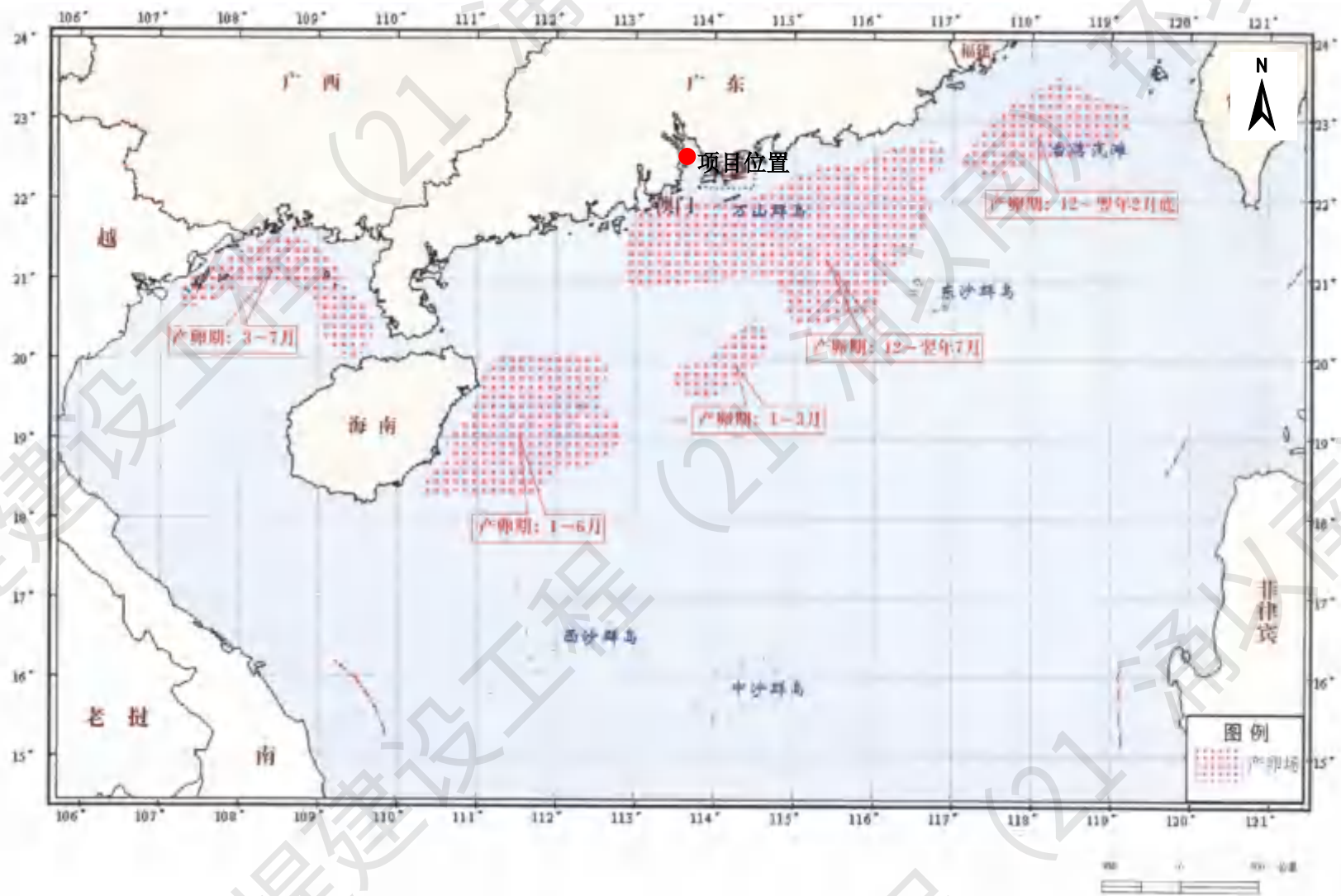


图 2.8.5-7a 南海中上层鱼类产卵场示意图

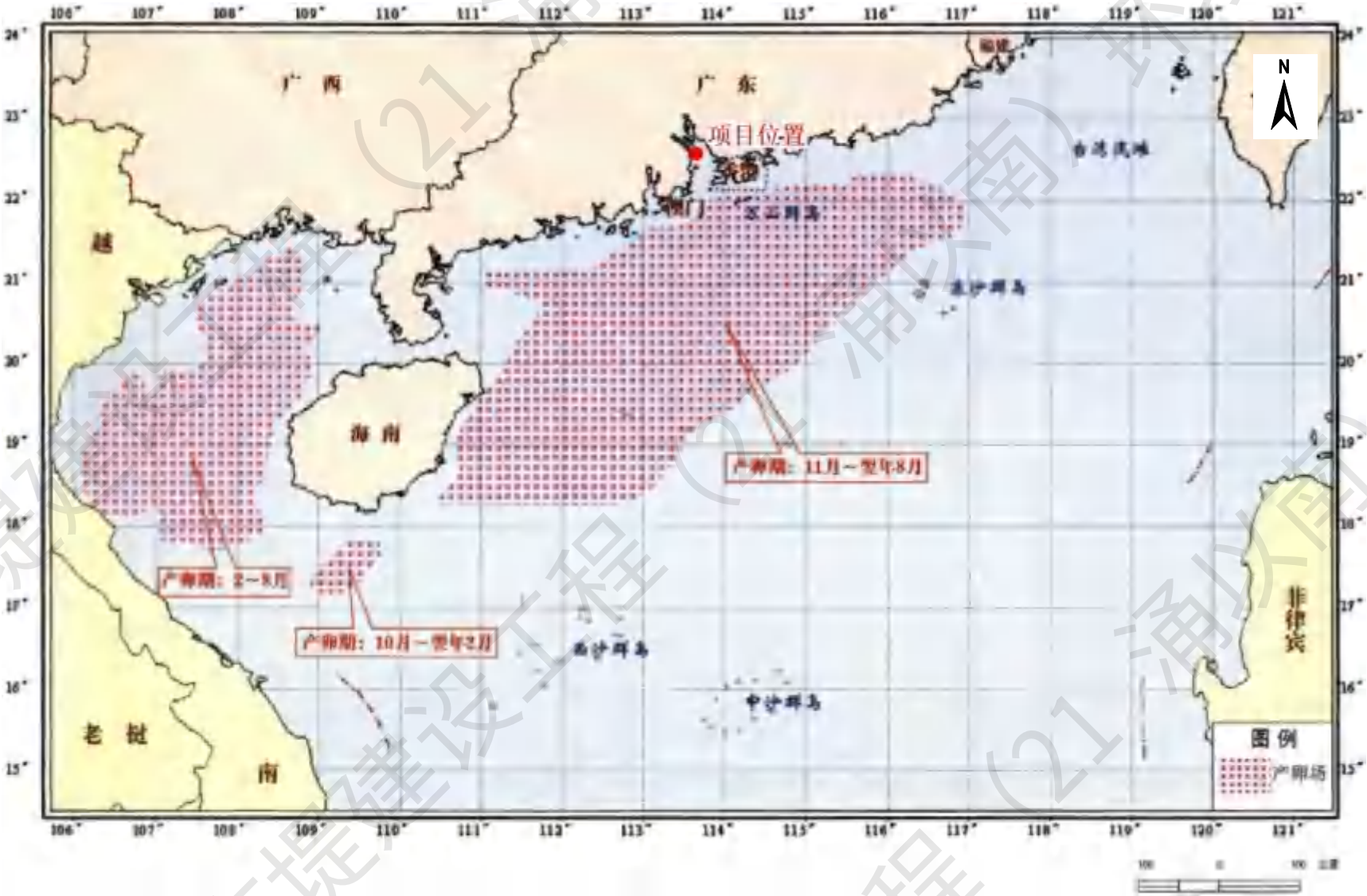


图 2.8.5-7b 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

2.8.5.5 国控站位

根据广东省生态环境厅官网公布的 2023 年广东省近岸海域水质监测信息，项目评价范围内国控站位共 4 个：GDN01003、GDN02003、GDN20001 和 GDN02001，其中距离本项目较近的海水站位为项目东北侧的 GDN01003，距离约为 2.7km。详见图 2.8.5-1b。

表 2.8.1-5 本项目附近区域国家考察断面一览表

GDN01003	E: 113.6573, N: 22.6092
GDN02003	E: 113.7301, N: 22.5413
GDN20001	E: 113.6214, N: 22.4790
GDN02001	E: 113.7068, N: 22.6601

2.8.5.6 无居民海岛

根据《广东省国土空间规划（2021-2035）》，严格保护无居民海岛，对无居民海岛实施清单式管理，按照海洋“两空间内部一红线”分区要求，对无居民海岛进行分区分类，对可开发利用无居民海岛按农林牧渔用岛、工矿通信用岛、交通运输用岛、游憩用岛、特殊用岛、其他海岛等功能类型实施差别化管控要求和保护措施。对领海基点所在海岛、国防用途海岛、海洋自然保护地内的海岛等具有特殊用途或特殊保护价值的海岛，实行特别保护，提高维护国家海洋权益和区域生态安全的能力。

项目评价范围内无居民海岛主要包括屎船沙、二茅岛、沙堆岛、舢舨洲和中山石排。其中距离项目较近的主要为位于项目西南侧的二茅岛、中山石排，与项目最近距离分别为 7.2km、7.5km。项目评价范围内无居民海岛环境保护目标详见图 2.8.5-1c。

2.8.5.7 项目周边河涌水闸调节

本项目附近水闸主要有十九涌东水闸、十九涌西水闸、二十涌东水闸、二十涌西水闸、二十一内涌东闸、二十一内涌西闸。其中二十一内涌东闸、二十一内涌西闸建设属于本项目工程内容。根据现场踏勘，正常情况下，水闸为常开启状态，一般在防洪时关闭。本项目与周边水闸的位置关系详见图 2.8.5-8。



图 2.8.5-8 项目周边水闸位置示意图

2.8.5.8 保护物种

(1) 黄唇鱼

黄唇鱼为近海大型暖温性底层鱼类，我国特有种。由于沿海各地捕捞强度加剧和栖息生境退化，黄唇鱼濒临灭绝，2006 年被 IUCN（世界自然保护联盟）红色名录列为极度濒危物种（CR），2021 年 2 月被列为国家一级重点保护野生动物。鉴于黄唇鱼的珍稀性，因此被识别为本项目环境保护目标。

黄唇鱼，属硬骨鱼纲鲈形目石首鱼科，体长、侧扁，尾柄细长。近海暖温性稀有底层鱼类，栖息于近海水深 50~60m 海区，幼鱼栖息于河口及其附近沿岸，分布于东海和南海北部。为肉食性鱼类，以小型鱼类和虾、蟹等大型甲壳类为食，幼鱼则以虾类为食。黄唇鱼是中国的特有鱼种，属于国家二级保护动物。

按鱼体外形区分，黄唇鱼有两种：一种头钝，叫大鸥，又称排口或大头黄唇鱼，栖息在 10m 以上的深水处，纯海水区域较多；另一种头较尖，叫白花，又称尖头白花，常栖息于咸淡水河口海域的中上层。东莞海域两种黄唇鱼都有，大头黄唇鱼较少见，尖头白花较多。

尖头黄唇鱼生活在海、淡水交汇的河口海域，盐度在 0.5-18‰之间，有时溯洄，可直至河口淡水处；喜居水深、有鱼礁、水流较缓的海域；黄唇鱼在水清时集群，水浊时分散。黄唇鱼以鱼、虾为食，东莞海域的黄唇鱼，12-5 月吃虾为主，6-8 月吃弹涂鱼为

主，9-11 月吃鲮鱼为主。在农历 23-26 日最低潮、平流水、吹东风时，黄唇鱼苗便会成群浮上水面；当开始涨潮、水流动、不是吹东风时，黄唇鱼苗便散群下沉。

黄唇鱼栖息于近海水深 50~60m 海区，幼鱼栖息于河口及其附近沿岸；3~6 月向沿岸洄游，产卵繁殖。黄唇鱼在清明至谷雨左右产卵，东莞海域的产卵场，在龙穴到大虎一带的狮子洋海域，该处虽为河口，但洋面开阔，各处水流情况不同、深浅不一，最深处有 30 多米，沉船较多，底部为沙质或蚝壳底。

根据《新建深茂铁路越珠江口工程对黄唇鱼自然保护区影响专题评价报告（报批稿）》（2019 年 6 月，中国水产科学研究院南海水产研究所），黄唇鱼的主要栖息地见图 2.8.5-9，由图可见，项目区不是黄唇鱼主要栖息地。

（2）中华白海豚

中华白海豚属哺乳纲鲸目齿鲸亚目海豚科白海豚属，珠江口一带称白忌、白牛，福建一带称为镇海鱼、妈祖鱼等，是一种沿岸定居性的小型齿鲸类，为国家一级保护水生野生动物。

中华白海豚广泛分布于西太平洋和印度洋的沿岸水域，属暖水性种类。在澳大利亚北部、印度尼西亚、加里曼丹、马来西亚、马六甲海峡、泰国湾、斯里兰卡及南海沿岸国家均有分布。在中国水域，主要分布东南沿海的河口内湾，北至长江口附近，南至北部湾的越南水域边界。在中国东南沿海 12 条主要河流入海口中可能至少分布有 8 个中华白海豚种群，主要分布在长江、瓯江、闽江、九龙江、韩江、珠江、鉴江和南流江等河口水域。其中，以珠江河口水域的栖息数量最多，因此，珠江河口水域的中华白海豚种群在中国沿海有着极为重要的地位。

据南海水产研究所 1997-2012 年共 64 个专题调查航次资料分析，中华白海豚分布几乎遍及整个伶仃洋，北至深圳宝安机场附近，南至东澳岛北。分布比较密集的区域有淇澳岛至内伶仃岛之间水域、内伶仃岛至牛头山之间靠近大屿山的香港西南部水域、青洲至三角岛之间等。此外，从三角岛往西南一直到珠江西口门（磨刀门、鸡啼门、虎跳门和崖门）的岛屿沿岸均有密集的分布。高出现率区主要出现在天然水道或人工航道附近以及海岛周围，如伶仃洋西航道、大屿山西南大濠水道、内伶仃岛、大屿山西岸、牛头山、青洲和三角岛等附近水域。

因此，鉴于项目周边海域可能分布有中华白海豚分布，作为国家一级保护水生野生动物，被识别为本项目环境保护目标。

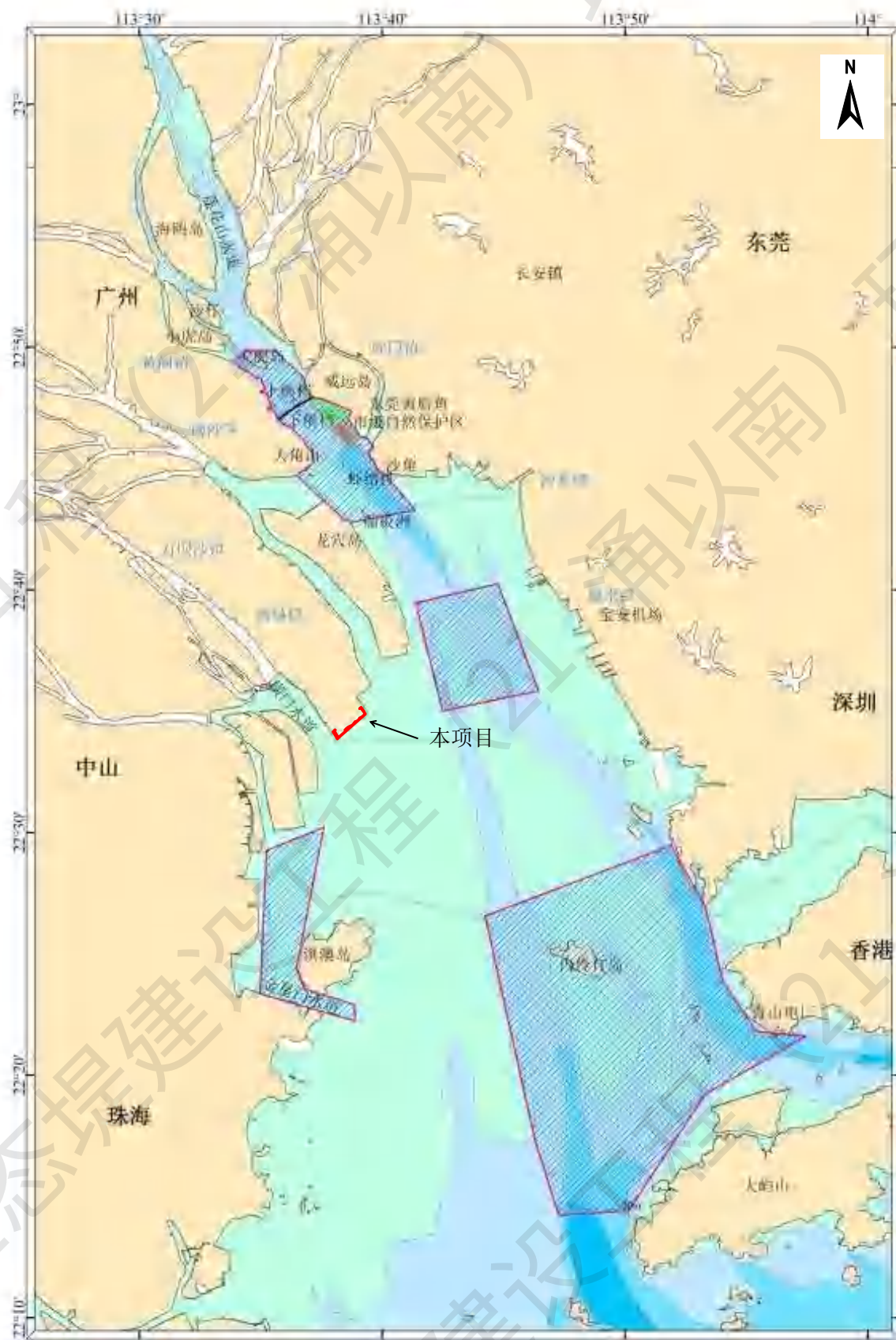


图 2.8.5-9 珠江河口海域黄唇鱼主要栖息地示意图

（3）红树林

根据广东省“三区三线”中生态保护红线，项目评价范围内的红树林主要有：广州市南沙区红树林，距离项目最近距离为 4.6km；中山市红树林，距离本项目最近距离约 5.0km，见图 2.8.5-1a。

本项目评价范围内红树林除“三区三线”中生态保护红线外，在广州南沙湿地地方级湿地自然公园中选种有适应咸淡水环境的红树，其中红树有桐花、秋茄、无瓣海桑、木榄、拉关木等 18 个品种。同时，为了增加湿地植物的观赏性，湿地还选种了一些颜色上有对比性的树种，例如红色树叶的红乌桕、黄色树叶的千层金、黄色花瓣的美国槐、黄槿等。广州南沙湿地地方级湿地自然公园中红树林与项目最近距离约 2.9km，详见图 2.8.5-1b。

3 工程概况与工程分析

3.1 项目概况

3.1.1 项目基本情况

项目名称：南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）

建设单位：广州南沙交通投资集团有限公司

建设地点：南沙区万顷沙镇万顷沙 21 涌以南

建设规模：本项目按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，生态堤长约 4.528km，总用地面积为 42.59 万 m²，其中占海面积 4.1089ha，占人工岸线 4400m，主要建设内容：堤防软基处理、堤身填筑、堤岸结构和景观工程；改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸，新建二十一涌东闸桥梁 2 座，新建沙滩潮汐通道进、出口建筑物及拦砂堰。设计起点位于二十一涌东闸站（桩号 K0-005），终点位于二十一涌西闸（K4+523）。

本项目分两期共 5 阶段开展建设。一期一阶段建设内容为堤防区域（不含水闸、泵站）软基处理及部分堤身填筑；一期二阶段建设内容为改建二十一涌东闸站和重建二十一涌西闸；二期一阶段建设内容为新建二十一涌东闸桥梁 2 座；二期二阶段堤岸结构工程建设内容包括部分主堤填筑（K1+600~K3+880、K4+336~K4+359 堤段）、堤岸结构（不包含 K0-005~K0+045 堤段亲水步道外侧的生态护坡、K3+459~K4+523 堤段临水侧堤岸结构及全线 9.5m~10.0m 的微地形），新建沙滩潮汐通道进、出水闸及拦砂堰，新建 15m 宽堤顶路 1.614km；二期三阶段建设内容包括桩号 K0-005~K0+384 堤脚前的生态护脚、K0-005-K0+045 段亲水步道外侧生态护坡 3D 混凝土打印技术试验带、K3+459~K4+523 段临水侧堤岸结构及项目整体的景观工程。

本项目桩号 K0+105~K1+583 堤段以体育场馆应急疏散的道路（15m 宽）作为堤顶路，以堤顶路中心线作为堤轴线，其余堤段堤顶线布置于景观带中，结合绿道的布置，将蜿蜒贯穿景观带的堤顶绿道中心线作为堤轴线。

总投资和总工期：132101.79 万元；施工周期为 21 个月，实际施工时间为 15 个月。



图 3.1.1-1 本项目卫星图及主要建设内容示意图

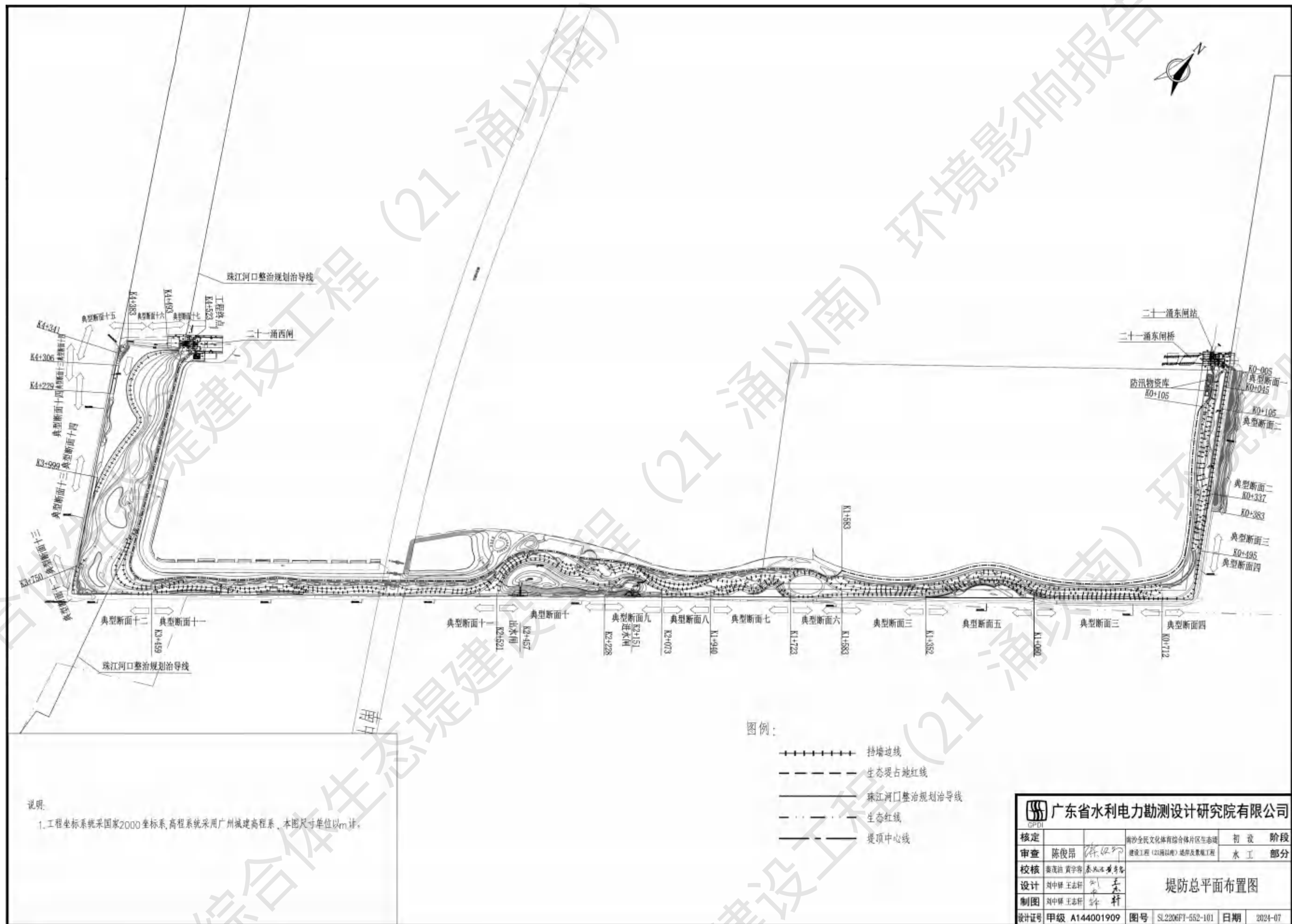


图 3.1.1-2 本项目总平面图

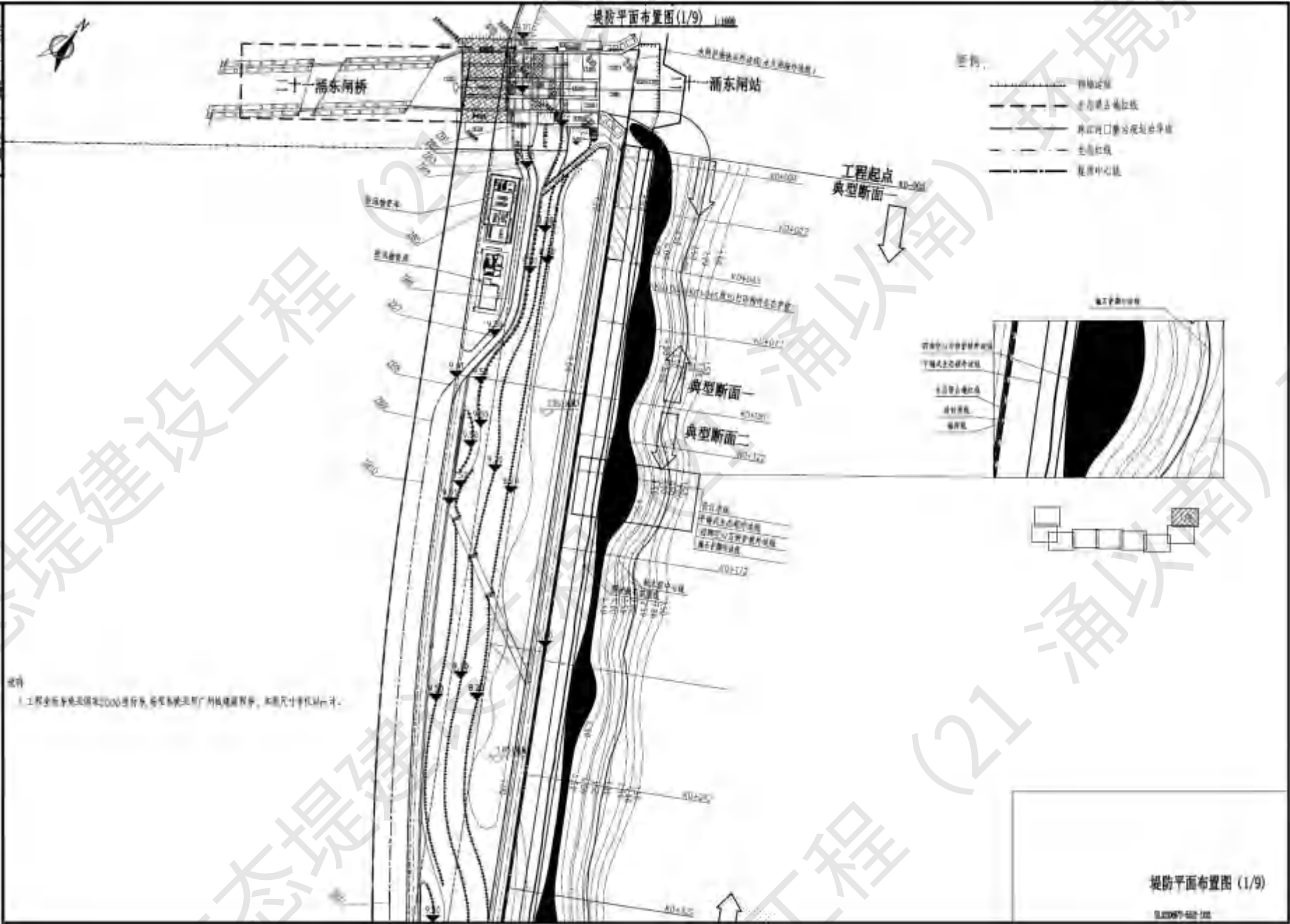


图 3.1.1-3 (a) 本项目总平图分解图 (1)

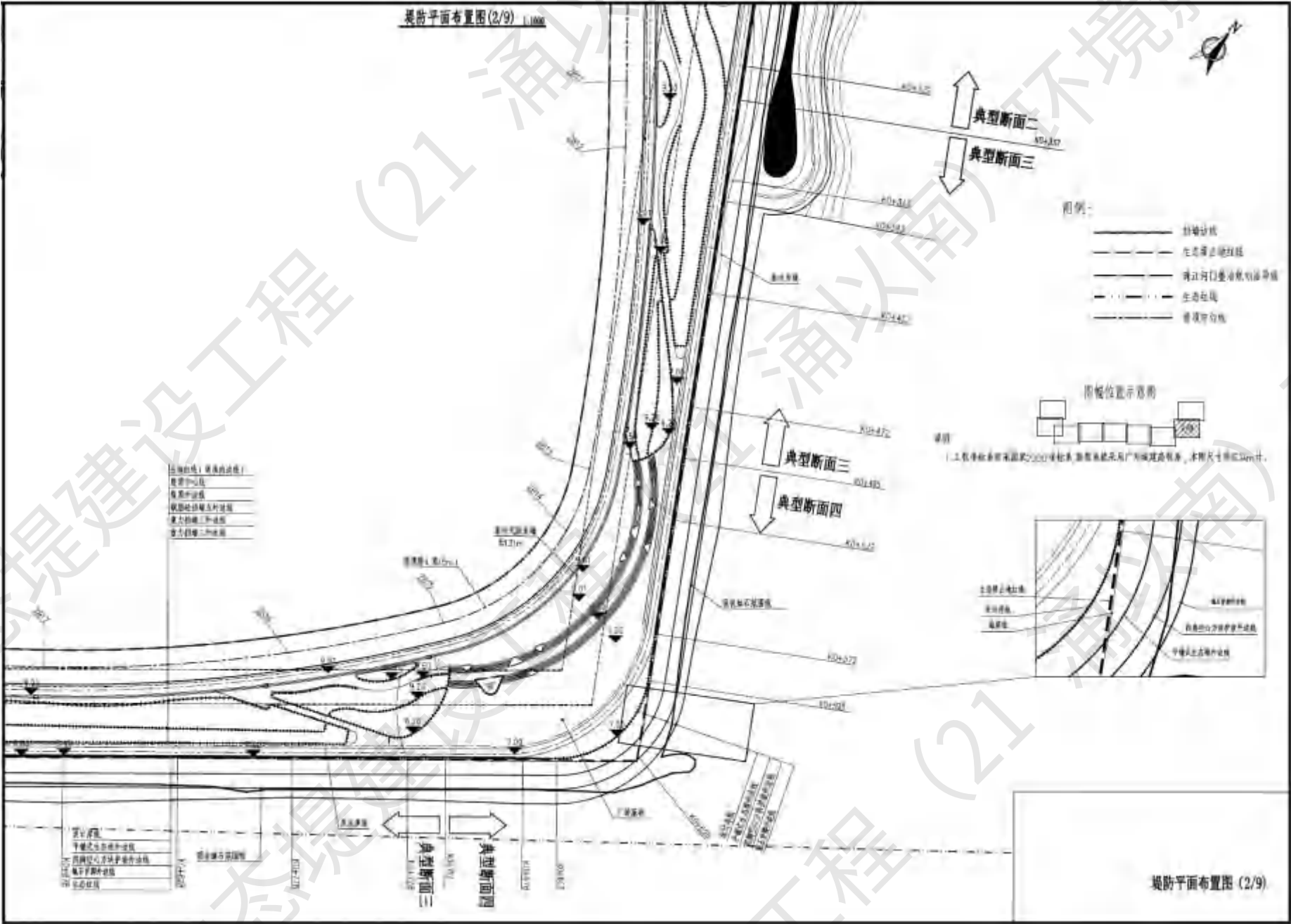


图 3.1.1-3 (b) 本项目总平面图分解图 (2)

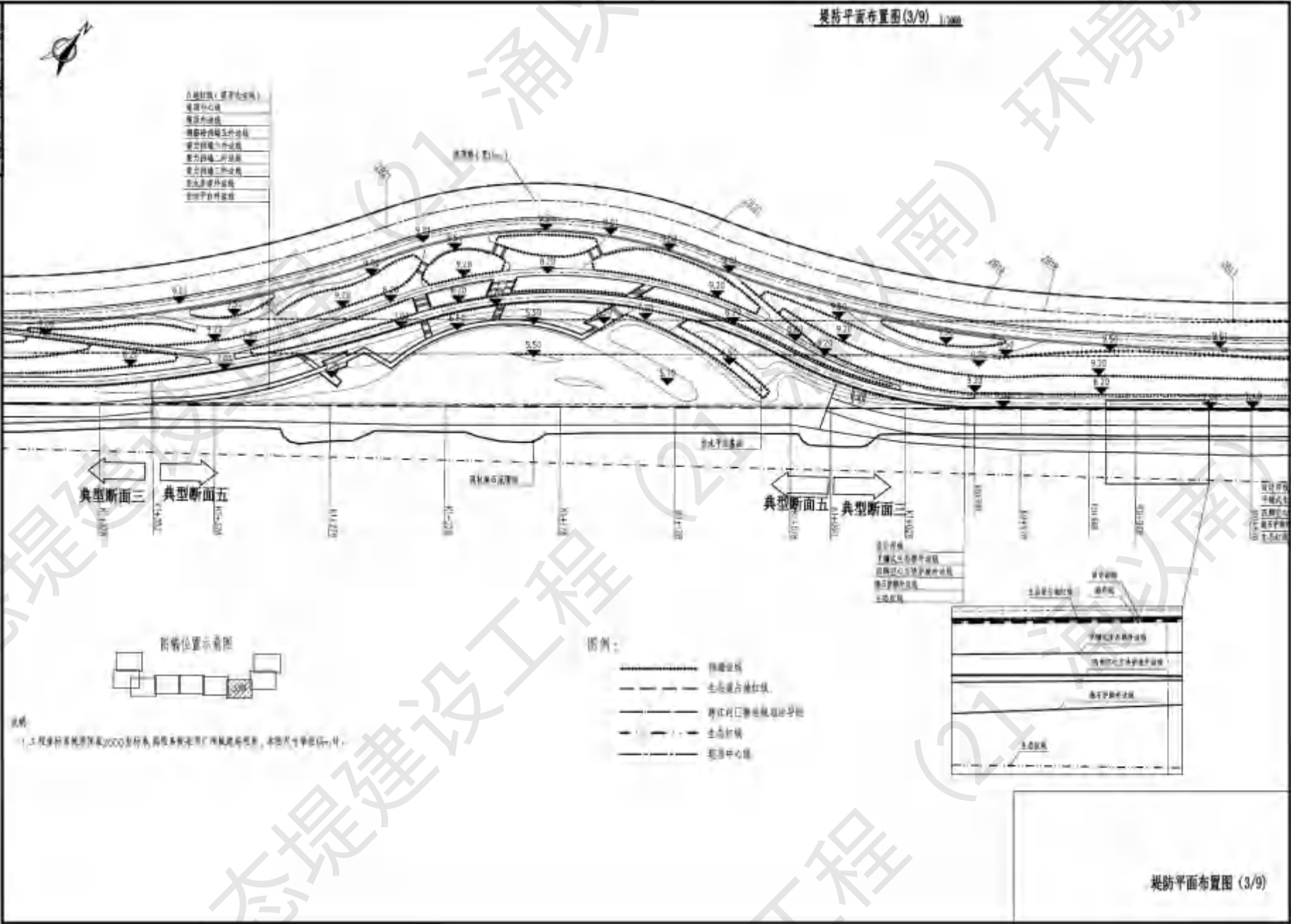


图 3.1.1-3 (c) 本项目总平面图分解图 (3)

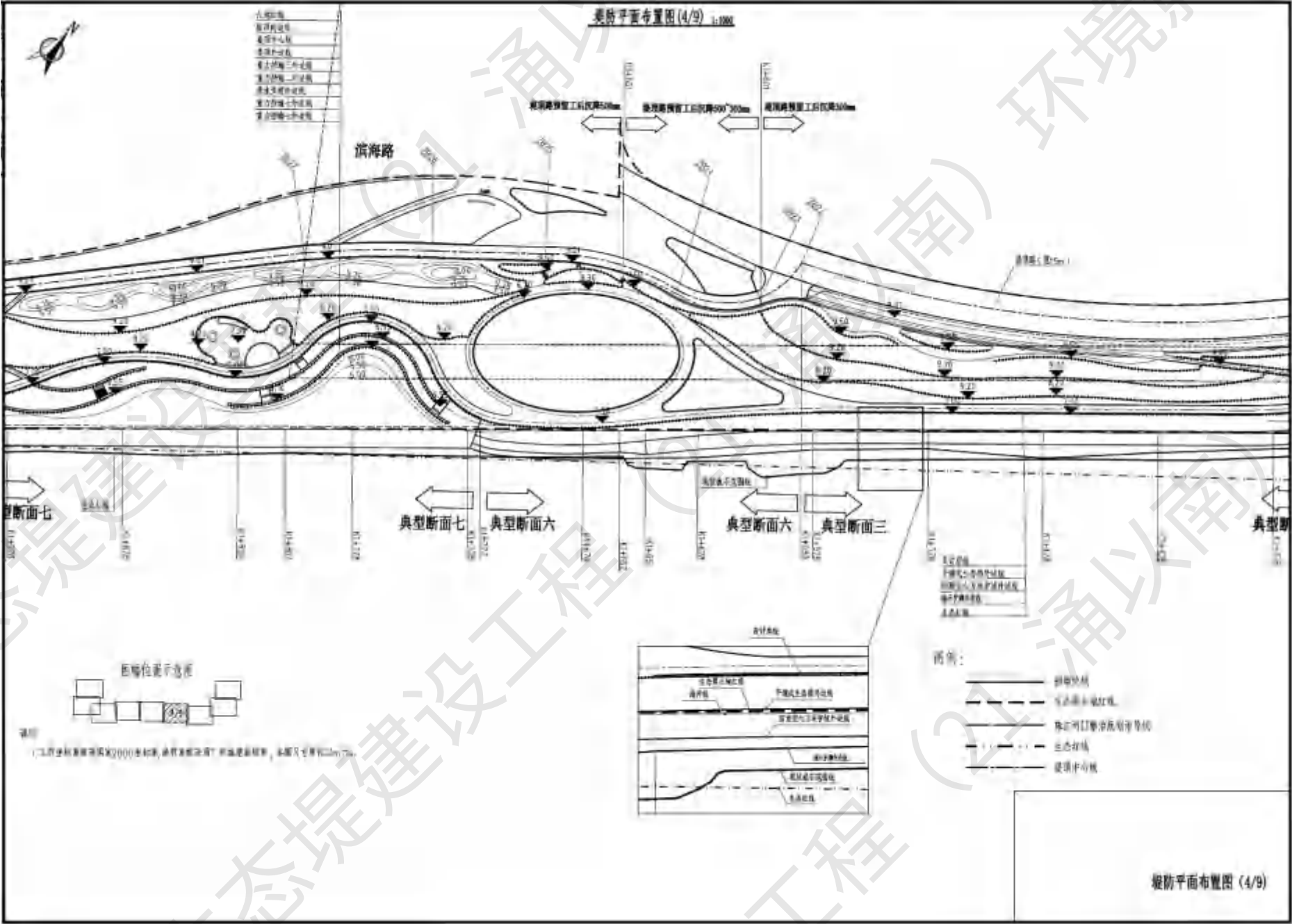


图 3.1.1-3 (d) 本项目总平图分解图 (4)

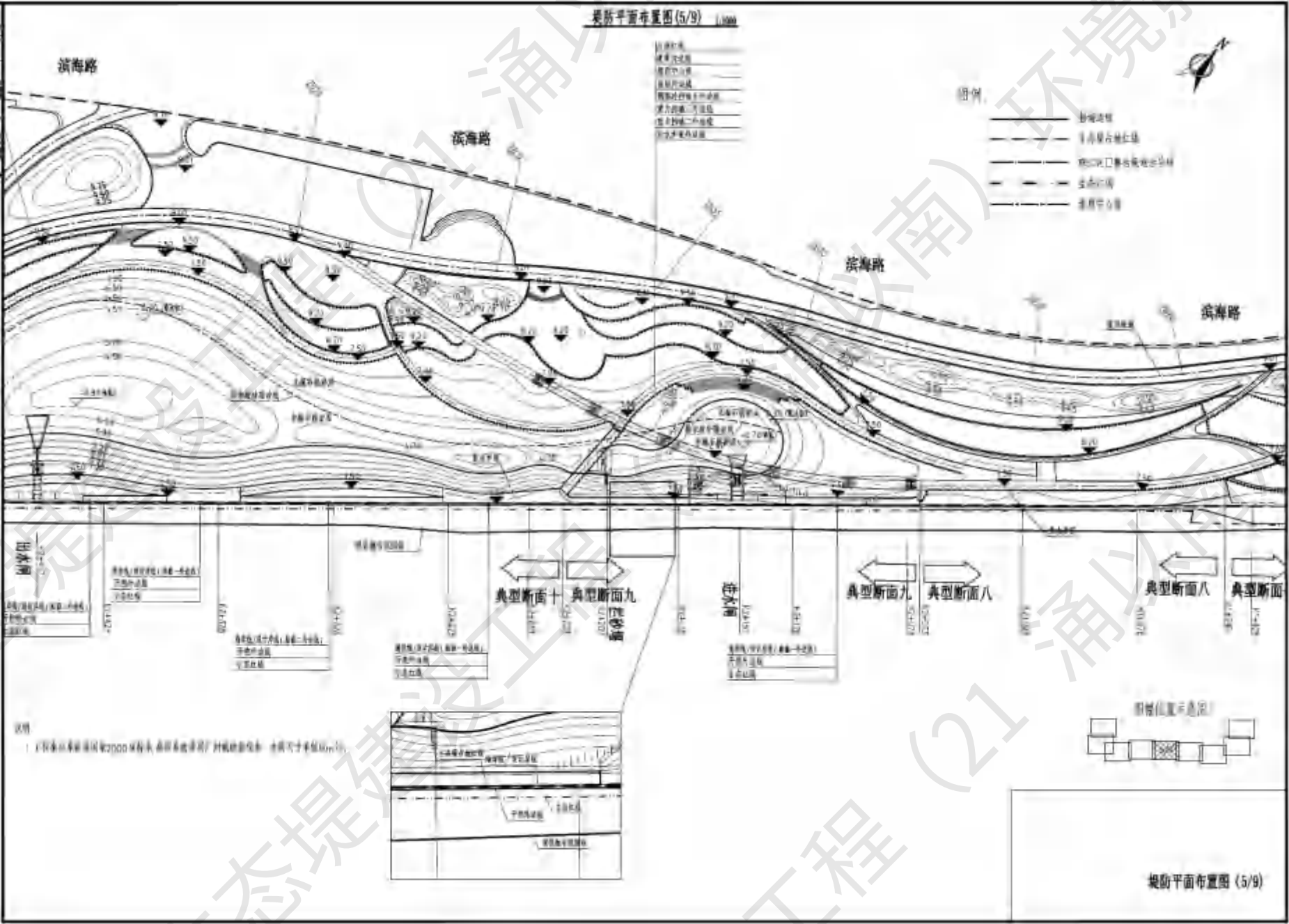


图 3.1.1-3 (e) 本项目总平图分解图 (5)

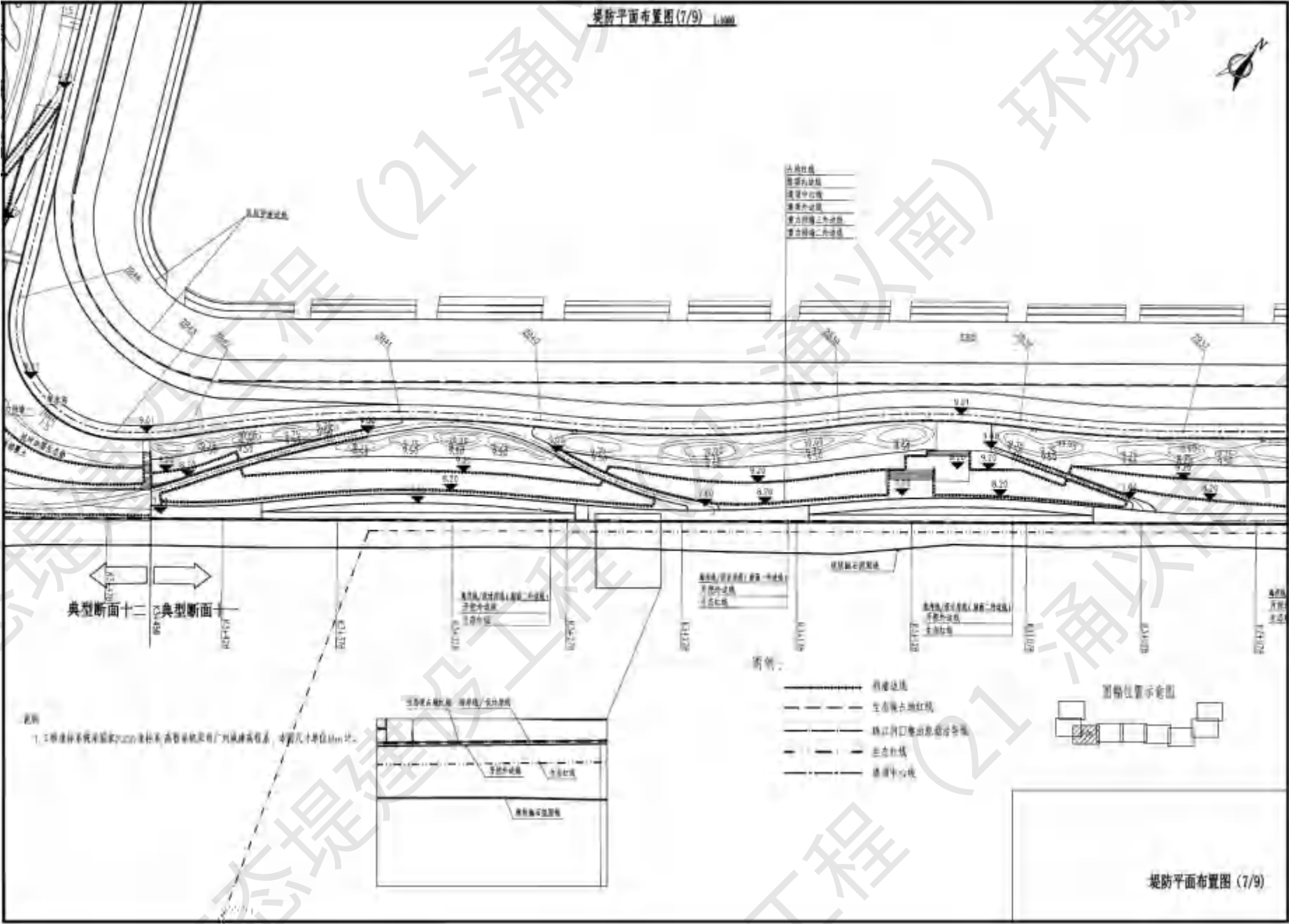


图 3.1.1-3 (g) 本项目总平图分解图 (7)

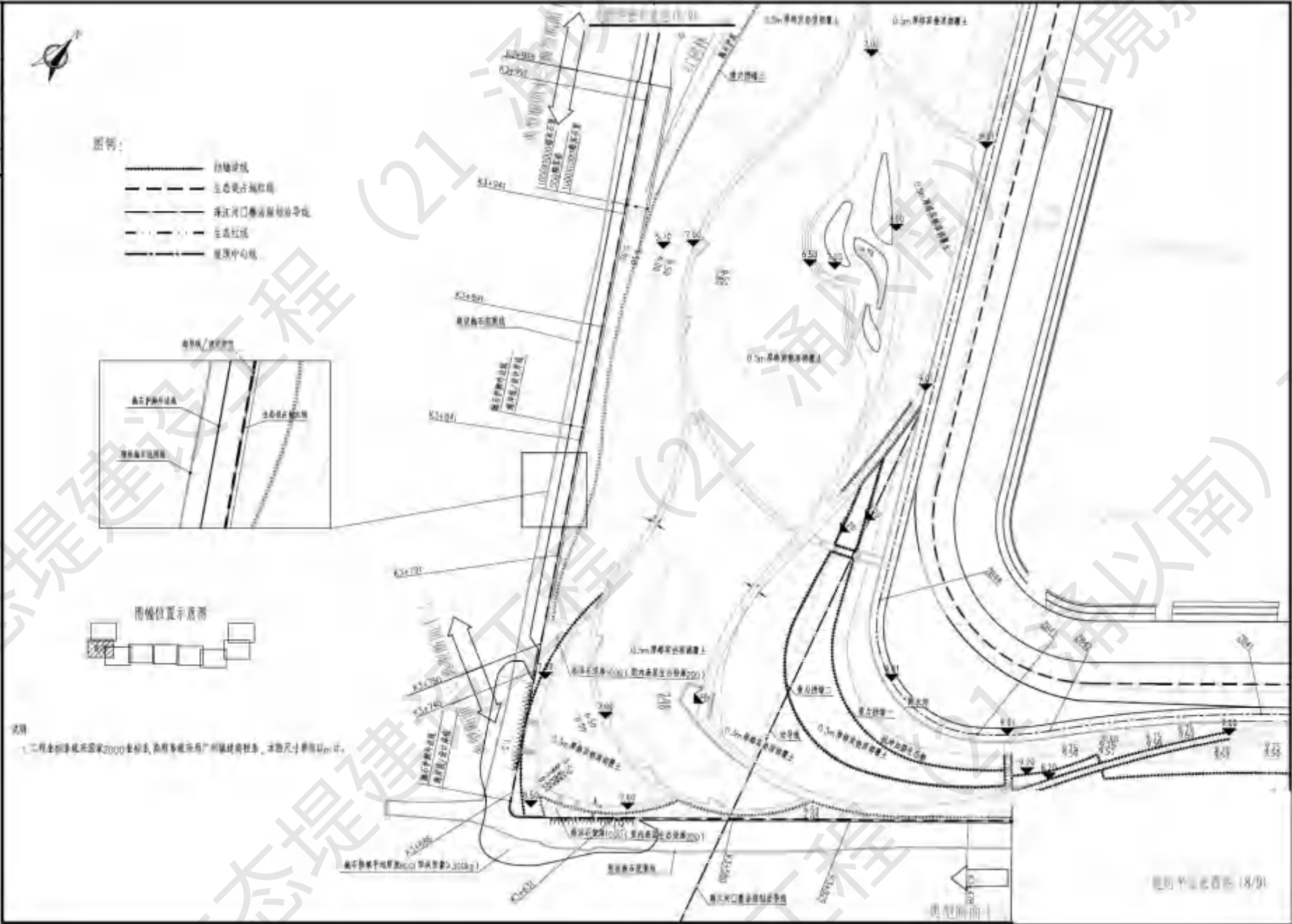


图 3.1.1-3 (h) 本项目总平面图分解图 (8)

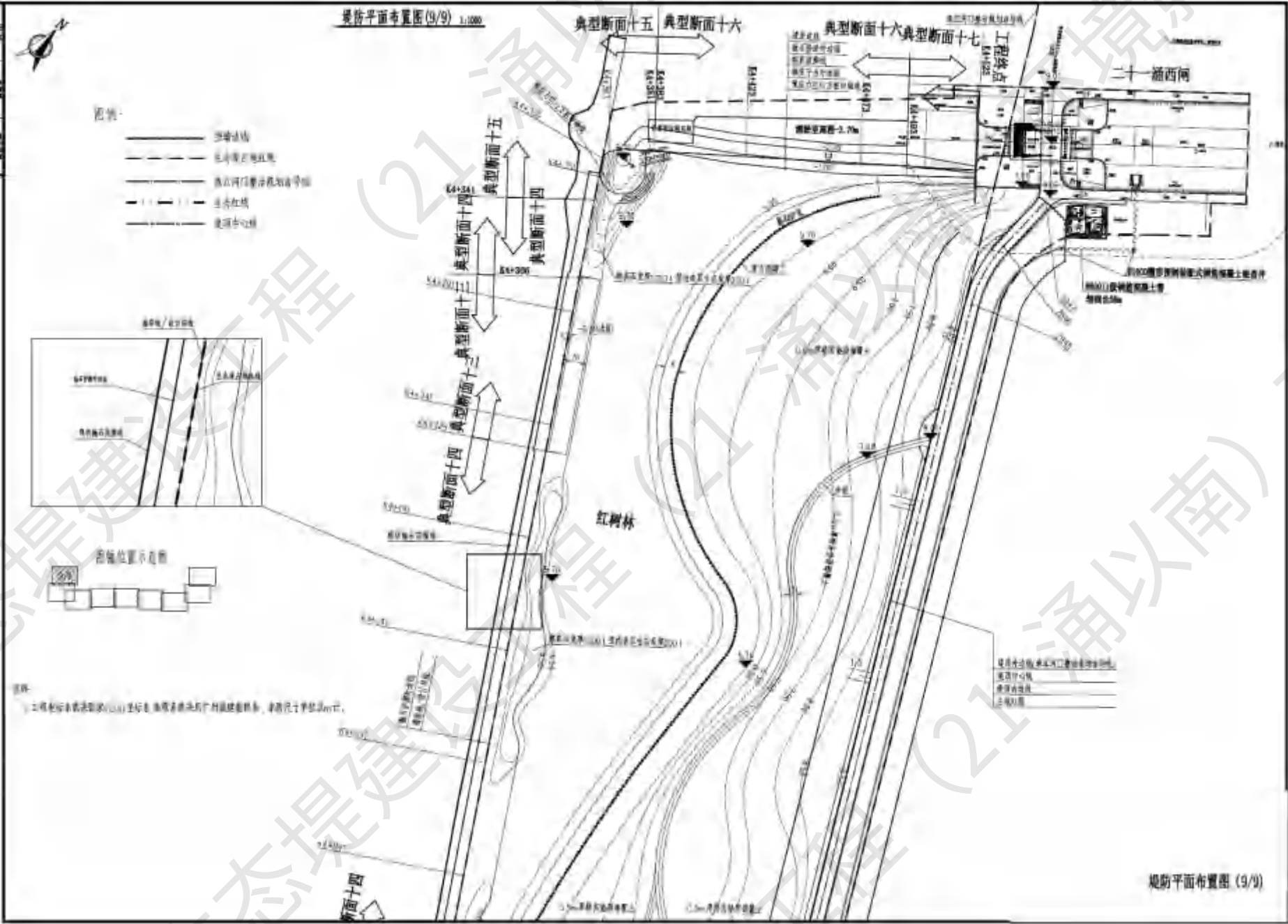


图 3.1.1-3 (i) 本项目总平面图分解图 (9)

3.1.2 建设规模及项目组成

本项目组成情况见表 3.1.2-1，项目主要技术经济指标见表 3.1.2-2。

表 3.1.2-1 项目主要工程组成一览表

工程名称		工程内容
主体工程	堤防工程	综合体片区防洪（潮）标准需提升为 200 年一遇，排涝标准提升为 50 年一遇；工程等级为 1 级；桩号 K0-005+459~K4+523，采用多级的台阶式（直墙）堤坡，设三级平台和防浪墙；核心场馆区堤顶道路需满足场馆通行（兼应急疏散通道）需求，堤顶路面宽度取 15m，其余堤段堤顶路面宽度取 6m，海堤按允许部分越浪设计堤段堤顶应采用抗冲护面结构。
	沙滩潮汐通道建筑物工程	工程等级为 3 级；进口进水阀位于桩号 K2+152.8，进口处排砂阀位于桩号 K2+151，出口出水阀位于桩号 K2+431，拦砂堰位于桩号 K2+208，进、出水闸采用电动闸阀进行置换水体及挡水；采用节制阀门井作为调节水体的建筑物。
	道路工程	路线呈从东北至西南走向，起点与灵新大道南延线和二十一涌北路相交，终点与滨海路相交，全长 1653.83m，实施范围（DK0+020.191~DK1+634.523），实施长度 1614.332m，道路宽度 15m，双向两车道，场馆侧设置非机动车道，生态堤侧设置停车带，平面线形满足设计速度 20km/h 的规范要求；主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道，属于非市政道路；沥青混凝土路面。
	水闸泵站工程	改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸；水闸、泵站及左右岸连接堤等主要建筑物为 1 级；重建二十一涌水闸工作闸门统一采用平面翻板闸门；改建二十一涌东闸站的泵站与水闸合并布置，采用堤身式布置，泵房为湿室型墩墙式结构；重建二十一涌西闸，设计排涝流量为 38.3m ³ /s，改建二十一涌东闸站，设计排涝流量为 23.2m ³ /s。
	桥梁工程	在二十一涌东闸站西侧设置两座桥梁（均为人行桥）；桥梁的结构设计安全等级为一级，二十一涌堤防级别为 2 级，桥梁连接段 U 型槽建筑物级别为 2 级；桥梁采用现浇混凝土门式刚构桥，均跨越二十一涌与综合体育场馆广场连接；桥梁桩基成孔采用钻（冲）孔灌注桩。
	景观工程	海岸带自西向东将共分为三大景观板块：海上森林、海湾剧场、湾区之窗；景观工程道路包含堤顶绿道，按等外道路进行设计，设计速度 10km/h，堤顶绿道宽度为 6m，全长约 2604m；海桥位于贝壳湾节点，采用 27+33+50+33+27m 现浇变截面箱梁，单箱单室直腹板截面，梁高 1.8m~3.0m，采用满布支架，分节段整体浇筑。
公用工程	给排水	给水：给水水源由市政供水管网提供； 排水：雨污分流制。路面雨水排入市政雨水管道，最终排入二十一涌。
	供电	市政电网供电
	照明	道路照明按三级负荷设计，设置一座照明配电控制箱，实现区域道路照明的配电和控制。
环保工程	废气	施工现场采取围挡、洒水抑尘、苫盖等抑尘措施。
	废水	施工场地设置移动厕所；施工场地废水经过隔油池和沉淀池处理后回用于混凝土养护、工具清洗，不外排。运营期生活污水经三级化粪池处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理，再进入市政管网。
	噪声	选择低噪声设备，采取减振、消声和隔声等措施
	固废	施工期淤泥通过环保车运送至指定的余泥渣土消纳场弃置，建筑垃圾运至深圳市宝安区西乡街道大铲湾码头弃土外运临时装船点；弃方运至南沙全民体育综合体项目配套骨干道路（二十涌北路、规划纵三路）施工现场，运距约 4.9 公里；施工期和运营期生活垃圾交环卫部门定期清运。

3.1.3 项目选址

3.1.3.1 堤线和景观选址

（1）岸线

岸线依据景观设计的要求，以及满足水利规范要求，以不超越海域控制线为原则布设，基本上沿着原岸线走向布置，局部根据景观规划采用后退岸线的型式。本项目岸线总长 4.528km，桩号范围为 K0-005-K41523。

（2）堤轴线

堤顶线布置则充分考虑城市景观、休闲、旅游和生态功能，以不超越珠江河口规划治导线为原则，按照综合体片区的总体规划和用地规划，配合滨海景观带景观要求，适当地向岸上退移，留有足够空间，满足滨水景观带建设的要求。一场两馆段，以体育场馆应急疏散的道路(15m 宽)作为堤顶路，以堤顶路中心线作为堤轴线，其余堤段堤顶线布置于景观带中，结合绿道的布置，将蜿蜒贯穿景观带的堤顶绿道中心线作为堤轴线。

3.1.3.2 沙滩潮汐通道进、出水闸建筑物选址

本项目进口建筑物的主要功能是引入外江水对沙滩内部水体进行置换，出口建筑物的主要功能是排放沙滩需要置换的水体，兼顾排出沙滩内淤积泥沙。本工程进、出水闸主要利用天然潮汐水位变化通过重力流实现水体置换，建筑物选址受现状地形、堤岸结构、水文水力、施工条件等影响。

（1）进口建筑物选址

a) 堤后布置进口建筑物

堤后布置进口建筑物指在主体建筑物布置于堤防背侧，通过穿堤管道连接建筑物。

b) 堤身布置进口建筑物

堤身布置进口建筑物指在主体建筑物布置于堤身上，进口建筑物作为堤防一部分参与挡水。

从地形条件、地质条件、占地条件、水力条件、工程造价、环境景观等多方面综合分析考虑，本项目潮汐通道进口建筑物拟布置于子堤堤身，位于桩号 K2+152.8，采用正向引水方式，且引水建筑物距离沉淀池岸脚有一定距离，可减少水流对岸脚的冲刷。

（2）出口建筑物选址

a) 堤后布置出口建筑物

堤后布置出口建筑物指在主体建筑物布置于堤防背侧，将水体通过穿堤管道排至外

江。

b) 堤身布置出口建筑物

堤身布置出口建筑物指在主体建筑物布置于堤身上，出口建筑物作为堤防一部分参与挡水。

从地形条件、地质条件、占地条件、水力条件、工程造价、环境景观等多方面综合分析考虑，本工程潮汐通道出口建筑物拟布置于子堤堤身，位于桩号 K2+457，采用正向排水方式，且出口建筑物距离戏水池岸脚有一定距离，可减少排水时水流对岸脚的冲刷。

3.1.3.3 水闸选址

(1) 21涌西闸轴线的选取

21涌西闸原址位于21涌西入珠江口处，离现状外侧堤防挡墙距离20m，由于远期规划道路跨西闸上游侧河涌，故21涌西闸闸室只能在该规划道路的西侧布置，不能与该条道路在布置上有冲突。同时21涌西闸闸顶高程应结合综合体场馆堤顶路高程，将该防洪堤轴线闭合，故闸室整体不得超过堤顶治导线，综上所述，将21涌西闸闸址东移约170m。

(2) 21涌东闸轴线的选取

21涌东闸原址位于21涌东入珠江口处，离现状外侧堤防挡墙距离18m，由于规划的灵新大道南延段及综合体场馆堤顶路正在建设，其走向已经基本确定，且离现状外侧堤防挡墙仅有56m，故21涌东闸只能在灵新大道南延段及综合体场馆堤顶路的西侧或东侧布置，不能与以上两条路在布置上有冲突。本项目21涌东闸站布置含闸室段、消力池及海漫段合计约需55m长度，由于灵新大道南延段及综合体场馆堤顶路沿21涌西侧为综合体场馆规划的疏散通道，与21涌东闸站布置在高程上有冲突，故21涌东闸站无法布置在灵新大道南延段及综合体场馆堤顶路的西侧，综上所述，21涌东闸站只能紧挨灵新大道南延段东侧布置，其横轴只能选取在紧靠灵新大道南延段及综合体场馆堤顶路东侧。

21涌东闸位置与21涌河道整治工程、综合体场馆建设、21涌北路工程及21涌以北生态堤项目均有交叉，在可研阶段用地规划已经根据以上项目需求进行用地划分，如21涌东闸纵轴调整需要连带以上4个项目进行修改调整，非常难以实现，故本阶段21涌东闸纵轴仍采用可研阶段纵轴布置，只进行细微调整。

3.1.3.4 桥梁选址

桥梁选址结合综合体育场馆人行流线，在二十一涌东闸站西侧设置两座桥梁。

3.1.4 工程等级和标准

3.1.4.1 设计标准

(1) 外江堤防：为适应城市新功能定位要求，综合体片区防洪（潮）标准需提升为 200 年一遇，排涝标准提升为 50 年一遇。

(2) 闸站：万顷沙围二十一涌东闸站和二十一涌西闸按 200 年一遇防洪潮标准，50 年一遇 24 小时暴雨一天排干不成灾排涝标准建设。

(3) 二十一涌排涝标准为 50 年一遇，二十一涌东段管控水位 6.5m，因此，桥梁的设计洪水频率为 50 年一遇，二十一涌堤防级别为 2 级。

3.1.4.2 通航标准

根据《南沙区万顷沙十九涌以南片区竖向高程体系主要控制指标论证成果》，综合体各河涌水闸均应具有通航的功能，由于二十一涌西段为非标准航道，无通航等级，按 D 级河道满足小舢板通行，一般 8m 的宽度、2m 的净高即可满足行船要求，二十一涌东段不考虑通航功能

3.1.4.3 工程等别

堤防级别为 1 级，沙滩潮汐通道进、出水闸及拦砂堰位于主堤外侧，失事后对工程防洪安全影响不大，按堤防附属设施考虑，为次要建筑物，建筑物级别为 3 级，临时建筑物级别为 4~5 级。

水闸、泵站及左右岸连接堤等主要建筑物为 1 级，内涌翼墙等次要建筑物为 3 级，临时建筑物为 4 级。

桥梁的结构设计安全等级为一级，二十一涌堤防级别为 2 级，桥梁连接段 U 型槽建筑物级别为 2 级。

3.1.4.4 道路（15m 宽堤顶路）技术标准

根据《南沙南部地区城市设计地区交通专项规划》，场馆外侧 15m 宽堤顶路非市政道路，主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道。

(1) 堤顶路道路长度/宽度/车道数：1653.83m（实施长度 1614.332m）/15m/停车带+双向 2 车道+非机动车道；

(2) 道路等级：城市支路（等级参考《城市道路工程设计规范》（CJJ 37-2012（2016 年版）））；

(3) 设计速度：20km/h；

(4) 荷载标准标准轴载：BZZ-100；车辆荷载：城-B；

(5) 地震动参数 g （基本烈度）：抗震设防烈度为 7 度，设计动峰值地震加速度为 $0.10g$ ；

(6) 机动车道净空 $\geq 4.5m$ ；非机动车道净空 $\geq 2.5m$ ；

(7) 路面使用年限：沥青路面 15 年；

(8) 车道宽度：3.5m；

(9) 路拱横坡：车行道 2.0%，非机动车道 2.0%；

(10) 坐标系统：广州 2000 坐标系统；高程系统：广州市城建高程系统。

(11) 道路排水标准：10 年一遇排水标准。

(12) 路面平均亮度： $1.0cd/m^2$ ；

(13) 路面平均照度：15lx；

(14) 路面照度均匀度：0.3；

(15) 眩光限制阈值增量 $TI(\%)$ 最大初始值：15；

(16) 道路照明功率密度值： $0.45W/m^2$

3.1.4.5 桥梁技术标准

(1) 道路等级：二十一涌北路——城市次干路，设计速度 40km/h。

(2) 桥上净空：机动车： $h \geq 5m$ ；非机动车、行人： $h \geq 2.5m$ 。

(3) 设计荷载：C1、C2 桥均为人行桥。

1) 人行：按《城市桥梁设计规范（2019 年版）》（CJJ 11—2011）取值。

2) 栏杆：作用在人行道栏杆扶手上的竖向荷载为 $1.2kN/m$ ，水平向外荷载为 $2.5kN/m$ ，两者分别计算且不与其他活荷载叠加。

3) C1 桥局部区域预留城-A 级。

(4) 坐标系统及高程系统：广州 2000 坐标系统、广州城建高程系统；

(5) 设计洪水频率：与规划河涌防洪等级一致（50 年一遇）；

(6) 通航标准：无通航要求；

(7) 桥下净空：满足梁底高于洪水位 $0.5m$ 。

(8) 抗震设防标准：

- 1) 按地震设防烈度Ⅶ度设计，基本地震动峰值加速度为 $0.125g$ (g 为重力加速度)
- 2) 抗震设防类别：丁类；
- 3) 桥梁抗震设计方法：B 类。
- (9) 结构设计基准期：100 年；
- (10) 桥梁结构设计使用年限：100 年；
- (11) 结构设计安全等级：一级；
- (12) 结构重要性系数：1.1。

3.1.4.6 地震设防

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，区内Ⅱ类场地时基本地震动峰值加速度为 $0.10g$ ，场地地震动峰值加速度调整后 $a_{max}=0.125g$ ，基本地震动加速度反应谱特征周期为 $0.35s$ ，本项目场地为Ⅲ类相对应地震动反应谱特征周期为 $0.45s$ ，相应于地震烈度为Ⅶ度区。

根据《海堤工程设计规范》(SL 435-2008) 规定，位于地震烈度 7 度及其以上地区的 1 级海堤工程或特别重要堤段，应进行抗震设计。

本项目堤防保护区规划场地地面高程 $8.5m\sim 9.2m$ ，地面高程较高，堤防挡水高度小。此外考虑到堤防工程遭遇大洪水机率小，高水位运行时间短，同时又遭遇 7 度及其以上地震烈度的机率更小。再者抗震设防代价高，根据我国国情，从实际出发，只有对特别重要堤段，经上级主管部门批准，方进行抗震设防设计。故本项目堤防不作抗震设计计算。

但堤防上的建筑物（如沙滩潮汐通道进、出水闸、水闸、泵站等），根据《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018) 按 7 度设防，并进行抗震计算。

(1) 主要设计参数及允许值

1) 主要建筑材料

筑堤土料按《堤防工程设计规范》(GB50286-2013) 有关规定严格执行，筑堤土料中不得含有草皮、树根及有机质等。1 级堤防堤身填土的压实度要求不小于 0.95 ，2 级堤防堤身填土的压实度要求不小于 0.99 ，以保证堤身沉降量、渗透性在允许范围内，并且有足够的稳定性。

2) 堤防稳定

本项目堤防工程的级别为 1 级，采用瑞典圆弧滑动法进行海堤整体抗滑稳定计算时，堤防整体抗滑稳定安全系数允许值见表 3.1.4-1。

表 3.1.4-1 海堤整体抗滑稳定安全系数的允许值

荷载组合	抗滑稳定安全系数 K
正常运用条件	1.30
非常运用条件I	1.20
非常运用条件II	1.10

注：非常运用条件 I 适用于施工情况；非常运用条件 II 适用于地震情况。

3) 挡墙稳定

挡土墙为堤防的一部分，与堤防同为 2 级建筑物，抗滑稳定安全系数的允许值见表 3.1.4-2。

表 3.1.4-2 挡墙稳定安全系数的允许值

荷载组合	抗滑稳定安全系数 Kc	抗倾稳定安全系数 K0
基本组合	1.35	1.60
特殊组合I	1.20	1.50
特殊组合II	1.10	1.40

注：特殊组合 I 适用于施工及校核水位情况；特殊组合 II 适用于地震情况。

挡土墙基底应力的最大值与最小值之比不大于表 3.1.4-3 中允许值。

表 3.1.4-3 挡土墙基底应力最大值与最小值之比的允许值

地基土质	基本组合	特殊组合
松软	1.50	2.00
中等坚实	2.00	2.50
坚实	2.50	3.00

4) 水闸稳定

土基上沿闸室基底面抗滑稳定安全系数允许值，见表 3.1.4-4。

表 3.1.4-4 水闸建筑物抗滑稳定安全系数及应力不均匀系数允许值表

荷载组合		抗滑稳定安全系数				基底应力不均匀系数	抗浮稳定安全系数
		1 级建筑物	2 级建筑物	3 级建筑物 (选用)	4、5 级建筑物		
基本组合		1.35	1.30	1.25	1.20	1.5	1.10
特殊组合	I	1.20	1.15	1.10	1.05	2.0	1.05
	II	1.10	1.05	1.05	1.00	2.0	1.05

注：1、特殊组合 I 适用于施工情况、检修情况及校核洪水位情况；2、特殊组合 II 适用于地震情况。3、水闸抗滑选用 1 级建筑物。

5) 地基沉降值

根据《水闸规范》（SL265-2016），第 8.3.6 节及 8.3.7 节，选取水闸地基最大沉降值不宜超过 15cm，相邻部位的最大沉降差不宜超过 5cm。

根据《泵站设计标准》（GB 50265-2022）中 6.4.11 及《地下工程防水技术规范》（GB 50108），泵站上部厂房结构高度小于 100m，地基土为中压缩性土时，允许沉降量为 20cm；地基土为高压压缩性土时，允许沉降量为 40cm；相邻沉降变形缝的最大允许沉降差不应大于 3cm。

6) 主要建筑物正常使用年限

根据《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654-2014），堤防建筑物级别为 1 级，工程合理使用年限为 100 年；沙滩进、出水闸及拦砂堰级别为 3 级，工程合理使用年限为 50 年；水闸、泵站、左右岸连接堤建筑物级别为 1 级，工程合理使用年限为 100 年；内涌翼墙等次要建筑物的级别为 3 级，工程合理使用年限为 50 年；防洪闸闸门的合理使用年限为 50 年，其它闸门合理使用年限为 30 年；桥梁结构设计使用年限为 100 年，桥梁连接段 U 型槽建筑物级别为 2 级，工程合理使用年限为 50 年。

3.1.5 堤防工程

3.1.5.1 工程现状及边界条件

(1) 工程现状

万顷沙二十一涌以南堤防为土堤，长约 4.4km，堤防整体环境整洁，堤防结构完好，各分区现状堤岸断面形式均为单级直墙式堤岸，背水坡为草皮护坡，根据地质资料及相关资料可知，现状堤基未进行地基处理。东段及南段现状堤顶高程 9.7m~9.8m，西段现状堤顶高程 8.5m~8.8m，堤岸挡墙为浆砌石外包混凝土结构，堤顶外侧有高约 0.8m~0.9m 的防浪墙，现状防洪潮标准为 50 年一遇，设计 200 年一遇洪（潮）水位为 8.51m，经复核东段及南段堤顶高程基本满足 200 年一遇防洪潮高程要求，西段部分堤段堤顶高程不满足 200 年一遇防洪潮高程要求；堤岸浆砌石挡土墙、混凝土防浪墙现状保存较完好，局部有破损，无大面积的塌落损毁，根据二十一涌东闸围堰施工开挖挡墙情况可知，墙身砌石均匀性较差，粒径较小；堤顶路为 4m~6m 宽的混凝土路，运土车频繁在堤顶路面上行驶，已造成局部路面破损、路面下方填料出现沉降脱空现象。整个现状堤岸东段、南段和西段迎水坡侧，堤脚区域抛石厚度起伏不大，大约为 6~8m，局部可能稍厚，抛石厚度由堤脚向海方向呈递减趋势，现状海水与陆地交界处约为 3~5m 厚，抛石边坡坡度大致处于 20~28°，平均坡度约 24°。东岸抛石厚度介于 4.7~7.5m，抛石靠海测

边界距离垂直挡墙距离介于 9.2~11.2m，平均约为 10.1m；南岸抛石厚度介于 3.8~9.0m，平均厚度 6.9m，抛石靠海测边界距离垂直挡墙距离介于 8.9~13.5m，平均约为 11.5m；西岸抛石厚度介于 5.2~7.6m，平均厚度 6.0m，抛石靠海一侧边界距离现状堤岸边介于 7.6~10.2m，平均离海堤边约为 8.0m。堤岸现状如图 3.1.5-1。



图 3.1.5-1 二十一涌以南堤防现状

(2) 边界条件

1) 本项目与航道线的关系

经复核，本项目用地红线与万顷沙航道线最近距离约 1.93km，本项目堤岸布置不受航道线影响。

2) 本项目与海岸线的关系

本工程桩号 K0-005~K4+362 堤段，现状堤防挡墙与海岸线重合，拆除旧堤、旧堤加固、新建堤岸结构涉及用海，需进行海域使用论证，报市自然资源局审批。

3) 本项目与生态保护红线的关系

本项目南岸 K0+626~K3+364 距离海洋生态保护红线较近，现状防浪墙外边线距离海洋生态保护红线约 2.2m~35m，堤岸结构以不进入海洋生态保护红线为原则进行布置。

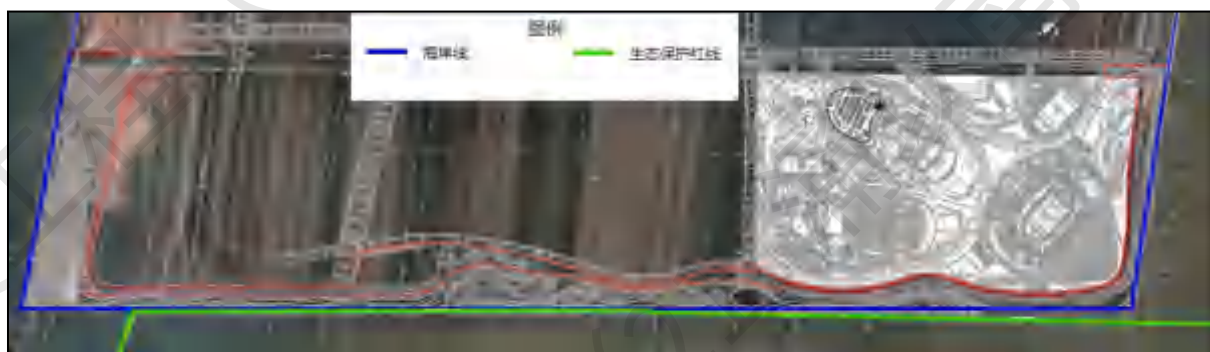


图 3.1.5-2 海岸线及生态保护红线示意图

3.1.5.2 堤防选型

根据景观方案，湾区之窗中段布置内水沙滩，为满足多层次的滨水体验，采用多层堤，其余堤段堤型选择优先满足活动期间通行和集散需求及居民文体活动、休闲亲水的要求，故此堤防优选复合式堤型，根据数学模型试验分析可知，风浪在复合式堤型的斜坡上爬高较大，故在本设计阶段，在复合式堤型的基础上进行了优化，采用多级的台阶式（直墙）堤坡代替斜坡，即多级堤。

3.1.5.3 各特征高程

(1) 一级平台（亲水步道）高程

多级堤亲水步道高程以高于多年平均高潮位 5.68m，本项目位于南沙最南端，风浪较大，根据景观功能分区，对于人流较大的区域，为减少风浪的影响，亲水步道宜高于年最高潮位均值 6.97m，亲水平台标高取 7.00m；布置人工沙滩的堤段，亲水步道布置于沙滩外侧子堤顶部，布置阳光草坪的堤段，亲水步道紧临草坪外侧布置，为减少沙滩和草坪的运营维护成本，避免沙滩和草坪遭遇常用洪潮水的影响，亲水步道高程略高于

10 年一遇潮位 7.38m，亲水步道标高取 7.50m。

（2）二级平台高程

综合考虑对二级平台以上景观带的防护，为降低堤顶防浪墙高程及减少堤后越浪量，本项目采用了消、滞、排一体化的海堤结构及布置方法，包括二级平台、第一道防浪墙、第二道防浪墙、排浪口。二级平台于海堤顶外侧，第一道防浪墙、第二道防浪墙分别设置于二级平台迎水侧和背水侧，并与二级平台衔接；第一道防浪墙中设置若干槽状排浪口；排浪口呈喇叭状，且小口朝迎水侧、大口朝背水侧。

二级平台高程适宜选取不低于 200 年一遇潮水位，以满足越浪自排的要求；同时，也应低于堤顶高程，以满足景观空间层次感及观海视线通透的要求。结合本项目波浪波形特征，根据数学模型试验计算及优化比选本项目二级平台高程取 8.90m，二级平台迎水侧防浪墙即第一道防浪墙顶高程选取 9.20m。

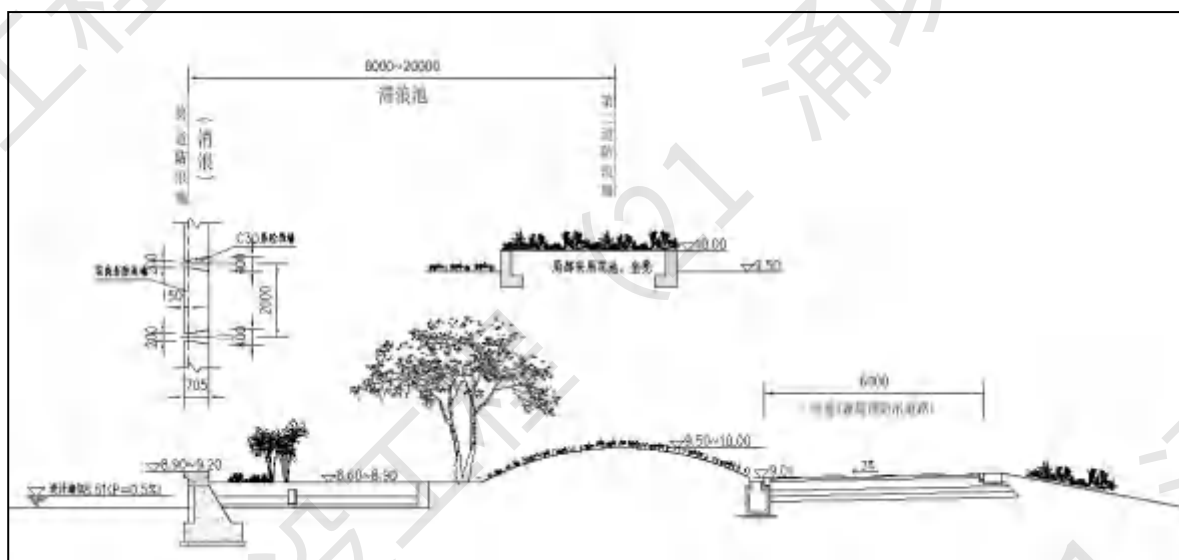


图 3.1.5-3 消、滞、排一体化的海堤结构及布置示意图

（3）三级平台高程（堤顶高程）

三级平台即堤顶交通道路，根据《海堤工程设计规范》（SL495-2008）规定，堤路结合海堤，按允许部分越浪设计时，在保证海堤自身安全及对堤后越浪水量排泄畅通的前提下，不计防浪墙的土堤顶高程应高出设计高潮（水）位 0.5m。本次设计运用“多功能生态海堤构架体系”及“消、滞、排一体化的海堤结构及布置方法”，生态堤通过分带设防、堤顶后置，可大幅减少进入堤后的越浪量，越浪体通过堤顶及堤后排水设施清排。本次根据堤防结构、竖向标高规划情况，拟定万顷沙围二十一涌以南生态堤堤顶路标高为 9.01m。

（4）防浪墙高程（第二道防浪墙）

本项目东段和南段风浪较大，堤顶外侧若不设置第二道防浪墙，堤防越浪量将超过规范允许越浪量 $0.05\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，因此本项目东段和南段堤顶外侧设置第二道防浪墙保障堤防安全，结合生态景观需求，可采用花池、座凳、微地形等，顶部高程为 **9.50m~10.00m**，越浪量满足规范要求。

3.1.5.4 堤顶宽度及堤防路面结构

堤顶宽度应根据防汛、管理、施工、构造及其他要求确定，根据《海堤工程设计规范》（SL435-2008）规定，1级堤防不包括防浪墙的堤顶宽度不宜小于5m；本项目核心场馆区堤顶道路需满足场馆通行（兼应急疏散通道）需求，堤顶路面宽度取15m，其余堤段堤顶路面宽度取6m。

根据《海堤工程设计规范》（GB/T51015-2014）规定，本项目海堤按允许部分越浪设计堤段堤顶应采用抗冲护面结构。核心场馆段堤顶路宽15m，具体设计详见道路工程章节，路面结构：40mm细粒式改性沥青混凝土(AC-13C)，80mm中粒式沥青混凝土(AC-20C)，10mm(70#热沥青+撒布瓜子石)，300mm5%水泥稳定级配碎石，180mm4%水泥稳定碎石，150mm级配碎石。其余堤段堤顶路宽6m，路面结构：细石混凝土砼40mm，中粒式沥青砼60mm，单层沥青表处下封层厚10mm，水泥稳定级配碎石厚250mm，土工格栅。

3.1.5.5 堤身设计

（1）主堤填筑

本次主堤填筑堤线根据景观方案布置于驿站外侧，主堤东侧起点位于桩号K1+600处，堤顶中心线后退至现状堤防内侧32m~140m，设计标高不小于堤顶高程9.01m的景观节点区域本次需进行回填，具体如下：对桩号K1+600~K3+880、K4+336~K4+359范围的主堤及部分景观节点进行土方填筑，填筑标高为9.01m+工后沉降，堤顶填筑宽度为6m，景观节点区域根据景观布置需要确定填筑宽度，迎水侧坡度为1:5，背水侧坡度为1:3，根据抗滑稳定计算结果，堤后地面高程低于5.6m的堤段需设置宽度为18m的反压护道，为保证反压护道边坡稳定，现状地面高程低于4.5m的堤段在反压护道末端增加一级平台，高程4.5m，宽3m。

（2）堤身断面设计

1）典型断面一，桩号K0-005~K0+105

该段堤防及景观带建设用地宽约72m，为了保证防洪安全性，同时兼顾堤岸生态性，

采用多级堤的断面型式。

拟将现状堤防上部拆除，利用现状堤防基础布置亲水步道，宽 6m，标高 7.00m。为保护和修复岸线水生态，营造近岸生境，亲水步道外侧设置生态护坡及抛石护脚，其中桩号 K0-005~K0+045 堤段亲水步道外侧生态护坡拟定为 3D 混凝土打印技术试验段，纳入景观工程进行设计，其余堤段高程 4.60m~5.70m 采用四脚空心方块进行防护，5.70m~6.60m 采用平铺式生态框及生态袋进行防护。亲水步道内侧为 6m~20m 宽景观海绵区域，采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护。海绵区域后侧为阶梯式挡墙，墙后为 9.01~9.30m 堤顶平台，平台上布置 6.0m 宽度的堤顶路及管理房、驿站，堤顶道路标高 9.01m~9.30m，靠近场馆侧布置 15m 宽的车行道。为满足防洪潮要求，标高 8.90m 的平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙顶高程 9.50m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程）。为能抵抗风浪淘刷，减少水土流失并能满足景观绿化要求，高程 8.2m 的平台采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，标高 8.9m 的平台越浪跌落区采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-4。

2) 典型断面二，桩号 K0+105~K0+337

该段堤防位于核心场馆区，景观带建设用地宽约 58m~72m，为了保证防洪安全性，同时兼顾堤岸生态性，采用多级堤的断面型式。

拟将现状堤防上部拆除，利用现状堤防基础布置亲水步道，宽 6m，标高 7.0m。为保护和修复岸线水生态，营造近岸生境，亲水步道外侧设置生态护坡及抛石护脚，高程 4.60m~5.70m 采用四脚空心方块进行防护，高程 5.70m~6.60m 采用平铺式生态框及生态袋进行防护。亲水步道内侧为 6m~20m 宽景观海绵区域，采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护。海绵区域后侧为阶梯式挡墙，墙顶为标高 8.9m 的景观平台。为满足防洪潮要求，平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙（采用挡墙、花池、坐凳等）顶高程 9.50m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程），防浪墙后侧布置人行道及 15m 宽堤顶路，堤顶高程 9.01m。为能抵抗风浪淘刷，减少水土流失并能满足景观绿化要求，高程 8.2m 的平台采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，标高 8.9m 的平台越浪跌落区采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-5。

3) 典型断面三，K0+337~K0+495、K0+712~K1+060、K1+352~K1+583

以上堤段位于核心场馆区，景观带建设用地宽约 47m~79m，为了保证防洪安全性，

同时兼顾堤岸生态性，采用多级堤的断面型式。

拟将现状堤防上部拆除，利用现状堤防基础布置亲水步道，宽 6m，标高 7.0m。为保护和修复岸线水生态，营造近岸生境，亲水步道外侧设置生态护坡及抛石护脚，高程 4.60m~5.70m 采用四脚空心方块进行防护，高程 5.70m~6.60m 采用平铺式生态框及生态袋进行防护。亲水步道内侧为阶梯式挡墙，墙顶为标高 8.9m 的景观平台。为满足防洪潮要求，平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙（采用挡墙、花池、坐凳等）顶高程 9.50m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程），防浪墙后侧布置人行道及 15m 宽堤顶路，堤顶高程 9.01m。为能抵抗风浪淘刷，减少水土流失并能满足景观绿化要求，亲水步道至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，标高 8.9m 的平台越浪跌落区采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-6。

4) 典型断面四，桩号 K0+495~K0+712

该段堤防及景观带建设用地宽约 48m~85m，结合景观规划方案，本段设置日出广场。

拟拆除现状防堤防，利用现状堤防基础布置亲水步道，宽 6m，标高 7.0m。为保护和修复岸线水生态，营造近岸生境，亲水步道外侧设置生态护岸及抛石护脚，高程 5.70m~6.60m 采用平铺式生态框及生态袋进行防护。亲水步道内侧通过步级堤身从 7.00m 升至 9.01m 标高的广场平台，为保证视野开阔的景观需求，同时满足防洪潮要求，广场平台内侧布置可拆卸的组合式防浪墙，墙顶高程 9.61m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程）。靠近场馆侧布置 15m 宽的堤顶路，堤顶高程 9.01m。该断面型式详见下图 3.1.5-7。

5) 典型断面五，桩号 K1+060~K1+352

该段堤防及景观带建设用地宽约 67m~98m，为了保证防洪安全性，同时兼顾堤岸生态性，结合景观规划方案，采用多级堤的断面型式。

拟拆除现状防堤防，根据景观方案，亲水步道后退布置，宽 4m，标高 7.0m。亲水步道外侧结合景观方案打造潮汐湿地和礁石滩鸟滩，布置 2m~4m 宽的亲水平台，高程 4.60m~5.70m 采用四脚空心方块进行防护，平台高程 5.50m~6.50m，亲水步道外侧高程 5.0m 以上绿化区域格宾石笼进行防护，格宾石笼内部顶面铺设生态袋固土涵养保证植物正常生长，其余区域采用抛石防护。亲水步道内侧为阶梯式挡墙，墙顶为标高 8.90m 的景观平台，为满足防洪潮要求，平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙

（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙（采用挡墙、花池、坐凳等）顶高程 9.50m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程），防浪墙后侧布置人行道及 15m 宽堤顶路，堤顶高程 9.01m。为能抵抗风浪淘刷，减少水土流失并能满足景观绿化要求，亲水步道至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，标高 8.9m 的平台越浪跌落区采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-8。

6) 典型断面六，桩号 K1+583~K1+723

该段堤防位于核心场馆区，景观带建设用地宽约 90m~108m，为了保证防洪安全性，同时兼顾堤岸生态性，采用多级堤的断面型式。

拟将现状防堤防上部拆除，利用现状堤防基础布置亲水步道，宽 4m，标高 7.0m~7.5m。为保护和修复岸线水生态，营造近岸生境，亲水步道外侧设置生态护坡及抛石护脚，高程 4.60m~5.70m 采用四脚空心方块进行防护，高程 5.70m~6.60m 采用平铺式生态框及生态袋进行防护。亲水步道内侧布置阳光草坪或花池，通过挡墙、缓坡或步级，堤身升至 9.01m 的堤顶平台，堤顶布置 6.0m 宽绿道（兼堤顶防汛道路），高程 9.01m，靠近场馆侧为 15m 宽的车行道，与滨海路平顺衔接。为满足防洪潮要求，堤顶平台外侧设置防浪墙，防浪墙顶高程 9.50m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程）。亲水步道至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护。该断面型式详见下图 3.1.5-9。

7) 典型断面七，桩号 K1+723~K1+940

该段堤防景观带建设用地宽约 73m~108m，宽度较大，为了保证防洪安全性，同时兼顾堤岸生态性，采用多级堤的断面型式。

根据景观方案，拟拆除现状防堤防，亲水步道后退布置，宽 4m，标高 7.00m。亲水步道外侧通过缓坡与现状滩涂衔接，局部通过地形起伏形成礁滩，岸坡布置多级的亲水平台，平台高程 6.10m~6.55m，亲水步道外侧高程 5.0m 以上绿化区域格宾石笼进行防护，格宾石笼内部顶面铺设生态袋固土涵养保证植物正常生长，其余区域采用抛石防护。亲水步道内侧为阶梯式挡墙，墙后为标高 8.9m 的景观平台。为满足防洪潮要求，平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙采用微地形（不纳入本次设计）的型式，顶高程 9.50m~10.00m（暂定）。堤顶布置 6.0m 宽绿道（兼堤顶防汛道路），高程 9.01m，堤后与滨海路通过缓坡衔接。亲水步道至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，标高 8.9m 的平台越浪跌落区及背水坡采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-10。

8) 典型断面八, 桩号 K1+940~K2+073

该段堤防景观带建设用地宽约 73m~94m, 宽度较大, 为了增加堤岸生态性, 结合景观规划方案, 采用多级堤的断面型式。

拟将现状堤防上部拆除, 利用现状堤防基础布置亲水步道, 宽 4m, 标高 7.00m。为保护和修复岸线水生态, 营造近岸生境, 亲水步道外侧设置生态护岸, 高程 5.70m~6.60m 采用平铺式生态框及生态袋进行防护。亲水步道内侧为阶梯式挡墙, 墙顶为标高 8.9m 的景观平台, 为满足防洪潮要求, 平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙, 第一道防浪墙(设置槽状排浪口)顶高程 9.20m, 第二道防浪墙采用微地形(不纳入本次设计)的型式, 顶高程 9.50m~10.00m(下阶段根据物理模型试验成果优化高程)。堤顶布置 6.0m 宽绿道(兼堤顶防汛道路), 堤后与滨海路通过缓坡衔接。亲水步道至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护, 标高 8.9m 的平台越浪跌落区及背水坡采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-11。

9) 典型断面九, 桩号 K2+073~K2+228

该段堤防景观带建设用地宽约 94m~136m, 宽度较大, 结合景观规划方案, 该段设置进水沉淀池, 采用多层堤的断面型式。

拟将现状防堤防上部拆除改造为子堤, 对现状挡墙加固, 在挡墙顶布置 400mm 厚钢筋砼贴面结构, 贴面结构以海岸线作为外边边界, 贴面外侧距离现状挡墙边线超过 0.5m 的堤段, 贴面外侧垒砌块石, 以满足景观效果, 其余堤段贴面外侧的通过 100mm~200mm 斜面 C30 素砼找平层与现状挡墙外边线衔接。为便于沙滩进水建筑物运行管理, 子堤顶布置宽 3.0m 的检修步道, 标高为 7.50m。主堤后退布置, 两堤之间为沙滩进水沉淀池, 亲水步道布置于沉淀池内侧, 宽 4.0m, 标高为 7.00m~7.50m。亲水步道后侧为阶梯式挡墙, 墙顶为标高 8.9m 的景观平台。为满足防洪潮要求, 平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙, 第一道防浪墙(设置槽状排浪口)顶高程 9.20m, 第二道防浪墙顶高程 9.50m(下阶段根据物理模型试验成果优化高程)。堤顶布置 6.0m 宽绿道(兼堤顶防汛道路), 高程 9.01m, 堤后与滨海路通过缓坡衔接。子堤至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护, 水下区域采用干砌石防护, 其中现状堤后一期软基处理留白区域, 需采用 0.5m 厚抛石挤淤处理后进行上部结构铺设。标高 8.9m 的平台越浪跌落区及背水坡采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-12。

10) 典型断面十, 桩号 K2+228~K2+521

该段堤防景观带建设用地宽约 136m~183m，宽度较大，结合景观规划方案，该段设置阳光沙滩，采用多层堤的断面型式。

拟将现状防堤防上部拆除改造为子堤，对现状挡墙加固，挡墙顶布置 400mm 厚钢筋砼贴面结构，贴面结构以海岸线作为外边边界，贴面外侧距离现状挡墙边线超过 0.5m 的堤段，贴面外侧垒砌块石，以满足景观效果，其余堤段贴面外侧的通过 100mm~200mm 斜面 C30 素砼找平层与现状挡墙外边线衔接。子堤顶布置亲水步道，宽 4m，标高 7.5m，主堤后退布置，两堤之间布置戏水池及沙滩。沙滩与堤顶通过步级或阶梯式挡墙进行衔接，墙顶为标高 8.9m 的景观平台，为满足防洪潮要求，平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙采用挡墙、花池、微地形等型式，采用挡墙、花池作为防浪墙时，墙顶高程为 9.50m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程），采用微地形作为防浪墙时，顶高程为 9.5m~10.00m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程）。堤顶布置 6.0m 宽绿道（兼堤顶防汛道路），高程 9.01m，堤后与滨海路通过缓坡衔接。戏水池及沙滩铺设细黄沙（纳入景观工程），底部铺设 0.2m 厚的机制砂垫层，其中未进行堆载预压处理的软土区域，需采用 0.5m 厚抛石挤淤处理后进行上部结构铺设，子堤至第一道防浪墙之间的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，其中未进行堆载预压处理的区域，需采用 0.5m 厚抛石挤淤处理后进行上部结构铺设。标高 8.9m 的平台越浪跌落区及背水坡采用抗冲加筋生态垫护坡。该断面型式详见下图 3.1.5-13。

11) 典型断面十一，桩号 K2+521~K3+459

拟将现状防堤防上部拆除，对现状挡墙加固，在挡墙顶布置 400mm 厚钢筋砼贴面结构，贴面结构以海岸线作为外边边界，贴面外侧距离现状挡墙边线超过 0.5m 的堤段，贴面外侧垒砌块石，以满足景观效果，其余堤段贴面外侧的通过 100mm~200mm 斜面 C30 素砼找平层与现状挡墙外边线衔接。墙顶布置亲水步道，宽 4m，标高 7.0m~7.5m，亲水步道后侧为阶梯式挡墙，墙后为标高 8.9m 的景观平台。为满足防洪潮要求，平台外侧和内侧分别设置一道防浪墙，第一道防浪墙（设置槽状排浪口）顶高程 9.20m，第二道防浪墙采用微地形的型式，顶高程 9.50m~10.00m（下阶段根据物理模型试验成果优化高程）。堤顶布置 6.0m 宽绿道（兼堤顶防汛道路），高程 9.01m，堤防背水侧坡度为 1:3，在高程 7.00m 处设置平台。第一道防浪墙外侧的景观绿化区采用 0.3m 厚的格宾垫进行防护，标高 8.9m 的平台越浪跌落区及背水坡采用抗冲加筋生态垫护坡。桩号 K2+824~K3+459 堤段堤后平台布置纵向排水沟进行坡面雨水及越浪收集。该断面型式

详见下图 3.1.5-14。

12) 典型断面十二, 桩号 K3+459~K4+523

该段位于洪奇沥水道二十一涌西至洪奇沥水道出口, 拟将现状防堤防及挡墙拆除至 4.0m 高程, 拆除旧堤挡墙后, 在现状抛石顶部依次铺设 0.2m 厚碎石找平层及 0.5m 厚格宾垫, 格宾垫两侧采用 1m×1m 格宾笼护脚, 格宾垫与格宾笼防护总宽度为 10m, 顶高程为 4.7m, 格宾垫外侧采用缓坡连接护脚挡墙, 护脚挡墙顶高程为 5.5m, 墙前设 1m 厚抛石护坡, 防护宽度为 5m, 墙顶与堤顶之间采用 0.5m 格宾垫防护, 格宾垫顶部覆盖 0.2m~0.5m 厚绿化用土。堤顶布置 6.0m 宽绿道 (兼堤顶防汛道路), 高程 9.01m, 堤防背水侧坡度为 1:3, 在高程 7.00m 处设置平台。背水侧采用抗冲加筋生态垫护坡。堤后平台布置纵向排水沟进行坡面雨水及越浪收集。根据物理模型试验结果 k3+622~K3+734 段现状堤前抛石在极端工况下无法稳定, 此段换填 0.8m 厚单块重量不小于 300kg 的抛石, 换填抛石坡比 1:5, 并在护脚位置设 1.5m 厚抛石护脚。该断面型式详见下图 3.1.5-15。

13) 典型断面十三, 桩号 K3+750~K3+999、K4+229~K4+306 段典型断面

除至 4.0m 高程, 拆除旧堤挡墙后, 在现状抛石顶部依次铺设 0.2m 厚碎石找平层及 0.5m 厚格宾垫, 格宾垫两侧采用 1m×1m 格宾笼护脚, 格宾垫与格宾笼防护总宽度为 10m, 顶高程为 4.7m, 格宾垫外侧采用缓坡连接护脚挡墙, 护脚挡墙顶高程为 5.5m, 墙前设 1m 厚抛石护坡, 防护宽度为 5m, 墙顶与堤顶之间采用 0.5m 格宾垫防护, 格宾垫顶部覆盖 0.2m~0.5m 厚绿化用土。堤顶布置 6.0m 宽绿道 (兼堤顶防汛道路), 高程 9.01m, 堤防背水侧坡度为 1:3, 在高程 7.00m 处设置平台。背水侧采用抗冲加筋生态垫护坡。堤后平台布置纵向排水沟进行坡面雨水及越浪收集。该断面型式详见下图 3.1.5-16。

14) 典型断面十四, 桩号 K3+999~K4+229、K4+306~K4+341 段典型断面

该段位于洪奇沥水道二十一涌西至洪奇沥水道出口, 拟将现状防堤防拆除改造湿地绿岛, 岛顶高程为 6.0m, 绿岛迎水侧采用 1m 厚格宾石笼 (笼内表层为 0.2m 厚生态袋) 防护, 绿岛外侧采用缓坡连接护脚挡墙, 护脚挡墙顶高程为 5.5m, 墙前设 1m 厚抛石护坡, 防护宽度为 5m, 墙顶与堤顶之间采用 0.5m 格宾垫防护, 格宾垫顶部覆盖 0.2m~0.5m 厚绿化用土。堤顶路面及背水坡由堤顶结构部分设计实施。该断面型式详见下图 3.1.5-17。

15) 典型断面十五, 桩号 K4+341~K4+383 段典型断面

该段位于二十一涌出口，西闸旧闸左岸，堤顶有需保护的树木（古树后续资源）。保留临水侧现状挡墙，平整古树周围现状地面。背水侧布桩预应力混凝土空心方桩 PHS-B500(300)挡墙，桩长 24m，桩顶设置 C35 钢筋砼冠梁（0.9m×0.6m）及 C30 素砼（0.3m×0.3m），墙前采用 0.5m 厚多级格宾石笼进行护脚，护脚底进行抛石挤淤，厚 1.0m，堤后开挖至 4.70m 高程。该断面型式详见下图 3.1.5-18。

16) 典型断面十六，桩号 K4+383~K4+493 段典型断面

该段堤岸与二十一涌西闸出口平顺衔接，旧闸需拆除至高程 2.3m，旧闸拆除后新建堤岸，旧闸距离需保护的树木（古树后续资源）仅 11m，为了保证树木安全，旧闸拆除时需进行支护处理。临水侧布置桩预应力混凝土空心方桩 PHS-B500(300)挡墙，桩长 20m，墙前采用格宾石护垫，自上而下依次为格宾垫厚 0.5m，砂石垫层厚 0.2m 及土工布一层。护脚外侧清淤至高程 2.3m 厚进行抛石挤淤，厚 1.0m，墙顶以上岸坡通过缓坡与景观湿地衔接。该断面型式详见下图 3.1.5-18。

17) 典型断面十七，桩号 K4+493~K4+523 段典型断面

该段堤岸位于二十一涌海漫段及防冲槽段，采用复合断面型式。临水侧布置桩预应力混凝土空心方桩 PHS-B500(300)挡墙，桩长 20m，墙前采用格宾石护垫，自上而下依次为格宾垫厚 0.1m，砂石垫层厚 0.2m 及土工布一层，底部采用片石找平。护脚外侧清淤至高程 2.3m 厚进行抛石挤淤，厚 1.0m，墙顶以上岸坡通过缓坡与景观湿地衔接。该断面型式详见下图 3.1.5-18。

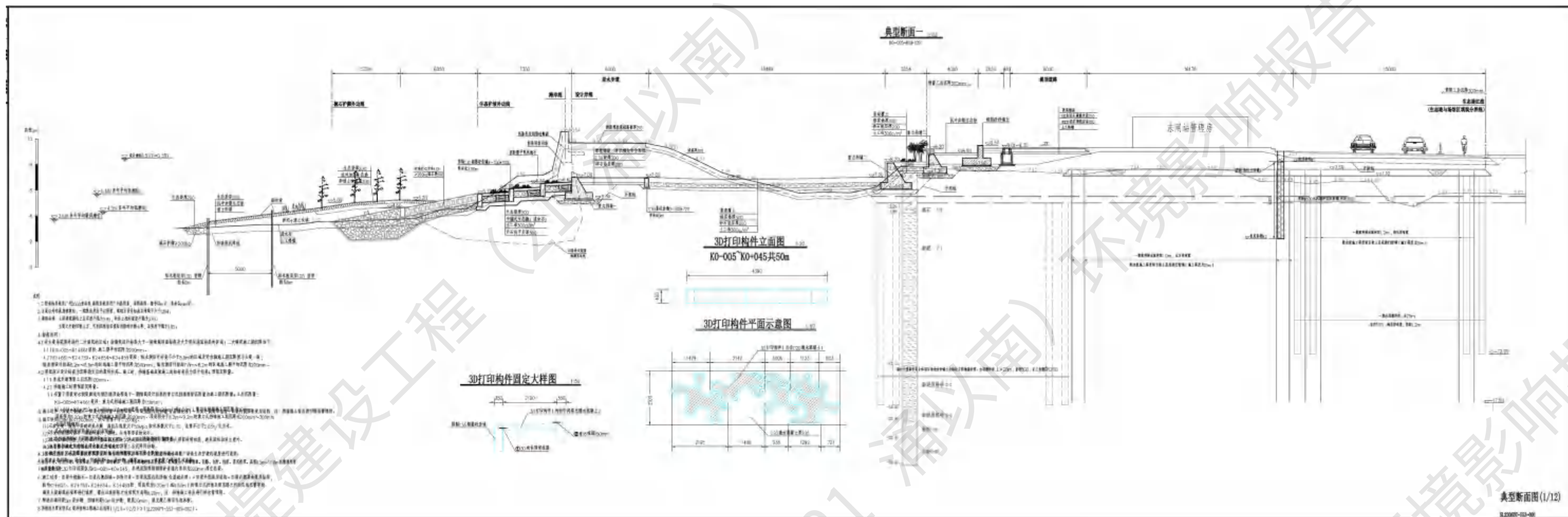


图 3.1.5-4 典型断面一，桩号 K0-005~K0+105

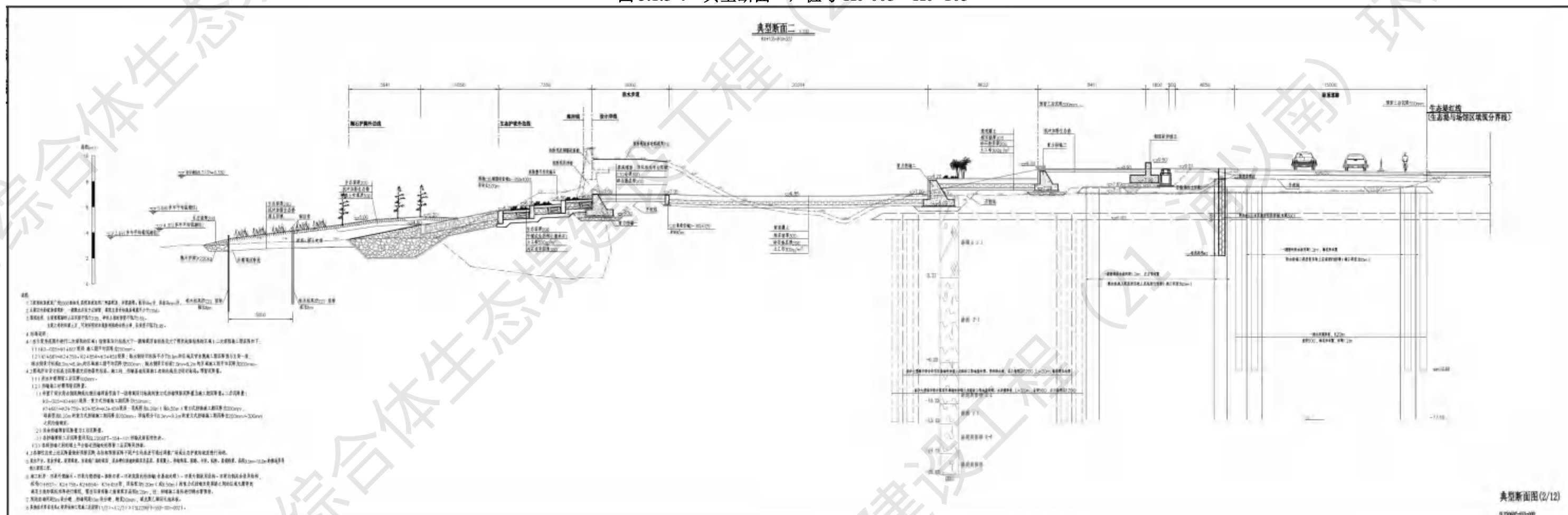
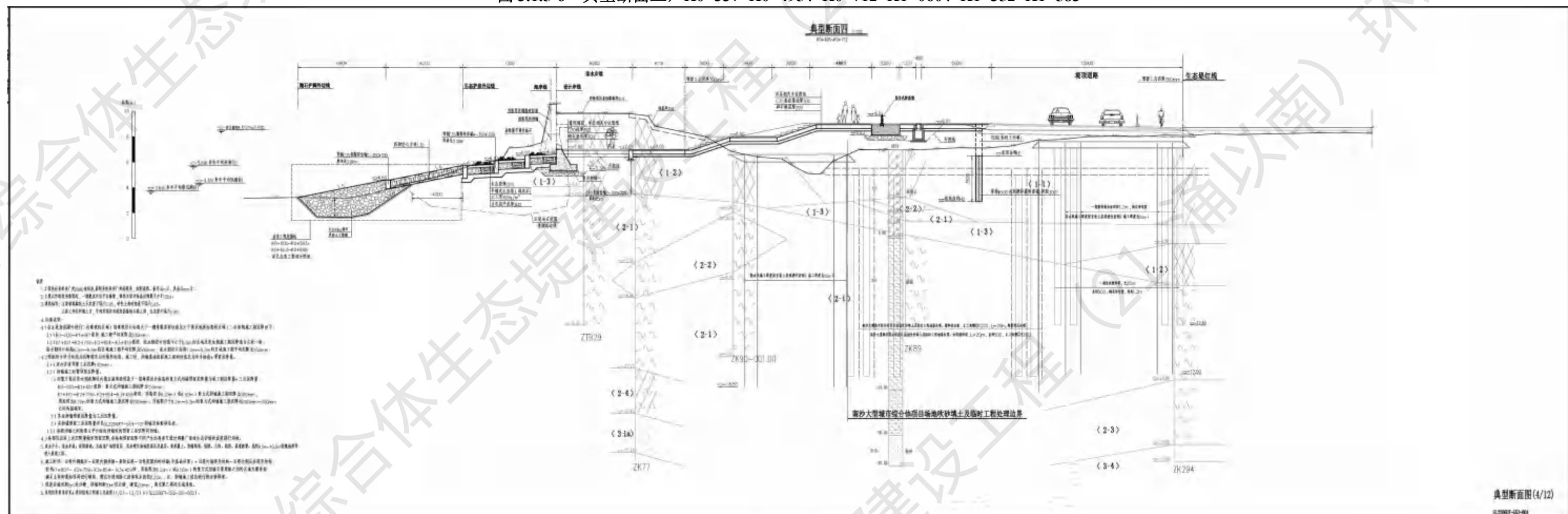
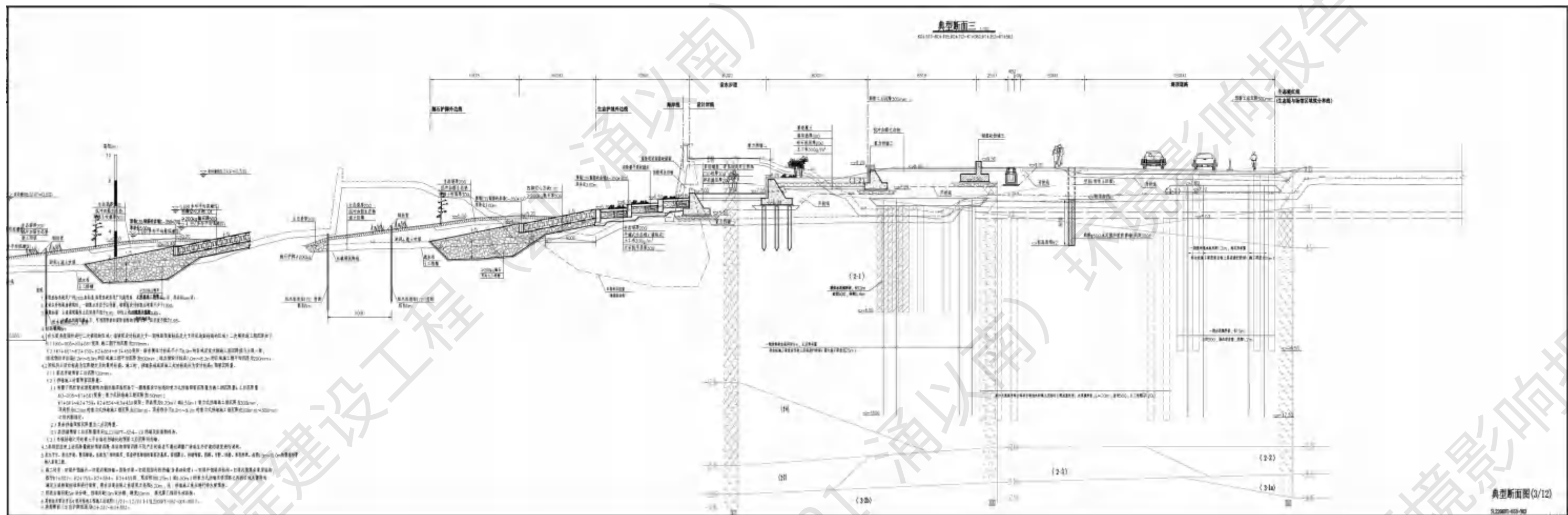


图 3.1.5-5 典型断面二，桩号 K0+105~K0+337



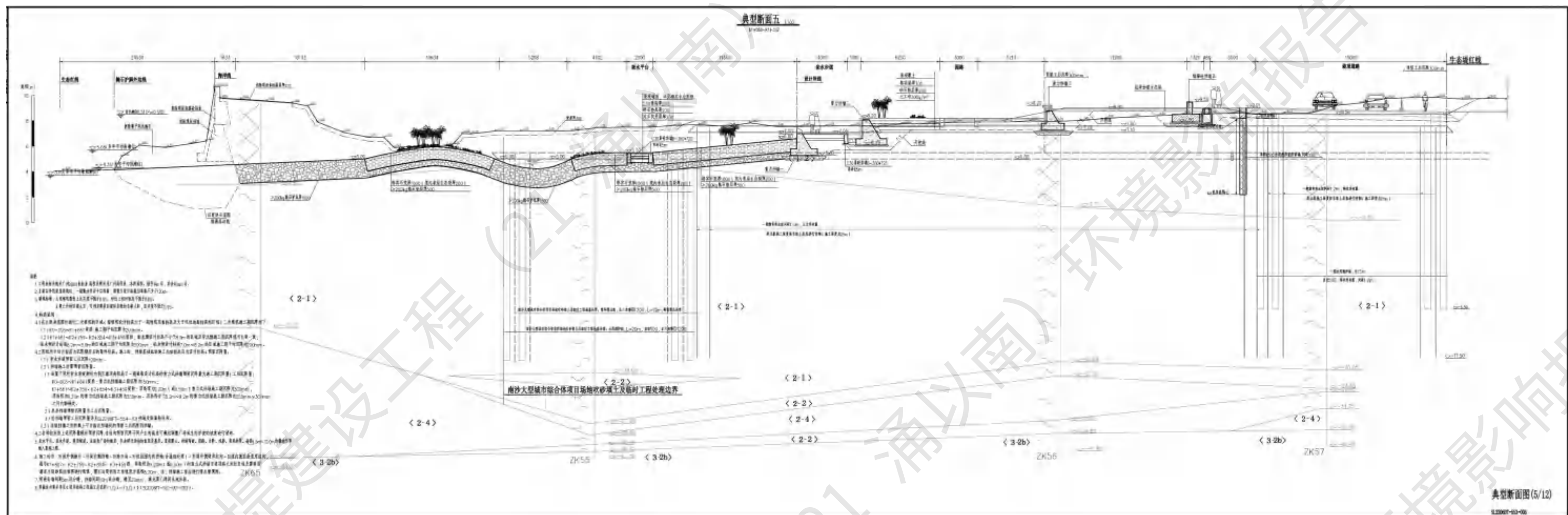


图 3.1.5-8 典型断面五, 桩号 K1+060~K1+352

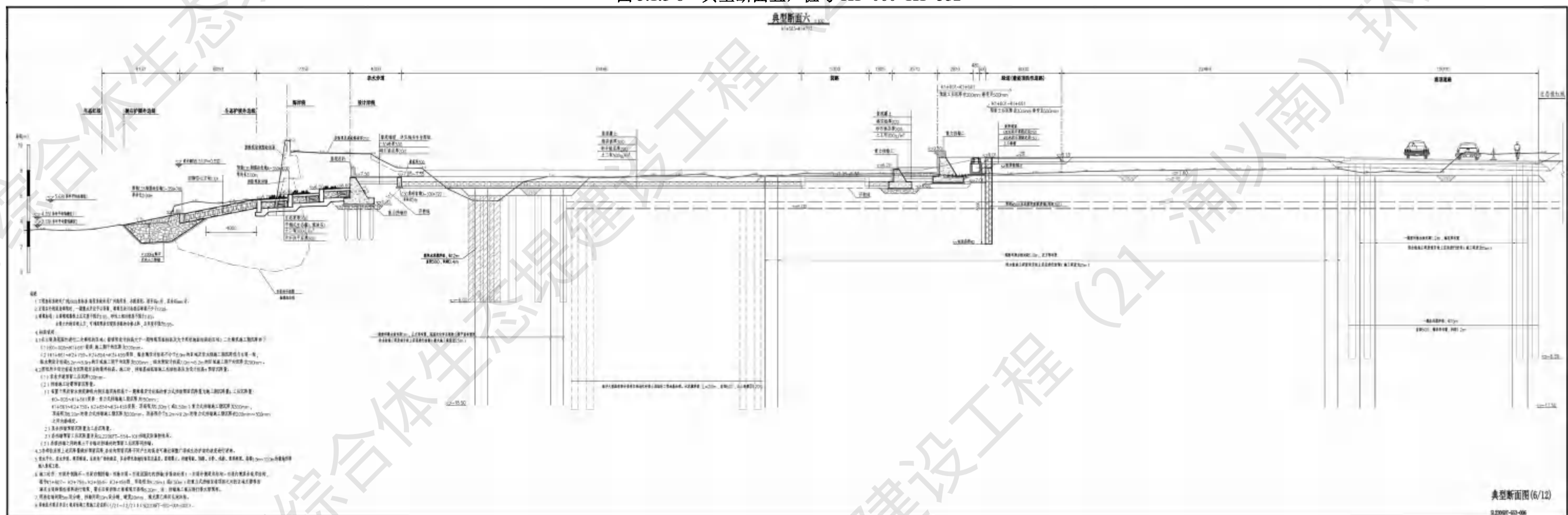
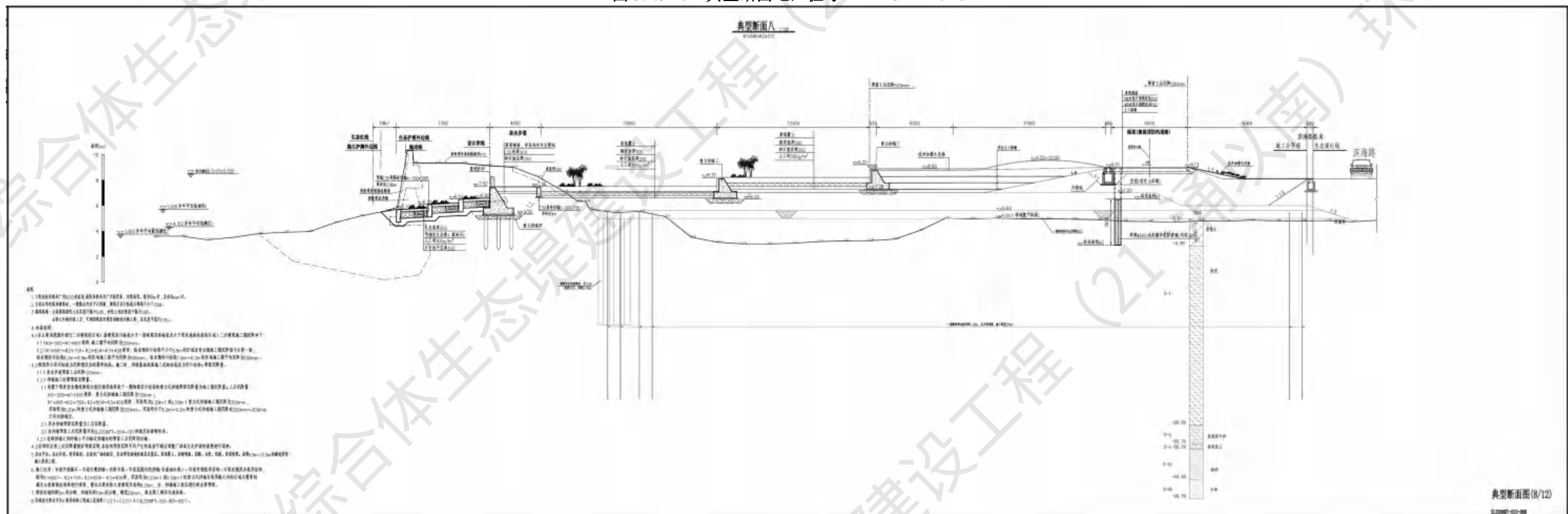
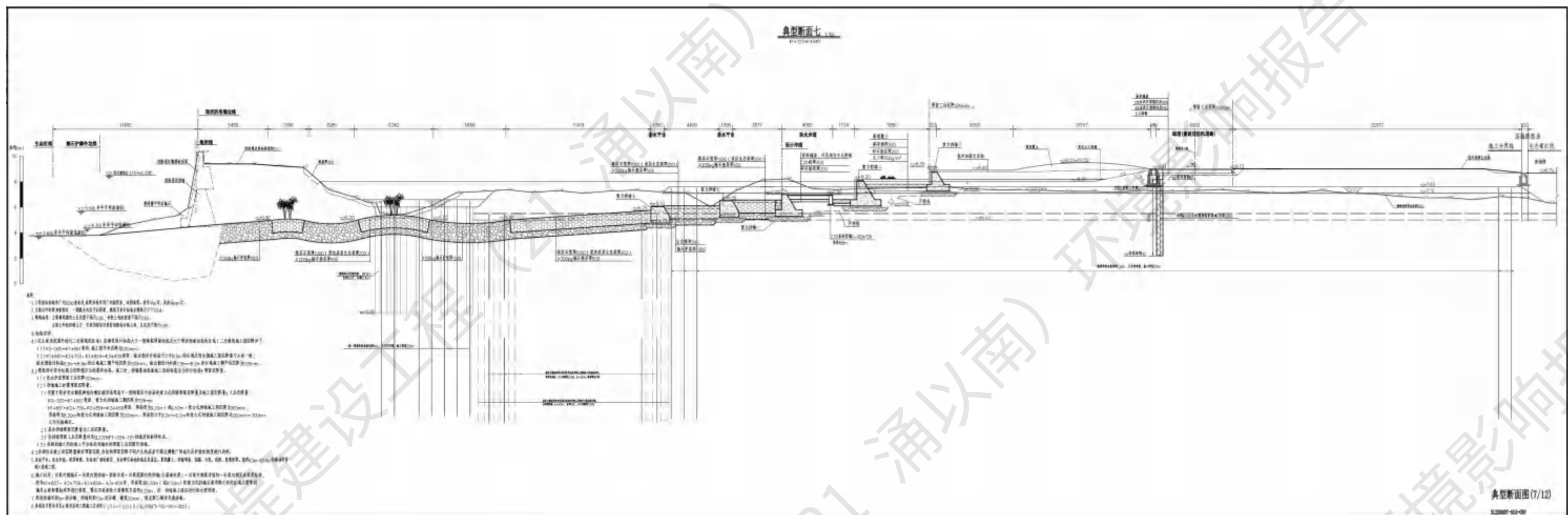


图 3.1.5-9 典型断面六, 桩号 K1+583~K1+723



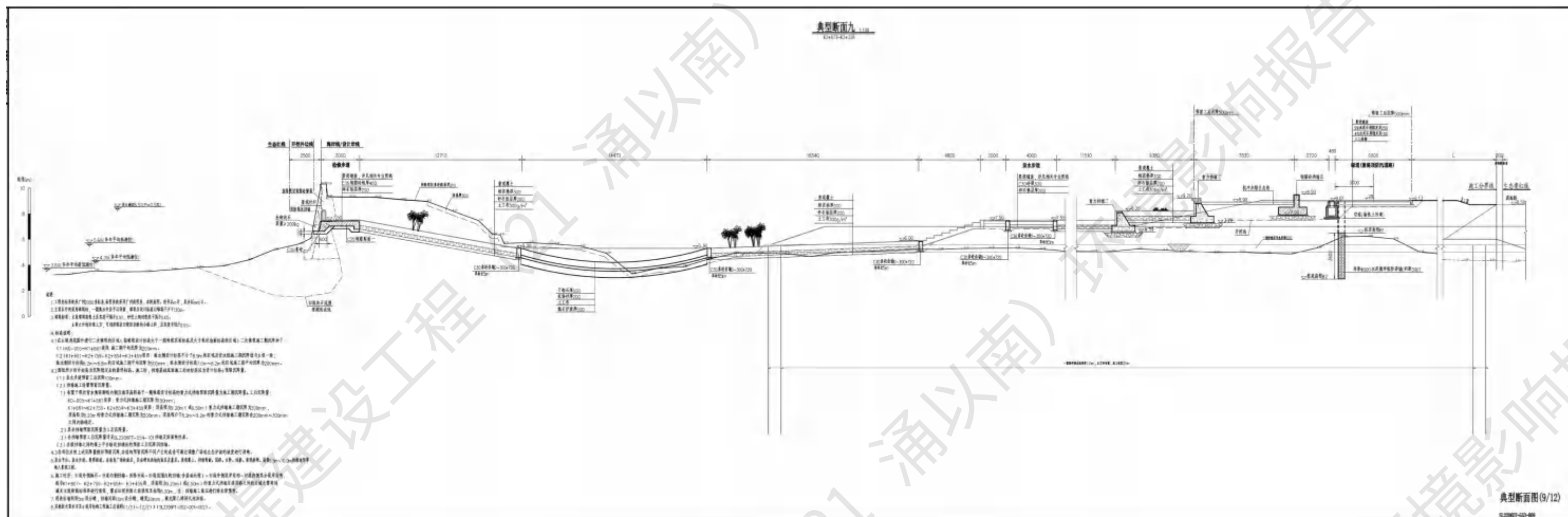


图 3.1.5-12 典型断面九，桩号 K2+073~K2+228

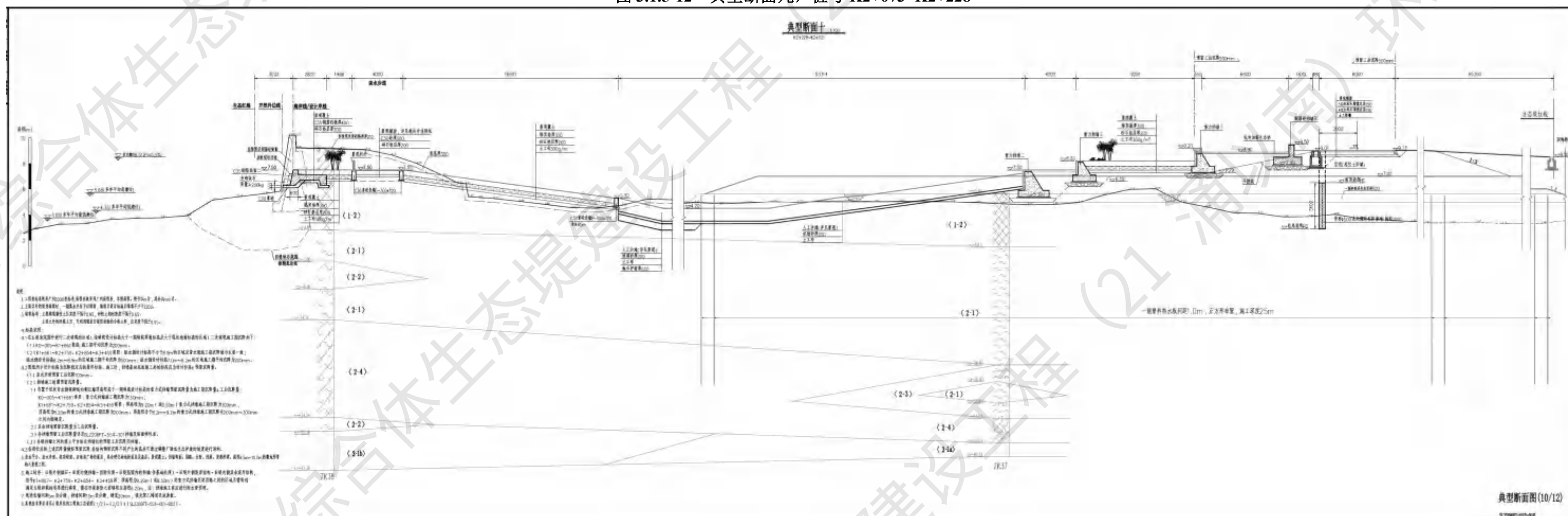


图 3.1.5-13 典型断面十，桩号 K2+228~K2+521

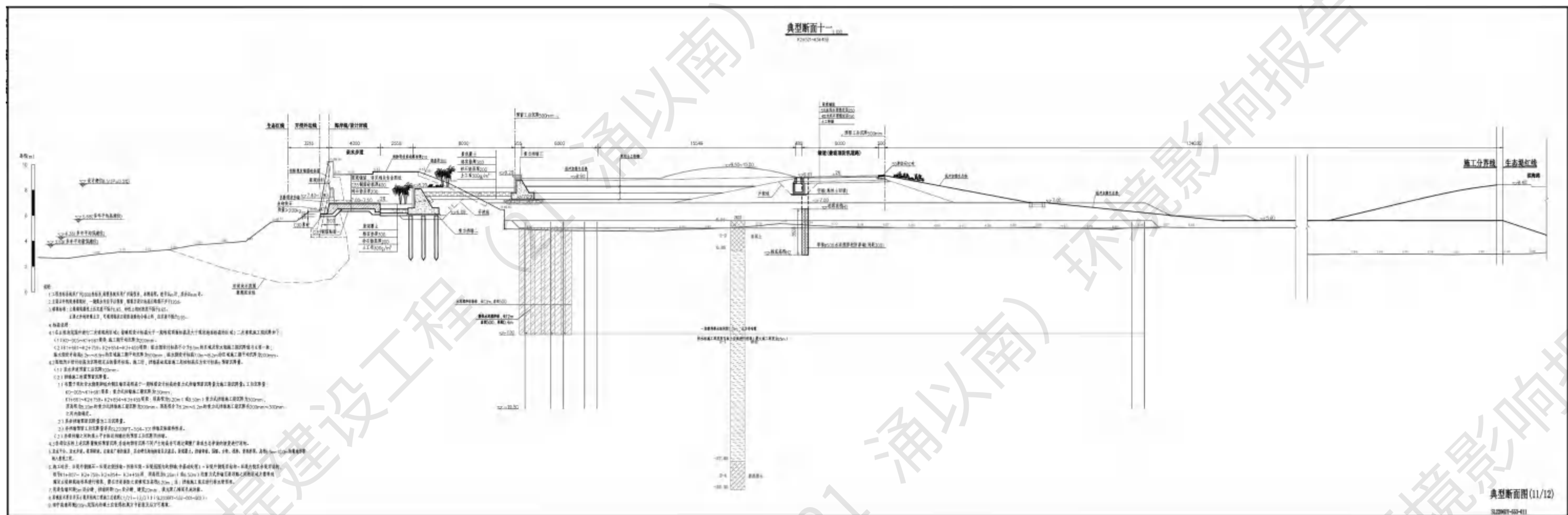


图 3.1.5-14 典型断面十一，桩号 K2+521~K3+459

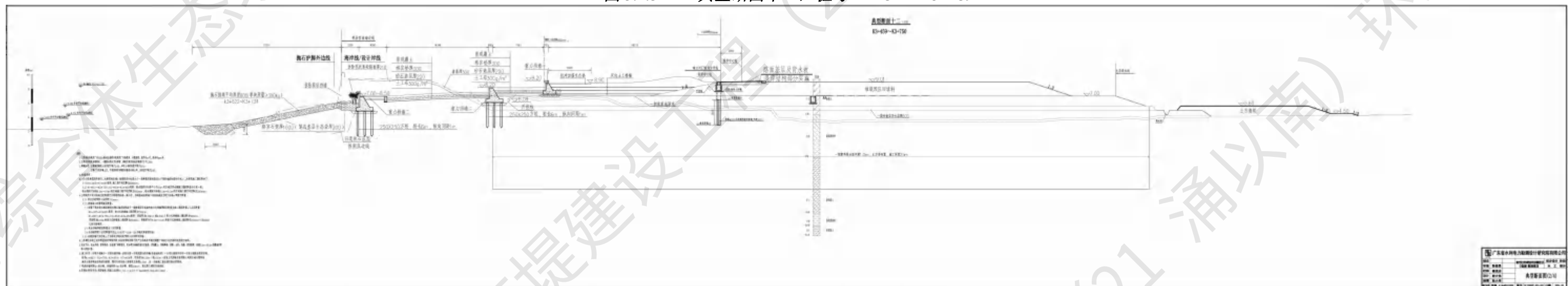


图 3.1.5-15 典型断面十二，桩号 K3+459~K4+523

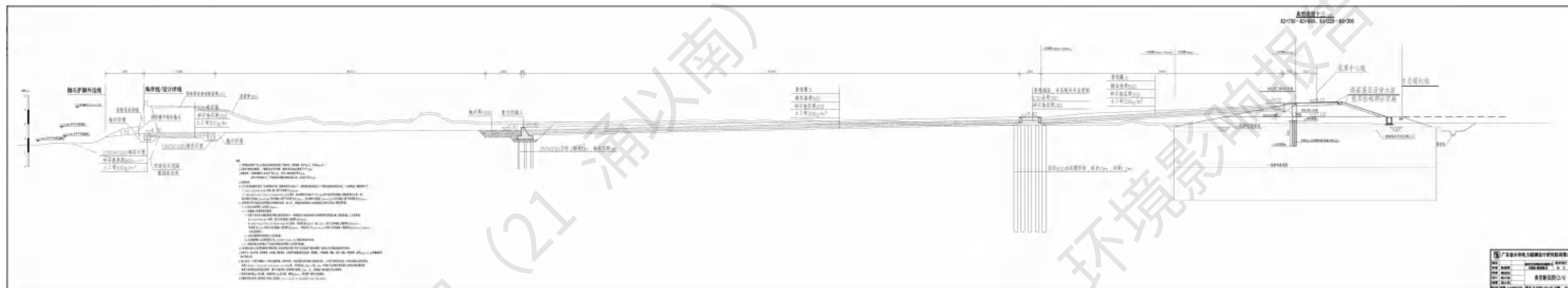


图 3.1.5-16 典型断面十三，桩号 K3+750~K3+999、K4+229~K4+306 段典型断面

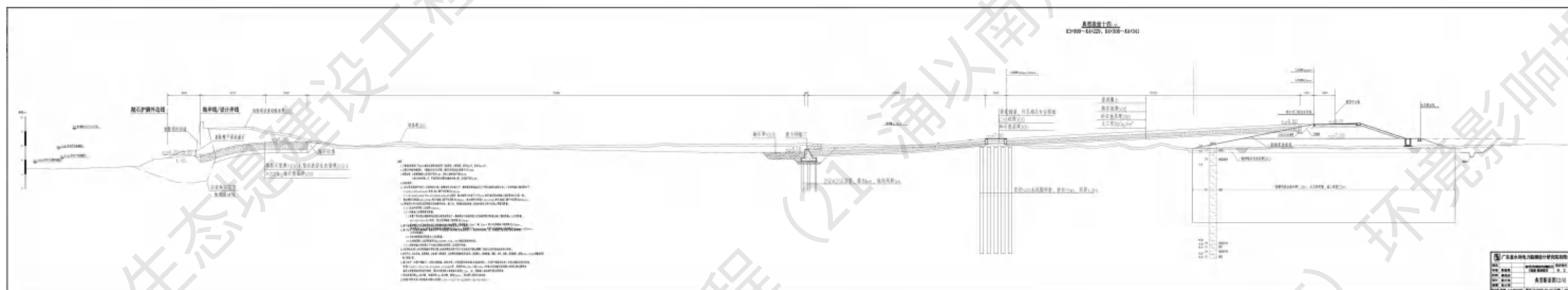


图 3.1.5-17 典型断面十四，桩号 K3+999~K4+229、K4+306~K4+341 段典型断面

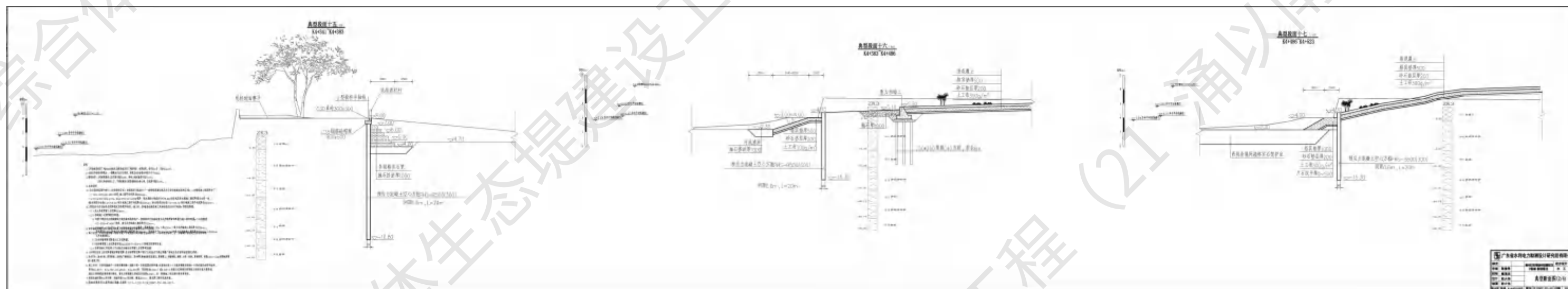


图 3.1.5-18 典型断面十五~十七，桩号 K4+341~K4+383 段、桩号 K4+383~K4+493 段和桩号 K4+493~K4+523 段典型断面

(3) 护面结构设计

在海堤护面材料的选择上，在满足结构安全性的基础上，充分考虑其生态功能的要求。结合本工程的特点，提出以下几种护面材料进行比选。

表 3.1.5-1 护坡材料的性能比较表 单位：元/m²

序号	护面型式	护面结构	工程造价	特点	是否推荐
1	干砌石	干砌石厚 500mm，下铺 200mm 厚碎石垫层。	222	就地取材，造价低，但景观效果差，块石重量难以保证、易被海浪卷走	局部采用
2	浆砌石	浆砌石厚 500mm，下铺 200mm 厚碎石垫层。	392	施工、维修方便，但景观效果较差	不推荐
3	生态混凝土	C15 生态混凝土厚 200mm，框格梁 400mm×200mm，间隔 2m，下铺砂碎石厚 100mm。	419	孔隙率较小，有消浪效果，景观效果好，抗冲刷能力较强；但施工较复杂，投资略大，可应对极端气候条件	不推荐
4	预制瓶孔砖	瓶孔砖（500mm×500mm×400mm），下铺砂碎石厚 100mm。	569	孔隙率较小，有一定的消浪效果，景观效果好，可绿化种植，适应变形能力好，但施工较复杂，投资较大，可应对极端气候条件	不推荐
5	四脚空心方块	四脚空心方块（1000mm×1000mm×600mm），下设抛石厚 500mm。	433	消浪效果较好，适应变形能力好，无法进行绿化及生态修复，景观效果略差，施工较复杂，投资较大，可应对极端气候条件	推荐
6	混凝土栅栏板	C35 砼预制栅栏板厚 500mm，下铺 300mm 厚干砌片石。	821	消浪效果比较好，波浪爬高小，无法进行绿化及生态修复，景观效果差，但施工复杂，维修较困难	不推荐
7	扭王块	扭王块（1095mm×1095mm×1095mm）	1621	消浪效果较好，适应变形能力好，无法进行绿化及生态修复，景观效果差，施工较复杂，投资较大，可应对极端气候条件	不推荐
8	平铺箱式生态框	平铺箱式生态框（1080mm×1080mm×500mm），框内填块石，表面铺设 200mm 厚生态袋，下铺 300mm 厚干砌片石。	449	孔隙率稍大，有消浪效果，有利于动植物生长，与自然环境融为一体，景观效果好，适应变形能力好，但施工较复杂，投资较大，可应对极端气候条件	推荐
9	格宾网箱	格宾网箱框（1000mm×1000mm×2000mm），箱内填块石厚 800，表层铺设 200mm 厚生态袋。	505	孔隙率稍大，有消浪效果；施工简单，不需要特殊工艺；可承受大范围的	推荐

序号	护面型式	护面结构	工程造价	特点	是否推荐
10	格宾垫	格宾垫厚 300mm，下铺 200mm 厚砂石垫层和土工布	229	变形，而不破坏；格宾笼/格宾垫石头缝隙间的孔隙有利于动植物的生长，与自然环境融为一体；金属易腐蚀可能会造成格网破裂。	推荐
10	抗冲加筋生态垫	抗冲加筋生态垫	95	适用于流速较小的岸坡，减少水分蒸发，可吸水储水，减少绿化养护成本，造价低。	推荐

注：本表中的工程单价仅用于本比较表。

根据《广东省海堤工程设计导则》（DB44 T182-2004）12.1.4，临海侧坡面应采用整体性好、抗冲刷能力强、消浪效果好的结构，堤顶面及背海侧坡面主要视约浪量大小决定护面型式。

临水侧亲水步道（标高 7.0m~7.5m）外侧岸坡：受潮水淹没的机率大，经常遭遇风浪冲刷，本工程不设置围堰，宜选择抗冲能力较强且便于施工的预制构件，预制瓶孔砖、四脚空心方块、混凝土栅栏板、扭王块、平铺箱式生态框、格宾网箱均能满足要求，本工程对景观要求高，经综合比选，对于堤前无需进行地形塑造的堤段选择平铺箱式生态框和四脚空心方块进行防护，多年平均高潮位以上（高程 5.7m~6.6m）采用生态性较好且造价较低的平铺箱式生态框防护，表面铺设生态袋固土涵养保证植物正常生长，多年平均高潮位以下（高程 4.6m~5.7m），采用抗冲效果较好，造价较低的四脚空心方块进行防护。对于堤前需塑造地形打造湿地、绿岛的堤段，选择适应变形能力强，造价适中的格宾石笼进行防护。

临水侧亲水步道内侧岸坡，根据物理模型试验成果，亲水步道内侧岸坡流速较大，需进行防护，分区采用不同的材料进行防护。沙滩沉淀池地势低洼，受风浪冲刷影响较小，选价格低廉的干砌石护坡，各级挡墙之间的平台（7.0m 及 8.2m 标高的平台），坑流速较大，超过 4m/s，为常遇洪水及越浪经常冲刷的区域，受洪水及越浪冲刷易形成冲，影响堤防安全，选择抗冲能力较强、价格相对低廉且兼具生态景观效果的格宾垫护坡，格宾垫实施时根据园林绿化的树位，预留个小洞并对四周进行加固；第一道防浪墙后方的越浪跌落区，经多级消浪后，风浪的冲刷影响大幅降低，但流速较大，超过 4m/s，普通的植物护坡抗冲能力不满足要求，同时考虑到 200 年一遇水位遭遇 200 年一遇的风浪概率较小，采用具有一定抗冲能力且造价较低的抗冲生态垫进行防护。

背水侧边坡：根据《海堤工程设计规范》（BG/T 51015-2014）表 8.1.2，堤顶为混

凝土护面，背海侧为生长良好的草地，允许越浪量 $\leq 0.01\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，堤顶为混凝土护面，背海侧为30cm厚干砌块石，允许越浪量 $\leq 0.02\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，本工程有后坡的堤段，数学模型试验计算的越浪量为 $0.038\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m}) \sim 0.0061\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，根据K0+878数学模型试验与物理模型试验成果对比可知，物理模型试验越浪量（ $0.095\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ）为数学模型试验越浪量（ $0.041\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ）的43.2%，类比推断本工程有后坡的堤段物理模型试验越浪量大于 $0.001\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{m})$ ，需进行坡面防护，干砌石护面造价较高，本工程采用具有一定抗冲能力且造价较低的抗冲生态垫进行防护。

（4）护岸设计

1）利用旧堤

现状堤防为土堤，迎水面堤脚为散抛石，散抛石上部大部分为直墙结构，直墙为干砌石挡墙、浆砌石挡墙或混凝土结构。对于亲水步道边线距离生态保护红线较近的堤段，生态保护红线范围内不宜进行施工等人为活动，为减少对生态环境的影响及保证工期进度，现状挡墙可保留用于加固，形成新的护岸结构。KK2+073~K3+459结合旧挡墙的结构型式，拆除挡墙上部，在挡墙顶布置400mm厚钢筋砼贴面结构，跨过旧挡墙墙顶，与旧挡墙结合。

K3+459~K4+341段本次设计拆除部分或全部现状挡墙，在挡墙护抛石顶布置1m厚格宾石笼护面，利用现状挡墙抛石护脚和部分未拆除的墙身形成新的护岸。

K4+341~K4+383段现状堤防为土堤，迎水面堤脚为散抛石，散抛石上部大部分为直墙结构，直墙为干砌石挡墙、浆砌石挡墙或混凝土结构。由于该段现状堤顶有一棵古树，为保护次古树，该处保留旧堤，结合现状地形设计为绿岛，利用旧堤挡墙作为护岸。

2）新建护岸

根据景观规划方案，亲水步道距离生态保护红线较远的堤段，规划岸线与现状岸线不重合，现状挡墙无法利用，需新建护岸，本次拟定直立式结构和斜坡式结构进行比选。

斜坡式结构：步道外侧布置重力式挡墙，堤前护坡采用人工块体和生态材料结合的形式，高程4.6m~5.7m采用四脚空心方块护坡，高程5.7m~6.6m采用平铺式生态框及生态袋（防止耕植土流失，利于植物成活）护坡，高程4.6m以下为抛石护脚。

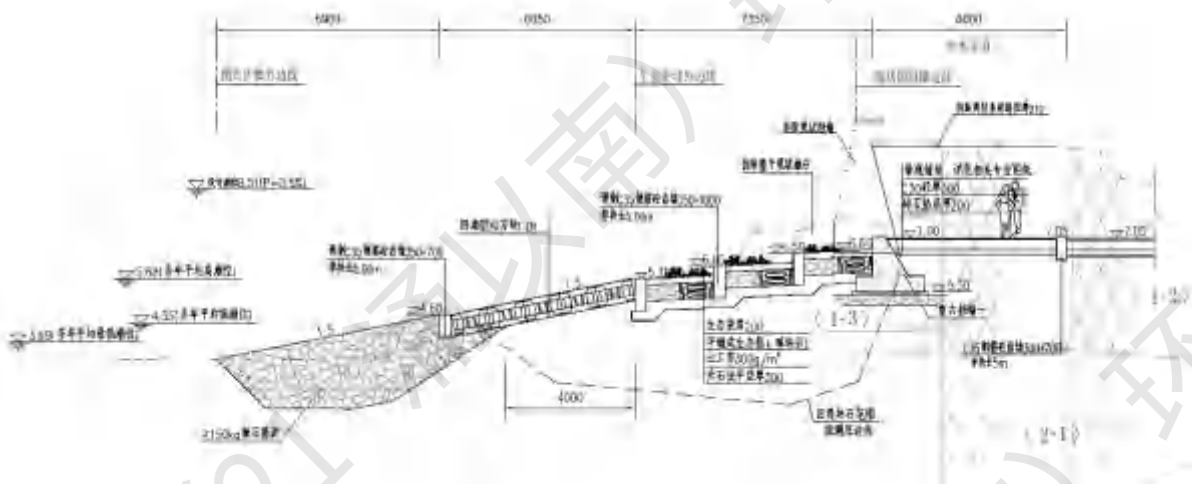


图 3.1.5-19 斜坡式结构断面图

直立式结构：本工程堤岸施工工期较短，为保证施工进度，直立式挡墙宜采用无需围堰的预制结构，挡墙采用预制 C35 钢筋砼沉箱结构，挡墙基础采用 PHC500AB125 型预应力管桩进行处理，排距 2.0m，堤脚高程 5.0m~5.5m 采用 500mm 干砌石进行防护。

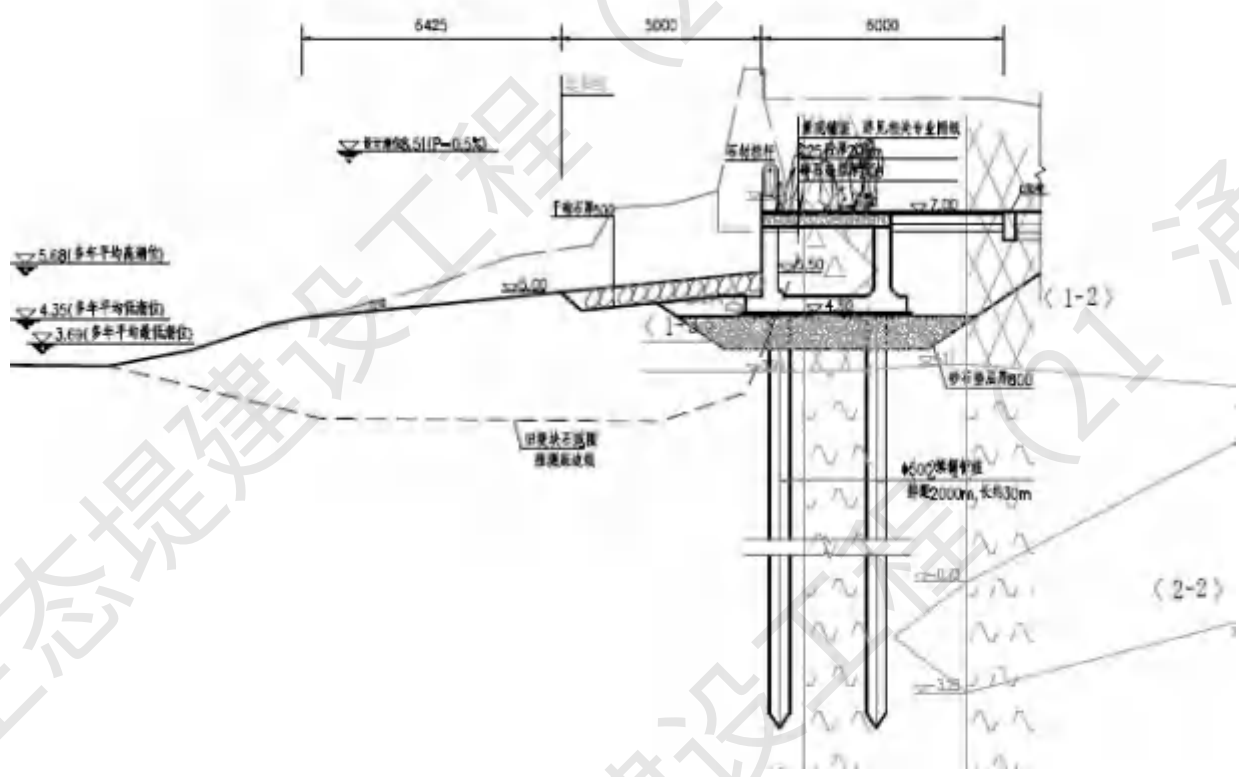


图 3.1.5-20 直立式结构断面图

(5) 新建堤岸挡墙结构设计

新建堤岸挡墙，高约 1.7m~3.0m，有干地施工的条件，对于此高度及施工条件的挡墙，一般可采用重力式素砼挡墙或钢筋混凝土挡墙，墙顶高程为 9.5m 的防浪墙结合景观需求采用矮墙、花池、坐凳等型式，拟采用较轻薄的 C35 钢筋混凝土悬臂式挡墙结构，其余堤岸挡墙，当挡墙高度大于等于 3m 时采用悬臂式挡墙结构，当挡墙高度小于 3m 时采用 C30 砼重力式挡墙结构。

（6）堤身防渗设计

本次设计主堤截渗采用水泥搅拌桩防渗墙方案，采用单排 $\phi 500$ 搅拌桩，间距 300mm，布置于堤顶靠海侧。二级堆载预压结束后施打单排 $\phi 500$ 水泥搅拌桩防渗墙，其中桩号 K0+000~K1+807（N1 区）堤段搅拌桩长 6m；桩号 K1+807~K2+760（N2 区）、K2+853~K4+341（N2 区、N4 区）搅拌桩长 3.6m。桩顶高程 H1 及桩底高程 H2 根据现场实际沉降情况确定，应确保 H1 高于砂垫层顶高程至少 1m 且 H2 低于砂垫层底高程至少 1m，空桩长度根据 H1 调整。

3.1.5.6 堤防填筑要求

本项目堤防宽度大，因此，堤防堤身的填筑材料及填筑标准应分区而置。

对于堤岸挡墙墙后填筑材料，宜采用易于填筑及排水的机制砂，相对密度要求不小于 0.65。对于主堤身的堤防防渗区，宜填筑外购粘性土，粘性土压实度要求不小于 0.95。对于主堤以外的堤岸填筑料，可采用现场开挖的合格土料，以降低工程投资。

3.1.5.7 地基处理设计

（1）一期地基处理设计概况（不含水闸和泵站）

1）一期场地填土标高及总体布置

根据现状地基处理情况、可研方案、现阶段边界确定情况，采用分区填筑的方案，顺堤线方向自东向西分为 N1 区、N2 区、N3 区、N4 区、N5 区 5 个区，软基处理面积 237327m²，具体如下。

N1 区（桩号 K0+000~K1+807）位于本项目东段，生态堤用地边线距离现状堤线 47m~115m。根据城市设计整体概念方案，该分区东侧远期规划为中央公园，离场馆较远的区域拟设置为海绵景观，南侧中段根据可研方案拟后退岸线，因此，桩号 K0+000~K0+283、K1+095~K1+270 堤段的现状背水侧堤脚范围暂按不回填考虑筑，待后续景观方案确定后再拟定回填方案。堤内紧临综合体场馆及 15m 宽的堤顶巡河路兼赛事疏散通道，目前场馆场地平面及竖向设计基本稳定，该段场地背水坡堤脚至项目红

线范围回填至 8.00m~9.01m，其中堤顶路范围回填至 8.5m，填土高程约 1.3m，堤顶路外侧 15m 范围回填至 9.01m，填土高度约 1.9m，15m 宽的堤顶巡河路拟与场馆片同步回填；其余区域回填至 8.0m，填土高度约 0.5m~3m。

堤内紧临综合体场馆及 15m 宽的堤顶路兼赛事疏散通道，目前场馆场地平面及竖向设计基本确定，该段场地背水坡堤脚至项目红线范围回填至 8.00m~9.01m，进行一级堆载，其中堤路区域回填设计标高 8.5m，填土高度约 1.3m~1.5m，堤顶路外侧 15m 范围回填至 9.01m，填土高度约 1.8m~4.0m，15m 宽的堤顶路拟与场馆片同步回填；其余区域填土高度约 0.5m~3m。

N2 区（桩号 K1+807~K2+759）生态堤用地边线距离现状堤线 70m~185m、N4 区（K2+854~K3+880）生态堤用地边线距离现状堤线约 60m~157m，该两段区域分别位于综合体西侧边界~南中高速万顷沙支线、南中高速万顷沙支线~万顷沙围西北角，其堤内景观规划方案不确定，无明确的平面路网及竖向方案，进行一级填筑，回填至 7.0m，N2 区填土高度约 2.3m~4.0m，N4 区填土高度约 1.0m~4.0m。其中，N2 区靠近红线边界的 10m 范围拟填筑至标高 6.0m；另外，根据初定的沙滩景观方案，N2 区桩号 K2+100~K2+544 设置内海沙滩，利用旧堤挡水防止淤泥进入内海，因此拟建沙滩的区域设计暂按不回填考虑，后续景观方案确定后再拟定回填方案。

N3 区（桩号 K2+759~K2+854）为南中高速万顷沙支线桥梁两侧 30m 的保护区域，生态堤用地边线距离现状堤线约 60m。桥梁东侧现状为土料临时堆放点，高程约 7.26m~8.65m，土料权属单位进行土料清理后，该区域场平至标高 7.0m 后采用水泥搅拌桩进行软基处理；桥梁西侧场平至标高 5.0m 后采用水泥搅拌桩进行软基处理，回填至 7.0m，填土高度约 2m。

N5 区（K3+880~K4+359）位于本工程西侧，该段区域为万顷沙围西北角~21涌西闸，现状堤线位于珠委规划治导线外侧 157m~200m，根据珠江水利委员会《珠江河口综合治理规划》要求，为保障河道行洪安全，新建堤防堤顶路不可超出珠江委规划治导线，生态堤以珠委规划治导线后退 15m 作为用地边界，根据设计方案，拟在治导线至红线边界新建斜坡堤，堤顶宽 6m，堤肩紧邻治导线，设计分两级堆载，一级堆载预压标高为 7.0m，堤顶回填至 9.01m，迎水侧采用 1:5 缓坡衔接至现状地面，背水侧采用 2 级斜坡衔接至现状地面，该区域回填高度约 3.3m~5.5m。

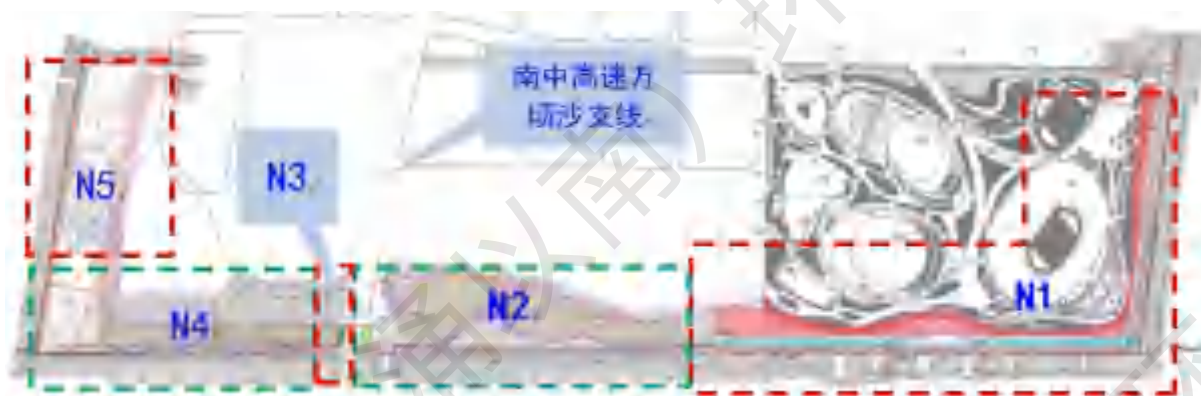


图 3.1.5-21 软基处理分区布置图

2) 一期软基处理设计方案

A. 普通堤身填土区及水闸衔接区软基处理设计

a 普通堤身填土区处理设计

本工程普通堤身填土区为本工程采用堆载预压进行处理区域，为方便区分，根据前期是否进行处理，将其划分为两种类型，N1 区、N2 区、N4 区、N5 区普通堤身填土区划分为第 I 区，N1 区普通堤身填土二次处理区，划分为第 II 区。

①N1 区、N2 区、N4 区、N5 区普通堤身填土区软基处理设计

经综合比较，对 N1 区、N2 区、N4 区、N5 区普通堤身填土区采用堆载预压法进行地基处理，塑料排水板间距为 1.0m×1.0m 的，正方形布置，至淤泥层底（长度小于 25m 时），当淤泥层超过 25m 时，总长以 25m 进行控制，利用填土堆载预压 180d，可达到 90%以上的固结度，即排水板处理区施工期完成约 90%的沉降量，工后沉降量较小，可基本满足堤岸及滨海景观带的正常使用要求。

设计采用等载预压，堆载预卸载标准：满足堆载天数后预压至连续 10 昼夜实测沉降速率 $\leq 2\text{mm/d}$ 。

②N1 区普通堤身填土二次处理区域软基处理设计

该区域场平至 7.1m 标高后，铺设 0.50mm 粗砂排水导层，塑料排水板正方形布置，塑料排水板采用 C 型双面反滤排水板，间距 1.0m，板长 25.0m，填筑至标高 8.00m~9.01m，满载后预压 180d。

b. 水闸衔接区（VIII区）软基处理设计

二十一涌西闸导流明渠布置于二十一涌南岸，明渠与堤防软基处理区域存在交叉，位于本工程桩号 K4+336~K4+359，根据二十一涌西闸的施工进度计划，导流明渠使用期限至 2024 年 8 月，本工程计划于 2025 年 3 月完工，堆载预压施工工期为 8 个月，采

用堆载预压方案不满足工期要求，因此，为保证施工进度，对桩号 K4+336~K4+359 段堤防基础采用施工工期较短的水泥搅拌桩进行处理，设计标高为 5.6m，搅拌桩直径 $\phi 500\text{mm}$ ，长 15m，梅花形布置，间距 1.2m。

B.15m 宽堤顶路区（III区）软基处理设计

N1 区紧临综合体规划布置 15m 堤顶路宽，长约 1.6km，该道路为体育场馆用于应急疏散的内部道路。该区域前期由南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程采用堆载预压处理的区域。经勘察，该区域与 N1 普通堤身区域存在下卧土层固结度低、排水砂垫层失效比例高、填土松散等同样问题，需进行二次地基处理。为减少堤顶路的工后沉降量及提高地基承载力，应对 N1 区 15m 宽堤堤顶路路基进行二次地基处理。

采用先堆载预压后水泥搅拌桩处理方案和先水泥搅拌桩处理后堆载预压方案。

堤顶路区域考虑对场馆已施工区域及现状堤防的保护，根据现场实际情况分段采用不同处理方案。桩号 K0+000~K0+721 段采用先水泥搅拌桩处理后堆载预压方案，搅拌桩直径 $\phi 500\text{mm}$ ，长 20m，梅花形布置，间距 1.2m，水泥搅拌桩间插空布置塑料排水板，间距 1.2m，梅花形布置，至淤泥层底（长度小于 25m 时），当淤泥层超过 25m 时，总长以 25m 进行控制；桩号 K0+721~K1+669 段采用先堆载预压后水泥搅拌桩处理方案，塑料排水板间距 1.0m，正方形布置，至淤泥层底（长度小于 25m 时），当淤泥层超过 25m 时，总长以 25m 进行控制，搅拌桩直径 $\phi 500\text{mm}$ ，长 15m，梅花形布置，间距 1.2m。

C.现状堤防加固软基处理方案设计

根据城市设计整体概念方案，该 N1 区东侧远期规划为中央公园，离场馆较远的区域景观拟采用海绵方式处理，N1 区南侧中段根据可研方案拟后退岸线；根据初定的沙滩景观方案，N2 区设置内海沙滩，利用旧堤挡水防止淤泥进入内海，因此拟建沙滩的区域设计暂按不回填考虑；N4 东段堤后现状为深中通道万顷沙项目部，现状地面高程较高，设计堆载填土边界距离现状堤防较远；N5 区（K3+880~K4+359）位于本项目西侧，现状堤线位于珠委规划治导线外侧 140m~170m，根据珠江水利委员会《珠江河口综合治理规划》要求，为保障河道行洪安全，新建堤防堤顶路不可超出珠江委规划治导线，生态堤以珠委规划治导线后退 15m 作为用地边界，设计填筑距离现状堤防较远。综上，以上区域涉及的堤段（桩号 K0+000~K0+283、K1+095~K1+270、K2+100~K2+544、K3+508~K4+359）背水侧堆载填筑区域距离现状堤防较远，经计算复核，施工期工况抗滑稳定安全系数满足规范要求，无需对现状堤防进行加固处理。

根据勘察资料可知，桩号 K0+000~K0+605 段背水坡堤脚至南沙大型城市综合体项

目场地吹砂填土及临时工程水泥搅拌桩处理区域外边界之间均存在抛石，堤顶靠内侧区域无抛石。K0+605至K3+529桩号堤段，根据现场调查及钻探情况，堤内坡底存在挡墙，未发现抛石情况。本工程堤防加固根据地质情况分段采用相应的加固方案。

a.N1区 K0+283~K0+605 堤段

该区域背水侧堤脚存在大量抛石，水泥搅拌桩施工难度大，故不宜采用水泥搅拌桩方案，拟定堤身预应力混凝土空心方桩加固方案和堤脚预制管桩复合地基方案进行比选，经综合比较，推荐采用预应力混凝土空心方桩加固方案，对堤身采用单排预应力混凝土空心方桩（PHS-B500（300））进行加固，桩长30m，间距0.6m。

b.其余堤段现状堤防加固方案

对于现状堤脚需进行堆载填筑的其余堤段，堤内坡底存在挡墙，未发现抛石情况，拟对背水侧堤脚进行加固。

设计采用堤脚水泥搅拌桩+堆载预压的方案，该区域对应平面图的第IV区，N1区堆载设计标高8.0m~9.01m，N2区、N4区堆载设计标高7.0m。N1区（桩号K0+605~K1+095、K1+270~K1+807堤段）水泥搅拌桩采用格构式布置和长方形布置结合的型式，N2区（桩号K1+807~K2+100、K2+544~K2+759堤段）、N4区（桩号K2+854~K3+508堤段）采用格构式布置，格构式搅拌桩间距0.4m，长方形布置的搅拌桩间距1.5m×2.0m，搅拌桩直径 $\phi 500\text{mm}$ ，长12m，搅拌桩之间插空布置塑料排水板，塑料排水板间距1.0m，正方形布置，至淤泥层底（长度小于25m时），当淤泥层超过25m时，总长以25m进行控制。

D.桥梁防护区（VI区、VII区）软基处理方案设计

桥梁保护区为桥梁投影两侧约30m的范围，在东、西两端布置4.9m宽的直径 $\Phi 850@600\text{mm}$ 格构式三轴搅拌桩，三轴搅拌桩穿透软土层至砂层，东、西两侧长度分别为44m和42m，其余区域采用20m长直径 $\Phi 500\text{mm}$ 水泥搅拌桩进行地基处理，在保护区靠近桥梁侧、堤脚侧及背水侧采用格构式布置，格构宽度3.2m，格构搅拌桩以外区域布置散体搅拌桩，搅拌桩桩距1.2m×1.2m，梅花形布置。

（2）堤岸地基处理设计

1）堤岸新建挡墙

堤岸新建挡墙高约1.30m~3.0m，挡墙为堤防景观带“碎浪结构”或“防浪结构”，大部分布置于一期软基处理后的堤基上或现有现状堤身上，局部挡墙布置于未进行地基处理的区域。

布置于一期堆载预压处理后的堤基上的挡墙，工后沉降较小，地基承载力满足要求，无需进行地基处理。

布置于现状堤身的挡墙包括重力挡墙一、重力挡墙二、重力挡墙四，基础底标高为 5.30m~6.09m，软土层顶标高 1.61m~6.44m，埋深较浅，部分挡墙坐落在淤泥层上。布置于现状堤身土基上挡墙需进行地基处理。布置于现状堤身的挡墙挡墙对承载力要求不高，因此采用预制方桩复合地基，0.25m×0.25m 的预制方桩，桩长 6m，间距 1.0m×1.0m，正方形布置。

部分挡墙布置在本项目一期软基处理留白的区域，分布于桩号 K0+000（重力挡墙二）及桩号 K2+521 现状堤后（重力挡墙三），地基土层为深厚软土层，软土层地基承载力为 40kPa，地基承载力不满足要求，填土后新建挡墙产生的附加应力超过 70kPa，经复核，最终沉降超过 1m。因此采用造价较低的水泥搅拌桩复合地基，搅拌桩直径 $\phi 500\text{mm}$ ，长 15m，正方形布置，间距 1.0m。

3.1.5.8 堤防排水设计

对于本项目，堤面排水包括堤顶（绿道）外侧的堤面排水及内侧的堤面排水两部分，这两部分所处的条件不同，采用不同的排水措施，15m 宽堤顶路排水详见 3.1.7.5 排水工程，其余区域排水布置如下。

（1）堤顶及堤顶外侧

根据本工程生态堤的布置及设计理念，堤顶及堤顶外侧排水沟及排水管涵主要功能为排越浪水，同时兼顾日常排雨水。其中堤顶纵向布置 600x650 预制盖板排水沟，长度约 3.6km，横向共布置 34 座排水管涵，排水管涵采用 d800 二级混凝土管。越浪水（或雨水）通过排水沟收集后汇入各排水管涵回排到海域。其中 K2+658 桩号堤后为低洼地区，考虑低洼地排水需求，采 d600 二级混凝土管排入沙滩水域中。本项目部分排水管涵平面布置图如下。



图 3.1.5-22a 本项目部分排水管涵布置图

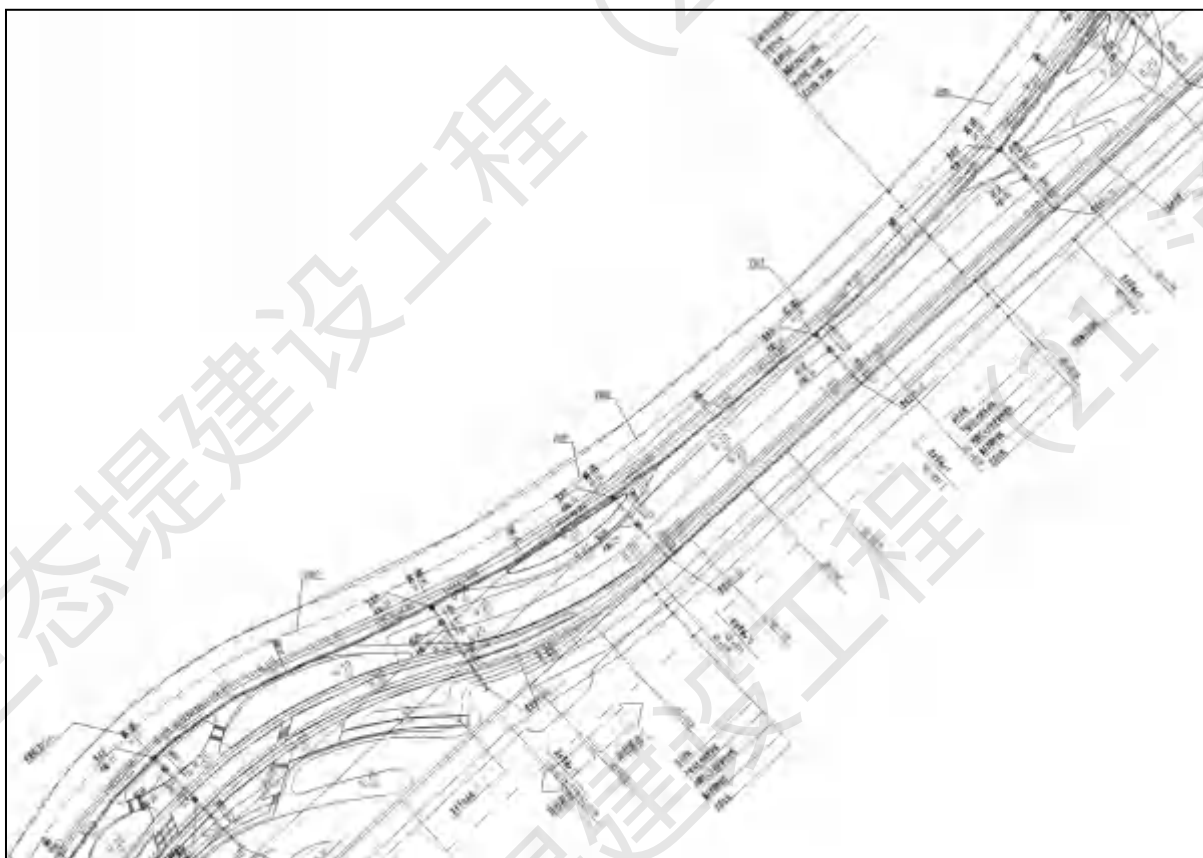


图 3.1.5-22b 本项目部分排水管涵布置图

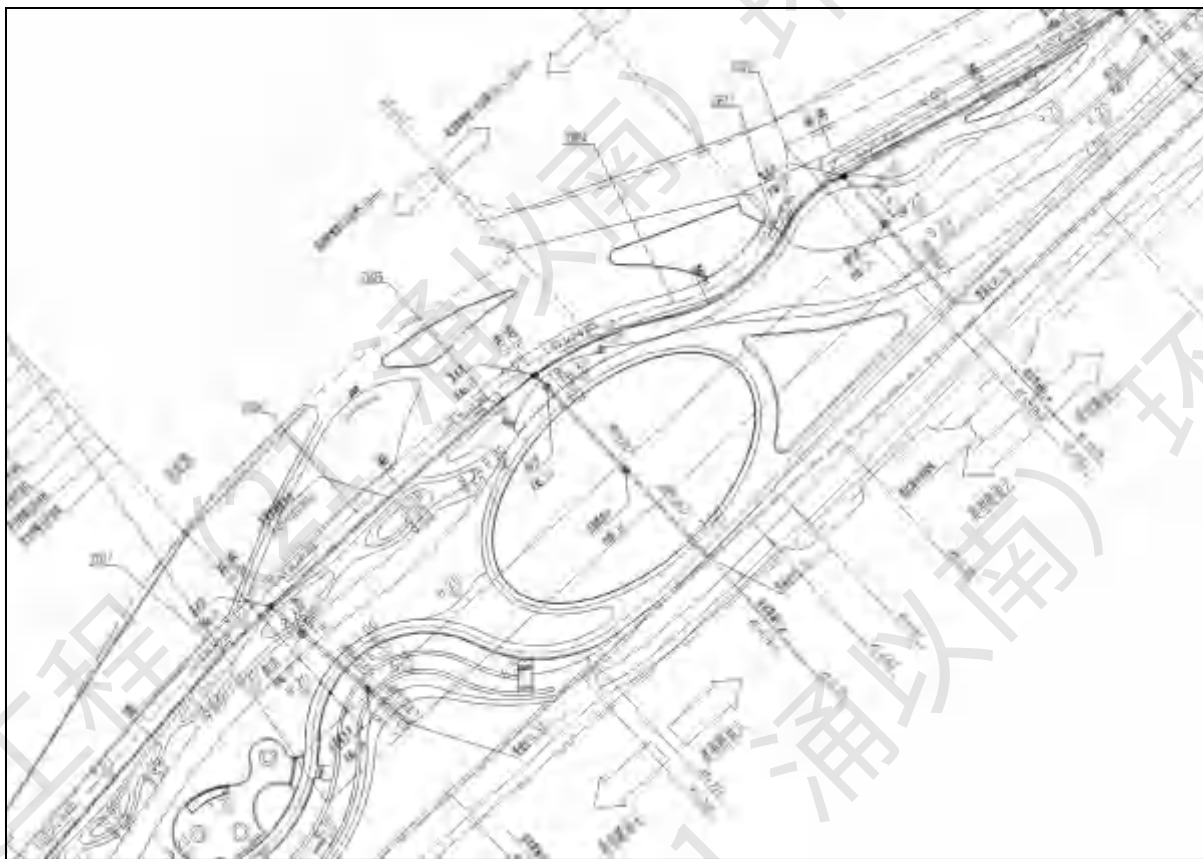


图 3.1.5-22c 本项目部分排水管涵布置图



图 3.1.5-22d 本项目部分排水管涵布置图

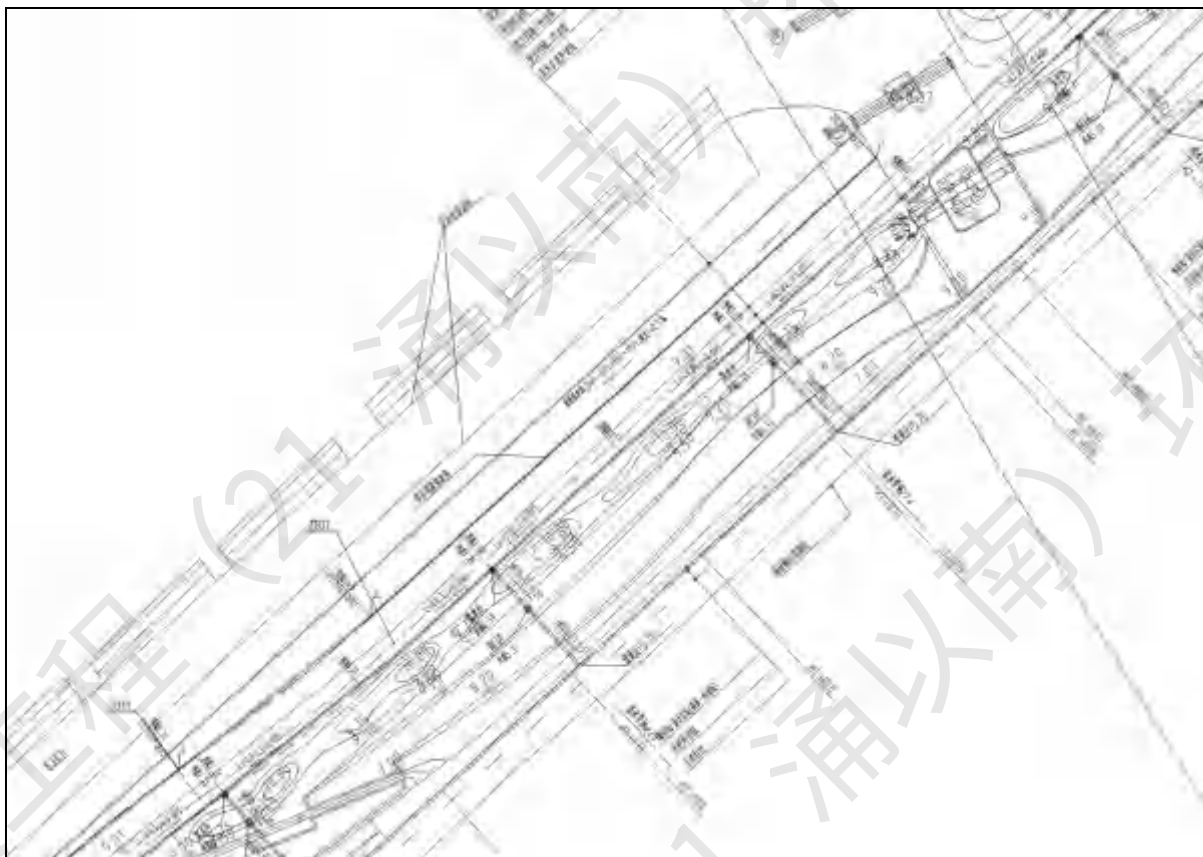


图 3.1.5-22e 本项目部分排水管涵布置图



图 3.1.5-22f 本项目部分排水管涵布置图

（2）堤顶内侧

南中高速万顷沙支线以西段堤顶内侧雨水及部分越浪通过排水沟收集，后通过埋管，接至二十一涌，其余堤段排水设计纳入景观工程。

3.1.6 沙滩潮汐通道建筑物工程

3.1.6.1 工程布置

本次在沙滩处拟设置进、出水闸置换沙滩内部水体，在沉淀池及戏水池之间设置拦砂堰拦截泥沙，其中进口进水阀位于桩号 K2+152.8，进口处排砂阀位于桩号 K2+151；出口出水阀位于桩号 K2+431；拦砂堰位于桩号 K2+208。进、出水闸采用电动闸阀进行置换水体及挡水。



图 3.1.6-1 沙滩进水口建筑平面布置图

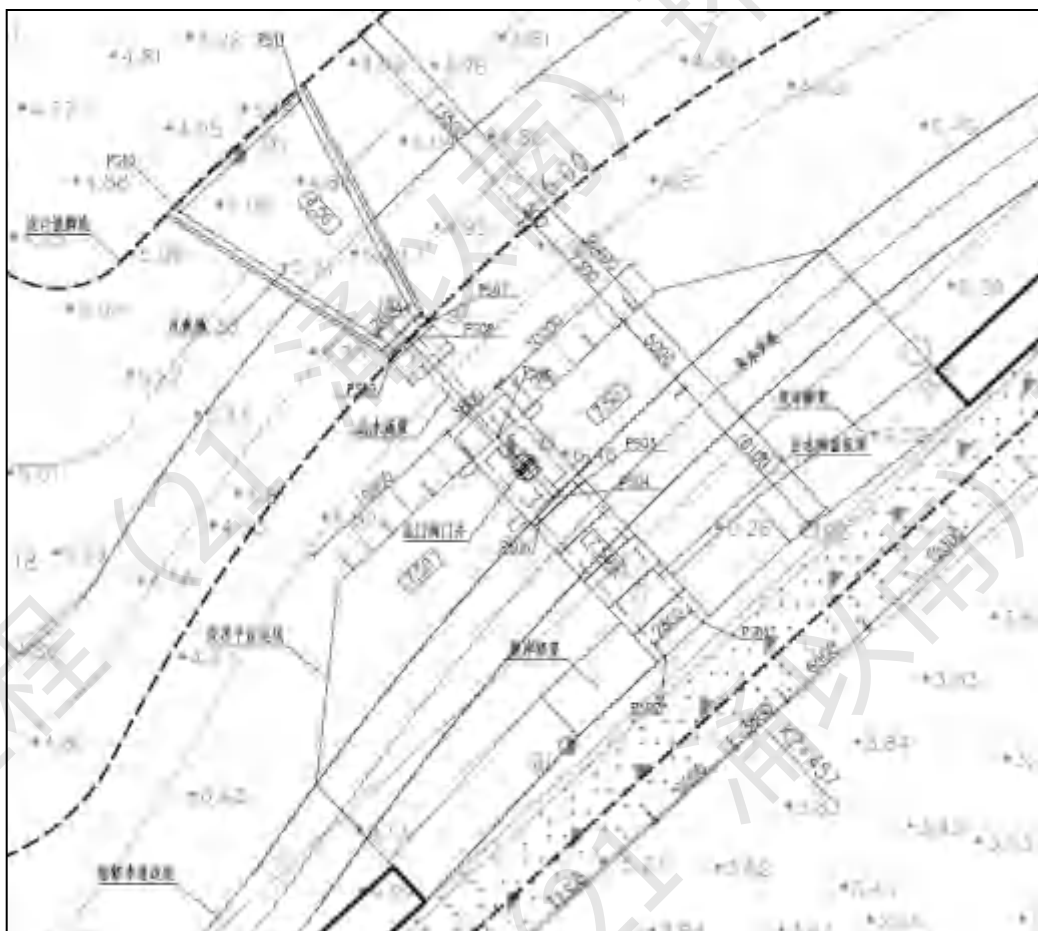


图 3.1.6-2 沙滩出水口建筑平面布置图



图 3.1.6-3 拦砂堰平面布置图

3.1.6.2 沙滩潮汐通道进、出水闸建筑物选型

本项目进、出水建筑物主要利用天然潮汐水位变化实现水体置换，同时要沙滩内部需保持一定水深。鉴于换水流量较小，所需要的闸门或闸阀规模较小；建筑物所在的堤岸结构为亲水生态堤坡，避免采用结构体量较大的建筑对堤坡的生态性及亲水性产生负面影响；本工程进、出水闸紧靠海域，不能占用海域及生态红线，主体建筑结构尽量采用体量小的结构。综合上述，本项目拟采用节制阀门井作为调节水体的建筑物。

3.1.6.3 建筑物设计

（1）沙滩进口建筑物

沙滩进口建筑物设置盖板渠、进水闸阀门井、进水涵管、排砂涵管及沉淀池，盖板渠两侧为挡墙修复段。

进水闸盖板渠净宽 4.6m，净高 2.92m，底板高程 4.00m，盖板为预制 C35 钢筋混凝土板，渠身采用预制 C35 钢筋混凝土矩形槽。

进水涵管底高程 4.80m~4.75m，外径 710mm，长 8.65m；出水涵管底高程 4.30m~4.25m，外径 710mm，长 8.65m；涵管采用 PE100 管，710×42.1mm×1.0MPa，涵管基座采用 200 厚钢筋混凝土，基座底部设置 100mm 厚 C15 素混凝土垫层及 200mm 厚水泥土垫层，水泥土垫层下方回填粘性土；进口闸阀井顶面高程为 8.2m，总高 4.90m，采用 C35 钢筋混凝土结构，顶板采用 C35 钢筋混凝土厚 400mm，底板采用 C35 钢筋混凝土厚 700mm，底板下方设置 100mm 厚 C15 素混凝土垫层及 300mm 厚水泥土垫层；沉淀池底板高程为 3.80m，长 8.4m，两边翼墙顶宽 0.4m，净高 1.0m~2.7m。盖板渠两侧挡墙修复采用格宾石笼挡墙，单个格宾石笼高 1m，共 3 层，格宾石笼挡墙墙后设置砂石反滤层，挡墙顶部为钢筋混凝土板压顶。

阀门井、涵管及管口处挡墙基础采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，间距 0.8m×1.0m 矩形布置，桩长 15m；沉淀池及翼墙基础采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，间距 1.0m 矩形布置，桩长 15m。进水闸盖板渠及格宾石笼挡墙基础为 300mm 厚碎石垫层及 800mm 厚抛石垫层。

在阀门井左右侧设置 2 道刺墙，刺墙长度 1m，顶高程 7.50m。基底防渗措施考虑与淤泥的抗震陷措施结合，采用密排水泥搅拌桩成墙的处理方式对基底进行围封，垂直水流方向在基底设置两排密排搅拌桩防渗墙，其中水泥搅拌桩桩径 500mm，桩距 250mm，防渗墙深入地基 15m。

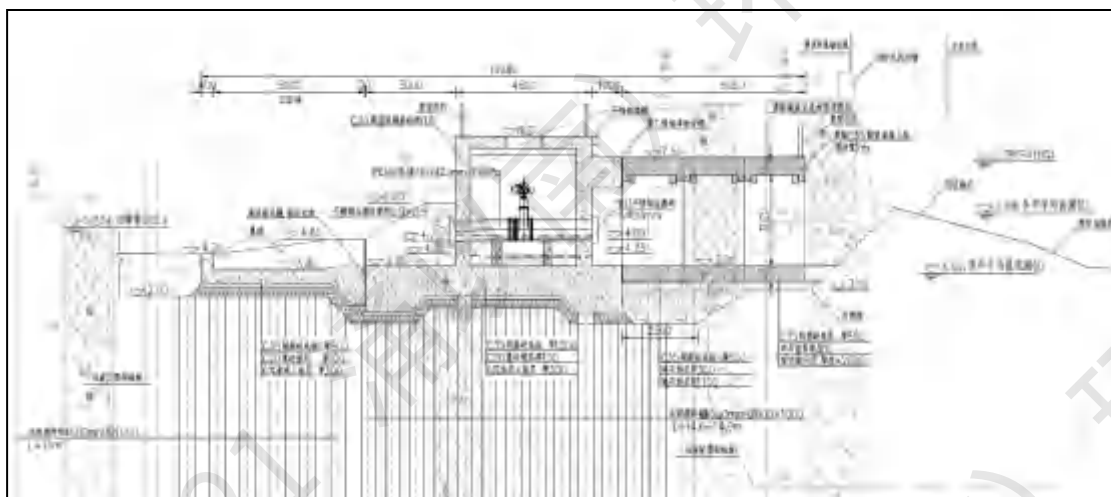


图 3.1.6-4 (1) 进水口建筑纵断面图

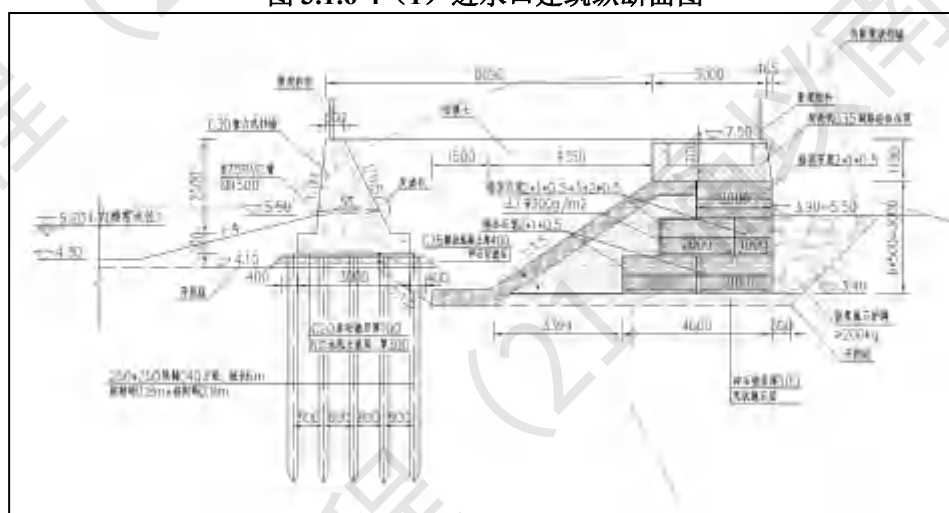


图 3.1.6-4 (2) 进水口堤岸修复段横断面图

(2) 沙滩出口建筑物

沙滩出口建筑物设置沉淀池、出水涵管、出口闸阀井、盖板渠，盖板渠两侧为挡墙修复段。

沉淀池底板高程为 4.0m，长 14m，两边翼墙顶宽 0.4m，净高 1.0m~2.0m；出水涵管管底高程 4.30m~4.25m，外径 900mm，长 11.8m；涵管采用 PE100 管，900×53.3mm×1.0MPa，涵管基座采用 200 厚钢筋混凝土，基座底部设置 100mm 厚 C15 素混凝土垫层及 200mm 厚水泥土垫层，水泥土垫层下方回填粘性土；出口闸阀井顶面高程为 8.20m，总高 5.00m，采用现浇筑 C35 钢筋混凝土结构，顶板采用 C35 钢筋混凝土厚 400mm，底板下方设置 100mm 厚 C15 素混凝土垫层及 300mm 厚水泥土垫层。

出口盖板渠净宽 2.8m，净高 2.5m，渠底高程 3.90m，盖板为预制 C35 钢筋混凝土板，渠身采用预制 C35 钢筋混凝土矩形槽。矩形槽底板厚 500mm，侧墙厚 500mm，盖板厚度 400mm。

盖板渠两侧挡墙修复采用格宾石笼挡墙，单个格宾石笼高 1m，共 3 层，格宾石笼挡墙墙后设置砂石反滤层，挡墙顶部为钢筋混凝土板压顶。

阀门井采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，间距 0.8m×1.0m 矩形布置，桩长 15m；涵管、管口处挡墙基础采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，间距 0.8m，桩长 15m。沉淀池及翼墙基础采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，间距 1.0m 矩形布置，桩长 15m。进水闸盖板渠及格宾石笼挡墙基础为 300mm 厚碎石垫层及 800mm 厚抛石垫层。

在阀门井左右侧设置 2 道刺墙，刺墙长度 1m，顶高程 7.50m。基底防渗措施考虑与淤泥的抗震陷措施结合，采用密排水泥搅拌桩成墙的处理方式对基底进行围封，垂直水流方向在基底设置两排密排搅拌桩防渗墙，其中水泥搅拌桩桩径 500mm，桩距 250mm，防渗墙深入地基 15m。

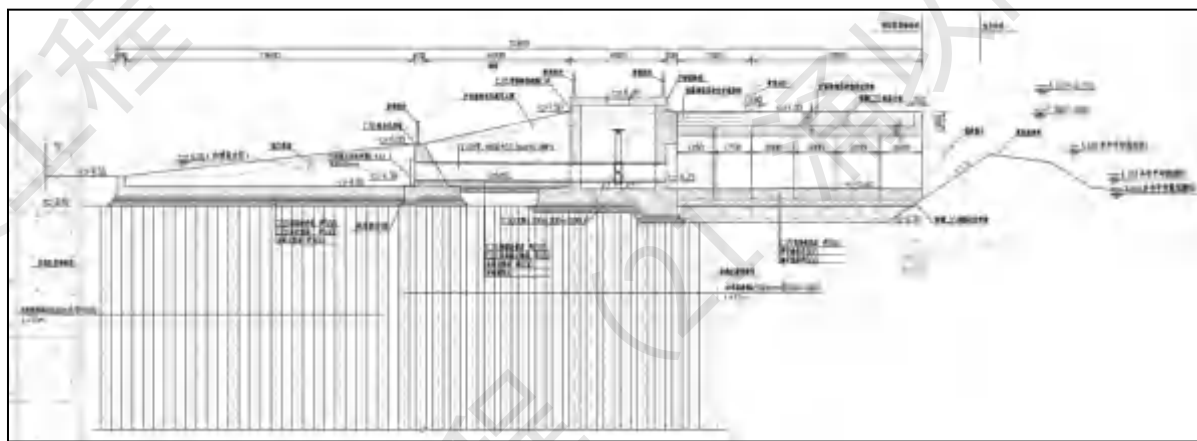


图 3.1.6-5 出水闸建筑纵断面图

(3) 拦砂堰

结合景观设计方案，沙滩景观池分为沉砂池及戏水池，沉砂池用于沉淀水体泥沙，本工程拟在沉砂池及戏水池之间设置拦砂堰，沉淀池底高程 4.30m，戏水池底高程 4.20m，拦砂堰顶高程 4.80m。拦砂堰长 8.62m，宽 3.23m，堆放平铺式生态框（长 1.08m 宽 1.08m 高 0.5m）形成堰体，基础采用块石基础及水泥搅拌桩复合基础，块石厚 0.5m，搅拌桩采用 1m×1m 矩形布置，单桩长 8m。拦砂堰前后设置干砌石护坦。

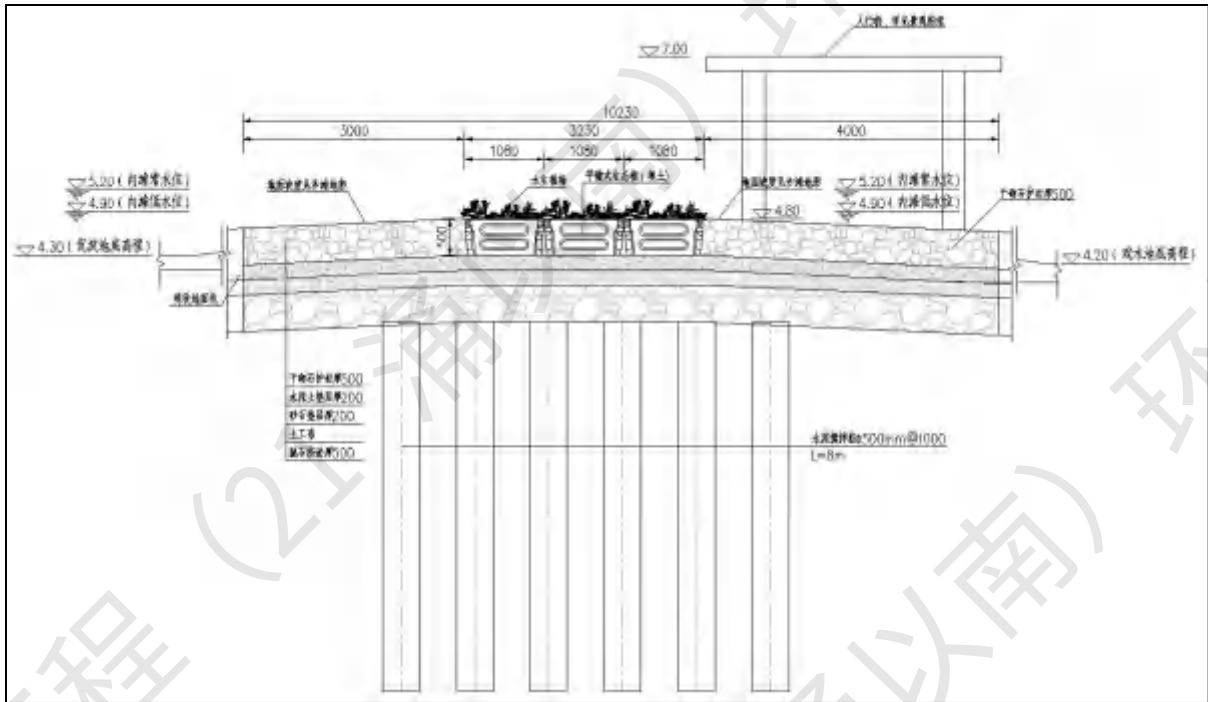


图 3.1.6-6 拦砂堰纵断面图

3.1.6.4 地基处理设计

(1) 进水闸建筑物及拦砂堰

根据工程地勘报告，工程区地质情况较差，存在厚度较深的淤泥层，需进行处理后能确保上部建筑物的稳定安全。

水泥搅拌桩和高压旋喷桩施工工艺成熟，效果较为理想，对于本项目的地质情况，两者都能对软弱土体进行加固。相比而言，搅拌桩更适用于淤泥土加固，造价更低，故本次地基处理拟推荐采用水泥搅拌桩处理。

闸阀井、涵管、内滩管口处挡墙地基处理方案拟采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，间距 0.8m×1.0m 矩形布置，桩长 15m。沉淀池及拦砂堰荷载相对较小，沉淀池及拦砂堰地基处理方案拟采用水泥搅拌桩复合基础，桩径 0.5m，桩间距 1.0m 矩形布置，其中沉淀池桩长 15m，拦砂堰桩长 8m。

(2) 出水闸建筑物

根据工程地勘报告，工程区地质情况较差，存在厚度较深的淤泥层，需进行处理后能确保上部建筑物的稳定安全。

水泥搅拌桩和高压旋喷桩施工工艺成熟，效果较为理想，对于本项目的地质情况，两者都能对软弱土体进行加固。相比而言，搅拌桩更适用于淤泥土加固，造价更低，故本次地基处理拟推荐采用水泥搅拌桩处理。

阀门井采用水泥搅拌桩复合基础,桩径 0.5m,间距 0.8m×1.0m 矩形布置,桩长 15m;
涵管、管口处挡墙基础采用水泥搅拌桩复合基础,桩径 0.5m,间距 0.8m,桩长 15m。
沉淀池及翼墙基础采用水泥搅拌桩复合基础,桩径 0.5m,间距 1.0m 矩形布置,桩长 15m。

3.1.7 道路工程（15m 宽堤顶路）

3.1.7.1 道路平面设计

15m 宽堤顶路主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道，在赛事期间可根据需求设置临时交通管制措施，疏导人流维持秩序。在非赛事期间可根据实际需求自行组织调配交通管控。

15m 宽堤顶路路线呈从东北至西南走向,起点与灵新大道南延线和二十一涌北路相交,终点与滨海路相交,全长 1653.83m,实施范围(DK0+020.191~DK1+634.523),实施长度 1614.332m,道路宽度 15m,双向两车道,场馆侧设置非机动车道,生态堤侧设置停车带,平面线形满足设计速度 20km/h 的规范要求。

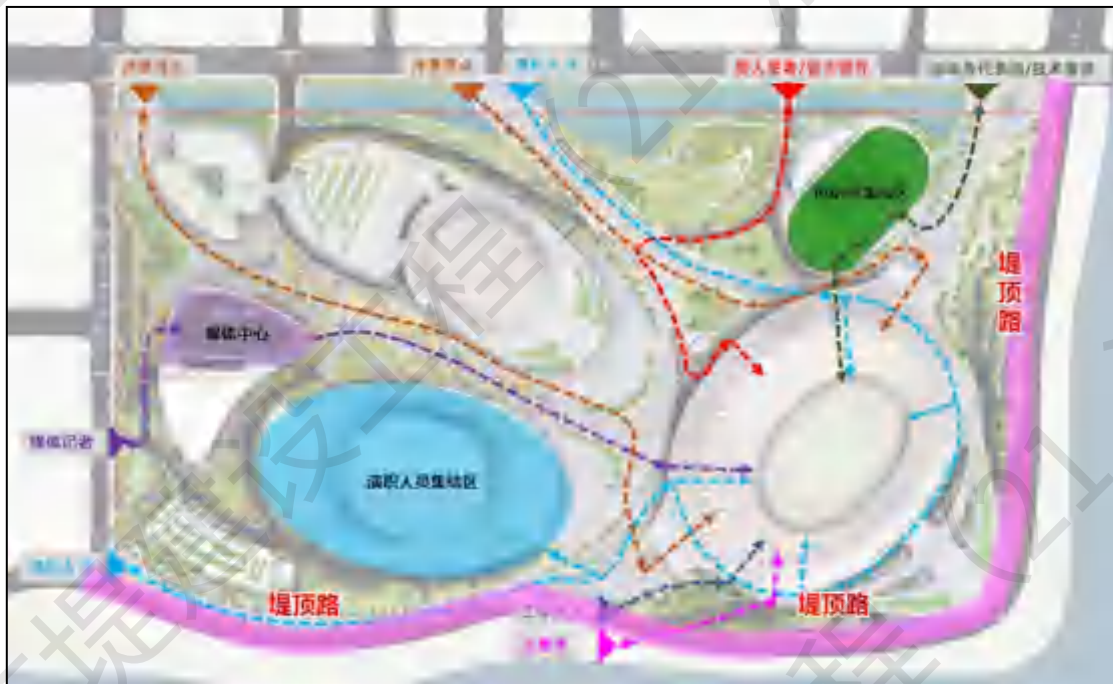


图 3.1.7-1 大型赛事期间场馆与堤顶路交通组织示意

3.1.7.2 道路纵断面设计

路面标高以滨海路路面标高 9m（完建标高），二十一涌北路-灵新大道南延线交叉口规划标高、二十一涌水闸控制标高 9.1m（完建标高）为基准，其余标高按场馆出入口标高 9.16m（完建标高）控制，接入规划纵三路-滨海路交叉口规划标高 9.01（完建标高）。道路纵坡小于 0.3%时设置锯齿式边沟。

3.1.7.3 道路横断面设计

堤顶路规划为展现滨海景观风貌，综合考虑南沙全民文化体育综合体赛时需求、节假日临时上下客需求，滨海一侧设置港湾式临时停车带，满足停车游憩需求，靠场馆一侧进行慢行设计，结合红线外人行道，可提高行人、非机动车与周边生态景观资源的交互动。全线采用非机动车道+双向二车道+停车带。

堤顶路主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道，过境车辆需求不大，周边主要市政道路如规划纵三路，二十一涌北路和灵新大道南延线处于较为流畅的运行状态，满足交通需求。与堤顶路相交的纵三路，二十一涌北路和灵新大道南延线承担起城市交通功能，能解决大部分进出场馆出入口路段的疏散功能，极大提高南部地区城市路网的运行整体效率。

横断面组成 15m=0.25m 路缘带+3.5m 停车带+3.5m 机动车道+0.5m 路缘带+3.5m 机动车道+3.5m 非机动车道+0.25m 路缘带。

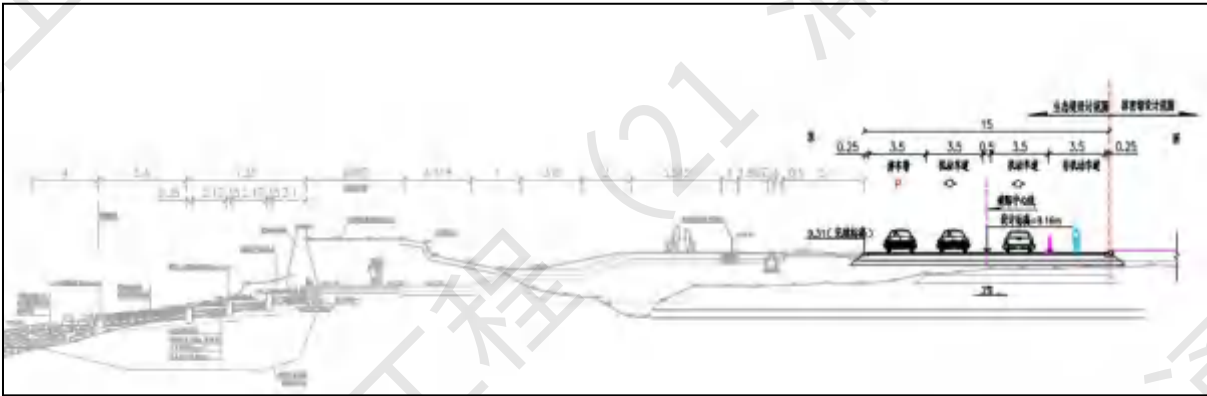


图 3.1.7-2 堤顶路横断面图

3.1.7.4 路面设计

- (1) 自然区划：IV7
- (2) 设计年限：路面城市支路不大于 15 年
- (3) 土基回弹模量：城市支路路基土回弹模量设计值为不小于 20MPa（承载板静态回弹模量）

表 3.1.7-1 路面结构一览表

道路类型	部位	路面结构	来源
车行道	上面层	4cm 细粒式改性沥青混凝土(AC-13C)	外购成品沥青
	中面层	8cm 中粒式沥青混凝土(AC-20C)	
	下封层	1cm 下封层 (70#热沥青+撒布瓜米石)	
	基层	30cm 5%水泥稳定级配碎石	外购成品混凝土和碎石

道路类型	部位	路面结构	来源
人行道(堤顶路与规划纵三路相交红线范围内路段)	底基层	18cm 4%水泥稳定碎石	外购成品混凝土和碎石
	垫层	15cm 级配碎石	
	面层	8cm 陶瓷透水砖	
	调平层	3cm 干硬性水泥砂浆	
	基层	15cm C20 透水混凝土	
	底基层	15cm 级配碎石	

注：车行道路面结构中沥青层之间洒布一层 PC-3 乳化沥青粘层油 0.5L/m²，沥青层与砼基层之间洒布透层油 PC-2 乳化沥青透层油 1L/m²。

3.1.7.5 排水工程

(1) 横断面布置

新建雨水管敷设于堤顶路北侧，单侧布置，管中心线距离道路边线 6m，距离道路中线 1.5m。

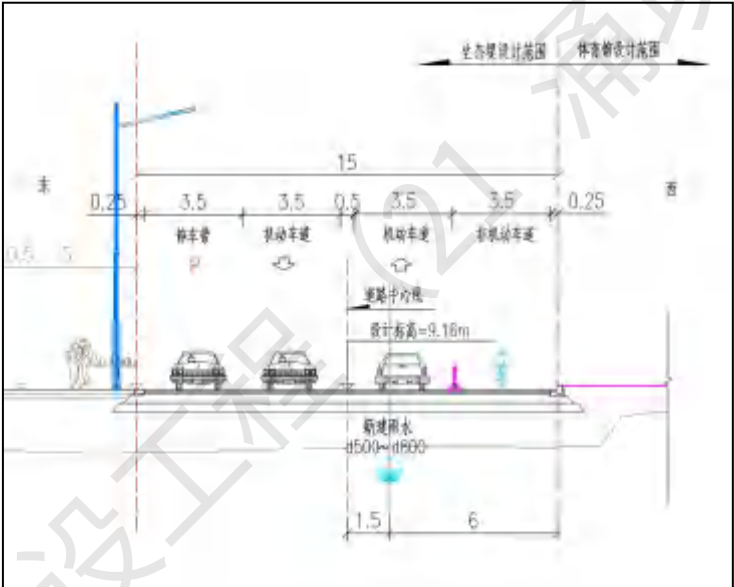


图 3.1.7-3 排水管线设计横断面图

(2) 平面布置

桩号 DK0+000~DK0+800 段：沿道路敷设 DN500~DN800 雨水管，沿路两侧设置雨水口，收集道路范围内地表径流雨水，自南向北排入二十一涌；设计管道起点标高 7.60m，末端排出口标高 3.98m，设计坡度 1‰。

桩号 DK0+800~DK1+640 段：沿道路敷设 DN500~DN800 雨水管，沿路两侧设置雨水口，收集道路范围内地表径流雨水，汇水面积约 1.28ha，自东向西汇入纵三路预留 DN1200 雨水管；设计管道起点标高 7.60m，末端标高 6.47m，纵三路接入点标高 4.02m，设计坡度 1‰。



图 3.1.7-4 排水管线总平面设计图

3.1.7.6 照明工程

堤顶路新建道路照明采用单臂路灯，单侧布置，布灯间距 40 米，灯具安装高度 14m，挑臂长度为 3m，安装仰角 5 度，灯具光源为 180W 半截光型 LED 灯。

在平交叉路口区域、道路扩宽段、公交站等区域通过设置三火投光灯或加大灯具功率和减少布灯间距以适当提高此处的照度和均匀度。

道路照明按三级负荷设计，设置一座照明配电控制箱，实现区域道路照明的配电和控制。道路照明配电系统的接地形式采用联网 TT 系统，配电系统设置短路保护、过负荷保护和剩余电流保护。

3.1.8 水闸泵站工程

3.1.8.1 工程布置

(1) 21 涌西闸工程

二十一涌西闸为拆除重建水闸，采用开敞式型式。现有河宽约 40m，本次水闸设计为单孔布置，净孔宽度为 12m。二十一涌西闸主要由闸室段、内外消力池段、海漫段、防冲槽段、连接堤、引堤和工程管理房组成。工程管理房拟布置于内涌侧引堤旁，控制

室、油泵房等辅助用房与工程管理用房均布置在管理房内，管理房面积约为 166m²。

（2）21 涌东闸站工程

二十一涌东闸站位于二十一涌东入珠江口处，站身、闸室主体结构位于规划道路外河侧。闸站水闸净宽 6m，设一孔上卧门；泵站设计排涝流量 9.0m³/s，引水流量 1.2m³/s，共设三台水泵，其中两台为单向排涝的 1200ZQ-125（+2°）型潜水轴流泵，一台为单向运行的 700ZQ-85（-2°）潜水轴流泵。水闸、泵站主体结构顺河向全长 85m，闸室和站身采用共底板布置，顺河向长度为 24m，垂直水流方向总宽 26.6m，闸室净宽 6m。闸室、站身上游接进出水池/护坦，顺河向长度为 20m，进出水池/护坦上游接二十一涌河道，闸室、站身下游接外河进出水池/消力池，长度为 16m，消力池外侧接 11m 长海漫及 15m 长抛石护底。工程管理房拟布置于闸室南侧空地，控制室、油泵房等辅助用房与工程管理用房均布置在管理房内，管理房面积约为 250m²。

（3）21 涌东、西闸引堤部分布置

21 涌东、西闸闸址以南在 21 涌以南生态堤堤防上，以北在 20-21 涌东生态堤路、21 涌以北生态堤堤防上，故 21 涌东、西闸两侧连接堤分别按上述工程生态堤型式进行建设。

东闸段拟将现状防堤防上部拆除，外侧布置一级平台（亲水步道），标高 6.8m，为保护和修复岸线水生态，营造近岸生境，亲水步道前设置生态护岸及抛石护脚，高程 4.7m~5.3m 采用预制瓶孔砖护坡，高程 5.3m~6.8m 采用平铺箱型砌块护坡，一级平台后侧为阶梯式挡墙，通过多级平台形成的阶梯，堤身从 6.80m 升至 9.01m 标高的平台，平台外侧布置 3.5m 宽的绿道，靠近场馆侧布置 15m 宽的车行道。

西闸段拟退堤建岸，第一层堤采用多级斜坡式结构，新建重力式混凝土挡墙护岸，坡顶布置亲水步道（一级平台），标高 7.2m~7.4m，临水侧高程 5.3m 布置亲水平台，宽 3.5m。为保护和修复岸线水生态，高程 4.7m~5.3m 采用生态瓶孔砖进行防护，高程 6.3m~7.2m 采用生态混凝土进行防护。二级平台以上进行景观绿化，布置堤顶绿道，宽度 6m，标高 9.01m。

由于堤防段场馆区堤基、非场馆区堤脚及堤身核心区均采用Φ500 水泥搅拌桩进行处理，桩长 20m，间距 1.2m。故 21 涌东、西闸地基处理范围至堤防处理范围之间仍采用Φ500 水泥搅拌桩进行处理，桩长 20m，间距 1.2m。

3.1.8.2 工程现状

本项目范围内有2座水闸（二十一涌东闸、二十一涌西闸），根据《广州市南沙区万顷沙围水利设施（水闸工程）安全评估报告》（广东省水利水电科学研究院，2021年2月）鉴定为四类闸，运用指标达不到设计标准，工程存在严重损毁，需报废重建。水闸现状如图3.1.8-1。



图 3.1.8-1 二十一涌以南堤防现状

3.1.8.3 水闸泵站选型

（1）水闸选项

经必选，本次重建水闸工作闸门统一采用平面翻板闸门，采用液压启闭机进行操作，闸门拟采用平面翻板闸门，平时上翻于桥底，挡潮时立下。

21涌西闸共设1孔，总净宽12m，闸门高度6.6m，闸底板高程为2.3m，闸顶高程为10.60m。闸室结构采用整体式，孔口型式为开敞式，闸室长26.0m；闸室外江侧及内河涌侧各设一道检修闸门。

上翻式闸门由门体、支臂、支铰及液压启闭机等主要部分组成，门体为平面结构，通过支臂与支铰相连，支铰固定在牛腿上。液压启闭机与门顶连接，通过活塞杆的伸缩带动门体转动，实现闸门开启和关闭。

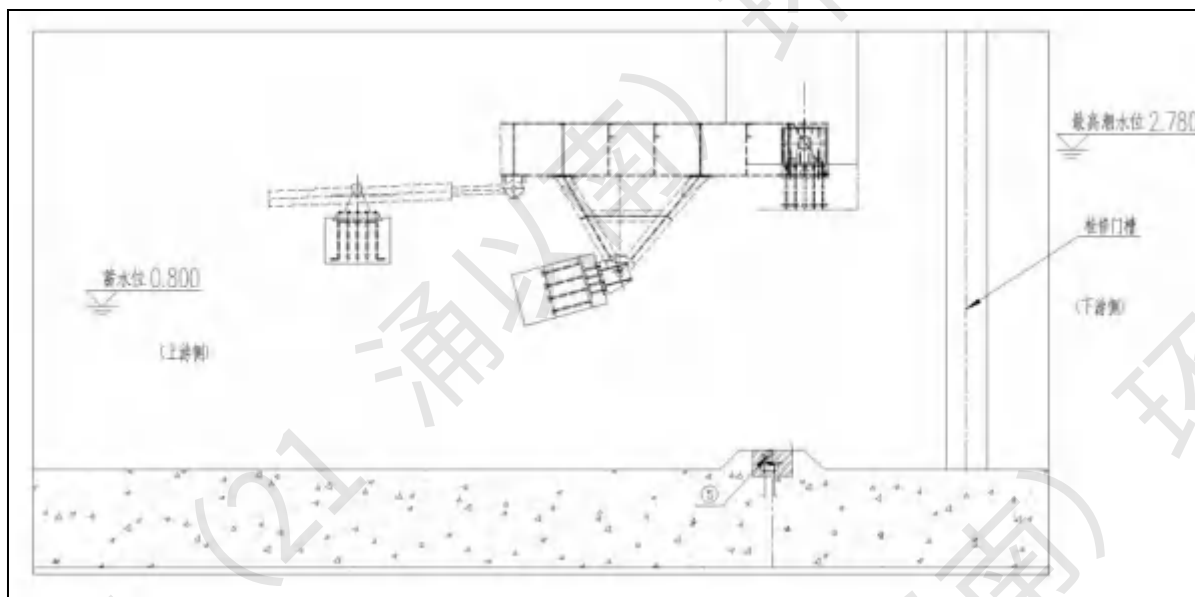


图 3.1.8-2 (a) 上翻式闸门开闸工况示意图

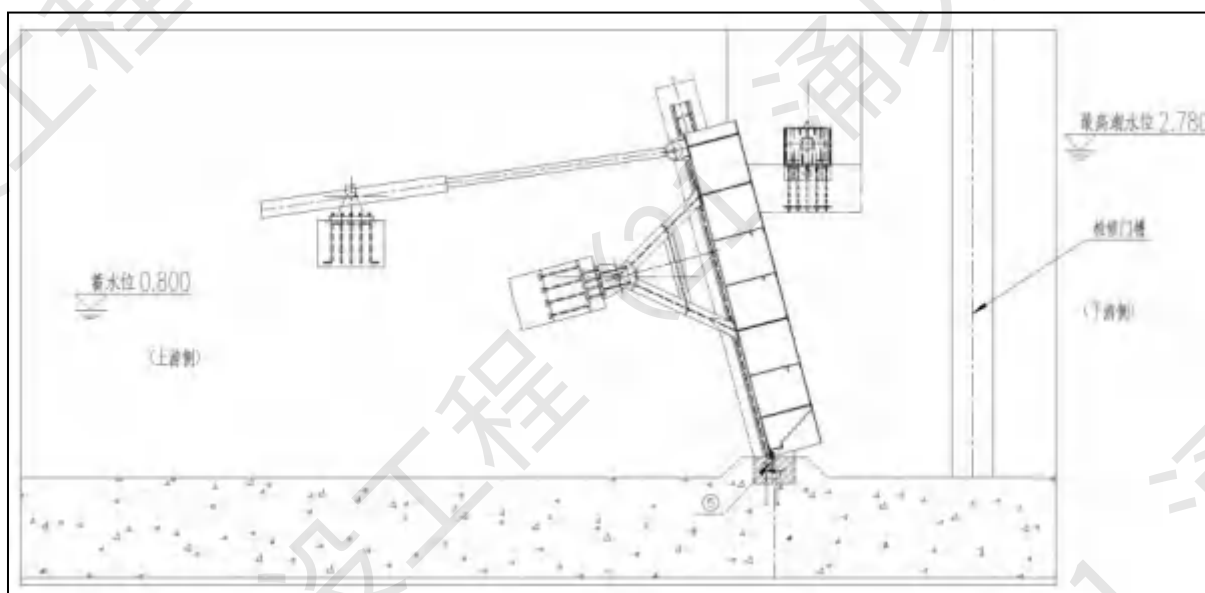


图 3.1.8-2 (a) 上翻式闸门关闸工况示意图

(2) 泵站选型

本项目泵组主要用于防洪排涝及景观引水，年运行小时数较低，不考虑备用机组，结合本项目的实际情况，认为泵站水泵台数为 2 台~4 台较为合适。

根据水机选型，本阶段推荐机组采用 2 台套 1200ZQ-125 (+2°) 型潜水轴流泵（单向排涝）和 1 台套 700ZQ-85 (-2°) 型潜水轴流泵（单向引水），经综合考虑各类泵型结构的特点，本项目泵站与水闸合并布置，采用堤身式布置，泵房为湿室型墩墙式结构。

排涝泵站喇叭口直径为 1.6m，垂直布置，其淹没深度宜大于 1.0~1.25 倍喇叭口直径，即应大于 1.6m，采用金属弯管出水，出口采用拍门断流，出水钢管及拍门口径为

DN1400mm。引水泵站喇叭口直径为 1.0m，垂直布置，其淹没深度宜大于 1.0~1.25 倍喇叭口直径，即应大于 1.0m，采用金属弯管出水，出口采用拍门断流，出水钢管及拍门口径为 DN800mm。

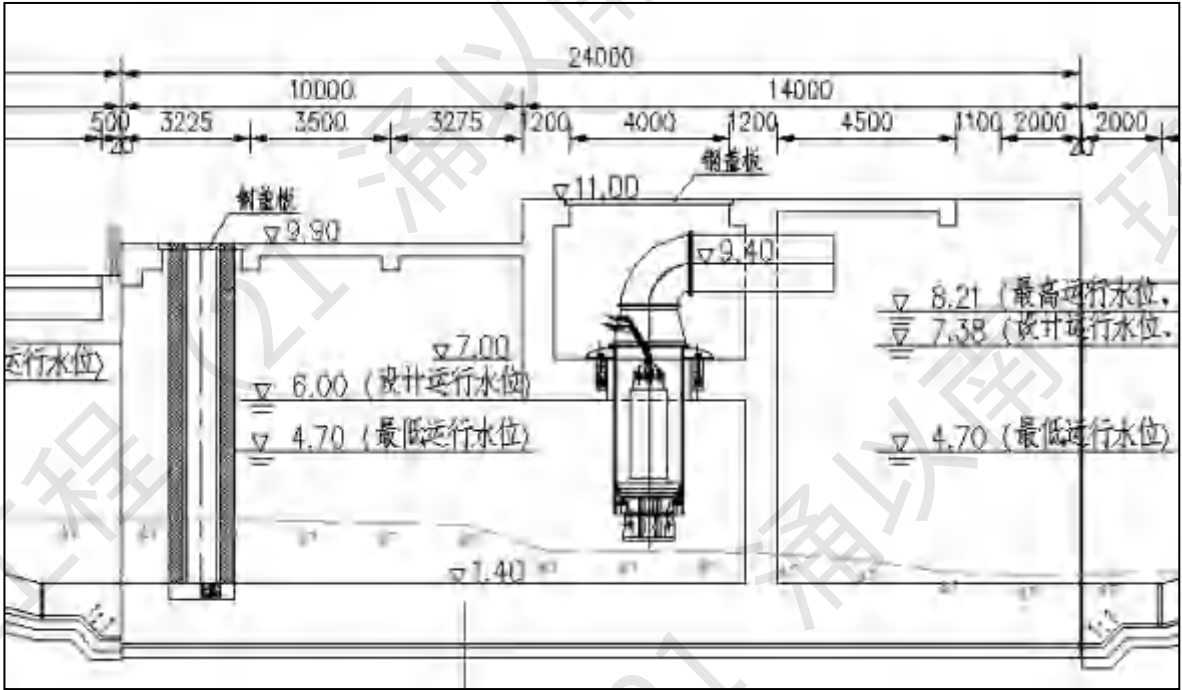


图 3.1.9-3 (a) 排涝泵结构图

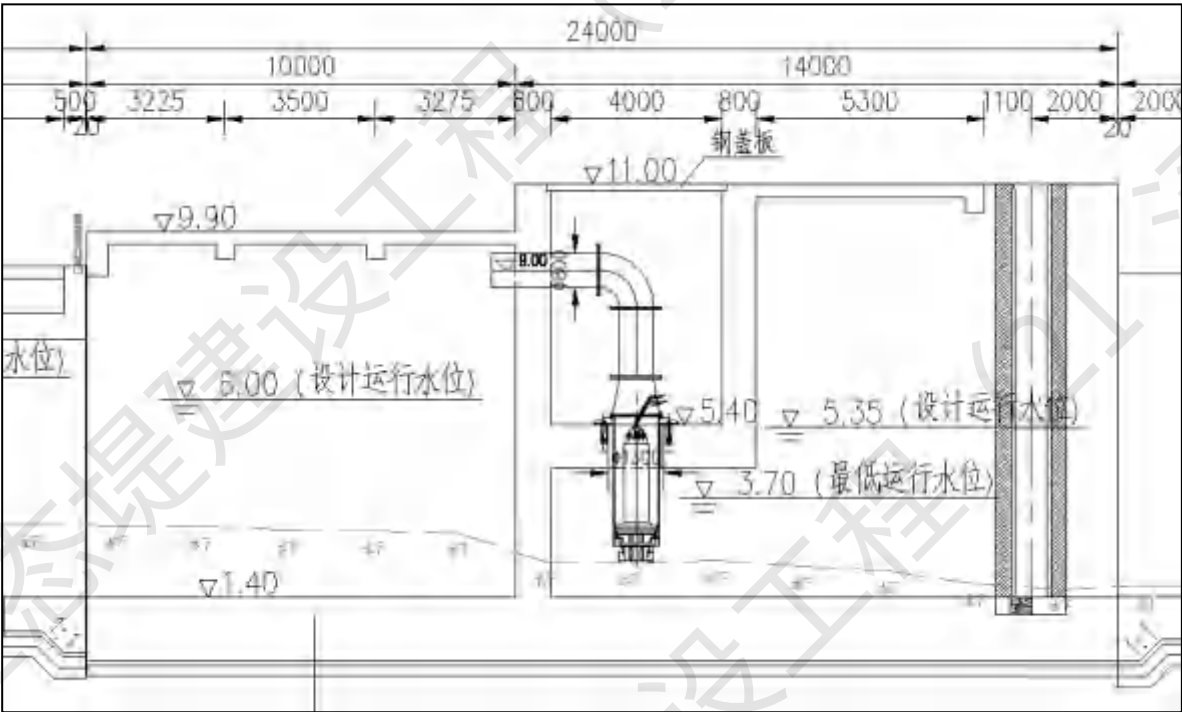


图 3.1.9-3 (b) 引水泵结构图

3.1.8.4 工程规模

（1）水闸工程

二十一涌水系汇水面积分割：二十一涌汇水面积为 3.12km^2 ，受排涝布局的分割，二十一涌被分割为东、西两段，二十一涌西闸汇水面积为 2.01km^2 ，二十一涌东闸站汇水面积为 1.11km^2 。

根据相关设计洪水及设计潮位计算结果，结合挡潮、排涝、日常运行等工况等需要，提出二十一涌东闸、二十一涌西闸的设计排涝流量和相关水位等参数。本项目重建二十一涌西闸，设计排涝流量为 $38.3\text{m}^3/\text{s}$ ，改建二十一涌东闸站，设计排涝流量为 $23.2\text{m}^3/\text{s}$ 。

（2）排涝泵站工程

泵站排涝区域为“独立高片”，综合体场馆高程较高，从景观角度考虑、景观水位与场馆高程相适应，将 21 涌东部景观水体的管控水位提高至 6.5m （高于 19 涌、20 涌以及 21 涌西段部管控水位 6.3m ）。

泵站汇水范围 50 年一遇涝水 24h 洪量为 35.3万 m^3 ，根据相关排涝标准，需满足地块 50 年一遇 24h 暴雨排干，泵站排涝流量至少为 $4.4\text{m}^3/\text{s}$ ；当泵站设计排涝流量提高至 $9.0\text{m}^3/\text{s}$ 时，可满足 21 涌东部景观水体管控水位 6.5m 的要求。

（3）引水泵站工程

换水周期：本方案换水周期按 7d 设计，单次引水时间根据平均涨潮历时（ 5.22h ）和平均落潮历时（ 7.47h ）估算，按 3h 计。

引水泵站流量：二十一涌东段采用现状 3.0m 作为涌底高程，同时结合换水周期，引水泵站流量取 $1.20\text{m}^3/\text{s}$ 。

3.1.8.5 水闸设计

本项目水闸设计参数如下。

表 3.1.8-1 本项目水闸设计参数一览表

水闸名称	二十一涌东闸	二十一涌西闸
水闸宽度	6m	12m
水闸底板高程	3.00m	2.30m
闸顶高程	11.00m，闸顶检修桥面高程取 9.90m	10.60m，闸顶检修桥面高程取 10.10m
地基抗液化措施	采用水泥搅拌桩的围封方案：联体水泥搅拌桩成墙的处理方式对闸基进行围封，水泥搅拌桩（水泥掺量 22%）桩径 500mm，桩距 350mm，桩长 20m	
两岸连接段	水闸外江侧两岸为生态堤海岸亲水带，外江两岸通过翼墙与两侧顺接，翼墙顶高程由 6.80m 顺接至直立式挡墙高程	水闸外江侧两岸为生态堤海岸亲水带，外江两岸通过翼墙与两侧景观带顺接，外江侧及内涌侧翼墙顶高程均

水闸名称	二十一涌东闸	二十一涌西闸
	7.00m。 2m 墙高采用重力式挡墙较为施工便捷，故翼墙采用重力式挡土墙。	为 7.00m。 4~7m 墙高采用悬臂式挡墙较经济，故翼墙采用悬臂式挡土墙。采用与水闸一致的 DN500 预制管桩基础。
水闸地基处理方案	采用施工速度更快、更经济的预制管桩方案	

3.1.9 桥梁工程

3.1.9.1 工程布置

桥梁工程位于二十一涌以南，在二十一涌东闸站上游新建桥梁两座，分别为二十一涌东闸 1 号桥和二十一涌东闸 2 号桥，均为人行桥。详见图 3.1.1-1。

3.1.9.2 工程现状

桥梁位于二十一涌东闸站上游，桥梁位置现状为堤防为土堤，现状河涌宽度约 36m，规划河涌断面如图 5.3.3-1。

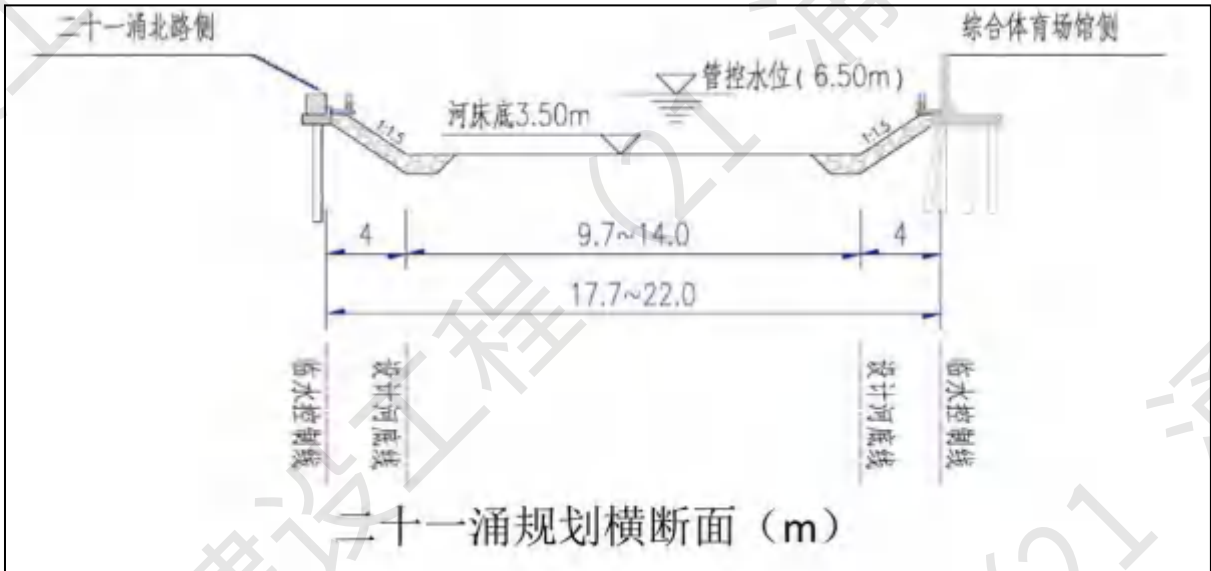


图 3.1.9-1 规划河涌断面示意图

3.1.9.3 桥梁选型

经过综合比较，在二十一涌上，修建有另外 4 座与综合体育场馆连接的桥梁，均为现浇混凝土门式刚构桥（穗南综指会纪〔2024〕12 号）。为保证景观的统一性，本项目桥梁采用现浇混凝土门式刚构桥。

门式刚构桥的结构整体性强，与鱼腹梁的结合，避免了结构景观的单调。桥梁分为多片鱼腹梁，通过悬臂板连接；跨中梁高 0.85m，支点梁高 1.25m。



图 3.1.9-2 门式刚构桥效果图

3.1.9.4 桥梁设计

(1) 桥梁平面设计

本项目包含桥梁 2 座，均跨越二十一涌与综合体育场馆广场连接。

表 3.1.9-1 桥梁一览表

序号	桥名	中心桩号 (m)	桥跨布置 (m)	右偏角 (度)	结构类型
1	C1 桥 (二十一涌东闸 1 号桥)	K0+041.514	20.00	73.00	现浇普通钢筋混凝土 土门式刚构桥
2	C2 桥 (二十一涌东闸 2 号桥)	K0+044.124	23.00	57.00	



图 3.1.9-2 C1 桥（二十一涌东闸 1 号桥）桥梁平面图（m）

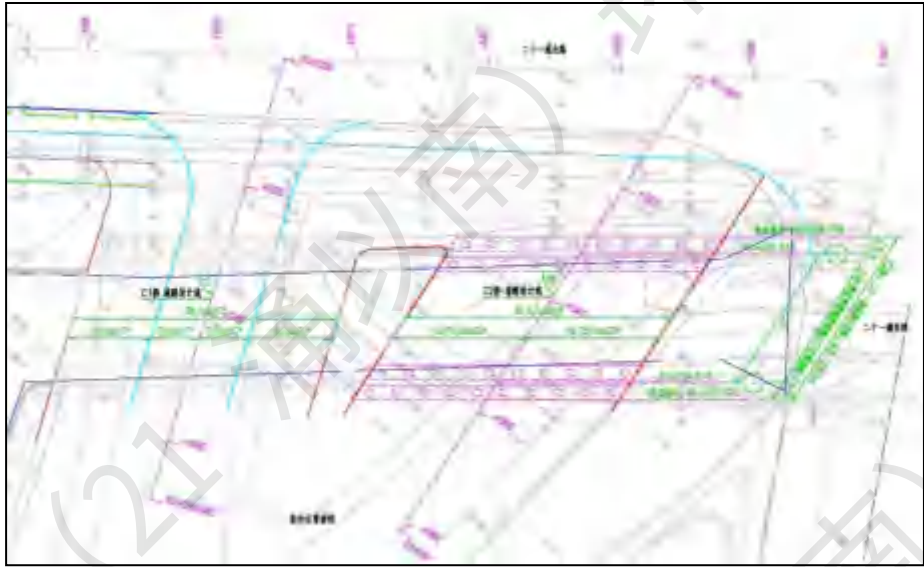


图 3.1.9-3 C2 桥（二十一涌东闸 2 号桥）桥梁平面图（m）

(2) 桥梁纵断面设计

桥梁纵断面综合考虑桥下防洪要求，与周边道路接顺。在桥范围设置竖曲线。

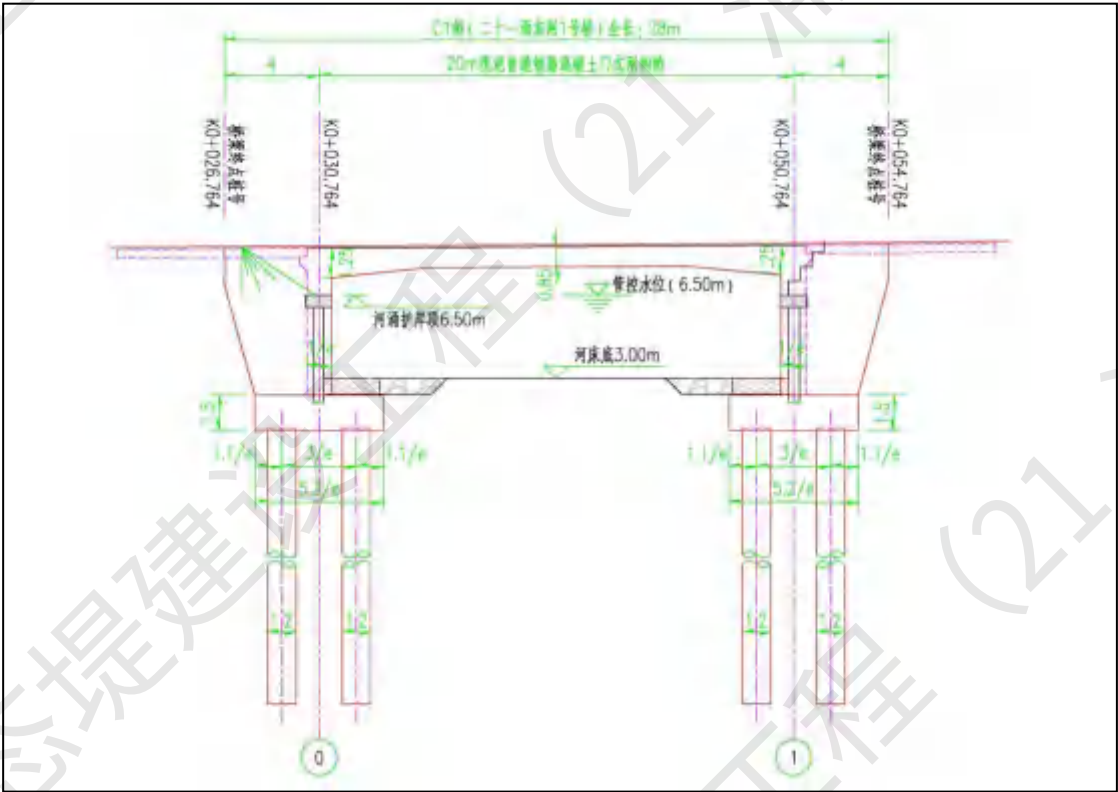


图 3.1.9-3 C1 桥（二十一涌东闸 1 号桥）桥型立面图（m）

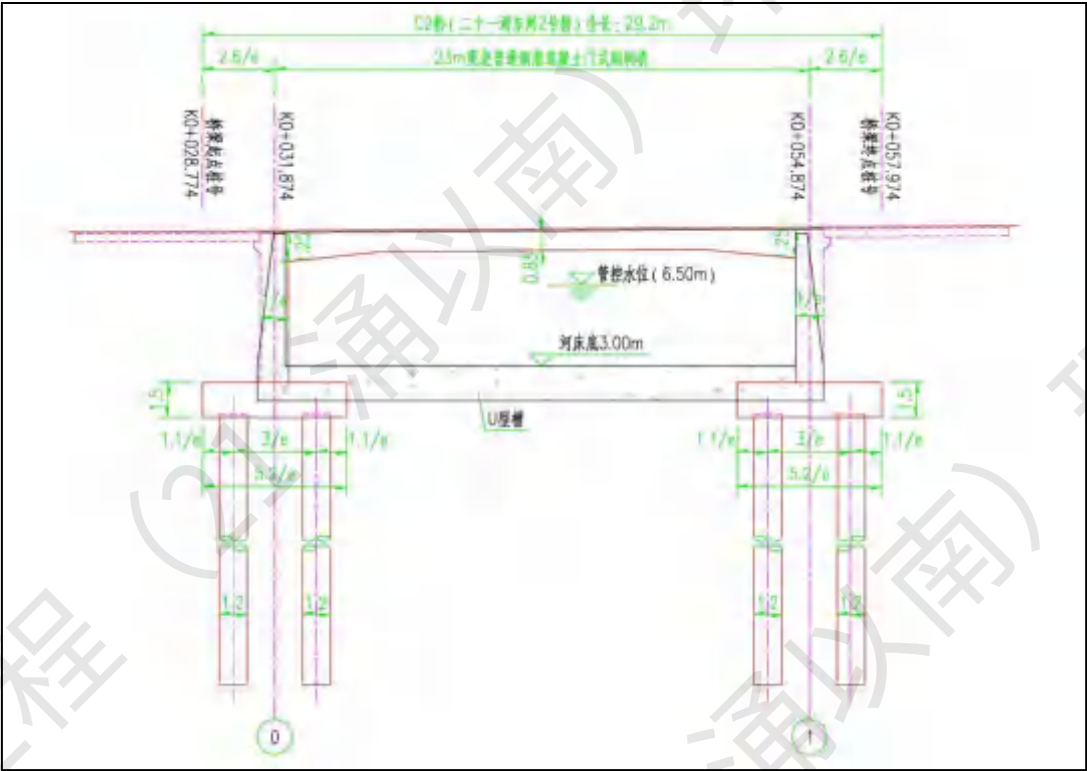


图 3.1.9-4 C2 桥（二十一涌东闸 2 号桥）桥型立面图（m）

（3）桥梁横断面布置

各桥梁横断面组成为：

1) C1 桥（二十一涌东闸 1 号桥）

桥面总宽 38.00m，桥面组成为：12.0m（人行道）+2x7m（预留机动车道）+12.0m（人行道）=38.00m。C1 桥按人行桥设计，仅预留局部区域城-A 级荷载，桥面临时通行汽车时，运营管理方需在汽车行驶区域两侧做好可靠防护措施，避免汽车冲入二十一涌或者发生其他安全事故。

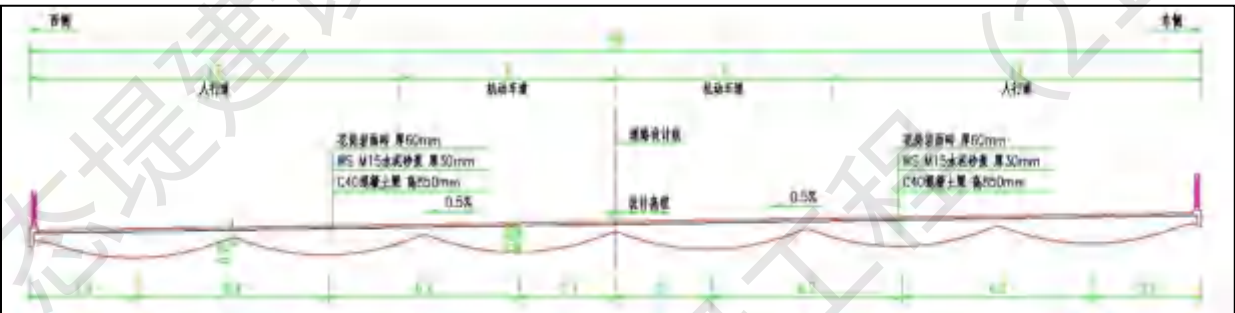


图 3.1.9-5 C1 桥（二十一涌东闸 1 号桥）桥梁横断面图（m）

2) C2 桥（二十一涌东闸 2 号桥）

桥面总宽 33.50m，为人行桥。

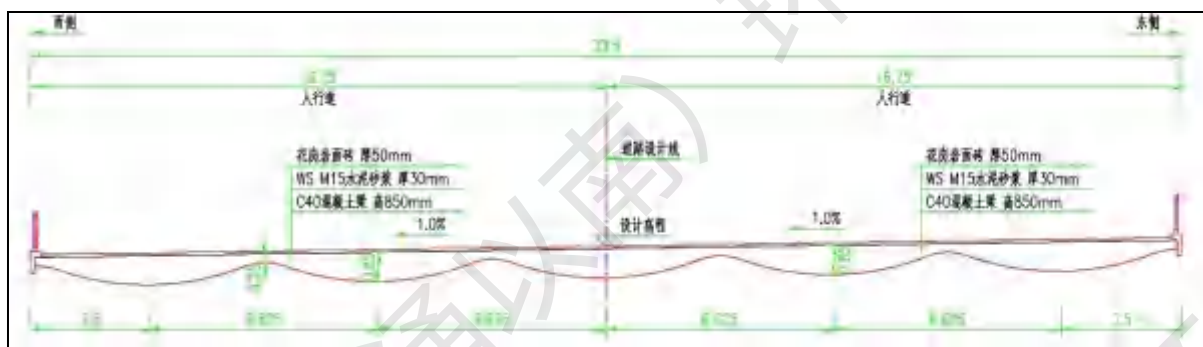


图 3.1.9-6 C2 桥（二十一涌东闸 1 号桥）桥梁横断面图（m）

（3）下部结构设计

采用墙式桥台，钢筋混凝土墙式桥台，双排桩基础，台身与桩基通过承台连接。台身厚 1.0m，在西侧宽度比桥面宽度减少 1.5m，该 1.5m 宽度在耳墙上设置与主梁外形相同的悬臂。承台高 1.5m，横向宽度为桥面宽度加两边各 200mm，纵向长度 5.2m。桩基直径为 1.2m，横桥向间距为 4.0m、3.4m，顺桥向间距为 3.0m，为钻孔灌注桩。

桥台后设置搭板，纵向长 8m，宽度与桥面机动车道的宽度相同，厚 0.35m，在搭板与台背之间布设竖直锚栓。采用水泥稳定石屑层铺筑搭板段路基，厚度为 300mm，以下采用夯实石屑（或中粗砂）。台后为路基填土。

（4）桩基

桥梁桩基成孔采用钻（冲）孔灌注桩。桥台桩基直径为 1.2m，其中直径 1.2m 单桩桩顶竖向承载力为 3500kN。根据现有的详勘钻孔资料，桥梁桩基均按嵌岩桩进行设计。

3.1.9.5 桥梁连接段设计

本项目桥梁连接段设计范围包括：连接 C1 桥与 C2 桥的内河涌（明渠段一）和连接 C2 桥与二十一涌东闸站的内河涌（明渠段二）。

（1）桥梁连接段结构设计

桥梁连接段参考内河涌断面直斜式断面，采用“U 型槽+护坡”的组合结构型式，明渠段一 U 型槽顺接 C1 桥与 C2 桥，明渠段二 U 型槽顺接 C2 桥与二十一涌东闸站进水口。U 型槽采用 C40 钢筋砼结构，底板厚 1.50m，立墙厚 0.50m~1.20m，底板高程为 3.00m，侧墙顶标高 6.50m，底板间隔设置宽 1m 的透水槽，透水槽内回填 0.5m 厚块石及 1.0m 厚碎石，并在底板设置 75mm 直径透水孔；侧墙顶至两岸岸顶采用 1:1.75~1:2 的草皮护坡进行衔接，坡顶设置景观防护栏杆。详见图 3.1.9-7 和图 3.1.9-8。

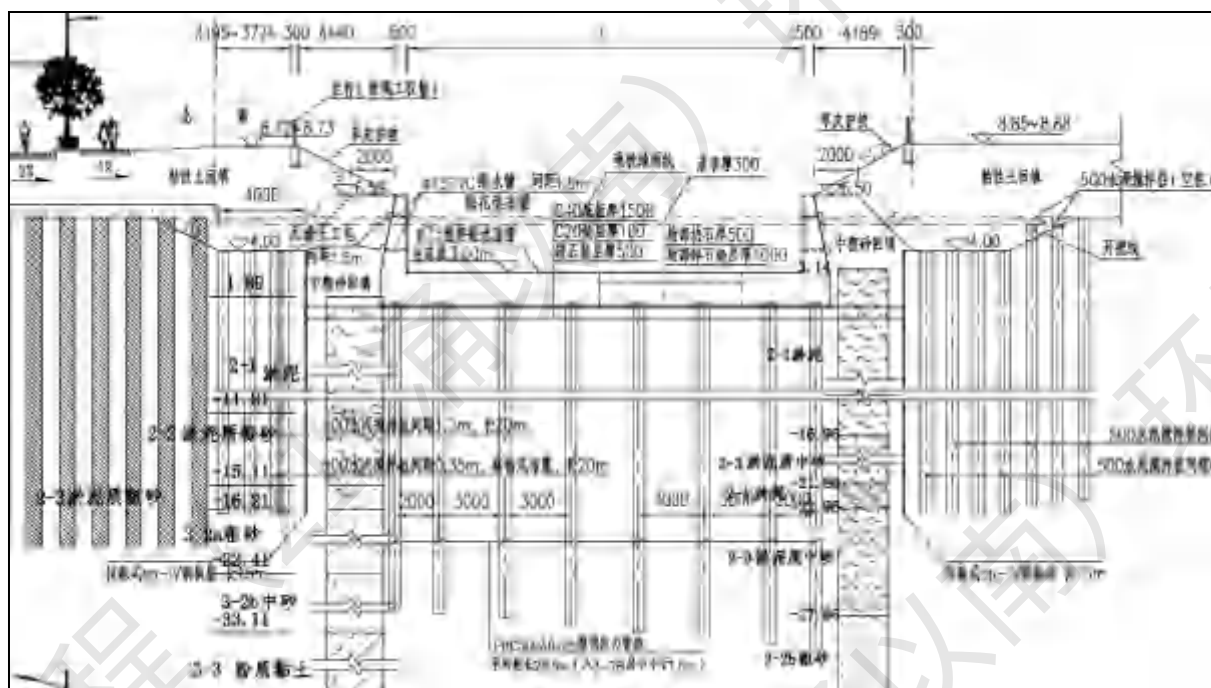


图 3.1.9-7 明渠段一横断面图

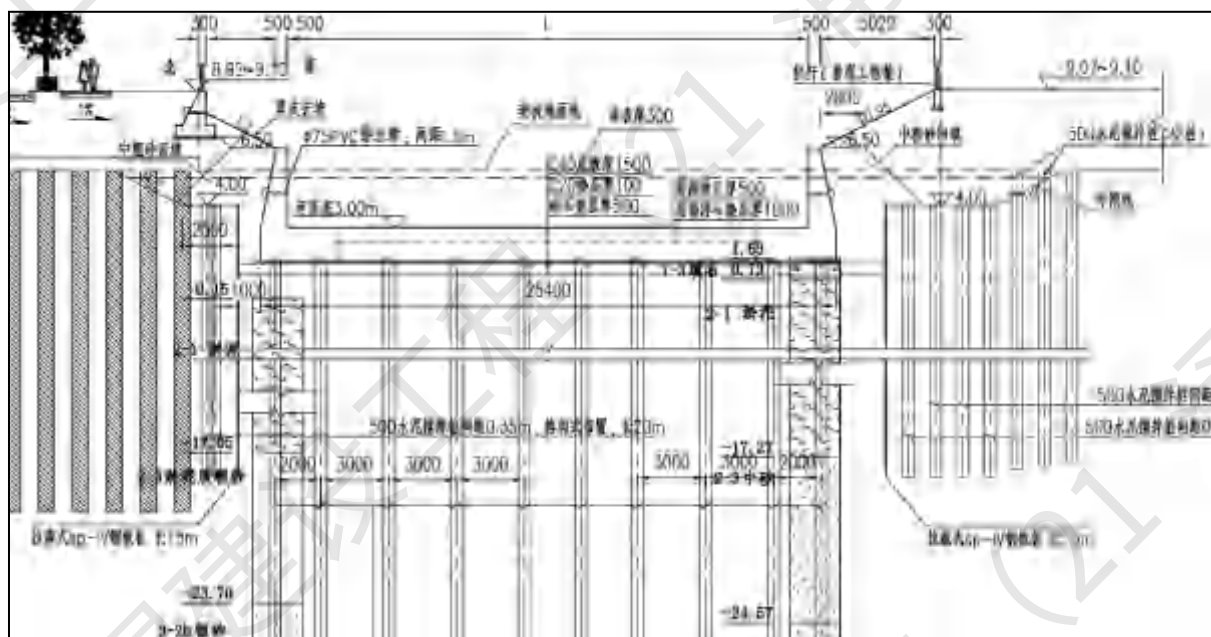


图 3.1.9-8 明渠段一横断面图

(2) 桥梁连接段基础处理设计

桥梁连接段 U 型槽采用 $\phi 500$ 预应力管桩进行基础处理，底板底设置 0.1m 厚 C20 混凝土垫层、0.5m 厚碎石垫层，管桩为矩形布置，间距 2.0m~3.0m，桩顶伸入 U 型槽底板 0.1m，桩底进入持力层（3-2b 中粗砂层）不小于 1.50m，单桩竖向承载力设计值不小于 490kN。

3.1.9.6 桥梁照明设计

桥面扶手处安装 LED 栏杆灯，DC24V，3W/米/支 LED 灯（2800~3500K），布置间距 2m，照亮人行桥面。本工程照明按三级负荷设计。在人行桥侧近设置照明配电箱 AL，照明配电箱 AL 进线就近接取 380V 电源，暂定从二十一涌北道路照明供电回路接取。供电半径控制在 1000m 以内，保持线路末端电压降不超过 10%。

3.1.10 景观工程

3.1.10.1 工程现状

景观工程现状详见章节 3.1.5.1，不在此赘述。

3.1.10.2 设计原则

景观工程设计的指导思想是以人为本、生态友好、可持续发展为原则，融入地域特色和创新设计，通过协同合作创造出安全、舒适、独特的景观空间。

3.1.10.3 总体构思与布局

（1）设计理念

“湾区能量心·世界引力核”，希望借助自然引力刻画场地空间，聚合湾心能量。

（2）设计愿景

①安全韧性；②生态自然；③亲水开放；④多元活力

（3）景观分区

海岸带自西向东将共分为三大板块：海上森林、海湾剧场、湾区之窗。



图 3.1.10-1 景观分区



图 3.1.10-2 总平面图

3.1.10.4 空间组织和园林景观特色

(1) 空间组织

采用较为开放的空间组织形式，使游客可以尽情地欣赏和享受海洋景色、广场、草坪、景观平台等空间，供人们休闲、游玩和观赏。滨海景观带设置堤顶绿道（漫步道+骑行道）、亲水步道和栈道，方便游客进行散步、慢跑、骑行等运动，同时也提供了与海洋亲近的机会。



图 3.1.10-3 道路系统

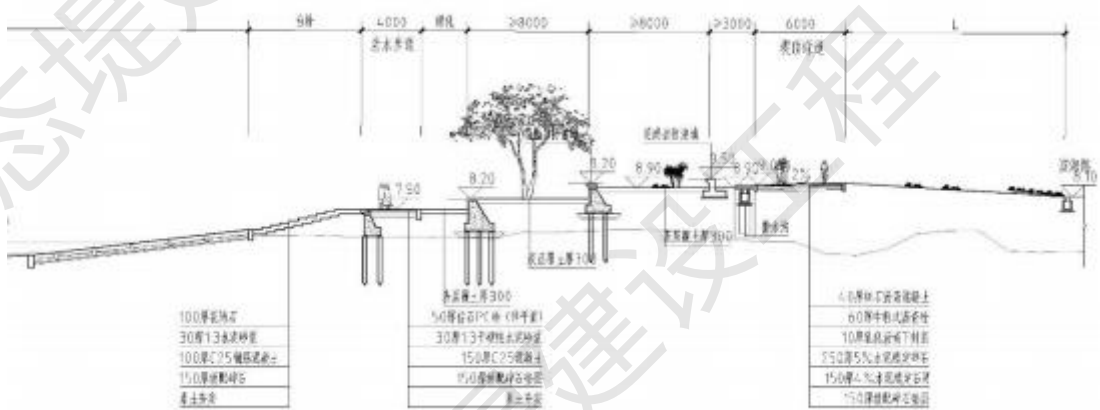
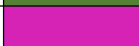


图 3.1.10-4 典型道路断面

表 3.1.10-1 道路图例信息表

序号	图例	名称	宽度（m）	面层材质
1		堤顶绿道（漫步道）	2.5	蓝色沥青混凝土
2		堤顶绿道（骑行道）	3.5	灰色沥青混凝土
3		园路	3.0/5.0	仿石 PC 砖
4		碎石子路	3.0	20 粒径碎石子
5		亲水步道	4.0	仿石 PC 砖
6		栈桥	3.0	仿石 PC 砖
7		外部道路	15.2	详见水利图纸

（2）特色景观

根据场地空间特征及与周边城市关系形成七大特色节点，如日出剧场、海上桑田、贝壳湾、阳光沙滩、日落海角等，节奏张弛有度，有紧有松，整体呈现一条灵动自然的生态海岸带。

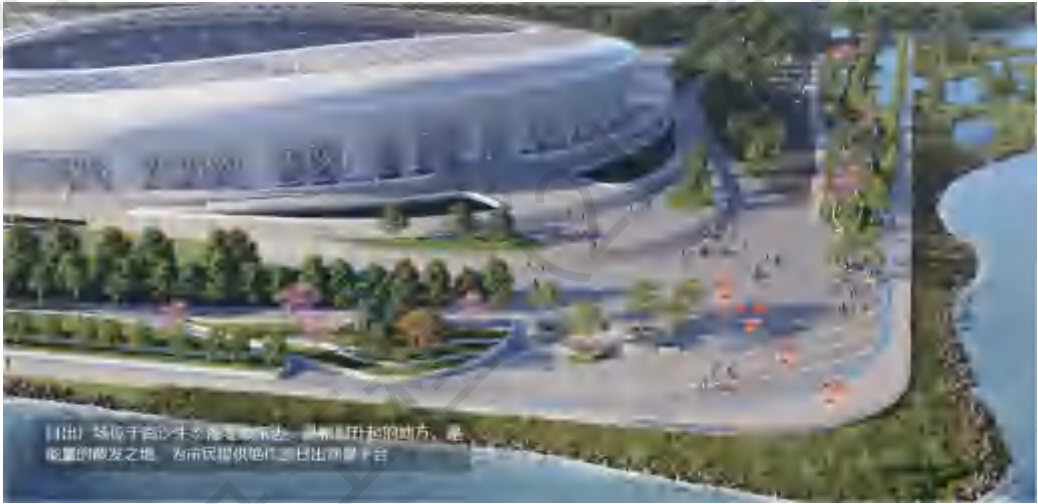


图 3.1.10-5 日出剧场



图 3.1.10-6 海上桑田



图 3.1.10-7 贝壳湾

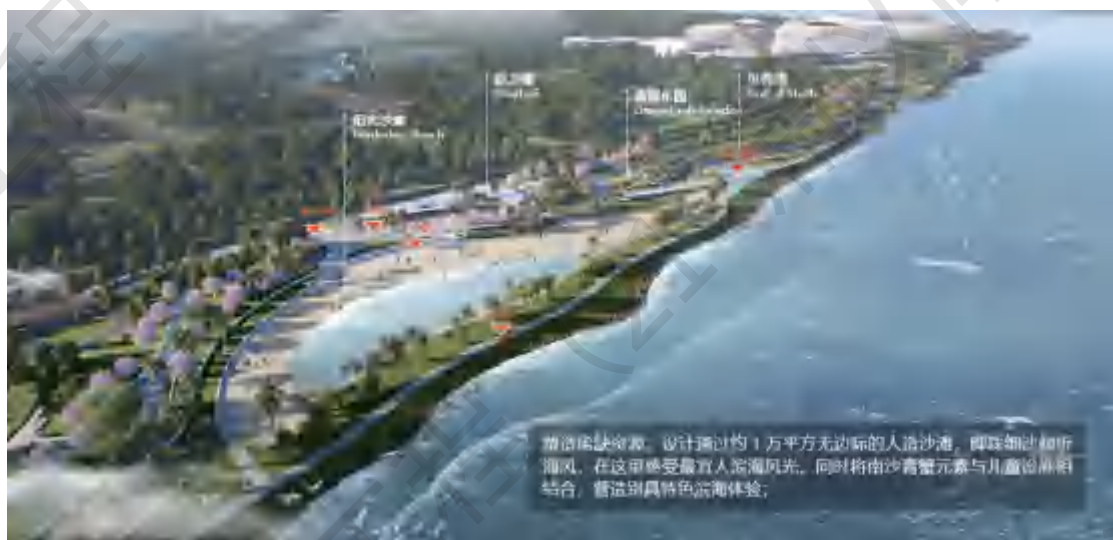


图 3.1.10-8 阳光沙滩



图 3.1.10-9 日落海角

(3) 用地明细表

表 3.1.10-2 项目用地明细表

序号	名称	面积	单位	比例 (%)	规范要求 (%)
1	水体	14049	m ²	3.30	
2	水利设施	12502	m ²	2.94	
3	堤顶路（水利院）	23534.7	m ²	5.53	
4	沙滩	5587	m ²	1.31	
5	园路及铺装场地	88650.8	m ²	20.81	10~25
6	管理建筑	548	m ²	0.13	<0.5
7	游览、休憩、服务建筑	4127	m ²	0.97	<5
8	绿地	276910	m ²	65.02	>65
9	红线面积	425908.5	m ²	100.00	

3.1.10.5 专项设计

(1) 园建设计

1) 竖向设计

滨海景观带的竖向设计是将不同高度的景观元素和功能区域沿海岸线的垂直方向上进行设计和布置的过程。在设计中需考虑以下几个方面：

A.视觉层次：通过设置不同高度的景观元素，如高大的建筑物、景观塔、观景台等，可以创造出丰富的视觉层次，让游客可以从不同的高度和角度欣赏到海洋和沿海区域的美景。

B.功能分区：滨海景观带可以依据不同的功能需求，将海边的地块划分为不同的高度区域，如海滩区、商业区、公园区等，通过合理的坡度设计和高度变化，使不同功能区域呈现出明显的分隔感。

C.坡道和阶梯：为了方便人们从低海拔区域到高海拔区域的移动，滨海景观带的竖向设计通常会设置坡道和阶梯，使游客可以便捷地穿越不同高度的地形。

D.绿化植被：滨海景观带的竖向设计可以结合植被的选择和布置，打造出绿色的垂直景观，既增加了美观性，也起到了绿化和环境改善的作用。

2) 铺装设计

A.堤顶绿道

①40mm 厚细石沥青混凝土；②60mm 厚 AC-20C 中粒式沥青砼；③10mm 乳化沥青下封层(S10)；④250mm 厚 5%水泥稳定碎石；⑤150mm 厚 4%水泥稳定石屑；⑥150mm 厚级配碎石

B.亲水步道/园路

①50mm 厚仿石 PC 砖；②30mm 厚 1：3 干硬性水泥砂浆；

C.海绵/湿地步道：20 粒径碎石子；

D.广场/场地：50 厚火烧面花岗岩；

E.户外台阶：100 厚花岗石

F.防浪墙

①一级挡墙（8.20m）：80 厚花岗石压顶、花岗岩饰面钢挂；②二级挡墙（防浪墙）（9.20m）：花岗岩排浪口压顶、仿石 PC 砖饰面干挂；③三级挡墙（防浪墙）（9.50m）：白色光面细颗粒泰科石/1:2.5 白水泥水磨石

G.亲水平台：20 厚水磨石

H.2m 宽园路/汀步：60mm 厚仿石 PC 砖

3) 无障碍设计

无障碍游览园路设施结合堤顶绿道与主要出入口设置，能够到达主要景区和景点，并形成环路；在台阶、梯道处同步设置轮椅坡道，纵坡小于 5%。园路坡度大于 8%时，每隔 10m-20m 在路旁设置休息平台；紧邻堤岸的无障碍游览园路设置护栏，高度不低于 900mm；在地形险要的地段设置安全防护设施和安全警示线；路面平整、防滑、不松动，园路上的窨井盖板与路面平齐，排水沟的滤水算子孔的宽度不大于 15mm。主要出入口或无障碍游览园路沿线设置一定面积的无障碍游憩区；无障碍游憩区方便轮椅通行，在有高差处设置轮椅坡道，地面应平整、防滑、不松动。

（2）绿化设计

根据《广东省人民政府办公厅关于科学绿化的实施意见》粤府办[2021]48 号及《广州市关于科学绿化的实施意见》，本项目绿化设计坚持规划引领、保护优先、因地制宜、节约优先、质量优先，用“绣花功夫”推进广州国土绿化，加快实现老城市新活力。

1) 主要措施：

A.项目绿化设计严格落实耕地保护制度，符合国土空间管控要求；

B.项目通过生态堤的处理方式，增加城市绿地，不存在占用耕地造林绿化，不存在开山造地、填湖填海绿化，不存在在河湖管理范围内种植阻碍行洪的树木。

C.种植设计参照《广东省主要乡土树种名录》，选择耐盐碱、耐淹没、抗风能力强的深根性树种，并合理搭配乔灌木。

D.本项目现状场地内共摸查树木 21 株，古树后续资源（胸径 $\geq 80\text{cm}$ ）1 株，大树（ $20\text{cm} \leq \text{胸径} < 80\text{cm}$ ）14 株，其他树木（ $0\text{cm} < \text{胸径} < 20\text{cm}$ ）6 株。其中古树后续资源

就地保护，其余树木就近迁移。

2) 生态防护策略

分潮位种植，营造立体防护带，生态美学搭配，立体种植结构，分为陆域带、潮上带、高潮及中潮带、低潮带、潮下带，真红树种植于低潮带和中潮带，半红树、湿地植物种植于高潮带和中潮带，伴生种与园林植物种植于潮上带。

3.1.10.6 道桥设计

(1) 道路设计

景观工程道路包含堤顶绿道，按等外道路进行设计，设计速度 10km/h。堤顶绿道宽度为 6m，全长约 2604m。

道路等级：等外路，参考城镇道路路面设计规范支路设计；设计时速：10km/h；设计路面宽：6.0m；横坡：2%；坐标系统：广州城建坐标系；高程系统：广州高程系。

(2) 桥梁设计

观海桥位于贝壳湾节点，采用 27+33+50+33+27m 现浇变截面箱梁，单箱单室直腹板截面，梁高 1.8m~3.0m，采用满布支架，分节段整体浇筑。

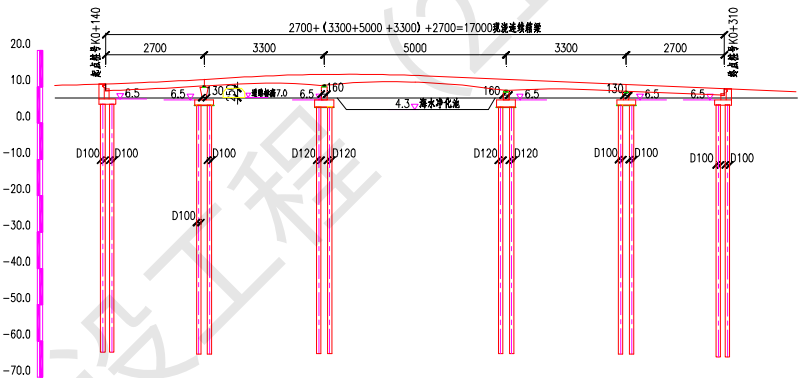


图 3.1.10-10 桥梁立面图

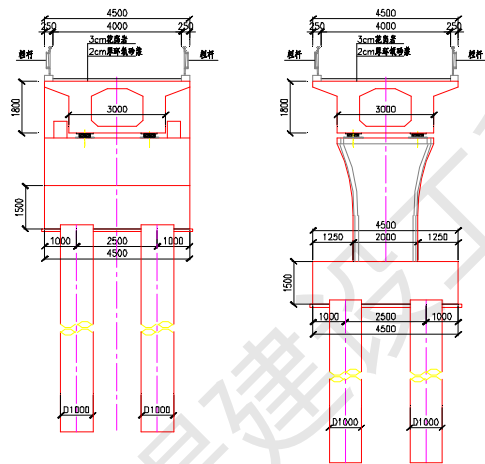


图 3.1.10-11 桥梁横断面图

3.1.10.7 结构设计

（1）设计内容

本项目建设内容包括园区内廊架构筑物，栈桥等。

（2）设计标准

1) 结构的安全等级：二级。

2) 抗震设防烈度：7度；设计基本地震加速度值：0.125g；设计地震分组：第一组。

3) 建筑物抗震设防类别：标准设防类（丙类）。

4) 结构构件的裂缝控制等级：地面以下为二级，钢筋砼最大裂宽不大于 0.15mm；地面以上为三级，钢筋砼最大裂宽不大于 0.20mm。

5) 基本风压： $w_0=0.70\text{kN/m}^2$ ，地面粗糙度：A类。

3.1.10.8 给排水设计

（1）给水工程设计

本项目结合规划用地情况和道路情况，沿线新建 2 条 DN200 给水管线，与市政管道相连。一条为消防系统，一条为生活与绿化系统。每个给水系统布置一个水表井，方便统计用水量。

（2）排水工程设计

沙滩驿旁入口至万环西路南延线新建排水边沟，雨水排入下凹绿地后，经过 d600 雨水管排放至沙滩景观水池。沙滩驿旁入口至规划纵三路新建排水边沟，雨水排入纵三路 d1800 雨水管，最终排入二十一涌。

本项目污水主要来自驿站，驿站污水排向场馆预留污水管，飞鸟廊架污水排向纵三路预留污水管。新建 DN300 污水管用于排放日落驿与沙滩驿污水。

3.1.11 施工方案

3.1.11.1 施工顺序

本项目分两期共 5 阶段开展建设。施工顺序如下

①一期一阶段建设内容为堤防区域（不含水闸、泵站）软基处理及部分堤身填筑；

②一期二阶段建设内容为改建二十一涌东闸站和重建二十一涌西闸；

③二期一阶段建设内容为新建二十一涌东闸桥梁 2 座；

④二期二阶段堤岸结构工程建设内容包括部分主堤填筑（K1+600~K3+880、K4+336~K4+359 堤段）、堤岸结构（不包含 K0-005~K0+045 堤段亲水步道外侧的生态

护坡、K3+459~K4+523 堤段临水侧堤岸结构及全线 9.5m~10.0m 的微地形），新建沙滩潮汐通道进、出水闸及拦砂堰，新建 15m 宽堤顶路 1.614km；

⑤二期三阶段,建设内容包括桩号 K0-005~K0+384 堤脚前的生态护脚、K0-005-K0+045 段亲水步道外侧生态护坡 3D 混凝土打印技术试验带、K3+459~K4+523 段临水侧堤岸结构及项目整体的景观工程。

3.1.11.2 施工进度计划

本项目施工周期为 21 个月，实际施工时间为 15 个月。施工进度计划内容如下。

表 3.1.11-1 本项目施工总进度计划表

工程项目			第一年						第二年												第三年			
			7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
软基处理工程	1	准备工程																						
	2	主体工程																						
水闸泵站工程	1	工程筹建期																						
	2	施工准备工程																						
	3	临时工程																						
	4	主体工程																						
	5	收尾工程																						
桥梁工程	1	下部基础																						
	2	上部基础																						
	3	收尾工程																						
堤岸结构工程（堤防工程）																								
景观工程（含收尾工程 1 个月）																								

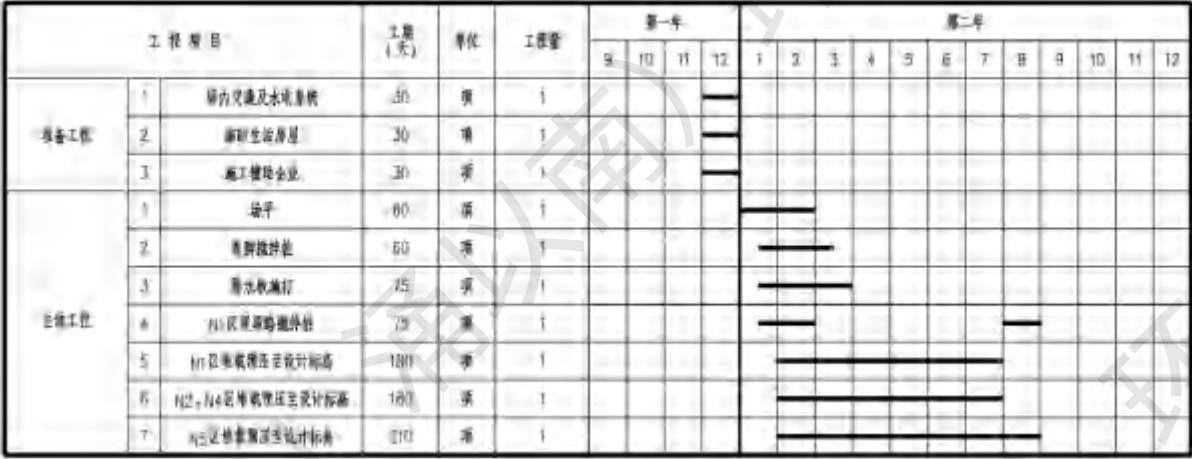


图 3.1.11-1 本项目软基处理工程施工进度计划表（实际施工时间为 8 个月）

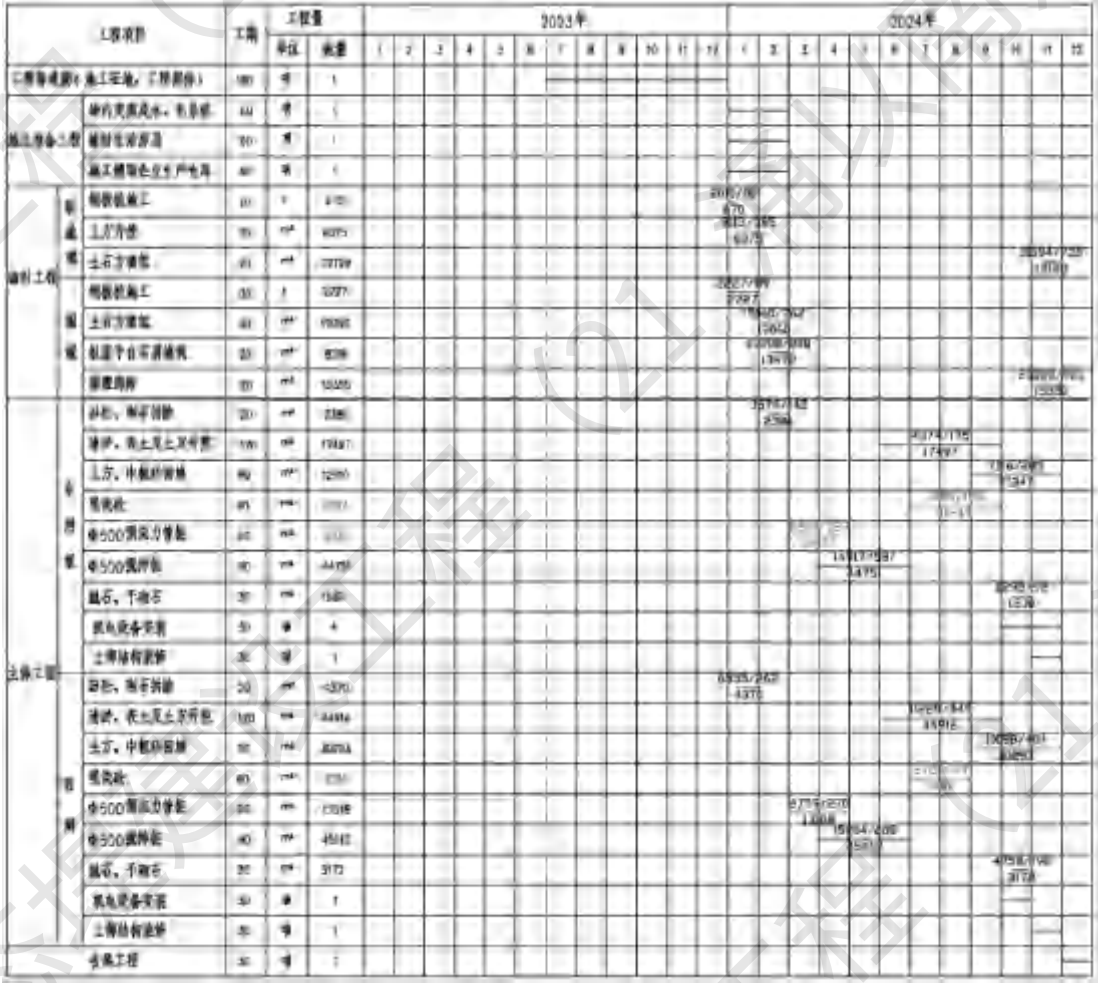


图 3.1.11-2 本项目水闸泵站工程施工进度计划表（实际施工时间为 12 个月）

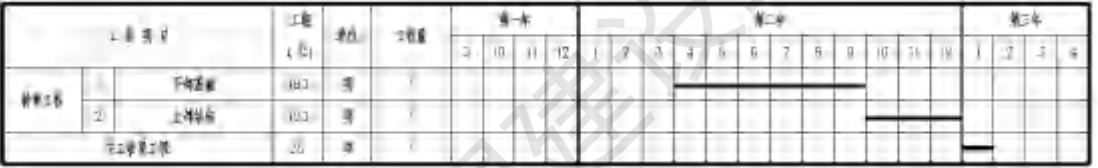


图 3.1.11-3 桥梁工程施工进度计划表（10 个月）

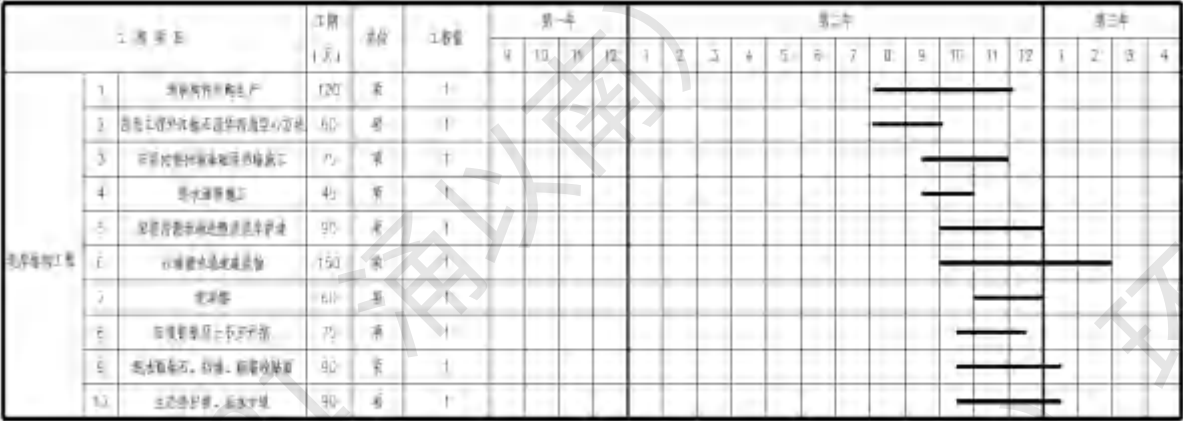


图 3.1.11-4 堤岸结构工程施工进度图（7 个月）

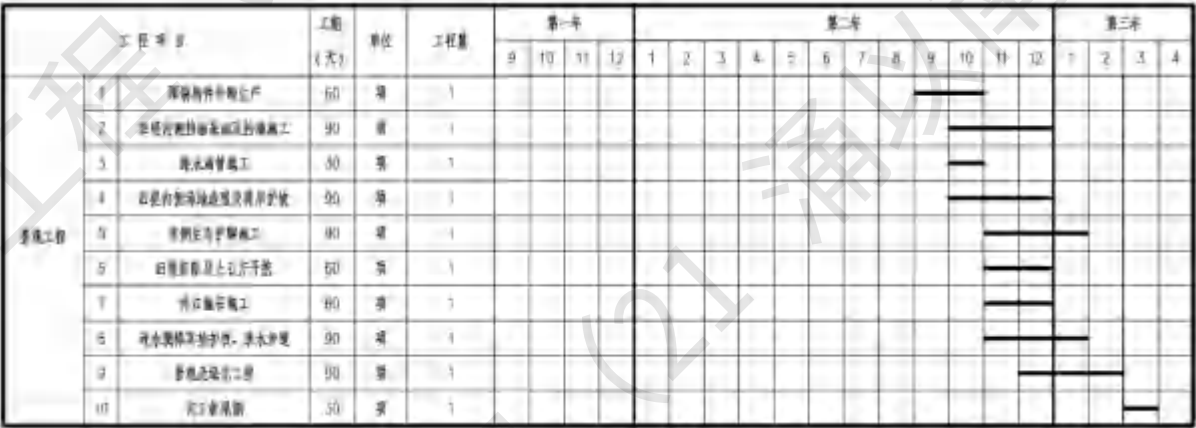


图 3.1.11-5 景观工程施工进度图（7 个月）

3.1.11.3 施工总布置的规划原则

本项目设有施工营地建筑面积 6000m²、办公生活用房建筑面积 5000m² 和临时堆料区建筑面积 90000m² 等，施工布置图如下。

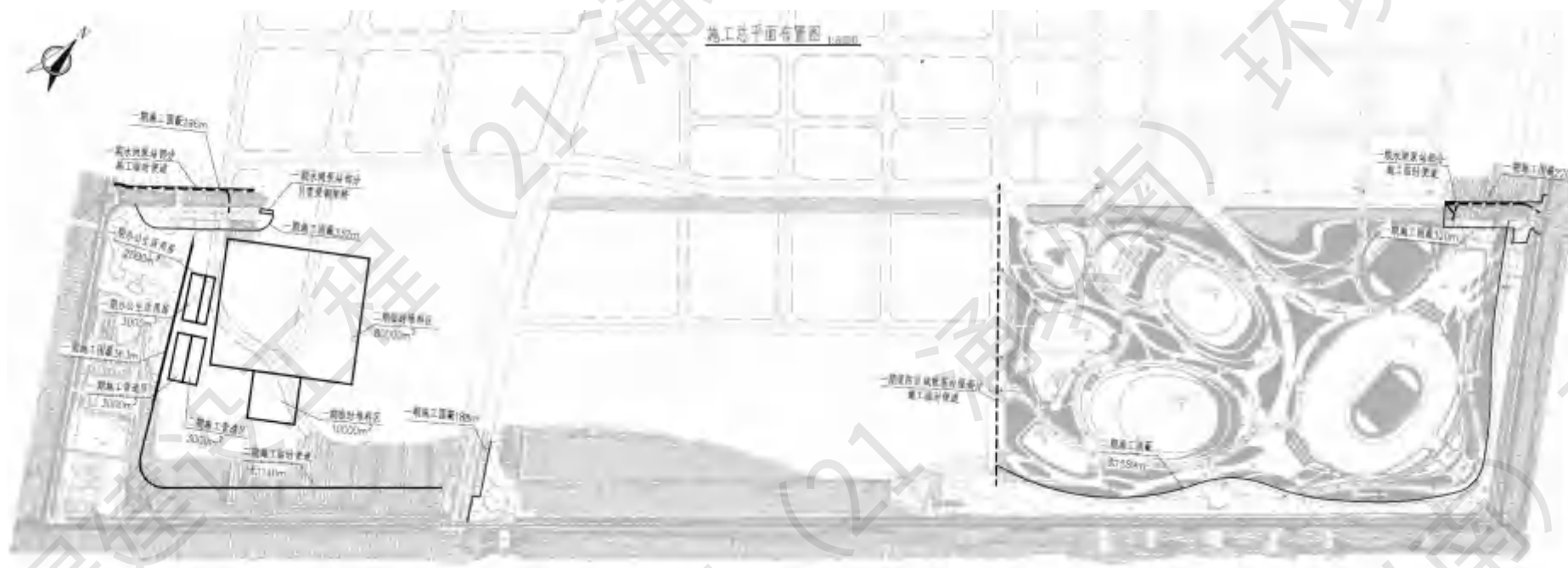


图 3.1.11-6 本项目施工总平图

3.1.11.4 施工工程量

本项目施工土石方平衡如下。

表 3.1.11-2 项目总体土石方平衡表

建设阶段	分段	类别	挖方 (m³, 自然方)				填方利用 (m³, 自然方)										调入 (来自项目区外)		调入 (来自项目区外)		调入 (来自项目区外)		调入 (来自项目区外)		调入 (来自项目区外)	
			总挖方	旧堤挖方	旧堤挖方利用	其余挖方	填方 (自然方)	直接利用 (就近堆放, 运距 1km 以内)	比例	间接利用 (运至临时堆土区, 运距 1km 以内)	比例	间接利用 (运至临时堆土区, 运距 1km 以外)	比例	数量	来源	数量	来源	数量	来源	数量	来源	数量	来源			
前期区域地基处理	场平土方开挖	土方开挖	75012			75012	75012	1.00																		
	场平土方回填	土方回填				75012								75012	来自项目区外											
	土方填筑 (含场平回填+填筑)	土方填筑				105068																				
	加高土料	土方填筑	105068			105068				105068																
桥墩工程	非堤	场平土方开挖				48033																				
		场平土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
桥墩工程	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
桥墩工程	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
	填筑	填筑土方开挖				48033																				
		填筑土方回填				48033																				
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					
	填筑土方回填				48033																					
填筑	填筑土方开挖				48033																					

由上表可知，本项目总挖方 611567m^3 ，外购土方 1378031m^3 ，填方 1787184m^3 ，弃方 202414m^3 。外购土料平均运距 20km ，外购砂石料运距 20km ，弃方运至南沙全民体育综合体项目配套骨干道路(二十涌北路、规划纵三路)施工现场，运距约 4.9 公里。

3.1.11.5 主体工程施工

3.1.11.5.1 软基处理工程

1、土方开挖

表土开挖采用 1m^3 反铲挖、装土料，部分表土就近堆放，运距 1km ；其余采用 8t 自卸汽车运至弃渣场，运距为 20km 。土方开挖采用 1m^3 挖掘机挖装砂土， 59kW 推土机集渣，开挖土就近用于场平回填，随挖随填；其余堆载预压卸载土方采用 8t 自卸汽车运至临时堆土区，运距 2km 。

2、土方回填

土方回填采用 1m^3 反铲挖、装土料， 8t 自卸汽车从采用市场外购，外购土料运距约 18km 。现场采用 59kW 推土机集料散料， 13t 型振动碾压密实；宽度小于 3.5m 的边角部位采用 1t 手扶自行式振动碾压密实。

3、水泥搅拌桩

水泥搅拌桩施工前需事先予以平整，清除地上、地下一切障碍。搅拌桩施工遇到块石等障碍物时，采用直径 600 钻孔进行引孔。地表过软时，应采取防止施工机械失稳沉陷的措施；在边坡附近施工，应考虑施工对边坡稳定性的影响，并采取确保边坡稳定的措施。选用 GPP-5 型水泥搅拌机钻进、喷浆、搅拌成桩（四搅四喷）。

4、排水板施工

在清除表土后进行场地平整，为使插板机械可以进入施工部位施工，因此在排水板施工前，将在淤泥层上先铺筑一层 $0.6\text{m}/0.5\text{m}$ 厚的中粗砂垫层，满足机械施工，塑料排水板通过插板机插入土中。施工工序：原地面平整→铺设砂垫层→测量放样→机具就位→套管内穿入塑料排水板→安装管靴→沉设套管→打设至施工控制高程→提升套管→剪断塑料排水板→检查并记录→移机至下一板位。

5、预应力混凝土空心方桩施工

预应力混凝土空心方桩施工采用 20t 平板车从预应力混凝土空心方桩生产厂家运输至施工现场，转由 16t 汽车式起重机吊桩就位，D-50 柴油锤打桩机沉桩。

锤击预应力混凝土空心方桩的施工程序为：测量定位→打桩机定位→打桩机转到指

定角度→吊桩、对桩→桩身对中调直→锤击沉桩→送桩到指定高度→吊桩→接桩(焊接)→沉桩到桩顶标高→准备施工下一根预应力混凝土空心方桩。

6、砂垫层

外购材料至临时堆场，用 1m³ 挖掘机自堆场挖装 8t~12t 自卸汽车运料至工作面，平均运距 2km，人工铺筑反滤料，洒水，平板振捣器密实。

3.1.11.5.2 堤防工程

1、拆除工程

砼拆除采用 2m³ 液压岩石破碎机，浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1m³~2m³ 挖掘机拆除，局部采用风镐配合人工撬棍施工，利用 74kW 推土机集渣，配 15~20t 自卸汽车运至弃渣场，运距为 4.9km。

旧堤拆除时，应对砌石挡墙旁边的土方用挖机予以挖除，以消除在破碎砌石挡墙时的土方障碍导致无法达到破击深度。当遇到地下水位以下破碎时，应该及时降水，降水完成后方可开挖。浆砌石挡墙开挖自上而下分层施工，严禁掏挖。大体积浆砌石破碎时，应该从上往下以半米的深度逐层破碎，破碎完一层随即挖除一层，并及时清理破碎的石头。当旧堤需局部拆除而两侧堤防需暂维持现状时，两侧开挖边坡不应陡于 1:2，确保现状堤防的稳定。

2、土方开挖

参考软基处理工程，不再赘述。

3、淤泥开挖

采用 1m³ 反铲挖机开挖为主，部分辅以长臂挖机开挖，晾晒后由淤泥环保运输车运至倾倒区，平均运距 4.9km。

4、抛石开挖

主体工程抛石开挖，采用 1m³ 反铲挖机开挖，部分用于主体工程施工，运距 1km，其余运至弃渣场，运距 4.9km。

5、土方回填

主堤部分土方回填采用 1m³ 反铲挖、装土料，8t 自卸汽车从采用市场外购，外购土料运距约 20km。现场采用 74kW 推土机集料散料，13t 型振动碾压密实；宽度小于 3.5m 的边角部位采用 1t 手扶自行式振动碾压密实。其余部分土方回填利用开挖料，采用 1m³ 反铲挖、装土料，8t~12t 自卸汽车运至施工现场，运距为 1km。

6、抛石

抛石部分利用，其余由外购石料场提供，外江抛石采用驳船运输，辅以 $0.25\sim 0.4\text{m}^3$ 反铲挖机抛填、修整。堤岸内侧抛石采用 $10\text{t}\sim 15\text{t}$ 自卸汽车运输至工作面直接卸料， $0.25\sim 0.4\text{m}^3$ 反铲修整。

7、水泥搅拌桩

参考软基处理工程，不再赘述。

8、砼施工

主要为砼挡墙等。施工工艺为：模板及钢筋在工地加工场制作，砼采用泵送商品砼的方式施工，用砼泵或泵车沿输送管运输和浇筑混凝土拌合物至工作面，平板式振捣器或用插入式振捣器振捣密实，养护至设计强度拆模。

9、沥青砼路面施工

沥青砼面层严格按初压、复压和终压三阶段进行，保证各阶段的碾压温度，防止低温碾压出现裂纹。同时，要把握住合理的碾压长度，既不要过长，也不能太短。压路机要合理组合，较低的均匀速度、碾压足够的压实遍数以及及时的检测修整。

沥青混合料的摊铺应尽量连续作业，压路机不得驶过新铺混合料的无保护端部，横缝应在前一次行程端部切成，以暴露出铺层的全面。接铺新混合料时，应在上次行程的末端涂刷适量粘层沥青，然后紧贴着先前压好的材料加铺混合料，并注意调置整平板的高度，为碾压留出充分的预留量。相邻两幅及上下层的横向接缝均应错位 1m 以上。横缝的碾压采用横向碾压后再进行常规碾压。修边切下的材料及其他废弃沥青混合料均应从路上清除。

10、砼预应力管桩

（1）自由制作、运输、施打

砼预应力管桩其施工工艺流程见图 3.1.11.5-1。市场购买的预应力管桩由汽车运至施工现场。采用吊车吊装初定位后，然后用打桩机施打至设计高程。

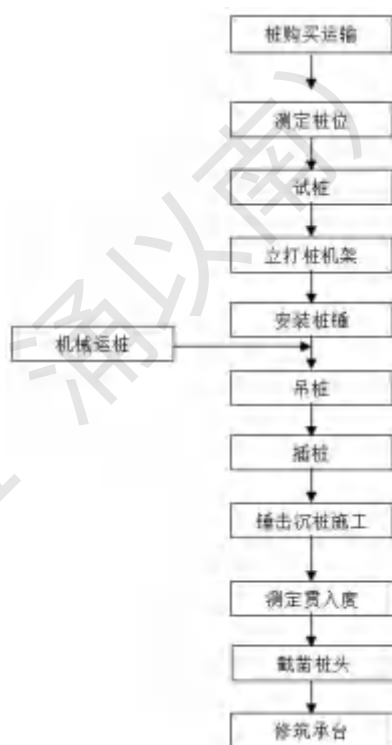


图 3.1.11.5-1 施工工艺流程

11、砂、碎石垫层

外购材料至临时堆场，用 1m³ 挖掘机自堆场挖装 8t~12t 自卸汽车运料至工作面，平均运距 2km，人工铺筑反滤料，洒水，平板振捣器密实。

12、草皮护坡

草皮护坡主要分布在堤防内坡侧，采用撒草籽法铺设。铺设后注意草皮养护，定期洒水，保证坡面湿润，提高草皮成活率。

13、平铺式生态框护脚

生态框施工前需清理地面杂物及平整地面；采用 300 厚片石层进行找平；在完成面上按设计要求放置预制钢筋砼齿墙；在钢筋砼齿墙间进行生态框安装，在生态框内部及外部回填块石；生态框顶部铺设 200 厚生态袋，用钢丝绳紧压生态袋。

14、格宾石笼及格宾垫

格宾基础应进行整平处理。组装格宾网箱时，拉直边网片、端网片和隔片，组装时确保所有折缝位置正确，格宾网箱组应按设计图示位置依次安置，并按设计要求定位，定位时需挂线调整平整度。网箱内部填块石时，应同时均匀地向同层的多个箱体内投料，不允许箱体内一次性投满；填料施工中，要求箱体平放，应控制每层投料厚度在 30cm 以下，并用小碎石进行密实，调整箱体外形。外侧的填充石料表面应采用人工或机械砌

垒整平，石料间相互搭接。其中格宾石笼顶部铺设 200mm 厚生态袋。箱体封盖施工时，封盖应在顶部石料或生态袋砌垒平整的基础上进行，先使用封盖夹固定每端相邻结点后再绑扎。

15、抗冲加筋生态垫

抗冲加筋生态垫采用椰纤维制作，并内含土工格栅进行加筋，以提高抗拉强度，施工时采用 U 型锚钉进行固定，间距 1m。

16、四脚空心方块

块体自预制场采用驳船运输装运至现场。运时要采用麻袋、木条等工具，轻拿轻放，保证块体稳定，块体间保证 10cm 以上距离，装卸船时注意天气，避免作业时船体摇晃而造成块体损伤。安装过程中应注意对方块的保护，人工帮扶要及时到位，安装时相邻块体间要及时使用方木条支垫保护，避免块体之间直接碰撞。块体在船上堆放时以 1~2 层为宜，不能超过 3 层。

在驳船上配备吊机进行吊装，安放过程中用人力（水下用潜水员）扶正定向，测量人员应及时校核方块平面位置及标高，以便平稳、高效地将方块安放至指定部位。从坡脚位置开始安装，沿着坡面依次从下往上安装。在安装坡脚处的第一块四脚块时，充分利用每日的最低潮水位，以确保安装第一块四脚块时能准确可见。在低潮时应尽量在坡脚多安装几块四脚块，低潮过后再从下往上安装。

17、钢板桩施工

拟采用进占法单桩逐根打入法施打钢板桩。钢板桩使用后采用振动拔出。

18、基坑支护

（1）沙滩潮汐通道进口建筑物

进口建筑物基坑两侧采用 24m 拉森钢板桩支护开挖，钢板桩悬臂高度 4.60~5.10m，两侧现状地面高程需整体降低至 7.50m，桩顶高程 7.50m，地面禁止行走施工机械和堆放施工物料；设置两排钢管对撑，钢管对撑水平间距 4m，竖向间距 2.5m。

（2）沙滩潮汐通道出口建筑物

出口建筑物阀门井处基坑两侧采用 24m 拉森钢板桩支护开挖，钢板桩悬臂高度 4.70~5.20m，两侧现状地面高程需整体降低至 7.50m，桩顶高程 7.50m，地面禁止行走施工机械和堆放施工物料；设置两排钢管对撑，钢管对撑水平间距 4m，竖向间距 2.5m。

进口建筑物沉淀池处基坑两侧采用 24m 拉森钢板桩支护开挖，钢板桩悬臂高度 4.70m，两侧现状地面高程为 7.0m，桩顶高程 7.50m，地面禁止行走施工机械和堆放施

工物料；设置两排钢管对撑，钢管对撑水平间距 4m，竖向间距 2.5m。

19、管涵

测量放线；土方开挖；安置管涵；土方回填。

3.1.11.5.3 桥梁工程

1、基坑开挖

桥梁承台基坑两侧采用 18m 拉森钢板桩支护，并采用 $\Phi 325$ 钢管对撑，钢板桩外侧采用 $\Phi 500$ 水泥搅拌桩散状矩形布置，加固基坑外侧土体，同时作为减小桥梁与市政路现阶段沉降差的基础处理措施。

明渠段 U 型槽基坑采用复式断面进行开挖，考虑钻孔淤泥层揭露，上部素填土层坡比为 1:2，开挖至 4.0m 高程，采用 15m 拉森 IV 型钢板支护，钢板桩顶部设 2.5~4.85m 宽平台（平台禁止行走施工机械和堆放施工物料），钢板桩外侧采用 $\Phi 500$ 水泥搅拌桩格栅布置支护，格栅矩形布置 3.6m $\times$ 3.6m，水泥搅拌桩密排咬合，间距 0.35m。

本阶段采用理正深基坑 7.0 对放坡开挖的稳定进行计算分析。经计算，桥梁承台基坑边坡整体稳定安全系数为 2.89；桥梁连接段基坑边坡整体稳定安全系数为 1.79，基坑边坡整体稳定安全系数满足规范要求。

2、桥梁施工

桥梁施工应在枯水期实施，下部结构采用现浇方式施工。桩基采用架设钢栈桥施工平台或钢板桩围堰施工。现浇梁采用搭设支架现场浇筑的方式，在河涌中采用钢管桩柱加型钢（或贝雷架）支架体系就地浇筑，即在支架上安装模板、绑扎、安装钢筋、预留孔道、在现场浇筑混凝土，待混凝土的强度及龄期达到设计要求后，施加预应力及管道压浆，拆除模板，拆除支架。

桥梁施工顺序：场地平整—基—承台、桥台、桥墩—上部结构—附属设施。浇筑上部结构主梁时宜选择在一天气温最低时施工。

桥台台前及台后完成软基处理，现状河涌完成堆载预压处理，电力管沟施工完毕进行场地平整后方可施工桥梁桩基。桩基施工完毕后开挖施工承台和堤岸结构。

3.1.11.5.4 水闸泵站工程

1、拆除旧结构工程

砼拆除采用风钻钻孔爆破法配合人工钢钎、铁锤凿除；浆砌石、干砌石及抛石拆除直接采用 1m³~2m³ 挖掘机拆除，利用 59kW~74kW 推机集渣，配 15~20t 自卸汽车运至

弃渣场，运距为 20km。

金属结构及机电设备等报废处理，采用人工电焊分解，配 15~20t 自卸汽车运至指定回收场堆放。

2、土方(表土)开挖

表土开挖采用 1m³ 反铲挖、装土料，直接用汽车运至弃渣场，运距为 20km。土方开挖采用 1m³~2m³ 挖掘机挖装土，59kW~74kW 推土机集渣，人工辅助，部分用于回填，其余用于后期城市地块填高，15t~20t 自卸汽车运至临时堆土场，运距为 0.5km。

3、淤泥开挖

淤泥开挖量为 2.93 万 m³，采用 1m³ 反铲挖机开挖为主，部分辅以长臂挖机开挖（长臂挖掘机斗容 0.25~0.4m³），挖出的淤泥先运至临时堆渣点进行简易脱水，晾晒后由淤泥环保运输车运至倾倒区，平均运距 20km。

4、土方回填

土方回填采用 1m³ 反铲挖、装土料，8t~12t 自卸汽车从外购点外运。现场采用 59kW 推土机集料散料，12t 型振动碾压密实；边角部位采用手扶振动碾碾压。

水闸两侧的回填土待砼浇筑完成并待砼强度达 80%后，方可进行回填，施工中应注意与水闸砼接触面土方的压实度。

5、砂、碎石垫层填筑

5t~8t 自卸汽车运输至施工现场，坡面砂碎石垫层由 1m³ 反铲配合人工修整。

6、钢板桩施工

参考堤防工程，不再赘述。

7、砼浇筑

东西闸泵主体工程所有砼施工均在围堰保护下施工。

（1）护坦、消力池砼

砼搅拌车运输砼熟料至施工现场，经卸料斗转砼泵车泵送入仓，插入振捣器振捣密实。

（2）泵站、闸室、箱涵及进出口翼墙砼等

砼搅拌车运输砼熟料至施工现场，经卸料斗转砼泵车泵送入仓，插入振捣器振捣密实。

（3）预制件

预制件采用平板车运输至安装部位，由高架门机吊装就位。

8、沥青砼路面施工

参考堤防工程，不再赘述。

9、抛石

所有抛石均利用拆除料，外江防冲槽抛石采用驳船运输，辅以 1m^3 反铲挖机抛填、修整；内河抛石采用 $10\text{t}\sim 15\text{t}$ 自卸汽车运输至工作面直接卸料， 1m^3 反铲修整。

10、金属网箱填石、格宾石笼

采用人工铺设金属网箱， $1\text{m}^3\sim 2\text{m}^3$ 反铲挖、装石料，由 $8\text{t}\sim 10\text{t}$ 自卸汽车从外购石料场运输至工作面，辅助人工填装、码放石料。

11、水泥搅拌桩

水泥搅拌桩施工需设置 2.0m 厚石屑施工平台，选用 GPP-5 型水泥搅拌机钻进、喷浆、搅拌成桩(四搅四喷)。施工完成后主要采用 1m^3 反铲挖机开挖平台，部分辅以长臂挖机开挖，全部弃渣，直接运至弃渣场，运距 20km 。

12、预应力管桩

预制管桩施工采用 20t 平板车从管桩生产厂家运输至施工现场，转由 16t 汽车式起重机吊桩就位，D-50 柴油锤打桩机沉桩。

管桩施打工艺流程：桩机就位、调试→吊装第一节管桩、对点校直→锤击沉桩→吊装第二节管桩，接头焊接→再锤击沉桩→(后接桩工艺同)→根据最后贯入度及桩长情况判断是否收锤→移动打下一根桩。



3.1.11.5.5 景观工程

景观工程中拆除工程、土方开挖、淤泥开挖、抛石开挖、土方回填、抛石、水泥搅拌桩、砼施工、砼方桩施工、桩预应力混凝土空心方桩施工、砂、碎石垫层、平铺式生态框护脚、格宾石笼及格宾垫、抗冲加筋生态垫等参考软基处理工程和堤防工程，不再赘述。

1、东侧生态护脚填筑

生态护脚填筑施工顺序为：双排松木桩施工→土工格栅与土工布铺设→淤泥、开挖料吹填→种植土吹填→抛石护脚施工→抗冲加筋生态垫铺设→生态袋铺设。

松木桩采用外购采用船运至项目区，配合水上桩基施打至设计高程。

淤泥及开挖料吹填工程采用陆上吹填方式，采用自卸汽车将开挖料及淤泥运至存料区，利用高压水枪在存料区将淤泥、开挖料冲挖成泥浆，在堆料区旁设置泥浆池，采用大功率高压泥浆泵将泥浆池中的泥浆从存料区吹入吹填区。外购部分种植土采用船运至项目区，在穿上利用高压水枪冲挖成泥浆，采用大功率高压泥浆泵将泥浆从存料区吹入吹填区。

抛石护脚采用水上施工的方式进行。

2、管涵

测量放线；土方开挖；安置管涵；土方回填。

3、3D 打印构件

3D 打印构件的现场安装施工主要包括以下步骤：

完成齿墙、生态框、块石填充的施工，并保证生态框上表面尽可能平整；放线定位；钻孔；安装打印构件。

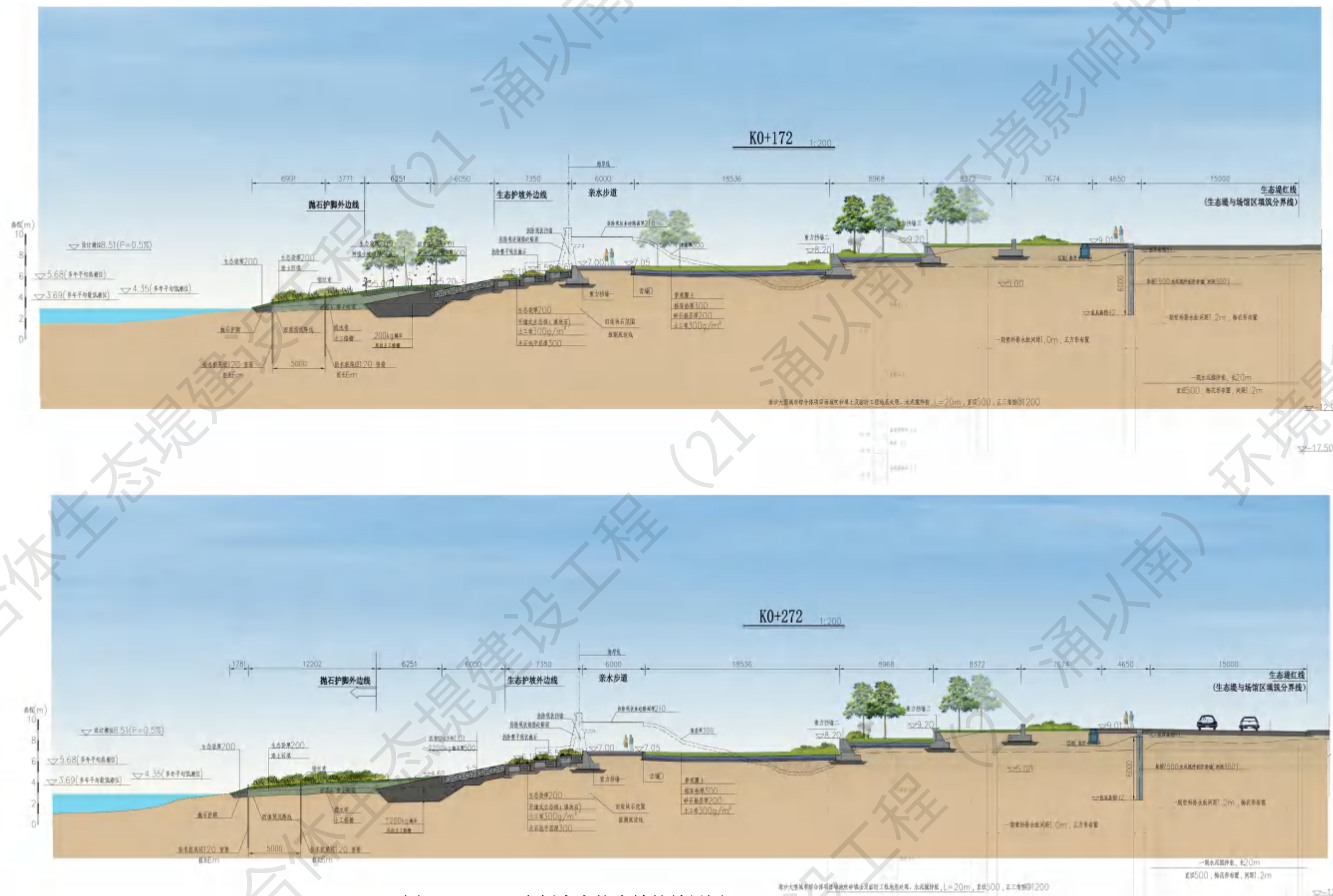


图 3.1.11.5-3 东侧生态护脚填筑效果图

3.1.11.6 施工导截流

3.1.11.6.1 导流标准

根据《防洪标准》（GB50201-2014）、《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL 252-2017）和《水利水电工程施工组织设计规范》（SL 303-2017）规定，万顷沙 21 涌以南堤防工程防洪标准为 200 年一遇，主要建筑物级别为 1 级，临时导流建筑物级别为 4 级。初选以上建筑物导流设计洪水标准为 10 年一遇；万顷沙围二十一涌西水闸和万顷沙围二十一涌东水闸、泵站永久性主要建筑物级别为 1 级，永久性次要建筑物级别为 3 级，临时性建筑物级别为 4 级。选定以上建筑物导流设计洪水标准为 10 年一遇。

3.1.11.6.2 导流时段

本项目施工期外江潮位成果见表 3.1.11.6-1。

表 3.1.11.6-1 施工期外江潮位成果表 单位：m，广州城建高程

序号	外江潮位表（m，广州城建高程）		
1	P=20%	全年	7.14
		10 月~3 月	6.78
		11 月~3 月	6.69
2	P=10%	全年	7.38
		10 月~3 月	6.85
		11 月~3 月	6.78
3	P=5%	全年	7.63
		10 月~3 月	6.96
		11 月~3 月	6.87
4	P=2%	全年	7.98
		10 月~3 月	7.08
		11 月~3 月	6.98

为保证工程安全度汛及按期完工，结合施工进度计划要求，应急工程外江抛石及四角空心方块计划于汛期实施，拟定该部分施工导流时段为 8 月~9 月；其余堤岸工程水下部分均在一个枯水期内完成，拟定施工导流时段为 10 月~12 月。

本工程施工期内河涌流量及水位成果详见表 3.1.11.6-2。

表 3.1.11.6-2 施工期内河涌流量及水位成果表

项目	内河涌施工期流量及水位						
	设计标准	设计洪峰流量(m ³ /s)			设计洪水位		
		全年	10 月~3 月	11 月~3 月	全年	10 月~3 月	11 月~3 月
二十一涌东闸站、西闸	P=10%	11.37	4.82	3.94	5.98	5.03	4.97

分析表 3.1.11.6-1 及表 3.1.11.6-2 水文资料成果，结合施工进度计划要求，工期开展在第一年的 12 月份，拟定水闸、泵站工程在一年内完成，施工导流时段为全年。

3.1.11.6.3 导流方式

1、沙滩进水闸建筑物工程

本项目导流方式根据工程现状、新建工程结构布置、工期要求及结合各方意见等综合考虑。根据施工工期安排，堤岸工程水下工程部分如堤岸亲水平台外的生态护坡及钢筋混凝土贴面可在低潮期进行，利用抛石护脚作为施工平台，无需修建施工导流围堰。

沙滩进水闸建筑物工程设置临时挡水结构，不设置导流措施，其中旧堤挡墙开挖采用明挖。施工工序为：旧堤开挖至 7.50m 高程→施工双排钢板桩挡水结构、一期钢板桩支护→拆除浆砌石挡墙、开除现状抛石层（至 0.0m 高程）、换填黏土→施打二期钢板桩支护→填筑打桩平台至 7.5m→水泥搅拌桩→开挖内侧基坑、加设横撑→垫层施工→阀门井、管道基础浇筑→沉淀池、挡墙浇筑及管道敷设→拔除靠海测钢板桩支护、开挖外侧基坑→施工盖板渠垫层及吊装盖板渠→盖板渠左右侧挡墙修复→拔除双排钢板桩挡水结构等。

沙滩出水闸建筑物工程设置临时挡水结构，不设置导流措施，其中旧堤挡墙开挖采用明挖。施工工序为：旧堤开挖至 7.50m 高程→水泥搅拌桩→施打钢板桩支护、双排钢板桩挡水结构→开挖内侧基坑、加设横撑→垫层施工→阀门井、管道基础浇筑→沉淀池、挡墙浇筑及管道敷设→拆除浆砌石挡墙、开挖外侧基坑、靠海测钢板桩拆除→施工盖板渠垫层及吊装盖板渠→盖板渠左右侧挡墙修复→拔除双排钢板桩挡水结构等。

施工期间基坑积水采用临时抽水潜水泵排出。

2、水闸泵站工程

根据工程布置，东闸为原址拆除重建，需设外江围堰截流；新建西闸闸址内退距旧闸约 170m，新建西闸可利用旧闸挡潮及排水；为实现东、西闸同时施工，内涌水可顺利通过旧西闸排向外江，又防外江潮水倒灌，东、西闸施工时设上下游围堰一次拦断，

在西闸上下游围堰以外，南侧地块新开挖一道明渠联通内涌与旧西闸闸前河段，实现通过旧西闸导流。

3.1.11.7 料场的选择与开采

1、土料场

本项目属于广州南沙开发区，根据穗府[2002]35号《关于将广州南沙开发区划为石矿粘土矿禁采区的通告》，工程区附近20km内均属禁采区，按照《水利水电天然建筑材料勘察规程》(SL251-2015)规定的20km勘察范围内，没有可供开采的土料场。工程所需土料必须从广州市周边的地区进行外购，售卖点土料质量及储量均满足设计要求。

2、石料场

结合实地勘察，石料拟选用于洪奇沥大桥左岸的售卖点，运距约20km，交通运输方便。

3、砂料场

本项目砂料采用外购形式，主要来源于广州、肇庆、中山、云浮、江门、东莞，广西象州、梧州等地。

3.1.11.8 主要施工机械设备

主要施工机械设备见表3.1.11.8-1。

表 3.1.11.8-1 主要施工机械设备汇总表

编号	名称	型号或规格	单位	数量
1	长臂挖掘机	斗容 0.25~0.4m ³ ,	台	30
2	平板车	20~25t	辆	15
3	自卸汽车	15~20t	辆	50
4	自卸汽车	8~10t	辆	30
5	履带起重机	16t	辆	10
6	推土机	59~74kW	台	20
7	砼振捣器	1.1kW	台	20
8	泥驳	120m ³	艘	2
9	方驳	400t	艘	2
10	平板驳	1000t	艘	1
11	DN500 水泥搅拌机	GPP-5 型	台	30
12	高压泥浆泵	3PN	台	10
13	装载机	2m ³	台	15

14	冲击式钻机	CZ-22	台	20
15	风镐		台	20
16	振冲器	ZCQ55（55kW）	台	15
17	地质钻机	XY-2	台	10
18	泥浆搅拌机	WJG-80	台	8
19	柴油锤打桩机	D-50	台	15
20	风钻	支腿、手持	台	15
21	蛙式打夯机	2.8kW	台	20
22	光轮振动碾	12t	台	10
23	空压机	20m ³ 移动式	台	3
24	振动锤	90kW	台	5
25	离心泵	IS125-100-200D	台	10
26	人工斗车		台	100
27	抽水泵	100WQ50-5-1.5 型	台	5
28	柴油发电机组	200kW	台	5
29	高压水泵	15kw	台	10
30	泥浆泵	15kw	台	10
31	交通船		艘	3
32	泵浆机	UB-3	台	2

3.2 工程分析

3.2.1 环境影响因素分析

3.2.1.1 施工期环境影响因素分析

本项目环境影响主要集中在施工期，施工期大量人力、船舶机械、车辆的投入使用将产生生活污水、生产废水、固体废物、噪声以及扬尘；施工扰动地表，破坏地表植被，改变地表形态和土壤结构，在雨季受雨水冲刷容易产生水土流失。

桥闸、海堤施工产生悬浮物，对水域生态环境、生物资源产生影响。



图 3.2-1 本项目施工工艺流程及产污环节图

1、大气环境影响因素分析

施工扬尘：①施工场地土方施工过程产生扬尘影响周边大气环境；②施工运输车辆行驶产生扬尘影响周边大气环境；

沥青烟：路面铺设过程产生沥青烟气影响周边大气环境。

施工燃油机械废气及运输车辆汽车尾气：使用液体燃料的施工机械设备废气、运输车辆发动机排放的尾气对周边大气环境有一定影响。

2、地表水环境影响因素分析

水闸、桥梁施工：涉水桥梁、水闸建设产生废水、悬沙等影响水体；陆上桥墩施工产生施工废水、泥浆。

施工营地：施工营地生活污水、施工生产废水对周围水体水质会产生一定的影响。

暴雨径流：暴雨地表径流进入周边地表水体对水质有一定影响。

3、声环境影响因素分析

施工噪声：施工中施工机械较多，施工机械噪声属突发性非稳态噪声源，对周围声环境产生一定影响。

运输车辆：拟建项目几乎所有的材料将通过汽车运输，运输车辆的交通噪声将影响沿线声环境。

4、固体废物影响分析

施工过程产生的建筑废物、施工人员生活垃圾、施工船舶废物等。

5、陆域生态环境影响因素分析

永久占地：项目主要占用鱼塘等，植被破坏后将不利于当地生态环境的恢复，影响野生动物活动。

临时占地：临时占地对生态环境、地表植被、农业生产等产生一定的影响。

水土流失：施工前期挖方段的路堤、路堑会产生水土流失。

6、海洋环境影响因素分析

桩基施工及抛石等产生的悬浮泥沙会扰动附近水域的水质环境，从而影响施工区附近生物的栖息环境，造成生物的损失，同时也扰动了局部原生地貌，使局部生态环境受到一定的影响。水工构筑物建设对水动力环境、冲淤环境产生的影响。

3.2.1.2 运营期环境影响因素分析

本项目运营期环境影响主要为水闸泵站运行噪声，水闸、堤防、景观等水工构筑物对水动力环境、冲淤环境、海洋生态环境产生影响。

3.2.2 污染源分析

3.2.2.1 施工期污染源分析

1、水污染源分析

(1) 施工生活污水

①施工工人

本项目在施工区段布置 2 个施工营地，施工期高峰期人数约 2000 人，平均人数约 1500 人。施工生活污水主要产生于食堂、盥洗间、厕所粪便等。

参考广东省地方标准《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T 1461.3-2021），施工人员用水定额标准按 150L/（人·d）计，陆域施工人员生活用水量为 300m³/d，生活污水排污系数按 0.9 计算，即陆域施工人员生活污水产生量为 270m³/d。生活污水中各污染物浓度及产生量见表 3.2.2-1。

表 3.2.2-1 施工期陆域生活污水产生情况

废水量	项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮
生活污水 300m ³ /d	产生浓度（mg/L）	250	180	200	25
	产生量（kg/d）	75	54	60	7.5

②船舶生活污水

本项目堤防工程和景观工程施工时使用泥驳、交通船等。船舶施工人员高峰期约 100 人。参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018 及 2019 年修改单），船员生活用水量按 100L/人·d，船员生活用水量为 10m³/d，生活污水排污系数按 0.9 计算，即船舶生活污水产生量为 9.0m³/d。船舶生活污水中各污染物浓度及产生量见表 3.2.2-2。

施工船舶生活污水利用船载收集装置收集，由有接收能力的单位接收上岸处理，不

在本项目附近海域排放。

表 3.2.2-2 施工期船舶生活污水产生情况

废水量	项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	氨氮
生活污水 9.0m ³ /d	产生浓度 (mg/L)	250	180	200	25
	产生量 (kg/d)	2.25	1.62	1.80	0.23

(2) 施工生产废水

①设备冲洗废水

本项目施工期对机械设备维护,将产生设备冲洗废水,主要污染物为 SS 和石油类,油类物质浓度可达 50mg/L,SS 可达 2000mg/L。每台水电施工机械产生冲洗废水 0.3m³/d。

水闸泵站、桥梁工程施工高峰期机械设备约 30 台,故每天约产生冲洗废水 9m³,按主体工程施工 12 个月计算,本工程施工期间共产生含油废水量约 1080m³。

堤岸和景观工程施工高峰期机械设备约 40 台,故每天约产生冲洗含油废水 12m³,按主体工程施工 7 个月计算,施工期间共产生冲洗废水量约 2520m³。

本项目施工期冲洗废水经隔油沉淀等处理达标后回用于施工或场地洒水降尘。

②混凝土拌合系统废水

根据初步设计,混凝土拌和系统所产生废水为 1m³/h。

拌和系统产生的废水采用沉淀工艺进行处理(间歇式),必要时可向沉砂池内投加絮凝剂。处理后用临时小水泵抽取上清液回用。

③施工船舶机舱含油污水

施工期的船舶含油污水主要来自泥驳、交通船产生的舱底含油污水,各施工阶段水上作业最多船舶数约为 20 艘。参考《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018 及 2019 年修改单),500~1000 吨级船舶舱底含油污水发生量以 0.27m³/d 艘计,20 艘船每日共产生含油污水 5.4m³;处理前油污水含油浓度约按 2000mg/L 计算,则船舶含油污水中石油类产生量约为 10.8kg/d。

施工船舶含油污水由有接收能力的单位接收上岸处理,不在本项目附近海域排放。

(4) 开挖、打桩、抛石、基坑排水、填筑等悬浮泥沙

①钢板桩打设、拔除

本项目钢板桩打设、拔除主要在二十一涌东闸站基坑支护和内河涌围堰,二十一涌西闸支护和围堰,沙滩进、出水闸基坑支护、桥梁工程基坑支护、拆除二十一涌旧西闸围堰过程。其中沙滩进、出水闸基坑支护位于现有堤岸内侧,钢板桩打设、拔除过程不

产生悬浮泥沙。

水闸泵站工程和桥梁工程打设钢板桩形成围堰或基坑支护，一天约能打设 40 块，采用下式计算悬沙产生源强：

$$S=(1-\theta)\cdot\rho\cdot\alpha\cdot P$$

式中：

S 为挤淤的悬浮物源强(kg/s)；

θ 为淤泥天然含水率(%)；

ρ 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm³)；

α 为淤泥中悬浮物颗粒所占百分率(%)；

P 为平均挤淤强度，每小时挤淤量约为 1.6m³。

参考《深圳湾游艇项目悬浮物影响预测与分析》（陈小红等，海洋环境科学，第 19 卷第 1 期，2000 年 2 月，P48-51）， θ 取 48.6%， ρ 取 1750kg/m³， α 取 70%

则入海泥沙源强约 0.28kg/s。

钢板桩在振动拔除的过程中产生的悬浮泥沙量源强可根据钢板桩携带的泥沙体积和密度进行估算：

$$Q=(2\cdot b\cdot h_0\cdot\psi\cdot\rho)/t$$

其中：

Q——悬浮泥沙发生量，kg/s；

b——钢板桩宽，0.4m；

h_0 ——钢板桩泥下深度，平均取 27m；

ψ ——钢板桩内壁、外壁附着泥层厚度，分别取 0.01m；

ρ ——附着泥层容重，取 1.75t/m³ 估算；

t——拔桩时间，1800s。

经计算，Q=0.42kg/s。

围堰填筑过程亦会产生悬浮物，产生量较少，难以定量估算。

②淤泥开挖、钢管桩、砼预应力方桩、护壁桩和水泥搅拌桩施工

本项目淤泥开挖位于桩号 K4+400~K4+486 段，采用 1m³ 反铲挖机开挖为主，部分辅以长臂挖机开挖（长臂挖掘机斗容 0.25~0.4m³）。

本项目钢管桩打设主要桥梁工程支架体系浇筑过程中，用施打共 3 排，左右两岸各一排，中间位于河涌内一排。钢管桩施打是在围堰内开展，围堰内施工均先排水，因此

钢管桩施打过程不产生悬浮泥沙。

本项目砼预应力方桩主要打设二十一涌东闸站和二十一涌西闸及管理房基础处理、桥梁工程明渠段 U 型槽基础处理过程。

本项目护壁桩主要在桩号 K4+341~K4+523 段（21 涌西闸出口翼墙至 21 涌出口南岸护岸）进行施打。

本项目水泥搅拌桩主要在旧堤范围之外且一期未进行基础处理的亲漫步道、园路、挡墙；二十一涌东闸站及管理房，二十一涌西闸及管理房，沙滩建筑物；桥梁工程基坑外侧，北岸基坑边至项目红线，南岸基坑边至红线以南 10m 范围施工。

以上施工过程均在围堰内开展，围堰内施工均先排水，因此施工期间不产生悬浮泥沙。

③围堰基坑排水

在围堰施工完毕后进行基坑初期排水，基坑排水包括初期基坑排水和经常性基坑排水两部分。

A) 初期基坑排水

初期排水主要为排出水闸基坑积水，依据现场卫星图片，积水面积约为 $2.1 \times 10^4 \text{m}^2$ ，按平均 2m 的水深计算，初期排水量为 $4.2 \times 10^4 \text{m}^3$ ，采用 50WQ20-15-2.2 型水泵进行抽排，所需排水台班数为 300 个台班。基坑水位下降速度控制在 $0.5\text{m/d} \sim 0.8\text{m/d}$ 。

B) 经常性基坑排水

围堰和基础在设计水头的渗流量、覆盖层中的含水量、排水时降水量及施工弃水量。本工程经常性排水主要为施工期间的降雨汇水。

基坑经常性排水高峰期水量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 。

降雨汇水采用 50WQ20-15-2.2 型水泵进行抽排，预估排水台班数为 22 个台班。

基坑排水采用沉淀工艺进行处理，间歇式处理，必要时可向沉砂池内投加絮凝剂。基坑排水中污染物主要为 SS，大多为大颗粒无机物，在静置 24h，经过沉淀、絮凝等处理，悬浮物含量可降为 100mg/L 以下。排水前进行检测，如不达标，采用土工布进行处理达标后，用临时小水泵抽取上清液回用。

④抛石

外江抛石采用驳船运输，辅以反铲挖机抛填、修整。块石重量不小于 60kg 便可满足稳定要求。反铲挖斗容 $0.25 \sim 0.4\text{m}^3$ ，普通石头的密度为 $2 \sim 3\text{t/m}^3$ ，则一斗约 1t。

采用下式计算悬沙产生源强：

$$S=(1-\theta)\cdot\rho\cdot\alpha\cdot P$$

式中：

S 为挤淤的悬浮物源强(kg/s)；

θ 为淤泥天然含水率(%)；

ρ 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm)；

α 为淤泥中悬浮物颗粒所占百分率(%)；

P 为平均挤淤强度，一斗挤淤量约为 0.4m³。从装石至卸完整个流程按 1 小时 20 斗。

参考《深圳湾游艇项目悬浮物影响预测与分析》（陈小红等，海洋环境科学，第 19 卷第 1 期，2000 年 2 月，P48-51），48.6%， ρ 取 1750kg/m³， α 取 70%。

则入海泥沙源强约 1.4kg/s。

⑤填筑

本项目拟在东侧填筑生态护脚。根据施工工艺，松木桩采用船运至项目区，配合水上桩基施打至设计高程，松木桩施打将产生悬浮泥沙。此外，生态护脚填筑拟将开挖料、淤泥和种植土等填料冲挖成泥浆，采用大功率高压泥浆泵将泥浆池中的泥浆从存料区吹入吹填区，吹填至设计标高。

A.松木桩施打护脚

根据施工设计单位提供数据，松木桩长 6m，直径 0.12m，正常情况下，现场至少有 2 台施工机械，每台每天施打 20~30 根，本次评价按 30 根/台计，则一天能施打 60 根松木桩。采用下式计算悬沙产生源强：

$$S=(1-\theta)\cdot\rho\cdot\alpha\cdot P$$

式中：

S 为挤淤的悬浮物源强(kg/s)；

θ 为淤泥天然含水率(%)；

ρ 为淤泥中颗粒物湿密度(g/cm³)；

α 为淤泥中悬浮物颗粒所占百分率(%)；

P 为平均挤淤强度，每小时挤淤量约为 0.7m³。

参考《深圳湾游艇项目悬浮物影响预测与分析》（陈小红等，海洋环境科学，第 19 卷第 1 期，2000 年 2 月，P48-51）， θ 取 48.6%， ρ 取 1750kg/m³， α 取 70%。

则入海泥沙源强约 0.12kg/s。

B.开挖料、淤泥和种植土等填料吹填

根据施工设计单位提供数据，本项目设5台泥浆泵，每台效率为 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，泥浆泥水比为1:3，泥沙悬浮比例为20%， ρ 取 $1750\text{kg}/\text{m}^3$ 情况下，每台泥浆泵吹填产生的悬浮泥沙量约为 $0.73\text{kg}/\text{s}$ 。

⑥抛石开挖

抛石开挖是对现状挡墙进行整平，大部分均位于水面以上，不易产生悬沙。因此，本次评价对抛石开挖产生的悬沙不做定量分析。

⑦明渠开挖

为实现东、西闸同时施工，内涌水可顺利通过旧西闸排向外江，又防外江潮水倒灌，东、西闸施工时设上下游围堰一次拦断，在西闸上下游围堰以外，南侧地块新开挖一道明渠联通内涌与旧西闸闸前河段，实现通过旧西闸导流。

明渠与河涌连接处位于水域，施工过程会有少量泥沙进入水域，考虑施工时间段，且产生泥沙较少，本次评价不做定量分析。

2、大气污染源分析

施工期环境大气污染物主要来源于施工开挖填筑、物料运输及装卸产生的扬尘，机动车辆和施工机械排放的尾气，主要污染物有粉尘、 SO_2 、 NO_x 等。其影响对象主要是工程区周边、运输道路沿线。

（1）粉尘、扬尘：施工期土石方工程与混凝土工程的施工活动，材料运输以及施工车辆行驶等产生粉尘、扬尘污染物。施工现场易产生扬尘污染的物料主要有：水泥、砂石、灰土、灰浆、灰膏、建筑垃圾、工程渣土等。根据类似工程实地监测资料，在正常风况下，施工活动产生的粉尘在施工区域近地面环境空气中TSP浓度可达 $1.5\sim 3.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，对施工区域周围 $50\text{m}\sim 100\text{m}$ 范围以外的贡献值符合环境空气质量二级标准；在大风（ >5 级）情况下，施工粉尘对施工区域周围 $100\text{m}\sim 300\text{m}$ 范围以外的贡献值符合环境空气质量二级标准。

（2）尾气：工程施工主要以燃油机械设备为主，施工作业时产生燃油废气（汽车铲运机、推土机、柴油机等机械设备运行时排放废气），主要含 NO_x 、CO等。施工人员生活如采用燃煤灶，有燃煤废气排放。燃油动力机械为间断作业，且数量不大，因此，其排放的污染物仅对施工区域近距离的环境空气质量产生影响。

根据《广东省生态环境厅关于发布部分行业环境保护税应税污染物排放量抽样测算特征值系数的公告》（粤环发〔2023〕2号），施工扬尘排污特征值系数见表3.2.2-3。

表 3.2.2-3 施工扬尘排污特征值系数

工地类型		扬尘产生量系数（千克/平方米·月）		
建筑施工		1.01		
市政（拆迁）施工		1.64		
工地类型	扬尘类型	扬尘污染控制措施	扬尘排放量削减系数 （千克/平方米·月）	
			措施达标	
			是	否
建筑工地	一次扬尘	道路硬化措施	0.071	0
		边界围挡	0.047	0
		裸露地面覆盖	0.047	0
		易扬尘物料覆盖	0.025	0
		定期喷洒抑制剂	0.03	0
	二次扬尘	运输车辆机械冲洗装置	0.31	0
		运输车辆简易冲洗装置	0.155	0
市政（拆迁）工地	一次扬尘	道路硬化措施	0.102	0
		边界围挡	0.102	0
		易扬尘物料覆盖	0.066	0
		定期喷洒抑制剂	0.03	0
	二次扬尘	运输车辆机械冲洗装置	0.68	0
		运输车辆简易冲洗装置	0.034	0

(3) 柴油发电机产生的尾气

本项目设有 2 台 200kW 的柴油发电机组做备用电源。发电机耗油量取 40kg/h。

根据《普通柴油》（GB252-2015），2017 年 6 月 30 日以前，0#柴油含硫量不大于 0.035%；2017 年 7 月 1 日开始，0#柴油含硫量不大于 0.005%；2018 年 1 月 1 日开始，0#柴油含硫量不大于 0.001%；本项目柴油含硫量按 0.001%计。

根据该发电机耗油量，并参考《燃料燃烧排放污染物物料衡算办法》计算，可计算该项目发电机 SO₂、NO_x 废气排放量。

①SO₂

$$C_{SO_2}=2000 \times B \times S$$

C_{SO₂} — 二氧化硫排放量，kg；

B — 消耗的燃料量，T；

S — 燃料中的全硫分含量，%；本项目取 0.001%。

②NO_x

$$G_{NO_x}=1630 \times B \times (N \times \beta + 0.000938)$$

G_{NO_x} —氮氧化物排放量, kg;

B —消耗的燃料量, T;

N —燃料中的含氮量, %; 本项目取值 0.06%;

β —燃料中氮的转化率, %; 本项目选 70%。

③烟尘及黑烟

烟尘产生系数按 0.25kg/t 柴油计, 烟气黑度>1.0 级林格曼黑度。

根据类比, 燃油尾气排放系数按 20000m³/吨油计算, 则本项目燃油尾气中各污染物排放量情况见表 3.2.2-4。

表 3.2.2-4 备用发电机废气排放情况一览表

污染物项目	SO ₂	NO _x	烟尘	黑烟	废气(m ³)
产污系数(kg/吨油)	0.02	2.21	0.25	烟气黑度>1.0 级林格曼黑度	/
污染物产生量(kg/h)	0.0016	0.177	0.02		20000m ³ /吨油
污染物产生浓度 (mg/m ³)	1	110.5	12.5		——
执行标准 (mg/m ³)	500	120	120	烟气黑度<1.0 级林格曼黑度	——

注: 二氧化硫、氮氧化物、烟气黑度等污染物排放执行广东省《大气污染物排放限值》(DB44/27-2001) 第二时段二级标准要求。

扬尘和燃油废气影响对象主要是施工营地、邻近施工现场的居民点等。经现场调查, 本项目周边 500m 范围内无居民点, 在采取围闭和洒水措施之后, 扬尘造成的影响将大为减小。单个施工营造区的机械排放的燃油废气量很小, 且夜间停止施工, 因此, 燃油废气对环境空气的影响仅限于昼间, 影响程度小。

(4) 沥青烟

本项目不新建沥青混凝土拌和站, 成品沥青混凝土就近购入, 通过保温翻斗车运输至现场。本项目施工现场只进行沥青混凝土的摊铺。类比同类工程, 在沥青施工点下风向 60m 外苯并[a]芘低于 0.00001mg/m³ (DB 44/27-2001 表 2 标准值为 0.008μg/m³), 酚低于 0.01mg/m³ (DB 44/27-2001 表 2 标准值为 0.080mg/m³), 碳氢化合物低于 0.16mg/m³ (前苏联标准值为 0.16mg/m³)。由于沥青摊铺过程历时短, 且施工区域空间开阔, 大气扩散能力强, 摊铺时烟气对沿线环境影响较小。

3、施工噪声影响分析

本项目施工噪声影响主要产生于车辆运输及施工机械作业等施工活动。

机械噪声源主要来自于挖掘机、推土机、压路机等机械施工活动, 作业面噪声值一般在 80dB (A) ~110dB (A) 之间。

其他辅助企业设置在各个施工营地内，主要为钢筋加工厂、木材加工厂等，其噪声为间歇性点声源，源强约在 90dB（A）~110dB（A）之间。自卸汽车（8t~12t）噪声达 76dB（A）~85dB（A）。柴油发电机噪声约为 75~80dB（A）（测点距设备及车辆距离 5m）。施工船舶作业噪声值一般在 68~78dB（A）。

参照《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024），常用公路工程施工机械测点距施工机械距离 5m 的噪声值见表 3.2.2-5。

表 3.2.2-5a 施工期间主要施工机械噪声源强 单位：dB（A）

序号	机械类型	测点距离施工机械距离（m）	噪声源强
1	液压挖掘机	5	82~90
2	电动挖掘机	5	80~86
3	轮式装载机	5	90~95
4	推土机	5	83~88
5	移动式发电机	5	95~102
6	各类压路机	5	80~90
7	木工电锯	5	93~99
8	电锤	5	100~105
9	振动夯锤	5	92~100
10	打桩机	5	100~110
11	静力压桩机	5	70~75
12	风镐	5	88~92
13	混凝土输送泵	5	88~95
14	商砼搅拌车	5	85~90
15	混凝土振捣器	5	80~88
16	云石机、角磨机	5	90~96
17	空压机	5	88~92

表 3.2.2-5b 临时工程机械设备噪声值一览表

序号	所属工程	声源名称	声压级 (1m)(dB (A))	声源控制 措施	数量	运行 时段	建筑物 插入损 失 /dB(A)	建筑物外噪声		
								声压级 /dB(A)	建筑物 外距离 (m)	叠加值 /dB(A)
1	钢筋加工厂	直流电焊机	80	厂房隔声	12	昼间	10	70	1	81
2		钢筋车丝机	85	厂房隔声	8	昼间	10	75	1	84
3		钢筋弯曲机	85	厂房隔声	8	昼间	10	75	1	84
4		钢筋调直机	85	厂房隔声	6	昼间	10	75	1	83

序号	所属工程	声源名称	声压级 (1m)(dB(A))	声源控制措施	数量	运行时段	建筑物插入损失 /dB(A)	建筑物外噪声		
								声压级 /dB(A)	建筑物外距离 (m)	叠加值 /dB(A)
5		钢筋切断机	90	厂房隔声	6	昼间	10	80	1	88
6		钢筋锯床	90	厂房隔声	4	昼间	10	80	1	86
7		钢筋笼滚焊机	80	厂房隔声	4	昼间	10	70	1	76
8		天车	85	厂房隔声	2	昼间	10	75	1	78
9		焊烟净化器	80	厂房隔声	16	昼间	10	70	1	82

4、固体废物影响分析

(1) 生活垃圾

本项目施工期高峰期人数约 2000 人，平均人数约 1500 人，实际施工工期为 15 个月。工地施工人员生活相对简单，以 0.5kg/d 的人均生活垃圾产生量计算施工期间生活垃圾量，预计生活垃圾产生量约为 75kg/d，施工区总共产生生活垃圾约 33.75t。

生活垃圾如处理不当，会影响工区的卫生环境，威胁到施工人员身体健康，影响工程进度。故应及时清理和妥善处理工地的生活垃圾。

(2) 工程弃渣

本项目土方平衡方案综合考虑堤防区域软基处理、桥梁工程及堤岸结构工程、景观工程等。其中本项目土方开挖 611567m³，回填 1787184m³，借方 1378031m³，弃方 202413m³，弃方运至南沙全民体育综合体项目配套骨干道路(二十涌北路、规划纵三路)施工现场，运距约 4.9 公里。土方平衡详见表 3.1.11-2。

(3) 船舶垃圾

根据《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，船舶垃圾产生量以人均 1.5kg/d 计算，施工船舶垃圾产生量约 150kg/d；船舶使用时间约 15 天，施工期船舶垃圾总产生量约 2.25t。

(4) 其他

项目备用柴油发电机运行过程中会产生少量含油废抹布，产生量约 0.01t/a。

5、施工期环境风险分析

施工期产生的生活污水及生产废水经收集后运送到指定地点，不会对周边环境产生危害。事故性排放污、废水，如施工机械油污泄露进入附近水域，将对水体产生危害。

但在施工期做好施工机械的定期检查和维修工作，可避免事故的发生，不会对水体产生影响。

施工船舶如发生碰撞，可能导致燃料油泄漏，对海洋环境造成不利影响。

6、施工期生态影响分析

本项目主要建设内容为堤防软基处理、堤身填筑、堤岸结构和景观工程；改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸，新建二十一涌东闸桥梁2座，新建沙滩潮汐通道进、出口建筑物及拦砂堰。本项目所在区域未发现国家级珍稀濒危保护植物种类，因此对于珍稀濒危动植物物种保护无影响。

本项目施工期影响主要包括直接影响和间接影响。直接影响是指本项目的实施改变地面景观会直接破坏现有动植物生活环境，掩埋部分河内底栖生物栖息地；间接影响则是指施工期建设活动会造成局部水域内悬浮物增加，进而影响水体浑浊度、光照度等，最终影响浮游植物的生长和存活。悬浮物也会对鱼类产生不利影响，主要表现为直接杀死鱼类个体；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；改变其洄游习性；降低其饵料生物的丰度；降低其捕食效率等。

3.2.2.2 营运期污染源分析

1、噪声

本项目运营期主要噪声源为水闸泵站设施运行噪声。水闸泵站设施包括水闸启闭器、水泵、备用柴油发电机等，相关设备的噪声源强如下。

表 3.2.2-6a 各种机械设备噪声值

序号	机械类型	数量
1	水闸液压启闭机	2 套
2	水泵	5 台
3	备用柴油发电机	1 台（备用）

表 3.2.2-6b 水闸设施噪声源强调查清单（室外声源）

序号	声源名称	型号	空间相对位置/m			声源源强 (声压级/距声源距离) / (dB(A)/m)	声源控制措施	运行时段
			X	Y	Z			
1	液压启动器 (东闸)	/	-39	-24	13.19	测点距设备 5m 声压级为 70~75dB(A)	/	间歇性
2	液压启动器 (西闸)	/	-2137	-1758	13.19		/	间歇性

表 3.2.2-6c 水闸设施噪声源强调查清单（室内声源）

序号	建筑物名称	声源名称	型号	声源源强（任选一种）	声源控制措施	空间相对位置/m			距室内边界距离/m	室内边界声级/dB(A)	运行时段	建筑物插入损失/dB(A)	建筑物外噪声	
				（声压级/距声源距离）/（dB(A)/m）		X	Y	Z					声压级/dB(A)	建筑物外距离
1	东闸管理房	备用柴油发电机	/	测点距设备 5m 声压级为 75~80dB(A)	/	-18	-62	8.69	6.22	110.06	间歇性	20	83.58	1
2	东闸水泵设施 1 内	水泵 1	/	测点距设备 5m 声压级为 70~75dB(A)	/	-43	-11	13.19	5.56	86.67	间歇性	20	60.43	1
3		水泵 2	/		/	-42	-13	13.19	5.56	86.67	间歇性	20	60.43	1
4		水泵 3	/		/	-39	-15	13.19	5.56	86.67	间歇性	20	60.43	1
5		水泵 4	/		/	-31	-25	13.19	4.15	93.7	间歇性	20	67.60	1
6	东闸水泵设施 2 内	水泵 5	/		/	-29	-26	13.19	4.15	93.7	间歇性	20	67.60	1

注：查阅《环境影响评价技术导则 公路建设项目》（HJ 1358-2024）可知，移动式发电机的测点距设备 5m 声压级为 95~102dB(A)，本项目备用柴油发电机拟选取低噪声型号发电机，并采取安装防振支架和消声器等降噪措施，确保降噪后发电机运行时测点距设备 5m 声压级为 75~80dB(A)。

2、水污染源

（1）路面径流

本项目投入营运后，自身不产生污水，营运期主要的水污染源为路面径流，污染物主要是悬浮物等，其浓度取决于交通量、降雨强度、灰尘沉降量和前期干旱时间等多种因素，由于影响因素变化性大，随机性强，偶然性高，很难得出一般规律和统一的测算方法供采用。

项目营运期下雨期间路面径流量采用下式计算：

$$W=A \times H \times L \times R \times 10^{-3}$$

式中：

W—路面径流量， m^3/a ；

A—路面宽度，m；15m。

H—路线总长，m；1614.332m。

L—降雨强度，取多年平均降雨量约为 1600.4mm；

R—径流系数，取 0.9。

根据上式计算得到，本项目路面地表径流量为 $34878.3m^3/a$ 。

原国家环保总局华南环科所曾对南方地区路面径流污染情况进行过试验，试验方法为：采用人工降雨方法形成路面径流，两次人工降雨时间段为 20 天，车流量和降雨量已知，降雨历时为 1 小时，降雨强度为 81.6mm，在 1 小时内按不同时间采集水样，最后测定分析路面污染物变化情况见表 3.2.2-17。

表 3.2.2-17 路面径流中污染物浓度测定值 单位：mg/L

项目	5~20 分钟	20~40 分钟	40~60 分钟	均值
SS(mg/L)	231.42~158.52	185.52~90.36	90.36~18.71	100
BOD5(mg/L)	7.34~7.30	7.30~4.15	4.15~1.26	5.08
石油类(mg/L)	22.30~19.74	19.74~3.12	3.12~0.21	11.25

根据华南地区路面径流污染情况调查，降雨初期到形成路面径流的 20-30 分钟，雨水径流中的悬浮物和油类物质浓度较高，30 分钟后其浓度随降雨历时的延长迅速下降；40 分钟后路面基本被冲洗干净。

本项目 15m 宽堤顶路主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道，本项目将有专门的市政清洁人员进行路面清洁，因此雨水中污染物含量将明显减少，路面径流经雨水管道纳入规划雨水排放系统，不会对周围地表水产生明显影响。

（2）生活污水

①驿站

本项目驿站设洗手间。

根据《城市公共厕所设计标准》（CJJ 14-2016）表 4.2.1，海滨活动场所服务人数为：男 60 人/厕位.天，女 40 人/厕位.天。按厕位各 5 个估算。

根据《广东省用水定额 第 3 部分 生活》（DB44T1461.3-2021），市内公厕用水量为 9L/人次。

则生活用水量约为 $4.5\text{m}^3/\text{d}$ ，生活污水产生量约为 $4.05\text{m}^3/\text{d}$ 。

本项目景观工程紧邻城市综合体项目，产生的洗手间废水经自建三级化粪池预处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理。在综合体项目污水处理系统投入运营前，本项目配套公厕不开放。

②水闸管理房

水闸管理房运行期间产生少量生活污水，经三级化粪池预处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理。

3、生态环境

本项目建成后，景观工程将有利于岸边植被的恢复。

4 项目所在区域概况

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

南沙全民文化体育综合体生态堤路建设工程（21涌以南）位于广州市南沙区的万顷沙围。

广州地处中国南部、广东省中南部、珠江三角洲中北缘，是西江、北江、东江三江汇合处，濒临中国南海，东连博罗、龙门两县，西邻三水、南海和顺德，北靠清远市区和佛冈县及新丰县，南接东莞市和中山市，隔海与香港、澳门相望。

南沙区位于广州市最南端、珠江虎门水道西岸，是西江、北江、东江三江汇集之处。东与东莞市隔江相望，西与中山市、佛山市顺德区接壤，北以沙湾水道为界，与广州市番禺区隔水相连，南濒珠江出海口伶仃洋。规划总面积 803 平方千米，2022 年城市建成区面积为 153.13 平方千米。地处珠江出海口和粤港澳大湾区地理几何中心，是珠江流域通向海洋的通道，连接珠江口岸城市群和港澳地区的重要枢纽性节点，广州市唯一出海通道，距香港 38 海里、澳门 41 海里。

4.1.2 地形地貌

南沙区位于广州市最南端、珠江虎门水道西岸，是西江、北江、东江三江汇集之处。南沙区地势总体平坦，地貌类型有丘陵、残丘、三角洲冲积平原和滩涂。低丘主要分布在黄山鲁、大山岬、十八罗汉山一带；残丘主要有大虎山、小虎山、黄阁乌洲岗等；三角洲冲积平原大面积分布在黄阁、横沥、榄核、大岗、东涌一带；滩涂集中在万顷沙、龙穴岛、新垦沿岸。

本项目南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）场地位于南沙区万顷沙二十一涌以南，场地现状经人工填筑的水产养殖坑塘、水塘、河堤和海堤堤岸等，地面标高为 4.95m~9.68m。地质情况为淤泥质软基，地下水位较高。区域总体地势普遍较低。

4.1.3 工程地质条件

工程地质引用《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21涌以南）可行性研究报告（报批稿）》

4.1.3.1 区域地质概况

区域位于珠江出海口，地貌类型为滨海相地貌类型，区内大多由人工围垦而成陆地，未见基岩出露。

根据区域地质资料（1：25 万），工程区内地层主要为人工填土、第四系海相沉积层，基底为中元古界长安组，火山岩为早奥陶系的片麻状花岗岩及白垩系的花岗斑岩。各层的岩性特征如下：

（1）中元古界组（Pt2c）：组成区域的基底岩层，该层岩石由不同时代的地层和岩石经多次构造作用揉合而成的变质岩。主体岩性为云母石英片岩、云母片岩、（混合质）黑云斜长片麻岩、变粒岩、变质砂岩和石英岩等，在龙穴街山头见有少量出露。

（2）第四系滨海相沉积层桂洲组（Qg）：下部为黄褐色、灰白色砂砾层、含砾粗砂、中砂或细砂层、浅灰色淤泥质粗、中、细砂层。砾石成分以石英质为主，少量砂岩，上部为深灰、灰黑色淤泥、淤泥质粘土、淤泥质粉细砂及粉砂质粘土薄层，富含贝壳碎屑。厚度为 3m~58.80m，区内大面积分布。

（3）第四系填土层（Qs）：主要为灰色、灰黄色淤泥质土、粘土、粉质粘土、细砂等，主要分布于水闸所在河涌两侧堤防及区内较高处，由人工将海滩中的淤泥及淤泥质砂堆填而成，结构松散。厚度不一。

（4）火成岩：白垩纪早期侵入岩（K14γπ）：岩性主要为花岗斑岩，见于区内北部南沙街一带，多呈岩墙、岩脉状，侵入于早期花岗岩中。

三叠纪侵入岩（T33bηγ）：岩性主要为中粒斑状黑云母二长花岗岩，局部为细粒黑云母二长花岗岩，主要见于区内东北部南沙一带。岩石主要由钾长石、斜长石、石英、黑云母等组成。

根据《广东省地震烈度区划图》，场区地震基本烈度为Ⅶ度，根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），场区的地震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组。

区域位于珠江入海口，河网密布，水系发育，原始地形为海滩，由于近期人工围垦而形成陆地，但堤围内地势仍较低。工程区域上属南亚热带季风海洋性气候，台风是影响最大的灾害性天气，常伴随着暴雨和风暴潮，造成洪涝灾害。

区域内地下水类型有第四系孔隙潜水和基岩裂隙水。以孔隙水为主，孔隙水贮存于上部第四系松散土层孔隙中，受大气降水和河水补给，向低洼谷地及附近河流排泄，或补给底部基岩裂隙含水层。

4.1.3.2 场区工程地质条件

（1）地形地貌

场区位于珠江出海口，地貌类型为滨海相地貌类型。万顷沙岛河网密布，河涌宽度20m~200m不等，较大的河涌有5涌，14涌，19涌等，河涌沿东北~西南走向贯穿全岛，河涌两侧分别连接洪奇沥水道和横沥水道，地面高程一般为3.0m~10.0m，堤围多为近年建造，堤岸为浆砌石挡墙，堤身为回填粘土夹砂砾，由于建设时防洪标准不高，以及受2018年“天鸽”台风的损坏，部分段需进行加固。

（2）地层岩性

根据钻孔揭露情况，按照地貌单元及成因进行分类，地层由新到老分述如下：①人工填土层：褐黄色、松散~稍密，堤防区域成分主要为粉质黏土夹砂、碎石，为堤身填筑土层；旧闸闸室主要为混凝土，粗骨料由1~2cm弱风化花岗岩碎石组成，骨料分布较均匀，砂浆胶结较好，见少量气孔；堤脚及水闸垫层为碎石和块石，为弱风化花岗岩，质硬。

②-1层：主要为灰黑色淤泥组成，流塑~软塑状，粘性好，土质均匀，有轻微异味。局部夹薄层泥质粉细砂、淤泥质粉细砂及淤泥质粘土，可见贝壳碎屑。该层分布广泛、连续。

②-2层：主要为灰白色、灰色粉细砂、淤泥质砂，饱和，松散状，局部夹薄层粘土。该层多为透镜体存在，分布范围狭小，分布不连续。

②-3层：主要为灰黑色淤泥质粘土，流塑~软塑状，粘性好，土质纯，有轻微异味，局部夹薄层粉砂、细砂或粉砂质粘土。

②-4层：主要为灰色、灰黑色粘土，湿，软塑~可塑状，粘性较好，土质均匀，含少量有机质。

②-5层：主要为泥质细砂，黄褐色、灰色，饱和，稍密~中密状，砂质均匀，泥质含量约为5%~8%，局部夹薄层粘土、粉细砂、中砂。

②-6层：主要为灰色、花斑色粘土组成，湿，可塑状，粘性好，土质均匀，可搓成细条。

②-7层：主要为泥质中砂组成，灰白色，饱和，中密状，砂质级配一般。局部为砾砂、砂卵砾石等。

全风化带（V）：变质砂岩，灰色及灰绿色，全风化，风化不均匀，岩芯呈砂质粘土状，硬塑～坚硬状，局部呈碎石土状，密实，局部夹强风化岩块。该层在水闸钻孔有揭露，多数缺失该层。

弱风化带（III）：变质砂岩，灰绿色，层状构造，弱风化，裂隙稍发育，含绿泥石，岩体较完整，强度高，岩芯以柱状为主，含少量碎块，RQD值平均为40%～50%，完整性较好。

（3）地质构造与地震液化

1）地质构造

根据区域地质资料及现场调查，场区未见基岩出露，第四系覆盖层深厚，根据现场钻探成果，钻孔未揭露到断层构造。

2）建筑场地类别

根据规范中场地土的类型和场地类别划分标准，判定本场地类别为III类，根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），区内II类场地时基本地震动峰值加速度为0.10g，场地地震动峰值加速度调整后 $a_{max}=0.125g$ ，基本地震动加速度反映谱特征周期为0.35s，本场地为III类相对应地震动反映谱特征周期为0.45s，相应于地震烈度为VII度区。

3）地震液化与软土震陷

工程区②-2层淤泥质砂为液化土层，②-5中细砂为不液化土层。

②-1淤泥层厚度为2.80m～21.90m，平均厚度为12.67m，②-3淤泥质土层厚度为2.90m～28.10m，平均厚度为17.11m。该两层为场区主要软弱土层，分布广泛，压缩性高，层厚大于3m，地基土等效剪切波速 $<90m/s$ ，根据《软土地区工程地质勘察规范》JGJ83-2011，在地震烈度VII度区软土地震震陷估算值30mm～80mm，对场区及上部建筑物稳定有影响，建议对地基采取抗震陷措施。

（4）水文地质条件

工程区位于珠江出海口，发育有多条河涌。场区地下水类型主要为松散土层孔隙潜水及下部砂层的微承压水，基岩裂隙水较贫乏。潜水主要分布在第四系冲洪积的砂层中，受季节和天气的影响较大，主要是由大气降水、河水补给；微承压水主要赋存于②-2、②-5、②-7砂层中，地下水丰富，补给主要为上层潜水及河水，地下水位与地表水密切

相关，并随地表水位变化而变化。根据钻孔所测得的地下水位资料，地下水位高程为一般在-1.10m~0.90m，埋深3.00m~4.10m。

①层人工填土为中等透水层，②-1淤泥为微透水层，②-3淤泥质土及②-4粘土为极微透水层，②-5泥质细砂为强透水层，按照类似工程经验，②-6粘土为微透水层~极微透水层，②-7泥质中粗砂为强透水层。

河水及地下水对混凝土无腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋有弱腐蚀性，对钢结构有弱腐蚀性。工程区土对混凝土具微腐蚀，对混凝土中的钢筋具中等~强腐蚀，对钢结构具微腐蚀性。

4.1.3.3 闸站工程地质条件及评价

（1）二十一涌东闸站地质条件及评价

二十一涌东闸位于桩号 EYN0+000.0 处，为单孔水闸，闸孔宽度为 4.8m，闸室两侧有堤防连接河涌，河涌宽度约 32.0m，河床高程为-0.3m~3.1m，水闸上下游都有冲刷坑，闸室底板高程为 1.7m，闸桥高程为 9.6m。在水闸处布置钻孔 ZKWS9、ZKWS9-1、ZKWS9-2，见图纸 SL2030CT-430-39。

根据钻孔揭露情况，闸基地层岩性为：

②-1 层淤泥，局部为淤泥质土，流塑~软塑状，揭露厚度为 17.50m~18.80m，平均厚度为 18.27m，该层为高压缩性土，沉降量大，抗剪强度低，承载力低；

②-3 层淤泥质粘土，局部夹砂或砂质黏土，软塑~软可塑状，揭露厚度为 2.90m~6.70m，平均厚度为 4.87m，为高压缩性土，沉降量大，抗剪强度低，承载力低；

②-5 层泥质细砂，饱和，稍密~中密状，揭露厚度为 9.50m~21.70m，平均厚度为 14.83m，透水性较强，承载力中等，厚度大，可作为桩基础持力层；

②-6 层粘土，湿，可塑状，仅闸室钻孔 ZKWS9 有揭露，厚度为 1.30m，层顶高程-32.60m，层底高程-33.90m，承载力中等，局部缺失；

根据以上地质条件分析，闸基上部土层主要为②-1 层淤泥及②-3 层淤泥质土，总厚度为 21.70m~25.20m，建议水闸基础采取复合地基或桩基础，复合地基可采用水泥搅拌桩，桩基础持力层建议选②-5 层，桩端进入持力层深度应满足相关规范要求，并应注意上部淤泥层对桩产生负摩阻力的影响。

水闸上部地层的②-1 层淤泥及②-3 层淤泥质土，为高压缩性土，含水量高，沉降量大，抗剪强度低，承载力低，会产生抗滑稳定问题和较大的沉降问题，建议进行稳定

性验算和沉降复核；②-1层及②-3层属软土，本工程区地震烈度为Ⅶ度，在地震作用下可能产生震陷，建议对地基进行抗震处理；②-1层及②-3层，透水性微，下部的②-5层含泥质中细砂等强透水层埋深较大，对闸基渗漏影响不大，闸基不存在渗漏及渗透稳定问题。

（2）二十一涌西闸工程地质条件及评价

二十一涌西闸位于桩号 EYN4+519.4 处，为双孔水闸，闸孔宽度为 7.4m，闸室两侧有堤防连接河涌，河涌宽度约 32.0m，河床高程为-1.8m~3.3m，起伏较大，水闸上下游都有冲刷坑，闸室底板高程为 1.87m，闸桥高程为 8.5m。建议水闸基础采取复合地基或桩基础，复合地基可采用水泥搅拌桩，桩基础持力层建议选②-5层，桩端进入持力层深度应满足相关规范要求，并应注意上部淤泥层对桩产生负摩阻力的影响。在进行该水闸地质钻探施工时，上游钻孔 ZKWS10-1 在 20.00m~20.80m 段和闸室钻孔 ZKWS10 在 27.50m~28.50m 段有大量不明气体冒出，钻孔上方的水面呈喷射状，并伴有响声，施工结束数天后，气体才排放结束，该气体埋藏位置位于②-3层淤泥质粘土和②-5层泥质中砂层，桩基施工时需注意，必要时进行引孔排放，再进行施工。

水闸上部地层的②-1层淤泥及②-3层淤泥质土，为高压缩性土，含水量高，沉降量大，抗剪强度低，承载力低，会产生抗滑稳定问题和较大的沉降问题，建议进行稳定性验算和沉降复核；②-1层及②-3层属软土，本工程区地震烈度为Ⅶ度，在地震作用下可能产生震陷，建议对地基进行抗震处理；②-1层及②-3层，透水性微，下部的②-5层含泥质中细砂等强透水层埋深较大，对闸基渗漏影响不大，闸基不存在渗漏及渗透稳定问题。

4.1.4 河道演变

本项目位于珠江入海口处，地处海边，地势低平。珠江水系和海潮交互作用，使得三角洲平原不断向海延伸；珠江三角洲水系与平原的形成，系古老基底、区域构造、断裂活动、新构造运动等内外营力与人类活动等诸因素共同作用的结果，故具有海陆交互相的特征。场地原始地貌为河口浅滩地貌。根据珠江水利委员会珠江水利科学研究院 2023 年 4 月编制的《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程—临时装卸点及配套工程防洪影响评价报告（报批稿）》，项目附近河道演变情况如下：

（1）河道近期演变分析

1）蕉门水道延伸段附近岸线变化

蕉门水道延伸段（龙穴岛）的演变更多是人为影响，以围垦成型，所以，龙穴岛及附近河道近期岸线变化以围垦不同阶段来分析较为合适。具体来说，岛附近水域水道受围垦整治工程的影响，可以划分为如下阶段：1985年至1991年为第一阶段，1991年至1994年为第二阶段，1994年至1996年为第三阶段，1996年至今为第四阶段，见图4.1.4-1，由图可见：

第一阶段，首先鸡抱沙垦区将鸡抱沙浅滩围垦成陆，初步形成蕉门口水流向鳧洲水道、蕉门延伸段分流的分流鱼嘴，后期成陆范围向川鼻水道一侧扩展，但邻川鼻水道一侧的抛石堤线依然潜在水下。从1986年7月30日遥感影像图可见，该阶段已形成与现状水系边界基本一致的抛石堤线。

第二阶段，沿蕉门延伸段一侧的围垦堤从北向南逐渐成陆至龙穴岛一带，而靠近川鼻水道一侧的水下堤和龙穴岛以南的水下堤依然高程较低，可以过流。从1992年1月20日遥感影像图可见，在该阶段，沿鸡抱沙垦区的第一涌向鳧洲水道一侧已经形成与近期测图一致的抛石堤线。

第三阶段，沿蕉门延伸段一侧的围垦堤从北向南逐渐长高，仔沙垦区东片基本成陆，而靠近川鼻、伶仃洋出海航道一侧的水下石堤依然可以在大水时过流。从1995年12月30日遥感影像图可见，在该阶段，沿鸡抱沙垦区北面一条由西至东的水下堤已经形成。

第四阶段，沿蕉门延伸段一侧的围垦区连成一体，形成蕉门延伸段的左岸边界，沿川鼻——伶仃水道一侧从北至南，水下堤线逐渐长高，仔沙垦区已不再过水。从2000年11月02日遥感影像图可见，在该阶段，龙穴岛以东靠近川鼻水道一侧的围垦区已经形成。2004年南沙一期工程已建成；2009年，南沙二期工程完成；2013年，南沙港三期工程完成。至此，龙穴岛岸线以治导线为边缘控制基本围垦成型。

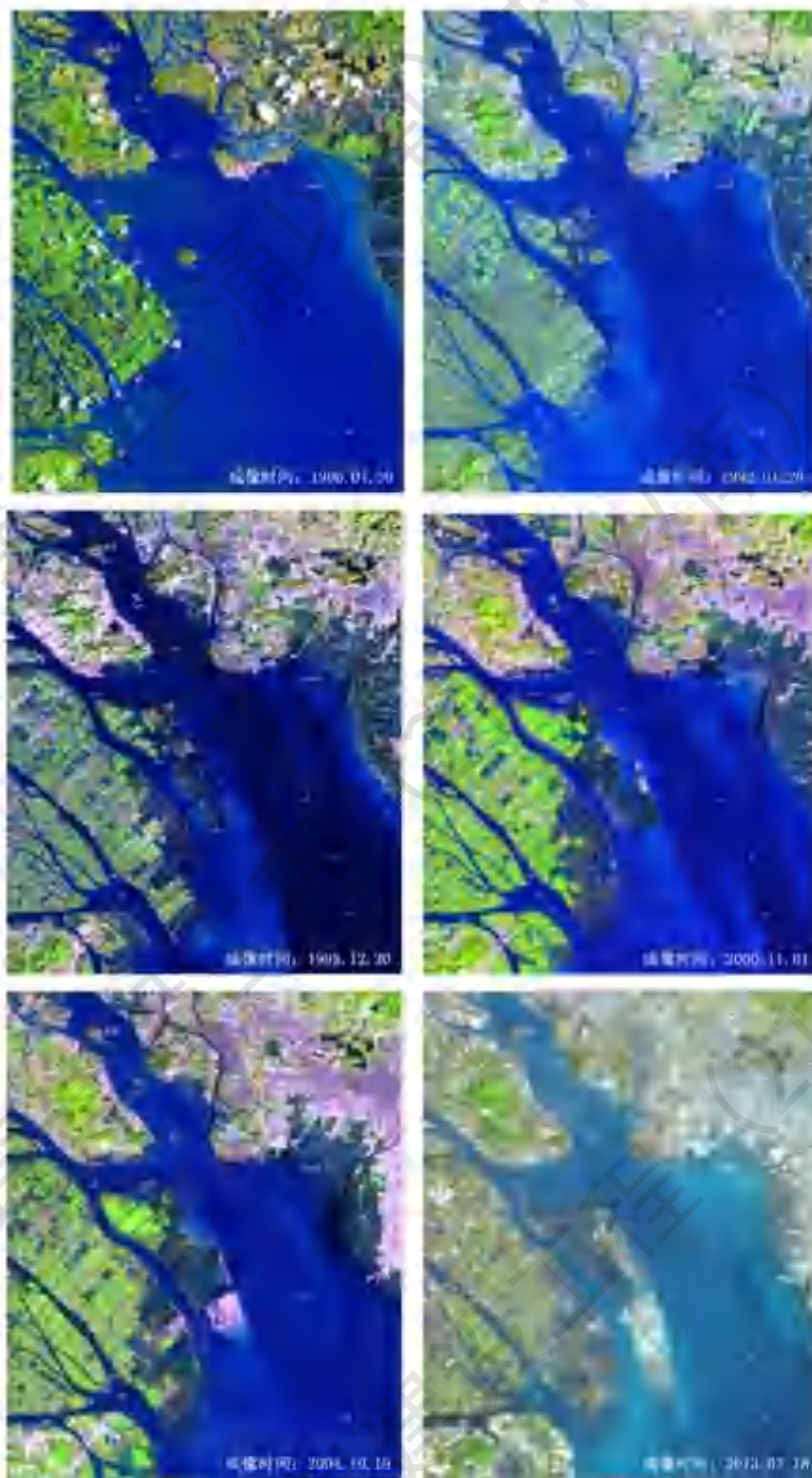


图 4.1.4-1 龙穴岛附近水域历年岸线边界变化图

2) 万顷沙围岸线变化

1970 年代以来万顷沙围岸线变化见图 4.1.4-2，万顷沙地区共计围垦约 19.34km²。其中 1984~1994 年间共计围垦约 10.57km²，1994~2004 年间共计围垦约 8.77km²，2004~2016 年间无明显岸线变化。

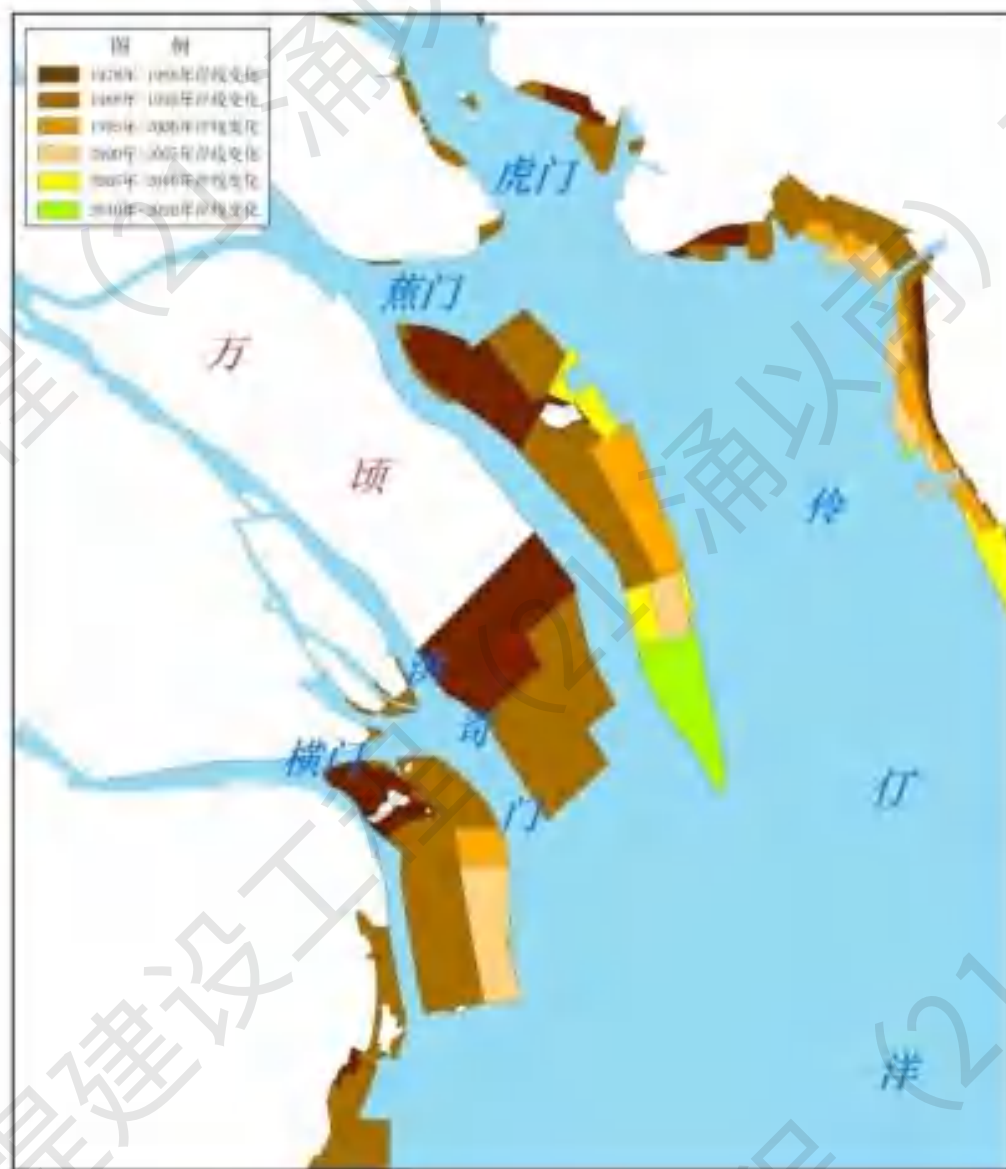


图 4.1.4-2 1970 年代以来万顷沙岸线变化

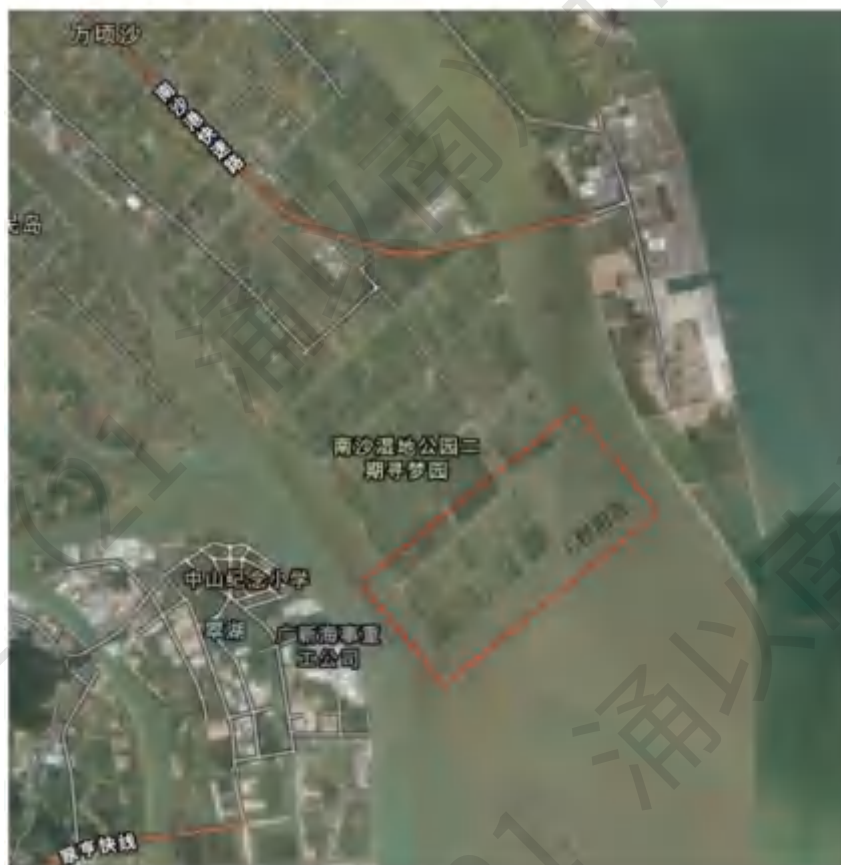
万顷沙围围垦主要集中在其西侧口门附近，万顷沙镇岸线板块逐渐向南侧海域延伸。1984 年万顷沙以南靠马鞍岛侧岸线仅发展至现如今万十八涌位置，万顷沙以南靠龙穴岛侧岸线仅发展至现如今万十七涌位置。1994 年万顷沙以南靠马鞍岛侧岸线发展至现如今万二十涌位置，万顷沙以南靠龙穴岛侧岸线仍保持现如今万十七涌位置。2004 年万顷沙以南靠马鞍岛侧岸线发展至距万二十一内涌约 700m 下游位置，万顷沙以南靠龙穴岛侧岸线发展至现如今万二十涌位置。万顷沙围历史演变对比图见图 4.1.4-3。



图 4.1.4-3 万顷沙围历史演变对比图

对比 1978 年以来遥感影像可知，万顷沙岸线变化主要位于万十五涌下，1978~2020 年间共计围垦约 37km²，洪奇沥水道向南延伸约 7.4km，工程所涉及的万二十涌至万二十一涌在 1988 年基本成围，如图 4.1.4-4。

对比 2014~2023 年间历史影像可知，工程位置洪奇沥水道和蕉门延伸段河道段走向保持稳定，河宽无大的改变，河道岸线变化不大，河势整体基本保持稳定，如图 4.1.4-4 所示。



(a) 2014 年



(b) 2017 年



图 4.1.4-4 2017 年~2023 年遥感影像

3) 工程位置邻近断面特征分析

为了分析工程所在蕉门延伸段（龙穴岛南水道）河段的河道演变，取工程上游 1000m、下游 1500m 的河段进行河床演变分析，采用 2004 年、2017 年和 2023 年水下测量的河道地形资料进行对比，将河段剖划为 5 个断面，断面间距约为 500m，断面布置见图 4.1.4-5。

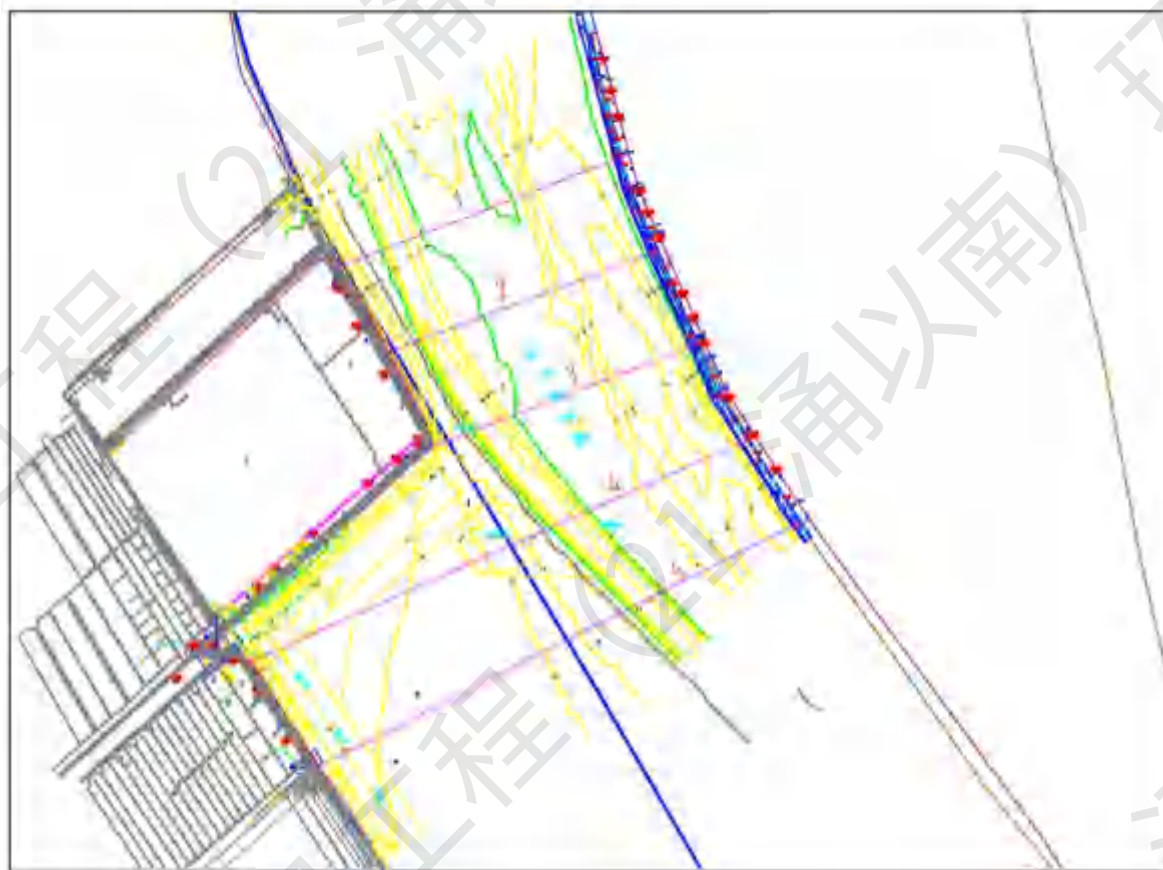


图 4.1.4-5 河床演变分析断面位置示意图

左岸为断面起始点，各断面地形变化情况见图 4.1.3-6~图 4.1.3-8。本工程位于 3~4 断面处，在 0m 水位下（85 高程），断面各特征值统计见表 4.1.4-6~4.1.4-8。

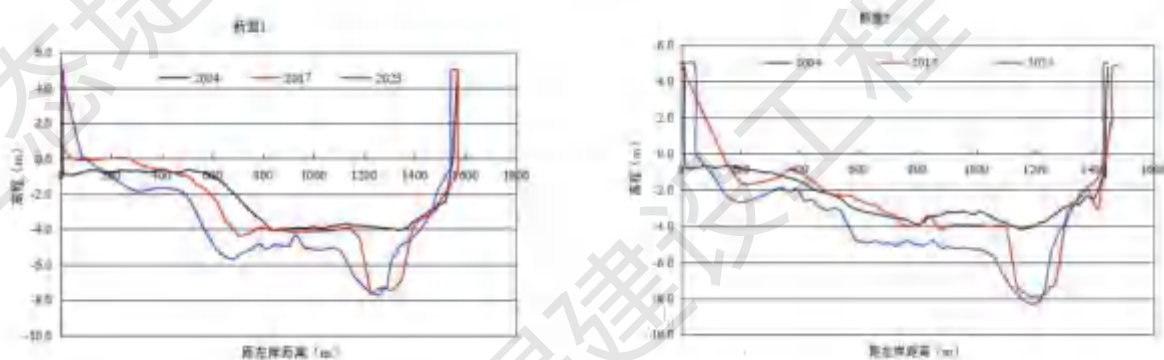


图 4.1.4-6 断面 1 和 2 历年河道断面变化

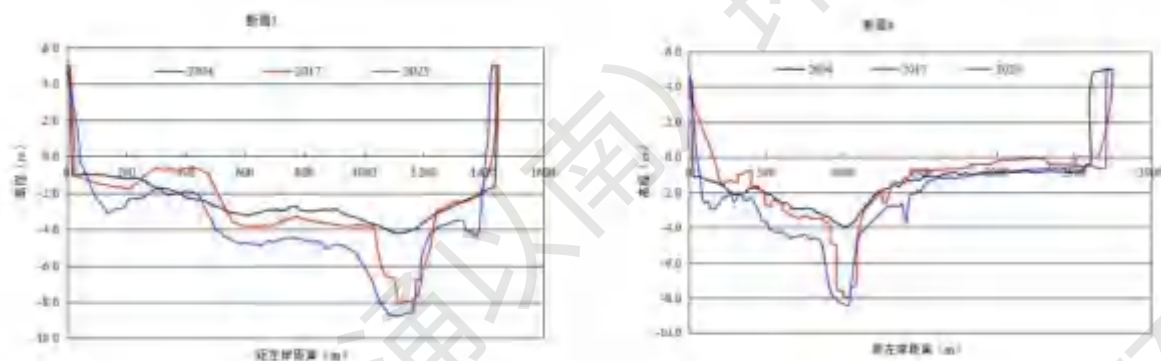


图 4.1.4-7 断面 3 和 4 历年河道断面变化



图 4.1.4-8 断面 3 历年河道断面变化

通过图 4.1.4-6~图 4.1.4-8、表 4.1.4-1~表 4.1.4-3 可知工程附近河段演变特征如下：

1) 平均河宽的变化

由图 4.1.4-6~图 4.1.4-8 和表 4.1.4-1~表 4.1.4-3 可知，2004~2017 年平均河宽变化，2004 年各断面平均河宽为 1909.97m，2017 年各断面平均河道宽度 1834.22m；2017~2023 年平均河宽变化，2023 年各断面平均河道宽度 1898m，2004 年到 2017 年河段整体平均河宽略有减小，2017 年到 223 年河段整体平均河宽基本不变。

工程所在 3~4 断面 2004 年河宽为 1463.21m、2581.98m，2017 年为 1401.51m、2504.80m，2023 年为 1366.04m、2657.46m，0m 水位下工程位置所在断面 3 河宽稍有减小，断面 4 河宽略微增大。

2) 平均水深变化

从表 4.1.4-1~表 4.1.4-3 来看，2004 年各断面平均水深为 2.16m，2017 年各断面平均水深 2.62m，2023 年各断面平均水深 3.47m。可见 2004 年到 2023 年平均水深增大。

工程所在 3~4 断面 2004 年平均水深为 2.145m，2017 年为 2.345m，2023 年为 3.37m，平均水深逐渐增大。

3) 河相系数变化（宽深比）

河段宽深比的计算公式为： $\alpha = \frac{B}{h}$ ，其中水深 h、宽度 B 由本报告中水位 0m 时的断面平均水深和相应水面宽度。2004~2017 年，河相系数减小，2017~2023 年，河相系数整平均值减小，主要是由于 2012 年以前航道整治、人类活动等导致河床下切，水深增加引起。

表 4.1.4-1 2004 年断面特征值表

断面名称	端点距(m)	河宽(m)	平均水深(m)	深泓高程(m)	过水面积(m²)	湿周(m)	宽深比	断面距(m)	水面面积(×104m²)	断面间容积(×104m³)
1	1569.44	1539.61	2.34	-4.06	3608.85	1544.30	16.74			
								488.74	72.4540	176.6177
2	1447.49	1425.30	2.54	-4.14	3618.56	1430.38	14.87	509.57	72.5862	186.0036
								571.04	114.3668	230.7180
3	1452.31	1423.61	2.59	-4.23	3681.83	1428.78	14.59	548.45	141.5125	234.6824
4	2755.37	2581.98	1.70	-4.03	4398.85	2585.38	29.83			
5	2719.72	2578.48	1.61	-3.95	4159.18	2581.71	31.48			
最小值	1447.49	1423.61	1.61	-4.23	3608.85	1428.78	14.59	488.74		
最大值	2755.37	2581.98	2.59	-3.95	4398.85	2585.38	31.48	571.04		
平均值	1988.87	1909.79	2.16	-4.08	3893.45	1914.11	21.50	529.45		
总和						4053702.8		2117.802	400.91945	828.02164

表 4.1.4-2 2017 年断面特征值表

断面名称	端点距(m)	河宽(m)	平均水深(m)	深泓高程(m)	过水面积(m²)	湿周(m)	宽深比	断面距(m)	水面面积(×104m²)	断面间容积(×104m³)
1	1569.44	1301.32	3.43	-7.63	4465.41	1308.18	10.51			
								488.74	63.6209	214.0229
2	1447.49	1302.13	3.30	-7.91	4292.67	1308.72	10.95	509.57	68.8847	216.5359
								571.04	111.5323	241.0809
3	1452.31	1401.51	3.00	-8.03	4206.07	1407.51	12.47			
4	2755.37	2504.80	1.69	-7.99	4237.55	2508.19	29.58	548.45	141.6683	237.6487

断面名称	端点距(m)	河宽(m)	平均水深(m)	泓深(m)	过水面积(m ²)	湿周(m)	宽深比	断面距(m)	水面面积(×104m ²)	断面间容积(×104m ³)
5	2719.72	2661.33	1.66	-7.41	4428.65	2664.66	31.00			
最小值	1447.49	1301.32	1.66	-8.03	4206.07	1308.18	10.51	488.74		
最大值	2755.37	2661.33	3.43	-7.41	4465.41	2664.66	31.00	571.04		
平均值	1988.87	1834.22	2.62	-7.80	4326.07	1839.45	18.9	529.45		
总和						3895594.1		2117.802	385.7062	909.28827

表 4.1.4-3 2023 年断面特征值表

断面名称	端点距(m)	河宽(m)	平均水深(m)	泓深(m)	过水面积(m ²)	湿周(m)	宽深比	断面距(m)	水面面积(×104m ²)	断面间容积(×104m ³)
1	1569.44	1443.42	3.93	-7.73	5677.85	1451.29	9.66			
								488.74	69.0236	275.1117
2	1447.49	1381.11	4.04	-8.33	5580.06	1389.19	9.20			
								509.57	69.9934	288.8718
3	1452.31	1366.04	4.21	-8.79	5757.77	1374.47	8.77			
								571.04	114.8782	356.2340
4	2755.37	2657.46	2.53	-8.41	6718.98	2662.52	20.39			
								548.45	145.3235	374.2849
5	2719.72	2641.97	2.62	-8.21	6929.85	2647.22	19.60			
最小值	1447.49	1366.04	2.53	-8.79	5580.06	1374.47	8.77	488.74		
最大值	2755.37	2657.46	4.21	-7.73	6929.85	2662.52	20.39	571.04		
平均值	1988.87	1898.00	3.47	-8.29	6132.90	1904.94	13.52	529.45		
总和						4034276.4		2117.802	399.21874	1294.5023

4) 河段冲淤变化

由表 4.1.4-4 可知,在水位 0m 以下 2004 年~2023 年,工程附近蕉门延伸段河道断面总体成下切趋势。2004~2017 年总冲刷量-81.267×104m³,年均冲刷量-6.251×104m³,年冲刷强度为-0.016m/a; 2017~2023 年总冲刷量-385.214×104m³,年均冲刷量-64.202×104m³,年冲刷强度为-0.162m/a。

表 4.1.4-4 本项目附近河段冲淤情况表（水位 0m 以下）

时段	冲淤量($\times 10^4 \text{m}^3$)		可淤积面积 ($\times 10^4 \text{m}^2$)	冲淤情况	
	总冲淤量	年均冲淤量		冲淤厚度(m)	冲淤强度(m/a)
2004~2017	-81.267	-6.251	397.465	-0.204	-0.016
2017~2023	-385.214	64.202	396.494	-0.972	0.162

注：冲淤速率“-”为冲刷，“+”为淤积

（2）河道演变趋势分析

洪奇沥水道和蕉门延伸段河道段主要承泄来自北江及部分西江的水沙。蕉门水道上游由北江的支流沙湾水道分出的榄核涌、西樵水道和驺岗涌三条水道在亭角汇入，下游西侧通过洪奇沥水道的支汊上横沥、下横沥与较高含沙量的西江沟通，使蕉门成为东四口门中输沙量最大的口门。近年来，随着上游水利工程的实施，年输沙量总体呈下降趋势。从河床远期演变分析看来，工程所在位置位于内湾，处于弱动力环境，正常调节下应以淤积为主，工程所在的蕉门延伸段主槽未来，在上游鱼咀泄洪整治实施后分洪流量会加大，以轻微冲刷为主。

4.1.5 气候气象

工程区域属亚热带季风气候区，海洋性气候明显，光、热、水资源丰富。其主要气候特点是：气候温暖，雨量充沛，雨热同季，光照充足；冬不寒冷，夏不酷热，夏长冬短，春早秋迟；秋冬春旱，常有发生，夏涝风灾，危害较重。

根据《2023年广州市气候公报》（<http://www.tqyb.com.cn/gz/climaticprediction/bulletin/>），2023年广州全市年平均气温23.7℃；平均年降水量为1933.6毫米，2023年降水集中期在4月~9月，4月~9月全市平均降水量（1587毫米）。平均年日照时数为1705小时，市平均日照时数4月为76.5小时，为全年最少月；7月为200.4小时，为全年最多月。年平均风速为2.0米/秒，全市月平均风速8月、9月和11月1.8米/秒为年内最小，1月和7月2.2米/秒为年内最大。平均年小风（风速 ≤ 1.5 米/秒）时数为9.8小时/天，1月、7月平均小风时数较少，其中1月平均小风时数7.2小时/天为年内最少，9月12.6小时/天是年内最多。

2022年，南沙区平均气温23.5℃，较近10年平均值（23.4℃）偏高0.1℃，年降水量1885.8毫米，较近10年平均值（1748.9毫米）偏多近1成；大雾日数4天。全年气候特征表现为开汛偏早，降水量总体正常、月际波动较大，初台晚、登陆台风多，高温天气出现晚、强度强、持续时间破纪录，阶段性气象干旱明显。

气温 2022 年南沙区年平均气温 23.5℃，全年最低气温 6.1℃，最高气温 38.1℃。全年南沙区春季有 70 天，3 月 12 日进入夏季，夏季持续时间 235 天，11 月 2 日入秋，秋季持续时间 60 天，无气候学意义上的冬季。

降水 2022 年南沙区降水量 1885.8 毫米，其中 8 月 4 日录得全年最大日降水 126.3 毫米。开汛日为 3 月 24 日，较常年偏早 18 天。汛期（3 月 24 日~10 月 26 日）累计降水量 1415.9 毫米，较近 10 年平均值（1388.8 毫米）偏多近 1 成，约占全年降水量的 75%；龙舟水期间（5 月 21 日~6 月 20 日）降水量为 310.8 毫米，较近 10 年平均值（245.8 毫米）偏多近 3 成。

风 2022 年南沙区年平均风速 2.6 米/秒，较近 10 年平均值（2.7 米/秒）略偏小。3 月~7 月主导风向为东南风，8 月主导风向为偏东风，1 月~2 月、9 月~12 月主导风向为偏北风。

相对湿度 2022 年南沙区年平均相对湿度 78%，较近 10 年平均值（73%）偏高 5%。月平均相对湿度除 4 月、9 月和 10 月偏低，其余各月均偏高，其中 11 月偏高最多，有 19 个百分点。12 月 22 日录得年最小相对湿度 20%。

本项目附近有广州南沙海洋站，可用该海洋站的气象资料分析结果代表工程区域的气象特征。资料年限为 2007 年 4 月~2019 年 12 月。

（1）气温

本区域全年气温较高，多年年平均气温为 23.9℃，平均气温年变幅较大，年较差为 14.3℃。最热的月份出现在 6 月~9 月份，多年月平均气温为 29℃以上；5 月和 10 月次之，多年月平均气温为 26.7℃~26.8℃；最冷的月份出现在 12 月至翌年 2 月份，多年月平均气温在 17.6℃以下；3 月次之，多年月平均气温为 19.6℃。平均最高气温出现在 7 月、8 月份为 29.9℃，平均最低气温出现在 1 月份为 15.6℃。历年最高气温为 37.8℃，出现在 2017 年 7 月 30 日；历年最低气温为 3.7℃，出现在 2016 年 1 月 24 日。

（2）降水

广州南沙海洋站年降水量充沛，累年平均降水量为 1600.4mm，年际变化较大，最多年降水量为 2419.7mm（2016 年），最少年降水量为 1059.0mm（2011 年）。季节变化比较明显，有雨季和旱季之分。每年的 4~9 月份为雨季，累年月平均降水量均在 145.1mm 以上，受季风和热带气旋影响，5~8 月份降水较多，累年月平均降水量为 206.6mm 以上；整个雨季平均降水量共 1347.0mm，占全年降水量的 84%。10 月至翌年 3 月为旱季，平均降水量总共为 253.4mm，只占全年降水量的 16%。

历年日最大降水量为 1109.5 毫米，出现在 2008 年 06 月 13 日，暴雨及大暴雨也主要出现在雨季的 5~9 月份。

（3）风

广州南沙海洋站地处季风区，累年平均风速 3.1 米/秒，年主导风向为北北东和北向，出现频率均为 12%和 10.5%，风向和风速随季节变化明显。秋、冬季盛行北北东向风；春、夏季盛行偏南向风，偏南风频率较大达 19.2%。常年平均风速变化不大，其平均值在 2.5~3.8 米/秒之间。其中 6~8 月份的平均风速最小，多年月平均值为 2.5~2.7 米/秒。历年最大风速为 25 米/秒，风向东北东，出现在 2018 年 9 月 16 日。

广州南沙海洋站强风向为东北东向，最大风速为 25 米/秒；次强风向为北北东向，其最大风速为 20.5 米/秒。常风向为北北东向，累年出现频率为 12%，其对应风向的平均风速为 4.4 米/秒，最大风速为 20.5 米/秒。其余各风向常年出现频率分布在 1%~10.5% 之间。

（4）相对湿度

广州南沙海洋站海域相对湿度一般，多年平均值为 77%，3 月~8 月份平均相对湿度较大，多年月平均为 77%以上，其余月份的平均相对湿度较小，多年月平均相对湿度在 74%及以下，1 月、10 月和 11 月份平均相对湿度最小，多年月平均相对湿度为 69%；本站观测到极端最小相对湿度为 18%，出现在 2010 年 12 月 9 日。

（5）能见度

广州南沙海洋站海域能见度一般，多年能见度平均值为 14.6km，除了 4 和 12 月份平均能见度较小，多年月平均在 13.8km 及以下外，其余月份平均能见度较大，多年月平均都在 14km 以上，7 月份能见度最大，多年月平均为 16km，本站观测到极端最小能见度为 0.2km，出现在 2011 年 4 月 3 日。

4.1.6 海洋水文和泥沙

4.1.6.1 水文条件

（1）河流水系

伶仃洋水系组成庞大而复杂，两岸岸线较长，沿岸有大小数个河口（包括排涝河涌）汇入，西岸有珠江三角洲较大的入海口蕉门、洪奇门和横门等三个口门汇入，湾顶通虎门及狮子洋水域。

蕉门：蕉门是蕉门水道的出口，地处内伶仃洋西侧，蕉门水道上游有沙湾水道分出的榄核涌、西樵水道和骊岗涌三条水道在亭角汇入，下游有洪奇沥水道分出的上横沥、下横沥汇入，蕉门口外分汊为两条水道与伶仃洋相通，主干为东西向的鳧洲水道，支汊龙穴南水道沿万顷沙垦区向东南向延伸。

洪奇门：洪奇门位于内伶仃洋的西北角，是洪奇沥水道的出口，上游由李家沙水道、容桂水道在板沙尾汇流而成，西侧有桂洲水道、黄圃沥、黄沙沥汇入，至大陇滘向蕉门分出上横沥、下横沥。自下横沥分水口向东南延伸至万顷沙垦区十七涌与横门北汊相汇后，其汇合延伸段进一步向东南向延伸。

横门：横门是横门水道的出口，横门水道出横门后分为南、北两汊，北汊为主干，与洪奇沥水道相汇后，经汇合延伸段入伶仃洋，南汊经芙蓉山峡口后，向南流入伶仃洋。

龙穴南水道为狭长水道，上窄下宽，上游入口宽约 800m，下游出口宽约 1500m，河道断面呈滩—槽—滩分布格局，滩地发育，主槽狭窄，深槽宽度在 300m 左右，水深一般在 4m~6m，滩地水深一般 0.2m~0.4m。河道总长约 13km。主槽在平面上略趋向右岸万顷沙一侧。近年来因人为挖砂，新龙大桥上下游约 200m 范围内的左岸浅滩区有深 5m~6m 的深沟存在，而河道中间有 0m 以上浅滩存在。工程处主槽偏向河道右岸，左岸区域地形高程普遍在 0~-3.0m 左右。

（2）径流

西、北江来水经思贤滘沟通调节后，分别由西江马口站、北江三水站进入三角洲网河区。据 1959 年~2018 年资料统计：马口站多年平均径流量为 2247 亿 m^3 ，多年平均流量为 $7160m^3/s$ ；三水站多年平均径流量为 490 亿 m^3 ，多年平均流量为 $1550m^3/s$ 。

径流的年际和年内变化较大：西江马口站年径流量最大为 1973 年，年平均流量 $10000m^3/s$ ，年径流量最小为 1963 年，年平均流量 $3840m^3/s$ ，丰、枯比值为 2.60；北江三水站年径流量最大为 1997 年，年平均流量 $2960m^3/s$ ，年径流量最小为 1963 年，年平均流量 $300m^3/s$ ，丰枯比为 9.87。受降雨年内分配不均的影响，西江马口站汛期多年平均径流量占年径流总量的 76.1%，北江三水站汛期多年平均径流量占年径流总量的 82.6%。

珠江三角洲面积约 1.1 万平方公里，是西江、北江、东江共同冲积形成的。相比长江、黄河只有单独的入海口，珠江三角洲河网密布，三江汇合，八口分流。八口又称八门，分别是：东部的虎门、蕉门、洪奇门水道、横门水道构成伶仃洋河口；南部的磨刀门水道、鸡啼门水道构成磨刀门河口；西南部的虎跳门水道和崖门水道构成崖门河口。

蕉门，位于广州南沙区，在虎门以西约 6 公里处，北有黄鲁山，东南有龙穴岛，西南有万顷沙。清朝时，蕉门在南沙北部的蕉门村一带，随着泥沙沉积，形成万顷沙后，蕉门也已向外推至如今的万顷沙和南沙龙穴岛之间。蕉门水道的年径流量为 565 亿立方米，占珠江入海总径流量的 17.3%，年输沙量 1289 万吨，占珠江入海总输沙量的 18.1%。

龙穴南水道承接来自蕉门水道的径流和泥沙后，注入伶仃洋。龙穴南水道水动力条件既受上游径流动力的影响，又受到下游伶仃洋潮流动力的影响，洪潮交汇，水流形态复杂。一般径流洪水呈年周期变化，珠江口潮汐则呈不规则半日潮周期变化特性。因此，龙穴南水道的水力要素主要有径流年周期和潮汐不规则半日周期的双重特征。从蕉门口的南沙下泄的径流，在南沙岛以南分为两股水流，一股为枕箱水道由西向东汇入虎门口的川鼻水道；一股为龙穴南水道由西北向东南汇入伶仃洋。枕箱水道分流约占南沙站下泄径流的 80%~85%，龙穴南水道占 15%~20%。径流量在年内集中于 4 月~9 月，约占全年总量的 75%。洪峰出现最多的是 5 月~8 月，在此时段洪峰出现占全年总数的 84.7%~88.6%，径流量的年际间分配不均匀，丰水年与枯水年之比约为 3.02。

（3）设计水位

1) 设计洪水

按照《广东省暴雨径流查算图表》要求，本次采用广东省综合单位线法、推理公式法和广东省洪峰流量经验公式法三种方法进行计算，最终采用单位线成果。二十涌东闸出口断面设计洪水成果见表 4.1.6-2。

表 4.1.6-2 万顷沙二十涌设计洪水计算成果 (m³/s)

频率	广东省综合单位线
P=2%	64.9
P=5%	54.1
P=10%	45.7
P=20%	36.9

2) 外江设计潮位

①潮汐特征值

根据南沙站 1963 年~2019 年潮位资料统计，具体见表 4.1.6-3。

表 4.1.6-3 南沙站潮汐特征值统计表

项目	特征值 (m)	备注
多年平均高潮位	5.68	
多年平均低潮位	4.35	

项目	特征值 (m)	备注
年最高潮位均值	6.97	
年最低潮位均值	3.69	
历史最高潮位	8.19	出现于 2018 年 9 月 16 日 (“山竹”)
历史最低潮位	3.42	出现于 1971 年 3 月 23 日

②设计高潮位

工程堤段为万顷沙围 20~21 涌堤段，涉及外江为蕉门水道延伸段，根据《南沙区外江堤防防洪标高论证专题研究—南沙区外江设计水位成果（2020 年 9 月）》，距工程最近的控制断面为蕉门水道延伸段出口，本次采用该断面设计潮位成果。

表 4.1.6-4 外江设计高潮位成果表

控制断面	设计频率 (%)					
	0.33%	0.50%	1%	2%	5%	10%
蕉门水道延伸段出口	8.67	8.51	8.25	7.98	7.63	7.38

③设计低潮位

见表 4.1.6-5。

表 4.1.6-5 外江设计低潮位成果表

控制断面	设计频率 (%)					
	0.33%	0.50%	1%	2%	5%	10%
南沙水文站	/	3.41	3.43	3.44	3.47	3.5

④施工水位

施工水位根据南沙站 1963 年~2019 年实测资料系列，采用 P-III 曲线适线分析计算得出，施工期全年，10 月~3 月及 11 月~3 月设计潮位成果见表 4.1.6-6。

表 4.1.6-6 工程区施工期 10 年一遇外江潮位表 (m)

项目	施工时间段		
	全年	10~3 月	11~3 月
P=10%外江最高潮位	7.38	6.85	6.78
P=5%外江最高潮位	7.63	6.96	6.87

3) 内河涌设计水位

根据《综合体片区防洪潮排涝规划方案》，20 涌位于十九涌以南排涝片的“低片区”，其内河涌控制水位在 6.3m。通过二十涌东闸开闭，控制内河涌水位维持在正常水 4.7m~5.3m 之间，平均常水位 5.0m。

4) 潮流流速

根据《广州港南沙港区五期工程工程可行性研究报告》（2020 年 12 月），工程附近落急流速 1.0m/s 左右；涨急流速约 0.75m/s 左右，潮段平均流速 0.5m/s 左右。

5) 设计波浪

根据《广州港南沙港区五期工程工程可行性研究报告》（2020 年 12 月），影响本工程的主要是从外海传入的 E~SSW 向浪。根据本项目波浪数学模型计算成果，200 年一遇设计波要素。

表 4.1.6-7 工程点 200 年一遇设计波浪要素表

浪向	H1%	H4%	H5%	H13%	Hm	T	L	D	DIR
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(s)	(m)	(m)	(°)
E	2.73	2.43	2.37	2.1	1.48	5.4	30.8	4.1	97
ESE	2.73	2.43	2.37	2.1	1.48	5.5	31.4	4.1	107
SE	2.66	2.37	2.31	2.04	1.44	5.5	31.8	4.1	116
SSE	2.57	2.28	2.22	1.96	1.37	5.6	32.6	4.1	122
S	2.38	2.1	2.05	1.79	1.23	6	35	4.1	126
SSW	2.02	1.76	1.71	1.49	1	5.8	33.7	4.1	128

4.1.6.2 波浪

南海的波浪主要是热带气旋和季风引起。在东北季风期，南海出现以东北向为主的风浪；在西南季风期，常见的是西南风风浪。河口区的风浪，受区域的限制及岛屿的影响，有其局部特征。

伶仃洋内以风浪为主，风浪的年平均波高为 0.2m，最大波高 1.2m，年平均周期为 1.8s。每年 5 月~8 月以南或东南向的风浪为主，各级风浪向出现频率为 0.0~0.4m 占 74%，0.5m~1.4m 占 26%。最多涌浪向以偏南为主（如图 4.1.6-2）。

珠江口外的风浪向多为偏东，平均波高 1.4m，最大波高 4.9m，东向浪出现频率 34%。全年风浪以东向为主，10 月出现东向浪频率最高，占 60%，最大波高 9.5m，秋季风浪较大，平均波高在 1.1m~1.4m 之间。年平均周期为 6.3s。涌浪一般由外海传至该区域，以东南或东南偏东为主。10 月份各波级出现频率：0.0~0.4m 占 9%，0.5m~1.4m 占 62%，1.5m~02.9m 占 25%，3.0m~4.9m 占 4%。如图 4.1.6-3。

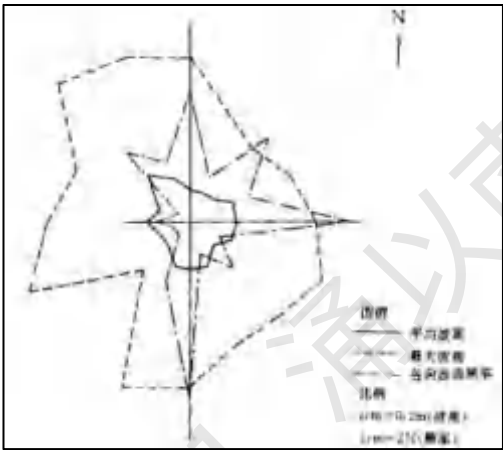


图 4.1.6-2 赤湾站波浪玫瑰图

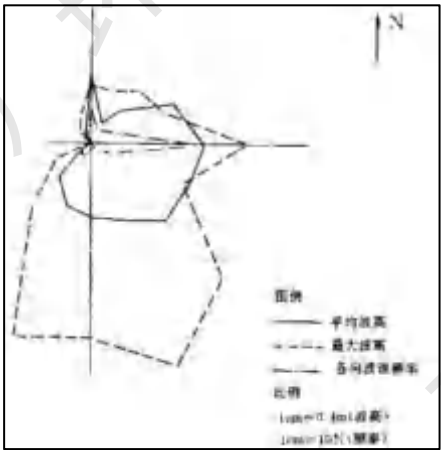


图 4.1.6-3 大万山站波浪玫瑰图

4.1.6.3 泥沙

(1) 泥沙资料

南沙区地跨珠江三角洲洪奇门、蕉门及虎门出海口，西、北江三角洲进行水样含沙量和输沙率测验的只有马口、三水两站，另外，东江干流的博罗站、西江干流的高要站、北江干流的石角站是水文控制站，有泥沙测验资料。马口站开始泥沙测验的年份是 1954 年；三水站开始泥沙测验的年份是 1955 年。三水站还进行悬移质颗粒分析测验。主要的刊印成果有“实测悬移质输沙率成果表”“逐日平均悬移质输沙率成果表”“逐日平均含沙量表”“实测悬移质断面平均及相应单位水样颗粒级配”。各测站情况见表 4.1.6-8。

表 4.1.6-8 各测站观测年份及项目表

水道（河口）	站名	实测内容							设立日期
		流量	水位	潮量	潮位	含氯度	水质	泥沙	
西江		√	√					√	1931 年 7 月
西江	马口	√	√	√	√			√	1915 年 6 月
北江	石角	√	√					√	1924 年 8 月
北江	三水	√	√	√	√			√	1900 年 1 月
东江	博罗（二）	√	√				√	√	1953 年 8 月

(2) 泥沙主要来源

珠江三角洲的泥沙主要来源于上游的西江、北江、东江，还有少量来源于潭江、增江和流溪河，而以西江的来沙量最多。近二十年来，进入珠江三角洲的泥沙受干支流兴修水库及水土保持等的影响略有偏小。

根据珠江水利委员会《珠江流域三角洲综合利用规划报告》统计，进入珠江三角洲的总输沙量达 8872 万 t，其中进入西北江三角洲范围的输沙量为 8477 万 t，而西北江三角洲中马口站输沙量 7660 万 t，占西北江三角洲 90.4%，三水站输沙量 817 万 t，占 9.6%；潭江汇入崖门水道的输沙量为 54.6 万 t；进入东江三角洲的泥沙为 332.3 万 t，东江博罗站输沙量 294 万 t，占东江三角洲的 88.5%，增江麒麟咀站输沙量 38.3 万 t，占 11.5%；进入广州水道的流溪河牛心岭站输沙量 7.91 万 t。珠江三角洲泥沙来源见表 4.1.6-9。

表 4.1.6-9 珠江三角洲泥沙来源表（单位：万 t）

流域	水文站	输沙量	占本片区比例	片区合计	占三角洲比
西北江三角洲	马口	7660	90.40%	8477	95.55%
	三水	817	9.60%		
东江三角洲	博罗	294	88.50%	332.3	3.75%
	麒麟咀	38.3	11.50%		
流溪河	牛心岭	7.91		7.91	0.09%
潭江		54.6		54.6	0.61%
合计		8871.81			100%

（3）出海沙量

珠江三角洲上游进入该区的泥沙量可求得，但网河区与外海区的水沙交换频繁，入海口门多，入海沙量无实测资料。

据《珠江三角洲综合利用规划报告》分析，每年进入珠江三角洲的泥沙约有 80% 输出口门外，约 20% 留在网河区。八大口门多年平均出海沙量为 7098 万 t，其中东四门 3389 万 t，占出海总沙量的 47.7%，西四门 3709 万 t，占 52.3%。八大口门多年平均出海沙量见表 4.1.6-10。

表 4.1.6-10 八大口门多年平均输沙量（规划报告成果）

口门	虎门	蕉门	洪奇门	横门	磨刀门	鸡啼门	虎跳门	崖门
输沙量（万 t）	658	1289	517	925	2341	496	509	363
占八大口门比重（%）	9.3	18.1	7.3	13.0	33.0	7.0	7.2	5.1
	东四口门：47.7				西四口门：52.3			

4.1.6.4 沉积物类型

根据广州海洋地质调查局 2012 年的珠江口内伶仃洋底质调查资料（时翠、甘华阳等，林进清珠江口内伶仃洋表层沉积物粒度特征及其运移趋势，海洋地质与第四纪地质，第 35 卷第 1 期，2015 年 2 月），研究区 158 个沉积物样品共分为 6 类，分别是黏土质粉砂、砂质粉砂、粉砂质砂、砂—粉砂—黏土、砂和砾石质砂。

研究区沉积物以黏土质粉砂为主，广泛分布于整个研究区；砂质粉砂主要分布在洪奇门和横门口外以及龙穴岛南部东西岸；砂—粉砂—黏土仅有一个站位，位于深圳湾湾口；砾石质砂零星分布于虎门口、大铲岛及赤湾附近海域；粉砂质砂呈片状分布在研究区中部和北部；砂主要分布在研究区中部海域和洪奇门口外。

研究区表层沉积物颗粒按粒径可分为砂、粉砂、黏土三种组分，三者质量百分含量平均值分别为 15%、55%、29%，从粒度组成来看，沉积物主要以粉砂和黏土为主，砂含量较低，含砾石的沉积物主要分布在深槽槽底和水下沙坝区域。研究区从西北至东—东南—南，沉积物粒度由粗变细。

工程所在海域的表层沉积物类型为粘土质粉砂，中值粒径（ ϕ ）在 7~8 之间，本次计算取施工悬沙中值粒径为 0.008mm。



图 4.1.6-4 珠江口内伶仃洋表层沉积物类型分布

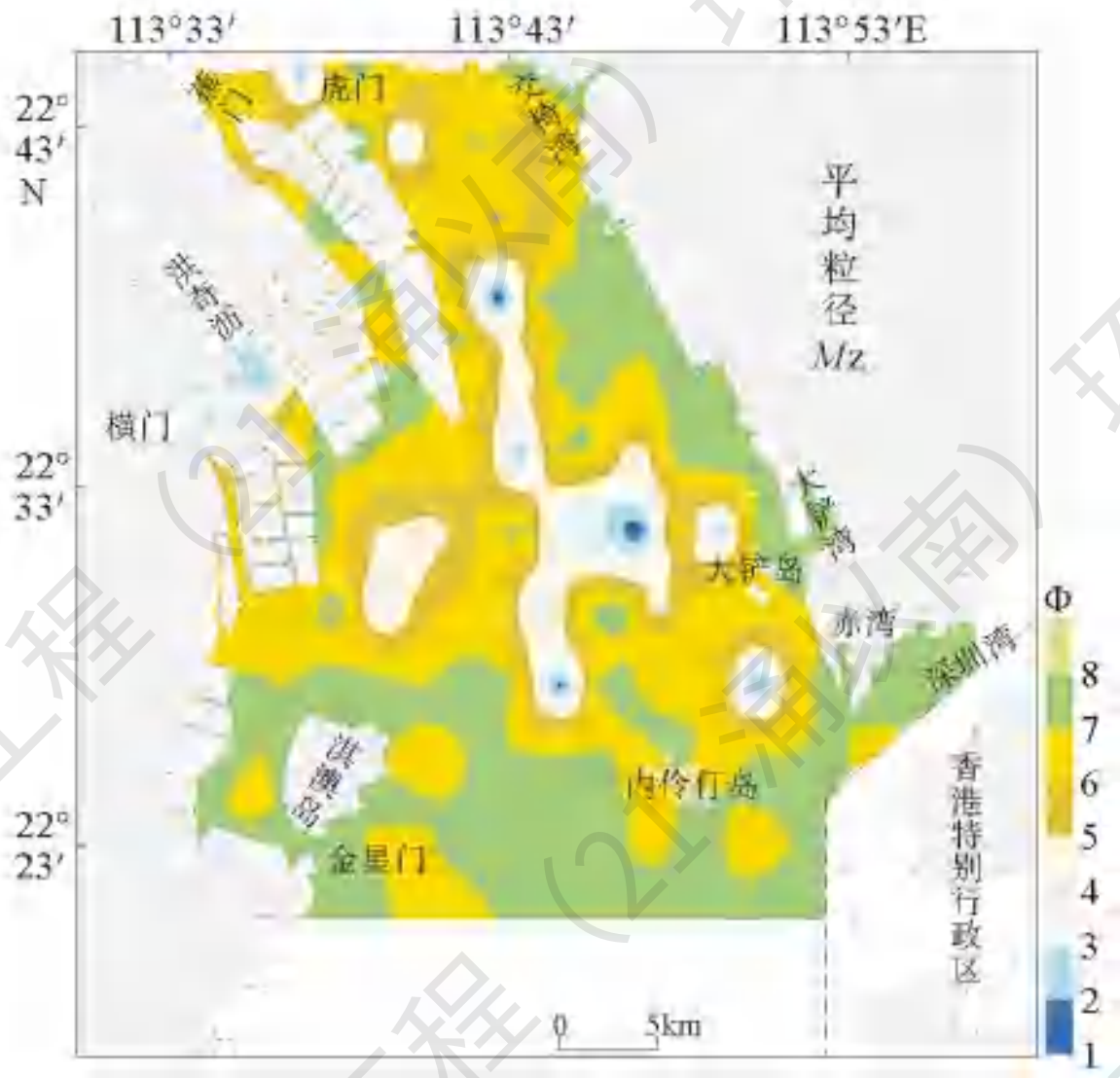


图 4.1.6-5 珠江口内伶仃洋表层沉积物平均粒径分布

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 10 月在项目附近布置了 12 个站位，测试了项目附近海域海底底质（表层沉积物）的粒度。具体调查分析结果如下。

表 4.1.6-11 南沙附近海域底泥粒度现状调查结果

序号	样品号	砾石			砂					粉砂				粘土			粒组含量%				粒度系数					命名
		中粗砾	细 砾		极粗砂	粗砂	中砂	细砂	极细砂	粗粉砂	中粉砂	细粉砂	极细粉砂	粗粘土		细粘土	砾	砂	粉砂	粘土	平均 粒径	中值 粒径	偏态 值 Skf	峰态 值 Kg	分选 系数	
		mm:>8	8-4	4-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	0.25-0.125	0.125-0.063	0.063-0.032	0.032-0.016	0.016-0.008	0.008-0.004	0.004-0.002	0.002-0.001	<0.001					Mz (Φ)	Md (Φ)				
		Φ:<(-3)	(-3)-(-2)	(-2)-(-1)	(-1)-0	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	<10									σi	
2024-10-12																										
1	1#					0.137	0.333	0.755	2.483	6.204	15.449	24.094	26.224	18.619	5.702			3.708	71.970	24.321	6.923	6.986	0.102	0.974	1.439	粘土质粉砂
2	3#					0.150	0.822	1.437	3.130	7.792	16.786	24.133	24.454	16.438	4.857			5.539	73.166	21.296	6.732	6.800	0.109	0.995	1.531	粘土质粉砂
3	4#		0.441	4.216	4.888	24.072	42.726	16.338	1.958	2.229	1.124	0.878	0.795	0.336			4.657	89.982	5.026	0.336	1.362	1.375	-0.042	1.737	1.229	粗中砂
4	6#					0.001	0.568	1.284	2.005	7.571	17.255	23.981	24.877	17.325	5.133			3.859	73.684	22.457	6.807	6.861	0.081	0.939	1.463	粘土质粉砂
5	8#					0.843	2.935	2.201	5.085	9.441	16.137	21.693	22.037	15.152	4.476			11.064	69.308	19.628	6.441	6.598	0.199	1.072	1.854	粉砂
6	9#					0.075	5.888	18.131	11.958	6.524	10.672	15.956	16.619	11.202	2.975			36.052	49.771	14.177	5.378	5.716	0.154	0.655	2.347	砂质粉砂
7	12#								0.091	4.353	13.809	19.858	20.739	14.280	3.772	23.098		0.091	58.759	41.150	8.874	7.530	-0.497	1.286	3.236	粘土质粉砂
8	14#							0.001	1.308	6.661	17.208	25.826	26.339	17.560	5.097			1.309	76.034	22.657	6.905	6.929	0.039	0.925	1.342	粘土质粉砂
9	16#						2.823	10.406	7.240	4.511	10.943	19.667	22.747	16.479	5.185			20.468	57.868	21.664	6.084	6.713	0.354	0.972	2.260	砂-粉砂-粘土
10	18#					0.148	0.577	0.976	2.650	5.997	11.825	16.652	18.814	14.359	4.643	23.359		4.351	53.289	42.360	8.780	7.560	-0.395	1.273	3.457	粘土质粉砂
11	19#					0.226	0.633	1.640	3.922	5.604	10.915	16.791	18.861	13.728	4.291	23.389		6.421	52.172	41.408	8.703	7.506	-0.362	1.311	3.521	粘土质粉砂
12	20#							0.347	3.422	6.419	11.570	16.484	18.403	13.603	4.282	25.470		3.769	52.876	43.355	8.811	7.602	-0.392	0.669	3.440	粘土质粉砂

4.1.6.5 冲淤演变分析

南沙区地处珠江口与伶仃洋的交汇处，属于冲积平原，地表主要为第四纪沉积物，地层中存在深厚海陆交互相淤泥，并受到近海潮位的影响，导致工程地质和水文条件相当复杂。南沙地区由冲积平原及少量丘陵台地、海岛组成，冲积平原主要由三角洲冲积土形成，占陆地面积的大部分；丘陵台地主要分布在南沙街道，多为低丘；一些孤丘由白垩系红色砾岩组成，低洼区由第四纪河口相沉积物组成。中生代燕山运动使地台活化，发育断裂，形成不同展布方向的断裂，区内主要有沙湾断裂、洪奇断裂带、狮子洋断陷和万顷沙断陷，以及产生大规模的岩浆活动。南沙地区的三角洲原是河口，约形成于晚始新世晚期初，晚更新世末至全新世早期海退成陆，全新世中期发生桂州海侵后再度成为河口湾。

本项目位于珠江入海口处，地处海边，地势低平。珠江水系和海潮交互作用，使得三角洲平原不断向海延伸；珠江三角洲水系与平原的形成，系古老基底、区域构造、断裂活动、新构造运动等内外营力与人类活动等诸因素共同作用的结果，故具有海陆交互的特征。场地原始地貌为河口浅滩地貌。本区在大地貌单元上为剥蚀海蚀堆积地形—三角洲平原，伶仃洋演变实质为三角洲推进淤填河口湾，呈喇叭形，湾口（澳门至大濠岛）宽约 30km，湾口至湾顶长约 72km，湾顶宽约 4km，水域面积约 2100km²，内伶仃岛以北的水域面积约 1000km²。水道动力特征主要受潮流作用控制。珠江水道自虎门水道出口后，在龙穴岛东分两汉，东称东槽或矾石水道，西称西槽或伶仃航道，在地貌上形成“三滩”、“两槽”大势，即西部浅滩（西滩）、中部浅滩（矾石浅滩或称中滩）和东滩，东槽和西槽。滩地以淤积为主。伶仃洋“三滩两槽”水下地形示意图见图 4.1.6-6。

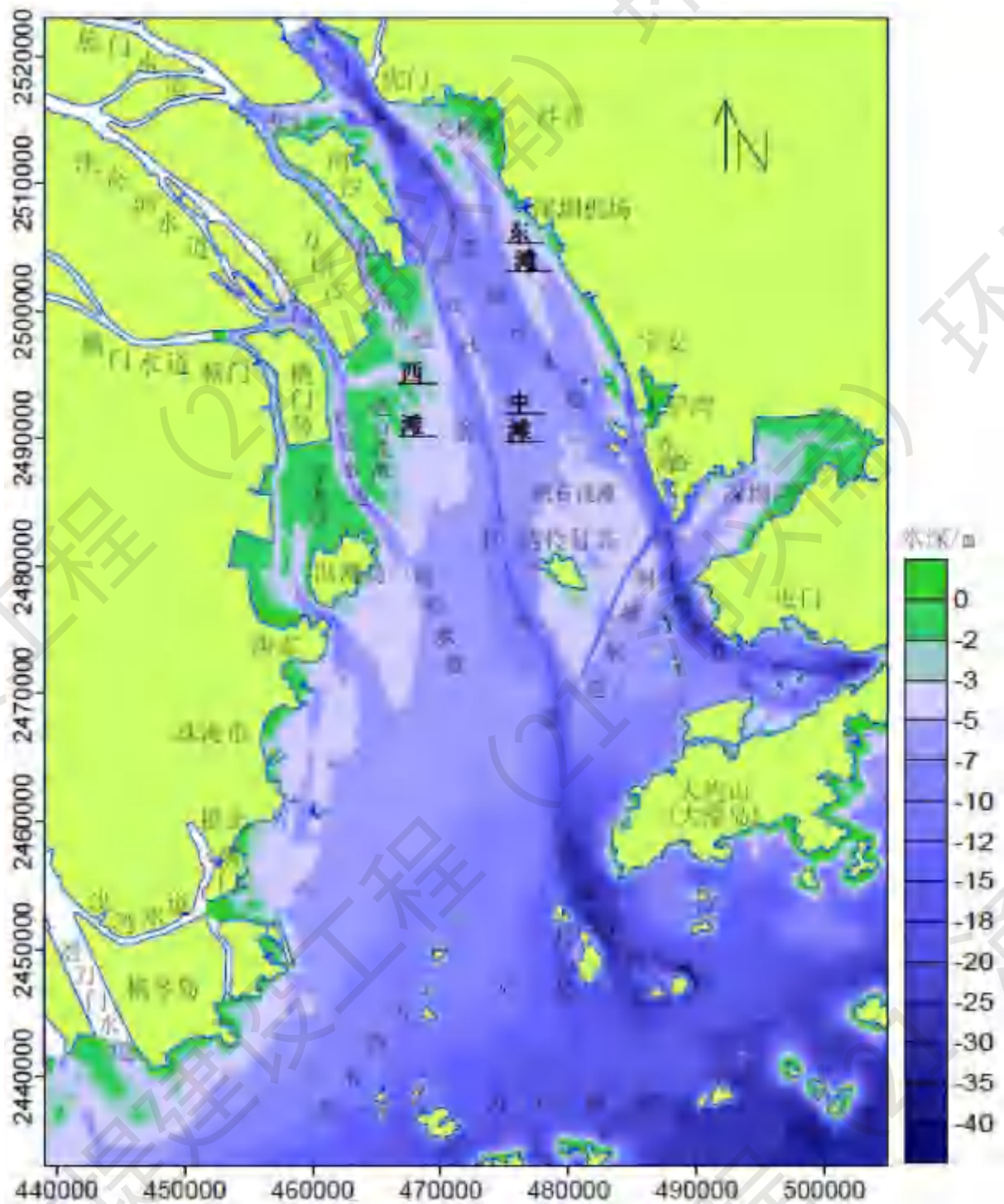


图 4.1.6-6 伶仃洋“三滩两槽”水下地形示意图

东滩指伶仃洋东部边滩，宽 1km~4km，与西滩相比，东滩处于相对冲淤平衡状态，中滩指矾石浅滩，标高为-2m~-5m，其中大部分为-3m~-5m，处于东槽和西槽之间，由此至南长 40 多 km，分三段，北段为伶仃拦江沙，中段为矾石浅滩，南段为铜鼓浅滩；西滩指伶仃洋西部浅滩，占伶仃洋面积的一半，有一半面积为标高大于 0m 湿地，其余

水域标高为 0m~5m，大部分标高为 0m~3m；西槽受西部口门来水来沙的威胁较大，淤积作用较强；东槽受高盐海水影响较大，淤积作用较弱。

南沙区地势总体平坦，地貌类型有丘陵、残丘、三角洲冲积平原和滩涂。低丘主要分布在黄山鲁、大山岬、十八罗汉山一带；残丘主要有大虎山、小虎山、黄阁乌洲岗等；三角洲冲积平原大面积分布在黄阁、横沥、榄核、大岗、东涌一带；滩涂集中在万顷沙、龙穴岛、新垦沿岸。首开区场地主要位于南沙区万顷沙二十涌以南区域，地貌类型主要为海湾滩涂，也叫滩涂。滩涂地形呈带状，与海岸平行延伸，宽广平缓。场地现状为人工填筑的水产养殖坑塘、塘梗、河堤和海堤。

近几十年来，工程附近滩槽经历了“一主一支”槽道逐步形成的过程。目前龙穴岛已成陆，岸线已固化，在没有大的工程建设的条件下，蕉门附近将维持现状趋势发育。通过对冲淤特征、演变原因的分析可知，工程附近的发展趋势如下：

（1）鳧洲水道南侧抛石堤的存在，呈堤北冲刷、堤南淤积。

自鸡抱沙浅滩围垦成陆以后，鳧洲水道成为河道型平面边界形态；20 世纪 90 年代中后期在水道中实施抛石堤线后，该水道被分成堤线以北和堤线以南两个水域部分。另外局部仍有一些抛石堤，这些堤线对水流与泥沙的输移有较大影响。抛石堤以南的深槽和浅滩都处于淤积状态，是由于边界改变引起流量的减少和水动力减弱，从而导致泥沙淤积所致。而堤线以北水域，自抛石堤工程实施后，蕉门的落潮水流主要从该水域向东泄出，鳧洲水道槽道径流动力的加强，引起槽道冲深。

（2）鳧洲水道河道性质的强化，下泄水沙可更快汇入川鼻深槽。

鳧洲水道入口段槽道冲刷比出口段强烈，其主要原因是上段水道受堤线约束后，水流流势集中，径流动力增强；而下段出口水道有所展宽，水流分散，又受虎门—川鼻水道的涨、落潮主流的顶托影响，相对减弱了径流动力的作用。

（3）蕉门延伸段上、中段淤积，尾闾浅滩以冲为主。

受河道分流比变化的影响，蕉门延伸段槽道上段呈淤积状态；中段受航道疏浚、新龙大桥及其他工程的影响，亦表现为淤积；下段整体呈下切趋势。自南沙二期、三期围堰工程实施后，出口段水流动力得以集中加强，这有利于落潮泄洪。

4.1.6.6 水下地形

本项目所在海域及周边海域水深情况见图 4.1.6-7。

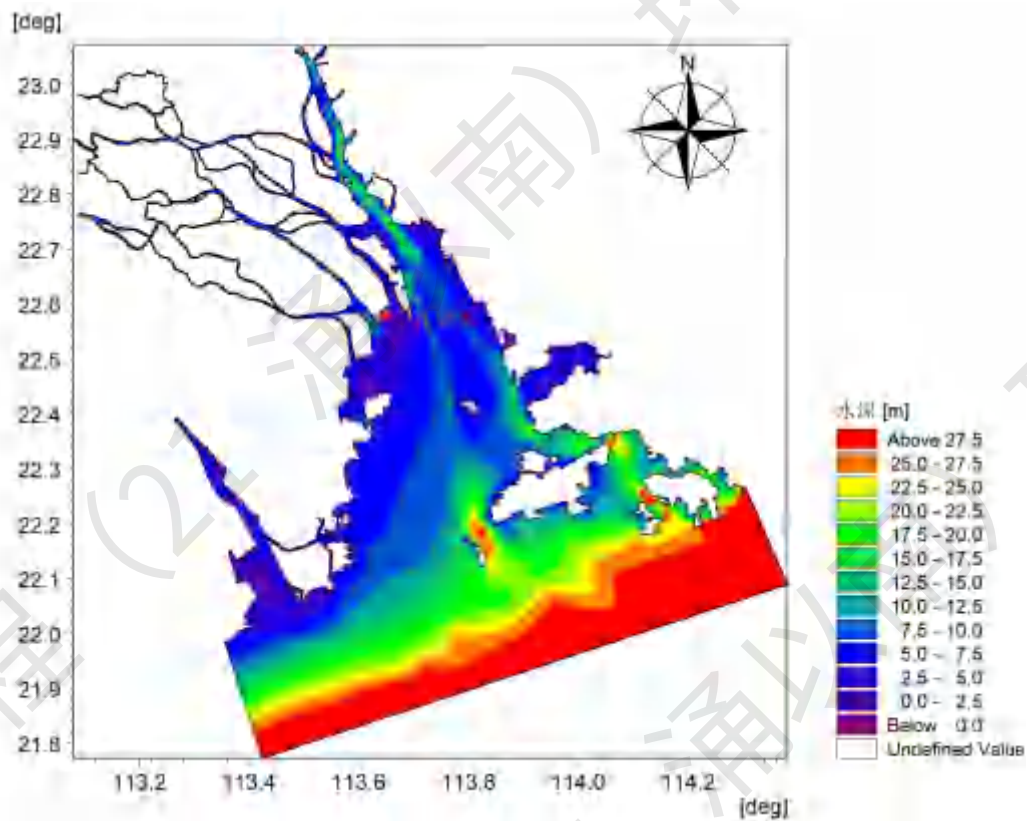


图 4.1.6-7a 工程海域水下地形图



图 4.1.6-7b 工程海域水下地形图（东侧局部）



图 4.1.6-7c 工程海域水下地形图（西南侧局部）

4.1.7 区域资源概况

南沙区区域辽阔，位于珠江出海口，滩涂众多，土地资源丰富。主要矿产资源有花岗岩、红砂岩等。花岗岩主要分布在南沙街道、黄阁镇、大岗镇。红砂岩主要分布在黄阁镇、大岗镇。南沙区土特产有南沙青蟹、新垦莲藕、庙南粉葛、蕉门红番薯、横沥甜玉米、潭洲白蔗等，其中新垦莲藕、庙南粉葛获批国家地理标志保护产品，新垦莲藕、南沙青蟹获批国家地理标志证明商标。

南沙区水资源丰富，2022 年全区海岸线 195.13 千米，海域面积 337.78 平方千米，占广州市海域总面积的 88.26%。拥有海岛 11 个，其中面积大于 500 平方米的海岛有 10 个。南沙区处于海水淡水交汇点，水网密布，具有生态结构丰富的湿地生态系统，拥有广州市最大的湿地系统——南沙湿地。南沙湿地是珠三角地区保存较为完整、保护较为有力、生态较为良好的滨海河口湿地，适宜多种鸟类繁衍栖息。在珠三角地区的 126 种水鸟中，其中迁徙鸟类 87 种，在南沙均有发现。南沙湿地入选广东省重要湿地名录，湿地面积 117.5 公顷，北至十八涌以南约 200 米，南至十九涌以北约 230 米，西至新港大道以东约 180 米，东至龙穴南水道以西约 160 米。南沙区是广州市红树林分布面积最大的区域，总面积为 198.18 公顷，其中万顷沙镇为南沙区红树林主要分布区。

本项目周围海域终年受珠江径流和海洋潮汐共同作用，生态环境复杂多变，独特的生态环境和丰富的饵料基础，为珠江口海域多种咸淡水、海水和淡水鱼类的索饵繁殖和幼鱼育肥创造了良好的条件。出现在本海域的游泳生物主要是一些在河口产卵的咸淡水沿岸性种类和在浅近海产卵、其幼鱼常进入浅海和河口索饵的海水种类，亦有淡水生活的江河种类如广东鲂等；从适盐性看，本海域大多数鱼类为河口咸淡水种类和生殖期间作溯河洄游的种类，如凤鲚、棘头梅童鱼、鳓鱼、鲮鱼等；在本海域出现的近海、外海种类多为幼鱼。而本海域出现的虾类属于南海的常见种。

4.2 环境现状调查与评价

本项目资料来自建设单位提供的《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程环境影响报告书》。

4.2.1 水文动力环境现状调查与分析

4.2.1.1 春季

海南安纳检测技术有限公司于 2021 年 3 月 12 日~13 日（大潮），在广州南沙区龙穴岛附近海域布设 6 个潮流调查站位和 1 个潮位调查站位开展水文现状调查。潮流站位编号为 V1~V6，潮位站位于南沙港码头，编号为 H1，位置见图 4.2.1-1。同时采用项目调查海域附近内伶仃、舢舨洲两个永久验潮站的潮位数据，位置见图 4.2.1-1，坐标见表 4.2.1-1。

调查内容包括：潮位、潮流（流速、流向）。

调查方法依照《海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测》（GB/T 12763.2-2007）的要求执行。

表 4.2.1-1 水文调查各测站坐标和观测项目

■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■

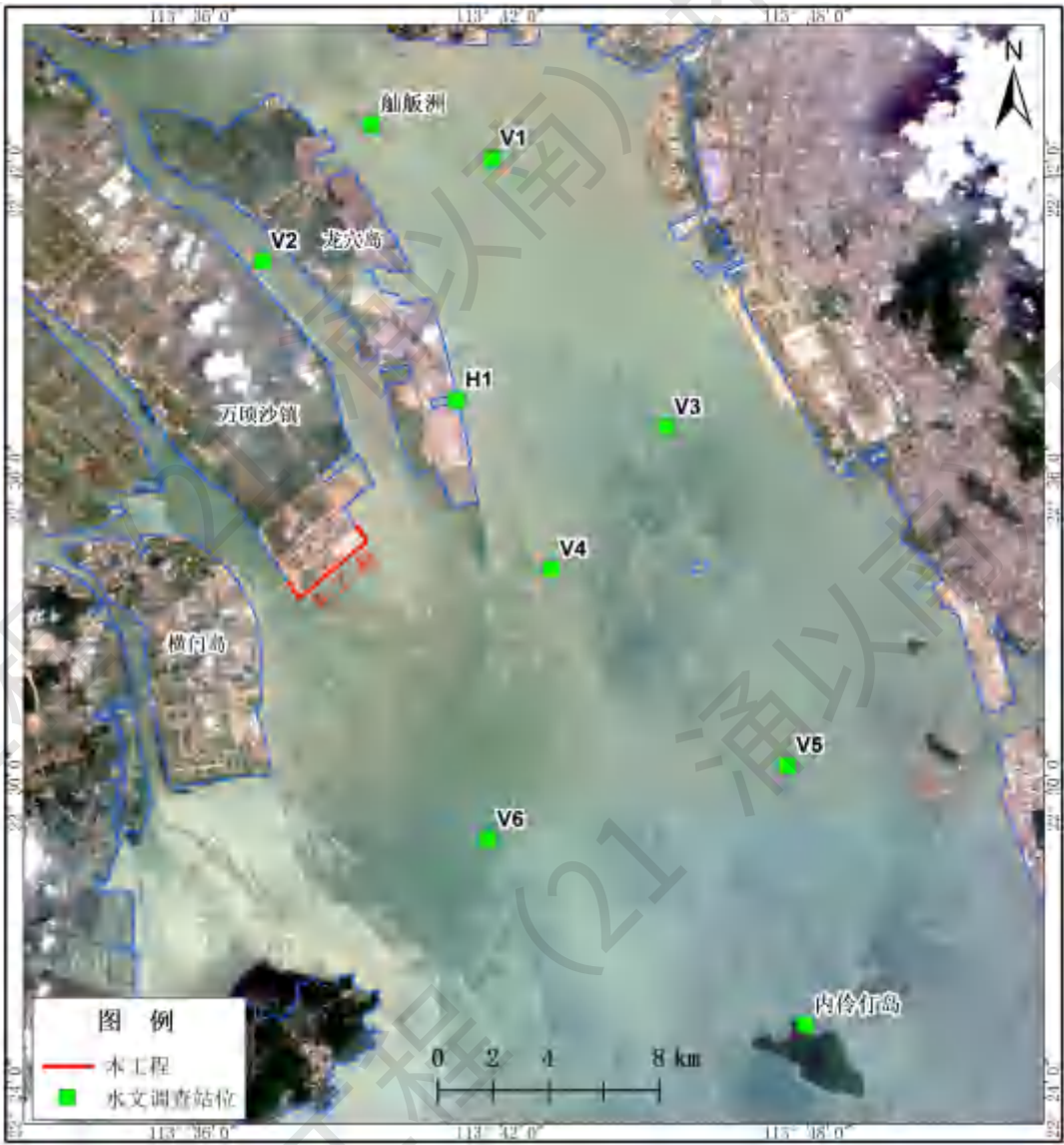


图 4.2.1-1 项目附近海域水文调查站位图

(1) 潮汐

1) 潮位基准面关系

本次调查潮位分析采用国家 85 基面。

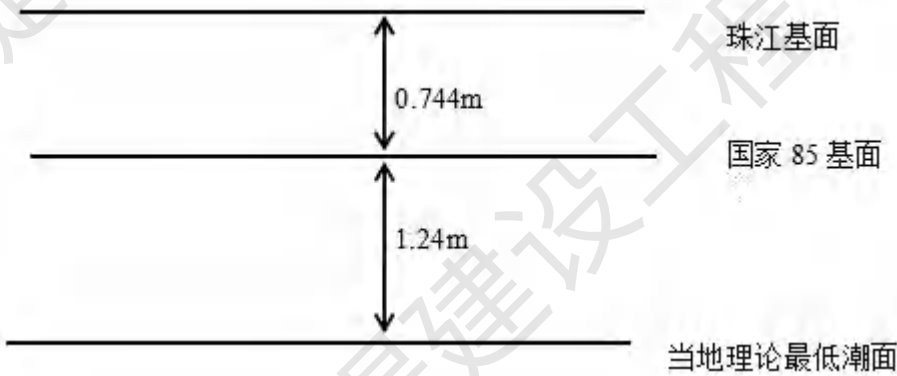


图 4.2.1-2 基面关系图

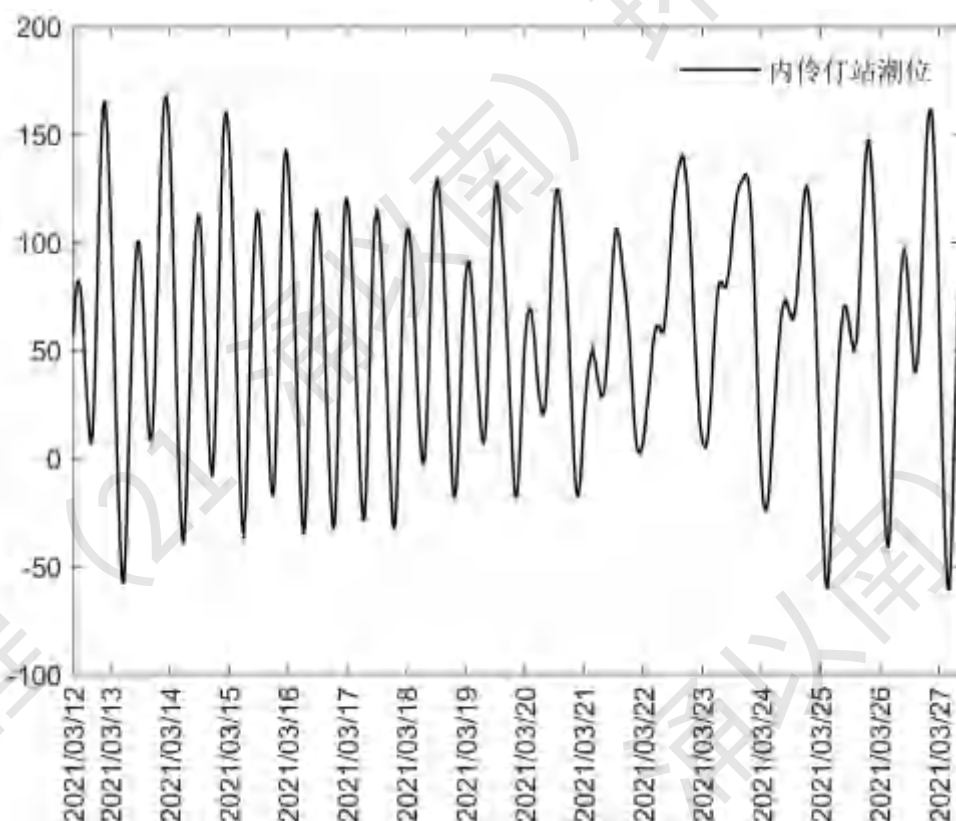


图 4.2.1-3a 内伶仃站潮位过程曲线（2021.03.12 09:00~03.27 09:00）

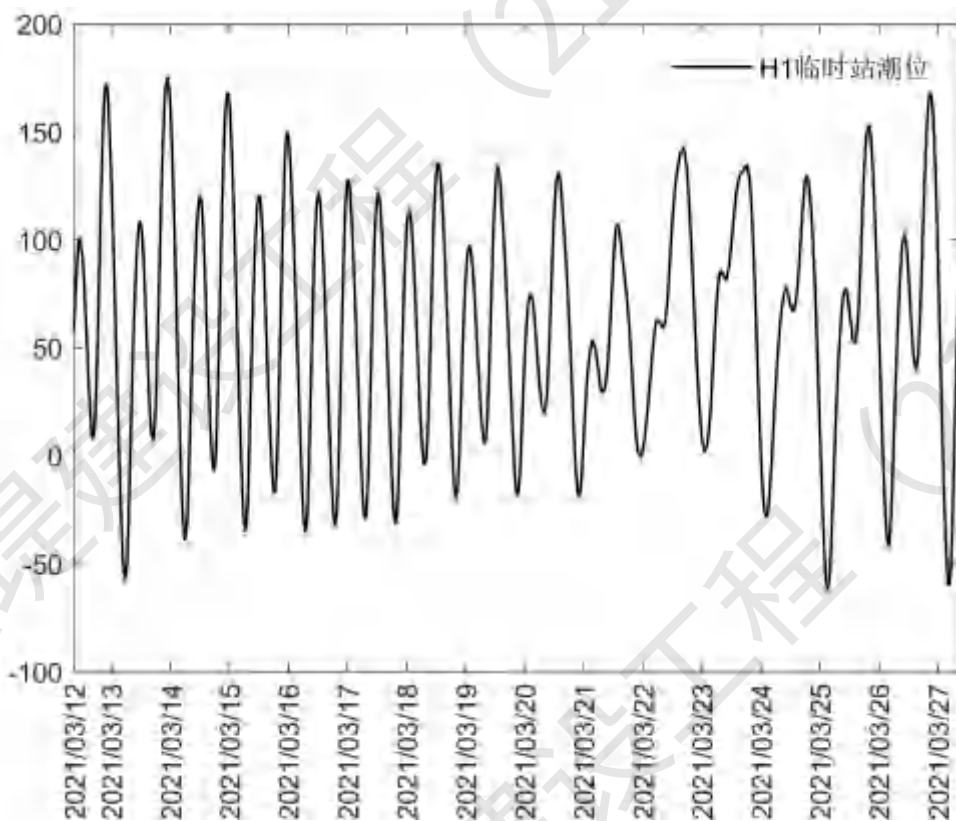


图 4.2.1-3b 南沙港 H1 站潮位过程曲线（2021.03.12 09:00~03.27 09:00）

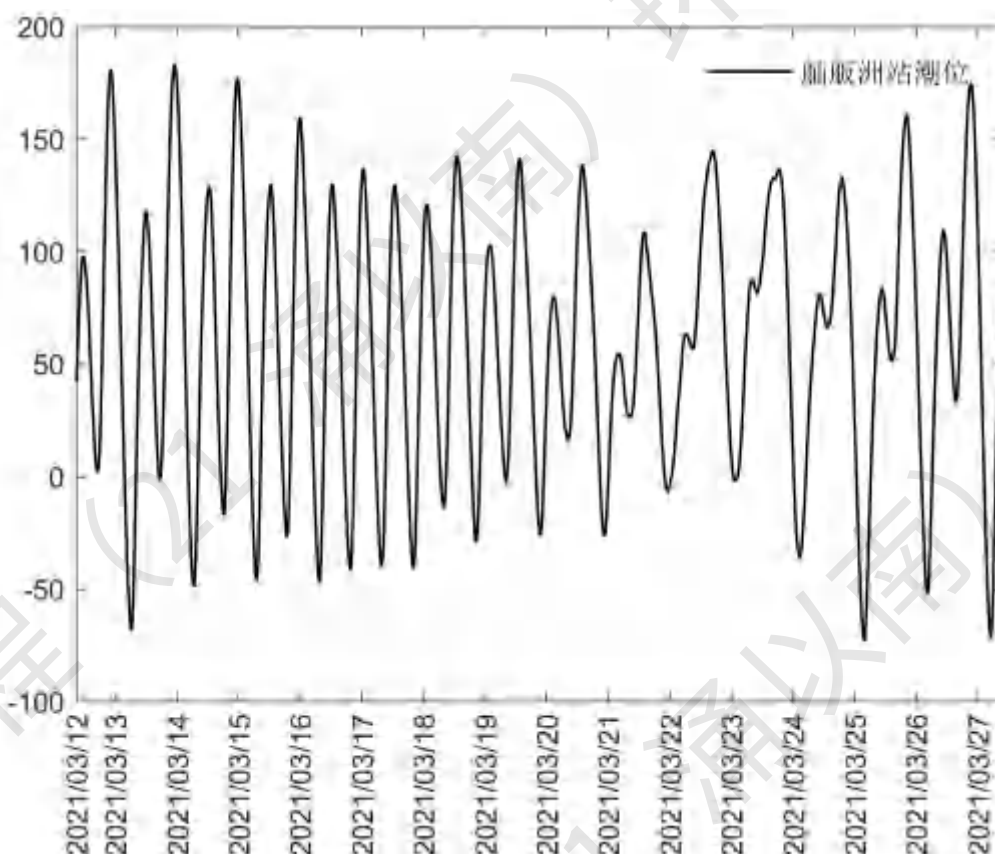


图 4.2.1-3c 舢舨洲站潮位过程曲线（2021.03.12 09:00~03.27 09:00）

由上图可知，项目附近海域潮汐现象呈不正规半日潮，在多数情况下每个潮汐日有两次高潮和两次低潮。

②海流观测期间潮位观测

大潮海流观测期间，三个潮位站同步潮位数据显示，在调查期间均有两次高潮和低潮。大潮期，内伶仃站、H1 站和舢舨洲站最高潮位分别为 166cm、189cm 和 181cm；高低潮潮位分别为 7cm、7cm 和 2cm；低低潮潮位分别为 -58cm、-57cm 和 -68cm；低高潮潮位分别为 101cm、141cm 和 118cm 内伶仃站、H1 站和舢舨洲站最大潮差分别为 224cm、246cm 和 249cm，具体见图 4.2.1-4。

落潮历时高于涨潮历时，三验潮站潮位涨落潮时由外向内发生延迟。

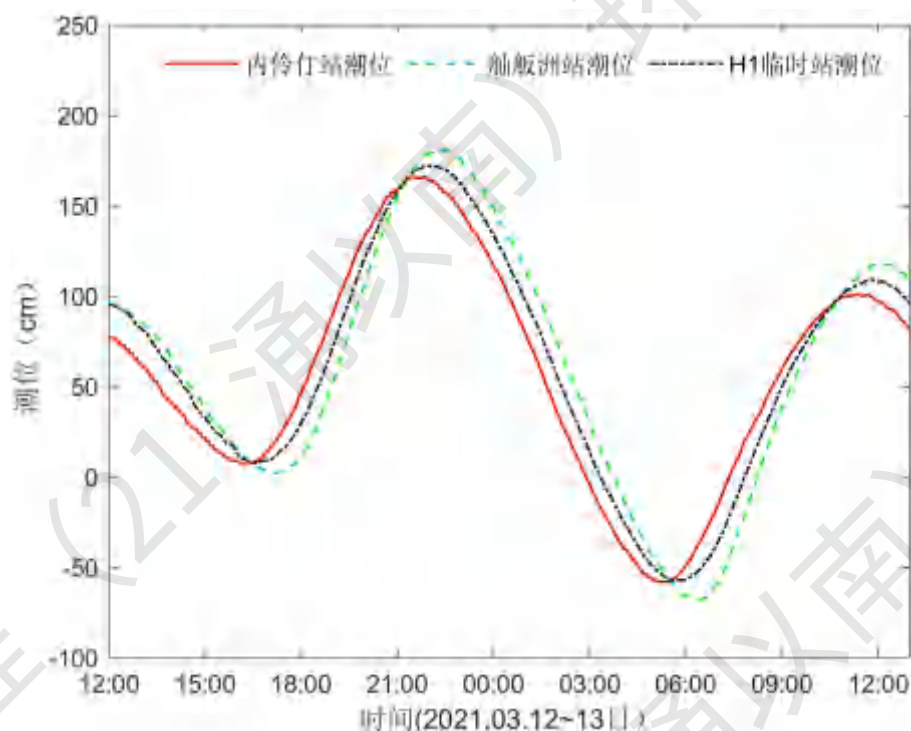


图 4.2.1-4 大潮期各潮位站实测潮位过程曲线 (国家 85 基面)

③潮位调和分析

采用最小二乘法对潮位站潮位进行调和分析，得出六个分潮的调和常数，如表 4.2.1-3 所示。

内伶仃站、H1 站和舢舨洲站第一类潮汐特征值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2} + H_{S2}}$ 介于 0.65~0.70 之间，第

二类潮汐特征值 $\frac{H_{K1} + H_{O1}}{H_{M2}}$ 介于 1.01~1.10，调查海域潮汐类型为不正规半日潮，即在一个太阴日中有两次高潮和两次低潮，两次高潮或低潮的潮高不等，且涨潮时和落潮时也不等。

表 4.2.1-3 各潮位站潮位调和常数统计分析

[illegible]

(2) 潮流

大潮期海流观测起止时间为 2021 年 3 月 12 日 12:00~13 日 13:18。

1) 实测流场分析

在 2021 年 3 月 12 日~13 日，大潮调查期间，南沙港附近海域海风以东北风为主；风速在 0.3m/s~6.7m/s 之间，平均风速为 2.3m/s。

本次调查各站位海流流速较大，最大流速 39.9cm/s~123.4cm/s，其中，V5 站最大流速较小，小于 70cm/s；而其他站位最大流速均高于 70cm/s，特别是 V1、V3、V4、V6 站由于位于主通道附近，各层最大流速均高于 90cm/s。调查海域大部分站位海流最大流速随深度增加变化较小，见表 4.2.1-4。

表 4.2.1-4 大潮期最大潮流速及对应流向统计 (流速单位: cm/s, 流向单位: °)

[illegible]

根据同步观测潮汐结果判断涨、落潮时，统计给出各站位涨落潮时的最大流速与流向，见表 4.2.1-5。大潮调查期间，内伶仃站、H1 站和舢舨洲站最大潮差分别为 224cm、246cm 和 249cm，落潮历时大于涨潮历时。

实测最大涨潮流速均为 112.7cm/s，对应流向分别为 138°，发生在 V1 站表层；实测最大落潮流速均为 123.4cm/s，对应流向分别为 144°，发生在 V1 站次表层。

总体而言,落潮流速平均值稍大于涨潮流速平均值,各站层涨落潮流历时,互有长短。

表 4.2.1-5 大潮期最大涨、落潮流速及对应流向统计 (流速单位: cm/s, 流向单位: °)

[illegible]

[illegible]

286

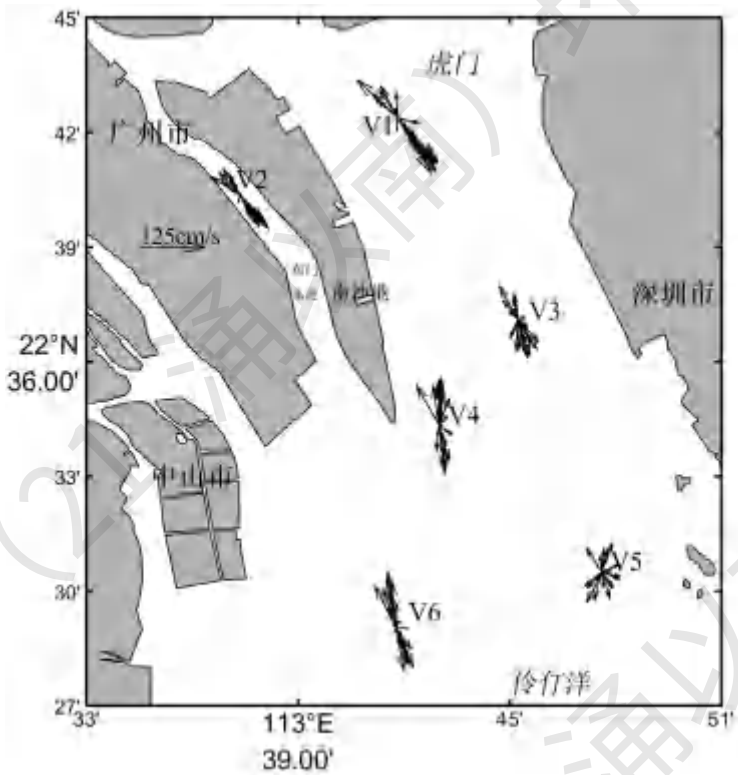


图 4.2.1-5a 表层潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

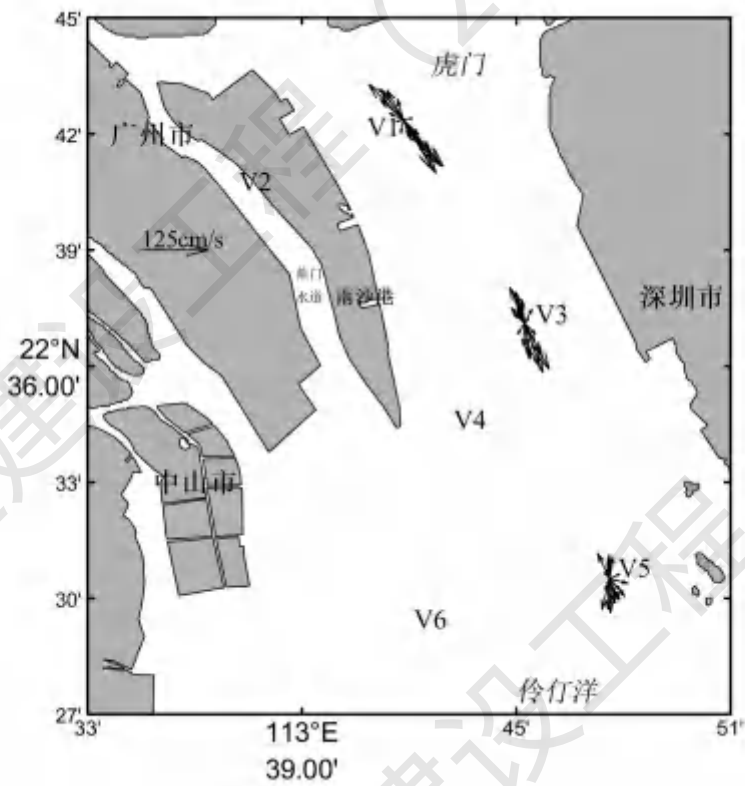


图 4.2.1-5b 0.2H 层潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

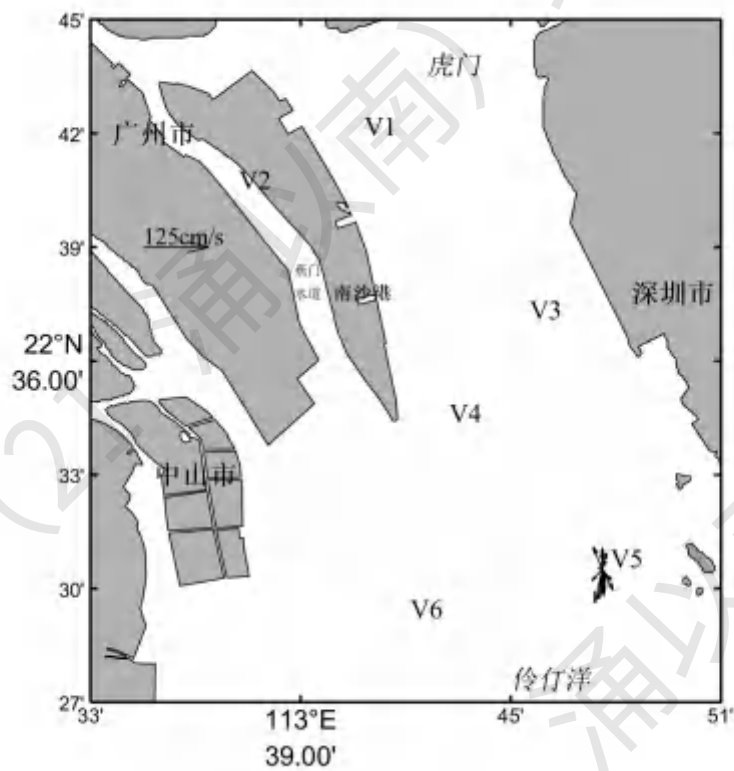


图 4.2.1-5c 0.4H 层潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

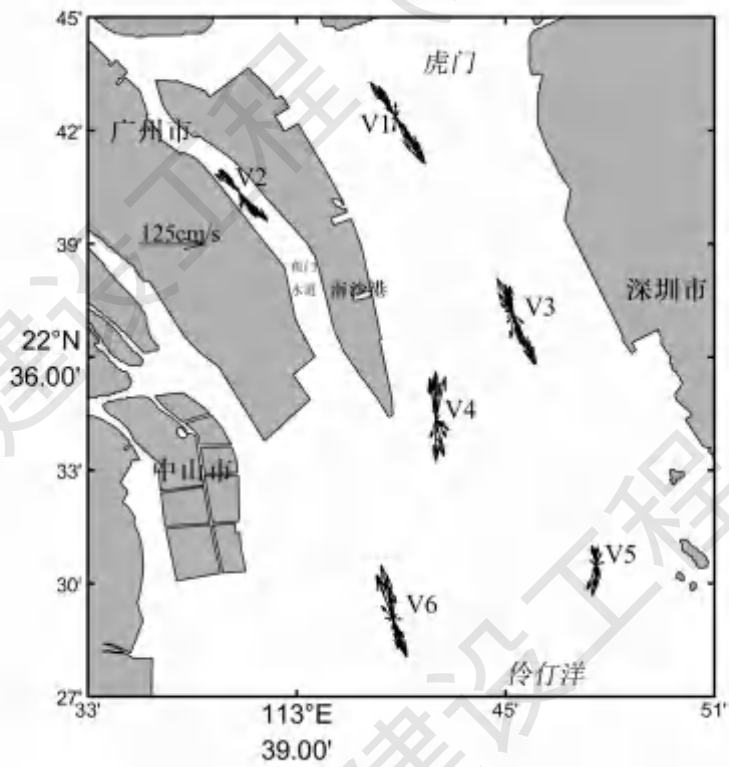


图 4.2.1-5d 0.6H 层潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

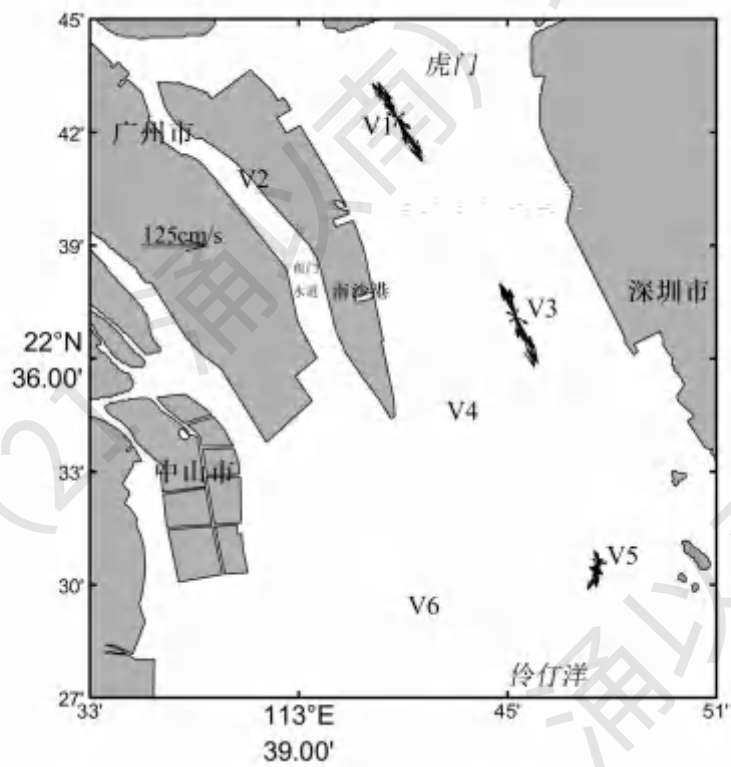


图 4.2.1-5e 0.8H 层潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

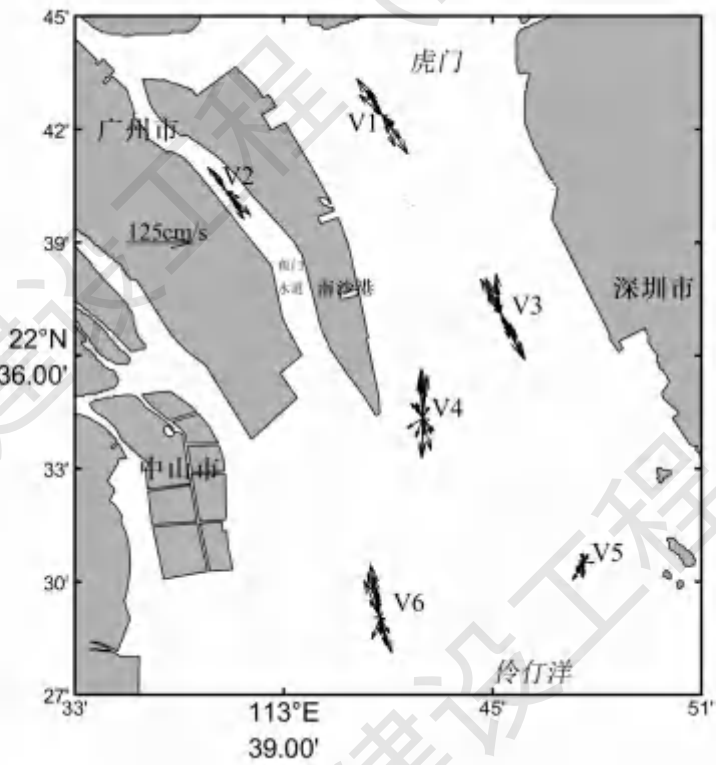


图 4.2.1-5f 底层潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

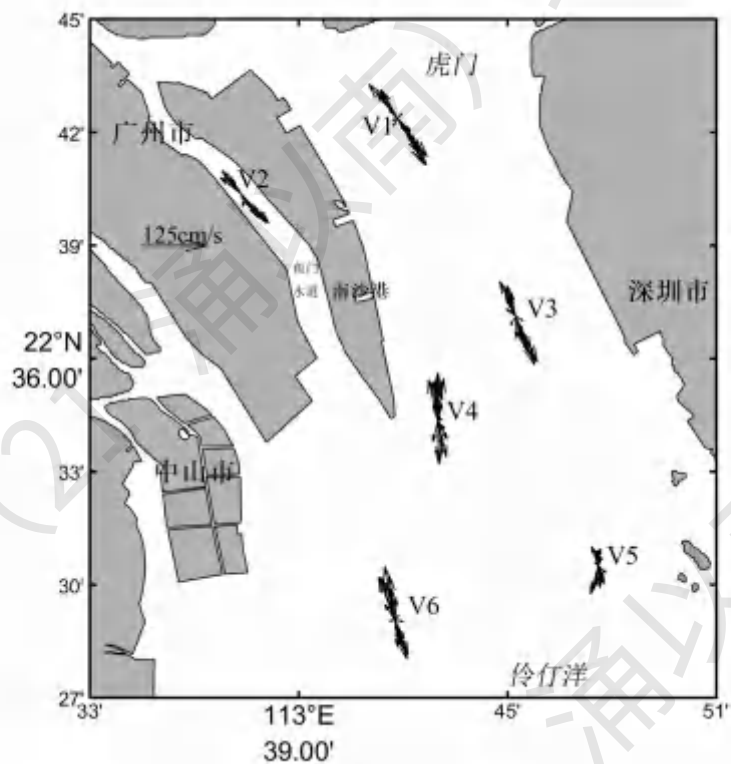


图 4.2.1-5g 大潮垂向平均潮流矢量图（2021 年 03 月 12 日~13 日）

2) 海流可能最大流速

根据《海港水文规范》（JTS 145-2-2013）的规定，常规天气（5 级清风，风速 8.0m/s，风向北）、极端天气（12 级台风，风速 32.6m/s，风向东北）条件下各站海流可能最大流速分布如表 4.2.1-8 所示，由计算结果可知：常规天气下各站海流可能最大流速介于 69.5cm/s~207.3cm/s 之间，V3 站各层海流可能最大流速随深度增加逐渐增大，而其他站位则相反；极端天气下各站海流可能最大流速介于 119.3cm/s~257.1cm/s 之间，各站可能最大流速随深度变化规律与常规天气下一致。

表 4.2.1-8 调查海域观测期间各潮流站海流可能最大流速

站名	站号	流速 (cm/s)	
		常规天气	极端天气
V1	表层	125	207.3
	1m	125	207.3
	2m	125	207.3
	3m	125	207.3
	4m	125	207.3
V2	表层	125	207.3
	1m	125	207.3
	2m	125	207.3
V3	表层	69.5	119.3
	1m	69.5	119.3
	2m	69.5	119.3
V4	表层	69.5	119.3
	1m	69.5	119.3
	2m	69.5	119.3
V5	表层	69.5	119.3
	1m	69.5	119.3
	2m	69.5	119.3
V6	表层	69.5	119.3
	1m	69.5	119.3
	2m	69.5	119.3

站名	站号	站址位置	
		东	西
V1	1	27.3	27.3
	2	27.3	27.3
	3	27.3	27.3
	4	27.3	27.3
	5	27.3	27.3
V2	1	27.3	27.3
	2	27.3	27.3
	3	27.3	27.3
V3	1	27.3	27.3
	2	27.3	27.3
	3	27.3	27.3
	4	27.3	27.3
	5	27.3	27.3
V4	1	27.3	27.3
	2	27.3	27.3
	3	27.3	27.3

(3) 余流分析

大潮期，调查海域各站位余流流速较小，其值介于 2.7cm/s~27.3cm/s 之间，V1 站表层、次表层余流大于 20cm/s，其中表层余流流速达到最大，为 27.3cm/s；而其他站余流均小于 20cm/s。蕉门水道内 V2 及调查区域东侧区域（V1、V3、V5）余流流向为东南向，即与径流入海方向一致，而西侧的 V4 和 V6 站余流则以东北向为主，与东侧余流形成一个环流（见图 4.2.1-6），这主要是潮汐和地形的非线性作用有关，在其作用下，容易在深槽区形成下泄余流，而在浅滩区域形成上溯余流。

图 4.2.1-9 大潮期余流（流速单位：cm/s，流向单位：°）

站名	站号	站址位置					
		东	西	东	西	东	西
V1	1	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	2	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	4	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	5	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
V2	1	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	2	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
V3	1	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	2	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	4	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	5	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
V4	1	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	2	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3
	3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3	27.3

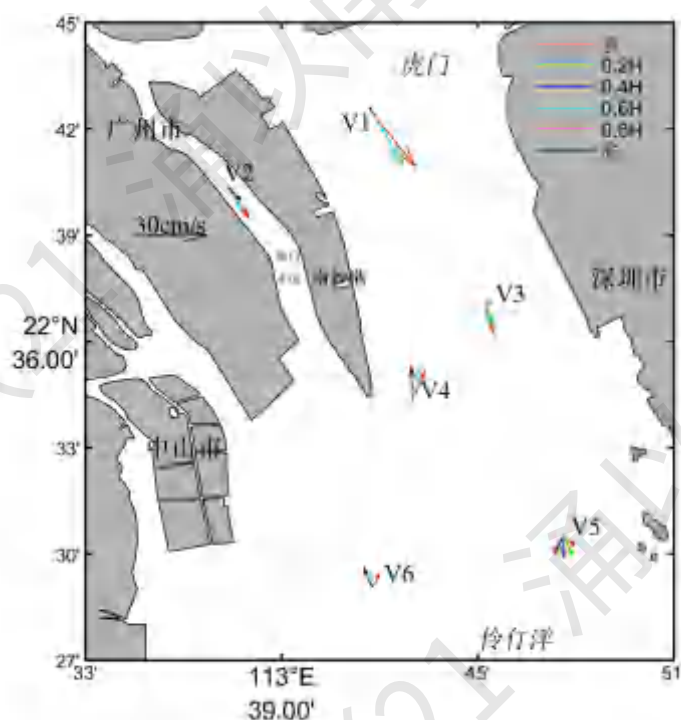
[illegible]

图 4.2.1-6 大潮期项目附近海域余流分布图

(4) 水文观测结论

综上所述，2021 年 03 月 12 日至 13 日（大潮期），项目附近海域水文特征如下：

1) 潮汐

内伶仃站、H1 站和舢舨洲站潮汐特征值介于 1.01~1.10，调查海域潮汐类型为不正规半日潮。

内伶仃站最高潮位为 168cm，最低潮位为-61cm，最大潮差位 224cm，平均高潮位 114cm，平均低潮位-6cm，平均潮差位 120cm；H1 站最高潮位为 175cm，最低潮位为-62cm，最大潮差为 229cm，平均高潮位 120cm，平均低潮位-6cm，平均潮差 126cm；舢舨洲站最高潮位为 183cm，最低潮位为-73cm，最大潮差位 249cm，平均高潮位 126cm，平均低潮位-13cm，平均潮差位 139cm。三验潮站落潮历时均高于涨潮历时。

2) 海流

大潮期，各站位海流流速较大，最大流速 39.9cm/s~123.4cm/s，大部分站位海流最大流速随深度增加变化较小。实测最大涨潮流速均为 112.7cm/s，最大落潮流速均为 123.4cm/s，均为调查区域北部虎门附近海域。调查海域平均流速为 16.9cm/s ~62.6cm/s，

各站平均流速随着深度增加而逐渐减小。涨潮平均流速在 13.2cm/s~62.1cm/s 之间，落潮平均流速在 20.2cm/s~63.3cm/s 之间。

大潮期，调查海域各站均表现为明显往复流特征，流向与海岸线基本平行，为西北-东南向、北-南向。大部分站位潮流随深度增加流速有所减小；各站海流在不同深度流向保持较好的一致性。一个潮周期内，调查海域海流流向均发生了明显变化，转流时刻与高、低潮时较一致。

两个半日分潮（M2、S2）分潮在调查海区十分显著，尤以 M2 分潮最为显著，S2 次之。各潮流站主要分潮潮流椭圆长轴的分布与地形密切相关，基本上与等深线和岸线平行，表现为往复流的特征。

常规天气下，调查海域海流可能最大流速介于 69.5cm/s~207.3cm/s 之间，V3 站各层海流可能最大流速随深度增加逐渐增大，而其他站位则相反；极端天气下，调查海域海流可能最大流速介于 119.3cm/s~257.1cm/s 之间。

3) 余流

大潮期，调查海域各站位余流流速较小，其值介于 2.7cm/s~27.3cm/s 之间；而其他站余流均小于 20cm/s。蕉门水道及调查区域东侧区域余流流向为东南向，即与径流入海方向一致，而西侧浅滩海域余流则以东北向为主，与东侧余流形成一个环流，这主要是潮汐和地形的非线性作用有关，在其作用下，容易在深槽区形成下泄余流，而在浅滩区域形成上溯余流。

4.2.1.2 冬季

广州海兰图检测技术有限公司于 2022 年 12 月初在项目所在海域开展水文动力环境观测。布设 6 个潮流观测站位和 2 个潮位观测站位。

温度、盐度、深度、海流（流速、流向）、含沙量、风速和风向观测时间为 2022 年 12 月 9 号到 2022 年 12 月 10 号。

潮位观测时间为 2022 年 12 月 9 号到 2022 年 12 月 23 号。

表 4.2.1-10 水文观测站坐标和观测内容

站名	站号	经纬度	水深	观测内容				
				温度	盐度	深度	流速	流向
1	1	11°58'N, 113°15'E	10m	1	1	1	1	1
2	2	11°58'N, 113°15'E	10m	1	1	1	1	1
3	3	11°58'N, 113°15'E	10m	1	1	1	1	1
4	4	11°58'N, 113°15'E	10m	1	1	1	1	1

项目	名称	地址	坐标	调查内容				
				水质	底泥	生物	噪声	其他
1	NSL1	南沙区	113° 30' 00"	□	□	□	□	□
2	NSL2	南沙区	113° 30' 00"	□	□	□	□	□
3	NSL3	南沙区	113° 30' 00"	□	□	□	□	□
4	NSL4	南沙区	113° 30' 00"	□	□	□	□	□
5	NSL5	南沙区	113° 30' 00"	□	□	□	□	□
6	NSL6	南沙区	113° 30' 00"	□	□	□	□	□



图 4.2.1-7 调查站位图

(1) 潮汐

1) 实测潮位统计分析

根据 NSC1 和 NSC2 潮位观测站的潮位资料绘制潮位过程曲线，其中观测得到的潮位资料时间为 2022 年 12 月 9 日 00 时至 2022 年 12 月 23 日 23 时(15 天)，如图 4.2.1-8 所示(黑色线段表示 15 天的观测潮位数据，红色线段表示海流观测时间段的潮位数据)。为了验证潮位资料的真实有效性，同时展示观测海域附近的两个潮位观测点：南沙（水

牛头）和舢板洲，其中黑色的线表示南沙（水牛头）和舢板洲，红色表示 NSC1 站的潮位，蓝色表示 NSC2 站的潮位，绘制时间为 2022 年 11 月 24 日 0 时至 2022 年 12 月 24 日 23 时（一个月），其数据来自于国家海洋信息中心，如图 4.2.1-9 所示。

由图表可知，观测站位的潮汐基本一样，在一天之中出现两次高潮和两次低潮，且相邻两个高（低）潮存在潮高不等，潮汐不等现象。

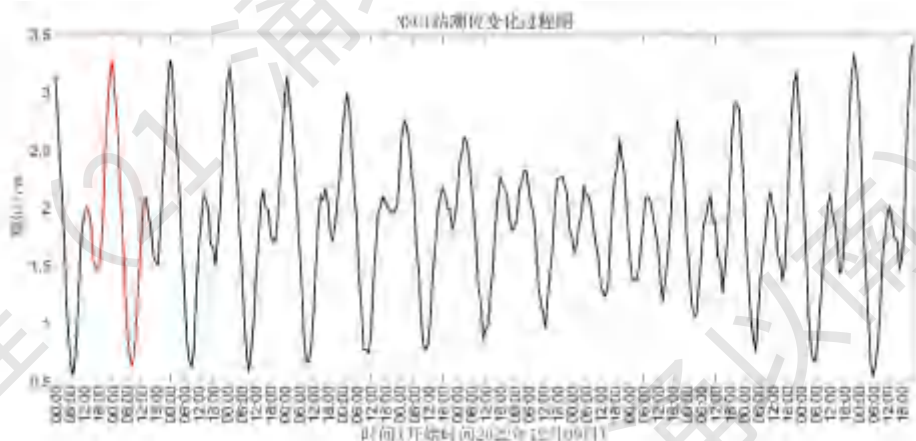


图 4.2.1-8a NSC1 站潮位过程曲线

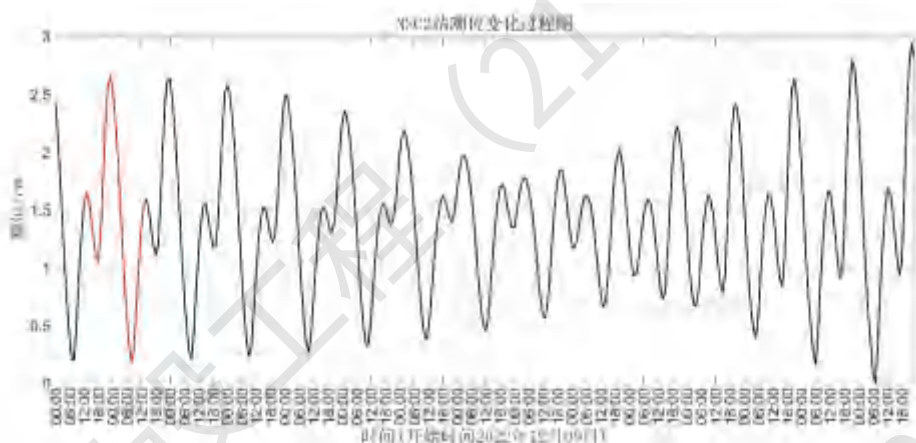


图 4.2.1-8b NSC2 站潮位过程曲线

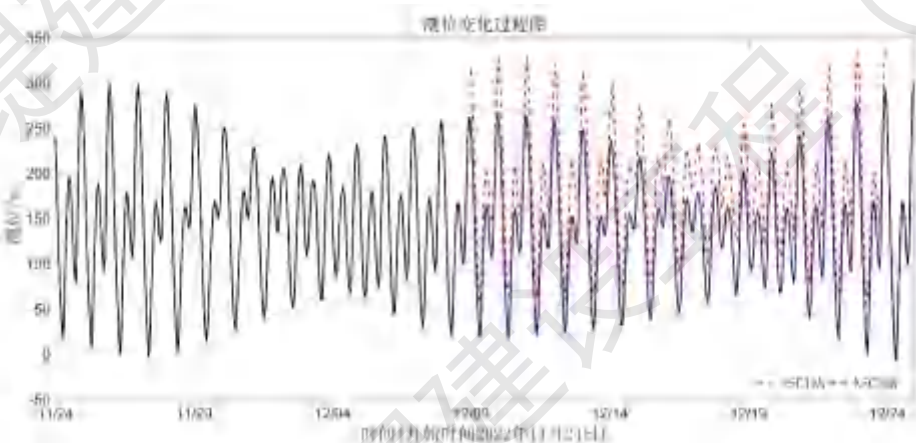


图 4.2.1-9a 南沙（水牛头）潮位过程曲线

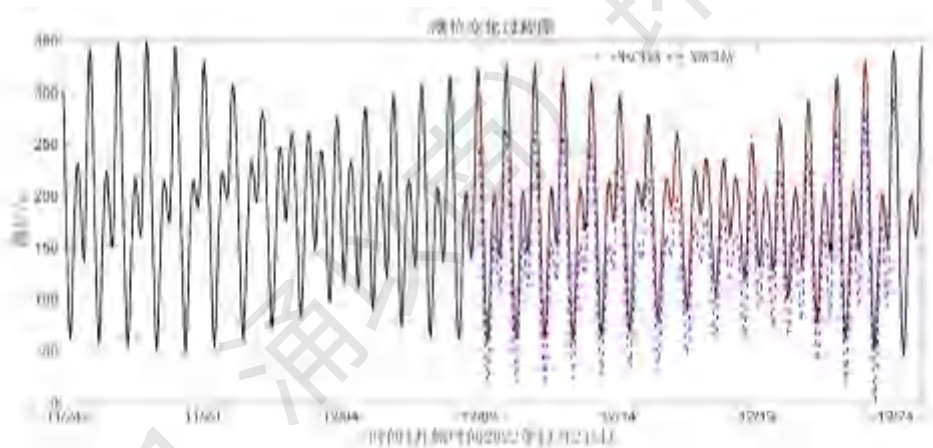


图 4.2.1-9b 舢板洲潮位过程曲线

2) 潮汐调和分析

采用最小二乘法原理计算得到各站各分潮的调和常数，表 4.2.1-11 列出了各站六个主要分潮的振幅和迟角。

表 4.2.1-11 调查海区调和常数统计分析（基于 15 天）

分潮	NSC1		NSC2	
	振幅(cm)	迟角(°)	振幅(cm)	迟角(°)
O1	26.05	276	25.83	272
K1	50.68	325	49.78	322
M2	60.65	333	55.45	327
S2	13.29	8	12.83	342
M4	4.18	180	4.10	158
MS4	1.40	262	2.34	189

由表可知，两个站位的分潮中 M2 分潮振幅皆最大，其中 NSC1 的 M2 分潮振幅约为 60.65cm，迟角为 333°；NSC2 的 M2 分潮振幅约为 55.45cm，迟角为 327°。

3) 潮汐性质和潮汐特征值

对 NSC1 和 NSC2 两个潮位站实测潮位资料进行统计和潮汐调和分析，结果如表 4.2.1-12 所示，两个临时潮位观测站的潮汐性质系数 F 值分别为 1.26 和 1.36，说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。同时，通过南沙（水牛头）和舢板洲的一个月的潮位数据，计算两个潮位观测站的潮汐性质系数，其结果分别为 1.29 和 1.18。因此 NSC1 和 NSC2 站为不正规半日潮的结果可信。观测期间调查海区最高潮位为 3.39m，最低潮位为 0.00m，最大涨潮潮差为 1.81m，最大落潮潮差为 2.63m。

表 4.2.1-11 测验所设潮位站潮汐特征值统计

特征值	NSC1	NSC2
最高潮位（m）	3.39	2.94

特征值	NSC1	NSC2
最低潮位 (m)	0.54	0.00
平均潮位 (m)	1.85	1.38
最大涨潮潮差 (m)	1.81	1.60
最大落潮潮差 (m)	2.63	2.47
平均涨潮历时 (h)	14	14
平均落潮历时 (h)	13	13
潮汐性质系数 F	1.27	1.36
潮汐类型	不正规半日潮	不正规半日潮

(2) 潮流

1) 实测海流

海洋中由各种因素引起的海水运动称之为海流。通常又将海流分为由天体引潮力引起的潮流和由水文、气象等非天文因素引起的非潮流。它们在海洋中所占的成分因地而异。一般来说，大洋中的海流以非潮流为主，而我国近海的海流以潮流为主。海流是塑造海底地形演变的主要外动力，它对海洋工程基础设施影响较大。

本次水文观测各观测站不同层次海流平面分布矢量图如图 4.2.1-10 所示。表 4.2.1-13 为涨、落潮流统计表。

从海流的流态来看，观测期内各站点海流表现出了明显的往复流的特征，从各站海流过程矢量图可以看出，各观测站各层潮流方向主要受地形的影响，表现为涨落潮的主流轴与河水通道平行；在垂向结构上看，流速整体分布均匀，各层次的流速差异不大。

观测期间最大涨潮流速为 101.9cm/s，最大落潮流速为 97.6cm/s，分别出现在 NSL1 站 0.8H 层和 NSL1 站 0.6H 层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 45.0cm/s 和 59.8cm/s，分别出现在 NSL1 站 0.8H 层和 NSL1 站 0.6H 层。在垂向结构上，各站点流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，海流的方向主要形成了与海水通道平行的往复流，NSL1 站流速最大（处于河道的最上游），NSL2 站流速次之。

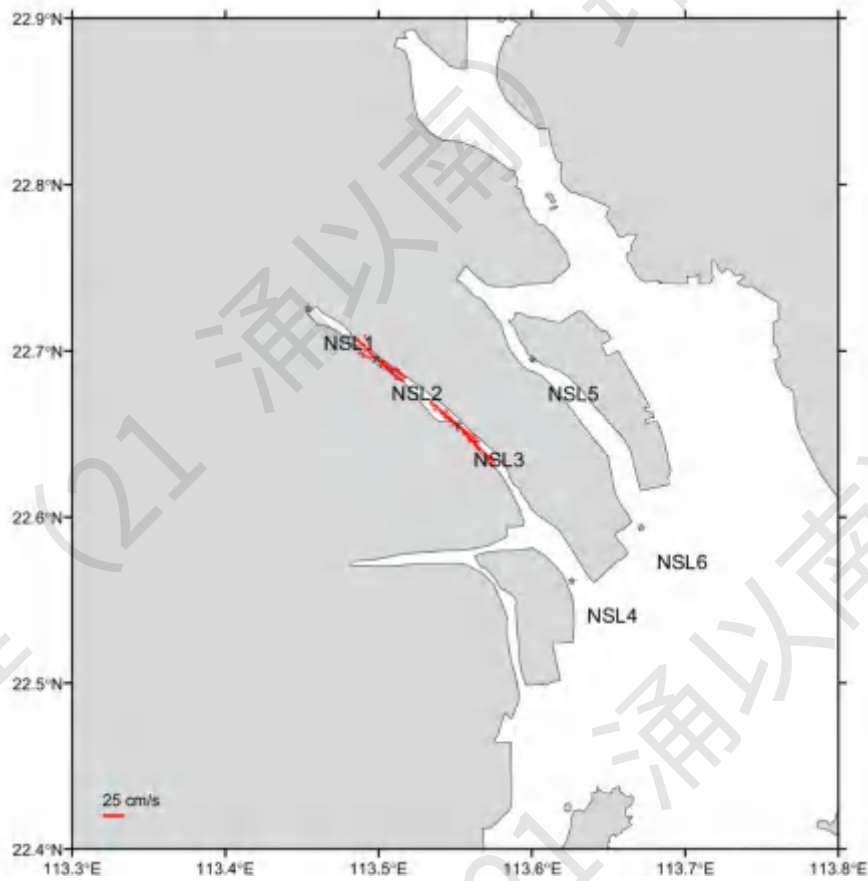


图 4.2.1-10a 表层海流平面分布矢量图

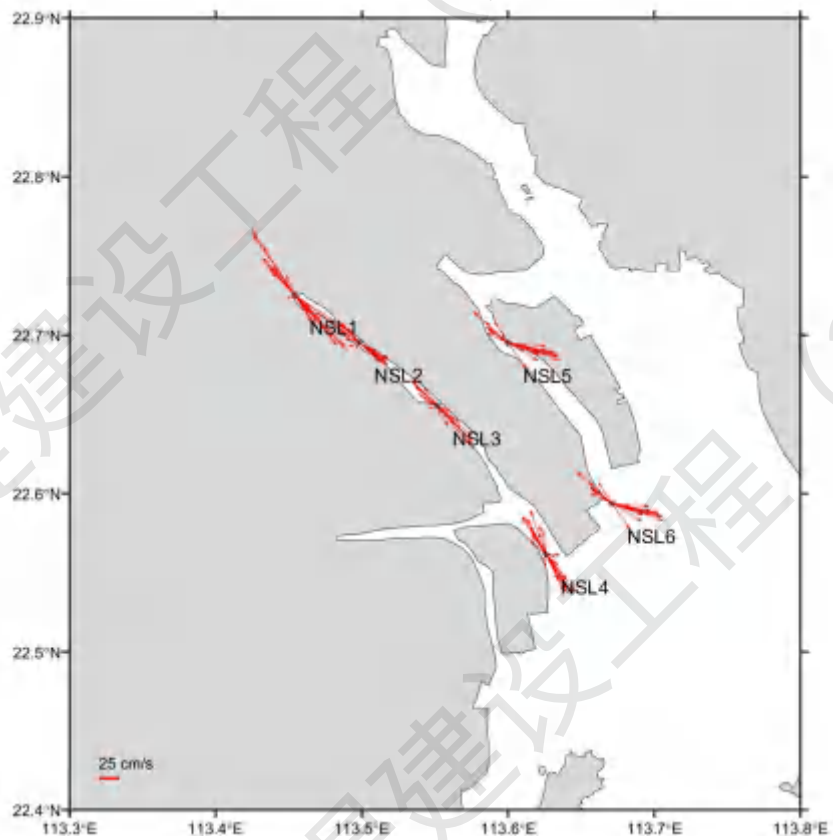


图 4.2.1-10b 0.2H 层海流平面分布矢量图

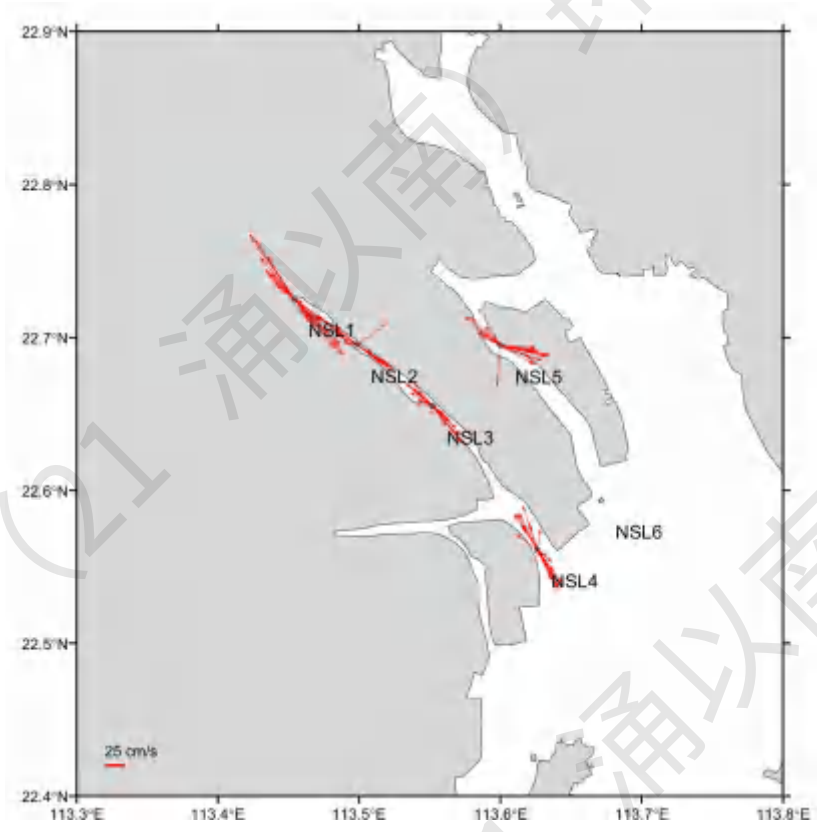


图 4.2.1-10c 0.6H 层海流平面分布矢量图

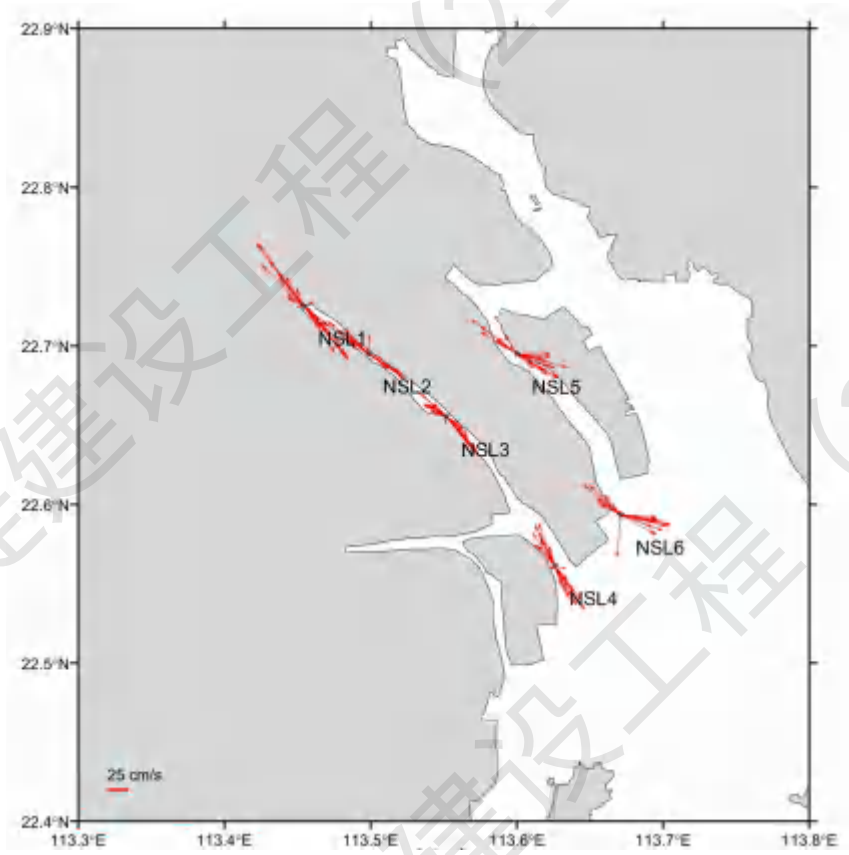


图 4.2.1-10d 0.8H 层海流平面分布矢量图

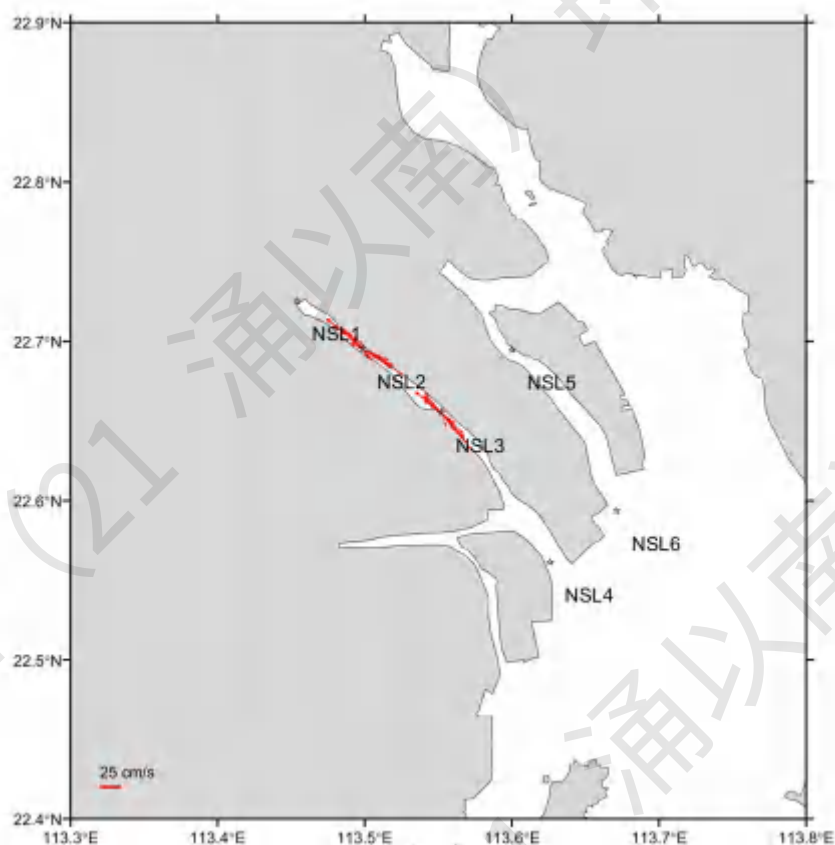


图 4.2.1-10e 底层海流平面分布矢量图

表 4.2.1-13 大潮期涨、落潮流对比统计表

		2025年1月							
日期	星期	1	2	3	4	5	6	7	8
1	一								
2	二								
3	三								
4	四								
5	五								
6	六								
7	日								
8	一								
9	二								
10	三								
11	四								
12	五								
13	六								
14	日								
15	一								
16	二								
17	三								
18	四								
19	五								
20	六								
21	日								
22	一								
23	二								
24	三								
25	四								
26	五								
27	六								
28	日								
29	一								
30	二								
31	三								

2) 潮流性质

各站各层潮流性质系数 F 值见表 4.2.1-14。根据潮流调和分析结果，各观测点各层次主要表现出不正规全日潮流特征。由此可见，调查海区潮流类型主要表现为不正规全日潮流。

表 4.2.1-14 潮流性质系数表

3) 理论最大可能潮流和水质点可能最大运移距离

根据《港口与航道水文规范》（JTS 145-2015）规定，可利用分潮流椭圆要素计算全潮观测期间各站层的潮流可能最大流速。

根据各站层的潮流性质，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，计算结果列入表 4.2.1-15 中，由表可见，工程海域潮流可能最大流速为 129.5cm/s，出现在 NSL2 站 0.6H 层，各站层可能最大流速介于 10.5cm/s-129.5cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 5709.84m，出现在 NSL1 站 0.8H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 501.37m~6248.66m 之间。

表 4.2.1-15 各站层潮流可能最大流速

(3) 余流

余流通常指实测海流资料中除去周期性流动（天文潮）之后，剩余的部分流动。其中包括潮汐余流、风海流和密度流等非周期性流动。大潮期水文观测各站各层余流对比见表 4.2.1-16，大潮期余流的分布图见图 4.2.1-11。

由图表可知，调查海区观测期间余流流速主要介于 3.6cm/s~21.0cm/s。最大余流为潮流 NSL5 站（0.2H 层，21.0cm/s，96°），最小余流为潮流 NSL2 站（底层，3.6cm/s，79°）。各个站位的主要余流方向为东南向。

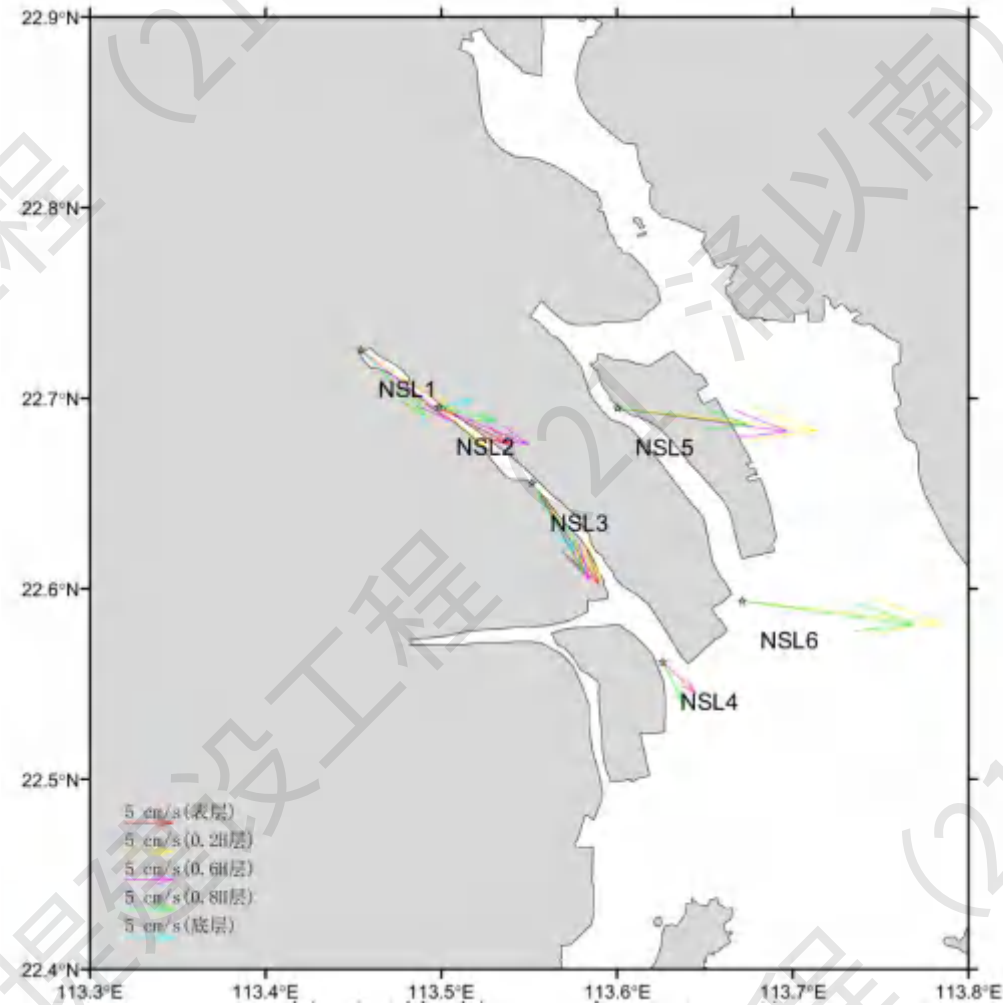


图 4.2.1-11 观测期各站余流图

表 4.2.1-16 观测期各站各层余流对比表

站名	层数	盐度	
		表层	0.8H
NSL1	1	33.01	33.01
	2	33.01	33.01
	3	33.01	33.01
	4	33.01	33.01
NSL2	1	33.01	33.01
	2	33.01	33.01
	3	33.01	33.01
	4	33.01	33.01
	5	33.01	33.01
NSL3	1	33.01	33.01
	2	33.01	33.01
	3	33.01	33.01
	4	33.01	33.01
NSL4	1	33.01	33.01
	2	33.01	33.01
	3	33.01	33.01
	4	33.01	33.01

（4）温度、盐度

温度结果：调查期间调查海区测得的水温最大值为 21.37℃，出现在 NSL2 站表层；测得水温的最小值为 19.64℃，出现在 NSL4 站 0.8H 层；冬季海风偏大，海水整体水层混合均匀，所以各站各层的温度均匀分布，各层的温盐接近一致。此次观测的温度主要受昼夜和季节的影响。

盐度结果：调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.01，出现在 NSL4 的 0.8H 层；测得盐度的最小值为 0.26，出现在 NSL3 站表层。统计结果表明，各站各层的盐度在混合一致。NSL1 站在河道的交叉口处，涨潮时，海水通过下横沥水道进入 NSL1，也导致了 NSL1 在涨潮时盐度较高，之后与洪奇沥水道的淡水混合后，盐度又降下来（继续往 NSL2 站等下游站点流去）。各站的盐度混合均匀。

（5）悬沙泥沙

悬浮泥沙浓度是一种随机性很强的变量，在时间与空间上变化很大。其变化与分布特征主要受泥沙来源、潮流、波浪、底质等诸多因素控制。通常近海泥沙来源主要有：河流入海泥沙、海岸海滩和岛屿侵蚀泥沙以及海洋生物残骸形成的泥沙。

1) 悬浮泥沙浓度

本次水文观测期间, 各站悬沙浓度范围如表 4.2.1-17 所示。

观测期间调查海区悬沙浓度范围为 $0.005\text{kg/m}^3 \sim 0.042\text{kg/m}^3$ ，NSL6 站底层的悬沙浓度最大 (0.029kg/m^3)，NSL1 站表层的悬沙浓度最小 (0.010kg/m^3)；在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。空间上，河海交界处的悬沙浓度更高，越接近洪奇沥水道上游的站点悬沙浓度越低。

表 4.2.1-17 各站悬沙浓度范围

[illegible]

2) 输沙量

影响悬沙运动的因素众多，有波浪、潮流、风等动力条件，此外悬沙运动与水质点的运动也不一致，为便于问题简化，在此仅讨论悬沙质量浓度与流速之间的关系。表 4.2.1-18 列出了根据现场观测流速、水深、含沙量参数计算出的大潮单宽输沙量统计结果，图 4.2.1-12 为各站净输沙示意图。

涨潮期最大单宽输沙量为 2.20t/m，方向 339°，出现在 NSL4 站；落潮期最大单宽输沙量为 4.04t/m，方向 106°，出现在 NSL5 站；最大单宽净输沙量为 2.57t/m，方向 93°，出现在 NSL5 站。NSL2、NSL5 和 NSL6 站的净输沙方向主要为东方向，其余站位的净输沙方向主要以东南方向为主。

表 4.2.1-18 各站大潮单宽输沙量统计表

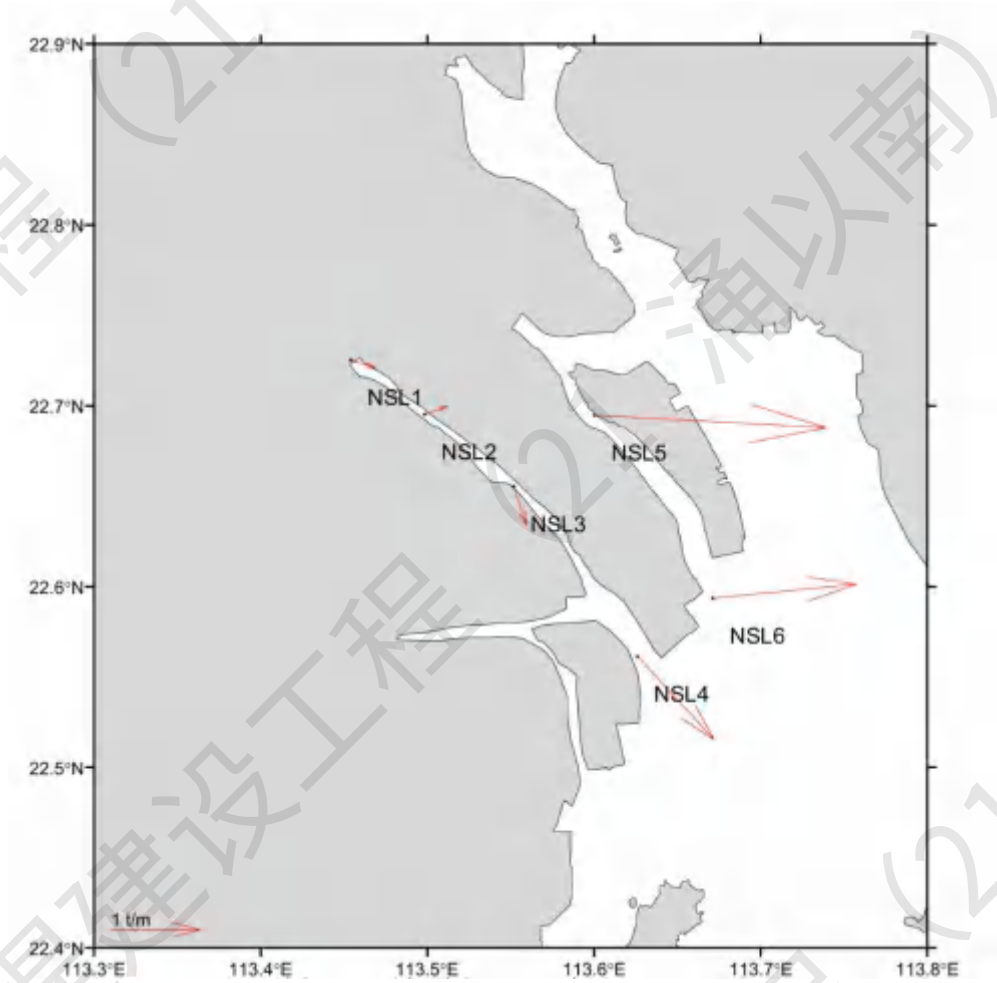


图 4.2.1-12 净输沙示意图

(6) 悬沙粒度分析

1) 悬沙类型、粒级组成及含量

按《海洋调查规范（GB/T12763.8—2007）》粒级间隔为 1φ，粒级组成为 1φ~11φ。悬沙样的分析统计结果及粒级组成见表 4.2.1-19。

由表可知调查水域各站悬沙从组成成分类别来看，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。

各站大潮期间砂含量为 0.00~1.84%之间，平均值为 0.43%，粉砂含量在 45.45~69.24%之间，平均值为 61.00%，粘土含量在 54.55~29.75%之间，平均值为 38.57%；悬沙样品类型为粘土质粉砂（22/24），以及粉砂质粘土（2/24）共 2 种样品。

表 4.2.1-19a 悬沙粒度参数以及砂、粉砂、粘土含量（N=24）

表 4.2.1-19b 悬沙粒级组成和各粒级含量（N=24）

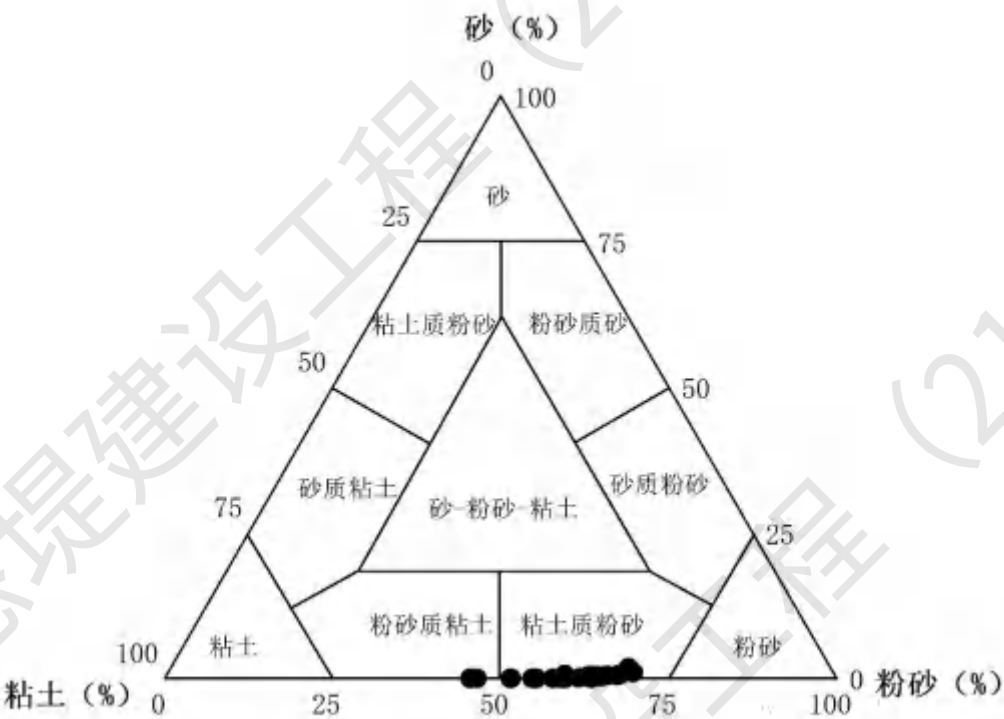


图 4.2.1-13 悬沙所有样品谢帕德三角图分布（N=24）

2) 中值粒径（Md, μm）

中值粒径 (Md , μm) 是在绘制颗粒粒径分布概率累积曲线图中读取含量 50% 的对应粒径值, 各站大潮各个时刻 (落憩、涨急、涨憩、落急) 中值粒径情况详见表 4.2.1-20。由表可知, 航次测区悬沙中值粒径变化范围在 $7.06\mu m \sim 8.09\mu m$ 之间, 平均值为 $7.51\mu m$ 。NSL4 测站涨憩最粗 ($8.09\mu m$), NSL1 测站落急最细 ($7.06\mu m$)。

表 4.2.1-20 悬沙中值粒径 (Md , μm) 统计

由于测区地形、来沙、水流、波浪等因素的复合作用, 泥沙颗粒起、落情况复杂, 本次调查中悬沙粒径变化与潮流急、憩的相关性不明显。本航次落憩、涨急、涨憩、落急时中值粒径的平均值分别为 $7.63\mu m$ 、 $7.55\mu m$ 、 $7.46\mu m$ 、 $7.37\mu m$ 。

平均粒径 (Mz , ϕ)

采用福克—沃德公式计算出悬沙平均粒径。

测量期间测区平均粒径在 $6.51\phi \sim 7.85\phi$ 之间, 平均值为 7.07ϕ 。平均粒径的空间分布为: NSL4 站的涨憩最大, 为 7.85ϕ ; NSL1 站的落急最小, 为 6.51ϕ 。

分选系数 (σ_i , ϕ)

测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 $0.003\phi \sim 0.012\phi$, 平均值为 0.007ϕ 。

偏态 (S_{ki})

测区悬沙偏态系数变化范围为 $0.42 \sim 0.63$, 平均值为 0.54 。

峰态 (K_g)

测区悬沙峰态系数的变化范围为 $1.15 \sim 1.46$, 平均值为 1.25 。

(7) 小结

1) 本次水文观测期间, 风向以东南风为主, 风速在 $3.4m/s \sim 8.5m/s$ 。在河道处的站点主要为西北风, NSL6 站主要为北风。NSL4 和 NSL6 站位海况均为 2 级, 其余站位海况均为 1 级。

2) 调查海区的潮汐性质系数 F 值分别为 1.26 和 1.36 , 说明观测期间调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。两个站位的分潮中 M_2 分潮振幅皆最大, 其中 NSC1 的 M_2 分潮振幅为约为 $60.65cm$, 迟角为 333° ; NSC2 的 M_2 分潮振幅约为 $55.45cm$, 迟角为 327° 。

观测期间调查海区最高潮位为 3.39m，最低潮位为 0.00m，最大涨潮潮差为 1.81m，最大落潮潮差为 2.63m。距离调查海区最近的南沙（水牛头）的潮汐性质系数 F 值为 1.29，佐证调查海区的潮汐类型为不正规半日潮。

3) 观测期间最大涨潮流速为 101.9cm/s，最大落潮流速为 97.6cm/s，分别出现在 NSL1 站 0.8H 层和 NSL1 站 0.6H 层。最大涨潮和落潮平均流速分别为 45.0cm/s 和 59.8cm/s，分别出现在 NSL1 站 0.8H 层和 NSL1 站 0.6H 层。在垂向结构上，各站点流速从上向下比较稳定，表现为流速大小从表层到底层依次减小；在水平上，海流的方向主要形成了与海水通道平行的往复流，NSL1 站流速最大（处于河道的最上游），NSL2 站流速次之。

4) 本次观测所有站位各层次潮流中，其中 K1 分潮和 O1 分潮占分潮优，M2 分潮和 S2 分潮次之；绝大部分的椭圆旋转率 k 绝对值小于 0.5，主要表现为往复流的特征。最大 K1 分潮流出现在 NSL2 站 0.6H 层，流速为 121.9cm/s。根据各站层潮流性质，计算了各层潮流可能最大流速及水质点可能最大运移距离，工程海域潮流可能最大流速为 129.5cm/s，出现在 NSL2 站 0.6H 层，各站层可能最大流速介于 10.5cm/s-129.5cm/s 之间，各站潮流的可能最大流速方向以西北为主；水质点可能最大运移距离为 5709.84m，出现在 NSL1 站 0.8H 层，各站层水质点可能最大运移距离介于 501.37m~6248.66m 之间。

5) 调查海区观测期间余流流速主要介于 3.6cm/s~21.0cm/s。最大余流为潮流 NSL5 站（0.2H 层，21.0cm/s， 96° ），最小余流为潮流 NSL2 站（底层，3.6cm/s， 79° ）。各站位的主要余流方向为东南向。

6) 调查期间调查海区测得的水温最大值为 21.37°C ，出现在 NSL2 站表层；测得水温的最小值为 19.64°C ，出现在 NSL4 站 0.8H 层；冬季海风偏大，海水整体水层混合均匀，所以各站各层的温度均匀分布，各层的温盐接近一致。

7) 调查期间调查海区测得的盐度最大值为 33.01，出现在 NSL4 的 0.8H 层；测得盐度的最小值为 0.26，出现在 NSL3 站表层。统计结果表明，各站各层的盐度在混合一致。NSL1 站在河道的交叉口处，涨潮时，海水通过下横沥水道进入 NSL1，导致了 NSL1 在涨潮时盐度较高，之后与洪奇沥水道的淡水混合后，盐度又降下来（继续往 NSL2 站等下游站点流去）。

8) 观测期间调查海区悬沙浓度范围为 $0.005\text{kg/m}^3\sim 0.042\text{kg/m}^3$ ，NSL6 站底层的悬沙浓度最大（ 0.029kg/m^3 ），NSL1 站表层的悬沙浓度最小（ 0.010kg/m^3 ）；在垂向上，各站表层和底层悬沙浓度较为接近。空间上，河海交界处的悬沙浓度更高，越接近洪奇

沥水道上游的站点悬沙浓度越低。涨潮期最大单宽输沙量为 2.20t/m，方向 339°，出现在 NSL4 站；落潮期最大单宽输沙量为 4.04t/m，方向 106°，出现在 NSL5 站；最大单宽净输沙量为 2.57t/m，方向 93°，出现在 NSL5 站。NSL2、NSL5 和 NSL6 站的净输沙方向主要为东方向，其余站位的净输沙方向主要以东南方向为主。

9) 测区悬沙类型，粉砂是悬沙主体，其次是粘土，最后是砂。各站大潮期间砂含量为 0.00~1.84%之间，平均值为 0.43%，粉砂含量在 45.45~69.24%之间，平均值为 61.00%，粘土含量在 54.55~29.75%之间，平均值为 38.57%；悬沙样品类型为粘土质粉砂（22/24），以及粉砂质粘土（2/24）共 2 种样品。航次测区悬沙中值粒径变化范围在 7.06μm~8.09μm 之间，平均值为 7.51μm。NSL4 测站涨憩最粗（8.09μm），NSL1 测站落急最细（7.06μm）。本航次落憩、涨急、涨憩、落急时中值粒径的平均值分别为 7.63μm、7.55μm、7.46μm、7.37μm。测量期间测区平均粒径在 6.51φ~7.85φ之间，平均值为 7.07φ。平均粒径的空间分布为：NSL4 站的涨憩最大，为 7.85φ；NSL1 站的落急最小，为 6.51φ。测区测量期间悬沙分选系数变化范围为 0.003φ~0.012φ，平均值为 0.007φ。测区悬沙偏态系数变化范围为 0.42~0.63，平均值为 0.54。测区悬沙峰态系数的变化范围为 1.15~1.46，平均值为 1.25。

4.2.2 海洋水质环境质量现状调查与评价

4.2.2.1 春季

(1) 调查方案

1) 调查站位

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 4 月在项目所在海域开展海洋环境现状调查，布设水质调查站位共 23 个；沉积物调查站位 14 个；海洋生态及生物资源（包括生物体质量）调查站位 15 个，另外布设 4 个潮间带生物调查断面。调查站位详见表 4.2.2-1 和图 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 海洋环境现状调查站位表（春季）

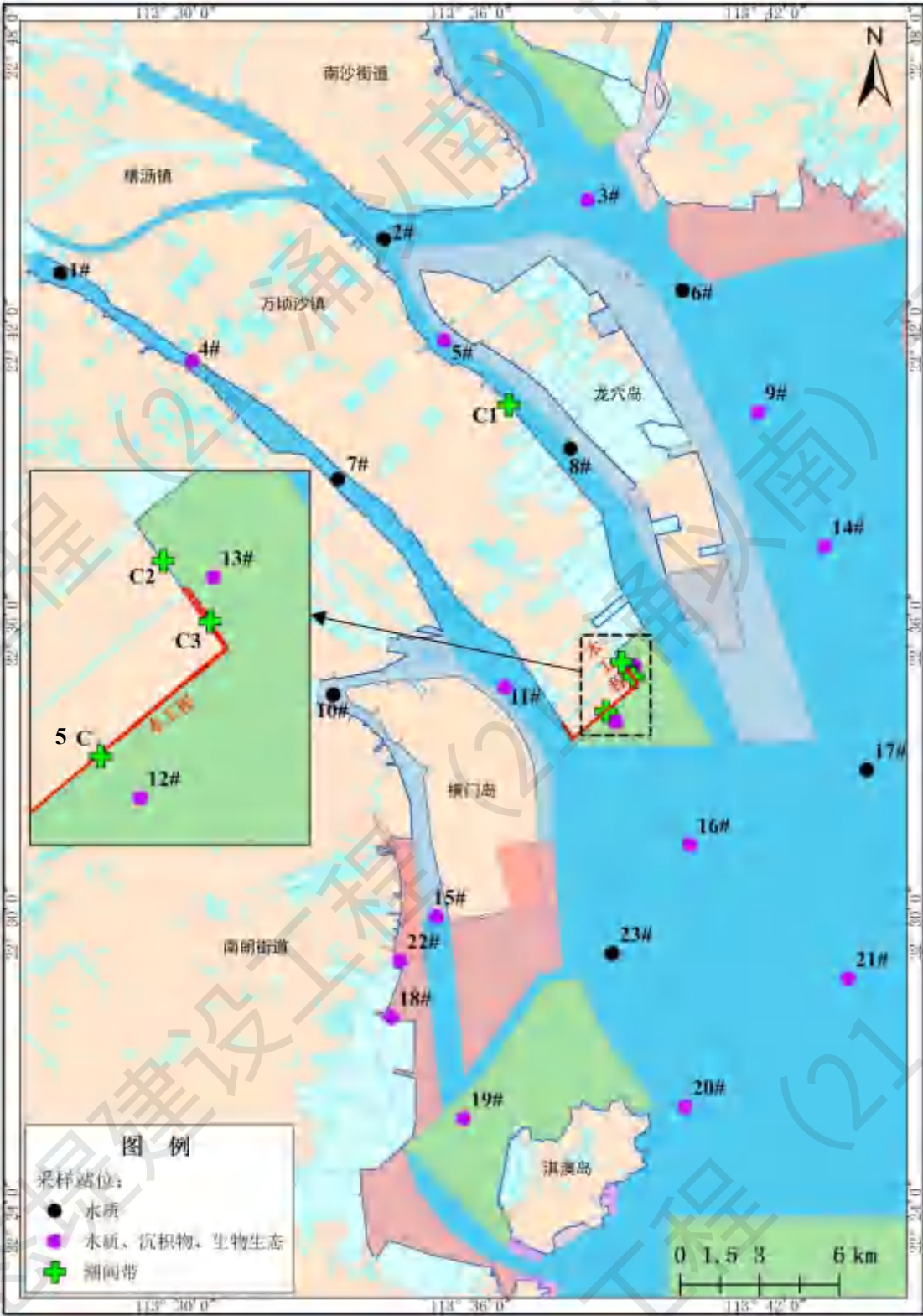


图 4.2.2-1 海洋环境现状调查站位图（春季）

（2）调查项目

水质调查项目包括：水温、盐度、pH、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、氨氮、亚硝酸盐盐、硝酸盐盐、无机氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、石油类。

（3）采样方法

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度、水色等现场观测，样品的采集、贮存、运输、分析全过程严格按照《海洋监测规范》（GB 17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 12763.3-2020）、《海洋监测技术规程》（HY/T 147-2013）、《海洋渔业资源调查规范》（SC/T 9403-2012）等有关要求进行。

根据现场水深决定采样层次，水深<10m 时，只采集表层水样；水深 10m≤水深<25m 时，采集表层和底层水样；当水深为 25m≤水深<50m 时，采表层、中层和底层水样；石油类样品只采集表层水样。其中表层为距表面 0.1m~1m，中层为 10m，底层为离底 2m。采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

（4）分析方法

样品的分析按照《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）进行，各项目的分析方法见表4.2.2-2。

表 4.2.2-2 样品采集、分析方法一览表

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
1	pH	现场测定	GB17378.4/26-2007 pH 计法	/
2	盐度	现场测定	GB17378.4/29.2-2007 (盐度计法)	/
3	水温	现场测定	GB17378.4/29.2-2007 (温盐深仪) CTD	/
4	悬浮物	0.45μm, φ60mm 微孔滤膜现场 过滤	GB17378.4/27-2007 重量法	2.0mg/L
5	溶解氧 (DO)	加 1mL MnCl ₂ 和 1mL KI-NaOH 溶液固定，现场测定	GB17378.4/31-2007 碘量法	/
6	化学需氧量 (COD _{Mn})	现场测定	GB17378.4/32-2007 碱性高锰酸钾法	/
7	氨氮	现场用 0.45μm, φ60mm 微孔滤 膜过滤、现场测定或过滤后 -20℃冷冻保存	GB17378.4/36.2-2007 次溴酸盐氧化法	0.0004mg/L
8	硝酸盐		GB17378.4/38.2-2007 锌-镉还原法	0.0007mg/L

序号	监测项目	样品采集、预处理及保存方法	测定方法	检出限
9	亚硝酸盐	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2, 正己烷萃取	GB17378.4/37-2007 奈乙二胺分光光度法	0.0003mg/L
10	活性磷酸盐		GB17378.4/39.1-2007 磷钼蓝分光光度法	0.001mg/L
11	石油类		GB17378.4/13.2-2007 紫外分光光度法	0.004mg/L
12	铜 (Cu)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 HNO ₃ 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/6.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
13	铅 (Pb)		GB17378.4/7.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
14	镉 (Cd)		GB17378.4/8.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
15	锌 (Zn)		GB17378.4/9.1-2007 火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
16	砷 (As)	用 0.45μm, φ60mm 微孔滤膜过滤加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/11.1-2007 原子荧光法	0.5μg/L
17	汞 (Hg)	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2	GB17378.4/5.2-2007 冷原子吸收分光光度法	0.001μg/L
18	总铬 (Cr)	加 H ₂ SO ₄ 至 pH<2 低温冷藏	GB17378.4/10.1-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.4μg/L

(5) 调查结果

调查结果见表 4.2.2-3。

水温：调查海域水温变化范围为 22.37℃~23.41℃，平均为 22.60℃。

盐度：调查海域盐度变化范围为 0.1084~0.5898，平均为 0.1594。

pH：调查海域 pH 值变化为 7.19~7.66，平均为 7.46。调查海域的 pH 值在正常海水变化范围内。

悬浮物：调查海域悬浮物变化为 33.2mg/L~178.5mg/L，平均为 83.7mg/L。

石油类：调查海域石油类含量变化为 0.025mg/L~0.062mg/L，平均为 0.042mg/L。

化学需氧量 (COD_{Mn})：调查海域 COD_{Mn} 变化为 1.71mg/L~2.59mg/L，平均为 2.08mg/L。

溶解氧 (DO)：调查海域溶解氧含量变化为 5.88mg/L~7.19mg/L，平均为 6.38mg/L。

营养盐：调查海域无机氮变化为 1.1225mg/L~1.9865mg/L，平均为

1.4823mg/L；活性磷酸盐含量变化为 0.013mg/L~0.027mg/L，平均为 0.020mg/L。

重金属：调查海域汞含量变化为<0.001 μ g/L~0.019 μ g/L，平均为 0.002 μ g/L；铜含量变化为 1.9 μ g/L~10.3 μ g/L，平均为 2.7 μ g/L；铅含量变化为<0.03 μ g/L~1.24 μ g/L，平均为 0.22 μ g/L；锌含量变化为 13.9 μ g/L~20.4 μ g/L，平均为 17.4 μ g/L；镉含量变化为<0.01 μ g/L~0.05 μ g/L，平均为 0.01 μ g/L；总铬含量<0.4 μ g/L。

砷：砷含量变化为 0.9 μ g/L~1.5 μ g/L，平均为 1.2 μ g/L。

表 4.2.2-3 海水水质现状调查结果 (春季)

[illegible]

（5）评价方法与评价标准

1) 评价方法

采用标准指数法。

一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）的指数计算公式：

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

式中：

$S_{i,j}$ ——评价因子 i 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$ ——评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

C_{Si} ——评价因子 i 的水质评价标准限值，mg/L。

溶解氧（DO）的标准指数计算公式为：

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

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

式中：

$S_{DO,j}$ ——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

DO_j ——溶解氧在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

DO_s ——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

DO_f ——饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流， $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ；对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

S ——实用盐度符号，量纲为 1；

T ——水温，℃。

pH 值的指数计算公式为：

$$S_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}}, pH \leq 7.0; \quad S_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0}, pH > 7.0$$

式中：pH 为实际测值； pH_{su} 为评价标准值 pH 值上限； pH_{sd} 为评价标准值 pH 值下限。

水质参数的标准指数 > 1 ，则表明该水质参数已超过了规定的水质标准限值，已不能满足水质功能要求。水质参数的标准指数越大，则水质超标越严重。

2) 评价标准

水质现状评价标准为《海水水质标准》（GB 3097-1997）。

对照《印发〈广东省近岸海域环境功能区划〉的通知》（粤府办〔1999〕68 号）和《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》，本次调查各站位所处的功能区见表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4a 《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》对应评价标准

序号	功能区划	站位	执行标准		
			海水水质	沉积物	生物体质量
1	万顷沙海洋保护区	12、13	二类	一类	一类
2	伶仃洋保留区	1~9、11、14~17、20、21、23	维持现状	维持现状	维持现状
3	横门岛港口航运区	10	四	三	三
4	南荫工业与城镇用海区	18、22	三	二	二
5	淇澳岛海洋保护区	19	二类	一类	一类

表 4.2.2-4b 近岸海域环境功能区划对应评价标准

序号	功能区	站位
1	三类	1、4、7、2、3、5、6、8、11、12、13
2	二类	15、18、22
3	未定功能	9、10、14、16、17、19、20、21、23

本项目评价标准确定原则为：近岸海域环境功能区划覆盖水域测站的水质标准按近岸海域环境功能区划的执行，未覆盖海域的测站参照海洋功能区划（2015-2020 年）执行；对于海洋功能区划中维持现状，按现状水质情况（除 pH、无机氮指标）进行评价。评价采用的标准如表 4.2.2-5。

表 4.2.2-5 执行的评价标准

序号	功能区	站位
1	四类	/
2	三类	1、2、3、4、5、6、7、8、11、12、13、20
3	二类	9~10、14~19、21~23
4	一类	/

根据《海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范》（HJ1300—2023），参照“对各单指标质量等级的网格进行叠加比较，依据所有指标中质量最差的等级，确定该网格的综合质量等级”，依据各因子与评价标准的对比，确定未定功能站位当前的水质等级。

（6）海洋水质现状评价

对于近岸海域环境功能区划未覆盖，海洋功能区划中维持现状，春季海水水质执行标准一览表见表 4.2.2-6，调查结果标准指数见表 4.2.2-7。

本次调查结果，除无机氮和石油类，其他调查因子均符合相应的评价标准。

无机氮在所有的站位均出现超标，在二类功能区和三类功能超标率均为 100%；石油类在 18#、19#超过二类标准，但符合三类标准，超标率 18.2%。

无机氮超标，与项目所在海域受纳广州、中山、深圳大量的生活污水、工业污水和农业污水有关。

表 4.2.2-6 对于近岸海域环境功能区划未覆盖，海洋功能区划中维持现状，春季海水水质执行标准一览表

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

*注：在不考虑无机氮、pH 的前提下。

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

[illegible]

表 4.2.2-7 春季海水水质现状评价结果

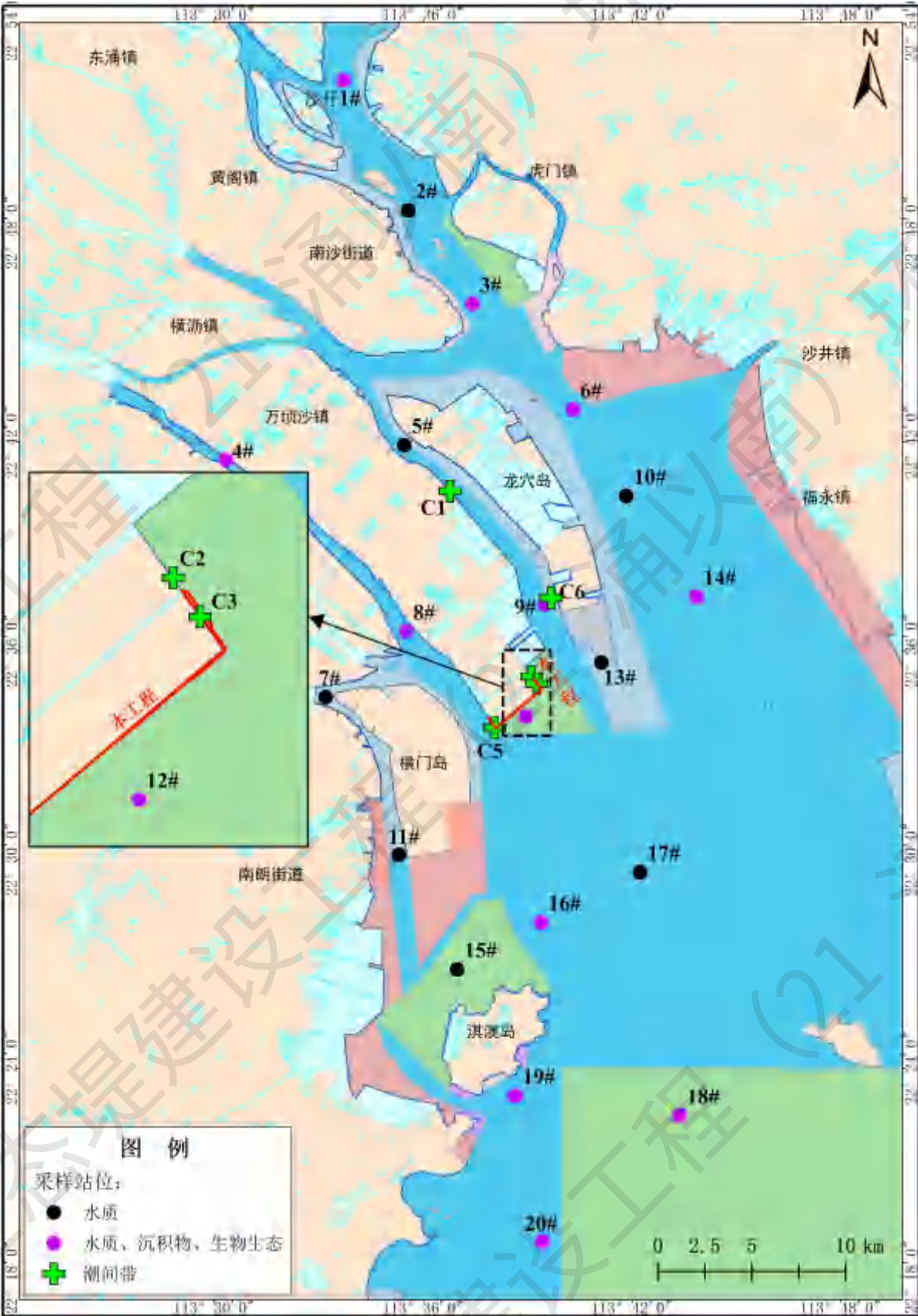
4.2.2.2 秋季

(1) 调查方案

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 10 月在项目所在海域开展海洋环境现状调查，布设水质调查站位共 20 个，沉积物调查站位 12 个，海洋生态及生物资源（包括生物体质量）调查站位 12 个，另外布设 5 个潮间带生物调查断面。调查站位详见表 4.2.2-8 和图 4.2.2-2。

表 4.2.2-8 海洋环境现状调查站位表 (秋季)

姓名	性别	出生日期	身份证号	学历	专业
张三	男	1990-01-01	110101199001010001	本科	计算机科学与技术
李四	女	1992-03-05	110102199203050002	本科	软件工程
王五	男	1988-07-12	110103198807120003	本科	网络工程
赵六	女	1995-09-20	110104199509200004	本科	信息安全
孙七	男	1991-11-08	110105199111080005	本科	数据科学
周八	女	1993-05-15	110106199305150006	本科	人工智能
吴九	男	1989-12-22	110107198912220007	本科	云计算
郑十	女	1994-02-28	110108199402280008	本科	物联网
冯十一	男	1990-06-10	110109199006100009	本科	大数据
陈十二	女	1992-08-18	110110199208180010	本科	区块链
林十三	男	1987-10-25	110111198710250011	本科	虚拟现实
黄十四	女	1996-04-03	110112199604030012	本科	增强现实
徐十五	男	1991-09-17	110113199109170013	本科	混合现实
马十六	女	1993-12-01	110114199312010014	本科	元宇宙
朱十七	男	1988-03-14	110115198803140015	本科	数字孪生
李十八	女	1994-07-27	110116199407270016	本科	智能交互
王十九	男	1990-11-10	110117199011100017	本科	人机交互
张二十	女	1992-05-23	110118199205230018	本科	用户体验
刘二十一	男	1989-09-06	110119198909060019	本科	交互设计
陈二十二	女	1995-01-19	110120199501190020	本科	服务设计
周二十三	男	1991-05-02	110121199105020021	本科	设计思维
吴二十四	女	1993-09-15	110122199309150022	本科	设计心理学
郑二十五	男	1988-12-28	110123198812280023	本科	设计伦理学
冯二十六	女	1994-06-11	110124199406110024	本科	设计社会学
马二十七	男	1990-10-24	110125199010240025	本科	设计人类学
朱二十八	女	1992-02-07	110126199202070026	本科	设计文化学
李二十九	男	1989-06-20	110127198906200027	本科	设计哲学
王三十	女	1995-10-03	110128199510030028	本科	设计史论
张三十一	男	1991-04-16	110129199104160029	本科	设计批评
刘三十二	女	1993-08-29	110130199308290030	本科	设计理论
陈三十三	男	1988-12-12	110131198812120031	本科	设计实践
周三十四	女	1994-03-25	110132199403250032	本科	设计应用
吴三十五	男	1990-07-08	110133199007080033	本科	设计创新
郑三十六	女	1992-11-21	110134199211210034	本科	设计未来
冯三十七	男	1989-05-04	110135198905040035	本科	设计趋势
马三十八	女	1995-09-17	110136199509170036	本科	设计挑战
朱三十九	男	1991-01-30	110137199101300037	本科	设计机遇
李四十	女	1993-05-13	110138199305130038	本科	设计希望
王四十一	男	1988-09-26	110139198809260039	本科	设计梦想
张四十二	女	1994-12-09	110140199412090040	本科	设计使命
刘四十三	男	1990-03-22	110141199003220041	本科	设计责任
陈四十四	女	1992-07-05	110142199207050042	本科	设计理想
周四十五	男	1989-11-18	110143198911180043	本科	设计信念
吴四十六	女	1995-04-01	110144199504010044	本科	设计勇气
郑四十七	男	1991-08-14	110145199108140045	本科	设计力量
冯四十八	女	1993-12-27	110146199312270046	本科	设计智慧
马四十九	男	1988-06-10	110147198806100047	本科	设计灵感
朱五十	女	1994-10-23	110148199410230048	本科	设计激情
李五十一	男	1990-02-06	110149199002060049	本科	设计热情
王五十二	女	1992-06-19	110150199206190050	本科	设计活力
张五十三	男	1989-10-02	110151198910020051	本科	设计动力
刘五十四	女	1995-02-15	110152199502150052	本科	设计毅力
陈五十五	男	1991-06-28	110153199106280053	本科	设计恒心
周五十六	女	1993-10-11	110154199310110054	本科	设计决心
吴五十七	男	1988-04-24	110155198804240055	本科	设计意志
郑五十八	女	1994-08-07	110156199408070056	本科	设计信念
冯五十九	男	1990-12-20	110157199012200057	本科	设计理想
马六十	女	1992-04-03	110158199204030058	本科	设计使命
朱六十一	男	1989-08-16	110159198908160059	本科	设计责任
李六十二	女	1995-12-29	110160199512290060	本科	设计理想
王六十三	男	1991-05-12	110161199105120061	本科	设计使命
张六十四	女	1993-09-25	110162199309250062	本科	设计责任
刘六十五	男	1988-01-08	110163198801080063	本科	设计理想
陈六十六	女	1994-05-21	110164199405210064	本科	设计使命
周四十七	男	1990-09-04	110165199009040065	本科	设计责任
吴四十八	女	1992-01-17	110166199201170066	本科	设计理想
郑四十九	男	1989-05-30	110167198905300067	本科	设计使命
冯五十	女	1995-09-12	110168199509120068	本科	设计责任
马五十一	男	1991-03-25	110169199103250069	本科	设计理想
朱五十二	女	1993-07-08	110170199307080070	本科	设计使命
李五十三	男	1988-11-21	110171198811210071	本科	设计责任
王五十四	女	1994-03-04	110172199403040072	本科	设计理想
张五十五	男	1990-07-17	110173199007170073	本科	设计使命
刘五十六	女	1992-11-30	110174199211300074	本科	设计责任
陈五十七	男	1989-04-13	110175198904130075	本科	设计理想
周五十八	女	1995-08-26	110176199508260076	本科	设计使命
吴五十九	男	1991-12-09	110177199112090077	本科	设计责任
郑六十	女	1993-04-22	110178199304220078	本科	设计理想
冯六十一	男	1988-08-05	110179198808050079	本科	设计使命
马六十二	女	1994-12-18	110180199412180080	本科	设计责任
朱六十三	男	1990-06-01	110181199006010081	本科	设计理想
李六十四	女	1992-10-14	110182199210140082	本科	设计使命
王六十五	男	1989-02-27	110183198902270083	本科	设计责任
张六十六	女	1995-06-10	110184199506100084	本科	设计理想
刘六十七	男	1991-10-23	110185199110230085	本科	设计使命
陈六十八	女	1993-02-06	110186199302060086	本科	设计责任
周四十九	男	1988-06-19	110187198806190087	本科	设计理想
吴七十	女	1994-10-02	110188199410020088	本科	设计使命
郑七十一	男	1990-04-15	110189199004150089	本科	设计责任
冯七十二	女	1992-08-28	110190199208280090	本科	设计理想
马七十三	男	1989-12-11	110191198912110091	本科	设计使命
朱七十四	女	1995-04-24	110192199504240092	本科	设计责任
李七十五	男	1991-08-07	110193199108070093	本科	设计理想
王七十六	女	1993-12-20	110194199312200094	本科	设计使命
张七十七	男	1988-05-03	110195198805030095	本科	设计责任
刘七十八	女	1994-09-16	110196199409160096	本科	设计理想
陈七十九	男	1990-01-29	110197199001290097	本科	设计使命
周五十	女	1992-05-12	110198199205120098	本科	设计责任
吴七十一	男	1989-09-25	110199198909250099	本科	设计理想
郑七十二	女	1995-01-08	110200199501080100	本科	设计使命
冯七十三	男	1991-05-21	110201199105210101	本科	设计责任
马七十四	女	1993-09-04	110202199309040102	本科	设计理想
朱七十五	男	1988-03-17	110203198803170103	本科	设计使命
李七十六	女	1994-07-30	110204199407300104	本科	设计责任
王七十七	男	1990-11-13	110205199011130105	本科	设计理想
张七十八	女	1992-03-26	110206199203260106	本科	设计使命
刘七十九	男	1989-07-09	110207198907090107	本科	设计责任
陈八十	女	1995-11-22	110208199511220108	本科	设计理想
周四十一	男	1991-03-05	110209199103050109	本科	设计使命
吴八十一	女	1993-07-18	110210199307180110	本科	设计责任
郑八十二	男	1988-11-01	110211198811010111	本科	设计理想
冯八十三	女	1994-03-14	110212199403140112	本科	设计使命
马八十四	男	1990-07-27	110213199007270113	本科	设计责任
朱八十五	女	1992-11-10	110214199211100114	本科	设计理想
李八十六	男	1989-05-23	110215198905230115	本科	设计使命
王八十七	女	1995-09-06	110216199509060116	本科	设计责任
张八十八	男	1991-01-19	110217199101190117	本科	设计理想
刘八十九	女	1993-05-02	110218199305020118	本科	设计使命
陈九十	男	1988-09-15	110219198809150119	本科	设计责任
周五十一	女	1994-12-28	110220199412280120	本科	设计理想
吴九十一	男	1990-06-11	110221199006110121	本科	设计使命
郑九十二	女	1992-10-24	110222199210240122	本科	设计责任
冯九十三	男	1989-04-07	110223198904070123	本科	设计理想
马九十四	女	1995-08-20	110224199508200124	本科	设计使命
朱九十五	男	1991-12-03	110225199112030125	本科	设计责任
李九十六	女	1993-04-16	110226199304160126	本科	设计理想
王九十七	男	1988-08-29	110227198808290127	本科	设计使命
张九十八	女	1994-12-12	110228199412120128	本科	设计责任
刘九十九	男	1990-05-25	110229199005250129	本科	设计理想
陈一百	女	1992-09-08	110230199209080130	本科	设计使命



（2）调查结果

调查结果见表 4.2.2-9。

水温：调查海域水温变化范围为 26.91℃~28.49℃，平均为 28.06℃。

盐度：调查海域盐度变化范围为 0.1606~18.8488，平均为 8.3981。

pH：调查海域 pH 值变化为 7.58~7.97，平均为 7.80。调查海域的 pH 值在正常海水变化范围内。

悬浮物：调查海域悬浮物变化为 6.7mg/L~29.1mg/L，平均为 15.9mg/L。

石油类：调查海域石油类含量变化为 0.006mg/L~0.043mg/L，平均为 0.018mg/L。

化学需氧量（COD_{Mn}）：调查海域 COD_{Mn} 变化为 1.10mg/L~1.95mg/L，平均为 1.52mg/L。

溶解氧（DO）：调查海域溶解氧含量变化为 6.09mg/L~8.92mg/L，平均为 7.47mg/L。

营养盐：调查海域无机氮变化为 0.0984mg/L~1.3971mg/L，平均为 0.9240mg/L；活性磷酸盐含量变化为 0.014mg/L~0.051mg/L，平均为 0.031mg/L。

重金属：调查海域汞含量变化为<0.001μg/L~0.019μg/L，平均为 0.008μg/L；铜含量变化为 2.6μg/L~9.4μg/L，平均为 3.4μg/L；铅含量变化为 0.21μg/L~1.87μg/L，平均为 0.65μg/L；锌含量变化为 14.9μg/L~21.1μg/L，平均为 17.5μg/L；镉含量变化为 0.03μg/L~0.29μg/L，平均为 0.12μg/L；总铬含量变化为<0.4μg/L~0.5μg/L，平均为 0.2μg/L。

砷：砷含量变化为 1.3μg/L~2.0μg/L，平均为 1.6μg/L。

（3）现状评价

1) 评价标准

水质现状评价标准为《海水水质标准》（GB 3097-1997）。

对照《印发〈广东省近岸海域环境功能区划〉的通知》（粤府办〔1999〕68 号）和《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》，本次调查各站位所处的功能区见表 4.2.2-10。

表 4.2.2-9 海水水质现状调查结果 (秋季)

[illegible]

[illegible]

表 4.2.2-10a 《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》对应评价标准

序号	功能区划	站位	执行标准		
			海水水质	沉积物	生物体质量
1	万顷沙海洋保护区	12	二类	一类	一类
2	伶仃洋保留区	1~6、8~10、14、16~20	维持现状	维持现状	维持现状
3	横门岛港口航运区	7、11	四	三	三
4	龙穴岛港口航运区	13	三	二	二
5	淇澳岛海洋保护区	15	二类	一类	一类

表 4.2.2-10b 近岸海域环境功能区划对应评价标准

序号	功能区	站位
1	四类	1
2	三类	5、8、9、12、16、19、2~4
3	二类	11、15
4	未定功能	6、7、10、13、14、17、18、20

本项目评价标准确定原则为：近岸海域环境功能区划覆盖水域测站的水质标准按近岸海域环境功能区划的执行，未覆盖海域的测站参照海洋功能区划（2015-2020 年）执行；对于海洋功能区划中维持现状，按现状水质情况（除 pH、无机氮指标）进行评价。评价采用的标准如表 4.2.2-11。

表 4.2.2-11 执行的评价标准

序号	功能区	站位
1	四类	1、6、7、10、14、17、20
2	三类	5、8、9、12、16、19、2~4、13
3	二类	11、15、18

根据《海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范》（HJ1300—2023），参照“对各单指标质量等级的网格进行叠加比较，依据所有指标中质量最差的等级，确定该网格的综合质量等级”，依据各因子与评价标准的对比，确定未定功能站位当前的水质等级。

（6）海洋水质现状评价

对于近岸海域环境功能区划未覆盖，海洋功能区划中维持现状，秋季海水水质执行标准见表 4.2.2-12 调查结果标准指数见表 4.2.2-13。

本次调查结果，除无机氮和活性磷酸盐，其他调查因子均符合相应的评价标准。

无机氮在大部分站位均出现超标，活性磷酸盐在 2#~3#超过三类标准，在 14#超过四类标准。

表 4.2.2-12 对于近岸海域环境功能区划未覆盖，海洋功能区划中维持现状，秋季海水水质执行标准一览表

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

*注：在不考虑 pH、无机氮的基础上

表 4.2.2-13 秋季海水水质现状评价结果

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

4.2.2.3 小结

通过春秋两季调查显示，项目附近及其周围海水受无机氮影响较为严重，本次调查海水无机氮超标主要来自陆源输入的影响。项目附近海域遍布着较多的船舶制造企业，这些企业的废水排放将导致无机氮含量增加；此外，居民生活污水、养殖废水的排放也会导致无机氮含量增加。根据《广州市 2022 年排放源统计公报》，2022 年全市工业废水排放量为 13302.94 万吨，生活污水排放量为 148258.10 万吨，集中式污染治理设施（不含污水处理厂，下同）废水排放量为 120.49 万吨。全市工业源化学需氧量排放量为 2326.04 吨，生活源化学需氧量排放量为 41790.53 吨，集中式污染治理设施化学需氧量排放量为 16.66 吨。全市工业源氨氮排放量为 54.06 吨，生活源氨氮排放量为 2376.47 吨，集中式污染治理设施氨氮排放量为 0.95 吨。

根据《广东省 2022 年度生态环境统计公报》，2022 年，废水中化学需氧量排放量为 161.85 万吨，其中工业源、生活源、农业源、集中式化学需氧量排放量分别为 3.38、73.0、85.45、0.03 万吨。废水中氨氮排放量为 7.51 万吨，其中工业源、生活源、农业源分别为 0.12、5.75、1.64 万吨。废水中总氮排放量为 29.5 万吨，其中工业源、生活源、农业源分别为 0.83、17.14、11.52 万吨。废水中总磷排放量为 3.05 万吨，其中工业源、生活源、农业源分别为 0.02、0.89、2.14 万吨。

珠江口作为广东省经济最发达最活跃的地区，可判定珠江口无机氮和活性磷酸盐污染主要来源于生活污水、农业污水。

4.2.3 海洋沉积物质量现状与评价

4.2.3.1 调查时间与站位布设

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 4 月（春季）在项目附近布置了 14 个沉积物站位，详见图 4.2.2-1。

4.2.3.2 调查项目

调查项目为有机碳、石油类、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、铬（Cr）、锌（Zn）、总汞（Hg）、砷（As）共 9 项，调查时间与水质同步。

4.2.3.3 分析方法

各调查项目的采样、分析方法和技术要求按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的规定进行，各项目分析方法见表 4.2.3-1。

表 4.2.3-1 沉积物分析方法

			I

4.2.3.4 沉积物质量现状调查结果

按照《海洋监测规范》要求对样品处理保存，带回实验室进行其他物化项目分析，分析项目为：石油类、有机碳、重金属（汞、铜、铅、镉、锌、铬）、砷。

春季海洋沉积物调查结果见表 4.2.3-2。

石油类：调查海域沉积物石油类含量变化于 $(12.1 \sim 1211.4) \times 10^{-6}$ ，平均为 298.1×10^{-6} 。

有机碳：调查海域沉积物有机碳含量变化于 $(0.12 \sim 1.38) \times 10^{-2}$ ，平均为 0.99×10^{-2} 。

硫化物：调查海域沉积物硫化物含量变化于 $(8.3 \sim 333.1) \times 10^{-6}$ ，平均为 116.9×10^{-6} 。

铜：调查海域沉积物铜含量变化于 $(12.8 \sim 94.4) \times 10^{-6}$ ，平均为 55.8×10^{-6} 。

铅：调查海域沉积物铅含量变化于 $(13.6 \sim 65.2) \times 10^{-6}$ ，平均为 46.5×10^{-6} 。

锌：调查海域沉积物锌含量变化于 $(37.2 \sim 241.7) \times 10^{-6}$ ，平均为 148.0×10^{-6} 。

镉：调查海域沉积物镉含量变化于 $(0.24 \sim 1.67) \times 10^{-6}$ ，平均为 0.62×10^{-6} 。

铬：调查海域沉积物铬含量变化于 $(31.4 \sim 119.1) \times 10^{-6}$ ，平均为 80.7×10^{-6} 。

汞：调查海域沉积物汞含量变化于 $(<0.005 \sim 0.273) \times 10^{-6}$ ，平均为 0.089×10^{-6} 。

砷：调查海域沉积物砷含量变化于 $(11.45 \sim 50.51) \times 10^{-6}$ ，平均为 27.00×10^{-6} 。

表 4.2.3-2 海洋沉积物现状监测结果 (春季)

[illegible]

4.2.3.5 沉积物环境质量评价

根据《广东省海洋功能区划（2011—2020 年）》（2012 年）确定海洋沉积物质量标准。本项目所在海域海洋沉积物质量评价标准执行见表 2.5.1-5。

采用上述单项指数法,对现状监测结果进行标准指数计算,各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 4.2.3-3~表 4.2.3-4。

表 4.2.3-3 海洋沉积物现状评价

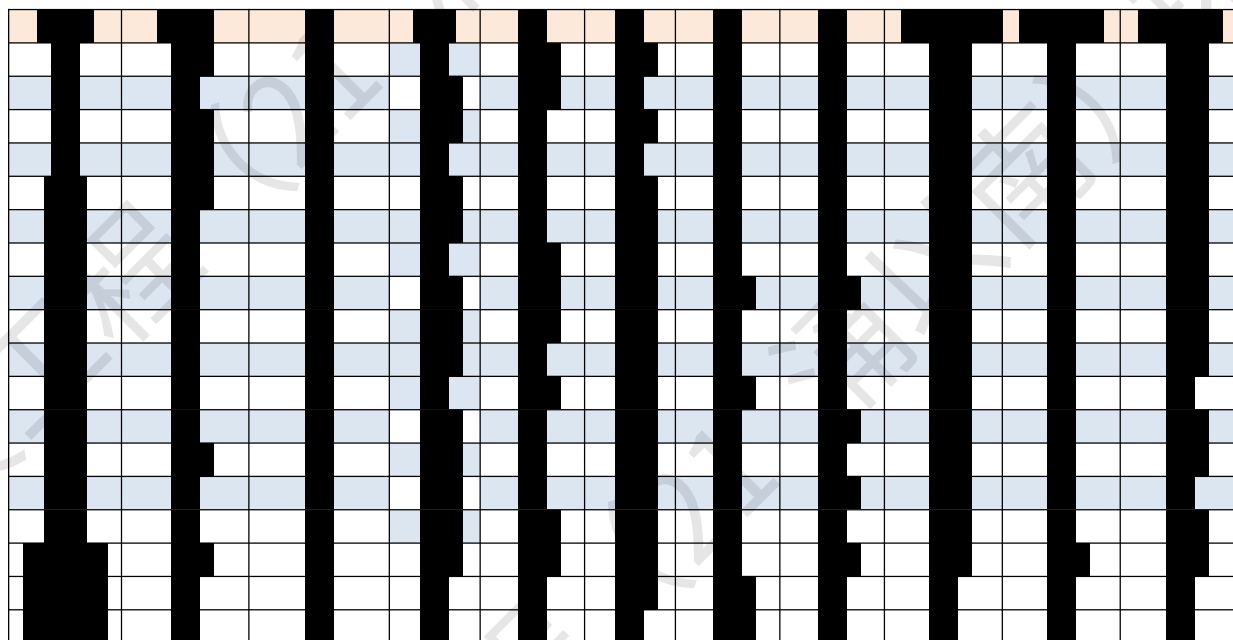
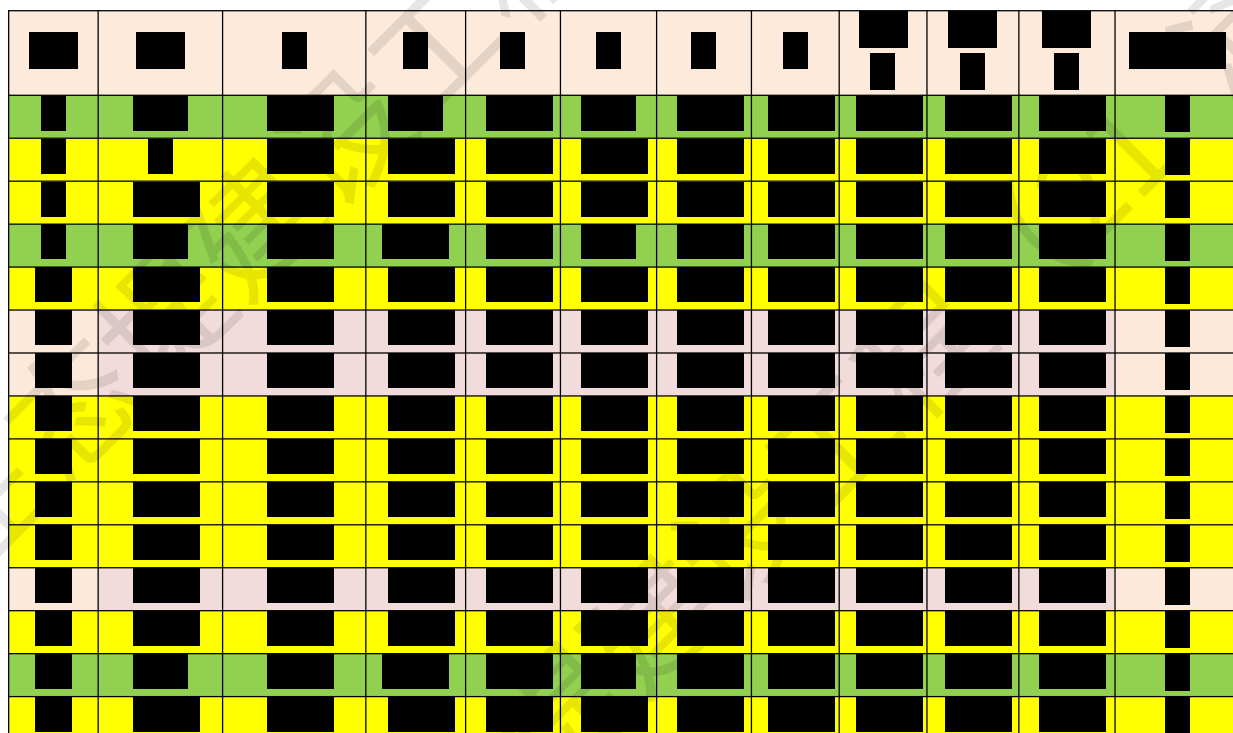


表 4.2.3-4 海洋沉积物现状评价



调查结果显示，执行二类、三类标准的站位各个调查因子均符合相应的评价标准。执行一类标准的站位，Cu、Zn、Cd、As、Cr 出现超标，除 Cd 外，Cu、Zn、As、Cr 均符合二类标准，Cd 符合三类标准；Cu、As、Cr 超标率为 100%，Zn 超标率为 66.7%，Cd 超标率为 33.3%。

分析执行一类标准站位 Cu、Zn、Cd、As、Cr 超标原因，因项目所在海域接纳广州、深圳、中山大量的生活污水、工业污水和农业污水，水质已普遍劣于一类和二类水质标准，污染物长期沉降，导致沉积物环境对应劣于一类标准。

4.2.4 海洋生物质量现状与评价

4.2.4.1 调查时间与站位布设

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 4 月（春季）、2024 年 10 月（秋季）分别在项目附近布设了 15 个、12 个站位海洋生物资源调查站位，从中筛选海洋生物质量调查样品，详见图 4.2.2-1。

4.2.4.2 调查项目

海洋生物质量调查主要检测海洋生物的残毒含量，包括：重金属（Cu、Pb、Cd、Zn、Cr、Hg）、石油烃。

4.2.4.3 分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）进行，各项目的分析方法见表 4.2.4-1。

表 4.2.4-1 样品采集、分析方法一览表

序号	监测项目	样品预处理及保存方法	测试方法	方法检出限
1	石油烃	取样后用聚乙烯袋分类装好冷冻保存	GB17378.6-2007 荧光分光光度法	0.2×10 ⁻⁶
2	铜（Cu）		GB17378.6-2007 火焰原子吸收分光光度法	2.0×10 ⁻⁶
3	铅（Pb）		GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10 ⁻⁶
4	镉（Cd）		GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.005×10 ⁻⁶
5	锌（Zn）		GB17378.6-2007 火焰原子吸收分光光度法	0.4×10 ⁻⁶
6	总汞（Hg）		GB17378.6-2007/5.2 冷原子吸收光度法	0.01×10 ⁻⁶
7	铬（Cr）		GB17378.6-2007 无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10 ⁻⁶

4.2.4.4 海洋生物质量调查结果

2024 年 4 月（春季）海洋生物质量调查结果见表 4.2.4-2，2024 年 10 月（秋季）海洋生物质量调查结果见表 4.2.4-3。

春季海洋生物质量样品来源为底栖拖网采集，共有 16 个样品用于分析，其中鱼类 12 个，甲壳类 3 个，贝类（双壳类）1 个。

秋季海洋生物质量样品来源为底栖拖网采集，共有 14 个样品用于分析，其中鱼类 7 个，甲壳类 5 个，贝类（双壳类）2 个。

表 4.2.4-2 海洋生物体内各污染因子含量（春季）

序号	样品名称	石油类	重金属	有机氯	有机磷	多环芳烃	氨基甲酸酯	拟除虫菊酯	其他
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
8	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
10	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
11	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
13	甲壳类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
14	甲壳类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
15	贝类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
16	其他	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

表 4.2.4-3 海洋生物体内各污染因子含量（秋季）

序号	样品名称	石油类	重金属	有机氯	有机磷	多环芳烃	氨基甲酸酯	拟除虫菊酯	其他
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
1	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
3	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
4	鱼类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
5	甲壳类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
6	甲壳类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
7	甲壳类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
8	贝类	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
9	其他	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

4.2.4.5 海洋生物质量评价结果

1) 评价标准

贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准根据以上相关规划采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的标准值（第一类~三类标准）；其它类（软体动物（非双壳贝类）、甲壳类和鱼类）生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）附录 C 中表 C.1 中规定的生物质量参考值（鲜重）。具体见表 4.2.4-4。

表 4.2.4-4 海洋生物质量标准 单位：mg/kg

标准名称	生物类别	铜	铅	锌	镉	总汞	砷	石油烃
贝类	一类标准	10	0.1	20	0.2	0.05	1.0	15
	二类标准	25	2.0	50	2.0	0.1	5.0	50
	三类标准	50（牡蛎 100）	6.0	100（牡蛎 200）	5.0	0.3	8.0	80
甲壳类		100	2.0	150	2.0	0.2	1	20
鱼类		20	2.0	40	0.6	0.3	1	20
软体动物（非双壳贝类）		100	10	250	5.5	0.3	1	20

2) 生物质量现状评价

采用与评价标准直接比较的方法进行评价。

①春季生物质量现状评价

春季海洋生物质量指数见表 4.2.4-5。由表可知，各类生物体均符合相应的标准。

表 4.2.4-5 春季海洋生物质量指数（鲜重）

█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█
█	█	█	█	█	█	█	█	█

[illegible]

②秋季生物质量现状评价

秋季海洋生物质量指数见表 4.2.4-6。

由表可知，各类生物体均符合相应的标准。

表 4.2.4-6 秋季海洋生物质量指数 (鲜重)

4.2.5 海洋生态生物资源环境现状调查与分析

4.2.5.1 调查方案

(1) 调查站位及内容

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 4 月（春季）在项目附近布设了 15 个站位进

行海洋生态环境现状（包括叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物）调查，布设 4 个潮间带调查断面，布设渔业资源断面 15 条断面，详见图 4.2.2-1；中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 10 月（秋季）在项目附近海域布设海洋生态及生物资源（包括生物体质量）调查站位 12 个，布设 5 个潮间带生物调查断面，布设渔业资源断面 12 条断面，详见图 4.2.2-2。

（2）海洋生物采集、处理和分析方法

1) 叶绿素 a 和初级生产力

用容积为 5L 的有机玻璃采水器采集表层 0.5m 的水样，现场过滤，滤膜用保温壶冷藏，带回实验室分析，采用分光光度法测定叶绿素 a 的含量（引用标准：《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007））。

初级生产力采用叶绿素 a 法，按照 CaXee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算。

2) 浮游植物

浮游植物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

利用浮游生物浅水 III 型浮游生物网，网口面积 0.1m^2 ，采用垂直拖网法。样品现场用 5% 甲醛溶液固定，带回实验室，进行种类鉴定和定量分析。定量计数用计数框，视野法计数，取其平均密度，通过过滤的水柱，测算出每个调查站位浮游植物的密度，单位以每立方米多少个细胞数表示（ cells/m^3 ）。分析种类组成、数量、分布，计算生物多样性指数和均匀度。

3) 浮游动物

浮游动物的采集和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6-2007）中规定的方法进行。

以浅水 II 型浮游生物网采样，网口面积 0.08m^2 ，每个调查站从底至表垂直拖曳 II 型网，样品现场用 5% 甲醛溶液固定保存，带回实验室进行种类鉴定，总生物量及栖息密度分布等分析。总生物量的研究采用湿重法，栖息密度分布采用个体计数法，然后根据滤水量换算为每 m^3 水体的浮游动物数量。

4) 底栖生物

采集大型底栖生物调查方法是采用抓斗式采泥器进行定量取样，取样面积为

0.05m²，每个站采样 4 次。样品用 5%甲醛溶液固定后带回室内分析鉴定，生物量和栖息密度分别以 g/m² 和栖息密度 ind/m² 为单位。

5) 潮间带生物

2024 年春季在项目区周边设 4 处潮间带代表断面，以 C1~C3、C5 表示，4 条调查断面均为岩石硬相和淤泥软相的混合型底质类型。

2024 年秋季在项目周边布设 5 处潮间带代表断面，以 C1 断面、C2 断面、C3 断面、C5 断面、C6 断面表示，5 条调查断面中，C1、C2 断面为岩相和泥相混合断面，C3 断面为泥沙相混合断面，C5、C6 断面为岩相。

调查方法按照《海洋监测规范》（GB17378.1-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763.1-2007）进行。生物量和栖息密度分别以 g/m² 和 ind/m² 为计算单位。

(3) 计算方法

1) 初级生产力

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式估算：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot E \cdot D}{2}$$

式中：

P——现场初级生产力（mg·C/（m²·d））；

Chla——真光层内平均叶绿素 a 含量（mg/m³）；

Q——不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；

D——昼长时间（h），取 11h；

E——真光层深度（m）。

2) 优势度

优势度（Y）应用以下公式计算：

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

式中：n_i 为第 i 种的个体数；f_i 是该种在各站中出现的频率；N 为所有站每个种出现的总个体数。

3) 多样性指数

Shannon-Wiener 指数计算公式为：

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

式中：

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

P_i ——第 i 种的个体数与总个体数的比值。

4) 均匀度

Pielou 均匀度公式为：

$$J = H' / \log_2 S$$

式中：

J ——均匀度

H' ——种类多样性指数

S ——样品中的种类总数

5) 丰富度

采用马卡列夫 (Margalef, 1958) 的计算式：

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

其中： d 表示丰富度， S 表示样品中的种类总数， N 表示样品中生物的总个体数。

4.2.5.2 春季海洋生态调查结果

(1) 叶绿素 a 及初级生产力

① 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3 \sim 2.32\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $0.89\text{mg}/\text{m}^3$ ，其中 22# 站位叶绿素 a 含量最高，为 $2.32\text{mg}/\text{m}^3$ ，3#、5#、9#、16#、19#、21# 站位叶绿素 a 含量最低，为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$

② 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $4.82\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 28.28\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 $11.49\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，其中 22# 站位初级生产力水平最高，3#、5#、9#、16#、19# 站位最低，为 $4.82\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

海区总丰度的 99.32%，该优势种在整个调查区域分布广泛，在 15 个调查站位中均有出现，出现率为 100.00%。

颗粒直链藻在本调查海域中出现了显著且广泛的高丰度分布。在本调查的 15 个调查站位其丰度范围为 $286.37\times10^4\sim67656.60\times10^4\text{ cells/m}^3$ ，平均丰度为 $15829.84\times10^4\text{ cells/m}^3$ ；颗粒直链藻在本调查中 12#站位丰度最高，14#站位丰度最低；丰度较高的站位主要位于珠江口龙穴岛、横门水道水域附近。

颗粒直链藻一直是珠江口河口段全年的优势种，这和珠江口水域适宜浮游植物生长，以及颗粒直链藻细胞富含叶绿素，对低光强水体具有良好的耐受性这些特征有关。该藻在南海海域暂时没有引起大范围赤潮的报道。

表 4.2.5-3 浮游植物优势种及优势度

中文名	英文名	类群	优势度	占总丰度的百分比（%）
颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>	硅藻	0.992	99.32

②数量分布

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 $326.34\times10^4\text{ cells/m}^3\sim67904.10\times10^4\text{ cells/m}^3$ ，平均为 $15938.06\times10^4\text{ cells/m}^3$ 。最高丰度出现在 12#站，13#站次之，其丰度为 $21361.80\times10^4\text{ cells/m}^3$ ，最低丰度则出现在 14#站。

浮游植物丰度组成以硅藻占首位，其丰度占各站总丰度的 90.25%~99.95%，平均为 98.38%，硅藻在 15 个站位中均有出现；蓝藻次之，其丰度占各站总丰度的 0.00%~9.28%，平均为 1.46%，蓝藻在 15 个站位中 14 个站有出现；绿藻其丰度占各站总丰度的 0.03%~0.49%，平均为 0.16%，绿藻在 15 个站位中均有出现；其他藻丰度占各站总丰度的 0.00%~0.01%

表 4.2.5-4 浮游植物丰度（ $\times10^4\text{cells/m}^3$ ）及其百分比值（%）

站号	站名	1#		2#		3#		4#		5#	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
1	1#										
2	2#										
3	3#										
4	4#										
5	5#										
6	6#										
7	7#										
8	8#										
9	9#										
10	10#										
11	11#										
12	12#										
13	13#										
14	14#										
15	15#										

████	████████	████████████	██████████████	████████
██████	█	██████	██████	██████
██████	██████	██████████	██████████	██████████

(3) 浮游动物

①种类组成

本次调查共记录浮游动物 4 个生物类群 21 种，其中浮游幼体类 9 种，桡足类 7 种，枝角类 3 种，端足类和蔓足类各 1 种。

②浮游动物生物量、密度及分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $181.71\text{mg/m}^3 \sim 5525.00\text{mg/m}^3$ ，平均生物量为 962.15mg/m^3 。在整个调查区中，生物量最高出现在 12# 站位，最低出现在 3# 站位。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $180.29\text{ind/m}^3 \sim 36196.15\text{ind/m}^3$ ，平均密度 4071.99ind/m^3 。浮游生物最高密度出现在 14# 站位，最低密度则出现在 15# 站位。

表 4.2.5-6 调查海域浮游动物生物量及密度

[illegible]

③浮游动物主要类群分布

A. 桡足类

桡足类在 15 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 117.79ind/m³~35323.08ind/m³，平均密度为 3633.08ind/m³，占浮游动物总密度的 89.22%。其中最高密度出现在 14#站位，其次为 9#站位，密度为 7538.46ind/m³，15#站位密度最低。

B.浮游幼体类

浮游幼体类在 15 个调查站位均有出现，平均密度为 231.90ind/m³，占浮游动物总密度的 5.69%，其密度变化范围为 5.26ind/m³~926.92ind/m³。其中最高密度分布于 9#站位，其次是 14#站位，密度为 623.08ind/m³，4#站位密度最低。

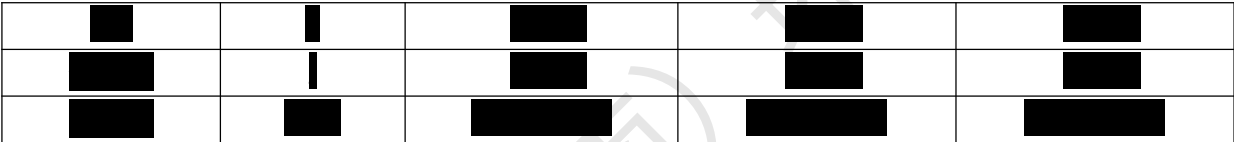
C 其他种类

浮游动物的其他类群有蔓足类、端足类、枝角类等，其中枝角类在 15 个调查站位中均有分布，总密度占比仅次于桡足类和浮游幼体。其他两种属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

④群落结构指数

本次调查海域各站位的浮游动物种数变化范围为 6~14 种；丰富度指数（*d*）在 0.971~1.979 之间，平均值为 1.423，在 12#站位最高，在 4#站位最低；种类多样性指数（*H'*）范围为 0.875~2.840 之间，平均为 2.131，多样性指数最高出现在 3#站位，最低则出现在 14#站位，多样性属于中等水平；种类均匀度（*J'*）变化范围在 0.236~0.861 之间，平均为 0.662，最高出现在 15#站位，最低出现在 14#站位，各站物种间分布较均匀

表 4.2.5-7 调查海域浮游动物种类多样性指数、均匀度和丰富度



④浮游动物优势种和优势度

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 6 种，为桡足类的火腿伪镖水蚤（*Pseudodiaptomus poplesia*）、左指华哲水蚤（*Sinocalanus laevidactylus*）、刘氏中剑水蚤（*Mesocyclops leukarti*）、中华异水蚤（*Acartiella sinensis*）；浮游幼体的桡足类幼体（Copepodid larvae）和枝角类的裸腹溞 sp.（*Moinidae* sp.），优势度指数分别为 0.694、0.087、0.072、0.020、0.031、和 0.023。火腿伪镖水蚤的平均密度为 2855.30 ind/m³，占浮游动物总密度的 70.12%，在 15 个调查站位中均有出现，其中在 14#站位密度最高，为 31138.46 ind/m³，为该调查海区的第一优势种；左指华哲水蚤的平均密度为 332.31 ind/m³，占浮游动物总密度的 8.16%，在 15 个调查站位中均有出现，其中在 14#站位密度最高，为 2215.38ind/m³。

表 4.2.5-8 浮游动物的优势种及优势度

中文名	拉丁文	优势度	平均密度 (ind/m ³)	占总丰度百分比 (%)
火腿伪镖水蚤	<i>Pseudodiaptomus poplesia</i>	0.694	2855.30	70.12%
左指华哲水蚤	<i>Sinocalanus laevidactylus</i>	0.087	332.31	8.16%
刘氏中剑水蚤	<i>Mesocyclops leukarti</i>	0.072	296.60	7.28%
桡足类幼体	Copepodid larvae	0.031	163.44	4.01%
裸腹溞 sp.	<i>Moinidae</i> sp.	0.023	86.07	2.11%
中华异水蚤	<i>Acartiella sinensis</i>	0.020	121.91	2.99%

（4）底栖生物

①种类组成

本次调查共记录大型底栖生物 22 种，其中环节动物 11 种、节肢动物 4 种、软体动物 4 种和其他种类动物（帚虫动物、纽形动物和星虫动物各 1 种）共 3 种。环节动物、软体动物和节肢动物分别占总种数的 50.00%、18.18%和 18.18%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

②底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 61.00ind/m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为 29.67ind/m²，占总平均密度的 48.63%；软体动物的平均栖息密度为 23.67ind/m²，占总平均密度的 38.30%；节肢动物的平均栖息密度为 4.67ind/m²，占总平均密度的 0.95%；其他动物的平均栖息密度之和为 3.00ind/m²，

占总平均密度的4.92%。

大型底栖生物的平均生物量为 1.91g/m^2 ，以节肢动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为 0.95g/m^2 ，占总平均生物量的49.76%；其次为软体动物，其平均生物量为 0.45g/m^2 ，占总平均生物量的23.35%；环节动物的平均生物量为 0.41g/m^2 ，占总平均生物量的21.73%；其他动物平均生物量较少，为 0.10g/m^2 。

表 4.2.5-9 底栖生物栖息密度和生物量统计

■	■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■■	■■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■■	■	■■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■
■	■■■■■	■	■	■	■	■
	■■■	■	■	■	■	■

■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■

本次调查结果表明，各采样站的大型底栖生物栖息密度分布不均匀，变化范围从 $5.00\text{ind}/\text{m}^2 \sim 320.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，其中20#站位栖息密度最高，为 $320.00\text{ind}/\text{m}^2$ ，20#站位密度最高的原因在于记录到数量多的软体动物的光滑河篮蛤（幼体）（*Potamocorbula laevis* (juvenile)）和寡鳃齿吻沙蚕（*Nephtys oligobranchia*），它们在站位的栖息密度分布为 $255.00\text{ind}/\text{m}^2$ 和 $555.00\text{ind}/\text{m}^2$ ；最低的站位为4#、19#站位，两个站位均只出现一种大型底栖生物。

本次调查海域的大型底栖生物的生物量平面分布变化不大，且生物量普遍偏低。变化范围从 $0.04\text{g}/\text{m}^2 \sim 8.27\text{g}/\text{m}^2$ ，16#站位生物量最高，为 $8.27\text{g}/\text{m}^2$ 。构成16#站位高生物量的原因在于出现数量多个体较大的节肢动物豆形短眼蟹（*Xenophthalmus pinnotheroides*），生物量为 $8.25\text{g}/\text{m}^2$ 。

环节动物在调查海区的平均密度为 $29.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，在15个站位中14个站有出现，出现频率为93.33%。密度分布范围为 $0.00\text{ind}/\text{m}^2 \sim 140.00\text{ind}/\text{m}^2$ ；平均生物量为 $0.41\text{g}/\text{m}^2$ ，生物量分布范围为 $0.00\text{g}/\text{m}^2 \sim 3.79\text{g}/\text{m}^2$ 。

软体动物在调查海区15个站位中7个站有出现，出现频率为46.67%，平均密度为 $23.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，密度分布范围为 $0.00\text{ind}/\text{m}^2 \sim 260.00\text{ind}/\text{m}^2$ ；平均生物量为 $0.45\text{g}/\text{m}^2$ ，生物量分布范围为 $0.00\text{g}/\text{m}^2 \sim 3.43\text{g}/\text{m}^2$ 。

节肢动物在调查海区15个站位中5个站有出现，出现频率为33.33%，平均密度为 $4.67\text{ind}/\text{m}^2$ ，密度分布范围为 $0.00\text{ind}/\text{m}^2 \sim 25.00\text{ind}/\text{m}^2$ ；平均生物量为 $0.95\text{g}/\text{m}^2$ ，生物量分布范围为 $0.00\text{g}/\text{m}^2 \sim 8.25\text{g}/\text{m}^2$ 。

③底栖生物种类优势种和优势度

大型底栖生物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的大型底栖生物有6个优势种，为环节动物背蚓虫属（*Nephtys oligobranchia*）、寡鳃齿吻沙蚕、溪沙蚕（*Namalycastis abiuma*）和尖叶长手沙蚕（*Magelona cincta*），软体动物光滑河篮蛤（幼体）和微小海螂（*Leptomya minuta*）。优势度分别为0.073、0.005、0.026、0.020、0.039和0.023。背蚓虫属在15个站位中的8个站出现，其平均栖息密度 $8.33\text{ind}/\text{m}^2$ ，占调查海区大型底栖生物总平均密度的13.66%，为该调查海区的第一优势种；寡鳃齿吻沙蚕在15个站位中的8个站出现，其平均栖息密度为 $6.33\text{ind}/\text{m}^2$ ，占调查海区大型

(5) 潮间带生物

1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物24种，其中软体动物10种，节肢动物9种，环节动物4种，纽形动物1种。软体动物占总种数的41.67%，节肢动物和环节动物分别占总种数的37.50%和16.67%。软体动物和节肢动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

本次潮间带调查共布设4个调查断面（C1断面、C2断面、C3断面、C5断面），这4个调查断面彼此邻近、断面类型相似，均为岩石硬相和淤泥软相的混合型底质类型。按照潮间带生物所生活的环境（底质和潮位）的差异，下面将详细描述各个断面的生物组成情况：

C1断面：本断面共采集到9种生物，其中高潮带有5种，为紫泳螺（*Neripteron violaceum*）、紫色疣石磺（*Peronia verruculatum*）、赛氏女教士螺（*Pythia cecille*）、四齿大额蟹（*Metopograpsus quadridentatus*）、明显华相手蟹（*Sinosesarma tangi*）；这5种生物均为适应高潮带干燥环境的常见潮间带生物；中潮带除了由高潮带延伸下来的生物外，还出现了更加适应海水浸没的双壳类偏顶蛤属（幼体）（*Modiolus spp.*）；低潮带则是出现了多毛类羽须鳃沙蚕（*Dendronereis pinnaticirris*）和寡鳃齿吻沙蚕（*Nephtys oligobranchia*），以及小型的节肢动物麦克碟尾虫（*Discapseudes mackie*），这3种生物均为珠江口河口区淤泥质低潮带的常见优势种，其中羽须鳃沙蚕个体肥大，常聚群生活，是河口区鸟类、鱼类的天然的优良饵料。

C2断面：本断面的生物类群是4个断面中最为丰富的，共采集到16种生物；高潮带生物和其他断面类似，以适宜岩石上生活的齿纹蜃螺、紫泳螺、四齿大额蟹为主；中潮区以淤泥底质为主，出现了底埋型贝类光滑河篮蛤（*Potamocorbula laevis*），也是珠江口湿地的优势小型贝类，是本断面中潮带的代表性生物，同样也是河口区的鱼类等生物的优良饵料；低潮带则出现了红树林湿地特有的经济物种歪红树蚬（*Geloina expansa*），本断面采集到1个个体，体质量高达96.0788g；

C3断面：本断面仅采集到5种生物，齿纹蜃螺、紫泳螺和四齿大额蟹是分布于本断面的优势物种。

C5断面：本断面仅采集到6种生物，高潮带出现了明显的半陆生性生物海蟑螂（*Ligia sp.*）和明显华相手蟹，中潮带和低潮带则均以紫泳螺、偏顶蛤和四齿大额蟹组成的岩石相优势生物群体为主。

2) 生物量及栖息密度

①平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 123.11g/m²，平均栖息密度为 64.44 ind./m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 101.09 g/m²，占总平均生物量的 82.11%；其次为节肢动物，其平均生物量为 21.92g/m²，占总生物量的 17.80%；其他类群所占比例较小（表 4.2.5-12）。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为64.44ind./m²。其中软体动物占首位，为 43.78 ind./m²；节肢动物和环节动物的平均栖息密度分别为14.89ind./m²和5.56ind./m²。

表 4.2.5-12 潮间带平均生物量及平均栖息密度的组成

②平均生物量及平均栖息密度的水平分布

调查断面的潮间带生物平均生物量和平均栖息密度的水平分布方面，平均栖息密度表现为 C2 断面> C5 断面> C1 断面> C3 断面；平均生物量则表现为 C2 断面> C3 断面> C5 断面> C1 断面。

表 4.2.5-13 潮间带平均生物量及平均栖息密度的水平分布

③平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

在垂直分布上，潮间带生物的平均生物量表现为低潮区最高，中潮区居中，高潮带最低，其中低潮区的平均生物量主要由软体动物组成。平均栖息密度的垂直分布，亦表现为低潮区>中潮区>高潮区，低潮区的平均栖息密度主要由软体动物组成。

表 4.2.5-14 潮间带平均生物量及平均栖息密度的垂直分布

3) 潮间带生物多样性指数

计算结果显示, 4 条调查断面出现的种类数在 5~16 种/断面 (平均 9 种/断面); 丰富度指数 (d) 在 1.028~3.394 之间, 平均值为 1.901, 其中 C2 断面最高, C3 断面最低; 多样性指数 (H') 变化范围在 1.692~3.382 之间, 平均值为 2.387, 多样性指数最高出现在 C2 断面, 最低则为 C5 断面, 多样性属于中等水平; 均匀度 (J') 范围在 0.655~0.859 之间, 平均值为 0.778, 均匀度指数最高出现在 C1 断面, 最低则为 C5 断面, 各断面物种间分布较均匀。

表 4.2.5-15 调查海区潮间带生物多样性指数及均匀度

4.2.5.3 秋季海洋生态调查结果

(1) 叶绿素 a 及初级生产力

1) 叶绿素 a

本次调查海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3 \sim 7.24\text{mg}/\text{m}^3$, 平均值为 $2.00\text{mg}/\text{m}^3$, 其中 8#号站叶绿素 a 含量最高, 为 $7.24\text{mg}/\text{m}^3$, 3#、6#、14#、19#和 20#号站叶绿素 a 含量最低, 均为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$ 。

本次调查海区底层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3 \sim 2.71\text{mg}/\text{m}^3$, 平均值为 $1.06\text{mg}/\text{m}^3$, 其中 4#号站叶绿素 a 含量最高, 为 $2.71\text{mg}/\text{m}^3$, 6#和 14#号站叶绿素 a 含量最低, 为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 初级生产力

调查海域初级生产力的变化范围为 $14.47\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 353.49\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 平均值为

104.27mg·C/(m²·d)，其中 8#号站初级生产力水平最高，19#号站最低，为 14.47mg·C/(m²·d)。

表 4.2.5-16 叶绿素 a 和初级生产力测定结果

No.	Name	Date		Signature
		Month	Year	
1	John Doe	12	2023	[Signature]
2	Jane Smith	12	2023	[Signature]
3	Michael Johnson	12	2023	[Signature]
4	Sarah Williams	12	2023	[Signature]
5	David Brown	12	2023	[Signature]
6	Emily Davis	12	2023	[Signature]
7	James Wilson	12	2023	[Signature]
8	Maria Garcia	12	2023	[Signature]
9	Robert Taylor	12	2023	[Signature]
10	Lisa Anderson	12	2023	[Signature]
11	Christopher Lee	12	2023	[Signature]
12	Amanda White	12	2023	[Signature]
13	Matthew Hall	12	2023	[Signature]
14	Olivia King	12	2023	[Signature]
15	Benjamin Scott	12	2023	[Signature]
16	Sophia Green	12	2023	[Signature]
17	William Adams	12	2023	[Signature]
18	Isabella Baker	12	2023	[Signature]
19	Ethan Nelson	12	2023	[Signature]
20	Ava Hill	12	2023	[Signature]

(2) 浮游植物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游植物 5 门 45 属 70 种。其中以硅藻门出现的种类为最多，为 21 属 33 种，占总种数的 47.14%；绿藻门出现 15 属 19 种，占总种数的 27.14%，蓝藻门出现 6 属 9 种，占总种数的 12.86%，甲藻门出现 2 属 8 种，占总种数的 11.43%，隐藻门出现 1 属 1 种，占总种数的 1.43%。甲藻门的角藻出现种类数最多（7 种），其次硅藻门的圆筛藻，为 5 种。

表 4.2.5-17 调查海域浮游植物种类组成

[illegible]

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 6 种, 分别为

硅藻门的颗粒直链藻（*Melosira granulata*）和蓝藻门的微小色球藻（*Chroococcus minutus*）、微囊藻（*Microcystis* sp.）、惠氏微囊藻（*Microcystis wesenbergii*）、挪氏微囊藻（*Microcystis novacekii*）、颤藻（*Oscillatoria* spp.）。颗粒直链藻的优势度为 0.437，丰度占调查海区总丰度的 34.54%，该优势种在整个调查区域分布广泛，在 12 个调查站位中均有出现，出现率为 100.00%；微小色球藻的优势度为 0.180，丰度占调查海区总丰度的 27.69%，该优势种在在 12 个调查站位中 9 个站有出现，出现率为 75.00%。

表 4.2.5-18 浮游植物优势种及优势度

2) 丰度组成

本次调查结果表明，调查海区浮游植物丰度变化范围为 18.66×10^4 cells/m³ ~ 679.20×10^4 cells/m³，平均为 263.48×10^4 cells/m³。最高丰度出现在 4#号站，9#号站次之，其丰度为 567.57×10^4 cells/m³，最低丰度则出现在 18#号站。

浮游植物丰度组成以蓝藻占首位，其丰度占各站总丰度的 7.04%~93.39%，平均为 54.71%，蓝藻在 12 个测站中均有出现；硅藻次之，其丰度占各站总丰度的 6.15%~92.04%，平均为 42.38%，硅藻在 12 个测站中均有出现；绿藻其丰度占各站总丰度的 0.31%~6.91%，平均为 2.42%，绿藻在 12 个测站中均有出现；甲藻其丰度占各站总丰度的 0.00%~1.09%，平均为 0.24%，甲藻在 12 个测站中 10 个站有出现；隐藻其丰度占各站总丰度的 0.00%~2.51%，平均为 0.25%，隐藻在 12 个测站中 2 个站有出现。

表 4.2.5-19 浮游植物丰度（ $\times 10^4$ cells/m³）及其百分比值（%）

[illegible]

3) 多样性水平

本次调查,各站位浮游植物种数变化范围 16~34 种。丰富度指数范围为 1.148~2.587, 平均为 1.610, 丰富度指数以 16#号站位最高, 6#号站最低; Shannon-wiener 多样性指数范围为 1.162~3.727, 平均为 2.415, 多样性指数以 16#号站位最高, 14#号站最低, 多样性属于中等水平; Pielou 均匀度指数范围为 0.279~0.810, 平均为 0.541, 其中 20#号站均匀度指数最高, 14#号站最低。

表 4.2.5-20 浮游植物的多样性及均匀度指数

[illegible]

(3) 浮游动物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 9 个生物类群 50 种，其中桡足类 25 种，浮游幼体类 11 种，毛颚动物和有尾类各 3 种，水母类、异足类和枝角类各 2 种，端足类和十足类各 1 种。

2) 浮游动物生物量、密度及其分布

本次调查结果显示，各采样站浮游动物湿重生物量变化幅度为 $53.05\text{mg}/\text{m}^3$ ~ $660.71\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $207.17\text{mg}/\text{m}^3$ 。在整个调查区中，生物量最高出现在 19# 号采样站，最低出现在 6# 号采样站。在个体数量分布方面，浮游动物密度变化幅度为 $679.17\text{ind}/\text{m}^3$ ~ $9928.57\text{ind}/\text{m}^3$ ，平均密度 $2233.58\text{ind}/\text{m}^3$ 。浮游生物最高密度出现在 19# 号采样站，最低密度则出现在 8# 号采样站。

表 4.2.5-21 浮游动物生物量及密度

采样站	生物量 (mg/m^3)	密度 (ind/m^3)
1#		
2#		
3#		
4#		
5#		
6#		
7#		
8#		
9#		
10#		
11#		
12#		
13#		
14#		
15#		
16#		
17#		
18#		
19#		
20#		

3) 浮游动物主要类群分布

① 桡足类

桡足类在全部 12 个调查站位均有出现，平均密度为 $1299.51\text{ind}/\text{m}^3$ ，占浮游动物总密度的 58.18%，其密度变化范围为 $131.25\text{ind}/\text{m}^3$ ~ $6357.14\text{ind}/\text{m}^3$ 。其中最高密度分布于 19# 号采样站，其次是 12# 号采样站，密度为 $2576.09\text{ind}/\text{m}^3$ ，8# 号站位密度最低。

② 浮游幼体类

浮游幼体类在 12 个调查站位中均有分布，其密度变化范围为 $251.25\text{ind}/\text{m}^3$ ~

3464.29ind/m³，平均密度为 826.06ind/m³，占浮游动物总密度的 36.98%。其中最高密度出现在 19#号采样站，其次为 1#号采样站，密度为 2178.88ind/m³，4#号站位密度最低。

③其他种类

浮游动物的其他类群有毛颚动物、有尾类、水母类、异足类、枝角类、端足类、十足类等，它们大部分属于我国沿岸和近岸区系的广分布种，虽然出现的数量不多，但在调查的海域内也较为广泛分布。

4) 生物多样性指数及均匀度

本次调查海域各测站的浮游动物种数变化范围为 21~30 种；丰富度指数范围为 3.021~4.362，平均为 3.646，丰富度指数以 20#号站位最高，3#号站最低；种类多样性指数范围为 2.411~3.546 之间，平均为 3.114，多样性指数最高出现在 14#号采样站，最低则出现在 8#号采样站，多样性属于较高水平；种类均匀度变化范围在 0.549~0.775 之间，平均为 0.680，最高出现在 9#号采样站，最低出现在 8#号采样站。

表 4.2.5-22 浮游动物的多样性指数及均匀度

站号	多样性指数	均匀度	丰富度指数	种数
1	3.114	0.680	3.646	21
2	3.114	0.680	3.646	21
3	3.114	0.680	3.646	21
4	3.114	0.680	3.646	21
5	3.114	0.680	3.646	21
6	3.114	0.680	3.646	21
7	3.114	0.680	3.646	21
8	3.114	0.680	3.646	21
9	3.114	0.680	3.646	21
10	3.114	0.680	3.646	21
11	3.114	0.680	3.646	21
12	3.114	0.680	3.646	21
13	3.114	0.680	3.646	21
14	3.114	0.680	3.646	21
15	3.114	0.680	3.646	21
16	3.114	0.680	3.646	21
17	3.114	0.680	3.646	21
18	3.114	0.680	3.646	21
19	3.114	0.680	3.646	21
20	3.114	0.680	3.646	21

5) 优势种及其分布

以优势度≥ 0.02 为判断标准，本调查海域在调查期间浮游动物的优势有 8 种，为浮游幼体的桡足类幼体（Copepodid larvae）、桡足类无节幼虫（Nauplius larvae (Copepoda)）和桡足类的左指华哲水蚤（*Sinocalanus laevidactylus*）、强额拟哲水蚤（*Paracalanus crassirostris*）、小纺锤水蚤（*Acartia negligens*）、小拟哲水蚤（*Paracalanus parvus*）、

瘦拟哲水蚤（*Paracalanus gracilis*）、枝角类的鸟喙尖头蚤（*Penilia avirostris*），优势度指数分别为 0.278、0.054、0.213、0.069、0.049、0.044、0.028 和 0.026。桡足类幼体的平均密度为 657.12ind/m³，占浮游动物总密度的 29.42%，在 12 个调查站位中 11 个站有出现，其中在 19#号站位密度最高，为 3357.14ind/m³，为该调查海区的第一优势种；左指华哲水蚤的平均密度为 573.79ind/m³，占浮游动物总密度的 25.69%，在 12 个调查站位中均有出现，其中在 19#号站位密度最高，为 2928.57ind/m³。

表 4.2.5-23 浮游动物的优势种及优势度

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

本次调查共记录大型底栖动物24种，其中节肢动物10种、环节动物9种、软体动物4种和帚虫动物1种。节肢动物、环节动物和软体动物分别占总种数的41.67%、37.50%和16.67%，环节动物是构成本次调查海区大型底栖生物的主要类群。

2) 大型底栖生物栖息密度和生物量

大型底栖生物定量采泥样品分析结果表明，调查海区大型底栖生物平均栖息密度为 42.22ind/m²，以环节动物的平均栖息密度最高，为23.33ind/m²，占总平均密度的55.26%；节肢动物的平均栖息密度为14.44ind/m²，占总平均密度的34.21%；软体动物的平均栖息密度为3.33ind/m²，占总平均密度的7.89%；帚虫动物的平均栖息密度为1.11ind/m²，占总平均密度的2.63%。

底栖生物的平均生物量为0.62g/m²，以环节动物的平均生物量居首位，该种类的平均生物量为0.38g/m²，占总平均生物量的61.48%；其次为软体动物，其平均生物量为0.16g/m²，占总平均生物量的26.25%；节肢动物的平均生物量为0.07g/m²，占总平均生物量的11.39%；帚虫动物平均生物量较少，为0.01g/m²。

环节动物在调查海区的平均密度为23.33ind/m²，在12个站位中均有出现，出现频率为100.00%。密度分布范围为6.67ind/m²~60.00ind/m²；平均生物量为0.38g/m²，生物量分布范围为0.003g/m²~1.47g/m²。

软体动物在调查海区12个站位中4个站有出现，出现频率为33.33%，平均密度为3.33ind/m²，密度分布范围为0.00ind/m²~20.00ind/m²；平均生物量为0.16 g/m²，生物量分布范围为0.00g/m²~0.92g/m²。

节肢动物在调查海区12个站位中7个站有出现，出现频率为58.33%，平均密度为14.44ind/m²，密度分布范围为0.00 ind/m²~80.00ind/m²；平均生物量为0.07g/m²，生物量分布范围为0.00g/m²~0.53g/m²。

3) 大型底栖生物种类优势种和经济种类

大型底栖动物种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种，本次调查海区的底栖生物仅有 1 个优势种，为环节动物背蚓虫属，优势度为 0.092。背蚓虫属在 12 个站位中的 7 个站出现，其平均栖息密度 6.67ind/m²，占调查海区底栖生物总平均密度的 15.79%。

表 4.2.5-25 底栖动物优势种及优势度

4) 大型底栖生物物种多样性指数

调查海域的各定量采样站位大型底栖生物出现种数变化的范围在 1~5 种/站。丰富度指数范围为 0.000~2.164，平均为 1.342，丰富度指数以 3#号站位最高，6#号站最低；多样性指数 (H') 变化范围在 0.000~2.108 之间，平均值为 1.367。多样性指数最高出现在 8#号站，最低则为 6#和 16#号站，均为 0.000，调查海域底栖生物多样性指数属于较低水平；均匀度范围在 0.785~1.000 之间，平均值为 0.912，均匀度指数最高出现在 1#和 3#号站，均为 1.000，最低则为 14#号站，各站位之间物种分布均匀。

表 4.2.5-26 各调查站位底栖生物出现种数与物种多样性指数

	姓名	性别	出生年月	身份证号	联系电话
1	张三	男	1990-01-01	110101199001010001	13800138000
2	李四	女	1985-02-02	110102198502020002	13900139000
3	王五	男	1992-03-03	110103199203030003	13700137000
4	赵六	女	1988-04-04	110104198804040004	13600136000
5	孙七	男	1995-05-05	110105199505050005	13500135000
6	周八	女	1991-06-06	110106199106060006	13400134000
7	吴九	男	1987-07-07	110107198707070007	13300133000
8	郑十	女	1993-08-08	110108199308080008	13200132000
9	冯十一	男	1989-09-09	110109198909090009	13100131000
10	陈十二	女	1994-10-10	110110199410100010	13000130000
11	林十三	男	1990-11-11	110111199011110011	12900129000
12	黄十四	女	1986-12-12	110112198612120012	12800128000
13	徐十五	男	1992-01-13	110113199201130013	12700127000
14	马十六	女	1988-02-14	110114198802140014	12600126000
15	朱十七	男	1995-03-15	110115199503150015	12500125000
16	李十八	女	1991-04-16	110116199104160016	12400124000
17	王十九	男	1987-05-17	110117198705170017	12300123000
18	赵二十	女	1993-06-18	110118199306180018	12200122000
19	孙二十一	男	1989-07-19	110119198907190019	12100121000
20	周二十二	女	1994-08-20	110120199408200020	12000120000
21	吴二十三	男	1990-09-21	110121199009210021	11900119000
22	郑二十四	女	1986-10-22	110122198610220022	11800118000
23	冯二十五	男	1992-11-23	110123199211230023	11700117000
24	陈二十六	女	1988-12-24	110124198812240024	11600116000
25	林二十七	男	1995-01-25	110125199501250025	11500115000
26	黄二十八	女	1991-02-26	110126199102260026	11400114000
27	徐二十九	男	1987-03-27	110127198703270027	11300113000
28	马三十	女	1993-04-28	110128199304280028	11200112000
29	朱三十一	男	1989-05-29	110129198905290029	11100111000
30	李三十二	女	1994-06-30	110130199406300030	11000110000

(5) 潮间带生物

1) 种类构成

本次调查共记录潮间带生物33种，其中节肢动物14种，环节动物11种，软体动物7种，纽形动物1种。节肢动物占总种数的42.42%，环节动物和软体动物分别占总种数的33.33%和21.21%。节肢动物和环节动物是构成本次调查海区潮间带生物的主要类群。

本次潮间带调查共布设5个调查断面（C1断面、C2断面、C3断面、C5断面、C6断面），C1、C2断面为岩相和泥相混合断面，C3断面为泥沙相混合断面，C5、C6断面为岩相。按照潮间带生物所生活的环境（底质和潮位）的差异，下面将详细描述各个断面的生物组成情况：

C1断面：本断面共采集到9种生物，其中高潮带和中潮带出现较多的带偏顶蛤（*Modiolus comptus*），是一种小型的偏顶蛤，适应性较强，个体间以足丝相互缠绕，多个个体聚成一团，附着于岩石或石块上或者其他生物体上，该种生物栖息在潮间带中、下区到潮线下水深20m的浅水区，附着于岩石或石块上，为常见潮间带生物；低潮带优势物种为小型原足目麦克碟尾虫（*Discapseudes mackie*）及多毛纲羽须鳃沙蚕（*Dendronereis pinnaticirris*）等，这2个物种均为泥滩潮间带的优势物种，常集群出现，是鱼类和鸟类的优良饵料生物，在C1断面数量优势明显，占总个体数的89.23%。

C2断面: 本断面共采集到8种生物, 其中高潮带采集到齿纹蜒螺 (*Nerita yoldii*), 该种适应岩石潮间带的海浪冲刷; 中潮带和低潮带出现较多的生物是适应淤泥底质的端足类的河螺赢蜚 (*Corophium acherusicum*) 及十足目的锯眼泥蟹 (*Ilyoplax serrata*), 河螺赢蜚多栖息于泥或沙中, 或附着于海藻、水螅、海绵或其他物体上, 为优良的基础

饵料，锯眼泥蟹则主要穴居于潮间带泥洞中，是泥滩潮间带的典型蟹类。

C3断面：本断面的生物类群是5个断面中最为丰富的，共采集到20种生物，这和C3断面底质最为多样有关。高潮带出现了适应干燥泥滩生境的绯假拟沼螺（*Pseudomphala latericea*）和近亲拟相手蟹（*Parasesarma affine*）；中潮带生物则以带偏顶蛤为主，以及其他适应岩石潮间带的海浪冲刷的腹足类生物，如紫泳螺（*Neripteron violaceum*）、齿纹蜒螺；低潮带的底质较为特殊，为泥沙混合底质，同时出现了适应不同生境的生物，生物多样性较高，除了广泛出现的带偏顶蛤外，还有适应泥滩的沙蚕全刺沙蚕（*Nectoneanthes oxypoda*）、拟突齿沙蚕（*Paraleonnates uschakovi*），以及小相手蟹（*Nanosesarma minutum*）和近亲拟相手蟹；同时也出现了典型的沙滩生境生物，如多毛类的中阿曼吉虫（*Armandia intermedia*）、甲壳类的圆球股窗蟹（*Scopimera globosa*）、海氏拟猛钩虾（*Harpiniopsis hayashisanae*）等。该断面带偏顶蛤和圆球股窗蟹为明显优势种。

C5断面：本断面共采集到3种生物。其中高、中、低潮带均以带偏顶蛤为主，还出现了纹藤壶（*Amphibalanus spp.*）及日本绒螯蟹（*Eriocheir japonica*）。纹藤壶全部附着在带偏顶蛤上，排布稀疏；日本绒螯蟹为适应咸淡水生活的蟹类。带偏顶蛤在该断面占据明显优势。

C6断面：本断面共采集到3种生物。其中高、中、低潮带均以齿纹蜒螺为主，还出现紫泳螺和四齿大额蟹（*Metopograpsus quadridentatus*）。齿纹蜒螺主要生活在潮间带高、中区的岩石间，为我国浙江以南沿海习见种。四齿大额蟹多见于低潮线的岩石缝中或石块下。

2) 生物量及栖息密度

①平均生物量及平均栖息密度的组成

调查断面潮间带生物平均生物量为 47.41g/m²，平均栖息密度为 244.44 ind/m²。

在潮间带平均生物量的组成中，以软体动物居首位，平均生物量为 42.64 g/m²，占总平均生物量的 89.95%；其次为节肢动物，其平均生物量为 4.65g/m²，占总生物量的 9.80%；其他类群所占比例较小。

在平均栖息密度方面，总平均栖息密度为244.44ind/m²。其中软体动物占首位，为 115.38 ind/m²；节肢动物和环节动物的平均栖息密度分别为99.73ind/m²和28.80ind/m²。

3) 物种多样性

计算结果显示，5 条调查断面出现的种类数在 3~20 种/断面；丰富度指数（ d ）在 0.348~3.422 之间，平均值为 1.397，其中 C3 断面最高，C5 断面最低；Shannon-wiener 多样性指数（ H' ）变化范围在 0.392~3.038 之间，平均值为 1.510，多样性指数最高出现在 C3 断面，最低则为 C5 断面，多样性属于较低水平；Pielou 均匀度（ J' ）范围在 0.247~0.703 之间，平均值为 0.498，均匀度指数最高出现在 C3 断面，最低则为 C5 断面，除 C3 断面外，其他各断面物种间分布均匀度较低。

表 4.2.5-30 潮间带生物多样性指数及均匀度

4.2.5.4 小结

海洋生态生物资源调查结果汇总见表 4.2.5-31。

其中，根据建设单位提供的《南沙大型城市综合体临时工程海域使用论证报告书》（国家海洋局南海规划与环境研究院，2023 年 7 月），国家海洋局南海规划与环境研究院于 2021 年 10 月~11 月（秋季）、2022 年 3 月（春季）在南沙区近岸海域进行了环境质量现状调查，布设海洋生态 16 个站位，渔业资源断面 16 条断面，调查站位见图 4.2.5-1，调查结果特征值汇总见表 4.2.5-31。

由表可知，根据生物学参考标准（叶绿素 a 含量低于 5mg/m³ 为贫营养，10~20mg/m³ 为中营养，超过 30mg/m³ 为富营养），调查海区叶绿素 a 平均含量指示该海区总体上属于贫营养海区。

根据《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》（HY/T 215—2017），计算得到各指标的赋值得分和海洋生物多样性综合指数，见表 4.2.5-17、表 4.2.5-18。由表可知，项目所在海域海洋生物多样性等级属于一般，且三年未有明显变化。

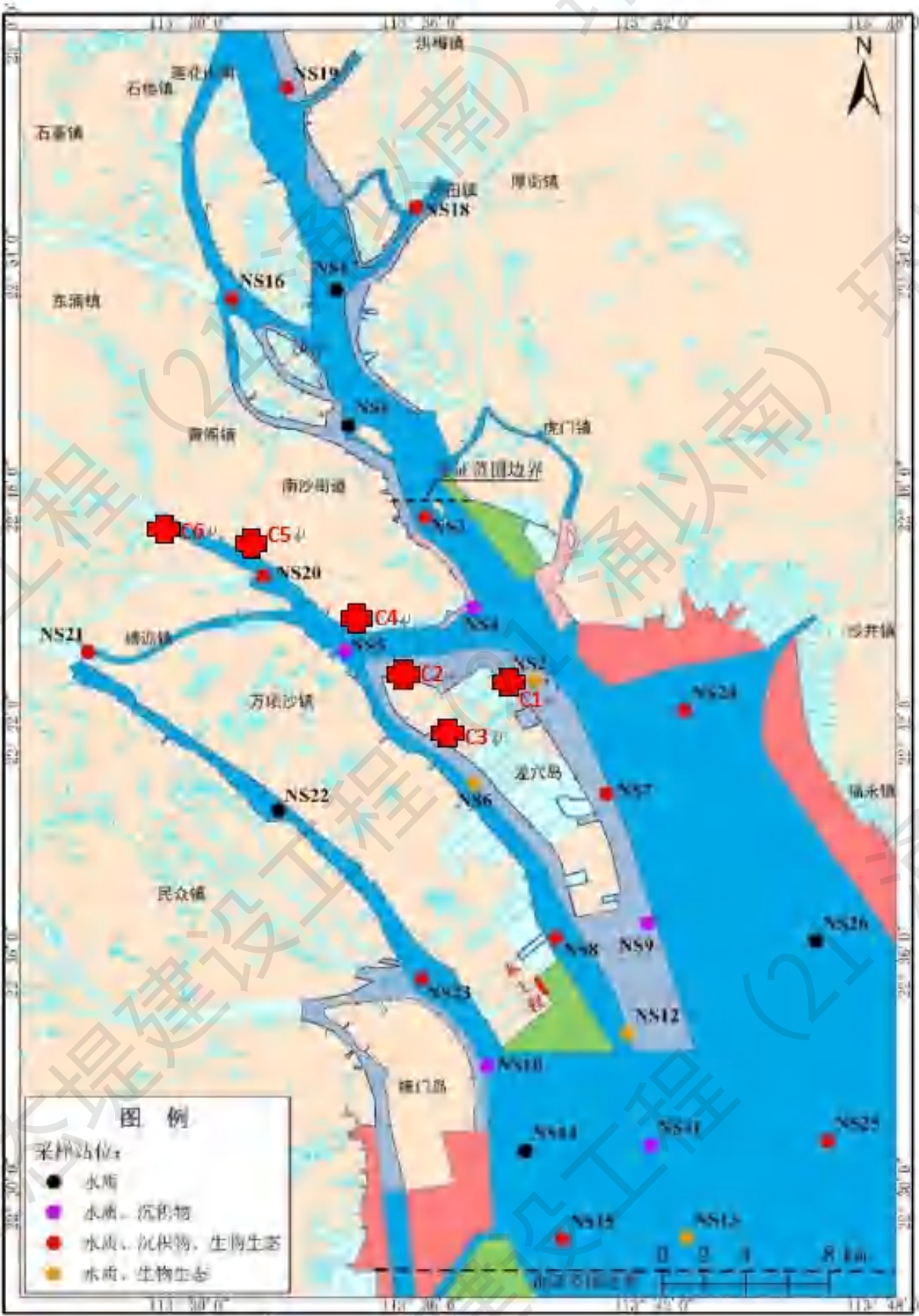


表 4.2.5-31 海洋生态生物资源调查结果汇总表

[illegible]

[illegible]

表 4.2.5-33 海洋生物多样性综合指数

调查时间与季节	春季	秋季	春季	秋季
	(2024 年 4 月)	(2024 年 10 月)	(2022 年 3 月)	(2021 年 10 月~11 月)
多样性综合指数	42.56	45.43	42.98	45.31

4.2.6 渔业资源

4.2.6.1 调查方案

(1) 调查时间与调查站位

中国科学院南海海洋研究所于 2024 年 4 月（春季）、2024 年 10 月（秋季）在项目所在海域分别布设渔业资源断面 15 条、12 条进行调查；分别布设鱼卵仔鱼站位 15 个、12 个进行调查，调查站位见表 4.2.2-1 和图 4.2.2-1。

(2) 调查方法

1) 鱼卵仔稚鱼

采用拖网法，每个调查站采用水平拖网和垂直拖网两种方法，网具采用浅海浮游生物 I 型网。水平拖网于表层水平拖曳 10 分钟取得，拖速保持在 2~3 节之间，春季和秋季分别获得 15 个、12 个鱼卵仔鱼样品。垂直拖网每个调查站从底至表垂直拖曳浮游生物网，春季和秋季分别获得 15 个、12 个鱼卵仔鱼样品。海上采得的浮游生物样品按体积 5%的量加入福尔马林溶液固定，带回实验室后将鱼卵仔鱼样品单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

2) 游泳动物

渔业资源调查均按《海洋调查规范》及中华人民共和国农业部 2008 年 3 月颁布的《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》进行，采样均于白天进行，每次放网 1 张。

渔业资源调查租用“粤江城渔 91165”渔船进行。渔船主机功率 79kW，船长 17.51m、船宽 3.78m、型深 1.6m，使用的网具为底拖网，网宽 5m/1.8m，网长 13m/4.5m，平均拖速为 3.0kn。

对渔获物的渔获重量和尾数进行统计，记录网产量。根据调查海域的物种分布特征和经济种类等情况，将本次调查海域的渔获物分为鱼类、甲壳类和头足类 3 个类群，并分别从渔获率、资源密度、优势种、幼体比例、主要物种的生物学特征等方面统计分析。

(3) 计算方法

1) 鱼卵仔稚鱼密度

鱼卵仔鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔鱼的分布密度：

$$V=N/(S \times L)$$

式中：

V——鱼卵仔鱼的分布密度，单位为个/m³、尾/m³；

N——每网鱼卵仔鱼数量，单位为(个，尾)；

S——网口面积，单位为 m²；

L——拖网距离，单位为 m。

2) 渔业资源密度

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

$$S=(y)/a(1-E)$$

式中：

S——重量密度（kg/km²）或个体密度（ind/km²）；

a——底拖网每小时的扫海面积（扫海宽度取浮网长度的 2/3）；

y——平均重量渔获率（kg/h）或平均个体渔获率（ind/h）；

E——逃逸率（取 0.5）。

3) 游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 *IRI*，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

$$IRI = (N+W) F$$

式中：

N——某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比；

W——某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

F——某一种类出现的断面数占调查总断面数的百分比。

4.2.6.2 春季渔业资源现状调查结果

(1) 鱼卵仔稚鱼

1) 种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 30 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵

仔鱼 12 种，其中鲈形目鉴定出 4 种，鲱形目鉴定出 2 种，鲇形目、胡瓜鱼目、颌针鱼目、鲾形目、鲀形目和未定种分别鉴定出 1 种。

表 4.2.6-1 各站出现的鱼卵和仔稚鱼种类数

种类		拉丁种名	鱼卵	仔鱼
鲱形目	小沙丁鱼	<i>Shadinella</i> sp.	+	+
	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>	+	+
胡瓜鱼目	尖头银鱼	<i>Salanx acuticeps</i>		+
颌针鱼目	尖嘴扁颌针鱼	<i>Ablennes anastomella</i>		+
鲇形目	鲇科	Mugilidae		+
鲈形目	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>		+
	短吻鲷	<i>Leiognathus brevirostris</i>		+
	鲷科	<i>Theraponidae</i>		+
	虾虎鱼科	Gobiidae		+
鲾形目	舌鲷科	Cynoglossidae	+	
鲀形目	棕腹刺鲀	<i>Gastrophysus spadiceus</i>		+
	未定种	Unidentified species	+	

2) 数量分布

①水平拖网调查

本次水平拖网调查共采到鱼卵 245 粒，仔鱼 1016 尾。调查海区 15 个站位全部采集到鱼卵，鱼卵出现率为 100.00%，调查海区的鱼卵平均密度为 7.77ind/100m³，捕获鱼卵数量密度最高为 19#站，为 22.42ind/100m³，各站鱼卵密度变化范围在 2.16ind/100m³~22.42ind/100m³。

仔鱼在 15 个站位中均有出现，出现率为 100.00%，仔鱼的平均密度为 34.37ind/100m³，捕获鱼卵数量密度最高为 14#站，为 125.89ind/100m³，各站仔鱼密度变化范围在 3.16ind/100m³~125.89ind/100m³。

表 4.2.6-2 鱼类浮游生物水平拖网密度分布

No.	Name	Date	
		Start	End
1	John Doe	2023-01-01	2023-01-05
2	Jane Smith	2023-01-02	2023-01-08
3	Michael Johnson	2023-01-03	2023-01-10
4	Sarah Williams	2023-01-04	2023-01-12
5	David Brown	2023-01-05	2023-01-15
6	Emily Davis	2023-01-06	2023-01-18
7	Robert Miller	2023-01-07	2023-01-20
8	Olivia Wilson	2023-01-08	2023-01-22
9	James Taylor	2023-01-09	2023-01-25
10	Mia Anderson	2023-01-10	2023-01-28

②垂直拖网调查

本次垂直拖网调查共采到鱼卵 11 粒，仔鱼 82 尾。调查期间 15 个站位中有 5 个站位采集到鱼卵，鱼卵出现率为 33.33%，调查海区的鱼卵平均密度为 81.26 ind/100m³，捕获鱼卵数量密度最高的是 16#站，为 545.45ind/100m³，鱼卵密度变化范围在 0.00ind/100m³~545.45ind/100m³。调查期间 15 个站位均捕获到仔鱼，仔鱼出现率为 100.00%，调查海区的仔鱼平均密度为 365.16 ind/100m³，捕获仔鱼数量密度最高的是 15#站，为 954.55ind/100m³，仔鱼密度变化范围在 51.72 ind/100m³~954.55ind/100m³。

表 4.2.6-3 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

[illegible]

3) 主要种类及数量分布

①水平拖网调查主要种类及数量占比

小沙丁鱼 (*Shadinella* sp.) 和凤鲚 (*Coilia mystus*) 是本次水平拖网调查中的主要

种类。在本次调查水平拖网中两者在鱼卵和仔鱼均出现一定数量，其中小沙丁鱼鱼卵在 15 个调查站中的 3 个站有出现，出现频率为 20.00%。各站位的小沙丁鱼鱼卵密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 5.89 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高的是 9#站，密度为 $5.89 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $0.80 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总密度的 10.24%。小沙丁鱼仔鱼在 15 个调查站中的 11 个站中有出现，出现频率为 73.33%。各站位的小沙丁鱼仔鱼密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 118.71 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高的是 9#站，密度为 $118.71 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $17.02 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查仔鱼总密度的 49.53%。

凤鲚鱼卵在 15 个调查站中均有出现，出现频率为 100.00%。各站位的凤鲚鱼卵密度在 $1.96 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 19.57 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高的是 19#站，密度为 $19.57 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $5.63 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总密度的 72.48%。凤鲚仔鱼在 15 个调查站中均有出现，出现频率为 100.00%。各站位的凤鲚仔鱼密度在 $0.91 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 84.25 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高的是 22#站，密度为 $84.25 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $15.27 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查仔鱼总密度的 44.42%。

②垂直拖网调查主要种类及数量分布

凤鲚是本次垂直拖网调查中出现的主要种类，其在鱼卵和仔鱼均出现一定数量。凤鲚鱼卵是本次垂直拖网调查中唯一出现的鱼卵种类，在 15 个调查站中的 5 个站有出现，出现频率为 33.33%。各站位的凤鲚鱼卵密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 545.45 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高的是 16#站，密度为 $545.45 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $81.26 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查鱼卵总密度的 100.00%。凤鲚仔鱼在 15 个调查站中的 12 个站有出现，出现频率为 80.00%。各站位的凤鲚仔鱼密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 818.18 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高的是 15#站，密度为 $818.18 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，仔鱼的平均密度为 $240.91 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查仔鱼总密度的 65.97%。

除凤鲚外，本次垂直拖网调查中有一定量的小沙丁鱼和虾虎鱼科仔鱼出现，其中小沙丁鱼仔鱼在 15 个调查站中出现了 4 次，出现频率为 26.67%，其密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 515.63 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高出现在 9#站，密度为 $515.63 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $62.37 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查仔鱼总密度的 17.08%；虾虎鱼科仔鱼在 15 个调查站中出现了 8 次，出现频率为 53.33%，其密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 272.73 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间，其中最高出现在 16#站，密度为 $272.73 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，平均密度为 $61.88 \text{ ind}/100\text{m}^3$ ，占本次调查仔鱼总密度的 16.95%。

（2）游泳生物

1) 种类组成

本次调查,共捕获游泳动物 43 种,隶属于 11 目 26 科,其中:鱼类 32 种,隶属于 9 目 19 科,占总种数的 74.42%,其中鲈形目种类最多,有 18 种,占鱼类种类总数的 56.25%;甲壳类 11 种,隶属于 2 目 7 科,占总种数的 25.58%。

本次调查,各断面出现种类情况见表 4.2.6-4。从表可看出,各断面中,19#站位断面种类数最多,为 22 种,5#站位断面的种数最少,仅为 5 种。

表 4.2.6-4 各断面出现种类统计结果

[illegible]

2) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.74kg/h 和 397.60ind./h，其中：甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.28kg/h 和 125.13ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.95%和 31.47%；鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 5.46kg/h 和 272.47ind./h，占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 95.05%和 68.53%；本次调查没有捕获到头足类动物。

表 4.2.6-5 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

[illegible]

表 4.2.6-6 调查断面的渔业资源密度

[illegible]

4) 鱼类资源密度分布

本次调查, 鱼类的资源密度见表 4.2.6-7。从表可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 $995.32\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $44.78 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。在 15 个站位断面的鱼类重量密度分布中, 16#站位断面最高为 $5216.08\text{kg}/\text{km}^2$, 14#站位断面最低为 $54.53\text{kg}/\text{km}^2$; 鱼类个体密度分布为 16#站位断面最高为 $196.78 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$, 14#站位断面最低, 为 $4.00 \times 10^3 \text{ind.}/\text{km}^2$ 。

表 4.2.6-7 鱼类资源密度

[illegible]

鳃舌鰻 (*Cynoglossus roulei*)、三角鲂 (*Megalobrama terminalis*)、七丝鲚 (*Coilia grayii*) 和孔虾虎鱼 (*Trypauchen vagina*)；甲壳类有 3 种，分别为字纹弓蟹 (*Varuna litterata*)、近缘新对虾 (*Metapenaeus affinis*) 和日本沼虾 (*Macrobrachium nipponense*)。这 8 种常见种的重量渔获率之和为 16.58kg/h，占渔获物总重量渔获率的 19.25%；个体渔获率之和为 1381.00ind./h，占渔获物总个体渔获率的 23.16%。

表 4.2.6-9 渔获物优势种的 IRI 指数

No.	Name	Age	Gender		Religion		Marital Status
			Male	Female	Hindu	Muslim	
1	John Doe	25					Married
2	Jane Smith	30					Single
3	Michael Brown	35					Married
4	Sarah White	28					Single
5	David Black	40					Married
6	Emily Green	22					Single
7	James Red	45					Married
8	Alice Blue	38					Single
9	Robert Yellow	50					Married
10	Michelle Purple	27					Single
11	Christopher Grey	33					Married
12	Stephanie Pink	29					Single
13	Daniel Orange	42					Married
14	Olivia Light Blue	24					Single
15	Matthew Dark Blue	37					Married
16	Natalie Light Green	26					Single
17	Andrew Dark Green	41					Married
18	Isabella Light Purple	23					Single
19	Joshua Dark Purple	36					Married
20	Madison Light Grey	31					Single
21	Benjamin Dark Grey	44					Married
22	Chloe Light Yellow	21					Single
23	Ethan Dark Yellow	39					Married
24	Ava Light Orange	28					Single
25	Noah Dark Orange	43					Married
26	Sophia Light Pink	25					Single
27	Liam Dark Pink	34					Married
28	Mia Light Blue	29					Single
29	Lucas Dark Blue	46					Married
30	Charlotte Light Green	27					Single
31	Henry Dark Green	32					Married
32	Amelia Light Purple	24					Single
33	Isaac Dark Purple	40					Married
34	Grace Light Grey	26					Single
35	Samuel Dark Grey	35					Married
36	Lily Light Yellow	22					Single
37	Alexander Dark Yellow	48					Married
38	Evelyn Light Orange	29					Single
39	Jonathan Dark Orange	37					Married
40	Aria Light Pink	25					Single
41	Christopher Dark Pink	42					Married
42	Savannah Light Blue	27					Single
43	Benjamin Dark Blue	33					Married
44	Madison Light Green	24					Single
45	Lucas Dark Green	41					Married
46	Chloe Light Purple	26					Single
47	Ethan Dark Purple	38					Married
48	Ava Light Grey	23					Single
49	Noah Dark Grey	45					Married
50	Sophia Light Yellow	28					Single
51	Isaac Dark Yellow	36					Married
52	Grace Light Orange	25					Single
53	Samuel Dark Orange	43					Married
54	Lily Light Pink	27					Single
55	Alexander Dark Pink	31					Married
56	Evelyn Light Blue	29					Single
57	Jonathan Dark Blue	47					Married
58	Aria Light Green	26					Single
59	Christopher Dark Green	34					Married
60	Savannah Light Purple	24					Single
61	Benjamin Dark Purple	40					Married
62	Madison Light Grey	26					Single
63	Lucas Dark Grey	35					Married
64	Chloe Light Yellow	22					Single
65	Ethan Dark Yellow	48					Married
66	Ava Light Orange	29					Single
67	Noah Dark Orange	37					Married
68	Sophia Light Pink	25					Single
69	Liam Dark Pink	34					Married
70	Mia Light Blue	29					Single
71	Lucas Dark Blue	46					Married
72	Charlotte Light Green	27					Single
73	Henry Dark Green	32					Married
74	Amelia Light Purple	24					Single
75	Isaac Dark Purple	40					Married
76	Grace Light Grey	26					Single
77	Samuel Dark Grey	35					Married
78	Lily Light Yellow	22					Single
79	Alexander Dark Yellow	48					Married
80	Evelyn Light Orange	29					Single
81	Jonathan Dark Orange	37					Married
82	Aria Light Pink	25					Single
83	Christopher Dark Pink	42					Married
84	Savannah Light Blue	27					Single
85	Benjamin Dark Blue	33					Married
86	Madison Light Green	24					Single
87	Lucas Dark Green	41					Married
88	Chloe Light Purple	26					Single
89	Ethan Dark Purple	38					Married
90	Ava Light Grey	23					Single
91	Noah Dark Grey	45					Married
92	Sophia Light Yellow	28					Single
93	Isaac Dark Yellow	36					Married
94	Grace Light Orange	25					Single
95	Samuel Dark Orange	43					Married
96	Lily Light Pink	27					Single
97	Alexander Dark Pink	31					Married
98	Evelyn Light Blue	29					Single
99	Jonathan Dark Blue	47					Married
100	Aria Light Green	26					Single

7) 物种多样性

本次调查海域各站位断面丰富度指数 (d) 在 0.716~3.263 之间, 平均值为 1.869, 其中 19#站位断面最高, 16#站位断面最低; 多样性指数 (H') 分布范围在 1.075~3.297 之间, 平均为 2.351, 多样性指数最高值出现在 15#站位断面, 最低出现在 16#站位断面, 多样性属于中等水平; 均匀度 (J') 分布范围在 0.416~0.881 之间, 平均为 0.686, 均匀度最高值出现在 5#站位断面, 最低出现在 16#站位断面, 除 16#站位断面等少数断面外, 其余断面物种间分布较均匀。

表 4.2.6-10 游泳动物物种多样性

[illegible]

	■		■■■■		■■■■■		■■■■■		■■■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■		■		■■■		■■■		■■■
	■■■		■		■■■		■■■		■■■
	■■■		■■■		■■■■■		■■■■■		■■■■■

8) 幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 31.09%（见表 4.2.6-11）。渔获物中，鱼类幼体比例为 27.02%，甲壳类幼体比例为 39.85%，各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 4.2.6-12。

鱼类整体幼体比例较低，除弓斑东方鲀（*Takifugu ocellatus*）、华鲆（*Tephrosetes sinensis*）、棘线鲷（*Grammolites scaber*）、李氏鲷（*Callionymus richardsoni*）、六带叉牙鲷（*Helotes sexlineatus*）、三角鲂（*Megalobrama terminalis*）、丝鳍海鲶（*Arius arius*）等几种经济鱼类的幼体比例较高外，其他经济种鱼类，如多鳞鱚（*Sillago sihama*）、褐斑三线舌鲷（*Cynoglossus trigrammus*）、海鳗（*Muraenesox cinereus*）、黑鳃舌鲷（*Cynoglossus roulei*）、花鲷（*Chupanodon thrissa*）、平鲷（*Rhabdosargus sarba*）、七丝鲷（*Coilia grayii*）、长鳍莫鲷（*Moolgarda cunnesius*）等及几种小型鱼类颈斑鲷（*Leiognathus nuchalis*）等，幼体比例较低，以成体为主。

本调查中甲壳动物经济种的幼体比例较低。经济种除拟穴青蟹 (*Scylla Paramamosain*) 和口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria*)、周氏新对虾 (*Metapenaeus joyneri*) 等少数种外, 渔获中的大部分甲壳动物经济种均主要由成体组成。表 4.2.6-13 列出本次调查主要物种的生物学特征和幼体比例。

表 4.2.6-11 各断面幼体比例

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80																				

[illegible][illegible]

4.2.6.3 秋季渔业资源现状调查结果

(1) 鱼卵仔鱼

1) 种类组成

在水平拖网和垂直拖网两种方法采集的 24 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 9 种，其中鲱形目鉴定出 3 种，鲈形目鉴定出 3 种，鲻形目、鲹形目和未定种分别鉴定出 1 种。

表 4.2.6-14 调查海区鱼卵、仔鱼种类组成

$$0.42\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 6.94\text{ind}/100\text{m}^3。$$

表 4.2.6-15 鱼类浮游生物水平拖网密度及其分布

No.	Name	Date	
		Start	End
1	John Doe	2023-01-01	2023-01-05
2	Jane Smith	2023-01-02	2023-01-08
3	Michael Johnson	2023-01-03	2023-01-10
4	Sarah Williams	2023-01-04	2023-01-12
5	David Brown	2023-01-05	2023-01-15
6	Emily Davis	2023-01-06	2023-01-18
7	James Wilson	2023-01-07	2023-01-20
8	Alice Taylor	2023-01-08	2023-01-22
9	Robert Lee	2023-01-09	2023-01-25
10	Olivia White	2023-01-10	2023-01-28
11	William Black	2023-01-11	2023-02-01
12	Isabella Green	2023-01-12	2023-02-03
13	Benjamin Gray	2023-01-13	2023-02-05
14	Maria King	2023-01-14	2023-02-07
15	Christopher Hall	2023-01-15	2023-02-09
16	Ava Young	2023-01-16	2023-02-11
17	Ethan Scott	2023-01-17	2023-02-13
18	Sophia Adams	2023-01-18	2023-02-15
19	Lucas Baker	2023-01-19	2023-02-17
20	Mia Nelson	2023-01-20	2023-02-19
21	Henry Hill	2023-01-21	2023-02-21
22	Evelyn Ward	2023-01-22	2023-02-23
23	Sebastian King	2023-01-23	2023-02-25
24	Charlotte Green	2023-01-24	2023-02-27
25	Leo White	2023-01-25	2023-02-29
26	Aria Black	2023-01-26	2023-03-01
27	Julian Gray	2023-01-27	2023-03-03
28	Valentina King	2023-01-28	2023-03-05
29	Isaac Green	2023-01-29	2023-03-07
30	Grace White	2023-01-30	2023-03-09
31	Samuel Black	2023-01-31	2023-03-11
32	Chloe Gray	2023-02-01	2023-03-13
33	Matthew King	2023-02-02	2023-03-15
34	Lily Green	2023-02-03	2023-03-17
35	Christopher White	2023-02-04	2023-03-19
36	Zoe Black	2023-02-05	2023-03-21
37	Andrew Gray	2023-02-06	2023-03-23
38	Madeline King	2023-02-07	2023-03-25
39	Joshua Green	2023-02-08	2023-03-27
40	Abigail White	2023-02-09	2023-03-29
41	Benjamin Black	2023-02-10	2023-03-31
42	Emily Gray	2023-02-11	2023-04-02
43	Michael King	2023-02-12	2023-04-04
44	Sarah Green	2023-02-13	2023-04-06
45	David White	2023-02-14	2023-04-08
46	Alice Black	2023-02-15	2023-04-10
47	James Gray	2023-02-16	2023-04-12
48	Olivia King	2023-02-17	2023-04-14
49	William Green	2023-02-18	2023-04-16
50	Isabella White	2023-02-19	2023-04-18
51	Benjamin Black	2023-02-20	2023-04-20
52	Maria Gray	2023-02-21	2023-04-22
53	Christopher King	2023-02-22	2023-04-24
54	Ava Green	2023-02-23	2023-04-26
55	Ethan White	2023-02-24	2023-04-28
56	Sophia Black	2023-02-25	2023-04-30
57	Lucas Gray	2023-02-26	2023-05-02
58	Mia King	2023-02-27	2023-05-04
59	Henry Green	2023-02-28	2023-05-06
60	Evelyn White	2023-02-29	2023-05-08
61	Sebastian Black	2023-03-01	2023-05-10
62	Charlotte Gray	2023-03-02	2023-05-12
63	Leo King	2023-03-03	2023-05-14
64	Aria Green	2023-03-04	2023-05-16
65	Julian White	2023-03-05	2023-05-18
66	Valentina Black	2023-03-06	2023-05-20
67	Isaac Gray	2023-03-07	2023-05-22
68	Grace King	2023-03-08	2023-05-24
69	Samuel Green	2023-03-09	2023-05-26
70	Chloe White	2023-03-10	2023-05-28
71	Matthew Black	2023-03-11	2023-05-30
72	Lily Gray	2023-03-12	2023-05-31
73	Christopher King	2023-03-13	2023-06-01

②垂直拖网法数量分布

本次垂直拖网调查共捕获鱼卵 14 粒，仔鱼 7 尾。调查期间 12 个站位中有 10 个站位捕获到鱼卵，鱼卵出现率为 83.33%，调查海区的鱼卵平均密度为 137.96ind/100m³，捕获鱼卵数量密度最高的是 18#站，为 375.00 ind/100m³，鱼卵密度变化范围在 0.00ind/100m³~375.00ind/100m³。

仔鱼在 12 个站位中的 5 个站位有出现，出现率为 41.67%，仔鱼的平均密度为 91.12ind/100m³，捕获鱼卵数量密度最高为 9#站，为 600.00ind/100m³，各站仔鱼密度变化范围在 0.00ind/100m³~600.00ind/100m³。

表 4.2.6-16 鱼类浮游生物垂直拖网密度及其分布

[illegible]

■	■	
	■	■
■	■	■
■	■	■
■	■	■

3) 主要种类及数量分布

①水平拖网调查主要种类及数量占比

小公鱼 (*Stolephorus sp.*)、舌鳎科 (*Cynoglossidae*) 和凤鲚 (*Coilia mystus*) 是本次水平拖网调查中的主要种类。在本次调查水平拖网中小公鱼鱼卵和仔鱼均出现一定数量, 其中小公鱼鱼卵在 12 个调查站中均有出现, 出现频率为 100.00%。各站位的小公鱼鱼卵密度在 $1.73 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 13.58 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 20#站, 密度为 $13.58 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 平均密度为 $4.55 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 占本次调查鱼卵总密度的 53.17%。小公鱼仔鱼在 12 个调查站中的 7 个站中有出现, 出现频率为 58.33%。各站位的小公鱼仔鱼密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 0.86 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 12#站, 密度为 $0.86 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 平均密度为 $0.30 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 占本次调查仔鱼总密度的 18.04%。

舌鳎科鱼卵在 12 个调查站中均有出现, 出现频率为 100.00%。各站位舌鳎科鱼卵密度在 $0.49 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 2.91 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 20#站, 密度为 $2.91 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 平均密度为 $1.48 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 占本次调查鱼卵总密度的 17.29%。

凤鲚仔鱼在 12 个调查站中的 7 个站中有出现, 出现频率为 58.33%。各站位的凤鲚仔鱼密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 4.17 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 4#站, 密度为 $4.17 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 平均密度为 $0.75 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 占本次调查仔鱼总密度的 45.22%。

②垂直拖网调查主要种类及数量分布

小公鱼和凤鲚是本次垂直拖网调查中出现的主要种类。小公鱼鱼卵在 12 个调查站中的 8 个站有出现, 出现频率为 66.67%。各站位的小公鱼鱼卵密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 333.33 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 20#站, 密度为 $333.33 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 平均密度为 $116.98 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 占本次调查鱼卵总密度的 84.79%。小公鱼仔鱼在 12 个调查站中的 2 个站有出现, 出现频率为 16.67%。各站位的小公鱼仔鱼密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 166.67 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 12#站, 密度为 $166.67 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 平均密度为 $18.20 \text{ ind}/100\text{m}^3$, 占本次调查仔鱼总密度的 19.97%。

凤鲚仔鱼在 12 个调查站中的 3 个站有出现, 出现频率为 25.00%。各站位的凤鲚仔鱼密度在 $0.00 \text{ ind}/100\text{m}^3 \sim 600.00 \text{ ind}/100\text{m}^3$ 之间, 其中最高的是 9#站, 密度为

600.00ind/100m³, 平均密度为 72.92ind/100m³, 占本次调查仔鱼总密度的 80.03%。

(2) 游泳生物

1) 种类组成

本次调查,共捕获游泳动物 49 种,隶属于 10 目 33 科,其中:鱼类 32 种,隶属于 8 目 24 科,占总种数的 65.31%,其中鲈形目种类最多,有 15 种,占鱼类种类总数的 46.88%;甲壳类 17 种,隶属于 2 目 9 科,占总种数的 34.69%。

本次调查,各断面出现种类情况见表 4.2.6-17。从表可看出,各断面中,16#和 19# 站位断面种类数最多,均为 20 种,4#站位断面的种数最少,为 6 种。

表 4.2.6-17 各断面出现种类统计结果

[illegible]

2) 渔获率

渔业资源的平均重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 5.03kg/h 和 479.08ind/h, 其中: 甲壳类的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 0.33kg/h 和 154.58ind/h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 6.54%和 32.27%; 鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 4.70kg/h 和 324.50ind/h, 占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 93.46%和 67.73%; 本次调查未捕获到头足类。

表 4.2.6-18 各断面重量渔获率和个体渔获率及各类群百分比

[illegible]

①鱼类资源密度分布

本次调查，鱼类的资源密度见表 4.2.6-20。从表可得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 768.51kg/km²和 53.10×10³ind/km²。在 12 个站位断面的鱼类重量密度分布中，12#站位断面最高为 1665.89kg/km²，20#站位断面最低为 92.76kg/km²；鱼类个体密度分布为 4#站位断面最高为 184.57×10³ind/km²，3#站位断面最低，为 4.58×10³ind/km²。

表 4.2.6-20 鱼类资源密度

②甲壳类资源密度分布

本次调查，甲壳类的资源密度见表 4.2.6-21。从表得出其平均重量密度和平均个体密度分别为 53.77kg/km²和 25.29×10³ind/km²。其中，重量密度范围为 0.00kg/km² ~ 390.17kg/km²，8#站位断面最低，1#站位断面最高；个体密度分布范围为 0.00×10³ind/km² ~ 203.22×10³ind/km²，1#站位断面最高，8#站位断面最低。

表 4.2.6-21 甲壳类资源密度

[illegible]

4) 优势种

根据相对重要性指数 (IRI) 公式计算评价调查海域内各物种的相对重要性指数 (IRI), 并采用胡成业等的划分标准, 当 IRI 大于 1000 时定为优势种, 当 IRI 在 100~1000 之间时定为常见种。各渔获物优势种及常见种的 IRI 值列于表 4.2.6-22。

本次调查的优势渔获种类有 2 种，为鱼类的丝鳍海鲶（*Arius arius*）和颈斑鲆（*Leiognathus nuchalis*），其重量渔获率分别为为 14.28kg/h 和 6.79kg/h，重量渔获率之和为 21.07kg/h，占渔获物总重量渔获率（60.31kg/h）的 34.93%；个体渔获率分别为 1734.00ind/h 和 1050.00ind/h，个体渔获率之和为 2784.00 ind/h，占渔获物总个体渔获率（5749.00 ind/h）的 48.43%。

本次调查的常见种有 11 种, 其中鱼类有 8 种, 分别为斑鲷(*Clupanodon punctatus*)、花鲷(*Clupanodon thrissa*)、长鳍莫鲷(*Moolgarda cunnesius*)、三角鲂(*Megalobrama terminalis*)、黄鳍棘鲷(*Acanthopagrus latus*)、七丝鲚(*Coilia grayii*)、黑鳃舌鲷(*Cynoglossus roulei*)和鳙(*Ilisha elongata*); 甲壳类有 3 种, 分别为脊尾白虾(*Exopalaemon carinicauda*)、周氏新对虾(*Metapenaeus joyneri*)和近缘新对虾(*Metapenaeus affinis*)。这 11 种常见种的重量渔获率之和为 31.37kg/h, 占渔获物总重量渔获率的 52.01%; 个体渔获率之和为 2012.00 ind/h, 占渔获物总个体渔获率的 35.00%。

表 4.2.6-22 渔获物 IRI 指数

No.	Name	Age	Gender		Religion		Marital Status
			Male	Female	Hindu	Muslim	
1	John Doe	25	Male		Hindu		Single
2	Jane Smith	30		Female	Muslim		Married
3	Michael Brown	22	Male		Hindu		Single
4	Emily White	28		Female	Muslim		Married
5	David Green	35	Male		Hindu		Single
6	Sarah Black	27		Female	Muslim		Married
7	Robert Grey	32	Male		Hindu		Single
8	Lisa Pink	29		Female	Muslim		Married
9	James Blue	24	Male		Hindu		Single
10	Alice Yellow	31		Female	Muslim		Married
11	Christopher Red	26	Male		Hindu		Single
12	Michelle Purple	23		Female	Muslim		Married
13	Daniel Orange	33	Male		Hindu		Single
14	Olivia Green	28		Female	Muslim		Married
15	Matthew Blue	21	Male		Hindu		Single
16	Sophia Yellow	34		Female	Muslim		Married
17	Andrew Red	29	Male		Hindu		Single
18	Isabella Purple	26		Female	Muslim		Married
19	Joshua Orange	30	Male		Hindu		Single
20	Ava Green	27		Female	Muslim		Married

5) 物种多样性

本次调查海域各站位断面丰富度指数 (d) 在 0.705~3.031 之间, 平均值为 2.074, 其中 19#站位断面最高, 4#站位断面最低; Shannon-wiener 多样性指数 (H') 分布范围在 0.795~3.277 之间, 平均为 2.436, 多样性指数最高值出现在 12#站位断面, 最低出现在 4#站位断面, 多样性水平一般; Pielou 均匀度 (J') 分布范围在 0.307~0.939 之间, 平均为 0.689, 均匀度最高值出现在 20#站位断面, 最低出现在 4#站位断面, 除 4#、16#和 19#外, 其他断面物种间分布较均匀。

表 4.2.6-23 游泳动物物种多样性指数及均匀度

[illegible]

6) 幼体比例

本次调查幼体群体占有游泳动物群体的比例为 48.96% (表 4.2.6-24)。渔获物中, 鱼类幼体比例为 50.68%, 甲壳类幼体比例为 44.84%, 各类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例见表 4.2.6-25。

鱼类整体幼体比例与成体相当，其中多齿蛇鲻（*Saurida tumbil*）、灰鲳（*Pampus cinereus*）、褐蓝子鱼（*Siganus fuscens*）、金钱鱼（*Scatophagus argus*）、鰺、皮氏叫姑鱼（*Johnius belangerii*）、七丝鲚、裘氏小沙丁鱼（*Sardinella jussieu*）、三角鲂、丝鳍海鲶等几种经济鱼类的幼体比例较高，多数高达 100%，其他经济种鱼类，如斑鰾、花鰾、黄鳍棘鲷、翘嘴鲌（*Culter alburnus*）、长鳍莫鲻等及几种小型鱼类颈斑鲷等，幼体比例较低，以成体为主。

本调查中甲壳动物整体幼体比例与成体相当，其中经济种的幼体比例较高。刀额新对虾（*Metapenaeus ensis*）、亨氏仿对虾（*Parapenaeopsis hungerfordi*）、近缘新对虾、拟穴青蟹（*Scylla Paramamosain*）、长叉口虾蛄（*Oratosquilla nepa*）、周氏新对虾等以幼体为主，脊尾白虾、日本沼虾（*Macrobrachium nipponense*）等主要由成体组成。表4.2.6-26 列出本次调查主要物种的生物学特征和幼体比例。

表 4.2.6-24 各断面幼体比例

[illegible]

表 4.2.6-25 分类群成体尾数、幼体尾数和幼体比例

████	██████	██████	████	██████
████	██	██	██	████
██████	██	██	██	████

表 4.2.6-26 主要物种的生物学特征和幼体比例

■	■	■		■		■	
		■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■

注：“/”代表此项无数据。

4.2.6.4 小结

(1) 鱼卵仔鱼

春节调查出现鱼卵仔鱼 12 种。水平拖网的鱼卵平均密度为 $7.77\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $2.16\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 22.42\text{ind}/100\text{m}^3$ ；仔鱼的平均密度为 $34.37\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $3.16\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 125.89\text{ind}/100\text{m}^3$ 。垂直拖网的鱼卵平均密度为 $81.26\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $0.00\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 545.45\text{ind}/100\text{m}^3$ ；仔鱼平均密度为 $365.16\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $51.72\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 954.55\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

秋季调查共出现鱼卵仔鱼 9 种。水平拖网的鱼卵平均密度为 $8.55\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $4.16\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 22.31\text{ind}/100\text{m}^3$ ；仔鱼的平均密度为 $1.65\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $0.42\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 6.94\text{ind}/100\text{m}^3$ 。垂直拖网的鱼卵平均密度为 $137.96\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $0.00\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 375.00\text{ind}/100\text{m}^3$ ；仔鱼的平均密度为 $91.12\text{ind}/100\text{m}^3$ ，密度变化范围在 $0.00\text{ind}/100\text{m}^3 \sim 600.00\text{ind}/100\text{m}^3$ 。

(2) 游泳生物

春季调查共捕获游泳动物 43 种，其中：鱼类 32 种，甲壳类 11 种。平均重量密度为 $1037.03\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $75.54\text{kg}/\text{km}^2 \sim 5252.80\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $63.73 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，范围为 $10.80 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2 \sim 215.98 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。鱼类平均重量密度和平均个体密度分别为 $995.32\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $44.78 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。甲壳类的平均重量密度和平均个体密度分别为 $41.71\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $18.95 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。优势渔获种类有 3 种，为鱼类的花鲮、拉氏狼牙虾虎鱼及甲壳类的细螯沼虾。

秋季调查共捕获游泳动物 49 种，其中：鱼类 32 种，甲壳类 17 种。平均重量密度为 $822.28\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $126.84\text{kg}/\text{km}^2 \sim 1738.38\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $78.39 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ ，范围为 $7.85 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2 \sim 245.43 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。鱼类的平均重量密度和平均个体密度分别为 $768.51\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $53.10 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。甲壳类的平均重量密度和平均个体密度分别为 $53.77\text{kg}/\text{km}^2$ 和 $25.29 \times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。优势渔获种类有 2 种，为鱼类的丝鳍海鲈和颈斑鲷。

4.2.6.5 产卵场

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），珠江口中上层鱼类产卵场主要为：鲐鱼产卵场位于东经 $113^{\circ}15' \sim 116^{\circ}20'$ ，北纬 $21^{\circ} \sim 22^{\circ}25'$ ，水深 30m~80m，产卵期 1 月~3 月；蓝圆鲹产卵场位于东经 $112^{\circ}50' \sim 114^{\circ}30'$ ，北纬 $21^{\circ} \sim 22^{\circ}$ ，水深 60m 以内，产卵期 12 月~3 月。珠江口底层、近底层鱼类产卵场主要为：绯鲤类产卵场位于东经 $112^{\circ}55' \sim 115^{\circ}40'$ ，北纬 $21^{\circ}30' \sim 22^{\circ}15'$ ，水深 20m~87m，产卵期 3 月~6 月。

本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

4.2.7 地表水环境质量现状调查与评价

4.2.7.1 项目周边地表水环境质量现状

1、常规监测结果与现状评价

根据南沙区官网的《南沙区水环境质量状况报告》（2023 年 2 月、5 月、8 月、10 月），洪奇沥水道、鳧洲水道符合Ⅲ类标准，蕉门水道大部分测值符合Ⅲ类标准，个别断面符合Ⅳ类标准，其中蕉门断面测值均符合Ⅲ类标准。

表 4.2.7-1 项目附近水环境质量现状调查结果汇总表

[illegible]

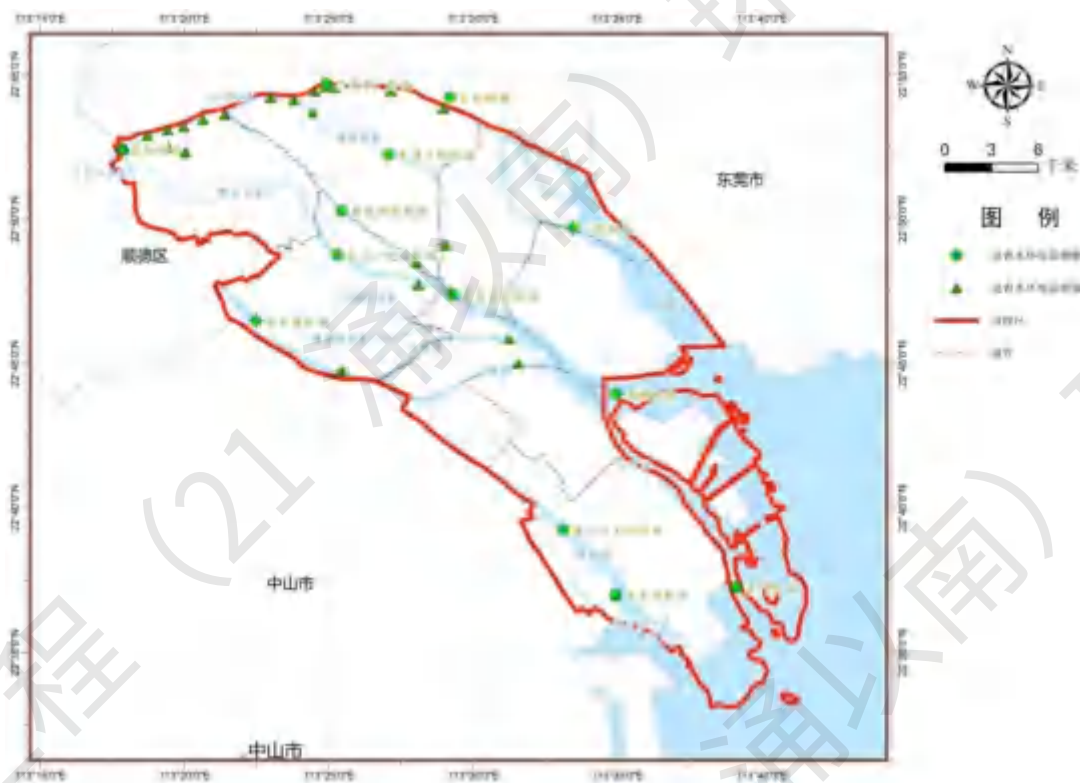


图 4.2.7-1 常规观测站位示意图

2、地表水水质现状监测与评价

本次评价引用《南沙全民文化体育综合体项目配套骨干道路（二十涌南路、二十涌南二路、二十一涌北路、规划纵一路、滨海路）环境影响报告表》（广州南沙交通投资集团有限公司，2024 年 4 月），广东佳境有限公司于 2022 年 6 月 1~2 日和 6 月 6~7 日对二十涌、二十一涌进行了现场监测，对项目所在区域地表水环境质量大潮期、小潮期各测 2 天，每天高潮、低潮时各 1 次。采样站位见表 4.2.7-2 和图 4.2.7-2。

表 4.2.7-2 采样站位

点位名称		断面经纬度	监测因子
W7	二十涌上游 200m	22°34'52.124"N,113°38'9.875"E	pH、DO、COD _{Cr} 、BOD ⁵ 、SS、氨氮、总磷、石油类、水温、溶解氧、阴离子表面活性剂共计 11 项
W8	二十涌下游 200m	22°34'43.779"N,113°37'58.906"E	
W9	二十一涌上游 200m	22°34'29.442"N,113°38'20.071"E	
W10	二十一涌下游 200m	22°34'20.205"N,113°38'9.527"E	

地表水水质现状检测结果见表 4.2.7-3。采用单因子指数法进行评价，标准指数见表 4.2.7-3。

监测结果显示，二十涌、二十一涌上下游断面大潮期、小潮期的各项水质监测因子的标准指数值均小于 1，可满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）IV类标准。



图 4.2.7-2 地表水、环境空气采样站位示意图

表 4.2.7-2 地表水水质现状调查结果统计表

南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）环境影响报告书

4.2.7.2 鱼塘养殖用水质量现状

为了解项目附近现状鱼塘养殖用水质量现状，本报告引用建设单位提供的《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程环境影响报告书》（报批稿）中广州华鑫检测技术有限公司于 2022 年 10 月 27 日、2023 年 2 月 27 日对周边鱼塘养殖用水水质现状的监测报告（报告编号：HXN225063-NSW221027020、HXN225063-NSW230217028），养殖用水水质现状监测结果见表 4.2.7-3。

表 4.2.7-3 养殖用水水质现状监测结果表

根据监测结果可知，项目周边鱼塘养殖用水水质现状能满足《淡水池塘养殖水排放要求》（SC/T9101-2001）一级标准的要求，对周边地表水环境影响较小。

4.2.8 环境空气质量现状调查与评价

4.2.8.1 达标区判定

（1）评价基准年筛选

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）依据评价所需环境空气质量现状等数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，选择近 3 年中数据相对完整的 1 个日历年作为评价基准年，基本污染物环境质量现状数据，项目所在区域达标判定，优先采用国家或地方生态环境部分公开发布的评价基准年环境质量公告或环境质量报告中的数据或结论。采用评价范围国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据，或采用生态环境主管部门公开发布的环境空气质量现状数据。其他污染物环境质量现状数据，优先采用评价范围内国家或地方环境空气质量监测网中评价基准年连续 1 年的监测数据。根据本项目所在地环境空气质量现状、气象资料等数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，本次评价选择 2022 年作为评价基准年。

（2）空气质量达标区判定

据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）的要求，城市环境空气质量达标情况评价指标为 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO 和 O_3 ，六项污染物全部达标即为城市环境空气质量达标。

根据《2022 年广州市生态环境状况公报》，广州市 2022 年 SO_2 、 NO_2 、 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 年均浓度分别为 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ； CO 24 小时平均第 95 百分位数为 $1\text{mg}/\text{m}^3$ ， O_3 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 $179 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值的污染物为 O_3 。

广州市南沙区环境空气综合指数为 3.44，达标天数比例为 81.9%。 $\text{PM}_{2.5}$ 年均值为 20 微克/立方米， PM_{10} 年均值为 37 微克/立方米，二氧化氮年均值为 30 微克/立方米，二氧化硫年均值为 8 微克/立方米，臭氧第 90 百分位浓度为 189 微克/立方米，一氧化碳第 95 百分位浓度为 1.1 毫克/立方米。广州市南沙区环境空气现状评价见表 4.2.8-1。

表 4.2.8-1 2022 年南沙区环境空气现状评价表

污染物	评价指标	现状浓度	标准值	占标率	达标情况
SO_2	年平均质量浓度	$8\mu\text{g}/\text{m}^3$	$60\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.3%	达标
NO_2	年平均质量浓度	$30\mu\text{g}/\text{m}^3$	$40\mu\text{g}/\text{m}^3$	75.0%	达标
PM_{10}	年平均质量浓度	$37\mu\text{g}/\text{m}^3$	$70\mu\text{g}/\text{m}^3$	52.9%	达标
$\text{PM}_{2.5}$	年平均质量浓度	$20\mu\text{g}/\text{m}^3$	$35\mu\text{g}/\text{m}^3$	57.1%	达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数	$1.1\text{mg}/\text{m}^3$	$4\text{mg}/\text{m}^3$	27.5%	达标
O_3	最大 8 小时平均第 90 百分位数	$189\mu\text{g}/\text{m}^3$	$160\mu\text{g}/\text{m}^3$	118.1%	超标

综上，广州市南沙区细颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）、可吸入颗粒物（ PM_{10} ）、二氧化氮（ NO_2 ）、二氧化硫（ SO_2 ）、一氧化碳（ CO ）年评价指标均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准要求；臭氧日最大 8 小时滑动平均值第 90 百分位数超出《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准要求，超标倍数为 0.181 倍。因此，项目所在区域广州南沙区为环境空气质量不达标区域。

针对目前环境空气质量未达标的情况，广州市政府于 2017 年 12 月制定了《广州市环境空气质量达标规划（2016-2025）》（穗府〔2017〕25 号），明确于近期采取一系列产业和能源结构调整措施、大气污染治理措施，在中期规划年 2025 年实现空气质量全面稳定达标，并在此基础上持续改善，臭氧污染得到有效控制，空气质量达标天数比例达到 92% 以上。按照该规划，本项目所在区域不达标指标臭氧预期可达到低于 160 微克/立方米的要求，满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中二级标准要求。广州市空气质量达标规划指标见表 4.2.8-2。

表 4.2.8-2 广州市空气质量达标规划指标

序号	环境质量指标	目标值	国家空气质量标准	属性
		中远期 2025 年		
1	二氧化硫年均浓度	$\leq 15\mu\text{g}/\text{m}^3$	≤ 60	约束
2	二氧化氮年均浓度	$\leq 38\mu\text{g}/\text{m}^3$	≤ 40	约束
3	PM ₁₀ 年均浓度	$\leq 45\mu\text{g}/\text{m}^3$	≤ 70	约束
4	PM _{2.5} 年均浓度	$\leq 30\mu\text{g}/\text{m}^3$	≤ 35	约束
5	一氧化碳日平均值的第 95 百分位数	$\leq 2\text{mg}/\text{m}^3$	≤ 4	约束
6	臭氧日最大 8 小时平均值的第 90 百分位数	$\leq 160\mu\text{g}/\text{m}^3$	≤ 160	指导
7	空气质量达标天数比例 (%)	≥ 92	-	预期

4.2.8.2 TSP 补充监测情况

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）导则要求，本项目外排废气中有特征因子 TSP。引用建设单位提供的《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程环境影响报告书》（报批稿）中的 TSP 监测结果。

4.2.8.3 监测布点

根据项目所在地主导风向的影响和周边环境敏感目标的分布情况，环境空气监测点具体位置见表 4.2.8-3 和图 4.2.7-2。

表 4.2.8-3 环境空气监测布点一览表

监测点编号	位置	方位	距离本项目边界的距离
G1	项目所在地	S	边界

4.2.8.4 监测项目

根据项目排放的大气污染物种类以及有关规定，选取 TSP 作为监测项目。

4.2.8.5 监测频次及时间

委托广东粤风检测技术有限公司于 2023 年 4 月 16 日~2023 年 4 月 18 日、2023 年 4 月 20 日~2023 年 4 月 23 日共 7 天，对监测点位 TSP 进行监测。

监测频率：监测 7 天

TSP：日平均浓度，每天采样一次，每次连续采样 20h 以上。

4.2.8.6 监测方法

监测因子 TSP 监测方法见表 4.2.8-4。

表 4.2.8-4 环境空气监测分析方法

监测项目	监测方法	使用仪器设备	方法检出限
TSP	《环境空气总悬浮颗粒物的测定重量法》	BT125D 电子天平	0.007mg/m ³

监测项目	监测方法	使用仪器设备	方法检出限
	HJ 1263-2022		

4.2.8.7 监测结果

环境空气监测条件见表 4.2.8-5，监测结果见表 4.2.8-6。

表 4.2.8-5 环境空气监测气象条件

监测 点位	监测时间		气象参数					
	采样日期	起止时间	气象状 况	气温 (°C)	气压 (hPa)	湿度(%)	风向	风速 (m/s)
G1	2023.04.16	11: 20~次日 11: 20	晴	30.6	1012	60	西北	2.4
	2023.04.17	11: 20~次日 11: 20	晴	28.6	1009	62	南	1.9
	2023.04.18	11: 20~次日 11: 20	阴	28.6	1008	66	东南	1.8
	2023.04.20	11: 20~次日 11: 20	阴	29.1	1010	67	南	1.9
	2023.04.21	11: 20~次日 11: 20	阴	28.9	1011	66	东南	1.7
	2023.04.22	11: 20~次日 11: 20	阴	29.2	1011	65	东南	2.1
	2023.04.23	11: 20~次日 11: 20	阴	28.8	1010	67	南	1.9

表 4.2.8-6 环境空气 TSP 监测结果

4.2.8.8 环境空气质量现状评价

1、评价标准

项目所处区域环境空气质量功能类别为二类区，TSP 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其 2018 年修改单的二级标准。

2、评价方法

采用单项质量指数法进行评价。数学表达式如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i —— i 污染物的质量指数；

C_i —— i 污染物的监测值， mg/Nm^3 ；

S_i —— i 污染物的评价标准， mg/Nm^3 。

3、评价结果

监测因子评价结果见表 4.2.8-8。

表 4.2.8-8 大气环境监测评价结果

监测项目			G1
TSP	日均值	浓度范围 (mg/m^3)	0.102~0.109
		最大 I_i 值 (%)	36.3%
		超标率 (%)	0

监测结果表明：监测点的 TSP 日平均浓度现状监测值均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准要求。

4.2.9 声环境质量现状调查与评价

4.2.9.1 声环境现状调查

本项目建设地址为南沙区万顷沙镇万顷沙 21 涌以南，建设规模为本项目按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，生态堤长约 4.528km。现有噪声主要为周边在建项目施工和交通运输噪声。

4.2.9.2 声环境保护目标调查

根据调查，评价范围内现状无已建成的声环境敏感目标。

4.2.9.3 声环境质量现状评价

根据《广州市环境保护局关于印发广州市声环境功能区区划的通知》（穗环〔2018〕151 号）可知，区域声环境属于《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 1 类功能区，现有堤顶路及其车道线外扩 45m 区域声环境属于《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 4a 类功能区，声环境功能区划图见图 2.6.1-1 和图 2.6.1-2。

本次评价引用建设单位提供的《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程环境影响报告书》（报批稿）中广东粤风检测技术有限公司于 2023 年 4 月 18 日在万顷沙东南侧岛尖开展的噪声现状监测结果（报告编号：YF-BG2304046），委托单位为中

国科学院南海海洋研究所，引用点位为 N3，引用点监测结果和监测位置见表 4.2.8-1 和图 4.2.9-1。

表 4.2.9-1 声环境现状监测评价结果一览表 单位 dB(A)

监测点位		功能区	监测时间	昼间			夜间		
				监测值	标准值	评价结果	监测值	标准值	评价结果
二十一涌北侧农用地	N3	1 类	2023.4.18	48	55	达标	42	45	达标



图 4.2.9-1 声环境现状监测点位图

引用说明：目前，本项目周边，特别是西侧正在进行项目建设，并设置围挡，如开展现场监测，受到施工噪声等影响，无法获取准确噪声现状值和背景值。因此，本次评价引用监测报告（编号：YF-BG2304046），该报告监测时间为 2023 年 4 月 18 日-19 日，主要服务于《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程环境影响报告书》。该报告开展监测期间综合体场馆尚未施工，亦不受区域在建道路的施工噪声影响，引用的 N3 位于二十一涌北侧农用地，可作为本项目所在区域的噪声背景值。因此，本次评价认为引用报告（编号：YF-BG2304046）监测结果可以较为准确反映本项目噪声现状值和噪声背景值。

由表 4.2.9-1 可知，N3 噪声监测点昼间和夜间噪声值均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准（即昼间≤55dB(A)，夜间≤45dB(A)）。

4.2.10 生态环境现状调查

4.2.10.1 植物资源

1、湿地植物

（1）湿地植物类型与种类多样性

根据《广州南沙湿地生物多样性现状及其保护》（李玫等，2009），南沙湿地植被类型主要有湿生植被、水生植被、沙生植被和农田植被。湿生植被分为河口、浅海沉积湿地湿生植被和河岸、海堤岸湿生植被。其中，河口、浅海沉积湿地的湿生植被，分布于河口低地和滩涂，外貌较整齐、组成简单、优势种明显。其主要群落有茳芰群落、芦苇群落、卡开芦-茳芰群落。河岸、海堤岸湿生植被，则分布于河道、河口和水网的堤岸。其主要群落有大画眉草群落、象草群落、白茅群落、小叶榕-桉树群落、小叶榕-薇甘菊群落、龙眼群落、落羽杉-水松群落、竹子群落。水生植被类型主要为河流、河口湿地水生植被，代表性群落主要为水葱群落。沙生植被分布于沙丘地或滨海沙滩。由于围垦或围塘，沙生植被生存的生境被破坏，南沙地区区域内只有一些沙生植物如潺槁、木麻黄、海刀豆、绊根草、马甲子、蜈蚣草等零星生长。农田植被类型分布于三角洲低积平原湿地，包括香蕉、甘蔗、水稻、莲藕、蔬菜等。

南沙地区共有湿地植物 318 种。其中蕨类植物 18 科 26 种，裸子植物 3 科 4 种，被子植物 69 科 288 种。蕨类、裸子和被子植物分别占植物总科数 20%、3.3%和 76.7%。种类最多的科是禾本科（*Gramineae*），共 36 种；其次为菊科（*Asteraceae*），24 种；莎草科（*Cyperaceae*），16 种；大戟科（*Euphorbiaceae*）11 种；苋科（*Amaranthaceae*）、蝶形花科（*Papilionaceae*）、茄科（*Solanaceae*）和茜草科（*Rubiaceae*）各 8 种；桃金娘科（*Myrtaceae*）7 种。常见的温带科有毛茛科（*Ranunculaceae*）、蔷薇科（*Rosaceae*）和苋科等。湿地植物中苏铁（*Cycas revoluta*）、水松（*Glyptostrobus pensilis*）为国家Ⅰ级保护植物，金毛狗（*Cibotium barometz*）和莲（*Nelumbo nucifera*）为国家Ⅱ级保护植物。

（2）红树林资源

根据《广州市南沙区红树林资源现状与保护》（李海生等，湿地科学，第 18 卷 第 2 期，2020 年 4 月），李海生等于 2018 年 3 月至 2019 年 7 月，对广州市南沙区红树林资源进行了野外实地调查。研究表明，南沙区共有红树植物 12 科 15 属 16 种，包括真红树植物 6 科 7 属 8 种和半红树植物 7 科 8 属 8 种；红树林主要分布于南沙湿地公

园、洪奇沥东岸 14 涌至 17 涌滩涂、仁隆围和义隆围东部河岸、蕉西水闸、大角山海滨公园、沥心沙大桥桥脚、沙仔岛、坦头村等地；红树林群落可以分为无瓣海桑(*Sonneratia apetala*)+桐花树(*Aegiceras corniculatum*)群落、无瓣海桑群落、桐花树群落、老鼠簕(*Acanthus ilicifolius*)群落、无瓣海桑+老鼠簕群落、卤蕨(*Acrostichum aureum*)群落、秋茄(*Kandelia obvata*)群落、假茉莉(*Clerodendrum inerme*)群落、水黄皮(*Pongamia pinnata*)群落、黄槿(*Hibiscus tiliaceus*)群落、桐花树+老鼠簕群落、秋茄+桐花树群落、木榄(*Bruguiera gymnorrhiza*)群落、银叶树(*Heritiera littoralis*)群落和海芒果(*Cerbera manghas*)群落等 15 种主要群落类型。

表 4.2.10-1 广州市南沙区红树分布信息

[illegible]

根据《南沙湿地公园红树林物种多样性与空间分布格局》，南沙湿地公园土地利用分布见图 4.2.10-1，水域及水利设施用地和林地为其主要土地利用类型，分别占公园面积的 62.77%和 29.34%；其它用地包括堤岸、裸地和空闲地，仅占总面积的 4.29%；余下的草地、商服用地、住宅用地、交通运输用地、风景名胜及特殊用地等也只占总面积的 3.60%。

410

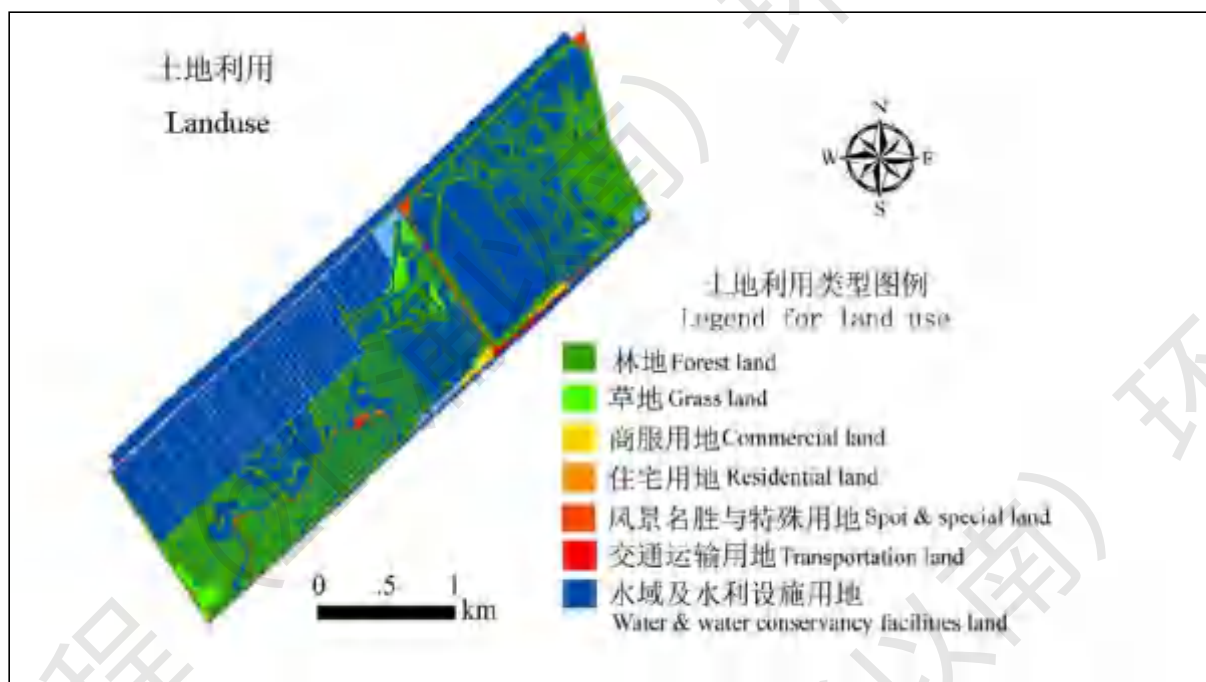


图 4.2.10-1 南沙湿地公园土地利用图

根据《南沙湿地公园红树林物种多样性与空间分布格局》（邱霓，生态环境学报 2017, 26(1):27-35），南沙湿地公园红树林以无瓣海桑 *Sonneratia apetala* Buch-Ham.、桐花树 *Aegiceras corniculatum* (L.) Blanco.、黄槿 *Hibiscus tiliaceus* L.和芦苇 *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.为优势种；主要的群落类型为无瓣海桑群落、黄槿群落和芦苇群落等 3 种，总面积百分比达 86.72%，无瓣海桑群落和黄槿群落面积占比分别为 41.13%和 36.44%，成为红树林的绝对优势群落；红树林群落在空间上呈聚集态分布，聚集度最高的是无瓣海桑群落，其次是黄槿群落，面积占比最低的是木榄群落。

南沙湿地公园第一期以无瓣海桑群落、芦苇群落和桐花树群落为主要群落类型，面积占比分别为 67.46%、12.93%和 5.87%；以真红树植物群落为主，面积占比达 82%；其次是伴生种芦苇群落，面积占比是 12.93%；半红树植物群落面积最小，仅有 5.07%。第二期以黄槿群落、无瓣海桑群落和芦苇群落为主要群落类型，面积占比分别为 70.48%、16.55%和 5.63%；以半红树植物群落为主，面积占比达 74.95%；其次是真红树植物群落，面积占比是 19.43%；伴生种芦苇群落面积最小，仅有 5.63%。



图 4.2.10-2 南沙湿地公园红树林分布格局

表 4.2.10-1 南沙湿地公园红树植物种类组成

类别 Category	科名 Family	种名 Species	生活型 Lifeform	来源 Source	编号 Code
真红树 Truemangroves	紫金牛科 Myrsinaceae	桐花树 <i>Aegiceras corniculatum</i> (L.)Blanco.	灌木 Frutex	L	S1
	红树科 Rhizophoraceae	秋茄 <i>Kandelia candel</i> (L.)Druce.	乔木 Arbor	L	S2
		木榄 <i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.)Lam.	乔木 Arbor	D	S3
	爵床科 Acanthaceae	老鼠簕 <i>Acanthus ilicifolius</i> Linn.	灌木 Frutex	L	S4
	卤蕨科 Acrostichaceae	卤蕨 <i>Acrostichum aureum</i> Linn.	草本 Herbage	L	S5
	海桑科 Sonneratiaceae	海桑 <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.)Engler.	乔木 Arbor	D	S6
		无瓣海桑 <i>Sonneratia apetala</i> Buch-Ham.	乔木 Arbor	I	S7
	使君子科 Combretaceae	拉关木 <i>Laguncularia racemosa</i> Gaertn.f.	乔木 Arbor	I	S8
	大戟科 Euphorbiaceae	海漆 <i>Excoecaria agallocha</i> Linn.	乔木 Arbor	L	-
	马鞭草科 Verbenaceae	白骨壤 <i>Avicennia marina</i> (Forsk)Vierh	乔木 Arbor	L	-
半红树 Semi-mangroves	锦葵科 Malvaceae	黄槿 <i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	乔木 Arbor	L	S9
		杨叶肖槿 <i>Thespesia populnea</i> (L.)Soland.	乔木 Arbor	L	S10
	夹竹桃科 Apocynaceae	海芒果 <i>Cerbera manghas</i> L.	乔木 Arbor	L	S11
	蝶形花科 Papilionaceae	水黄皮 <i>Pongamia pinnata</i> (L.)Pierre	乔木 Arbor	L	S12
	马鞭草科	苦郎树	灌木	L	-

类别 Category	科名 Family	种名 Species	生活型 Lifeform	来源 Source	编号 Code
	Verbenaceae	Clerodendrum inermis (Linn.) Gaertn.	Frutex		
	菊科 Compositae	阔苞菊 Pluchea indica (Linn.) Less.	草本 Herbage	L	-
	梧桐科 Sterculiaceae	银叶树 Heritiera littoralis (Dryand.) Ait.	乔木 Arbor	D	-

注：L，D，I 分别代表乡土种、国内引种和国外引种；S1，S2，...，S12 是样方调查获取的红树植物，“-”是野外实地踏查获取的红树植物。

2、陆地植物

(1) 生态系统类型

工程位于广东省中南部，广州市南沙区，万顷沙主要为三角洲冲积平原(滨海沉积区)地貌，地形较平坦，相对高差较小。根据《2023 年广东省生态环境状况公报》，2022 年全省生态质量指数（EQI）为 71.96（EQI≥70），生态质量为一类，其中广州市的生态质量为二类（55<EQI<70）。

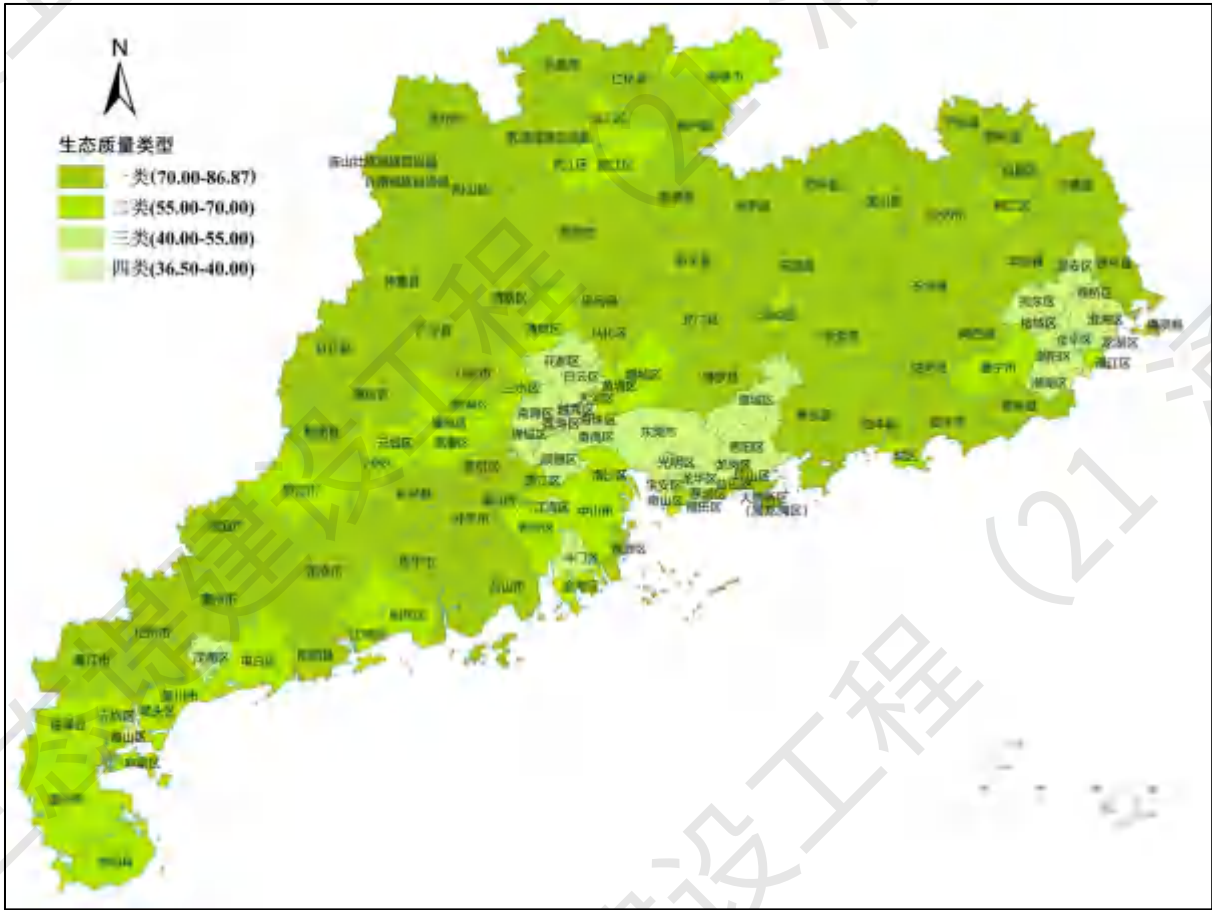


图 4.2.10-3 2022 年全省生态质量空间分布

工程评价范围内生态系统功能类型主要以农田生态系统、城市生态系统、湿地生态系统为主，森林生态系统、灌丛生态系统和草地生态系统较少。

（2）植被现状

由于项目区正在进行相关工程的施工建设，陆地生态环境已发生较大程度的改变，因此，引用《南沙至珠海（中山）城际（万顷沙-兴中段）环境影响报告书》（公示稿）的相关内容。

1）区域植被类型及分布

广州市的自然条件为多种动物栖息繁衍和植物生长提供良好的生态环境。生物种类繁多，生长快速。地带性植被为南亚热带季风常绿阔叶林，但天然林极少，山地丘陵的森林都是次生林和人工林。

广州市维管植物 231 科 1366 属 3516 种，其中野生本土植物 206 科 1037 属 2705 种，包括石松类和蕨类植物有 25 科 78 属 175 种，裸子植物 5 科 8 属共 10 种，被子植物 177 科 949 属 2520 种。

2）调查范围内植被类型

①调查范围内植被常见类型

调查范围自然植被类型有常绿阔叶林、常绿阔叶灌丛、灌草丛。常见植物有榕树、凤凰树、杜仲、夹竹桃、秋枫、鸡蛋花、无瓣海棠、美丽异木棉、乌墨、海芋、鬼针草、芭蕉、马缨丹、葛、盒果藤、羊蹄甲、兰花美人蕉、兰花草、细叶萼距花、大猪屎豆、芦苇、南美蟛蜞菊、田菁、火焰树、假连翘、薇甘菊、大叶相思、马占相思、银合欢、含羞草、红毛草、芒、假臭草、山黄麻等；栽培植被以农作物、蔬菜作物为主。

②古树名木

项目区不涉及古树名木。

③红树林

红树林主要分布在热带、亚热带海岸带海岸潮间带，由红树植物为主体的常绿乔木或灌木组成的湿地木本植物群落，在净化海水、防风消浪、固碳储碳、维护生物多样性等方面发挥着重要作用，有“海岸卫士”“海洋绿肺”美誉，也是珍稀濒危水禽重要栖息地，鱼、虾、蟹、贝类生长繁殖场所。

广州市现有红树林面积约 403.9 公顷，主要分布在南沙区和番禺区，包括南沙湿地红树林、蕉门河红树林、洪奇沥水道红树林、小虎岛和沙仔岛红树林、坦头红树林、龙穴岛红树林、万顷沙东侧沿岸红树林、石楼红树林和化龙红树林等。红树植物种类主要有

桐花树、秋茄、老鼠簕、无瓣海桑等。红树林中生活的动物有海生的贝类、水鸟、招潮蟹、弹涂鱼、水蚤等。

3) 植被初级净生产力

根据《广东省植被 NPP 时空特征变化分析》(蔡睿等)和《基于 MODISNDVI 的广东省陆地生态系统净初级生产力估算》(罗艳等)的研究结果,广东省农田、林地、草地的年均 NPP 分别集中在 $480\sim 590\text{gC/m}^2\cdot\text{a}$ 、 $590\sim 760\text{gC/m}^2\cdot\text{a}$ 、 $540\sim 690\text{gC/m}^2\cdot\text{a}$,林地最高,草地次之,农田最低。城镇、工矿、未利用地和水域非常低。项目所在地是人类活动频繁的区域,城市化程度较高,农田分布多,净初级生产力 NPP 较低,平均值为 $472\pm 304.1\text{gC/m}^2\cdot\text{a}$ 。

4) 工程周边样方调查

①工程周边样方调查

区域植被调查主要采用实地线路调查、布设样方等生态学野外调查方法,以点线调查反馈全线。

a.样方大小设置

根据各区段植被类型的不同设置不同的样方大小,实际调查中设置样方规格如下:乔木样方 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 、灌草样方 $2\text{m}\times 2\text{m}$ 。

b.指标计算方法

盖度: 盖度=某个种所覆盖的面积/样方面积

高度: 高度=某个种的地上高度

郁闭度/盖度

郁闭度: 指森林中乔木树冠遮蔽地面的程度,以林地树冠垂直投影面积与林地面积之比,是反映林分密度的指标。

盖度: 指某一种植物在一定的土壤表面所形成的覆盖面积的比例,它不决定于植株数目的分布状况,而是决定于植株的生物学特性,是一个重要的植物群落学指标。

生物量/生产力:

生物量: 指某一时刻单位面积内实存生活的有机物质(干重)(包括生物体内所存食物的重量)总量。

生产力: 是指生态系统中植物群落在单位时间、单位面积上所产生有机物质的总量。一般以每天、每平方米有机碳的含量(质量数)表示。

c.样方调查内容

每个样方中调查的主要内容为：植物种类、多度、高度、单种植物的盖度、总盖度、海拔以及样方位置。

参考植物样方 7 个。调查时间为 2022 年 10 月及 2023 年 2 月。

②样方调查结果

南沙湿地内植物以乔木、草本植物为主，无瓣海桑为湿地公园内优势种，多分布于乔木层及灌木层，草本植物以芦苇、海芋为主。

本项目沿线主要经过的区域以堤岸与养殖池塘为主。经现场初步摸查，本项目不涉及古树名木，沿线植被情况如下：

A) 分布状况：整体分布较松散，基本属于自然分布状态。无连片成林。

B) 植被特点：主要为野生的地被、水生植物群落及现状堤顶路的灌木球、绿篱为主。

C) 经调查，除 20 涌东闸北侧现状堤岸坡脚处有 7 棵树木（大树 2 株，其他树木 5 株）外，其余场地内未有树木。无古树名木；无古树后续资源。

采用哈钦松分类系统，树木隶属 2 科 5 种，详细情况见表 4.2.10-4。大树 2 株，分属 2 个科属，树种分别为木棉、南洋楹。其他树木 5 株，分属 1 个科 3 个属，树种分别为大叶相思、南洋楹和簕子树。



图 4.2.10-4 陆地生态调查线路及样方位置示意图

表 4.2.10-2 工程周边植物样方统计调查表

4.2.10.2 动物现状

(1) 区域动物资源

根据历史资料，广州市陆生野生脊椎动物 457 种，其中两栖动物 1 目 7 科 28 种；爬行动物 2 目 16 科 64 种；记录到鸟类 18 目 68 科 307 种；兽类记录到 6 目 15 科 58 种。

工程建设区域主要为建设用地，伴随有林地、湿地及园地。区域中野生动物分布不均，湿地公园、森林公园等生态敏感区内野生动物分布较为集中，其他地区由于城市建设发展及农田耕种，野生动物活动栖息场所日益缩小，加上受觅食、繁殖条件的限制，动物资源相对较为匮乏，野生大型陆生哺乳动物资源已基本消失。

(2) 工程周边范围内动物资源

①两栖类：工程周边除生态敏感区外两栖动物资源较少，常见的有无尾目蛙科的泽蛙(*Rana limnocharis*)、泽陆蛙(*Fejervarya multistriata*)、沼水蛙(*Hylaranaguentheri*)、蟾蜍科黑眶蟾蜍(*Buo Melanostictus Schneider*)，常见于田野池塘、河流。

②爬行类：爬行类动物常见种有中国壁虎(*GeCKochinensis*)、变色树蜥(*Calotes versicolor*)、中华鳖(*Tionyx Sinensis*)。

③哺乳动物：区域哺乳动物较少，常见种有翼手目菊头蝠科的中菊头蝠(*Rhinolophus afinis*)、中华菊头蝠(*Rhinolophus sinicus*)、狐蝠科的犬蝠(*Cymopterus sphinx*)、啮齿目鼠科的大足鼠(*Rattus nitidus*)、黄胸鼠(*Rattus tanezumi*)，黄毛鼠(*Rattus losea*)，褐家鼠(*Rattus norvegicus*)。

④鸟类：区域人为活动频繁，周边主要为城镇、地和农田，白头鹎(*Pycnonotus sinensis*)、暗绿绣眼鸟(*Zosterops japonicus*)、家燕(*Hirundo rustica*)、麻雀(*Passer montanus*)等鸟种数量大，并且常常集群活动，在周边农田、地等各生境均有活动和觅食。此外，生态敏感区种鸟类分布较为集中，南沙湿地公园内记录到鸟类 200 余种，其中有国家一级重点保护鸟类一白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、黑脸琵鹭(*Platalea minor*)；国家二级保护鸟类 16 种，包括白琵鹭(*Platalea leucorodia*)、褐翅鸦鹃(*Centropus sinensis*)等。

⑤鱼类：洪奇沥水道、蕉门水道广泛分布鲤形目鱼类及鲈形目鱼类，以鲤科鱼类占明显优势，科次之，主要鱼类为尼罗罗非鱼(*Tilapia niloticus*)、海南似鲮(*Toxabramis houdemeri*)。

参考《南沙至中山高速公路穿越南沙湿地对湿地鸟类及栖息地生态影响评估报告》，南沙湿地公园鸟类种群特征主要如下：

作为国际性明显物种，黑脸琵鹭 2018 年最多发现有 40 只，为史上记录到最多的一次。在近年的黑脸琵鹭数量动态看来，黑脸琵鹭的数量在逐步稳定增长，证明南沙湿地的越冬环境越来越好。

另外，反嘴鹬是每年比较稳定的越冬种群，每年达 1000-2000 多只。它们通常在每年 9 月份到达南沙湿地越冬，直到次年 4 月或者 5 月离开，通常在 1 月到 3 月间，种群数量达到最高值。

以上特点主要在湿地一期，湿地二期则是一期的补充，鸟类数量及活动远不及一期，无重要保护鸟类的关键分布地。根据南沙湿地的植被类型和鸟类分布情况，可将鸟类群落主要归为三大群落，分别是：红树林鸟类群落、滩涂芦苇鸟类群落和榕树灌丛鸟类群落。

①红树林鸟类群落

红树林主要是次生人造林，生境条件较为单一，物种多以鹭科、棕鸟科和鸬鹚科等鸟类为主，72 种鸟类中，以丝光棕鸟（*Sturnus sericeus*）、夜鹭（*Nycticorax nycticorax*）、白鹭、池鹭（*Ardeola bacchus*）、苍鹭、普通鸬鹚、褐翅鸦鹃、鹊鸚（*Copsychus saularis*）、山斑鸫（*Streptopelia orientalis*）等为主。占调查到 180 种鸟类的 40.00%。该群落的优势种为鹭鸟及鸬鹚，因此个体数量随时间变化比较大，一年中在越冬期和繁殖期数量最大。

②滩涂-芦苇鸟类群落

滩涂芦苇鸟类以越冬水鸟为主，共计 96 种，占总物种数的 53.33%。主要的物种有针尾鸭（*Anas acuta*）、赤颈鸭（*Anas penelope*）、绿翅鸭、琵嘴鸭（*Anas clypeata*）、环颈鸻（*Charadrius alexandrinus*）、青脚鹬、反嘴鹬、黑翅长脚鹬、黑脸琵鹭、小鸬鹚、黑水鸡、苍鹭和大白鹭等物种为主。在秋冬季节物种与数量达到最高，主要集中在景区觅食区内。

③榕树-灌丛鸟类群落

河涌内种有榕树林带，鸟类群落以榕树和灌丛鸟类为主，共计 100 种，占鸟类总物种数的 55.56%。鸟类有：暗绿绣眼鸟（*Zosterops japonicus*）、白头鹎（*Pycnonotus sinensis*）、丝光棕鸟、黄腹山鹪莺（*Prinia flaviventris*）、纯色山鹪莺（*Prinia inornata*）、褐柳莺（*Phylloscopus fuscatus*）、黄眉柳莺（*Phylloscopus inornatus*）、鹊鸚、大山雀（*Parus major*）、棕背伯劳（*Lanius schach*）和珠颈斑鸫（*Streptopelia chinensis*）等物种。榕荫大道中，雀形目鸟类众多，且隐蔽性强，因此累积遇见的鸟类种类较多。

（3）南沙水鸟世界生态园鸟类资源

南沙水鸟世界生态园位于广州市南沙区万顷沙镇十七涌与十八涌之间，南沙湿地旁，是广州市南沙区旅游协会会员单位。占地面积 25 万平方米，有 48 种国家一、二级

保护动物，水鸟繁育、科普、观赏和游览于一体的新型生态主题公园。其中园内有养殖的白鹇分布，个体数量超过 60 只，有约 20 只具有飞行能力，日常在南沙湿地和水鸟世界之间活动，偶尔会在珠江口区域飞行。

（4）湿地野生动物资源

根据南沙湿地景区提供资料，截止至 2021 年，南沙湿地已知动物有 492 种，隶属 55 目 144 科，其中大型底栖动物 67 种，昆虫 67 种，鱼类 116 种，两栖动物 13 种，爬行动物 28 种，鸟类 181 种，哺乳动物 16 种。

2、鸟类现状调查

以下内容引自国家林业和草原局林草调查规划院编制（2023.09）的《南沙全民文化体育综合体项目对南沙湿地及鸟类影响评估报告》。

（1）调查时间和范围

从 2020 年 2 月至 2023 年 1 月以南沙湿地为主要调查区域，每季度开展一次鸟类调查，共获取 3 个完整年度的鸟类现状数据，用于种群数量分析。在此基础上收集近 5 年的文献和公众观鸟记录，用于种类组成分析。



注：图中 3 号调查区域位于本项目内。

图 4.2.10-5 鸟类调查样点样线分布图

（2）调查方法

依据《生物多样性观测技术导则 鸟类》（HJ 710.4-2014），湿地鸟类数量调查采用直接计数法和样方线样点法，在同一个湿地区中同步调查。调查选择在温度适宜、风小无雨的晴天进行，每日调查时间为日出后以及日落前 3h（鸟类活动高峰期）。借助双筒望远镜、单筒望远镜及数码照相机观察和记录鸟种。

直接计数法：调查时以步行为主，在比较开阔、生境均匀的大范围区域可借助汽车、船只进行调查，有条件的地方还可开展航调。直接计数法是通过直接计数而得到调查区域中水鸟绝对数量的调查方法。适用于越冬水鸟及调查区域较小、便于计数的繁殖群体的数量统计。直接计数法得到的某种鸟类数量总和即为该区域该种鸟类的数量。

样线样点法：根据生境类型设置样线，沿固定的线路行走，并记录样线两侧的鸟类。在样线上每隔至少 0.2km 设置一个样点，部分海岸区域由于较为开阔，间隔为 0.5km 以上，并观察标记物以避免重复计数。每隔样点停留 10min。

记录对象：记录调查范围内的所有鸟类种类，以记录实体为主，辅以鸣声判别。从上述调查得到的种类之中，对相关重点保护物种进行进一步调查与核实，确定其种类与数量。对有疑问或重点保护物种尽量拍摄照片做凭证。计数借助于单筒或双筒望远镜进行。如果群体数量极大，或群体处于飞行、取食、行走等运动状态时，可以 5、10、20、50、100 等为计数单元来估计群体的数量。春、秋季候鸟迁徙季节的调查以种类调查为主，同时还应兼顾迁徙种群数量的变化。

（3）评估区域鸟类现状调查结果

近三年（2020 年 2 月至 2023 年 1 月）鸟类实地调查在重点评估区（范围见图 4.6.3-3）共记录鸟类 91 种。将范围扩展至一般评估区，结合收集资料并将时间扩展至近五年，则共在该区域记录鸟类 182 种，隶属 15 目 48 科。优势类群为雀形目 *PASSERIFORMES*，共有 70 种，其次为鸻形目 *CHARADRIIFORMES*，有 50 种，鹈形目 *PELECANIFORMES* 和雁形目 *ANSERIFORMES* 也较多，分别有 15 和 13 种。按主要生态类型分为水鸟（游禽和涉禽）和陆鸟（陆禽、鸣禽、攀禽和猛禽），则水鸟有 85 种，陆鸟有 97 种。居留型方面，留鸟共有 51 种，复合居留型（既有留鸟种群也有候鸟种群的类型）有 16 种，迁徙候鸟共 115 种，其中冬候鸟最多，有 83 种，迁徙过境鸟有 17 种，夏候鸟有 15 种。

在珍稀濒危保护物种方面，属于广东省重点保护陆生野生动物的有 34 种；列入国家重点保护陆生动物中的一级保护物种有黑嘴鸥 *Chroicocephalus saundersi*、黑脸琵鹭 *Platalea minor*、卷羽鹈鹕 *Pelecanus crispus*、东方白鹳 *Ciconia boyciana* 等 4 种；列入二

级保护动物的有褐翅鸦鹃 *Centropus sinensis*、白琵鹭 *Platalea leucorodia*、大滨鹬 *Calidris tenuirostris*、黑翅鸢 *Elanus caeruleus* 等 22 种；列入国家保护动物红色名录濒危（EN）级别的有 3 种，包括东方白鹳、黑脸琵鹭和卷羽鹈鹕，列入易危（VU）级别的有大滨鹬、红腹滨鹬 *Calidris canutus*、黑嘴鸥等 3 种，列入近危（NT）级别的有 15 种；列入 IUCN 红皮书濒危（EN）级别的物种有 4 种，包括大滨鹬、红腹滨鹬、东方白鹳和黑脸琵鹭，列入易危（VU）级别的有黑嘴鸥和卷羽鹈鹕等 2 种，列入近危（NT）级别的有 7 种；列入 CITES（濒危野生动植物种国际贸易公约）附录的物种有 13 种，其中游隼和东方白鹳为附录 I 物种，白琵鹭、鸢 *Pandion haliaetus*、黑翅鸢、画眉 *Garrulax canorus* 等 12 种为附录 II 物种。

多数调查记录位于南沙湿地景区内，其余主要分布在南沙十九涌滩涂、15-19 涌的养殖塘、龙穴岛外侧滩涂和养殖塘等。总体上南沙湿地景区，特别湿地一期内的浅水塘是越冬水鸟的主要聚集区域，随潮汐涨退多种鸻鹬类会到周边浅滩觅食，部分种类也在浅水塘内觅食，如雁鸭类和鹭类等。

将重要评估区内记录的鸟类取每个季度单次调查最大值作为本区域种群数量峰值，得到种群数量季节动态变化如图 4.2.10-6 所示，可见南沙湿地鸟类在秋冬季节数量最多，春夏季明显减少，种类方面秋季种类最丰富，夏季种类最少。



图 4.2.10-6 重点评估区鸟类种群数量季节动态

（4）项目区域鸟类现状调查结果

图 4.6.3-3 中 2 号调查区域为本项目邻近范围。该调查区域为滨海区域，水深浪急，受人为影响较大，该区域内鸟类活动数量少、频度较低。

2020 年 2 月至 2023 年 1 月区域鸟类调查中，该区域鸟类调查现状见表 4.2.10-5，表中各调查区域统计数量为调查年限内发现该物种的最大数量记录结果。

整体而言由于区域水深较深及人为活动干扰影响，该调查区域并非鸟类主要栖息区域。3 号调查区域涉及鸟类 33 种 128 只，数量较大的鸟类包括灰翅浮鸥最大数量 30 只、白翅浮鸥最大数量 20 只、家燕和丝光椋鸟最大数量 10 只、灰背椋鸟和白鹭最大数量 6 只。

表 4.2.10-5 项目区域鸟类调查名录

姓名	性别	出生日期	身份证号	学历						学位	职称
				小学	初中	高中	大学	研究生	博士后		
张三	男	1985-01-01	110101198501010001								
李四	女	1990-02-02	110101199002020002								
王五	男	1988-03-03	110101198803030003								
赵六	女	1992-04-04	110101199204040004								
孙七	男	1987-05-05	110101198705050005								
周八	女	1991-06-06	110101199106060006								
吴九	男	1989-07-07	110101198907070007								
郑十	女	1993-08-08	110101199308080008								
冯十一	男	1986-09-09	110101198609090009								
陈十二	女	1994-10-10	110101199410100010								
林十三	男	1983-11-11	110101198311110011								
黄十四	女	1995-12-12	110101199512120012								
周十五	男	1984-01-13	110101198401130013								
吴十六	女	1996-02-14	110101199602140014								
郑十七	男	1985-03-15	110101198503150015								
冯十八	女	1997-04-16	110101199704160016								
陈十九	男	1986-05-17	110101198605170017								
林二十	女	1998-06-18	110101199806180018								
黄二十一	男	1987-07-19	110101198707190019								
周二十二	女	1999-08-20	110101199908200020								
吴二十三	男	1988-09-21	110101198809210021								
郑二十四	女	2000-10-22	110101200010220022								
冯二十五	男	1989-11-23	110101198911230023								
陈二十六	女	2001-12-24	110101200112240024								
林二十七	男	1990-01-25	110101199001250025								
黄二十八	女	2002-02-26	110101200202260026								
周二十九	男	1991-03-27	110101199103270027								
吴三十	女	2003-04-28	110101200304280028								

注：居留型中，R 为留鸟，W 为冬候鸟，S 为夏候鸟，P 为迁徙过境鸟，同时有多个字母代表有多个居留类型的种群。

保护级别中，“省重”表示广东省重点保护陆生野生动物名录收录物种，以“S”表示；“三有”表示国家保护的有益或者有重要经济、科学研究价值的陆生野生动物，以“三有”表示；“国重”表示《国家重点保护野生动物名录》收录物种，分一级和二级；“红色”表示中国生物多样性红色名录·脊椎动物卷收录物种，其中 EN 为濒危级别，VU 为易危级别，NT 为近危级别；“IUCN”表示 IUCNredlist（世界自然保护联盟红皮书）收录物种，其中 EN 为濒危级别，VU 为易危级别，NT 为近危级别；“CITES”表示 CITES（濒危野生动植物种国际贸易公约）附录物种，分 I 级、II 级和 III 级。

数量峰值代表单次调查记录到该物种的最大数量。

4.2.10.4 土地利用规划与现状

根据《南沙区土地利用总体规划(2006-2020年)》调整完善方案,本项目用地为一般农用地。见图 4.2.10-7。

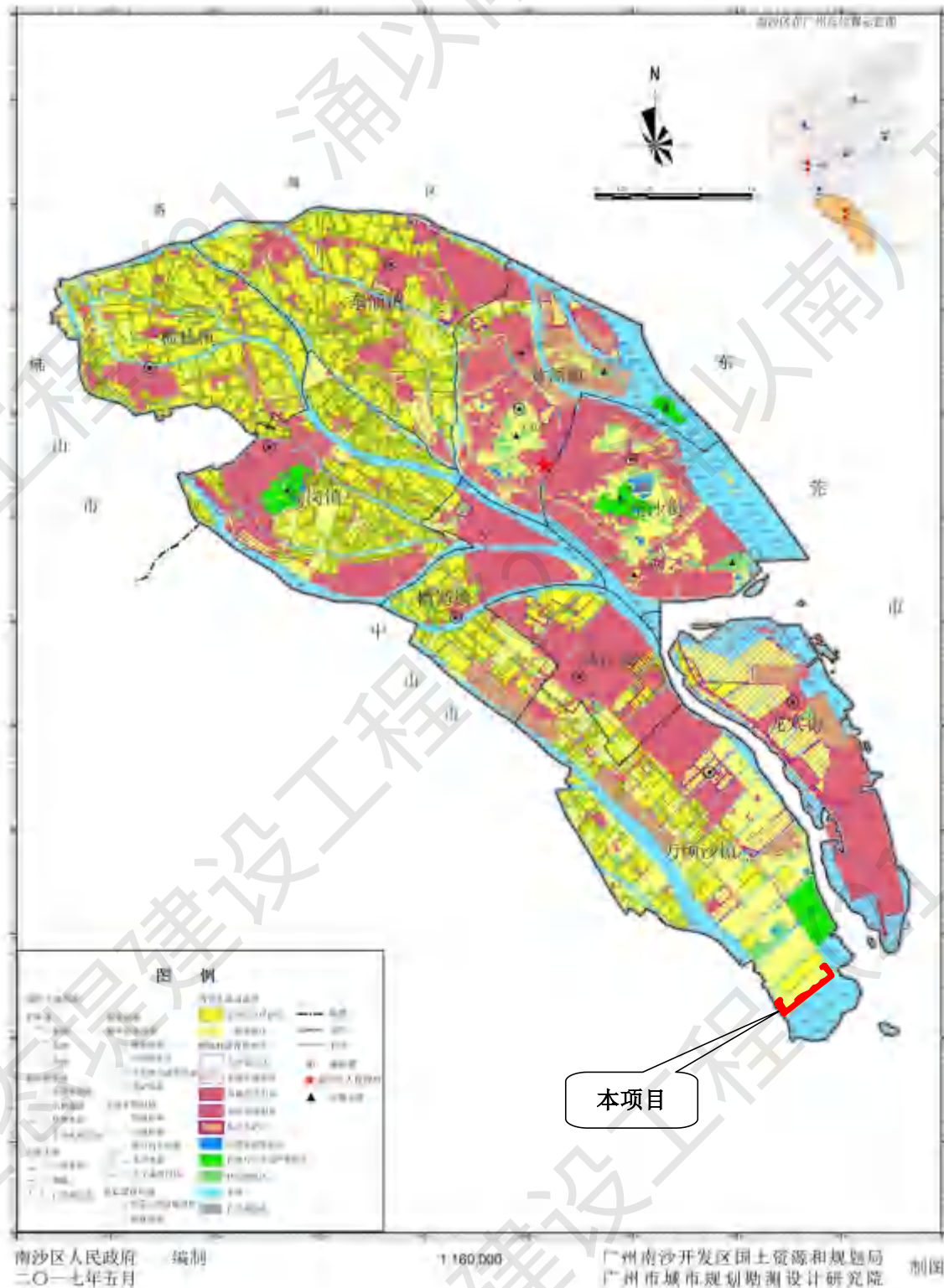


图 4.2.10-7 南沙区土地利用总体规划图(2020 年)

根据《广州南沙新区国土空间总体规划（2021-2035年）》（草案公示稿），工程所在区域为城镇开发区，见图 4.2.10-8。为已报批的综合体配套综合开发地块，见图 4.2.10-9。

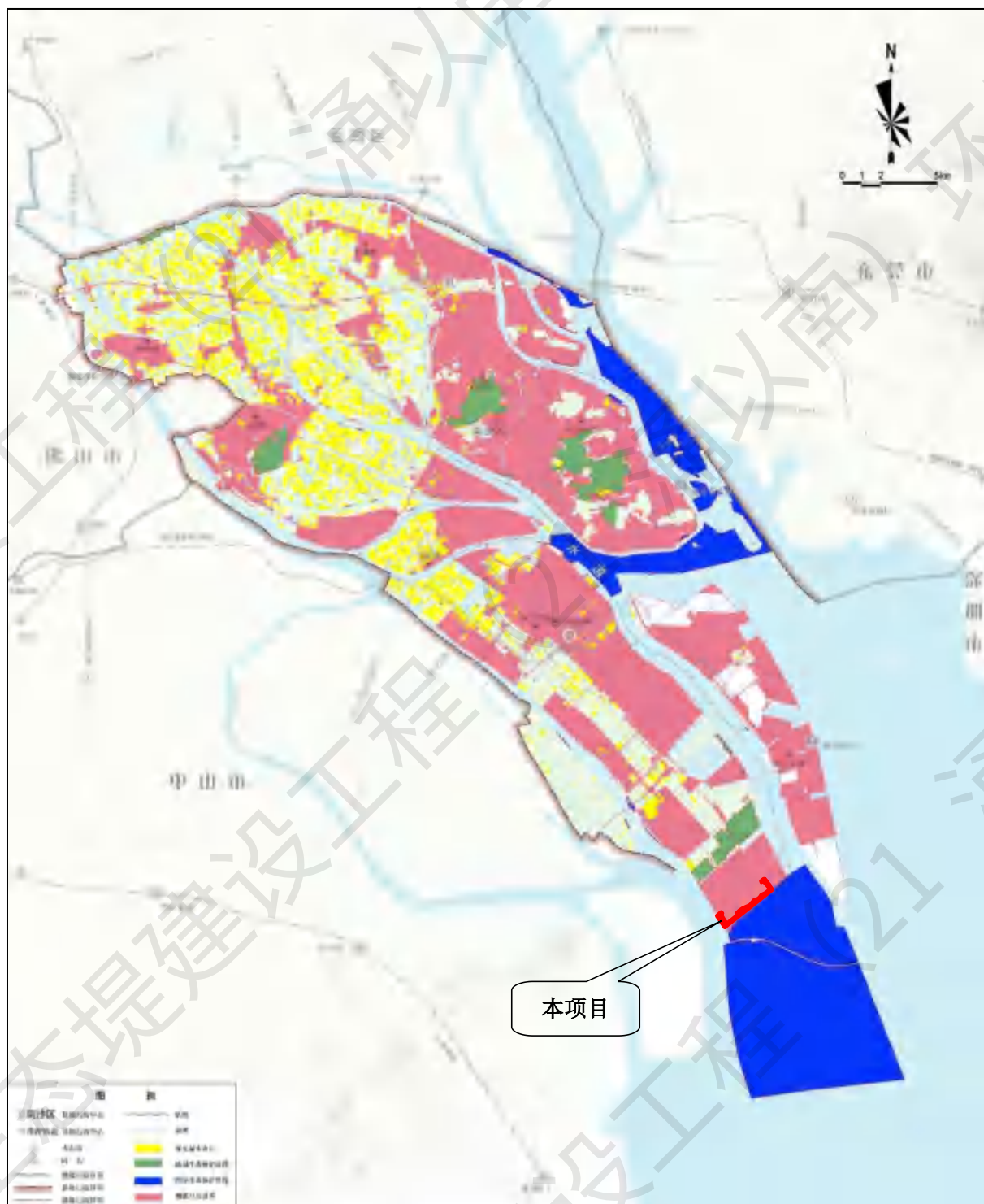


图 4.2.10-8 国土空间控制线规划图



图 4.2.10-9 南沙全民文化体育综合体用地组卷报批和出让划拨情况示意图

4.2.10.5 评价范围土地利用与植被现状

1、土地利用

评价区域土地利用现状基于高分辨率遥感影像利用 GIS 软件进行人工目视解译，遥感影像采用区域 2023 年 7 月 0.5m 分辨率卫星影像作为解译基础底图。按照《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）要求，通过人工目视判读遥感影像及现场调查核实，将评价范围内的土地利用类型按 GB/T 21010-2017 土地利用分类体系进行分类，形成土地利用现状矢量数据库，并以二级类型作为基础制图单位制作评价区域土地利用现状图。

根据土地利用现状解译结果，对评价范围土地利用现状类型进行统计分析，具体如下表所示。

表 4.2.10-6 评价范围土地利用现状统计表

一级类		二级类		面积 (公顷)	面积 (亩)
耕地		旱地			
林地		乔木林地			
草地		牧草地			
水域		河流水面			

2、植被类型

评价区域植被类型图参照《1:1000000 中国植被图》中植被分类体系将评价范围内植被类型结合区域高分遥感数据、DEM 数据、地面调查数据等对评价范围的植被类型进行目视解译，细分为 2 个植被群系，并编制评价范围植被类型图。

根据植被类型图，统计评价范围内的各植被类型面积，具体如下表所示。

表 4.2.10-7 评价范围植被类型面积统计表

3、植被覆盖度

植被覆盖度可用于定量分析评价范围内的植被现状。本次评价通过遥感手段，采用归一化植被指数（NDVI）方法，对评价区的植被覆盖度进行分析。NDVI 计算公式为如下：

$$NDVI=(NIR-R)/(NIR+R)$$

其中：NIR 为近红外波段，R 为红波段。

基于 NDVI，采用像元二分模型计算植被覆盖度，公式如下：

$$FVC=(NDVI-NDVI_s)/(NDVI_v-NDVI_s)$$

式中：FVC—所计算像元的植被覆盖度；

NDVI—所计算像元的 NDVI 值；

NDVI_v—纯植物像元的 NDVI 值；

NDVI_s—完全无植被覆盖像元的 NDVI 值。

本次计算采用的遥感影像数据为评价区域 2023 年 7 月哨兵二号（Sentinel-2）L2A 级数据产品，影像分辨率 10m，数据经过辐射校正、几何校正、辐射定标和大气校正。采用 ENVI 软件平台计算 FVC，并用 GIS 软件制作评价范围内植被覆盖度空间分布图。

对评价范围内不同覆盖度等级进行统计分析，并用 GIS 软件制作评价范围内植被覆盖度空间分布图。

对评价范围内不同覆盖度等级进行统计分析，具体如表 4.2.10-8 所示。

表 4.2.10-8 评价范围植被覆盖度统计表

4、生态系统类型

评价区域生态系统类型调查按照《全国生态状况调查评估技术规范-生态系统遥感解译与野外核查》（HJ 1166-2021）要求，基于评价区域高空间分辨率遥感影像以及野外核查点位照片，将评价范围内生态系统分为森林生态系统、草丛生态系统、湿地生态系统、城镇生态系统等四大类，经过人机交互遥感解译、野外核查和精度验证，制作评价区域生态系统类型图。

根据生态系统类型图，统计评价范围内各生态系统类型面积，具体如下表所示。

表 4.2.10-9 评价范围生态系统面积统计表

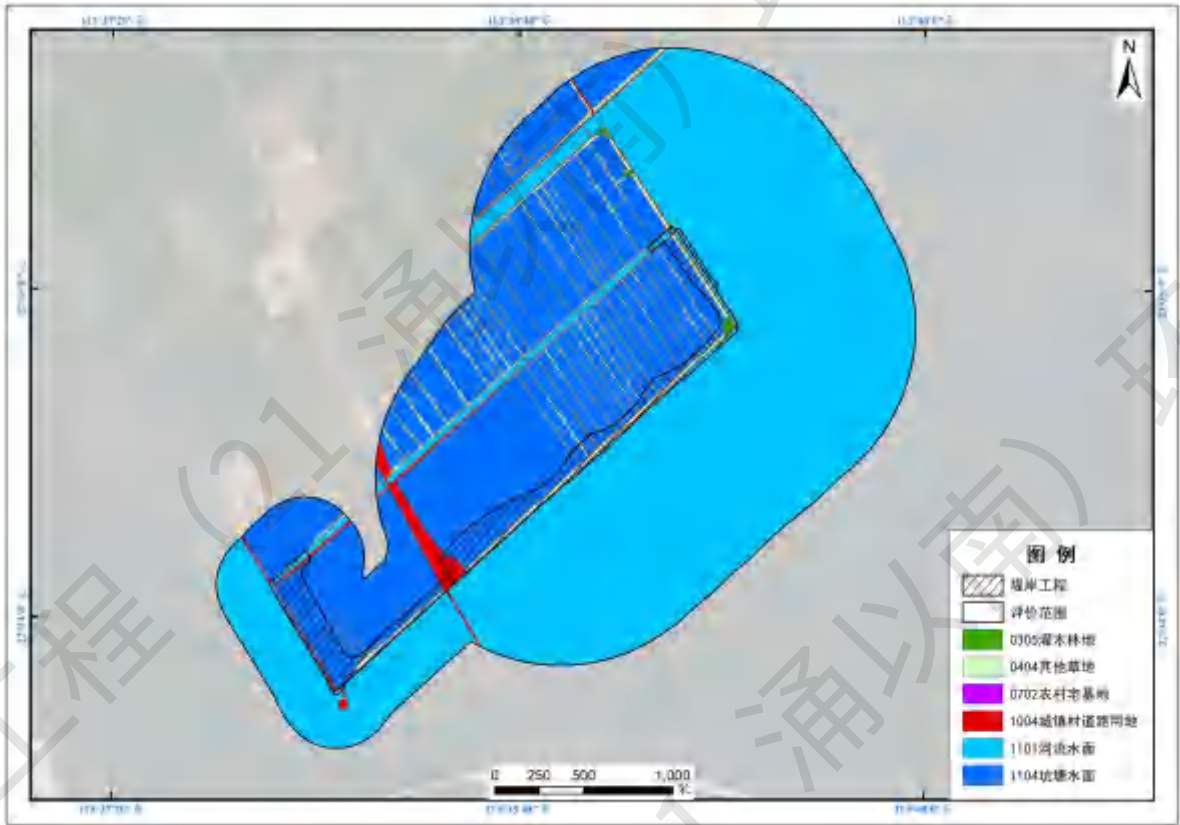


图 4.2.10-10 评价范围土地利用现状示意图

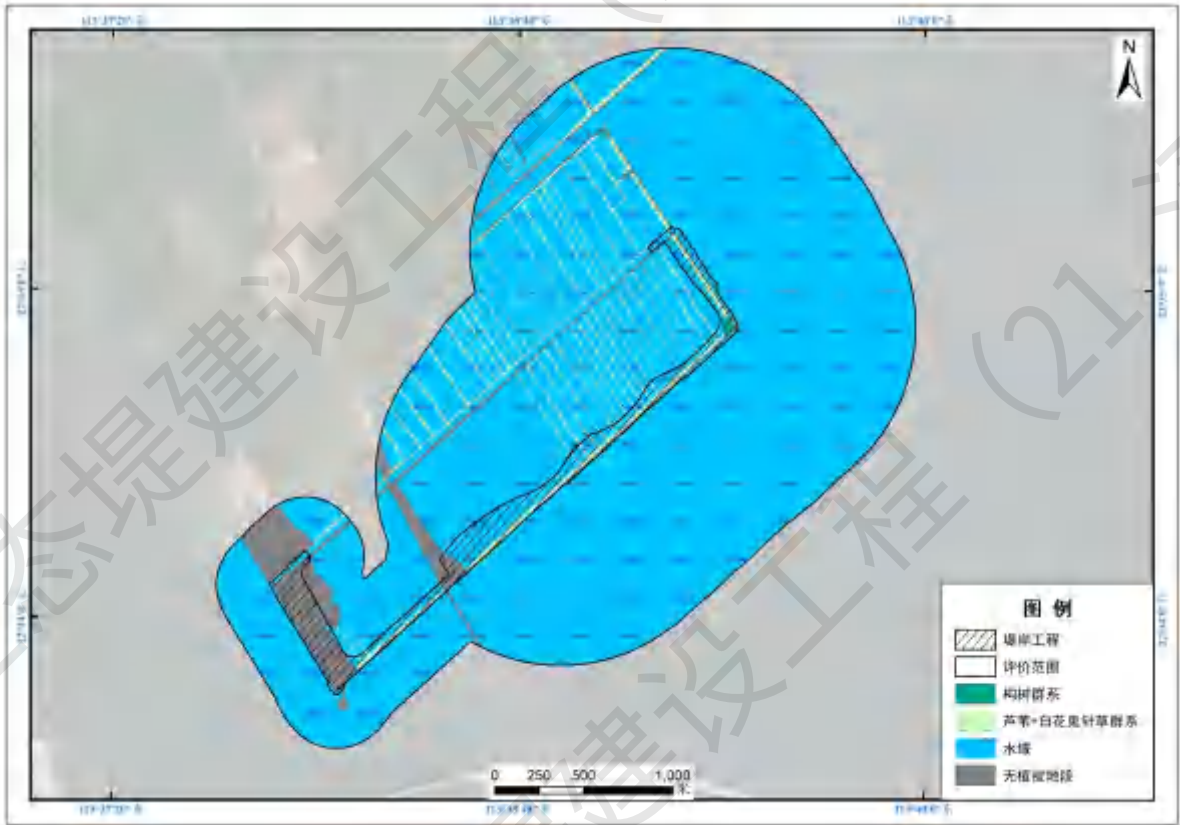


图 4.2.10-11 评价范围植被现状示意图

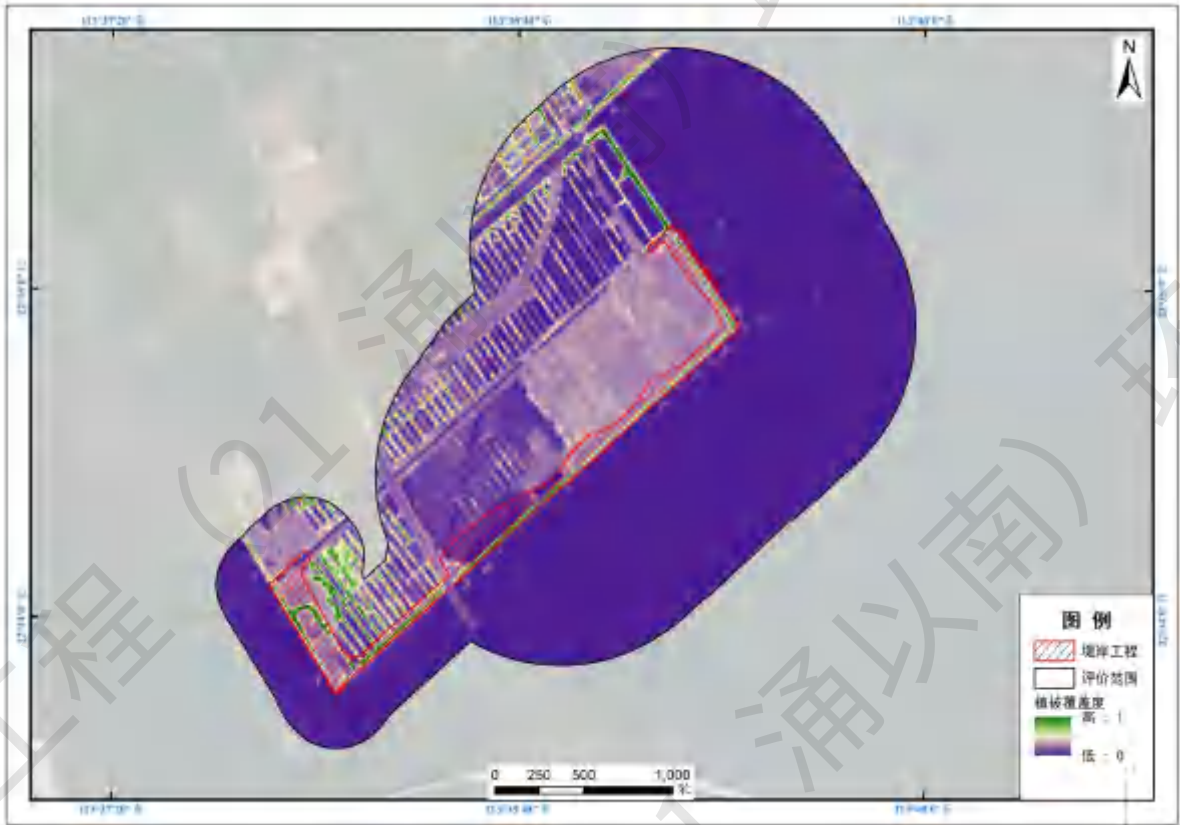


图 4.2.10-12 评价范围植被覆盖度现状示意图

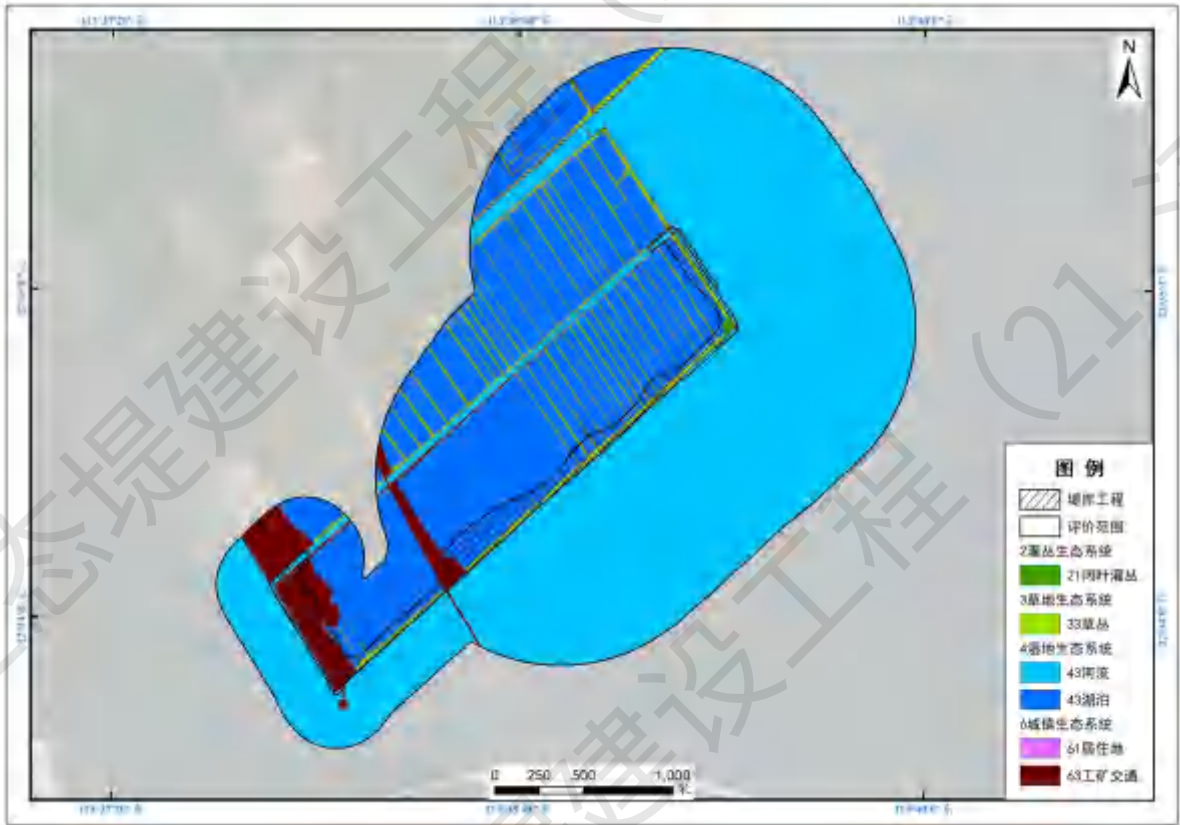


图 4.2.10-13 评价范围生态系统现状示意图

4.2.10.6 水生保护物种

（1）中华白海豚

中华白海豚（*Sousa chinensis*）属哺乳纲鲸目齿鲸亚目海豚科白海豚属，珠江口一带称白忌、白牛，福建一带称为镇海鱼、妈祖鱼等，是一种沿岸定居性的小型齿鲸类，为国家一级保护水生野生动物。

中华白海豚广泛分布于西太平洋和印度洋的沿岸水域，属暖水性种类。在澳大利亚北部、印度尼西亚、加里曼丹、马来西亚、马六甲海峡、泰国湾、斯里兰卡及南海沿岸国家均有分布。在中国水域，主要分布东南沿海的河口内湾，北至长江口附近，南至北部湾的越南水域边界。在中国东南沿海 12 条主要河流入海口中可能至少分布有 8 个中华白海豚种群，主要分布在长江、瓯江、闽江、九龙江、韩江、珠江、鉴江和南流江等河口水域。其中，以珠江河口水域的栖息数量最多，因此，珠江河口水域的中华白海豚种群在中国沿海有着极为重要的地位。

有关中华白海豚资源最新监测资料引用中国水产科学研究院南海水产研究所编制的《广州港深水航道拓宽工程施工期和营运期中华白海豚资源监测》（2021 年度报告）。

1) 监测范围

中华白海豚分布遍及整个伶仃洋水域，北至深圳大铲岛附近，南至桂山岛南部海域，东至香港水域，西至珠海沿岸。伶仃洋中华白海豚的监测范围及观测截线见图 4.2.10-14。



图 4.2.10-14 伶仃洋中华白海豚监测区域范围和观测截线

2) 监测时间

2020 年 6 月-2021 年 4 月共执行了 10 个航次。

3) 监测结果

①目击分布

海豚目击分布见图 4.2.10-15。伶仃洋北区域仅在南面有 2 次白海豚目击，正在施工中的深中通道大桥以北水域没有海豚目击。横琴东南区域，中华白海豚主要出现在磨刀门附近水域，而该区域东部目击到印太江豚，无白海豚目击。隘洲区域仅目击到 1 次印太江豚，没有中华白海豚目击。

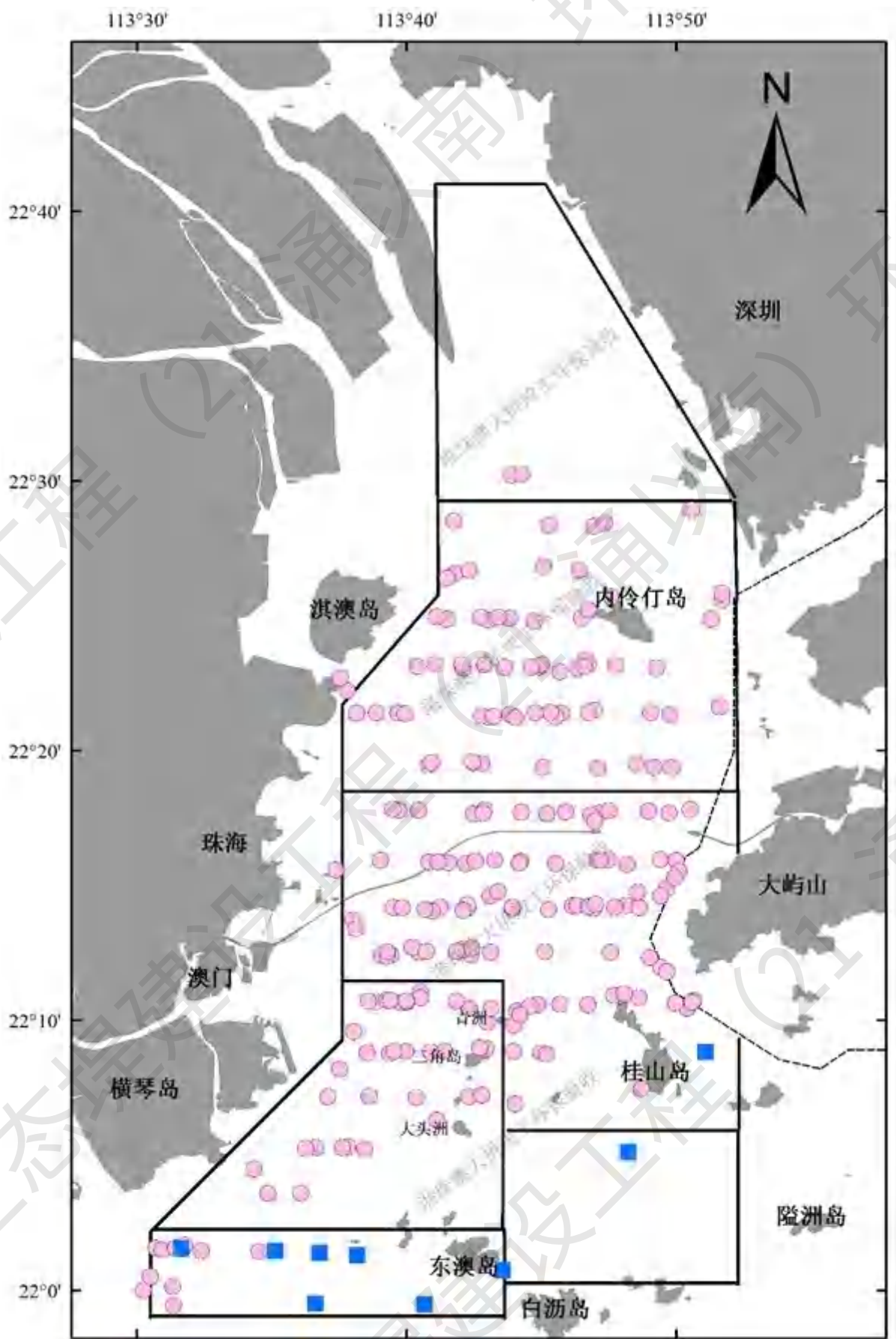


图 4.2.10-15 2020-2021 年中华白海豚（粉色圆点）与印太江豚（蓝色方块）目击分布

②评价结论

A.目击季节变化

2020-2021 年监测期伶仃洋中华白海豚目击的季节波动较大，9 月至 12 月海豚目击率处于低谷，但 2021 年 1 月以后回升，至 4 月份一直处于较高的水平。其它各监测时期海豚目击的季节变化也较大。

根据陈涛等（Chen et al. 2010, Li et al. 2019）的研究，伶仃洋中华白海豚仅是珠江口种群分布范围的一部分，其分布一般在枯水季节达到较高水平，洪水季来了以后分布数量有所下降，分布与伶仃洋鱼类资源丰度的季节变化密切相关。

然而，珠江流域每年的降雨量在各月份的分布并不完全一致，因此在不同的年份即使是相同的月份，伶仃洋的海豚目击率水平也不尽相同。因此，进行白海豚分布数量比较时，最好包括完整的周年数据，即至少涵盖洪水期和枯水期，否则偏差会比较大。

B.聚群大小及大群分布

2020-2021 年白海豚聚群大小均值为 5.9 头/群，跟不同监测时期的聚群均值进行交叉比较检验，4 个监测年度仅 2020-2021 年与 2005-2006 年之间的差异显著（ $p < 0.05$ ），然而，其它监测年度相互之间的比较检验并没有显著差异（ $p > 0.05$ ）。由此来看，2005-2006 年以来伶仃洋中华白海豚的平均聚群大小变化不大。

2020-2021 年监测期间 10 头以上聚群的分布，跟之前不同监测时期比较没有多大变化，即主要分布在伶仃洋中、伶仃洋南和横琴东区域，伶仃洋北很少出现较大的聚群。中华白海豚较大聚群出现的地方，通常暗示着这个地方食物较为丰富或者人类活动干扰较小。

2020-2021 年监测期间，港珠澳大桥沿线附近水域遇到多次 10 头以上的聚，说明大桥沿线附近水域的食物资源还是比较丰富。伶仃洋北区域较少出现大的聚群，与该区域受珠江径流冲淡水的强烈影响有关，该区域一般在枯水季上游冲淡水减弱时才有白海豚分布。

另外，本次监测在横琴岛东南的磨刀门水域目击到数次 10 头以上的白海豚聚群，可能与本监测期内的冬春季严重干旱有关（http://swj.gd.gov.cn/tjxx_sqjb/index.html），河口冲淡水减弱咸水内移，咸淡水交汇水域的食物资源一般较为丰富。

C.幼豚及群体的年龄结构

2020-2021 年监测期除哺乳期幼豚（UC、UJ）以外，其它各个年龄层次的比例比较接近，约占 20~26%。跟之前各个时期的监测比较，UA 期老年海豚的相对比例有所上升，群体结构趋向老龄化。

2020-2021 年幼豚目击比例比 2015-2016 年施工期间明显回升（11.9%对比 6.5%），但仍略低于 2005-2006 年（13.7%）。幼豚比例（近似于出生率）跟食物状况及人类活动干扰程度密切相关，近十多年来随着珠江三角洲地区经济快速发展，伶仃洋的人类活动日益增多，幼豚目击比例要恢复至 2005-2006 年状况估计有一定难度。

不同监测时期幼豚主要分布在伶仃洋中、伶仃洋南和横琴东区域，目前港珠澳大桥沿线附近幼豚的分布也比较多。伶仃洋北在 2005-2006 年幼豚的分布比较多，但是之后的监测中，幼豚的目击明显减少，推测与该区域多年来的过度开发有关，如持续 10 多年的海沙开采，以及正在建设中的深中通道大桥干扰。

此外，2015-2016 年以后伶仃洋中的幼豚目击有所减少，目前伶仃洋白海豚幼豚的分布趋向南部及西南退缩。伶仃洋中部幼豚目击减少，表明该区域的栖息地质量可能有所下降，如食物资源减少或人类活动增加。近些年来珠海至深圳等地开通了多条水翼客轮航班，而这些航班很多穿越伶仃洋中区域。另外，监测期间由于疫情原因，香港至澳门的水翼客轮基本停航，横琴东区域北部水域客轮的干扰减少，可能也是本年度监测幼豚分布南移的原因之一。但是否跟港珠澳大桥的影响有关，仍有待于更长期的监测数据做进一步的评价。

D. 主要行为分布

不同调查时期觅食行为几乎遍及整个伶仃洋，即有目击白海豚的地方大多可以观察到觅食行为，整个伶仃洋几乎就是觅食场。港珠澳大桥沿线附近发现较多的觅食行为，可能大桥桥墩有一定的人工鱼礁效应。

本次监测观察到有社交行为的群体不多，主要分布在伶仃洋中、伶仃洋南和横琴东，大桥西人工岛附近也观察到社交行为。比较历年社交行为的分布没有大的变化，仍是主要分布于伶仃洋中、伶仃洋南和横琴东 3 个区域，这些区域也是 10 头以上聚群出现较多的水域。

E. 分布密度与数量变化

伶仃洋北区域的中华白海豚分布密度逐步下降，密度已从每百平方公里的 35 头下降至 5 头左右。伶仃洋中的海豚分布密度变化不大，维持在 50-60 头/100km²。2020-2021 年伶仃洋南的分布密度明显偏高，达 113 头/100km²。而横琴东区域，除了 2005-2006

年异常偏高外,2020-2021 年和 2015-2016 年的海豚密度差别不大,大约在 90 头/100km² 左右。目前伶仃洋北的海豚分布密度下降,推测跟该区域持续多年的海沙开采,以及正在建设中的深中通道有关,栖息地或已严重退化。

2020-2021 年整个调查水域,包括伶仃洋北、伶仃洋中、伶仃洋南横琴东和横琴东南等 5 个区域,中华白海豚的年平均分布数量为 1185 头。由于 2005-2006 年横琴东南没有进行调查,仅把伶仃洋北、伶仃洋中、伶仃洋南和横琴东等 4 个区域统计比较各个时期的分布数量,2020-2021 年海豚数量为 1120 头,略低于工程可行性研究时期 2005-2006 年的 1167 头,但高于 2015-2016 年施工期的 957 头。由于伶仃洋中华白海豚的分布与鱼类等食物资源密切相关,而河口鱼类的丰度易受珠江径流冲淡水(降雨量)、水温等因素影响,由此,伶仃洋中华白海豚的分布数量会有一定幅度的年度波动。2020-2021 年的数量评估结果跟 2005-2006 年比较接近,说明近年来伶仃洋中华白海豚的分布数量基本稳定,未因大桥建设造成明显影响。

F. 栖息地使用

根据栖息地使用分析结果,珠江口伶仃洋中华白海豚的一般栖息地(95%KDE)和核心栖息地(50%KDE)均有不同程度的萎缩,其中核心栖息地萎缩的相对幅度较大。

核心栖息地分布格局发生了较大变化,跟 2005-2006 年比较,核心栖息地有较大幅度的萎缩,也呈现破碎化。一般栖息地逐步向南收缩,伶仃洋北区域的海豚栖息地逐步减少,推测与北部区域的过度开发有关,如海沙开采、正在施工建设的深中通道。与此同时,在伶仃洋中部东西方向上向西扩展,越来越靠近珠海市香洲沿岸。

伶仃洋海豚核心栖息地的变化,推测可能与日益增加的海上航运交通、渔业捕捞等有关。海上航运(如水翼客轮等)会挤压海豚的活动空间,而渔业捕捞有可能引起食物鱼类分布格局的变化。虽然伶仃洋大部分区域属于禁渔区,但非法捕捞屡禁不止,特别是底拖网、掺缯网等对渔业资源的破坏力比较大,底拖网甚至改变海床生态。一般栖息地向城市沿岸扩展可能也是海上人类活动挤压的结果,一般来说野生动物会主动回避人类活动活跃区,但是当人类活动无处不在时候,它们会被迫适应人类活动。港珠澳大桥建成营运对保护区及海豚核心栖息地的影响,仍有待于更长期的监测数据做进一步的评估,目前还无法给出明确的结论。

G. 个体活动

在伶仃洋中与伶仃洋南、伶仃洋南与横琴东之间活动的个体比较多,说明这些区域之间的个体活动交流比较频密。但是,伶仃洋北与伶仃洋中、伶仃洋中与横琴东等之间

的交叉个体较少，表明这些区域之间的个体交流活动可能很少。多数个体的活动范围比较小，监测期间仅在单一区域有重复发现。而少量个体的活动范围比较大，从南至北均有其活动踪迹。

重复发现的识别个体中，约有 38.5% 个体的活动范围穿越大桥，在大桥南北两侧水域均有其活动的踪迹，表明海豚穿越大桥的活动可能比较频密。此外，也有一些个体常在大桥沿线附近水域出现，说明其活动范围比较靠近大桥。

5 环境影响分析与评价

5.1 海洋水文动力环境影响分析与评价

5.1.1 基本模型

本项目位于广州市南沙区万顷沙围内，按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，生态堤长约 4.528km，总用地面积为 42.59 万 m²，主要建设内容：堤防软基处理、堤身填筑、堤岸结构和景观工程；改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸，新建二十一涌东闸桥梁 2 座，新建沙滩潮汐通道进、出口建筑物及拦砂堰。根据《海岸与河口潮流泥沙模拟技术规范》的要求，建立本项目附近海域的潮流数值模型，以预测本项目对海洋水动力场的影响。

5.1.1.1 模型基本方程

本模型采用有限体积方法对二维潮流运动基本方程组（如下）进行离散，得到离散方程组，从而得出流速、流向、潮位。考虑滩地随涨、落潮或淹没或露出，采用活动边界技术，以保证计算的精度和连续性。

控制方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} u + fv + \tau_{sx} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - R_b \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{H} v - fu + \tau_{sy} \end{aligned}$$

式中： A_h 水平方向扩散系数，取值为 $1.15 \times 10^5 \text{cm}^2/\text{s}$ ， η 为平均海面起算的海面高度， u 、 v 为垂向平均流的东、北分量， $H = \eta + h$ 总水深， h 为平均海面起算的水深， f 为体现地球自转效应的科氏参数， R_b 为海底摩擦系数，取值为 0.0025， g 为重力加速度，取值为 9.81； τ_{sx} 、 τ_{sy} 为风对自由水面的剪切力在 X、Y 方向的分量；其中：

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

f_s 为风阻力系数，取值为 0.25； ρ_a 为空气密度，取值为 1.205kg/m^3 ； u_w 、 v_w 风速在 X、Y 方向的分量。在此次水动力模型中，风速设为零，即未考虑风应力对于水动力的影响。

5.1.1.2 边界条件和初始条件

(1) 边界条件

在本项目研究采用的数值模式中,需给定两种边界条件,即闭边界条件和开边界条件。

所谓开边界条件即水域边界条件,可以给定水位、流量或调和常数。对于本次数值模拟方案,计算域外海大网格开边界条件给定潮汐调和常数。潮汐现象可视作为许多不同周期振动的叠加,分潮振幅(H)和迟角(g)只与地点有关,称潮汐调和常数。本次计算域外海开边界选取8个主要分潮(M₂、S₂、N₂、K₂、K₁、O₁、P₁、Q₁)叠加,其值根据历史调查资料计算的调和常数和有关文献提供,根据部分水文观测站的实测潮位结果进行调整,并且在模型计算和调试过程中根据部分水文观测站的实测潮位结果进行实时调整,以尽可能拟合潮位过程线。上游河流边界处给定逐时的流量,河流流量数据由大范围的珠江三角洲河网模型计算的时间序列结果提供。

所谓闭边界条件即水陆交界条件,计算水域与陆地交界的固边界上 Γ_2 有:

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

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

(2) 初始条件

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

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

(3) 活动边界处理

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

理意义，选取一个最小水深 $h_{\min}$ 作为判断值，若 $h \leq h_{\min}$ ，则认为格点干出。

5.1.2 模型建立

5.1.2.1 计算范围和网格设置

数学模型的网格剖分与本项目方案尺度相适应，对本项目方案进行合理概化，对潮流运动进行详细的模拟。模型计算区域上游包括部分网河区域，下游河口区包括狮子洋和伶仃洋海域（图 5.1.2-1）。

模型采用三角形网格和四边形网格相结合的方式剖分计算区域，网格节点数为 17794 个，总网格数为 26392 个，工程附近海域网格分辨率较高，水平分辨率 < 10m（图 5.1.2-2 和图 5.1.2-3）。为了模拟海堤工程前后的水动力过程，工程前新建海堤设计抛石护脚至岸界范围设置为水点，工程后设置为陆点。

模型水深由海图水深插值得到，并采用项目区域实测地形进行局部调整，所有水深都经过绘图水深和平均海平面的转化。模型的计算水深见图 5.1.2-4。

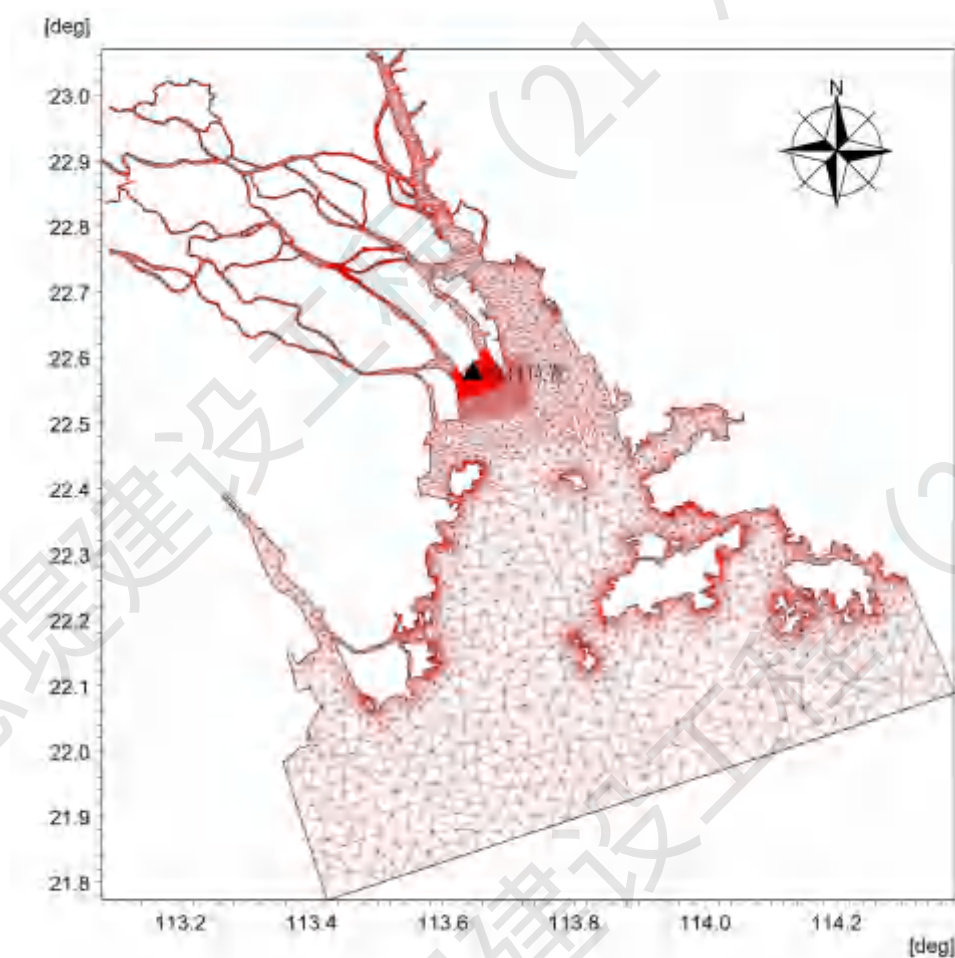


图 5.1.2-1 大范围模型计算网格

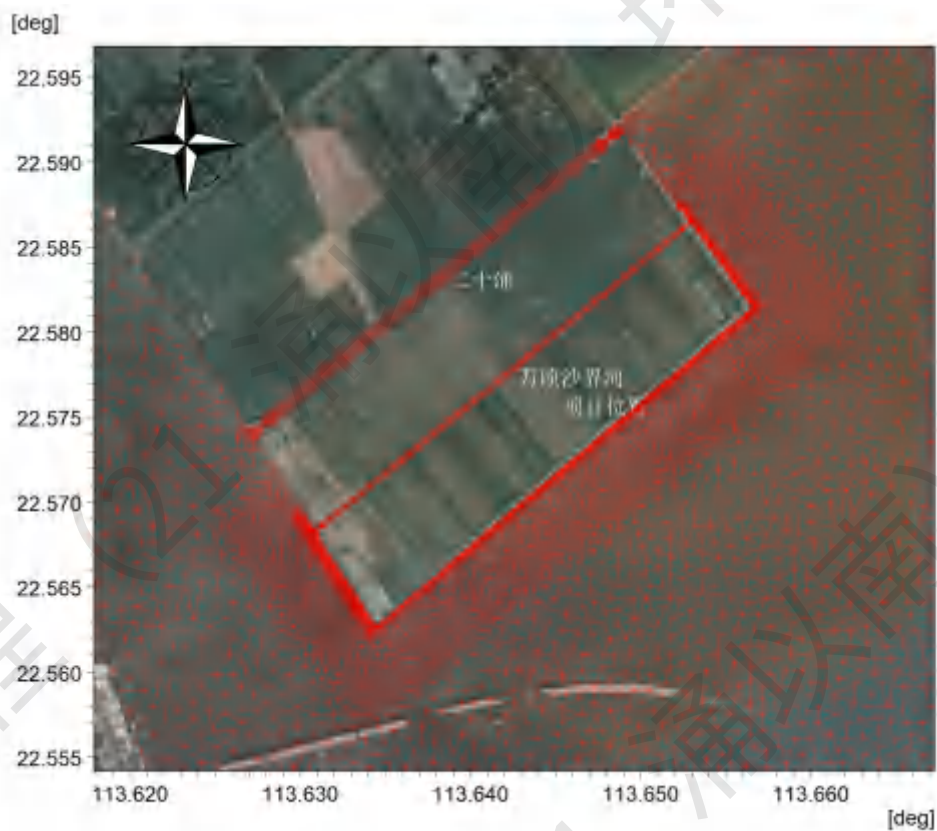


图 5.1.2-2 工程区域局部计算网格（工程前）



图 5.1.2-3 工程区域局部计算网格（工程后）

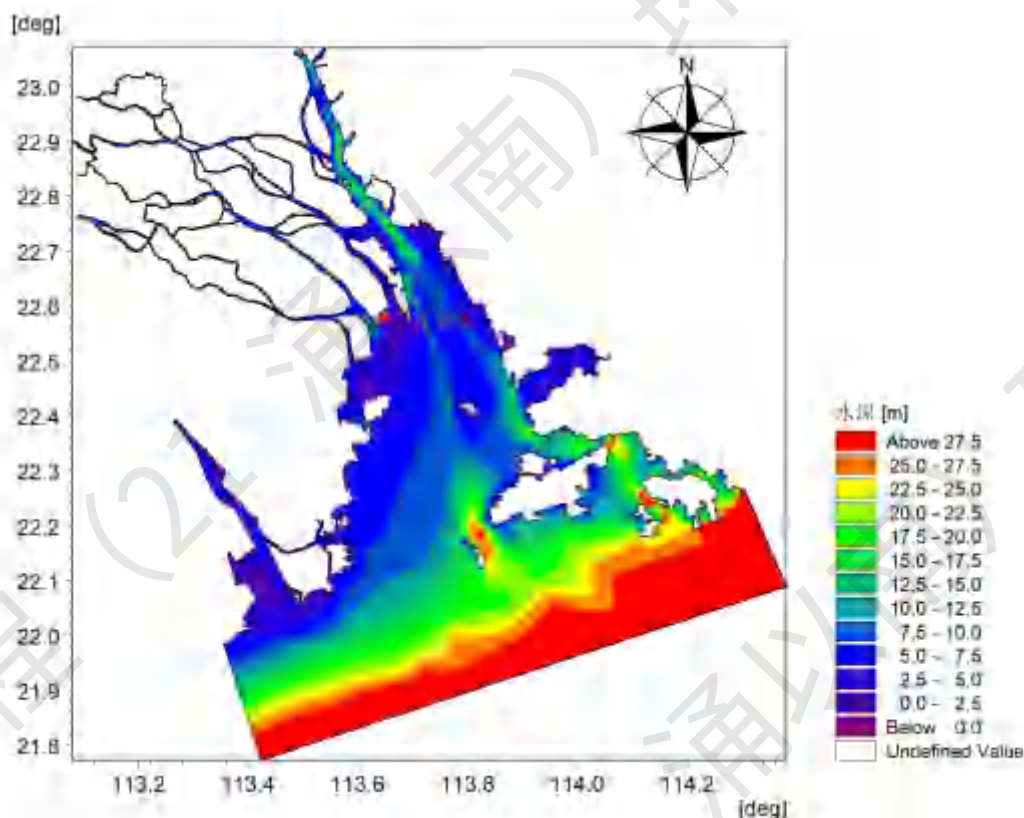


图 5.1.2-4 模型计算水深地形图

5.1.2.2 模型计算时段

模型基于上述设置方案，采用 2022 年 12 月 1 日~2022 年 12 月 16 日逐时的潮位和河流流量驱动场进行 15 天的模拟，模型的计算时间步长为 30s，输出逐时的水位和流速结果用于模型的验证和工程前后水动力变化的分析。

5.1.2.3 模型验证

采用 2022 年 12 月 9~10 日在本项目附近海域开展的潮位和海流观测资料对模型进行验证。水文调查设置了 6 个海流测站，2 个潮位观测站（图 5.1.2-5）。潮位资料选取与流速资料同步的水位数据进行验证，每隔一个小时输出网格点的水位和流速、流向用于模型的验证。

根据实测资料和模型计算结果绘制潮位曲线和流向、流速曲线，其中流速采用垂向平均实测流速、流向资料进行验证。

从潮位过程（图 5.1.2-6）和流速、流向验证曲线（图 5.1.2-7）对照可以看出，模拟结果与实测数据基本吻合，受河道地形影响，潮流表现为往复流，流向基本与岸线平行。根据潮位和潮流流速、流向的验证效果可知，本模型可用于本工程的水动力场和悬浮物扩散的影响分析。

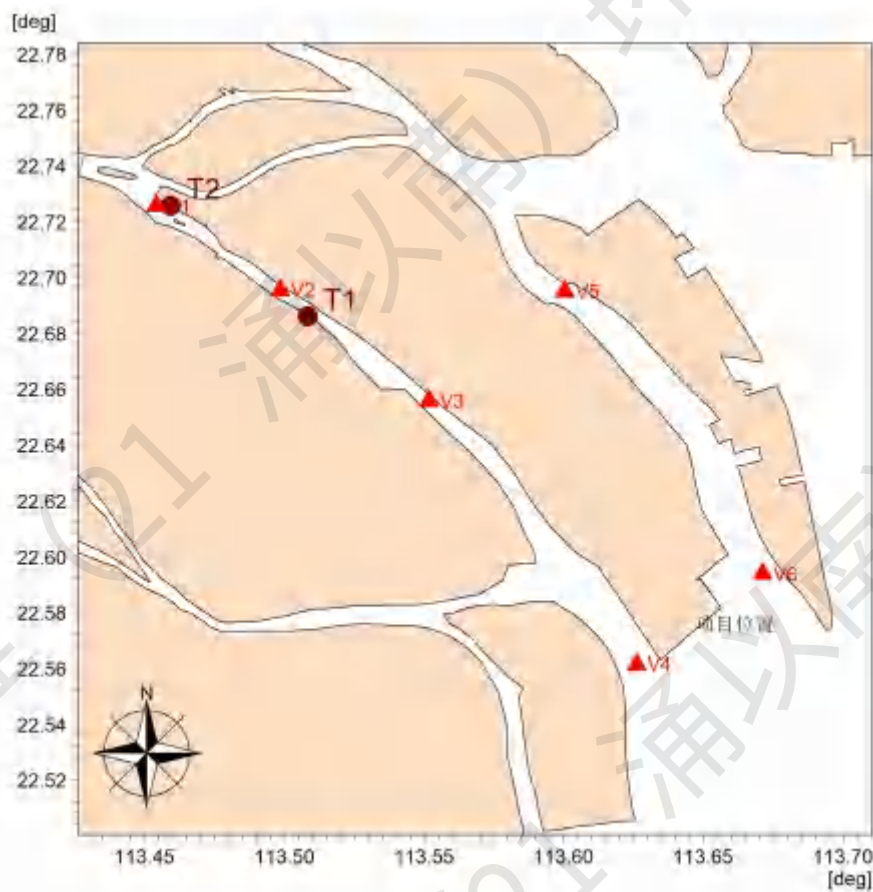


图 5.1.2-5 测流站点（红色三角）和验潮站点（褐色圆圈）位置示意图

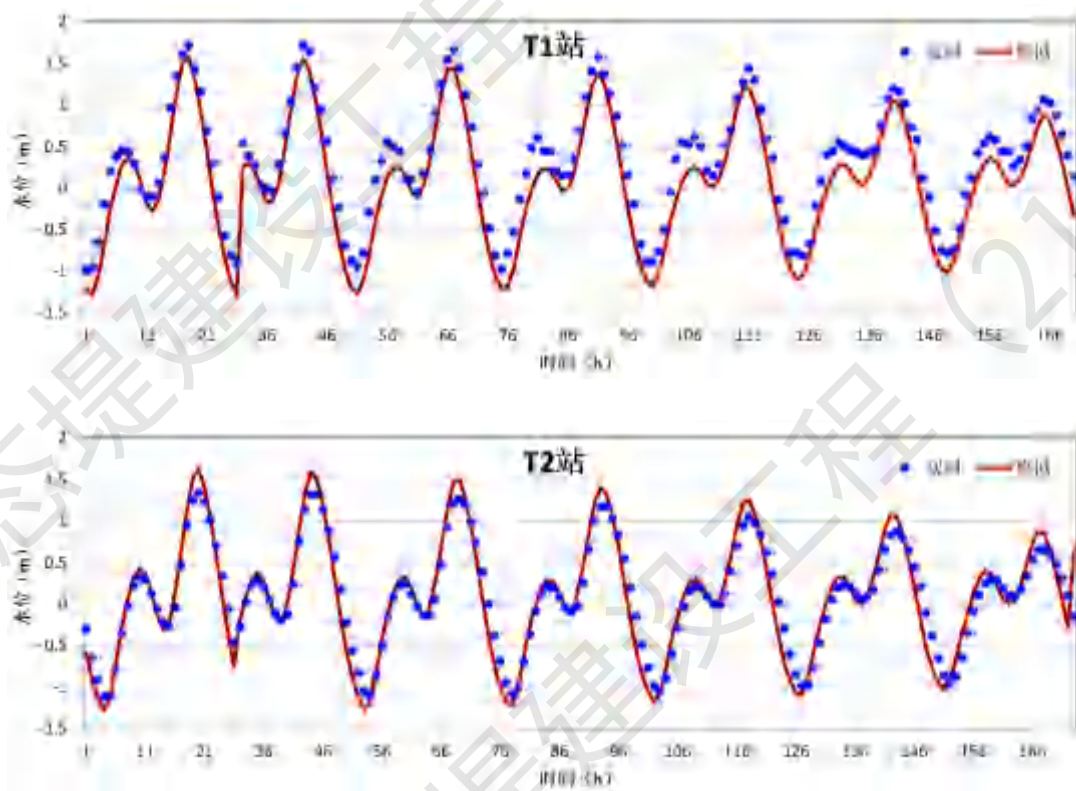


图 5.1.2-6 潮位过程验证曲线图

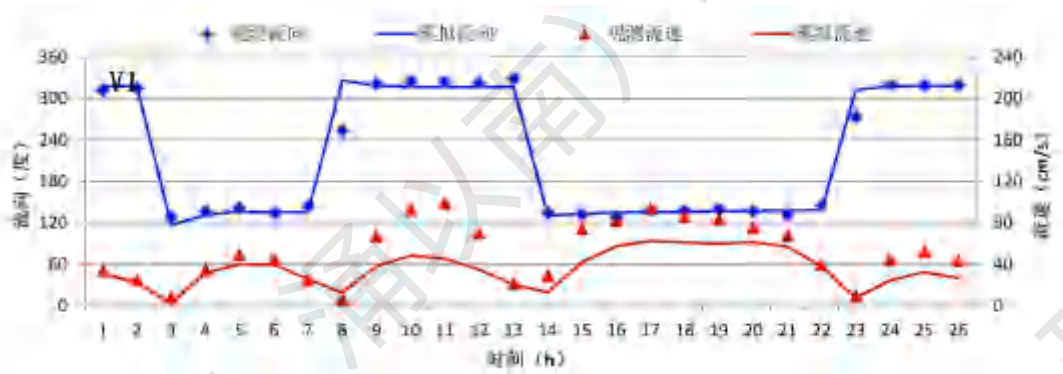


图 5.1.2-7a V1 站流速、流向验证

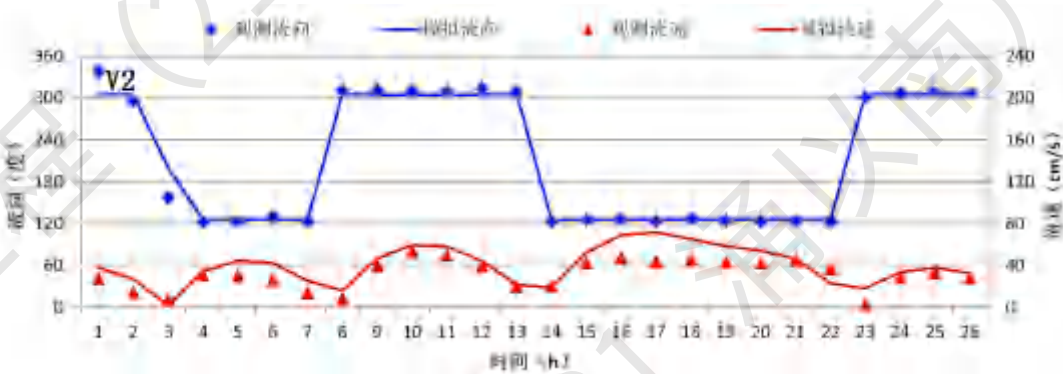


图 5.1.2-7b V2 站流速、流向验证

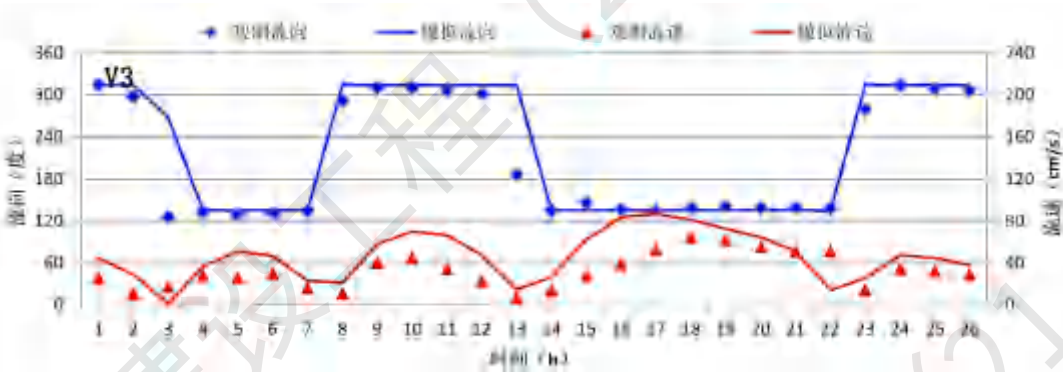


图 5.1.2-7c V3 站流速、流向验证

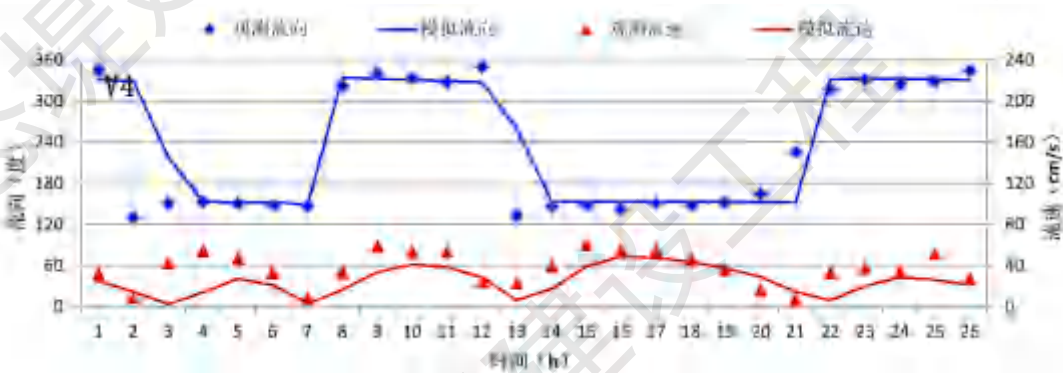


图 5.1.2-7d V4 站流速、流向验证

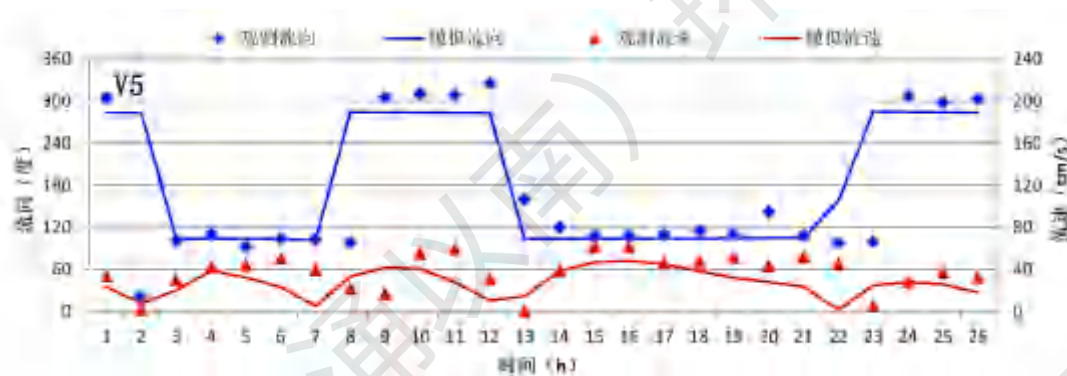


图 5.1.2-7e V5 站流速、流向验证

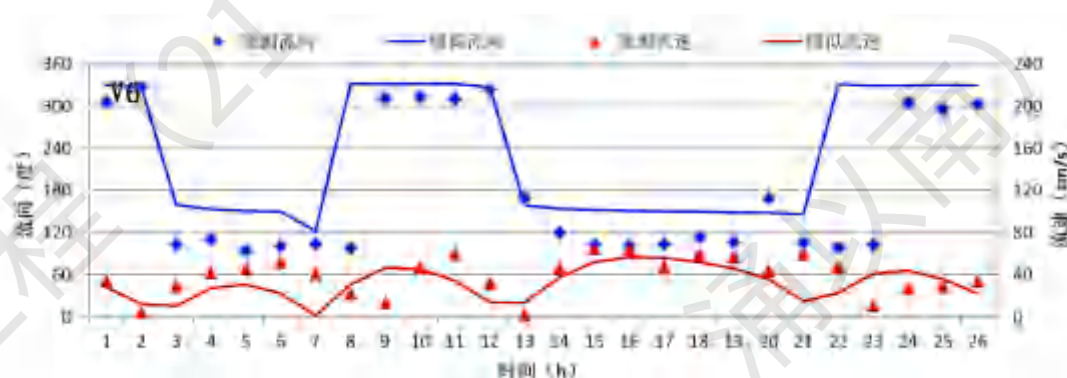


图 5.1.2-7f V6 站流速、流向验证

5.1.2.4 模拟结果与分析

为了分析本项目所在海域的水动力场的时空分布及本项目建设对其的影响情况，绘出模型整个计算区域和本项目附近海域工程前后的大潮期涨急、落急时刻的流场（图 5.1.2-8、图 5.1.2-9 和图 5.1.2-10）。

（1）工程前计算区域潮流场分布特征

图 5.1.2-8a 和 5.1.2-8b 为水动力模型计算的工程前整个计算区域涨急和落急时刻的流场分布。由图可知，珠江河口湾内涨落潮流受岸界和底形的影响基本呈往复流，落潮流速稍强于涨潮流速。涨潮时，潮流由东南流向西北，涨潮流主要沿淇澳岛与桂山岛及桂山岛与香港岛之间的深槽流入湾内，上述区域涨潮平均流速 $\sim 0.65\text{m/s}$ 。落潮时，落潮流流向基本与涨潮流流向相反，即由西北流向东南，珠江河口湾深槽区域落潮流较强，平均落潮流速约为 0.7m/s 。

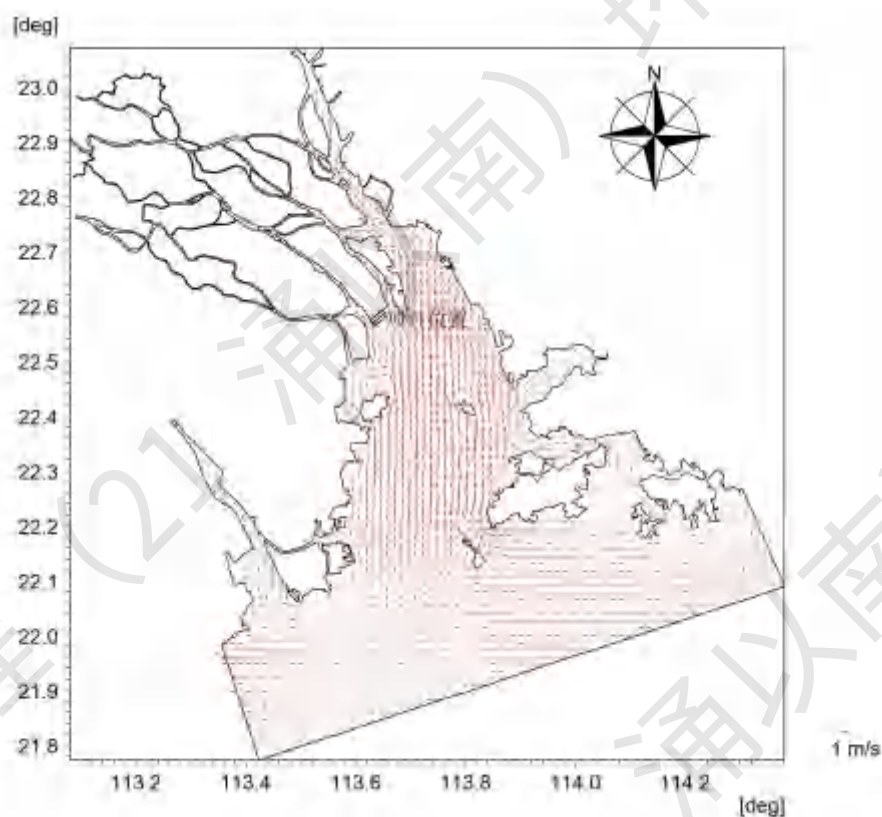


图 5.1.2-8a 计算区域工程前大潮涨急流场分布

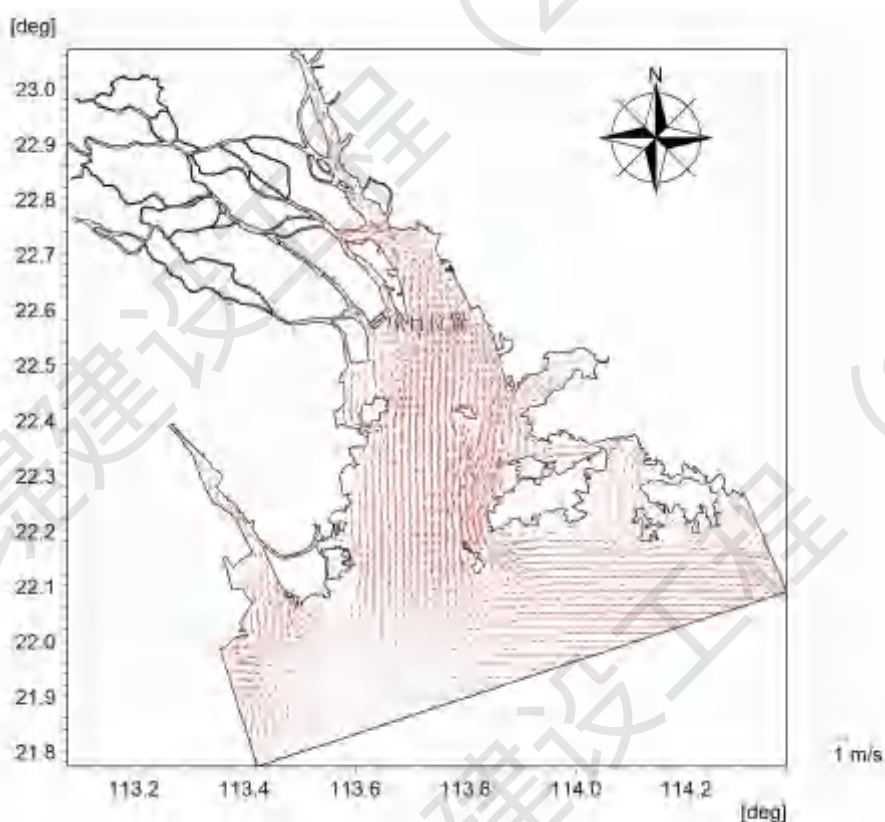


图 5.1.2-8b 计算区域工程前大潮落急流场分布

(2) 项目附近海域工程前后潮流场分布特征

图 5.1.2-9 为项目附近海域工程前大潮涨潮和落潮时刻的流场分布，由图可知，项目东部外海涨潮流由南、西南方向流向北、东北，部分涨潮流受东北方向海堤影响转而流向西北，在项目前沿形成一个逆时针的环流，项目所在海堤前沿潮流由西北流向东南；落潮时，项目东部外海潮流由西北流向东南、南，项目所在海堤前沿潮流较弱。

进一步分析涨急和落急时刻的流速分布可知，本项目前沿海域，涨潮流速略大于落潮流速。统计表明，涨急时刻，项目前沿最大流速约为 0.14m/s ，落急时刻，最大流速约为 0.08m/s 。

图 5.1.2-10 为工程后项目附近海域大潮涨潮和落潮时刻的流场分布。对比工程前的流场分布，工程建设之后，项目附近海域的涨落潮流场分布较工程前变化较小。项目附近海域的涨落潮流场分布与工程前比较一致，涨急时刻，项目所在海堤前沿为一个逆时针的环流；落急时刻，项目所在海堤前沿为一个较弱的顺指针的环流。

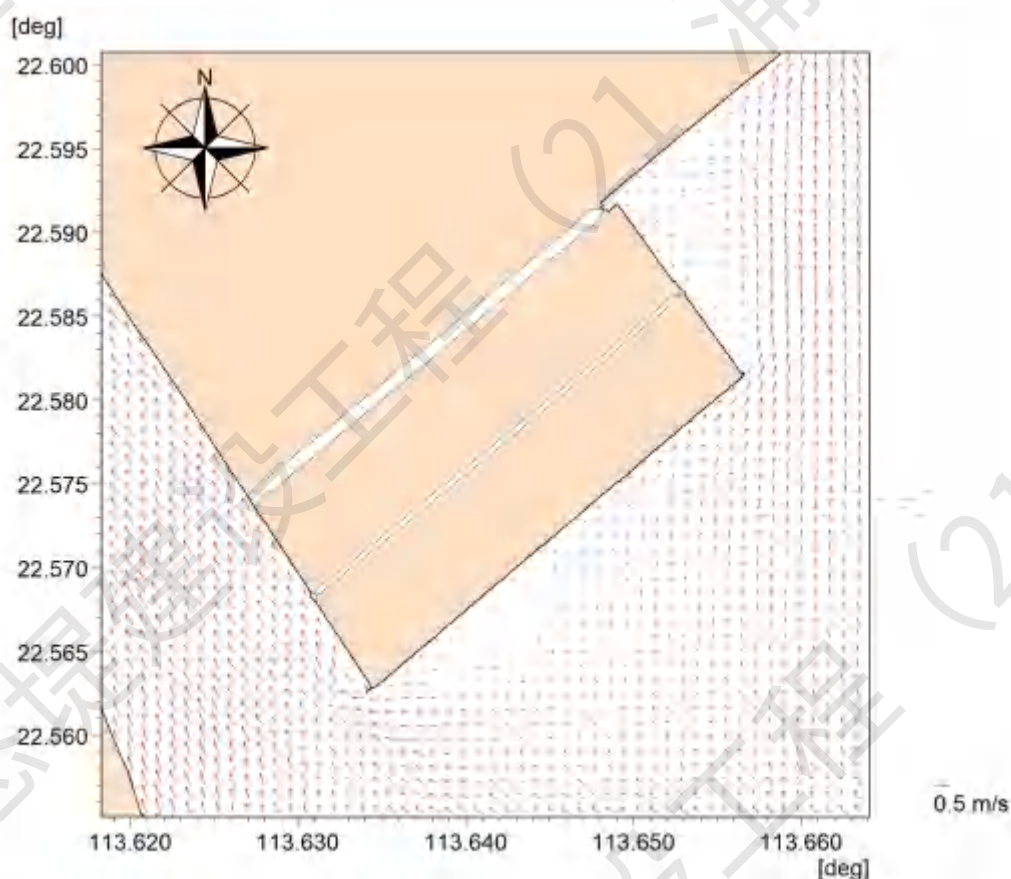


图 5.1.2-9a 工程附近海域大潮涨急时刻流场图（工程前）

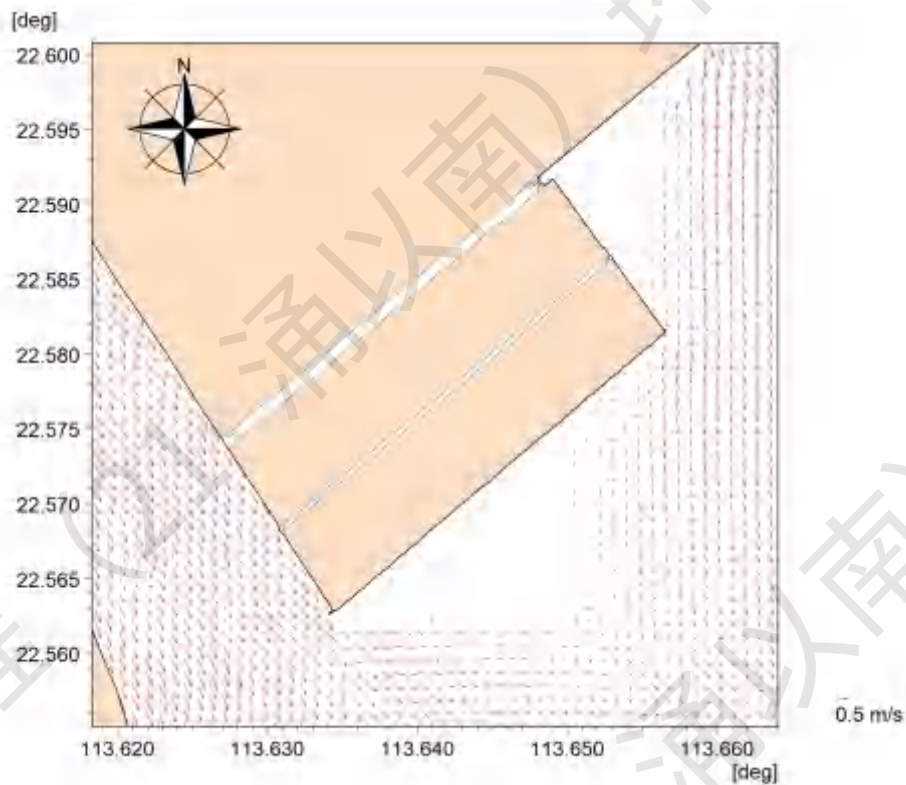


图 5.1.2-9b 工程附近海域大潮落急时刻流场图（工程前）

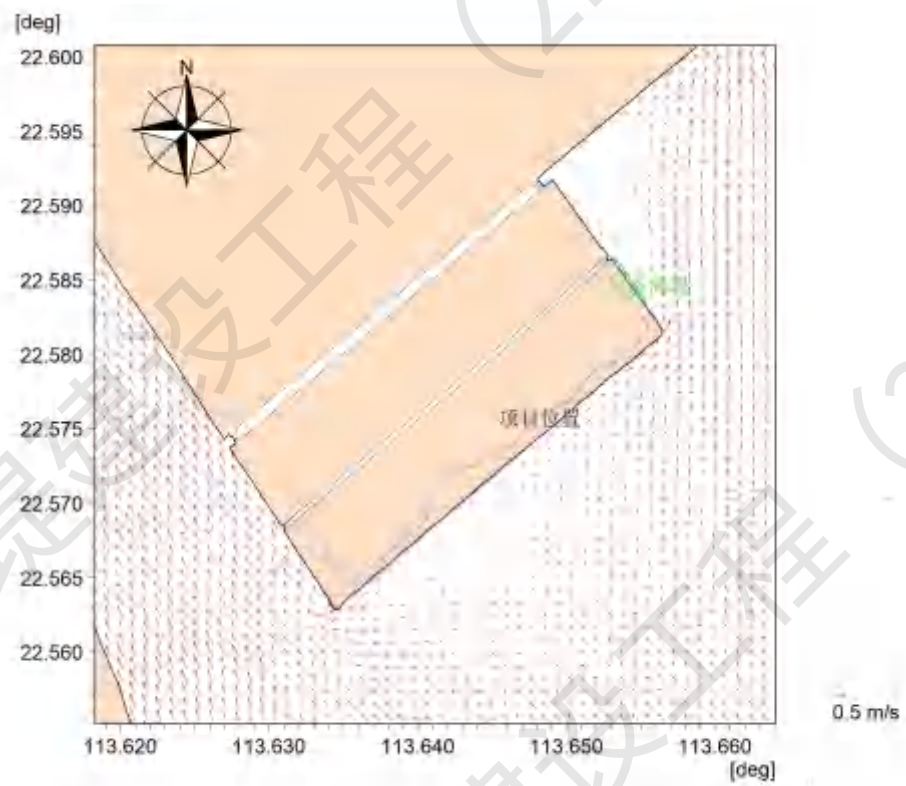


图 5.1.2-10a 工程附近海域大潮涨急时刻流场图（工程后）

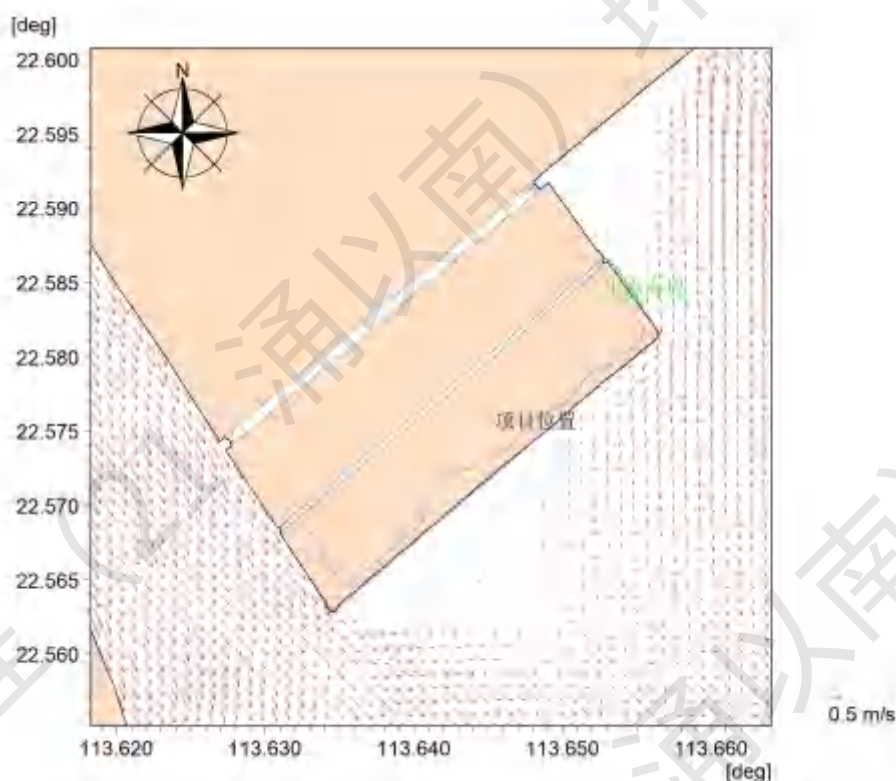


图 5.1.2-10b 工程附近海域大潮落急时刻流场图（工程后）

（3）工程前后潮流场变化特征

为了直观地展示本项目实施前后工程海域的流场变化情况，将工程前后的流速场进行对比，并绘制工程前后流速矢量叠加图和流速变化等值线图进行分析（图 5.1.2-11 和图 5.1.2-12）。工程后，大范围的流场变化较小，只有在工程附近水域流速和流向发生较小的改变。由工程前后流速等值线的变化图可知，涨急时刻，工程后工程海堤的东南角的西北部流速稍有增加，最大增幅约为 5.6cm/s，工程海堤东南角的西南部海域近岸流速也稍有减小，最大减小幅度约为 1.8cm/s。落急时刻，工程后工程海堤的东南角的东南部流速稍有增加，最大增幅约为 2.1cm/s。

总体来说，工程前后项目附近海域流场改变基本局限在项目附近海域的一定范围内，且变化较小。因此，本项目用海基本不会对项目所在海域水文动力环境造成太大影响。

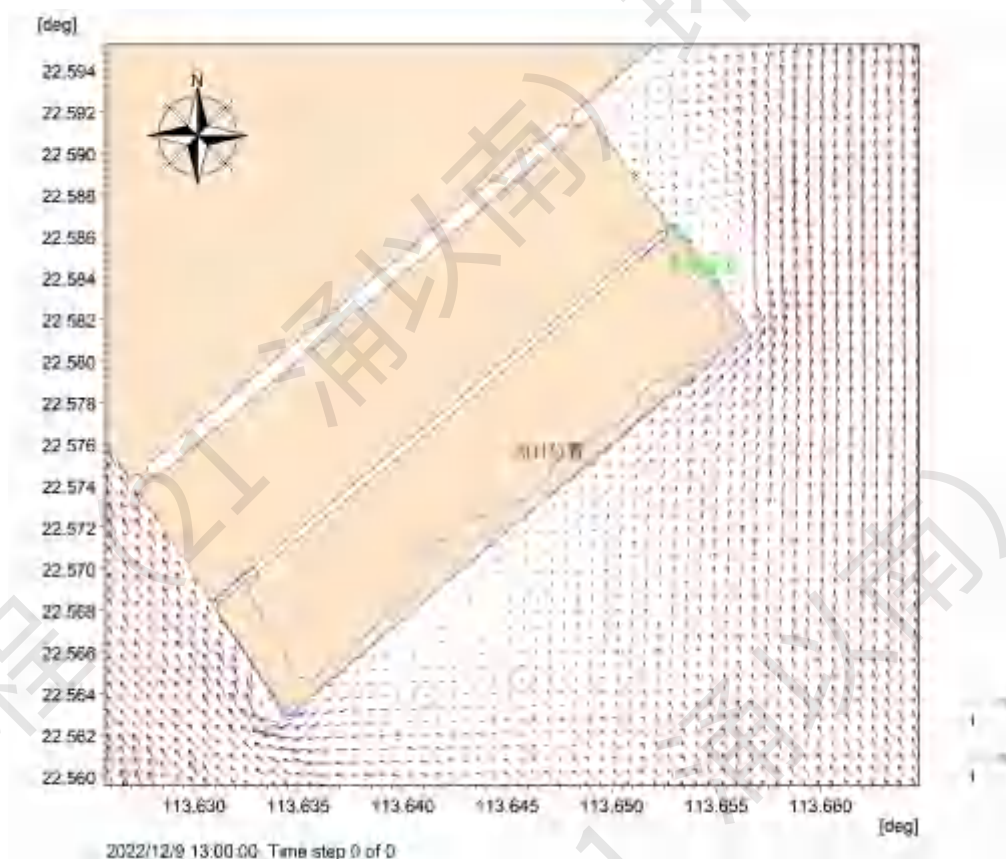


图 5.1.2-11a 工程前（黑色）和工程后（红色）大潮涨急时刻流速矢量叠加（单位：m/s）

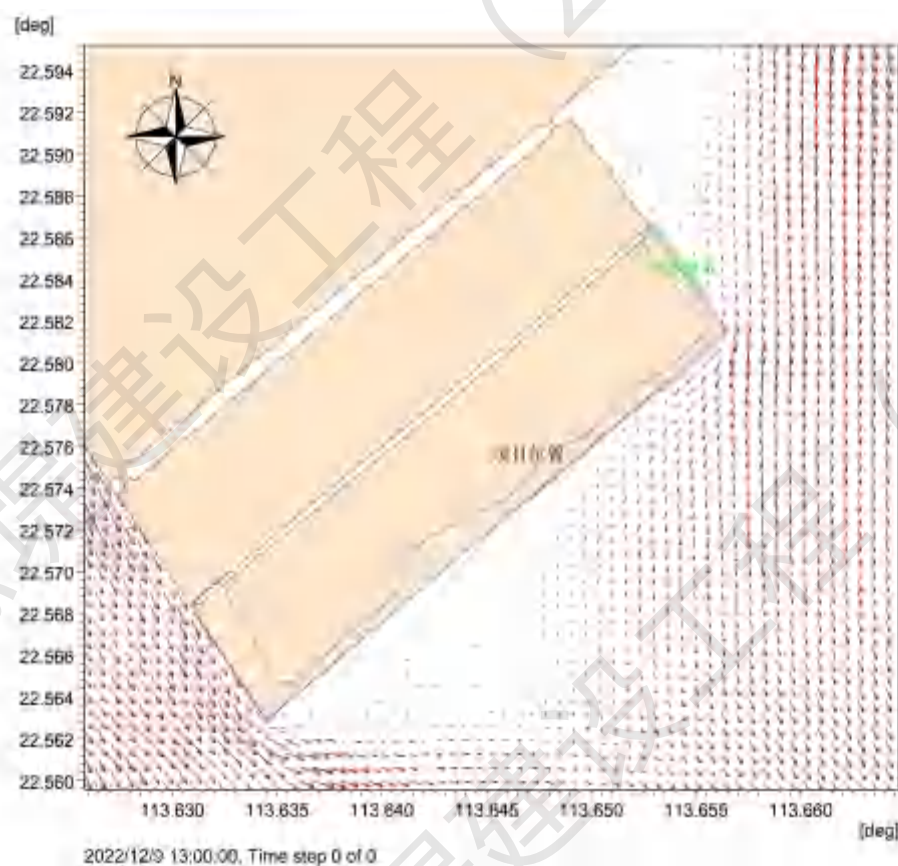


图 5.1.2-11b 工程前（黑色）和工程后（红色）大潮落急时刻流速矢量叠加（单位：m/s）

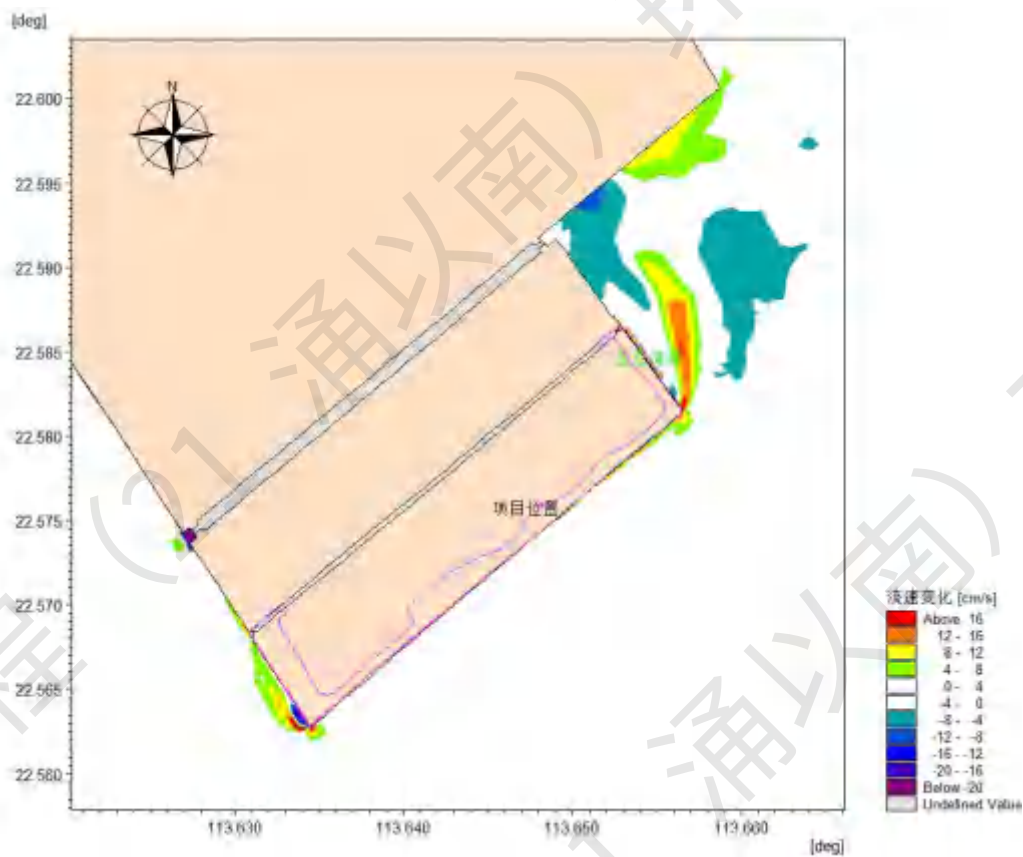


图 5.1.2-12a 工程前后大潮涨急时刻流速变化等值线图

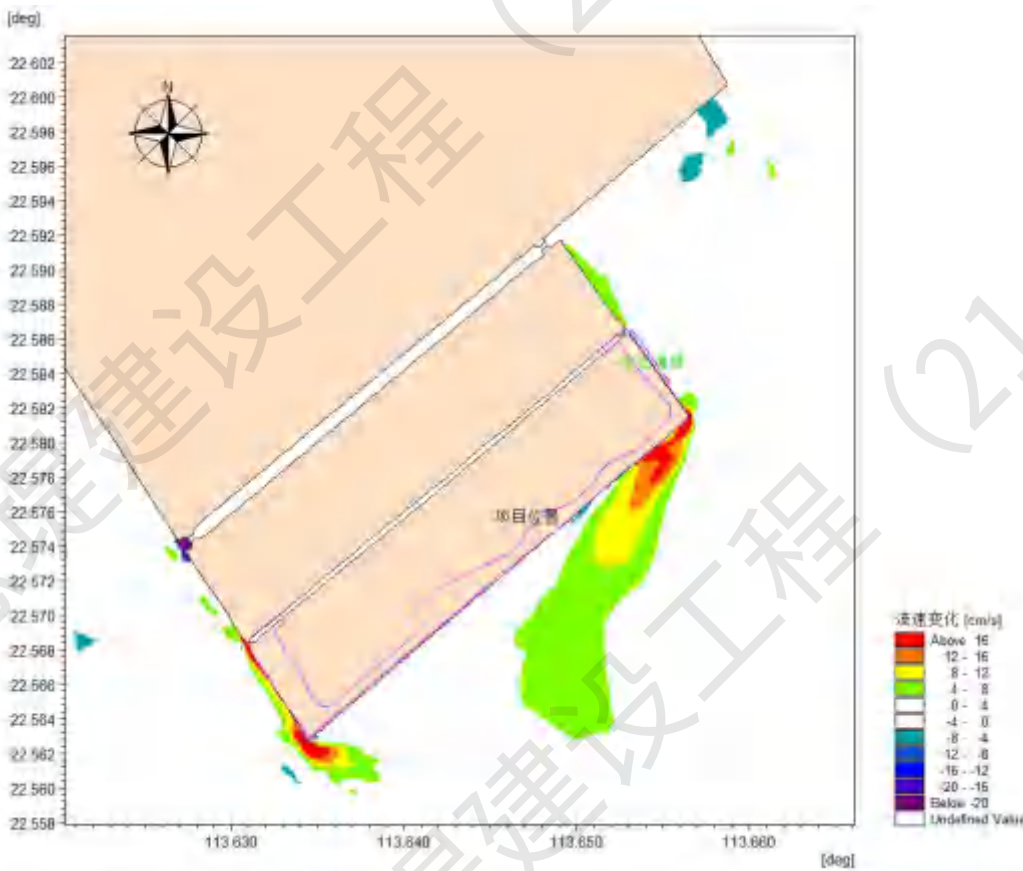


图 5.1.2-12b 工程前后大潮落急时刻流速变化等值线图

为了进一步定量对比工程建设对项目附近海域水动力过程的影响，在项目附近选取了 54 个对比站点，分别提取了工程前后各站点大潮涨急与落急时的流速与流向，用以定量分析工程建设对周边海域潮流场的影响，对比点位置见图 5.1.2-13，流速、流向对比统计结果见表 5.1.2-1 和表 5.1.2-2。

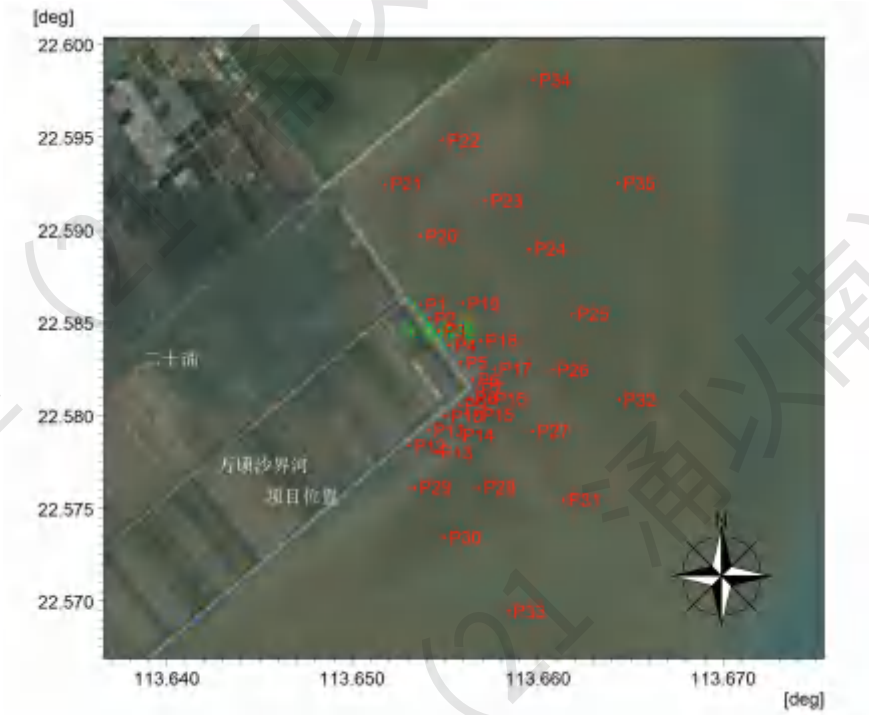


图 5.1.2-13a 工程前后流速、流向对比站位图（项目东北区域，红色圆点）



图 5.1.2-13b 工程前后流速、流向对比站位图（项目西南区域，红色圆点）

由表 5.1.2-1、表 5.1.2-2 可以看出，由于海堤抛石的范围相对较小，因此涨落潮流仅在工程所在海堤前沿附近海域产生一定的变化，其他区域尤其是外海的涨落潮流变化较小。在涨急时刻，海堤抛石形成部分陆域及项目东南角岸线改变导致工程附近海域潮流场产生一定变化，流速最大变化幅度约为 7.7cm/s（P6 站），流向最大变幅约为 208.5°（P19 站）。项目西南角的工程建设也导致该区域潮流场产生一定的变化，流速最大变化幅度约为 20.62cm/s（P38 站），流向最大变幅约为 227.91°（P42 站）。落急时刻，工程建设也导致工程海堤附近海域的潮流场产生一定变化。工程海堤东南角流速最大变化幅度约为 34.54cm/s（P8 站），流向最大变幅约为 190.56°（P10 站）。工程海堤西南角流速最大变化幅度约为 34.01cm/s（P39 站），流向最大变幅约为 133.54°（P38 站）。涨急和落急时刻，项目附近海域以外的站位流速和流向的变化均很小。总体来说，本项目建设对项目周边水动力的影响仅限于项目海堤前沿附近海域，对其他海域的影响很小。

表 5.1.2-1 工程附近海域对比站点涨急时刻流速和流向变化统计表

站位	大潮涨急时刻流速（cm/s）			大潮涨急时刻流向（°）		
	工程前	工程后	差值 ¹	工程前	工程后	差值
P1	13.79	16.15	2.37	150.84	145.37	-5.48
P2	11.53	16.17	4.64	152.78	149.52	-3.27
P3	9.18	13.20	4.01	149.27	148.08	-1.19
P4	9.70	11.55	1.85	147.73	147.20	-0.53
P5	10.75	6.21	-4.54	145.92	117.96	-27.96
P6	5.64	23.34	17.70	122.22	296.84	174.62
P7	43.47	53.15	9.68	32.76	14.36	-18.41
P8	40.07	51.67	11.60	42.72	40.95	-1.76
P9	34.18	39.60	5.42	44.23	45.89	1.66
P10	31.21	38.78	7.57	46.98	45.68	-1.29
P11	27.82	35.73	7.92	44.85	49.00	4.15
P12	21.95	27.19	5.25	46.60	46.97	0.37
P13	31.55	31.90	0.35	39.72	40.37	0.64
P14	35.96	38.20	2.24	34.53	34.21	-0.32
P15	37.78	41.30	3.51	32.20	28.18	-4.02
P16	43.80	45.79	2.00	26.29	17.90	-8.38
P17	38.85	36.77	-2.07	16.67	6.30	-10.37
P18	16.17	29.78	13.61	151.44	336.63	185.19
P19	4.25	16.09	11.84	88.44	296.95	208.50
P20	8.03	5.60	-2.44	151.35	269.43	118.08

站位	大潮涨急时刻流速（cm/s）			大潮涨急时刻流向（°）		
	工程前	工程后	差值 ¹	工程前	工程后	差值
P21	10.15	4.25	-5.90	216.87	257.30	40.43
P22	12.13	14.31	2.19	320.82	115.47	-205.35
P23	29.04	25.87	-3.17	343.96	348.58	4.62
P24	43.05	36.01	-7.04	354.31	350.72	-3.59
P25	39.48	36.29	-3.19	323.23	354.96	31.73
P26	36.27	34.66	-1.61	5.42	358.71	353.29
P27	33.21	33.37	0.15	12.31	7.78	-4.54
P28	28.62	28.21	-0.41	22.04	19.41	-2.63
P29	25.77	25.39	-0.37	36.75	36.02	-0.72
P30	22.82	22.35	-0.48	20.37	17.79	-2.58
P31	30.14	30.26	0.12	4.57	66.16	61.60
P32	34.64	34.08	-0.57	221.35	356.15	134.80
P33	23.94	24.19	0.25	354.71	351.95	-2.76
P34	40.17	41.54	1.37	29.88	15.30	-14.59
P35	42.55	39.51	-3.04	346.62	346.61	-0.01
P36	30.66	26.85	-3.81	233.37	211.79	-21.58
P37	33.57	32.80	-0.77	229.65	224.60	-5.05
P38	36.41	57.04	20.62	243.18	246.91	3.73
P39	9.88	11.71	1.83	217.30	272.89	55.59
P40	26.47	11.50	-14.96	158.49	162.43	3.93
P41	33.03	17.25	-15.78	146.48	155.47	9.00
P42	13.52	21.74	8.22	40.44	268.35	227.91
P43	31.99	43.04	11.04	349.35	337.84	-11.51
P44	36.44	44.45	8.01	339.96	328.32	-11.64
P45	39.82	43.55	3.73	292.84	304.40	11.57
P46	38.95	41.96	3.02	258.57	271.98	13.41
P47	34.83	39.16	4.33	249.59	253.33	3.75
P48	30.38	33.02	2.64	246.65	246.42	-0.23
P49	24.49	25.67	1.18	246.74	245.64	-1.09
P50	23.85	25.16	1.31	257.84	255.40	-2.45
P51	32.07	33.97	1.90	261.56	261.30	-0.26
P52	31.83	34.06	2.23	287.84	294.59	6.75
P53	39.38	37.18	-2.20	314.28	316.73	2.45
P54	45.06	45.36	0.29	335.01	331.36	-3.64

¹注：差值为工程后减去工程前。

表 5.1.2-2 工程附近海域对比站点落急时刻流速和流向变化统计表

站位	大潮落急时刻流速 (cm/s)			大潮落急时刻流向 (°)		
	工程前	工程后	差值 ¹	工程前	工程后	差值
P1	3.69	4.03	0.35	324.63	319.06	-5.57
P2	1.53	1.37	-0.16	308.81	300.52	-8.29
P3	3.94	2.23	-1.72	172.75	151.40	-21.35
P4	8.36	10.94	2.58	155.09	155.91	0.82
P5	14.74	17.01	2.28	151.85	152.59	0.74
P6	23.52	36.34	12.82	146.88	160.27	13.39
P7	27.79	49.59	21.80	174.23	184.50	10.27
P8	6.49	41.03	34.54	139.59	216.44	76.85
P9	10.16	24.62	14.46	66.22	224.80	158.58
P10	9.57	22.66	13.09	34.30	224.86	190.56
P11	1.01	20.29	19.29	63.27	228.04	164.77
P12	4.74	12.42	7.68	231.00	225.89	-5.12
P13	9.13	25.17	16.04	219.68	215.30	-4.39
P14	19.39	34.21	14.82	214.25	208.59	-5.66
P15	37.56	38.01	0.45	198.15	200.54	2.40
P16	44.41	42.49	-1.93	178.58	185.37	6.79
P17	25.61	27.63	2.02	168.62	174.56	5.94
P18	18.98	21.45	2.47	167.30	169.70	2.41
P19	14.65	15.65	1.00	180.90	183.03	2.13
P20	1.70	1.54	-0.16	63.02	104.65	41.63
P21	1.28	2.82	1.54	37.94	49.32	11.39
P22	3.83	2.80	-1.03	152.72	56.22	-96.50
P23	18.10	20.85	2.76	189.70	190.50	0.80
P24	39.08	40.00	0.92	184.46	186.46	2.00
P25	39.64	38.57	-1.06	173.75	175.86	2.12
P26	36.55	35.54	-1.01	167.93	171.19	3.26
P27	39.31	37.99	-1.32	175.90	178.26	2.36
P28	31.99	31.53	-0.46	193.00	193.23	0.23
P29	8.55	20.98	12.43	217.42	208.74	-8.68
P30	22.31	24.35	2.03	189.00	191.78	2.78
P31	37.34	35.34	-2.00	172.70	173.77	1.07
P32	40.46	39.30	-1.16	167.00	168.59	1.59
P33	30.04	27.57	-2.47	167.56	168.31	0.75
P34	55.46	57.94	2.48	181.17	178.49	-2.68
P35	58.95	58.61	-0.34	164.82	165.16	0.34
P36	9.02	5.03	-3.99	233.10	208.48	-24.62

站位	大潮落急时刻流速（cm/s）			大潮落急时刻流向（°）		
	工程前	工程后	差值 ¹	工程前	工程后	差值
P37	9.42	4.34	-5.08	227.95	215.95	-12.00
P38	8.03	17.84	9.81	231.86	98.32	-133.54
P39	8.24	42.25	34.01	214.13	137.16	-76.97
P40	16.30	42.67	26.37	155.24	155.48	0.24
P41	22.67	34.54	11.87	151.65	151.41	-0.24
P42	35.06	42.94	7.87	154.22	151.93	-2.29
P43	53.34	55.28	1.94	153.28	150.43	-2.86
P44	50.82	55.15	4.33	154.48	149.55	-4.94
P45	52.26	55.20	2.94	155.99	145.14	-10.85
P46	21.97	45.72	23.74	140.38	128.54	-11.85
P47	12.43	34.40	21.97	173.21	114.71	-58.50
P48	6.45	18.11	11.65	215.56	110.95	-104.61
P49	6.17	4.49	-1.68	235.31	203.21	-32.10
P50	6.82	12.32	5.50	161.82	105.94	-55.88
P51	36.99	48.33	11.34	99.41	106.41	6.99
P52	42.93	46.19	3.26	135.02	133.43	-1.59
P53	46.40	43.38	-3.03	143.24	139.90	-3.34
P54	52.50	53.41	0.91	151.03	148.16	-2.87

¹注：差值为工程后减去工程前。

（4）对水交换能力的影响分析

本项目是在现有海堤的基础上升级改造，占海范围很小，对地形的改变范围很小，总体对水交换能力的影响很小。

5.2 冲淤环境影响分析与评价

由水文动力环境影响分析的结果可知，工程建设对海域涨落潮流的影响主要位于工程海堤附近海域，而对项目附近海域以外的区域潮流场的影响较小。因此，本项目建设对项目附近海域的冲淤环境有一定的影响，对项目附近海域以外区域冲淤环境的影响较小。

为了进一步定量评估工程建设对周边海域冲淤环境的影响，本次评价采用由动力场变化引起的冲淤变化的半经验半理论公式进行冲淤估算。在完成工程前后潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响采用如下公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha s \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right]$$

式中， ω 为泥沙沉速，单位 m/s；根据相关文献资料，本海区悬沙中值粒径 d_{50} 粒径

取为 0.06mm；另据泥沙沉降试验结果，项目附近海域泥沙沉速为 0.002m/s。

其他计算参数的确定：

α 为沉降几率，取 0.67；

t 为年淤积历时，单位取秒 s；

S 为平均含沙量，单位： kg/m^3 ，根据 2021 年 9 月工程附近的实测资料，取泥沙平均含量 $0.028\text{kg}/\text{m}^3$ ；

γ_d 为泥沙干容重，按照 $\gamma_d = 1750 \times D_{50}^{0.183}$ ，单位为 kg/m^3 ；

$V1$ ， $V2$ 数值计算工程前后全潮平均流速，单位 m/s ；

m 根据当地的流速与含沙量的关系，近似取作 1。

由上式可知，本公式计算的年淤积厚度主要跟工程前后的流速大小改变有关。根据以上的设定和潮流数值模拟计算的结果，计算得到工程前后底床的年冲淤变化情况，绘制出年冲淤强度变化等值线图，具体见图 5.2-1。

由图可知，海堤工程建成之后，工程海堤的东北和西南角，由于工程前后流速增加较显著，工程后冲刷趋势变强，最大冲刷强度变化 $>50\text{cm}/\text{a}$ 。工程之后主要淤积区域发生在 21 涌东闸东北部以及工程海堤东南角的南部海域，最大淤积强度 $>30\text{cm}/\text{a}$ 。

综上，本项目工程后冲淤变化较显著的区域主要局限于工程海堤附近海域，而项目所在海域之外的其他区域的冲淤环境的变化相对较小。

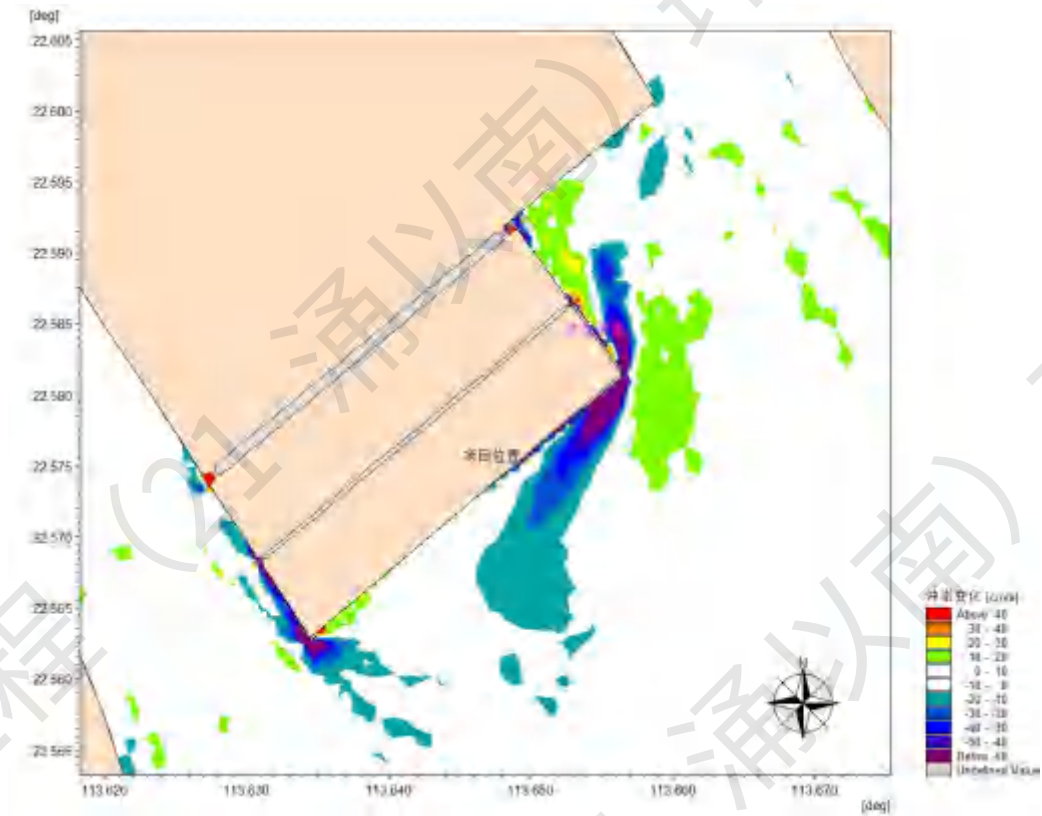


图 5.2-1 工程后项目附近海域的年冲淤变

5.3 海洋水质环境影响分析与评价

5.3.1 施工期悬浮物影响分析

本项目水上施工过程中的抛石、吹填等产生部分悬浮泥沙进入工程附近海域水体，施工期间会对本项目周边的水质环境产生影响。本节在上述水动力计算的基础上，对施工期产生的悬浮泥沙扩散的扩散过程进行预测，据此评估本项目施工对水质环境的影响。

5.3.1.1 悬浮物扩散模型

(1) 悬浮物输运扩散方程

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

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

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

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

式中, S 为垂直方向积分的水体含沙浓度; D_x 、 D_y 分别为 x 、 y 方向的泥沙扩散系数; F_s 为泥沙源汇函数或床面冲淤函数, Q_0 为海底疏浚产生的悬浮泥沙量; ρ_s 为泥沙密度(取为 1.68g/cm^3); ρ_0 为海水密度(取为 1.035g/cm^3); γ 为海水分子运动粘性系数(取为 $10^{-3}\text{cm}^2/\text{s}$); u_* 、 u_{*cr} 分别为摩擦速度和泥沙再悬浮速度; R 为沉降泥沙的再悬浮率($0 \leq R \leq 1$); D_{50} 为泥沙的中值粒径, 参考历史调查资料取为 0.06mm 。

泥沙源函数按下面方法确定:

底部切应力计算公式:

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

当 $\tau \leq \tau_d$ 时, 水中泥沙处于落淤状态, 则:

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

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

$$F_s = 0$$

当 $\tau \geq \tau_e$ 时, 海底泥沙处于起动状态, 则:

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

以上各式中: U 为平均流速;

ω 为泥沙沉降速度;

S 为水体含沙量;

α 为沉降几率;

τ_d 为临界淤积切应力;

τ_e 为临界冲刷切应力;

M 为冲刷系数。

参考项目附近海域的历史调查资料, 泥沙的中值粒径 (D_{50}) 取为 0.06mm 。悬浮泥沙沉降速度 (ω) 取为 0.002m/s 。

(2) 定解条件

1) 初始条件

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

式中： $S_0(x, y, t_0)$ 为初始时刻 t_0 的已知值，本项目悬浮泥沙的初始浓度取为 0。

2) 边界条件

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_1 上有：

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

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

计算水域与陆地交界的固边界 Γ_2 上有：

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

式中： $S^*(x, y, t)$ 为开边界泥沙浓度，取为 0mg/L， $\vec{n}$ 为陆地边界的单位法向矢量，上式的物理意义为泥沙沿固边界的法向通量为零。

(3) 数值方法

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

$$\text{前半步长: } As1S_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}} + Bs1S_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + Cs1S_{i+1,j}^{n+\frac{1}{2}} = Ds1$$

$$\text{后半步长: } As2S_{i,j-1}^{n+1} + Bs2S_{i,j}^{n+1} + Cs2S_{i,j+1}^{n+1} = Ds2$$

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

5.3.1.2 悬浮物计算条件

(1) 水动力条件

悬浮泥沙的扩散范围和方向受水动力的影响，不同的水动力条件下其扩散范围和方向不同。在此选取一个完整的全潮周期进行模拟，包含大、中、小潮的潮汐过程作为悬浮物计算的代表动力过程。

(2) 悬浮物计算工况

根据本项目工可报告，本项目影响悬浮物扩散的主要工序源强及施工顺序为：

①钢板桩打设、拔除（水闸泵站工程第二年1月，桥梁工程第二年4-5月）

本项目钢板桩打设、拔除主要发生在二十一涌东闸站基坑支护和内河涌围堰、二十一涌西闸支护和围堰、沙滩进、出水闸基坑支护、桥梁工程基坑支护过程，入海泥沙源强约0.28kg/s。

钢板桩在振动拔除的过程中产生的悬浮泥沙，经计算，入海泥沙源强0.42kg/s。（水闸泵站工程第二年12月，桥梁工程第二年8-9月）

②抛石（堤防工程第二年8-12月，景观工程西南角第二年11-12月）

本项目外江抛石采用驳船运输，入海泥沙源强约为1.4kg/s。

③填筑（填筑含景观工程东侧生态护脚打桩、抛石护脚和吹填，景观工程第二年11-12月，第三年1月）

本项目拟在东侧填筑生态护脚。根据施工工艺，松木桩采用船运至项目区，配合水上桩基施打至设计高程，松木桩施打将产生悬浮泥沙；生态护脚抛石护脚也将产生悬浮泥沙。此外，生态护脚填筑拟将开挖料、淤泥和种植土等填料冲挖成泥浆，采用大功率高压泥浆泵将泥浆池中的泥浆从存料区吹入吹填区，吹填至设计标高。

松木桩施打护脚入海泥沙源强约0.12kg/s。开挖料、淤泥和种植土等填料吹填，泥浆泵吹填产生的悬浮泥沙量约为0.73kg/s。生态护脚抛石护脚入海泥沙源强约1.4kg/s。考虑到松木桩施打、抛石护脚和吹填施工时序，选用悬浮泥沙源强大的作为预测源强。

结合本项目施工进度计划，考虑同时期施工工序，本次评价设置以下工况：

典型工况一：堤防工程抛石+景观工程西南角抛石+景观工程生态护脚吹填，源强点见图5.3.1-1（注：发生时间为第二年11月）

典型工况二：水闸泵站工程钢板桩拔除+景观工程生态护脚抛石，源强点见图5.3.1-2（注：发生时间为第二年12月）

典型工况三：桥梁工程钢板桩拔除+堤防工程抛石，源强点见图5.3.1-3（注：发生时间为第二年8月）

工况四所有拐点算例：钢板桩打设（0.28kg/s）和拔除（0.42kg/s）（水闸泵站工程，桥梁工程）+抛石（1.4kg/s）（堤防工程，景观工程西南角）+填筑（景观工程东侧生态护脚打桩（0.12kg/s）、抛石护脚（1.4kg/s）和吹填（0.73kg/s）），在上述施工区域共设置120个源强点（图5.3.1-4），将模拟结果进行线性叠加，得到所有拐点悬沙浓度增

值最大包络线。

表 5.1.3-1 悬浮泥沙计算工况一览表

工况	源强	计算点	说明
一	单个抛石：1.4kg/s，单个吹填：0.73kg/s	5 个堤防工程抛石点 3 个景观工程西南角抛石点 5 个景观工程生态护脚吹填点	考虑抛石、吹填等施工过程中产生的悬浮物扩散，分别计算悬浮物浓度增量为 10mg/L、20mg/L、50mg/L、100mg/L、150mg/L 的包络面积
二	单个钢板桩拔除：0.42kg/s，单个抛石：1.4kg/s	2 个水闸泵站工程钢板桩拔除点 5 个景观工程生态护脚抛石点	
三	单个钢板桩拔除：0.42kg/s，单个抛石：1.4kg/s	2 个桥梁泵站工程钢板桩拔除点 5 个堤防工程抛石点	
四	单个钢板桩打设：0.28kg/s 单个钢板桩拔除：0.42kg/s 单个抛石：1.4kg/s 单个吹填：0.73kg/s 单个生态护脚打桩：0.12kg/s	所有拐点	



图 5.3.1-1 典型工况一悬浮物影响典型点位置示意图



图 5.3.1-2 典型工况二悬浮物影响典型点位置示意图

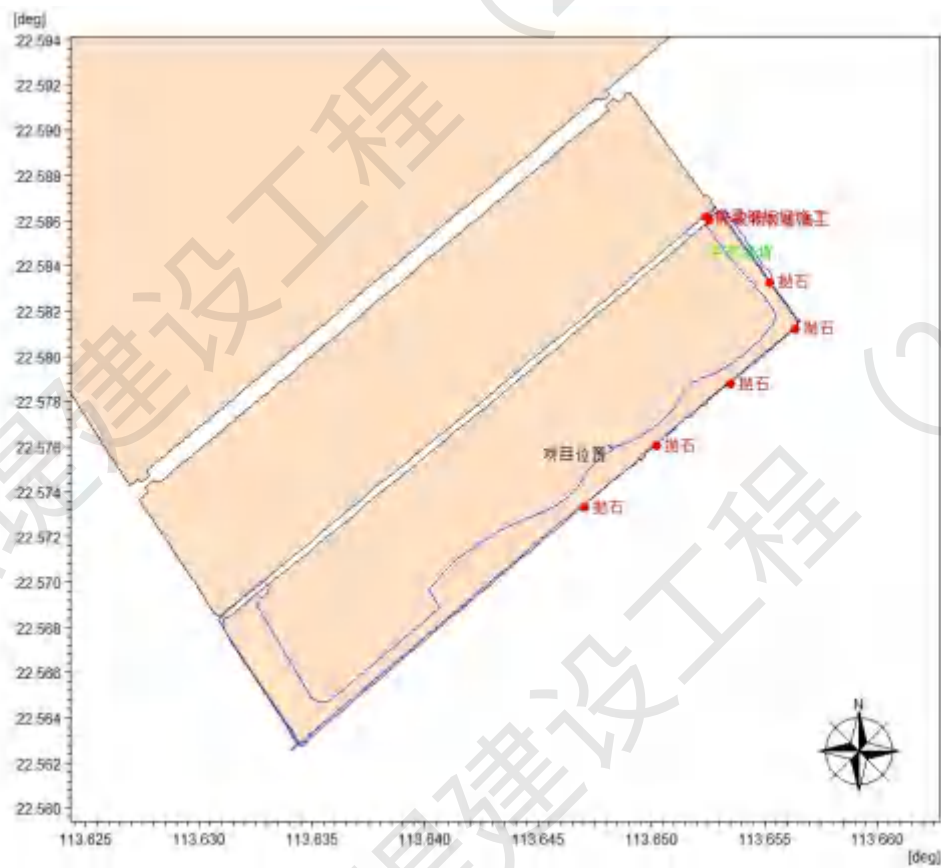


图 5.3.1-3 典型工况三悬浮物影响典型点位置示意图



图 5.3.1-4 悬浮物影响所有拐点位置示意图

5.3.1.3 模拟结果与分析

泥沙的扩散除了自身的沉降外，主要受到潮流输运作用的影响，因此泥沙的扩散方向基本与潮流流向一致，由于本项目位于河口口门近岸，离航道稍远，项目附近海域潮流流速较弱，其悬浮物扩散较慢，大多数悬浮物都在项目工程周边海域沉降。悬浮泥沙增量影响的水域面积统计见表 5.3.1-2。

表 5.3.1-2 各工况的悬浮物不同增量浓度包络线的包络面积（km²）

工况	>10mg/L	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L	>150mg/L
典型工况一	8.94	3.59	0.84	0.33	0.17
典型工况二	1.75	1.08	0.54	0.23	0.10
典型工况三	1.81	1.06	0.43	0.16	0.07
所有拐点	14.15	5.16	1.51	0.66	0.42

本项目大中小潮全潮周期内工况一、工况二和工况三悬浮物扩散达到平衡后的最大浓度增值包络线分布见图 5.3.1-5~图 5.3.1-7。由于本项目所在区域的流速较小，悬浮物扩散较缓慢，悬浮泥沙主要在项目附近海域扩散。由图可知，工况一悬浮物最大浓度增值包络线分布较大，工况二和工况三的悬浮物增值包络面积相对较小。

工况一施工过程中项目东南部的抛石引起的悬浮泥沙在涨落潮流的作用下分别向东北和西南方向扩散，项目西南部抛石施工引起的悬浮泥沙在潮流作用下向西北和东南方向扩散，且向东南方向扩散的范围较大。该工况下悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超一、二类海水水质标准）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超三类海水水质标准）、大于 150mg/L（超四类海水水质标准）的海域面积最大值分别为 8.94km²、3.59km²、0.84km²、0.33km² 和 0.17km²。

工况二水闸泵站钢板桩拔除和景观工程生态护脚抛石施工过程中产生的悬浮泥沙主要在涨落潮流的作用下向东北和西南方向扩散，悬浮泥沙在河涌内的扩散范围有限。该工况条件下，悬浮泥沙的影响范围相对较小。定量统计分析可知，悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超一、二类海水水质标准）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超三类海水水质标准）、大于 150mg/L（超四类海水水质标准）的海域面积最大值分别为 1.75km²、1.08km²、0.54km²、0.23km² 和 0.10km²。

工况三桥梁工程钢板桩拔除和海堤抛石施工过程中产生的悬浮泥沙主要在涨落潮流的作用下向东北和西南方向扩散，悬浮泥沙在河涌内的扩散范围有限。悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超一、二类海水水质标准）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超三类海水水质标准）、大于 150mg/L（超四类海水水质标准）的海域面积最大值分别为 1.81km²、1.06km²、0.43km²、0.16km² 和 0.07km²。

水闸泵站、桥梁工程钢板桩施工、海堤抛石和生态护脚吹填施工所有拐点的算例模拟得到的悬浮泥沙最大增值包络线分布如图 5.3.1-8 所示，该工况条件下，项目东南部的施工引起的悬浮泥沙在涨落潮流的作用下分别向东北和西南方向扩散，项目西南部海堤施工引起的悬浮泥沙在潮流作用下向西北和东南方向扩散，且向东南方向扩散的范围较大。在最不利工况条件下，悬浮泥沙增量大于 10mg/L（超一、二类海水水质标准）、大于 20mg/L、大于 50mg/L、大于 100mg/L（超三类海水水质标准）、大于 150mg/L（超四类海水水质标准）的海域面积最大值分别为 14.15km²、5.16km²、1.51km²、0.66km² 和 0.42km²。

综上所述，本项目施工过程中产生的悬浮泥沙（增量浓度>10mg/L）对海域水质影响的最大范围为 14.15km²，施工过程悬浮泥沙对海水水质的影响范围较小，而且影响时效是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也不再持续。

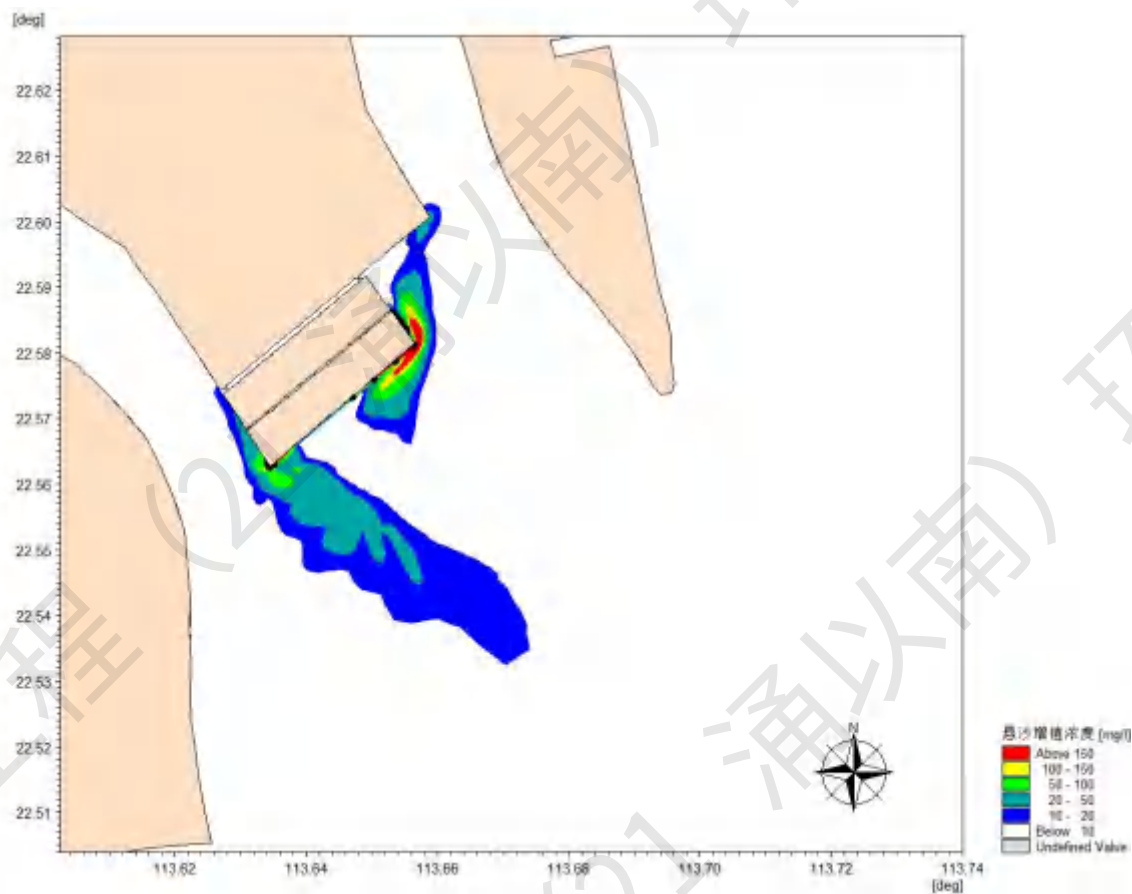


图 5.3.1-5 工况一悬浮物增量浓度包络线

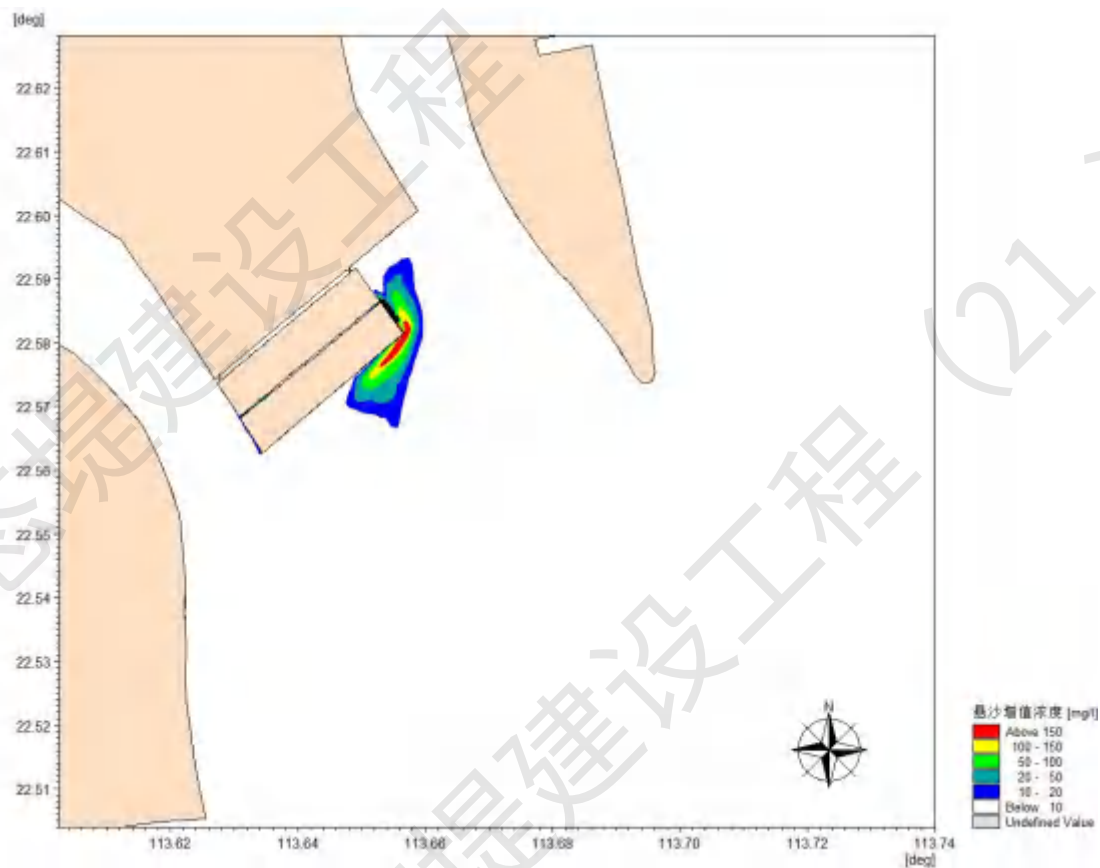


图 5.3.1-6 工况二悬浮物增量浓度包络线

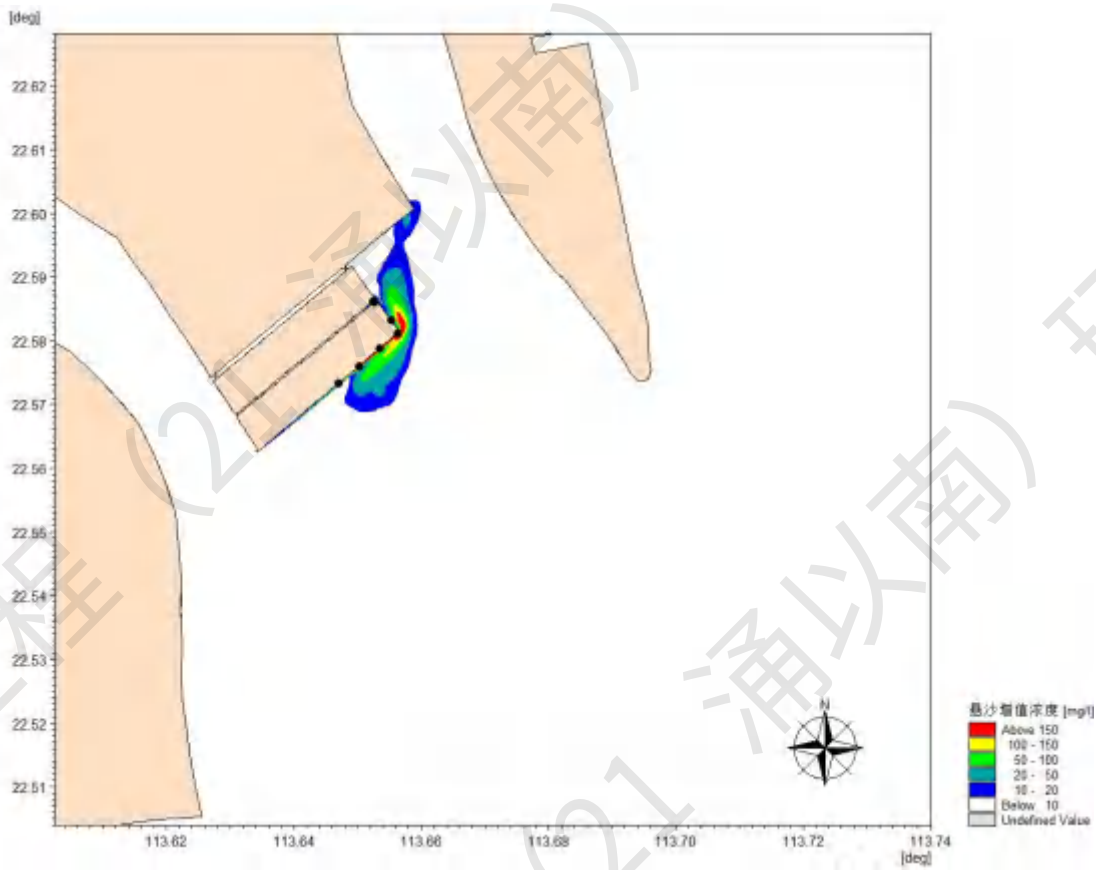


图 5.3.1-7 工况三悬浮物增量浓度包络线

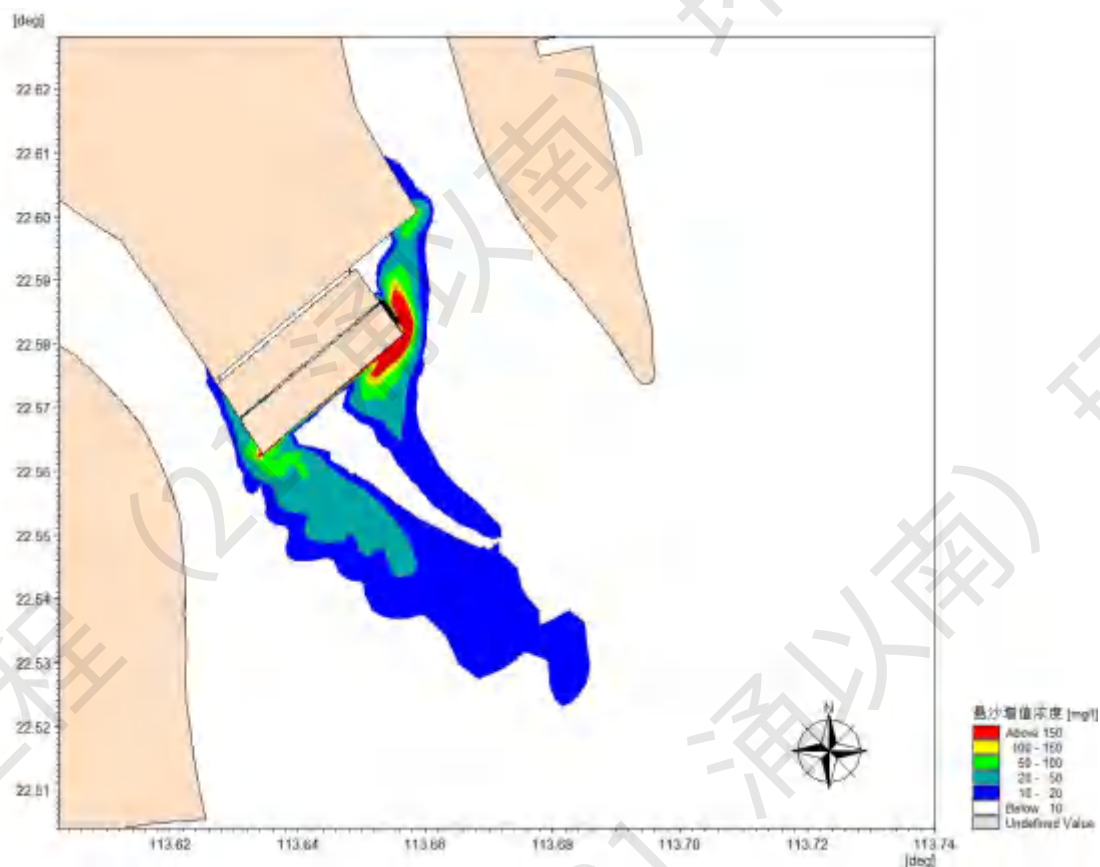


图 5.3.1-8 所有拐点工况悬浮物增量浓度包络线

5.3.1.4 施工悬砂对国控站位的影响分析

国控站位见图 5.1.3-14，由施工悬砂的影响范围和国控站位叠图可知，施工产生的 10mg/L 悬砂距离最近的国控站位超 200m，对国控站位不产生影响有限。

5.3.2 施工期船舶污水对水环境影响分析与评价

在一定海域范围内，舱底油污水会给海洋生态环境造成危害。石油块（粒）覆盖生物体表后会影响动物的呼吸和进水系统。石油随悬浮物沉降在潮间带和浅水区后，会使底栖生物的幼虫与孢子失去合适的固着基质，甚至发生严重的化学毒性效应。石油经会破坏浮游植物细胞，油膜会阻碍海—气交换，影响光合作用。

海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10mg/L，浮游动物的石油急性中毒致死浓度一般在 0.1~15mg/L 之间，不同底栖生物的种类和体积对石油浓度的适应程度有差异，多数底栖生物的石油经急性中毒致死浓度范围约在 2.0~15mg/L 之间。长期暴露处低浓度含油废水，可影响鱼类的摄食和繁殖，使渔获物产生油臭味而影响其食用价值。

本项目施工船舶舱底油污水交由具有相应接收能力从事船舶污染物接收的单位接收处理，接收作业应满足《船舶污染物接收和船舶清舱作业单位接收处理能力要求》（交通行业标准 JT/T673-2006），并按《防治船舶污染物海洋环境管理条例》第三章的管理事项要求进行作业报批和备案；严禁将舱底油污水直接排入本项目附近水体。此外，本项目船舶施工人员生活污水采用船上配备储污水箱进行收集和贮存，再交由有接受能力的单位进行接收处理。

综上所述，本项目施工船舶舱底油污水和船舶施工人员生活污水不外排，不会对周边海域水质造成影响。

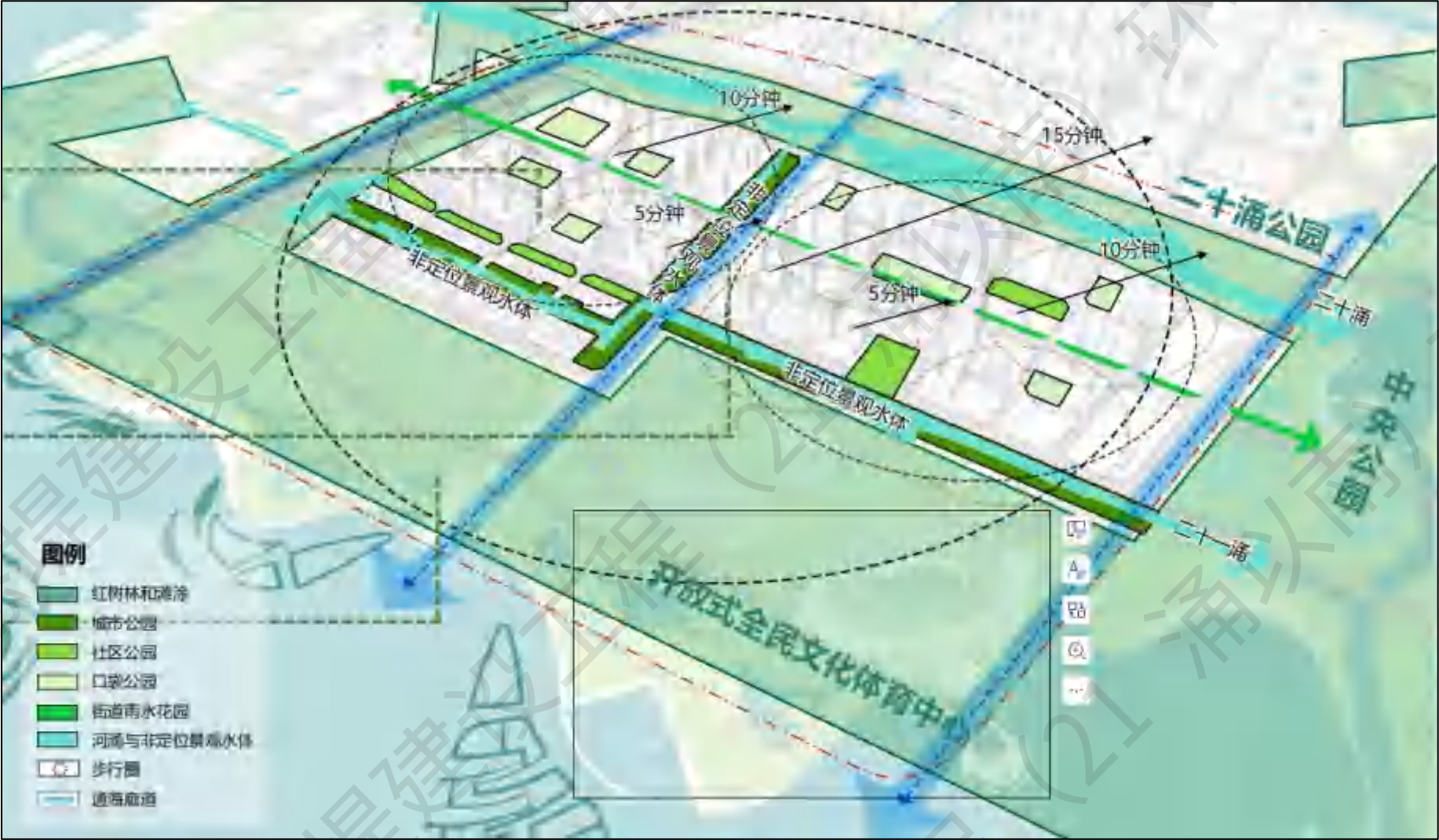
5.3.3 营运期水质环境影响分析

5.3.3.1 对海水水质环境影响分析

本项目营运期除了路面径流排海，其他废水（生活污水）经管道进入城市综合体配套的污水处理系统进行处理后，纳入市政管网进入集中污水处理系统处理。本项目雨水径流进入二十一涌。根据正在实施的规划，二十一涌功能将作为景观用水。路面径流最终在水闸开闸的时候进入珠江口海域。

结合 3.2.2.2 章节分析可知，华南地区路面径流污染情况调查，降雨初期到形成路面径流的 20-30 分钟，雨水径流中的悬浮物和油类物质浓度较高，30 分钟后其浓度随降雨历时的延长迅速下降；40 分钟后路面基本被冲洗干净。

本项目建成投入运行后，15m 宽堤顶路主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道，本项目将有专门的市政清洁人员进行路面清洁，因此雨水中污染物含量将明显减少，路面径流经雨水管道纳入规划雨水排放系统，不会对海域水环境产生明显影响。



5.3.3.2 桥面径流对河流水质的影响分析

本项目桥梁工程位于二十一涌以南，在二十一涌东闸站上游新建桥梁两座，分别为二十一涌东闸 1 号桥和二十一涌东闸 2 号桥，均为人行桥。

根据以往类似地区的预测计算结果表明，桥面径流携带污染物对水体水质的影响甚微，一般水体中污染物的增幅小于 2%。

一般来说，在降雨初期，桥面径流从桥梁或桥梁两端进入水体后，将在径流落水点附近的局部小范围内造成污染物浓度的瞬时升高，但在向下游流动的过程中随着水体的搅浑将很快在整个断面上混合均匀，其对这些河流污染物浓度升高的贡献微乎其微。此外，本项目两者桥梁均为人行桥，无车辆通行，由此可以确定，桥面径流对水体的影响是十分轻微的，不会改变水体的水质类别。

5.4 海洋沉积物环境影响分析与评价

5.4.1 施工期对海洋沉积物环境影响分析

本项目对沉积物环境质量产生的影响主要是水工构筑物施工作业对底质环境的改变以及施工作业产生的悬浮物沉降导致。

施工期水工构筑物所永久占用的海域底土上的沉积物环境将被彻底破坏，且是不可恢复的。

本项目涉海工程施工作业产生的悬浮物沉降可能影响周围海域的沉积物环境，但施工作业不会产生新的污染物。因此，本项目施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生严重变化，仍将基本保持现有水平。

施工期施工人员生活污水和固体废物、施工船舶污水均能得到有效收集处理不排海，对海洋沉积物环境质量没有影响。

5.4.2 营运期对海洋沉积物环境影响分析

本项目营运期生活污水进入市政污水处理系统，不在项目区排放，仅路面径流经二十一涌后随着水闸开闸进入海洋。由于路面径流间歇产生，而且产生量不大，对沉积环境质量不产生明显影响。

本项目营运期固废均得到有效处置，不会进入海洋环境。因此，本项目运营期不会对海洋沉积物造成影响。

5.5 海洋生态和生物资源环境影响分析与评价

5.5.1 项目占海对海洋生态环境影响分析

5.5.1.1 占海对海洋生态生物资源的影响分析

本项目水工构筑物占海对潮间带滩涂的生态环境产生不可逆的影响。主要影响包括以下几个方面：

①水工构筑物占海改变了滩涂浅海的自然属性，滩涂浅海变成构筑物，被占用区域内无逃避能力的物种将遭到直接危害，如潮间带生物、浮游生物、鱼卵仔稚鱼和无脊椎动物等，上述动、植物不能主动逃避。

②使一些生物赖以生存的生境部分或永久性丧失。

③占海区域失去了纳污自净的功能。

④该海域的初级生产力有所减少。

本项目水工构筑物占海面积约为4.1089ha。占海造成的直接生态影响是对潮间带生物及地栖生物的彻底破坏，是环境资源不可恢复的损失。

水工构筑物占海对生态系统服务功能的破坏主要表现在：水工构筑物占海造成局部生态系统变化，减小海域面积，使得该片环境净化能力丧失，生产力减少，但不会影响海域生态完整性和生物多样性。

从现状调查结果可知，调查海域海洋生物群落属于一般分布，调查中无珍稀物种、敏感物种出现。本项目水工构筑物建设，造成海域水动力条件局部有所减弱，水体交换能力局部有所降低，对局部海洋生物群落的生物交流造成不利影响，可能造成局部生物群落整体性降低。根据本项目工程前后水动力条件预测结果，本项目涉海工程对流态、流势的影响主要集中在水工构筑物占海区域，其他海域的潮流场无明显变化。可见，本项目建设对海洋生物群落的生物交流影响较小，造成生物群落整体性降低的贡献亦较小。本项目水工构筑物占海区（4.1089ha）相对于整个海域而言，所占比例亦非常有限。水工构筑物占海区域生态环境与其他区域潮间带环境具有极大的相似性。综上所述，就本项目而言，不会对海域生态完整性产生明显的影响。

水工构筑物占海区域潮间带生物及地栖生物没有珍稀濒危物种，与其他潮间带环境具有极大的相似性，对海域的生物多样性不会产生明显影响。

5.5.1.2 水工工程施工对海洋生态环境与渔业资源影响分析

水工工程施工产生的污染物主要是悬浮物，海水悬浮物浓度增大对海洋生态环境将

产生一定的影响。

水工作业时掀起的悬沙引起水体的悬浮物浓度增加，减弱光的穿透作用，会不同程度影响作业点或溢流口周围的生物环境，附近的游泳生物被驱散，浮游动、植物的生长受到影响，初级生产力降低，导致饵料生物量下降，影响鱼类的繁殖、生长、分布。

水中悬浮物质人为增加量的多少是衡量水环境质量的指标之一，也是水生生物对其生存的水体空间环境要素要求之一。《渔业水质标准》规定了水体中悬浮物质的含量，项目所在水域悬浮物的浓度增加值标准为10mg/L。

（1）对浮游生物影响分析

悬浮物质的增加，破坏浮游生物的生存环境，从而对附近水域的浮游生物产生一些影响。尤其施工作业过程中，一部分泥沙与海水混合，形成悬沙含量很高的水团，从而大大增加水中悬浮物的含量。根据预测结果，水工作业中大于10mg/L的浓度增值最大影响范围为14.15km²。

A.对浮游植物的影响

从水生生态角度来看，施工水域内的局部水体悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。

在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，致使以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

B.对浮游动物的影响分析

施工作业引起施工水域内局部水体的混浊，这将使阳光的透射率下降，从而使该水域内的游泳生物迁移别处，浮游生物将受到不同程度的影响，尤其是滤食性浮游动物和营光合作用的浮游植物受到的影响较大，这主要是由于施工作业引起的水中悬浮物增加，悬浮颗粒会粘附在动物体表，干扰其正常的生理功能，滤食性浮游动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒，造成内部消化系统紊乱。

此外,据有关资料,水中悬浮物质含量的增加,对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官,尤其在悬浮物含量大于300mg/L以上时,这种危害特别明显。在悬浮物质中,又以粘性淤泥的危害最大,泥土及细砂泥次之。同时,过量的悬浮物质对鱼、虾类幼体的存活也会产生明显的抑制作用。

水体中悬浮物浓度增大对浮游动物的影响还有一个影响时间的因素。李纯厚等所做的疏浚泥悬浮物毒性试验表明,悬浮物相对浮游甲壳类的致死效应明显,对卤虫无节幼体96h LC_{50} 为71.6mg/L,对浮游桡足类48h LC_{50} 为61.3mg/L,而对前鳞鲢幼鱼96h LC_{50} 为556.3mg/L。本项目水工作业引起的悬浮物浓度增量大于60mg/L的范围约4.6km²以内,影响范围较大,对浮游动物有一定的影响。

虽然本项目施工引起的海洋环境影响是局部的,且这种不良影响是暂时的,当施工结束后,这种影响也将随之消失。但应关注施工队浮游动物影响,必要时建议采取合理安排各专业区施工时序和施工强度,降低悬沙影响范围,或者设置防污帘等。

(2) 对渔业资源的影响分析

A. 直接导致鱼类和其他水生生物死亡

水中大量存在的悬浮物对生物的毒理危害首先表现为堵塞或破坏海洋生物的呼吸器官,严重损害鳃部的滤水和呼吸功能,从而造成窒息死亡。室内毒性实验表明,前鳞鲢幼鱼在香港维多利亚港疏浚淤泥悬浮液中的中毒症状主要为缺氧窒息,镜检发现幼鱼鳃部不同程度地分布着悬浮微粒从而阻碍其正常呼吸。大颗粒悬浮物在沉降过程中还将直接覆盖底栖生物,如贝类、甲壳类,尤其是它们的稚幼体。长时期的累积覆盖影响将导致底栖生物的减产或死亡。悬浮颗粒粘附在动物体表面,也会干扰其正常的生理功能,滤食性游泳动物及鱼类会吞食适当粒径的悬浮颗粒,造成内部消化系统紊乱。南海水产研究所根据国内外文献资料整理的关于悬浮物对某些水生生物种类的致死浓度和明显影响浓度见表5.5.1-1。

表 5.5.1-1 悬浮物对海洋生物的致死浓度和明显影响浓度 (mg/L)

种类	成体		幼体	
	致死浓度	明显影响浓度	致死浓度	明显影响浓度
鱼类	52000	500	250	125
虾类	8000	500	400	125
蟹类	9200	4300	700	125
贝类	700	500	250	125

不同的鱼类对悬浮物质含量高低的耐受范围有所区别。据有关的实验数据，悬浮物质的含量水平为80000mg/L时，鱼类最多只能存活一天；含量水平为6000mg/L时，最多能存活一周；含量水平为300mg/L时，若每天作短时间搅拌，使沉淀的淤泥泛起，保持悬浮物质含量达到2300mg/L，则鱼类能存活3周~4周。通常认为，悬浮物质的含量在200mg/L以下及影响较短时期时，不会导致鱼类直接死亡。但在施工作业点中心区域附近的鱼类，即使过高的悬浮物质浓度未能引起死亡，但其鳃部会可能受损，从而影响鱼类今后的存活和生长。

B.对鱼类行为的影响分析

鱼类和其他水生生物较易适应水环境的缓慢变化，对环境的急剧变化敏感。施工作业使作业区和附近的水体悬浮物量增加，水体的浑浊度起了变化，从而导致鱼类和其他游泳动物的行为变化，多数鱼类喜爱清水环境而规避浑浊水域，此外还有作业工程产生的搅动、噪声等干扰因素，施工作业对这些鱼类动物产生“驱赶效应”。繁殖群体的局部产卵通道同样可能受阻，导致产卵亲鱼受到干扰、阻碍，从而产生回避反应。群体向外的洄游也同样可能受到一定影响。

C.对鱼类繁殖（鱼卵仔鱼）的影响分析

水体中过高的和细小的悬浮物颗粒会粘附于鱼卵表面，妨碍鱼卵的呼吸，不利于鱼卵的成活、孵化，从而影响鱼类繁殖。

D.减弱海域的饵料基础

水体悬浮颗粒的增加阻碍了光的透射，减弱真光层厚度，影响光合作用，因而使水域的浮游植物量减少、初级生产力下降，以浮游植物为饵料的浮游动物生物量下降，而捕食浮游动物为生的鱼类由于饵料减少，其丰度也会随之下降，掠食鱼类的大型鱼类又因上一级生产者资源下降寻觅不到食物。水体中悬浮物含量增加，对整个水域食物链的影响是多方面的。

E.对主要经济鱼虾的产卵场和育肥场的影响分析

根据农业部公告第189号《中国海洋渔业水域图》（第一批），珠江口中上层鱼类产卵场主要为：鲐鱼产卵场位于东经113°15'~116°20'，北纬21°~22°25'，水深30m~80m，产卵期1月~3月；蓝圆鲹产卵场位于东经112°50'~114°30'，北纬21°~22°，水深60m以内，产卵期12月~3月。珠江口底层、近底层鱼类产卵场主要为：绯鲤类产卵场位于东经112°55'~115°40'，北纬21°30'~22°15'，水深20m~87m，产卵期3月~6月。以上产卵场距离本项目均很远，最近距离约25km以上。根据施工期悬浮物的影

响预测结果，可知项目施工作业对各产卵场的影响很小。

根据渔业资源一节资料分析，评价海域一带的主要经济鱼虾的产卵盛期主要集中在3月~5月。调查中以鱼类的花鲮、拉氏狼牙虾虎鱼及甲壳类的细螯沼虾等为优势种。

在本项目施工过程中，将破坏施工区底质外貌和结构，局部水体的水质发生一定的变化，加上扰动噪声，透光率变化等一系列物理干扰，局部破坏或影响施工水域的生态环境、生物种群结构和饵料生物组成。而底栖生物种群结构和饵料生物组成的变化还将导致局部水域食物链失衡，使繁殖群体因饵料不足而影响性腺发育和繁殖，尤其对底层鱼类、底栖虾类和贝类影响较大。

由于本项目施工水域均位于近岸，而且根据施工期悬浮物的影响预测结果，可知本项目施工作业不致于影响溯河、降河鱼类的洄游。

本项目涉海工程作业期跨越时间较长，实际施工15个月，在第二年1月~第三年3月进行，考虑本项目属于应急工程，建议尽量避开主要经济鱼类的产卵期（3月~5月）施工，如无法避开，建议在主要经济鱼类的产卵期施工期间降低作业强度，减小对渔业资源的影响。

（3）对渔业生产的影响分析

①对渔业捕捞的影响

由于本项目施工作业海区不属于捕捞作业区，因此本项目施工作业对捕捞作业不产生直接影响。

②对渔业养殖的影响

本项目所在区域已停止养殖，根据预测结果，SS浓度增值10mg/L的影响范围仅限于作业点局部海域，不影响养殖区所对海域。

5.5.1.3 营运对海洋生态环境与渔业资源影响分析

由于营运期生活污水产生量不大，生活污水纳入市政污水处理系统处理，不在项目区排放，路面径流的影响很小，对海洋生态环境产生的影响很小。

本项目实施对所在水域的水动力环境和流场动力分布影响较小，无隔断鱼虾类生物回游通道问题，因此可以认为，本项目在营运期对水生物的回游、产卵、繁殖、索饵等活动影响不大。

5.5.1.4 项目占海对海洋生态生物资源的影响分析

施工期对海洋生态环境的影响主要来自水工建筑物施工等，影响因素汇总见表

5.5.1-2, 影响规模见表 5.5.1-3。

表 5.5.1-2 海洋生态环境影响因素分析

项目	影响因子	海洋生态环境影响因素
水工构筑物占海	永久性占海	潮间带生物及底栖生物
水工建筑物施工	SS	鱼卵仔鱼、游泳生物幼体

表 5.5.1-3 海洋生态环境影响规模

项目	影响面积	影响对象
水工构筑物占海	4.1089ha	潮间带生物及底栖生物
涉海工程施工产生的悬浮物影响 (>10mg/L)	8.94km ²	鱼卵仔鱼、游泳生物幼体
注：涉海工程施工产生的悬浮物影响 (>10mg/L) 选取典型工况中影响最大的，即典型工况一。		

(1) 占海对海洋生态生物资源的影响分析

本项目水工构筑物占海面积约为 4.1089ha。占海造成的直接生态影响是对潮间带生物及底栖生物的彻底破坏，是环境资源不可恢复的损失。

水工建筑物占海将对渔业水域功能或海洋生物资源栖息地造成永久性的丧失和破坏，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）的相关要求，各种类生物资源损害量按如下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：

W_i ——第*i*种类生物资源受损量，单位为尾、个、千克（kg）；

D_i ——评估区域内第*i*种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每平方千米（kg/km²）；

S_i ——第*i*种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

水工建筑物占海生物量损失计算取项目所在海域邻近站位的潮间带生物和底栖生物春秋两季调查结果的平均值进行，见表5.5.1-4。

表 5.5.1-4 生物量取值

资源类别	资源量		
	春季	秋季	平均值
潮间带生物	83.25 (C3 和 C5 平均值)	43.85 (C3 和 C5 平均值)	63.55 g/m ²
底栖生物	0.74+0.42 (12#、13#)	0.47 (12#)	0.54 g/m ²

表 5.5.1-5 占海生物损失估算

影响对象	影响面积（公顷）	生物量（g/m ² ）	生物量损失（t）
潮间带生物	3.3253	63.55	2.113
底栖生物	0.7836	0.54	0.004

由上表可知，占海造成潮间带生物和底栖生物损失量合计约为 2.12t。

（2）水工工程施工对海洋生态环境与渔业资源影响分析

1) 对游泳生物及鱼卵、仔鱼损失量估算方法

水工构筑物施工产生的污染物主要是悬浮物，海水悬浮物浓度增大对海洋生态环境将产生一定的影响。

根据渔业水质标准要求，人为增加悬浮物浓度大于10mg/L，对鱼卵、仔鱼和游泳生物幼体生长造成影响。

损失量计算公式为：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

W_i ——第*i*种类生物资源一次性平均损失量，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，单位为尾平方千米（尾/km²）、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j ——某一污染物第*j*类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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（%）；

生物资源损失率取值参见附录B。

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

当污染物浓度增量区域存在时间超过15天时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按公式（3）计算：

$$M_i = W_i \times T \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M_i ——第*i*种类生物资源累计损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

W_i ——第*i*种类生物资源一次平均损害量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

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

表 5.5.1-6 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
Bi≤1 倍	5	<1	5	5
1<Bi≤4 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
4<Bi≤9 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
Bi≥9 倍	≥50	≥20	≥50	≥50

注：1.本表列出污染物 i 的超标倍数(Bi)，指超《渔业水质标准》或超II类《海水水质标准》的倍数，对标准中未列的污染物，可参考相关标准或按实际污染物种类的毒性试验数据确定；当多种污染物同时存在，以超标倍数最大的污染物为评价依据。2.损失率是指考虑污染物对生物繁殖、生长或造成死亡，以及生物质量下降等影响因素的综合系数。3.本表列出的对各类生物损失率作为工程对海洋生物损害评估的参考值。工程产生各类污染物对海洋生物的损失率可按实际污染物种类，毒性试验数据作相应调整。4.本表对 pH、溶解氧参数不适用。

2) 施工作业悬沙扩散计算工况

鉴于在一定时间段内施工在“点”上进行，所以不能采用整个施工期的悬浮物增量浓度最大包络面积作为生物资源损失的估算依据。结合表5.3.1-2，本次评价选取悬浮物增值包络浓度影响最大的典型工况一计算悬沙扩散造成的生物资源损失。

表 5.5.1-7 典型工况一悬浮物不同增量浓度包络线的包络面积 (km²)

工况	>10mg/L (超I、II类水质)	>20mg/L	>50mg/L	>100mg/L (超 III 类水质)	>150mg/L (超 IV 类水质)
典型工况一	8.94	3.59	0.84	0.33	0.17

3) 对游泳生物及鱼卵、仔鱼损失量估算

由于鱼卵仔鱼和幼体在水体中具有流动性，取调查海域春秋两季调查结果的平均值进行计算，见表 5.5.1-8。

表 5.5.1-8 鱼卵仔鱼和游泳生物取值表

资源类别	拖网方式	春季	秋季	资源量
鱼卵	水平拖网	7.77	8.55	8.16 ind/100m ³
	垂直拖网	81.26	137.96	109.61 ind/100m ³
仔稚鱼	水平拖网	34.37	1.65	18.01 ind/100m ³
	垂直拖网	365.16	91.12	228.14 ind/100m ³
渔业资源		1037.03	822.28	929.66 kg/km ²

根据施工进度计划可知，本项目典型工况一施工周期为 3 个月。结合本项目施工实际进度安排，悬浮泥沙扩散所造成的鱼卵、仔稚鱼、游泳生物损失量计算参数及结果见下表。

表 5.5.1-9 悬浮泥沙扩散对海洋生物资源生物量的影响损失计算

影响对象	平均密度	悬浮物浓度增量 (mg/L)	影响面积 (km ²)	死亡率 (%)	折成鱼苗比率 (%)	损失量 (尾/kg)	作业时间 (d)	合计损失量 (尾/kg)
鱼卵	1.096 个/m ³	<20, >10	5.35	5	1	2932	90	17591
		20~50	2.75	17.5	1	5275	90	31647
		50~100	0.51	40	1	2236	90	13415
		>100	0.16	50	1	877	90	5261
仔鱼	2.281 尾/m ³	<20, >10	5.35	5	5	30508	90	183050
		20~50	2.75	17.5	5	54887	90	329319
		50~100	0.51	40	5	23266	90	139597
		>100	0.16	50	5	9124	90	54744
游泳生物	929.66kg/km ²	<20, >10	5.35	1	100	49.58	90	297
		20~50	2.75	5	100	127.42	90	764
		50~100	0.51	15	100	70.89	90	425
		>100	0.16	20	100	29.65	90	178

注：悬浮泥沙扩散影响区域的平均水深取 1m。

3) 海洋生物资源补偿

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，幼体折算成体比例按 100%。本项目悬沙造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗 77.46×10^4 尾，导致的幼体损失量约为 1.655t；占海造成潮间带生物和底栖生物损失量约为 2.12t。本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿按 3 倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按 20 倍计，合计补偿量为：鱼苗 232.38×10^4 尾、游泳生物为 4.965t、底栖生物为 47.4t。

表 5.5.1-11 海洋生物资源补偿估算一览表

影响因素	资源类别	损失量	单价	补偿倍数/年限	补偿数量	补偿金额 (万元)
构筑物占海	潮间带生物和底栖生物 (t)	2.12	1.5 万元/t	20 倍	42.4	63.6
施工作业	鱼苗 ($\times 10^4$ 粒)	77.46	1 元/尾	3 年	232.38	232.38
	游泳生物 (t)	1.655	2.0 万元/t		4.965	9.93
合计	/		/	/	/	305.9

(3) 项目用海占用海岸线及海洋空间资源情况

本项目水工构筑物建设需占海约 4.1089 公顷。

根据广东省政府 2022 年批复岸线，本项目用海占用人工岸线 4400 米（包含了土地证岸线）。

本项目所占用岸线不属保有岸线，也不属于严控岸线；对占用的人工岸线，根据《海岸线占补实施办法（试行）》（粤自然资规字〔2021〕4 号），海堤加固维修不实行海岸线占补。本项目通过海堤生态化建设，现有的海岸线功能将有所提升。

海洋资源共存于一个主体的海洋环境中，在同一个空间上同时拥有多种资源，有多种用途，其分布是立体式多层状的。水工构筑物将永久性占用海域空间资源约 4.1089 公顷，改变了海域的自然属性，限制了其他的海洋开发活动，对海域空间资源的其他开发活动具有完全排他性。

此外，根据景观的要求，部分岸段调整为曲线形态，对现有岸段进行开挖，新的抛石护脚线在现有海岸线以内；下一次海岸线修测时，项目所在海域的海岸线位置和长度将发生调整。生态护脚在海平面以下，不会形成新的海岸线。

（4）对海岛资源的影响分析

本项目与最近的岛礁相距约 11.3km；本项目不占用岛礁资源，施工期产生 10mg/L 悬沙不会影响岛礁，可见本项目对岛礁资源不产生影响。

5.5.2 环境敏感目标影响分析

5.5.2.1 对保护目标影响分析

评价范围内的海洋生态环境保护目标主要有生态红线区、红树林、国控站位等。本项目对海洋环境保护目标的影响主要来自施工期悬沙。将施工期悬沙预测结果与海域环境保护目标进行叠图分析，见图5.5.2-1。



图5.5.2-1b 本项目与海洋生态保护红线位置关系

(1) 施工期对海洋生态保护目标影响分析

1) 对红树林的影响分析

评价范围内分布有红树林，分别分布在中山和南沙区，由于距离比较远，本项目施工产生的悬沙对红树林基本没有影响。

2) 对南沙湿地公园、南沙水鸟世界的影响分析

南沙湿地公园和南沙水鸟世界位于本项目北面，但水上距离较远。本项目建设产生的悬沙增量 10mg/L 不会影响南沙湿地公园和南沙水鸟世界，且南沙湿地公园、南沙水鸟世界均有围堤进行保护，因此本项目对南沙湿地公园和南沙水鸟世界不产生影响。

3) 对生态保护红线区的影响

《自然资源部生态环境部国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）（以下称《通知》）中指出：加强人为活动管控，规范管控对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线是国土空间规划中的重要管控边界，生态保护红线内自然保护地核心保护区外，禁止开发性、生产性建设活动，

在符合法律法规的前提下，仅允许部分对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。

本项目用海不占用生态保护红线。

本项目施工期产生的悬沙与生态保护红线叠图见图 5.5.2-1b。由图可见，10mg/L 悬沙增量影响万顷沙重要滩涂及浅海水域和广州中山交界重要渔业资源产卵场两处生态保护红线。由于施工产生的悬沙的影响是暂时的，将随着工程的结束而消失，因此，项目用海对海洋生态保护红线的影响是可以接受的。

因此，本项目符合“三区三线”划定成果——生态保护红线的管理要求。

（2）营运期对海洋生态保护目标影响分析

营运期仅路面径流通过二十一涌最终汇入海洋，对海洋环境保护目标基本不产生影响。

5.5.2.2 对主要水生保护生物的影响分析

（1）项目所在海域可能存在的水生保护生物

该海域可能存在的保护生物为中华白海豚、黄唇鱼、红树林等。

（2）对黄唇鱼影响分析

1) 黄唇鱼习性

黄唇鱼，属硬骨鱼纲鲈形目石首鱼科，体长、侧扁，尾柄细长。近海暖温性稀有底层鱼类，栖息于近海水深 50m~60m 海区，幼鱼栖息于河口及其附近沿岸，分布于东海和南海北部。为肉食性鱼类，以小型鱼类和虾、蟹等大型甲壳类为食，幼鱼则以虾类为食。

按鱼体外型区分，黄唇鱼有两种：一种头钝，叫大鸥，又称排口或大头黄唇鱼，栖息在 10m 以上的深水处，纯海水区域较多；另一种头较尖，叫白花，又称尖头白花，常栖息于咸淡水河口海域的中上层。东莞海域两种黄唇鱼都有，大头黄唇鱼较少见，尖头白花较多。

尖头黄唇鱼生活在海、淡水交汇的河口海域，盐度在 0.5‰~18‰之间，有时溯洄，可直至河口淡水处；喜居水深、有鱼礁、水流较缓的海域；黄唇鱼在水清时集群，水浊时分散。黄唇鱼以鱼、虾为食，东莞海域的黄唇鱼，12-5 月吃虾为主，6-8 月吃弹涂鱼为主，9-11 月吃鲮鱼为主。在农历 23-26 日最低潮、平流水、吹东风时，黄唇鱼苗便会成群浮上水面；当开始涨潮、水流动、不是吹东风时，黄唇鱼苗便散群下沉。

黄唇鱼栖息于近海水深 50m~60m 海区，幼鱼栖息于河口及其附近沿岸；3~6 月

向沿岸洄游，产卵繁殖。黄唇鱼在清明至谷雨左右产卵，东莞海域的产卵场，在龙穴到大虎一带的狮子洋海域，该处虽为河口，但洋面开阔，各处水流情况不同、深浅不一，最深处有 30 多米，沉船较多，底部为沙质或蚝壳底。

2) 影响分析

本项目施工过程对黄唇鱼可能产生的影响来自两个方面：一是悬沙的影响，二是打桩噪声的影响。

由上述可知，黄唇鱼幼鱼栖息于河口及其附近沿岸海域，即可能出现的项目所在海域的为黄唇鱼幼鱼。

黄唇鱼在水清时集群，水浊时分散。可见，其对悬沙有一定的趋避行为。根据研究，悬沙对鱼类幼体产生致死作用的浓度为 250mg/L，产生明显影响的浓度为 125mg/L。本项目产生大于 100mg/L 的 SS 浓度增值包络范围为 0.66km²，仅仅在施工点邻近范围内。可能产生影响的范围很小。

类比《凿岩棒水下破岩对网箱养殖鱼类的影响》（《煤矿爆破》2008 年第 2 期总第 81 期，曾宪江等，P7-10），凿岩棒水下破岩产生的噪声、振动和水击波对 50m 以外的网箱养殖无影响，可见桩基施工产生的噪声等影响对黄唇鱼可能产生的影响范围为施工点邻近约 50m 范围内。

3) 减缓措施

建议施工期打桩作业尽量避开黄唇鱼主要产卵期（3~6 月）；对施工作业施工工艺进行优化，通过选择低噪音机械或加装消音装置降低施工噪音，选择最佳施工方案，以减少施工作业对水质和鱼类的影响；桩基施工作业时要先预警、发出较低噪声，驱赶可能出现的黄唇鱼。

（3）对中华白海豚的影响分析

本项目施工区域靠近海堤，且目前用海区为港口用海，因此中华白海豚出现的概况很小，本项目施工对中华白海豚基本不产生影响。

（4）对红树林的影响分析

根据前面分析，本项目周边 2km 范围内无红树林分布。因此，本项目对红树林不产生影响。

5.5.2.3 项目对幼鱼幼虾保护区的影响分析

（1）幼鱼幼虾保护区概况

1) 保护区来源

《南海区水产资源保护示意图》（1985 年 8 月）确定幼鱼幼虾保护区范围：南澳岛至雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深等深线以内，保护要求为：禁渔期为 3 月 1 日至 5 月 31 日，禁渔期间禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞这类幼鱼幼虾为主的其他作业渔船进入生产。

2) 保护区发布

2002 年，农业部发布《中国海洋渔业水域图（第一批）》（中华人民共和国农业部公告第 189 号），幼鱼幼虾保护区范围：南澳岛至雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20m 水深等深线以内，禁渔期为 3 月 1 日至 5 月 31 日。

3) 保护区性质

幼鱼幼虾保护区不属水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。

（2）海区产卵场分布

1) 189 号公告公布的产卵场

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），珠江口中上层鱼类产卵场主要为：鲐鱼产卵场位于东经 $113^{\circ}15'$ ~ $116^{\circ}20'$ ，北纬 21° ~ $22^{\circ}25'$ ，水深 30m~80m，产卵期 1 月~3 月；蓝圆鲹产卵场位于东经 $112^{\circ}50'$ ~ $114^{\circ}30'$ ，北纬 21° ~ 22° ，水深 60m 以内，产卵期 12 月~3 月。珠江口底层、近底层鱼类产卵场主要为：绯鲤类产卵场位于东经 $112^{\circ}55'$ ~ $115^{\circ}40'$ ，北纬 $21^{\circ}30'$ ~ $22^{\circ}15'$ ，水深 20~87m，产卵期 3 月~6 月。以上产卵场距离本项目均很远。

根据《中华人民共和国渔业法实施细则（2020 年修订版）》“第二十一条 在重要鱼、虾、蟹、贝、藻类，以及其他重要水生生物的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道，规定禁渔区和禁渔期，禁止使用或者限制使用的渔具和捕捞方法，最小网目尺寸，以及制定其他保护渔业资源的措施”。

以上产卵场距离本项目距离很远，最近距离约 25km（详见图 2.8.5-7a 和图 2.8.5-7b），在评价范围以外。

根据本项目工程位置与以上产卵场的相对位置和预测结果，本项目建设对《中国海洋渔业水域图》（第一批）发布的以上产卵场基本不产生影响。

2) 评价海域游泳生物主要经济物种的产卵期

根据游泳生物调查结果，优势种及主要经济种类主要在近岸海域产卵和索饵，其中产卵期主要集中于 3~5 月份。

（3）对幼鱼幼虾保护区的影响分析

本项目对幼鱼幼虾保护区及其中的主要经济种类产卵、索饵产生影响的主要为：水工构筑物占海、施工期产生的悬浮物。

施工期，悬浮物增值超过 10mg/L 的最大影响面积为 14.15km²。施工作业产生的 SS 影响是暂时的。

由于本项目邻近海域生境与项目所在海域具有极大的相似性，游泳生物具有一定的活动能力，且部分对不利环境具有趋避能力；本项目施工期产生的悬沙影响范围有限，5.5.1.4 节对以上影响造成的生物损失进行了计算，对应采取人工放流等措施进行补偿修复，在此基础上本项目建设对项目所在海域的海洋生物的产卵繁殖索饵产生的影响处于可接受的水平。

（4）相关措施

为减小对幼鱼幼虾保护区的影响，提出以下主要相关避让、减缓、补救和生态补偿等措施。

扰动大的涉海工程施工，应避开保护生物和主要经济鱼虾类的主要繁殖育苗季节（3 月～5 月）。

施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好施工位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息环境的扰动强度和范围。

为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对打桩等噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工工作。另外，通过控制船速控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。

水工工程施工将对工程区域内的海洋生物资源造成一定程度的破坏，通过采取人工放流等措施补偿工程建设对海洋生物资源的影响。

5.5.3 小结

本项目周边生态敏感区受到间接扰动，主要保护对象数量和种群规模略有减少，主要生态功能和物种栖息地连通性略受干扰，影响程度为弱；生物资源略受损害，重要水生生物“三场一通道”受到一定程度的干扰，生产能力略受损害，影响程度为弱；重要物种生物数量基本不变、种群规模无变化，生境受到间接干扰，活动空间略有受限，饵料生物略有减少，生物栖息繁衍（或生长繁殖）略受影响，影响程度为弱；特殊生境受到间接干扰，物种盖度、生物多样性略有下降，生境稳定性略受干扰，影响程度为弱。

5.6 大气环境影响分析与评价

5.6.1 施工期环境空气影响分析

5.6.1.1 施工扬尘影响分析

施工期间扬尘主要是由施工建材、渣土等堆放、装卸及土石方施工引起的，其起尘量与风力、物料堆放方式和表面含水率有关。

根据类似工程实地监测资料，在正常风况下，施工活动产生的粉尘在施工区域近地面环境空气中 TSP 浓度可达 $1.5\sim 3.0\text{mg}/\text{m}^3$ ，对施工区域周围 50m~100m 范围以外的贡献值符合环境空气质量二级标准；在大风（>5 级）情况下，施工粉尘对施工区域周围 100m~300m 范围以外的贡献值符合环境空气质量二级标准。

抑制扬尘的一个简洁有效的措施是洒水。每天洒水用量约为 0.5m^3 。如果在施工期内对车辆行驶的路面实施洒水抑尘，每天洒水 4~5 次，可使扬尘减少 70% 左右。表 5.6.1-1 为施工场地洒水抑尘的试验结果。由该表数据可看出对施工场地实施每天洒水 4~5 次进行抑尘，可有效地控制施工扬尘，并可将 TSP 污染距离缩小到 20m~50m 范围。

表 5.6.1-1 施工场地洒水抑尘试验结果 单位： mg/m^3

距离		5m	20m	50m	100m
TSP 小时平均浓度	不洒水	10.14	2.89	1.15	0.86
	洒水	2.01	1.40	0.67	0.60

根据《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》（国发〔2018〕22 号）中，强化工业企业无组织排放管控，对物料（含废渣）运输、装卸、储存、转移和工艺过程等无组织排放实施深度治理的要求。本工程应强化施工期的环保管理及污染防治措施，严格控制物料装卸、运输、堆放等过程中的扬尘污染，及时清除建筑垃圾、工程土渣。

为有效降低对环境空气的影响，对施工队伍应提出具体的环保要求，包括建筑物拆除时需采取喷雾洒水抑尘；粉质物料不应堆放太高、尽量减少物料的迎风面积、表面适时洒水或加防护围栏；汽车运输沙石、渣土或其他建筑材料要进行遮盖，必要时采取密闭专用车辆等。

本项目施工期较长，伴随着土方的挖掘、装卸和运输等施工活动，其扬尘将给附近的大气环境带来不利影响。因此，本项目施工过程中必须采取合理可行的控制措施，尽量减轻其污染程度，缩小其影响范围。

5.6.1.2 尾气影响分析

由于施工机械产生的尾气仅会对近距离环境造成一定的影响，加上本工程施工机械

数量有限，且施工均为间歇式作业，作业点也比较分散，因此排放的尾气对施工区以外周边环境影响不大。

5.6.1.3 沥青烟污染

本项目采用沥青混凝土路面结构，沥青主要采用商品供应。

沥青的熔融、搅拌、摊铺时会产生以 THC、TSP 和 BaP 为主的烟尘，其中 THC 和 BaP 为有害物质。有研究表明，沥青加热至 180℃以上时会产生大量沥青烟，对环境空气造成一定污染，对施工人员也会造成一定伤害。本工程沥青烟气影响较大的阶段为路面摊铺阶段，为了解和评价路面摊铺阶段沥青烟气对环境空气的影响，本评价类比广东省高速潮州至惠州高速公路施工期间在路面摊铺阶段进行的 BaP 监测结果，详见表 5.6.1-2。

表 5.6.1-2 广东省高速潮州至惠州高速公路施工期间 BaP 监测结果一览表

监测时段	监测场地		BaP 日均浓度范围	监测点位置
			($\times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	
路面摊铺施工阶段	K28	未铺路面前	0.54	道路沿线
		路面铺设时	6.8-6.9	
		超标率%	0	
	K52	未铺路面前	0.58	
		路面铺设时	2.7-3.5	
		超标率%	0	
	K82	未铺路面前	0.77	
		路面铺设时	4.5-5.2	
		超标率%	0	
	K114	未铺路面前	0.33	
		路面铺设时	2.5-3.3	
		超标率%	0	
	K134	未铺路面前	0.56	
		路面铺设时	3.3-6.0	
		超标率%	0	
执行标准（GB3095-2012 二级标准）			$0.0025 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$	

由表可知，路面铺设沥青期间道路沿线环境空气中 BaP 日均浓度值均未超过《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准限值要求，但与未铺设路面前的背景值相比，道路沿线各测点环境空气中 BaP 日均浓度均高于未铺设沥青前。

因此，本项目远离居民区，同时采取两侧设置施工围挡等措施减小对环境的影响。由于沥青摊铺过程历时短，且施工区域空间开阔，大气扩散能力强，摊铺时烟气对沿线

环境影响较小。

5.6.2 运营期大气环境影响分析与评价

本项目建成营运后，沿线管理房、驿站等附属设施供热采用电力作为能源，不设锅炉。因此，本项目营运期不会对大气环境造成影响。

5.7 声环境影响分析与评价

5.7.1 施工期声环境影响分析与评价

5.7.1.1 陆域施工噪声影响分析与评价

由于各施工机械中心与预测点的距离超过声源最大几何尺寸的2倍，因此各声源可近似视为点声源处理，根据点声源噪声衰减模式，估算出离声源不同距离处的噪声值，预测模式如下：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中： $L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的声压级，dB；

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考位置距声源的距离。

通过以上噪声衰减公式，并根据施工场界噪声限值标准的要求，计算施工机械、临时工程机械设备等噪声对声环境的影响范围。预测结果见表 5.7.1-1。

表 5.7.1-1 主要施工机械噪声影响范围 单位：dB(A)

阶段	指标 声级 设备	测点声源距离(m)							声环境质量标准昼间达标 距离 (m)		施工场界达标距 离(m)	
		20	40	60	160	280	335	900	1 类	4a 类	昼间	夜间
路基施工	轮式装载机	78	72	68	60	55	53	45	335	60	60	280
	平地机	78	72	68	60	55	53	45				
	推土机	74	68	64	56	51	49	41				
	轮胎式液压挖 掘机	72	66	62	54	49	47	39				
路面施工	轮式装载机	78	72	68	60	55	53	45				
	振动式压路机	74	68	64	56	51	49	41				
	双轮双振压路 机	69	63	59	51	46	44	36				
	三轮压路机	69	63	59	51	46	44	36				
	沥青混凝土摊 铺机	70	64	60	52	47	45	37				
桥梁和水闸	液压式旋挖钻	61	55	51	43	38	36	28	335	60	60	280

阶段	指标 声级 设备	测点声源距离(m)							声环境质量标准昼间达标 距离 (m)		施工场界达标距 离(m)	
		20	40	60	160	280	335	900	1 类	4a 类	昼间	夜间
泵站工程	机											
	混凝土输送泵 车	78	72	68	60	55	53	45				
	振捣器	73	67	63	55	50	48	40				
	桩机	88	82	78	70	65	63	55	900	160	160	900
其他	物料运输卡车	79	73	70	61	57	55	46	335	60	60	335
	备用发电机房	59	53	49	41	36	34	26	160	20	40	40
临时工程机 械钢筋加工	直流电焊机	59	49	45	37	32	30	22	40	20	40	/
	钢筋车丝机	55	52	48	40	35	33	25	20	20	20	/
	钢筋弯曲机	58	52	48	40	35	33	25	40	20	20	/
	钢筋调直机	58	51	47	39	34	32	24	40	20	20	/
	钢筋切断机	57	56	52	44	39	37	29	60	20	20	/
	钢筋锯床	62	54	50	42	37	35	27	40	20	20	/
	钢筋笼滚焊机	60	44	40	32	27	25	17	40	20	20	/
	天车	50	46	42	34	29	27	19	20	20	20	/
	焊烟净化器	52	50	46	38	33	31	23	20	20	20	/

备注：声环境质量标准达标距离的预测结果未考虑叠加噪声背景。

从表 5.7.1-1 可以看出，施工机械噪声声级随距离的增加而衰减，路基施工、路面施工、其他（物料运输卡车和备用发电机）和桥梁工程（除打桩外），昼间施工单台施工机械达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定的昼间场界排放限值的最远距离为 60m，打桩影响范围更大，达到 160m；桥梁工程夜间连续浇筑，单台施工机械达到 GB12523-2011 中规定的夜间场界排放限值的最远距离为 280m。物料运输卡车夜间作业达到 GB12523-2011 中规定的夜间场界排放限值的距离为 335m。

临时工程机械多台设备同时运行时，达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定的昼间场界排放限值的最远距离为 40m，夜间不施工。

本项目周边现状无声环境保护目标，因此，施工期主要为运输车辆行驶途中对沿线敏感点的影响。本次评价要求建设单位合理规划车辆运输路线，避让声环境保护目标和居民休憩时段，同时控制车速、加强车辆维护，以降低车辆运输途中产生的声环境影响。

5.7.1.2 海域施工噪声影响分析与评价

本项目景观工程涉及水上施工，主要为水上打桩、抛石和向水域进行吹填。施工过程产生船舶施工噪声。由于施工作业区域位于辽阔的海域，施工船舶作业区域 200m 内没有陆域敏感点。噪声产生具有间歇性、短期性和流动性的特点。因此，船舶施工对周

边陆域声环境影响有限。

听觉和声交流是海洋生物在海中赖以生存的能力，海洋工程所产生的水下噪声会对某些海洋生物的听力和声交流造成干扰。施工期主要进行水工作业产生船舶运行噪声，会对施工区域的海洋生物造成一定程度的噪声污染影响。

本项目施工水域位于近海海域，水深较浅，施工主要对石首科鱼类造成影响，本项目施工船舶选用低噪声的电动发动和柴油发动，合理安排水上作业时间。在此基础上，水上作业噪声对海洋生物造成的影响在可接受范围内。

5.7.2 运营期声环境影响分析与评价

5.7.2.1 噪声源

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021），本项目运营期噪声声源主要为水闸泵站设施，包括水闸启闭机、水泵和备用柴油发电机等，噪声源强详见表3.2.2-6。

5.7.2.2 预测模式

根据本项目噪声源的特征，按《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）的要求，采用工业噪声预测计算模型对项目排放的噪声进行模拟预测。

A、声源描述

声环境影响预测，一般采用声源的倍频带声功率级、A声功率级或靠近声源某一位置的倍频带声压级、A声级来预测计算距声源不同距离的声级。工业声源有室外和室内两种声源，应分别计算。

B、室外声源在预测点产生的声级计算模型

无指向性点声源几何发散衰减的基本公式是：

$$L_p(r)=L_p(r_0)-20\lg(r/r_0)$$

式中：

$L_p(r)$ ——预测点处声压级，dB；

$L_p(r_0)$ ——参考位置 r_0 处的声压级，dB；

r ——预测点距声源的距离；

r_0 ——参考距声源的距离，m。

C、室内声源等效室外声源声功率级计算方法

声源位于室内，室内声源可采用等效室外声源声功率级法进行计算。设靠近开口处

（或窗户）室内、室外某倍频带的声压级分别为 L_{p1} 和 L_{p2} 。若声源所在室内声场为近似扩散声场，则室外的倍频带声压级可下式近似求出：

$$L_{p2}=L_{p1}-(TL+6)$$

式中： L_{p1} —靠近开口处（或窗户）室内某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

L_{p2} —靠近开口处（或窗户）室外某倍频带的声压级或 A 声级，dB；

TL—隔墙（或窗户）倍频带或 A 声级的隔声量，dB。

D、工业企业噪声计算

设第 i 个室外声源在预测点产生的 A 声级为 LA_i ，在 T 时间内该声源工作时间为 t_i ；第 j 个等效室外声源在预测点产生的 A 声级为 LA_j ，在 T 时间内该声源工作时间为 t_j ，则拟建工程声源对预测点产生的贡献值（ L_{eqg} ）为：

$$L_{eqg}=10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_{i=1}^N t_i 10^{0.1LA_i} \sum_{j=1}^M t_j 10^{0.1LA_j}\right)$$

式中： L_{eqg} —建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

T—用于计算等效声级的时间，s；

N—室外声源个数；

t_i —在 T 时间内 i 声源工作时间，s；

M—等效室外声源个数；

t_j —在 T 时间内 j 声源工作时间，s。

E、预测值计算

预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的声级。

噪声预测值（ L_{eq} ）计算公式为：

$$L_{eq}=10\lg\left(10^{0.1L_{eqg}}+10^{0.1L_{eqb}}\right)$$

式中： L_{eq} ——预测点的预测声级，dB(A)；

L_{eqg} ——建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

L_{eqb} ——预测点的背景噪声值，dB。

5.7.2.3 预测背景值选取

本项目背景噪声是指除本项目水闸设施以外的环境噪声，包括现有其他道路交通噪声、社会生活噪声、工业噪声等其他各种声源的叠加影响。本项目预测背景值选取说明详见 4.2.8 章节。

5.7.2.4 预测结果

1、设备运行噪声预测结果

根据预测结果可知，在考虑建筑物隔声及备用柴油发电机采用降噪等措施后，本项目运营期厂界昼夜间最大噪声贡献值为 56.8dB(A)，超出《工业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准昼间 55dB(A)、夜间 45dB(A)的要求。本项目运营期昼夜间噪声贡献值等声级线图如下。



图 5.7.2-1 本项目运营期昼夜间噪声贡献值等声级线图

2、声环境保护目标声环境影响预测结果

(1) 评价方法

评价方法采用预测值与标准值直接比较法。

(2) 计算方法

预测点的贡献值和背景值按能量叠加方法计算得到的声级，说明项目实施后沿线敏感点声环境质量情况。计算公式如下：

$$L_{eq} = 10 \lg(10^{0.1L_{eq}} + 10^{0.1L_{eq}})$$

式中：

L_{eq} ——预测点的噪声预测值，dB；

L_{eqg} ——建设项目声源在预测点产生的噪声贡献值，dB；

L_{eqb} ——预测点的背景噪声值，dB；

超标量=预测值-标准值

（3）预测结果

①评价标准

本项目评价范围内的声环境保护目标处于声环境功能区划 1 类区及 4a 类区，因此执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类、4a 类标准。

②声环境保护目标超标情况

本项目营运期声环境保护目标处噪声预测结果见表 5.7.2-1，昼夜间噪声贡献值等声级及预测点位置见图 5.7.2-2。由预测结果可知，声环境保护目标——中国（南沙）南海博物馆在本项目水闸泵站运行时，昼间代表性楼层未出现噪声超标，夜间代表性楼层 3 层和 5 层均出现噪声超标，超标 1dB(A)。

考虑到本项目水闸设施正常情况下均关闭，仅在排洪时才开启，开启过程时间较短，开启后噪声随着消失，且本项目规划的声环境保护目标——中国（南沙）南海博物馆正常运营时间为昼间，夜间不营业。因此，本次评价认为本项目运营期间歇性水闸泵房噪声对声环境保护目标影响有限，建议本项目建设单位加强水闸设施日常维护，必要时可对水泵加装消声和减振装置，尽量减小本项目运营期间歇性水闸泵房噪声对声环境保护目标影响。

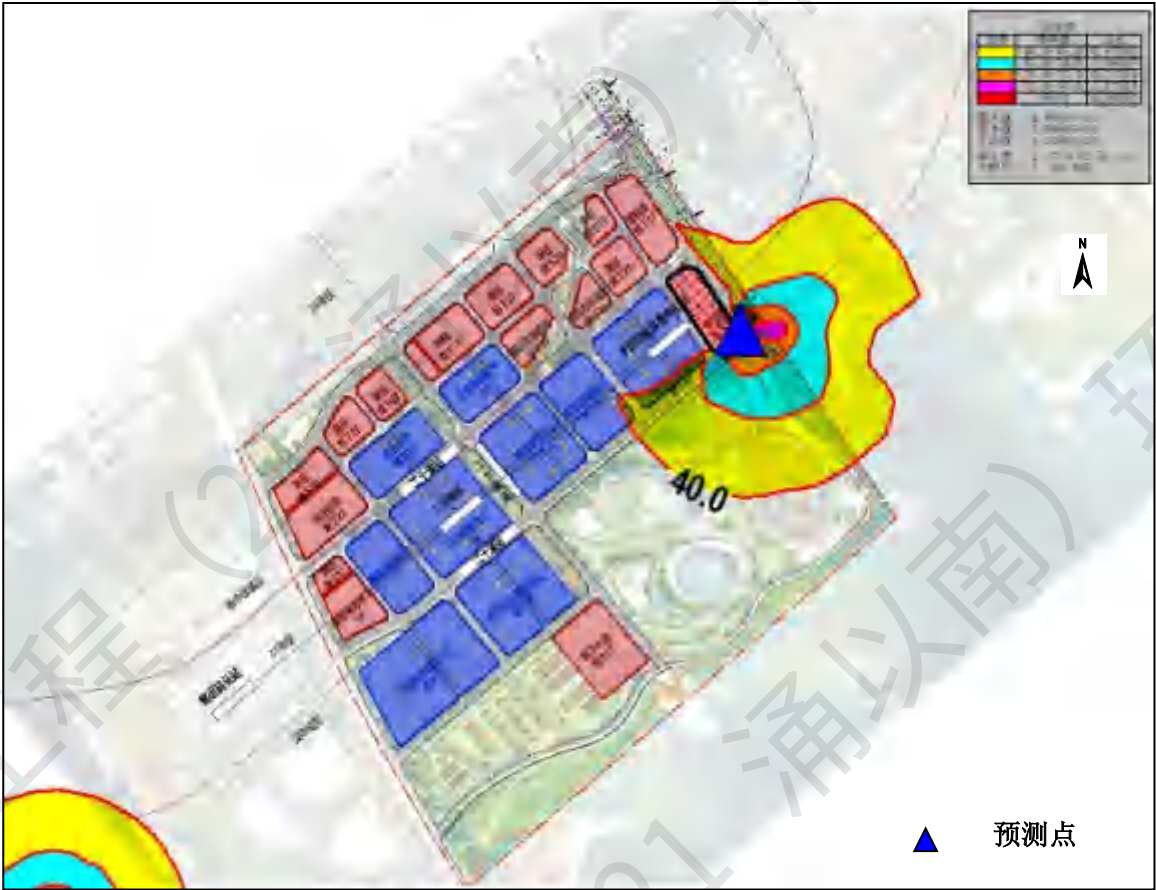


图 5.7.2-2 本项目运营期声环境预测点昼夜间噪声贡献值等声级图

表 5.7.2-1 本项目预测点噪声预测结果与达标分析表

序号	声环境保护目标名称		预测点与声源高差/m	功能区类别	时段	标准值/dB(A)	现状背景值/dB(A)	贡献值/dB(A)	预测值/dB(A)	较现状增量/dB(A)	超标量/dB(A)
1	中国（南沙）南海博物馆	1 层	1.2	4a 类区	昼间	70	48	53	55	7	达标
					夜间	55	42	53	55	13	达标
2		3 层	7.2		昼间	70	48	53	56	8	达标
					夜间	55	42	53	56	14	1
3		5 层	13.2		昼间	70	48	53	56	8	达标
					夜间	55	42	53	56	14	1
4		7 层	19.2		昼间	70	48	53	55	7	达标
					夜间	55	42	53	55	13	达标
5		9 层	25.2		昼间	70	48	53	55	7	达标
					夜间	55	42	53	55	13	达标
6		11 层	31.2		昼间	70	48	53	55	7	达标
					夜间	55	42	53	55	13	达标
7		13 层	37.2		昼间	70	48	53	55	7	达标
					夜间	55	42	53	55	13	达标

5.8 固体废物影响分析与评价

5.8.1 施工期固体废物影响分析与评价

施工期固体废物主要为废弃土方、建筑垃圾和施工人员生活垃圾。

施工期产生的渣土和建筑垃圾应及时清运至规定的地点进行堆放或填埋，其中具有利用价值应予以回收；船舶和陆域生活垃圾集中收集，并由环卫部门清运处置。通过加强管理，施工期产生的固体废弃物不会对周围环境产生不可逆影响。

5.8.2 运营期固体废物环境影响分析

本项目营运期间固废主要来自水闸泵站管理人员和景观工程中的生活垃圾，由环卫部门清运处置。在妥善处置的情况下，本项目营运期固废对环境不会产生影响。

5.9 陆域生态环境影响分析与评价

5.9.1 施工期陆域生态环境影响分析

5.9.1.1 对土地资源的影响

本项目临时工程包括办公生活用房、施工营造区、临时堆料区、施工临时便道等，占用地现状主要为鱼塘等，不占用生态红线，施工区周边 200m 范围内无环境敏感点。

由于所占用土地规划为城市建设用地，工程建成后尽快进行绿化，因此临时用地对土地资源的影响很小。

5.9.1.2 对农业生态的影响

本项目周边水体不具灌溉功能。

本项目占地范围内部分为养殖鱼塘，养殖品种主要有青蟹、南美白对虾、斑节对虾、麻虾、黄鳍鲷等；根据《南沙年鉴 2022》，产量约为 23t/ha。根据初步设计报告，背水坡脚养殖鱼塘，现已撤场。本项目实施，使南沙区养殖面积减少，2021 年南沙区水产养殖面积 6946.67ha，本项目占用坑塘水面面积约为 26.85ha，仅占 0.38%。对南沙区的养殖业影响很小。

表 5.9.1-1 本项目土地利用现状统计表

土地利用分类		面积（公顷）	占比（%）	斑块数
一级类	二级类			
03 林地	0305 灌木林地	0.42	0.99	1
04 草地	0404 其他草地	5.74	13.48	16

10 交通运输用地	1004 城镇村道路用地	4.87	11.43	1
11 水域及水利设施用地	1101 河流水面	4.71	11.06	2
	1104 坑塘水面	26.85	63.04	16
合计		42.59	100	36

5.9.1.3 对植被的影响分析

本项目占地以水域及水利设施用地和草地为主，植物种类均为区域内常见种，分布范围广，分布面积大。因此，本项目建设不会造成评价区域植物种类的减少，也不会造成区域植物区系发生改变。

本项目施工占用土地，破坏地表植被，导致初级净生产力降低，生物量损失。为此，本项目在施工前采取对 21 涌西水闸旁 1 株榕树进行保护，对场地范围内西侧的 19 株乔木进行移植，施工结束后临时占地内立即恢复原有土地状态，并因地制宜进行绿化，种植地方种、铺植草皮，最大限度减少施工期临时占地生物量损失，经过生态系统自身调节，土地上的生物量将逐渐恢复。

此外，本项目设有景观工程，建成后绿化用地增加，使评价区的植被生物量和生产力有所增加。说明虽然工程建设对评价区的植被生物量和生产力将产生一定的负面影响，但这种影响远不会使本区域植被的生物量和生产力下降一个等级，反而因为绿化用地的增加有所增加。因此，本项目对植被生物量和生产力的影响是能够承受的。

从这个角度分析，本项目建设对区域自然生态系统稳定性的干扰在生态系统的可承受范围内。

（4）对动物的影响

本项目施工期对野生动物的影响主要表现为：施工人员的施工活动、生活活动对动物的干扰和破坏。

本项目施工期开挖作业将破坏地表植物，造成动物栖息地减少。本项目评价范围内动物均为地区常见物种，多为鸟类，具备躲避危险的能力。本项目施工结束后进行生态修复工作，绿地范围较目前有所增加，动物的生存场所有所增加；因此，本项目建设对评价范围内动物类型及数量影响较小。

1) 对鸟类的影响

本项目施工过程的人员活动、施工机械噪声和光污染会对鸟类造成影响，工程占地会对其生活区域造成一定的破坏。对于部分猛禽来说，由于本项目所处区域为养殖区，受人为干扰较大，并非其栖息场所，仅作为其猎食范围，同时鸟类的迁徙能力强，可以

迁移到附近类似生境中，对此类鸟类影响较小。

在本项目施工期，夜间使用的光源多是大型而光照度高的白色高压钠灯，灯光传播较远，对鸟类的影响较大，会使夜间迁徙的鸟类受灯光干扰改变飞行路线，甚至飞到灯光处发生鸟撞。施工期间可采取控制灯光照明强度，并在上方加装遮蔽设施，减少对迁徙鸟类的影响范围。

本项目北面约 2.9km 处为南沙湿地公园，为鸟类的主要栖息地，则项目施工期对鸟类的影响不大。

2) 对两栖、爬行动物的影响

由于施工人员和施工机械设备的进入，必然使项目区及周边两栖类动物、爬行动物受到惊扰。原分布区被破坏，这些动物会迁徙到工程影响区外的相似生境内。

本项目施工影响区外与本项目所在区域的生境差异不大，爬行动物和两栖动物能够比较容易地找到新的生存环境。同时，两栖动物容易被捕抓；因此，施工人员的保护意识和行动对当地两栖动物的续存具有重要影响，需加强施工人员的培训，禁止施工过程捕捉野生动物。评价区两栖动物均为常见物种，这些物种在华南地区广泛分布。工程建设和运营不会导致两栖动物物种的消失或灭绝。

3) 对兽类的影响

在施工期对兽类的影响主要体现在对动物栖息觅食地所在生态环境的破坏，包括对施工区植被的破坏和林木的砍伐所产生的噪声等，使评价区及其周边环境发生改变。

本项目建成后，随着植被的逐渐恢复，生态环境的好转，人为干扰逐渐减少，许多外迁的兽类会陆续回到原来的生存环境。

施工期对野生动物影响是必然的，是不可避免的，但这种影响一般只涉及在施工区域及其附近，范围较小，而且野生动物受到干扰后会进行迁徙，这些野生动物不会因为工程施工扰动生存环境而死亡，种群数量也不会有大的变化。

(5) 对水域生态环境的影响分析

本项目涉水工程主要在二十一涌，施工区域主要位于东、西闸区域，对评价区水生生物影响是局部的。

为防止东、西闸同时施工时，内涌水可顺利通过旧西闸排向外江，又防外江潮水倒灌，东、西闸施工时设上下游围堰一次拦断，在西闸上下游围堰以外，南侧地块新开挖一道明渠联通内涌与旧西闸闸前河段，实现通过旧西闸导流，有效减少水闸施工对二十一涌水域生态环境的影响。

（6）施工期对景观的影响

本项目施工期间明挖作业、临时工程搭建等工程内容，与周围城市和农田生态系统的景观之间形成一定的视觉冲突，对景观视线产生一定的影响。待工程施工结束，临时施工场地拆除、施工机械运离，同时开展生态修复和绿化工作后，工程沿线景观将得到恢复。

5.9.2 营运期陆域生态环境影响分析

本项目陆域生态环境影响主要在施工期产生。施工期间严格开展施工管理，控制项目对外界生态环境可能造成的影响，施工结束后，施工临时场地区域平整土地后进行翻松，恢复为原有土地功能或者为绿地。项目运行阶段对陆域生态影响有限。

5.9.2.1 占地影响

（1）永久占地影响分析

本项目永久占地为堤防、水闸泵站、桥梁和景观工程等工程占地，具有不可逆性，将对土地资源造成一定程度的影响。

本项目主体工程区永久占地面积 42.59hm²，详见表 5.9.2-1。

表 5.9.2-1a 工程扰动地表及损毁植被面积表

项目分区	占地面积（hm ² ）	损毁植被面积（hm ² ）	占地性质	备注
主体工程区	42.59	0	永久占地	鱼塘和现有海堤、河流

本项目占地已在规划中预留，由于占用土地面积有限，通过占补平衡、土地利用规划调整，工程占地不会改变南沙区土地利用总体格局。

本项目用地已按相关要求调整中。本项目将在东侧和西侧建设景观工程，建成后绿化面积大幅度增加，在一定程度上补偿了工程占地导致的植被损失。因此，本项目厂区永久占地对生态环境影响较小。

（2）对植物影响分析

本项目占地范围由于人类活动频繁，植被主要为灌草丛。本项目不涉及自然保护区，目前虽然有部分区域在森林公园范围内，但用地现状为鱼塘和海堤，植物种类和数量较少。本项目施工期会破坏场地上的植被，建成后采取绿化措施后生态系统可以得到一定程度的恢复，对植物影响较小。

（3）对动物影响分析

本项目所在区域人类活动较为频繁，无受保护珍稀野生动植物集中栖息地。

综上，本项目占地对野生动物影响较小。

5.9.2.2 运营期对生态功能的影响

本项目永久占地属于鱼塘湿地，受人为干扰较大，动植物种类较少。

本项目占地范围有限，伴随有绿化工程，不会造成绿地减少。因此，本项目建设对该区域生态系统影响较小。

本项目拟建 15m 宽，1653.83m 长的堤顶路，主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道。道路修建以后将产生“廊道效应”，所谓“廊道效应”是指：道路的分割使景观破碎，将自然景观切割成孤立的块状。但本项目堤顶道路位于海堤向陆一侧，未分割生物的活动领地和范围，并未产生“廊道效应”。

5.9.2.3 对植物的影响

本项目的建设将造成一定程度的植被损失，根据现场样方调查情况，该地区植被主要以荒草地为主，在工程影响范围内植被类型均属一般常见种以及外来入侵物种，生长范围广，适应性强，不会因项目建设而导致植物种群消失；而且项目的影响范围为带状，因此本项目对沿线生态环境产生的影响较为轻微，不会影响生态系统的稳定性和完整性。

5.9.2.4 对动物的影响

本项目堤顶路主要功能为堤顶防汛通道兼场馆应急疏散通道，基本不存在车辆带来的噪声及夜间行车的光照。运营期对动物的影响，主要为夜间路面和景观灯带产生的光污染，其可能会在一定程度上影响沿线动物的正常生活环境，对其有驱赶作用，使项目附近动物数量少于其它地区。但动物都具有一定迁移能力，食物来源也呈多样化趋势，且项目沿线生境相似，动物可迁移到附近类似生境中，对此类动物影响较小。本项目北面约 2.9km 处为南沙湿地公园，为鸟类的主要栖息地，则项目施工期对鸟类的影响不大。

本项目周边鸟类多数调查记录位于南沙湿地景区内，其余主要分布在南沙十九涌滩涂、15~19 涌的养殖塘、龙穴岛外侧滩涂和养殖塘等。项目所在区域的养殖塘能为部分鹭科和鸥科鸟类提供鱼类等食物来源，但由于南沙一带养殖塘分布较多，而鸟类偏好水位较浅的区域便于觅食，项目区域内的鱼塘水位较深，不是多数鸟类的主要觅食场所。本项目建设占用部分鱼塘多为水位较深鱼塘，对鸟类觅食影响不大。

5.9.2.5 运营期对景观的影响

景观作为一种非语言的文化符号，可以被看作是人们活动的背景。城市景观是自然景观、建筑景观和文化景观的综合体，城市总是依托一定的自然景观单元为基础发展起

来的，而城市中各建筑群反映出多样化的景观形象，应符合城市生态总体要求。本项目建设作为城市公共交通的一环，成为了现代化都市不可或缺的元素之一。道路建筑也成为了城市景观的一部分，并直接影响着城市的面貌和市民的生活环境，本工程紧靠现有海堤，最大限度的减少了线路对周边景观的切割和占地对周边景观的影响；且对道路及道路向海一侧营造景观工程。本项目建成后，将由以鱼塘养殖的农业生态系统转变为城市生态系统，由于景观工程的营造，景观有所提升。

5.9.2.6 水闸和桥墩对水生生物影响

本项目涉水工程均位于二十一涌，二十一涌未发现大型的鱼类“三场”及洄游通道，二十一涌是在围垦过程中形成，并非野生鱼类的主要活动场所，运行期桥墩、水闸等永久性水下建筑部分阻碍了鱼类通道。但由于各涉水桥墩截水面只占河面宽的很小一部分，且鱼类等水生生物会自动避让水下建筑物，因此对水生生物影响不大。

6 环境风险分析与评价

6.1 环境风险识别

本项目为生态堤建设项目，施工期使用船舶，可能存在船舶碰撞导致燃油泄漏的环境风险，风险物质为船用燃料油。

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，事故性污染是指船舶碰撞、搁浅、触礁、起火、船体破损、断裂等突发性事故造成的污染；操作性污染是指码头装卸作业，以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、废油、垃圾等造成的污染。由于客观原因加上人为因素，都有可能造成溢油事故的发生，因而必须加强防范措施，重视对船员的管理和培训，尤其是提高船员安全生产的高度责任感和责任心，增强对潜在事故风险的认识，提高实际操作应变能力，避免人为因素，以减少风险事故的发生与危害。

根据《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ 230-2010），燃料油的火灾危险性和毒性级别等参数见表 6.1.1-1。

表 6.1.1-1 燃料油的火灾危险性和毒性

物质名称	闪点(°C)	管理办法	GBZ230-2010
		火灾危险性	毒性
燃料油	60	丙	/

船用燃料油多属于易燃性物质，同时又有易蒸发的特点，挥发后与空气形成可燃性混合物，当混合物浓度达到一定比例时，遇到火种就可能燃烧和爆炸。通常采用闪点作为易燃液体的标准，凡闪点 $\leq 61^{\circ}\text{C}$ 的液体均为易燃液体。船用燃料油的闪点一般 $> 120^{\circ}\text{C}$ ，不属于易燃液体。

6.2 源项分析

6.2.1 溢油事故概率分析

6.2.1.1 船舶交通事故统计与分析

根据交通运输部《船舶交通事故统计规则》的要求，船舶交通事故的等级按“重大事故、大事故、一般事故、小事故”，船舶交通事故的类型按“碰撞、搁浅、触礁等”广东海事局水上交通事故的统计结果见表 6.2.1-1 及图 6.2.1-1。

表 6.2.1-1 珠江口水域 2001~2012 年水上交通事故统计表

年度	事故总数	事故等级		事故类型								
		重大事故	大事故	碰撞	搁浅	触损	浪损	火灾	风灾	触礁	其他	自沉
2001	47	9	25	19	3	9	2	1	1	1	11	0
2002	34	8	18	18	0	3	0	3	1	2	5	2
2003	24	4	13	11	1	4	0	3	0	2	0	3
2004	19	7	7	9	1	4	1	0	0	0	0	4
2005	13	1	7	6	0	2	0	2	0	0	0	3
2006	16	1	11	11	0	0	0	0	3	0	0	2
2007	17	6	7	10	0	3	0	1	0	0	0	3
2008	15	1	8	5	0	3	0	2	0	1	1	3
2009	14	1	7	8	0	1	0	2	1	1	0	1
2010	15	3	6	10	0	1	0	0	1	2	0	1
2011	12	3	4	7	0	2	0	1	2	0	0	0
2012	16	5	8	11	0	2	0	1	0	1	1	0



图 6.2.1-1 珠江口水域 2001~2012 年水上交通事故统计

根据 2001~2012 年珠江口历年交通事故统计可见,12 年内共发生船舶交通事故 242 起,平均每年约发生船舶交通事故 20.16 起。事故原因为碰撞、自沉、触损、风灾、搁浅、火灾等。其中,碰撞为主要事故原因,其次为触损,浪损所占比率最小。

珠江口交通事故发生数量有减少的趋势,发生数量较多的是 2001~2004 年,2005 年后每年发生数量处于较平稳的状态。

根据海事局辖区水上交通事故/险情统计表,项目邻近海域近 3 年未发生列入统计的水上交通安全事故,由于海事部门对该水域有效的监管,该水域水上交通安全情况较好。

6.2.1.2 船舶污染事故、污染量统计与分析

珠江口水域 2007~2012 年污染事故的统计情况见表 6.2.1-2。

表 6.2.1-2 珠江口水域 2007~2012 年污染事故统计表

序号	时间	事故地点	船舶名称	船舶国籍	事故类型	污染情况
1	2007-5-30	文冲船厂修船厂二泊位	SIAM STAR	马耳他	操作	约 2.5 吨 180#燃料油泄漏
2	2008-5-13	省油东码头	长青油 115	中国舟山	操作	约 100 公斤燃料油泄漏
3	2008-6-12	新沙码头	达丽莎双子	利比里亚	操作	约 1 吨溢出甲板，约 100 公斤棕榈油入水
4	2008-9-26	菠萝庙船厂	开伯尔	巴拿马	操作	约 4 吨溢出，约 50 公斤燃料油入水
5	2008-10-21	中燃油库码头	中卓油 1	中国	操作	约 250 公斤燃料油溢出，约 100 公斤溢入江面
6	2009-1-3	大濠水道定线制第三分隔带南端口水域	丰盛油 8	中国东莞	碰撞海损	约 69.5 吨航空煤油泄漏
7	2009-4-28	新港 1#泊位	胶州海	中国天津	操作	约 1 吨左右的燃料油溢出落于主甲板上，约 0.03 吨落水
8	2009-7-15	新港 1#泊位	安旭海	中国广州	操作	约 7.5 公斤重油从集水井溢出落水
9	2010-3-2	桂山引航锚地水域	哈奇 (FRONTIERHACH I)	巴拿马	碰撞海损	约 1755 吨甲醇溢出
10	2012-3-2	珠江口内伶仃岛附近水域	梦幻之星 (DREAMDIVA)	巴拿马	碰撞海损	约 98.5 吨燃料油溢出

从污染事故统计数据来看，近五年珠江口水域发生的船舶污染事故主要发生在码头泊位和锚地等。按事故类型分，海难性污染事故 3 起(30%)，操作性污染事故 7 起(70%)，船舶在航道和锚地发生碰撞是海损性污染事故的主要原因，操作不当和不明来源油污是码头前沿操作性污染性事故的主要原因。

根据 2007~2012 年珠江口水域船舶溢油事故情况统计，6 年内共发生溢油事故 10 次，平均每年发生溢油事故 1.66 次。其中海难性事故平均每年发生 0.5 次，操作性事故平均每年发生 1.16 次。珠江口涉及广州、中山、东莞、珠海 4 市，每个市的溢油事故发生概率约 0.4 次/年。按海域溢油事故的发生概率的 10%估算，项目所在海域航道溢油事故的发生概率约为 0.08（约 10 年一次）。

6.2.2 溢油源强分析

根据上述分析，本项目海区可能出现的风险事故为施工期船舶碰撞引发的燃油泄漏事故。

根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），小于 5000t 的施工船舶燃油舱单舱燃油量小于 31m³。因此，本次评价以单舱燃油量 31t 作为风险预测源强。

6.3 溢油风险预测

6.3.1 溢油的特征及油类运动形态和归宿

6.3.1.1 溢油的特征

当石油类物质溢散到水层表面时，就会发生各种变化，产生各种现象，反映出溢油的特征。首先发生的变化是快速扩散，同时产生挥发现象，挥发速度的快慢决定于石油的性质、天气状况和地形位置。溢油在自然界还可发生各种反应，如氧化反应、乳化作用、溶解作用、微生物降解等。各种反应之间都是相互关联的，这些现象和反应会造成溢油性质的改变，或者影响到水面除油的方法。

溢油具有八大特性：

①扩散性。当油品倾倒在水面以后，油类会立即分散开来，并形成一片薄胶片状物。溢油的扩散速度受到溢油源附近油膜厚薄、油品类型（包括沸点范围、含蜡量、粘度与表面活性剂混合后的状态等）、海况条件、天气情况以及受到非水域的影响。

②挥发性。石油类分散在水层表面后会迅速挥发。影响石油类挥发速度的因素有：沸点、碳氢化合物组分的蒸气压、环境条件和溢油区域的表面积大小等。

由于挥发作用，一方面使油量减少，降低可燃性及本身的毒害作用；另一方面是增加了残留物的粘性和密度。这些状态的改变又会影响石油类的扩散速率。

③溶解性。石油类在水中几乎不溶解，只有轻油分能与水相混溶。

④分散性。在海水的机械搅动下，可使部分油品在水中呈分散状态，分散程度的大小决定于海水本身的机械作用大小和油品的性质。

⑤乳化性。当油品溢出到海面后，在海水波浪的搅动下，就会产生一种油-水分层的乳化物，出现一种含水的乳化油块，它一般是层状的物质。这种“乳化油块”是一种油包水的乳化物，其中含水达50%~70%，高者达80%，因而增加了体积，其粘度及含水量随着时间的加长而增加。

⑥氧化作用。虽然碳氢化合物本身具有明显的抗氧化作用，可是，在光照的条件下，油分与水长期接触后，会很快发生氧化作用。

有研究指出，溢油的最初含硫量为2.28%，在岸上经过20个月的风化后，含硫量下降至1.4%，这是由于风化过程中，油分中的硫成分被氧化为含硫化合物。

⑦生物降解作用。由于海水中有细菌及微生物，水中的油类物质会在它们的存在下产生明显的生物降解作用。降解速率与下列因素有关：油品的组分；油分经过稀释后，

增加了原油与水中细菌的接触面积，从而增加生物降解的速度；促使细菌增生繁殖的养分的多少；海水温度的高低等。

⑧沉降作用。油品经过风化作用或者被颗粒物吸附，均可产生沉降作用。

图 6.3.1-1 显示了在物理、化学及生物作用下的水面上油膜的演变趋势。

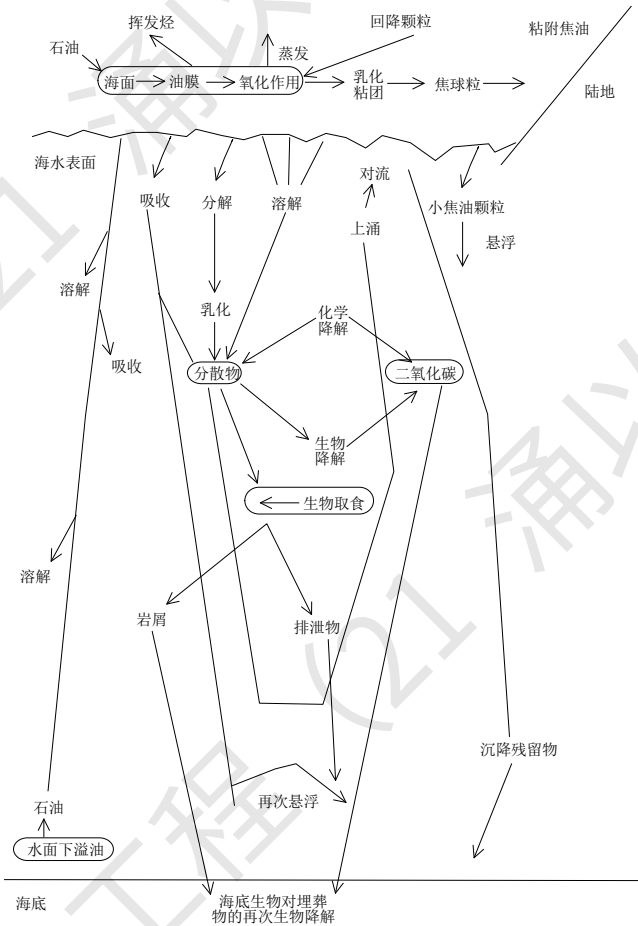


图 6.3.1-1 在物理、化学及生物作用下的水面上油膜的演变趋势

6.3.1.2 油污在海面的运动形态及其归宿

一般认为，溢油源大致可分为连续源和瞬时源，但不论那一种溢油源，溢油到海面以后，都存在以下几种运动形态。

①扩展

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

②漂移

油膜在海流、风、波浪、潮汐等因素的作用下引起的漂移。

③分散

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

④乳化

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

⑤吸附沉淀

油的部分重组分可自行沉降或粘附在海水中的悬浮颗粒上，并随之沉到海底。

⑥生物降解

海洋环境中的微生物把油中的某些成分当作食物或能源，从而对水中油有降解作用。

⑦光氧化

油中的某些成分在日照作用下氧化分解。

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

6.3.2 基本方程

6.3.2.1 预测模型介绍

溢出油体进入水体后，将在重力、惯性力、粘性和表面张力的作用下，向四周扩展，并形成大面积的油膜。原油中含有大量的不同组分，各组分有不同的蒸汽压强、溶解性能、粘性和表面张力。其中高挥发性的组分很快蒸发，一些轻碳组分将逐渐溶解于水，不易挥发的部分则留存在海面上。溢油后油膜在风、潮流作用下，在海面扩散、迁移，遇有大波浪或破碎波拍打油膜将破碎发生卷吸、乳化现象，同时自溢油后几天内，油的溶解和蒸发将使溢油体积有一定量减少。随着油量的变化，油的浓度和组成也会发生变化，从而它的粘性和表面张力也随之改变；这反过来又影响着油膜在海上的运动行为。乳化现象对油膜粘性有重要影响。油包水乳化是海水以小颗粒的形式分散在连续的油膜中，它增大了油膜的有效体积，改变着它的粘性，使其成为非牛顿流体。而乳化形成的速率与油的组成、海况和温度有关。在湍动的海水中，部分油粒还可能吸附在水中悬浮的颗粒上，逐渐沉入海底。剩下浮出海面的油膜在不断漂移和扩展的同时，可能分裂成碎片，形成煤焦油团，最后经过漫长的感光氧化、沉积、溶解和生物降解，逐渐衰减。

6.3.2.2 油膜轨迹预测

假定海面上漂浮着一定厚度的、较为稠密的油膜是由有限个彼此独立、互不干扰的油质点组成。它们分别受水流影响，独自漂移。既不会发生碰撞，也不会发生混合。

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t u dt \quad y = y_0 + \int_{t_0}^t v dt$$

$$u = u_c + Ku_w + u_r \quad v = v_c + Kv_w + v_r$$

原坐标为 (x_0, y_0) 油膜经时间 $\Delta t = t - t_0$ 后，漂移到坐标 (x, y) 。

u 和 v 分别是油膜运动的东、北分量，它由流速、风速、油膜随机运动速度组成；

u_c 和 v_c 分别是流速的东、北分量；

u_w 和 v_w 分别是风速的东、北分量， k 为风对油膜拖曳系数，取0.022；

u_r 和 v_r 分别是油粒子随机走动速度的东、北分量，溢油粒子的随机走动导致油粒子云团的尺度和形状随时间变化，随机走动的距离为：

$$u_r = R\sqrt{6E_x\Delta t}$$

$$v_r = R\sqrt{6E_y\Delta t}$$

式中， R 为 $[-1,1]$ 之间的均匀分布随机数； E_x 、 E_y 是X、Y方向的湍流离散系数；

Δt 为时间步长。

通过跟踪各油膜坐标 (x, y) 的各位置，确定运移范围，统计其数量和质量，可得各坐标网格的油膜面积。通过上式计算，可以确定任意油质点在任一时刻的位置，同时也可以反映出这些油质点的群体状况，由此来描述溢油漂移扩散的过程。

6.3.2.3 油膜的蒸发过程

蒸发暴露模型（Stiver and Mackay, 1984）是一个预测蒸发的体积比例的分析方法。它使用蒸馏数据来估算解析方程需要的参数。

蒸发部分， F_v ，定义为：

$$F_v = \ln[1 + B(T_G/T)\theta \exp(A - BT_0/T)]/[T(BT_G)]$$

这里：

T_0 ：溢油修正的蒸馏曲线的初沸点（开尔文），取 $105.6^\circ \sim 120.0^\circ$ ；

TG ：修正的蒸馏曲线的斜率，取 $32.5^\circ \sim 44.5^\circ$ ；

T ：环境温度（开尔文）；

A, B ：无量纲常数（“典型的”原油 $A=6.3$ ， $B=10.3$ ）；

t: 时间（秒）；

θ : 蒸发性的暴露；

蒸发性的暴露 θ 表示为：

$$\theta = \left(\frac{K_m A t}{V_o} \right)$$

这里

Km: 物质输送系数（米/秒）；

A: 油膜面积（m²）；

t: 时间（秒）；

V_o: 溢油体积（m³）。

6.3.2.4 乳化过程

乳化采用Mackay给出的表达式：

$$\frac{dW}{dt} = C_1 W^2 - C_2 W Q(t)$$

式中：W为海面风速，Q（t）为抵岸油量，C₁为吸收率，一般取2×10⁻⁶；C₂为包水率，一般取1.33。

6.3.3 预测方案

6.3.3.1 事故类型

本项目海洋环境风险事故主要考虑项目海堤西侧和东侧的航道交汇处施工船舶交通事故引起的溢油风险。

6.3.3.2 泄漏物质类型和泄漏量

本项目船舶交通事故的泄漏物质为燃料油，泄漏量为31t。

6.3.3.3 溢油预测点

如前述，本项目假设施工船舶交通事故发生在海堤西侧和东侧的航道交汇处（O1和O2点），溢油泄漏点位置如图6.3.3-1所示。

6.3.3.4 预测因子

本项目溢油风险的预测因子为燃料油。

6.3.3.5 风向、风速

海上风况（风速和风向）对油膜的运动有很大的影响，计算必须考虑风对油膜运动的影响。根据工程海域的风向及频率特征并考虑附近环境敏感目标的分布情况，选取夏

季主导风向（SSE）和冬季主导风向（NNE），以及海堤西侧和东侧的不利风向（NE 和 NW），夏季和冬季平均风速分别取为 2.7 和 3.8m/s，最不利风速采用最大允许作业风速（六级风，13.8m/s）。潮汐动力条件分别考虑涨潮期和落潮期间两种水文动力条件。将上述风况和潮汐动力条件组成不同的工况分别进行溢油风险预测。

6.3.3.6 计算工况

从环境风险的最不利影响角度出发，燃料油以连续点源的形式泄漏，并假设在 1 小时内泄漏完毕。

本项目分别对大潮涨潮初期和落潮初期发生溢油事故的情况进行模拟，计算结果给出 72h 内的事故溢油漂移轨迹和油膜扫海面积及到达环境敏感目标和岸界的时间。

溢油事故风险计算方案见表 7.3.3-1。

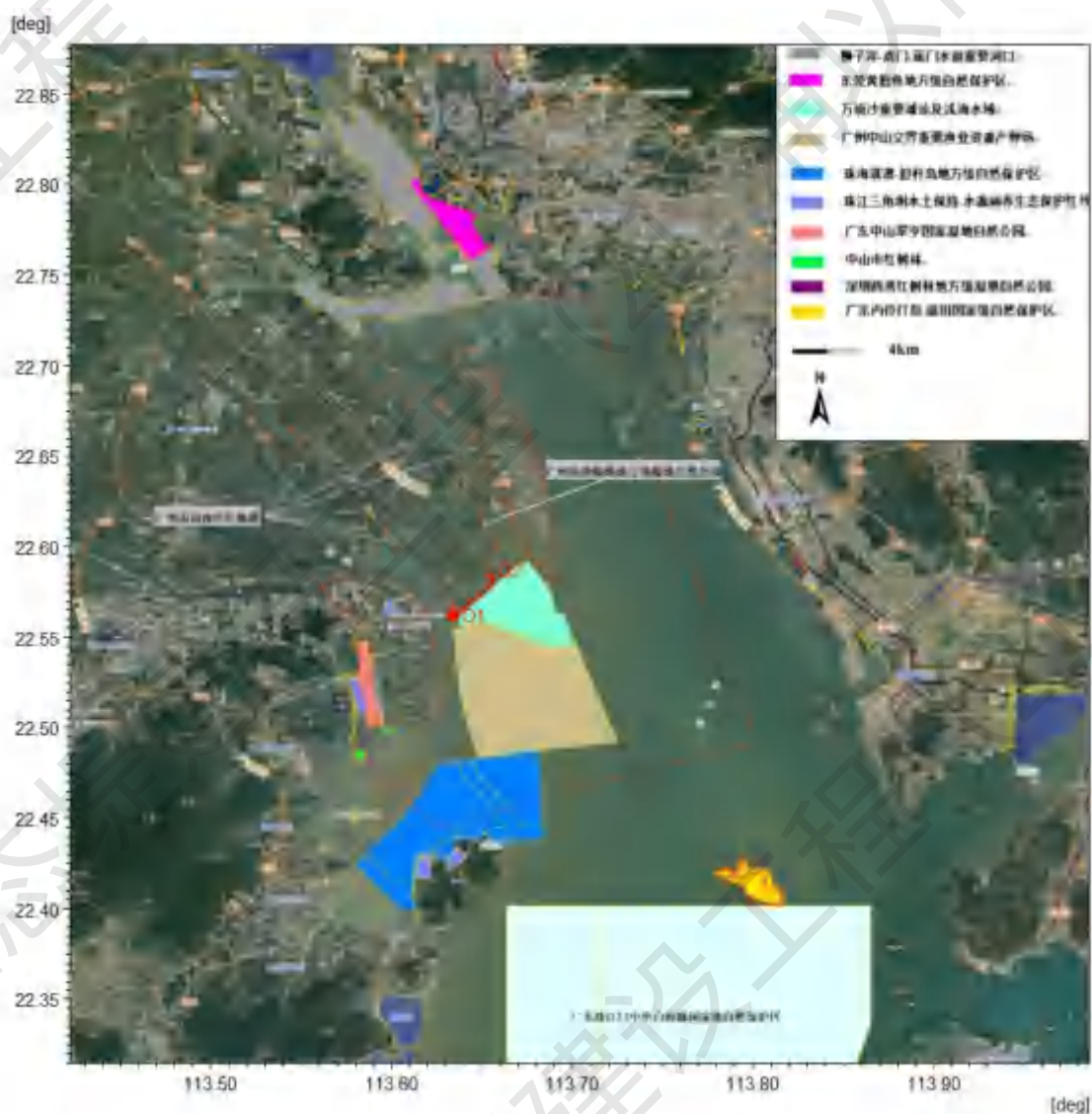


图 6.3.3-1 溢油泄漏点位置（O1 和 O2）示意图

表 6.3.3-1 施工船舶交通事故溢油风险计算方案

工况	风险类型及泄漏位置	泄漏物质及泄漏量	预测风况		潮汐水文条件	说明
			风向	风速		
1	溢油点 O1（西侧 航道交汇处）	燃料油 31t	NNE	3.8	涨潮	冬季主导风
2			NNE	3.8	落潮	
3			SSE	2.7	涨潮	夏季主导风
4			SSE	2.7	落潮	
5			NE	13.8	涨潮	不利风向和风速
6			NE	13.8	落潮	
7	溢油点 O2（东侧 航道交汇处）		NNE	3.8	涨潮	冬季主导风
8			NNE	3.8	落潮	
9			SSE	2.7	涨潮	夏季主导风
10			SSE	2.7	落潮	
11			NW	13.8	涨潮	不利风向和风速
12			NW	13.8	落潮	

注：气象数据参考南沙海洋站数据。

注：气象数据参考南沙海洋站数据。

6.3.4 预测结果

溢油风险事故分别考虑不同的风场和潮汐动力条件，模拟不同风险条件下，事故溢油的扩展规律及对项目周边环境敏感保护目标的影响程度。结果表明，溢油事故发生后，油膜的扩展同时受风和潮流的影响，其中风的影响占主导地位。溢油事故油膜扫海面积统计见表 6.3.4-1 和表 6.3.4-3，各工况对敏感目标的影响分析见表 6.3.4-2 和表 6.3.4-4，油膜轨迹见图 6.3.4-1~图 6.3.4-6。

6.3.4.1 O1 点溢油事故

当溢油事故发生在工程海堤西侧航道交汇处时，在冬季主导风向（NNE）和平均风速作用下，处于涨潮期间时油膜主要向西南方向扩散，油膜的扩散方向主要受风的影响。溢油事故发生 1 小时 10 分钟后，油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北岸抵岸，油膜不断在抵岸点周边累积，主要影响相关区域的滩涂。该工况条件下，事故溢油不会影响评价区域内的环境敏感目标。当溢油事故发生在落潮期间时，油膜也主要向西南方向扩散。在溢油事故发生 1 小时后，油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北部抵岸，此后事故溢油不断在该区域抵岸，抵岸点不断向东南方向移动，2 小时 20 分钟后，大部分事故溢油均吸附在附近滩涂。与涨潮期间发生的溢油事故类似，该工况条件下，溢油事故也不会影响评价区域内的环境敏感目标。统计表明，在涨潮条件

和落潮条件下，油膜 12 小时的扫海面积分别为 0.27 和 0.40km²，溢油在事故发生 2.5 小时内全部抵岸。

在夏季主导风向（SSE）和平均风速作用下，当溢油事故发生在涨潮期间时，油膜主要受风的影响快速扩散到工程海堤附近抵岸（10 分钟以内），此后事故溢油不断在工程海堤的西侧累积，该工况条件下，事故溢油主要影响工程海堤西侧部分滩涂，不会影响评价区域的其他环境敏感目标。当溢油事故发生在落潮期间时，油膜也主要受风的影响 10 分钟内即扩散到工程海堤附近抵岸，此后事故溢油不断在工程海堤西侧累积，也不会对评价区域内的其他环境敏感目标产生影响。上述工况条件下，油膜 12 小时的扫海面积均为 0.04km²，溢油在事故发生 1 小时内全部抵岸。

极端风速条件下，在不利风向 NE 风作用下，发生于涨潮期的溢油事故油膜在极端不利风的作用下主要向西南方向扩散，事故发生 20 分钟内油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北部抵岸，此后油膜不断在该处累积，1 小时 20 分钟后，全部事故溢油累积在上述滩涂，该工况条件下的溢油事故未对评价区域内的其他环境敏感目标产生影响。当溢油事故发生在落潮期时，事故溢油也主要在极端不利风的作用下向西南方向扩散，事故发生 20 分钟内油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北部抵岸，此后油膜不断在该处累积，1 小时 20 分钟后，全部事故溢油累积在上述滩涂。与涨潮期类似，该工况条件下的溢油事故未对评价区域内的其他环境敏感目标产生影响。定量统计表明，在涨潮条件和落潮条件下，油膜 12 小时的扫海面积分别为 0.21 和 0.22km²，事故溢油在事故发生 1 小时 20 分钟内全部抵岸。

表 6.3.4-1 溢油 O1 点各工况油膜扫海面积

工况	潮汐条件	风况条件		扫海面积 (km ²)			
		风向 (°)	风速 (m/s)	12 小时后	24 小时后	48 小时后	72 小时后
1	涨潮	NNE	3.8	0.27	0.27	0.27	0.27
2	落潮	NNE	3.8	0.40	0.40	0.40	0.40
3	涨潮	SSE	2.7	0.04	0.04	0.04	0.04
4	落潮	SSE	2.7	0.04	0.04	0.04	0.04
5	涨潮	NE	13.8	0.21	0.21	0.21	0.21
6	落潮	NE	13.8	0.22	0.22	0.22	0.22

注：“—”表示油膜抵岸或者扩散出模型计算边界。

表 6.3.4-2 溢油 O1 点各工况对敏感目标的影响分析

工况	潮汐条件	风向	风速 (m/s)	抵岸时间 (时分)	中心漂移距离 (km)	对敏感目标的影响

工况	潮汐条件	风向	风速 (m/s)	抵岸时间 (时分)	中心漂移距离 (km)	对敏感目标的影响
1	涨潮	NNE	3.8	1小时10分钟	1.52	事故发生 1 小时 10 分钟后，油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北岸抵岸
2	落潮	NNE	3.8	1小时	1.85	溢油事故发生 1 小时后，油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北部抵岸
3	涨潮	SSE	2.7	10分钟	0.08	油膜 10 分钟内快速扩散到工程海堤附近抵岸
4	落潮	SSE	2.7	10分钟	0.08	油膜也主要受风的影响 10 分钟内扩散到工程海堤附近抵岸
5	涨潮	NE	13.8	20 分钟	1.58	事故发生 20 分钟内油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北部抵岸
6	落潮	NE	13.8	20 分钟	1.75	事故发生 20 分钟内油膜在工程海堤西南部的中山翠亨新区横门岛东北部抵岸

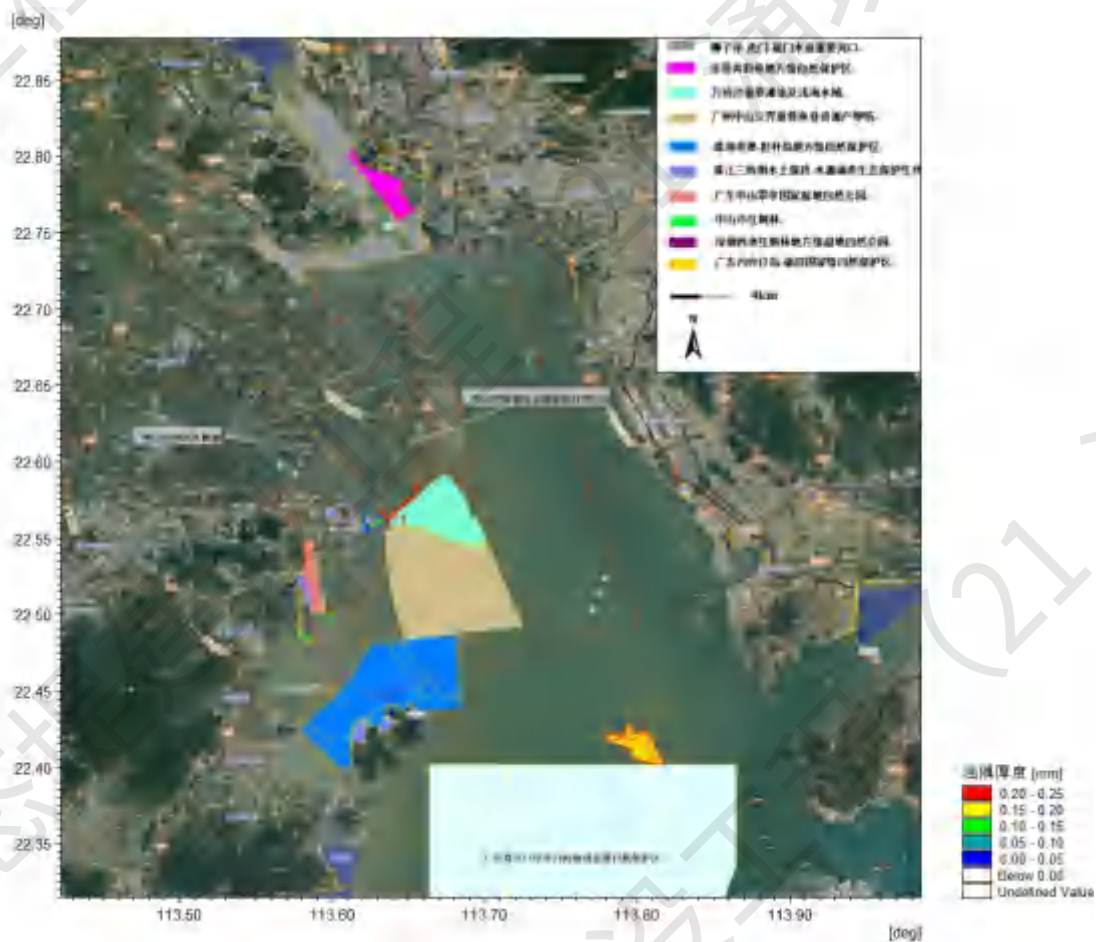


图 6.3.4-1 溢油 O1 点油膜运动轨迹图（工况 1）

（大潮涨潮期，冬季主导风向 NNE，平均风速 3.8m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-2 溢油 O1 点油膜运动轨迹图（工况 2）

（大潮落潮期，冬季主导风向 NNE，平均风速 3.8m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-3 溢油 O1 点油膜运动轨迹图（工况 3）

（大潮涨潮期，夏季主导风向 SSE，平均风速 2.7m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-4 溢油 O1 点油膜运动轨迹图（工况 4）

（大潮落潮期，夏季主导风向 SSE，平均风速 2.7m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-5 溢油 O1 点油膜运动轨迹图（工况 5）

（大潮涨潮期，最不利风向 NE，极端风速 13.8m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-6 溢油 O1 点油膜运动轨迹图（工况 6）
（大潮落潮期，最不利风向 NE，极端风速 13.8m/s，绘制时间间隔 10min）

6.3.4.2 O2 点溢油事故

当溢油事故发生在工程海堤东侧航道交汇处时，在冬季主导风向（NNE）和平均风速作用下，当溢油事故发生在涨潮期间时，油膜主要向西南方向扩散，事故发生 10 分钟以内，油膜快速扩散到工程海堤东侧附近抵岸，此后事故溢油不断在工程海堤的东侧累积。该工况条件下，事故溢油主要影响工程海堤东侧部分滩涂，不会影响评价区域的其他环境敏感目标。当溢油事故发生在落潮期间时，油膜也主要向西南方向扩散，事故发生 10 分钟以内，油膜快速扩散到工程海堤东侧附近抵岸，此后事故溢油不断在工程海堤的东侧累积。同样，该工况条件下，事故溢油主要影响工程海堤东侧部分滩涂，不会影响评价区域的其他环境敏感目标。统计表明，在涨潮条件和落潮条件下，油膜 12 小时的扫海面积均为 0.05 km²，事故溢油在事故发生 1 小时 10 分钟内全部抵岸。

在夏季主导风向（SSE）和平均风速作用下，当溢油事故发生在涨潮期间时，油膜在风和涨潮流的联合作用下向西北方向扩散，在溢油事故发生 50 分钟内，油膜在十九涌东南部滩涂抵岸。此后，部分油膜越过上述海滩继续向东北方向扩散，在事故发生 3 小时 30 分钟后，油膜在龙穴岛西南部抵岸，之后不断有油膜抵达龙穴岛西南部岸边，对龙穴岛西南部的广州市南沙区红树林产生一定的影响。该工况条件下，油膜 12 小时

的扫海面积为 1.58 km^2 ，溢油在事故发生 12 小时内全部抵岸。当溢油事故发生在落潮期间时，油膜在夏季主导风向和落潮流的作用下，也主要向西北方向扩散，在溢油事故发生 3 小时后，油膜在十九涌东南部抵岸。此后，不断累积的油膜始终吸附在上述滩涂附近，较小扩散到其他区域。该工况条件下，油膜 12 小时的扫海面积均为 0.26 km^2 ，溢油在事故发生 6 小时 20 分钟内全部抵岸。

极端风速条件下，在不利风向 NW 风作用下，发生于涨潮期的溢油事故油膜在极端不利风的作用下主要向东南方向扩散。事故发生 10 分钟内油膜抵达工程海堤东南部的万顷沙重要滩涂及浅水水域；1 小时 20 分钟之后，油膜抵达广州中山交界重要渔业资源产卵场，此后，油膜继续向东南方向扩散，在事故发生 5 小时 50 分后油膜在内伶仃岛北部抵岸，影响广东内伶仃岛-福田国家级自然保护区。事故发生 7 小时之后，事故溢油全部抵达内伶仃岛北部沿岸。该工况条件下，油膜 12 小时的扫海面积为 7.71 km^2 。当溢油事故发生在落潮期时，事故溢油也主要在极端不利风的作用下向西南方向扩散。事故发生 10 分钟内油膜抵达工程海堤东南部的万顷沙重要滩涂及浅水水域；40 分钟之后，油膜抵达广州中山交界重要渔业资源产卵场，此后，油膜继续向东南方向扩散，在事故发生 3 小时 10 分后油膜抵达广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区，此后油膜对该保护区产生一定的影响。该工况条件下，油膜 12 小时的扫海面积为 151.21 km^2 。

表 6.3.4-2 溢油 O2 点各工况油膜扫海面积

工况	潮汐条件	风况条件		扫海面积 (km^2)			
		风向 ($^\circ$)	风速 (m/s)	12 小时后	24 小时后	48 小时后	72 小时后
1	涨潮	NNE	3.8	0.05	0.05	0.05	0.05
2	落潮	NNE	3.8	0.05	0.05	0.05	0.05
3	涨潮	SSE	2.7	1.58	1.58	1.58	1.58
4	落潮	SSE	2.7	0.26	0.26	0.26	0.26
5	涨潮	NW	13.8	7.71	7.71	7.71	7.71
6	落潮	NW	13.8	151.21	151.21	151.21	151.21

注：“—”表示油膜抵岸或者扩散出模型计算边界。

表 6.3.4-4 溢油 O2 点各工况对敏感目标的影响分析

工况	潮汐条件	风向	风速 (m/s)	抵岸/计算时间 (h)	中心漂移距离 (km)	对敏感目标的影响
1	涨潮	NNE	3.8	10分钟	0.26	事故发生 10 分钟以内，油膜快速扩散到工程海堤东侧附近抵岸
2	落潮	NNE	3.8	10分钟	0.31	事故发生 10 分钟以内，油膜快速扩散到工程海堤东侧附近抵岸
3	涨潮	SSE	2.7	50分钟；3	8.92	在事故发生 50 分钟内，油膜在十

工况	潮汐条件	风向	风速 (m/s)	抵岸/计算 时间 (h)	中心漂移距 离 (km)	对敏感目标的影响
				小时30分钟		九涌东南部滩涂抵岸。此后，部分油膜越过上述海滩继续向东北方向扩散，在事故发生3小时30分钟后，油膜在龙穴岛西南部抵岸，之后不断有油膜抵达龙穴岛西南部岸边，对龙穴岛西南部的广州市南沙区红树林产生一定的影响
4	落潮	SSE	2.7	3小时	1.44	在溢油事故发生3小时后，油膜在十九涌东南部抵岸
5	涨潮	NW	13.8	10分钟；1小时20分钟和5小时50分钟	22.95	事故发生10分钟内油膜抵达工程海堤东南部的万顷沙重要滩涂及浅水水域；1小时20分钟之后，油膜抵达广州中山交界重要渔业资源产卵场，在事故发生5小时50分后油膜在内伶仃岛北部抵岸，影响广东内伶仃岛-福田国家级自然保护区
6	落潮	NW	13.8	10分钟；40分钟和3小时10分钟	31.15	事故发生10分钟内油膜抵达工程海堤东南部的万顷沙重要滩涂及浅水水域；40分钟之后，油膜抵达广州中山交界重要渔业资源产卵场，此后，油膜继续向东南方向扩散，在事故发生3小时10分后油膜抵达广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区



图 6.3.4-7 溢油 O2 点油膜运动轨迹图（工况 1）

（大潮涨潮期，冬季主导风向 NNE，平均风速 3.8m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-8 溢油 O2 点油膜运动轨迹图（工况 2）

（大潮落潮期，冬季主导风向 NNE，平均风速 3.8m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-9 溢油 O2 点油膜运动轨迹图（工况 3）

（大潮涨潮期，夏季主导风向 SSE，平均风速 2.7m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-10 溢油 O2 点油膜运动轨迹图（工况 4）

（大潮落潮期，夏季主导风向 SSE，平均风速 2.7m/s，绘制时间间隔 10min）



图 6.3.4-11 溢油 O2 点油膜运动轨迹图（工况 5）
（大潮涨潮期，最不利风向 NW，极端风速 13.8m/s，绘制时间间隔 10min）

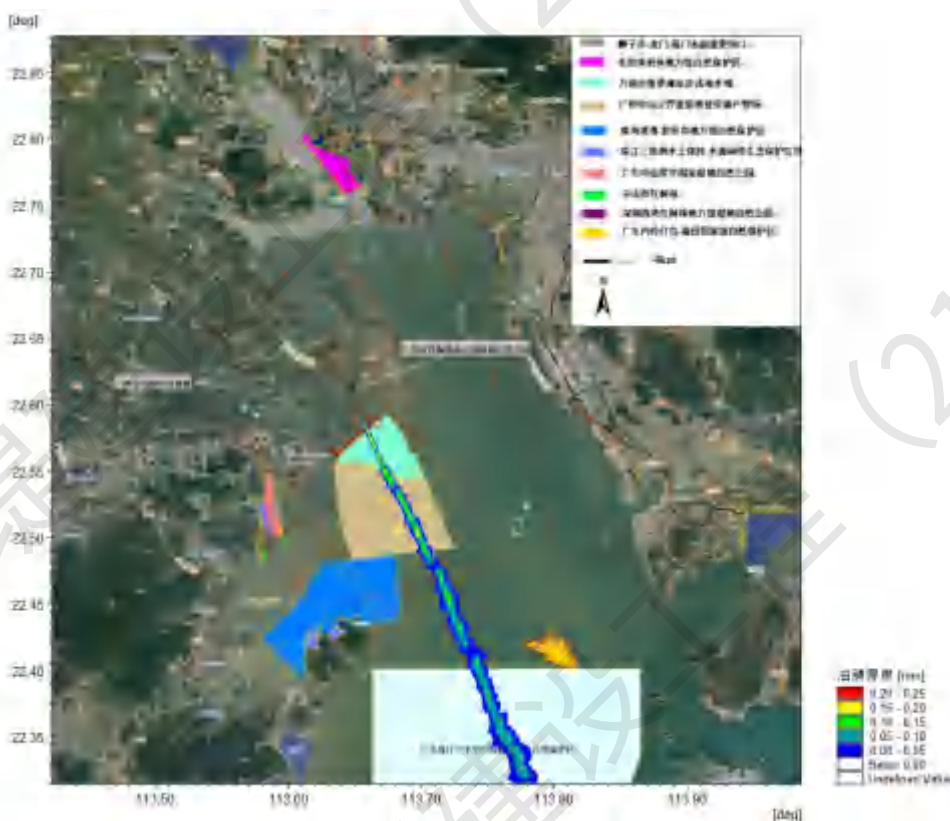


图 6.3.4-12 溢油 O2 点油膜运动轨迹图（工况 6）
（大潮落潮期，最不利风向 NW，极端风速 13.8m/s，绘制时间间隔 10min）

6.3.5 溢油事故后果影响分析

油膜是石油输入水体的初始状态，根据模型预测结果，溢油量较小，风速较小时，溢出物主要受往复潮流控制，污染范围较小；风速较大时，在潮流和风场的共同作用下，溢出物漂移的范围较大，污染面积亦较大；但当风速特别大时（如台风时），溢出的燃油主要受风的控制，污染面积较大。

如果船舶发生溢油事故，对海域生态环境会造成严重的损害。石油类污染物不但会使鱼、虾、贝、藻等海产生物带有异臭、异味而失去食用价值，而且会危害水域浮游植物、浮游动物、底栖生物的生长发育，降低水域生物生产力，破坏整个生物群落结构，导致生态系统恶化和渔业资源的生产损失。在分析、统计浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼类的石油中毒致死浓度范围、不同浓度下半致死时间及石油溢出事故对水产的异味影响的基础上，类比历史上发生过事故对海洋生态和渔业资源的影响可知，一旦在本海域发生较大规模的溢油事故，可能会对海洋生态和渔业资源造成严重污染损害，其影响将可能是显著和长效的。

生态毒理学试验表明，各类生物对石油类污染都会有反应。敏感性顺序一般是：卵期→仔稚体→幼体→成体。一般情况下，当分散于水体中的石油类浓度大于 0.05mg/L 时，就会对生物生长发育会产生不利影响，如浓度大于 1mg/L ，对生物就有直接致伤致死作用。通常当石油类浓度为 25mg/L 时，水体表面已存在漂浮的油膜，在油膜覆盖下，水体中的生物会因石油中毒和缺氧窒息而大量死亡。溢油入海后，一部分覆盖水面，一部分蒸发进入大气，另一部分则溶解和分散于水中。扩散在水中的油将长时间停留在水中，直至被水生生物吞食，或与水中的固体物质进行交换而沉入水底。

6.3.5.1 事故溢油对水质及底质环境的影响分析

受溢油影响的海域，油膜覆盖在水体表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。

溢油会引起水中石油浓度增加，这是国内外学者都公认的，但由于这是一个复杂过程，至今还没有一种较满意的定量方法。

油膜覆盖下，影响海-气之间的交换，致使溶解氧减小，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

溢油影响的范围，污染岸线长度、油膜面积都与溢油量大小、溢油期的风向、流况和岸线地形等有密切关系。

6.3.5.2 事故溢油对水生生物资源的影响分析

油膜覆盖下，影响海--气之间的交换，致使溶解氧减小，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物及底栖生物的生长。而溶解及乳化后的油类会对水生生物资源造成一定危害。沉积到底质的石油将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油，将对油膜扫过水域的水生生物资源造成一定影响。

1、对浮游植物的影响

浮游植物位于海洋食物链的底层，是海洋生态系统中的生产者，占海洋生物生产力的 90%以上。海洋表层是事故性溢油污染最严重的区域，石油污染对浮游植物的影响是最频繁的，也是最严重的。溢油对海洋浮游植物的影响将对整个海洋食物链造成影响，并进而破坏海洋的生态平衡。实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。溢油对于浮游植物的影响程度决定于石油的类型、浓度和浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料的浮游植物，对各类油类的耐受力都很低，石油急性中毒浓度在 0.1~10mg/L，通常为 1mg/L。对于更敏感的生物种类，油浓度低于 0.1mg/L 时会妨碍其细胞的分裂和生长的速率。

2、对浮游动物的影响

浮游动物通过摄食或直接吸收碳氢化合物而受到影响，其急性中毒浓度在 0.1~15mg/L。通常幼体对于石油污染的敏感度大于成体，永久性浮游动物幼体的敏感性大于临时性底栖生物幼体。不同的浮游生物的敏感性存在一定的差异。Mironov 等曾将黑海某些桡足类和枝角类暴露于 0.1ppm 的石油海水中，当天浮游动物全部死亡。当石油含量降至 0.05ppm，小型拟哲水蚤 *Paracalanus* 的半致死时间为 4 天，而胸刺镖蚤 *CentroPages*、鸟缘尖头蚤和长腹剑水蚤 *Oithona* 的半致死天数依次为 3 天、2 天和 1 天。另外，Mironov 对不同浓度对桡足类幼体的影响实验表明，永久性(终生性)浮游动物幼体的敏感性大于阶段性(临时性)的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

3、对底栖动物的影响

底栖生物随种类的不同而产生对石油浓度适应的差异，多数底栖生物石油急性中毒致死浓度范围在 2.0~15mg/L，其幼体的致死浓度范围更小些。软体动物双壳类能吸收水中含量很低的石油，如 0.01ppm 的石油则可能使牡蛎呈明显的油味，严重的油味可持

续达半年之久，受石油污染的牡蛎会引起因纤毛鳃上皮细胞麻痹而破坏其摄食机制并进而死亡。诸如海胆、寄居蟹、海盘车等底栖生物的耐油污性很差，即使海水中石油含量只有 0.01ppm，也可使其死亡，而千分之一浓度的乳化油即可使海胆在 1h 内死亡。当海水中石油浓度在 0.1~0.01ppm 时，对某些底栖甲壳类动物幼体（无节幼虫），如藤壶幼体和蟹幼体有明显的毒效。

4、对鱼类的影响

国内外许多的研究均表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有差异。

根据东海水产研究所近年来对几种不同油类对鲮鱼仔稚鱼 *Mugilcaphalus* 的毒性试验结果表明，阿拉伯也门麦端波原油、镇海炼油厂的混合废油、胜利原油和东海平湖原油对鲮鱼的 96h 的 LC_{50} 值分别为 15.8mg/L、1.64mg/L、6.5mg/L 和 2.88mg/L。陈民山等报道，胜利原油对真鲷仔稚鱼 *Pagrassoniusmajor* 和牙鲆仔稚鱼 *Paralichthyolovaceus* 的 96h 的 LC_{50} 值分别为 1.0mg/L 和 1.6mg/L。20 号燃料油对黑鲷 *Sparusmacrocephaius* 的 96h 的 LC_{50} 值为 2.34mg/L，而对黑鲷的 20 天生长实验结果，其最低影响浓度(LOEC)和无影响浓度分别为 0.096mg/L 和 0.032mg/L。因此，污染带瞬时高浓度排放(即事故性排放)可导致急性中毒死鱼事故。

污染因子石油类在鱼体中的积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质的变异。

5、对水产品质量的影响

海洋中一旦发生油污染，扩散的油分子会迅速随风及水的流动而扩散，水产动物、植物一旦与其接触，即会在短时间内发生油臭，从而影响食用价值。以 20 号燃料油为例，当油浓度为 0.004mg/L 时，5 天就能对对虾产生油味，14 天和 21 天分别使文蛤和葛氏长臂虾产生异味。

一旦发生溢油事故时，应通知周边养殖户停止取水。

6、海洋生态系统与渔业资源影响类比分析

本次评价采用类比分析法进行溢出事故对海洋生态与渔业资源影响分析，类比溢出事故为珠江口“3.24 重大溢油事故”，溢出物为船舶燃料油，溢出量为 500 多吨（溢出物和本扩建项目相同，溢油量与本扩建项目最可能发生的事故相当）。类比分析中，溢出物对浮游植物 24 小时 LC_{50} 取 1mg/L、对浮游动物 48 小时 LC_{50} 取 0.05mg/L、对鱼类资源 24 小时 LC_{50} 取 25mg/L，这些数值基本能够代表本工程主要有毒化学品的毒性指标

（见表 6.3.5-1）。

表 6.3.5-1 石油对海洋生物的 LC50 文献值 (mg/L)

品 名	浮游植物	浮游动物	底栖生物	鱼类
石油	0.1~10	0.1~15	2.0~15	1.0~25

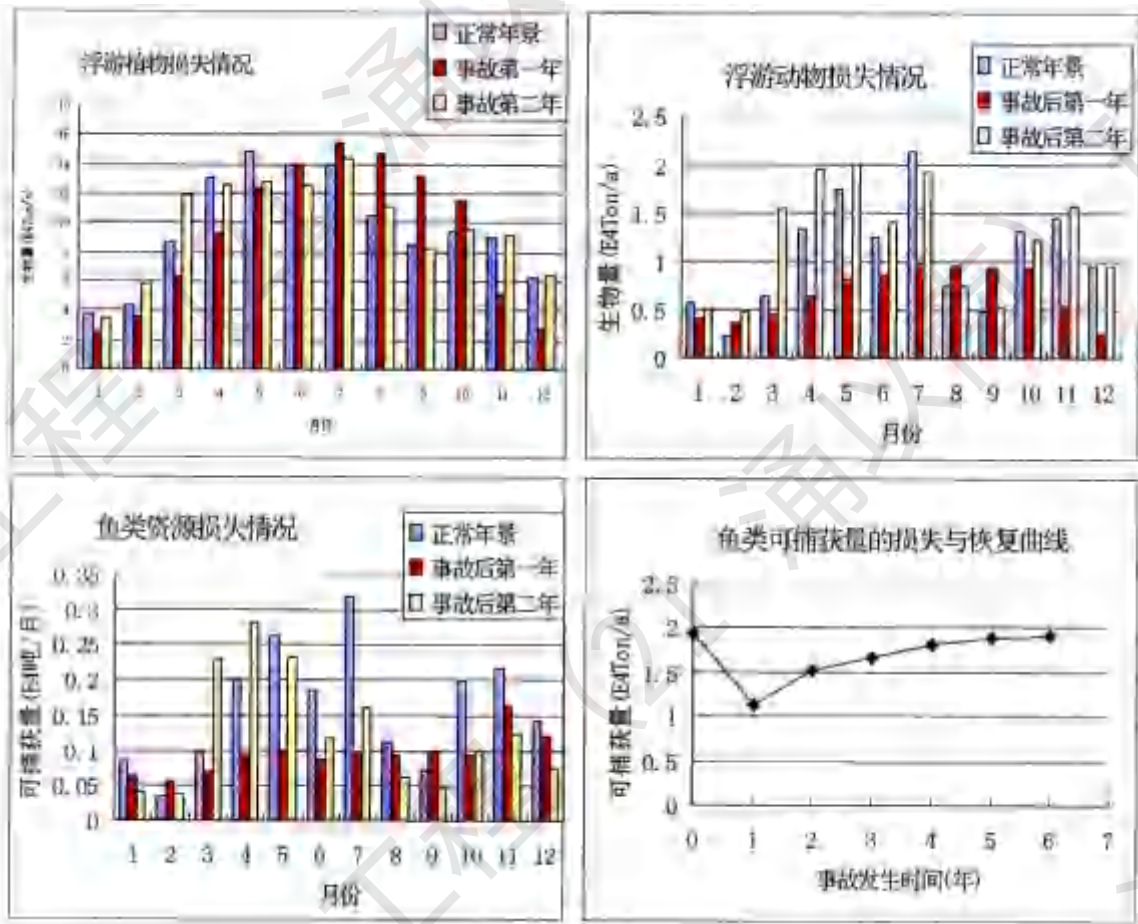


图 6.3.5-1 珠江口“3.24 重大溢油事故”海洋生物与渔业资源影响分析结果

根据交通运输部水运科学研究所的调查研究结果，该溢油事故引起事故当年海洋生态系统发生较为显著的变化，直到事故第二年，生态系统才逐步恢复正常，鱼类资源当年损失约四成，由于正值产卵期，对鱼卵和仔稚鱼的伤害较显著，因此鱼类资源较显著的损失会持续 3~4 年，事故后 7 年，鱼类资源量逐步得到恢复。

从类比案例模拟分析可知，在本项目所在海域一旦发生较大规模溢油事故，会对海洋生态和渔业资源造成严重污染损害，其影响将是显著和较长期的。

6.3.5.3 对岸线的影响分析

溢油发生后，一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下，浮上岸边，便会堆积在高潮线附近，粘附在岸边岩土表面，渗入上层的砂子里，这将对岸线生态环境造成严

重影响。

根据上述分析，溢油对事故海区的水质、底质、岸线生态的影响是很大的。一旦发生溢油事故，都将影响到各个保护区内的渔业资源，特别是海区内的主要保护幼鱼品种。

6.3.5.4 对鸟类的影响分析

海面上的溢油对鸟类的危害最大，尤其是潜水摄食的鸟类。这些鸟类以海洋浮游生物及鱼类为食，当接触到油膜后，羽毛能浸吸油类，导致羽毛失去防水、保温飞行和游泳能力，另一方面它们因不能觅食而用嘴整理自己的羽毛，摄取溢油，摄入体内还可使肝、肺、肾等器官发生损害并减少白细胞数目，导致鸟类死亡。最终它们会因饥饿、寒冷、中毒而死亡。在溢油事故发生时，从保护自然生态的角度急救鸟类的工作是非常重要的。

6.3.5.5 对红树林的影响分析

溢油发生后，一旦水面上的浮油在风浪和潮汐等因素作用下，浮上岸边，便会堆积在红树林附近，粘附在红树林根系表面，这将对红树林生态环境造成严重影响。

根据上述分析，溢油对事故海区的红树林生态的影响是很大的。一旦发生溢油事故，都将影响到项目周边的红树林。

6.3.5.6 对人体健康的影响分析

油类具有一定的毒性，人食用受污染水产后，严重时会出现呕吐、神志不清等病情。因此，在溢油污染水域，应严禁实施捕捞作业，避免因食用受污染的水产品，造成人员中毒事故。同时，应对受污染水域的生物进行残毒监测，确定生物质量恢复的时间，重新允许进行渔业捕捞。

6.3.5.7 对周边区域开发活动的影响

根据前述章节分析，本项目附近海域开发活动主要有港口码头、航道、水闸、桥梁、红树林、湿地公园等。本项目邻近海域船舶来往频繁，一旦发生溢油事故，应急船舶、围油和拦油设施等将会占据事故海面，增大附近航道的船舶通航密度，且应急船舶为了执行应急任务，最大限度地防止油膜漂移，其航行路线是随意的，这就使原本井然有序的航道通航环境出现暂时的混乱，影响正常的航运。

6.3.5.8 事故溢油对敏感目标的影响分析

根据预测结果可知，落潮西北风向条件下，事故发生 10 分钟内油膜抵达工程海堤东南部的万顷沙重要滩涂及浅水水域；40 分钟之后，油膜抵达广州中山交界重要渔业

资源产卵场，此后，油膜继续向东南方向扩散，在事故发生 3 小时 10 分后油膜抵达广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区；在涨潮西北风向条件下，事故发生 10 分钟内油膜抵达工程海堤东南部的万顷沙重要滩涂及浅水水域；1 小时 20 分钟之后，油膜抵达广州中山交界重要渔业资源产卵场，在事故发生 5 小时 50 分后油膜在内伶仃岛北部抵岸，影响广东内伶仃岛-福田国家级自然保护区

因此，一旦发生溢油事故，应根据风况和水况条件布设围油栏及根据情况采取其他措施，控制油品向此方向扩散，减小对水域各敏感目标的影响。

6.3.5.9 溢油的中、长期影响及其恢复期

溢油对渔业资源中的中、长期影响主要是造成渔业资源种类、数量及组成的改变，从而使渔业长期逐渐减产。这种影响在海洋环境中可持续数年至十几年，因溢油规模及溢油地点而异(NRC,1985)。一般，在近岸、封闭海湾或盐沼地发生溢油的恢复时间相对要长些。对法国布列塔尼发生的 AmocoCadiz 溢油影响的研究表明，溢油后 1a，在两个湾里有几种鱼类的幼体完全消失，而其成体的生长则显著减缓，并且出现病态及畸变，估计其资源恢复到平衡至少需几年时间(Maurin,1984；NRC,1985)。对美国马萨诸塞州 Buzzards 湾发生的佛罗里达号油驳轮溢油的研究发现，溢油后 3~4a，大型底栖生物仍没有明显的恢复，而盐沼潮间带的某些蟹类在溢油 7a 后仍未完全恢复，估计溢油的影响最少持续 10a(NRC,1985)。对加利福尼亚附近发生的一次溢油的研究也表明，大多数种群在溢油几年后才得到恢复，但鲍鱼在 16a 后仍未出现，而且许多种类也没有达到溢油前的丰度(GESAMP,1977)。对 Chedabucto 湾发生的 Arrow 号油船溢油的研究发现，溢油后 6a，底栖生物的种类多样性仍明显低于对照点，其中软壳蛤的生长率至 9a 后还比较低(NRC,1985)。Barry 等(1975)曾报道了一次溢油的研究结果，溢油初期潮间带蛤类大量死亡，估计其资源最少要在 5~6a 后才有明显的恢复。Hiyama(1979)报道了日本 SetoInlandSea 一次溢油的观察，表明溢油初期沿岸渔业曾受严重损害，但 1a 后基本恢复正常，其主要归因于采取迅速而有力的恢复工作。

6.4 施工期环境风险防范对策措施

本项目水工构筑物施工时，施工单位和施工船舶必须根据港区船舶动态，合理安排施工作业面。在施工地点设置标志，当有船舶通过时，提前采取避让的措施。

施工作业期间所有施工船舶须按照交通运输部信号管理规定显示信号。

施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操

作。

施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

施工时应有小拖轮船监护，避免施工船管线进入航道影响过往船舶航行。拖轮在港池内应慢速行驶，保证港池内施工船舶的安全。

严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船舶进入施工作业水域，并提前、定时发布航行公告。

施工期配置 0.5t 的吸油毡（投资约 1.5 万元）放置在施工船舶上，施工单位应按《关于修改〈中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定〉的决定》的要求与相关清污公司签订协议，要求将围油栏常置于应急船上，确保在应急反应时间内赶到施工溢油事故现场及敏感保护目标处。

应编制施工期环境风险应急预案，为保证应急预案的科学、高效、有序和针对性，应急管理部门必须组织开展应急预案的模拟演练，以检验应急部门应对船舶污染海洋事故的应急能力，检验各相关部门和各单位之间的协同作战能力。应急预案主要包括如下几个方面：

- 1) 明确组织指挥机构，包括应急领导和指挥机构、日常管理机构的人员组成和人员的职责分工，并应建立通畅有效的通讯网络；
- 2) 预警和预防机制，建立突发事件预警制度，明确预警级别、预警方式；
- 3) 应急响应程序，制定突发事件的应急响应程序，包括事故的报警、应急响应等级的确定、应急响应启动、紧急救援行动的开展、事故调查以及事故索赔等应急环节；
- 4) 应急保障，包括应急响应设备、应急队伍、物资及后勤、经费保障等应急支持与装备保障，技术储备与保障，还应建立培训和演习的相关制度；
- 5) 附图附件（应急通讯联络表、应急处理、人员急救方式等）。

6.5 应急预案

溢油事故将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。建设单位应根据项目实际建设内容完善应急预案，减少事故带来的危害。

为了确保有关人员能在发生事故能及时得到警报并针对发生的紧急情况作出相应的反应，采取应对措施而设定应急响应通知程序，一旦通知在应急小组指挥责任范围

内，应急措施程序就立即生效。事故的通知取决于事故的种类和事故大小级别，并针对不同的种类、级别作出适当的响应。

6.5.1 项目周边应急能力现状

1、项目周边船舶污染专业清除单位

根据《广州港南沙港区防治船舶污染海洋环境联防体风险评估报告》，广州辖区共有 8 家具有一级资质的船舶污染专业清除单位，其中距离项目较近的有广州市龙善环保科技有限公司、广州市莲港船舶清油有限公司。

广州市龙善环保科技有限公司设备库位于南沙区新垦大道十四涌桥，具备应急处置船 2 艘，辅助船舶 8 艘，配备相当数量的应急卸载泵、岸滩围油栏、浮子式围油栏、防火围油栏、吸油拖栏、动态斜面收油机、真空式收油机、吸油毡等应急物资，具备 1600m³ 的临时储存能力、426t 溢油清除能力，距离本项目约 10km。

广州市莲港船舶清油有限公司设备库位于南沙区万顷沙镇新安工业园红安路 1 号，具备应急处置船 3 艘，辅助船舶 11 艘，配备相当数量的应急卸载泵、岸滩围油栏、浮子式围油栏、防火围油栏、吸油拖栏、动态斜面收油机、真空式收油机、吸油毡等应急物资，具备 9433m³ 的临时储存能力、348t 溢油清除能力，距离本项目约 12km，。

当溢油事故的发生，上述船舶污染专业清除单位能在 2~3 小时内抵达溢油事故点进行应急处理。

2、南沙港区应急联防体应急资源

本项目位于南沙区万顷沙镇，毗邻南沙港口区。广州港集团旗下的南沙粮食通用码头、南沙一期、南沙二期、南沙三期、南沙四期五家码头企业同在南沙作业区，为实现区域资源共享，优化整合，因此以码头联防体的形式进行风险评估及应急能力建设规划，联防体已进行了风险评估及应急设备配备，联防体设备库距离本项目约 9.5 海里，海上运输速度取 8km/h，加上 2h 准备时间，联防体应急物资到达本项目应急响应时间约为 3~4 小时。

6.5.2 应急响应程序

1、应急机构建立

为了应对突发的紧急事故在第一时间作出反应并采取相应的措施，使突发事故得以消除或控制在尽可能小的范围内，有必要建立一个高效率、强有力的应急小组来对紧急情况作出反应、进行处理，并根据事故的级别和区域由应急小组响应进行处理。应急机

构成员包括指挥、对外联络人、法律顾问、人力调配主管、作业主管等等多方面的责任主管人员。

2、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成；下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、主办、领班、现场人员、安环处人员、工程处人员、管理部值班警卫组成。

指挥领导小组的职责：（1）负责本单位“预案”的制订、修改；（2）组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；（3）检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

指挥部的职责：（1）发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；（2）组织指挥救援队伍实施救援行动；（3）向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；（4）组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

应急救援队伍的职责：（1）各处室全体职工都负有事故应急救援的责任；（2）应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。指挥部和应急救援队伍人员分工见下表。

表 6.5.2-1 指挥部和应急救援队伍人员分工

职务		分工
指挥部	总指挥	组织指挥全公司的应急救援工作
	副总指挥	协助总指挥负责应急救援的具体指挥工作
	现场指挥	负责事故现场具体清污指挥、协调工作
		协助总指挥做好事故报警、情况通报及事故布置工作
		负责事故现场通讯联络和对外联系
	现场副指挥	事故处置时生产系统开、停调度工作
		负责组织救援队伍在最短时间内控制油污染扩散及扩散区域内的油污洗消、监测工作
应急救援队伍	主办、领班、现场人员	负责污染现场的收、清、消工作
	安环处人员	负责现场安全工作，防止抢险人员受伤外，投入抢救工作
	工务处人员	保证抢险设备的完好，并投入抢险工作

	管理部值班警卫	负责警戒，保证抢险通道畅通
		阻止未经许可人员进入本公司（包括新闻媒体人员）
	总经理室人员	负责事故处理之后勤联络、送医等支持工作

3、应急响应程序

建议建设单位编制的应急预案应与主管海事和生态环境部门的应急预案进行衔接，列入海事和生态环境部门联系方式。当污染事故发生时，建设单位有关人员应迅速将准确的信息上报至当地海事局和生态环境部门，并根据海事和生态环境部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本公司的应急力量不足时，应请求海事和生态环境部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

相应应急响应流程和内容见下图，一旦事故规模超出本工程应急预案范围，应当立即启动上级应急预案。

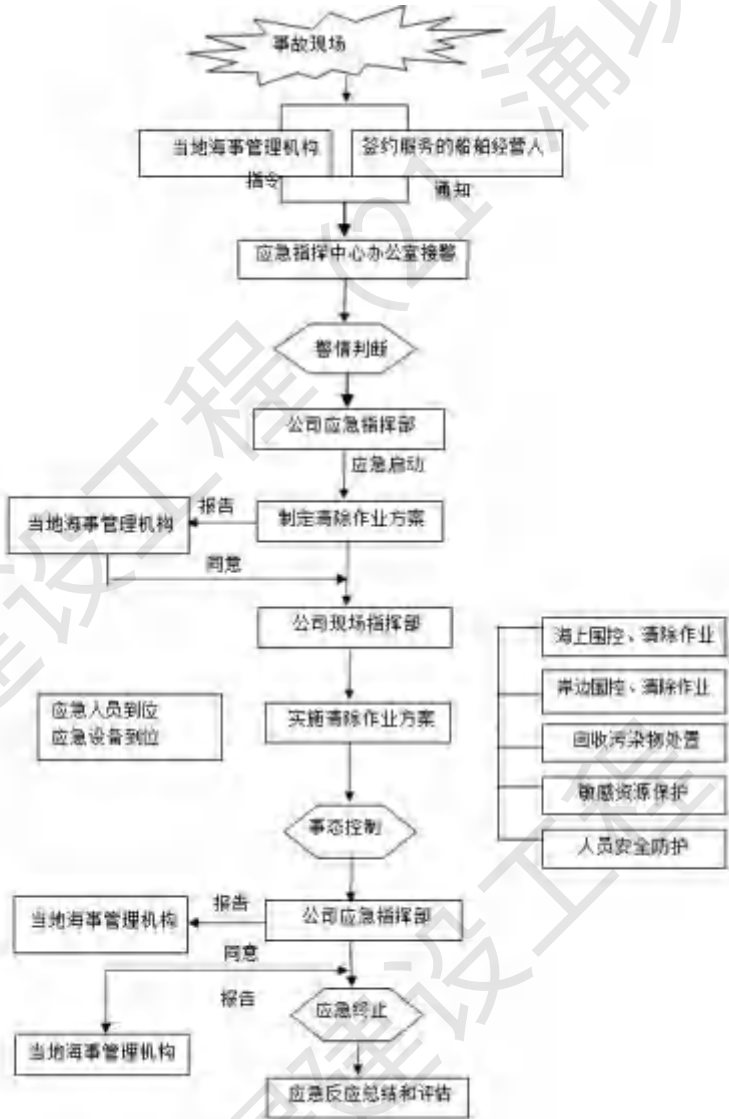


图 6.5.2-1 应急响应程序

6.5.3 应急救援保障

施工期配置 0.5t 的吸油毡（投资约 1.5 万元）放置在施工船舶上，施工单位应按《关于修改〈中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定〉的决定》的要求与相关清污公司签订协议，要求将围油栏常置于应急船上，确保在应急反应时间内赶到施工溢油事故现场及敏感保护目标处。

6.5.4 建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损害降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

1) 应急计划主要内容

- ①明确组织指挥机构；
- ②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；
- ③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；
- ④了解清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；
- ⑤加强清污人员训练；
- ⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

- ①建立健全的应急反应的组织指挥系统
- ②应急反应设施、设备的配备

了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。按相关要求配备本项目海上船舶事故及污染损害事故应急设备和器材。

③应急防治队伍及演习

根据本项目的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用港区工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增

强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本项目船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与广州海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油、化学品泄漏及其他事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。此外针对工程特点，施工期除了潮州海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。当发生事故时，需启动应急监测方案。具体见表 6.5.4-1。

表 6.5.4-1 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH 值、COD 和 DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 6 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 6 个站位	事故清除后

3) 污染事故控制现场操作预案

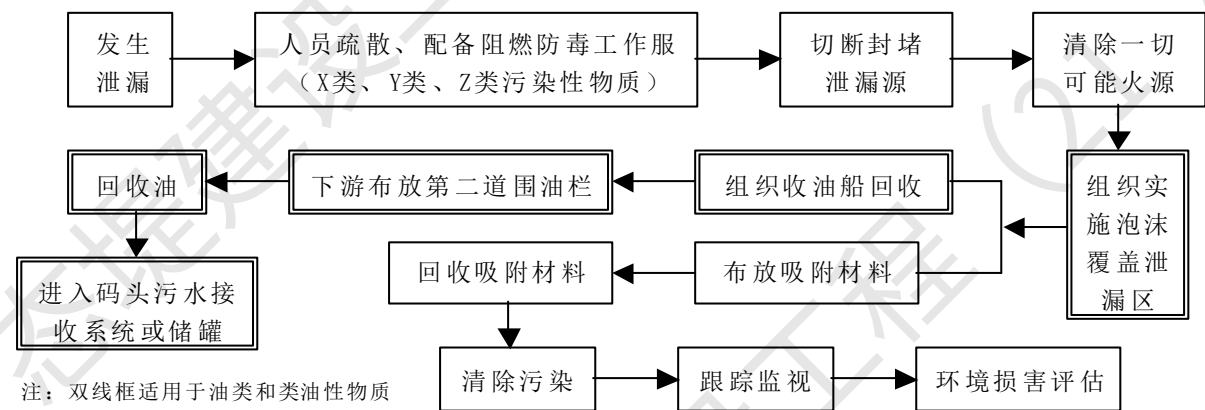


图 6.5.4-1 污染事故控制现场围控操作预案

4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

①污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以

下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

②应急响应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策：

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢出事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢出事故水域和周围水域、沿岸进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、环保、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，制定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢出事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。

清除作业实际发生在两种场合，一是海上清除作业，一是码头岸线清除作业，根据具体情况选择清除作业方法和使用的设备。

清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。

清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收割、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复岸边滩涂的清洁和自然生态的美观。

5) 制定区域溢油应急联动机制

无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐道减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖栏和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

6.5.5 应急设备配备

1、广州港水域应急能力分布情况

目前，广州港水域污染应急反应力量由政府、社会、企业等建设的多层次应急反应力量所构成。具体为：

(1) 政府应急资源

政务应急资源主要包括政府及有关部门建立的应急预案体系、协调指挥体系等，包括海事、港务、消防、武警等应急部门资源。根据《国家水上交通安全监管和救助系统布局规划》，广州海域属于高风险水域，该海域建设大型国家级应急设备库。

(2) 社会应急资源

社会应急资源主要由社会上的股份制清污公司或会员制清污公司组成，包括各个公司拥有的防污设备设施、作业船艇、车辆、作业人员、指挥人员等。采取“政府倡导，

企业出资”的建设模式，经过多年建设，广州辖区水上污染应急体系已具备一定的规模。

根据《广州港南沙港区防治船舶污染海洋环境联防体风险评估报告》，广州辖区共有 8 家具有一级资质的船舶污染专业清除单位，其中距离项目较近的有广州市龙善环保科技有限公司、广州市莲港船舶清油有限公司。

当溢油事故的发生，上述船舶污染专业清除单位能在 2~3 小时内抵达溢油事故点进行应急处理。

（3）企业兼职的应急力量

企业兼职的清污力量主要由广州辖区的各个码头经营公司、航运公司等码头船舶上配备的溢油应急设备设施和兼职作为应急人员的码头作业人员和船员等组成。

2、南沙港区应急联防体应急资源

本项目位于南沙区万顷沙镇，毗邻南沙港口区。广州港集团旗下的南沙粮食通用码头、南沙一期、南沙二期、南沙三期、南沙四期五家码头企业同在南沙作业区，为实现区域资源共享，优化整合，因此以码头联防体的形式进行风险评估及应急能力建设规划，联防体已进行了风险评估及应急设备配备，联防体应急物资到达本项目的应急响应时间约为 3~4 小时。

6.5.6 项目溢油应急设备配套

施工期配置 0.5t 的吸油毡（投资约 1.5 万元）放置在施工船舶上。

6.6 小结

本项目施工期存在一定溢油风险，对周边海域可能造成一定影响。采用本报告提出的应急预案后，可以减轻事故发生后造成的环境危害。总体来说，本项目施工期通过积极采取本报告提出的环境风险防范措施和环境风险应急预案，并在发生海上溢油事故后及时按照事故应急措施和应急预案进行处理，其影响可以得到有效控制，本项目的环境风险事故可以控制在可接受水平。

7 环境保护措施及可行性分析

7.1 设计阶段环境保护措施

工程设计单位遵循“预防为主、防治结合”的原则优化初步设计和施工图设计，尽量减少工程建设对沿线自然环境和社会环境造成的不利影响。

（1）在方案设计过程中，综合地方政府的意见，按照相关规划布置，避免对相关规划的干扰，又可满足人民群众出行的要求。

（2）路线设计中尽量加大平曲线和竖曲线半径，减缓道路坡度，使平、纵线形获得最佳组合，以降低交通流产生的噪声和废气。

（3）施工便道等尽量控制在项目红线内，减少施工过程对红线外土地的占用。

（4）桥梁等过水结构物最大限度地满足行洪的要求。

（5）为防治水土流失，在项目沿线规划建设截水沟、排水沟、沉砂池等防治水土流失措施。施工期结束，进行复绿。

（6）配套管理措施设计

将沥青拌合、混凝土拌合、钢筋加工场、施工营地等产生废气、废水、噪声污染的主要工程集中在拌合站中，便于管理、集中治污。

7.2 施工期环境保护措施

7.2.1 水环境保护措施

本项目在施工区段布置 2 个施工营地，施工营地设置环保型厕所，施工生活污水进入环保型厕所，定期清运；船舶生活污水利用船载收集装置收集，由有接收能力的单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放。

施工生产废水包括设备冲洗废水、混凝土拌合系统废水和施工船舶机舱含油污水。设备冲洗废水要污染物为 SS 和石油类，油类物质浓度可达 50mg/L，SS 可达 2000mg/L，采用隔油沉淀工艺进行处理，出水回用于车辆冲洗，出水标准达到《城市污水再生利用-城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗用水标准；混凝土拌合系统废水采用隔油沉淀池进行沉淀处理，最后进入回用水池，出水可作为拌和水使用；施工船舶含油污水由有接收能力的单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放。

7.2.2 生态环境保护措施

1、陆生生物保护措施

施工过程中，为防止水土流失，不随意开挖，减少地表扰动，对临时占地区域，采取临时拦挡，排水措施，减少冲刷。施工结束后除采取水土保持措施外，还应该从恢复和提高其生态、景观角度出发，选择该地区地带性植被类型植被群落的优势种类作为恢复植被的主要物种。

施工期间，加强施工管理与监督，尽量减少施工活动对野生动物栖息的影响。施工期间禁止施工人员猎捕蛙类、蛇类、鸟类等野生动物和从事其它有碍生态环境保护的活动，发现珍稀野生动物立即上报林业管理部门。

此外，经调查，本项目工程范围内 21 涌西水闸至 21 涌东水闸段将拆除绿化带及场地吹填，该段现状绿化带及堤前有 20 株乔木，主要为大叶相思（13 株）、榕树（7 株）等，胸径约 20cm~90cm。

本项目拟对实施范围内涉及的树木进行保护或移植，其中，拟对 21 涌西水闸旁 1 株榕树进行保护；拟对场地范围内西侧的 19 株乔木进行移植。

建设单位及施工单位在工地及周边设立爱护湿地、鸟类和自然植被的宣传牌。施工人员进场后，立即进行生态保护教育。明确禁止施工人员进入候鸟群分布区，杜绝猎杀鸟类的行为。施工期间采取了控制灯光照明强度，并在上方加装遮蔽设施，减少对迁徙鸟类的影响范围。

2、水生生物保护措施

对施工人员加强宣传，增强施工人员的环保意识。加强监管，严格按环保要求施工，生活污水和施工废水按环保要求严禁排入河道，防止加剧河道的污染。

考虑河道内存有大量水生动物、微生物，本项目采取分段分块、分期实施建设，使河道有一个过渡地带，尽可能保护水生物、微生物生长。

施工期应避开鱼类产卵期和繁殖期，以减少工程建设对水域鱼类生长的影响。施工期间，加强施工管理，禁止施工人员非法捕捞河段内的野生鱼类或伤害其它水生野生动物。

施工结束后采用增殖放流的形式进行生态补偿。为了保证增殖放流效果，建议建设单位委托当地的渔业部门进行增殖放流工作，增殖放流的物种应为当地常见种。

7.2.3 大气环境保护措施

1、施工粉尘防治措施

加强物料转运、使用的管理，合理装卸、规范操作。凡运送土石方等道路材料的运货车，都应用篷布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免一路扬尘。

施工过程中应在搅拌装置上安装除尘装置，减少搅拌扬尘。易飞扬的细颗粒散体材料，应安排在临时仓库内存放或严密遮盖，运输时防止洒漏、飞扬，卸运尽量在仓库内进行并洒水湿润。

2、机械燃油废气及附属工厂产生的废气防治措施

加强施工机械的维护和保养，确保排气装置处于良好的运行状态。对于发动机耗油多、效率低、排放尾气超标的老、旧车辆，及时更新。

3、道路扬尘防治措施

加强施工扬尘监管，积极推进绿色施工，施工现场道路应进行地面硬化。渣土运输车辆应采取密闭措施，并逐步安装卫星定位系统。未能做到硬化的部分施工场地要定期压实地面，减少扬尘污染。施工车辆途经村庄附近的地方设置限速标志，防止车速过快产生扬尘污染环境，影响居民健康和正常生活。施工阶段对汽车行驶路面勤洒水，配备洒水车，在无雨日1天洒水4~5次，在干燥大风天气情况下洒水频率加密。对于土方应及时回填，并尽可能及时恢复植被，易起尘的建材如石灰、水泥等应尽可能堆存在室内，妥善管理，防治扬尘的产生。

4、车辆清洗设施以及配套的废水处理设施，运输车辆应当在除泥、冲洗干净后方可驶出施工工地；运输车辆卸完货后应清洗车厢。

5、选用环保型施工机械、运输车辆，并选用质量较好的燃油，减少燃油废气排放。加强对施工机械、运输车辆的维护保养。禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区，禁止施工机械超负荷工作。

6、配合有关部门作好施工期间周边道路的交通组织，避免因施工而造成交通堵塞，减少因此而产生的怠速废气排放。

7.2.4 声环境保护措施

为减轻施工机械对道路沿线声环境的影响，本次评价要求施工期间，施工单位应严格按照《中华人民共和国噪声污染防治法》和《广州市环境噪声污染防治规定》的相关要求，采取以下措施：

1、点源噪声控制

严格控制施工时间，禁止夜间进行产生较高噪声的施工活动；对固定高噪声设备应设置在远离敏感点的位置，同时进行临时的隔声、消声和减振等综合治理；加强车辆及各种设备的维修保养，降低设备运行时的噪声。

①合理安排施工现场

A.根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)，结合昼间施工机械达标距离，合理科学地布局施工现场，施工现场的固定噪声源相对集中放置，本项目施工区设置围挡，以减轻对环境的影响。

B.施工现场设置施工标志，并将施工计划报交通管理部门，以便做好车辆的疏通工作，保证交通的安全、畅通。

②合理安排施工时间

施工单位要合理安排好施工场所和施工时间，夜间施工时建设单位、施工单位必须首先上报当地生态环境主管部门，按规定申领夜间施工证，合理设置施工营地和安排施工活动。

③施工单位尽量选用低噪声、低振动的施工机械设备和带有消声、隔音的附属设备，以符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》相关标准。加强施工机械的保养维护，使其处于良好的运行状态。在高噪声设备周围设置掩蔽物。

④混凝土连续浇灌作业前做好准备工作，尽量减少搅拌机运行时间。

2、交通运输噪声控制

①加强运输车辆的管理，尽量压缩施工区域汽车数量和行车密度。施工时必须选用符合国家有关环保标准的运输车辆；做好运输车辆的保养，使其保持良好的运行状态；必须加强道路养护，保持道路平坦顺畅，减少因汽车震动引起的噪声；在受交通噪声严重影响的区域设置限速、限时通行和禁鸣的指示牌，施工运输车辆经过这些路段时将车速控制在20km/h以内，禁鸣喇叭，重型车辆夜间禁止通行。

②合理设计运输路线

在利用现有道路运输施工物资时，合理选择运输路线，并尽量在昼间进行运输。此外，在途经敏感点时，减速慢行，禁止鸣笛等。

3、加强施工期管理

加强对施工人员环境保护教育，做好宣传工作，倡导科学管理和文明施工，提高操作人员的素质，减少人为产生施工噪声。

4、做好施工期的施工场界环境噪声监测工作

对施工现场进行噪声监测，噪声值不应超过相应的噪声排放标准，本评价已在环境管理与监测计划中制定了环境管理监测方案，施工过程中相关单位严格遵照执行，做好监测，将施工场界噪声控制在允许的范围之内，将道路施工对居民生活环境的影响降到最小。

5、对现场施工人员的卫生防护

施工场地内噪声对施工人员的影响是不可避免的，对施工人员应采取轮班作业和发放噪声防护用具，如耳塞、防声头盔等，高噪音岗位应严格控制每岗的工作时间。

综上所述，采取以上措施后，可有效减轻施工期产生的噪声，且施工噪声影响是短期的、暂时的，具有局部路段特性，噪声影响将随着各施工路段的结束而消除。

7.2.5 固体废弃物处置措施

1、生活垃圾

在各生活、办公营地放置垃圾桶，并配备手推车及清扫工具，安排专人负责生活垃圾的清扫，在河涌沿线施工时 also 需要注意对生活垃圾的清扫与收集。收集后的生活垃圾需委托环卫部门定期清运。垃圾桶需经常喷洒消毒药水，防止滋生蚊蝇等传染疾病。

2、淤泥和建筑垃圾处理

本项目建筑垃圾通过环保车运送至深圳市宝安区西乡街道大铲湾码头弃土外运临时装船点。本项目产生的淤泥性质为淤泥质土，区别于河涌清淤产生的淤泥，通过环保车运送至指定的余泥渣土消纳场弃置。

3、弃方

本项目建设所用的石方部分为外购，土方为利用开挖土。由于部分开挖土可用于回填，故土方运至场地作为土方填筑机坪，平整后进行绿化，弃方运至南沙全民体育综合体项目配套骨干道路(二十涌北路、规划纵三路)施工现场，运距约 4.9 公里，不会对该地区的环境产生不利影响。



图 7.2.5-1 本项目弃土运输路线示意图

7.2.6 海洋生态环境保护措施

施工期间应采取的海洋生态环境保护措施主要包括以下几个方面：

- 1、在施工海域设置明显警示标志，告知施工周期、施工作业范围和时间。
- 2、涉海工程施工应尽量避免主要经济鱼类繁殖育苗季节（3~5月）。
- 3、施工期船舶的含油污水和生活污水应由有接收能力的污水接收处理船接收处置，禁止排海。在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业，避免造成船舶事故。
- 4、做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。

①合理安排施工进度，注意保护生态环境敏感目标

施工单位在制定施工计划、安排施工进度时，应充分注意到附近水域的生态环境保护问题，施工时应尽可能避开保护生物和主要经济鱼虾类的主要繁殖育苗季节。

渔业资源调查中得知项目所在水域主要经济鱼类的产卵盛期集中在 3~5 月；为保护项目所在区域的渔业资源，本项目扰动海域较大的施工作业应尽量避免 3~5 月。

②生物栖息地的保护措施

对水生物栖息地造成影响的水工建筑物建设引起的底质扰动和泥沙再悬浮等。施工作业应预先制定合理的施工计划，安排好挖掘位置和进度，在限定的施工范围内作业，减少对生物栖息的底质环境的扰动强度和范围，尽量减少对底栖生物的影响。

③控制泥沙再悬浮的范围和强度

水体中悬浮物含量增加，将影响浮游生物的正常生长与发育，为减小对浮游生物和渔业资源的影响，应控制泥沙再悬浮的强度和范围，可有效控制水域施工对水环境的影响。

④建设单位应做好施工前的宣传教育活动，对于施工过程中可能出现的大型野生动物，严禁施工人员捕猎，遇有密集种群应尽可能设法予以避让。

⑤为减小对水生动物的干扰，应对水下噪声加以控制。对噪声大的施工作业，应在作业开始初期只发出轻声，待水生动物避开后才进入正常的施工作业。另外，也可以控制船舶的发动机噪声和其他设备的噪声。

⑥水工工程施工将对工程区域内的海洋生物资源造成一定程度的破坏，通过生态补偿的措施达到减小工程对海洋生物资源的影响。

⑦应加强对施工人员的宣传教育。施工期间安排受过训练的人员进行观察；观察到附近海域无哺乳类保护生物活动方可开工；施工前如发现后及时驱赶；施工期间发现应立即停止施工作业，并进行驱赶；采取超声波等措施将其驱赶至安全区域后方可进行施工作业。施工期间和营运期间，一旦发现哺乳类保护生物，船舶应及时避让。因施工不当引起保护生物死伤，应按水生野生动物保护方面的法律法规的相关规定给予赔偿。在施工期间过往和进出港区船只应限制航速在 10 节以下，并尽量慢速航行，以防螺旋桨碰撞保护生物致死或受伤。

⑧施工期间，严格控制污染物排放，加强海洋环境监测，及时发现存在的隐患，便于采取相应的治理措施，使工程建设对渔业资源及生态环境产生的影响降至最低。

7.3 营运期环境保护措施

7.3.1 声环境保护措施

结合运营期噪声预测结果，考虑到本项目水闸泵站运行的间歇性及周边规划声环境

保护目标的正常运营属性，为减少本项目产生的噪声对周围环境造成不利影响，建议建设单位对本项目的噪声源采取以下减振、隔音、降噪措施：

（1）控制设备噪声：在设备选型时选用先进的低噪声设备，在满足工艺设计的前提下，尽量选用满足国际标准的低噪声、低振动型号的设备，降低噪声源强。

（2）设备减振、隔声：设备与地基之间安置减震器，加装消声设施。

（3）加强建筑物隔声：生产设备均安置在室内，有效利用建筑隔声，并采取隔声、吸声材料制作门窗、墙体等，防止噪声的扩散和传播。

（4）强化生产管理：确保各类降噪措施有效运行，加强设备的维护，确保各设备均保持良好运行状态，杜绝因设备不正常运转时产生的高噪声现象；加强职工环保意识教育，提倡文明生产，防止人为噪声；加强管理，防止突发噪声。

（5）绿化：在厂区周围加强绿化植树，以提高消声隔音的效果。

7.3.2 水环境保护措施

本项目驿站洗手间和水闸管理房产生的生活污水，经三级化粪池预处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理。本项目雨水径流进入二十一涌，最终在水闸开闸的时候进入珠江口海域。

7.3.3 固体废弃物处置措施

运营期固体废物主要来自于水闸管理办公室产生的生活垃圾。生活垃圾由当地环卫部门定期清运，对环境影响不大。

7.3.4 生态环境保护措施

路基段的边坡使用草皮护坡，减少水土流失。草皮应选择当地根系发达，易成活，生长快，固土作用好的多年生矮草种草皮。

分隔带绿化应具有夜间行车防眩功能，以高 1.2m~1.5m 常绿灌木以规则式栽植为主，配以适应力强、花期长的花灌木，以取得全路段的和谐一致。

在“适地适树、适地适草”的原则下，优先选用当地物种，尽量避免引进外来物种，以免对当地生态平衡造成影响。

7.4 海洋生态补偿与修复措施

本项目造成的海洋生物资源损害包括底栖生物损失和渔业资源损害，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SCT 9110-2007），项目实施造成的生物损失

为：本项目悬沙造成鱼卵仔鱼损失量换算为鱼苗 77.46×10^4 尾，导致的幼体损失量约为 1.655t；占海造成底栖生物损失量约为 2.12t。本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿按 3 倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按 20 倍计，合计补偿量为：鱼苗 232.38×10^4 尾、游泳生物为 4.965t、底栖生物为 42.4t。

结合“损害什么，修复什么”的原则，采用增殖放流方式进行补偿。

按照《水生生物增殖放流管理规定》规范增殖放流活动，采购鱼苗、虾苗在附件海域进行放流。增殖放流实施前，业主应与渔业行政主管部门充分沟通。

具体措施如下：

（1）放流品种的确定

①人工增殖放流品种的选择原则

优良的增殖放流苗种是确保水生生物资源增殖健康发展的关键。增殖的种类应该是国家保护的水产种质资源、珍稀濒危物种、地方特色的经济种类、有重要水生态修复功能的种类。选择放流品种应该遵循以下原则：

- ◆用于增殖放流的亲体、苗种等水生生物应当是本地种，能大批量人工育苗的种类；
- ◆放流品种应当是品质优良（属优质经济种类）或珍稀濒危物种；
- ◆放流品种应当适应放流水域生态环境且生长良好；
- ◆放流的品种应当是放流海域曾拥有的种类，在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复种类；
- ◆放流品种应当选择低洄游性的种类，终生只生活于放流海域或只在放流海域随个体生长做短距离的深浅移动，这样有利于所在海域资源的恢复，增加当地渔民的收入；
- ◆为提高放流苗种的成活率，尽量选择大规格的苗种进行放流；
- ◆严禁用外来物种和非本地苗种进行放流。

②本项目拟选定放流品种

根据以上原则，综合考虑以下几个方面：

A.根据《南海增殖放流分水域适宜性评价表》，伶仃洋海域适宜放流品种：花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、鲷、斑节对虾、褐篮子鱼、黄唇鱼*；

B.目前海域的主要放流品种（南沙海域主要放流品种为花鲈/黄鳍鲷/黑鲷/草鱼/鲤鱼、刀额新对虾/长毛对虾、文蛤）；

C.本项目渔业资源现状调查与评价中渔业资源现状及渔业生产现状；

D.本项目主要影响的海洋生物类型，需重视对底栖生物多样性恢复的辅助作用。

建议本项目增殖放流的种类主要为鱼类、虾类等，建议可以从以下品种中选择：鱼类有花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、鲷、褐篮子鱼；虾类有长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、斑节对虾。

在实施增殖放流前，建议建设单位与主管部门进行沟通，确定放流品种和数量。

（2）项目实施位置

建议增殖放流活动在十九涌以南伶仃洋水域进行。

选取原因为：根据《广东省海洋生物增殖放流技术指南》，增殖放流地点应选择：

A) 产卵场、索饵场、洄游通道或人工渔礁放牧场，B) 非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，C) 靠近港口码头利于增殖放流工作开展，且捕捞影响较小的区域。

十九涌以南伶仃洋水域不是非倾废区，非盐场、电厂、养殖场等进、排水区的海洋公共水域，利于增殖放流工作的开展；该处靠近码头区，方便人工放流工作的开展。

（3）实施时间

拟定在休渔季节（5~8月）进行增殖放流，一次完成。

（4）渔业资源修复资金预算计划

拟放流的种类和经费预算（合计约305.9万元）详见表7.4-1，具体与当地主管部门沟通以及根据招标情况进一步确定。

表 7.4-1 生态补偿增殖放流方案*

分类	增殖放流种类（从中选择）	苗种规格（cm）	苗种价格（元/尾）	增殖放流量（万尾或万个）	经费预算（万元）
鱼类	花鲈、青石斑鱼、斜带石斑鱼、真鲷、平鲷、黑鲷、黄鳍鲷、鲷、褐篮子鱼等	>4	1.0	240	240
虾类	长毛对虾、墨吉对虾、刀额新对虾、斑节对虾等	>1	0.05	1100	55
	放流生物的检验与运输费				2
	跟踪监测				5
	不确定费用（包括公证费、宣传费等）				3.9
合计	/	/	/	/	305.9

注：*具体增殖放流经费预算和方案以及放流种类、苗种规格、苗种价格及增殖放流量等应根据当地的具体情况并由当地相关主管部门确认和组织实施。

（5）实施方式

根据《农业农村部办公厅关于进一步明确涉渔工程水生生物资源保护和补偿有关事

项的通知》（农办渔〔2018〕50号）：建设单位应根据实施方案，组织落实水生生物资源保护和补偿措施。无能力落实保护和补偿措施的，可以委托具备相应能力的社会第三方机构实施。补偿资金由建设单位支付给受委托的社会第三方机构。渔业部门要对保护和补偿措施落实情况进行监督管理，组织开展技术审查和调查评估，所需相关费用应纳入补偿资金。

建议本次增殖放流活动与主管部门的增殖放流活动同时开展。由企业主办，放流时邀请主管部门进行监督指导，具体与当地主管部门沟通确定。

（6）放流的记录活动

放流期间发放宣传彩报，用摄影器材记录放流过程，使当地居民对人工放流和生态保护有更深入的认识。

（7）增殖放流苗种检验检疫与验收

苗种验收与监督：由具有相应资质的检验、检疫机构对增殖放流苗种进行检验、检疫，并由该机构出具检验、检疫合格文件。

验收方法：由具有相应资质的检验、检疫机构验收放流苗种的品种、规格、质量和数量。

①品种验收：验收小组验收运输到放流点的品种，指定品种应具备其形态特征优良性状。

②规格验收：增殖放流苗种规格以放流现场测量为准。按同一苗种相同规格的样品分批次进行，现场随机抽取 50 尾以上个体，测量全长，计算规格合格率。

③质量检验与检疫

检验项目见表 7.4-2。

表 7.4-2 增殖放流苗种质量要求

项 目	指 标
感官质量	规格整齐，游动活泼、对外界刺激反应灵敏，摄食良好，体色正常、形态自然
可量化指标	规格合格率 $\geq 95\%$ ，死亡率、伤残率、畸形率之和 $< 5\%$
疫病	农业部公告第 1125 号规定的水生动物疫病不得检出
药物残留	国家、行业颁布的禁止使用的药物不得检出，其他药物残留应符合 NY 5070 要求

④时限

增殖放流苗种需在增殖放流前 7d 内组织检验与检疫。

⑤组批

以一个增殖放流批次作为一个检验与检疫组批。

⑥数量验收

按抽样规则抽取同一批次的苗种，用滤水容器均匀量取，统计份数。再随机取 3 份，进行苗种计数，推算出总苗数。

（8）选择苗种供应单位的原则及计划

选择放流苗种的原则应该根据 2009 年 3 月 20 日农业部第四次常务会议审议通过的《水生生物增殖放流管理规定》（农业部第 20 号令），按照“公开、公平、公正”的原则，依法通过招标或者议标的方式采购用于增殖放流的水生生物或者确定苗种生产单位。用于增殖放流的人工繁殖的水生生物物种，应当来自有资质的生产单位。其中属于经济物种的，应当来自持有《水产苗种生产许可证》的苗种生产单位；属于珍稀、濒危物种的，应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位。用于增殖放流的水生生物应当依法经检验检疫合格，确保健康无病害、无禁用药物残留。

根据所需放流品种和当地的种苗供应情况对当地苗种供应商进行公开招标或议标，通过公开招标或议标后中标的公司作为乙方的技术合作单位，对苗种的质量负全部责任。

（9）增殖放流苗种运输

苗种运输应基于安全、快捷、便利，且追求低成本。增殖放流通常是在高温的夏季进行，苗种运输时应降温处理，采取敞口、充氧、遮光运输方式，防止因气温高而导致运输水温升高，提高运输成活率。鱼类苗种运输应配置运输专用车辆或水上专用运输船，较远距离运输采用塑料袋充氧后泡沫箱装箱运输。运输时间尽量安排在夜间或早晚。

（10）增殖放流投放方法

①投放时间

应根据增殖放流对象的生物学特性和增殖放流水域环境条件确定适宜的投放时间。

②投放方法

根据所要投放的鱼类的不同习性及其放流单位所具备的条件，确定适合的时间和合适的气象条件，选择合适的方法进行投放。

A.常规投放：将苗种尽可能贴近海面（距水面不超过 1m），顺风带水缓慢投入放流水域，在船上投放时，船速小于 0.5 m/s。

B.滑道投放：将滑道置于船舷或岸堤，要求滑道表面光滑，与水平面夹角小于 60°，且其末端贴近水面。

C.投放记录

苗种投放过程中，按照标准附录 C 观测并记录增殖放流情况以及投放水域的水文参数、气象参数，并经现场验收、监督人员确认。

在增殖放流前通过水温调节和降温处理，把苗种的水温逐步降到和放流水域相近，提高放流苗种对新环境的适应能力。

将装运鱼苗的塑料袋或将鱼苗用阔口盆皿装盛（配有一定量清海水）靠近海面，顺水徐徐把苗种放入海中，在正午前完成苗种投放工作。

（11）跟踪监测和放流效果评估

为监测项目资源修复实施效果，拟在本项目实施期间对项目修复海域渔业资源的变动情况进行跟踪监测，以评估项目的实施效果。

（12）其他要求

根据《水生生物增殖放流管理规定》（农业部第 20 号令），第十三条 单位和个人自行开展规模性水生生物增殖放流活动的，应当提前 15 日向当地县级以上地方人民政府渔业行政主管部门报告增殖放流的种类、数量、规格、时间和地点等事项，接受监督检查。

8 环境经济损益分析

8.1 环保投资估算

根据《南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）可行性研究报告（报批稿）》，工程总投资为 132101.79 万元，环保投资概算为 453.4 万元，占环保投资占工程总投资的 0.34%。

表 8.1-1 本项目环境保护投资估算表

序号	投资项目		投资（万元）
一	施工期环境污染治理投资		277.2
1	声环境污染治理		20
1.1	施工期简易挡墙等围护结构		20
2	环境空气污染治理		23
2.1	施工期洒水降尘措施		15
2.2	运输车辆冲洗		5
2.3	篷布遮盖运输		3
3	水污染治理		12
3.1	设置沉淀池、隔油池		5
3.2	设置环保型厕所，定期清运		2
3.3	船舶生活污水、船舶含油污水上岸交有接收能力的单位接收		5
4	固体废物		20
4.1	施工期建筑垃圾、生活垃圾清运		20
5	环境风险		10
5.1	购置应急物质		10
6	生态补偿		305.9
6.1	增殖放流		305.9
二	运营期环境污染治理投资		7.5
1	声环境污染治理		5
1.1	安置减震器，加装消声设施		2
1.2	吸声材料制作门窗、墙体		3
2	水污染治理		2
2.1	三级化粪池		2
3	固体废物		0.5
3.1	生活垃圾，定期清运		0.5
三	环境管理及监测投资		55
1	项目环境保护专业人员技术培训费		10
2	监测费用	施工期	4
3	环境工程（设施）维护和运营费用		10

序号	投资项目	投资（万元）
4	工程环境监理费用	14
5	环境保护设施“三同时”验收费	17
总计	/	453.4
注：绿化和水土保持作为主体工程的一部分，不计入环保投资。		

8.2 环境保护的经济损益分析

8.2.1 环境致损因子及其经济损失

8.2.1.1 环境致损因子

根据本项目的施工工艺和运行期特点，环境致损因子可分解为建设期环境致损因子和运行期环境致损因子两种，建设期的环境致损因子相对于运行期环境致损因子具有暂时性的特点。

（1）施工期环境致损因子

本项目施工期环境致损因子及其影响主要体现在如下几个方面，一是临时占地、施工废渣堆积等影响自然景观；二是施工扬尘对局地环境空气质量有不利影响；三是施工期间的生产及生活废污水，如果管理不善可能产生不良影响；四是堤防和水闸工程施工对海洋资源的影响，桥梁和水闸施工对二十涌水质的影响；五是施工噪声对声环境有不利影响。

（2）运行期环境致损因子

本项目运行期产生的不利影响主要来源于工程占地的影响，水闸泵房设施运行产生的噪声对声环境质量带来的不良影响。

8.2.1.2 污染对经济的有害影响

污染带来的经济损失，主要通过对环境质量的损害和对人的身心健康造成危害体现出来。污染对环境的直接影响之一就是使环境质量下降。资源有价，同样环境质量也有价值，环境质量下降就意味着环境价值的损失，这种损失的货币值可以用恢复费用法来估算，即用环境质量恢复到原来状况所需花费的货币总值来表示。如果知道对某种污染物去除达到某一较高标准的单位治理成本及污染物的产生量，就可以近似地估算出消除该污染物影响的费用，将所有污染物和处理费用加合，就可以得到本项目污染造成的环境质量损失的货币估算值。

8.2.2 环境效益

(1) 本项目施工期间通过采取废水回用、设置围挡等相关措施，减小施工作业对外环境的影响。

(2) 本项目投入运行后，道路和施工场地、海堤等责任区范围将得到全面绿化，对区域生态环境的恢复和改善能产生积极的影响。

本项目由于采取了有效的污染防治措施，不会使人的身心健康造成危害而引起经济损失。

8.2.3 环境经济损益分析

对本项目的主要环境要素，分别采用影子工程法、土地价值法、接受补偿法、专家打分法等进行经济估算，结果如表 8.2.3-1。

由表可见，本项目环境正效益是负效益的 4 倍，本项目建设产生的环境正效益占主导地位。

表 8.2.3-1 本项目环境影响经济损益定量分析表

序号	环境要素	影响、措施及投资	效益	备注
1	环境空气、声环境	沿线空气、声环境质量下降	-1	按影响程度由小到大分别打 1、2、3 分。“+”表示正效益；“-”表示负效益
2	水环境	施工期产生暂时性影响，长期无明显不利影响	-1	
3	人群健康	无显著不利影响，交通方便有利于沿线居民就医，景观绿化有利于沿线居民观赏	2	
4	动物资源	无明显不利影响	0	
5	植物资源	施工期短期沿线绿化植被被铲除，施工后期绿化带建设将恢复植被，长期无明显不利影响	2	
6	旅游资源	有利于旅游资源开发	2	
7	城市规划	无明显不利影响，有利于城市发展	1	
8	景观绿化	短期景观受影响，长期而言有利于改善城市景观	1	
9	水土保持	工程区产生一定的不利影响，需落实相应环保措施	-1	
10	土地价值	沿线商业用地增值	2	
11	直接社会效益	完善路网结构，提高交通安全，提高运输质量，带动城市片区开发，完善城市基础设施，提升人居环境等效益	3	
12	间接社会效益	改善投资环境，促进经济发展	3	
13	环保措施	增加工程投资	-1	
合计		正效益 (+16)；负效益 (-4)；正效益/负效益=4	+12	

8.2.4 社会效益分析

本项目的效益为防洪效益和治涝效益。防洪效益需生态堤工程实施完成后得以发挥；治涝效益需水闸部分实施完成后得以发挥。

本项目通过重建水闸和新建泵站等措施，进一步提升万顷沙围防洪（潮）排涝能力，完善万顷沙围的防洪（潮）排涝体系，是应对极端天气频发、保障区域防洪（潮）安全的重要举措。

本项目将结合临海岸线生态堤建设，在保障南沙大型综合体水安全的同时，兼顾体育竞赛训练的需要，并充分发挥其它服务社会的功能，建设成为集生态、安全、文化、体育休闲及满足部分赛事功能需要的复合型生态廊道。

本项目通过堤防与生态岸线整治相结合，工程措施与非工程措施相结合的水安全治理策略，对海岸河床、候鸟栖息环境修复等水生态进行修复，着力优化自然海岸线，高标准保护好生态环境，高品质塑造现代化滨水区城市景观，通过建设南沙全民文化体育综合体生态堤工程落实广州市高水平建设生态城市建设。

通过生态廊道建设，加大水土流失综合防治力度，加强珠江口自然生态系统保护力度，共建区域生态屏障。促进自然景观与历史人文相结合，构建青山、碧水、田园、湿地、港湾等特色生态相融合的岭南水乡格局。有效疏通水系网络，连通湖、涌、河、海，构建集防洪纳潮、生物保护、景观提升与用地开发等为一体的多功能水系格局。

本项目建设能大幅提升南沙南部片区对外交流平台的周边环境，提升场地景观的精致度，凸显绿美南沙的特色。通过全面提升城市综合服务功能，构筑生态、活力、开放、共享、韧性城市基底，建设引领未来的现代化滨海新城，打造与高质量发展要求相适应的城市空间品质。项目建设能推动南沙新区的生态家居环境建设，为湾区生态建设和环境保护起到示范作用。

8.3 小结

本项目在建设和运营过程中，不可避免的会对环境产生一定的负面影响，建设单位做好各种污染防治措施后，其影响是有限的。同时本项目在运营后，将会产生较大的社会效益，对于本地区的长远发展也是极为有利的，因而从环境经济损益分析的角度来看，本项目的建设是可行的。

9 环境管理与环境监测

9.1 环境管理

9.1.1 环境管理目的和目标

本项目建设期和运营期均会对周围环境产生一定的影响，须通过环境管理措施减缓和消除不利的环境影响。为了保证环保措施的切实落实，使项目的社会、经济和环境效益得以协调发展，建设单位必须加强自身的环境管理，使项目建设符合经济建设、社会发展和环境建设同步规划、同步发展和同步实施的国家方针。

9.1.2 环境管理机构和职责

建设单位应设立专门的环境管理机构，负责生态环境保护工作的日常管理、检查、督促各项环保制度的落实。为加强环保管理工作，施工单位和项目管理机构应制定环境保护管理制度、环境保护监测制度、安全环保岗位责任制及考核标准、污染防治设施运行规程等。

环境管理机构的职责主要包括：

- （1）宣传贯彻执行国家和地方有关生态环境保护法律、法规、政策和要求。
- （2）结合本项目和周边环境的实际情况，组织制定环境目标、指标及生态环境保护工作计划。
- （3）制定生态环境管理制度，并对实施情况进行监督、检查。
- （4）负责监督执行本报告书提出的各项环保措施的落实，监督执行环保“三同时”制度，保证本项目的污染防治设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，并配合做好环保设施的竣工验收。
- （5）负责审查和组织实施有关环境保护的技术和治理方案及各项清洁生产方案。
- （6）组织开展对职工的环境保护教育与培训工作，增强全员环境保护意识。
- （7）负责污染事故的应急处理，协调有关涉及环境公共利益的事件及采取相应措施，及时上报生态环境主管部门。
- （8）负责各种环保报表的编制，统计上报污染源档案，以及监测资料的档案管理。

9.1.3 环境管理

环境管理分为外部管理和内部管理两部分。外部管理由地方环境保护行政部门实

施，确定建设项目环境保护工作需达到的相应标准与要求，负责工程各阶段环境保护工作不定期监督、检查及环境保护竣工验收。内部管理工作分施工期和运行期。施工期内部环境管理体系由建设单位和施工单位分级管理，分别成立专职环境管理机构。运行期由地方行政主管部门及建设单位共同负责组织实施，对工程运行期的环境保护规划、保护措施进行优化、组织和实施。

工程建设环境监理是工程监理的重要组成部分，建设单位应将施工期的环境污染控制列入承包内容，环境监理单位受建设单位委托，依照国家及当地政府有关环境保护法律、法规和工程承包合同，主要在施工期间对所有实施环保项目的专业部分及工程项目运行监理。

9.2 环境监测计划

9.2.1 环境监测的目的

环境监测是环境保护中最重要的一环和技术支持，开展环境监测的目的在于：

- （1）检查项目施工期存在的对裸露施工面的保护以及施工扬尘、施工废水、施工噪声等环境问题，以便及时处理；
- （2）检查、跟踪项目投产后运行过程中各项环保措施的运行情况和效果，掌握环境质量的变化动态；
- （3）了解项目环保工程设施的运行状况，确保设施的正常运行；
- （4）了解项目有关的环境质量监控实施情况；
- （5）为改善项目周围区域环境质量提供技术支持。

9.2.2 施工期监测计划

9.2.2.1 大气监测计划

施工期间的废气主要为施工作业扬尘和运输车辆产生的尾气和扬尘等。

监测项目：TSP。

监测位置：在施工场区的上风向布设 1 个参照监测点，在下风向 2-50m 范围内浓度最高点设置一个监测点。具体上下风向根据现场进行简易测定和判定。

监测频率：施工期间每季度监测 1 次，每次连续监测 2 天。

监测方法：根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJT2.2-2018）、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ194-2017）规定的方法进行环境空气质量的监测和分析。

9.2.2.2 水环境监测计划

(1) 施工期的废水主要为生活污水和施工废水。

监测项目：pH、SS、COD、BOD₅、氨氮、石油类等。

监测位置：施工废水处理设施出口。

监测频次：施工期每季度监测 1 天，每天采样监测 1 次。

监测方法：按照相关环境监测技术规范进行。

(2) 地表水体二十一涌水质监测

监测点位：考虑到本项目水闸泵站工程施工方案及与二十一涌位置关系，拟在内涌与旧西闸闸前河段（导流渠）中设一个地表水水质监测点。

监测项目：pH 值、生化需氧量、化学需氧量、溶解氧、悬浮物、氨氮、总氮、总磷、石油类、阴离子表面活性剂及粪大肠菌群。

监测频次：施工期每季度监测 1 天，每天采样监测 1 次。

监测方法：根据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）和《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）规定的方法进行水质监测和分析。

9.2.2.3 声环境监测计划

施工期间，作业机械设备和施工车辆向周围环境排放噪声。

监测项目：等效连续 A 声级，Leq(A)。

监测位置：在施工场区四周设置噪声监测点。

监测频率：施工期每季度监测 1 次，每次连续监测 2 天（每天昼夜各 1 次）。

监测方法：按照相关环境监测技术规范进行。

9.2.2.4 海洋环境监测计划

(1) 站位布设与监测内容

设置 4 个监测站位对项目附近海域进行监测，站位坐标见表 9.2.2-1，站位布设见图 9.2.2-1。

表 9.2.2-1 生态跟踪监测站位

站位	经度	纬度	调查项目	备注
G1	113°39'28.4489"	22°36'12.6195"	水质、沉积物、潮间带生物、浮游生物	
G2	113°40'20.0503"	22°32'54.7111"	水质、沉积物、底栖生物、浮游生物	红线区内
G3	113°40'57.7471"	22°31'14.4437"	水质、沉积物、底栖生物、浮游生物	红线区内
G4	113°37'50.1900"	22°33'37.5063"	水质、沉积物、底栖生物、浮游生物	

（2）监测项目

水质：水温、盐度、pH、悬浮物、COD、BOD₅、DO、无机氮、活性磷酸盐、石油类、重金属（总汞、铜、铅、锌、镉、砷）、挥发酚。

沉积物：粒度、有机碳、pH、石油类、硫化物、重金属（总汞、铜、铅、锌、镉、砷）。

海洋生态生物资源：底栖生物、浮游生物。

（3）监测时间与频率

施工期每年监测一次，施工结束后进行一次后评估监测。

（4）分析方法与评价标准

分析方法、引用标准、评价标准和评价方法均与本次进行全面监测和评价时相同。

（5）数据分析与质量保证

监测工作应委托有资质的单位进行，数据分析测试与质量保证应满足《海洋监测规范》（GB173782-2007）、《海洋调查规范》（GB/T 127637-2007）等标准的要求。运营期水质、沉积物、海洋生态的跟踪监测业主也可向当地海洋监测部门申请纳入当地年度监测计划，既省经费又省人力和时间，资料数据亦能形成有效对比。



图 9.2.2-1 海洋生态跟踪监测站位示意图

9.2.2.5 资料整编及保存

按《环境监测技术规范》的相关规定执行。原始监测资料及整编成果 3 份交工程指挥部办公室存档备查。每季度提交一份综合报告、每年提交一份总报告。报告内容：原始数据（包括参数、测点、监测时间和监测的环境条件、监测单位）、统计数据、环境质量分析与评价、责任签字。

监测人员及仪器设备：建议采用合同管理方式，由建设单位委托具有相应监测资质的单位承担。

9.2.3 营运期监测计划

9.2.3.1 声环境跟踪监测计划

本项目主要噪声源为水闸泵房设施运行噪声。建议委托具有环境监测相关资质的单位执行环境监测计划。

表 9.2.3-1 监测计划一览表

阶段	监测项目	监测点位	监测频率	执行标准
运营期	连续等效 A 声级	规划声环境保护目标靠近水闸设施的一侧	每年一次，每次监测 2 天，昼夜各监测 2 次	《声环境质量标准》（GB 3096-2008）4a 类标准

9.2.3.2 水文环境跟踪监测方案

根据《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》（自然资办函〔2022〕640 号）：对于涉及新建的填海用海、非透水构筑物用海（长度≥500 米或面积≥10 公顷）、封闭性围海（面积≥10 公顷）等严重改变海域自然属性的项目，核电、石化、油气、海上风电等可能对资源生态造成严重影响的项目，以及论证范围内涉及典型海洋生态系统的用海项目，应开展生态跟踪监测。

涉及严重改变海域自然属性的填海、非透水构筑物（长度≥500 米或面积≥10 公顷）、封闭性围海（面积≥10 公顷）用海，生态跟踪监测具体要求见表 9.2.3-2。

表 9.2.3-2 非透水构筑物生态跟踪监测具体要求一览表

本项目涉及透水构筑物，因此按自然资办函〔2022〕640 号文要求开展水文动力环境和地形地貌与冲淤环境跟踪监测。

表 9.2.3-3 非透水构筑物生态跟踪监测站位

■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■



图 9.2.3-3 水文动力环境和地形地貌与冲淤环境跟踪监测站位示意图

9.2.4 环境应急监测计划

一旦发生事故排放时，应立即启动应急监测措施，并联系当地主管环保部门的环境监测站展开跟踪监测，根据事故发生时的风向和保护目标的位置设立监测点，监测因子为发生事故排放的特征污染物。监测频次应进行连续监测，待其浓度降低至控制浓度范围内后适当减少监测频次。

若企业不具备污染监测及环境质量监测条件，可委托有资质的环境监测单位进行监

测，监测结果以报表形式上报当地环境保护主管部门。

9.3 污染物排放总量控制

根据《关于印发〈建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法〉的通知》（环发〔2014〕197号）、《国务院关于印发“十三五”生态环境保护规划的通知》（国发〔2016〕65号）、《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕27号）、《广东省生态环境保护“十四五”规划》以及《广东省生态环境厅关于做好重点行业建设项目挥发性有机物总量指标管理工作的通知》（粤环发〔2019〕2号）等文件的要求，总量控制因子包括：化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物、重金属污染物。

本项目运营期污水经预处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理，最终纳入市政污水处理系统，无须申请总量。本项目运营期自身不产生废气。因此本项目无总量控制因子。

9.4 环保设施“三同时”竣工验收内容

本项目环境保护竣工验收一览表见表 9.4-1、表 9.4-2。

表 9.4-1 施工期本项目环保措施“三同时”验收汇总表

序号	污染物				环保设施	验收执行标准	监测点位
	要素	生产工艺	污染物因子	核准排放量			
1	废水	施工生产废水	SS、石油类	0	施工生产废水经隔油沉淀池处理后回用	符合环保要求	/
2	废气	施工扬尘	TSP	少量	洒水降尘，运输车辆加蓬盖等	是否到位	/
		施工机械废气	CO、NOx	少量	采用环保设备及符合标准要求的燃油	是否到位	/
		沥青烟气	沥青烟气	少量	用无热源或高温容器将沥青混凝土运送至摊铺工地	广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27-2001）第二时段无组织排放监控浓度限值	施工沿线
3	噪声	施工噪声	Leq(A)	/	选用低噪声工艺和设备，对高噪声设备采取隔声、减振措施，注意保养机械；合理安排施工时间	道路施工区：《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）	道路沿线敏感点
4	固废	弃方	/	0	运至南沙全民体育综合体项目配套骨干道路(二十涌北路、规划纵三路)施工现场，运距约 4.9 公里	是否到位	/
		淤泥	/	0	运往指定的余泥渣土消纳场	是否到位	/
		建筑垃圾	/	0	深圳市宝安区西乡街道大铲湾码头弃土外运临时装船点	是否到位	/
		生活垃圾	/	0	交由当地环卫部门收集处置	是否到位	/
	生态	水土流失、植被破坏	/	/	绿化工程、植被恢复、水土流失控制措施、文明施工	是否到位	/

表 9.4-2 营运期本项目环保措施“三同时”验收汇总表

序号	污染物				环保设施	验收执行标准	监测点位
	要素	生产工艺	污染物因子	核准排放量			
1	噪声	运营期水闸泵房设施	Leq(A)	/	减振、消声等措施	《声环境质量标准》（GB3096-2008）4a 类标准	规划声环境保护目标靠近水闸泵房设施一侧
2	固废	生活垃圾	/	/	交由当地环卫部门收集处置	是否到位	/
3	生态补偿费落实				生态补偿措施落实	是否到位	/

10 环境影响评价结论

10.1 项目概况

南沙全民文化体育综合体生态堤建设工程（21 涌以南）由广州南沙交通投资集团有限公司投资建设，本项目位于南沙区万顷沙镇万顷沙 21 涌以南，按 200 年一遇防洪潮标准对综合体片区 21 涌以南堤防进行生态堤建设，生态堤长约 4.528km，总用地面积为 42.59 万 m^2 ，其中占海面积 4.1089ha，占用人工岸线 4400m，主要建设内容：堤防软基处理、堤身填筑、堤岸结构和景观工程；改建二十一涌东闸站，重建二十一涌西闸，新建二十一涌东闸桥梁 2 座，新建沙滩潮汐通道进、出口建筑物及拦砂堰。设计起点位于二十一涌东闸站（桩号 K0-005），终点位于二十一涌西闸（K4+523）。

本项目分两期共 5 阶段开展建设。一期一阶段建设内容为堤防区域（不含水闸、泵站）软基处理及部分堤身填筑；一期二阶段建设内容为改建二十一涌东闸站和重建二十一涌西闸；二期一阶段建设内容为新建二十一涌东闸桥梁 2 座；二期二阶段堤岸结构工程建设内容包括部分主堤填筑（K1+600~K3+880、K4+336~K4+359 堤段）、堤岸结构（不包含 K0-005~K0+045 堤段亲水步道外侧的生态护坡、K3+459~K4+523 堤段临水侧堤岸结构及全线 9.5m~10.0m 的微地形），新建沙滩潮汐通道进、出水闸及拦砂堰，新建 15m 宽堤顶路 1.614km；二期三阶段建设内容包括桩号 K0-005~K0+384 堤脚前的生态护脚、K0-005-K0+045 段亲水步道外侧生态护坡 3D 混凝土打印技术试验带、K3+459~K4+523 段临水侧堤岸结构及项目整体的景观工程。

本项目桩号 K0+105~K1+583 堤段以体育场馆应急疏散的道路（15m 宽）作为堤顶路，以堤顶路中心线作为堤轴线，其余堤段堤顶线布置于景观带中，结合绿道的布置，将蜿蜒贯穿景观带的堤顶绿道中心线作为堤轴线。

总投资和总工期：132101.79 万元；施工周期为 21 个月，实际施工时间为 15 个月。

10.2 环境质量现状评价结论

10.2.1 海水环境质量现状评价结论

根据中国科学院南海海洋研究所 2024 年 4 月（春季）调查结果可知，除无机氮和 Cu，其他调查因子均符合相应的评价标准。无机氮在所有的站位均出现超标，Cu 在 12# 超过二类标准。

根据中国科学院南海海洋研究所 2024 年 9 月（秋季）调查结果可知，除无机氮和活性磷酸盐，其他调查因子均符合相应的评价标准。无机氮在大部分站位均出现超标，活性磷酸盐在 1#~3#超过三类标准，在 14#超过四类标准。

通过春秋两季调查显示，项目附近及其周围海水受无机氮影响较为严重，本次调查海水无机氮超标主要来自陆源输入的影响。项目附近海域遍布着较多的船舶制造企业，这些企业的废水排放将导致无机氮含量增加；此外，居民生活污水、养殖废水的排放也会导致无机氮含量增加。

10.2.2 海洋沉积物环境质量现状评价结论

根据中国科学院南海海洋研究所 2024 年 4 月（春季）调查结果可知，执行二类、三类标准的站位各个调查因子均符合相应的评价标准，执行一类标准的站位，Cu、Zn、Cd、As、Cr 出现超标，除 Cd 外，Cu、Zn、As、Cr 均符合二类标准，Cd 符合三类标准；Cu、As、Cr 超标率为 100%，Zn 超标率为 66.7%，Cd 超标率为 33.3%。

分析执行一类标准站位 Cu、Zn、Cd、As、Cr 超标原因，因项目所在海域接纳广州、深圳、中山大量的生活污水、工业污水和农业污水，水质已普遍劣于一类和二类水质标准，污染物长期沉降，导致沉积物环境对应劣于一类标准。

10.2.3 海洋生物质量现状评价结论

根据中国科学院南海海洋研究所 2024 年 4 月和 9 月在项目所在海域开展的海洋生物质量调查结果，鱼类生物、甲壳类样品各因子测值均符合评价标准；贝类样品总汞、铜、铅、锌、镉、砷、铬和石油烃测值均符合评价标准。

10.2.4 海洋生态环境质量现状评价结论

根据中国科学院南海海洋研究所 2024 年 4 月调查结果可知：

春季海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 $0.40\text{mg}/\text{m}^3 \sim 2.32\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $0.89\text{mg}/\text{m}^3$ ；初级生产力的变化范围为 $4.82\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d}) \sim 28.28\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 $11.49\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

调查共记录浮游植物 5 门 39 属 64 种，出现硅藻门的颗粒直链藻 1 种优势种；丰度变化范围为 $326.34 \times 10^4 \sim 67904.10 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$ ，平均丰度为 $15938.06 \times 10^4 \text{ cells}/\text{m}^3$ ；多样性指数范围为 $0.031 \sim 0.669$ ，平均为 0.152 ；均匀度指数范围为 $0.007 \sim 0.176$ ，平均为 0.037 。

调查共记录浮游动物 4 个生物类群 21 种，生物量变化幅度为 $181.71\text{mg}/\text{m}^3 \sim 5525.00\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均生物量为 $962.15\text{mg}/\text{m}^3$ ；密度变化幅度为

180.29ind/m³~36196.15ind/m³，平均密度4071.99ind/m³；多样性指数范围为0.875~2.840之间，平均为2.131；种类均匀度变化范围为0.236~0.861之间，平均为0.662。

调查共记录底栖动物22种，平均栖息密度为61.00ind./m²，平均生物量为1.91g/m²；出现环节动物背蚓虫属、寡鳃齿吻沙蚕、溪沙蚕和尖叶长手沙蚕，软体动物光滑河篮蛤（幼体）和微小海螂6个优势种；多样性指数变化范围为0.000~2.419之间，平均值为1.460；种类均匀度变化范围为0.443~1.000，平均值为0.871。

调查记录潮间带生物共24种，平均生物量为123.11g/m²，平均栖息密度为64.44ind./m²；多样性指数和均匀度平均值分别为2.387和0.778。

出现了鱼卵仔鱼12种，调查海区的鱼卵平均密度为81.26 ind/100m³，仔鱼的平均密度为365.16 ind/100m³。

调查共捕获游泳生物43种，其中：鱼类32种，甲壳类11种；平均重量密度为1037.03kg/km²，平均个体密度为63.73×10³ind./km²。

根据中国科学院南海海洋研究所 2024 年 9 月调查结果可知：

秋季海区表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为0.40mg/m³~7.24mg/m³，平均值为2.00mg/m³；初级生产力的变化范围为14.47mg·C/(m²·d)~353.49mg·C/(m²·d)，平均值为104.27mg·C/(m²·d)。

调查共记录浮游植物5门45属70种，出现硅藻门的颗粒直链藻和蓝藻门的微小色球藻、微囊藻、惠氏微囊藻、挪氏微囊藻、颤藻等优势种；丰度变化范围为18.66×10⁴ cells/m³~679.20×10⁴ cells/m³，平均丰度为263.48×10⁴ cells/m³；多样性指数范围为1.162~3.727，平均为2.415；均匀度指数范围为0.279~0.810，平均为0.541。

调查共记录浮游动物9个生物类群50种，生物量变化幅度为53.05mg/m³~660.71mg/m³，平均生物量为207.17mg/m³；密度变化幅度为679.17ind/m³~9928.57ind/m³，平均密度2233.58ind/m³；多样性指数范围为2.411~3.546之间，平均为3.114；种类均匀度变化范围为0.549~0.775之间，平均为0.680。

调查共记录底栖动物24种，平均栖息密度为42.22ind./m²，平均生物量为0.62g/m²；出现环节动物背蚓虫属1个优势种；多样性指数变化范围为0.000~2.108之间，平均值为1.367；种类均匀度变化范围为0.785~1.000，平均值为0.912。

调查记录潮间带生物共24种，平均生物量为47.41g/m²，平均栖息密度为244.44ind./m²；多样性指数和均匀度平均值分别为1.510和0.498。

出现了鱼卵仔鱼12种，调查海区的鱼卵平均密度为81.26 ind/100m³，仔鱼的平均密

度为365.16 ind/100m³。

调查共捕获游泳动物49种，其中：鱼类32种，甲壳类17种；平均重量密度为822.28kg/km²，平均个体密度为78.39×10³ind./km²。

根据《近岸海域海洋生物多样性评价技术指南》（HY/T 215—2017），计算得到各指标的赋值得分和海洋生物多样性综合指数可知，项目所在海域海洋生物多样性等级属于一般，且三年未有明显变化。

10.2.5 环境空气质量现状评价结论

广州市南沙区细颗粒物（PM_{2.5}）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、二氧化氮（NO₂）、二氧化硫（SO₂）、一氧化碳（CO）年评价指标均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准要求；臭氧日最大8小时滑动平均值第90百分位数超出《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单二级标准要求，超标倍数为0.181倍。因此，项目所在区域广州南沙区为环境空气质量不达标区域。

根据2023年4月16日~2023年4月18日、2023年4月20日~2023年4月23日共7天对监测点位TSP进行监测，监测点的TSP日平均浓度现状监测值（0.102mg/m³~0.109mg/m³）均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单中的二级标准（0.3mg/m³）要求。

10.2.6 声环境质量现状评价结论

本次评价引用建设单位提供的《南沙大型城市综合体项目场地吹砂填土及临时工程环境影响报告书》（报批稿）中广东粤风检测技术有限公司于2023年4月18日在万顷沙东南侧岛尖开展的噪声现状监测结果（报告编号：YF-BG2304046），委托单位为中国科学院南海海洋研究所，引用点位为N3，N3噪声监测点昼间和夜间噪声值均达到《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准（即昼间≤55dB(A)，夜间≤45dB(A)）。

10.3 环境影响分析结论

10.3.1 海洋水文动力环境影响分析结论

本次评价分析了本项目所在海域的水动力场的时空分布及本项目建设对其的影响情况。结果表明，工程前后项目附近海域流场改变基本局限在项目附近海域的一定范围内，对项目周边水动力的影响仅限于项目海堤前沿附近海域，对其他海域的影响很小。

10.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析结论

为了进一步定量评估工程建设对周边海域冲淤环境的影响，本次评价采用由动力场变化引起的冲淤变化的半经验半理论公式进行冲淤估算。结果表明，本项目工程后冲淤变化较显著的区域主要局限于工程海堤附近海域，而项目所在海域之外的其他区域的冲淤环境的变化相对较小。

10.3.3 海洋水质环境影响分析结论

10.3.3.1 施工期海洋水质环境影响分析结论

本项目施工过程产生的悬浮泥沙（增量浓度 $>10\text{mg/L}$ ）对海域水质影响的最大范围为 14.15km^2 ，施工过程悬浮泥沙对海水水质的影响范围较小，而且影响时效是短暂的，这种影响一旦施工完毕，在较短的时间内也不再持续；施工产生的 10mg/L 悬沙对国控站位不产生影响；施工船舶舱底油污水和船舶施工人员生活污水不外排，不会对周边海域水质造成影响。

10.3.3.2 运营期水质环境影响分析结论

本项目运营期除了路面径流排海，其他废水（生活污水）经管道进入城市综合体配套的污水处理系统进行处理后，纳入市政管网进入集中污水处理系统处理。本项目将有专门的市政清洁人员进行路面清洁，因此雨水中污染物含量将明显减少，路面径流经雨水管道纳入规划雨水排放系统，不会对海域水环境产生明显影响。桥面径流对水体的影响是十分轻微的，不会改变水体的水质类别。

10.3.4 海洋沉积物环境影响分析结论

10.3.4.1 施工期海洋沉积物环境影响分析结论

本项目施工期水工构筑物所永久占用的海域底土上的沉积物环境将被彻底破坏，且是不可恢复的；施工过程产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生严重变化，仍将基本保持现有水平；施工人员生活污水和固体废物、施工船舶污水均能得到有效收集处理不排海，对海洋沉积物环境质量没有影响。

10.3.4.2 运营期海洋沉积物环境影响分析结论

本项目运营期生活污水进入市政污水处理系统，不在项目区排放，仅路面径流经二十一涌后随着水闸开闸进入海洋。由于路面径流间歇产生，而且产生量不大，对沉积环境质量不产生明显影响。运营期固废均得到有效处置，不会进入海洋环境。因此，本项目运营期不会对海洋沉积物造成影响。

10.3.5 海洋生态和生物资源环境影响分析结论

本项目对海洋生态环境的影响主要来自构筑物占海对底栖生物的影响，以及施工产生的悬沙对海洋生态环境的影响。

占海造成底栖生物损失量约为 2.12t。

水工工程施工产生的SS导致的鱼卵仔鱼的损失量换算为鱼苗共约 77.46×10^4 尾，导致的幼体损失量约为1.655t。

本项目施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿按3倍计；水工构筑物占海属永久性损害，补偿按20倍计，合计补偿量为：鱼苗 232.38×10^4 尾、游泳生物为4.965t、底栖生物为42.4t。

针对本项目对海洋生物造成的影响，本次评价制定了生态补偿方案，补偿金额合计为约 309.5 万元。

10.3.6 大气环境影响分析结论

10.3.6.1 施工期大气环境影响分析结论

本项目施工期的大气污染主要来自扬尘污染、设备燃油废气和沥青烟气污染。采取设置围挡、施工现场洒水、施工场地合理选址等措施，可以有效降低施工期施工扬尘、沥青烟气对大气环境的影响。虽然施工期较长，但是随着施工的结束，上述环境影响也将消失。

10.3.6.2 运营期大气环境影响分析结论

本项目建成营运后，沿线管理房、驿站等附属设施供热采用电力作为能源，不设锅炉。因此，本项目营运期不会对大气环境造成影响。

10.3.7 声环境影响分析结论

10.3.7.1 施工期声环境影响分析结论

施工期间，施工机械设备对声环境产生影响。

施工机械噪声声级随距离的增加而衰减，路基施工、路面施工、其他（物料运输卡车和备用发电机）和桥梁工程（除打桩外），昼间施工单台施工机械达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）中规定的昼间场界排放限值的最远距离为 60m，打桩影响范围更大，达到 160m；桥梁工程夜间连续浇筑，单台施工机械达到 GB12523-2011 中规定的夜间场界排放限值的最远距离为 280m。物料运输卡车夜间作业达到 GB12523-2011 中规定的夜间场界排放限值的距离为 335m。

临时工程机械多台设备同时运行时，达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》

（GB12523-2011）中规定的昼间场界排放限值的最远距离为 40m，夜间不施工。

本项目周边现状无声环境保护目标，且规划的声环境保护目标建成时间在本项目投运之后建设，因此，施工期主要为运输车辆行驶途中对沿线敏感点的影响。本次评价要求建设单位合理规划车辆运输路线，避让声环境保护目标和居民休憩时段，同时控制车速、加强车辆维护，以降低车辆运输途中产生的声环境影响。

10.3.7.2 运营期声环境影响分析结论

由预测结果可知，声环境保护目标——中国（南沙）南海博物馆在本项目水闸泵站运行时，昼间代表性楼层未出现噪声超标，夜间代表性楼层 3 层和 5 层均出现噪声超标，超标 1dB(A)。

考虑到本项目水闸设施正常情况下均关闭，仅在排洪时才开启，开启过程时间较短，开启后噪声随着消失，且本项目规划的声环境保护目标——中国（南沙）南海博物馆正常运营时间为昼间，夜间不营业。因此，本次评价认为本项目运营期间歇性水闸泵房噪声对声环境保护目标影响有限，建议本项目建设单位加强水闸设施日常维护，必要时可对水泵加装消声和减振装置，尽量减小本项目运营期间歇性水闸泵房噪声对声环境保护目标影响。

10.3.8 固体废物影响分析结论

10.3.8.1 施工期固体废物影响分析结论

施工期产生的渣土和建筑垃圾应及时清运至规定的地点进行堆放或填埋，其中具有利用价值应予以回收；船舶和陆域生活垃圾集中收集，并由环卫部门清运处置。通过加强管理，施工期产生的固体废弃物不会对周围环境产生不可逆影响。

10.3.8.2 运营期固体废物影响分析结论

本项目营运期间固体废物主要来自水闸泵站管理人员和景观工程中的生活垃圾，由环卫部门清运处置。在妥善处置的情况下，本项目营运期固体废物对环境不会产生影响。

10.3.9 陆域生态环境影响分析结论

根据分析可知，本项目施工期和运营期对土地资源、农业生态、植被、动物、水生生态和景观等陆域生态环境影响有限。

10.4 环境风险分析与评价

本项目施工期存在一定溢油风险，对周边海域可能造成一定影响。采用本报告提出的应急预案后，可以减轻事故发生后造成的环境危害。总体来说，本项目施工期通过积

极采取本报告提出的环境风险防范措施和环境风险应急预案，并在发生海上溢油事故后及时按照事故应急措施和应急预案进行处理，其影响可以得到有效控制，本项目的环境风险事故可以控制在可接受水平

10.5 污染防治措施

10.5.1 水污染防治措施

10.5.1.1 施工期水污染防治措施

施工生活污水进入环保型厕所，定期清运；船舶生活污水利用船载收集装置收集，由有接收能力的单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放；设备冲洗废水采用隔油沉淀工艺进行处理，出水回用于车辆冲洗，出水标准达到《城市污水再生利用-城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）车辆冲洗用水标准；混凝土拌合系统废水采用隔油沉淀池进行沉淀处理，最后进入回用水池，出水可作为拌和水使用；施工船舶含油污水由有接收能力的单位接收上岸处理，不在本项目附近海域排放。

10.5.1.2 运营期水污染防治措施

本项目驿站洗手间和水闸管理房产生的生活污水，经三级化粪池预处理后，通过管道纳入城市综合体配套的污水处理系统进行处理。本项目雨水径流进入二十一涌，最终在水闸开闸的时候进入珠江口海域。

10.5.2 大气污染防治措施

施工期，施工单位须加强物料转运、使用的管理，合理装卸、规范操作。凡运送土石方等道路材料的运货车，都应用篷布或塑料布覆盖，或用编织袋分装堆码，避免一路扬尘。施工过程中应在搅拌装置上安装除尘装置，减少搅拌扬尘。加强施工机械的维护和保养，确保排气装置处于良好的运行状态。加强施工扬尘监管，积极推进绿色施工，施工现场道路应进行地面硬化。选用环保型施工机械、运输车辆，并选用质量较好的燃油，减少燃油废气排放。

10.5.3 噪声污染防治措施

10.5.3.1 施工期噪声污染防治措施

加强施工管理，合理安排施工作业时间，严格按照施工噪声管理的有关规定执行，夜间应停止高噪声施工作业。尽量采用低噪声的施工工具，采用施工噪声低的施工方法。加强运输车辆管理，压缩工区汽车数量和行车密度，控制鸣笛。

10.5.3.2 运营期噪声污染防治措施

在设备选型时选用先进的低噪声设备，在满足工艺设计的前提下，尽量选用满足国际标准的低噪声、低振动型号的设备，降低噪声源强。设备与地基之间安置减震器，加装消声设施。生产设备均安置在室内，有效利用建筑隔声，并采取隔声、吸声材料制作门窗、墙体等，防止噪声的扩散和传播。强化生产管理。在厂区周围加强绿化植树，以提高消声隔音的效果。

10.5.4 固体废物污染防治措施

10.5.4.1 施工期固体废物污染防治措施

施工期在各生活、办公营地放置垃圾桶，并配备手推车及清扫工具，安排专人负责生活垃圾的清扫，在河涌沿线施工时 also 需要注意对生活垃圾的清扫与收集。收集后的生活垃圾需委托环卫部门定期清运。垃圾桶需经常喷洒消毒药水，防止滋生蚊蝇等传染疾病。本项目建筑垃圾通过环保车运送至深圳市宝安区西乡街道大铲湾码头弃土外运临时装船点。本项目产生的淤泥性质为淤泥质土，区别于河涌清淤产生的淤泥，通过环保车运送至指定的余泥渣土消纳场弃置。本项目弃方运至南沙全民体育综合体项目配套骨干道路(二十涌北路、规划纵三路)施工现场，运距约 4.9 公里。

10.5.4.2 运营期固体废物污染防治措施

运营期生活垃圾由当地环卫部门定期清运，对环境影响不大。

10.5.5 陆域生态环境保护措施

10.5.5.1 施工期生态环境保护措施

施工过程中，为防止水土流失，不随意开挖，减少地表扰动，对临时占地区域，采取临时拦挡，排水措施，减少冲刷。施工结束后除采取水土保持措施外，还应该从恢复和提高其生态、景观角度出发，选择该地区地带性植被类型植被群落的优势种类作为恢复植被的主要物种。

施工期间，加强施工管理与监督，尽量减少施工活动对野生动物栖息的影响。施工期间禁止施工人员猎捕蛙类、蛇类、鸟类等野生动物和从事其它有碍生态环境保护的活动，发现珍稀野生动物立即上报林业管理部门。

对施工人员加强宣传，增强施工人员的环保意识。加强监管，严格按环保要求施工，生活污水和施工废水按环保要求严禁排入河道，防止加剧河道的污染。考虑河道内存有大量水生动物、微生物，本项目采取分段分块、分期实施建设，使河道有一个过渡地带，

尽可能保护水生物、微生物生长。

10.5.5.2 运营期生态环境保护措施

路基段的边坡使用草皮护坡，减少水土流失。草皮应选择当地根系发达，易成活，生长快，固土作用好的多年生矮草种草皮。

分隔带绿化应具有夜间行车防眩功能，以高 1.2m~1.5m 常绿灌木以规则式栽植为主，配以适应力强、花期长的花灌木，以取得全路段的和谐一致。

在“适地适树、适地适草”的原则下，优先选用当地物种，尽量避免引进外来物种，以免对当地生态平衡造成影响。

10.5.6 海洋生态保护措施

- 1、在施工海域设置明显警示标志，告知施工周期、施工作业范围和时间。
- 2、涉海工程施工应尽量避免主要经济鱼类繁殖育苗季节（3~5 月）。
- 3、施工期船舶的含油污水和生活污水应由有接收能力的污水接收处理船接收处置，禁止排海。在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业，避免造成船舶事故。
- 4、做好施工期的海水环境跟踪监测与环境监理工作。对施工期附近水域开展生态环境及渔业资源跟踪监测，及时了解工程施工对生态环境及渔业资源的实际影响。
- 5、运营期开展生态修复。

10.6 总量控制分析

本项目无需申请总量指标。

10.7 环境影响经济损益分析

本项目工程总投资为 132101.79 万元，环保投资概算为 453.4 万元，占环保投资占工程总投资的 0.34%。本项目在建设和运营过程中，不可避免的会对环境产生一定的负面影响，建设单位做好各种污染防治措施后，其影响是有限的。同时本项目在运营后，将会产生较大的社会效益，对于本地区的长远发展也是极为有利的，因而从环境经济损益分析的角度来看，本项目的建设是可行的

10.8 综合结论

本项目符合国家产业政策，符合区域相关规划，选址合理。本项目的建设具有较好的社会、经济效益。本项目采用清洁生产工艺，在采取总量控制、清洁生产和实施严格的环境管理，各种污染物可达标排放，对周围环境的影响可控制在环境功能允许的范围

内，不会改变现有环境功能。

在严格执行本评价提出的各项环境保护措施和建议的前提下，确保各种污染治理设施正常运转，废气、废水、噪声、固体废物等污染物达标排放和安全处置处理，贯彻执行“清洁生产、总量控制”原则，严格执行“三同时”制度，落实环境风险防范措施和应急措施，从环境保护的角度来看，本项目的建设是可行的。